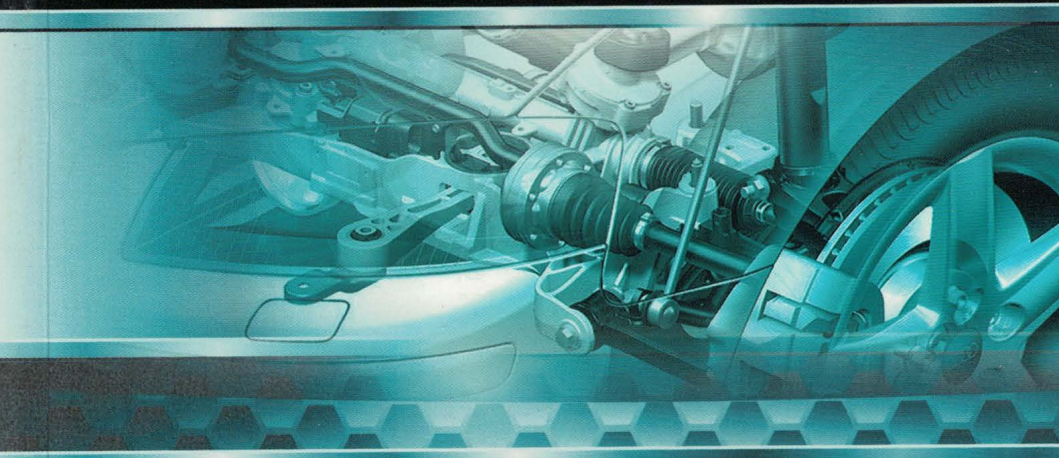
汽车修理技师手册

QICHE XIULI JISHI SHOUCE

祖国海 主编

第3版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车修理技师手册

第3版

主　编　祖国海
参　编　海　洋　杨　旭　珠　娜　佟禺明
　　高宏伟　戴　红　包福利　张树玲

机械工业出版社

本书按照国家最新职业技能标准编写，编写内容起点较高，包括技师、高级技师应熟练掌握的基础理论、专业理论和操作技能等内容。本书主要内容包括：汽车发动机的结构与检修，电控液力自动变速器的结构与检修，电子控制防抱死制动系统（ABS）、防滑控制（ASR）系统的结构与检修，安全气囊（SRS）的结构与检修，汽车空调系统的结构与检修，电子控制悬架系统的结构与检修，电控动力转向系统的结构与检修，自动巡航控制系统的结构与检修，汽车防盗系统的结构与检修，汽车电器系统辅助设备的结构与检修，纯电动汽车，混合动力电动汽车，燃气汽车，燃料电池电动汽车和管理等。

本书可供汽车修理工和相关技术人员阅读使用。

图书在版编目（CIP）数据

汽车修理技师手册/祖国海主编. —3 版. —北京：机械工业出版社，2015.10

ISBN 978-7-111-51677-4

Ⅰ.①汽… Ⅱ.①祖… Ⅲ.①汽车－车辆修理－技术手册 Ⅳ.①U472.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 231257 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：陈玉芝 责任编辑：陈玉芝 林运鑫

版式设计：赵颖喆 责任校对：刘怡丹 纪 敬

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 24.625 印张 · 855 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-51677-4

定价：59.80 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

服务咨询热线：010-88361066 机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294 机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版 教育服务网：www.cmpedu.com

前　言

汽车修理技师、高级技师是技术工人队伍中具有高级技能的人才，是技术工人中优秀技术人才，是企业中的能工巧匠。他们对提高产品质量，提高产品的市场竞争力起着非常重要的作用。

汽车修理技师、高级技师具有技术全面、一专多能、技艺高超、生产实践经验丰富的优良技术素质。他们担负着组织和指导生产人员解决本工种生产过程中出现的关键或疑难技术问题，开展技术革新、技术改造，推广与应用新技术、新工艺、新设备、新材料以及组织、指导工人技术培训、考核、评定等工作任务。为帮助汽车修理技师、高级技师解决工作实际问题，我们组织编写了本手册。本手册自 2001 年出版以来，多次重印，受到广大读者的好评，并于 2008 年进行了第一次修订。近几年，汽车新技术飞速发展，书中内容已经不能完全满足汽车修理技师、高级技师的需要，为此我们又组织相关专家再次进行了修订。

本书修订的主要内容为：删除了一些过时的知识，增加了一些新的内容，特别是增加了新能源汽车相关知识，如纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃气汽车、燃料电池电动汽车等。在原书的基础上，加大了“汽车防盗技术、汽车电器系统辅助设备结构与检修”的篇幅，目的是适应汽车新技术的要求。

本次修订过程中，参照国家最新职业技能标准并紧密结合汽车修理工工作实际，编写内容包括技师、高级技师应该熟练掌握的基础理论、专业理论和其他有关知识，并以主要篇幅从较高层次上介绍了设备使用、操作技能、工艺规程、生产技术组织管理和国内外新技术的发展和应用等内容，其中列举了大量案例。同时，还对于新能源汽车技术进行了重点介绍。

本手册内容力求选材注重实用，编排全面系统，逻辑严谨清晰，叙述简

明扼要，图表清晰简洁，数据翔实可靠。

在本手册编写过程中，虽经反复推敲、多次修改，但由于作者水平所限，难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编　者

目 录

前言

第一章 汽车发动机的结构与检修 …… 1

第一节 汽油机电子控制燃油喷射系统 …… 1

一、汽油机电子控制燃油喷射系统的基本组成 …… 1

二、汽油机电子控制燃油喷射系统的分类 …… 3

三、汽油机电子控制燃油喷射系统的控制内容及功能 …… 11

第二节 现代汽车发动机主要部件的结构与检修 …… 14

一、燃油泵的结构与检修 …… 14

二、喷油器的结构与检修 …… 22

三、冷起动喷油器的结构与检修 …… 31

四、燃油滤清器的结构与检修 …… 34

五、燃油压力调节器的结构与检修 …… 34

六、传感器的结构与检修 …… 37

七、怠速控制阀的结构与检修 …… 53

八、进气控制装置的结构与检修 …… 60

九、排气控制装置的结构与检修 …… 68

十、微机控制点火系统的结构与检修 …… 79

第三节 发动机故障的诊断与排除 …… 93

一、常用诊断工具及设备 …… 93

二、故障诊断基本方法及检修注意事项 …… 105

三、随车诊断系统（OBD） …… 108

四、常见车型故障诊断测试接头的选择及诊断座位置 …… 111

五、用解码器读取故障码 …… 122

第四节 电喷发动机疑难故障的诊断与排除 …… 128
一、电喷发动机不能起动 …… 128
二、电喷发动机怠速不良 …… 130
三、电喷发动机加速不良 …… 132
四、电喷发动机减速时熄火 …… 134
五、电喷发动机油耗过大 …… 135
六、电喷发动机动力不足 …… 136
七、电喷发动机点火不正常 …… 137

第二章 电控液力自动变速器的结构与检修 …… 139

第一节 电控液力自动变速器主要部件的结构与检修 …… 139
一、液力变矩器的结构与检修 …… 139
二、齿轮变速机构的结构与检修 …… 142
三、换档执行机构的结构与检修 …… 147
四、液压控制系统的结构与检修 …… 155
五、电子控制系统的结构与检修 …… 160
六、自动变速器的使用 …… 164
七、自动变速器的基本检查 …… 165
八、自动变速器的道路试验 …… 168
九、自动变速器的失速试验 …… 171
十、自动变速器的油压试验 …… 172
十一、自动变速器的延时试验 …… 174
十二、自动变速器的手动换档试验 …… 175
十三、自动变速驱动桥的拆卸 …… 176
十四、变速驱动桥的解体与装配 …… 179
十五、阀体总成的拆装 …… 197
第二节 常见车型自动变速器的故障自诊断 …… 202
一、丰田轿车自动变速器的故障自诊断 …… 202
二、三菱轿车自动变速器的故障自诊断 …… 204
三、大宇轿车自动变速器的故障自诊断 …… 207
四、北京现代索纳塔轿车自动变速器的故障自诊断 …… 208
五、马自达轿车自动变速器的故障自诊断 …… 214
六、本田雅阁轿车自动变速器的故障自诊断 …… 216

七、奥迪轿车自动变速器的故障自诊断 …… 218
八、通用轿车自动变速器的故障自诊断 …… 221
第三节 自动变速器疑难故障的诊断与排除 …… 225
一、汽车不能行驶 …… 225
二、自动变速器打滑 …… 226
三、自动变速器不能升档 …… 228
四、自动变速器没有前进档 …… 229
五、自动变速器没有倒档 …… 229
六、自动变速器换档产生冲击 …… 230
七、自动变速器跳档 …… 231
八、自动变速器没有发动机制动 …… 232
九、自动变速器不能强制降档 …… 233
十、自动变速器液压油容易变质 …… 234
第三章 电子控制防抱死制动系统（ABS）、防滑系统（ASR）的结构与检修 …… 235
第一节 电子控制防抱死制动系统（ABS） …… 235
一、车速传感器的结构与检修 …… 235
二、制动压力调节器的结构与检修 …… 239
三、电子控制单元（ECU）的结构与检修 …… 250
四、检修 ABS 时的注意事项 …… 250
五、ABS 的泄压 …… 253
六、制动液的更换 …… 253
第二节 防滑系统（ASR） …… 254
一、ASR 的结构与工作原理 …… 255
二、典型 ASR 简介 …… 258
三、防滑差速器 …… 268
第三节 常见车型 ABS 的故障自诊断 …… 271
一、丰田车系 ABS 故障自诊断 …… 271
二、本田车系 ABS 故障自诊断 …… 273
三、日产车系 ABS 故障自诊断 …… 275
四、马自达车系 ABS 故障自诊断 …… 277
五、奔驰车系 ABS 故障自诊断 …… 278

六、三菱车系 ABS 故障自诊断 …… 280
七、现代车系 ABS 故障自诊断 …… 283
八、通用车系 ABS 故障自诊断 …… 285
九、福特车系 ABS 故障自诊断 …… 286

第四章 安全气囊（SRS）的结构与检修 …… 289

第一节 安全气囊的主要结构与检修 …… 289
一、碰撞传感器 …… 289
二、气囊组件 …… 292
三、安全气囊 ECU …… 294
四、安全气囊检修注意事项 …… 296
五、安全气囊系统零部件的拆装 …… 297
六、报废安全气囊的引爆方法 …… 300
第二节 常见车型安全气囊的故障自诊断 …… 303
一、丰田车系故障自诊断 …… 303
二、日产车系故障自诊断 …… 306
三、马自达车系故障自诊断 …… 306
四、宝马车系故障自诊断 …… 308
五、通用车系故障自诊断 …… 309
六、奔驰车系故障自诊断 …… 312
七、本田车系故障自诊断 …… 313
八、福特车系故障自诊断 …… 315

第五章 汽车空调系统的结构与检修 …… 316

第一节 汽车空调主要部件的结构与检修 …… 316
一、制冷剂与加装 …… 316
二、压缩机的结构与检修 …… 322
三、冷凝器的结构与检修 …… 327
四、储液干燥器的结构与检修 …… 329
五、膨胀阀的结构与检修 …… 331
六、蒸发器的结构与检修 …… 335
七、电磁离合器的结构与检修 …… 337
八、风机的结构与检修 …… 338

九、汽车空调系统控制电路与检修 …… 340
第二节 汽车空调疑难故障的诊断与排除 …… 350
一、汽车空调不供暖或暖气不足 …… 350
二、汽车空调调节控制失效 …… 351
三、汽车空调系统噪声太大 …… 351
四、汽车空调系统完全不制冷 …… 352
五、汽车空调系统制冷不足 …… 353
六、汽车空调系统输出冷气时有时无 …… 354
第三节 自动空调系统元件的结构与检修 …… 355
一、自动空调的控制功能 …… 355
二、车内温度传感器及检修 …… 356
三、车外温度传感器及检修 …… 358
四、蒸发器温度传感器及检修 …… 359
五、阳光传感器及检修 …… 360
六、冷却液温度传感器及检修 …… 360
第四节 自动空调系统的故障自诊断 …… 363
一、丰田雷克萨斯（LS400）轿车空调系统的故障自诊断 …… 363
二、日产风度（CEFIRO）轿车空调系统的故障自诊断 …… 364
三、日产千里马（MAXIMA）轿车空调系统的故障自诊断 …… 367
四、马自达 929 轿车空调系统的故障自诊断 …… 369
五、奥迪 A6 轿车空调系统的故障自诊断 …… 371
六、帕萨特 B5 轿车空调系统的故障自诊断 …… 374
七、广州本田雅阁轿车空调系统的故障自诊断 …… 379
八、奔驰轿车空调系统的故障自诊断 …… 380
九、宝马 325i 轿车空调系统的故障自诊断 …… 382
十、宝马 525i 轿车空调系统的故障自诊断 …… 382
十一、沃尔沃 850 轿车空调系统的故障自诊断 …… 383
十二、沃尔沃 960 轿车空调系统的故障自诊断 …… 388
十三、克莱斯勒 Fifth Avenue Imperial 轿车空调系统的故障自诊断 …… 389
十四、克莱斯勒 Concorde Intrepid Vision 轿车空调系统的故障自诊断 …… 391
十五、林肯城市（Linconln Town）轿车空调系统的故障自诊断 …… 392

十六、凯迪拉克 Deville、Fleetwood 轿车空调系统的故障自诊断 …… 392

第六章 电子控制悬架系统的结构与检修 …… 395

第一节 电子控制悬架主要部件的结构与检修 …… 395
一、传感器 …… 395
二、悬架电控单元 …… 403
三、执行机构 …… 404
四、检修注意事项 …… 414
五、功能检查与调整 …… 415
第二节 常见车型电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 416
一、日产千里马（Maxima）电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 416
二、日产 300ZX 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 417
三、日产无限（INFINIT）Q45 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 418
四、马自达 929 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 420
五、马自达 MPV 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 421
六、三菱格兰特（GALANT）轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 423
七、三菱 3000GT 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 428
八、丰田雷克萨斯 LS400 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断 …… 430

第七章 电控动力转向系统的结构与检修 …… 435

第一节 传统液压动力转向系统的主要结构 …… 435
一、常压式液压动力转向系统 …… 435
二、常流式液压动力转向系统 …… 436
第二节 电控动力转向系统的主要结构 …… 442
一、液压式电控动力转向系统 …… 442
二、电动式电控动力转向系统 …… 446
第三节 常见车型电控动力转向系统的结构与检修 …… 450
一、雷克萨斯 LS400 轿车电子控制液压式动力转向系统的结构与检修 …… 450
二、皇冠 3.0 轿车电子控制液压式动力转向系统的结构与检修 …… 454
三、广州本田雅阁轿车电子控制液压式动力转向系统的结构

与检修 …… 456

第八章 自动巡航控制系统的结构与检修 …… 466

第一节 自动巡航控制系统的主要结构 …… 466
一、巡航控制开关 …… 466
二、传感器 …… 467
三、巡航控制 ECU …… 469
四、执行器 …… 470
第二节 常见车型自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 475
一、雷克萨斯 LS400 自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 475
二、奥迪 A6 自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 477
三、三菱帕杰罗 V73 汽车自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 480
四、广州本田雅阁轿车自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 485
五、日产风度自动巡航控制系统的检修及故障自诊断 …… 489

第九章 汽车防盗系统的结构与检修 …… 495

第一节 电控防盗系统的结构与检修 …… 495
一、电控防盗系统的基本组成 …… 495
二、电控防盗系统主要部件的结构与原理 …… 499
三、电控防盗系统的结构及工作原理 …… 505
四、电控防盗系统的检修 …… 509
五、防盗系统的故障维修案例 …… 517
第二节 中控门锁的结构与检修 …… 522
一、中控门锁的结构与工作原理 …… 522
二、中控门锁系统的故障检修 …… 535
第三节 网络式防盗系统的运用 …… 539
一、GSM（CDMA）防盗系统 …… 539
二、GPS 防盗系统 …… 539

第十章 汽车电器系统辅助设备的结构与检修 …… 544

第一节 风窗刮水、清洗和除霜装置 …… 544
一、刮水器及刮水器电动机 …… 544

二、风窗清洗装置 …… 547
三、除霜装置 …… 549
四、风窗刮水、清洗和除霜装置的维修 …… 550
第二节 电动车窗 …… 559
一、电动车窗的组成 …… 559
二、电动车窗的控制电路 …… 560
三、电动车窗的故障维修 …… 564
第三节 电动座椅 …… 570
一、电动座椅的种类 …… 570
二、电动座椅的组成 …… 571
三、电动座椅的控制电路 …… 571
四、电子控制自动调节电动座椅 …… 572
五、电动座椅的故障检修 …… 573
第四节 电动后视镜 …… 575
一、电动后视镜的组成 …… 575
二、电动后视镜的控制电路 …… 575
三、电动后视镜的故障维修 …… 576
第五节 汽车音响 …… 579
一、汽车音响的组成 …… 580
二、收音机 …… 582
三、天线 …… 584
四、收音机的信号接收 …… 585
五、放大器 …… 589
六、扬声器 …… 590
七、磁带播放器 …… 591
八、CD播放器 …… 594
九、汽车音响的基本电路及典型故障分析 …… 599
第六节 前照灯自动照明系统 …… 601
一、计算机控制的内藏式前照灯 …… 601
二、前照灯自动变光系统 …… 604
三、前照灯自动开关/延时关灯系统的电路 …… 604
第七节 汽车电子导航系统 …… 606
一、GPS全球卫星定位装置 …… 606

二、方向传感器 …… 608
三、数字化地图和激光盘 …… 608
四、导航电控单元 …… 609

第十一章 纯电动汽车 …… 610

第一节 概述 …… 610
一、纯电动汽车的特点 …… 610
二、纯电动汽车的分类 …… 610
第二节 纯电动汽车的结构与原理 …… 612
一、车载电源模块 …… 612
二、电力驱动主模块 …… 613
三、辅助模块 …… 615

第十二章 混合动力电动汽车 …… 616

第一节 混合动力电动汽车的类型 …… 616
一、串联式混合动力电动汽车 …… 616
二、并联式混合动力电动汽车 …… 616
三、混联式混合动力电动汽车 …… 617
第二节 串联式混合动力电动汽车 …… 618
一、串联式混合动力电动汽车的组成 …… 618
二、串联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析 …… 619
三、串联式混合动力电动汽车的特点 …… 620
第三节 并联式混合动力电动汽车 …… 622
一、并联式混合动力电动汽车的组成 …… 622
二、并联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析 …… 623
三、并联式混合动力电动汽车的特点 …… 625
四、并联式混合动力电动汽车驱动系统的布置分析 …… 626
第四节 混联式混合动力电动汽车 …… 631
一、混联式混合动力电动汽车的组成 …… 631
二、混联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析 …… 632
三、混联式混合动力电动汽车的特点 …… 635
四、插电式混合动力汽车的结构与原理 …… 636
第五节 混合动力汽车实例 …… 637

一、丰田普锐斯混合动力汽车 …… 637
二、本田 Insight 和 Civic 混合动力汽车 …… 646
第六节 混合动力汽车维修 …… 650
一、混合动力控制系统维修的注意事项 …… 650
二、丰田混合动力控制系统简介 …… 653
三、混合动力系统的检查 …… 653
四、混合动力控制系统的故障诊断 …… 658
五、故障诊断实例 …… 663

第十三章 燃气汽车 …… 669

第一节 燃气汽车的结构与原理 …… 670
一、汽油/CNG 两用燃料发动机 …… 670
二、汽油/LPG 两用燃料发动机 …… 675
三、柴油/CNG 双燃料发动机 …… 677
第二节 燃气汽车实例 …… 682
一、上海别克天然气汽车 …… 682
二、天津夏利改装天然气汽车 …… 683
三、中巴车改装天然气汽车 …… 683

第十四章 燃料电池电动汽车 …… 685

第一节 概述 …… 685
一、燃料电池电动汽车的发展概况 …… 685
二、燃料电池电动汽车的类型 …… 685
第二节 燃料电池电动汽车的结构与原理 …… 687
一、直接燃料电池电动汽车 …… 687
二、重整燃料电池电动汽车 …… 690
三、燃料电池电动汽车的储氢方式 …… 693
四、燃料电池电动汽车的工作方式 …… 694
五、燃料电池电动汽车的安全系统 …… 695
第三节 丰田燃料电池电动汽车 …… 697
一、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的结构 …… 697
二、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的动力系统 …… 699
三、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车动力系统的控制 …… 701

第十五章　管理 …… 704

第一节　生产管理 …… 704
一、汽车修理质量及其评价 …… 704
二、汽车维修质量控制 …… 712
三、汽车修理成本核算 …… 712
四、定额法计算产品成本 …… 715
五、工时定额 …… 717
第二节　技术管理 …… 721
一、车辆技术管理 …… 721
二、汽车行业车辆技术管理的职责 …… 722
三、档案管理 …… 724
四、汽车故障分析报告 …… 727
五、技术工作总结 …… 727
六、专业技术论文 …… 729
七、汽车组装工艺 …… 736
八、汽车维修工艺 …… 742

附录　汽车名词英文缩写 …… 755

参考文献 …… 772



第一章

汽车发动机的结构与检修

第一节　汽油机电子控制燃油喷射系统

一、汽油机电子控制燃油喷射系统的基本组成

汽油机电子控制燃油喷射系统主要由信号输入装置、电子控制单元（ECU）和执行器等组成。

1. 信号输入装置

汽油机电子控制燃油喷射系统的信号输入主要是通过各种传感器或其他输入装置将各种控制信号输入电脑。汽油机电子控制燃油喷射系统的传感器和输入信号见表 1-1。

表 1-1　汽油机电子控制燃油喷射系统的传感器和输入信号

序号	传感器和输入信号	作　　用
1	空气流量计	空气流量计测量发动机吸入的空气量，并将信号输入电子控制单元，该信号和发动机转速是燃油喷射和点火控制的主要控制信号
2	进气压力传感器	进气压力传感器测量进气管负压力（真空度），并将信号输入电子控制单元，该信号和发动机转速是燃油喷射和点火控制的主要控制信号
3	转速和曲轴位置传感器	曲轴位置传感器检测曲轴转角信号（转速信号），并输入电子控制单元，是燃油喷射和点火控制的主要控制信号

（续）

序号	传感器和输入信号	作　　用
4	凸轮轴位置传感器	凸轮轴位置传感器向电子控制单元输入凸轮轴位置信号，是点火控制的主要控制信号
5	上止点位置传感器	上止点位置传感器向电子控制单元提供一缸上止点位置信号，是点火控制的主要控制信号
6	缸序判别传感器	缸序判别传感器向电子控制单元提供各缸工作顺序信号，是点火控制的主要控制信号
7	冷却液温度传感器	检测发动机冷却液温度，向ECU输入温度信号，是燃油喷射和点火正时的修正信号，同时也是其他控制系统的控制信号
8	进气温度传感器	检测进气温度，向电子控制单元输入进气温度信号，可作为燃油喷射和点火正时的修正信号
9	节气门位置传感器	节气门位置传感器检测节气门的开度大小，并将检测结果输入电子控制单元，是燃油喷射的主控制信号和点火控制的修正信号
10	氧传感器	检测排气中氧的含量，向电子控制单元输入空燃比的反馈信号，进行喷油量的闭环控制
11	爆燃传感器	爆燃传感器向电子控制单元输入爆燃信号，经ECU处理后，控制点火提前角，抑制爆燃产生
12	大气压力传感器	检测大气压力，向电子控制单元输入大气压力信号，修正喷油和点火控制
13	车速传感器	检测车速并向电子控制单元输入车速信号，控制发动机转速，实现超速断油控制。在发动机和自动变速器共同控制时，也是自动变速器换档的主要控制信号
14	起动信号	发动机起动时，由起动系向电子控制单元提供一个起动信号，是喷油量和点火提前角的修正信号
15	发电机负荷信号	当发电机负荷因开启用电量较大的电气设备而增大时，向电子控制单元输入此信号，是喷油量与点火提前角的修正信号
16	巡航（定速）控制开关信号	当进入巡航控制状态时，由巡航控制开关向电子控制单元输入巡航控制状态信号，由电子控制单元对车速进行自动控制

随着控制功能的扩展，输入信号也将不断增加。发动机集中控制系统所用的传感器及输入信号大多是相同的。这就意味着在发动机集中控制系统

中，可以减少大量的传感器数目；一个传感器或一个输入信号，可以多次重复使用，作为几个控制系统的输入信号。

2. 电子控制单元（ECU）

电子控制单元（ECU）俗称“行车电脑”，是一种电子综合控制装置，它的基本功能如下：

1）接受传感器或其他装置输入的信息。给传感器提供5V、8V、12V参考（基准）电压等，将输入的信息转变为微机所能接受的信号。

2）存储、计算、分析处理信息；计算所用的程序；存储该车型的特点参数；存储运算中的数据（随存随取）；存储故障信息。

3）运算分析。根据信息参数计算出执行命令数值，将输出的信息与标准值对比，查出故障。

4）输出执行命令。输出喷油、点火等控制命令，输出故障信息。

5）自我修正功能。在发动机控制系统中，电子控制单元不仅用来控制燃油喷射系统，同时还具有点火提前角控制、怠速控制、排放控制、进气控制、自诊断、失效保护和备用控制系统等多项控制功能。

3. 执行器

执行器是受电子控制单元控制，具体执行某项控制功能的装置。在发动机控制系统中，执行器主要有下列形式：电磁式喷油器；点火控制器；怠速控制阀、怠速电动机；EGR阀；进气控制阀；二次空气喷射阀；活性炭罐排泄电磁阀；车速控制电磁阀；燃油泵继电器；冷却风扇继电器；空调压缩机继电器；自动变速器档位电磁阀；增压器释压电磁阀；自诊断显示与报警装置；故障备用程序启动装置；仪表显示器。

二、汽油机电子控制燃油喷射系统的分类

（一）按喷射位置分类

按喷射位置可分为缸内喷射和缸外喷射两种。

1. 缸内喷射

喷油器安装在气缸盖上，汽油直接喷入发动机气缸内与空气混合形成可燃混合气，如图1-1所示。

2. 缸外喷射

喷油器安装在进气总管或者进气歧管上，汽油由喷油器喷入进气总管或者进气歧管的进气门前，喷入的汽油在进气管中与空气混合形成可燃混合气，在进气行程被吸入气缸。缸外喷射又分为单点喷射和多点喷射。

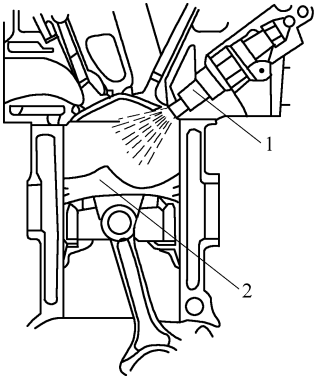


图 1-1　缸内喷射

1—喷油器　2—活塞

（1）单点喷射　单点喷射也称为集中喷射。它采用 1～2 个喷油器，喷油器安装在进气总管的节气门上方，如图 1-2 所示。

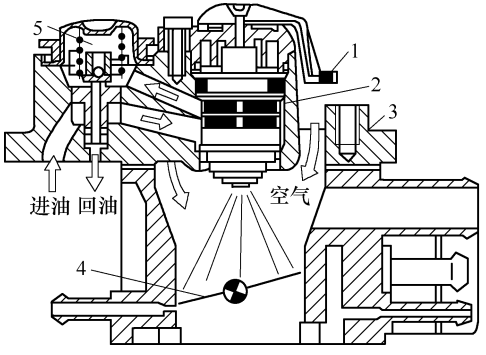


图 1-2　单点喷射

1—进气温度传感器　2—喷油器　3—节气门体　4—节气门　5—油压调节器

单点喷射的主要特点是结构简单。但是，由于单点喷射的燃油是喷在进气总管内的，所以各缸混合气的均匀性不好。

（2）多点喷射　多点喷射是在每一个气缸的进气歧管上都安装一个喷油器，汽油喷在进气门附近并与空气混合形成混合气，如图 1-3 所示。多点喷射由于每一缸都有一个喷油器，所以各缸混合气的均匀性比较好。另外在

进气管设计时，可充分利用空气的惯性增压效应，实现高功率化。现在的电控汽油喷射发动机绝大多数采用多点喷射。

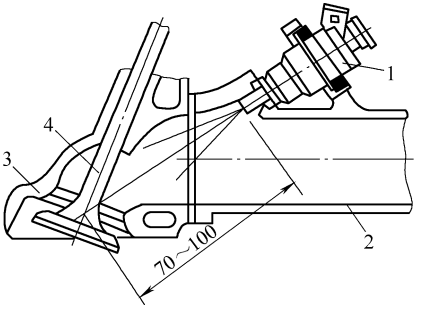


图 1-3　多点喷射

1—喷油器　2—进气歧管　3—气缸盖　4—进气门

（二）按喷射方式分类

根据汽油喷射方式的不同，可以分为连续喷射和间歇喷射。

1. 连续喷射

连续喷射是指发动机在运行期间，喷油器不间断地把汽油连续地喷入进气管。这种喷射方式不需要考虑各缸的工作顺序和喷油定时，因此控制非常简单。但混合气的均匀性、空燃比控制精度等都比较差。德国波许公司的K—Jetronic 系统和 KE—Jetronic 系统用的是连续喷射方式。

2. 间歇喷射

间歇喷射是按各缸喷油器工作顺序，在某一时段内喷入进气管。间歇喷射又分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种方式。

（1）同时喷射　同时喷射是指发动机在运转期间，各缸喷油器同时开启且同时关闭，由电子控制单元的同一个喷油指令控制所有的喷油器同时动作，如图 1-4 所示。

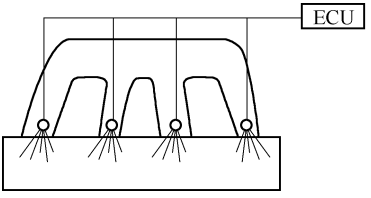


图 1-4　同时喷射

（2）分组喷射　分组喷射是将发动机的所有气缸分成2组（四缸机）或3组（六缸机），电控单元用两路或三路控制电路控制各组喷油器。在发动机工作期间，各组喷油器依次交替喷射，每个工作循环中各组喷油器均喷射一次（或两次），如图1-5所示。

分组喷射对空燃比的控制精度较同时喷射有了较大的提高，但控制电路相对比较复杂。

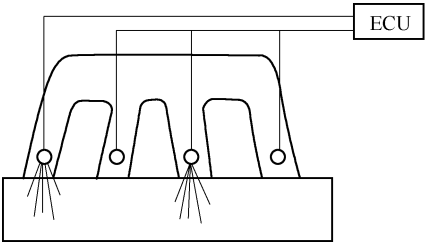


图1-5　分组喷射

（3）顺序喷射　发动机运转期间，喷油器按各缸的工作顺序依次把汽油喷入各缸的进气歧管，曲轴每转两转，各缸喷油轮流进行一次，如图1-6所示。

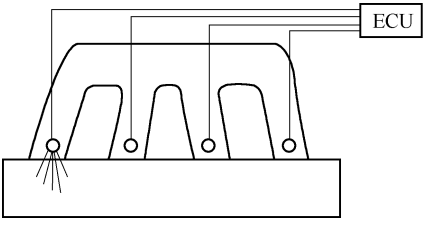


图1-6　顺序喷射

（三）按控制方式分类

汽油喷射系统按其控制方式可以分成机械式汽油喷射系统、机电混合式汽油喷射系统和电控汽油喷射系统。

1. 机械式汽油喷射系统

机械式汽油喷射系统也称为K—Jetronic系统，1972年由德国波许公司推出。该系统的汽油喷射控制系统和空气计量装置以机械方式相互连接。空气流量计根据空气流量的大小，通过杠杆机构控制燃油计量分配器柱塞的位

移方向和位移量，改变燃油计量槽孔开启截面积的大小，实现对混合气空燃比的控制，如图 1-7 所示。

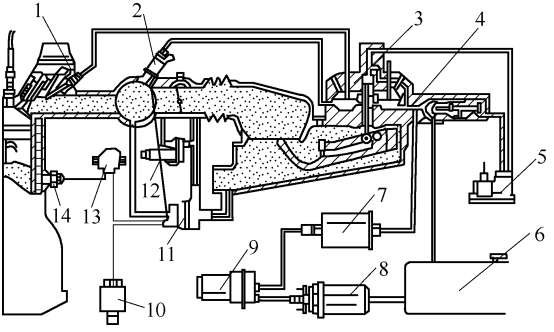


图 1-7　机械式汽油喷射系统

1—喷油器　2—冷起动喷油器　3—燃油分配器　4—混合气控制器　5—暖机调节器　6—油箱　7—燃油滤清器　8—电动燃油泵　9—蓄压器　10—速度继电器　11—最高速度切断器　12—辅助空气阀　13—节气门位置开关　14—热控正时开关

2. 机电混合式汽油喷射系统

机电混合式汽油喷射系统也称为 KE—Jetronic 系统，它是 K—Jetronic 系统的改进型，德国波许公司于 1982 年推向市场。KE—Jetronic 系统的基本结构与 K—Jetronic 系统相同，两者的差异在于，后者安装了控制电脑并在燃油计量分配器中增加了一个电液式压差调节器，如图 1-8 所示。

电子控制器根据冷却液温度和节气门开度，通过电液式压差调节器改变燃油计量分配器燃油计量槽进出口的油压差，以达到调节燃油供给量、对混合气的空燃比进行修正的目的。

KE—Jetronic 系统对空燃比的控制，对发动机过渡工况特性的改善，比 K—Jetronic 系统有较大的提高，但与电控汽油喷射系统相比仍有不小的差距。早期的奔驰 300、500 等车采用该喷射方式。

3. 电控汽油喷射系统

现代汽油机轿车中普遍采用电控汽油喷射系统，按控制功能可以分为单一电控喷射系统和发动机集中控制系统。

（1）单一电控汽油喷射系统　在单一电控汽油喷射系统中，电控单元仅仅具有控制汽油喷射的单一功能。单一电控汽油喷射系统典型的代表是波许公司的 D—Jetronic 系统、L—Jetronic 系统和 LH—Jetronic 系统。

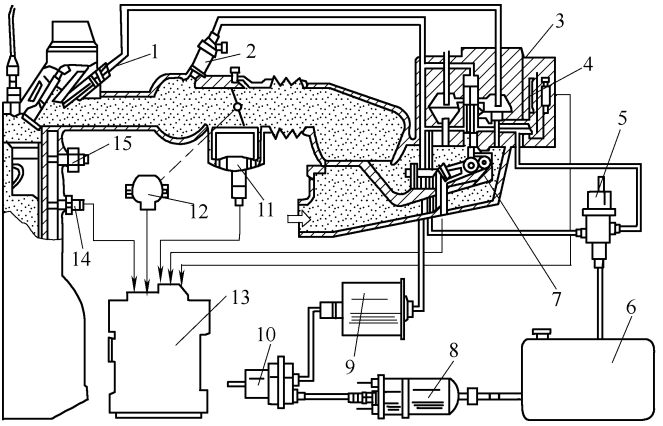


图 1-8　机电混合式汽油喷射系统

1—喷油器　2—冷起动喷油器　3—燃油分配器　4—电液式压差调节器
5—油压调节器　6—油箱　7—混合器控制阀　8—电动燃油泵
9—燃油滤清器　10—蓄压器　11—怠速空气调节器
12—节气门位置开关　13—电子控制器
14—温度传感器　15—热控正时开关

（2）发动机集中控制系统　发动机集中控制系统是在单一电控汽油喷射系统基础上发展起来的，是一种集汽油喷射控制、点火控制等多项控制功能于一体的电子控制系统。发动机集中控制系统由波许公司于1979年首先提出，称为Motronic系统，该系统具有汽油喷射控制和点火控制两项功能，如图1-9所示。经过多年的发展完善和提高，现在的发动机集中控制系统除了以上的两项基本控制功能外，还具有了排气净化控制、怠速控制、进气控制、增压控制、故障自诊断和故障安全保护等多项功能。发动机集中控制系统现已在轿车汽油机中得到普遍应用。

（四）按空气量测量方式分类

按空气量测量的方式可分为间接测量方式和直接测量方式。

1. 间接测量方式

在间接测量方式中，电子控制单元通过对节气门开度或进气歧管压力、发动机转速的测量，计算出发动机吸入的空气量。在电控汽油喷射系统中采用的间接测量方式有节流-速度方式和速度-密度方式。

（1）节流-速度方式　对于节流-速度方式，电子控制单元根据节气门开度

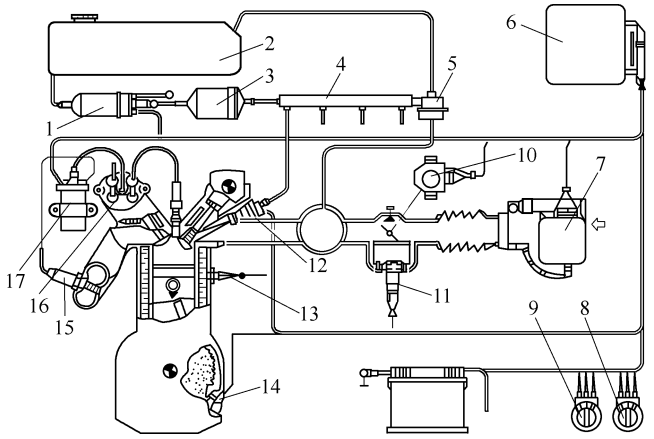


图 1-9　发动机集中控制系统基本形式

1—电动燃油泵　2—油箱　3—燃油滤清器　4—燃油分配管　5—油压调节器
6—电控单元　7—空气流量计　8—空调开关　9—起动-点火开关
10—节气门位置传感器　11—怠速空气调节器　12—喷油器
13—温度传感器电子控制器　14—曲轴位置传感器
15—氧传感器　16—分电器　17—点火线圈

和发动机转速计算出每一循环的进气量，并由此计算出循环基本喷油量。

这种方式由于直接检测节气门的开度，所以发动机过渡工况响应特性较好，被用在一些赛车上。但是空气量与节气门开度和发动机转速之间的函数关系相当复杂，因此要精确测量空气量存在一定的困难。

（2）速度-密度方式　对于速度-密度方式，电子控制单元根据进气歧管压力和发动机转速，计算出每一循环的进气量，并由此计算出循环基本喷油量。

这种方式测量方法简单，喷油量调整精度容易控制。但是由于进气歧管压力和进气量之间函数关系比较复杂，在过渡工况和采用废气再循环时，由于进气歧管内压力波动较大，会造成空气量测量的精度较低，需进行流量修正。采用这种空气测量方式的典型代表是波许公司的 D—Jetronic 系统，如图 1-10所示。

2. 直接测量方式

直接测量方式采用空气流量计直接测量发动机单位时间吸入的空气量。然后，电控单元根据发动机的转速，计算每一循环的空气量，并由此计算出循环基本喷油量。直接测量方式包括体积流量方式和质量流量方式两种。

（1）体积流量方式　体积流量方式利用翼片式空气流量计或卡门旋涡

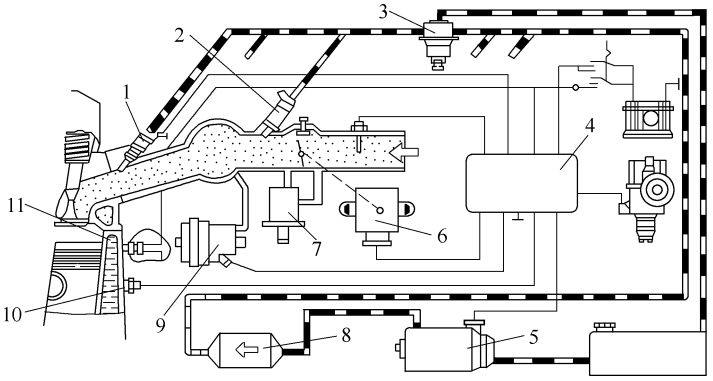


图 1-10　波许公司的 D—Jetronic 系统

1—喷油器　2—冷起动喷油器　3—压力调节器　4—电控单元　5—电动燃油泵
6—节气门位置传感器　7—怠速空气调节器　8—汽油滤清器　9—进气歧管
压力调节器　10—温度传感器　11—热控正时开关

式空气流量计，直接测量单位时间发动机吸入的空气体积流量。电控单元根据已测出的空气体积和发动机转速，计算出每一循环的进气空气体积流量，并进行大气压力和温度修正，再计算出循环基本喷油量。采用这种空气测量方式的典型代表是波许公司的 L—jetronic 系统，如图 1-11 所示。

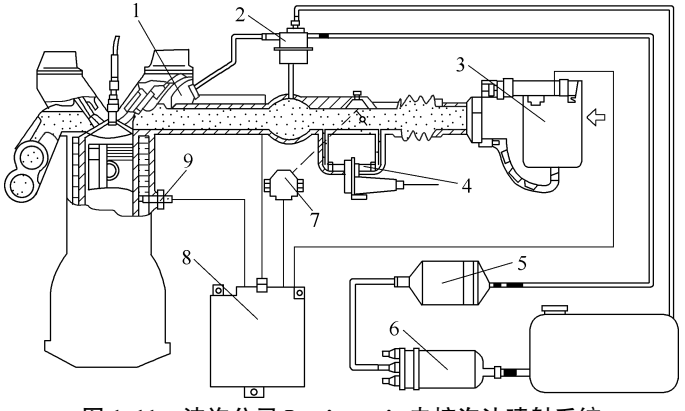


图 1-11　波许公司 L—jetronic 电控汽油喷射系统

1—喷油器　2—压力调节器　3—翼片式空气流量计　4—怠速辅助空气阀
5—汽油滤清器　6—电动燃油泵　7—节气门位置传感器
8—电控单元　9—冷却液温度传感器

（2）质量流量方式　质量流量方式利用热线式空气流量计或热膜式空气流量计，直接测量单位时间发动机吸入的空气质量流量。电控单元根据已测出的空气质量和发动机转速，计算出每一循环的进气空气体积流量，计算出循环基本喷油量。采用这种空气测量方式的典型代表是波许公司的 LH—Jetronic 系统，如图 1-12 所示。

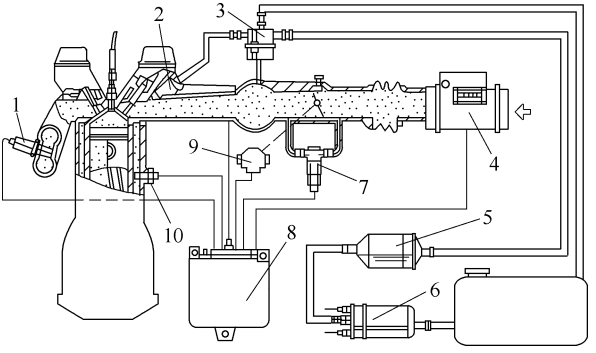


图 1-12　波许公司 LH—Jetronic 电控汽油喷射系统

1—氧传感器　2—喷油器　3—压力调节器　4—热线式空气流量计　5—汽油滤清器
6—电动燃油泵　7—怠速空气调节器　8—电控单元
9—节气门位置传感器　10—冷却液温度传感器

三、汽油机电子控制燃油喷射系统的控制内容及功能

（一）电控燃油喷射（EFI）

电控燃油喷射主要包括喷油量、喷射正时、燃油停供及燃油泵的控制。

1. 喷油量控制

电子控制单元（ECU）将发动机转速和负荷信号作为主控信号，确定基本喷油量，并根据其他有关输入信号加以修正，最后确定总喷油量。

2. 喷油正时控制

在电控间歇喷射系统中，当采用与发动机转动同步的顺序独立喷射方式时，电子控制单元不仅要控制喷油量，还要根据发动机各缸的发火顺序，将喷射控制在一个最佳时刻。

3. 减速断油及限速断油控制

（1）减速断油控制　汽车行驶中，驾驶人快收加速踏板时，电子控制单元将会切断燃油喷射控制电路，停止喷油，以降低减速时碳氢化合物及一

氧化碳的排放量。当发动机转速降至一特定转速时，又恢复供油。

（2）限速断油控制　发动机加速时，当发动机转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速时，电子控制单元将会在临界转速时切断燃油喷射控制电路，停止喷油，防止超速。

4. 燃油泵控制

当接通点火开关后，电子控制单元将控制燃油泵工作2～3s，以建立必需的油压，此时，若不起动发动机，电子控制单元将切断燃油泵控制电路，燃油泵停止工作。在发动机起动过程和运转过程中，电子控制单元控制燃油泵保持正常运转。

（二）电控点火装置（ESA）

电控点火装置的控制主要包括点火提前角、闭合角及爆燃控制等方面。

1. 点火提前角控制

在电子控制单元中，存储有发动机在各种工况及运行条件下的最理想的点火提前角。发动机运转时，电子控制单元根据发动机的转速和负荷信号，经过运算、判断，确定基本点火提前角，并根据其他有关信号进行修正，最后确定最佳点火提前角，并向电子点火控制器输出点火指示信号，以控制点火系统的工作。

2. 闭合角与恒流控制

为保证点火线圈一次电路有足够大的断开电流，以产生足够高的二次电压，同时也要防止通电时间过长使点火线圈过热而损坏，电子控制单元可根据蓄电池电压及转速等信号，控制点火线圈一次电路的通电时间。

在高能点火装置中，还增加了恒流控制电路，以使一次电流在极短的时间内迅速增长到额定值，减少转速对二次电压的影响，改善点火特性。

3. 爆燃控制

当电子控制单元根据爆燃传感器输出的信号检测到爆燃现象即将发生时，立即修正点火提前角，以免发生爆燃。

（三）怠速控制（ISC）

发动机在怠速运转时，如果空调压缩机工作、变速器挂入档位、发电机负荷加大等怠速运转工况发生变化，由电子控制单元控制怠速控制阀，使发动机都能处在最佳怠速转速下运转。

（四）排放控制

1. EGR废气再循环控制

当发动机达到一定温度时，根据发动机负荷和转速，电子控制单元控制

EGR 阀，使废气进行再循环，以降低氮氧化合物的排放量。

2. 开环与闭环控制

在装有氧传感器及三元催化器的发动机中，电子控制单元根据发动机的工况及氧传感器反馈的空燃比信号，确定开环与闭环控制方式。

3. 二次空气喷射控制

电子控制单元根据发动机的工作温度，控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化器中，以减少排气污染。

4. 活性炭罐电磁阀控制

电子控制单元根据发动机的工作温度、转速、负荷等信号，控制活性炭罐电磁阀的工作，以降低燃油蒸气蒸发污染。

（五）进气控制

1. 动力阀控制

发动机在不同负荷下，电子控制单元控制真空电磁阀，以控制动力阀的开闭来改变进气流量，从而改善发动机的输出转矩与动力。

2. 涡流控制阀

电子控制单元根据发动机的负荷和转速信号控制真空电磁阀，以控制涡流控制阀的开闭，改善发动机大负荷下的充气效率，从而提高输出转矩和动力。

（六）增压控制

电子控制单元根据进气压力传感器检测到的进气压力信号对释压电磁阀进行控制，即对排气通路切换阀进行控制，改变排气通路的走向，从而控制废气涡轮增压器进入工作或停止工作。

（七）警告控制

电子控制单元控制各种指示和警告装置，显示有关控制系统的工作状况，当控制系统出现故障时能及时发出警告信号，如氧气传感器失效、催化剂过热、油箱油温过高等。

（八）自我诊断与报警系统

当控制系统出现故障时，电子控制单元将会点亮仪表板上的“检查发动机”（CHECK ENGINE）灯，提醒驾驶人注意，发动机已出现故障，并将故障信息储存到电子控制单元中，通过一定程序能将故障码及有关信息资料调出，供检修用。

（九）失效保护

当电子控制单元检测到传感器或线路故障时，即会自动按电子控制单元

预设的程序提供预设定值，以便发动机仍能保持运转，但性能将有所下降。

（十）电子控制单元故障备用控制系统

当电子控制单元发生故障时，则会自动启动备用系统，使发动机转入强制运转状态，以便驾驶人将车辆开到检修厂进行修理。

第二节 现代汽车发动机主要部件的结构与检修

一、燃油泵的结构与检修

燃油泵的作用是向燃油供给系统的喷油器提供具有一定压力的燃油。

（一）结构

燃油泵由小型直流电动机进行驱动，一般电动机与液压泵连成一体，密封在同一壳体。燃油泵一般安装在燃油箱内，其安装简单，不易产生气阻及漏油。

常见的燃油泵有滚柱式和叶片式两种。

1. 滚柱式

如图1-13所示，滚柱式燃油泵泵壳的一端是进油口，另一端是出油口。电源插头在出油口一侧。进油口一侧的滚柱式燃油泵由壳体中间的直流电动

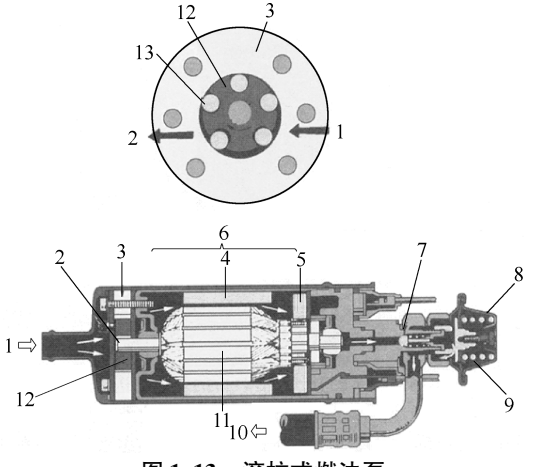


图1-13 滚柱式燃油泵

1—进油口 2—安全阀 3—泵套 4—磁铁 5—电刷
6—电动机 7—单向阀 8—消音器 9—膜片室 10—出油口
11—电枢 12—转子 13—滚柱

机高速驱动。当燃油泵旋转时，由于离心力的作用，转子槽内的滚柱向外移动，紧靠在偏心的泵体内表面上。滚柱随转子一同旋转时泵腔容积发生变化，燃油进口处容积越来越大，出口处容积越来越小，使燃油经过入口的滤网被吸入燃油泵，加压后经过电动机周围的空隙由出口泵出。

2. 叶片式

如图 1-14 所示，这种燃油泵与滚柱式电动燃油泵结构相似，但它的转子是一块圆形平板，平板圆周上开有小槽，形成泵油叶片。燃油泵在运转时，转子周围小槽内的燃油跟随转子一同高速旋转。由于离心力的作用，使燃油出口处油压增高，同时在进口处产生一定的负压，从而使燃油从进口吸入并被泵向出口。这种燃油泵的最大泵油压力可达 600kPa 以上。

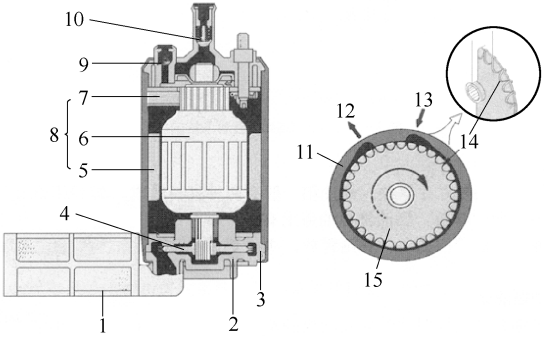


图 1-14　叶片式燃油泵

1—燃油滤网　2—泵盖　3—壳体　4—叶轮　5—磁铁　6—电枢　7—电刷　8—电动机　9—安全阀　10—单向阀　11—壳体　12—出油口　13—进油口　14—叶片　15—叶轮

（二）检修

1. 燃油压力的检测

检测发动机运转时燃油管路内的油压，可以判断电动燃油泵或油压调节器有无故障，汽油滤清器是否堵塞等。检测燃油压力时，应准备一个量程为 1MPa 左右的燃油压力表及专用的燃油管接头。

（1）燃油系统压力的释放　为便于汽油喷射发动机再次起动，在发动机熄火后，燃油系统内仍保持有较高的残余压力。在拆卸燃油系统内任何元件时，都必须首先释放燃油系统压力，以免系统内的液压油喷出，造成人身伤害。系统内燃油压力的具体释放方法如下：

1）起动发动机，维持怠速运转。

2）在发动机运转时，拔下燃油泵继电器或电动燃油泵电源接线，使发动机自行熄火。

3）再使发动机起动2~3次，即可完全释放燃油系统压力。

4）关闭点火开关，装上燃油泵继电器或电动燃油泵电源接线。

（2）燃油系统压力的预置　在拆开燃油系统进行维修之后，为避免首次起动发动机时，因系统内无压力而导致起动时间过长，应预置燃油系统残余压力。燃油系统压力预置，可通过反复打开和关闭点火开关数次来完成，也可按下列方法进行：

1）检查燃油系统所有元件和燃油管接头是否安装良好。

2）用专用导线将诊断座上的燃油泵测试端子跨接到12V电源上。

3）将点火开关转至“ON”位置，使电动燃油泵工作约10s。

4）关闭点火开关，拆下诊断座上的专用导线。

（3）燃油压力表的安装

1）将燃油系统卸压。

2）拆下蓄电池负极导线。

3）拆除冷起动喷油器燃油管接头螺栓（拆开螺栓时，要用一块棉布包住燃油管接头，以防汽油喷溅），将燃油压力表和油管一起安装在冷起动喷油器燃油管接头上，如图1-15a所示。

燃油压力表也可以安装在汽油滤清器燃油管接头、分配燃油管进油接头，或用三通接头接在燃油管道上便于安装和观察的任何部位，如图1-15b所示。

4）擦干溅出的汽油。

5）重新装上蓄电池负极导线。

（4）燃油系统静态燃油压的测量

1）用一根短导线将电动燃油泵的两个检测插孔短接。

2）打开点火开关（不要起动发动机），让电动燃油泵运转。

3）测量燃油压力。其正常燃油压力应为300kPa左右。若油压过高，应检查油压调节器；若油压过低，应检查电动燃油泵、汽油滤清器和油压调节器。

4）拔掉电动燃油泵检测插孔的跨接线，关闭点火开关。

（5）燃油系统保持压力的测量　测量静态燃油压结束后，过5min再观察燃油压力表指示的油压。此时的压力称为燃油系统保持压力。其值应不低

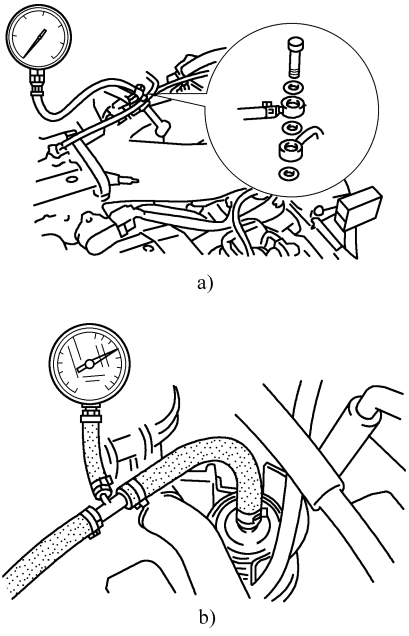


图 1-15　燃油压力表的安装

于 147kPa。若燃油压过低，应进一步检查电动燃油泵保持压力、油压调节器保持压力及喷油器有无泄漏。

（6）发动机运转时燃油压力的测量

1）起动发动机。

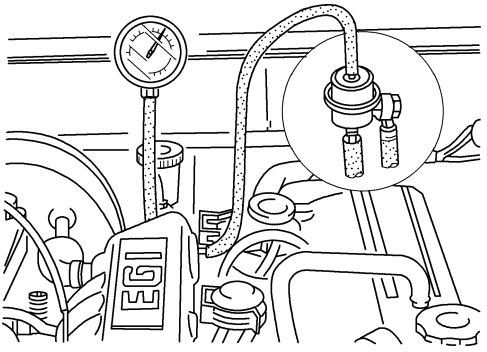
2）让发动机怠速运转，测量此时的燃油压力，如图 1-16a 所示。

3）缓慢开大节气门，测量在节气门接近全开时的燃油压力。

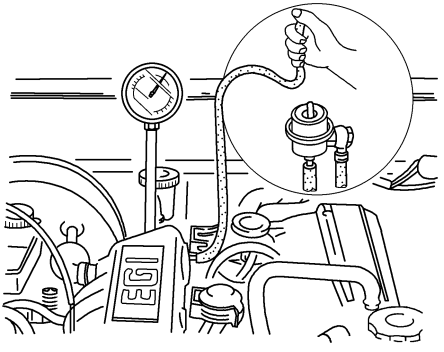
4）拔下油压调节器上的真空软管，并用手堵住（见图 1-16b），让发动机怠速运转，测量此时的燃油压力。该压力和节气门全开时的燃油压力基本相等。

注意事项：

不同车型汽油喷射系统的燃油压力各不相同，测量时参照所测车型的维修手册。若测得的油压过高，应检查油压调节器及其真空软管；若测得的油压过低，则应检查电动燃油泵、汽油滤清器及油压调节器。



a)



b)

图 1-16　燃油压力的测量

a）测量怠速及节气门全开时的燃油压力

b）测量拔下油压调节器真空软管后的燃油压力

（7）燃油压力表的拆卸

1）释放燃油系统的油压。

2）拆下蓄电池负极导线。

3）拆下燃油压力表。

4）重新装好油管接头。

5）接好蓄电池负极导线。

6）预置燃油系统的油压。

7）检查燃油管各处有无漏油。

2. 电动燃油泵的检查

（1）使用注意事项　由于电动燃油泵中的燃油泵和电动机都浸在燃油中。在泵油过程中，燃油不断穿过燃油泵和电动机，燃油泵本身及电动机中的线圈、电刷、轴承等部位都靠燃油来冷却或润滑。因此，电动燃油泵要绝对禁止在无油的情况下运转，以免烧坏。

（2）电动燃油泵的就车检查

1）用一根导线将故障检测插座内电动燃油泵的两个检测插孔短接。

2）打开点火开关（不要起动发动机）。

3）打开燃油箱盖，仔细听有无电动燃油泵运转的声音。若听不清电动燃油泵运转的声音，也可以用手检查进油软管有无压力，如图 1-17 所示。

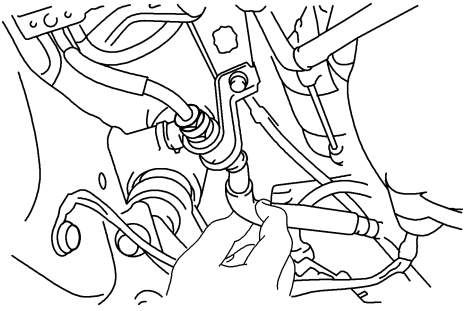


图 1-17　电动燃油泵的检查

4）若听不见电动燃油泵运转的声音，也感觉不到进油管的压力，说明电动燃油泵不工作。对此，应检查电动燃油泵电源熔丝有无烧断，继电器有无损坏，控制线路有无断路。若上述检查都正常，则应拆检电动燃油泵。

（3）电动燃油泵最大压力和保持压力的测量

1）释放燃油系统的油压。

2）拆下蓄电池负极导线。

3）将燃油压力表接在燃油管路上，并将出油口塞住，如图 1-18 所示。

4）接上蓄电池负极导线。

5）用一根导线将电动燃油泵的两个检测插孔短接。

6）打开点火开关，持续 10s 左右（不要起动发动机），使电动燃油泵工作，同时读出燃油压力表的压力，该压力称为电动燃油泵的最大压力。它

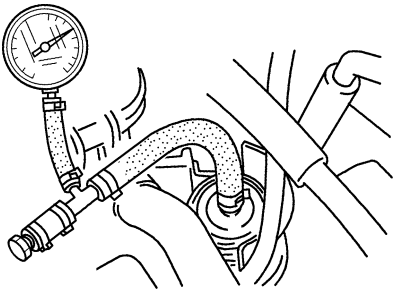


图 1-18　电动燃油泵最大压力的测量

应当比发动机运转时的燃油压力高 200～300kPa，通常可达 490～640kPa，如不符合，应更换电动燃油泵。

7）关闭点火开关，5min 后再观察燃油压力表压力，此时的压力称为电动燃油泵的保持压力。其值应大于 340kPa，如不符合，应更换电动燃油泵。

8）释放燃油系统的油压。

9）拆下蓄电池负极导线。

10）拆下燃油压力表。

11）接好燃油管道。

12）接上蓄电池负极导线。

13）预置燃油系统的油压。

（4）电动燃油泵的拆卸

1）释放燃油系统的油压。

2）大部分轿车的电动燃油泵，可以采用打开汽车后舱盖或翻开后坐垫之后，从燃油箱上方拆卸（见图 1-19）。只要拆卸燃油管和回油管，拔下电动燃油泵线束插头，拧出固定螺钉，即可从燃油箱上方取出电动燃油泵托架总成。也有一些车型必须先将燃油箱从车上拆下，然后才能取出电动燃油泵。

3）拆下电动燃油泵与托架的连接导线，从托架上拉出电动燃油泵，取下橡胶缓冲垫，拆下卡扣，拉出滤网，如图 1-20 所示。

（5）电动燃油泵的检验

1）检查燃油泵的电阻。用万用表测量端子 4 和 5 之间的电阻，如

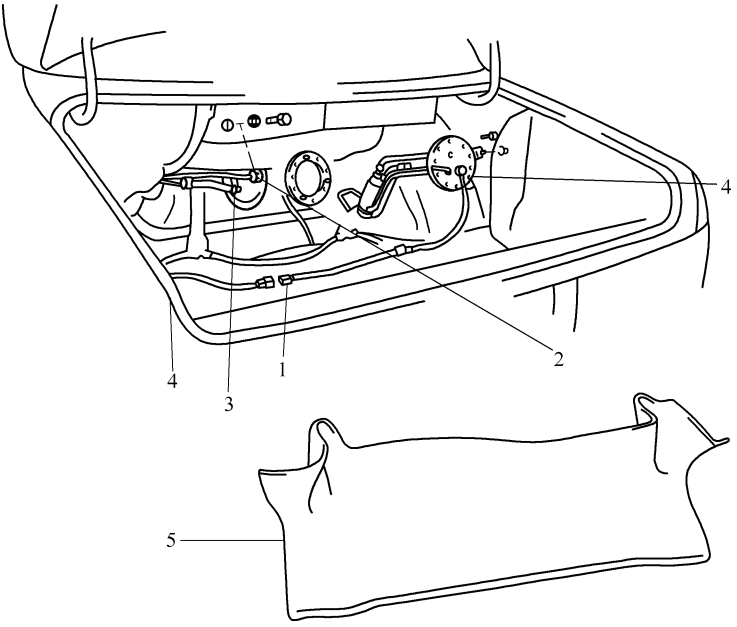


图 1-19　电动燃油泵的拆卸

1—电动燃油泵线束插头　2—进油管　3—回油管
4—电动燃油泵及托架总成　5—罩板

图 1-21a所示。冷态时电阻为 0.2 ~ 3.0Ω，若不符合，应更换燃油泵。

2）检查燃油泵。将蓄电池正极接到端子 4，负极接到端子 5，燃油泵应转动，如图 1-21b 所示。若不运转，应更换燃油泵。

注意：在运转试验时，通电时间不可超过 10s，防止在没有燃油对燃油泵电动机进行润滑的情况下，长时间运转造成燃油泵电动机的过热损坏。

（6）电动燃油泵的安装

1）按分解相反的顺序装好电动燃油泵托架总成。

2）将电动燃油泵托架总成装入燃油箱（注意装好密封垫圈），拧紧固定螺钉。

3）装好出油管、回油管、线束插头。

4）预置燃油系统的油压。

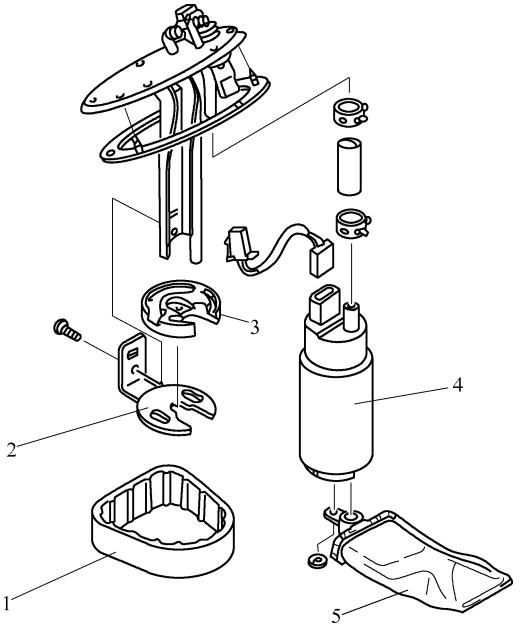


图 1-20　电动燃油泵托架总成的分解

1—橡胶圈　2—固定座　3—橡胶缓冲垫
4—电动燃油泵　5—滤网

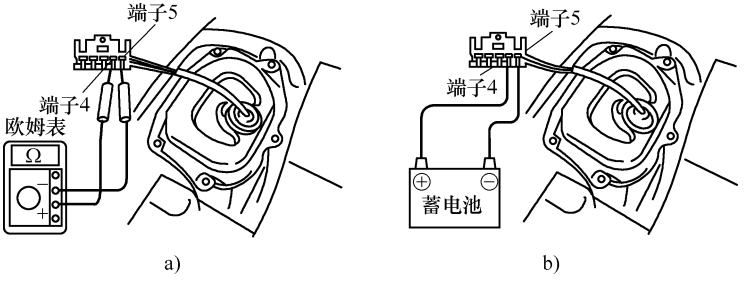


图 1-21　检查燃油泵

a）检测燃油泵电阻　b）检查燃油泵动作

二、喷油器的结构与检修

喷油器实际上是一个电磁阀，它接受电控单元（ECU）送来的喷油脉

冲信号，精确地计算汽油喷射量。

喷油器安装在各缸进气歧管上，喷孔朝向进气门，其安装位置如图 1-22所示。

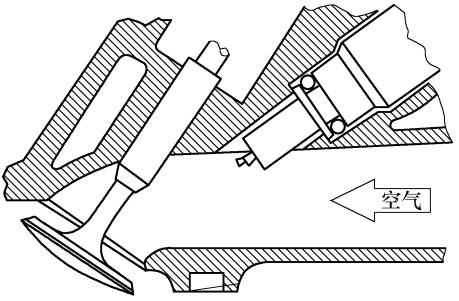


图 1-22　喷油器安装位置

（一）结构

喷油器一般分为轴针式喷油器和球阀式喷油器两种类型。

1. 轴针式喷油器

轴针式喷油器的结构如图 1-23 所示，喷油器主要由喷油器外壳、滤网、电接头、电磁线圈、衔铁、针阀、喷油轴针、上下密封圈等组成。当喷油器的电磁线圈无电流通过时，针阀在弹簧的作用下将喷油器的喷口关闭，喷油器不喷油。当电磁线圈通电时，线圈产生磁场，电磁吸力将铁心吸起上移，与铁心一体的针阀同时上移，喷油器的喷阀口被打开，燃油从精密的环形喷口以雾状喷出。

2. 球阀式喷油器

图 1-24 为球阀式电磁喷油器结构。它与轴针式电磁喷油器的主要区别在于针阀的结构。球阀式的针阀是由钢球、导杆和衔铁用激光束焊接成整体制成的。

为了保证燃油密封，轴针式针阀必须有较长的导向杆，而球阀具有自动定心作用，无须较长的导向杆。因此，球阀式的针阀质量轻，只有普通轴针式针阀质量的 1/2，这是采用短的空心导杆实现的。且具有较高的燃油密封能力，明显优于轴针式针阀。

当喷油脉冲信号输入电磁线圈时，产生电磁吸力，固定在针阀上的衔铁

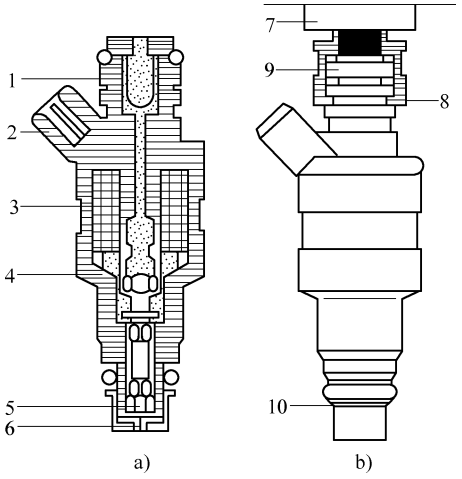


图 1-23　轴针式喷油器

a）结构　b）安装

1—滤网　2—电接头　3—电磁线圈　4—衔铁　5—针阀　6—轴针
7—燃油分配管　8—保险夹头　9—上密封圈　10—下密封圈

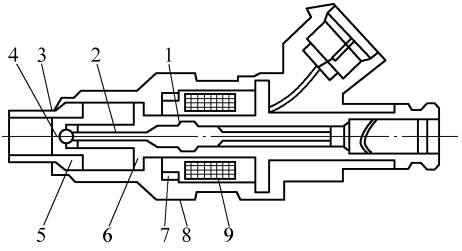


图 1-24　球阀式喷油器结构

1—弹簧　2—针阀　3—阀座　4—喷孔　5—护套　6—挡块
7—衔铁　8—喷油器体　9—电磁线圈

向上吸起，针阀抬离阀座，燃油开始通过计量孔喷出。当喷油脉冲终止时，吸力消失，针阀在弹簧力作用下返回阀座，于是喷油结束。因此，每次喷油量取决于输入电磁线圈的电流脉冲宽度。

（二）检修

由于发动机运转时高温的影响，以及汽油中所含的树脂、树胶烯烃等物

质会逐渐附着在喷油器末端细小的喷孔上，造成喷油器积炭堵塞，影响汽油的正常通过和雾化，使发动机动力下降，加速迟缓，怠速不稳且容易熄火。另外，劣质汽油中所含的水分也极易使喷油器针阀锈蚀，导致卡滞，造成喷油器漏油或不喷油。

1. 喷油器的拆卸

先释放燃油系统的油压，然后按图 1-25 所示顺序拆卸喷油器。

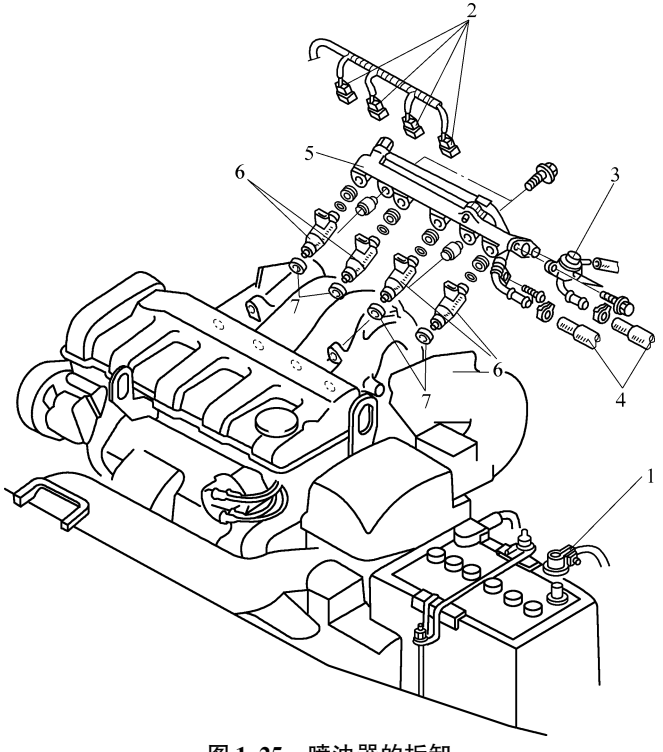


图 1-25　喷油器的拆卸

1—蓄电池负极导线　2—喷油器线束插头　3—油压调节器
4—进油管和回油管　5—分配油管
6—喷油器　7—橡胶垫圈

1）拆下蓄电池负极导线。

2）拔下各缸喷油器线束插头。

3）拆下连接在分配油管上的进油管和回油管。

4）拔去油压调节器上的真空软管，拆下油压调节器。

5）拧下分配油管的固定螺栓，将分配油管和喷油器一同拆下。

6）从分配油管中拔出喷油器。

7）取下喷油器和进气歧管之间的橡胶垫圈。

有些车型（如丰田 CROWN3.0 轿车）在拆卸喷油器时，应先拆除发动机上方影响喷油器拆卸的有关零部件，如进气管和节气门体等（见图 1-26），然后才能按上述步骤拆卸喷油器。

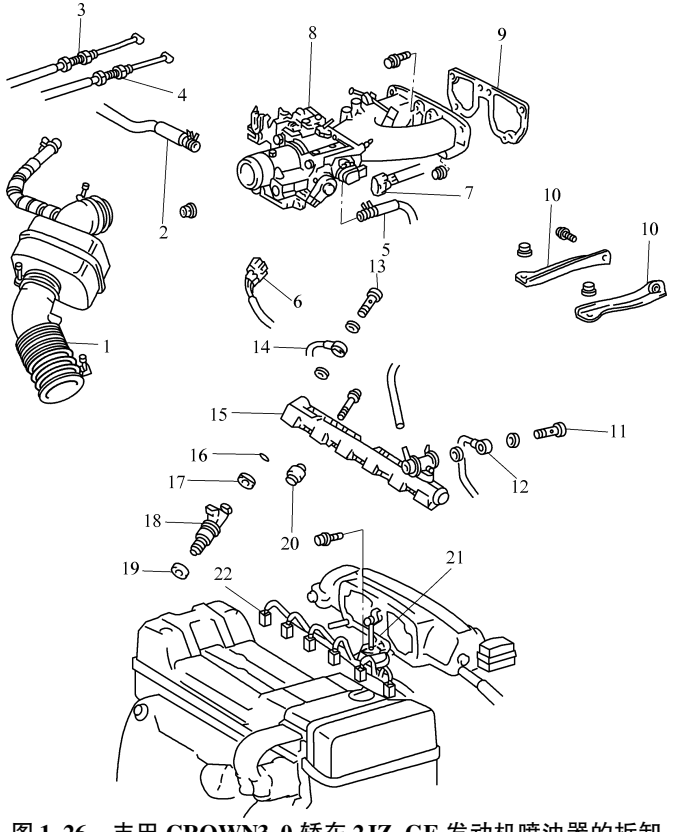


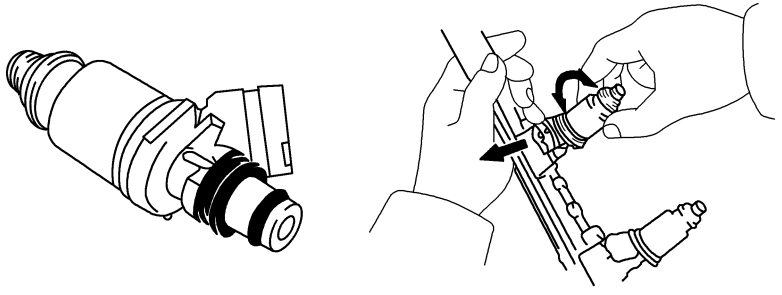
图 1-26　丰田 CROWN3.0 轿车 2JZ-GE 发动机喷油器的拆卸

1—进气软管　2—水管　3—节气门拉索　4—自动变速器控制拉索　5—水管
6、7—线束插头　8—节气门体和进气管　9—衬垫　10—支架
11、13—接头螺栓　12—回油管　14—进油管　15—分配
油管　16—O 形密封圈　17—垫圈　18—喷油器　19—密封圈
20—隔套　21—真空膜片室　22—喷油器线束插头

2. 喷油器的安装

1）将喷油器装在分配油管上。安装时应更换所有 O 形密封圈，并在 O 形密封圈上涂少量干净的汽油或机油（见图 1-27a）。

2）在将喷油器装入分配油管时应不断转动喷油器，以免损坏 O 形密封圈（见图 1-27b）。



a)　　b)

图 1-27　将喷油器装入分配油管

3）在进气歧管的喷油器孔上安放好橡胶密封圈（见图 1-28a），将喷油器和分配油管一同装在发动机上，拧紧分配油管固定螺栓。

4）用手转动喷油器，检查是否能平顺地转动。如果喷油器不能用手转动，说明 O 形密封圈安装不当，应拆下喷油器重新安装，如图 1-28b 所示。

5）安装进油管和回油管，插上油压调节器真空软管，插好各喷油器线束插头。

6）按拆卸时相反的顺序安装进气管等其他零件。

7）预置燃油系统压力，检查有无漏油。

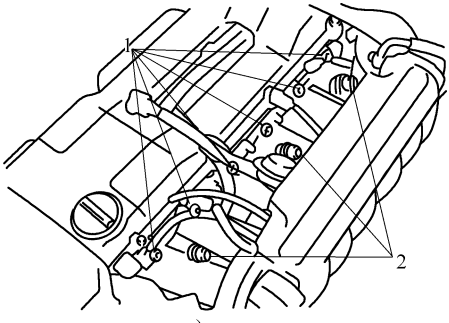
3. 检查喷油器的工作情况

1）发动机怠速运行时，用手接触喷油器，应有振动感，如图 1-29 所示。

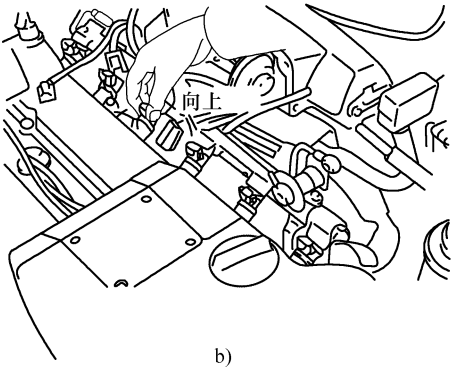
2）用听诊器（可用螺钉旋具代替）搭在喷油器上，应听到清脆的“嗒嗒”声（电磁阀开、关声）。

3）如用手摸无振动感或听不到电磁阀动作声音，说明该喷油器不工作，应更换。

4. 检测喷油器线圈的电阻



a)



b)

图 1-28　喷油器 O 形密封圈的安装与检查

1—橡胶密封圈　2—隔套

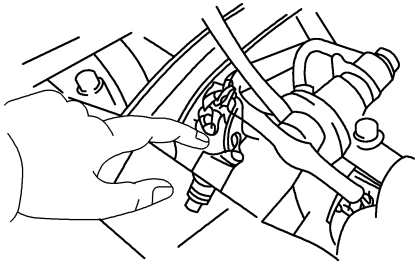


图 1-29　用手指感觉检查喷油器的工作情况

1）断开点火开关，拔下喷油器的插头，用万用表电阻档测量喷油器线

圈的电阻值，如图 1-30 所示。

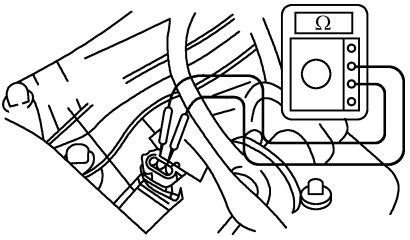


图 1-30　检测喷油器线圈的电阻

2）喷油器按阻值可分为低阻和高阻两种，低阻 2 ~ 3Ω，高阻13 ~ 18Ω。检测时，对照相关标准。

3）检测结束，插好喷油器线束插头。

5. 喷油质量检测

喷油器的喷油质量可按以下三种方法进行检测。

方法一（以丰田车为例）：

1）断开点火开关，拆下蓄电池搭铁线。

2）将进油管与分油管拆开，装上丰田专用的软管接头和检查用的软管，接头和油管要旋紧。

3）把喷油器、压力调节器和油管用接头以及连接卡夹连接好，如图 1-31所示。

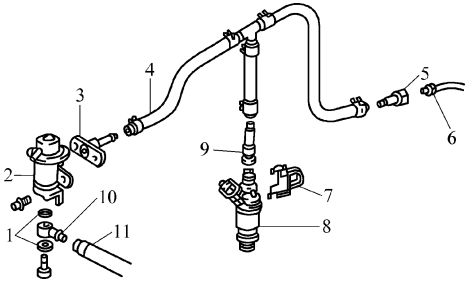


图 1-31　安装喷油器测试件

1—新垫圈　2—燃油压力调节器　3、5、10—连接头
4—软管　6—进油管　7—油管连接卡夹
8—喷油器　9—接头　11—回油管

4）将喷油器喷口装入量筒中，用连接线把连接插头中 + B 与 FP 端子连接起来，重新装上蓄电池搭铁线。

5）如图 1-32 所示，接通电源 15s，检查喷油器喷油雾化情况，用量筒测出喷油量。每个喷油器测 2 ~ 3 次，标准喷油量 70 ~ 80mL/15s，各喷油器允许误差为 9mL，喷油状况的检测如图 1-33 所示。

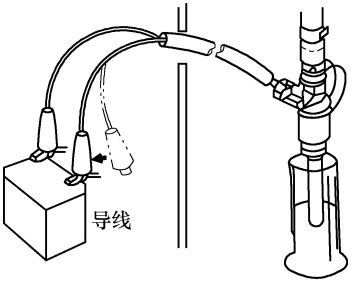


图 1-32　检测喷油量

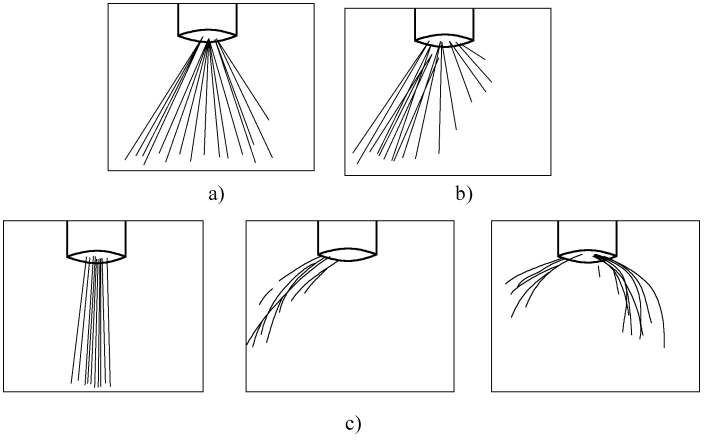


图 1-33　喷油器喷油状况

a）良好　b）尚可使用　c）差

停止喷油，检查喷油器喷口处有无漏油，每分钟漏油不允许多于一滴。

方法二：将各喷油器拆下，全部放置在超声波喷油器清洗机上，直接观察喷油状况和喷油量。

方法三：气动式或电动式燃油喷射清洗机有专门的检测单个喷油器喷油

情况的油管、接头或喷油脉冲发生器。将单个喷油器安装在清洗机的出油管上，喷油器插座上接上喷油脉冲发生器的控制线接头，调节清洗机输出油压，观察喷油状况和是否有漏油现象。

6. 喷油控制信号的检查

脱开喷油器连接器，接通点火开关，检查连接器线束端电源线的电压，应为蓄电池电压。若无电压，应检查点火开关至喷油器电源线之间的线路是否正常。

将一个 330Ω 电阻串联一个发光二极管测试灯。断开点火开关，拔出喷油器电线插头，在线束插头上接上发光二极管测试灯。发动机运行时观察发光二极管测试灯，信号正常时发光二极管测试灯闪烁。如不闪烁说明没有喷油脉冲控制信号，应检查喷油器至 ECU 的线路、传感器及 ECU。

三、冷起动喷油器的结构与检修

在低温下发动机冷起动时，吸入发动机的混合气，一部分处于冷凝状态，混合气不易燃烧，发动机不易起动。为了避免这个缺点，必须在冷车起动时，附加喷入一定的燃油，使混合气加浓易于冷车起动。

（一）结构

如图 1-34 所示，冷起动喷油器的结构也是一个电磁阀，当点火开关和热限时开关均接通时，电磁线圈产生磁场，将针阀吸起，燃油通过旋流式喷油器，以雾状喷出，进入进气管道加浓混合气。

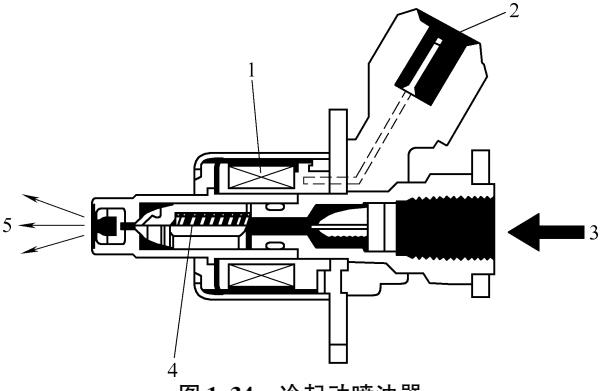


图 1-34　冷起动喷油器

1—电磁线圈　2—插头　3—进油口

4—弹簧　5—喷孔

（二）检修

1. 冷起动喷油器的就车检查

1）拔下冷起动喷油器线束插头。

2）用万用表测量冷起动喷油器电磁线圈的电阻（见图1-35），其电阻值应为3～5Ω，若不符合，应更换冷起动喷油器。

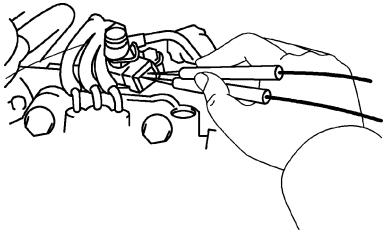


图1-35 冷起动喷油器电磁线圈电阻的测量

3）插好冷起动喷油器线束插头。

2. 冷起动喷油器的拆卸

1）释放燃油系统压力。

2）拆下蓄电池负极导线。

3）拔下冷起动喷油器线束插头。

4）拆下冷起动喷油器进油管。

5）拧下固定螺栓，拆下冷起动喷油器，如图1-36所示。

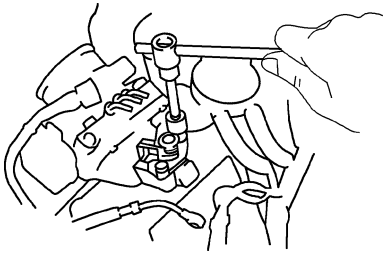


图1-36 冷起动喷油器的拆卸

3. 冷起动喷油器的检验

1）将冷起动喷油器的进油管接在冷起动喷油器上，或用一根专用油管连接冷起动喷油器和汽油滤清器出油口，如图1-37所示。

2）用一根短导线将电动燃油泵的两个检测插孔短接。

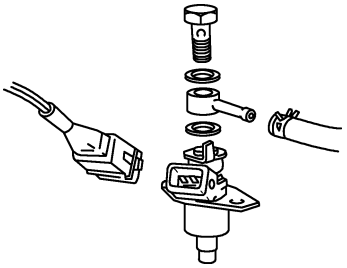
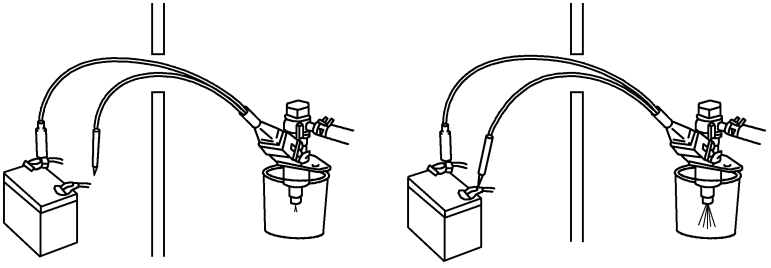


图 1-37　在车上测试冷起动喷油器

3）打开点火开关（但不要起动发动机），让电动燃油泵运转。

4）检查冷起动喷油器喷口有无泄漏。要求 2min 内的漏油量应少于 1 滴，如图 1-38a 所示。若漏油量不符合要求，应清洗或更换冷起动喷油器。

5）用一条专用导线将冷起动喷油器和蓄电池连接，使喷油器喷油。观察喷油雾化情况，要求雾化良好。用量杯测量喷油量，如图 1-38b 所示，要求喷油量符合标准值，若不符合，应清洗或更换冷起动喷油器。



a)　　b)

图 1-38　冷起动喷油器喷油量的测试

6）关闭点火开关，拔下短接导线。

4. 冷起动喷油器的安装

1）换上新的垫片，将冷起动喷油器装在进气管或谐振腔上，拧紧固定螺栓。

2）连接冷起动喷油器进油管。

3）插好冷起动喷油器线束插头。

4）预置燃油系统压力。

5）检查有无漏油。

四、燃油滤清器的结构与检修

燃油滤清器的作用是滤去燃油中的杂质，防止污物堵塞喷油器针阀等精密零件。

如图1-39所示。燃油滤清器安装在电动燃油泵之后的输油管路上，由纸质滤芯再串联一个棉纤维过滤网。滤网有很好的滤清效果，能滤去直径大于0.01mm的杂质，其外壳为密封式铁壳，有一定的耐压能力，在正常使用情况下，这种燃油滤清器的使用寿命较长，汽车每行驶40000km才需更换。

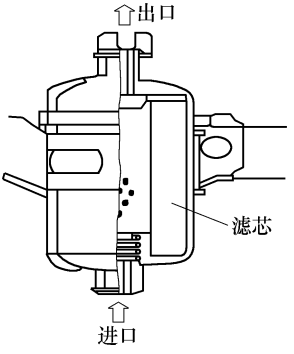


图1-39 燃油滤清器

五、燃油压力调节器的结构与检修

燃油压力调节器的作用，是根据进气歧管压力的变化来调节进入喷油器的燃油压力，使两者保持恒定的压力差。这样，从喷油器喷出的燃油量，便只取决于喷油器的开启时间，使ECU能通过控制喷油时间的长短来精确地控制喷油量。一般燃油压力调节器位于分配油管的一端，它可使燃油压力调节在250～300kPa范围内。

（一）结构

如图1-40所示，燃油压力调节器的膜片，把由金属壳体组成的内腔分为弹簧室和燃油室。弹簧室内有一根通气管与进气歧管相连，使供油系统中的油压不仅取决于弹簧预紧力，而且还取决于进气歧管内的气体压力。当输入的燃油压力高于弹簧预紧力与进气歧管压力之和时，燃油推动膜片，向上压缩弹簧，打开回油阀，使部分燃油流回燃油箱，油路中的燃油压力降低；

当燃油压力低于弹簧预紧力和进气歧管压力之和时，回油阀关闭，油压升高。这样，喷油压力随进气歧管的压力而变化，从而使喷油压力与进气歧管压力之差值保持不变。燃油压力调节器的安装位置见图 1-41 所示。

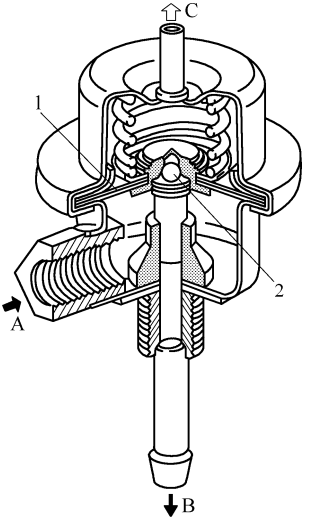


图 1-40　燃油压力调节器

1—膜片　2—回油阀　A—进油口　B—出油口　C—真空接口

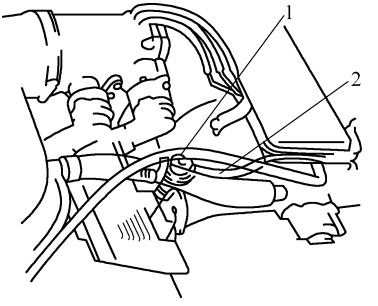


图 1-41　燃油压力调节器的安装位置

1—燃油压力调节器　2—真空软管

（二）检修

1. 燃油压力调节器工作状况的检查

1）测量发动机运转时的燃油压力，怠速运转时的燃油压力应符合要求。

2）拔下燃油压力调节器真空软管，并检查燃油压力。此时的燃油压力应比怠速运转时的燃油压力高 50kPa 左右。若不符合要求，说明燃油压力调节器工作不良，应更换。

2. 燃油压力调节器保持压力的测量

当燃油系统保持压力不符合标准值时，应作此项检查，以便找出故障原因。

1）将燃油压力调节器接入燃油管路。

2）用一根短导线将电动燃油泵的两个检测插孔短接。

3）点火开关旋至“ON”位置，并保持 10s，让电动燃油泵运转。

4）关闭点火开关，拔去检测插孔上的短接导线。

5）用包上软布的钳子将燃油压力调节器的回油管夹紧。

6）5min后观察燃油压力，该压力称为燃油压力调节器保持压力。如果该压力仍然低于燃油系统保持压力的标准，说明燃油系统保持压力过低的故障不在燃油压力调节器；若此时压力大于保持压力，则说明燃油压力调节器有泄漏，应更换。

3. 燃油压力调节器的拆卸（见图1-42）

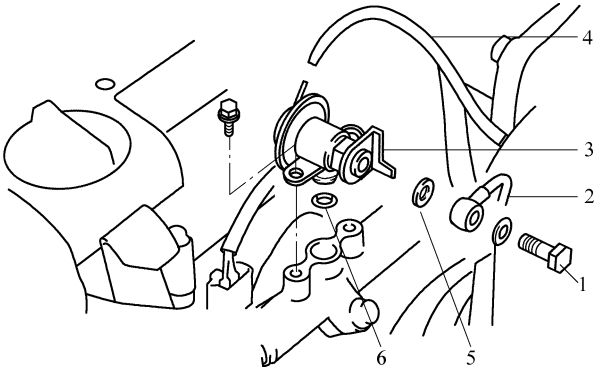


图1-42 燃油压力调节器的拆卸

1—接头螺栓 2—回油管 3—燃油压力调节器
4—真空软管 5—垫片 6—O形密封圈

1）释放燃油系统的油压。

2）拔下燃油压力调节器的真空软管。

3）拔下燃油压力调节器上的回油管。

4）拆下燃油压力调节器固定螺栓，从分配油管上拆下燃油压力调节器。

4. 燃油压力调节器的检验与安装

检查燃油压力调节器，在常压状态下其进油口和出油口之间应不相通；否则，说明燃油压力调节器泄漏，应更换。

1）换上新的O形密封圈，在密封圈上涂少许汽油。

2）将燃油压力调节器压入分配油管。注意不得将其安装歪斜，以防损坏O形密封圈，如图1-43所示。

3）按拆卸时相反的顺序，安装固定螺栓、回油管、真空软管。

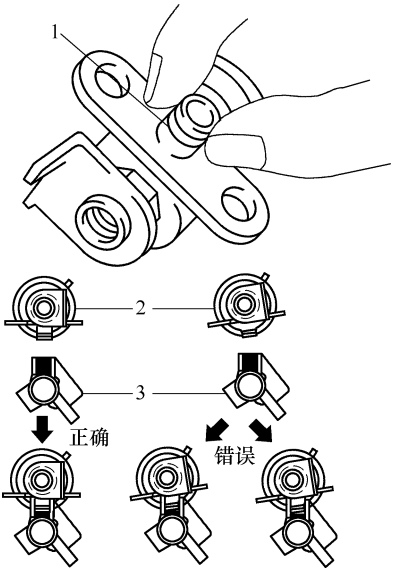


图 1-43　燃油压力调节器的安装

1—O 形密封圈　2—燃油压力调节器　3—分配油管

4）预置燃油系统压力。

六、传感器的结构与检修

（一）空气流量传感器

1. 作用

空气流量传感器的作用是检测空气的流量，然后将此信号输送给 ECU，ECU 根据此信号决定将要喷射的燃油量，给发动机提供最佳比例的混合比。为此，空气流量传感器必须准确地测量每一瞬间吸入发动机的空气量，以此作为 ECU 控制喷油量的主要依据。如果空气流量传感器出现问题，ECU 收不到准确的进气量信号，喷油量就不能准确地控制，就会造成空燃比过大或过小，使发动机不能正常的工作。

2. 结构

空气流量传感器有翼片式空气流量传感器、量心式空气流量传感器、卡门旋涡式空气流量传感器、热丝式空气流量传感器、热膜式空气流量传感器五种。

（1）翼片式空气流量传感器　翼片式空气流量传感器安装在空气滤清器和节气门之间，其结构如图1-44所示。

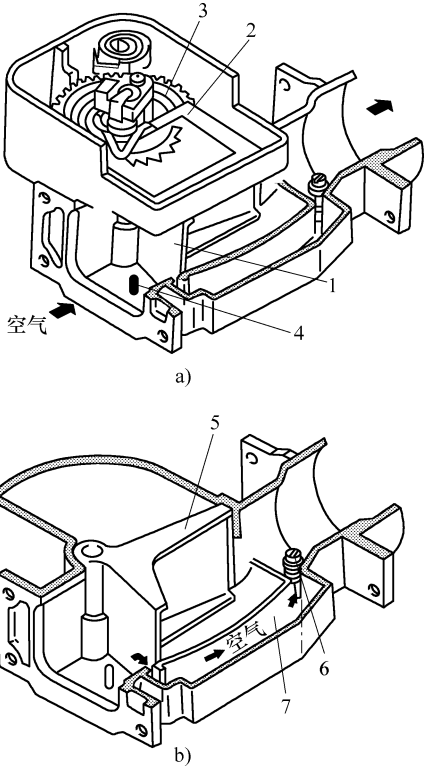


图1-44　翼片式空气流量传感器

1—翼子板　2—电位计　3—卷簧　4—进气温度传感器　5—缓冲板
6—怠速调节螺钉　7—旁通空气道

当发动机起动后，吸入的空气把测量片从全闭位置推开，使其绕轴偏转。当气流推力与测量片复位弹簧张力平衡时，测量片便停留在某一位置上。进气量越大，测量片开启的角度也越大。这时测量片转轴上的电位计滑臂也绕轴转动，使电位计的输出电压随之变化。这一信号输入到电控单元，电控单元再根据进气温度传感器的信号进行修正，即可测出实际的进气流量。

缓冲室及缓冲板用于衰减加速时或减速时引起的测量片的摆振，使电位

计得以实时地检测进气流量，防止进气管内气流脉动。

旁通气道上的怠速调整螺钉，用于调整怠速混合气的浓度。

空气流量传感器上还有电动燃油泵开关。当发动机起动后，测量片偏转时，其触点闭合；当发动机熄火时，其触点分开，避免出现意外事故时，燃油泵仍在工作，使汽油外溢而引起火灾。

（2）量心式空气流量传感器　量心式空气流量传感器的特点是进气阻力小、检测精确、可靠性高，其结构如图 1-45 所示。

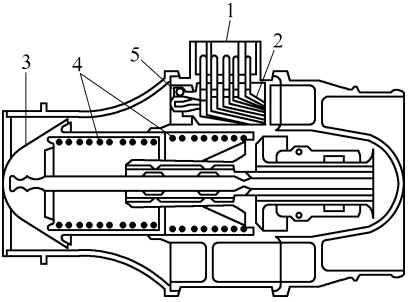


图 1-45　量心式空气流量传感器

1—连接插座　2—电路板　3—量心　4—回位弹簧　5—进气温度传感器

量心式空气流量传感器一般由量心、电位计、进气温度传感器等组成。量心上有滑道，可沿进气道移动，电位计中有滑臂，一端与量心相连，另一端有滑动触点，当量心移动时触点可以在电阻上滑动。

当节气门开度变大时，进气量加大。空气气流对量心的推力加大，此推力克服回位弹簧的弹力使量心移动的距离加大，量心便会带动电位计的滑臂滑动，将进气量的大小转变为电位计电阻的大小提供给 ECU，ECU 便可根据输入的信号计算进气量的大小。

（3）卡门涡旋空气流量传感器　这种空气流量传感器的结构和工作原理如图 1-46 和图 1-47 所示。

卡门涡旋空气流量传感器，是利用卡门涡旋理论来测量空气流量的。在传感器进气道的正中间有一个流线型或三角形立柱，空气流经这个立柱时，在立柱后方的气流中会产生空气涡旋，涡旋发生器两侧的压力会发生变化，这个压力加至金属箔（安装反射镜）的表面上时，金属箔产生振动。发光二极管发出的光束被一个反射镜反射到光敏三极管上，使光敏晶体管导通。由于反射镜同金属箔一同振动，因此被反射的光束也以相同的频率，致使光

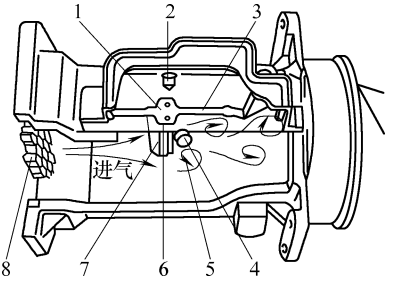


图 1-46　卡门涡旋空气流量传感器的结构

1—反射镜　2—发光二极管　3—金属箔　4—光敏晶体管　5—涡旋
6—压力传递孔　7—立柱　8—整流网

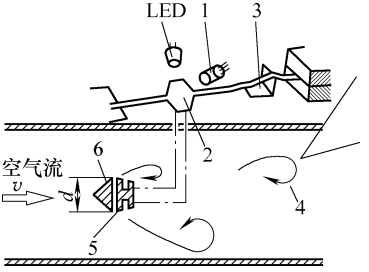


图 1-47　卡门涡旋空气流量传感器的工作原理

1—光敏晶体管　2—反射镜　3—板弹簧　4—卡门涡流
5—导压孔　6—涡流发生器

敏晶体管也随光束的变化以同样的频率导通和截止。电脑根据导通和截止的频率即可计算出进气量。

（4）热线式空气流量传感器　热线式空气流量传感器的结构如图 1-48 所示。在进气道的量化管中有一根铂丝（热丝，直径约为 0.07mm），经通电后发热。当发动机起动后，空气流进铂丝周围，使其热量散失，温度下降，此时与铂丝相连的桥式电路将改变电流，以保持铂丝的温度恒定，即当空气流量变化时，流进铂丝的电流随之发生变化。将这种变化的信号输入电控单元，即可测得空气流量。

这种流量传感器中的前保护网用于进气整流，后保护网用于防止发动机回火时烧坏铂丝。

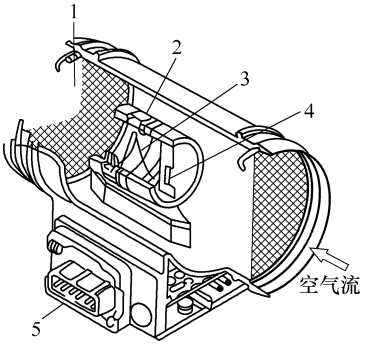


图 1-48　热线式空气流量传感器

1—防回火滤网　2—量化管　3—铂热丝　4—温度传感器　5—接线插座

（5）热膜式空气流量传感器　热膜式空气流量传感器的测量原理和热线式空气流量传感器基本相同。它采用板式热电阻代替热线式空气流量传感器中的铂丝，如图 1-49 所示，因而使用寿命较长。被电流加热的热电阻放在进气通道中，由于进气气流的冷却作用，使热电阻温度下降。其温度下降的程度与进气量、空气温度、空气密度有关。当热电阻温度下降时，电阻值变小，流过热电阻的电流随之增大，直至热电阻恢复原来的温度和电阻值为止。ECU 根据电压的大小计算出进气量。

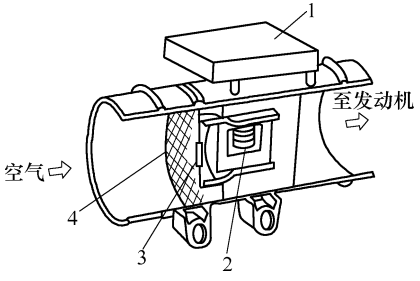


图 1-49　热膜式空气流量传感器

1—控制电路　2—热膜　3—温度补偿电阻　4—防护网

（二）进气压力传感器

1. 作用

进气压力传感器检测进气歧管的负压变化，感知发动机进气量的大小，

ECU以此信号和其他传感器信号控制喷油器的喷油量。

2. 结构

常用进气压力传感器有膜盒式和应变仪式两种。

（1）膜盒式进气压力传感器　膜盒式进气压力传感器结构如图1-50所示。在这种压力传感器中设有弹性金属膜盒与大气相通。与膜盒连接在一起的衔铁可在线圈绕组中移动。当进气歧管压力发生变化时，膜盒膨胀，衔铁在线圈绕组内的位置随之发生变化，从而影响线圈绕组周围磁场。这样便把膜盒的机械运动转换成电信号。电控单元根据这个电信号可测出进气歧管中的进气压力。

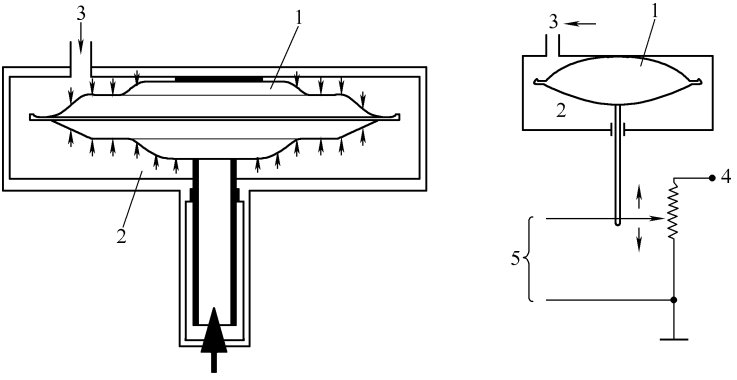


图1-50　膜盒式进气压力传感器

a）结构　b）工作原理

1—膜盒　2—气室　3—通进气歧管　4—基准电压　5—输出电压

（2）应变仪式进气压力传感器　应变仪式进气压力传感器结构如图1-51所示。这种传感器的主要元件是硅片，硅片的外围较厚，中间最薄。硅片上下两面各有一层二氧化硅膜。在膜层中沿硅片四边有四个电阻。在硅片四角各有一个金属块，通过导线与电阻相连。硅片下部有一真空腔与进气管相通。硅片上的四个电阻连接成桥式电路。当进气歧管内压力变化时，硅片随之发生变化。这时传感器电阻的阻值也随之发生相应的变化，使桥式电路输出正比于进气压力的电压信号。电控单元根据该信号即可测出进气歧管的压力。

（三）节气门位置传感器

1. 作用

节气门位置传感器用于检测节气门的开度，并将其转换成电信号输送给

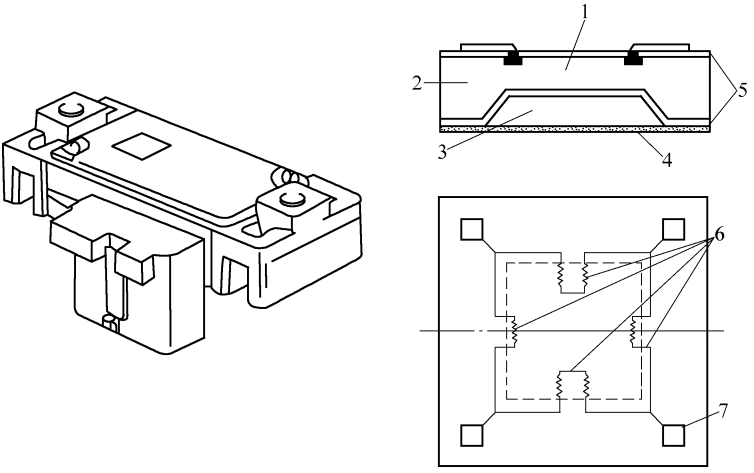


图 1-51　应变仪式进气压力传感器

1—硅片　2—硅　3—真空腔　4—硼硅酸玻璃片
5—二氧化硅膜　6—传感电阻　7—金属块

电控单元，作为电控单元判定发动机运转工况的依据。

2. 结构

常用的节气门位置传感器有开关式节气门位置传感器和滑动电阻式节气门位置传感器。

（1）开关式节气门位置传感器　其结构如图 1-52 所示。在这种传感器内部有两对触点：怠速开关触点和全负荷开关触点。

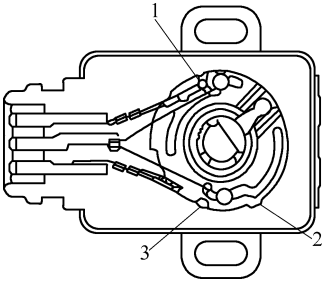


图 1-52　开关式节气门位置传感器

1—怠速开关触点　2—导向凸轮　3—全负荷开关触点

发动机在怠速或强制怠速时，怠速触点闭合，电控单元据此信号对怠速时的混合气进行微调，并修正点火提前角，切断废气再循环系统；强制怠速时，暂时切断供油。

当节气门开度超过一定角度时，全负荷触点闭合，电控单元据此信号加浓混合气，提高发动机的输出功率。

（2）滑动电阻式节气门位置传感器　如图1-53所示，它主要由可变电阻、节气门轴和壳体组成。可变电阻的滑臂与节气门轴一同转动，从而改变输入电脑的信号电压。

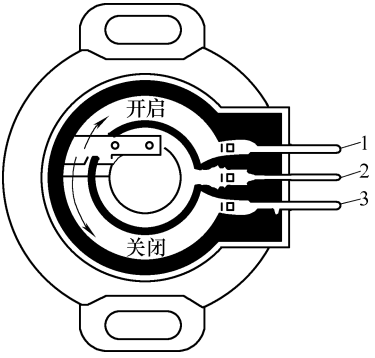


图1-53　滑动电阻式节气门位置传感器

1—基准电压　2—节气门开度输出电压　3—搭铁

这种传感器是一种线性电位计。电控单元通过该传感器可以获取表示节气门开度从全闭到全开连续变化的信号及开闭速度信号，从而更精确地判断发动机的运行工况，以提高控制精度和效果。

（四）进气温度传感器

1. 作用

进气温度传感器的作用是检测进气温度，向电控单元输入进气温度信号，作为燃油喷射和点火正时的修正信号。

2. 结构

如图1-54所示，进气温度传感器的内部是一个热敏电阻，外部由环氧树脂密封。通常安装在空气滤清器之后的进气软管上或空气流量传感器上，如图1-55所示。

由于空气的密度随温度的变化而变化，因此，为了保持准确的空燃比，

ECU 以 20℃时的空气密度为标准，根据实际测得的进气温度信号，修正喷油量。温度低时增加油量，温度高时减少油量。

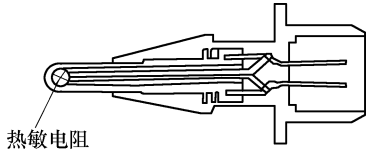


图 1-54　进气温度传感器

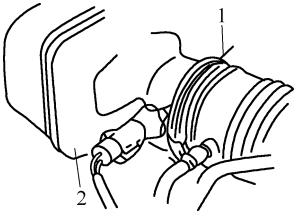


图 1-55　进气温度传感器的安装位置

1—进气温度传感器　2—空气滤清器

（五）冷却液温度传感器

1. 作用

冷却液温度传感器主要是检测发动机冷却液的温度，用于喷油量修正信号。

2. 结构

冷却液温度传感器安装在发动机缸体或缸盖的水套上，与冷却液直接接触，用于测量发动机的冷却液温度。如图 1-56 所示，其内部装有负温度特性的热敏电阻，温度越低，电阻越大；温度越高，电阻越小。ECU 根据这一变化便可测出发动机的冷却液温度，进行喷油量修正。

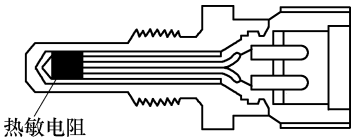


图 1-56　冷却液温度传感器

（六）传感器的检测

1. 翼片式空气流量传感器的检测

1）用手拨动翼片进行检查，如翼片摆动平稳、无卡滞或破损现象，说明机械部件良好。

2）用万用表测量输出信号电压，用手轻轻推动翼片，信号电压平稳上升或下降，证明空气流量传感器正常。

注意：如果输出信号电压不稳定或无信号输出，证明空气流量传感器有故障。

2. 热线式空气流量传感器的检测

热线式空气流量传感器的控制电路如图1-57所示。

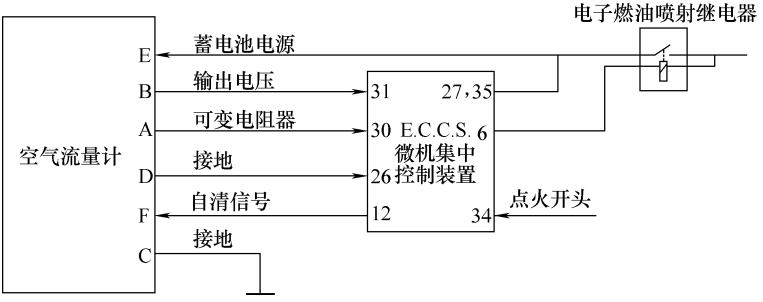


图1-57 热线式空气流量传感器的控制电路

1）拆开空气流量传感器的导线连接器，拆下空气流量传感器。

2）将蓄电池的电压施加于空气流量传感器的端子D和E之间，然后用电压表测量端子B和D之间的电压，其标准电压值为1.1～2.1V，如图1-58所示。

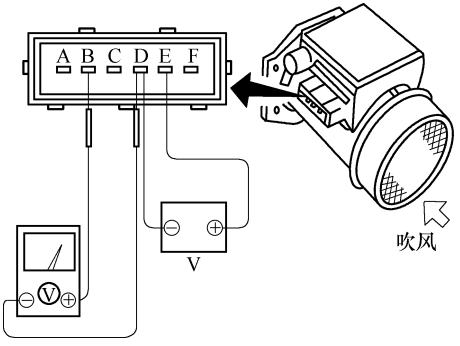


图1-58 热线式空气流量传感器的检测

注意：如果电压值不符，则须更换空气流量传感器。

3）进行上述检查后，给空气流量传感器的进气口吹风，此时测量端子B和D之间的电压。其标准电压值为2～4V。

注意：如果电压值不符，则须更换空气流量传感器。

4）自清洁功能的检查。装好热线式空气流量传感器及其导线连接器，拆下空气流量传感器的防尘网，起动发动机。当发动机停转 5s 后，从空气流量传感器的进气口处，可以看出热线自动加热烧红约 1s。如无此现象发生，则须检查自清信号或更换空气流量传感器。

3. 卡门涡旋式空气流量传感器的检测

卡门涡旋式空气流量传感器的电路如图 1-59 所示。

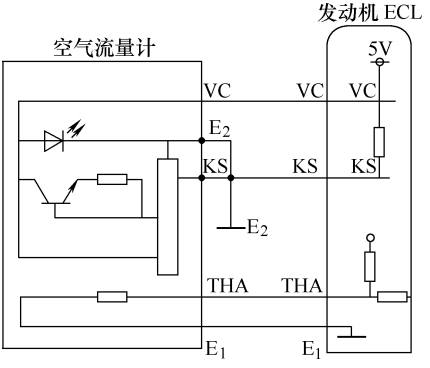


图 1-59　卡门涡旋式空气流量传感器的电路

1）检查电阻：拆开空气流量传感器的导线连接器，用万用表测量空气流量传感器上 THA 与 E_2 端子之间的电阻，如图 1-60 所示。其标准电阻值见表 1-2。

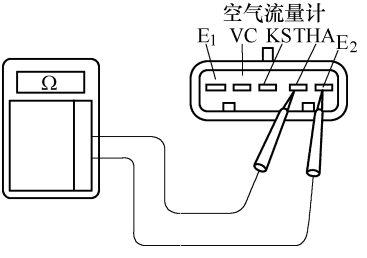


图 1-60　电阻检查

2）检查电压：插好空气流量传感器的导线连接器，用万用表检测发动机 ECU 各端子 THA- E_2、VC- E_1、KS- E_1 之间的电压。其标准电压值见表 1-3。

表 1-2 卡门涡旋式空气流量传感器 THA 与 E_2 端子间的电阻

端　子	标准电阻/kΩ	温度/℃
THA-E_2	10～20	-20
	4～7	0
	2～3	20
	0.9～1.3	40
	0.4～0.7	60

表 1-3 发动机 ECU 各端子 THA-E_2、VC-E_1、KS-E_1 之间的电压

端　子	电压/V	条　件
THA-E_2	0.5～3.4	怠速、进气温度 20℃
VC-E_1	4.5～5.5	点火开关在 ON 位置
KS-E_1	4.5～5.5	点火开关在 ON 位置
	2～4（脉冲发生）	怠速

4. 热膜式空气流量传感器的检测

（1）检测信号电压

1）将点火开关置于“OFF”位置，从进气道上拆下热膜式空气流量传感器。

2）在静态不吹风的情况下，用万用表检测传感器插头 2 号端子与 1 号端子之间的电压，应为 0.03V，如图 1-61 所示。

3）用 450W 电吹风的出风口紧靠传感器入口，用冷风档向传感器内吹风时，万用表的读数约为 2.3V。

4）吹风机缓慢向后移动，电压值逐渐减小。

5）当吹风机距离传感器入口端 0.2m 时，万用表的读数应为 1.5V。

6）若不符合上述标准，应更换传感器。

（2）检测电源电压　将点火开关置于“ON”位置，用万用表测量传感器插座 3 号端子与 1 号端子之间的电压，如图 1-62 所示，其值应与蓄电池电压一致。若无电压或读数偏差太大，应检查传感器的线路。

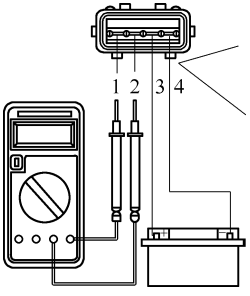


图 1-61　检测信号电压

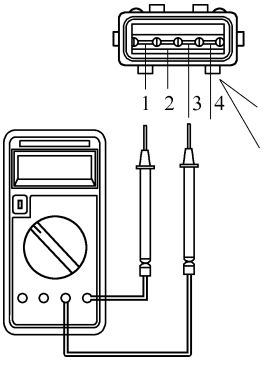


图 1-62　检测电源电压

（3）检测线路

1）将点火开关置于“OFF”位置，拆下右前轮下护板，拉出 ECU 插接器的固定锁架，拔下 ECU 插座，用万用表电阻档测量 ECU 插座的 14 号端子与传感器插座的 2 号端子，以及 ECU 插座的 26 号端子与传感器插座的 4 号端子之间的电阻值，如图 1-63 所示，其值应小于 1.5Ω。

2）ECU 插座的 14 号端子与传感器插座的 4 号端子之间，以及 ECU 插座的 14 号端子与传感器插座的 3 号端子之间的电阻应为∞。

3）检测结果如不符合上述情况，应更换传感器线束总成。

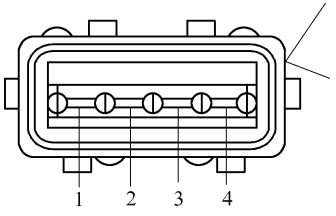


图 1-63　检测线路

5. 进气压力传感器的检测

（1）检测电源电压

1）拔下进气压力传感器的线束插头。

2）打开点火开关，但不要起动发动机。

3）用电压表测量线束插头中电源端和接地端之间的电压，如图 1-64 所示。其电压值应为 4～6V。如有异常，应检查进气压力传感器和电脑之间的线路是否导通。如有断路，应更换或修理线束。

4）检测后，插上进气压力传感器的线束插头。

（2）检测输出电压

1）打开点火开关，但不要起动发动机。

2）拔下连接进气压力传感器与进气歧管的真空软管，如图1-65所示。

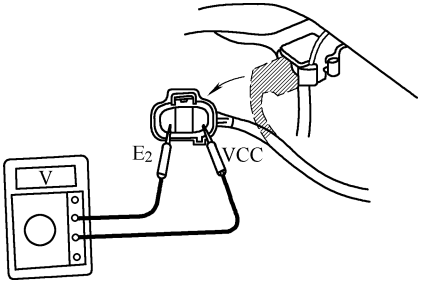


图1-64 检测电源电压

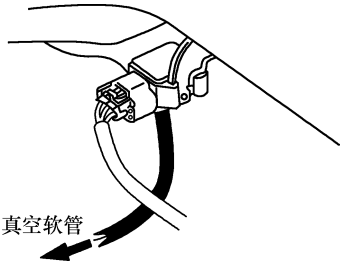


图1-65 拔下真空软管

3）在电脑线束插头处测量进气压力传感器，在大气压力状态下的输出电压，如图1-66所示，如不符合标准值，应更换传感器。

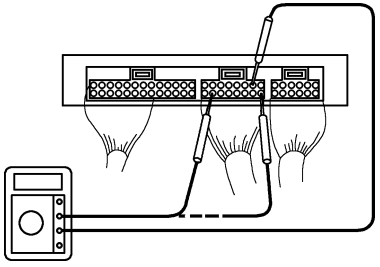


图1-66 检测输出电压

6. 节气门位置传感器的检测

（1）节气门位置传感器怠速触点的检测

1）将点火开关置于“OFF”位置，拔下节气门位置传感器插头，用万用表电阻档，测节气门位置传感器上的IDL-E_2端电阻，如图1-67所示。图1-68为节气门位置传感器控制电路。

2）当节气门关闭时，IDL-E_2之间电阻为0Ω。

3）当节气门打开时，IDL-E_2之间的电阻为无限大，否则更换节气门位置传感器。

（2）节气门位置传感器的电阻检测 将点火开关置于“OFF”位置，

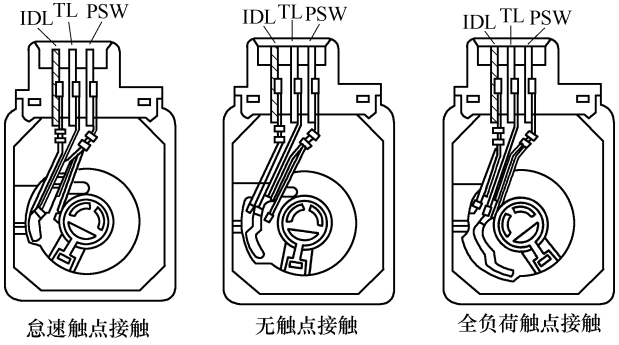


图 1-67　怠速触点的检测

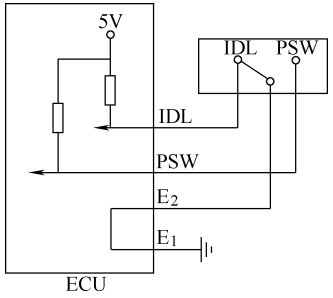


图 1-68　节气门位置传感器控制电路

拔下传感器的导线连接器，用万用表电阻档测 VTA 与 E_2 端子间的电阻（见图 1-69），该电阻值应随节气门开度增大而呈线性增大。

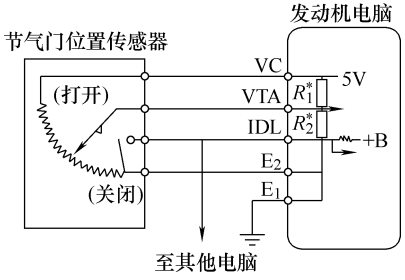


图 1-69　节气门位置传感器工作原理

（3）节气门位置传感器的电压检测　插好节气门位置传感器的连接器，当点火开关位于“ON”时，发动机ECU连接器上IDL、VC、VTA三个端子处应有电压，（见图1-69）。其电压值应符合表1-4所示。

表1-4　节气门位置传感器的电压

端　子	条　件	标准电压/V
IDL-E_2	节气门开	9～14
VC-E_2	——	4.0～5.5
VTA-E_2	节气门全闭	0.4～0.8
	节气门全开	3.8～4.5

7. 进气温度传感器、冷却液温度传感器的检测

（1）传感器电压的检测

1）拔下传感器插头，点火开关置于“ON”位置，测量插头上THW、THA端子与E_2之间的电压，应为5V，如图1-70和图1-71所示。

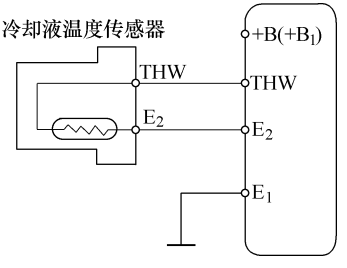


图1-70　冷却液温度传感器的电路

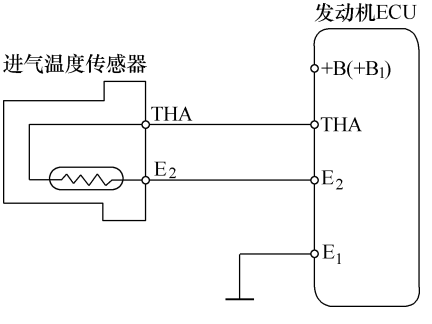


图1-71　进气温度传感器的电路

2）若无电压，则应检查 ECU 连接器上 THW、THA 端子间电压。

3）若为 5V，则检查 ECU 与传感器之间线路故障。

4）若无 5V，则为 ECU 故障。

5）插上传感器插头，起动发动机，测量传感器 THA、THW 端子与 E_2 之间在不同温度下的电压，应在 0.5 ~ 4V 之间变化，温度越低电压越高，温度越高电压越低。

（2）传感器电阻的检测　进气温度传感器和冷却液温度传感器数据见表 1-5。

表 1-5　进气温度传感器和冷却液温度传感器数据

温度/℃	电阻/Ω	温度/℃	电阻/Ω
-20	14000 ~ 20000	20	2200 ~ 2700
0	5000 ~ 6500	30	1400 ~ 1900
10	3300 ~ 4200	40	1000 ~ 1400
50	720 ~ 1000	80	280 ~ 350
60	530 ~ 650	90	210 ~ 280
70	380 ~ 480	100	170 ~ 200

七、怠速控制阀的结构与检修

怠速控制阀是由电控单元控制的，其作用是通过调节旁通气道的进气量使发动机在不同的工况下都能以最佳的怠速运转。它取代了怠速空气阀，而使工作更精确。

（一）结构

常见的怠速控制阀有以下几种：

1. 石蜡式暖机阀

石蜡式暖机阀安装在节气门体上，如图 1-72 所示。由发动机冷却液直接加热而起作用。冷却液经管道进入空气阀内，流经蜡盒四周。当发动机温度较低时，蜡盒内蜡质收缩，阀芯在弹簧作用下，打开旁通气道，使空气进入进气歧管。随着发动机起动后冷却液温度的升高，蜡盒内的蜡质受热膨胀，推动阀芯，逐渐地关闭旁通气道，使发动机怠速逐渐恢复正常。当冷却液温度达 80℃时，旁通气道将完全关闭。

2. 双金属片式怠速空气调整阀

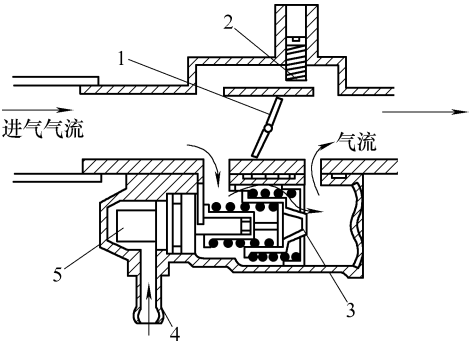


图 1-72　石蜡式暖机阀

1—节气门　2—怠速调整螺钉　3—阀芯　4—冷却液　5—蜡盒

双金属片式怠速空气调整阀，是发动机低温起动时及起动后在暖车过程中，使空气调整阀打开增加空气量的一种快怠速机构。它由绕有电热线的双金属片和空气旁通道遮门等组成，空气调整阀的开口截面受遮门动作的控制，而遮门受双金属片的控制，双金属片则根据温度变化而变形。

如图 1-73a 所示，发动机温度低时，遮门打开，此时因节气门关闭，从空气调整阀流入额外的空气使吸入气缸的空气量增多，怠速转速升高成为快怠速的状态。

发动机起动后，电流由点火开关流入怠速空气调整阀的电热线，使双金属片受热变形，在弹簧力的作用下慢慢将遮门关闭。此时空气的流入量减少，发动机转速下降。暖车后，遮门完全关闭空气旁通道，发动机恢复正常怠速运转，如图 1-73b 所示。

遮门的初期开度取决于周围温度，之后随双金属片被电热线加热弯曲而变小。一般环境温度在 -20℃以下时，遮门使旁通空气阀全开，而在 60℃以上时，旁通空气阀完全关闭。

3. 脉冲电磁式怠速控制阀

脉冲电磁式怠速控制阀的结构，如图 1-74 所示。它主要由电磁线圈、复位弹簧、阀芯、阀座、固定铁心、活动铁心、进气口和出气口等组成。阀芯固定在阀杆上，阀杆一端与固定铁心连接，另一端设置有复位弹簧。进气口与节气门前端的进气管相通，出气口与节气门后端的进气管相通。

电磁线圈在接通电流时就会产生电磁吸力。当线圈产生的电磁吸力超过复位弹簧的弹力时，活动铁心在电磁吸力的作用下就会向固定铁心方向移

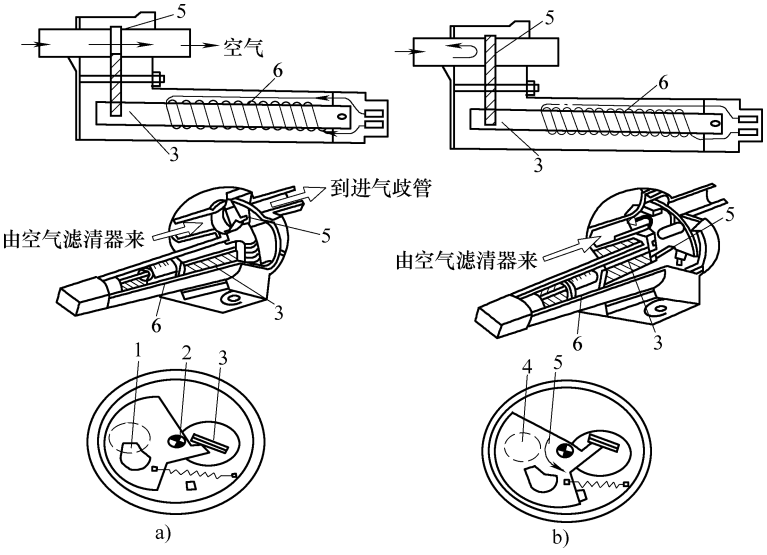


图 1-73　双金属片式怠速空气调整阀

a）发动机温度低时　b）发动机温度高时

1—遮门开口　2—支撑销　3—双金属片　4—空气旁通道　5—遮门　6—电热线

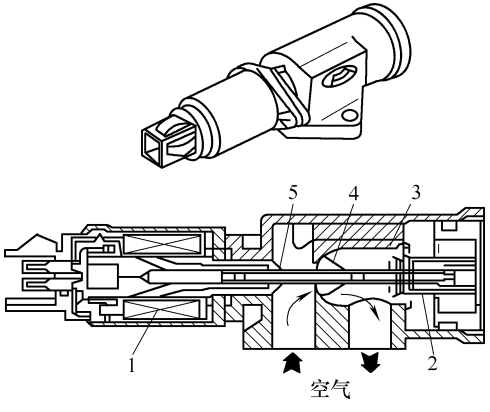


图 1-74　脉冲电磁式怠速控制阀

1—电磁线圈　2—阀座　3—阀芯

4—固定铁心　5—活动铁心

动，同时通过阀杆带动阀芯向右移动，使阀芯离开阀座将旁通空气道开启。当电磁线圈断电时，活动铁心与阀芯在复位弹簧弹力的作用下左移复位，将旁通空气道关闭。

旁通空气道开启与关闭的时间，由ECU发出的占空比信号控制。发动机工作时，ECU根据怠速转速的高低，向脉冲电磁阀发出频率相同而占空比不同的控制脉冲信号，通过改变阀芯开启与关闭时间来调节旁通进气量。

占空比在0～100%之间的范围内变化。当怠速转速过低时，ECU将自动增大占空比，使电磁线圈通电时间增长，断电时间缩短，阀门开启时间增长，旁通进气量增多，怠速转速升高，防止因怠速转速过低而导致发动机熄火。反之，当怠速转速过高时，ECU将减小占空比，使电磁线圈通电时间缩短，断电时间增长，阀门开启时间缩短，旁通进气量减少，怠速转速将降低。

所谓占空比，是指在一个脉冲循环里，电磁线圈通电时间（即阀口打开时间）所占的比值。占空比越大，即阀口打开的时间相对增加，空气充气量增多，结果通往空气旁通阀膜片室的真空度变小，从而使旁通空气阀开启程度增大，致使怠速时旁通空气道中的空气流量增加。因此，微机只要控制电磁阀线圈的脉冲占空比，就能控制旁通空气道中的空气流量，也就能控制怠速转速。由上可知，占空比越大，怠速转速升高；反之，怠速转速降低。

4. 旋转滑阀式怠速控制阀

旋转滑阀式怠速控制阀结构，如图1-75所示。它主要由旁通空气道和电动机组成。旁通空气道固定在电动机的电枢轴上，在电动机的驱动下，可以在限定的90°转角范围内转动，通过改变旁通空气开启面积的大小来增减进气量。

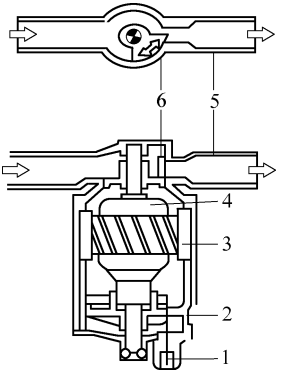


图1-75 旋转滑阀式怠速控制阀

1—接线插座 2—壳体
3—永磁磁极 4—电枢
5—旁通空气道 6—旋转滑阀

电动机的磁极用永久磁铁制成，电枢由电枢铁心、两个线圈、换向器和电枢轴组成。换向器由三块铜片合围而成，分别与三只电刷接触，电刷引线连接到控制阀的接线插座上，三线插座通过线束与ECU连接。

5. 步进电动机式怠速控制阀

如图 1-76 所示为步进电动机式怠速控制阀的结构。步进电动机的结构与其他电动机一样，由永磁转子、定子绕组等组成，其功用是产生驱动力矩。螺旋机构的作用是将步进电动机的旋转运动变换为往复运动，由螺杆（又称为丝杠）和螺母组成。螺母与步进电动机的转子制成一体，螺杆的一端制有螺纹，另一端固定有阀芯，螺杆与阀体之间用滑动花键联接，只能沿轴向作直线移动，不能做旋转运动。

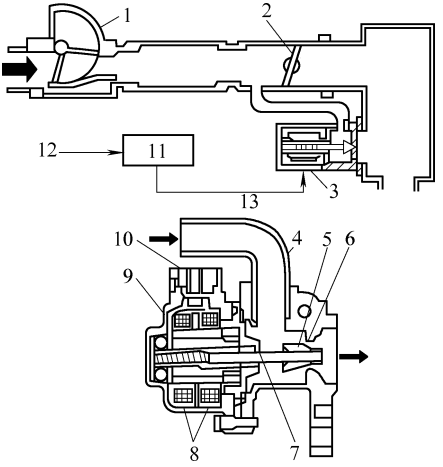


图 1-76　步进电动机式怠速控制阀

1—空气流量传感器　2—节气门　3—怠速控制阀　4—旁通空气道　5—阀芯
6—阀座　7—螺杆　8—定子绕组　9—永磁转子　10—线束插座
11—电子电控单元ECU　12—传感器信号　13—输出信号

当步进电动机的转子转动时，螺母将带动螺杆作轴向移动。转子转动一圈，螺杆移动一个螺距。因为阀芯与螺杆固定联接，所以螺杆将带动阀芯开大或关小阀门开度。ECU 通过控制步进电动机的转动方向和转动角度来控制螺杆的移动方向和移动距离，从而达到控制怠速阀开度，调整怠速转速的目的。

（二）检测

1. 脉冲电磁式怠速控制阀的检测

（1）车上检查

1）当发动机怠速运转时，用手触摸怠速控制阀应当具有明显的振动感。

2）如无振动感或怠速转速过高或过低，说明怠速控制阀失效，应更换。

（2）检测电磁线圈电阻

1）断开点火开关，拔下怠速控制阀连接器插头，用万用表电阻档检测插座上两个端子之间的线圈电阻值应当符合规定。

2）脉冲电磁式怠速控制阀只有一组线圈，阻值约为10～15Ω，如阻值不符合规定，应更换。

（3）检测怠速控制阀

1）从节气门体上拆下怠速控制阀，用导线将其一个端子连接蓄电池正极，另一个端子连接蓄电池负极时，阀芯应当移动。

2）如阀芯不移动，说明怠速控制阀失效，应更换。

3）当断开一根导线时，阀芯应当移动。如阀芯不能移动，说明怠速控制阀失效，应予更换新品。

4）当断开一根导线时，阀芯应迅速复位，如阀芯卡滞或不复位，说明控制阀故障或复位弹簧失效，应予更换。

2. 旋转滑阀式怠速控制阀的检测

（1）检测控制阀

1）从节气门体上拆下怠速控制阀，用导线将端子2连接蓄电池正极，然后依次将端子1、3与蓄电池负极连接，阀芯应当顺时针或逆时针转动。

2）如阀芯不能转动，说明步进电动机失效，应予更换新品。

3）旋转滑阀式怠速控制阀的控制电路如图1-77所示。

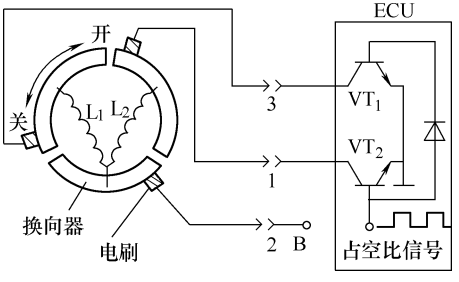


图1-77 旋转滑阀式怠速控制阀的控制电路

4）当发动机工作时，如怠速转速忽高忽低，说明电刷与换向器接触不良。

5）如怠速转速偏低，说明线圈 L_2 断路或其连接的换向片与电刷接触不良。

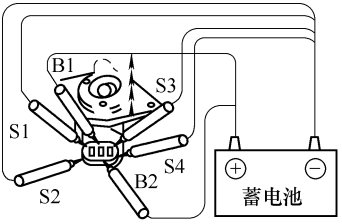
6）如怠速转速偏高，说明线圈 L_1 断路或其连接的换向片与电刷接触不良。

（2）步进电动机的检查　将蓄电池电源以一定顺序输送给步进电动机各线圈，就可使步进电动机转动。各种步进电动机的线圈形式、接线端的布置形式都不同。这里以皇冠 3.0 轿车 2JZ-GE 发动机怠速控制阀步进电动机为例说明其检查方法。

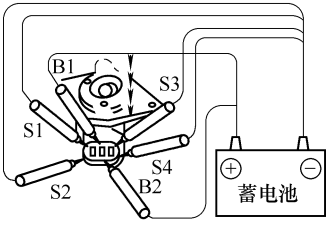
1）首先，将步进电动机连接器端子 B1 和 B2 与蓄电器正极相连。

2）然后将端子 S1、S2、S3、S4 依次与蓄电池负极相接，此时步进电动机应转动，阀芯向外伸出，如图 1-78a 所示。

3）若将端子 S1、S2、S3、S4 按相反的顺序（S4→S3→S2→S1）与蓄电池负极相接，步进电动机应朝相反方向转动，阀芯向内收回，如图 1-78b 所示。



a)



b)

图 1-78　步进电动机的检查

3. 怠速控制阀的安装

1）拔下怠速控制阀线束插头。

2）拆除连接在怠速控制阀上的空气软管。

3）拧下固定螺栓，取下怠速控制阀。

4）按拆卸相反的顺序安装怠速控制阀。

八、进气控制装置的结构与检修

（一）动力阀控制系统

1. 功能

动力阀控制系统的功能是控制发动机进气道的空气流通截面的大小，以适应发动机不同转速和负荷时的进气量需求，从而改善发动机的动力性。

2. 组成及工作原理

ECU 控制的动力阀控制系统如图 1-79 所示。

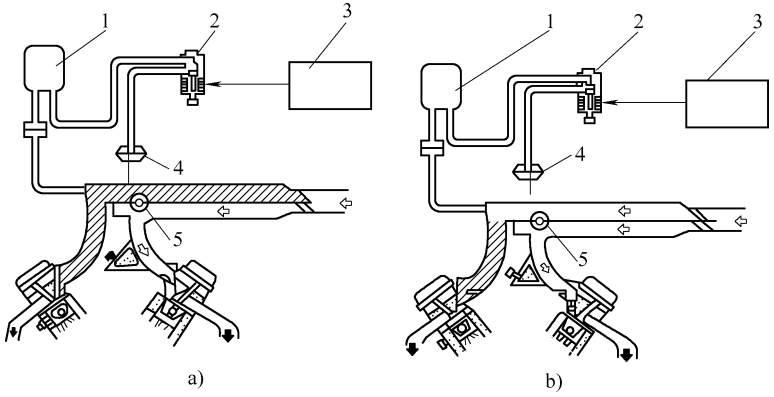


图 1-79　动力阀控制系统

1—真空罐　2—真空电磁阀　3—ECU　4—膜片真空气室　5—动力阀

控制进气道空气流通截面大小的动力阀安装在进气管上，动力阀的开闭由膜片真空气室控制，ECU 根据各传感器信号通过真空电磁阀（VSV 阀）控制真空罐与真空气室的真空通道。发动机在小负荷运转时，进气量较少，ECU 断开真空电磁阀搭铁回路，真空罐中的真空度不能进入膜片真空气室，动力阀处于关闭位置，进气通道变小。当发动机在大负荷运转时，进气量较多，ECU 接通真空电磁阀搭铁回路，真空罐中的真空度经真空电磁阀进入膜片真空气室，动力阀开启，进气通道变大。

动力阀控制系统的主要控制信号有发动机转速、温度、空气流量等

信号。

（二）谐波增压控制系统（ACIS）

1. 功能

谐波增压控制系统的功能就是根据发动机转速的变化，改变进气管内压力波的传播距离，以提高充气效率，改善发动机性能。

2. 组成及工作原理

谐波增压控制系统的工作原理如图 1-80 所示。在进气管中部增设了进气控制阀和大容量的进气室，当发动机转速较低时，同一气缸的进气门关闭与开启间隔的时间较长，此时进气控制阀关闭，使进气管内压力波的传递距离为进气门到空气滤清器的距离。这一距离较长，压力波反射回到进气门附近所需时间也较长；当发动机处于高速区域运转时，此时进气控制阀开启，由于大容量进气室的影响，使进气管内压力波传递距离缩短为进气门到进气室之间的距离，与同一气缸的进气门关闭与开启间隔的时间较短相适应，从而使发动机在高速时得到较好的进气增压效果。

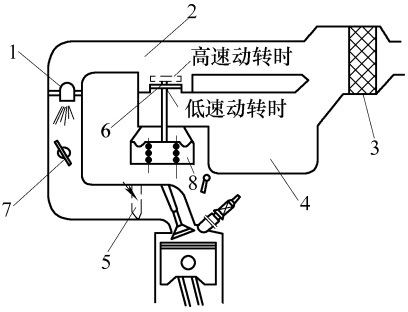


图 1-80　ACIS 系统的工作原理

1—喷油器　2—进气道　3—空气滤清器　4—进气室　5—涡流控制气门
6—进气控制阀　7—节气门　8—真空驱动器

谐波增压控制系统控制原理如图 1-81 所示。ECU 根据发动机转速信号控制真空电磁阀的开闭，高速时真空电磁阀开启，真空罐内的真空进入真空驱动器的膜片气室，真空驱动器驱动进气控制阀开启。反之，低速时真空电磁阀关闭，真空罐内的真空不能进入真空驱动器的膜片气室，进气控制阀处于关闭状态。

谐波增压控制系统控制电路如图 1-82 所示。主继电器触点闭合后，通过端子“3”给真空电磁阀供电，ECU 通过“ACIS”端子控制真空电磁阀的搭铁回路。

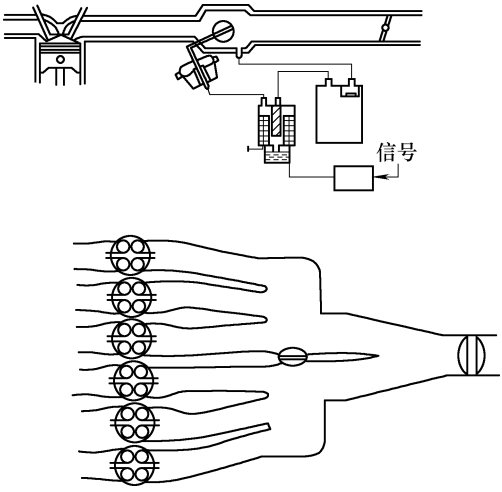


图 1-81　谐波进气增压系统控制原理

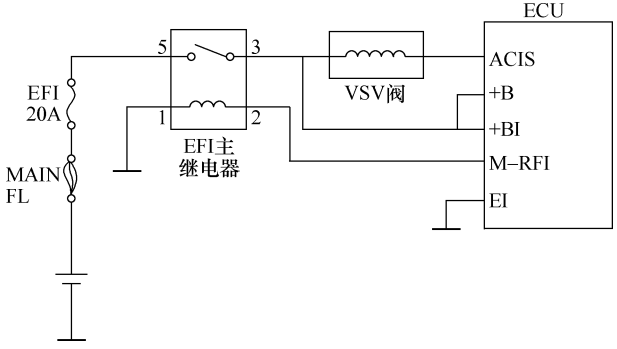


图 1-82　谐波增压系统控制电路

（三）可变配气相位控制系统（VTEC）

1. 功能

可变配气相位控制系统的功能是：根据发动机转速、负荷等变化来控制VTEC机构工作，改变驱动同一气缸两进气门工作的凸轮，以调整进气门的配气相位及升程，并实现单进气门工作和双进气门工作的切换。

2. 组成及工作原理

可变配气相位控制系统的组成如图1-83所示。同一缸的两个进气门有

主、次之分，即主进气门和次进气门。每个进气门通过单独的摇臂驱动，驱动主进气门的摇臂称为主摇臂，驱动次进气门的摇臂称为次摇臂，在主、次摇臂之间装有一个中间摇臂，中间摇臂不与任何气门直接接触，三个摇臂并列在一起组成进气摇臂总成。凸轮轴上相应有三个不同升程的凸轮分别驱动主摇臂、中间摇臂和次摇臂，凸轮轴上的凸轮也相应分为主凸轮、中间凸轮和次凸轮。在凸轮形状设计上，中间凸轮的升程最大，次凸轮的升程最小，主凸轮的形状适合发动机低速时单气门工作的配气相位要求，中间凸轮的形状适合发动机高速时双进气门工作的配气相位要求。

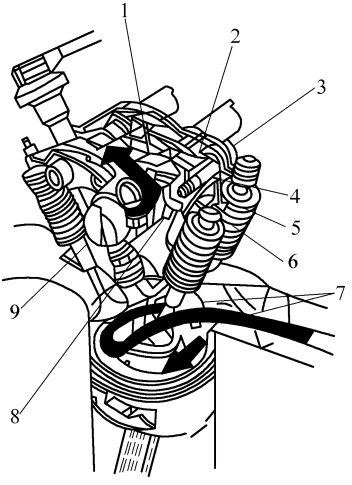


图 1-83　VTEC 机构的组成

1—正时板　2—中间摇臂　3—次摇臂　4—同步活塞 B　5—同步活塞 A
6—正时活塞　7—进气门　8—主摇臂　9—凸轮轴

正时板的功用是：正时活塞处于初始位置和工作位置时，靠回位弹簧使正时板插入正时活塞相应的槽中，使正时活塞定位。

进气摇臂总成如图 1-84 所示，在三个摇臂靠近气门的一端均设有液压缸孔，液压缸孔中装有靠液压控制的正时活塞、同步活塞、阻挡活塞及弹簧。正时活塞一端的液压缸孔与发动机的润滑油道连通，ECU 通过电磁阀控制油道的通与断。

发动机低速运转时，电磁阀不通电使油道关闭，机油压力不能作用在正时活塞上，在次摇臂液压缸孔内的弹簧和阻挡活塞作用下，正时活塞和同步

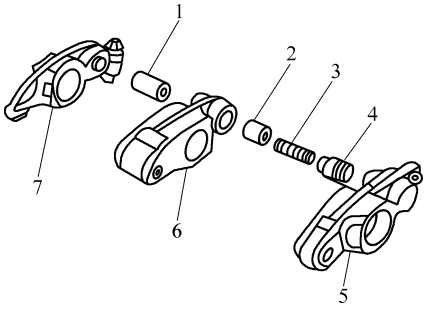


图 1-84　进气摇臂总成

1—同步活塞 B　2—同步活塞 A　3—弹簧　4—正时活塞
5—主摇臂　6—中间摇臂　7—次摇臂

活塞 A 回到主摇臂液压缸孔内，与中间摇臂等宽的同步活塞 B 停留在中间摇臂的液压缸孔内，三个摇臂彼此分离，如图 1-85 所示。此时，主凸轮通过主摇臂驱动主进气门，中间凸轮驱动中间摇臂空摆（不起作用）；次凸轮的升程非常小，通过次摇臂驱动次进气门微量开闭，其目的是防止次进气门附近积聚燃油。配气机构处于单进、双排气门工作状态，单进气门由主凸轮驱动。

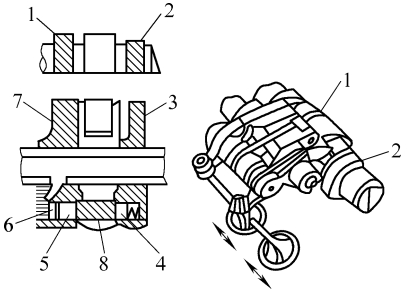


图 1-85　VTEC 机构低速工作状态

1—主凸轮　2—次凸轮　3—次摇臂　4—阻挡活塞　5—同步活塞 A
6—正时活塞　7—主摇臂　8—同步活塞 B

当发动机高速运转，且发动机转速、负荷、冷却液温度及车速达到设定值时，电脑向 VTEC 电磁阀供电，使电磁阀开启。来自润滑油道的机油压力作用在正时活塞一侧，由正时活塞推动两同步活塞和阻挡活塞移动，两同步

活塞分别将主摇臂与中间摇臂、次摇臂与中间摇臂插接成一体，成为一个同步工作的组合摇臂，如图 1-86 所示。此时，由于中间凸轮升程最大，组合摇臂受中间凸轮驱动，两个进气门同步工作，进气门配气相位和升程与发动机低速时相比，气门的升程、提前开启和迟后关闭角度均增大。

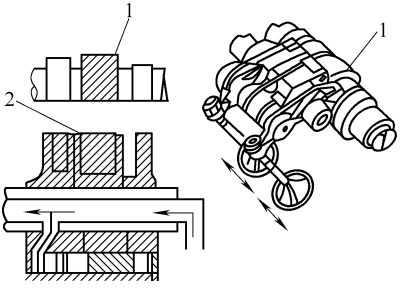


图 1-86　VTEC 机构高速工作状态

1—中间凸轮　2—中间摇臂

当发动机转速下降到设定值时，电脑切断 VTEC 电磁阀电流，正时活塞一侧的油压降低，各摇臂液压缸孔内的活塞在回位弹簧作用下回位，三摇臂又彼此分离而独立工作。

VTEC 控制系统电路如图 1-87 所示。发动机控制 ECU 根据发动机转速、温度和车速信号控制 VTEC 电磁阀。电磁阀通电后，通过压力开关给电脑提供一个反馈信号，以便监控系统工作。

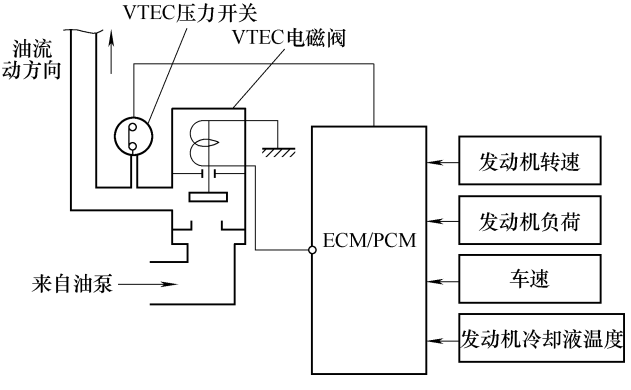


图 1-87　VTEC 控制系统

（四）增压控制系统

1. 功能

增压控制系统的功能是根据发动机进气压力的大小，控制增压装置的工作，以达到控制进气压力，提高发动机动力性和经济性的目的。

2. 组成及工作原理

增压装置可分为废气涡轮增压和动力增压两种类型。前者利用发动机排出的废气能量驱动增压装置工作，后者则是利用发动机输出动力或电源驱动增压装置工作。目前多采用废气涡轮增压控制系统，如图1-88所示。

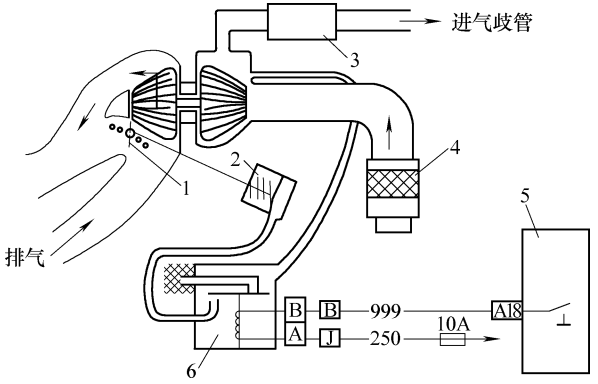


图1-88 废气涡轮增压控制系统

1—切换阀 2—驱动气室 3—空气冷却器 4—空气滤清器 5—ECU 6—释压电磁阀

控制废气流动路线的切换阀受驱动气室的控制，在涡轮增压器出口与驱动气室之间的压力空气通道中装有受ECU控制的释压电磁阀，释压电磁阀控制进入驱动气室的气体压力。

当ECU检测到的进气压力在0.098MPa以下时，受ECU控制的释压电磁阀的搭铁回路断开，释压电磁阀关闭。此时由涡轮增压器出口引入的压力空气，经释压阀进入驱动气室，克服气室弹簧的压力推动切换阀将废气进入涡轮室的通道打开，同时将排气旁通口关闭，此时废气流经涡轮室使增压器工作。

当ECU检测到的进气压力高于0.098MPa时，ECU将释压电磁阀搭铁回路接通，释压电磁阀打开，通往驱动气室的压力空气被切断。在气室弹簧弹力作用下，驱动切换阀，关闭进入涡轮室的通道，同时将排气旁通口打开。废气不经涡轮室而直接排出，增压器停止工作，进气压力将下降，直至进气

压力降到规定的压力时，ECU 又将释压阀关闭，切换阀又将进入涡轮室的通道口打开，废气涡轮增压器又开始工作。

（五）VTEC 系统的检修

1. 进气摇臂的检查

1）发动机不工作时，拆下气门室罩盖，转动曲轴分别使各缸处于压缩上止点位置。

2）用手按压中间摇臂，应能与主摇臂和次摇臂分离单独运动。

3）用专用堵塞堵住油道减压孔，拆下油压检查孔处的密封螺栓，通入压力为 400kPa 的压缩空气，用手推动正时板端部使其向上移动2～3mm。

4）当转动曲轴使气缸内活塞处于压缩上止点位置，三个摇臂并列平行时，从三个摇臂的缝隙中观察同步活塞的结合情况，同步活塞应将三个摇臂连接为一体，用手按压中间摇臂应不能单独运动。

5）当停止输入压缩空气时，再推动正时板使其向上移动，摇臂内的同步活塞应迅速回位。

6）进气摇臂总成的工作情况若不符合上述要求，应分解检查摇臂总成，必要时成组更换进气摇臂。

2. VTEC 电磁阀的检查

在使用中，若出现 VTEC 电磁阀故障码，说明 VTEC 电磁阀或其电路有故障，应按以下进行检查：

1）清除故障码，并重新起动发动机，必要时进行路试，再次调取故障码。若不再有故障码，说明 VTEC 机构存在间歇性故障，应检查 VTEC 电磁阀连接线路是否连接不良。

2）关闭点火开关，拆开 VTEC 电磁阀线束连接器，测量电磁阀线圈电阻（1 号端子与搭铁间）。标准电阻应为 14～30Ω，否则应更换电磁阀。

3）若电磁阀电阻符合标准，检查 VTEC 电磁阀与电脑之间的连接线路是否有短路或断路故障。

4）若上述检查均正常，接好 VTEC 电磁阀线束连接器，拆下电磁阀上的 M10 螺栓，将专用接头和压力表连接到电磁阀上。然后起动发动机，当达到正常工作温度后（冷却风扇转动），检查发动机转速分别为 1000r/min、2000r/min 和 4000r/min 时的机油压力，若机油压力均高于 49kPa，则说明电磁阀不能开启，必要时应更换电磁阀。

5）若上述检查机油压力均低于 49kPa，则关闭点火开关，拆开 VTEC 电磁阀插头，用蓄电池直接给电磁阀通电。然后起动发动机，测量转速为

3000r/min 时的机油压力。机油压力应达到 250kPa 以上，否则说明机油泵工作不良或润滑系统有泄漏。

九、排气控制装置的结构与检修

现在的汽车上采用了各种排气控制方式用来降低氮氧化合物、碳氢化合物、一氧化碳气体的排放。主要包括：曲轴箱强制通风（PCV）系统、汽油蒸汽排放（EVAP）控制系统、废气再循环（EGR）系统、三元催化转换（TWC）系统、二次空气供给系统和热空气供给系统等。

（一）曲轴箱强制通风系统

1. 作用

为了解决窜缸混合气对机油的稀释及排放污染，在曲轴箱和进气歧管之间安装一根管子，利用进气歧管的吸力，将曲轴箱内的窜缸混合气吸入进气管进入气缸燃烧，从而解决此问题。

2. 组成

如图 1-89 所示，在曲轴箱（气缸盖罩）和进气歧管之间安装一个曲轴箱强制通风阀（PCV）。根据进气歧管真空度来改变允许进入气缸重新燃烧的窜缸混合气多少。其工作过程分述如下：

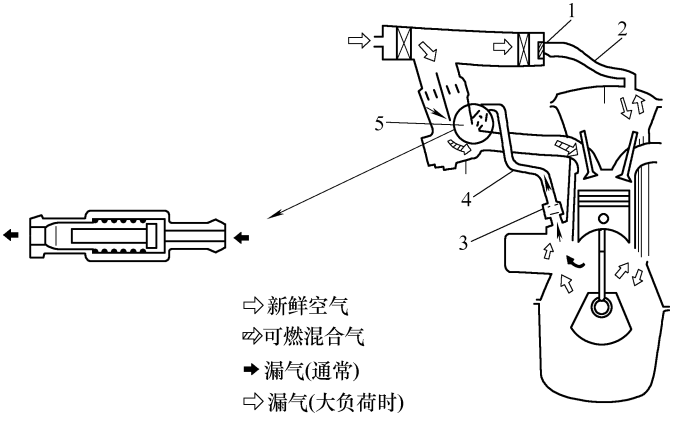


图 1-89　曲轴箱强制通风系统

1—漏气滤清器　2—漏气上导管　3—机油分离器（在油底壳内）
4—漏气下导管　5—PCV 阀

1）发动机停机或回火时（见图 1-90），在 PCV 阀自身重量的作用下，PCV 阀关闭。

2）发动机怠速运转或减速时（见图 1-91），进气管真空度很大，PCV 阀向上移动（打开）。但由于真空通道仍然狭窄，所以窜缸混合气量还很少。

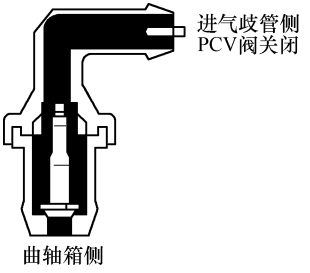


图 1-90　PCV 阀在发动机停机或回火时

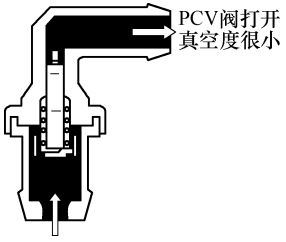


图 1-91　PCV 阀在发动机怠速运转或减速时

3）发动机正常运转时（见图 1-92），进气管真空度正常，真空通道较宽，PCV 阀部分打开。

4）发动机加速或高负荷时（见图 1-93），PCV 阀完全打开，真空通道也完全打开。此时，尽管实际产生的这种气体很多，但全负荷时，PCV 阀允许通过的窜缸混合气仍很少。所以，当产生的窜缸混合气超过 PCV 阀吸入能力时，部分窜缸混合气通过连接空气滤清器和气缸盖罩的管道，从空气滤清器吸入进气歧管。

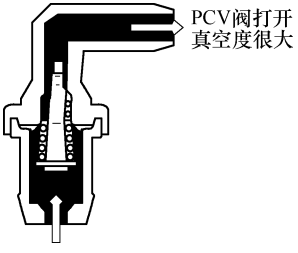


图 1-92　PCV 阀在发动机正常运转时

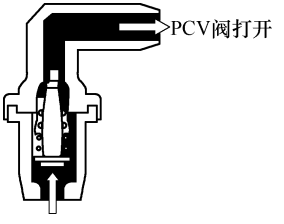


图 1-93　PCV 阀在发动机加速或高负荷时

（二）汽油蒸气排放（EVAP）控制系统

1. 作用

汽油蒸气排放控制系统的作用，是收集燃油箱和浮子室（化油器式汽油机）内蒸发的汽油蒸气，并将汽油蒸气导入气缸参加燃烧，从而防止汽油蒸气直接排入大气而造成污染。同时，还必须根据发动机的工况，控制导入气缸参加燃烧的汽油蒸气量。

2. 组成

汽油蒸气排放控制系统如图1-94所示。活性炭罐与油箱之间设有排气管和单向阀，燃油箱内的汽油蒸气超过一定压力时，顶开单向阀经排气管进入活性炭罐，活性炭罐内的活性炭将燃油蒸气吸附在炭罐内。发动机工作时，活性炭罐内的汽油蒸气经定量排放孔、吸气管被吸入进气管。活性炭罐的上端设有一个真空控制阀，真空控制阀为一膜片阀，膜片上方为真空室，控制阀用来控制定量排放孔的开闭。真空控制阀与进气管之间的真空管路中设有受ECU控制的电磁阀，用以调节真空控制阀上方真空室的真空度，改变真空控制阀的开度，从而控制吸入进气管的汽油蒸气量。为防止活性炭罐内的燃油蒸气被吸入进气管后使混合气变浓。活性炭罐下方设有进气滤芯并与大气相通，使部分清洁空气与活性炭罐内的燃油蒸气一起被吸入进气管。

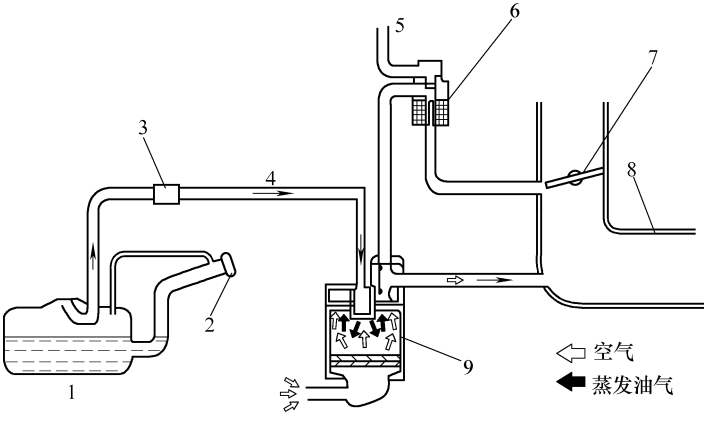


图1-94 EVAP控制系统

1—燃油箱 2—油箱盖 3—单向阀 4—蒸气通气管路 5—接大气
6—碳罐控制电磁阀 7—节气门 8—进气歧管 9—活性炭罐

（三）废气再循环（EGR）控制系统

1. 作用

废气再循环控制系统的作用，是将适量的废气重新引入气缸参加燃烧，从而降低气缸内的最高温度，以减少 NO_x 的排放量。此外，为保证发动机正常工作，必须根据发动机工况的变化，控制废气再循环量。

2. 组成

目前采用 ECU 控制的废气再循环控制系统主要有两种类型：开环控制废气再循环系统和闭环控制废气再循环系统。

（1）开环控制废气再循环系统　开环控制废气再循环系统如图 1-95 所示，主要由废气再循环阀和废气再循环电磁阀等组成。废气再循环阀安装在废气再循环通道中，用以控制废气再循环量。废气再循环电磁阀安装在通向废气再循环阀的真空通道中，ECU 根据发动机冷却液温度、节气门开度、转速和起动等信号来控制电磁阀的通电或断电。ECU 不给废气再循环电磁阀通电时，控制废气再循环阀的真空通道接通，废气再循环阀开启，进行废气再循环；ECU 给废气再循环电磁阀通电时，控制废气再循环阀的真空通道被切断，废气再循环阀关闭，停止废气再循环。

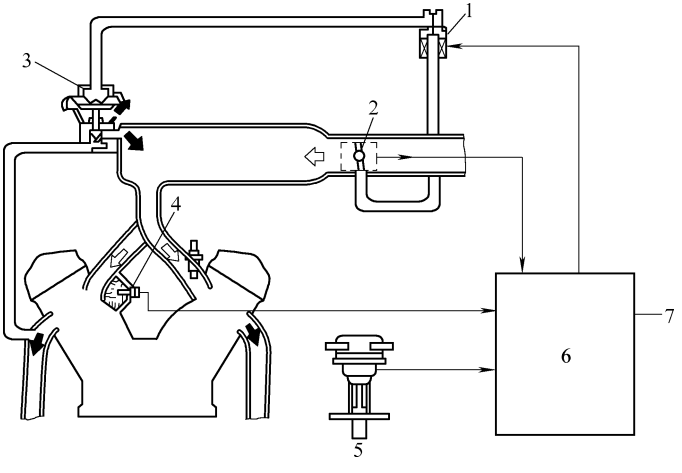


图 1-95　开环控制废气再循环系统

1—废气再循环电磁阀　2—节气门　3—废气再循环阀　4—冷却液温度传感器
5—曲轴位置传感器　6—ECU　7—起动信号

（2）闭环控制废气再循环系统　在闭环控制废气再循环系统中，检测实际的废气再循环率或废气再循环阀开度作为反馈控制信号，其控制精度更高。

用废气再循环阀开度作为反馈信号的闭环控制废气再循环系统，如图1-96所示。与采用占空比控制型电磁阀的开环控制废气再循环系统相比，只是在废气再循环阀上增设了一个废气再循环阀开度传感器。闭环控制废气再循环系统工作时，ECU可根据废气再循环阀开度传感器的反馈信号修正电磁阀的开度，使废气再循环率保持在最佳值。

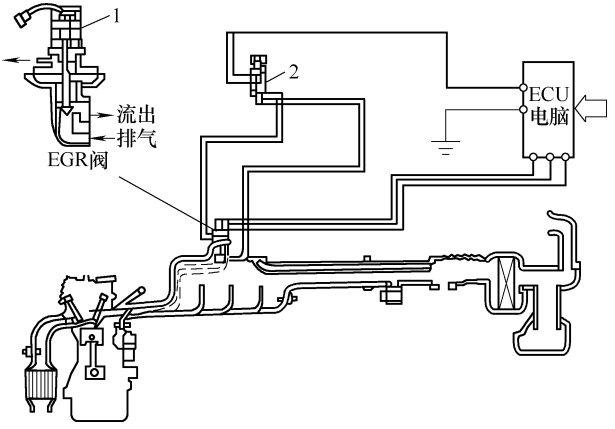


图1-96　用废气再循环阀开度反馈控制的废气再循环系统

1—废气再循环阀开度传感器　2—废气再循环电磁阀

废气再循环阀开度传感器为电位计式，其工作原理与电位计式节气门位置传感器类似。废气再循环阀开度传感器与ECU之间有三条连接线路，分别为电源线、搭铁线和信号线。ECU通过电源线给传感器提供5V的标准电压，传感器将废气再循环阀开启高度变化转换为电信号经信号线输送给ECU。

用废气再循环率作为反馈信号的闭环控制废气再循环系统中，ECU根据废气再循环率传感器信号对废气再循环电磁阀实行反馈控制，其控制原理如图1-97所示。废气再循环率传感器安装在进气总管中的稳压箱上，新鲜空气经节气门进入稳压箱，参与再循环的废气经废气再循环电磁阀进入稳压箱，传感器检测稳压箱内气体中的氧浓度（氧浓度随废气再循环率的增加而降低），并转换成电信号输送给ECU，ECU根据此反馈信号修正废气再循

环电磁阀的开度，使废气再循环率保持在最佳值。

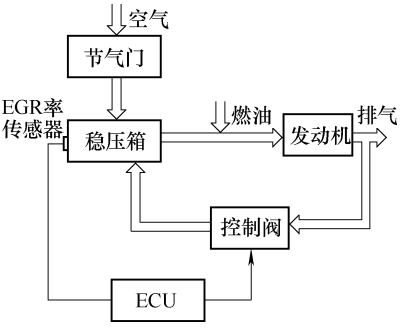


图 1-97　用废气再循环率反馈控制的废气再循环系统的控制原理

（四）三元催化转换器（TWC）与空燃比反馈控制系统

1. 作用

三元催化转换器安装在排气管中部，其作用是利用转换器中的三元催化剂，将发动机废气中的有害气体转变为无害气体。

2. 构造

一般三元催化转换器为整体不可拆卸式。日本丰田雷克萨斯 LS400 轿车三元催化转换装置如图 1-98 所示，该车型装 V 形发动机，左右排气管上各装一个 TWC。目前，TWC 内装用的三元催化剂一般为铂（或钯）与铑贵金属的混合物。

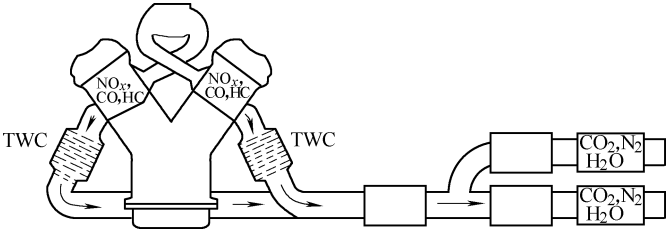


图 1-98　三元催化转换装置

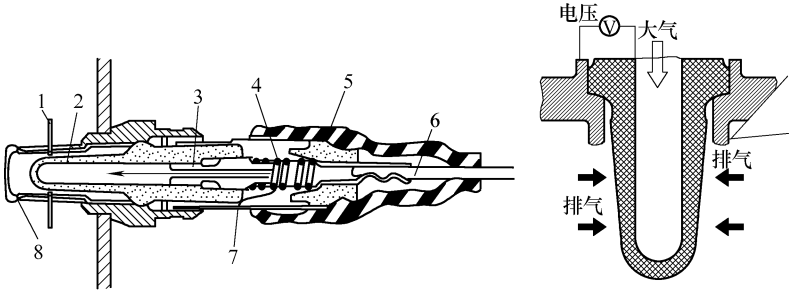
发动机排出的废气流经 TWC 时，三元催化剂不仅可使废气中的 HC 和 CO 有害气体进一步氧化，生成无害气体 CO_2 和 H_2O，并能促使废气中的 NO_x 与 CO 反应生成无害的 CO_2 和 N_2 气体。

3. 氧传感器

氧传感器用于电子控制燃油喷射装置的反馈控制系统，用来检测排气中的氧浓度与空燃比的大小，在发动机内进行理论空燃比（14.7∶1）燃烧的监控，并向电脑输送反馈信号。

氧传感器均安装在发动机排气管上。

（1）二氧化锆式氧传感器　二氧化锆式氧传感器的基本元件是专用陶瓷体，即二氧化锆（ZrO_2）固体电解质。陶瓷体制成试管式的管状，也称锆管，如图1-99a所示。



a)　　b)

图1-99　二氧化锆式氧传感器

a）构造　b）工作原理

1—废气　2—锆管　3—电极　4—弹簧　5—绝缘体

6—信号输出导线　7—空气　8—保护套管

锆管固定在带有安装螺钉的固定套中，锆管内外表面都覆盖着一层多孔性的铂膜作为电极。锆管内表面电极与大气相通，外表面则与废气接触。为了防止废气中的杂质腐蚀铂膜，在锆管外表的薄膜上覆盖着一层多孔的氧化铝保护层，并且还加装一个防护套管。氧传感器的接线端有一个金属保护套，其上开有一孔，用于锆管内表面与大气相通，导线将锆管内表面铂极经绝缘套从传感器引出。

为了保证氧传感器具有稳定的输出信号，必须保证氧传感器处于300℃以上环境工作。因此，许多氧传感器增设了加热器。

二氧化锆式氧传感器的工作原理如下（图1-99b）：

氧化锆是一种具有氧离子传导性的固体电解质，氧化锆在高温下具有这样一种特性，即当内外侧的氧浓度差较大时，就会产生电动势。大气一侧和汽车排出废气一侧的氧气浓度及氧气分压是不同的。氧离子从氧气分压高的

一侧（大气侧）移向氧气分压低的一侧（汽车排出废气侧），结果，在电极之间产生电动势。

当空燃比较小时，排放气体中的氧气比较少，大气中的氧离子通过二氧化锆管后产生电压；反之，当空燃比较大时，氧气浓度很高，产生的电压很低。

（2）二氧化钛式氧传感器　二氧化钛式氧传感器的外形和二氧化锆式氧传感器相似，如图 1-100 所示。在传感器前端的护罩内是一个二氧化钛厚膜元件。纯二氧化钛在常温下是一种高电阻的半导体，但表面一旦缺氧，其晶格便出现缺陷，电阻也随之减小。

由于二氧化钛的电阻也随温度的不同而变化，因此，在二氧化钛式氧传感器内部也有一个电加热器，以保持二氧化钛式氧传感器在发动机工作过程中的温度恒定不变。

当发动机的可燃混合气浓时，排出的废气中的氧离子含量较少，氧化钛管外表面氧离子很少或没有氧离子，二氧化钛呈现低阻状态；当发动机的可燃混合气稀时，排出的废气中的氧离子含量较多，氧化钛管外表面的氧离子浓度较大，二氧化钛呈现高阻状态。由于氧传感器的电阻发生改变，使得与电控单元连接的氧传感器负极上的电压降也产生变化。当氧传感器负极上的电压高于参考电压时，电控单元判定混合气过浓，于是就控制喷油器逐渐减少喷油量。

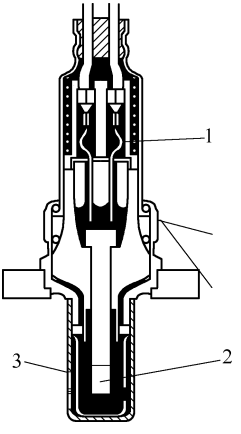


图 1-100　二氧化钛式氧传感器

1—保护套管　2—连接线
3—二氧化钛厚膜元件

通过这样的反馈控制，使混合气的浓度保持在理论空燃比附近的狭小范围内。

（五）二次空气供给系统

1. 作用

二次空气供给系统的作用是在一定工况下，将新鲜空气送入排气管，促使废气中的一氧化碳和碳氢化合物进一步氧化，从而降低一氧化碳和 HC 的排放量，同时加快三元催化转换器的升温。

2. 组成

二次空气供给系统如图1-101所示。二次空气控制阀由舌簧阀和膜片阀组成，来自空气滤清器的二次空气进入排气管的通道受膜片阀控制，膜片阀的

开闭用进气歧管的真空度驱动，其真空通道由ECU通过电磁阀控制。装在二次空气控制阀中的舌簧阀是一个单向阀，主要用来防止排气管中的废气倒流。

点火开关接通后，蓄电池即向二次空气电磁阀供电，ECU控制电磁阀搭铁回路。电磁阀不通电时，关闭通向膜片阀真空室的真空通道，膜片阀弹簧推动膜片下移，关闭二次空气供给通道，不允许向排气管内提供二次空气。ECU给电磁阀通电，电磁阀开启膜片阀真空室的真空通道，进气管真空度将膜片阀吸起，排气管内的脉动真空即可吸开舌簧阀，使二次空气进入排气管。有些发动机的二次空气供给系统，利用空气泵将新鲜空气强制送入排气管。在下列情况下ECU不给二次空气电磁阀通电：

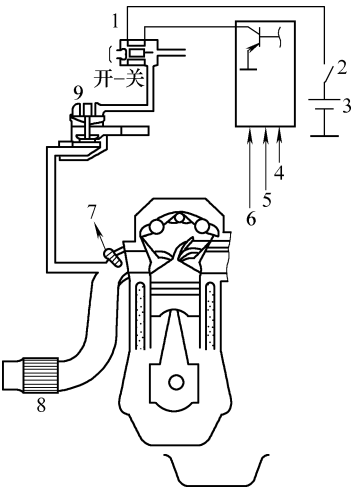


图1-101 二次空气供给系统

1—二次空气电磁控制阀 2—点火开关 3—开关 4—发动机转速传感器 5—发动机冷却液温度传感器 6—节气门位置传感器 7—氧传感器 8—催化转换器 9—二次空气控制阀

1）电控燃油喷射系统进入闭环控制。

2）冷却液温度超过规定范围。

3）发动机转速和负荷超过规定值。

4）ECU发现有故障。

（六）排气控制装置的检修

1. PCV阀的检修

1）检查PCV的管路是否有老化破裂。

2）发动机处于运转状态，用钳子轻轻地反复捏夹PCV阀的软管，应听到PCV阀反复开阀的声响。如无声响，应检查PCV阀的密封圈，或者清洗PCV阀。必要时，更换PCV阀。

2. EVAP控制系统的检修

1）检查各连接管路有无破损或漏气，必要时更换连接软管。

2）检查活性炭罐壳体有无裂纹，底部进气滤芯是否脏污，必要时更换碳罐或滤芯；一般汽车每行驶20000km，应更换活性炭罐底部的进气滤芯一次。

3）真空控制阀的检查，如图1-102所示。从活性炭罐上拆下真空控制

阀，用手动真空泵由真空管接头给真空控制阀施加约 5kPa 真空度时，从活性炭罐侧孔吹入空气应畅通。不施加真空度时，吹入空气则不通。若不符合上述要求，应更换真空控制阀。

4）电磁阀的检查。发动机不工作时，拆开电磁阀进气管一侧的软管，用真空泵由软管接头给控制电磁阀施加一定真空度，电磁阀不通电时应能保持真空度，若给电磁阀接通蓄电池电压，真空度应释放；拆开电磁阀线束连接器，测量电磁阀两端子间电阻，应为 36～44Ω，若不符合，应更换控制电磁阀。

3. EGR 控制系统的检修

1）在冷机起动后，立即拆下 EGR 阀上的真空软管，发动机转速应无变化，用手触试真空软管口应无真空吸力。

2）发动机温度达到正常工作温度后，怠速时按上述方法检查，其结果应与冷机时相同。

3）发动机在正常工作温度下，若将转速提高到 2500r/min 左右，折弯真空软管后并从 EGR 阀上拆下软管，发动机转速应有明显提高（因中断废气再循环）。

4）若不符合上述要求，说明 EGR 系统工作不正常，应查明故障原因，予以排除。

5）EGR 电磁阀的检查。

① 在冷态下测量电磁阀电阻，一般应为 33～39Ω，如图 1-103 所示。

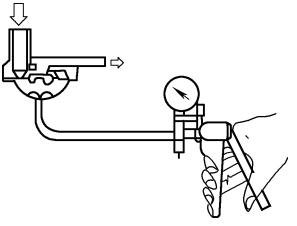


图 1-102　真空控制阀的检查

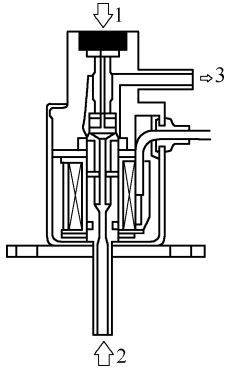


图 1-103　EGR 电磁阀的检查

1—通大气滤网　2—进气管侧软管接头　3—EGR 阀侧软管接头

② 电磁阀不通电时，从通进气管侧接头吹入空气应畅通，从通大气的滤网处吹入空气应不通。

③ 当给电磁阀接通蓄电池电源电压时，吹气通畅情况应与上述相反。

④ 若不符合上述要求，应更换电磁阀。

6）EGR 阀的检查。

① 如图 1-104 所示，用手动真空泵给 EGR 阀膜片上方施加约 15kPa 的真空度时，EGR 阀应能开启。

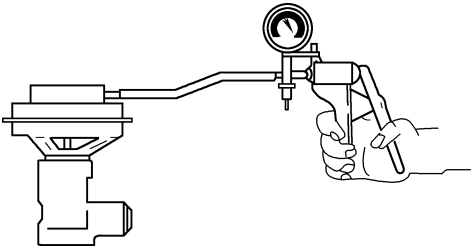


图 1-104　EGR 阀的检查

② 不施加真空度时，EGR 阀应能完全关闭。

③ 若不符合上述要求，应更换 EGR 阀。

4. TWC 及氧传感器的检修

1）装用蜂巢型转换器的汽车，一般汽车每行驶 80000km 应更换转换器芯体一次。装用颗粒型转换器的汽车，其颗粒形催化剂的重量低于规定值时，应全部更换。

2）热型氧传感器的检查。对热型氧传感器，测量其加热器线圈电阻，如：丰田雷克萨斯 LS400 轿车氧传感器加热器线圈，在 20℃ 时阻值应为 5.1～6.3Ω，若不符合，应更换氧传感器。

3）检查氧传感器信号。连接好氧传感器线束连接器，使发动机以较高转速运转，直到氧传感器工作温度达到 400℃ 以上时再维持怠速运转。然后反复踩动加速踏板，并测量氧传感器输出信号电压，加速时应输出高电压信号（0.75～0.90V），减速时应输出低电压信号（0.10～0.40V）。若不符合上述要求，应更换氧传感器。

5. 二次空气供给系统的检修

1）发动机低温起动后，拆下空气滤清器盖，应能听到舌簧阀发出的“嗡、嗡”声。

2）从空气滤清器上拆下二次空气供给软管，用手指盖住软管口检查，应符合下列要求：

① 发动机温度在 18～63℃范围内怠速运转时，有真空吸力。

② 发动机温度在 63℃以上，起动后 70s 内应有真空吸力，起动 70s 后应无真空吸力。

③ 发动机转速从 4000r/min 急减速时，应有真空吸力。

3）拆下二次空气控制阀，从空气滤清器侧软管接头吹入空气应不漏气；用手动真空泵从真空管接头施加 20kPa 真空度，从空气滤清器侧软管接头吹入空气应通畅；若不符合上述要求，说明膜片阀工作不良，应检修或更换。用手动真空泵从真空管接头施加 20kPa 真空度，从排气管接头吹入空气应不漏气，否则说明舌簧阀密封不良，应更换。

4）二次空气电磁阀的检查。测量电磁阀电阻，一般应为 36～44Ω；拆开二次空气电磁阀上的软管，电磁阀不通电时，从进气管侧软管接头吹入空气应不通，从通大气的滤网处吹入空气应畅通。当给电磁阀接通蓄电池电源电压时，吹气通畅情况应与上述相反。若不符合上述要求，应更换电磁阀。

十、微机控制点火系统的结构与检修

（一）组成

微机控制点火系统可分为有分电器微机控制点火系统和无分电器微机控制点火系统。

1. 有分电器微机控制点火系统的组成

有分电器微机控制点火系统，主要由各种传感器、电控单元、分电器、点火线圈等组成，如图 1-105 所示。

（1）传感器　传感器的作用是检测发动机运行工况。主要传感器有：发动机转速传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、空气流量传感器（或进气压力传感器）、冷却液温度传感器、进气温度传感器、爆燃传感器、节气门位置传感器等。

（2）电控单元　电控单元又称 ECU，其作用是根据发动机各传感器输入的信息及内存的控制程序，控制点火线圈电流通过时间，实现闭合角和点火提前角的控制。

电控单元由输入回路、输出回路、A/D 转换器、微型计算机以及电源电路、备用电路等组成。

（3）点火器　点火器的作用是根据电控单元输出信号，通过内部的大

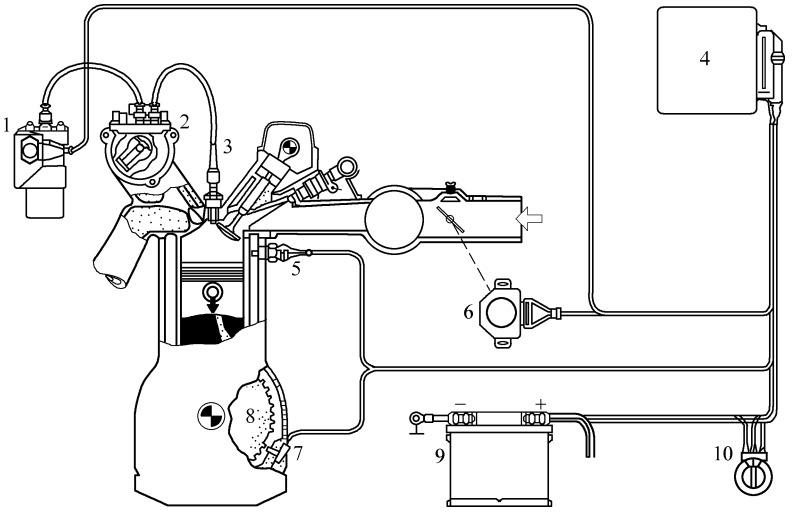


图 1-105　有分电器微机控制点火系统的组成

1—点火线圈　2—分电器　3—火花塞　4—电控单元　5—冷却液温度传感器
6—节气门位置传感器　7—发动机转速传感器和上止点位置传感器
8—齿圈　9—蓄电池　10—点火开关

功率晶体管的导通和截止，控制一次电流的通断。有些点火器只有大功率晶体管，单纯起开关作用；有些点火器除开关作用外，还有恒流控制、闭合角控制、气缸判别、点火监视等功能。大功率晶体管设置在电控单元内部时，点火系统中无点火器。

2. 无分电器微机控制点火系统的组成

无分电器微机控制点火系统又称直接点火系统，它除采用电控单元控制闭合角、点火时刻和爆燃外，还取消了分电器，电控单元控制点火线圈模块实现点火高压的分配。无分电器微机控制点火系统的组成如图 1-106 所示。

根据点火线圈的数量和高压电分配方式的不同，无分电器微机控制点火系统又可分为独立点火方式、同时点火方式和二极管配电点火方式三种类型。

（1）独立点火方式　无分电器独立点火方式微机控制点火系统，如图 1-107所示。其特点是每缸一个点火线圈，即点火线圈的数量与气缸数相等。

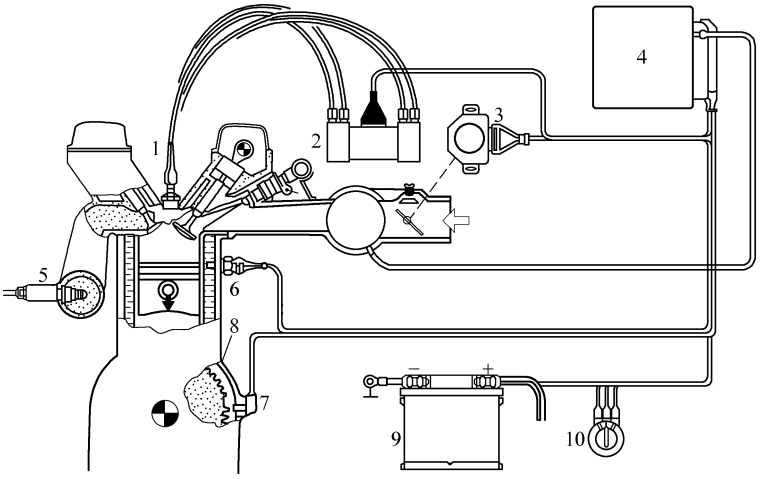


图 1-106　无分电器微机控制点火系统的组成

1—火花塞　2—带输出级的点火线圈模块　3—节气门位置传感器　4—电控单元
5—氧传感器　6—冷却液温度传感器　7—发动机转速传感器和曲轴位置传感器
8—带缺齿齿圈　9—蓄电池　10—点火开关

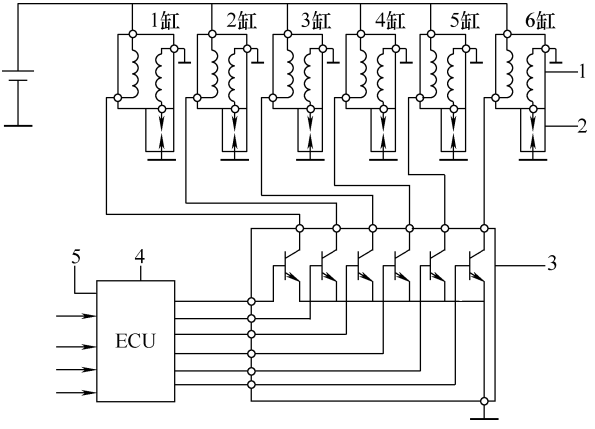


图 1-107　无分电器独立点火方式微机控制点火系统

1—点火线圈　2—火花塞　3—点火器　4—ECU　5—各种传感器

（2）同时点火方式　无分电器同时点火方式微机控制点火系统，如图 1-108所示。其特点是两个活塞同时到达上止点位置的气缸（一个为压缩

行程的上止点，另一个为排气行程的上止点）共用一个点火线圈，即点火线圈的数量等于气缸数的1/2。

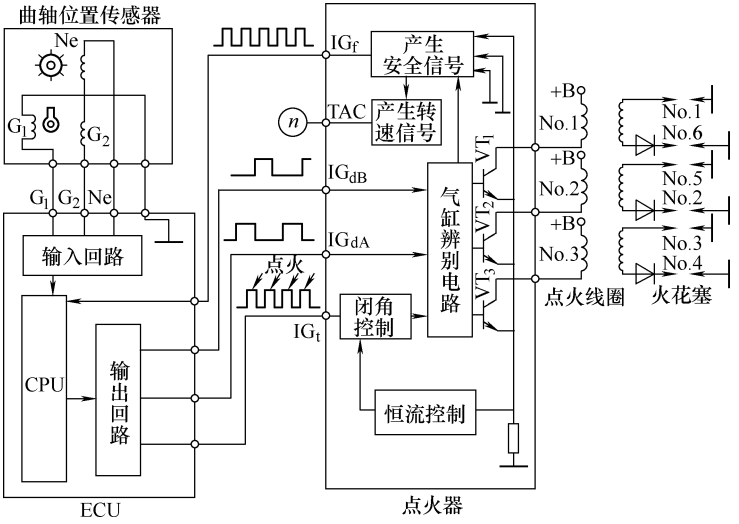


图1-108　无分电器同时点火方式微机控制点火系统

（3）二极管配电点火方式　二极管配电点火方式，如图1-109所示。其特点是：四个气缸共用一个点火线圈，点火线圈为内装双一次绕组、双输出二次绕组的特制点火线圈，利用四个二极管的单向导电性交替完成对1、4缸和2、3缸配电过程。

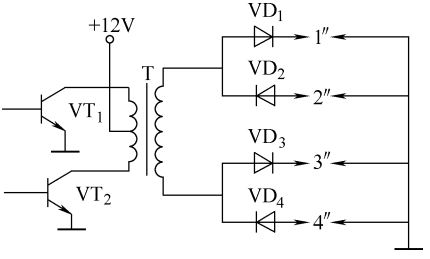


图1-109　二极管配电点火方式

（二）传感器

1. 磁感应式曲轴位置传感器

磁感应式曲轴位置传感器安装在分电器内，其结构如图1-110所示。该

传感器分成上、下两部分，上部分产生的信号为 G 信号。下部分产生的信号为 Ne 信号。都是利用带有信号齿的转子旋转，使信号发生器感应线圈内的磁通变化，从而在感应线圈里产生交变的感应电动势信号，将此信号放大后，送入 ECU。

Ne 信号由固定在下半部等间隔的 24 个信号齿的转子（2 号正时转子）及固定于其对面的感应线圈组合而成。就转子上的一个信号齿来说，当转子旋转时，信号齿与感应线圈的凸缘部（磁头）的空气间隙发生变化，导致通过感应线圈的磁场变化而产生感应电动势。因为信号齿靠近及远离磁头时，将产生一次增减磁通的变化，所以，每一个信号齿通过磁头时，都将在感应线圈中产生一个完整的交流电压信号。2 号正时转子上有 24 个齿，故转子旋转一圈，即曲轴旋转 720°时，感应线圈产生 24 个交流信号。其一个周期的脉冲相当于 30°曲轴转角（720° ÷ 24 = 30°）。更精细的转角检测，是利用 30°曲轴转角的时间，由 ECU 再均分为 30 等份，即产生曲轴转角的 1°信号。产生 Ne 信号的结构及波形见图 1-111 和图 1-112 所示。

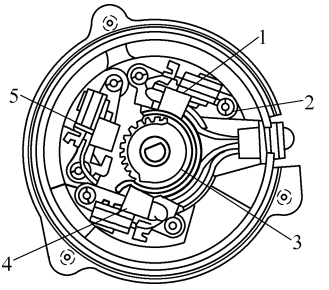


图 1-110　磁感应式曲轴位置传感器

1—G_1 感应线圈　2—2 号正时转子　3—1 号正时转子　4—G_2 感应线圈　5—Ne 感应线圈

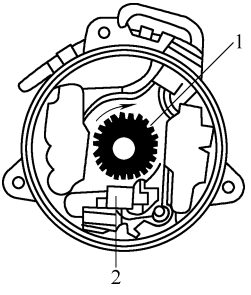


图 1-111　产生 Ne 信号的结构

1—正时转子　2—Ne 感应线圈

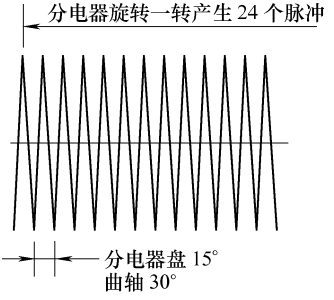


图 1-112　Ne 信号的波形

G信号的作用是辨别气缸及检测活塞上止点位置。G信号是由位于Ne信号发生器上方的凸缘转轮（1号正时转子）及其对面对称的两个感应线圈产生的。产生G信号的结构如图1-113所示，其产生信号的原理与Ne信号相同。G信号也用来作为利用Ne信号计算曲轴转角的基准信号。G信号的波形如图1-114所示。

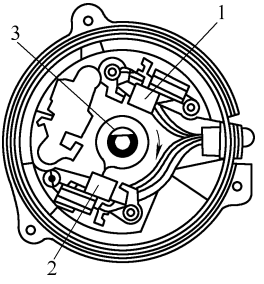


图1-113　产生G信号的结构

1—G_1感应线圈　2—G_2感应线圈
3—正时转子

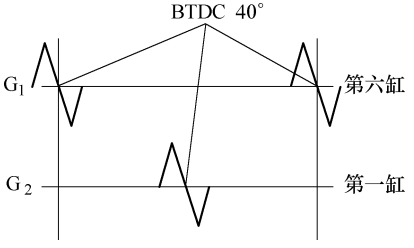


图1-114　G信号的波形

G_1、G_2信号分别检测第六缸及第一缸的上止点。由于G_1、G_2信号发生器设置位置的关系，当产生G_1、G_2信号时，实际上活塞并不是正好达到上止点，而是在上止点前10°的位置。

2. 光电式曲轴位置传感器

如图1-115所示，一般光电式曲轴位置传感器安装在分电器内，它由信号发生器和带光孔的遮光盘组成。遮光盘上的外缘有360个光孔，内缘有4个光孔，在遮光盘的上面和下面有相互对应的四个二极管。当分电器转动时，外缘的发光二极管照射光敏二极管360次，光敏二极管导通360次等于发出360个信号，称为1°信号。内缘的发光二极管照射光敏二极管4次，光敏二极管导通4次，等于发出4个信号，称为90°信号（相当于曲轴转180°）。

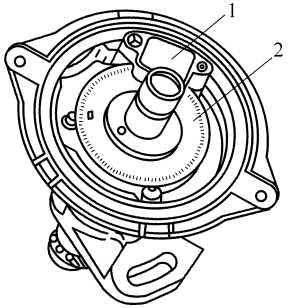


图1-115　光电式曲轴位置传感器

1—曲轴转角传感器　2—信号盘

对六缸发动机设有六个缺口，输出的信号称为60°信号，其中有一个缺口较大检测发动机的一缸上止点，如图1-116所示。光电式曲轴位置传感器信号发生器的结构，如图1-117所示，光电式曲轴位置传感器信号发生器的工作原理，如图1-118所示。

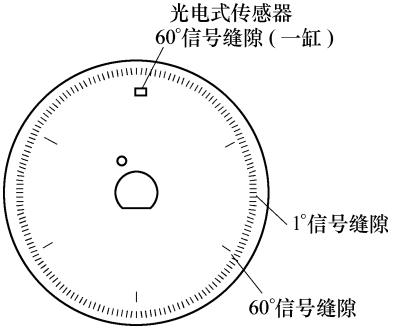


图1-116　光电式曲轴位置传感器信号盘结构

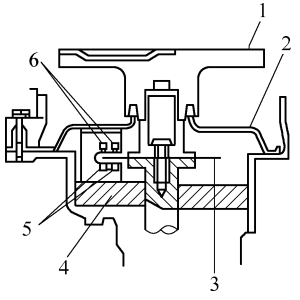


图1-117　光电式曲轴位置传感器信号发生器的结构

1—分火头　2—密封盖　3—转盘
4—波形电路　5、6—发光二极管

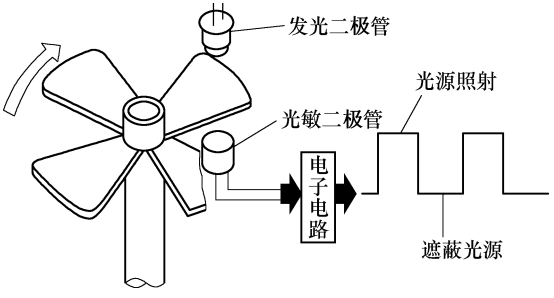


图1-118　光电式曲轴位置传感器信号发生器的工作原理

3. 霍尔式传感器

霍尔式曲轴位置传感器安装在曲轴前端，采用触发叶片的结构形式，如图1-119所示。在发动机曲轴带轮前端固装着内外两个带触发叶片的信号轮，与曲轴一起旋转。外信号轮外缘上均匀分布着18个触发叶片和18个缺口，每个触发叶片和缺口的宽度为10°弧长。内信号轮外缘上，设有三个触

发叶片和三个缺口，三个触发叶片的宽度不同，分别为100°、90°和110°弧长，三个缺口的宽度也不相同，分别为20°、30°和10°弧长。由于内信号轮的安装位置关系，宽度为100°弧长的触发叶片前沿位于一、四缸上止点前75°，90°弧长的触发叶片前沿在六、三缸上止点前75°，110°弧长的触发叶片前沿在五、二缸上止点前75°。

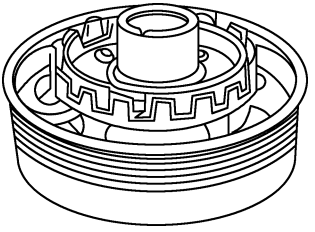


图1-119　霍尔式曲轴位置传感器

如图1-120所示，霍尔式传感器由永久磁铁、导磁板和霍尔集成电路等组成。内外信号轮侧面各设置一个霍尔信号发生器，信号轮转动时，每当叶片进入永久磁铁与霍尔元件之间的空气隙中时，霍尔集成电路中的磁场即被触发叶片所旁路，如图1-120a所示，这时不产生霍尔电压。当触发叶片离开空气隙时，永久磁铁3的磁通便通过导磁板5穿过霍尔元件，这时产生霍尔电压。将霍尔元件间歇产生的霍尔电压信号经霍尔集成电路放大整形后，即向微机控制装置输送电压脉冲信号，如图1-121所示。外信号轮每旋转一周产生18个脉冲信号，称为18X信号。一个脉冲周期相当于曲轴旋转20°转角的时间，ECU再将一个脉冲周期均分为20等份，即可求得

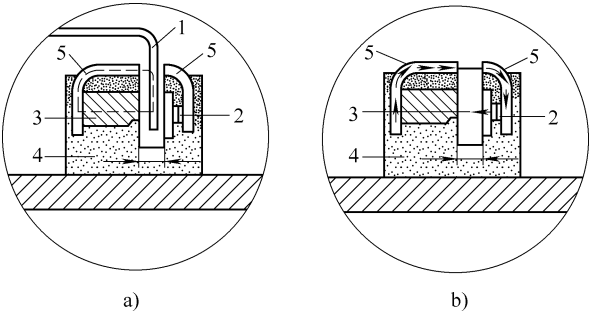


图1-120　霍尔式传感器工作原理

a）触发叶片进入空气隙中，霍尔元件中的磁场被旁路

b）触发叶片离开空气隙，霍尔元件被磁场饱和

1—信号轮的触发叶片　2—霍尔元件　3—永久磁铁

4—底板　5—导磁板

曲轴旋转1°所对应的时间，根据这一信号，ECU用以控制点火时刻。18X信号的功用相当于光电式曲轴位置传感器产生1°信号的功能。内信号轮每旋转一周产生3个不同宽度的电压脉冲信号，称为3X信号。脉冲周期均为120°信号曲轴转角的时间，脉冲上升沿分别产生于1、4缸，3、6缸和2、5缸上止点前75°，作为ECU判别气缸和计算点火时刻的基准信号。此信号相当于前述曲轴位置传感器产生的120°信号。

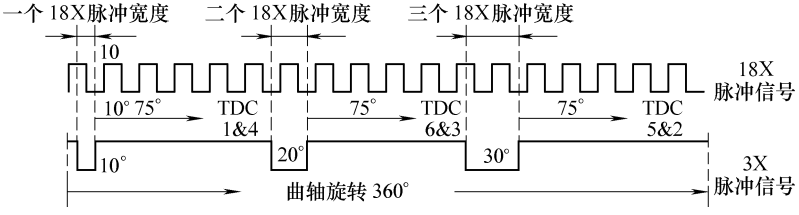


图1-121　霍尔传感器信号

4. 爆燃传感器

爆燃传感器安装在气缸体上或火花塞孔上，如图1-122和图1-123所示。用以检测发动机爆燃。发动机发生爆燃时，发动机ECU利用KNK信号延迟点火正时，以消除爆燃。爆燃传感器有一个压电元件，如图1-124所示。由于爆燃使气缸体振动，导致压电元件变形，压电元件就产生一个电压，其波形如图1-125所示。由于发动机爆燃的频率约为7kHz，在这个频率左右，爆燃传感器输出的电压最高。通过测量爆燃传感器信号电压的峰值

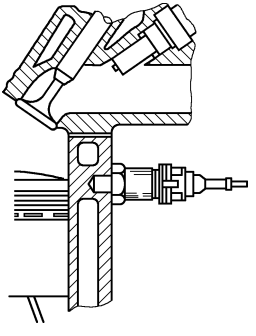


图1-122　爆燃传感器安装在发动机缸体上

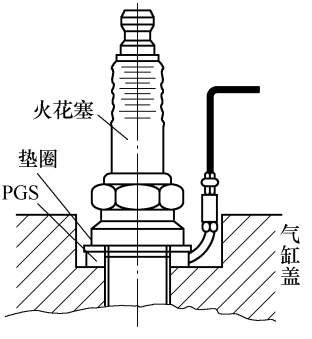


图1-123　爆燃传感器安装在火花塞上

是否超过某一定值，发动机ECU判断发动机是否发生爆燃。若发动机ECU判断发动机发生爆燃，就延迟点火正时，若爆燃停止，过一段预定的时间后，点火正时再次提前。

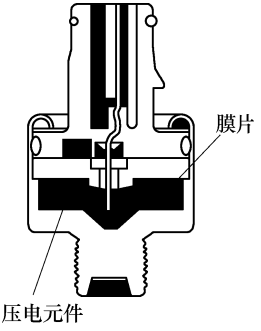


图1-124 爆燃传感器的结构

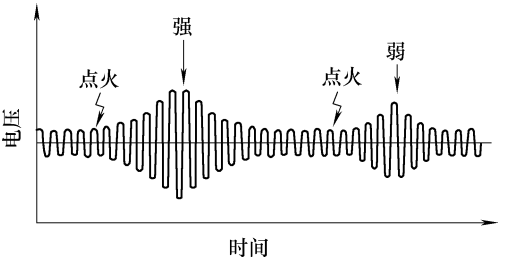


图1-125 爆燃传感器的信号波形

（三）点火控制电路

各车型的点火控制电路基本相同，日本丰田皇冠3.0轿车点火控制电路如图1-126所示。

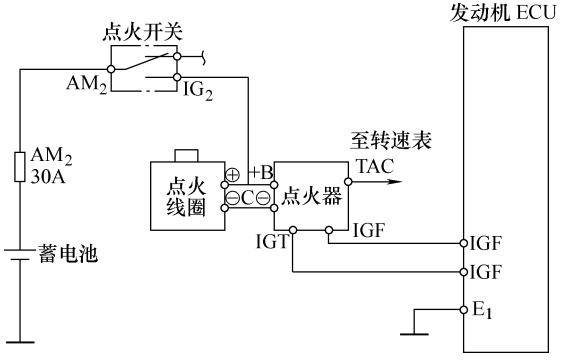


图1-126 日本丰田皇冠3.0轿车点火控制电路

点火开关接通后，蓄电池经30A熔丝和点火开关向点火器的“+B”端子和点火线圈的“+”端子供电，点火线圈的“-”端子和点火器的“C-”端子经点火器内的功率晶体管搭铁，从而形成回路。ECU根据各种传

感器的信号，通过点火器“IGT”端子控制点火器内功率晶体管的导通与截止。点火后，点火器通过“IGF”端子向 ECU 反馈点火确认信号。

（四）检修

1. 安装在分电器内的曲轴位置传感器的检测

（1）分电器的拆卸

1）拆下分电器盖。

2）转动曲轴带轮，直到带轮上的上止点记号与带轮罩壳上的刻度“0”对准为止，如图 1-127 所示。

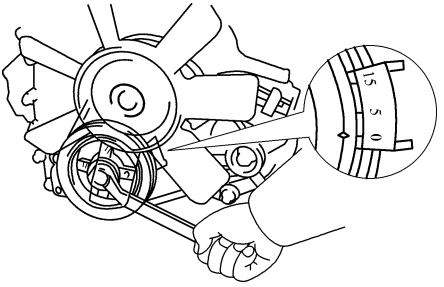


图 1-127　将第一缸活塞置于压缩行程上止点位置

3）检查分电器的分火头是否指向分电器盖上的第一缸高压线侧插线孔位置。

4）如果不对，应再转动曲轴带轮一圈，使第一缸活塞处于压缩行程上止点位置。

5）拆下分电器固定螺栓，从缸盖上拆下分电器。

（2）分电器的分解　电子点火提前控制系统的分电器结构十分简单，没有普通点火系统的分电器中的真空点火提前装置和离心点火提前装置，只有曲轴位置传感器线圈和转子等。分解时，只需拆下分电器盖、分火头等，露出曲轴位置传感器即可，如图 1-128 所示。

（3）分电器的检查

1）检查气隙：用塞尺测量曲轴位置传感器转子和感应线圈铁心之间的气隙，如图 1-129 所示。如不符合要求，应调整或更换分电器。

2）测量感应线圈电阻：用万用表在分电器接线插座上测量感应线圈的电阻，如图 1-130 所示。如阻值不在规定的范围内，应更换分电器或感应线圈。

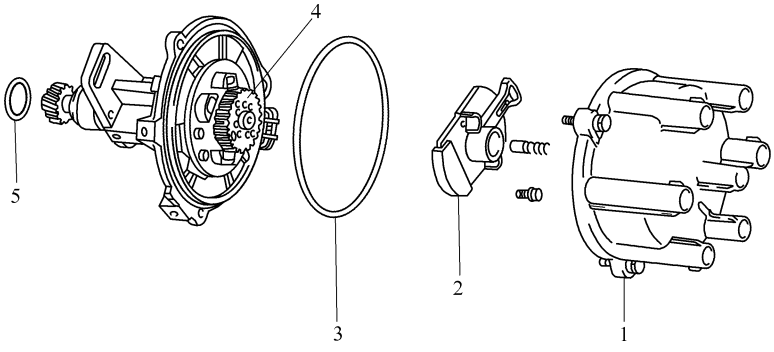


图 1-128　分电器的分解

1—分电器盖　2—分火头　3—密封圈　4—曲轴位置传感器　5—O 形密封圈

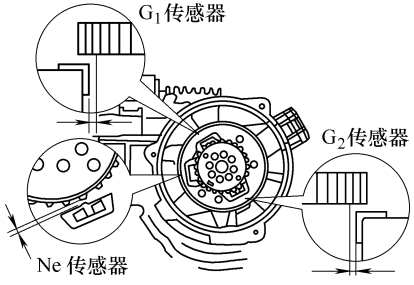


图 1-129　传感器气隙的检查

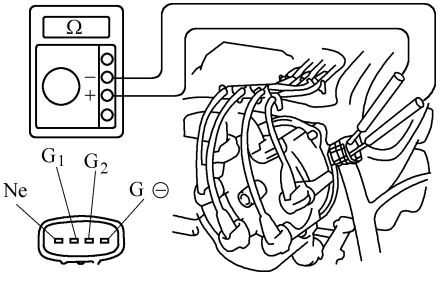


图 1-130　感应线圈电阻的测量

3）转动分电器轴，检查其转动是否正常，有无松旷或卡滞。如有磨损松旷或卡滞，应更换分电器。

（4）分电器的装配　按分解相反的顺序装配分电器。

（5）曲轴位置传感器输出电脉冲的检测　电磁感应式曲轴位置传感器可以用手转动分电器轴，然后直接从分电器接线插座上测量输出电脉冲。

霍尔效应式和光电式曲轴位置传感器，则必须将分电器接在控制电路上进行检测。检测时还必须先将燃油系统卸压，以防止喷油器喷油，并在检测过程中将电动燃油泵继电器拆下，以防燃油泵工作。

1）接好分电器线束插头。

2）将点火开关置于“ON”位置。

3）用手转动分电器轴，同时用电压表从线束插头引出线上或电脑线束插头上，测量分电器中曲轴位置传感器输出的电脉冲，如图 1-131 所示。测量中不可将线束插头拆开。

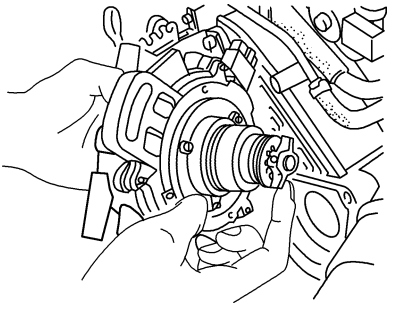


图 1-131　曲轴位置传感器输出电脉冲的测量

4）若曲轴位置传感器良好，则在分电器轴转动一圈的过程中，将输出和发动机气缸相同个数的各缸上止点信号脉冲及一个（或两个）第一缸（第六缸）上止点信号脉冲。

5）如果测不到信号脉冲，则说明传感器有故障，应更换分电器。

（6）分电器的安装

1）转动曲轴带轮，使第一缸活塞位于压缩行程上止点位置。

2）使分电器轴齿轮上的记号和分电器壳上的记号对齐，如图 1-132 所示。

3）将分电器装入缸盖，拧紧固定螺栓。

4）检查调整点火正时

① 用一根导线将故障检测插座内的 TE1 和 E1 两插孔短接。

② 关闭空调器、大灯等所有附属设备。

③ 将发动机怠速转速调整至 700r/min。

④ 用正时灯照射曲轴带轮，查看点火提前角数值，如图 1-133 所示。此时的点火提前角即为发动机的初始点火提前角，标准值为上止点前 10°。

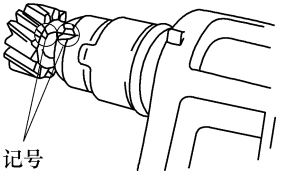


图 1-132　分电器的安装

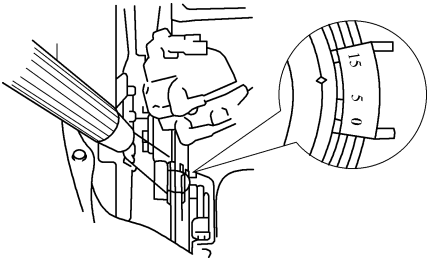


图 1-133　点火提前角的检测

⑤ 如果初始点火提前角不符合要求，可松开分电器固定螺栓，转动分电器，调整点火提前角，直至初始点火提前角符合标准值为止。

⑥ 拔掉故障检测插座内的跨接线，再次检查点火提前角数值。其值应为上止点前 8°～12°。

2. 爆燃传感器的检测

1）拆下爆燃传感器的导线接线器，接通发动机点火开关。

2）在拆下的两条导线之间用电压表测量，电压表应在 4～6V 之间。

3）如果电压值不在这个范围内，可测量 ECU 端的导线电压值，如果这端电压值符合要求，需换导线。

4）如果这端电压值也不符合要求，则 ECU 有故障。

5）在爆燃传感器与搭铁之间用电阻表测量，传感器应有 3300～4500Ω 的电阻。如果不符，需更换传感器。

6）如果对爆燃传感器进行快速检查，可用一个与发动机相连的正时信号灯。发动机转速设定在 2000r/min，观察正时信号。

7）用一小锤子在靠近爆燃传感器的位置上轻敲，如果传感器工作正常，点火提前角将有所减小。

第三节　发动机故障的诊断与排除

一、常用诊断工具及设备

（一）跨接线

跨接线是指一段专用导线。不同形式的跨接线主要是其长短和两端接头不同，如图 1-134 所示。跨接线两端的接头一般是不同形式的插头或鳄鱼夹，以适应对不同位置的跨接。

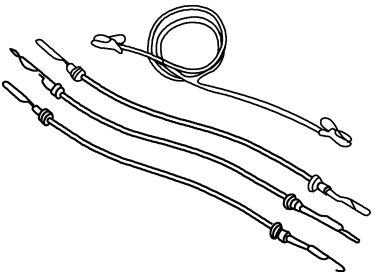


图 1-134　跨接线

1. 用途

跨接线主要用于电路故障诊断。当某电控元件不工作时，可用跨接线将被检测元件的“搭铁”端子直接搭铁，若此时电控元件工作恢复正常，则说明该元件搭铁电路有故障；同理，若用跨接线将蓄电池“正”极跨接到被检测元件的“电源”端子上时，电控元件工作恢复正常，则说明该元件电源电路有故障。

2. 使用注意事项：

1）跨接时必须弄清被检测元件的规定电压值。

2）不要用跨接线将被检测元件“电源”端子直接搭铁，以免导致电源短路。

（二）测试灯

测试灯是指带导线的“电笔”，一般分为无电源测试灯和自带电源测试灯两种类型。如图 1-135 和图 1-136 所示。

1. 用途

主要用来检查电控元件电路的通、断。测试灯带有显示电路通、断的指示灯，对电路进行检测时，根据指示灯的亮度还可判断被测电路的电压高、低。

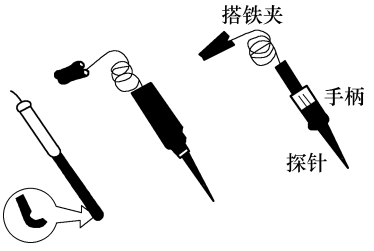


图 1-135　无电源测试灯

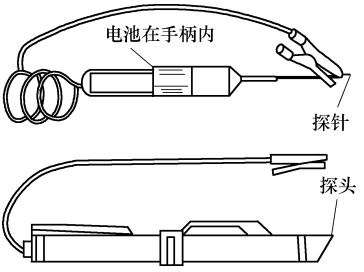


图 1-136　自带电源测试灯

2. 使用方法

（1）无电源测试灯的使用方法

1）检测断路故障。可先将测试灯的搭铁夹搭铁，再用探针触接其“电源”端子。若灯不亮，说明被测电路有断路故障，可继续沿电流的流向依次选择测点检查，直到灯亮为止，此时即可确定电路的断开点在最后两个测点之间。

2）检测短路故障。可将测试灯直接跨接在熔丝处，然后依次断开待测电路中的线束连接器，直到测试灯熄灭为止，短路故障即发生在最后两个断开的线束连接器之间。

（2）自带电源测试灯的使用方法　在手柄内加装两节 1.5V 干电池，主要用于检测电路断路故障。

1）将自带电源测试灯跨接在被测电路的两端，如果测试灯不亮，则说明被测电路有断路故障。

2）依次选择适当测点移动探针（或探头）缩小测试范围，直到灯亮为止，则可确定电路的断开点在最后两个测点之间。

（三）数字式万用表

1. 用途

数字式万用表主要用于测量电阻、电压、电流等参数，以此判断电路的通断和电控元件的技术状况。

2. 使用方法

常用的数字式万用表功能比较简单，一般只能用来测量电阻、电压和电流。常用的数字式万用表有盒式和袖珍式两种，两者的结构原理和用途基本相同，只是袖珍数字式万用表的体积小、结构紧凑，比较适合在空间窄小的地方使用。

目前，汽车维修中经常使用汽车万用表。汽车万用表是一种多功能的数字式万用表，除具有数字式万用表的功能外，还具有一些汽车专用测试功

能。汽车万用表除可用来测量电控元件和电路的电阻、电压、电流外，一般还能测量转速、频率、温度、电容、闭合角、占空比等项目，并具有自动断电、自动变换量程、数据锁定、波形显示等功能。

下面以常用的 KM300 型汽车万用表为例介绍其使用方法。KM300 型车用数字式万用表的面板如图 1-137 所示。

（1）测量直流电压

1）将车用万用表“选择开关”旋转到直流电压（DCV）位置，此时万用表进入自动选择量程方式，能自动选择最佳测量量程。也可以按下“量程（RANGE）”按钮，选择手动选择量程方式，每按动“量程”按钮一次，即可选择更高的量程。

2）红色测试针的导线插入面板电压/欧姆插孔中，黑色测针的导线插入面板 COM 插孔中。红色、黑色测试针接到被测电路上，如图 1-138 所示。

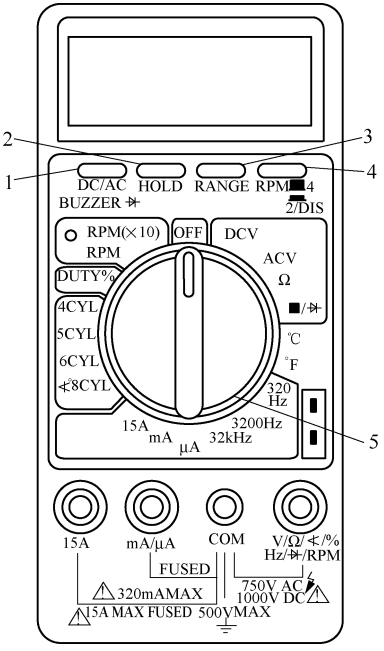


图 1-137　KM300 型车用数字式万用表

1—直流/交流按钮　2—保持按钮　3—量程按钮
4—车速按钮　5—选择开关

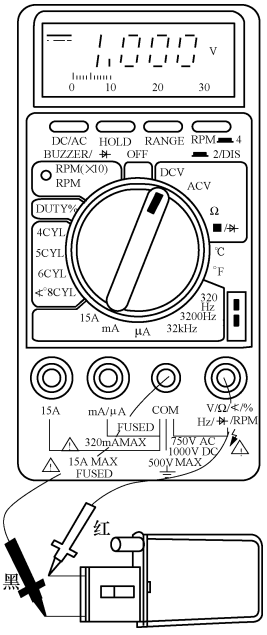


图 1-138　测量直流电压

3）要注意万用表的“+”、“-”测试针应与电路测点的“+”、“-”极性一致。

4）读取被测直流电压值。

（2）测量直流电流

1）按下“直流/交流（DC/AC）”按钮，选择直流档。

2）根据被测电流的大小，将“选择开关”旋转到15A或mA/μA位置，如果不能确定所需电流量程，应先从15A开始往下降。

3）红色测试针的导线插入所选定的15A或mA/μA插孔内，黑色测试针的导线插入面板的COM插孔内。红色、黑色测试针接到被测电路上，与电路串联，如图1-139所示。

4）打开被测电路。

5）读取被测直流电流值。

（3）测量电阻

1）将“选择开关”旋转到欧姆位置上，此时万用表进入自动选择量程方式，能自动选择最佳量程。也可以按下“量程（RANGE）”按钮，选择手动选择量程方式，按动“量程”按钮选择适当的量程。

2）红色测针的导线插入面板电压/欧姆插孔中，黑色测针的导线插入面板COM插孔中。红色、黑色测针接到被测电路上，如图1-140所示。

3）读取被测电阻值。

注意：测量电阻时不可带电操作，否则易烧毁万用表。

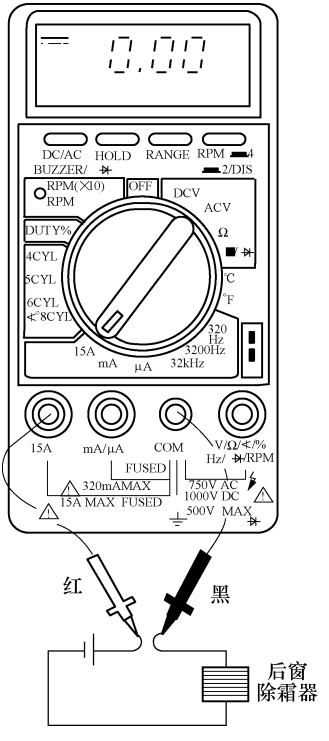


图1-139 测量直流电流

（4）测量温度

1）将“选择开关”旋转到温度位置上。

2）将万用表配备的带测试针的特殊插头，插接到面板黄色插孔内，测试针与被测温度的部位接触，如图1-141所示。

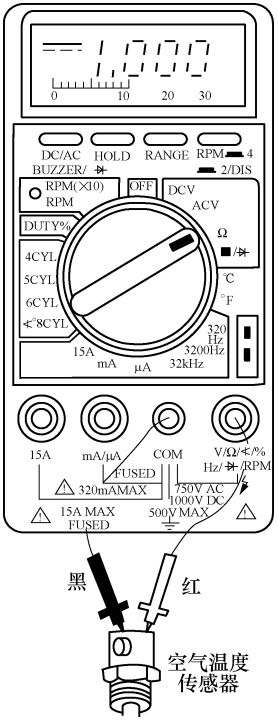


图 1-140　测量电阻

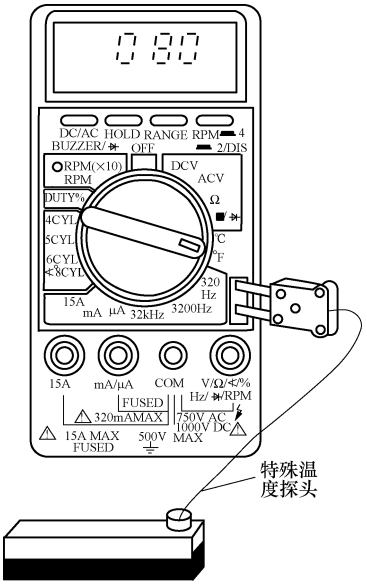


图 1-141　测量温度

3）温度稳定后，读取测量值。

（5）测量转速

1）将“选择开关”旋转到转速（RPM 或 RPM×10）位置上。

2）感应夹的红色导线插入面板电压/欧姆插孔内，黑色导线插入 COM 插孔内，感应夹在通往火花塞的高压线上，其上方的箭头应指向火花塞，如图 1-142 所示。

3）按下“转速”选择按钮，根据被测发动机的行程数，对应选择“4”或“2”。

4）读取被测发动机转速。

（四）手动真空泵

1. 用途

手动真空泵又称手持式真空测量仪。发动机电控系统中的很多元件都采

用真空驱动，如EGR阀、进气控制阀、燃油压力调节器等，检查这些真空驱动元件的好坏一般都需要对其施加一定的负压力。手动真空泵是一种常用的抽真空工具，如图1-143所示，手动真空泵上带有显示负压力的压力表，有各种连接软管和接头等附件，以适应对不同车型和不同真空驱动元件的检测。

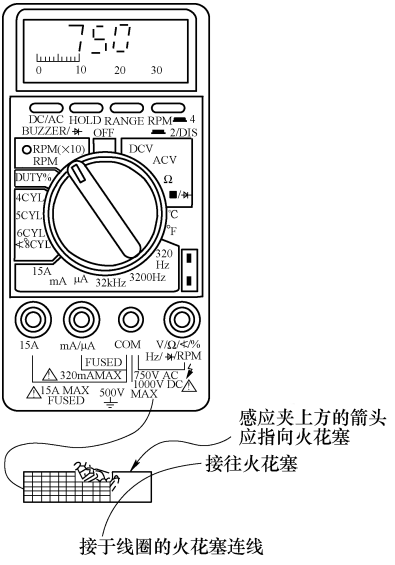


图1-142 测量转速

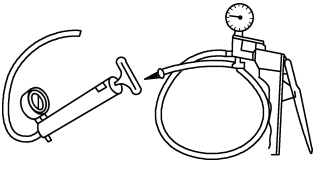


图1-143 手动真空泵

2. 使用注意事项

1）检查前将各真空软管连接好，防止因真空泄漏而导致测量结果失准。

2）检查时必须按规定对被检元件施加负压力，施加负压力过度会损坏被检测元件。

3）检查完毕后，在拆开连接的真空软管前，应先释放负压力，否则会将灰尘和湿气等吸入被检测元件内，造成不良后果。

（五）燃油压力表

1. 用途

燃油压力表是用来测量燃油供给系统燃油压力的专用工具，是对燃油系统进行检查和故障诊断的常用工具，如图1-144所示。

2. 使用注意事项

使用时应注意选择量程与被测系统压力范围相适应的燃油压力表。普通式的燃油压力表量程一般为7～103kPa，专用的高压式燃油压力表量程一般为7～690kPa。

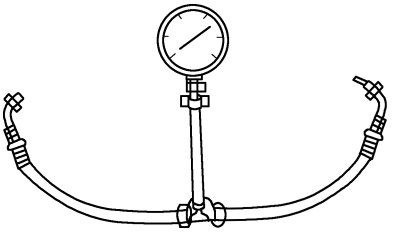


图1-144　燃油压力表

（六）喷油器清洗仪

1. 用途

喷油器是一个精密部件，由于燃油中的杂质很容易把喷油器的阀口堵塞，造成喷油器喷出的燃油雾化不良、滴油、空燃比不当等现象，因而影响了发动机的工作性能，所以应使用喷油器清洗仪对喷油器进行定期清洗。

2. 使用方法

喷油器清洗仪可分为便携式和固定式两种类型。

（1）便携式喷油器清洗仪　便携式喷油器清洗仪无需拆卸喷油器，即可就车进行清洗，使用非常方便，如图1-145所示。

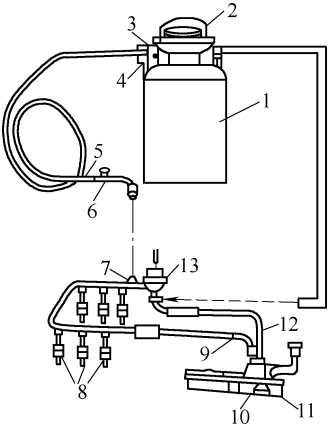


图1-145　便携式喷油器清洗仪

1—储液器　2—清洗仪电动泵　3—压力指示表　4—检测阀　5—滤清器　6—开关阀
7—油压检查口　8—喷油器　9—供油管　10—电动燃油泵
11—油箱　12—回油管　13—燃油压力调节器

便携式喷油器清洗仪主要由储液器、电动泵等组成，电动泵使用220V交流电源。便携式喷油器清洗仪的使用方法如下：

1）将储液器加满喷油器清洗液。

2）安装喷油器清洗仪。首先释放燃油系统压力，将开关阀一侧的管路连接到燃油供给系统中的油压检测口处，从燃油压力调节器上拆开回油管，将清洗仪另一端的管路连接到压力调节器的回油管接头上。

3）拆开电动燃油泵线束连接器，接通清洗仪电动泵电源，起动发动机。

4）使发动机以2000r/min的转速运转约10min后，使发动机熄火，即完成喷油器清洗。

5）最后拆下喷油器清洗仪，恢复燃油供给系统。

注意：上述工作完成后，应预置燃油系统压力。

（2）固定式喷油器清洗仪　固定式喷油器清洗仪如图1-146所示，此种清洗仪一般除用来清洗喷油器外，还具有喷油器滴漏检查和喷油量检查功能。不同厂家生产的固定式喷油器清洗仪，其使用方法也不完全相同，使用时应按使用说明书进行操作。

（七）故障诊断仪

1. 用途

故障诊断仪俗称解码器，是一种多功能的诊断检测仪器，能够快速、方便地读取或清除故障码。在发动机运转或车辆行驶过程中，对发动机控制系统进行动态测试，显示ECU多种输入、输出信号的瞬时信息，使电控系统的工作状况一目了然，为诊断故障提供依据。同时，能在静态或动态下，向电控系统各执行元件发出检修作业。

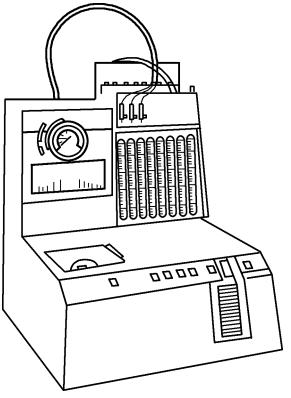


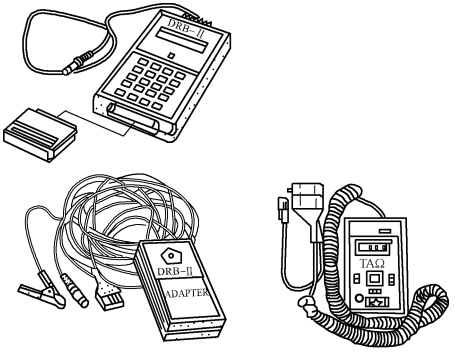
图1-146　固定式喷油器清洗仪

2. 常见故障诊断仪简介

故障诊断仪可分为专用型和通用型两大类。

（1）专用型故障诊断仪　专用型故障诊断是汽车制造公司为自己生产的汽车而专门设计制造的，如日本本田车系专用的PGM、美国克莱斯勒车系专用的DRB-Ⅱ、美国福特车系专用的STAR-Ⅱ、德国大众车系专用V. A. G1552等。专用故障诊断仪一般只适合在特约维修站配备，以便提供

良好的售后服务，充分发挥故障诊断仪的功能。图 1-147 所示为克莱斯勒车系 DRB-Ⅱ和福特车系 STAR-Ⅱ专用型故障诊断仪。

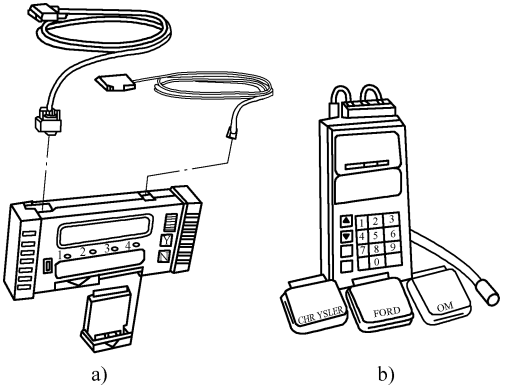


a)　　b)

图 1-147　专用型故障诊断仪

a）克莱斯勒车系 DRB-Ⅱ　b）福特车系 STAR-Ⅱ

（2）通用型故障诊断仪　通用型故障诊断仪是汽车保修设备制造公司为适应诊断检测多种车型而设计制造的，一般都配有不同车系的测试卡和适合各种车型的检测连接电缆连接器，测试卡存储有几十种甚至上百种不同公司、不同车型汽车电控系统的检测程序、检测数据和故障码等资料，适合综合性维修企业使用。图 1-148 所示为 MT2500 和 OTC4000 通用型故障诊断仪。



a)　　b)

图 1-148　通用型故障诊断仪

a）MT2500 故障诊断仪　b）OTC4000 故障诊断仪

（八）发动机综合性能检测仪

1. 用途

发动机综合性能检测仪能对发动机进行不解体综合测试，并配备有标准的数据及专家分析系统，可通过对测试结果与标准数据比较，判断发动机整机或部分系统工作好坏。常见的发动机综合检测仪有深圳元征 EA—1000 型、西安凌翔 FZ2000 型、石家庄华燕汽车检测设备厂 HFZF2000 型、济南无线电六厂 QFC—5X 型等国产品牌和 HUMAN（凯文）、BOSCH（波许）等进口品牌。下面以常见的国产 EA—1000 型发动机综合性能检测仪为例介绍其使用方法。

2. 使用方法

国产 EA—1000 型发动机综合性能检测仪由信号提取系统、信息处理系统和采控显示系统三大部分组成，如图 1-149 所示。

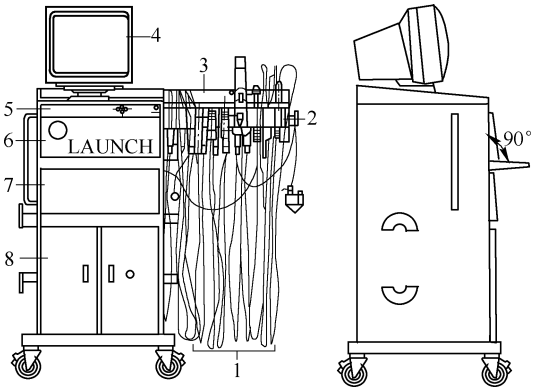


图 1-149　EA—1000 型发动机综合性能检测仪

1—信号提取系统　2—传感器挂架　3—前端处理器　4—采集处理与显示系统
5—热键板　6—主机柜与键盘柜　7—打印机柜　8—排放仪柜

（1）信号提取系统　信号提取系统的作用是拾取测量点的信号，配备有多种传感器、夹持器和探针等，可直接或间接地与被测点接触。EA—1000 型发动机的信号提取系统如图 1-150 所示，该系统由 12 组拾取器组成，每一组拾取器根据用途不同，由相应的传感器、夹持器或探针，通过电缆与其适配器或接插头构成。适配器的作用是对采集的信号在进入前端处理器之前应进行预处理。

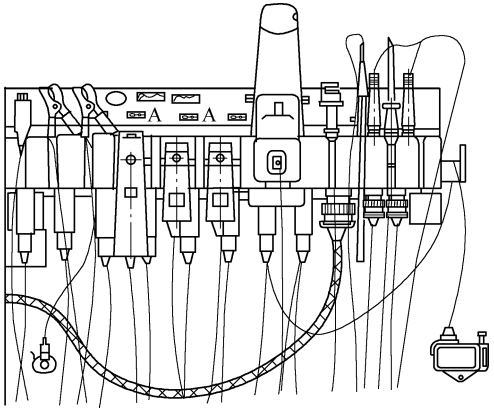


图 1-150　EA—1000 型发动机的信号提取系统

（2）信号预处理系统　信号预处理系统，也称为前端处理器，能对所有或部分采集的信号进行预处理，即进行衰减、滤波、放大、整形等处理，并能将所有脉冲信号和数字信号直接输入 CPU 的高速输入端。从发动机采集来的信号千差万别，不能被检测仪中央控制器直接使用，必须经过预处理，转换成标准数字信号后，才能送入处理器。

（3）采控与显示系统　现代的发动机综合性能检测仪均由微机控制，能高速采控信号。检测仪的显示装置多为彩色显示器或液晶显示器。系统采用菜单式操作，使用方便。

具体使用方法如下：

（1）准备工作

1）接通电源，打开检测仪总开关、微机主机开关和显示器开关，暖机 20min。电源必须可靠接地。

2）在发动机不工作和点火系统关闭的情况下，将信号提取系统连接到被测发动机上。

3）在测试电喷发动机 ECU 时，仪器必须与发动机共地线，测试人员必须随时与汽车车身接触。

4）发动机应预热至正常工作温度。

5）调整发动机怠速，怠速转速应在规定范围内。

6）发动机保持运转。

（2）启动检测仪

1）检测仪经预热后，用鼠标左键双击显示器上“检测仪图标”，启动检测仪综合性能检测程序。

2）检测仪主机将对单片机通信、适配器逐一进行自检。自检通过为绿色，未通过将给以提示。

3）显示屏出现“用户资料录入”界面。单击“修改”按钮，录入汽车用户资料，然后单击“确定”按钮，显示屏出现检测主副菜单。显示屏主副菜单及分区如图1-151所示。

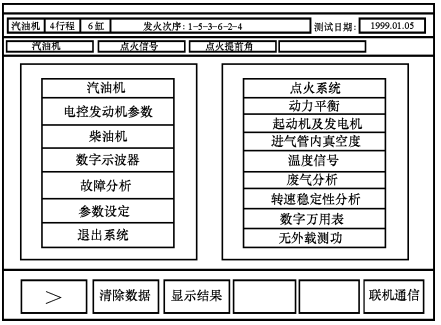


图1-151　显示屏主副菜单及分区

4）在主菜单上，根据测试对象选择“汽油机”、“柴油机”、“电控发动机参数”或“故障分析”等项目。如果前述步骤中未进行汽车用户资料录入，则选择“参数设定”，单击“修改”按钮，录入汽车用户资料后单击“确定”即可。

5）如需清除以前测试的数据，单击显示器下方的“清除数据”按钮。

（3）检测方法　下面以检测某六缸汽油机提前角为例，介绍检测方法。

1）将一缸信号夹夹在一缸高压线上。

2）按动上、下键或用鼠标，在屏幕上选择点火提前角功能。

3）从检测仪挂架上卸下正时灯，对准在曲轴皮带盘或飞轮上的一缸上止点，如图1-152所示。

4）按下正时灯电源按钮。

5）旋转正时灯调整电位器，直到旋转件的上止点标志对准壳体上的上止点标志为止。

6）显示器上的指针和数字将显示出点火提前角数值，如图1-153所示。

7）按F2数据存储热键，可将有效数据保存。

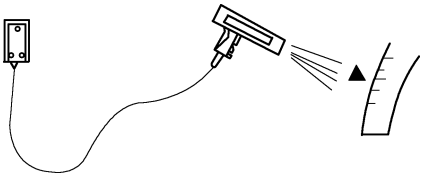


图 1-152　正时灯对准一缸上止点记号

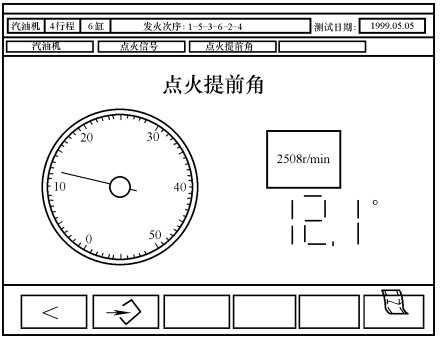


图 1-153　显示器显示的点火提前角

8）按 F6 图形打印热键，可将当前屏幕显示图打印。

9）检测完毕后，按 F1 热键，可返回上级菜单。

二、故障诊断基本方法及检修注意事项

（一）故障诊断基本方法

1. 向车主调查

为了能快速、准确地查找出故障原因并排除故障，首先向车主了解发生故障前后的情况、近期检修情况，倾听车主对故障现象的描述，这样对诊断故障的原因有很大帮助。

2. 外部检查

外部检查是排除一般性故障的重要程序，通过外部检查，可以避免走弯路。在进行外部检查时，观察容易出现故障的部位，对排除一般性故障会起到关键性作用。外部检查的主要内容包括：

1）ECU 插头是否连接良好。

2）传感器、执行器的插头连接是否良好。

3）线束的连接是否良好。

4）线束是否有断裂或氧化、腐蚀现象。

5）传感器和执行器是否有明显裂痕。

6）ECU、传感器是否受潮、进水。

7）检查真空软管是否破裂、老化或漏气。

8）检查空气滤清器是否过脏，必要时更换。

3. 自诊断检查

现代的汽车微机控制系统都具有自诊断的功能，当电控系统出现故障时“CHECK ENGINE”（发动机检查）灯点亮，同时ECU将故障码存入存储器，通过一定的程序故障码可以从ECU中调出，根据故障码所显示的内容，能迅速准确地确定故障部位的性质，有针对性的查找，当排除故障后，还应当清除存储器所存储的故障码。

4. 疑难故障诊断

有些故障由于受到外界因素的影响而时有时无，没有明显的故障现象，诊断比较困难，一般需模拟故障征兆查明故障原因。常用有以下几种方法：

（1）振动试验法　如果振动可能是导致产生故障的主要原因时，就可以利用振动法进行检验。试验方法主要包括：在水平和垂直方向轻轻摆动连接器、线束、导线插头；用手轻轻拍打传感器、执行器、继电器和开关等控制部件。其方法如图1-154和图1-155所示。

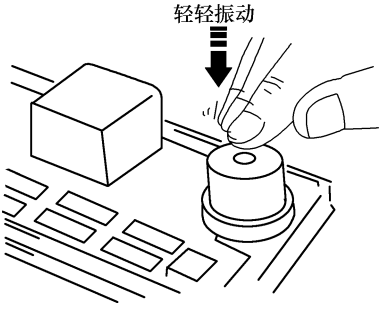


图1-154　轻轻加振再现故障

（2）加热试验法　如果汽车故障是在热机时出现或是由某些传感器与零件受热所导致产生的，可用电加热吹风机等加热工具对可能引起故障的零部件或传感器进行适当加热，如图1-156所示，以检查其是否有故障。

注意：加热温度不能超过60℃。

（3）水淋试验法　如果故障在雨天或温度较高的条件下产生时，可通过喷淋试验检查诊断故障。试验时，将水喷洒在散热器前面和汽车顶部，如图1-157所示。间接改变温度和湿度检查其是否发生故障。

注意：不能将水直接喷洒在电气与电控系统零部件上，以免造成短路和其他故障。禁止对ECU进行喷水。

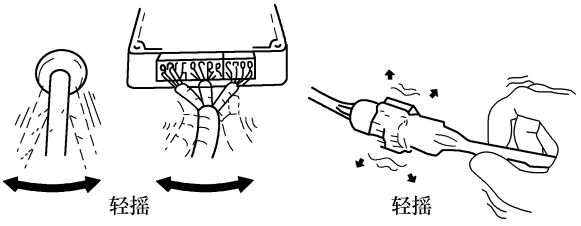


图 1-155　轻轻摇晃再现故障

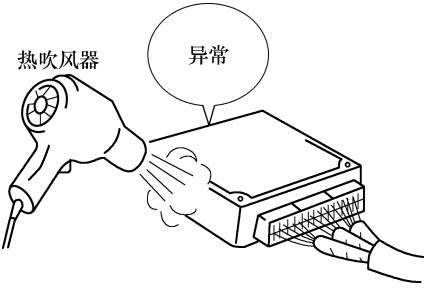


图 1-156　加热再现故障

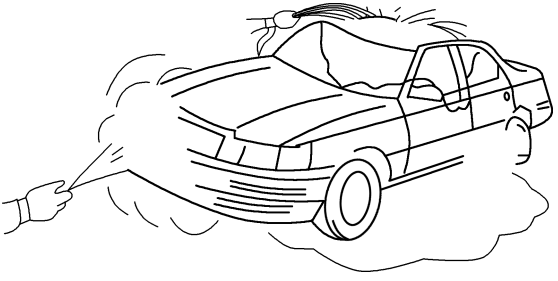


图 1-157　水淋再现故障

（二）检修注意事项

在检修电控汽油喷射式发动机时，为防止工作失误造成新的故障，应注意以下几点：

1）在点火开关接通时，不允许拆开任何12V电器装置，例如：蓄电池、怠速控制阀、喷油器、点火装置等的连接线路，以防止电器装置中的线圈自感作用产生的瞬时电压损坏ECU或传感器。

2）发动机发生故障时，切忌盲目拆检。首先要确定是否是机械故障，如果机械部分确实无故障，再对电控系统进行检查。

3）在进行故障诊断时，应首先观察“故障指示灯”是否点亮。如果“故障指示灯”点亮，应按原车规定的程序调取故障码，并根据故障码提示检查相关元件和电路；如果“故障指示灯”没点亮，应按基本程序进行检查。

4）线路连接不良是导致电控系统发生故障的常见原因，在故障诊断过程中，应注意检查线束连接器是否清洁、连接是否可靠。

5）在对燃油系统进行维修前，应拆开蓄电池负极电缆线，以免损坏电控系统元件。

6）在维修中，需拆开线束连接器时，应注意各车型线束连接器的锁扣形式，不可盲目用力硬拉。安装时应注意将连接器插接到位，并将锁扣锁住。

7）对电控系统电路或元件进行检查时，除特殊指明外，必须使用高阻抗数字万用表检查电压、电阻或电流。

8）电控汽油喷射式发动机即使熄火后，燃油供给系统也有较高的残余压力，为防止发生意外事故，在对燃油系统进行拆卸作业前，必须释放燃油系统残余压力。

三、随车诊断系统（OBD）

1. OBD-Ⅰ

1985年美国加州大气资源局（CARB）制定法规，要求各汽车制造厂在加州销售的车辆必须装备OBD系统，也称为OBD-Ⅰ。它的产生主要针对环保，控制汽车尾气排放。但由于标准不统一和规格不健全，所以制定了第二代OBD-Ⅱ。

2. OBD-Ⅱ

OBD-Ⅱ由美国汽车工程师学会（SAE）制定，是一套标准规范，经美国环保局及美国加州大气资源局认证通过的汽车环保法规标准。OBD-Ⅱ规定的特定内容：

1）诊断座为16端子形状，安装在驾驶人侧仪表板的下方。其形状如

图 1-158所示。

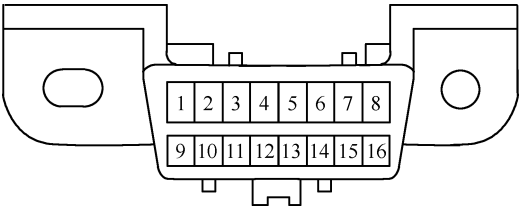


图 1-158　OBD-Ⅱ诊断座的形状

2）具有数值分析资料传输功能（Data Link Connector，DLC）。它有两个标准：ISO 标准利用 7#，15#端子；SAE 标准利用 2#，10#端子。标准 OBD-Ⅱ诊断座端子功用说明见表 1-6。

3）统一各车故障码及意义。

4）具有行车记录器功能。

5）具有重新显示记忆的故障功能。

6）具有可由仪器直接消除故障码的功能。

表 1-6　标准的 OBD-Ⅱ诊断座端子功用说明

座　号	意　义	座　号	意　义
1#	制造厂应用（自定义）	9#	制造厂应用（自定义）
2#	SAE-J 1850 资料传输	10#	SAE-J 1850 资料传输
3#	制造厂应用（自定义）	11#	制造厂应用（自定义）
4#	直接车身搭铁	12#	制造厂应用（自定义）
5#	信号回馈搭铁	13#	制造厂应用（自定义）
6#	制造厂应用（自定义）	14#	制造厂应用（自定义）
7#	ISO-9141 资料传输 K	15#	ISO-9141 资料传输 L
8#	制造厂应用（自定义）	16#	直接接蓄电池正极

3. OBD-Ⅱ统一故障码标准

SAE 将 OBD-Ⅱ故障码用一个字母和四位数字组合而成，第一个为英文字母，代表测试系统，如 B 代表车身电脑 BODY，C 代表底盘电脑 CHASSIS，P 代表发动机变速器电脑（动力控制总成 POWERTRAIN），U 代表车身网络。第 2～5 位为数字，其含义如图 1-159 所示。

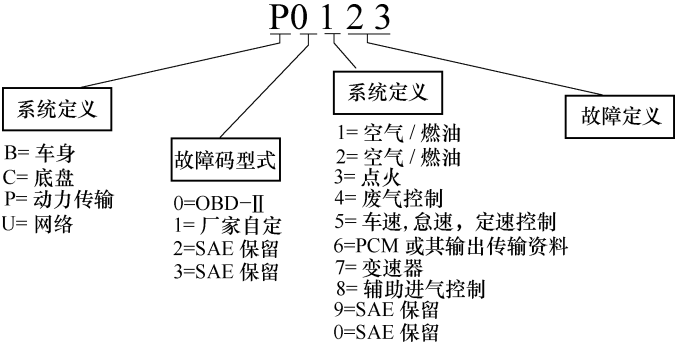


图 1-159　故障码数字含义

故障码前两位代表含义见表 1-7。

表 1-7　OBD-Ⅱ故障码分类

P0	发动机变速器电脑控制系统，由 SAE 统一制定的故障码
P1	发动机变速器电脑控制系统，由厂家各自制定的故障码
P2、P3	发动机变速器电脑控制系统，预留故障码
C0	底盘电脑控制系统，由 SAE 统一控制的故障码
C1	底盘电脑控制系统，由厂家各自制定的故障码
C2、C3	底盘电脑控制系统，预留故障码
B0	车身电脑控制系统，由 SAE 统一制定的故障码
B1	车身电脑控制系统，由厂家各自制定的故障码
B2、B3	车身电脑控制系统，预留故障码
U0 ~ U3	网络连接相关故障码
P01XX、P02XX	燃油和空气侦测系统
P03XX	点火系统
P04XX	废气控制系统
P05XX	车速 1 怠速控制系统
P06XX	电脑控制系统
P07XX、P08XX	变速器控制系统
P09XX、P00XX	SAE 预留控制系统

（续）

P01XX	以后是由厂家自行制定的一部分
P11XX、P12XX	燃油和空气侦测系统
P13XX	点火系统
P14XX	废气控制系统
P15XX	车速 1 怠速控制系统
P16XX	电脑控制系统
P17XX、P18XX	变速器控制系统
P19XX、P10XXX	SAE 预留控制系统

4. OBD-Ⅲ

OBD-Ⅲ由美国汽车工程师学会制定，称为多用随车诊断系统。在OBD-Ⅱ控制系统中，每一个电脑都是相对独立的。在维修过程中诊断仪器要分别进入发动机、变速器、ABS、防盗电脑等中去读取故障码和读取相关数据。OBD-Ⅲ所有电脑都通过 CAN-BUS 线路连接，电脑利用 CAN-BUS 线路同时监控其他电脑的故障码和数据，检查车辆的技术状况是否符合环保要求。

OBD-Ⅲ在 OBD-Ⅱ的基础上加了 I/M（检查与维护），其主要目的就是使汽车的检查与维护合一，配合环保要求。降低 CO、HC、NO 等有害气体的排放，汽车的机械、电子、液压等各项系统符合有关标准。然而在汽车使用一段时间后这些标准会发生变化，必须实行监控和定期检查。

OBD-Ⅲ系统能进行汽车重要的行车状况记录，什么时候加速、什么时候减速、撞车时的档位处在什么位置、节气门开度是多少都有一个记录，也就是相当于汽车控制部分的一个“黑匣子”，将汽车行驶的有关状况记录下来。它的系统将所有电脑必须连接在一起进行规划，俗称汽车局域网。它的系统运行示意图如图 1-160 所示。

四、常见车型故障诊断测试接头的选择及诊断座位置

常见车型故障诊断测试接头选择及诊断座位置见表 1-8。

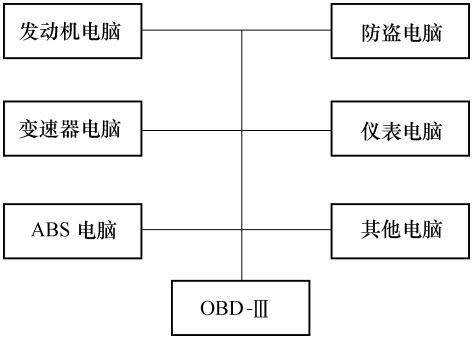


图 1-160　OBD-Ⅲ系统运行示意图

表 1-8　常见车型故障诊断测试接头的选择及诊断座位置

车型	选择测试接头	诊断座位置
OBDⅡ	［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头	SMART OBDⅡ-16 诊断座一般位于仪表板下方，具体位置因车型不同而有所不同
现代	1.［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	现代车诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧
大宇	［DAEWOO-12］测试接头	DAEWOO-12 诊断座一般位于驾驶室内转向盘柱下方，也可能位于乘客侧仪表板下方或其他位置 SMART OBDⅡ-16 梯形诊断座一般位于仪表板下方
起亚	1.［KIA-20］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. KIA-20 诊断座位于发动机室的右部 2. SMART OBDⅡ-16 梯形诊断座一般位于仪表板下方
本田	1.［HONDA-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. 仪表板左下侧 2. 仪表板下储物箱内

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
丰田	1.［TOYOTA-17F］测试接头 2.［TOYOTA-17］测试接头 3.［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头 4.［OBD Ⅱ-16C］测试接头	1. TOYOTA-17F 长方形诊断座一般在发动机室内 2. TOYOTA-1 半圆形诊断座在仪表板左下侧 3. SMART OBD Ⅱ-16 诊断座一般在驾驶室方向盘柱下方
日产	1.［NISSAN-14 + 16］测试接头 2.［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头 3.［OBD Ⅱ-16C］测试接头	日产车诊断座一般位于仪表板下收音机左侧
三菱	［MITSUBISHI/HYUNDAI-12 +16］测试接头	三菱车诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧
雷诺	［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头	诊断座位于驾驶座仪表板左下方
欧宝	［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头	欧宝车诊断座位于驾驶室内，但对于不同的车型诊断座的位置会有所不同，一般位于以下几个位置：仪表板下方、转向盘杆下方、点烟器与收音机之间、换档杆后的挡板下
宝马	1.［BMW-20］测试接头 2.［BMW-16］测试接头	1. 80-90 款宝马诊断座位于发动机室右侧 2. 525i 和 535i 的诊断座位于发动机室左侧或右侧 3. 325 和 635i 的诊断座位于仪表板下方 4. BMW 735i 发动机室左侧，20PIN

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
马自达	1.［MAZDA-17］测试接头 2.［OBDⅡ-16C］测试接头	1. MAZDA-17 半圆形诊断座位于发动机室内发动机左侧 2. 诊断座位于制动主缸附近
大众	1.［AUDI-4］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 3.［OBDⅡ-16C］测试接头	1. 帕萨特-1993，诊断座位于中控板内 2. 1994-96 转向柱附近；96-09/00 位于驻车制动附近，橡皮垫下；波罗 10/99 在烟灰缸下面；1994 在驾驶人杂物箱内；94-07/97 驾驶人侧杂物箱内 08/97-09/99 仪表板丝盒内；甲壳虫驾驶人侧仪表板下
奥迪	1.［AUDI-4］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 3.［OBDⅡ-16C］测试接头 注意：在连接奥迪 4PIN 诊断座时，要将测试接头的黑色插头插入黑色诊断座，白色插头插入白色诊断座，注意不要将方向插反（插入接头时如果感觉很紧，应更换一个方向，注意不要过分用力）。大众车诊断座是自带电源的，无需另接电源	1. A2，A4/S42000-，A6/Allroad1997-诊断座位于驾驶人侧仪表板下 2. A3/S31991-2001 诊断座位于中控板内 3. 80，coupe Cabriolet 1991-2001 诊断座位于发动机罩下熔丝继电器盒内 4. A4/S41994-2000 诊断座位于中控板后侧 5. 100/A6-1997 诊断座位于发电机罩下继电器盒内 6. A8/S81991-2001 诊断座位于前烟灰缸下 7. TT1991-01 诊断座位于驾驶人仪表板下 8. Coupe S2 诊断座位于驾驶人仪表板下
通用	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2. GM/VAZ-12 测试接头	一般诊断座位于仪表板下驾驶人侧靠近车门位置

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
克莱斯勒	1.［CHRYSLER-6］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 说明：6PIN 诊断座仅应用于发动机系统。16PIN 诊断座应用于所有系统	CHRYSLER-6 诊断座位于发动机室内 SMART OBDⅡ-16 诊断座位于驾驶室内仪表板下方
标致	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下方
路虎	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下方
北京吉普	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2.［CHRYSLER-6］测试接头	SMART OBDⅡ-16 诊断座位于驾驶座仪表板下方 CHRYSLER-6 诊断座位于发动机室
北京现代	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	北京现代索纳塔 SMART OBDⅡ-16诊断座位于仪表板下
北汽福田	1.［FIAT-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 3.［TOYOTA-17F］测试接头	诊断座位于驾驶人侧仪表板下方或驾驶人座椅下方
昌河汽车	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	SMART OBDⅡ-16 诊断座位于驾驶室仪表板处转向盘下方

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
长安汽车	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2.［铃木-3］测试接头 3.［长安-3］测试接头	1. SMART OBDⅡ-16 梯形诊断座位于仪表板下方 2. 铃木-3 诊断座位于驾驶人座位下方 3. 羚羊 SMART OBDⅡ-16 诊断座位于仪表板下 4. 长安之星 SMART OBDⅡ-16 诊断座位于中控台下 5. 长安之星轻型客车 SMART OBDⅡ-16 诊断座位于发动机罩下蓄电池旁
长城汽车	1.［FIAT-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. SMART OBDⅡ-16 梯形诊断座位于仪表板下方
长丰猎豹	［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头	SMART OBDⅡ-16 诊断座一般位于仪表板左下驾驶人侧
东风汽车	［NISSAN-14+16］测试接头	诊断座一般位于仪表板下收音机左侧
东风风行	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2.［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头	诊断座位于驾驶室仪表板下方
大迪汽车	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	诊断座位于驾驶室仪表板下方
丹东曙光	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	诊断座位于驾驶室仪表板下方

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
东南汽车	1.［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. 三菱电控系统诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧 2. 东南菱帅诊断座位于仪表板下转向柱附近 3. 东南得利卡轻型客车 SMART OBDⅡ-16 诊断座位于仪表板下
福州马自达	1. 17PIN 方形诊断座选择［TOYOTA-17F］测试接头 2. 17PIN 半圆形诊断座选择［TOYOTA-17］测试接头	福州马自达的诊断座位于发动机室内
福州汽车	［FIAT-3］测试接头	FIAT-3 诊断座位于发动机室内
广州本田	1.［HONDA-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	广州本田车诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧
哈飞汽车	1. 现代电控系统车型的 ABS 和 SRS 系统选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2. 三菱电控系统车型选择［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头	诊断座位于驾驶人侧仪表板下方或靠近蓄电池、ECU
海南马自达	1. 普利马、福美来选择 MAZDA-17］半圆形测试接头 2. 海马 CA7130 选择［海南马自达-17F］测试接头 3. 海马 HMC6470L 选择［FIAT-3］测试接头	1. 马自达 323、福美来诊断座位于发动机室内左后侧防火墙附近 2. 普利马诊断座位于发动机室左前侧 3. 海马 CA7130 诊断座位于发动机室内 4. 海马 HMC6470L 诊断座位于发动机室内

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
黑豹汽车	［FIAT-3］接头	诊断座位于发动机室蓄电池附近
江淮瑞风	［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头	江淮瑞风汽车诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧
江铃汽车	［江铃-16］测试接头	一般诊断座位于发动机室右侧
金杯汽车	1.［FIAT-3］测试接头 2.［TOYOTA-17F］测试接头 3. 16 PIN 诊断座选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. TOYOTA-17F 方形诊断座位于发动机室内 3. SMART OBDⅡ-16 诊断座位于驾驶室仪表板下方
京安云豹	［NISSAN-14+16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下收音机左侧
柳州五菱	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于驾驶室仪表盘左下方或副驾驶座座位下
南京菲亚特	1.［FIAT-3］测试接头 2. 西耶那选用［SMARTOBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于驾驶室仪表盘左下方 2. 南京菲亚特西耶那 SMART OBDⅡ-16 仪表板下熔丝盒内
南京依维柯	1.［FIAT-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下方
南京新雅途	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下方
秦川福莱尔	［SMART OBDⅡ-16］测试接头	SMART OBDⅡ-16 诊断座位于仪表板下方
庆铃汽车	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2.［庆铃-3］测试接头	诊断座位于驾驶人侧仪表板下方或靠近蓄电池、ECU

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
上海大众	［SMART　OBD Ⅱ-16］测试接头	1. 大众车诊断座一般位于仪表板下驾驶人侧 2. 上海大众帕萨特 B5，诊断座位于变速杆后，驻车制动杆旁 3. 上海大众桑塔纳 2000，诊断座位于变速杆防尘罩下 4. 上海大众波罗，诊断座位于仪表板下方
上海通用	［SMART　OBD Ⅱ-16］测试接头	1. 诊断座位于驾驶座仪表板左下方 2. 上海通用别克 GL8 诊断座位于仪表板左下方 3. 上海通用别克，诊断座位于仪表板下方，转向柱附近 4. 上海通用赛欧，诊断座位于驾驶室仪表板左下方熔丝盒内
上汽奇瑞	1. ［FIAT-3］测试接头 2. ［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. SMART OBD Ⅱ-16 诊断座位于驾驶室仪表盘左下方 3. 上汽奇瑞，ABS 诊断座位于仪表板下 4. 上汽奇瑞，摩托罗拉 K2 电控系统诊断座，位于发动机室防火墙附近 5. 上汽奇瑞，MM 电控系统诊断座位于发动机室防火墙附近
神龙富康	1. 测试发动机系统选择［雪铁龙/富康-2］测试接头，测试变速器系统选择［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头 2. 测试发动机、变速器和 ABS 系统选择［SMART OBD Ⅱ-16］测试接头	1. 雪铁龙/富康-2 诊断座位于发动机室左侧继电器盒内 2. SMART　OBD Ⅱ-16 诊断座位于发动机室左侧继电器盒内 3. SMART　OBD Ⅱ-16 诊断座位于仪表板左下侧熔丝盒盖板内 4. 神龙富康 988，AT 系统诊断座位于仪表板下熔丝盒内
石家庄双环	1. ［FIAT-3］测试接头 2. ［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. SMART OBD Ⅱ-16 梯形诊断座位于仪表板下方

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
天津汽车	1.［TOYOTA-17F］测试接头测试发动机 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头测试防抱死制动系统、安全气囊系统或装备摩托罗拉系统的发动机 3.［FIAT-3］测试接头测试华利TJ370QE单点电喷发动机	1. TOYOTA-17F方形诊断座位于发动机室蓄电池后侧减振器支座旁 2. SMART OBDⅡ-16诊断座位于驾驶室仪表板处转向盘下方 3. FIAT-3诊断座位于发动机室内 4. 天津夏利2000，诊断座位于发动机室蓄电池后侧减振器支座旁 5. 天津威姿，诊断座位于仪表板下侧
田野汽车	1.［FIAT-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3诊断座位于发动机室内 2. SMART OBDⅡ-16梯形诊断座位于仪表盘左下方 3. 田野吉普诊断座位于乘客侧右脚踏板发动机电脑旁
武汉万通	1.［SMART OBDⅡ-16］测试接头 2.［MITSUBISHI/HYUNDAI-12+16］测试接头	诊断座位于仪表板下方
厦门金龙	1. 装备日产电控系统的厦门金龙车型选择［NISSAN-14+16］测试接头 2. 装备德尔福电控系统的厦门金龙车型选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头 3. 装备丰田电控系统的厦门金龙车型选择［TOYOTA-17F］测试接头	1. 日产系统的诊断座位于副驾驶仪表板下 2. 德尔福491QE系统诊断座位于驾驶人座椅下 3. 德尔福JM495诊断座位于乘客门附近 4. 金龙大客日野系统位于车左侧后轮后侧
新凯汽车	［FIAT-3］测试接头	FIAT-3诊断座位于发动机室内

（续）

车型	选择测试接头	诊断座位置
扬子集团汽车	1. 3PIN 诊断座选择［FIAT-3］测试接头 2. 16 PIN 诊断座选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. SMART OBDⅡ-16 诊断座位于驾驶室仪表板下方
羊城汽车	［FIAT-3］测试接头	FIAT-3 诊断座位于发动机室内
悦达起亚	1.［KIA-20］测试接头 2. 千里马选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. KIA-20 诊断座位于发动机室的右部 2. 东风悦达起亚千里马，诊断座位于仪表板下侧
跃进汽车	FIAT-3］测试接头	FIAT-3 诊断座位于发动机室内
郑州日产	1. 装配日产电控系统的郑州日产车型选择［NISSAN-14 + 16］测试接头 2. 装配德尔福电控系统的郑州日产车型选择［SMART OBDⅡ-16］测试接头	一般诊断座位于仪表板下
吉利车系	1.［吉利 17PIN］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. 浙江豪情汽车的诊断座位于发动机室内 2. 吉利美日，诊断座位于仪表板左下方
中华轿车	［中华轿车-16］测试接头	中华轿车-16 诊断座位于驾驶室仪表板处转向盘右下方
中华轿车欧 3	［中华轿车-16］测试接头	中华轿车-16 诊断座位于驾驶室仪表板处转向盘右下方
中兴汽车	1.［FIAT-3］测试接头 2.［SMART OBDⅡ-16］测试接头	1. FIAT-3 诊断座位于发动机室内 2. SMART OBDⅡ-16 梯形诊断座位于仪表盘左下方

五、用解码器读取故障码

本部分以 KT600 解码器为例进行说明

（一）一般测试条件

1）打开汽车电源开关。

2）汽车蓄电池电压应在 11～14V，KT600 的额定电压为 DC 12V。

3）节气门应处于关闭状态，即怠速结合点闭合。

4）点火正时和怠速应在标准范围，水温和变速器油温达到正常工作温度（水温为 90～110℃，变速器油温为 50～80℃）。

（二）选择测试接头和诊断座

KT600 配有多种测试接头，根据诊断界面的提示选择相应的测试接头。不同车型的诊断座位置会有所不同，找到正确的诊断座进行测试。

（三）设备连接

1）将 KT600 诊断盒插入诊断插槽，注意插入方向，将印有“UP”字样的一面朝上。

2）确定诊断座的位置、形状以及是否需要外接电源。

3）根据车型及诊断座的形状选择相应的接头。

注意：请一定要先连接好主机、测试延长线和诊断接头后，才把测试接头连接到诊断座上，否则容易导致连接过程中因导线短路造成诊断座熔丝熔化。

若汽车诊断座不供电时，具体连接如图 1-161。

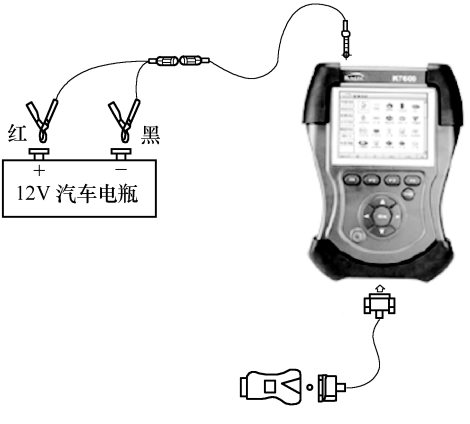


图 1-161　解码器的连接

4）将测试延长线的一端插入 KT600 的测试口内，另一端连接测试接头。

5）将连接好测试延长线的测试接头插到车辆的诊断座上。

（四）进入诊断系统

1）连接好仪器接通电源，启动 KT600 进入主菜单，选择“汽车诊断”模块，如图 1-162 所示。



图 1-162　选择模块

说明：KT600 汽车诊断程序是以车型车标图形为按钮，单击某汽车相应的图标即可对该车进行诊断。因此，熟悉汽车图标有助于快速进入汽车诊断。

2）单击“汽车诊断”模块，进入故障测试界面，如图 1-163 所示。



图 1-163　进入测试界面

界面菜单功能见表1-9。

表1-9 界面菜单功能

序号	项　目	说　明
1	车系选择	中国车系/美国车系/欧洲车系/日本车系/韩国车系/OBDⅡ，请根据被测车辆正确选择
2	维修帮助	包含了“音响解码功能”、“演示教程”、“资料库”、“电路图”、“KT系列注册升级指导”、“防盗系统”、“遥控器系统”和“维修手册”（包含故障码分析，数据流分析，基本设定与调整技巧，控制单元编码技巧，第二、三代防盗系统匹配）
3	ESC	触摸按钮，退出，返回上级菜单
4	触摸屏	触摸按钮，方向选择
5	OK	触摸按钮，确认选择
6	选择车型	请根据被测车型正确选择（车型图标会根据使用的频率自动排列）

3）选择相应的车型图标进行车辆故障测试，如单击中国车系下的奥迪大众图标，屏幕显示该车型的诊断信息，V02.32为当前仪器内该车型的诊断车型版本（根据测试版本的不同，该版本号在程序升级后会随之改变），如图1-164所示。

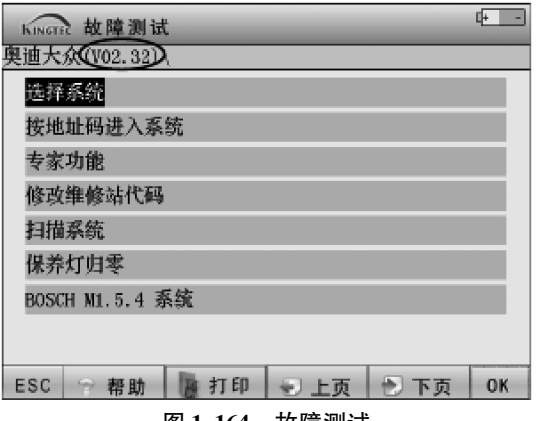


图1-164 故障测试

按钮说明见表 1-10。

表 1-10　按钮说明

项　　目	说　　明
OK	触摸按钮，确认选择，执行当前任务
ESC	触摸按钮，退出，返回上级菜单
帮助	提供当前页面相关帮助信息
打印	将当前页面内容通过仪器自带的打印机打印出来或者以文件形式保存至 CF 卡的 Temp 文件夹中
上页/下页	当所有内容无法在一页内全部显示时，由它实现翻页功能

说明：不同车型的诊断界面操作方法大体相似，各车型具体测试方法请按照仪器界面提示操作。本部分只详细介绍了奥迪大众车系发动机系统下的各项检测功能，以备用户参考。

4）由于大众系列车型的诊断方法一样，所以直接单击选择系统栏进入下一级操作界面如图 1-165 所示。



图 1-165　进入下一级界面

说明：KT600 可以诊断目前国内所有奥迪大众车型，还有斯柯达系列、SEAT 系列、装备有博世电控系统的小红旗和一些微型车；也可以测试原厂 88 个电子控制系统。

测试功能包括读取车辆电脑型号、读取故障码、清除故障码、读取动态数据流、基本设定、控制器编码、元件控制测试、各种调整匹配、自适应值清除、系统登录、防盗钥匙匹配等。

不同系统的测试方法相似，我们以发动机系统为例进行说明。

5）选择01-发动机，将显示汽车电脑版本号，部分车型会有多屏显示，请单击查看。读取完汽车电脑版本号后，按任意键，进入系统诊断界面。

6）读取车辆电脑型号。此项功能可以读取被测试系统的电脑信息，包括版本号、CODING号、服务站代码以及相关信息。一般更换车辆控制单元时，需要读出原控制单元信息并记录，以作为购买新控制单元的参考，对新的控制单元进行编码时，需要原控制单元信息。在系统功能选择菜单中选择“01-读取车辆电脑型号”，屏幕显示如图1-166所示。



图1-166 读取车辆电脑型号

有些车型存在多屏信息，按任意键或单击屏幕将会显示下一屏相关信息，按ESC返回上一级。

7）读取故障码。此项功能可以读取被测试系统ECU存储器内的故障码，帮助维修人员快速地查到车辆故障引起的原因。在系统功能选择菜单中选择“02-读取故障码”，系统开始检测电脑随机存储器（ROM）中存储的故障记忆内容，测试完毕屏幕显示出测试结果，如图1-167所示。

通过滚动条滚动屏幕查看所有故障码信息，若所测试系统无故障码，则

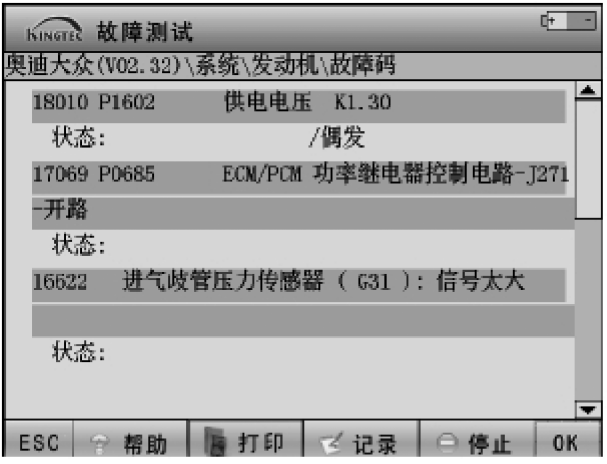


图 1-167　显示测试结果

屏幕显示“系统正常”字样，选择 ESC 按键返回上一级菜单。

8）清除故障码。在系统功能选择菜单中选择“05-清除故障码”进入操作界面（见图 1-168）。

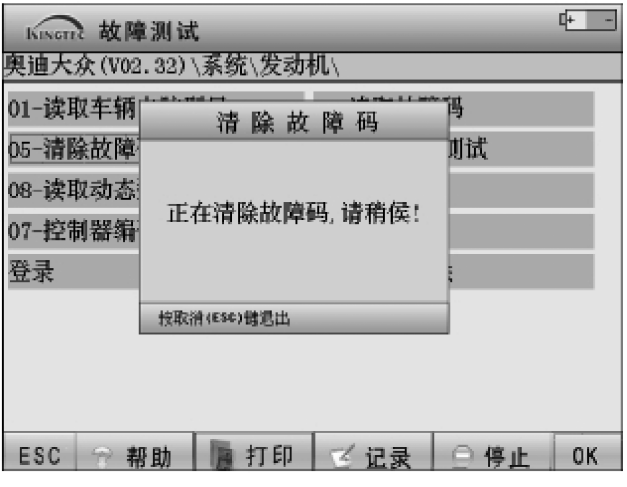


图 1-168　清除故障码

此项功能可以清除被测试系统 ECU 内存储的故障码，一般车型请严格

按照常规顺序操作：先读故障码，并记录（或打印）然后再清除故障码，试车、再次读取故障码进行验证，维修车辆，清除故障码，再次试车确认故障码不再出现。

说明：当前硬性故障码是不能被清除的，如果是氧传感器、爆燃传感器、混合气修正、气缸失火之类的技术型故障码虽然能立即清除，但在一定周期内还会出现。必须彻底排除故障之后，故障码才不会再出现。

第四节　电喷发动机疑难故障的诊断与排除

一、电喷发动机不能起动

1. 故障现象

电喷发动机不能起动。

2. 故障原因

1）点火系统有故障。

2）汽油供给系统有故障。

3）空气供给系统有故障。

4）机械方面有故障。

5）电脑有故障。

3. 故障诊断排除方法

（1）检查点火系统

1）检查分缸线是否有火。

① 拆下火花塞，将分缸线插接上火花塞并抵在缸体上。

② 起动发动机，观察火花塞跳火情况。

③ 也可以用正时灯夹住分缸线，观察正时灯的闪烁情况，若正时灯不闪，则说明不跳火。

2）检查中央高压线是否有火。若中央高压线有火而分缸线无火，则是分电器故障。

3）检查继电器和熔丝。

4）检查点火线圈。拔下点火线圈的插头，检查一、二次级绕组电阻值。

5）检查点火器。

① 检查点火器的电源、搭铁接触情况。

② 检查 ECU 对点火器的脉冲信号。

③ 功率晶体管能否导通和截止。

6）检查控制点火的相关传感器。

① 检查发动机曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、转速传感器，可相应检查发动机空气流量传感器或进气压力传感器。

② 若传感器有问题要先检测传感器到电脑的线路是否导通，再检查传感器。

7）初步外观检查电脑。

（2）检查机械部分

1）首先看发动机能否起动。

2）用缸压表检查气缸压力，若缸压不在 800 ~ 1300kPa 范围或压差超出标准，则要检查配气正时、缸垫、正时带位置、活塞环密封性、气门密封性等。

（3）检查气路

1）检查有否脱落真空管。

2）将各种连接卡箍拧紧。

3）按要求插好各种真空管路。

（4）检查油路

1）检查油压。

① 用油压表检测燃油系统的油压。

② 将滤清器到燃油分配管之间油路断开，接上油压表，拧紧管接头，接通起动机可测出油压的高低。

③ 若油压不正常，则是油路问题，须检查燃油泵、滤网、滤清器、蓄压器、燃油压力调节器和喷油器。

④ 检查燃油泵可在打开点火开关时试听燃油泵运转声音，若有声音则为其他问题，若无声音则是燃油泵或其线路有问题。

⑤ 检查燃油压力调节器，可加大节气门开度或拔下燃油压力调节器的真空管路，看油压是否增加 50kPa。

2）检查喷油器是否堵塞。

① 拔下喷油器插头，装上油压表，在车上建立起油压。

② 逐个给每个喷油器脉冲式供电，油压下降的喷油器为正常，而油压不下降的为堵塞。

3）检查喷油器是否泄漏。将汽车的油压建立起来，看其在 30s 内是否有明显下降，若下降太多则表明有泄漏之处，看喷油器处是否发黑，发黑就

是有泄漏。

4）检查喷油器的阻值。拔下喷油器插头，用欧姆表检查其阻值，3～16Ω为正常，否则更换。

5）检查喷油器的供电电源。

① 点火开关OFF，拔下喷油器插头，用电压表测插头的两个端子。

② 有一个在点火开关ON的瞬间或启动时有12V的电源，若没有要检查继电器。

③ 若是分组喷射，则可能两个都是12V。

6）检查喷油器的控制端。刚才检测的另一个端子就是喷油器的控制端，从蓄电池正极接一个带电阻的二极管试灯，另一端接到喷油器的控制端。接通起动机时试灯闪烁是正常的，若试灯不闪烁，则进行下一步检查。

7）检查控制喷油的传感器。

① 检查发动机曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、转速传感器，可相应检查发动机空气流量传感器或进气压力传感器。

② 若传感器有问题要先检测传感器到电脑的线路是否导通，再怀疑传感器。

（5）检查电脑

1）首先查看外观，再检查线路、电源及搭铁，必要时进行解体检查。

2）最后可用故障检测仪检测发动机的数据流，根据发动机的运转状况对发动机进行修竣验收。

4. 注意事项

1）做好发动机的基本检查。

2）发动机运转或点火开关ON时禁止拆插头，禁止刮火试验。

二、电喷发动机怠速不良

1. 故障现象

1）怠速熄火。

2）怠速不稳。

3）怠速高。

4）冷车怠速不良。

5）热车怠速不良。

6）怠速上下波动。

7）空调怠速不良。

2. 故障原因

1）怠速控制阀有故障。

2）火花塞有故障。

3）燃油压力有故障。

4）喷油器有故障。

5）空气流量传感器有故障。

6）传感器有故障。

3. 故障排除方法

（1）检查怠速不稳、易熄火的故障

1）先检查进气系统有无堵漏（包括 EGR 阀工作情况）。

2）再检查怠速控制阀，调整发动机的初始怠速。

3）检查火花塞。

4）检查燃油压力。

5）拆洗喷油器。

6）检查空气流量传感器。

7）检查气缸压力。

（2）检查无怠速的故障。

1）检查怠速控制阀。

2）检查拆洗喷油器。

3）检查燃油压力。

4）检查气缸压力。

（3）检查冷车怠速不稳的故障

1）热车怠速良好，说明此故障与冷车快怠速元件有关。

2）检查快怠速阀。

3）检查怠速阀。

4）检查冷却液温度传感器。

（4）检查热车怠速不稳的故障

1）冷车快怠速正常，热车后不正常，说明冷车快怠速阀无问题。

2）调整发动机的初始怠速。

3）检测冷却液温度传感器。

4）检查怠速控制阀。

5）拆检火花塞和喷油器。

6）检查空气流量传感器。

（5）检查热车怠速高的故障

1）发动机冷车时能快怠速运转，但热车后转速仍高，检查节气门能否关严。

2）检查快怠速阀工作情况。

3）检查冷却水温度传感器。

4）检查怠速阀及其控制电路。

（6）检查怠速上下波动故障。

1）首先检查怠速控制阀。

2）检查冷却水温度传感器和空气流量传感器。

3）检查节气门位置传感器和氧传感器。

4）最后拆洗喷油器。

（7）检查使用空调器和转向时怠速不稳和熄火的故障

1）关闭空调器和直行时怠速运转正常，打开空调和转向时怠速不稳。其原因可能是初始怠速调整过低，负荷加大后无提速信号，应检查空调开关或转向液压开关有否到电脑的信号。

2）最后可用故障检测仪检测发动机的数据流，根据发动机的运转状况对发动机进行修竣验收。

4. 注意事项

1）做好发动机的基本检查。

2）发动机运转或点火开关ON时禁止拆插头，禁止刮火试验。

三、电喷发动机加速不良

1. 故障现象

电喷发动机加速时不能迅速提高转速。

2. 故障原因

1）点火时间故障。

2）火花塞故障。

3）空气滤清器故障。

4）漏气、漏油。

5）空气流量传感器或进气压力传感器故障。

6）喷油器及其他传感器故障。

3. 故障排除方法

（1）检查点火系统

1）检查点火时间是否正确。

① 可以通过踩加速踏板听发动机运转的声音，可知其点火的早迟。

② 也可以通过点火提前角测试仪来进行测试，其怠速时有一个标准角度，加速时点火提前角加大。

③ 点火提前角过大或过小都会引起发动机加速不良。

2）检查点火能量。

① 凡是点火系统机件性能不良都会造成点火能量不够。

② 检查缸线和分火头的阻值、火花塞的间隙和状况、分电器的工作情况和导通情况。

③ 检查点火线圈是否发热，检查点火器是否发热。

④ 必要时可用示波器观察点火初级和次级波形，可看出是哪里的故障。

（2）检查机械部分

1）首先看发动机能否转动，检查空气滤清器是否堵塞。

2）采用单缸断火或断油的方法判断是否有个别缸不工作。

3）如果有个别缸不工作，须找出其不工作的原因和部位，进一步确定。

4）也可用缸压表检查气缸压力。

5）若缸压不在 800 ~ 1300kPa 范围或压差超出标准，则要检查火花塞是否拧紧、配气正时、缸垫、正时带位置、活塞环密封性、气门密封性等。

（3）检查可燃混合气浓度是否符合要求

1）检查燃油压力。

① 用油压表检测燃油系统的油压，将滤清器到燃油分配管之间的油路断开，接上油压表，拧紧管接头。

② 起动发动机可测出油压的高低。

③ 若油压不正常，则是油路问题须检查油泵、滤网、滤清器、蓄压器、燃油压力调节器、喷油器。

④ 检查燃油压力调节器可加大油门或拔下燃油压力调节器的真空管路，看油压是否增加 50kPa。

2）检查空气流量传感器或进气压力传感器工作是否正常。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，要搞清是传感器的机械故障还是电路故障，并将其修复。

3）检查冷却液温度传感器工作是否正常。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，排除故障。

4）检查喷油器工作是否正常（堵、漏）。可根据发动机的工作状况判断，必要时拆检喷油器。

5）检查节气门位置传感器工作是否正常。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，要找出故障原因并排除故障。

6）检查进气系统是否漏气或堵塞。彻底检查进气系统。

7）检查废气再循环系统或汽油蒸汽排放系统是否有故障。

8）检查氧传感器。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，要确定是否更换氧传感器，排除故障。

9）检查爆燃传感器。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，要确定是否更换。

10）检查进气温度传感器。通过自诊断、仪器诊断或人工诊断，判断出是传感器故障后，要用万用表检测其好坏，排除故障。

11）最后可用红盒子故障检测仪检测发动机的数据流，根据发动机的运转状况对发动机进行修竣验收。

四、电喷发动机减速时熄火

1. 故障现象

怠速运转正常，但在行驶中突然松开加速踏板减速时发动机经常熄火。

2. 故障原因

1）怠速调整过低。

2）怠速自动控制失常。

3）断油控制失常。

4）控制系统或点火系统线路接触不良。

3. 故障排除方法

1）检查怠速是否稳定。

2）检查发动机初始怠速。如果初始怠速过低，应按规定程序和标准进行调整。

3）检查节气门位置传感器。

① 在节气门全闭时，节气门位置传感器内的怠速开关应闭合。

② 如不能闭合，应按标准进行调整。

③ 如果调整无效，应更换节气门位置传感器。

4）检查怠速控制阀。

① 发动机熄火后拔下怠速控制阀线束插头，待发动机起动后再插上

插头。

② 如果发动机转速无变化，说明怠速控制阀不工作，应检查在发动机怠速运转时怠速控制阀结束插头内有无脉电压信号输出。

③ 如无信号，则应检查控制线路。

④ 如有信号，则说明怠速控制阀已损坏，应更换。

5）检查减速断油功能是否正常。

① 拔下节气门位置传感器线束插头，用一根导线将插头内怠速开关的两接线插孔短接。

② 起动发动机，踩下加速踏板加速，观察发动机转速能否在断油转速和回油转速之间来回变化，并记下回油转速的数值。

③ 如果回油转速过低（一般不低于1200r/min），说明电脑内断油控制功能失常，应更换电脑。

6）全面检查电脑控制线路及点火线路各插头处有无接触不良。

五、电喷发动机油耗过大

1. 故障现象

发动机动力良好，但耗油量过大，加速时排气管冒黑烟。

2. 故障原因

1）水温传感器失常。

2）空气流量传感器或进气管压力传感器失常。

3）节气门位置传感器失常。

4）燃油压力过高。

5）冷起动喷油器漏油或冷起动控制失常。

6）喷油器漏油。

3. 故障排除方法

（1）测量冷却液温度传感器

1）电阻太大，会使电脑误认为发动机处于低温状态，从而进行冷车加浓控制，使油耗增加。

2）也可以用电脑解码器来检测，它能在发动机运转中显示水温传感器传给电脑的信号所表示的水温数值；将这一数值与发动机实际冷却液温度相比较，就能直观地反映出冷却液温度传感器是否工作正常。

（2）检测空气流量传感器或进气管压力传感器　空气流量传感器或进气管压力传感器的误差会直接影响喷油量。检测如有异常，应更换空气流量

传感器或进气管压力传感器。

（3）检查节气门位置传感器。

1）在节气门处于中小开度时，全负荷开关应断开。

2）若全负荷开关始终闭合或闭合时间过早，会使电脑始终过早地进行全负荷加浓，从而增大油耗。

（4）测量燃油压力。

1）怠速时的燃油压力应为250kPa左右。随着节气门的开启，燃油压力应逐渐上升。

2）节气门全开时的燃油压力为300kPa左右。若燃油压力能随节气门开度变化而改变，则说明燃油压力调节器的真空软管破裂或脱落，或燃油压力调节控制电磁阀有故障，使进气管真空度没有作用在燃油压力调节器的真空膜片室上，导致油压过高。对此，应更换软管或电磁阀。

（5）检查冷起动喷油控制是否正常。

1）用电压表或试灯接在冷起动喷油器线束插头上，检查发动机起动时冷起动喷油器工作的持续时间是否符合标准值。

2）若工作时间过长或起动后一直工作，则说明冷起动喷油控制失常，应检查冷起动温度开关及控制电路。

（6）拆卸喷油器　拆卸喷油器，检查各喷油器有无漏油。如有异常，应清洗或更换喷油器。

六、电喷发动机动力不足

1. 故障现象

发动机无负荷运转时基本正常，但有负荷运转时加速缓慢，上坡无力，加速踏板踩到底时仍感到动力不足，转速提不高，达不到最高车速。

2. 故障原因

1）空气滤清器堵塞。

2）节气门调整不当，不能全开。

3）燃油压力过低。

4）喷油器堵塞或雾化不良。

5）水温传感器故障。

6）空气流量传感器故障。

7）点火正时不当或高压火花太弱。

8）发动机压缩压力过低。

3. 故障排除方法

1）将加速踏板踩到底，检查节气门能否全开。如不能全开，应调整节气门拉索或踏板。

2）检查空气滤清器有无堵塞。如有堵塞，应清洗或更换。

3）进行故障自诊断，检查有无故障码出现。按所显示的故障码查找故障原因。

4）检查节气门位置传感器的怠速开关和全负荷开关是否调整正确。如不正确，应按标准重新调整。

5）检查点火正时。在热车后的怠速运转中检查点火提前角，应为10°～15°，加速时的点火提前角应能自动提前至20°～30°。如怠速时的点火提前角不正确，应调整初始点火提前角；如果加速时点火提前角不正常，应检查点火提前控制线路及曲轴位置传感器、点火器等。

6）检查冷却液温度传感器。在不同温度下，冷却液温度传感器的电阻应能按规定标准值变化。如不符合标准值，应更换冷却液温度传感器。

7）检测空气流量传感器或进气管压力传感器。如有异常，应更换。

8）检查所有火花塞、高压线、点火线圈。如有异常，应更换。

9）检查燃油压力。如压力过低，应进一步检查电动燃油泵、燃油压力调节器、汽油滤清器等。

10）拆卸喷油器，检查喷油量是否正常。如喷油量不正常或喷油雾化不良，应清洗或更换喷油器。

11）测量气缸压缩压力。如压力过低，应拆检发动机。

七、电喷发动机点火不正常

1. 故障现象

发动机不能起动或起动困难，起动后运转不稳，有断火现象，排气管放炮，汽车行驶无力，检查高压火花为粉红色或暗红色，甚至无高压火花。

2. 故障原因

1）点火线路接触不良。

2）高压线电阻过大或漏电。

3）点火线圈击穿、短路或断路。

4）曲轴位置传感器损坏。

5）点火器损坏。

6）电脑内点火控制模块损坏。

3. 故障排除方法

1）检查点火线圈、点火器、分电器（曲轴位置传感器）的线束插头是否连接可靠。如果插头内有水渍或松动、接触不良，应清除水渍，使之连接牢固。

2）测量各高压线电阻，每根高压线的电阻应小于25kΩ。如电阻太大或表面有破损、龟裂老化，应更换。

3）打开点火开关，测量点火线圈正极接线柱上有无12V电压。如无电压，则说明点火开关损坏，点火开关至点火线圈的线路有断路或熔丝烧断。

4）检查点火线圈。分别测量点火线圈一次绕组和二次绕组的电阻。如果是高压火花弱的故障，还应检查点火线圈在热态下的线圈电阻。一般点火线圈一次绕组的电阻为0.35～0.65Ω，一般二次绕组的电阻为9～18kΩ。如有异常，应更换点火线圈。

5）检查曲轴位置传感器。测量传感器线圈电阻，检查信号转子与定子之间的气隙。如不符合标准值，应调整或更换传感器。

6）检查点火控制系统线路。用示波器测量在发动机转动时，电脑有无脉冲信号送至点火器。如无信号，则说明电脑有故障；如有信号，则说明点火器损坏，应更换点火器或电脑。

第二章

电控液力自动变速器的结构与检修

第一节　电控液力自动变速器主要部件的结构与检修

电控液力自动变速器由液力变矩器、齿轮变速机构、换档执行机构、液压控制系统和电子控制系统五部分组成。

其控制原理是：传感器和开关监测汽车和发动机的运行状态，接受驾驶人的指令，将发动机转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器液压油温等参数转变为电信号，并输入电控单元（ECU）。ECU 根据这些信号，按照设定的换档规律，向换档电磁阀、油压电磁阀等发出电子控制信号；换档电磁阀和油压电磁阀再将 ECU 发出的控制信号转变为液压控制信号，阀板中的各个控制阀根据这些液压控制信号，控制换档执行机构的动作，从而实现自动换档，如图 2-1 所示。

一、液力变矩器的结构与检修

液力变矩器安装在发动机和变速器之间，以液压油（ATF）为工作介质，起传递转矩、变矩、变速及离合的作用。

（一）结构

典型的液力变矩器是由泵轮、涡轮和导轮组成，如图 2-2 所示。它们都是由铝合金精密铸造或用钢板冲压而成，在它们的环状壳体中径向排列着许多叶片，如图 2-3 所示。

1）泵轮是液力变矩器的输入元件，位于液力变矩器的后端，与变速器壳体刚性连接。变矩器壳体总成用螺栓固定在发动机曲轴后端，随发动机曲轴一起旋转。

2）涡轮是液力变矩器的输出元件，它通过花键孔与行星齿轮系统的输入轴相连。涡轮位于泵轮前方，其叶片面向泵轮叶片。

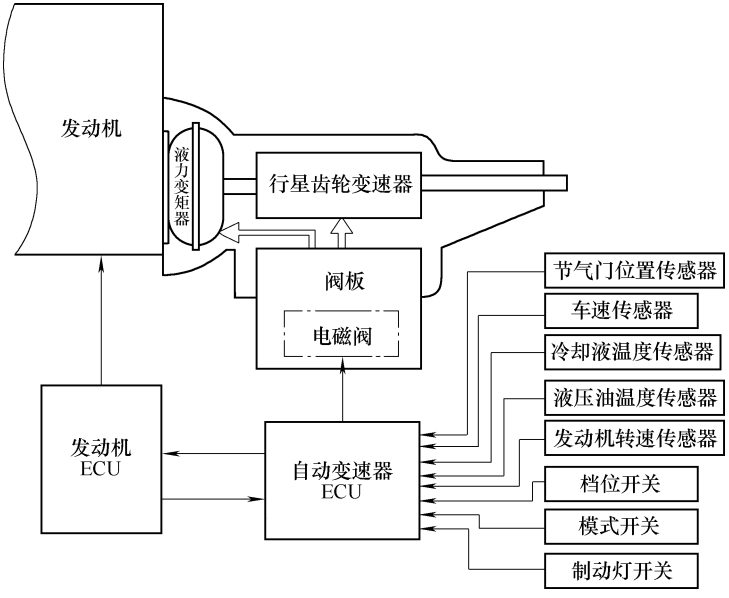


图 2-1　电控自动变速器的控制原理

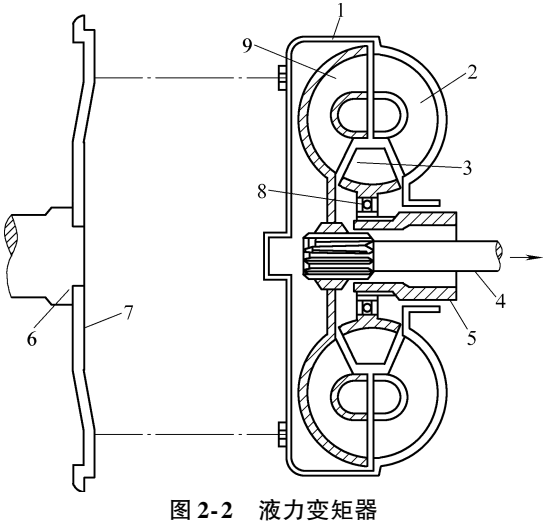


图 2-2　液力变矩器

1—变矩器壳体　2—泵轮　3—导轮　4—变速器输入轴　5—导轮固定套管
6—曲轴　7—驱动端盖　8—单向离合器　9—涡轮

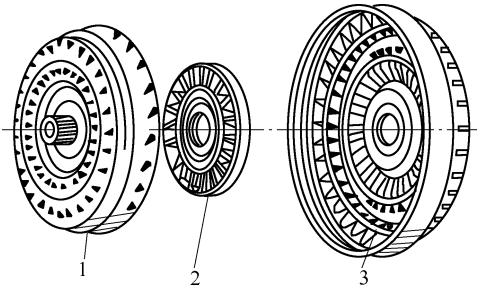


图 2-3　泵轮、涡轮和导轮

1—涡轮　2—导轮　3—泵轮

3）导轮位于涡轮和泵轮之间，是液力变矩器的反应元件。通过单向离合器单方向固定在导轮或导轮套管上。

泵轮、涡轮和导轮装配好后，会形成端断面为循环圆的环状体，在环行内腔中充满液压油。

（二）工作原理

变矩器工作时，壳体内充满液压油，发动机带动外壳旋转，外壳带动泵轮旋转，泵轮叶片间的液压油在离心力的作用下，从内缘流向外缘。当泵轮转速大于涡轮转速时，泵轮叶片外缘的压力大于涡轮外缘的压力。油液在绕着泵轮轴线作圆周运动的同时，在上述压差的作用下由泵轮流向涡轮。泵轮顺时针旋转，油液将带动涡轮同样按顺时针方向旋转。如果涡轮静止或涡轮的转速比泵轮的转速小得多，则由液体传递给涡轮的动能就很小。而大部分能量在油液从涡轮返回泵轮的过程中损失了，油液在从涡轮叶片外缘流向内缘的过程中，圆周速度和动能逐渐减小。当油液回到泵轮后，泵轮对油液做功，使之在泵轮叶片内缘流向外缘的过程中动能和圆周速度逐渐增大，再流向涡轮。

（三）液力变矩器的检修

轿车自动变速器的液力变矩器的外壳，是采用焊接式的整体结构，不可分解。液力变矩器内部，除了导轮的单向超越离合器和锁止离合器压盘之外，没有互相接触的零件，因此在使用中基本上不会出现故障。液力变矩器的维修工作主要是清洗和检查。

1. 液力变矩器的清洗

自动变速器的液压油污染，多表现为在油中可见到金属粉末。这些金属

粉末大多数来自换档执行元件的磨损。

1）倒出变矩器中残留的液压油。

2）向变矩器中加入干净的液压油，以清洗变矩器内部，然后将液压油倒出。

3）再次向变矩器中加入干净的液压油，清洗后倒出。

4）用清洗剂清洗变矩器零部件，只能用压缩空气吹干。

5）用压缩空气吹净所有的供油孔或油道，确保清洁。

清洗时，也可加入专用的去污剂，在清洗台上一边旋转变矩器，一边不停地注入压缩空气，以便使清洗液作用得彻底。为取出清洗液，可在变矩器最外侧较平的面上，在两叶片之间打一个孔（用钻床钻一个正圆的孔），将孔向下放置15min后，变矩器内的清洗液即可排出，清洗后再用铆钉将钻孔封死。

2. 液力变矩器的检查

液力变矩器的检查内容如下：

1）检查液力变矩器外部有无损坏和裂纹，轴套外径有无磨损，驱动油泵的轴套缺口有无损伤。如有异常，应更换液力变矩器。

2）将液力变矩器安装在发动机的飞轮上，用指示表检查变矩器轴套的径向圆跳动误差（见图2-4）。如果在飞轮转动一周的过程中，指示表指针偏摆大于0.03mm，应采用转换角度重新安装的方法予以校正，并在校正后的位置上作一记号，以保证正确安装。若无法校正，应更换液力变矩器。

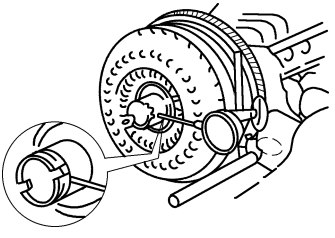


图2-4 液力变矩器轴套偏摆量的检查

3）检查导轮单向超越离合器。将单向超越离合器内座圈驱动杆（专用工具）插入变矩器中；将单向离合器外座圈固定器（专用工具）插入变矩器中，并卡在轴套上的油泵驱动缺口内。转动驱动杆，检查单向超越离合器工作是否正常。在逆时针方向上，单向超越离合器应锁止，顺时针方向上应能自由转动。如有异常，说明单向超越离合器损坏，应更换液力变矩器。

二、齿轮变速机构的结构与检修

自动变速器的齿轮变速系统，主要有行星齿轮系统和平行轴齿轮系统，目前绝大多数自动变速器采用行星齿轮系统与液力变矩器配合使用。行星齿

轮系统由行星齿轮机构和执行机构组成，执行机构根据自动变速器控制系统的命令，放松或固定行星齿轮机构的某个元件，通过改变动力传递路线得到不同的传动比。

（一）平行轴式齿轮变速机构

平行轴式齿轮变速机构应用于本田（HONDA）车系和部分福特（FORD）车系。它由普通齿轮及平行轴组成，如图2-5所示。

由多个齿轮组成的轮系传动比为：$i = i_1 i_2 \cdots i_n$ = 所有从动齿轮齿数的乘积/所有主动齿轮齿数的乘积。

（二）行星齿轮变速机构

1. 单行星排

单行星排齿轮机构由太阳轮、齿圈和装有行星齿轮的行星架三元件组成，如图2-6所示。齿圈又称为齿环，制有内齿，其余齿轮均为外齿轮。行星齿轮通过齿轮轴支撑在行星架上。整个行星齿轮机构装配好后，太阳轮位于中心，所有行星齿轮在与太阳轮外啮合的同时还与齿圈内啮合。

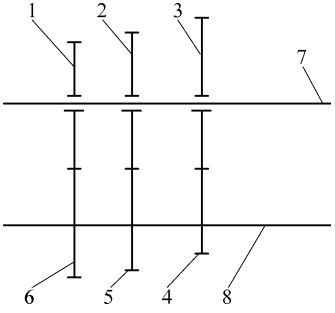


图2-5　平行轴式齿轮变速机构

1、2、3、4、5、6—档位齿轮
7、8—平行轴

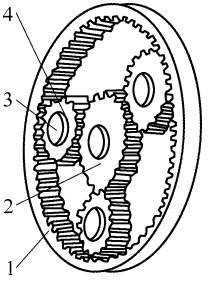


图2-6　单行星排齿轮机构

1—齿圈　2—太阳轮　3—行星齿轮轴　4—行星齿轮

2. 多行星排

在自动变速器中，两排或多排行星齿轮机构连接在一起，用以提供满足汽车行驶需要的多种传动比。一般多行星排齿轮机构有两种形式，一种是两排行星齿轮机构共用一个太阳轮的辛普森（Simpson）式行星齿轮机构；另一种是拉维娜（Ravigneaur）式行星齿轮机构，它有两个太阳轮，两排行星齿轮共用一个齿圈。

（1）辛普森（Simpson）式行星齿轮机构　辛普森（Simpson）式行星齿

轮机构应用于轿车自动变速器的三速行星齿轮系统，能提供三个前进档和一个倒档。

典型的辛普森（Simpson）式行星齿轮机构如图2-7所示。其行星齿轮机构包括两个行星排，它的执行机构由前进离合器（C1），直接档离合器（C2），单向离合器（F），二档制动器（B2）和低、倒档制动器（B3）组成。其结构示意图如图2-8所示。

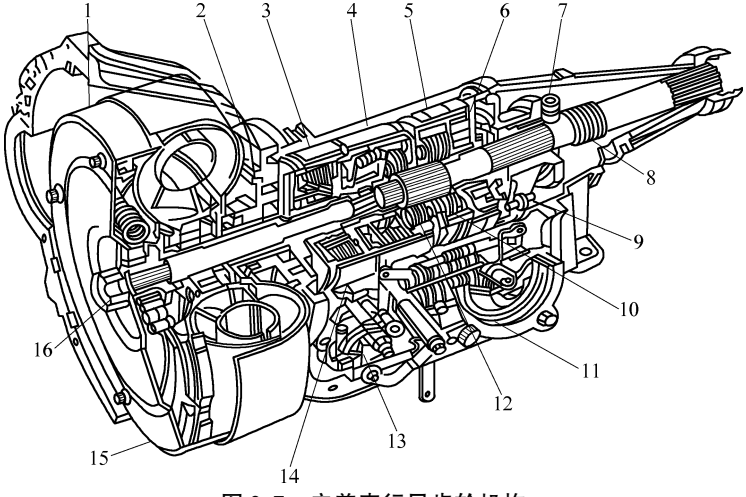


图2-7 辛普森行星齿轮机构

1—变矩器壳 2—油泵 3—直接档离合器 4—前进离合器 5—低、倒档制动器 6—单向离合器 7—离心调速器 8—第二轴 9—输出轴外齿圈 10—后行星排 11—低、倒档制动器伺服装置 12—前行星排 13—控制阀体总成 14—二档制动器 15—锁止离合器 16—第一轴

各档执行元件情况见表2-1。

表2-1 各档执行元件工作情况

档位		C1	C2	B2	B3	F
	1	○				○
D	2	○		○		
	3	○	○			
R			○		○	

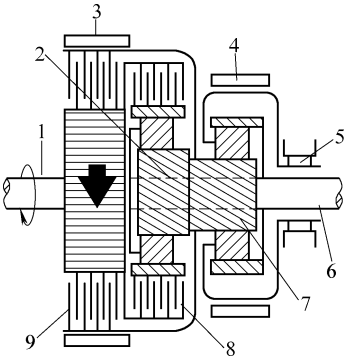


图 2-8　辛普森行星齿轮机构结构简图

1—第一轴　2—前行星排　3—2 档制动器　4—低、倒档制动器　5—单向离合器
6—第二轴　7—后行星排　8—前进档离合器　9—直接档离合器

输入轴通过直接档离合器和前进档离合器，分别与太阳轮和前排齿圈相连，二档制动器可用来固定太阳轮，低、倒档制动器可使后行星架成为固定元件。单向离合器保证后排行星架只能沿顺时针方向转动，前排行星架和后排齿圈与输出轴相连而成为输出元件。

该行星齿轮机构各档动力传递路线是：

1）D 位 1 档：如图 2-9a 所示，前进档离合器结合，前排齿圈成为输入元件，单向离合器使后行星架无法逆时针旋转。动力传递路线是第一轴、前排齿圈、太阳轮、后排齿圈、第二轴。

2）D 位 2 档：如图 2-9b 所示，前进档离合器结合，使前排齿圈成为输入元件，二档制动器将太阳轮固定。动力经第一轴、前排齿圈和行星架输出给第二轴。

3）D 位 3 档：如图 2-9c 所示，前进档离合器和直接档离合器工作，此时，前排太阳轮和齿圈均与第一轴相连，因此，行星架也与它们同速转动，形成直接档，将第一轴的动力直接传给第二轴。

4）R 位：如图 2-9d 所示，直接档离合器结合，前排太阳轮成为输入元件，低、倒档制动器固定后排行星架。动力经第一轴、太阳轮、后排行星齿轮和后排齿圈传至第二轴。由于行星架是固定元件，使第二轴的旋转方向与第一轴相反，变速器得到倒档。

（2）拉维娜行星齿轮机构　拉维娜行星齿轮机构（见图 2-10）采用双

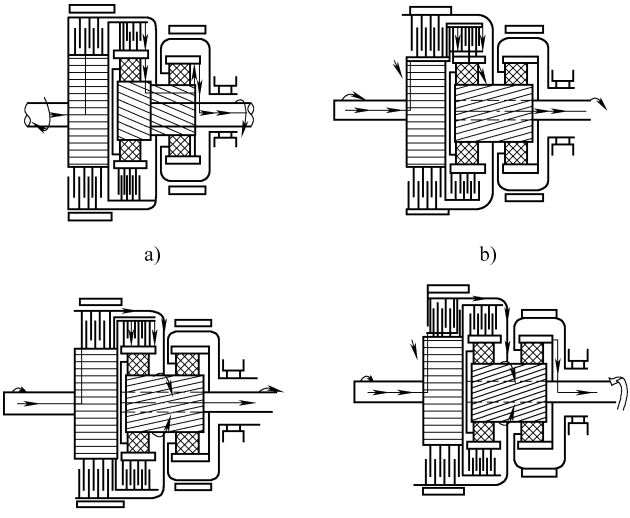


图 2-9　辛普森行星齿轮机构工作原理

a）D 位 1 档　b）D 位 2 档　c）D 位 3 档　d）R 位

行星排组合，其结构特点是：两行星排共用行星架和齿圈，小太阳轮 1、短行星轮 4、长行星轮 5、行星架 3 及齿圈 6 组成一个双行星轮式行星排，大太阳轮 2、长行星轮 5、行星架 3 及齿圈 6 组成一个单行星轮式行星排。具有四个独立元件：小太阳轮、大太阳轮、行星架和齿圈。行星架上的两套行星齿轮相互啮合，其中短行星齿轮与小太阳轮啮合，长行星齿轮与大太阳轮啮合的同时与齿圈啮合。

典型三速拉维娜行星齿轮机构结构简图如图 2-11 所示。前进档离合器用于连接输入轴和小太阳轮，倒档及直接档离合器用于连接输入轴和大太阳轮，2 档制动器用于固定大太阳轮，倒档及低档制动器起固定行星架的作用，单向离合器对行星架逆时针方向旋转有锁止作用。

各档传递路线为：

1）D 位 1 档：单向离合器锁止行星架，使其无法逆时针旋转，前进档离合器接合，小太阳轮成为输入元件。动力传递路线是第一轴、小太阳轮、短行星齿轮、长行星齿轮、齿圈。

2）D 位 2 档：前进档离合器接合，二档制动器将大太阳轮固定。动力

传递路线是第一轴、小太阳轮、短行星齿轮、长行星齿轮、齿圈。

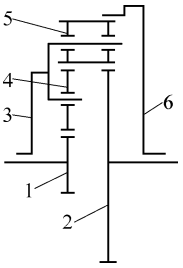


图 2-10　拉维娜行星齿轮机构

1—小太阳轮　2—大太阳轮
3—行星架　4—短行星轮
5—长行星轮　6—齿圈

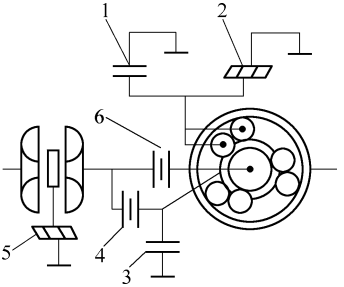


图 2-11　拉维娜式行星齿轮变速器的结构简图

1—低、倒档制动器　2—单向离合器
3—2 档制动器　4—直接档离合器
5—导轮单向离合器　6—前进离合器

3）D 位 3 档：前进档离合器和直接档离合器参与工作，大、小太阳轮被锁成一体，长、短行星齿轮同方向旋转，由于这两套行星齿轮处于常啮合状态而无法旋转，于是整个行星齿轮系统被联锁成一体，以直接档传递动力。

4）R 位：直接档离合器工作，大太阳轮成为输入元件，低、倒档制动器将行星架固定。动力传递路线是大太阳轮、长行星齿轮、齿圈。小太阳轮和短行星齿轮空转。

执行元件工作情况与表 2-1 所示相同。

三、换档执行机构的结构与检修

（一）换档执行机构

换档执行机构主要由离合器、制动器和单向离合器三种执行元件组成。离合器和制动器是以液压方式控制行星齿轮机构元件的旋转，而单向离合器则是以机械方式对行星齿轮机构的元件进行锁止。

1. 多片离合器

离合器的作用是将变速器的输入轴和行星排的某个基本元件连接，或将行星排的某两个基本元件连接在一起，使之成为一个整体转动。

自动变速器中所用的离合器为湿式多片离合器。通常由离合器鼓、离合

器活塞、回位弹簧、钢片、摩擦片、花键毂等组成，其结构如图2-12所示。

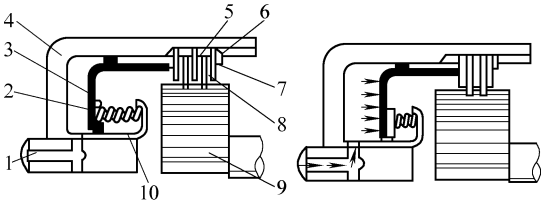


图2-12 多片离合器

a）分离状态 b）结合状态

1—主动元件 2—回位弹簧 3—离合器活塞 4—离合器鼓 5—钢片
6—限位卡环 7—压盘 8—摩擦片 9—离合器花键毂 10—弹簧保持座

离合器鼓通过花键与主动元件相连或与其制成一体，钢片通过外缘键齿与离合器鼓的内花键槽配合，与主动元件同步旋转。离合器花键毂与行星齿轮机构的主动元件制成一体，摩擦片通过内缘键齿与花键毂相联结，钢片和摩擦片均可以轴向移动。压盘固定于离合器鼓键槽中，用以限制钢片、摩擦片的位移量，其外侧安装了限位卡环，活塞装于离合器鼓内，回位弹簧一端低于活塞端面，另一端支撑在保持座上，回位弹簧有周置螺旋弹簧、中央布置螺旋弹簧和中央布置碟形弹簧3种不同形式。

当离合器处于分离状态时，活塞在回位弹簧的作用下处于左极限位置，钢片、摩擦片间存在一定间隙。当液压油经油道进入活塞左腔室后，液压力克服弹簧张力使活塞右移，将所有钢片、摩擦片依次压紧，离合器接合。该元件成为输入元件，动力经主动元件、离合器鼓、钢片、摩擦片和花键毂传至行星齿轮机构。油压撤出后，活塞在回位弹簧的作用下回位，离合器分离，动力传递路线被切断。

离合器处于分离状态时，活塞左端的离合器液压缸内不可避免地残留有少量变速器油。当离合器鼓随同主动元件一起旋转时，残留的变速器油在离心力的作用下被甩向液压缸的外缘，并在该处产生一定的油压。若离合器鼓的转速较高，该油压将推动活塞压向离合器片，力图使离合器接合，从而导致钢片和摩擦片间出现不正常滑磨，影响离合器的使用寿命。为了防止出现这种现象，在离合器活塞或离合器鼓左端的壁面上，设有一个由防松球组成的安全阀，如图2-13所示。当液压油进入液压缸内时，防松球在油压的作

用下压紧在阀座上，安全阀处于关闭状态，保证了液压缸的密封。当液压缸内的液压油通过油路排出时，缸体内的液压力下降，安全阀的防松球在离心力的作用下离开阀座，阀处于开启状态，残留在缸内的液压油因离心力的作用从安全阀的阀孔排出，使离合器得以彻底分离。

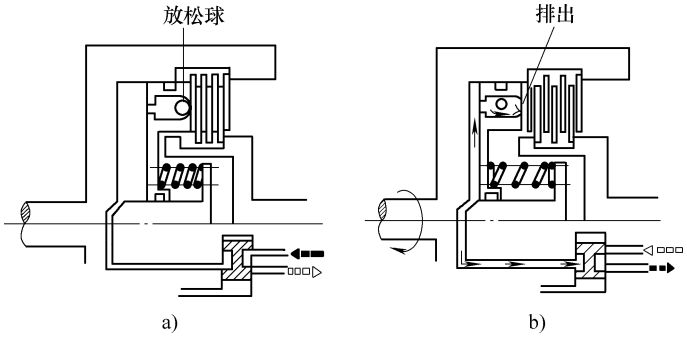


图 2-13　离合器安全阀的作用

2. 制动器

制动器的作用是固定行星齿轮机构中的基本元件，阻止其旋转。在自动变速器中常用的制动器有片式制动器和带式制动器两种。

（1）片式制动器　片式制动器由制动器活塞、回位弹簧、钢片、摩擦片及制动器毂等组成，如图 2-14 所示。其结构和工作原理与湿式多片离合器基本相同。

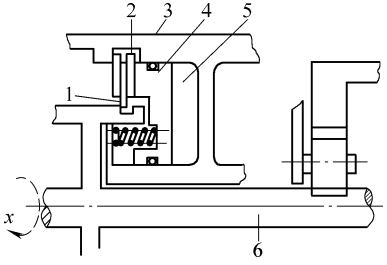


图 2-14　片式制动器工作原理示意图

1—摩擦片　2—钢片　3—变速器壳体
4—活塞　5—液缸　6—制动器毂

钢片、摩擦片均由钢板冲压而成，摩擦片表面有厚度为 0.38 ~ 0.76mm

的摩擦材料层。为保证分离彻底，钢片和摩擦片间必须有足够的间隙，标准间隙范围为0.25～0.38mm，可通过选择适当的压盘、卡环及摩擦片厚度等方法调整该值。

（2）带式制动器　带式制动器由制动带及其伺服装置（控制液压缸）组成。制动带是内表面带有镀层的开口式环形钢带，开口的一端支撑在与变速器壳体固连的支座上，另一端与伺服装置相连。

按变形能力可分为刚性制动带和挠性制动带。刚性制动带比挠性制动带厚，具有较大的强度和热容性，但不能产生与制动鼓相适应的变形。挠性制动带在工作时可与制动鼓完全贴合，而且价格低廉。

按结构可分为单边式和双边式制动带两种类型，双边式制动带具有自行增力功能，制动效果更好，多用于转矩较大的低档和倒档制动器。用于不同档位的同类型制动带内表面镀层的材料不尽相同，低、倒档制动带镀层多采用金属摩擦材料，其作用是保证足够的制动力矩，一般高档制动带使用有机耐磨材料，防止制动鼓过度磨损。

制动器伺服装置有直接作用式和间接作用式两种类型。直接作用式制动器结构如图2-15所示。制动带开口的一端通过摇臂支撑于固定在变速器壳体的支撑销上，另一端支撑于液压缸活塞杆端部，活塞在回位弹簧和左腔油压的作用下位于右极限位置，此时，制动带和制动鼓之间存在一定间隙。

制动时，液压油进入活塞右腔，克服左腔油压和回位弹簧的作用力推动活塞左移，制动带以固定支座为支点收紧，在制动力矩的作用下，制动鼓停止旋转，行星齿轮机构某元件被锁止。随着油压撤除，活塞逐渐回位，制动解除。若仅依靠弹簧张力，则活塞回位速度较慢，目前大多数制动器设置了左腔进油道。在右腔撤除油压的同时左腔进油，活塞在油压和回位弹簧的共同作用下回位，可迅速解除制动。

图2-16为间接作用式伺服装置。它与上述结构的区别在于制动器开口的一端支撑于推杆的端部，活塞杆通过杠杆控制推杆的动作，由于采用杠杆结构将活塞作用力放大，制动力矩进一步增加。

制动解除后，制动带与制动鼓之间应存在一定间隙，否则会造成制动带过度磨损和制动鼓的滑磨，影响行星齿轮系统的正常工作。调整该间隙的常见结构有以下三种：

1）长度可调整的支撑销。

2）长度可调的活塞杆（或推杆）。

3）调整调整螺钉。

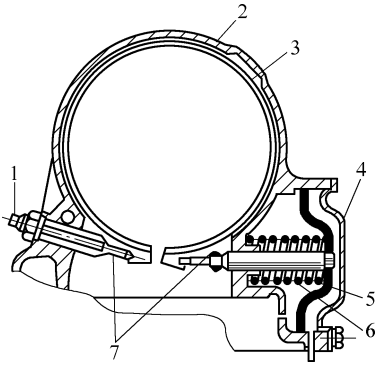


图 2-15　直接作用式伺服装置

1—支撑销　2—变速器壳体
3—制动带　4—液压缸盖
5—活塞　6—回位弹簧
7—摇臂

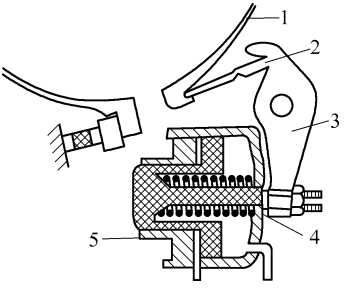


图 2-16　间接作用式伺服装置

1—制动带　2—推杆　3—杠杆
4—活塞杆　5—壳体

3. 单向离合器

单向离合器的作用是使某元件只能按一定方向旋转，在另一个方向上锁止。单向离合器有滚子式和楔块式两种类型。

滚子式单向离合器如图 2-17 所示。它由滚子、弹簧、弹簧保持座和内、外座圈组成。外座圈的内表面制有若干偏心的弧形滚道，因此，由光滑的内座圈和外座圈构成的滚子滚道的宽度不均匀，滚子被弹簧压向小端。在外座圈固定的情况下，内座圈可沿顺时针方向旋转，带动滚子压缩弹簧，使其落入滚道大端。若内座圈沿逆时针方向旋转，滚子被带向滚道小端，内座圈卡住不能转动，单向离合器锁止。

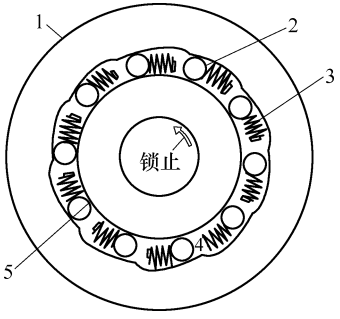


图 2-17　滚子式单向离合器

1—外座圈　2—滚子　3—弹簧
4—弹簧保持座　5—内座圈

楔块式单向离合器如图 2-18 所示，内、外座圈组成的滚道的宽度是均匀的，采用不均匀形状的楔块，楔块大端长度大于滚道宽度，在外座圈固定

的情况下，内座圈可沿逆时针方向旋转，带动楔块顺时针方向转动。若楔块沿顺时针方向转动，楔块将被卡在内、外座圈之间，单向离合器内座圈锁止。

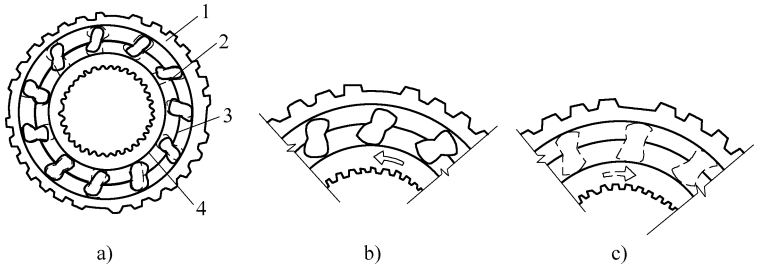


图 2-18　楔块式单向离合器

a）自由转动　b、c）锁止

1—外座圈　2—楔块　3—保持架　4—内座圈

（二）换档执行机构的检修

1. 行星排、单向超越离合器的检修

1）检查太阳轮、行星轮和齿圈的齿面，如有磨损或疲劳剥落，应更换整个行星排。

2）检查行星轮与行星架之间的间隙，其标准间隙为 0.2 ~ 0.6mm，最大不得超过 1.0mm，否则应更换止推垫片或行星架和行星轮组件。

3）检查太阳轮、行星架、齿圈等零件的轴径或滑动轴承处有无磨损，如有异常换新件。

4）检查单向离合器，如滚柱破裂、滚珠保持架断裂或内外圈滚道磨损起槽应更换新件，如果在锁止方向上打滑或在自由转动方向上卡滞、也应更换。

2. 多片离合器的检修

（1）摩擦片沟槽的检查　摩擦片上的沟槽是存储自动变速器油用的，沟槽磨平后，自动变速器油就无法进入摩擦片与钢片之间，失去了自动变速器油的保护之后，磨损速度会急剧加快，沟槽磨平后必须更换。

摩擦表面上有一层保持自动变速器油的含油层。新拆下来的摩擦片用无毛布将表面擦干，用手轻按摩擦表面时应有较多的自动变速器油流出。轻按时如不出油，说明含油层（隔离层）已被抛光，无法保存自动变速器油，必须更换。

摩擦片上有数字记号的，记号磨掉后必须更换。摩擦片出现翘曲变形的也必须更换。

摩擦片表面发黑（烧蚀）的必须更换。

摩擦片表面出现剥落、有裂纹、内花键被拉毛（拉毛容易造成卡滞）、内花键齿掉齿等现象都必须更换。

（2）离合器摩擦片装配前和装配时的注意事项

1）摩擦片还可继续使用的，须单独进行清洗。离合器中其余的零件可以用工业酒精或化油器清洗剂清洗，除密封件外，还可以用煤油清洗，但不可以用汽油清洗。用清洗剂做彻底清洗后，要用清洁的水反复冲洗零件表面，使其表面不含残存的清洗剂，然后用干燥清洁的压缩空气将所有的零件吹干，再在表面上涂一层自动变速器油，等待装配。

2）装配前，摩擦片要在洁净的自动变速器油中浸泡。新摩擦片要浸泡2h，旧摩擦片要浸泡 15 ~ 30min。浸泡后每个摩擦片要膨胀 0.03mm，工作时每个摩擦片还要膨胀 0.03mm。不浸油，或浸油时间过短，无法测得正确的离合器工作间隙。离合器刚开始工作时，摩擦片因缺乏自动变速器油的保护，会加剧磨损。

3）旧片要换位。装配时如使用的是旧摩擦片，装配时最里边和最外边的摩擦片最好换一次位。

4）缺口要对正。部分离合器摩擦片花键上有一缺口，是动平衡标记，装配时注意将各片的缺口对正。

（3）离合器其他元件的检查

1）在离合器和制动器的回位弹簧中，最容易损坏的是低档、倒档制动器活塞的回位弹簧。它的工作行程和工作压力最大，所以最容易损坏。损坏后弹簧折断、弯曲变形，同时许多弹簧散落在弹簧座外边。维修时需整体更换回位弹簧。

离合器活塞回位弹簧工作行程和油压较小，很少损坏。拆卸离合器时，外观上看回位弹簧没有折断、散乱就不必拆回位弹簧的卡环。回位弹簧卡环安装时如没有专用工具，将十分困难。回位弹簧主要检查其自由长度。凡变形、过短、折断的弹簧必须更换。

2）压盘和钢片上的齿要完好，不能拉毛，拉毛易造成卡滞。压盘和钢片表面如有蓝色过热的斑迹，则应在平台上用高度尺测量其高度，或将两片叠在一起，检查其是否变形。出现变形或表面有裂纹的必须更换。

（4）离合器间隙的检查　离合器活塞的工作行程，就是离合器的工作

间隙。通常超速档离合器和前进档离合器的工作间隙为0.8～1.5mm（具体间隙因车型而异）。高档、倒档离合器工作间隙通常为1.6～1.8mm。前者使用极限为2.0mm，后者使用极限为2.2mm。

检测离合器间隙时，需用空气压缩机、压缩空气枪、指示表和磁力表架。压缩空气保持在0.4MPa的压力，把压缩空气枪对准进油孔，固定好离合器，把指示表抵住外侧压盘，开动压缩空气枪，从指示表摆差得到离合器间隙。

如没有空气压缩机，也可以用塞尺检查。把塞尺片伸入卡环和压盘之间，即可测出离合器工作间隙。

3. 制动器的检修

（1）制动带的检查

1）外观检查：外观上如有缺陷、碎屑，摩擦表面出现不均匀磨损，摩擦材料剥落，摩擦材料上印刷数字涂消的，或者有掉色、烧蚀痕迹的，只要有上述问题中的任何一项，就必须更换制动带。

2）液体吸附能力的检查：用无毛布把制动带表面的油擦掉后，用手轻按制动带摩擦表面，应能渗出油，渗出的油越多，说明摩擦表面含油性越好。如轻压后，没有渗出油，说明制动带表面的含油层已被磨损，如继续使用将很快被烧蚀，必须更换。

（2）制动鼓的检查　铸铁制动鼓的摩擦表面如有刻痕，可用较细的石英砂布沿旋转方向打磨；钢板冲压的制动鼓，如磨损变形则必须更换。

（3）伺服装置的检修　用压缩空气枪将0.4～0.8MPa气压加到伺服装置的工作通道中，该伺服液压缸负责的制动带如能拉紧，则表明伺服液压缸工作正常，能满足拉紧制动带的需求。继续加压到伺服液压缸工作通道的同时，用另一把压缩空气枪加压到伺服装置的释放通道，此时伺服装置应松开制动带。

在检查制动带能否箍紧时，可用塞尺在加压前先测一下制动带的开口间隙，加压箍紧后再测一下制动带的开口间隙，便可推算出伺服推杆实际的工作行程。

检查时如发现异常现象，应分解检查。检查伺服装置钢制或铝制活塞是否有裂纹、毛刺、划伤和磨损等缺陷。活塞与活塞孔的正常工作间隙应在0.008～0.013mm。活塞与活塞孔间隙过大，会造成液压压力的损失。而活塞卡滞则会造成工作粗暴或制动带打滑。

四、液压控制系统的结构与检修

（一）结构

自动变速器的自动控制是靠液压控制系统来完成的。液压控制系统由动力源、执行机构和控制机构三部分组成。

1）动力源是由液力变矩器泵轮驱动的油泵，它除了向控制机构、执行机构供给液压油以实现换档外，还给液力变矩器提供冷却补偿油，向行星齿轮变速器供应润滑油。

2）执行机构包括各离合器、制动器的液压缸。

3）控制机构包括主油路调压阀、手动阀、换档阀及锁止离合器控制阀等，集中安装在自动变速器的阀体上。

1. 油泵

油泵一般位于液力变矩器和行星齿轮系统之间，由液力变矩器泵轮驱动。其类型主要有齿轮泵、转子泵和叶片泵，如图 2-19 所示。三种泵的共同特点是：内部元件（转子）由液力变矩器花键毂或驱动轴驱动，外部元件与内部元件之间有一定的偏心距。

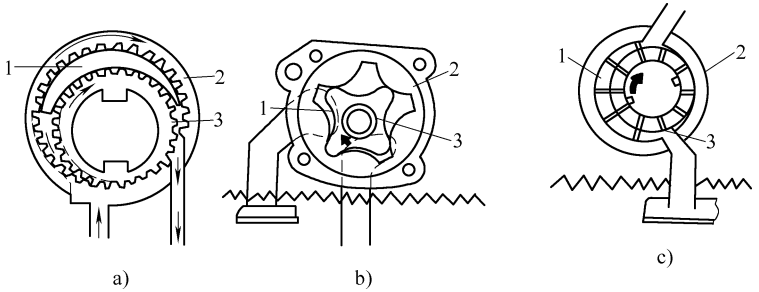


图 2-19　油泵

a）半月形齿轮泵　b）转子泵　c）叶片泵

1—腔室　2—外部元件　3—内部元件

2. 主油路调压阀

主油路调压阀的作用，是将油泵输出压力精确调节到所需值后输入主油路，以满足主油路系统在不同工况、不同档位时，具有不同油压的要求。

主油路调压阀通常采用阶梯型滑阀，如图 2-20 所示。它由上部的阀芯、下部的柱塞套筒及调压弹簧组成。在阀门的上部 A 处，受到来自油泵的液

压力作用，下端则受到柱塞下部C处来自调压电磁阀所控制的节气门油压力作用，以及调压弹簧的作用力。共同作用的平衡，决定阀体所处的位置。

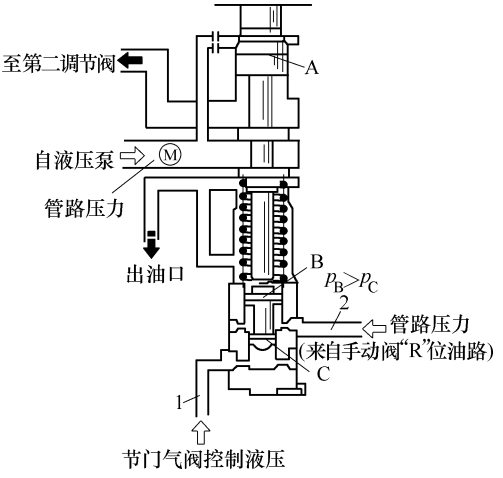


图2-20　主油路调压阀的工作原理

3. 手动阀

手动阀通过连杆机构与驾驶室内的变速器选档操纵手柄相连，驾驶人操纵换档操纵手柄可以带动手动阀移动，其作用是根据选档杆位置的不同依次将管路压力导入相应各档油路。日本丰田轿车自动变速器手动阀如图2-21所示。

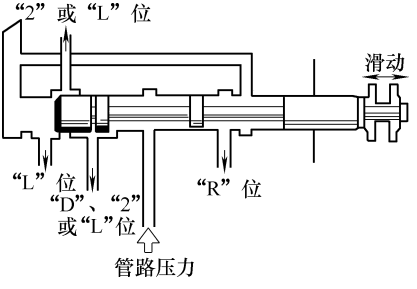


图2-21　手动阀的结构及油道

4. 换档阀

自动变速器通常有三个换档阀。分别由三个换档电磁阀来控制，并通过

三个换档阀之间油路的互锁作用实现四个档位的变换。目前大部分电子控制自动变速器采用有两个电磁阀操纵三个换档阀的控制方式。这种换档控制的工作原理如图 2-22 所示。它采用泄压控制的方式。由图中可知，1～2 换档阀和 3～4 换档阀由电磁阀 A 控制，2～3 档换档阀则由电磁阀 B 控制。电磁阀不通电时关闭泄油孔，来自手动阀的主油路液压油通过节流孔后作用在各换档阀右端，使阀芯克服弹簧力左移。电磁阀通电时泄油孔开启，换档阀右端液压油被泄空，阀芯在左端弹簧力的作用下右移。

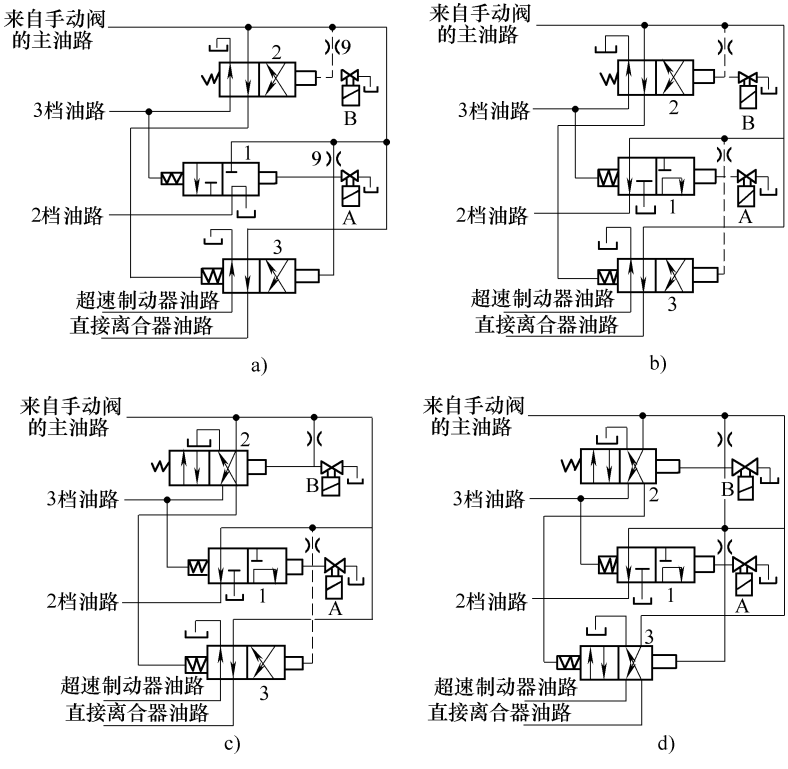


图 2-22　电控自动变速器换档液压系统原理

a）1 档　b）2 档　c）3 档　d）4 档

A—换档电磁阀　B—换档电磁阀　1—1～2 换档阀

2—2～3 换档阀　3—3～4 换档阀

图 2-22a 为 1 档，此时电磁阀 A 断电，电磁阀 B 通电，1～2 档换档阀阀芯

左移，关闭2档油路；2～3档换档阀阀芯右移，关闭3档油路。同时使主油路油压作用在3～4档换档阀阀芯右端，让3～4档换档阀阀芯停留在右位。

图2-22b为2档，此时电磁阀A和电磁阀B同时通电，1～2换档阀右端油压下降，阀芯右移，打开2档油路。

图2-22c为3档，此时电磁阀A通电，电磁阀B断电，2～3档电磁阀右端油压上升，阀芯左移，打开3档油路。同时使主油路油压作用在1～2档换档阀左端，并让3～4档换档阀阀芯左端控制油压泄空。

图2-22d为4档，此时电磁阀A和电磁阀B均不通电，3～4档换档阀阀芯右端控制压力上升，阀芯左移，关闭直接档离合器油路，接通超速档制动器油路，由于1～2档换档阀阀芯左端作用着主油路油压，虽然右端有液压油作用，但阀芯仍然保持在右端不能左移。

5. 锁止离合器控制阀

目前在一些新型的电控自动变速器上，锁止电磁阀采用脉冲式电磁阀，ECU可利用脉冲电信号占空比大小来调节锁止电磁阀的开度，以控制作用在锁止离合器控制阀右端的油压。由此调节锁止离合器控制阀左移时排油孔的开度，从而控制锁止离合器活塞右侧油压的大小（见图2-23）。

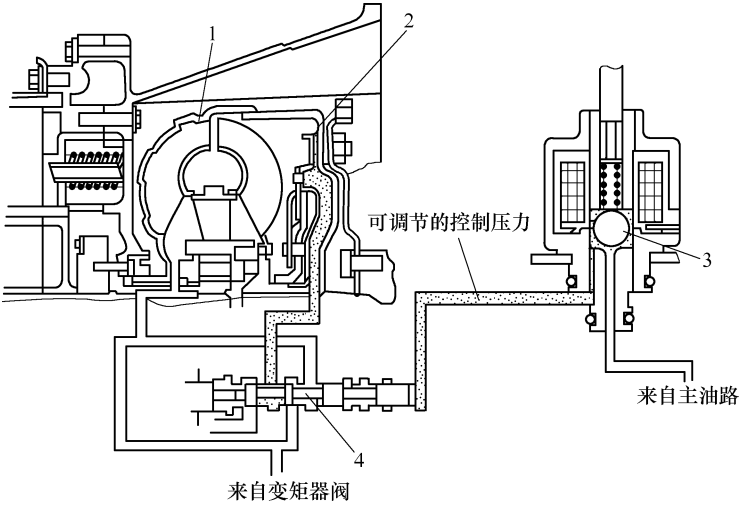


图2-23 电控锁止离合器控制阀工作原理（脉冲式电子阀）

1—变矩器 2—锁止离合器 3—脉冲线性式锁止电磁阀

4—锁止离合器控制阀

当作用在锁止电磁阀上的脉冲电信号的占空比为0时，电磁阀关闭，没有油压作用在锁止离合器控制阀的右端，此时锁止离合器活塞左右两侧的油压相同，锁止离合器处于分离状态。

当作用在锁止电磁阀上的脉冲电信号较小时，电磁阀的开度和作用在锁止离合器控制阀右端的油压以及锁止控制阀左移打开的排油孔开度均较小，锁止离合器活塞左右两侧油压差以及由此产生的锁止离合器接合力也较小，使锁止离合器处于半接合状态。脉冲信号的占空比越大，锁止离合器活塞左右两侧油压差以及锁止离合器接合力也越大。当脉冲信号的占空比达到一定数值时，锁止离合器即可完全接合。这样，ECU在控制锁止离合器接合时，可以通过电磁阀来调节其接合速度，让接合力逐渐增大，使接合过程更加柔和。

（二）检修

1. 油泵的检修

1）用塞尺检查齿轮与泵体之间的间隙，如图2-24所示。大部分自动变速器油泵外齿轮和泵体之间的正常工作间隙是在0.08～0.15mm之间，该处间隙如超过0.25mm，油泵的工作油压就会过低，主油路油压受其影响也过低，必须更换油泵。

2）用塞尺检查油泵内齿和月牙形隔板之间的间隙，如图2-25所示。该处正常工作间隙也是在0.08～0.15mm之间，该处间隙如超过0.25mm，同样会造成主油路油压过低。





图2-24　检查外齿轮和泵体间隙　图2-25　检查内齿和月牙板之间的间隙

3）用金属直尺和塞尺检测齿轮和泵壳之间的间隙，如图2-26所示。该处的正常工作间隙为0.02～0.04mm，如超过0.08mm，就会造成油泵工作油压过低，最终导致主油路油压过低。

2. 变速器油冷却器的检修

1）检查变速器油冷却器及油管各接头处有无漏油，漏油应更换相应接头处的O形密封圈。

2）如检查出冷却器或油管破裂，应更换或拆下焊修后装回。

3）检查冷却器是否堵塞。冷却器堵塞后，自动变速器油无法进行大循环，使自动变速器油工作温度过高而发生氧化。如发现自动变速器油温度过高，应拆下自动变速器上的冷却管，以200kPa的压缩空气向冷却器的一侧加压（压力不能过大，过大会损坏冷却器），如压缩空气能将冷却器中的碎屑清除，冷却器就不用清洗或更换。如压缩空气不能将冷却器中的碎屑清除干净，冷却器就必须清洗或更换。

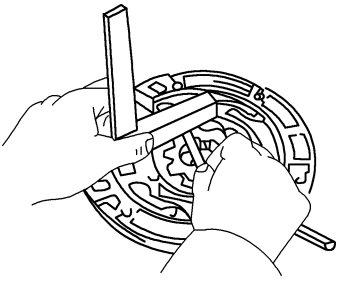


图2-26 检测齿轮和泵壳之间的间隙

五、电子控制系统的结构与检修

（一）电子控制系统主要零部件结构

1. 发动机转速传感器

一般发动机转速传感器安装在分电器内或曲轴后端的附近，通常为磁感应式，用于测取发动机的转速。

2. 车速传感器

车速传感器的种类较多，常用以下三种：

（1）电磁感应式车速传感器　电磁感应式车速传感器主要由永久磁铁和电磁感应线圈组成，如图2-27所示。该车速传感器一般安装在变速器输出轴附近，变速器输出轴上的停车锁止齿轮充当感应转子，当输出轴转动时，感应转子的凸齿不断靠近或离开车速传感器，使感应线圈内的磁通量发生变化，从而产生交流感应电压。车速越高，输出轴的转速越高，感应电压的脉冲频率也越大。根据电控单元感应电压脉冲频率的大小计算车速，作为换档控制的另一主要依据。

（2）笛簧开关式车速传感器　笛（舌）簧开关由小玻璃管内安装的两个细长触头构成，触头由铁、镍等磁性材料制成。受玻璃管外磁极控制，触头可因互相吸引而闭合，也可因互相排斥而断开，具有开关作用。笛簧开关置于车速表的转子附近（见图2-28），当车速表软轴旋转时，产生脉冲信号。

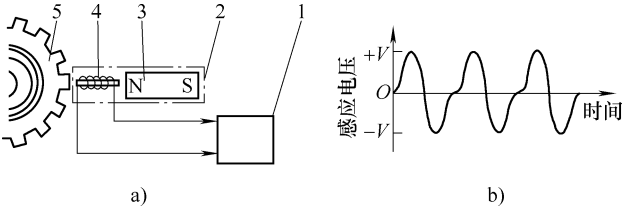


图 2-27　电磁感应式车速传感器

a）结构　b）感应电压曲线图

1—电控单元　2—车速传感器　3—永久磁铁　4—感应线圈及铁心　5—感应转子

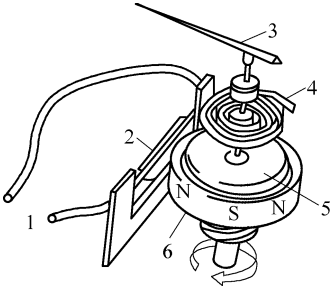


图 2-28　笛簧开关式车速传感器

1—输出　2—舌簧开关　3—指针　4—游丝　5—磁铁　6—转子

（3）光电式车速传感器　光电式车速传感器如图 2-29 所示，由发光二极管、光敏元件及速度表软轴驱动的遮光板组成。

3. 输入轴转速传感器

输入轴转速传感器与车速传感器类似，也是一种电磁感应式转速传感器。它安装在行星齿轮变速器的输入轴（液力变矩器涡轮输出轴）附近或与输入轴连接的离合器鼓附近的壳体上，用于检测输入轴转速，并将信号送入 ECU，以更精确地控制换档过程。它还作为变矩器涡轮的转速信号，与发动机转速即变矩器泵轮转速进行比较，计算出变矩器的转速比，以优化锁止离合器的控制过程，减小换档冲击，改善汽车的行驶平顺性。

4. 变速器油温传感器

变速器油温传感器安装在自动变速器油底壳内的液压阀阀板上，用于连续监控自动变速器油温，以作为 ECU 进行换档控制、油压控制、锁止离合器控制的依据。内部结构为一负温度系数的热敏电阻。

5. 超速档开关

通常超速档开关安装在自动变速器操纵手柄上，如图2-30所示，用于控制自动变速器的超速档。如果超速档开关打开，变速器操纵手柄又处于“D”位，则自动变速器随着车速的提高而升档时，可升到最高档（即超速档）；而开关关闭时，无论车速怎样高，自动变速器最多只能升至次高档。

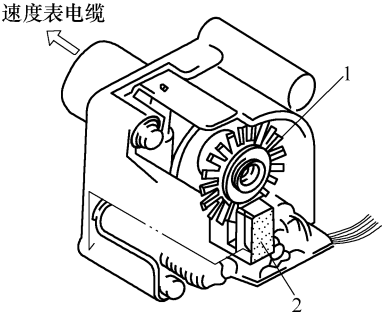


图2-29 光电式车速传感器

1—遮光板 2—光耦合部件

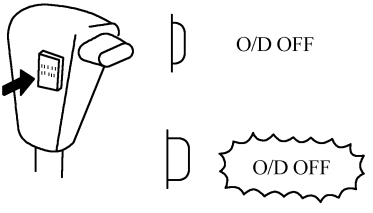


图2-30 超速档开关

在驾驶室仪表板上，有“O/D OFF”指示灯显示超速档开关的状态。当超速档开关打开时，“O/D OFF”指示灯熄灭，而当超速档开关关闭时，“O/D OFF”指示灯随之亮起。

（二）检修

1. 车速传感器和输入轴转速传感器的检修

车速传感器和输入轴转速传感器的结构和工作原理相同，其检修方法也是一样的。通过万用表测量车速传感器或输入轴转速传感器两接线端之间的电阻值，判断感应线圈短路、断路或电阻值不符合标准等故障。

测量车速传感器和输入轴转速传感器的输出脉冲信号时，可用千斤顶将汽车一侧的驱动轮顶起，让操纵手柄位于空档位置，用手转动悬空的驱动轮，同时用万用表测量车速传感器两接线柱之间有无脉冲感应电压。测量时，应将万用表选择开关转至1V以下的直流电压档位置或电阻档位置。若转动车轮时万用表指针有摆动，说明传感器有输出脉冲，其工作正常；否则，应更换传感器。

另外，也可将传感器拆下，用一根铁棒或一块磁铁迅速靠近或离开传感器，同时用万用表测量传感器两接线柱之间有无脉冲感应电压。如果没有感

应电压或感应电压很弱，说明传感器有故障，应更换。

2. 冷却液温度传感器和液压油温度传感器的检修

冷却液温度传感器和液压油温度传感器的内部都是一半导体热敏电阻，其检修方法为：拆下冷却液温度传感器或液压油温度传感器，将传感器置于盛有水的烧杯中，加热杯中的水，同时测量在不同温度下传感器两接线端之间的电阻值，将测量的电阻值与标准相比较，如果不符合标准，应更换传感器。

3. 多功能开关的检修

用举升器将汽车升起，拔下多功能开关的线束连接器。变换各个档位，同时用万用表测量多功能开关线束插座内各插孔之间的导通情况。将测量结果与标准值进行比较，如有不符，应重新调整或更换多功能开关。

4. 开关式电磁阀的检修

开关式电磁阀的就车检查：用举升器将汽车升起，拆下自动变速器的油底壳，拔下电磁阀的线束连接器，用万用表测量电磁阀线圈的电阻。其电阻一般为 10 ~ 30Ω。若电磁线圈短路、断路或电阻值不符合标准，应更换。另外，将 12V 电源施加在电磁阀线圈上，此时应能听到电磁阀工作时的“咔嗒”声，否则，说明阀芯卡住，应更换电磁阀。

开关式电磁阀的性能试验：拆下电磁阀，将压缩空气吹入电磁阀进油口，当电磁阀不接通电源时，进油孔和泄油孔之间应通气，否则，说明电磁阀损坏，应更换。另外，接上电源后，进油孔和泄油孔之间应不通气，否则，说明电磁阀损坏，应更换。

5. 脉冲线性式电磁阀的检修

脉冲线性式电磁阀的就车检查：用举升器将汽车升起，拆下自动变速器的油底壳，拔下电磁阀的线束连接器，用万用表测量电磁阀线圈的电阻。其电阻值较小，一般为 2 ~ 10Ω。若电磁线圈短路、断路或电阻值不符合标准，应更换。

脉冲线性式电磁阀的性能检验：拆下脉冲线性式电磁阀，将蓄电池串联一个 8 ~ 10W 的灯泡，然后与电磁阀线圈连接。通电时，电磁阀阀芯应向外伸出；断电时，电磁阀阀芯应向内缩入。如有异常，说明电磁阀损坏，应更换。

脉冲线性式电磁阀的另一种检验方法是采用可调电源。其方法是：将可调电源与电磁阀线圈连接。调整电源的电压，同时观察阀芯的移动情况。当电压逐渐升高时，阀芯应随之向外移动；当电压逐渐减小时，阀芯应随之向

内移动。否则，说明电磁阀损坏，应更换。在检查中应注意保持电源的电流不超过1A。

六、自动变速器的使用

1. 驾驶注意事项

发动机起动时应注意如下事项：

1）起动时选档操纵手柄必须停放在P位或N位。

2）汽车在停放状态下起动，必须拉紧驻车制动，踩下制动踏板，然后旋转点火开关起动发动机。在没有制动状态下起动发动机，有时会发生瞬间起步现象，容易发生意外。

3）车辆起动后（从停放状态下起动）须停留几秒钟再挂档行车。换档时必须查看选档杆的位置或仪表板上档位指示是否确实无误。选定档位后，放松驻车制动再缓慢放松制动踏板（过早放松制动踏板或放松过快会造成急速起步），利用蠕动现象使汽车缓慢起步。

起步时要注意以下问题：

① 不允许边踩加速踏板边挂档。

② 不允许先踩加速踏板后挂档。

③ 不允许踩着制动，或者还未松开驻车制动就狠踩加速踏板。

④ 除特殊必要时，接通行驶档后不应立即一脚把加速踏板踩到底。

4）使用自动变速器的汽车，拖车时必须低速行驶（不得超过30～50km/h），每次被牵引距离不得超过50km。高速长距离牵引时，自动变速器内的旋转件，会因缺乏润滑而烧蚀并发生卡滞。

5）自动变速器自身有故障需要牵引时，后轮驱动的车型应拆去传动轴，前轮驱动的车型应支起驱动轮。

6）汽车完全停止行驶后，把变速杆由D位换至R位。没有停稳时不允许从前进档换入倒档，也不允许从倒档换入前进档，否则会引起多片离合器和制动器损坏。

7）在等交通信号临时停车时，变速杆停在D位，只需用制动踏板防止汽车蠕动。这样放松制动就可以重新起步。但停车时间较长时，须拉紧驻车制动。

8）汽车在D位上一档起步，保持节气门开度为20%～50%，加速到15km/h时，快速放松加速踏板，变速器便可立即从1档升入2档。然后继续踩加速踏板，仍然保持原有的节气门开度，加速到30km/h时，再次放松加速踏板，变速器便可以从2档升入3档。然后再用这种方法从3档升入

4 档。

用这种快速收节气门方式完成升档，可以降低发动机磨损，而且没有加速油耗和加速噪声。乘坐舒适性好，换档快。

9）在汽车达到规定的降档点车速时，稍踩加速踏板即可实现降档。并可获得和放松加速踏板升档时一样的好处。

2. 档位使用注意事项

1）不要在 N 位上行驶。使用手动变速器的汽车为了节油，在下坡和高速行驶时可以使用空档滑行。使用自动变速器的汽车却不许在 N 位上行驶。高速滑行时车速高，发动机却怠速运转，油泵出油量减少，输出轴上所有的零件仍在高速运转，会因润滑油不足而烧坏。

2）低速档属于发动机强制制动档，L 位或 1 位通常只在泥泞道路和上长坡时使用，不宜长期使用；2 位通常在不太好的路面或下坡时使用，也不宜长期使用。

七、自动变速器的基本检查

1. 油面检查

在对自动变速器进行检查前或故障诊断前，首先要对变速器油面高度进行检查，一般在车辆行驶 1 万公里后检查油液面。

具体检查方法：

1）将汽车停放在水平地面上，并拉紧手制动。

2）让发动机怠速运转 1min 以上。

3）踩住制动踏板，将操纵手柄拨至倒档（R 位）、前进档（D 位）、前进低档（S 位、L 位或 2 位、1 位）等位置，并在每个档位上停留几秒钟，使液力变矩器和所有的换档执行元件中都充满液压油。最后将操纵手柄拨至停车档（P 位）位置。

4）拔出自动变速器油尺，将油尺擦干净后再全部插入原处后拔出，检查油尺上的油面高度。

液压油油面高度的标准是：如果自动变速器处于冷态（即冷车刚起动，液压油的温度较低，为室温或低于 25℃时），油面高度应在油尺刻线的下限附近；如果自动变速器处于热态（如低速行驶 5min 以上，液压油温度已达 70～80℃），油面高度应在油尺刻线的上限附近。因为低温时液压油的黏度大，运转时有较多的液压油附着在行星齿轮等零件上，所以油面高度较低；高温时油液黏度小，容易流回油底壳，因此油面较高。

若油面过低，应从加油管处添加合适的液压油，直至油面高度符合标准为止。

继续运转发动机，检查自动变速器油底壳、油管接头等处有无漏油，如有漏油，应立即予以修复。

在自动变速器调整、加注液压油，并经试车后，应重新检查自动变速器液压油的油面高度是否正常，油底壳、油管接头等处有无漏油。

2. 油质检查

一般正常液压油的颜色为粉红色，且无气味。如液压油呈棕色或有焦味，说明已变质（变质原因详见表2-2的分析），应立即换油。

换油时应优先采用随车手册上推荐使用的变速器油，表2-3列出了主要国家自动变速器常用油型号。目前，国内进口轿车自动变速器通常使用DEXRON-Ⅱ型液压油。这种油稳定性好，使用寿命长。注意切不可用齿轮油或机油代替液压油，否则会造成自动变速器的严重损坏。

表2-2 油质与故障原因

油液状态	变质原因
油液变为深褐色或深红色	1. 没有及时更换油液 2. 长期重载荷运转，某些部件打滑或损坏引起变速器过热
油液中有金属屑	离合器盘、制动器盘或单向离合器严重磨损
油尺上粘附胶质油膏	变速器油温过高
油液有烧焦气味	1. 油温过高、油面过低 2. 油冷却器或管路堵塞
油液从加油管溢出	油面过高或通气孔堵塞

表2-3 主要国家自动变速器用油

中国	8号自动传动油
美国	DEXRON或DEXRON-Ⅱ型
日本	推荐用DEXRON型
欧洲	推荐用DEXRON-B（GMC）、ESM-M2C-33E（Ford）
德国	推荐用DEXRON-B

3. 液压油的更换

1）车辆运行至自动变速器达到正常工作温度 70～80℃后停车熄火。

2）拆下自动变速器油底壳上的放油螺塞，将油底壳内的液压油放净。有些车型的自动变速器油底壳上没有放油螺塞，应拆下整个油底壳，然后放油。拆油底壳时应先将后半部油底壳螺钉拆下，旋松前半部油底壳螺钉，再将后半部油底壳撬离变速器壳体，放出部分液压油，最后再将整个油底壳拆下。

3）拆下油底壳，将油底壳清洗干净。有些自动变速器的油底壳上的放油螺塞为磁性螺塞，也有些自动变速器在油底壳内专门放置一块磁铁，以吸附铁屑。清洗时必须注意将螺塞或磁铁上的铁屑清洗干净后放回。

4）拆下自动变速器液压油散热器油管接头，用压缩空气将散热器内的残余液压油吹出，再接好管接头。

5）装好管接头和放油螺塞。

6）从自动变速器加油管中加入规定牌号的液压油。一般自动变速器油底壳内的储油量为 4L 左右。

7）起动发动机，检查自动变速器油面高度。要注意由于新加入的油液温度较低，油面高度应在油尺刻线的下限附近。如过低，应继续加油至规定油面高度。

8）让汽车行驶至发动机和自动变速器达到正常工作温度，再次检查油面高度是否在油尺刻线的上限附近。如过低，应继续加油直至满足规定要求为止。

9）如果不慎加入过多液压油，使油面高于规定的高度，切不可凑合使用。当油面过高时，行驶中油液被行星排剧烈地搅动，产生大量的泡沫。这些带有泡沫的液压油进入油泵和控制系统后，对自动变速器的工作极为不利。其后果和油面高度不足一样，会造成油压过低，导致自动变速器内的摩擦元件打滑磨损。因此油面过高时，应把油放掉一些。有放油螺塞的自动变速器只要把螺塞打开即可放油；没有放油螺塞的自动变速器在做少量放油时，可从加油管处往外吸。

一般自动变速器的总油量为 10L 左右，按上述方法换油时，变矩器内的液压油是无法放出的。若液压油严重变质，必须全部更换时，可先按上述方法换油，然后让汽车行驶约 5min 后再次换油。

4. 节气门拉索的检查和调整

发动机熄火后，节气门应全闭，当加速踏板踩死时，节气门应全开。节

气门拉索的索心不应松弛，索套端和索心上限位之间的距离应在0～1mm之间，如图2-31所示。节气门拉索调整不当，会导致主油路压力异常，造成油压过低或过高，使换档执行元件打滑或产生换档冲击。其调整步骤为：

1）推动加速踏板连杆，检查节气门是否全开，如节气门不全开，则应调整加速踏板连杆。

2）把加速踏板踩到底。

3）把调整螺母旋松。

4）调整节气门拉索。

5）旋动调整螺母，使橡胶套与拉线止动器间的距离为0～1mm。

6）旋紧调整螺母。

7）重新检查调整情况。

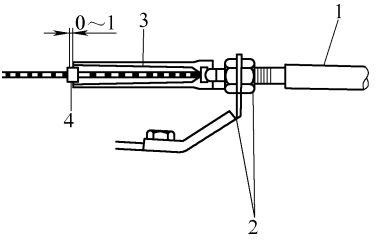


图2-31 节气门拉索的调整

1—节气门连接杆 2—调整螺母
3—拉线止动器 4—限位标记

5. 操纵手柄位置的检查和调整

操纵手柄调整不当，会使操纵手柄的位置与自动变速器阀板中手动阀的实际位置不符，造成挂不上停车档或前进低档，或操纵手柄的位置与仪表盘上档位指示灯的显示不符，甚至造成在空档或停车档时无法起动发动机。

操纵手柄的调整方法如下：

1）拆下操纵手柄与自动变速器手动阀摇臂之间的连接杆。

2）将操纵手柄拨至空档位置。

3）将手动阀摇臂向后拨至极限位置（停车档位值），然后再退回2格，使手动阀摇臂处于空档位置。

4）稍稍用力将操纵手柄靠向R位方向，然后连接并固定操纵手柄与手动阀摇臂之间的连杆。

6. 怠速检查

发动机怠速不正常，特别是怠速过高，会使自动变速器工作不正常，出现换档冲击等故障。因此在对自动变速器做进一步检查之前，应先检查发动机的怠速是否正常。检查怠速时应将自动变速器操纵手柄置于停车档（P）或空档（N）位置。通常装有自动变速器的汽车发动机怠速为750r/min。若发动机的怠速过低或过高，都应予以调整。

八、自动变速器的道路试验

道路试验是诊断分析自动变速器故障的最有效手段之一。此外，自动变

速器在修复后，也应进行道路试验，以检查其工作性能，检验修理质量。自动变速器的道路试验内容主要有：检查换档车速、换档质量及检查换档执行元件有无打滑。在道路试验之前，应让汽车以中低速行驶 5～10min，让发动机和自动变速器都达到正常工作温度。在试验中，如无特殊需要，通常应将超速档开关置于 ON 位置，并将模式选择开关置于标准模式或经济模式位置。道路试验的方法如下：

1. 升档检查

将操纵手柄拨至前进档位置，踩下加速踏板，使节气门保持在 1/2 开度左右，让汽车起步加速，检查自动变速器的升档情况。自动变速器在升档时发动机会有瞬时的转速下降，同时车身有轻微的闯动感。正常情况下，汽车起步后随着车速的升高，试车者应能感觉到自动变速器能顺利地由 1 档升入 2 档，随后由 2 档升入 3 档，最后升入超速档。若自动变速器不能升入高档，说明控制系统或换档执行元件有故障。

2. 升档车速的检查

将操纵手柄拨至前进档位置，踩下加速踏板，并使节气门保持某一固定开度，让汽车起步并加速。当觉察到自动变速器升档时，记下升档车速。一般 4 档自动变速器在节气门开度保持在 1/2 时，由 1 档升至 2 档的车速为 25～35km/h，由 2 档升至 3 档的车速为 55～70km/h，由 3 档升至 4 档的车速为 90～120km/h。由于升档车速和节气门开度有很大的关系，即节气门开度不同时，升档车速也不同，而且不同车型的自动变速器各档传动比的大小都不同，其升档车速也不完全一样。因此，只要升档车速基本上保持在上述范围内，而且汽车行驶中加速良好，无明显的换档冲击，都可认为升档车速正常。若汽车行驶中加速无力，升档车速明显低于上述范围，说明升档车速过低（即升档过早）；若汽车行驶中有明显的换档冲击，升档车速明显高于上述范围，说明升档车速过高（即升档太迟）。

由于降档车速在行驶中不易察觉，因此在道路试验中一般无法检查自动变速器的降档车速，只能通过检查升档车速来判断自动变速器有无故障。如有必要，还可检查其他模式下或操纵手柄位于前进低档位置时的换档车速，并与标准值进行比较，作为判断故障的参考依据。一般升档车速太低是控制系统的故障所致；换档车速太高则可能是控制系统的故障所致，也可能是换档执行元件发生故障。

3. 升档时发动机转速的检查

有发动机转速表的汽车在作自动变速器道路试验时，应注意观察汽车在

行驶中发动机转速的变化情况，它是判断自动变速器工作是否正常的重要依据之一。在正常情况下，若自动变速器处于经济模式或标准模式，节气门保持在低于1/2开度范围内，则在汽车由起步加速直至升入高速档的整个过程中，发动机的转速都将低于3000r/min。通常在加速至即将升档时发动机转速可达到2500～3000r/min，在刚刚升档后的短时间内发动机转速下降至2000r/min左右。如果在整个行驶过程中发动机转速始终过低，加速至升档时仍低于2000r/min，说明升档时间过早或发动机动力不足；如果在行驶过程中发动机转速始终偏高，升档前后的转速在2500～3000r/min之间，而且换档冲击明显，说明升档时间过迟；如果在行驶过程中发动机转速过高，经常高于3000r/min，在加速时达到4000～5000r/min，甚至更高，则说明自动变速器换档执行元件打滑，应拆修自动变速器。

4. 换档质量的检查

换档质量的检查，主要是检查有无换档冲击。正常的电控自动变速器的换档冲击应十分微弱。若换档冲击过大，说明自动变速器的控制系统或换档执行元件有故障，其原因可能是油路油压过高或换档执行元件打滑，应做进一步的检查。

5. 锁止离合器工作状况的检查

自动变速器变矩器的锁止离合器工作是否正常，也可通过道路试验进行检查。试验中，让汽车加速至超速档，以高于80km/h的车速行驶，并让节气门开度保持在低于1/2的位置，使变矩器进入锁止状态。此时，快速将加速踏板踩下至2/3开度，同时检查发动机转速的变化情况。若发动机转速没有太大变化，说明锁止离合器处于接合状态；反之，若发动机转速升高很多，则表明锁止离合器没有接合，其原因通常是锁止控制系统有故障。

6. 发动机制动作用的检查

检查自动变速器有无发动机制动作用时，应将操纵手柄拨至前进低档位置，在汽车以2档或1档行驶时，突然松开加速踏板，检查发动机是否有制动作用。若松开加速踏板后车速立即随之下降，说明有发动机制动作用；否则说明控制系统或前进档离合器有故障。

7. 强制降档功能的检查

检查自动变速器强制降档功能时，应将操纵手柄拨至前进档位置，保持节气门开度为1/3左右，在以2档、3档或超速档行驶时突然将加速踏板完全踩到底，检查自动变速器是否被强制降低一个档位。在强制降档时，发动机转速会突然上升至4000r/min左右，并随着加速升档转速逐渐下降。若踩

下加速踏板后没有出现强制降档，说明强制降档功能失效。若在强制降档时发动机转速上升过高，达 5000～6000r/min，并在升档时出现换档冲击，则说明执行元件打滑，应拆修自动变速器。

九、自动变速器的失速试验

在前进档或倒档中，踩住制动踏板并完全踩下加速踏板时，发动机处于最大转矩工况，而此时自动变速器的输出轴和输入轴均静止不动，变矩器的涡轮不动，只有变矩器壳及泵轮随发动机一同转动，此工况称为失速工况，此时发动机的转速称为失速转速。失速试验用于检查发动机输出功率、变矩器及自动变速器中制动器和离合器等换档执行元件的工作是否正常。

1. 准备工作

1）让汽车行驶至发动机和自动变速器均达到正常工作温度。

2）检查汽车的行车制动和驻车制动，确认其性能良好。

3）检查自动变速器液压油面高度，应正常。

2. 试验步骤

1）将汽车停放在宽阔的水平路面上，前后车轮用三角木塞住。

2）拉紧驻车制动，左脚用力踩住制动踏板。

3）起动发动机。

4）将操纵手柄拨入 D 位。

5）在左脚踩紧制动踏板的同时，用右脚将加速踏板踩到底，在发动机转速不再升高时，迅速读取此时发动机的转速。

6）读取发动机转速后，立即松开加速踏板。

7）将操纵手柄拨入 P 或 N 位置，让发动机怠速运转 1min，以防止液压油因温度过高而变质。

8）将操纵手柄拨至其他档位（R、L 或 2、1），做同样试验。

在失速工况下，发动机的动力全部消耗在变矩器内液压油的内部摩擦损失上，液压油的温度急剧上升，因此在失速试验中，从加速踏板踩下到松开的整个过程的时间不得超过 5s，否则会使液压油温度过高而变质，甚至损坏密封圈等零件。在每一个档位试验完成之后，不要立即进行下一个档位的试验，要等油温下降之后再进行。试验结束后不要立即熄火，应将操纵手柄拨至空档或停车档，让发动机怠速运转几分钟，以便让液压油温度降至正常。如果在试验中发现驱动轮因制动力不足而转动，应立即松开加速踏板停

止试验。

不同车型的自动变速器都有其失速转速标准。大部分自动变速器的失速转速标准为2300r/min左右，若失速转速与标准值相符，说明自动变速器的油泵、主油路油压及各个换档执行元件工作基本正常；若失速转速高于标准值，说明主油路油压过低或换档执行元件打滑；若失速转速低于标准值，则可能是发动机动力不足或液力变矩器有故障。例如，当液力变矩器中的导轮单向离合器打滑时，液力变矩器在液力耦合工况下工作，其变矩比下降，从而使发动机的负荷增大，转速下降。不同档位失速转速不正常的原因见表2-4。

表2-4 失速转速不正常的原因

操纵手柄位置	失速转速	故障原因
所有位置	过高	1. 主油路油压过低 2. 前进档和倒档的转换执行元件打滑 3. 低档及倒档制动器打滑
	过低	1. 发动机动力不足 2. 变矩器导轮的单向离合器打滑
D位	过高	1. 前进档油路油压过低 2. 前进离合器打滑
R位	过高	1. 倒档油路油压过低 2. 倒档及高档离合器打滑

十、自动变速器的油压试验

油压试验是在自动变速器运转时，对控制系统各油路中的油压进行测量，为分析自动变速器的故障提供依据，以便于有针对性地进行修复。油压过高，会使自动变速器出现严重的换档冲击，甚至损坏控制系统；油压过低，会造成换档执行元件打滑，加剧其摩擦片的磨损，甚至使换档执行元件烧毁。对于因油压过低而造成换档执行元件烧毁的自动变速器，如果仅仅更换烧毁的摩擦片而没有找出故障的真正原因并加以修复，换后的摩擦片经过一段时间的使用后往往会再次烧毁。因此，在分解修理自动变速器之前和自动变速器修复之后，都要对自动变速器进行油压试验，以确保自动变速器的维修质量。

1. 油压试验的准备

1）行驶汽车，使发动机及自动变速器达到正常工作温度。

2）将汽车停放在水平路面上，检查发动机怠速和自动变速器液压油的油面高度。如不正常，应进行调整。

3）准备一个量程为 2MPa 的压力表。

4）找出自动变速器各个油路测压孔的位置。通常在自动变速器外壳上有几个用方头螺塞堵住的用于测量不同油路油压的测压孔。如果没有资料确定各油路的测压孔时，可用举升器将汽车升起，在发动机运转时分别将各个测压孔螺塞松开少许，观察各测压孔在操纵手柄位于不同档位时是否有液压油流出，以此判断各油路测压孔的位置。

2. 油压试验步骤

以丰田自动变速器主油路油压测试为例说明油压试验步骤：

（1）前进档主油路油压的测试　拆下自动变速器壳体上主油路测压孔或前进档油路测压孔螺塞，接上油压表。起动发动机，将操纵手柄拨至前进档位置，读出发动机怠速运转时的油压读数。该油压即为怠速工况下的前进档主油路油压。

用左脚踩紧制动踏板，同时用右脚将加速踏板完全踩下，在失速工况下读取油压。该油压即为失速工况下的前进档主油路油压。

将操纵手柄拨至空档或停车档，让发动机怠速运转 1min 以上。将操纵手柄拨至各个前进低档位置，重复上述步骤，读出各个前进低档在怠速工况和失速工况下的主油路油压。

（2）倒档主油路油压测试　拆下自动变速器壳体上主油路测压孔或倒档油路测压孔螺塞，接上油压表。起动发动机，将操纵手柄拨至倒档位置，读出发动机怠速运转时的油压读数。该油压即为怠速工况下的倒档主油路油压。

用左脚踩紧制动踏板，同时用右脚将加速踏板完全踩下，在失速工况下读取油压。该油压即为失速工况下的倒档主油路油压。

将操纵手柄拨至空档或停车档，让发动机怠速运转 1min 以上，将测得的主油路油压与标准值进行比较。

不同车型自动变速器的主油路油压不完全相同。若主油路油压不正常，说明油泵或控制系统有故障。表 2-5 列出了主油路油压不正常的可能原因。

表 2-5 主油路油压不正常的可能原因

工况	测试结果	故障原因
怠速	所有档位的主油压均太低	1. 油泵故障 2. 主油路调压阀卡死 3. 主油路调压阀弹簧太软 4. 节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 5. 主油路泄漏
	前进档和前进低档主油路油压均太低	1. 前进档离合器活塞漏油 2. 前进档油路泄漏
	前进档主油路油压正常；前进低档主油路油压太低	1. 1档强制离合器或2档强制离合器活塞泄漏 2. 前进低档油路泄漏
	前进档主油路油压正常；倒档主油路油压太低	1. 倒档及高档离合器活塞漏油 2. 倒档油路泄漏
	所有档位的主油压均太高	1. 节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 2. 主油路调压阀卡死 3. 主油路调压阀弹簧太硬 4. 油压电磁阀损坏或线路故障
失速	低于标准油压	1. 节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 2. 油压电磁阀损坏或线路故障 3. 主油路调压阀弹簧太软
	明显低于标准油压	1. 油泵故障 2. 主油路泄漏

十一、自动变速器的延时试验

在发动机怠速运转时，将操纵手柄从空档拨至前进档或倒档后，需要有一段时间的迟滞或延时才能使自动变速器完成换档工作，这一时间称为自动变速器换档迟滞时间。延时试验就是测出自动变速器换档迟滞时间，根据迟滞时间的长短来判断主油路油压及换档执行元件的工作是否正常。

1）驾驶汽车，使发动机和自动变速器达到正常工作温度。

2）将汽车停放在水平路面上，拉紧手制动。

3）检查发动机怠速，如不正常，应按标准予以调整。

4）将自动变速器操纵手柄从空档位置拨至前进档位置，用秒表测量从拨动操纵手柄开始到感觉到汽车振动为止所需的时间，该时间称为 N～D 延时时间。

5）将操纵手柄拨至 N 位位置，让发动机怠速运转 1min 后，再做一次同样的试验。

6）上述试验进行 3 次，取其平均值。

7）按上述方法，将操纵手柄由 N 位置拨至 R 位置，测量 N～R 延时时间。

大部分自动变速器 N～D 延时时间小于 1.0～1.2s，N～R 延时时间小于 1.2～1.5s。若 N～D 延时时间过长，说明油路油压过低，前进档离合器摩擦片磨损过多或前进档单向离合器工作不良；若 N～R 延时时间过长，说明倒档主油路油压过低、倒档离合器或倒档制动器磨损过大或工作不良。

十二、自动变速器的手动换档试验

自动变速器可采用手动换档试验，确定故障出在电子控制系统还是其他部位。手动换档试验是将电控自动变速器所有换档电磁阀的线束连接器全部脱开，此时 ECU 不能控制换档，自动变速器的档位取决于操纵手柄的位置。不同车型电控自动变速器，在脱开换档电磁阀线束连接器后的档位和操纵手柄的关系不完全相同。丰田轿车的各种电子控制自动变速器在脱开换档电磁阀线束连接器后的档位和操纵手柄的关系，见表 2-6。

表 2-6　档位和操纵手柄的关系

操纵手柄位置	档　位	操纵手柄位置	档　位
P	停车档	D	超速档
R	倒档	2	3 档
N	空档	L	1 档

手动换档试验的步骤如下：

1）脱开电控自动变速器所有换档电磁阀的线束连接器。

2）起动发动机，将操纵手柄拨至不同位置，然后做道路试验。

3）观察发动机转速和车速的对应关系，以判断自动变速器所处的档位。不同档位时发动机转速与车速的关系，见表 2-7。由于变矩器的减速作用与传递的转矩有关，因此表中的车速只能作为参考，实际车速将随着行驶中节气门开度的不同而产生一定的变化。

表 2-7　不同档位时发动机转速与车速的关系

档　位	发动机转速/(r/min)	车速/(km/h)
1 档	2000	18 ~ 22
2 档	2000	34 ~ 38
3 档	2000	50 ~ 55
超速档	2000	70 ~ 75

4）若操纵手柄位于不同位置时，自动变速器所处的档位与表 2-7 相同，说明电控自动变速器的阀板及换档执行元件工作正常。否则，说明自动变速器的阀板或换档执行元件有故障。

5）试验结束后接上电磁阀线束连接器。

6）清除电脑中的故障码，防止因脱开电磁阀线束连接器而产生的故障码保存在电脑中，影响自动变速器的故障自诊断工作。

十三、自动变速驱动桥的拆卸

1）将汽车顶起，并稳固地支撑好。打开发动机罩，用厚布将两侧的翼子板覆盖好。拆下蓄电池负极导线，节气门钢丝绳，并从变速驱动桥上拆下选档手柄钢丝绳。从变速驱动桥冷却系统的上、下接头上拆下冷却软管，如图 2-32 所示。

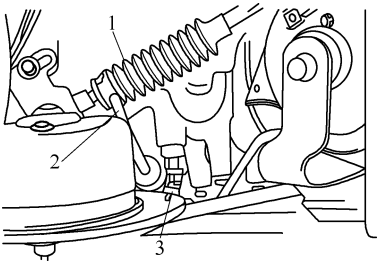


图 2-32　拆下节气门钢丝绳和从冷却器上拆下冷却软管

1—节气门控制钢丝绳　2—油尺　3—由冷却器来的油管

2）取下变矩器电子控制接头。此接头靠近油尺，在发动机的上面，放好发动机支架，如图 2-33 所示。

3）用绳子或接杆将发动机和支架连接起来，使支架承受一部分发动机重量。用带棘轮的套筒扳手将变矩器壳体上的 3 个固定螺栓拆下，如图 2-34 所示。将车辆顶起，拆下前驱动轮，并按维修说明书上规定的程序，拆下两

侧的驱动轴。

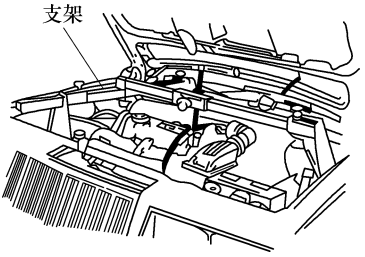


图 2-33　放好发动机支架

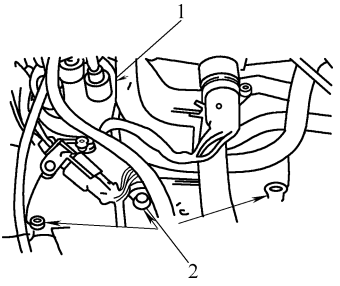


图 2-34　变矩器壳体上部 3 个固定螺栓的位置

1—分电器　2—上变矩器壳螺栓

注意：在拆车轮时，应在一个螺栓以及和它相配合的孔上用粉笔作好记号。在装车轮时，使此螺栓与孔仍相配合，这样车轮将装到原位，保持动力传动系统的平衡。

4）拆下左挡泥板。拆下变矩器壳和变矩器与柔性板之间的联接螺栓。

注意：在变矩器与柔性板上作好记号，在装变矩器和自动变速器以及自动变速驱动桥时应使记号对准，以确保变矩器与发动机的平衡。

在右挡泥板上，有一个接近孔，如图 2-35 所示。拆下通过孔塞子，可以通过一加长的棘轮套筒扳手，将套筒套在曲轴带轮螺栓上，就可以转动曲轴。

5）取下空档安全开关导线束接头，并将导线束和接头移到非工作范围，如图 2-36 所示。

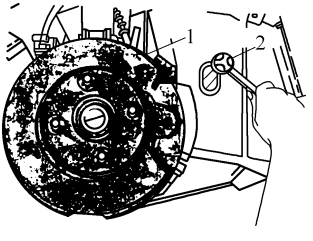


图 2-35　拆下通过孔塞子

1—花键毂和制动盘　2—套筒扳手

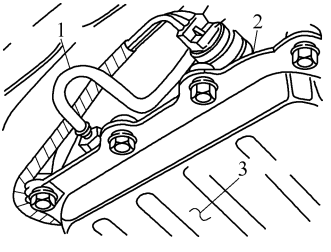


图 2-36　取下空档安全开关导线束接头

1—油管　2—空档安全开关　3—油底壳

6）从前横梁上拆下发动机支架，如图2-37所示。

7）在发动机机油滤清器旁边的是发动机前支架，拆下发动机前支架内的螺栓，如图2-38所示。将一自动变速驱动桥千斤顶放在变速驱动桥油底壳的正下方。

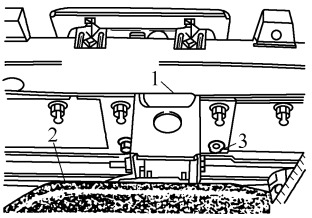


图2-37 从前横梁上拆下发动机支架

1—发动机支架 2—下散热器软管 3—螺栓

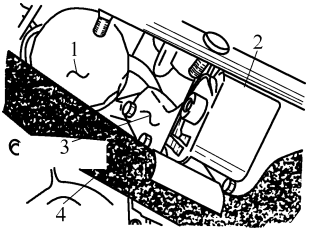


图2-38 拆下发动机前支架内螺栓

1—发动机机油滤清器 2—前发动机支架减振垫 3—前发动机支架 4—散热器下水管

8）用安全链条将变速驱动桥壳体捆牢在千斤顶的平台上，如图2-39所示。

9）松开3个发动机左支架螺栓，并将发动机左支架从发动机上拆下，如图2-40和图2-41所示。

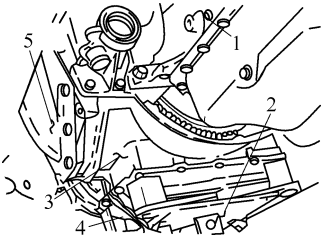


图2-39 将变速驱动桥壳体捆牢在千斤顶的平台上

1—发动机 2—变速驱动桥千斤顶 3—变速驱动桥 4—保险链条 5—差速器盖

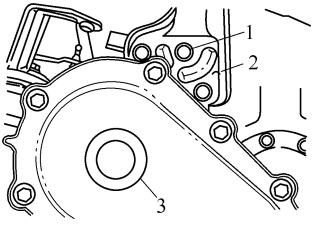


图2-40 拆下左侧的发动机支架螺栓

1—螺栓（3个） 2—左发动机支架 3—变速驱动桥后端盖

10）拆下起动机总成，并将其导线束移到非工作区域。

11）拆下固定变矩器壳体的螺栓。将变速驱动桥千斤顶升起，使其承

受变速驱动桥的重量。用大螺钉旋具或撬棍将变速驱动桥撬离发动机总成，如图 2-42 所示。

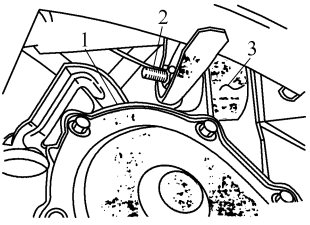


图 2-41　从发动机上拆下左支架

1—变速驱动桥后端盖　2—长螺栓

3—左发动机支架

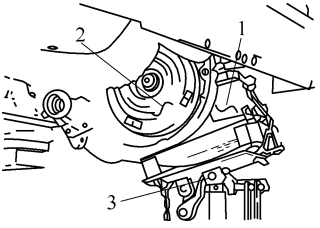


图 2-42　将变速驱动桥撬离发动机

1—变速驱动桥　2—变矩器

3—变速驱动桥千斤顶

12）降下变速驱动桥千斤顶，将其从车底下拖出来。用毛巾将所有的孔堵住，再用压力清洗液将变速驱动桥的作业部位的油垢清洗掉。最后用压缩空气将变速驱动桥吹干，取下塞住孔的毛巾。

十四、变速驱动桥的解体与装配

变速驱动桥的解体工作，最好在专用的工作台上进行。专用工作台除了工作区以外，还应有分别放置新配件、修复零件、清洗过的零件和汽车维修手册的位置。工作台的旁边应有压缩空气管道和清洗盘。这样的工作台便于工作，减少工作中可能发生的差错。

（一）解体

1）将清洗过的自动变速驱动桥放置在工作台或支架上。变速驱动桥的下面放一个油盆。然后拆下 14 个油底壳螺栓，如图 2-43 所示。取下油底壳并和油底壳螺栓一起放在工作台上以便清洗。

2）拆下阀体油液滤清器螺钉，如图 2-44 所示。拆下油液滤清器总成并将其丢入废件箱内。

3）从变速驱动桥壳体上拆下停车杆，如图 2-45 所示。

4）用快速套筒扳手拆下，将阀体固定在变速驱动壳体上的 7 个内六角头螺栓，如图 2-46 所示。

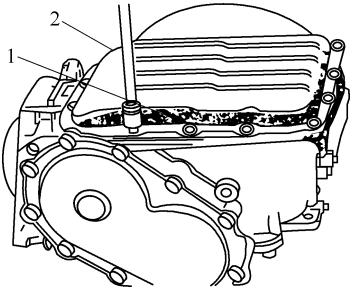


图 2-43　拆卸 14 个油底壳螺栓

1—油底壳螺栓　2—变速驱动桥螺栓

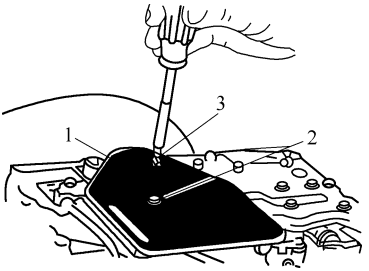


图 2-44　拆下油液滤清器

1—油液滤清器　2—油液滤清器螺钉
3—专用工具

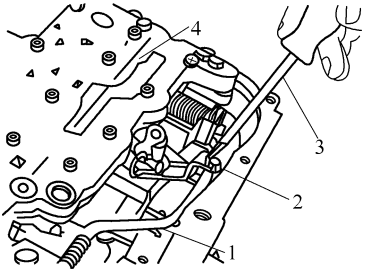


图 2-45　拆下停车杆

1—停车杆　2—E 型夹
3—旋具　4—阀体

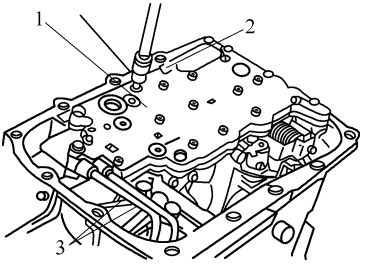


图 2-46　拆下固定阀体的
7 个内六角头螺栓

1—阀体　2—阀体固定螺栓（7 个）
3—速度调压阀油管

5）用螺钉旋具小心地将速度调压阀油管向上撬，使其和变速驱动桥壳体松开。并小心抬起整个阀体，使其离开变速驱动桥壳体，如图 2-47 所示。要特别注意不要弄弯或扭曲油管。阀体拆下后要放置在妥善的地方，以免损坏。

6）用指示表检查涡轮（输入）轴的端隙（轴向间隙），如图 2-48 所示。查阅维修手册，看涡轮轴的端隙是否符合要求。如端隙不在规定的范围内，则应调整涡轮轴和输出轴之间的 3 号止推垫圈。

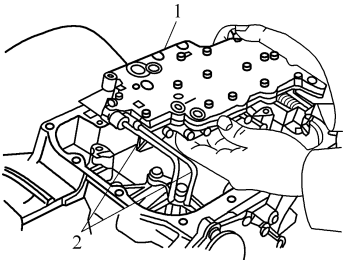


图 2-47　拆下阀体

1—阀体总成　2—速度调压阀油管

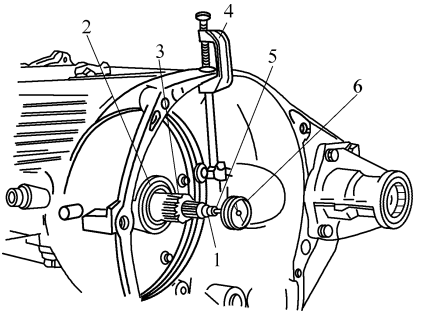


图 2-48　检查涡轮（输入）轴的端隙

1—涡轮轴　2—油泵油封　3—反作用轴
4—指示表架　5—测量时放入的钢球
6—指示表

7）松开前降档制动器调整螺钉的锁紧螺母，并拧紧前降档制动器调整螺钉，如图 2-49 所示。这时前降档制动器将内部的零件夹紧，以便拆卸变速驱动桥油泵。

8）拆下 7 个油泵固定螺栓，如图 2-50 所示。

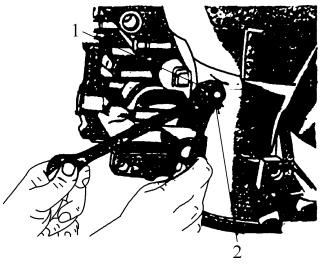


图 2-49　拧紧前降档制动器调整螺钉

1—带式制动器调整螺钉
2—前降档制动器调整螺钉和锁紧螺母

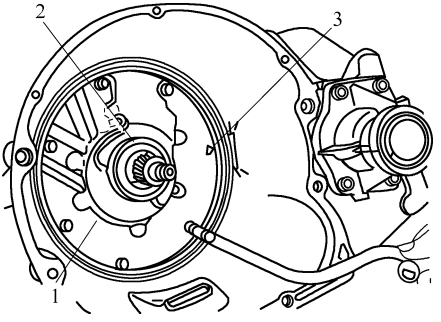


图 2-50　拆下 7 个油泵固定螺栓

1—油泵壳体　2—油泵油封
3—油泵固定螺栓

9）将两个螺纹接头成对角地拧入油泵的螺纹孔中，再将两个称为惯性锤拉器的专用工具拧入螺纹接头的螺纹孔中，如图2-51所示。依靠两个惯性锤的撞击将油泵和垫片从变速驱动桥壳体中拆下。拆下的油泵垫片不能再用，注意，油泵背面上有1号止推垫圈。

拆卸油泵一定要用专用工具，以免在拆卸时损坏油泵壳体上的环岸表面，不至于在油泵装配后发生不可解决的漏油问题。

10）松开前降档制动器调整螺钉并拆下前降档制动带和支座，如图2-52所示。

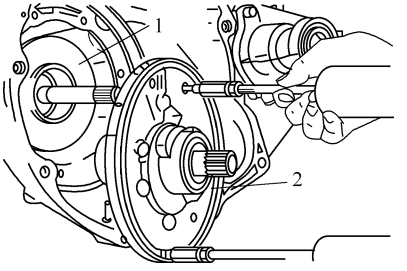


图2-51 将油泵和垫片从变速驱动桥壳体中拆下

1—前离合器 2—油泵总成

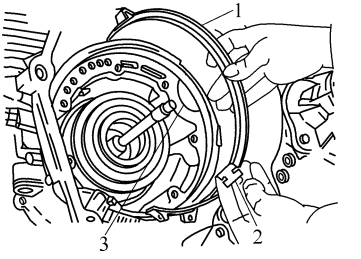


图2-52 松开前降档制动器调整螺钉并拆下前降档制动带和支座

1—前降档制动带 2—支座
3—回油孔和差速器供油孔

11）用手将变速驱动桥壳体内的前离合器总成取出，如图2-53所示。

12）拆下涡轮（输入）轴和后离合器总成。2号止推垫圈就在后离合器前面的凹槽内，如图2-54所示。

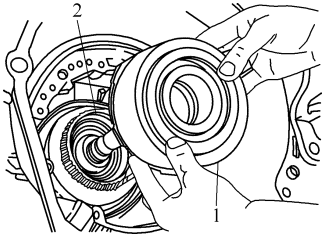


图2-53 取出前离合器总成

1—前离合器总成 2—后离合器总成

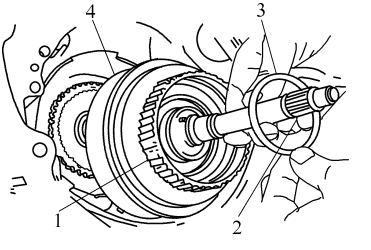


图2-54 拆下涡轮轴和后离合器总成

1—前离合器毂 2—涡轮轴
3—2号止推垫圈 4—后离合器总成

13）3 号止推垫圈在变速驱动桥输出轴前面的端头上。此止推垫圈有不同的厚度，可供选用，如图 2-55 所示。

14）将前行星齿圈保持在变速驱动桥输出轴上的弹性卡环拆下，如图 2-56所示。

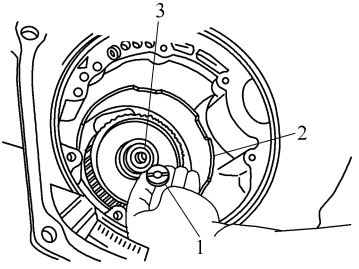


图 2-55　3 号止推垫圈

1—3 号止推垫圈　2—太阳轮驱动壳　3—输出轴

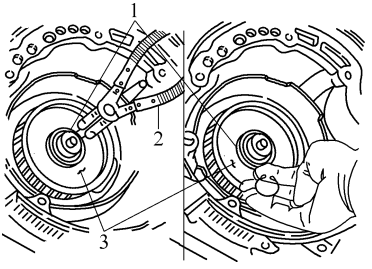


图 2-56　拆下弹性卡环

1—前行星齿轮组的弹性卡环
2—弹性卡环拆装钳
3—前行星齿轮组总成

15）拆下前行星齿轮组（见图 2-57）、6 号止推垫圈（见图 2-58）和太阳轮驱动壳（见图 2-59）。太阳轮驱动壳、太阳轮以及 7 号和 8 号止推垫圈的相互关系见图 2-60 所示。

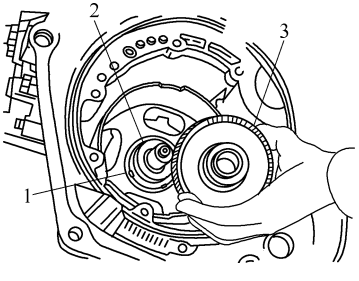


图 2-57　拆下前行星齿轮组

1—6 号止推垫圈　2—太阳轮
3—前行星齿轮总成

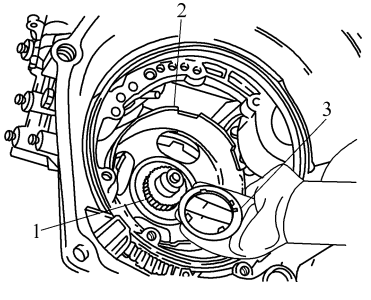


图 2-58　拆下 6 号止推垫圈

1—太阳轮　2—太阳轮驱动壳
3—6 号止推垫圈

16）从变速驱动桥壳体内取出后行星齿轮总成和 10 号止推垫圈。注意，在后行星架的前端装有 9 号止推垫圈，如图 2-61 所示。

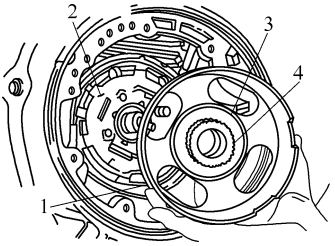


图 2-59　拆下太阳轮驱动壳

1—太阳轮驱动壳　2—后行星架
3—7 号止推垫圈　4—太阳轮

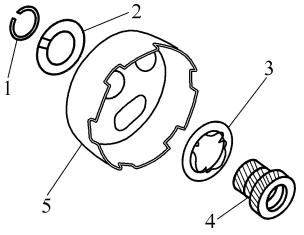


图 2-60　太阳轮驱动壳和太阳轮分解图

1—弹性锁环　2—8 号止推垫圈
3—7 号止推垫圈　4—太阳轮
5—太阳轮驱动壳

17）从低档和倒档后带式制动器内拆下单向离合器的凸轮环，如图 2-62所示。注意不要丢失单向离合器的 8 个滚柱和弹簧，如图 2-63 所示。当拆下单向离合器凸轮环时，这些滚柱和弹簧将会散开。

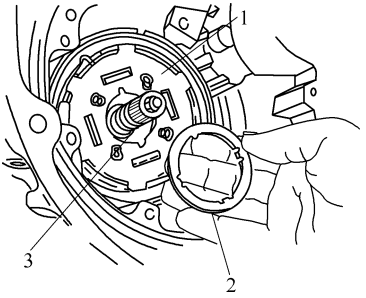


图 2-61　拆下 9 号止推垫圈和后行星架

1—后行星齿轮总成　2—9 号止推垫圈　3—输出轴

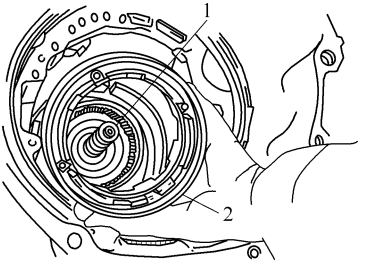


图 2-62　拆下单向离合器凸轮

1—输出轴　2—单向离合器的凸轮总成

18）松开低档和倒档后带式制动器的调整螺钉，拆下低档和倒档制动带和支撑块，如图 2-64 和图 2-65 所示。

19）小心地从变速驱动桥壳体内取出 11 号大止推垫圈，如图 2-66 所示。

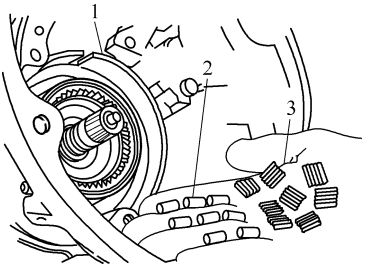


图 2-63　单向离合器滚柱和弹簧

1—低档和倒档后制动带　2—单向离合器滚柱　3—单向离合器弹簧

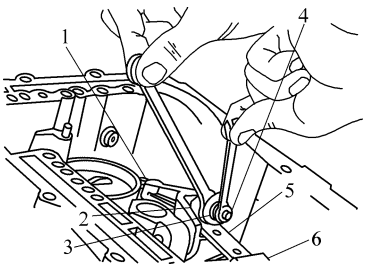


图 2-64　松开调整螺钉

1—低档和倒档后制动器杠杆　2—杠杆　3—锁紧螺母　4—调整螺钉　5—支撑块　6—低档和倒档制动带

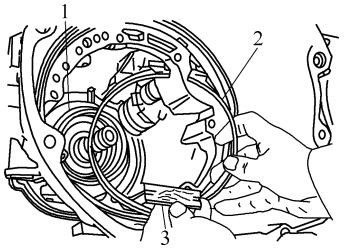


图 2-65　拆下制动带和支撑块

1—11 号止推垫圈　2—低档和倒档制动带　3—支撑块

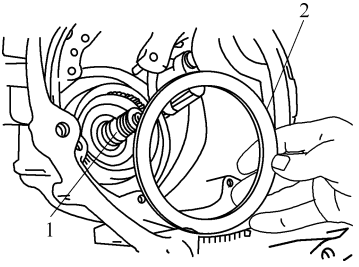


图 2-66　取出 11 号止推垫圈

1—输出轴　2—11 号止推垫圈

20）在低速档和倒档后制动器的作用杆端部是低档和倒档伺服液压缸。用弹性卡环拆装钳将伺服液压缸口处的弹性卡环拆下，如图 2-67 所示。从伺服液压缸中取出低档和倒档伺服活塞总成、螺旋弹簧和弹簧座，如图 2-68所示。

21）压下蓄能器盘，同时拆下蓄能器盘弹性卡环和蓄能器盘，如图 2-69所示。拆下蓄能器弹簧和活塞，如图 2-70 所示。

22）压下降档伺服液压缸活塞杆导向盘，同时用弹性卡环拆装钳拆下导向盘弹性卡环，如图 2-71 所示。

23）拆下降档伺服液压缸的活塞杆导向盘，复位弹簧和伺服活塞，如图 2-72 所示。图 2-73 为降档伺服活塞总成的分解图。

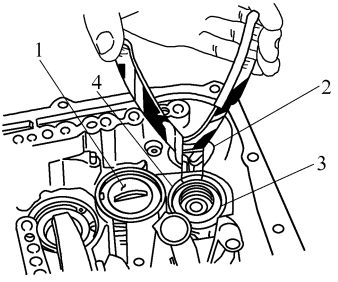


图 2-67　拆下弹性卡环

1—蓄能器盘　2—弹性卡环拆装钳
3—低速档和倒档伺服弹簧座

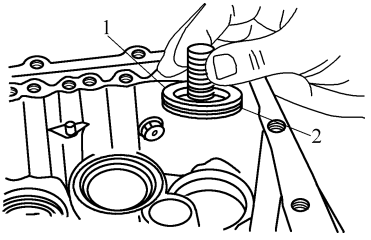


图 2-68　拆下低速档和倒档伺服活塞总成

1—低速档和倒档伺服活塞总成
2—唇形油封

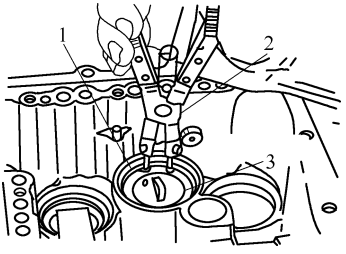


图 2-69　拆下弹性卡环

1—蓄能器盘弹性卡环　2—弹性卡环拆装钳　3—蓄能器盘

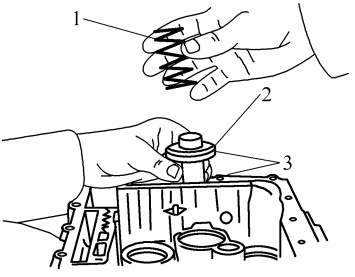


图 2-70　拆下蓄能器弹簧和活塞

1—蓄能器弹簧　2—蓄能器活塞　3—密封环

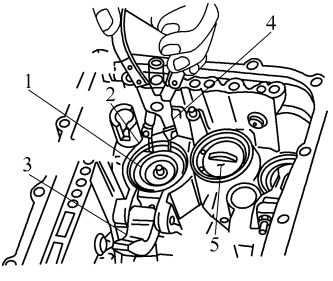


图 2-71　拆下导向盘弹性卡环

1—降档伺服活塞导向盘　2—弹性卡环
3—降档制动器作用杆　4—弹性卡环拆装钳　5—蓄能器盘

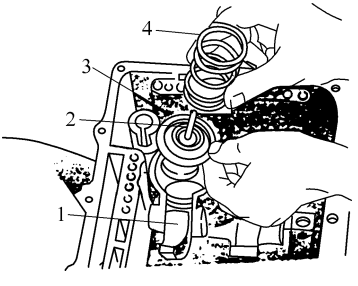


图 2-72　拆下伺服活塞总成

1—杠杆　2—活塞杆　3—伺服活塞　4—复位弹簧

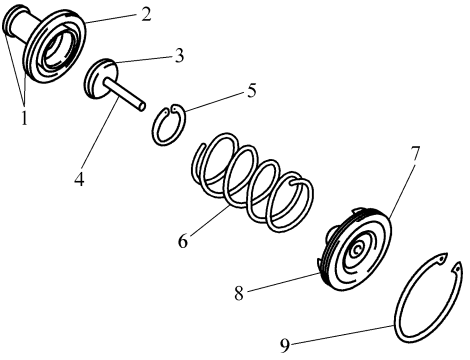


图 2-73　降档伺服活塞总成的分解图

1—密封环　2—降档伺服活塞　3—O 形密封环　4—活塞杆　5—弹性卡环
6—活塞复位弹簧　7—活塞杆导向盘　8—O 形密封环　9—弹性卡环

24）拆下变速驱动桥后盖固定螺栓，取下后盖，如图 2-74 所示。

25）将专用的固定工具用螺栓紧固在中间轴齿轮上，再用一挠性套筒扳手将中间轴固定螺栓和垫圈拆下，如图 2-75 所示。

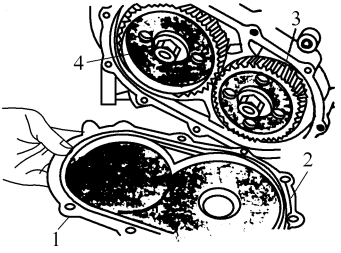


图 2-74　取下后盖

1—后盖　2—室温硫化密封胶层
3—输出轴齿轮　4—中间轴齿轮

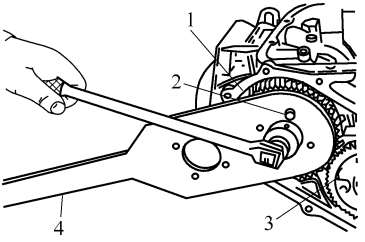


图 2-75　拆下中间轴固定螺栓和垫圈

1—中间轴齿轮　2—螺栓　3—输出轴齿轮　4—专用固定工具

26）用中间轴齿轮拉器，拆下中间轴齿轮和调整垫圈，如图 2-76 和图 2-77所示。

27）从壳体和中间轴上小心地拆下速度调压阀支撑座，如图 2-78 所示。

28）因为低档和倒档制动器的支撑块销子可能掉出丢失，如图 2-79 所示，所以应先拆下并和变速驱动桥的零件放在一起。

29）拆下停车爪枢轴、停车爪和停车爪复位弹簧。将这些零件放在一

旁，妥善保管。

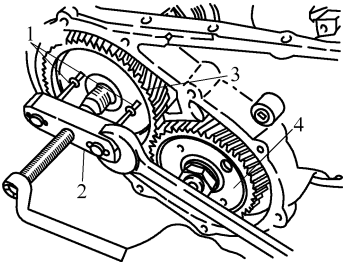


图 2-76　拆下中间轴齿轮

1—专用工具　2—专用拉器
3—中间轴齿轮　4—输出轴齿轮

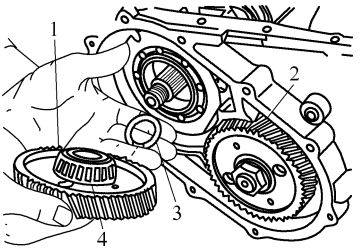


图 2-77　拆下调整垫圈

1—中间轴齿轮　2—输出轴齿轮
3—调整垫圈　4—锥形滚动轴承

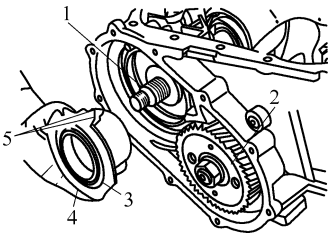


图 2-78　拆下速度调压阀支撑座

1—中间轴　2—输出轴齿轮　3—轴承盖　4—速度调压阀支撑座
5—速度调压阀油管安装孔

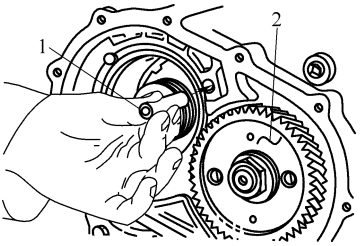


图 2-79　拆下低档和倒档制动器支撑块销子

1—低档和倒档制动器支撑块销子
2—输出轴齿轮

30）从壳体内取出速度调压阀总成，如图 2-80 所示。注意不要让阀门掉出来或丢失。

31）用一个大弹性卡环拆装钳，将中间轴轴承弹性卡环拆下，如图 2-81所示。

32）用惯性锤拉器和专用的螺纹接头将中间轴从变速驱动桥壳体内拆下，中间轴轴承座也和中间轴一起拆下，如图 2-82 和图 2-83 所示。

33）可用拆卸中间轴同样的工具和拆卸顺序拆下输出轴，如图 2-84 和图 2-85 所示。

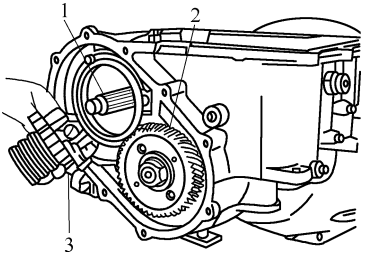


图 2-80　拆下速度调压阀总成

1—中间轴　2—输出轴齿轮
3—速度调压阀总成

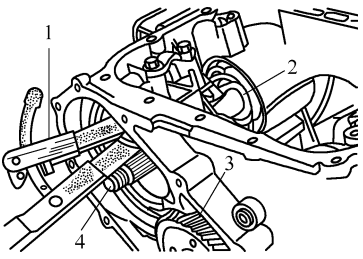


图 2-81　拆下中间轴轴承弹性卡环

1—弹性卡环拆装钳　2—弹性卡环
3—输出轴齿轮　4—中间轴

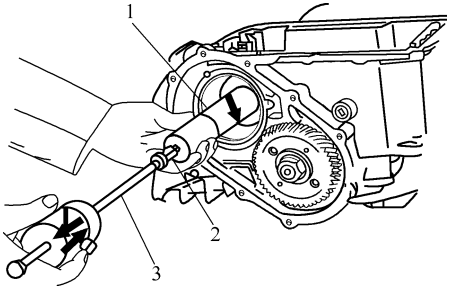


图 2-82　拆下中间轴总成

1—专用工具　2—接头　3—惯性锤拉器

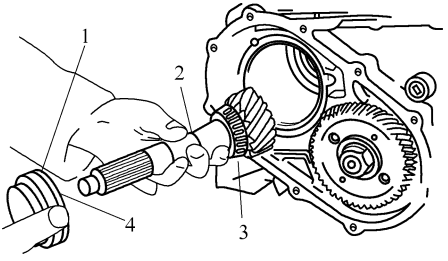


图 2-83　取下中间轴总成

1—O 形密封环　2—中间轴　3—锥形
滚动轴承　4—中间轴轴承座

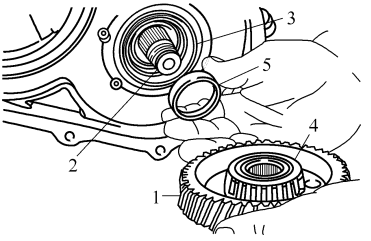


图 2-84　拆下输出轴齿轮

1—输出轴齿轮　2—输出轴　3—轴承盖
4—锥形滚动轴承　5—调整垫片

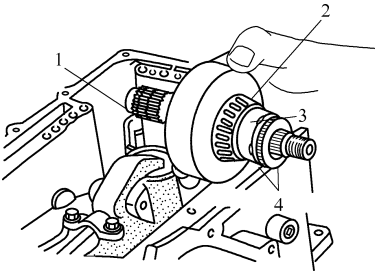


图 2-85　拆下输出轴总成

1—输出轴总成　2—锥形滚动轴承
3—润滑孔　4—输出轴调整垫片

在变速驱动桥解体后，所有的零件和总成都要彻底清洗干净。清洗工作可在清洗机中进行，也可在清洗槽中用手工清洗。清洗剂可用矿化酒精。

自动变速驱动桥是由很多小总成，如油泵、离合器、伺服制动器等组成，为了防止零件搞混乱，应该将不同的总成分次清洗，检验和修复。

（二）装配与检查

1. 调整输出轴垫片的厚度

1）将变速驱动桥输出轴、轴承和调整垫片装入变速驱动桥壳体内，如图 2-86 和图 2-87 所示。

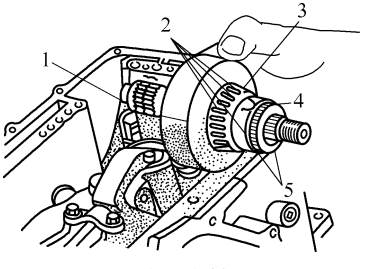


图 2-86　安装输出轴和调整垫片

1—输出轴总成　2—用润滑
脂将调整垫片粘到位
3—锥形滚动轴承
4—润滑孔　5—调整垫片

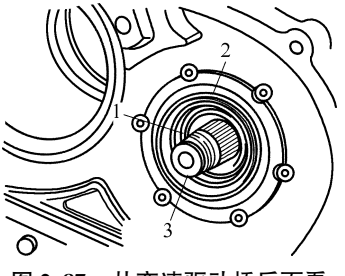


图 2-87　从变速驱动桥后面看输出轴总成装配情况

1—调整垫片　2—轴承盖
3—输出轴总成

2）用一个专用螺母作工具，将输出轴齿轮和轴承压装到位，如图 2-88 所示。

3）使输出轴和齿轮总成保持不动（用两个螺钉将一根扳杆固定到输出轴齿轮上），安装输出轴垫圈和螺母。将螺母按规定的力矩拧紧，如图 2-89 所示。再将扳杆从输出轴轮上拆下。

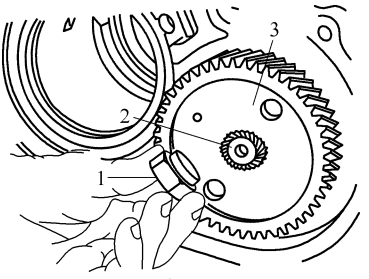


图 2-88　用专用螺母将输出轴齿轮压装到位

1—专用螺母　2—输出轴　3—输出轴齿轮

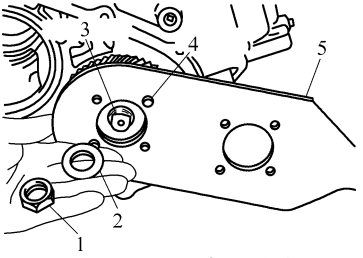


图 2-89　将扳杆固定在输出轴齿轮上

1—螺母　2—垫圈　3—输出轴　4—螺钉　5—专用扳杆

4）将指示表支架安装在变速驱动桥壳体上，使指示表表头对着输出轴中心孔上粘着的钢球，用专用工具推、拉，同时转动输出轴，使输出轴轴承安装到位，如图 2-90 所示。

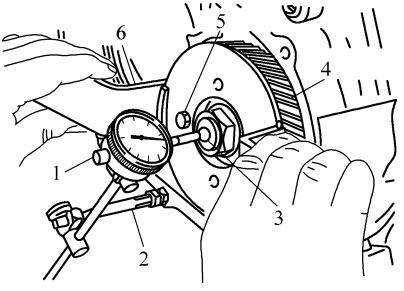


图 2-90　用指示表测量输出轴的端隙

1—指示表　2—专用表架　3—钢球　4—输出轴齿轮　5—螺钉　6—专用推拉工具

5）在推、拉输出轴时，检查指示表的读数。根据指示表读数和维修手

册的规定选取调整垫片的厚度。

6）拆下输出轴螺母、垫圈和齿轮。

7）安装新的调整垫片、输出轴齿轮、垫圈和螺母。并用扭力扳手和固定输出轴不动的扳杆将螺母按规定的力矩拧紧。

8）用扭力扳手转动输出轴，测量输出轴的转矩。注意这里测的转动力矩并不是开始转动所需的力矩。

如果转动力矩太小，则换装一个比原来的薄约0.05mm的垫片；如转动力矩太大，则换装一个比原来的厚约0.05mm的调整垫片，直到转动力矩达到规定值。

2. 调整中间轴的转动力矩

1）用如图2-91所示的安装工具将中间轴装入变速驱动桥壳体。

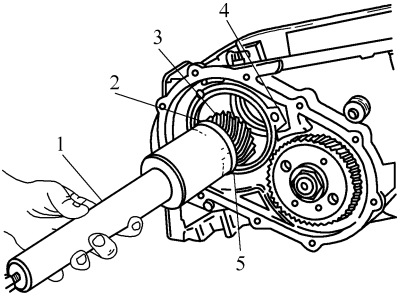


图2-91 将中间轴装入变速驱动桥壳体

1—专用工具 2—轴承支座总成 3—中间轴
4—输出轴 5—O形密封圈

2）安装速度调压阀总成和支撑座。小心地将停车爪轴和倒档后制动带的支撑块与速度调压阀支撑座中相应的孔对正。

3）安装中间轴调整垫片和齿轮。

4）如同安装输出轴螺母那样，先安装中间轴固定扳杆，再装入中间轴垫圈和螺母，用扭力扳手按规定的力矩将螺母拧紧。

5）从中间轴齿轮上拆去固定扳杆。安装指示表架和指示表，如图2-92所示。

6）用专用推拉工具推、拉中间轴齿轮，同时来回转动中间轴，使轴承装到位。

7）注意在推、拉中间轴齿轮时指示表的读数。并根据指示表的读数和

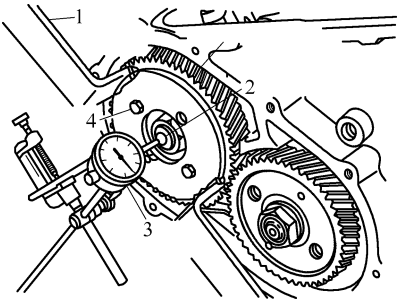


图 2-92　测量中间轴的端隙

1—专用工具　2—钢球　3—指示表　4—螺栓

维修手册的规定，选取中间轴轴承调整垫片。

8）拆下中间轴螺母、垫圈、调整垫片和中间轴齿轮总成。

9）装上正确厚度的调整垫片，中间轴齿轮总成、垫圈和螺母。并按规定的力矩将螺母拧紧。

10）再次测量中间轴的端隙。直至调整到规定的力矩。端隙过大或过小时，通常可以通过将调整垫片减薄或增厚 0.05mm，即可达到规定值。

端隙应调整精确，过大时中间轴会轴向窜动；过小时会造成轴承工作温度过高。由于和变速驱动桥壳的工作温度有温差，而使轴承受到附加的应力，缩短轴承使用寿命。

11）在中间轴安装和调整好后，安装输出轴和它的调整垫片及螺母，并按规定的力矩将螺母拧紧。

3. 变速驱动桥的装配

1）安装好输出轴齿轮、垫圈和螺母，并按规定的力矩将螺母拧紧。

2）安装停车爪、复位弹簧和停车爪枢轴，如图 2-93 所示。

3）在大的 11 号止推垫圈上涂一点润滑脂，并将它放在变速驱动桥壳体的后面。

4）用一专用工具将单向离合器装入凸轮圈总成，如图 2-94 所示。

5）将低档和倒档后制动带支撑杆装入变速驱动桥壳体。

6）将低档和倒档制动带支撑杆和制动伺服液压缸的作用杆连接起来。

7）将低档和倒档后制动带调整螺钉往回拧以使制动带张开到可能张开的最大程度。

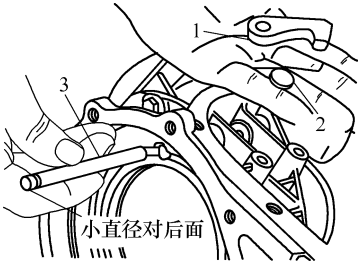


图 2-93　安装停车爪、复位弹簧和枢轴

1—停车爪　2—复位弹簧　3—停车爪枢轴

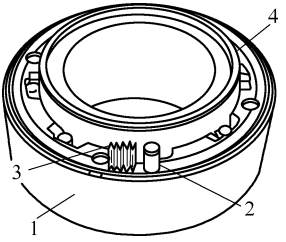


图 2-94　用专用工具装配单向离合器

1—单向离合器凸轮圈总成　2—滚子　3—弹簧　4—专用工具

8）小心地将单向离合器凸轮总成和专用工具与低档、倒档离合器和单向离合器毂对正。把单向离合器凸轮圈总成往里面推，并顺单向离合器超越工作的方向转动单向离合器凸轮圈。当单向离合器滑到位时，专用工具将落到单向离合器毂上。再将专用工具从变速驱动桥壳体内拆走。

9）用润滑脂涂在 10 号止推垫圈上，并将止推垫圈放到后行星架的后面。然后将后行星架和 10 号止推垫圈装到变速驱动桥壳体内以和后行星齿圈接合。

10）将润滑脂涂在 9 号止推垫圈上，再将止推垫圈粘在后行星架的前面。

11）将 8 号止推垫圈和 7 号隔离圈涂上油液，然后装在驱动壳上，再装上弹性卡环和公用太阳轮。

12）安装驱动壳总成，使公用太阳轮和后行星架内的行星齿轮啮合。

13）将前行星齿轮总成装入前行星齿圈内。

14）在 6 号止推垫圈上涂上润滑脂并将它粘在前行星齿轮总成和齿圈的后表面上。

15）将前行星齿轮总成和齿圈装入变速驱动桥壳体内，使太阳轮和前行星齿轮啮合。

16）用前行星齿轮弹性卡环，将前行星齿轮总成和齿圈固定在变速驱动桥输出轴上，如图 2-95 所示。

在前行星齿轮总成和前行星齿圈之间有 5 号止推垫圈，5 号止推垫圈在前行星齿轮总成和前行星齿圈装配好并用弹性卡环固定后，是看不到的。在前行星齿圈弹性卡环的后面，有 4 号止推垫圈。

17）在 3 号止推垫圈上涂一层润滑脂，再将它装到变速驱动桥输出轴的

前端。

18）将后离合器总成，前离合器鼓、涡轮轴和2号止推垫圈装到变速驱动桥壳体内。

19）将后离合器和它的花键毂对正，轻轻转动后离合器和涡轮轴，使摩擦片的齿和后离合器花键毂的齿接合。如果这一步操作做得正确，后离合器总成，前离合器和涡轮（输入）轴将同时落入一摩擦片内，直到整个总成座落到前离合器花键毂上。

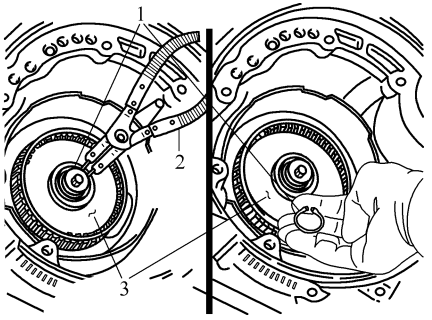


图2-95　将前行星齿轮总成固定在变速驱动桥输出轴上

1—前行星齿轮弹性卡环　2—弹性卡环拆装钳　3—前行星齿轮总成

20）将直接档离合器总成和前离合器毂对正，小心地前后移动涡轮轴，并转动，使前离合器摩擦片和前离合器片接合。当听到前离合器砰的一声落下时，前离合器就安装好了。

21）安装降档制动带和支撑杆到变速驱动桥壳体内，并套在前离合器鼓的周围。拧紧制动带调整螺钉以使离合器总成和齿轮机构在变速驱动桥内定中心。

22）在油泵衬垫的周围涂上两点或是三点（处）润滑脂，再将它放在变速驱动桥壳体上。

23）将一端带锥形的导向螺栓拧入变速驱动桥壳体的油泵固定螺钉的螺孔中，然后装油泵，并使它沿导向螺栓滑到位。装上6个油泵固定螺栓后，将导向螺栓拆下，装上第七个油泵固定螺栓。

24）用快速套筒扳手先将油泵固定螺栓各拧上几圈，再按对角交替拧紧。

25）当所有7个油泵固定螺栓拧紧后，检查涡轮（输入）轴是否能转动。如涡轮轴不能转动，则变速驱动桥必须解体，找出装错的止推垫圈。

26）按规定的力矩将油泵固定螺栓拧紧。

27）如果3号止推垫圈换用了和原厚度不同的新垫圈，则应用指示表重新检查涡轮（输入）轴的端隙。

4. 调整前降档制动带

1）拧松前降档制动带调整螺钉锁紧螺母和调整螺钉，如图2-96所示。

2）用扭力扳手按规定的力矩将调整螺钉拧紧。

3）按制造厂在维修手册中的规定将调整螺钉往回拧一定的转数。

4）用扳手将调整螺钉扳住不动，拧紧锁紧螺母。前降挡制动带即调整完毕。

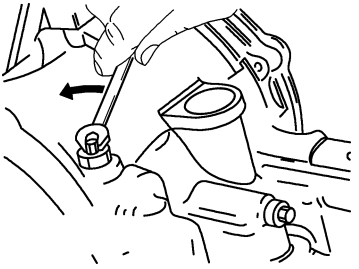


图 2-96 拧松前降档制动带锁紧螺母和调整螺钉

5. 调整低档和倒档后制动带

1）松开低档和倒档后制动带调整螺钉锁紧螺母和调整螺钉。

2）用扭力扳手按规定的力矩将调整螺钉拧紧。

3）按制造厂在维修手册中的规定，将调整螺钉往回拧一定的转数。

4）用扳手扳住调整螺钉，拧紧锁紧螺母。

6. 用压缩空气检查变速驱动桥

1）采用压力约为 206kPa 的干燥洁净的压缩空气，对前离合器油孔、后离合器油孔、降档伺服制动液压缸油孔、降档伺服液压缸放松油孔、低档和倒档伺服液压缸油孔、蓄能器油孔和蓄能器放松油孔依次吹入压缩空气进行试验。

试验所用的工具是带橡胶喷嘴的空气枪，试验时将喷嘴压在变速驱动桥壳体上，压缩空气就会被密封在液压油路中。

2）将清洁的压缩空气吹入前离合器孔。压缩空气作用在前离合器时应发出砰的一声。如果前离合器作用时没有发出砰的声音，必然是有漏气的地方。有时在压缩空气作用时，在变速驱动桥壳体内可以听到有嘶嘶的声音。出现这种情况，必须将变速驱动桥解体，找出漏气的地方。如不消除漏气现象就将变速驱动桥装车是不明智的，因为汽车在 3 档行驶时前离合器会打滑。如前离合器的检查结果正常，则进行下一步检查。

3）将压缩空气吹入后离合器孔。后离合器在接合时应发出砰的声音，而当将压缩空气撤去后立即松开。如果后离合器不接合或听到嘶嘶的漏气声，则显然是有漏气处。在排除漏气现象后，才能进行下一步检查。

4）将压缩空气吹入降档伺服液压缸作用孔，前降档制动带将抱紧。将压缩空气吹入降档伺服液压缸放松油孔，前降档制动带将松开。不要将手放在降档伺服制动液压缸摇臂和前降档制动带的前方，以防它们弹出伤人。

5）将压缩空气吹入蓄能器的作用孔和放松孔，使蓄能器工作。注意手和脸不要对着蓄能器，因为如果弹性卡环没有完全落座入环槽中，在压缩空气作用时，蓄能器盖会从变速驱动桥壳体内飞出伤人。

6）将低压压缩空气吹入低档和倒档伺服液压缸作用孔中，如果伺服液

压缸使低档和倒档制动带抱紧，则伺服液压缸是工作正常。

经过上述检查，如所有的行星齿轮控制机构和蓄能器工作正常，则变速驱动桥的修理工作即圆满完成。

十五、阀体总成的拆装

（一）拆卸

1）拆下锁止弹簧和螺钉总成，如图 2-97 所示。

2）用十字槽螺钉旋具拆下 16 个阀体固定螺钉，如图 2-98 所示。

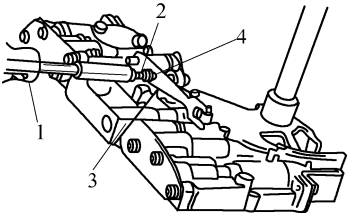


图 2-97　拆下锁止弹簧螺钉

1—螺钉旋具柄　2—专用工具
3—锁止弹簧　4—锁止弹簧螺钉

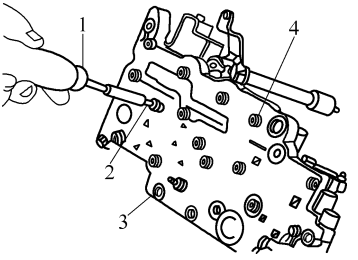


图 2-98　拆卸 16 个阀体螺钉

1—螺钉旋具柄　2—专用工具
3—阀体　4—阀体螺钉

3）在将阀体总成分开之前，将位于底部的阀体和位于顶部的输油板及隔离板作为一个总成取下来，如图 2-99 所示。这样做可以防止阀体内的 8 个钢球丢失，见图 2-100 所示。拆下以后，将钢球和各种阀体螺钉放在一个盘子内，妥善保管。

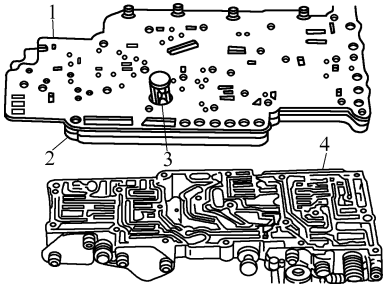


图 2-99　分离阀体输油板和隔离板

1—隔离板　2—输油板
3—滤油辋　4—阀体

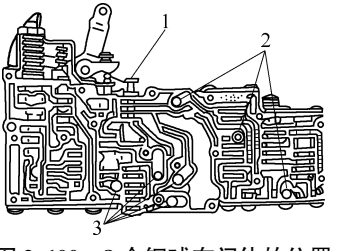


图 2-100　8 个钢球在阀体的位置

1—选档阀　2、3—钢球（8 个）

4）拆下节气门杆总成、E形夹、垫圈和油封，如图2-101所示。

5）拆下选档阀杆和节气门阀杆总成，如图2-102所示。

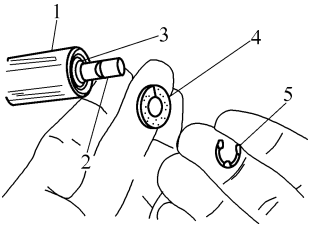


图2-101 拆下节气门杆总成和E形夹、垫圈、油封

1—选档阀杆总成 2—节气门阀杆总成 3—油封 4—垫圈 5—E形夹

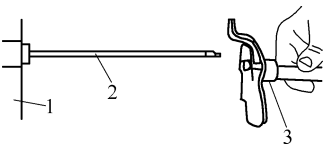


图2-102 拆下节气门杆总成

1—阀体 2—节气门阀杆总成 3—选档阀杆总成

6）将选档阀从阀体上轻轻地拆下，如图2-103所示。拆选档阀时，一边用拇指和食指将其转动，一边将其从阀体中抽出。

7）在拆下固定螺钉时，用一只手围住压力调节阀弹簧和调整螺钉支架，如图2-104所示。

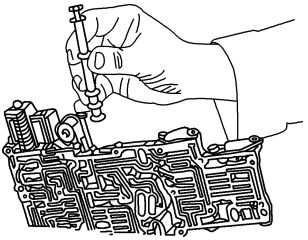


图2-103 拆下选档阀

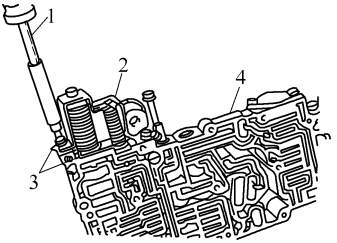


图2-104 拆下压力调节阀弹簧座

1—螺钉旋具手柄 2—调压阀弹簧座和调整螺钉支架 3—螺钉 4—阀体

8）拆下主压力调压阀和弹簧、转换阀和弹簧、节气门阀和弹簧以及降档阀和它的导向套，如图2-105所示。

9）将大拇指放在1、2档换档阀速度调节油压柱塞，如图2-106所示。按同样的程序拆下2、3档换档阀端盖和2、3档换档阀速度调节油压柱塞。这些零件应按拆下的顺序放在干净的毛巾上。

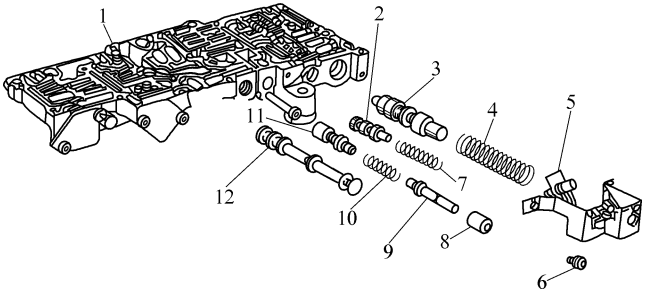


图 2-105　拆下全部零件

1—阀体　2—转换阀　3—主压力调整阀　4—主压力调整阀弹簧　5—调整螺钉及螺母板　6—螺钉　7—转换阀弹簧　8—降档阀导向圈　9—降档阀　10—节气门阀弹簧　11—节气门阀　12—选档阀

10）找到调压阀节气门压力柱塞端盖上的 3 个螺钉，如图 2-107 所示。拆下 2 个端盖螺钉，另一个标有一个箭头记号的螺钉只要拧松。这样，只要将端盖转过一点就可将调压阀节气门压力柱塞拆下。这些零件拆下以后按顺序放在毛巾上。

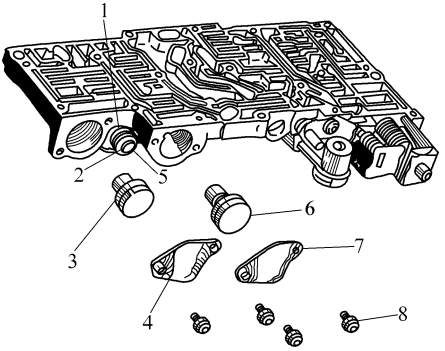


图 2-106　拆下换档阀速度调整油压柱塞

1—往返阀次级弹簧　2—E 形夹
3—2、3 档换档阀速度调整油压柱塞
4—端盖　5—往返阀弹簧
6—1、2 档换档阀速度调整油压柱塞
7—端盖　8—螺钉（4 个）

11）将换档阀端盖的 4 个固定螺钉中的 3 个拆下，将另一个有箭头标记的螺钉拧松，逐渐转动端盖以拆下 1、2 档换档阀弹簧和换档阀，如图 2-108 所示。

12）从往返阀上拆下 E 形夹、弹簧和弹簧导向座、往返阀和往返阀柱塞，并将它们按顺序和其他阀体零件放在一起。

13）拆下旁通阀及弹簧、2 和 3 档换档阀及弹簧，并将它们按顺序和阀体的其他零件放在一起。

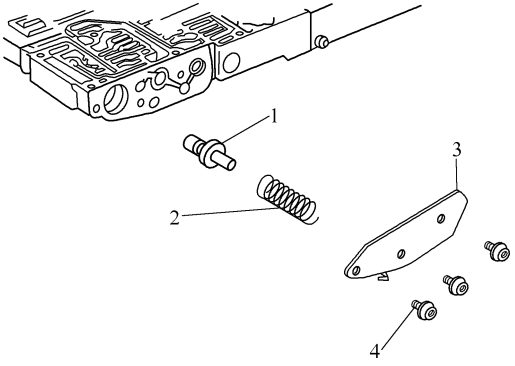


图 2-107　拆下调节阀节气门压力柱塞

1—调节阀节气门压力柱塞　2—弹簧　3—端盖
4—螺钉（3个，注意哪一个有箭头标记）

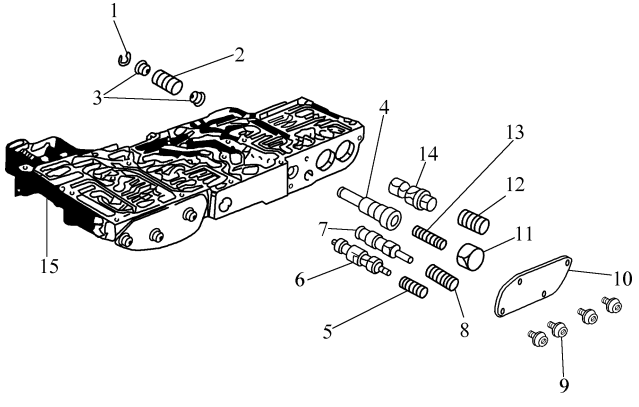


图 2-108　拆下端盖固定螺钉

1—往返阀E形夹　2—往返阀次级弹簧　3—弹簧导向座　4—往返阀
5—旁通阀弹簧　6—旁通阀　7—1、2档换档阀　8—1、2档换档阀弹簧
9—螺钉（4个，注意有箭头标记的那一个）　10—端盖　11—往返阀柱塞
12—2、3档换档阀弹簧　13—往返阀初级弹簧　14—2、3档换档阀　15—阀体

（二）阀体的清洗

1）将阀体零件和阀体，输油板、隔离板在矿物溶剂中浸泡几分钟。

2）将所有的零件彻底清洗干净，并保证所有油道清洁，没有杂物。

3）将清洗干净的零件逐个从清洗油底壳中取出，用清洁干燥的压缩空

气吹干。

4）将吹干的阀体零件放在工作台干净的有防护装置的区域。

注意：再不要将清洗吹干过的阀体零件放在抹布、毛巾或纸巾上，因为任何微小的纤维将会聚集在阀体的油道中并妨碍滑阀平稳工作。

（三）阀体零件的检验

1）每一个阀芯都要检查有无划痕、毛刺和刮伤。

2）选出所需检查的阀芯和找到与之相配合的阀孔。

3）垂直地将阀芯拿起，将它插入阀孔中，在无润滑状态下让它依靠自己的重量落入阀体中，直到停止。

4）用手指将阀孔盖住并将阀体翻转过来，阀芯在无润滑状态下，阀芯应能依靠自身的重量落下。

5）对所有的阀芯都作这样的试验。

6）如果几次下落试验阀芯不能自由落下，则应更换阀体总成。

（四）阀体的装配

1）将 2、3 档换档阀和弹簧装入孔中。装上端盖和有箭头标记的螺钉，如图 2-112 所示。移动端盖将 2、3 档换档阀和弹簧保持在其孔中。

2）将往返阀、弹簧和往返阀柱塞装入其孔中，并将端盖转过一点儿，以将它们保持在孔内。

3）将旁通阀和弹簧装入其孔中，并将端盖进一步转过一点。

4）装好 1、2 档换档阀和弹簧。将端盖转到位，装好三个固定螺钉。

5）在阀体的同一侧，安装调压阀节气门压力柱塞和节气门压力柱塞端盖。

6）在阀体的另一侧，安装 2、3 档换档阀速度调节压力柱塞和端盖。

7）安装往返阀弹簧导向座和 E 形夹。

8）安装 1、2 档换档阀速度调节压力柱塞和端盖。

9）安装选档阀。

10）安装节气门阀弹簧、降档阀和导向套。

11）安装转换阀和弹簧。

12）安装调压阀、弹簧、调整螺钉、螺母板、调整螺钉支架和固定螺钉。

13）安装节气门阀杆总成和选档阀杆总成。随后再安装节气门杆总成油封、平面垫圈和 E 形夹。

14）按照图 2-100 所示的钢球位置装上 8 个钢球，并用润滑脂将钢球保持在预定的位置。

15）此时可将阀体的输油板和隔离板彻底清洗干净并吹干。

16）将隔离板固定螺钉装到输油板上。

17）将隔离板和输油板在阀体总成上对正。安装并按规定的力矩拧紧16个阀体螺钉。

18）安装缓冲弹簧和固定螺钉。

第二节　常见车型自动变速器的故障自诊断

一、丰田轿车自动变速器的故障自诊断

丰田轿车自动变速器的故障码有两种读取方式，即诊断座跨接式与按键屏幕式。

（一）故障码的调取

1. 诊断座跨接式故障码的调取

对诊断座跨接式，其诊断座如图2-109所示。

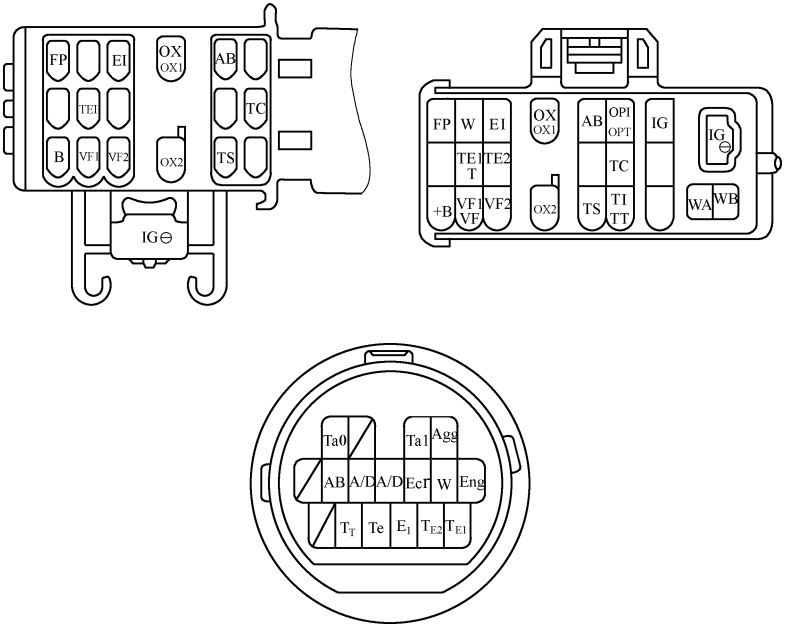


图2-109　丰田轿车诊断座示意图

首先，将点火开关置于接通位置，并将 O/D 开关（超速档）也置于接通位置，然后用跨接线跨接诊断座的 ECT 引脚与 E1 引脚，此时应注意仪表板上的“O/D OFF”指示灯闪烁情况。

若“O/D OFF”灯每隔 0.25s 闪烁一次，表示系统正常。

若系统有故障，则“O/D OFF”灯便闪烁由两位数字组成的故障码。十位数字的故障码，“O/D OFF”灯每隔 0.5s 闪烁一次，十位数字闪烁完毕后，间隔 1.5s 后便转换成为每隔 0.5s 闪烁一次的个位数故障码的闪烁。而故障码与故障码之间，闪烁停止 2.5s。

2. 按键屏幕式故障码的调取

首先将点火开关接通，然后同时按住“SELECT”与“INPUT M”按键，3～5s 后，再按 SET 按键 3s 以上，屏幕便显示故障内容。若同时存在两个以上故障码，则故障码与故障码之间的间隔为 5s。

（二）故障码的清除

在变速器故障码排除后，应将储存的故障码清除，为此，应将 EFI 熔丝取下，待 10～15s 后装复，故障码便全部清除。

（三）故障码

丰田轿车自动变速器故障码是由 2 位数字组成的，其故障码见表2-8及表 2-9。

表 2-8　一般丰田轿车电子控制式自动变速器故障码

故障码	内　容	故障排除
42	1 号车速传感器或线路不良	检查装在仪表板内的 1 号车速传感器是否有短路、断路故障。检查接线是否良好，是否有断路
61	2 号车速传感器或线路不良	2 号车速传感器装在仪表板内，应检查传感器的电阻，观察是否有短路、断路故障，如良好，检查线路是否有断路短路故障
62	1 号电磁阀或线路不良	首先应检查 1 号电磁阀回路是否接触不良、松动或断路，然后检测电磁阀是否良好，如不良，应更换新电磁阀
63	2 号电磁阀或线路不良	检查 2 号电磁阀回路状况，如良好，应检查电磁阀是否有短路、断路等故障。如电磁阀不良，应更换

（续）

故障码	内　容	故障排除
64	锁定电磁阀或其线路不良	首先应检查电脑至电磁阀之间的接线是否有松动、接触不良、断线等情况，然后检测电磁阀本身是否短路、断路，必要时更换电磁阀
65	4号电磁阀或线路不良	检查电脑至变速器电磁阀的回路是否有断路或接触不良，如良好，应检查电磁阀本身是否有断路或短路，否则应更换

表2-9　四轮驱动A-540H自动变速器故障码

故障码	内　容	故障排除
44	后车速传感器或线路不良	检查加力箱左侧的后车速传感器的阻值；检查是否有短路、断路故障；检查回路状况
61	车速传感器或线路不良	检查装在插速器上的车速传感器是否有短路、断路故障，检查回路接线状况
62	1号电磁阀或线路不良	检查回路是否松动，接触不良，断路故障，检查电磁阀是否有断路、短路故障
63	2号电磁阀或线路不良	检查回路状况，如良好，应检查电磁阀的阻值，检查是否有断路、短路故障
64	锁定电磁阀与线路不良	检查线路接触状况及锁定电磁阀或电脑状况，判断是电磁阀、回路还是电脑故障，对症检修
73	轴间差速器1号控制电磁阀不良	检查1号控制电磁阀的电阻值，判断电磁阀是否有短路、断路，如不良，应更换
74	轴间差速器2号控制电磁阀不良	按73号故障码诊断方法诊断

二、三菱轿车自动变速器的故障自诊断

三菱轿车采用的KM175型自动变速器为四档全自动式变速器。

（一）故障码的调取与清除

1. 故障码的调取

利用诊断座进行故障诊断，诊断座的示意图如图2-110所示。

调取故障码时，可利用LED灯或表针式电压表调取故障码，其方法是

将 LED 灯或电压表两测试端跨接 A 脚与 B 脚，然后接通点火开关，观察 LED 灯闪烁的情况，或观察电压表指针的摆动情况，便可将故障码调出来。

三菱轿车变速器的故障码是由两位数字组成，用 LED 灯闪烁或电压表指针摆动的波长来区分。

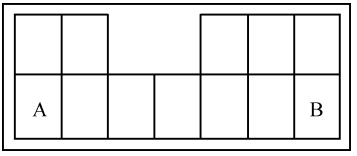


图 2-110　三菱轿车自动变速器诊断座的示意图

2. 故障码的清除

清除故障码时，可将蓄电池负极桩上的接线拆下，待 10s 以后，再将负极线接上，储存在电脑中的故障码便可自行清除。

（二）故障码

三菱轿车自动变速器故障码见表 2-10。

表 2-10　三菱轿车自动变速器故障码

故障码	内　　容	故障排除
21	节气门位置传感器输出信号不良	检查节气门位置传感器回路接线是否有接触不良、短路或断路处，如良好，检查节气门传感器的状况。检查时可用电阻表测量电位计是否有短路或断路故障
23	节气门位置传感器调整不当	首先，检查节气门开关开闭状况是否正常，检查输出线路是否不良，调整节气门位置传感器，直到正常为止
24	机油温度传感器不良	检查油温传感器回路是否有接触不良、断路故障，检查各电线插头接触状况，如良好，应检查油温传感器是否良好，如不良，应更换
25	强迫降档开关伺服开关系统不良	检查强迫降档开关伺服开关系统线路是否有接触不良或断路，检查伺服开关是否损坏，如开关不良，应更换
26	强迫降档伺服开关系统线路短路	检查回路状况，检查伺服开关是否有短路。检查伺服开关，必要时更换
27	点火脉冲信号发生器及回路不良	检查点火脉冲信号发生器是否有断路短路故障，检查回路接线是否可靠，是否有断路，如信号发生器不良，应更换

（续）

故障码	内　　容	故障排除
28	节气门开关线路短路或调整不当	检查开关输出线路是否有断路或接触不良，检查各接头，调整节气门开关
31	微处理器不良	更换电脑
32	高速运转时出现1档指令	更换电脑
33	脉冲发生器B系统不良	检查脉冲发生器B输出线路是否有断路或接触不良，检查脉冲发生器是否有短路或断路故障，检查车速传感器开关是否损坏
41	档位控制电路电磁阀A系统不良	检查电磁阀插头接触情况，检查电磁阀本体情况，检查回路接触是否良好，对症排除
42	档位控制电磁阀A系统短路	检查电磁阀内部阻值，如短路应更换新电磁阀
43	档位控制电磁阀B系统线路不良	检查控制电磁阀B系统回路接线状况，检查电磁阀是否有短路或断路故障
45	液压控制电磁阀系统线路断路或损坏	检查电磁阀各接头是否有接触不良、断路故障，检查回路接线状况，检查电磁阀本身是否有断路或短路故障
46	液压控制电磁阀系统线路短路	检查液压控制电磁阀系统及电磁阀本身是否有短路处，如短路应更换新品
47	缓冲离合器控制电磁阀系统断路	检查缓冲控制电磁阀回路是否有接触不良或断路，检查电磁阀线圈是否断路
48	缓冲离合器控制电磁阀系统短路	检查缓冲离合器电磁阀线圈是否短路，如短路，更换电磁阀，然后清除故障码
49	缓冲离合器系统不良	检查离合器液压系统，检查电磁阀线路状况，检查电磁阀是否损坏，检查电脑状况，必要时更换
51	1档不同步	检查脉冲信号发生器输出线路，检查脉冲发生器接头，检查脉冲发生器B及A本体，检查降档制动器是否打滑

（续）

故障码	内　　容	故障排除
52	2 档不同步	检查脉冲发生器 A 回路状况，检查脉冲发生器 A 接头状况，检查发生器本体是否不良，检查降档制动器是否打滑
53	3 档不同步	检查脉冲信号发生器回路及各接头是否有接触不良或断路，检查脉冲发生器是否有短路或断路故障，检查前后离合器是否打滑
54	4 档不同步	检查脉冲发生器 A 回路状况及各接头接触状况，检查脉冲发生器是否短路或断路，检查降档制动器是否打滑

三、大宇轿车自动变速器的故障自诊断

大宇轿车采用 AW850 型四档变速器。

（一）故障码的调取与清除

1. 故障码的调取

拆下诊断座罩盖，将由电脑 4 号脚引出的黑色线直接搭铁。

接通点火开关，则仪表板上的“POWER”灯便闪烁故障码。

2. 故障码清除

拆下蓄电池负极 15s 以上，再将蓄电池负极接上，其故障码即可清除。

（二）故障码

大宇轿车自动变速器故障码见表 2-11。

表 2-11　大宇轿车自动变速器故障码

故障码	内　　容	故障排除
17	第一组电磁阀不良	用电阻表检查第一组电磁阀是否有断路
25	第一组电磁阀不良	检查第一组电磁阀是否短路
26	第二组电磁阀不良	用电阻表检查第二组电磁阀是否断路
28	第二组电磁阀不良	检查第二组电磁阀是否短路到电源
29	锁定电磁阀不良	检查与排除锁定电磁阀断路故障
32	管压力电磁阀不良	检查与排除管压力电磁阀断路故障
33	管压力电磁阀不良	检查与排除管压力电磁阀短路到电源故障

（续）

故障码	内　容	故障排除
36	锁定电磁阀不良	检查锁定电磁阀是否短路到电源
38	无法取得变速器转速信号	检查排除变速器转速信号发生器及其回路
39	无法取得转速信号	检查电脑30号与31号脚的脉冲信号
41	变速器不良	档位错乱
47	强迫降档不良	检查降档保护控制系统
48	蓄电池电压太低	检查排除蓄电池电压不足故障
49	蓄电池电压太高	检查排除蓄电池电压过高故障
56	档位开关信号不良	排除档位开关信号不良故障
67	变速器油温传感器信号不良	检查油温传感器及其回路
75	扭力变换线路不良	检查扭力变换器及其回路
78	换档延迟时间太久	检查管压力是否过低，离合器是否打滑

四、北京现代索纳塔轿车自动变速器的故障自诊断

1）将诊断仪连接在自诊断插座上。

2）解读故障码，根据“自诊断故障码表”进行维修。

3）油温上升到50℃的次数达到200次可自动删除全部故障码。

4）满足下列条件时可利用诊断仪强制删除故障码。点火开关在ON位置，发动机在熄火状态，无输出轴转速信号，无车速传感器信号，失效保护功能没有起动。北京现代轿车索纳塔轿车自动变速器故障码见表2-12。

表2-12　北京现代索纳塔轿车自动变速器故障码

故障码	故障现象		故障原因
P1704	节气门位置传感器	短路	TPS输出>4.8V发动机怠速
P1703		断路	TPS输出<0.2V发动机怠速
P1702		传感器调整不当	1.2V发动机怠速<TPS输出<0.2V

（续）

故障码	故障现象		故障原因
P0713	油温传感器	断路	油温传感器输出 >4.57V，1s 以上（油温不上升）
P0712		短路	输出 <0.49V，1s 以上
P0725	曲轴位置传感器	断路	当车速 25km/h 时，5s 以上无曲轴位置传感器信号输出
P0715	输入轴转速传感器	短路/断路	当车速 >30km/h 时，1s 以上无输入轴转速传感器脉冲信号
P0720	输出轴转速传感器	短路/断路	当车速 >30km/h，输出轴转速传感器输出 < 车速传感器输出的 50%，1s 以上
P0703	制动灯开关	短路/断路	车速 >6km/h，制动灯开关连续通电 5min
P0750	低-倒档电磁阀	短路/断路	继电器电压 >10V 时，断路或短路持续 0.3s
P0755	减速传动电磁阀	短路/断路	
P0760	2 档电磁阀	短路/断路	
P0765	超速档电磁阀	短路/断路	
P0743	锁止离合器电磁阀	短路/断路	
P0731	传动比不协调	1 档	倒档后，输出轴转速传感器输出转速 × 传动比不等于输入轴转速传感器输出转速
P0732		2 档	
P0733		3 档	
P0734		4 档	
P0736		倒档	
P1749	串行通信	短路/断路	点火开关 ON 时，蓄电池电压 >10V，发动机转速 >450r/min，1s 以上出现不规则的信号或收到故障信号时间 >4s

（续）

故障码	故障现象		故障原因
P0740	锁止离合器电磁阀	系统异常	锁止离合器电磁阀驱动占空比4s以上保持100%
P1723	A/T控制继电器	短路/断路	点火开关ON时，A/T控制继电器电压<7V
P0707	变速器档位开关	断路	无信号时间>30s
P0708		短路	持续30s同时出现2种以上信号
P1630	CAN-BUS关闭	TCU失效/断路/短路	从CAN控制器里收到BUS-OFF信息
P1631	CAN-TIME输出ECU	ECU失效/断路/短路	1.5s无输入信号
P1764	CAN控制器电路	线路故障	1s以上无连续的信息交换

5）北京现代索纳塔轿车自动变速器故障码诊断检查见表2-13。

表2-13 北京现代索纳塔轿车自动变速器故障码诊断检查

故障码	诊断项目及故障现象		故障原因
P1704 P0173 P1702	节气门位置传感器 发动机怠速运转时，TPS输出电压高于4.8V，则判定电压过高并显示故障码P1704；TPS输出电压低于0.2V则显示故障码P1703。发动机怠速以外，TPS输出电压低于0.2V或大于1.2V，则判定TPS调整不良并显示故障码P1702	线路短路 传感器调整不良	节气门开度传感器不良；连接不良；TCM不良
P0713 P0712	油温传感器 运行10min以后油温传感器输出电压，高于4.57V（油温不上升），判定油温传感器线路断路并显示故障码P0713	断路/短路	油温传感器不良；连接不良；TCM不良

（续）

故障码	诊断项目及故障现象		故障原因
P0725	曲轴位置传感器 以25km/h车速行驶，5s以上无曲轴位置传感器信号，则判定线路断路并显示故障码P0725	线路断路	曲轴位置传感器不良；连接不良；TCM不良
P0715	输入轴转速传感器 在3档或4档车速30km/h以上时，1s以上无输入轴转速传感器信号，则判定线路短路或断路并显示故障码P0715；如果故障码P0715出现4次以上，则变速器被锁定在3档（P位置）或2档	短路/断路	输入轴转速传感器不良；减速传动离合器轮毂不良；连接不良；TCM不良
P0720	输出轴转速传感器 在3档或4档车速30km/h以上时，输出轴传感器的输出持续低于车速的50%，则判定输出轴线路的短路/断路并显示故障码P0720；如果故障码P0720出现4次以上，变速器被锁定在3档（D位）或2档	短路/断路	输出轴转速传感器不良；连接不良；TCM不良；传输驱动齿轮和驱动齿轮不良
P0703	制动灯开关 行驶中5min以上点亮制动灯，则判定制动灯开关线路短路并显示故障码P0703	短路/断路	制动灯开关不良；连接不良；TCM不良
P0750	低-倒档电磁阀	短路/断路	电磁阀不良；连接不良；TCM不良
P0755	减速传动电磁阀	短路/断路	
P0760	2档电磁阀	短路/断路	
P0765	超速档电磁阀 如果电磁阀的电阻值过大或过小，则判定电磁阀线路短路或断路并显示相应的故障码，变速器被锁定在3档	短路/断路	

（续）

故障码	诊断项目及故障现象		故障原因
P0732	2档传动比不在规定值以内 如果在2档输出轴转速传感器输出值乘以2档传动比不等于输入轴转速传感器输出值，则显示故障码P0732，而且变速器被锁定在3档	—	输入轴转速传感器不良；输出轴转速传感器不良；减速传动离合器轮毂不良；主动齿轮或从动齿轮不良；减速传动离合器不良；2档制动器不良；产生干扰
P0733	3档传动比不在规定值以内 如果在3档输出轴转速传感器输出值乘以3档传动比不等于输入轴转速传感器输出值，则显示故障码P0733；故障码P0733出现4次以上，变速器被锁定在3档	—	输入轴转速传感器不良；输出轴转速传感器不良；减速传动离合器轮毂不良；主动齿轮或从动齿轮不良；减速传动离合器不良；超速档离合器不良；产生干扰
P0743 P0740	液力变矩器电磁阀 如果电磁阀的电阻值过小，则判定电磁阀线路断路或短路并显示故障码P0740；如果电磁阀的驱动率4s以上保持100%，则判定控制系统故障并显示故障码P0743，且变速器被锁定在3档	短路/断路	电磁阀不良；连接不良；TCM不良

（续）

故障码	诊断项目及故障现象		故障原因
P0731	1档传动比不在规定值以内 如果在1档输出轴转速传感器输出值乘以1档传动比不等于输入轴转速传感器输出值，则显示故障码P0731，而且变速器被锁定在3档	—	输入轴转速传感器不良；输出轴转速传感器不良；减速传动离合器轮毂不良；分动器主动齿轮或从动齿轮不良；低-倒档制动系统不良；减速传动离合器不良；产生干扰
P1749	串行通信 点火开关ON位置时，连续1s以上无正常的信号交换或发动机转速450r/min以上时蓄电池电压低于10V，则显示故障码P1749 故障码P1749显示4次以上，变速器被锁定在3档	—	发动机电脑不良；连接不良；变速器电脑（TCM）不良
P1723	A/T控制继电器 点火开关ON时，A/T控制电压小于7V，则判定A/T控制继电器的搭铁线短路或断路并显示故障码P1723，变速器被锁定在3档	短路/断路	A/T控制继电器不良；连接不良；变速器电脑不良
P0707	变速器档位开关 无信号持续30s以上	—	变速器档位开关
P0708	两种信号同时出现30s以上		
P1630	CAN-BUS关闭 3速锁定故障；脉冲发生器A，B故障；蓄电池电压＞10V持续0.5s以上；发动机不停止；从CAN CONTROL中接收到BUS OFF信息	—	TCM故障；TCM侧短路/断路

（续）

故障码	诊断项目及故障现象		故障原因
P1631	CAN-TIME 输出 ECM 3 速锁定故障；脉冲发生器 A，B 故障；蓄电池电压 >10V 持续 0.5s 以上；发动机不停止；1.5s 无输出信号	—	ECM 故障；ECM 侧短路/断路
P1764	TCM CAN 控制器 3 速锁定故障；脉冲发生器 A，B 故障；蓄电池电压 >10V 持续 0.5s 以上；发动机不停止；1s 以上无连续信息交换	—	CAN 控制器电路不良

五、马自达轿车自动变速器的故障自诊断

马自达轿车自动变速器的控制系统，有变速器与发动机共用一个电脑和变速器自身具有单独电脑的两种形式。

变速器具有单独电脑的轿车，在诊断座中可见 FAT 与 TAT 两接脚，而变速器与发动机共用一个电脑的轿车，其诊断座中无 FAT 与 TAT 接脚。

1. 调取故障码

马自达轿车诊断座，如图 2-111 所示。

调取故障码时，对自动变速器具有独立电脑的轿车，应先关闭点火开关，将 TAT 搭铁，然后用 LED 灯跨接诊断座的 FAT 与 +B 接脚，再将变速器挂入 P 档或 N 档，接通点火开关后，便可根据 LED 灯闪烁次数记录故障码。

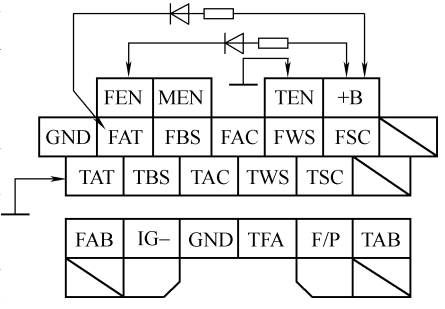


图 2-111　马自达轿车诊断座示意图

对变速器与发动机共用一个电脑的轿车，应首先将 TEN 接脚搭铁，然后将 LED 灯跨接诊断座的 FEN 与 +B 接脚上，将变速手柄挂入 P 档或 N 档，接通点火开关，根据 LED 灯闪烁的次数，便可调取故障码。

如跨接后，LED 灯不闪烁，表示变速器无故障。

2. 清除故障码

清除故障码时，可首先关闭点火开关，然后将蓄电池的负极接线拆下，踩下制动踏板，20s 后再将蓄电池线装复，故障码便可清除。

检查故障码是否已清除时，可将车辆按 50km/s 车速行驶，再突然加速使变速器强迫降档，然后停车，按上速调取故障码的办法，如无故障码显示，表示故障码已被清除。

3. 故障码

马自达轿车自动变速器故障码，见表 2-14。

表 2-14　马自达轿车自动变速器故障码

故障码	内　　容	故障排除
60	1、2 档换档电磁阀不良	检查 1、2 档换档电磁阀，必要时更换。电磁阀阻值为 11 ~ 27Ω
61	2、3 档换档电磁阀不良	检查 2、3 档电磁阀，必要时更换
62	3、4 档电磁阀不良	检查 3、4 档电磁阀，必要时更换。电磁阀阻值为 11 ~ 27Ω
63	锁定控制电磁阀不良	检查锁定控制电磁阀及其线路，必要时检修或更换新品。电磁阀标准阻值为 11 ~ 27Ω
64	3 ~ 2 档降档电磁阀不良	检查 3 ~ 2 档降档电磁阀的电阻值，其值应为 11 ~ 27Ω，否则应更换电磁阀
65	锁定电磁阀不良	用电阻表检查锁定电磁阀的电阻值，其值应为 9 ~ 18Ω，否则应更换电磁阀
66	管压力电磁阀不良	用电阻表检查管压力电磁阀的电阻值，其值应为 9 ~ 18Ω，否则应更换电磁阀。如电磁阀阻值正常，应检查电磁阀是否有动作
56	自动变速器油温传感器不良	用电阻表检查油温传感器的电阻值，当油温为 20℃ 时，其阻值应为 2. 45 ~ 2. 89kΩ；温度到 40℃ 时，电阻值应为 1. 19 ~ 1. 37kΩ；温度为 60℃ 时，电阻值应为 628 ~ 704Ω；温度为 100℃，其阻值应为 209 ~ 224Ω

六、本田雅阁轿车自动变速器的故障自诊断

1. 调取故障码

雅阁轿车在仪表板上装有“S”故障指示灯，当变速器产生故障时，“S”灯便会亮起。除仪表板上的指示灯外，在自动变速器上装有LED灯，若接通点火开关，用跨接线跨接诊断座，LED灯及仪表板上的“S”灯，会同时闪烁一组故障码。

2. 清除故障码

在变速器检修和排除故障后，应将电脑储存的故障码清除，为此，只要将BACK UP熔丝拆下10s后，再将熔丝装复，故障码便可全部清除。

3. 故障码

本田雅阁轿车自动变速器故障码见表2-15。

表2-15 本田雅阁轿车自动变速器故障码

故障码	内　容	故障排除
1	锁定控制电磁阀A不良	若锁定控制电磁阀有断路或短路，发动机经常失速。检查锁定电磁阀的电阻值，其值应为12～24Ω。检查锁定控制回路是否有断路或接触不良
2	锁定控制电磁阀B不良	检查锁定电磁阀回路接头及接线是否可靠，是否有断路、短路，检查电磁阀的电阻值应为12～24Ω，否则，应更换电磁阀
3	节气门位置传感器或线路不良	检查节气门位置传感器回路中，接头接触是否良好，线路是否有断路，检查输出信号应为0.44～0.56V
4	车速传感器或其线路不良	检查回路接线情况，观察是否有接头松动，线路接触不良或断线，如正常，则应检查传感器输出的信号，其信号电压应为0～5V，否则应检修或更换传感器
5、6	档位开关不良	检查档位开关是否有断路，检查回路是否存在接触不良，断路故障

（续）

故障码	内　容	故障排除
7	换档电磁阀 A 不良	检查换档电磁阀回路状况，检查回路是否接触不良或断路，检查电磁阀的电阻值，其值应为 12～24Ω，当出现 7 号故障后，变速器会锁定 4 档工作
8	换档电磁阀 B 或回路不良	首先应检查回路状况，然后检查电磁阀是否断路或短路，电磁阀的标准电阻应为12～24Ω，当出现 8 号故障后，变速器会锁定在 1 档或 4 档
9	车速传感器或回路不良	检查回路状况，如良好应检查车速传感器的电阻，其值应为 400～600Ω。如出现 9 号故障码，则锁定离合器没有接合，若传感器不良，应更换新品
10	冷却液温度传感器及其回路不良	检查冷却液温度传感器回路是否有接触不良或断路，检查冷却液温度传感器是否有断路、短路故障，必要时更换冷却液温度传感器
11	点火系统信号或回路不良	检查回路及信号发生器是否有接触不良、短路、断路，检查信号发生器是否有信号发出，产生此故障锁定离合器无法作用
14	主电脑与变速器电脑接触不良	检查电线插头是否插牢，检查接线是否松动，检查线路是否断线。当出现 14 号故障码时，变速器升降档困难
15	车速传感器或回路不良	检查回路接线状况，检查传感器有无短路、断路故障，检查传感器的电阻值应为 400～600Ω

七、奥迪轿车自动变速器的故障自诊断

1. 故障码的调取与清除

奥迪轿车096与097型变速器故障码读取方法有三种形式。

（1）五组接头诊断座　在变速杆侧五组接头诊断座，如图2-112所示。

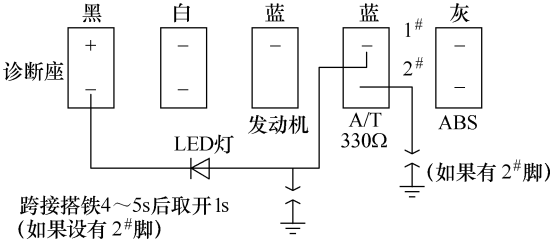


图2-112　五组诊断接头诊断座示意图

按图示将LED灯跨接，再按图示跨接搭铁4～5s，观察LED灯闪烁情况便可读取故障码。

（2）二组接头诊断座　二组接头诊断座分黑色与白色两诊断接头，如图2-113所示。

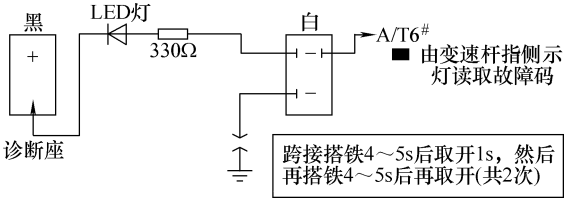


图2-113　二组诊断接头诊断座示意图

该种诊断形式除在仪表板上装有“CHECK”诊断灯外，在变速杆侧也有故障指示灯。

调取故障码步骤如下：

1）关闭点火开关，按图示将LED灯接入诊断座内。

2）接通点火开关，按图示跨接搭铁，每次跨接搭铁不得大于4～5s，共跨接两次，便可由仪表板上的“CHECK”指示灯或由变速杆侧的指示灯读取故障码，也可由LED灯闪烁显示故障码。

（3）四组诊断接头诊断座　诊断座中有四组诊断接头，仪表板无故障

指示灯，只依靠跨接 LED 灯来闪烁故障码。

诊断座分黑色、白色、蓝色、灰色四种，诊断座示意图如图 2-114 所示。

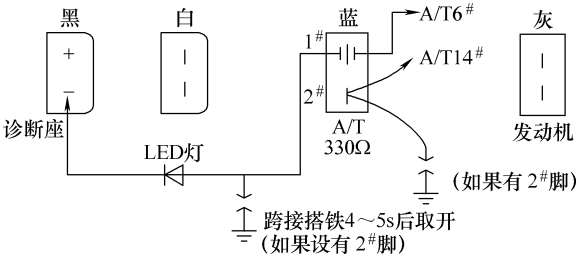


图 2-114　四组诊断接头诊断座示意图

故障码读取程序如下：

1）接通点火开关。

2）按图示将 LED 灯跨接于诊断座中。

3）按图示跨接搭铁线后再断开搭铁。

4）从 LED 灯的闪烁中读取故障码。

如要消除故障码，可重复上述 1）、2）、3）步骤，然后连续跨接与切断跨接搭铁线 5 次，故障码便可消除。

2. 故障码

奥迪轿车自动变速器故障码由 4 位数字组成，其故障码见表 2-16。

表 2-16　奥迪轿车 097 型自动变速器故障码

故障码	内　容	故障排除
4444	系统正常	
1111	搭铁不良	1111 号故障码表示有故障记忆，如果只有此码，则表示电脑无故障
1113	第一组电磁阀回路不良	检查回路接线状况，用电阻表测量电磁阀的电阻值，测量时将电脑端插头拔下，测量电脑插头端的 18 号与 22 号脚之间的阻值应为 55～65Ω
1121	第二组电磁阀回路不良	检查回路连接状况，并用电阻表测量电脑插头的 23 号脚与 18 号脚之间的电阻值，其值是第二组电磁阀的电阻值，应为 55～65Ω

（续）

故障码	内　容	故障排除
1123	第三组电磁阀回路不良	检查回路连接是否可靠，拔下电脑插头，用电阻表测量电脑插头的3号与18号脚之间的电阻值，其值便是第三组电磁阀的电阻值，应为55～65Ω
1124	阀体或离合器组不良	更换阀体或离合器组
1131	第四组电磁阀回路不良	检查回路状况及用电阻表测量电脑插头2号脚与18号接脚，其阻值应为55～65Ω
1133	第五组电磁阀回路不良	用电阻表测量第五组电磁阀的电阻值，为此，拔下电脑插头测量插头的18号与24号接脚间的电阻值，其值应为55～65Ω，如不符，应更换电磁阀
1141	第六组电磁阀回路不良	检查电磁阀回路并测量电磁阀电阻值，为此，用电阻表测量电脑插头的18号与25号接脚，其值应为4.5～6.5Ω，否则应更换电磁阀
1143	第七组电磁阀回路不良	用电阻表测量电脑插头的18号与21号接脚之间的电阻值，其值应为55～65Ω，否则应更换电磁阀
1231	变速器车速传感器不良	检查传感器信号电压，检查传感器电阻值，其值应为800～830Ω
1314	多功能档位开关不良	检查档位开关及线路状况
1323	强迫降档开关不良	用电压表测量变速器电脑17号脚的电压值，在节气门未全开时为5V，在节气门全开后，为0V
1332	E/S开关不良（经济/跑车）	当按下E/S开关时，变速器电脑的36号脚应为0V

（续）

故障码	内　　容	故障排除
1333	变速器油温传感器不良	油温传感器由变速器电脑的18号脚输入5V电压，经油温传感器后将信号由30号脚输入电脑，传感器的电阻值随温度不同而变化，当温度为20℃时，电阻值为24.7kΩ；温度达到60℃时，电阻值为48.8kΩ
2131	制动踏板灯开关回路不良	当踩制动踏板时，电源通过制动踏板开关送入电脑26号脚，此时26号脚电压应为12V，不踩制动踏板时，26号脚则应为0V
2122	发动机转速信号不良	检查回路状况及点火信号发生器
2212	节气门位置传感器不良	节气门位置传感器为三接脚式，其中一个接脚与电脑10号脚相接，接收电脑5V电压，中间接脚为信号输出脚，与电脑9号脚相接，怠速时信号电压为0.3V，第三个脚与电脑的29号脚相接，通过电脑搭铁
2234	变速器电脑输入电源过低	变速器电脑19号脚接收IFN电源电压低于11V以下，应检查蓄电池电压及回路状况
2314	变速器电脑与发动机电脑连接不良	变速器电脑将负荷信号通过27号脚输入发动机电脑30号脚与点火电脑17号脚，检查连接是否牢固确切
4314	变速杆锁定电磁阀控制回路不良	检查锁定电磁阀电阻，其值应为16～25Ω，检查回路状况

八、通用轿车自动变速器的故障自诊断

1. 故障码的调取与清除

通用轿车采用4T60E自动变速器，由发动机电脑进行控制，其诊断座与发动机诊断座共用，其诊断座如图2-115所示。

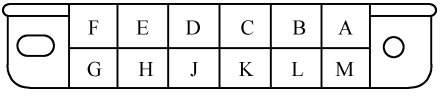


图2-115　通用轿车诊断座示意图

（1）调取故障码　首先跨接诊断座的A、B脚，然后

接通点火开关，观察仪表板上的故障指示灯闪烁情况便可将故障码调出。

（2）清除故障码　将点火开关接通，跨接A、B脚，然后关闭点火开关。拆下电脑熔丝30s以后，取下跨接线，故障码便可自行清除。

2. 故障码

通用轿车4T60E与4L80E/4T80E自动变速器故障码，见表2-17与表2-18。

表2-17　通用轿车4T60E自动变速器故障码

故障码	内　容	故障排除
14	发动机冷却液温度传感器电压信号过低	检查冷却液温度传感器及其回路状况，必要时检修或更换
15	发动机冷却液温度传感器电压信号过高	由于冷却液温度传感器不良影响发动机工作不良，导致换档不畅
16	蓄电池电压过高	由于蓄电池电压过高，使变速器发生3档卡住故障
21	节气门位置传感器电压信号过高	电压信号过高导致发动机工作不正常，间接影响自动变速器换档不畅
22	节气门位置传感器电压信号过低	信号电压不良会引起变速器自动换档不及时，或失去扭力转换功能等。应检查传感器及其回路状况
24	车速传感器不良	自动变速器控制系统因得不到车速信号，不能正确地执行自动换档功能
26	功率晶体管损坏	功率晶体管损坏后，会造成自动变速器个别档位不换档。此时应更换损坏的功率晶体管
31	档位开关不良	档位开关不良会导致换档不准确及扭力转换不当等故障
36	B换档电磁阀不良	出现36号故障码时，会导致只有1～2档或只有3档的故障。此时应更换换档电磁阀
39	扭力变速器（TCC）不良	检查扭力变速器，必要时更换新品
53	蓄电池电压过高	使发动机工作不正常，导致换档不畅

（续）

故障码	内　　容	故障排除
58	变速器油温过高	排除油温过高的故障
59	变速器油温过低	排除油温过低的故障
68	超速传动速比错误	拆检自动变速器，排除速比错误故障
73	主油压阀电动机控制不良	检查主油压阀电动机控制部分及其回路状况
85	最终传动速比错误	检查排除最终传动部分
86	低速档速比错误	检查并排除低速档速比错误故障
87	高速档速比错误	检查并排除高速档速比错误故障

表 2-18　通用轿车 4L80E/4T80E 自动变速器故障码

故障码	内　　容	故障排除
12	系统正常	全系统无故障
14	发动机温度高	检查发动机温度过高的原因
15	发动机温度低	检查冷却液温度过低的原因
21	节气门电压信号过高	检查节气门信号电压值，如过高应排除
22	节气门电压信号过低	检查节气门信号电压过低的原因
24	车速信号不良	检查车速传感器回路连接状况，检查车速传感器是否短路、断路
28	压力开关不良	检查压力开关状况，必要时更换压力开关
39	液力变矩器不良	用失速测试办法验证液力变矩器状况
53	蓄电池电压过高	检查蓄电池电压过高的原因，对症排除
58	变速器温度过高	检查油温过高的原因，对症排除
59	变速器温度过低	检查油温过低的原因，对症排除
68	超速传动速比不对	检查传动比失调的原因，对症排除
73	主油压阀控制不良	检查油压控制阀回路接线状况，检查控制阀是否短路、断路，必要时更换
81	换档阀 B 组电磁阀不良	检查 B 组电磁阀是否短路、断路，是否发卡动作不畅

（续）

故障码	内　　容	故障排除
82	换档阀A组电磁阀不良	检查A组电磁阀的内阻，判断电磁阀是否短路、断路，电磁阀动作是否自如
83	TCC电磁阀不良	检查TCC电磁阀动作状况，必要时检测其电阻，不良应更换新电磁阀

3. 卡迪拉克4.9L发动机用自动变速器的故障码调取与清除

（1）故障码的调取　首先将点火开关与定速控制开关接通，然后同时按下空调控制板上的“OFF”和“WARMER”按键，直至空调控制板上显示“-188”字幕，资料板上显示“8、8、8”字幕后，等待1s后便会以E为首的故障码。

应该注意的是第一次出现的故障码，是电脑储存的故障码，第二次出现的故障码，才是目前存在的故障码。

当出现“7.0”字幕，表示以E为首的故障码已全部调完。

当以E为首的故障码调取完毕后，屏幕上会自动显示出以E字母为首的故障码。同样，第一次出现的故障码，是早已储存的故障码，第二次出现的故障码，是目前存在的故障码。

（2）清除故障码　同时按住“OFF”和“HI”两按键，在字幕出现“E、0、0”字幕时放开按键，字幕上会出现“7.0”字样，然后关闭点火开关，待10s以后，以E为首的故障码便全部被清除。

同时按住“OFF”与“LO”按键，直至字幕出现“7、0、0”字样后，放开按键，当字幕上出现“7、0”字样后，再关闭点火开关，等10s后，以F为首的故障码便自动清除。

4. 故障码

卡迪拉克轿车自动变速器故障码见表2-19。

表2-19　卡迪拉克轿车自动变速器故障码

故障码	内　　容	故障排除
E24	车速传感器不良	车速传感器不良会使变速器控制系统不能得到车速信号，导致变速器不能及时跳档
E28	3档或4档压力开关短路	检查并排除压力开关短路故障

（续）

故障码	内　　容	故障排除
E39	扭力转换离合器啮合电路不良	检查扭力转换离合器啮合电路部分是否有接触不良、断路或短路故障
E60	定速控制系统不动作	排除定速控制系统不动作故障
E61	定速控制通气电磁阀不良	检查通气电磁阀是否有断路、短路故障，必要时更换电磁阀
E62	定速控制真空电磁阀不良	检查真空电磁阀是否有断路、短路故障，必要时更换电磁阀
E63	定速控制与实际车速不符	检查定速控制系统
E64	定速控制不良	定速控制时，车辆仍然加速超过定速范围
E67	定速控制开关短路	检查并排除定速控制开关短路故障
E68	定速控制开关不良	检查定速开关状况，必要时更换
E75	车速传感器信号受干扰或中断过	排除干扰源
E91	驻车/空档开关不良或档位开关不良	检查各开关工作状况，必要时更换开关
E96	扭力转换离合器不灵或粘滞	拆检扭力转换离合器，必要时更换新品
E97	驻车/空档（P/N）到前进档/倒档（D/R）开关不良	检查各开关的啮合状况，如开关不良，应更换开关

第三节　自动变速器疑难故障的诊断与排除

一、汽车不能行驶

1. 故障现象

1）无论操纵手柄位于倒档、前进档或前进低档，汽车都不能行驶。

2）冷车起动后汽车能行驶一小段路程，但热车状态下汽车不能行驶。

2. 故障原因

1）自动变速器油底壳渗漏，齿轮油全部漏光。

2）操纵手柄和手动阀摇臂之间的连杆或拉索松脱，手动阀保持在空档或停车档位置。

3）液压泵进油滤网堵塞。

4）主油路严重泄漏。

5）油泵损坏。

3. 故障排除方法

1）检查自动变速器内有无齿轮油

① 拔出自动变速器的油尺，观察油尺上有无齿轮油。

② 若油尺上没有齿轮油，说明自动变速器内的齿轮油已漏光。

③ 检查油底壳、液压油散热器、油管等处有无破损而导致漏油。

④ 如有严重漏油处，应修复后重新加油。

2）检查自动变速器操纵手柄与手动阀摇臂之间的连杆或拉索有无松脱，如有松脱，应予以装复，并重新调整好操纵手柄的位置。

3）拆下主油路测压孔上的螺塞，起动发动机，将操纵手柄拨至前进档位或倒档位置，检查测压孔内有无齿轮油流出。

4）若主油路测压孔内无齿轮油流出，应打开油底壳，检查手动阀摇臂轴与摇臂间有无松脱，手动阀阀芯有无折断或脱钩。若手动阀工作正常，则说明油泵损坏。对此，应拆卸分解自动变速器，更换油泵。

5）若主油路测压孔内只有少量齿轮油流出，油压很低或基本上没有油压，应打开油底壳，检查油泵进油滤网有无堵塞。如无堵塞，说明油泵损坏或主油路严重泄漏，对此，应拆卸分解自动变速器，予以修理。

6）若冷车起动时主油路有一定的油压，但热车油压即明显下降，说明液压泵磨损过多。对此，应更换油泵。

7）若测压孔内有大量齿轮油喷出，说明主油路油压正常，故障出在自动变速器中的输入轴、行星排或输出轴，对此，应拆检自动变速器。

二、自动变速器打滑

1. 故障现象

1）起步时踩下加速踏板，发动机转速很快升高但车速升高很慢。

2）行驶中踩下加速踏板加速时，发动机转速升高但车速没有很快

提高。

3）平路行驶基本正常，但上坡无力，且发动机转速很高。

2. 故障原因

1）齿轮油油面太低。

2）齿轮油油面太高，运转中被行星排搅动后产生大量气泡。

3）离合器或制动器摩擦片、制动带磨损过多或烧焦。

4）油泵磨损过多或主油路泄漏，造成主油路油压过低。

5）单向超越离合器打滑。

6）离合器或制动器活塞密封圈损坏，导致漏油。

7）减振器活塞密封圈损坏，导致漏油。

3. 故障排除方法

1）对于出现打滑现象的自动变速器，应先检查其齿轮油的油面高度和品质。

① 若油面过高或过低，应先调整至正常后再做检查。

② 若油面调整正常后自动变速器不再打滑，可不必拆修自动变速器。

2）检查齿轮油的品质。若齿轮油呈棕黑色或有烧焦味，说明离合器或制动器的摩擦片或制动带有烧焦，应拆修自动变速器。

3）做路试，以确定自动变速器是否打滑，并检查出现打滑的档位和打滑的程度。

① 将操纵手柄拨入不同的位置，让汽车行驶。

② 若自动变速器升至某一档位时发动机转速突然升高，但车速没有相应地提高，即说明该档位打滑。

③ 打滑时发动机的转速越容易升高，说明打滑越严重。

④ 根据出现打滑的规律，判断产生打滑的是哪一个换档执行元件。

a. 若自动变速器在所有前进档都出现打滑现象，则为前进档离合器打滑。

b. 若自动变速器在操纵手柄位于 D 位时的 1 档有打滑，而在操纵手柄位于 L 位或 1 位时的 1 档不打滑，则为前进单向超越离合器打滑。若不论操纵手柄位于 D 位或 L 位或 1 位时，1 档都有打滑现象，则为低档及倒档制动器打滑。

c. 若自动变速器只在操纵手柄位于 D 位时的 2 档打滑，而在操纵手柄位于 S 位或 2 位时的 2 档不打滑，则为 2 档单向超越离合器打滑。若不论操纵手柄位于 D 位或 S 位或 2 位时，2 档都有打滑现象，则为 2 档制动器

打滑。

d. 若自动变速器只在3档有打滑现象，则为倒档及高档离合器打滑。

e. 若自动变速器只在超速档有打滑现象，则为超速制动器打滑。

f. 若自动变速器在高档和倒档时都有打滑现象，则为倒档及高档离合器打滑。

g. 若自动变速器在1档和倒档时都有打滑现象，则为倒档及低档制动器打滑。

4）对于有打滑故障的自动变速器，在拆卸分解之前，应先检查自动变速器的主油路油压，以找出造成自动变速器打滑的原因。

① 自动变速器不论前进档或倒档均打滑，其原因往往是主油路油压过低。

② 若主油路油压正常，则只要更换磨损或烧焦的摩擦元件即可。

③ 若主油路油压不正常，则在拆修自动变速器的过程中，应根据主油路油压，相应地对油泵或阀板进行检修，并更换自动变速器的所有密封圈和密封环。

三、自动变速器不能升档

1. 故障现象

1）汽车行驶中自动变速器始终保持在1档，不能升入2档或高速档。

2）行驶中自动变速器可以升入2档，但不能升入3档和高速档。

2. 故障原因

1）节气门位置传感器调整不当。

2）车速传感器有故障。

3）2档制动器或高档离合器有故障。

4）换档阀卡滞。

5）档位开关有故障。

3. 故障排除方法

1）应先进行故障自诊断。影响换档控制的传感器有：节气门位置传感器、车速传感器等。按所显示的故障码查找故障原因。

2）按标准重新调整节气门位置传感器。

3）检查车速传感器，如有损坏，应予以更换。

4）检查档位开关的信号，如有异常，应予以调整或更换。

5）拆卸阀板，检查各个换档阀，换档阀如有卡滞，可将阀芯取出，用

金相砂纸抛光，再清洗后装入。如不能修复，应更换阀板。

6）若控制系统无故障，应分解自动变速器，检查各个换档执行元件有无打滑现象，用压缩空气检查各个离合器、制动器油路或活塞有无泄漏。

四、自动变速器没有前进档

1. 故障现象

1）汽车倒档行驶正常，在前进档时不能行驶。

2）操纵手柄在 D 位时不能起步，在 S 位、L 位（或 2 位、1 位）时可以起步。

2. 故障原因

1）前进离合器严重打滑。

2）前进单向超越离合器打滑或装反。

3）前进离合器油路严重泄露。

4）操纵手柄调整不当。

3. 故障排除方法

1）检查操纵手柄的调整情况，如有异常，应按规定程序重新调整。

2）测量前进档主油路油压，若油压过低，说明主油路严重泄漏，应拆检自动变速器，更换前进档油路上各处的密封圈和密封环。

3）若前进档主油路油压正常，应拆检前进离合器。如摩擦片表面粉末冶金有烧焦或磨损过多，就更换摩擦片。

4）若主油路油压和前进离合器均正常，则应拆检前进单向超越离合器，检查前进单向离合器的安装方向是否正常以及有无打滑。如有装反，重新安装；如有打滑，应更换新件。

五、自动变速器没有倒档

1. 故障现象

汽车在前进档能正常行驶，但在倒档时不能行驶。

2. 故障原因

1）操纵手柄调整不当。

2）倒档油路泄漏。

3）倒档及高档离合器或低档及倒档制动器打滑。

3. 故障排除方法：

1）检查操纵手柄的位置，如有异常，应按规定程序重新调整。

2）检查倒档油路油压，若油压过低，则说明倒档油路泄漏，对此，应拆检自动变速器，予以修复。

3）若倒档油路油压正常，应拆检自动变速器，更换损坏的离合器片或制动器片（制动带）。

六、自动变速器换档产生冲击

1. 故障现象

1）在起步时，由停车位或空档位挂入倒档位或前进档位时，汽车振动较严重。

2）行驶中，在自动变速器升档的瞬间汽车有较明显的闯动。

2. 故障原因

导致自动变速器换档冲击大的故障原因很多，主要原因在于调整不当、机械元件性能下降或损坏、电子控制系统有故障，具体原因有：

1）发动机怠速过高。

2）节气门位置传感器调整不当，使主油路油压过高。

3）升档过迟。

4）主油路调压阀有故障，使主油路油压过高。

5）减振器活塞卡住，不能起减振作用。

6）单向阀钢球漏装，换档执行元件（离合器或制动器）接合过快。

7）换档执行元件打滑。

8）油压电磁阀不工作。

9）电脑有故障。

3. 故障排除方法

由于引起换档冲击的原因较多，因此，在诊断故障的过程中，必须循序渐进，对自动变速器的各个部分做认真的检查。一定要在全面检测的基础上，有针对性地进行分解修理，切不可盲目地拆修。总体而言，若是由于调整不当所造成的，只要稍作调整即可排除；若是自动变速器内部控制阀、减振器或换档执行元件有故障，应分解自动变速器，予以修理。若是电子控制系统有故障，应对电子控制系统进行检测，找出具体原因，加以排除。具体检查诊断与排除步骤如下：

1）检查发动机怠速，若怠速过高，应按标准予以调整。

2）检查节气门位置传感器的调整情况，如不符合标准，应重新予以调整。

3）做道路试验。

① 如有升档过迟的现象，则说明换档冲击大的故障是升档过迟所致。

② 如果在升档之前发动机转速异常升高，导致在升档的瞬间有较大的换档冲击，则说明离合器或制动器打滑，应分解自动变速器，予以修理。

4）检测主油路油压

① 如果怠速时主油路油压过高，则说明主油路调压阀或调压电磁阀有故障，可能是调压弹簧的预紧力过大或阀芯卡滞所致。

② 如果怠速时主油路油压正常，但起步进档时有较大的冲击，则说明前进离合器或倒档及高档离合器的进油单向阀阀球损坏或漏装，对此，应拆卸阀板，予以修理。

5）检测换档时的主油路油压。

① 在正常情况下，换档时的主油路油压会有瞬时的下降。

② 如果换档时主油路油压没有下降，则说明减振器活塞卡滞，对此，应拆检阀板和减振器。

6）检查油压电磁阀的线路以及油压电磁阀工作是否正常，电脑是否在换档的瞬间向油压电磁阀发出控制信号。

① 如果线路有故障，应予以修复。

② 如果电磁阀损坏，应更换电磁阀。

③ 如果电脑在换档瞬间没有向油压电磁阀发出控制信号，说明电脑有故障，对此，应更换电脑。

七、自动变速器跳档

1. 故障现象

1）汽车以前进档行驶时，当加速踏板保持不动时，自动变速器仍经常出现突然降档现象。

2）降档后发动机转速异常升高，并产生换档冲击。

2. 故障原因

1）节气门位置传感器有故障。

2）车速传感器有故障。

3）控制系统电路接地不良。

4）换档电磁阀接触不良。

5）电脑有故障。

3. 故障排除方法

1）应先进行故障自诊断，如有故障码，则按所显示的故障码查找故障原因。

2）测量节气门位置传感器，如有异常，应更换。

3）测量车速传感器，如有异常，应更换。

4）检查控制系统电路各条接地线的接地状态，如有接地不良现象，应予以修复。

5）拆检自动变速器油底壳，检查各个换档电磁阀线束接头的连接情况，如有松动予以修复。

6）检查控制系统电脑各接线脚的工作电压，如有异常，应予以修复或更换。

7）换一个新的阀板或电脑试一下，如果故障消失，说明原阀板或电脑损坏，应更换。

8）更换控制系统所有线束。

八、自动变速器没有发动机制动

1. 故障现象

1）在行驶中，当操纵手柄位于前进低档（S、L或2、1）位置时，松开加速踏板，发动机转速降至怠速，但汽车没有明显减速。

2）下坡时，操纵手柄位于前进低档，但不能产生发动机制动作用。

2. 故障原因

1）档位开关调整不当。

2）操纵手柄调整不当。

3）2档强制制动器打滑或低档及倒档制动器打滑。

4）控制发动机制动的电磁阀有故障。

5）阀板有故障。

6）自动变速器打滑。

7）电脑有故障。

3. 故障排除方法

1）先进行故障自诊断，按所显示的故障码查找故障原因。

2）做道路试验，检查加速时自动变速器有无打滑现象，如有打滑，应拆修自动变速器。

3）如果操纵手柄位于S位时没有发动机制动作用，但操纵手柄位于L

位时有发动机制动作用，则说明 2 档强制制动器打滑，应拆修自动变速器。

4）如果操纵手柄位于 L 位时没有发动机制动作用，但操纵手柄位于 S 位时有发动机制动作用，则说明低档及倒档制动器打滑，应拆修自动变速器。

5）检查控制发动机制动作用的电磁阀线路有无短路或断路；电磁阀线圈电阻是否正常；通电后有无工作声音，如有异常，应修复或更换。

6）拆卸阀板总成，清洗所有控制阀，阀芯如有卡滞可抛光后装复，如抛光后仍有卡滞，应更换阀板。

7）检测电脑各接脚电压，要特别注意与节气门位置传感器、档位开关连接的各接脚的电压，如有异常，应做进一步检查。

8）更换一个新的电脑试一下，如果故障消失，说明原电脑损坏，应更换。

九、自动变速器不能强制降档

1. 故障现象

当汽车以 3 档或超速档行驶时，突然将加速踏板踩到底，自动变速器不能立即降低一个档位，致使汽车加速无力。

2. 故障原因

1）节气门位置传感器调整不当。

2）强制降档开关损坏或安装不当。

3）强制降档电磁阀损坏或线路短路、断路。

4）阀板中的强制降档控制阀卡滞。

3. 故障排除方法

1）检查节气门位置传感器的安装情况，如有异常，应按标准重新调整。

2）检查强制降档开关。

① 在加速踏板踩到底时，强制降档开关的触点应闭合。

② 松开加速踏板时，强制降档开关的触点应断开。

③ 如果加速踏板踩到底时，强制降档开关触点没有闭合，可用手直接按动强制降档开关。

④ 如果按下开关后触点闭合，说明开关安装不当，应重新调整。

⑤ 如按下开关后触点仍不闭合，说明开关损坏，应予以更换。

3）对照电路图，在自动变速器线束插头处测量强制降档电磁阀，如有异常，则故障原因是线路短路、断路或电磁阀损坏。对此，应检查线路或更

换电磁阀。

4）打开自动变速器油底壳，拆下强制降档电磁阀，检查电磁阀的工作情况，如有异常应予以更换。

5）拆卸阀板总成，分解、清洗、检查强制降档控制阀。阀芯如有卡滞，可进行抛光，若无法修复，则应更换阀板总成。

十、自动变速器液压油容易变质

1. 故障现象

1）更换后的齿轮油使用不久即变质。

2）自动变速器温度太高，从加油口处向外冒烟。

2. 故障原因

1）汽车使用不当，经常超负荷行驶。

2）齿轮油散热器堵塞。

3）通往齿轮油散热器的限压阀卡滞。

4）离合器或制动器自由间隙太小。

5）主油路油压太低，离合器或制动器在工作中打滑。

3. 故障排除方法

1）让汽车以中低速行驶5～10min，当自动变速器达到正常工作温度后，在发动机运转过程中检查自动变速器齿轮油散热器的温度。

① 在正常情况下，齿轮油散热器的温度可达60℃左右。

② 若齿轮油散热器的温度过低，说明油管堵塞，或通往齿轮油散热器的限压阀卡滞。这样，齿轮油得不到及时的冷却，油温过高，导致变质。

③ 若齿轮油散热器的温度太高，说明离合器或制动器自由间隙太小。对此，应拆卸自动变速器，予以调整。

2）若齿轮油温度正常，应测量主油路油压。

① 若油压太低，应检查节气门位置传感器的调整情况。

② 若节气门位置传感器安装正常，应拆卸自动变速器，检查油泵是否磨损过多，阀板内的主油路调压阀和油压电磁阀有无卡滞，主油路有无漏油处。

3）若上述检查均正常，则故障可能是汽车经常超负荷行驶所致，或未按规定使用合适牌号的齿轮油所致。对此，可将齿轮油全部放出，加入规定牌号和数量的齿轮油。

第三章

电子控制防抱死制动系统（ABS）、防滑系统（ASR）的结构与检修

第一节　电子控制防抱死制动系统（ABS）

电子控制防抱死制动系统（ABS）由车速传感器、电控单元（ECU）和执行机构组成。

一、车速传感器的结构与检修

（一）结构

车速传感器由传感器头和齿圈等组成，如图 3-1 所示。传感器头的内部结构和传感器的工作原理，如图 3-2 所示。车速传感器头的极轴被传感线圈所包围，并直接安装于齿圈的上方。

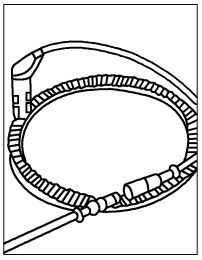


图 3-1　车速传感器的外形

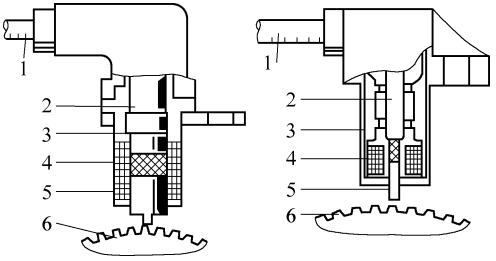


图 3-2　车速传感器头剖视图

a）凿式极轴车速传感器　b）柱式极轴车速传感器

1—导线　2—永久磁体　3—外壳

4—传感线圈　5—极轴　6—齿圈

齿圈固装在轮毂上（特殊情况也可装在后桥上），极轴同永久磁体相连接，磁体的磁通延伸到齿圈，并与它构成磁路。当齿圈旋转时，齿顶和齿隙轮流交替对向极轴，此时磁通发生迅速变化，并切割传感线圈，于是在传感线圈中产生感应电动势，并由线圈末端通过电线传输，送至ECU，该电压变化的频率便能精确地反映出车轮速度的变化。

为了保证传感器无错误信号输出，安装车速传感器时应保证其轮速传感器头与齿圈间留有一很小的空气隙，约1mm。另外，要求安装要牢固，只有这样才能确保汽车在制动过程中的振动不会干扰或影响传感信号，做到正确无误地输出。为了避免灰尘与飞溅的水、泥等对传感器工作的影响，在安装前需将传感器加注润滑脂（如黄油）。

一般汽车前轮上的车速传感器被固定在车轮转向架上，转子安装在车轮轮毂上，与车轮同步转动。而汽车后轮上的车速传感器则被固定在后车桥支架上，转子安装在驱动轴上，与车轮同步转动。

当转子随车轮转动时，带齿的转子与传感器之间的空气隙发生变化，使磁电传感器中磁路的磁通发生变化，从而切割传感线圈产生交流电，交流电频率随转子的转速快慢而变化。

车速传感器常见故障现象如下：

1）传感器感应线圈断路或短路。

2）传感器头或齿圈沾染油污。

3）传感器消磁。

4）传感器松动。

（二）车速传感器的检测

1. 检测传感器的电阻

用万用表电阻档分别测量左前、右前、左后、右后车速传感器的电阻值，其阻值均应在900～1500Ω。

2. 检测传感器的输出信号

用万用表的交流电压档搭接各个车轮转速传感器，用手转动相应的车轮，观察交流电压表的读数，交流电压表的读数都应在0.05～0.7V的范围内，如图3-3所示。

（三）车速传感器的维修

1. 车速传感器的调整

前轮车速传感器的调整（以坦孚式ABS为例，如图3-4所示）：

1）升举汽车，拆下相应的前轮轮胎和车轮。

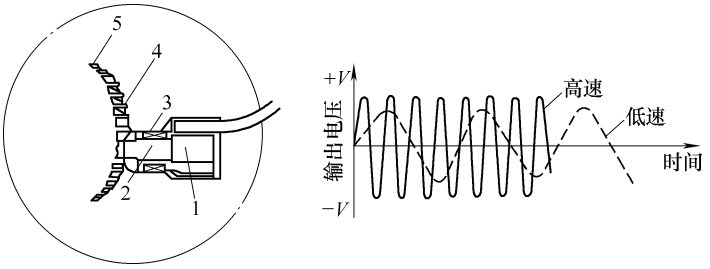


图 3-3　车速传感器输出电压波形信号

1—永久磁铁　2—铁心　3—传感线圈　4—齿圈　5—转子

2）拧松紧固螺钉（它固定传感器在支架的衬套内），通过盘式制动器挡泥板孔拆下传感器头。

3）清除车速传感器头表面的金属和脏物，用一把钝刀或类似的工具仔细刮削传感器头的端面。

4）在传感头端面粘贴一新的纸垫片，纸垫片上做一“F”标记（表示前轮），纸垫片的厚度对 32 脚的 ABS 是 1.3mm，对 35 脚的 ABS 是 1.1mm。

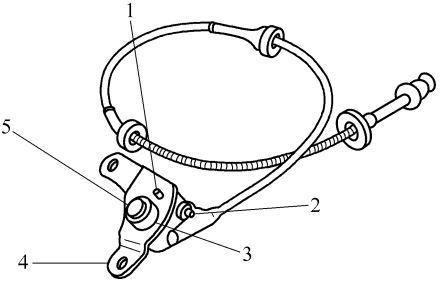


图 3-4　前轮车速传感器的调整

1—传感器支架　2—调整纸垫
3—传感器固定螺栓
4—紧固螺钉　5—钢套

5）拧松固定在传感器支架上的螺栓，旋转这个钢衬套，给固定螺栓提供一个新的锁死凹痕面。

6）通过盘式制动挡泥板将传感头装进支架上的衬套里，固定纸垫片在传感头端面上，并在整个安装过程中不能掉下来。

7）拧紧传感器支架上固定钢衬套的固定螺栓，并使传感器上的连线连接良好。

8）推传感器头向传感器齿圈顶端移动，直到纸垫片与齿圈接触为止，保持这种状态并用 2.4～4N·m 的力矩拧紧紧固螺钉，使传感器头定位。

9）重新安装好轮胎和车轮等装置，并且放下汽车。

10）为了检查传感器，可起动发动机并将汽车行驶，观察ABS故障指示灯是否亮，不亮说明系统正常，传感器良好，否则说明ABS系统还有故障。

后轮车速传感器的调整（以坦孚ABS为例，如图3-5所示）：

1）升举汽车，拆下相应的后轮轮胎和车轮。

2）拆下后轮制动钳和转动装置。

3）拧松在传感器支架上的紧固螺钉。

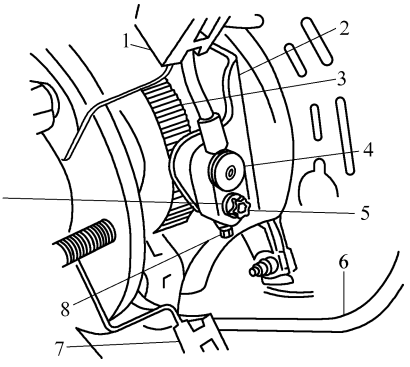


图3-5 后轮车速传感器的调整

1—轮毂 2—传感器支架 3—齿圈 4—后轮车速传感器 5—锁紧螺栓 6—轮毂 7—固定螺栓 8—钢套 9—垫圈

4）拆下传感器衬套固定螺栓和传感器头。

5）将传感器衬套里外清理干净，保证传感器头能在里面自由滑动，再将传感器头上的脏物、金属清理干净，仔细地用钝刀或类似的工具刮净传感器头端面。

6）在传感器头端面贴一纸垫片，纸垫片上标注“R”（表示后轮），35脚电脑的ABS纸垫片厚0.65mm，32脚电脑的ABS纸垫片厚1.1mm。

7）装回传感器钢衬套和紧固螺钉，钢衬套的安装保证给固定螺栓提供一个新的锁死凹痕面。

8）装回传感器头，拧紧固定螺栓。

9）推传感器头向传感器齿圈顶端移动，直到纸垫片与齿圈接触为止，保持这种状态并用2.4～4N·m的力矩拧紧紧固螺钉，使传感器头定位。

10）重新装回制动钳、车轮装置和轮胎，放下汽车。

11）起动发动机并使汽车行驶，观察ABS故障指示灯是否亮，如果不亮说明系统正常，传感器良好，否则说明ABS系统还有故障。

2. 车速传感器的更换

如果发现车速传感器不良，再用万用数字表测量它的线圈电阻，电阻大表明有断路，电阻小表明有短路，无论出现上述哪种情况，一般都要更换传感器头。更换的过程和传感器调整的过程基本一样，只是不同的车型略有不

同。安装时，需调整好传感器头与齿圈之间的空气隙，接牢线束连接器即可。

二、制动压力调节器的结构与检修

制动压力调节器的功用是接收 ECU 的指令，通过电磁阀的动作来实现车轮制动器制动压力的自动调节。根据用于不同制动系统的 ABS，制动压力调节器主要有液压式、气压式和空气液压加力式等。现代轿车制动系统主要是液压式。

液压式制动压力调节器主要由电磁阀、液压泵和储液器等组成。制动压力调节器串联在制动主缸和制动轮缸之间，通过电磁阀直接或间接地控制轮缸的制动压力。

电磁阀直接控制制动轮缸制动压力的制动压力调节器，称为循环式调节器；间接控制制动压力的制动压力调节器称为可变容积式调节器。

（一）循环式制动压力调节器

1. 结构

此种形式的制动压力调节器是在制功主缸与制动轮缸之间串联进一个电磁阀，直接控制制动轮缸的制动压力。循环式制动压力调节器的基本结构，如图 3-6 所示。

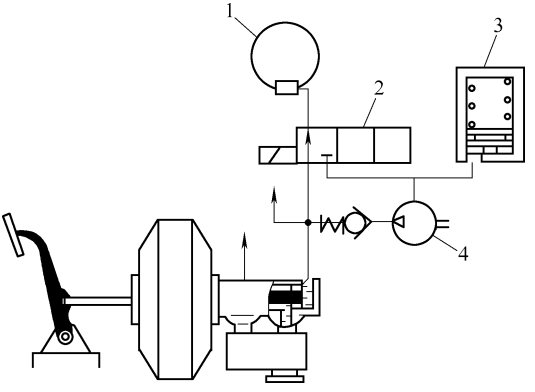


图 3-6　循环式制动压力调节器的基本结构

1—轮缸　2—电磁阀　3—储能器　4—回油泵

（1）电磁阀　循环式制动压力调节器的电磁阀，多采用三位三通电磁阀（3/3 电磁阀）。在四通道制动控制系统中每个轮缸有一个 3/3 电磁阀；在三通道制动控制系统中，每个前轮有一个 3/3 电磁阀，两后轮共用一个

3/3 电磁阀，电磁阀线圈受 ECU 的控制。阀上有三个孔分别通制动主缸、制动轮缸和储能器。电磁阀线圈流过的电流受 ECU 控制，能使阀处于“升压”、“保压”、“减压”三种位置，即“三位”，如图 3-7 所示。

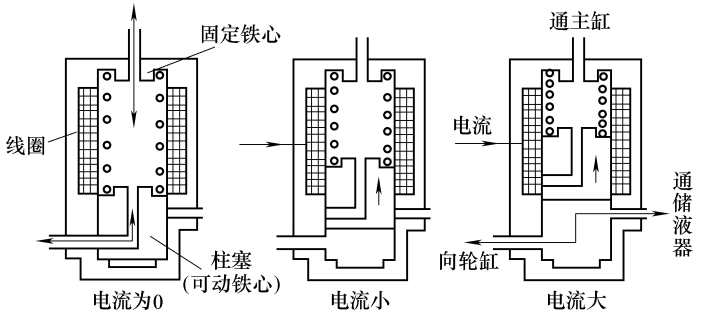


图 3-7　3/3 电磁阀基本结构与工作原理

（2）回油泵与储能器　回油泵的作用是当电磁阀在“减压”过程中，从制动轮缸流出的制动液经储能器由回油泵泵回制动主缸。回油泵及储能器的结构如图 3-8 所示。回油泵多为柱塞泵，由电动机带动凸轮驱动，泵内有两个单向阀，上阀为进油阀，下阀为出油阀。柱塞上行时，制动轮缸及储能器的液压油推开上进油阀进入原体内。柱塞下行时，首先封闭进油孔，继而使泵腔内压力升高，推开出油阀，将制动液压回制动主缸。

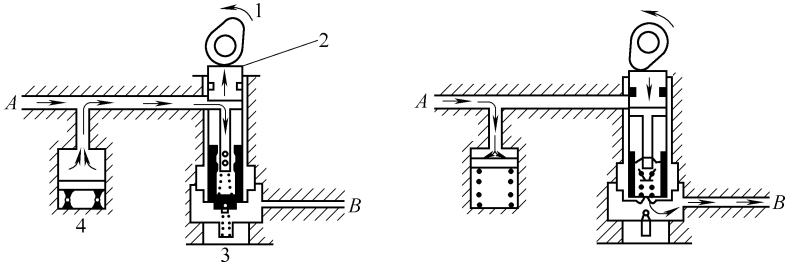


图 3-8　回油泵与储能器

1—凸轮　2—液压泵柱塞　3—液压泵　4—储能器

储能器也叫作储液器，其作用是当电磁阀在“减压”过程中，从制动轮缸流出的制动液由储能器暂时储存，然后由回油泵泵回制动主缸。储能器为一个内装活塞和弹簧的液压缸，位于电磁阀与回油泵之间。由制动轮缸流

入的液压油进入储能器作用于活塞，进而压缩弹簧使储能器容积变大，以暂时储存制动液。有的储能器也采用了气囊式储能器，如图 3-9 所示。在容器中有气囊将容器分隔为两腔。气囊后部充有氮气，上腔与回油泵和电磁阀回油口相连。从制动轮缸流入的液压油进入气囊上腔，液压油作用在气囊上使气体压缩，上腔容积增大以暂时储存制动液和能量。

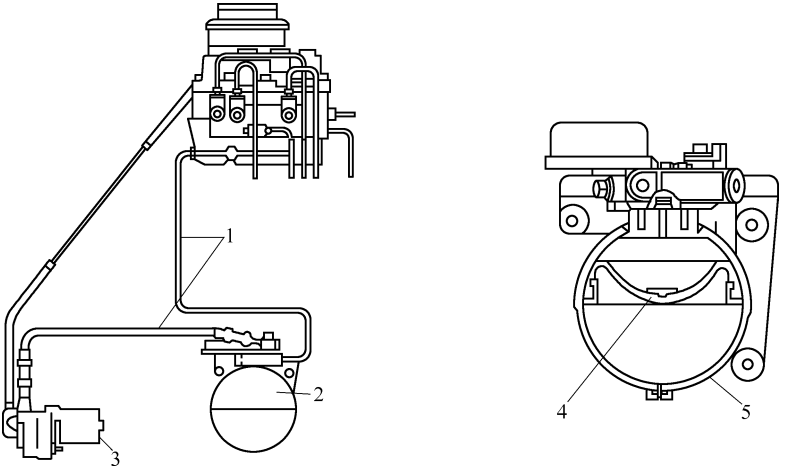


图 3-9　气囊式储能器

1—高压软管　2、5—储能器　3—动力装置　4—气囊

2. 工作过程

汽车在制动过程中，ECU 控制流经制动压力调节器电磁线圈电流的大小，使 ABS 系统处于“升压”、“保压”和“减压”三种状态。

（1）升压（常规制动）　如图 3-10 所示，电磁线圈中无电流通过，电磁阀处于“升压”位置。此时制动主缸与制动轮缸相通，由制动主缸来的制动液直接进入制动轮缸，制动轮缸压力随制动主缸压力增减，ABS 不工作，回油泵也不工作。

（2）保压　当 ECU 向电磁线圈通入一个较小的保持电流（约为最大电流的 1/2）时，电磁阀处于“保压”位置，如图 3-11 所示。此时制动主缸、制动轮缸和回油孔相互隔离密封，制动轮缸中保持一定制动压力。

（3）减压　当 ECU 向电磁线圈通入一个最大电流时，电磁阀处于“减压”位置。此时电磁阀将制动轮缸与回油通道或储能器接通，制动轮缸中

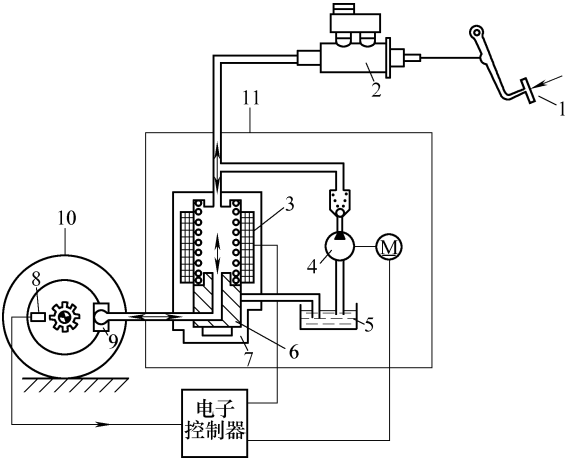


图 3-10　升压（常规制动）过程

1—踏板　2—制动主缸　3—线圈　4—液压泵　5—储液器　6—柱塞
7—电磁阀　8—传感器　9—制动轮缸　10—车轮　11—液压部件

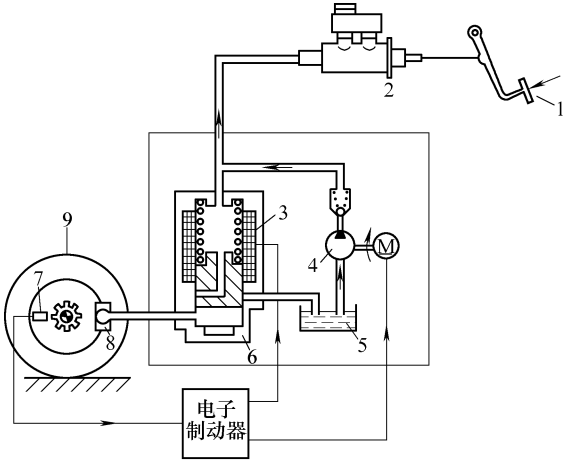


图 3-11　保压过程

1—踏板　2—制动主缸　3—线圈　4—液压泵　5—储液器
6—电磁阀　7—传感器　8—制动轮缸　9—车轮

的制动液流经电磁阀进入储能器，制动轮缸压力下降，如图 3-12 所示。

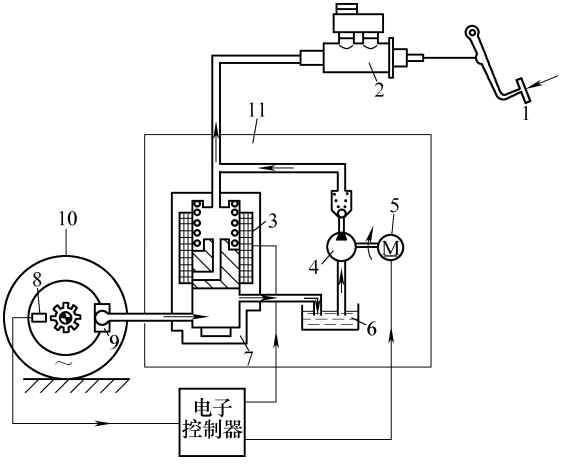


图 3-12　减压过程

1—踏板　2—制动主缸　3—线圈　4—液压泵　5—电动机　6—储液器
7—电磁阀　8—传感器　9—制动轮缸　10—车轮　11—液压部件

（二）可变容积式制动压力调节器

可变容积式制动压力调节器，是在汽车原有制动系统管路上增加一套液压控制装置，用它控制制动管路中容积的增减，从而控制制动压力的变化。该种压力调节系统的特点是制动压力油路和 ABS 控制压力油路是相互隔开的。

1. 结构

图 3-13 所示为可变容积式制动压力调节器的基本结构，主要由电磁阀、控制活塞、液压泵、储能器等组成。

2. 工作过程

（1）常规制动　如图 3-13 所示，常规制动时，电磁阀线圈无电流流过，电磁阀将控制活塞工作腔与回油管路接通，控制活塞在强力弹簧的作用下推至最左端。活塞顶端推杆将单向阀打开，使制动主缸与制动轮缸的制动管路接通，制动主缸的制动液直接进入制动轮缸，制动轮缸压力随制动主缸压力变化而变化。此种工作状态是 ABS 工作之前或工作之后的常规制动工况。

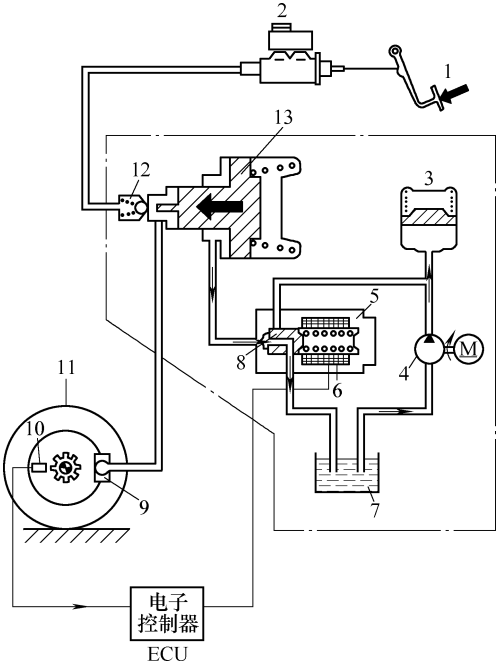


图 3-13　可变容积式制动压力调节器的结构

1—踏板　2—制动主缸　3—储能器　4—液压泵　5—电磁阀　6—线圈
7—储液器　8—柱塞　9—制动轮缸　10—传感器　11—车轮
12—单向阀　13—控制活塞

（2）减压　如图3-14所示，减压时，ECU向电磁阀线圈通入一个大电流，电磁阀内的柱塞在电磁力作用下克服弹簧弹力移到右边，将储能器与控制活塞工作腔管路接通。储能器（液压泵）的液压油进入控制活塞工作腔推动活塞右移，单向阀关闭，制动主缸与制动轮缸之间的通路被切断。同时由于控制活塞的右移，使制动轮缸侧容积增大，制动压力减小。

（3）保压　如图3-15所示，ECU向电磁阀线圈通入一个较小电流，由于电磁阀线圈的电磁力减小，柱塞在弹簧力的作用下左移至将储能器、回油管及控制活塞工作腔管路相互关闭的位置。此时控制活塞左侧的油压保持一定，控制活塞在油压和强力弹簧的共同作用下保持在一定位置，而此时单向阀仍处于关闭状态，制动轮缸侧的容积也不发生变化，制动压力保持

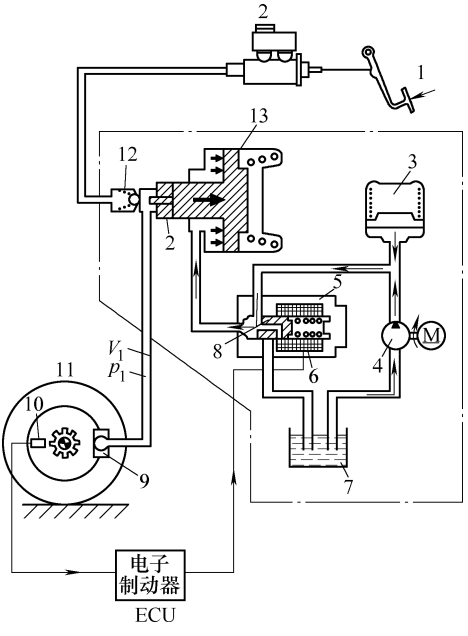


图 3-14　减压工作状态

1—踏板　2—制动主缸　3—储能器　4—液压泵　5—电磁阀　6—线圈　7—储液器
8—柱塞　9—制动轮缸　10—传感器　11—车轮　12—单向阀　13—控制活塞

一定。

（4）增压　如图 3-16 所示，需要增压时，ECU 切断电磁阀线圈中的电流，柱塞回到左端的初始位置，控制活塞工作腔与回油管路接通，控制活塞左侧控制油压解除，控制液流回储液器。控制活塞在强力弹簧的作用下左移，制动轮缸侧容积变小，压力升高至初始值。当控制活塞左移至最左端时，单向阀被打开，制动轮缸压力将随制动主缸的压力增大而增大。

（三）检修

以达科（Ⅵ）ABS 为例说明检修过程。

1. 液压控制装置（总成）的拆卸

图 3-17 为液压控制装置的拆卸过程：

1）拔下电磁阀、制动液面传感器和马达组线束插头。

2）用绵丝或抹布放于液压调节器的下边，拆下四个制动油管，再用柱

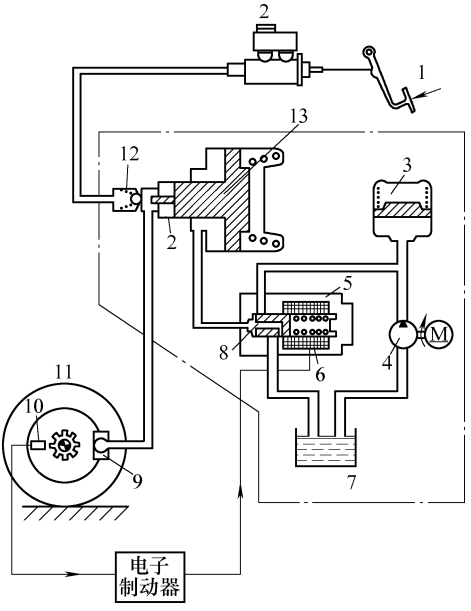


图 3-15　保压工作状态

1—踏板　2—制动主缸　3—储能器　4—液压泵　5—电磁阀
6—线圈　7—储液器　8—柱塞　9—制动轮缸　10—传感器
11—车轮　12—单向阀　13—控制活塞

塞塞住打开的油管，防止制动液外泄。

3）拆下真空检查阀，拧下两个 15mm 的螺母，将液压控制装置与真空助力器分离。

4）从车上拆下液压控制装置。

2. 电磁阀的更换

如果液压调节器上的电磁阀损坏，一般不能分解修理，只能整件更换，如图 3-18 所示。

1）拧下电磁阀组件上的两个固定螺钉。

2）拆下电磁阀时看 O 形密封圈是否仍在上面，若在，将其取下，若无，则查看液压调节器上装电磁阀的内孔，最后取出 O 形密封圈。

3）用干净制动液润滑电磁阀 O 形密封圈。

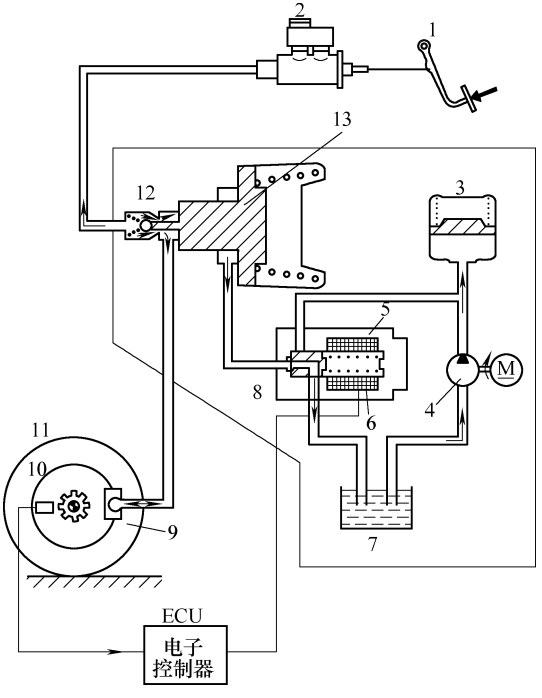


图 3-16　增压工作状态

1—踏板　2—制动主缸　3—储能器　4—液压泵　5—电磁阀　6—线圈
7—储液器　8—柱塞　9—制动轮缸　10—传感器　11—车轮
12—单向阀　13—控制活塞

4）选用同规格完好的电磁阀，连同 O 形密封圈装入液压调节器直至凸缘定位。

5）用 4～5N·m 力矩交替拧紧两个星形螺钉，固定好的电磁阀，线束插头应能顺利方便地插上。

3. 液压控制装置（总成）的分解与组装

液压控制装置（总成）的分解与组装如图 3-19 和图 3-20 所示。

1）拧松四个固定马达组件的螺钉，从液压调节器总成上拆下马达。

2）拧下两个星形螺钉，这两个螺钉把液压调节器和制动总泵固定在一起。

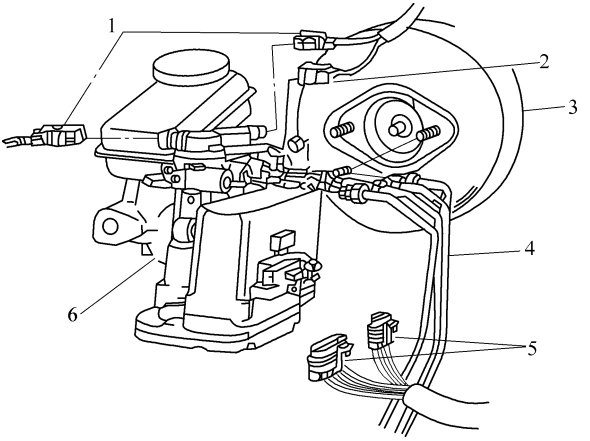


图 3-17　液压控制装置的拆卸

1—电磁阀线束接头　2—制动液面传感器线束接头　3—真空助力器
4—制动油管　5—马达组线束接头　6—液压控制总成

3）将液压调节器与制动总泵分开，在二者之间有两根油管，它们必须更换，不能继续使用。

4）通常液压调节器损坏不能修复，需整体更换，将同规格完好的液压调节器与修复的制动总泵先组装。

5）重新组装液压调节器与制动总泵时，需更换新的油管，同时，要用两个润滑后的O形密封圈装在油管的两端。

6）在液压调节器或制动总泵孔上安装新油管时，要仔细地用手将其推至行程底部。

7）将液压调节器总成与制动总泵组装并定位。

8）将螺钉、液压调节器和制

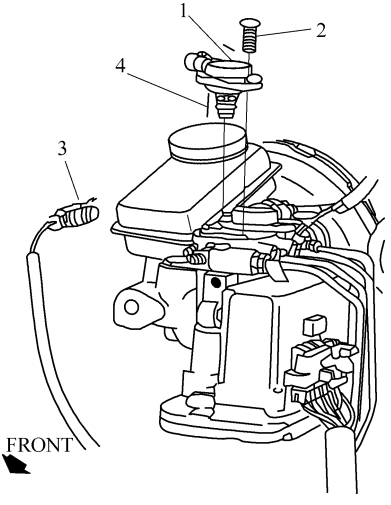


图 3-18　电磁阀的更换

1—电磁阀　2—螺栓　3—电磁阀线束接头　4—O形密封圈

动总泵上加 O 形密封圈后，用固定液压调节器和制动总泵的两个螺钉将它们紧固，最后用 15～18N·m的力矩拧紧。

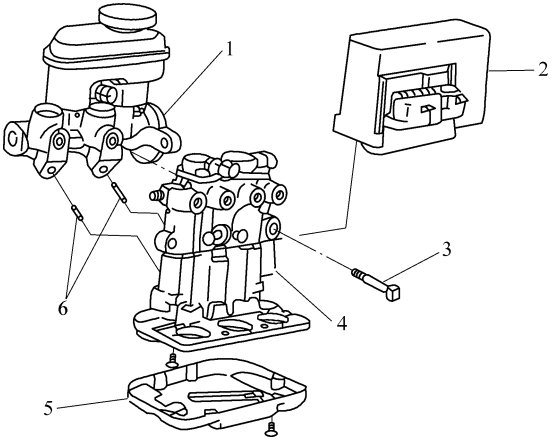


图 3-19　液压控制装置（总成）的分解

1—制动总泵　2—马达组　3—固定螺栓
4—液压调节器　5—齿轮盖　6—油管

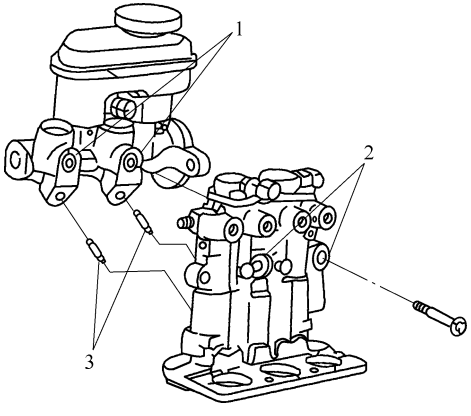


图 3-20　液压控制装置（总成）的组装

1—总泵 O 形密封圈　2—调节器 O 形密封圈　3—油管口密封圈

9）一般马达组件损坏也不能拆修，只能更换，将完好的马达组件安装

在液压调节器上，整个液压控制装置（总成）组装完毕。

三、电子控制单元（ECU）的结构与检修

（一）结构

电子控制单元（ECU）是ABS的“大脑”，其作用是接收来自于车速传感器和其他传感器的信号计算出车轮转速、车轮的加、减速度、车轮滑移率，并对这些信号进行分析后，以判断车轮是否有抱死趋势，然后向制动压力调节器发出制动压力控制指令。

ABS ECU的外形及接线如图3-21所示，ECU的内部结构如图3-22所示。一般由输入级电路、运算电路、输出级电路（电磁阀控制电路）及安全保护电路等组成。其功能是接收轮速传感器及其他传感器输送的信号，并对这些信号进行测量、比较、分析、放大和判断处理，通过精确计算，获知制动时车轮的滑移率、车轮的加减速度，以判断车轮是否有抱死的趋势，再由输出级（电磁阀控制）电路发出控制命令，控制制动压力调节器去执行压力调节任务。

（二）检修

电子控制单元（ECU）可用替代法来证明它的好坏，即用一个好的电子控制单元（ECU）替代原来的电子控制单元（ECU）后，观察ABS的工作情况，如果系统恢复正常，就说明原电子控制单元（ECU）有问题，必须更换。

电子控制单元（ECU）更换一般步骤如下：

1）将点火开关关闭（OFF位置）。

2）拆下电子控制单元（ECU）上的线束插头，例如达科（Ⅵ）ABS电子控制单元（ECU）需拆下三个插头（见图3-23）。

3）拆下固定电子控制单元（ECU）的螺钉并将垫圈放好。

4）将好的电子控制单元（ECU）固定，垫圈损坏的要更换新垫圈。

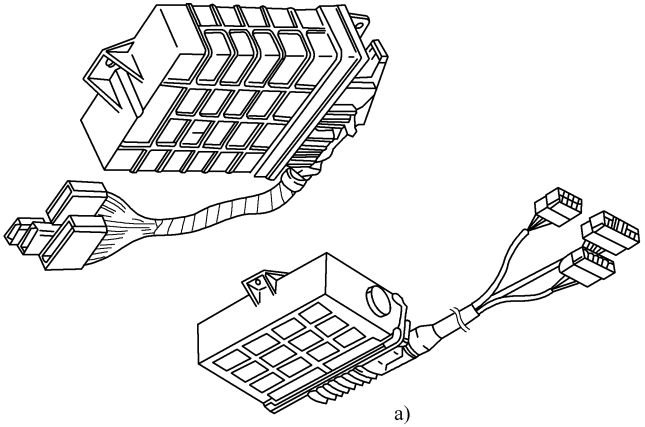
5）插上所有的线束插头，注意线束不能损坏和腐蚀，插头插上后要接触良好。

6）对角线拧紧固定螺钉。

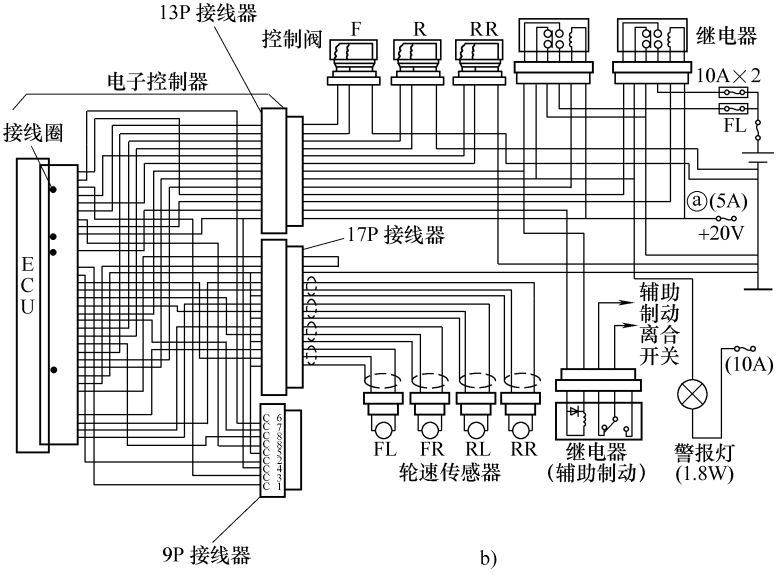
7）打开点火开关并起动发动机，红色制动灯和ABS灯应显示系统的正常状态。

四、检修ABS时的注意事项

ABS的故障大致可分为以下几种情况：一是紧急制动时，车轮被抱死；



a)



b)

图 3-21　ABS 的电子控制单元外形及接线

a）ABS 电子控制单元外形　b）ABS 电子控制单元的外部接线

二是制动效果不良；三是警告灯亮起；四是 ABS 出现不正常现象。应根据情况，采用正确的方法检修故障。在具体检修时，应注意如下几点：

1）应首先对 ABS 的外观进行检查，如导线的接头和插接器有无松脱，

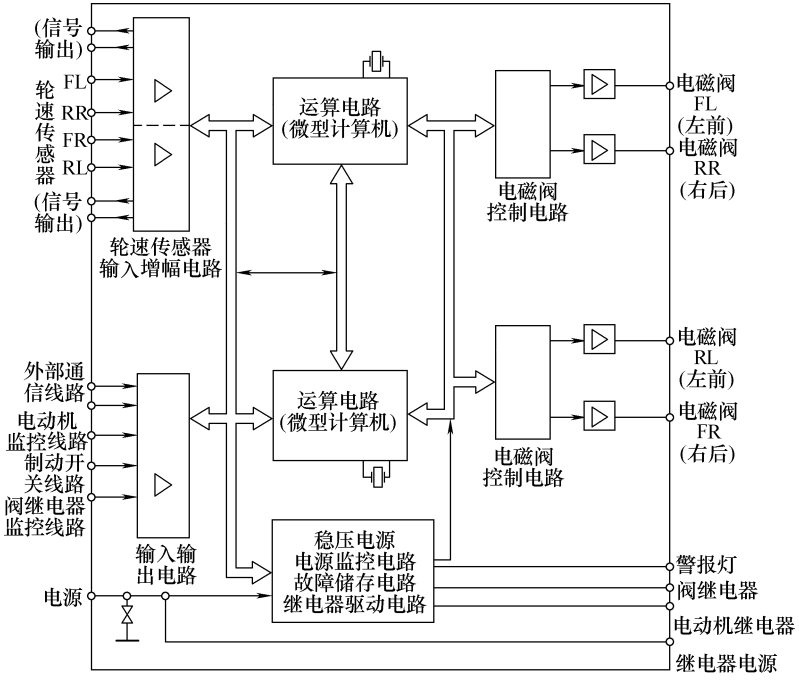


图 3-22　四传感器四通道 ECU 的内部结构

制动油路和泵及阀有无漏损，蓄电池是否容量不足等。对这些容易出现的故障且检查方法又很简单的先行检查，确定无异常时，再作系统检查，对迅速排除故障有利。

2）遇制动不良故障时，应先区分是 ABS 机械部分（制动器、制动总泵、制动管路等）不良还是 ABS ECU 的故障。方法是：拆下 ABS 继电器线束插接器或 ABS 制动压力调节器电磁阀线束插接器，使 ABS 制动压力调节器电磁阀不能通电工作，让汽车以普通制动器工作方式制动。如果制动不良故障消失，则说明是 ABS ECU 有故障，否则，为 ABS 机械部分的故障。

3）ABS ECU 故障多出现于线束插接器或导线头松脱、车速传感器不良等。应先对这些部件和部位进行检查，而制动压力调节器等故障相对较少，ABS 的控制器（ECU）故障更少，所以一般情况下，不要轻易去拆检 ABS ECU 和制动压力调节器。此外，在检查线路故障时，不应漏检熔断器。

4）在需拆检 ABS 液压控制器件时，应先进行泄压，以避免高压油喷出伤人，尤其是有蓄压器的 ABS。

五、ABS 的泄压

通过 ABS 的检查，诊断出故障后，就可进行故障排除和修理。由于蓄压器中有很高的压力，因此只要修理到防抱死制动系统中的液压部件就必须对系统泄压，以免高压油喷出伤人。一般 ABS 泄压的方法是将点火开关关闭（OFF 位置），然后反复踏制动踏板，踩踏的次数至少在 20 次以上。当感觉到踩踏板的力明显增加，即感觉不到踩踏板的液压助力时，ABS 泄压完成。有的 ABS 在泄压过程中需踩踏的次数较多，甚至需要 40 次以上。

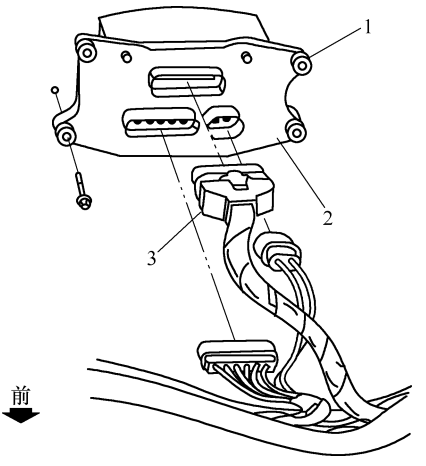


图 3-23　电子控制单元（ECU）的更换

1—橡胶垫　2—电子控制单元（ECU）　3—线束插头

通常修理下面部件时需要泄压：

1）液压电控单元中的任何装置。

2）蓄压器。

3）电动液压泵。

4）电磁阀体。

5）制动液油箱。

6）压力警告和控制开关。

7）后轮分配比例阀和后轮制动分泵。

8）前轮制动分泵。

9）高压制动液管路。

六、制动液的更换

（一）对 ABS 制动液的要求

ABS 工作时，要以 7～8 次/s 的频率进行减压、保压、增压的循环动作，因此，对制动液的要求比普通制动系统的要更高。对 ABS 制动液的基本要

求如下：

1）沸点要高（不低于260℃），保证制动时不会产生“气阻”。

2）运动黏度要低，以保证ABS工作时“减压-保压-增压”循环动作反应及时。

3）对金属、橡胶无腐蚀性。

4）能长期保存，性能稳定，在使用中，高、低温频繁变化时其化学性能应无大的变化。

5）吸湿沸点要高，吸湿沸点是指制动液在吸湿率（含水量）为3.5%时的沸点。

表3-1所列的是美国运输部（DOT）的制动液标准：目前，日、美、韩等国的轿车一般都推荐用DOT3，或与之相当的制动液DOT4，不推荐在ABS中使用硅酮型制动液DOT5。

表3-1 DOT制动液标准

制动液规格	沸点/℃	吸湿沸点/℃	运动黏度/cst
DOT3	205以上	140以上	1500以下
DOT4	230以上	155以上	1800以下
DOT5	260以上	180以上	900以下

（二）制动液的更换

以乙二醇为基液的和DOT3和DOT4制动液，是一种吸湿性较强的液体，一年的吸湿率可高达3%。不同使用条件和环境，其吸湿率不同。当制动液含有水分后，其沸点下降，制动时易产生“气阻”，使制动可靠性下降；含有水分的制动液其腐蚀性也增大了，因此，一般在吸湿率达到3%时就应更换制动液。3%的吸湿率是制动液使用过程中1到2年的自然吸湿程度，因此，每二年或一年更换一次制动液。现在，一些专家提出，ABS应每年更换一次制动液，以确保制动的可靠性。

第二节 防滑系统（ASR）

汽车驱动防滑系统（Anti Slip Regulation）简称ASR，其功能是防止汽车在加速过程中打滑，特别是防止汽车在非对称路面或在转弯时驱动轮的空转，以保持汽车行驶方向的稳定性、操纵性和维持汽车的最佳驱动力以及提高汽车的平顺性。

一、ASR 的结构与工作原理

（一）基本组成与工作原理

ASR 的基本组成如图 3-24 所示。

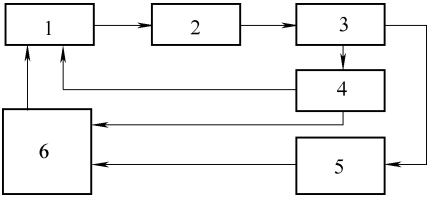


图 3-24　ASR 的基本组成

1—传感器　2—ECU　3—执行机构　4—发动机
5—驱动轮制动器　6—行驶车辆

车轮转速传感器将行驶汽车驱动车轮转速及非驱动车轮转速转变为电信号，输送给电控单元（ECU）。ECU 根据车轮转速传感器的信号计算驱动车轮滑转率，如果滑转率超出了目标范围，控制器再综合参考节气门开度信号、发动机转速信号、转向信号等因素确定控制方式，输出控制信号，使相应的执行机构动作，将驱动车轮的滑转率控制在目标范围之内。

（二）传感器

ASR 的传感器主要是车轮转速传感器和节气门开度传感器。车轮转速传感器与 ABS 系统共用，而节气门开度传感器则与发动机电子控制系统共用。

ASR 专用的信号输入装置是 ASR 选择开关，将 ASR 选择开关关闭，ASR 就不起作用。比如，在需要将汽车驱动车轮悬空转动来检查汽车传动系统或其他系统故障时，ASR 就可能对驱动车轮施以制动，影响故障的检查。这时，关闭 ASR 开关，中止 ASR 的作用，就可避免这种影响。

（三）电控单元（ECU）

ASR 的 ECU 也是以微处理器为核心，配以输入输出电路及电源等组成。ASR 和 ABS 的一些信号输入和处理都是相同的，为减少电子器件的应用数量，使结构紧凑，ASR 控制器与 ABS 电控单元通常组合在一起。

（四）执行机构

1. 制动压力调节器

ASR 制动压力调节器执行 ASR 的 ECU 指令对滑转车轮施加制动力和控制制动力的大小，以使滑转车轮的滑转率在目标范围之内。ASR 制动压力源是蓄压器，通过电磁阀来调节驱动车轮制动压力的大小。ASR 制动压力调节器的结构形式有单独方式和组合方式两种。

（1）单独方式的 ASR 制动压力调节器　所谓单独方式是 ASR 制动压力

调节器和 ABS 制动压力调节器在结构上各自分开，如图 3-25 所示。

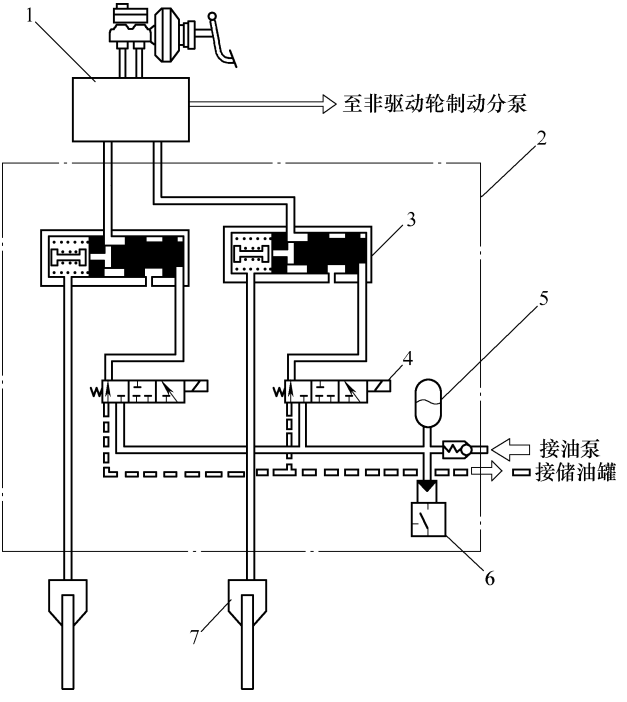


图 3-25　单独方式的 ASR 制动压力调节器

1—ABS 制动压力调节器　2—ASR 制动压力调节器　3—调压缸　4—三位三通电磁阀　5—蓄压器　6—压力开关　7—驱动车轮制动器

在 ASR 不起作用，电磁阀不通电时，阀在左位，调压缸的右腔与储液室相通而压力低，调压缸的活塞被回位弹簧推至右边极限位置。这时，调压缸活塞左端中央的通液孔将 ABS 制动压力调节器与车轮制动分泵连通，因此，在 ASR 不起作用时，对 ABS 无任何影响。

当驱动车轮出现滑转而需要对驱动车轮实施制动时，ASR 控制器输出控制信号，使电磁阀通电而移至右位。这时，调压缸右腔与储液室隔断而与蓄压器接通，蓄压器具有一定压力的制动液推动调压缸的活塞左移，ABS 制动压力调节器与车轮制动分泵的通道被封闭，调压缸左腔的压力随活塞的左移而增大，驱动车轮制动分泵的制动压力上升。

当需要保持驱动车轮的制动压力时，控制器使电磁阀半通电，阀处于中

位，使调压缸与储液室和蓄压器都隔断，于是，调压缸活塞保持原位不动，使驱动车轮制动分泵的制动压力不变。

当需要减小驱动车轮的制动压力时，控制器使电磁阀断电，阀在其回位弹簧力的作用下回到左位，使调压缸右腔与蓄压器隔断而与储液器接通。于是，调压缸右腔压力下降，其活塞右移，使驱动车轮制动分泵的制动压力下降。

在驱动车轮出现滑转时，ASR 的 ECU 就是通过对电磁阀的上述控制，实现对驱动车轮制动力的控制，将车轮的滑转率控制在目标范围之内。

（2）组合方式的 ASR 制动压力调节器　组合方式 ASR 制动压力调节器的实例如图 3-26 所示。

在 ASR 不起作用时，电磁阀Ⅰ不通电。汽车在制动过程中如果车轮出现抱死，ABS 起作用，通过控制电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ来调节制动压力。

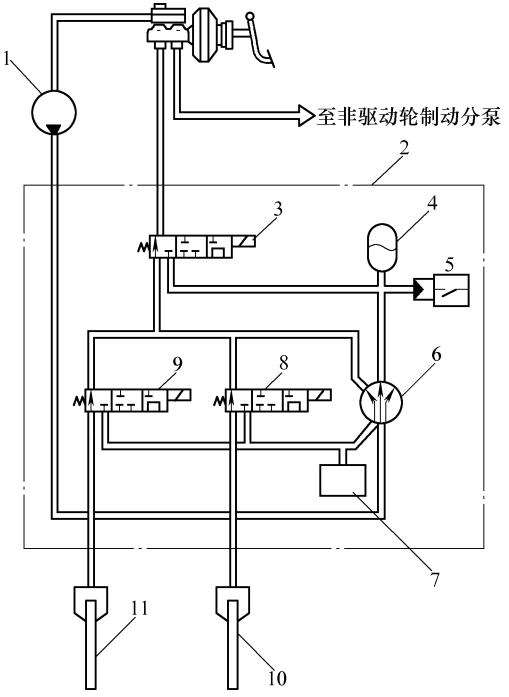


图 3-26　ABS/ASR 组合制动压力调节器

1—输液泵　2—ABS/ASR 制动压力调节器　3—电磁阀Ⅰ　4—蓄压器　5—压力开关　6—循环泵　7—储液器　8—电磁阀Ⅱ　9—电磁阀Ⅲ　10、11—驱动车轮制动器

当驱动车轮出现滑转时，ASR 控制器使电磁阀Ⅰ通电，阀移至右位，电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ不通电，阀仍在左位，于是，蓄压器的液压油通入驱动车轮制动分泵，制动压力增大。

当需要保持驱动车轮的制动压力时，ASR 控制器使电磁阀Ⅰ半通电，阀移至中位，隔断了蓄压器及制动总泵的通路，驱动车轮制动分泵的制动压力即被保持不变。

当需要减小驱动车轮的制动压力时，ASR 控制器使电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ通电，电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ移至右位，将驱动车轮制动分泵与储液室接通，于是，制动压力下降。

如果需要对左右驱动车轮的制动压力实施不同的控制，ASR 控制器则分别对电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ实行不同的控制。

2. 节气门驱动装置

ASR 通过改变发动机副节气门的开度，来控制发动机的输出功率。在 ASR 不起作用时，副节气门处于全开的位置。当需要减小发动机的驱动力来控制车轮滑转时，ASR 控制器就输出控制信号，使副节气门驱动装置工作，改变副节气门的开度，从而达到控制发动机的输出功率，抑制驱动车轮的滑转的目的，如图 3-27 所示。

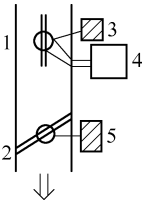


图 3-27 副节气门防滑控制示意图

1—副节气门 2—主节气门
3、5—主节气门传感器
4—副节气门执行器

一般节气门驱动装置由步进电动机和传动机构组成。步进电动机根据 ASR 控制器输出的控制脉冲转动规定的转角，通过传动机构带动副节气门转动。

二、典型 ASR 简介

丰田公司的 ASR 称作牵引力或驱动力控制系统，常用 TRC—Traction Control System 表示，其构成图 3-28 所示。其中 ASR（TRC）与 ABS 共用车轮转速传感器和电子控制器 ECU，只在通往驱动车轮制动轮缸的管路中增设一个 ASR（TRC）制动压力调节装置，再由加速踏板控制主节气门上方增设一个由步进电动机控制的副节气门，并在主、副节气门处各设置一个节气门开度传感器，即可实现驱动防滑控制。

ASR（TRC）在汽车驱动过程中，ABS/TRC 电控单元 ECU 根据各车轮转

速传感器产生的车轮轮速信号，确定驱动车轮的滑转率和汽车的参考速度。当 ECU 判定驱动车轮的滑转率超过设定的极限值时，就使驱动副节气门的步进电动机转动，减小节气门的开度。此时，即使主节气门的开度不变，发动机的进气量也会因副节气门的开度减小而减少，使发动机的输出功率减小，驱动车轮上的驱动力矩就会随之减小。如果驱动车轮的滑转率仍未降低到设定的控制范围内，ECU 又会控制 TRC 制动压力调节装置，对驱动车轮施加一定的制动压力，使制动力矩作用于驱动车轮，从而实现驱动防滑转的控制。

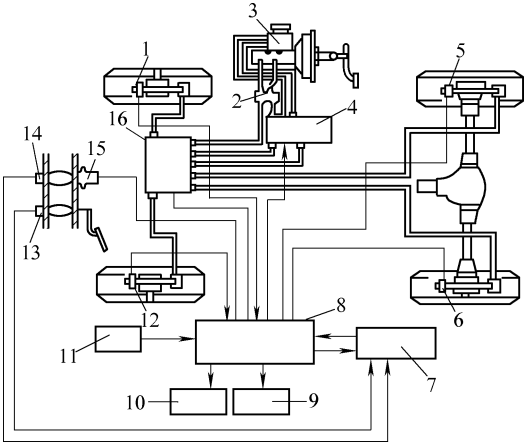


图 3-28　丰田车系 TRC 的构成

1—右前车轮转速传感器　2—比例阀和差压阀　3—制动总泵　4—ASR 制动压力调节器　5—左后车轮转速传感器　6—右后车轮转速传感器　7—发动机电控单元　8—ABS/ASR 电控单元　9—ASR 关闭指示灯　10—ASR 工作指示灯　11—ASR 选择开关　12—左前车轮转速传感器　13—主节气门开度传感器　14—副节气门开度传感器　15—副节气门驱动步进电动机　16—ABS 制动压力调节器

（一）液压系统与制动执行器

1. ABS/TRC 液压系统

ABS 制动压力调节装置与 TRC 制动压力调节装置组成的液压系统，如图3-29所示。TRC 制动压力调节装置主要包括制动供能装置和 TRC 电磁阀总成，制动供能装置主要由电动泵和蓄能器组成，电磁阀总成中有三个二位二通电磁阀。

2. TRC 制动执行器

TRC 制动执行器由一个液压泵总成和一个能将液压传送给制动分泵并

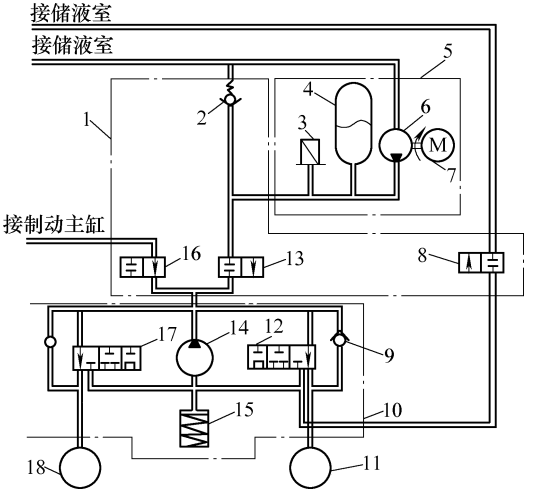


图 3-29　ABS/TRC 液压系统

1—TRC 电磁阀总成　2—单向阀　3—压力开关　4—蓄能器　5—制动供能装置　6—电动泵　7—电动机　8—电磁阀Ⅰ　9—单向阀　10—ABS 压力调节装置　11—左后驱动车轮　12—电磁阀Ⅳ　13—电磁阀Ⅱ　14—回液泵　15—储液器　16—电磁阀Ⅲ　17—电磁阀Ⅴ　18—右后驱动车轮

能从车轮制动分泵中释放液压的制动执行器组成。左右后轮制动分泵中的液压由 ABS 执行器根据从 ABS/TRC 电控单元传送的信号来分别进行控制。

（1）液压泵总成　它由泵电动机和储压器两部分组成，如图 3-30 所示。

（2）制动执行器　制动执行器由储压器切断电磁阀、制动总泵切断电磁阀、储液缸切断电磁阀和压力开关或压力传感器四部分组成，如图 3-31 所示。

TRC 制动系统执行器主要部件及其功能见表 3-2。

表 3-2　TRC 制动系统执行器主要部件及其功能

主要部件		功　能
液压泵总成	泵	从制动总泵储液罐中提取制动液，升压后再送回储压器，它是一个由电动机驱动的柱塞式泵
	储压器	储存加压后的制动液，并在 TRC 系统工作过程中向车轮制动分泵提供制动液。储压器中还填充着高压氮气，当制动液体积发生变化时，它能起缓冲作用

（续）

主要部件		功　能
制动执行器	储压器切断电磁阀	在TRC系统工作过程中将制动液压从储压器中传送至车轮制动分泵
	制动总泵切断电磁阀	当储压器中的制动液压传送给车轮制动分泵后，该电磁阀的作用是防止制动液流回制动总泵
	储液缸切断电磁阀	在TRC系统工作过程中，该电磁阀能将车轮制动分泵中的制动液传送回制动总泵中
	压力开关或压力传感器	调节储压器的压力，并将有关信息传送给ECU，而ECU则依据这些数据来控制泵的运转

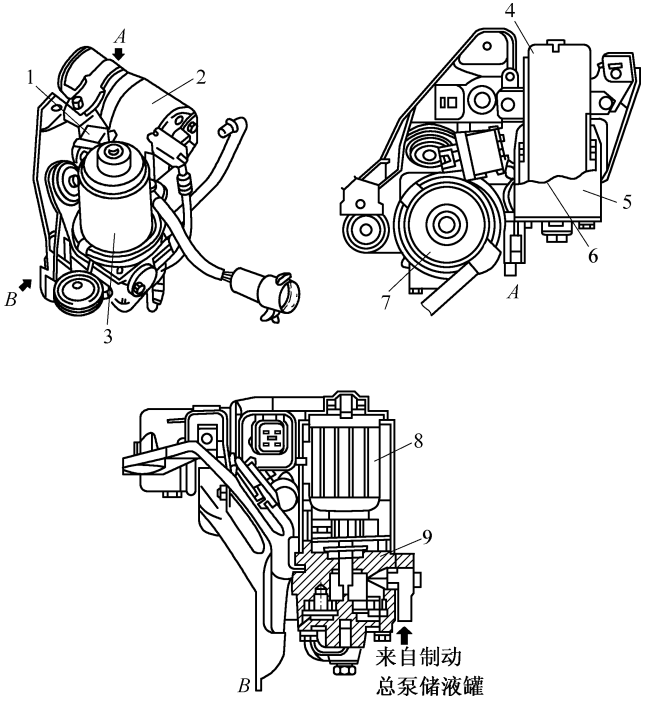


图3-30　液压泵总成

1—TRC液压泵电动机继电器　2—蓄压器　3、7—泵电动机　4—高压氮气
5—蓄压器　6—制动液　8—电动机　9—泵

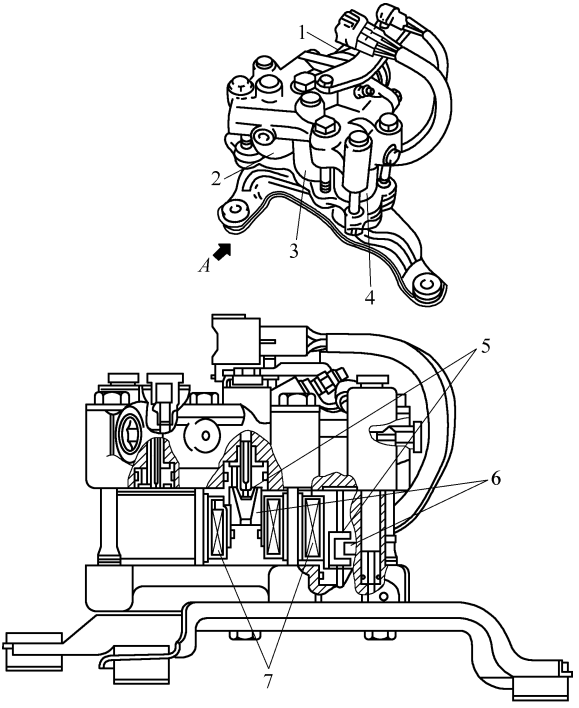


图 3-31　TRC 系统制动执行器总成

1—压力开关或压力传感器　2—储液缸切断电磁阀　3—储压器切断电磁阀
4—制动总泵切断电磁阀　5—阀门　6—柱塞　7—电磁阀

（二）副节气门及其驱动机构

副节气门及其驱动机构总成，如图 3-32 所示。副节气门执行器安装在节气门壳体上，它依据从 ECU 传送来信号控制副节气门的开闭角度，从而控制进入发动机空气量，达到控制发动机输出功率的目的。

副节气门执行器由永久磁体、传感线圈和旋转轴等组成。它是一种由从 ECU 发出的信号来控制的步进电动机。在旋转轴的末端安装着一个小齿轮（主动齿轮），它能带动安装在副节气门轴末端的凸轮轴齿轮旋转，以此来控制副节气门的开闭，其工作情况如图 3-33 所示。

副节气门开度传感器结构如图 3-34a 所示，它安装在副节气门轴上，其功用是将副节气门开启角度转换为电压信号，并通过发动机与自动变速器 ECU 将这些信号送给 ABS/TRC 电控单元。其内部结构如图 3-34b 所示。

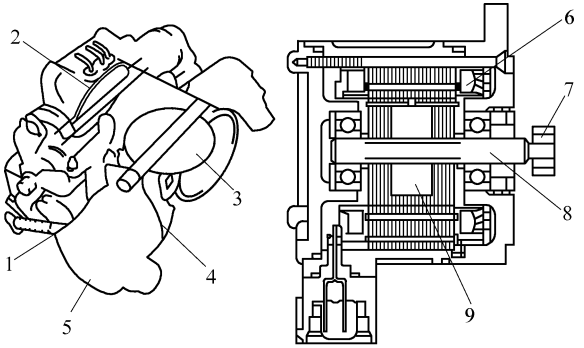


图 3-32　副节气门及其驱动机构

a）副节气门总成　b）副节气门执行器的结构

1—凸轮轴齿轮　2—主节气门　3—副节气门　4—主动齿轮　5—副节气门执行器

6—传感线圈　7—主动齿轮　8—旋转轴　9—永久磁体

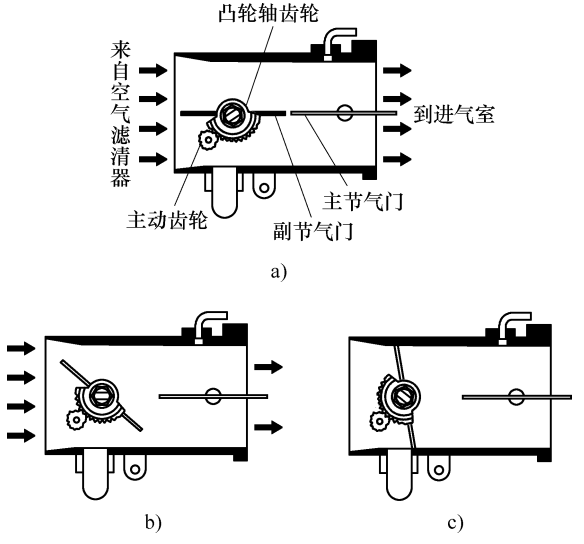


图 3-33　TRC 系统工作时副节气门运转状况

a）不运转，副节气门全开　b）半运转，副节气门打开 50%　c）全运转，副节气门全闭

副节气门开度传感器及与 ECU 的连接如图 3-35 所示。

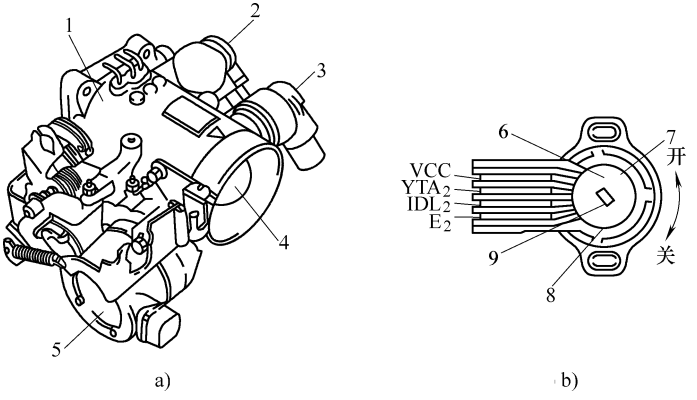


图 3-34　副节气门开度传感器及内部结构

a）安装位置　b）内部结构示意图

1—节气门壳体　2—主节气门开度传感器　3—副节气门开度传感器　4—副节气门　5—副节气门执行器　6—节气门开度信号触点　7—电阻片　8—怠速信号触点　9—怠速信号接触板

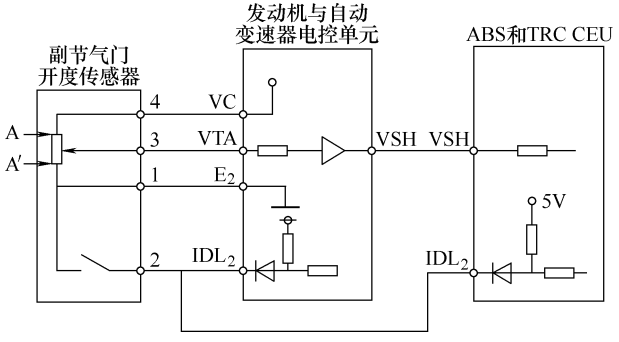


图 3-35　副节气门开度传感器及与 ECU 的连接

（三）ABS/TRC 控制系统电路

丰田公司的 ABS/TRC 控制系统电路如图 3-36 所示。主要由发动机和变速器电控单元、制动执行器、继电器、传感器及副节气门执行器等组成。

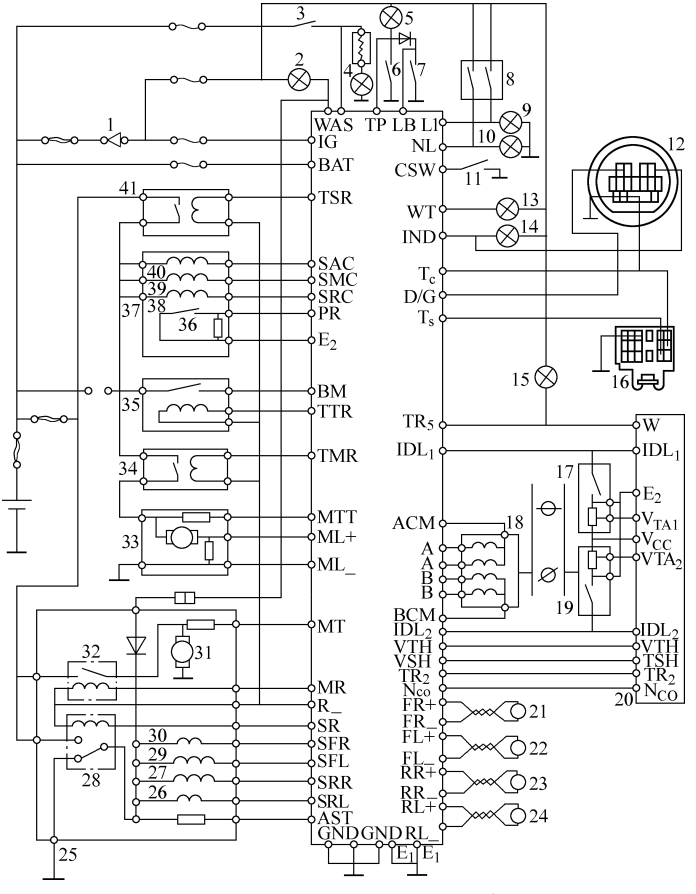


图 3-36　丰田 ABS/TRC 控制系统电路

1—点火开关　2—ABS 警告灯　3—制动灯开关　4—制动灯　5—制动警告灯　6—驻车制动开关　7—储液室液位开关　8—空档起动开关　9—P 位指示灯　10—N 位指示灯　11—TRC 关闭开关　12—诊断插头Ⅰ　13—TRC 关闭指示灯　14—TRC 工作指示灯　15—发动机警告灯　16—诊断插头Ⅱ　17—主节气门开度传感器　18—副节气门控制电动机　19—副节气门开度传感器　20—发动机和变速器电控单元　21—右前轮车速传感器　22—左前轮车速传感器　23—右后轮车速传感器　24—左后轮车速传感器　25—制动压力调节装置　26—左后调压电磁阀　27—右后调压电磁阀　28—调压电磁阀继电器　29—左前调压电磁阀　30—右前调压电磁阀　31—电动回液泵　32—电动回液泵继电器　33—TRC电动供液泵　34—TRC 电动供液泵继电器　35—副节气门控制步进电动机继电器　36—压力开关　37—TRC 隔离电磁阀总成　38—储液室隔离电磁阀　39—制动主缸隔离电磁阀　40—储能器隔离电磁阀　41—TRC 制动主继电器

（四）TRC 系统的工作过程

TRC 系统的工作过程如图 3-37 所示。

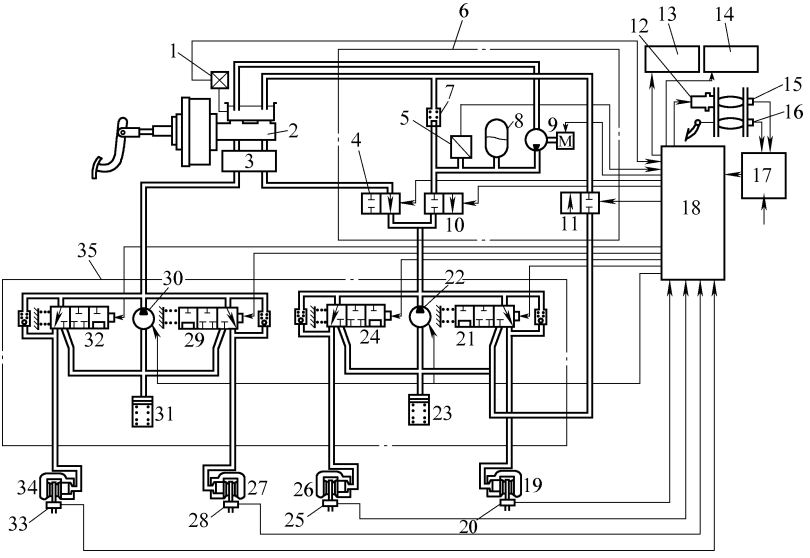


图 3-37　TRC 系统电子控制与液压管路图

1—液位开关　2—制动主缸　3—比例阀和平衡阀　4—制动主缸隔离电磁阀　5—压力开关　6—TRC 隔离电磁阀总成和 TRC 制动供能总成　7—限压阀　8—蓄能器　9—电动供液泵　10—蓄能器隔离电磁阀　11—储液室隔离电磁阀　12—副节气门控制步进电动机　13—TRC 工作指示灯　14—TRC 关闭指示灯　15—副节气门开度传感器　16—主节气门开度传感器　17—发动机和自动变速器电控单元　18—ABS/TRC 电控单元　19—右后制动轮缸　20—右后车速传感器　21—右后调压电磁阀　22—后回液泵　23—后储液器　24—左后调压电磁阀　25—左后车速传感器　26—左后制动轮缸　27—右前制动轮缸　28—右前车速传感器　29—右前调压电磁阀　30—前回液泵　31—前储液器　32—左前调压电磁阀　33—左前车速传感器　34—左前制动轮缸　35—制动压力调节装置

1. 正常制动过程（TRC 不起作用）

正常制动时，TRC 制动执行器的所有电磁阀都断开。在这种情况下，踩下制动踏板时，制动总泵产生的制动液压通过制动总泵切断电磁阀以及 ABS 执行器中的 3 位电磁阀，对车轮制动分泵起作用。当放松制动踏板时，制动液从车轮制动分泵中流回制动总泵。以上过程可以用表 3-3 加以说明。

表 3-3　正常制动时，各电磁阀和阀门的状态

部件名称	电　磁　阀	阀门状态
制动总泵切断电磁阀	断开	开
储压器切断电磁阀	断开	关
储液罐切断电磁阀	断开	关

2. 汽车加速过程（TRC 起作用）

如果汽车后轮在加速过程中滑转，ABS/TRC 电控单元就会控制发动机输出功率以及对后轮进行制动，以避免发生滑转的情况。TRC 执行器中所有电磁阀都在从电控单元传来的信号控制下全部接通。各电磁阀和阀门的状态可用表 3-4 来说明。

表 3-4　TRC 系统工作时，各电磁阀和阀门的状态

部件名称	电　磁　阀	阀门状态
制动总泵切断电磁阀	接通	关
储压器切断电磁阀	接通	开
储液罐切断电磁阀	接通	开

左右后轮制动器中的液压被分别控制为三种状态：压力升高、压力保持和压力降低。

（1）压力升高　当踩下加速踏板而后轮开始滑转时，TRC 执行器中所有电磁阀都在从电控单元传来的信号控制下全部接通。同时，ABS 执行器的 3 位电磁阀的开关也被置于“压力升高”状态。在这种情况下，制动总泵切断电磁阀被接通（关状态），储压器切断电磁阀也被接通（开状态）。这就使得储压器中被加压的制动液通过储压器切断电磁阀和 ABS 执行器的 3 位电磁阀，对车轮制动分泵产生作用。当压力开关检测到储压器中压力下降（不管 TRC 运转与否）时，ECU 就控制并打开 TRC 泵来升高压力。

（2）压力保持　当后轮制动分泵中的液压升高或降低到规定值时，系统就将进入“压力保持”状态。这种状态的变换是由 ABS 执行器的 3 位电磁阀开关来完成的。这样就防止了储压器中的压力溢出，保持了车轮制动分泵中的液压。

（3）压力降低　当需要降低后轮制动分泵中的液压时，ABS/TRC 电控单元就将 ABS 执行器的 3 位电磁阀开关置于“压力降低”状态。这就使车

轮制动分泵中液压通过 ABS 执行器的 3 位电磁阀和储液缸切断电磁阀流回制动总泵的储液罐中。其结果是制动液压降低，同时 ABS 执行器的泵电动机处于不运转状态。

（五）车轮转速控制过程

ECU 不断地从四个车速传感器接收信号并不断地计算每个车轮的速度，同时根据两个前轮速度估算出汽车的行驶速度，然后设置目标转速。如果在湿滑路面上突然踩下加速踏板，而后轮（驱动轮）开始滑转，那么后轮的转动速度就会超过目标控制速度，于是 ECU 就向副节气门执行器传送关闭副节气门的信号。同时也向 TRC 制动执行器传送信号，使之给后制动分泵提供高压的制动液。ABS 执行器的 3 位电磁阀通过开关转换控制后轮制动分泵压力，从而防止车轮滑转。

在起动和加速过程中，如果后轮滑转，那么它们的速度将于前轮的速度不一致，ABS/TRC 电控单元检测到这一情况后，就使 TRC 系统工作。

三、防滑差速器

防滑差速器的作用就是当汽车在好路上行驶时，它具有正常的差速作用。当汽车在坏路上行驶时，它的差速作用被锁止，从而能起到防止驱动车轮滑转的作用。装有防滑差速器的汽车，当某一车轮发生滑转时，它能将驱动力矩的大部分或全部传给不滑转的驱动车轮，充分利用不滑转车轮同地面间的附着力，产生足够的驱动力，使汽车越过障碍，继续前进。

汽车防滑差速器大致有两大类：一类是强制锁止式差速器，它通过电子控制或者气控锁止机构，人为地将差速器锁止，使左、右半轴连成一个整体转动。另一类防滑差速器是自动锁止（自锁）式差速器，它是在滑路面上可以自动地增大锁止系数，直至差速器完全锁止。这类差速器有多种结构形式，例如摩擦片和自动（爪型）离合器式等。

（一）主动防滑差速器（LSD）

目前电子控制式防滑差速器主要是装有湿式差速器（V-TCS）的防滑控制和主动防滑控制（LSD）差速器两种。其电子控制均采用模糊控制技术。

V-TCS（Vehicle Tracking Control System）型防滑差速器是根据汽车驱动轮的滑移量，通过电子控制装置来控制发动机转速和汽车制动力进行工作的；也有按照左、右车轮的转速差来控制转矩，并采用提高转向性能的后湿式防滑差速器与后轮制动器相结合的方法，最优分配后轮的驱动力，同时减少侧向风力的影响，从而实现增强车辆行驶的稳定性。

LSD（Limited Slip Differential）型防滑差速器的工作是利用车上某些传感器，掌握各种道路情况和车辆运动状态，通过操纵加速踏板和制动器，采集或读取驾驶人所要求的信息，并按照驾驶人的意愿和要求来最优分配左、右驱动车轮的驱动力。

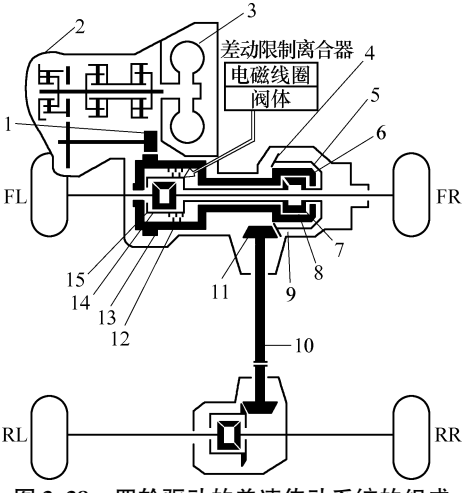


图 3-38　四轮驱动的差速传动系统的组成

1—驱动小齿轮　2—变速装置　3—变矩器　4—分动器从动齿轮　5—分动器齿轮安装箱　6—中央差速器箱　7—右侧齿轮　8、15—小齿轮　9—左侧齿轮　10—传动轴　11—分动器从动齿轮　12—环齿轮安装箱　13—环齿轮　14—前差速器箱

（二）四轮驱动防滑差速器

1. 基本结构

图 3-38 是具有油压多板式离合器差动限制器的四轮驱动汽车的动力传递路线。从发动机输出的动力经过变速器变速后，从驱动小齿轮传递到环齿轮，由中央差速器分配到前后驱动轴，而且前差动器（前差速器）、后差动器分别传递到左右车轮。该差速传动系统主要由中央差速器和差速限制机构等组成。

（1）中央差速器　中央差速器具有两大功能。第一个功能是把变速器输出的动力均匀地分配到前后轮驱动轴上；第二个功能是在车轮转动时将前轮驱动轴和后轮驱动轴的转速差加以吸收。右侧齿轮经过分动齿轮箱→主动齿轮→分动器从动齿轮，驱动力被传递到后差速器，左差速器经过前差速器箱把驱动力传向前差速器。

（2）差速限制机构　当前轮与后轮之间发生转速差时，按照此转速差，控制油压多板离合器的接合力，从而控制前后轮的转矩分配。差动限制离合器由湿式多板离合器盘、平板以及活塞构成。改变环齿轮安装箱和前差速器箱的接合状态，也就是按照作用于活塞的油压大小，改变多板离合器的压紧力，从而控制向前差速箱分配转矩。此外，按照车辆行驶状态的差动限制量，由电子控制器 ECU 进行判别，由电磁阀控制活塞的工作油压。

2. 工作原理

图3-39为防滑差速器电子控制系统控制原理图，该系统主要由传感器、ECU、转换阀等组成。转换阀用于调节液压系统管路压力，利用1号转换阀使油压E动作，转换阀向上升起，以提高A调节压力。

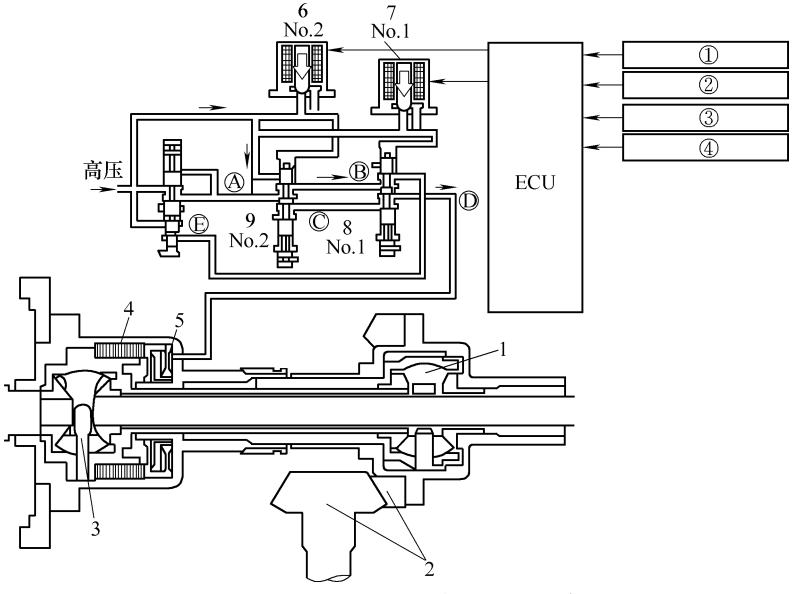


图3-39 防滑差速器电子控制系统

1—中央差速器 2—分动箱 3—前差速器 4—中央差速器差动限制离合器
5—活塞 6、7—中央差速器离合器电磁线圈 8、9—转换阀
①中央差速器控制开关 ②转速传感器 ③后轮转速传感器 ④节气门位置传感器

在该图上，1号与2号电磁线圈均处于断开状态。这时1号转换阀输出口被关闭，不向活塞室供给油压，差动限制离合器处于自由状态。当1号与2号电磁线圈都接通时，由于1号和2号转换阀上部的油压，分别由各自的电磁线圈作用而排出，转换阀由于回位弹簧的弹性作用向上顶起，所以，管路油压（高压）经过图中的箭头所指的路径由输出道口D供给并与差动限制离合器的活塞接合。当1号电磁线圈接通时，被控制的管路油压，经过A→B→D的路径作用于活塞，这时油压低，离合器接合力变弱。当2号电磁线圈接通时，被调节的油压经过A→C→D的路径作用于活塞上。这时的油压由于1号转换阀的作用，管路油压向E反馈，所以变为中油压，见表3-5。

表 3-5　电磁线圈工作情况

差动限制离合器接合油压	1 号电磁线圈	2 号电磁线圈
无油压	关	关
低油压	开	关
中油压	关	开
高油压	开	开

通常在驾驶室旁装有四轮驱动的控制开关，能够选择差动限制接合（ON）或断开（OFF）。例如，左前轮在泥泞道路中，控制开关在“AUTO”时，就能对中央差速器的转速差动进行自动限制。由此，与差动限制力的相匹配的驱动力被分配到后差速器一侧，由于驱动力全部传递到没有空转的后轮胎上，车轮就从泥泞道路中出来。当控制开关“OFF”时，中央差速器中没有差动限制，前差速器及中央差速器引起旋转差动，驱动力不向左前轮以外传递。当差动限制在自由档的断开工况（OFF）时，仅应用于驱动行驶和装卸紧急时的轮胎上。

第三节　常见车型 ABS 的故障自诊断

一、丰田车系 ABS 故障自诊断

（一）故障码的调取方法

1）将维修连接器接头分开或将短接插销拔出，如图 3-40 所示。

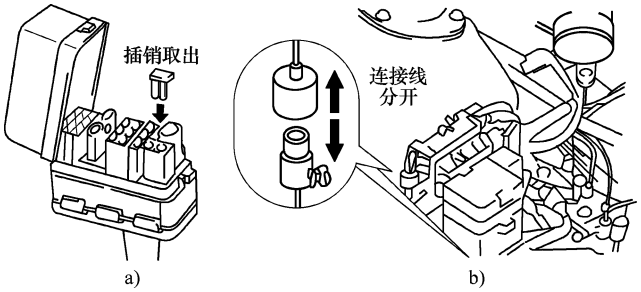


图 3-40　维修连接器接头

a）拔出短接销　b）断开连接器接头

2）接通点火开关。

3）将发动机室内的故障诊断座或驾驶室内的 TDCL 连接器的 Tc 与 E_1 端子用跨线连接，如图 3-41 所示。

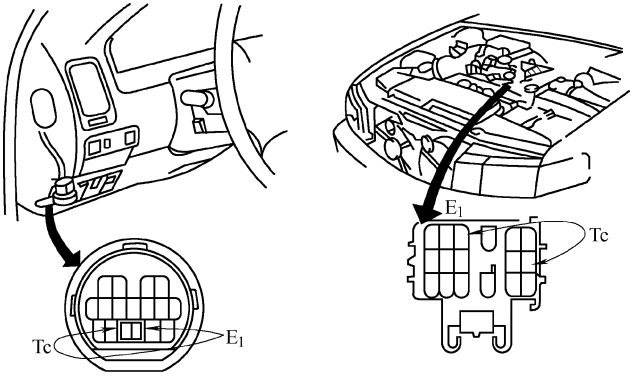


图 3-41　跨接 Tc 与 E_1 端子

a）在驾驶室内的车辆　b）在发动机罩内车辆

仪表盘上的 ABS 警示灯即可闪烁出故障码。丰田车系 ABS 故障码及故障内容见表 3-6。

表 3-6　丰田车系 ABS 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障原因与检查部位
11	调节器电磁阀继电器线圈断路	1. 电磁阀继电器线圈断路 2. 电磁阀继电器与 ECU 连线断路
12	调节器电磁阀继电器线圈短路	1. 电磁阀继电器线圈短路 2. 电磁阀继电器与 ECU 连线短路
13	液压泵继电器线圈断路	1. 液压泵继电器线圈断路 2. 液压泵继电器与 ECU 连线断路
14	液压泵继电器线圈短路	1. 液压泵继电器线圈短路 2. 液压泵继电器与 ECU 连线短路
21	右前轮液压调节电磁阀电路故障	1. 电磁阀线圈断路或短路 2. 电磁阀与 ECU 连线断路或短路
22	左前轮液压调节电磁阀电路故障	
23	右后轮液压调节电磁阀电路故障	
24	左后轮液压调节电磁阀电路故障	

（续）

故障码	故 障 内 容	故障原因与检查部位
31	右前轮速传感器信号故障	1. 轮速传感器故障 2. 轮速传感器与 ECU 连线断路或短路
32	左前轮速传感器信号故障	
33	右后轮速传感器信号故障	
34	左后轮速传感器信号故障	
35	左前或右后轮速传感器电路断路（X 布置）	1. 轮速传感器故障 2. 轮速传感器与 ECU 连线断路
36	右前或左后轮速传感器电路断路（X 布置）	
37	后轮速传感器信号故障	1. 传感器故障 2. 传感器与 ECU 连接线路断路或短路
41	电源电压不稳	1. 发电动机故障 2. 电压调节器故障 3. 电源线路故障
45	液压泵卡死或搭铁线断路	1. 液压泵转子卡死 2. 液压泵电动机搭铁线断路 3. 液压泵内部断路

（二）清除故障码的方法

ABS 的故障排除后，应将 ECU 所存储的故障码清除。清除故障码的方法是在满足下列条件的情况下，在 3s 内连续踩制动踏板 8 次，即可消除故障码。

1）汽车停稳。

2）诊断座 T_C 与 E_1 端子跨接。

3）维修连接器接头分开或 W_A、W_B 短接插销拔出。

4）点火开关接通。

故障码消除后，再将 Tc 与 E_1 跨线拆去，将维修连接器接头插好或将 W_A、W_B 短接插销插好。

二、本田车系 ABS 故障自诊断

本田车系 ABS 出现故障，仪表盘上的 ABS 警告灯也会点亮。故障码的调取与清除方法如下：

1. 调取故障码方法

1）与调取发动机控制系统故障码的方法相同，将两头诊断座跨接（诊断座线色为棕—绿/白或橘红—绿/白）。

2）从仪表盘上 ABS 警告灯闪烁读出故障码，故障码波形如图 3-42 所示。

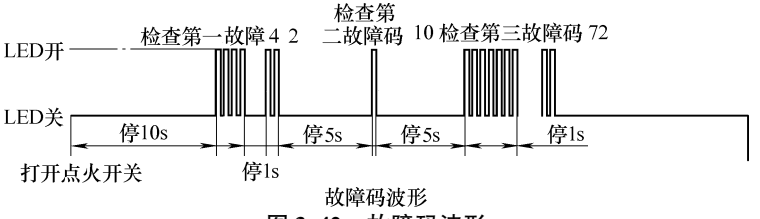


图 3-42 故障码波形

① 当轮速传感器与电磁阀同时出现故障时（主代码分别为 4 或 7），ECU 仅给出子代码中较高者，如同时出现 44 和 72 故障码的 ECU 只给出 44 故障码。

② ECU 最多可给出三种故障码。

③ 如果将闪烁频率计错，可关闭点火开关，然后再次打开点火开关，ABS 警告灯将再次闪烁故障码。

本田车系 ABS 故障码及故障内容见表 3-7。

表 3-7 本田车系 ABS 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障原因与检测部位
10	液压泵转动不停	1. 压力开关故障 2. 液压泵继电器故障
12	液压泵控制电路故障	1. ECU 熔丝 2. 液压泵熔丝 3. 液压泵继电器
13	高压管系漏油	电磁阀故障
14	压力开关故障	1. 压力开关 2. 连接
18	储能器故障	储能器
21	驻车制动开关（手制动开关）电路故障	1. 驻车制动开关故障 2. 制动踏板灯故障

（续）

故障码	故 障 内 容	故障原因与检测部位
31、32、33	轮速传感器信号不良	1. 传感头与齿圈间隙过大 2. 传感头永久磁体磁场过弱
41、42 44、48	轮速传感器线路故障	1. 传感头故障 2. 传感器至 ECU 连线故障
50、54、58	调节器电磁阀线路故障	1. 电磁阀线圈故障 2. ECU 至电磁阀线路故障
60	前或后失效—保护继电器故障	1. 前后失效—保护继电器故障 2. 继电器至电磁阀线路故障 3. 继电器至 ECU、电源线路故障
61	前失效—保护继电器故障	
64	后失效—保护继电器故障	
71	ABS—B1 熔丝断路	B1 熔丝
72	前失效—保护继电器故障	1. 失效保护继电器 2. 继电器线路
74	后失效—保护继电器故障	

2. 故障码的清除方法

故障排除后，只需将 ABS-B2 熔丝拆下 3s 以上，故障码即可清除。

三、日产车系 ABS 故障自诊断

故障码的显示有两种方式。

1. 警告灯闪烁显示故障码

1）行驶中 ABS 的 ECU 检测到故障信息时，即将仪表盘上的 ANIT-LOCK 黄灯点亮，向驾驶人发出 ABS 系统出现故障的警告。

2）此时不可将点火开关关闭，而将后厢门打开，找到 ABS 的 ECU。

3）ECU 上有一显示灯，此时会自行连续闪烁故障码。

2. 由仪表盘上的 ANIT-LOCK 警告灯直接闪烁故障码

1）行驶中当 ABS 的 ECU 检测到故障信息时，即将故障码存入存储器中，并直接控制仪表盘上的 ANIT-LOCK 警告灯闪烁故障码。

2）ABS 故障码每次只显示一组，将该故障排除后，若还有其他故障则会继续闪烁下一组故障码，直到所有故障排除，系统正常工作时，ANIT-LOCK 警告灯不再点亮。

3）日产车系ABS有四轮速传感器四通道、四轮速传感器三通道和三轮速传感器三通道几种控制方式。下面分别将四轮速传感器系统和三轮速传感器系统故障码内容说明如下：

① 四轮速传感器系统故障码及故障内容见表3-8。

② 三轮速传感器系统故障码及故障内容见表3-9。

表3-8 四轮速传感器系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障原因与检测部位
1	调节器左前轮电磁阀电路故障	1. 电磁阀线圈故障 2. ECU与电磁阀连线故障 3. 检查ECU“2”、“35”、“18”、“19”端子电压：点火开关接通，发动机不起动为0V，起动后为12V
2	调节器右前轮电磁阀电路故障	
3	调节器右后轮电磁阀电路故障	
4	调节器左后轮电磁阀电路故障	
5	左前轮速传感器电路故障	1. 轮速传感器故障 2. 传感器至ECU连线故障 3. 检查ECU“4-5”、“11-12”、“24-26”、“7-9”端子的电阻及电压信号
6	右前轮速传感器电路故障	
7	右后轮速传感器电路故障	
8	左后轮速传感器电路故障	
9	液压泵控制电路故障	1. 液压泵故障 2. 液压泵继电器故障 3. 液压泵继电器至ECU连线故障 4. 检查“14”端子电压
10	电磁阀继电器控制电路故障	1. 继电器故障 2. 电磁阀继电器至ECU连线故障 3. 检查ECU“27”、“32”端子电压
16以上	ABS的ECU故障	
仪表盘上ANIT-LOCK灯亮不闪		1. ECU电源输入电路故障，检查“1”、“15”端子电压：在点火开关接通时应为12V 2. ECU搭铁不良，检查“10”、“20”、“34”端子是否搭铁

表 3-9　三轮速传感器系统故障码的内容说明

故障码	故 障 内 容	故障原因与检测部位
1	调节器左前轮电磁阀电路故障	1. 电磁阀线圈故障 2. ECU 与电磁阀连线故障 3. 检查“2”、“35”、“18”端子工作电压
2	调节器右前轮电磁阀电路故障	
3、4	调节器后轮电磁阀电路故障	
5	左前轮速传感器电路故障	1. 轮速传感器故障 2. 传感器至 ECU 连线故障 3. 检查“4-6”、“11-12”、“7-9”端子电压及电阻值
6	右前轮速传感器电路故障	
7、8	后轮速传感器电路故障	
9	液压泵控制电路故障	1. 液压泵故障 2. 液压泵继电器故障 3. 继电器至 ECU 连线故障 4. 检查“14”端子电压
10	电磁阀继电器控制电路故障	1. 继电器故障 2. 继电器至 ECU 连线故障 3. 检查 ECU“27”、“32”端子电压
16 以上	ABS ECU 故障	
ANIT-LOCK 灯亮不闪	ABS 的 ECU 电源电路故障	1. ECU 电源输入电路故障：检查“1”、“15”端子电压，点火开关接通时为 12V 2. ECU 搭铁不良：检查“10”、“20”、“34”端子是否搭铁

四、马自达车系 ABS 故障自诊断

马自达车系 ABS 如果具有自诊断功能，则在故障诊断座中设置 TBS 与 FBS 端子，故障码的调取方法如下：

1）按图 3-43 所示在诊断座的 FBS 与 + B 端子间跨接检测显示灯。

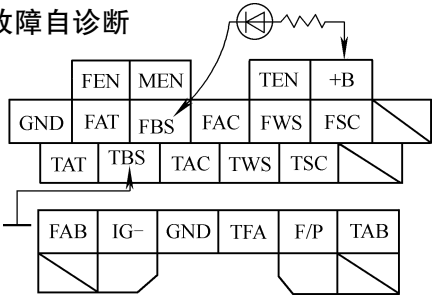


图 3-43　跨接检测显示灯

2）将 TBS 端子搭铁。

3）接通点火开关，检测显示灯开始闪烁故障码。

马自达车系 ABS 故障码及故障内容见表 3-10。

表 3-10 马自达车系 ABS 故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障原因与检测部位
11	右前轮速传感器故障	1. 轮速传感器故障 2. 传感器至 ECU 连线故障 3. 传感器安装位置不正确或松动 4. 检查 2N—2M、20—2P、2Q—2R、2S—2T 端子间的信号电压
12	左前轮速传感器故障	
13	右后轮速传感器故障	
14	左后轮速传感器故障	
15	车速传感器故障	
22	调节器总成控制电路故障	1. 调节器总成内部故障 2. 调节器至 ECU 连线故障
51	电磁阀继电器电路故障	1. 电磁阀继电器故障 2. 继电器至 ECU 连线故障
53	液压泵继电器电路故障	1. 液压泵继电器故障 2. 继电器至 ECU 连线故障
61	ABS 的 ECU 故障	更换 ECU

五、奔驰车系 ABS 故障自诊断

奔驰车系有的车型 ABS 不具备故障自诊断功能，有的车型 ABS 具备故障自诊断功能。

1. 不具备自诊断功能的 ABS 系统

故障主要根据 ABS 警告灯的点亮情况及制动踏板动作反应等现象判断有关故障。奔驰车系 ABS 故障现象及故障原因见表 3-11。

表 3-11 奔驰车系 ABS 故障现象及故障原因

序号	故障现象	故障原因	检测部位
1	ABS 警告灯与充电指示灯同时点亮	ECU 未收到发动机运转信号	1. 发电机发电与否，D_+ 在发动机运转时应有 14V 电压 2. D_+ 与 ECU 连线故障
2	行驶中 ABS 警告灯偶尔亮，然后熄灭	1. 电源电压过低（低于 11V） 2. 搭铁不良 3. 电路负荷过大	1. 过电压保护继电器输出端子电压应在 12～14V 2. 搭铁线 3. 发电机输出电压在发动机运转时应为 14V

（续）

序号	故障现象	故障原因	检测部位
3	行驶中ABS警告灯一直点亮	1. 发电机故障 2. 转速传感器信号故障 3. 警告灯线路短路 4. ABS的ECU主电源线接触不良 5. ABS的ECU主搭铁线接触不良 6. 过电压保护继电器故障 7. ECU熔丝断路	1. 发电机输出电压 2. 轮速传感器电阻及输出电压信号 3. 轮速传感器至ECU连线 4. 检查警告灯泡线路 5. 检查ECU主电源线及主搭铁线 6. 过电压保护继电器 7. 熔丝
4	车速行驶在约56 km/h时ABS警告灯点亮	1. 轮速传感器信号不正常 2. 干扰过大	1. 轮速传感器故障 2. 轮速传感器安装不当或松动、有油污 3. 轮速传感器至ECU线路接触不良
	ABS警告灯一直不亮	1. 警告灯或其线路断路 2. ABS调节器中的二极管断路 3. 警告灯至ECU连线断路	1. 检查警告灯泡及线路 2. 检查调节器中的二极管 3. 检查警告灯至ECU的“29”端子连线是否断路
	关闭点火开关后液压泵仍继续运转	1. 液压泵继电器触点连接短路 2. 液压泵电源线短路	1. 液压泵继电器触点 2. 液压泵电源线
	制动时制动踏板有振动感	1. 轮速传感器信号电压过低 2. 轮速传感器信号间歇	1. 轮速传感器电阻 2. 轮速传感器至ECU连接线路 3. 轮速传感器信号电压及波形

2. 奔驰W140-ABS故障诊断方法

奔驰W140-ABS具有故障自诊断功能，可按下述方法调取故障码：

1）按图3-44所示用测试灯将38孔诊断座中的6与2端子跨接。

2）接通点火开关，等待10s。

3）将6端子跨线搭铁4s以上取开。

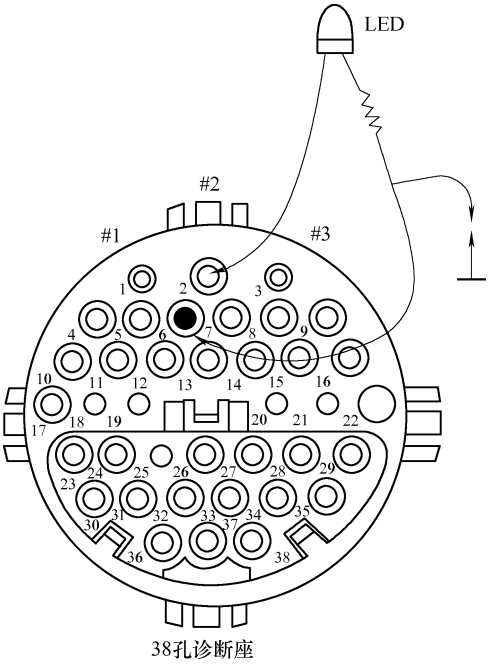


图 3-44　跨接测试灯

4）测试灯即闪烁出一组故障码。

5）第一组故障码闪完后等待4s以上，再将“6”端子跨线搭铁8s后再取开。

6）再将6端子跨线搭铁4s后取开，将开始闪烁第二组故障码。

7）重复步骤3）—步骤6），直到测试灯闪烁出与第一组故障码相同的故障码（即表示所有故障全部调出）为止。

关闭点火开关30s以上即可清除故障码。

奔驰车系ABS系统故障码及故障内容见表3-12。

六、三菱车系 ABS 故障自诊断

1. 16端子诊断座（OBD-Ⅱ）故障码的读取与清除

1）切断点火开关。

2）把LED测试灯（串联有300Ω电阻）跨接至16端子诊断座的4号和8号端子上。

表 3-12　奔驰车系 ABS 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障原因与检测部位
1	系统正常	
2	左前轮速传感器故障	1. 轮速传感器故障：分别检测“2/14—2/34”、“2/13—2/33”、“1/19—1/30 及 1/6”端子的电压与电阻 2. 轮速传感器与 ECU 连线故障
3	右前轮速传感器故障	
4	后轮速传感器故障	
6	左前轮电磁阀故障	1. 电磁阀故障：检测电磁阀线圈电阻 2. 电磁阀至 ECU 连线故障：分别检查“2/22”、“2/20”、“2/17”端子连线是否断路
7	右前轮电磁阀故障	
8	后轮电磁阀故障	
10	液压泵工作监控信号故障	1. 检测“2/37”端子电压，平时为 0V，踩制动时则为 12V 2. 液压泵与 ECU 连线故障
11、17	电磁阀继电器输出电路故障	检查“2/41”端子电压：发动机发动后，电磁阀继电器输出（2/41）端电压应为 12～14V 若电压为 0V，则是继电器触点接触不良，显示故障码 11；若输出电压低于 10V，则显示故障码 17
12	压力开关信号故障	检查“2/38”端子电压；当液压泵运转时应为 12V 电压；若为 0V，则显示故障码 12，压力开关故障
13	制动踏板开关信号故障	检查“1/27”端子电压：踩制动时“1/27”端子应为 12V，不踩制动时为 0V，应为制动开关故障
14	横向加速传感器信号故障	1. 检查横向加速传感器 2. 检查 ECU“1/2”端子电压；车辆静止时应为 2.35～2.65V
15	ABS 的 ECU 故障	更换 ECU
16	轮速传感器输出信号电压相差过大	1. 传感器内部故障 2. 传感器安装位置不对或松动 3. 车轮轴承松旷

3）接通点火开关，通过 LED 测试灯的闪烁规律读取故障码。

4）根据故障码的内容排除故障。

5）断开点火开关。

6）把ABS电脑旁的清除故障接头短接，然后接通点火开关，3s后再切断点火开关。

7）拆下跨接线，再接通点火开关，即可清除故障码。

2. 12端子诊断座故障码的读取与清除

1）切断点火开关。

2）把LED测试灯（串联有300Ω电阻）跨接至12端子诊断座的4号和12号端子上。

3）接通点火开关，通过LED测试灯的闪烁规律读取故障码。

4）根据故障码的内容排除故障。

5）断开点火开关，拆下蓄电池负极引线10s以上即可清除故障码。

三菱车系ABS故障码及故障内容见表3-13。

表3-13 三菱车系ABS故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
11	右前车速传感器断线	21	G传感器不良（AWD）
12	左前车速传感器断线	22	左前车速传感器短路
13	右后车速传感器断线	22	制动灯开关不良（AWD）
14	左后车速传感器断线	23	右后车速传感器短路
15	车速传感器超过范围	24	左后车速传感器短路
16	电源电压太低	31	右前轮信号转子不良
25	两后轮车速传感器	31	“G”传感器信号不良（3.0）
25、28	右前/左前/右后/左后轮转速传感器间隙不良	32	左前轮信号转子不良
35	发电机电压太低	32	“G”传感器信号不良（3.0）
36、38	右前、左前、右后、左后车速传感器信号太高	33	右后轮信号转子不良
21	右前车速传感器短路	33	制动开关不良

（续）

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
34	左后轮信号转子不良	52	电磁阀继电器不良
34	制动踏板行程传感器不良（3.0）	53	电动泵电源电压太低
41、45	右前电磁阀不良	54	电动泵继电器不良
42、46	左前电磁阀不良	55	电动泵不良
43、47	右后电磁阀不良	55	ABS 的 ECU 不良
44、48	左后电磁阀不良	62	多种故障原因
51	电磁阀继电器短路	63、64	ABS 的 ECU 不良

七、现代车系 ABS 故障自诊断

现代车系 ABS 的 ECU 有 55Pin 和 60Pin 两种，55Pin 电脑 ABS 系统可利用跨接线由仪表板上的 ABS 警告灯来读取故障码，而 60Pin 电脑 ABS 系统必须利用专用仪器读取故障码。

1. 故障码的读取

1）切断点火开关。

2）用跨接线把诊断座的 4 号端子搭铁或触发搭铁 2.5s。

3）接通点火开关，根据仪表板上 ABS 警告灯的闪烁规律来读取故障码。

2. 故障码的清除

切断点火开关，拆下蓄电池负极引线 15s 以上，即可清除故障码。

3. 故障码

现代车系 ABS 55Pin 故障码及故障内容见表 3-14；现代车系 ABS 60Pin 故障码及故障内容见表 3-15。

表 3-14　现代车系 ABS 55Pin 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
19	齿圈	24	右前电磁阀断路或与地短路
21	左前电磁阀与电源短路	25	左后电磁阀与电源短路
22	左前电磁阀断路或与地短路	26	左后电磁阀断路或与地短路
23	右前电磁阀与电源短路	27	右后电磁阀与电源短路

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
28	右后电磁阀断路或与地短路	55	ABS 警告灯断路
31	左前轮转速传感器的间隙不合适	56	ABSCM 电源电压太低（8.9V 以下）
32	右前轮转速传感器的间隙不合适	57	ABSCM 电源电压太高（16.2V 以下）
33	左后轮转速传感器的间隙不合适	62	左前轮转速传感器与电源断路或短路
34	右后轮转速传感器的间隙不合适	63	右前轮转速传感器与电源断路或短路
35	液压泵电动机不工作	64	左后轮转速传感器与电源断路或短路
36	液压泵电动机线路对地断路或短路	65	右后轮转速传感器与电源断路或短路
37	液压泵电动机和继电器线路与电源短路	66	左前轮速度传感器线路与地短路
38	液压泵电动机与电源短路或线路断路	67	右前轮速度传感器线路与地短路
39	液压泵电动机与地短路	68	左后轮速度传感器线路与地短路
41	故障熔丝继电器触点短路	69	右后轮速度传感器线路与地短路
42	故障熔丝继电器触点断路	71	左前齿圈上的速度波动
43	故障熔丝继电器	72	右前齿圈上的速度波动
44	ABS 警告灯与地短路	73	左后齿圈上的速度波动
45	ABS 警告灯二极管不良	74	右后齿圈上的速度波动
54	ABS 警告灯与电源短路	77	ABS 的 ECU 故障

表 3-15　现代车系 ABS 60Pin 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
11	ABS 主电脑不良	85	左前轮速传感线路不良
12	液压控制线路不良	86	右前轮速传感线路不良
13	轮速信号太弱	87	左后轮速传感线路不良
22	ABS 警告灯线路不良	88	右后轮速传感线路不良
23	ABS 警告灯继电器不良	95	左前轮速线路不良
24	ABS 主继电器不良	96	右前轮速线路不良
25	电磁阀作用电压太低	97	左后轮速线路不良
28	液压泵线路不良	98	右后轮速线路不良

八、通用车系 ABS 故障自诊断

1. 故障码的读取

1）切断点火开关，在车上找到有 12 端子的诊断插座。

2）用跨接线将故障诊断连接器 A 端子和 H 端子跨接起来。

3）接通点火开关，3～4s 后，仪表板上的“ANTI-LOCK”或“SERVICE ABS”警告灯开始闪烁显示代码“12”时，表示故障码显示完毕。

2. 故障码的清除

1）切断点火开关。

2）用跨接线将故障诊断连接器的 A 端子和 H 端子跨接起来。

3）接通点火开关，在 ABS 警告灯开始闪烁故障码时，将跨接线拿开 1s 后再跨接回去，在 10s 内重复 3 次后，维持跨接线跨接状态，15s 后，切断点火开关，即可清除故障码。

3. 故障码

采用 BOSCH-2S 型和 BOSCH-2U 型 ABS 的通用汽车，其 ABS 故障码及故障内容见表 3-16。

表 3-16　通用车系 ABS 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
12	系统进入或结束诊断模式	22	没有右前轮速度传感器信号
21	右前轮速度传感器或线路断路	25	左前轮速度传感器或线路断路

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
26	没有左前轮速度传感器信号	55	后轮液压电磁阀或线路故障
31	右后轮速度传感器或线路断路	61	液压泵电动机线路或继电器故障
32	没有右后轮速度传感器信号	63	液压电磁阀继电器或线路故障
35	左后轮速度传感器或线路断开	71	电控单元电源线路或接地线路断路或短路
36	没有左后轮速度传感器信号	72	电控单元故障诊断线路故障
41	右前轮液压电磁阀或线路故障	75	侧向加速传感器或线路故障
42	左前轮液压电磁阀或线路故障	76	没有侧向加速传感器信号

九、福特车系 ABS 故障自诊断

（一）SUMITOMO 型 ABS

1. 故障码的读取

1）诊断座位于驾驶人座椅下面，共有4个端子。

2）利用跨接线将诊断座“绿/黑”线端子（C）与“黑线”端子（A）跨接。

3）利用一台指针式电压表或用万用表拨至电压档，接到“绿/红”线端子（B）与搭铁之间。

4）接通点火开关，通过电压表指针摆动次数来读取故障码。

2. 故障码的清除

1）用跨接线跨接诊断座的“绿/黑”线端子与“绿/红”线端子。

2）切断点火开关2s以上，然后再接通。

3）拿掉跨接线，起动发动机，即可清除故障码。

3. 故障码

1992年以后SUMITOMO型ABS系统故障码（ABS ECU18 + 12Pin）及故

障内容见表 3-17。

表 3-17　福田车系 ABS SUMITOMO 型故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
11	右前轮速传感器或信号不良	22	电磁阀不良
12	左前轮速传感器或信号不良	51	ABS 主继电器不良
13	右后轮速传感器或信号不良	53	电动泵不良
14	左后轮速传感器或信号不良	61	ABS 主电脑不良
15	车速信号不良		

（二）TEVES 型 ABS

1. 故障码的读取

1）切断点火开关。

2）把 LED 测试灯跨接至故障诊断连接器的淡绿黄线和棕红线端子上。

3）接通点火开关，通过 LED 测试灯或仪表板上 ABS 警告灯的闪烁规律即可读取故障码。

2. 故障码的清除

方法 1：故障排除后，进行道路试验，使车速超过 40km/h，即可清除故障码。

方法 2：拆下位于杂物箱内或仪表板下的备用电源线束连接器 1/2h 以上再装回，也可清除故障码。

3. 故障码

TEVES 型 ABS 故障码及故障内容见表 3-18。

表 3-18　福田车系 TEVES 型 ABS 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
11	ABS 主电脑不良	22	左前进油阀不良
12	ABS 主电脑不良	23	左前出油阀不良
17	ABS 电源低于 10V	24	右前进油阀不良
18	隔离电磁阀不良（1 号）	25	右前出油阀不良
19	隔离电磁阀不良（2 号）	26	（右）后轮进油阀不良
21	主压力阀不良	27	（右）后轮出油阀不良

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
28	左后进油阀不良	53	右后出油阀不良
29	左后出油阀不良	54	左后出油阀不良
31	左前轮转速信号不良	55	左前轮转速信号不良
32	右前轮转速信号不良	56	右前轮转速信号不良
33	左后轮转速信号不良	57	右后轮转速信号不良
34	右后轮转速信号不良	58	左后轮转速信号不良
35	左前轮转速线路不良	61	油面开关线路
36	右前轮转速信号不良	62	制动踏板位置开关
37	右后轮转速线路不良	63	液压泵电动机速度传感器
38	左后轮转速线路不良	64	液压泵油压开关
41	左前轮转速传感器	67	液压泵继电器
42	右前轮转速传感器	71	左前轮转速传感器
42	左前轮转速传感器	72	右前轮转速传感器
43	右后轮转速传感器	73	右后轮转速传感器
44	左后轮转速传感器	74	左后轮转速传感器
45	左前与另一轮转速传感器	75	左前轮转速传感器
46	右前与另一轮转速传感器	76	右前轮转速传感器
47	后轮转速信号无法取得	77	右后轮转速传感器
48	3个以上轮速信号无法取得	78	左后轮转速传感器
51	左前出油阀不良	88	ABS主电脑不良
52	右前出油阀不良	89	ABS主电脑不良



第四章

安全气囊（SRS）的结构与检修

第一节　安全气囊的主要结构与检修

安全气囊系统主要有传感器、气囊组件及安全气囊 ECU 等组成。

一、碰撞传感器

在汽车安全气囊系统中，传感器分两种：碰撞传感器和安全传感器。碰撞传感器是安全气囊系统中主要的信号输入装置，其作用是在汽车发生碰撞时，检测汽车碰撞强度的信号，并将信号输入给安全气囊 ECU，安全气囊 ECU 根据碰撞传感器传送的信号来判断是否引爆气体发生器使气囊充气。

通常碰撞传感器的安装位置有两种：安装于汽车前部（前保险杠后及前翼子板下）的碰撞传感器叫前碰撞传感器；安装于安全气囊 ECU 内部的碰撞传感器叫中央传感器，前碰撞传感器的安装位置视车型而异，如奥迪 A6 轿车的碰撞传感器在正副驾驶人座椅下面。

安全传感器也叫保险传感器，主要是用来防止安全气囊系统在非碰撞的情况下发生误引爆。安全传感器安装在安全气囊 ECU 内部，通常有两个安全传感器。

（一）碰撞传感器

碰撞传感器按结构可分为机械式和电子式两种。机械式碰撞传感器是利用机械运动来控制传感器中常开触点的动作，再由触点的打开与闭合来控制气体发生器电路的导通与截止。常用的机械式碰撞传感器有滚球式、偏心锤式和电子式三种。

1. 滚球式传感器

图 4-1 为滚球式传感器的结构示意图，传感器主要由铁质滚球、永久磁铁、导缸、固定触点和壳体组成。两个触点分别与传感器引线端子连接，滚

球用来检测减速度大小，在导缸内可移动或滚动。

当传感器处于静止状态时，在永久磁铁吸力的作用下，导缸内的滚球被吸向磁铁，两个触点与滚球分离，传感器电路处于断开状态，如图4-2a所示。当汽车发生碰撞且减速度达到设定值时，滚球所产生的惯性力将大于永久磁铁的吸力。滚球在惯性力的作用下就会克服永久磁铁吸力沿导缸向两个固定触点运动并将两个固定触点接通，如图4-2b所示。此时传感器将碰撞信号传送给安全气囊ECU。

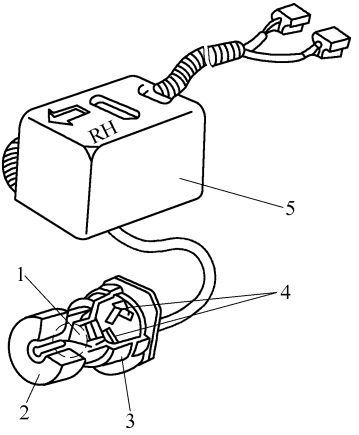


图4-1 滚球式传感器的结构示意图

1—滚球 2—永久磁铁 3—导缸
4—固定触点 5—壳体

2. 偏心锤式传感器

图4-3为偏心锤式传感器的外形，图4-4a所示为偏心锤式传感器的结构。该传感器的结构由壳体、偏心转子、偏心重块、固定触点、旋转触点等部分组成。如图4-4b所示，在传感器外还固定有一个电阻，电阻的作用是对系统进行自检时，检测安全气囊ECU与碰撞传感器之间的连接导线是否断路或短路。

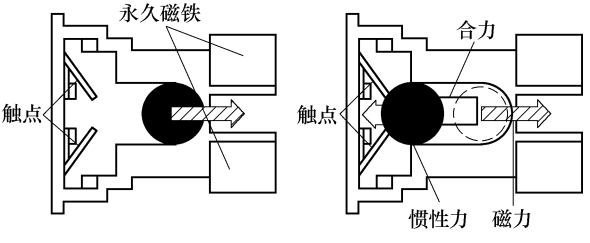


图4-2 滚球式传感器工作原理

a）静止状态 b）工作状态

偏心锤式传感器的工作原理如图4-5所示。在正常情况下，偏心转子和偏心重块在螺旋弹簧弹力的作用下，顶靠在与外壳相连的止动块上，此时，旋转触点与固定触点不接触，开关处于断开状态，如图4-5a所示。当汽车发生碰撞时，偏心重块由于惯性力将带动偏心转子克服弹簧弹力产生偏转。

当碰撞强度达到设定值时，偏心转子旋转触点与固定触点接触而闭合，此时碰撞传感器向安全气囊 ECU 输入导通信号，安全气囊 ECU 只有收到碰撞传感器输入的导通信号时，才能引爆气体发生器，使气囊充气。

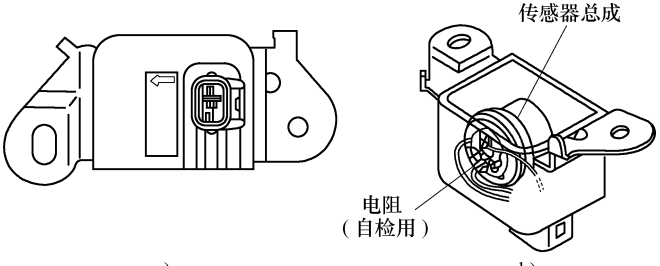


图 4-3　偏心锤式传感器的外形

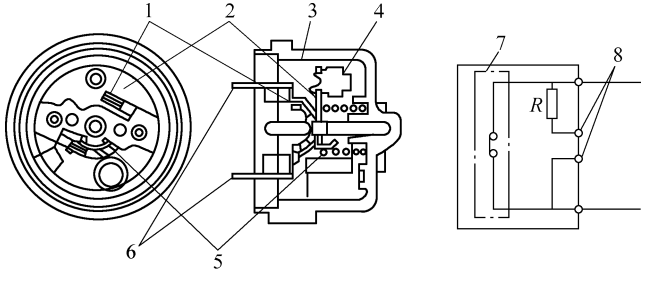


图 4-4　偏心锤式传感器的结构示意图

1、8—旋转触点　2—偏心转子　3—外壳　4—偏心重块
5—游丝　6—固定触点　7—传感器触点

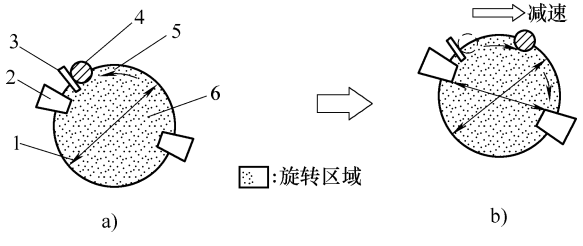


图 4-5　偏心锤式传感器的工作原理

1—旋转触点　2—固定触点　3—止动器　4—偏心重块
5—游丝加力　6—偏心转子

3. 电子式传感器

通常位于安全气囊ECU内的中央传感器采用电子式传感器。中央传感器的结构及原理如图4-6所示。中央传感器的结构是一个半导体压力传感器，半导体应变片两端被悬臂架压住。当汽车发生碰撞时，半导体应变片在悬臂架惯性力作用下发生弯曲应变，受压后的半导体应变片的电阻阻值产生变化，电阻的变化引起动态应变仪输出电压U_S变化。汽车的速度越大，碰撞后产生的减速度越大，传感器输出的电压越大。由于半导体压力传感器输出特性受温度影响，因此常用晶管的基极与发射极间的电压变化来对温度进行修正。

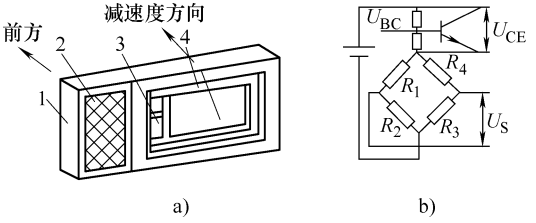


图4-6 中央传感器

1—传感器架 2—动态应变仪
3—半导体应变片 4—悬臂架

电子式传感器对汽车正向加速度进行连续测量，并将测量结果输送给安全气囊ECU，安全气囊ECU根据碰撞信号的分析处理。若需要引爆安全气囊，安全气囊ECU便会接通点火电路，如此时前方碰撞传感器的触点同时也闭合，则气体发生器的电路接通，安全气囊引爆。

（二）安全传感器

在安全气囊系统中，除了装有碰撞传感器之外，还设立了两个安全传感器，用来防止在非碰撞的情况下引起气囊的误动作。安全传感器一般装于安全气囊ECU内，是一种水银常开开关，如图4-7所示。当汽车发生碰撞时，足够大的减速度惯性力将水银抛起，接通点火控制器的电路。

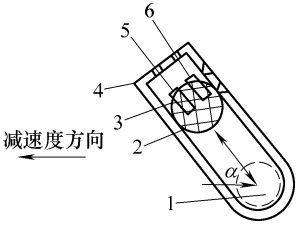


图4-7 安全传感器

1—水银（正常位置） 2—水银（碰撞时位置） 3—触头 4—外壳
5—接电源 6—接点火控制器

二、气囊组件

气囊组件主要由气体发生器、点火器、气囊、饰盖和底板等组成。驾驶人侧气囊组件位于转向盘中心处，乘客侧气囊组件位于仪表板右侧杂物

箱上方。

(一) 气体发生器

气体发生器又称充气泵或充气器，其作用是在有效的时间内产生气体，使气囊张开。气体发生器的结构示意图如图4-8所示，气体发生器由上盖、下盖、充气剂（叠氮化钠固体药片）和金属滤网组成。

气体发生器壳体由上盖和下盖两部分组成。上盖上制有若干个长方形或圆形充气孔。下盖上制有安装孔，以便用专用螺栓和专用螺母固定在气囊支架上，装配时只能用专用工具进行装配。上盖与下盖压成一体，壳体内装有充气剂、滤网和点火器。金属滤网安装在气体发生器的内表面，用以过滤充气剂和点火剂燃烧产生的渣粒。

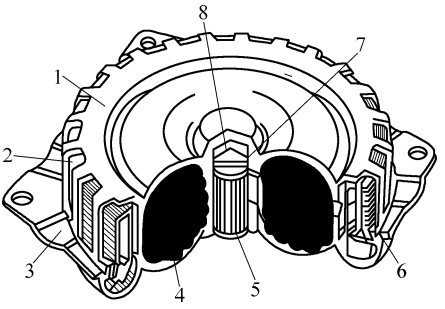


图 4-8　气体发生器的结构示意图

1—上盖　2—充气孔　3—下盖　4—充气剂
5—点火器药筒　6—金属滤网
7—电热丝　8—引爆炸药

气体发生器是利用热效反应产生氮气而充入气囊的。在点火器引爆点火剂瞬间，点火剂会产生大量热量，叠氮化钠药片受热立即分解，产生氮气并从充气孔充入气囊。虽然氮气是无毒气体，但是叠氮化钠的副产品有少量的氢氧化钠和碳酸氢钠（白色粉末）。这些物质是有害的，因此在清洁膨胀后的气囊时，应保持良好的通风并采取防护措施。

(二) 点火器

点火器外包铝箔，安装在气体发生器内部中央位置。其功用是根据安全气囊 ECU 的指令引爆点火剂，产生热量使充气剂分解。点火器的结构如图4-9所示，主要由引爆炸药、药筒、引药、电热丝、电极和引出导线等组成。

点火器的所有部件均装在药筒内。点火剂包括引爆炸药和引药。引出导线与气囊连接器插头连接，连接器（一般为黄色）中设有短路片（铜质弹簧片）。当连接器插头拔下或插头与插座未能完全接合时，短路片将两根引线短接，防止静电或误通电将电热丝电路接通，从而使点火剂引爆而导致气囊误开。

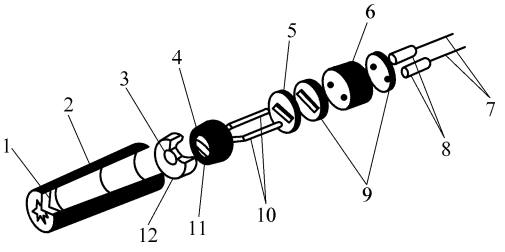


图 4-9　点火器的结构

1—引爆炸药　2—药筒　3—引药　4—电热丝　5—陶瓷片　6—永久磁铁　7—引出导线　8—绝缘套管　9—绝缘垫片　10—电极　11—电热头　12—药托

（三）气囊

气囊按布置可分为驾驶人侧气囊、乘客气囊、后排气囊、侧面气囊和顶部气囊等。按照大小可分为保护整个上身的大型气囊和保护面部的小型护面气囊。护面气囊成本低，但一定要和座椅安全带配合使用才能有保护作用。

驾驶人侧的气囊多采用尼龙布涂氯丁橡胶或有机硅制成。橡胶涂层起密封和保护作用，气囊背面有两个泄气孔。乘客侧气囊没有涂层，靠尼龙布本身的孔隙泄气。

（四）饰盖

饰盖是气囊组件的盖板，上面模制有撕缝，以便气囊能冲破饰盖膨开。

三、安全气囊 ECU

安全气囊 ECU 由中央处理器（CPU）、只读存储器（ROM）、随机存储器（RAM）、I/O 接口，驱动器等电子电路组成。同时，安全气囊（ECU）内部还有安全传感器、备用电源、稳压电路和故障自诊断电路等。安全气囊（ECU）的内部结构如图 4-10 所示，安全气囊（ECU）电控系统的原理图如图 4-11 所示。

在汽车运行过程中，安全气囊 ECU 不断接收前碰撞传感器和安全传感器传来的车速变化信号，经过数字计算和逻辑判断后，确定是否发生碰撞。当确定为发生碰撞时，立即进行控制点火器的程序，并向点火器控制电路发出点火指令，引爆点火剂，点火剂引爆时产生大量的热量，使充气剂受热分解释放氮气充入气囊。

安全气囊 ECU 还要对控制组件中的关键部件的电路不断地进行诊断测

试，并通过仪表板上 SRS 指示灯和储存在存储器中的故障码来显示测试结果。仪表板上的 SRS 指示灯可以直接向驾驶人提供安全气囊系统的状态信息。逻辑存储器中的状态信息和故障码可用专用仪器或通过特定方式从串行通信接口调出，供维修时参考。

安全气囊系统有两个电源：一个是汽车电源；另一个是备用电源。备用电源电路由电源控制电路和若干个电容器组成。在单安全气囊系统的控制组件中，设有一个安全气囊 ECU 备用电源和一个点火备用电源。在双安全气囊系统的控制组件中，设有一个安全气囊 ECU 备用电源和两个点火备用电源，即两条点火电路各设一个备用电源。点火开关接通 10s 之后，如果汽车电源电压高于安全气囊 ECU 的最低工作

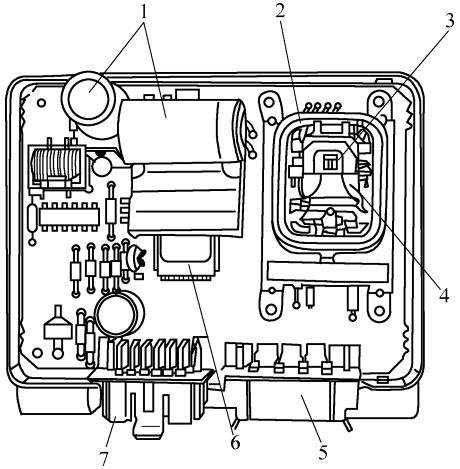


图 4-10　安全气囊（ECU）的内部结构

1—电容器　2—安全传感器总成　3—传感器触点
4—传感器平衡块　5—四路连接器
6—逻辑模块　7—十三路连接器

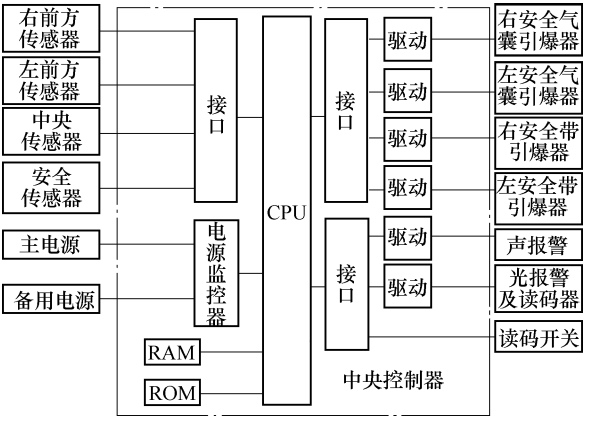


图 4-11　安全气囊（ECU）电控系统的原理图

电压，所有备用电源即可完成储能任务。备用电源的功用是：当汽车电源与安全气囊 ECU 之间的电路切断后，在一定时间内（一般为 6s），备用电源继续向安全气囊 ECU 供电，保持安全气囊系统的正常功能。当汽车遭受碰撞而导致蓄电池或发动机与安全气囊 ECU 之间的电路切断时，备用电源能在 6s 之内向安全气囊 ECU 供电，保证安全气囊 ECU 测出碰撞、发出点火指令及引爆气囊等正常功能。时间过长，备用电源能力下降，不能确保安全气囊系统正常工作。

四、安全气囊检修注意事项

1. 一般注意事项

1）在进行其他工作前（除电气检查外），一定要关闭点火开关，并将蓄电池负极导线断开至少 3s 上才能开始工作。

2）不应安装从其他车辆中卸下的 SRS 零部件，维修时只能使用新的标准部件。

3）在安装任何 SRS 零部件前均应仔细检查，不应安装在任何表面有凹陷、裂纹或变形等现象的零件。

4）在拆卸 SRS 的任何零部件之前，一定要先将气囊插头断开。

5）使用数字式万用表检查此系统，并确认在电阻档的最小量程时，其输出电流不超过 10mA。若输出电流高于 10mA，则可能导致气囊电路的损坏，甚至导致气囊意外地爆炸而造成人身伤害。

6）切勿在前乘客席气囊总成上放置任何气体。

2. 气囊组件检修时注意事项

严禁分解气囊，气囊中没有任何可维修的零部件。气囊一经引爆，则不能再对其进行修理或再次使用。因维修而临时存放气囊应遵循下列操作注意事项：

1）拆下的气囊，应使其表面朝上放置，切勿在气囊总成上放置任何物体。

2）为防止损坏气囊总成，应使其远离任何机油、油脂、清洁剂和水等。

3）拆下的气囊应存放在稳定、平整的平面上，并远离高温热源。

4）严禁在气囊上进行电阻或电压测量一类的电气检查。

5）在拆卸、检查或更换气囊时，切勿将身体正面朝向气囊总成。

3. SRS 电脑检修时注意事项

1）当点火开关处在 ON 位置或点火开关关闭不足 3min 时，不要振动或撞击 SRS 装置。

2）在拆卸和更换过程中，应注意不要使用冲击扳手或锤子等工具，以

免气囊受振动后意外爆炸。

3）在发生碰撞而使气囊引爆后应更换气囊。如气囊未被引爆，则检查SRS装置是否有损坏或变形，如有损坏，则应更换SRS装置。

4）在开始安装或更换SRS装置之前，应先关闭点火开关，断开蓄电池负极并等候3min以上，然后断开气囊电脑插头。

5）必须按规定的拧紧力矩将SRS装置可靠拧紧，其标准拧紧力矩为9.8N·m。

6）切勿将水或机油溅洒到SRS装置上并使其远离灰尘。

7）SRS装置应存放在阴凉（低于40℃）、干燥（相对湿度小于80%）的地方。

4. 线束检修时注意事项

1）SRS的线束均为专用黄色绝缘皮，以此区别于其他系统的线束。

2）严禁改动或修复SRS线束，如果SRS线束有开裂或破损现象，则应更换新线束。

3）安装线束时，注意线束不要被其他零部件挤压，也不要交叉穿越其他零部件。

4）为防止SRS装置产生间歇性故障，要求SRS搭铁部位要干净，搭铁应可靠。

5. 电气检修时注意事项

1）在使用电气检测装置进行有关SRS装置的电气检查时，应将检测仪探针从插头导线侧插入，切勿从插头端子侧插入或随意测量插头，否则，可能造成SRS系统故障或检查失准。

2）使用尖形探针插入插座的导线侧时，不可用力过大。

3）在进行故障分析时，应使用专用维修插头，否则将因金属接触不良而导致测量失准。

五、安全气囊系统零部件的拆装

1. 驾驶席侧气囊组件的拆装

1）断开蓄电池负极，等候3min以上。

2）拆下转向盘的检修板，然后断开螺旋导线线盘2芯插头和驾驶席侧气囊2芯插头之间的连接，如图4-12所示。

3）拆卸转向盘的护盖，然后用Torx T30钻头卸下两条专用TORX螺栓，最后拆下驾驶席侧气囊，如图4-13所示。

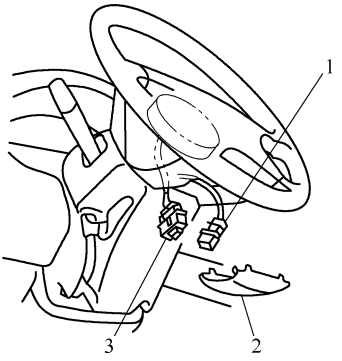


图 4-12　拆下转向盘的检修板

1—螺旋导线线盘 2 芯插头　2—检修板
3—驾驶席侧气囊 2 芯插头

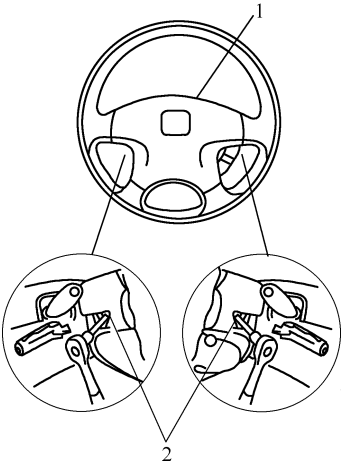


图 4-13　拆卸转向盘的护盖

1—驾驶席侧气囊
2—专用 TORX 螺栓

4）安装时应使用新的驾驶席侧气囊并按拆卸时相反的顺序进行，如图 4-14所示。

5）气囊安装后，接通点火开关（ON），SRS 指示灯应亮约 6s 后熄灭，且扬声器按钮正常，否则应进行检修。

注意事项：

1）拆卸时应注意放置好气囊模块，放置时，应使垫板侧朝上，不要分解气囊模块。

2）特殊螺栓上带有涂层，不要使用已用过的旧螺栓。

3）不要摔打气囊模块，如果已被摔打，应予更换，且不允许将气囊模块暴露在超过 90℃的环境中，不允许使用润滑油、润滑脂、水与气囊模块接触。

2. 前乘员席侧气囊组件的拆装

1）断开蓄电池负极，并等候 3min 以上。

2）拆下杂物箱，然后断开 SRS 主线束 2 芯插头和前乘员席气囊 2 芯插头之间的连接，拆下线束夹，如图 4-15 所示。

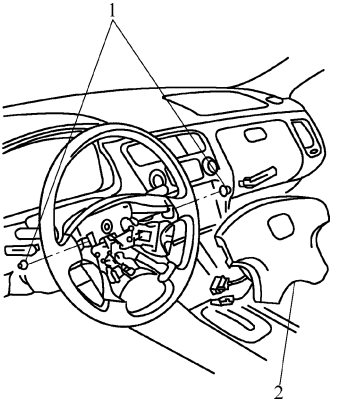


图 4-14　安装气囊

1—专用 TORX 螺栓　2—驾驶席侧气囊

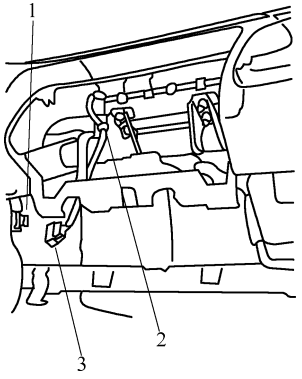


图 4-15　拆下杂物箱

1—SRS 主线束 2 芯插头
2—线束夹　3—前乘员席侧气囊

3）从支架上拆下 4 个固定螺母，用布遮住盖子和仪表板，使用螺钉旋具小心地将前乘员席侧气囊从仪表板上撬起并拆下，如图 4-16 所示。

4）安装时应使用新的前乘员席侧气囊并按拆卸时相反的顺序进行。

5）气囊安装后，接通点火开关（ON），SRS 指示灯应亮约 6s 后自行熄灭，否则应进行检修。

3. SRS 电脑的拆装

1）拆开蓄电池负极，并等候 3min 以上。

2）拆开气囊插头。

3）拆卸控制台总成。

4）在 SRS 装置上断开 SRS 主线束 18 芯插头。

5）从 SRS 装置上拆下 3 个专用 TORX 螺栓，然后将 SRS 装置从支架上拉下。

6）使用新的专用 TORX 螺栓安装新的 SRS 装置，然后将 SRS 主线束的 18 芯插头连接到 SRS 气囊装置上，将 SRS 装置推回原位，直到锁定为止。

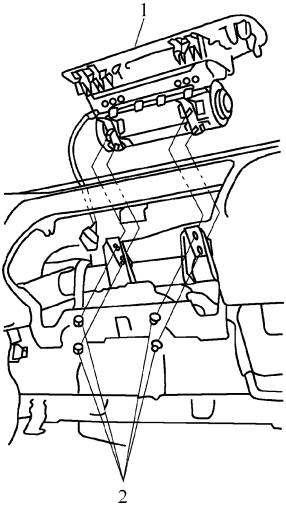


图 4-16　拆下气囊

1—前乘员席侧气囊　2—前乘员席侧气囊固定螺母

7）按拆卸时的相反顺序安装SRS装置。

8）SRS装置安装后，应确认系统工作正常。接通点火开关（ON），SRS指示灯应亮约6s后熄灭，否则应进行检修。

六、报废安全气囊的引爆方法

1. 在车内引爆

1）关闭点火开关，断开蓄电池的负极并等待3min以上。

2）将一根12～15m长的维尼龙双股导线两端的外皮剥掉约15mm，并在其中一端将两根导线拧结在一起，如图4-17所示。

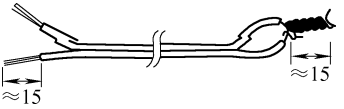


图4-17 将两根导线拧结在一起

3）对于驾驶席侧气囊，应将驾驶席侧气囊与螺旋导线线盘之间的2芯插头断开。

4）对于前乘员席侧气囊，应将前乘员席侧气囊与SRS主线束之间的2芯插头断开。

5）将维尼龙双股导线未拧结端与气囊总成的导线相连接，并在连接处裹上绝缘带。再将蓄电池放在距车辆至少10m远的地方，如图4-18所示。

6）解开维尼龙双股导线剥掉线头拧结的那一端，并将其连接到12V蓄电池上。此时气囊被引爆，如图4-19所示。

2. 在车外引爆

1）关闭点火开关，断开蓄电池的负极，并等待3min以上。

2）拆下驾驶席侧气囊和前乘员席气囊。

3）用车辆线束或铁丝将两个不带车轮的轮胎可靠地绑在一起，然后将一个不带车轮的轮胎和一个带车轮的轮胎可靠地绑在一起，如图4-20所示。

4）用车辆线束或铁丝将气囊总成绑在另一个不带车轮的轮胎上，如图4-21所示。

5）将两个不带车轮的轮胎组放置在平坦的地面上，然后再将装有气囊总成的轮胎放置其上，如图4-22所示。

6）断开气囊的插头，再剥去气囊导线端头的外皮。

7）将一根12～15m长的维尼龙双股导线两端的外皮剥掉约15mm，并在其中一端将两根导线拧结在一起。

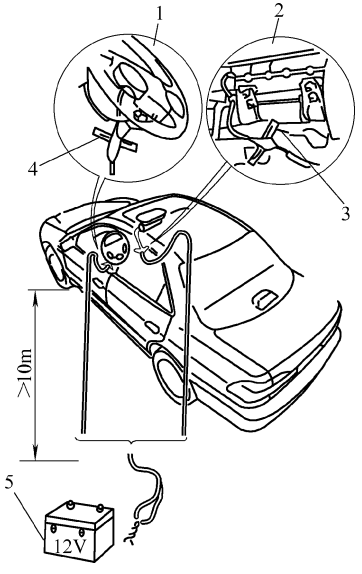


图 4-18　将蓄电池放在距车辆至少 10m 远的地方

1—驾驶席侧气囊　2—前乘员席侧气囊　3、4—绞拧导线处　5—蓄电池

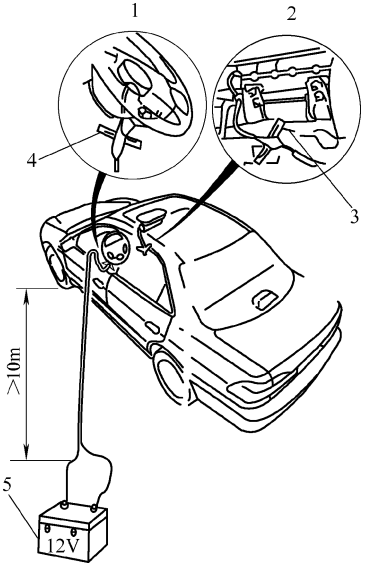


图 4-19　引爆气囊

1—驾驶席侧气囊　2—前乘员席侧气囊　3、4—绞拧导线处　5—蓄电池

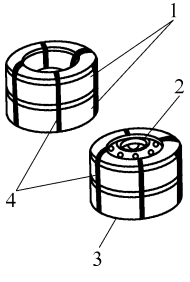


图 4-20　捆绑轮胎

1、3—不带车轮的轮胎　2—装有车轮轮胎　4—线束或铁丝

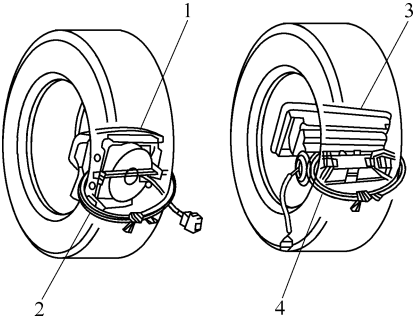


图 4-21　捆绑气囊

1—驾驶席侧气囊　2、4—线束或铁丝　3—前乘员席侧气囊

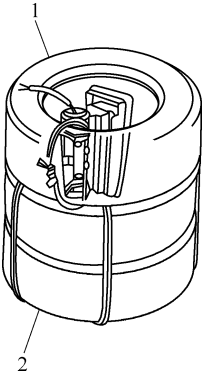


图 4-22　将轮胎放置地面

1—装有气囊总成的轮胎

2—不带车轮的轮胎组

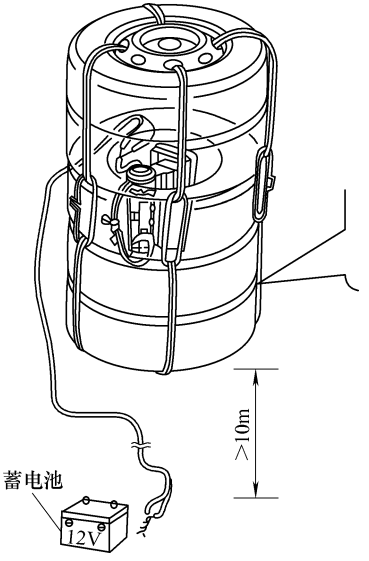


图 4-23　将两组轮胎绑在一起

8）将维尼龙双股导线未拧结端与气囊总成的导线相连接，并在连接处裹上绝缘带。再将蓄电池放在距车辆至少 10m 远的地方。将第二组轮胎放置于其他三个轮胎之上，并使其带车轮的轮胎置于最顶部，再将两组轮胎绑在一起，如图 4-23 所示。

9）解开维尼龙双股导线剥掉线头扭结的那一端，并将其连接到 12V 蓄电池上。

10）气囊被引爆。

3. 用专用工具引爆安全气囊

图 4-24 为引爆气囊的专用工具。

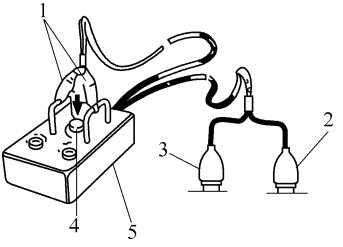


图 4-24　引爆气囊的专用工具

1—黄色鳄鱼夹　2—黑色鳄鱼夹

3—红色鳄鱼夹　4—操纵开关

5—引爆工具（07HAZ-SG00500）

第二节　常见车型安全气囊的故障自诊断

一、丰田车系故障自诊断

丰田车系安全气囊系统在仪表盘上均设有指示灯，如图 4-25 所示。当安全气囊系统出现故障时，自诊断系统将故障码存储在安全气囊 ECU 中，可按下面的程序调取，由安全气囊指示灯闪烁显示。

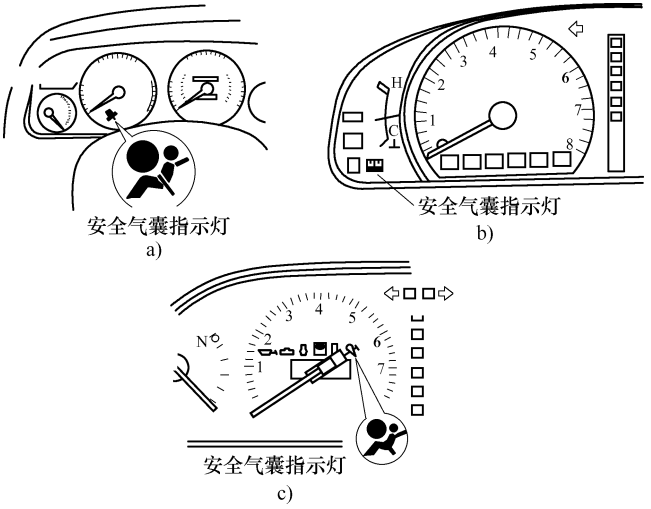


图 4-25　安全气囊指示灯

1. 故障码的调取

1）将点火开关拧到 ACC 或 ON 位置，等待 20s 以上。

2）将诊断座上的 Tc 端子与 E_1 端子用导线跨接，如图 4-26 所示。此时安全气囊指示灯将会闪烁故障码。丰田车系故障码波形如图 4-27 所示，丰田车系故障码故障内容见表 4-1。

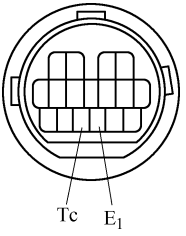


图 4-26　跨接诊断座上 Tc 与 E_1 端子

2. 故障码的清除

安全气囊系统第 11～22 号故障码只需将蓄电池搭铁线拆下 10s 以上即可清除。

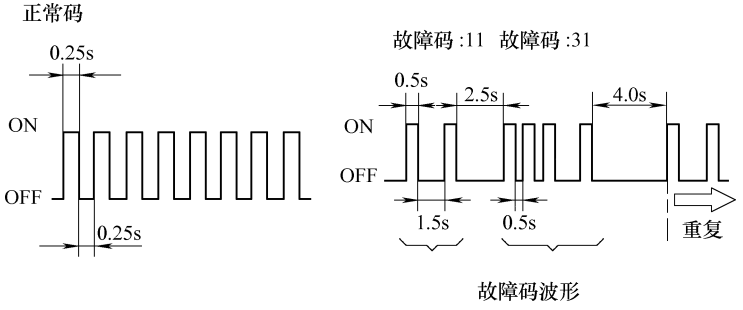


图 4-27 故障码波形

表 4-1 丰田车系故障码及故障内容

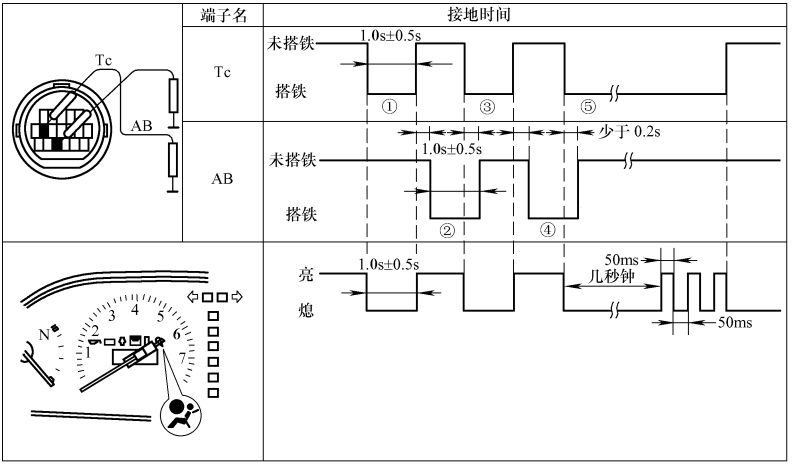
故障码	故障内容	检查部位
连续闪烁	1. 系统正常 2. 电压不足 3. SRS ECU 故障	1. 检查电源电压 2. 检查更换 SRS ECU
11	1. 安全气囊线路搭铁 2. 碰撞传感器故障	1. 检查安全气囊线路 2. 检查碰撞传感器
12	1. 安全气囊线路与电源短路 2. 碰撞传感器线路断路	1. 检查安全气囊与电源间电路 2. 检查碰撞传感器及线路
13	安全气囊的 D_+ 与 D_- 两条导线相互短路	检查安全气囊 D_+ 和 D_- 线路
14	安全气囊线路断路	检查安全气囊线路
15	碰撞传感器断路	检查碰撞传感器及线路
22	安全气囊指示灯线路故障	检查指示灯线路及指示灯
31	SRS ECU 故障	检查更换 SRS ECU
41	SRS ECU 曾存储有故障	按 41 号故障码清除方法清除

41 号故障码的清除方法如下：

1）将点火开关转至 ACC 或 ON 档。

2）如图 4-28 所示，先将 Tc 端子搭铁 1s 后取开，并在 0.5s 内将 AB 端

子搭铁1s。



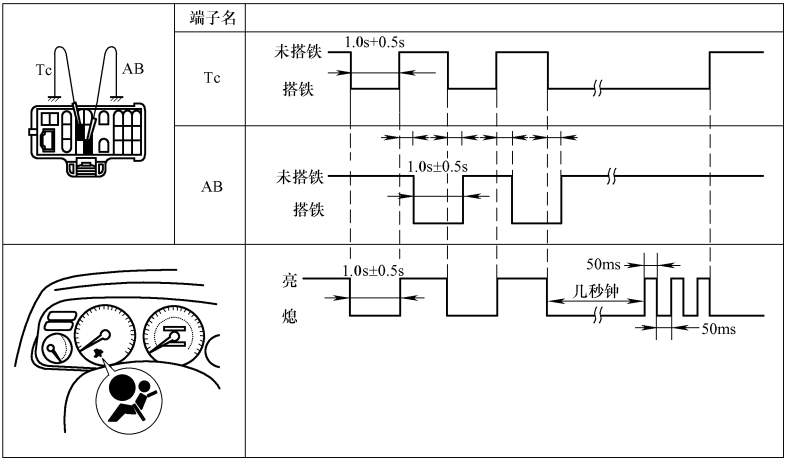


图4-28　41号故障码的清除

3）在AB端子尚未取开前，将Tc端子再次搭铁后再移开AB端子待1s。

4）移开Tc端子搭铁后再将AB端子搭铁1s。

5）AB搭铁未移开前再将Tc搭铁，然后将AB搭铁移开，并保持Tc搭铁，直到SRS指示灯一直连续闪烁，即表示故障码41已清除。

二、日产车系故障自诊断

日产车系安全气囊系统故障的自诊断系统有三种模式：

1）使用者模式。

2）目前故障码模式。

3）记忆故障码模式。

1. 故障码的调取

1）打开驾驶人侧车门，在7s内将车门灯开关连续开关5次以上，然后再将点火开关打开（ON），系统即进入“目前故障码模式”诊断状态，由仪表盘上的SRS灯读取故障码。

2）再将车门灯开关“开关”一次，并保持点火开关在ON状态7s以上，系统即进入“记忆故障码模式”，读取记忆的故障码。

3）将点火开关再“开关”一次，即回到模式②。

4）再将点火开关再“开关”一次，即回到模式①。

2. 故障码的清除

只要将蓄电池搭铁线拆下10s后再装回，故障码即被清除。

丰田车系故障码及故障内容见表4-2。

表4-2 丰田车系故障码及故障内容

故障码	故障内容	检查部位
0	SRS灯不闪，系统正常	
1	触发传感器故障	检查触发传感器及线路
2	安全气囊故障	检查安全气囊及线路
3	触发传感器故障	检查触发传感器及线路
4	左碰撞传感器故障	检查左碰撞传感器及线路
5	右碰撞传感器故障	检查右碰撞传感器及线路
6	中央碰撞传感器故障	检查中央碰撞传感器及线路
7	SRS的ECU故障	检查或更换SRS的ECU
8	同时有两个以上故障码	进一步检查有关部位

三、马自达车系故障自诊断

在马自达车系仪表盘上有一个AIR-BAG指示灯，即安全气囊系统指示

灯，如图4-29所示。当系统正常时，打开点火开关后，AIR-BAG指示灯会闪烁4～8s后熄灭。系统若有故障，则会一直亮着或闪烁故障码，故障码内容见表4-3。

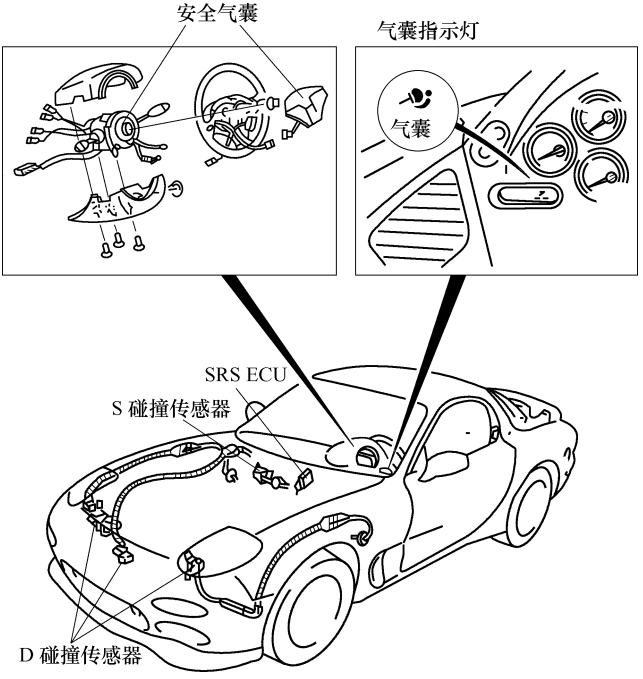


图4-29　安全气囊指示灯

表4-3　马自达车系故障码及故障内容

故障码	故障内容	检查部位
灯一直亮	SRS的ECU故障或线路故障	检查SRS的ECU及线路
3	SRS电源或线路接触不良	检查SRS电源及线路
4	触发传感器故障	检查触发传感器及线路
5	碰撞传感器故障	检查前碰撞传感器及线路
6	安全气囊线路故障	检查安全气囊及其线路

（续）

故障码	故障内容	检查部位
9	SRS的ECU与前碰撞传感器间线路故障	检查SRS的ECU与前碰撞传感器间线路
1或10	SRS的ECU故障或备用熔丝断路	检查SRS的ECU及备用熔丝
灯不亮	AIR-BAG指示灯泡损坏或线路接触不良	检查AIR-BAG指示灯泡及线路

四、宝马车系故障自诊断

德国宝马系列轿车安全气囊控制系统的方式有两种，因此SRS指示灯的闪烁方式也有两种。诊断故障时，应根据诊断连接器端子的设置、SRS指示灯指示状态和ECU连接器端子数目来确定如何跨接诊断座端子，见表4-4。

表4-4 宝马系列汽车安全气囊系统故障的诊断方法

ECU连接器端子数目	诊断连接器端子数目	SRS指示灯	跨接诊断座端子代号	故障码位数	故障码清除方法
55	20	常亮	1、6	1～2	拆下蓄电池负极
55	20	常亮	1、15	3	跨接30s以上
88	20	闪亮	15、16	3	跨接30s以上

1. BMW3、5、7、8系列轿车安全气囊系统的故障诊断

1）接通点火开关后，若SRS指示灯亮6～10s后熄灭，则说明系统正常；若SRS指示灯长亮，则说明系统发生了故障。

2）打开发动机罩盖，旋下诊断连接器防护盖，接通点火开关。

3）将LED读码器与端子1、6跨接（若第6插孔无端子，则按宝马6系列轿车安全气囊系统的诊断方法读取与清除故障码），如图4-30所示。

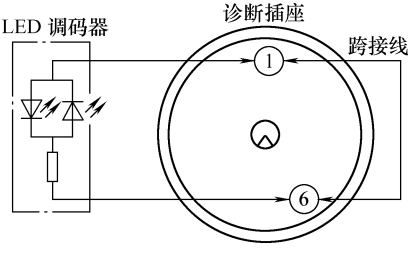


图4-30 BMW3、5、7、8系列轿车安全气囊系统的故障诊断方法

4）用跨接线将LED读码器

跨接的端子1、6短接3~5s后，再将跨接线断开。

5）根据驾驶室仪表盘上的SRS指示灯闪烁情况读取故障码，如图4-31所示。

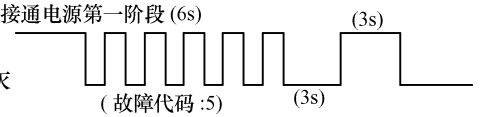


图4-31　SRS指示灯故障码的显示方式

6）SRS指示灯先持续发亮6s后，熄灭3s，然后开始闪烁显示故障码。故障码为1~2位数，见表4-5。位与位之间间隔3s，如有两个或两个以上的故障码，则码与码之间间隔6s，先熄灭3s，然后亮3s，再闪烁显示下一个故障码。

表4-5　宝马3、5、7、8系列轿车安全气囊SRS故障码内容说明

故障码	故障部位及原因	故障码	故障部位及原因
1	SRS的ECU备用电源故障	12	右前碰撞传感器搭铁
2	SRS的ECU故障	13	左前碰撞传感器电源不稳定
3	安全气囊系统电源不稳定	14	左前碰撞传感器电源断路
4	安全气囊系统电源线路故障	15	右前碰撞传感器电源不稳定
5	安全带收紧器引爆电路电源故障	16	右前碰撞传感器电源断路
6	安全带收紧器引爆电路故障	17	SRS指示灯线路短路
7	左前碰撞传感器接触不良	18	SRS指示灯线路间歇短路
8	左前碰撞传感器故障	19	故障记忆控制电路作用不良
9	左前碰撞传感器搭铁	20	SRS的ECU故障
10	右前碰撞传感器接触不良	21以上	诊断功能失效
11	右前碰撞传感器故障		

2. 故障码的清除

拆下蓄电池的负极30s以上，即可清除故障码。

五、通用车系故障自诊断

卡迪拉克安全气囊系统，将由空调控制面板及显示屏来调取与显示故障

码，空调控制面板及显示屏如图4-32所示。故障码为两位数，若出现三位数故障码则表示曾经出现过故障。

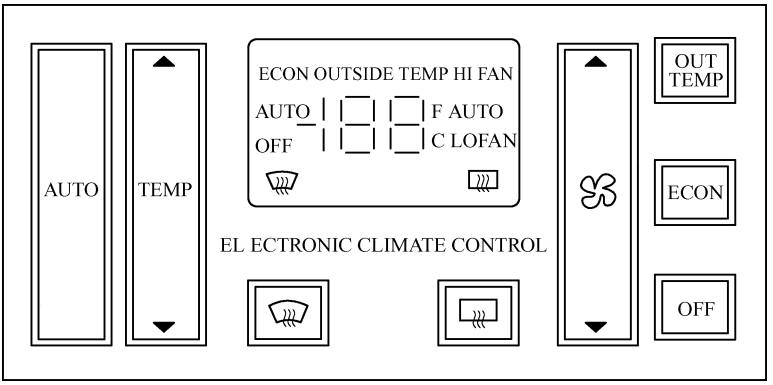


图4-32 卡迪拉克空调控制面板及显示屏

1）将点火开关打开（ON）或起动发动机。

2）同时按下TEMP▲及OFF键。

3）空调面板上显示屏显示“-00”，系统进入自诊断。

4）按▼及▲键去选择所需诊断系统，当屏上显示“-03”时表示诊断安全气囊系统；“-02”诊断中央空调系统；“-04”诊断ABS系统。

5）按OUT TEMP键读取故障码。

6）直接按下OFF键即可清除所诊断系统中的故障码。如当目前处于“-03”诊断功能，显示安全气囊系统故障码，当按下OFF键即可清除“-03”安全气囊系统故障码。

7）按AUTO键即可离开诊断功能。

通用车系安全气囊系统故障码及故障内容见表4-6。

表4-6 通用车系安全气囊系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	检测部位
14	SRS的ECU“A3”、“A4”、“A5”、“A6”及“10”端子线路接触不良	检查ECU端子及线路
15	“A7”、“B7”乘员座安全气囊电路电阻过大（电阻在12.5Ω以下为正常）	检查气囊及线路

（续）

故障码	故障内容	检测部位
16	“A7”、“B7”间电阻过小，乘员座安全气囊电路电阻过小（5Ω以上正常）	检查气囊及线路
17	“A7”、“B7”间断路，乘员座安全气囊电路断路	检查气囊及线路
18	碰撞传感器（C109、C110）线路断路	检查C109、C110碰撞传感器及线路
19	“A7”、“B7”间电压过高	检查气囊及ECU
21	“B9”、“B8”间电阻过大，驾驶座安全气囊电路电阻过大（12.5Ω以下正常）	检查气囊及线路
22	“B9”、“B8”间电阻过小（5Ω以上为正常）	检查气囊及线路
23	“B9”、“B8”间电压过高	检查气囊及线路
24	“B9”、“B8”间电压过低	检查气囊及线路
25	“A7”、“B7”、“B8”、“B9”安全气囊电源间短路	检查安全气囊至电源间电路短路部位
26	“B8”、“B9”电压超过0.45V；驾驶人侧安全气囊线路断路	检查驾驶人侧安全气囊及线路是否断路或接触不良
28	“A7”、“B7”、“B8”、“B9”电压不稳	检查安全气囊至电源电路
31	“A5”端子电压不正常（1V以下正常）	检查SRS的ECU至双联触发器间线路
34	有1139B号线至双联触发器无电源	检查保险及电源线路
35	碰撞传感器线路故障断路或接触不良	检查碰撞传感器及线路
36	“A6”端子电压不正常（1V以下正常）	检查SRS的ECU至双联触发器间线路
42	“A4”端子电压不正常（1V以下正常）	检查SRS的ECU至双联触发器间线路
43	“B8”端子电压为36VLR时，“A5”端子电压不能达36VLR	检查驾驶人侧安全气囊、双联触发器及线路

（续）

故障码	故障内容	检测部位
44	“B7”端子电压为36VLR时，“A6”端子电压不能达36VLR	检查右侧乘员座安全气囊，双联触发器及线路
51	安全气囊曾经引爆过	用专用仪器清除
52	系统存储故障码超过四个	用专用仪器清除
53	“B9”、“B8”端子线头松动	检查驾驶人侧安全气囊至ECU的线路及接头
54	“A7”、“B7”端子线头松动	检查右侧乘员座安全气囊至ECU的线路及接头
61	“B1”端子线路故障	检查SRS指示灯和至ECU的线路及接头
62	“B12”端子线路故障	检查SRS指示灯和至ECU的线路及接头
71	SRS的ECU故障	检查SRS的ECU
81、82	双联触发器中二极管断路	检查双联触发器中二极管
83、84	双联触发器二极管击穿短路	检查双联触发器中二极管

六、奔驰车系故障自诊断

奔驰车系安全气囊系统出现故障时，仪表板上的SRS指示灯将被点亮，故障码将被存储在SRS的ECU中。诊断时可通过16孔诊断座中的6#端子及38#端子诊断座的第30#端子去调取故障码。

1. 故障码的调取方法

1）按图4-33a或图4-33b将检测灯跨接在诊断座上。

2）打开点火开关，但不要起动发动机。

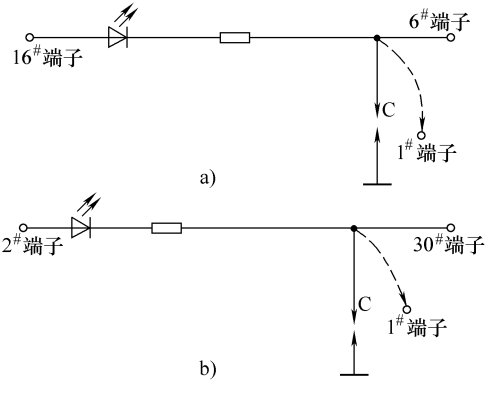


图4-33 在诊断座上跨接检测灯

3）再将 C 线跨接到诊断座的 1#端子或者搭铁 4s 后移开。

4）此时检测灯即开始闪烁故障码。每次只闪烁一组故障码，若系统正常时则只闪烁一次即正常码后即熄灭。

5）将 C 线再次搭铁 4s 后移开，即可闪烁第二组故障码。

6）重复步骤 5）直至闪烁出相同故障码，即将系统所有故障码全部调出。

2. 清除故障码

1）按调取故障码的步骤调取一组故障码后，等待 3s，然后再将 C 线搭铁 6～8s 后移开，并将点火开关关闭（OFF）30s 以上即将刚调出的一组故障码清除。

2）按前面方法再调取一组故障码后再按步骤 1）的方法消除一组故障码。直至检测灯闪出故障码 1（即只闪一下），表示系统正常，故障码清除完毕。

奔驰车系故障码及故障内容见表 4-7。

表 4-7　奔驰车系故障码及故障内容

故障码	故障内容	检测部位
1	系统正常	
2	SRS 的 ECU 故障	检查更换 SRS 的 ECU
3	驾驶座安全气囊线路故障	检查驾驶座安全气囊及线路
4	右前乘员座安全气囊线路故障	检查右前乘员座安全气囊及线路
5	驾驶座安全带扣开关故障	检查驾驶座安全带扣开关及线路
6	右前乘员座安全带扣开关故障	检查右前乘员座安全带扣开关及线路
7	前乘员座安全气囊保护电阻故障	检查保护电阻及线路
8	电源电压不足	检查蓄电池及发电动机
9	SRS 指示灯线路故障	检查 SRS 指示灯及线路
10	SRS 的 ECU 故障	检查 SRS 的 ECU 及线路

七、本田车系故障自诊断

本部分以雅阁轿车为例进行介绍。

1. 故障码的读取

1）接通点火开关，SRS指示灯应该亮，如果6s后灯熄灭，则表明系统正常。如SRS指示灯一直亮着，则系统有故障。

2）断开点火开关，将SCS检测插头接到维修检查连接器上。

3）接通点火开关，SRS指示灯大约亮12s，然后熄灭。接着它显示诊断到的故障码。

2. 故障码及故障内容

雅阁轿车故障码及故障内容见表4-8。

表4-8 雅阁轿车故障码及故障内容

故障码	故障内容
无	SRS指示灯线路有故障
11	驾驶席气囊起爆器断路或阻抗增大
12	驾驶席气囊起爆器的其他线路短路或阻抗减小
13	驾驶席气囊起爆器电源短路
14	驾驶席气囊起爆器地线短路
21	前乘员席气囊起爆器开路或阻抗增大
22	前乘员席气囊起爆器的其他线路短路或阻抗减小
23	前乘员席气囊起爆器电源短路
24	前乘员席气囊起爆器地线短路
51	SRS控制装置内部有故障
10-1	SRS控制装置更换代码
91	SRS指示灯线路不良

3. 故障码的消除

1）断开点火开关，取下SCS检测插头。

2）将SCS检测插头接到消除存储器信号连接器上。

3）接通点火开关。

4）SRS指示灯亮约6s，然后熄灭。在SRS指示灯灭后4s内，将SCS检测插头从MES连接器上取下。

5）SRS指示灯再亮，在SRS指示灯亮后4s内将SCS短路连接器接到MES接线器上。

6）SRS 指示灯灭，在 4s 内，从 MES 连接器上取下检测插头。

7）SRS 指示灯闪亮两次，表示存储已被清除。

八、福特车系故障自诊断

1. 故障码的读取

1）将点火开关转至“RUN”位置。

2）观察仪表板上的“AIR BAG”指示灯的闪烁。

接通点火开关，SRS 指示灯亮 6～8s 后熄灭，表明系统正常；若指示灯长亮或闪烁不止，表明系统出现故障，可根据指示灯的闪烁规律读取故障码。

2. 故障码的清除

将点火开关置于“OFF”位置，拆下蓄电池负极搭铁线 30s 以上，即可清除内存故障码。

3. 故障码及故障内容

福特车系故障码及故障内容见表 4-9。

表 4-9　福特车系故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容
2	碰撞传感器连接器未接合
3	电源故障，检查 1、6、13、14 端子电压是否为 12V
4	后保险传感器有故障或已动作，检查传感器和相应线路
5	安全气囊有故障，碰撞传感器已动作或线路有故障
6	驾驶侧气囊螺旋弹簧或线路有故障
7	SRS 的 ECU 故障或 7 端子搭铁不良
8	碰撞传感器搭铁不良，SRS 的 ECU20、21、22 端子线路有故障
9	碰撞传感器 17、18、19 端子搭铁电阻不在 1～1.3kΩ 范围内
10	气囊处于引爆状态，如查明线路和传感器均正常，可能 ECU 有故障

第五章

汽车空调系统的结构与检修

第一节　汽车空调主要部件的结构与检修

一、制冷剂与加装

制冷剂是一种在制冷循环过程中利用液体汽化吸热，气体液化放热进行热量交换并循环流动的物质。目前空调装置中采用的制冷剂为 R134a。

（一）真空泵

真空泵是制冷剂加注的主要设备。在维修行业中，尤其是汽车空调维修业最常用、最基本的检修设备。它的作用是将系统内的空气和水分抽干并通过观察系统内真空度的变化来判断泄漏情况。当系统检修时，在未加入制冷剂之前，系统抽负压是十分重要的。而抽真空的彻底与否，将会影响今后系统的正常运转效果。

图 5-1 所示为日本电装公司制造的旋片式负压泵，该泵主要由机械泵和电动机两部分组成。工作时，由电动机通过传动带带动机械泵旋转，从而达到抽真空之目的。这种真空泵的排气速度是 50 ~ 300L/min，真空度是 0. 133Pa 左右。

（二）高低压压力表

压力表是汽车空调维修不可缺少的工具。用它可以对系统进行测量、抽空、打压或排气、充注冷冻油和制冷剂。压力表左侧为低压，右侧为高压，三根胶管分别拧在高、低压两端和中间的螺纹上，图 5-2 为复式压力表的外形图。压力表的表体中间有观察孔，可以观察制冷剂注入情况。两侧有阀轮分别控制高、低压管路与中间管路的关与闭。

（三）制冷剂检漏仪

用于汽车空调系统的检漏仪器有卤素检漏灯与卤素电子检漏仪两种。

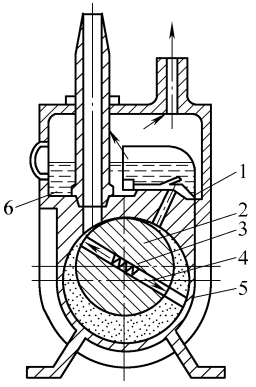


图 5-1　旋片式真空泵

1—排气阀　2—转子　3—弹簧
4—叶片　5—定子　6—润滑油

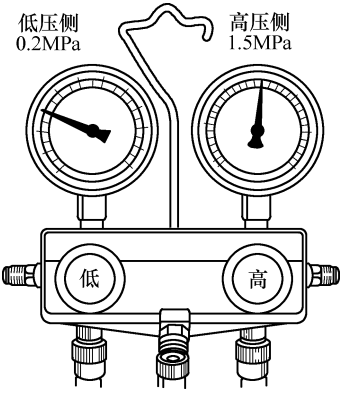


图 5-2　压力表外形图

1. 卤素检漏灯

（1）结构与工作原理　如图 5-3 所示是一种丙烷液化气燃烧的喷灯。其工作原理是当泄漏的制冷剂气体从卤素灯的吸入管吸入时，遇到火焰，分解出氟氯元素，与铜化合生成卤素铜的化合物，使火焰颜色发生由绿到蓝直至紫色的变化。

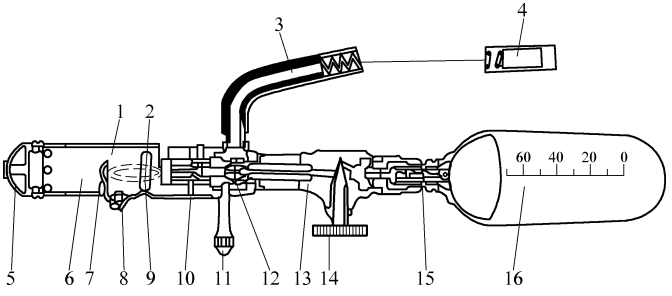


图 5-3　卤素检漏灯的结构

1—火焰的上限　2—火焰的下限　3—吸入管　4—滤清器　5—盖
6—焰筒　7—反应板　8—反应板螺钉　9—点火孔　10—火焰
分隔器　11—燃烧筒支架　12—喷嘴　13—检测器主体
14—调整手轮　15—气门阀　16—丙烷瓶（可拆卸更换）

不同的火焰可表明制冷剂泄漏量的多少，若火焰颜色无变化，说明无泄

漏；火焰颜色为浅绿色，表明有微量泄漏；火焰颜色为浅蓝色，表明有大量的泄漏；火焰颜色为紫色，说明有严重的泄漏处。

（2）使用方法

1）点燃卤素灯，使火焰上部的铜环变成红热状态。

2）转动调整手轮，使火焰伸出铜环约5mm，火焰过长会降低检测的灵敏度。

3）将卤素灯的吸入管对准各检漏部位仔细检查一周，并根据火焰颜色的变化判断有无泄漏。

使用时要把卤素灯保持于垂直方向，尽量避免制冷剂燃烧产生的有毒气体吸入人体内，如图5-4所示。

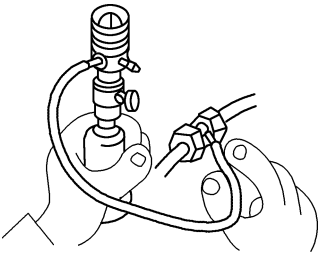


图5-4 卤素检漏灯的使用方法

卤素检漏灯灵敏度较高，也有不足之处，如当空气中含有一定灰尘时，其火焰呈现黄色，就要注意观察和判断。若周围空间含有一定量制冷剂时，在没有对系统进行检漏时，火焰已发生变色，这时先排除周围的空气，然后再进行检漏，否则难以进行。

2. 卤素电子检漏仪

（1）结构与工作原理 目前常见的卤素电子检漏仪是利用汽车上蓄电池作电源，用警铃及指示灯显示检测信号。使用该检漏仪灵敏度高、快捷、方便，是专业维修点必备的设备，它能检测系统每年泄漏1g制冷剂的微量漏气率，卤素电子检漏仪的外形与工作原理如图5-5所示。

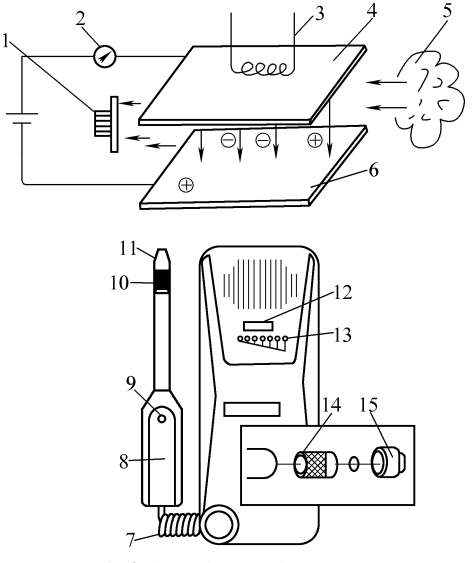


图5-5 卤素电子检漏仪的外形与工作原理

1—吸气扇 2—电流表 3—加热器 4—阳极 5—气体制冷剂 6—阴极 7—信号线 8—手柄 9—复位键 10、14—传感器 11、15—保护套 12—选择开关 13—显示灯

从图中可见，当用白

金做成的阳极被加热器加热后，在空气中会有阳离子射向阴极，而产生微波电。如有制冷剂气体通过其间时，阳离子会迅速增加，使其电流增大。电流经放大器放大显示在电流表上或转换成光信号，使蜂鸣器报警。蜂鸣器鸣叫的频率、闪光灯的强弱、电流表摆动的幅度都反映着制冷剂的浓度，从而显示了泄漏部位和泄漏量。

常用的卤素电子检漏仪有用车上 12V 电源的，也有直接放入干电池作为电源的。结构有的用自由弯曲的蛇形管连接探头，通过探头旋紧程度来调节灵敏度。新型的卤素电子检漏仪，用导线将探头与仪器主体相连，并设有选择开关，通过选择开关可对不同制冷剂进行检测。

（2）使用方法

1）要先向系统内充入少量制冷剂，如系统有制冷剂可不必再充入。

2）将测漏仪探头置于空气中，可听见均匀缓慢的鸣叫声，将它靠近制冷剂罐接触少量制冷剂，使之急促鸣叫有显示。

3）再将灵敏度调至适当，缓慢移动探头放置可疑的泄漏处上方，如有泄漏显示时将探头移开，待显示停止后再重新移至泄漏处加以确定。

4）卤素电子检漏仪灵敏度相当高，凡检测时未有显示（可将灵敏度调至较高档位）可视为此处无泄漏。注意充 R134a 制冷剂的空调须用专用测漏仪，用传统测漏仪检测不出来，因 R134a 无氯元素。

（四）温度计

用以测量、监视蒸发器出风口的温度和一些制冷部件的温度。玻璃棒温度计与数字显示的电子温度计均可使用。

（五）制冷剂罐装注入阀

为了便于维修汽车空调系统和随车携带方便，将制冷剂装入小罐中，一般为 400g 左右。罐装制冷剂上装有顶针阀门，如图 5-6 所示。

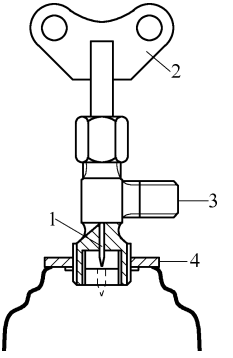


图 5-6　制冷剂罐装注入阀

1—阀针　2—蝶形阀
3—接头　4—圆盘

该阀的使用方法如下：

1）在制冷剂罐未安装注入阀之前，应逆时针旋转蝶形手柄，直到阀针完全缩回为止。

2）逆时针旋转圆盘螺母，使其升到最高位置，然后再把制冷剂罐注入阀往下拧，使其嵌入制冷剂罐密封塞内。

3）先把压力表组中间的注入软管接在注入阀接头上，再顺时针旋转圆盘螺母，直到拧紧为止。

4）顺时针旋转蝶形阀，以蝶形阀锥尖在制冷剂罐密封塞上刺穿一个小孔。

5）逆时针旋转蝶形阀退出阀针，同时打开压力表组件的手动阀，制冷剂就会通过软管、压力表组件进入空调制冷系统中。

若停止制冷剂加入，应顺时针旋转蝶形阀，利用阀针重新封闭制冷剂罐密封塞，并关闭压力表组件相应的手动阀。

（六）空调管路的抽真空

将空调管路抽成真空，按以下步骤进行：

1）分别将高压表1（见图5-7）接入储液罐上的维修阀3，将低压表2接入自蒸发器至压缩泵低压管维修阀4，中间注入软管安装于真空泵5接口。

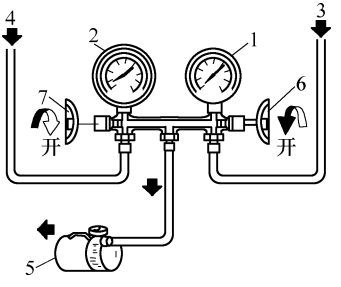


图5-7 空调管路抽真空

1—高压表 2—低压表 3—接储液罐维修阀 4—接压缩泵低压管维修阀 5—真空泵 6—高压手动阀 7—低压手动阀

2）启动真空泵，缓慢打开高、低压压力表的手动阀6和7，否则会造成压缩机油同时排出。

3）系统抽真空，使真空度达106Pa（低压表指示）。抽真空时间5～10min，若达不到该真空值，应关闭高、低压两侧手动阀，停止抽真空，检查泄漏处。

4）关闭高、低压压力表的手动阀。

5）静止5min，观察压力表指示，若真空度下降，则说明有渗漏处，应排除之，可用检漏仪查找泄漏处。若系统正常，可继续下面步骤。

6）继续抽真空20～25min。

7）关闭高低压压力表的两个手动阀，停止抽真空。从真空泵的接口拆下中间注入软管，抽真空结束，准备充注制冷剂。

（七）空调管路充注制冷剂

冲注制冷剂，按以下步骤进行：

1）确认空调管路无渗漏之后，将制冷剂罐注入阀3（见图5-8）连接在制冷剂罐1上，将高、低压力表的中间注入软管5安装在注入阀3的接口上，然后顺时针拧紧注入阀3的手柄，使注入阀上的顶针在制冷剂罐上顶开一小孔。

2）逆时针旋松注入阀3手柄，使顶针退出，制冷剂便充注中间注入软

管 5，这时不能开高、低压的手动阀 2、6。拧松连接高、低压力表一边的中心接头的中间注入软管螺母 4，看到白色制冷剂气体外溢，并听到嘶嘶的声音，主要作用在于排出中间注入软管 5 中的空气，然后再拧紧该螺母 4。旋开高压表侧手动阀，将制冷剂罐倒立，使制冷剂以液态注入制冷系统。必须注意在以液体形式从高压端向系统注入时，切忌开动发动机并打开空调系统，以防止反而倒罐。这次罐注应超过 200g。

3）打开低压侧手动阀，以制冷剂的气态形式通过低压侧注入系统。必须说明，在低压侧充注制冷剂时一定要以气态形态进行。控制低压阀，使低压表显示 250kPa 以下。若液态注入，会对压缩泵造成液击现象，损害压缩机。

4）在使用小罐制冷剂充注时，如一罐用完，用第 2、第 3 罐时，仍应先关闭压力表的手动阀，重新开启罐孔，中间注入软管在表头处拧松，放出一些制冷剂以排出管内空气。

5）如图 5-9 所示，当制冷剂充注速度减缓后，此时可怠速转动压缩机 1，关上高压阀门 2，用开关低压阀门 3，控制低压表在 250kPa 以下。此时若从高压阀门 2 灌入，会引起爆炸。向系统注入规定数量的制冷剂后，按下述方法拆卸压力表：

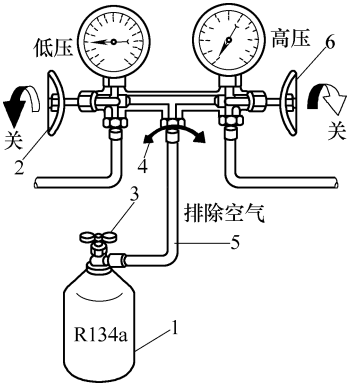


图 5-8　往空调管路充注制冷剂（一）

1—制冷剂罐　2—低压手动阀　3—注入阀　4—中间注入软管螺母　5—中间注入软管　6—高压手动阀

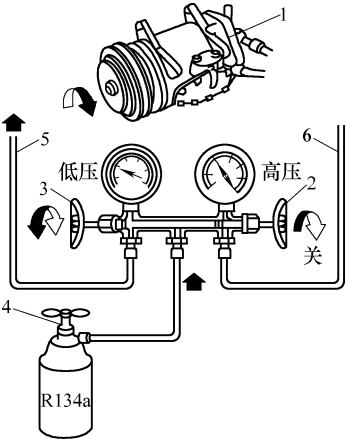


图 5-9　往空调管路充注制冷剂（二）

1—压缩机　2—高压阀门　3—低压阀门　4—注入阀　5—低压维修阀软管　6—高压维修阀软管

关闭高、低压力表的两个手动阀2、3，关闭制冷剂罐上的注入阀4，先拆除低压侧维修阀软管5，停止空调系工作及发动机工作，稍后，高压侧压力下降，从高压表侧维修阀拆下高压软管6。

二、压缩机的结构与检修

除部分大、中型客车空调压缩机是由专门的辅助发动机驱动外，大部分中、小型乘用车空调压缩机均由汽车发动机带动。一般大、中型客车压缩机都是传统的曲轴连杆机构往复活塞式，中、小型客车空调压缩机，就目前来讲，斜盘式压缩机占较大比例。

（一）曲轴连杆式压缩机

曲轴连杆式压缩机其主要零件有曲轴、活塞、连杆、气缸体、吸排气阀片、阀板等，如图5-10。

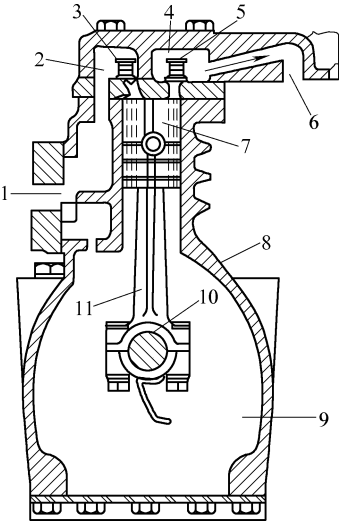


图5-10 曲轴连杆式压缩机

1—进气管 2—进气腔 3—进气阀总成 4—排气腔 5—排气阀 6—排气管 7—活塞 8—气缸体 9—曲轴箱 10—曲轴 11—连杆

曲轴连杆式压缩机对制冷剂蒸气的压缩，是由活塞在气缸内改变工作容积来完成的。其动力由发动机输入，工作原理如图5-11所示。

1. 压缩过程

当活塞处于最下端时，曲轴连杆活塞处于下止点，气缸内吸进由蒸发器出来的低压蒸气，吸气结束。活塞在曲轴连杆的带动下，开始向上运动，此时，吸气阀片和排气阀片都关闭。随着气缸容积不断减小，蒸气压力不断升高，温度也不断升高。当气缸内的压力略大于排气阀片的弹性力时，排气阀片打开，开始排气。从进气结束到排气开始叫作压缩过程。

2. 排气过程

排气阀打开后，压缩气体不断排出，活塞不断向上运动，但气缸内蒸气压力不再升高，直到曲轴连杆活塞到达上止点，排气结束。压缩机向外输送气体的过程叫作排气过程。

3. 膨胀过程

由于压缩机吸气阀结构以及制造安装工艺等方面的原因，活塞顶部和阀

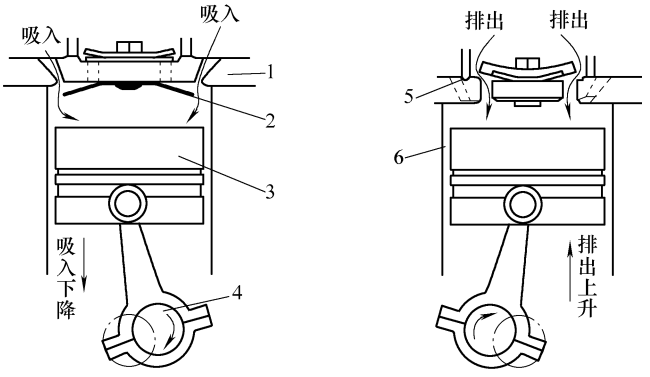


图 5-11　曲轴连杆式压缩机的工作原理

1—阀板　2—吸气阀片　3—活塞　4—曲轴连杆　5—排气阀片　6—气缸

板之间存在一定的间隙，该间隙所形成的容积称为余隙容积。由于余隙容积的存在，排气结束后仍然有一定数量的高压蒸气残留在余隙内。当活塞开始从上止点下移时，余隙内的高压蒸气开始膨胀，排气阀片在排气腔内压力作用下关闭。活塞继续下行，余隙内蒸气不断膨胀，直到压力略低于吸气腔内的压力时，吸气阀片打开，气体开始进来。活塞从排气阀关闭到吸气阀打开的过程，叫作膨胀过程。

4. 吸气过程

当余隙容积的剩余气体膨胀压力略低于吸气腔压力时，吸气阀片打开，蒸气吸入气缸内。随着活塞的下移，气缸容积不断扩大，低压蒸气不断被吸入。由于进气惯性和阀片弹性，活塞下移至下止点，然后往上移动一段时间后，吸气阀片才关闭进气。活塞从吸气阀片打开到关闭的过程叫作吸气过程。

完成了吸气过程后，又进入压缩过程。压缩机就是这样周而复始地压缩、排气、膨胀、吸气，将低压制冷剂蒸气变成高压蒸气，从而完成制冷系统的制冷循环。

由于曲轴连杆机构工作时，要作高速运动，所以必须对其进行润滑。一般润滑的方式有两种：一种是飞溅润滑，它是靠运动件高速旋转时所产生的离心力将润滑油送往各运动件；另一种是利用液压泵将润滑油压送到需要润

滑的地方。

（二）斜盘式压缩机

1. 斜盘式制冷压缩机的结构

斜盘式制冷压缩机如图5-12所示。其主要零件有缸体、前后缸盖、前后阀板、活塞、斜盘、钢球、回转斜盘等。

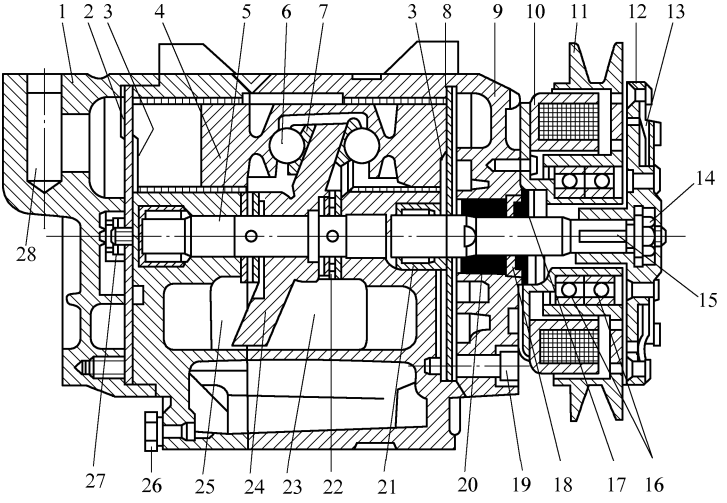


图5-12 斜盘式制冷压缩机

1—后端盖 2—后排气阀板 3—吸气阀板 4—活塞 5—主轴 6—钢球 7—轴承架 8—前排气阀板 9—前端盖 10—离合器电磁线圈 11—传动带盘 12—压力板 13—调整垫片 14—轴端螺母 15—键 16—传动带盘轴承 17—油封 18—轴封座 19—端盖螺栓 20—轴封 21—滚针轴承 22—止推轴承 23—气缸前半部 24—旋转斜盘 25—气缸后半部 26—放油塞 27—液压泵 28—滤网

2. 斜盘式压缩机的工作原理

斜盘式制冷压缩机的工作原理，见图5-13。它在回转轴上装有斜盘。当回转轴转动时，斜盘回转，通过回转斜盘和钢球而推动活塞作往复运动，从而完成了压缩机的吸气—压缩—排气过程。

（三）涡旋式压缩机

1. 涡旋式压缩机的结构

如图 5-14 所示，其主要零件有涡旋定盘、涡旋动盘、缸体、曲轴、涡旋盘端面密封、进气口、排气口等。

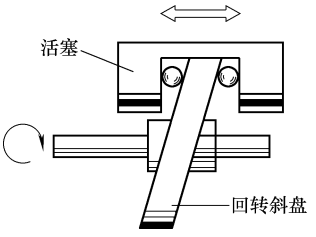


图 5-13　斜盘式压缩机的工作原理

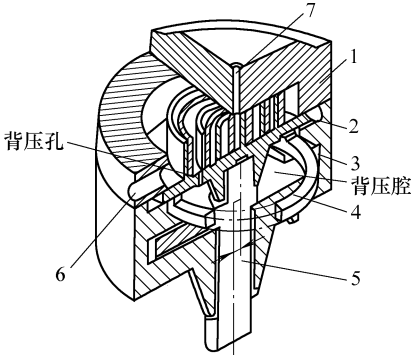


图 5-14　涡旋式压缩机的结构

1—涡旋定盘　2—涡旋动盘　3—缸体
4—涡旋盘端面密封　5—曲轴
6—进气口　7—排气口

2. 涡旋式压缩机的工作原理

涡旋式压缩机的工作原理如图 5-15 所示。一对相同型线的涡旋盘相互成 180°的角度啮合装配在一起，两个涡旋盘的型线是渐开线，涡旋定盘固定在机体上，涡旋动盘端面与偏心轴相接。涡旋动盘和涡旋定盘型线接触形成 4 个腔，外腔与吸气口相通，进行吸气过程；内腔与排气口相通，进行排气过程。两盘之间的两个封闭腔，一个完成吸气和开始压缩；另一个完成压缩和开始排气，只要再旋转，即完成排气。吸气、压缩、排气 3 个过程同时在 4 个腔内进行。

（四）压缩机拆卸与安装的方法

拆卸压缩机要注意几点：了解压缩机的构造，拆装工具齐备、清洁；应按顺序拆卸，卸下的部件应放在干净处并进行编号；必须保护配合面，拆卸有配合面的零件，要把配合面向上放置；应采用专用洗涤剂清洗零件，并用毛刷刷洗，严禁用破布、纱布擦零件，且切勿在火源附近工作，要避免零件沾水，更不能用水清洗；拆卸压缩机时应先排出压缩机冷冻润滑油后才能开始，拆卸前应将拆换的备件准备好。

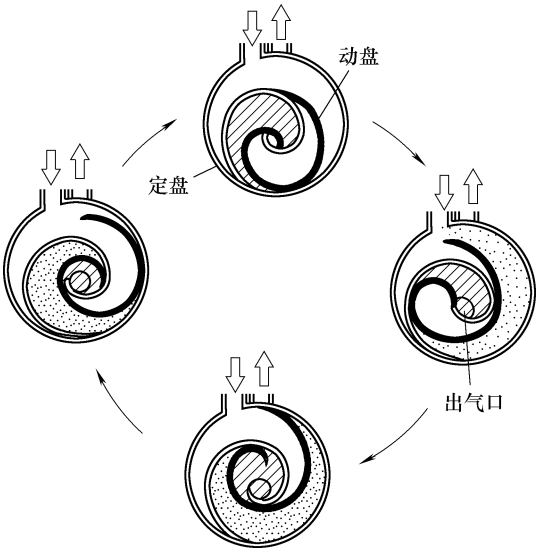


图 5-15　涡旋式压缩机的工作原理

1. 压缩机的拆卸、安装

1）排除空调管路内的制冷剂，拆下压缩机。有的汽车冷冻润滑油量已有标准，故不需测量，但另外一些车型的空调系统排放制冷剂时均须车辆流出的冷冻润滑油量。

2）松开连接板螺栓，使连接板能前后松动，让残存的制冷剂从缝隙里慢慢流出。注意排放制冷剂的流速不能太快，以防冷冻润滑油一起流走。

3）制冷剂排放完后，管路内已卸压，即可以取走管路接头和整块连接板。

4）立即用盖板盖住压缩机，以防止灰尘、水分和空气进入压缩机中。

5）拆去电磁离合器导线。

6）拧下V带张紧轮旁边压缩机支架上的固定螺钉，并拧下压缩机支架固定在发动机缸体上的螺钉和螺母，然后连同支架一起从发动机室内拆下压缩机（拆卸时要记住所有垫片的位置）。

特别注意的是，更换压缩机时，新的压缩机内可能充有氮气。这样在安装前要把冷冻润滑油的检查螺钉松动几圈，让氮气慢慢地放出来，然后再拧紧螺钉，最后再往压缩机内加注一定量的冷冻润滑油。

安装的操作顺序正好与拆卸的顺序相反。但需要注意的是：安装时，垫片一定要重新安装在原来的位置上；加注冷冻润滑油之前，一定要先检查油的液面高度。

2. 压缩机的检修

（1）压缩机的检查和保养　压缩机一般是每三年进行一次保养，主要检查进、排气压力是否符合要求，各紧固件是否松动，是否有漏气现象。拆开后主要检查进排气阀片是否有破损和变形现象，如有应修整或更换进排气阀总成。压缩机拆修后装复时必须更换各密封圈和轴封，否则会造成压缩机密封处泄漏。目前，我国轿车压缩机主要依靠进口，压缩机配件尤其是相配套的压缩机修理包（内装某种压缩机的易损件，如密封件、轴封等）十分奇缺，因此，国内各厂家对压缩机的定期保养基本上没有条件进行，一般都是当压缩机出现故障时更换整个压缩机总成。

（2）压缩机的修理　空调压缩机，其曲柄连杆机构可以同发动机一样采用修理尺寸法进行修复。就目前来讲配件供应十分缺乏，特别是进口车。因此，给压缩机的修复工作带来许多困难。而对于斜盘式压缩机，其运动件磨损到极限值后，由于修复技术要求高，配件也缺乏，故此，一般是换新机。如果有许多同型号的压缩机，当其报废后，可以将总成拆散，进行选配修复。

（3）活塞式压缩机常见故障及原因

1）压缩机有异常声响的原因

① 压缩机吸排气阀片破裂。

② 连杆轴承磨损，间隙增大。

③ 内部连接螺栓松动。

④ 带轮的键与键槽间隙过大。

2）压缩机排气压力过低原因

① 阀板垫破裂。

② 吸气阀破裂。

③ 排气阀破损。

④ 活塞气缸间隙过大。

三、冷凝器的结构与检修

汽车空调冷凝器的作用是把压缩机排出的高温、高压制冷剂气体的热量散发到车外空气中，从而使高温、高压的制冷剂气体冷凝成较高温度的高压液体。

（一）冷凝器结构

汽车空调冷凝器都是空气冷却式的。制冷剂在管内流动，空气在管外掠过，制冷剂散发的热量被空气带走。冷凝器有管片式、管带式及平行流式三种结构形式。

1. 管片式冷凝器

图5-16所示为管片式冷凝器的结构。它是汽车空调中早期采用的一种冷凝器，制造工艺简单。用胀管法将铝散热片胀紧在纯铜管上，管的端部用U形弯头焊接起来，铝散热片用于加强散热。

2. 管带式冷凝器

管带式冷凝器的结构如图5-17所示。它一般是将扁平管弯成蛇管形，在其中安置散热带并将管带间焊好。这种冷凝器的传热效率比管片式可提高15%～20%。

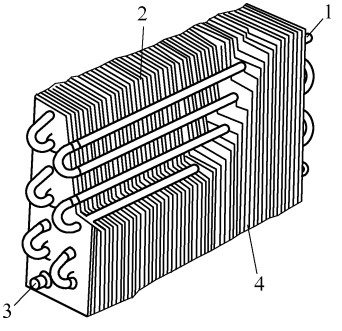


图5-16 管片式冷凝器的结构

1—进口 2—圆管
3—出口 4—散热片

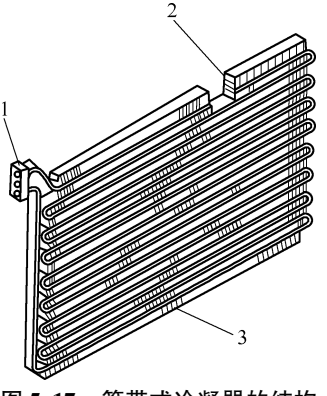


图5-17 管带式冷凝器的结构

1—接头 2—铝制内肋扁管
3—波形散热片

3. 平行流冷凝器

图5-18为平行流冷凝器的结构，它由圆筒集管、铝制内肋管、波形散热片及连接管组成。它是专为R134a而研制的新结构冷凝器。它是在两条集流管间用多条扁管相连，制冷剂在同一时间经多条扁管流通而进行热交换。这样大幅度地提高了其换热性能。

（二）冷凝器检修

1. 冷凝器的检查和保养

一般每年进行一次保养，保养内容主要是彻底清扫或清洗冷凝器表面的杂质、灰尘，用扁嘴钳扶正和修复冷凝器的散热片。仔细检查冷凝器表面是否有异常情况，并用检漏仪检查制冷剂有否泄漏。如防锈涂料脱落，应重新涂刷，以防止生锈穿孔而泄漏，检查冷凝器是否运转正常。

2. 冷凝器的维修

常见损坏是散热片堵塞或变形、盘管破裂、进出口的接头螺纹损坏等。

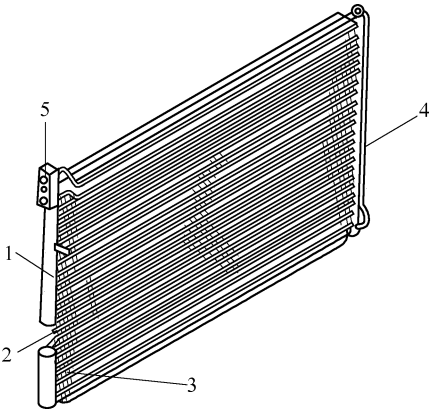


图 5-18　平行流冷凝器的结构

1—圆筒集管　2—铝制内肋扁管　3—波形散热片　4—连接管　5—接头

如果有杂物或泥污堵塞，则应用水清洗后再用压缩空气吹干。注意不能让水进入到盘管里面。清洗时要注意不要弄坏散热片。

如果发现盘管裂，可考虑补焊修复。但补焊后会损坏其附近的散热片。另外接头螺纹损坏等，如果修复有困难或修复后其可靠性差，就应考虑换新件。

四、储液干燥器的结构与检修

储液干燥器是串联在冷凝器与膨胀阀之间的管路上。从冷凝器来的高压制冷剂液体，经过滤、干燥后，流向膨胀阀。此装置并非所有汽车空调系统上都设置。

1. 作用

1）液化后的高压液体制冷剂。据制冷负荷的大小需要，随时供给蒸发器，并补充制冷系统的微量渗漏。

2）防止或减少水分在制冷系统中造成堵塞的故障。水分和制冷剂混在一起通过膨胀阀时，由于温度下降，便很容易凝结成冰，堵塞膨胀阀的出口，造成所谓冰阻故障。

3）杂质与制冷剂混在一起在系统中循环，很容易将系统中的小孔堵塞，影响系统正常工作。

2. 结构

在中小型汽车空调系统中的储液、干燥、过滤三种功能组成为一个容器，这容器称为储液干燥滤清器，其结构如图5-19所示。从图中可看出，它主要由观察玻璃、易熔塞、滤清器、干燥剂、引出管、进出口接头等组成。

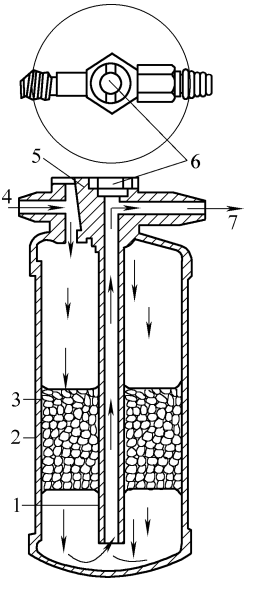


图5-19 储液干燥器的结构

1—引出管 2—干燥剂 3—滤清器 4—进口 5—易熔塞 6—观察玻璃 7—出口

从冷凝器来的液态制冷剂，从进口处进入，经滤网和干燥剂除去水分和杂质后进入引出管，从接头流向膨胀阀。

干燥剂是一种能从气体、液体或固体中去掉潮气的固体物质，一般常用的有硅胶及分子筛。硅胶在干燥时呈蓝绿色，吸水后呈粉红色。用过后的硅胶，可在烘箱内作脱水再生处理，但不能用明火烤。一般再生后的硅胶颜色不能复原。

分子筛是一种白色球状或条状的吸附剂，它对含水分低、流速大的液体或气体均有极高的干燥能力，它不但使用寿命长，还可经过再生处理重新使用。缺点是价格比较昂贵，所以使用不及硅胶普遍。

易熔塞是一种保护装置，一般装在储液器的头部，用螺塞拧入。螺塞中间是一种低熔点的合金，当制冷剂温度升到95～105℃时，易熔合金熔化，制冷剂逸出，避免了系统中其他零部件损坏。

通过观察玻璃，可以看出制冷剂的流动状态。当系统正常运行时，从玻璃中可以看到制冷剂流动情况。

3. 安装与检修

储液干燥滤清器需要安装在通风、冷却好、远离热源的地方，并且要直立，倾斜度不大于15°，且进出口不能接错。其拆卸步骤：

1）拔掉压力开关的连接插头。

2）拆掉连接管路，将制冷系统两端封闭。拆卸固定螺栓，拆下储液干燥器。

储液干燥器常见的故障是泄漏、塞堵和失效。

4. 检查

1）用检漏仪检查储液干燥器的接头处与易熔塞看其有无泄漏。

2）检查储液干燥器的外表脏污、观察孔是否清洁。

3）感觉储液干燥器进出口的温度。如果进出口温差很大，甚至出口处出现结霜的现象说明罐中滤网或中心管产生不同程度的堵塞。

4）检查膨胀阀，如果膨胀阀出现冰堵，说明制冷系统中有水，储液干燥剂失效。

5. 维修

如果储液干燥器的两端接头出现泄漏，则应紧固其接头或更换密封圈，无需拆下储液干燥器。如果是塞堵和失效，应拆下清洗滤网及将干燥剂脱水处理（或换新干燥剂）或者更换储液干燥滤清器。

五、膨胀阀的结构与检修

（一）作用

膨胀阀也称为节流阀，是汽车空调制冷装置的主要部件，安装在蒸发器入口前（见图 5-20），为制冷循环高压和低压之间的分界点。在膨胀阀前，制冷剂是高压液体；在膨胀阀后，制冷剂是低压、低温饱和液体和蒸汽的雾状混合物。膨胀阀的作用，一是将高压制冷剂液体节流降压，二是自动调节制冷剂进入蒸发器的流量，以适应制冷负荷变化的需要。

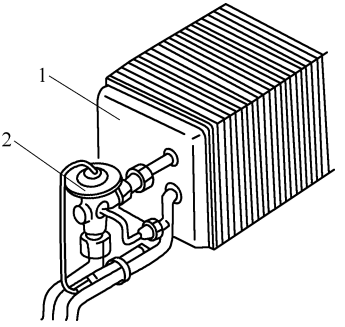


图 5-20　膨胀阀的安装位置

1—蒸发器　2—膨胀阀

膨胀阀的开度必须适宜，即它的节流减压的大小要适当，压力不必减小过多，只要减到制冷剂液体气化沸腾时，足以吸收车厢的热量即可。同样，进入蒸发器的制冷剂数量，也要与制冷负荷变化相适应，不过多，也不过少。若膨胀阀的开度与制冷负荷相比过大，则蒸发器中液体制冷剂的流量就会过多，容易使液体制冷剂回入压缩机的气缸中。与此相反，若是膨胀阀的开度与制冷负荷相比太小，则液体制冷剂在蒸发管内的流动途中就已经蒸发完了，在这之后的一段蒸发管中没有液体制冷剂可供蒸发，只有蒸气被过热。膨胀阀可以通过感温包，随着蒸发器出口处制冷剂温度的变化，自动调节阀

开启度的大小，供给适量的制冷剂液体。

（二）结构

图5-21为膨胀阀的结构。在感温包内装入制冷装置所用的制冷剂，将感温包紧贴在蒸发器的出口管路上，并用保温材料进行包扎，保证接触良好，温度尽量接近一致。用毛细管将感温包内的压力传送至膨胀阀的阀体。膨胀阀分为以下两种。

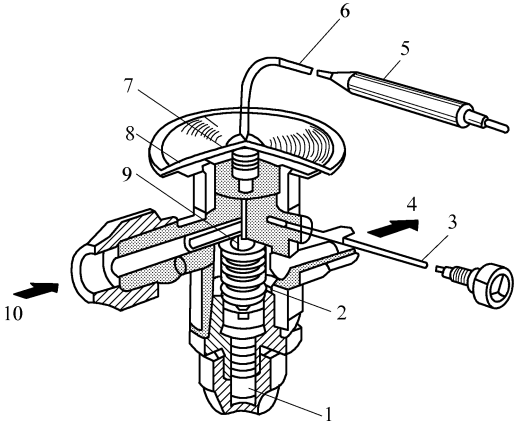


图5-21 膨胀阀

1—调整螺钉 2—弹簧 3—平衡管 4—低温低压制冷剂 5—感温包 6—毛细管 7—阀体 8—膜片 9—球阀 10—高压液体制冷剂

1. 内平衡式膨胀阀

内平衡式膨胀阀的工作原理如图5-22所示。p_f 为感温包内制冷剂压力；p_s 为弹簧弹力；p_e 为蒸发器内制冷剂蒸发压力。

在制冷循环系统正常运行时，存在如下关系：$p_f = p_e + p_s$ 针阀稳定在某一开度，循环制冷剂量保持稳定。

膨胀阀的开启度由蒸发器出口的蒸气过热度来控制。因为感温包安装地点距蒸发器还有一段距离，这时管道内制冷剂仍然要吸收外界热量，使其温度升高，称这个温度变化范围为过热度。

制冷负荷变大，使蒸发器中制冷剂不足，制冷剂提前蒸发，蒸发器出口处制冷剂蒸气的过热度增大，感温包被加热，感温包内制冷剂的饱和压力升高到超过阀体内弹簧与蒸发器内制冷剂二者的压力和（$p_f > p_e + p_s$）时，膜

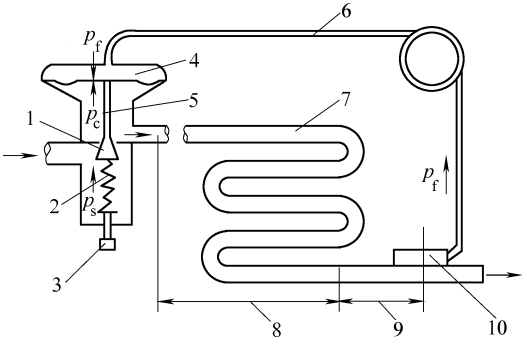


图 5-22　内平衡式膨胀阀的工作原理

1—针阀　2—过热弹簧　3—调节螺钉　4—膜片　5—推杆　6—毛细管
7—蒸发器　8—湿蒸气部分　9—过热蒸气部分　10—感温包

片向下压，推杆下移，把针阀向下顶开，阀孔开大，蒸发器内进液量增加。相反，制冷负荷变小时，蒸发器出口处制冷剂蒸气过热度减小，感温包内制冷剂压力减小，针阀开度相应变小，进液量也减少。

2. 外平衡式膨胀阀

如前述内平衡式膨胀阀，蒸发器入口的压力直接作用于膜片，为了加大阀门的开度，需要较高的过热度，结果蒸发器的热交换面积就有较大一部分未能充分发挥作用，使蒸发器效率降低。为了避免上述影响，采用外平衡式膨胀阀，其工作原理如图 5-23 所示。

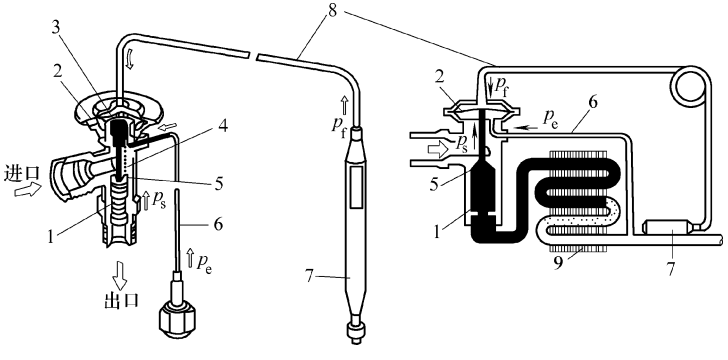


图 5-23　外平衡式膨胀阀的工作原理

1—压力弹簧　2—膜片　3—膜片室　4—均衡管路　5—阀
6—外平衡管　7—热敏管　8—毛细管　9—蒸发器

它的结构与内平衡式膨胀阀基本相似，只是其膜片下方不与供入的制冷剂液体接触，而是作用一个空腔，用一根平衡管与蒸发器出口连接。这样膜片下面制冷剂压力 p_e 不是膨胀阀出口的压力，而是蒸发器出口压力 p_o，以此来弥补内平衡式的缺点。由此可见，外平衡式膨胀阀的特点是它的调节性不受蒸发器蛇形管中由于流动阻力所引起的压力损失的影响。

（三）安装

安装热力膨胀阀时应将冷凝器或储液器出口管的螺纹接头与膨胀阀进口端对正，然后拧上螺母（不要拧得过紧）。再将其出口端与蒸发器进口管的螺纹接头对正，拧上几圈，最后用两把扳手分别夹住膨胀阀的进、出口端螺母，均匀用力将其拧紧。安装热力膨胀阀时应注意如下几点：

1）膨胀阀应安装在蒸发器的入口管上，阀体垂直放置，不宜倾斜安装，更不要颠倒安装。

2）感温包应安装在蒸发器出口的一段水平的吸气管上，并应远离压缩机吸气口1.5m以上，其位置应低于膨胀阀，且感温包要水平放置，以保证感温工质液体始终在感温包中。

3）感温包同蒸发器接触面锈迹应除尽，阀体应垂直放置，不宜倾斜安装，更不要颠倒安装。

4）感温包不应安装在吸气管的积液处，否则，感温包就不能感测到真正的过热度。

5）当吸气管径小于25mm时，感温包贴在吸气管的顶部；当吸气管径大于25mm时，感温包包扎在水平管的下侧45°角处或者侧面中点处。感温包无论如何不能贴附在水平吸气管的底部，以防管子底部积油等因素影响感温包的正确感温。

6）外平衡管应接在感温包安装部位后面10mm处，以免制冷剂在蒸发管内的流动阻力使膨胀阀产生误动作。一般外平衡管的连接端口的位置由厂家直接设计好，不能任意调整。

热力膨胀阀要在某一工况范围内执行自动调节，也需要在系统调试时对它予以调整。当膨胀阀进行正常运行后，它就能正确自动调节。

（四）调试

热力膨胀阀的调整是通过调节杆来调整弹簧的压缩力。

调节杆向外旋出是放松弹簧。顺时针方向旋调节杆为进，反时针方向旋调节杆为出。在系统运行调试时，可以从蒸发压力值的高低来判断膨胀阀调整方向和范围。蒸发压力高于给定值，即膨胀阀的流量偏大，应适当调小；

反之则应适当增大。调小阀门是顺时针旋转调节杆，使弹簧压缩力增加，蒸发压力就逐渐下降；反之则反时针旋转调节杆。

（五）常见故障及维修

膨胀阀的保养，一般每一年到两年检查一次其动作是否正常，开度大小是否合适，进口滤网是否被堵塞，如不正常应更换或作适当调整。

膨胀阀若被污物堵塞，可用高压空气吹通，如吹不通，只有拆卸进行清理。拆卸膨胀阀后，应检查其进口处的滤网是否干净（有些膨胀阀没有滤网）。如有污物则要清洗；膨胀阀的感温包有渗漏，就要换新件。

若系统内有水分与制冷剂混合在一起流动。当通过膨胀阀时，制冷剂节流，压力及温度均大大降低，水便冻结成冰，在膨胀阀处形成“冰塞”，出现如下现象：车内吹出的冷气一阵凉，一阵不凉。这是因为当结冰堵塞阀孔，使制冷系统停止供液，制冷效果下降。停一会儿，待膨胀阀的冰塞熔化制冷剂环流，车厢吹出的冷气又凉快了。可以多次更换干燥剂，反复抽真空，排出系统水气。

感温包和蒸发器管包扎松动，不能很好地起感温作用。感温包外的绝热胶带松脱，使包内压力增大，造成膨胀阀开度过大。膨胀阀针阀生锈，动作不灵活。

注意：在修理中，热力膨胀阀只许用同类的制品更换，其使用的系统均规定孔径尺寸。若以尺寸有异的阀取代，将会严重影响系统的制冷效果。

六、蒸发器的结构与检修

蒸发器的作用是将经过节流降压后的液态制冷剂在蒸发器内沸腾汽化，吸收蒸发器表面周围空气的热量而降温，风机再将冷风吹到车室内，达到降温的目的。同时空气中水分，由于温度降低而凝结于蒸发器上，经收集排出，也起到减湿作用，如图 5-24 所示。

（一）结构

蒸发器的结构近似于冷凝器，用铜管（或铝管）绕制散热翅片构成。各种车型所用的蒸发器，虽然在外形上有所不同，但其结构和工作原理基本都是一致的。一般有管片式、管带式、层叠式三种。

1. 管片式蒸发器

如图 5-25 所示，它由铜质或铝质圆管套上铝散热片组成，经胀管工艺使铝散热片与圆管紧密相接触。其结构较简单，加工方便，但换热效率较差。

2. 管带式蒸发器

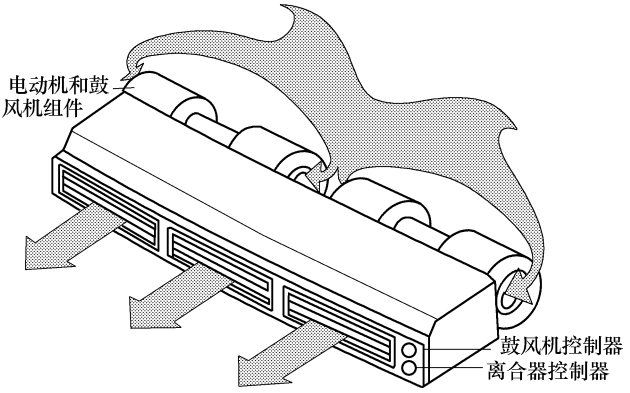


图 5-24　蒸发器工作原理图

如图 5-26 所示，管带式蒸发器由多孔扁管与蛇形散热铝带焊接而成，工艺比管片式复杂，该种蒸发器换热效率可比管片式提高 10% 左右。

3. 层叠式蒸发器

如图 5-27 所示，层叠式蒸发器由两片冲成复杂形状的铝板叠在一起组成制冷剂通道，每两片通道之间夹有蛇形散热铝带。这种蒸发器也需要

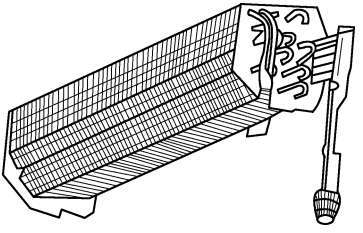


图 5-25　管片式蒸发器

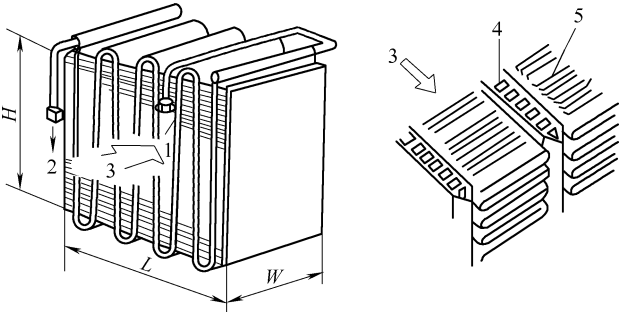


图 5-26　管带式蒸发器

1—制冷剂进口　2—制冷剂出口　3—空气流向　4—管带　5—散热片

双面复合铝材，且焊接要求高，因此，加工难度最大，但其换热效率也高，结构也最紧凑。采用制冷剂 R134a 的汽车空调就应用这种层叠式蒸发器。

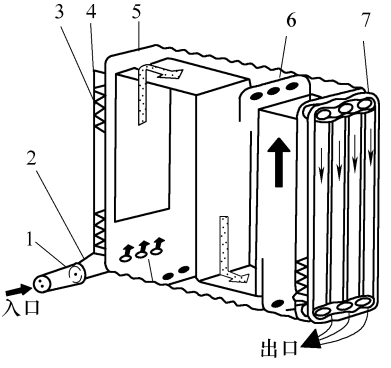


图 5-27　层叠式蒸发器

1—套管　2—集流管　3—散热片
4—边板　5—板 3　6—板 2　7—板 1

（二）检修

蒸发器的检查和保养，一般应每年用检漏仪进行一次检漏作业，每二到三年应卸开蒸发器盖，对蒸发器内部进行清扫，清除送风通道内的杂物（可用压缩空气来吹）。

蒸发器常见故障和检修方法和冷凝器相同。若蒸发器表面结霜太厚其原因一般如下：

1）蒸发器进气滤网堵塞，阻碍热交换，可清洗滤网。

2）进入蒸发器的液体制冷剂过多，可调整温度控制器。

3）蒸发器风扇不转或风量小，可检查风扇电动机工作情况。

七、电磁离合器的结构与检修

在非独立式汽车空调制冷系统中，压缩机是由汽车发动机驱动的。为了使空调系统的开、停不影响发动机的工作，压缩机的主轴不是与发动机曲轴直接相连，而是由发动机曲轴前端的带轮通过传动带将动力传递给空调压缩机的带轮，然后经电磁离合器把动力传递给压缩机的。电磁离合器是发动机和压缩机之间的一个动力传递机构，受空调 A/C 开关、温控器、空调放大器、压力开关等控制，在需要时接通或切断发动机与压缩机之间的动力传递。另外，当压缩机过载时，它还能起到一定的保护作用。因此，通过控制电磁离合器的结合与分离，就可接通与断开压缩机。

在汽车空调系统中，一般电磁离合器安装在压缩机前端面，成为压缩机总成的一部分。电磁离合器由带轮、电磁线圈、压力板等主要部件组成。离合器有两种形式，一种为旋转线圈式，电磁线圈与带轮一起转动；另一种是固定线圈式，电磁线圈不转动，只有带轮转动。后者应用较广泛，图 5-28 为一种固定线圈式电磁离合器的工作原理图。电磁线圈固定在压缩机的外壳上。压力板与压缩机的主轴相连接。带轮通过轴承套在轴上，可以自由转动。

当有电流通过电磁离合器的电磁线圈时，电磁线圈产生电磁吸力，使压缩机的压力板与带轮结合，将发动机的转矩传递给压缩机主轴，使压缩机主轴旋转。当无电流时，电磁线圈的吸力消失。在弹簧作用下，压力板和带轮脱离，压缩机便停止工作。

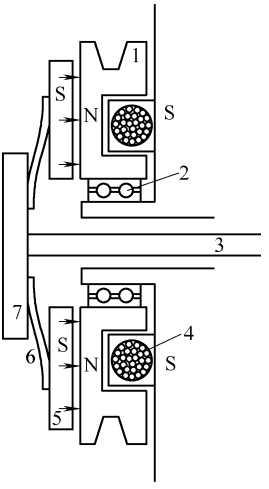


图 5-28　电磁离合器工作原理

1—带轮　2—轴承　3—压缩机主轴　4—电磁线圈　5—压力板　6—弹簧片　7—驱动盘

八、风机的结构与检修

汽车空调系统采用的风机，大部分是靠电动机带动的气体输送机械，它对空气进行较小的增压，以便将冷空气送到所需要的车厢内，或将冷凝器四周的热空气吹到车外，因而风机在空调制冷系统中是十分重要的设备。

风机按其气体流向与风机主轴的相互关系，可分为离心式风机和轴流式风机两种。

（一）离心式风机

离心式风机的空气流向与风机主轴成直角，它的特点是风压高、风量小、噪声也小。蒸发器采用这种风机，因为风压高可将冷空气吹到车厢内每个乘员身上，使乘员有凉爽感。

离心式风机主要由电动机、风机轴（与电动机同轴）、风机叶片、风机壳体等组成，如图5-29所示。风机叶片有直叶片、前弯片、后弯片等形状，随风机叶片形状不同，所产生的风量和风压也不同。

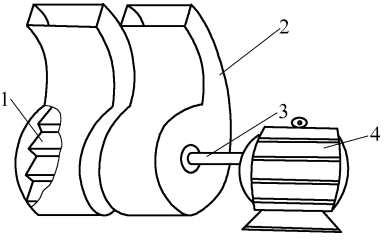


图 5-29　离心式风机

1—风机叶片　2—风机壳体　3—风机轴　4—电动机

（二）轴流式风机

轴流式风机的空气流向与风机主轴平行，它的特点是风量大、风压小、耗电省、噪声大。冷凝器采用这种风机，因为风量大可将冷凝器四周的热空气全部吹走。耗电省是车用电器最重要的要求，轴流式风机能满足这种要求。至于轴流式

风机的缺点，如风压小、噪声大，对冷凝器来说不是大问题，因为冷凝器只要将其四周的热空气吹离即可，并不要求将热空气吹很远，所以风压小不影响冷凝器正常工作；另外，冷凝器是安装在车厢外面的，所以风机噪声大也不影响到车内。

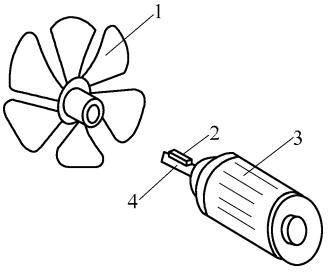


图 5-30　轴流式风机

1—风扇叶片　2—键
3—电动机　4—风机轴

轴流式风机主要由电动机、风机轴、风机叶片、键等组成，如图 5-30 所示。叶片固定在骨架上，叶片常做成 3、4、5 片不等，叶片骨架穿在电动机轴上，由键带动旋转。

（三）轿车风机与通风管道的拆装（以丰田佳美车为例）

1. 风机拆装

拆卸风机时应先拆去蓄电池接地线，卸下散热器热水管和控制导风板位置的钢索。顶起汽车，拆去除与水箱散热器支架连接之处送风机挡板上的全部连接螺钉，然后拉出导风板，在导风罩下部与围板间垫上一块 50 ~ 100mm 的方木，以便能拆去风扇及电动机。风机的拆卸与重新安装可按下列步骤进行：

1）拆开向风机供冷的管路及风机供电导线，拧去风机外壳的固定螺钉，将风机与外壳一起取出。如导风管接头处因密封粘紧须细心撬开分离，防止用力过度使连接管壁变形。

2）拧松风扇叶轮的固定螺母，拆开风扇叶片和电动机。

3）重新安装风机时按与拆卸相反的顺序进行。装风扇叶片时应注意叶片曲面展开应离开电动机伸向外端。

2. 通风管道的安装

通风管道安装在仪表板主板内侧的中上部位置，其安装程序如下：

1）将右侧通风壳体从仪表台板主板内侧装入其安装孔内；然后将通风窗叶片总成再装入通风壳体内。用一个自攻螺钉将通风壳体一侧固定，另一侧用两个自攻螺钉和通风窗固定片将通风壳体固定。

2）将左侧通风壳体从仪表台板主板内侧装入其安装孔内；然后将通风窗叶片总成再装入通风壳体内，用一个自攻螺钉将通风壳体一侧固定，另一侧用两个自攻螺钉和通风窗固定片将通风壳体固定。

3）将中央通风窗总成从仪表台板主板内侧装入其安装孔内，然后用两个自攻螺钉将中央通风窗总成固定。

4）将右侧通风管道和左侧通风管道与中央通风管道组合在一起，然后分别用手压装在相应的风窗壳体上。

九、汽车空调系统控制电路与检修

由于车型不同，所装的空调系统也由简单到复杂，种类很多，但就基本原理和电路来说却都有相同之处。

（一）汽车空调系统的基本电路

一般汽车空调系统的基本电路包括电源电路、鼓风机控制电路和电磁离合器控制电路，如图5-31所示。其工作过程是：接通空调及鼓风机开关，电流从蓄电池流经空调及鼓风机开关后分为两路，一路从上面经温控器至电磁离合器，使电磁离合器线圈通电，压缩机被发动机带动开始工作，同时与电磁离合器并联的压缩机工作指示灯也通电发亮；另一路经空调及鼓风机开关和鼓风机调速电阻联合控制鼓风机、电动机转速以控制风速。

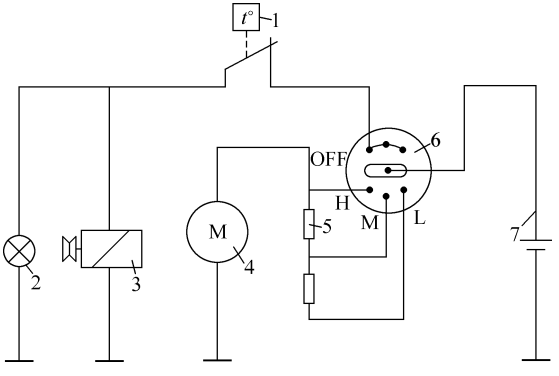


图5-31 汽车空调系统的基本电路

1—温控器 2—压缩机工作指示灯 3—电磁离合器 4—鼓风机电动机
5—鼓风机调速电阻 6—空调及鼓风机开关 7—蓄电池

当车厢温度高于设定温度时，温控器的触点闭合，电流通过电磁离合器线圈使压缩机工作，由于空调的工作使车厢温度低于设定温度时，温控器触点断开，电磁离合器断电，压缩机停止工作，指示灯熄灭，这时鼓风机仍在

工作。如此使车厢内温度控制在设定的温度范围内。

为了加强冷凝器的冷却效果，有的汽车空调系统设置了专用的冷凝器冷却风扇，由电动机驱动，由于增加了一只风扇电动机，使工作总电流增加，为减小通过温控器和空调鼓风机开关的电流，所以增设了一只继电器，用来控制压缩机电磁离合器和冷凝器风扇电动机电路，如图 5-32 所示。

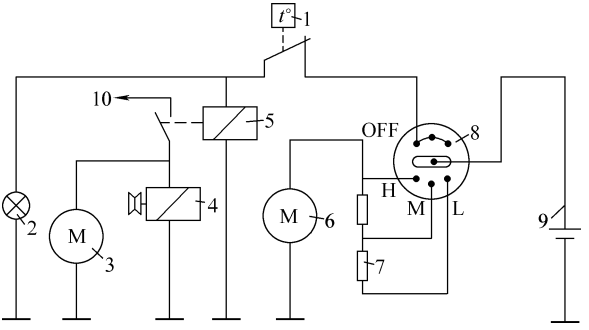


图 5-32　装有冷凝器冷却风扇的空调电路

1—温控器　2—压缩机工作指示灯　3—冷凝器冷却风扇电动机　4—电磁离合器　5—继电器　6—鼓风机电动机　7—鼓风机调速电阻　8—空调及鼓风机开关　9—蓄电池　10—接蓄电池正极

为了更精确地控制蒸发器出口的温度，在有些汽车的空调制冷系统中由热敏电阻和空调放大器来控制压缩机电磁离合器电路的接通与切断。如图 5-33 所示，具有负温度系数的热敏电阻安装在蒸发器送风出口。可通过与热敏电阻相串联的温度调整电阻来设置空调系统的送风温度。空调放大器是一只电子电路控制的开关，对温度信号（对应热敏电阻的阻值）进行处理。

（二）典型汽车空调电路分析

图 5-34 所示为上海桑塔纳轿车空调电路，该电路由电源电路、电磁离合器控制电路、鼓风机控制电路和冷凝器风扇电动机控制电路组成。

其工作过程如下：

1）点火开关处于断开（置 OFF）位置时，减负荷继电器的线圈电路切断，触点张开，空调系统不工作。

2）点火开关处于启动（置 ST）位置时，减负荷继电器线圈电路切断，触点张开，中断空调系统的工作，以保证发动机启动时，蓄电池维持足够的电能。

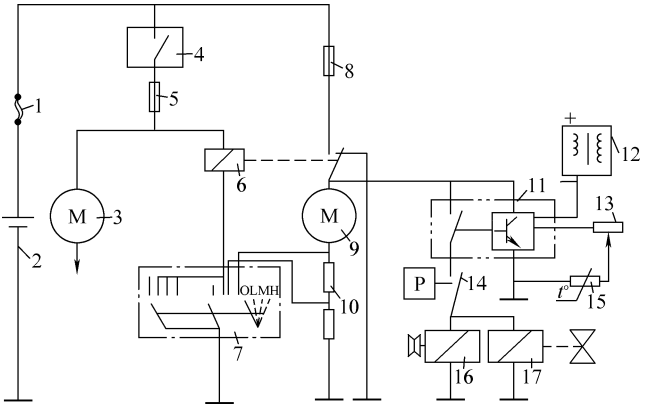


图 5-33　热敏电阻控制的空调电路

1—熔丝　2—蓄电池　3—暖风装置鼓风机　4—点火开关　5—熔断丝盒　6—空调继电器　7—鼓风机开关　8—熔断器　9—制冷装置鼓风机　10—鼓风机调速电阻　11—空调放大器　12—点火线圈　13—温度调整电阻　14—压力开关　15—热敏电阻　16—电磁离合器　17—真空转换电磁阀

3）点火开关处于接通（置 ON）位置时，减负荷继电器线圈电路接通，触点闭合，空调继电器中的线圈 J_2 通电，接通鼓风机电路，此时可由鼓风机开关进行调速，使鼓风机按要求的转速运转。

4）当需要制冷系统工作时，接通空调开关 A/C，空调开关 A/C 的指示灯亮，表示空调开关已经接通。此时电源经空调开关 A/C、环境温度开关可接通下列电路：

① 新鲜空气翻板电磁阀电路接通，该阀动作接通新鲜空气翻板控制电磁阀的真空通路，使新鲜空气进口关闭，制冷系统进入车内空气内循环。

② 经蒸发器温控开关、低压保护开关对电磁离合器线圈供电，同时电源还经蒸发器温控开关接通化油器的怠速提升真空转换阀，提高发动机的转速，以满足空调动力源的需要。

③ 对空调继电器中的线圈继电器 J_1 供电，使两对触点同时闭合，其中一对触点接通冷凝器冷却风扇继电器线圈电路；另一对触点接通鼓风机电路。

低压保护开关串联在蒸发器温控开关和电磁离合器之间，当制冷系统因缺少制冷剂使制冷系统压力过低时，开关断开，压缩机停止工作。

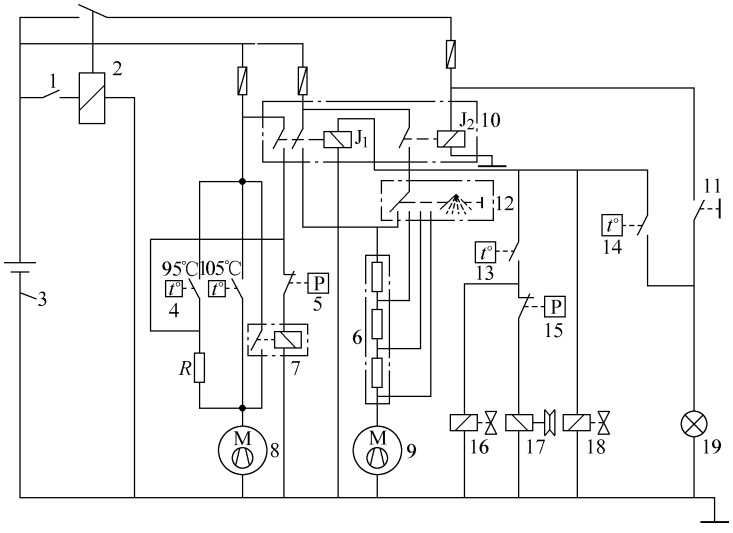


图 5-34　上海桑塔纳轿车空调控制电路

1—点火开关　2—减负荷继电器　3—蓄电池　4—冷却液温控开关　5—高压保护开关　6—鼓风机调速电阻　7—冷却风扇继电器　8—冷却风扇电动机　9—鼓风机　10—空调继电器　11—空调开关 A/C　12—鼓风机开关　13—蒸发器温控开关　14—环境温度开关　15—低压保护开关　16—怠速提升真空转换阀　17—电磁离合器　18—新鲜空气翻版电磁阀　19—空调开关指示灯

高压保护开关串联在冷却风扇继电器和空调继电器 J_1 的一对触点之间，当制冷系统高压值正常时，触点张开，将电阻 R 串接入冷却风扇电动机电路中，使风扇电动机低速运转。当制冷系统高压超过规定值时，高压保护开关触点闭合，接通冷却风扇继电器线圈电路，冷却风扇继电器的触点闭合，将电阻 R 短路，使风扇电动机高速运转，以增强冷凝器的冷却能力。同时，冷却风扇电动机还直接受发动机冷却液温控开关的控制，当不开空调开关 A/C 时，若发动机冷却液温度低于 95℃时，风扇电动机不转动，高于 95℃时，冷却风扇电动机低速转动。当冷却液温度达到 105℃时，则风扇电动机将高速转动。

空调继电器中的继电器 J_1 触点在空调开关 A/C 一接通时即可闭合，使鼓风机低速运转，以防止蒸发器因表面温度过低而结冰。

（三）电路检修

汽车空调电路故障是经常发生的。当空调启动后，如乘客室内没有冷风送入，很可能就是电路故障。电路故障可能发生在线路上；也有可能是电器元件本身故障。但有些电路故障，如电磁离合器不吸合，冷凝器风扇不运转，有可能是由于制冷循环而引起的，因此在分析电路故障时，必须和制冷系统结合起来判断。

1. 检查仪器

常用的检查仪器有万用表，在没有检查仪器的情况下，也可自制简单的检查工具，以便能迅速找出故障之处。

（1）试灯笔　如图5-35所示，用一支透明塑料柄螺钉旋具，在柄上钻一个孔，装入12V汽车小型管状灯泡，入口处用丝锥攻成螺孔，常用胶木或其他绝缘材料加工成螺栓，中心钻一小孔，用软塑料铜线穿入绝缘螺栓内，用薄铜片剪一个小圆垫片，焊在穿过绝缘螺栓的铜线末端。再在铜线的另一端焊上一个鳄鱼夹，最后把绝缘螺栓拧入螺钉旋具柄内，这样，试灯笔制作成了。可用来检查线路中有无电路以及搭铁不良等。

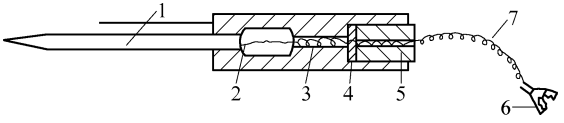


图5-35　自制试灯笔

1—透明胶把螺钉旋具　2—管状灯泡　3—电阻丝
4—铜片　5—绝缘螺钉　6—鳄鱼夹　7—导线

（2）跨接线　如图5-36所示，跨接线可用几根粗细不同的导线，两端焊上鳄鱼夹制成。可以把两点直接连起来。检查线路中的断路和接触不良。

2. 电器线路的检修

汽车空调电器线路中常见故障有接触不良、断路以及搭铁故障。



图5-36　自制线夹

（1）接触不良　电路接触不良表现为电器时而工作，时而不工作，即使工作也达不到性能要求，这种情况较为普遍。如鼓风机转速不够，时转时不转，可以按下述方法检查：

1）看有关部件与线路是否有不正常的发热现象，并用万用表测量出现

发热点间的电阻。

2）用手摇动用电器部件，看部件是否接触良好。

3）观察各部件长期使用后是否受潮、锈蚀、导电不良或损坏。

4）检查连接器，可用万用表或试灯笔进行检查，如插头前后的电阻较大或插头前发光正常，插座后发光度差，就可确定连接器处有故障。

（2）断路故障　断路也叫作开路，就是电路中无电流。这种故障现象在空调电路中是比较常见的，如线路被车体刃角切断而引起的断路，可用试灯笔、跨接线和万用表逐渐检查；如系负极开路，可将试灯笔夹在蓄电池的正极检查，也可用万用表配合试灯笔进行检查，万用表测量电阻如出现无穷大，则说明两点间断路。

（3）搭铁故障　空调电路中出现搭铁故障，即出现短路。电路中电流过大，易烧坏或烧断熔丝。如遇到熔丝烧断，千万注意不要任意增大熔丝的安培数或用细铜丝代替熔丝，否则会烧坏线路和电阻，搭铁故障的排除，可用逐步断路法来排除。

1）检查各电阻部件，首先将熔丝盒外壳打开，把烧坏的熔丝拔出，把试电笔插入熔丝的两端，打开空调开关，试电笔中的灯泡会发亮。把电路中有关的部件逐个拔出或卸掉，观察小灯亮度是否减弱或熄灭。如小灯亮度不变或电流不变，把部件装回原处，继续取下一级电器部件，直到灯泡或电流发生变化，找出搭铁部件为止，并修换这个部件。

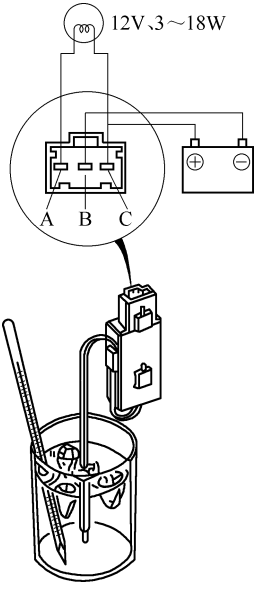


图 5-37　温控器的测试

2）检查线路时，如果所有的部件都试过，灯泡亮度或万用表中的电流不变，则说明部件良好，可确定搭铁故障在线路上，可采用逐步断路法来排除它。

3. 电器元件的检修

（1）温控器的检修　以波纹管式温控器为例来介绍温控器的检修。波纹管式温控器常见故障有感温包泄漏以及触点接触不好。其检修方法如下：

1）就车检修

① 当环境温度在 2～5℃以下，空调系统不工作时，万用表测量 A、C（见图 5-37）两点，

两点间应是不导通的，否则温控器有问题，应更换。

② 启动发动机，打开空调 A/C 开关，将功能键选在最大而将调风键选取在“L_0”位置，使蒸发器结霜，观察压缩机是否停转。

2）温控器的测试

① 拔下温控器的插头，拆下温控器，拆时小心别划破感温管。

② 检查感温管是否完好，管内的介质是否泄漏。

③ 如图 5-37 所示，将蓄电池的正极接在温控器的连接器端子 C 上，而 B 端与负极相连，然后在 A、C 之间接一测试灯（12V，3～18W）。

④ 将温控器的感温管浸入一盛满冰水的杯中，小心连接器进水，观察测试灯的变化。

⑤ 当冷却液温度在 2～5℃以下时测试灯不亮，而在 4～5℃以上测试灯应亮；否则更换温控开关。

（2）压力开关的检修　高压压力开关的触点是常闭式。用万用电表测量其两个接线端，如果是断路，则说明已损坏；如果电阻为零则说明正常。低压开关的触点，在没有压力的作用下是常开的。用万用表测量其两个接线端，如果正常，应该是断路。

检查压力开关最好是在有压力的情况下检查较为可靠。如果压力开关内部的膜片或弹簧损坏就应换新件。

压力开关的拆装：

1）从制冷系统中排出制冷剂。

2）脱开压力开关连接器，用呆扳手卡住制冷管上的开关座，小心不要使管子扭曲，然后以一定力矩拆下压力开关。

3）压力开关的安装按与拆卸相反的顺序进行。

（3）压缩机离合器和带轮部件故障及原因

1）离合器的噪声及原因：其原因是轴上锁母松动，线圈部件螺钉松动；带轮轴承坏了，或者是轴上的键松动。

排除方法：如果拧紧松动的螺钉和螺母后，还不能消除噪声，就要检查离合器的从动盘，看是否有翘曲变形的地方。如果从动盘变形了，就要予以更换。轴承磨损松旷也会发出噪声，必须更换已损坏的轴承。

2）离合器不能吸合的原因：首先检查离合器电磁线圈有无电压。如有电压用万用表检查线圈的导通性，如果不通，证明离合器线圈断路，必须更换。

3）输出轴上键松动的原因：其原因常常是轴上锁紧螺母松动造成的，

如发现键损坏，必须换键。

（4）真空转换阀（VSV）的检修　真空转换阀是轿车怠速自动调整装置的主要部件，主要由线圈（电磁）、活动铁心以及压缩线圈组成的。常见的故障是不能正常的导通，内部的线圈发生短路、断路故障。其检修方法如下：

1）拆下真空转换阀

① 如图 5-38 所示，脱开连接器。

② 脱开空气软管。

③ 拧下两个紧固螺栓，拆下真空转换阀（VSV）。

2）检查真空转换阀（VSV）短路

① 如图 5-39 所示，用万用表检查各端子与真空转换阀（VSV）壳体之间是否导通，如果导通，即出现短路现象，则应更换真空转换阀（VSV）。

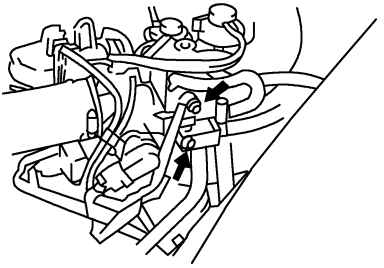


图 5-38　拆下 VSV

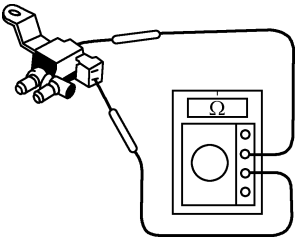


图 5-39　检查 VSV 短路

② 用万用表测量两个端子之间的电阻，在 20℃时，电阻为 30 ~ 34Ω，如果电阻与规定值不相符合，则更换真空转换阀（VSV）。

3）检查真空转换阀（VSV）的导通情况

① 向管子中吹空气，检查真空回路的导通情况。

② 将蓄电池端子如图 5-40 所示相连，向管 A 中吹空气，空气应从 B 管中出来，否则出现故障，应更换真空转换阀（VSV）。

③ 脱开蓄电池两端子，向管 A 吹入空气，空气不能从 B 管中出来，否则出现故障。应更换真空转换阀（VSV）。

④ 真空转换阀按拆下相反的顺序安装。

（5）鼓风机的检修

1）就车检查：起动发动机并保持怠速 1250 ~ 1500r/min，打开空调 A/C 开关，把鼓风机开关置于“零”档。送风口应有微风出来，然后接上风扇

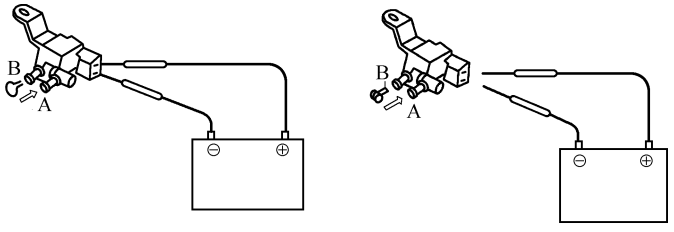


图 5-40　检查真空回路的导通情况

电动机开关后，从低档到高档分别拨动调速档。每档让风扇停留 5min，检查其吹出的风速是否有变化，若没有变化，则有可能是开关或调整电阻损坏。

2）鼓风机开关的检查：如图 5-41 所示，当风扇开关置于“0”档时，A、B、C、D、E、F、G 都不导通；当置于“1”档时，B、A、D 之间相互导通；当置于“2”档时，B、A、E 之间相互导通；当置于“3”档时，B、A、F 之间互导通；当置于“4”档时，B、A、G 之间相互导通，否则风扇开关就更换。

3）鼓风机电动机的检查

① 鼓风机的拆卸。

a. 拆下仪表下镜镶板。

b. 如图 5-42 所示，脱开鼓风机电动机上的连接器，松开 3 个紧固螺钉，拆下鼓风机电动机。

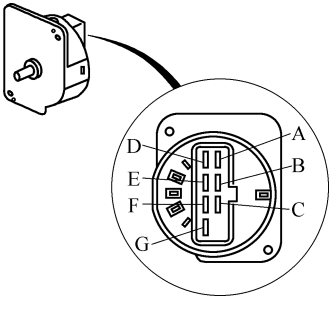


图 5-41　鼓风机开关

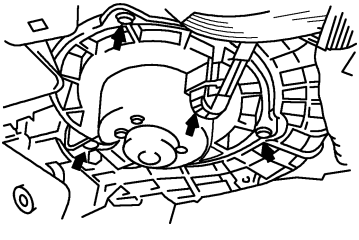


图 5-42　拆下鼓风机电动机

② 鼓风机电动机的检查，如图 5-43 所示；将蓄电池正极与端子 2 相连，负极与端子 1 相连，然后检查电动机运行情况，电动机运行应平稳无异响，否则应更换鼓风机电动机。

③ 鼓风机电阻器的检查。鼓风机电阻器安装在鼓风机壳外壳上，与鼓风机串联在一起，可用万用表检测。如图 5-44 所示，测量电阻 A 时，大约为3～4Ω（以捷达轿车为例），测量 B 时，大约为 0.8～1.21Ω，否则出现故障应更换。

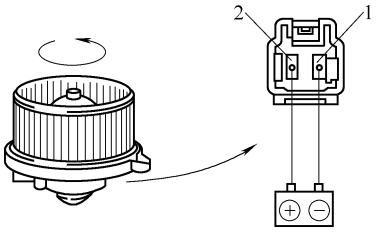


图 5-43　鼓风机电动机的检查

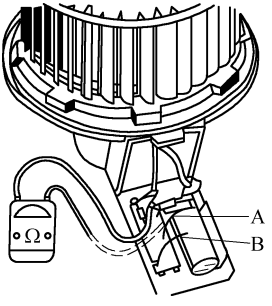


图 5-44　检测鼓风机串联电阻

如图 5-45 所示，也可测量连接器的插头 2、3 之间约 3～4Ω；4、5 之间约为0.8～1.2Ω，它们之间应相互导通，否则应更换。

④ 以拆卸相反的顺序安装鼓风机。

（6）继电器的检修

汽车空调控制系统中有冷凝器风扇继电器、鼓风机继电器以及主继电器等，它们的工作原理相同，检修方法相似。下面以最简单的四插脚继电器为例，说明继电器的检修方法。如图 5-46 所示，继电器的检测方法有两种。

1）静态检测

① 用万用表测 A、D 之间的电阻，电阻值应为几欧姆到几十欧姆不等。

② 用万用表测 B、C 之间的电阻，其阻值应为无穷大，否则应更换。

2）动态检测

① 在 A、D 之间加上 12V 的电压，应听到“叭”的继电器吸合声。

② 用万用表测 B、C 之间应导通，否则更换。

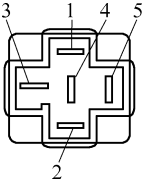
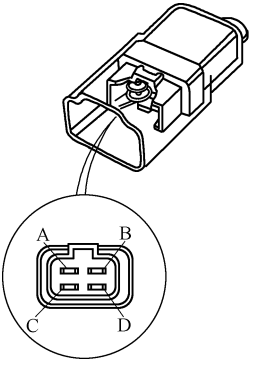


图 5-45 鼓风机电阻器连接器的插头



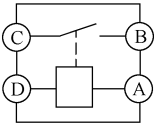


图 5-46 继电器的测试

第二节 汽车空调疑难故障的诊断与排除

一、汽车空调不供暖或暖气不足

1. 故障现象

汽车在打开空调时，空调不供暖或供应的暖气不足。

2. 故障原因

1）鼓风机损坏。

2）鼓风机继电器、电阻器损坏。

3）真空驱动器损坏。

4）热风管道堵塞或漏风。

5）冷却液管堵塞。

6）加热器积垢堵塞。

7）热水开关或真空驱动器失效。

3. 故障排除方法

1）查看热风管道是否堵塞或者管道是否破裂漏风，视情况予以修理。

2）查看冷却液管是否堵塞并予以排除。

3）检查加热器是否积垢太多并清理。

4）用万用表检查继电器、调温电阻器，是否断路、短路并予以排除。

5）检查真空驱动器，如损坏，应更换。

6）用万用表检查鼓风机，查看鼓风机线圈是否断路或短路。如损坏，应修理。

7）检查热水开关或真空驱动器是否失效并修理更换。

二、汽车空调调节控制失效

1. 故障现象

汽车空调调节控制失效。

2. 故障原因

1）熔断器断路或开关接触不良。

2）鼓风机调速电路失效。

3）操纵开关不灵活。

4）真空泄漏。

3. 故障排除方法

1）首先检查操纵开关是否灵活并调整修理。

2）检查熔断器是否烧坏，检查开关是否接触不良。

3）检查鼓风机调速电路是否失效并更换调速模块或调速电阻。

4）检查真空系统管路和驱动器是否泄漏并修理。

三、汽车空调系统噪声太大

1. 故障现象

汽车空调系统噪声太大。

2. 故障原因

1）传动带松弛，磨损引起的打滑。

2）离合器轴承磨损、间隙过大、打滑。

3）冷冻机油过少。

4）制冷剂过量或不足。

5）压缩机零件磨损或者安装松动。

6）送风电动机磨损或者安装松动。

7）制冷系统水分过量。

3. 故障诊断与排除

1）首先检查传动带是否松弛、磨损是否严重。调整传动带张力。

2）检查离合器轴承是否间隙过大以及磨损是否严重并更换离合器。

3）检查冷冻机油是否过少并加注机油，保持正确的油平面高度。

4）按照规范进行压力检测，检查制冷剂是否过量还是不足并调整。

5）检查压缩机零件是否磨损或零件安装是否松动，是否需要更换压缩机。

6）检查电动机零件是否磨损严重或零件安装是否松动，并修理、调整或更换系统零件。

7）检查制冷系统是否水分过量。如水分过量，更换干燥器，系统重新抽真空，充注制冷剂。

四、汽车空调系统完全不制冷

1. 故障现象

汽车空调系统完全不制冷。

2. 故障原因

1）A/C 熔断器烧断。

2）控制电路发生故障。

3）传感器发生故障。

4）主继电器接触不良或失效。

5）电线和插接件折断或脱落。

6）电磁离合器线圈发生故障。

7）恒温控制器失灵。

8）储液干燥器或膨胀阀堵塞。

9）送风系统发生故障。

10）传动带松弛或折断。

11）高压或低压开关发生故障。

12）制冷剂全部泄漏。

13）压缩机内部损坏。

3. 故障诊断与排除

1）首先检查 A/C 熔断器是否烧断，查明原因并更换熔断器。

2）检查整个系统的控制电路，查明原因并予以排除。

3）检测各传感器是否损坏并更换传感器。

4）检测主继电器接触是否良好，进行修理或更换。

5）检测电线和插接件是否折断或脱落，接通线路。

6）检测电磁离合器线圈是否断路或短路，修理或者更换。

7）检查恒温控制器是否失灵，如失灵应更换。

8）检查储液干燥器或膨胀阀是否堵塞，查明堵塞原因进行检修或更换。

9）检测电动机、继电器，如损坏进行修理或更换。

10）检查传动带是否松弛或折断，进行调整或更换。

11）检测高压或低压开关是否发生故障，查明原因进行更换。

12）检查制冷剂是否滴漏，查明滴漏点，进行修理并重新抽真空、加注制冷液。

13）检查压缩机，如发生损坏，进行修理或者更换零部件。

五、汽车空调系统制冷不足

1. 故障现象

汽车空调系统制冷不足。

2. 故障原因

1）蒸发器风扇转速失控。

2）恒温开关、放大器故障。

3）电磁离合器打滑。

4）压缩机进、排气阀腔窜气。

5）储液干燥器、膨胀阀堵塞。

6）冷凝器的气流不畅通。

7）蒸发器的气流不畅通。

8）蒸发器压力控制阀故障。

9）系统中制冷剂过多或不足。

10）冷冻油过多。

11）系统内含水过多。

12）蒸发器结霜堵塞。

3. 故障排除方法

1）检查蒸发器风扇，检修调速电阻。

2）检测恒温开关、放大器。

3）检查电磁离合器是否打滑，更换磨损的离合器零件。

4）检查压缩机进、排气阀，更换缸垫或者压缩机。

5）检查储液干燥器、膨胀阀是否堵塞，清洗或更换滤网、干燥器、膨胀阀。

6）检查冷凝器，清理冷凝器表面杂物。

7）检查蒸发器并清理表面杂物。

8）检查蒸发器压力控制阀是否发生故障，调整或者更换压力控制阀。

9）进行压力检测系统中是否制冷剂过多或不足，并按照规范进行调整。

10）检查冷冻油是否过多，排出多余的冷冻油。

11）检查系统内含水是否过多并排空。

12）检查蒸发器是否结霜堵塞，调整恒温开关或蒸发器压力控制器。

六、汽车空调系统输出冷气时有时无

1. 故障现象

汽车空调系统输出冷气时有时无。

2. 故障原因

1）系统电路接触不良。

2）离合器打滑或磨损严重。

3）主继电器、风扇继电器有故障。

4）系统内含水过多。

5）风扇调速器有故障。

6）电动机有故障。

7）恒温器或放大器有故障。

8）膨胀阀失灵。

9）蒸发器压力控制器产生故障。

3. 故障排除方法

1）检查系统电路，排除故障。

2）检查离合器是否打滑或磨损严重，清洗油渍，更换磨损零件。

3）检查主继电器、风扇继电器是否发生故障，进行更换继电器。

4）检查系统内含水是否过多并排空、抽真空、充注。

5）检查风扇调速器是否有故障，检修或更换调速器。

6）检查电动机是否发生故障，修理、更换电动机。

7）检查恒温器或放大器是否有故障，更换恒温器或放大器。

8）检查膨胀阀是否失灵，更换膨胀阀。

9）检查蒸发器压力控制器是否有故障，调整或者更换压力控制器。

第三节　自动空调系统元件的结构与检修

一、自动空调的控制功能

自动空调系统 ECU 能根据各种传感器的输入信号和设定温度，通过空气混合风门改变冷热风的比例，进而控制空气流的温度。当车内温度达到设定温度时，ECU 停止驱动伺服电动机，并把此位置存入记忆。ECU 还通过方式风门控制气流流向。通过进气风门控制进气来自车内还是车外。

自动空调系统在普通（手动）空调系统的基础上，采用各种传感器、程序装置、伺服电动机和（或）控制模块等带动执行机构。驾驶人通过操作控制器总成上的键，来选择空调系统工作模式和鼓风机转速。自动空调系统通过程序装置检测空气温度，调节气流混合门位置来达到并保持驾驶人预先设置的舒适程序。

1. 温度控制

1）用 TEMP 开关设定预期的温度。

2）根据输入信号（车内温度传感器、环境温度传感器、冷却液温度传感器、蒸发器温度传感器和阳光传感器）和温度设定。空调 ECU 决定空气流量和至空气混合伺服电动机的输出信号。

3）当空气混合伺服电动机接到 ECU 信号时，它开启或关闭空气混合风门，从而改变空气流的温度。当空气混合风门位置传感器检测到该温度达到设定温度时，ECU 便停止该伺服电动机工作。

2. 风扇转速控制

当 AUTO 开关接通时：

1）用 TEMP 开关设定预期的温度。

2）根据输入信号（车内温度传感器、环境温度传感器和阳光传感器）和温度设定，空调 ECU 决定空气流量和至功率管的输出信号。

3）当功率管接到 ECU 信号时，它提高或降低鼓风机电动机的转速，从而控制空气流量。

当 AUTO 开关断开时，ECU 将功率管或超高继电器转向 ON/OFF，根据 Manual（手动）开关的位置，提高或降低鼓风机电动机的转速和调整空气流量。

3. 气流状态控制

当 AUTO 开关接通时：

1）用 TEMP 开关设定预期的温度。

2）根据输入信号（车内温度传感器、环境温度传感器和阳光传感器）和温度设定，空调 ECU 决定空气流量方式和伺服电动机及冷气最足伺服电动机的输出信号。

3）当该伺服电动机接到 ECU 信号时，它开启或关闭每个风门，确定空气流量方式。

当 AUTO 开关断开时，ECU 根据 Manual 开关的位置，调整空气流量方式。

当发动机处于冷态时，如方式调到 B/L 或 FOOT 且冷态信号（低于 40℃）从冷却液温度传感器输入，则 ECU 迫使通风口改变到除霜器。

4. 进气量控制

当 AUTO 开关接通时：

1）用 TEMP 开关设定预期的温度。

2）根据输入信号（车内温度传感器、环境温度传感器和阳光传感器）和温度设定，空调 ECU 决定进气和至进气伺服电动机的输出信号。

3）当进气伺服电动机接到 ECU 信号时，它开启或关闭风门，从而改变进气量。当进气量改变到预期的设定温度值时，由进气风门位置传感器检测到，并且 ECU 停止该伺服电动机工作。

二、车内温度传感器及检修

1. 结构与工作原理

车内温度传感器是自动空调的重要传感器之一。它能影响出风口空气的温度、出风口风量、模式门的位置、进气门的位置。

车内温度传感器都安装在仪表台的里面，位置较封闭。为了准确且及时地测量当前的车内平均温度，系统会把车内空气不断地强制流向车内温度传感器。按强制导向车内温度传感器的气流方式不同，车内温度传感器可划分吸气器型和电动机型两种，如图 5-47 所示。

自动空调系统所采用的车内温度传感器，都采用负温度系数的热敏电阻，也就是热敏电阻随着温度的升高，电阻值会减小；随着温度的降低，电阻值会增大。

2. 检修

1）常见车内温度传感器电路示意图，如图 5-48 所示。

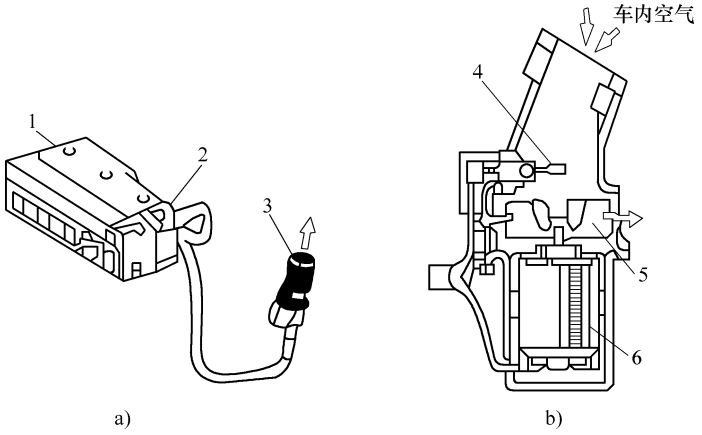


图 5-47　车内温度传感器

a）吸气器型　b）电动机型

1—暖气装置控制板　2—传感器　3—吸气器　4—热敏电阻　5—风扇　6—电动机

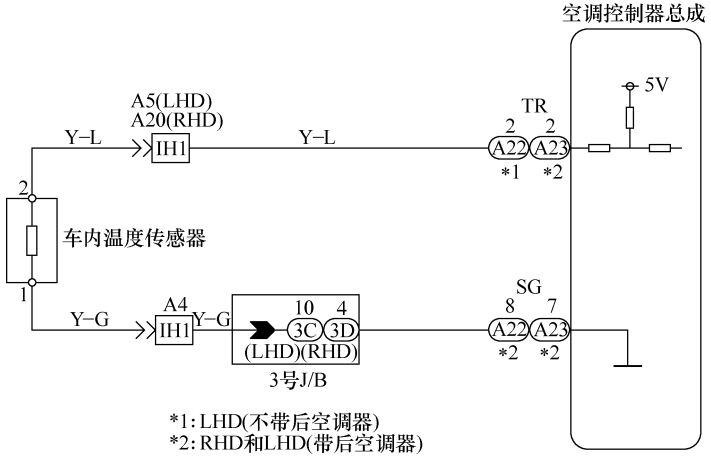


图 5-48　车内温度传感器电路图

2）常见车内温度传感器有如下几方面的检测。

① 检查车内传感器与电脑之间的线束。拆下车内传感器的接头，在线束侧应能测量到 5V 的直流电压。否则，线束接触不良或空调电脑工作不良。

② 检查传感器。用万用表电阻档测量车内温度传感器的阻值，测量结果应符合规定值。

三、车外温度传感器及检修

1. 结构与工作原理

车外温度传感器是自动空调的重要传感器之一。它能影响出风口空气的温度、出风口风量、模式门的位置、进气门的位置。

一般车外温度传感器都安装在前保险杠内或水箱之前，其结构如图5-49所示。

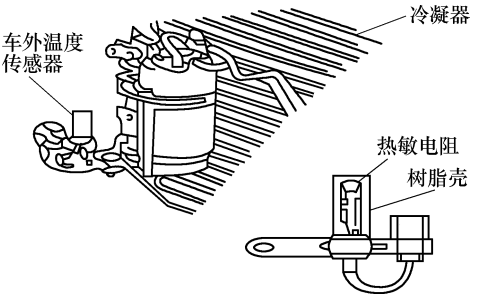


图5-49 车外温度传感器的结构

2. 检修

常见车外温度传感器线路示意图，如图5-50所示。

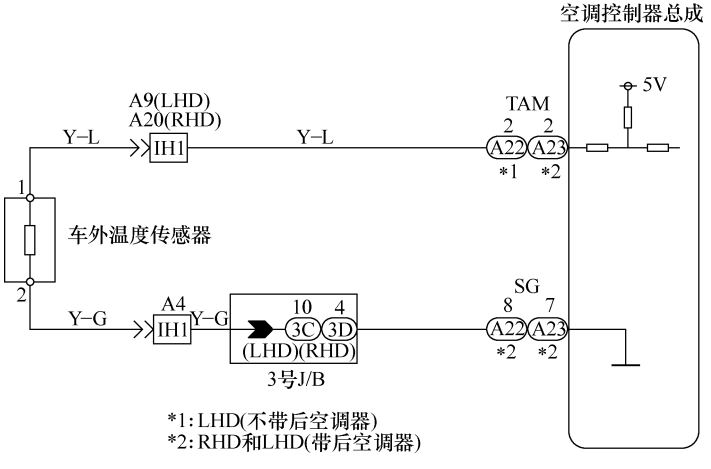


图5-50 车外温度传感器线路示意图

1）检查传感器与电脑之间的线束。拆下传感器的接头，在线束侧应能测量到5V的直流电压，否则线束不良或空调控制器不良。

2）检查传感器电阻。把万用表接到车外温度传感器上，测量传感器电

阻，并与车外温度传感器标准数值对比，如果一致，说明该传感器良好。

四、蒸发器温度传感器及检修

1. 结构与工作原理

一般蒸发器温度传感器安装在蒸发器的表面，其结构如图 5-51 所示。

蒸发器温度传感器的作用是：测量蒸发器表面温度，修正混合门位置；测量蒸发器表面温度，控制压缩机工作状态，在蒸发器表面温度低于 0V 时，使压缩机不工作，防止蒸发器表面结霜。

注意：有些车型有两个蒸发器温度传感器，其中一个是用来修正混合门位置，一个是用来防止蒸发器结霜。

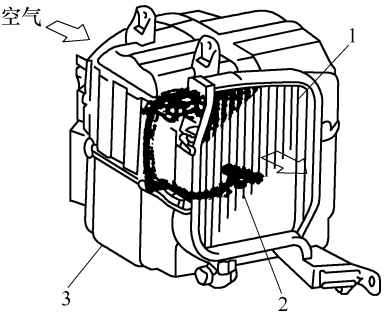


图 5-51　蒸发器温度传感器的结构

1—蒸发器　2—蒸发器温度传感器　3—冷气装置

2. 检修

蒸发器温度传感器与空调控制器的连接电路，如图 5-52 所示。

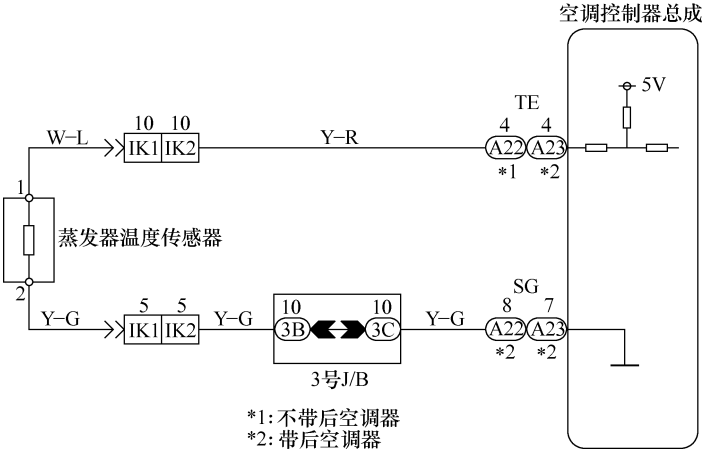


图 5-52　蒸发器温度传感器与空调控制器的连接电路

1）检查传感器与电脑之间的线束。拆下传感器的接头，在线束侧应能测量到5V的直流电压，否则线束接触不良或空调电脑工作不良。

2）测量传感器的电阻，其规格符合要求。

五、阳光传感器及检修

1. 结构与工作原理

一般阳光传感器安装在仪表板的上面，靠近前风窗玻璃的底部，如图5-53所示。阳光传感器测量阳光的强弱，用来修正混合门的位置与鼓风机的转速，阳光传感器的主要部件是一只光敏电阻，阳光越强，电阻越小；阳光越弱，电阻越大。

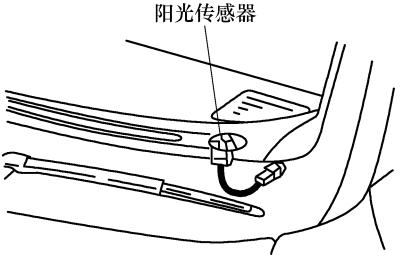


图5-53 阳光传感器

2. 检修

阳光传感器电路与空调控制器的连接如图5-54所示。

1）电阻的检测。在强阳光下测量，阳光传感器的电阻应为4kΩ；当用布遮住阳光传感器时，其电阻为∞，如图5-55所示。

2）电压的检测。一般在强阳光下测量，阳光传感器的电压应小于1V，当用布遮住阳光传感器时，其电压应大于4V。

六、冷却液温度传感器及检修

1. 结构与工作原理

冷却液温度传感器一般安装在暖风装置里面，如图5-56所示。

冷却液温度传感器的作用：

1）测量加热器心温度，修正混合门的位置。

2）保护功能，防止发动机在高温下工作。

3）控制鼓风机。

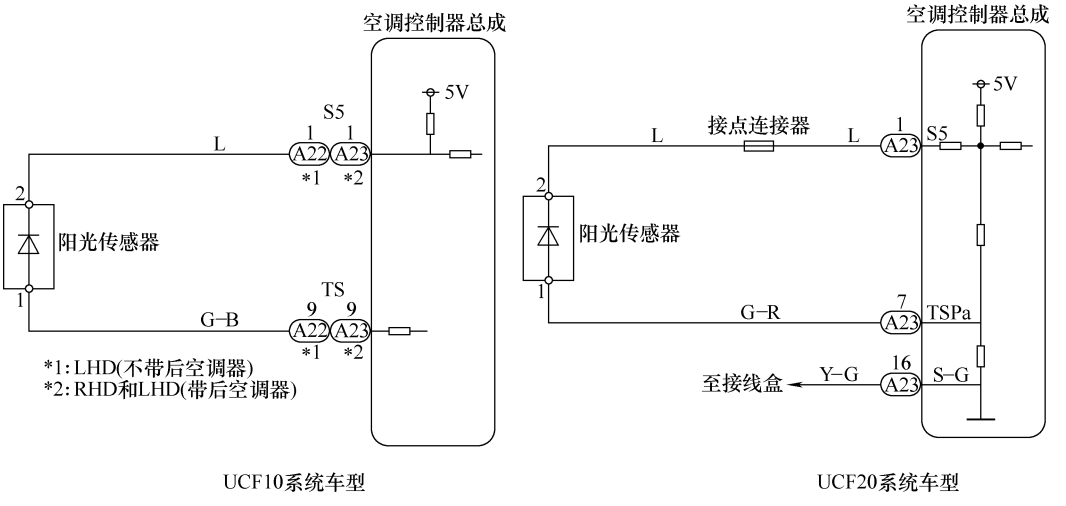


图 5-54　阳光传感器电路与空调控制器的连接

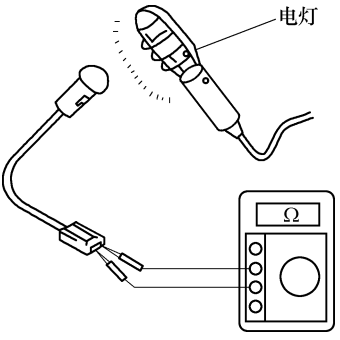


图 5-55　阳光传感器的检测

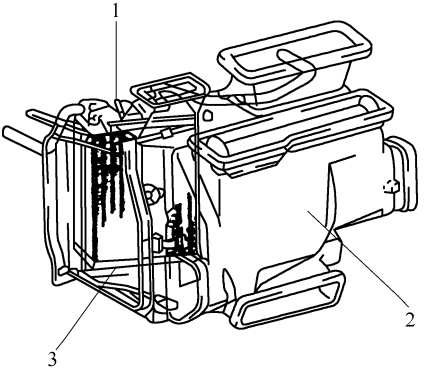


图 5-56　冷却液温度传感器

1—加热器心　2—暖风装置
3—冷却液温度传感器

2. 检修

冷却液温度传感器电路如图 5-57 所示。

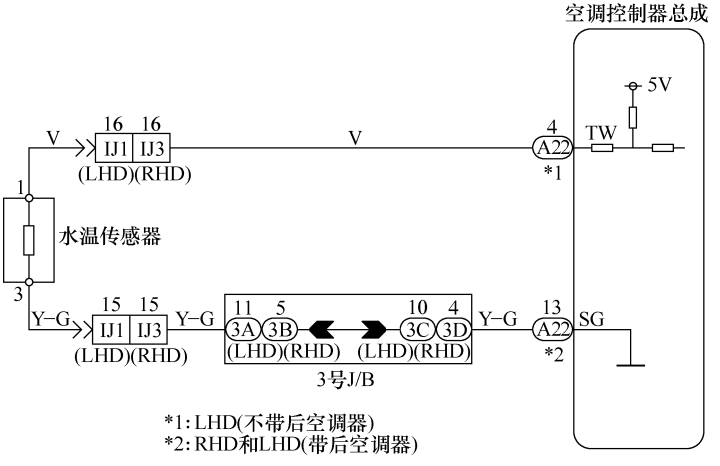


图 5-57　冷却液温度传感器电路

1）检查传感器与电脑之间的线束。拆下传感器的接头，在线束侧应能测量到 5V 的直流电压，否则线束接触不良或空调电脑工作不良。

2）传感器的检测。针对空调自带的冷却液温度传感器，可以测量其电阻，如应符合规定值。

第四节　自动空调系统的故障自诊断

一、丰田雷克萨斯（LS400）轿车空调系统的故障自诊断

1. 故障码的读取

1）接通点火开关，同时按下 AUTO 和 REC 开关，指示器在 1s 内闪亮 4 次，在温度显示屏上直接读出故障码。

2）如果预期慢慢显示，可按 TEMP 开关，将它改成步进方式，即每按一次 TEMP 开关可显示一个故障码。

3）显示故障码时，如果蜂鸣器发出声音，表示该故障是现在出现的故障；如果蜂鸣器不发出声音，表示该故障是过去故障。

4）若再按 REC 按钮便进入执行器检查，此时 ECU 每隔 1s 按顺序自动检查各风门开关、电动机和继电器，用肉眼和手即可检查温度和风量；如果预期慢慢显示，可按 TEMP 开关，改成步进方式，即每按一次 TEMP 开关改变一种状态。

2. 故障码的清除

按 OFF 键可退出诊断状态，拔下 DOME 熔断器 10s 以上，即可清除故障码。

3. 故障码及故障内容

丰田雷克萨斯（LS400）轿车空调系统故障码及故障内容见表 5-1。

表 5-1　空调系统故障码及故障内容

故　障　码	故 障 内 容
00	正常
11	车内温度传感器电路断路或短路
12	环境温度传感器电路断路或短路
13	蒸发器温度传感器电路断路或短路
14	冷却液温度传感器电路断路或短路
21	阳光传感器电路断路或短路
22	压缩机锁定传感器电路断路或短路
31	空气混合风门传感器电路断路或短路

（续）

故 障 码	故障内容
33	空气混合风门传感器电路断路 空气混合伺服电动机电路开路或短路 空气混合伺服电动机锁住
32	进气风门位置传感器电路断路或短路
34	进气风门位置传感器电路断路 进气伺服电动机电路断路或短路 进气伺服电动机锁住

二、日产风度（CEFIRO）轿车空调系统的故障自诊断

日产风度（CEFIRO）轿车的空调控制面板，如图5-58和图5-59所示。

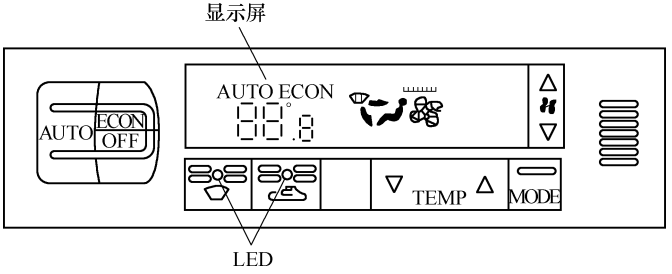


图5-58 日产风度A32轿车的空调控制面板

说明：日产风度A32、A33自诊断的步骤基本相同。风度的自诊断包含5个诊断步骤及1个辅助功能。进入自诊断的步骤如下：

1）起动发动机。

2）起动发动机后5s内，按下空调面板的“OFF”开关5s以上，直到面板上的所有字符都显示出来，即进入自诊断状态。

3）通过按设定温度按钮（HOT）或（COLD），可在5个诊断步骤之间切换。

4）在诊断步骤5）状态下，按一下鼓风机转速按钮，可从步骤5）转到辅助功能；再按一下鼓风机转速按钮，可退出辅助功能返回到步骤5）。

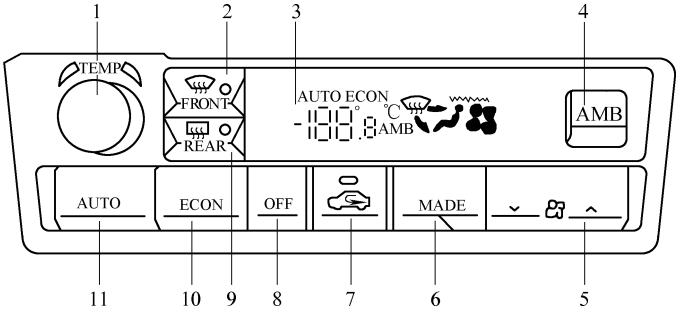


图 5-59　日产风度 A33 轿车的空调控制面板

1—温度控制旋钮　2—除霜器开关　3—显示屏　4—环境开关
5—风扇开关　6—模式开关　7—再循环开关　8—关闭开关
9—后除霜器开关　10—经济开关　11—断路器

5）按 AUTO 开关或关闭点火开关，可退出自诊断系统。

① 自诊断步骤 1：空调面板 LED 和显示屏检测。在诊断步骤 1，空调面板上的所有指示灯（LED）都会亮，显示屏上所有字段都应点亮。否则为开关、LED 或光显管有故障。

按下（HOT）开关应提前进入自诊断步骤 2），否则（HOT）开关有故障。

按下（COLD）开关应返回到自诊断步骤 1），否则（COLD）开关有故障。

② 自诊断步骤 2：检查各传感器的输入信号。在诊断步骤 2，首先显示屏显示十位数“2”，经过大约 25s 系统的自检，再显示个位数。若在十位数之前显示字符“－”，表示该传感器线路短路，故障码及故障内容见表 5-2。

表 5-2　空调自诊断步骤 2 故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
20	系统正常	－23	冷却液温度传感器短路
21	环境温度传感器断路	24	进气温度传感器断路
－21	环境温度传感器短路	－24	进气温度传感器短路
22	车内温度传感器断路	25	阳光传感器

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
-22	车内温度传感器短路	26	PBR传感器开路
23	温度传感器断路	-26	PBR传感器短路

注：1. 自诊断步骤2应在阳光下进行。若在室内进行，要用直射光光传感器，或显示屏将显示出故障码25，不论阳光传感器是好是坏。

2. 自诊断步骤2应在暖风机下进行。当发动机温度低，甚至当冷却液温度传感器有故障时，有时也将显示出故障码23。

3. PBR电位计在执行器内，不单独更换。

③ 自诊断步骤3：检查模式门和进气门电动机位置开关。在诊断步骤3，首先显示屏显示十位数“3”，经过大约50s系统的自检，再显示个位数，故障码及故障内容见表5-3。

表5-3 空调自诊断步骤3故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
31	模式门的吹脸位置不良（VENT）	36	模式门的除霜位置不良（DEF）
32	模式门的双层位置不良（B/L）	37	进气门外循环位置不良（FRE）
34	模式门的吹脚位置不良（FOOT）	38	进气门20%外循环位置不良（20% FRE）
35	模式门的吹脚除霜位置不良（FOOT/DEF）	39	进气门内循环位置不良（REC）

④ 自诊断步骤4：检查各执行器

在诊断步骤4，显示屏首先显示“41”，每按一次“除雾”键，显示数码增大1，直到“46”，再返回“41”。在诊断步骤4，空调电脑会按表5-4强制使各个执行器工作。此时用目测、耳听、手试等方法，检测各执行器是否正常。

⑤ 诊断步骤5：检查各传感器检测的温度，检查多路通信错误。在诊断步骤5，显示屏首先显示“51”，按“除雾”键可在“51”→环境温度→车内温度→进气温度→“51”循环显示。

表 5-4　空调自诊断步骤 4 动作测试表

代码 / 执行器	41	42	43	44	45	46
模式门	VENT	B/L	B/L	FOOT	F/D	DEF
排气门	REC	REC	20% FRE	FRE	FRE	FRE
空气混合门	全冷	全冷	全热	全热	全热	全热
鼓风机电动机	4 ~ 5V	9 ~ 11V	7 ~ 9V	7 ~ 9V	7 ~ 9V	10 ~ 12V
压缩机	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON

也就是，在显示“51”时，按一下除雾键，假如显示屏显示“24”，代表环境温度传感器测量的环境温度为 24℃。此时可与实际的环境温度比较，来判断环境温度传感器是否正常。其他依次类推。

⑥ 辅助功能：检查温度设定调节器

该辅助功能允许显示屏显示温度（设定温度）与乘客座位所测的实测温度相差 ±3℃。

进入诊断模式 5，按一下鼓风机的向上按钮，进入辅助机构，按设定温度按钮，可改变显示屏上的数字。每按一次设定温度按钮，数字会增大或减少 0. 5℃。再按一下鼓风机转速按钮，可退出辅助功能返回到步骤 5。

如果蓄电池被拆过，温度设定将复位到 0℃。

三、日产千里马（MAXIMA）轿车空调系统的故障自诊断

起动发动机，按住空调控制面板中的“OFF”按键至少 5s。如果发动机不运转，则不能进行自诊断。按下温度控制开关，选择自诊断步骤 1 ~ 5。

1）诊断步骤 1：检查 LED 和线路。当进入自诊断模式时，诊断步骤 1 自动开始，所有 LED 和荧光显示管将亮，如果不亮，修理或更换。如果 LED 和荧光显示管正常，更换自动放大器。

2）诊断步骤 2：检查传感器是否断路或短路

① 按下空调控制面板上温度控制开关，进行自诊断步骤 2，显示屏上数字“2”亮。如果所有传感器电路正常或无故障，显示屏将变化至故障码 20。传感器电路的检查约需 4s。

② 如果传感器电路有故障，电路故障码将在显示屏上闪烁。短路故障在数字“2”前面“–”会闪烁，断路故障没有“–”闪烁。

③ 如果有两个传感器电路有故障，每个电路故障码都将闪亮两次。自诊断步骤2故障码及故障内容见表5-5。

表5-5 传感器是否断路或短路故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
20	无故障	24	进气温度传感器
21	车外温度传感器	25	阳光传感器
22	车内温度传感器	26	电位器平衡电阻器（PBR）

3）诊断步骤3：检查模式风档位置

① 按下空调控制面板上的温度控制开关，进入自诊断步骤3，显示屏上数字“3”亮。如果所有风档都工作，显示屏将变化至故障码30。检查所有的模式风档需用16s。

② 如果风档有故障，故障码将闪亮。如果两个风档有故障，每个故障码将闪亮两次。自诊断步骤3故障码及故障内容见表5-6。

表5-6 模式风档位置故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
30	无故障	34	脚部/除霜模式1
31	面部	35	脚部/除霜模式2
32	面部/脚部	36	除霜
33	面部/脚部		

4）诊断步骤4：检查驱动器的运转情况

① 测试期间确保新鲜空气关闭，按下空调控制面板向上温度控制开关，进入自诊断步骤4，显示屏上将闪亮故障码41。每次按下“DEF”开关，显示屏将显示下一故障码。故障码46显示后，又返回故障码41。

② 当故障码数字变大时，自动放大器指令将改变进气和出气路线。通过听风档运转或感觉出气口气流，确定风档是否正确转换。自诊断步骤4故障码及故障内容见表5-7。

表 5-7　驱动器运转故障码及故障内容

风档位置 / 故障码	工作部分				
	模式风档	进气风档	空气混合风档	鼓风机电动机	压缩机
41	面部	内循环	最冷	低速（4-5）	接合
42	面部/脚部	内循环	最冷	中速（9-11）	接合
43	面部/脚部	20% 新鲜	最热	中速（7-9）	接合
44	脚部/除霜模式 1	新鲜	最热	中速（7-9）	不接合
45	脚部/除霜模式 2	新鲜	最热	中速（7-9）	不接合
46	除霜	新鲜	最热	高速（10-12）	接合

5）诊断步骤 5：检查传感器检测的温度

① 按下空调控制面板的温度控制开关，进入自诊断步骤 5。显示屏上数字“5”亮。当按下“DEF”按键一次时，显示屏上将显示由车外温度传感器检测的温度。

② 再次按下“DEF”按键时，显示屏上将显示由车内温度传感器检测的温度。第 3 次按下“DEF”按键时，显示屏上将显示由进气传感器检测的温度。

③ 第 4 次按下“DEF”按键时，显示屏上将返回自诊断步骤 5。如果在显示屏上的温度与实际温度差别很大，检查传感器电路，否则检查传感器。

在自诊断步骤 5，按下鼓风机开关可选择辅助机构测试，检查温度位置调整器；温度位置调整器在 0 ~ 6℃ 的范围内，校正显示屏上的温度与实际温度间的微小差异。

按下“AUTO”开关或关闭点火开关，即可退出自诊断功能。

四、马自达 929 轿车空调系统的故障自诊断

1. 故障码的读取

1）暖机，关闭点火开关，将一个 60W 灯放在阳光传感器上，将系统选择开关接至左前支柱附近的诊断连接器上。设定系统选择开关盘至位置 4，设定系统选择开关的测试开关至“SELF-TEST”位置。

2）将自诊断检查器（SDC）接至系统选择开关和底盘搭铁，设定 SDC 选择开关至位置 A。接通点火开关，如果 5s 后蜂鸣器响起，且 SDC 显示“88”，进行下一步检查。如果 5s 后蜂鸣器不响或 SDC 不显示“88”，检修

SDC 搭铁配线或检修空调放大器和诊断连接器之间的配线。

3）系统显示目前故障码，按下空调开关，系统显示过去故障码，空调系统故障码及故障部位见表 5-8。

表 5-8 空调系统故障码及故障部位

目前故障码	过去故障码	故 障 部 位
02	—	阳光传感器
06	07	车内温度传感器
10	11	蒸发器温度传感器
12	13	车外温度传感器
14	15	冷却液温度传感器
18	19	空气混合伺服电动机
21	22	气流模式伺服电动机
46		空调继电器信号
47		怠速提升信号

2. 输出信号检查模式

1）在输出信号检查模式，空调放大器传送信号至鼓风机电动机、风档伺服电动机、怠速控制电动机和压缩机电磁离合器，检查每个输出信号电路。

2）启动输出信号检查模式，进入自诊断。出现目前故障码时，按下“AUTO”按键，输出信号电路开始工作，在控制面板上输出信号电路的状态被显示。

3）开始输出信号检查模式第 1 步，按下“内循环空气”开关，改变模式至下一步，按下“新鲜空气”开关，返回以前模式。检查每个输出信号电路的工作，听或看每个部件的工作情况。如果输出信号电路不工作，检查有关输出信号电路。输出信号检查模式见表 5-9。

表 5-9 输出信号检查模式

模式步骤	工 作 部 件	模式步骤	工 作 部 件
1	鼓风机电动机	3	气流模式伺服电动机
2	空气混合伺服电动机	4	内循环/新鲜空气伺服电动机和怠速控制阀

3. 故障码的清除

进入自诊断故障码模式，同时按下“AUTO”和“内循环空气”开关，故障码 01 在显示屏上暂时被显示，然后显示故障码 00，故障码被清除。

五、奥迪 A6 轿车空调系统的故障自诊断

奥迪 A6 轿车的空调控制面板如图 5-60 所示。

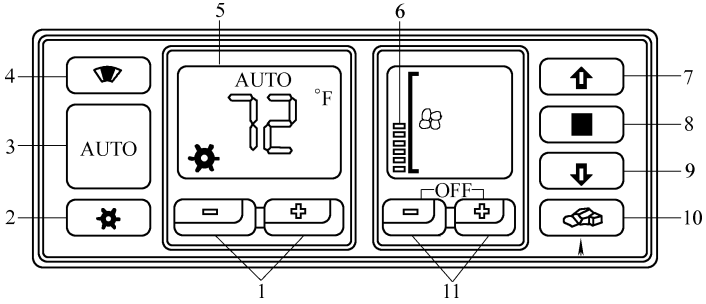


图 5-60　奥迪 A6 轿车的空调控制面板

1—温度控制按钮　2—压缩机开关按钮　3—自动模式按钮　4—除霜按钮
5—显示屏　6—风扇速度指示　7—气流分配按钮（将气流导向车窗）
8—气流分配按钮（将气流导向驾驶室前排气口和中央控制台后部）
9—气流分配按钮（将气流导向脚部）　10—空气再循环按钮
11—风扇速度按钮

1. 故障码的读取

1）接通点火开关或起动发动机。

2）同时按住箭头向下的再循环按钮与箭头向上的空气分配按钮，直至显示“01C”（01C 指示 1 通道，02C 指示 2 通道）。

3）同时释放以上两按钮。

4）显示屏上将会显示“01C”，即启动了“系统故障显示”功能。如果系统有故障，即输出故障码，见表 5-10。如果有多处故障，显示屏按顺序循环显示所有相关的故障码。按下温度按钮的“+”、“-”键，可选择不同的通道。如果要查询某一指定通道的资料，首先选定该通道，然后按下“再循环”按钮即可。要退出存储显示，可按下“AUTO”按钮或关闭点火开关即可。

2. 故障码的清除

通过读取故障码查取故障，维修完毕后，使用 V. A. G1551 诊断仪中设定的程序可清除存储在存储器中的故障码。

表 5-10　奥迪 A6 轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
00.0	无故障出现	05.3	车外温度传感器（G17）间歇断路
00.1	车顶隔热层中（G86）的车内温度传感器断路	05.4	车外温度传感器（G17）间歇短路
00.2	车顶隔热层中（G86）的车内温度传感器短路	06.1	发动机冷却液温度传感器（ECT）、空调（G110）静态断路
00.3	车顶隔热层中（G86）的车内温度传感器间歇断路	06.2	发动机冷却液温度传感器（ECT）、空调（G110）静态短路
00.4	车顶隔热层中（G86）的车内温度传感器间歇短路	06.3	发动机冷却液温度传感器（ECT）、空调（G110）间歇断路
03.1	仪表板上（G56）车内温度传感器断路	06.4	发动机冷却液温度传感器（ECT）、空调（G110）间歇短路
03.2	仪表板上（G56）车内温度传感器短路	07.1	新鲜空气鼓风机（G109）车外温度传感器断路
03.3	仪表板上（G56）车内温度传感器间歇断路	07.2	新鲜空气鼓风机（G109）车外温度传感器
03.4	仪表板上（G56）车内温度传感器间歇短路	07.3	新鲜空气鼓风机（G109）车外温度传感器
04.1	新鲜空气进气风道温度传感器（G89）断路	07.4	新鲜空气鼓风机（G109）车外温度传感器
04.2	新鲜空气进气风道温度传感器（G89）短路	08.1	温度调节器活门电动机电位计（G92）断路
04.3	新鲜空气进气风道温度传感器（G89）间歇断路	08.2	温度调节器活门电动机电位计（G92）短路
04.4	新鲜空气进气风道温度传感器（G89）间歇短路	08.3	温度调节器活门电动机电位计（G92）间歇断路
05.1	车外温度传感器（G17）断路	08.4	温度调节器活门电动机电位计（G92）间歇短路
05.2	车外温度传感器（G17）短路	08.5	温度调节器活门断路

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
08.6	温度调节器活门电动机电位计（G92）故障	13.7	脚档/除霜活门间歇锁止
08.7	温度调节器活门间歇断路	15.1	空气流量活门电动机电位计（G113）断路
11.1	中央活门电动机电位计（G112）断路	15.2	空气流量活门电动机电位计（G113）短路
11.2	中央活门电动机电位计（G112）间歇断路	15.3	空气流量活门电动机电位计（G113）间歇断路
11.3	中央活门电动机电位计（G112）间歇断路	15.4	空气流量活门电动机电位计（G113）间歇短路
11.4	中央活门电动机电位计（G112）间歇短路	15.5	空气流量活门锁止
11.5	中央活门，短路	15.6	空气流量活门电动机电位计（G113）不良
11.6	中央活门电动机电位计（G112）故障	15.7	空气流量活门间歇锁止
11.7	中央活门间歇短路	17.0	车速信号不良
13.1	脚档/除霜活门电动机电位计（G114）断路	18.1	新鲜空气鼓风机静态电压不良
13.2	脚档/除霜活门电动机电位计（G114）短路	18.3	新鲜空气鼓风机电压间歇不良
13.3	脚档/除霜活门电动机电位计（G114）间歇断路	20.1	空调压缩机电压不良
13.4	电动机电位计（G114）间歇短路	20.3	空调压缩机电压间歇不良
13.5	脚档/除霜活门静态锁止	22.1	空调制冷剂高压开关（F118）断路
13.6	脚档/除霜活门电动机电位计（G114）不良	22.3	空调制冷剂高压开关（F118）间歇断路

（续）

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
22.5	空调制冷剂高压开关（F118）120X 断路	29.3	传动带滑动探测到“过松”，间歇
29.1	传动带滑动探测到“过松”	29.4	传动带滑动探测到“过紧”，间歇
29.2	传动带滑动探测到“过紧”		

六、帕萨特 B5 轿车空调系统的故障自诊断

帕萨特 B5 轿车空调控制面板，如图 5-61 所示。

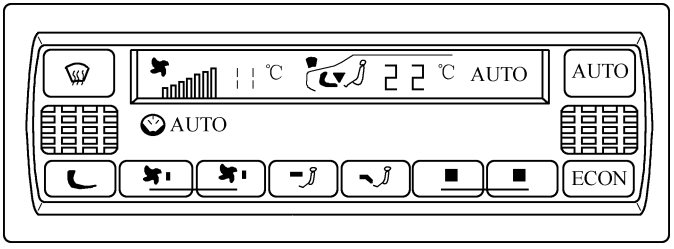


图 5-61　帕萨特 B5 轿车空调控制面板

帕萨特 B5 自动空调系统只能使用专用仪器（如 V. A. G1551）进行诊断，诊断接头的位置如图 5-62所示。

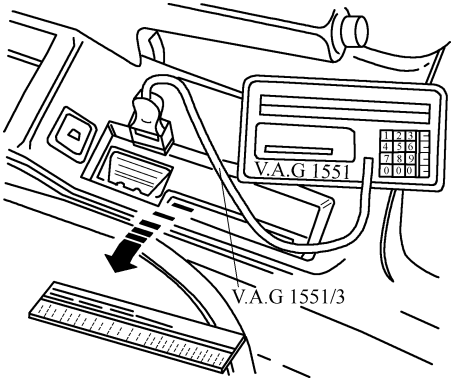


图 5-62　帕萨特 B5 轿车诊断接头的位置

1. 故障码的读取

1）接上专用仪器，打开点火开关，输入系统号“08”。

2）输入功能号“02”即可。帕萨特 B5 轿车自动空调故障码见表 5-11。

2. 故障码的清除

1）接上专用仪器，打开点火开关，输入系统号“08”。

2）输入功能号“05”即可。

表 5-11　帕萨特 B5 轿车自动空调故障码

V. A. G1551 输出	可能的故障	故 障 排 除
00000 未发现任何故障	如果在修理显示“未发现任何故障”，那就表示自我诊断结束 如果显示屏闪光，可相继选择下列功能： 07 电控单元编码 04 调整初始设置	
65535 电控单元	通往电控单元/J255 的电线和插接件 电控单元损坏	根据电路图检查电线和插接件 通过阅读测量数据组来检验控制器 J255 更换控制器 J255 接下来相继选择下列功能： 07 电控单元编码 04 调整到初始位置
01297 脚部空间出风口温度传感器 G192 断路/对正极短路搭铁后短路	对正极短路或断路（电线断路）或脚部出风口温度传感器 G192 的插接件有毛病 搭铁后在通往脚部空间出风口 G192 的电线或插接件上短路 G192 损坏	通过“阅读测量数据组”检查 G192 根据电路图检查电线和插接件 通过“阅读测量数据组”检查 G192 根据电路图检查电线和插接件 调换 G192
00532 电源电压 信号太大 信号太小	三相发电动机损坏 通往电控单元 J255 的电线或插接件	通过“测量值阅读 08”检查电源电压（端子 15 上的电压） 根据电路图检查电控单元的电线和插接件——检查三相发电机
00538 基准电压 信号太大 信号太小	在电线或插接件上短路或断路 注意电控单元 J255 上 T16h8 通往伺服电动机的电线 电位器 G92 或电位器 G112 或电器 G113	根据电路图检查电控单元的插接件及导线 相继拔开所述部件的插接件。关闭故障存储器并重新查询。如果不再出现“基准电压”这一故障，就须更换相应的伺服电动机。因为一旦接上插座，它就会引起故障

（续）

V. A. G1551 输出	可能的故障	故障排除
00538 基准电压 信号太大 信号太小	或电位器 G114 损坏 电控单元损坏	或者调换电控单元，接着相继选择下列功能： 07 电控单元编码 04 调整到初始位置
01296 中间出风口温度传感器 G191 断路/对正极短路/搭铁后短路	对正极短路或者通往中间出风口温度传感器 G191 的导线或插接件断路 搭铁后短路，或者通往中间出风口温度传感器 G191 的导线或者插接件断路 G191 损坏	调换 G191 通过“测量值阅读”检查 G191 根据电路图检查导线和插接件 通过“测量值组阅读”检查 G191 根据电路图检查导线和插接件 调换 G191
00792 空调装置的压力开关 F129，不能立即检查	通往空调装置压力开关 F129 的导线或插接件断路或短路 制冷剂循环加液有错误电动机冷却不足 F129 损坏	通过“测量值组阅读”检查 F129 根据电路图检查导线和插接件。将汽车交给谁修理 将汽车交给维修站 检查电动机的冷却 更换 F129
	如果在查询故障存储器之前进行过最终控制诊断而压力开关不能检查（例如当测得的外界温度低于 12℃时），这一显示才会出现。关闭点火装置后，电控单元故障存储器中的这一故障就会被清除	
00779 外界温度传感器-G17-断路对正极短路搭铁后短路	通往外界温度传感器 G17 的导线或插接件正极后短路或断路 通往外界温度传感器 G17 的导线或插接件搭铁后短路 G17 损坏	根据电路图检查导线和插接情况 通过“测量值组阅读”检查 G17、01 根据电路图检查导线和插接情况 调换 G17

（续）

V. A. G1551 输出	可能的故障	故 障 排 除
00787 新鲜空气吸入道温度传感器 G89 对正极短路或断路搭铁后短路	通往新鲜空气吸气道温度传感器 G89 的导线或插接件断路或正极后短路 通往新鲜空气吸气道温度传感器 G89 的导线或插接件断路或搭铁后短路 G89 损坏	调换 C 器件 通过“测量值组阅读”检查 G89 根据电路图检查导线和插接情况 通过“测量值组阅读”检查 89 根据电路图检查导线和插接情况 调换 G89
00603 脚部空间/除霜器伺服电动机 V85	通往脚部空间/除霜器伺服马达的导线或插接件短路或断路 V85 损坏 V85 损坏	进行伺服部件自诊断 通过“测量值组阅读”检查 V85 根据电路图检查导线和插接情况 进行伺服部件自诊断 调换 V85，接着选择功能 04 回到初始位置
01206 停止时间信号	组合仪表损坏，如果 ABS 检测灯 K47 或制动装置检测灯 K81 显示出此故障并在故障存储器 02 中存储起来。导线或插接件短路或断路 电控单元 J255 损坏	调换\组合仪表 通过“测量值组阅读”检查停止时间 根据电路图检查导线和插接件 调换电控单元 J255，接着相继选择下列功能： 07 电控单元编码 04 回到初始设置
00281 行驶速度传感器 G68（目前不能检查）	速度测量仪（G22 传感器损坏（只有当速度测量仪 G21 同样不起作用时） 速度信号分配器 TV13 通往控制仪的导线或插接件发生短路或断路	调换 G22 通过“测量值组阅读”检查 G22 的信号 —根据电路图检查导线和插接件

（续）

V. A. G1551 输出	可能的故障	故障排除
00281 行驶速度传感器 G68（目前不能检查）	如果在查询故障存储器之前进行过最终控制自我诊断，这种显示才会出现 控制仪故障存储器中的这些故障，在熄火后会自行消去。如果 G68 损坏，这一故障在行车时又会显现	
00797 阳光入射的光电传感器 G107 断路/对正极短路搭铁后短路	阳光入射光电传感器 G107 的导线或插接件断路或正极后短路 通往阳光入射光电传感器 G107 的导线或插接件接地在搭铁后短路 G107 损坏	通过“测量值阅读”检查 G107 根据电路图检查导线和插接件 通过“测量值组阅读”检查 G107 根据电路图检查导线和插接件 调换 G107
01271 温度调节活门的伺服电动机 V68	通往温度调节活门的伺服电动机 V68 的导线或插接件断路或短路 安装 V68 时，未用上“04 导入初始设置”的功能 V68 卡住 V68 损坏	通过“测量值组阅读”检查 V68 根据电路图检查导线和插接件 在安装的情况下检查伺服电动机 V68 的终端位置 进行最终控制自诊断 03 调换 V68，并导入功能 04 基本调定位
01272 总活门的伺服电动机 V70	通往总活门的伺服电动机 V70 的导线或插接件断路或者短路 V70 卡住 V70 损坏	通过“测量值组阅读”检查 V70 根据电路图检查导线和插接件 进行最终控制诊断 03 调换 V70，导入功能 04 基本调定位
01273 新鲜空气鼓风机 V2（带有新鲜空气鼓风机的电控单元 J126）	通行新鲜空气鼓风机 V2 的导线或插接件断路或者短路 鼓风机电控单元 J126 和新鲜空气鼓风机 V2 损坏	通过“测量值组阅读”检查 J126 根据电路图检查导线和插接件 进行调节环节诊断 03 调换 J126 和 V2

（续）

V. A. G1551 输出	可能的故障	故 障 排 除
01274 风滞压力活门伺服电动机 V71	通往风滞压力活门伺服电动机 V71 的导线或插接件断路或者短路 V71 卡住 V71 损坏	V71 通过“测量值组阅读”进行检查 根据电路图检查导线和插接件 进行最终控制诊断田 调换 V71，导入功能 04 初始位置

七、广州本田雅阁轿车空调系统的故障自诊断

广州本田雅阁轿车空调系统的控制面板，如图 5-63 所示。

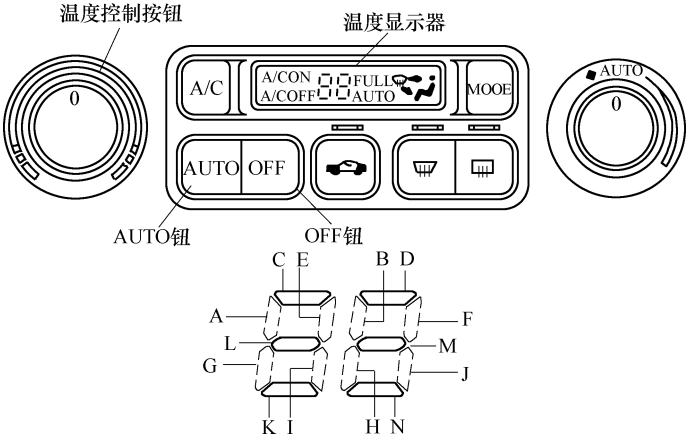


图 5-63　广州本田雅阁轿车空调系统的控制面板

1. 故障码的读取

接通点火开关 ON，并将温度控制按钮先旋到 MAX COOL 位置，然后再旋到 MAX HOT 位置。1min 后，同时按下 AUTO 钮和 OFF 钮。在按下两个按钮时，如果系统有任何异常现象，温度显示屏将以不同的显示屏段指示相应故障的部件；如无故障，温度显示屏将会以每秒为时间间隔重复显示“88”（全部的段），故障码见表 5-12。

在出现多种故障时，有关的指示灯都会工作。如指示灯 A、C、E、G、I、L 同时工作，传感器共用地线可能存在故障。

2. 故障码的清除

表 5-12　广州本田雅阁轿车空调系统故障码内容

显示器段	出故障的部件	可能的原因
A	车内温度传感器	电路断路，传感器故障
B	车内温度传感器	电路短路，传感器故障
C	车外空气温度传感器	电路断路，传感器故障
D	车外空气温度传感器	电路短路，传感器故障
E	阳光传感器	电路断路，传感器故障
F	阳光传感器	电路短路，传感器故障
G	蒸发器温度传感器	电路断路，传感器故障
H	蒸发器温度传感器	电路短路，传感器故障
I	空气混调控制电动机	电路断路
J	空气混调控制电动机	电路短路
K	空气混调控制电动机	通道阻塞，电动机故障
L	模式控制电动机	电路短路或断路
M	模式控制电动机	通道阻塞，电动机故障
N	鼓风机电动机	电路短路或断路，电动机故障

该自诊断系统没有存储故障码的功能，因此关闭点火开关即可清除故障码。在完成维修工作后，为确认故障已排除且不存在新的故障码，应按上述方法再次启动自诊断功能，并重新读取故障码。

八、奔驰轿车空调系统的故障自诊断

1996 年以后空调系统的故障自诊断

1. 故障码的读取

1）接通点火开关，按下控制面板（见图 5-64）左侧温度设定键“▲”，直到左侧显示屏显示“HI”。

2）按下控制面板右侧温度设定键“　”，直到右侧显示屏显示“LO”。

3）在 20s 内同时按下“REST”键和“EC”键，并保持 5s 以上。

4）此时循环键上的

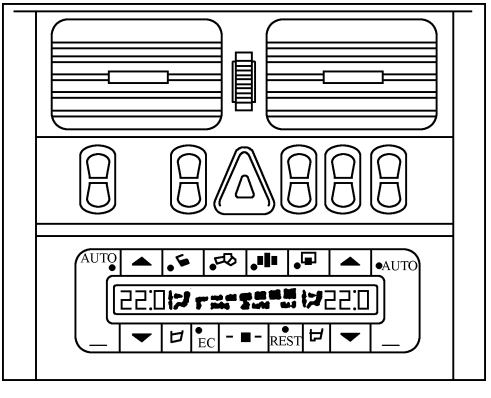


图 5-64　空调控制面板

LED 灯会开始闪烁。

5）按下“AUTO”键，如果系统正常，左侧显示屏显示“E”，右侧显示屏显示“FF”。

6）如果系统存储故障码，左侧显示屏显示“EB1”，右侧显示屏显示故障码。当按下“AUTO”键，会显示下一组故障码。奔驰轿车空调系统故障码及故障内容见表 5-13 和表 5-14。

表 5-13　奔驰轿车空调系统故障码（前部空调）及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
026	诊断信号线不良	241	制冷剂量不足
227	车外温度传感器	417	左热水阀
228	左暖风出风口温度传感器	418	右热水阀
229	右暖风出风口温度传感器	419	压缩机离合器线路
230	蒸发器温度传感器	420	怠速提高信号
231	发动机冷却液温度传感器	421	辅助风扇控制模组
232	制冷剂压力传感器	423	过电压保护开关不良
233	制冷剂温度传感器	424	炭罐滤清器阀打开
234	阳光传感器	425	炭罐滤清器阀关闭
235	蒸发传感器	432	最大暖风范围

表 5-14　奔驰轿车空调系统故障码（后部空调）及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
229	右暖风出风控制阀	240	后蒸发器温度传感器
236	左后暖风温度传感器	427	水泵线路不良
237	右后暖风温度传感器	428	左暖风出风控制阀
238	左温度设定钮	430	后制冷剂切断阀
239	右温度设定钮		

2. 故障码的清除

1）接通点火开关，同时按下左右两侧的“AUTO”键，约 2s 后左侧显示屏显示“d”，右侧显示屏显示“FF”。

2）同时按住左右两侧的“AUTO”键，一直等到左侧显示屏出现

“E”，右侧显示屏显示“FF”，表示系统中的故障码清除完毕。

九、宝马325i轿车空调系统的故障自诊断

宝马空调系统电控单元存储间歇性或永久性故障码，可用宝马维修测试仪和诊断软件进行故障诊断。宝马3系列轿车空调系统故障码见表5-15。

表5-15 宝马3系列轿车空调系统故障码

故障码	故障部件	连接器颜色	端子号
01	右温度控制旋钮	黑色	21
04	右加热器传感器	白色	25
07	蒸发器温度传感器	白色	22
10	车外温度传感器	白色	23
13	车内温度传感器	黑色	24
16	车内鼓风机传感器	蓝色	18
25	左温度控制旋钮	黑色	22
28	左加热器传感器	白色	24
31	鼓风机控制旋钮	黑色	23
34	空气分配控制旋钮	白色	21
40	左水阀	黑色	5
44	压缩机参考信号	蓝色	22
46	右水阀	黑色	12
47	空调信号至发动机电控单元	黑色	18
48	后窗继电器	蓝色	20
52	新鲜空气风档电动机	蓝色	10、11、12、13
55	空气内循环风档电动机	蓝色	6、7、8、9
61	混合空气风档电动机	蓝色	23、24、25、26
92	端子50	黑色	1
94	单独的加热和通风	白色	17、20

十、宝马525i轿车空调系统的故障自诊断

1. 故障码的读取和清除

1）用宝马轿车检测仪诊断系统或同类检测仪检测故障。

2）蓄电池充电电压最小应为 12V。

3）与 IHKR2/3 连接的熔断器应良好。

4）必须使用与之匹配的适配器进行测试，IHKR2/3 必须与之相连，以使之正常运行。当适配器被断开和检查时，故障码可能存储在控制电脑里，因此在测试之前必须将存储的故障码打印出来。

5）按钮、端子 15、端子 30、端子 61、车速信号、诊断连接器 RXD 等输入元件发生故障时，不以故障码的形式储存在 IHKR2/3 电脑中。

6）功能灯、诊断连接器 TXD 等输出元件发生故障时，不以故障码的形式储存在 IHKR2/3 电脑中。

7）为确保故障探测和储存为同一初始状态，IHKR2/3 必须用空气流量控制旋钮打开。尽管 IHKR2/3 已被打开，如果空气流量控制旋钮仍显示“OFF”，则应检查电控单元加到控制旋钮电位上的电压。

2. 故障码及故障内容

宝马 525i 轿车空调系统故障码及故障内容见表 5-16。

表 5-16　宝马 525i 轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
01	右温度控制旋钮不良	40	左水阀不良
04	右暖风传感器不良	44	空调继电器/第一级辅助风扇继电器
07	蒸发器传感器不良	46	右水阀不良
10	车外温度传感器不良	47	到 DME/EML 的空调信号不良
13	车内温度传感器不良	48	后窗除雾继电器不良
16	内部鼓风机传感器不良	52	新鲜空气风门电动机不良
25	左温度控制旋钮不良	55	再循环空气风门电动机不良
28	左暖风传感器不良	56	AUC 信号激活时间超过 15min
31	空气流量控制旋钮不良	61	混合空气风门电动机不良
34	混合空气控制旋钮不良	92	端子 50 通电时间超过 3min
38	辅助水泵继电器不良	94	独立加热/通风功能不良

十一、沃尔沃 850 轿车空调系统的故障自诊断

电子气候控制模块 ECC 能检测系统内故障，并能存储诊断故障码（DTC）。如果有故障存在，系统通过闪烁 A/C 和 REC 指示灯 20s 提示驾驶人。

当系统发现或存在故障，每次接通点火开关或起动发动机时，发出一个

故障警告，DTC将仍被存储直到故障码被清除。有3种不同测试模式可选用读取故障码，测试模式1可用于读取由电控单元检测到的故障码；测试模式2检查来自转速表和阳光传感器的信号；测试模式4用于检查空调系统电路，重新调整有关风档电动机极限位置的数据和改变从ECC控制模式至随车诊断单元变速器速比数据。

1. 故障码的读取

如图5-65所示，将选择器导线从诊断单元A连接至诊断单元B的端子1，接通点火开关，在诊断单元A上的LED灯开始闪烁，每个故障码（3位数）由一系列闪烁组成，同时每个数列间有短暂停歇。沃尔沃850轿车空调系统故障码及故障内容见表5-17。

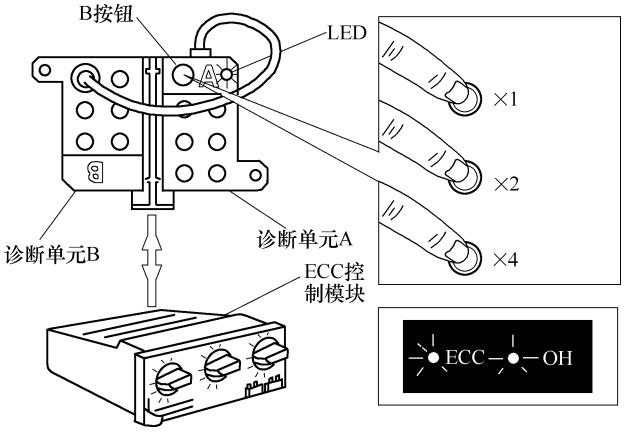


图5-65 诊断单元

表5-17 沃尔沃850轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
1-1-1	无故障	1-2-3	驾驶人侧温度传感器电路对地短路
1-2-1	车外温度传感器电路对地短路	1-2-4	驾驶人侧温度传感器电路断路或对电源短路
1-2-2	车外温度传感器断路或对电源短路	1-2-5	乘客侧温度传感器电路对地短路

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
1-2-6	乘客侧温度传感器电路断路或对电源短路	2-2-2	乘客侧风档电动机位置传感器对地短路
1-3-1	驾驶人侧风道温度传感器电路对地短路	2-3-1	面部风档电动机位置传感器电路断路或对电源短路
1-3-2	驾驶人侧风道温度传感器电路断路或对电源短路	2-3-2	面部风档电动机位置传感器对地短路
1-3-3	乘客侧风道温度传感器电路对地短路	2-3-3	脚部/除霜风档电动机位置传感器电路断路或对电源短路
1-3-4	乘客侧风道温度传感器电路断路或对电源短路	2-3-4	脚部/除霜风档电动机位置传感器对地短路
1-3-5	没有发动机温度频率信号	2-3-5	内循环风档电动机位置传感器断路或对电源短路
1-4-1	驾驶人侧温度开关故障控制信号	2-3-6	内循环风档电动机位置传感器对地短路
1-4-3	乘客侧温度开关故障控制信号	3-1-1	驾驶人侧风档电动机对地或电源短路
1-4-5	空气分配温度开关故障控制信号	3-1-2	乘客侧风档电动机对地或电源短路
1-5-1	风扇速度传感器控制信号遗失或太高	3-1-3	面部风档电动机对地或电源短路
1-5-2	风扇速度传感器控制信号对地短路	3-1-4	脚部/除霜风档电动机对地或电源短路
2-1-1	驾驶人侧风档电动机位置传感器电路断路或对电源短路	3-1-5	内循环风档电动机对地或电源短路
2-1-2	驾驶人侧风档电动机位置传感器对地短路	3-2-1	驾驶人侧风档电动机运行太长距离
2-2-1	乘客侧风档电动机位置传感器电路断路或对电源端路	3-2-2	乘客侧风档电动机运行太长距离

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
3-2-3	面部风档电动机运行太长距离	4-1-5	乘客侧温度传感器进气风扇对地短路
3-2-4	脚部/除霜风档电动机运行太长距离	4-1-6	乘客侧温度传感器进气风扇没有控制电压
3-2-5	内循环风档电动机运行太长距离	4-1-7	乘客侧温度传感器进气风扇磨损
4-1-1	乘客室风扇过电流或风扇磨损	4-1-8	没有控制信号至ECC电源线
4-1-2	驾驶人侧温度传感器进气风扇对地短路	4-1-9	ECC电源线发出故障诊断信号
4-1-3	驾驶人侧温度传感器进气风扇没有控制电压	4-2-0	ECC控制模块故障，程序存储器
4-1-4	驾驶人侧温度传感器进气风扇磨损	5-1-1	风档电动机极限位置的自调整没有被执行

2. 故障码的清除

1）在清除故障码前，所有的故障码必须至少被显示一次。将选择导线接至诊断单元“B”的端子1，按住诊断按钮至少15s，松开按钮后，LED灯将亮3s。

2）按住诊断按钮至少5s，松开按钮后，LED灯将不亮。按下诊断按钮一次确定故障已被清除，如果显示故障码1-1-1，说明故障码已被清除。

3. 测试模式1

接通点火开关，按下诊断单元“A”上的按钮约1s，读取LED闪亮次数。如果LED不闪亮，检查随车诊断单元。如果LED闪亮故障码1-1-1，表示没有存储故障。如果LED闪亮其他故障码，进行故障码检查。

4. 测试模式2

1）接通点火开关，按下诊断单元“A”上的按钮2次，每次大约1s，LED开始快速地闪亮一次，测试模式2被启动。如果按钮按下后，LED不能开始快速地闪亮，检查随车诊断单元。

2）如果LED闪亮故障码1-1-2，来自阳光传感器的信号正常。如果

LED 闪亮故障码 1-1-3，来自速度表信号正常。如果两个故障码都未出现，进行下一步检查。

3）如果故障码 l-1-2 未出现，检查阳光传感器。如果故障码 1-1-3 未出现，检查速度传感器信号。关闭点火开关，退出测试模式 2。

5. 测试模式 3

接通点火开关，按下诊断单元“A”上的按钮 4 次，每次按下 1s，LED 将亮。如果 LED 不亮，检查随车诊断单元。如果 LED 亮，必须一次进入一个控制故障码，进入每位数字后 LED 不亮。在一故障码上进入每位数字必须在 4s 内完成，否则将造成故障输出信号，必须重新启动测试模式 3。测试模式 3 控制故障码及故障内容见表 5-18。

表 5-18　测试模式 3 控制故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
1-1-1	控制空调继电器	3-1-1	正常速度
3-1-2	X2 速度	3-1-3	X10 速度
9-9-9	风档电动机极限位置的自调整		

（1）控制空调继电器　按下诊断单元上的按钮 3 次，进入控制故障码 1-1-1。ECC 控制模式将接通和断开空调继电器 5 次（10s 接通，10s 断开），接通和断开空调压缩机、控制面板空调指示灯。如果空调继电器未按指示响应，检查空调继电器。

（2）风档电动机极限位置的自调整

1）接通点火开关，将鼓风机电动机杆设定在正常模式，将功能选择器设定在“自动”模式，确保系统在测试模式 3。

2）按下诊断单元上的按钮 9 次，进入控制故障码 9-9-9，ECC 控制模式将自动地调整风档电动机极限位置。

3）等 10s 后，风扇开始启动，关闭点火开关，退出测试模式 3。接通点火开关，在空调控制面板上的 AC 和 REC 指示灯将闪亮。驾驶汽车，让车速超过 32km/h 几分钟。

4）停止车辆，关闭发动机，不要关闭点火开关至少 2min，使 ECC 控制模式存储所有数据。启动测试模式 1 并记录故障码。如果出现故障码1-1-1，自诊断结束。如果出现故障码 5-1-1，自诊断未结束。

（3）从ECC控制模式至随车诊断单元变化变速器速比数据　按下诊断单元“A”上的按钮，进入预期的控制故障码（3-1-1或3-1-2），变速器在正常速比下一直起动，除非另一方案被选择。如果另一方案被选择，每次点火开关关闭，将恢复正常速比。

十二、沃尔沃960轿车空调系统的故障自诊断

沃尔沃960轿车空调系统的控制面板，如图5-66所示。

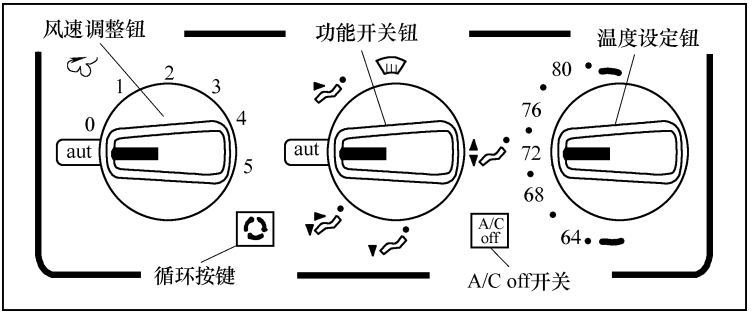


图5-66　沃尔沃960轿车空调系统的控制面板

1. 故障码的读取

进入自诊断模式，让发动机运转。如图5-66所示，将鼓风机风扇控制旋钮设定在“AUTO”位置，功能选择旋钮设定在“面部”位置，温度控制旋钮在“最冷”位置，确保内循环空气按键按下及“A/C OFF”按键释放。在5s内按下并释放“A/C OFF”按键，开始自诊断模式。每个故障码由3位数组成，可存储3个不同的故障码。沃尔沃960轿车空调系统故障码内容见表5-19。

表5-19　沃尔沃960轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
111	无故障	131	车内温度传感器对地短路
121	车外温度传感器对地短路	132	车内温度传感器断路或对电源短路
122	车外温度传感器断路或对电源短路	141	冷却液温度传感器对地短路

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
142	冷却液温度传感器断路或对电源短路	241	动力单元不正常输出信号，水阀
151	发电动机（D+信号故障）	242	动力单元不正常输出信号，面部/脚部
161	阳光传感器	243	动力单元不正常输出信号，面部
211	伺服电动机/电位器断路或对地短路	244	动力单元不正常输出信号，内循环空气
212	伺服电动机/电位器对电源短路	245	动力单元不正常输出信号，除霜
213	伺服电动机不正常，电源电压送至端子17、18	246	动力单元不正常输出信号，脚部
214	在10s内伺服电动机不工作	247	动力单元不正常输出信号，风扇（最高速继电器）
231	ECC控制面板温度控制故障	248	动力单元不正常输出信号，压缩机
233	鼓风机电动机起动电流过大	249	动力单元不正常输出信号，散热器风扇继电器

2. 故障码的清除

当点火开关关闭时，所有的故障码都被清除。

十三、克莱斯勒 Fifth Avenue Imperial 轿车空调系统的故障自诊断

克莱斯勒 Fifth Avenue Imperial 轿车空调系统的控制面板，如图5-67所示。

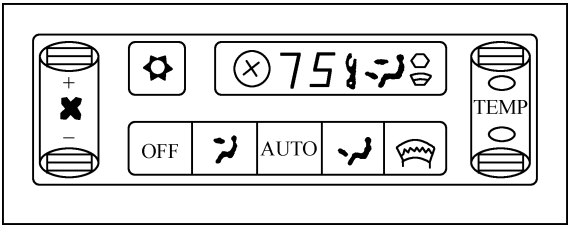


图5-67　克莱斯勒 Fifth Avenue Imperial 轿车空调系统的控制面板

1. 故障码的读取

1）发动机至正常温度。

2）同时按下“自动”、“吹脚”和“除霜”三按键，持续2s以上再放开。

3）此时空调控制板上的字幕闪动，同时空调系统会自动切换冷气与暖气功能，并伴有下列动作：

① 字幕闪动。

② 鼓风机高速转动。

③ 外部温度传感器信号由最热到最冷自动循环。

④ 送风自动从除霜、循环到新鲜切换。

4）依上述动作如有检测到任何故障时，会自动停止，并显示故障码，同时鼓风机会停止转动。

5）如果系统正常，执行完步骤3）后，冷气恢复进入诊断前状态。

2. 故障码及故障内容

克莱斯勒Fifth Avenue Imperial轿车空调系统的故障码及故障内容见表5-20。

表5-20 克莱斯勒Fifth Avenue Imperial轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
1	控制面板电脑不良	15	混合门反馈信号不良
2	空气混合门控制信号不良	16	混合门在测试时功能风门也动作
3	功能风门控制器不良	17	功能风门在除霜位置不良
4	所有风门控制器不良	18	功能风门在正吹位置不良
5	对流循环风门控制器不良	19	功能风门反馈信号搭铁
6	压缩机控制信号不良	20	功能风门在测试时混合门也动作
7	鼓风机电源控制模组不良	21	冷气电脑中只读存储器不良
8	控制面板电脑不良	22	冷气电脑故障
9	阳光传感器不良	23	混合门反馈信号不良
10	冷却液温度传感器不良	24	功能风门反馈信号不良
11	外部温度传感器不良	25	大气温度传感器不良
12	车内温度传感器不良	26	车内温度传感器不良
13	混合门在暖气位置不良	27	阳光传感器不良
14	混合门在冷气位置不良	28	温度传感器不良

3. 故障码的清除

直接按下空调面板上的“吹脚”按键，在5s内空调面板显示屏上出现“E”，若继续按住，再等待5s以上，即可清除故障码。

如果按住空调面板上的“吹脚”拉键，在5s内空调面板显示屏上出现“E”后即放开按键，只是离开诊断功能，并不能清除故障码。

十四、克莱斯勒 Concorde Intrepid Vision 轿车空调系统的故障自诊断

1. 故障码的读取

1）起动发动机至正常温度。

2）打开空调将温度设定在21℃位置。

3）同时按下“吹脚”、“吹脚/除霜”和“除霜”三个键，并保持按住，直到空调面板的显示屏全部字符显示。

4）此时空调系统进入自诊断和学习设定状态。如果空调系统有故障，空调控制器将故障以代码的形式存储在其内部存储器中，并由空调控制面板显示屏显示故障码。如果系统正常，当自诊断和学习设定动作完成后，即会回到正常空调模式。

2. 故障码

克莱斯勒 Concorde Intrepid Vision 轿车空调系统故障码及故障内容见表5-21。

表5-21　克莱斯勒 Concorde Intrepid Vision 轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
23	混合门反馈信号不良	32	混合门动作太慢
24	功能风门反馈信号不良	33	功能风门动作太慢
25	车外温度传感器不良	34	发动机温度信号不良
26	车内温度传感器不良	35	蒸发器温度传感器不良
27	阳光传感器不良	36	空调控制器连线不良
31	循环风门动作太慢		

3. 故障码的清除

1）将点火开关关闭。

2）拆下蓄电池负极搭铁线，10min 以后再装回蓄电池负极搭铁线。

3）重复执行一次“故障码读取程序”，以检查故障码是否被清除掉。

十五、林肯城市（Linconln Town）轿车空调系统的故障自诊断

在读取故障码时，要确保发动机冷却液温度在 49℃以上。温度到达 49℃后，同时按下空调控制板上的 OFF（关）与 FLOOR（地板）键，然后在 2s 内按下 AUTO 键。检测过程大约为 20s，在此期间显示为空白，20s 后，将显示故障码。若 20s 后仍是空白，则表示系统没有发生故障。

自诊断检测可在任何时候启动，显示故障码。自诊断进行时，正常的系统运行将停止，如要退出自诊断并重新启动系统，需按下 BLUE 键，在停止向系统提供动力以前应停止自诊断活动。林肯城市（Linconln Town）轿车空调系统故障码及故障内容如表 5-22 所示。

表 5-22 林肯城市（Linconln Town）轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
01	控制总成损坏	05	阳光温度传感器和相连接处断路或短路
02	空气温度控制阀损坏或失灵	888	温度控制阀和开关失灵
03	自动温度控制传感器和连接处断路或短路		真空控制系统失灵
04	环境温度传感器和相连接处断路或短路		空调离合器失灵或损坏

十六、凯迪拉克 Deville、Fleetwood 轿车空调系统的故障自诊断

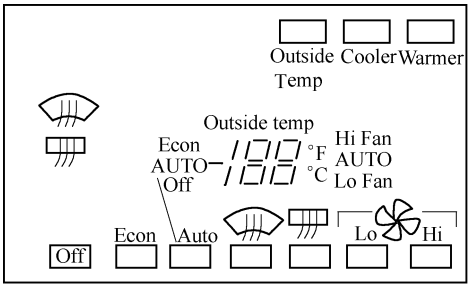
Deville（帝威）、Fleetwood（元首）轿车空调系统的控制面板，如图 5-68所示。

1. 故障码的读取

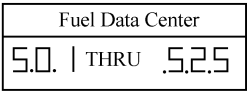
1）点火开关和定速控制开关均设置在“ON”状态；

2）同时按住空调控制板上的“OFF”和“WARMER”按键；

3）一直按到控制面板显示“-188”字样，同时燃料资料显示屏显示



空调控制板



燃料资料显示屏

图 5-68　凯迪拉克轿车空调系统的控制面板和燃料资料显示

“8.8.8”后，立即放开“OFF”和“WARMER 两键。

4）燃料资料显示屏上出现“8.8.8”字样约 1s 后，接着显示“E”字母为首的故障码，以表示发动机控制电脑（ECM）所记忆的故障码，然后显示故障码的另外两位数字码。

5）第一次出现的故障码，为电脑储存的故障记忆，包含前 50 次起动行驶的故障，以及目前仍存在的故障。

6）第二次出现的故障码，表示发动机系统目前的故障内容。若以前并无故障，只在目前才有故障产生，则会显示“EE”字样。

7）若发动机系统正常，则直接显示“.7.0”字样。读取发动机系统故障码后，按故障码内容检修。

8）若需继续读取车身电脑（BCM）故障码，在发动机故障码显示完毕后，屏幕上自动循环显示“F”字母为首的故障码，以表示车身电脑的故障记忆。

9）车身电脑输出的故障码，第一次显示为前 50 次起动行驶的故障与现存的故障；第二次显示的故障码则是目前的故障，读取故障码后，按其内容检修。

10）若车辆以前没有故障，只存在目前故障，则屏幕上显出现“F.F”字样。

2. 故障码

凯迪拉克 Deville、Fleetwood 轿车空调系统故障码及故障内容见表 5-23。

表 5-23 凯迪拉克 Deville、Fleetwood 轿车空调系统故障码及故障内容

故障码	故障内容	故障码	故障内容
F10	外界温度传感器不良	F40	空调导管的空气混合门不良
F11	空调高温传感器不良	F46	空调导管的不足警示不良
F12	空调低温传感器不良	F47	低压制冷剂状况不良
F13	车内温度传感器故障	F48	低压制冷剂压力不良
F30	空调控制面板（ECCP）到车身电脑的数据传输线路故障	F49	空调离合器线路不良
F31	燃料资料显示屏（FDC）到车身电脑的数据传输线路故障	F51	车身电脑的可程控只读存储器不良
F32	发动机控制电脑到车身电脑的数据传输线路故障		

3. 故障码的清除

1）清除发动机控制电脑的故障码。同时按住“OFF”和“Hi”键，直到“E.0.0”字样出现，再放开按键，即会显示“.7.0”字样，然后关闭点火开关，10s 以后，ECM 存储的故障码会自动清除。

2）清除车身电脑的故障码。同时按住“LO”和“OFF”键，直到显示“F.0.0”字样后放开，接着会出现“.7.0”字幕，然后关闭点火开关，等 10s 以后，故障码则自动清除。

第六章

电子控制悬架系统的结构与检修

第一节　电子控制悬架主要部件的结构与检修

电子控制悬架系统分为电子控制半主动悬架系统和电子控制主动悬架系统。电子控制主动悬架系统又分为电子控制空气悬架系统和电子控制油气弹簧系统。电子控制半主动悬架系统主要由模式选择开关、传感器、悬架ECU、执行器、可调阻尼减振器等部件组成。电子控制主动悬架系统主要由模式选择开关、传感器、悬架ECU、可调阻尼减振器、空气压缩机总成、高度控制阀和空气弹簧等部件组成。

通常电子控制半主动悬架系统只控制可调阻尼减振器阻尼力的大小以提高汽车的操纵稳定性和乘坐的舒适性。电子控制主动悬架系统除控制可调阻尼减振器阻尼力的大小以外，还控制弹性元件的刚度、车身高度和姿势等。

尽管汽车电子控制悬架系统由于控制功能和控制方法不同，结构形式多种多样，但它们的基本组成却是相同的。即由感应汽车运行状况的各种传感器、开关，电控单元及执行机构等组成。一般传感器有车高传感器、车速传感器、加速度传感器、转向盘转角传感器、节气门位置传感器等。开关有模式选择开关、制动灯开关、停车开关和车门开关等。执行机构有可调阻尼力大小的减振器，可调节弹簧高度和弹性大小的弹性元件等。

一般电子控制悬架系统的工作原理是：利用传感器（包括开关）把汽车行驶时路面的状况和车身的状态进行检测，将检测信号输入计算机进行处理，计算机通过驱动电路控制悬架系统的执行器动作，完成悬架特性参数的调整。

一、传感器

（一）转向盘转角传感器

转向盘转角传感器用于检测转向盘的中间位置、转动方向、转动角度和

转动速度。在电子控制悬架中，电控单元根据车速传感器信号和转角传感器信号，判断汽车转向时侧向力的大小和方向，以控制车身的侧倾。

现代汽车多采用光电式转角传感器，图6-1是丰田汽车TEMS上应用的光电式转角传感器的安装位置和结构图。在转向盘的转向轴上装有一个带窄缝的圆盘，传感器的光电元件（即发光二极管）和光敏接收元件（光敏晶体管）相对地装在遮光盘两侧形成遮光器。由于圆盘上的窄缝呈等距均匀分布，当转向盘的转轴带动圆盘偏转时，窄缝圆盘将扫过遮光器中间的空穴，从而在遮光器的输出端，即可进行ON、OFF转换，形成脉冲信号。

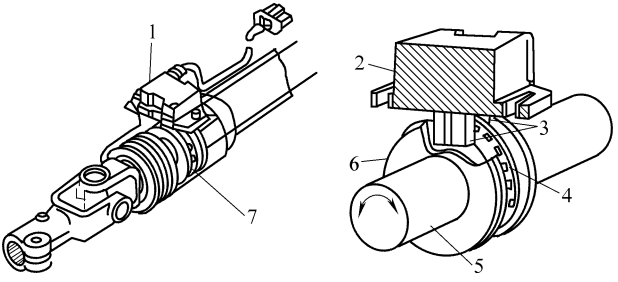


图6-1 光电式转角传感器的安装位置和结构

1、2—转角传感器 3—光电元件 4—遮光盘 5—转向盘 6、7—传感器圆盘

光电式转角传感器的工作原理如图6-2，电路原理如图6-3所示。

当转动转向盘时，带窄缝的圆盘使遮光器之间的光束产生“通/断”变化，遮光器的这种反复“开/关”状态产生与转向轴转角成一定比例的一系列数字信号，系统控制装置可根据此信号的变化来判断转向盘的转角与转速。同时，传感器在结构上采用两组光耦合器，可根据检测到的脉冲信号的相位差来判断转向盘的偏转方向。这是因为两个遮

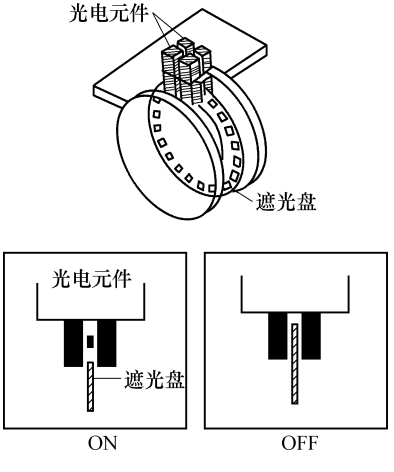


图6-2 光电式转角传感器的工作原理

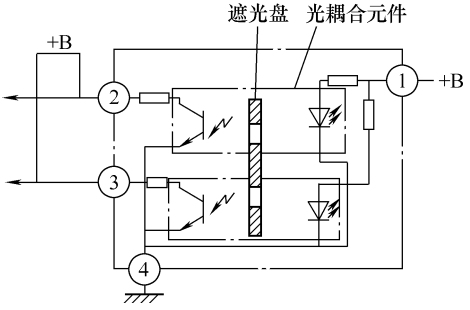


图 6-3　光电式转角传感器电路原理

光器在安装上使它们的 ON、OFF 变换的相位错开 90°，通过判断哪个遮光器首先转变为 ON 状态，即可检测出转向轴的偏转方向。例如，向左转时，左侧遮光器总是先于右侧遮光器达到 ON 状态；而向右转时，右侧遮光器总是先于左侧遮光器达到 ON 状态。

（二）加速度传感器

在车轮打滑时，不能以转向角和汽车车速正确判断车身侧向力的大小。为了直接测出车身横向加速度和纵向加速度，可以利用加速度传感器。横向加速度传感器主要用于检测汽车转向时，汽车因离心力的作用而产生的横向加速度，并将产生的电信号输送给电控单元 ECU，使电控单元能判断悬架系统的阻尼力改变的大小及空气弹簧中空气压力的调节情况，以维持车身的最佳姿势。

常用的加速度传感器有差动变压器式和钢球位移式两种。

1. 差动变压器式加速度传感器

图 6-4 是差动变压器式加速度传感器的结构图，图 6-5 是其工作原理图。

在励磁线圈（一次绕组）通上交流电的情况下，当汽车转弯（或加、减速）行驶时，心杆在汽车横向力（或纵向力）的作用下产生位移，随着心杆位置的变化，检测线圈（二次绕组）的输出电压发生变化。所以，检测线圈的输出电压与

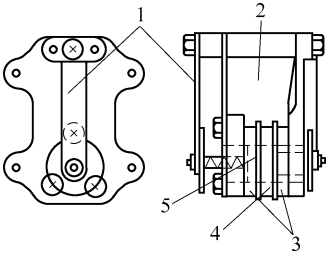


图 6-4　差动变压器式加速度传感器

1—弹簧　2—封入硅油　3—检测线圈　4—励磁线圈　5—心杆

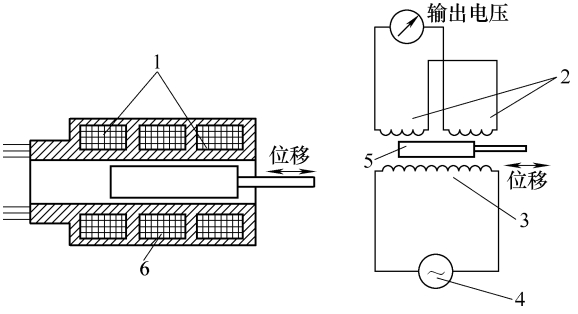


图 6-5　差动变压器式加速度传感器的工作原理

1、2—二次绕组　3、6—一次绕组　4—电源　5—心杆

汽车横向力（或纵向力）一一对应，反映了汽车横向力（或纵向力）的大小。悬架系统电子控制装置，根据此输入信号即可正确判断汽车横向力（或纵向力）的大小，对车身姿势进行控制。

2. 钢球位移式加速度传感器

钢球位移式加速度传感器的结构如图 6-6 所示。

根据所检测的力（横向力、纵向力或垂直力）不同，加速度传感器的安装方向也不一样。如汽车转弯行驶时，钢球在汽车横向力的作用下产生位移，随着钢球位置的变化，造成线圈的输出电压发生变化。所以，悬架系统电子控制装置，根据加速度传感器输入的信号即可正确判断汽车横向力的大小，从而实现对汽车车身姿势的控制。

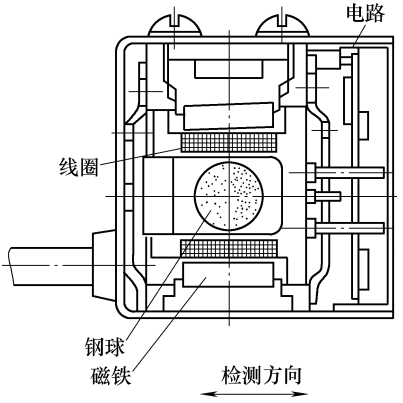


图 6-6　钢球位移式加速度传感器的结构

除此之外，还有半导体加速度传感器，如三菱 GALANT 汽车采用的 G 传感器是一小型半导体加速度计，它安装于汽车前端，用于确定汽车转向时的横向加速度。根据储气筒中空气压力的大小，通过低压开关和高压开关打开或关闭空气压缩机。压力传感器中有一弹性膜片，当空气压力变化时弹性膜片移动，弹性膜片的移动通过一电位计转化为电压信号输

入 ECU。

（三）车身高度传感器

车身高度传感器的作用，是检测汽车行驶时车身高度的变化情况（汽车悬架的位移量），并转换成电信号输入悬架系统的电子控制装置 ECU。常用的车身高度传感器有片簧开关式高度传感器、霍尔集成电路式高度传感器、光电式高度传感器。

1. 片簧开关式高度传感器

片簧开关式高度传感器的结构和工作原理如图 6-7 所示。片簧开关式高度传感器有四组触点式开关，它们分别与两个晶体管相连，构成四个检测回路。用两个端子作为输出信号与悬架 ECU 连接，两个晶体管均受 ECU“输出”端子的控制。该传感器将车身高度状态组合为四个检测区域，分别是低、正常、高、超高。

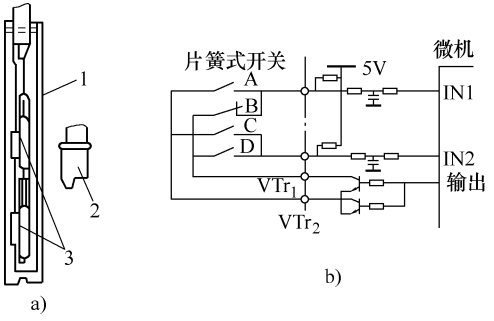


图 6-7　片簧开关式高度传感器

a）结构　b）工作原理

1—车高传感器　2—磁体　3—片簧开关

当车身高度调定为正常高度时，如果因乘员数量的增加，而使车身高度偏离正常高度。此时片簧开关式高度传感器的另一对触点闭合，产生电信号输送给 ECU，ECU 随即做出车身高度偏低的判断，从而输出电信号到车身高度控制执行器，促使车身高度恢复正常高度状态。片簧开关式高度传感器在福特车型上应用较多。

2. 霍尔集成电路式高度传感器

霍尔集成电路式高度传感器的结构和工作原理如图 6-8 所示。霍尔集成电路式高度传感器分别由两个霍尔集成电路、磁体等组成。其基本工作原理

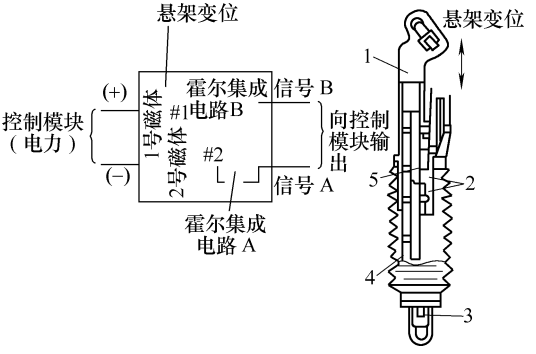


图 6-8　霍尔集成电路式高度传感器

1—传感器体　2—霍尔集成电路　3—弹簧夹　4—滑轴　5—窗孔

是：当两个磁体因车身高度的改变而产生相对位移时，将在两个霍尔集成电路上产生不同的霍尔电效应，形成相应的电信号，悬架的电控装置根据这些电信号，做出车身高度偏离调定高度的情况判别，从而驱动执行器做出有关调整。由于两个霍尔集成电路和两个磁体安装时，它们的位置进行了不同的组合，可以将车身高度状态分为三个区域进行检测。

3. 光电式高度传感器

以上介绍的均是接触式车身高度传感器，在使用过程中存在磨损而影响检测精度和灵敏度的缺点，其应用受到一定限制。光电式高度传感器属于非接触式高度传感器，它有效地克服了上述缺点，因此现代轿车越来越多地采用了光电式高度传感器。

图 6-9 是光电式高度传感器的结构。在主动悬架系统中，要对车身高度进行检测与调节，一般只需在悬架上安装三个车身高度传感器即可，位置在左、右前轮和后桥中部。如果传感器多于三个，则会出现调整干涉现象。

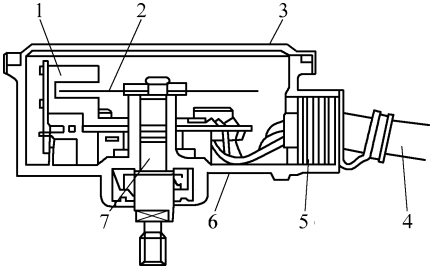


图 6-9　光电式高度传感器的结构

1—遮光器　2—圆盘　3—传感器盖
4—信号线　5—金属油封环
6—传感器壳　7—传感器轴

在传感器上，有一根靠连杆带动转动的转轴，转轴上固定一个开有许多窄槽的圆盘，

圆盘两边是由发光二极管和光敏晶体管组成的光耦合器。每一个光耦合器共有四组发光二极管和光敏晶体管组成。一般情况下，传感器中有两个光耦合器组。

在传感器上，有一根靠连杆带动转动的转轴，转轴上固定一个开有许多窄槽的圆盘，圆盘两边是由发光二极管和光敏晶体管组成的光耦合器。每一个光耦合器共有四组发光二极管和光敏晶体管组成。一般情况下，传感器中有两个光耦合器组。实际结构中，光电式车身高度传感器固定在车架上，传感器轴的外端装有导杆，导杆的另一端通过一连杆与独立悬架的下摆臂连接，如图 6-10 所示。

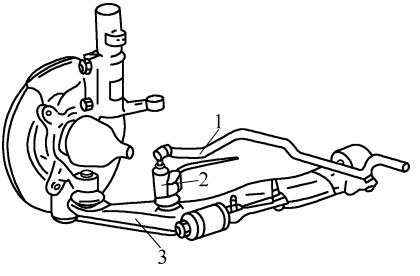


图 6-10　高度传感器的安装位置

1—导杆　2—传感器　3—下摆臂

图 6-11 是光电式高度传感器的工作原理图。当车身高度发生变化时（如汽车载荷发生变化），导杆将随悬架摆臂的上下移动而摆动（见图 6-10）。从而通过传感器转轴驱动圆盘转动，使光耦合器组相对应的发光二极管和光敏晶体管上的光线产生 ON/OFF 的转换。光敏晶体管把接收到的光线 ON/OFF 转换成电信号，并通过导线输送给悬架电控单元 ECU。ECU 根据每一个光耦合器上每组发光二极管和光敏晶体管 ON/OFF 转换的不同组合，判断圆盘转过的角度，从而计算出悬架高度的变化情况。

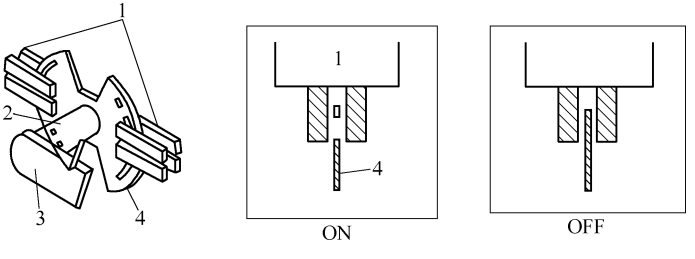


图 6-11　光电式高度传感器的工作原理图

1—遮光器　2—传感器轴　3—导杆　4—圆盘

（四）节气门位置传感器

悬架控制系统中利用节气门位置传感器信号来判断汽车是否在进行急加速。节气门位置传感器先将信号输入发动机电子控制装置，然后，发动机电子控制装置再将此信号输入悬架电子控制装置。

（五）车速传感器

车速是汽车悬架系统常用的控制信号，汽车车身的侧倾程度取决于车速和汽车转向半径的大小。通过对车速的检测，来调节电控悬架的阻尼力，从而改善汽车行驶的安全性。

常用的车速传感器的类型有舌簧开关式车速传感器、磁阻元件式车速传感器、磁脉冲式车速传感器和光电式车速传感器。一般情况下，舌簧开关式和光电式车速传感器安装在汽车仪表板上，与车速表装在一起，并用软轴与变速器的输出轴相连；而磁阻元件式和磁脉冲式车速传感器装在变速器上，通过蜗杆蜗轮机构与变速器的输出轴相连。

（六）模式选择开关

模式选择开关位于变速器操纵手柄旁，如图6-12所示。驾驶人根据汽车的行驶状况和路面情况选择悬架的运行模式，从而决定减振器的阻尼力大小。

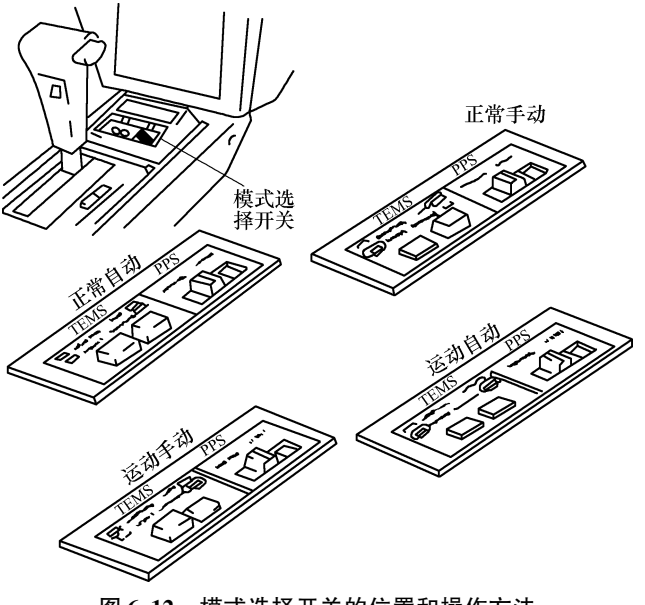


图6-12 模式选择开关的位置和操作方法

驾驶人通过操纵模式选择开关，可使悬架系统工作在四种运行模式：自动、标准；自动、运动；手动、标准；手动、运动。当选择自动档时，悬架系统可以根据汽车行驶状态自动调节减振器的阻尼力大小，以保证汽车乘坐舒适性和操纵稳定性。其控制功能见表 6-1。当选择手动档时，悬架系统的阻尼力只有标准（中等）和运动（硬）两种状态的转换。

表 6-1　悬架系统控制功能

汽车行驶状态	减振器阻尼力（悬架状态）	
	自动、标准模式	自动、运动模式
一般情况下	软	中等
汽车急加速、急转弯或紧急制动时	硬	硬
高速行驶时	中等	中等

二、悬架电控单元

悬架电控单元是一台小型专用计算机，一般由输入电路、微处理器、输出电路和电源电路等组成，如图 6-13 所示。它是悬架控制系统的中枢，具有多种功能。

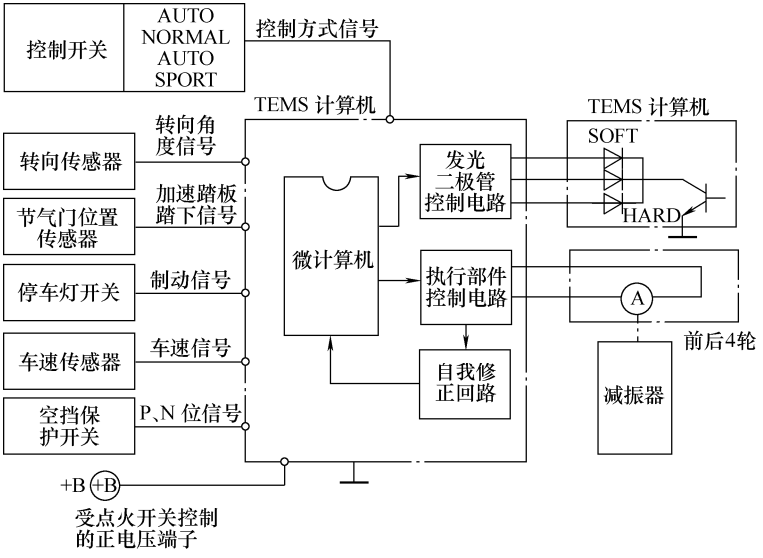


图 6-13　悬架电控单元电路

1. 提供稳压电源

控制装置内部所用电源和供各种传感器的电源均由稳压电源提供。

2. 传感器信号放大

用接口电路将输入信号（如各种传感器信号、开关信号）中的干扰信号除去，然后放大、变换极值、比较极值，变换为适合输入控制装置的信号。

3. 输入信号的计算

电控单元根据预先写入只读存储器 ROM 中的程序对各输入信号进行计算，并将计算结果与内存的数据进行比较后，向执行机构（电动机、电磁阀、继电器等）发出控制信号。输入 ECU 的信号除了开/关信号外还有电压信号时，还应进行 A/D 转换。

4. 驱动执行机构

悬架 ECU 用输出驱动电路将输出驱动信号放大，然后输送到各执行机构，如电动机、电磁阀、继电器等，以实现对汽车悬架参数的控制。

5. 故障检测

悬架 ECU 用故障检测电路来检测传感器、执行器、线路等的故障，当发生故障时，将信号送入悬架 ECU，目的在于即使发生故障，也应使悬架系统安全工作，而且在修理故障时容易确定故障所在位置。

三、执行机构

（一）阻尼力控制执行机构

1. 可调阻尼力减振器

可调阻尼力减振器主要由缸筒、活塞及活塞控制杆、回转阀等构成，如图 6-14 所示。活塞杆是一空心杆，在其中心装有控制杆，控制杆的上端与执行器相连。控制杆的下端装有回转阀，回转阀上有三个油孔，活塞杆上有两个通孔。缸筒中的油液一部分经活塞上的阻尼孔在缸筒的上下两腔流动；另一部分经回转阀与活塞杆上连通的孔在缸筒的上下两腔间流动。

当电控单元 ECU 促使执行器工作时，通过控制杆带动回转阀相对活塞杆转动，回转阀与活塞杆上的油孔连通或切断，从而增加或减少油液的流通面积，使油液的流动阻力改变，达到调节减振器阻尼力的目的。当回转阀上的 A、C 油孔相连时，流通面积较大，减振器的阻尼力为软；当只有回转阀 B 油孔与活塞杆油孔相连时，减振器的阻尼力为中等；当回转阀上三个油孔均被堵住时，仅有活塞杆上的阻尼孔起衰减作用，此时减振器的阻尼力为最硬。

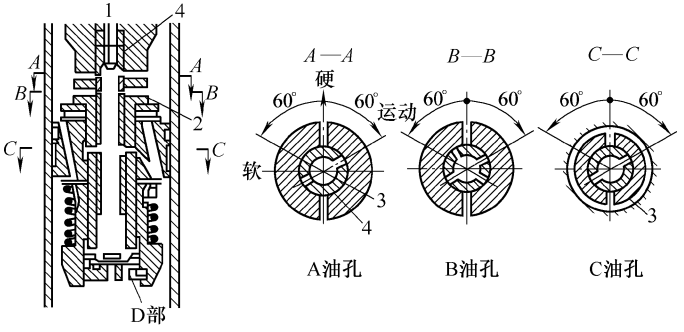


图 6-14　可调阻尼力减振器

1—回转阀控制杆　2—阻尼孔　3—活塞杆　4—回转阀

2. 直流电动机式执行器

图 6-15 是丰田汽车采用的直流电动机式执行器的结构和工作原理图。该执行器主要由直流电动机、小齿轮、扇形齿轮、电磁线圈、挡块、控制杆组成。每个执行器安装于悬架系统中减振器的顶部，并通过其上的控制杆与回转阀相连接，直流电动机和电磁线圈直接接受电控单元的控制。

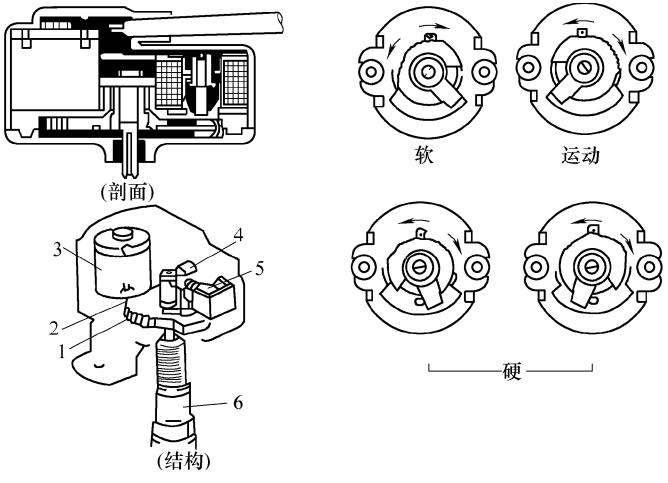


图 6-15　执行器的结构和工作原理

1—扇形齿轮　2—小齿轮　3—电动机　4—挡块　5—挡块用电磁铁　6—减振器

该执行器的基本工作原理是：电控单元输出控制信号使电磁线圈通电控

制挡块的动作（如将挡块与扇形齿轮的凹槽分离）。另外，直流电动机根据输入的电流方向作相应方向的旋转，从而驱动扇形齿轮作对应方向的偏转，带动控制杆改变减振器的回转阀与活塞杆油孔的连通情况，使减振器的阻尼力按需要的阻尼力大小和方向改变。当阻尼力调整合适后，电动机和电磁线圈都断电，挡块重新进入扇形齿轮的凹槽，使被调整好的阻尼力大小能保持稳定。执行器的直流电动机和电磁线圈在工作时的通电情况见表6-2。

表6-2 执行器的通电情况

减振器的阻尼状态		电动机		电磁线圈
调整前	调整后	正极	负极	
	软	−	+	断开
	中等	+	−	断开
软	硬	+	−	接通
中等	硬	−	+	接通

当电控单元发出软阻尼力信号时，电动机转动使扇形齿轮作逆时针方向转动，直到扇形齿轮上凹槽的一边靠在挡块上为止；如发出中等硬度信号，电动机反向通电，使扇形齿轮顺时针方向偏转，直到扇形齿轮上凹槽的另一边靠在挡块上为止；当电控单元发出硬阻尼力信号时，ECU同时向电动机和电磁线圈发出控制信号，电动机带动扇形齿轮离开软阻尼力位置或中等阻尼力位置，同时电磁线圈将挡块拉紧，使挡块进入扇形齿轮中间的一个凹槽内。

图6-16是直流电动机与三级齿轮减速机构组成的可调节阻尼力减振器的执行装置。它主要由直流电动机、齿轮减速机构、驱动轴及轴连接在一起的电刷、印制电路板、档位转动开关、制动电路等组成。该执行器只有二段（Touring/Sport）模式控制。随着执行器的工作，驱动轴带动电刷在电路板上扫过，可以接通或切断模式选择开关的电流通路。一般驱动轴每转过90°就进行一次Touring/Sport的转换，从而控制直流电动机的工作状态。电刷与印刷电路板形成两个接点开关SW_1和SW_2，它们分别与模式选择开关的Touring档和Sport档作电路上的连接，如图6-17所示。

模式选择与接点开关SW_1、SW_2状态的关系见表6-3。

表6-3 模式选择与接点开关SW_1、SW_2状态的关系

接点开关	“Touring”模式	“Sport”模式
SW_1	OFF	ON
SW_2	ON	OFF

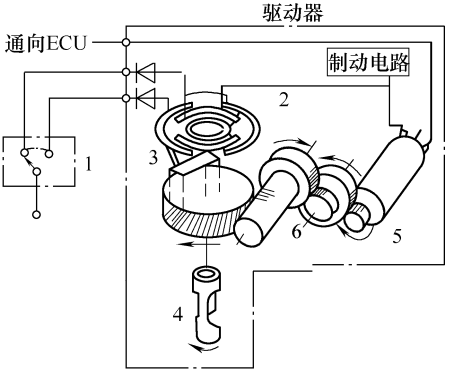


图 6-16　驱动器

1—档位转换开关　2—印制电路板
3—电刷　4—驱动轴　5—直流电动机
6—齿轮减速机构

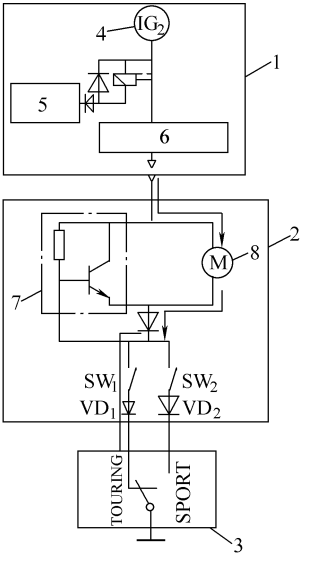


图 6-17　电控单元与驱动器电路

1—电控单元 ECU　2—减振器驱动器
3—档位转换开关　4—电源电路
5—时间电路　6—电压控制电路
7—制动电路　8—直流电动机

当模式选择开关转换到“TOURING”档时，电控单元 ECU 与驱动电路被接点开关 SW_1 接通，电动机有电流通过而工作，带动输出轴转动，从而使减振器回转阀也转动，这时减振器的阻尼力变为软（SOFT）状态。同时当输出轴的转角超过 90°时，输出轴上的电刷使接点开关 SW_1 断开，而接点开关 SW_2 接通。电动机电路被切断而停止运转，维持减振器的阻尼力为“TOURING”状态。

当电动机外电路被切断时，电动机因惯性作用会继续运转，产生较大的感应电动势。为防止电动机被烧坏，电路中设有制动保护回路。电动机外电路被切断时所产生的感应电动势经制动回路而消耗，电动机停止处于待命状态，如图 6-18 所示。

（二）侧倾刚度控制的执行机构

汽车的侧倾刚度与汽车的转向特性密切相关。为改变汽车的侧倾刚度，

可以通过改变横向稳定杆的扭转刚度来实现。侧倾刚度控制系统根据电控单元ECU的信号，通过一执行器来控制横向稳定杆液压缸内的油压，达到调节横向稳定杆扭转刚度的目的。

1. 横向稳定杆执行器

图6-19是横向稳定杆执行器的工作原理图。它由直流电动机、蜗轮、蜗杆、行星齿轮机构和限位开关等组成。行星齿轮机构由与蜗轮一体的太阳轮、两个行星齿轮和齿圈构成。两个行星齿轮装在与变速传动轴为一体的行星架上，齿圈为固定元件，太阳轮为主动元件，行星架及变速传动轴为从动件。变速传动轴的外端装有驱动杆，因此，直流电动机可通过执行器内部的蜗杆蜗轮和行星齿轮机构使驱动杆转动。

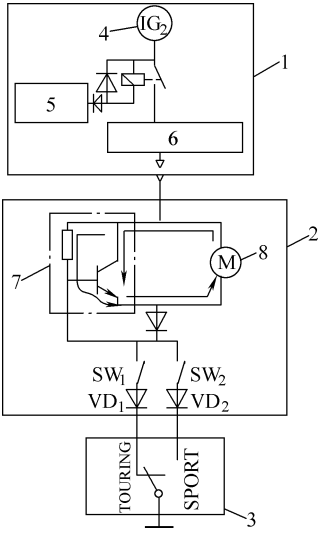


图6-18 电动机电流被切断时的电路状态

1—电控单元ECU 2—减振器驱动器
3—档位转换开关 4—电源电路
5—时间电路 6—电压控制电路
7—制动电路 8—直流电动机

当把档位选择开关转到“SPORT”位置时（见图6-20），起初限位开关SW_1处于ON位置，而开关SW_2尚处于OFF位。此时电流由ECU→模式选择开关→右边的二极管→SW_1的ON接点→直流电动机→SW_2的OFF接点→模式选择开关→接地。即电流流动，电动机开始转动，并通过蜗杆蜗轮、行星齿轮机构驱动变速传动轴转动，带动稳定器驱动杆偏转实现阻尼力变化。当驱动器的输出轴转动，则限位开关SW_1由ON位转换到OFF位，此时电动机的电流由SW_1的OFF接点提供。当驱动杆转过全程时，限位开关变SW_2为ON状态，电动机电流被切断。但此时电动机在惯性作用下继续旋转，线圈中有感应电动势产生，该电动势通过SW_1（OFF接点）右边的二极管SW_2（ON接点）电动机，电动机因短路而被强制制动，避免电动机被损坏。

当缆绳因卡滞而不能动作时，为防止烧毁电动机，可在从动杆不动的情况下边拉伸弹簧边回转，直到限位开关动作而使直流电动机停转。

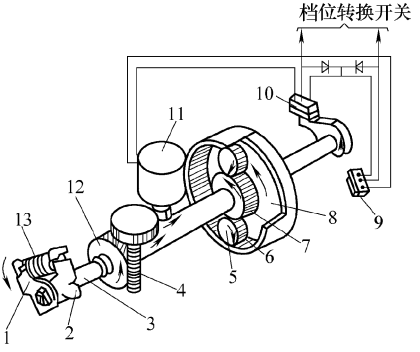


图 6-19　横向稳定杆执行器的工作原理

1—驱动杆　2—从动杆　3—变速传动杆　4—蜗杆　5—行星齿轮　6—齿圈　7—太阳轮　8—行星架　9—限位开关（SW_2）　10—限位开关（SW_1）　11—直流电动机　12—蜗轮　13—弹簧

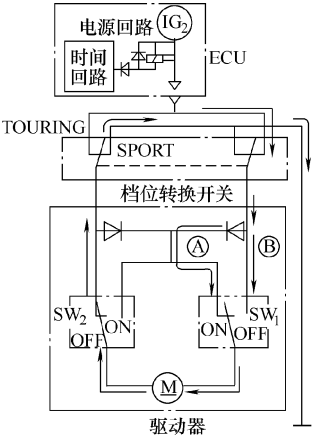


图 6-20　“SPORT”档位时的电路状态

2. 液压缸

液压缸安装在横向稳定杆与悬架下控制臂之间，通过改变液压缸内的油压来改变横向稳定杆的扭转刚度，图 6-21 为其工作示意图。

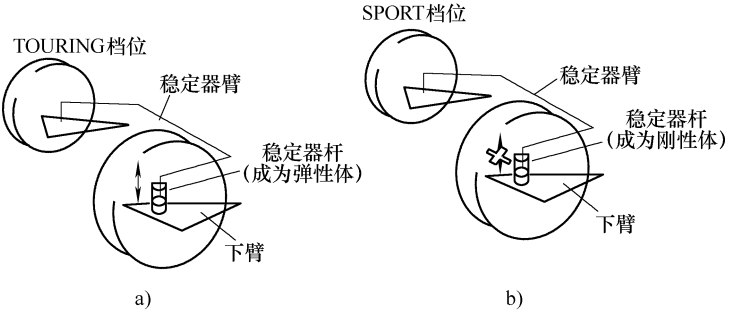


图 6-21　液压缸工作示意图

当选择开关处于“TOURING”位置时，液压缸内的油压较低，液压缸具有能伸缩的弹性作用，此时横向稳定杆具有较小的扭转刚度；当选择开关

处于“SPORT”位置时，液压缸内的油压较高，此时横向稳定杆具有较大的扭转刚度。

液压缸的结构如图6-22所示。它主要由缸体、活塞、单向阀、推杆和储油室组成。

推杆与液压缸通过缆绳连接，受缆绳控制，单向阀与推杆用来打开或关闭液压缸的上下腔与储油室之间的油路。

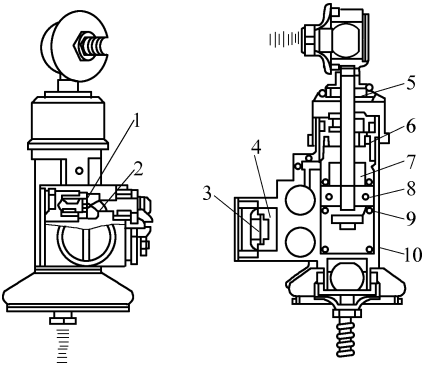


图6-22 液压缸的结构

1—单向阀 2—推杆 3—膜片 4—储油室 5、7—挡块 6、9—卡簧 8—活塞 10—缸体

当模式选择开关转到“TOURING”位置时，因缆绳呈放松状态，推杆受弹簧力作用而推开单向阀，使液压缸的上下腔均与储油室相通（图6-23）。此时，液压缸内的油液可在液压缸与储油室之间自由流动，活塞的动作不受限制。为避免汽车的控制稳定性过分降低，活塞的行程只有16mm，因此，当汽车急转弯时，活塞运动达到全行程状态，稳定杆扭转刚度增大，汽车的侧倾刚度增大。

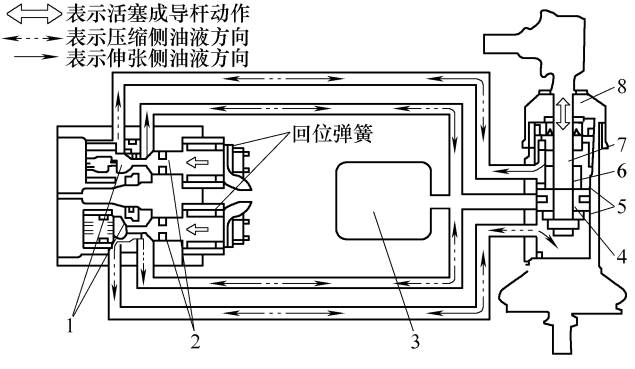


图6-23 模式开关在“TOURING”档位时的油路

1—单向阀 2—推杆 3—储油室 4—活塞 5—卡簧 6、8—挡块 7—活塞杆

当模式选择开关转到“SPORT”位置时，横向稳定杆执行器通过缆绳拉动推杆向外位移，单向阀在弹簧的作用下关闭，切断了液压缸的上下腔与储油室之间的油路，液压缸上下腔均呈封闭状态，活塞的动作受到限制，横向稳定杆刚度增加。当模式选择开关转到“SPORT”位置时，液压缸活塞不一定正好处于中间位置，如活塞正好处于下端（见图 6-24）并在继续下移。此时，由于液压缸下腔被封闭，活塞不能继续下移。同时，由于液压缸上腔控制孔未被封闭，活塞可以向上移动，液压缸上腔的油液经控制孔流回储油室，由于活塞的上移，液压缸下腔产生真空，在压差作用下，下端单向阀打开，储油室中的油液流入液压缸下腔。当活塞移动到中间位置时，控制孔关闭，活塞被固定在中间位置。

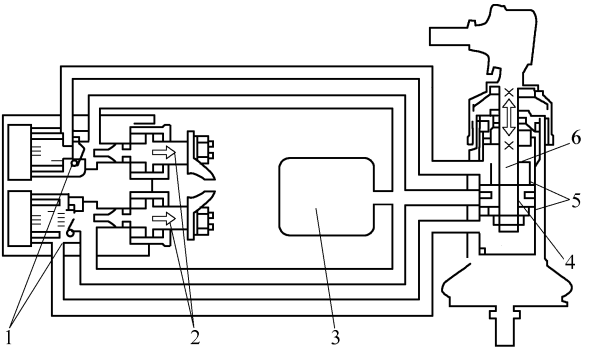


图 6-24　模式开关在“SPORT”档位时的油路

1—单向阀　2—推杆　3—储油室　4—活塞　5—卡簧　6—活塞杆

（三）弹簧刚度控制执行机构

图 6-25 为空气悬架气动缸的基本结构剖面图。气动缸由减振器、橡胶膜片、主气室、副气室和悬架执行元件组成。主气室是容积可变的，在它的下部有一个可伸展的隔膜，压缩空气进入主气室可升高悬架的高度，反之使悬架高度下降。主、副气室为一体，这样既省空间，又减轻了重量。悬架的上方与车身相连，随着车身与车轮的相对运动，主气室的容积在不断变化。主气室与副气室之间有一个通道，气体可以相互流通。改变主、副气室的气体通道的大小，就可以改变空气悬架的刚度。减振器的活塞通过中心杆（阻尼调整杆）和齿轮系与直流步进电动机相连接。步进电动机转动可改变活塞阻尼孔的大小，从而改变减振器的阻尼系数。

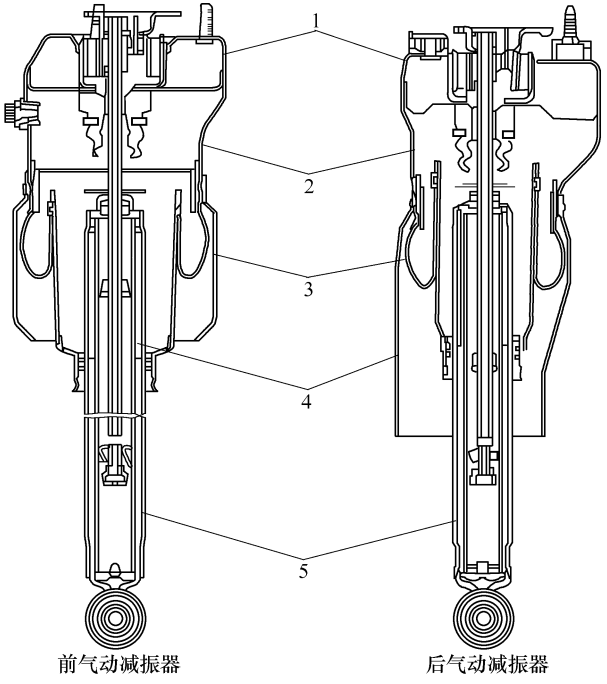


图 6-25　空气悬架气动缸的基本结构剖面图

1—副气室　2—主气室　3—橡胶膜片　4—低压气体（氮气）　5—减振器

悬架刚度的自动调节原理如图 6-26 所示。主、副气室间的气阀体上有大小两个通道。步进电动机带动空气阀控制杆转动，使空气阀阀芯转过一个角度，改变气体通道的大小，就可以改变主、副气室气体流量，使悬架的刚度发生变化。

悬架刚度可以在低、中、高三种状态间变化。

当阀芯的开口转到对准图示的低位置时，气体通道的大口被打开。主气室的气体经过阀芯的中间孔、阀体侧面通道与副气室的气体相通，两气室之间的空气流量越大，相当于参与工作的气体容积增大，悬架刚度处于低状态。

当阀芯开口转到对准图示的中间位置时，气体通道的大口被关闭、小口被打开。两气室之间的气体流量减少，悬架刚度处于中间状态。

当阀芯开口转到对准图示的高位置时，两气室之间的气体通道全部被封闭，两气室之间的气体相互不能流动。压缩空气只能进入主气室，悬架在振

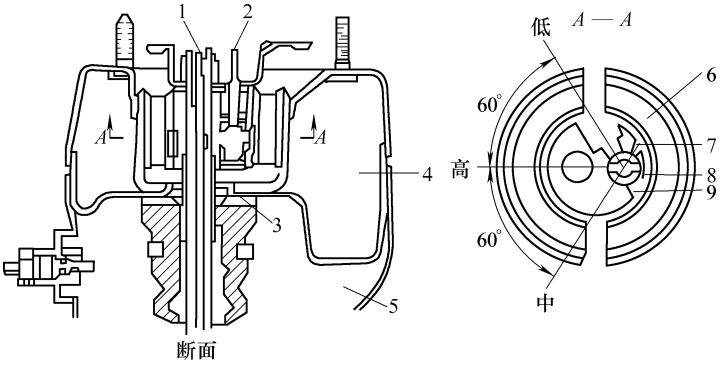


图 6-26　悬架刚度自动调节原理

1—阻尼调节杆　2—空气阀控制杆　3—主、副气室通道　4—副气室
5—主气室　6—气阀体　7—气体通道　8—阀芯　9—大气通道

动过程中，只有主气室的气体单独承担缓冲工作，悬架刚度处于高状态。

（四）车高控制执行机构

图 6-27 为车高控制悬架的结构。通过向空气弹簧的主气室内充放气来实现车身高度的调节。车高控制执行机构主要由空气阀、空气压缩机和设置在悬架之上的主气室组成。空气压缩机的结构如图 6-28 所示，它由一个小

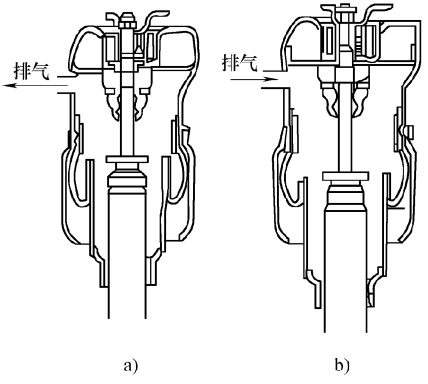


图 6-27　车高控制悬架的结构

a）车身降低　b）车身升高

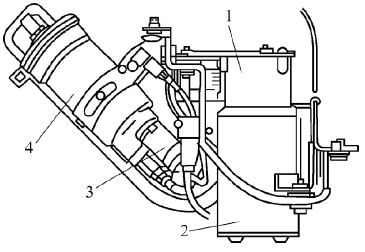


图 6-28　空气压缩机的结构

1—压缩机　2—电动机
3—排气阀　4—干燥器

直流电动机驱动，根据悬架 ECU 的信号向干燥器输送提高车高所必需的压缩空气。干燥器有一个装有硅胶的小箱子，可以将空气中的水分过滤掉。排气阀从系统中放出压缩空气，同时排掉干燥器滤出的空气水分。

图 6-29 为采用二位二通电磁阀实现车高调节的高度控制阀，控制向主气室内进气（将进气路与主气室相通）和排气（将主气室与大气相通）。

悬架 ECU 根据汽车车高传感器信号来判断汽车的高度状况。当判定“车身低了”时，则控制空气压缩机电动机工作，高度控制阀向空气弹簧主气室内充气，使车高增加；反之，若打开高度控制阀向外排气时，则使汽车高度降低。

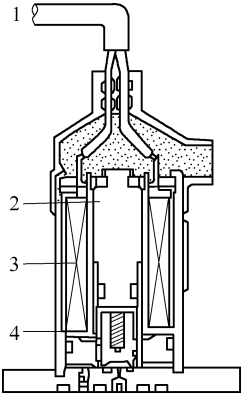


图 6-29 高度控制阀

1—信号线 2—阀芯
3—线圈 4—柱塞

四、检修注意事项

在检修汽车电子控制空气悬架时，应注意以下事项：

1）当用千斤顶将汽车顶起时，应将高度控制 ON/OFF 开关拨到 OFF 位置。如果在高度控制 ON/OFF 开关拨到 ON 位置的情况下顶起汽车，则 ECU 中会记录一个故障码。如果记录了故障码，务必将其从存储器中清除掉。

备注：当将高度控制 ON/OFF 开关拨到 OFF 位置时，会显示故障码 71。当将开关重新拨到 ON 位置时，该代码即被消除。

2）在放下千斤顶前，应将汽车下面所有的物体搬走。因为在维修过程中，可能进行了空气悬架的放气、空气管路拆检等操作，此时空气弹簧中的主气室可能无气或存有少量剩余气体，汽车落地后，因自身的重量使车身高度很低，就会将下面的物体压住。

3）在开动汽车之前，应起动发动机将汽车的高度调整到正常状态。因为在维修时空气弹簧中的空气被放掉，车身高度变的很低，如果此时汽车起步，势必造成车身与悬架或轮胎相互碰撞。因此，维修后首先起动发动机，用空气压缩机给空气弹簧气室输送压缩空气，使汽车高度恢复正常，这样汽车便可正常行驶。

4）前安全气囊碰撞传感器安装在空气压缩机和 1 号车身高度控制阀上面。因此，除非必要时，不要触及这个传感器；若要触及，必须按照安全气囊维修中的说明，在维修前拆下前安全气囊碰撞传感器，避免影响安全气囊

系统的正常工作。

五、功能检查与调整

1. 汽车高度调整功能的检查

操作高度控制开关检查汽车高度变化情况，其操作步骤如下：

1）检查轮胎充气气压是否正常。

2）检查车身高度。

3）起动发动机，将高度控制开关从 NORM 位置切换到 HIGH 位置。检查完成高度调整所需的时间和汽车高度变化量。调整时间：从操作高度控制开关到压缩机起动约需 2s，从压缩机起动到完成高度调整约需 20～40s。车身高度的变化量为 10～30mm。

4）在汽车处于 HIGH 高度调整状态下，起动发动机并将高度控制开关从 HIGH 位置切换到 NORM 位置。检查完成高度调整所需的时间和车身高度变化量。调整时间：从操作高度控制开关到开始排气约 2s；从开始排气到完成高度调整需 20～40s。车身高度的变化量为10～30mm。

2. 溢流阀的检查

迫使压缩机工作，检查溢流阀动作。

1）将点火开关转到 ON 位置，并使高度控制连接器的端子 1 与 7 连接以迫使压缩机工作。

2）等压缩机工作一段时间后，检查溢流阀是否漏气。

3）将点火开关转到 OFF 位置。

4）清除故障码。

注意：当迫使压缩机工作时，ECU 中会记录一个故障码。在完成检查后，务必将这个故障码清除掉。

3. 漏气检查

检查空气软管和软管接头是否漏气。

1）将高度控制开关拨到 HIGH 位置，使车身高度上升。

2）使发动机熄火。

3）在空气软管和软管接头处涂肥皂水，检查是否漏气。

4. 调整车身高度

在进行车身高度调整时，必须将高度控制开关处于 NORM 位置。应在水平面上进行高度调整，务必将车身的高度调整到标准范围以内。

1）检查车身高度。

2）调整车身高度。

① 旋松车身高度传感器连杆上的两个锁紧螺母。

② 转动车身高度传感器连接杆螺栓，以调节其长度。车身高度传感器连接杆每转一圈能使车身高度改变大约4mm。

③ 检查车身高度，传感器连接杆的尺寸是否小于极限值。前、后悬架高度极限值均为13mm，如图6-30所示。

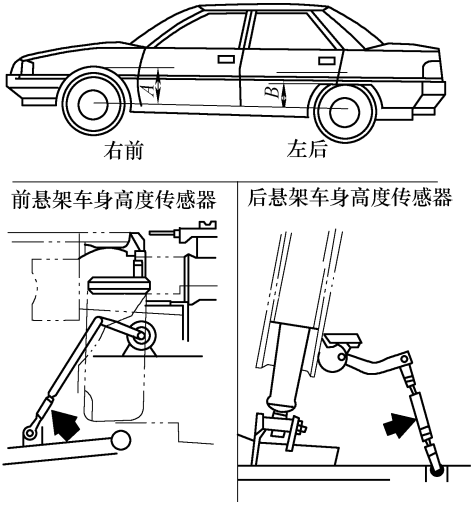


图6-30 传感器连接杆长度的调整

④ 预拧紧两个锁紧螺母。

⑤ 再检查一次车身高度。

⑥ 旋紧锁紧螺母，拧紧力矩为4.4N·m。（在拧紧锁紧螺母时应确保球节与托架平行）。

3）检查车轮定位。

第二节 常见车型电子控制悬架系统的故障自诊断

一、日产千里马（Maxima）电子控制悬架系统的故障自诊断

日产千里马轿车采用的声呐悬架系统，又称超声悬架（SUPER SONIC SUSPENSION）系统，简称为SSS系统，它属于电子控制半主动悬架系统，

仅对减振器阻尼力进行控制。SSS 系统主要由模式选择开关、转向传感器、车速传感器、路面超声波传感器、制动灯开关、电子控制装置（悬架 ECU）、执行器和可调阻尼减振器等组成。

1. 故障码的读取

SSS 系统具有自诊断功能，ECU 能够存储和读取系统故障码，并通过仪表板上指示灯（S、N、F）闪烁方式显示故障码。

1）接通点火开关，起动发动机。

2）在 10s 内连续不断地将位于变速杆旁边的模式选择开关从 COMFORT（舒适）位置转换到 SPORT（运动）位置 5 次，最后停在 COMFORT 位置。

3）开动汽车，在平直路面上行驶 2～3m。

4）左、右转动转向盘 90°以上。

5）踩下制动踏板停车，然后松开制动踏板。

6）观察仪表板上 3 个悬架指示灯（S、N、F）的闪烁情况。如果整个系统正常，则 3 个指示灯都熄灭，只有 COMFORT（舒适）指示灯亮。如果系统有故障，则指示灯将从左到右亮，然后重复闪烁。

2. 故障码的含义

根据仪表板上旋架指示灯的闪烁方式，可以识别 SSS 系统的故障部位，见表 6-4。

表 6-4　指示灯的闪烁方式及其含义

指示灯	“COMFORT”	1	2	3	4	5	6	7
	“S”				8	9	10	11
	“N”		12	13			14	15
	“F”	16		17		18		19
故障部位		车速传感器	转向传感器	停车灯开关	前减振器执行器	后减振器执行器	路面超声波传感器	动力转向电磁阀

3. 故障码的消除方法

采用以下任何一种方式均可以消除故障码。

1）关闭点火开关，即可使系统清除故障码。

2）等待 5min 后，SSS 系统会自动清除故障码。

二、日产 300ZX 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

日产 300ZX 轿车采用的可调阻尼减振器悬架系统，如图 6-31 所示，属

于半主动式悬架。

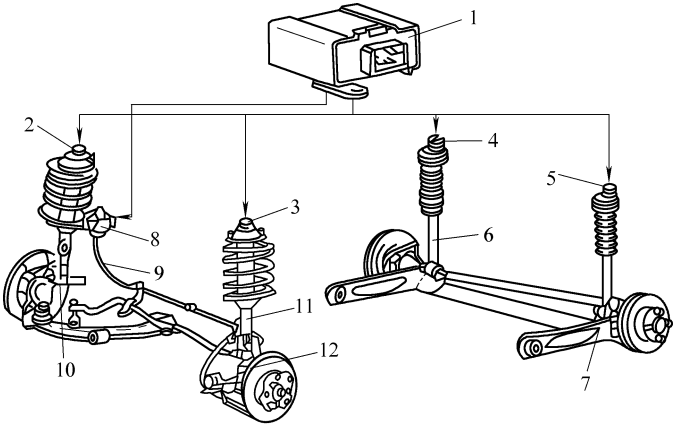


图 6-31　日产 300ZX 轿车可调阻尼减振器悬架系统

1—控制装置　2、3、4、5—减振器驱动器　6、7—后减振器　8—稳定器驱动器　9—稳定器拉索　10、11—前支柱　12—稳定器杆

系统的控制主要靠手动选择开关，它可以选择两个档位，各档位的作用如下：

1）“SPORT”档位。在该档位时减振器阻尼力较大，同时，横向稳定器的刚度提高，使汽车具有高级跑车的优良操纵稳定性。

2）“TOURING”档位。在该档位时减振器阻尼力较小，以充分发挥弹性元件的缓冲作用。同时，横向稳定器的刚度降低，使汽车具有高级旅游车的乘坐舒适性。

可调阻尼减振器悬架系统具有自检功能。该系统在手动控制开关上有3个指示灯，如果系统有故障，则通过3个指示灯显示不同状态，以提醒驾驶人和方便维修人虽查找故障部位。

日产300ZX轿车可调阻尼减振器悬架系统指示灯状态及其代表的故障原因，见表6-5。

三、日产无限（INFINIT）Q45轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

日产无限（INFINIT）Q45轿车上安装了全主动悬架系统，该系统有多

个传感器。

表 6-5　指示灯状态及其含义

指示灯状态	故 障 原 因
3 个指示灯都不亮	指示灯烧毁；熔断器烧断；电路损坏；手动控制开关失常
2 个指示灯亮	手动控制开关失常；电路损坏
3 个指示灯全亮	手动控制开关失常；控制组件失常；电路损坏
1 个指示灯亮、2 个指示灯亮或不亮	减振器损坏；控制组件失常；电路损坏

（一）故障码的读取与清除

日产无限 Q45 轿车电子控制悬架系统故障码的读取与清除方法有两种，可以任选其中一种：

1. 利用日产专用监测器（CONSULT）读取

将点火开关置于 OFF 位，将监测器连接到接线盒（位于组合仪表右下侧）的检查插接器上，自诊断结果将显示在监测器上。完成修理后拆下 17 号熔断器或断开蓄电池电源线 10s 以上，即可清除故障码。

2. 利用仪表上悬架警告灯的闪烁情况读取

将点火开关转至 ON 位置，不起动发动机，10s 后将组合仪表上的高度控制开关从 NORMAL 位置转换至 HIGH 位置，并保持至少 10s 以上，最后停在 NORMAL 位置，此时观察警告灯闪烁情况，读取故障码。完成修理后，拆下 17 号熔断器或断开蓄电池电源线 10s 以上，即可清除故障码。

（二）故障码的含义

日产无限（INFINIT）Q45 轿车电子控制悬架系统故障码表示的内容，见表 6-6。

表 6-6　故障码及故障内容

故障码	故 障 内 容	故障码	故 障 内 容
11	车速表传感器系统故障	14	横向 G 传感器系统故障
12	A/T（自动变速器）输出轴转速传感器系统故障	15	前垂直 G 传感器系统故障
13	前、后 G（加速度）传感器系统故障	16	右后垂直 G 传感器系统故障

（续）

故障码	故障内容	故障码	故障内容
17	左后垂直G传感器系统故障	36	失效保护阀系统故障
21	右前车身高度传感器系统故障	41	液压泵或压力开关系统故障
22	左前车身高度传感器系统故障	42	油温传感器系统故障
23	右后车身高度传感器系统故障	43	油温过高
24	左后车身高度传感器系统故障	44	液压泵电磁阀-1系统故障
25	高度控制开关系统故障	45	油平面过低
26	车身高度传感器电源系统故障	46	点火电源系统故障
31	右前压力控制阀系统故障	51	汽车行驶时发动机熄火
32	左前压力控制阀系统故障	52	G传感器电源系统故障
33	右后压力控制阀系统故障	53	电控单元内部故障
34	左后压力控制阀系统故障	54	液压泵电磁阀-2系统故障
35	流量控制阀系统故障	55	正常

四、马自达929轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

马自达929轿车电子控制悬架系统（AAS）属于半主动悬架系统，电子控制系统电路图如图6-32所示。

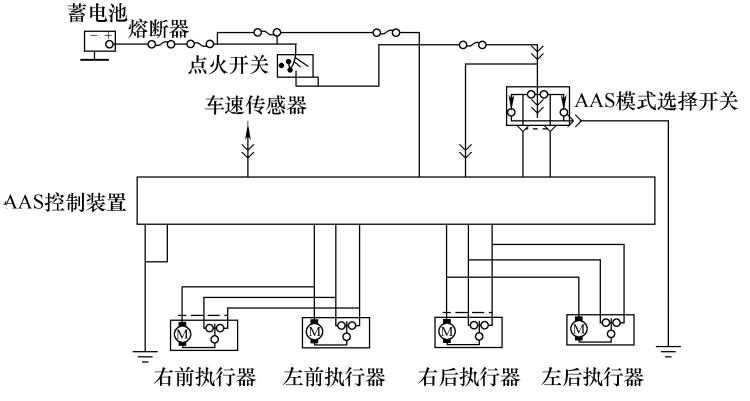


图6-32 马自达929轿车电子控制悬架系统电路图

AAS 系统具有自诊断功能，它可以自动诊断系统元件和电路故障，并从位于发动机室的检查插接器以一定的模式输出。

进行故障自诊断时，将指针式万用表连接在检查插接器（见图6-33），将万用表置于电压挡，接通点火开关，观察万用表。根据万用表指针的摆动情况读取故障码，其故障自诊断见表6-7。

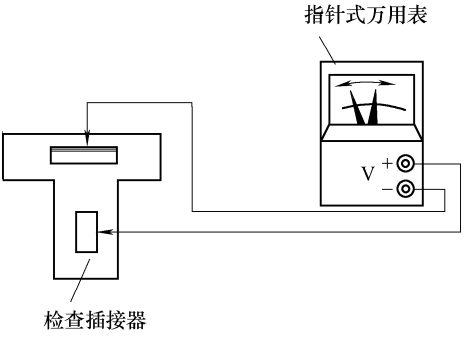


图 6-33　指针式万用表与检查插接器的连接

表 6-7　马自达 929 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

诊断条件	万用表输出模式（故障码）	故障码含义
使转向盘位于直线行驶位置	0V	正常
将模式选择开关从 SOFT 转换到 SPORT 或从 SPORT 转换到 SOFT 位置	0.5s 4.4V 0V	正常
	0.5s 0.5s 2s 4.4V 0V	前执行器或其电路有故障
	0.5s 0.5s 2s 4.4V 0V	后执行器或其电路有故障
	0V	AAS 开关或其电路有故障
在滚筒式检测仪上实验（车速不大于 15km/h）	0.5s 2s 4.4V 0V	正常
	0V	车速传感器或其电路有故障

五、马自达 MPV 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

马自达 MPV 轿车上安装了车身高度控制悬架系统，简称 ALL 系统。该

系统仅控制后部车身高度，即根据乘车人数及载荷的变化，自动调节后部车身高度的变化，始终保持车辆的正常姿势。

ALL系统主要由车身高度传感器、门开关、IC调节器（发电机）、制动灯开关、悬架ECU、空气压缩机、压缩机电动机继电器、干燥器、排气阀和减振器等部件组成，其控制框图如图6-34所示。

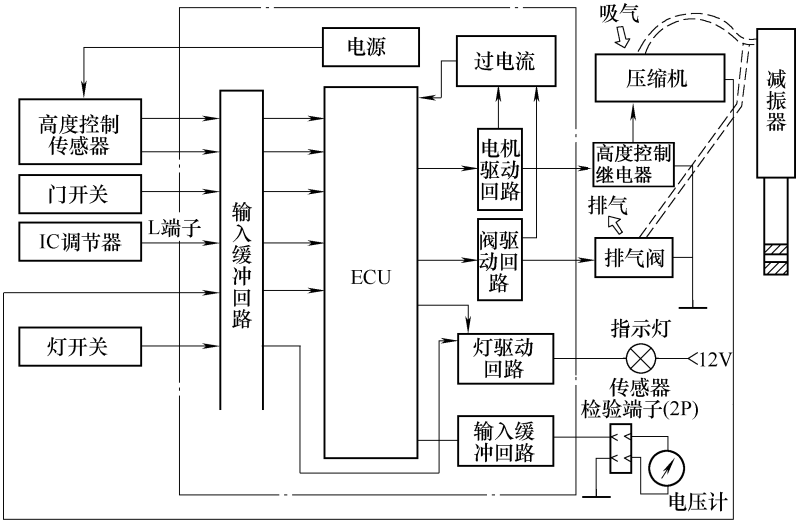


图6-34 车身高度控制框图

悬架ECU根据车身高度传感器传来的信号，控制空气压缩机及排气阀，以此增加或减少减振器内的空气量。当ECU得到车身高度降低的信号时，便发出控制信号使空气压缩机工作，向减振器输送压缩空气，使减振器伸长，车身高度上升；当ECU得到车身高度升高的信号时，便向排气阀发出控制信号使其打开，减振器内的压缩空气排放到大气中，使车身高度降低，从而保持车身高度为一定值。

ALL系统具有自诊断功能，它可以自动检测进气系统、排气系统和车身高度传感器的故障，只要将检查插接器的诊断端子接地（搭铁）并接通点火开关，系统就会自动进入自诊断模式，位于仪表板上的ALL指示灯（见图6-35）开始闪烁。

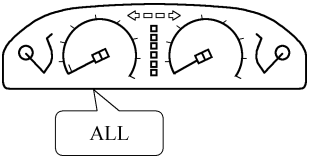


图6-35 仪表板上的ALL指示灯

进行系统自诊断前，应先保证轮胎气压正常，使汽车空载，停在水平路面上。将发动机室继电器盒内的检查插接器搭铁，接通点火开关，但不起动发动机，此时车身高度应返回标准高度：2WD（两轮驱动）车型为390～410mm，4WD四轮驱动车型为392～412mm，测量位置是从后轮中心到车轮最上端挡泥板下沿的距离，此时，ALL指示灯开始闪烁，根据指示灯的闪烁情况可以确定发生故障的原因。

马自达MPV轿车电子控制悬架系统的常见故障见表6-8。

表6-8　马自达MPV轿车电子控制悬架系统的常见故障

常见故障	故障原因
进气系统故障	压缩机继电器触点接触不良或电路损坏
	压缩机输出电压不足
	压缩机电动机有故障
	空气管路堵塞或管路接头漏气
	空气减振器橡胶损坏
	车身高度传感器有故障
	车身高度传感器控制杆调节不当
	控制装置（ECU）有故障
排气系统故障	排气阀通道堵塞
	空气管路堵塞
	车身高度传感器有故障
	车身高度控制杆调节不当
	控制装置有故障
车身高度传感器故障	车身高度传感器内部电路接触不良或损坏

六、三菱格兰特（GALANT）轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

1. 系统概述

三菱格兰特（GALANT）轿车上装备的自动电子控制悬架系统（Auto-Electronic Control Suspension）简称为A-ECS。该系统主要由传感器、电子控制装置（ECU）、普通螺旋弹簧、空气弹簧和阻尼可调空气减振器等部件组

成。它能根据行车条件和汽车运行状况自动调节减振器阻尼力、弹簧刚度和车身高度，属于主动式悬架系统。其系统控制电路图如图6-36所示。

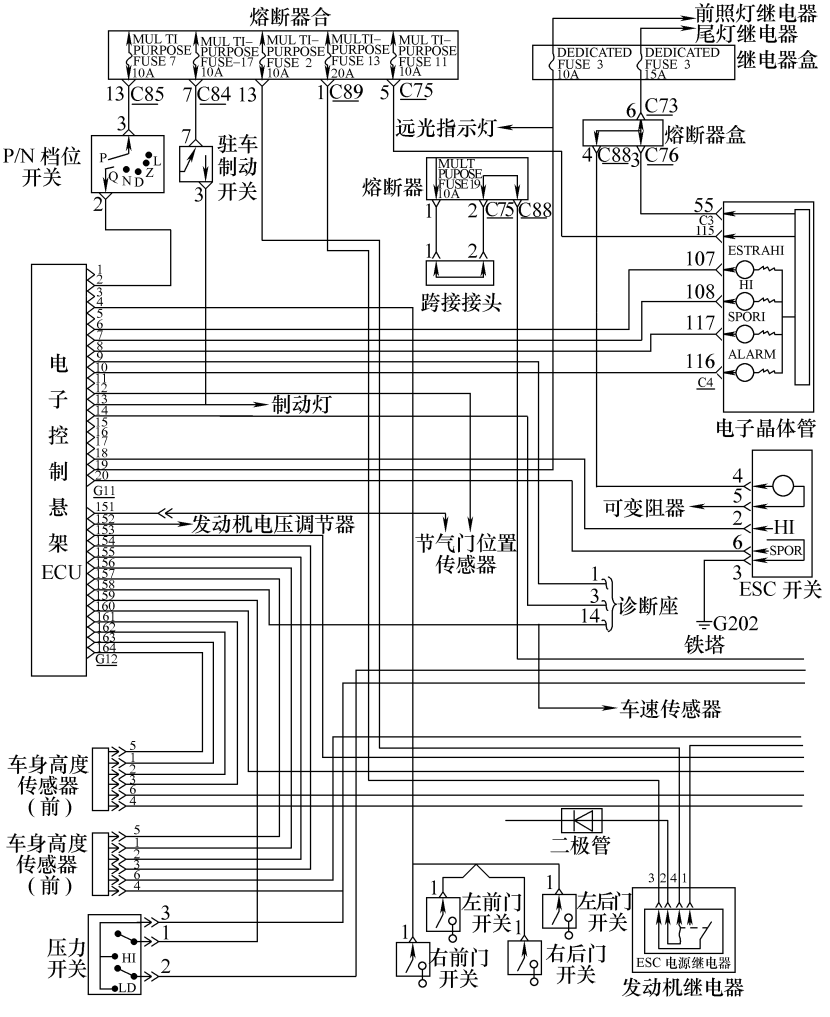
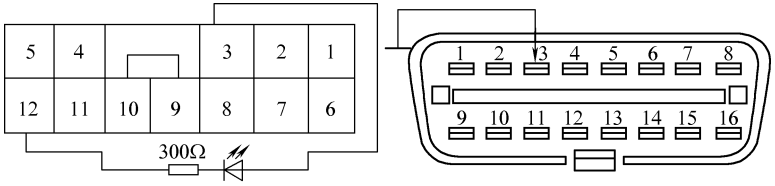


图6-36 三菱格兰特轿车自动电子控制悬架系统电路图

2. 故障码的读取

三菱格兰特轿车自动电子控制悬架（A-ECS）系统故障码的读取方法如下：

1）用跨接线连接检查插接器的相应端子：对 12 端子检查插接器接在 3 号和 12 号端子上（见图 6-37a），对 16 端子检查插接器（OBD-Ⅱ）接在 3 号端子与搭铁之间（见图 6-37b）。



a)　　b)

图 6-37　检查插接器的跨接

a）12 端子插接器　b）16 端子插接器

2）将点火开关转至 ON 位置。

3）观察仪表板上 A-ECS 指示灯的闪烁情况，读取故障码。

在下列情况下，A-ECS 指示灯将点亮，但此时并不表示系统有故障：

① 汽车超载。

② 汽车停在坡道上。

③ 反复进行高度调整。

④ 汽车在 S 形山路上连续行驶 18min 以上。

3. 故障码的含义

三菱格兰特轿车自动电子控制悬架（A-ECS）系统故障码表示的内容，见表 6-9。

表 6-9　A-ECS 系统故障码表示的内容

故障码	故障码含义	故 障 原 因
0	正常	
11	G（加速度）传感器输入电路故障或 G 传感器故障	G 传感器安装不当
		G 传感器电路损坏
		G 传感器插接器断开
		悬架 ECU 故障

（续）

故障码	故障码含义	故障原因
12	接通点火开关，车速40km/h以上，交流发电机L端子的输出电压低于5V	交流发电机L端子输出电压不足
		交流发电机L端子与ECU之间的故障
		悬架ECU故障
13	车身姿势控制功能执行30次，低压开关也不能关闭，回油泵反复起动	低压开关烧蚀
		低压开关电路损坏
		低压储气筒管路漏气
		悬架ECU故障
21	转向传感器输入电路故障或转向传感器故障	转向传感器故障
		转向传感器电路损坏
		转向传感器插接器断开
		悬架ECU故障
22	前车身高度传感器输入异常信号或悬架ECU内车高识别电路故障	前车身高度传感器故障
		前车身高度传感器电路损坏
		前车身高度传感器插接器断开
		悬架ECU故障
23	后车身高度传感器输入异常信号或悬架ECU内车高识别电路故障	后车身高度传感器故障
		后车身高度传感器电路损坏
		后车身高度传感器插接器断开
		悬架ECU故障
24	车速传感器输入电路故障	车速传感器故障
		车速传感器电路损坏
		车速传感器插接器断开
		悬架ECU故障
25	后压力传感器输入电路故障	后压力传感器故障
		后压力传感器电路损坏
		后压力传感器插接器断开
		悬架ECU故障

（续）

故障码	故障码含义	故障原因
41	执行器电路损坏或悬架ECU内输出晶体管故障	所有执行器插接器断开
		执行器电路损坏
		ECU故障
42	电磁阀电源继电器电路故障	电磁阀电源继电器触点烧蚀
		电磁阀电源继电器线圈损坏
		电磁阀电源继电器电路损坏
		电磁阀电源继电器插接器断开
		悬架ECU故障
43	压缩机继电器电路损坏或悬架ECU内输出晶体管故障	压缩机继电器线圈损坏
		压缩机继电器电路损坏
		压缩机继电器插接器断开
		悬架ECU故障
44	回油路继电器电路损坏或悬架ECU内输出晶体管故障	回油阀继电器线圈损坏
		回油阀继电器电路损坏
		回油阀继电器插接器断开
		悬架ECU故障
45	排气阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管故障	排气阀线圈损坏
		排气阀电路损坏
		排气阀电路插接器断开
		悬架ECU故障
46	流量控制阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管故障	流量控制阀线圈损坏
		流量控制阀电路损坏
		流量控制阀电路插接器断开
		悬架ECU故障
47	前或后排气阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管损坏	前或后排气阀线圈损坏
		前或后排气阀电路损坏
		前或后排气阀电路插接器断开
		悬架ECU故障

（续）

故障码	故障码含义	故障原因
51	前或后进气阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管损坏	前或后进气阀线圈损坏
		前或后进气阀电路损坏
		前或后进气阀电路插接器断开
		悬架ECU故障
52	左前或右前阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管损坏	左前或右前阀线圈损坏
		左前或右前阀电路损坏
		左前或右前阀电路插接器断开
		悬架ECU故障
53	左后或右后阀电路损坏或悬架ECU内输出晶体管损坏	左后或右后阀线圈损坏
		左后或右后阀电路损坏
		左后或右后阀电路插接器断开
		悬架ECU故障
54	前后车高调整已超过3min，高压储气筒内压力足够（高压阀关闭），也不能完成车身高度调节	超负荷
		前或后车身高度传感器调节不当
		气压管路堵塞
		前或后悬架空气弹簧故障
		悬架ECU故障
55	前后车高调整已超过3min，高压储气筒内压力足够（高压阀打开），也不能完成车身高度调节，或压缩机已连续运转超过4min	空气压缩机故障
		空气压缩机与压缩机继电器之间的线路损坏
		高压贮气筒漏气
		高压开关烧蚀
56	回油泵反复起动，即使车身姿势控制功能和车高控制功能都未被初始化	前左或前右阀、后左或后右阀漏气

七、三菱3000GT轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

1. 系统概述

三菱3000GT轿车装用的电子控制悬架系统（Electronic Control Suspension）简称为ECS系统。该系统主要由传感器、悬架ECU、执行ECU和可调阻尼减振器等部件组成，它属于半主动悬架系统，仅根据行车条件和运行

状况调节减振器的阻尼力。控制系统电路图如图 6-38 所示。

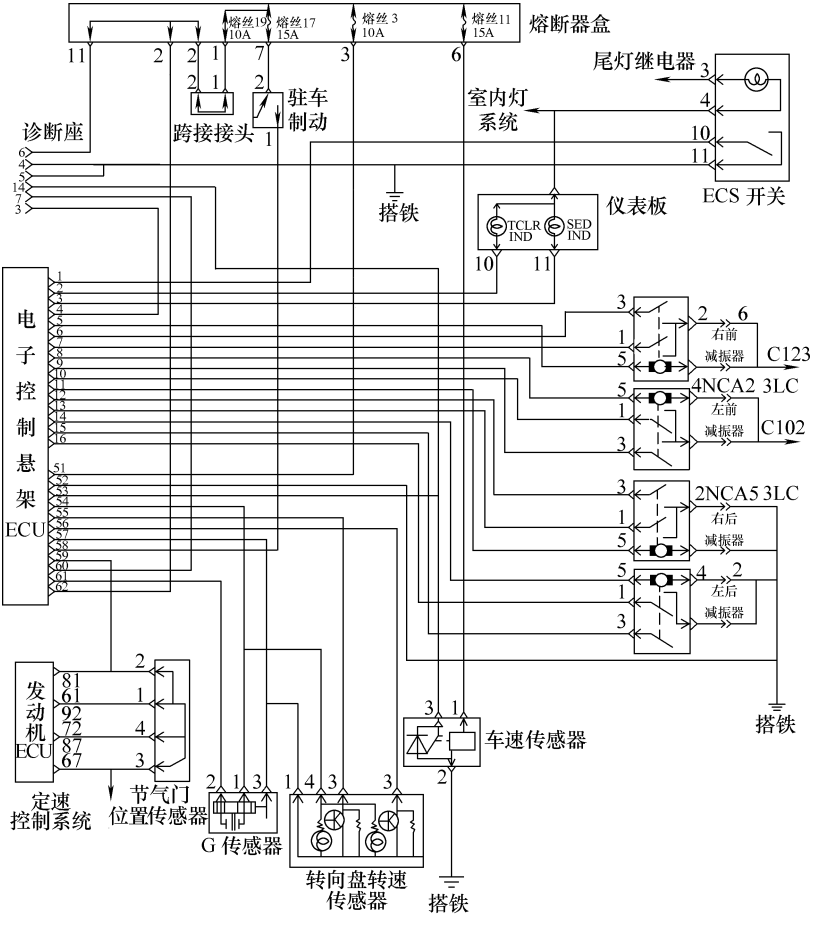


图 6-38　控制系统电路图

2. 故障码的读取

三菱 3000GT 轿车电子控制悬架系统故障码的读取方法如下：

1）对 12 端子插接器，用跨接线将检查插接器的 3 端子和 12 端子连接（见图 6-37a）；对 OBD-Ⅱ检查插接器，将 3 端子与搭铁连接（见图 6-37b）。

2）接通点火开关，观察仪表板上的 ECS 指示灯（见图 6-39）的闪烁情况，读取故障码。系统正常时和有故障时指示灯的闪烁规律如图 6-40 所示。

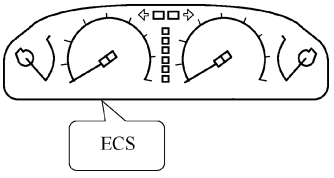


图 6-39　仪表板 ECS 指示灯

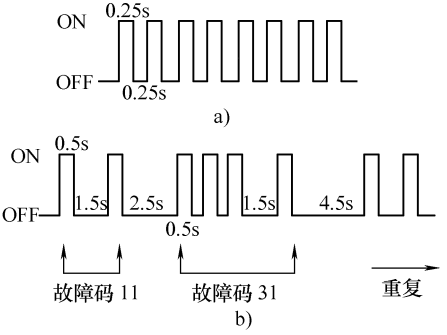


图 6-40　系统正常时和有故障时指示灯的闪烁规律

a）正常　b）有故障

3. 故障码的含义

三菱 3000GT 轿车电子控制悬架（ECS）系统故障码表示的内容见表 6-10。

表 6-10　ECS 系统故障码表示的内容

故障码	故障部位或原因	失 效 保 护
0	正常	正常
11	G（加速度）传感器故障	禁止汽车行驶控制（车身扭转、跳动控制）
21	转向传感器断路	禁止汽车侧倾控制
24	车速传感器断路	禁止汽车稳定性控制及车身姿势控制；减振器阻尼力固定在中间状态
61	右前执行器故障	禁止所有 ECS 控制功能
62	左前执行器故障	禁止所有 ECS 控制功能
63	右后执行器故障	减振器阻尼力固定在硬状态
64	左后执行器故障	减振器阻尼力固定在硬状态

八、丰田雷克萨斯 LS400 轿车电子控制悬架系统的故障自诊断

1. 系统概述

丰田雷克萨斯 LS400 轿车采用的电子控制悬架系统，简称为 EMAS 系统，该系统电路图如图 6-41 所示。

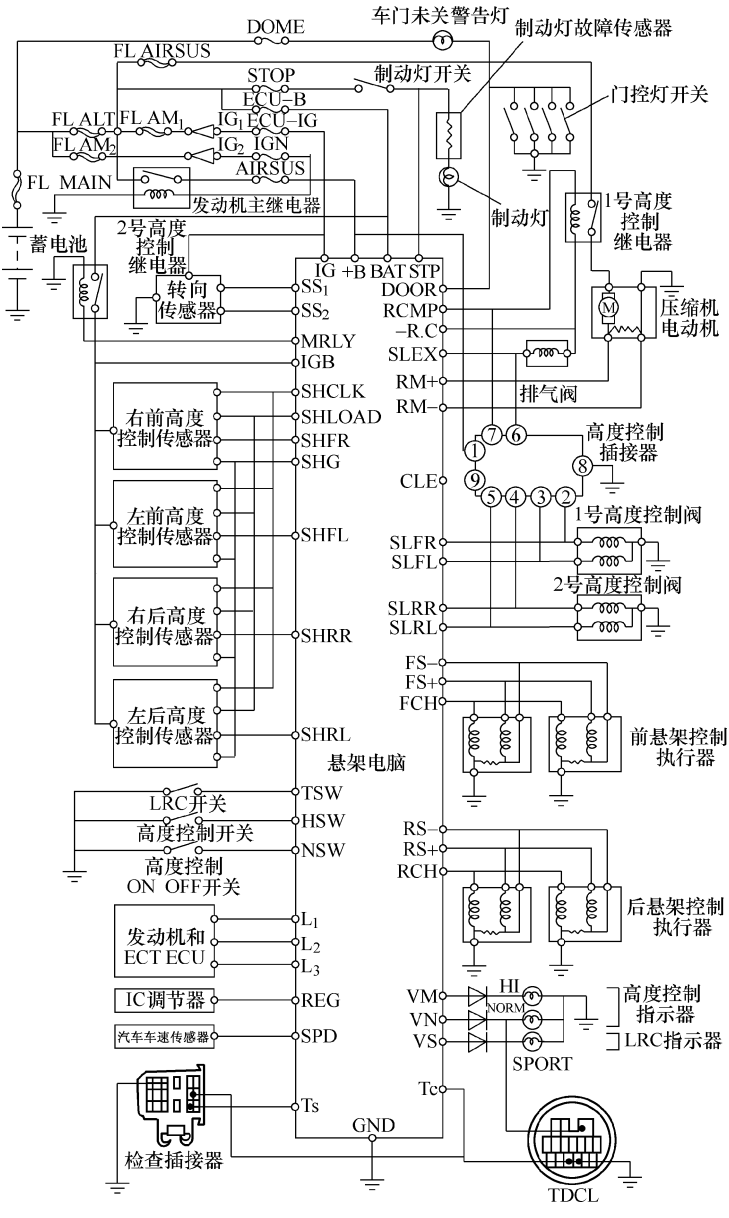
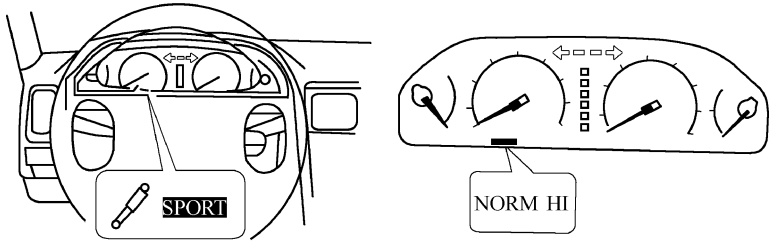


图 6-41　EMAS 系统电路图

2. 系统自诊断

1）指示灯检查。EMAS系统通过指示灯的状态可以检查相应故障，当系统正常时，指示灯的状态应当如下：

① 将点火开关转至ON位置时，仪表板上的LRC指示灯和高度控制指示灯（见图6-42）均应亮2s左右，然后熄灭。



LRC指示灯　　高度控制指示灯

图6-42　LRC指示灯和高度控制指示灯

② 将位于变速杆旁边的LRC开关置于SPORT（运动）位置，此时，仪表板上的LRC指示灯应常亮。

③ 将LRC开关置于NORM（正常）位置，LRC指示灯应亮2s，然后熄灭。

④ 将高度控制开关置于NORM（正常）位置，此时，仪表板上高度控制指示灯中的“NORM”应亮，“HI”应不亮。

⑤ 将高度控制开关置于HIGH（高）位置，高度控制指示灯中的“HI”应亮，“NORM”应不亮。

如果LRC指示灯、高度控制指示灯不能按以上所述正常亮，则应按照表6-11对相应电路进行检查。

2）故障码的读取

① 将点火开关转至ON位置。

表6-11　指示灯不正常状态及应检查的电路

指示灯的状态	应检查的电路
点火开关接通后，“SPORT”、“HI”、“NORM”或“HEIGHT”、照明灯不亮	汽车高度控制电源电路
	指示灯电路或“HEIGHT”、照明灯电路

（续）

指示灯的状态	应检查的电路
点火开关接通后，“SPORT”、“HI”、“NORM”指示灯亮2s，然后全部熄灭	悬架控制执行器电源电路
“SPORT”、“HI”、“NORM”或“HEIGHT”照明灯有的不亮	指示灯电路或“HEIGHT”、照明灯电路
即使LRC置于“NORM”位置，LRC的“SPORT”指示灯仍旧亮着	LRC开关电路
高度控制指示灯亮的状态（NORM或HI）与高度控制开关所设置的位置不一致	高度控制开关电路

② 用跨接线将检查插接器或TDCL的Tc与E_1端子连接（见图6-43）。

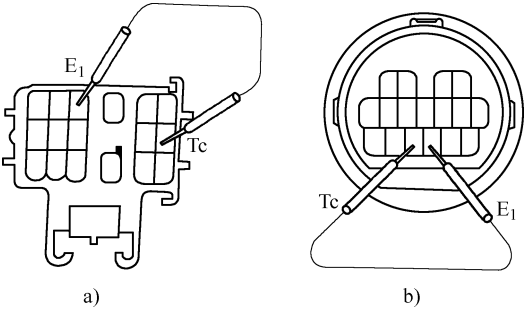


图6-43　TDLC和检查插接器

a）检查插接器　b）TDCL

③ 通过仪表板上高度控制“NORM”指示灯的闪烁情况读取故障码。

如果系统无故障，则“NORM”指示灯以每秒钟2次的速率均匀闪烁；如果系统有故障，则“NORM”指示灯以不均匀的方式闪烁，表示相应的故障码，例如，故障码11和31的闪烁方式。如果同时出现两个或两个以上的故障，则指示灯将首先显示码值小的故障码。故障码表示的内容见表6-12。

表 6-12 故障码表示的内容

故障码	故障部位	故障原因
11	右前车身高度传感器电路	车身高度传感器电路断路或短路
12	左前车身高度传感器电路	
13	右后车身高度传感器电路	
14	左后车身高度传感器电路	
21	前悬架控制执行器电路	悬架控制执行器电路断路或短路
22	后悬架控制执行器电路	
31	1 号高度控制阀电路	高度控制阀电路断路或短路
33	2 号高度控制阀电路（用于后悬架）	
34	2 号高度控制阀电路（用于后悬架）	
35	排气阀电路	排气阀电路断路或短路
41	1 号高度控制继电器电路	1 号高度控制继电器电路断路或短路
42	空气压缩机电动机电路	压缩机电动机短路或压缩机电动机被锁住
51 * 3	至 1 号高度控制继电器的持续电流	1 号高度控制继电器通电时间在 8.5min 以上
52 * 4	至排气阀的持续电流	排气阀的通电时间约 6min 以上
61	悬架控制信号	悬架 ECU 失灵
72	悬架控制执行器电源电路	悬架控制执行器电源电路断路或 AIR SUS 熔断器烧断
71 * 5	高度控制 ON/OFF 开关电源	高度控制 ON/OFF 开关在“OFF”位置或其电路断路

3）故障码的清除

① 关闭点火开关，拆下 1 号熔断器盒（驾驶室前右下侧）中的 ECU - B 熔断器（见图 6-44）10s 以上，即可清除故障码。

② 关闭点火开关，用跨接线将高度控制连接器（后行李箱右边）的 8 号（E）与 9 号（CLE）端子连接，同时将检查插接器的 Tc 与 E1 端子连接 10s 以上，然后接通点火开关，并拆下跨接线。

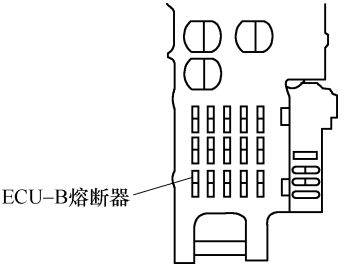


图 6-44 悬架 ECU-B 熔断器的位置

第七章

电控动力转向系统的结构与检修

第一节　传统液压动力转向系统的主要结构

传统液压动力转向系统按系统内部的压力状态，分为常压式和常流式液压动力转向系统两种。

一、常压式液压动力转向系统

常压式液压动力转向系统，如图 7-1 所示。在汽车直线行驶时，转向盘保持中立位置，转向控制阀处于关闭位置，转向液压泵输出的液压油充入储能器。当储能器压力增长到规定值后，转向液压泵即自动卸荷空转，从而储能器压力得以限制在规定值下。当转动转向盘时，机械转向器即通过转向摇臂等杆件，使转向控制阀转入开启位置，此时储能器中的液压油即流入转向动力缸，动力缸输出的液压作用力作用在转向传动机构上，以助机械转向器输出力之不足。转向盘一停止，转向控制阀便随之回复到关闭位置，于是，转向加力作用终止。无论转向盘处于中间位置还是转向位置，也无论转向盘保持静止还是运动状态，该系统工作管路中总是保持高压。

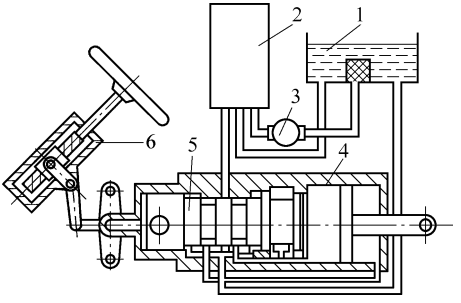


图 7-1　常压式液压动力转向系统

1—转向油罐　2—储能器　3—转向液压泵　4—转向动力缸　5—转向控制阀　6—机械转向器

二、常流式液压动力转向系统

常流式液压动力转向系统如图7-2所示。不转向时，转向控制阀保持开启，转向动力缸的活塞两边的工作腔，由于都与低压回油管路相通而不起作用，转向液压泵输出的油液流入转向控制阀，又由此流回转向油罐，因转向控制阀的节流阻力很小，故液压泵输出压力也很低，液压泵实际上处于空转状态。当驾驶人转动转向盘，通过机械转向器使转向控制阀处于与某一转弯方向相应的工作位置时，转向动力缸的相应工作腔与回油管路隔绝，转而与液压泵输出管路相通，而动力缸的另一腔则仍然通回油管路。地面转向阻力经转向传动机构传到转向动力缸的推杆和活塞上，形成比转向控制阀节流阻力高得多的液压泵输出管路阻力。于是转向液压泵输出压力急剧升高，直到足以推动转向动力缸活塞为止。转向盘停止转动后，转向控制阀随即回复到中立位置，使动力缸停止工作。

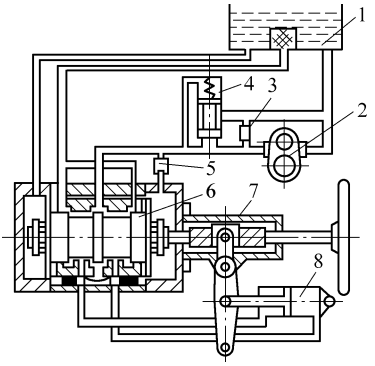


图7-2 常流式液压动力转向系统

1—转向油罐 2—转向液压泵 3—安全阀 4—流量控制阀 5—单向阀 6—转向控制阀 7—机械转向器 8—转向动力缸

目前只有少数重型汽车采用常压式液压动力转向系统，而常流式液压动力转向系统则广泛应用于各种汽车。

（一）常流式液压动力转向系统的结构布置

按照机械转向器、转向控制阀和转向动力缸三者的组合及相对位置，常流式液压动力转向系统的结构布置有三种布置方案，如图7-3所示。

1. 整体式动力转向器

机械转向器和转向动力缸设计成一体，并与转向控制阀组装在一起。这种三合一的部件组合方式称为整体式动力转向器，如图7-3a所示。

2. 半整体式动力转向器

将转向控制阀同机械转向器组合成一个部件，转向动力缸做独立部件，这种组合方式称为半整体式动力转向器，如图7-3b所示。

3. 转向加力器式动力转向器

将机械转向器作为独立部件，而将转向控制阀和转向动力缸组合成一个部件，这种组合方式称为转向加力器式动力转向器，如图 7-3c 所示。

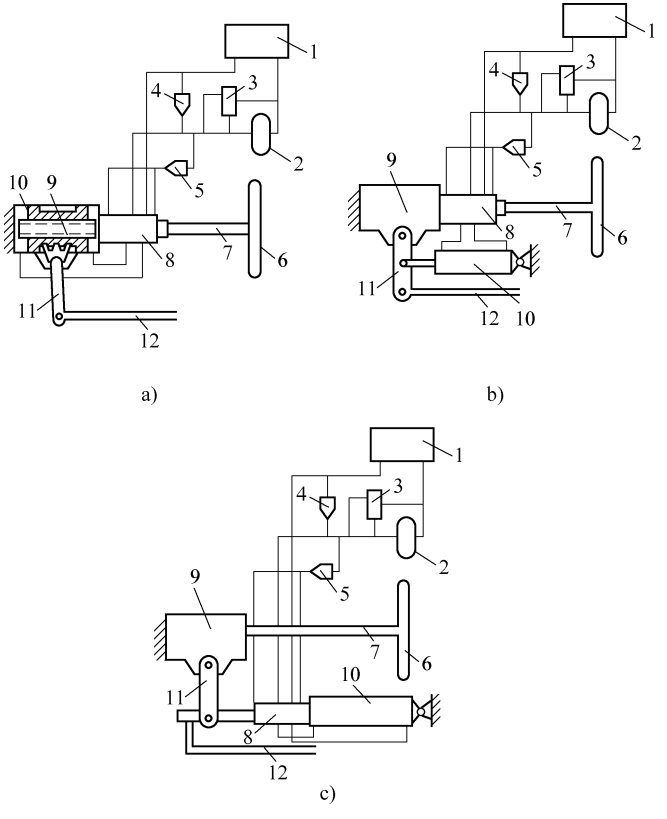


图 7-3　常流式液压动力转向系统的结构布置方案

a）整体式动力转向器　b）半整体式动力转向器　c）转向加力器式动力转向器

1—油罐　2—液压泵　3—流量控制阀　4—安全阀　5—单向阀　6—转向盘　7—转向轴　8—转向控制阀　9—机械转向器　10—转向动力缸　11—转向摇臂　12—转向直拉杆

（二）液压动力转向系统的主要部件结构

1. 转向控制阀

按阀体的运动方向分为滑阀式和转阀式转向控制阀两种。

（1）滑阀式转向控制阀　阀体沿轴向移动来控制油液流量的转向控制阀，称为滑阀式转向控制阀，如图7-4所示。当阀体处在中间位置时，其两个凸棱边与阀套环槽形成四条缝隙。中间的两个缝隙分别与动力缸两腔的油道相通，而两边的两个缝隙与回油道相通，如图7-4a所示。当阀体向右移动很小的一个距离时，右凸棱将右外侧的缝隙堵住，左凸棱将中间的左缝隙堵住，则来自液压泵的高压油经通道5和中间的右缝隙流入通道4，继而进入动力缸的一个腔；而动力缸的另一腔的低压油被活塞推出，经由左凸棱外侧的缝隙和通道6流回储油罐。

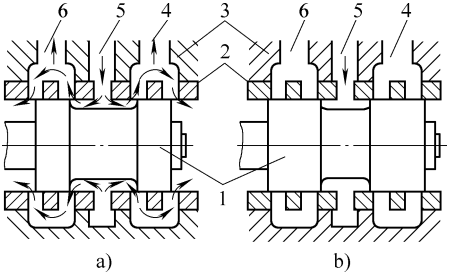


图7-4　滑阀式转向控制阀的结构和工作原理

a）常流式滑阀　b）常压式滑阀

1—阀体　2—阀套　3—壳体　4、6—通动力缸左右腔的通道　5—液压泵输出管路的通道

图7-4b为用在常压式液压动力转向系统中的滑阀结构，称为常压式滑阀。滑阀处在中间位置（图示位置），转向控制阀关闭，高压油不流入动力缸，汽车直线行驶。常压式滑阀与常流滑阀的工作原理相同，仅凸棱的宽窄不同。

（2）转阀式转向控制阀　阀体绕其圆心转动来控制油液流量的转向控制阀，称为转阀式转向控制阀，见图7-5。该转阀具有四个互相连通的进油道A、通道B和C。通道B、C分别与动力缸的左右腔连通。当阀体1顺时针转过一个很小的角度时，从

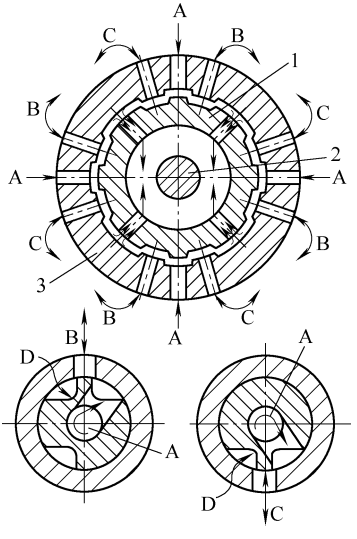


图7-5　转阀式转向控制阀的结构和工作原理

1—阀体　2—扭杆　3—壳体　A—通液压泵输出管路的通道　B、C—通动力缸左右腔的通道　D—通动力缸低压腔回油通道

液压泵来的液压油经通道 A 流入四个通道 C，继而进入动力缸的一个腔内。另外四个通道 B 的进油被隔断，液压油不能进入，因而动力缸另一腔的低压油，在活塞的推动下经回油道流回储油罐。

2. 转向器

（1）整体式动力转向器　整体式动力转向器的结构，如图7-6所示。动力缸活塞与第一传动副的螺母制成一体，并作为第二传动副的主动件。活塞把动力缸分为 A、B 两腔。操纵阀在动力缸上方，主要由阀体和滑阀组成。阀体用螺栓固定在动力缸上方。滑阀的下端面通过止推滚子轴承和垫圈顶在螺杆凸肩上，上端面装有另一个止推滚子轴承，通过螺母将滑阀固定在转向螺杆上。滑阀稍长于阀体，两个轴承的内端面与阀体的两个端面之间有一定间隙，因而螺杆连同滑阀有可能作一定的轴向移动。

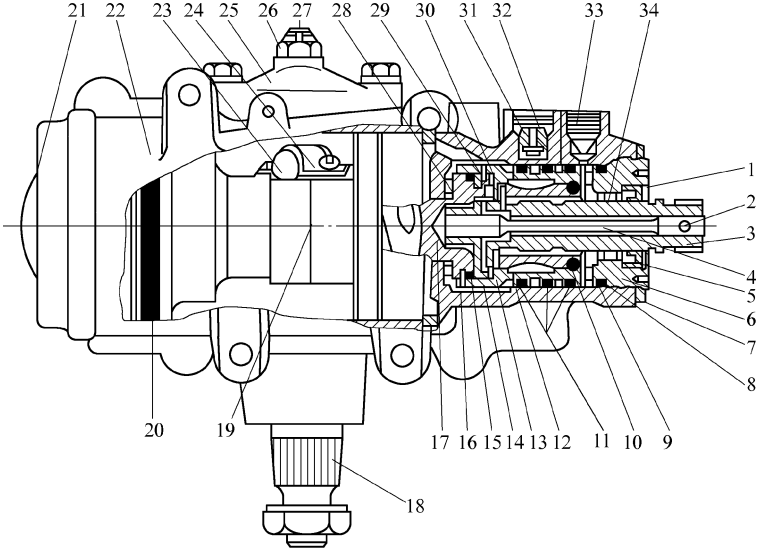


图 7-6　整体式动力转向器

1—卡环　2、16、30—锁销　3—短轴　4—扭杆　5—油封　6—调整螺母　7—锁母　8、10、11、15、20—O 形密封圈　9、28、34—滚针轴承　12—阀芯　13—阀体　14—下端轴盖　17—转向螺杆　18—摇臂轴　19—转向螺母　21—转向器端盖　22—壳体　23—循环球导管　24—导管压紧板　25—侧盖　26—锁紧螺母　27—调整螺钉　29—定位销　31—止回阀　32—进油口　33—出油口

汽车直行时，滑阀由四根回位弹簧和反作用柱塞保持在中间位置，如图7-7a所示。

汽车左转弯时，螺杆向左旋转，滑阀下移，高压油经过通道D进入B腔，推动活塞上移，同时A腔油液经通道C和E流回油箱，如图7-7b所示。

汽车右转弯时，螺杆向右旋转，滑阀上移，高压油经过通道C进入A腔，推动活塞下移，与此同时，B腔的油液被压出，经过D和E通道流回油箱，如图7-7c所示。

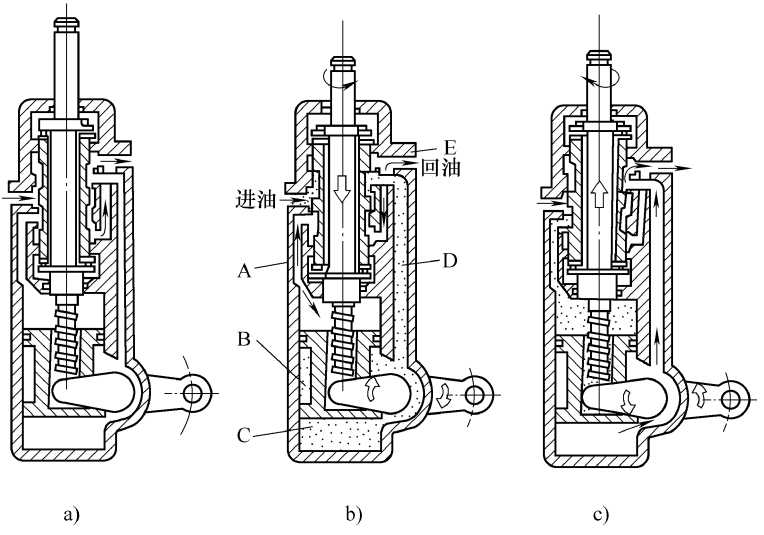


图7-7 整体式动力转向器工作原理图

a）直线行驶 b）左转弯 c）右转弯

当动力转向系统失效而转向时，动力缸中容积减小的工作腔中油液经过通道E，顶开单向阀流到动力缸中容积增加的工作腔中。

（2）半整体式动力转向器 半整体式动力转向器如图7-8所示。

动力缸和转向器各为独立的总成。转向时，转向摇臂通过转向动力缸使转向直拉杆前后移动，经万向臂、梯形臂和转向横拉杆使转向车轮偏转。

汽车直线行驶时，滑阀在回位弹簧的作用下位于中间位置，活塞左、右腔油压相等。

汽车左转弯时，转向器通过转向摇臂带动球头销向左移动，在克服回位

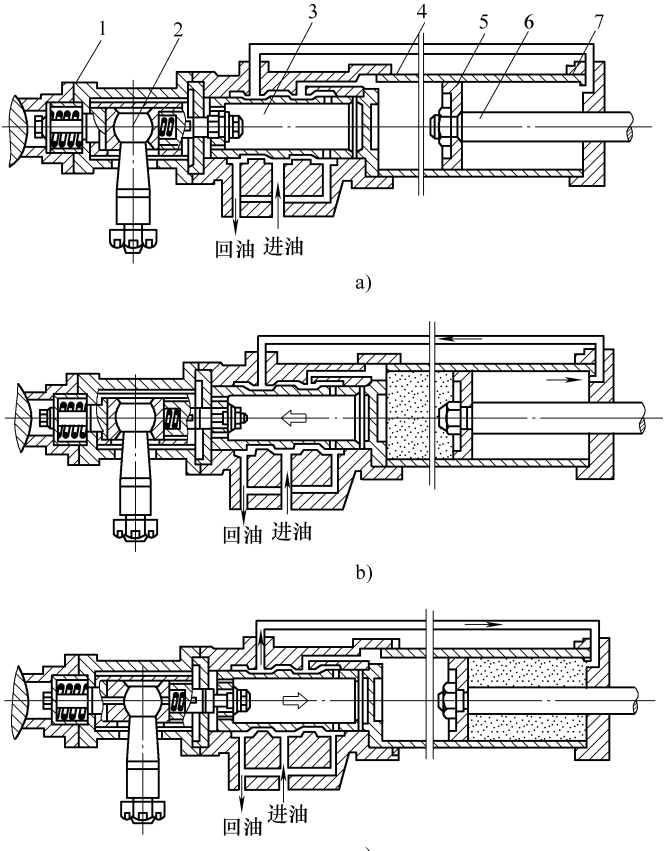


图 7-8　半整体式动力转向器

a）直线行驶　b）左转弯　c）右转弯

1—回位弹簧　2—球头销　3—滑阀　4—动力缸　5—活塞　6—活塞杆　7—密封环

弹簧的弹力之后，带动滑阀向左移动，从而接通油路建立油压差，使活塞和动力缸相对移动。由于活塞杆铰接于车架，所以动力缸向左移动，通过球头销带动转向直拉杆，使转向车轮向左偏转。

汽车右转弯时，滑阀向右移动，动力缸也向右移动，转向车轮向右偏转。

（3）转向加力器　转向控制阀和转向动力缸组合在一体时，称为转向

加力器，如图7-9所示。转向加力器由转向控制阀和转向动力缸组成。转向盘通过机械转向器使转向摇臂摆动，一方面由球铰链带动转向直拉杆使车轮转向，另一方面带动转向控制阀中的滑阀移动，使转向动力缸在液压力作用下也对转向直拉杆施加作用力。

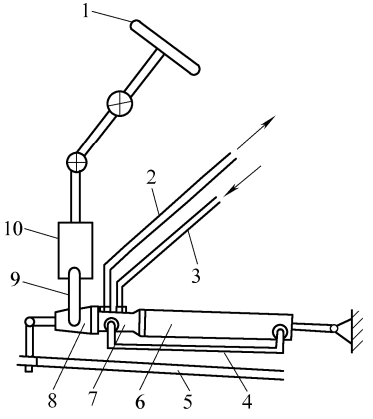


图7-9 转向加力器

1—转向盘 2—回油管路 3—进油管路 4—油管 5—转向直拉杆 6—转向动力缸 7—转向控制阀 8—接头 9—转向摇臂 10—机械转向器

第二节 电控动力转向系统的主要结构

电控动力转向系统（简称EPS—Electronic Control Power Steering）根据动力源不同分为液压式电控动力转向系统（液压式EPS）和电动式电控动力转向系统（电动式EPS）。

一、液压式电控动力转向系统

液压式电控动力转向系统是在传统的液压动力转向系统的基础上，增设电子控制装置而构成的。根据控制方式的不同，液压式电控动力转向系统分为流量控制式和反力控制式电控动力转向系统。

（一）流量控制式电控动力转向系统

该控制方式是一种根据车速传感器信号调解动力转向装置供应的压力油液，改变油液的输入输出流量，以控制转向力的方法。其特点是在原来动力转向功能的基础上增设了压力油液流量控制功能即可，图7-10为日产蓝鸟

轿车流量控制式电控动力转向系统示意图。

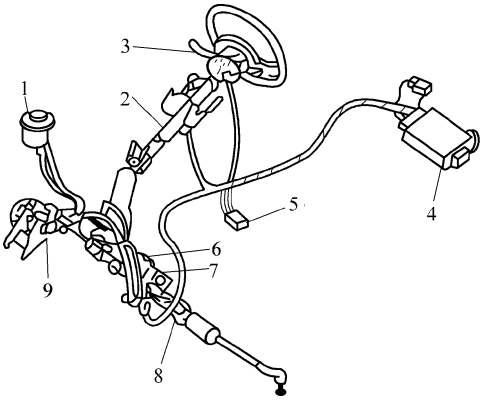


图 7-10　日产蓝鸟轿车流量控制式电控动力转向系统示意图

1—油箱　2—转向柱　3—转向角速度传感器　4—EPS 控制器　5—EPS 开关　6—旁通流量控制阀　7—EPS 控制线圈　8—转向传动机构　9—液压泵

这种系统主要由旁通流量控制阀、车速传感器、转向角速度传感器、电控单元和控制开关等组成。在转向液压泵与转向机体之间设有旁通管路，在旁通管路中又设有旁通油量控制阀。根据车速传感器、转向角速度传感器和控制开关等信号，电控单元向旁通流量控制阀发出控制信号，控制旁通流量，从而调整流向转向器供油的流量。

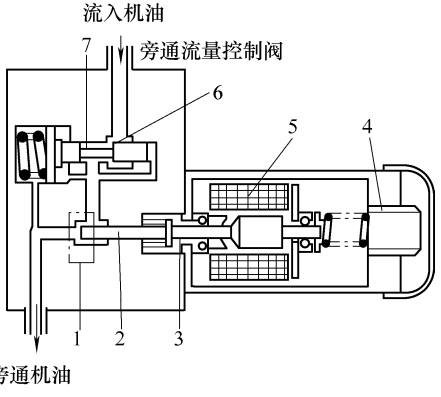


图 7-11　旁通流量控制阀的结构

1—流量主孔　2—主滑阀　3—电磁线圈柱塞　4—调整螺钉　5—电磁线圈　6—节流孔　7—稳压滑阀

旁通流量控制阀的结构如图 7-11 所示。

在阀体内装有主滑阀和稳压滑阀，在主滑阀的右端与电磁线圈柱塞连接，主滑

阀与电磁线圈的推力成正比移动，从而改变主滑阀左端流量主孔的开口面积。调整调整螺钉可以调节旁通流量的大小。稳压滑阀的作用是保持流量主孔前后压差的稳定，以使旁通流量与流量主孔的开口面积成正比。当因转向负荷变化而使流量主孔前后压差偏离设定值时，稳压滑阀阀芯将在其左侧弹簧张力和右侧高压油压力的作用下发生滑移。如果压差大于设定值，则阀芯左移，使节流孔开口面积减小，流入到阀内的液压油量减少，前后压差减小；如果压差小于设定值，则阀芯右移，使节流孔开口面积增大，流入到阀内的液压油量增多，前后压差增大。流量主孔前后压差的稳定，保证了旁通流量的大小只与主滑阀控制的流量主孔的开口面积有关。

（二）反力控制式电控动力转向系统

该系统是一种根据车速大小来控制反力室油压，从而改变液压油输入、输出增益幅度以控制转向力的一种方法。其优点是具有较大的选择转向力的自由度，转向刚度大，驾驶人能感受到路面情况，可以获得稳定的操作手感等。但其结构复杂，价格较高。图7-12为反力控制式电控动力转向系统的工作原理图。

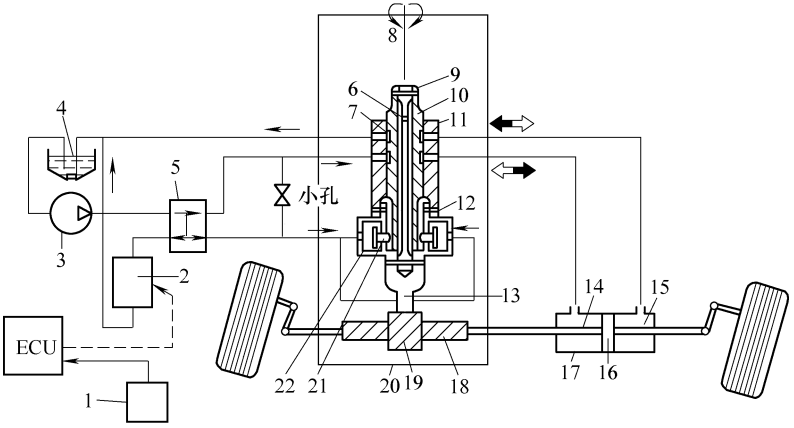


图7-12 反力控制式电控动力转向系统的工作原理图

1—车速传感器 2—电磁阀 3—动力转向液压泵 4—储液罐 5—分流阀 6—扭杆 7—通道 8—转向盘 9、12—销子 10—控制阀轴 11—转阀 13—小齿轮轴 14—左油室 15—右油室 16—动力缸活塞 17—动力缸 18—齿条 19—小齿轮 20—转向齿轮箱 21—柱塞 22—油压反力室

该系统主要由转向控制阀、分流阀、电磁阀、转向动力缸、转向液压泵、储油箱、车速传感器（图中未画出）且电控单元等组成。转向控制阀是在传统的整体转阀式动力转向控制阀的基础上增设了油压反力室而构成。扭力杆的上端通过销子与转阀阀杆相连，下端与小齿轮轴用销子联接。小齿轮轴的上端通过销子与控制阀阀体相连。转向时，转向盘上的转向力通过扭力杆传递给小齿轮轴。当转向力增大，扭力杆发生扭转变形时，控制阀体和转阀阀杆之间将发生相对转动，于是就改变了阀体和阀杆之间油道的通、断和工作油液的流动方向，从而实现转向助力作用。

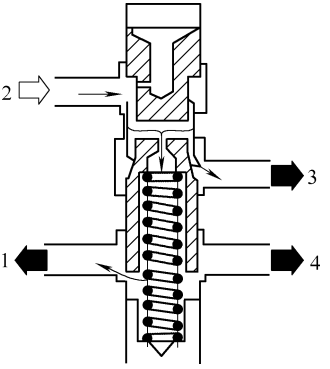


图 7-13　分流阀

1—至电磁阀　2—来自转向液压泵
3—至转阀　4—至油压反力室

分流阀（见图 7-13）主要由阀门、弹簧及进出油口等组成，其主要作用是将来自转向液压泵的液压油分送到转阀、油压反力室和电磁阀。送到电磁阀和油压反力室中的液压油流量是由转阀中的油压来调整的。当转动转向盘时，转阀中的油压增大，此时，分配到电磁阀和油压反力室中的液压油流量随转阀中的油压增大而增加。当转阀中的油压达到一定值后，转阀中的油压 3 不再升高，而分配给电磁阀和油压反力室的液压油流量则保持不变。

一般电磁阀（见图 7-14）安装在转向齿轮器上，主要作用是根据需要，将油压反力室一侧的液压油流回储油箱。

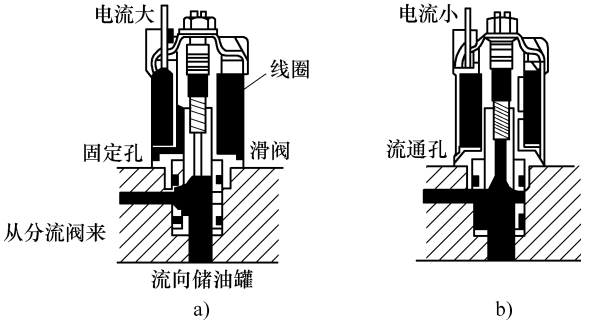


图 7-14　电磁阀工作状态

a）车速低、电流大、开度大　b）车速高、电流小、开度小

电控单元ECU根据车速的高低线性控制电磁阀的开口面积。当车辆停驶或速度较低时，ECU使电磁线圈的通电电流增大，电磁阀开口面积增大，经分流阀分流的液压油，通过电磁阀重新回流到储油箱中，所以作用于柱塞的背压（油压反力室压力）降低。于是柱塞推动控制阀转阀阀杆的力（反力）较小，因此只需要较小的转向力就可使扭力杆扭转变形，使阀体与阀杆产生相对转动而实现转向助力作用。

当车辆在中、高速区域转向时，ECU使电磁线圈的通电电流减小，电磁阀开口面积减小，所以油压反力室的油压升高，作用于柱塞的背压增大，于是柱塞推动转阀阀杆的力增大。此时需要较大的转向力才能使阀体与阀杆之间作相对转动（相当于增加了扭力杆的扭转刚度）而实现转向助力作用，所以在中、高速时可使驾驶人获得良好的转向手感和转向特性。

二、电动式电控动力转向系统

电动式电控动力转向系统，是一种直接依靠电动机提供辅助转矩的电动助力式转向系统。该系统仅需要控制电动机电流的方向和幅值，不需要复杂的控制机构。另外，该系统由于利用电控单元控制，为转向系统提供了较高的自由度，同时还降低了成本和重量。

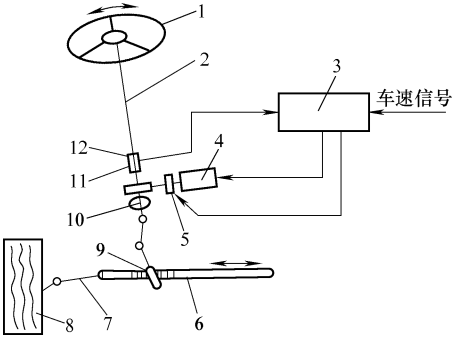


图7-15 电动式电控动力转向系统的组成

1—转向盘 2—输入轴 3—电控单元 4—电动机 5—电磁离合器 6—转向齿条 7—横拉杆 8—转向轮 9—转向器 10—扭杆 11—转向齿轮 12—转矩传感器

（一）结构与工作原理

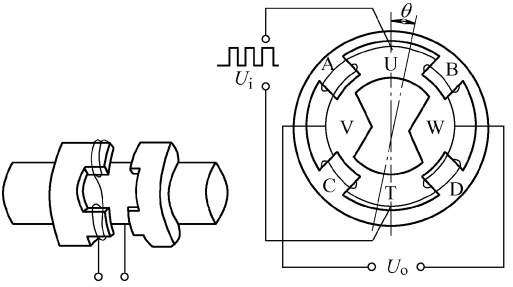
电动式电控动力转向系统主要由转矩传感器、车速传感器、电控单元、电动机和减速机构组成，如图7-15所示。

在操纵转向盘时，转矩传感器根据输入力的大小产生相应的电压信号，由此检测出操纵力的大小，同时根据车速传感器产生的脉冲信号又可测出车速，再控制电动机的电流，形成适当的转向助力。

1. 转矩传感器

转矩传感器的作用是测量转向盘与转向器之间的相对转矩，以此作为电动助力的依据之一。

图 7-16 为无触点式转矩传感器的结构及工作原理图。在输出轴的极靴上分别绕有 A、B、C、D 四个线圈，转向盘处于中间位置（直驶）时，扭力杆的纵向对称面正好处于图示输出轴极靴 AC、BD 的对称面上。当在 U、T 两端加上连续的输入脉冲电压信号 U_i 时，由于通过每个极靴的磁通量相等，所以在 V、W 两端检测到的输出电压信号 $U_o=0$ 转向时，由于扭力杆和输出轴极靴之间发生相对扭转变形，极靴 A、D 之间的磁阻增加，B、C 之间的磁阻减少，各个极靴的磁通量发生变化，于是在 V、W 之间就出现了电位差。其电位差与扭力杆的扭转角和输入电压 U_i 成正比。



a)　　b)

图 7-16　无触点式转矩传感器的结构及工作原理图

a）结构　b）工作原理图

所以，通过测量 V、W 两端的电位差就可以测量出扭力杆的扭转角，于是也就知道转向盘施加的转矩。

图 7-17 为滑动可变电阻式转矩传感器的结构。它是将负载力矩引起的扭力杆角位移转换为电位器电阻的变化，并经集电环传递出来作为转矩信号。

2. 电动机

电动式电控动力转向系统上所采用的电动机，是在一般汽车用电动机基础上加以改进后得到的。

转向助力用直流电动机需要正反转控制，图 7-18 为一种比较简单适用的控制电路。a_1、a_2 为触发信号端。当 a_1 端得到输入信号时，晶体管 VT_3 导通，VT_2 得到基极电流而导通，电流经 VT_2、电动机、VT_3 搭铁而构成回

路，于是电动机正转。当 a_2 端得到输入信号时，电流则经 VT_1、电动机、VT_4 搭铁而构成回路，电动机则因电流方向相反而反转。只要控制触发信号端电流的大小，就可以控制通过电动机电流的大小。

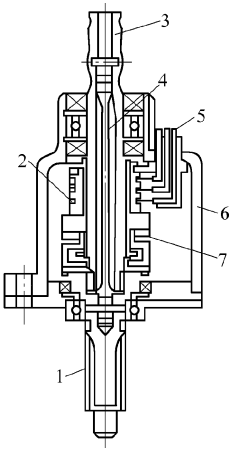


图 7-17　滑动可变电阻式转矩传感器的结构

1—小齿轮　2—集电环　3—轴
4—扭杆　5—输输出端
6—外壳　7—电位器

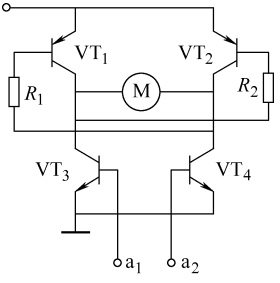


图 7-18　电动机正反转控制电路

3. 离合器

图 7-19 为单片干式电磁离合器的工作原理图。当电流通过集电环进入电磁离合器线圈时，主动轮产生电磁吸力，带花键的压板被吸引与主动轮压紧，于是电动机的动力经过轴、主动轮、压板、花键、从动轴传递给执行机构。

4. 减速机构

减速机构有多种形式，图 7-20 为蜗轮蜗杆组成的减速机构。蜗杆的动力来自于电磁离合器和电动机，经蜗轮蜗杆减速增扭后，传送给转向轴，然后再通过其他部件传送给转向轮，以实现转向助力。

（二）电动式电控动力转向系统的控制

1. 控制电路

控制电路框图如图 7-21 所示。控制电路的中心是 8 位的单片微型计算机，内装 256 字节的 RAM，4K 位的 ROM 和 8 位的 A-D 变换器。

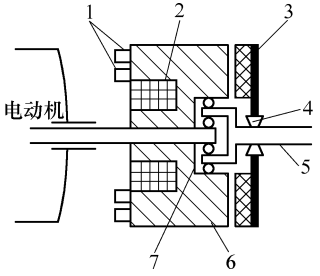


图 7-19　单片干式电磁离合器的工作原理图

1—集电环　2—线圈　3—压板　4—花键　5—从动轴　6—主动轮　7—滚动轴承

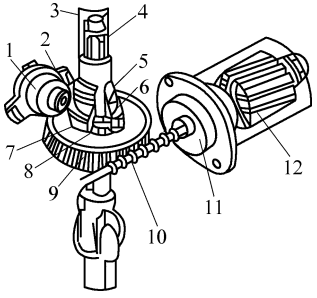


图 7-20　减速机构

1—转矩传感器　2—控制臂　3—输入轴　4—扭杆　5—滑块　6—球槽　7—集电环　8—钢珠　9—蜗轮　10—蜗杆　11—电磁离合器　12—电动机

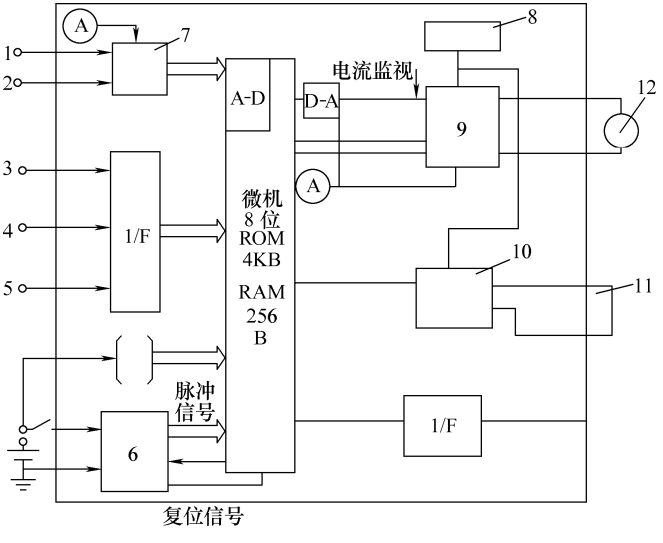


图 7-21　控制电路框图

1—主转矩传感器　2—辅助转矩传感器　3—车速传感器　4—交流电动机　5—发动机转速　6—电流监视电路　7—放大电路　8—继电器　9、10—驱动电路　11—离合器　12—电动机

主传感器和辅助传感器的转矩、电动机的信号及电动机的电流信号，通过A-D变换器输入到微型计算机中，而车速信号、发动机转速、蓄电池电压和起动机开关的通断状态、交流发电动机的L端子电压则通过接口电路输入到微型计算机中。

转矩信号通过A-D变换器输入到计算机后，计算机根据车速范围按照规定的转矩——电动机电流变换值，确定出电动机的电流指令值，把电流指令值输入到D-A变换成模拟信号，之后输入到电流控制电路中去；同时，计算机还输出电动机的旋转方向指示信号，这个信号输入电动机的驱动电路后，便决定了电动机的旋转方向。

电流控制电路，把上述的已成为模拟信号的电流指令与电动机的实际电流相比较后，产生二者幅度相同的斩波信号。驱动电路收到斩波信号与旋转方向指令信号之后，则输出指令，驱动功率MOS-FET电路，控制电动机的电流，使其按规定的方向旋转。

当超过规定的车速时，离合器的驱动信号被切断，电动机与减速机构分离，同时电动机也停止工作。

2. 故障诊断与安全保护

控制元件具有故障自我诊断功能，当发生电气系统故障时，能自动停止助力。同时，计算机可以记忆故障内容，并使故障指示灯点亮。维修时可读取故障码，找出故障原因。

出现电气故障后，控制电路停止向电动机供电，在装有离合器的电控动力转向系统上，离合器脱开，恢复到手动控制转向。

第三节　常见车型电控动力转向系统的结构与检修

一、雷克萨斯LS400轿车电子控制液压式动力转向系统的结构与检修

（一）系统的组成

凌志LS400轿车液压式电控动力转向系统，由齿轮齿条式转向装置和电控装置两部分组成，见图7-22。转向装置包括转向柱、转向盘、转向机（含旋转控制滑阀、反作用力腔及助力缸）、液压泵（含储油罐）及相连的管道等；电控装置则有车速传感器，位于仪表板后方的转向ECU及装于转向机上的电磁阀等。图7-23为雷克萨斯LS400轿车液压式电控动力转向系统的

电控原理图。

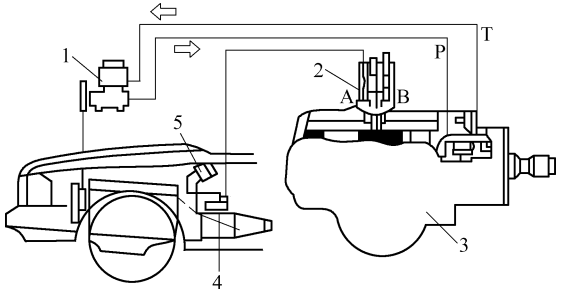


图 7-22　液压式电控动力转向系统

1—动力转向液压泵　2—电磁阀　3—动力转向控制阀　4—ECU　5—车速传感器

SPD 为车速传感信号，来自于车速表，它与巡航系统、空调自动控制系统等的车速信号是相同的。SOL 为电磁阀，它装于转向器上，控制流向转向反力控制系统液压油的流量大小，由转向 ECU 根据车速的高低所操纵。当车速低时，ECU 向电磁阀线圈供给较大的电流，使电磁阀芯升程较大，见图 7-24，通过的液流较多；当车速高时，则阀芯升程较小，液流较少。也就是说，通过电磁阀的液压油流量反映了车速的高低。

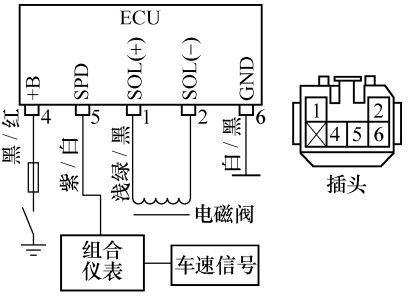


图 7-23　液压式电控动力转向系统的电控原理图

反作用力腔装于转向器内，位于转向扭杆（由转向盘操纵）与旋转滑阀的下方、转向小齿轮的上方，如图 7-25 所示。这个反作用力腔内有 4 个阻尼柱塞，其周围充满液压油，其中部有随转向扭杆而动的操纵杆。图 7-26为反作用力腔的工作原理。当车辆在中、高速行驶时，反作用力腔内油压升高，转向时转向扭杆带动操纵杆触压柱塞，强迫柱塞克服油的反作用力而运动，形成较大的阻尼作用，使转向操作力增大，形成明显的转向路

感。而当车辆低速行驶时，由于反作用力腔内油压很低，在转向时柱塞基本上不起阻尼作用（所以反作用力腔就是阻尼腔）。

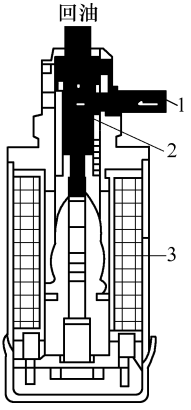


图 7-24　电磁控制阀

1—油液分配阀　2—滑阀
3—线圈

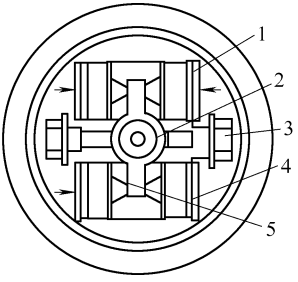


图 7-25　转向反作用力腔的位置

1—阻尼柱塞　2—转向阀轴　3—限位螺母
4—油压反作用力腔　5—操纵杆

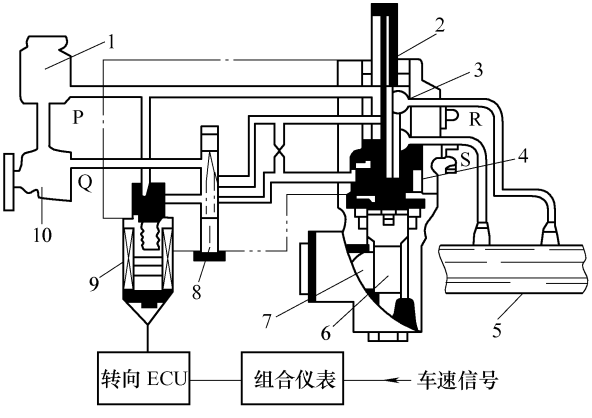


图 7-26　反作用力腔的工作原理

1—储液罐　2—动力转向机　3—旋转滑阀　4—反作用力腔　5—助力缸　6—齿轮　7—齿条　8—流量分配阀　9—电磁阀　10—转向泵

（二）系统检修

1. 油路的常规检修

储油罐液面高度的检查，转向液中是否含有空气及液压泵出油压力的检查。

2. 车速传感信号的检查

顶起车辆，旋转后轮，测量接线柱 SPD 与 GND 之间的电压，正常值应为 0～5V。

3. 电磁阀检修

线圈电阻正常值为 6～11Ω。用弹簧秤在切线方向拉转向盘周边，怠速时，拉力为 68.6N，再以 12V 电压通入电磁阀，阀出现的咔嗒声，时间不得超过 30s。此时弹簧秤拉力若为 39.2N，则表示反作用力腔作用良好。

（三）故障诊断流程图

故障诊断流程图如图 7-27 所示。

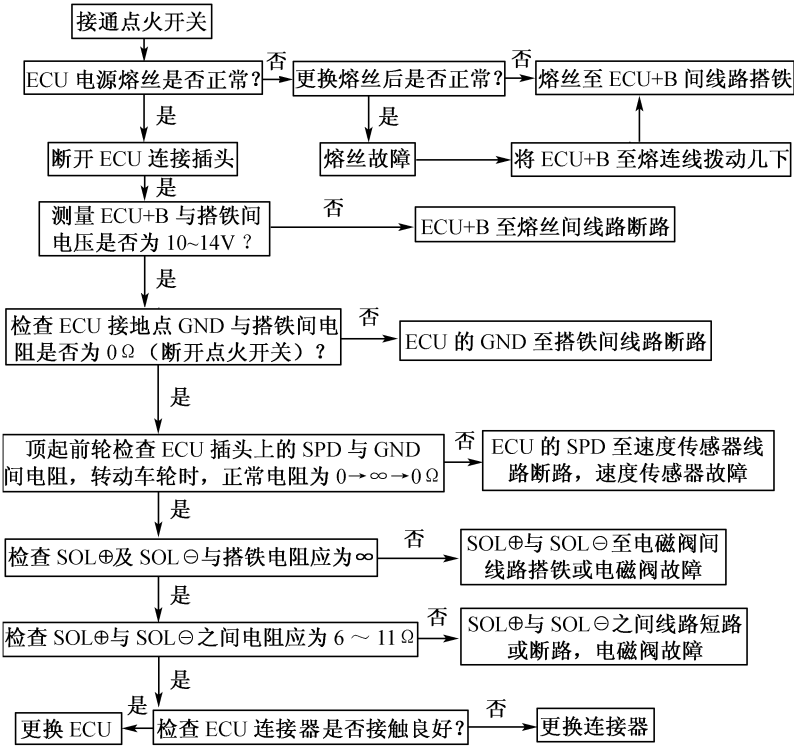


图 7-27　故障诊断流程图

二、皇冠3.0轿车电子控制液压式动力转向系统的结构与检修

（一）系统的基本组成

图7-28和图7-29分别表示皇冠3.0轿车液压式电控动力转向系统的组成和电脑控制原理。其中电控部分由车速传感器、动力转向电脑（KCU）和电磁阀（装在转向机内）组成。

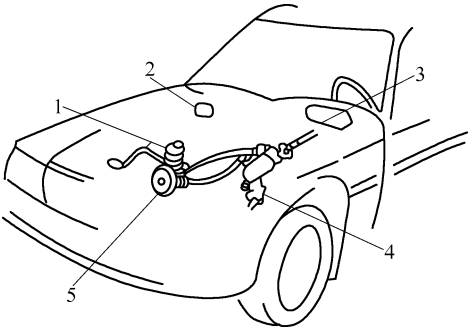


图7-28 皇冠3.0轿车液压式电控动力转向系统的组成

1—储液罐 2—动力转向电脑 3—车速传感器 4—转向机 5—叶片泵

（二）系统的检修

1. 电控系统的检查

皇冠3.0的液压式电控动力转向系统常见故障有：汽车低速行驶或发动机怠速时转向沉重和高速行驶时转向过度灵敏。在检查电控系统前，应先察看胎压、悬架和转向杆件及球形销的润滑情况；并检查前轮定位、动力转向泵油压是否正常；各导线插接器是否连接牢靠。然后按下面方法检查电控系统：

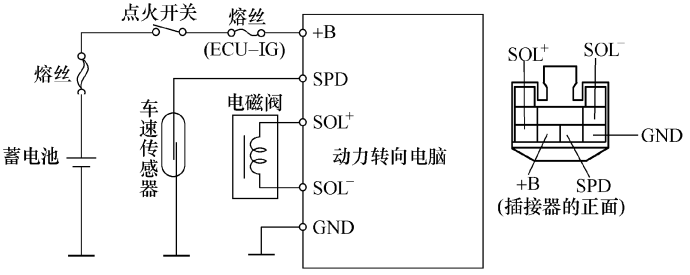


图7-29 皇冠3.0轿车液压式电控动力转向系统的电脑控制原理

1）接通点火开关，察看 ECU-IG 熔丝是否正常。如果烧毁，并且在重新更换后又烧毁，表明此熔丝与 ECU 的 +B 端子间短路。若熔丝正常或重新更换后正常，则再进行下面第 2）步检查。

2）拔下 ECU 插接器，将电压表正表笔接插接器 +B（从背面插入，以下同），负表笔搭铁，电压应为 10～14V（蓄电池电压）。如果无电压，表明 ECU-IC 熔丝与 ECU 的 +B 端子间断路。如果电压值为蓄电池电压，再进行第 3）步检查。

3）将电阻表（万用表的电阻档）正表笔接插接器 GND 端子，负表笔仍搭铁，此时电阻值应为零。否则，ECU 的 GND 端子与车身搭铁处之间有断路或接触不良。如果电阻值为零，应进行以下第 4）步的检查。

4）支起一侧前轮，将电阻表的正表笔接插接器 SPD 端子，负表笔接 GND 端子。然后转动支撑起的车轮，电阻表阻值应在 0～∞ 之间交替变化。否则说明 ECU 的 SPD 与车速传感器之间有断路或短路，或车速传感器有故障。如果电阻表指示正常，则再进行第 5）步检查。

5）将电阻表的正表笔接插接器的 SOL^- 端子，负表笔接 GND 端子。电阻表所指示的电阻值应为 ∞；否则 SOL^+ 或 SOL^- 端子与 GND 端子间的线路有短路，或电磁阀有故障。如果指示正常，应进行第 6）步检查。

6）将电阻表的正表笔接插接器的 SOL^+ 端子，负表笔接 SOL^- 端子。两端子间的电阻应为 6.0～11Ω。否则这两端子之间的线路有断路或电磁阀有故障，如果电阻正常，应检查 ECU。如果 ECU 损坏应更换。

2. 电子控制机件的检查

1）电磁阀的检查：拔开插接器，用电阻表测量电磁线圈的电阻，电阻应为 6.0～11Ω。从转向机内拆下电磁阀，将蓄电池正极接电磁线圈的 SOL^+ 端子，负极接 SOL^- 端子，如图 7-30所示。此时针阀应缩回约 2mm，否则应更换电磁阀。

2）ECU 的检查：支起汽车，拆下 ECU 插接器，起动发动机，在不拔下 ECU 插接器、发动机怠速运转的情况下，用电压表测量 ECU 的 SOL^- 和 GND 两端子之间的电压，电表测笔从背面插入，如图 7-31 所示。然后将变速器挂上档，并使车速达到 60km/h，仍按图 7-31 所示接法再测电压，电压应比原来增加 0.07～0.22V，如果无电压，应更换 ECU。

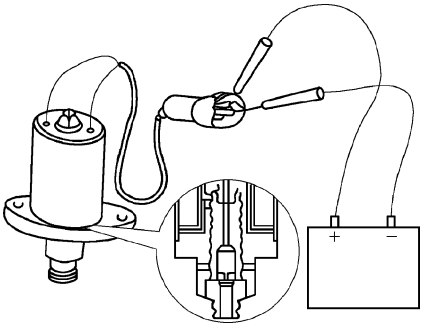


图 7-30　电磁阀的检查

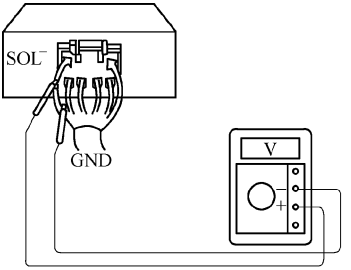


图 7-31　ECU 的检查

三、广州本田雅阁轿车电子控制液压式动力转向系统的结构与检修

广州本田雅阁轿车液压式电控动力转向系统的基本组成如图 7-32 所示。

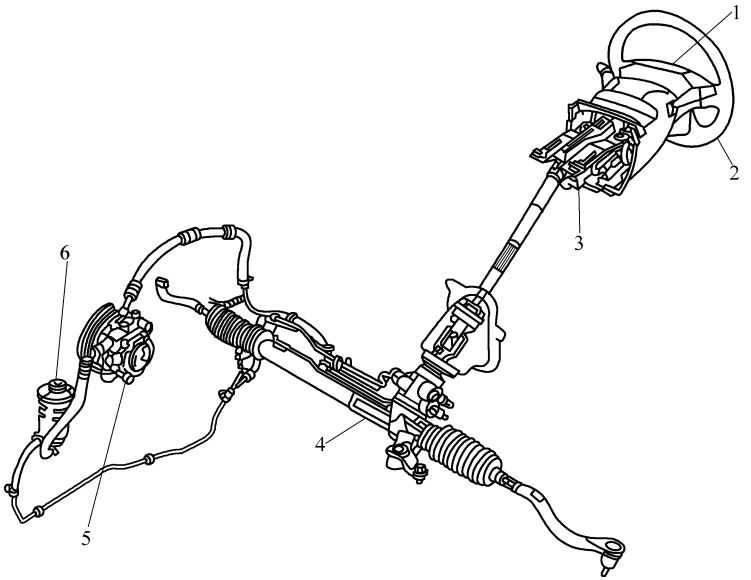


图 7-32　电控动力转向系统的基本组成

1—驾驶人安全气囊　2—转向盘　3—转向柱　4—动力转向器　5—转向液压泵　6—储油罐

（一）故障症状和检修索引

故障症状和检修索引见表 7-1。

表 7-1　液压式电控动力转向系统的故障症状和检修索引

故障症状	诊断程序	其他检查项目
转向困难	见转向困难检修	1. 改变的悬架 2. 损坏的悬架 3. 轮胎尺寸、轮胎变化、气压
高速时转向过轻	检查齿条导承的调整	前轮定位
车轮抱死时发抖或振动	1. 检查齿条导承的调整 2. 检查传动带是否打滑 3. 对动力转向器进行大修 4. 检查动力转向泵油压	
转向盘回位不顺畅	1. 检查液压缸管路是否变形 2. 检查车轮定位 3. 对动力转向器进行大修	
转向不均匀或不稳定	1. 检查齿条导承 2. 检查传动带 3. 检查发动机怠速是否过低 4. 检查动力转向系统是否窜入空气，或液压泵进口软管有空气泄漏 5. 检查动力转向系统是否存在泄漏，致使动力转向油罐的油位低 6. 对转向器进行大修	
转向较大时转向盘反转		
嗡嗡声	1. 出现噪声时应检查： （1）如果在冷天时，发动机起动后，此噪声持续 2～3min，属于正常现象 （2）如果汽车停止，转动转向盘时，听见此噪声，也属正常现象 2. 检查高压软管是否碰到辅助车架或车身 3. 检查自动变速器液力变矩器的噪声 4. 检查动力转向油中是否有气泡	液压泵压力

（续）

故障症状	诊断程序	其他检查项目
喀哒声（齿条喀哒）	1. 检查松动的部件 2. 检查转向柱的摆动 3. 检查齿条导承的调整 4. 检查动力转向液压泵的带轮松紧度	
嘶嘶声	1. 检查油位，如果油位低，则给储油罐注油，直至合适的水平 2. 检查储油罐是否泄漏 3. 检查入口软管是否破裂，管夹是否松动 4. 检查动力转向液压泵油封是否泄漏	油液中有空气
转向液压泵噪声	1. 正常工作温度，比较转向液压泵的声音与其他同类车型转向液压泵的声音有何不同 2. 拆卸转向液压泵，并检查是否磨损或损坏	1. 动力转向液压泵的压力 2. 油液中有无空气
啸叫声	检查传动带	
转向器漏油	1. 阀体装置的顶部漏油 2. 左护罩漏油 3. 右护罩漏油 4. 靠近转向球头下部螺栓的小齿轮轴漏油 5. 阀体装置上的转向减振器阀盖漏油 6. 液压缸上的转向减振器阀接头A和接头B漏油，或插接器松动	
管路漏油	1. 液压缸管路的接合处漏油 2. 液压缸管路的损坏处漏油 3. 转向液压泵的出口软管或回油管与阀体接合处漏油	
转向液压泵漏油	1. 前油封漏油 2. 转向泵壳体漏油	

（续）

故障症状	诊断程序	其他检查项目
储油罐漏油	1. 油罐盖周围漏油 2. 油罐漏油	
转向液压泵的出油软管漏油（高压）	1. 检查螺栓是否松动 2. 下垂的接头处漏油	
转向液压泵的入油软管漏油（低压）	检查软管是否破损、老化或安装不正确，必要时进行更换或修理	

（二）转向困难的检修

1）检查转向助力，观察起动负载是否大于29N。

2）怠速运转时，测量液压泵在稳定状态下的油压，观察压力是否为1500kPa或更小。

3）怠速运转时，测量液压泵的释放压力，观察2.0L与2.4L车型的压力是否为7160～7850kPa或更小，3.0L车型的压力是否为7940～8630kPa或更小。

4）使用弹簧秤，测量左右两个方向的助力数值，观察两次测量值是否都小于2.9N。

5）开启截止阀和压力表阀，测量转向盘完全转至左右时的油压，观察2.0L与2.4L车型的压力是否为7160～7850kPa或更小，3.0L车型的压力是否为7940～8630kPa或更小。

6）调整齿条导承，然后重新进行测试，观察转向是否正常。

7）检查泵与转向器之间的供油和回油管路，观察管路是否堵塞和变形。

8）检查液压缸管路，观察管路是否变形。

9）检查齿条轴，观察齿条轴是否弯曲或齿条导承是否调整不当（太紧）。

（三）检查与测试

1. 转向盘转动游隙的检查与测试

1）将前轮旋转至正前方位置。

2）如图7-33所示，保持前轮不动，测量转向盘左右转动的最大距离。

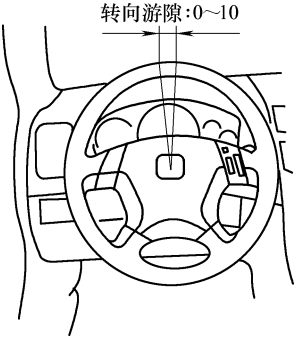


图7-33　转向盘转动游隙的检查

① 如果游隙在极限范围内，则转向器和转向杆正常。

② 如果游隙超出极限范围，则调整齿条导承。如果齿条导承调整后，游隙仍然超出极限范围，则检查转向杆和转向器。

2. 助力系统的检查与测试

1）检查动力转向油的油位高度。

2）起动发动机，让其怠速运转。将转向盘从一侧转到另一侧，来回转动几次，以便将油液加热。

3）将汽车停在干净、干燥的路面上，在转向盘上挂一个市面上可以购买到的弹簧秤，让发动机怠速运转，读出轮胎开始旋转时的数据，初始转向负荷为29N。

① 如果弹簧秤读数没有超出技术要求，则表示转向器和液压泵工作正常。

② 如果弹簧秤读数超出技术要求，则应对转向系统进行故障检修。

3. 转向液压泵压力的检查与测试

1）2.0L和2.4L车型。所需专用工具：P/S接头适配器（泵）07ZAK-S7C0101、07ZAK-S7C0200。

按照下述步骤检查液压油，确定是转向液压泵故障还是转向器故障。

① 检查动力转向油的油位高度。

② 如图7-34所示，将转向液压泵出口软管A从转向液压泵出口处断开，小心不要使动力转向油溅到车架和其他零件上，将P/S接头适配器（泵）安装在转向液压泵的出口B上。

③ 将P/S接头适配器（软管）连接到P/S压力表上，然后，将转向液压泵出口软管A连接到P/S接头适配器（软管）上。

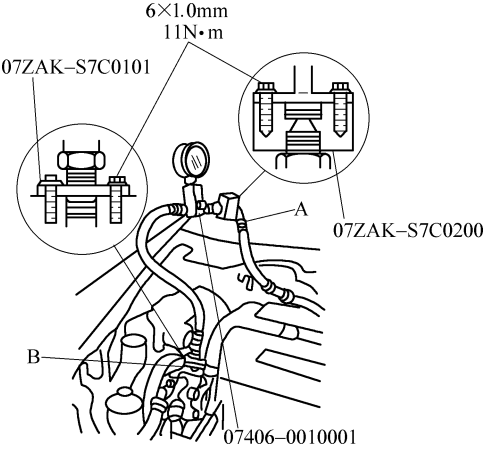


图7-34 转向液压泵压力的测试

A—转向液压泵出口软管 B—转向液压泵出口

④ 将P/S压力表安装到P/S接头适配器（泵）上。

⑤ 如图 7-35 所示，将截止阀 A 完全打开。

⑥ 将压力控制阀 B 完全打开。

⑦ 起动发动机，让其怠速运转。

⑧ 将转向盘从一侧转到另一侧，来回转动几次，使油液加热到工作温度 70℃。

⑨ 发动机怠速运转时，测量稳定状态下的油压。如果转向液压泵状态良好，则压力应不大于 1500kPa。如果压力过大，则检查出口软管或阀体装置。

将发动机转速升高到 3000r/min，然后测量油压。如果油压状态良好，则压力至少应为 1500kPa。如果压力太高，维修或更换转向液压泵。

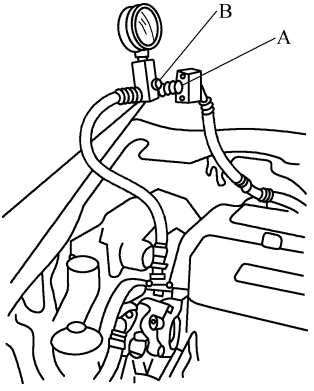


图 7-35　液压泵压力的测试

A—截止阀　B—压力控制阀

⑩ 降低发动机转速，让其怠速运转。关闭截止阀，然后逐渐关闭压力控制阀，直到压力表的指针稳定为止，读取压力值。注意：截止阀的关闭时间不要超过 5s，否则转向液压泵会因过热而损坏。

⑪ 立即将压力控制阀完全打开。如果转向液压泵状态良好，则压力表读数应至少为 7160～7850kPa。若读数偏低，说明对全助力而言，液压泵输出压力太低，应维修或更换液压泵。

2）3.0L 车型。所需专用工具：P/S 接头适配器（泵）07RAK-S040111；P/S 接头适配器（软管）07RAK-S040122；P/S 压力表 07406-0010001。

按下述步骤检查液压油，确定是转向液压泵故障还是转向器故障。

① 检查动力转向油的油位高度。

② 如图 7-36 所示，将液压泵出口软管 A 从液压泵出口处断开，小心不要使动力转向油

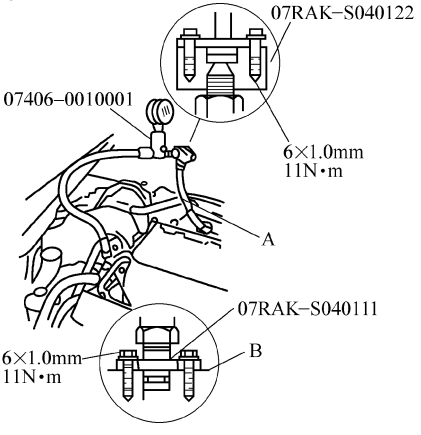


图 7-36　液压泵压力的测试

A—液压泵出口软管　B—液压泵出口

溅到车架和其他零件上，将 P/S 接头适配器（泵）安装在液压泵的出口 B 上。

③ 将 P/S 接头适配器（软管）连接到 P/S 压力表上，然后，将液压泵出口软管 A 连接到 P/S 接头适配器（软管）上。

④ 将 P/S 压力表安装到 P/S 接头适配器（泵）上。

⑤ 将截止阀 A 完全打开。

⑥ 将压力控制阀 B 完全打开。

⑦ 起动发动机，让其怠速运转。

⑧ 将转向盘从一侧转到另一侧，来回转动几次，使油液加热到工作温度 70℃。

⑨ 发动机怠速运转时，测量稳定状态下的油压。如果转向液压泵状态良好，则压力应不大于 1500kPa。如果压力过大，则检查出口软管或阀体装置。

⑩ 关闭截止阀，然后逐渐关闭压力控制阀，直到压力表的指针稳定为止，并读取压力值。注意：压力控制阀的关闭时间不要超过 5s，否则液压泵会因过热而损坏。

⑪ 立即将压力控制阀完全打开。如果转向液压泵状态良好，则压力表读数应至少为 7940～8630kPa。若读数偏低，说明对全助力而言，液压泵输出压力太低，应维修或更换液压泵。

（四）更换和调整

1. 油液的更换

如图 7-37 所示，按说明书规定的时间，对储油罐进行检查，必要时，加注推荐的油液。务必使用纯正的本田汽车公司规定的动力转向油。使用其他类型的动力转向油或自动变速器油，会引起转向器磨损加快，在天气寒冷时，还会造成车辆转向不良。系统容量：1.1L（分解时）；储油罐容量：0.4L。更换步骤如下：

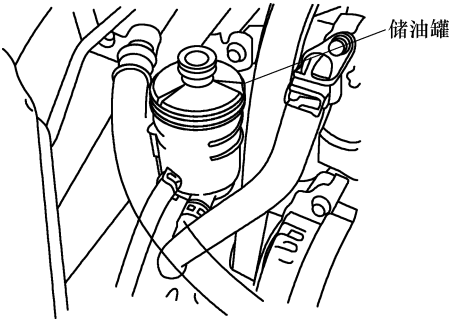


图 7-37 油液的更换（一）

1）如图 7-38 所示，抬高储油罐，断开回油软管 A，排空储油罐。注意：不要让

油液溅到车体或零件上。

2）用一根直径相配的软管 B 来连接回油软管，然后，将软管的另一头放入一个合适的容器内。

3）起动发动机，让其怠速运转，将转向盘从一侧转到另一侧，反复转动几次。当油液停止从软管中流出时，关闭发动机，倒掉油液。

4）重新把回油管安装到储油罐上。

5）给储油罐加油，直至油面到达油面的上刻度线 C。

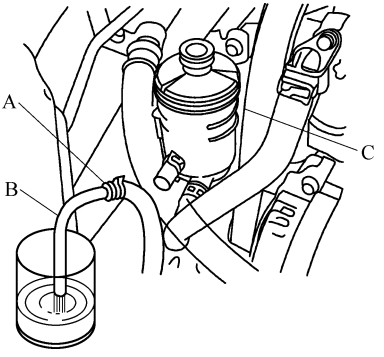


图 7-38　油液的更换（二）

A—回油软管　B—软管　C—油面上线

6）起动发动机，让它以较快的怠速运转，将转向盘从一侧转到另一侧，反复转动几次，排出系统中的空气。

7）重新检查油位高度。必要时加注油液，给储油罐注油不要超过油面的上刻度线。

2. 齿条导承的调整

（1）SHOW A 型转向器　所需专用工具为锁紧螺母扳手（40mm 07MAA-SL00100）。调整方法如下：

1）将车轮定在正直向前的位置。

2）如图 7-39 所示，使用专用工具，放松齿条导承螺钉的锁紧螺母 A，拆除齿条导承螺钉 B。

3）如图 7-40 所示，清除齿条导承螺钉 A 上原有的密封剂，在螺纹中部 B 涂上新的密封剂，将齿条导承螺钉松松地安装到转向器上。

4）如图 7-41 所示，将齿条导承螺钉 A 锁紧到 25N · m 的转

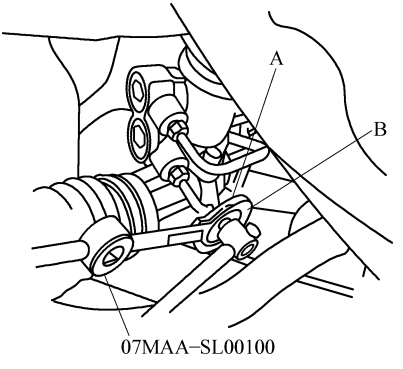


图 7-39　齿条导承的调整（一）

A—锁紧螺母　B—导承螺母

矩，然后旋松。

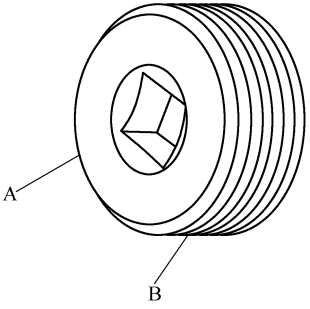


图7-40 齿条导承的调整（二）

A—导承螺钉 B—螺纹中部

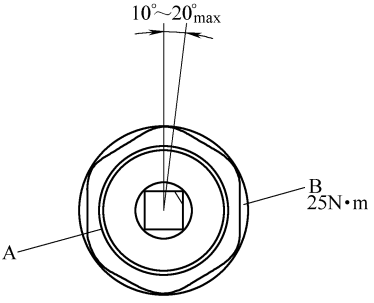


图7-41 齿条导承的调整（三）

A—导承螺钉 B—螺纹中部

5）重新将齿条导承螺钉拧紧到3.9N·m的转矩，然后返回至规定角度。规定返回角度：10°~20°（最大）。

6）使用扳手，固定齿条导承螺钉，然后用手拧紧锁紧螺母，直至完全到位。

7）将专用工具安装到锁紧螺母B上，使用扳手将齿条导承螺钉固定，然后用专用工具将锁紧螺母拧紧到规定转矩。

8）转动转向盘，检查在整个转动行程内是否需要不正常的转向作用力。

9）检查转向盘的转动游隙和助力。

（2）TKS型转向器 所需专用工具为锁紧螺母扳手（40mm 07MAA-SL00100）。调整方法如下：

1）将车轮定在笔直向前的位置。

2）使用专用工具，放松齿条导承螺钉的锁紧螺母A，拆除齿条导承螺钉B。

3）清除齿条导承螺钉A上原有的密封剂（见图7-40），给前3圈螺纹B涂上新的密封剂，将齿条导承螺钉松松地安装到转向器上。

4）将齿条导承螺钉A拧紧到25N·m的转矩，然后旋松（见图7-41）。

5）重新将齿条导承螺钉拧紧到3.9N·m的转矩，然后返回至规定角度。规定返回角度10°~20°（最大）。

6）使用扳手，固定齿条导承螺钉，然后用手拧紧锁紧螺母，直至完全

到位。

7）把专用工具安装到锁紧螺母 B 上，使用扳手，将齿条导承螺钉固定，然后用专用工具，将锁紧螺母拧紧到规定转矩。

8）转动转向盘，检查在整个转动行程内，是否需要不正常的转向作用力。

9）检查转向盘的转动游隙和助力。

第八章

自动巡航控制系统的结构与检修

第一节　自动巡航控制系统的主要结构

自动巡航控制系统由巡航控制开关、传感器、巡航控制 ECU、执行器等组成。巡航控制开关和传感器将信号送至 ECU，ECU 根据这些信号计算出节气门的合理开度，并给执行器发出信号，调节节气门的开度，保持汽车按设定的车速等速行驶。

一、巡航控制开关

一般巡航控制开关采用手柄式开关，安装于转向盘下方，如图 8-1 所示。也有的采用按键式开关，装在转向盘上。

（一）主开关

主开关（MAIN）是自动巡航控制系统的主电源开关，位于巡航控制开关的端部（见图 8-1）。按下主开关，电源接通；再按一次主开关，电源断开。当主开关接通时，如果将点火开关关闭，主开关也关闭。当再次接通点火开关时，巡航主开关并不接通，而保持关闭。

（二）控制开关

一般手柄式巡航控制开

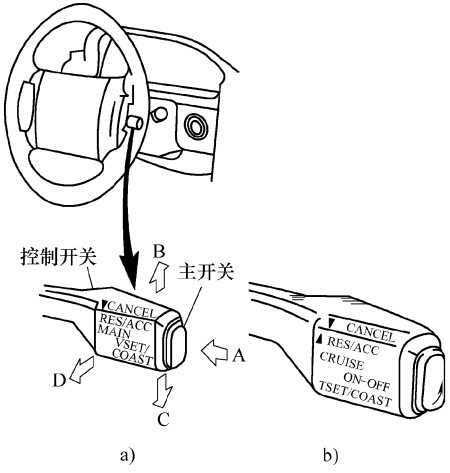


图 8-1　巡航控制开关

a）雷克萨斯 LS400　b）丰田佳美

关由设定/减速开关、恢复/加速开关和取消开关组成。该开关为自动回位型。当向下推控制开关时（图 8-1 中的方向 C），设定/减速开关接通，放松控制开关时，控制开关自动回到原始位置；当向上推控制开关时（图 8-1 中的方向 B），恢复/加速开关接通；当向后拉控制开关时，取消开关接通（图 8-1中的方向 D）。

（三）退出巡航控制开关

退出巡航控制开关是指开关接通后，能使巡航系统自动退出工作的开关。退出巡航控制开关除取消开关外，还包括制动灯开关、驻车制动开关、离合器开关（手动变速器）和空档起动开关（自动变速器）。

1. 制动灯开关

制动灯开关由常闭和常开两个开关组成，如图 8-2 所示。开关 A 为常开开关，踏下制动踏板时开关闭合，将制动灯的电源电路接通，制动灯点亮。同时，电源电压经开关 A 加在巡航控制 ECU 上，将制动信号输入巡航控制 ECU。巡航控制 ECU 取消自动巡航控制系统的控制，使巡航系统停止工作。开关 B 为常闭开关，当踏下制动踏板时，开关 B 断开，直接切断了巡航控制 ECU 对巡航控制执行器的控制电路，确保巡航系统停止工作。

2. 驻车制动开关

当施用驻车制动器时，驻车制动器开关接通，将驻车制动信号送至巡航控制 ECU。巡航控制 ECU 将取消巡航系统的工作，同时驻车制动灯点亮。

3. 离合器开关

对于装有手动变速器的汽车，当踏下离合器踏板时，离合器开关接通，将取消信号送至巡航控制 ECU，巡航控制 ECU 将取消自动巡航控制系统的工作。

4. 空档起动开关

对于装有自动变速器的汽车，当将变速杆移至 N（空档）位置时，空档起动开关接通，将取消信号送至巡航控制 ECU，巡航控制 ECU 将取消自动巡航控制系统的工作。

二、传感器

1. 车速传感器

车速传感器的类型有电磁式、霍尔式、光电式、舌簧开关式等。车速传感器信号可同时用于发动机控制、自动变速器控制和巡航控制等。对于巡航系统而言，车速传感器信号的作用是巡航控制 ECU 用于巡航车速的设定，以及将实际车速与设定车速进行比较，以便实现等速控制。

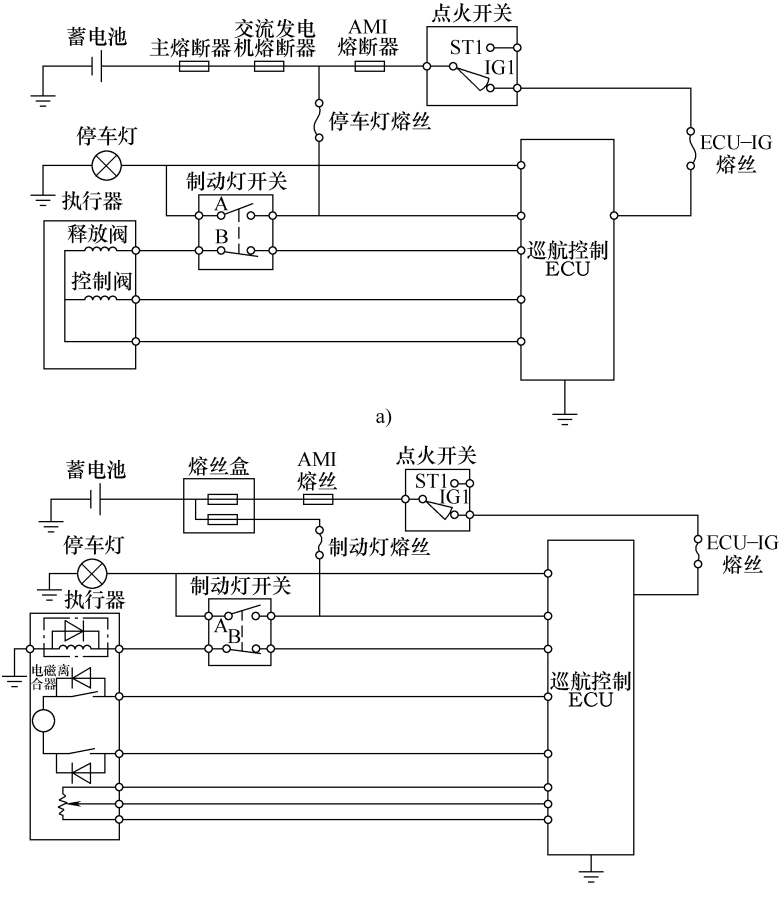


图 8-2　制动灯开关电路

a）丰田 Cressida 真空驱动执行器　b）丰田陆地巡洋舰电动机驱动型执行器

2. 节气门位置传感器

一般节气门位置传感器为线性输出型。节气门位置传感器信号可同时用于发动机控制、自动变速器控制和巡航控制等。对于自动巡航控制系统而言，节气门位置传感器信号的作用是巡航控制 ECU 根据计算输出与节气门开度的关系，用于确定输出量的大小。

3. 节气门控制摇臂传感器

节气门控制摇臂传感器可向巡航控制 ECU 提供节气门摇臂位置信号。

节气门摇臂位置传感器为电位计式。该信号的作用是巡航控制 ECU 根据节气门摇臂位置信号，对节气门进行控制。

三、巡航控制 ECU

巡航控制 ECU 接收来自巡航控制开关、车速传感器信号和其他的开关信号，按照存储的程序对巡航系统进行控制。巡航控制 ECU 有以下控制功能：

1. 记忆设定车速功能

当主开关接通，车辆在巡航控制车速范围内（一般为 40～200km/h）行驶时，操作设定/减速（SET/COAST）开关可以设定巡航车速。ECU 将设定的车速存储在存储器内，并将按设定车速控制汽车等速行驶。

2. 等速控制功能

ECU 将实际车速与设定车速进行比较，确定节气门是否应该开大或关小，并根据实际车速与设定车速的差值，计算出节气门开大或关小的量，然后对执行器进行控制，保证汽车按设定车速等速行驶。

3. 设定车速调整功能

当汽车以巡航控制模式行驶时，如果需要使设定车速提高或降低，只要操作恢复/加速或设定/减速开关，就可以使设定车速改变，巡航控制 ECU 将记忆改变后的设定车速，并按新的设定车速进行巡航行驶。

4. 取消和恢复功能

当汽车以巡航控制模式行驶时，如果接通取消开关或接通任何一个其他的退出巡航控制开关，巡航控制 ECU 将控制执行器使巡航控制取消。取消巡航控制以后，要想重新按巡航控制模式行驶，只要操纵恢复/加速开关 ECU 即可恢复原来的巡航控制行驶。

5. 车速下限控制功能

车速下限是巡航控制所能设定的最低车速。不同的车型稍有不同，一般为 40km/h。车速低于 40km/h 时，巡航车速不能被设定，巡航系统不能工作。当巡航行驶时，如果车速降至 40km/h 以下，巡航控制将自动取消，巡航 ECU 存储器内存储的设定车速将被清除。

6. 车速上限控制功能

车速上限是巡航控制所能设定的最高车速，一般为 200km/h。车速超过该车速，巡航控制车速不能被设定。在巡航控制模式下行驶时，如果操作加速开关，车速也不能加速至 200km/h 以上。

7. 安全电磁离合器控制功能

当汽车以巡航控制模式行驶时，如果因为下坡汽车车速高于设定车速15km/h，巡航控制ECU将切断安全电磁离合器使车速降低。当车速降低到比设定车速高出不足10km/h时，安全电磁离合器再次接通，恢复巡航控制。

8. 自动取消功能

当汽车以巡航控制模式行驶时，若出现执行器驱动电流过大，伺服电动机始终朝节气门打开的方向旋转时，巡航控制ECU存储器内存储的设定车速将被清除，巡航控制模式将被取消，主开关同时关闭。此外，当巡航控制ECU诊断出系统有故障时，将会使巡航系统自动停止工作。

9. 自动变速器控制功能

当具有自动变速器的汽车以巡航控制模式行驶时，如果上坡时变速器在超速档，车速降至比设定车速低4km/h以上时，巡航控制ECU将超速档取消信号送至自动变速器ECU，取消自动变速器超速档。当车速升至比设定车速低2km/h时，巡航控制ECU将超速档恢复信号送至自动变速器ECU，恢复自动变速器超速档。

10. 诊断功能

如果自动巡航控制系统发生故障，巡航控制ECU的自诊断系统能够诊断出故障，并使仪表板上的巡航指示灯闪烁，以便提醒驾驶人。同时巡航控制ECU将故障码存储在存储器内，通过指示灯的闪烁或故障诊断仪可以读取故障码。

四、执行器

自动巡航控制系统的执行器由ECU控制，根据ECU的控制信号控制节气门的开度，以保持车速恒定。自动巡航控制系统执行器有真空驱动型和电动机驱动型两种。

（一）真空驱动型

真空驱动型执行器依靠真空力驱动节气门。真空源有两种取得方式：一是仅从发动机进气歧管取得；二是从发动机进气歧管和真空泵两个真空源取得，如图8-3所示。当进气歧管真空较低时，真空泵参与工作，提高真空度。真空驱动型执行器主要由控制阀、释放阀、电磁线圈、膜片、回位弹簧和空气滤清器等组成。

1. 控制阀

控制阀用来控制膜片后方的真空度，以改变膜片的位置，从而控制节气

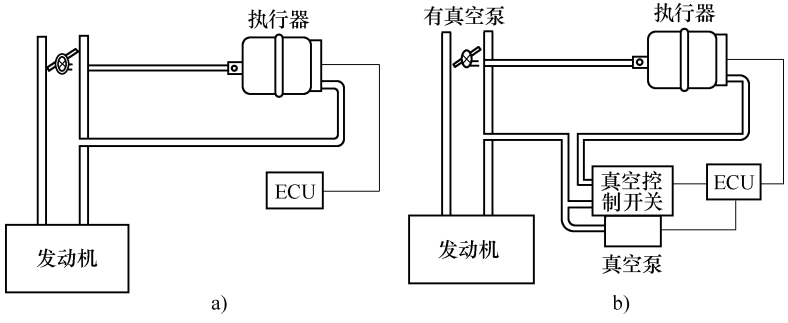


图 8-3　真空驱动型执行器的控制方法

a）从进气歧管取得真空源　b）从进气歧管和真空泵取得真空源

门，如图 8-4 所示。当 ECU 给控制阀电磁线圈通电时，通大气的空气通道关闭，通进气歧管的真空通道打开，执行器内的真空度增加，膜片左移将弹簧压缩，与膜片相连的拉杆将节气门开大。当控制阀电磁线圈断电时，通进气歧管的真空通道关闭，通大气的空气通道打开，大气进入执行器，膜片右移，节气门关小。ECU 通过占空比信号控制电磁线圈的通电与断电，通过改变占空比控制执行器内的真空度，从而控制节气门的开度。

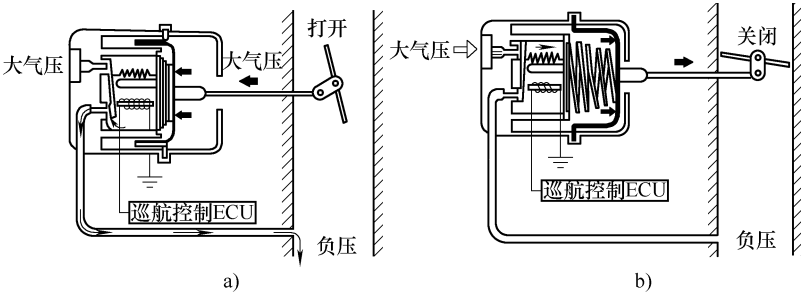


图 8-4　控制阀

a）电磁线圈通电　b）电磁线圈断电

2. 释放阀

释放阀的作用是取消巡航控制时，使空气迅速进入执行器，将巡航控制立即取消，如图 8-5 所示。自动巡航控制系统工作时，释放阀电磁线圈中有电流通过，与大气相通的空气通道关闭，由控制阀控制执行器内的真空度，从而控制节气门的开度，保持汽车等速行驶。取消巡航控制时，巡航控制 ECU 使控制阀电磁线圈断电，控制阀与大气相通的空气通道打开，释放阀

电磁线圈也断电，与大气相通的空气通道也打开，让空气迅速进入执行器，取消巡航控制。

3. 真空泵

真空泵由电动机、连杆、膜片和3个单向阀等组成，如图8-6a所示。真空泵的作用是在进气歧管真空度较低时，为巡航系统执行器提供真空源。

真空泵的工作原理如图8-6b所示，当进气歧管真空度较高时，单向阀A被打开，由发动机进气歧管向执行器提供真空源，真空泵不工作。当进气歧管真空度较低时，真空控制开关检测到真空泵进气室的真空

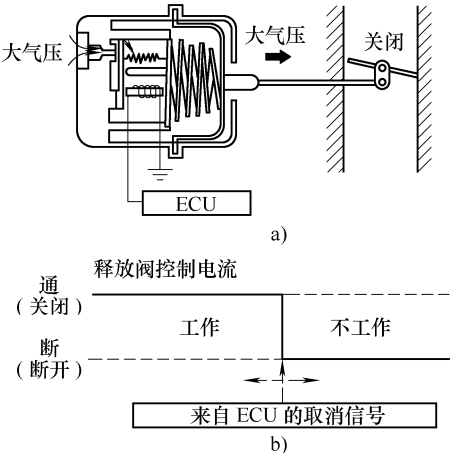


图8-5 释放阀

a）释放阀的结构 b）释放阀的工作原理

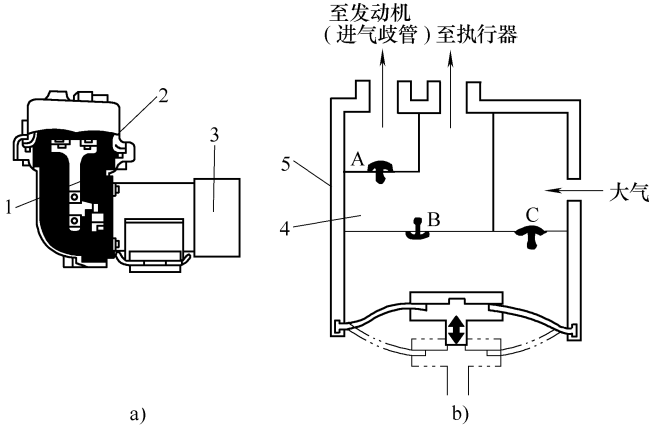


图8-6 真空泵

a）真空泵的结构 b）真空泵的工作原理

1—连杆 2—膜片 3—电动机 4—进气室 5—真空泵

A、B、C—单向阀

度变化，并将信号送至巡航控制 ECU。巡航控制 ECU 接通真空泵电源，真空泵电动机转动，带动膜片上下运动。当膜片向下运动时，膜片上方产生真空，将单向阀 B 打开，为执行器提供真空源，单向阀 A 和 C 关闭。当膜片向上运动时，单向阀 B 关闭，单向阀 C 打开，将空气排入大气。

（二）电动机驱动型执行器

电动机驱动型执行器由电动机、电磁离合器和电位计等组成，其结构如图 8-7 所示。

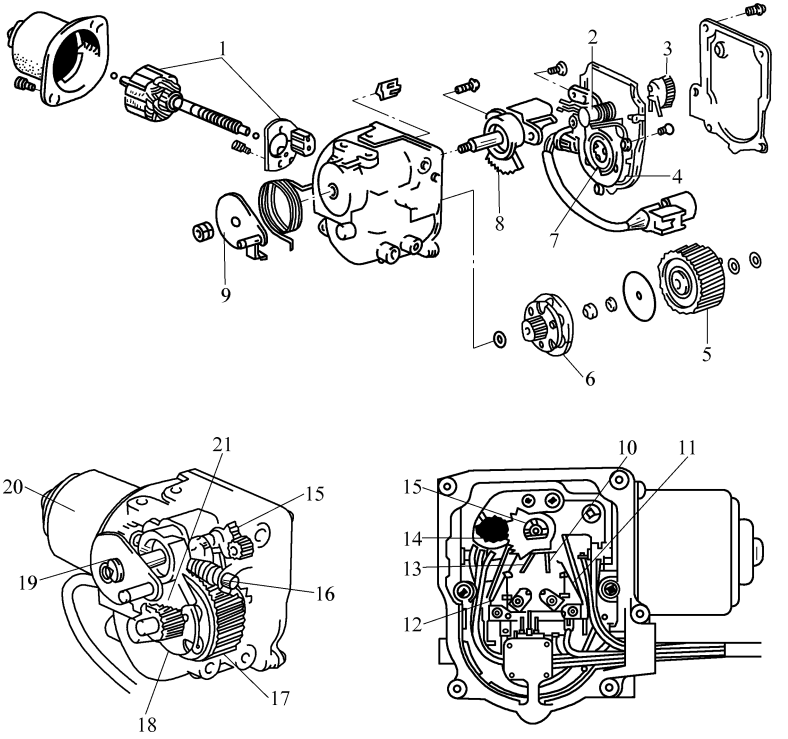


图 8-7　电动机驱动型执行器的结构

1—驱动电动机　2、14—电位计　3、15—电位计主动齿轮　4—电路板　5、17—涡轮及电磁离合器　6、18—离合器片　7—集电环　8、21—主减速器　9、19—控制臂　10—杆 B　11、12—限位开关　13—杆 A　16—蜗杆　20—电动机

巡航控制 ECU 控制电动机的工作，使电动机顺时针或逆时针旋转，从

而改变节气门的开度。为了防止节气门完全打开或完全关闭后电动机继续转动，电动机安装了两个限位开关，用于控制电动机的转动。

电磁离合器及其控制电路如图8-8所示。电磁离合器用于接通或断开电动机与节气门拉索之间的联系。当巡航控制ECU给执行器发出控制信号时，电磁离合器接合，电动机通过蜗杆传动和电磁离合器，以及齿轮和齿扇带动控制臂转动，拉动拉索使节气门旋转。若取消巡航控制，ECU使电磁离合器断电分离，节气门不受电动机控制。

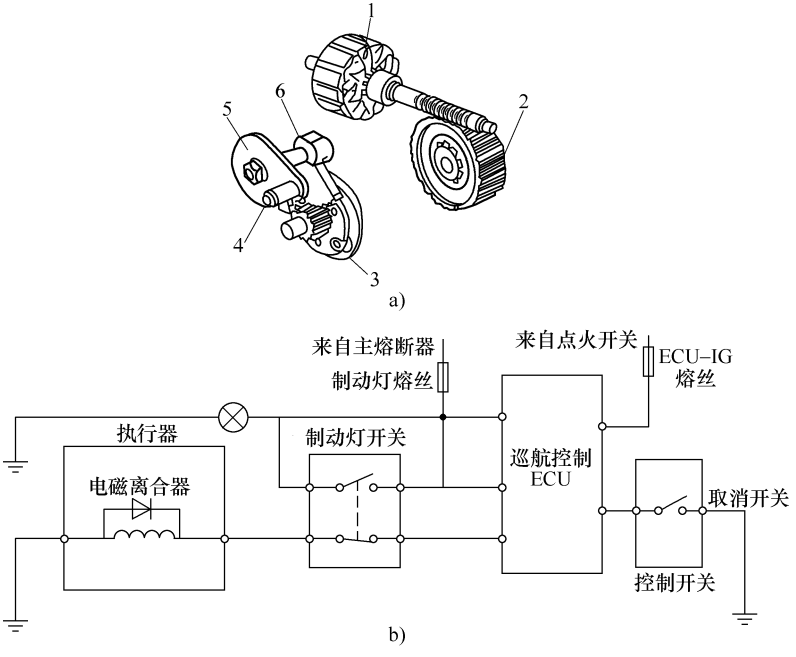


图8-8 电磁离合器及其控制电路

a）结构 b）电路

1—驱动电动机 2—蜗轮及电磁离合器 3—离合器片

4—节气门拉索轴 5—控制臂 6—齿扇

电位计及其电路如图8-9所示。当对自动巡航控制系统进行巡航车速设定时，电位计将节气门开度信号送至巡航控制ECU。ECU将此数据存储于存储器内，行车中ECU以此数据作为参照，控制节气门开度，使实际车速与设定车速相符。

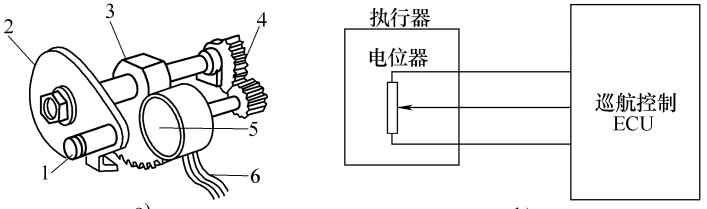


图 8-9　电位计及其电路

a）电位计　b）电位计电路

1—至节气门拉索　2—控制臂　3—主减速器

4—电位器主动齿轮　5—电位器　6—至 ECU

第二节　常见车型自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

一、雷克萨斯 LS400 自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

1. 自动巡航控制系统状态指示的检查

仪表板上的 CRUISE 指示灯的闪烁情况可以指示自动巡航控制系统的状态。自动巡航控制系统状态指示的检查步骤如下：

1）接通点火开关。

2）接通巡航控制主开关，巡航指示灯应点亮；关闭巡航控制主开关，巡航控制指示灯应熄灭。若指示灯不亮，应检查指示灯和指示灯电路。

3）如果巡航控制 ECU 诊断出系统有故障时，巡航指示灯将闪烁 5 次，每次闪烁指示灯亮 0.5s，灭 1.5s，并且 ECU 将故障码存储在存储器内。

2. 读取故障码

1）接通点火开关。

2）用跨接线将诊断座 TDCL 的端子 Tc 与 E_1 端子短接。

3）根据仪表板上的 CRUISE 指示灯的闪烁情况读取故障码。故障码为两位数，指示灯首先闪烁故障码的十位数，指示灯点亮、熄灭的间隔为 0.5s，显示完十位数后，间隔 1.5s 后闪烁个位数，个位数的显示方式与十位数相同。如果有多个故障码，故障码将按从小到大的顺序依次显示。相邻两个故障码的间隔时间为 2.5s。

4）如果系统没有存储故障码，巡航指示灯将以点亮 0.25s、熄灭 0.25s

的方式持续闪烁。

5）自动巡航控制系统故障码的含义见表8-1。

表8-1 自动巡航控制系统故障码的含义

故障码	故障码的含义	故障码	故障码的含义
11	驱动电动机或安全电磁离合器电路不正常	23	实际车速低于设定车速16km/h以上
12	安全电磁离合器电路不正常	31	控制开关电路不正常
13	驱动电动机或安全电磁离合器电路不正常	32	控制开关电路不正常
21	车速传感器不正常	34	控制开关电路不正常

6）完成检查后，拆下Tc与E_1端子之间的跨接线，关闭点火开关。

3. 清除故障码

排除故障后，关闭点火开关，拆下位于发动机室的熔断器/继电器盒内的“DOME”熔断器10s以上，即可清除故障码。装上熔断器，重新读取故障码，应显示正常代码。

4. 输入信号检查

输入信号包括巡航控制开关信号、制动灯信号、驻车制动信号和空档起动开关信号等。输入信号检查的目的是确认各输入信号是否正常地输入巡航控制ECU。进入输入信号检查模式的步骤如下：

1）接通点火开关，将巡航控制开关置于设定/减速位置保持不动，接通巡航控制主开关，巡航指示灯应反复闪烁。

2）放松巡航控制开关，使设定/减速开关关闭，按表8-2的操作方法进行检查。

3）根据巡航指示灯的闪烁读取代码，见表8-2。当两个以上的信号输入ECU时，只显示最小的代码。

4）要退出输入信号检察模式，关闭巡航控制主开关。

5. 取消信号检查

如果正在进行巡航行驶的汽车其巡航行驶被不正常地自动取消，可能是某个取消开关出现了故障。通过取消信号检查，可以确定发生故障的开关及其电路。对于间歇性故障，可以通过路试的方式使故障再现，一旦故障发生，导致故障的取消信号将储存在储存器中，通过取消信号检查，可以确定故障部位。进入取消信号检查模式的方法如下：

表 8-2　自动巡航控制系统输入信号的检查

序号	操作方法	闪烁代码	诊　断
1	接通点火开关，接通取消开关	1	取消开关电路正常
2	接通点火开关，接通设定/减速开关	2	设定/减速开关电路正常
3	接通点火开关，接通恢复/加速开关	3	恢复/加速开关电路正常
4	接通点火开关，踏下制动踏板	6	制动灯开关电路正常
5	起动发动机，拉紧驻车制动	7	驻车制动开关电路正常
6	汽车行驶，然后将变速杆置于空档位置	8	空档起动开关电路正常
7	汽车以高于 40km/h 的车速行驶	持续闪烁	车速传感器正常
8	汽车以低于 40km/h 的车速行驶	常亮	

接通点火开关，将巡航控制开关置于取消位置保持不动，接通巡航控制主开关。读取仪表板上的巡航指示灯闪烁的诊断码，见表 8-3。指示灯显示的代码即为取消自动巡航控制系统工作的取消信号代码，即发生故障的取消开关的代码。要退出取消信号检查诊断模式，关闭巡航主开关。

表 8-3　自动巡航控制系统取消信号检查

代码	诊　断	代码	诊　断
1	除故障码 23 以外的故障	5	接收到空档起动开关信号
2	故障码为 23 的故障	6	接收到驻车制动开关信号
3	接收到 CANCEL 的开关信号	7	车速传感器的信号降到 40km/h 以下
4	接收到制动灯开关信号	常亮	除上述以外的故障

二、奥迪 A6 自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

（一）检修思路

首先应对自动巡航系统进行直观检查，检查自动巡航控制系统的线束及

插接器是否完好，部件是否丢失或损坏等。直观检查后应检查自动巡航控制系统的工作情况。使用大众诊断仪 VAS5051 或 V. A. G1551 读取测量数据块，以检查自动巡航控制系统各部件的工作情况。另外还可以通过使用诊断仪 VAS5051 或 V. A. G1551 启动或关闭自动巡航控制系统，以检查自动巡航控制系统的工作情况。对于怀疑有故障的电路或部件，使用检测盒 V. A. G1598/31 可以进一步检测导线和部件故障。当确定故障的具体部位后，即可对有故障的电路或部件进行修理或更换。

（二）自动巡航控制系统的故障诊断

自动巡航控制系统的故障诊断需要使用诊断仪 VAS5051 或 V. A. G1551 并且在汽车行驶中进行。为了保证行驶安全，操纵仪器应由另一人完成。下面以 6 缸发动机汽车为例介绍自动巡航控制系统的故障诊断。

1. 检查自动巡航控制系统的工作状况

（1）读取测量数据块

1）连接诊断仪 VAS5051 或 V. A. G1551，驾驶汽车行驶。按下诊断仪“1”键，选择“快速数据传输”，此时显示屏显示：

快速数据传输	帮助
输入地址码 × ×	

2）按“0”和“1”键，选择“发动机电控系统”，按下“Q”键确认。按“→”键，显示屏上显示：

快速数据传输	帮助
选择功能 × ×	

3）输入“读取测量数据块”的功能码，按“Q”键确认，显示屏显示：

读取测量数据块	帮助
输入显示组编号 × × ×	

4）输入显示组号 066（发动机应在怠速运转），按“Q”键确认，显示屏显示：

读取测量数据块 66			→
0km/h	1000	0km/h	000

测量数据块 066 的含义见表 8-4。

表 8-4　测量数据块 066 的含义

显示区域	1	2	3	4
显示屏显示	km/h	× × × ×	km/h	× × × ×
显示内容的含义	实际车速 km/h	制动踏板、离合器踏板及自动巡航控制系统开关状态	设定车速 km/h	操作开关位置

显示区域 1 的显示值代表的是当前实际行驶车速。

显示区域 2 的显示值代表的是开关状态，见表 8-5。

表 8-5　显示区域 2 的显示值

检 查 条 件	显示区域 2 的显示值
巡航控制开关接通	1000
踏下制动踏板	1011
踏下离合器踏板	1100

显示区域 3 的显示值代表的是设定车速（显示最后一次存储的设定车速值，直到巡航控制开关关闭，即开关在 AUS 位置或发动机关闭）。

显示区域 4 的显示值代表的是巡航控制开关的位置，见表 8-6。

表 8-6　显示区域 4 的显示值

巡航控制开关的位置	显示区域 4 的显示值
滑动开关在 AUS 位置（已啮合）	0000
滑动开关在 EIN 位置	0011
存储器已设定，按钮在啮合点前 AUS 位置	0001
按下按钮	0111
滑动开关在 AUFN 位置	1011

如果显示区域 2 未显示表 8-5 中的数值，应检查发动机电控单元故障码。使诊断仪返回初始状态，选择“快速数据传递”，再输入 01 选择“发动机电控单元”，按“Q”键确认，显示屏显示发动机电控单元识别码：

3B0907552. . 2. 4L　V6/5V　　G　　D. . →
Coding　04002　　WSC　× × × × ×

显示内容中 3B0907552 代表电控单元零件号；2. 4L 代表发动机排量；V6/5V 代表 V 形 6 缸发动机，每缸 5 气门；G 没有显示表示带自动巡航控制系统或不带自动巡航控制系统；D. . 代表电控单元软件版本号；Coding 04002 代表电控单元编码；WSC × × × × × 代表服务站代码。如果发动机形

式代号后面没有显示G，应启动自动巡航控制系统。

如果巡航控制滑动开关在EIN位置，但显示区4未显示0011，应检查导线及部件。

（2）启动自动巡航控制系统　使诊断仪返回初始状态，选择“快速数据传输”，输入01选择“发动机电控单元”，再输入11，按“Q”键确认输入，显示屏显示：

登录 输入代码××××

输入代码11463，按“Q”键确认输入，则自动巡航控制系统被自动启动。

（3）关闭自动巡航控制系统　使诊断仪返回初始状态，选择“快速数据传输”，输入01选择“发动机电控单元”，再输入11，按“Q”键确认输入，显示屏显示：

登录 输入代码××××

输入代码16167，按Q键确认，则自动巡航控制系统被关闭。

2. 用检测盒V. A. G1598/31检测导线和部件

如果按钮在EIN位置，但显示区4未显示规定值0011，应检查导线及部件。

1）关闭点火开关，拆下电控单元壳体护板，用螺钉旋具撬开定位卡（见图8-10），然后松开并拔下电控单元插接器。

2）将检测盒V. A. G1598/31与线束插接器连接（见图8-11），检测盒的搭铁卡夹连接到蓄电池的负极上。拔下自动巡航控制系统开关插接器，检查导线连接是否正常，如果导线连接正常，应更换巡航控制开关。

三、三菱帕杰罗V73汽车自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

三菱帕杰罗V73汽车的自动巡航控制系统由车速传感器、制动开关、抑制开关（或离合器开关）、巡航控制开关、巡航控制ECU、巡航控制真空泵、巡航控制指示灯等组成。巡航控制执行器为真空控制式。自动巡航控制系统具有自诊断功能。当自动巡航控制系统发生故障时，自诊断系统能诊断和存储故障信息。使用三菱诊断仪MUT-Ⅱ可以读取故障信息，利用巡航控制指示灯也可以读取故障码。

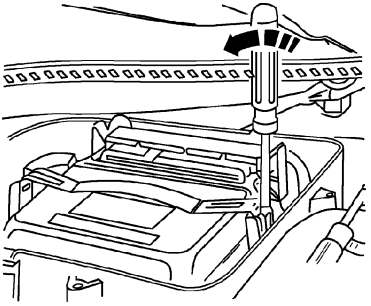


图 8-10　拆下电控单元插接器

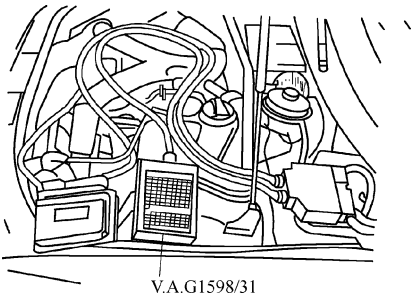


图 8-11　连接检测盒

（一）自动巡航控制系统在车上的布置

三菱帕杰罗 V73（6G7-MPI 发动机）自动巡航控制系统在车上的布置如图 8-12 所示。

（二）三菱帕杰罗自动巡航控制系统的检修思路

当自动巡航控制系统发生故障时，首先应进行直观检查。检查自动巡航控制系统的线束及插接器是否完好，真空管是否脱落或损坏，部件是否丢失或损坏等。直观检查后应读取故障码。故障码的读取方式有两种，一种是利用诊断仪读取故障码，另一种是利用巡航控制指示灯读取故障码。当未读取到故障码时或读取到故障码需要进一步确定故障的具体部位时，可使用诊断仪读取数据流或通过检测巡航控制 ECU 端子电压的方法确定故障的范围。最后通过部件检查确定被怀疑部件的故障，并对其进行修理或更换。

（三）故障自诊断

1. 读取故障码

（1）用专用诊断仪读取故障码

1）将诊断仪 MUT-Ⅱ连接到 16 端子诊断座上，如图 8-13 所示，诊断座的位置如图8-12所示。注意，连接和脱开诊断仪 MUT-Ⅱ时，应关闭点火开关。

2）在点火开关接通（ON）的情况下，读出故障码。

（2）利用巡航控制指示灯读取故障码

1）接通（ON）点火开关，并使巡航控制开关上的 SET（设定）开关接通（ON），如图 8-14 所示。然后，在 1s 内将 RESUME（恢复）开关接通（ON）。

2）观察仪表板上的巡航控制指示灯的闪烁情况，读出故障码。

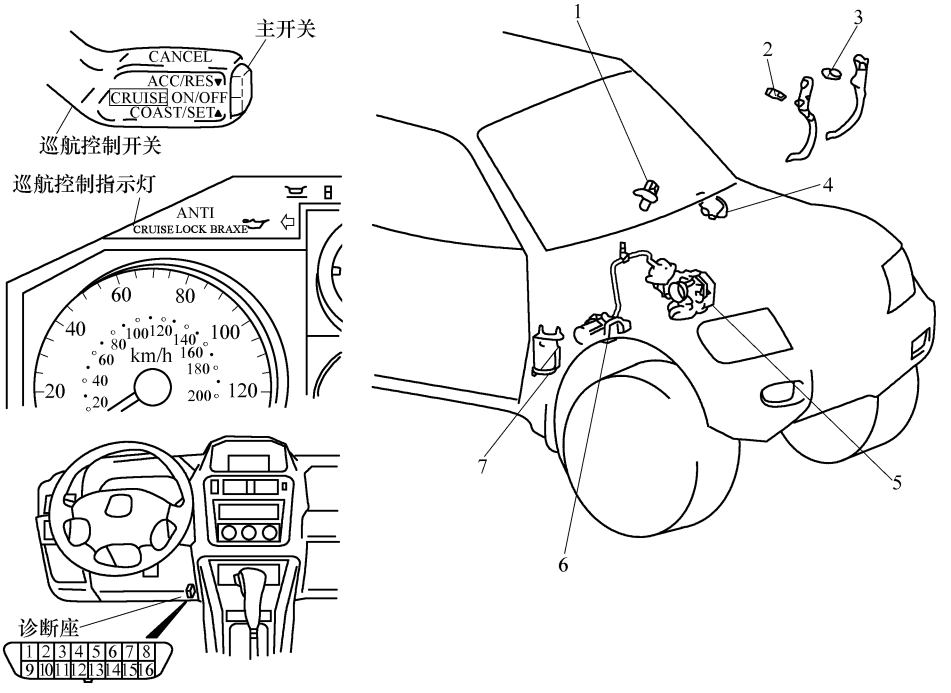


图 8-12　帕杰罗 V73 自动巡航控制系统在车上的位置

1—车速传感器　2—制动灯开关　3—离合器开关　4—抑制开关　5—节气门体总成　6—巡航控制真空泵总成　7—巡航控制 ECU

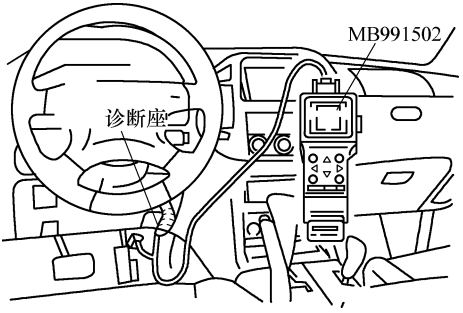


图 8-13　诊断仪的连接

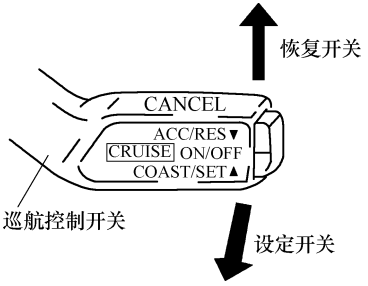


图 8-14　巡航控制开关

3）故障码为两位数，指示灯先显示十位数，点亮时间为 1s，代表十位的数，间隔 2s 后再显示个位数，以亮 0.5s，灭 0.5s 的方式快速闪烁，指示灯闪烁的次数即为个位数。故障码 15 的指示灯闪烁形式，如图 8-15 所示。

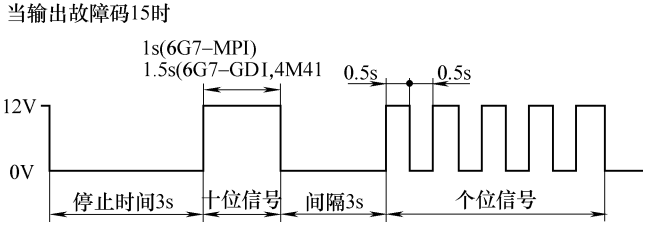


图 8-15　故障码 15 的指示灯闪烁形式

4）如果指示灯始终以亮0.5s，灭0.5s的方式连续闪烁，表明系统正常。

2. 故障码的含义

故障码的含义见表8-7。

表8-7 故障码的含义

故障码	诊断项目	可能的故障原因
11	巡航控制真空泵驱动系统	巡航控制真空泵有故障
		插接器有故障
		线束有故障
		巡航控制ECU有故障
12	车速传感器信号系统	车速传感器有故障
		插接器有故障
		线束有故障
		巡航控制ECU有故障
14	巡航控制真空泵电源系统	制动灯开关有故障
		插接器有故障
		线束有故障
		巡航控制ECU有故障
		巡航控制真空泵有故障
15	巡航控制开关系统	巡航控制开关有故障
		螺旋导线有故障
		插接器有故障
		线束有故障
16	巡航控制ECU系统	巡航控制ECU有故障
17	节气门位置传感器系统	线束有故障
		巡航控制ECU有故障

3. 清除故障码的方法

（1）使用MUT-Ⅱ诊断仪清除故障码　使用MUT-Ⅱ诊断仪按照诊断仪的提示清除故障码。

（2）不使用 MUT-Ⅱ诊断仪清除故障码

1）将点火开关转至 LOCK（或 OFF）位。

2）拆下蓄电池负极导线 10s 以上，然后再重新连接好。

3）起动发动机，在发动机升温后使其怠速运转 15min 以上。

四、广州本田雅阁轿车自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

1. 自动巡航控制系统的常见故障和系统功能测试

自动巡航控制系统的常见故障有：不能设定巡航车速，巡航系统不工作；汽车上坡或变速时巡航系统失效；踏下制动踏板时巡航系统不能解除；接通加速开关时不能加速；按下滑动按钮时汽车不减速；设定车速变化等。

自动巡航控制系统功能测试的内容如下：

1）当车速超过 42km/h 时，将主开关接通（ON），按下设定开关然后将开关放松，此时的车速即为设定车速。放松加速踏板，汽车应在设定车速下巡航行驶。

2）当汽车以某一车速巡航行驶时，按下恢复开关，汽车应加速行驶，恢复开关时，汽车应在新的较高的车速下巡航行驶。在巡航行驶时每按下一次恢复开关后再迅速松开，巡航设定车速都会升高 1.6km/h。

3）当汽车以某一车速巡航行驶时，按下设定开关，汽车应减速行驶，放松设定开关时，只要车速高于 42km/h，汽车应在新的较低的车速下巡航行驶。在巡航行驶时每按下一次设定开关后再迅速松开，巡航设定车速都会降低 1.6km/h。

4）当汽车巡航行驶时，如果踏下制动踏板，使用驻车制动器，将变速杆移至空档位置，或接通取消开关，巡航行驶将被解除。

5）巡航行驶被解除后，只要车速不低于 42km/h，按一下恢复开关，汽车将恢复原来的巡航行驶状态。

6）关闭巡航控制主开关，巡航行驶应解除。

2. 自动巡航控制系统故障征兆诊断

当自动巡航控制系统发生故障时，根据自动巡航控制系统的故障征兆，按表 8-8 中的顺序对可能引起故障的部件进行检查。

表 8-8 故障征兆诊断表

故障征兆	检查项目									
	主开关	设定和恢复开关	制动开关	A/T档位开关	车速传感器	仪表板变光电路	执行器和拉索	巡航电控单元	搭铁不良	断路或插接器故障
不能设定车速	1	2	3					6	4	5
能设定车速，但指示灯不亮						1		2	4	3
实际车速明显高于或低于设定车速					1		2	3		
设定车速时过量调节或调节不足					2		1	3		
车速设定后即使在水平路面上行驶也不能维持恒速					1		2	3		
按下设定或恢复开关时，汽车没有相应地加速或减速		1						2		3
变速杆移至N位置时，巡航行驶不能解除				1				3		2
踏下制动踏板时，巡航行驶不能解除			1					3		2

（续）

故障征兆	检查项目									
	主开关	设定和恢复开关	制动开关	A/T档位开关	车速传感器	仪表板变光电路	执行器和拉索	巡航电控单元	搭铁不良	断路或插接器故障
主开关关闭时，巡航行驶不能解除	1							3		2
主开关接通，巡航控制被解除，按下恢复开关，不能恢复巡航行驶	1			290				3		2

3. 巡航电控单元端子电压和电阻的检查

按表 8-9 的检测条件检测巡航电控单元端子电压和电阻。如果检查结果与表中的正常结果不符，应按表中所列的故障原因检查与该端子连接的部件或导线。如果部件或导线都正常，可更换巡航电控单元后重新检查。巡航电控单元的端子位置如图 8-16 所示。

表 8-9　巡航电控单元端子电压和电阻检查表

端子号	导线颜色	检测条件与检测内容	检测正常结果	故障原因
1	棕	在任何情况下检查端子 1 与车身搭铁之间的电阻	40～60Ω	1. 执行器电磁阀有故障 2. 搭铁不良 3. 端子连接导线断路
2	灰	接通点火开关和主开关，踏下制动踏板然后放松踏板，检查端子 2 与搭铁之间的电压	踏下制动踏板为 0V；放松制动踏板为蓄电池电压	1. 制动开关有故障 2. 端子连接导线断路

（续）

端子号	导线颜色	检测条件与检测内容	检测正常结果	故障原因
3	黑	任何情况下检查端子3与车身搭铁之间的导通性	导通	1. 搭铁不良 2. 端子连接导线断路
5	白/黑	踏下制动踏板然后放松踏板，检查端子5与车身搭铁之间的电压	踏下制动踏板为蓄电池电压；放松制动踏板为0V	1. 发动机室熔断器/继电器盒内47号熔断器（20A）熔断 2. 制动开关有故障 3. 端子连接导线断路
6	浅绿/红	按下设定开关，检查端子6与车身搭铁之间的电压	蓄电池电压	1. 发动机室熔断器/继电器盒内47号熔断器（20A）熔断 2. 喇叭继电器有故障
7	浅绿/黑	按下恢复开关，检查端子7与车身搭铁之间的电压		
8	蓝/绿	起动发动机，接通主开关，设定汽车巡航行驶，检查端子8与车身搭铁之间的电压	约为5V	
9	棕/白	在任何情况下，检查端子9与车身搭铁之间的电压	80～120Ω	1. 执行器电磁阀有故障 2. 搭铁不良 3. 端子连接导线断路
10	蓝/黑	接通点火开关，将端子10搭铁	仪表板上的巡航指示灯应点亮	1. 灯泡损坏 2. 驾驶人侧仪表板下熔断器/继电器盒内的9号熔断器（7.5A）熔断 3. 仪表板总成中的变光电路有故障 4. 端子连接导线断路
11	棕/黑	在任何情况下，检查端子11与车身搭铁之间的电阻	70～110Ω	1. 执行器电磁阀有故障 2. 搭铁不良 3. 端子连接导线断路

（续）

端子号	导线颜色	检测条件与检测内容	检测正常结果	故障原因
12	蓝/白	接通点火开关和主开关，将汽车前端升起，缓慢转动一侧车轮同时固定住另一侧车轮，检查端子12与端子3之间的电压	0～5V交变电压	端子连接导线断路
13	浅绿	接通点火开关和主开关，检查端子13与车身搭铁之间的电压	蓄电池电压	1. 驾驶人侧仪表板下熔断器/继电器盒内的6号熔断器（15）熔断 2. 主开关有故障 3. 端子连接导线断路
14	浅蓝	变速杆位于2、D3、D4位置，检查端子14与车身搭铁之间的电压	导通	1. A/T档位开关有故障 2. 搭铁不良 3. 端子连接导线断路

五、日产风度自动巡航控制系统的检修及故障自诊断

日产风度A33汽车自动巡航控制系统也称为自动速度控制装置（ASCD），主要由ASCD主开关，转向盘开关（装在转向盘上的设定/滑动开关、恢复/加速开关、取消开关），车速信号、制动信号、离合器开关信号或抑制开关信号等信号电路，ASCD电控单元，ASCD执行器，巡航指示灯等组成。ASCD的执行器为真空控制型。自动速度控制装置（ASCD）的部件位置见

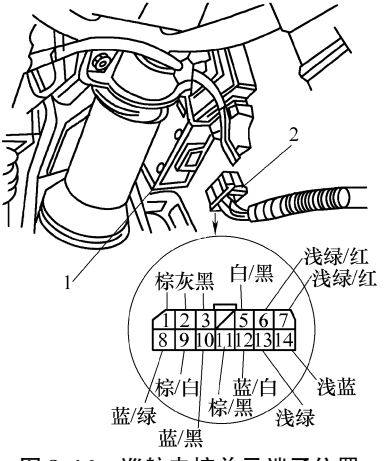


图8-16　巡航电控单元端子位置

1—定速巡航电控单元　2—14端子插接器

图8-17，电路原理见图8-18。

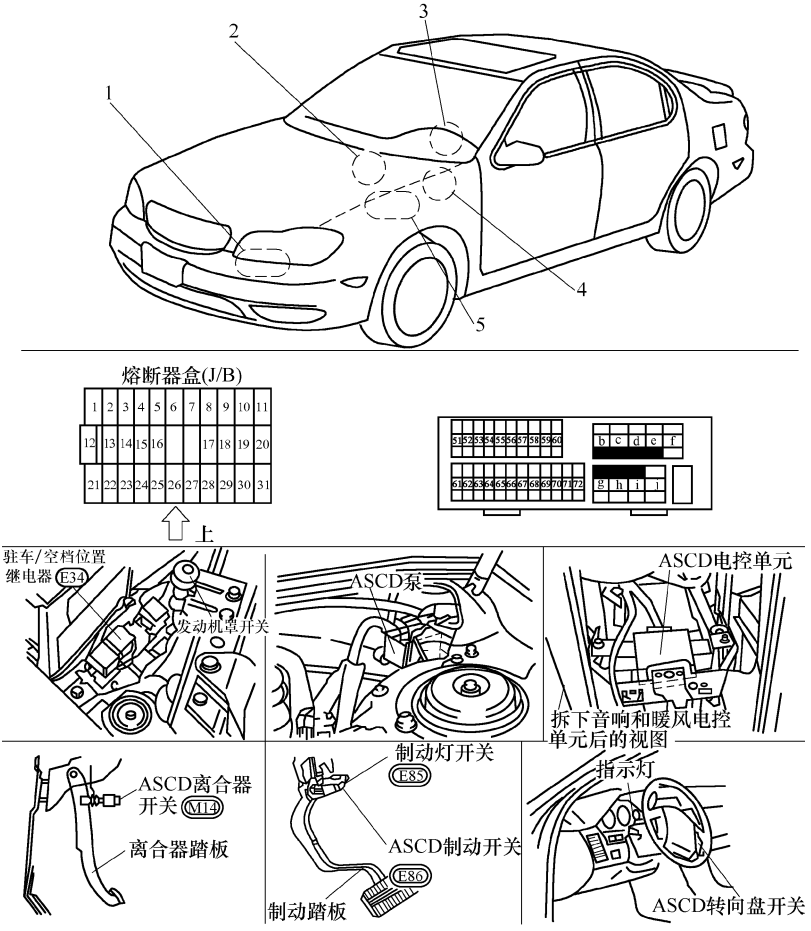


图8-17　自动巡航控制系统主要部件位置

1—驻车/空档位置继电器（A/T车型）　2—ASCD电控单元　3—ASCD转向盘开关　4—ASCD泵　5—ASCD制动开关和制动灯开关（M/T车型：ASCD离合器开关）

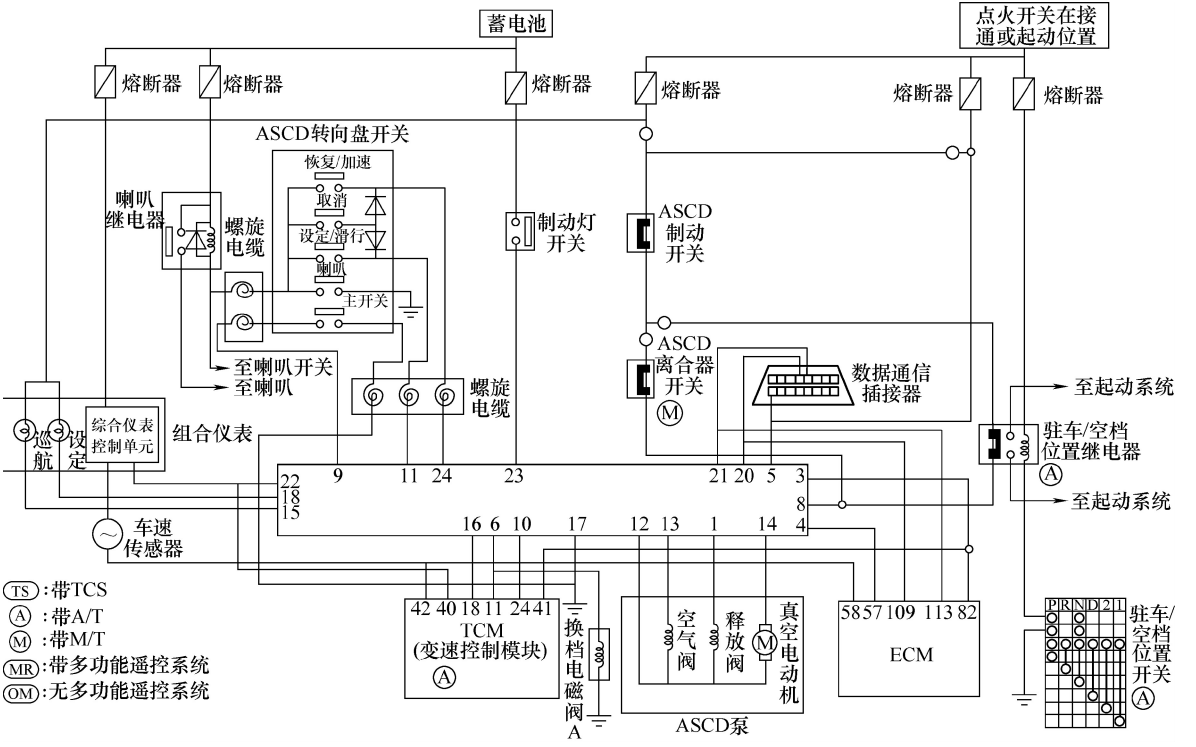


图 8-18 自动巡航控制系统电路原理图

1. 日产风度A33汽车自动巡航控制系统的检修思路

对自动巡航控制系统进行检修时，首先应进行直观检查，检查自动巡航控制系统的线束及插接器是否完好，真空管是否脱落或损坏，部件是否丢失或损坏等。如果直观检查没有发现故障，应使用日产CONSULT-Ⅱ诊断仪进行“自诊断结果”输出，如果“自诊断结果”表明存在故障，应根据自诊断结果提示的故障原因，用诊断仪进行“数据监测”，进一步确定巡航系统部件的工作情况。最后通过部件检查确定被怀疑部件的故障，并对有故障的部件进行修理或更换。

2. 使用诊断仪诊断ASCD的故障

1）关闭点火开关。

2）将日产CONSULT-Ⅱ诊断仪连接到数据通信插接器上。

3）接通点火开关。

4）接通ASCD主开关。

5）触摸诊断仪上的“START”（开始）。

6）触摸诊断仪上的“ASCD”。

7）触摸诊断仪上的“SELF-DIAG RESULT（自诊断结果）”，自诊断结果将显示在诊断仪上。

8）根据显示的诊断结果，按表8-10确定应检查的内容。

9）如有必要，触摸诊断仪上的“DADT MONITOR（数据监测）”，然后触摸“START（开始）”，诊断仪将显示有关的数据和工作状态（见表8-11）。

表8-10 诊断仪自诊断结果

诊断项目	故障内容	检查项目
NO DTC IS DETECTED FURTHER TESTING MAY BE REQUIRED	无故障显示，如有必要，进一步检测	—
POWER SUPPLY-VALVE	ASCD泵的供电电路断路（存在异常高的电压）	检查ASCD泵电路
VACUUM PUMP	真空电动机电路断路或短路（存在异常高或异常低的电压）	检查ASCD泵电路
AIR VALVE	空气阀电路断路或短路（存在异常高或异常低的电压）	检查ASCD泵电路

（续）

诊断项目	故障内容	检查项目
RELEASE VALVE	释放阀电路断路或短路（存在异常高或异常低的电压）	检查 ASCD 泵电路
VHCL SP. S/FAILSAFE	车速传感器有故障	检查车速传感器
CONTROL UNIT	ASCD 电控单元有故障	更换 ASCD 电控单元
BRAKE SW/STOP/L SW	制动灯开关或制动灯开关电路有故障	检查 ASCD 制动/制动灯开关
COMMAND SW	转向盘开关（设定/滑行开关，恢复/加速开关或取消开关）有故障	检查 ASCD 转向盘开关
ECM	ECM 有故障	检查节气门位置传感器信号

表 8-11　诊断仪数据监测内容

监测项目	监测内容
BRAKE SW	显示制动开关、ASCD 离合器开关（M/T 车型）或驻车/空档位置继电器（A/T 车型）的开关状态
AT OD MONITOR	显示 A/T 超速档（换档电磁阀 A）的开关状态
STOP LAMP SW	显示制动灯开关的开关状态
MAIN SW	显示主开关的开关状态
SET SW	显示设定开关的开关状态
RESUME/ACC SW	显示恢复/加速开关的开关状态
CANCEL SW	显示取消开关的开关状态
VHCL SPEED SE	显示来自车速传感器信号的当前车速
SET VHCL SPD	显示预设车速
VACUUM PUMP	显示真空泵的工作时间
AIR VALVE	显示空气阀的工作时间
PW SUP-VALVE	显示空气阀和释放阀电路的开关状态

（续）

监测项目	监测内容
CRUISE LAMP	显示设定灯的开关状态
MAIN LAMP	显示巡航灯的开关状态
A/T OD CANCEL	显示超速档取消的开关状态
FAIL SAFE LOW	显示故障-安全（低压）电路功能
FAIL SAFE SPD	显示故障-安全（速度）电路功能
TCS MONITOR	显示 TCS 的开关状态
THRTL POS SEN	显示节气门位置传感器电压

第九章

汽车防盗系统的结构与检修

第一节　电控防盗系统的结构与检修

一、电控防盗系统的基本组成

汽车电控防盗系统主要由报警设置/解除装置、传感器（或称为检测器）、防盗电控单元（ECU）、报警装置、防止汽车起动和移动的装置等组成，如图9-1所示。

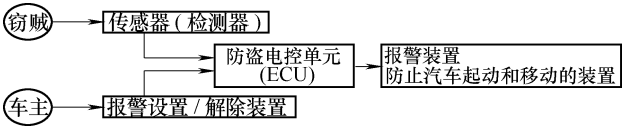


图9-1　汽车电控防盗系统的组成

1. 报警设置/解除装置

当所有的车门、发动机室盖及行李箱盖关闭时，报警设置/解除装置将所有的车门都锁止，防盗报警系统进入预警状态。当汽车防盗报警系统启动时，设置在车内可见位置的工作显示灯开始工作，以保证防盗报警系统正确无误地工作。

常见的设置方式主要有主动式与被动式两种。主动式是指用于装置启动的特别操作方式，具有密码开关或密码电源开关板，其典型的控制方式是无线电或红外线遥控方式，目前市场上这种产品较多。这种方式的优点是在安装上有通用性；缺点是容易忘记设置，发生疏漏。被动式则是指对驾驶人不要求特别操作。当车门关闭后，防盗报警装置能自动运行，不会发生忘记装置启动的疏漏，能够提高其防盗效果。目前中、高档轿车一般都采用了这种方式。

2. 传感器（检测器）

当防盗报警系统工作时，传感器就会检测汽车有无异常情况的发生。当汽车被移动或车门被打开时，传感器将检测到的信号传送给防盗电控单元（ECU），防盗电控单元（ECU）根据其内部储存的数据进行比较，判断汽车是否正在被盗。如汽车被盗，防盗电控单元（ECU）输出信号，控制报警装置发出声光报警信号，阻止汽车起动，切断燃油供给。

3. 防盗电控单元（ECU）

防盗电控单元（ECU）的功能如图9-2所示。防盗电控单元（ECU）接收各种传感器（防盗传感器、车速传感器、各种门的开关以及电动机的位置等）发送的信号，根据防盗电控单元（ECU）中预先存储的数据和编制的程序，通过数学计算和逻辑判断，确定车门是否锁定，车辆是否非法移动或被盗，以便控制各个执行器（门锁电动机、发动机电控单元ECU、起动继电器、喇叭、灯光等），从而使汽车处于报警状态。防盗电控单元（ECU）除了具有控制功能外，有的还具有故障自诊断功能。

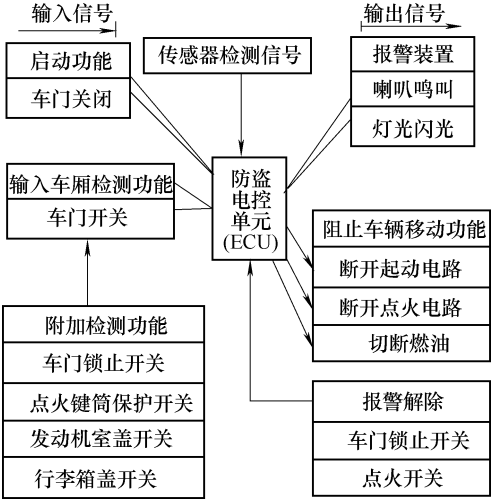


图9-2 防盗电控单元（ECU）的功能

4. 报警装置

报警方法通常采用喇叭鸣叫和灯光闪烁的方式，也有采用专用喇叭与通用喇叭进行组合的报警方法。此外，还设有专用警笛或者向车主用电波报警

的方式，利用电波在电子地图上显示被盗车位置。

5. 防止汽车的起动和移动的装置

如图 9-3 所示，作为阻止车辆起动的防盗措施，主要通过切断发动机的起动电路以及通过发动机电控单元间接切断燃油供应和切断点火电路来实现。另外，也有防盗电控单元（ECU）直接切断起动电路、切断燃油供应和切断点火电路，以防止被盗车辆非法移动。

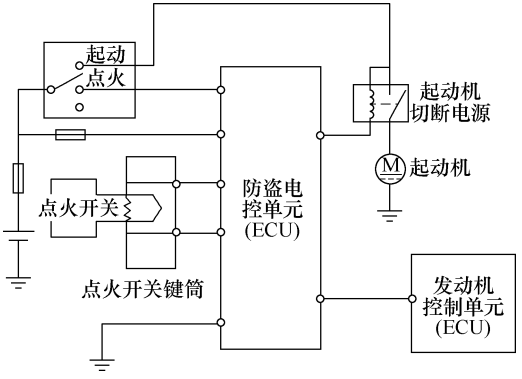


图 9-3　防止汽车非法起动和移动装置

防止汽车非法起动，除切断起动继电器的电路外，还可通过点火开关来防止汽车被非法起动。防盗电控单元（ECU）通过点火开关验明身份，并输出许可信号，进行发动机起动。点火开关主要有以下四种：

（1）机械式　机械式防止汽车起动和移动装置如图 9-4 所示。机械式点火开关主要采用传统机械式锁止机构，当点火开关打开时，输出“ON”信号；当点火开关关闭时，输出“OFF”信号。机械锁一旦被破坏，其防盗功能便失去作用，因此其安全性较差。

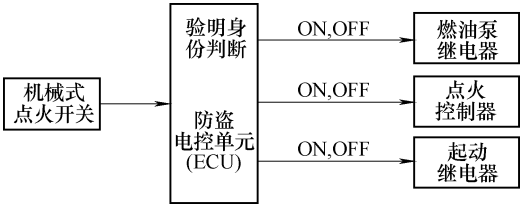


图 9-4　机械式防止汽车起动和移动装置

（2）遥控式　遥控式防止汽车起动和移动装置如图9-5所示，具有使用方便和安全的特点。当利用遥控器进行锁定操作后，便可禁止发动机的起动；当解除锁定后发动机便可起动。这种方式操作简便，能够确保安全性，但是容易受到电波与红外线干扰。

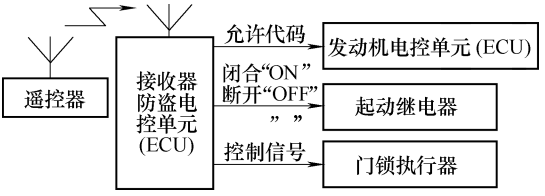


图9-5　遥控式防止汽车起动和移动装置

（3）电阻式　电阻式防止汽车起动和移动装置如图9-6所示。这种装置在操纵点火开关时，通过触点能读出镶嵌在点火开关板内芯片的电阻值，并与预先设定的固定阻值比较，只有其电阻值相互吻合时，才能起动发动机。这种装置价格便宜，用户不需要特殊操作。但是，固定阻值一般只有十几种，安全性较差。此外，通过触点读取电阻值，使汽车容易被盗。

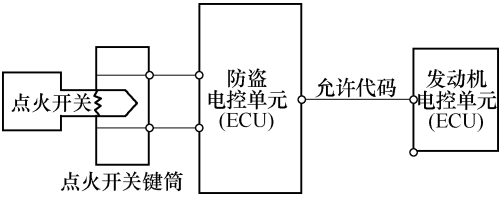


图9-6　电阻式防止汽车起动和移动装置

（4）电子应答式　电子应答式防止汽车起动和移动装置如图9-7所示。当操纵点火开关时，防盗电控单元（ECU）通过安装在点火开关键筒上的线圈供给电力。安装在点火开关内的响应器，由于供给电力的作用，自动输出“程控代码”。“程控代码”通过线圈接收信号，再通过防盗控制单元（ECU）的射频电路转变成数字，在中央处理器（CPU）中读取。被读取的“程控代码”与存储在存储器中的“程控代码”互相对比，当“程控代码”一致时，中央处理器（CPU）向发动机电控单元（ECU）发送许可代码，于是，发动机电控单元（ECU）和起动机开始起动。这种装置完全是由电子代码控制的，是非接触式，与报警装置的预警设置/解除状态无关，能经常保

持本身功能，也不需要用户的特殊操作。因此，具有高安全性、高可靠性和使用方便的优点。如果再增加检测器/传感器就可以具备报警防盗功能了。

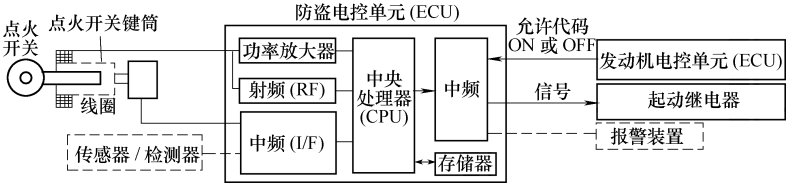


图 9-7　电子应答式防止汽车起动和移动装置

二、电控防盗系统主要部件的结构与原理

1. 防盗传感器

防盗传感器的功能是检测汽车是否被盗。汽车防盗系统常用的传感器主要有热释电式红外线传感器、超声波传感器、振动传感器（检测汽车的冲击）和玻璃破碎传感器等几种。

（1）热释电式红外线传感器　热释电式红外线传感器也称为红外探头，通常安装在汽车内部驾驶人附近。它通过红外辐射变化来探测是否有人侵入车内。

热释电式红外线传感器的内部电路如图 9-8 所示，主要由具有高热电系数的红外热释电体晶片和配合滤光镜片窗口组成。

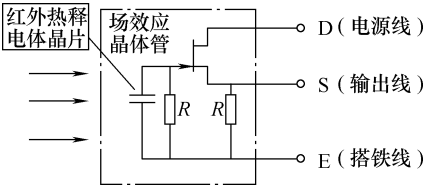


图 9-8　热释电式红外线传感器的内部电路

（2）超声波传感器　超声波传感器的结构如图 9-9 所示，将两个压电元件（或一个压电元件和一片金属板）粘合在一起，称为双压电晶片；由一个压电元件构成的称为单压电晶片。超声波辐射在压电晶片上，使压电晶片振动并产生电压信号；反之，在压电晶片加上一个电压也会产生超声波。

（3）振动传感器　振动传感器用来检测汽车受到的冲击。如果汽车受

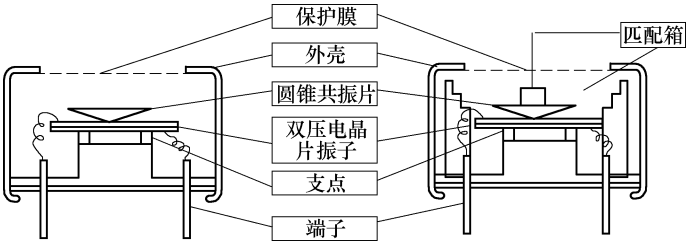


图 9-9　超声波传感器的结构

到冲击，其振动达到一定强度时，防盗电控单元输出信号，控制报警装置报警。

振动传感器主要有压电式振动传感器、压阻式振动传感器和磁致伸缩式振动传感器三种。

1）压电式振动传感器是利用压电陶瓷的压电效应构成不同使用要求的振动传感器，它的工作原理如图 9-10 所示。最常用的有压缩型、剪切型和弯曲型三种。压缩型结构的振动传感器结构原理是，调整通过中心孔的螺栓形质量块，能检测出微小的振动；剪切型结构的振动传感器结构原理是，将两块压电片对称地固定在轴的两侧，可忽略横向振动的影响，还能在高温环境中使用；弯曲型结构的振动传感器结构原理是，结构简单，具有体积小、重量轻和灵敏度高等优点，但压电材料有阻抗高、脆性和难与金属粘结等缺点。

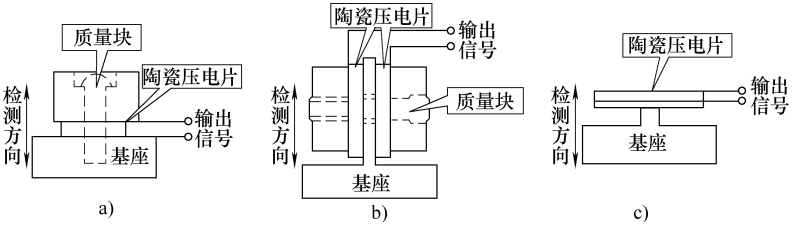


图 9-10　压电式振动传感器的结构原理

a）压缩型　b）剪切型　c）弯曲型

2）压阻式振动传感器是利用半导体应变片的压阻效应制成的，其结构如图 9-11a 所示。图中互相垂直的三块弹簧钢制作的振动板的板面分别平行于 X、Y、Z 轴，振动板的顶端安装铅制的质量块，半导体应变片粘在振动板原点附近。当汽车承受某一振动时，电路可检测出振动的强度，并输出电

压信号。

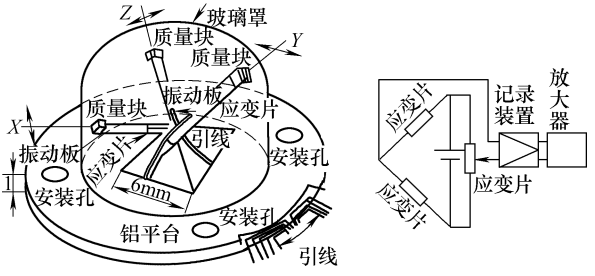


图 9-11　压阻式振动传感器

a）结构　b）检测电路

3）磁致伸缩式振动传感器主要由永久磁铁、磁致伸缩杆、复位弹簧、感应线圈和壳体等组成，如图 9-12 所示。伸缩杆用高镍合金制成，在其一端设置有永久磁铁，另一端安放在弹性部件上。感应线圈绕制在伸缩杆的周围，线圈两端引出电极与控制电路连接。当汽车产生振动时，传感器的伸缩杆就会随之产生振动，感应线圈中的磁通量就会发生变化。由电磁感应原理可知，线圈中就会产生交变电动势，即传感器有电压信号输出。

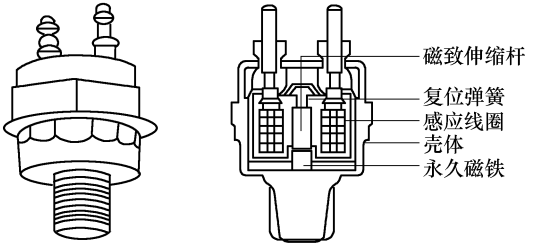


图 9-12　磁致伸缩式振动传感器的结构

（4）玻璃破碎传感器　玻璃破碎传感器的基本原理如图 9-13 所示。玻璃破碎传感器是利用压电陶瓷对振动敏感的特性来接收玻璃受撞击和破碎时产生的振动波，然后转换成电信号输出，并将此信号输送给防盗电控单元。玻璃破碎传感器与防盗电控单元一般有两根线连接：一根是传感器的搭铁线，一般采用黑色导线；另一根是信号线，一般采用白色导线。

2. 无线遥控装置

（1）无线遥控装置的基本组成　无线遥控装置是指对汽车车门开闭装

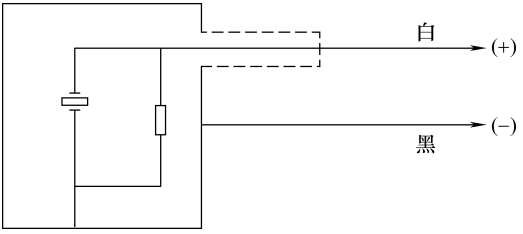


图 9-13　玻璃破碎传感器的基本原理

置的执行器进行无线遥控的装置，在远离车辆的地方，操作车门的开闭。具体来说，当驾驶人操纵遥控发射器，利用红外线或者无线电波发出身份密码（开、闭代码），且设置在车辆两侧的接收器接收到该遥控信号，并与身份鉴定代码一致时，则按照相应的功能代码，执行器开始工作，以便执行开闭功能。近年来，这种遥控装置不仅能替代车门钥匙，而且也用于防盗系统、行李箱开锁、车窗或滑动车顶的开闭功能。

无线遥控装置主要由遥控发射器（简称遥控器）和遥控接收器（简称接收器）组成，无线遥控装置的基本组成框图如图 9-14 所示。

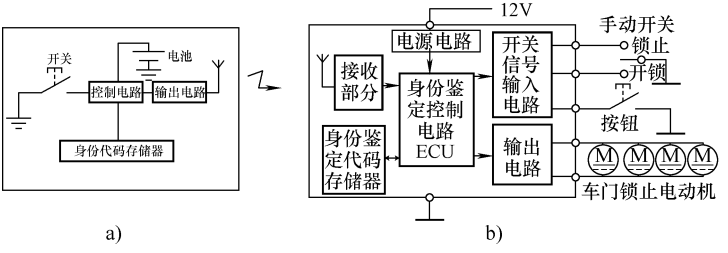


图 9-14　无线遥控装置的基本组成框图

a）发射器　b）接收器

（2）遥控器　遥控器的功能是当遥控操作开关接通时，读取存储在存储器中的功能代码和身份鉴定代码（固定代码 + 可变代码），经信号调制处理后，转换为红外线或无线电波的遥控信号，并向外输出（红外线方式中，脉冲调制后驱动发光二极管，而在无线电波方式中，高频调制后向发射天线供电）。

按照遥控信号的载体不同，遥控器可分为红外线式遥控器、无线电波式遥控器以及超声波式遥控器，其中红外线式遥控器和无线电波式遥控器应用较为广泛。

1）红外线式遥控器框图如图 9-15 所示，主要由发光二极管、控制电路、身份代码存储器、按钮和电池等组成。

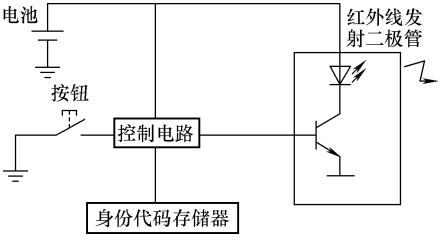


图 9-15　红外线式遥控器框图

2）无线电波式遥控器框图如图 9-16 所示，主要由输出部分、控制电路、身份代码存储器、按钮和电池等组成。输出部分由调制电路、高频振荡电路、高频放大电路以及发射天线等组成。无线电波式遥控器的结构与电路如图 9-17 所示。

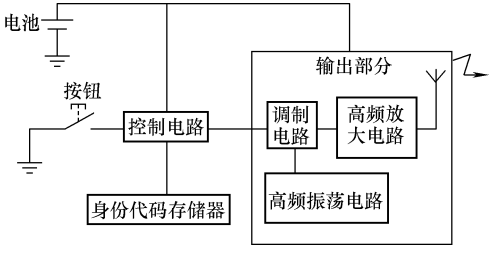


图 9-16　无线电波式遥控器框图

（3）接收器　对接收的信号进行放大和调制，检查身份鉴定代码是否相符，当代码一致时，判别功能代码，并驱动相应的执行器。

1）红外线式接收器主要由电源电路、接收部分、身份鉴定代码存储器、身份鉴定控制电路、开关信号输入电路以及输出电路等组成，如图 9-18所示。接收部分主要由接收遥控器信号的光敏二极管、放大器、选频放大器、检波器等组成。开关信号主要是指车门的手动开关的输入信号。输出电路主要控制车门锁电动机。采用红外线式接收器，必须设有红外线接收窗。接收窗的材质最好能让红外线透过，因此即使不透明也无关紧要。现在接收器一般与防盗电控单元（ECU）制成一体。

2）无线电波式接收器主要由电源电路、接收部分、身份鉴定代码存储

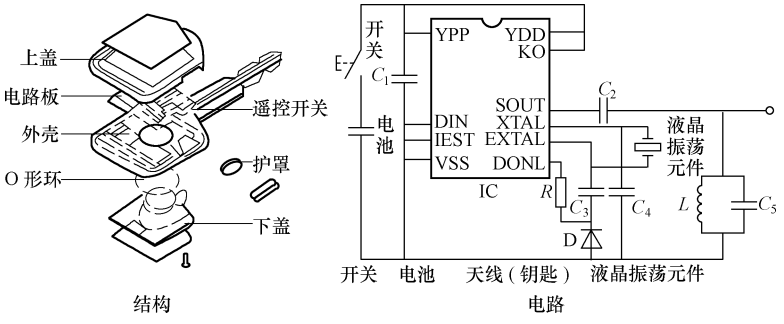


图 9-17　无线电波式遥控器结构与电路

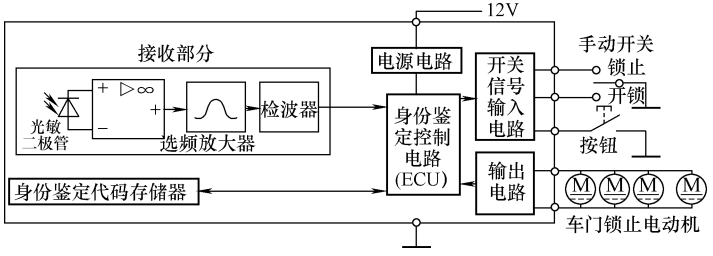


图 9-18　红外线式接收器框图

器、身份鉴定控制电路、开关信号输入电路以及输出电路等组成，如图9-19所示。接收部分主要由接收天线、射频放大器、局部振荡器、混频器、选频放大器、功率放大器、滤波器等组成。开关信号主要是指车门的手动开关的输入信号。输出信号主要控制车门锁电动机。

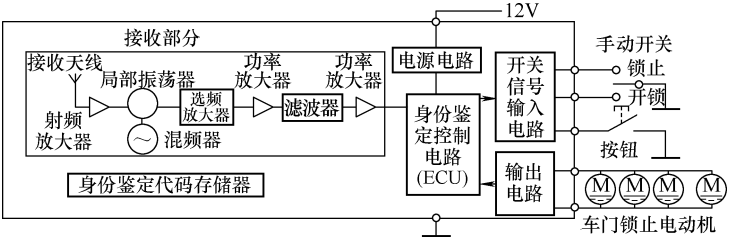


图 9-19　无线电波式接收器框图

（4）天线　发射天线不必设置专用天线，可把车门钥匙兼作天线之用，

如图 9-20 所示。



图 9-20　发射天线

a）组成　b）功能

接收天线的功能是接收遥控器输出信号。一般采用遥控专用天线、与收音机共用一根天线、采用镶嵌在汽车后风窗玻璃内的加热电阻线作为天线等多种形式。

三、电控防盗系统的结构及工作原理

1. 遥控式防盗系统的结构及工作原理

遥控式防盗系统的组成如图 9-21 所示，它由手控发射器（遥控器）、接收器、继电器开关、点火控制电路、警笛电路、门锁开关电路、灯光报警电路等组成。

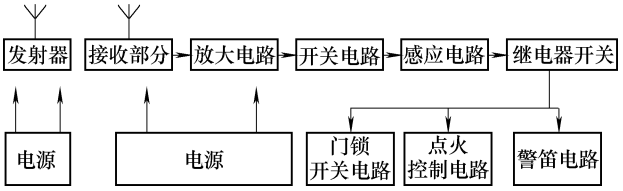


图 9-21　遥控式防盗系统的组成

发射器实际上是一个小的无线发射电台，能把通过的电流调制成无线电波，把电波发射出去。

防盗装置主机是一个无线电波接收器，当按下发射器的防盗设定开关后，发射器发出“设定”信号电波，汽车上的防盗系统主机收到“设定”信号后，立即使继电器通电，继电器触点被吸下，开关闭合，接通了点火电路的控制电路、门锁开关控制电路和喇叭、灯光报警控制电路的电源，使整机进入警戒状态和关闭门锁。这时如果有人撬动门锁或有人推车，防盗装置

主机上的感应器就会感应到信号，这个信号通过电路的调制，接通继电器触点，这时报警电路开始工作，发出警报声和闪光，同时锁住点火电路，使汽车无法起动。

2. 多功能遥控式防盗系统的结构及工作原理

如图9-22所示，多功能遥控式防盗系统分为发射器部分和接收器部分。发射器部分由几个不同作用的指令开关电路组成，即防盗设定电路，防盗解除（熄火）电路，寻车、超车信号电路和遥控起动电路，然后是汇总的放大电路、音频信号电路和高频振荡电路。其中音频信号部分负责产生“防盗设定”、“解除”等不同内容的不同信号，然后通过放大电路进行放大后，由高频振荡电路调制成高频信号，再由发射天线发射出去。接收器部分又分为两部分，一部分根据接收信号内容分别有防盗设定开关电路，寻车、超车信号开关电路，遥控起动开关电路和防盗解除（熄灭）开关电路，这些电路对所接收的信号进行处理，然后通过控制电路的继电器开关对有关电路进行控制，使之进入工作状态；另一部分有感应信号接收处理电路与振动信号处理电路，以对各种不同内容的信号接收和处理，然后它们带动继电器工作，由继电器带动警笛鸣响和对点火电路加锁。

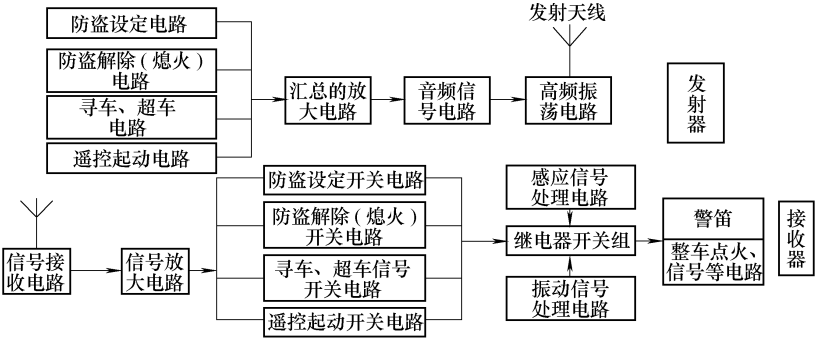


图9-22 多功能遥控式防盗系统组成框图

3. 防盗设定与解除电路

（1）防盗设定电路 防盗设定电路主要由发射器和接收器部分共同完成。发射器部分由防盗设定开关、信号放大电路、低频调制电路、高频振荡电路等组成，接收部分由信号接收电路、信号处理电路、信号放大电路、开关控制电路、断电器开关等组成，如图9-23所示。

当按下防盗开关时，带动了防盗设定电路工作，经放大、低频调制、高

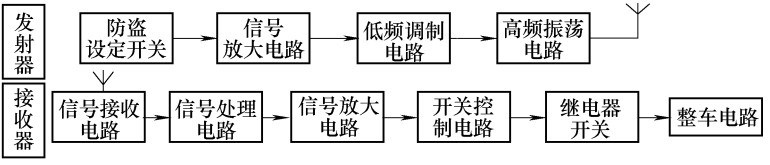


图 9-23　防盗设定电路的组成

频调制电路后，对外发射电波，发送防盗设定指令。接收器的接收电路收到指令后，信号进入信号处理、放大电路进行处理、放大，然后由控制电路带动继电器开关动作，接通门锁开关控制电路、警戒电路（感应和振动信号）附属电路的电源，使之进入工作状态。当有人撬门窗或触动汽车时，应带动警笛发出声响并对点火电路加锁。

（2）防盗解除电路　如图 9-24 所示，防盗指令的解除由发射器的防盗解除信号开关、信号放大电路、低频调制电路、高频振荡电路等组成。接收器由解除信号接收电路、处理放大电路、开关控制电路及继电器开关组成。当按下发射器解除按钮时，防盗解除装置电路就开始工作，电路的低频信号调制部分调制出相应的信号，经放大后进行高频振荡，对外发射出指令的电波。当接收器收到解除信号时，就将这个信号进行处理，然后由控制电路带动继电器，关断防盗系统电源，使之停止工作。

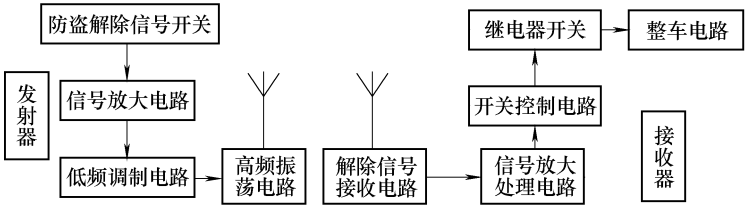


图 9-24　防盗解除电路的组成

4. 寻车、超车、起动电路

（1）寻车与超车电路　寻车与超车电路的组成如图 9-25 所示。当按下发射器的寻车、超车按钮时，带动寻车、超车电路工作，其发出的超车信号经低频调制、放大后，进入高频振荡电路，调制为高频电波对外发射。接收

器收到这个信号时，将信号进行处理、放大后，进入开关控制电路，带动继电器工作，由继电器带动警笛和灯光工作，通过声响灯光的作用，对其他车辆进行超车提示，或提示该车所处位置让车主及时发现自己的汽车。

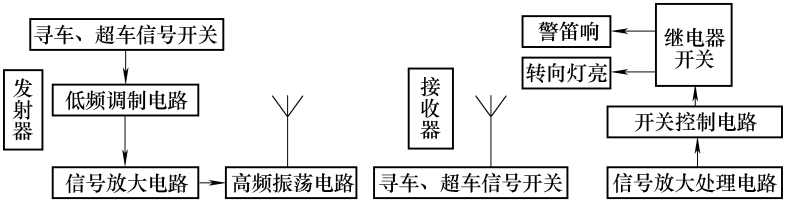


图 9-25　寻车与超车电路的组成

（2）遥控电起动电路　遥控电起动电路包括发射器的遥控起动信号调制、放大及高频振荡电路，接收器的信号接收、处理与放大、控制电路及继电器等，如图 9-26 所示。当发射器遥控起动按钮按下时，低频调制部分先调制出相应信号，然后低频电路对其进行放大后进入高频振荡电路，变成高频电波发射出去。接收器收到这个信号后，经过信号处理、放大，将它送到控制电路，由控制电路带动继电器开关接通汽车起动电路，将发动机起动。当松开遥控起动按钮时，发射器的信号中止发送，接收器输入端因无信号而中止工作，电起动电路中断。

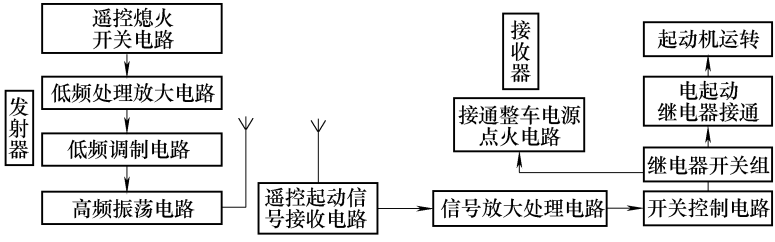


图 9-26　遥控电起动电路组成

（3）遥控熄火电路　遥控熄火电路由发射器的遥控熄火开关电路、信号放大与调制电路、高频振荡电路和接收器的信号接收、处理、放大、控制电路及继电器等组成。当按下发射器的熄灭按钮后，发射器低频调制部分将其调制成相应的信号，信号进行放大后，经高频振荡成高频电波向外发射熄

火指令。接收器收到信号后，立即对其进行处理、放大后，由控制电路对继电器进行控制，继电器触点开关将点火电路进行短路（或断路），从而达到熄火的目的。

（4）熄火、锁住点火、接通报警电路　熄火、锁住点火、接通报警电路实际上由防盗设定电路兼任，如图9-27所示。在100m范围内按下防盗设定按钮，发射器发出的信号被接收器收到时，接收器先接通警戒电路进入警戒状态。由于车辆起动中的振动和人体的感应作用，又使警戒电路工作，锁住点火电路，喇叭警声大作。

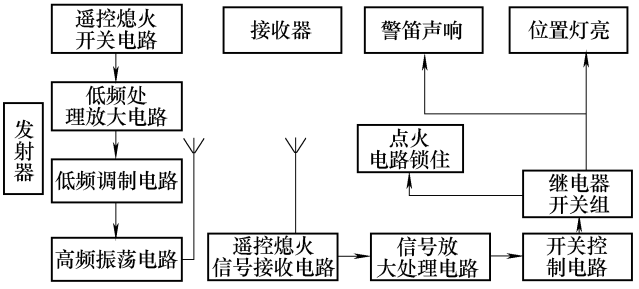


图9-27　熄火、锁住点火、接通报警电路的组成

（5）警戒电路　多功能遥控式防盗系统警戒电路由接收器的相应部分担任，其组成如图9-28所示。当接收器的防盗设定电路将警戒电路电源接通后，警戒电路就进入警戒状态。它由感应警戒和振动警戒两部分组成。感应警戒部分利用人体感应的电容破坏原电路中电容电桥平衡，引起电路振荡，这个振荡信号经放大处理后对控制电路进行触发使其工作，带动继电器使警笛发出声响，同时使点火电路短路（或断路）；振动警戒部分则利用振动破坏原有电阻电桥平衡，引起电流输出，这个电流经放大、处理后对控制电路进行触发，带动了控制电路工作，再由控制电路带动继电器，使警笛发出声响，对点火电路进行加锁。

四、电控防盗系统的检修

1. 电控防盗系统故障的检修基础

（1）掌握汽车防盗系统电路原理　不同厂家、不同车型的汽车防盗系

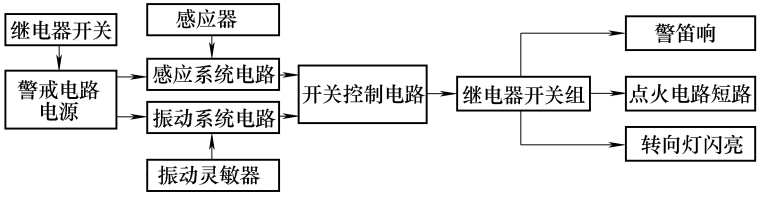


图 9-28　警戒电路组成

统选用的元器件不一样，电路形式和软件功能略有差别，但其基本电路结构是一样的。掌握防盗系统电路原理，分析并理解汽车防盗系统的工作原理，可以帮助我们迅速判断故障的大致范围。

在检修时，首先根据故障现象判断出故障可能是由哪一部分或哪几部分引起的，然后检查引起故障的部分。一般以电源供电为起点，以信号流程或控制流程为顺序，对故障部位进行检修。

（2）防盗器各部分电路故障的规律　电子防盗系统的故障主要是以电气方面为主，对其检查的难度较大，常常采用分块（分部分）检查方法，可分为电源部分、感应电路（或接收部分）、开关电路部分、继电器部分等，遥控式的还要加上发射器部分。

1）电源故障。电源故障的一般表现为通电后无任何反应，指示灯不亮不闪，继电器无任何动作。检修时 +5V 电压是故障的检查重点，如果 +5V 电压正常，表明电源电压基本正常，否则表明电源电路有故障。

2）遥控接收电路（接收器）故障。遥控接收电路（接收器）故障的一般表现为在遥控范围内遥控器不起作用。遥控器接收电路的故障检查重点是接收器的信号输出端，通过观察信号输出端的杂波反应和发射信号时低频脉冲信号的有无来判别接收电路正常与否。

3）解码电路故障。解码电路故障的一般表现为遥控器不起作用。解码电路的故障检查重点是解码电路输出端有无信号。若解码电路输入端有脉冲数据信号输入，而解码输出端的电平无变化，表明解码电路有故障。

4）CPU 电路故障。CPU 电路故障的一般表现为通电后无反应，系统控制功能紊乱，系统局部或全部控制功能失效。检查 CPU 电路是否正常的快速方法之一是将防盗系统的车门检测端口接低电平，听机内继电器有无动作，若无任何反应，表明 CPU 电路有故障。

5）驱动电路故障。驱动电路故障的一般表现为各路驱动负载均无输出（如中控锁、警告灯、报警喇叭等），表明负载驱动电路有故障，而且很可能是驱动芯片本身损坏；如只是某一路负载不工作，应重点检查这一路控制电路。

6）报警检测输入端口和功能执行控制输出端口故障。报警检测输入端口和功能执行控制输出端口故障的一般表现为某一检测功能（或控制功能）不起作用或是执行某一控制功能不起作用。可以通过检查该输入（或输出）端口的电平状态（常态与动态的变化情况）来判断故障部位是由 CPU 的内部电路损坏引起的还是外部电路引起的。

（3）分清是系统主机内部还是系统附件故障　汽车防盗系统的附件较多，检修时先排除附件故障，然后再拆卸主机。可按以下方法排除机外引起的故障：

1）系统无任何反应。当系统无任何反应时，应检查系统电源是否正常，检查 12V 进线熔断器是否熔断，熔断器座是否接触良好，系统搭铁是否良好。

2）报警喇叭不响。若报警喇叭不响，应检查报警喇叭搭铁本身是否正常，报警喇叭正端直接接蓄电池正极，如报警喇叭不响，表明喇叭有问题。

3）汽车警告灯不亮。如果汽车警告灯不亮，应检查输出熔断器是否熔断，外附二极管是否损坏。

4）进入防盗状态就报警。如果进入防盗状态就报警，应检查车门开关、发动机盖开关是否损坏，探测传感器是否有故障。

5）防盗状态经常误报情况。如果防盗状态经常出现误报情况，应检查探测传感器是否太灵敏，并重新调整探测灵敏度或将传感器的插头拔下检验。

2. 汽车防盗系统常用的检修方法

检修的总体方法是先易后难，从外到内，先动脑后动手，先一般后特殊的检修原则。常用的检修汽车防盗系统方法有直观检查法、电压测试法、电流测试法、信号注入法和信号寻迹法等多种。

（1）直观检查法　直观检查法就是利用人的感觉器官，眼看、耳听、鼻闻、手接触等行为来查找故障部位、元器件。

1）通电前直观检查。通电前检查 12V 进线熔断器是否熔断，接插件是否牢固，电路板有无烧痕，是否有进水、油浸现象，是否有开焊、断线之处，稳压集成电路（IC）、其他集成电路、晶体管有无炸裂情况，电解电容

有无漏液、鼓起现象，继电器外壳有无烧痕。

2）通电后直观检查。如果通电前直观检查未发现问题，可进行通电检查。首先检查整机电流是否过大，然后方可长时通电进行检修。通电时注意观察有无异味、冒烟现象，手摸稳压集成电路、其他集成电路、晶体管是否有烫手感觉。

（2）电流测试法　通常是采取直流测量法。主要是测系统主机或附件的电流，或者是某集成电路的电流。解码芯片、PIC系列CPU均采用CMOS工艺，静态电流为微安级，如测得电流为几毫安或更大，应考虑集成电路是否损坏。

（3）电压测试法　通常是指直流电压的检查测量方法。最有效的方法是检测机内集成电路、晶体管的各引脚电压并与正常值对照，进而查找故障的部位。

1）发光二极管的导通电压为1.8V左右，硅二极管的导通电压为0.6V左右（锗二极管在防盗系统中一般不用）。放大状态的晶体管（硅管）基极和发射极之的电压为0.6V，集电极电压不能接近电源电压或为零点几伏电压。开关状态的PNP型晶体管，当发射极电位和基极电位接近时，集电极无输出电压。开关状态的NPN型晶体管，当基极电压为0.6～0.7V时，集电极电压应低于0.3V。

2）解码芯片、CPU、存储器的供电一般均为+5V，CPU的复位端电压一般应接近+5V电压（低电平复位模式）。驱动集成电路的输入端若为高电平，输出端则为低电平；输入端如果为低电平，则输出端为高电平。

3）电压比较器。当反相输入端电压大于同相输入端电压时，输出端为低电平；当反相输入端电压低于同相输入端电压时，输出端为高电平。

4）低电平有效检测端子一般为高电平，高电平有效检测端子一般为低电平。

5）如果测得CPU的某一引脚电压比正常值偏低或为0，应检查上拉电阻是否变值、开路，抗干扰电容是否漏电或击穿。

（4）电阻测量法　一般应按照先在路测量，后独立测量的顺序。在路测量电阻时，由于被测元器件受其他并联电路的影响，造成阻值偏低时，不一定是该元器件损坏，这时应从电路中取下该被测元器件单独测量。电阻、二极管等可以断开一端引脚进行测量，如果在路电阻测得的值比实际标称值大，则可认定该元器件已经损坏。

用电阻测量法在路测量导线、印制电路板、电感线圈、插接件、微动开

关的通断或好坏还是比较准确可靠的。

（5）并联试验法　在可疑的元器件上并联相同规格的元器件进行验证。并联试验法只适合开路或失效的阻容等元器件，对短路或漏电的元器件无效，而且对集成电路或晶体管不宜采取此方法，以免造成元器件损坏。

（6）元器件代换法　元器件代换法是用好元器件替换怀疑有故障的元器件来验证该元器件是否损坏。检修汽车防盗报警器时，通常利用代换法的元器件有存储器、晶体振荡器、声表面谐振器、谐振电路、振荡电路的贴片电容等。

（7）信号注入法　常常是利用人体杂波信号检查放大器的交流通路是否畅通，这是一种很有效的方法。但应注意，此方法不适用于选频电路、谐振电路的失谐情况。信号注入法必须有终端显示器件时才能使用。在检修电子传感器时，从后级往前级注入人体杂波信号，观察 LED 指示灯的状态，可以迅速查找故障部位。

当然，如果用各种信号源（如低频信号发射器）作为注入的信号源则更佳。

（8）信号寻迹法　信号寻迹法通常和信号注入法配合使用，按照信号的流通顺序，对接收、放大电路进行追踪。当检查遥控接收器时，可以用高频信号发生器作为信号源，用示波器从高放管的集电极接至接收器的信号输出端，在各级电路的输入输出端都应观察到相应的波形。

在检查超声波电路的接收电路时，可以利用超声波发射部分作为信号源，用示波器检查接收放大部分电路。当检修超声波发射电路时，从振荡电路（利用振荡级作信号源）、放大电路到超声波传感器都可以测到交流信号波形。

（9）脱离检查法　采用该方法时将某部分电路或某个元器件从整个电路中脱开，来判断其是否有故障，用来检查负载电流大故障最有效。如 +5V负载有过电流故障时，可以分别取下退耦滤波电容或供电限流电阻或集成电路的供电引脚，甚至切断电路板的某部分供电，若故障消除，则过电流故障就在刚刚脱开的电路部分。

（10）敲击振动法　通过对某些元器件或电路板敲击振动使故障现象消失或再现，从而找到故障部位。此法适用于虚焊、接触不良等时好时坏等故障现象。另外比较常见的是继电器的触点被烧灼而接触不良，用此方法会很快找到故障。

3. 传感器的检修

（1）超声波传感器的检修　超声波传感器由发射电路和接收电路两部分组成，因此可以先区分故障是在发射部分还是在接收部分。

1）接收电路的输入端（接收传感器的非搭铁端，必要时可拔去接收信号传感器的插头）注入人体感应信号，如指示灯随之闪亮，明接收电路工作基本正常。

2）检查发射电路，最好用示波器观察发射传感器两端的交流波形，正常时峰值交流电压应为7～9V，否则表明发射电路有问题。另外，也可以用万用表的dB档或交流电压档串联一只0.1～0.47F的电容，来测量该点交流电压的有无，从而判别发射电路是否正常。

对发射电路部分的检修，可以从电源电压、振荡电路、放大电路、负载的顺序依次检修，通过测量直流电压和交流波形的方法，查找故障元器件。

对于接收电路部分的检修，一般应在发射电路正常的况下进行，这样可以利用发射部分的信号作为信号发生器来检测接收电路部分是否正常，从而给使用示波器检修带来方便。

（2）电子振动式传感器的检修　对于电子振动式传感器，可以按照振动检测器件、电压放大器和电压比较器三个部位不同的电路特点进行检修。

1）对有故障的电子振动式传感器，可以断开振动检测器的输入端，从该处注入人体感应信号（手持金属物断续点触某处），如指示灯亮，表明传感器整个电路部分工作正常，仅是检测器件有故障；如指示灯不亮，表明故障在电路部分。

2）通过测量比较器的电压逻辑关系来判别比较器是否有故障。比较器在正常情况下，如反相输入端的电压高于同相输入端的电压，其输出端为低电平；如反相输出端电压低于同相输入端电压，其输出端为高电平。或者人为进行干预，原来是同相输入端为基准电压，输出端为高电平的电压比较器，如将反相输入端（通过100kΩ～1MΩ）的电阻接电源正极，则输出端应变为低电平，否则表明比较器工作不正常。

3）对于电压放大电路的检修，可以通过观察放大器输入端、输出端的波形，或从输入端注入人体感应信号，用万用表观察输出端电压的变化况。如果电压没有变化，则表明放大器工作不正常。

对工作在开关状态的晶体管，通过测量各极电压，或人为改变基极电位，观察集电极的电平变化况，就可以鉴别开关电路是否正常。

（3）人体红外线传感器的检修　人体红外线传感器电路的工作原理与电

子振动传感器电路的工作原理相同，只是因检测的对象不同而传感器也不同，所以人体红外线传感器的检修方法可以参照振动式电子传感器的检修步骤进行。

4. 遥控发射器的检修

（1）鉴别遥控发射器的好坏

1）用频谱仪观察遥控器的射频波形，是比较准确可靠的方法，不但能看到发射信号的有无，还能观察到射频信号的强弱、频率及调制情况。

2）在没有设备的情况下，可以采取测量遥控器的静态及动态（发射时）电流的方法。一般遥控器的静态电流在微安级，发射状态电流为 5 ~ 10mA，无论过大还是过小，都表明有故障。

3）用示波器观察发射管集电极的波形。通过观察此高频已调制信号的有无来鉴别遥控器的好坏。

4）通过测量晶体管和集成电路的各点电压，与正常的遥控器进行比较（一般汽车防盗系统均配有两个以上的遥控器）来鉴别、维修遥控器。

（2）确定遥控发射器的故障部位　首先应确定故障的部位，缩小范围，重点检查可疑元器件，直至找到并进行处理或更换。

5. 遥控接收器的检修

（1）鉴别遥控接收器的好坏　如果防盗器的遥控距离太近或遥控器根本不起作用，应考虑接收器电路是否有故障。判断接收器工作是否正常，常用的方法如下：

1）将频谱仪的接收天线靠近接收器，给防盗系统（或接收器）加电，在 200 ~ 400MHz 频段内应观察到波浪状（调容式）或倒 V 形（调感式）的频谱波形。如频谱仪屏幕上无任何反应，表明接收器电路有故障。

2）用遥控器发射信号，并用示波器观察接收器的输出端（OUT），解码电路的输入端应有脉冲信号输出。因发送的数据信号不同，其波形为宽窄不同组合的脉冲串，如波形不正常或测不到波形，表明接收器部分有故障。

3）用示波器观察接收器信号输出端，用金属物点触接收器的天线输入端，示波器应有较强烈的杂波反应，否则表明接收器部分有故障。

4）用遥控器发射信号，并用万用表直流电压档测量信号输出端的电压，当按下遥控器的按键时，其输出端的电压应有变化，如无任何反应，表明接收器电路有故障。

（2）确定遥控接收器的故障部位　一旦确定接收器电路工作不正常，就可以按以下方法区分故障来自哪一部分电路，即高放电路、超再升电路还是放大、整形电路。

1）检查放大、整形电路时，信号的输入/输出点是查找故障的关键点。具体方法是用遥控器发射信号，用示波器观察放大、整形电路有无信号输入（如LM385F的⑤脚），如有信号波形，表明高放电路、超再升电路基本正常，故障在放大、整形电路；如测不到信号，则故障在超再升电路之前。对放大、整形电路的检查，可以测量LM358的引脚电压，并和正常值对照，如果不正常，多为集成电路本身损坏。

2）对超再升电路的检修，可以先检查晶体管的直流电压，如不正常，检查直流偏置电路或晶体管本身。直流偏置电压正常后，再检查交流反馈电路，对贴片电容最好用代换法。

3）对高频放大电路的检修，也采取先检查高放管的直流工作点后检查耦合元器件的方法，一般不难找到故障元器件。

遥控接收器由于工作在低电压、小电流的情况下，一般不会出现烧毁电路板的故障，晶体管和集成电路的损坏率也不大。故障率最高的是接收频率偏移，多是因为进水或电路板受潮使超再升电路停止振荡。要多做清洗、驱潮工作，多测量电压（波形），尽量少拆卸元器件。现在汽车防盗系统用的接收器，无论是调感式还是调容式，也无论是分立直插件还是贴片元器件或是混合方式（阻容元件用贴片，晶体管、集成电路、电解电容用直插件），它们几乎完全可以互换使用，只要找到GND（搭铁）、+V（电源正）、OUT（信号输出）端的对应关系，并重新调整接收器的接收频率即可。

6. 报警器的检修

（1）分立元器件防盗报警器故障检修　电子分立元器件汽车防盗报警器在长期使用过程中，会因使用维护不当、使用过久以及防盗装置本身品质不高等原因造成故障。出现了故障应及时排除，以保证车辆及车内物品的安全。

1）先目测防盗装置的各元器件是否有歪斜、断、碰的地方，是否有烧灼的元器件。若发现有烧坏元器件的现象，应查明原因、排除故障后，换上新的元器件。

2）按照防盗装置电路工作原理所述，用万用表或其他仪表检查防盗装置的电阻、电流以及各个元器件的电压值，是否在正常的工作值范围以内。根据了解和观察到的现象及测量出来的各种数据进行分析比较，从而判断故障所在。

3）接通电源时，最好在电源电路内串入电流表，以便及时掌握电流是否正常，避免造成损失。

4）换上的新元器件，先要认真细致地刮净锡，然后正确地装上焊牢，以免虚焊。

5）有电子管器件的电路，要检查电子管灯丝电压是否正常，电子管是否老化等。

6）有继电器的电路，要检查继电器触头是否平整，若不平整，应用油石轻轻打磨；继电器线圈电压是否正常，线圈得电后触点是否按要求动作，电器线圈是否有受潮、霉断的现象，若继电器线圈损坏，一般应换继电器。

7）检修后，应对报警器进行一次全面调试，然后投入使用。

（2）晶闸管防盗报警器故障检修　晶闸管防盗报警器的故障分析方法除与分立元件防盗报警器故障分析方法相似外，还应考虑晶闸管电路的特点，即只有晶闸管的阳极和门极同时加正向电压时才导通。

晶闸管一旦导通，门极的触点电压即使撤掉，要使其关断，需撤掉阳极电压或使晶闸管器件中通过的电流小于晶闸管器件导通时的维持电流。若晶闸管阳极和门极加正向电压不导通，应适当提高触发电压和电流，使晶闸管可靠地导通。晶闸管是一个易损坏的器件，晶闸管若损坏，应换上同型号的晶闸管器件。

（3）集成电路防盗报警器故障检修　集成电路防盗报警器因集成电路密度高、引线短、体积小、安装紧凑，所以故障率较低。但因使用较久、维护保养不良也易发生故障。集成电路防盗报警器的故障分析和排除方法与电子分立元器件防盗报警器的故障分析和排除方法基本相同。

集成电路大多为中规模的线性集成电路，若怀疑集成电路芯片有问题，首先应确定与集成电路芯片有关器件是否完好，工作是否正常。在相关电路故障排除后，检查集成电路芯片各引脚的电压是否与正常值相等，触发电压信号是否达到要求的值，根据所测的数值判断是否损坏。若集成电路芯片损坏，应换上型号性能相同的集成电路芯片，重新进行调试，调整好后再投入使用。

五、防盗系统的故障维修案例

现以凌志 LS400 的防盗系统为例，介绍防盗系统的故障维修方法。

1. 防盗工作状态检查

1）设定防盗系统，使其进入警戒状态。检查防盗指示灯是否闪烁。

2）当下列两项操作中执行了其中任何一项操作时，系统使汽车喇叭和防盗喇叭发声并闪烁前灯和尾灯约 30s 或 1min 作为报警（工作状态根据国

家不同有所区别）。与此同时，系统断开起动机电路，并锁住所有车门（如果车门未锁住，系统在报警时间内每隔2s重复锁门动作）。

2. 防盗系统电路检查

（1）指示灯电路检查　在进行防盗系统设定时，该电路使指示灯亮。系统设定完成后，电路不断地让指示灯闪烁。指示灯电路如图9-29所示。

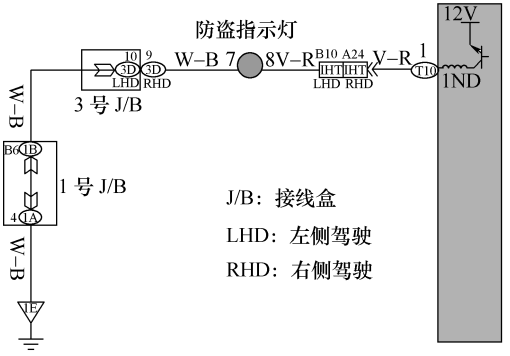


图9-29　指示灯电路

检查指示灯时，先拆下组合仪表，然后脱开指示灯连接器，将蓄电池正极连接到连接器的端子8上，负极连接到端子7上，如图9-30所示。

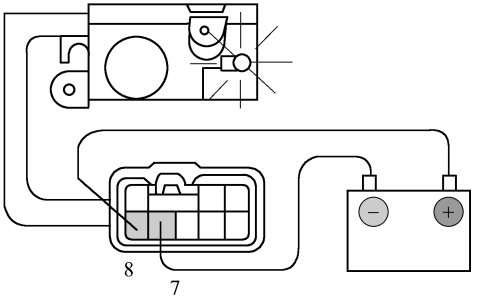


图9-30　检查指示灯

（2）起动机继电器电路检查　当防盗系统触发时，ECU的触点脱开，在端子ST的电路中形成断路，使起动机不能运转。此时若用钥匙打开前左

或右侧车门，或用门锁无线系统打开所有车门，ECU 的触点接地，使起动机切断电路恢复正常，如图 9-31 所示。

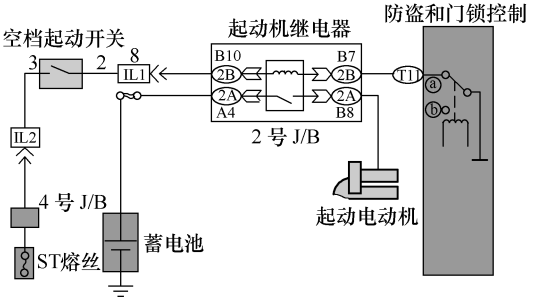


图 9-31　起动机继电器电路

检查操作是以发动机运转为前提，若发动机不运转应先排除发动机的故障。首先脱开防盗和门锁控制 ECU 连接器，将点火开关转到 ST 位置，测量防盗和门锁控制 ECU 连接器端子 ST 与车身接地之间的电压，如图 9-32 所示。

若电压正常（电压为蓄电池电压），检查和更换防盗和门锁控制 ECU。若电压不正常，检查和修理起动机继电器与防盗和门锁控制 ECU 之间的配线和连接器。

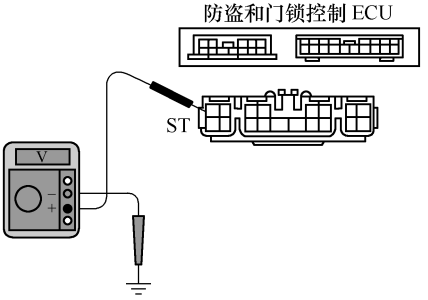


图 9-32　端子 ST 与车身接地之间的电压

（3）汽车喇叭继电器电路检查　当防盗系统被激活时，电路使 ECU 上的晶体管以大约 0.4s 为一循环的速度反复导通和截止，这使喇叭继电器不断接通和断开，使喇叭发声。喇叭继电器电路如图 9-33 所示。

若用钥匙打开前左或右侧车门，或用门锁无线系统打开所有车门，或等待 60s，ECU 上的晶体管便截止，电路断开，喇叭停止发声。

检查要以喇叭开关能正常工作为前提。如果开关接通后喇叭工作不正常，应先排除喇叭故障。首先脱开防盗和门锁控制 ECU 连接器，测量防盗

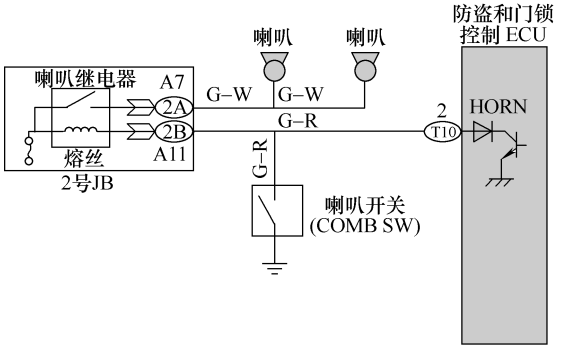


图 9-33　喇叭继电器电路

和门锁控制 ECU 连接器端子 HORN 与车身接地间的电压，如图 9-34 所示。

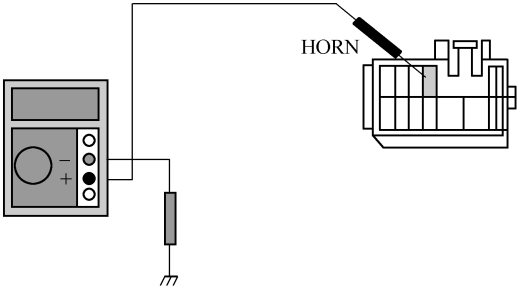


图 9-34　端子 HORN 与车身接地间的电压

若电压正常（电压为蓄电池电压），检查和更换防盗和门锁控制 ECU。若电压不正常，检查和修理喇叭继电器与防盗和门锁控制 ECU 之间的配线和连接器。

（4）点火开关电路　当点火开关转至 ACC 位置时，蓄电池电压加到 ECU 的端子 ACC 上。同样，若点火开关转至 ON 位置时，蓄电池电压加到 ECU 的端子 ACC 和 IG 上。当防盗系统触发时，若蓄电池电压加到 ECU 的端子 ACC 上，则报警停止。另外，来自 ECU 的端子 ACC 和 IG 的电源用作门控灯开关和位置开关等的电源电路如图 9-35 所示。

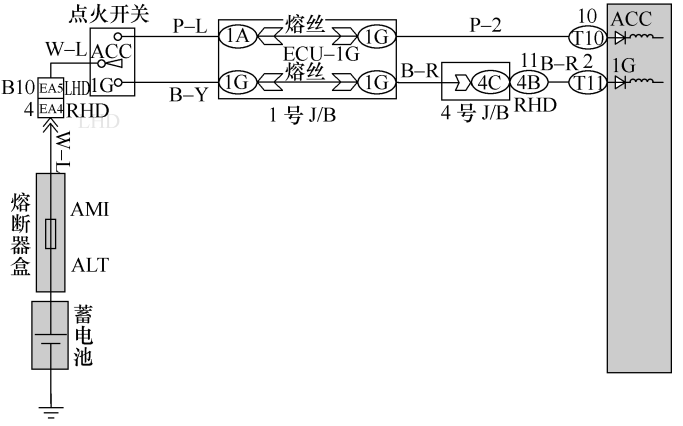


图 9-35　点火开关电路

检查 1 号接线盒上的 CIG 和 ECU-IG 熔丝的导通状况。如果不正常，检查所有接至 CIG 和 ECU-IG 熔丝的所有配线和元件。若正常导通，将点火开关转到 ON，测量防盗和门锁控制 ECU 的端子 ACC 和 IG 与车身接地之间的电压，如图 9-36 所示。

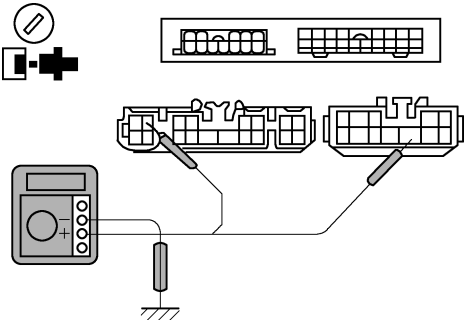


图 9-36　测量 ECU 的端子 ACC 和 IG 与车身接地之间的电压

若电压正常（电压为蓄电池电压），检查和更换防盗和门锁控制 ECU。若电压不正常，检查和修理防盗和门锁控制 ECU 与蓄电池之间的配线和连接器。

第二节　中控门锁的结构与检修

一、中控门锁的结构与工作原理

1. 中控门锁的一般结构

汽车中央控制门锁系统主要由门锁主开关、门锁开关、门锁继电器及门锁电动机执行机构等组成，如图 9-37 所示。门锁开关控制电流通路如图 9-38所示。

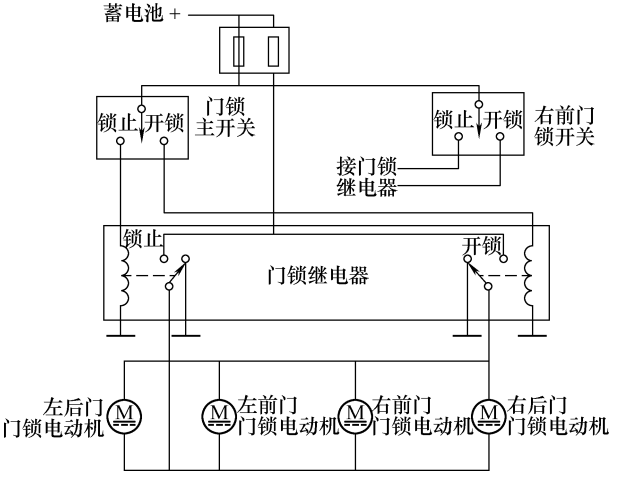


图 9-37　中央控制（中控）门锁基本电路

（1）控制开关

1）门锁控制开关。安装在左前门和右前门的扶手上，将开关推向前门是锁门，推向后门是开锁。

2）钥匙开锁报警开关。用于探测点火钥匙是否插进钥匙门内。当钥匙在钥匙门内，钥匙开锁报警开关接通电路报警；当钥匙离开钥匙门时取消报警。

3）钥匙控制开关。安装在每个前门的钥匙门上，当从外面用钥匙开门和关门时，钥匙控制开关便发出开门或锁门的信号给门锁 ECU。

4）行李箱盖开启开关。位于仪表板下面，拉动此开关便能打开行李箱

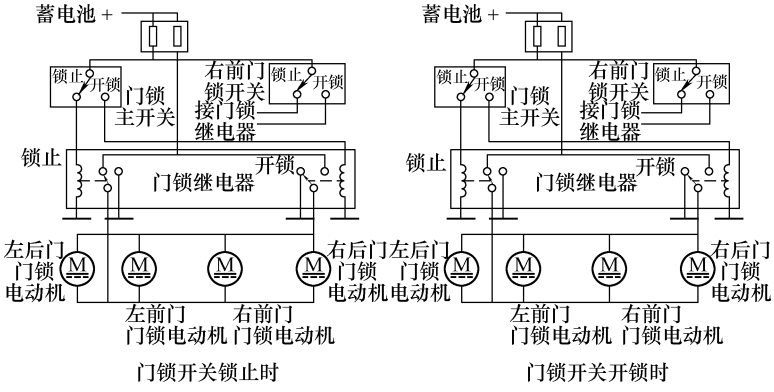


图 9-38　门锁开关电流通路

盖。钥匙门靠近行李箱盖开启开关，推压钥匙门，断开行李箱内主开关，此时再拉开启开关不能打开行李箱盖。将钥匙插进钥匙门内顺时针旋转打开钥匙门，当主开关再次接通时，便可用行李箱盖开启开关打开行李箱。

5）门控开关。用于探测车门的开闭情况。车门打开时，门控开关接通；车门关闭时，门控开关断开。

6）门锁开关。用于检测车门的开闭情况。当车门关闭时，门控开关断开；当车门开启时，门控开关接通。

（2）门锁控制器　门锁控制器主要有晶体管式、电容式和车速感应式三种。

1）晶体管式。门锁控制器内部设有闭锁和开锁两个继电器，由晶体管开关电路控制，利用电容器的充、放电过程，控制一定的脉冲电流持续时间，使门锁执行机构完成闭锁和开锁动作。

2）电容式。该系统在工作时继电器串联接入电容器的放电电路，使其触点短时间闭合。当（正向或反向）转动车门钥匙时，相应的电路开关（闭锁或开锁）接通，电容器放电电流通过继电器线圈搭铁，线圈产生电磁吸力，触点闭合，接通执行机构电磁线圈的电路，完成闭锁或开锁的动作。当电容器放电完毕后，继电器触点打开，中央门锁系统停止工作。此时另一只电容器被充电，为下一次操纵做好准备。

3）车速感应式。在中央门锁系统中加装一车速（10km/h）感应开关，当汽车行驶速度达 10km/h 以上时，若车门未闭锁，不需要驾驶人操纵，门锁控制器将自动关闭。每个门可单独进行门锁开关。

（3）执行机构

1）电磁线圈式。其内部有两个电磁线圈，分别用于开启和关闭门锁。当给锁门线圈通电时，衔铁带动连杆左移，即锁门；当给开门线圈通电时，衔铁带动连杆右移，即开锁。

2）电动机式。采用可逆式电动机，当电动机转动时，蜗杆带动齿轮转动，齿轮推动锁杆，车门被锁上或打开，然后齿轮在回位弹簧的作用下返回原位置，防止操纵锁钮时电动机工作。位置开关在锁杆推向锁门位置时断开，推向开门位置时接通。

3）双压力泵式。双压力泵式中央门锁主要由机械、空气管路和电路3部分组成。电路部分的核心是中央门锁控制单元，它连同双压力泵装在一个塑料盒内，安装在后座椅下面。

当用钥匙或拨动两前门任一锁扣按钮来打开门锁时，由于门锁通过连杆与门锁开关相连，门锁开关的连接杆被向上拉起，门锁开关内的开锁触头闭合。控制单元收到此信号后，立即命令双压力泵转动以压缩空气，系统管路中的气体呈正压，气体进入4个车门及行李箱盖的控制元件（膜片室）内，膜片推动连接杆向上运动将门锁打开。

2. 普通中控系统的组成与工作原理

（1）基本结构　中央控制电动门锁系统由永磁型双向电动机、门锁控制电路、连杆操纵机构和门锁执行器等装置组成。

1）门锁连杆操纵机构。如图9-39所示，当门锁电动机（或其他门锁执行器）运转时，通过门锁连杆操纵门锁锁定或开启。门锁电动机由控制

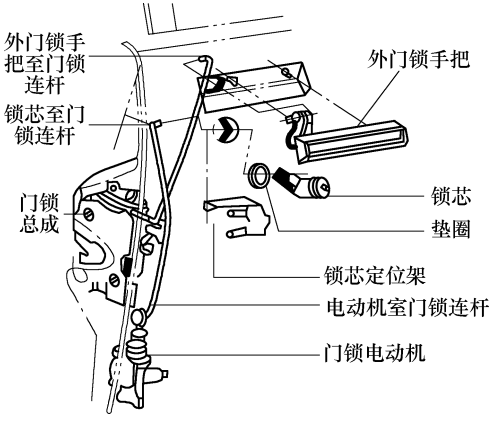


图9-39　门锁连杆操纵机构

电路控制。

2）门锁执行器。驱动中控门锁机构动作的常见形式有电磁线圈式和直流电动机式两种，它们都是通过改变电流的方向达到锁止或开锁目的的。

门锁执行器通常使用电磁线圈、直流电动机或永磁型旋转电动机，它们的任务都是通过改变极性、转换运动方向来完成锁止或开锁的。

① 双线圈门锁执行器。双线圈门锁执行器有两个电磁线圈，一个是锁门线圈，另一个是开门线圈，如图 9-40 所示。与门锁操纵机械相连的柱塞能在两个线圈中自由移动。当锁门线圈通电后，柱塞在电磁力的作用下左移，将门锁锁止；当开门线圈通电后，柱塞右移，将门锁打开。

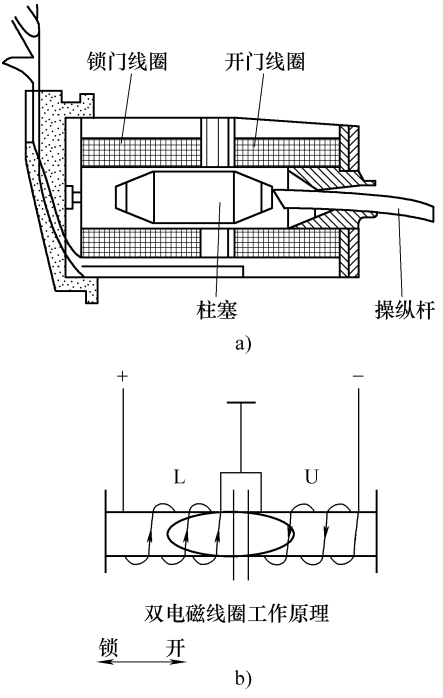


图 9-40　双线圈门锁执行器

a）基本结构　b）工作原理

② 电动机式门锁执行器。电动机式门锁执行器的传动装置如图 9-41 所示，工作时，由电动机带动齿轮齿条副，进而驱动锁体总成，实现锁紧或开启车门。

（2）工作原理　由于门锁的开、关动作是短暂的，且门锁执行器在工作时要消耗大量的电能，所以为了既方便门锁动作的顺利完成，又能防止电路过载，门锁电路中都有定时装置，使控制电路输送给门锁执行器的是一个脉冲电流。

1）电磁线圈门锁执行器的工作原理。电磁线圈门锁执行器的控制电路如图 9-42 所示，其工作原理如下：

正常状态时，蓄电池给电容器 C_1 充电。其电流通路为蓄电池正极→熔断器→电阻 R_1→电容器 C_1→搭铁→蓄电池负极。

当按下门锁开关时，电容器 C_1，放电，使锁门继电器线圈有电流通过，

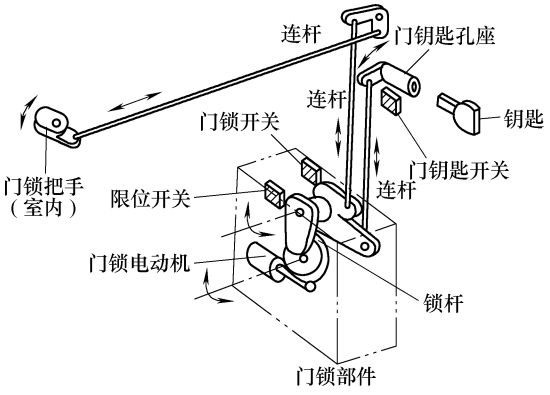


图 9-41　电动机式门锁执行器的传动装置

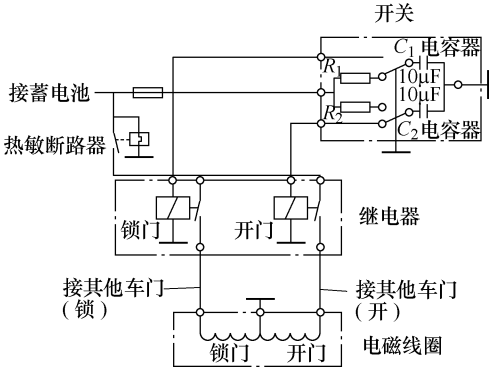


图 9-42　电磁线圈门锁执行器的控制电路

继电器触点闭合；此时，门锁执行器 L_1 的电路接通而动作，通过操纵机构将车门锁定。当电容器 C_1 放电到一定程度时，锁门继电器线圈断电，门锁执行器的电路被切断。另外，当按下门锁开关时，电容器 C_2 开始充电。

当门锁开关恢复原状后，电容器 C_2 放电，使开门继电器线圈有电流通过，继电器触点闭合；此时，门锁执行器 L_2 的电路接通而动作，通过操纵机构将车门开启。当电容器 C_2 放电到一定程度时，开门继电器线圈断电，门锁执行器的电路被切断。另外，当门锁开关恢复原状时，电容器 C_1 开始充电，回到原始状态。

2）电动机门锁执行器的工作原理。电动机门锁执行器控制电路如

图 9-43所示。

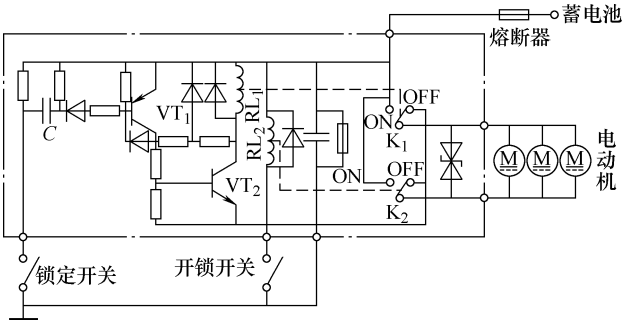


图 9-43　电动机门锁执行器的控制电路

当按下车门锁定开关时，电容器 C 充电。晶体管 VT_1 导通，VT_2 也随之导通，锁门继电器的电磁线圈 RL_1 中有电流通过，产生吸力，使其常闭触点打开，常开触点闭合。此时，门锁执行器的电路接通而动作，通过操纵机构将车门锁定。当电容器 C 充电到一定程度时，VT_1 截止，VT_2 也随之截止，锁门继电器的电磁线圈断电，门锁执行器的电路被切断。

当按下车门开锁开关后，开锁继电器的电磁线圈 RL_2 中有电流通过，使其常闭触点打开，常开触点闭合，门锁执行器的电路被接通，但其电流方向与锁定时相反，所以作用方向也相反，门锁打开。

3. 电子式中控系统的组成与工作原理

（1）电子式中控系统的基本组成　汽车电子式中央控制门锁通常由控制部分和执行机构组成。

1）控制部分。控制部分包括编码器、输入器、存储器、鉴别器、驱动级、抗干扰电路、显示装置、保险装置和电源等。其中，编码器和鉴别器是整个控制部分的核心。

① 编码器。编码器实质上是人为设定的一组二进制或十进制数的密码。设定的原则是所编的密码不易被别人识破。对密码电路的要求是容量大，换码率高，保密性、可靠性好，换码操作简单。

② 输入器和存储器。经输入器输入一组密码，由存储器记忆后送到鉴别器。

③ 鉴别器。鉴别器的作用是对来自输入器和编码器的两组密码进行比较，仅当两组密码完全相同时，鉴别器才输出电信号，经抗干扰处理后送至

驱动级和显示装置。若用户有特殊要求，鉴别器还可以输出报警和封锁行车所需的电信号。

④ 驱动级。由于鉴别器送出的电信号通常很微弱，为了能带动执行机构的电磁铁产生动作，故设置驱动级。

⑤ 抗干扰电路。为了抑制来自汽车内外的电磁波干扰，保证电子门锁不会自行误动作而设置了抗干扰电路，由此提高汽车电子门锁的可靠性和安全性。一般情况下采用延时和限幅方法来达到该目的。

⑥ 显示器和报警器。该部分为电子门锁控制部分的附加电路，用于显示鉴别结果和报警，从而扩大了电子门锁的功能。

⑦ 保险装置。速度传感器和车门锁止器是汽车电子门锁的独特组成单元。当汽车运行超过一定速度时，车门锁止器根据来自速度传感器的信号将锁体锁止；若控制电路失灵，可紧急开启。

⑧ 电源。用以向电子门锁不断地供电。

2）执行机构。汽车电子门锁的执行机构一般采用电磁铁或微型电动机控制。

① 电磁铁式车门锁。这种汽车电控门锁的开启和锁闭均由电磁铁驱动，其结构如图9-44所示。它内设两个线圈，分别用来开启和锁闭门锁。门锁集中操作按钮平时处于中间位置，用手按压即可开启或锁闭车门。

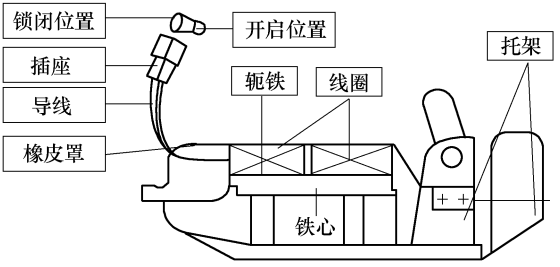


图9-44 电磁铁结构

② 电动机式车门锁。该车门锁由可逆式电动机、传动装置及锁体总成构成。其工作原理为：由电动机带动齿轮齿条副或螺杆螺母副进而驱动锁体总成，驱动车门的锁闭或开启。其传动装置如图9-45所示。

（2）工作原理 电子式中央控制门锁的作用是通过电磁铁机构或电动机机构来打开及锁止车门锁。它由门锁执行机构及联动机构、门锁控制开

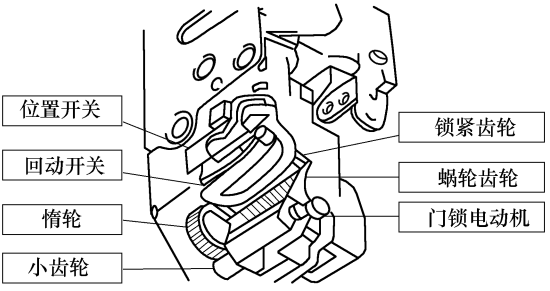


图 9-45　电动机式车门锁传动装置

关、门锁控制继电器等组成。高档车一般为自动锁闭车门，在可以手动控制开闭的基础上，还可以根据汽车车速自动锁闭车门。

电动机式电子门锁控制电路如图 9-46 所示，其开锁与闭锁主要是对门锁电动机进行正转、反转的交替控制来实现的。为避免电动机通电时间过长而引起发热，通常利用定时器限制通电时间。

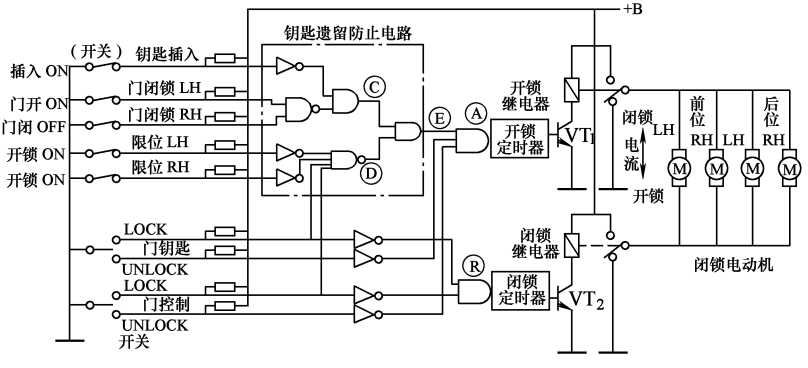


图 9-46　电动机式电子门锁控制电路

通过门钥匙开关或者门控制开关，触点在开锁侧时，驱动开锁定时器在约 0.2s 时间内，使晶体管 VT_1 为 ON。此时，所有门锁解除闭锁（开锁状态）。

图中的虚线部分为防止钥匙遗留在车内的电路。钥匙插在钥匙孔里时，若是打开驾驶人或前排乘客席的门，操纵门锁把手，使门锁机构处于闭锁状态，则限位开关成为 OFF；或用门控开关进行闭锁操作，驱动开锁定时器，

将电动机驱动到开锁侧，不能成为闭锁状态，此时驾驶人就会发觉，必须把钥匙从发动机钥匙孔中拔出来后才能锁门。

4. 车速感应式中控系统的组成与工作原理

车速感应式门锁控制器是在中央控制门锁系统中加装一车速（10km/h）感应开关。当汽车行驶速度达10km/h以上时，若车门未闭锁，不需要驾驶人的操纵，门锁控制器将自动闭锁。每个车门可单独进行闭锁和开锁的操纵。

为了减少上、下车时逐一打开车门锁扣的麻烦，并防止汽车行驶时儿童误开车门而发生危险，特别安装了中央控制电动门锁。当驾驶座旁的车门锁扣锁定时，其他三个车门的锁会自动锁定，以确保行车安全。

图9-47为车速感应式中央控制电动门锁电路，其作用原理如下：打开点火开关，点火IC继电器闭合，车门警告灯即点亮；当车速在10km/h以下时，装在车速表内的车速开关接通，电流经稳定电路到车速开关搭铁，VT_1无基极电流，使VT_1切断，电动门锁不产生作用；当车速超过10km/h时，车速开关关闭，电流由稳定电路流到VT_1的基极，使VT_1接通后的动作与门锁定时器的作用相同。当锁扣按下后，警告灯熄灭。

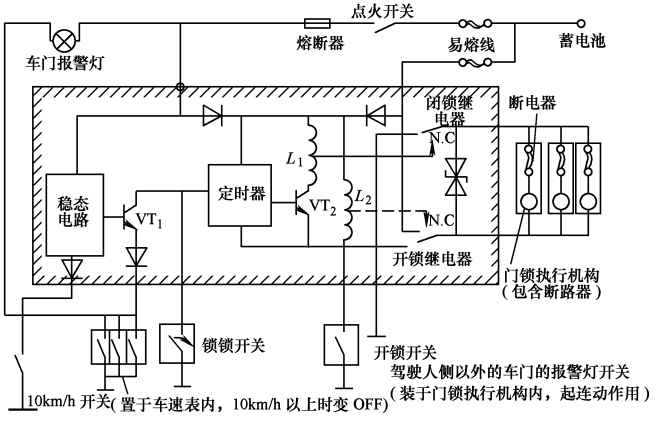


图9-47 车速感应式中央控制电动门锁电路

5. 遥控式中控系统的组成与工作原理

（1）遥控车门的组成 遥控门锁装置就是不使用钥匙，利用遥控器在一定距离内完成对汽车车门开闭装置的执行器进行遥控的装置，在远离车辆

的地方进行车门的开闭。遥控门锁系统不但能控制驾驶席侧车门，还能控制其他车门和行李箱盖。具体地讲，驾驶人操纵遥控发射器，利用无线电波或者红外线发出身份密码（即开闭代码），设置在车辆两侧的接收器接收到遥控信号，并将其与身份鉴定代码对比，两者一致时，则按照相应的功能代码，执行器开始工作，以便执行开闭功能。

遥控中控门锁系统一般是在电子式控制门锁系统的基础上加上相关部件，如：手持遥控发射器、接收器、遥控门锁 ECU 等。遥控门锁系统零部件的位置如图 9-48 所示。

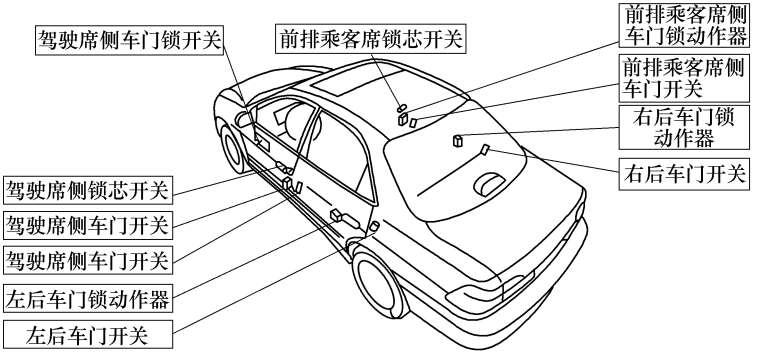


图 9-48　中控门锁系统零部件的位置

1）手持遥控发射器也称为遥控器，其功用是利用发射开关规定代码的遥控信号，控制驾驶席侧车门、其他车门、行李箱盖等的开启和锁闭，且具有寻车功能。遥控器分为分开型和组合型（发射器与点火钥匙合二为一）两种，如图 9-49 所示。按照遥控信号的载体，遥控器可分为红外线式遥控器、无线电波式遥控器以及超声波式遥控器。其中红外线式遥控器和无线电波式遥控器应用较为广泛。

2）接收器对接收的信号进行放大和调制，检查身份鉴定代码是否相符，当代码一致时，判别功能代码，并驱动相应的执行器。现代汽车广泛采用红外线式接收器和无线电波式接收器。

（2）遥控中央控制门锁系统的工作原理　以雷克萨斯 LS400 轿车遥控中央控制门锁系统电路（见图 9-50）为例，说明遥控门锁系统的工作原理。

1）遥控天线电路。当操纵点火钥匙上的发送器时，发送器即发射电磁波，该电磁波以汽车后窗玻璃上的除雾电热丝（有的车为天线）为天线，

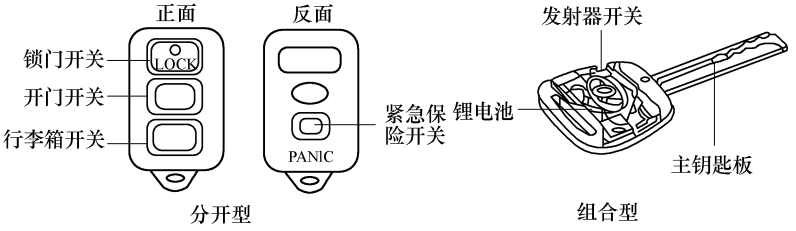


图 9-49 轿车防盗遥控器

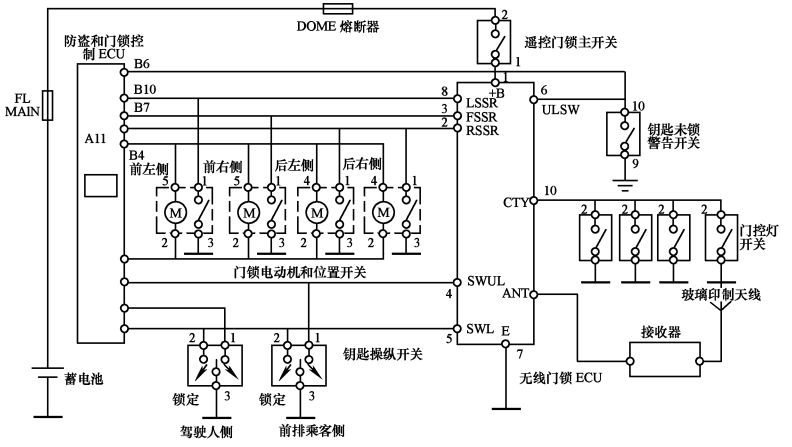


图 9-50 雷克萨斯 LS400 轿车遥控中央控制门锁系统电路

然后通过匹配器，被送至遥控门锁 ECU 的 ANT 端子。当 ECU 的 ANT 端子接收到该遥控电磁波信号时，即控制 4 个车门锁自动进行打开或锁住操作。

2）遥控中控门锁 ECU 电源电路。当遥控门锁主开关接通时，蓄电池电压加到遥控门锁 ECU 的 +B 端子上，使 ECU 工作。该电源为 ECU 的控制电源。

3）车门位置开关电路。车门位置开关装设在门锁电动机总成内。当车门锁按钮处于锁住位置时，开关断开；当车门锁按钮处于打开位置时，开关接通。遥控门锁 ECU 的 LSSR、FSSR、RSSR 端子分别为左前门、右前门和后两门的车门位置开关端子。当 4 个车门的任一车门锁按钮处于锁住位置时，相对应的 ECU 端子的电压为蓄电池电压。相反，当按钮位于打开位置时，端子的电压为搭铁电压 0V。

4）钥匙操纵开关电路。钥匙操纵开关装设在车门锁芯内。当车门钥匙转至锁住侧时，开关的锁住端子搭铁；当车门钥匙转至打开侧时，开关打开端子搭铁。

当点火开关接通时，蓄电池电压通过防盗和门锁控制 ECU 加到遥控门锁 ECU 的锁住端子 SWL 和打开端子 SWUL 上，即锁住端子 SWL 和打开端子 SWUL 的电压为 12V。当钥匙操纵开关锁住端子搭铁时，遥控门锁 ECU 的锁住端子 SWL 的电压为 0V。当钥匙操纵开关打开端子搭铁时，遥控门锁 ECU 的打开端子 SWUL 的电压为 0V。

当遥控门锁 ECU 的 ANT 端子接收到点火钥匙发送器发出的无线电波信号时，根据 SWL 端子和 SWUL 的电压信号，输出打开或锁住所有车门的信号，该信号通过两个 ECU 之间的通信线路 B7- FSSR、B 10- LSSR、A 11- RSSR 给防盗 ECU，防盗和门锁控制 ECU 即控制门锁锁住或打开。

5）钥匙未锁警告开关电路。当钥匙插入点火开关锁芯时，钥匙未锁警告开关电路接通，遥控门锁 ECU 的 ULSW 端子的电压为 0V，ECU 执行钥匙禁闭预防功能；当钥匙未插入时，开关断开，ULSW 端子的电压为蓄电池电压，钥匙禁闭预防功能解除。

6）门控灯开关电路。门控灯开关在车门打开时接通，车门关闭时断开。当任一车门打开时，遥控门锁 ECU 的 CTY 端子的电压为 0V；当所有车门均关闭时，CTY 端子的电压为蓄电池电压。

6. 微机控制式中控系统的组成与工作原理

微机控制的中控门锁电路如图 9-51 所示。该中控门锁能够同时打开和锁上车门开关（有门锁控制开关和钥匙操纵开关）。对于执行器，车门采用直流电动机式，行李箱采用电磁线圈式。同时，还带有防止钥匙遗忘功能。其工作原理如下：

（1）用门锁控制开关锁门和开门

1）锁门控制。图 9-51 中防盗和门锁控制器 ECU 内部为逻辑电路。当驾驶席侧或前排乘客席侧门锁控制开关 15 推向锁门侧时，信号“1”经端子⑯和反相器 A 送给或门 A，或门 A 的输出从“0”变为“1”。因此，锁门定时器给晶体管 VT_1 加一基极电流约 0. 2s 并使其导通，结果 No. 1 继电器接通，电流从蓄电池正极→端子⑧→No. 1 继电器→端子④→门锁电动机→端子③→搭铁，则门锁电动机接通，锁上全部车门。

2）开门控制。当门锁控制开关推向开门侧，信号“1”经端子⑰和反相器 B 送给或门 B，或门 B 输出从“0”变为“1”。因此，开门定时器给晶

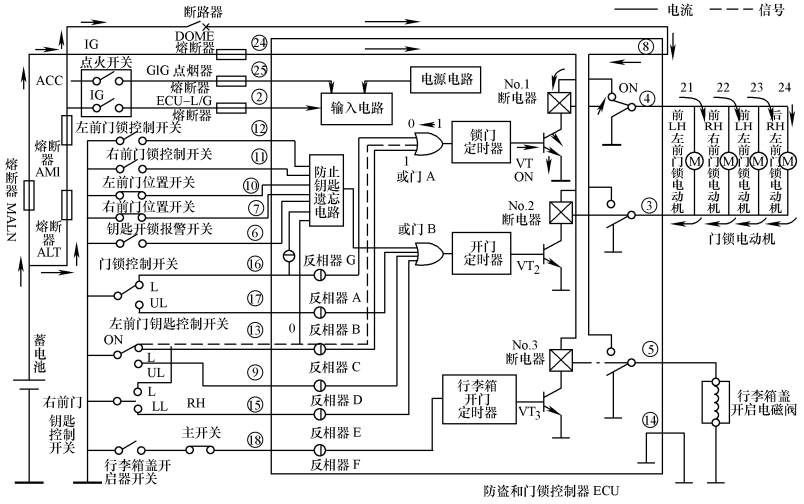


图 9-51　微机控制的中央门锁电路

体管 VT_2 加一基极电流约 0.2s 并使其导通，结果 No.2 继电器接通，电流从蓄电池正极→端子⑧→No.2 继电器→端子③→门锁电动机→端子④→搭铁，则门锁电动机接通，打开全部车门。

（2）用钥匙锁门和开门

1）锁门控制。当钥匙插进驾驶席侧或前排乘客席侧车门钥匙孔内并向锁门方向转动，则钥匙控制开关 16 向锁门侧接通。此时信号“1”经端子⑬和反相器 C 送给或门 A，或门 A 输出从“0”变为“1”。锁门定时器给晶体管 VT_1 加一基极电流约 0.2s 并使其导通，结果 No.1 继电器接通，电流从蓄电池正极→端子→No.1 继电器→端子④→门锁电动机→端子③→搭铁，则门锁电动机接通，打开全部车门。

2）开门控制。当用钥匙进行开门操作时，钥匙开关向开门侧接通。此时信号“1”经端子⑨和反相器 D 送给或门 B，或门 B 输出从“0”变为“1”。开门定时器接通晶体管 VT_2 并使 No.2 继电器接通。因此，电流从蓄电池正极→端子⑧→No.2 继电器→端子③→门锁电动机→端子④→搭铁，则门锁电动机接通，打开全部车门。

3）防止钥匙遗忘功能。防止钥匙遗忘功能可防止锁门时点火钥匙遗忘在钥匙门内。

① 推动锁钮锁门。当点火钥匙插在钥匙孔内，驾驶席侧或前排乘客席侧车门开着，门锁控制开关 10 和钥匙开锁报警开关 14 都接通。因此，这些开关经端子⑫和⑥将“0”信号送给防止钥匙遗忘电路。在这种状态下，将锁钮推向锁门侧，则门立刻被锁上。但由于位置开关⑫断开，信号“1”经端子⑩送给防止钥匙遗忘电路并使其输出信号“1”送给或门 B，或门 B 的输出从“0”变为“1”。同时开门定时器接通晶体管 VT_2 约 0.2s，电动机由 No. 2 继电器供电而工作，打开全部车门。

② 用门锁控制开关锁门。当点火钥匙插在钥匙孔内，驾驶席侧或前排乘客席侧车门开着，门锁控制开关 10 和钥匙开锁报警开关 14 都接通。因此，这些开关经端子⑫和⑥将“0”信号送给防止钥匙遗忘电路。在这种状态下，当用门锁控制开关锁门时，门立刻被锁上。但由于信号“1”经端子⑩送给防止钥匙遗忘电路和反相器 G，电路将信号“1”送给或门 B 并使其输出从“0”变到“1”。同时开门定时器接通晶体管 VT_2 约 0.2s，电动机接通，打开全部车门。

③ 车门全关闭时防止钥匙遗忘功能。当防止钥匙遗忘功能起作用和门锁钮保持向下阻止开门时，门立刻被锁上。此时门锁控制开关 10 和钥匙开锁报警开关 14 接通，并经端子⑫和⑥将“0”信号送给防止钥匙遗忘电路。若此时门处于关闭状态，则门锁控制开关断开，并且输入到防止钥匙遗忘电路的信号由“0”变为“1”。约 0.8s 后，防止钥匙遗忘电路输出“1”信号给或门 B，或门 B 输出信号从“0”变为“1”。因此开门定时器接通晶体管 VT_2 约 0.2s，电动机接通，打开全部车门。若此时车门不能全部打开，则开门定时器再次启动 0.8s 后，打开全部车门。

④ 行李箱盖开启器控制。当行李箱盖开启器开关 18 接通时，“1”信号经端子 18 和反相器 F 送给行李箱盖开启定时器。开启定时器送给晶体管 VT_3 基极电流约 0.2s 并使其导通，No. 3 继电器也导通，电流从蓄电池正极→端子⑧→No. 3 继电器→端子⑤→行李箱盖开启器→搭铁，从而打开行李箱盖。

二、中控门锁系统的故障检修

1. 中央控制门锁故障检查的注意事项

无论中央控制门锁系统出现什么故障，都应先通过检查，使故障可能存在的部位缩小到一定范围以内，然后再拆下车门内饰，露出门锁机构。最好先将拨动门锁开关后的情况列出图表，然后与维修手册中的故障诊断图表相对照，以便分析故障原因和部位。

在测试电路前，应结合故障诊断图表，先弄清线路图，然后再试加蓄电池电压或用万用表电阻档测量。如果盲目地测试，就可能会损坏昂贵的电子元器件。

2. 电动中控门锁故障思路

（1）门锁控制开关的检修　根据开关的工作原理，用万用表测量开关在不同位置时的工作状态，以判断开关的好坏，然后进行相应的修理。

（2）门锁控制继电器的检修　一般地说，门锁控制继电器是由电子电路控制的继电器，包括控制电路和继电器两个部分，为门锁执行器提供脉冲工作电流，也叫作门锁定时器。

门锁控制继电器的检修，可根据其工作原理测量其输出状态，从而判断是否有故障，然后作相应的处理。

（3）门锁执行器的检修　门锁执行器有电磁铁机构、直流电动机等。不论是哪种类型的执行器，都可以用直接通电方法检查其工作是否有开锁和闭锁两种状态，判断其是否损坏。

3. 电动中控门锁常见故障分析

1）操作门锁控制开关，所有门锁均不动作。该故障一般出在电源电路中。首先检查熔断器是否熔断，熔断器熔断应予更换。若更换熔断器后又立即熔断，说明电源与门锁执行器之间的线路有搭铁或短路故障，用万用表查找出搭铁部位，予以排除。

若熔断器良好，检查线路接头是否松脱、搭铁是否可靠、导线是否折断。可在门锁控制开关电源接线柱和定时器或门锁继电器电源接线柱上测量该处的电压，判断输入电动门锁系统的电源线路是否良好。

2）操作门锁控制开关，不能开门（或锁门）。该故障是因为开门（或锁门）继电器、门锁控制开关损坏所致，可能是继电器线圈烧断、触点接触不良、开关触头烧坏或导线接头松脱。

3）操作门锁控制开关，个别车门锁不能动作。该故障仅出在相应车门上，可能是连接线路断路或松脱、门锁电动机（或电磁铁式执行器）损坏、门锁连杆操纵机构损坏等。

4）速度控制失灵。当车速高于规定车速时，门锁不能自动锁定。该故障是由于车速传感器损坏或车速控制电路出现故障所致的。首先应检查电路中各接头是否接触良好，搭铁是否良好，电源线路是否有故障。然后检查车速传感器，车速传感器的检查可采用试验的方法进行，也可采用代换法，即以新传感器代换被检传感器，若故障消除，则说明旧传感器损坏；若故障仍

存在，则应进一步检查速度控制电路中各元器件是否损坏。

4. 电动中门锁系统主要部件的检修

（1）门锁控制开关　用万用表测量开关在不同位置的导通性时，首先应根据维修资料找到开关的接线端子，一般开关处于 LOCK 或 UNLOCK 位置时对应的接线端子间的电阻值应为零，处于 OFF 位置时对应的接线端子间的电阻值应为无穷大。检测结果符合上述要求的开关是好的，只要有一个不符合要求，则表示开关损坏，如损坏一般直接更换。

（2）门锁控制继电器　门锁控制继电器是由电子电路控制的继电器，包括控制电路和继电器两个部分，它为门锁执行器提供脉冲工作电流，也叫作门锁定时器。检测时测量其输出状态，从而判断是否有故障，然后进行相应的处理。

（3）门锁执行器　门锁执行器有电磁铁机构和直流电动机等。可以用直接通电的方法检查其工作是否有开锁和闭锁两种状态，以判断其是否损坏。

5. 遥控式中控门锁系统

（1）故障诊断与排除

1）故障现象。

① 中央控制门锁有时不工作，有时工作。

② 中央控制门锁不工作。

2）原因分析（见图 9-52）。

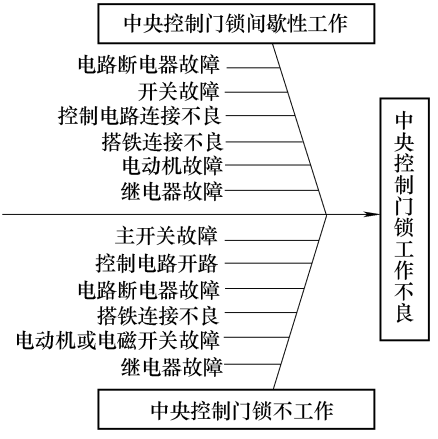


图 9-52　原因分析

（2）常见遥控电动中央控制门锁故障现象及原因（见表 9-1）。

表9-1 常见遥控电动中央控制门锁故障现象及原因

故障现象	故障原因
门锁控制系统不工作（全部）	• 门熔断器有故障
	• 继电器有故障
	• 配线有故障
车门锁锁止/开启故障（使用手动开关和钥匙）	• 电动车窗主开关有故障
	• 继电器有故障
	• 配线有故障
车门锁锁止/开启故障（使用钥匙）	• 驾驶人侧车门锁有故障
	• 继电器有故障
仅有一个车门锁不工作	• 门闩或连杆有故障
无线门锁功能故障（虽然只有一个车门开启，但按下遥控器开关时，所有车门锁均开启）	• 钥匙开启警告开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 配线有故障
无线门锁遥控系统失效	• 门控灯开关有故障
	• 车门钥匙锁止和开启开关有故障
	• 钥匙开启警告开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 车身控制系统有故障
	• 配线有故障
车门锁不能开启	• 车门钥匙锁止和开启开关有故障
	• 钥匙开启警告开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 车身控制系统有故障
	• 配线有故障
车门锁不能锁止	• 车门钥匙锁止和开启开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 配线有故障
车门锁锁止/开启故障（使用钥匙）	• 配线有故障
	• 门锁拉索断开
钥匙封闭防护运行故障	• 继电器有故障
	• 车门开启检测开关有故障
	• 门控开关有故障
	• 配线有故障
仅有一个车门锁不工作	• 门锁电动机有故障
	• 配线有故障
只有钥匙封闭防护功能失效	• 钥匙开启警告开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 配线有故障
每个车门都打开时，无线门锁功能也起作用，在所有车门开启30s内打开任一车门，无线门锁控制系统自动锁止功能起作用	• 门控灯开关有故障
	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 配线有故障
即使按下紧急手柄，警告操作系统也不运行	• 无线门锁控制接收器有故障
	• 配线有故障
门锁只有一种方式工作	• 继电器有故障
	• 配线有故障
	• 搭铁电路开路
门锁间歇工作	• 连接点松动
	• 继电器有故障
	• 开关故障
所有门锁只按一个开关工作	• 配线有故障
	• 开关故障
门锁只在发动机运转时工作	• 连杆故障
	• 蓄电池电压低

第三节　网络式防盗系统的运用

一、GSM（CDMA）防盗系统

GSM（CDMA）汽车防盗系统组成如图 9-53 所示，它由车载设备、公网设备、接警控制或监控中心组成。

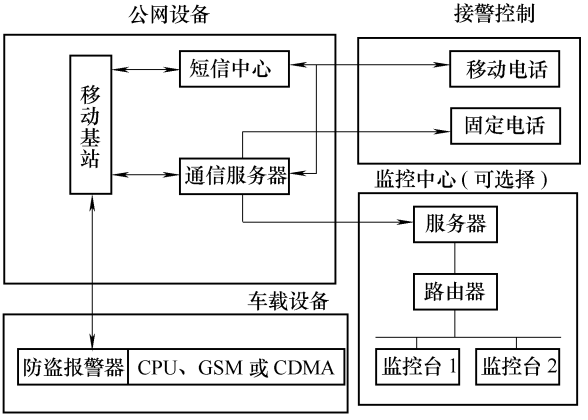


图 9-53　GSM（CDMA）汽车防盗系统组成

1. 车载设备

车载设备一般由中央控制单元（CPU）、GSM（或 CDMA）手机通信模块、汽车遥控防报警器等组成，主要有防盗报警和通话功能。

2. 公网设备

公网设备就是现有的 GSM（或 CDMA）通信网络，主要实现无线数据传输（语音和短信方式）功能。

3. 接警控制

接警控制为现有 GSM（或 CDMA）手机、固定电话或组建控制中心，对车载设备进行视（听）或控制。

二、GPS 防盗系统

1. GPS 组成

（1）GPS系统的组成　GPS系统包括三大部分：空间部分（即GPS卫星系统）、地面控制部分（即地面监控系统）和用户设备部分（即GPS信号接收机）。

如图9-54所示，由21颗工作卫星和3颗备用卫星组成GPS卫星系统，记作（21+3）GPS星座，24颗卫星均匀分布在6个轨道平面内。

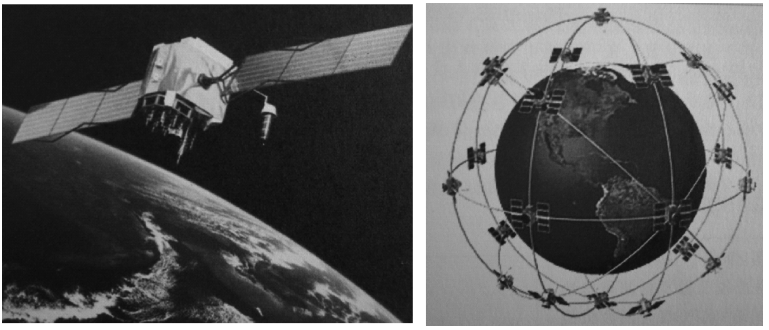


图9-54　GPS卫星系统

（2）GPS汽车防盗系统的组成　GPS汽车防盗系统是通过全球卫星定位技术通过地面网络（控制基站）全面获取信息，监控车辆状态，控制车辆防盗系统。如图9-55所示，它由车载终端设备、无线数据链路和监控中心组成。

1）车载终端设备。车载终端设备一般由中央控制单元（CPU）、显示单元（可选）、GPS、GPS天线、GSM（或其他通信模块）、防盗报警器等组成，主要有通话、防盗报警、追踪、定位、信息导航、车辆调度等功能。车载PC终端机还具有电子地图、菜单指令、交互式信息点播、娱乐、日常事务处理等各种功能。

2）无线数据链路。无线数据链路是指无线数据传输（网络途径）设备。现在使用的公网设备主要有GSM（或CDMA）无线通信网或CDPD无线数据公网，也可使用其他专用通信通道。

3）监控中心。监控中心主要由前端接入设备、业务处理终端、监控终端机等组成。此外，需要专用的数据库、电子地图及针对各种服务需求的应用软件。监控中心的主要功能是实现报警监控、车辆调度、信息查询或其他服务。

2. GPS工作原理

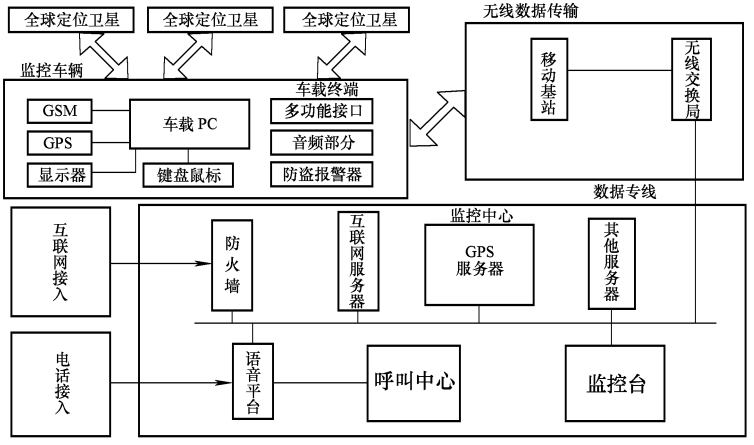


图 9-55　GPS 汽车防盗系统组成框图

如图 9-56 所示，GPS 的工作原理是利用接收卫星发射信号与地面监控设备和 GPS 信号接收机组成全球定位系统，卫星星座连续不断发送动态目标的三维位置、速度和时间信息。保证车辆在地球上的任何地点、任何时刻都能接收到卫星发出的信号。

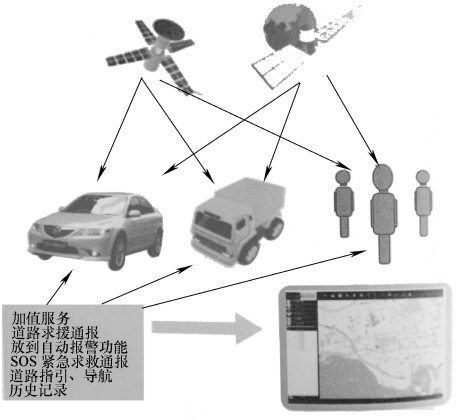


图 9-56　GPS 定位系统示意图

如图9-57所示，只要每辆移动车辆上安装的GPS能正常工作，再配上相应的信号传输通路（如GSM移动通信网络和电子地图），建一个专门接收和处理各个移动目标发出的报警和位置信号的监控室，就可形成一个卫星定位的移动目标监控系统。

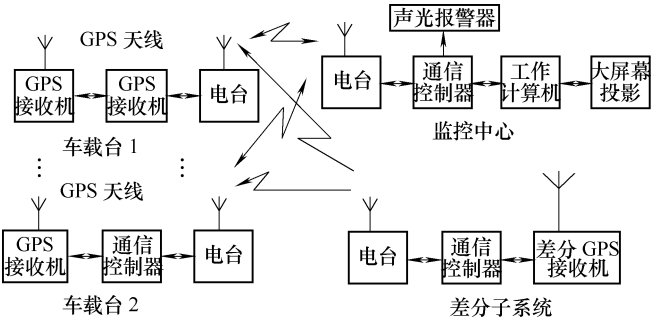


图9-57 车辆监控系统结构框图

3. GPS网络防盗

GPS网络防盗利用遥感技术、电子地理信息系统、计算机识别与控制、全球卫星定位系统等高新技术，在全市及周边地区织起一张防盗网。只要有汽车被盗，指挥中心在几秒钟之内就会从计算机中获取车辆牌号、车速、汽车行驶路线等信息，并实施跟踪等相应的追捕措施。

车辆加入系统后，便可在车内安装车载报警器。这个报警器只有烟盒大小，装在仪表板内，一颗玉米粒那么大的显示器装在隐蔽部位。假如驾驶人遭劫时按下报警开关，显示器会无声无息地闪烁。在被盗机动车辆的驾驶人无法在车内启动鸣笛、闪灯等报警装置的情况下，接到报警信号后，监测中心可以通过遥控器打开车内报警装置，令其鸣笛、闪灯或停驶。

有些国家开发的类似系统，驾驶人只要给中心打个电话，便能启动防盗网络。

如图9-58所示，中心网络系统由接警平台和电子地图等内容组成。接警平台接收到“报案”信息，工作人员很快便能在电子地图上查找到发案车辆，并开始调动附近的警力或中心监测车辆，实地出动，进行跟踪，直到将其截获。

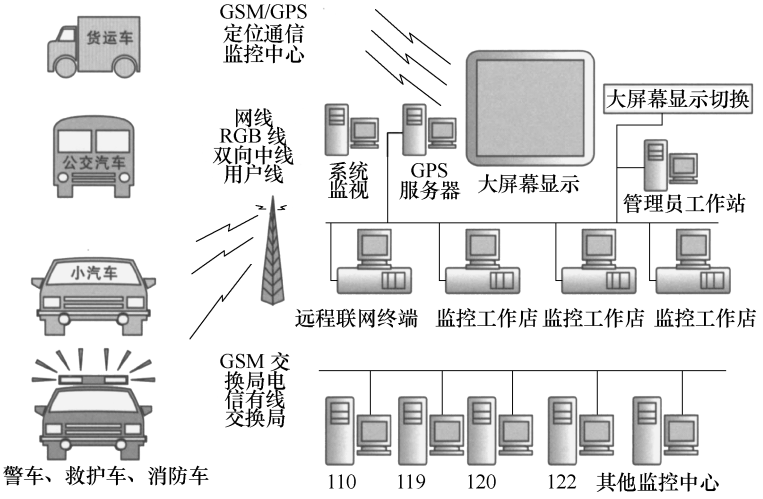

GSM/GPS
定位通信
监控中心
网线
RGB 线
双向中线
用户线
GSM 交
换局电
信有线
交换局
货运车
公交汽车
小汽车
警车、救护车、消防车
系统
监视
GPS
服务器
大屏幕显示
大屏幕显示切换
管理员工作站
远程联网终端
监控工作店
监控工作店
监控工作店
110
119
120
122
其他监控中心

图 9-58　中心网络系统

第十章

汽车电器系统辅助设备的结构与检修

第一节　风窗刮水、清洗和除霜装置

一、刮水器及刮水器电动机

刮水器的作用就是除去风窗玻璃上的水、雪及沙尘，保证在不良天气时驾驶人仍具有良好的视线。目前，在汽车上广泛采用的电动刮水器，普遍具有高速、低速及间歇三个档位，而且除了变速之外，还具有自动回位功能。

1. 刮水器的结构

电动刮水器是由电动机、传动机构和刮水片三部分组成，如图 10-1 所示。电动机轴端的蜗杆驱动蜗轮，蜗轮带动摇臂旋转，摇臂使拉杆往复运动，从而带动刮水片左右摆动。

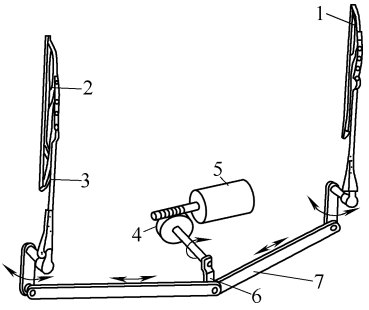


图 10-1　刮水器的结构

1—刮水片　2—刮水片架　3—雨刮臂
4—蜗轮　5—电动机
6—摇臂　7—拉杆

2. 刮水器电动机的结构

刮水器电动机一般有永磁式和励磁式两种，而永磁式电动机的结构简单、体积小、可靠性好，被广泛采用。其结构如图 10-2 所示。

3. 刮水器电动机的变速原理

永磁式电动机是通过改变电刷间的导体数实现变速，具有不易退磁的优点，能实现高、低速运转。如图 10-3所示，B_1 为低速运转电刷，B_2 为高速运转电刷，B_3 为公共电刷。B_1、B_2 安装位置相差 60°。

永磁式电动机工作时，在电枢内（转子）同时产生反电动势，其方向

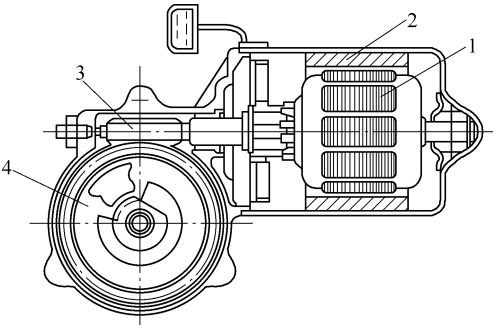


图 10-2　永磁式刮水器电动机的结构

1—电枢　2—永久磁铁磁极　3—蜗杆　4—蜗轮

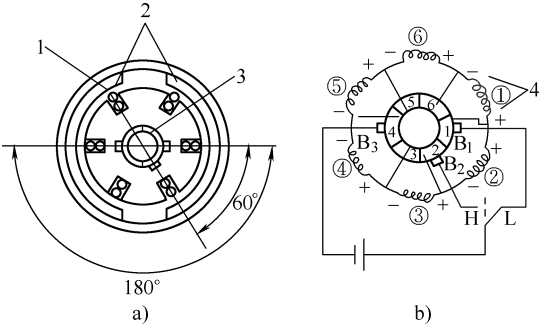


图 10-3　永磁式刮水器电动机变速的结构

a）结构原理图　b）电路原理图

1—电枢绕组　2—永久磁铁　3—换向器　4—反电动势

与电枢电流的方向相反。要使电动机旋转，外加电压必须克服反电动势的作用。当电动机转速升高时，反电动势增加，只有当外加电压等于反电动势时，电枢的转速才能稳定。

利用三个电刷来改变正、负电刷之间串联的线圈数，实现变速。变速原理如图 10-4 所示。当开关处于 L 位（低速）时，电流通过电刷正电刷流入，负电刷流出，此时电流通过的有效绕组个数为（4 +4）个，电动机低速工作；而开关处于 H 位（高速）时，电流通过的有效绕组个数为（3 +3）个，电动机高速工作。

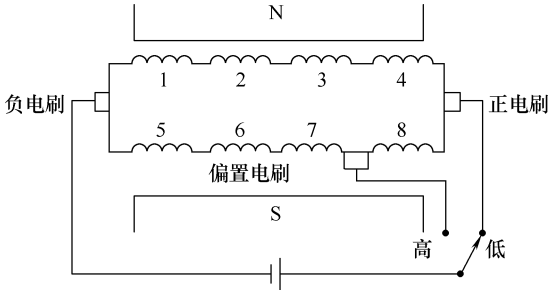


图 10-4　永磁式刮水器电动机变速原理

4. 刮水器电动机的自动复位装置

自动复位是指在切断刮水器开关时，刮水器能自动停在驾驶人视野以外的指定位置。如图 10-5a 所示，刮水开关推到“0”档时，如果刮水器的刮水片没有停在规定的位置，电流经蓄电池正极→电源开关→熔丝→电刷 B_3→电枢绕组→电刷 B_1→刮水器“0”档→触点臂 5→铜环 9→搭铁，这时电动机将继续转动。

当刮水器的刮水片到规定位置时，触点臂 3、5 都和铜环 7 接触，使电动机短路（见图 10-5b）。与此同时，电动机电枢由于惯性而不能立刻停下来，电枢绕组通过触点臂 3、5 与铜环 7 接触而构成回路，电枢绕组产生感应电流，因而产生制动转矩，电动机迅速停止转动，使刮水器的刮水片停止在规定的位置。

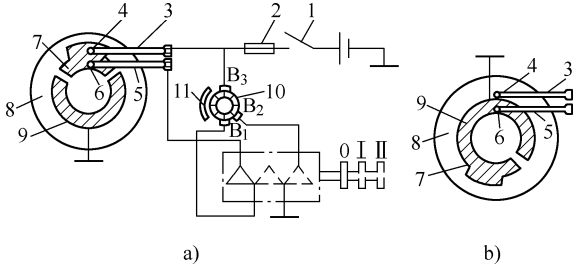


图 10-5　永磁式刮水器电动机控制电路

1—电源开关　2—熔丝　3、5—触点臂　4、6—触点　7、9—铜环
8—壳体　10—转子　11—永久磁铁

5. 电动刮水器的间歇控制

电动刮水器间歇控制的作用：一是与洗涤器配合使用时，可以达到先洗

涤后刮除的循环刮洗工序，以提高刮洗效果；二是在毛毛细雨时，雨量稀少，如果刮水器仍按原来那样不断地工作，不仅会引起刮片的颤动，而且也会对玻璃有损伤。

电子间歇刮水器控制电路如图 10-6 所示。根据间歇时间调整来分类，可以分为可调式和不可调式两类。

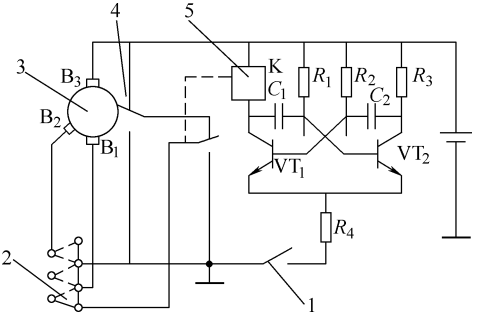


图 10-6　电子间歇刮水器控制电路

1—间歇刮水开关　2—刮水器开关　3—刮水电动机　4—自停开关　5—继电器

二、风窗清洗装置

汽车在风沙或尘土较多的环境中行驶时，会由于灰尘落在风窗玻璃上而影响驾驶人的视线。因此很多汽车的刮水系统中安装了清洗装置，必要时向风窗玻璃喷水或专用清洗液（北方地区冬季不宜用水，以免冻裂储液罐或输液管），在刮水器的配合下，保持风窗玻璃洁净。

1. 风窗清洗装置的组成

风窗清洗装置的结构如图 10-7 所示。喷嘴安装在风窗玻璃下面，方向可以根据使用情况调整，喷水直径一般为 0.8～1.0mm。洗涤泵连续工作时间不应超过 1min，对刮水和清洗分别控制的汽车，应先开洗涤泵，再接通刮水器。喷水停止后，刮水器应继续刮动3～5次，以便达到良好的清洁效果。

冬季使用时应添加甲醇、异丙醇、甘醇等防冻剂。

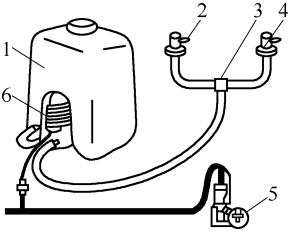


图 10-7　风窗清洗装置的结构

1—储液罐　2、4—喷嘴　3—三通　5—刮水器开关　6—洗涤泵

2. 风窗刮水、清洗装置控制电路

风窗洗涤装置的控制电路结合下面的刮水器电路共同分析。现在以丰田风窗刮水、清洗装置电路为例分析电路工作过程。

如图 10-8 所示为丰田轿车风窗刮水器控制电路，其控制开关有 5 个档位，分别是低速档（Lo）、高速档（Hi）、停止复位档（OFF）、间歇刮水档（INT）和喷洗器档。下面分析一下它的工作过程。

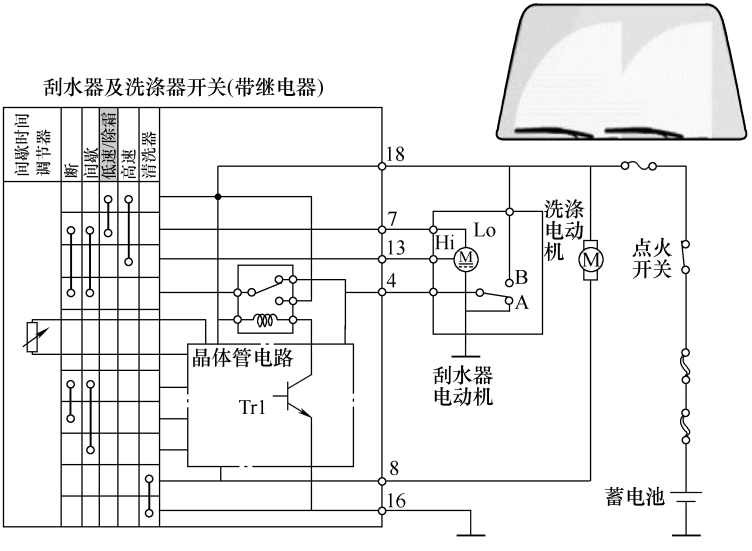


图 10-8　丰田轿车风窗刮水、清洗装置控制电路

（1）刮水器低速档　当刮水开关在低速位置时，电流的回路为：蓄电池“+”→端子 18→刮水器控制开关“LOW/MIST”触点→端子 7→刮水器电动机低速电刷 Lo→公共电刷→接地，形成回路，此时电动机低速运行。

（2）刮水器高速档　当刮水开关在高速位置时，电流的回路为：蓄电池“+”→端子 18→刮水器控制开关“HIGH”触点→端子 13→刮水电动机高速电刷 Hi→公共电刷→接地，形成回路，此时电动机高速运转。

（3）刮水器间歇档　当刮水开关在间歇刮水（INT）位置时，晶体管 Tr1 先短暂导通，此时电流为：蓄电池“+”→端子 18→继电器线圈→Tr1→端子 16→接地。线圈中产生磁场，使得继电器常闭触点 A 打开，常开触点 B 关闭。这时电动机低速运转，电路为：蓄电池“+”→端子 18→继

电器触点 B→刮水器开关“INT”触点→端子 7→刮水器电动机低速电刷 Lo→公共电刷→接地。

然后晶体管 Tr1 截止，继电器的触点 B 断开，触点 A 闭合，电动机转动时，凸轮开关触点 A 断开，B 闭合，所以电流继续流至电动机的低速电刷，电动机低速运转，此时的电流为：蓄电池“+”→凸轮开关触点 B→端子 4→继电器触点 A→刮水器开关“INT”触点→端子 7→刮水器电动机低速电刷 Lo→公共电刷→接地。当刮水器转至停止位置时，凸轮开关触点 B 断开，触点 A 接通，电动机停止运转。

刮水电动机停止运转一段时间以后，晶体管 Tr1 再次短暂导通，刮水器重复间歇动作。其中的间歇时间调节器可以调节间歇的时间长短。

（4）喷水器档　接通喷洗器开关时，在喷洗器电动机运转时，晶体管 Tr1 在预定的时间内接通，使刮水器低速运转 1～2 次。喷洗泵的电路为：蓄电池“+”→喷洗器电动机→端子 8→喷洗器开关端子→端子 16→接地。刮水器的电路为：蓄电池“+”→端子 18→继电器触点 B→刮水器开关“INT”触点→端子 7→刮水器电动机低速电刷 Lo→公共电刷→接地。这样就边喷洗边间歇刮水。

三、除霜装置

在较冷的季节，车窗玻璃上会凝结上一层霜、雾、雪或冰，从而影响驾驶人的视线。为了避免水蒸气凝结，设置了除霜（雾）装置，需要时可以对风窗玻璃加热。前、侧风窗玻璃上的霜层通常是利用空调系统上中产生的暖气（或流动的空气），达到除霜的目的。后风窗玻璃多使用除霜热线。除霜装置的控制电路如图 10-9 所示。工作过程如下：

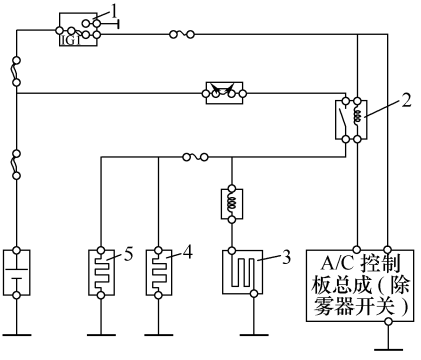


图 10-9　雷克萨斯 LS400 轿车后风窗玻璃除霜装置的控制电路

1—点火开关　2—继电器　3—后风窗除霜热线
4—左后视镜除霜器　5—右后视镜除霜器

当接通除霜器开关后，除霜器开关使除霜继电器的磁化线圈搭铁，继电器触点闭合，风窗玻璃及后视镜上的电热丝

通电发热，使冰霜受热蒸发。除霜器开关中的时间继电器维持除霜继电器导通10～20min，然后自动切断除霜继电器的电路，使电热丝断电。若想继续除霜，可再次接通除霜开关。

四、风窗刮水、清洗和除霜装置的维修

1. 维修刮水器与洗涤器系统

刮水器与洗涤器系统故障诊断见表10-1，根据故障现象找出故障部位进行检查。

表10-1 刮水器与洗涤器系统故障诊断

故障现象	可能的部位
刮水器不工作	1. 刮水器熔丝 2. 刮水器开关总成 3. 线束 4. 刮水器电动机
刮水器在间歇档不工作	1. 刮水器开关总成 2. 刮水器电动机 3. 线束
洗涤器电动机不工作	1. 刮水器熔丝 2. 刮水器开关总成 3. 刮水器电动机 4. 线束
当洗涤器开关位于ON时，刮水器不工作	1. 刮水器开关总成 2. 刮水器电动机 3. 线束
清洗液不工作	1. 储液罐 2. 清洗液 3. 洗涤器软管和喷嘴
1. 当刮水器开关位于OFF时，刮水器叶片不能回位或位置错误 2. 刮水器叶片与车身碰擦	刮水器电动机总成（刮水器臂和叶片位置）

现以丰田车为例来说明故障维修方法：

（1）刮水器与洗涤器系统位置　刮水器与洗涤器系统各主要部件的位置如图 10-10 所示。

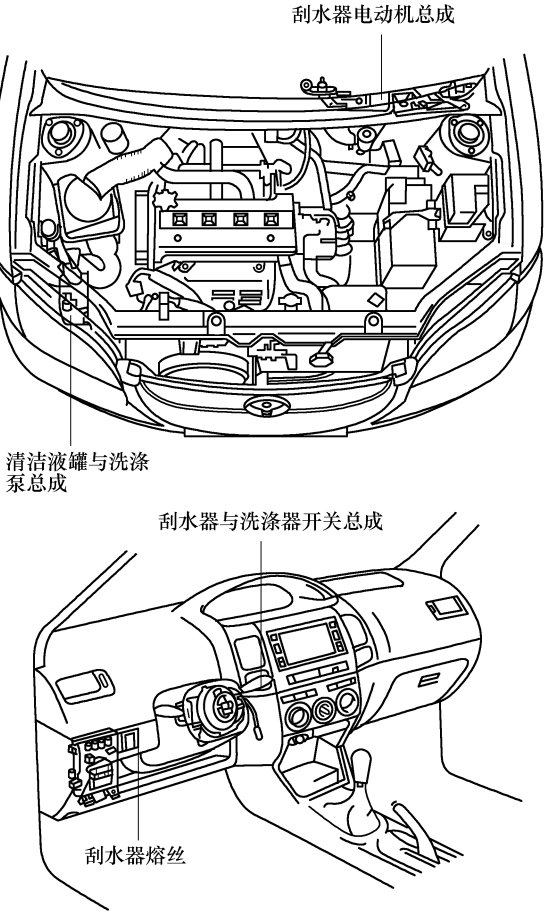


图 10-10　刮水器与洗涤器系统各主要部件的位置

（2）检查洗涤器电动机和泵（见图 10-11）

1）把洗涤器电动机和泵安装在储液罐系统上，往罐中倒入水。

2）断开洗涤器电动机的连接器。

3）把洗涤器电动机1号端子与蓄电池正极（+）连接；2号端子与蓄电池负极（-）连接。检查水是否从储液罐里流出来，如果没有流出来，则需要更换洗涤器电动机和泵。

（3）刮水器和洗涤器开关的检查

1）检查开关导通性，如图10-12所示，若导通性与表10-2不符，需更换刮水器和洗涤器开关。

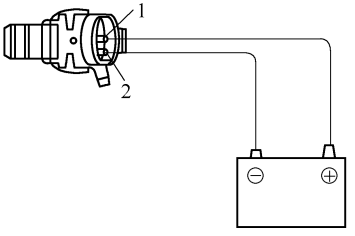


图10-11 洗涤器电动机和泵的检查

1—1号端子 2—2号端子

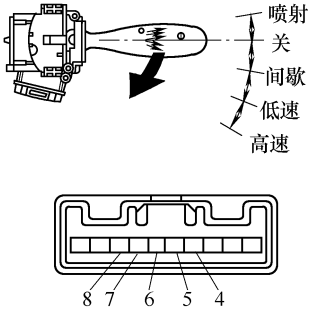


图10-12 刮水器和洗涤器开关

4—4号端子 5—5号端子 6—6号端子 7—7号端子 8—8号端子

表10-2 刮水器和洗涤器开关的导通性

开关位置	连接检查	导通性
MIST	7-8	导通
关	6-7	导通
间歇	6-7	导通
低	7-8	导通
高	8-9	导通
洗涤器运转	4-5	导通

2）检查刮水器间歇档的操纵性能。如图10-13所示，将电压表的正极（+）与7号端子连接，负极（-）与5号端子连接；把蓄电池正极（+）与8号端子连接，负极（-）5号端子和6号端子连接；把刮水器开关转到

间歇档位置。

如图 10-14 所示，把蓄电池正极（+）与 6 号端子连接，保持 5s。

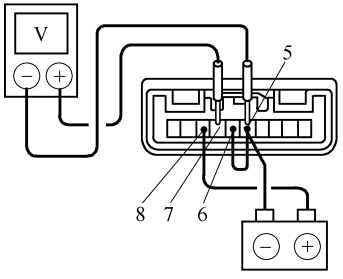


图 10-13　刮水器和洗涤器开关检查（1）

5—5 号端子　6—6 号端子

7—7 号端子　8—8 号端子

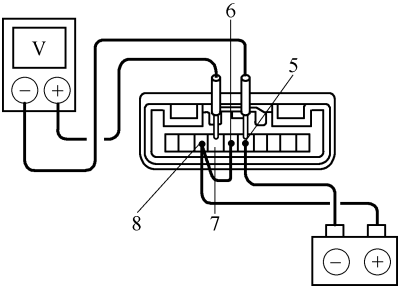


图 10-14　刮水器和洗涤器开关检查（2）

5—5 号端子　6—6 号端子

7—7 号端子　8—8 号端子

如图 10-15 所示，把蓄电池负极（-）与 6 号端子连接。使间歇刮水继电器工作，测量 7 号端子与 5 号端子之间的电压值，检查电压从 0 升到电源电压是否为表 10-3 中所列时间。若与表不符，更换刮水器和洗涤器开关。

表 10-3　检查前刮水器间歇档操纵性能

间歇时间开关位置	上升到电源电压所需时间
快	1～3s
慢	10～15s

3）检查洗涤器操作。如图 10-15 所示，把洗涤器开关转到 OFF 位置；把蓄电池正极（+）与 8 号端子连接，蓄电池负极（-）与 6 号端子和 5 号端子连接；把电压表正极（+）与 7 号端子连接，负极（-）与 5 号端子连接；把洗涤器开关转到 ON 和 OFF 位置，测量 7 号端子与 5 号端子之间的电压；洗涤器开关打开后约 0.3s 后电压表电压为电源电压，关闭后约 2.5s 变为 0V，否则更换刮水器和洗涤器开关。

（4）检查刮水器电动机性能

1）检查低速档。如图 10-16 所示，把蓄电池正极（+）与 1 号端子连接，蓄电池负极（-）与 5 号端子连接，检查电动机在低速档位的速度；

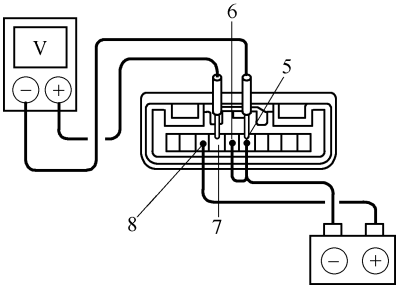


图 10-15　刮水器和洗涤器开关检查（3）

5—5 号端子　6—6 号端子　7—7 号端子　8—8 号端子

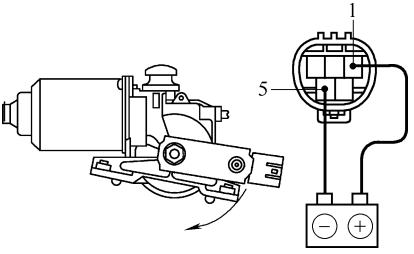


图 10-16　刮水器电机低速档检查

1—1 号端子　5—5 号端子

如果不符合规定，则应更换电动机。

2）检查高速档。如图 10-17 所示，把蓄电池正极（+）与 4 号端子连接，蓄电池负极（-）与 5 号端子连接，检查电动机在高速档位的速度；如果不符合规定，则应更换电动机。

3）检查自动复位。如图 10-16 所示，把蓄电池正极（+）与 1 号端子连接，蓄电池负极（-）与 5 号端子连接，使电动机在低速档位转动；断开 1 号端子使电动机在任意位置停止转动。

如图 10-18 所示，连接 1 号端子和 3 号端子，蓄电池正极（+）与 2 号端子连接，使电动机在低速档重新起动。

检查自动复位工作是否正常，标准位置如图 10-19 所示。如果不符合规定，则应更换电动机。

2. 除霜系统的维修

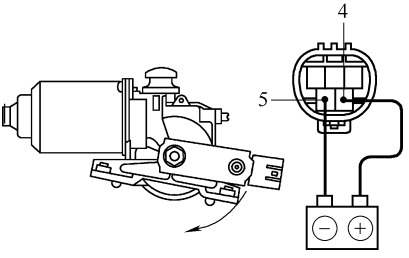


图 10-17　刮水器电动机高速档的检查

4—4 号端子　5—5 号端子

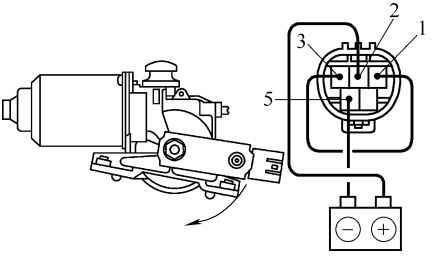


图 10-18　刮水器电动机自动复位检查（1）

1—1 号端子　2—2 号端子　3—3 号端子　5—5 号端子

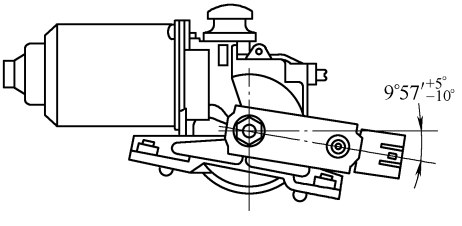


图 10-19　刮水器电动机自动复位检查（2）

现以丰田车为例说明故障维修方法。

1）除霜系统部件的位置。如图 10-20 所示，为丰田车除霜系统零部件在车上的位置。

除霜系统故障诊断见表 10-4，根据故障现象找出故障部位进行检查。

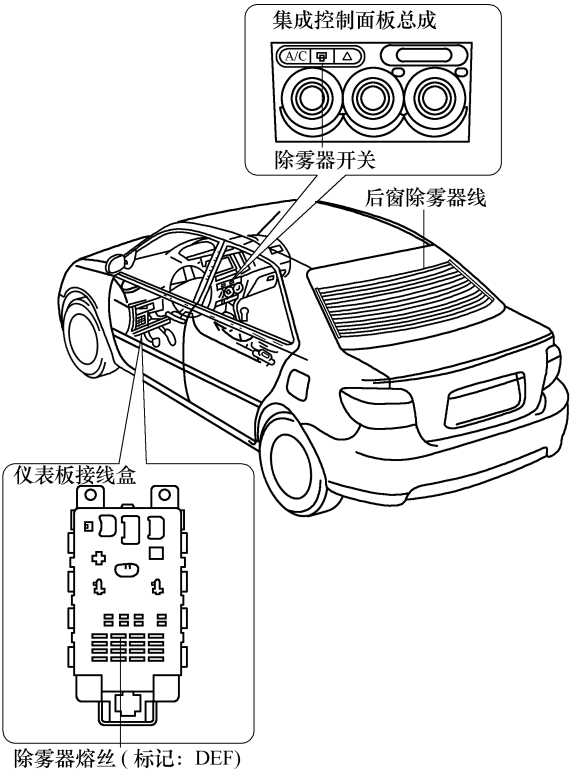


图 10-20　除霜系统零部件在车上的位置

表 10-4　除霜系统故障诊断

故障现象	可能的部位
后窗除霜器不运作 （指示灯亮）	1. 除霜器熔丝 2. 后窗除霜器线路 3. 线束
后窗除霜器不运作 （指示灯灭）	1. 除霜器熔丝 2. 集成控制面板总成 3. 后窗除霜器线路 4. 线束

2）检查控制面板总成。如图 10-21 所示，检查除霜器开关的运作；将蓄电池正极（+）与 3 号端子连接，蓄电池负极与 2 号端子连接。当开关处于 ON 位置时，指示灯应该亮。如果结果不符合规范，必须更换控制面板总成。

如图 10-22 所示，检查除霜器开关的导通性；各个端子的导通性应符合表 10-5 要求。

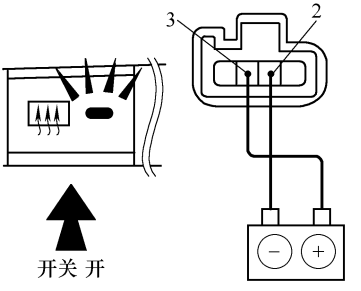


图 10-21　检查除霜器开关运作

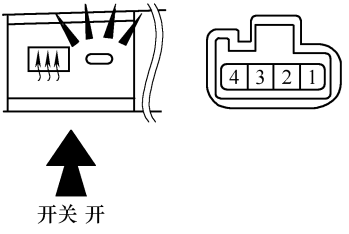


图 10-22　检查除霜器开关导通性

2—2 号端子　3—3 号端子

表 10-5　除霜器开关的导通性

端　子	开关情况	规范情况
3 与 4	ON	导通
	OFF	不导通

如果结果不符合规范，必须更换控制面板总成。

3）检查除霜器开关线路。拆开开关上的插头，按表 10-6 所示检查线束侧插头上的各端子。若检查结果与图示不符合，则更换除霜开关。

表 10-6　除霜开关线路检查

连接检查	条　件	导通性
2—接地	导通	导通
4—接地	开关关闭	不导通
	开关 ON	导通
3—接地	点火开关 LOCK 或 AAC	无电压
	点火开关 ON	电源电压

4）检查除霜线。当清洗玻璃时，用一软布沿线方向擦拭，小心不要损伤除霜线。不要用洗涤剂或玻璃清洗装置，这样会损伤表层。当检测电压时，用负极探针插入散热片一端，并如图 10-23 所示用手指压线。

转动点火开关 ON，转动除霜开关到 ON，如图 10-24 所示检查每一根线的中间电压。其值应符合表 10-7 的要求。

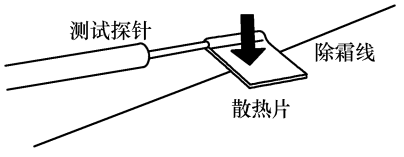


图 10-23　检查电压方法

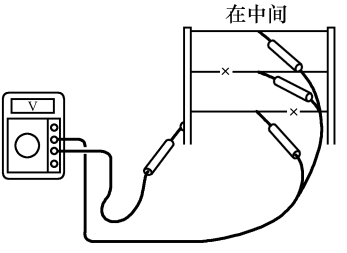


图 10-24　检查除霜线中间电压

表 10-7　除霜线中间电压

电　压	规 定 值
≈5V	正常
≈10V 或 0V	断线

用电压表正极探针连接除霜器正极端子，负极探针和搭铁端相连。正极探针压住断线，并朝负极端滑动。若在某点电压从 0V 跃升到几伏，这一点为断点，如图 10-25 所示。若除霜线未断，在除霜线正极端电压表指示应为 0V，在探针移到另一端上，电压应逐渐升高到 12V。

5）修理除霜线。如图 10-26 所示，用润滑脂、蜡和硅有机物清除工具

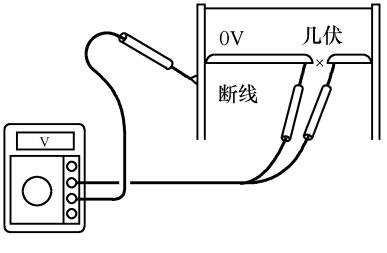


图 10-25　检查除霜线断点

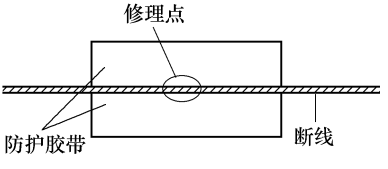


图 10-26　修理断的除霜线（1）

清洁断点，修理时，沿除霜线两侧贴胶带。如图 10-27 所示，经上述修理后，用刷子滴适量的修理剂到断点，几分钟后除去胶带即可。

6）检查后视镜除霜装置。将蓄电池的正负极分别与 2 号端子和 6 号端子两端连接，检查后视镜升温情况，如图 10-28 所示。后视镜在短时间内应出现明显升温，否则应更换后视镜加热器。

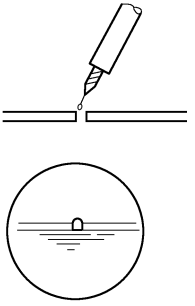


图 10-27　修理断的除霜线（2）

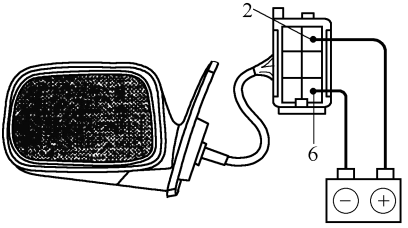


图 10-28　检查后视除雾装置

2—2 号端子　6—6 号端子

第二节　电动车窗

一、电动车窗的组成

电动车窗主要由车窗升降器、电动机、继电器、开关等组成。车窗升降器主要有钢丝滚筒式升降器、齿扇式升降器及齿条式升降器，如图 10-29 ~ 图 10-31 所示。

如图 10-32 所示，驾驶人坐在驾驶座上，即可利用控制开关使全部车窗玻璃自动升降，操作简便，且有利于行车安全。

由于车窗的动作是双向（升降）的，所以采用直流双向电动机——工作电流方向不同，电动机的转向不同。每个车门各有一个电动机，通过开关控制电动机



图 10-29　钢丝滚筒式车窗升降器

的电流方向，从而控制玻璃的升降。



图 10-30　齿扇式车窗升降器

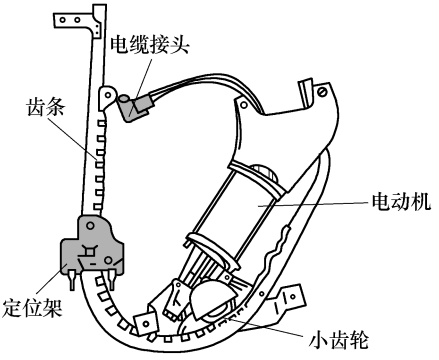


图 10-31　齿条式车窗升降器

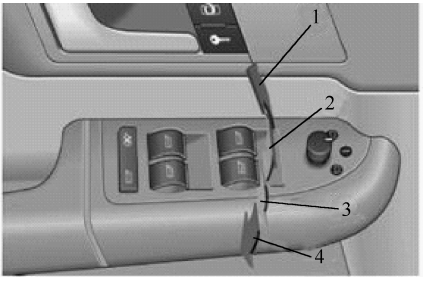


图 10-32　电动车窗的操作

1—自动上升　2—手动上升　3—手动下降　4—自动下降

二、电动车窗的控制电路

不同车型所采用的电动车窗的电动机及其控制电路各不相同。电动车窗的电动机控制电路可分成直接搭铁式和控制搭铁式两种。

1. 直接搭铁式

电动机的一端直接搭铁，电动机内部有两组励磁线圈。通过接通不同的线圈使电动机的转向不同，实现车窗的上升和下降动作，其控制电路如图 10-33所示。

该电路控制过程如下：驾驶人主控开关控制右前车窗上升，这时电路中电流方向如图 10-34 所示。乘客席侧开关控制右前车窗上升，这时电路中电

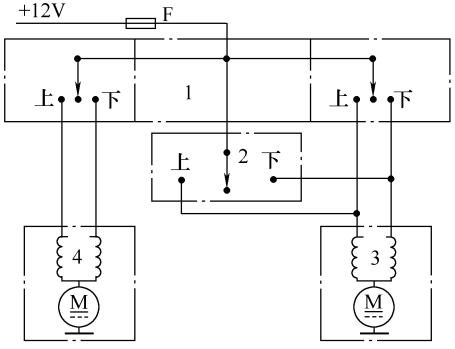


图 10-33　直接搭铁式控制电路

1—驾驶席侧主控开关组件　2—乘客席侧开关
3—右前车窗电动机　4—左前车窗电动机

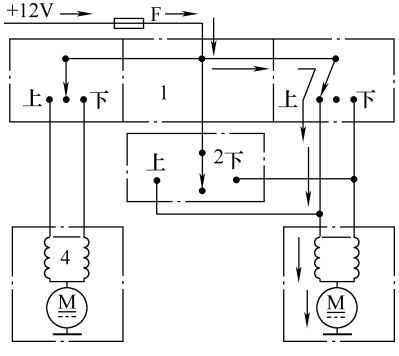


图 10-34　直接搭铁式控制电路工作过程（1）

1—驾驶席侧主控开关组件　2—乘客席侧开关
3—右前车窗电动机　4—左前车窗电动机

流方向如图 10-35 所示。

2. 控制搭铁式

控制搭铁式电动车窗的电动机结构简单，开关和控制电路复杂一些，在实际当中应用较广泛。其控制电路如图 10-36 所示。

该电路控制过程如下：驾驶席侧主控开关控制左后车窗上升，这时电路

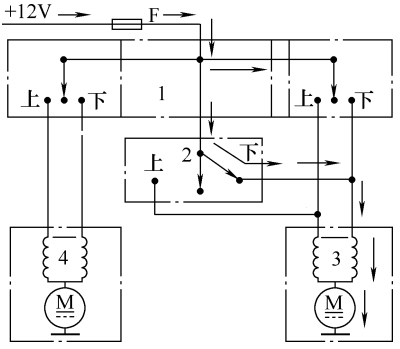


图 10-35　直接搭铁式控制电路工作过程（2）

1—驾驶席侧主控开关组件　2—乘客席侧开关
3—右前车窗电动机　4—左前车窗电动机

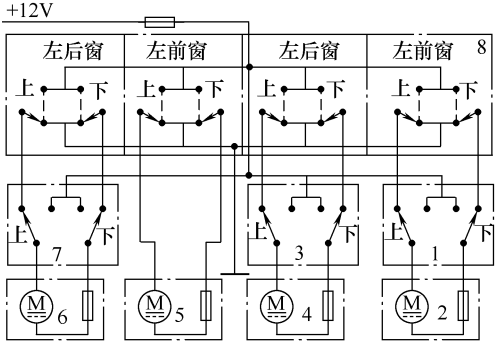


图 10-36　控制搭铁式控制电路

1—右前车窗开关　2—右前车窗电动机　3—右后车窗开关　4—右后车窗电动机
5—左前车窗开关　6—左前车窗电动机　7—左后车窗开关

中电流方向如图 10-37 所示。乘客席侧开关控制左后车窗下降，这时电路中电流方向如图 10-38 所示。

在驾驶席侧主控开关上装有车窗锁止开关（见图 10-39），可切断乘客席侧开关的电源电路。如果按下开关，乘客席侧车窗开关就失效，不能控制车窗升降。为防止电路过载，电路中（或者电动机内）装有热敏断路开关。驾驶席侧车窗开关可以实现自动上升和下降的功能。

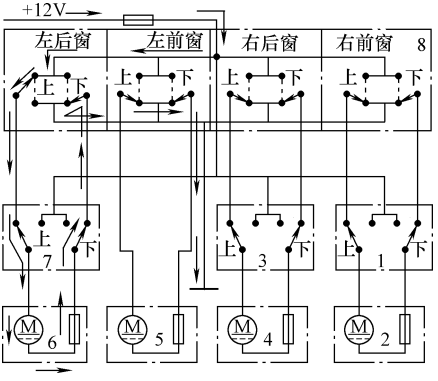


图 10-37　控制搭铁式控制电路工作过程（1）

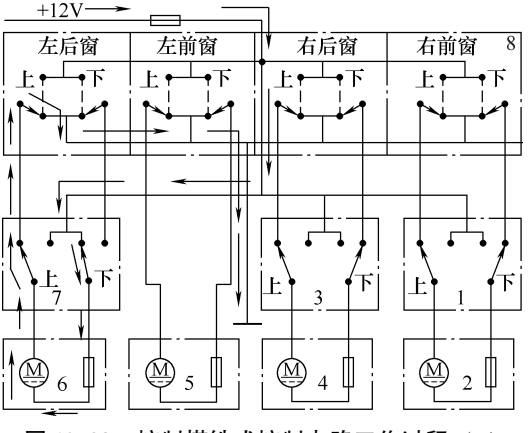


图 10-38　控制搭铁式控制电路工作过程（2）



图 10-39　车窗锁止开关

三、电动车窗的故障维修

现以丰田轿车为例说明电动车窗的故障维修。

1. 电动车窗系统电路

图 10-40 为丰田轿车车窗系统图，图 10-41 为丰田轿车车窗电路图。

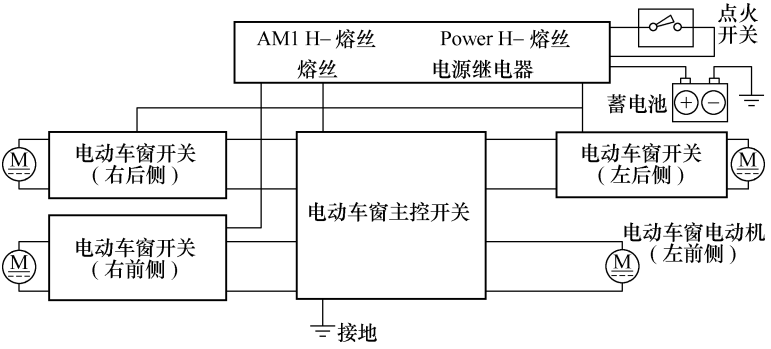


图 10-40　丰田轿车车窗系统图

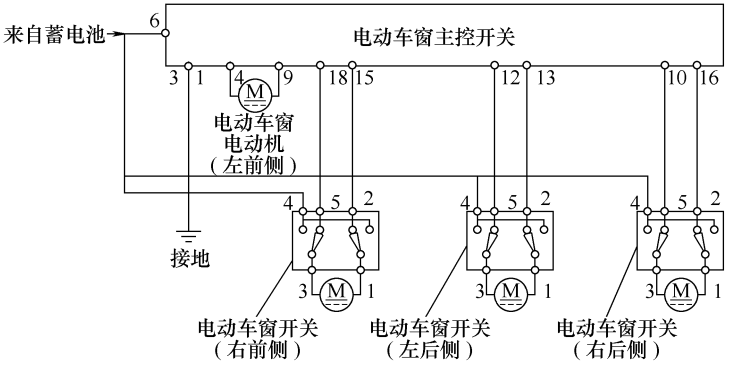


图 10-41　丰田轿车车窗电路图

2. 电动车窗各个部件的位置

电动车窗控制装置如图 10-42 所示。电动车窗开关接头如图 10-43 所示。

电动车窗故障诊断见表 10-8，根据故障现象找出故障部位进行检查。

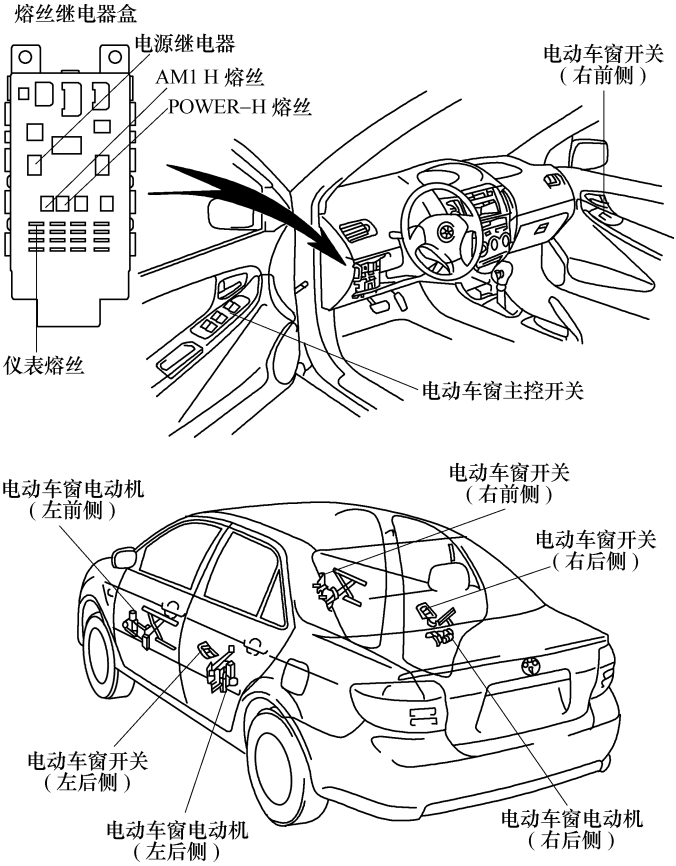


图 10-42　电动车窗控制装置

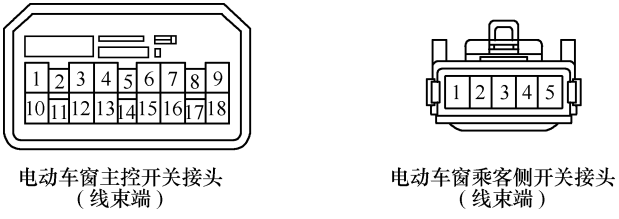


图 10-43　电动车窗开关接头

表 10-8 电动车窗故障诊断

故障现象	可能的部位
电动车窗不能工作（全部）（电动车门锁不能工作）	1. AM1H 熔丝 2. 电源继电器 3. POWERH 熔丝 4. 仪表熔丝 5. 线束
电动车窗不能工作（全部）（电动车门锁正常）	1. 点火开关 2. 电动车窗主控开关 3. 线束 4. 电动车窗电动机
AUTO DOWN（自动下降）功能不能工作	1. 电动车窗主控开关 2. 电动车窗电动机
仅一个车窗不能工作	1. 电动车窗主控开关 2. 电动车窗乘客侧开关 3. 电动车窗电动机 4. 线束
“窗锁止系统”不能工作	电动车窗主控开关

3. 检查电动车窗主开关的导通性

如图 10-44 所示，若导通性与表 10-9 所示不符，则更换电动车窗主控开关。

表 10-9 电动车窗主控开关导通性诊断

检测项目	开关状态	端子	正常状态
驾驶席侧车窗开关（车窗未锁和车门上锁）	UP	4—6—7	导通
		1—3—9	
	OFF	1—3—4	导通
		1—3—9	
	DOWN	1—3—4	导通
		6—7—9	
	AUTO	1—3—4	导通
		6—7—9	

（续）

检测项目	开关状态	端　子	正常状态
右前侧车窗开关（车窗未锁）	UP	1—3—15	导通
		6—7—18	
	OFF	1—3—15	导通
		1—3—18	
	DOWN	1—3—18	导通
		6—7—15	
右前侧车窗开关（车窗上锁）	UP	6—7—18	导通
	OFF	15—18	导通
	DOWN	6—7—15	导通
左后侧车窗开关（车窗未锁）	UP	1—3—13	导通
		6—7—12	
	OFF	1—3—13	导通
		1—3—12	
	DOWN	1—3—12	导通
		6—7—13	
左后侧车窗开关（车窗上锁）	UP	6—7—12	导通
	OFF	12—13	导通
	DOWN	6—7—13	导通
右后侧车窗开关（车窗未锁）	UP	6—7—10	导通
		1—3—16	
	OFF	1—3—10	导通
		1—3—16	
	DOWN	1—3—10	导通
		6—7—16	
右后侧车窗开关（车窗上锁）	UP	6—7—10	导通
	OFF	10—16	导通
	DOWN	6—7—16	导通

4. 检查开关照明

如图 10-45 所示检测，主控开关照明灯应亮，如不亮则应更换电动车窗主控开关。

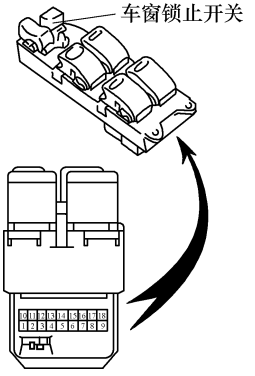


图 10-44　电动车窗主控开关

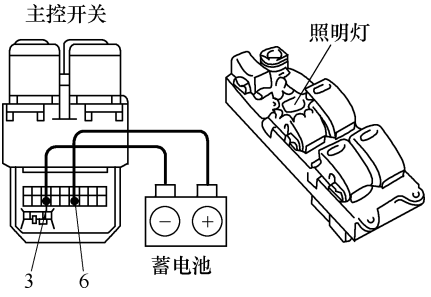


图 10-45　电动车窗主控开关照明检测

3—3 号端子　6—6 号端子

5. 检查乘客侧电动车窗开关的导通性

如图 10-46 所示，如果导通性与表 10-10 所示不符，则更换乘客侧电动车窗开关。

表 10-10　乘客侧电动车窗开关导通性诊断

开关状态	端　子	正常状态
UP	1—2	导通
	3—4	
OFF	1—2	导通
	3—5	
DOWN	1—4	导通
	3—5	

6. 检查电动车窗电动机

左前侧和右后侧的车窗电动机以及右前侧和左后侧的车窗电动机均应以相同步骤进行检测。

（1）检查左前侧和右后侧电动车窗电动机　将 4 号端子与蓄电池正极

相连、5 号端子与蓄电池负极相连，并检查电动机应顺时针旋转（见图 10-47）；反过来接线，电动机应逆时针旋转。若检测结果与上述不符，则更换左前侧电动车窗电动机。

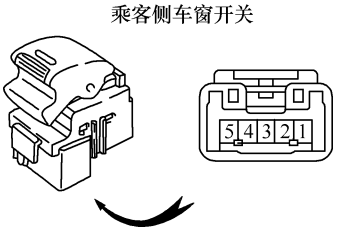


图 10-46　乘客侧电动车窗开关

（2）检查右前侧和左后侧电动车窗电动机　将 5 号端子与蓄电池正极相连、4 号端子与蓄电池负极相连，检查电动机应顺时针旋转（见图 10-48）；反过来接线，检查电动机应逆时针旋转。若与检测结果上述不符，则更换右前侧电动车窗电动机。

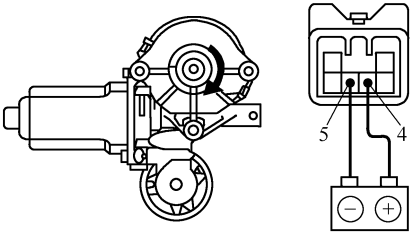


图 10-47　左前侧和右后侧电动车窗电动机检测

4—4 号端子　5—5 号端子

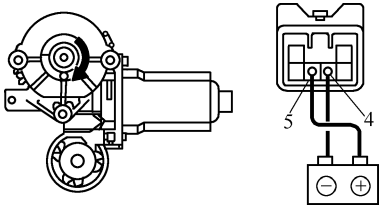


图 10-48　右前侧和左后侧电动车窗电动机检测

4—4 号端子　5—5 号端子

7. 检查电动车窗过载保护（PTC）的工作情况

如图 10-49 所示，将直流 400A 的万用表表笔接到 4 号端子或 5 号端子的线束上；完全关闭车窗玻璃。

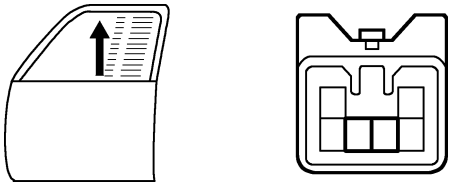


图 10-49　电动机内置 PTC 的检测

当主控开关按 UP（上）时，进行电流切断检查。当车窗完全合上 60s 后，检查电流经过 4～90s 后应由 16～34A 降到 1A。检测电流切断 60s 后，当主控开关或乘客侧开关按 DOWN（下）时，检查玻璃向下。

如果结果不符合上述要求，则应更换电动机。

8. 检查继电器

如图 10-50 所示继电器内部结构，若导通性与表 10-11 所示不符，则更换电源继电器。

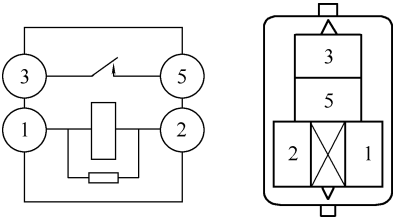


图 10-50　电源继电器

1—1 号端子　2—2 号端子

3—3 号端子　5—5 号端子

表 10-11　电源继电器导通性诊断

状　态	端　子	正常状态
常态	1—2	导通
1 号端子、2 号端子分别接蓄电池正、负极	3—5	导通

第三节　电动座椅

一、电动座椅的种类

电动座椅是指以电动机为动力，通过传动装置和执行机构来调节座椅的各种位置，使驾驶人或乘客乘坐舒适的座椅。常用的电动座椅有三种：

1）两方向：往前和往后移动座椅。

2）四方向：往前、往后、往上和往下移动座椅。

3）六方向：往前、往后、往上、往下、前俯和后仰调整座椅。

还有些车型的电动座椅为驾驶人侧座椅带记忆功能、副驾驶侧带有电动调节和配备有 12 方向的电动调节座椅。

电动座椅前后方向的调节量一般为 100 ~ 160mm，上下方向一般为 30 ~ 50mm，全程移动所需时间为 8 ~ 10s。

二、电动座椅的组成

电动座椅一般由传动机构、电动机和控制开关组成。

1. 传动机构

传动机构由高度调整机构（见图 10-51）、纵向调整机构（见图 10-52）组成。电动机的旋转运动，通过传动机构改变座椅的空间位置。

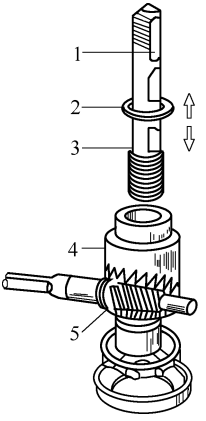


图 10-51　高度调整机构

1—铣平面　2—止推垫片
3—心轴　4—蜗轮
5—挠性驱动蜗杆轴

2. 电动机

电动机为电动座椅的调节机构提供动力。此类电动机多采用双向电动机，即电枢的旋转方向随电流的方向改变而改变，使电动机按不同的电流方向进行正转或反转，以达到座椅调节的目的。

电动机的数量取决于电动座椅的类型，通常六向调节的电动座椅装有三个电动机。为防止电动机过载，电动机内装有熔丝，以确保电器设备的安全。

3. 控制开关

控制装置接受驾驶人或乘客输入的命令，控制执行机构完成电动座椅的调整。电动座椅组合开关包括前倾开关、后倾开关和四向开关（即上下和前后）。

电动座椅组合控制开关有的汽车安装在车门上，有的汽车安装在座椅旁边，使驾驶人或乘客操纵方便。

三、电动座椅的控制电路

电动座椅的基本控制电路如图 10-53 所示。它主要由电源、组合控制开

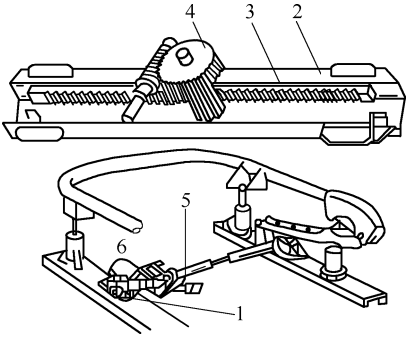


图 10-52　纵向调整机构

1—支承及导向元件　2—导轨　3—齿条　4—蜗轮
5—反馈信号电位计　6—调整电动机

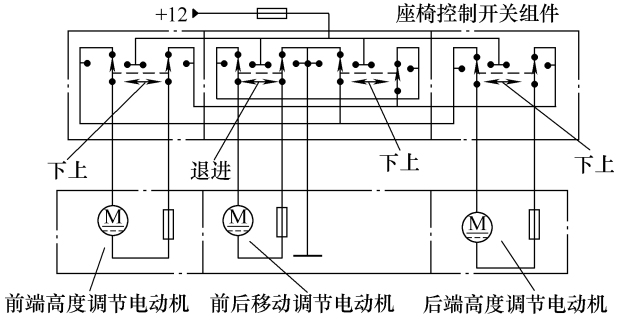


图 10-53　电动座椅的基本控制电路

关和电动机等组成。组合控制开关内部有四套开关触点。驾驶人或乘客通过控制开关上的按钮来调节座椅的位置。电动座椅后端上升时的电流流向图如图 10-54 所示。

四、电子控制自动调节电动座椅

电子控制自动调节电动座椅，如图 10-55 所示。这种电动座椅带有记忆功能，它能够将调节后的位置记录下来，作为以后自动调节的基准。驾驶人需要调节时，只要一按开关就可自动调节到理想的位置。

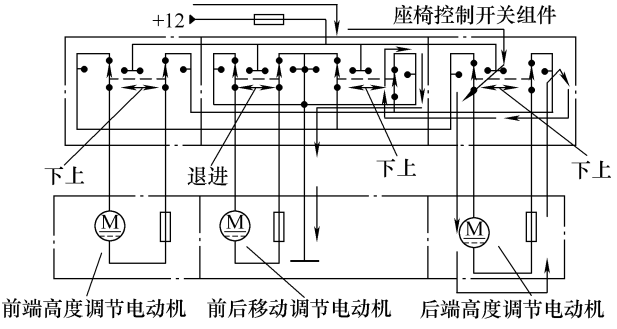


图 10-54　电动座椅后端上升时的电流流向

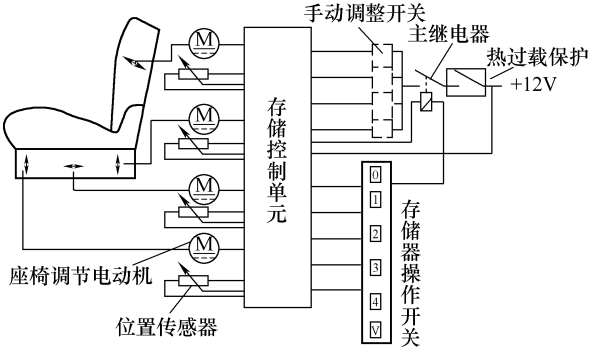


图 10-55　具有存储功能的电动座椅系统示意图

五、电动座椅的故障检修

如图 10-56 所示，以本田雅阁轿车八向可调式电动座椅为例来说明故障检修。

1. 电动机及控制电路的检测

首先检查是否为机械传动故障。如果不是则检查电路是否有断路、熔丝是否烧断、搭铁是否良好。

2. 电动座椅控制开关的检查

拆卸座椅调节开关，把开关置于表 10-12 中所列的位置上。将电阻表的探针置于表中所列出的端子上并记下读数，将读数与此表相对照。如果开关未能通过测试的任一项，则应更换开关总成。

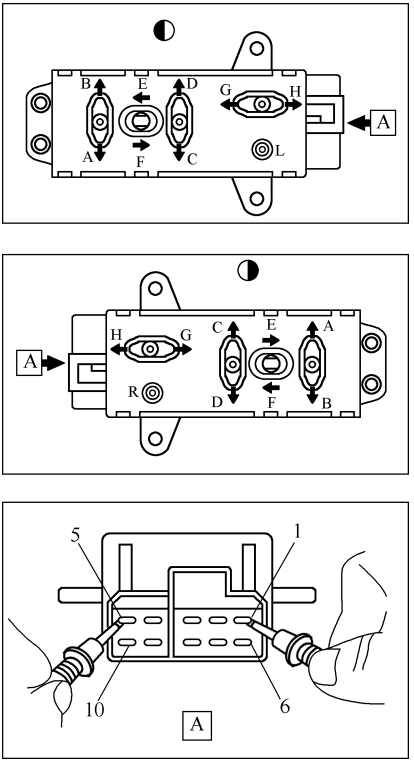


图 10-56　本田雅阁轿车座椅控制开关

表 10-12　电动座椅控制开关导通性诊断

开关位置	开关端子	正常状态
位置 A	10—5	导通
位置 B	7—5	导通
位置 C	9—5	导通
位置 D	8—5	导通
位置 E	6—5	导通
位置 F	3—5	导通
位置 G	2—5	导通
位置 H	4—5	导通
开关置于中间位置	1—2、3、4、6、7、8、9 或 10	导通

第四节　电动后视镜

汽车上的后视镜位置直接关系到驾驶人能否观察到车后的情况，与行车安全有着密切的联系。后视镜的调整一般来说比较麻烦，采用电动后视镜，可通过开关进行调整，操作方便。

现在大部分轿车的后视镜都是电动调节的，有些高级轿车还带有加热除霜功能。其操作功能如图 10-57 所示。

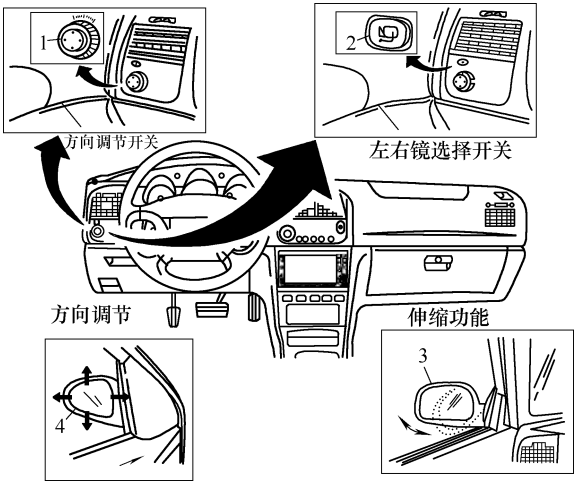


图 10-57　电动后视镜操作功能

一、电动后视镜的组成

如图 10-58 所示，电动后视镜主要由调整开关、双向电动机、传动和执行机构、外壳及连接件等组成。反射镜的背后装有两套电动机和驱动器，可操纵反射镜上下及左右转动。通常上下方向的转动用一个电动机控制，左右方向的转动用另一个电动机控制。通过改变电动机的电流方向，就可完成对后视镜的上下左右方向的调整。

二、电动后视镜的控制电路

图 10-59 为桑塔纳 2000 型轿车电动后视镜控制电路，其他车型的控制

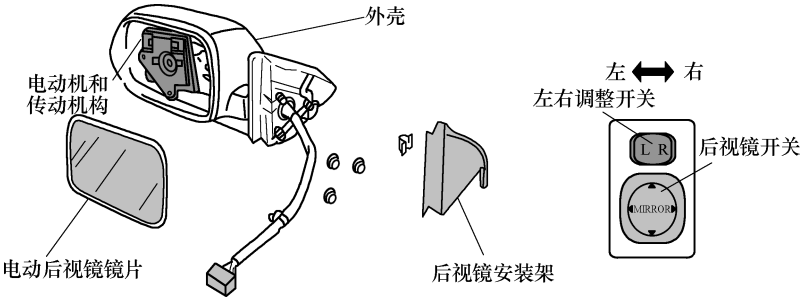


图 10-58　电动后视镜的组成

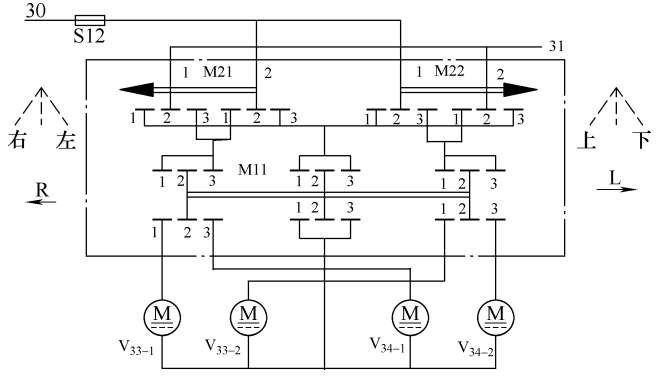


图 10-59　电动后视镜控制电路

电路与之类似。每个后视镜电动机都有一个独立开关控制。操纵开关能使一个电动机单独工作，也可使两个电动机同时工作。

图 10-60 所示为左侧电动后视镜左转电路控制过程。

三、电动后视镜的故障维修

现以丰田威驰轿车电动后视镜系统为例说明故障维修过程。

1. 电动后视镜系统部件位置

电动后视镜系统各主要部件的位置如图 10-61 所示。

电动后视镜系统故障诊断见表 10-13，根据故障现象找出故障部位进行检查。

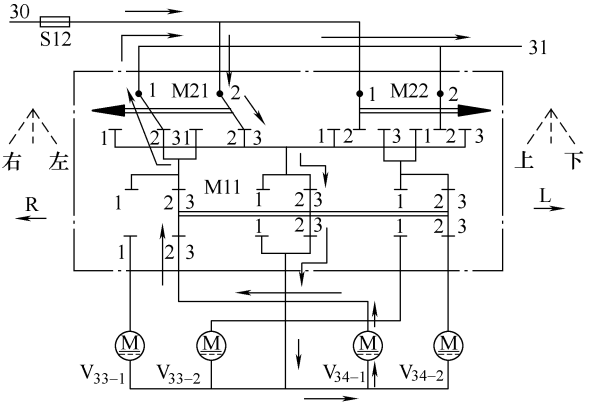


图 10-60　左侧电动后视镜左转电路控制过程

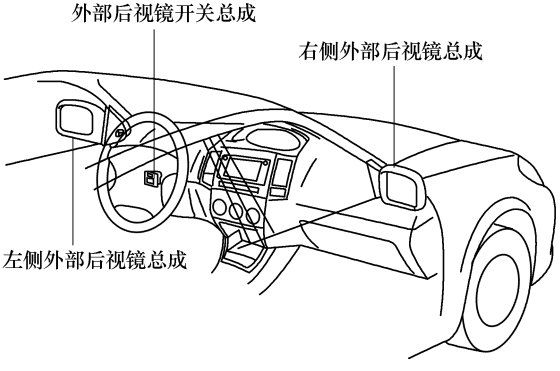


图 10-61　电动后视镜系统主要部件的位置

表 10-13　电动后视镜系统故障诊断

故 障 现 象	可能的部位
后视镜不工作	1. 外后视镜开关总成 2. 外后视镜总成 3. 线束
后视镜工作不正常	1. 外后视镜开关总成 2. 外后视镜总成 3. 线束

2. 检查后视镜开关总成

如图10-62所示为检测后视镜开关总成，如果导通性与表10-14所示不符，则应更换后视镜开关总成。

表10-14 电动后视镜开关总成导通性的诊断

左右调整开关位置	端　子	后视镜开关位置	正常状态
左（L）	—	关	不导通
	4—8 6—7	上	导通
	4—7 6—8	下	
	5—8 6—7	左	
	5—7 6—8	右	
右（R）	—	关	不导通
	3—8 6—7	上	导通
	3—7 6—8	下	
	2—8 6—7	左	
	2—7 6—8	右	

3. 检查后视镜总成

断开后视镜接头，如图10-63所示，加蓄电池电压检查后视镜镜面动作。如果动作与表10-15所示不符，则应更换后视镜总成。

表 10-15　电动后视镜总成诊断

测 量 情 况	后视镜动作
蓄电池正极—5 蓄电池正极—3	后视镜向上
蓄电池正极—3 蓄电池正极—5	后视镜向下
蓄电池正极—3 蓄电池正极—1	后视镜向左
蓄电池正极—1 蓄电池正极—5	后视镜向右

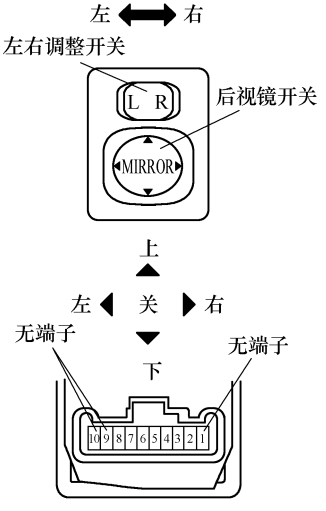


图 10-62　电动后视镜开关总成

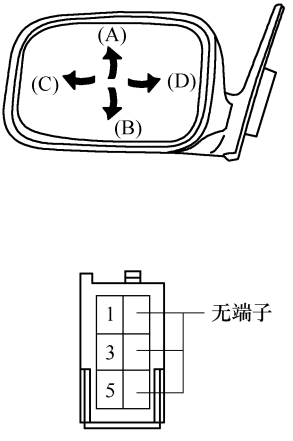


图 10-63　电动后视镜总成

第五节　汽 车 音 响

汽车音响系统如图 10-64 所示，是一种创造舒适驾驶环境的设备。汽车

音响系统主要是收音机、磁带放音机。随着数字技术的发展，新的车型通常装有CD、DVD播放器，用来播放数字信号等多媒体信息。

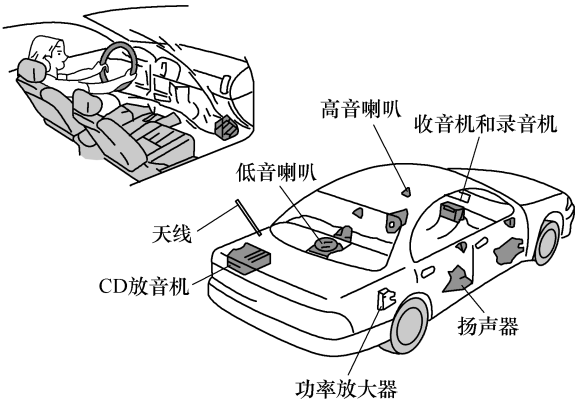


图10-64　汽车音响系统

一、汽车音响的组成

汽车音响的组成随车型和等级有所不同。在某些情况下，用户可以根据零售商的推荐来选择相关部件。其组成如图10-65所示。

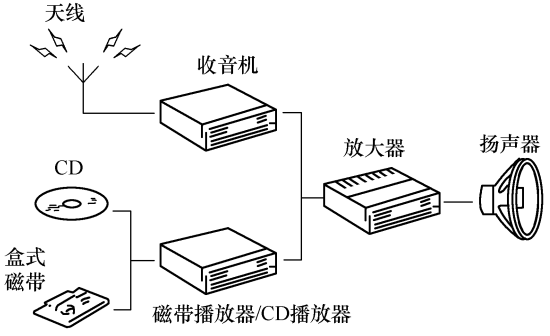


图10-65　汽车音响的组成

汽车音响系统的原理与家用音响系统的原理是一样的。但是汽车音响系统是在车辆中使用的，其使用条件比较差。它要具备的特点如图10-66

所示。

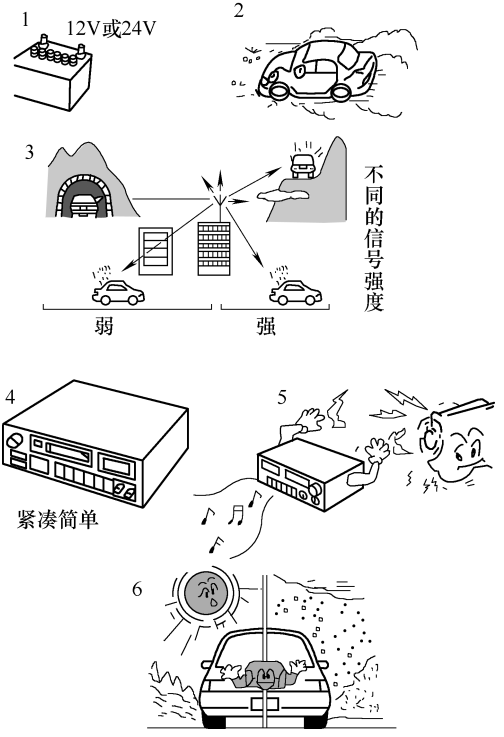


图 10-66　汽车音响的特点

1）由汽车的蓄电池供电。汽车音响系统的电源是蓄电池。此系统的工作电压是 12V（或 24V）。

2）耐振动及防灰尘。汽车音响系统设计时应考虑承受不平、颠簸路面的振动及灰尘等因素。

3）灵敏度好。收音机应非常灵敏，这样即使在车子经过无线电波不强的区域也可以收到信号。无线电波的强度是随地方而变化的。

4）容易操作。汽车音响系统可以在驾驶人开车时很容易地使用。

5）对电气噪声不敏感。汽车音响系统对汽车中诸如点火系统、充电系统和起动系统产生的电气噪声不敏感。

6）对温度变化不敏感。汽车音响系统能承受高温和低温之间的温度变化。

二、收音机

收音机通过接收从许多广播电台发射的无线电波中的一种来选择某一需要收听的节目，如图10-67所示。

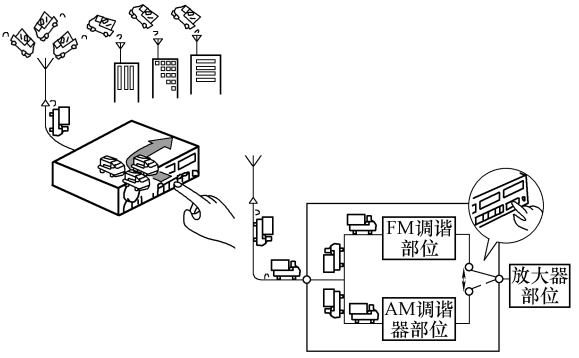


图10-67 汽车收音机

在无线电广播中，分为调幅广播AM和调频广播FM，如图10-67所示。收音机接收AM广播和接收FM广播是不同的。两者是通过按钮操作来切换的。

1. 收音机的工作原理

收音机通过天线收到广播信号后，还必须清除电信号中的载波，如图10-68所示。广播电台发射的音乐和语音的信号与载波进行合成变成调制信号。因此，要把此信号转换成音乐和语音，必须去掉载波，只得到声信号。

因为收音机收到的无线电信号非常微弱，要由放大器将信号充分放大，这样使喇叭发出声音。放大器可以安装在收音机中，也可以单独安装，作为立体声音响的一个组件。

2. 收音机的功能

目前汽车广泛采用的数字收音机的功能如图10-69所示。

（1）预设功能 通过将收到的广播存入预设按钮，用户只要简单地按一下此按钮便可以选择此电台。

（2）自动寻台功能（SEEK） 通过按调谐按钮，接收到的频率依次变化。当系统探测到收到的无线电波有一定强度时，则停止搜索并输出此广播电台的节目。

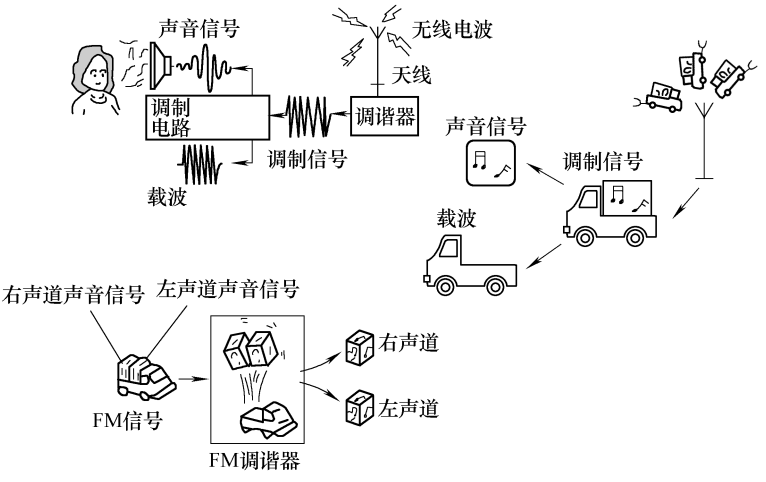


图 10-68　汽车收音机的工作原理

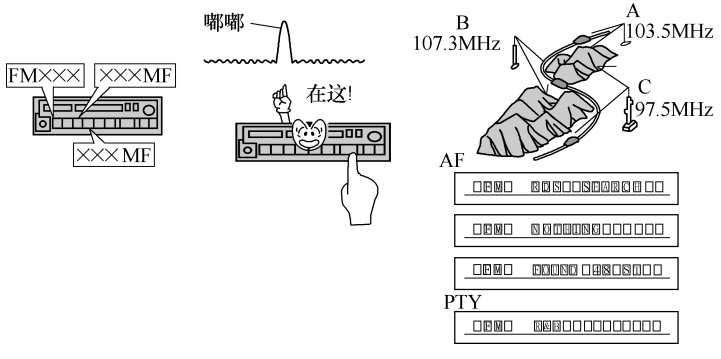


图 10-69　汽车收音机的功能

（3）RDS（无线电数据系统）功能　RDS 是一种数据发送系统，它利用 FM 广播的空白波段，是一种用无线电文本发送各种有用数据或其他信息的信息服务。

在 RDS 功能中，功能最强大的是 AF 功能。使用此功能，可以执行网络跟踪，能在某个节目的接收条件变差时，自动切换到播送相同节目的另一个广播电台。

（4）AF（变换频率）功能　可提供播放与用户正在相邻服务区收听的

节目相同的电台的频率信息。

（5）PTY（节目种类）功能　可实现“节目内容识别”，并可将收到的节目分类并加以识别。例如，用户想听新闻，那么收音机可以自动搜索正在广播新闻的电台。

三、天线

天线是无线电信号通往收音机的“大门”，是产生良好声音的重要元件。

1. 天线的类型

汽车天线有两类，即拉杆天线和后窗印制天线，如图10-70所示。

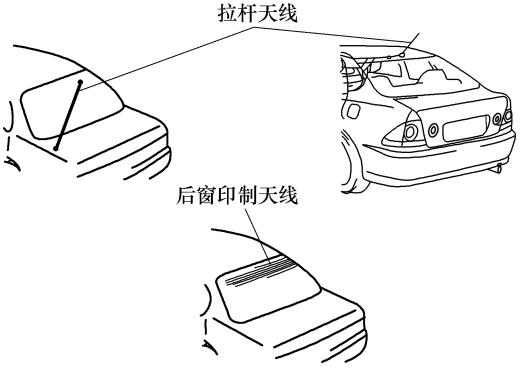


图10-70　天线

拉杆天线又可以分为安装在前后翼子板上的类型和安装在车顶后中部的类型。有些拉杆天线采用电动驱动，通过开关可以使其产生伸缩变化。

后窗印制天线是将导电漆涂在后窗玻璃上。其特点是不像拉杆天线那样需要移上移下，也没有风的噪声，同时因为它不需要进行折叠也不会生锈，所以很耐用。

2. 天线的接收灵敏度

天线接收到的无线电波变成电信号后通过同轴电缆的芯线（馈线）送到收音机，在使用拉杆天线的情况下，要得到高质量的效果，天线应该拉足。如果采用后窗印制天线，印制过程中存在的细微破坏将会导致灵敏度变坏，如图10-71所示。

3. 天线和噪声

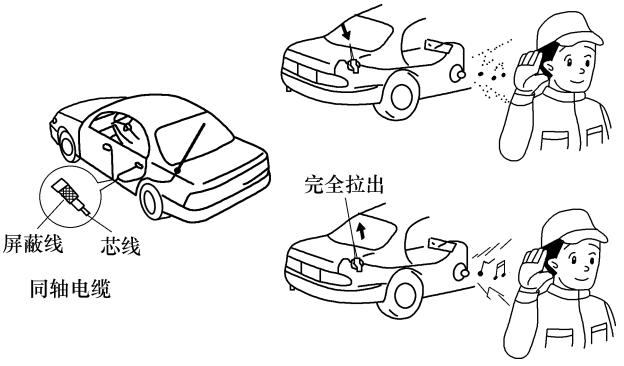


图 10-71　天线接收灵敏度

天线接收的信号通过同轴电缆到达收音机后，如果此时有其他无线电波进入，收音机中将产生噪声，如图 10-72 所示。

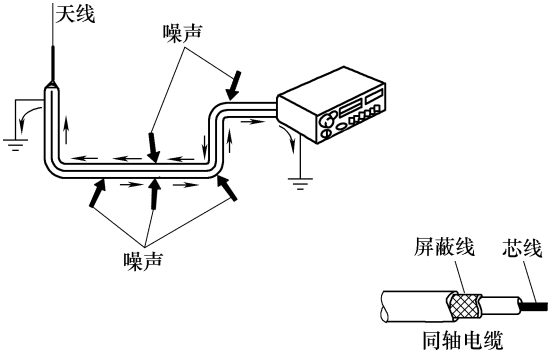


图 10-72　天线和噪声

四、收音机的信号接收

由于汽车收音机的收音质量取决于天线长度和汽车内噪声干扰，汽车收音机可以清晰接收节目的广播服务区域是比较小的。

1. 噪声的产生

调幅广播（AM）容易受外界噪声的干扰，如图 10-73 所示。

如果无线电波微弱的区域发生雷电或者靠近交通信号、电力线或火车轨道，噪声就易于产生。此外，汽车音响系统容易受到音响系统所在汽车的电

器元件，如火花塞、点火线圈和发电机产生的电气噪声的影响。

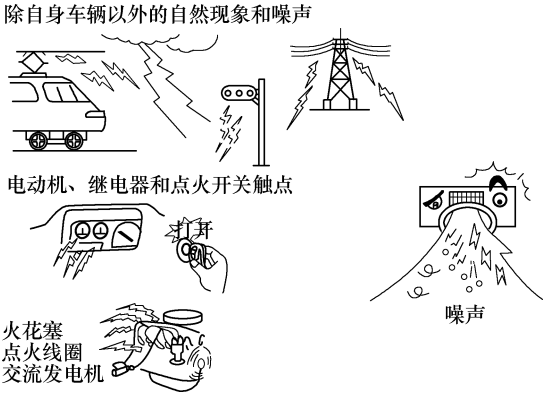


图 10-73　噪声产生

当开关通断或继电器线圈通断电时，在触点之间会产生火花。这就是所谓的“噪声”或“干扰”，如图 10-74 所示。其他可能的噪声源是发动机 ECU 产生的脉冲电流等。这种干扰对汽车音响系统有负面影响，它引起的静电和其他噪声通过喇叭输出。为了好的声音效果，我们需要对噪声进行抑制。

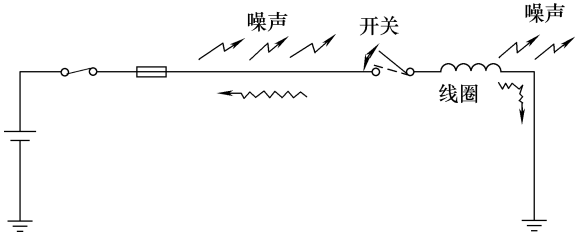


图 10-74　电流噪声的组成

2. 噪声的抑制措施

（1）点火系统　点火线圈产生的高压通过高压线圈传送到火花塞，且高压在高压线圈和火花塞产生非常强的噪声。此噪声辐射到发动机罩，并从那里进入无线电天线。要防止此噪声的产生，应采取的措施如图 10-75 所示。

1）高压线：使用电阻式或缠绕式电线作为高压线的芯线，可将电流中

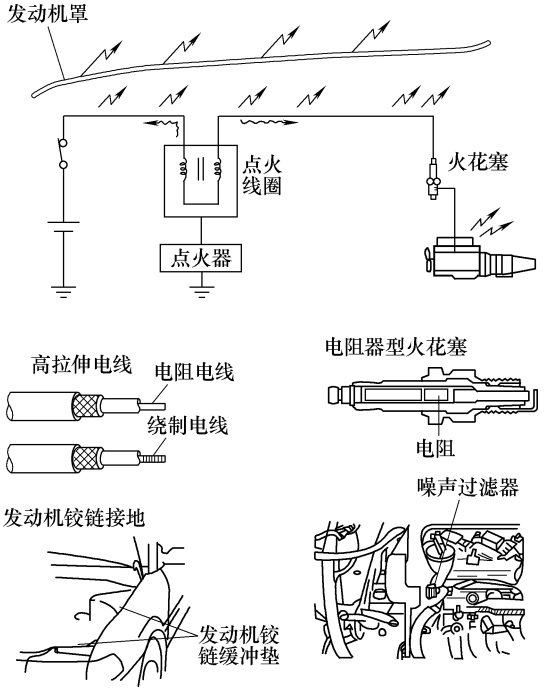


图 10-75　点火系统噪声的抑制措施

的噪声成分转化成热能。

2）电阻式火花塞：在火花塞的中央电极串入一只电阻，用于抑制噪声成分。

3）发动机罩接地：使用导电橡胶做的发动机罩垫子，将发动机罩连接到车身。

（2）喇叭　当操作喇叭时，在喇叭的触点产生电气噪声。为减小此噪声，可在喇叭的触点处并联一只可变电阻，如图 10-76 所示。

（3）刮水器电动机　当刮水器电动机运行时，在电动机电刷处产生电气噪声。因为噪声是在电刷处产生的，可在电路中安装一只电容器，如图 10-77 所示。这样，电气噪声被电容器吸收转变为热能。

（4）转向信号闪光器　当转向信号闪光灯在运行时，转向信号闪光器内的继电器触点反复进行开关动作，结果在继电器触点和线圈内产生电气噪声。如图 10-78 所示，可通过连接一只电容器，使电源线上不再产生噪声。

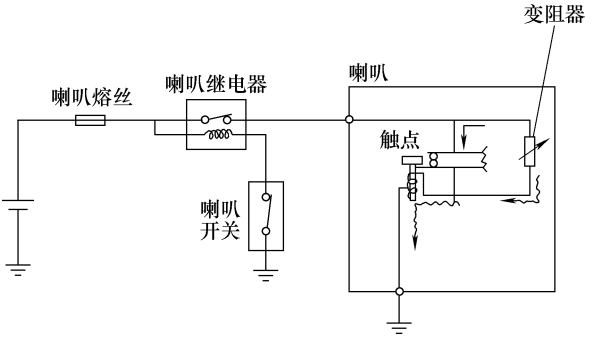


图 10-76　喇叭抑制噪声措施

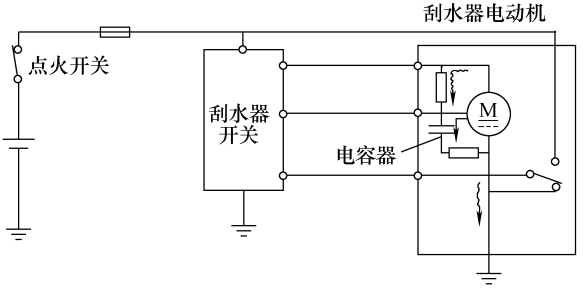


图 10-77　刮水器电动机抑制噪声措施

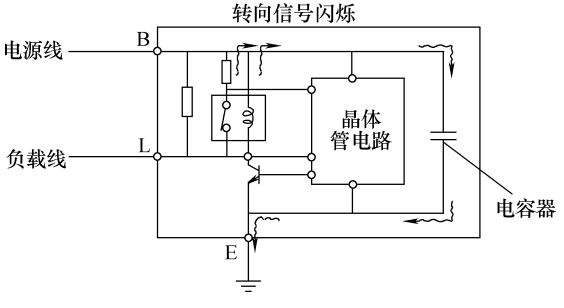


图 10-78　闪光器抑制噪声措施

3. 调频广播（FM）的干扰

FM 广播与 AM 广播不同。在服务区域中，外部噪声小，并且没有电离层的反射，不会发生衰减，但会发生渐衰或多路之类的干扰如图 10-79 所示。

因为 FM 广播的频率高，无线电波易被小山或混凝土结构反射。当汽车驶入这些障碍物的阴影中时，无线电波变得极其微弱，声音会突然停止，并且发生噪声干扰，这种现象称为渐衰（见图 10-79a）。

当接收 FM 广播时，天线接收从广播电台直接发射无线电信号和被障碍物反射的信号。直接波和反射波存在相位差，它们相互干扰并产生噪声，这种现象称为多路（见图 10-79b）。

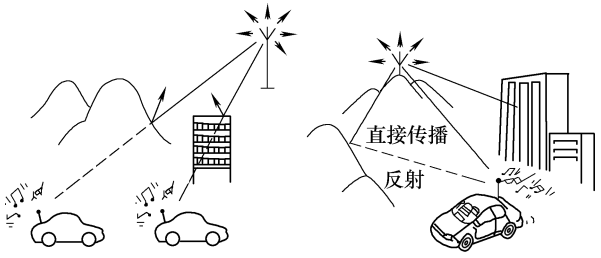


图 10-79　渐衰和多路

a）渐衰　b）多路

五、放大器

来自磁带播放器或收音机的信号非常弱，因此不能从扬声器听到，需要借助于放大器，放大来自磁带播放器或无线电接收机的信号并发送到扬声器。

普通的收音机或磁带播放器内装有放大器。也有很多汽车中的放大器是音响系统中的一个独立组件，如图 10-80 所示。

放大器有两种：前置放大器和功率放大器。

1. 前置放大器

前置放大器是一种控制功率放大器的放大器。它位于功率放大器之前，在收音机和磁带播放器之间切换输入信号，并控制音量、平衡和音调等。通常音调控制由低音和高音的双音控制组成。在这种情况下，低音和高音的强

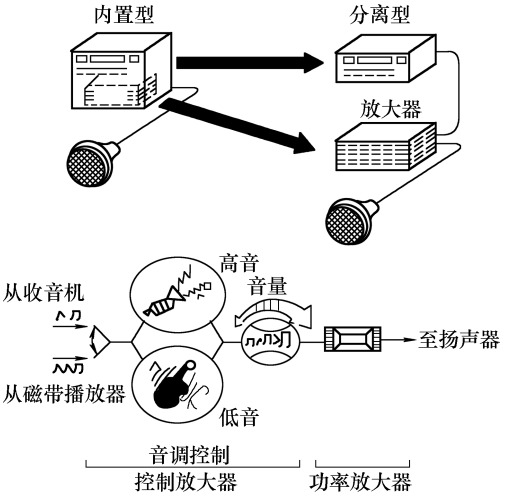


图 10-80　汽车音响放大器

度可以分别控制。

2. 功率放大器

功率放大器以固定比率放大来自前置放大器的信号并使喇叭发出声音。因此，如果来自前置放大器的信号较弱，喇叭的声音较低；来自前置放大器的信号较强，喇叭的声音较高。

3. 放大器的输出功率

输出功率表示放大器使喇叭发出声音的高低。功率越大，放大器可以发出的声音越响。就汽车音响而言，用户需用功率只是几瓦特，但是一般都使用20～30W的放大器。这是因为使用较大的输出功率可以产生轻松和舒适的声音。

六、扬声器

扬声器将放大器放大的信号转变成声音。扬声器系统包括低音、中音、高频和全频率扬声器。另外，还有双分频和三分频扬声器：前者将放音频率分成两个范围，中低频和高频，并用一只音箱的低音扬声器和高音扬声器发声；后者将频率分离成低、中、和高频范围，使用三只扬声器放音。

1. 扬声器的结构和原理

扬声器的结构如图10-81所示。磁铁产生的磁力作用到板极和中心柱

极，在磁极之间集中有一圆柱形缝隙。另一方面，有一动圈可以在缝隙中上下自由地移动。动圈与振动膜板（纸盆）相连。当动圈流过放大后信号（电流）时，动圈上下振动，导致纸盆的运动并且发出声音。

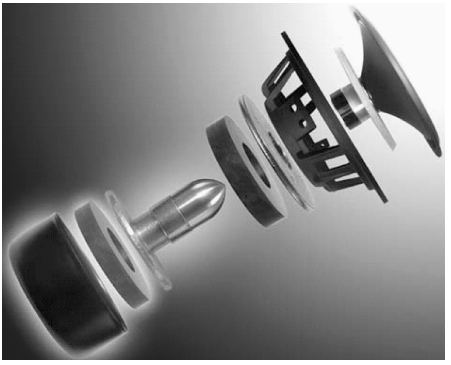


图 10-81　扬声器的结构

2. 扬声器的阻抗

扬声器的阻抗是指扬声器对于输入信号的阻抗，是从输入端一侧看的值。此值显示了其特征，它在低频范围中的某点有最大值，标准电阻称为额定阻抗，一般为 4Ω 和 8Ω，并且必须与放大器的输出阻抗匹配。

3. 最大允许输入功率

最大允许输入功率是指不会使扬声器破坏的最大瞬时输出极限的指标，单位是瓦（W）。数值越大，装置可以承受的电流越大。如果允许的最大输入值太小，扬声器容易损坏。

4. 扬声器的检查

从无线电接收机或放大器拆开扬声器线并检查如图 10-82 所示的项目。

1）测量每个扬声器正（+）和负（-）端子之间的电阻。如果使用的是 4Ω 扬声器电阻大约为 4Ω。8Ω 扬声器电阻大约为 8Ω。

注意：收音机类型不同，连接器端子的位置不同。

2）检查各扬声器线与车身之间的绝缘电阻，阻值应为∞。

七、磁带播放器

磁带播放器是把记录在磁带上的磁信号转变成电信号（放音）的装置，如图 10-83 所示。

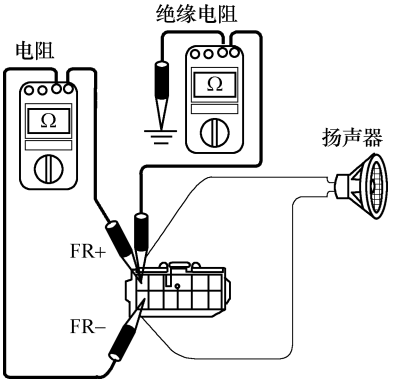


图 10-82　扬声器的检查

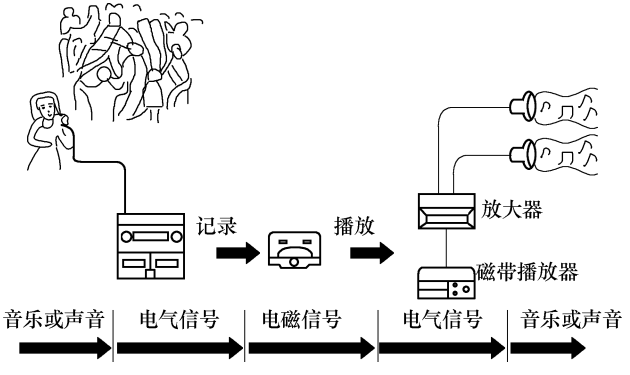


图 10-83　磁带播放器

当在磁带播放器播放盒式磁带时，盒式磁带的磁信号被变为电信号。此信号被放大器放大并发送给扬声器，并从扬声器中发出声音。许多磁带播放器配备放大器、AM/FM 收音机、CD 等装置。

1. 放音的原理

录制的磁带与放音磁头接触，并以录制速度相同的速度通过，根据放音磁头线圈上的磁场强度和磁性材料的方向产生电动势。电动势的信号被变为与录制时同样的音响信号。此信号被放大器放大并发送到扬声器，并从扬声器输出，如图 10-84 所示。

2. 磁带播放器的装带机构及工作原理

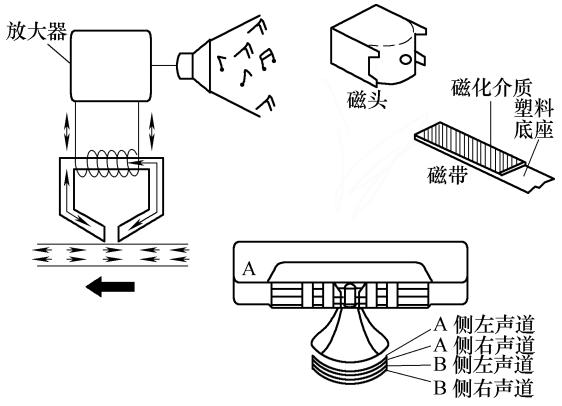


图 10-84　放音的原理

磁带播放器要正确回放录下的声音，必须以等速（4.76cm/s）卷绕盒式磁带，如图 10-85 所示。

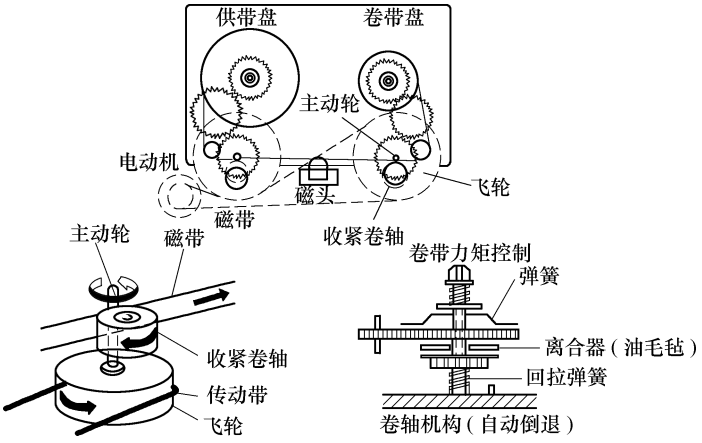


图 10-85　磁带播放器的装带机构

等速卷绕盒式磁带的机构以等速旋转播放器主动轮，用橡胶辊（紧带轮）夹住磁带并从卷轴上拉出磁带。在供带盘上使用了一个制动器并在其上应用反向张力，这样磁带不会松弛。卷带盘必须卷取播放器主动轮送来的磁带，不产生松弛。因为卷带一侧的转速按照卷取量发生变化，当电动机转动打滑时，离合器将转动传送到卷带盘，这样保证了磁带以等速卷取。

3. 磁带和磁带播放器的使用

（1）磁带播放器的维护　磁带播放器长时间使用后，磁带的磁性粒子、异物灰尘等粘附到诸如与磁带接触的主动轮和紧带轮上，从而造成磁头或压带轮不能完全与磁带接触，导致声音故障。为了防止这些问题，需要经常用清洁磁带清理装带部件。

（2）磁带和磁带播放器使用注意事项　为了防止磁带性能的下降或盒式磁带本身引起的故障，必须注意如图10-86所示的事项。

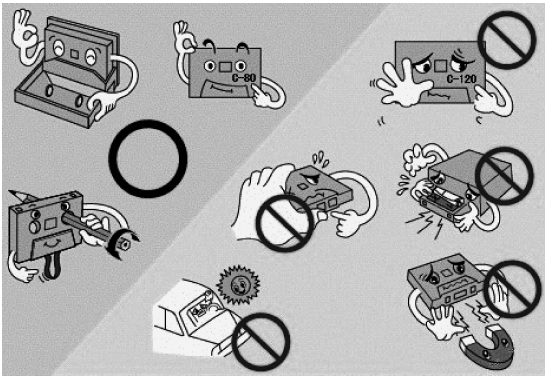


图10-86　磁带和磁带播放器的处理

1）当磁带不用时，将它存放在盒内。

2）使用少于C90（90min）的盒式磁带。

3）务必保持卷紧磁带，如果它变松，将播放不好。

4）保证只用手碰盒体。不要触摸磁带本身，若磁带变脏，将导致声音质量变差。

5）不要使用标签可能会剥落的盒式磁带。标签可能会剥落在磁带放音机中，或导致装载不良，或难于弹出。

6）不要在下面的条件下存放磁带：

① 高温和高湿度。

② 多尘的场所。

③ 产生强磁性的地方（靠近电视机或扬声器）。

八、CD播放器

当前汽车上已经越来越多地使用CD播放机。CD播放机的核心是CD机

芯。它将 CD 上所刻录的音乐或声音数字信号转变成原来的模拟信号。

1. CD

CD 是一只圆盘，如图 10-87 所示，其形状为外径 120mm（或 80mm）、厚 1.2mm。它是一种尺寸紧凑的，由透明板（聚碳酸盐）、铝反射薄膜和保护膜（塑料）三层组成的唱片。

声音信号被刻制成有、无凹点表示的数字信号，如图 10-87 所示。这些凹点宽 0.5μm、长 0.9～3.3μm 和深 0.11μm，并形成从圆盘内部到外面反时针转向盘旋的轨道。在轨道的开始位置（最里面），音乐数据内容（歌曲的总数、总放音时间以及各首歌曲的位置等）被刻制成读入信息。依据此信息显示磁道数和放音时间，并执行歌曲的选择和搜索。

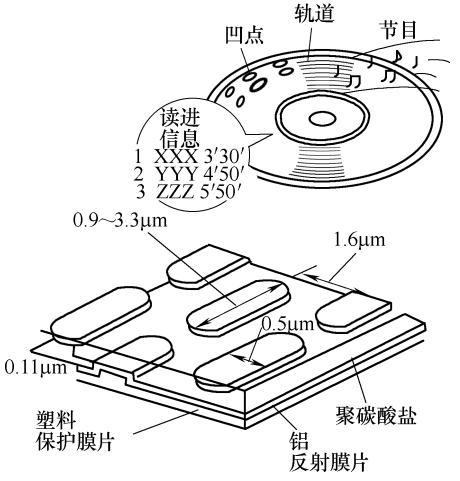


图 10-87　CD

2. CD 播放器的原理

CD 播放器根据激光束发射到刻在 CD 上凹点处的反射光强度，获得信号并转为电信号，再以此转换成声音信号，如图 10-88 所示。

（1）光学拾波器　光学拾波器正确地对 CD 上的凹点发射激光，并获得反射光，如图 10-89 所示。当激光束击中无坑的地方，光束几乎 100% 反射并回到光敏二极管。当光束击中某个坑，产生的衍射导致只有大约 30% 的光回到光敏二极管。光敏二极管接收到的光的强度变化而产生的电流变化即为 CD 所刻制的声音信号。

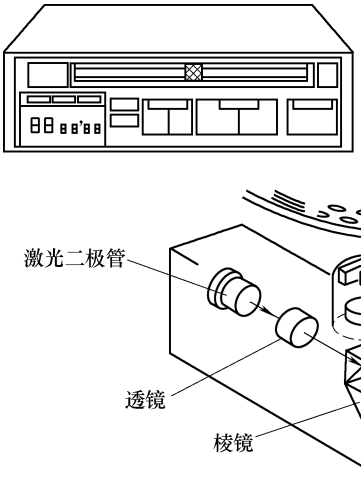


图 10-88　CD 播放器的原理

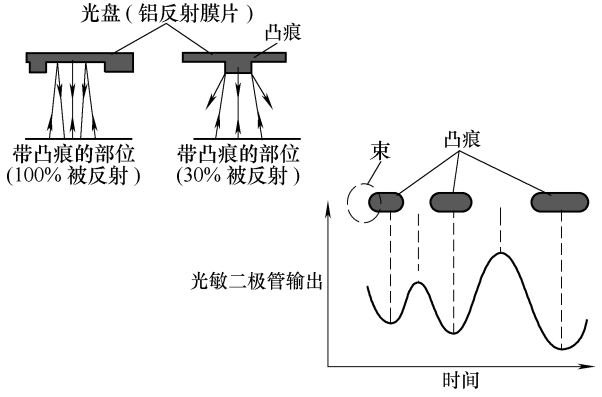


图 10-89　光学拾波器

（2）光学拾波导向伺服　光学拾波器导向伺服系统按照 CD 的转动跟踪在轨道上的光学拾波器，并一直将聚焦透镜保持在导向伺服系统的校正范围内，如图 10-90 所示。当搜索时，它具有快速移动光学拾波器到目标磁道的功能。

（3）CLV 伺服系统（恒定线速度）　在 CD 上，声音信号是以恒定线速度刻制的。因此读取该信号时，必须通过变化 CD 的转速控制信号以恒速通

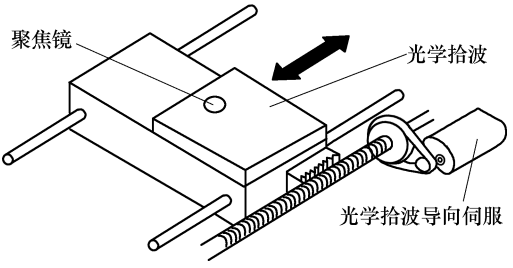


图 10-90　光学拾波导向伺服

过光学拾波器。当光学拾波器在 CD 最里面时，转速很高（500r/min）；当光学拾波器在 CD 最外面时，转速较低（200r/min）。如图 10-91 所示。CLV 伺服系统通过与 CD 上所刻制的信号同步，使线速度变成恒量。

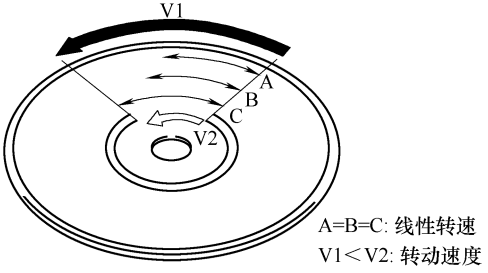


图 10-91　CLV 伺服系统

3. CD 自动换片机

部分汽车的 CD 播放器采用多个盘片的连续播放，这将用到 CD 自动换片机自动地切换 CD，并通过可以插入多张 CD 盘的片仓播放数字音响，如图 10-92 所示。CD 自动换片机由在 CD 上读取信号的光学拾音器和在片仓内自动更换 CD 的换片机构组成。

CD 自动换片机有两种：与收音机分离；与收音机组合成为一体。后者被称作 In-dash CD 自动换片机。

4. CD 和 CD 播放器的使用

（1）CD 播放器的使用　CD 播放器在使用过程中需要注意的事项如图 10-93所示。

1）当天冷或下雨时，如果 CD 播放器内部结露（有水滴），必须进行通风或除湿。否则，播放器可能会跳道或开不起来。

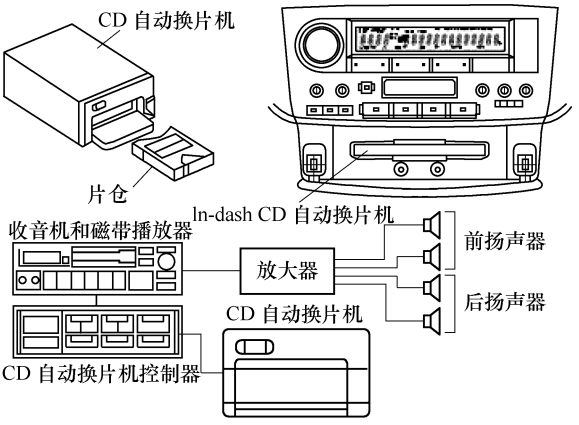


图 10-92　CD 自动换片机

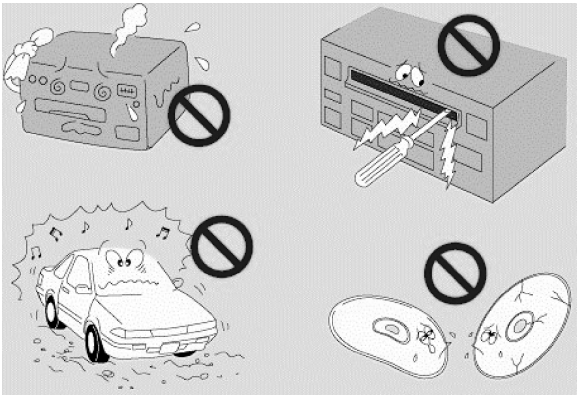


图 10-93　CD 播放器的使用

2）在不平整的道路上行驶时，会导致严重的振动，播放器会跳道，因此要小心。

3）除了光盘外，不得塞入任何物体，例如将螺钉旋具或其他的金属物体或磁铁插入光盘装载槽口。

4）不得使用开裂的或翘曲的 CD。

（2）CD 的使用　CD 在使用过程中应注意的事项如图 10-94 所示。

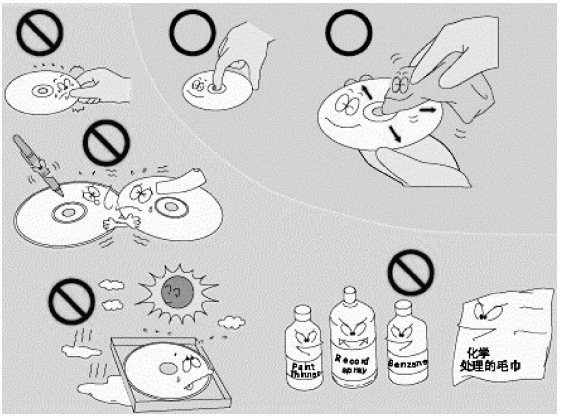


图 10-94　CD 的使用

1）污垢、灰尘、划痕和翘曲可以使 CD 播放器跳道。

2）操作时要小心，特别是在存取 CD 时。

3）如果触摸了播放表面，CD 变脏后将导致声音质量变差，因此务必在拿取 CD 时不要留下指纹。

4）不要将纸或其他材料贴到标签表面上，不要刮坏表面。

5）CD 不用时，要存放好，不宜保存在高温和高湿度处。

6）不要将 CD 放在汽车座位或仪表板上等阳光直接照射处。

7）清理 CD 时，不得使用苯、唱片喷雾剂、静电去除剂等。

8）如果 CD 弄脏了，可用一块软布用水弄湿从内向外揩（径向），不得沿圆周方向擦。

九、汽车音响的基本电路及典型故障分析

汽车音响的故障检修应从它的基本概念和基本线路进行着手。

1. 汽车音响基本电路特点

认识汽车音响总体概况必须从根本上开始，也就是从它的基本电路着手。图 10-95 是基本电路框图之一，是汽车音响最基本最简单的线路。从图 10-95 中可以看到，该电路主要由三个部分组成，即收音电路、放音电路和功放集成电路。

图 10-95 体现出汽车音响的三大基础电路，任何复杂的电路都是建立在这个电路基础上的。例如，图 10-96 所示的线路均也是建立在图 10-95 基础

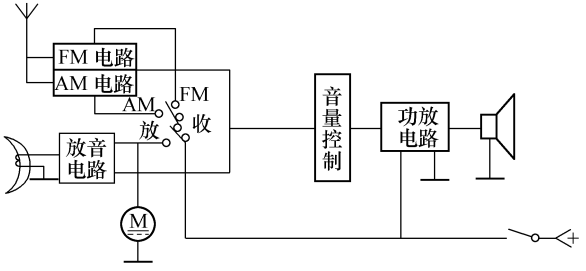


图 10-95　汽车音响基本电路框图（1）

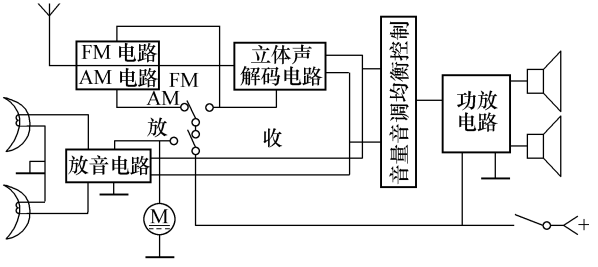


图 10-96　汽车音响基本电路框图（2）

上的。虽然“立体声解码电路”的设置为机器功能增添了新的色彩，但无论机器进行何种改进和更新，三大基本电路总是汽车音响的根本。因此，掌握汽车音响的收音电路、放音电路和功放电路有助于排除来自不同位置发生的故障，会起到事半功倍的作用。

另外，汽车音响电路故障基本是以供电线路出现“断路”为常见，因此掌握机器供电电路的电压走向，也是一个重要环节，这可从上面给出的电路框图中明显看出，当机器电源开关打开以后，机内功放集成电路便处在工作状态，电压分向主要由收、放音转换开关来完成。在常见机型中，一般12V高电位仅存在于机内电源位置、功放集成电路位置和收放音转换开关位置，电路故障多数出现在电压分向12V降压点处，应该引起注意。

2. 汽车音响典型故障类型

不同汽车上的音响设备虽然种类繁多，电路以及机械应用各不相同，但它们都存在最基本的故障特点。无论是什么样的机型，总体可以归纳出六种典型故障见表10-16。

表 10-16　汽车音响故障诊断

故障类型	故障描述	故障部位
整机不工作	大多发生在电源供电线路上，突出表现在车载电源断路、机内线路烧断、电位器开关触点烧坏等	1. 电感、电容故障 2. 功放集成电路短路 3. 开关故障 4. 二极管因电源反接击穿 5. 印制电路烧断
机械故障	机械故障是汽车音响比较常见的故障，约占整个维修量的 60%。汽车音响的机械故障突出表现在：放音变调、绞带、不走带。损坏情况有带断、齿轮牙磨平等	播放机的装带机构
走带和指示灯正常，收放音无声	属于典型机内功放集成电路损坏范例，约占整个维修量的 30%	1. 功放集成电路 2. 音量电位器 3. 扬声器
收音正常，放音无声或有杂声，走带正常	供电和功放电路正常，放音无声或有杂音，约占整个维修量的 3%	1. 磁头及其连线 2. 前置放大电路
放音正常，收音无声	故障点多数在收音供电线路上，其中断路比较常见，约占整个维修量的 3%	1. 机内收放音转换开关 2. 收音供电线路的关键点位置
收放音均正常，CD 无声	一般单碟 CD 播放器、六碟 CD 播放器、十碟 CD 播放器的故障部位多数在控制电路、供电电路、CD 播放器本身电路和机械部分	1. 控制电路 2. 供电电路 3. CD 播放器 4. 机械部分

第六节　前照灯自动照明系统

一、计算机控制的内藏式前照灯

配备内藏式前照灯系统的轿车，不用前照灯时，便将前照灯隐藏在前照

灯盖门的后面，当灯光开关置于 Head 档时，前照灯盖门开启。前照灯盖门有的是用电动机开闭，也有的是用真空推杆开闭。

1. 真空操纵的内藏式前照灯系统

利用真空为动力开闭前照灯盖门的系统，是用了一只带有真空分配阀的灯光开关，由真空推杆开闭前照灯盖门，如图 10-97 所示。当灯光开关在 OFF 档时，发动机的真空使前照灯盖门保持关闭；当灯光开关在 Head 档时，真空分配阀使真空推杆通大气，真空推杆失去真空，推杆上的弹簧将前照灯盖门开启。也就是说，此前照灯盖门的控制方法是：由真空关闭盖门，由弹簧开启盖门。

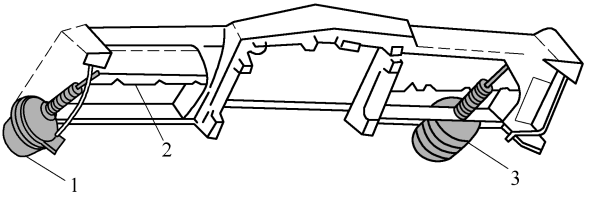


图 10-97　真空操纵的内藏式前照灯系统

1、3—真空推杆　2—前照灯盖门

在发动机不工作或真空度不足时，要由真空罐储存的真空维持前照灯盖门的关闭。系统中还设有一个供系统失灵时手动开启盖门的旁通阀，如图 10-98 所示。

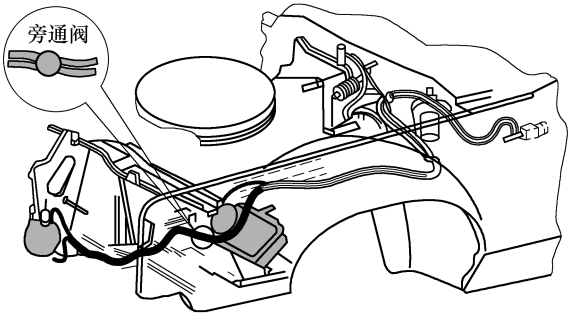


图 10-98　系统失灵时开启盖门用的旁通阀

2. 电动机操纵的内藏式前照灯系统

为了打开前照灯盖门，车身计算机由 L50 输出线为开盖门继电器（上）励磁线圈供电，使开盖门继电器常闭触点动作（图 10-99 中向下闭合），使盖门电动机上端搭铁，于是电动机将打开盖门，其电路为：蓄电池正极→灯光开关→输出线 L11→关盖门继电器的常闭触点→盖门电动机→开盖门继电器→搭铁。

当关闭车灯开关时，车身计算机由 L51 输出线为关盖门继电器（下）励磁线圈供电，使关闭盖门常闭触点动作（图 10-99 中向上闭合），使盖门电动机下端搭铁，于是电动机将关闭盖门，其电路为：由电动门锁继电器提供电源正极→开盖门继电器常闭触点→盖门电动机→关盖门继电器→搭铁。

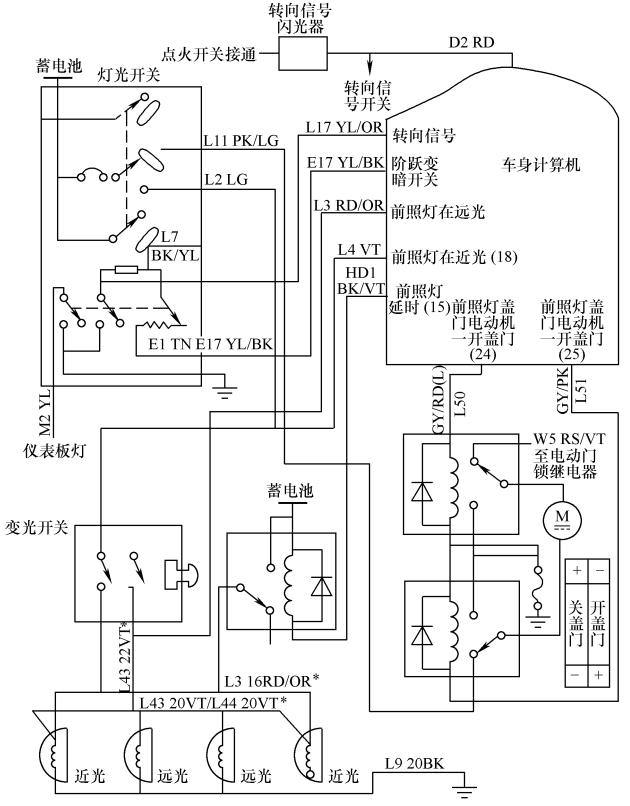


图 10-99　电动机操纵的内藏式前照灯电路

二、前照灯自动变光系统

前照灯自动变光系统由以下主要部件组成，即光电管及放大器单元（感光器）、灵敏度调节器、远/近光继电器、前照灯闪光超车继电器。

光电管及放大器单元一般安装在后视镜支架上，也有的安装在前中网与散热器之间，用来感应对面汽车的光线。灵敏度调节器安装在灯光开关上，或安装在灯光开关附近，驾驶人通过旋转灵敏度调节器便能调节前照灯自动变光系统的灵敏度。若灵敏度调节得高，前照灯便早些由远光变近光；若灵敏度调节得低，要等到迎面车辆离得很近前照灯才能由远光变成近光。一般在灵敏度调节器上，还设有手动变光档位，当置于此档位时，自动变光系统则回到普通的手动变光开关操作，实现远光与近光的变换。

用来实现变光的远/近灯光继电器，是一只单臂双位继电器。

变光开关一般都设有闪光超车开关，如果接通闪光超车开关，远光灯将亮。不论灯光开关是否在前照灯档，也不论灯光开关是否在远光档或近光档，驾驶人都可以直接操作闪光超车开关，接通远光灯，实现超车。

三、前照灯自动开关/延时关灯系统的电路

前照灯自动开灯/延时关灯系统，有两种功能：一是当环境亮度暗到预定程度时，自动点亮前照灯；另一个是当汽车停车熄火后，使前照灯能保持亮一段时间，为驾驶人离开黑暗的停车场提供照明。

前照灯自动开关/延时关灯系统由光电管和放大器单元、功率继电器和延时调节器等组成。光电管和放大器是用来感受外界光线的亮度，一般安装在仪表里面，如图10-100所示。

图10-101为前照灯自动开关/延时关灯系统的电路，其工作原理如下所述：

1. 自动开灯模式

一般来说，灯光开关要在OFF档，点火开关要在RUN档。当环境亮度降低时，光电管内的电阻增大，当光电管电阻增大到预定值时，光电管和放大器单元使功率继电器的磁化线圈通电，功率继电器的常开触点闭合，从而点亮前照灯和外部照明灯。

2. 延时关灯模式

延时调节器是一个电位计，如图10-102所示，利用电位计发信号给光电管和放大器单元，驾驶人离开汽车前可以用延时调节器设定前照灯继续照

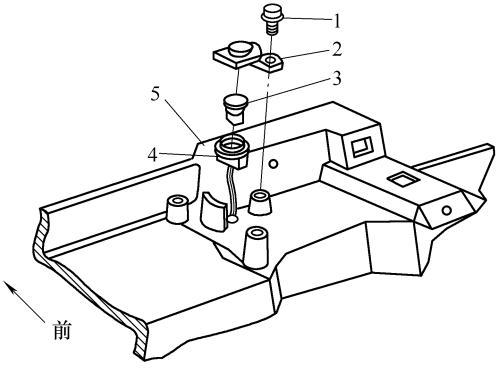


图 10-100　光电管和放大器单元

1—螺钉　2—压板　3—光电管和放大器单元　4—插座　5—仪表板

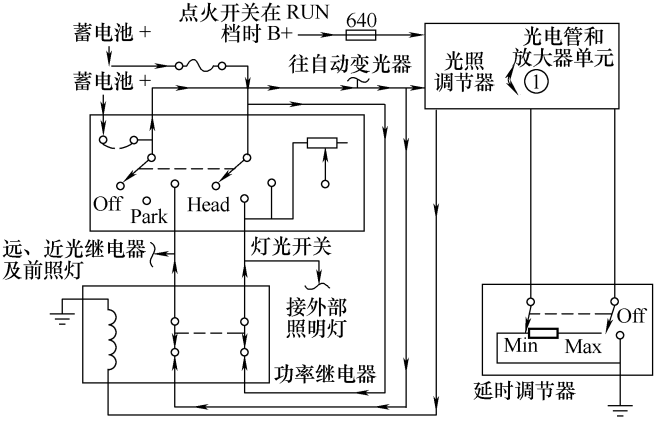


图 10-101　前照灯自动开关/延时关灯系统电路

明时间的长短。延时调节器多数安装在车灯开关上，也有的安装在仪表板上。

当关闭点火开关后，由点火开关到光电管和放大器的火线 640 便断开，这时，通过延时调节器的闭合，启动了光电管和放大器内部的定时电路，由灯光开关到光电管和放大器单元的火线通过光电管和放大器单元内的定时电

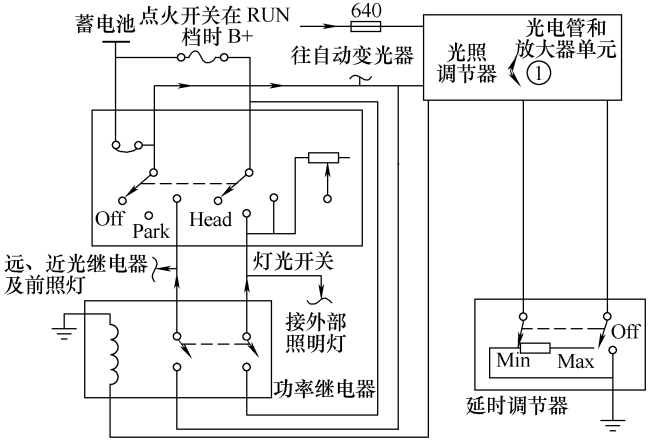


图 10-102　自动开灯时电流方向

路，继续给功率继电器供电，使功率继电器的触点继续闭合，前照灯或外部照明灯继续点亮。当预定的时间一到，光电管和放大器单元则停止给功率继电器供电，功率继电器的触点断开，前照灯则熄灭。

第七节　汽车电子导航系统

汽车电子导航系统由 GPS 接收天线、GPS 接收机、计算机、液晶显示屏和位置检测装置（绝对位置检测和相对位置检测）等组成，如图 10-103 所示。系统根据不同的位置进行分类检测，绝对位置的检测采用 GPS 全球定位系统，相对位置的检测采用方向传感器，并利用车轮转速传感器测量车辆行驶距离。汽车电子导航系统原理框图如图 10-104 所示。

一、GPS 全球卫星定位装置

GPS 是一种能接收定位卫星信号，经过导航计算机计算出车辆所在位置准确精度和纬度以及速度和方向，并在显示屏上显示出来的一种装置，由 GPS 接收天线、GPS 接收机组成。如果参照电子地图驾驶人就知道自己在地图上的确切位置。

GPS 全球卫星定位装置具有测量测绘、精确时间和定位导航三大功能。

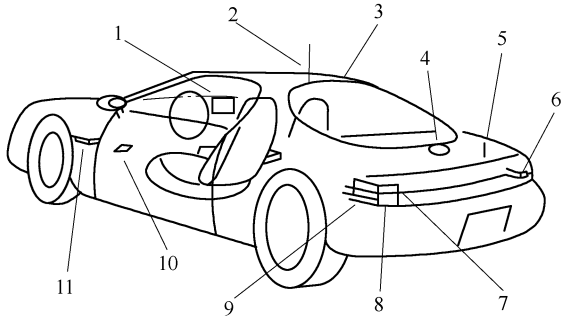


图 10-103　汽车电子导航系统的组成

1—可视显示器　2—RF 天线　3—罗盘　4—GPS 天线　5—陀螺　6—GPS 接收机
7—CD-ROM 驱动器　8—导航计算机　9—RF 调制解调器　10—喇叭　11—传感器

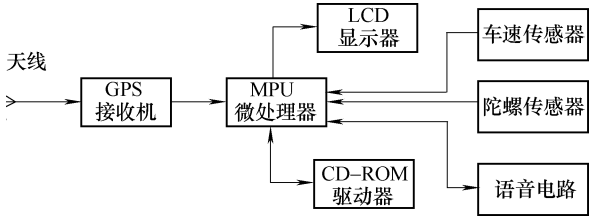


图 10-104　汽车电子导航系统原理框图

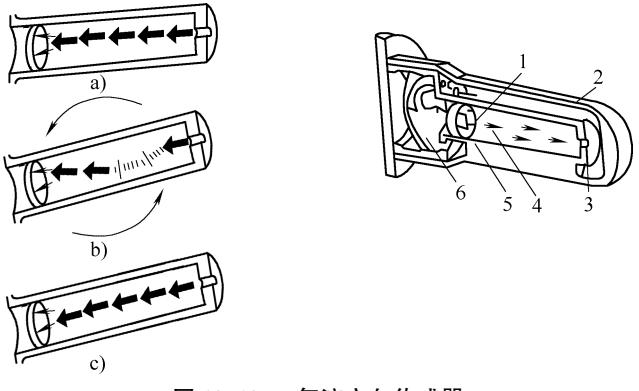


图 10-105　气流方向传感器

a）未偏转氦气流　b）逆时针偏转　c）偏转后

1—热丝　2—壳体　3—喷嘴　4—氦气流　5—流向传感器　6—压电振子泵

二、方向传感器

方向传感器用来测定汽车的方位，是一种能固定地指向一方的装置。当汽车转弯时，通过方向传感器能测出转角，与汽车速度传感器相配合，即可测出汽车的运动轨迹。

1. 气流式方向传感器

如图10-105所示，气流式方向传感器是利用气流的偏向来测取转角的。传感器内的压电振子泵喷出的氦气，经过喷嘴时形成一股细小的气流（见图10-105a），射向对面冷却的左右两根钨丝。当汽车转弯时，喷射的气流在气体惯性的作用下发生偏离（见图10-105b），使左右钨丝产生温差。利用这一温差便可检测出汽车的角速度，从而计算出汽车的转角。

2. 地磁式方向传感器

如图10-106所示，地磁式方向传感器是一个双线圈发电机型地磁矢量传感器。在导磁环上沿圆周方向绕有励磁线圈，并在其径向上有互相垂直的X和Y两个检测线圈。励磁线圈的电源采用交流电。当汽车转弯时，两个检测线圈的磁通量发生不同的变化，从而发出不同大小的电动势，导航电控单元根据电动势便可测出汽车的行驶方向。

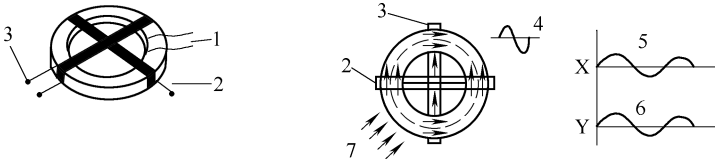


图10-106　地磁式方向传感器

1—励磁电源　2—检测线圈X　3—检测线圈Y　4—励磁线圈电动势
5—检测线圈X电动势　6—检测线圈Y电动势　7—地磁方向

三、数字化地图和激光盘

为了能用计算机进行信息处理，必须将道路形状数值化而制成数字化地图，这样才能在车内显示屏上显示出道路地图，而且随着汽车的运动，以该车位置为中心的区段即随之移动。目前采用的是激光盘——只读存储器。

四、导航电控单元

汽车卫星导航装置的导航电控单元，能根据全球定位接收系统接收到卫星信号和安装在车上的地磁式方向传感器、转向角传感器、前左右轮速度传感器等的信号，以及存储器中的地图数据，经过计算处理后，再进行综合的图像协调，然后通过显示屏将地图显示在屏幕上，并以闪光的标志表示汽车的实时位置；而且还能指示应该行驶的方向，并不断显示出目前到达目的地的距离。



第十一章

纯电动汽车

第一节　概　　述

电动汽车可分为纯电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池电动汽车三大类，纯电动汽车是电动汽车的技术基础。就定义来说，纯电动汽车是指单纯用蓄电池作为驱动能源的汽车。

一、纯电动汽车的特点

1）节能、不消耗石油。

2）环保、无污染、噪声和振动小。

3）能量主要是通过柔性电线而不是刚性万向节和转轴传递，各部件的布置具有很大的灵活性。

4）驱动系统布置不同会使系统结构区别很大。

5）采用不同类型的电动机（如直流电动机和交流电动机）会影响纯电动汽车的质量、尺寸和形状。

6）采用不同类型的蓄能装置会影响电动汽车的质量、尺寸及形状。

7）能源效率高，多样化。

8）不同的补充能源装置具有不同的硬件和机构，例如蓄电池可通过充电器充电，或者采用替换蓄电池的方式。

9）结构相对简单，生产工艺相对成熟，使用维修方便。

10）动力电源使用成本较高，续驶里程较短。

二、纯电动汽车的分类

1. 按蓄能装置分类

纯电动汽车目前所采用的蓄能装置主要有铅酸蓄电池、锂蓄电池、镍氢

蓄电池、钠硫蓄电池等。其中，铅酸蓄电池技术较成熟，价格较便宜，但其性能和使用寿命都要差一些。

2. 按驱动电动机分类

纯电动汽车的驱动电动机主要有直流电动机、交流电动机、永磁无刷电动机和开关磁阻电动机四类。

3. 按驱动结构布局分类

按驱动结构布局分类主要有四种，即传统的驱动模式、电动机-驱动桥组合式驱动方式、电动机-驱动桥整体式驱动方式、轮毂电动机分散驱动方式，如图 11-1 所示。由于汽车转弯时，外侧车轮的转弯半径比内侧车轮大，所以需要通过差速器来配合两侧车轮转速不同的要求。前两种需采用具有行星齿轮结构的机械式差速器；第三种采用机械式或电控式差速器；而第四种可实现电子差速控制。

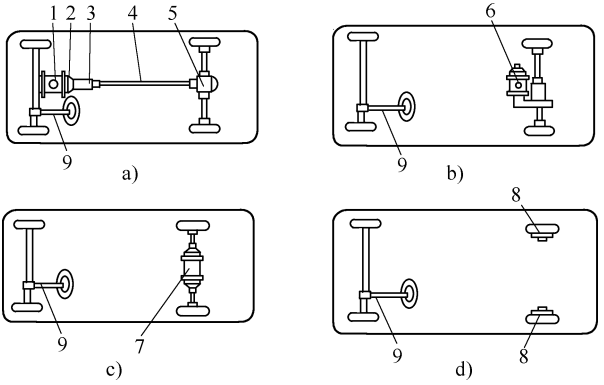


图 11-1　四种典型的驱动结构

a）传统的驱动模式　b）电动机-驱动桥组合式驱动方式

c）电动机-驱动桥整体式驱动方式　d）轮毂电动机分散驱动方式

1—电动机　2—离合器　3—变速器　4—传动轴　5—驱动桥

6—电动机-驱动桥组合式驱动系统　7—电动机-驱动桥整体式驱动系统

8—轮毂电动机　9—转向器

4. 按用途分类

纯电动汽车按其用途的不同来分，目前主要有电动公交车和电动轿车两类。

第二节 纯电动汽车的结构与原理

纯电动汽车主要由电力驱动控制系统、汽车底盘、车身以及各种辅助装置等部分组成。除了电力驱动控制系统，其他部分的功能及其结构组成基本与传统汽车类同，不过有些部件根据所选的驱动方式不同，已被简化或省去了。所以电力驱动控制系统既决定了整个纯电动汽车的组成及其性能特征，也是电动汽车的核心，它相当于传统汽车中的发动机，与其他功能以机电一体化方式相结合。

电力驱动控制系统的组成与工作原理如图11-2所示。该系统按工作原理的不同可划分为车载电源模块、电力驱动主模块和辅助模块三大部分。

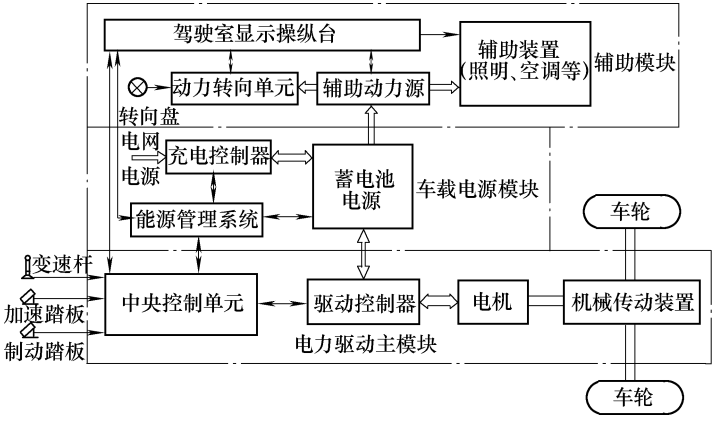


图11-2 电力驱动控制系统的组成与工作原理

注：→控制信号流向；⇨动力电源流向；═机械方式连接。

一、车载电源模块

车载电源模块主要由蓄电池电源、能源管理系统和充电控制器三部分组成。

1. 蓄电池电源

蓄电池是纯电动汽车的唯一能源，除了供给汽车驱动行驶所需的电能外，也供应汽车上各种辅助装置的工作电能。蓄电池在车上安装前需要通过串、并联的方式组合成所要求的电压等级，由于电动机驱动所需的等级电压

往往与辅助装置的电压要求不一致，辅助装置所要求的一般为 12V 或 24V 的低压电源，而电动机驱动一般要求为高压电源，并且所采用的电动机类型不同，其要求的电压等级也不同。为满足该要求，可以用多个 12V 或 24V 的蓄电池串联成 96～384V 高压直流电池组，再通过 DC-DC 转换器供给所需的不同电压；也可按所需要求的电压等级，直接由蓄电池组合成不同电压等级的电池组。

2. 能源管理系统

能源管理系统的主要功能是在汽车行驶中进行能源分配，协调各功能部分工作的能量管理，使有限的能量最大限度地得到利用。能源管理系统与电力驱动主模块的中央控制单元配合一起控制发电回馈，使电动汽车在降速制动和下坡滑行时进行能量回收，从而有效地利用能源，提高电动汽车的续驶能力。能源管理系统还需与充电控制器一同控制充电。

3. 充电控制器

充电控制器（简称“充电器”）把电网供电的方式转换为对蓄电池充电要求的方式，即把交流电转换为相应电压的直流电，并按要求控制其充电电流。充电器开始时为恒流充电阶段；当电池电压上升到一定值时，充电器进入恒压充电阶段，输出电压维持在相应值，充电器进入恒压充电阶段后，电流逐渐减小；当充电电流减小到一定值时，充电器进入涓流充电阶段；还可以采用脉冲式电流进行快速充电。

二、电力驱动主模块

电力驱动主模块主要由中央控制单元、驱动控制器、电动机和机械传动装置等组成。由于加速踏板、制动踏板等操纵装置对于汽车驾驶人来说是十分熟悉和习惯使用的，所以为适应驾驶人的传统操纵习惯，电动汽车仍保留了加速踏板、制动踏板及有关操纵手柄或按钮等。在电动汽车上，将加速踏板、制动踏板的机械位移量转换为相应的电信号，然后输入中央控制单元对汽车的行驶进行控制。对于离合器，除了采用前述驱动结构中第一种传统的驱动模式外其他模式都省去了。而对于变速杆，为遵循驾驶人的传统习惯，一般仍需保留，同样除了传统的驱动模式外只有前进档、空档和倒档三个档位，并且以开关信号传输到中央控制单元来对汽车进行前进、停车和倒车控制。

1. 中央控制单元

中央控制单元不仅是电力驱动主模块的控制中心，也要对整辆电动汽车

的控制起到协调作用。它根据加速踏板与制动踏板的输入信号，向驱动控制器发出相应的控制指令，对电动机进行起动、加速、降速和制动控制。在电动汽车降速和下坡滑行时，中央控制器配合车载电源模块的能源管理系统进行发电回馈，使蓄电池反向充电。对于与汽车行驶状况有关的速度、功率、电压、电流及有关故障诊断等信息，还需传输到辅助模块的驾驶室显示操纵台进行相应的数字或模拟显示，也可采用液晶屏幕显示来提高其信息量。另外，如驱动采用轮毂电动机分散驱动方式，当汽车转弯时，中央控制器也需与辅助模块的动力转向单元配合，即控制左、右轮毂电动机来实行电子差速转向。

2. 驱动控制器

驱动控制器的功能是按中央控制单元的指令和电机的速度、电流反馈信号，对电机的速度、驱动转矩和旋转方向进行控制。驱动控制器与电机必须配套使用，目前对电机的调速主要采用调压、调频等方式，这主要取决于所选用的驱动电机类型。由于蓄电池以直流电方式供电，所以，对于直流电机，主要是通过 DC-DC 转换器进行调压调速控制的；而对于交流电机，则需通过 DC-AC 转换器进行调频调压矢量控制；对于磁阻电机，则是通过控制其脉冲频率来进行调速的。当汽车进行倒车行驶时，需通过驱动控制器使电机反转来驱动车轮反向行驶。当电动汽车处于降速和下坡滑行时，驱动控制器使电机运行于发电状态，电机利用其惯性发电，将电能通过驱动控制器回馈给蓄电池。

3. 电机

电机在电动汽车中承担着电动和发电的双重功能，即在正常行驶时发挥其主要的电动机功能，将电能转换为机械能；而在降速和下坡滑行时又被要求进行发电，将车轮的惯性动能转换为电能。

4. 机械传动装置

电动汽车传动装置的作用是将电动机的驱动转矩传输给汽车的驱动轴，从而带动汽车车轮行驶。由于电机本身就具有较好的调速特性，其变速机构可被大大地简化，较多的是为放大电动机的输出转矩仅采用一种固定的减速装置。又因为电动机可带负载直接起动，即省去了传统内燃机汽车的离合器，并且电动机可以容易地实现正、反向旋转，所以也无需通过变速器中的倒档齿轮组来实现倒车。将电动机在车架上合理布局，即可省去传动轴、万向节等传动链。当采用轮毂式电动机分散驱动方式时，又可以省去传统汽车的驱动桥、机械差速器、半轴等传动部件，所以该驱动方式也可称为“零传动”方式。

三、辅助模块

辅助模块包括辅助动力源、动力转向单元、驾驶室显示操纵台和各种辅助装置等。各个装置的功能与传统汽车上的基本相同，其结构与原理按电动汽车的特点有所区别。

1. 辅助动力源

辅助动力源是供给电动汽车各种辅助装置所需的动力电源，一般为 12V 或 24V 的直流低压电源，主要给动力转向、制动力调节控制、照明、空调、电动窗门等辅助装置提供所需的电能。

2. 动力转向单元

转向装置是为实现汽车的转弯而设置的，由转向盘、转向器、转向机构和转向轮等组成。作用在转向盘上的控制力，通过转向器和转向机构使转向轮偏转一定的角度，实现汽车的转向。为提高驾驶人的操控性，现代汽车都采用了动力转向，较理想的是采用电控动力转向系统（EPS）。电控动力转向系统主要有电控液力转向系统和电控电动转向系统两类，对于纯电动汽车，较适于选用电控电动转向系统。多数汽车为前轮转向，而工业用电动叉车常采用后轮转向，为提高汽车转向时的操纵稳定性和机动性，较理想的是采用四轮转向系统，而对于采用轮毂式电动机分散驱动的电动汽车，由于电动机控制响应速度的提高，可以更容易实现四轮电子差速转向控制。另外，为配合转弯时左、右两侧车轮有相应的差速要求，还必须同时控制电子差速器协调工作。

3. 驾驶室显示操纵台

它类同于传统汽车驾驶室的仪表板，不过其功能根据电动汽车驱动的控制特点有所增减，其信息指示更多选用数字或液晶屏幕加以显示。它与前述电力驱动主模块中的中央控制单元相结合，用计算机进行控制。

4. 辅助装置

电动汽车的辅助装置主要有照明设备、各种声光信号装置、车载音响设备、空调器、刮水器、风窗除霜清洗器、电动门窗、电控玻璃升降器、电控后视镜调节器、电动座椅调节器、车身安全防护装置控制器等。它们主要是为提高汽车的操控性、舒适性和安全性而设置的，有些是必要的，有些是可选用的。与传统汽车一样，辅助装置大都有成熟的专用配件供应。不过选用时应考虑到纯电动汽车能源不充裕的特点，特别是空调器所消耗的能量比较大，应尽可能从节能方面考虑。另外，对于有些装置可用液压或电动两种方式来控制的，一般选用电动控制的较为方便。

第十二章

混合动力电动汽车

第一节　混合动力电动汽车的类型

一、串联式混合动力电动汽车

串联式混合动力电动汽车的驱动方式如图 12-1 所示。发动机带动发电机发电，其电能通过传输电路及控制器直接输送到电动机，由电动机产生驱动力驱动汽车。

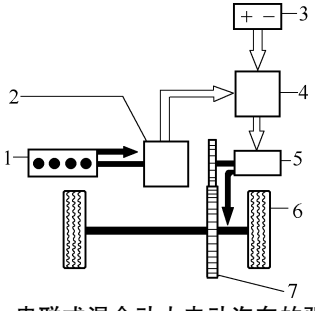


图 12-1　串联式混合动力电动汽车的驱动方式

注：➡表示驱动力，⇨表示电力。

1—发动机　2—发电机　3—动力蓄电池　4—变压器

5—电动机　6—驱动轮　7—减速器

二、并联式混合动力电动汽车

并联式混合动力电动汽车的驱动方式，如图 12-2 所示。汽车可由发动机和电动机共同驱动或各自单独驱动。当电动机只是作为辅助驱动系统时，功率可以比较小。

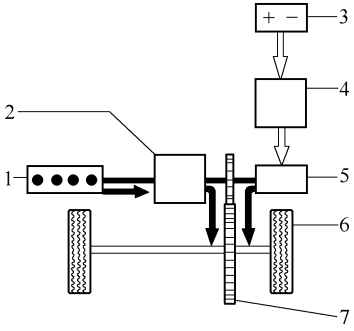


图 12-2　并联式混合动力电动汽车的驱动方式

注：➡表示驱动力，⇨表示电力。

1—发动机　2—变速器　3—动力蓄电池　4—变压器

5—电动机　6—驱动轮　7—减速器

三、混联式混合动力电动汽车

混联式混合动力电动汽车有时也称为复杂混合或复合混合动力电动汽车，其驱动方式如图 12-3 所示。

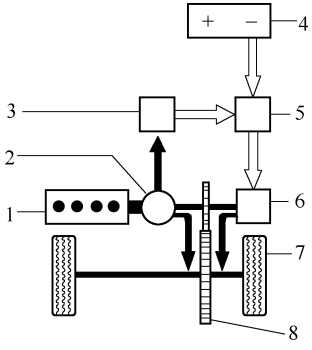


图 12-3　混联式混合动力电动汽车的驱动方式

注：➡表示驱动力，⇨表示电力。

1—发动机　2—动力分离装置　3—发电机　4—动力蓄电池

5—变压器　6—电动机　7—驱动轮　8—减速器

混联式混合动力电动汽车的驱动系统是串联式与并联式的综合。发动机

输出的功率一部分通过机械传动输送给驱动桥，另一部分则驱动发电机发电。发电机输出的电能输送给电动机或电池。电动机产生的驱动力矩通过动力合成装置传送给驱动桥。

第二节　串联式混合动力电动汽车

一、串联式混合动力电动汽车的组成

串联式混合动力电动汽车由发动机、发电机、整流器、蓄电池组（或其他类型的动力电池）、牵引电动机、机械传动装置等组成，如图12-4所示。如果蓄电池组可外插电网充电，则属于插电式串联混合动力电动汽车。发动机和发电机之间是机械连接，牵引电动机与机械传动装置（主减速器、差速器等）之间也是机械连接，燃油箱与发动机之间是管路连接，其余部分是电缆连接。

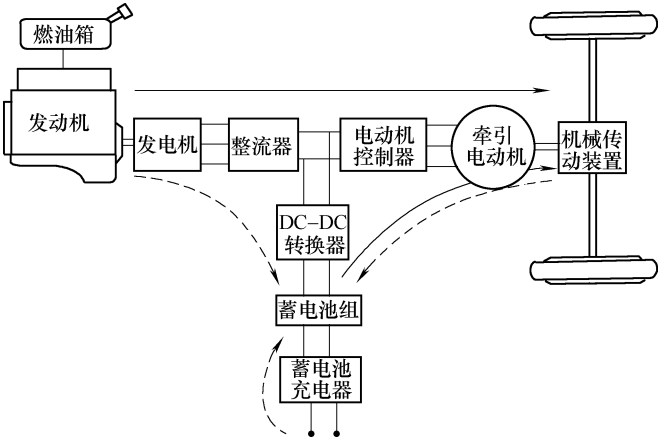


图12-4　串联式混合动力电动汽车的组成

注：⟶表示牵引；- - ➤表示蓄电池充电。

发动机和发电机组有时称为辅助动力单元（APU），其主要功能是将发动机输出的机械能通过发电机转化为电能。转化的电能或用于蓄电池充电，或经牵引电动机和机械传动装置驱动车辆行驶。

图12-4中带箭头的实线和虚线表达了车辆在行驶过程中能量的流动情

况。从燃油箱、发动机、发电机、整流器流出的能量是单向的，可以经电动机控制器、牵引电动机直到机械传动装置，提供车辆行驶所需要的能量，也可以经 DC-DC 转换器到达蓄电池组，提供维持蓄电池组（SOC）的能量。从蓄电池组、DC-DC 转换器、电动机控制器、牵引电动机直到机械传动装置，能量流动可以是双向的。根据路况及控制策略，牵引电动机被控制为电动机或发电机，在驱动时，作为电动机使用，提供整车行驶所需要的动力；在制动减速时，作为发电机使用，将整车动能的一部分转化为电能，经 DC-DC 转换器给蓄电池组充电，这样就实现了能量的双向流动。

二、串联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析

1. 串联式混合动力电动汽车的工作模式

（1）纯粹的电驱动模式　发动机关闭，车辆仅由蓄电池组供电、驱动。

（2）纯粹的发动机驱动模式　车辆驱动功率仅源于发动机-发电机组，而蓄电池组既不供电也不从传动系统中获取任何能量。

（3）混合驱动模式　驱动功率由发动机-发电机组和蓄电池组共同提供。

（4）发动机驱动和蓄电池充电模式　发动机-发电机组除提供车辆行驶所需的功率外，还向蓄电池组充电。

（5）再生制动模式　发动机-发电机组关闭，而牵引电动机运行在发电机状态，通过消耗车辆的动能产生电功率，用于向蓄电池组充电。

（6）蓄电池停车充电模式　牵引电动机不接收功率，车辆停驶，发动机-发电机组仅向蓄电池组充电。

（7）蓄电池混合充电模式　发动机-发电机组和运行在发电机状态下的牵引电动机两者都向蓄电池组充电。

在以低负荷行驶时，串联式混合动力电动汽车可采用纯粹的电驱动模式或纯粹的发动机驱动模式。纯粹的电驱动模式主要用于对排放要求较高的市区道路环境。在以高负荷行驶时（如超车或满载爬坡时），串联式混合动力电动汽车则采用混合驱动模式，电能来自于发动机-发电机组和蓄电池组。在正常行驶时，串联式混合动力电动汽车一般采用发动机驱动和蓄电池充电模式运行。此时，发动机可以始终工作在效率较高、排放较低的单一工况，并带动发电机发电。在电动机控制器的调节下，发电机发出的电能主要用于电动机，再通过机械传动装置驱动汽车行驶。当发电机发出的电能有多余时，可以同时向蓄电池组充电。

2. 串联式混合动力电动汽车的运行工况分析

（1）起动/正常行驶/加速运行工况　发动机通过发电机和蓄电池一起输出电能并传递给功率转换器，然后驱动电动机，再通过机械传动装置驱动车轮。此运行工况下的能量流动如图12-5所示。

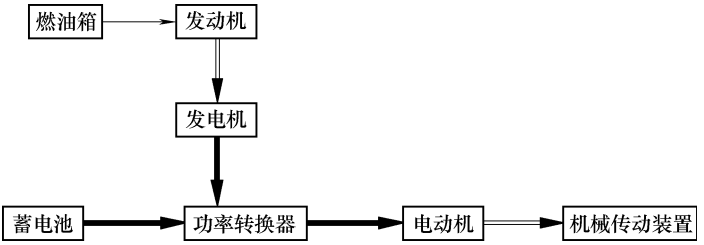


图12-5　起动/正常行驶/加速运行工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

（2）低负荷工况　发动机输出的功率大于车辆所需的功率，多余的能量通过发电机给蓄电池充电，直到SOC达到预定的限值。此运行工况下的能量流动如图12-6所示。

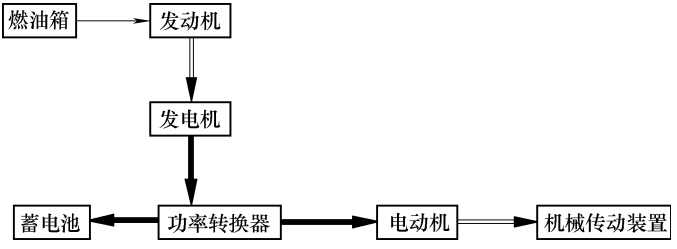


图12-6　低负荷工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

（3）减速/制动工况　电动机把驱动轮的动能转化为电能，并通过功率转换器给蓄电池充电。此运行工况下的能量流动如图12-7所示。

（4）停车充电工况　停车时，发动机可通过发电机和功率转换器给蓄电池充电。此运行工况下的能量流动如图12-8所示。

三、串联式混合动力电动汽车的特点

1. 串联式混合动力电动汽车的结构特点

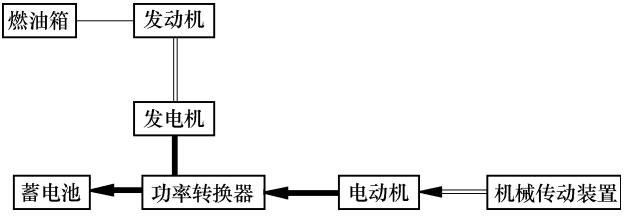


图 12-7　减速/制动工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

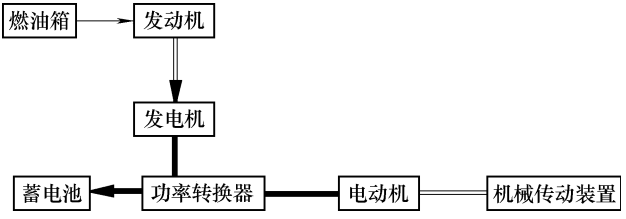


图 12-8　停车充电工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

1）发动机和发电机组成的辅助动力单元一起工作产生所需的电能。发动机和发电机之间的机械连接装置中不需要离合器。

2）发动机输出的机械能首先通过发电机转化为电能，转化后的电能一部分用来给蓄电池充电，另一部分经由电动机和机械传动装置驱动车轮。

3）单条驱动线路，两台电机，只有牵引电动机驱动汽车行驶，而发动机仅用于带动发电机发电，与驱动轮无机械连接，不直接驱动车辆。在两台电机中，一台电机用于驱动和能量回馈，另一台电机专门用于发电。

4）属于内燃机辅助型的电动汽车，用于增加电动汽车的续航里程。

2. 串联式混合动力电动汽车的优点

1）以动力电池组为基本能源，可实现“零污染”状态行驶。发动机-发电机组所发出的电能向动力电池组充电，用于补充动力电池组的电能，或直接供给驱动电动机，以延长续航里程。

2）发动机-发电机组中的发动机与驱动轮之间没有机械上的连接，因此能够保持在稳定、高效、低污染的状态下运转，将有害气体排放控制在最低范围。此外，还可采用燃气轮机、转子发动机等其他类型的发动机，进一步

降低燃料消耗和有害气体的排放。

3）趋近于纯电动汽车，只有电动机驱动车辆。因为电动机具有较为理想的转矩-转速特性，所以驱动系统不需要多档传动装置，从而使结构大为简化，也可采用电动机集中驱动系统或电动轮驱动系统，从而使成本下降。

4）发动机与车轮之间在机械上完全解藕，总体结构较简单，易于控制。发动机-发电机组和电动机之间没有机械联系，在车上布置时有较大的自由度。

3. 串联式混合动力电动汽车的缺点

1）电动机驱动功率必须能够克服车辆在行驶过程中的最大阻力，故要求电动机功率较大，外形尺寸较大，质量较大。由于电动机不经常在满负荷状态下工作，所以效率较低。要求动力电池组容量大，同时还需较大功率的发动机-发电机组（一般而言，发动机-发电机组的功率接近或等于电动机的功率），加上庞大的动力电池组，整车外形尺寸较大，质量较大，在中小型车上布置有困难，较适合应用于大型客车。

2）发动机-发电机-电动机系统在机械能-电能-机械能的能量转换过程中，能量损失较大；在动力电池组的充电、放电过程中存在能量损耗，车辆也不是经常在满负荷状态下运行，能量转换的综合效率比内燃机汽车低。

3）发动机-发电机组与动力电池组之间的匹配要求较严格，应能根据动力电池组（SOC）的变化，自动起动或关闭发动机，以避免动力电池组过放电和过充电，因此需要更大容量的电池。

第三节 并联式混合动力电动汽车

一、并联式混合动力电动汽车的组成

并联式混合动力电动汽车由发动机、电动机、电动机控制器、蓄电池组（或其他类型的动力电池）、动力合成器、机械传动装置等组成，如图12-9所示。如果蓄电池组可外插电网充电，则属于插电式并联混合动力电动汽车。发动机与电动机的输出轴分别与动力合成器输入端进行机械连接，输出动力通过动力合成器输出轴传递到机械传动装置（变速器、主减速器、差速器等），驱动车辆行驶。燃油箱与发动机之间是管路连接的，电动机与电动机控制器、电动机控制器与蓄电池组之间均是电缆连接的。

并联式混合动力电动汽车与串联式混合动力电动汽车的最大区别在于发

动机与机械传动装置存在机械连接，直接参与车辆的驱动。图 12-9 中带箭头的实线和虚线表达了车辆在行驶过程中能量的流动，与串联式混合动力汽车情况类似。

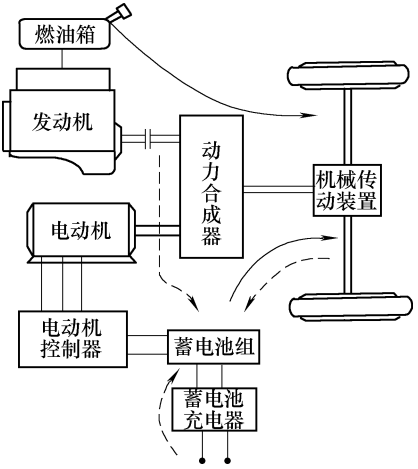


图 12-9　并联式混合动力电动汽车的组成

注：⟶表示牵引；- - ➤表示蓄电池充电。

二、并联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析

1. 并联式混合动力电动汽车的工作模式

（1）纯粹的电驱动模式　发动机关闭，离合器分离，电动机通过动力合成器提供动力，驱动汽车行驶。

（2）纯粹的发动机驱动模式　车辆的驱动功率仅源于发动机，而蓄电池组既不供电也不从传动系统中获取任何能量。此时，电动机关闭。

（3）混合驱动模式　驱动功率由发动机和蓄电池组共同提供，并通过动力合成器合成，向机械传动装置提供动力。

（4）发动机驱动和蓄电池充电模式　发动机除提供车辆行驶所需的功率外，还向蓄电池组提供充电功率。此时，发动机的功率由动力合成器分成两路，一路用于驱动汽车，另一路用于带动运行在发电机状态的电机发电。

（5）再生制动模式　发动机关闭，而牵引电动机运行在发电机状态，通过消耗车辆的动能产生电功率，用于向蓄电池组充电。

（6）停车充电模式　车辆停驶，发动机通过动力合成器带动电机发电，向蓄电池组充电。此时，机械传动装置应备有空档或在动力合成器与机械传动装置之间装有离合器。

在以低负荷行驶时，并联式混合动力电动汽车可采用纯粹的电驱动模式或纯粹的发动机驱动模式。纯粹的电驱动模式主要用于对排放要求较高的市区道路环境。在以高负荷行驶时（如超车或满载爬坡时），并联式混合动力电动汽车则采用混合驱动模式。在正常行驶时，并联式混合动力电动汽车一般采用发动机驱动和蓄电池充电模式运行。此时，发动机的工作效率与工作区间随着负荷的变化而不断变化，不能像串联式混合动力电动汽车那样工作在单一工况。当发动机输出的功率有多余时，可以同时向蓄电池组充电。

2. 并联式混合动力电动汽车的运行工况分析

（1）起动/加速工况　当车辆起动或节气门全开加速时，发动机和电动机同时工作，共同分担驱动车辆所需的动力，如发动机和电动机分别承担总功率的80%和20%。此运行工况下的能量流动如图12-10所示。

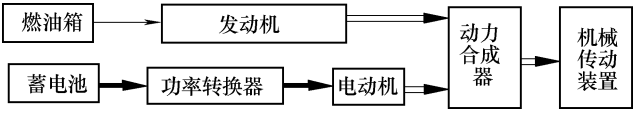


图12-10　起动/加速工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

（2）正常行驶工况　当车辆正常行驶时，电动机关闭，仅由发动机工作，提供车辆行驶所需的动力。此运行工况下的能量流动如图12-11所示。

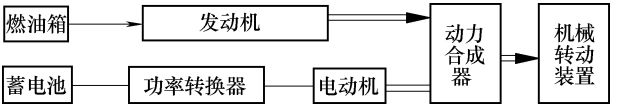


图12-11　正常行驶工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

（3）减速/制动工况　当车辆减速行驶或制动时，电动机工作于发电机模式进行再生制动，通过功率转换器给蓄电池充电。此运行工况下的能量流动如图12-12所示。

（4）行驶中给蓄电池充电工况　当车辆轻载时，发动机输出功率驱动车辆行驶，同时发动机输出的多余功率驱动以发电状态工作的电动机发电而

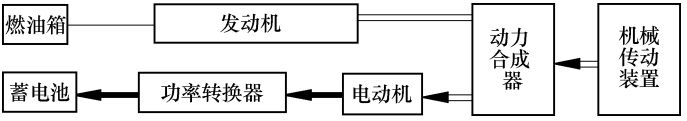


图 12-12　减速/制动工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；──表示液流连接。

向蓄电池充电。此运行工况下的能量流动如图 12-13 所示。

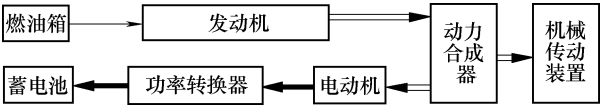


图 12-13　行驶中给蓄电池充电工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；──表示液流连接。

三、并联式混合动力电动汽车的特点

1. 并联式混合动力电动汽车的结构特点

1）两条驱动线路：内燃机和电动机都可通过各自的驱动线路驱动车轮。

2）三种基本驱动模式：发动机单独驱动、电动机单独驱动、发动机和电动机混合驱动。

3）属于电力辅助型的燃油汽车，可降低排放和燃油消耗。

4）当发动机提供的功率大于驱动车辆所需的功率或者再生制动时，电动机工作在发电机状态，将多余的能量充入蓄电池。

2. 并联式混合动力电动汽车的优点

1）只有发动机和电动机两个动力总成，两者的功率可以等于车辆驱动功率的 50% ~100%，比串联式混合动力电动汽车三个动力总成的功率、质量和体积小很多。

2）发动机可直接驱动车辆，没有串联式混合动力电动汽车发动机的机械能-电能-机械能的转换过程，能量转换的综合效率比串联式混合动力电动汽车高。当车辆需要最大输出功率时，电动机可以提供额外的辅助动力，因此发动机功率可选择得较小，燃油经济性比串联式混合动力电动汽车好。

3）与电动机配套的动力电池组容量较小，使整车质量减小。

4）当轻度混合时，电动机可带动发动机起动，调节发动机的输出功

率，使发动机基本稳定在高效率、低污染状态下工作。发动机也可带动电机发电向电池组充电，以延长续航里程。

3. 并联式混合动力电动汽车的缺点

1）需要配备与内燃机汽车相同的传动系统，总布置基本与内燃机汽车相同，动力性能接近内燃机汽车。发动机工况会受到车辆行驶工况的影响，有害气体排放高于串联式混合动力电动汽车。

2）需要装置离合器、变速器、传动轴和驱动桥等总成，还有电动机、动力电池组和动力合成器等装置，因此动力系统结构复杂，布置和控制更困难。

四、并联式混合动力电动汽车驱动系统的布置分析

根据内燃机、电动机动力合成的方式及有无离合器等情况，并联式混合动力电动汽车的驱动系统存在较大差别。

当动力合成器单独采用转矩耦合时，并联式混合动力电动汽车驱动系统可采用两轴式、单轴式和分离轴式三种布置形式。当动力合成器单独采用速度耦合或同时采用转矩耦合与速度耦合时，并联式混合动力驱动系统主要采用两轴式布置形式。

1. 转矩耦合的混合动力驱动系统

（1）两轴式结构的混合动力驱动系统　发动机和电动机通过动力合成器的两输入轴进行动力合成，再经过机械传动装置驱动汽车行驶。两轴式混合动力驱动系统的变速器与动力装置的布置形式多样，使得驱动系统结构也多样化，主要有以下两种结构：

1）变速器位于转矩耦合器之前的两轴式混合动力驱动系统。图 12-14 所示的两轴式混合动力驱动系统应用了两个变速器。变速器 1 位于发动机和转矩耦合器之间，变速器 2 位于电动机和转矩耦合器之间。两个变速器可以是单档或多档。多档变速器能形成多种牵引力-转速特性曲线。两个多档变速器为发动机和电动机驱动系统运行于各自的最佳区域提供了更多的可能性，使该混合动力驱动系统的性能和整体效率可超过其他类型的混合动力驱动系统。但两个多档变速器将使混合动力驱动系统复杂化，且两个变速器换挡复杂。为此，常见的布置形式是变速器 1 为多档，变速器 2 为单档，或者变速器 1 与变速器 2 均为单档。变速器 1 为单档而变速器 2 为多档的布置形式是不合适的，因为这种布置方案不能充分发挥发动机和电动机的优势。

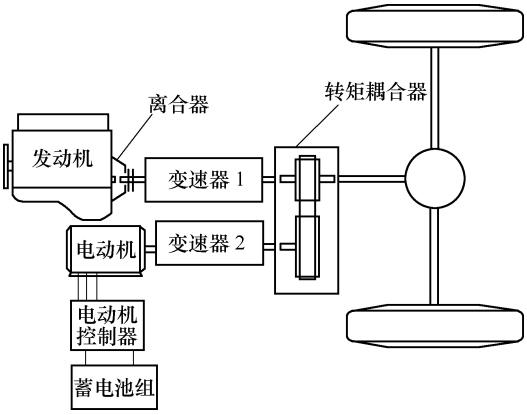


图 12-14　变速器位于转矩耦合器之前的混合动力驱动系统

2）变速器位于转矩耦合器之后的两轴式混合动力驱动系统。图 12-15 所示的两轴式混合动力驱动系统只有一个变速器，位于转矩耦合器之后，能以相同速比提高发动机和电动机两者的转矩。转矩耦合器传动比 k_1 和 k_2 的合理选择，将使电动机和发动机能工作在各自的额定转速范围内且最大限度地发挥两者的动力优势。这种布置形式适用于采用小型发动机和电动机的情况。多档变速器的作用是增大低速时混合动力驱动系统的牵引力。

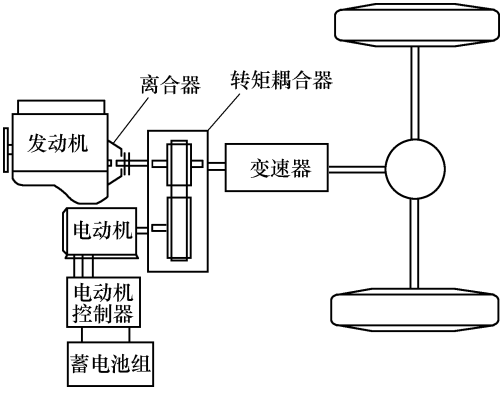


图 12-15　变速器位于转矩耦合器之后的两轴式混合动力驱动系统

（2）单轴式结构的混合动力驱动系统　对于转矩耦合的并联式混合动力驱动系统，其简单且紧凑的构造是单轴式结构，其中电动机转子起着转矩

耦合装置的作用。图12-16所示为变速器位于电动机之后的单轴式混合动力驱动系统。图12-17所示为变速器位于电动机之前的单轴式混合动力驱动系统。

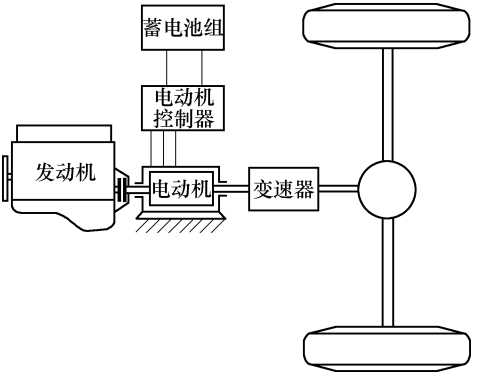


图12-16　变速器位于电动机之后的单轴式混合动力驱动系统

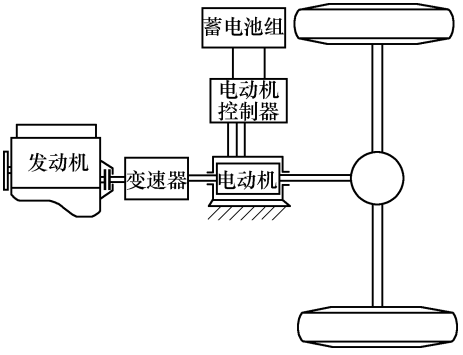


图12-17　变速器位于电动机之前的单轴式混合动力驱动系统

在变速器位于电动机之后的结构中，发动机转矩和电动机传递到驱动桥的转矩、转速均由变速器调节。此时，发动机和电动机必须有相同的转速范围。这一结构常用于小型电动机的情况，属于轻度混合动力驱动系统。其中，电动机起着起动机、发电机、发动机的辅助动力和再生制动的多重集成作用。

在变速器位于电动机之前的结构中，当电动机转矩直接传递给主减速器时，变速器仅能调节发动机转矩。这一结构可用于有大范围恒功率区的大型

电动机的混合驱动系统。变速器仅用于改变发动机的运行工作点，以改进车辆性能和发动机的运行效率。应该注意，当车辆停止并且电动机刚性地连接到驱动轮时，发动机不能带动电动机使其作为发电机而向蓄电池组充电。

（3）分离轴式结构的混合动力驱动系统　另一种并联式混合动力电驱动系统是分离轴式结构。其中，一个轴由发动机驱动，另一个轴则由电动机驱动，牵引力通过前后驱动轮在路面上合成，如图 12-18 所示。

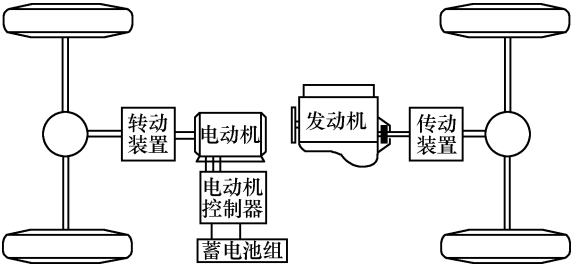


图 12-18　分离轴式混合动力驱动系统

分离轴式结构可以保持原始发动机和传动装置不变，只是在另一轴上加装一套电动机驱动系统，成为四轮驱动形式。但这种结构势必占据原有车辆的大量空间，使装载乘客和行李的有效空间减小。

2. 速度耦合的混合动力驱动系统

图 12-19 所示为速度耦合的两轴式混合动力驱动系统。

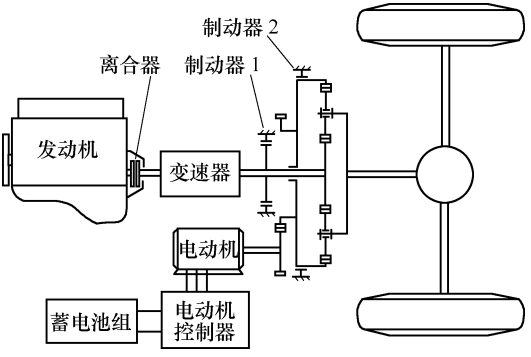


图 12-19　速度耦合的两轴式混合动力驱动系统

发动机通过离合器和变速器与行星齿轮机构的太阳轮连接。其中，变速器用来调整发动机的转矩特性，以满足动力匹配的要求。电动机通过一对齿

轮与齿圈连接，制动器1和制动器2将太阳轮和齿圈与静止的车架锁定。其工作原理如下：

（1）混合驱动模式　当制动器1和制动器2被释放时，太阳轮和齿圈可以旋转，发动机和电动机都向驱动轮供给正向转速和转矩。此时，由行星齿轮机构的行星架提供的输出转速是太阳轮与齿圈转速的加权和；行星架输出的转矩正比于发动机转矩和电动机转矩。

（2）纯粹的发动机驱动模式　当制动器2将齿圈锁定在车架上而制动器1被释放时，发动机通过太阳轮和齿圈单独向驱动轮提供动力。此时，通过一对齿轮与齿圈相连的电动机不工作。

（3）纯粹的电驱动模式　当制动器1将太阳轮锁定在车架上而制动器2被释放时，电动机通过齿圈和行星架向驱动轮提供动力。此时，与太阳轮相连的发动机关闭。

（4）再生制动模式　制动器1和制动器2的状态同于纯粹的电驱动模式时的状态。此时，发动机也关闭，电动机工作在发电机状态，按再生制动模式予以控制，实现能量回收。

（5）发动机驱动和蓄电池充电模式　发动机的离合器和制动器1、制动器2的状态同于混合驱动模式时的状态。此时，发动机通过行星齿轮机构的转速分解，将其功率分离为两部分，一部分用于驱动，另一部分用于带动电动机发电，向蓄电池充电。

3. 既有转矩耦合又有速度耦合的混合动力驱动系统

同时采用转矩耦合与速度耦合的两轴式混合动力驱动系统，如图12-20所示。

当选择转矩耦合运行模式时，制动器2将行星齿轮机构的齿圈锁定在车架上，同时离合器1和离合器3接合，而离合器2脱开。此时，发动机和电动机的动力经耦合齿轮、离合器3直到太阳轮轴，实现转矩合成。在这样的情况下，行星齿轮机构仅起减速器的作用，为典型的转矩耦合的并联式混合动力驱动系统。

当选择转速耦合运行模式时，离合器1和离合器2接合，而离合器3分离，同时制动器1和制动器2释放。此时，连接到驱动车轮的行星架的转速是发动机转速和电动机转速的组合，发动机转矩、电动机转矩以及作用于驱动轮上的转矩保持固定不变的关系。

动力合成器转矩耦合或转速耦合的选择，使得动力装置将有更多的可供选择的运行模式和运行区域，以便优化其性能。例如在低车速时，转矩耦合

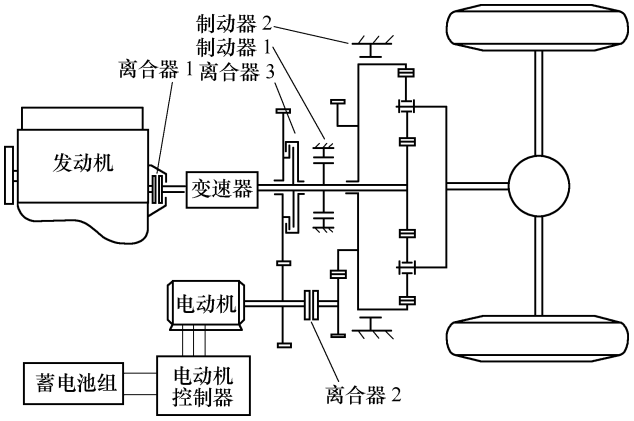


图 12-20　同时采用转矩耦合与速度耦合的两轴式混合动力驱动系统

模式适合于高加速性能和爬坡能力的需求；在高车速时，则应采用转速耦合模式，以保持发动机转速处于其最佳运行区。

第四节　混联式混合动力电动汽车

一、混联式混合动力电动汽车的组成

混联式混合动力电动汽车是在串联式混合和并联式混合的基础上综合而成的一种混合动力形式。其结构示意图如图 12-21 所示。

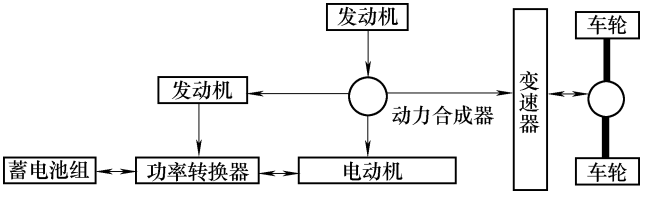


图 12-21　混联式混合动力电动汽车的结构示意图

在混联式混合动力系统中，动力合成器一般也称为动力分配器或功率分配器。发动机输出的功率一部分通过动力合成器分配给传动装置，驱动汽车行驶；另一部分功率则分配给发电机发电。发电机输出的电能输送给电动机或蓄电池组。电动机从蓄电池组或发电机获取电能，产生驱动力，通过动力

合成器传递给驱动桥。

混联式混合动力电动汽车的动力合成器一般采用行星齿轮机构。如图12-22所示，行星齿轮机构将发动机、发电机、电动机连接起来，太阳轮与发电机相连，齿圈与电动机及传动装置相连，行星架与发动机相连。发动机的一部分动力通过行星齿轮传给齿圈，然后通过机械传动装置传给驱动车轮；另一部分动力传给太阳轮经发电机转化为电能。电动机的动力直接通过与齿圈一体的齿轮传给驱动装置。

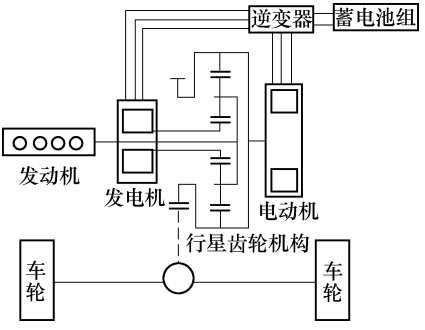


图12-22　行星齿轮机构作为动力合成器的混联混合动力电动汽车

二、混联式混合动力电动汽车的工作模式与运行工况分析

1. 混联式混合动力电动汽车的工作模式

（1）纯粹的电驱动模式　发动机、发电机关闭，电动机通过动力合成器提供动力，驱动汽车行驶。

（2）纯粹的发动机驱动模式　车辆驱动功率仅源于发动机，而蓄电池组既不供电也不从传动系统中获取任何能量。此时，发电机、电动机关闭。

（3）混合驱动模式　驱动功率由发动机和蓄电池组共同提供，并通过动力合成器合成，向机械传动装置提供动力。

（4）发动机驱动和蓄电池充电模式　发动机除提供车辆行驶所需的功率外，还向蓄电池组充电。此时，发动机的功率由动力合成器分成两路，一路用于驱动汽车，另一路用于带动发电机发电。

（5）再生制动模式　发动机关闭，而牵引电动机运行在发电机状态，通过消耗车辆的动能产生电功率，用于向蓄电池组充电。

（6）停车充电模式　车辆停驶，发动机通过动力合成器带动发电机发

电，向蓄电池组充电。

2. 混联式混合动力电动汽车的工况分析

（1）发动机主动型混联式混合动力电动汽车的工作模式

1）起动工况。发动机关闭，由蓄电池给电动机提供电能驱动车辆。其能量流动如图 12-23 所示。

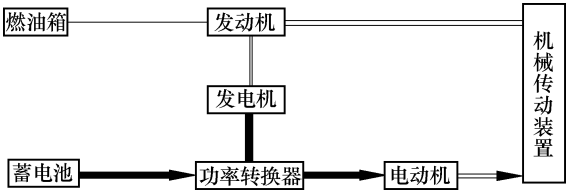


图 12-23　发动机主动型在起动工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

2）加速工况。当节气门全开，车辆加速行驶时，发动机和电动机同时工作，共同分担车辆行驶所需的动力。其能量流动如图 12-24 所示。

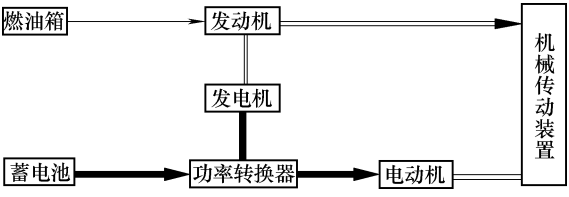


图 12-24　发动机主动型在加速工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

3）匀速工况。电动机关闭，发动机工作，提供车辆所需动力。其能量流动如图 12-25 所示。

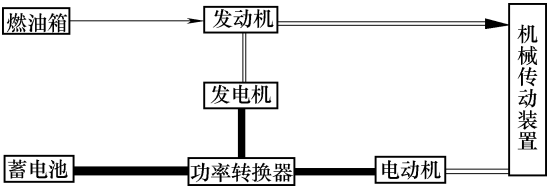


图 12-25　发动机主动型混联式混合动力电动汽车在匀速工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

4）减速/制动工况。电机工作于发电模式进行再生制动，通过功率转换器给蓄电池充电。其能量流动如图12-26所示。

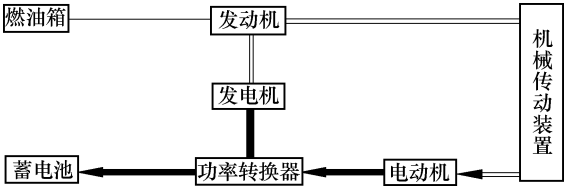


图12-26 发动机主动型混联式混合动力电动汽车在减速/制动工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

5）行驶中给蓄电池充电工况。发动机一部分动力用于驱动车辆，另一部分动力由发电机经功率转换器给蓄电池充电。其能量流动如图12-27所示。

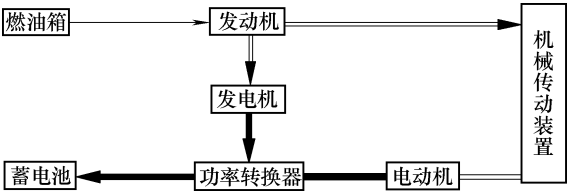


图12-27 发动机主动型混联式混合动力电动汽车在行驶中给蓄电池充电工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

6）停车充电工况。当停车时，发动机可通过发电机给蓄电池充电。其能量流动如图12-28所示。

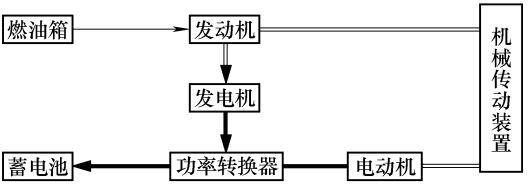


图12-28 发动机主动型混联式混合动力电动汽车在停车充电工况下的能量流动

注：━表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

（2）电力主动型混联式混合动力电动汽车的工作模式　电力主动型与发动机主动型混联式混合动力电动汽车工作模式的主要区别是在匀速工况和加速工况，其他工况下的工作模式是一样的。

在匀速和加速行驶时，电力主动型混联式混合动力电动汽车的发电机发电，提供电动机所需的电能，其能量流动分别如图 12-29 和图 12-30 所示。

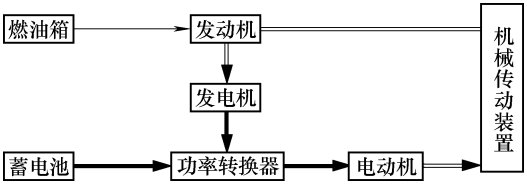


图 12-29　电力主动型混联式混合动力电动汽车在加速工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

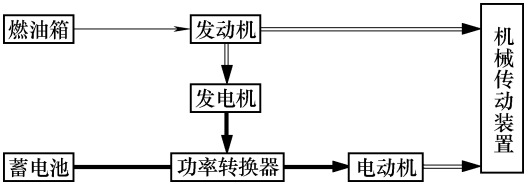


图 12-30　电力主动型式混合动力电动汽车在匀速工况下的能量流动

注：▬表示电力连接；═表示机械连接；—表示液流连接。

三、混联式混合动力电动汽车的特点

1. 混联式混合动力电动汽车的结构特点

1）将串联式混合动力电动汽车和并联式混合动力电动汽车相结合，具有两者的优点。

2）与串联式混合动力电动汽车相比，增加了机械动力的传递线路。

3）与并联式混合动力电动汽车相比，增加了电能的传输线路。

2. 混联式混合动力电动汽车的优点

1）三个动力总成比串联式混合动力电动汽车三个动力总成的功率、质量和体积小。

2）有多种工作模式，节能最佳，有害气体排放达到“超低污染”。

3）发动机可直接驱动车辆，没有机械能-电能-机械能的转换过程，能量转换的综合效率比内燃机汽车高。

4）电动机可独立驱动车辆行驶。电动机利用低速大转矩特性，带动车辆起步，可在城市中实现“零污染”行驶。当车辆需最大输出功率时，电动机可给发动机提供辅助动力，因此发动机功率可选择较小，燃料经济性比串联式混合动力电动汽车好。

3. 混联式混合动力电动汽车的缺点

1）发动机是基本驱动模式，电动机是辅助驱动模式，动力性更接近内燃机汽车。发动机工况受车辆行驶工况的影响，有害气体排放高于串联式混合动力电动汽车。

2）需要配备两套驱动系统；发动机传动系统需要装置离合器、变速器、传动轴和驱动桥等传动总成；还有电动机、减速器、动力电池组以及多能源动力（发动机动力与电动机动力）组合或协调专用装置。因此，多能源动力系统结构复杂，总布置困难。

3）多能源动力系统的工作模式有多种形式，只有依靠复杂得多能源动力总成控制系统，才能达到高经济性和“超低污染”。

四、插电式混合动力汽车的结构与原理

插电式混合动力汽车本身是一种混合动力汽车，与普通混合动力汽车不同的是其车载的动力电池组可以利用电力网（包括家用电源插座）进行补充充电，具有较长的纯电动行驶里程，必要时仍然可以在混合动力模式下工作。与混合动力汽车相比，插电式混合动力汽车具有较大容量的动力电池组、较大功率的电机驱动系统以及较小排量的发动机。为满足纯电动行驶的需要，插电式混合动力汽车的辅助系统均为电动化的辅助系统，如电动助力转向、电动真空助力、电动空调等，而且还额外增加了车载充电器。图 12-31 所示为插电式混合动力汽车的结构简图。

插电式混合动力汽车的工作原理为：当动力电池组通过电力网充满电后，汽车优先以纯电池组驱动模式工作；直至动力电池组电量达到纯电池组驱动模式工作的下限时，发动机起动，整车自动切入常规混合动力汽车控制模式，动力电池组在满足混合动力行驶功率需求的前提下，维持在一个较低的电量状态，直至下一次通过电力网充满电。

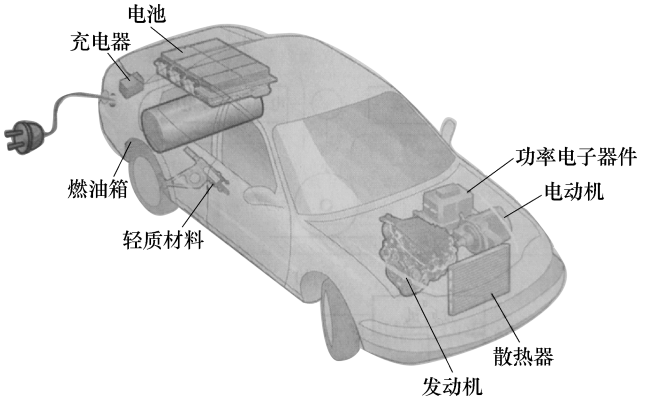


图 12-31　插电式混合动力汽车的结构简图

第五节　混合动力汽车实例

一、丰田普锐斯混合动力汽车

丰田公司于 1997 年开始销售的普锐斯混合动力汽车（见图 12-32）为 5 座小型轿车，它是世界上第一款大批量生产的商业用途的混合动力车型。丰田普锐斯混合动力系统由汽油发动机和电动机组成，采用丰田汽车公司自行开发的丰田混合动力系统（Toyota Hybrid System，THS）。



图 12-32　普锐斯混合动力汽车

1. 丰田混合动力系统（THS）的组成

丰田混合动力系统（THS）使用汽油机和电动机两种动力，通过串联与并联相结合的方式进行工作，达到了低排放的效果。丰田混合动力系统主要部件在车上的位置如图12-33和图12-34所示。

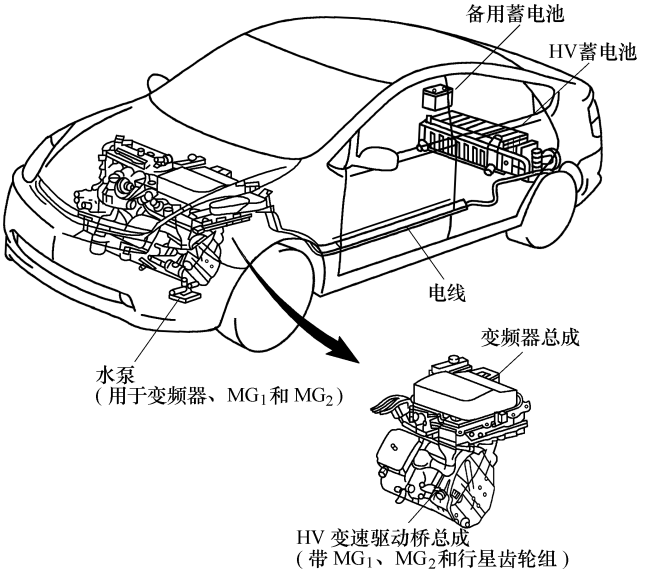


图12-33 丰田混合动力系统主要部件在车上的位置（一）

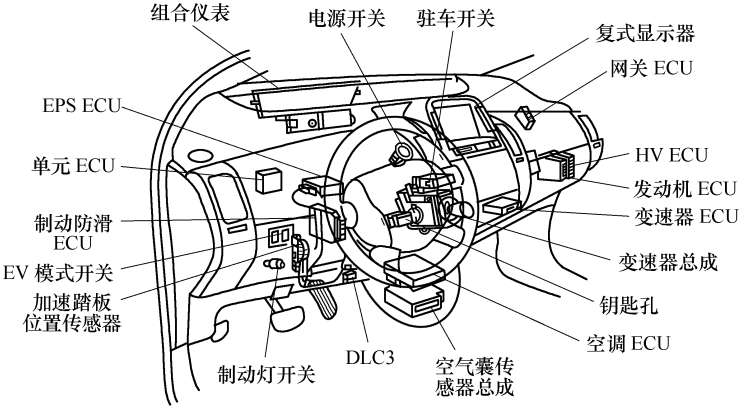


图12-34 丰田混合动力系统主要部件在车上的位置（二）

（1）HV 变速驱动桥　混合动力车辆（HV）变速驱动桥由发电机（MG_1）、电动机（MG_2）和行星齿轮组组成。

1）发电机（MG_1）。发电机（MG_1）由发动机带动旋转产生高压电以操作电动机（MG_2）或为 HV 蓄电池充电。同时，它还可以作为起动机起动发动机。

2）电动机（MG_2）。电动机（MG_2）由发电机（MG_1）或 HV 蓄电池的电能驱动，产生车辆动力。制动期间或制动踏板未被踩下时，所产生的电能为 HV 蓄电池再次充电（再生制动控制）。

3）行星齿轮组。行星齿轮组以适当的比例分配发动机驱动力来直接驱动车辆和发电机。

（2）HV 蓄电池　HV 蓄电池在 HV 起步、加速和上坡时，将制动时或制动踏板未被踩下时再次充入的电能提供给电动机（MG_2）。

（3）变频器总成　变频器总成用于将高压 DC（HV 蓄电池）转换为 AC［发电机（MG_1）和电动机（MG_2）］，反之亦然（AC 转换为 DC）。它包括增压转换器、DC-DC 转换器和空调变频器。

1）增压转换器。增压转换器用于将 HV 蓄电池的最高电压从 DC 201.6V 增加到 DC 500V，反之亦然（从 DC 500V 降到 DC 201.6V）。

2）DC-DC 转换器。DC-DC 转换器用于将最高电压从 DC 201.6V 降到 DC 12V，为车身电气组件供电以及为备用蓄电池再次充电（DC 12V）。

3）空调变频器。空调变频器用于将 HV 蓄电池的额定电压 DC 201.6V 转换为 AC201.6V，为空调系统中电动变频压缩机供电。

（4）HV ECU　HV ECU 用于接收每个传感器及 ECU（发动机 ECU、蓄电池 ECU、制动防滑控制 ECU 和 EPS ECU）的信息，根据此信息计算所需的转矩和输出功率。

HV ECU 将计算结果发送给发动机 ECU、变频器总成、蓄电池 ECU 和制动防滑控制 ECU。

（5）发动机 ECU　发动机 ECU 接收的来自 HV ECU 的目标发动机转速信息和所需的发动机动力信息，进而启动 ETCS-I（智能电子节气门控制系统）。

（6）蓄电池 ECU　蓄电池 ECU 用于监控 HV 蓄电池的充电状态。

（7）制动防滑控制 ECU　制动防滑控制 ECU 用于控制电动机（MG_2）产生的再生制动以及控制液压制动，使总制动力等于仅配备液压制动的传统车辆。

同样，制动防滑控制 ECU 照常进行制动系统控制。

（8）加速踏板位置传感器　加速踏板位置传感器用于将加速踏板角度转换为电信号并输出到 HV ECU。

（9）档位传感器　档位传感器用于将档位转换为电信号并输出到 HV ECU。

（10）SMR（系统主继电器）　SMR（系统主继电器）用来自 HV ECU 的信号连接或断开蓄电池和变频器总成间的高压电路。

（11）互锁开关（用于变频器盖和检修塞）　互锁开关（用于变频器盖和检修塞）用于确认变频器盖和检修塞均已安装完毕。

（12）断路器传感器　断路器传感器如果检测到车辆发生碰撞，则切断高压电路。

（13）检修塞　在检查或维修车辆时，要拆下检修塞，关闭 HV 蓄电池高压电路。

2. 汽车工作模式

根据行驶条件的不同，汽车在稳定运行过程中可能处于以下工作状态，最大限度地适应车辆的行驶状况。

1）电动机（MG_2）接收来自 HV 蓄电池的电能，以驱动车辆（见图 12-35）。

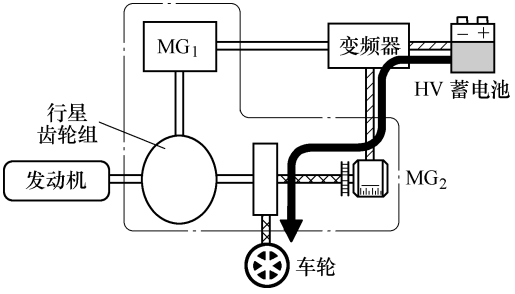


图 12-35　蓄电池供电

2）发动机通过行星齿轮驱动车辆时，发电机（MG_1）由发动机通过行星齿轮带动旋转，为电动机（MG_2）提供产生的电能（见图 12-36）。

3）发电机（MG_1）由发动机通过行星齿轮带动旋转，为 HV 蓄电池充电（见图 12-37）。

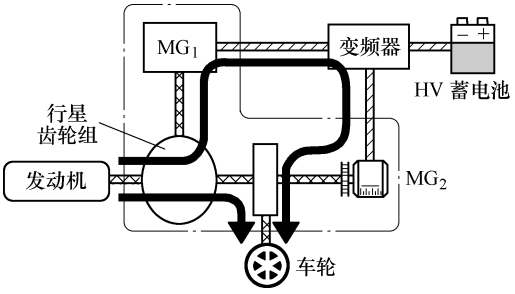


图 12-36　发动机驱动车轮

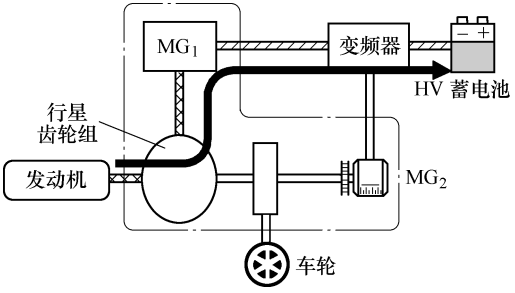


图 12-37　发动机发电

4）车辆减速时，车轮的动能被回收并转换为电能，并通过电动机（MG_2）为 HV 蓄电池再次充电（见图 12-38）。

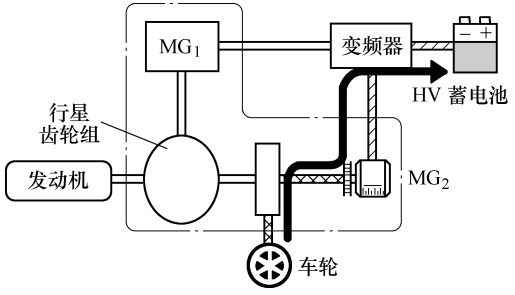


图 12-38　车轮的动能回收

HV ECU 根据车辆行驶状况在［1）、2）、3）、1）＋2）＋3）或 4）］模式间转换。但是，HV 蓄电池的 SOC（充电状态）较低时，发动机带动发

电机（MG_1）为HV蓄电池充电。

与传统汽油发动机车辆相比，系统具有更高的燃油经济性及低尾气排放量的特性。这种改进后的动力传动系统还避开了电动车辆的一些局限性（如较短的巡航里程或对外部充电设备的依赖性）。

3. 丰田混合动力系统的主要部件

（1）发电机（MG_1）和电动机（MG_2） 发电机（MG_1）和电动机（MG_2）的结构紧凑、重量轻、高效，为交流永磁铁同步型电动机/发电机。

电动机在必要时，作为辅助动力源为发动机提供辅助动力，使车辆达到优良的动态性能，其中包括平稳地起步和加速。起动再生制动后，电动机（MG_2）将车辆的动能转换为电能并储存在HV蓄电池中。

发电机（MG_1）为HV蓄电池重新充电并为电动机（MG_2）供电。此外，通过调节发电量（改变发电机的转速），发电机（MG_1）有效地控制变速驱动桥的连续可变变速器的功能。发电机（MG_1）同样作为起动机起动发动机。

发电机（MG_1）和电动机（MG_2）的电路图如图12-39所示。发电机（MG_1）和电动机（MG_2）为永磁电机，其工作原理如图12-40所示。其三相交流电经过定子线圈的三相绕组时，电机内产生旋转磁场。通过以转子的旋转位置和转速控制旋转磁场从而使转子的永磁铁受到旋转磁场的吸引产生转矩，产生的转矩可用于与电流相匹配的所有用途，而转速由交流电的频率控制。

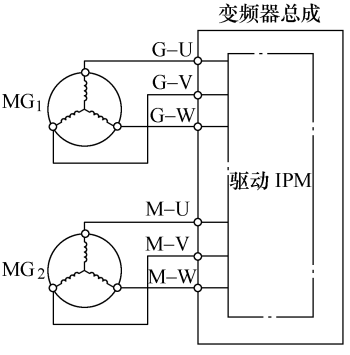


图12-39 发电机（MG_1）和电动机（MG_2）

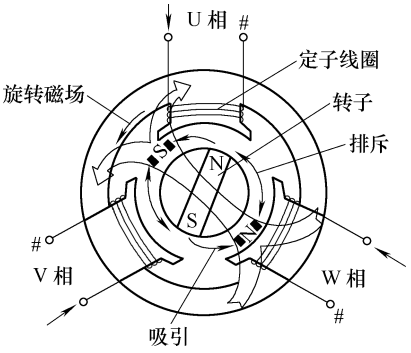


图 12-40　发电机（MG_1）和电动机（MG_2）的工作原理

注：→来自变频器；#：电机内部连接。

（2）变频器总成　变频器总成（见图 12-41）将 HV 蓄电池的高压直流电转换为三相交流电来驱动发电机（MG_1）和电动机（MG_2）。功率晶体管的启动由 HV ECU 控制。此外，变频器将用于电流控制（如输出电流或电压）的信息传输到 HV ECU。变频器和发电机（MG_2）、电动机（MG_2）一起由发动机冷却系统分离的专用散热器冷却。如果车辆发生碰撞，则安装在变速器内部的断路会检测到碰撞信号来关停系统。

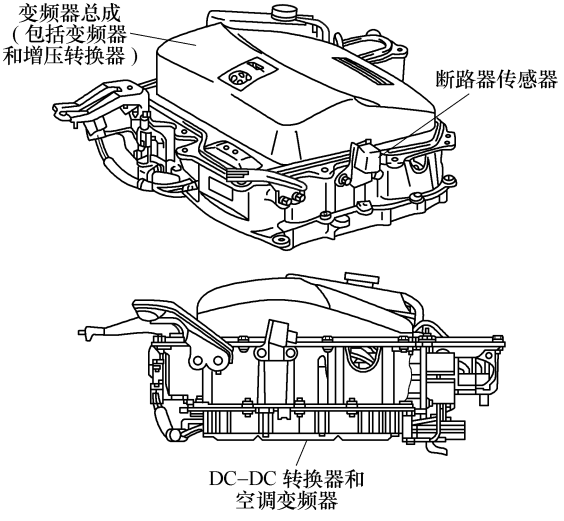


图 12-41　变频器总成

变频器总成中的增压转换器将 HV 蓄电池 DC 201.6V 的额定电压提升到 DC 500V，提升电压后，变频器将直流电转换为交流电。

发电机（MG_1）、电动机（MG_2）桥电路和信号处理/保护功能处理器已集成在 IPM（智能动力模块）中，如图 12-42 所示，以提高车辆性能。变频器总成中的空调变频器为空调系统中的电动变频压缩机供电。将变频器散热器和发动机散热器集成为一体，更加合理地利用了发动机室内的空间。

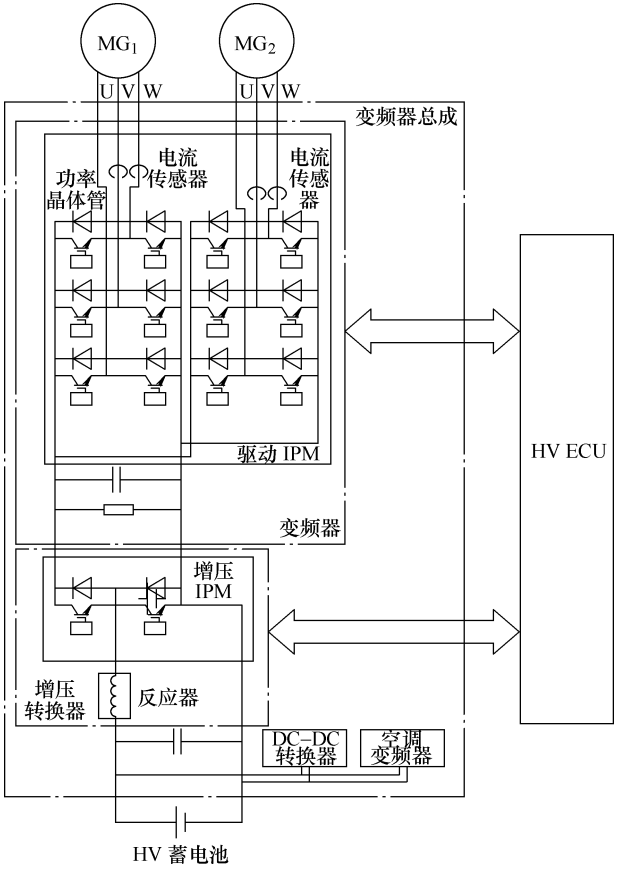


图 12-42　变频器电路图

1）增压转换器。增压转换器将 HV 蓄电池输出的额定电压 DC 201.6V 增压到 DC 500V 的最高电压（见图 12-43）。转换器包括增压 IPM（集成功

率模块）和 IGBT，（绝缘栅双极性晶体管）。通过这些组件，转换器将电压升高。

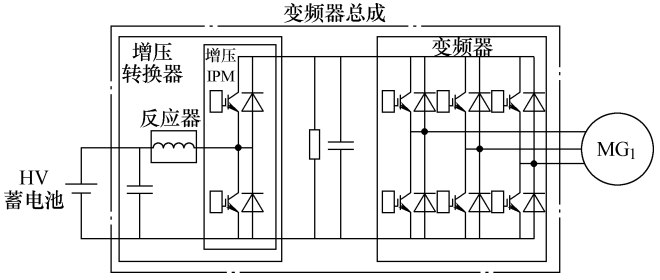


图 12-43　增压转换器电路图

发电机（MG1）或电动机（MG2）作为发电机工作时，变频器通过其将交流电（201.6～500V）转换为直流电，然后增压转换器将其降低到 DC 201.6V，为 HV 蓄电池充电。

2）DC-DC 转换器。车辆的辅助设备，如车灯、音响系统、空调系统（除空调压缩机外）和 ECU，由 DC 12V 的供电系统供电。由于 THS 发电机输出额定电压为 DC 201.6V，所以需要转换器将这个电压降低到 DC 12V 来为备用蓄电池充电（见图 12-44）。DC-DC 转换器安装在变频器的下部。

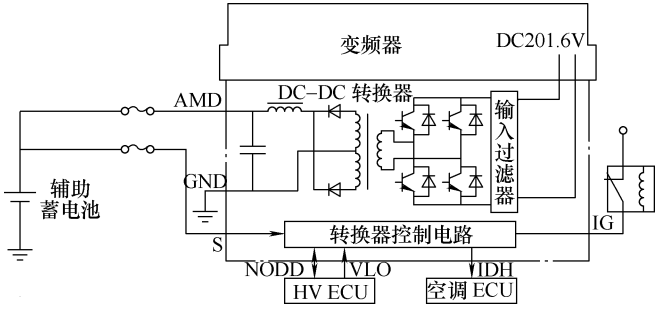


图 12-44　DC-DC 转换器电路图

3）空调变频器。变频器总成中的空调变频器为空调系统中的电动变频压缩机供电。空调变频器将 HV 蓄电池的额定电压 DC 201.6V 转换为 AC 201.6V 来为空调系统中的压缩机供电（见图 12-45）。

（3）电池组件　普锐斯混合动力汽车采用镍氢（Ni-MH）蓄电池作为

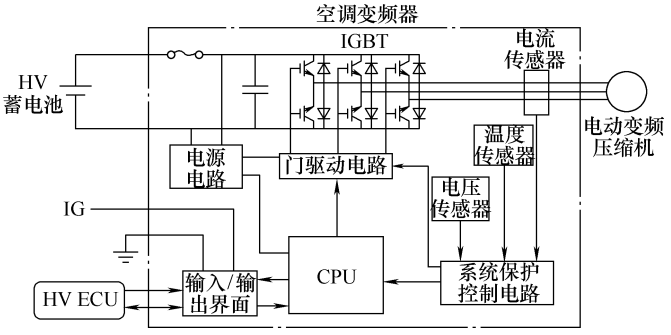


图 12-45　空调变频器电路图

HV 蓄电池，这种 HV 蓄电池具有高能、质量小、使用时间较长等特点。车辆正常工作时，由于 THS 通过充、放电来保持 HV 蓄电池 SOC（充电状态）为恒定数值，因此车辆不依赖外部设备来充电。

二、本田 Insight 和 Civic 混合动力汽车

1997 年，本田公司开发出第一代混合动力系统（Integrated Motor Assist，IMA）。1999 年 12 月，搭载 IMA 系统的本田 Insight 混合动力汽车在美国正式上市，本田汽车公司成为第一个在北美销售混合动力汽车的公司。2003 年，装配第二代 IMA 系统的四门小型轿车 Civic 投放市场，深受消费者欢迎，它们均为并联混合动力汽车。

1. IMA 混合动力系统和工作过程

IMA 系统的主要部件包括一台 1.3L、VTEC 4 缸汽油机，一台高功率的超薄永磁同步电动机，一台无级变速器（CVT）和一个智能动力单元（Intelligent Power Unit，IPU）。智能动力单元由一个动力控制单元（Power Control Unit，PCU）、一组高性能镍氢蓄电池和 1 个空调控制单元组成。汽油机和电动机布置在车辆的前部，智能动力单元布置在车辆的后部，IMA 系统的工作过程如下：

（1）起动加速　发动机以低速配气正时状态运转，同时电动机提供辅助能量。

（2）急加速状态　发动机以高速配气正时状态运转，此时电池会提供额外的功率给电动机与发动机共同驱动车辆，改善整车的加速性能。

（3）低速巡航状态　发动机的 4 个气缸阀门全部关闭，燃烧停止，车

辆以纯电动状态驱动车辆。

（4）一般加速或高速巡航　发动机以低速配气正时状态运转，单独驱动车辆。

（5）减速状态　发动机关闭，电动机（此时作为一个发电机）在电动机控制传输系统的帮助下将机械能最大限度地转换为电能，储存到电池组中。

（6）停车状态　发动机自动关闭，减少燃料损失和排放。

2. 发动机

2006 款 Civic 混合动力 1. 3L 发动机以 2005 款 1. 32L 传统发动机为基础，对部件进行了改进：主要采用了可变气门配气相位和气门升程电子控制（i- VTEC）和智能化双火花塞顺序点火技术（i- DSI）以及可变气缸管理技术（VCM），实现了超低油耗，提高了燃油经济性。新系统提供了低速、高速及间歇 3 种模式的配气正时状态，通过 4 个气缸全部间歇，可以提高减速时的能量回收效率，是目前最为先进的气门控制技术。

（1）i- VTEC 系统　可变气门配气相位和气门升程电子控制通过电磁阀调节摇臂活塞液压系统，使发动机在不同转速工况下由不同的凸轮控制，影响进气门的开度和时间。在发动机低速运转时，通过主进气门和辅助进气门之间的升程差创造一个合理的涡流比，实现良好的性能。而在高速时维持了传统 4 气门发动机的高功率输出，从而保持了低油耗性能。

i- VTEC 系统通过 ECU 控制程序调节进气门的开启和关闭，使气门的重叠时间更加精确，达到最佳进气、排气，进一步提高了发动机功率，而且帮助发动机在汽车减速时减少能量损失。

（2）智能化双火花塞顺序点火系统　智能化双火花塞顺序点火系统（i- DSI）把通常 1 个气缸 1 个火花塞控制点火方式改为在 1 个气缸上安装 2 个火花塞，分别设在进气侧和排气侧，缩短了燃烧室内火焰传播的时间，实现了全域范围内的急速燃烧，同时降低了燃爆倾向，使得大幅度提高压缩比成为可能，同时实现了高输出功率、高输出转矩及低油耗。本田汽车公司独有的双火花塞连续控制系统是根据发动机转速和负荷状况来编制的。当燃料化合物进入燃烧室，第 1 个靠近入口的火花塞点火；不久后，靠近排气口的第 2 个火花塞点火，促进燃烧过程。与单一的火花塞系统相比，该系统使燃烧更加完全，使发动机输出功率更大，油耗更少，排放降低。

（3）可变气缸管理技术　可变气缸管理系统是对上一代的 3 缸间歇系统的改进，可实现气缸全部间歇。电动机（同时作为发电机）附属在发动机的机轴上，发动机需要在减速时提供尽可能少的阻力，使电动机能够更高

效地给电池充电。传统的发动机在减速时，气缸活塞的运行将提供一定阻力（或者叫做发动机制动），VCM 消除了这种影响，使再生制动系统能够尽可能多地回收能量。

3. 电动机

IMA 电动机是一个三相超薄永磁同步电动机，安装在发动机和 CTV 之间，最大能够提供 15kW 的功率和 139N·m 的辅助转矩。电动机提供辅助推动力给发动机或在低速行驶状态下提供动力，也作为发电机在减速和制动时回收动能给电池充电。电动机的辅助使整车的动力性得到了很大的提高，其功率和转矩曲线如图 12-46 所示。

电动机使用一种最新的不对称线圈缠绕结构，这种线圈缠绕密度更大。这使得电动机最大功率和最大转矩与 2005 款 Civic 混合动力电动机相比分别增加了 50% 和 14%，转换效率由原来的 94.6% 提高到 96%。本田汽车公司单独研制的用于控制电动机速度的换流器与电动机的电控单元（ECU）集成在一起，采用数字式通信方式，使控制更为准确，提高了电动机的效率和混合动力系统的燃油经济性。

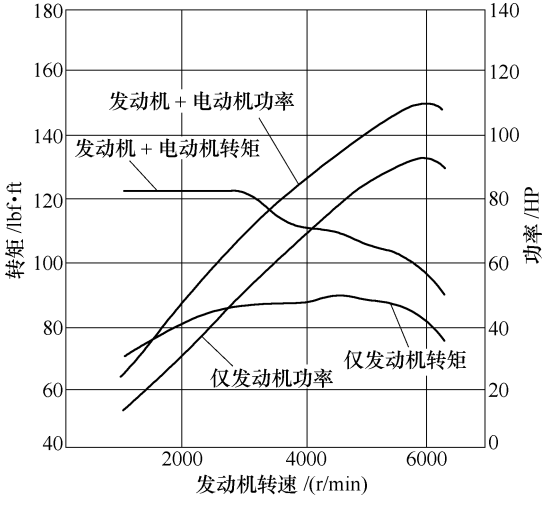


图 12-46　混合动力功率和转矩曲线

注：1lbf = 4.44822N；1ft = 0.3048m；1HP = 745.7W。

4. 电池

电池是混合动力系统的一个重要环节，储存电力的多少直接影响到汽车

的续航里程。新的混合动力系统采用最新研制的高效镍氢蓄电池，它比上一代提升了30%的蓄电能力，电池电压由144V升高到了158V，专门设计的电池箱外形紧凑，冷却性和减振性也更好，为电池长期稳定地工作提供了保证；采用全新的松下双模包装，与前代相比减轻了重量，增加了电流的效率，体积减小了12%，节省了更多的空间。

5. 混合式空调压缩机

Civic的车内空调采用专门设计的“混合式”空调压缩机，可以由发动机或电动机驱动，也可以由两者一起驱动。当发动机不工作时，电动机就可以驱动这个小巧的空气压缩机继续工作，保证车内的温度。如果外面温度特别高，需要高速制冷，单靠电动机驱动已经不行，发动机系统会自动起动，将冷气源源不断地供到车内。当车内温度已经稳定到最佳水平时，发动机又会自动关闭，从而减小油耗。

6. 再生制动系统

IMA电动机能够在制动、稳定行驶、缓慢减速或滑行时作为一个发电机，通过再生制动回收动能和以电能的形式将这些能量存入电池中。当制动时，制动踏板传感器给汽车IMA计算机IPU一个信号。计算机激活了制动系统制动主缸中的伺服单元，使机械制动和电动机能量回馈之间的制动力均衡，得到最大的能量回馈。本田汽车公司原来的IMA系统是事先固定制动能量分配比率，低于最大能量回馈，而且没有可变的比例；新系统更少依赖传统制动系统，并且减少了发动机的能量损失，能量回收能力比2005款Civic增加了70%，而且燃料供给更加节约。

7. 系统控制

IMA系统的功率是通过智能动力单元（IPU）控制的，其安装位置在后轮座下，IPU由动力控制单元、一个可再充镍氢蓄电池模块和一个制冷单元组成。

动力控制单元作为IPU的核心部分控制着电动机辅助功能，制动回馈和电池（包括IMA电池包和12V电池）充电、放电。动力控制单元通过节气门开度、发动机参数和电池包的荷电状态来决定电能辅助的多少，其主要组成部分有电池监控模块（Battery Condition Monitor，BCM）、电动机控制模块（Motor Control Module，MCM）和电动机驱动模块（Motor Drive Module，MDM）。第四代IMA系统使用最新的计算机芯片技术，动力控制单元的反应时间比以往的任何一代都要快。而采用最新开发的逆变器和DC-DC转换器帮助IMA系统全面提高了其最大功率。完整的制冷系统降低了由电流进、

出电池包产生的热量，制冷系统模块安装在电池箱外部，内部箱体中的空气不断从后座下的通风管内溢出。

（1）电池监控模块　电池监控模块（BCM）监控的电池信息主要有SOC、电池保护需求信息、电池温度等。通过温度传感器、电压传感器和电流传感器监控主体电池，测定充放电比率，且将信息提供给BCM。BCM控制IMA电池在理想的状态（20%～80%）下工作，同时防止额外的电量消耗和电池过充。电池监控模块同时控制着电池制冷风扇的运行。

（2）电动机控制模块　电动机控制模块（MCM）控制着电动机的各种行为，是一个低压的计算机，主要功能如下：

1）与发动机控制模块通信，决定车辆的运行状态，同时将系统中检测到的问题传输给ECM。

2）与电池监控模块通信，获得电池模块的荷电状态。这个信息用于保护电池模块和保持适当的充电平衡。

3）与仪表板连接，始终显示IMA系统条件和运行状态的信息。

4）电动机驱动模块接收电动机的整流信息，通过电压转换模块控制电动机功率逆变器。

（3）电动机驱动模块　电动机驱动模块（MDM）控制电动机辅助发动机并给电池充电，可实现电流在电动机和电池之间的双向传递。其内部主要为一个逆变器和电压控制单元。在电动机处于辅助状态时，能量由电池模块通过逆变器转换从直流电变为三相交流电传给电动机。同时，MCM收到3个电动机整流传感器反馈的信息，得到电动机的状态信息，通过在准确的时间控制三相电流的相位来确保电动机的正确运行。电压转换模块收到的MCM命令，通过控制绝缘栅双极晶体管的开启和关闭来满足系统的要求。在制动时，电流从电动机到电动机控制模块，电动机产生三相交流电，通过逆变器转化为直流电后给电池充电。

第六节　混合动力汽车维修

以下以丰田普锐斯混合动力控制系统为实例介绍混合动力汽车的维修。

一、混合动力控制系统维修的注意事项

混合动力系统使用高压电路，因此不正确的操作可能导致电击或漏电。在检修过程中（例如安装、拆卸、检查、更换零件）必须注意以下事项：

1. 对高压系统进行操作时断开电源

1）确保电源开关关闭。

2）从辅助蓄电池上断开负极端子电缆。

3）一定要戴绝缘手套。

注意：DTC（故障码）也会被清除，因此断开电源之前必须检查 DTC。

4）拆下检修塞。

① 拆下检修塞后，不要操作电源开关，否则可能损坏混合动力车辆控制 ECU。

② 检修车辆时，将拆下来的检修塞放到衣袋内，以防止其他汽车维修人员重新连接检修塞（见图 12-47）。

5）放置车辆 5min。

注意：至少需要 5min 对变频器内的高压电容器进行放电。

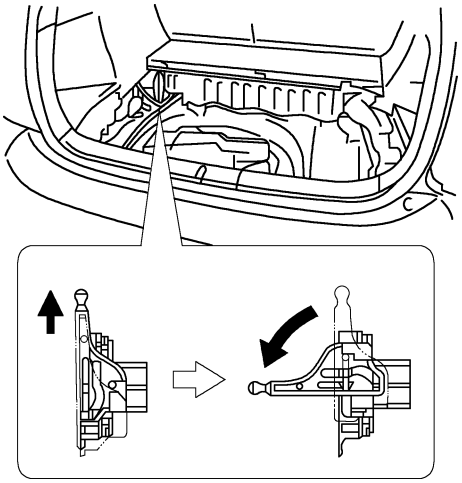


图 12-47　拆检修塞

2. 使用绝缘手套

1）戴绝缘手套之前，应确保绝缘手套没有破损、破洞或裂纹等（见图 12-48）。

2）不要戴湿手套。

3. 线束和插接器的注意事项

高压电路的线束和插接器都是橙色的。另外，HV 蓄电池等的高压零件

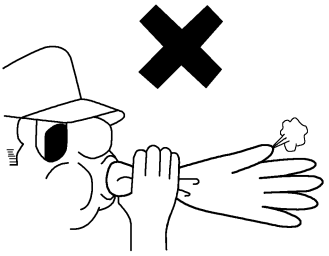


图 12-48　检查绝缘手套

都贴有“高压”警示，不要触碰到这些配线。

4. 进行维修或检查时的注意事项

1）开始工作前，一定要断开电源。

2）检查、维修任何高压配线和零件时，必须戴绝缘手套。

3）在对高压系统进行操作时，用类似“高压工作：请勿靠近!!”的警告牌警示其他汽车维修人员。

不要携带任何类似卡尺或测量卷尺等的金属物体，因为它们可能掉落进而引起短路。拆下高压配线后，应立刻用绝缘胶带将其绝缘（见图 12-49）。

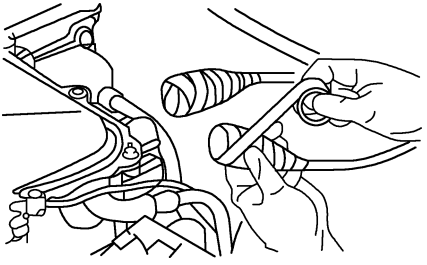


图 12-49　绝缘高压线

一定要按规定转矩将高压螺钉端子拧紧。转矩不足或过量都可能导致故障。

完成对高压系统的操作后和重新安装检修塞前，应确认在工作平台周围没有遗留任何零件或工具、高压端子已拧紧和插接器已连接。

二、丰田混合动力控制系统简介

混合动力控制系统主要部件位置如图 12-50 和图 12-51 所示。蓄电池系统主要部件位置如图 12-53 所示。

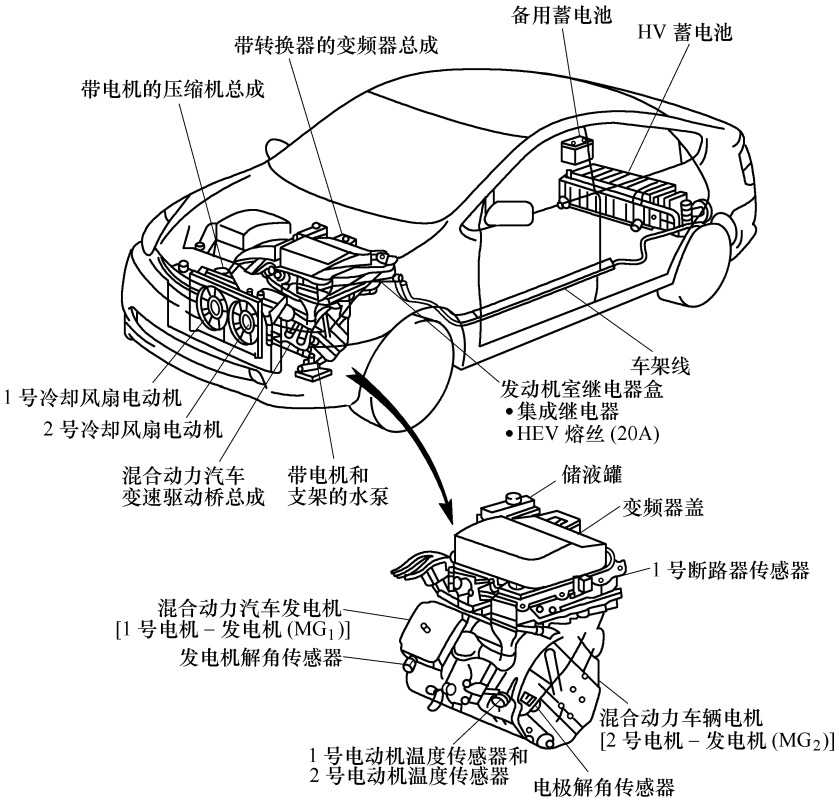


图 12-50　混合动力控制系统主要部件位置（一）

三、混合动力系统的检查

1. 检查变频器

检查时要戴绝缘手套。检查转换器和变频器前先检查 DTC，并进行相应的故障清除。

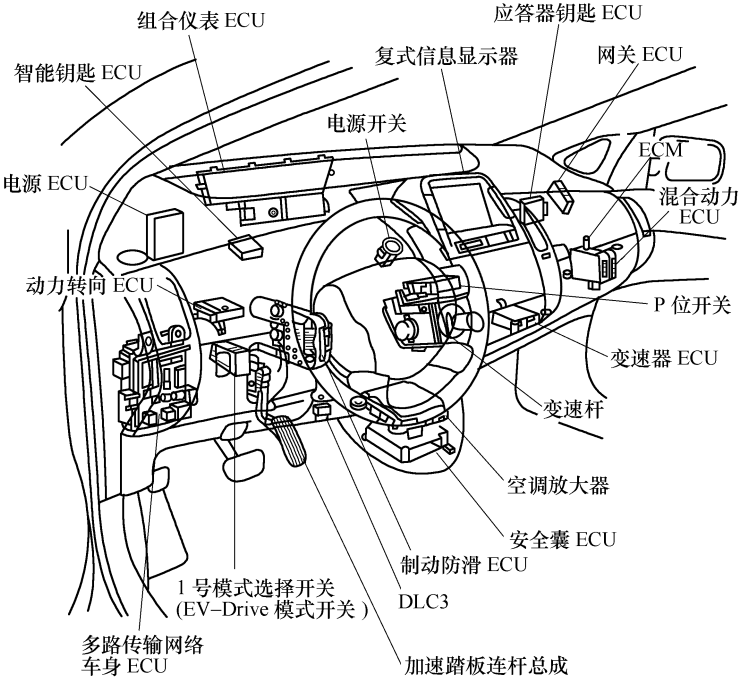


图 12-51　混合动力控制系统主要部件位置（二）

1）关闭电源开关。

2）拆下检修塞

3）拆下变频器盖。

4）如图 12-53 所示，断开插接器 A 和 B。

5）打开电源开关（在 IG 位置）。拆下检修塞和变频器盖后，如果打开电源开关（在 IG 位置）会产生互锁开关系统的 DTC（故障码）。

6）用电压表测量电压。同时，用万用表测量电阻。这项检查应该在线束侧进行，而不是在端子侧。

2. 检查转换器

检查时要戴绝缘手套。如果 HV 系统的警告灯、主警告灯（见图 12-54）和充电警告灯（见图 12-55）同时闪亮，则检查 DTC 并进行相应的故障排除。

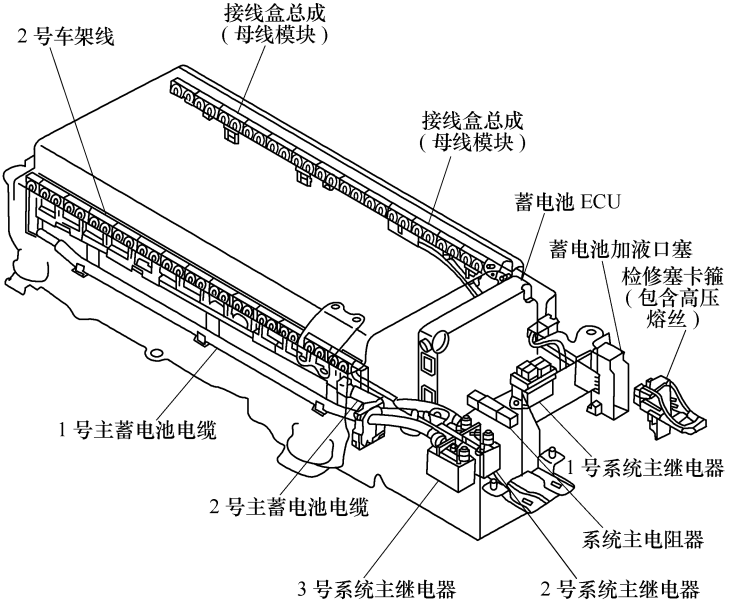


图 12-52　蓄电池系统主要部件位置

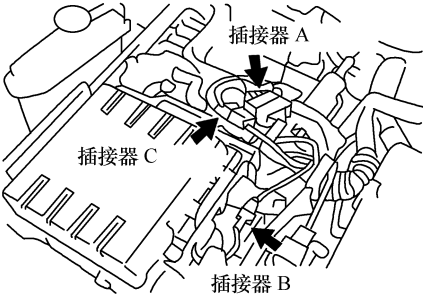


图 12-53　变频器插接器

组合仪表：



主警告灯

图 12-54　主警告灯

复式信息显示器：

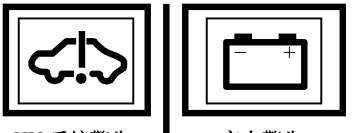


图 12-55　充电警告灯

（1）检查运行情况　在READY灯（见图12-56）闪亮、熄灭时，用电压表测量辅助蓄电池端子的电压。辅助蓄电池端子的电压标准见表12-1。



图12-56　READY灯

表12-1　辅助蓄电池端子的电压标准

READY灯	电　　压
ON	14V
OFF	12V

提示：READY灯闪亮时，转换器输出电压；熄灭时，辅助蓄电池输出电压。

（2）检查输出电流

1）从变频器上断开MG1和MG2电线。

2）在如图12-57箭头所指位置，安装电压表和交流/直流400A的探针。

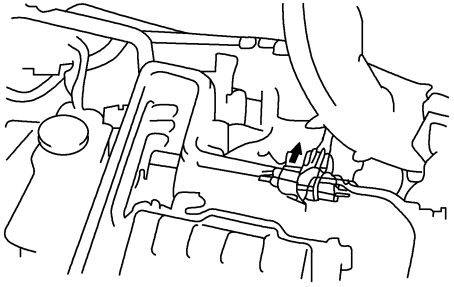


图12-57　断开插接器（一）

3）将MG1和MG2电线连接到变频器。

4）在READY灯闪亮的条件下，依次操作12V的电气设备，然后测量输出电流。

标准电流：约为80A或更小。

如果输出电流为0A或大于80A，则检查输入/输出信号。

（3）检查输入/输出信号

1）如图12-57所示断开插接器。

2）用电压表测量车身搭铁与车辆侧线束插接器端子间的电压。

标准电压：与辅助蓄电池端子电压相同。

3）如图 12-58 所示断开插接器。

4）打开电源开关（在 IG 位置），用电压表和万用表测量车辆线束侧插接器端子（见图 12-59）间的电压和电阻。插接器端子间的电压和电阻标准见表 12-2。如果不符合标准值，则更换带变频器的转换器总成。

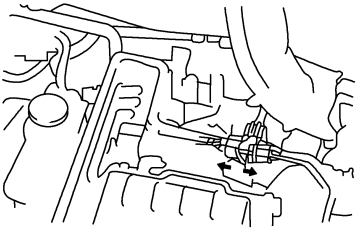


图 12-58　断开插接器（二）

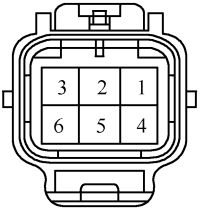


图 12-59　插接器端子

表 12-2　插接器端子间的电压和电阻标准

测试仪连接	规 定 条 件
端子 5—车身搭铁（IGCT—车身搭铁）	8 ~ 16V
端子 3—车身搭铁（S—车身搭铁）	与辅助蓄电池端子电压相同
端子 1—车身搭铁（S—车身搭铁）	120 ~ 40Ω

3. 检查速度传感器

图 12-60 所示为速度传感器，用万用表测量端子间的电阻（见图 12-61 和图 12-62）。速度传感器标准见表 12-3。如果不符合标准值，则更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

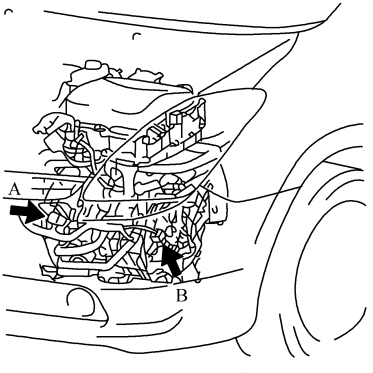


图 12-60　速度传感器

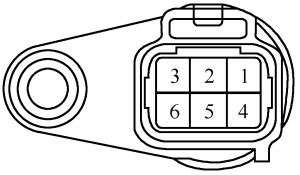


图 12-61　插接器 A

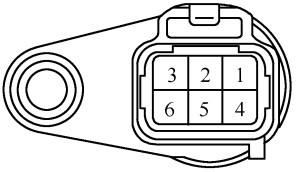


图 12-62　插接器 B

表 12-3　速度传感器标准

测试仪连接	规 定 条 件
A_1—A_4（GCS—GCSG）	12.6～16.8Ω
A_2—A_5（GSN—GSNG）	12.6～16.8Ω
A_3—A_6（GRF—GRFG）	7.65～10.2Ω
B_1—B_4（MRF—MRFG）	7.65～10.2Ω
B_2—B_5（MSN—MSNG）	12.6～16.8Ω
B_3—B_6（MCS—MCSG）	12.6～16.8Ω
上述所有端子—变速驱动桥壳	10kΩ 或更大

四、混合动力控制系统的故障诊断

1. 故障诊断步骤

步骤 1：车辆进入车间。

步骤 2：分析客户所述故障。

步骤 3：将智能测试仪Ⅱ连接到 DLC3（数据链路插接器）。如果测试仪显示通信故障，则检查 DLC3。

步骤 4：检查并记录 DTC 和定格数据。如果输出与 CAN 通信系统有关故障的 DTC，则首先检查并修理 CAN 通信。

步骤 5：清除 DTC。

步骤 6：故障症状确认。

1）若故障未出现，进行步骤 7。

2）若故障出现，进行步骤 8。

步骤 7：症状模拟。

步骤 8：检查 DTC。

步骤 9：查 DTC 表。

步骤 10：电路检查。

步骤 11：故障识别。

步骤 12：调整和/或修理。

步骤 13：确认故障试验。

步骤 14：结束。

注意：在第 3、4、5、8 步骤使用智能测试仪Ⅱ。

智能测试仪Ⅱ（Intelligent Tester）是丰田公司最新推出的第二代汽车检测仪，支持丰田和雷克萨斯所有装备 CAN BUS 系统的车型。智能测试仪Ⅱ采用手持电脑，结构紧凑坚固，触摸屏操作，中文显示。诊断功能支持所有可诊断系统：防盗、ABS、安全气囊、发动机和变速器等。智能测试仪Ⅱ内置双通道示波器和万用表，极大地扩展了仪器功能。

2. 故障自诊断系统

HV ECU 具有自我诊断系统，如果不正当操作混合动力汽车控制系统或其他组件，ECU 会检测出故障，使组合仪表上的主警告灯（见图 12-63）闪亮或者在复式信息显示器上其他灯闪亮，如 HV 系统警告灯（见图 12-64）、蓄电池警告灯或放电警告灯闪亮。

主警告灯闪亮表示 THS Ⅱ有故障，在检查模式下主警告灯闪烁。



主警告灯

图 12-63　主警告灯闪亮

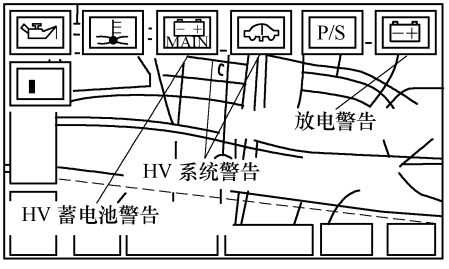


图 12-64　HV 系统警告灯闪亮

将智能测试仪Ⅱ连接到车辆上，并读取车辆 ECU 输出的各类数据。车载计算机在检测到本身或驾驶系统组件故障时，会使仪表板上的发动机检查警告灯闪亮（见图 12-65）。另外，可应用的故障码（DTC）被保存在 HV ECU 存储器中。如果故障没有重现，则发动机检查警告灯会在电源关闭后熄灭，而 DTC 将继续保存在 HV ECU 存储器中。

将智能测试仪连接到车辆的数据链路连接器3（DLC3）上（见图12-66），以便检测DTC。智能测试仪还可以帮助清除DTC或者检测定格数据和不同类型的THS Ⅱ数据。

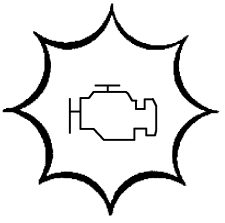


图12-65 发动机检查警告灯闪亮

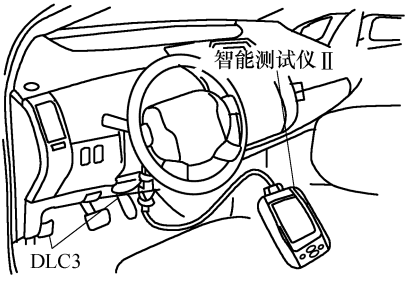


图12-66 智能测试仪与车辆的数据链路插接器3（DLC3）的连接

（1）检查DLC3 HV ECU使用ISO 9141-2（Euro-OBD）/ISO 14230（M-OBD）为通信协议。DLC3的端子排列顺序符合ISO 15031-03标准并与ISO 91412/ISO 14230格式相匹配（见图12-67）。数据链路插接器3（DLC3）的含义见表12-4。

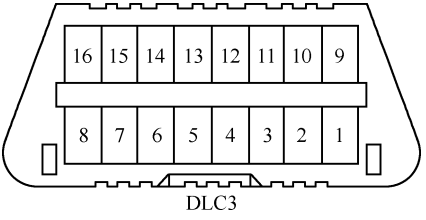


图12-67 数据链路插接器3（DLC3）

表12-4 数据链路插接器3（DLC3）的含义

符号	端子号	名　称	参考端子	结　果	条　件
SIL	7	总线“+”连线	5-信号搭铁	产生脉冲	通信过程中
CG	4	底盘接线	车身搭铁	1Ω或更小	始终
SG	5	信号搭铁	车身搭铁	1Ω或更小	始终
BAT	16	蓄电池正极	车身搭铁	11～14V	始终

如果将智能测试仪Ⅱ电缆连接到 DLC3 上，打开电源开关并操作智能测试仪Ⅱ而显示器没有显示任何有效信息，则表明车辆或者测试仪本身有故障。

将测试仪连接到其他车辆上，如果在相同模式下通信正常，则检查原车辆的 DLC3 和通信总线。

将测试仪连接到其他车辆上，如果在相同模式下通信仍然异常，则测试仪本身可能有故障，请咨询操作手册上列出的相关维修部门。

（2）检查辅助蓄电池

1）测量辅助蓄电池电压。

标准电压：11～14V。

2）检查辅助蓄电池、熔断器、熔丝、线束、插接器和搭铁。

（3）检查发动机检查警告灯

1）电源开关打开和 READY 灯关闭时，发动机检查警告灯闪亮。如果发动机检查警告灯没有闪亮，则对发动机检查警告灯电路进行故障排除。

2）READY 灯闪亮时（见图 12-68），发动机检查警告灯应熄灭。如果发动机检查警告灯一直闪亮，则说明诊断系统已在系统中检测到故障或异常。

（4）DTC 检查/清除

1）检查 DTC（混合动力控制）。

① 将智能测试仪Ⅱ连接主 DLC3。

② 打开电源开关（在 IG 位置）。

③ 在系统选择画面中，进入下列菜单：Powertrain/Hybrid Control/DTC（见图 12-69）。读取控制系统的 DTC。

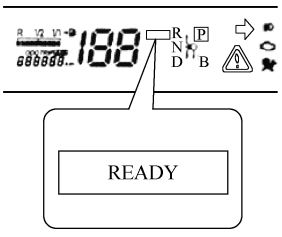


图 12-68　READY 灯闪亮

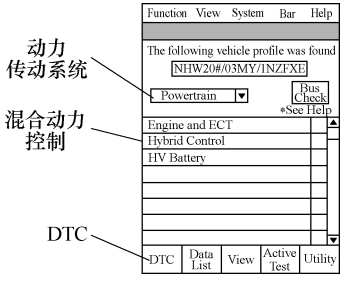


图 12-69　系统选择

2）检查定格数据和信息。

① 如果 DTC 出现，则选择该 DTC，以显示定格数据（见图 12-70）。

② 在检测 DTC 时读取已存储的定格数据（见图 12-71）。

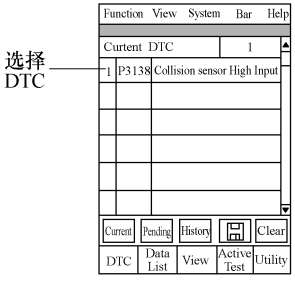


图 12-70 定格数据

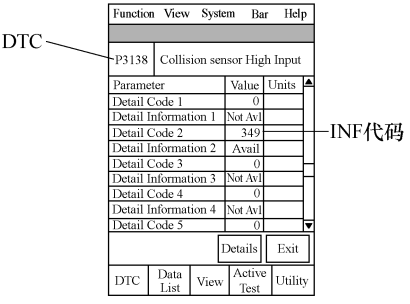


图 12-71 信息代码（INF 代码）显示

③ 读取信息。

a. 在含有 INF 代码的详细代码中选择详细信息。

提示：如图 12-72 所示，详细代码 2 含有 INF 代码 349。在这样的情况下，请选择详细信息 2。

b. 按下 Details 键。

c. 如图 12-73 所示显示信息。

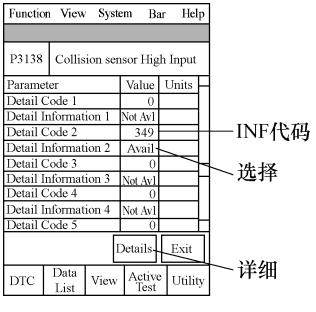


图 12-72 详细信息

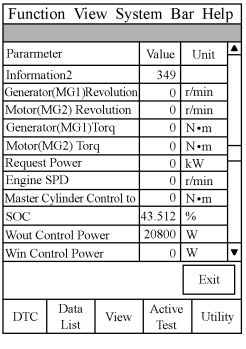


图 12-73 显示信息

3）检查 DTC（总线检查）。

① 在系统选择画面中选择总线检查（见图 12-74）。

② 在总线检查画面中，选择通信故障 DTC 来读取通信故障 DTC（见图 12-75）。

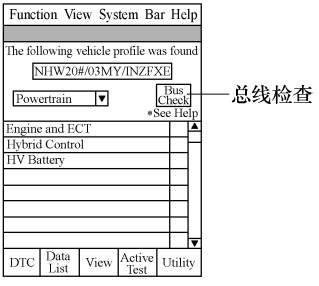


图 12-74　总线检查

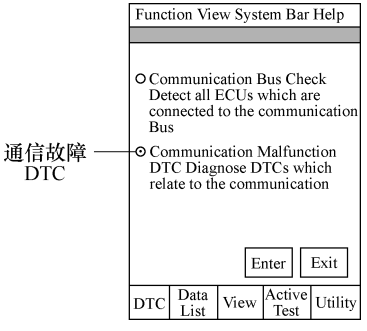


图 12-75　通信故障 DTC

如果在其他 DTC 检测过程中发现 CAN 通信系统 DTC，则首先在 CAN 通信系统中排除故障。

4）检查 DTC（除混合动力控制系统外）。HV ECU 和计算机保持相互通信，包括 ECM、蓄电池、ECU、制动防滑控制 ECU、动力转向 ECU 和其他部分。因此，如果 HV ECU 输出警告信号，则有必要检查和记录上述所有系统的 DTC。

① 在系统选择画面中，进入下列菜单：Utility/All Codes。

② 如果出现 DTC，则检查相应的系统（见图 12-76）。

5）清除 DTC。

① 将智能测试仪 B 连接至 DLC3。

② 打开电源开关（在 IG 位置）。

③ 打开智能测试仪Ⅱ。

④ 检查档位是否在 P 位。

⑤ 打开混合动力控制/DTC 画面，并按下画面右下的清除键（见图 12-77）。

清除 DTC 的同时会清除定格数据、信息。

五、故障诊断实例

发动机无法起动的，DTC 码为 POAOF1238，其含义见表 12-5。

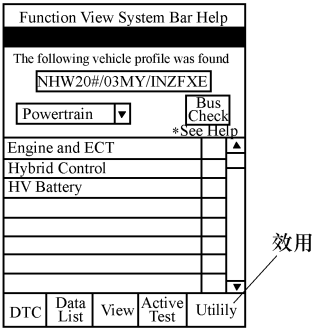


图 12-76 DTC 显示

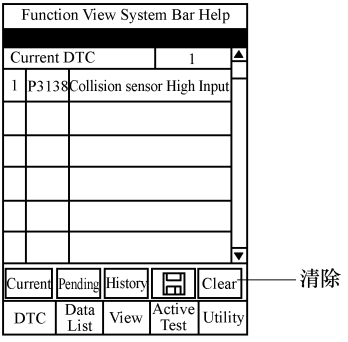


图 12-77 清除键

表 12-5 DTC 码含义

DTC	INF 代码	DTC 检测条件	故障可能发生部位
P0A0F1238	238	即使转动曲轴，发动机也不起动，变速驱动桥输入故障（发动机系统）	发动机总成 HV 变速驱动桥总成（轴或齿轮） 变速器输入减振器 线束或插接器 HV ECU

1. 电路简介

如果发动机或变速驱动桥齿轮被卡住，或有异物进入，HV ECU 就会检测到 DTC 并起动安全保护控制。电路图如图 12-78 所示。

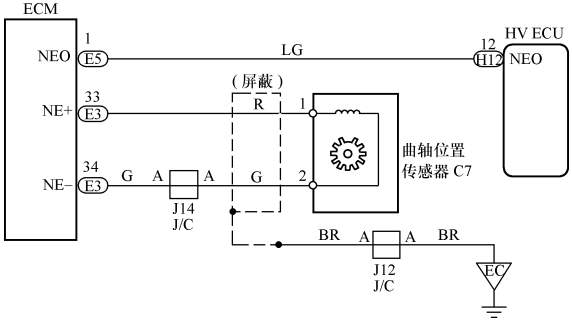


图 12-78 电路图

2. 诊断步骤

（1）读取输出的 DTC

1）将智能测试仪Ⅱ连接到 DLC3。

2）打开电源开关（在 IG 位置）。

3）打开智能测试仪Ⅱ。

4）进入智能测试仪Ⅱ的下列菜单：Powertrain/Engine and ECT/DTC。

5）读取 DTC。

6）结果：若输出 DTC，则转到相关的 DTC 表。

（2）检查曲轴带轮是否转动

1）关闭电源开关。

2）顶起车辆。

3）手动转动曲轴带轮，检查曲轴是否旋转。

正常：曲轴转动。

若异常，则转到步骤（11）；否则，进行下一步骤。

（3）检查线束和插接器（ECM-曲轴位置传感器）

1）断开 E3 ECM 插接器（见图 12-79）。

2）断开 C7 曲轴位置传感器插接器。

3）检查线束侧插接器间的电阻（插接位置见图 12-80）。曲轴位置传感器插接器标准见表 12-6 和表 12-7。

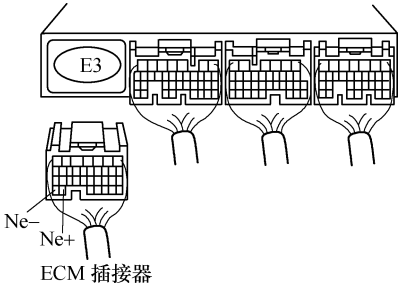


图 12-79　E3 ECM 插接器

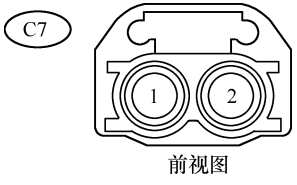


图 12-80　曲轴位置传感器插接器

表 12-6　曲轴位置传感器插接器标准（开路检查）

测试仪连接	规 定 条 件
NE^+（E3-33）—曲轴位置传感器（C7-1）	小于 1Ω
NE^-（E3-34）—曲轴位置传感器（C7-2）	小于 1Ω

表 12-7　曲轴位置传感器插接器标准（短路检查）

测试仪连接	规 定 条 件
NE^+（E3-33）或曲轴位置传感器（C7-1）—车身搭铁	10kΩ 或更大
NE^-（E3-34）或曲轴位置传感器（C7-2）—车身搭铁	10kΩ 或更大

4）重新连接曲轴位置传感器插接器。

5）重新连接 ECM 插接器。

若异常，则修理或更换线束或插接器。

（4）检查线束和插接器（混合动力汽车控制器 ECU-ECM）

1）断开 H12 HV ECU 插接器（见图 12-81）。

2）断开 E5 ECM 插接器（见图 12-82）。

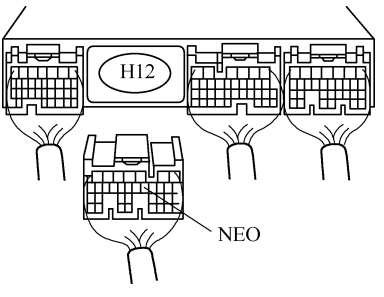


图 12-81　H12 HV ECU 插接器

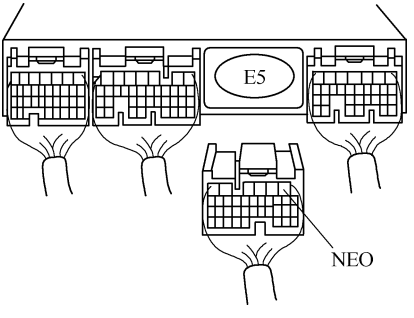


图 12-82　E5 ECM 插接器

3）检查线束侧插接器间的电阻。线束侧插接器间的电阻标准见表 12-8 和表 12-9。

表 12-8　线束侧插接器间的电阻标准（开路检查）

测试仪连接	规 定 条 件
NEO（H12-12）—NEO（E5-1）	小于 11Ω

表 12-9　线束侧插接器间的电阻标准（短路检查）

测试仪连接	规 定 条 件
NEO（H12-12）或 NEO（E5-1）—车身搭铁	10kΩ 或更大

4）重新连接 ECM 插接器。

5）重新连接 HV ECU 插接器。若异常，则修理或更换线束或插接器。

（5）检查并清除 DTC（混合动力控制）

1）将智能测试仪Ⅱ连接到 DLC3。

2）打开电源开关（在 IG 位置）。

3）打开智能测试仪Ⅱ。

4）进入智能测试仪Ⅱ的下列菜单：Powertrain/Hybrid Control/DTC。

5）检查并记录 DTC、定格数据和信息。

6）清除混合动力控制的 DTC。

（6）检查 READY 灯是否闪亮

1）将智能测试仪Ⅱ连接到 DLC3。

2）打开电源开关（在 IG 位置）。

3）打开智能测试仪Ⅱ。

4）进入智能测试仪Ⅱ的下列菜单：Powertrain/Hybrid Control/Data List。

5）读取发电机（MG1）转速和发动机转速数据。

6）打开电源开关（READY）。

正常：READY 灯闪亮。

若 READY 灯不亮，并且智能测试仪Ⅱ上的读数显示为 DTC POA90（INF239）［HV 变速驱动桥输入故障（轴损坏）］，或发电机（MG1）转动但发动机不运转，则更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

（7）检查发动机转速是否增加

1）将智能测试仪Ⅱ连接至 DLC3。

2）打开电源开关（在 IG 位置）。

3）打开智能测试仪Ⅱ。

4）进入智能测试仪Ⅱ的下列菜单：Powertrain/Hybrid Control/Data List。

5）读取发电机（MG_1）转速和发动机转速数据。

6）在 READY 灯闪亮的情况下，把档位置于 P 位的同时，踩下加速踏板 10s。

正常：发动机转速加快。

如果发动机转速不增加，并且智能测试仪Ⅱ的读数显示为 DTC POA90（INF239）［HV 变速驱动桥输入故障（轴损坏）］，或发电机（MG_1）转动但发动机不运转，则更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

若异常，则更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

（8）检查是否缓慢转动

1）将智能测试仪Ⅱ连接至DLC3。

2）打开电源开关（READY灯闪亮）。

3）顶起车辆。

4）踩下制动踏板，把变速杆移动到D位，然后松开制动踏板。

正常：车轮转动（缓慢转动）。

如果车轮不转动，并且智能测试仪Ⅱ的读数显示为DTC POA90（INF602）（HV变速驱动桥输出故障），则应更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

若异常，则更换混合动力汽车变速驱动桥总成。

（9）检查发动机加速转速

1）将智能测试仪Ⅱ连接至DLC3。

2）当以高于10km/h的速度行驶时，完全踩下加速踏板以提高发动机转速。

正常：发动机转速平稳增加。

如果发动机超过常速或智能测试仪Ⅱ的读数显示为DTC POA90（INF241）［HV变速驱动桥输入故障（转矩限制器滑动）］，则应更换变速器的减振器。

若异常，则更换变速器输入减振器总成。

（10）检查阻力在旋转过程中增加的原因　检查导致变速驱动桥和发动机阻力在转动中变大的故障所在。

1）检查发动机润滑系统和变速驱动桥润滑系统。

2）检查发动机冷却液和变速驱动桥冷却液。

3）检查发动机本身和变速驱动桥本身是否有故障。

结果：没有故障。

若有故障，则修理故障零件和组件。

若无故障，则进行模拟试验。如果还没有症状产生，则更换发动机、HV变速驱动桥和HV ECU。

（11）检查前轮是否旋转

1）打开电源开关（在IG位置）。

2）踩下制动踏板，把变速杆移动到N位。

3）顶起车辆。

4）手动转动曲轴带轮检查前轮是否旋转。

正常：前轮旋转。

若异常，则修理或更换发动机总成。

若正常，则修理或更换混合动力汽车变速驱动桥总成。



第十三章

燃气汽车

燃气汽车主要包括压缩天然气汽车（CNGV）和液化石油气汽车（LPGV）。天然气是从天然气田直接开采出来的，其主要成分是甲烷，极难液化。因此，目前一般是将天然气压缩到20MPa的高压，然后充入车用气瓶中储存以及供汽车使用，即所谓的压缩天然气（CNG）。石油气是石油催化裂化过程和油田伴生气回收轻烃过程中的产品。石油气在常温下加压到1.6MPa即可液化成液化石油气（LPG）。从油田气制得的LPG，其主要成分为丙烷、丁烷和少量的乙烷和戊烷，不含稀烃，适于用作车用燃料。

1. CNG和LPG的优点

1）天然气和液化石油气在常温下为气态，容易与空气混合形成均匀的可燃混合气，燃烧完全，可以大幅度减少CO、HC和微粒的排放。另外，天然气和液化石油气的火焰温度低，因此NO_x二的排放量也相应减少。

2）天然气辛烷值高达130，液化石油气的辛烷值也在100左右，因此，燃用天然气或液化石油气可提高发动机的压缩比，从而获得较高的发动机热效率。

3）冷起动性和低温运转性能良好，在暖机期间无须加浓混合气。

4）燃烧界限宽，稀燃特性优越。燃烧稀混合气可以减少NO_x的生成和改善燃料经济性。

5）不稀释润滑油，可以延长润滑油的更换周期和发动机的使用寿命。

2. LNG和LPG的缺点

1）因为天然气在常温、常压下是气体，所以其储运性能差。目前广泛采用将压缩天然气充入车用气瓶内储运的方法，这些气瓶既增加了汽车自重，又减少了载货空间。虽然可以通过深冷液化技术制成液化天然气（LNG），但技术复杂，生产成本高。

2）一次充气的续驶里程短。

3）CNG或LPG均呈气态进入气缸，使发动机充量系数降低。另外，与

汽油或柴油相比，CNG 或 LPG 的理论混合气热值小，因此，燃用 CNG 或 LPG 将使发动机功率下降。

第一节　燃气汽车的结构与原理

一、汽油/CNG 两用燃料发动机

将汽油机改装为汽油/CNG 两用燃料发动机之后，当燃用天然气时，发动机的功率和转矩都会明显下降。有研究表明，适当提高改装机的压缩比不仅可以减小功率损失，还能改善发动机的燃料经济性。

1. CNG 供给系统的组成及原理

目前，汽油/CNG 两用燃料发动机的 CNG 供给系统有多种类型。国产 CYTZ—100 型混合器式闭环控制 CNG 供给系统（见图 13-1）是采用步进电动机伺服阀和比例调节式混合器的闭环控制系统。

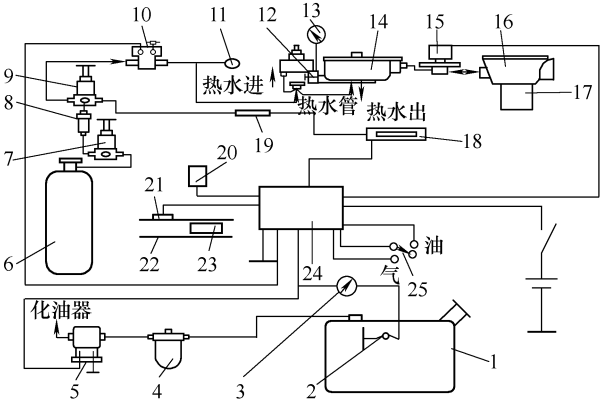


图 13-1　CYTZ—100 型混合器式闭环控制 CNG 供给系统

1—汽油箱　2—油位传感器　3—汽油表　4—汽油滤清器　5—电动汽油泵　6—车用气瓶　7—充气阀　8—滤清器　9—手动截止阀　10—CNG 电磁阀　11—高压表　12—安全阀　13—低压表　14—减压调节器　15—步进电动机　16—混合器　17—化油器　18—压力显示器　19—压力传感器　20—发动机转速传感器　21—氧传感器　22—发动机排气管　23—三元催化转化器　24—电控单元（ECU）　25—汽油/CNG 转换开关

车用气瓶的容量为50L，压力为20MPa，通过安装在每个气瓶上的连通阀及高压管路将数个气瓶连通。当驾驶人将汽油/CNG转换开关25置于“气”位置时，电控单元（ECU）24向CNG电磁阀10通电，电磁阀开启。车用气瓶6内的CNG经充气阀7、滤清器8、手动截止阀9和电磁阀进入减压调节器14。CNG在减压调节器内降压，低压的天然气经步进电动机15控制的低压通道进入混合器16。在混合器中天然气与空气混合后进入气缸。ECU根据氧传感器21和发动机转速传感器20的信号，通过调节步进电动机伺服阀的行程来改变减压调节器至混合器之间的低压通道通过面积，以控制天然气的流量。

2. 减压调节器

由于车用气瓶内的CNG压力随着燃料的消耗不断变化，所以要想保持稳定的天然气与空气的混合比例，则需要安装减压调节器。减压调节器可以保证在车用气瓶内的压力发生变化时进入混合器的天然气压力基本恒定。减压调节器将车用气瓶内CNG的压力由20MPa降至常压一般要经过三级减压。CYTZ—100型三级减压调节器的结构如图13-2所示。

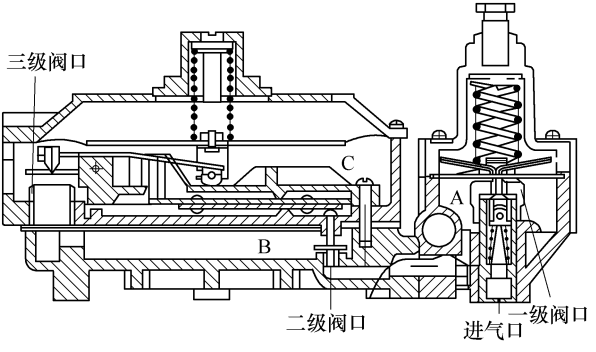


图13-2　CYTZ—100型三级减压调节器的结构

减压调节器的工作原理为：当发动机不工作或不燃用CNG（即没有CNG进入减压调节器）时，一级阀口、二级阀口和三级阀口均处于常开状态。当发动机工作时，CNG经进气口进入减压调节器，并通过一级阀芯和密封片之间的一级阀口进入减压调节器A腔，进行一级减压，压力由20MPa降至0.8MPa左右。若压力超过0.8MPa，则一级膜片在CNG的压力作用下克服主弹簧的预压力而向上弯曲，并带动一级阀芯向上将一级阀口关闭。A

腔内的CNG经二级阀口进入B腔，进行二级减压，压力降至0.02kPa。随着CNG进入B腔，A腔内的压力逐渐降低，若压力低于0.8MPa，则一级膜片在主弹簧预压力的作用下向下弯曲，并带动一级阀芯向下使一级阀口开启。进入B腔的CNG经三级阀口进入C腔，进行三级减压，压力降至3.0MPa，然后经步进电动机伺服阀进入混合器。若B腔内的CNG压力超过0.02MPa，则CNG压力经通气孔作用到二级膜片，使其向上压缩二级弹簧，同时压迫二级顶杆将二级阀口关闭。若由于B腔内的CNG不断流入C腔而使B腔内的压力下降至0.02MPa以下，则二级膜片在二级弹簧的作用下放松二级顶杆及二级阀片将二级阀口开启。

减压调节器上装有一级调压螺栓和三级调压螺栓，分别用来调节一级减压压力和三级减压压力。CNG流过减压调节器时，压力大幅度降低，温度也随之急剧下降，CNG中的水分可能结冰，造成阀口和管道堵塞。因此，减压调节器设有加热用循环水套，利用发动机的冷却液对CNG加热，以防止其减压后温度降至冰点以下。

3. 比例调节式混合器

混合器的作用是将空气和天然气按一定比例混合，形成一定浓度的可燃混合气。比例调节式混合器的工作原理是利用进气歧管真空度同时控制空气和天然气通道的通过面积，以控制混合气的空燃比。CYTZ—100型比例调节式混合器的结构及其工作原理如图13-3所示。

混合器安装在化油器的进气口上。混合器的C腔经化油器与进气歧管连通，A腔与发动机的空气滤清器相连，D腔则通天然气低压通道，膜片室B通过气孔与C腔相通。当发动机工作时，进气歧管真空度传至C腔，并通过气孔传入膜片室B，使膜片室产生真空。由于A腔接近于大气压力，所以膜片在A腔与膜片室的压力差作用下，克服膜片自身的重力和弹簧的弹簧力向上弯曲，打开天然气阀口和空气入口，使天然气和空气进入C腔并在其中混合后进入发动机。在发动机工作期间，膜片将随着进气歧管真空度的变化而上下运动，天然气阀口和空气入口的开度也就随之变化。当发动机停机时，A腔、C腔和膜片室B均为大气压力，膜片在其自身的重力和弹簧力的共同作用下，向下弯曲并将天然气阀口和空气入口关闭。

4. 手动截止阀

当CNGV在充气、修理或入库停车时，用手动截止阀（见图13-4）截断气瓶到减压调节器之间的CNG通路。

在截止阀阀体内装有柱阀，柱阀左端面嵌有密封垫，弹簧的预压力作用

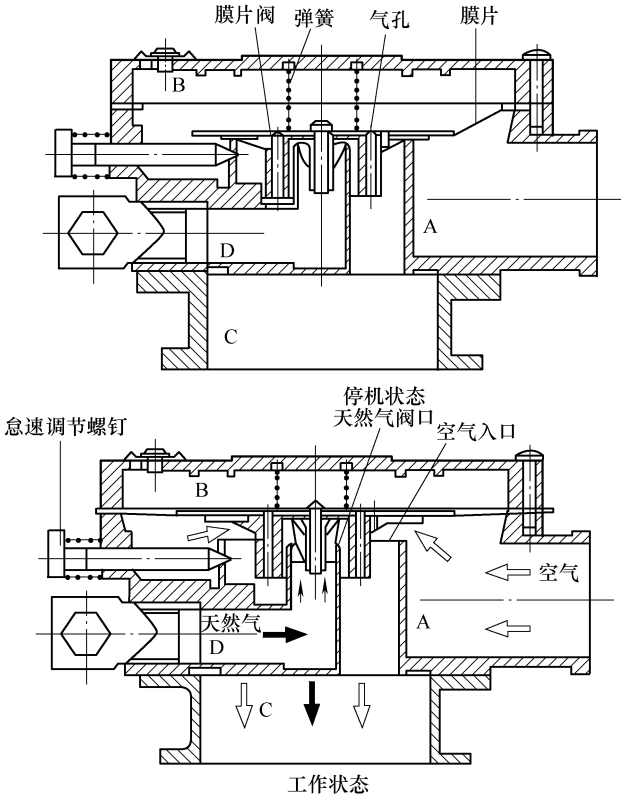


图 13-3　CYTZ—100 型比例调节式混合器的结构及其工作原理

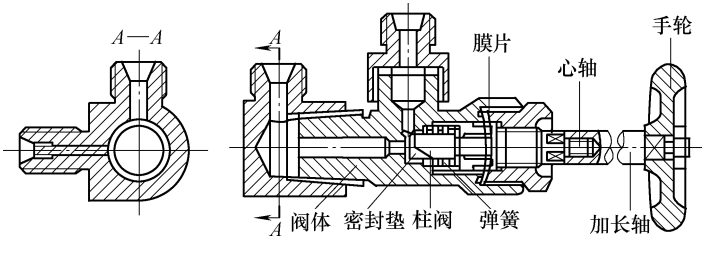


图 13-4　手动截止阀结构

在柱阀的右端，保持柱阀常开，CNG 从车用气瓶经柱阀流出截止阀。当转动手轮时，心轴向左压迫膜片并推动柱阀左移压在阀座上，使截止阀关闭。膜片由薄钢片或黄铜片制造，其作用是防止 CNG 通过心轴向外泄漏。在心轴上接一根加长轴，目的是把手轮装入驾驶室，以便驾驶人能在驾驶室内操纵截止阀的打开、关闭。

5. 汽油/CNG 转换开关

汽油/CNG 转换开关有三个位置：当转换开关置于“油”位置时，接通电动汽油泵电路，同时切断 CNG 电磁阀电路；当转换开关置于“气”位置时，接通 CNG 电磁阀电路，同时切断电动汽油泵电路；转换开关置于“中间”位置时，不接通任何一个电路。

6. 电控 CNG 喷射系统

虽然利用步进电动机伺服阀和比例调节式混合器的电控 CNG 闭环控制系统能够改善空燃比的控制精度，但是小气量工况的空燃比仍然难以准确、稳定地控制。因此，近年来电控 CNG 喷射系统得到了快速发展。图 13-5 所示为电控汽油/CNG 两用燃料发动机的燃料供给系统组成示意图，CNG 和汽油的供给都采用电控喷射方式。

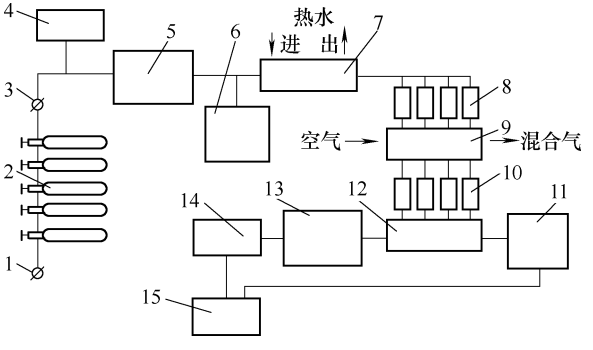


图 13-5 电控汽油/CNG 两用燃料发动机的燃料供给系统组成示意图

1—充装阀 2—车用气瓶 3—输出阀 4—压力表 5—CNG 电磁阀
6—气量显示器 7—两级减压调节器 8—天然气喷射器 9—进气歧管
10—喷油器 11—油压调节器 12—燃烧分配管 13—汽油电磁阀
14—汽油泵 15—汽油箱

电控单元（ECU）根据来自各种传感器和各种开关（包括曲轴位置传感器、节气门开度传感器、进气压力传感器、进气温度传感器、汽油/CNG

转换开关、减压调节器后的天然气压力传感器、天然气温度传感器和氧传感器等）的信号，利用其内的软件进行运算、判断和处理后，向天然气喷射器发出适时启闭的指令。天然气喷射器的结构及工作原理与电控汽油喷射系统的喷油器类似。在减压调节器后的天然气压力稳定的条件下，喷气量与喷射器开启的持续时间成正比，而后者由电控单元（ECU）控制。电控 CNG 喷射系统要求减压调节器出口压力保持在 0.6MPa 左右，其变化范围不能超过平均值的 ±3%。一般采用两级减压调节器，第一级减压到 1.2MPa 左右，第二级减压到 0.6MPa 左右。对于汽油/CNG 两用燃料发动机来说，通常是利用原有电控汽油喷射系统的控制系统，只增加几个传感器、执行器（如减压调节器后的天然器压力传感器和温度传感器、天然气喷射器、汽油电磁阀等）和一个供气控制模块。原有的三元催化转化器和氧传感器仍可继续使用。

二、汽油/LPG 两用燃料发动机

1. LPG 供给系统的组成及原理

LPG 供给系统与 CNG 供给系统有很多相同之处。目前，国内外大多数厂家生产的车用 LPG 供给装置与 CNG 供给装置的基本部件都可以通用，但 LPG 供给系统的车用气瓶及其附件、管阀件有些特殊的要求。CYTZ—100 型混合器式闭环控制 LPG 供给系统如图 13-6 所示。

当汽油/LPG 转换开关 13 置于 LPG 位置时，LPG 电磁阀 9 开启，LPG 从车用气瓶 7 流入蒸发调压器 10，并在其中蒸发减压，然后进入混合器 11，在混合器中与空气混合后进入发动机气缸。电控单元（ECU）16 根据氧传感器 17 和发动机转速传感器 15 的信号，通过改变通向真空电磁阀 12 的脉冲信号占空比来调节蒸发调压器 10 膜片室的压力，以控制蒸发调压器的输出压力和供气量，从而实现供气量的闭环控制。

充装液化石油气的充装口设在车用气瓶上方，充液时车用气瓶不能充满，当充装到车用气瓶容积的 80% 时，限量充装阀自动关闭充装口。限量充装阀、手动截止阀、液位计、安全阀以及出液限流阀等附件全部集成在一个集成阀 8 中。出液口设在车用气瓶的下方。车用气瓶内液面上方是 LPG 蒸气，借助饱和蒸气压将液化石油气从出液口压出。不从车用气瓶上方直接输出 LPG 蒸气原因有两个：一是 LPG 蒸发需要吸收大量的热，如果直接从车用气瓶输出 LPG 蒸气，则即使在夏天通过车用气瓶由大气传来的热量也不足以使 LPG 大量蒸发，如果车用气瓶外壁结冰，则传热更差，将导致车

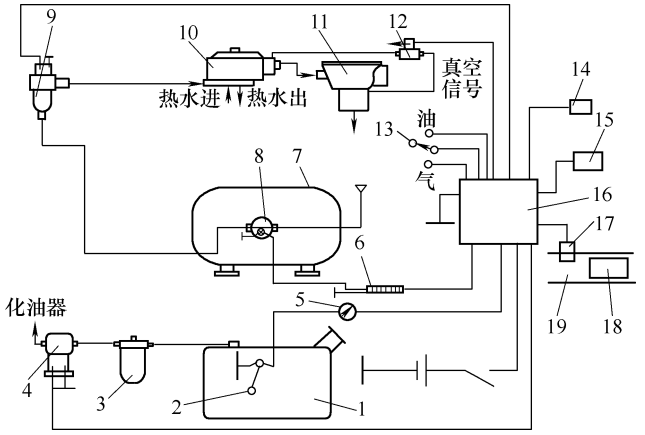


图 13-6　CYTZ—100 型混合器式闭环控制 LPG 供给系统

1—汽油箱　2—油位传感器　3—汽油滤清器　4—电动汽油泵　5—汽油表　6—辅助液面显示器　7—车用气瓶　8—集成阀　9—LPG 电磁阀　10—蒸发调压器　11—混合器　12—真空电磁阀　13—汽油/LPG 转换开关　14—节气门位置传感器　15—发动机转速传感器　16—电控单元（ECU）　17—氧传感器　18—三元催化转换器　19—发动机排气管

用气瓶内的蒸气压力低到不能维持供给的程度；二是 LPG 是由物化特性不同的多种组分构成的混合物，各组分的蒸发速度不同，先后蒸发出来的气体各有不同的化学当量比。因此，从车用气瓶上方直接输出 LPG 蒸气就意味着在同一混合器的调整下，相同工况的空燃比在不断变化，这将使发动机不能稳定工作。

2. 蒸发调压器

蒸发调压器的作用是使 LPG 蒸发和减压。由于 LPG 的饱和蒸气压最大不超过 1.43MPa（气温为 38℃时的表压力），比 CNG 气瓶内的压力低得多，一般只需要一级减压或二级减压。CYTZ—100 型 LPG 蒸发调压器的结构示意图如图 13-7 所示。

这是一个二级减压装置，它与 CYTZ—100 型 CNG 减压调节器的二级减压和三级减压部分的结构相同，零部件可以互换，工作原理也相同，只是参数调整不同。在蒸发调压器的一级底盖的下方设有水套，发动机的冷却液在其中循环，对 LPG 加热以使其蒸发汽化。

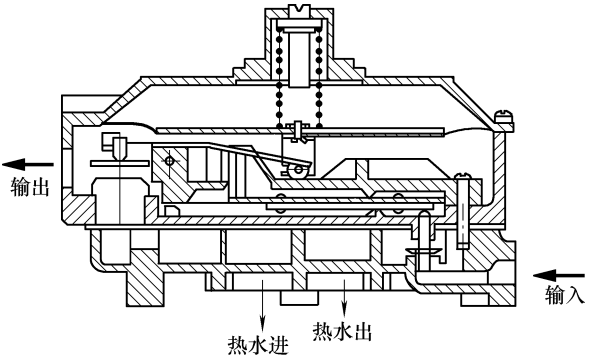


图 13-7　CYTZ—100 型 LPG 蒸发调压器的结构示意图

3. 混合器

LPG 供给系统混合器的结构及工作原理与 CNG 供给系统混合器的相同。

4. 气瓶附件

气瓶附件包括各种阀门和液面计等。在轿车用气瓶上，多将这些附件集成一体构成集成阀，它具有限量充装、储量显示、出液、手动截止和安全防护等多项功能。在车用气瓶充液时，当 LPG 达到车用气瓶容积的 80% 时，集成阀内的限量充装阀自动关闭，停止充液。集成阀内的液面计指示气瓶内 LPG 的储存量。集成阀上装有安全阀，该阀能在 2.5MPa ± 0.2MPa 的压力下自动开启放气。另外，在出液口还装有一个安全阀，当发生供气管路破裂而有大量 LPG 泄漏时，只要该阀两侧的压力差超过 0.1MPa，该阀就自动关闭出液口。

5. 电控 LPG 喷射系统

如果取消混合器式闭环控制 LPG 供给系统中的混合器，代之以气体喷射器，再将蒸发调压器的出口压力调节到 0.5MPa，就构成了电控 LPG 喷射系统。

三、柴油/CNG 双燃料发动机

柴油/CNG 双燃料发动机的燃料供给系统（见图 13-8）是在原柴油机燃油系统之外增加了一套 CNG 供给装置而构成的。

由于天然气的自燃温度比柴油高一倍以上，不容易自燃，所以柴油/CNG 发动机每一个工作循环均由喷油泵经喷油器向气缸内喷入少量柴油作

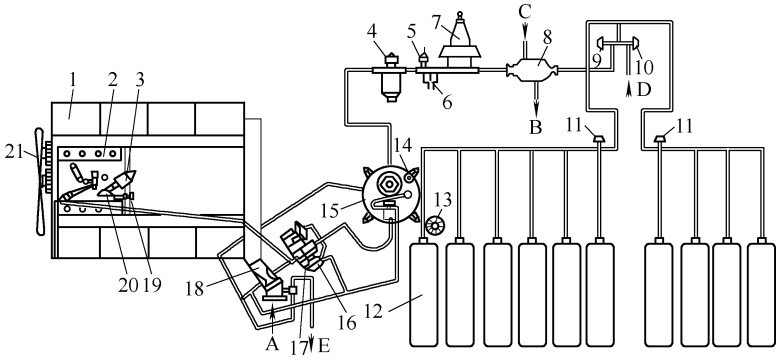


图 13-8　柴油/CNG 双燃料发动机的燃料供给系统

1—柴油机　2—喷油泵　3—喷油泵供油量调节齿杆限位器　4—电磁阀　5—气体压力异常信号发生器　6—安全阀　7—高压减压器　8—预热器　9—供气阀　10—充气阀　11—总阀　12—车用气瓶　13—压力表　14—气体压力传感器　15—低压减压器　16—三通阀　17—计量器　18—混合器　19—联锁传感器　20—活动挡铁　21—曲轴转速传感器　A—来自空气滤清器　B—通向柴油机冷却系统　C—来自柴油机冷却系统　D—充气　E—通向堵塞显示器

为“引燃燃料”，待柴油着火燃烧后再将天然气点燃。CNG 储存在车用气瓶 12 内，压力为 20MPa，打开供气阀 9，CNG 沿管道进入预热器 8，由发动机的循环冷却液对 CNG 加热。升温后的 CNG 进入高压减压器 7，将压力降至 0.10～0.95MPa。在高压减压器之后设有气体压力异常信号发生器 5 和安全阀 6。当高压减压器失灵并造成管道内气体压力过高时，信号发生器将发出信号报警，同时安全阀开启放出部分天然气，以避免由于气体压力过高而损坏系统内的其他部件。如果因为密封失效，天然气外泄而引起管道内气体压力过低时，信号发生器也将发出信号报警，这时驾驶人应关闭供气阀，停止向发动机供气，检查管路，排除故障。CNG 流经电磁阀 4 并进入低压减压器 15，在其中经二级降压后压力降到 0.1～0.15MPa。随后天然气经计量器 17 进入混合器 18，并在其中与空气混合后进入气缸，在压缩行程结束之前被已经着火燃烧的柴油点燃。

当发动机按柴油/CNG 双燃料工作时，作为引燃燃料的柴油，其每循环供油量较少且不随发动机工况变化。为此特设置喷油泵供油量调节齿杆限位器（见图 13-9），用来限定喷油泵供油量调节齿杆的位置。支架 2 固定在喷油泵盖上。当电磁铁 4 通电时，电磁铁推动拉杆 1，拉杆推动挡铁 7，使喷

油泵供油量调节齿杆保持在作为引燃燃料的供油量位置不动。若电磁铁失灵，则联锁传感器5将自动切断电磁铁4的电源电路，使电磁阀关闭停止供气。

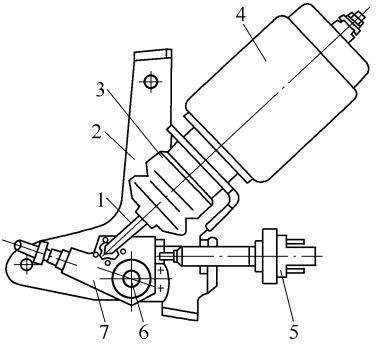


图13-9　喷油泵供油量调节齿杆限位器

1—拉杆　2—支架　3—保护套　4—电磁铁　5—联锁传感器　6—挡铁轴　7—挡铁

电磁阀（见图13-10）的上部是电磁阀体，下部是滤清器。CNG在0.95～1.10MPa的压力下首先经过滤清器滤除其中的机械杂质，然后进入电磁阀，并经过带橡胶衬垫的平面阀通向低压减压器。

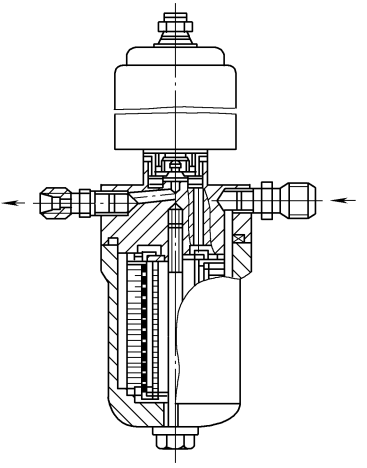


图13-10　电磁阀

计量器（见图13-11）是控制供给发动机天然气量的装置，实际上就是一个节流阀，由驾驶人直接操纵。节流阀开大，供气量增多，发动机的功率增加。通常计量器与限速器制成一体。限速器用来限制发动机的转速不使其超速。当发动机转速超过允许的转速时，混合器喉管处的真空度经三通阀传入限速器膜片的下方并吸引膜片向下弯曲，膜片带动膜片拉杆向下移动；同时，推动节流阀轴朝关闭节流阀的方向转动。由于节流阀关小，供气量减少，从而限制了发动机转速的升高。当发动机恢复正常转速之后，三通阀使限速器膜片下方与大气相通，

膜片恢复到原来的位置，限速器不起作用。

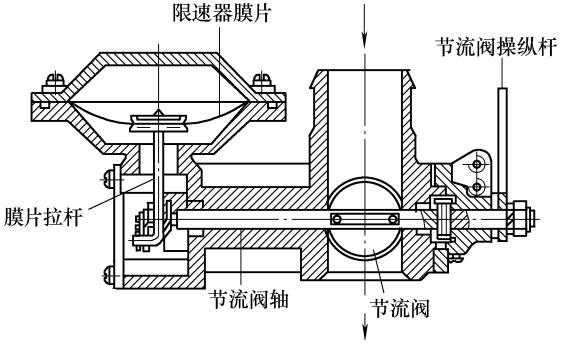


图 13-11　计量器

高压减压器如图 13-12 所示。进入高压减压器的天然气先经滤芯滤除其中的杂质，然后进入高压腔，再经过减压阀与减压器体之间的缝隙以及减压阀与减压阀座之间的通道进入工作压力腔，最后经减压器出口恒压输出。在此过程中，天然气由于在工作压力腔内膨胀而降压。在减压器内，作用于膜片上方的压力调节弹簧的弹簧力与作用在膜片下方的天然气压力和平衡弹簧的弹簧力保持相对平衡。当天然气输出量增多时，工作压力腔压力下降，上述平衡被破坏。这时膜片在压力调节弹簧的作用下向下弯曲，带动推杆下移，使减压阀开大，进入工作压力腔的天然气增多，工作压力腔的压力复原。

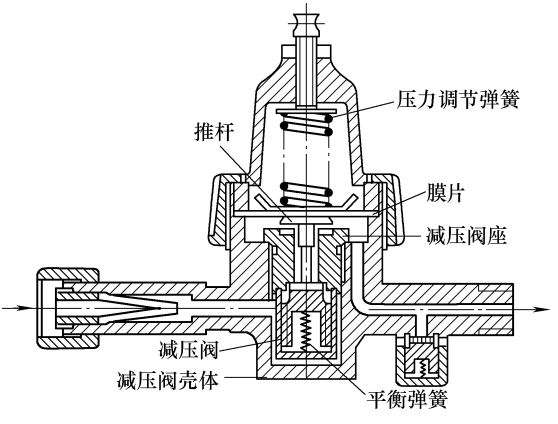


图 13-12　高压减压器

如果天然气的输出量减少，则情形相反，工作压力腔的压力将会升高，使膜片向上弯曲并带动推杆上移，减压阀关小，进入工作压力腔的天然气减少，工作压力腔内的压力降回到原来的大小。这样，减压器出口的天然气压力可以保持恒定。

减压器出口压力可以根据需要进行调节。当旋入压力调整螺钉时，减压器出口压力增高，反之亦然。低压减压器是一个二级减压器（见图 13-13），其一级减压机构由一级弹簧 1、一级膜片 2、一级杠杆 3 和一级阀门 4 等组成；二级减压机构由二级弹簧 6、二级膜片 7、二级杠杆 11 和二级阀门 12 等组成。

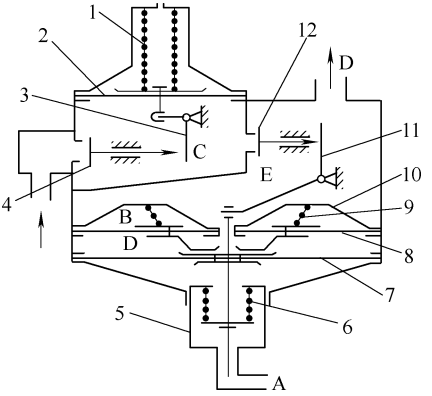


图 13-13　低压减压器示意图

1—一级弹簧　2—一级膜片　3—一级杠杆　4—一级阀门　5—滑套　6—二级弹簧　7—二级膜片　8—膜片　9—弹簧　10—减压器壳体　11—二级杠杆　12—二级阀门

此外，还有一个膜片与减压器壳体之间形成空腔 B，B 腔有孔通到混合器的喉管，因此 B 腔中的压力等于喉管真空度。膜片与二级膜片中间的空腔 D 与二级减压腔 E 相通。当发动机工作时，CNG 经一级阀门首先进入一级减压腔 C，进行一级减压。若压力超过设定值，则一级膜片克服一级弹簧的压力向上弯曲，带动一级杠杆将一级阀门关闭，中止 CNG 流入 C 腔。随着 CNG 经二级阀门不断流入二级减压腔 E，C 腔内的压力逐渐下降，若压力低于设定值，则一级弹簧推压一级膜片向下弯曲，并带动一级杠杆将一级阀门开启，使 CNG 充入 C 腔。CNG 进入 E 腔后，进行二级减压，压力降至 0.1～0.15MPa，然后经减压器出口被吸入混合器。E 腔内天然气的压力由二

级减压机构控制，其动作与一级减压的情况类似。在发动机低速工作时，由于混合器喉管真空度减小，B腔内的压力增大，膜片被弹簧压在二级膜片的托架上，使二级膜片向下弯曲并带动二级杠杆将二级阀门关闭，停止向混合器供给天然气。这时，柴油机由燃用双燃料转换为全部燃用燃油的工作状态。当转速升高时，混合器喉管真空度增大，膜片被吸向上弯曲，解除对二级膜片的限制，二级减压机构恢复正常的减压供气，如图13-14所示。

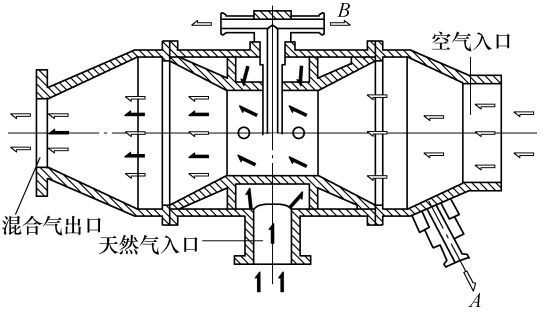


图13-14　混合器结构示意图

二级弹簧座滑套可在减压器壳体中上、下调节位置以改变二级弹簧的预紧力，从而可以在一定范围内改变二级减压后的天然气压力。滑套上的孔与混合器喉管前的孔相通，其作用是减缓由于空气滤清器阻力增大而引起的空燃比变化。

实践证明，柴油/CNG双燃料发动机与柴油机相比有许多优点：排气烟色减轻，微粒排放量减少，噪声降低，润滑油使用期可延长一倍以上，活塞磨损小，在低转速时也可获得较大的转矩等。

第二节　燃气汽车实例

一、上海别克天然气汽车

上海通用别克天然气轿车专用装置总体布置示意图如图13-15所示。该车配置的是碳纤复合材料车用气瓶，布置在后行李箱内，高压管线从整车左侧底部延伸到前部发动机室内。减压调节器布置在发动机室内。天然气经闭环控制式混合器在气缸外与空气预混合后进人发动机气缸燃烧。加气口采用按ISO/DIS 14469规定的快换式充气插口，安装在发动机室内前部。天然气

/汽油转换开关布置在仪表台左手侧。车用气瓶用钢带固定在固定架上成一体。如果发生撞车时，车用气瓶及管口阀件将随固定架一起移动，从而降低管道拉动破裂的危险性。

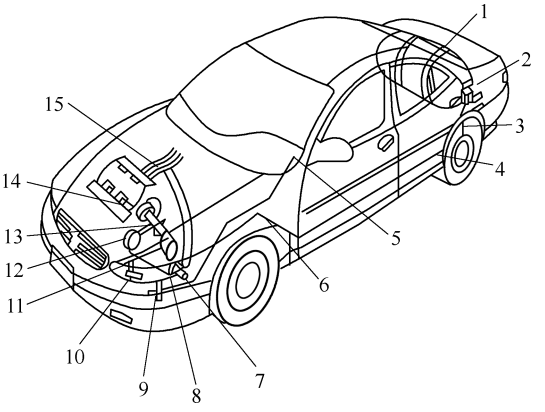


图 13-15　上海通用别克天然气轿车专用装置总体布置示意图

1—车用气瓶　2—车用气瓶手动截止阀　3—安全阀　4—高压管线　5—油气转换开关
6—手动截止阀　7—高压截止阀　8—低压截止阀　9—电控单元（ECU）
10—加气口　11—空气滤清器　12—减压调节器　13—空气质量传感器
14—混合器　15—冷却水管

二、天津夏利改装天然气汽车

天津夏利轿车采用 CYTZ—100 型调压减压器改装为天然气汽车，其平面布置示意图如图 13-16 所示。车用气瓶安装在后部行李箱内。由于夏利轿车的行李箱与乘客舱是连通的，所以应特别注意防止天然气泄漏进入乘客舱。在气瓶阀座上加装了橡胶密封罩，同时两侧安装导气管直通行李箱地板下面，形成通风导走气瓶阀的微弱漏气。

三、中巴车改装天然气汽车

美国福特公司改装的压缩天然气中巴汽车燃气专用装置布置示意图如图 13-17 所示。该车安装了三个车用气瓶，两个较短的横置安装在后部，一个较长的纵向安装在前、后桥之间，使改装后轴荷分配变化不大，保持了原车的操纵稳定性。

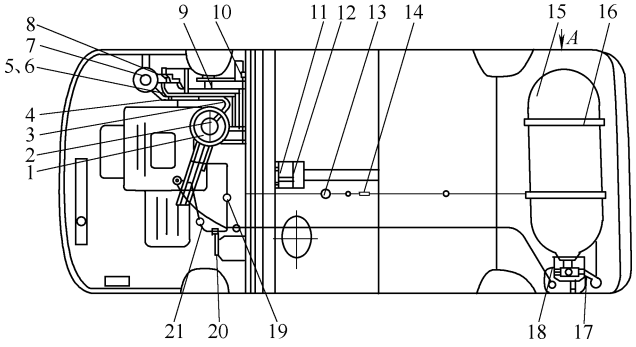


图 13-16　天津夏利改装天然气汽车平面布置示意图

1—空气滤清器　2—混合器　3、4—水管　5—低压胶管　6—动力调节阀　7—减压阀总成　8—钢管（CNG 管路）　9—充气阀　10—高压电磁阀　11—气量显示器　12—油气转换开关　13—主气阀　14—滤清器　15—车用气瓶　16—气瓶座　17—导气胶管　18—导气大胶管（气密盒）　19—油管　20—汽油电磁阀　21—油管

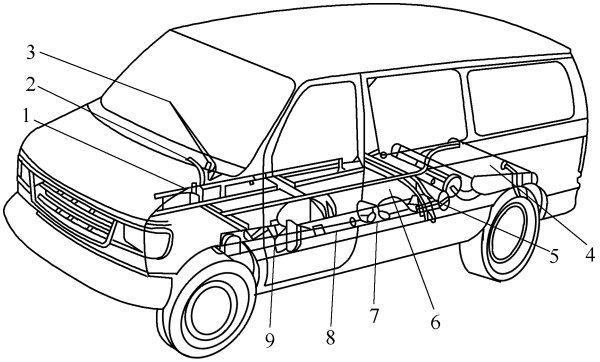


图 13-17　美国福特公司改装的压缩天然气中巴汽车燃气专用装置布置示意图

1—前端连通管组件　2—前端燃料管道　3—燃料压力调节器冷却液管道　4—中端燃料箱　5—燃料箱后置组件　6—燃料充气口　7—手动截止阀　8—后端燃料管道　9—燃料压力调节器



第十四章

燃料电池电动汽车

第一节　概　　述

一、燃料电池电动汽车的发展概况

燃料电池电动汽车（Fuel Cell Electric Vehicle，FCEV）采用燃料电池作为动力源。相比于内燃机汽车，燃料电池电动汽车主要有以下优点：

1）因燃料直接通过电化学反应产生电能，无热能转换过程，故不受卡诺循环的限制，能量转换效率高，实际能量转换效率高达50%～70%。

2）当燃料电池使用氢燃料时，其排放的是水，无污染；当使用甲醇等其他燃料时，排放的CO比汽油机少1/2。

3）燃料电池电堆可由若干个单元电池串联或并联而成，可根据质量分配均衡和空间有效利用的原则，机动灵活地进行配置。

4）燃料电池无运动部件，振动小，噪声低，零部件对机械加工精度要求不高。

二、燃料电池电动汽车的类型

虽然燃料电池电动汽车的历史不长，但与纯电动汽车相比，燃料电池电动汽车无须依赖蓄电池技术性能的完善，与内燃机汽车相比，则具有环保、节能的优势。因此，燃料电池电动汽车已成为世界范围内新能源汽车开发的热点，且不断地涌现出不同结构的燃料电池电动汽车。

1. 按有无蓄能装置分类

根据燃料电池电动汽车是否配备蓄能装置，可将燃料电池电动汽车分为纯燃料电池电动汽车和混合型燃料电池电动汽车两大类。

（1）纯燃料电池电动汽车　纯燃料电池电动汽车的燃料电池是电动汽

车上电能的唯一来源。这种类型的燃料电池电动汽车，要求燃料电池的功率大，并且无法回收汽车制动能量。因此，纯燃料电池电动汽车目前应用较少。

（2）混合型燃料电池电动汽车　混合型燃料电池电动汽车上除燃料电池外，同时配备了蓄能装置（如蓄电池、超级电容和飞轮电池等）。由于蓄能装置可协助供电，所以可适当减小燃料电池的功率，而且蓄能装置还可用于汽车制动时的能量回收，所以可提高燃料电池电动汽车的能量利用率。因此，燃料电池电动汽车多采用混合型结构。

2. 按燃料电池与蓄电池的结构关系分类

根据混合型燃料电池电动汽车中燃料电池和蓄电池的电路结构，可将混合型燃料电池电动汽车分为串联式和并联式两种，如图14-1所示。

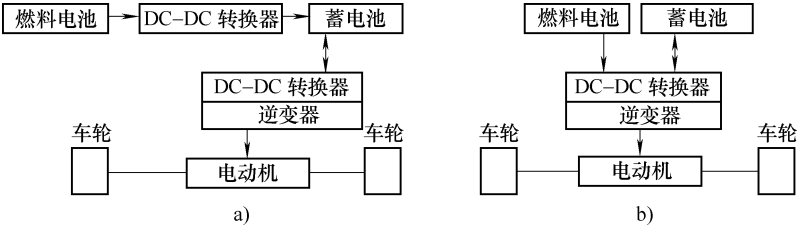


图14-1　串联式和并联式混合型燃料电池电动汽车动力系统的构成

a）串联式　b）并联式

（1）串联式燃料电池电动汽车　串联式燃料电池电动汽车动力系统的构成如图14-1a所示。其燃料电池相当于车载发电装置，通过DC-DC转换器进行电压转换后对蓄电池充电，再由蓄电池向电动机提供驱动车辆的全部电力。串联式燃料电池电动汽车的特点与普通的串联式混合动力电动汽车的特点相似，其优点是可采用小功率的燃料电池，但要求蓄电池的容量和功率足够大，而且燃料电池发出的电能需要经过蓄电池的电化学转换过程，从中有能量的转换损失。目前，串联式燃料电池电动汽车较为少见。

（2）并联式燃料电池电动汽车　并联式燃料电池电动汽车动力系统的构成如图14-1b所示。它由燃料电池和蓄电池共同向电动机提供电力。根据燃料电池与蓄电池能量大小配置的不同，可将其分为大燃料电池型和小燃料电池型两种。大燃料电池型主要由燃料电池提供电力，蓄电池的容量较小，只是在电动汽车起步、加速、爬坡等行驶工况时协助供电，并且在车辆减速与制动时进行能量回收；小燃料电池型则必须采用大容量的蓄电池，由蓄电池提供主要的电力，而燃料电池只协助供电。并联式是目前燃料电池电动汽

车采用较多的形式。

3. 按提供的燃料分类

根据燃料电池所提供燃料的不同，燃料电池电动汽车分为直接燃料电池电动汽车和重整燃料电池电动汽车两大类。

（1）直接燃料电池电动汽车　直接燃料电池电动汽车的燃料主要是纯氢，也可以用甲醇等作为燃料。采用纯氢作为燃料的燃料电池电动汽车，氢燃料的储存方式有压缩氢气、液态氢和合金（碳纳米管）吸附氢等几种。

（2）重整燃料电池电动汽车　重整燃料电池电动汽车的燃料主要有汽油、天然气、甲醇、甲烷、液化石油气等。重整燃料电池电动汽车的结构要比氢燃料电池电动汽车复杂得多。例如，甲醇重整燃料电池电动汽车需要对甲醇进行200℃左右的加热以分解出氢，汽油重整燃料电池电动汽车也需要对汽油进行1 000℃左右的加热以分解出氢。无论采用什么燃料，重整燃料电池电动汽车均需设置重整装置，将其他燃料转化为燃料电池所需的氢。

第二节　燃料电池电动汽车的结构与原理

燃料电池电动汽车与普通燃油汽车相比，其外形和内部空间几乎没有什么区别，不同之处在于动力系统。

一、直接燃料电池电动汽车

典型直接燃料电池电动汽车动力系统的基本构成如图14-2所示。

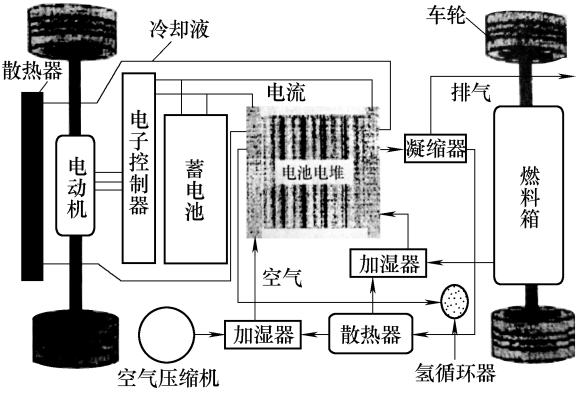


图14-2　典型直接燃料电池电动汽车动力系统的基本构成

1. 燃料电池系统

燃料电池系统的核心是燃料电池电堆，此外，还配备了氢气供给系统、氧气供给系统、气体加湿系统、水循环及反应物生成处理系统等，用以确保燃料电池电堆正常工作。

（1）氢气供给系统　氢气供给系统的功能包括氢的储存、管理和回收。由于气态氢需要采用高压的方式储存，所以储氢气瓶必须具有较高的品质。储氢气瓶的容量决定了一次充氢的续航里程。轿车一般采用2～4个高压储氢气瓶，客车上通常采用5～10个高压储氢气瓶来储存所需的氢气。

液态氢比气态氢需要更高的压力进行储存，而且要保持低温，因此在使用液态氢时对储氢气瓶的要求更高，还需要有较复杂的低温保温装置。

不同的储氢压力，需要采用相应的减压阀、调压阀、安全阀、压力表、流量表、换热器、传感器及管路等组成氢气供给系统。在从燃料电池电堆排出的水中含有少量的氢，可通过氢气循环器将其回收。

（2）氧气供给系统　氧气有纯氧和空气两种供给方式。当以纯氧的方式供给时，需要用氧气罐；当从空气中获得氧气时，需要用压缩机来提高压力，以确保供氧量，增加燃料电池反应的速度。空气供给系统除了需要有体积小、效率高的空气压缩机外，还需配备相应的空气阀、压力表、流量表及管路，并对空气进行加湿处理，以确保空气具有一定的湿度。

（3）水循环系统　在燃料电池反应过程中，会产生水和热量，需要通过水循环系统中的凝缩器加以冷凝并进行气水分离处理，部分水可用于反应气体的加湿。水循环系统还用于燃料电池的冷却，以使燃料电池保持在正常的工作温度。

2. 辅助蓄能装置

混合式燃料电池电动汽车还配备了辅助蓄能装置。辅助蓄能装置可采用蓄电池、超级电容和飞轮电池中的一种，与燃料电池组成双电源的混合动力系统，或采用蓄电池+超级电容、蓄电池+飞轮电池与燃料电池组成三电源系统。

燃料电池电动汽车配备辅助蓄能装置的作用如下：

1）在燃料电池电动汽车起动时，由辅助蓄能装置提供电能，带动燃料电池起动或带动车辆起步。

2）在燃料电池电动汽车运行过程中，当燃料电池输出的电能大于车辆驱动所需的能量时，辅助蓄能装置可用于储存燃料电池剩余的电能。

3）在燃料电池电动汽车加速和爬坡时，辅助蓄能装置可协助供电，以

弥补燃料电池输出功率的不足，使电动机获得足够的电能，产生满足车辆加速和爬坡所需的电磁转矩。

4）向车辆的各种电子设备、电器提供工作所需的电能。

5）在车辆制动时，将驱动电动机转换为发电机工作状态，将车辆的动能转换为电能，并向辅助蓄能装置充电，以实现车辆制动时的能量回收。

3. 驱动电动机

驱动电动机用于将电源所提供的电能转换为电磁转矩，并通过传动装置驱动车辆行驶。与纯电动汽车和混合动力电动汽车一样，燃料电池电动汽车用驱动电动机也可采用直流有刷电动机、交流异步电动机、交流同步电动机、永磁无刷直流电动机和开关磁阻电动机等。

不同类型的电动机具有不同的性能特点。燃料电池电动汽车通常是结合整车的开发目标，综合考虑各种电动机的结构与性能特点以及电动机的驱动控制方式及控制器结构特点等，选择适宜的驱动电动机。

4. 电子控制系统

直接燃料电池电动汽车的电子控制系统包括燃料电池系统控制器、DC-DC 转换器、辅助蓄能装置能量管理系统、电动机驱动控制器以及整车协调控制器等控制器功能模块，各控制功能模块通过总线连接在一起，如图14-3所示。

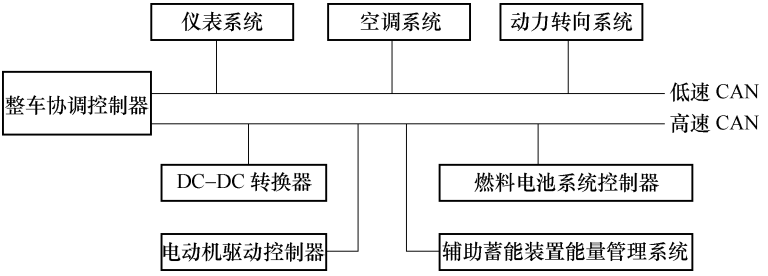


图 14-3　燃料电池电动汽车电子控制系统的构成

（1）燃料电池系统控制器　燃料电池系统控制器用来控制燃料电池的燃料供给与循环系统、氧化剂供给系统、水/热管理系统，并协调各系统工作，以使燃料电池系统能持续向外供电。

（2）DC-DC 转换器　DC-DC 转换器用于改变燃料电池的直流电压，由电子控制器控制。电子控制器的作用是通过调节 DC-DC 转换器的输出电压，将燃料电池电堆较低的电压上升至电动机所需的电压。DC-DC 转换器的作

用不仅仅是升压和稳压，在工作时，通过控制器的实时调节可使其输出电压与蓄电池的电压相匹配，协调燃料电池和蓄电池负荷，起限制燃料电池最大输出电流和最大功率的作用，以避免燃料电池因过载而损坏。

（3）辅助蓄能装置能量管理系统　辅助蓄能装置能量管理系统对蓄电池的充电状态、放电状态、存电状态等进行监控，使辅助蓄能装置能正常起作用，实现车辆在起动、加速、爬坡等工况下的协助供电，并且在车辆运行时储存燃料电池剩余电能，实现汽车制动时的能量回馈。蓄电池能量管理系统通过对蓄电池电压、电流、温度等参数的监测，还可实现蓄电池的过充电、过放电控制，进行蓄电池荷电状态的估计与显示。

（4）电动机驱动控制器　电动机的类型不同，其控制系统的电路结构与工作原理也有所不同。总体上，电动机驱动控制系统的主要控制功能有电动机的转速与转矩调节、电动机工作模式控制（设有制动能量回馈的电动汽车）、电动机过载保护控制等。

（5）整车协调控制器　整车协调控制系统基于设定的控制策略对各控制功能模块进行协调控制。一方面，控制器根据加速踏板位置传感器、制动踏板传感器、档位开关送入的电信号判断驾驶人的驾车意图并输出控制信号，通过相关的控制功能模块实现车辆的行驶工况控制；另一方面，控制器根据相关传感器和开关输入的电信号，获取车速、电动机转速、是否制动、蓄电池和燃料电池的电压和电流等信息，判断车辆的实际行驶工况和动力系统的状况，并按设定的多电源控制策略输出相应的控制信号，通过相应的功能模块实现能量分配调节控制。此外，整车协调控制还包括整车故障自诊断功能。

直接以纯氢作为燃料的电动汽车对储氢装置的要求较高，但与重整燃料电池电动汽车相比，直接燃料电池电动汽车的结构简单、重量轻、能量效率高、成本低。因此，目前的燃料电池电动汽车大部分以纯氢作为车载氢源。

二、重整燃料电池电动汽车

1. 动力系统的构成

重整燃料电池电动汽车与直接燃料电池电动汽车的主要区别在于使用汽油、天然气、甲醇、甲烷、液化石油气等燃料，在汽车上通过重整器产生氢，再将氢提供给燃料电池电堆。重整燃料电池电动汽车动力系统的基本组成如图14-4所示。

重整燃料电池系统中的氧气供给及管理系统、反应生成的水/热量处理系统及电力管理系统等与直接燃料电池系统基本相同，只是增加了重整器、

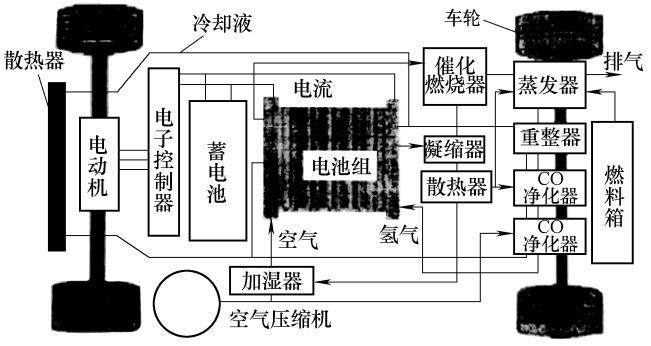


图 14-4　重整燃料电池电动汽车动力系统的基本组成

加热器、CO 转换与净化器等装置，用以将汽油、天然气、甲醇、甲烷、液化石油气等燃料转换为纯氢。

2. 重整燃料电池氢气产生的过程

重整燃料电池电动汽车采用的燃料不同，其制氢过程（重整技术）也会有所不同。

（1）车载醇类制氢过程　醇类燃料（甲醇、乙醇、二甲醚等）的车载制氢过程大体相同，均需经重整、变换、CO 脱除等几个步骤。以甲醇作为燃料的车载制氢过程如图 14-5 所示。

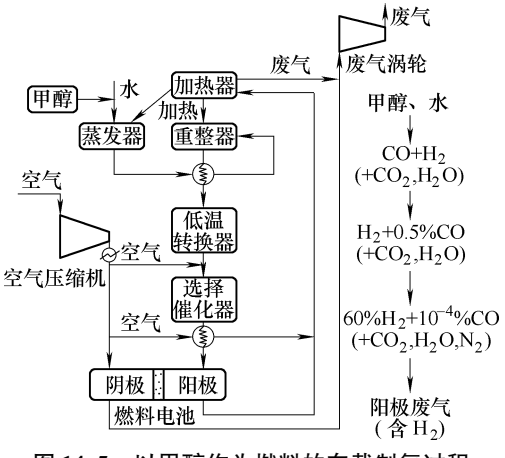


图 14-5　以甲醇作为燃料的车载制氢过程

注：百分数为体积分数。

储存在普通容器中的甲醇在进入重整器之前，通过加热器加热使甲醇和纯水的混合物在高温（621℃）下变成混合气，然后进入重整器分离出氢。由于重整器产生的氢气中含有少量CO，因此，需要通过转换器中的催化剂将CO转换为CO_2后排出，使之最终进入燃料电池的H_2中。CO的含量不能超过规定的下限值（0.001%）。

（2）车载烃类制氢过程　烃类燃料（汽油、柴油LPG及天然气等）制氢通常包括氧化重整、高温变换、脱硫、低温变换、CO净化及燃烧等过程。以汽油作为燃料的车载制氢过程如图14-6所示。

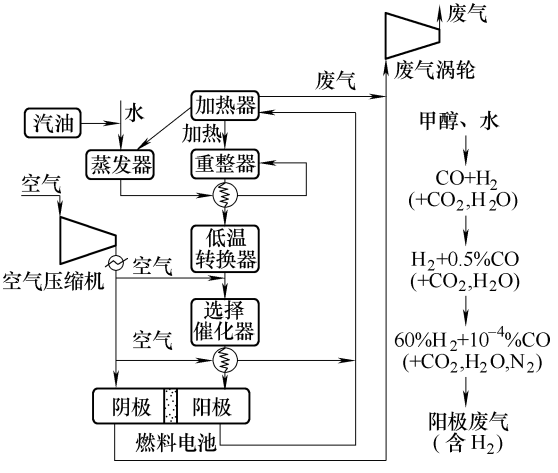


图14-6　以汽油作为燃料的车载制氢过程

注：百分数为体积分数。

烃类车载制氢需要高温和脱硫，因此，其重整过程比醇类难度大。由于天然气是气体燃料，车载储运较为困难，所以很少用作燃料电池电动汽车的燃料。

3. 重整燃料电池电动汽车的优点和缺点

使用车载重整器制氢的燃料电池电动汽车，其主要优点是燃料储存方便，只需要普通的容器，不需要加压或冷藏。但是，车载重整器制氢也存在着一些问题，主要有：

1）燃料电池系统起动时间较长，动态响应较慢。当然，对于配备辅助蓄能装置的重整燃料电池电动汽车来说，辅助蓄能装置可很好地解决这一问题。

2）重整装置不仅需要复杂的控制过程，而且其体积和质量会减少车辆

可利用的空间，增加更多的能量消耗。

3）当制取的氢气纯度不高时，可能会使催化剂中毒并产生一些污染。

由于上述不足，在现已推出的燃料电池电动汽车中，采用重整技术的相对较少。

三、燃料电池电动汽车的储氢方式

目前的燃料电池电动汽车大部分以纯氢作为燃料，为使燃料电池电动汽车能达到所需的续驶里程，在汽车上就需要有一定储存量的氢。车载储氢主要有压缩氢气、液态氢和金属储氢三种形式。

1. 压缩氢气形式

氢气的密度较小，需要通过压缩来增加其储存量。压缩氢气的压力一般在 20 ~ 30MPa 或更高，因而要求储氢气瓶能承受高压且重量轻、使用寿命长。高压储氢气瓶的材料用铝或石墨材料，通常制成环形压力容器。这有助于提高容积效率，满足续航里程的要求，而且便于在汽车上安装。

不同类型的燃料电池电动汽车，高压储氢气瓶的布置形式也有所不同。燃料电池轿车的高压储氢气瓶通常安装在后座椅下或行李箱下，而客车的储氢气瓶通常安装在车辆的顶部或裙部。图 14-7 所示为某种燃料电池客车储氢气瓶的布置方式。

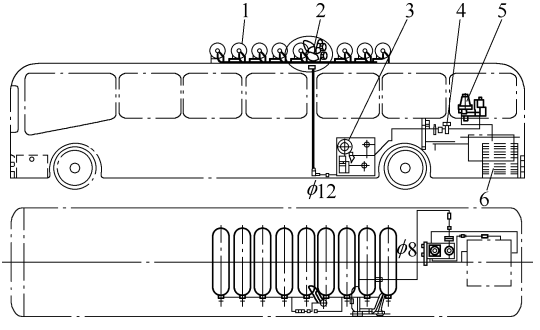


图 14-7　某种燃料电池客车储氢气瓶的布置方式

1—储氢气瓶　2—车顶控制气路　3—压力表

4—滤清器　5—减压阀　6—燃料电池

2. 液态氢形式

相对于气态氢，液态氢具有较高的能量密度，可显著提高单位容积氢的

质量，有利于低运输成本，提高燃料电池电动汽车的续航里程。但是，液态氢需要将气态氢冷却到 -253℃才能得到，氢气的液化过程时间较长，而且需要消耗大量的能量。另一个问题是，液态氢难于较长时间储存，只能储存在供应站，而在运输时也需要专用运输车辆。

车载液态氢储存罐如图 14-8 所示。液态氢储存罐需要有良好的绝热性能，因此，其外壳通常用绝热材料包裹，其内部设有液位计和压力调节（控制）装置。

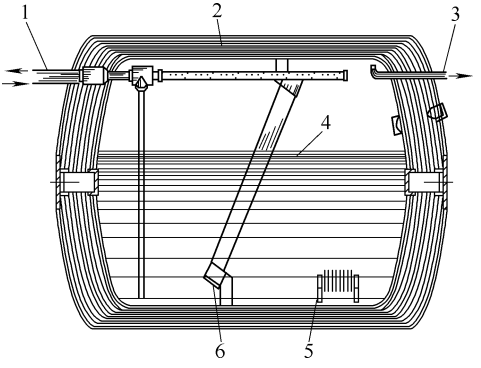


图 14-8　车载液态氢储存罐

1—液氢进出口　2—绝热材料　3—安全排气口
4—液态氢　5—压力仪表　6—液位计

液态氢需要转换为氢气才能提供给燃料电池，而液态氢汽化过程需要吸收热量，因此，在供氢系统中还需要设置换热器和压力调节系统。

3. 金属储氢形式

利用金属氢化物储氢，就是将氢气加压至 3 ~ 6MPa，使进入容器的氢在高压下附在金属小颗粒上，完成氢与金属的结合，同时释放出热量。由于从金属小颗粒中释放出氢时，需要吸收外部的热量，所以金属储氢容器不仅需要有一定的耐压强度，还要有足够的换热面积，以满足充氢和放氢时的热量传递。为了尽可能多地储存氢，需要储氢金属表面呈小颗粒状，并且在适当的温度范围和压力范围内能够储存或释放氢气。

四、燃料电池电动汽车的工作方式

目前燃料电池电动汽车多采用燃料电池 + 蓄电池的混合动力模式。在电

动汽车起步、加速、匀速、滑行、减速、制动等不同的行驶工况下，燃料电池的工作模式是不同的，大体可分为燃料电池模式、混合动力模式、蓄电池模式和能量回馈模式等，如图 14-9 所示。

1. 燃料电池模式

当燃料电池电动汽车工作在燃料电池模式时，电动机的电力全部由燃料电池提供。当蓄电池在非充足电状态（SOC < 1），而且燃料电池的电能供给电动机后尚有剩余时，燃料电池还可向蓄电池充电，如图 14-9a 所示。燃料电池电动汽车在低负荷、匀速、滑行等行驶工况时，通常工作在燃料电池模式。

2. 混合动力模式

混合动力模式是指燃料电池和蓄电池共同提供电动机所需电力的工作方式．如图 14-9b 所示。在燃料电池电动汽车加速行驶、高速行驶、上坡、超车或重载的情况下，当燃料电池输出的电功率已不能满足驱动车辆所需的功率时，由蓄电池提供瞬时能量来补充燃料电池电动汽车加速、上坡的动力需要，或由蓄电池持续地协助燃料电池供电，以满足燃料电池电动汽车在持续高速或重载下对电源持续电功率输出的需求。

3. 蓄电池模式

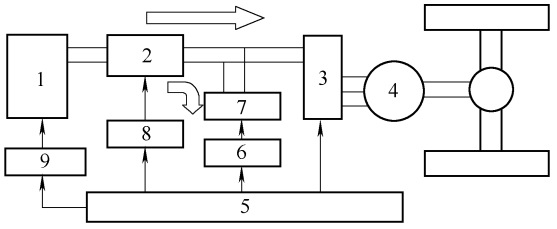
蓄电池模式是指燃料电池停止输出电能，车辆单独由蓄电池提供电力的工作方式，如图 14-9c 所示。当燃料电池还未起动，而蓄电池的 SOC 值大于最小临界值时，由蓄电池提供电动汽车起步时所需的电能。此外，当燃料耗尽或燃料电池电堆发生故障时，若蓄电池的 SOC 值大于最小临界值，则也可由蓄电池短时间内独立供电。工作在蓄电池模式的燃料电池电动汽车，对蓄电池容量和输出功率的要求相对较高。

4. 能量回馈模式

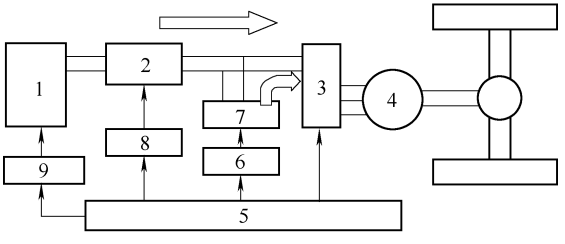
能量回馈模式是指电动机工作在发电机状态，将车辆的动能转换为电能并向蓄电池充电的工作方式，如图 14-9d 所示。在燃料电池电动汽车下坡、遇红灯减速及非紧急制动等情况下，当蓄电池又处于非充足电状态（SOC 值在最大临界值以下）时，控制器就将电动机转换为发电机工作方式，将车辆的动能转换为电能，通过向蓄电池充电来实现能量回馈。

五、燃料电池电动汽车的安全系统

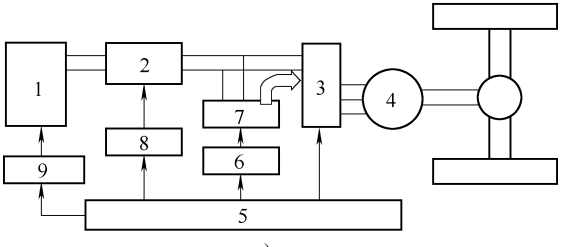
由于目前的燃料电池电动汽车大部分采用氢气作为燃料，而氢气的泄漏将会造成危险，所以燃料电池电动汽车必须考虑针对氢气的安全措施。通常



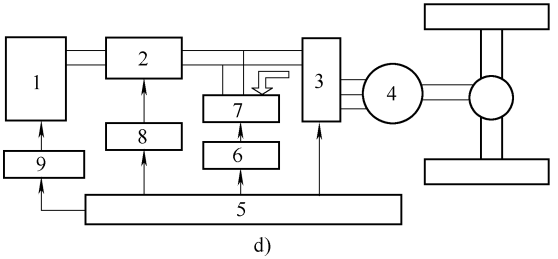
a)



b)



c)



d)

图 14-9　燃料电池电动汽车的工作模式

采用两种措施：一是储氢装置和输送管路选用不易造成泄漏的材料和结构；二是实时监测燃料电池系统中氢的泄漏情况。

1. 燃料电池系统的安全保护措施

（1）氢气源切断保护装置　当汽车发生碰撞时，氢气的泄漏将会引发严重的安全事故。为此，一些燃料电池电动汽车设置了相应的保护装置。当汽车发生碰撞事故时，保护装置会根据碰撞传感器所发出的信号及时切断电源和气源，以避免因氢气泄漏而造成更为严重的事故。

（2）用吸能车架保护燃料电池系统　一些燃料电池电动汽车的车身、车架采取了特殊的结构措施，以保护燃料电池系统在汽车发生碰撞时不易受损。

（3）储氢气瓶的安全措施　储氢气瓶压力高达 25～35MPa。当汽车发生碰撞时，如果高压储氢气瓶受损破裂，则后果将不堪设想。为此，除了选用高强度的储氢气瓶外，在汽车的结构上还要考虑尽可能减小汽车碰撞时对储氢气瓶的冲击。

2. 燃料电池电动汽车氢气监测系统

燃料电池电动汽车氢气监测系统通常由氢传感器、控制器、报警及安全处理装置等组成，如图 14-10 所示。氢传感器将周围氢气含量参数转换为电信号，并输送给控制器，然后控制器根据氢传感器的信号判断是否有氢气泄漏及泄漏的严重程度，并输出相应的控制信号，使危险报警装置发出危险警报，或使安全保险电路工作（切断高压电路或关闭氢气源），及时排除安全隐患。

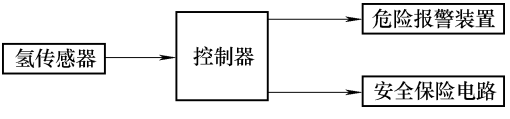


图 14-10　燃料电池电动汽车氢气监测系统

第三节　丰田燃料电池电动汽车

一、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的结构

丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的燃料电池组、功率控制单元

（PCU）和电动机安装在汽车前部，而四个高压储氢罐安装在后部地板下面，辅助电池放在行李箱地板下面（各部件位置见图14-11）。

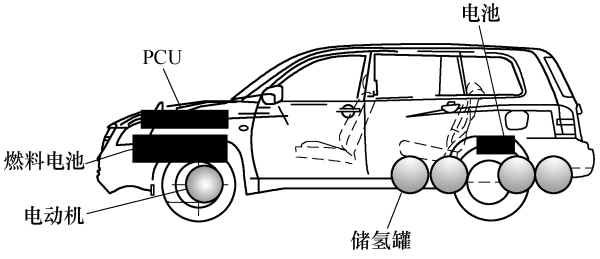


图14-11 各部件在车上的位置

燃料电池系统的主要部件包括：

1. 燃料电池

燃料电池（PEFC）采用聚合物电解质，用氢作为燃料，最大功率为90kW。

2. 辅助电池

辅助电池为密封式镍氢蓄电池，容量是6.5A·h，冷却方式为强制风冷式。

3. DC-DC转换器

由于DC-DC转换器采用了三相斩波器，所以降低了波动电压。为提高转换率，感应芯片采用铁损低的多孔合金。最大输出功率为20kW，载波频率为三相10kHz，冷却方式为水冷式和风冷式。

4. 空气压缩机

空气压缩机采用涡旋式压缩机，最大流量（自由空气的体积流量）为3500NL（6 000r/min）。用永磁电动机作为驱动电动机，具有较大的传动比。

5. 功率控制单元（PCU）

高压部件和控制器装配在一起，从而简化了冷却系统和控制系统。逆变器最大电流为44A，转换方式为PMA，冷却方式为水冷式。

6. 电动机

燃料电池电动汽车的电动机采用永磁电动机，最大功率为80kW，冷却方式为水冷式。

丰田FCHV—4型燃料电池电动汽车的电源是混合式结构，由燃料电池和辅助电池组成。根据汽车的工作状态，精确地控制燃料电池输出功率和辅

助电池的充、放电。镍氢电池具有良好的储能性能，单独使用时，汽车成为纯电动汽车（PEV），因此能够降低汽车轻负荷的燃油消耗。

如图 14-12 所示，燃料电池与逆变器/电动机的连接方式为串联，以便在汽车运行的大部分时间具有较高的效率。辅助电池的功率比较低，与燃料电池串联通过 DC-DC 逆变器互联，用来在燃料电池响应迟缓或汽车满负荷时提供辅助动力。辅助电池也吸收制动再生能量和在小负荷时用作纯电动汽车的动力源。通过控制 DC-DC 转换器的输出电压来调节燃料电池和辅助电池之间的能量转换。

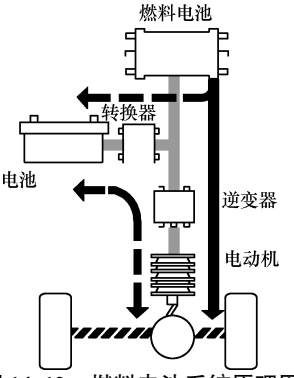


图 14-12　燃料电池系统原理图

注：■ 表示电力；▰ 表示机械力。

二、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的动力系统

丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的动力系统如图 14-13 所示，按功能可分为两部分：燃料电池系统和混合动力系统。燃料电池系统是使汽车行驶的动力源，而混合动力系统则高效地运用燃料电池系统的输出动力。

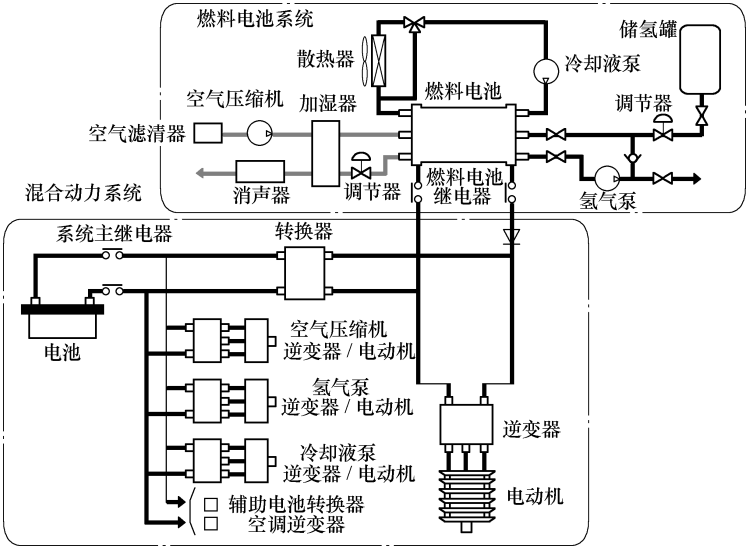


图 14-13　丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车的动力系统

1. 燃料电池系统

燃料电池系统包括燃料电池组、燃料供给系统部件和冷却系统部件。氢气经调节器从高压罐供到燃料电池组，氢气的最大压力为25MPa。为提高燃料电池的性能，燃料电池反应后剩余的过多氢气由循环泵送到燃料电池供给一侧。空气由压缩机加压，随后经加湿器供到电池组。加湿器将从电池组排出的空气中的水蒸气吸出，然后加湿进入的压缩空气。加湿泵也循环电池组与散热器之间的冷却水。

2. 混合动力系统

混合动力系统包括燃料电池系统、辅助电池、DC-DC转换器和牵引逆变器/电动机。汽车的基本驱动力来自燃料电池，但当燃料电池的输出动力不充分时（如超车和满负荷时），辅助电池提供额外的动力。在低功率区，燃料电池系统效率低。因此，在低功率区燃料电池和附属设备（如空气压缩机）停止工作，汽车只靠辅助电池行驶或作为纯电动汽车。

3. 动力传动过程

图14-14～图14-17表示各种行驶方式和动力流程。

1）低功率模式（见图14-14）。在低功率模式下，燃料电池不工作，汽车依靠辅助电池运转。

2）中等功率模式（见图14-15）。在中等功率模式下，汽车依靠辅助电池运转。

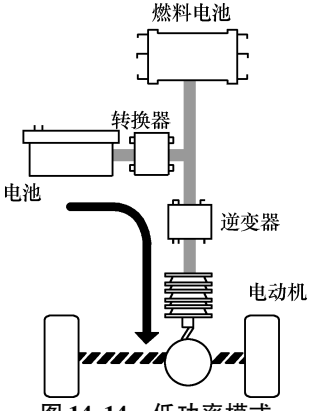


图14-14 低功率模式

注：▬ 表示电力；▰▰ 表示机械力。

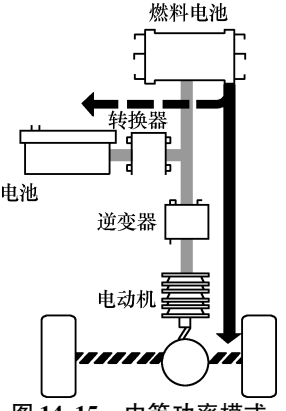


图14-15 中等功率模式

注：▬ 表示电力；▰▰ 表示机械力。

3）大功率模式（见图14-16）。在大功率模式下，辅助电池和燃料电池

同时发挥作用。若燃料电池的能量不充足，辅助电池提供辅助动力。

4）再生制动模式（见图 14-17）。在再生制动模式下，燃料电池停止输出动力，再生能量送至辅助电池。

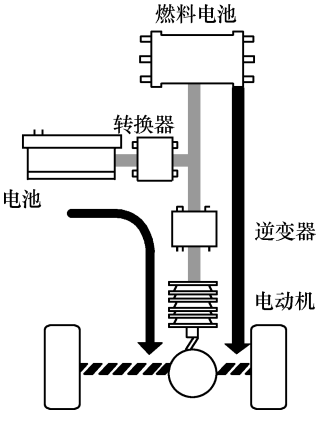


图 14-16　大功率模式

注：▬ 表示电力；▰▰ 表示机械力。

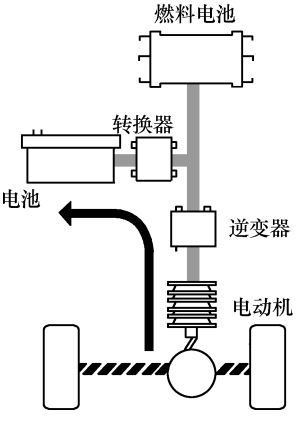


图 14-17　再生制动模式

注：▬ 表示电力；▰▰ 表示机械力。

在上述各种行驶方式下，若辅助电池的电量过低，则将由燃料电池提供电力。

三、丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车动力系统的控制

图 14-18 所示为丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车混合动力系统的控制框图。

整个框图分为三部分：电动汽车控制单元、混合动力控制单元和燃料电池控制单元。在电动汽车控制单元，所需要的动力大小由加速踏板、传动器等决定，并且随后将此信息送到混合控制单元。从混合控制单元得到电动机功率余量信息，并且在一定范围驱动电动机。混合动力控制单元计算出这一时刻可供利用的燃料电池最大功率和辅助电池的最大功率，即为总的电动机功率。混合单元将目标电流送到燃料电池控制单元，根据电动机的需求和燃料电池的特性确定目标电流。同时，燃料电池的工作点由 DC-DC 转换器控制。燃料电池的辅助系统由燃料电池控制单元根据燃料电池目标电流控制。

燃料电池的工作点取决于系统的控制方法。图 14-19 和图 14-20 为混合控制单元所用的功率与电流（P-I）特性图和电流与电压（I-U）特性图。

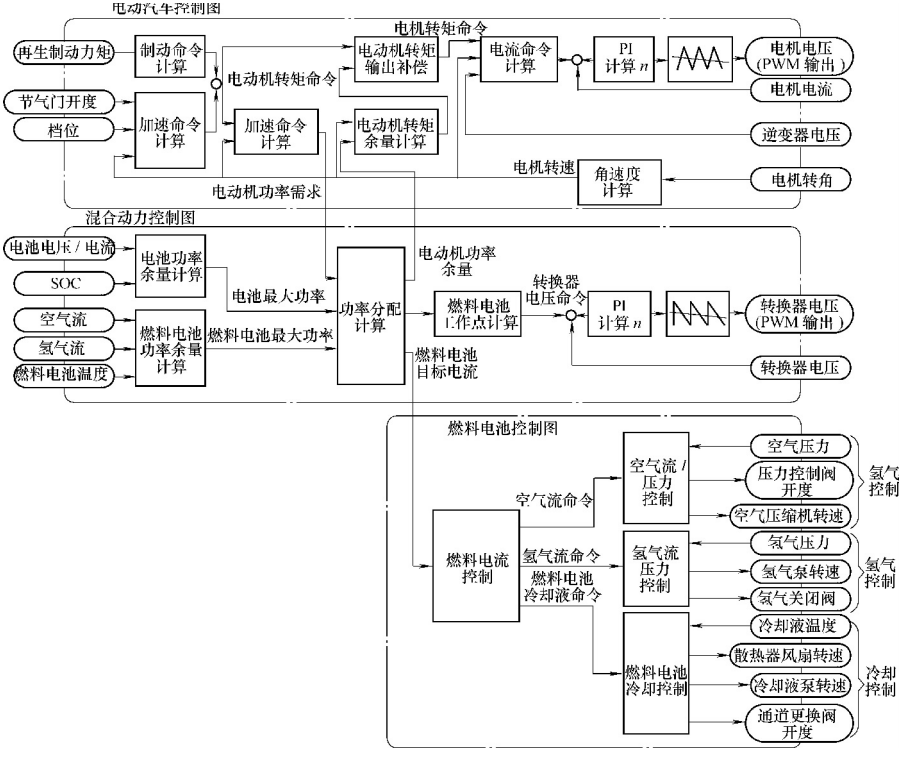


图 14-18　丰田 FCHV—4 型燃料电池电动汽车混合动力系统的控制框图

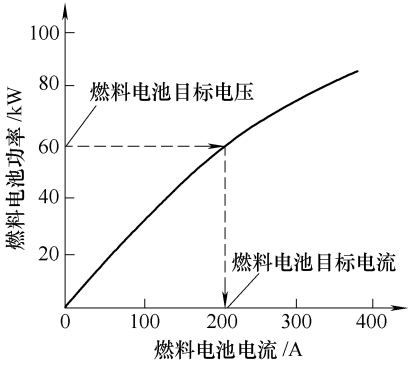


图 14-19　功率与电流（P-I）特性图

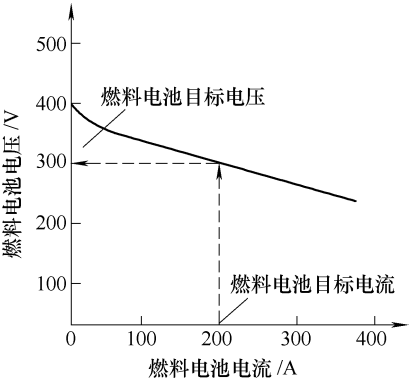


图 14-20　电流与电压（I-U）特性图

一旦确定燃料电池必须提供多少输出能量，则由 P-I 特性图确定电流，随后根据 I-U 特性图决定与电流对应的电压。燃料电池工作点通过 DC-DC 转换器由电池的输出电压控制。P-I 特性图和 I-P 特性图受燃料的温度和供给量影响，需要定期调整，以提高特性图的准确性。若燃料电池组的温度、压力等发生变化，需要定期修正 P-I 和 I-U 的特性。



第十五章

管　　理

第一节　生产管理

一、汽车修理质量及其评价

1. 汽车维修质量

汽车维修质量是指汽车维修服务满足用户（车辆使用者）对车辆维修一定需要的特性，包括维修技术水平、维修及时性、经济性、方便性的要求和服务制度等。

2. 汽车维修质量的评价

汽车通过修理后汽车性能的量化指标，即质量指标来评价。汽车维修质量不仅取决于修理后汽车和总成的初始指标，而且由汽车在整个使用期内保持这些指标的能力来决定。

汽车在修理过程中，其修理质量取决于汽车修理工艺规程、工艺设备、修理生产的组织和生产技术准备工作的完善程度以及修理人员的劳动因素等。汽车修理质量的好坏，取决于设计、制造、使用诸因素和修理生产过程的组织与管理水平，也取决于修竣车的使用条件。

汽车维修质量的评价包括：汽车装配质量的评价、汽车发动机大修竣工质量评定、车身涂层质量的评价以及汽车大修竣工出厂技术条件。

（1）总成装配质量的评价　汽车总成装配质量通常可用总成装配后的空转功率损耗，总成各机构和系统的效率，配合副的装配尺寸精度，总成运转时的振动和噪声水平，总成工作时的排放特性，总成主要工作面的承载能力以及清洁度、密封性等指标来评定。

1）汽车总成装配质量的评定指标。

① 空转功率损耗及总成和系统的效率指标，表征总成的传动效率或内

部的机械损耗。

② 总成与装配时配合副的接触状况、配合特性、总成各部件的调整和磨合状况有关，是评定总成装配质量的综合性指标。

③ 总成运转时的振动和噪声是由于零件不平衡或装配、调整不当引起的，可用声级计进行测量。

④ 装配尺寸精度是指采用相应的装配方法装配后，各配合副达到总成装配技术要求中各项指标的符合程度，包括配合精度、位置精度和回转件的运动精度等。

⑤ 发动机总成在工作时会排出有害物质，其含量与发动机的装配调整质量有关，应符合《汽油车怠速污染物排放标准》和《柴油车自由加速烟度排放标准》的规定。

⑥ 总成承受使用负荷的准备程度与总成装配后磨合试验的完善程度有关，它表征总成投入使用时的承载能力。

⑦ 总成的清洁度是指按规定的方法从被检验总成的被检部位清洗下来的杂质总量（包括金属屑、尘土及其他杂质）的多少。杂质总量越少，则总成的清洁度越高。

2）总成装配质量的控制与全面质量管理。全面质量管理是一种控制总成装配质量的有效方法。全面质量管理方法通过 PDCA 循环，不断地对总成装配质量进行规划（Plan）→实施（Do）→检查（Check）→处理（Action）。按照 PDCA 不断循环进行，每循环一次都有新的内容和目标，装配质量就能得到一次提高。

（2）汽车发动机大修竣工质量的评定　汽车发动机大修竣工后的质量评定应包括起动、运转检查，动力性、经济性测定，发动机四漏（漏油、漏水、漏气、漏电）及外表涂漆等。汽车发动机大修竣工质量的评定按表 15-1 执行。

表 15-1　汽车发动机大修竣工质量的评定

序	评定项目	评定技术要求	检查方法与手段	评定方法	备注
1	装备与装配	发动机装备齐全、有效，装配应符合 GB/T 3798.2—2005 中的有关规定	检视	有一处以上	

（续）

序	评定项目	评定技术要求	检查方法与手段	评定方法	备注
2	冷车起动性能	在环境温度不低于 -5℃时，应起动顺利，允许连续起动不多于3次，每次起动不多于5s	检视	每次超过3次或多于5s均为不合格	
3	热车起动性能	发动机在正常温度下5s内能起动	检视	不符合规定要求为不合格	
4	真空度数值	汽油机在怠速时，进气支管真空度应在57～70kPa	用转速表、发动机真空表进行检查	不符合规定要求为不合格	
5	真空度波动范围	汽油机在怠速时，进气支管真空度波动值：六缸不超过3kPa，四缸不超过5kPa	用转速表、发动机真空表进行检查	不符合规定要求为不合格	
6	气缸压力数值	气缸压缩压力应符合原设计规定	用转速表、发动机真空表进行检查	不符合规定要求为不合格	
7	各缸压力差	每缸压力与各缸平均压力差：汽油机不超过8%，柴油机不超过10%	用转速表、发动机真空表进行检查	不符合规定要求为不合格	
8	发动机怠速用运转情况	发动机怠速运转稳定，其转速符合原设计规定，转速波动不大于50r/min	用转速表进行测量	不符合规定要求为不合格	
9	发动机改变转速运转情况	发动机改变转速时应过渡圆滑	用发动机转速表进行测量	不符合规定要求为不合格	
10	发动机加速或减速运转情况	发动机突加速或减速时不得有突爆声，不得有断火、回火、爆燃现象	检视	不符合规定要求为不合格	

（续）

序	评定项目	评定技术要求	检查方法与手段	评定方法	备注
11	异响	发动机在正常工况下不得有异常响声	检视或用发动机异响震动分析仪进行检查	不符合规定要求为不合格	
12	发动机功率	发动机最大功率不得低于原设计标定值的90%	用测功机按有关规定进行测量	不符合规定要求为不合格	12、13项取一项即可
13	发动机转矩	发动机最大转矩不得低于原本设计标定值的90%	用测功机按有关规定进行测量	不符合规定要求为不合格	
14	燃油消耗率	发动机最低燃料消耗率不得低于原设计要求	用油耗计、测功机按有关规定进行测量	不符合规定要求为不合格	
15	排放	汽油机排放应符合GB 18285—2005的规定；柴油机排放应符合GB 3847—2005的规定	按GB 18285—2005和GB 3847—2005的规定进行测量	不符合规定要求为不合格	
16	机油压力	发动机机油压力应符合原设计规定	用机油压力表进行运行试验	不符合规定要求为不合格	
17	冷却液温度、润滑油温度	发动机冷却液温度、润滑油温度应符合原实际规定	用水温表、油温表进行测试	不符合规定要求为不合格	
18	发动机润滑油	发动机润滑油的年度等级、质量等级、加注量应符合原设计规定	检视或用润滑油油质分析仪进行检查	不符合规定要求为不合格	

（续）

序	评定项目	评定技术要求	检查方法与手段	评定方法	备注
19	渗漏情况	发动机应无漏水、漏油、漏气、漏电现象	检视	不符合规定要求为不合格	
20	停机装置	柴油发动机停机装置应灵活有效	检视	不符合规定要求为不合格	
21	限速装置	发动机应按规定加装限速片或对限速装置作相应的调查并加铅封	检视	不符合规定要求为不合格	
22	涂漆	发动机应按规定涂漆，涂漆应均匀，不得有漏涂现象	检视	有两处以上缺陷为不合格	

（3）车身涂层质量评价　车身涂层质量与所使用的涂层材料、涂层特性有关，其相应的涂层质量评价指标见表15-2。

表15-2　涂层特性和主要质量指标

涂层代号	涂层特性	涂层主要质量指标
KT1-1	涂层具有良好的防护性	1）漆膜外观：不允许漏底和漏涂 2）漆膜总强度：不小于33μm 3）机械强度：漆底附着力为一级，冲击强度不小于4.9Pa，柔韧性为1mm 4）耐水性：浸泡时间为300h，允许涂层表面变粗糙，但不应有气泡 5）耐盐水性：浸泡时间为150h，允许三级气泡，无锈点
KT1-2	涂层具有一般的防护性	1）漆膜外观：不允许漏底和漏涂 2）漆膜总强度：不小于33μm 3）机械强度：漆底附着力为一级，冲击强度不小于4.9Pa，柔韧性为1mm 4）耐水性：浸泡时间为200h，允许涂层表面变粗糙，但不应有气泡 5）耐盐水性：浸泡时间为100h，允许三级气泡，无锈点

（续）

涂层代号	涂层特性	涂层主要质量指标
KT2-1 KT2-2	涂层具有优良的防护性和力学性能	1）漆膜外观：平整，不允许漏底和漏涂 2）漆膜总强度：不小于50μm 3）机械强度：漆底附着力为一级，冲击强度不小于4.9Pa，柔韧性为1mm 4）耐水性：浸泡时间为400h，允许涂层表面变粗糙，但不应有气泡 5）耐盐水性：浸泡时间为200h，允许三级气泡，无锈点
KT3-1	涂层具有优良的耐水性、耐盐水性及抗泥水和沙石冲击的力学性能	1）漆膜外观：平整，不允许漏底和漏涂 2）漆膜总强度：不小于50μm，轮罩附近涂层型封底涂料，厚度不小于2mm 3）机械强度：漆底附着力为一级 4）耐水性：浸泡时间为500h，允许涂层表面变粗糙，但不应有气泡 5）耐盐水性：浸泡时间为300h，允许三级气泡，无锈点
KT4-1	涂层具有良好的耐候性、装饰性和力学性能	1）漆膜外观：光滑，平整，光色均匀，分色清楚，不允许有颗粒，允许有轻度“橘皮”，光泽度不低于90% 2）漆膜总强度：不小于60μm 3）机械强度：漆面硬度为HB级，漆底附着力为一级，柔韧性为1mm 4）耐水性：浸泡时间为500h，允许涂层表面变粗糙，但不应有气泡 5）耐盐水性：浸泡时间为400h，允许三级气泡，无锈点 6）表面应有消声隔热涂层，厚度不小于2mm 7）耐候性：两年内涂层应完整（不起泡、不粉化、不生锈、不开裂），光泽度不低于60%
KT5	内装饰涂层	1）漆膜外观：光滑，平整，光色均匀，分色清楚，不允许漏底和出现严重流痕 2）漆膜总强度：不小于50μm 3）机械强度：底漆附着力为一级，抗冲击强度不小于4.9Pa，柔韧性为1mm，表漆面硬度不低于HB级 4）耐水性：浸泡时间为300h，允许涂层表面变粗糙 5）耐盐水性：浸泡时间为200h，允许三级气泡，无锈点 6）耐候性：一年半内漆膜应完整（不起泡、不粉化、不生锈、不开裂）

（4）汽车大修竣工出厂技术条件　根据《汽车大修竣工出厂技术条件 第2部分：载货汽车》（GB/T 3798.2—2005）的规定，汽车大修竣工出厂技术条件的主要内容如下：

1）一般技术要求。

① 装配的零件、部件、总成和附件应符合相应的技术条件。

② 主要结构参数应符合原设计规定。由于修理而增加的自重，不得超过原设计的3%。

③ 驾驶室、客车车厢、轿车车身的形状应正确，曲面圆顺，转角处无折皱，车身表面平整，无松弛、污垢及机械损伤等缺陷。

④ 涂装颜色协调、均匀、光亮，漆层无裂纹、剥落、起泡、流痕、皱纹等现象。

⑤ 车身两边的结构件应左右对称。

⑥ 座椅的形状、尺寸、座间距及调节装置应符合原设计要求。

⑦ 门窗启闭应灵活，关闭严密，锁止可靠，合缝匀称，不松旷。风窗玻璃透明，不眩目。

⑧ 转向机构各连接部位不松旷，锁止可靠，合缝匀称。

⑨ 离合器踏板、制动踏板的自由行程和驻车制动的有效行程应符合原设计要求。

⑩ 仪表、灯光、信号、标志齐全，工作正常。

⑪ 轮胎充气气压应符合原设计要求。

⑫ 限速装置应进行铅封。

⑬ 各部件润滑应符合原设计要求。

⑭ 各部件运行温度正常，各处无漏油、漏水、漏电、漏气现象，但润滑油、冷却液密封的结合面处，允许有不致形成滴状的浸渍。

2）主要性能要求。

① 发动机起动容易，在各种转速下运转正常，无异响。

② 传动机构工作正常，无异响。离合器接合平稳、分离彻底、操纵轻便、工作可靠。变速器换档轻便、准确可靠。

③ 转向机构操纵轻便。行驶中无跑偏、摆头现象。前轮定位、最大转向角及最小转弯半径应符合原设计要求。

④ 制动性能应符合《中华人民共和国机动车制动检验规范》或《机动车运行安全技术条件》（GB 7258—2012）中有关制动性能的规定。

⑤ 汽车空载行驶初速度为30km/h，滑行距离应不少于220m。

⑥ 带限速装置的汽车，以直接挡空载行驶，从初速度 20km/h 加速到 40km/h 的时间应符合表 15-3 的规定。

表 15-3　加速时间的规定

发动机额定功率与汽车自身质量之比 /(kW·t^{-1})	加速时间/s	发动机额定功率与汽车自身质量之比 /(kW·t^{-1})	加速时间/s
6.25～9.375	<30	>15.625～31.25	<15
>9.375～12.5	<25	>31.25	<10
>12.5～15.625	<20		

⑦ 带限速装置的汽车以直接挡空载行驶，在经济车速下，每百千米燃油消耗量应不高于原设计规定值的 85%；汽车走合期满后，每百千米燃油消耗量应不高于原设计规定。

⑧ 汽车车身车厢各部不得漏水。汽车在多尘路上行驶，在所有门窗都关闭的情况下，当车外空气含尘量不低于 200mg/m^3 时，车厢和驾驶室内的含尘量不得高于车外含尘量的 25%。

⑨ 汽车噪声应符合《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB 1495—2002）的规定。

⑩ 汽车排放限值应符合国家有关规定。

3. 汽车维修质量的评价指标

（1）返修率　它是指修竣出厂的车辆中，一定时期内回厂返修车辆所占的比重，即车辆返修率 = 返修辆次/修竣辆次 ×100%。其中，修竣辆次是指报告期经修理完工出厂的车辆数，包括报告期前送修而在本报告期修竣出厂的车辆数，不包括返修竣工的车辆数；返修辆次是指修竣出厂后的车辆在大修车走合期后一定里程或从实际出厂之日起一定时间内，由于修理质量而造成损坏回厂返修的车辆次数。

（2）大修间隔里程　大修间隔里程是指平均每辆送厂大修车相邻两次大修间隔行驶的里程数，即平均大修间隔里程 = 大修车总行程/送修大修车辆次（公里）。

（3）车主满意率　车主满意率是指车主对修车技术质量时间要求、费用要求、维修方便性及服务态度等方面的满意程度。一般用抽样调查的方法确定车主感到比较满意的次数在总修竣次数中所占的比重来计算车主满

意率。

二、汽车维修质量控制

1. 汽车维修质量控制过程

汽车维修质量控制过程包括以下几个步骤：

1）确定汽车维修质量的控制对象，即确定所要控制的汽车技术经济指标，如汽车二级维护竣工，发动机动力性能应满足：发动机功率应不小于额定功率的85%。

2）制定作为汽车维修质量控制依据的标准。

3）确定评价和衡量汽车维修质量控制对象的方法，一般应以各项标准规定的方法进行。

4）衡量和评价被控制对象，即衡量和评价维修汽车的各项技术性能指标。

5）说明经维修汽车的实际技术状况与控制标准之间的差异。

6）找出差异的原因，采取纠正措施。

2. 汽车维修质量管理和控制

为了保证汽车和总成的修理质量，应分段对总成和整车修理质量进行管理和控制。

1）质量管理的第一阶段是获取有关被管理对象的信息。为此，要检查送修品，检查各工序的规范，检查工艺装备的状况和检验手段的状况等。

2）质量管理的第二阶段是分析有关工艺规程的执行情况，收集和分析信息。

3）质量管理的第三阶段是制定和修改有关技术措施和管理措施。其主要内容包括加强工艺要求和工艺纪律，提高检验质量，改善对设备状况的预防性检查，改善工艺组织和管理，加强职工培训等。

4）质量管理的第四阶段是贯彻执行修改后的技术措施或管理措施。

质量管理的这四个阶段是对汽车修理过程实行全面质量控制的主要内容。它是以企业各部门、个人为主体，以数理统计方法为基础，建立的一整套全面质量管理系统。

三、汽车修理成本核算

1. 成本的概念

产品成本是指为生产（和销售）一定数量和质量的产品，所消耗的劳

动资料、劳动对象劳动报酬的价值形式。通俗地说是指人们为做成一事或取得一物，所必须付出或已经付出的代价。

产品的生产与销售伴随着活劳动与物化劳动的消耗，产品成本就是这种劳动消耗的货币表现。生产中发生的费用称为生产成本或工厂成本，销售中发生的费用称为销售成本。产品成本是指二者之和，亦称完全成本。财务会计中的成本概念与技术经济分析中使用的概念不同，财务会计中的成本是对生产经营中实际发生费用的记录，各种影响因素的作用是固定的，所得到的成本数据是唯一的；而技术经济分析中的成本有许多是模拟实施项目未来将要发生的费用的预测和估算，各种影响因素是不确定的，不同的实施方案会有不同的成本数据。

按各种费用与产品产量的关系，又可将产品成本划分为固定成本与变动成本两部分。固定成本是指在一定生产规模内不随产品产量变动而变动的费用；变动成本是指产品成本中随产品产量变动而变动的费用。固定成本和变动成本的计算是进行项目盈亏平衡分析的重要内容。

2. 成本的构成

根据产品成本中所包含的各种费用的经济用途和核算层次，可将产品成本划分为以下八个项目：

（1）原材料　构成产品的原料、主要材料、外购和自制的原料。

（2）燃料和动力　直接用于产品生产的外购和自制的燃料和动力。

（3）工资　直接参加生产的工人的收入。

（4）预提费用　职工福利基金等。

（5）废品损失　生产过程中产生废品所导致的损失。

（6）车间经费　基本生产车间和辅助生产车间为管理和组织生产所发生的费用，如车间管理人员的工资、办公费、车间消耗性材料支出、维修费、劳动保护费以及车间厂房和设备的折旧费等。

（7）企业管理费　企业为管理和组织工厂生产所发生的费用，如企业管理人员的工资、行政管理费、工会经费、运输费、试验设计费、折旧费及利息支出等。

（8）销售费用　产品销售过程中发生的费用，如推销费、广告费、售后服务费等。

3. 成本核算的方法

在进行产品成本核算时，常把产品成本分为三部分进行核算：材料费 M、杂费 A 和基本工资 W，然后把其累加起来即为产品成本，其公式如下

$$C = M + A + W$$

式中 C——产品成本；

M——材料费，包括原材料、配件及辅助材料；

A——杂费，除前三项以外的其他成本构成费用；

W——基本工资，直接参加生产的工人的劳动报酬（不含奖金）。

在维修企业中，又常把成本简化为材料费和工时费之和，即

$$C = M + B$$

汽车维修工时费 B，由汽车维修的结算工时定额和结算工时单价确定，即

$$B = tq$$

式中 t——结算工时定额（h）；

q——结算工时单价（元/h）。

结算工时定额一般由交通主管部门和物价部门联合制定，是汽车维修企业向客户收费的重要依据。结算工时单价也是由上述两部门联合制定的，是单位工时的收费标准。

4. 成本核算的注意事项

成本是对生产耗费水平的衡量。为了准确地计算成本，必须注意以下事项：

1）企业必须按实际的生产数量、实际消耗、实际价格核算成本。企业除销售费用外，必须根据计算期内完工产品的生产数量、实际消耗和实际价格来核算成本。企业不得以计划成本、估算成本、定额成本代替实际成本。计算过程中对成品、自制半成品和劳务按计划成本或定额成本进行核算的，要按月及时调整为实际成本。企业内部对原材料按计划价格进行核算，与实际价格的差异，要按月及时进行分配。

2）严格划清各种成本界限，不得乱计乱算成本。国家规定，工业企业一律以月为计算期，同一个计算期内核算的产量、收入和消耗，起讫日期必须一致。也就是说，产出与消耗必须是同一个月内的，不允许前后移动。为此，成本核算中必须严格区分下列界限，避免相互混淆，以免影响成本的准确性。

① 本期与下期成本。

② 在产品成本与产成品成本。

③ 可比产品成本与不可比产品成本。

3）产品成本的核算程序与方法必须严格按规定执行。企业必须按规定

提取和摊销“预提费用”和“待摊费用”，按规定计算和摊销价格差异；必须定期认真进行盘点，不得虚估“在产品成本”。要加强各项基础工作以保证成本核算的准确性。

4）严格加强成本管理工作，并进行必要的监督和制裁。

① 监督。

a. 企业主管部门负责对本系统的企业成本管理情况进行监督检查，保证本系统认真执行国家的相关规定。

b. 审计机关和财务、税务机关按照各自的职责权限范围，负责对所辖区内企业的成本情况进行监督和检查。

c. 企业有义务接受有监督检查权的机关的监督和检查，必须如实反映情况、提供资料，不得弄虚作假或刁难、阻挠。

② 制裁。企业违反下述规定之一者，要给予处理。

a. 擅自提高开动标准，扩大开动范围的。

b. 随意摊提成本费用，挤占国家收入的。

c. 弄虚作假，成本严重不实的。

d. 经营管理不善，或其他严重损失浪费，以致成本升高的。情节严重构成犯罪的，由审计、财政机关移交司法机关追究其刑事责任。对揭发、检举人员，国家予以保护，并给予表扬或奖励。

e. 因为企业主管机关计划不周、指挥失误，给企业造成重大经济损失的，应区别不同情况，给直接责任人员以行政处分。

f. 企业或个人对审计机关或财政机关给予的行政处罚有异议时，可以在接到处罚通知起 15 日内，申请上一级审计或财政机关复议。

四、定额法计算产品成本

在定额法下，产品实际成本是由定额成本、定额差异和定额变动差异三个因素组成的，可表示为

$$\text{产品实际成本} = \text{定额成本} \pm \text{定额差异} \pm \text{定额变动差异}$$

1. 定额成本

定额成本是根据现行消耗定额事先计算的产品成本，是计算产品实际成本的基础。定额成本的成本项目和计算方法，是通过编制定额成本计算表进行的。

2. 定额差异

定额差异是指生产中各项生产费用的实际支出脱离现行定额或预算的

差额。

（1）材料定额差异　它是指实际产量的现行定额耗用量与实际消耗量之差。至于材料价格差异，一般与生产车间的价格无关，属于成本开支的可由财务部门一次分配计入产品成本，列“原材料”项目。材料定额差异的计算公式如下

材料定额差异 =（实际消耗量 - 定额消耗量）× 材料计划单价

或　　材料定额差异 = 材料实际成本 - 材料定额成本

上述公式中，材料定额消耗量是在生产任务完成后，根据实际产量（零件数量或毛坯数量）和现行消耗定额计算求得。实际消耗是根据领、退料凭证以及原材料盘存资料计算出来的。

（2）工资定额差异　生产工人工资定额差异的计算，因工资形式不同而异。在计件工资形式下，生产工人工资定额差异的计算与材料定额差异的计算相类似。现说明在计时工资形式下，生产工人工资定额差异的计算方法，即

生产工人工资定额差异 = 实际生产工人工资 - 实际产量 × 单位产品定额工资

如果生产工人工资不能直接计入产品成本，而采用实际工时计算，则工资定额差异计算公式如下

生产工人工资定额差异 = 实际产量的实际生产工时数 × 单位小时实际工资 - 实际产量的定额生产工时 × 单位小时计划工资

从上式可以看出，生产工人工资定额差异的产生是由两个因素决定的，一是工时差异，二是小时平均工资差异。

（3）燃料和动力定额差异　燃料应按照设备动力部门下达给各车间的全月消耗动力计划总额及各种产品耗用动力计划数，控制各车间的动力消耗和计算各种产品耗用的动力费定额成本。实际成本数与各种产品的定额成本相比较，即可求得各种产品燃料和动力的定额差异。其计算公式如下

燃料和动力定额差异 = 产品实际燃料和动力金额 - 产品定额燃料和动力金额

式中，该种产品实际燃料和动力金额，等于该产品实际生产工时数乘以实际小时燃料和动力费用；该种产品定额燃料和动力金额，等于该产品实际生产量的定额生产工时总数乘以计划小时燃料和动力费用。

（4）车间经费和企业管理费用定额差异　两项费用都是间接费用，不能在费用发生的当时直接按产品确定脱离定额的差异。因此在日常核算中，主要通过费用预算。按照费用项目的性质，下达给有关部门和车间负责管理。以车间经费为例，假定按生产工时分配，则计算公式如下

产品车间经费定额差异 = 产品实际车间经费 – 产品定额车间经费

式中，该种产品实际车间经费等于该种产品实际生产工时乘以实际小时车间经费；该种产品定额车间经费等于该种产品实际生产量的定额生产工时乘以计划小时车间经费。“废品损失”成本项目，一般不列入产品的定额成本中。因此，它的实际发生额，通常应作为定额差异来处理。

3. 定额变动差异

定额变动差异与定额差异不同，定额变动差异是指因技术进步、劳动生产率的提高、生产条件的变化，企业对定额进行修改而产生新旧定额之间的差异。它是定额本身变动的结果，与生产费用的节约或超支无关，而定额差异则是反映生产费用的节约。

定额变动差异一般应该按照定额成本的比例，在完工产品和在产品之间进行分配。但如果差异不大或者产品的生产周期小于一个月，则可以由产品成本负担。

4. 产品实际成本

采用定额法时，产品实际成本的计算程序因产品成本核算对象、成本结转的方法、在产品成本的做法等不同而异。

五、工时定额

1. 定额的概念

汽车维修工时定额，是指在一定生产技术条件下进行某种维修作业所消耗的劳动时间标准，其单位为“小时”。汽车维修工时定额，是汽车维修技术经济指标之一，是企业进行维修作业经济核算的重要依据，是考核企业经营和管理水平的主要标志之一，也是企业内部搞好生产自治，充分调动职工积极性的主要因素。

2. 工时定额的种类

汽车维修工时定额，按汽车维修类别和作业项目及汽车的不同类型分别制定，主要分为以下五类。

（1）汽车大修工时定额　它是指大修一辆汽车所需全部工时的限额。它是考核汽车维修企业进行汽车大修作业的技术水平和管理水平的重要指标。汽车大修工时应包括整车各总成的拆卸、修理、装配、调试及整车总装、调试、检测、验收等作业的工时。汽车大修工时定额分别按车辆类别、车辆型号，并参考标准车型进行制定。通常以解放 CA1091 或东风 EQ1090 汽车为 1，典型几种汽车的折合系数见表 15-4。

表 15-4 典型几种汽车的折合系数

车辆型号	北京 BJ2020	解放 CA1091、东风 EQ1090	黄河 JN1171/127	上海 桑塔纳	奥迪 100	北京 BK670
换算系数	0.90	1.00	1.20	2.00	2.50	3.40

（2）汽车总成大修工时定额　它是指汽车某一总成大修时所需全部工时的限额。总成大修工时定额，应包括总成解体、零部件修理更换、装配、调试、检验等作业工时，通常是把汽车总成折合成同型号汽车整车，然后再把汽车整车换算成标准车型。计算总成大修工时定额时，其不同总成的折合系数见表 15-5。

表 15-5 汽车主要总成折合系数

汽车类别 / 汽车总成	载货汽车		轿车	大型客车	
	汽油机	柴油机		车架式	承载式
发动机附离合器	0.21	0.29	0.14	0.11	0.05
变速器	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01
后桥（或驱动桥）	0.08	0.10	0.06	0.04	0.02
前桥（或前悬架）	0.06	0.06	0.04	0.03	0.01
转向器	0.07	0.02	0.01	0.005	0.002
传动轴	0.02	0.04	0.05	0.003	0.001
车身	—	—	0.65	0.62	0.65

（3）汽车维护工时定额　它是指汽车进行某级维护所需全部工时的限额，按各级维护作业规定项目确定。其定额的确定和工艺技术的组织有很复杂的关系，主要取决于汽车的型号、维护作业的内容及工艺与设备。小修作业的时间定额，按车辆行驶 1000km 内小修作业的平均停车场日进行计算。

（4）汽车小修工时定额　它是指汽车进行各项小修作业时所需要的工时定额。汽车小修工时定额应分别按车辆类别、车辆型号、每项具体作业制定，见表 15-6。

（5）零件修理工时定额　它是指汽车进行检验分类时，“需修件”修理时所需要的工时限额。其工时定额和其生产纲领有关，常把 1000 辆生产纲领设为 1，不同生产纲领需乘以修正系数，其值可用插入法求得，见表 15-7。

表 15-6　汽车维护和小修作业时间定额

作业 / 汽车类别	日常维护/h	一级维护/h	二级维护/h	小修/日
载货汽车	0.2～0.3	0.7～1.5	2.0～6.0	2.0
公共汽车	0.5～0.7	1.0～1.5	2.0～6.0	2.0
轿车	0.3～0.5	0.8～1.5	2.0～6.0	1.6
挂车	0.1～0.4	0.4～1.0		1.0～2.0

表 15-7　批量系数

生产纲领（辆）	100	250	500	750	1000	2000	4000
批量系数	2.40	1.54	1.18	1.08	1.00	0.91	0.80

3. 制定汽车修理工时定额的原则

（1）现实性　要求定额水平相对先进合理。制定工时定额，要从行业管理的汽车维修业户的生产管理水平，以及设备、材料、配件条件、职工的平均技术水平出发，并考虑行业的发展，企业挖潜、革新、改造的前景，经过综合平衡，按行业平均先进水平划定。这个水平，就是在现实性情况下各维修厂经过认真努力，绝大多数都能在短期内达到的定额水平。

（2）合理性　要求不同车型之间、不同工种之间的定额水平保持相对平衡，并使其定额的实现水平和超额比例大体接近。避免相差悬殊，宽严不等，以保证各类维修业户的负荷程度比较合理，以正确评价其技术水平和管理水平。

（3）群众性　在制定工时定额时，必须实行专群结合的原则。道路运政管理机构，除组织有经验的专家进行充分研究论证外，还必须组织广大维修业户的管理人员、操作人员反复讨论验证，使工时定额更接近实际。

（4）特殊性　在制定工时定额时，既要强调统一性，也要注意特殊性。凡在同一条件下工作的，就应采取统一的定额，而工作条件不同时，应加以区别。

（5）发展性　要求定额的水平要有超前意识，对汽车工业的发展，对一个时期内的新技术、新工艺、新结构，要考虑周到。另外，还应考虑到维修行业发展，企业挖潜、革新、改造的前景。

4. 制定汽车修理工时定额的方法

（1）经验估计法　这种方法是由定额管理人员和有经验的维修技术工

人共同根据他们对维修作业的实践经验，参照有关技术文件并考虑设备和生产条件，直接估算定额的方法。此方法的优点是简单易行，工作量小。缺点是技术依据不充分，准确性比较差。

（2）统计分析法　这种方法是根据过去维修同种车辆或零部件的实际消耗工时的统计资料，结合当前的技术状况和生产条件进行对比分析来确定定额的方法。此法优点是在统计资料齐全的条件下制定的定额，准确性较高。缺点是统计工作量大，原始资料收集困难，一般适宜于制定重要零部件的工时定额。

（3）比较类推法（典型推算法）　这种方法是通过与同类车型或同类型零部件的维修工时定额，进行分析比较后制定工时定额的方法。运用这种方法，要求在同类型零部件中选择几个有代表性的典型，采取经验估计、统计分析和技术测定等方法制定出工时定额，再依次推算同类型零部件的维修工时定额。

（4）技术测定法　这种方法是在合理组织劳动的基础上，根据先进合理的技术组织条件和工艺方法，对工时定额的各部分时间的组成，进行分析计算和测定来确定工时定额的方法。用这种方法，有较好的准确性技术依据，比较科学，但过于复杂，工作难度较大，同时对选择的测定点有一定的生产条件要求，选择不当将影响确定工时定额的准确性。

（5）幅度控制法　幅度控制法是由行业主管部门或维修企业参照国内外典型的先进企业的同类车型、同类作业的修理工时定额，结合自己本区域本企业的发展情况，充分估计现有的潜力和提高生产率的可能性，把修理工时定额控制在一个幅度之内的制定工时定额的方法。一般维修企业通过加强管理、不断努力，逐渐接近或低于先进企业的工时定额。

上述五种方法，在运用中各有优缺点，如果把几种方法结合起来，取长补短，可收到更好效果。总之，在确定修理工时时，一定要考虑到定额的先进性、实施的可能性和经济的合理性三条原则，使工时定额尽可能做到现实、合理，具有发展性和群众性。



案例：汽车配件产品200件，原材料项目的定额成本：上月旧定额为每件40元，共计8000元；自本月初起每件定额改为32元，本月投入生产900件，实际生产发生原材料费用36000元，产品实际在月内完工1100件，如何核算产品成本？

解：上月转来月初的产品定额成本为8000元。

月初的产品定额成本的降低成本为 $200\times(40-32)$ 元 $=1600$ 元。

本月投入产品定额成本为 900×32 元=28800 元。

定额成本合计数为 1100×32 元=35200 元。

定额超支差异为 36000 元-28800 元=7200 元。

又定额变动差异为 1600 元。

故原材料实际成本为 36000 元+8000 元=44000 元。

第二节　技术管理

一、车辆技术管理

为适应和进一步促进我国汽车运输业持续、协调发展，中华人民共和国交通部在1990年3月制定并颁发了《汽车运输业车辆技术管理规定》。该规定是我国公路运输管理法规的重要组成部分，是各级交通运输管理部门在对运输车辆进行行业管理时必须遵循的规章，也是各运输单位和个人在进行运输生产时必须遵循的准则。该规定的管理对象为运输车辆，特别是营业性运输车辆，将以往对汽车运输和维修企业的技术管理转变为针对汽车运输最基本设备——运输车辆的技术管理。该规定适用于所有从事汽车运输的单位和个人，把以往对汽车运输与维修企业的部门管理，扩大为对我国整个汽车运输业的全行业管理。

1. 车辆技术管理的目的

保持车辆技术状况良好，保证安全生产，充分发挥运输车辆的效能，降低运行消耗，以取得良好的经济效益、社会效益和环境效益。

2. 车辆技术管理的基本任务

1）制定技术管理制度，贯彻有关技术标准、规范、工艺和操作规程。

2）采取有效技术措施，保证车辆具有良好的技术状况。

3）保证行车安全，减轻对环境的危害。

4）建立和健全车辆技术档案，车辆技术档案的记载应做到及时、完整和准确。

5）积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备，加强科学研究和技术革新活动。

6）依靠科技进步，采用现代化管理方法，总结交流推广先进经验，大力节约运行和维修材料，保证达到各项技术经济定额指标的要求，降低运输生产成本。

7）加强职工安全、法制教育和专业技术培训，提高职工素质。

3. 车辆技术管理的原则

车辆技术管理应坚持预防为主和技术与经济相结合的原则。对运输车辆实行择优选配、正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、合理改造、适时更新与报废的全过程综合性管理。

车辆技术管理应依靠科技进步，采用现代化管理方法，建立车辆质量监控体系，推广检测诊断和计算机应用等先进技术，开展多种形式的职工教育和专业培训，提高车辆管理水平和技术水平。

车辆技术管理应以管好、用好、维修好车辆，提高装备质量，确保运输车辆在使用中的良性循环为核心。

二、汽车行业车辆技术管理的职责

全行业车辆技术管理实行分级管理，明确各级管理工作机构车辆技术管理的职责，是贯彻交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》，实施全行业车辆技术管理的重要前提。

各地区车辆技术管理实行几级管理，由各省、自治区、直辖市交通厅（局）结合本地情况自行确定。

交通运输管理部门特别要做好组织领导、监督检查和协调服务工作。服务是各级管理部门实施行业管理工作的出发点和立足点，只有通过服务，才能使运输单位和个人体会到实行全行业车辆技术管理对国家、单位、个人的益处，从而能够自觉地与交通运输管理部门配合，确保运输车辆在使用中的良性循环。

1. 交通部车辆技术管理的主要职责

1）贯彻执行国家有关车辆技术管理的方针、政策、法规和制度。

2）依法制定全国运输车辆技术管理的方针、政策、规章和制度。

3）负责我国运输车辆技术管理工作的组织领导、监督检查和协调服务。

4）组织交流和推广车辆技术管理的先进经验和现代管理方法。

这就是说，交通部在车辆技术管理工作中负责全国汽车运输业车辆技术管理的组织领导工作；监督检查各地对“汽车运输业车辆技术管理规定”的贯彻执行情况；处理各地出现的带有普遍意义的有关车辆技术管理工作方面的重大政策问题；负责协调与各部门之间的关系；组织交流和推广车辆技术管理的先进经验和现代化管理方法，不断改进和改善全行业的车辆技术管

理工作。

2. 省、自治区、直辖市交通厅（局）车辆技术管理的主要职责

1）贯彻执行国家和上级有关车辆技术管理工作的方针、政策、规章和制度，并组织实施。

2）依法制定本地区有关运输车辆技术管理的规章、制度、定额和措施。

3）对本地区运输车辆技术管理工作进行组织领导、监督检查和协调服务。

4）组织安全、法制教育和专业技术培训，提高车辆技术管理人员、驾驶人的素质。

5）推广现代工业化管理方法和先进经验，开展爱车、节油等竞赛活动和各种咨询服务。

交通厅（局）必须明确车辆技术管理工作的主管部门或授权所属公路运输管理部门归口管理工作。交通厅（局）授权的公路运输管理部门具有行使交通厅（局）具体负责本地区车辆技术管理工作的职能，以真正贯彻执行好国家和上级有关车辆技术管理工作的方针、政策、规章和制度。同时，交通厅（局）要把车辆技术管理工作纳入公路运输行业管理范围，充分发挥公路运输管理部门在行业管理方面的作用，并督促各级公路运输管理部门建立车辆技术管理工作机构，加强车辆技术管理方面的力量，确保《汽车运输业车辆技术管理规定》的贯彻实施。

以上说明，交通厅（局）要组织力量，在《汽车运输业车辆技术管理规定》的范围内，结合本地情况，制定本地区有关运输车辆技术管理的规章、制度、定额和措施；组织领导本地区的技术管理工作。交通厅（局）要做好本地区的协调服务工作，协调好与其他部门的关系是做好全行业车辆技术管理工作的重要保证。同时，要督促各地交通运输管理部门千方百计地为全行业运输单位和个人提供各种服务，把行业管理体现在服务之中，如各种咨询服务、检测服务等。交通厅（局）要组织安全、法制教育和专业技术培训，提高车辆技术管理人员、驾驶人的素质，对车辆技术管理人员，要求政策性强、涉及面广、管理水平高。因此，提高管理人员的素质是做好车辆技术管理工作的基础，交通厅（局）必须建立全行业管理人员的培训制度。汽车驾驶人、技术工人既是车辆的使用者、维护者，又是车辆的管理者，充分发挥他们的作用尤其重要。

3. 运输单位车辆技术管理的主要职责

1）贯彻执行交通运输管理部门发布的有关车辆技术管理的各项方针、

政策、规定和制度。

2）制定本单位车辆技术管理的规章和制度，以及车辆技术管理目标和考核指标，并负责实施。

3）在中型运输单位，应建立由总工程师负责的车辆技术管理工作系统工程。小型运输单位应由一名副经理（副厂长）负责车辆各项技术管理工作。

4）建立、健全车辆技术管理工作的各级岗位责任制，明确车辆技术管理工作人员的职责和权限，充分发挥他们的作用，保持队伍的相对稳定。

5）正确处理车辆运输生产和技术管理的关系，保持运输技术状况良好。

6）正确使用车辆更新改造资金和大修基金。

7）推广现代化管理方法，应用新技术、新工艺和新材料。

8）组织职工进行安全、法制教育和专业技术培训，提高职工素质。

9）开展各种群众性爱车、节油、节胎等专业技术竞赛活动，总结推广先进经验。

运输单位车辆技术管理的以上各项职责中，最重要的是“制定本单位车辆技术管理规章和制度，以及车辆技术管理目标和考核指标，并负责实施”。这是因为目前在汽车运输行业中，不少运输单位的车辆技术管理处于放任状态，造成车辆技术状况日益恶化。因此，运输单位必须制定经理（厂长）责任期内的车辆技术管理目标，进一步完善各种经营承包责任制，建立技术、经济考核指标体系。

运输单位要建立、健全车辆技术管理的各级岗位责任制，明确车辆技术管理人员的职责和权限，充分发挥他们的作用。应强调的是，运输单位在确定车辆技术管理人员以后，不要随意调动他们的工作岗位，要确保车辆技术管理队伍的相对稳定。车辆技术管理人员的配备比例由运输单位根据实际需要自行确定。

运输单位要正确处理运输生产和技术管理的关系。这里主要指运输单位经理（厂长）一定要处理好这两方面的关系，片面强调任何一方，都是错误的。在实际工作中，处理好运输生产和技术管理的关系，就能持续稳定的提高企业的经济效益。

三、档案管理

1. 车辆档案分类

1）在户车辆档案。

2）注销、过户车辆档案。

3）在户车辆管理协议。

4）已注销、过户车辆管理协议。

2. 档案的归类、排列与编号

1）车辆档案归为4类后，应把每份材料归入相应的类别中去。

2）车辆档案归类后，每类中的材料应按一定的顺序排列起来，即按照材料形成的时间先后，从远到近，依次排列。

编号：采用单位自编号法对每卷车辆档案编号（001、002、003……）。在对车辆书面资料进行编号的同时，对车辆的电子档案也进行相应的自编号，以方便车辆快的速查询。

3. 车辆档案管理

1）车辆档案由档案管理人员统一管理，除档案管理人员之外，其余人员严禁动用任何车辆档案。

2）档案管理人员对车辆档案的安全性和保密性负责，如出现车辆档案丢失、泄密等安全事故，一切责任由车辆档案管理人员负责。

3）所有车辆档案一律用档案袋保存，一辆车一份档案袋。

4）凡有车辆上户、过户、注销、报失等，新的档案内容应在车辆手续办完当天归入相应的档案类内。

5）车辆档案资料内容包括：单车技术档案本、车辆技术等级评定表、二年内的二级维护资料原件（三单一证）、车辆照片、机动车辆登记证书原件、保单原件、大修资料原件及大修单复印件、从业资格证复印件、行驶证复印件、道路运输证复印件、驾驶证复印件、身份证复印件、押运证复印件等其他临时档案资料。档案管理人员要完善档案资料并及时进行维护更新。

6）车辆档案查阅。无关人员不得要求查阅车辆档案。相关人员因工作需要必须查阅车辆档案且需带离公司的，经公司负责人同意后，查阅人填写《车辆档案借阅登记表》，档案管理人员方可提供资料查询。

4. 档案保存期限与销毁

所有已下户车辆档案在车辆下户之日起12个月后销毁，销毁的档案由档案管理人员填写销毁申请单，经公司法定代表人审核后由档案管理人员执行销毁。审核、执行人员要在销毁申请单上签字，并存档案。

5. 车辆技术档案的主要内容

（1）车辆的基本情况和主要性能　记载车辆的装备、技术性能和规格、总成改装和变动情况等。

（2）运行使用情况　记载车辆的行驶里程、运输周转量、燃料消耗、

轮胎使用和车辆机件故障等。

（3）检测维修情况　记载检测的内容、结果、时间，查明故障或隐患的部位、原因及解决对策，历次维修情况以及各主要总成的技术改善等。

（4）事故处理情况　主要记载车辆机件事故发生的状况、原因、损失、解决对策和处理情况等。

车辆技术档案一般由车队负责建立，由车队的车管技术人员负责填写和管理。技术管理部门应定期进行检查。

6. 车辆技术档案的管理规定

1）技术档案是指本企业进行生产经营活动所用的一切重要图片、图样、光碟、图书、报表、技术资料、有关设备、技术的文字说明等技术文件，整理后归并文件档案。

2）本厂设置技术档案有：维修汽车技术质量档案，技术标准、规程、工艺文件、统计报表等生产技术档案、设备档案。

3）本厂技术档案室由技术部门负责建立、保管、运用或提供使用。保管工作由技术部指定专人负责。

4）每当档案资料进入本企业，应在一周内建立档案。建档时要分类编号，登记立卷归档，并进行必要的整理编制卡片，以便查阅。

5）技术档案不外借。内部技术人员办理借阅手续后，可以借阅，但属秘密的资料不得外借，不得随便复印。技术档案阅后要及时归还并办理归还手续。

6）技术部定期对技术档案进行鉴定，确定保管年限，及时毁销失去使用价值的档案。

7. 车辆维修档案管理

1）档案存放要有序，查找方便，并应做好六防工作，即防盗、放火、防潮、防鼠、防尘、防晒，保持档案存放处清洁卫生。

2）不准损毁、涂改、伪造、出卖档案，档案资料如有损坏应及时修补。

3）根据档案的内容、性质和时间等特征，对档案进行分类整理、存放、归档，并按内容和性质确定其保存期限，电子档案要及时备份。

4）负责人要对档案资料的完整性、有效性负责，在现场不得存有或使用失效的文件、资料。

5）每年对档案进行一次核对清理，并将所保存的档案整理后统一归档。

6）维修车辆实行一车一档制，竣工出厂合格证副页、结算凭证。

7）档案的借阅必须办理规定手续，借阅者对档案的完整、清洁负责，未经许可不得擅自转借、复印。

四、汽车故障分析报告

汽车故障分析报告是对整个故障分析过程的记录和总结，是确定故障部位和制定故障排除方案的依据，对汽车的故障分析与诊断所出具的书面报告。有些维修企业会采用表格填写的形式，有的需采用文字描述的形式，形式不同，都是对故障情况进行分析和总结的一种方法。

1. 汽车故障分析报告的特点

（1）客观性　故障分析报告一定要客观反映汽车故障的真实情况，并用客观、科学、正确的方法对故障进行诊断和排除。

（2）单一性　每位故障诊断人员对车辆相同的故障现象所使用的故障诊断方法、诊断思路不同，所撰写出的故障分析报告也是不同的；不同的车辆，虽是相同的故障现象，但会因其不同的车况，诊断的方法和过程也会有所不同。

2. 汽车故障分析报告的写作要求

1）标题：二号黑体。要求简明扼要，如“某某汽车某某故障诊断分析报告”。

2）正文：三号宋体。正文包括四部分内容：

① 故障现象描述。用简明扼要的语句，对故障的现象进行描述。

② 故障的可能存在的原因分析。

③ 故障的排除方案及排除过程的阐述。可在其中对使用的诊断方法、诊断仪器、实验数据、故障码、诊断过程及诊断步骤、故障原理分析等内容进行记载，必要时可以配上原理图或实验图。

④ 故障排除实施效果总结。

（3）落款：作者署名，日期。

五、技术工作总结

技术工作总结，就是对自己在一段时间内的技术工作情况进行全面系统的检查、总结、分析、评价，剖析自己在技术工作方面取得的成绩，积累的经验和技术工作方面仍然存在的不足。

1. 技术工作总结的特点

（1）客观性　技术工作总结一定要反映客观事实，对自己所从事的技

术工作描述要实事求是，不能主观臆造。

（2）自我性　技术工作总结是作者根据自己对一阶段内的工作进行的总结和分析，进行整理、编写而成的，有别于他人的工作心得和体会，作者总结自己的工作，要对自己负责。

（3）单一性　总结以描述作者在某一具体的工作岗位的具体工作，即使是相同的岗位上的不同的技术工作人员，对统一问题的见解和认识也会因人而异。

（4）叙述性　总结以叙述为基本撰写手段，叙述作者的整个工作内容、过程、方法及其细节。它不要求有明确的论点，但需要有具体的内容。

（5）灵活性　技术工作总结撰写有一定格式要求，但又不完全局限同一格式，可视实际需要，按不同种类灵活确定其格式和编写的字数，格式长短不受限制。

2. 技术工作总结的写作要求

1）标题：二号黑体。要求简明扼要，如“某岗位技术工作总结”。

2）正文：三号宋体。正文包括三部分内容：

① 开头。概述情况，总体评价；提纲挈领，总结全文。

② 主体。说明技术工作内容，分析技术工作中取得的成绩，总结工作经验和存在不足。

③ 结尾。分析问题，明确今后的努力方向。

3）落款：作者署名，日期。

4）附件：自己取得的荣誉证书复印件，其他能够证明自己业绩的各类证明材料。

3. 技术工作总结的撰写注意事项

一篇完整的技术工作总结，应内容详实、完整齐全，证明材料齐全，佐证齐全。

（1）技术总结应包含的内容

1）个人掌握的各种职业技能，特别是本工种职业技能的状况（等级、时间、熟练程度）。

2）以个人技术工作经历为线索（背景），列举在所从事的技术工种中比较重要的业绩。

3）对上述业绩，逐个叙述其在技艺上的贡献及对生产经营上的经济价值。

4）在上述业绩中，选一重点业绩（成果）进行应知理论、应会技能的

分析，来集中反映自己所达到的技能水平。

（2）内容撰写注意事项

1）技术上的内容要点。主要从以下几个方面体现：技术革新、技术改造与技术攻关活动中的贡献；技术交流、技术培训与高师带徒活动中的成效；吸收、消化、创新“四新（新技术、新工艺、新设备、新材料）”技术与开发、推广、应用高科技成果，转化为现实生产力活动中的业绩；因生产成绩优异、贡献突出而受到奖励与在操作比赛中获优胜名次或在报纸、刊物上发表专业文章的情况。

2）内容应反映出的要点。主要体现在本人实际掌握的绝技绝招、已形成的创新能力、能体现的应变能力等方面。

（3）需要准备的相关证明材料　在个人技术工作总结中叙述的比较重要的业绩（成果），需要尽可能要有书面证明材料。选定的重点业绩（成果）分析材料，一定要有书面证明材料。

证明材料可以有以下几种形式：个人技术工作小结由申报人所在单位盖章或由两名同专业工程师及以上职称者签名盖章；成果受益单位盖章；各种奖励、表彰的证件；发表专业文章的刊物。

六、专业技术论文

专业技术论文就是运用相关专业知识，对自己在技术工作中遇到的技术问题，获得的技术经验或技术革新、技术改造的成果等，用说理和讨论的方式加以总结和提高，用书面的形式表达出来，上升到理论高度进行综合分析，以便进行技术交流及推广应用的文章。

专业技术论文属于实用性文章，它所反映的必须是技师所在的本工种范围内的各种技术或业务问题。据此衡量其实际综合工作能力和特殊的高端技术水平。论文的撰写，所表述的内容必须是在相关专业技术和业务范围内，对技术和业务工作、技术改造和技术革新成果的记录描述和总结。可以使创新的内容，或作者的独到的简介，并不是重复、模仿别人研究成果的文章。

1. 专业技术论文的特点

（1）专业性　对于技术论文来说，最重要的是它的专业性。所谓专业性，就是论述课题的选定和论点的确立，都与相关专业领域当前急需解决的问题或有重要意义的问题有着密切的关联。要求客观全面，要求作者不带有个人偏见，不得主观臆造，必须从专业的实际角度出发。论文的论点要正确，材料要真是可靠，不得用个人的喜好来判断问题的是非，更不可根据自

己主观假想妄下断语。推理要符合逻辑，要经得起检验和论证。

（2）理论性　技术论文一般都具有一定的理论色彩，甚至组成一个比较严密而完整的理论系统。专业技术论文应以理论联系实际为本，通过摆事实讲道理的方式，将生产实践中的感性认识提升到理性的高度，从而得出具有规律性的成果。如果只是就事论事，整篇文章充满了材料的堆砌和一般现象的罗列，那就失去了专业论文应有的存在意义。理论与实践的统一是专业技术论文的灵魂所在，其所能达到的理论高度和深度，是衡量其社会、经济和技术价值的重要尺度。一篇专业技术论文总是要运用大量的材料或具体的事例，但这些材料或事例在论文中不是一种简单的组合，而是富有逻辑关系的排列。对所征引事实，都是经过分析和综合后，再给予理论表述，形成正确结论，使论文具有一定的论证性和说服力。

（3）创新性　创新性是衡量专业技术论文价值的核心标准。科学研究工作是加工处理已有信息并使之在更高的层次上与新的信息有机地融为一体的一种创造性精神活动，需要不断地探讨新的方法、提出新的见解、开拓新的领域、发展新的理论。因此，专业技术论文的关键在于创新。专业技术论文不论是解答现存的某个问题，还是综合前人或他人的研究成果，都要在原有的基础上提出新的问题和自己的见解，力求有所发现、有所发明、有所创造、有所前进。只有这样才会对专业技术的发展和进步起到推动作用，才会在相关专业界引起反响。

（4）规范性　专业技术论文在体例形式上有着其固有的规定性和规范性。基本格式正在趋向统一化。国际标准化组织制定了国际标准，我国也曾颁布了科技论文编写格式的国家标准——《科学技术报告、学位报告和学术论文的编写格式》（GB 7712—1987）。在编写专业技术论文时要遵循这些规定。

（5）可读性　撰写的技术论文不仅要让同行、专家能看懂，还应让广大的本专业从业人员，甚至广大的社会人士能看得懂。

因此，可读性是专业技术论文在形式上和表达方式上索要注意的一个重要方面。它指的是技术论文的文字通顺，概念准确，通俗易懂，逻辑性强，具有生动活泼的文风。而且，专业技术论文的结构要篇目合理、顺理成章。论文结构的清晰、有条理是论文可读性的基本要求。论文结构不仅要做到层次分明、言而有序，还要注意论文的科学性，一定要讲究实事求是。

一篇高质量的技术论文，不仅要有创见，还要讲究辞法，达到科学和文学、科学和美学的完美结合。

2. 技术论文的写作要求

专业技术论文术语论文类，其格式大致分为两大部分。

第一部分，前置部分。包括封面、题名页、论文标题、论文作者、目录、摘要、关键词。

（1）封面　封面上应包括：题名和副题名（论文的名称），责任者姓名（论文的作者），工作完成日期；论文的类（××技师论文）在页面的左上角。

（2）题名页　题名页上除了封面上的内容外，还需增加上单位名称和地址、责任者的职务、学位（或技术等级）、参加部分工作的合作者的姓名（或指导老师）。

（3）目录页　将论文里叙述的问题按先后顺序排列，并标明目录中标题在该篇论文中所居页码。至于那一层的标题上到目录页，则由论文的作者根据需要来定，但目录不宜过分细分。

（4）关键词　关键词也称为主题词，是用来表示全文主题内容信息款目的单词或术语。每篇论文选取3~8个词作为关键词，并且尽量用《汉语主题词表》等词表提供的规范词。关键词放置于论文主体部分的论文题目下面，引言的前面。

第二部分，主体部分。包括引言、正文、结论、参考文献、附录部分。

（1）引言　引言又称为前言、导言、绪言或概述。引言包括：研究本课题的理由、目的、研究范围；本课题的理论依据，可能出现的问题和解决办法；必要时还应对采取的方法和使用的要领术语做出解释或说明；简要地说明获得的研究结果或结论及其意义。引言要言简意赅，并具有文采，引言要能够引起读者的兴趣，对正文的印象就有了良好的开端。一般引言要控制在300字以内。

（2）正文　正文是论文的核心部分，所占篇幅最多，一篇技师论文约在3000字。要求正文有理论、有实际、有数据，有理有据。要求做到论点明确、论据确凿、论证合理。文章的结构应该条理清楚、层次分明，按照国际标准的通行格式标明层次关系。用小写的阿拉伯数字标明层次，每增加一个层次，在上一层次的数字后面用小点表示，如：1.1.1。

（3）结论　结论是全文的总结，其内容一般包括：本研究结果说明了什么问题；得出了什么规律、解决了什么理论或实际问题；在结论中还可以提出建议、研究摄像、仪器设备的改进意见、尚待解决的一些问题等。结论写作要十分严谨，应该准确、完整、明确、精炼。

（4）参考文献　在正文的末尾注明参考文献，证明引证的论据是真实的。技师论文采用尾注法，也就是将一篇论文引用的全文献统一编号，然后依次标注于正文的末尾。

（5）附录部分　附录是作为论文主体的补充项目，并不是必需的。如有些表格或图表不便于放置于正文中，但又需要对论文主体进行补充说明的，可作为附录放在最后，但需在正文所涉及的地方用括号标明：（见附录××）。

论文的版面要求：纸张大小统一用A4纸张，每页按28行，每行30个汉字的标准排列，字体用宋体，字号大小为标准“四号”字，论文的大标题在封面及题名页中用标准“二号”字。

3. 技术论文的撰写注意事项

技术论文的撰写，要规范、完整，在撰写技术论文时，需要了解技术论文的撰写思路，在撰写时的相关注意事项如下：

（1）选题　论文的题目要明确直观，在所从事的工作中选择1～2个问题进行分析。题目要规范、明确、主题鲜明。所选题目必须是工作实践中发生过的、遇到过的实际案例分析，而不能用理论的推断。确定论题前，作者应先大量地收集、接触、整理相关的研究资料，对资料进行分析研究，最终确定论文的题目。这也是作者在撰写论文过程中的必经环节。

选题是撰写论文成败的关键，应符合几个原则：一是选题要扬长避短，选择本人熟悉的车型或曾经参与实践的相关课题；二是题目要明确具体，让读者看后就明白论文主要内容；三是题目要有具体的内容，不能只是相关技术的综述；四是选题要有一定的创意和深度，符合技师技能等级的知识、技能方面的要求；四是选题要紧跟时代步伐，不能选择陈旧的知识内容，既缺乏新意，且不具任何的发展意义。

论文的题目可以有主标题和副标题，题目要贴切、醒目、简洁、新颖。

（2）拟定提纲　技术论文的选题确定以后，就要着手拟定论文提纲，论文的提纲即论文的结构。它是论文的主体结构形式，也是论文表述的依据。论文的提纲是撰写论文的基本思路，是论文的逻辑骨架。

提纲的列举，要紧扣论文的题目，提纲可以列成简单提纲或详细提纲。简单提纲是高度概括论文要点，如何展开则不涉及。这种提纲虽然简单，能帮助写作时思路清晰，顺利完成写作任务。详细提纲是把论文的主要论点和展开部分较为详细地列出，在写作前编写了详细提纲，执笔时就更加顺利。

提纲的编写，要注意3个方面的问题：思考论文的写作意图，包括选题的理由、价值、中心思想、总论点等；围绕中心思想、总论点确定分论点，

考虑论文的层次、结构、逻辑联系等；将上述思考写成内容提要，这是提纲的主要内容，也是论文结构的骨架。拟写时先要考虑从哪些方面、以什么顺序论述、展开总论点；总论点安排妥当之后，再逐个考虑每个项目下的分论点，每个分论点确定后，再考虑如何论证分论点；安排材料论证分论点。

（3）撰写正文　论文正文的撰写过程是论文写作的核心环节，是锻炼自己如何从大量的感性材料中发现问题，进而深化为理性思考的过程。它要求学生在技能训练与日常实践经验积累过程中从对某一观点、某一现象产生浓厚的兴趣，进而能够独立地思考或探讨。这一过程也是对自己观察领悟能力、分析思维能力、综合概括能力、文字表述能力等方面的实际检验。整个过程包括：根据提纲写出初稿→反复阅读推敲修改→需求求教→反复补充完整等。

（4）其他内容的写作　按照论文提纲完成其他内容的写作，包括前置部分（题名、论文作者、摘要、关键词），主体部分（引言、正文、结论、参考文献）。写作时注意与教材对照，补充完善，直至自己满意为止。

（5）修改成文　论文的修改是论文写作的最后阶段，也是论文写作中一个非常重要的环节，修改功夫的锤炼是写作的一个重要组成要素。一篇好文章，往往是对论文初稿经过反复推敲修改出来的。反复修改的过程，其实是研究的深入，是提高论文质量的有效措施，也是作者严谨的科学态度和对读者、社会高度负责精神的体现。

一般来说，论文的修改应从全局着眼，大处入手。先审视观点及所用的材料，理清论证的逻辑思路，然后再注意局部的调整、语言的锤炼和技术细节等方面的处理。

1）技术论文的修改范围。

① 选题和观点的修改。观点是学术论文的灵魂，是论文科学价值的体现。选题得当与否将直接影响论文的质量，关系论文的成败。观点正确与否，表现在选题主题的提炼以及标题的准确与否上。因此，论文的修改首先要从审查修正选题、标题和观点入手。论点的修改就是对文章中芜杂的观点和思想加以整合，提炼出一个更具概括性的总论点。同时，对各个分论点、小论点进行调整疏通与修改，以求论点严谨、明晰和统一。

② 材料增删。论文的材料是论点的来源，也是论点成立的基础。材料充分有力，观点才能鲜明突出。材料选用的基本要求主要包括 4 个方面，即必要、真实、恰当和典型。增删材料时应以 4 个标准为尺度，对材料进行增、删、调，力求达到论点与材料的和谐统一。

③ 结构的调整。论文要有正确的立意，还要有严密的逻辑性。即不仅要做到“言之有理”、“言之有物”，还要做到“言之有序”。结构的调整，就是要求理顺作者的思路，检查正文各层次、各段落是否围绕中心论点进行严密的逻辑论证；中心论点放射出的若干分论点是否符合事理；论证层次之间的关系是否严谨清晰；详略是否有效；各部分的过渡、照应、衔接是否自然；全文是否构成一个完整的，有机的整体。调整结构的原则和要求，应该看是否有利于突出中心论点，服务于中心论点。

④ 语言的锤炼。这是论文修改的一个重要方面，它将直接影响到论文内容和观点的表达。技术论文要求用词十分精确，句法完整严密。要使论文写得准确、流畅、精当，就必须对语句进行字斟句酌，千锤百炼。论文的语言修改，主要包括以下几个方面。

首先，字词的选择应做到准确、鲜明和生动。切记生造杜撰词语，拆用成语，要消灭错别字和不规范的简化字。专业术语与概念要求运用准确。

其次，句和段的修改。在应用长句时切记出现语法错误，对结构残缺、混乱或搭配不当的句子，要注意改正，使之符合语言规范。严禁造句、半文半白，滥用修辞手法、名言、警句。同时注意句子简明、精炼、句式富于变化，长短相同，上下贯通，使文章读起来抑扬顿挫，通顺流畅。

再次，标点符号及格式的规范使用要符合国家标准《标点符号用法》GB/T 15843—1995。标点符号是文章的构成要素之一，是书面语言的“五官”。标点符号应该标出语句、段落、层次、篇章的脉络和逻辑，做到准确无误。论文的书写还有一些约定俗成的格式和规范。例如标题的书写、空格、小标题及序号的使用等，在论文修改时也应注意。其他的包括数字、图表、符号和公式的书写也要符合规范标准。

最后，还应再次核对引文和参考文献，对照原文，逐字校对，检查引用是否有误，注释是否清楚规范，参考文献的列举是否确凿、有误遗漏等。

2）技术论文的修改方法。

① 自改法和求教法。自改法，就是作者对自己的论文作全面检查，找出毛病，加以改正，指导最后定稿。求教法，这是一种虚心求教、集思广益的修改方法。作者在对论文初稿作一定修改之后，将文稿交给他人，请别人帮助修改，提出意见和建议。集多家之言后，再对论文进行修改，往往会有意想不到的收获。为了便于交流，修改纸质文稿时应采用标准校对符号。

② 热加工和冷处理法。热加工法，就是在论文初稿完成后，趁热打铁，及时修改。这时作者对刚完成的论文内容相当熟悉，此时做修改，保持了思

维活动的一致性和连贯性，对先前写作时无暇顾及的缺漏或错误，做及时补充和修改，印象比较深刻。但热加工法的缺陷也比较明显，由于作者的思路尚处于初稿写作时的逻辑框架之中，不能跳出原来思维的圈子对论文作冷静的观察，所以很难有新的突破。冷处理法，是指作者在完成论文初稿之后，有意识地放一段时间、三五天、一两个星期，甚至更长的时间，等自己经过一番冷静沉思，或遇到新的启发之后，作者比较容易跳出初稿思路的封闭式圈子。它的缺陷在于很容易忽略在初稿写作过程中偶然闪现的思想火花，有时因时间限制，不允许放几天，就无法冷处理了。

③ 静观法和朗读法。静观法，就是修改时把论文草稿从头到尾看几遍，冷静地作一些分析。看看改改，几经反复，也可以把论文修改引向深入。朗读法，就是把论文初稿朗读几遍，发现问题，然后修稿。这种方法，对论文中存在的一些问题，如语句不通、衔接不紧、缺词漏字、情感不符等语言表达方面的问题，只看不容易发现，一旦朗读出来，就可以发现不妥之处。

以上的几种论文修改方法并不是彼此孤立的，可以相互交叉，我们可以综合运用多种方法反复修改，直到取得比较理想的修改效果。

（6）撰写文稿时的注意事项

1）用语要规范。撰写论文时要采用规范用语，不要采用俗语、行话等非规范用语，见表 15-8。

表 15-8　规范用语和非规范用语

规范用语	非规范用语	规范用语	非规范用语
载质量	载重量	变速器	变速箱、匣箱
载货汽车	载重车、卡车	加速踏板	油门踏板、节气门踏板
轿车	小客车、小轿车	节气门	油门
轻型客车	面包车	制动踏板	刹车踏板、脚制动
客车	大客车	驻车制动器	手制动器、手刹车
发动机	引擎	前照灯	前大灯
上、下止点	上、下死点	蓄电池	电瓶
油底壳	机油壳、油盘	日常维护	例保、例行保养
转向盘	方向盘	一级维护	一级保养、一保
二级维护	二级保养、二保	弹性模量	弹性模数、弹性系数
驾驶人	司机	切应力	剪应力

（续）

规范用语	非规范用语	规范用语	非规范用语
噪声	噪音	表面粗糙度	表面光洁度
螺钉	螺丝	圆度	椭圆度、不圆度
螺母	螺帽	圆柱度	不圆柱度、不柱度
螺钉旋具	改锥、起子	模样	模型
伸长率	延伸率	涂装	刷漆、喷漆

2）文稿要规范。文稿一律用A4纸张打印，文字、图标、图形的编排要规范、合理，且应统一编号。图号、图名写在图的下方，表号写在表名的前面，表号与表名中间至少空一格，二者均写在表格的上方。

3）层次要清晰。论文的层次不同于书稿，一般三个层次就可以。第一层次用阿拉伯数字1、2、3……表示，顶格书写；第二层次用1.1、1.2……表示；第三层次用（1）、（2）……书写，正文开头空两个字书写。

4）计量单位使用要正确。我国法定的计量单位包括：国际单位制的基本单位、国际单位制的辅助单位、国际单位制中具有专门名称的导出单位、国家选出的非国际单位制单位、由以上单位构成的组合形式的单位。上述计量单位的名称和符号，均按中华人民共和国国务院1984年2月27日发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》执行。

七、汽车组装工艺

1. 装配的定义

汽车是各种零部件的有机组合体，因此汽车生产的最后一道工序必定是装配（包括检测和调整），否则各种零部件无法组合在一起并相互协调并发挥其应有的功能。所谓装配就是将各种零部件、合件或总成按规定的技术条件和质量要求连接组合成完整产品的生产过程，也可称为“使各种零部件、合件或总成具有规定的相互位置关系的工艺过程”。

2. 汽车装配的技术要求

汽车总装配是汽车的最后一道工序。装配质量的高低，直接关系到整车质量。因此，在整车装配的过程中，必须达到下列技术要求。

（1）装配的完整性　必须按工艺规定，将所有零部件、总成全部装上，不得有漏装、少装现象，不要忽视小零件。如螺钉、平垫圈、弹簧垫圈、开

口销等。

（2）装配的统一性　按着生产计划，对基本车型，按工艺要求装配，不得误装、错装和漏装，装配方法必须按工艺要求，装配要统一。

（3）装配的紧固性　凡是螺栓、螺母、螺钉等件必须达到规定的转矩要求。应交叉紧固的必须交叉紧固，否则会造成螺母松动现象，带来安全隐患。螺纹联接严禁松动现象，但过紧会造成螺纹变形、螺母卸不下来。

（4）装配的润滑性　按工艺要求，凡需润滑的部位必须加注定量的润滑油或润滑脂。对发动机来说，如果润滑油过少或漏加，发动机运转起来，很快会造成齿轮磨损或拉缸现象，直到整机损坏；加注过多，发动机运转时润滑油很容易窜到燃烧室、燃烧后产生积炭。因此，加油量必须按工艺要求执行。

（5）装配的密封性

1）冷却系统的密封性，各接头不得漏水。

2）燃油系统的密封性。各管路连接和燃油滤清器等件不得有漏漆漏油现象。

3）各油封装配密封性。装油封时，将零件擦拭干净，涂好机油，轻轻装入，油封不到刃口，否则会产生漏油。

4）空气管路装配密封性。要求空气管路里连接处必须均匀涂上一层密封胶，锥管接头要涂在螺纹上，管路连接胶管要涂在管箍接触面上，管路不得变形或歪斜。

3. 装配中的联接

装配要把各种零部件、合件或总成组合起来，其主要的方法就是联接。装配中的联接可以分为以下几类：

（1）可拆式活动联接　两件或两件以上零件自身或借助其他零件联接后，零件之间能相对运动，可拆卸后再联接，不损坏其中任何一个零件。例如：铰接、圆柱销联接。

（2）不可拆式活动联接　两件或两件以上零件自身或借助其他零件联接后，零件之间能相对运动，但不能再拆开，或者拆开后必定损坏其中一件或几件零件，不加修复或更换不能重新联接，如轴承。

（3）可拆式固定联接　两件或两件以上零件自身或借助其他零件联接后之间不能相对活动，可以拆开且可以重新联接而不损坏其中任何零件。这种联接在汽车生产中最为常见，如螺纹联接、借助螺钉或螺栓螺母的联接等。

1）螺纹联接的类型及作用。螺纹联接在汽车装配中较为普遍，大部分螺纹联接起固定作用，因此要求保证联接的强度（有的还要求密封性，如气管、油管的管接头的螺纹联接），起固定作用的螺纹称为联接螺纹；还有部分起传动作用，要求保证传动的精度、效率和磨损寿命，起传动作用的螺纹称为传动螺纹。

2）螺纹联接的预紧及防松。绝大部分的螺纹联接在装配时都必须拧紧，使联接在承受工作载荷之前，预先受到力的作用，预紧的目的在于增强联接的可靠性和紧密性。

联接螺纹能满足自锁条件，再加上螺母与螺栓头部等支承面的摩擦力，在静载荷和温度变化不大时，螺纹联接不会自动松脱。但在冲击、振动或变载荷的作用下，螺旋副间的摩擦力可能减小或瞬时消失，多次重复就会松脱。因此，螺纹联接必须防止松动。

（4）不可拆式固定联接　两件或两件以上零件相互联接后不能相对活动，而且不能拆开，一旦拆开必定损坏其中一个零件，非经修复或更换不能重新联接，如焊接、铆接等。

4. 汽车总装配的工艺概述

汽车是一种复杂的机械产品，主要由发动机、底盘、车身（含驾驶室和车厢）和电器四大部分构成。底盘部分又由传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、操纵系统、燃料供给系统等组成。按组成汽车的大总成分，由发动机总成（带有变速器、离合器）、前轴及钢板弹簧总成、后桥总成、车架、轮胎、驾驶室等。一辆中重型载货汽车总装配的零部件、总成大约有500多种、2000多件，因此汽车总装配是一项相当复杂的工作。

汽车总装配就是使生产对象（零部件）在数量、外观上发生变化的工艺过程，一系列的量变必定引起一系列的质变。数量的变化表现在装配过程中，零部件、总成的数量在不断增加并相互有序地结合起来。外观的变化表现为零部件、总成之间有序结合后具有一定的相互位置关系，外形不断的变化，最后成为一辆整车。所以，汽车总装配也就是使汽车各零部件和总成具有一定的相互位置关系并形成整车的工艺过程。

5. 汽车总成装配的特点

由于汽车结构复杂、零部件及合件繁多，所以汽车总装配具有以下特点：

1）联接方式多样。汽车装配过程中的联接，一般情况下除了焊接方式外其他联接方式几乎都有；但最多的联接是可拆式固定联接和可拆式活动联

接，即螺纹联接和销联接。

2）配件的品种、数量繁多，装配关系复杂，装配位置多样，由此决定了它仍然以手工为主。

3）大批量生产。一般来说，一个汽车制造厂的汽车年产量应在几万辆以上。所以汽车制造厂是技术密集型、资金密集型的大批量生产的企业，汽车总装配具有现代化企业大批量生产的特点，它是人与机、技术与管理的有机结合。

6. 载货汽车装配的工艺流程及工艺规定

（1）汽车总装工艺流程（见图 15-1）

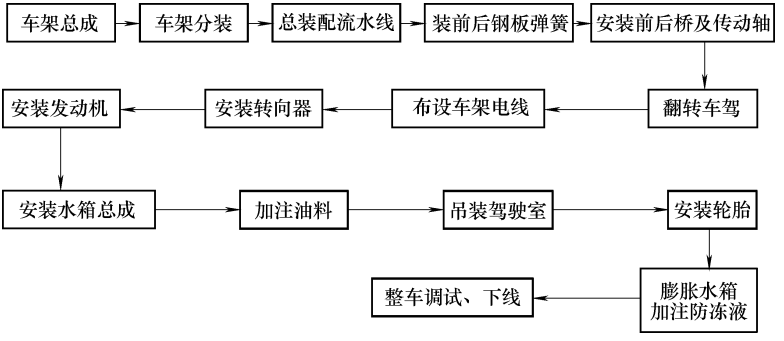


图 15-1　汽车总装工艺流程

（2）载货汽车装配的工艺规定

1）吊放车架于装配线。吊放车架前要检查车架的完整性、表面光洁性；确认无划漆、无雨雪、无锈蚀、无碰伤后，才可把车架吊上线。将车架反放在装配链的枕木上，这样有利于前桥、后桥、传动轴等零部件的装配。

2）以车架为基准装配前后桥。装配时，把前桥、后桥联接销涂上机油使其油槽向下穿入孔中，对准销上的凹槽与支架上的孔，将锁销由前向后穿入孔中，装上弹簧垫圈、拧紧螺母。

3）装贮蓄电池箱

安装蓄电池箱总成时，检查储气筒油漆质量，不得有漏漆、划漆，凸焊螺母焊缝应平整，储气筒不得有明显缺陷。

4）连接传动轴于后桥减速器上。检查传动轴油漆无划伤，将传动轴凸缘上的孔与后桥减速器凸缘上的孔对准，从传动轴方向穿入螺栓、套上弹簧垫圈、扭紧螺母。

5）翻转底盘。首先把吊链从后桥下面穿过去并固定在另一侧的吊链上面；将翻转底盘夹具夹在车架前端，打紧螺栓，操纵设备翻转底盘，翻转后取下夹具及吊链。

6）布置并安装底盘线路。线路安装时一定要保持线路的平整，用扎带把线路固定在车架上面，用护套保护线路不得与车架摩擦。

7）装配转向机及垂臂。检查转向机装配完整性，转向臂轴螺纹不得有损伤；把转向机放在分装夹具上夹好，取转向臂，按标记套在转向臂轴上并压到底，然后套上垫圈和弹簧垫圈（分装工位）取转向机托架，使其孔位与转向机的孔位对准，然后穿上螺栓并套上弹簧垫圈，扭紧；把分装好的转向机总成合件用吊具吊起，使托架孔位和大梁的孔位对准，从里向外或从下向上穿上螺栓，套上弹簧垫圈，并扭紧。

8）装发动机于支架上。检查发动机风扇不得变形，发电机、起动机及各种传感器、警报开关不得变形、碰伤；接线柱螺钉应完整；发动机、变速器油堵处不得有漏油痕迹，表面无明显碰伤。吊起发动机使后悬置软垫的孔位与后支架的孔位对准，从上向下穿螺栓并套上垫圈和弹簧垫圈，再拧螺母2～3扣；操纵电葫芦使发动机前悬置软垫的孔位与前悬置托架的孔位对准，从上向下穿螺栓并套上垫圈和弹簧垫圈，再拧螺母2～3扣；扭紧后支承、前支承的螺栓螺母。

9）装排气管。取排气制动阀，在两端套上垫密圈，再使其夹在消声器进气管前段与进气管后段之间，并使螺栓孔对齐，穿入螺栓，套上垫圈、弹簧垫圈并拧紧螺母。

10）加注发动机润滑油。取下发动机加油口端，向发动机内加注润滑油，加完后装上油盖，拔出油尺检查加油量，油面不低于下线（2/4），不高于上线（4/4）。

11）分装水箱总成。在分装过程中应注意，护风圈密封带要粘接牢固，散热器、中冷器、空调上的格栅不能磨碰。

12）安装水箱总成。检查散热器片不得有磕碰处，进出气管应平整；在左右纵梁的规定位置放上散热器固定架下垫块总成对准孔（垫块的中间孔大的一侧向上），把散热器总成落下，使水箱固定架的孔与上垫块总成的孔对准，然后在孔中放入套管再套上上垫块总成，取螺栓从下向上穿入对准的孔中，拧螺母2～3扣并拧紧，然后穿上开口销，并分开尾部。

13）加注油料。给油箱加注柴油，中后桥减速器加注润滑油，两边轮毂加注润滑油。注意加注油料是应按照工艺要求加注，不能多加或者少加。

最后，做好加油标记，涂抹绿漆。

14）分装及安装翼子板。根据工艺要求分装好翼子板，然后把翼子板安装到翼子板支架上面，打紧螺栓。在安装过程中要保护翼子板漆面不得有磕碰、划伤。牵引车安装侧标志灯。

15）吊装驾驶室总成。自检驾驶室外观完整性、油漆无划伤。操纵电葫芦，落下驾驶室，使驾驶室后支架落入后悬置横梁上的内外缓冲块之间，前铰接软垫落入驾驶室铰接支架的凸缘面中，取驾驶室铰接软垫盖总成分别盖在左右铰接软垫上，使其上的孔与铰接支架上相应的孔对准，取螺栓套上弹簧垫圈从上向下穿入已对准的孔中，再拧螺母 2 ~ 3 扣并拧紧。

16）安装轮胎。先在前桥、中后桥安装轮胎的螺栓上涂抹抗咬合剂，然后自检车轮气压正常，将车轮套在轮毂，拧螺母 2 ~ 3 扣，用电动拧紧机扣紧，同时中后桥内、外轮打气咀要错开，也要同制动毂检查孔错开，避免影响充气。

17）加注冷却液。打开膨胀箱盖、打开放水开关，向膨胀箱里加注冷却液，待冷却液液面为膨胀水箱的 2/3 时，关闭放水开关，扭紧水箱盖。

18）整车调试，下线。

7. 装配的注意事项

1）对于长圆孔连接件，一般要加平垫片，且平垫片放于长圆孔一侧。

2）对于超过四个孔的连接件，需进行对角紧固，最先紧固的螺母最后还应复紧。

3）对于圆孔与长圆孔同时存在的件，应先紧圆孔端，后紧长圆孔端。

4）为保证整车美观性，管束与电线束应避免交叉。

5）管线束过梁或者与梁接触时，必须用护套和蛇形护套。

6）装配件安装表面应清洁，无油污、锈蚀、碰损、划痕。

7）所有气管路接头处都应涂乐泰 569 密封胶，卡套连接处应涂在卡套锥面上，螺纹连接应涂在螺纹上。密封胶的涂法：螺栓按直线涂抹，卡套沿锥面均匀涂满一周。

8）所有气管路，油管应理顺，不允许打折。

9）装配螺栓的转矩，有特殊要求的按工艺执行，无特殊要求的按斯太尔汽车螺纹紧固件转矩表执行，误差允许范围为 ±10% 。

10）凡是螺栓数目超过两个的紧固件，螺栓应按对角线原则进行紧固，且紧固次数不少于两次，装配后不应有装配应力。

11）所有各件装配后都不应有碰磨现象或碰磨的可能。

12）凡具有相对运动的件，如销轴等，安装应涂黄油。

13）电线束多余的接头应用电工胶布包缠可靠，绝缘保护套应装套牢固，搭铁处应去除油漆，保证搭铁可靠。

14）制动管路卡箍规定转矩为(4.5±0.5)N·M。

15）气管、油管、阀、泵等内部必须清洁。

16）吊装时，要求吊装人员佩戴安全帽，起落及行进平稳，不能碰损所吊装的零部件及总成，起重物下不能站人。

17）凡要求涂胶的地方，一律执行下列涂胶工艺：先在粘接表面各涂一薄层，放置数分钟，待表面接近干燥时再涂第二层，凉至待表面接近干燥时，将两粘接面压在一起，并迅速用滚棒单方向滚压粘接件数次。

八、汽车维修工艺

汽车维修（Vehicle maintenance and repair）是汽车维护和修理的泛称。汽车维护（Vehicle maintenance）或称为汽车保养是为维持汽车完好技术状况或工作能力而进行的作业；而汽车修理（Vehicle repair）是为恢复汽车完好技术状况（或工作能力）和使用寿命而进行的作业。维修作业所产生的劳动成果具有过程性，所以维修服务是属于过程产品。因此，汽车维修工艺可以定义为：在不仅可以利用维修设备和检测仪器等技术装备的作业条件下，修复车辆在运用过程中产生的损伤、排除不符合技术性能要求的故障现象以及保持车辆技术状态的各种作业所采用的方法。

工艺过程是广义的工序组合。产品一般是需要经过许多工序才能形成，每道工序是由若干动作组成的。产品从原材料、中间产品到成品，这个生产过程就是工艺过程。工艺过程可以用工艺流程图来表示。

工艺规程是规定工艺过程和操作方法等内容的技术文件。它是在具体的生产条件下，将最合理或较合理的工艺过程和操作方法，按规定的形式制成文本，经审批后用来指导生产并应严格贯彻执行的指导性文件。

1. 汽车维修工艺分类

按《机动车维修管理规定》（中华人民共和国交通部2005年第7号令）对机动车维修经营范围的规定：获得一类汽车维修经营业务、一类其他机动车维修经营业务许可的，可以从事相应车型的整车修理、总成修理、整车维护、小修、维修救援、专项修理和维修竣工检验工作；获得二类汽车维修经营业务、二类其他机动车维修经营业务许可的，可以从事相应车型的整车修理、总成修理、整车维护、小修、维修救援和专项修理工作；获得三类汽车

维修经营业务、三类其他机动车维修经营业务许可的，可以分别从事发动机、车身、电气系统、自动变速器维修及车身清洁维护、涂漆、轮胎动平衡和修补、四轮定位检测调整、供油系统维护和油品更换、喷油泵和喷油器维修、曲轴修磨、气缸镗磨、散热器（水箱）、空调维修、车辆装潢（篷布、坐垫及内装饰）、车辆玻璃安装等专项工作。

基于上述论述，按作业性质分类：维护、修理和检测。

按生产组织分类：集中运用型维修工艺和分散服务型维修工艺。

（1）集中运用型维修工艺　当车辆作为生产资料，即是企业大量使用的装备，并以创造经济价值为目的，其车辆的维修工艺的制订应考虑集中使用、统一进行生产营运的特点。例如，公共汽车公司、物流运输企业、工程施工单位等。但是，由于4S店和特约维修站所维修的同品牌、同系列、同型号的车辆较集中，而且数量也大，因此，可以考虑制订与集中营运类似的维修工艺。

（2）分散服务型维修工艺　主要是指面对市场，不确定主修车型的企业所制订的维修工艺。

2. 汽车维修工艺规程分类

十六字原则：预防为主、定期检测、强制维护、视情修理。

预防为主要求保持车容整洁，及时发现和消除故障、隐患，从而防止车辆早期损坏；定期检测是通过现代化的技术手段，定期对汽车进行检查测量，以正确判断汽车的技术状况；强制维护是为了防止不及时进行维护所造成的车辆故障，并规定了基本作业项目作为定期维护的主要内容；视情修理是经过检测诊断和技术鉴定，确认需要进行修理的项目后才进行修理，其中二级维护附加作业项目为视情修理内容。因此，根据上述汽车维修制度的要求，汽车维修工艺规程有以下几种类型。根据汽车维修制度要求分：

（1）国家标准推荐的工艺规程　基于国家标准推荐的工艺规程是指由国家标准技术规范附录所推荐的维修工艺规程。目前，我国正在执行的关于汽车维修技术规范的国家标准是《汽车维护、检测、诊断技术规范》（GB/T 18344—2001）。该标准规定了汽车日常维护、一级维护、二级维护的周期、作业内容和技术规范，适用于所有在用汽车。

可作为工艺规程制定依据的国家标准还有：《机动车运行安全技术条件》（GB 7258—2012）、《营运车辆综合性能要求和检验方法》（GB 18565—2001）、《商用汽车发动机大修竣工出厂技术条件》（GB/T 3799—2005）、《大客车车身修理技术条件》（GB/T 5336—2005）及《汽车发动机电子控制

系统修理技术要求》（GB/T 19910—2005）等。

（2）行业标准推荐的工艺规程　基于行业标准制定的汽车维修工艺规程的技术规范主要有《汽车维护工艺规范》（DB35/T 164—2013）、《液化石油气汽车维护技术规范》（GB/T 27877—2011）和《压缩天然气汽车维护技术规范》（GB/T 27876—2011）。这类维修规程的特点是以部颁的行业标准为依据，针对具体类型的汽车。例如，《汽车维护工艺规范》（DB35/T 164—2013）适用于东风 EQ1090（EQ140）和解放 CA1091（CA141）型载货汽车的维护作业，其变型车和其他类型的汽油车可参照执行。

可作为工艺规程制定依据的行业和地方标准主要有：《汽车发动机大修竣工出厂技术条件》（DB11/T 135—2008）、《汽车维护竣工出厂技术条件》（DB11/T 136—2008）和《汽车小修竣工出厂技术条件》（DB11/T 137—2008）等。

（3）制造商提出的工艺规程　厂商制订的工艺规程分为以下几种情况：

1）汽车制造商。通过随车提供维修保养手册，对日常维护、定期维护的作业内容、技术要求（材料用量、操作方法）和时间周期（使用时间或续航里程）等做出明确的说明，但这也只是为具体的维修工艺规程制订提供的基本信息。特约维修站和4S店汽车都应执行制造厂商制订的维修工艺规程。

2）用品制造商。一般也为其产品销售商、用户提供相应的养护作业工艺规程。

（4）企业制订的工艺规程

1）车辆运用企业。车辆运用企业也可能根据具体的运用条件，如高原、山区、热带或寒带等条件，对通用的维修工艺规程进行补充、修改或重新制订。

2）联锁服务企业。汽车联锁维修企业针对具体的维修服务项目制订统一的工艺规程，以保证服务质量的一致性。

3. 汽车维修工艺规程体系构成

汽车维修工艺规程体系如图15-2所示。

4. 汽车维修工艺规程的编制

汽车维修工艺规程的编制要求如图15-3所示。

（1）明确维修工艺规程的作用　工艺规程是具体指导作业的技术文件，包括工艺过程、工艺装备、工时定额、所用材料及消耗定额等内容。工艺规程是安排生产作业计划、生产调度、质量控制、原材料与工具供应、生产组

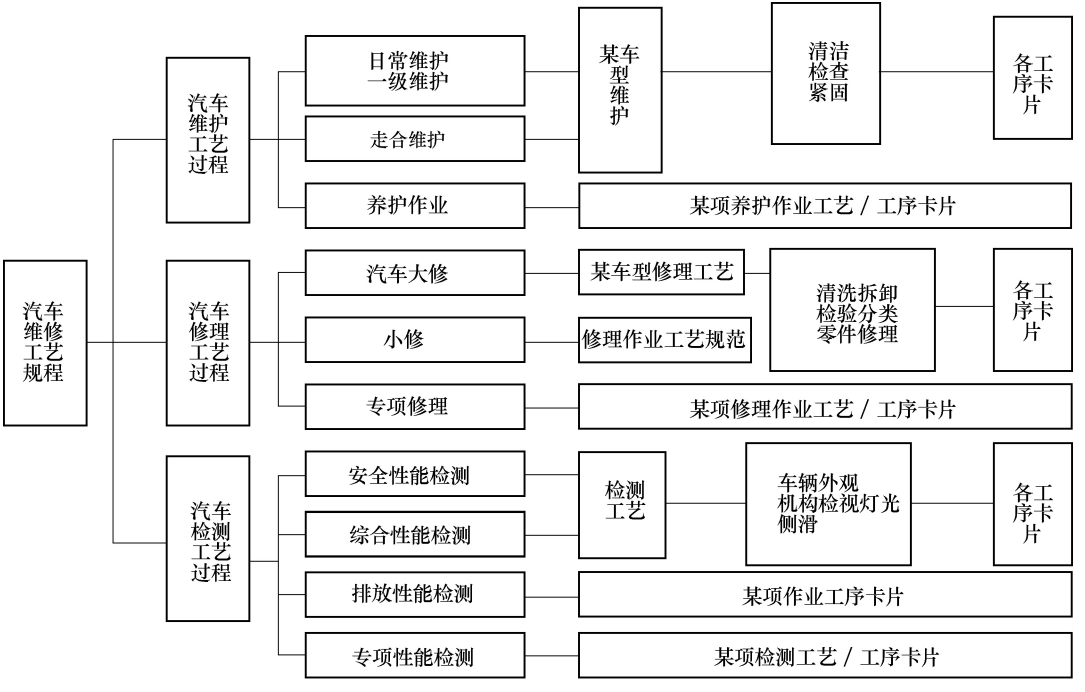


图 15-2　汽车维修工艺规程体系

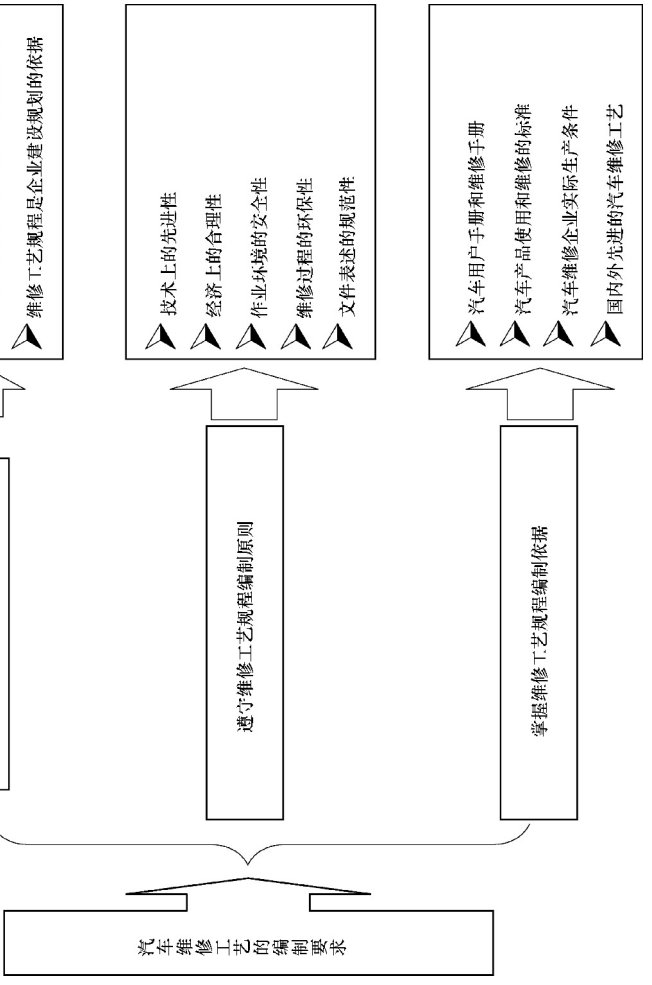


图 15-3　汽车维修工艺规程的编制要求

织和劳动组织的基础资料。因此，工艺规程是十分重要的生产指导文件，在维修企业生产中具有如下作用：

1）维修工艺规程是生产组织管理的依据。首先，在制订维修工艺规程的基础上，就可以进行有关维修作业前的各项技术准备。例如，维修所需的人员、材料、设备、仪器和量具等。其次，生产调度部门根据工艺规程，可安排耗材的购置时间和规格数量，调整生产负荷，使各工位都能按工时定额有节奏地进行生产。使整个企业的各部门紧密配合，保证均衡地完成维修任务。

2）维修工艺规程是服务质量鉴定的依据。由于汽车维修服务面对的是各种不同的车辆类型、品牌和规格，而且车辆的技术水平和技术状态不完全一样，所以这与大批量进行产品加工的制造厂的生产过程不完全一样。但是，维修生产也需要组织严密，分工细致，规程详细，才能组织和管理好生产过程，保证达到维修质量要求。

3）维修工艺规程是企业建设规划的依据。在新建企业或改（扩）建车间时，只有依据工艺规程才能确定生产所需要的设备、仪器等的种类、数量和规格；车间的面积；设备的布局；生产工人的工种、技术等级及数量；辅助部门的安排等。但是，工艺规程并不是固定不变的，它是生产工人和技术人员在生产过程中的实践的总结，它可以根据生产实际情况进行修改，使其不断改进和完善，但必须进行严格的审定。

（2）遵守维修工艺规程编制原则　维修工艺规程的编制应遵循在一定的生产条件下，使维修生产能严格地达到技术规范、全面的保证服务质量和积极的促进作业效率提高，并能有效地获得最佳的经济效益的原则。制订维修工艺规程时，应注意以下几个方面：

1）技术上的先进性。所谓技术上的先进性，是指高质量、高效益的获得不是建立在提高工人劳动强度和操作手艺的基础上，而是依靠采用相应的技术措施。因此，在制订维修工艺规程时，要了解国内外相关工艺技术的发展，通过必要的工艺试验，尽可能采用先进的工艺和装备。

2）经济上的合理性。在一定的生产条件下，可能会有几个都能满足产品质量要求的工艺方案，此时应通过成本核算或评价，选择经济上最合理的方案，使生产成本最低。

3）作业环境的安全性。在制订维修工艺规程时，要注意保证有良好而安全的作业环境，防止伤亡事故和避免火灾的发生；采用先进技术，使工人从繁杂、笨重、脏污的作业环境中摆脱出来。

4）维修过程的环保性。维修生产要符合国家环境保护法的有关规定，避免环境污染。应选择绿色环保型生产工艺，保证水、空气和土壤等环境不遭到破坏，实现清洁生产；生产工艺也应是资源节约型的先进技术，并尽量减少生产过程的废弃物等。

5）文件表述的规范性。由于工艺规程是直接指导生产和操作的技术文件，所以工艺规程还应做到清晰、正确、完整和统一，所用术语、符号、编码、计量单位等都必须符合相关标准。

（3）掌握维修工艺规程编制依据　制订维修工艺规程时，必须具备下列原始资料：

1）汽车用户手册和维修手册。可以了解车辆的使用要求，掌握拆装规范（拆卸顺序、拧紧力矩和配合尺寸等）、调校参数（标准、许用和极限数值等）、检验方法和安全事项等内容。

2）汽车产品使用和维修的标准。如《机动车安全运行技术条件》（GB 7258—2012）、交通部《机动车维修管理规定》（2005年第7号令）和《汽车维护、检测、诊断技术规范》（GB/T 18344—2001）。

3）汽车维修企业实际生产条件。全面掌握企业现有的生产条件，如设备的规格、仪器的性能、工具的精度、工人的水平、作业区面积、配件的供应能力和流动资金规模等技术经济条件，只有深入进行调查研究，掌握上述各方面的第一手资料，才能使制订出的工艺规程符合企业的生产实际。此外，维修工艺规程必须考虑到企业的实际生产能力，以确保维修服务质量为前提，达到生产纲领。

4）国内外先进的汽车维修工艺。制订汽车维修工艺规程时，还需掌握国内外汽车维修的先进工艺技术发展情况，以便结合企业的生产实际加以应用，使制订出的工艺规程具有先进性，并能获得最佳的经济效益。

5. 维修工艺规程编制

（1）维护工艺　主要针对有计划生产任务的物流运输、工程施工和公共交通等企业单位的车辆运用要求，制订集中运用型维修工艺规范。

1）明确维护分级。汽车维护类别（Class of vehicle maintenance）是指汽车维护按汽车运行间隔期（指汽车运行的里程间隔或时间间隔）、维护作业内容或运行条件等划分的不同类别或等级。

建立在汽车有形磨损理论基础之上的汽车维护分级和周期，是以汽车经过一段时间使用而产生故障或使技术性能下降为依据，这些故障往往是可以通过仪器检测的，如汽车动力性下降、油耗增加、制动距离加大等。汽车有

形磨损主要发生在使用过程中，产生的原因主要是机件配合副的机械磨损、基础零件的变形、零件的疲劳破坏等，也称为第一种磨损。汽车在闲置过程中也发生有形磨损，如长期不用而生锈，日晒、雨淋使车身漆面及轮胎等橡胶件老化，或因其他管理不善和缺乏正确的管理而引起的其他损失，称为第二种磨损。

根据汽车磨损理论分析，考虑汽车产品质量现状及使用条件，我国将汽车维护分为三级：即日常维护、一级维护和二级维护。在汽车使用过程中，对汽车随时进行日常维护，确保汽车的正常行驶。日常维护是由驾驶人每日出车前、行车中和收车后负责执行的车辆维护作业。随着汽车续航里程的增加，有些零部件可能会出现松脱，润滑部位出现缺油、漏油等不正常现象，影响了汽车的操纵安全性。因此，定期对汽车进行一级维护是必要的。当汽车行驶达到一定里程后，汽车的磨损和变形会增加，为了延长汽车的使用寿命和保证行车安全，汽车二级维护必须按期执行。一级维护、二级维护由维修企业进行。

除此之外，还有季节性维护和磨合维护等保障车辆使用性能的维护作业。季节性维护（Seasonal maintenance）是为使汽车适应季节变化而实施的维护；磨合维护（Running-in maintenance）是汽车在磨合期满实施的维护。

2）确定维护周期。定期维护（Periodic maintenance）是按技术文件规定的运行间隔期实施的维护。汽车进行同级维护之间的间隔期，称为汽车维护周期（Period of vehicle maintenance）。

汽车维护周期一般以汽车行驶里程为基本依据，但有时也按使用时间来确定。由于汽车车型结构、使用条件和环境状况等各不相同，所以维护周期也不一样。通常情况下，可按照汽车使用说明书、维修手册的有关规定确定。

3）完善作业项目。汽车维护是为维持汽车完好技术状态或工作能力而进行的作业，其作业项目的确定原则是保障安全、强化环保和重视节约。例如，日常维护（Daily maintenance）的作业中心内容是清洁、补给和安全检视；一级维护（Elementary maintenance）是除日常维护作业外，以润滑、紧固为作业中心内容，并检查有关制动、操纵等系统中的安全部件的维护作业；二级维护（Complete maintenance）是除一级维护作业外，以检查、调整制动系、转向操纵系、悬架等安全部件，并拆检轮胎，进行轮胎换位，检查调整发动机技术状况和汽车排放相关系统等为主的维护作业。

4）统筹安排工艺过程——维护工艺过程卡片编制。汽车维护方法

（Method of vehicle maintenance）是进行汽车维护作业的工艺和组织规则的总合。汽车维护作业方法分为流水作业法（Flow method of vehicle maintenance）和定位作业法（Method of vehicle maintenance on universal post）。汽车维护流水作业法是指汽车在维护生产线的各个工位上按确定的工艺顺序和节拍进行作业的方法。汽车维护定位作业法是指汽车在全能工位上进行维护作业的方法。

汽车维护作业工艺过程的特点是：

① 多个工位，并行作业。大部分企业都采用汽车维护定位作业法。因此，当以专业分工形式进行劳动组织时，应统筹安排作业流程。

② 项目繁多，部位分散。一级维护有17项作业，二级维护作业项目达到35项。因此，为提高作业效率，可以根据作业的内容，同时进行不同作业。应尽量避免交叉干涉，遗漏作业项目。

③ 先内后外，先上后下。维护作业项目、部位遍及整车，避免涂漆表面的擦划、座椅装饰的脏污，应做好防护。同时，按照先内后外与先上后下的顺序，安排作业项目。

④ 先难后易，重点突出。尽量将工艺复杂，要求较高的作业先进行，然后安排作业量小和容易操作的项目。

5）细化维护工艺内容——维护作业工艺卡片编制。在工艺规范的基础上，按清洁、检查、紧固、润滑、调整和补给等作业项目分别编制作业工艺卡。若车型有特殊要求，则应单独编制作业项目工艺卡片。维护作业工艺卡片应包括以下内容：

① 作业部位，即对车辆进行维修作业的位置。

② 作业内容，是指完成作业所进行的操作。

③ 作业标准，是指作业应达到的质量要求以及调整、检查及校核数据等，如标准值、许用值和极限值等。

④ 作业要点，是指对同品牌、同类型车辆进行不同要求、应引起注意的关键作业项目。

⑤ 作业人员，包括工种、等级和数量等。

⑥ 作业装备，是指所用设备、使用量具和检测仪器等。

⑦ 作业工时，是指完成作业项目规定的时间。

⑧ 作业材料，是指完成作业所需要消耗的材料规格、配件型号等。

⑨ 作业检验，是指对检验人员的要求及其方式，如签字、权限、仲裁及调解的说明。

⑩ 附注，包括安全事项及其他要求。

6）说明维护作业操作要求——维护作业工序卡片编制。工序卡片是根据工艺卡片为一道工序制订的工艺文件。它更详细地说明整个操作过程，是用来具体指导工人操作的工艺文件。在这种卡片上要画出工序简图，说明该工序每步的作业内容、工艺参数、操作要求、所用设备及量具仪器。

在汽车维修中，维修人员一定要按照维修技术规范和工艺要求进行操作，只有这样才能保证维修质量和安全生产，并防止违反汽车维修工艺规程的错误做法出现。

（2）修理工艺　汽车各个总成在运行过程中，运动件之间无论润滑工况是否良好正常，仍然会产生摩擦和损伤。金属零件磨损后会产生一定数量的磨屑，润滑油也会在高温和氧化作用下，产生一定数量的氧化物积炭，这些磨屑氧化物及积炭在机件表面和润滑油内，会使各摩擦副的零件磨损速度加快，车辆的技术状况变坏，形成诸如动力下降、油耗上升、产生异响、难以起动等弊病。因此，使用中的汽车（新车）都需要定期进行保养、维护。但是，当车辆行驶到若干里程后由于磨损逾限，其技术状况仍然会不断恶化，当车辆的经济性、稳定性、工作可靠性、加速性等各项指标下降到一定的程度，就需要进行修理。局部的故障可通过小修排除，当总成的技术状况各项指标下降到逾限的程度时就需要进行大修。

随着汽车设计水平的进步和制造质量的提高，汽车的可靠性明显改进，修理性工作也随之减少。在“以养代修”的汽车使用观念影响下，汽车维护受到重视。而且随着循环经济的发展和再制造技术的进步，汽车大修将逐渐地消失，总成大修正被再制造的方式所取代，因此，关于汽车大修工艺问题的研究和应用越来越少，而重点是专项修理技术及其工艺的研究开发和推广应用。

1）汽车大修工艺过程。接车检视、签约交接、外部清洗、拆卸分解；一次清洗、检验分类；零件修理；二次清洗、总体装配；磨合试验、验收交车。

2）总成修理工艺过程。与大修工艺过程相似，但是将逐步被再制造生产工艺替代。

3）小修工艺过程。目前的工艺特点是换件式维修，即经过检查确定故障原因及部位后，直接更换发生故障的零部件。

4）零件修理工艺过程。采用相应的检验方法（无损探伤法如磁力探伤和渗透探伤、零件形位误差的检验）进行检验，并按其技术状况对零件分

类；根据修复方法（机械加工、焊修、粘接、矫正、刷镀和喷涂修复法）的用途和特点，选择零件修理方法；按选择的修复方法确定修理工艺。

（3）检验与检测工艺

1）汽车维护质量检验工艺规程。

① 进厂检验。维修车辆进厂后，检验员应记录驾驶人对车况的反映和报修项目，查阅车辆技术档案，了解车辆技术状况，检查车辆整车装备情况，然后按照《汽车维护、检测、诊断技术规范》（GB/T 18344—2001）的要求进行维修前的检测。确定附加作业项目，并把检验、检测的结果填写在检验签证单上，未经检验签证的车辆，作业人员应拒绝作业。

未经过程检验签证的车辆，厂检验员有权拒绝进行竣工检验。

② 过程检验。在维修作业的全过程中，都要进行过程检验。过程检验实行维修工自检、班组内部互检及厂检验员专检相结合的办法。过程检验的主要内容是零件磨损、变形、裂纹情况；配合间隙大小；有调整要求的调整数据；重要螺栓、螺母的转矩。对涉及转向、制动等安全部件更须严格的检查。对不符合技术要求的部件，应进行修复、更换，以确保过程作业的质量。过程检验的数据由检验员在检验签证单上完整记录。

③ 竣工检验。竣工检验由检验员专职进行。必须严格按《汽车二级维护竣工出厂技术条件》逐项进行检验签证，必要时进行路试。竣工检验的结果应逐一填写在检验签证单上，未经竣工检验合格的车辆不得送检测站检测，不得出厂。

检验标准主要包括：《汽车维护、检测、诊断技术规范》（GB/T 18344—2001）；《营运车辆综合性能要求和检验方法》（GB 18565—2001）。

2）汽车综合性能检测工艺规程。检测工艺的制订应依据《营运车辆综合性能要求和检验方法》（GB 18565—2001）的各项要求，突出对营运车辆的特殊要求，对营运车辆的整车装备、动力性、经济性、制动性、操纵稳定性、可靠性、排放和噪声控制等综合性能进行相应检验，制定检测规程。

3）汽车排放性能检测工艺规程。在用汽车污染物排放检测流程包括：车辆登记、车辆外观检验、车载诊断装置的检查（适用情况下）和排气污染物排放检测、颁发合格证等。各检验、检测项目均合格的车辆，颁发定期检测合格标志。检测不合格的车辆，必须采取措施进行维修治理，直至检测合格。

6. 汽车修理方法工艺过程

汽车修理可分成许多工艺作业，按规定顺序完成这些作业的过程称为工

艺过程。由于修理组织的方法不同，所以工艺过程亦不相同。

当采用就车修理法时，汽车大修的工艺过程如图 15-4 所示。汽车经验收并进行外部清洗后，拆成总成，然后分解成零件，加以清洗。所有零件经检验可分为可用的、不可用的和需修的三类。可用的零件可直接送至总成装配；需修的零件送至零件修理车间修复后再送至总成装配；不可用的零件用新件或修复件替换。当总成零部件配套齐全后，可进行总成装配，经磨合试验后，将试验合格的总成送至汽车总装车间。汽车车架、车身和电气仪表的修理是在总成拆散修理装配的同时进行的。汽车总成装配完毕经试验并消除所发现的缺陷后，进行汽车外表涂装，然后交验收员验收后交车。

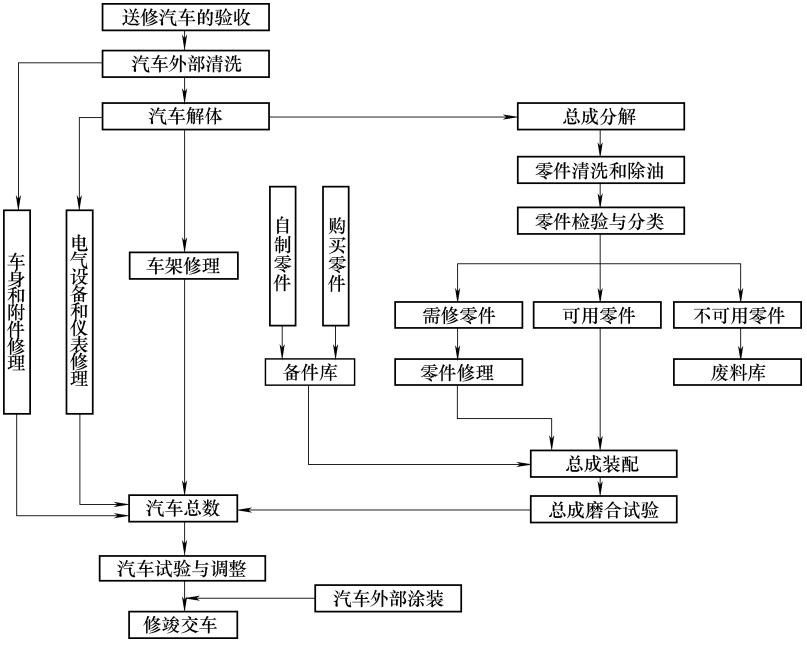


图 15-4　采用就车修理法时汽车大修的工艺过程

就车修理方法的特点是：所有的总成都是由原车拆下的总成和零件装成的。由于各总成的修理周期不同，采用就车修理时，必须等修理周期最长的总成修竣后方能装配汽车，所以大修周期较长。

采用总成互换法修理汽车时，其工艺过程如图 15-5 所示。汽车大修时将验收并经外部清洗的汽车拆成总成，修理汽车车架（或轿车车身），然后

用备用总成库的周转总成、组合件和零件来装配汽车。而拆下的总成经拆散检验分类和修复后，交备用总成库，以备其他车辆修理时使用。由于采用了备用零件和周转总成，就不会破坏汽车修理装配的连续性，所以可大大缩短大修时间。

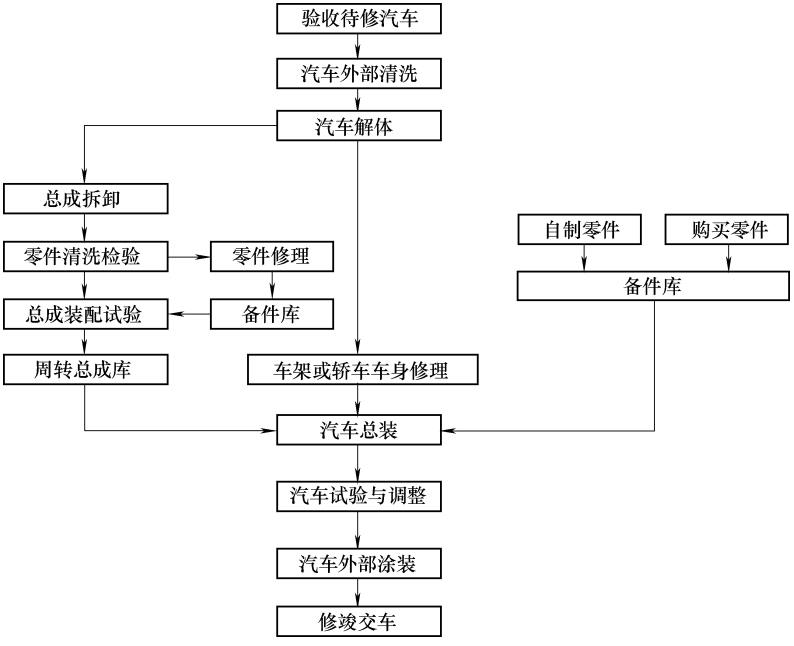


图 15-5　采用总成互换修理法时汽车大修工艺过程

采用总成互换修理法时，企业承修的车辆必须车型较单一，而且互换总成的修理质量必须要达到统一的修理标准，否则实施时就会发生困难。

采用总成互换修理法时，备用总成的数量与总成的修理时间和车架（或车身）修理时间的差值大小有关，在差额期内必须由备用总成来补充。



附录

汽车名词英文缩写

A

A.	ampere	安培
a.	ampere	安培
AAV	all activity vehicle	多功能汽车
ABCM	anti-lock brake control module	防抱死制动控制模块
ABDC	after bottom dead center	在下止点后
ABRS	air bag restrain system	安全气囊式乘员保护系统
ABS	anti-lock brake system	防抱死制动系统
A. C.	alternating current	交流电
a. c.	alternating current	交流电
ac.	alternating current	交流电
a-c.	alternating current	交流电
AC	air conditioning	空调
ACC	acceleration	加速
ACCS	air conditioning cycle switch	空调循环开关
ACCW	alternating current continuous wave	交流连续波，交流等幅波
ACG	alternating current generator	交流发电机
ACT	air charge temperature	进气温度
ADC	air dry cell	空气干电池
ADD	analog data digitizer	模拟数据数字转换器
ADF	aerodynamic drag factor	气阻系数
adj.	adjust	调整
Abs	absolute	绝对
AEC	automotive emission control	汽车排放物控制
AETS	automatic engine test system	发动机自动测试系统

A/F	Air Fuel Ratio（Also AFR）	空燃比
AFC	air flow control	空气流量控制
AFE	automobile fuel economy	汽车燃油经济性
A/F ratio	air-fuel ratio	空气燃油混合比，空燃比
AIP	air injection pump	空气喷射泵
AKI	antiknock index	抗爆燃指数
AL	aluminum	铝
ALB	anti-lock brake	防抱死制动器
ALD	auto-locking differential	自锁式差速器
ALR	automatic locking retractor	（乘员安全带）自动锁式伸缩装置
am.	amplitude	振幅
amp.	ampere	安培
Amt	amount	量
Ans	answer	回答，答复
Approx.	approximate	近似，约计
APRX	approximate	近似，约计
A. S. A.	American Standard Association	美国标准协会
A. S. M	American Society of Metals	美国金属协会
ASME	American Society of Mechanical Engineers	美国机械工程学会
A. S. T. M	American Society for Testing Materials	美国材料试验学会
ATF	automatic transmission fluid	自动变速器用油
atm.	atmosphere	大气
atm. press.	atmosphere pressure	大气压力
AWD	all wheel drive	全轮驱动，四轮驱动

B

B.	breadth	宽度
b.	breadth	宽度
BA	Back-up alarm	倒车报警装置
BAP	barometric absolute pressure	大气绝对压力

BAS	brake assisted system	制动助力系统
BAT	battery	电池
Bb	ball bearing	滚珠轴承
b. b.	ball bearing	滚珠轴承
BBC	before bottom center	在下止点前
BBC	bumper to back of cab	保险杠至驾驶室后壁之间的距离
B. Bz	bearing bronze	轴承青铜
BCM	body control module	车身控制模块
BDC	bottom dead center	下止点
BDP	bottom dead point	下止点
BDV	break-down voltage	击穿电压
B. E. S. A	British Engineering Standard Association	英国工程师标准学会
BEVO	before exhaust valve opening	在排气门开启前
BFC	brake force coefficient	制动力系数
BG	back gear	倒挡齿轮
B. H. N	Brinell hardness number	布氏硬度
B. h. N	Brinell hardness number	布氏硬度
BHP	brake horsepower	制动功率
BHP	British horsepower	英制功率
BITE	build-in test equipment	车载式检测设备
BLS	back-up light switch	倒车灯开关
b. m. e. p.	brake mean efficiency pressure	制动平均有效压力
BP	back pressure	背压
BPS	barometric pressure sensor	大气压力传感器
BTE	brake thermal efficiency	制动热效率
BTU	British Thermal Unit	英制热量单位

C

C（cap.）	capacity	容量

C	carbon	碳
C（℃）	degree centigrade	摄氏温度
C	clearance	余隙
CACS	comprehensive automobile control system	汽车综合控制系统
CAD	computer aided design	计算机辅助设计
CAT	carburetor air temperature	化油器空气温度
CBS	combined brake system	联合制动系统
CCCC	computer controlled catalytic converter	计算机控制催化转换器
CCM	central control module	中央控制单元
CCW	counter-clockwise	逆时针方向的
ccw.	counter-clockwise	逆时针方向的
Cent.	Centigrade	摄氏
CEC	combined emission control	综合废气排放控制
CFE	composite fuel economy	综合燃油经济性
cg.	centigram	厘克
C. I.	cast iron	铸铁
c. i.	cast iron	铸铁
CI engine	compression ignition engine	压燃式发动机
CIL	clear indicating light	消除（故障码）指示灯
cir.	circular	圆形的
CIRCUM	circumference	圆周
CIS	computer ignition system	计算机控制点火系统
CKFS	crankshaft position sensor	曲轴位置传感器
CL	central locking	中央控制门锁（中控锁）
cm	centimeter	厘米
CMC	China National Machinery Import and Export Corporation	中国机械进出口公司
CNG	compressed natural gas	压缩天然气
Co. Ltd	Company Limited	有限公司
Coeff.	coefficient	系数

con'rod	connecting rod	连杆
const.	constant	常数
cop.	copper, Cu	铜
c. p. m.	cycles per minute	每分钟循环次数
C. P.	center of pressure	压力中心
CPP	clutch pedal position	离合器踏板位置
c. p. s.	cycles per second	每秒钟循环次数
CPU	central processing unit	中央处理单元
CRS	child restraint system	儿童安全保护系统
CTC	cam timing contact	凸轮定时连接点
CTE	coefficient of thermal expansion	热膨胀系数
CTP	closed throttle position	节气门关闭位置
CTR	clutch transmission ratio	离合器传动比
CVRT	continuously variable ratio transmission	无级调速变速器
CVS	constant volume sampling	定容取样法
CVT	continuously variable transmission	无级变速器
cu	cubic	立方的
cu. ft.	cubic feet	立方英尺
cu. in.	cubic inch	立方英寸
cu. m.	cubic meter	立方米
cv	constant velocity	等速
c. w.	clockwise	顺时针的
cyl.	cylinder	气缸
CYM	coefficient of yawing moment	(车辆) 横摆力矩系数

D

D	density	密度
D.	diameter	直径
d.	diameter	直径
d.	depth	深度
d.	degree	度

da	direct action	直接作用
DAC	Digital to Analog Converter	数-模转换器
DBC	dual-bed catalyst	双层催化床式催化器
d. c.	drag coefficient	阻力系数
dc.	direct current	直流电
d-c	direct current	直流电
DCI	direct cylinder injection	直接喷入气缸
DEC	diesel electronic control	柴油机电子控制
DEEP	dynamic evaluation of engine parameters	发动机性能参数的动态测定
deg.	degree	度
DEN	density	密度
den	density	密度
DENG	Diesel Engine	柴油机
Det.	detail	零件
DFMEA	design failure mode&effects analysis	设计失效模式及后果分析
diam	diameter	直径
D. I. diesel	direct-injection diesel	直接喷射式柴油机
DID	direct injection diesel	直接喷射式柴油机
DIM	dimension	尺寸，元，维
DSCS	double swirl combustion system	双涡流燃烧系统
DSDC	diesel smoke discharge control	柴油机排烟控制系统
DSL	diesel	柴油发动机

E

E	modulus of elasticity	弹性系数
E	emery	金刚砂
EA	electric automobile	电动汽车
EAC	electric assist choke	电动辅助阻风门
EAT	electronic automatic transmission	电子控制自动变速器
EBP	exhaust back pressure	排气背压
ECE	external combustion engine	外燃机

ECI	electronically controlled injection	电子控制燃油喷射
ECM	Engine Control Module	发动机控制模块
ECM	Electronic Control Module	电子控制单元
ECO	engine checkout（system）	发动机检验（系统）
ECS	electronic control suspension	电子控制悬架
ECTS	engine coolant temperature sensor	发动机冷却液温度传感器
ECU	Electronic Control Unit	电子控制单元
ECV	electrically controlled vehicle	电控汽车
EECS	evaporative emission control system	燃油蒸发污染控制系统
eff.	efficiency	效率
EFG	electronic fuel gauge	电子燃油表
EFI	Electronic Fuel Injection	电子燃油喷射
EFTS	engine fuel temperature sensor	发动机燃油温度传感器
e. g.	for example	例如
EGI	electronic gasoline injection	电子控制汽油喷射
EGR	Exhaust Gas Recirculation	废气再循环
EGT	Exhaust Gas Temperature	废气温度
EIN	engine identification number	发动机识别号码
EIS	electronic ignition system	电子点火系统
EP	effective power	有效功率
e. p.	effective power	有效功率
EMC	electromagnetic clutch	电磁离合器
EMCON	engine monitoring and control	发动机检测与控制
EMCS	electronic module control system	电子模块控制系统
E. M. P	effective mean pressure	平均有效压力
ENG	engine；engineering	发动机；工程
EON	engine octane number	发动机辛烷值
EPAS	electrical power-assisted steering	电动助力转向
eq.	equation	方程式
eq.	equivalent	当量
e. s. p.	effective summed power	总有效功率
ETC	electronic throttle control	节气门电子控制

EUI	electronic unit injector	电子控制喷油器
EV	electric vehicle	电动车辆
EVAPS	evaporative emission control system	燃油蒸气排放控制系统
EVC	exhaust valve closing	排气门关闭
EVP	EGR valve position sensor	废气再循环控制阀位置传感器
ext.	external	外部的
EZEV	equivalent zero emission vehicle	等效零排放汽车

F

F	force	力
F	forging	锻造
f	finish mark	加工符号
f	frequency	频率
f	coefficient of friction	摩擦因数
FA	failure analysis	故障分析
F/A	fuel-air ratio	空燃比
FACS	full auto choke system	全自动阻风门控制系统
FBOA	Fellow of the British Optical Association	英国光学协会会员
FDI	fuel direct injection	燃油直接喷射
Fe	iron	铁
FEO	fuel efficient oil	节省燃油的润滑油
FI	fuel injection	燃油喷射
FICA	failure indication and corrective action	故障指示信号及校正
Fig.	figure	图
FL	forced lubrication	强制润滑，压力润滑
FMEA	failure mode and effects analysis	失效模式及影响分析
FPC	fuel pump circuit	然油泵电路
F/R	front engine/rear wheel drive	前置发动机/后轮驱动
FRV	front-engine-rear-wheel-drive vehicle	前置发动机/后轮驱动汽车
FS	factor of safety	安全系数
FT	firing temperature	着火点，着火温度

FTA	fault tree analysis	故障树分析法
f. p.	flash point	闪点
FV	Fighting Vehicle	战斗车辆
FWB	front wheel brake	前轮制动器
FWD	Front-Wheel Drive	（汽车）前轮驱动
FWD	four-wheel drive	四轮驱动

G

G	ground	接地，搭铁
g	acceleration of gravity	重力加速度
g	gramme	克
g. a. d.	general assembly drawing	总装图
gal	gallon	加仑
GDP	gross domestic product	国民生产总值
GPS	Global Position System	全球定位系统
GR	gear ratio	齿轮传动比
grm.	gramme	克
GVW	gross vehicle weight	全车总重
GW	gross weight	总重

H

H	hydrogen	氢
h	height	高度
h	hour	小时
HAS	heated air system	空气加热系统
HB	Brinell hardness	布氏硬度
HBAT	high battery	高能蓄电池
HCEI	hydrocarbon emission index	碳氢化合物排放指数
HCV	heat control valve	温度调节阀
HDV	heavy duty vehicle	重型车辆
HE	human engineering	人体工程学
HEGO	hot exhaust gas oxygen	热态废气氧
HF	high frequency	高频

HGV	heavy goods vehicle	重型货车
HP	high pressure	高压
H. T.	heat treatment	热处理
HTF	hydraulic transmission fluid	液压传动用油
HVI	high viscosity index	高黏度指数
Hz	hertz	赫兹

I

IA	input axis	输入轴
IAA	idle air adjusting	怠速空气调节（装置）
IABCV	intake air bypass control solenoid valve	进气旁通单向阀
IAC	Idle Air Control	怠速空气控制
I&M	inspection and maintenance	检查与维护
IAT	intake air temperature	进气温度
I. A. T. M.	International Association for Testing Materials	国际材料试验协会
ICE	Internal Combustion Engine	内燃机
ICM	ignition control module	点火控制组件
I. D.	inside diameter	内径
IDM	ignition diagnostic monitor	点火诊断监控器
i. e.	which is to say	意即
IEI	integrated electronic ignition	整体式电子点火
IES	integrated electronic system	集成电子系统
IFI	indirect fuel injection	间接燃油喷射
IFS	independent front suspension	前独立悬架
IMA	idle mixture adjuster	怠速混合调节器
IMRC	intake manifold runner control	进气歧管通路控制
IMS	ignition module signal	点火模块信号
IMV	intake manifold vacuum	进气歧管真空度
in.	inch	英寸
IRS	independent rear suspension	独立后悬架
IS	independent suspension	独立悬架
ISC	idle speed control	怠速控制

ISO	International Standard Organization	国际标准组织
isoth	isothermal	等温的
IVHS	intelligent vehicle highway system	智能汽车高速公路系统

K

K	constant	常数
k	thermal conductivity	热传导率
kg	kilogram	千克
km	kilometer	千米，公里
KOEO	key on engine off	静态测试模式
KOER	key on engine run	动态测试模式
KPI	kingpin inclination	主销内倾
kt	knot	节，哩/时
KVA	kilovolt-ampere	千伏特安培
KW	kilowatt	千瓦
kwhr	kilowatt-hour	千瓦小时

L

L	length	长度
L	length of stroke	冲（行）程长度
L	liter	公升
lab.	laboratory	实验室
LAC	idle air control	怠速空气控制
LBC	load bearing capacity	承载能力
LBE	lean burn engine	稀混合气发动机
LCS	lean combustion system	稀混合气燃烧系统
LDC	lower dead center	下止点
LDT	light duty truck	轻型载货汽车
LED	light emitting diode	发光二极管
LEV	low-emission vehicle	低排放汽车
LF	low frequency	低频
LFC	low fan control	低速风扇控制
LHD	left hand drive	左侧驾驶

lim	limit	极限
lin	linear	线性的，直线的
liq	liquid	液体
log.	logarithm	对数
LPG	liquefied petroleum gas	液化石油气
LV	Low Voltage	低电压
L×W×H	length × width × height	长×宽×高

M

M	moment	力矩
m	mass	质量
m	meter	米
m	mile	英里
m	minute	分钟
ma	milliampere	毫安
mach.	machine	机器
MAF	mass air flow	质量空气流量
MAP	Manifold Absolute Pressure	歧管绝对压力
mar.	marine	船用的
MATS	Manifold Air Temp Sensor	歧管空气温度传感器
math	mathematics	数学
max	maximum	最大
m. c. r.	maximum continuous revolutions	最大连续转速
MCT	manifold charge temperature	歧管进气温度
MDS	malfunction detection system	故障探测系统
M. E.	mechanical engineer	机械工程师
mech.	mechanics	力学
MEO	major engine overhaul	发动机大修
m. e. p.	mean effective pressure	平均有效压力
MFI	mechanical fuel injection	机械燃油喷射
MFI-C	multiport fuel injection continuous	连续多点燃油喷射
mfo	manifold	歧管
mg	milligram	毫克

MHZ	megahertz	兆赫（兹）
mi	mile	英里
MIL	malfunction indicator lamp	故障指示灯
min	minimum	最小
m. i. p.	mean indicated pressure	平均指示压力
ml	milliliter	毫升
mm	millimeter	毫米
MON	motor octane number	马达法辛烷值
MPFI	multipoint fuel injection	多点燃油喷射
m. p. h.	miles per hour	英里/时
m. p. s.	meters per second	米/秒
MTBF	mean time between failure	故障平均间隔时间
MTBM	mean time between maintenance	保养平均间隔时间
MTBR	mean time between repairs	维修平均间隔时间
m/s	meters per second	米/秒

N

N	number of teeth	齿数
n	normal	额定的，正常的
NA	naturally aspirated	自然吸气式
NAVSAT	navigation satellite	导航卫星
NGL	natural gas liquefied	液化天然气
NPS	neutral/park（position）signal	空档/停车（位置）信号
n. wt	net weight	净重

O

O	oxygen	氧
OBC	on-board diagnosis	车载电脑诊断
OCS	overdrive cancel switch	超速解除开关
OD	outer diameter	外径
OEM	original equipment manufacturer	原装设备制造厂
OHC	overhead camshaft	顶置式凸轮轴
OHV	overhead valve	顶置式气门

OPS	oil pressure sensor	油压传感器
OS	oversize	尺寸过大
OWC	one-way clutch	单向离合器

P

P	page	页
P	part	零部件
p.	per	每
P（p）	pitch	节，螺距，节距
PAB	power-assisted brake	助力制动
PAS	power-assisted steer	动力助力转向
p. c	per cent	百分数
PCV	positive crankcase ventilation	曲轴箱强制通风
PFI	port fuel injection	进气道燃油喷射
p. h.	per hour	每小时
PIM	pressure intake manifold	进气歧管压力
p. m.	per minute	每分钟
PNP	park/neutral position	驻车/空档位置
psi.	pounds per square inch	磅/平方英寸
PSP	power steering pressure	动力转向压力

Q

Q	quantity	量
Q	quantity of heat	热量
QEC	quick engine charge	发动机快速充气

R

R	radius	半径
R	resistance	阻力，电阻
Re	Reynold's number	雷诺数
RABS	rear anti-lock brake system	后防抱死制动系统
rad.	radius	半径
r. b.	roller bearing	滚球轴承

recip	reciprocal	往复式的
RD	rear drive	后轮驱动
ref.	reference	参考
RON	research octane number	研究法辛烷值
R. P. M.	revolutions per minute	转数每分钟
rpm	revolutions per minute	转数每分钟
r. p. s.	revolutions per second	转数每秒钟
RV	rear view	后视
RWD	rear wheel drive	后轮驱动

S

S	sign	符号
S	stress	应力
SAE	Society of Automotive Engineers	汽车工程师学会
SC	silicon control	可控硅
SD	spark delay	火花延迟
sec.	second	秒
SEC	section	部件，截面
SFC	Specific fuel consumption	比油耗
SFI	sequential fuel injection	顺序喷油系统
SIE	Spark Ignition Engine	点燃式发动机
sp. ht	specific heat	比热
SPI	single point injection	单点喷射
SPR	spark-retard	火花延迟
sp. vol	specific volume	比容
sq.	square	平方的，正方形
sq. ft.	square feet	平方英尺
sq. cm.	square centimeter	平方厘米
sq. km.	square kilometer	平方公里
sq. mm.	square millimeter	平方毫米
STD	standard	标准
S. V.	specific volume	比容

T

T	temperature	温度
T	ton	吨
TBI	Throttle Body Injection	节气门体喷射
TBO	time between overhaul	大修间隔时间
TDC	top dead center	上止点
t. c.	temperature coefficient	温度系数
temp.	temperature	温度
temp. deff.	temperature difference	温差
THS	transmission hydraulic switch	变速器液力开关
TPS	Throttle Position Sensor	节气门位置传感器
TWC	Three Way Catalyst	三元催化器

U

UDC	upper dead center	上止点
ult.	ultimate	极限的，最大的
US	undersize	尺寸过小
U. S. St.	United States Standard	美国标准

V

V	velocity	速度
v.	variable	变数，变量
v.	volume	容积
VAF	vane air flow（sensor）	叶轮式空气流量（传感器）
val.	value	数值
var.	variable	变数，变量
VATS	vehicle anti-theft system	汽车防盗系统
viz.	that is，namely	即，就是
v. l.	valve	气门
v. v.	vice versa	反之亦然
VVS	vehicle speed vehicle	车速传感器

W

W	watt	瓦特
W	width	宽
W	work	功
WAC	wide open throttle	节气门全开
WL	wheel load	车轮负荷
WLC	wheel lock coefficient	车轮抱死系数
WOT	wide open throttle	节气门全开
WTS	water temperature sensor	水温传感器
w. p.	working pressure	工作压力

参 考 文 献

[1] 陈家瑞. 汽车构造（上册）[M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2013.

[2] 汪臻. 汽车发动机构造与维修 [M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2013.

[3] 杨占鹏. 怎样维修巡航、电控悬架、电控动力转向系统 [M]. 北京：机械工业出版社，2004.

[4] 刘丙政，武长河. 汽车维修基础 [M]. 北京：北京大学出版社，2010.

[5] 于增信，等. 汽车发动机构造、原理与维修 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[6] 钟利兰. 汽车故障诊断方法及应用实例 [M]. 北京：化学工业出版社，2013.

[7] 张西振. 汽车发动机电控技术 [M]. 2 版. 北京：机械工业出版社，2012.

[8] 尤明福. 汽车底盘电控技术 [M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2008.

[9] 张俊. 汽车车身电控技术 [M]. 北京：中国人民大学出版社，2009.

[10] 杨连福. 汽车电器与电子设备 [M]. 北京：机械工业出版社，2011.

[11] 凌永成. 汽车空调技术 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[12] 娄云. 汽车检测与诊断技术 [M]. 北京：北京大学出版社，2010.

[13] 姜立标. 现代汽车新技术 [M]. 北京：北京大学出版社，2012.

[14] 赵立军，佟钦智. 电动汽车结构与原理 [M]. 北京：北京大学出版社，2012.

[15] 何洪文，等. 电动汽车原理与构造 [M]. 北京：机械工业出版社，2012.

[16] 麻友良，严运兵. 电动汽车概论 [M]. 北京：机械工业出版社，2012.

[17] 陈黎明. 电动汽车结构原理与故障诊断 [M]. 北京：机械工业出版社，2015.

ISBN 978-7-111-51677-4
策划编辑◎陈玉芝 / 封面设计◎张静

QICHE XIULI JISHI SHOUCE

更多精彩图书、资讯
请关注：机械工人之家

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

机械工业出版社微信公众号

上架指导 工业技术 / 交通运输 / 整车维修

ISBN 978-7-111-51677-4

定价：59.80元