



QICHE WEIXIU ZONGJIAN JIANGUILUN CONGSHU

王小龙◎编著

# 高级轿车 电气系统知识



汽车维修总监讲理论丛书

# 不可不知的高级轿车电气 系统知识

王小龙 编著



机械工业出版社

大众、奥迪汽车电气系统已经实现了智能化、网络化的升级，目前正朝着无线互联的方向发展。但无论汽车电气系统将来朝着哪个方向变化，电气基础理论知识对于汽车维修人员而言永远是必不可少的。基于这样的考虑，本书用了较大篇幅介绍电路图、传感器与执行器方面的内容，并着重介绍与汽车电气系统紧密相连的车载数据总线与舒适系统的功能与工作原理。本书适合作为汽车维修工提高技能的培训用书，也可供汽车专业师生学习使用。

## 图书在版编目（CIP）数据

不可不知的高级轿车电气系统知识/王小龙编著. —北京：机械工业出版社，2013. 1

（汽车维修总监讲理论丛书）

ISBN 978-7-111-40066-0

I. ①不… II. ①王… III. ①轿车—电气系统—基本知识  
IV. ①U469. 110. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 243607 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：孙 鹏 责任编辑：孙 鹏

版式设计：霍永明 责任校对：姜 婷

封面设计：鞠 杨 责任印制：乔 宇

北京瑞德印刷有限公司印刷（三河市胜利装订厂装订）

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.5 印张·459 千字

0 001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-40066-0

定价：48.00 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

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前言

汽车电气系统好比是流经汽车全身的经脉与血管，是汽车正常工作的重要保障。同时，电气系统也是汽车日常故障频发的系统之一，并且其故障的诊断过程也与医学内科相似，要求维修人员具备较扎实的汽车电气系统理论知识。

大众、奥迪汽车电气系统已经实现了智能化、网络化的升级，目前正朝着无线互联的方向发展。但无论汽车电气系统将来朝着哪个方向变化，电气基础理论知识对于汽车维修人员而言永远是必不可少的。基于这样的考虑，本书用了较大篇幅介绍电路图、传感器与执行器方面的内容，并着重介绍与汽车电气系统紧密相关的车载数据总线与舒适系统的功能与工作原理。

从汽车维修的实际和汽车电气系统的最新发展出发是本书的最大特点。书中对汽车电气系统的组成进行了重构。例如，大胆地摒弃了传统的起动系统部分的内容，增加了电能管理系统与无钥匙进入/起动系统的内容。

本书共分 11 章。第 1 章为车身电气系统概述，内容涉及大众汽车车身电气系统的特点与组成；第 2 章为汽车传感器与执行器，内容涉及汽车传感器、执行器的类型、工作原理以及应用；第 3 章为汽车电路图，内容涉及大众汽车电路图的特点、组成以及识读方法；第 4 章为数据总线系统，内容涉及 LIN、CAN 及 MOST 等数据总线的特点、功能与工作原理；第 5 章为电源系统，内容涉及蓄电池、发电机的功能、结构组成与工作原理，电能系统的工作原理；第 6 章为舒适系统，内容涉及舒适系统上的中央控制单元、电能管理控制单元等控制单元的功能与工作过程；第 7 章为照明系统，内容涉及照明系统的组成与工作原理，照明系统的控制电路；第 8 章为组合仪表，内容涉及组合仪表的功能、组成以及电路分析；第 9 章为防盗器系统，内容涉及大众汽车第三、四代防盗器的组成、匹配与工作原理、无钥匙进入/起动系统；第 10 章为乘员保护系统，内容涉及大众汽车安全气囊的功能与正常操作、乘员保护系统的组成与工作原理；第 11 章为信息娱乐系统，内容涉及信息娱乐系统的类型、组成、各组成部分的工作原理。

本书在编写过程中，充分借鉴了大众、奥迪汽车 SSP 课程内容以及一线维修技师的维修笔记，在此对这些资料的作者一并表示感谢。

新理论、新技术内容的编写是一项探索性的工作，时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议，以便修订时补充更正。

编者



# 目 录

## 前言

## 第 1 章 大众、奥迪汽车电气系统概述 .....1

- 1.1 汽车电气设备的发展概况.....2
- 1.2 大众、奥迪汽车电气系统的一般特点.....8
- 1.3 大众、奥迪汽车电气系统组成.....9
- 1.4 大众、奥迪汽车电气系统在车身的分布 .....10
  - 1.4.1 配电装置的分布.....10
  - 1.4.2 舒适系统控制单元分布.....12
  - 1.4.3 信息娱乐系统控制单元分布.....13
  - 1.4.4 动力总线系统控制单元分布.....14
- 本章小结 .....14

## 第 2 章 汽车传感器与执行器 .....15

- 2.1 传感器 .....16
  - 2.1.1 信号 .....16
  - 2.1.2 传感器的类型.....17
- 2.2 执行器 .....21
  - 2.2.1 概述 .....21
  - 2.2.2 电磁线圈 .....22
  - 2.2.3 电动机 .....23
- 2.3 传感器与执行器故障维修案例.....26
- 本章小结 .....28

## 第 3 章 大众、奥迪汽车电路图 .....29

- 3.1 大众、奥迪汽车电路图特点.....30
- 3.2 大众、奥迪汽车电路图组成.....30
  - 3.2.1 电器设备符号.....31
  - 3.2.2 电器设备简称.....35
  - 3.2.3 电器设备上的插座端子定义.....35
  - 3.2.4 电路与导线连接器.....40
- 3.3 大众、奥迪汽车电路样图识读.....44
- 3.4 大众、奥迪汽车电路图的使用.....47
- 本章小结 .....52

## 第 4 章 奥迪汽车数据总线系统 .....54

- 4.1 概述 .....55

## 4.2 数据总线结构.....57

## 4.3 LIN 总线.....61

- 4.3.1 LIN 总线结构.....61
- 4.3.2 LIN 总线工作原理.....63
- 4.3.3 诊断.....67

## 4.4 CAN 总线.....67

- 4.4.1 CAN 数据总线组成.....67
- 4.4.2 CAN 总线工作原理.....68

## 4.5 MOST 总线 .....73

- 4.5.1 MOST 总线上控制单元组成 .....74
- 4.5.2 MOST 总线工作原理 .....79
- 4.5.3 诊断.....86

## 4.6 诊断总线.....87

## 4.7 FlexRay 总线 .....88

- 4.7.1 FlexRay 总线基本原理 .....89
- 4.7.2 FlexRay 的数据通信 .....90
- 4.7.3 FlexRay 总线工作模式 .....91

## 4.8 CAN 数据总线波形分析 .....92

- 4.8.1 CAN 数据总线诊断工具的使用 .....92
- 4.8.2 CAN 总线波形分析实例 .....93

## 本章小结.....99

## 第 5 章 大众、奥迪汽车电源系统 .....101

## 5.1 概述.....102

## 5.2 蓄电池.....103

- 5.2.1 蓄电池的结构与类型.....103
- 5.2.2 大众、奥迪汽车蓄电池的结构特点 .....109
- 5.2.3 铅酸蓄电池的工作原理.....111

## 5.3 交流发电机.....114

- 5.3.1 概述.....114
- 5.3.2 交流发电机的组成结构.....116
- 5.3.3 交流发电机的工作原理.....118

## 5.4 双蓄电池管理系统.....120

- 5.4.1 双蓄电池管理系统设计.....120

5.4.2 蓄电池管理系统的工作原理·····	121	6.6 供电控制单元 2 J520·····	167
5.5 电能管理系统·····	125	6.6.1 主导功能·····	167
5.5.1 电能管理控制单元 J644·····	126	6.6.2 供电控制单元 2 J520 功能示意图·····	167
5.5.2 电能管理的功能·····	127	6.7 车门控制单元 J386 ~ J389·····	169
5.6 电源系统故障诊断案例分析·····	134	6.8 车顶电气控制单元 J528·····	171
本章小结·····	138	6.9 胎压监控系统·····	173
<b>第 6 章 大众、奥迪汽车舒适系统</b> ·····	139	6.9.1 轮胎压力监控显示系统·····	174
6.1 舒适系统中央控制单元 J393·····	140	6.9.2 没有车轮位置识别的轮胎压力 监控系统·····	177
6.1.1 舒适系统中央控制单元 J393 的功能·····	140	6.9.3 有车轮识别功能的轮胎压力 监控系统·····	179
6.1.2 右转向闪光控制过程·····	142	6.9.4 三种轮胎压力监控系统主要 特点的对比·····	182
6.1.3 撞车闪光(安全气囊未弹出)控制 过程·····	143	6.10 舒适系统故障维修案例·····	183
6.1.4 危险警报闪光控制过程·····	144	本章小结·····	191
6.1.5 防盗器闪光(警报)控制过程·····	145	<b>第 7 章 大众、奥迪汽车照明系统</b> ·····	193
6.1.6 尾灯的工作原理·····	145	7.1 汽车照明系统的发展·····	194
6.1.7 高级钥匙开锁控制过程·····	146	7.2 照明系统的分类与组成·····	195
6.1.8 行李箱盖自动开锁控制过程·····	148	7.2.1 一般照明系统·····	195
6.1.9 舒适系统中央控制单元 J393 功能 原理图·····	149	7.2.2 灯光信号系统·····	197
6.2 行李箱盖控制单元 J605·····	151	7.3 照明系统的工作原理·····	199
6.2.1 行李箱盖控制单元 J605 的功能·····	151	7.3.1 控制元件·····	199
6.2.2 行李箱盖控制单元 J605 功能 示意图·····	152	7.3.2 照明系统的工作过程·····	201
6.3 水平/防盗系统控制单元 J529·····	152	7.4 大众帕萨特照明与信号系统控制电路·····	205
6.4 供电控制单元 J519·····	153	本章小结·····	217
6.4.1 供电控制单元 J519 的功能·····	153	<b>第 8 章 大众、奥迪汽车组合仪表</b> ·····	218
6.4.2 开关显示照明亮度调节控制过程·····	154	8.1 组合仪表概述·····	219
6.4.3 左驻车灯控制过程·····	154	8.2 组合仪表的组成·····	219
6.4.4 近光灯控制过程·····	155	8.2.1 驾驶人仪表板·····	219
6.4.5 近光灯(自动)控制过程·····	156	8.2.2 警告灯·····	222
6.4.6 倒车灯控制过程·····	157	8.2.3 驾驶人信息面板警告灯·····	224
6.4.7 刮水器 1 档控制过程·····	158	8.3 仪表与警告灯系统的电路分析·····	226
6.4.8 带有前照灯清洗功能的点动刮水 控制过程·····	159	本章小结·····	230
6.4.9 车内灯控制过程·····	160	<b>第 9 章 大众、奥迪汽车防盗器系统</b> ·····	231
6.4.10 驾驶人识别·····	162	9.1 大众、奥迪汽车防盗器系统概述·····	232
6.4.11 供电控制单元功能示意图·····	163	9.2 第三代防盗器——防盗器 III·····	235
6.5 刮水电动机控制单元 J400·····	165	9.2.1 防盗器 III 的组成·····	236
		9.2.2 防盗器 III 的工作原理·····	237
		9.3 第四代防盗器——防盗器 IV·····	240

9.3.1 防盗器 IV 的组成 .....	241	10.4 乘员保护系统控制电路 .....	266
9.3.2 防盗器 IV 部件匹配 .....	244	本章小结 .....	272
9.4 无钥匙进入/起动系统 .....	246	<b>第 11 章 大众、奥迪汽车信息娱乐</b>	
9.4.1 无钥匙进入/起动系统组成 .....	247	<b>系统 .....</b>	<b>273</b>
9.4.2 无钥匙进入/起动系统工作原理 .....	250	11.1 概述 .....	274
本章小结 .....	253	11.2 信息娱乐系统的组成 .....	276
<b>第 10 章 大众、奥迪汽车乘员保护</b>		11.3 信息娱乐系统的工作原理 .....	280
<b>系统 .....</b>	<b>254</b>	11.4 倒车辅助系统 .....	281
10.1 概述 .....	255	11.4.1 倒车影像 .....	281
10.2 乘员保护系统组成 .....	256	11.4.2 自动泊车辅助系统 .....	284
10.3 乘员保护系统工作原理 .....	265	本章小结 .....	290

# 第1章

## 大众、奥迪汽车电气系统概述

---

### 学习目标

---

#### 知识目标:

- 1) 了解大众、奥迪汽车电气系统的特点。
- 2) 熟悉大众、奥迪汽车电气系统的组成。
- 3) 熟悉大众、奥迪汽车电气系统在车身上的布置特点。

#### 能力目标:

- 1) 熟悉大众、奥迪汽车电器设备在车身的分布位置。
- 2) 掌握大众、奥迪汽车电气常用维修诊断设备、常用工具、常用量具的使用方法。



## 1.1 汽车电气设备的发展概况

在 20 世纪 50 年代初,汽车的车载电器包含大约 30m 的电缆、一些开关、灯和点火系统。随着汽车行业的进一步发展,所需电器和电子器件的数量不断增加。除网络连接外,现代汽车上配备的线缆长度大约 3.5km。

汽车问世以来,在很长一段时间内其技术发展主要表现在机械方面,随着电子技术的进步,电子技术在汽车上的应用和发展代表了汽车技术发展的主流和趋势。

20 世纪 50 年代以前,限于电子技术的发展,汽车的发展以机械设备为主,电气设备在汽车上的应用较少,只是一些必要的电源和用电设备。

20 世纪 60 年代以后,随着电子技术的进步,汽车上开始采用电子设备,主要标志是交流发电机,采用二极管整流技术,将交流电变为直流电,减小了发电机的质量和体积,提高了发电机的可靠性;之后,又用电子调节器替代了传统的触点式调节器,使发电机输出的电压更加稳定,并大大减少了维护工作量。

进入 20 世纪 70 年代,电子技术应用于点火系统中,出现了电子控制高能点火系统,点火提前的电子控制系统,使点火能量大大提高,点火提前的控制更加精确,提高了汽车的动力性,降低了汽车的排放污染。进一步降低汽车的排放并提高汽车的整体性能,随之又出现了电子控制燃油喷射系统(EFI)、电子控制自动变速器(ECT)、制动防抱死系统(ABS)等。

20 世纪 80 年代以后,汽车用的电子装置越来越多,诸如驾驶辅助系统,安全警报装置,通信、娱乐装置等,特别是微机技术的发展,给汽车电子控制技术带来了一场技术革命,电子控制技术深入到汽车的各个部分,使汽车的整体性能得到了大幅度的提高。

进入 21 世纪后,随着电子技术、微机技术和网络技术的发展,人们对汽车的要求越来越高,汽车电子控制发展到了一个新阶段,电子控制系统已在汽车上普遍应用,并且向着网络化、智能化的方向快速发展,使得汽车的性能得到了大幅度的提高。

### 1. 智能化

车身电气系统的智能化主要体现在以单片机为主体的控制单元和各种智能传感器的应用。电子控制单元是由集成电路组成的用于实现对数据的分析、处理、发送等一系列功能的控制装置,目前在汽车上广泛应用,并且集成度越来越高。车用传感器是促进汽车高档化、电子化、自动化发展的关键技术之一,目前一般汽车装有几十到近百个传感器,而高级豪华汽车大约使用二三百个传感器。

智能化的电气系统充分释放了驾驶人的双手,降低了操作频率,提升了驾驶人的驾乘舒适性。如智能前风窗玻璃刮水系统,如图 1-1 所示,在前风窗玻璃的上方安装有雨量传感器,它在下雨时可以感应雨滴然后自动刮水电动机工作,并根据雨量大小自动调节刮水频率,雨停后又可以自动停止工作。

### 2. 网络化

在大众、奥迪汽车车型上,想要通过简单的开关来打开或者关闭某一项功能已经几乎是

不可能的了。电气系统大多数的功能都是通过车载网络来完成的，实现了性能、功耗以及电子控制单元成本的优化。

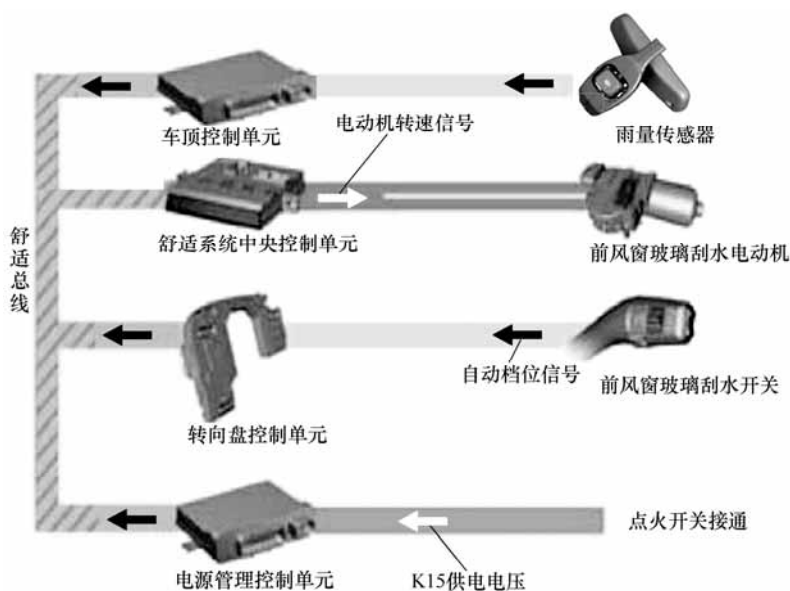


图 1-1 前风窗玻璃自动刮水功能

如图 1-2 所示，大众、奥迪汽车大部分车型的车载网络目前由三种网络组成：动力总线、舒适总线和信息娱乐总线。总线网络之间通过网关（也叫做数据总线诊断接口）进行数据的交换。

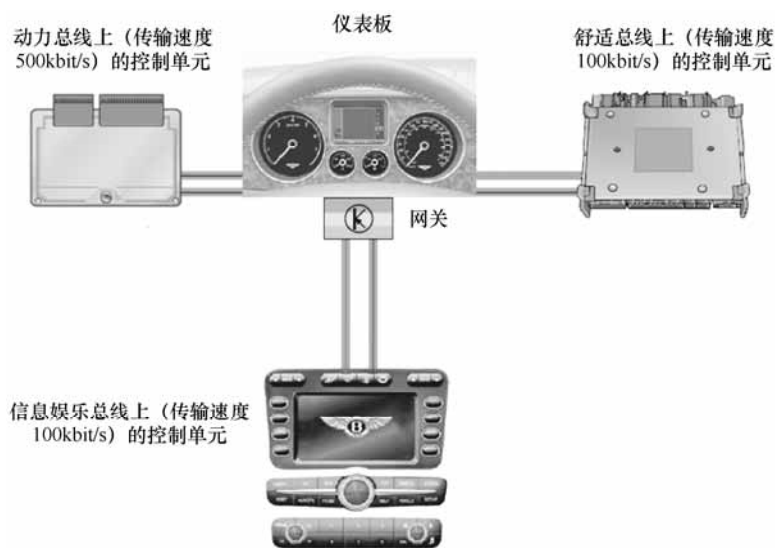


图 1-2 2003 款奥迪 A8 车载网络总线组成

（1）动力总线 目前动力总线还是以 CAN 数据总线为主，某些车型已经开始采用传输

速率更快的 FlexRay。动力总线上都是对即时信息传输速率要求较高的控制单元，所以动力总线的数据传输速率达 500kbit/s。动力总线上的控制单元一般包括发动机控制单元、变速器控制单元、电子驻车制动控制单元、ABS/ESP 控制单元、电源管理控制单元、空气悬架控制单元等，如图 1-3、图 1-4 所示。从图 1-3 和图 1-4 我们不难看出，动力总线上的控制单元的安装位置遍布整个车身，集中在某一安装位置的控制单元按照就近原则，在总线节点处形成行星连接，再与总线上的其他节点相连。舒适总线与信息娱乐总线上控制单元的连接也采用类似的连接方式。

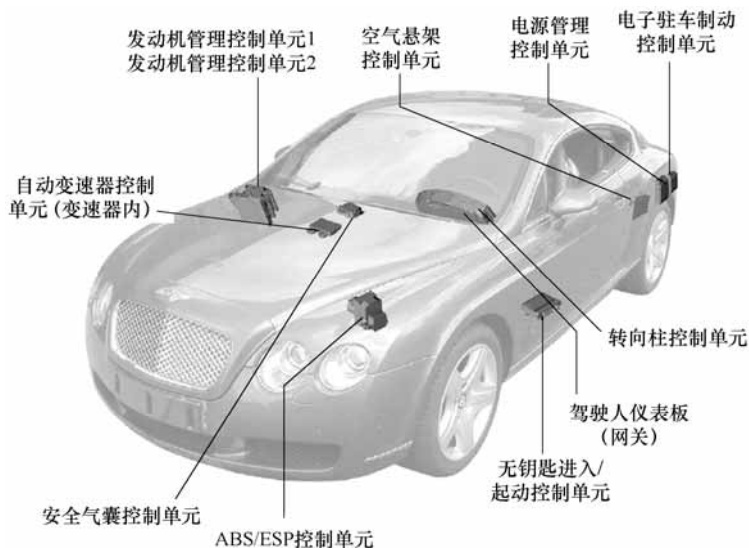


图 1-3 欧陆 GT 动力总线上的控制单元

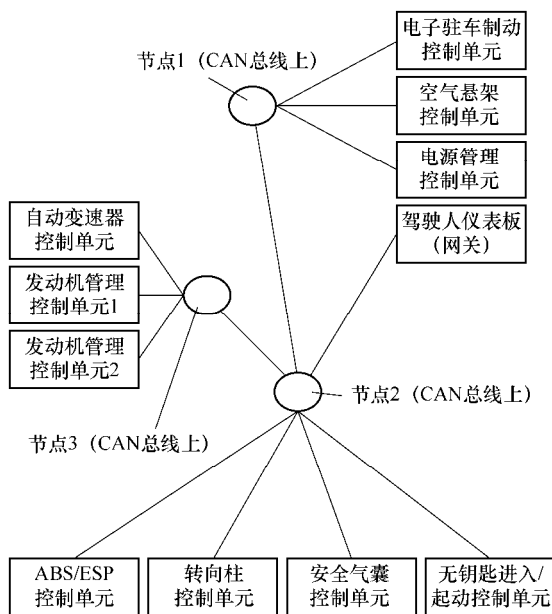


图 1-4 欧陆 GT 动力总线网络上控制单元连接方式

(2) 舒适总线 舒适总线对数据传输速率的要求不高,基本采用传输速率 100kbit/s 的 CAN 总线。舒适总线上一般以控制车身附加设备的控制单元为主,管理车身的自动功能,如自动前照灯、电动座椅、电动车窗、电动天窗等。包括座椅控制单元、车门控制单元、车顶控制单元、胎压控制单元、空调控制单元,如图 1-5、图 1-6 所示。

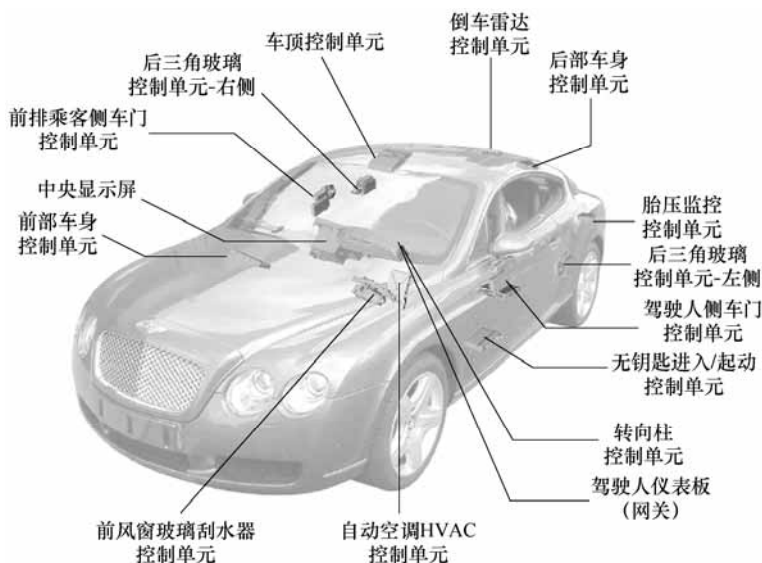


图 1-5 欧陆 GT 舒适网络总线上的控制单元

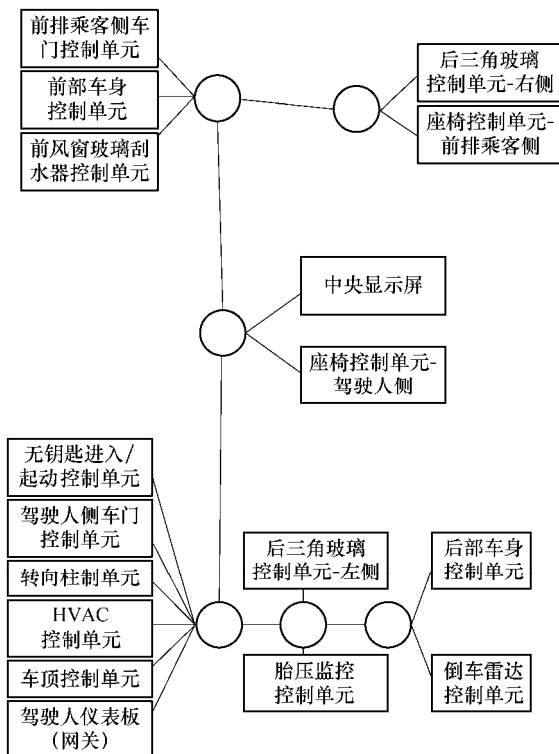


图 1-6 欧陆 GT 舒适网络总线上的控制单元的连接方式



(3) 信息娱乐总线 信息娱乐总线的网络类型目前有两种：CAN 网络与 MOST 网络。普通的 CAN 信息娱乐网络的传输速度为 100kbit/s，如图 1-7、图 1-8 所示；MOST 信息娱乐总线网络是以光纤为介质的环形网络，传输速度达 4Mbit/s，能够同时承载更多信息量，如图 1-9 所示。信息娱乐总线上的控制单元包括车载电话、电视调谐、收音机、音响放大器、CD/DVD 机、导航控制单元、中央显示屏等。



图 1-7 欧陆 GT 信息娱乐总线上的控制模块

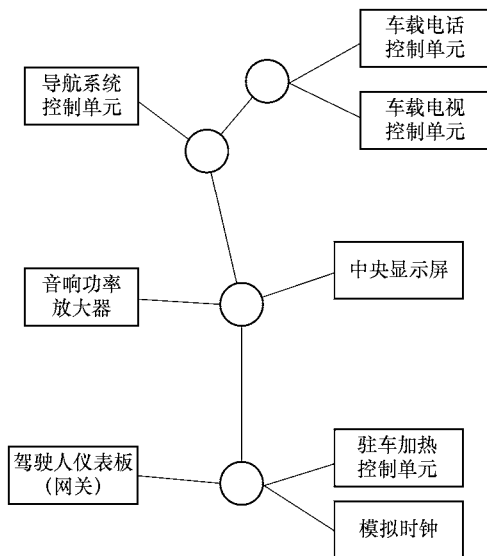


图 1-8 欧陆 GT 信息娱乐 CAN 总线上控制单元的连接方式

(4) 网关 网关也经常被叫做数据总线诊断接口 (Interface)，是各种总线网络之间进行数据交换的“中转枢纽”，并具备自诊断功能。

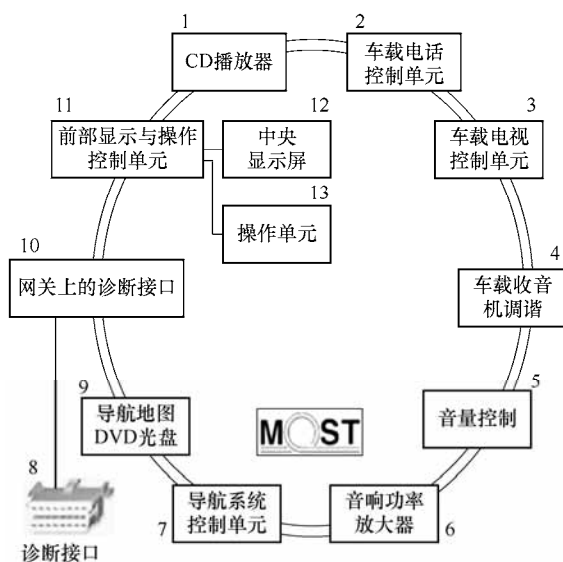


图 1-9 奥迪 A8 MOST 信息娱乐总线上控制单元的环形连接

虽然控制单元位于不同类型的总线上，但由于大部分的控制单元的信息都需要通过仪表板上的故障指示灯显示出来，提醒驾驶人车辆的运行状态，所以早期的网关集成在驾驶人控制面板内。随着车辆上控制单元数量的不断增多，除了 CAN 总线以外，其他总线类型不断地应用到新车型上，所以现在不少大众、奥迪车型上网关开始从车身前端的仪表板内，挪至车身中部（如后部座椅脚坑处）。

（5）前风窗玻璃刮水器 1 档工作过程 通过分析前风窗玻璃刮水器的手动 1 档的工作过程，如图 1-10 所示，可以进一步说明电气系统网络化控制的特点：

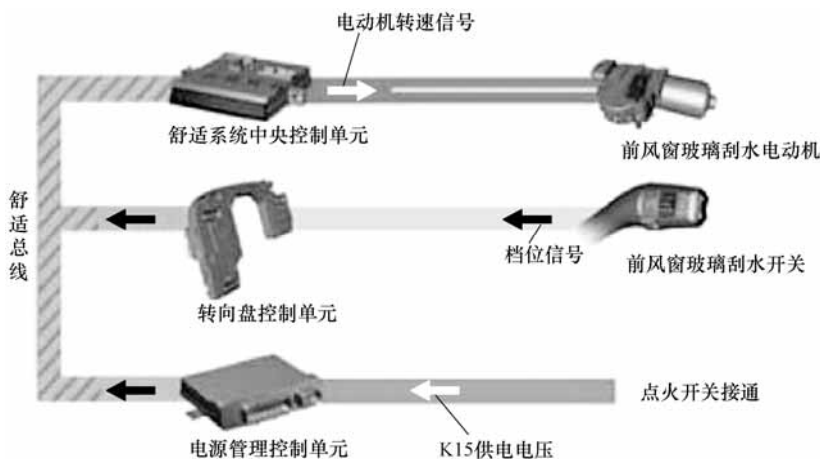


图 1-10 前风窗玻璃手动刮水功能

1) 打开点火开关或按下一键起动按钮，接通点火开关。这时防盗控制单元就会将接线柱 15 和 75x 的信息发送到舒适 CAN 总线。

2) 驾驶人操作刮水开关到 1 档位置后，刮水开关将“刮水器 1 档”这个信息发送到转

向柱电气控制单元。

3) 转向柱控制单元将“刮水器 1 档”这个信息发送到舒适系统中央控制单元上。

4) 舒适系统中央控制单元通过 LIN 总线将“刮水器 1 档”这个信息发送到前风窗玻璃刮水控制单元上。

5) 前风窗玻璃刮水控制单元控制刮水电动机以“1 档”转速动作。

### 3. 电器设备集成与模块化

汽车电器设备趋于集成化和模块化也是目前以及今后汽车电气系统的发展特点之一。为了减小体积,减轻质量,提高可靠性,要求将产品分散的部件组合成一个整体,趋于模块化。通过集成化和模块化后,可以共用传感器、控制元件、线路,使零件数量减少,减少连接点,从而提高可靠性。ZF 公司为大众、奥迪汽车开发的电控自动变速器就是一个很好的例子:将电磁阀体及传感器和控制单元都装到变速器内,这样一来既节省了空间,所使用的电线也由 20 根减为 4 根。

## 1.2 大众、奥迪汽车电气系统的一般特点

大众、奥迪汽车电气系统朝着智能化和网络化的方向发展,但仍遵循一定的规律,具有以下特点。

### 1. 采用直流电

由于汽车上的电源之一是蓄电池,蓄电池为直流电源,且蓄电池放电后必须采用直流电源对其充电,因此汽车上的发电机也必须输出直流电或整流后的交流电,由于上述原因,汽车上采用直流电。

### 2. 采用低压电源

汽车电气系统的额定电压有 12V 和 24V 两种,目前汽油机普遍采用 12V 电源,重型柴油车多采用 24V 电源。随着汽车电气设备电子化程度的提高和设备的增多,汽车电源电压有提高的趋势,以满足不断增加的用电需求。目前汽车 42V 电源系统正处于开发之中。

### 3. 采用单线制

汽车电器设备一般不单独设立一根到蓄电池负极的连接线,而是就近连接到发动机或车身金属框架,再以发动机或车身金属框架作为导体,到蓄电池负极搭铁。搭铁,指用电器的负极导线与蓄电池负极极柱连接的常用说法。使用汽车的金属机体作为一条公共导线,能够节约导线,使电器线路简单,安装维修方便。但现代汽车上也有一些部位没有与汽车金属机体相连,这些地方则必须采用双线制。

### 4. 负极搭铁

由于汽车采用单线制,所以电气系统的两个线路当中的一条必须用汽车的金属机体代替。在接线时,电源的一极或用电设备的一极要与金属机体相连,这样的连接称为搭铁。对直流电系统来说,电器设备的正极或负极均可作为搭铁极。但按照国际通行的做法,汽车电气系统一定为负极搭铁。

### 5. 用电设备并联

汽车上的用电设备之间都采用并联的方式，每个用电设备均由各支路的专用开关控制，互不干扰。

### 6. 各用电设备前均装有保险装置

常用的保险装置的类型为熔丝、熔断器。

### 7. 全车线束的导线有颜色和编号

大众、奥迪汽车上所有导线必须选用不同颜色的单色、双色甚至多色线，并在其上标有标号，标号由厂家统一编定。

## 1.3 大众、奥迪汽车电气系统组成

随着新技术给电气系统带来的变革，大众、奥迪汽车电气系统大致由电源系统、全车线束、配电装置、具有特定功能的局部电气系统以及车载总线网络组成。

### 1. 电源系统

汽车上的电源有两个，蓄电池和发电机。发动机不工作时由蓄电池供电；发动机起动后，由发电机供电。发电机向用电设备供电的同时，也向蓄电池充电。为保证有足够的电量给舒适系统供电，同时满足发动机起动时大电流的要求，在舒适功能较多的车型上安装有双蓄电池系统，一个蓄电池满足整个车身的用电需要，叫做主蓄电池；另一个蓄电池一般只在车辆起动时使用，所以叫做起动蓄电池。

### 2. 全车电路及配电装置

全车电路及配电装置包括中央接线盒、保险装置、继电器、电线束及插接件、电路开关等，使全车电路构成一个完整的回路。

### 3. 具有特定功能的局部电气系统

(1) 起动系统 起动系统用来起动发动机，主要包括起动机及其控制电路。

(2) 照明系统 照明系统包括车外和车内的照明和信号灯，提供车辆夜间安全行驶必需的照明和外部信号。

(3) 仪表与信号系统 用来监测发动机及汽车的工作情况，使驾驶人能够通过仪表及报警装置及时得到发动机及汽车运行的各种参数及异常情况，确保汽车正常运行。它主要包括车速里程表、发动机转速表、冷却液温度表、燃油表、发电电压（电流）表、机油压力表及各种警告灯和指示灯等。

(4) 空调系统 空调系统包括制冷、采暖、通风和空气净化等装置，保持车内适宜的温度和湿度，使车内空气清新。

(5) 信息娱乐系统 娱乐和信息系统包括汽车音响、导航、车载电话、收音机、车载电视等系统。

(6) 辅助电气系统 辅助电气系统主要包括车辆的电动车窗、电动后视镜、风窗刮水器、电动座椅、电动天窗、中控门锁等用小型电动机驱动的设备。



(7) 乘员保护系统 乘员保护系统在车辆遭受不同方向碰撞时,给驾驶人及其他乘客提供被动保护。乘员保护系统主要包括安全带、气囊、气帘、碰撞传感器、安全气囊控制单元等。

(8) 防盗器系统 大众、奥迪汽车防盗器系统主要包括发动机防盗、中控门锁系统和警报系统。发动机防盗器经历了 5 代产品的发展,目前应用较多的是第四代与第五代防盗器。中控门锁系统可以选配高级钥匙部件,形成无钥匙进入/起动系统。

### 4. 车载总线网络

车载总线网络大幅减轻了车身的布线、优化了电器设备的布局。目前大众、奥迪汽车采用的网络类型有 4 种类型:LIN 总线、CAN 总线、MOST 总线和 FlexRay 总线。不同的系统根据对数据传输速率要求的不同,选择不同类型的总线。对数据传输速率要求较高的系统通常采用 CAN 总线,传输速率更高的 FlexRay 也逐渐开始得到应用。对数据传输速率要求不高、成本要求较高的系统通常采用 LIN 总线。对数据传输量要求较高的导航、娱乐系统,通常采用光纤介质的 MOST 总线。

## 1.4 大众、奥迪汽车电气系统在车身的分布

### 1.4.1 配电装置的分布

熟悉继电器盒、熔丝盒等配电装置的安装位置,对于电气系统故障诊断非常重要。因为配电装置既是用电设备的电源供给装置,又是整个用电电路的负荷保护装置,在检查电气系统故障时,往往是第一步检查的故障点。配电装置包括中央接线盒、保险装置、继电器、整车线束及插接件等。大众、奥迪汽车的电源与配电装置分散设计,分布在汽车中的各种安装位置。大众旗下宾利欧陆 GT 车型的配电装置如图 1-11 所示。

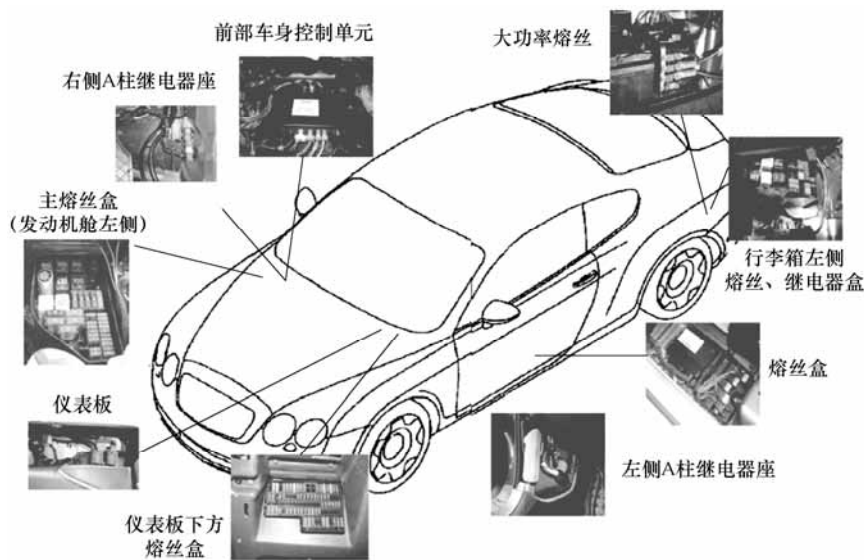


图 1-11 宾利欧陆 GT 配电装置的分散设计

(1) 大功率熔丝支架 大功率熔丝盒位于行李箱左侧主蓄电池正极柱上,它包含了汽车电源中的主要熔丝。此外,还包含主系统电池的连接导线、后部和前部熔丝、继电器盒、交流发电机导线以及随车配备的测量导线,如图 1-12 所示。

(2) 行李箱左侧熔丝、继电器盒 如图 1-13 所示,位于行李箱左后部的主蓄电池上方,主要包括燃油泵继电器、空气弹簧继电器和电源管理继电器 1、电源管理继电器 2 和起动机继电器。

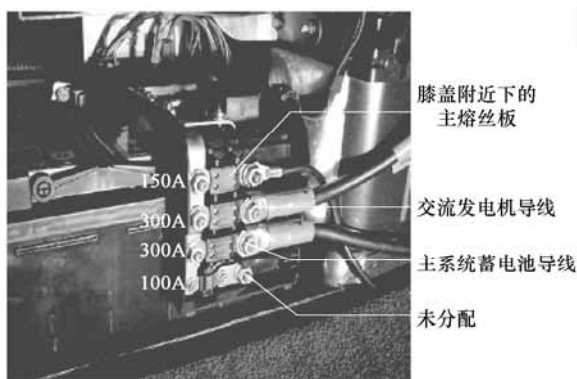


图 1-12 大功率熔丝实物

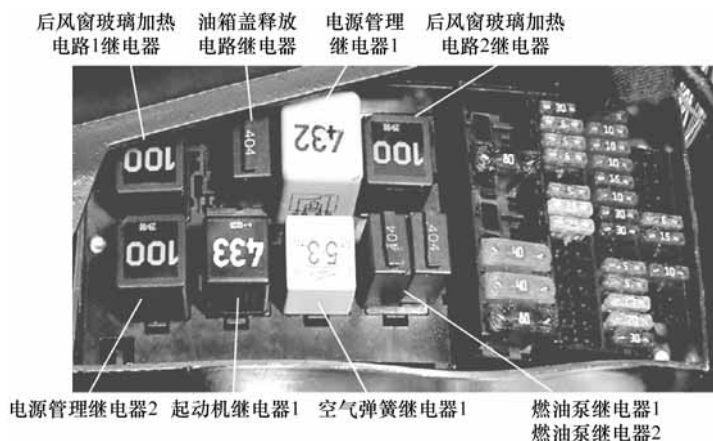


图 1-13 行李箱熔丝、继电器盒实物

(3) 发动机舱主熔丝盒 大众、奥迪汽车的大部分发动机舱熔丝盒已经从发动机舱内移到前风窗玻璃下方的流水槽内,这样一来可以起到很好的降温效果,但同时也带来了被雨水侵蚀的危险,如图 1-14 所示。



图 1-14 主熔丝盒实物

主熔丝盒内主要包括发动机管理供电继电器 1、发动机管理供电继电器 2、点火系统继电器、电源电压滤波电容、二次空气喷射泵继电器和前照灯清洗系统继电器。

(4) 熔断器盒 熔断器盒位于前排左侧驾驶人左脚位置的地毯下方，紧靠无钥匙进入/起动控制单元，如图 1-15 所示。熔断器主要起到保护大功率电动机的作用。如果大功率用电设备长时间工作，额定电流较电动机小的熔断器就会因发热而烧断。包含：

- 1) 左侧车窗调节器熔断器，30A。
- 2) 右侧车窗调节器熔断器，30A。
- 3) 驾驶人座椅控制单元熔断器，30A。
- 4) 前排乘客座椅控制单元熔断器，30A。

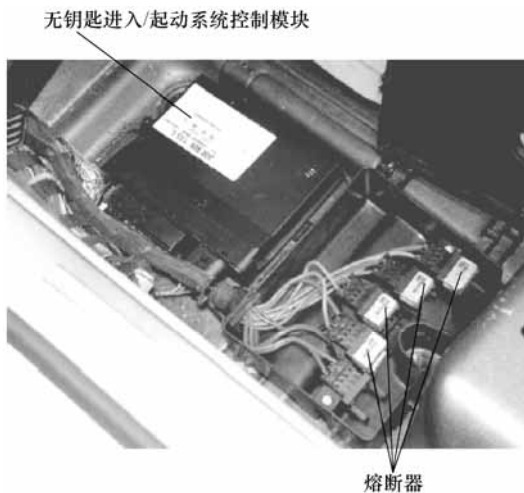


图 1-15 熔断器盒实物图

(5) 前排乘客侧继电器架 继电器固定装置位于前排乘客左脚位置，紧靠前部车身控制单元，如图 1-16 所示。掀开地毯就能看到，检修非常方便，包含：

- 1) 发动机管理点火电源继电器 J681。
- 2) 刮水器停止位置加热器继电器 J582。
- 3) 风窗玻璃清洗泵继电器 J576。
- 4) 真空泵继电器 J57。
- 5) 辅助冷却剂泵继电器 J496。



图 1-16 前排乘客侧继电器架

### 1.4.2 舒适系统控制单元分布

舒适系统的控制单元主要包括：舒适系统中央控制单元、转向柱控制单元、空调控制单元、防盗控制单元、停车辅助控制单元、车门控制单元、胎压控制单元，以大众途锐车型为例，各控制单元在车身的分布如图 1-17 所示。



图 1-17 大众途锐舒适系统控制单元分布示意图

### 1.4.3 信息娱乐系统控制单元分布

信息娱乐系统的控制单元主要包括车载电话控制单元、前风窗玻璃刮水控制单元、音响功率放大器、CD 机、电视调谐、收音机、导航控制单元等，以大众途锐车型为例，各控制单元在车身的分布如图 1-18 所示。



图 1-18 大众途锐信息娱乐系统控制单元分布示意图



#### 1.4.4 动力总线系统控制单元分布

动力总线系统上的控制单元包括发动机控制单元、变速器控制单元、防盗控制单元、转向柱控制单元、安全气囊控制单元、空气弹簧控制单元、ABS/ESP 控制单元、横向锁控制单元等，如图 1-19 所示。



图 1-19 大众途锐动力总线系统控制单元分布示意图

## 本章小结

- 1) 电子控制系统已在汽车上普遍应用，并且向着网络化、智能化的方向快速发展，使得汽车的性能得到了大幅度提高。
- 2) 大众、奥迪汽车大部分车型的车载网络目前由三种网络组成：动力总线、舒适总线 and 信息娱乐总线，总线网络之间通过网关进行数据交换。
- 3) 动力总线上都是对即时信息传输速率要求较高的控制单元；舒适总线上一一般以控制车身附加设备的控制单元为主；信息娱乐总线的网络类型目前有两种：CAN 网络与 MOST 网络。
- 4) 网关也经常被叫做数据总线诊断接口（Interface），是各种总线网络之间进行数据交换的“中转枢纽”，并具备自诊断功能。

# 第2章

## 汽车传感器与执行器

---

### 学习目标

---

#### 知识目标：

- 1) 掌握传感器信号的类型与特点。
- 2) 掌握传感器的类型与工作原理。
- 3) 掌握执行器的类型与用途。
- 4) 掌握执行器的工作原理。

#### 能力目标：

- 1) 能够辨认常用传感器与执行器的类型。
- 2) 能够分析传感器与执行器的用电电路。

## 2.1 传感器

有了形式多样的传感器，车载控制模块才能监控整个电气系统的工作状况，获得它想要得到的信息，并对系统的工作状况进一步作出必要的调整。

传感器可以用来监测不同的物理属性值，如位置、速度、压力、温度等。这些属性值最终均以电信号的形式与其他数据流一起，传送至控制网络。

### 2.1.1 信号

#### 1. 信号的类型

(1) 按照信号的波形图特征分类 传感器信号可以分为数字信号 (Digital Signal) 和模拟信号 (Analog Signal)。

1) 数字信号 (Digital Signal)。由于车载控制单元的基础是单片机，所以能接受的数字信号也是二进制信号，如图 2-1 所示。二进制信号是电压信号，也叫方波信号，最大的特点是，随着时间的变化，电压值只在两个域值之间瞬间切换，并不存在过渡区，每一个电压值代表着一种状态（如  $V_{\max}$  表示开， $V_{\min}$  表示关）。虽然开关并不属于传感器，但开关信号是最简单的数字信号的例子，开关的状态无非有两种，打开和关闭，对应的电压信号值就是 12V（或 5V）和 0V。

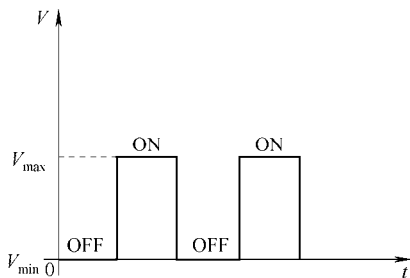


图 2-1 数字信号波形图

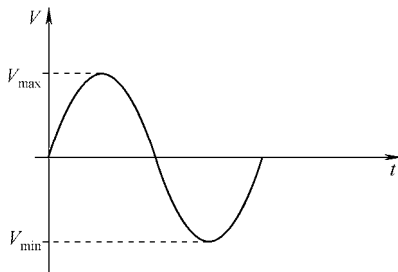


图 2-2 模拟信号波形图

(2) 按照传感器类型的不同分类 传感器信号可以分为电阻信号 (Resistive Signal)、开关信号 (Switches Signal) 和感应电压信号 (Voltage Generating Signal)。

1) 电阻信号 (Resistive Signal)。随着机械位置发生改变，电阻值也跟着变化，这一类的传感器称为电阻传感器。传感器的阻值发生变化，那么传感器上的电压也会随之变化。控制模块通过监测传感器上的电压值变化，并与参考标志电压相比较，就可以知道测量值所代表的状态。

2) 开关信号 (Switches Signal)。开关本身不是传感器，但它可以用做信号输入，最简单的例子就是制动踏板开关。

3) 感应电压信号 (Voltage Generating Signal)。正如字面意义所透露的, 该类型的传感器可以产生感应电压信号。不同的信号电压值表示不同的机械状况, 控制模块通过感应电压信号值, 就可以知道其对应的机械状况。

## 2. 信号利用

车载控制模块的基础是只能识别二进制信号的单片机, 所以能够直接使用数字信号, 因为数字信号只有两个阈值信号 (0V 或 5V), 要么有, 要么没有, 但不能识别模拟信号。所以模拟信号必须要经过转换, 才能被控制模块所识别, 理解其所包含的信号含义。

### 2.1.2 传感器的类型

按照核心元件工作原理不同, 传感器可以分为电阻型、感应电压型和开关型传感器。

#### 1. 电阻型传感器

电阻型传感器是一类传感器, 根据电阻元件物理特性的不同, 分为电位器 (Potentiometer)、热敏电阻 (Thermistors) 传感器、压敏电阻 (Piezo Resistive) 传感器三种类型。

(1) 电位器 (Potentiometer) 电位器本质上是一个用做信号输入的滑片电阻器。一般有 3 个端子: 供电极、搭铁以及可变电压反馈端子。可变电压反馈端子一般与机械臂相连, 随着机械臂位置或角度的变化, 对外输出的电压也随之变化, 如图 2-3 所示。

电位器通常用于以下部件:

- 1) 自动空调系统 (HVAC) 空气分配风门。
- 2) 节气门体。
- 3) 电子加速踏板。
- 4) 车身高度传感器。



(2) 热敏电阻 (Thermistors) 热敏电阻传感器的典型特点是对温度敏感, 不同的温度下表现出不同的电阻值。热敏电阻分为正温度系数电阻 (Positive Temperature Coefficient, PTC) 和负温度系数电阻 (Negative Temperature Coefficient, NTC)。如图 2-4 所示, PTC 热敏电阻传感器在温度越高时电阻值越大, NTC 热敏电阻传感器在温度越高时电阻值越低, 它们同属于半导体器件。

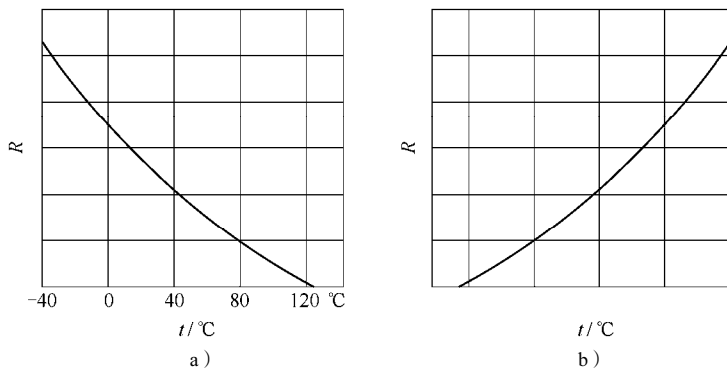


图 2-4 热敏电阻的阻值与温度的关系

a) 负温度系数关系 b) 正温度系数关系

如图 2-5 所示, 热敏电阻传感器有两个接线端子, 一个端子搭铁, 通常是进入控制模块, 在控制模块内部搭铁; 另一个端子是参考电压端, 与控制模块内部的一个分压电阻相接, 形成两个串联电阻。控制模块监测参考电压端, 也就是热敏电阻与分压电阻的连接段的输出电压值  $V_{out}$  的变化。

外界温度发生变化, 那么  $R_2$  阻值就会改变, 通过公式可知, 输出  $V_{out}$  也会随之发生变化。

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

热敏电阻传感器一般用于测量以下参数:

- 1) 发动机冷却液温度。
- 2) 进气温度。
- 3) 变速器油温。
- 4) 空调出风口温度。

(3) 压敏电阻传感器 (Piezo Resistive) 压敏电阻传感器的核心部分是一个薄膜弹性硅片。薄膜弹性硅片最大的特点是, 遇到压力不仅会发生形变, 而且内阻阻值也会发生变化。所以, 这种类型的传感器一般用来测量外界压力的变化, 比如说进气歧管绝对压力传感器 (Manifold Absolute Pressure Sensor, MAP)。

在 MAP 传感器内, 进气歧管内的真空度的改变, 会引起薄膜以及与薄膜相连的硅晶片发生变形。发生变形的硅晶片的内阻也会相应地发生变化。最后通过惠斯顿电桥 (Wheatstone Bridge) 回路, 将这种电阻波动转化为电压信号, 如图 2-6 所示。压力传感器有三个端子: 供电、搭铁以及反馈电压端子。

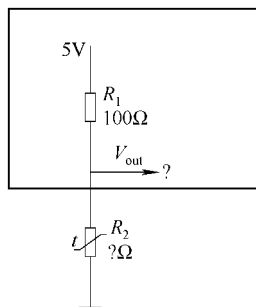


图 2-5 热敏电阻传感器接线示意图

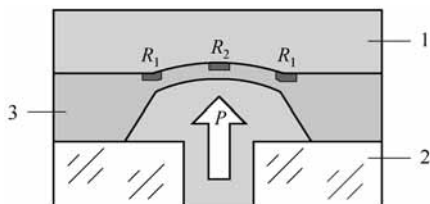


图 2-6 压敏电阻传感器

1—真空 2—支架 3—硅晶片  $P$ —薄膜压力  $R_1$ —压敏电阻 (压缩)  
 $R_2$ —压敏电阻 (伸长)

## 2. 感应电压型传感器

按照感应电压产生的方式不同, 感应电压型传感器分为压电式 (Piezo Electric)、二氧化锆 (Zirconia Dioxide) 式氧传感器、电磁效应式 (Magnetic Inductance) 三种类型。

(1) 压电式 (Piezo Electric) 在某种晶体 (如石英晶体) 上施加压力, 就会在晶体两端产生电压。爆燃传感器就是根据此原理制造而成, 在传感器内的石英晶片发生扭曲或振动时, 就会产生交流电压, 如图 2-7 所示。爆燃传感器产生的信号用来推出点火时间以阻止发动机爆燃, 爆燃传感器如图 2-8 所示。

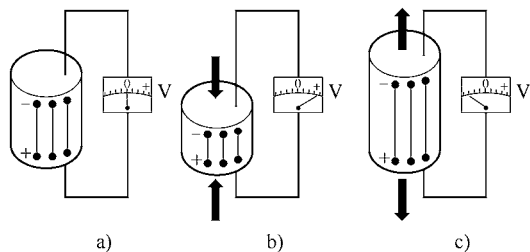


图 2-7 压敏元件工作原理图

a) 压敏元件稳定状态 b) 压敏元件受到压迫 c) 压敏元件开始伸张



图 2-8 爆燃传感器

(2) 氧传感器 (Oxygen Sensor) 二氧化锆型氧传感器用来监测尾气中氧气的含量，其结构如图 2-9 所示。

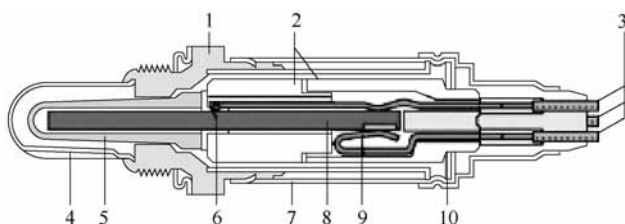


图 2-9 氧传感器结构示意图

1—外部支架 2—陶瓷管 3—导线 4—带插槽的引导管 5—主动陶瓷 6—传感器层 7—触片保护罩  
8—加热丝 9—加热丝接口 10—弹簧垫片

二氧化锆氧传感器有一个二氧化锆球茎，内外壁皆包裹有铂金膜。球茎的内侧与外界大气接触，球茎的外侧表面暴露在排气管内，与废气接触，如图 2-10 所示。

在外界温度上升到  $300^{\circ}\text{C}$  时，开始在二氧化锆球茎外层的铂金薄膜上富集游离的氧离子，氧传感器才开始进入工作状态。如果外层铂金薄膜上的氧离子达到一定数量，那么就会在内外两层薄膜之间产生电压。废气中含有的氧分子越少，产生的电压越大；废气中含有的氧分子越多，产生的电压越小。也就是说，混合气越稀，空燃比越大，产生的电压越大；混合气越浓，空燃比越小，产生的电压越小。

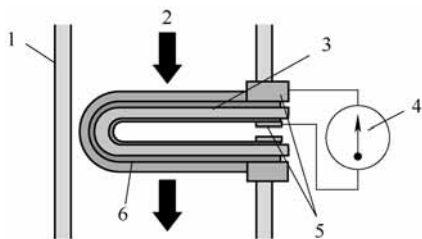


图 2-10 二氧化锆型氧传感器工作原理图

1—排气管 2—废气 3—带自加热的陶瓷传感器 4—传感器输出电压 5—传感器接触面 6—多孔陶瓷外套

(3) 感应电压式 (Magnetic Inductance) 当感应型传感器在作切割磁力线运动时，就会在内部产生感应电压，如图 2-11 所示。

在带有铁心的永久磁铁外围用导线缠绕，形成带有永久磁铁的螺旋线圈，就是电磁效应传感器的核心部分。永久磁铁可以静止不动，也可以移动。

当磁铁移动时，在磁铁周围的磁力线也跟着移动，在磁力线经过螺旋线圈而被切割时，感应电压就产生了。在磁铁运动过程中（绕螺旋线圈作旋转运动），S 极和 N 极不停地变换。所以在螺旋线圈内产生的电压就是交流电压。如果磁铁旋转的速度越快，那么信号电压的频

率也越高。

当磁铁静止时,磁铁一般位于螺旋线圈的内部。如图 2-12 所示,如果一个转子与磁铁保持很小的距离不停地旋转,那么转子外圈的齿就会切割磁力线,在螺旋线圈中的磁场就会时弱时强。由于有了这种磁场周期性的强弱变化,那么在螺旋线圈内,就产生了感应电压。

这种类型的传感器通常用于 ABS 与发动机曲轴位置传感器,来确定转动的角速度。

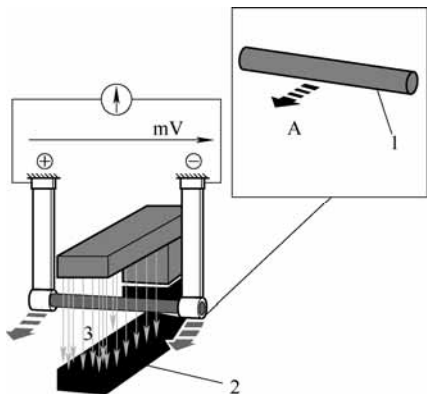


图 2-11 感应电压产生原理图

A—移动方向 1—导体 2—永久磁铁 3—磁场

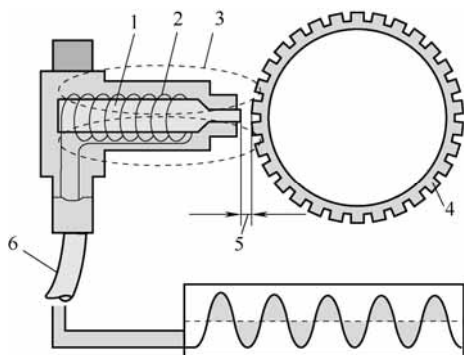


图 2-12 电磁式传感器工作原理图

1—永久磁铁 2—螺旋线圈 3—磁力线 4—外层有齿转子  
5—空气间隙 6—传感器线束

### 3. 开关型传感器

开关型传感器主要有光敏晶体管、弹簧片开关、开关等几种类型。

(1) 光敏晶体管 光敏晶体管或是光电管是通过光激发而工作的传感器,如果再加上一个边缘多孔的圆盘以及一个 LED 光源,光电传感器就可以用来给控制模块监测旋转速度,如图 2-13 所示。

LED 光束垂直照射在多孔圆盘上,光束被打断的次数与圆盘转动的快慢直接关联。每次光柱透过小孔,照射在多孔圆盘下方的光信号接收器上,接收器就打开,就相当于开关闭合。光信号接收器打开,就控制与控制模块相连的线束搭铁,这样控制模块接收到的就是 0V 电压信号。控制模块计算单位时间内 0V 信号脉冲次数,并将它转换成转动的角速度值。这种类型的传感器的应用如下:

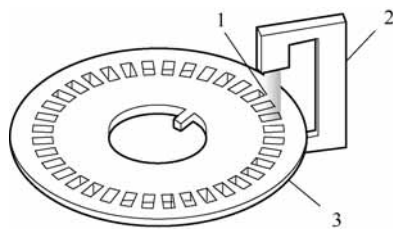


图 2-13 光电传感器示意图

1—LED 光束 2—光信号收发器 3—多孔圆盘

- 1) 转向柱转向角度传感器。
- 2) 车身高度监测。
- 3) 行驶速度信号。

(2) 弹簧片开关 弹簧片开关普遍用于液位高度的监测。在这种开关里面有一个永久磁铁,磁铁向弹簧片方向移动,弹簧片开关就会因为磁铁的吸力而接合。如图 2-14 所示,弹簧片被密封在一个小管内部,磁铁与弹簧片本身并不接触。

当液位下降到正常值以下时,浮子也跟着下降,在浮子里面有一块磁铁,在磁铁的吸力下,簧片开关闭合,形成一个完整的回路。

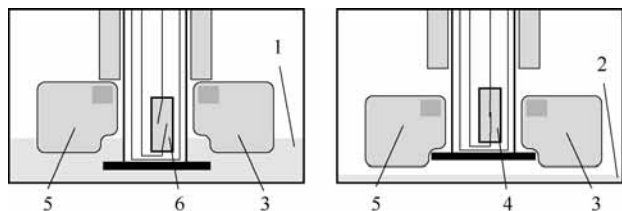


图 2-14 液位高度传感器工作原理图

1—液位正常 2—液位低于正常值 3—环形磁铁 4—簧片开关闭合 5—浮子 6—簧片开关打开

这种类型的开关同样也可以用于转速传感器。当磁铁在旋转时，磁铁的 S 极与 N 极不停地变化，那么簧片也会跟着打开与关闭。簧片开关的一个端子与控制模块相连，每次簧片闭合，控制模块就收到一个 0V 电压，通过计算脉冲次数，控制模块就可以换算出转动速度。

（3）开关 开关虽然不是传感器，但同样可以给控制模块提供信息。如转向柱组合开关、驻车制动开关、变速器变速杆以及空调控制面板等。

以转向盘组合开关为例，如图 2-15 所示，该组合开关具有 5 个档位的开关，却只有 3 条线。那么，控制模块是如何知道你按下的到底是哪个开关的呢？答案是通过监测接入到回路中的电阻数量以及电压降。

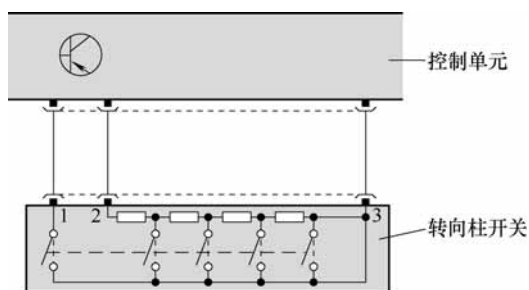


图 2-15 转向柱开关接线示意图

1—5V 供电线 2—搭铁线 3—开关信号线

当按下不同开关时，接入回路中的电阻数量就不同，那么在这一段电阻上产生的电压降也不相同。控制模块通过监测到的电压降，就可以识别出操作的是哪个开关。

## 2.2 执行器

### 2.2.1 概述

1819 年，丹麦的克里斯蒂安·奥斯特发现，给一根导体通上电后，可以改变附近的罗盘的指针的方向。这指引着科学家们探索电和磁场的关系。不久，科学家们发现，通电导体周围可以产生磁场，反之，磁场变化也可以产生电。根据变化的磁场可以产生电，人类发明了发电机；根据通电导体可以产生磁场、不同极性的磁场可以相互作用，人类发明了各种类型的执行器。

#### 1. 执行器类型

传感器给控制模块提供信号，但控制模块控制车辆系统必须通过各种类型的执行器。每一个执行器都是一个机电设备，有以下几种类型：

- 1) 电磁线圈（Solenoid）。
- 2) 电动机（Motor）。
- 3) 继电器（Relay）。

#### 2. 执行器用途

执行器的形式多种多样，应用于各种需要调节与控制的系统。例如：



- 1) 车身高度控制。
- 2) 压缩机离合器。
- 3) 发动机怠速控制。
- 4) 燃油表。
- 5) 新鲜空气风门。

## 2.2.2 电磁线圈

许多执行器的类型都是电磁线圈 (Solenoid)，也可以说是一种数字执行器，如图 2-16 所示。电磁线圈一般有两个端子：电源供电端子以及搭铁端子。供电电压一般是蓄电池电压，而搭铁也是通过控制模块内部来控制的。控制模块控制搭铁端子接通时，电磁线圈通常会推出一个柱塞，阻止液体或气体的流动，如喷油器或者是真空开关的核心元件使用的均是电磁阀。

### 1. 电磁线圈的控制方法（接通/断开控制）

电磁线圈有两种控制方法：脉宽调制 (Pulse Width Modulated, PWM) 与占空比 (Duty Cycle) 控制。两者均是通过控制电磁线圈的接通与断开来产生磁场吸力或推力，两者的区别是一个有固定的频率，一个没有固定的工作频率。电磁线圈通电工作的波形图如图 2-17 所示。



图 2-16 电磁线圈实物图

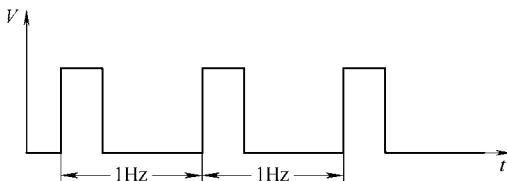


图 2-17 电磁线圈通电波形图

(1) PWM PWM 控制没有固定的工作频率，根据控制模块的信号来决定进入工作时间的长短。比较典型的事例是喷油器喷油脉宽的控制，喷油器的构造如图 2-18 所示。喷油器电磁线圈工作的时间不固定，由发动机的负荷信号决定，如图 2-19 所示。

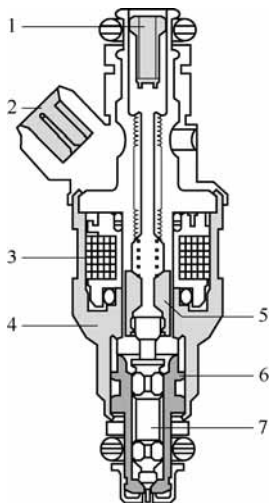


图 2-18 喷油器结构示意图

1—筛网滤清 2—接线端子 3—电磁线圈 4—阀体座 5—电枢 6—阀体座 7—阀针

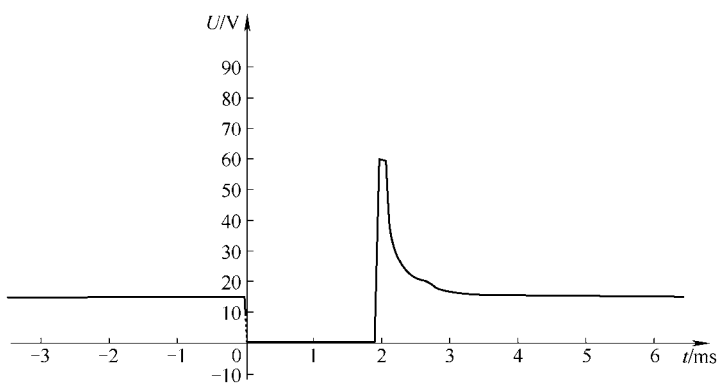


图 2-19 喷油器喷油脉宽工作原理图

(2) 占空比控制 占空比控制与 PWM 不同, 有固定的工作频率。占空比电磁线圈接通/断开的总时间长度固定, 不同时刻接通和关闭的时间比例不同。如接通/断开时间长度为 1s, 开启时间 20%, 关闭时间 80%, 如图 2-20a 所示。

电磁线圈在汽车上的应用非常广泛, 例如:

- 1) 制动防抱死系统。
- 2) 行驶高度控制。
- 3) 行驶舒适性控制。
- 4) 变速器档位控制。
- 5) 变速杆档位锁止。
- 6) 行李箱盖释放机构。
- 7) 喷油器工作控制。
- 8) 阀体正时控制。
- 9) 空调压缩机控制。

## 2. 电磁线圈的测试与检修

电磁线圈的核心部件是线圈, 所以一定程度上可以通过万用表 (DMM, Digital Multi-Meter) 来进行测试。

可以通过导通性测试, 测试线圈是否有短路或断路现象; 如果已知线圈的标准阻值, 也可以测量线圈的阻值。线圈的阻值相对来说较小, 这样才能有较大的电流通过, 产生较强的磁场。如果线圈之间有短路发生的话, 通过测量电阻来确定是否有短路现象发生。这种情况下, 可以利用大众专用诊断设备 V.A.S505X 的激活功能; 当然也可以使用单独的电源, 如使用一个小型的 9V 电池, 来驱动电磁线圈。

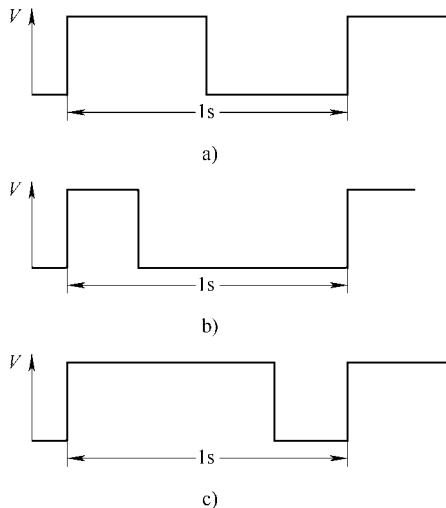


图 2-20 占空比控制原理图

a) 50%激活 (500ms 开启, 500ms 关闭)

b) 25%激活 (250ms 开启, 750ms 关闭)

c) 75%激活 (750ms 开启, 250ms 关闭)

### 2.2.3 电动机

电动机 (Motor) 是把电能转换成机械能的一种设备。它主要是利用通电线圈产生磁场, 由磁场间的相互作用产生的力或力矩来产生运动。

## 1. 电动机的组成

电动机一般由转子（旋转部分）和定子（静止部分）组成。电刷和接线端子位于壳体的后盖上，在电动机转动时，也能提供电源。

一般来说，定子由永久磁铁和壳体组成。在有刷电动机中，定子一般由一个或多个永久磁铁组成，如图 2-21 所示。

转子一般有一个电枢（Armature）和一个支撑轴组成，如图 2-22 所示。支撑轴通过轴承固定在壳体后盖上。电枢可以前后移动，这与发电机或起动机等的电枢类似。电枢可以是永久磁铁，也可以是励磁绕组，这取决于电动机的类型。

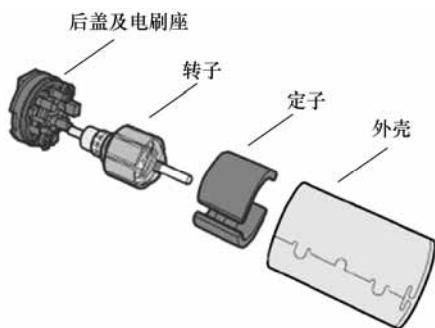


图 2-21 电动机结构示意图

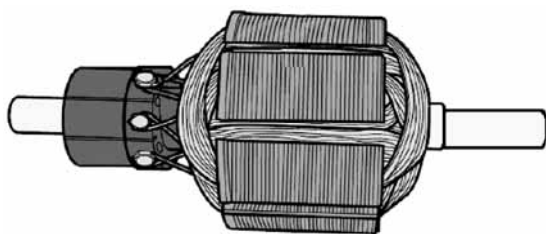


图 2-22 转子

电刷（一般由石墨制成）结合换向器，一般用来在电枢转动时，给它提供电源，如图 2-23 所示。如果转子是永久磁铁，而定子是通电后可以产生磁场的绕组，那么就不需要电刷，这种类型的电动机叫做无刷电动机。

如果电动机超出了工作负荷，那么就需要热保护开关（Thermo Switch）来保护超负荷的电动机。热保护开关一般串联在电源与电动机之间的回路上。电动机一旦超负荷运转，那么回路上的工作电流就会增大，造成热保护开关瞬间产生大量的热量，发热的热保护开关断开，切断了电动机的工作回路。当热保护开关足够冷却后，会再次闭合，接通工作回路。

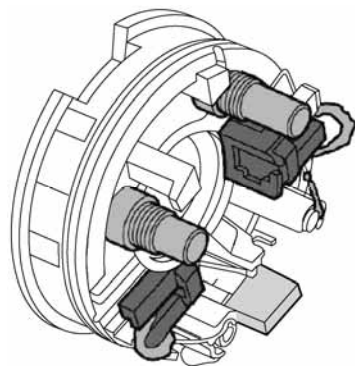


图 2-23 电刷架

## 2. 电动机类型

电动机根据工作原理以及应用环境而分为不同的类型。在汽车上除了起动机，执行器电动机（Actuator Motor）占了绝大部分。执行器电动机又分为直流电动机（DC Motor）和步进电动机（Stepper Motor）。

执行器电动机通常与一套机械装置相连，执行改变角度或调节位置的任务，如调节阀门的角度或是移动连杆的位置。最常见的机械装置就是齿轮组机构了。

利用反馈控制也可以监测位置的改变，如监控工作电流，如果工作电流瞬间增大，就可以认为移动物体到达了上止点。控制模块也可以利用位置传感器（电位器就是其中的一种）或是微开关来获得位移的反馈信号。

执行电动机应用的系统广泛，如车窗玻璃升降器的一键控制、玻璃升降器或是天窗的防

夹手功能以及 HVAC 系统的各种空气风门。

(1) 直流电动机 (DC Motor) DC 电动机的转子有换向器线圈, 定子可以是一个永久磁铁, 也可以是绕组。小型电动机通常是永久磁铁, 大型电动机采用的是绕组。DC 电动机不需要移动位置反馈, 通常用于以下的控制系统:

- 1) 风窗玻璃刮水器。
- 2) 空调系统鼓风机。
- 3) 电动玻璃升级器。

(2) 步进电动机 步进电动机通常用于需要精确控制角度位移的机构, 如发动机怠速控制以及空调系统各风门打开角度的调节。

步进电动机最大的特点: 转子由一个没有明显 S 极/N 极之分的磁性物体组成; 定子由多个绕组组成, 每个绕组称为一相, 比较常见的是 3 相, 如图 2-24a 所示。通电后可以产生多个磁极, 每个磁极外层会套有上、下两个锯齿套 (Stator Core), 来切割磁场, 如图 2-24b 所示。

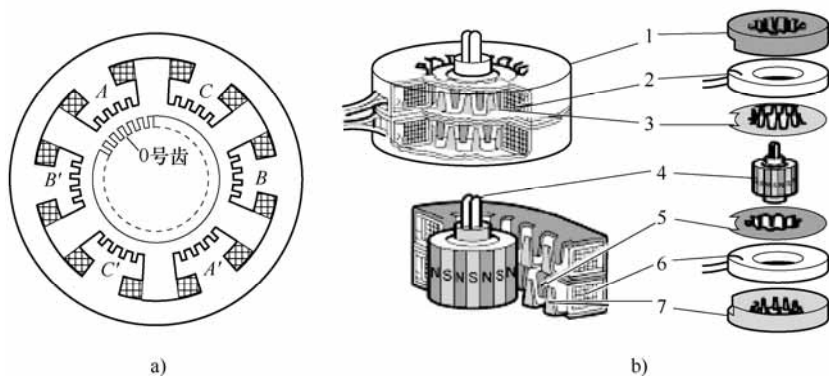


图 2-24 步进电动机结构示意图

a) 定子三相绕组俯视图 b) 步进电动机结构示意图

1—上锯齿套 (上绕组线圈) 2—上绕组总成 3—下锯齿套 (上绕组) 4—转子 (被极化)

5—上锯齿套 (下绕组线圈) 6—下绕组总成 7—下锯齿套 (下绕组)

定子一般有多组绕组线圈, 某一个有电流的流通, 就能产生磁场, 如果转子和定子的齿不对齐, 那么, 在磁场力矩作用下, 转子就会转动一个齿的角度。在转子转动一个齿的同时, 电流控制器接通下一个定子绕组, 新产生的磁场又会推动转子转动一个齿的角度。

如果有 3 个绕组, 每个磁极的锯齿套上有 12 个齿, 那么整个定子就有 72 个齿。也就是说, 步进电动机每转动一圈, 可以分 72 步。

### 3. 电动机的测试与测量

一定程度上, 电动机可以通过万用表 (Digital Multi-Meter, DMM) 来进行测试。比如进行导通性测试, 绕组如果有短路或断路现象, 就可以很快发现。如果已知绕组的标准阻值, 也可以测量绕组的阻值, 绕组的阻值相对来说较小, 这样一来才能有较大的电流通过, 产生较强的磁场。如果绕组之间有短路发生的话, 通过测量电阻来确定是否有短路现象发生。

也可以使用外部电压来测试电动机。但需要注意的是, 电动机的工作电压通常比我们预计的要小。如果使用的是蓄电池电压, 那么只能在极短的时间来给电动机供电, 如只能给门锁止装置通电 1s。如果通电时间过长, 又没有热保护开关, 那么电动机很快就会因为过热而烧坏。

## 2.3 传感器与执行器故障维修案例

1) 车型: 2007 款帕萨特领驭, V6 发动机。

2) 故障现象: 车主报修故障是带有记忆功能的电动座椅不能设定, 并陈述此前因为此故障曾更换过电动座椅控制单元, 正常使用一天又不能设定了。维修人员检查, 发现不仅失去记忆功能, 对 8 个自由度分别进行操作时, 各电动机运转 4s 停止, 松开按键再操作又可运转 4s。

3) 故障诊断: 用 V.A.S5051B 进入驾驶人电动座椅地址码, 查询记忆故障码有 8 个: ①4 个调节电动机均有故障, 即 00997 驾驶人座椅纵向调节电动机、00998 驾驶人靠背调节电动机、00999 驾驶人座椅前部高度调节电动机、01000 驾驶人座椅后部高度调节电动机; ②4 个电动机的位置传感器均有故障, 即 01009 驾驶人座椅纵向位置传感器对搭铁短路、01010 驾驶人靠背传感器对搭铁短路、00994 驾驶人座椅前部高度传感器对搭铁短路、00995 驾驶人座椅后部高度传感器对搭铁短路。

以上 8 个故障码均不能清除, 说明是控制单元本身或外部电路存在硬性故障。将此控制单元安装到正常领驭车上, 这 8 个故障码仍然不能清除, 说明是控制单元硬件或软件故障。由控制单元维修人员将一台新控制单元电路板上的 CPU 集成块焊开取下, 用编程器复制程序。将本车控制单元电路板上的 CPU 集成块焊开取下, 用编程器安装从正常控制单元复制下的程序。将本车控制单元的 CPU 集成块装回, 将此控制单元安装到无故障的同型车上, 仍然是 8 个故障码, 说明是控制单元硬件故障。

目前汽车控制单元在短路保护措施上有两种: 一种控制单元, 在输入、输出接口电路设有对搭铁和对正极短路保护措施, 当传感器线路、执行器线路对搭铁或对正极短路后, 控制单元记忆故障码, 控制单元硬件不会损坏, 当故障排除后可以清除掉故障码。另一种控制单元, 在输入、输出接口电路未设有对搭铁和对正极短路保护措施, 当传感器线路、执行器线路对搭铁或对正极短路后, 控制单元记忆故障码, 此时控制单元硬件已经损坏, 当故障排除后也不能清除故障码。该座椅控制单元属于第二种, 那么一定存在传感器或执行器对搭铁短路故障。拨开控制单元插头测量, 与 8 个故障码有关的 4 个位置传感器和 4 个电动机导线对搭铁绝缘良好。分别测量 4 个电动机的电流, 均与无故障车相近。分别测量 4 个位置传感器两条线之间的电压为 5V (使用损坏控制单元), 而测量正常车是 12V, 说明该车控制单元硬件已经损坏。

由于坚信是传感器或执行器导线对搭铁短路, 于是将座椅从车上拆下, 对于前部高度、后部高度、纵向电动机和传感器的线束可直接观看, 没发现有电线绝缘皮破损。需把靠背皮套拆开才能观看内部的线束, 在剥开皮座套后仔细观看, 看到靠背调节电动机 V45 的插头 T4bc 第 4 针  $0.35\text{mm}^2$  红/黑线, 外皮被一根钢条磨破, 如图 2-25 所示。钢条有时与红/黑线短路, 而钢条的搭铁如图 2-26 所示, 钢条有时与另两根钢条接触, 另两条钢条是搭铁的, 我们在测量 V45 的 4 条导线时恰好不在对搭铁短路状态。

阅读靠背位置传感器 V45 电路图, 如图 2-27 所示, 供给 4 针应是 12V 电压, 由于此处曾经对搭铁短路, 使得控制单元的输入接口电路损坏, 此后涉及前部高度、后部高度、纵向

3 个位置传感器，对其供给的电压也是 5V，这样记忆了 4 个传感器故障码。另外 4 个电动机在运转时，4 个传感器不能反馈位置所在，又记忆了 4 个电动机的故障码。将靠背位置传感器电线的破损之处缠好绝缘胶布，更换新的控制单元，经反复试验，8 个自由度不再出现运行 4s 停止的现象，座椅记忆功能正常。

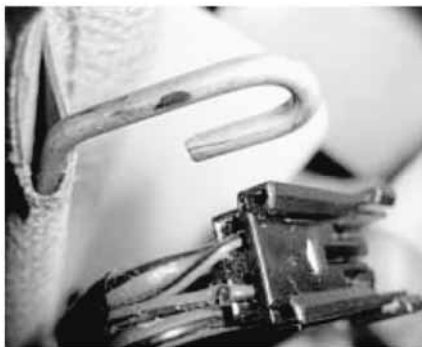


图 2-25 T4bc 的第 4 针红/黑线绝缘皮被钢条磨破



图 2-26 钢条与另两根钢条接触

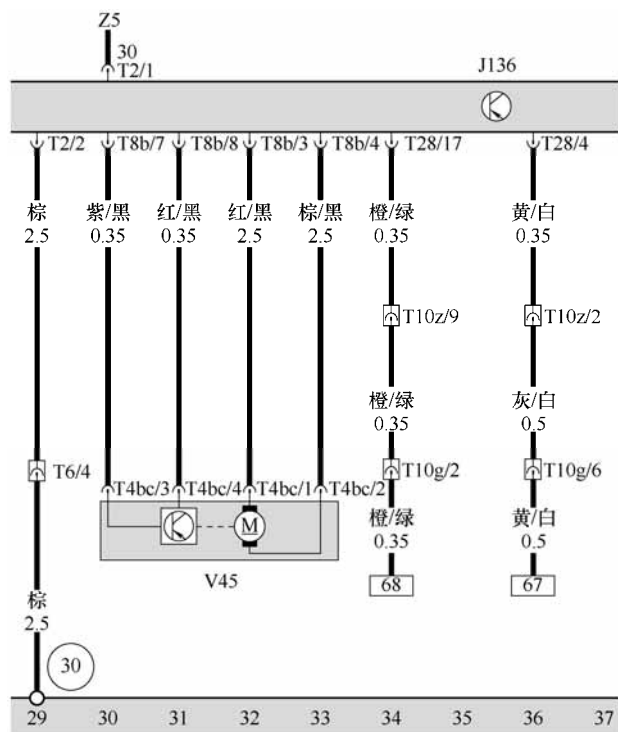


图 2-27 靠背位置传感器 V45 电路图

J136—带记忆的驾驶人座椅调整控制单元（座椅下） S44—驾驶人座椅调整热敏自恢复熔断丝 V45—驾驶人座椅靠背调节电动机（靠背下部） T8b—8 针插头（控制单元上） T4bc—4 针插头（靠背调节电动机上）

4) 故障总结：对于控制单元中有清除不掉的故障码，在不知道此控制单元是否具有短路保护措施的情况下，更换控制单元一定要慎重，应按照故障码的指引找到故障点，排除以后再更换控制单元，这样可以避免更换的新控制单元又损坏。

## 本章小结

- 1) 传感器可以用来监测不同的物理属性值，这些属性值最终均以电信号的形式与其他数据流一起，传送至控制网络。
- 2) 按照信号的波形图特征，传感器信号可以分为数字信号（Digital Signal）和模拟信号（Analog Signal）。
- 3) 按照核心元件工作原理不同，传感器可以分为电阻型、感应电压型和开关型传感器。
- 4) 电阻型传感器是一类传感器，根据电阻元件物理特性的不同，分为电位器（Potentiometer）、热敏电阻（Thermistors）传感器、压敏电阻（Piezo Resistive）传感器三种类型。
- 5) 按照感应电压产生的方式不同，感应电压型传感器分为压电式（Piezo Electric）、二氧化锆（Zirconia Dioxide）式氧传感器、电磁效应式（Magnetic Inductance）三种类型。
- 6) 执行器是一个机电设备，有以下几种类型：电磁线圈（Solenoid）、电动机（Motor）、继电器（Relay）。
- 7) 电磁线圈有两种控制方法：脉宽调制（PWM）与占空比（Duty Cycle）控制。PWM控制没有固定的工作频率，根据控制模块的信号来决定工作时间的长短；占空比控制与PWM不同，有固定的工作频率。
- 8) 电动机一般由转子（旋转部分）和定子（静止部分）组成。电刷和接线端子位于壳体的后盖上，在电动机转动时，也能提供电源。执行器电动机又分为直流电动机（DC Motors）和步进电动机（Stepper Motors）。

# 第3章

## 大众、奥迪汽车电路图

---

### 学习目标

---

#### 知识目标:

- 1) 了解汽车电路图的特点。
- 2) 熟悉汽车电路图的组成。
- 3) 熟悉汽车电路图识读方法。
- 4) 掌握汽车总线路图的组成和布线规律。

#### 能力目标:

- 1) 学会在 ELSA Pro 系统内查找所需电路图模块。
- 2) 能熟练使用电路图，协助诊断电气系统故障。



汽车电路图是用国家标准规定的线路符号,对汽车电器的构造组成、工作原理、工作过程及安装要求所作的图解说明,也包括图例及简单的结构示意图。电路图中表示的是不同电路相互之间的关系及彼此之间的连接,通过对电路图的识读,可以认识并确定电路图上所画电器元件的名称、型号和规格,清楚地掌握汽车电器系统的组成、相互关系、工作原理和安装位置,便于对汽车电路进行维修、检查、安装、配线等工作。

因为汽车电器元件的外形和结构比较复杂,所以采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电器元件的不同种类、规格及安装方式。另外,根据汽车电路图的不同用途,可绘制成不同形式的电路图,主要有原理图、电路原理图、敷线图和线束安装图。

我们常用的电路图通常就是电路原理图。电路原理图指用电器图形符号按工作顺序或功能布局绘制的,详细表示汽车电路的全部组成和连接关系,不考虑实际位置的简图。

### 3.1 大众、奥迪汽车电路图特点

大众、奥迪汽车电路图采用的是 DIN (Deutsche Industrie Norm, 德国工业标准) 标准电路图。DIN 标准电路图一开始用于工程制图,现在已被所有的德国汽车制造商所采用,电路图中的插接器端子(Terminal)电压类型、导线颜色代码、电器符号均采用统一的标准,而且电路图简洁明快,布局合理,具有以下特点:

- 1) 对全车电路有完整的概念。它既是一幅完整的全车电路图,又是一幅互相联系的局部电路图,重点、难点突出,繁简适当。
- 2) 图上建立以控制单元为核心的概念。供电电压逐渐被弱化,不再处于页面的最顶端。在每个局部电路图中,控制单元符号始终位于整个页面的最顶端,体现了控制单元是网络化的电气系统的核心。
- 3) 负极搭铁电位最低,用图中最下面一条导线表示;电流方向基本上是从上到下,电流流向从电源正极→保护装置→开关→用电器→搭铁→电源负极,节省了迂回曲折走迷路的时间。
- 4) 尽可能减少导线的曲折与交叉。调整位置,合理布局,图面简洁清晰,图形符号照顾元件外形和内部结构,便于联想分析,易读、易画。
- 5) 电路系统的相互关联关系清楚。发电机与蓄电池间,各电路系统之间连接点尽量保持原位,熔断器、开关、仪表的接法与原图吻合。

### 3.2 大众、奥迪汽车电路图组成

大众、奥迪汽车电路图以电流路径、信号路径的形式描述电路的工作原理,电路图的组成必须包括:

- 1) DIN EN60617 标准的电器设备符号。
- 2) 符合 DIN EN 61346-2 标准规定的电器设备简称。
- 3) 符合 DIN72 552 标准的插接器端子定义,或符合 DIN EN60445 标准插座端子定义。
- 4) 带有标准电器设备符号的电路。

### 3.2.1 电器设备符号

大众、奥迪汽车电路图中电器设备符号是以简化的形式表示原车电路上的电器元件。原则上电器设备符号表示的是在无电流并且是在不能以机械方式控制的状态下的电器设备。如图 3-9 所示,继电器符号表示小电流电路在无电流情况下,大电流电路是断开的。

#### 1. 电阻器

1) 如图 3-1 所示,符号 1 表示阻值经过标定的标准电阻器。

2) 如图 3-1 所示,符号 2 表示滑片电阻或者是电位器的符号,用来反映物体位置的变化。最具代表性的电位器是节气门位置传感器 (TPS)。

3) 如图 3-1 所示,符号 3 是一个热敏电阻符号,热敏电阻指的是阻值随环境温度变化的一类电阻。通常用于发动机控制系统的冷却液温度传感器 (ECT),或者是空调系统的外界温度传感器。当这一类电阻作为传感器时,用字母“G”表示。

#### 2. 开关

开关是控制线路电流的一大类组件。图 3-2 是最基本的双联开关打开和关闭的状态符号。杂物箱开关就是一个双联开关。开关用字母“F”表示。

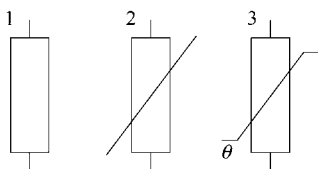


图 3-1 电阻器

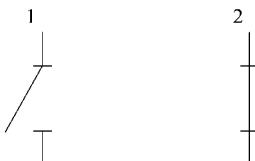


图 3-2 开关符号

除了这个最基本的双联开关符号外,还有很多类型的开关符号,包括机械触控开关、压力触控开关、温度触控开关等,如图 3-3、图 3-4、图 3-5 所示。

1) 压力触控型 (机油压力开关) 如图 3-3 所示。

2) 温度触控型 (冷却液温度开关) 如图 3-4 所示。



图 3-3 压力触控开关符号



图 3-4 温度触控开关符号

3) 机械触控型 (制动开关) 如图 3-5 所示。

4) 多联开关。如图 3-6 所示,是一个较复杂的多联开关,每一个档位都会接通或关闭某些线路。维修技师需要认真研究每一个工作档位的线路通、断状态。较复杂的多联开关用英文字母“E”表示。



图 3-5 机械触控开关符号

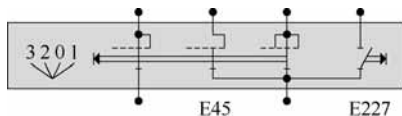


图 3-6 多联开关符号

### 3. 熔丝 (Fuses)

熔丝在电路电流过大时会熔断，从而保护该电路上的用电设备。熔丝有多种类型：标准熔丝、热熔丝、条形熔丝，符号如图 3-7 所示。用英文字母“S”表示。

### 4. 电磁线圈

电磁线圈在很多部件中都有运用，包括喷油器和继电器。电磁线圈最基本的结构是一个有绕组线圈的铁心，给绕组线圈通电时，会产生感应磁场，可以对相邻的触控联接机构产生吸力，实现对电路通断的控制，符号如图 3-8 所示。



图 3-7 熔丝符号

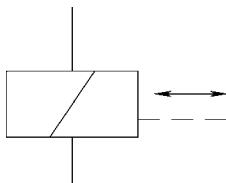


图 3-8 电磁线圈符号（箭头表示吸力方向）

某些部件的内部原理图会在其外壳上标明，以方便维修人员理解电流在部件内部的流向。通常复杂的部件符号也是由几个简单的符号组成的。为方便理解其工作原理，维修人员可以将其分解。通常部件越复杂，其内部的控制电路也越复杂，相应的部件符号也越复杂，如控制单元的收发器（Transistor）符号。

### 5. 继电器

如图 3-9 所示，继电器符号可以分解成一个基本开关与一个电磁线圈符号。

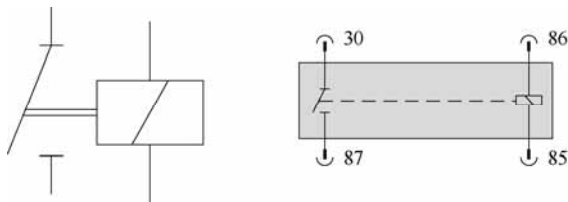


图 3-9 继电器符号

继电器需要外部信号来激活。大众、奥迪汽车在许多电路上使用 Bosch 标准 4 针继电器来控制供电线路的通断。继电器与控制单元均用英文字母“J”表示。

标准 4 针继电器包括两个部分：一个基本开关与一个电磁线圈。一般地，继电器 4 个端子按照电压类型进行编号，分别表示：

- 1) 30: 蓄电池电压。
- 2) 87: 连接用电设备，在与端子 30 接通时给用电设备供电。

3) 86: 连接点火开关或者是蓄电池电压。

4) 85: 接收搭铁信号, 给绕组线圈通电。

## 6. 电动机

还有两种比较常见的符号是电动机和控制单元的符号, 电动机如图 3-10 所示。电动机在车辆的很多系统上都可以看到它的身影, 应用非常广泛, 如风窗玻璃刮水器电动机、燃油泵电动机。

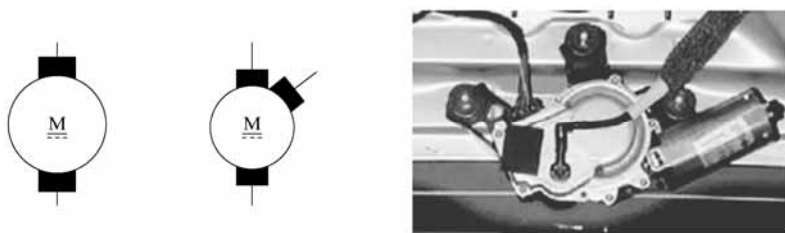


图 3-10 电动机实物及电动机符号

如图 3-10 所示, 符号上方与下方的黑色方块表示电动机的电刷 (换向器), 如果有两个电刷, 那就表明该电动机是单速电动机。如果有三个电刷, 那就表明该电动机有两个档位速度, 上方的两个黑色方块分别表示高速与低速电刷。刮水器电动机就是一个典型的双档位电动机。

## 7. 控制单元

与控制单元相连的导线错综复杂, 承载着大量的信号输入与输出任务, 使得阅读与分析电路图变得越来越困难。但是, 控制单元内部原理图一般不在电路图上体现, 如图 3-11 所示。



图 3-11 变速器控制单元

## 8. 电动机与控制单元组成的部件总成

有些控制单元与其他部件整合在一起。如玻璃升降电动机与控制单元就不能单独更换的一个部件总成, 如图 3-12 所示。

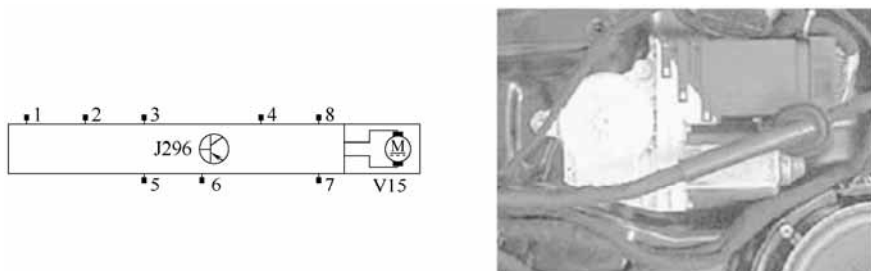




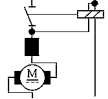

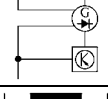




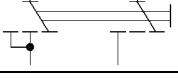

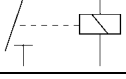








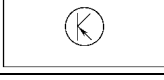


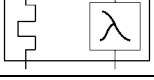




图 3-12 电动机与控制单元组合成一个总成

其他电路图符号及其含义见表 3-1。

表 3-1 大众、奥迪汽车电路图常用电器符号及其含义

符 号	含 义	符 号	含 义
	熔丝		手动开关
	蓄电池		温控开关
	起动机		按键开关
	交流发电机		机械开关
	点火线圈		压力开关
	火花塞和火花塞插接器		多档手动开关
	电热丝		继电器
	电阻		灯泡
	可变电阻		双丝灯泡
	内部照明		发光二极管
	显示仪表		不可拆式导线接点
	电子控制器		线束内导线连接
	电磁阀		氧传感器
	电磁离合器		电动机

### 3.2.2 电器设备简称

在大众、奥迪汽车电路图上，电器设备均用“英文字母+数字”的简写名称来表示。英文字母表示该组件属于哪一大类用电设备，见表 3-2。例如，F 表示开关，Z 表示加热元件；阿拉伯数字表示具体的用电设备序号，如活性炭罐电磁阀 N80，N 表示该组件属于电磁阀，80 是该电磁阀的序号。

表 3-2 电器设备类别简称

简 称	电器设备类别
A	蓄电池
B	起动机
C	发电机
D	点火/起动开关
E	较复杂的开关（如空调开关、电动天窗开关）
F	较简单的开关（车门、顶篷、制动开关等）
G	仪表或传感器
H	喇叭
J	控制单元、继电器、电子继电器
K	警告灯
L	灯光
M	灯光
N	电磁线圈、电磁阀、点火系统（如喷油器、点火线圈、点火器）
P	火花塞插接器
Q	火花塞
R	收音机、CD、电话、导航
S	熔丝、热敏熔丝、保护装置
T	导线插接器
V	电动机（车窗电动机、真空泵等）
W	内部灯光
Z	加热设备（氧传感器加热电阻、座椅加热、后视镜加热）

### 3.2.3 电器设备上的插座端子定义

电器设备上的插座端子定义有助于防止将插接器连接到插座上时发生混淆。在不会产生混淆的插座上可以取消插接器名称。对符合 DIN 标准的插接器通过符合 VDE（德国电工协会）标准的电器设备上插座端子定义予以补偿。符合 VDE 标准的名称是连续数字，例如在控制单元上，单个数字没有意义。单个数字应按在电路图上标注在符合 VDE 标准名称之后。如图 3-22 所示，在继电器 J107 电路图上，数字 30 表示直接来自蓄电池的电压，数字 86 表示传动装置的输入端。大众、奥迪汽车插接器上端子类型及其含义见表 3-3。

比较常见的电器设备上插座端子定义有：

- 1) 15: 点火开关电压。
- 2) 30: 直接来自蓄电池的 12/24V 电压。
- 3) 30a: 来自蓄电池 II 的电压。
- 4) 31: 蓄电池负极或搭铁端。
- 5) 31a: 流向蓄电池负极的回线或者开关/继电器的搭铁端。
- 6) 31b: 流向蓄电池 II 负极的回线。

表 3-3 大众、奥迪汽车插接器上端子类型及其含义

端子类型	含 义
1	点火线圈, 分电器低压端
1a	连接到点火分电器 I (带两个独立电路的点火分电器)
1b	连接到点火分电器 II (带两个独立电路的点火分电器)
4	点火线圈, 分电器高压端
4a	连接到点火分电器 I (带两个独立电路的点火分电器)
4b	连接到点火分电器 II (带两个独立电路的点火分电器)
15	从点火开关输出的蓄电池电压
15a	串联电阻上连接到点火线圈和起动机的输出端
17	起动机开关 (起动)
19	起动机开关 (预加热)
30	直接来自蓄电池的电压 12/24V
30a	来自蓄电池 II 的电压
31	蓄电池负极或搭铁端
31a	流向蓄电池负极的回线或者开关/继电器的搭铁端
31b	流向蓄电池 II 负极的回线
31c	流向蓄电池 I 的回线
电动机插接器	
32	回线
33	主插接器
33a	自动复位的闭合开关
33b	并励磁场
33f	二级低转速范围
33g	三级低转速范围
33h	四级低转速范围
33l	逆时针旋转
33r	顺时针旋转
起动机插接器	
45	分开式起动机继电器输出端, 起动机大电流输入端, 起动机小电流输入端
45a	起动机 I 输出端, 起动机 I 和 II 输入端
45b	起动机 II 输入端
48	起动机或者起动重复继电器 (监控起动过程) 上的插接器

(续)

端子类型	含 义
闪光器插接器	
49	输入端
49a	输出端
49b	输出端, 次级线圈
49c	输出端, 三级线圈
起动机控制	
50	起动机控制 (直接)
50a	蓄电池转换继电器, 用于起动机控制的输出端
50b	起动机控制, 利用顺序控制使两个起动机并联运行, 用于两个起动机并联运行时顺序控制起动电流的起动继电器
50c	起动机 I 起动继电器内的输入端
50d	起动机 II 起动继电器内的输入端
50e	起动锁止继电器输入端
50f	起动锁止继电器输出端
50g	起动重复继电器输入端
50h	起动重复继电器输出端
交流发电机	
51	整流器上的直流电压
51e	在白天行驶扼流圈整流器上的直流电压挂车信号
挂车信号	
52	从挂车向牵引车继续发送信号
53	从刮水器电动机输入端 (+)
53a	刮水器 (+), 终端关闭
53b	刮水器 (分路绕组)
53c	电动风窗玻璃清洗泵
53e	刮水器 (制动绕组)
53i	带有永久磁铁和第三电刷 (用于更高转速) 的刮水器电动机
挂车信号	
54	挂车插接连接器和组合车灯、制动信号灯
54g	挂车中下坡缓行制动器压缩空气阀, 电磁操纵
55	前雾灯
56	远光灯
56a	远光灯和远光指示灯
56b	近光灯
56d	远光灯瞬时接通触点
57	摩托车用停车警告灯 (在国外也用于轿车、货车等)
57a	停车灯
57L	左侧停车灯
57R	右侧停车灯
58	示宽灯、尾灯、牌照灯、仪表照明灯



(续)

端子类型	含 义
58b	单轴牵引车中的尾灯转换
58c	挂车插接器, 用于单芯铺设且在挂车中有熔体的尾灯
58d	可调仪表板照明灯、尾灯
58L	右侧示宽灯
58R	右侧牌照灯
交流发电机 (励磁发电机)	
59	交流电压输出端, 整流器输入端
59a	充电电枢输出端
59b	尾灯电枢输出端
59c	制动信号灯电枢输出端
61	发电机指示灯
音序开关装置	
71	输入端
71a	连接到扬声器 1+2 低音的输出端
71b	连接到扬声器 1+2 高音的输出端
72	报警开关 (示宽灯)
75	收音机、点烟器
76	扬声器
77	车门控制
开关	
常闭触点和转换器	
81	输入端
81a	第 1 输出端, 常闭触点侧
81b	第 2 输出端, 常闭触点侧
常开触点	
82	输入端
82a	第 1 输出端
82b	第 2 输出端
82z	第 1 输入端
82y	第 2 输入端
多位开关	
83	输入端
83a	输出端, 第 1 位
83b	输出端, 第 2 位
83L	输出端, 左位
83R	输出端, 右位
电流继电器	
84	输入端, 传动装置和继电器触点
84a	输出端, 传动装置
84b	输出端, 继电器触点

(续)

端子类型	含 义
开关继电器	
输出端, 传动装置 (线圈)	
85	输入端 (末端负极或搭铁线) 传动装置, 线圈始端
86	线圈始端或第 1 线圈
86a	线圈
86b	线圈引出头或第 2 线圈
常闭触点和转换器中的继电器触点	
87	输入端
87a	第 1 输出端 (常闭触点侧)
87b	第 2 输出端
87c	第 3 输出端
87z	第 1 输入端
87y	第 2 输入端
87x	第 3 输入端
常开触点中的继电器触点 (常开触点侧)	
88	输入端
常开触点和转换器中的继电器触点 (常开触点侧)	
88a	第 1 输出端
88b	第 2 输出端
88c	第 3 输出端
常开触点中的继电器触点	
88z	第 1 输入端
88y	第 2 输入端
88x	第 3 输入端
发电机和发电机调节器	
B+	蓄电池正极
B-	蓄电池负极
D+	发电机正极
D-	发电机负极
DF	发电机电场
DF1	发电机磁场 1
DF2	发电机磁场 2
交流发电机	
U, V, W 交流总线端	
转向指示灯	
C	转向信号发生器
CO	第 1 指示灯, 主接口, 用于与转向信号发生器隔开的指示灯
C2	第 2 指示灯
C3	第 3 指示灯 (例如在双挂车模式时)
L	左侧转向信号灯
R	右侧转向信号灯

### 3.2.4 电路与导线插接器

#### 1. 电路

(1) 导线符号 导线是流向部件或用电设备的电流的载体，一般用实线表示，如图 3-13 所示。有些导线的右边带有 (\*) 或者是 (\*数字)，表示该导线并不适用于所有车型，具体信息会在右侧列表中标出。导线一般有主色和辅色两种，主色的长度相对要长一些，如图 3-13 中，红色与灰色为主色，黑色与蓝色为辅色。

(2) 导线颜色 明白了导线颜色的定义，给电路图的查找工作带来很大的便利。某些功能类型的导线颜色与电器设备上插座端子定义一样，是有特别定义的，见表 3-4。

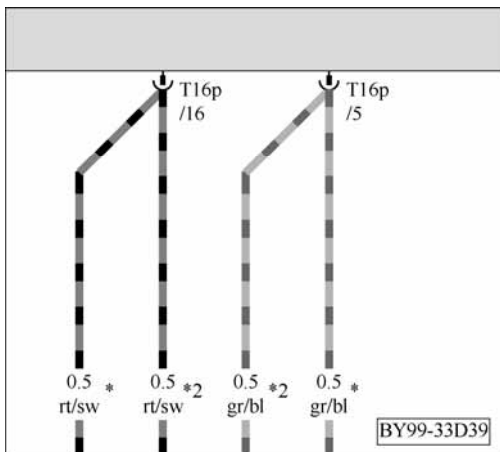


图 3-13 导线符号

表 3-4 部分导线颜色特别定义

颜 色	定 义	颜 色	定 义
红色	蓄电池电源线	棕色	搭铁线 (31)
绿色	点火开关 (1)	黄色	前照灯线路 (58)

明白这些导线颜色的特别定义，对于使用者快速地查找到某个系统也有很大的便利。在电路图上，导线颜色均以德文缩写形式标注，其中文含义对照表，见表 3-5。

表 3-5 导线颜色缩写及其含义

缩 写	含 义	缩 写	含 义
bl	蓝色	ro	红色
br	棕色	sw	黑色
ge	黄色	li	紫色
gn	绿色	ws	白色

(3) 导线规格 在导线的中间部分，会标注该导线的规格 (单位:  $\text{mm}^2$ )。导线的规格也是很重要的物理参数。导线上允许的最大电压降是有规定的，导线截面积越小，所分担的电压降越大，会带来一系列的后果：

- 1) 通电回路会过热。
- 2) 用电器的电压不足。
- 3) 组件有可能损坏。

在电路维修时，如果无法得到一样规格的导线，维修技师只能够采用截面积大一个规格的导线来代替。

(4) 导线的连接类型 由于导线类型、使用目的不同，导线与导线、导线与部件之间的连接方式也有很多种类型，如内部连接 (Internal Connections)，螺纹连接 (Threaded Connections)，焊接连接 (Welded Connections)，拔插式插接器 (Push-on Connectors)，多联开关 (Connectors) 以及搭铁 (Ground)。

1) 内部连接 (Internal Connections)。如图 3-14 所示, 内部连接存在于部件的内部, 起到线束与最终用电元件桥梁的作用, 用细黑线图标标示。在有些部件的表面, 会标明内部连接的图例, 如中央/继电器盒上会有“30”的字样, 标明电压类型为电源电压。还有一些部件并不做任何标示。

2) 焊接连接 (Welded Connections)。如图 3-15 所示, 焊接一般用于将多条较小规格的导线连接到一根较大规格的导线上, 如在熔丝座底部或是在车身搭铁处。有时, 图标上的中央细线被打断, 并没有延伸至另一根较粗的纵线。这表明, 焊接连接的两根导线分布在不同的电路图上。使用者需要索引至其他电路图上, 才能明确该导线与何部件或搭铁点相连接。

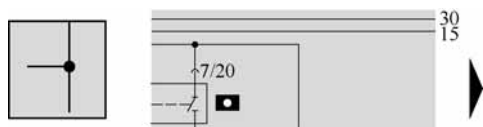


图 3-14 内部连接符号



图 3-15 焊接连接符号

3) 螺纹连接 (Threaded Connections)。如图 3-16 所示, 螺纹连接一般用于熔丝/继电器座底部, 用于分配电压和搭铁至各部件, 蓄电池正极、负极以及负荷分流处均属于此类型。

4) 搭铁 (Ground)。汽车车身可以看做是贯穿整个车辆的搭铁导体, 用电路图底部的一根细线来表示。在细线上, 会标注电路序号以及搭铁线在车身上的搭铁位置序号。在右边的列表内, 也会描述位置序号的详细信息。

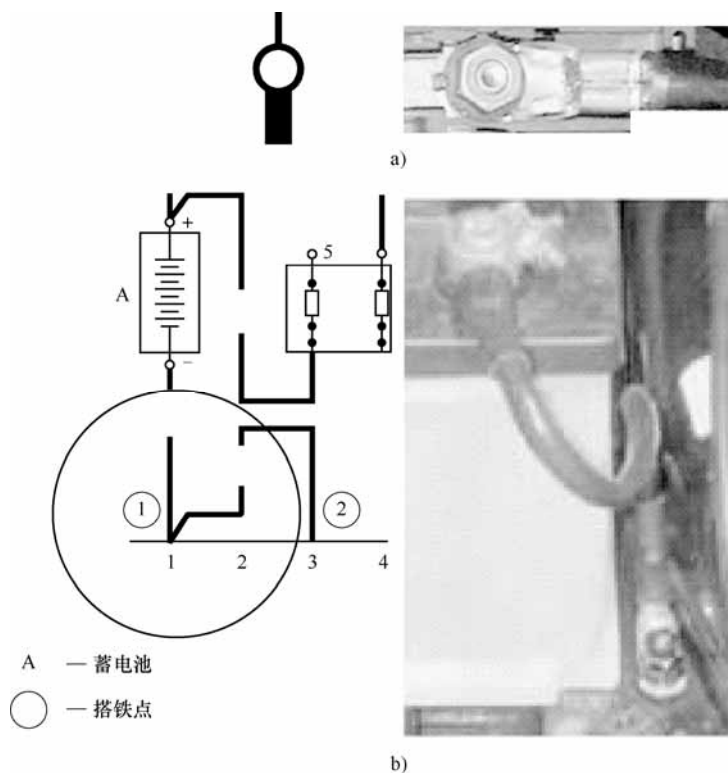


图 3-16 螺纹连接

a) 螺纹连接示例 a) 蓄电池负极的螺纹连接

一般地，大部分的搭铁点在电路图的起始页码就会标出，如图 3-17 所示。在电路图实际查找过程中，可以在右侧的列表中找到搭铁点在车身上的具体位置。

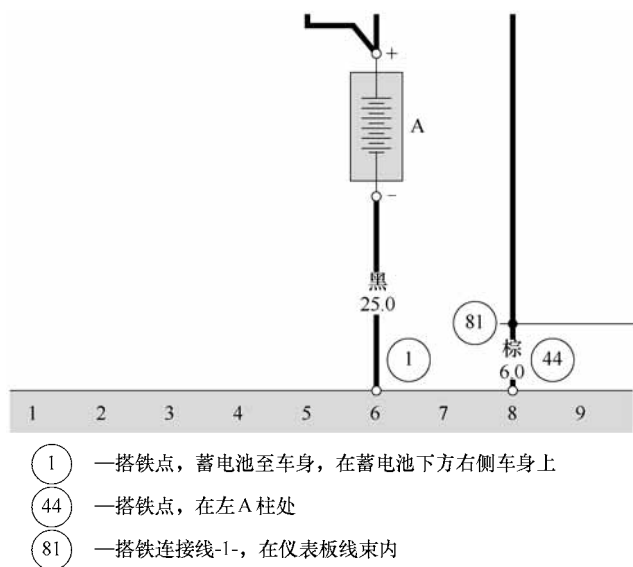


图 3-17 搭铁连接形式

## 2. 导线插接器

导线插接器俗称插头，属于导线连接的方式之一。电路图中会详细标出每一根导线在插接器端子上的分布，减轻了故障诊断的负担。导线插接器同样采用“字母+数字”的表示形式，在导线插接器塑料外壳上，会蚀刻每一个端子的序号。

插接器的类型一般有以下 4 种：

- 1) 按压插拔式多端子插接器。
- 2) 组件式多端子插接器。
- 3) 中央继电器面板。
- 4) 继电器。

（1）按压插拔式多端子插接器 如图 3-18 所示，插拔式多端子插接器用“T”表示，插接器的位置等具体信息在列表中详细解释。如 T8a/5，表示 1 个 8 端子插接器，某根导线进入的是插接器的第 5 个端子。

一般地，端子序列号会写在插接器塑料外壳上，或者是与插接器连接的部件上，如图 3-19 所示。在多端子插接器上，端子序号会标注在每一行端子的两端。如发动机控制模块（ECM）插接器就具有 3-3 行 12 针端子，在每一行的两端都会标注端子序号，方便导线的查找。

（2）组件式多端子插接器 如图 3-20 所示，组件多端子插接器可以用、也可以不用“T”来表示。有些端子用序号来标注，有些序号用 DIN 电路端子电压定义来标注，也有的同时使用这两种标注方式。

（3）继电器插接器 如图 3-21 所示，继电器插接方式的端子分布：在继电器基座上标注插孔序号，在继电器上标注 DIN 标准端子序号。如图 3-22 所示，圆圈内表示继电器基座的 2 号插孔与继电器的 30 号端子连接。

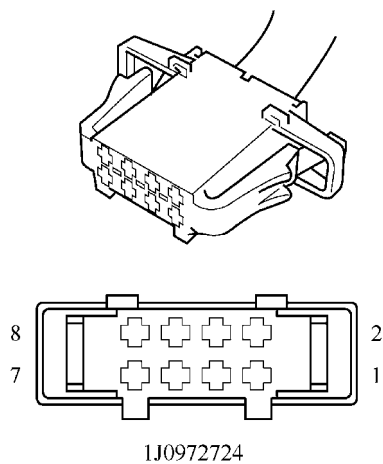


图 3-18 按压插拔式多端子插接器

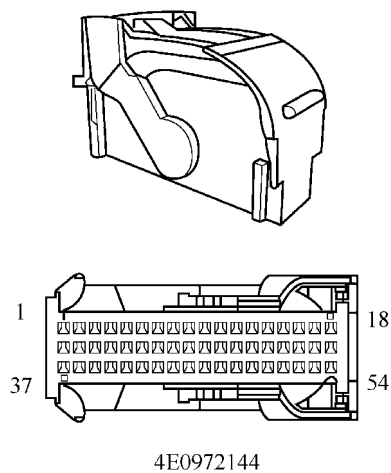


图 3-19 端子序列号会写在插接器塑料外壳上

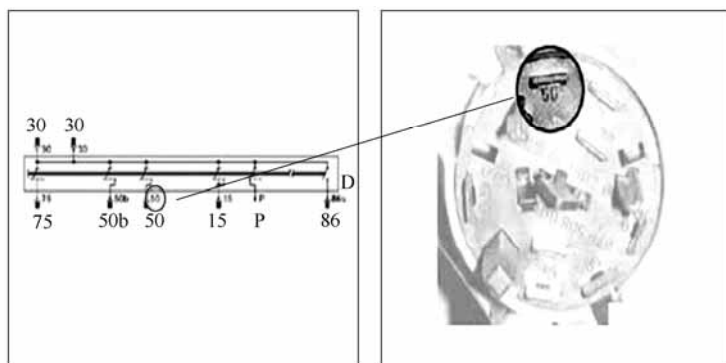


图 3-20 组件式多端子插接器

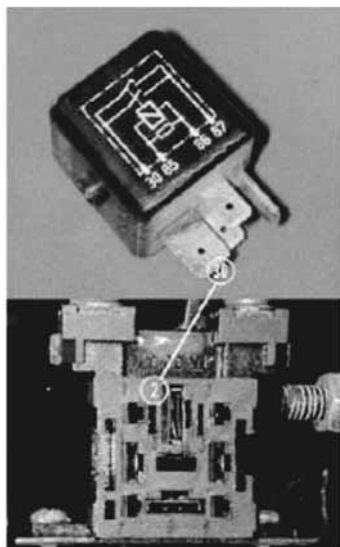


图 3-21 继电器插接器

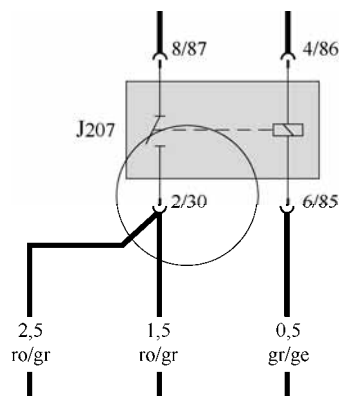


图 3-22 继电器插接器电路图

### 3.3 大众、奥迪汽车电路样图识读

维修站使用的电路图通常是局部电路图，是电器/电子设备的一部分，如车外照明装置或发动机管理系统电路图，完全独立，并且不在同一个页面上显示。

#### 1. 电路图布局

大众、奥迪汽车局部电路图页面布局如图 3-23 所示。最左边的部分-1 是局部电路图，由各种电器设备符号、导线、插接器符号及索引数字等元素组成；部分-2 是导航工具，可以移动、放大和缩小电路图布局；部分-3 称为列表，是部分-1 中所提到的电器符号、电器简称、搭铁点、线束节点等的详细说明；部分-4 是导线颜色代码。

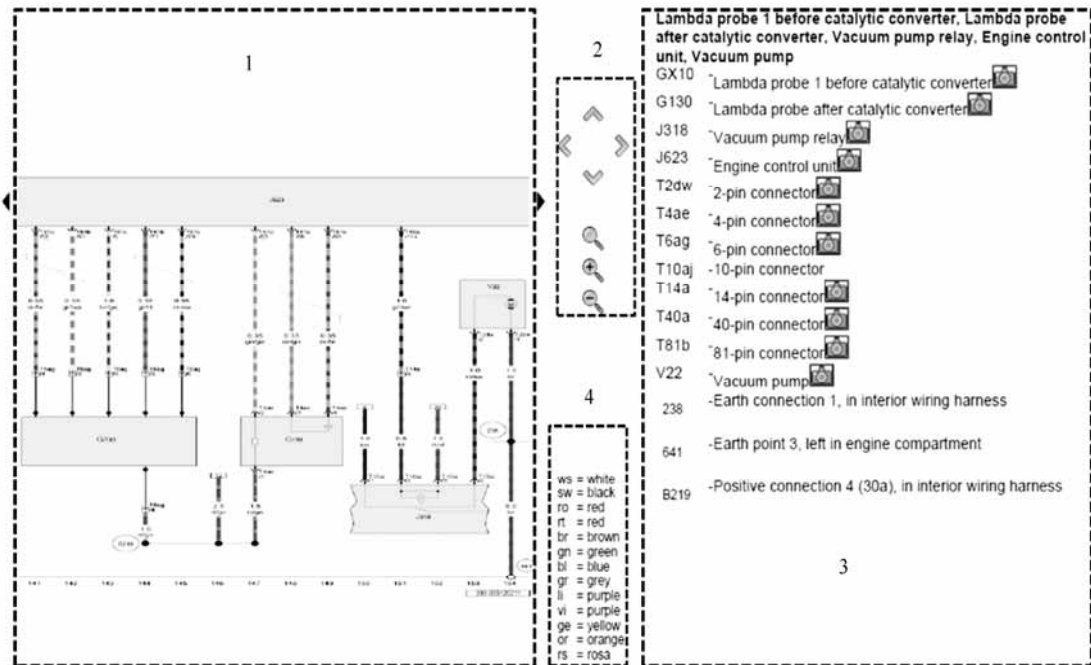


图 3-23 电路图页面布局

1—电路图 2—导航工具 3—列表 4—导线颜色代码

#### 2. 样图识读

电路图中所有元素的说明如图 3-24 和图 3-25 所示。

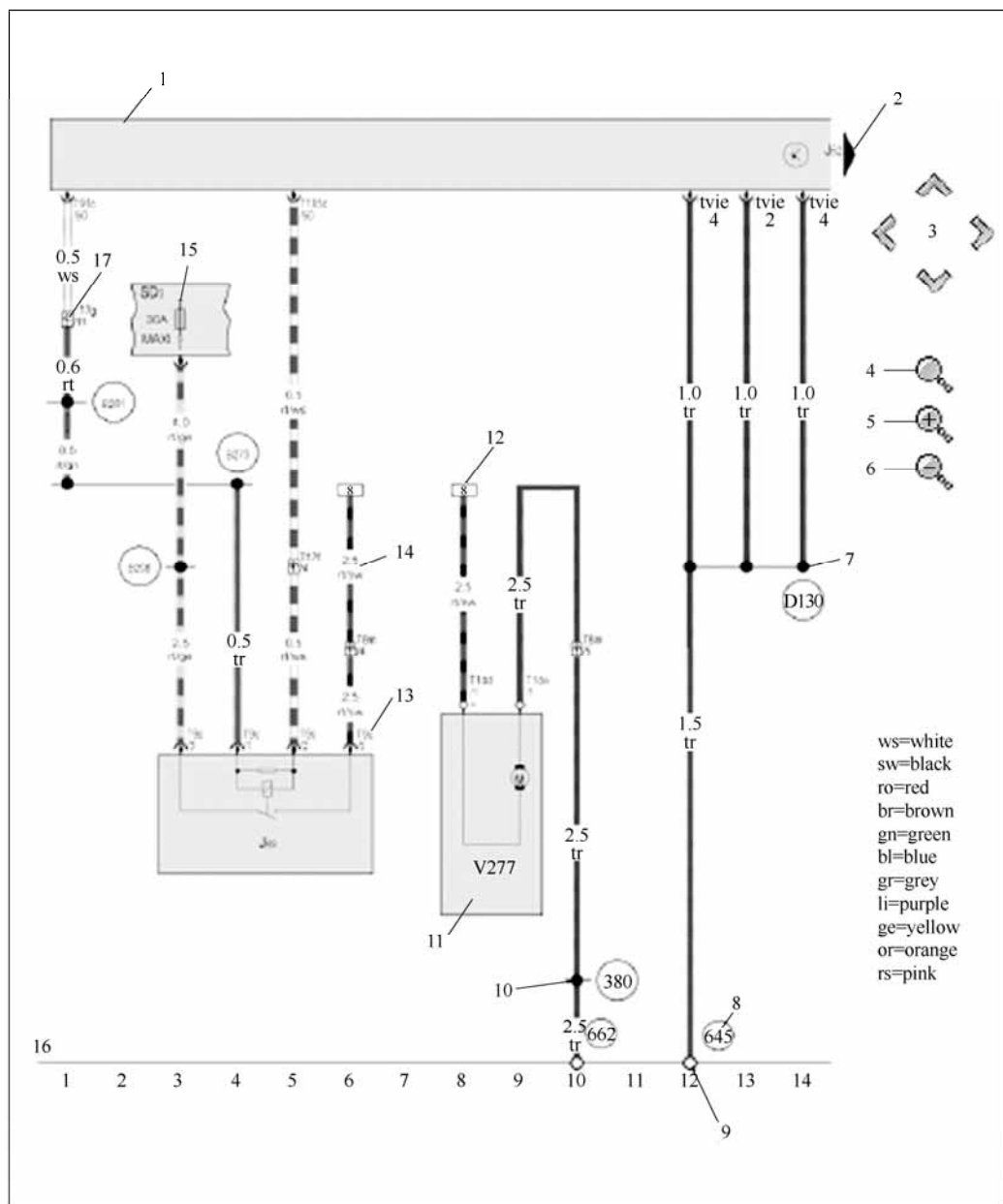
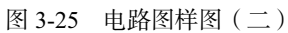


图 3-24 电路图样图（一）

1—控制单元 2—箭头，表示电路图剩余部分在下一页显示 3—导航箭头 4—恢复图像到初始大小 5—放大图像  
6—缩小图像 7—线束连接点，类型、位置在右侧列表中详细说明（连接点无短线尾巴，说明该连接点相连接的所有导线均已标出） 8—搭铁点，类型、位置在右侧列表中详细说明 9—螺纹连接，白色圆圈表示该连接点可以拆下 10—导线插接器，类型、位置在右侧列表中详细说明（连接点有短线尾巴，表明该插接器仍有部分导线未在该页显示） 11—部件符号，如果圆环有开口，说明该部件仍有其他部分在其他电路图上显示 12—导线延续索引，方框内是电路序号，表示该导线延续到方框内所示序号的导线 13—组件插接器端子类型定义，在组件外壳上或者是多端子插接器基座上也会标注端子定义 14—导线规格以及导线颜色，导线颜色代码在电路图的右下角会详细说明 15—熔丝类型 16—电路序号 17—内部连接，或者是两个线束之间的连接





1—箭头,表示是上一页电路图的延续 2—虚线环绕导线,表示屏蔽线 3—细黑线,表示该导线永久性固定在部件上,不能拔出

## 3.4 大众、奥迪汽车电路图的使用

电路图是电气故障诊断必不可少的维修工具。运用好电路图，对电气系统故障的诊断可以起到事半功倍的效果。所以，无论是电气系统工作原理的教学还是学习，电路图部分的内容向来是重中之重。但由于电路图本质上反映的是电气系统的工作原理，再加上电路图布局上电器设备符号众多、线路类型复杂，电路图的识读往往也是学习的难点。电路图的使用方法也有一定的规律可循。

### 1. 大众、奥迪电路图使用的一般方法

大众、奥迪汽车电路图已经实现无纸化，所有车型电路图都储存在相应的维修站信息系统中，在需要时能快速调出来。使用电路图的一般方法如下。

**(1) 认真读列表图注** 列表图注说明了该汽车所有电器设备的名称及其数字代号，通过读图注可以初步了解该汽车都装配了哪些电器设备。然后通过电器设备的数码代号在电路图中找出该电器设备，再进一步找出相互连线、控制关系。

**(2) 熟悉电器设备符号、电器设备简称、常用导线颜色定义以及导线规格** 汽车电路图是利用电器设备符号、电器设备简称、导线颜色定义以及导线规格等来表示其构成和工作原理的。因此，熟悉电路符号、简称的含义，才能快速看懂电路原理图。

**(3) 熟悉插接器、插座端子定义** 熟悉插接器、插座端子定义，对于快速地判断端子的电压类型非常有帮助，如 30 表示来自于蓄电池的常电源线电压。

**(4) 牢记回路原则** 任何一个完整的电路都是由电源、熔断器、开关、控制装置、用电设备、导线等组成的。电流流向必须从电源正极出发，经过熔断器、开关、控制装置、导线等到达用电设备，再经过导线（或搭铁）回到电源负极，才能构成回路。因此电路读图时，有三种思路：

思路一：沿着电路电流的流向，由电源正极出发，顺藤摸瓜查到用电设备、开关、控制装置等，回到电源负极。

思路二：逆着电路电流的方向，由电源负极（搭铁）开始，经过用电设备、开关、控制装置等回到电源正极。

思路三：从用电设备开始，依次查找其控制开关、连线、控制单元，到达电源正极和搭铁（或电源负极）。

实际应用时，可视具体电路选择不同思路，但有一点值得注意：随着电子控制技术在汽车上的广泛应用，大多数电器设备电路同时具有主回路和控制回路，读图时要兼顾两回路。

**(5) 牢记“传感器—信号—控制单元—信号—执行器”原则** 除了回路原则外，“传感器—信号—控制单元—信号—执行器”原则在自动功能控制系统内显得越来越重要。传感器是信号的采集者，只要所在的系统保持苏醒状态，它就一直为控制单元工作，采集信号，有些智能传感器本身还能够处理数据，将初步处理过的数据传输给与之相连的控制单元；控制单元是信号的监测者与命令的下达者，它接收到传感器的信号变化达到其内部程序预设的阈

值时,就会对执行器下达命令,命令其执行某项指令;执行器一般是各种类型的电动机、电磁阀或继电器,当收到控制单元的指令后开始动作,改变与之相连的某个机械部件的位置、某个控制电路的回路。以自动刮水功能为例,雨量传感器安装在前风窗玻璃上部,当其感受到有水滴停留在前风窗玻璃上时,向车顶控制单元反映该信息;与车顶控制单元同在舒适总线上的刮水电动机控制单元接收到“开始下雨”的信号后,控制执行器刮水电动机开始运动,刮水电动机带动刮水器臂在前风窗玻璃上来回运动,刮掉停留在前风窗玻璃上的水滴。

另外,在某些执行器上集成有传感器,用以向控制单元反馈执行器是否完成指令的执行任务,例如节气门体上有节气门位置传感器,用以向发动机控制单元反馈节气门电动机的动作位置。

**(6) 浏览全图,分割各个单元系统** 要读懂汽车电路图,首先必须掌握组成电路的各个电器元件的基本功能和电器特性。在大概掌握全图的基本原理的基础上,再把一个个单元系统电路分割开来,这样就容易抓住每一部分的主要功能及特性。

在区划各个系统时,一定要遵守回路原则,注意既不能漏掉各个系统中的组件,也不能多框划其他系统的组件,一般规律是:各电气系统只有电源和总开关是公共的,其他任何一个系统都应是一个完整的独立的电器回路,即包括电源、开关、保险装置、电器(或电子线路)、导线等。从电源的正极经导线、开关、熔丝至电器设备后搭铁,最后回到电源负极。

**(7) 熟记各局部电路之间的内在联系和相互关系** 从整车电路来讲,各局部电路除电源电路公用外,其他单元电路都是相对独立的,但它们之间也存在着内在联系(如信号共享)。因此,识图时,不但要熟悉各局部电路的组成、特点、工作过程和电流流经的路径,还要了解各局部电路之间的联系和相互影响。这是迅速找出故障部位、排除故障的必要条件。

**(8) 掌握各种开关在电路中的作用** 对多层、多档、多接线柱的开关,要按层、按档位、按接线柱逐级分析其各层各档的功能。有的用电设备受两个以上单档开关(或继电器)的控制,有的受两个以上多档开关的控制,其工作状态比较复杂。当开关接线柱较多时,首先抓住从电源来的一两个接线柱,再逐个分析与其他各接线柱相连的用电设备处于何种档位,从而找出控制关系。

对于组合开关,实际线路是在一起的,而在电路图中又按其功能画在各自的局部电路中,遇到这种情况必须仔细研究识读。

**(9) 全面分析开关、继电器的初始状态和工作状态** 在电路图中,各种开关、继电器都是按初始状态画出的。即按钮未按下、开关未接通,继电器线圈未通电,其触点未闭合(指常开触点),这种状态称为原始状态。在识图时,不能完全按原始状态分析,否则很难理解电路的工作原理,因为大多数用电设备都是通过开关、按钮、继电器触点的变化而改变回路的,进而实现不同的电路功能。所以,必须进行工作状态的分析。

**(10) 先易后难** 有些汽车电路图的某些局部电路可能比较复杂,一时难以看懂,可以暂时将其放一放,待其他局部电路都看懂后,结合看懂图中与该电路有联系的有关信息,再进一步识读这部分电路。

**(11) 注意搜集资料和积累经验** 对于看不懂的电路要善于请教有关人员,同时还要善于查找收集相关资料;注意深入研究典型汽车电路,做到触类旁通;特别注意实际工作经验的积累,新技术、新工艺的应用和创新。

## 2. 电路图在故障诊断中的使用

在实车故障诊断中，电路图是必不可少的工具。想要轻松地识读汽车局部电路图，除了需要熟悉电路图的布局、电器设备符号、电器设备简称、电路特点外，同时也需要遵循一定的步骤。

故障现象：2006 款帕萨特四个车窗玻璃升降器均不工作。

任何诊断工作都是从分析故障现象开始的。车窗玻璃升降器属于电器设备，车窗玻璃升降器不工作，属于电器设备故障。那么如果要排除该故障，首先需要分析整个玻璃升降器的电路图，了解这款车车窗玻璃升降器的控制原理。然后，按照电路图所反映的控制电路特点，对整个系统进行故障检查，找出故障点。电路图具体调用步骤如下。

1) 如图 3-26 所示是大众、奥迪汽车 TEIS 系统中，帕萨特领驭全车电路图的目录页。根据电气系统工作原理，我们可以判断，电动车窗系统应该属于舒适系统，所以，第一步先找到“08-舒适系统电路图”，并单击打开。



图 3-26 帕萨特领驭电路图目录

2) 如图 3-27 所示, 打开舒适系统电路图目录, 还有一个子目录。仔细研究这个子目录, 我们可以发现:

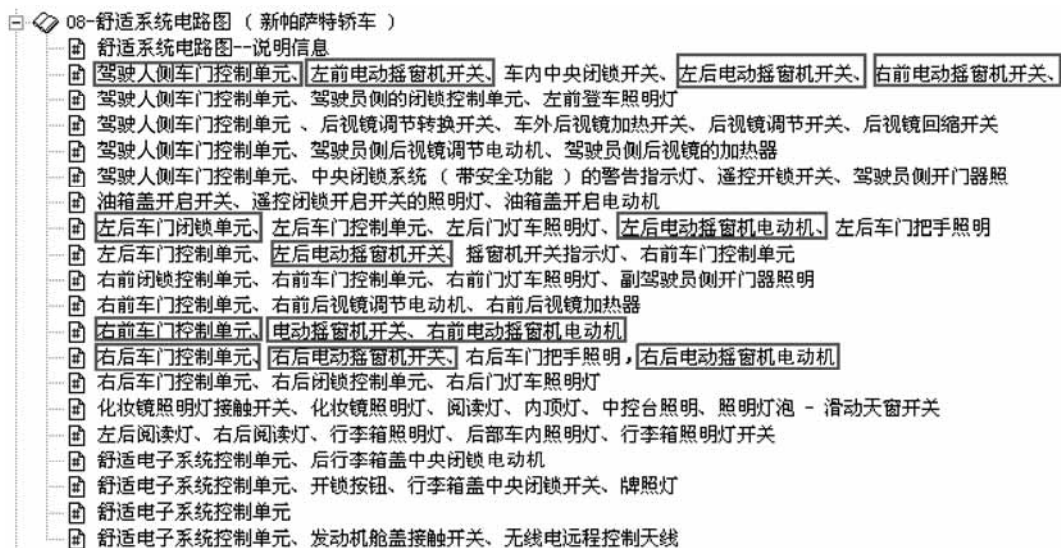


图 3-27 舒适系统电路图子目录

首先, 舒适系统电路图的子目录, 基本上是按照控制单元的安装位置、而不是按照不同的功能类型来进行分页显示的。例如, 与驾驶人侧车门控制单元有关的系统电路图 (四门电动车窗控制开关、车内中央闭锁开关、左前登车开关、后视镜调节转换开关、驾驶人侧的后视镜功能等) 均在连续的页面显示; 与左后车门控制单元有关的系统电路图 (左后车门闭锁单元、左后门登车照明灯、左后门玻璃升降电动机、左后车门把手照明等) 均在连续的页面显示。

其次, 我们通过舒适系统电路图的子目录就可以发现, 驾驶人侧车门控制单元可以同时控制四个门的电动车窗控制开关, 而出现故障现象时四个车门的电动车窗均无法升起, 所以初步判断故障应该出在总控制线路上, 所以应该优先查看驾驶人侧车门控制单元的电路图。点击驾驶人侧车门控制单元电路图, 进一步查看。

3) 如图 3-28 所示是驾驶人侧车门控制单元、驾驶人侧电动车窗控制开关、驾驶人侧玻璃升降电动机的电路图页面。

4) 打开驾驶人侧车门控制单元电路图后, 首先阅读右侧的列表, 了解本页面电路图显示的信息。

如图 3-29 所示, 在这个列表中, 我们可以获得的很多有用的信息。供电类型: 30-蓄电池直接供电电压; 熔丝信息-S37 是车窗升降器熔丝, 规格为 30A, 以及其在熔丝支架上的安装位置; E40-左前电动车窗开关、E53-左后电动车窗开关、E55-右后电动车窗开关、E81-右前电动车窗开关, 位置均在驾驶人侧; J386-驾驶人侧车门控制单元, 位置在驾驶人侧车门内; V147-驾驶人侧玻璃升降电动机等。

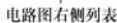


图 3-28 驾驶人侧四门电动车窗开关电路图

5) 如图 3-30 所示, 电路图的信息量是非常大的, 在识读电路图时, 最好的方法是聚焦, 有侧重点地寻找你所关注的信息, 而没必要把整张电路图上的每个角落全都仔细研读。

由故障现象可知,故障原因应该与四个车门玻璃升降电动机的总控制线路有关,那么我们就没有必要去研究驾驶人侧四个车门玻璃升降电动机开关 E40、E53、E55、E81 的相关电路,而应该把识读的重心放在驾驶人侧车门控制单元 J386 的供电与搭铁线路上。

根据以上分析, 第一步寻找 J386 的供电线路。从图 3-29 列表中, 我们可以直接获知, 驾驶人侧车门控制单元 J336 的供电电压为白 2.5 线, 在红/白 2.5 线上有 30A 熔丝 S37, 在棕 0.35 线上, 并且由索引序号 13 跳跃到索引

其他对于故障诊断有用的信息还有：供电电压通过 J386 的 21 针插接器的 20 号端子进入控制单元内部（T29a/20），驾驶人侧的玻璃升降电动机总开关的搭铁端是 16 针插接器的 11 号端子（T16c/11）。

接下来的诊断工作就水到渠成了，只需要检查熔丝 S37 是否完好，用万用表的直流电压档测量 T29a/20 处、T16c/11 处的电压是否正常即可。

- |      |  |
|------|--|
| E39  | 一后电动摇窗机锁止开关（驾驶人控制）                                 |
| E40  | 一左前电动摇窗机开关（驾驶人控制）                                  |
| E53  | 一左后电动摇窗机开关（驾驶人控制）                                  |
| E55  | 一右后电动摇窗机开关（驾驶人控制）                                  |
| E81  | 一右前电动摇窗机开关（驾驶人控制）                                  |
| E150 | 一车内中央闭锁开关（驾驶人控制）                                   |
| J386 | 一驾驶人侧车门控制单元，在驾驶人车门内                                |
| L53  | 一摇窗机开关指示灯  |
| S37  | 一车窗升降器单独熔丝，30A，黄色插座，在仪表板表板左侧8位置附加继电器板上（F号位）（除V6外）  |
| S37  | 一车窗升降器单独熔丝，30A，黄色插座，在仪表板表板左侧8位置附加继电器板上（A号位）（仅用于V6） |
| T10L | —10针插头，黑色，在左A柱处（2号位）                               |
| T16c | —16针插头，棕色，在驾驶人侧车门控制单元上                             |
| T29a | —29针插头，黑色，在驾驶人侧车门控制单元上                             |
| V147 | 一驾驶人侧电动摇窗机电动机                                      |
| 502  | —正极螺栓连接点（30），在中央电器板上                               |
| W3   | —正极连接线（30a），在后线束内                                  |

图 3-29 电路图右侧列表

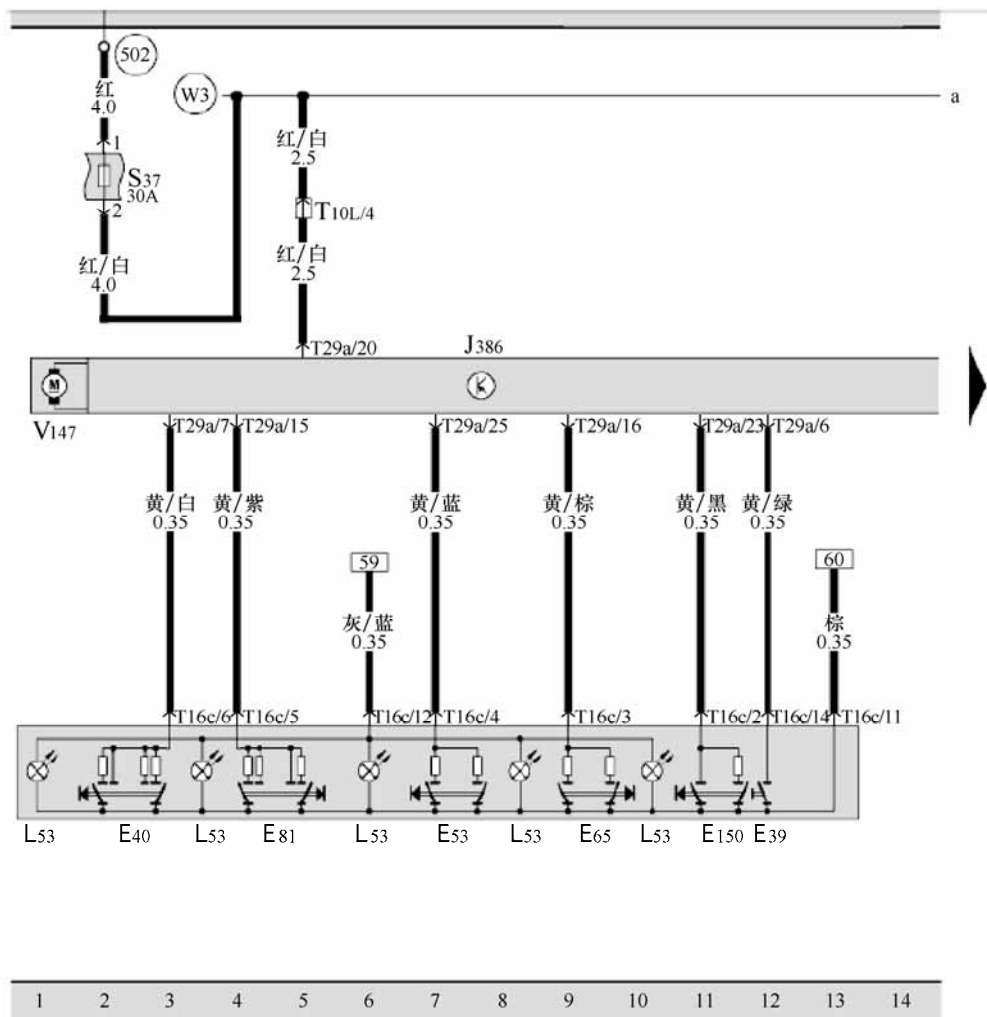


图 3-30 电路图主页面显示

## 本章小结

- 1) 大众、奥迪汽车电路图中插接器端子 (Terminal) 电压类型、导线颜色代码、电器符号均采用统一的标准。
- 2) 大众、奥迪汽车电路图以电流路径、信号路径的形式描述电路的工作原理，电路图的组成必须包括：电器设备符号、电器设备简称；插接器端子定义和插座端子定义、电路。
- 3) 大众、奥迪汽车电路图中电器设备符号以简化的形式表示原车电路上的电器元件。原则上电器设备符号表示的是在无电流并且是在不能以机械方式控制的状态下的电器设备。
- 4) 根据触点的状态不同，继电器又分为常开（动合触点）型、常闭（动断触点）型和开闭混合型三类。

- 5) 电磁线圈在很多部件中都有运用, 包括喷油器和继电器。
- 6) 如果熔断器烧毁, 说明出现短路, 必须检查整个电气系统。
- 7) 继电器符号可以分解成一个基本开关与一个电磁线圈符号。
- 8) 电器设备均用“英文字母+数字”的简写名称来表示。
- 9) 电器设备上的插座端子定义有助于防止将插接器连接到插座上时发生混淆。
- 10) 导线是流向部件或用电设备的电流的载体, 一般用实线表示。有些导线的右边带有(\*)或者是(\*数字), 表示该导线并不适用于所有车型, 具体信息会在右侧列表中标出。导线一般有主色和辅色两种, 主色的长度相对要长一些。
- 11) 维修站使用的电路图通常是局部电路图, 使电器/电子设备的一部分相对独立, 并且不在同一个页面上显示。



# 第4章

## 奥迪汽车数据总线系统

---

### 学习目标

---

#### 知识目标:

- 1) 了解汽车总线系统的类型、作用、组成。
- 2) 熟悉汽车总线系统的结构和工作原理。
- 3) 掌握汽车总线系统的电路分析方法。
- 4) 掌握典型车系总线系统故障分析方法。

#### 能力目标:

- 1) 熟悉维修手册的使用方法。
- 2) 学会使用示波器对总线系统的检测方法。
- 3) 学会典型车系总线系统故障检测与诊断方法。

## 4.1 概述

随着汽车技术的不断发展,人们对汽车各方面的性能要求越来越高,在追求车辆动力性和操控性能的同时,还对舒适性和安全性能也提出了更高的要求。

20世纪90年代以来,随着集成电路在汽车上的广泛应用,汽车上的电子控制系统越来越多,例如电子燃油喷射装置、防抱死制动装置(ABS)、安全气囊装置、电动门窗装置、主动悬架装置等。各种电子控制系统的导入和应用使汽车的各项功能更加完善,控制更加精确和灵活,智能化程度也不断提升。然而,功能的日益增加和完善使车载电子控制单元的数量以惊人的速度增加。

与此同时,各电子控制单元之间的数据交换也随之增加。传统的数据交换形式只是通过模块间专设的导线完成点对点的通信。数据量的增加必然导致车身线束的增加。庞大的车身线束不仅增加了制造成本,而且还占用空间,增加了整车质量。线束的增加还会使因线束老化而引起电气故障的可能性大大提高,降低了系统的可靠性。解决这个问题的关键就是利用计算机网络技术,将车载控制单元通过车载网络连接起来,实现数据信息的高效传输。如图4-1所示,采用了CAN总线、LIN总线(单线总线)、MOST总线(光学总线)以及无线蓝牙总线后车载网络控制系统可以处理大量来自控制单元的信息和执行其各种功能以及不断增加的数据交换。

在现代汽车中,采用总线的意义已远远超出节省电线的范围,它已成为车内各零部件实施信息交互的标准接口。整车的总线网络成为整车的电气平台,也就是说只要有总线存在,就可以在这个总线平台上不断增加汽车的智能化零部件。总线技术促进了汽车智能化的发展。

车载网络形式多种多样,目前应用最为广泛的是控制器局域网(Controller Area Network),即所谓的CAN Bus(总线)系统。CAN总线是德国Robert Bosch公司在20世纪80年代初为汽车业开发的一种具有很高保密性,有效支持分布式控制或实时控制的串行数据通信总线。汽车上各个控制系统对网络信息的传输延迟比较敏感,如发动机控制、变速器控制、安全气囊控制、ASR/ABS/ESP控制、牵引力控制等对网络信息传输的实时性要求较高,需要采用高速CAN总线,其传输速率高达500 kbit/s~1 Mbit/s。

LIN(Local Interconnect Network,局部互联网络)是一种低成本的串行通信网络,用于实现汽车中的分布式电子系统控制。局部互联指的是所有控制单元被安装在一个有限的结构空间(如车顶)内,它也被称为“局部子系统”,如图4-2所示。

LIN总线是CAN在低端应用的延伸,是价格相对便宜且速度较慢的子网。空调器控制、仪表控制、刮水器控制、照明灯控制、门窗控制等需要采用低速LIN总线,其传输速率为1~20 kbit/s。低速LIN总线对信息传输的实时性要求不高,但子系统数量较多,将这些低速子系统与高速子系统分开,有利于保证高速子系统的实时性,同时还可以降低成本。

在LIN总线系统中,LIN总线是一根单线总线,有导线基本颜色(紫色)和识别颜色。一辆汽车中各个LIN总线系统之间的数据交换是通过CAN数据总线进行的,而且每一次只交换一个控制单元的数据。LIN总线系统允许一个LIN主控制单元和最多16个LIN从属控制单元之间进行数据交换。

MOST总线(Media Oriented Systems Transport)是一种光纤数据总线系统,该数据总线系统起源于“面向媒体的系统传送合作组织”。这是一个许多汽车制造厂、零部件供应商及软件开发商组成的协会,其目的是要开发出一个标准的高速数据传送系统。

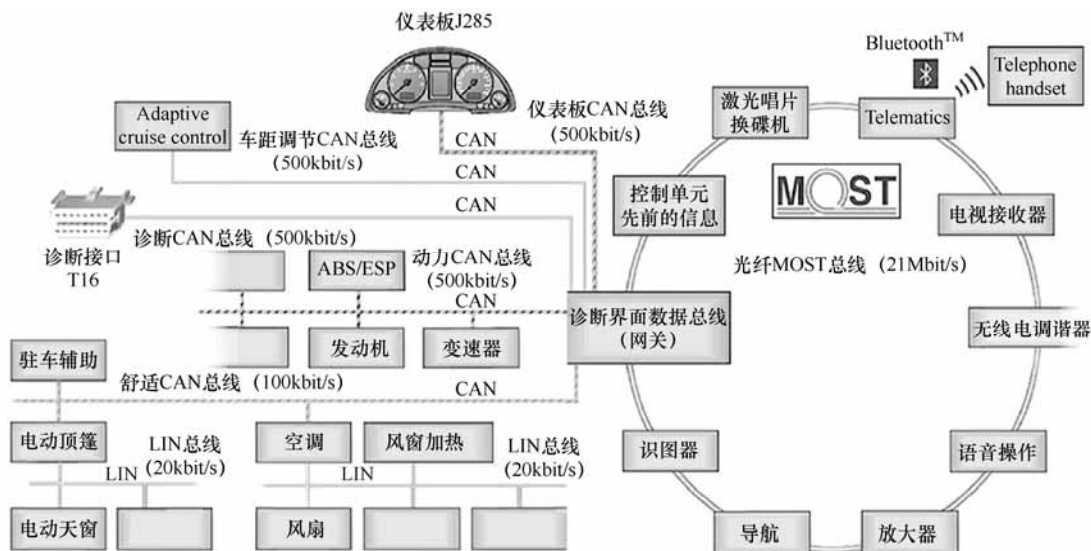


图 4-1 车载网络控制系统拓扑图

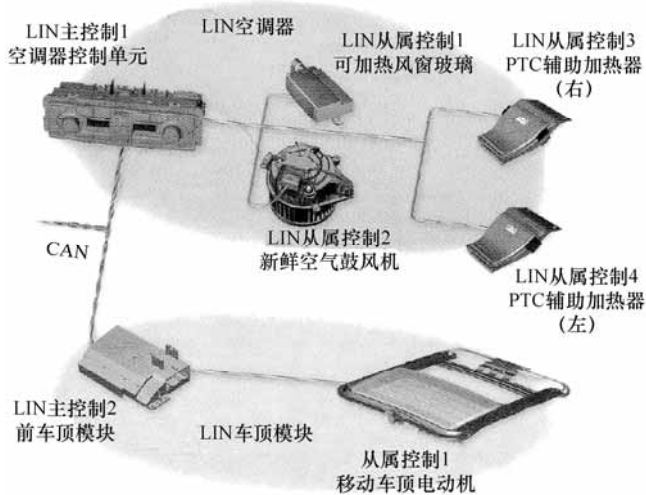


图 4-2 LIN（局部互联网）

“面向媒体的系统传送”代表一个以地址为本的信息被传送到特定接收机的数据传送网络，这一技术被用在大众、奥迪汽车中来传递多媒体互动的系统数据，如图 4-3 所示。

如图 4-4 所示，多媒体互动系统传送视频和音频信息需要很大的传输速率，如传送立体声的数字式电视信号需要约为 6 Mbit/s 的传输速率，但当前使用的 CAN 数据总线发送数据的速度不够快（最快速度 1Mbit/s），不能满足大量数据传送的要求。然而，MOST 总线允许的传输速率可达 21.2 Mbit/s，因此光纤数据传送是传播复杂的多媒体系统的适当手段。

MOST 总线除了使用较少导线和重量较轻之外，光波传送具有极高的数据传输速率，它可以在相关的部件之间以数字的形式交换数据。与无线电波相比，光波的波长很短，而且既不产生干扰电磁波，对电磁波干扰也不敏感。因此，MOST 总线还具有高级别的抗干扰性能。

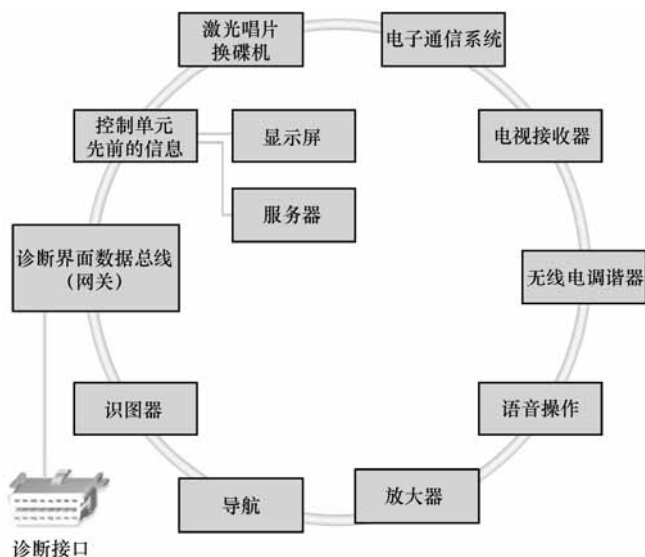


图 4-3 奥迪多媒体互动系统

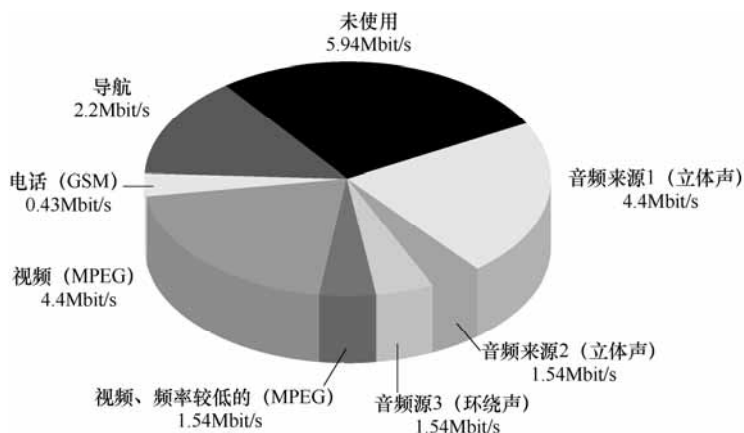


图 4-4 多媒体互动系统传输速率要求

## 4.2 数据总线结构

数据总线拓扑结构与城市交通枢纽结构类似，网关是整个网络的核心，不同类型的 CAN 总线、FlexRay 总线以及 MOST 总线均通过网关进行数据交换。在 CAN 总线网络内是级别稍低一级的 LIN 总线，承担该特定 CAN 总线网络内部的功能。这几种类型的总线各有特点，网络数据传输速度与数据容量各不相同，满足了不同的子系统的独特需求。如图 4-5 所示是大众旗下高端品牌宾利幕尚的车载网络总线拓扑结构。

### 1. 舒适总线 K-CAN 结构与组成

如图 4-6 所示，K-CAN 网络内部有数量众多的 LIN 总线网络。LIN 的目标是为现有汽车网络（如 CAN 总线）提供辅助功能。因此，LIN 总线是一种辅助的总线网络，在不需要 CAN 总线的传输速度和多功能的场合，如智能传感器和智能电动机之间的通信，使用 LIN 总线，可大大节省成本。

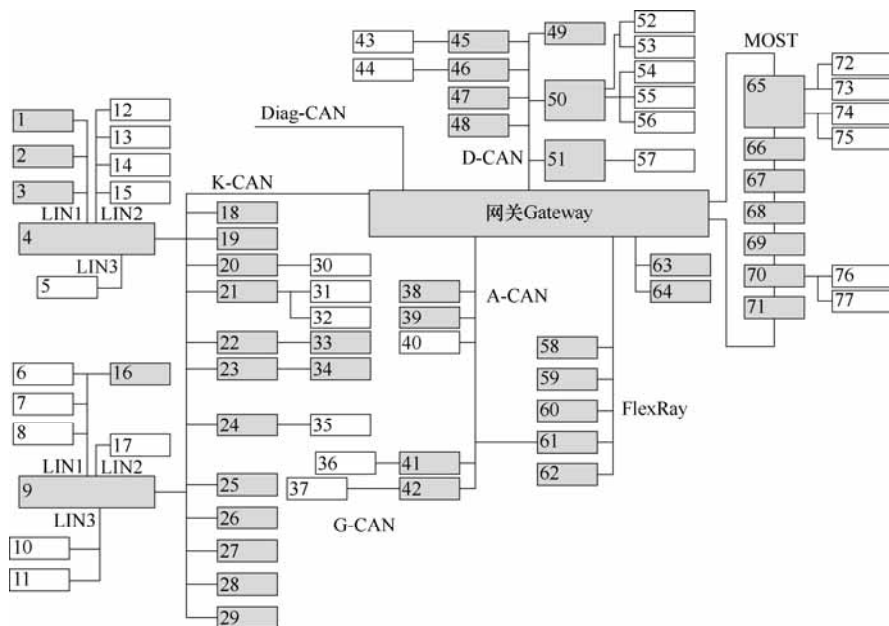


图 4-5 宾利慕尚车载网络系统拓扑结构

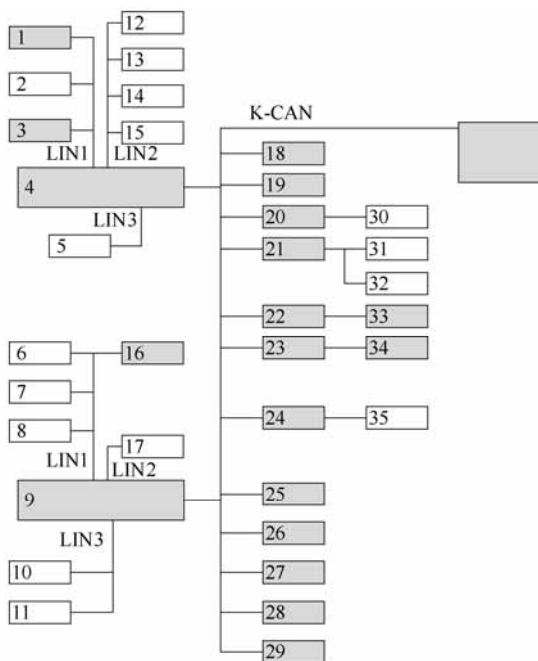


图 4-6 宾利慕尚舒适总线 K-CAN 结构

- 1—刮水器电动机 CM 2—前照灯总成开关 3—雨量传感器 4—车身控制单元 1（BCM1） 5—转向柱调节开关  
6—车库门开启按钮 7—内部防盗监控传感器 8—内部湿度传感器 9—车身控制单元 2（BCM2） 10—一键起动按钮  
11—电子转向柱锁 12—空气质量传感器/车外湿度传感器 13—制冷剂压力传感器 14—车库门开启发射器 15—驾驶模式开关 16—内部灯光模块 17—防盗蜂鸣器 18—驾驶人座椅记忆 CM 19—乘客座椅记忆 CM 20—后排座椅记忆 CM（左后） 21—后排座椅记忆 CM（右后） 22—驾驶人侧车门 CM 23—乘客侧车门 CM 24—追踪系统接口 25—行李箱锁 CM 26—驾驶人侧电动座椅 CM 27—乘客侧电动座椅 CM 28—左后侧电动座椅 CM 29—右后侧电动座椅 CM 30—电动座椅开关总成 31—电动座椅开关总成 32—后部座椅按摩按钮 33—左后门 CM 34—右后门 CM 35—车辆追踪系统

LIN 总线最大的特点是有主、从机之分,以 LIN1 网络为例,BCM1 (模块 4) 是该 LIN 网络的主机,可以对 LIN1 网络内的所有从机发送指令;刮水器电动机、前照灯总成开关和雨量传感器作为 LIN1 内的从机,向 BCM1 发送信号,或者接受 BCM1 的动作指令,受 BCM1 的控制。LIN 网络通常位于电气网络的最底层,只能通过 LIN 主机连接到整个电气系统,进行信号与数据的相互交换,LIN 从机一般由传感器、电磁线圈或执行电动机构成,处于整个电气系统的最边缘末端。

## 2. 动力总线、FlexRay 总线、网关的结构与组成

如图 4-7 所示, FlexRay 总线是一种由全球范围内几家主流汽车制造商组成的联盟所缔结的新一代网络传输协议,主要用来满足现代车辆对于网络更快传输速度以及更大传输容量的要求,在下面的 FlexRay 总线一节中,会详细介绍。

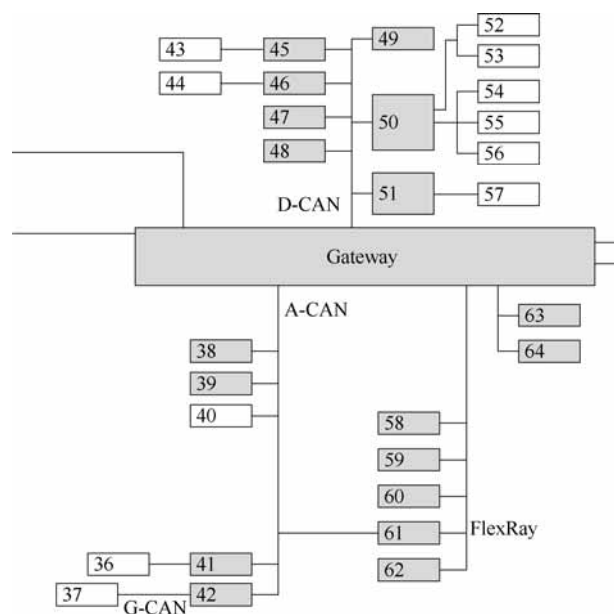


图 4-7 网关、D-CAN、A-CAN、G-CAN 以及 FlexRay 总线结构示意图

- 36—座椅乘员探测系统 PODS 37—变速杆 CM 38—发动机控制单元 ECM 39—电子驻车制动 40—转向角度传感器  
41—安全气囊 CM 42—变速器 CM 43—仪表板仪表盘 44—多功能转向盘按钮 45—仪表板驾驶信息显示 46—  
转向柱 CM 47—空气质量传感器 48—胎压监控系统 49—倒车影像 50—HVAC 51—后部 HVAC 52—  
风门电动机 1-16 (HVAC) 53—驻车加热 54—风门电动机 1-5 (HVAC) 55—鼓风机控制 10A 56—  
鼓风机控制 30A 57—风门电动机 1-7 (HVAC) 58—自适应巡航 (主 CM) 59—自适应巡航  
(从 CM) 60—自适应空气悬架 CM 61—电子稳定系统 (ESP) 62—SARA  
63—发电机 64—电池监控系统

## 3. 信息娱乐 MOST 总线结构与组成

如图 4-8 所示, MOST 总线同样也是由全球范围内几家主流汽车制造商组成的联盟 MOST 组织 [Media Oriented Systems Transport (MOST) Cooperation] 所缔结的新一代网络传输协

议,从字面意义上就可以看出, MOST 总线是面向媒体内容传输的网络总线,主要用来传输车载娱乐系统的音频、视频与导航数据信息。从图中可以看出, MOST 总线有着独特的环形结构。MOST 网络的传播介质也与其他几种类型的网络不同,不是 CAN 总线标志性的双绞线,而是采用光纤电缆进行数据的交换。有关 MOST 总线的详细内容,在后面的章节中也会详细介绍。

#### 4. 网关 (Gateway)

如图 4-9、图 4-10 所示,网关也经常被叫做网络接口 (Interface),是各种总线网络之间进行数据交换的“中转枢纽”,因为每个总线网络的数据传输协议各不相同,好比是火车只能在铁轨上奔跑,而不能在公路上或者是山区的小路上运行一样。以倒车辅助系统工作原理为例:车主在挂倒档的同时,变速杆 CM (37) 通过 G-CAN 将 R 位信号发送至 TCM (42),位于 A-CAN 上的 TCM 无法直接把 R 位信号传输给倒车影像 CM (49),需要先将 R 位信号发送至网关,经过网关的数据协议转换,才能发送至 D-CAN 上。位于 D-CAN 上的倒车影像这个时候才能够收到变速杆 CM 发出的 R 位信号,开始工作。倒车影像系统采集到的图像内容也不能直接发送至位于 MOST 网络上的中央显示屏,同样也必须经过网关的协议转换,才能发送至 MOST 网络上。这个时候,中央显示屏才能够显示倒车影像。网关除了担负各网络之间的数据传输的任务之外,还有其他职能,在后面的章节中还会做更详细的介绍。

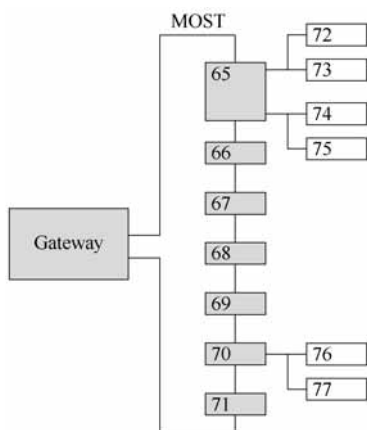


图 4-8 宾利慕尚 MOST 总线结构示意图

- 65—信息娱乐系统主单元 66—CD/DVD 换碟机  
67—仪表显示单元 DIP 68—TV 调谐器 69—收音机  
70—后座娱乐系统 (RSE) 71—音响功率放大器  
72—中央显示屏 73—控制面板 (信息娱乐系统) 74—话筒  
75—扬声器 76—显示屏 (RSE) 77—控制面板 (RSE)

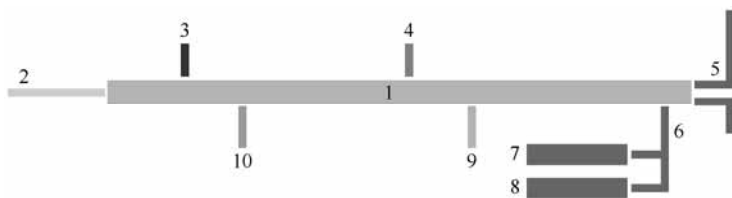


图 4-9 网关结构

- 1—网关 2—舒适总线 (K-CAN) 3—诊断总线 (Diag-CAN) 4—显示总线 (D-CAN) 5—MOST 总线 6—LIN 总线  
7—车载电流监控系统 8—发电机 9—FlexRay 10—动力总线 (A-CAN)

如图 4-11 所示,网关同时还担任着 MOST 网络的主机的职责,负责 MOST 网络的唤醒/休眠以及诊断工作。

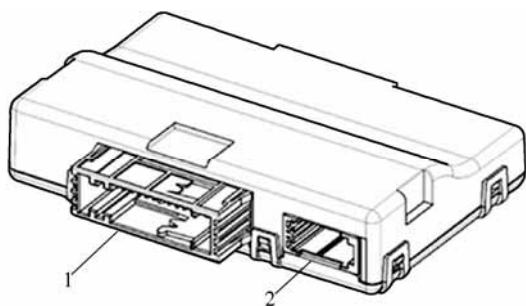


图 4-10 网关控制单元

1—32 针脚电气插头 2—2 针脚 MOST 插头

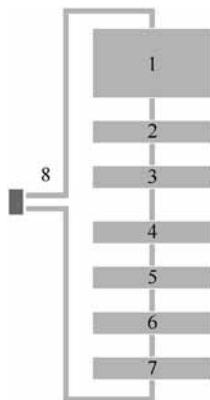


图 4-11 网关担任 MOST 网络的主机

1—信息娱乐系统总单元 2—DVD 换碟机 3—仪表板显示单元 DIP 4—TV 调谐器 5—收音机单元 6—后座娱乐系统 RSE 7—音频功率放大器 8—MOST 环形结构与网关接口

## 4.3 LIN 总线

### 4.3.1 LIN 总线结构

LIN 全称 Local Interconnect Network, 表示局域内部网络, 也常常被叫做内部子系统, 如图 4-12 所示。从控制单元在实车上的布置来看, 也常常集中在车辆的某一部分 (如车顶)。

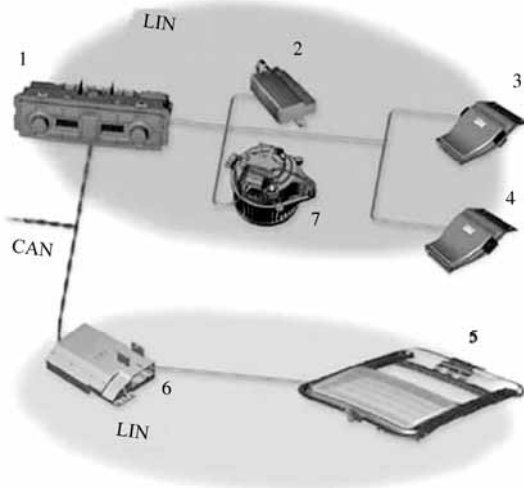


图 4-12 典型 LIN 总线结构

1—A/C 控制器 (LIN 主机) 2—前风窗玻璃加热 (LIN 从机) 3—PTC 加热 (LIN 从机) 4—PTC 加热 (LIN 从机)  
5—太阳能天窗电动机 (LIN 从机) 6—前部车身控制单元 (LIN 从机) 7—鼓风机 (LIN 从机)

不同的 LIN 系统之间的数据交换, 还是得依靠连接到 CAN 网络上的某一控制单元来完成。作为单线制的通信载体, LIN 线束有其独特的线束颜色, 主色为紫色, 辅色不确定。导线截面积  $0.35\text{mm}^2$ , 无屏蔽线包裹。



一个完整的 LIN 控制系统内，一台主控制单元最多可以管理 16 台附属控制单元。

## 1. LIN 主控制单元

如图 4-13 所示，LIN 系统中，只有 LIN 主控制单元连接到 CAN 总线上，以实现数据交换。它的功能包括：

- 1) 监控数据传输以及数据传输的速率。LIN 主控制单元可以向附属控制单元发出指令。
- 2) LIN 控制单元内置程序可以区别出什么信息以及何时将该信息向下扩散至所主管的 LIN 网络。
- 3) 执行其所在 LIN 网络内其他控制单元与 CAN 网络的信息转译功能。
- 4) 执行其所在 LIN 网络内其他附属控制单元的诊断功能。

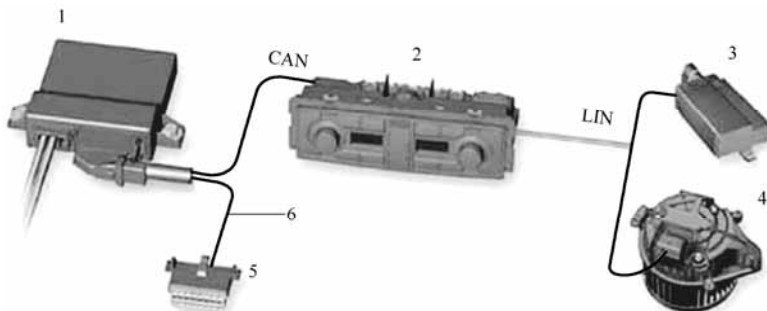


图 4-13 LIN 主机控制单元在 LIN 网络上的位置

1—网关 2—LIN 主控制单元 3—LIN 附属控制单元 1 4—LIN 附属控制单元 2 5—诊断接口 OBD-II 6—诊断 CAN

## 2. LIN 附属控制单元

如图 4-14 所示，无论是单个的控制单元，如鼓风机，还是传感器、执行器，如倾斜传感

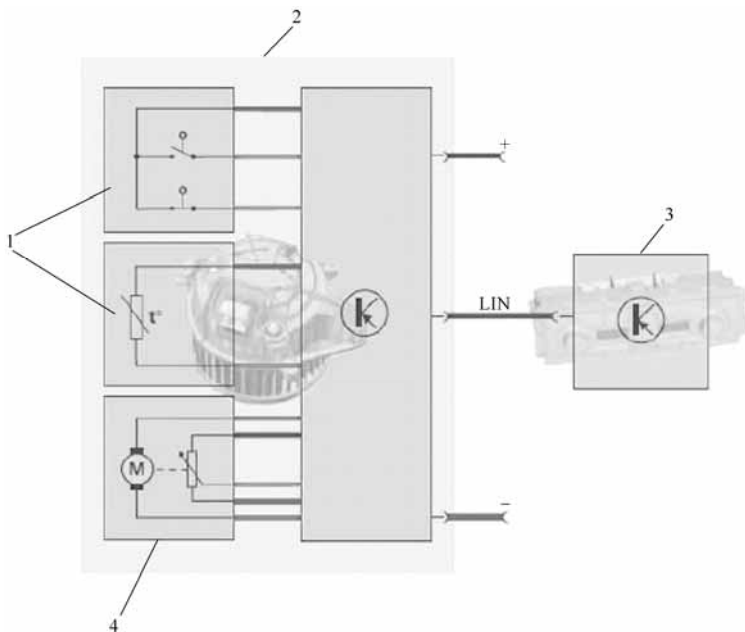


图 4-14 LIN 从机

1—传感器 2—LIN 从机 3—LIN 主机 4—执行器

器或防盗蜂鸣器,都可以作为 LIN 从机,被整合进某一个 LIN 数据系统。传感器元件处理测量到的数值,形成数据后,以数字信号的形式发送至 LIN 网络。但对于主控制单元而言,只需要一个插头针脚,就可以控制多个传感器或是执行器。在 LIN 网络内,传感器或是执行器只能接受 LIN 主控制单元发出的指令,而不能对 LIN 主控制单元下达指令。

### 4.3.2 LIN 总线工作原理

#### 1. 数据传输

1) 最大传输速率 20kbit/s。LIN 控制单元将数据传输速率限制在 1~20kbit/s 之间,相当于舒适 CAN 网络传输速率的五分之一,如图 4-15 所示。

2) 信号波形。如图 4-16 所示,波峰表示在 LIN 数据网络无信息传输或者是高电平信号时,LIN 网络上的电压相当于蓄电池电压。波谷表示 LIN 网络上有低电平信号,由控制单元内的转换器控制 LIN 数据总线搭铁。不同的控制单元由于转换器的设计不同,高电平的具体电压数值也不同。

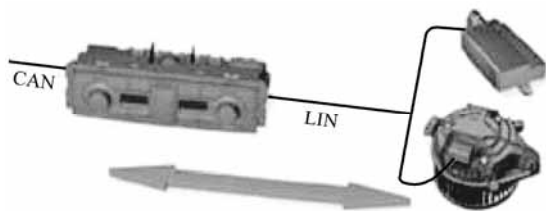


图 4-15 LIN 主机、从机之间的数据传输

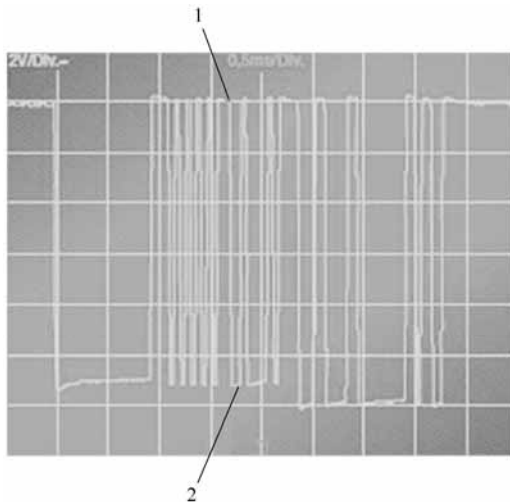


图 4-16 LIN 总线信号波形图

1—波峰或者叫高电平 2—波谷或者叫低电平

3) 信号电压阈值。如图 4-17、图 4-18 所示,高电平与低电平都有一定的阈值,这样可以保证数据传输的稳定性。考虑到有外界干扰,为了获得有效信号,接收端认可的电压范围要略宽一些。

#### 2. 主机指令信号

借助指令信号里的识别段,LIN 主机要求相应的 LIN 从机处理其发出的信号里面包含的任务。反应信号由 LIN 主机发出。

指令由 LIN 主机往复循环得发出,如图 4-19 所示,可以划分为 4 段:同步间隔域、同步定界、同步域、识别域 4 个域。

(1) 同步间隔域 同步间隔域是一段至少有 13B 长度的低电平域。独一无二的 13B 长度对于所有的 LIN 从机来说,就预示着来自 LIN 主机的信息紧随其后。而其他信息的低电平域长度至多 9B。

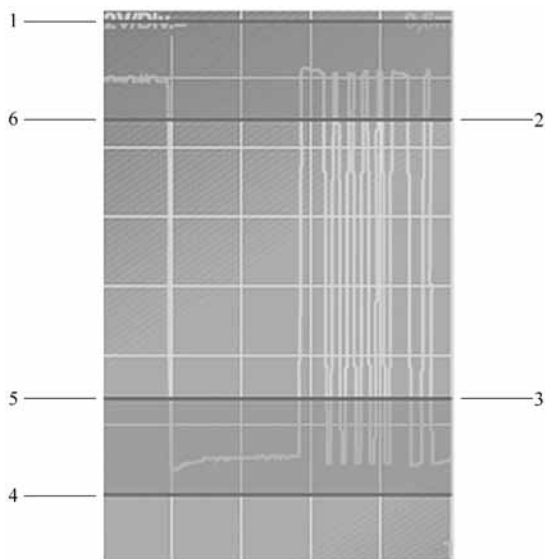


图 4-17 信号电压阈值示意图

1—蓄电池电压 2—80%蓄电池电压 3—20%蓄电池电压  
4—蓄电池负极电压 5—低电平极大值 6—高电平极小值

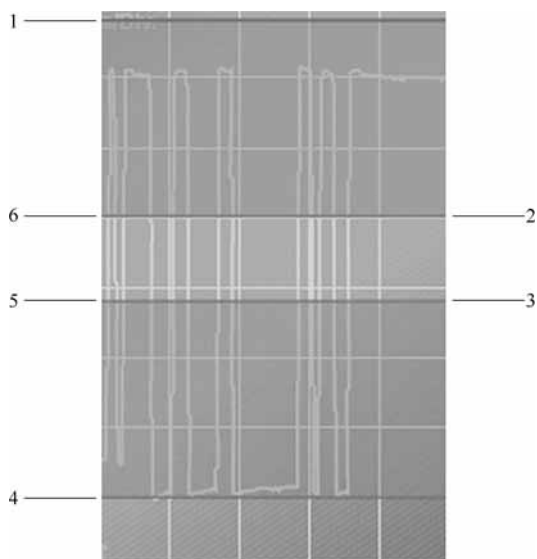


图 4-18 信号电压接受范围

1—蓄电池电压 2—60%蓄电池电压 3—40%蓄电池电压  
4—蓄电池负极电压 5—低电平极大值 6—高电平极小值

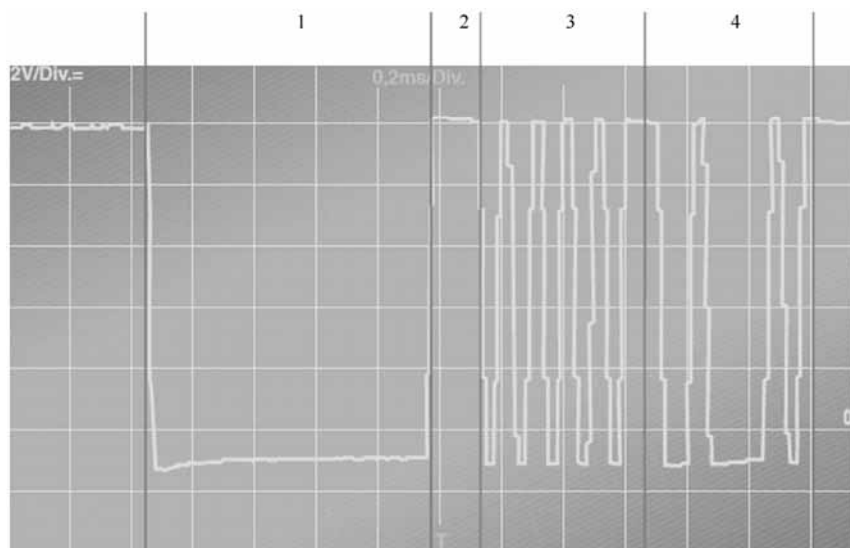


图 4-19 主机指令信号组成

1—同步间隔域 (Synch Break) 2—同步定界 (Synch Delimiter) 3—同步域 (Synch Field) 4—识别域 (Identifier Field)

(2) 同步定界 同步定界是一个至少 1B 长度的高电平 (蓄电池电压)。

(3) 同步域 同步域有一定的字节顺序 0101010101。同步域可以实现所有的 LIN 从机的系统时钟与 LIN 主机的系统时间同步。所有控制单元时钟同步对于进行准确的信息交换相当关键。如果不同步, 那么接收信息的模块就会将字节值插入到不正确的位置。数据传输就会发生错误。

(4) 识别域 识别域也有 8B 的长度。起始的 6B 包含身份信息以及反应数据域的数量。

反应数据域的数量为 0~8 个。末尾两个字节包含了前 6B 传输错误的检验码。如果识别域传输错误的话, 检验码可以用来阻止不正确信息的发出。

### 3. 从机反应信号

如图 4-20 所示, LIN 从机对主机的询问作出回应时, 将会发出带有识别域的信息。在 LIN 主机再次发出指令数据中, 包含识别域与应答信息。相应的 LIN 从机处理这些信息后, 执行相应的功能。

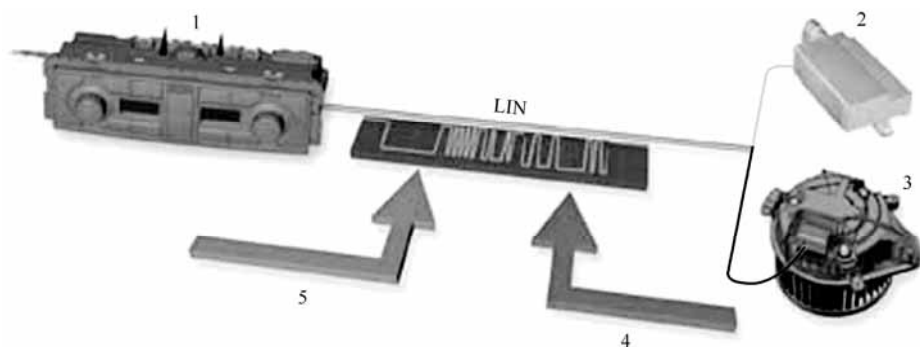


图 4-20 LIN 主机对从机的询问

1—空调器操作显示单元 2—前车窗加热 3—鼓风机实际转速信号 4—速度信号 (150r/min)

5—LIN 主机对鼓风机转速的询问

如图 4-21 所示, 应答域一般包括 1~8 个数据块。每个数据块由 10 个字位组成, 包含一个低电平起始位, 一个数字字节和一个高电平终止位。起始与终止位用来进行后同步以避免传输错误的产生。

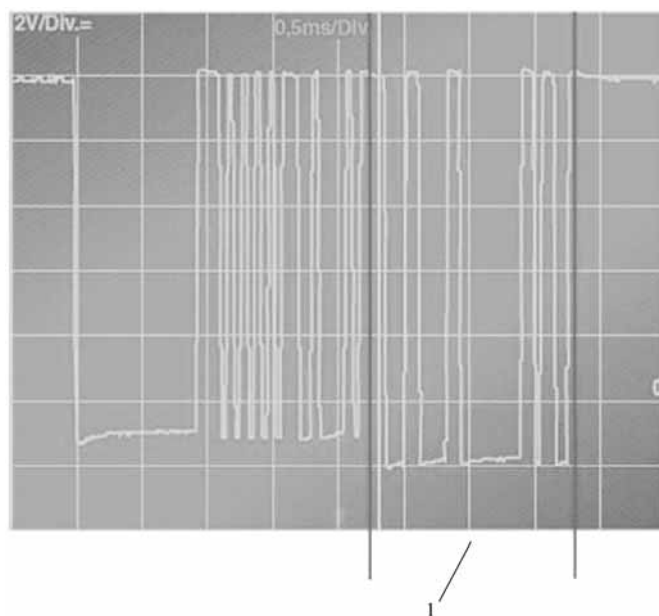


图 4-21 应答域

1—应答域

#### 4. 信息的排列

如图 4-22 所示, LIN 主机发出主机信息时, 按照内部预设的程序, 循环往复地发出指令与应答信号。一般地, 主机需要的信息会被要求发送几次。影响主机的状态会改变信息发送的次序。

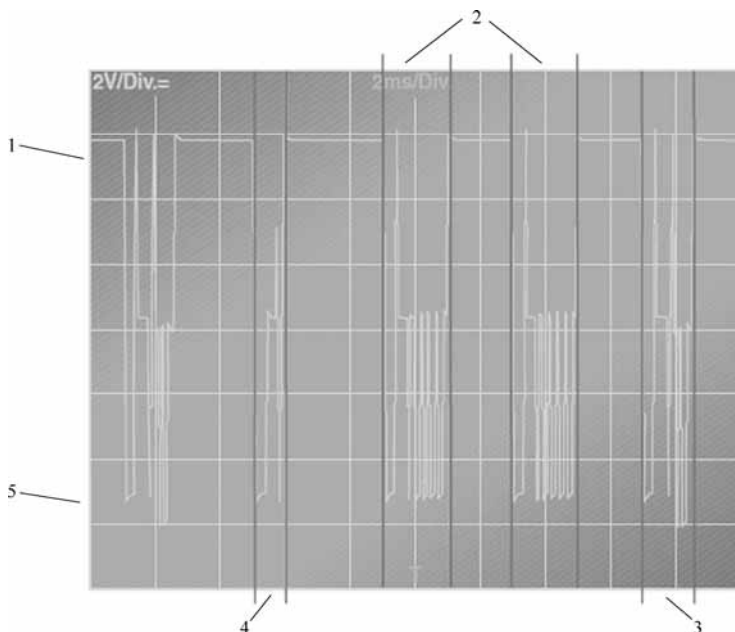


图 4-22 信息的排列

1—高电平 2—主机信息 3—从机信息（低电平水平不同） 4—无应答的空指令 5—低电平

为降低 LIN 主机的元件选项, 主机发出的指令是针对一台配置全部功能的车辆的, 如果某些功能在该车上没有选配, 那么在波形图上显示的指令将不带有应答信息。这对整个系统的运行并无影响。

#### 5. LIN 总线应用——防盗系统

如图 4-23 所示, 只有主机发出的带有正确识别域的指令才会被 LIN 总线系统接收。LIN

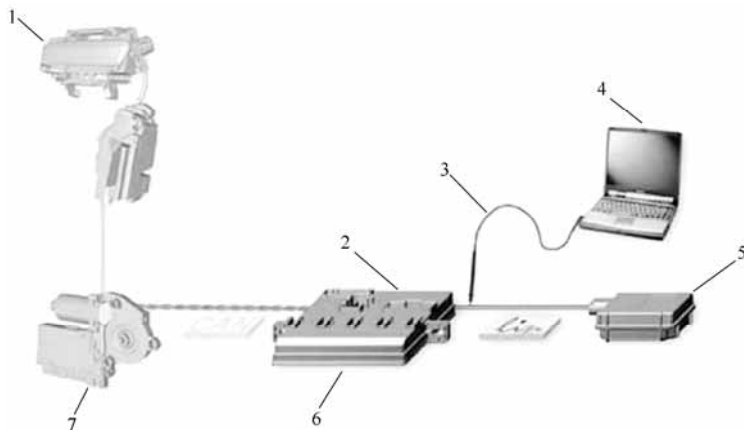


图 4-23 LIN 总线应用——防盗系统

1—中控门锁 2—车辆电气系统 3—系统外操作 4—笔记本 5—车库门自动开启控制单元  
6—来自笔记本的数据（不被接受） 7—中控门锁控制单元

主机特有的监控 LIN 网络内信息传输的功能将拒绝来自 LIN 网络以外的操纵信号。LIN 从机只有执行而无发出指令的功能。比如说, LIN 网络无法打开位于 CAN 网络上的中控门锁。

这种指令不能逆向发送的方式使得 LIN 从机可以在车辆的外部可以放心使用,如位于车辆前保险杠的车库门自动开启控制单元。

### 4.3.3 诊断

LIN 网络的诊断功能由 LIN 主机发出指令, LIN 从机可以执行自诊断功能, 诊断数据由 LIN 从机发送到 LIN 主机上。常见故障位置与原因见表 4-1。

表 4-1 LIN 网络的故障诊断

故障位置	故障描述	发生故障的可能原因
LIN 从机 如鼓风机	无信号/ 无法通信	在 LIN 主机预设的时间内, 没有收到 LIN 从机的信息; 线束断路或短路; LIN 从机供电故障; 错误的 LIN 主机或从机功能配置; LIN 从机内部故障
LIN 从机 如鼓风机	不可靠信号	校验码错误, 传输信息不完整; 电磁干扰; LIN 导线阻值或电容发生变化 (如线束插头处潮湿、较脏); 软件版本的问题

## 4.4 CAN 总线

CAN 总线是控制模块之间进行信息传输的一种方式, 它将形式各异的控制模块整合起来, 形成一个系统。

最简单的动力总线包括以下组件:

- 1) 发动机控制模块 ECM。
- 2) 自动变速器控制模块 TCM。
- 3) 防抱死制动系统 ABS CM。

最简单的舒适系统包括以下组件:

- 1) 中央控制模块。
- 2) 门控制模块。

### 4.4.1 CAN 数据总线组成

如图 4-24 所示, CAN 数据总线包含一个控制器, 一个收发器, 两个终端电阻以及两根数据导线。除了数据导线外, 其他组件均位于控制模块内部。

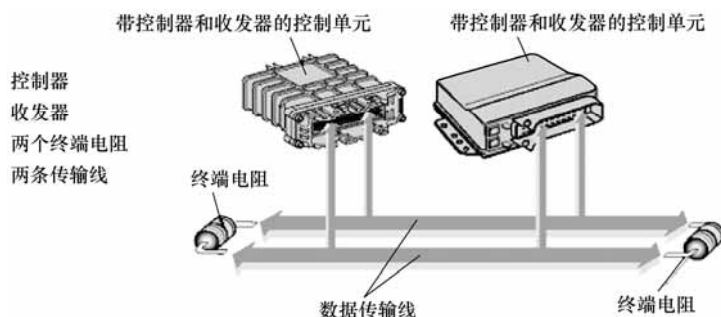


图 4-24 CAN 总线组成

### 1. CAN 控制器

CAN 控制器将控制模块内部的数据信息进行处理,将处理过的信息传递到 CAN 收发器。同样,也承担着将从 CAN 收发器接收到的信息进行处理后,传递到控制模块内部的任务。

### 2. CAN 收发器

CAN 收发器由接收器与发射器组成。它将 CAN 控制器提供的数据信息转变成电信号,并发送至 CAN 数据总线中去。同样,也承担着将从数据总线上接收到的信息传递至 CAN 控制器的任务。

### 3. 终端电阻

终端电阻是一个固定阻值的电阻元件,可以阻止信息在总线终端被反射回数据总线上,形成“回音”,破坏数据的传输。

数据导线是数据传输的载体,并且可以双向传输。根据工作电压的不同,分为 CAN 高线 (CAN High) 与 CAN 低线 (CAN Low)。

在数据总线上传输的信息并没有指定的接受者。信息一旦发送至数据总线上,总线上所有的控制模块都将能够收到该信息,并且会评估该信息是否有用。

## 4.4.2 CAN 总线工作原理

### 1. 数据传输过程

数据在 CAN 总线上的传输包括发送、接收、检查、接受等过程。

如图 4-25 所示,控制模块 2 发送数据信息至数据总线上,其他 3 个控制模块均会收到该

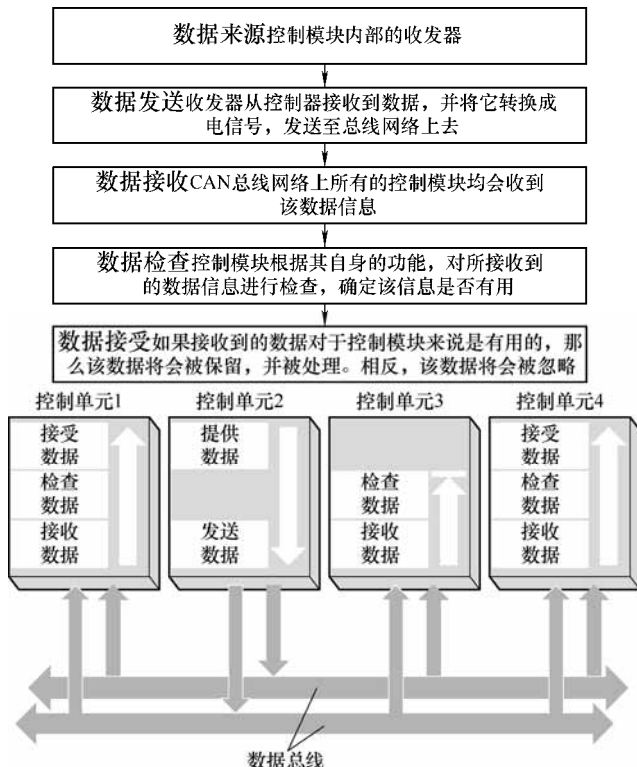


图 4-25 CAN 总线上数据传输过程

信息,控制模块1与控制模块4对该数据信息检查后发现该数据是重要的,于是接受该信息,控制模块3对该信息检查后发现该信息对于它来说是无用的,于是忽略该信息。

## 2. 数据内容

CAN 数据总线几乎一刻不停地、按照固定的通信协议 (Data Protocol), 在控制模块之间进行数据的传输。车载 CAN 总线数据协议指的是, 在不同的车载控制模块之间, 事先约定好使用同一种程序语言进行数据交换与传输活动。通俗地讲, 即控制模块之间全部使用“普通话”进行日常对话。主要用来保证与限定车载控制模块之间“对话方式”、“对话内容”、“对话时间”, 能够按照固定的程序模式进行, 让不同的控制模块之间在同一种语言环境下, 能够“听得懂”对方的语言。

如图 4-26 所示, 按照数据协议的要求, CAN 总线上传输的数据最小单位为一个数据区域 (Data Field), 由起始域、状态域、检查域、数据域、安全域、确认域、终止域共 7 部分组成。由于前后顺序固定不变, 也可以称为一个协议单位。

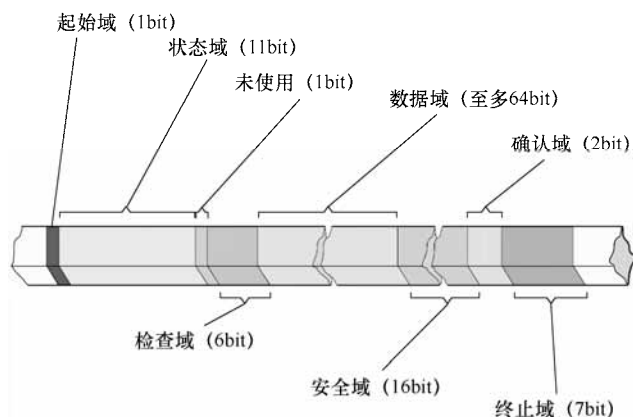


图 4-26 数据区域组成

(1) 起始域 标记着数据区域起始端, 仅有一个“位”的长度, 由控制模块发射器向 CAN High 线上发送一个 5V 左右高电平“位”和向 CAN Low 线发送一个 0V 左右低电平“位”组成。

(2) 状态域 决定了该数据域的传输优先权的高低。在 CAN 总线上, 不同的控制模块, 其发送数据信息的优先顺序也不同。如果两个控制模块同时发送数据信息, 那么优先权高的控制模块可以优先发送数据至 CAN 总线。例如, 如果发动机控制模块发送冷却液温度信号的同时, ABS 控制模块发送车轮转速信号, 由于车轮转速信号需要更快速地传播出去, 那么将会被优先发送。

(3) 检查域 包含数据域所发送数据的信息数量或者说是信息条数。如果把数据域比做是一个集装箱, 那么检查域就相当于是一个“装货清单”。CAN 总线上的所有控制模块接收到该信息后, 仔细阅读“装货清单”, 以确定数据域所承载的信息总量。

(4) 数据域 包含了多条数据信息。

(5) 安全域 用来检查传输过程发生的错误。

(6) 确认域 接收器向信息发射器发出的“货物已收”信息。如果接收过程中发生了错



误，那么接收器就会立即向信息发射器反馈该情况。发射器将再次发送该数据域。

(7) 终止域 标志着数据域的终端。

### 3. 数据域是如何产生的

在组成结构上，数据域可以分为以上 7 个域，但在通信协议语言层次上，数据域又由一系列的位 (bit) 组成，且每 1 位的数值或状态只有“0”或“1”。举个最简单的例子：在灯泡闭环电路中，灯泡开关只有两种状态，打开和关闭。如图 4-27 所示，开关闭合，灯泡点亮，这个时候开关的状态值就为“1”；开关打开，灯泡熄灭，这个时候开关的状态值就为“0”。数据总线的工作原理与此非常相似，控制模块的收发器同样也可以产生两种不同的字节状态值，见表 4-2。

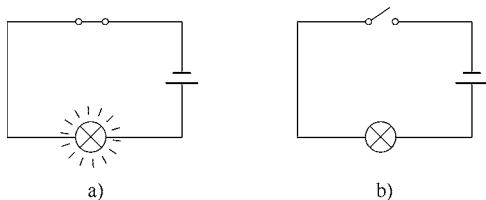


图 4-27 灯泡的状态对应的状态值

a) 开关闭合，状态值为“1” b) 开关打开，状态值为“0”

表 4-2 位含义

位状态值为“1”	位状态值为“0”
收发器打开，接通供电电压，动力总线为 2.5V 左右，舒适总线为 5V 左右	收发器关闭，接通搭铁端
对数据总线供电电压，动力总线为 2.5V 左右，舒适总线为 5V 左右	对数据总线供电电压，动力总线与舒适总线均为 0V

一连串位所蕴含的含义，可以以 2 个位的不同组合可以表示的含义来举例说明，见表 4-3。每一种位值组合都可以表示一种特定的信息：组合 1 中，第 1 位与第 2 位值均为 0V，那么就表示电动车窗正在移动，或者是冷却液温度为 10℃。位数越多，那么可以表达的信息数量就越多。虽然位值只能为 0V 和 5V 两种，但 3 位就可以有 8 种组合类型，可以表示 8 种数据信息，依此类推，位数越多，所表达的数据信息数量越多。

表 4-3 不同位值组合意义

组合	第 1 位	第 2 位	波形图	电动车窗状态信息	发动机冷却液温度信息
1	0V	0V		移动中	10℃
2	5V	0V		静止状态	20℃
3	0V	5V		正常范围内	30℃
4	5V	5V		移动上止点	40℃

#### 4. 数据仲裁

在同一时间，如果有多个控制模块需要同时对外发送数据，那么系统就必须决定哪一控制模块可以优先发送数据。优先权高的数据域将会被优先发送。出于安全角度考虑，由 ABS/EDL 控制模块发送出的信息，通常会取得比较高的优先权，而被优先发送。

那么数据优先权是如何被确定以及被识别的呢？

前一章节已经提到过，数据域的第二部分状态域决定了该数据域的优先权。状态域包含了一段 11 位的编码，该编码的不同位值组合，就表示不同的优先权，见表 4-4。

表 4-4 数据仲裁

优 先 权	数 据 域	状 态 域
1	制动系统	001 1010 0000
2	发动机	010 1000 0000
3	变速器	100 0100 0000

如果三个控制模块同一时间向 CAN 总线发送信息，那么它们会逐位地比较彼此的状态域值。如果某一控制模块发送的是权重较低的信息，而且通过接收器以及侦测到它将接收一权重较高的信息，那么它会立即取消发送权重较低的信息，转而接收权重高的信息。

如图 4-28 所示，三个控制模块第 1 位值均为 0，较其他控制模块均拥有较高优先权；第 2 位数值，ABS/EDL CM 与发动机 CM 均为 0，发送数据的优先权高于变速器 CM；第 3 位值，ABS/EDL CM 为 0，发动机 CM 为 1，ABS/EDL CM 较发动机 CM 所发送的数据又拥有较高的优先权。总而言之，数据信息与安全性联系越高的，重要性越高的，拥有的优先权越高。

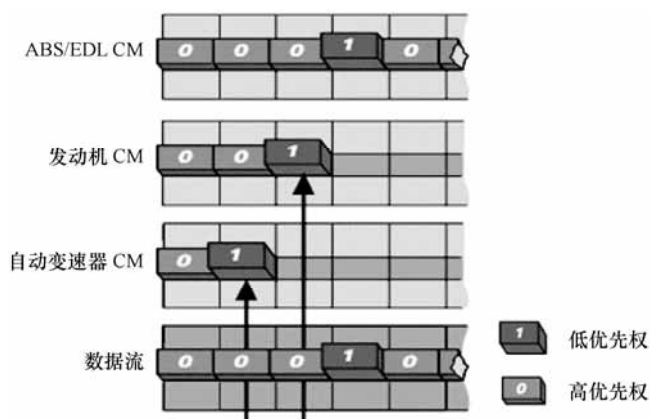


图 4-28 优先权的确定

#### 5. 信息交换

为了易于说明信息交换过程，下面以发动机转速信息为例并以一条 CAN 导线来讲述信息交换的基本原理。

发动机转速为 1800r/min 时可表示成二进制数 00010101。如图 4-29 所示，在发送过程中，

二进制值先被转换成连续的比特流，该比特流通过 TX 线（发送线）到达收发器（放大器），收发器将比特流转换成相应的电压值，然后按时间顺序依次被传送到 CAN 总线的导线上。在接收过程中，这些电压值经收发器又转换成比特流，再经 RX 线（接收线）传至控制单元，控制单元将这些二进制连续值转换成信息。二进制数 00010101 这个值又被转换成发动机转速信息 1800r/min。

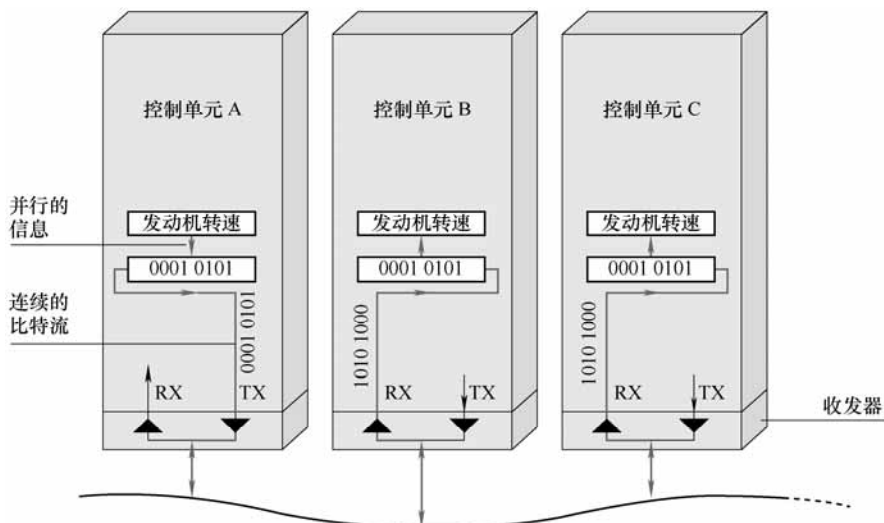


图 4-29 信息交换原理图

每个控制单元均可接收发送出的信息。通常把上述信息交换的原理称为广播，类似于一个广播电台发送某一节目一样，每个连接的用户均可接收。这种广播形式使系统中所有控制单元都处于相同的信息状态，如图 4-30 所示。

## 6. 双绞线结构

如图 4-31 所示，为了防止外界电磁波干扰和向外辐射电磁波，CAN 总线采用两条线缠绕在一起的双绞线；两条线上的电位是相反的，如果一条线的电压是 5V，另一条线就是 0V，两条线的电压总和等于常数值。因此，CAN 总线得到保护而免受外界电磁场干扰，同时 CAN 总线向外辐射也保持中性，即无辐射。

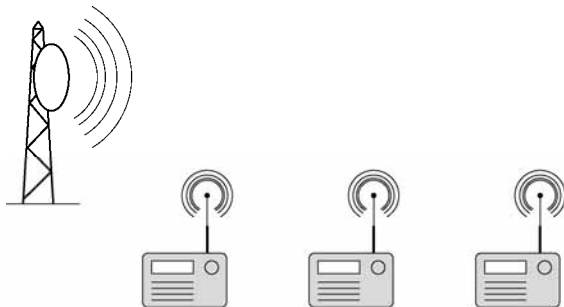


图 4-30 广播原理图

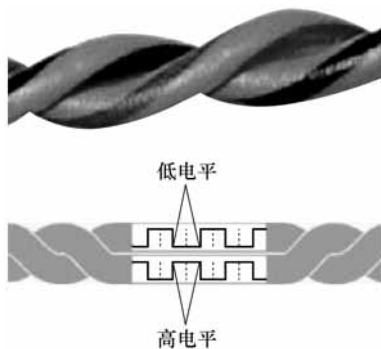


图 4-31 数据传输线双绞线结构

## 4.5 MOST 总线

如图 4-32 所示,除了大家比较熟悉的 CAN 网络系统,采用光纤作为通信介质的光纤数据网络系统 MOST 是首次使用。MOST 的名称起源于“Media Oriented Systems Transport (MOST) Cooperation”。这是一个由各大汽车制造商、零配件供应商及软件公司共同成立的协会,旨在推动建立一个高数据传输速率的网络标准。



图 4-32 MOST 总线的应用

1—DVD 显示屏 2—DAB 数字广播 3—电话机 4—导航仪 5—音响功率放大器 6—笔记本（用于收发电子邮件）  
7—TV 接收器 8—中央显示器与控制器

如图 4-33 所示,从字母意义就可以看出 MOST 是一个用于多媒体数据传输的系统。这意味着,相对于 CAN 数据总线而言, MOST 系统上传输的信息是地址定向型的。这项技术主要用于传输信息娱乐系统的数据。信息娱乐系统 (Infotainment System) 提供广域意义上的现代信息与娱乐内容,如图 4-34 所示。



图 4-33 MOST 总线标识

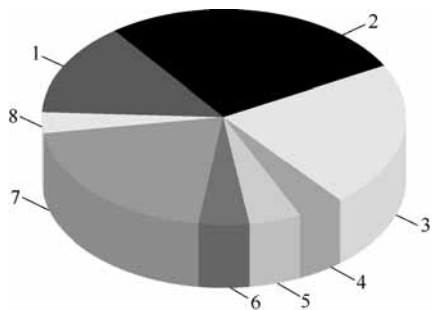


图 4-34 MOST 总线在多媒体传输上的使用比例

1—导航仪 2—电话机 (GSM 制式) 3—视频 MPEG 4—MPEG 以外视频  
5—音频内容 1 6—音频内容 2 7—音频内容 3 8—未使用

如图 4-35 所示,在以往,这些信息(如视频、音频内容)只能以模拟信号的形式进行传输。CAN 总线最大传输速率是 1Mbit/s。这仅说明,使用 CAN 数据总线进行控制信号传输是有可能的。

如图 4-36 所示,采用光纤数据传输,是因为 CAN 数据总线系统在传输响应性与一次性传输的数据量上,都不能完成相对而言比较复杂的信息娱乐系统的需要。视频或音频的传输速率要求是兆级的(Mbit/s)。带立体声的数字电视内容对数据传输速率的要求是至少 6 Mbits/s。

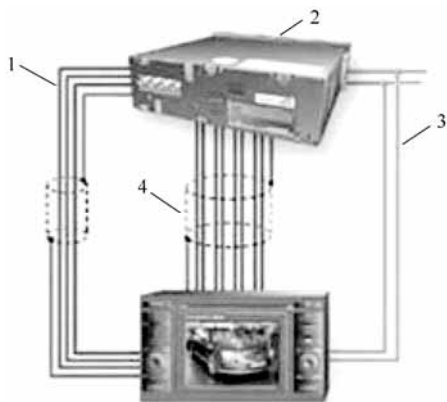


图 4-35 普通 CAN 总线用于娱乐内容传输

1—音频信号流 2—TV 调谐器 3—CAN 4—视频信号流

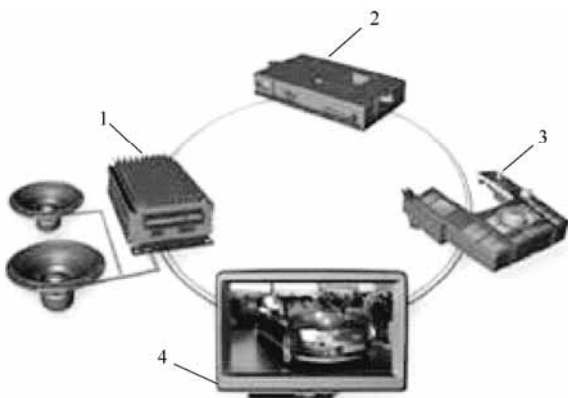


图 4-36 MOST 用于娱乐内容传输

1—功率放大器 2—TV 调谐器 3—操作单元 4—显示屏

MOST 光纤总线使得相关组件间进行数字形式的数据交换成为可能。除了可以减少导线的使用和减小质量外,光波传输有更高的数据传输速率。和无线电波相比,光波的波长更短。另外,它们都不会产生或易受电磁波的干扰。这些特性使得更高的数据传输速率与对外界干扰免疫成为可能。MOST 总线最大传输速率为 21.2Mbit/s。

## 4.5.1 MOST 总线上控制单元组成

### 1. 控制单元的设计

MOST 总线上控制单元的设计如图 4-37 所示。

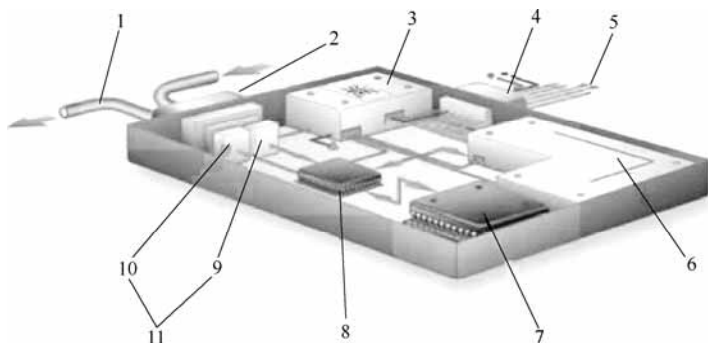


图 4-37 控制单元的设计

1—光纤纤维 2—光纤插头 3—内置电源 4—电气插头 5—诊断接口 6—内置组件 7—微处理器  
8—MOST 收发器 9—光敏二极管 10—LED 11—接收和发送器

(1) 光纤纤维-光纤插头 通过光纤插头, 光信号可以进入控制单元内, 或者将光信号转发至下一控制单元。

(2) 电气插头 该插头用于提供电源、环路故障诊断、信号输入与输出。

(3) 内部电源供应 通过电气插头进入控制单元内的供电电压, 由内部电压分配系统进行分配。这样做的好处在于可以独立地切断各个组件的供电电路。

(4) 发射器与接收器-光纤纤维发射器 收发器由一个光敏二极管和一个发光二极管组成。光敏二极管是将进入模块的光信号转换成电压信号后, 再转发到收发器。发光二极管的功能是将 MOST 收发器的电压信号再次转换成光信号。

如图 4-38 所示, 发光二极管发射的光线是波长 650nm 的红色可见光。数据以光波调制的形式进行传输。紧接着, 调制光波将通过光纤纤维传送到下一个控制单元。

(5) MOST 收发器 (Transceiver) 如图 4-39 所示, MOST 收发器由两部分组成: 发送器 (Transmitter) 和接收器 (Receiver)。

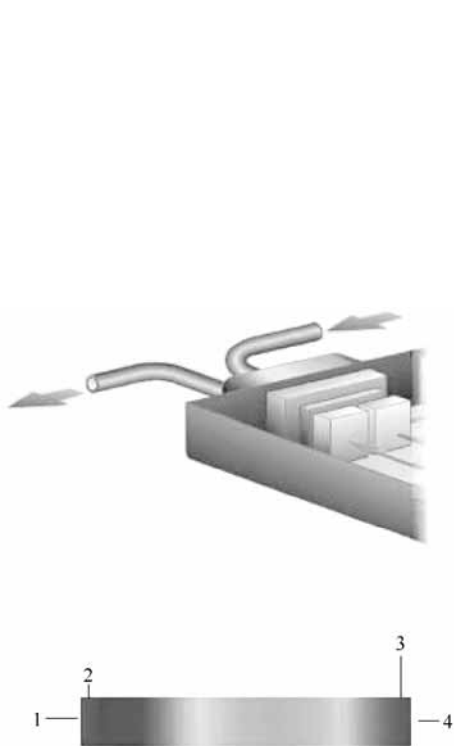


图 4-38 光谱

1—紫外线 2—400nm 3—650nm 4—红外线

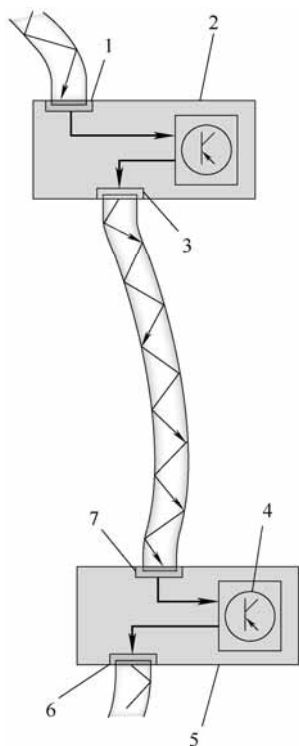


图 4-39 MOST 收、发过程

1—接收器 2—通信控制单元 3—发射器 4—收发转换器  
5—通信控制单元 6—发射器 7—接收器

## 2. 光纤纤维

光纤纤维连接一个控制单元的发射器与下一个单元的接收器。

光纤纤维的开发碰到的难题: 光线只能以直线传播。但是在光纤纤维中, 它们可以转弯。上一个发射器到下一个接收器之间的距离可能有好几米之远。光纤纤维很脆弱, 很容易被外力折断。光纤纤维要免受车内温度变化的影响。

光纤纤维用于传输光信号必须达到的要求：在传输光时，必须保证较小的能量衰减；在光纤拐弯处，光线也能正常传输；光纤纤维必须具有一定的弹性；光纤纤维必须在 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 范围内，可靠运行。

(1) 光纤纤维的设计 如图 4-40 所示，光纤纤维内外有几层。最中间的是内核层，为有机玻璃材质，是实际光纤导体，由于全反射的原因，在其间光线传播时几乎没有能量损失。

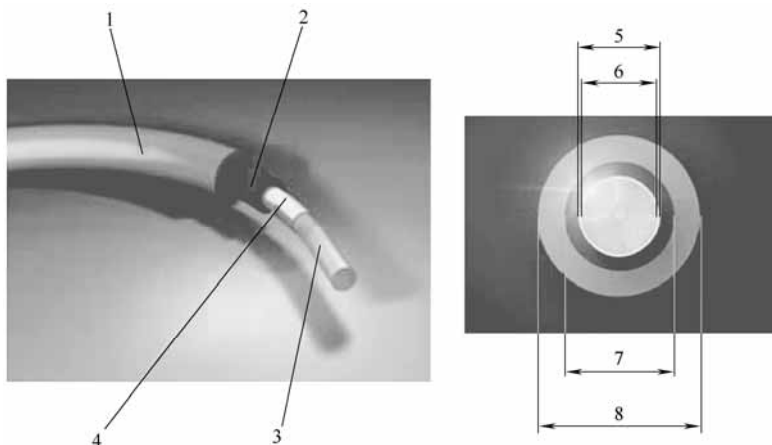


图 4-40 光纤纤维的设计

1—彩色外层 2—黑色层 3—内核 4—全反射层 5—外径 1.0mm 6—外径 0.98mm 7—外径 1.5mm 8—外径 2.3mm

全反射层紧紧包裹内核层，材质是全透明的含氟聚合物。再外围的黑色层（尼龙），用来隔断外界的入射光。最外面的彩色外层是光纤辨别色，同时也可以防止机械损伤和热辐射。

(2) 光纤中的光线传播 如图 4-41 所示，在光纤的直行处，小部分的光线是以直线的形式在内核层传播，大部分的光线是在内核层的表面发生全反射，以 Z 形的全反射形式在内核层传播。

如图 4-42 所示，在拐弯半径大于 25mm 的弯折处，光线依然可以以全反射的形式通过光纤的弯折处。

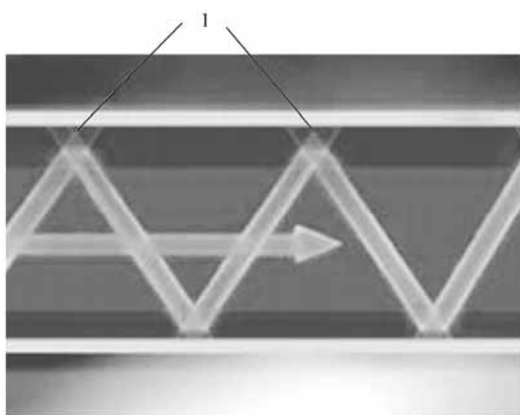


图 4-41 光纤直行处全反射

1—全反射

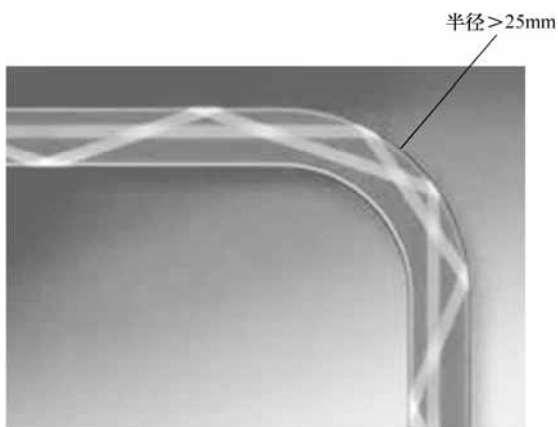


图 4-42 光纤转弯处的全反射

当一束光纤以较大的角度（大于或等于临界角）从光密介质进入光疏介质时，在光密介质的表面，光线不会被折射进光疏介质，而是被全部反射进光密介质，这种现象就叫做全反射。在光纤纤维中，内核层属于光密介质，而反射层属于光疏介质。当光纤以较大角度射向内核层的边缘时，就会发生全反射。如果光纤的入射角逐渐变小，部分光纤就会折射进入反射层。如图 4-43 所示，如果光纤纤维发生过度弯曲，那么这种情况就会发生。光纤纤维的最大弯曲半径为 25mm。

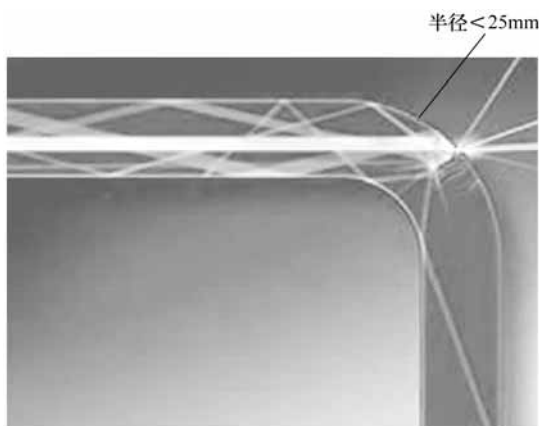


图 4-43 光纤能量损耗

（3）光纤接头 如图 4-44 所示，光纤纤维与控制单元使用一个特殊的插头进行连接。插头上的箭头提示光线传输方向。光线通过内核层末端进入控制单元的接受/发送端子。套管用来保证光纤纤维的进入角度不会发生偏差。

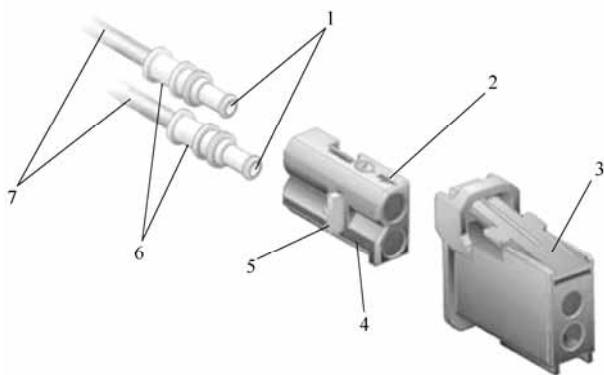


图 4-44 光纤插头

1—光纤接触表面 2—信号传输方向 3—插头外壳 4—插头连接 5—卡销 6—套管 7—光纤纤维

（4）光纤末端 如图 4-45 所示，为降低光纤损耗，光纤末端必须平滑、切面垂直、干净，所以光纤的切割必须使用专用工具。

（5）光纤中的衰减 如图 4-46 所示，光线在传播过程中的能量损失叫做能量衰减，单位是分贝（dB）。分贝值不是一个绝对测量值，而是两个测量值的比值。分贝值也经常用来表示声音或音量的大小。其计算公式是

$$\text{衰减值 (A)} = 10 \times \log (\text{产生的能量} / \text{接受的能量})$$

例如：

$$10 \times \log (20\text{W} / 10\text{W}) = 3\text{dB}$$

这就表示光纤发生一半的衰减，大约为 3dB。衰减率越大，信号的传输效率越差。如果光线是在几个组件之间进行传播，那么衰减率就是几个组件的衰减率之和。

在 MOST 网络上，每一个控制单元都将接收到的光信号转发出去，那么只有相邻两个控制单元之间的衰减率才是有意义的。



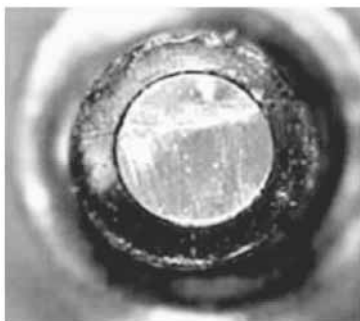


图 4-45 光纤末端切面

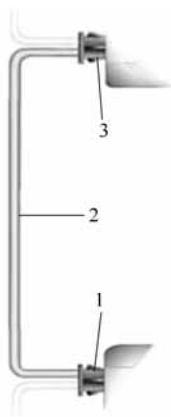


图 4-46 光纤中能量的衰减

1—插头 1 (0.5dB) 2—光纤 (0.6dB) 3—插头 2 (0.3dB) 衰减率 (总和)=1.4dB

(6) 光纤网络上发生能量衰减的原因 光纤网络上发生能量衰减的原因如图 4-47 所示。

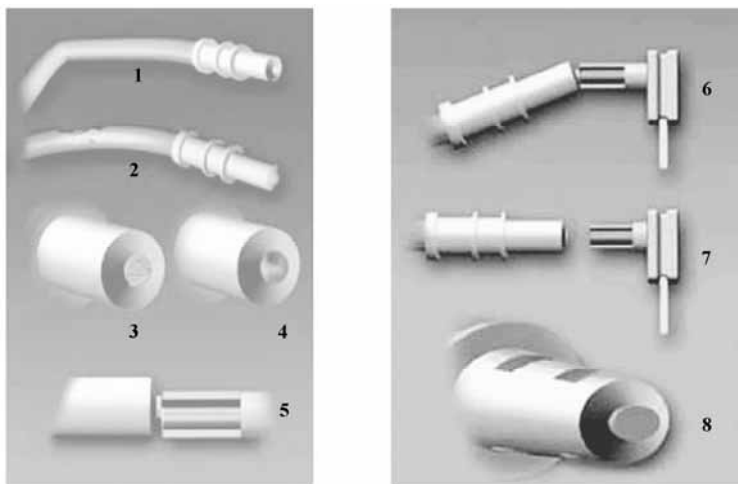


图 4-47 光纤中能量衰减的原因

1—光纤过度弯折 2—外皮层发生破坏 3—内核层末端不平整 4—内核层末端较脏 5—连接末端发生错位  
6—末端未垂直连接 7—末端与接触面有间隙 8—套管未安装到位

(7) 处理光纤纤维及其组件注意事项

- 1) 不得对光纤进行热处理及焊接、压焊等操作。
- 2) 不得使用物理或化学方法进行胶粘处理。
- 3) 不得将两根光纤打结，或将一个光纤和一个普通铜线打结。
- 4) 避免外皮层破损、断裂。不得在光纤上放置物体。
- 5) 内核层末端不得有液体、灰尘等其他物质污染。
- 6) 在车辆上铺线时，注意光纤的长度不宜过长，避免产生绕圈和打结。

### 3. MOST 的环形结构

如图 4-48 所示，MOST 网络系统最明显的特征就是它的环形结构。数据在这个环形内，

从一个控制单元到下一个控制单元，进行单向传播，直至回到最初发射信号的控制单元，完成一个循环。MOST 总线网络的诊断通过网关和诊断网络共同完成。

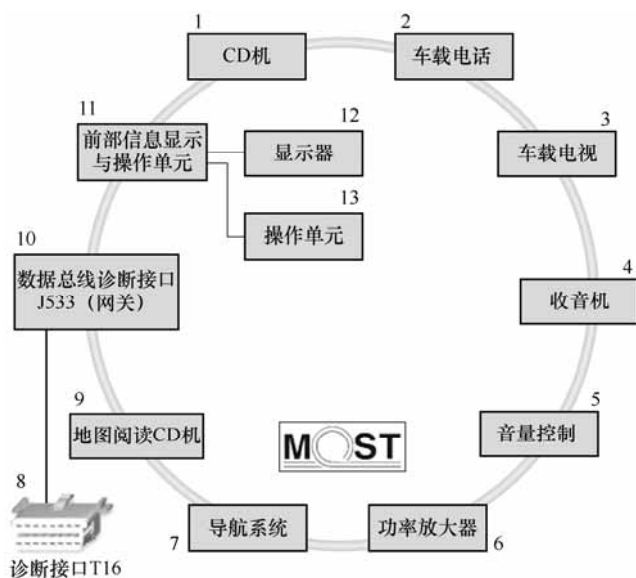


图 4-48 MOST 信息娱乐系统组成

## ➔ 4.5.2 MOST 总线工作原理

MOST 主控制单元除了对系统进行诊断管理，同时还负责整个系统的运行管理。诊断功能通过与信息显示和操作单元 J523 连接的网关 (Diagnosis Interface, Gateway) 来进行。而前部信息显示与操作单元 J523 用来执行系统管理功能。

MOST 系统管理功能包括：

- 1) 系统状态控制。
- 2) MOST 总线信息传输。
- 3) 传输容量管理。

### 1. MOST 总线系统状态控制

(1) 休眠模式 如图 4-49 所示，休眠状态下，MOST 网络上无数据交换。网络上的控制单元切换到待机状态，直到被系统主机发出的光波脉冲信号激活。环形系统上的工作电流降低到最低值。休眠模式进入条件：

- 1) 所有的控制单元准备好进入休眠模式。
- 2) 无其他总线系统通过网关发出的请求。
- 3) 诊断功能未被激活。

在更高级别水平上，MOST 也会进入休眠模式：

- 1) 起动蓄电池亏电，蓄电池管理模块通过网关完成。
- 2) 通过诊断电脑激活运输状态下的休眠模式。

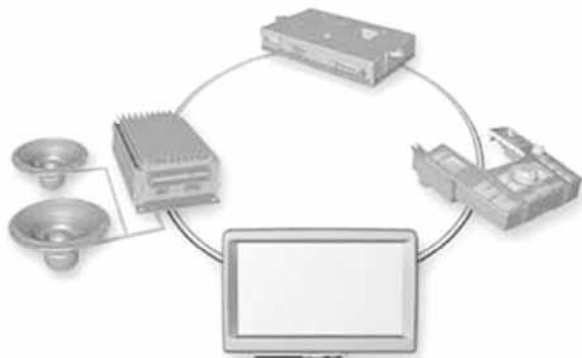


图 4-49 休眠模式

(2) 待机模式 如图 4-50 所示, 待机模式下, 使用者无法进行操作, 看起来就好像系统已经关闭。这个时候 MOST 系统在进行后台运行, 只是所有的输出媒介(显示器、收音机、功率放大器)被关闭或静音。待机模式在系统起动时或在以下条件被激活:



图 4-50 待机模式

- 1) 其他网络系统通过网关来激活, 如解锁、打开驾驶室车门、打开点火开关等动作。
- 2) MOST 系统上的控制单元的激活动作(如有电话信号进入)。

(3) 正常工作模式 如图 4-51 所示, MOST 系统上的控制单元均处于激活状态, 进行数据的交换。使用者能使用所有的功能。进入正常工作模式的先决条件:



图 4-51 正常工作模式

- 1) MOST 总线系统处于待机模式。
- 2) 其他数据总线通过网关激活（比如点按触摸屏）。
- 3) 用户操作（比如操作多媒体操作单元 E380）。

## 2. MOST 总线信息传输

(1) 数据框架 系统主机以 44.1kHz 的时钟频率在环形系统上，将数据框架从一个控制单元传递到下一个控制单元。

(2) 时钟频率（Clock Frequency） 由于固定的时间间隔，时钟频率使得数据传输的同步成为可能。同步数据用来传递音频或视频信号，这些内容要求以相同的时间间隔进行传输。固定的 44.1kHz 的时钟频率与数字音频模块（CD、DVD Player, DAB Radio）相对应，正因为如此这些模块才得以被整合进 MOST 总线系统。

(3) 数据框架的结构 如图 4-52 所示，一个数据框架的长度是 64B，可以细分为以下域：

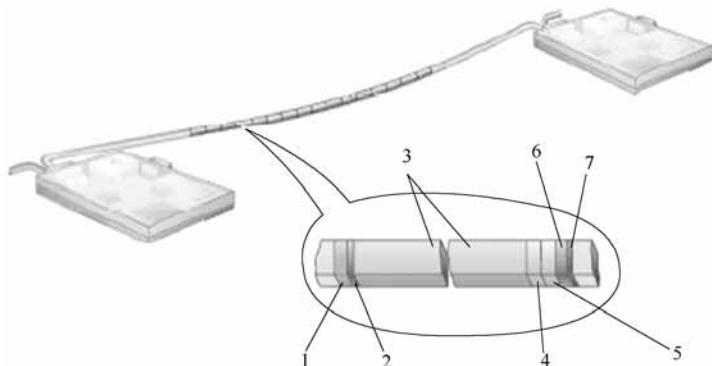


图 4-52 MOST 数据框架结构

1—前同步码（4bit） 2—定界符（4bit） 3—数据域（480 bit） 4—第一确认域（8 bit） 5—第二确认域（8 bit）  
6—状态域（7 bit） 7—匹配域（1bit）

1) 前同步码。如图 4-53 所示，也叫报文报头，标志着数据框架的起始位置。每一个数据框架都拥有一个前同步码。



图 4-53 前同步码与定界符

1—前同步码 2—定界符

2) 定界符。如图 4-53 所示，将前同步码与后续的数据域间隔开来。

3) 数据域。如图 4-54 所示，每一个数据域最大容量 60B，有两种截然不同的数据类型：音频和视频格式的同步数据；图片、用于计算目的的信息以及信息格式的异步数据。数据域的结构比较有弹性。同步数据的容量大概为 24~60B，且有优先传播权。

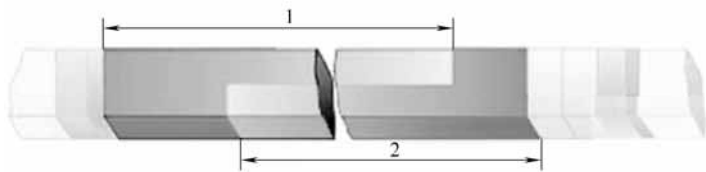


图 4-54 数据域

1—异步数据 0~36B 2—同步数据 24~60B

4) 确认域。两段确认域用来传递以下信息：发送器与接收器地址码（识别码）与发送至接收器的控制命令（如功率放大器设置，上/下）。确认字节由控制单元进行封装，形成一整段的确认数据框架。每 16 个数据框架形成一个数据模块。在确认数据框架内包含有控制与诊断数据，从一个发送器，发送至下一个接收器。传输类型是地址导向型传输。

5) 状态域。包含了接收器有用的传播信息，如图 4-55 所示。

6) 匹配域。用来最终检查数据框架是否完整。这部分的内容可以保证传输过程是否重复，如图 4-55 所示。



图 4-55 状态域与匹配域

1—状态域 2—匹配域

### 3. 系统起动（唤醒）

MOST 如果处于休眠模式，那么系统首先是进入待机模式，以备进入唤醒过程。如图 4-56 所示，如果除了主机外的其他控制单元要唤醒 MOST 总线，那么它会发出调制光信号（从机光信号）到环形结构上的下一个控制单元。在休眠模式下的控制单元的接收器光敏二极管仍然保持导通状态，那么下一个在休眠状态下的控制单元接收到这个从机光信号，并依次传递下去，直到传递到系统主机。一旦得到主机的确认，待机模式开始起动。

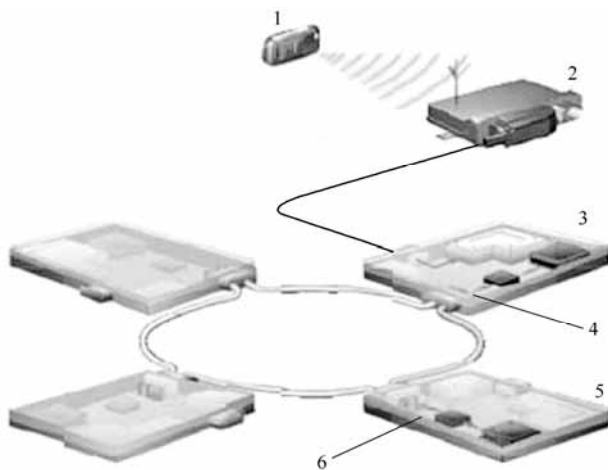


图 4-56 MOST 总线唤醒

1—遥控钥匙 2—防盗控制单元 3—网关 4—发射器 LID 灯点亮调制光信号  
5—系统主机 6—接收光信号（系统唤醒）

如图 4-57 所示,紧接着,系统主机发出另一个特别的调制光波(主机光波)到下一个控制单元,并依次传递下去。直到主机收到自身发出去的主机光波,意味着整个 MOST 网络是完整的。于是开始数据框架的传播。

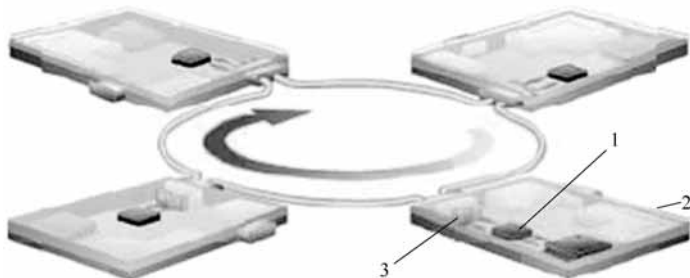


图 4-57 唤醒信号的传播

1—收发器确认环路无故障 2—系统主机 3—LED 发出主机光波

如图 4-58 所示,系统主机将预设的各模块在环形结构上的相对位置信息发送至所有的控制单元。诊断主机将现有实际的控制单元顺序与预设的模块顺序相比较,如果没有吻合,那么诊断主机就会存储相应的故障码。一旦完成,唤醒过程就结束,总线上可以进行数据传输了。

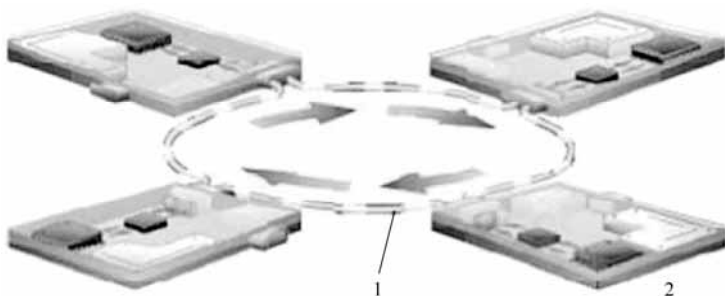


图 4-58 网络完整性检查

1—数据框架 2—系统主机

#### 4. 音频与视频的传输——同步数据

(1) 音频信号的传输过程 如图 4-59 所示,CD 音乐播放的操作模式就是一个同步数据传输的基础过程。系统主机在每一个数据组上插入一个 16 帧的确认数据框架,来进行传输。

首先,使用者通过操作多媒体操作界面与信息显示屏,来选择 CD 上的曲目。紧接着,多媒体操作单元通过数据总线将曲目信号发送至系统主机(前部信息显示与操作单元)。

1) 发送器地址:系统主机(前部信息显示与操作单元),位于环形结构的位置 1。

2) 数据接收器地址:CD 机,环形结构上的预设位置。

3) 控制指令:曲目 10;分配传输频道,CD 机收到主机发出的数据,识别出要传输数据,于是生成一段数据列,外加一段确认数据。

4) 数据发射方地址:CD 机、环形结构上的预设位置。

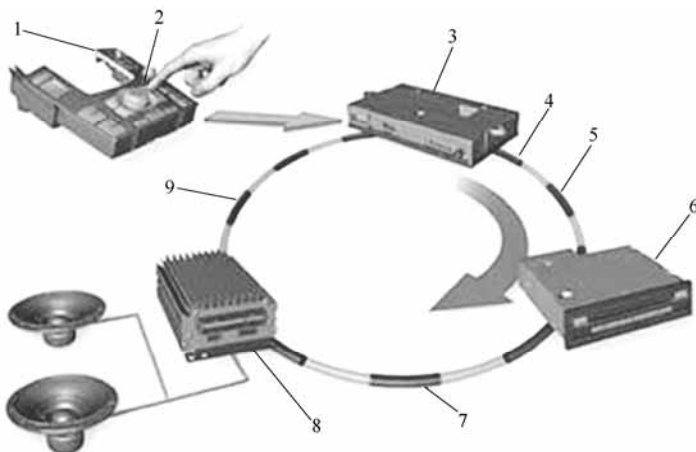


图 4-59 音频的传输过程

1—多媒体操作单元 2—功能选择开关 3—系统主机—前部信息显示与操作 4—发送至 CD 机的数据  
5—发送至数字音响的数据 6—CD 机 7—从 CD 发出的确认数据 8—数字音响单元 9—数字音响发出的确认数据

5) 系统主机接收器地址：系统主机（前部信息显示与操作单元），位于环形结构的位置 1。

6) 控制指令：数据传输/曲目 1、2、3 或 4（立体声）。

(2) 同步传输的数据管理 如图 4-60 所示，前部信息显示与操作单元接收到 CD 机的确认数据后，给数字音响控制单元发出指令，对外播放出音乐。

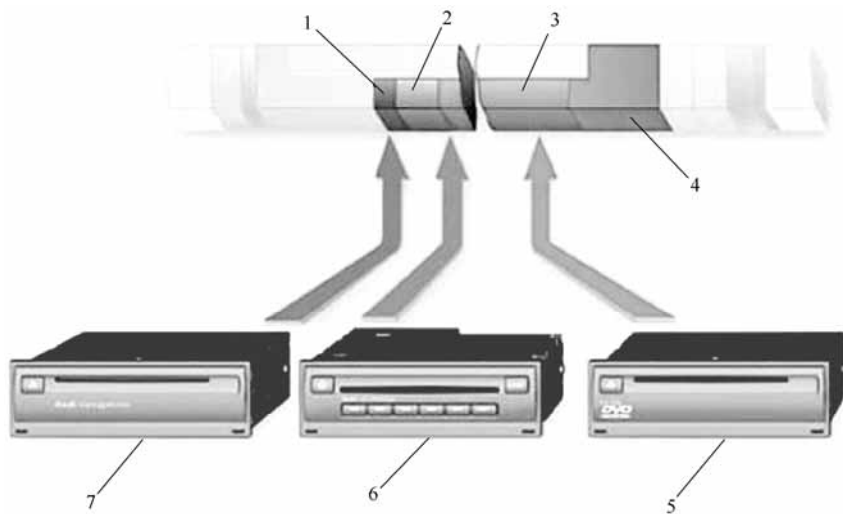


图 4-60 同步数据的传输

1—声音输出通道 2—CD 机通道 3—DVD 播放器通道 4—数据域（不限长度）5—DVD 播放器 6—CD 机 7—导航控制单元

1) 发射器地址：系统主机（前部信息显示与操作单元），位于环形结构的位置 1。

2) 接收器地址：数字音响控制单元，环形结构上的预设位置。

3) 控制指令：读出通道 1、2、3 或 4 的数据，并通过扬声器对外播放；现阶段音响的设置，如音量大小、平衡、高音、中音、低音等或者取消静音。

CD 碟片上的音乐内容一直限制在数据域上，直到数据域在环形结构上循环一周，再次

回到 CD 机。在 CD 机上, 数据内容替换后, 新一轮的数据循环又开始了。

这样一来, MOST 总线上的所有输出型控制单元都能收到同步数据。系统主机通过传输相应的确认数据来决定哪些控制单元使用了发出去的同步数据。

(3) 传输通道 (Transmission Channels) 音频与视频信号的传输要求每一个数据域都要有好几个字节, 数据字节的类型与信号数据类型相同, 每段字节就叫做一个通道, 见表 4-5。

表 4-5 传输通道数量

信号类型	通道数量/字节数量
单声道	2
立体声	4
环绕立体声	12

这种通道模式允许不同数据来源的数据在同一时刻进行同步传输。

## 5. 异步数据传输

如图 4-61 所示, 以异步数据传输方式进行传输的数据类型有:



图 4-61 异步数据传输过程

1—显示屏 2—由显示屏发出的确认数据 3—带开关的电话控制单元 4—无线网络电子邮件 5—数据框架（来自电话控制单元） 6—CD/DVD 地图信息 7—导航控制单元 8—数据框架（来自导航控制单元）

- 1) 导航地图。
- 2) 导航路径计算。
- 3) 无线网络网址。
- 4) 电子邮件。

异步数据内容以不规则的时间间隔进行传输。由于此原因, 每一个异步数据传输模块都将异步数据存储在一个模块内, 直到接收到网络上某个模块接收器的地址信息后, 才开始发送。每个数据域大概 4B 的长度, 异步数据一直保存在固定的数据模块内, 在环形结构上循环后, 回到数据内容的发送模块。发送模块重新更新数据模块内的异步数据, 再次发送到网



络上，循环往复。

一般来说异步数据每个信息单元（比如字节）之间有控制信号（如起始、终止信号），发送和接收端分别用近似的时钟工作。同步数据一般会有一个时钟信号，收发两端均以该时钟信号为收发时钟，该信号一般由发送端产生。每个信息单元之间不再有起始、终止控制。

同步通信速度快，因为它需要每时每刻地传输数据，不得停顿。而异步通信速率降低了，但它有空闲段，也就是说不需要一直传输数据，可以停顿，一般使用异步通信方式较多。

### 4.5.3 诊断

除了系统管理主机外，MOST 总线也具备一个故障诊断主机，用来进行环形结构的故障诊断以及将控制单元的诊断数据发送至诊断单元。

基于环形网络的环形结构特点，发生数据无法正常传输的故障现象，肯定是环形网络被打断。环形网络被打断的原因：

- 1) 光纤线束出现断裂。
- 2) 控制单元的发送器和接收器供电故障。
- 3) 控制单元故障。

环形网络一旦断开就无法进行数据传输，所以环形网络断开故障的诊断必须借助于故障诊断线束。该故障诊断线束好比是在环形网络的中心有一个节点，向四周发射射线，与每一个控制单元连接。借助于故障诊断线束，可以准确定位环形网络上的故障点。

环形结构发生断裂的现象：

- 1) 无音频与视频信号。
- 2) 多媒体操作面板无法调节。
- 3) 诊断主机内有故障码记录（光纤网络断开）。

如图 4-62 所示，一旦开始环形结构故障诊断，诊断主机通过诊断线给每一个控制单元发出一个脉冲信号。接收到该脉冲信号后，每个控制单元都会发送一个光波信号，在这个过程中，所有的控制单元都会确认：

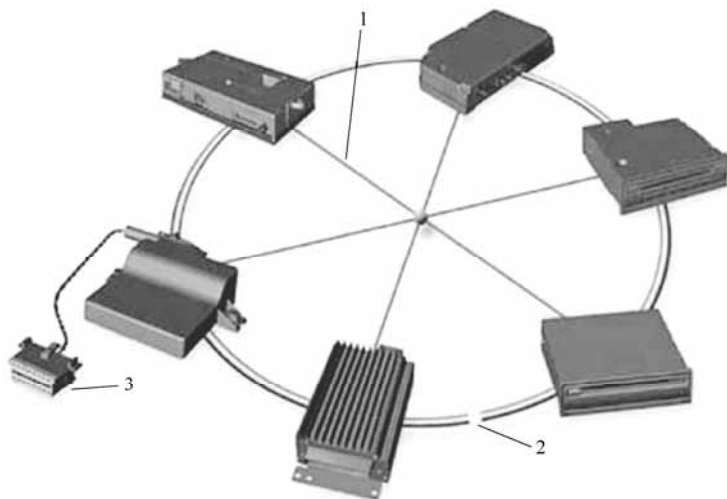


图 4-62 MOST 总线诊断原理示意图

1—诊断线束 2—光纤线束断裂 3—诊断接口

- 1) 自身的供电以及内部电气功能。
- 2) 环形网络上游的控制单元发送来的光波信号。

MOST 网络上的每一个控制单元都有固定的响应时间，通过比较控制单元的实际响应时间与预设时间，故障诊断主机就可以辨别出是哪一个控制单元发出了响应信息。

响应信息内容：

- 1) 控制单元内部的电气系统。
- 2) 控制单元在光纤网络上的位置秩序。

## 4.6 诊断总线

如图 4-63 所示，诊断总线取代了 K 线或者 L 线，用来在诊断单元与车载控制单元之间进行数据交换。故障诊断的执行还必须通过车辆诊断电脑 V.A.S5052。

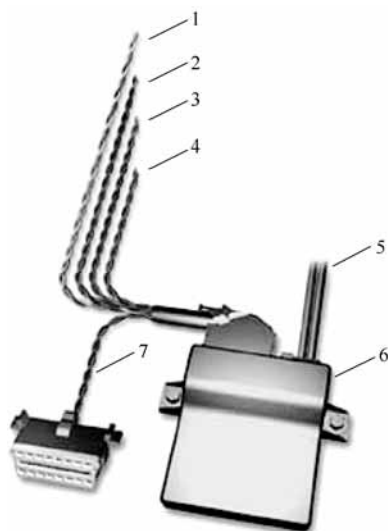


图 4-63 诊断 CAN 总线结构示意图

- 1—仪表板信息显示 CAN 总线 2—动力总成 CAN 总线  
3—ACC 系统 CAN 总线 4—舒适系统 CAN 总线  
5—MOST 6—网关 7—诊断 CAN 总线

### 1. 自诊断发生的条件

见表 4-6。

表 4-6 自诊断发生的条件

编号	自诊断	条 件		备 注
1	开始	点火开关打开	可以	无法通过诊断总线唤醒控制单元
		点火开关关闭	可以，但系统未进入睡眠模式	
2	执行	点火开关打开	可以	
		点火开关关闭	可以，但不具有写入功能（例如控制单元编码）	
3	结束	关闭点火，结束诊断	没有	

控制单元的诊断数据通过各自所在的总线网络发送至网关（数据总线端口）。得益于 CAN 网络的高传输速率与网关的突出性能，诊断单元能够显示出所有总线上的控制单元列表及其存储的故障状态。

如图 4-64 所示，诊断总线线束截面积  $0.35\text{mm}^2$ ，采用的同样是双绞线结构。CAN 低线的线束颜色为橙/棕色，CAN 高线的线束颜色为橙/紫色。以  $500\text{kb/s}$  的速率进行双向数据传输，也就意味着同一时间，在同一线束上，不同的数据可以相向而行。

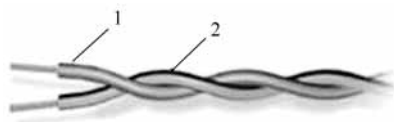


图 4-64 诊断总线

- 1—CAN 高线 2—CAN 低线

## 2. 诊断电脑 V.A.S5052A

大众、奥迪汽车专用诊断电脑 V.A.S5052A 如图 4-65 所示。

## 3. 十六针诊断接口的针脚分布

全新诊断电脑 V.A.S5052A 无需使用诊断电缆，和车辆电气系统之间通过无线蓝牙进行数据交换。诊断接口端子排列如图 4-66 所示。诊断接口针脚分布见表 4-7。



图 4-65 大众 V.A.S5052A



图 4-66 诊断接口端子

表 4-7 诊断接口针脚分布

1	点火开关供电	9	舒适系统 CAN Low
2	信息娱乐系统 CAN High	10	信息娱乐系统 CAN Low
3	动力总成 CAN High	11	动力总线 CAN Low
4	搭铁	12	未使用
5	搭铁	13	未使用
6	仪表板信息 CAN High	14	仪表板信息 CAN Low
7	K 线	15	未使用
8	舒适系统 CAN High	16	常电源接线柱 30

## 4.7 FlexRay 总线

在大众豪华 D 级车型上，FlexRay 总线已经开始使用。FlexRay 是继 CAN 和 LIN 之后的最新研发成果，可以有效管理多重安全和舒适功能：如 FlexRay 可适用于线控操作（X-by-Wire）。那么 FlexRay 的准确含义是什么？FlexRay 联盟，一个成立于 2000 年、由多家汽车制造商组成的组织，推进了 FlexRay 的标准化，使之成为了新一代汽车内部网络通信协议。

FlexRay 代表着什么？

如图 4-67 所示, Flex=Flexibility, 富有弹性; Ray 表示鳐鱼(一种鱼, 正如 FlexRay 的 logo 上所表现的那样)。

之所以采用 FlexRay, 是为了达到未来汽车网络系统在数据传输速率、同步性与高保真性上的更高要求。它扩大了一些新技术, 如车辆动态控制、ACC 巡航系统以及图片处理在车辆上使用的可能性。

FlexRay 总线有以下特性。

- 1) 普通电线, 双绞线结构。
- 2) 最大数据传输速率: 10Mbits/s。
- 3) 数据交流有 3 种状态: Idle 空转状态、Data0 无数据状态与 Data1 数据传输状态。
- 4) 星形拓扑结构。
- 5) 实时性。
- 6) 分散控制以及安全相关的系统的使用。



图 4-67 FlexRay 图标

#### 4.7.1 FlexRay 总线基本原理

如图 4-68 所示, FlexRay 与已有数据总线系统 CAN 总线、LIN 总线、MOST 总线系统均不相同, 这是由其基本工作方法所决定的。



图 4-68 FlexRay 的基本原理与观光缆车相似

其基本工作方法可以通过观光缆车来形象地比喻。电缆车站比做是总线上的控制单元, 电缆车比做是信息框架, 而观光客好比是信息本身。

缆车从山脚出发, 到达山顶的时间基本上是预先规定好的, 固定不变的。那么相类似的, 在 FlexRay 上, 信息从一个控制单元发出到达另一个控制单元的时间也是预先设定好的。

如果从山脚向上望, 你会发现有些缆车上有观光客, 有些缆车是空的。不管有没有

观光客乘载，缆车都在不停地运行，从山脚的车站，一直爬升到山顶的车站。那么 FlexRay 总线上亦是如此，即使这一时刻，某一控制单元无信息要发出，那么它仍然会发出固定的数据框架。这就意味着数据发送的优先级（CAN Bus 的特性），在 FlexRay Bus 上将不复存在了。

但是稍有不同的是，“一辆空的缆车”在 FlexRay 网络上会被认为是发送错误。事实上，控制单元一直在不停地发送数据，如果有新的数据，那么控制单元就会发送新的数据，如果没有数据的变化，那么旧的数据还会再发送一遍。

CAN Bus 与 FlexRay 的其他的不同点见表 4-8。

表 4-8 CAN Bus 与 FlexRay 的对比

	CAN Bus	FlexRay
线束	普通电线，双绞线结构	普通电线，双绞线结构
信号状态	0—低电平，1—高电平	Idle, Data0, Data1
传输速率	500kbit/s	10Mbit/s
工作原理	事件控制型	时间控制型
拓扑结构	被动星形结构	主动星形结构，点对点，菊花链形结构 <sup>①</sup>
仲裁类型	高优先级数据优先发送	无优先级，数据按预设时间发送
信号的确认	接收器确认是否接收该信息	发送器无需确认该数据是否被正确发送
错误协议	在网络上确认是否有错误协议产生	每一个接收器都可以确认接收的数据协议是否正确
协议长度	最多 8B	最多 256B
使用情况	有需要时才使用 CAN 总线使用的时间，取决于 CAN 总线上的显存容量 CAN 有超负荷的潜在风险	何时进行数据传输是预先设定好的 使用持续时间是事先设定好的 数据位置一直保留着，即使没有数据传输
接收时间	未知	已知

① 菊花链形，取材于西方小孩玩的一种将雏菊串在一起的游戏，指的是将一系列的东西串在一起，在这里指的是控制单元是一个串联结构。

## 4.7.2 FlexRay 的数据通信

如图 4-69 所示，是一张 FlexRay 总线的通信结构示意图。模块之间相互串联，按预设定通信协议进行数据传输。FlexRay 总线的通信协议区别于 CAN Bus。在 CAN Bus 上，每一个控制单元必须等网络上有空闲后，才能进行数据传输。在 FlexRay 上，所有的控制单元之间相互同步，发送与接收信息的时间都已设定好。

FlexRay 总线没有主机来启动通信。两个或更多的控制单元之间必须设定好相同的时钟频率之后，才能进行通信。每一个 FlexRay 设备都有一个终端电阻。在高线（High，橙/紫）与低线（Low，橙/棕）之间的总的阻值为 50Ω。

在 FlexRay 上，有 6 个控制单元：

- 1) 网关-接收器由蓄电池电压供电（终端电阻 100Ω）。
- 2) ESP-接收器由蓄电池电压供电（终端电阻 100Ω）。

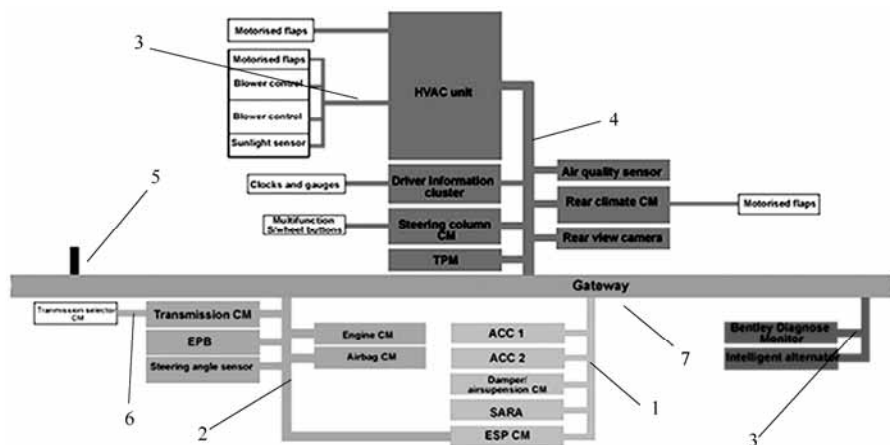


图 4-69 FlexRay 总线的通信结构示意图

1—FlexRay 2—A CAN 3—LIN 4—D CAN 5—诊断 CAN 6—G CAN 7—网关

- 3) SARA-接收器由蓄电池电压供电（终端电阻  $100\Omega$ ）。
  - 4) 减震器与空气弹簧-接收器由蓄电池电压供电（终端电阻  $100\Omega$ ）。
  - 5) ACC（主模块）接收器由蓄电池电压供电（终端电阻  $100\Omega$ ）。
  - 6) ACC（从属模块）接收器由点火开关供电（终端电阻  $2.5\Omega$ ）。
- 有 4 个控制单元同时还与其他控制单元之间有连接：
- 1) ESP。
  - 2) SARA。
  - 3) ACC（从属模块）。
  - 4) 减震器与空气弹簧。

### 4.7.3 FlexRay 总线工作模式

如图 4-70 所示，FlexRay 网络有三种模式，休眠、怠速与苏醒模式，FlexRay 网络从怠速模式到 DATA 0 是主动变化的。

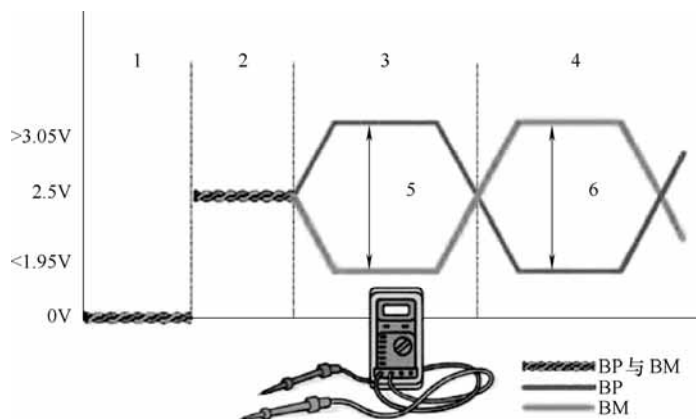


图 4-70 FlexRay 总线工作电压

1—低能耗模式 (LP Mode) 2—怠速模式 3—DATA 1 4—DATA 0 5—BP 与 BM 电压差为 1.1V 6—BP 与 BM 电压差为 -1.1V

测量 FlexRay 系统可以简单地使用万用表来完成，将万用表的一根导线接在高线或低线上，将另一根导线搭铁即可。

FlexRay 没有专用的线束插头，线束截面积  $0.35\text{mm}^2$ ，采用的仍然是传统的双绞线结构，每 30mm 长度一个绞线结构。FlexRay 线束颜色如下：

- 1) Bus Plus（高线）=玫瑰红。
- 2) Bus Minus（低线）=浅绿色。
- 3) 线束颜色=黑色。

FlexRay 可能出现的故障、现象以及维修见表 4-9。

表 4-9 FlexRay 可能出现的故障、现象以及维修

1. FlexRay 节点断路	
影响：丢失与 FlexRay 通信的有关的功能，在接收信息的模块内会有 DTC 存储。但在只有网关与诊断电脑可以通信的情况下，DTC 会存储在网关内	维修—查找断路点：通过读取网关内的测量值，确认是何模块与网关无通信。在受影响的 FlexRay 分支末端，测量模块与模块之间的连续性。清除故障码
2. FlexRay 对车身短路	
影响：丢失与 FlexRay 通信的有关的功能，在所有的模块内会有 DTC 存储（“数据总线无信号/无通信”）	维修—查找对车身短路点：通过读取网关内的测量值，确认是何模块与网关无通信。先在 BP 线束上、后在 BM 线束上查找对车身短路点。维修成功后，清除故障码
3. FlexRay 对搭铁短路	
影响：丢失与 FlexRay 通信的有关的功能，在所有的模块内会有 DTC 存储（“数据总线无信号/无通信”）	维修—查找对车身短路的：通过读取网关内的测量值，确认是何模块与网关无通信。先在 BP 线束上、后在 BM 线束上查找对车身短路点。维修成功后，清除故障码

## 4.8 CAN 数据总线波形分析

### 4.8.1 CAN 数据总线诊断工具的使用

查看 CAN 数据总线波形必须借助于检测盒 V.A.G1598/31 和 PicoScope 示波器，如图 4-71 所示。以查看动力 CAN 总线波形为例，介绍使用检测盒 V.A.G1598/31 和 PicoScope 示波器的方法：首先，断开发动机控制单元 ECM（ECM 的安装位置视具体车型而定）；然后，将 ECM 连接到 V.A.G1598/31 的插接器上，将原车的 ECM 插接器连接到 V.A.G1598/31 的插座上；再使用 USB 数据线把 PicoScope 示波器与普通电脑连接起来（已安装 Pico 波形查看软件）；查看电路图，找到 ECM 与动力 CAN 总线数据交换的端子，如图 4-72 所示，查得奥迪 A4 的 ECM 与动力 CAN 总线的连接端子是端子 60（动力 CAN High 线）与端子 58（动力 CAN Low 线），V.A.G1598/31 测试面板上的插孔编号与 ECM 的插接器端子编号一一对应。最后将表笔插到 V.A.G1598/31 的测试面板上 60 号与 58 号插孔，就可以读取动力 CAN 总线的波形图了。

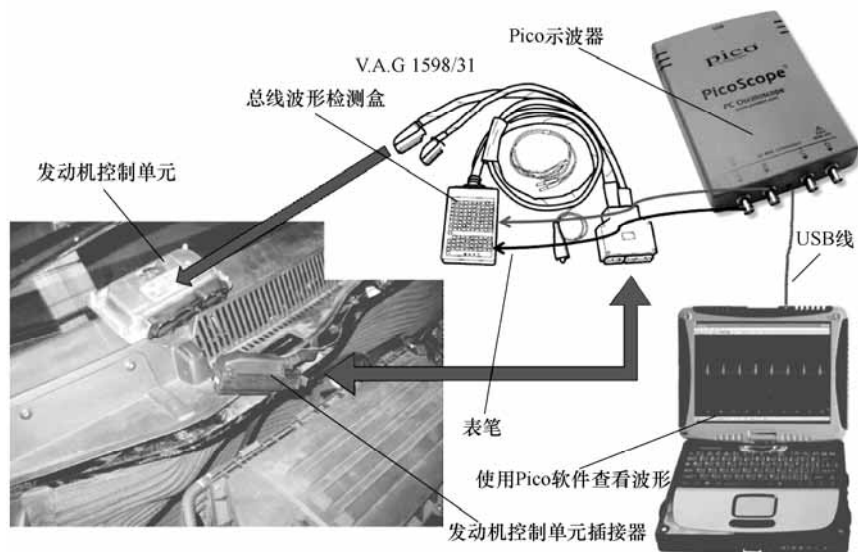


图 4-71 检测盒和示波器连接到动力 CAN 的方法

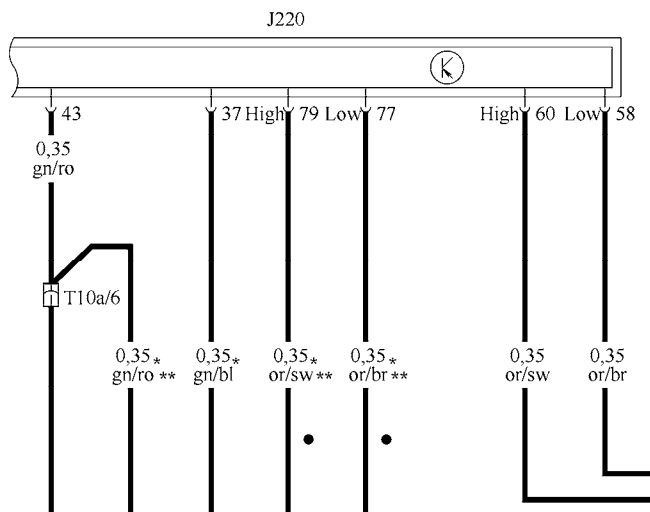


图 4-72 发动机控制单元 J220 与动力 CAN 总线连接端子的电路图

## 4.8.2 CAN 总线波形分析实例

正确连接检测盒 V.A.G1598/31 和 PicoScope 示波器后, 就可以查看 CAN 总线波形了。以舒适 CAN 总线系统为例, 各种状态下舒适系统 CAN 总线的波形图如图 4-73~图 4-83 所示。

### 1. 舒适系统正常波形

正常波形图成规则的矩形, 如图 4-73 所示。

### 2. 舒适系统 CAN High 线上信号电压范围

如图 4-74 所示, 舒适系统 CAN High 线上信号电压的正常范围是: 波峰电压 3.8V 左右, 波谷电压 0V 左右。



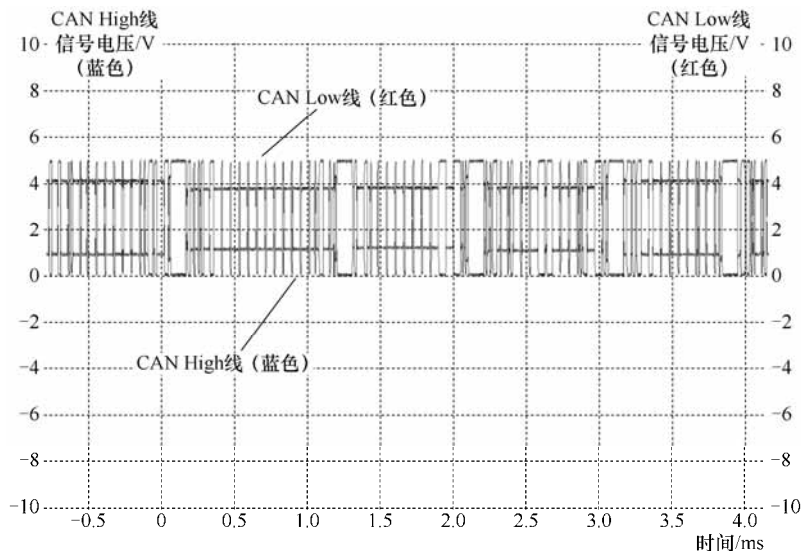


图 4-73 舒适系统 CAN 总线正常波形

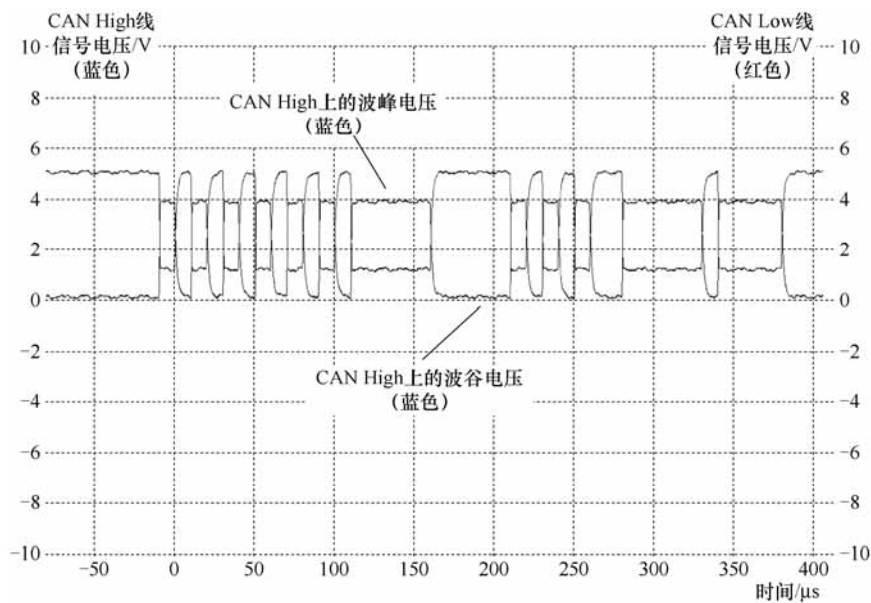


图 4-74 放大后的舒适系统 CAN 总线正常波形

### 3. 舒适系统 CAN Low 线上信号电压范围

如图 4-75 所示，舒适系统 CAN Low 线上信号电压的正常范围是：波峰电压 5V 左右，波谷电压 1.2V 左右。

### 4. 舒适系统 CAN High 线对搭铁短路

舒适系统 CAN High 线对搭铁短路后的波形如图 4-76 所示。舒适系统 CAN High 线上的信号电压在 0V 左右保持不变，舒适系统 CAN Low 线上信号电压呈正常的矩形。出现该波形的原因有可能是舒适系统 CAN High 线（桔/黑线）的外表皮磨破与车身搭铁造成的。

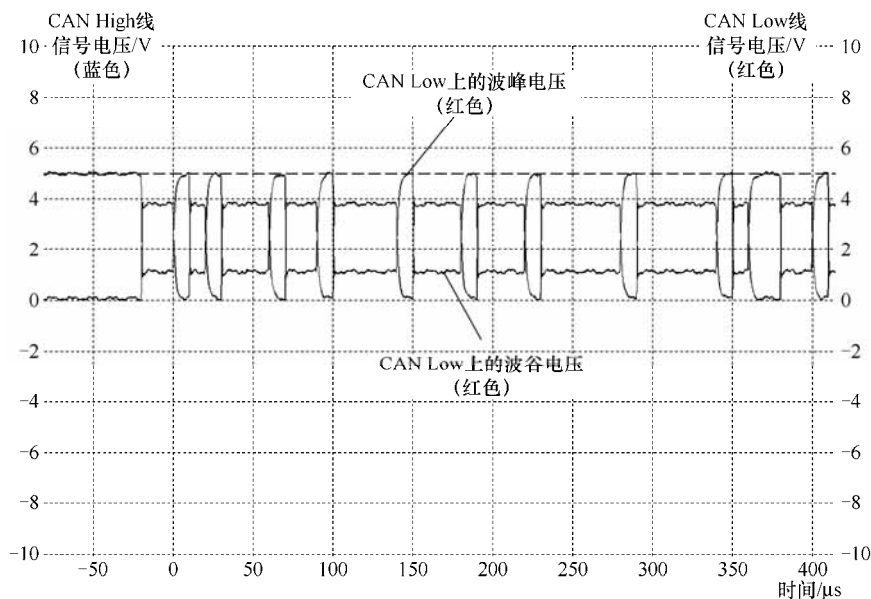


图 4-75 舒适系统 CAN Low 线上信号电压范围

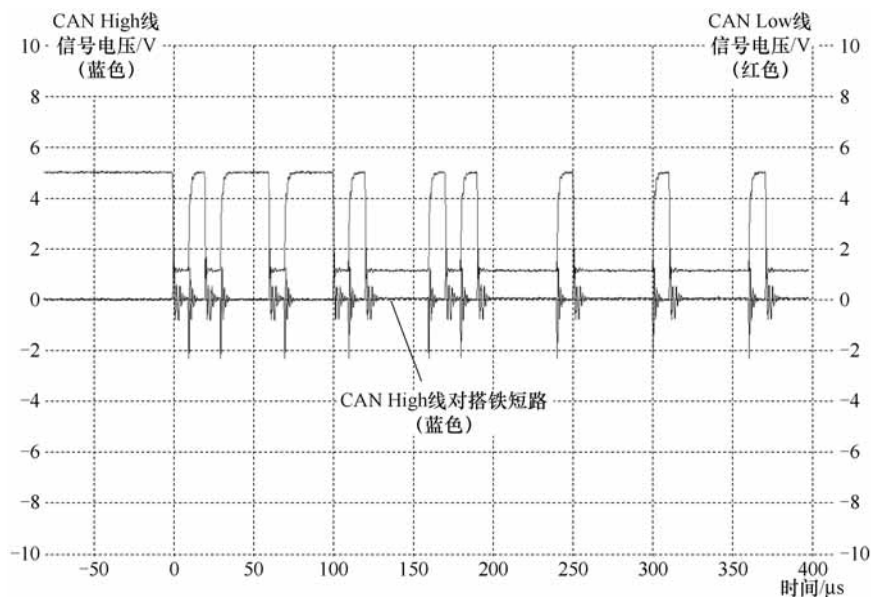


图 4-76 舒适系统 CAN High 线对搭铁短路波形图

### 5. 舒适系统 CAN Low 线对搭铁短路

舒适系统 CAN Low 线对搭铁短路后的波形如图 4-77 所示。舒适系统 CAN Low 线上的信号电压在 0V 左右保持不变，舒适系统 CAN High 线上信号电压呈正常的矩形。出现该波形的原因有可能是舒适系统 CAN Low 线（桔/棕线）的外表皮磨破与车身搭铁造成的。

### 6. 舒适系统 CAN High 线对正极短路

舒适系统 CAN High 线对正极短路后的波形如图 4-78 所示。舒适系统 CAN High 线上的信号电压在 12V 左右保持不变，舒适系统 CAN Low 线上的信号电压呈规则的矩形。舒适系

统 CAN High 出现该波形的原因可能是舒适系统 CAN High 线（桔/黑线）的外表皮磨破与车身上其他 12V 供电线接触造成的。

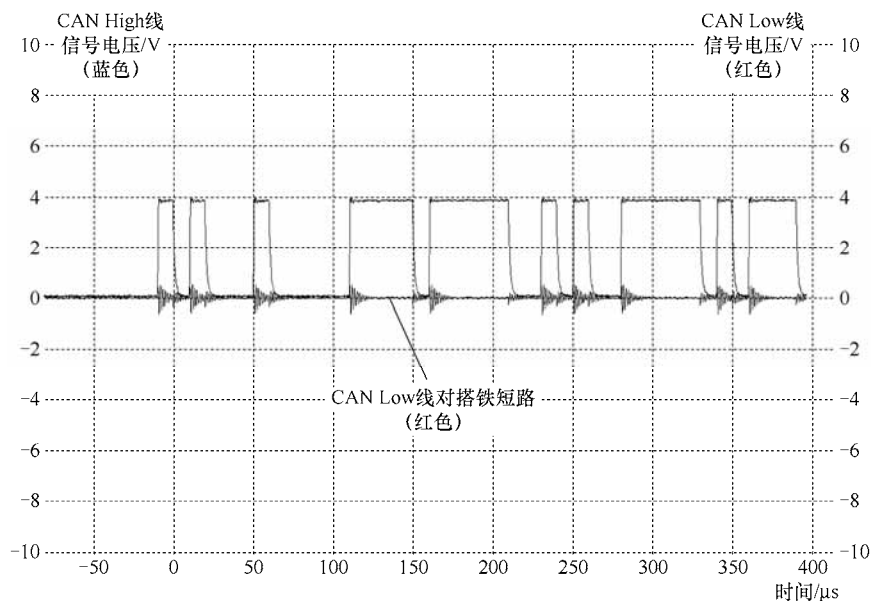


图 4-77 舒适系统 CAN Low 线对搭铁短路波形图

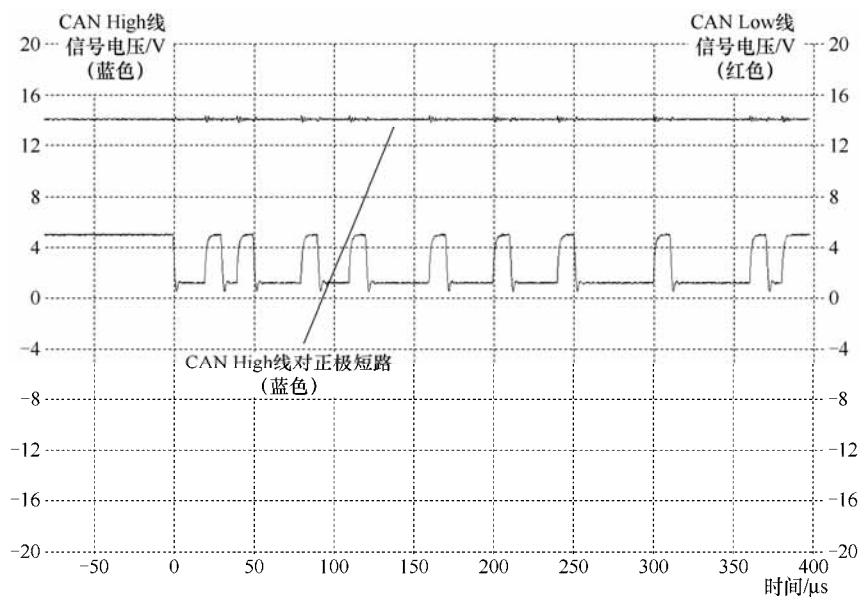


图 4-78 舒适系统 CAN High 线对正极短路波形图

## 7. 舒适系统 CAN Low 线对正极短路

舒适系统 CAN Low 线对正极短路后的波形如图 4-79 所示。舒适系统 CAN Low 线上的信号电压在 12V 左右保持不变，舒适系统 CAN High 线上的信号电压呈规则的矩形。舒适系统 CAN Low 线出现该波形的原因可能是舒适系统 CAN Low 线（桔/棕线）的外表皮磨破与车身上其他 12V 供电线束接触造成的。

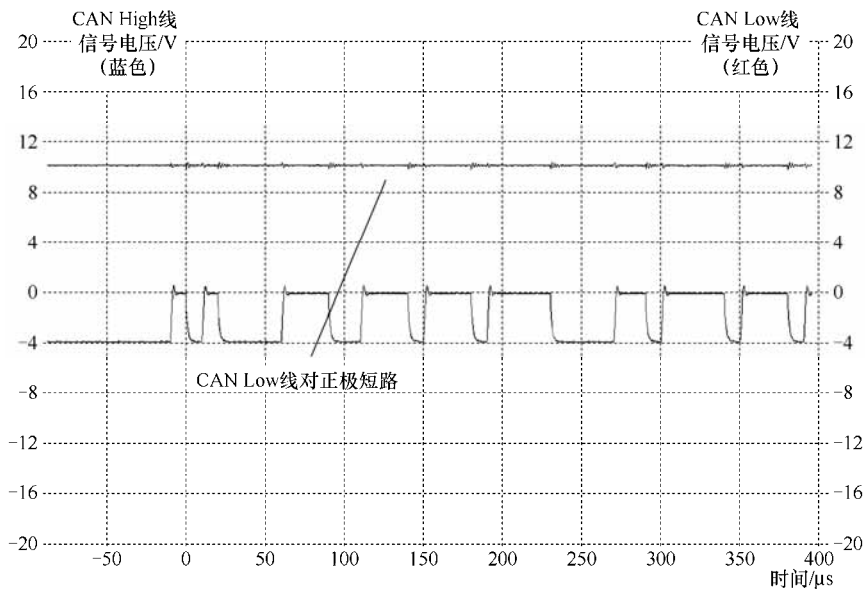


图 4-79 舒适系统 CAN Low 线对正极短路

#### 8. 舒适系统 CAN High 线与舒适系统 CAN Low 线间短路

舒适系统 CAN High 线与舒适系统 CAN Low 线间短路后的波形如图 4-80 所示。示波器上舒适系统 CAN High 线与舒适系统 CAN Low 线的波形完全重叠。出现该波形的原因可能是舒适系统 CAN High 线（桔/黑）与舒适系统 CAN Low 线（桔/棕线）的外表皮磨破后接触在一起造成的。

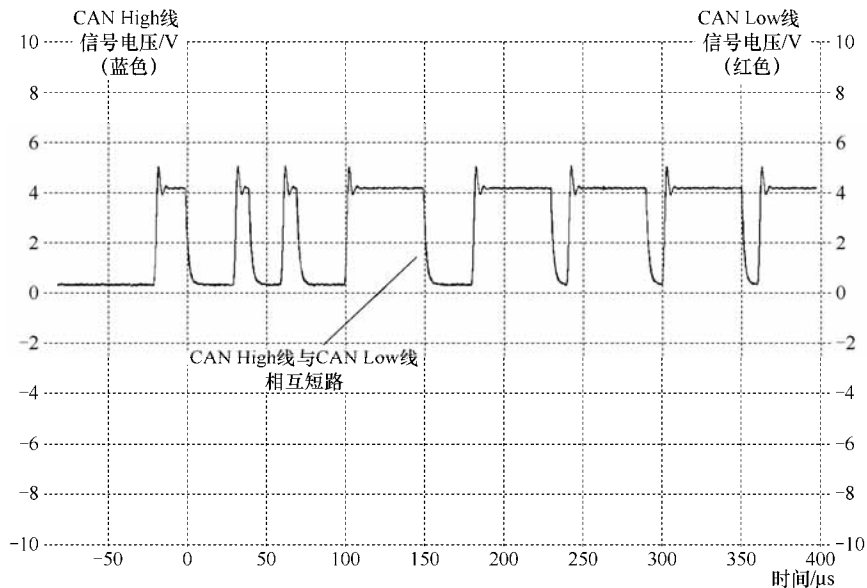


图 4-80 舒适系统 CAN High 线与舒适系统 CAN Low 线间短路

#### 9. 舒适系统 CAN High 线上有控制单元未使用

如图 4-81 所示，某一段波形图上，舒适系统 CAN High 线上信号电压在 0V 左右不变，其他时刻又正常，说明舒适系统上有控制单元未向舒适系统 CAN High 线上发送信号，出现

该故障的可能原因是该控制单元出现故障或是该控制单元的舒适系统 CAN High 线与舒适 CAN 总线的节点之间出现断路。

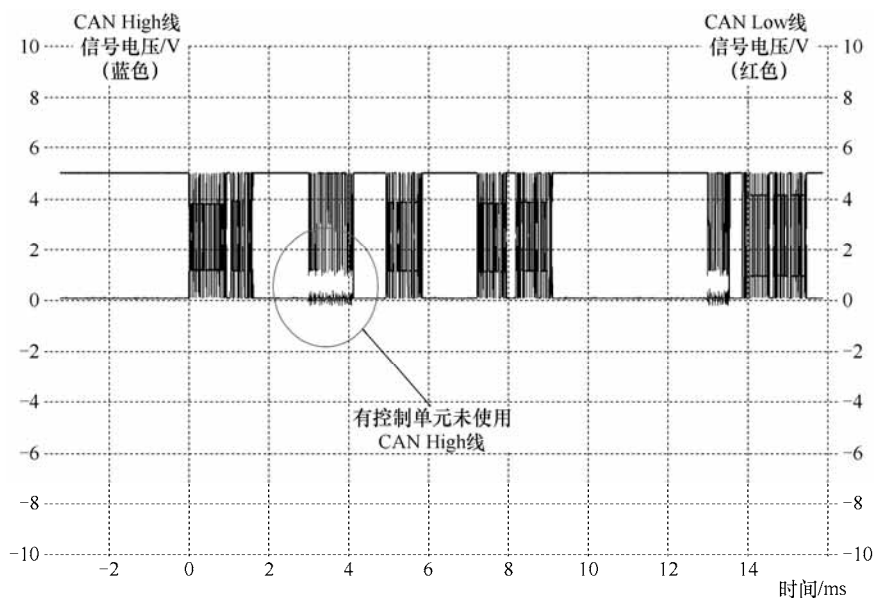


图 4-81 舒适系统 CAN High 线上有控制单元未使用

#### 10. 舒适系统 CAN Low 线上有控制单元未使用

如图 4-82 所示, 某一段波形图上, 舒适系统 CAN Low 线上信号电压在 0V 左右不变, 其他时刻又正常, 说明舒适系统上有控制单元未向舒适系统 CAN Low 线上发送信号, 出现该故障的可能原因是该控制单元出现故障或是该控制单元的舒适系统 CAN Low 线与舒适 CAN 总线的节点之间出现断路。

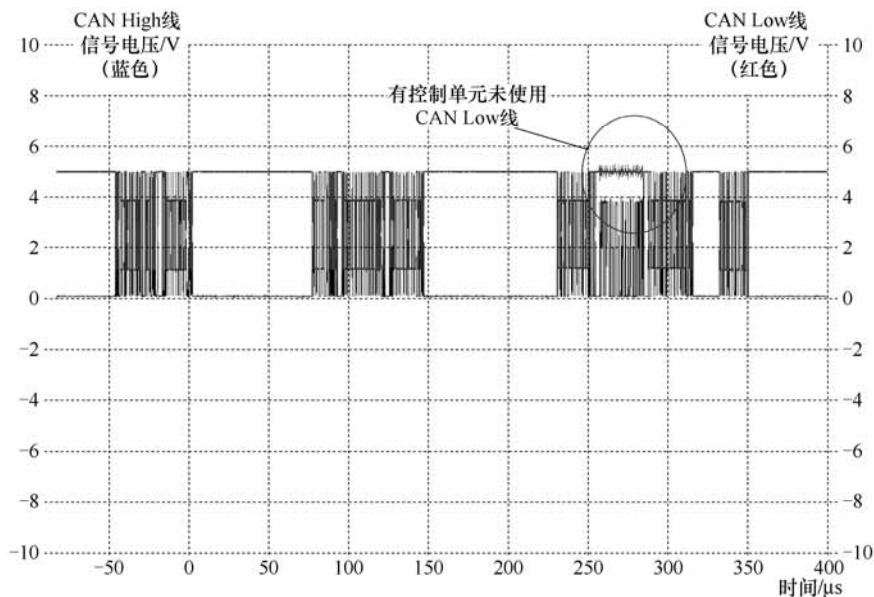


图 4-82 舒适系统 CAN Low 线上有控制单元未使用的波形

### 11. CAN 总线处于休眠状态

汽车进入防盗状态一段时间后,网关检查到车载控制单元之间没有信息传输时,就控制各总线进入休眠状态,节省能量。进入休眠状态的舒适 CAN 总线波形如图 4-83 所示。舒适系统 CAN High 线上的信号电压保持 0V 左右,舒适系统 CAN Low 线上的信号电压保持 5V 左右。

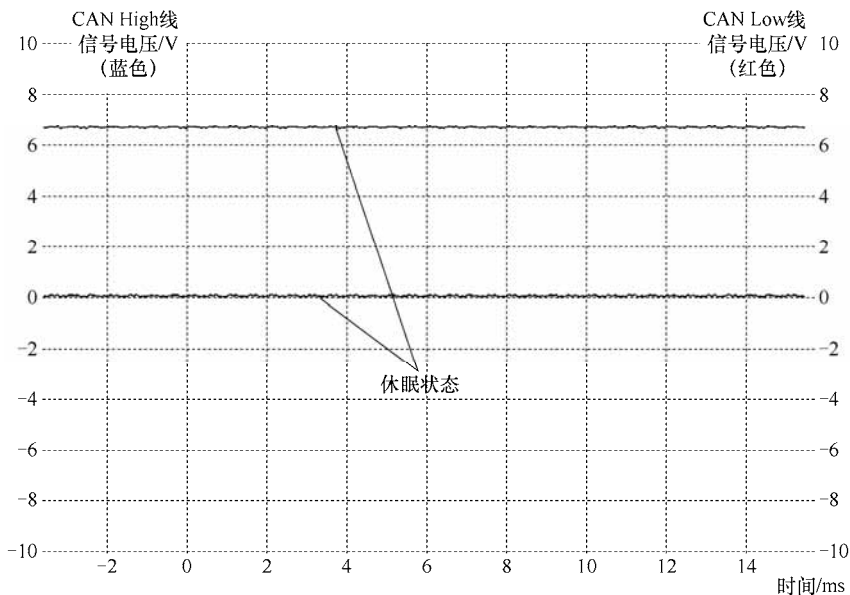


图 4-83 CAN 总线休眠状态波形

## 本章小结

- 1) CAN 总线应用于发动机控制、变速器控制、安全气囊控制、ASR/ABS/ESP 控制、牵引力控制等对网络信息传输的实时性要求较高的系统,其传输速率高达 500 kbit/s~1Mbit/s。
- 2) LIN 总线应用于空调器控制、仪表控制、刮水器控制、照明灯控制、门窗控制等系统,其传输速率为 1~20kbit/s。低速 LIN 总线对信息传输的实时性要求不高,但子系统数量较多,将这些低速子系统与高速子系统分开,有利于保证高速子系统的实时性,同时还可以降低成本。
- 3) MOST 总线应用于多媒体互动系统,传送视频和音频信息, MOST 总线允许的传输速率可达 21.2 Mbit/s。
- 4) CAN 总线系统主要由控制器、收发器、终端电阻和传输线等组成。
- 5) LIN 总线系统主要由 LIN 主控制单元、LIN 从属控制单元以及数据线所组成。
- 6) MOST 总线系统主要由光导纤维、光导插头、内部供电装置、电气插头、专用部件、标准微型控制器、MOST 发射接收机、发射接收机-光导纤维发射机等部件构成。

7) 网关是整个网络的核心,不同类型的 CAN 总线、FlexRay 总线以及 MOST 总线均通过网关进行数据交换。

8) CAN Bus 上,每一个控制单元必须等网络上有空间后,才能进行数据传输。在 FlexRay 上,所有的控制单元之间相互同步,发送与接收信息的时间都已设定好。

9) FlexRay 网络有三种模式,休眠、怠速与苏醒模式, FlexRay 网络从怠速模式到 DATA 0 是主动变化的。

10) 舒适系统 CAN High 线上信号电压的正常范围是:波峰电压 3.8V 左右,波谷电压 0V 左右;舒适系统 CAN Low 线上信号电压的正常范围是:波峰电压 5V 左右,波谷电压 1.2V 左右。

# 第5章

## 大众、奥迪汽车电源系统

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 了解汽车蓄电池、发电机的功能。
- 2) 熟悉汽车蓄电池、发电机结构组成和工作原理。
- 3) 了解汽车电源管理系统的工作原理。
- 4) 掌握汽车电源系统常见故障诊断和排除方法。

#### 能力目标:

- 1) 能检查和维护蓄电池技术状况。
- 2) 能对蓄电池进行补充充电。
- 3) 能按规范解体发电机并对其组成元件进行检测。
- 4) 能排除汽车电源系统常见故障。



## 5.1 概述

为了能安全和舒适地驾驶，汽车装有许多电气装置。汽车不但在行驶时要用电，停车时也用电。所以汽车上采用两种电源设备：一种是蓄电池，另一种是交流发电机，如图 5-1 所示。其中蓄电池是汽车的辅助电源，交流发电机是汽车的主要电源。发电机与蓄电池并联工作，发动机不工作时由蓄电池供电，发动机起动后，转为发电机供电。在发电机给用电设备供电的同时，也给蓄电池充电。

交流发电机输出、蓄电池容量和电器网络的能量需求必须和谐，以实现整个系统的安全、无故障工作。因此，要根据汽车交流发电机的任务，确定它的大小、类型和结构，以便可以为电器设备提供足够的能量以及

为蓄电池充电。交流发电机产生交流电，但电气系统需要直流电，在交流发电机中，由一个整流器将交流电转换成直流电。发电机配有电压调节器，主要作用是在发电机转速变化时，调节发电机输出电压的稳定。同时电源系统中用充电指示灯来指示蓄电池的充放电状况。

如图 5-2 所示，汽车电器设备数量增大，相应的耗电量也大幅度提高，为了满足电器设备对用电量的需求，大众、奥迪汽车很多车型采用双蓄电池的电源系统。在电源管理上，也从传统的电压调节器调节方式向网络调节方式转变。

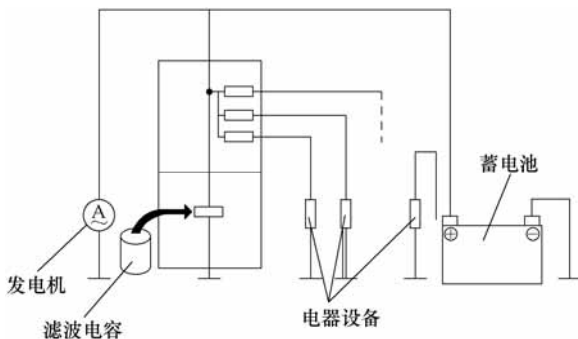


图 5-1 大众、奥迪汽车电源系统组成示意图

基本电器设备	使用频繁的电器设备	使用较少的电器设备
点火 20W	雾灯每个 35~55W	转向信号灯 每个21W
燃油泵 50~70W	汽车加热器 20~60W	起动机 800~3000W
发动机管理 10W	汽车收音机 10~15W	点烟器 100W
在网联化汽车上，点火开关打开的同时，电流将高达20A	周围照明设备每个4W	制动灯 每个21W
	仪表照明设备每个2W	倒车灯每个 21~25W
	车窗玻璃刮水器 60~90W	汽车喇叭 25~100W
	散热器风扇 80~600W	额外制动灯 每个21W
	新鲜空气风扇 80W	前照灯清洗器 60W
	加热车窗玻璃 120W	电热塞 每个100W
	远光灯每个 55W	发动机 60W
	尾灯每个 5W	电动车窗 150W
	辅助前照灯 每个55W	

图 5-2 汽车上的电量需求

## 5.2 蓄电池

### 5.2.1 蓄电池的结构与类型

蓄电池是汽车最重要的电气部件之一。功能完善的蓄电池会在很大程度上提高客户的满意度。除了起动发动机的功能外，汽车蓄电池还负责为整个车载电气系统存储电能。汽车蓄电池可以充当一个储压器。这意味着它可以接受电能以进行存储，并在交流发电机停止发电阶段根据需要提供为车辆电器设备提供电能。

#### 1. 蓄电池的基本结构

一块 12 V 蓄电池包含六个串联单格蓄电池，一个单格蓄电池包含一个极板组，它由一组正极板和一组负极板构成，如图 5-3 所示。极板组由铅板（铅栅和漂白土）和隔板构成，而隔板是由不同极性极板之间的微孔性绝缘材料制成的。通过一个带有聚乙烯袖珍隔板的正极板组或负极板组实现隔离，如图 5-4 所示。

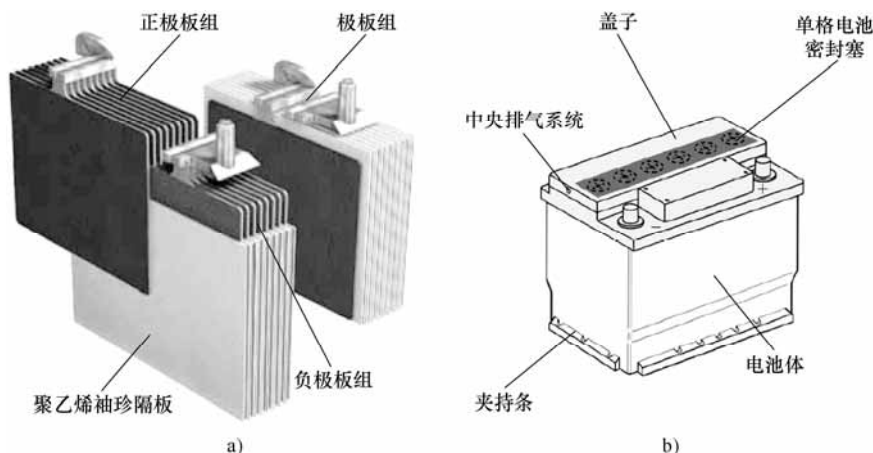


图 5-3 蓄电池与极板组结构示意图

a) 蓄电池极板组结构 b) 蓄电池外观

接线端子、单格蓄电池和极板连接器由铅制成。接线端子因其直径不同而有所区别。正极端子始终比负极端子粗。不同直径可提供反极性保护。通过单格蓄电池隔板实现单元之间的连接。蓄电池体由耐酸性绝缘材料（聚丙烯）制成，形成蓄电池的外壳。它的底部周围有突出的条，用以方便夹持。蓄电池体的顶部用一个盖子密封。单格蓄电池之间通过铅制联条串联在一起。通过铅制联条串联后，达到所需的蓄电池电压。通常，一个单格蓄电池的负极端子始终与下一单格蓄电池的正极端子连接。

在早前类型（即非免维护型）的蓄电池中，每个单格蓄电池都有一个可拆卸的插塞。通过此单格蓄电池插塞，进行最初的加注、维护以及排放内部产生的氢氧化物。免维护型蓄电池通常是以完全密封的状态提供的，通过中央排气口排出气体。

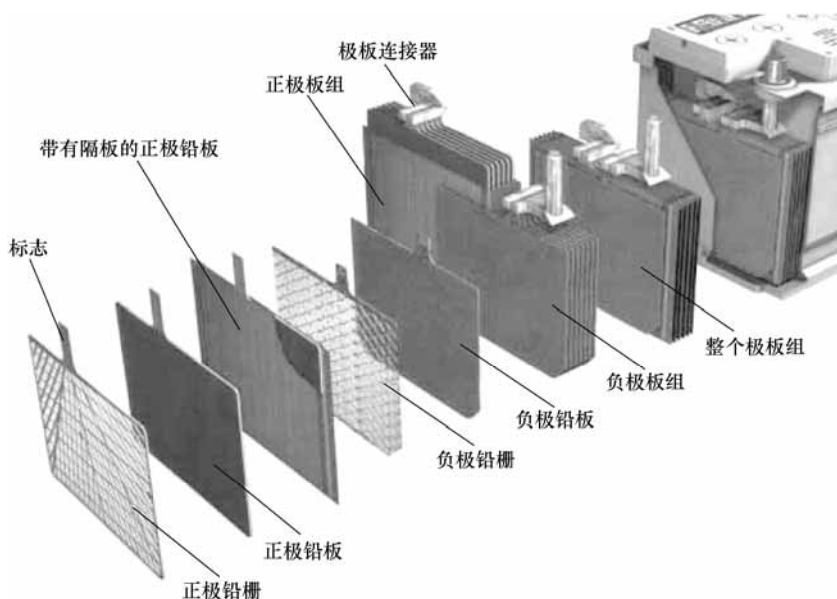


图 5-4 蓄电池内部结构

## 2. 电解液

蓄电池液体通常被称为电解液，它填充了单格蓄电池空余的空间以及极板和隔板中的小孔。

1) 液体电解液。在铅酸蓄电池中，使用稀硫酸作为电解液。在充满电的状态下，硫酸的质量分数约为 38%。其余为蒸馏水。由于电解液已电离，因此能够在电极之间传导电流。

2) 固体电解液。为防止蓄电池酸液泄漏造成损害，可以使用固体电解液。为此，可以用胶凝剂使电解液固化。通过将硅酸添加到硫酸中，电解液将固化成凝胶似的块状。使电解液固化的另一种方式是，放入吸附性玻璃纤维板（AGM），它可充当一个隔板。AGM 可吸附电解液并在外壳损坏时防止液体流出。

电解液的标称密度会根据蓄电池的电荷状态发生变化，见表 5-1。

表 5-1 电解液密度与电荷状态、电压的关系

电解液密度	电荷状态	电 压
1.28g/cm <sup>2</sup>	100%	12.7V
1.21 g/cm <sup>2</sup>	60%	12.3V
1.18 g/cm <sup>2</sup>	40%	12.1V
1.10 g/cm <sup>2</sup>	0%	11.7V

## 3. 蓄电池技术数据和术语

(1) 充电因子 充电过程中输入蓄电池的能量始终大于可从蓄电池获得的能量。这部分多余的负荷用于补偿充电引起的电化学损耗。为了给蓄电池充电到最大程度 100%，必须输入 105%~110%的获取能量。该数字（1.05 或 1.10）就是充电因子，如图 5-5 所示。

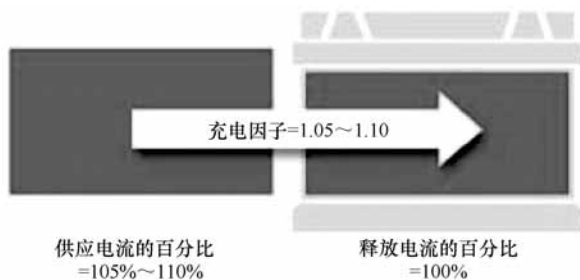


图 5-5 充电因子高于 1.05 的充电过程

(2) 容量 指在一个蓄电池或单格蓄电池中可用的电量，标准单位是  $A \cdot h$ 。蓄电池温度和放电电流会影响容量。当放电电流增大以及环境温度降低（摄氏  $0^{\circ}C$  以下的温度）时，蓄电池中的可用容量将明显变小，如图 5-6 所示。

(3) 冷测试电流 冷测试电流是蓄电池在寒冷气候条件下的起动能力的指标。冷测试电流是制造商规定的放电电流，即在  $-18^{\circ}C$  温度下，充满电的蓄电池在固定的标准时间内应释放的电流。在该时段中，应达到并保持固定的标准电压极限。

(4) 标称容量 K20 指制造商规定的蓄电池容量，标准单位是  $A \cdot h$ 。在室温下，充满电的蓄电池应释放 K20/20 h 的电流至少 20h。

例如，一个标称容量  $60A \cdot h$  的蓄电池： $60A \cdot h \div 20h = 3A$ ，即一节  $60A \cdot h$  的蓄电池应释放 3A 电流至少 20h，且蓄电池电压不应低于 10.5V。

(5) 单格蓄电池电压 单格蓄电池电压是指电解液中正极板与负极板之间出现的容量差。单格蓄电池电压不是一个常数。它很大程度上取决于蓄电池的电荷状态（电解液密度）。温度对单格蓄电池电压的影响可以忽略。但单格蓄电池的标称电压是恒定的，即 2V，如图 5-7 所示。

(6) 标称电压 对于汽车用蓄电池，行业标准确定了单格蓄电池的标称电压。用单格蓄电池的标称电压乘以单格数量可以算出蓄电池的标称电压。对于汽车蓄电池，标准标称电压是 12V，如图 5-8 所示。

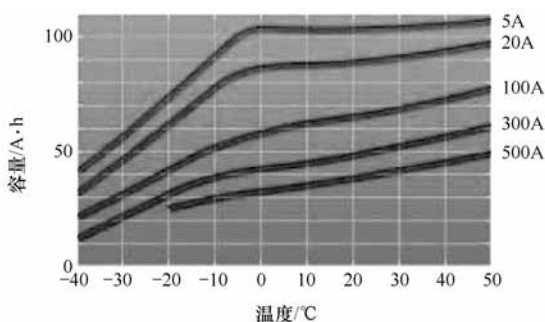


图 5-6 放电电流及环境温度对蓄电池容量的影响



图 5-7 单格蓄电池标称电压

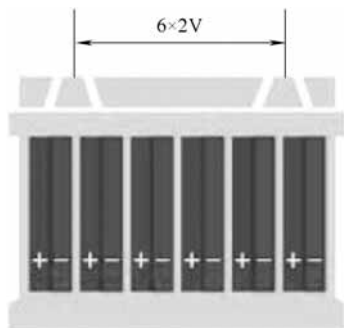


图 5-8 标称电压

(7) 接线端子电压 接线端子电压是指在蓄电池接线端子之间测得的电压。

(8) 气体电压 气体电压是指充电电压，当高于此电压时，蓄电池开始产生气体的情况最明显。接线端子电压为 14.4V（单格蓄电池电压 2.4V）时，气体开始产生，这会造成过量的氢，有爆炸危险。

(9) 停用电压 停用电压或空载电压是指在达到一定阈值后，未连接的无负载蓄电池的电压。

#### 4. 蓄电池的类型

根据蓄电池特定时间内耗水量的不同，蓄电池可以分为低维护型蓄电池和免维护型蓄电池：

(1) 低维护型蓄电池 如果算出的 42 天总耗水量没有大于  $16\text{g}/(\text{A} \cdot \text{h})$ （标称容量），则将蓄电池称为“低维护型”的。大众、奥迪汽车在更换蓄电池时，只使用低维护型蓄电池。

(2) 免维护型蓄电池 如果在正常工作条件下，蓄电池不需要补充蒸馏水，则将该蓄电池称为免维护型的。免维护型蓄电池的外壳是透明的，盖子是黑色的。根据安装位置不同，免维护型蓄电池又分为低温位置免维护型蓄电池和温热位置免维护型蓄电池。

低温位置免维护型蓄电池，指 42 天后的总耗水量是最大值  $8\text{g}/(\text{A} \cdot \text{h})$ （标称容量）。

温热位置免维护型蓄电池，指 42 天后的总耗水量是最大值  $3\text{g}/(\text{A} \cdot \text{h})$ （标称容量）。

根据蓄电池中电解液状态的不同，蓄电池可以分为湿蓄电池、铅酸蓄电池、胶体蓄电池以及 AGM 蓄电池。

(1) 湿蓄电池 带液体电解液的蓄电池被称为湿蓄电池。湿蓄电池提供带可拆卸的单格蓄电池密封塞，以便进行维护，以及不带单格蓄电池密封塞两种类型。通过中央排气通道，在湿蓄电池中排放单格蓄电池的气体。在蓄电池盖中，排气通道将气体送到一侧或两侧的出口。如果有两个出口，其中一个必须密封。在带有单格蓄电池密封塞的蓄电池上，O 形环可防止气体穿过塞子漏出，如图 5-9 所示。

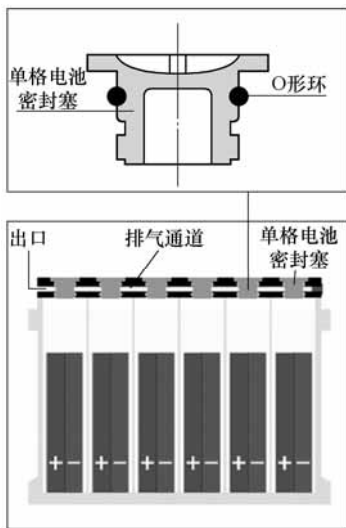


图 5-9 湿蓄电池及单格蓄电池密封塞结构示意图

优点:

- 1) 物有所值。
- 2) 高度的商业可用性 (范围广泛)。
- 3) 适合在发动机舱中安装。

缺点:

- 1) 在检查工作过程中必须用电眼 (状态指示器) 检查电解液液位。
- 2) 没有防漏保护。

(2) 阀控式铅酸蓄电池 (VRLA 蓄电池) VRLA 蓄电池具有固化类型的电解液。不能拧松单格蓄电池密封塞, 并且将单格蓄电池密封塞改进为排气阀, 密封塞上开有排气口, 如图 5-10 所示。过大负荷量引起的气体, 如氢气和氧气, 在每个相应的单格蓄电池内转变成水。

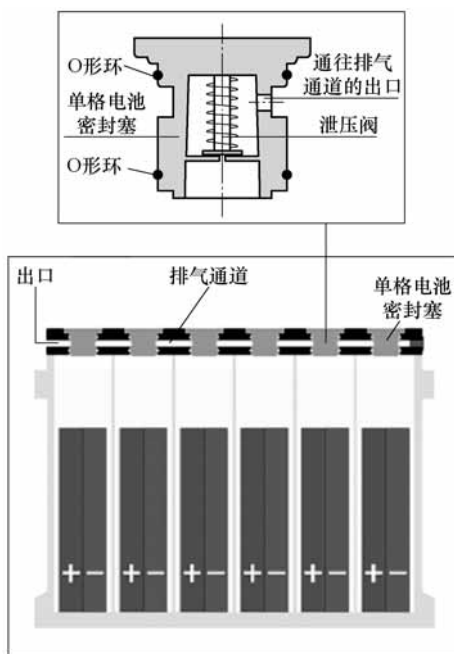


图 5-10 VRLA 蓄电池及排气阀结构示意图

优点: 由于不需要检查或补充电解液, 因此是免维护的。

缺点: 如果蓄电池放电过度, 则会通过排气阀 (设计为一个安全阀) 排放多余气体。由于不能更换液体, 可能会对蓄电池造成长期损坏。因此, 只选用充电负荷极限值为 14.4V 的蓄电池充电器进行充电。

(3) 胶体蓄电池 通过添加硅酸, 从而使胶体蓄电池中的电解液固化成胶体似的块状。由于气体排放特性, 胶体蓄电池属于 VRLA 类型。

电解液中含有的亚磷酸会提高充电/放电能力, 从而在深度放电后为重新充电提供有利的条件。蓄电池组的外部有蓄电池盖密封。不可拆除的单格蓄电池密封塞和排气通道集成在盖子中, 如图 5-11 所示。胶体蓄电池没有配备电眼 (状态指示器)。

优点:

- 1) 具有防泄漏保护。
- 2) 充电/放电能力高。

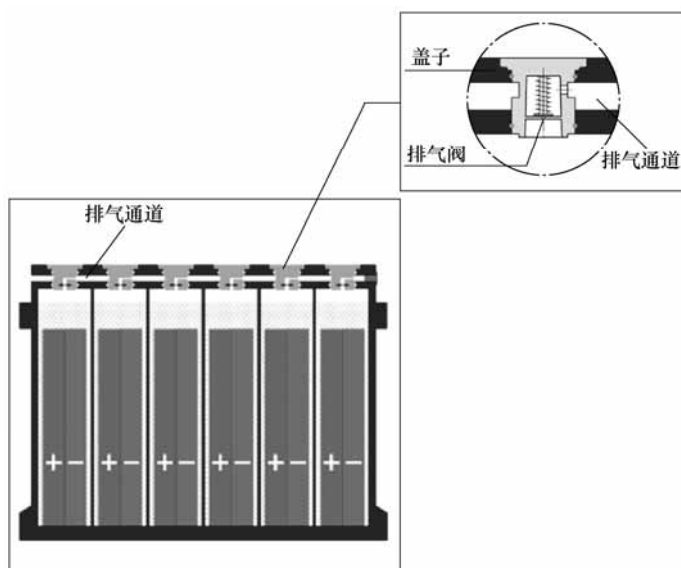


图 5-11 胶体蓄电池及单格蓄电池排气阀结构示意图

- 3) 免维护。
- 4) 气体产生少。

缺点：

- 1) 冷起动特性不佳。
- 2) 价格高。
- 3) 可利用率低。
- 4) 不能适应高温，不适合在发动机舱内安装。

(4) 玻璃纤维板 (AGM) 蓄电池 在这种蓄电池中，通过吸附性玻璃纤维板来使电解液固化，它通常被称为 AGM 蓄电池。玻璃纤维板与羊毛材料相似，由非常细的交织玻璃纤维构成。玻璃纤维板可与硫酸很好地配合，并具有高吸附性。它充当隔板的功能。玻璃纤维板吸收所有电解液。因此，AGM 蓄电池可提供防漏保护。但在外壳损坏的情况下，仍会有电解液漏出的风险，即使流出的量是可忽略的（从零到几毫升）。

蓄电池盖将蓄电池密封。单格蓄电池密封塞和排气通道集成在盖子中，如图 5-12 所示。AGM 蓄电池没有配备电眼（状态指示器）。由于气体排放特性，AGM 蓄电池属于 VRLA 类型。在需要充电/放电能力、冷起动和泄漏保护较强的系统中，大众车型使用 AGM 蓄电池。

优点：

- 1) 充电/放电能力高。
- 2) 具有防漏保护。
- 3) 免维护。
- 4) 气体产生少。
- 5) 冷起动特性良好。

缺点：

- 1) 价格高。

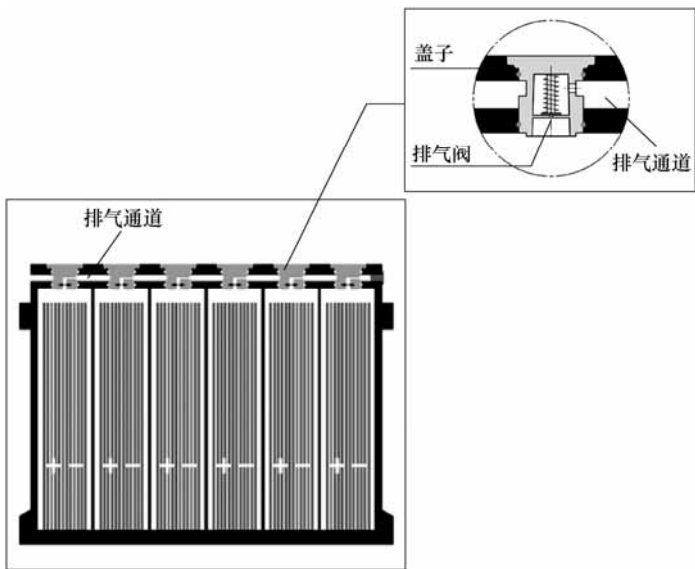


图 5-12 AGM 蓄电池及单格蓄电池排气阀结构示意图

- 2) 商业产品多样性不高。
- 3) 不能适应高温，因而不适合安装在发动机舱中。

## 5.2.2 大众、奥迪汽车蓄电池的结构特点

### 1. 电眼

电眼也叫做视液孔，通过观察电眼颜色的变化规律，可以判断蓄电池的健康度，如图 5-13 所示。

在大众集团的所有车型上，除了奥迪 A8、奥迪 A6 和奥迪 A4，其他车型均配备有电眼的湿蓄电池。通过颜色指示器，电眼可提供有关电荷状态和蓄电池电解液的信息。

只在一个单格蓄电池中检测就足以确定蓄电池的最初负荷状态。

在通过电眼进行目视检查之前，用螺钉旋具的把手小心碰击电眼。这样将使任何会影响指示器读数的气泡消失。从而提高颜色指示器的精确度。

在蓄电池充电过程中，只有极板区域中的酸液密度会增大。极板上酸液密度的增大是通过扩散产生的。但电眼只检测极板上的酸液密度。在隔离的情况下，这可能导致以下错误读数出现：

即使是完全充满电的蓄电池，电眼也会指示黑色。这是因为，密度高的电解液还未与密度低的电解液混合。此混合过程（扩散）需要几天的时间。为了得到对蓄电池状态的精确评估，必须用蓄电池测试仪 V.A.S 5097A 测试蓄电池。

电眼的指示器可以有三种不同的颜色：绿色、黑色、黄色或无色，其含义见表 5-2 和图 5-14。

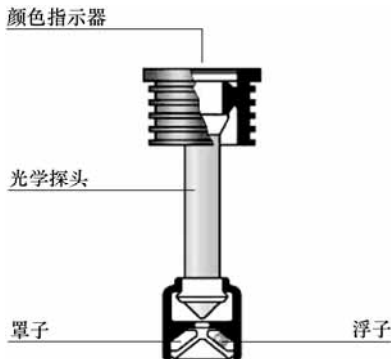


图 5-13 电眼结构示意图



表 5-2 电眼指示器颜色含义

绿 色	黑 色	黄色或无色
电荷状态良好 > 65%	电荷状态不良 < 65%	电解液液位太低
蓄电池正常	需要给蓄电池充电	需更换蓄电池

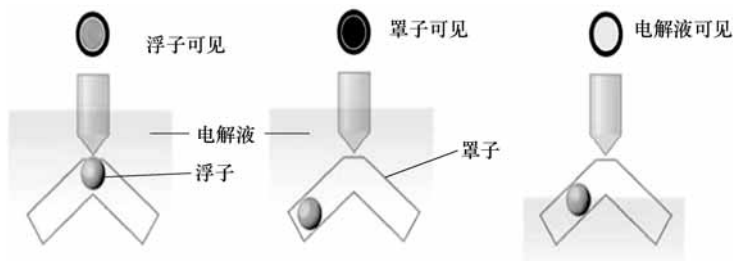


图 5-14 电眼工作原理示意图

浮子—绿色 电解液—黄色 罩子—黑色

## 2. 蓄电池标记

如图 5-15 所示，如要清楚、明确地描述蓄电池的性能和配置，必须有以下详细信息。

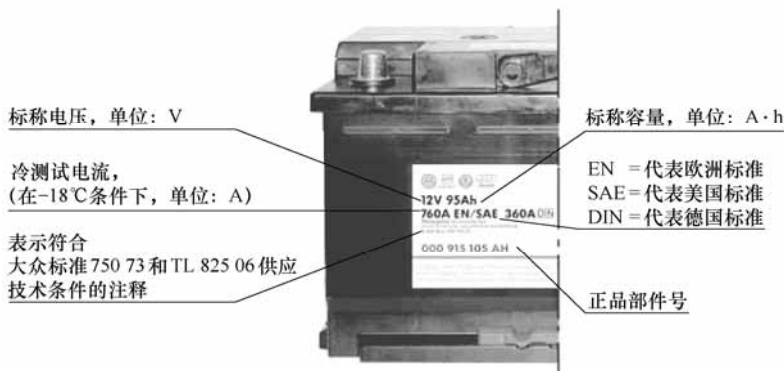


图 5-15 蓄电池外表面标签

## 3. 中央排气孔

在中央排气系统上，气体从电池的规定位置排放，如图 5-16 所示。借助排气管道，可以将气体排放到电池的外侧，在此处不能有引起损害的危险，如远离点火源的位置。电池可以将气体排放到正极或负极侧，具体取决于安装位置。

## 4. 回火抑制器

如图 5-17 所示，回火抑制器由一个多孔塑料垫圈构成，其作用相当于一个防止回火阀。在中央排气口的前面可以看到塑料垫圈。如果在外部点燃通风孔排出的气体，塑料垫圈的设计可防



中央排气孔

图 5-16 中央排气孔

止火焰进入电池内部。

### 5. 带有 O 形环的单格电池密封塞

如图 5-18 所示, 单格电池密封塞安装时, 其外围有一个 O 形环, 形成密封, 且不受插塞紧固力矩的影响。带有 O 形环的密封塞还有抑制回火的作用。只有通过相应的一个排气口在中央排出气体时, 才能保证这些密封塞的作用。

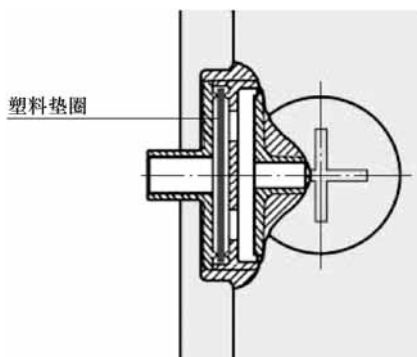


图 5-17 回火抑制器示意图

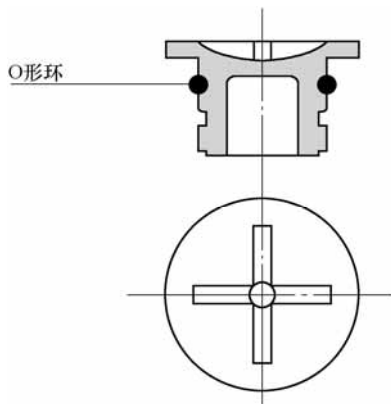


图 5-18 带有 O 形环的单格电池密封塞

在单格电池插塞没有 O 形环的电池上, 会有这样一种风险, 即水通过未密封的单格电池插塞进入电池内部。如果插塞未密封, 电池中的液位将升高并造成电解液泄漏, 从而损坏车身。在带有 O 形环的单格电池插塞上, 气体将穿过插塞漏出。在最坏的情况下, 外部的点火源会造成电池爆炸。

### 6. 酸雾捕集功能

在大众、奥迪汽车电池上, 中央排气通道的端部有一个储罐, 可收集气体中吸取的酸滴, 如图 5-19 所示。

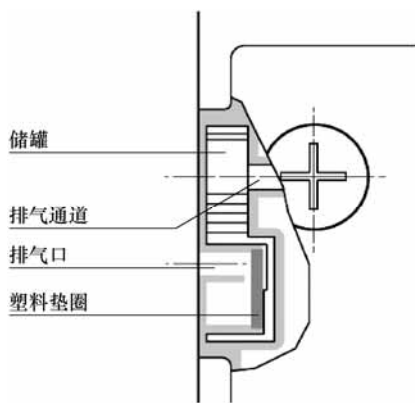
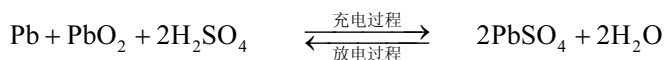


图 5-19 储罐位置示意图

## 5.2.3 铅酸蓄电池的工作原理

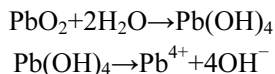
### 1. 铅酸蓄电池内部化学反应方程式



### 2. 铅酸蓄电池电动势的建立与充、放电过程

蓄电池充电、放电过程, 如图 5-20 所示。

(1) 蓄电池电动势的建立 极板浸入电解液后, 由于少量的活性物质溶解于电解液, 产生了电极电位, 并且由于正负极板的电极电位不同而形成了蓄电池的电动势。在正极板处, 少量的  $\text{PbO}_2$  溶入电解液中, 与水生成  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ , 再分离成四价铅离子和氢氧根离子, 即:



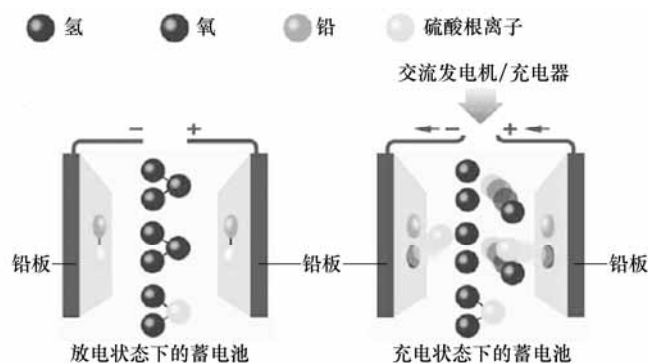


图 5-20 放电状态下的蓄电池与充电状态下的蓄电池

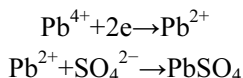
其中，溶液中的  $\text{Pb}^{4+}$  有沉附于极板的倾向，使极板呈正电位，同时由于正、负电荷的吸引，极板上  $\text{Pb}^{4+}$  有与溶液中  $\text{OH}^-$  结合生成  $\text{Pb}(\text{OH})_4$  的倾向；当两者达到动态平衡时，正极板的电极电位约为 +2.0 V。

同理，在负极板处，金属铅受两方面的作用，一方面它有溶解于电解液的倾向，因而极板表面上有少量  $\text{Pb}^{2+}$  进入电解液，使极板带负电；另一方面，由于正、负电荷的吸引， $\text{Pb}^{2+}$  有沉附于极板表面的倾向；当两者达到动态平衡时，极板的电极电位约为 -0.1 V。

因此，一个充足电的蓄电池，在静止状态下的单格电动势约为 2.1 V。

(2) 蓄电池的放电过程 放电是指释放蓄电池的电。在放电过程中，化学能转变成电能。一旦蓄电池与已开启的电器连接，放电过程就开始。硫酸分解，电解液的浓度变小，水开始形成。电解液中水的浓度增大，电解液密度减小，在正极板和负极板上均形成硫酸铅。

当电路中形成电流时，电子 ( $e$ ) 从负极板经过外电路的负荷流往正极板，使正极板的电位下降，从而破坏了原有的平衡状态。流到正极板的电子 ( $e$ ) 与  $\text{Pb}^{4+}$  结合，变成二价离子  $\text{Pb}^{2+}$ ， $\text{Pb}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  结合，生成  $\text{PbSO}_4$  而沉附在正极板上，即：



在负极板处， $\text{Pb}^{2+}$  与电解液中的  $\text{SO}_4^{2-}$  结合也生成  $\text{PbSO}_4$ ，沉附在负极板上，而极板上的金属铅继续溶解，生成  $\text{Pb}^{2+}$ ，留下两个电子 ( $e$ )。

在外部电路的电流继续流通时，蓄电池正极板上的  $\text{PbO}_2$  和负极板上的  $\text{Pb}$  将不断转变为  $\text{PbSO}_4$ ，电解液中的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  成分逐渐减少，而  $\text{H}_2\text{O}$  成分逐渐增多，电解液密度下降。

从理论上说，蓄电池的这种放电过程将进行到极板上的所有活性物质全部转变为  $\text{PbSO}_4$  为止，而实际上不可能达到这种情况，因为电解液不能渗透到极板活性物质最内层中去。在使用中所谓放完电的蓄电池，极板上的活性物质材料实际上只有 20%~30% 转变成了  $\text{PbSO}_4$ 。因此，采用薄型极板，增加多孔性，提高极板活性物质的利用率是蓄电池工业的发展方向。

(3) 蓄电池的充电过程 充电是指给蓄电池重新输入电能的过程。在充电过程中，电能转换成化学能。一旦发动机开始运行，交流发电机就对蓄电池充电。因此，放电过程中蓄电池中产生的硫酸铅和水转变成铅、二氧化铅和硫酸。这就使化学能重新可用，而这些能量是电能释放所必需的。电解液密度增大。

在正极板处,有少量的  $\text{PbSO}_4$  溶于电解液中,产生  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  在电源力作用下失去两个电子变成  $\text{Pb}^{4+}$ , 它又和电解液中解析出来的  $\text{OH}^-$  结合,生成  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_4$  再分解成为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 而  $\text{SO}_4^{2-}$  与电解液中的  $\text{H}^+$  结合生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。正极板上的总反应为:



在负极板处,也有少量的  $\text{PbSO}_4$  溶于电解液中,产生  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  在电源力的作用下获得两个电子变成金属  $\text{Pb}$ , 沉附在极板上, 而  $\text{SO}_4^{2-}$  与电解液中的  $\text{H}^+$  结合生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。负极板上的总反应为:



由此可见,在充电过程中,正负极板上的  $\text{PbSO}_4$  将逐渐恢复为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ , 电解液中的硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 成分逐渐增多, 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 逐渐减少。充电期间, 电解液密度将升到最大值, 并且引起水的分解。

### 3. 化学诱导自放电

自放电是汽车电池在设计 and 功能上的固有特性。电池自放电的程度很大程度上取决于温度, 也与电池技术有关。在当今常用的湿电池和 AGM 电池中, 使用铅钙合金。该合金的优点是: 显著减少自放电, 且自放电不会随着电池的使用而增多。在室温  $20^\circ\text{C}$  条件下, 六个月未使用后, 新的传统汽车电池在装满状态下只有  $1.20 \text{ g/cm}^3$  的电解液密度, 这相当于约 50% 的电荷状态, 如图 5-21 所示。在一定情况下, 损坏的电池可以在几周内达到此水平。

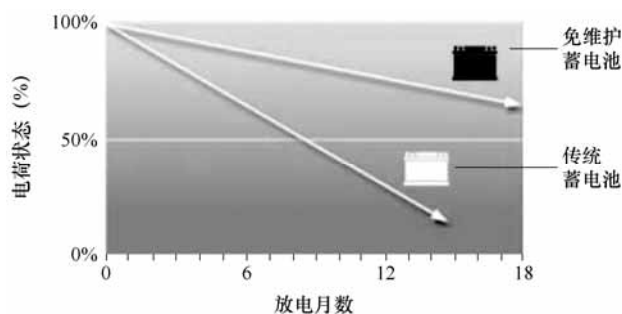


图 5-21 传统电池和免维护型电池的自放电模式

对于免维护型电池和 AGM 电池, 在经过相同时段后, 电解液密度为  $1.24 \text{ g/cm}^3$ 。这相当于 80% 的电荷状态。由于铅钙栅的纯合金系统会停止这种加速效应。正极板和负极板中的低自放电速率在整个使用期间保持恒定。

另外, 化学自放电在很大程度上取决于温度, 温度升高  $10^\circ\text{C}$  就会使自放电速率加倍, 如图 5-21 所示。

### 4. 静态电流的放电

汽车电池放电的更深原因是静态电流或无功电流。始终工作的电器会给电池施加一个恒定的负载, 如时钟、警报系统、汽车电话 (如果已安装)、收音机或轮胎气压监视系统。

车上静态电流的大小取决于永久工作电器的数量和尺寸。由于静态电流会影响汽车的起动能力, 有关静态电流的大小, 要计算汽车电池的尺寸。在带有能量管理系统的汽车上, 这样可确保电池不会放电到最少电荷状态以下, 如在车内灯、收音机或类似设备没有关闭时。

## 5. 运输模式

有运输模式可确保电池不会出现不必要的放电，如汽车长途海运时。在完成组装工作时，该模式激活。激活运输模式后，运输过程中不需要的功能，如车内监视、收音机、时钟等，均会关闭。通过隔离这些部件，减少能耗，目的是防止在运输和后续的存放期后，电池因严重的电能释放而可能出现的损坏。

## 6. 温度对蓄电池的影响

(1) 高温 高温可导致电池的化学反应加快，电池性能提高，因为酸的粘度较低，容量稍微变高。但高温也会导致极板的腐蚀更加严重，从而使栅架的腐蚀也加重。在高温条件下，化学自放电水平升高。

(2) 低温 当温度降低时，电池容量变小。在低温条件下，由于电解液粘度增大，化学过程无效，因此电池容量不应太低，以达到预期目的。否则，在极低温度下，将会出现发动机在必要的速度下不起动的风险。放电越严重，电解液就越稀，这还会影响电解液的凝固温度，深度放电的电池会在  $0^{\circ}\text{C}$  时开始冻结。电池承受的最不合适负载是冷起动过程，在冷起动过程中，有三个因素对电池施加额外的负载：

1) 由于在低温下机油粘度大，发动机中的阻力增大，因此起动机需要更多能量。

2) 由于低温条件引起的内部高度摩擦，电池的输出显著变小。

3) 由于低温，电池无法充满电。

在冷起动过程中，电池必须处于良好状态，以恢复到其最大输出。温度对蓄电池放电电流和放电电压的影响如图 5-22 所示。

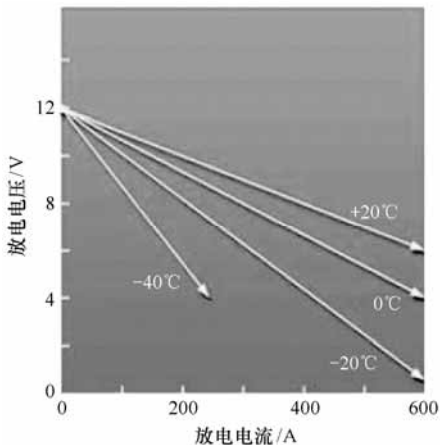


图 5-22 温度对蓄电池放电电流与放电电压的影响

## 5.3 交流发电机

### 5.3.1 概述

交流发电机是汽车的主要电源，如图 5-23 所示，它由发动机驱动，它在正常工作时，对除起动机以外的所有用电设备供电，若还有剩余能量，再向蓄电池充电。

#### 1. 电磁感应现象

1820 年奥斯特发现电流的磁效应，使人类对电磁统一的研究进入了新纪元。既然电荷的运动产生磁效应，那么，就有可能由磁现象产生出电效应。正是在这一信念的支持下，英国的法拉第 (M.Faraday)



图 5-23 汽车交流发电机

经过多年的实验研究，于1831年总结出电磁感应的规律。1833年，俄国的楞次（E.K.Lenz）在综合、分析了法拉第实验的基础上，提出了确定感应电流方向的方法，而电磁感应定律的数学表达式，则是由纽曼（F.E.Neumann）在1845年给出的。

导体在磁场中运动时，就会切割磁力线，此时导体上产生一个电压，这个过程称为运动的电磁感应。感应电压的方向取决于导体运动的方向和磁场方向，如图5-24a所示。可以根据右手定则确定电流方向，如图5-24b所示。

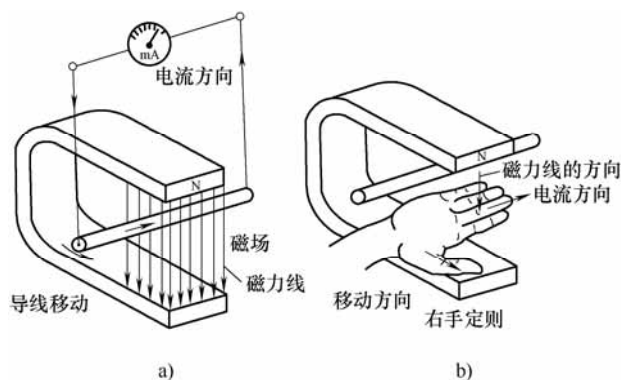


图 5-24 电磁感应现象

a) 电磁感应 b) 右手定则

感应电压的大小取决于：

- 1) 导体在磁场中的运动速度。
- 2) 导体有效长度。
- 3) 磁场强度（磁力线密度）。

## 2. 交流电压的产生

如果两端与集电环连接的环形导线在磁场中旋转，就会产生一个电压。因为环形导线的两个匝环在持续旋转时切割数量不等的磁力线，其产生的电压大小也就不停地变化。不仅感应电压的大小在变化，其方向也在不停变化，如图5-25所示。这种不停变化的电压称为交流电压，相应的电流称为交流电流。

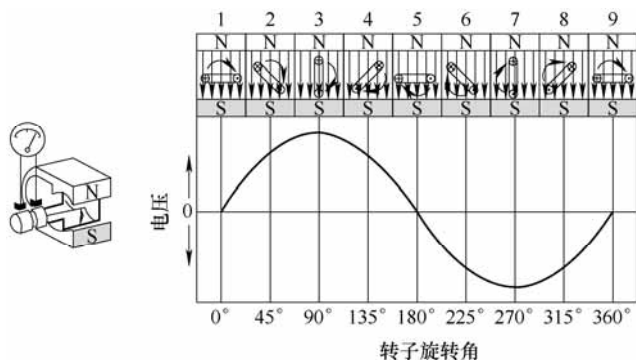


图 5-25 交流电压的正弦波

### 5.3.2 交流发电机的组成结构

交流发电机主要由定子总成、转子总成、电刷、整流二极管、前后端盖、调节器、风扇及带轮等组成，如图 5-26 所示。

(1) 转子总成 交流发电机的转子总成是发电机的磁场部分，主要由两块爪形电极、励磁绕组、滑环及转子轴等组成，如图 5-27 所示。

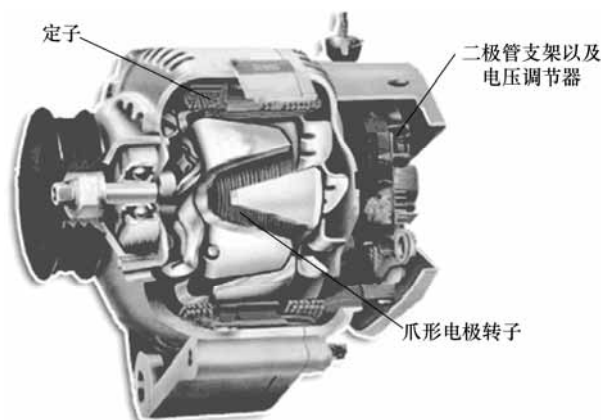


图 5-26 发电机剖面图

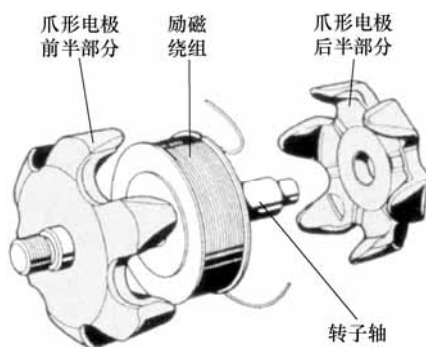


图 5-27 转子总成的结构

两块爪形电极被压装在转子轴上，且内腔装有磁轭，其上绕有励磁绕组。绕组两端的引线分别焊在与轴绝缘的两个滑环上。两个电刷装在与端盖绝缘的电刷架内，通过弹簧力使其与滑环保持接触。

当发电机工作时，两电刷与直流电源连通，可为励磁绕组提供定向电流并产生轴向磁通，使两块爪形电极被分别磁化为 N 极和 S 极，从而形成犬牙交错的磁极对，并沿圆周方向均匀分布。爪形电极凸线的外形像鸟嘴，这种形状可以使定子感应的交流电动势近似于正弦波形，转子每转一周，定子的每条电路上就能产生周波个数等于磁极对数的交流电动势。磁极对数一般为 4~7 对。

(2) 定子总成 定子总成是产生和输出交流电的部件，又称为电枢，由定子铁心和定子绕组组成，如图 5-28 所示。定子铁心由相互绝缘的内圆带槽的环状硅钢片叠成。定子槽内置有三相对称绕组，三相绕组联结方式有 Y 形（星形）联结和  $\Delta$  形（三角形）联结两种。

交流发电机三相绕组大多数采用星形联结，如图 5-29 所示，将每相绕组的末端接在一起形成一个中性点，再从每相的始端引出端线的联结方式是星形联结。

如图 5-30 所示，将电源的三相绕组的始、末端依次相连接，再从三个连接点引出三根端线的联结方式是三角形联结。交流发电机采用三角形联结，带三相不平衡的负载能力低，事实上我们实际应用中的很多负载是存在三相不平衡的。另

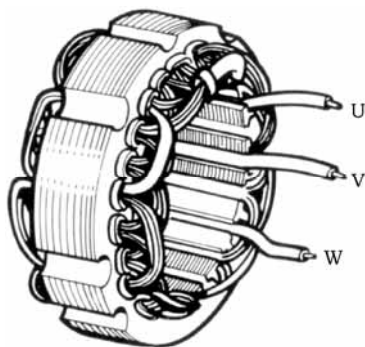


图 5-28 定子总成

外采用三角形联结容易出现环流,将会降低发电机效率指标。基于这样的原因,交流发电机较少采用三角形联结。

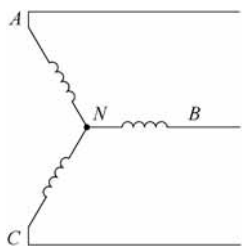


图 5-29 星形联结

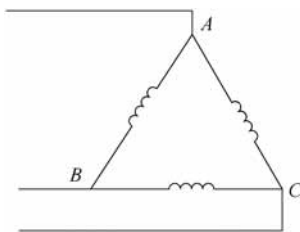


图 5-30 三角形联结

(3) 整流器 交流发电机的整流器一般由 6 只硅二极管组成,由于随着技术发展,又生产了 9 管发电机,增加了 3 个小功率的磁场二极管。外壳为正极、中心引线为负极的二极管称为负极管;外壳为负极、中心引线为正极的二极管称为正极管。

安装二极管的散热板称为整流板,如图 5-31 所示,通常用合金制成以利散热。现代汽车用交流发电机都有两块整流板,安装三只正极管的整流板(装在外侧)称为正整流板,安装三只负极管的整流板(装在内侧)称为负整流板,两块板绝缘地安装在一起,它与后端盖用尼龙或其他绝缘材料制成的垫片隔开且固定在后端盖上。

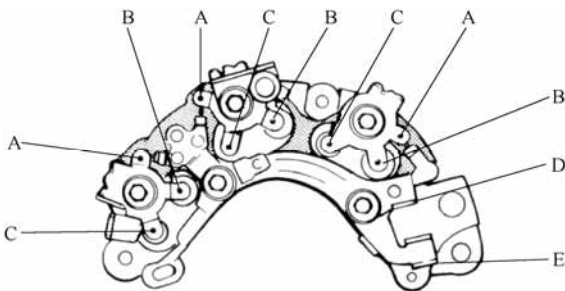


图 5-31 整流板及二极管的安装

A—磁场二极管 B—正极管 C—负极管 D—励磁绕组 E—正极端子

安装在正整流板上并与之绝缘的三个接线柱分别固定正、负极管的引线和来自三相绕组某一相的端头,与正整流板连接在一起的螺栓引至后端盖外部作为发电机的电源输出端,并标记为“B”。

(4) 电刷架 端盖包括驱动端盖、整流端盖以及安装在其上的轴承、轴承盖等零部件。由于铝合金为非导磁材料,可减少漏磁并具有轻便、散热性能良好等优点,所以端盖由铝合金制成。为了提高轴承孔的力学强度,增加其耐磨性,在部分发电机端盖的轴承座内镶有铜套。

后端盖装有电刷架,两个电刷分别装在电刷架的孔内,借弹簧压力与滑环保持接触。如图 5-32 所示,若需要更换电刷,



图 5-32 电刷架的结构



必须将发电机拆开。

(5) 电压调节器 交流发电机是由发动机按一定的传动比驱动的, 转速变化范围很大。当发电机转速变化时, 要保持发电机电压稳定在某一限定值不变, 只能相应地改变发电机的磁通, 而磁通的强弱又取决于励磁电流的大小。也就是说, 当发电机转速变化时, 只要使励磁电流有相应的变化, 就可保持发电机输出电压不变。

汽车发电机内装集成电路调节器及充电系统电路, 如图 5-33 所示。该发电机调节器是由一块单片集成电路和晶体管等元件组成的混合集成电路调节器, 装于发电机内部, 构成整体式交流发电机。

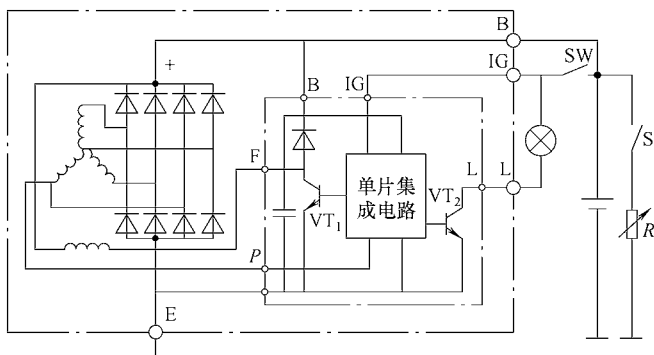


图 5-33 整体式交流发电机调节器工作原理

点火开关接通且发电机未转动时, 蓄电池端电压经接线柱 IG 输入单片集成电路, 使晶体管 VT<sub>1</sub>、VT<sub>2</sub> 均有基极电流流过, 于是 VT<sub>1</sub>、VT<sub>2</sub> 同时导通。VT<sub>1</sub> 导通, 发电机由蓄电池提供励磁电流进行他励, 励磁绕组中有电流流过, 电流路径为: 蓄电池正极→接线柱 B→励磁绕组→VT<sub>1</sub>→搭铁→蓄电池负极; VT<sub>2</sub> 导通时, 充电指示灯亮, 表示发电机不发电。

发电机运转后, 其端电压高于蓄电池电动势而小于调节电压时, VT<sub>1</sub> 仍导通, 但发电机由他励转为自励, 并向蓄电池充电。同时, 由于 P 点电压输入单片集成电路使 VT<sub>2</sub> 截止, 故充电指示灯会熄灭, 表示发电机工作正常。

当发电机电压随转速升高到调节电压时, 单片集成电路检测出该电压, 于是 VT<sub>1</sub> 由导通变为截止, 励磁绕组中电流中断, 发电机电压下降。当电压下降到略低于调节电压时, 单片集成电路使 VT<sub>1</sub> 又导通, 如此反复, 发电机电压将被控制在调节电压范围内。

励磁电路断路时, P 点电压信号异常, 单片集成电路检测到后, 控制 VT<sub>2</sub> 导通, 点亮充电指示灯, 以示异常。

### 5.3.3 交流发电机的工作原理

#### 1. 三相交流电压的产生

三个相互错开 120° 的线圈旋转时都产生正弦波形交流电压。由于这些线圈在空间上错开布置, 因此其产生的交流电压也相应地错开 120° (相位差), 如图 5-34 所示。将各相电压连接起来就产生一个三相交流电压。相应的三相交流电路称为三相电流。

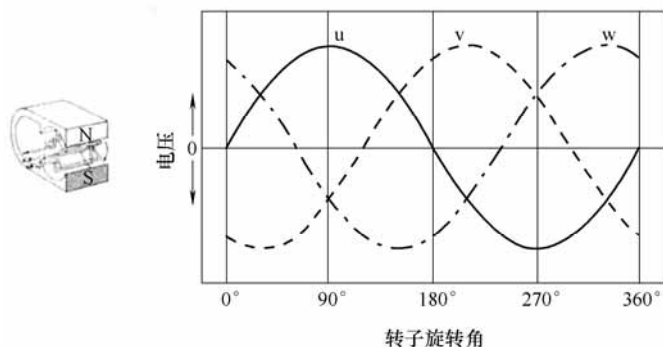


图 5-34 交流电正弦波形图

## 2. 交流电整流原理

汽车上的用电器使用的都是 12V 或 5V 的直流电，所以汽车发电机产生的交流电不能够直接使用，需要经过整流形成 12V 左右的直流电后，才能够应用于汽车上用电器的供电。

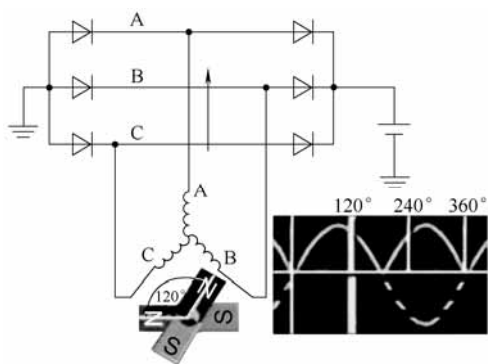
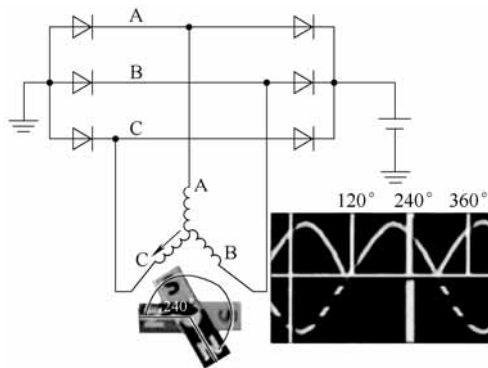
汽车交流发电机在整流器总成中使用二极管，二极管允许电流单方向流动，阻止相反方向的电流。以六管整流器为例，整流器中共有两种类型的二极管：正极管和负极管。正极管允许电流流向蓄电池的正极端子  $B^+$ ，负极管与蓄电池的负极端子形成一个完整的回路。

转子每转动一圈，定子每一相绕组的磁场极性就发生改变，结果电流的方向就改变。

以一相绕组中电流为例，描述整流过程：

1) 如图 5-35 所示，当转子转动  $120^\circ$  时，在绕组中感应出电压、产生电流，电流的流向是：绕组 A 的输出—正二极管 A—交流发电机的端子  $B^+$ —蓄电池的正极端子—蓄电池负极  $B^-$ —交流发电机负极—负的二极管—绕组 B 的输入—中性点（或星形的零点），形成一个回路。

2) 如图 5-36 所示，当转子继续旋转，旋转  $240^\circ$  时，绕组 A 的极性改变，电流的路径是：绕组 A—绕组 C—正二极管 C—交流发电机正极端子  $B^+$ —蓄电池正极端子—蓄电池负极端子—交流发电机负极端子—负二极管 A—输出端子 A—中性点，形成一个回路。

图 5-35 转子转动  $120^\circ$  时的电流流向图 5-36 转子转动  $240^\circ$  时的电流流向

经过整流，当转子旋转经过不同位置时，单向电流的大小和极性就发生变化，但是传给蓄电池的输出电流和电路始终保持是单向的，如图 5-37 所示。

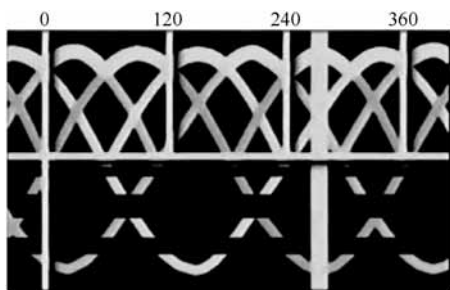


图 5-37 整流后的交流电流

## 5.4 双蓄电池管理系统

### 5.4.1 双蓄电池管理系统设计

在传统汽车中，蓄电池需要保证有足够的电能用以起动发动机以及为电器设备供电，在任何工作条件下都只是一个蓄电池为所有电器设备供电。由于汽车电器设备额定电压的多样性以及特别高的冷起动要求，仅一个蓄电池可能将不足以提供充足的能量。如果是这种情况，则使用一个辅助蓄电池或采用双蓄电池设计。在采用双蓄电池设计理念的汽车上，由一个车身电器供电蓄电池和一个起动蓄电池为电气系统供电，如图 5-38 所示。

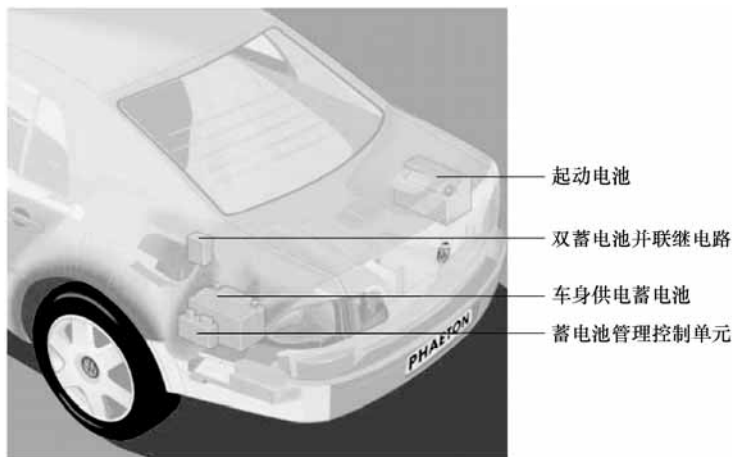


图 5-38 大众辉腾双蓄电池设计理念

大众、奥迪汽车上的双蓄电池系统包括起动蓄电池（A）、车身供电蓄电池（A1）、蓄电池并联电路继电器（J581）、蓄电池管理继电器 S（J580）、蓄电池管理继电器 B（J579）、蓄电池管理控制单元（J367）和起动机蓄电池温度传感器（G331），如图 5-39 所示。

在正常操作下，起动蓄电池在起动循环期间为起动机供电，而车身供电蓄电池为电器设备供电。如果其中一个蓄电池没有足够的电能，则由另一个蓄电池为其提供支援；如果是冷起动，则由起动蓄电池支援车身供电蓄电池。

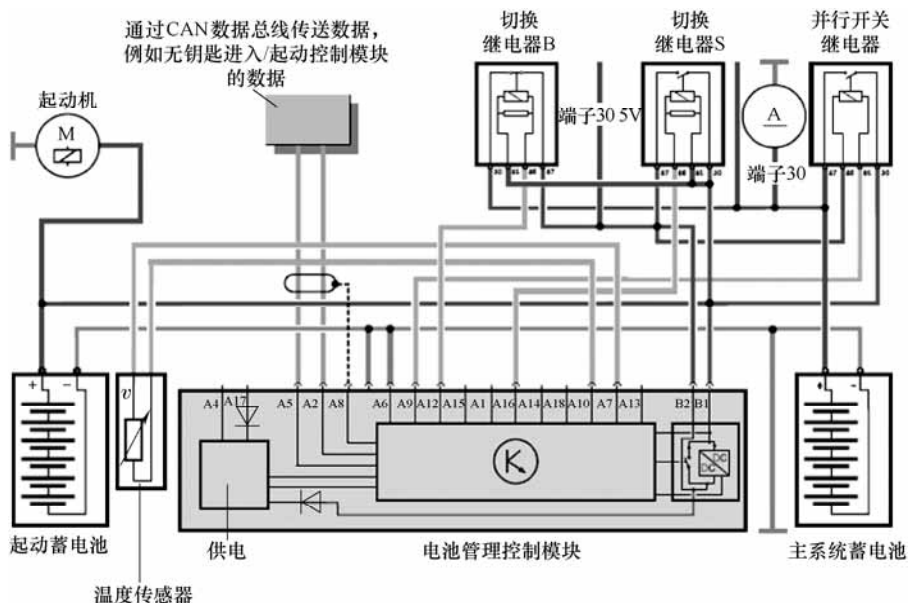


图 5-39 双蓄电池管理系统组成

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1

端子 30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线 端子 30 5V—起动有关的负载供电蓄电池正极线

蓄电池管理控制单元控制启动机和车身供电蓄电池的供电电路。此控制单元控制启动蓄电池的电量，保障启动汽车所需的电子装备的电量供应。

蓄电池管理控制单元专门为其他所有负载提供 T30 蓄电池正馈线的馈电，为启动有关的负载提供 T30SV 蓄电池正馈线的馈电。

## 5.4.2 蓄电池管理系统的工作原理

### 1. 起动过程管理

为确保车身供电蓄电池与启动蓄电池两个电路的电力供应充足，在启动过程中，蓄电池管理控制单元会实施不同的运行模式。

(1) 正常启动 车身供电蓄电池已充电。启动蓄电池和车身供电蓄电池是独立的电路。“钥匙插入”、“点火开关已打开”和“启动”信号从无钥匙进入/起动控制单元（防盗控制单元）发送到蓄电池管理控制单元。如图 5-40 所示，启动蓄电池为启动机供电。启动过程中蓄电池管理继电器 B 关闭，从车身供电蓄电池给 T30 5V 供电，而 T30 5V 的正馈线给启动有关的电气负载馈电。

(2) 冷启动 除了正常启动所需的输入信号外，蓄电池管理控制单元还接收 CAN 传输的冷却液温度和蓄电池温度信号。低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 的冷却液温度将决定是否需要两个蓄电池的并联继电器工作，如图 5-41 所示。蓄电池管理控制单元控制蓄电池并联电路继电器闭合，这样就使启动蓄电池和车身供电蓄电池转变成并联电路。

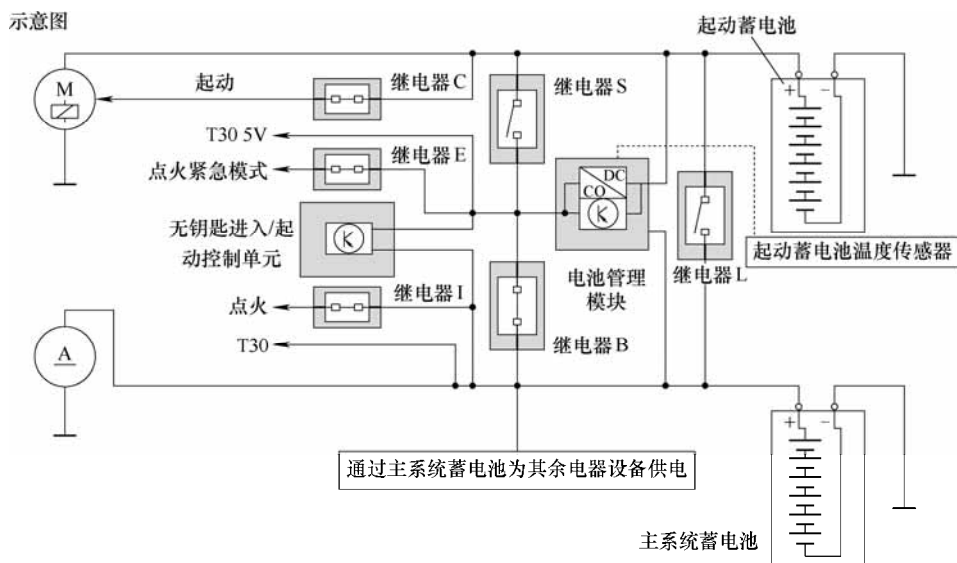


图 5-40 正常起动原理图

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 C—起动继电器 继电器 E—发动机管理（点火供电）继电器  
继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1 T30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线  
T30 5V—起动有关的负载供电 蓄电池正极线 点火紧急模式—起动所需的电气设备

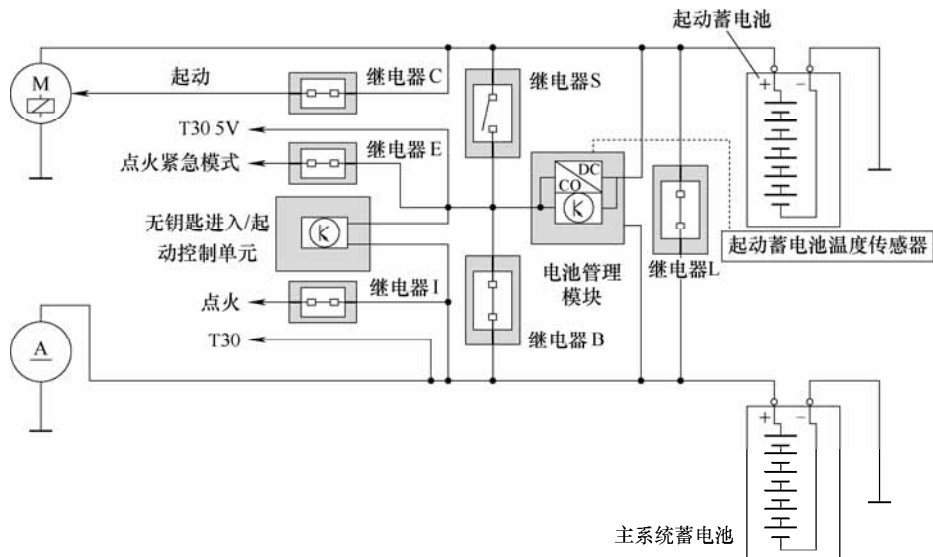


图 5-41 冷起动模式

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 C—起动继电器 继电器 E—发动机管理（点火供电）继电器  
继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1 T30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线  
T30 5V—起动有关的负载供电 蓄电池正极线 点火紧急模式—起动所需的电气设备

(3) 车身供电蓄电池亏电时的起动循环 点火开关打开，无钥匙进入/启动控制单元传

输“点火紧急模式”信号。当车身供电蓄电池的电压小于 11V 时,激活“点火紧急模式”信号。

如图 5-42 所示,通过闭合蓄电池管理继电器 S 的电路并断开蓄电池管理继电器 2 的电路,由起动蓄电池给点火电路供电,这样可确保在车身供电蓄电池放电时只给起动相关的电路供电。虽然 T30 5V 的供电是通过车身供电蓄电池内的现有充电实现的,并且之后不能确保此充电,但仍提供此 T30 5V。

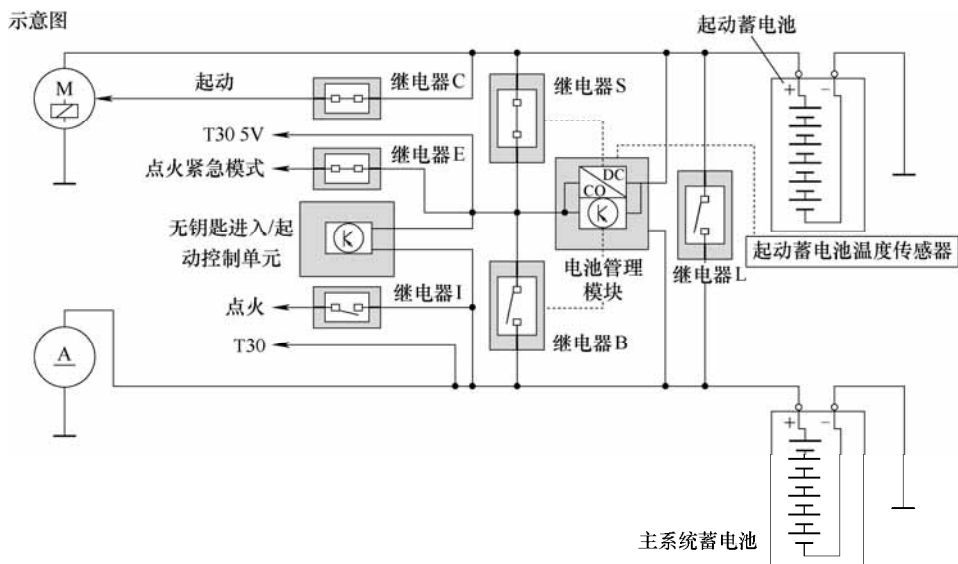


图 5-42 车身供电蓄电池亏电

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 C—起动继电器 继电器 E—发动机管理（点火供电）继电器  
继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1 T30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线  
T30 5V—起动有关的负载供电 蓄电池正极线 点火紧急模式—起动所需的电气设备

另外,在此期间 CAN 网络会进入不完全运行状态,以确保只有起动所需的控制单元参与通信。发动机起动后,舒适系统中的相关加热设备会关闭 2~5min。系统检测到发动机在运行后,取消“点火紧急模式”大约 2s。直到车身供电蓄电池中有足够的充电电压时,通过闭合蓄电池并联电路继电器,使起动蓄电池支援车身供电蓄电池。

(4) 起动蓄电池亏电时的起动循环 在 CAN 网络上无钥匙进入/起动控制单元发送“点火紧急模式”信号。通过闭合蓄电池管理继电器 B 的电路和断开蓄电池管理继电器 S 的电路,使车身供电蓄电池给点火紧急模式供电。当产生“起动请求”信号时,通过闭合蓄电池并联电路继电器的电路,使车身供电蓄电池给起动机供电,如图 5-43 所示。

## 2. 发生碰撞后进行监控

在发生碰撞事件时,蓄电池管理控制单元通过 CAN 网络接收碰撞信号。这样就会取消起动蓄电池的充电操作。此 DTC（诊断故障码）会一直保存,直到用 V.A.S5052 诊断测试和信息系统将其清除,如图 5-44 所示。每次打开点火开关时会测试起动机的导线是否短路。如果检测到短路,则会阻止起动循环开始。

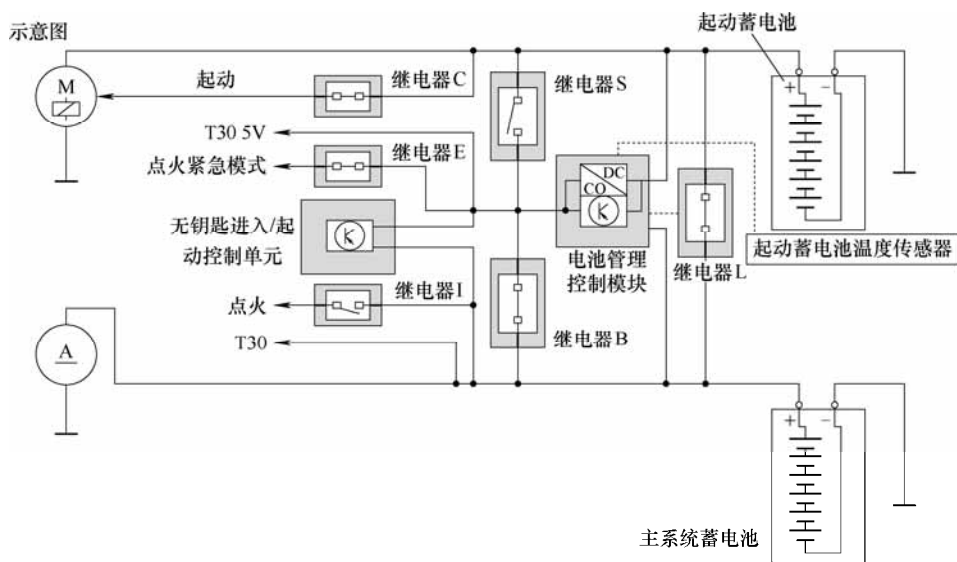


图 5-43 起动蓄电池亏电

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 C—起动继电器 继电器 E—发动机管理（点火供电）继电器  
继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1 T30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线  
T30 5V—起动有关的负载供电 蓄电池正极线 点火紧急模式—起动所需的电气设备

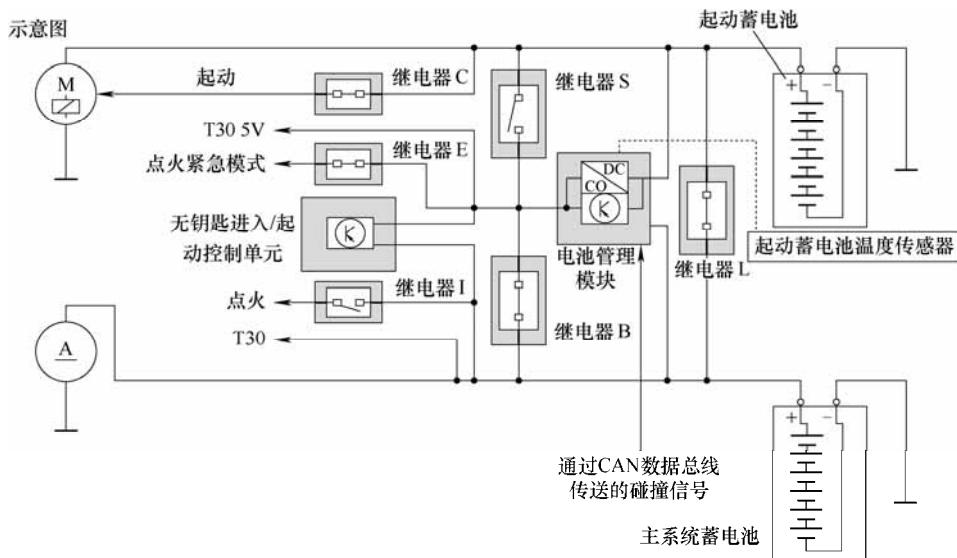


图 5-44 发生碰撞后进行监控

继电器 B—蓄电池管理继电器 2 继电器 C—起动继电器 继电器 E—发动机管理（点火供电）继电器  
继电器 L—蓄电池并联电路继电器 继电器 S—蓄电池管理继电器 1 T30—给其他所有负载供电的蓄电池正极线  
T30 5V—起动有关的负载供电 蓄电池正极线 点火紧急模式—起动所需的电气设备

### 3. 充电过程的管理

(1) 起动蓄电池的充电过程 在两个模式下的蓄电池管理控制单元控制起动蓄电池的充

电过程：通过晶体管控制和通过 DC/DC 转换器控制。

如果车身供电蓄电池低于正常充电电压值，DC/DC 转换器就会提供充电电流。如果启动蓄电池没有达到规定参数内的要求电压，则取消并禁用充电过程。这意味着故障蓄电池没有连续充电。在蓄电池管理控制单元存储器中输入故障：启动蓄电池的充电监控-已超过上限值。

(2) 监控车身供电蓄电池供电电压 前部车身控制单元监控车身供电蓄电池的电荷状态，以避免过度放电。

发动机管理控制单元从交流发电机（端子 DF）接收有关交流发电机容量利用的脉冲宽度调制(PWM)信息。此信息通过动力 CAN 数据总线和驾驶人仪表板中的网关到达舒适 CAN 数据总线。前部车身控制单元通过比较 DF 信号和车身供电蓄电池供电电压来评估车身供电蓄电池供电电压的状态。如果检测到车身供电蓄电池的供电状态为危急，则紧急提高怠速转速，关闭舒适电气设备。

(3) 提高怠速转速 如图 5-45 所示，如果车身供电蓄电池的电压低于 12.7V 10s 以上，则把汽车电源的状态归类为危急，并提高怠速转速。前部车身控制单元通过舒适 CAN 数据总线、网关和动力数据总线将请求提速的信号发送到发动机管理控制单元。当自动变速器位于 P 或 N 位时，提高怠速转速。如果过渡到汽车操作时发动机转速事先较高，怠速转速就保持增高的水平。如果电压经常高于 12.7V 至少 2s，则车身供电蓄电池的供电状态被检测为非危急，取消怠速转速提高请求。发动机管理控制单元根据定义值调节对发动机转速的修改。发动机管理控制单元可在很大程度上抑制波动电压造成的发动机转速波动。

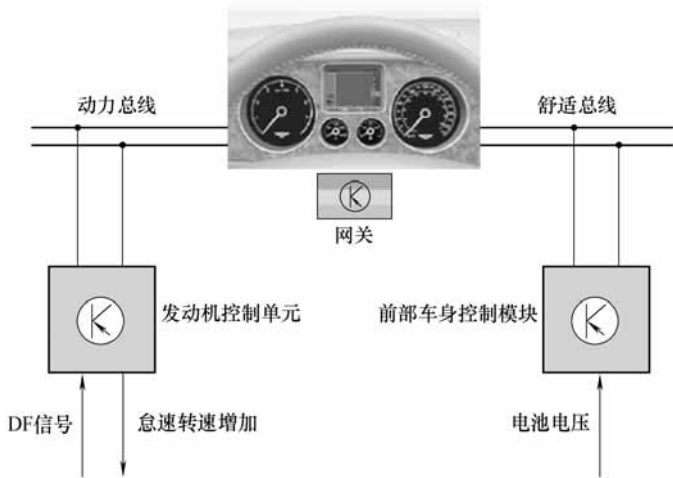


图 5-45 怠速控制

## 5.5 电能管理系统

电能管理的任务是确保蓄电池始终有足够的能量用来启动发动机。电源管理控制单元根据发动机转速、蓄电池电压、发电机的 DF 信号进行评估，在保证安全行驶的前提下，适当地关闭舒适功能的用电设备。



由于车上使用的电子部件增多，所以对电能的需求也增大了，如果不控制电能的使用，那么就可能造成车上的可用电能大大下降（在任何车况下都有可能出现）。

电能管理控制单元的主要任务：监控蓄电池的负荷状态，在极端情况下通过 CAN 来调节用电器，通过功能切断来将电流消耗降至最小，以保持最佳充电电压。以上的目的在于防止蓄电池过度放电，从而保证车辆随时可以起动。

## 5.5.1 电能管理控制单元 J644

电能管理控制单元 J644 可持续监控蓄电池的状况，它会检查蓄电池的充电状态（SOC）及起动能力。在发动机运转时，该控制单元会将发电机的充电电压调节到最佳状态。另外该控制单元还可以卸掉载荷（减少用电器的个数）及提高怠速转速。

为了避免在发动机关机的情况下出现静电流消耗，该控制单元在极端情况下可以通过 CAN 来关闭用电器，从而可避免蓄电池过度放电。功能原理图如图 5-46 和图 5-47 所示。

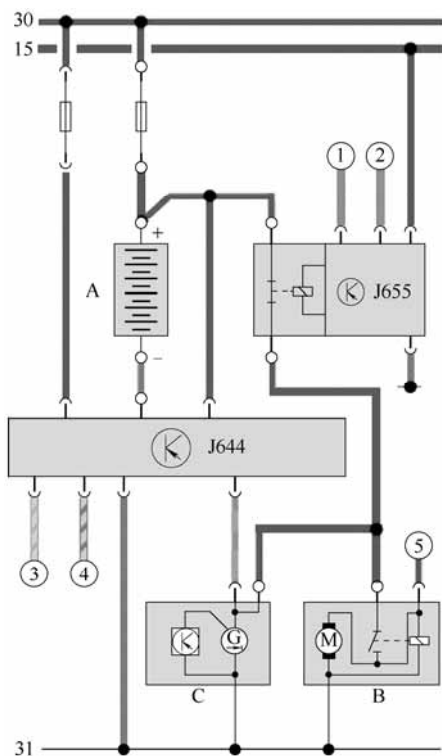


图 5-46 电能管理控制单元 J644 功能原理图

A—蓄电池 B—起动机 C—交流发电机

J644—电能管理控制单元 J655—蓄电池切断继电器

附加信号：

- ① 安全气囊控制单元 J234。
- ② 安全气囊控制单元 J234。
- ③ 舒适 CAN 总线-High。
- ④ 舒适 CAN 总线-Low。
- ⑤ 接线柱 50（来自起动继电器 2 J695）。

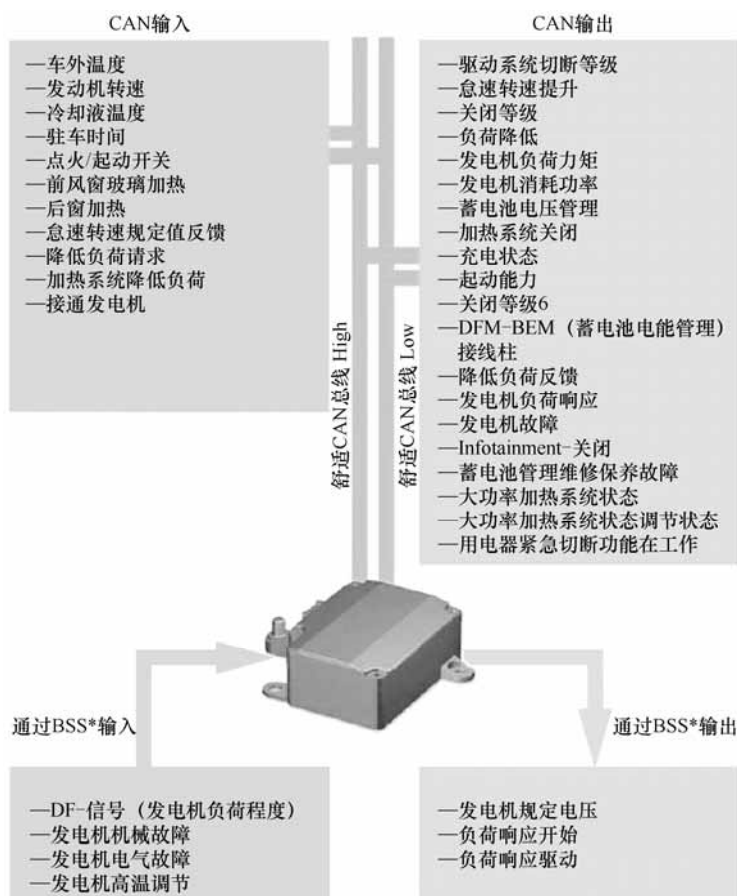


图 5-47 电能管理工作原理图

## 5.5.2 电能管理的功能

电能管理的功能分为三个功能模块，这些功能模块在不同的车辆状态下开始工作。

- (1) 蓄电池管理器 它负责蓄电池诊断（总是处于工作状态）。
- (2) 静态电流管理器 它在需要时会关闭驻车后的用电器（发动机不运转）。
- (3) 动态电流管理器 它通过减少用电器数量，调节充电电压以及降低负荷（发动机在运转）。

### 1. 功能模块的激活

这三个功能模块在一定的状态下才会激活，车辆有三种不同的状态，见表 5-3。

### 2. 蓄电池管理器

为了能执行蓄电池自诊断，电能管理控制单元内的蓄电池管理器必须计算出下面这些数据：

- 1) 蓄电池温度。
- 2) 蓄电池电压。

表 5-3 功能模块激活条件

车 辆 状 态	蓄电池管理器	静态电流管理器	动态电流管理器
点火开关关闭	激活	激活	
点火开关接通发动机不运转	激活	激活	
点火开关接通发动机在运转	激活		激活

3) 蓄电池电流。

4) 工作时间。

如图 5-48 所示, 蓄电池电流和蓄电池电压在控制单元内测量, 蓄电池温度是通过一种算法来计算的, 而蓄电池电压是在正极接线柱上测量的。组合仪表上可显示出蓄电池的起动能力和当前的充电状态。这两个量是静态电流管理和动态电流管理的基础, 发电机通过一个接口来提供最佳的充电电压。在发动机停止运转后, 如果有用电器在长时间工作, 那么蓄电池就在消耗电能 (放电), 如果这已影响发动机的起动能力, 那么 MMI 上会提示起动发动机, 从而可防止 3min 后系统自动关闭。

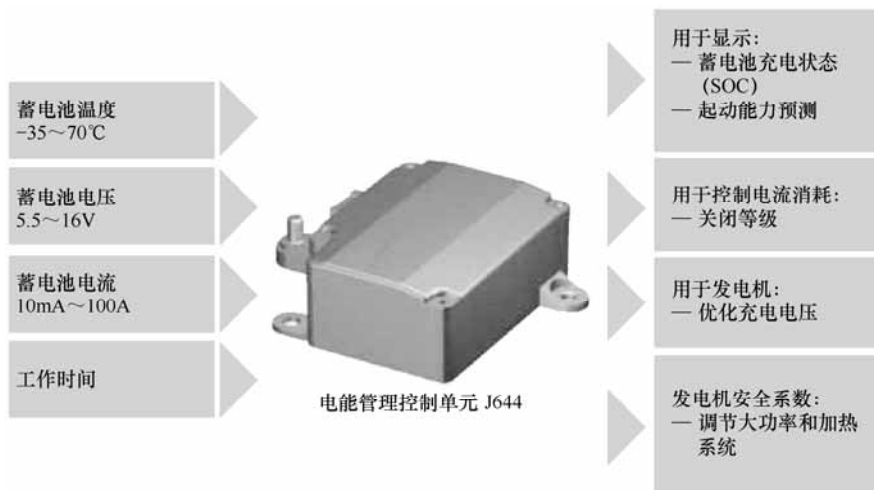


图 5-48 蓄电池管理器原理

通过 MMI 上的 CAR 功能就可调出蓄电池的充电状态, 该状态用方格图来显示, 每格步长为 10%。充电状态值为 60%~80%时为正常。

### 3. 静态电流管理器

电能管理控制单元 J644 内的静态电流管理器的任务: 在必要时请求控制单元关闭用电器。静态电流管理器在点火开关关闭和点火开关接通/发动机关闭时才工作。

当车已停止时, 必须尽可能地减小静电流, 以降低蓄电池的放电量, 从而保证在长时间停车后仍能起动车辆。当蓄电池电量不足以给所有驻车用电器供电时, 舒适用电器和信息娱乐用电器的功能就会被关闭。用电器的关闭由关闭等级来决定。

在“车辆信息”下的故障导航中可显示出控制单元可关闭哪些用电器或功能。用电器关闭分为六个等级。蓄电池的充电量越少, 关闭等级就越高。所需要的关闭等级由电能管理控

制单元经数据总线系统来提供。

组合仪表会告知驾驶人哪些功能受限制。在诊断时应注意：某些功能受到限制的原因可能就是因为某些关闭等级已经启动。关闭等级已经启动会作为故障被存储在电能管理控制单元的故障存储器内。

电能管理控制单元根据蓄电池的充电状态来启动各个关闭等级。各个关闭等级的作用如下：

- 1) 关闭等级 1。舒适 CAN 总线上的用电器被关闭。
- 2) 关闭等级 2。舒适 CAN 总线上的其他用电器被关闭，另外 Infotainment 系统的某些功能受到限制。
- 3) 关闭等级 3。减小静态电流。
- 4) 关闭等级 4。运输模式，这个关闭等级需通过诊断仪来启动，通过电能管理控制单元是无法启动的。
- 5) 关闭等级 5。驻车加热被关闭。
- 6) 关闭等级 6。总线系统的唤醒动作被减弱。

#### (1) 各关闭等级的特征

1) 关闭等级 1~3。关闭等级 1~3 通过车上的控制单元来关闭用电器，以避免蓄电池继续放电。以供电控制单元 2 的关闭等级为例，见表 5-4。

表 5-4 供电控制单元 2 的关闭等级

用 电 器	等级 1	等级 2	等级 3
MMI 打开/关闭	启动	未启动	未启动
前照灯清洗	未启动	未启动	未启动
清洗液加热	未启动	未启动	未启动

2) 关闭等级 4。关闭等级 4 是运输模式，需使用诊断仪 V.A.S 505X 来执行。这个模式的作用是：在车辆长时间停放或长途运输过程中大大降低蓄电池放电。电能管理控制单元 J644 内有助于启动该模式的自适应通道，在通道 1“运输模式”中可选择“0=普通模式或 1=运输模式”。在运输模式下，几乎所有的舒适功能都被关闭，以保证在尽可能长的时间内蓄电池不放电，这在车辆出口运输中尤其有用，如图 5-49 所示。

3) 关闭等级 5。关闭等级 5 启动后会关闭驻车加热。

4) 关闭等级 6。在关闭等级 6 启动后，只有当点火开关接通和进入车内时，总线上的控制单元才能够被唤醒。总线系统的其他唤醒源均被抑制。由于在关闭等级 6 的状态时，还要保持起动能力，所



图 5-49 运输模式

以为了节省电能，就不能再让每个唤醒源都可以唤醒控制单元了。这种状态也会影响到信息娱乐部件，因此电话也无法使用。

(2) 用电器关闭工作原理 如图 5-50 所示，电能管理控制单元 J644 在必要时会将所需要的关闭等级发送到数据总线上。连接在总线系统上的控制单元在读入这些信息后，就会关闭与各个关闭等级相关的用电器。因此，在每个控制单元内都存储有关闭等级将要关闭的用电器的信息。

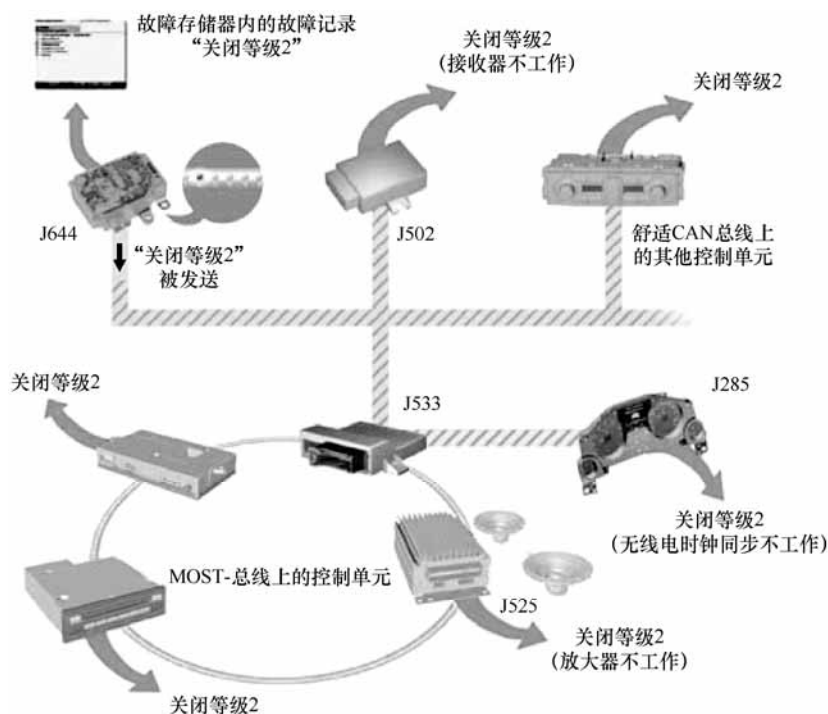


图 5-50 用电器关闭工作原理图

以关闭等级 2 的工作过程为例：电能管理控制单元将“关闭等级 2”发送到了舒适 CAN 总线上。于是舒适 CAN 总线上的控制单元就关闭了与“关闭等级 2”相对应的用电器或功能，这个对应的关系存储在相应控制单元的软件内。如为了节能，轮胎压力监控控制单元 J502 关闭了天线接收器。

数据总线诊断接口 J533 会将“关闭等级 2”这个信息分配到其他的总线系统上，于是其他总线系统上的所有控制单元也作出反应，即关闭与“关闭等级 2”相关的用电器。

连接在组合仪表 CAN 总线上的控制单元 J285 会关闭无线电时钟的接收器（为节能），或者连接在 MOST 总线上的数字音响包控制单元 J525 关闭音频放大器。

(3) 逐级降低静态电流 当接通降低静态电流的各个等级时，车辆停放的时间就可延长，因为“关闭等级”越高，静态电流就越小，如图 5-51 所示。但是车辆无法计算停放的时间可延长多长。当驾驶人上车后，所有功能立即恢复。

“关闭等级 4”有点特别，它不能由车本身来执行，必须借助于诊断仪来完成。

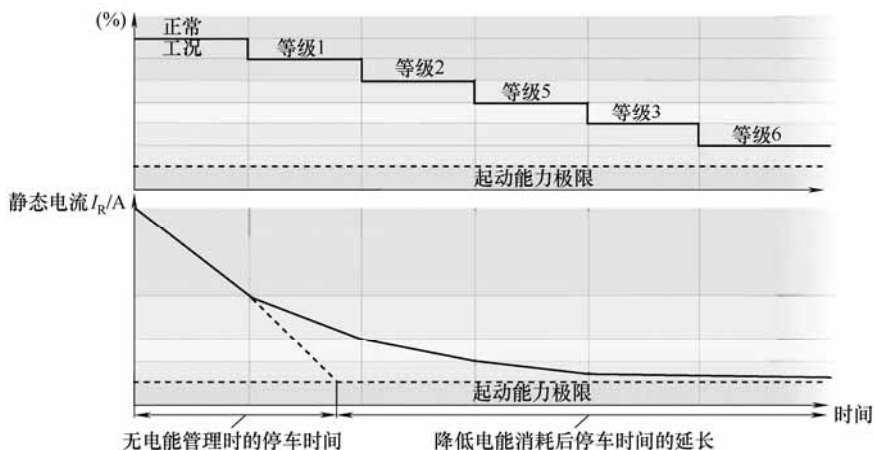


图 5-51 降低电能消耗后停车时间延长

当车辆停放时间超过 3h，若此时静态电流大于 50mA 的话，“关闭等级 2”会立即启动。发动机起动后，所有原来正在工作的“关闭等级”都被复位（撤销了）。将充电器接到车上的蓄电池上时，也会关闭所有的“关闭等级”。但这些功能不适用于“关闭等级 4”——运输模式。

这些“关闭等级”优先顺序是 1-2-5-3-6，这在开发系统时就定好了。

（4）电能管理所包括的系统 通过电能管理控制单元内的静态电流管理器模块来关闭用电器，涉及的系统见表 5-5。

表 5-5 电能管理所包括的系统

舒适 CAN 总线	MOST 总线
车顶电气控制单元 J528	前部信息显示和操纵控制单元 J523
驾驶人带记忆功能的座椅调节控制单元 J136	CD-ROM 播放机 R92
前排乘客的带记忆功能的座椅调节控制单元 J521	CD-换碟机 R41
后部带记忆功能的座椅调节控制单元 J522	电视调谐器 R78
自动空调控制单元 J255	数字式收音机 R147
辅助加热控制单元 J364	收音机 R147
舒适系统中央控制单元 J393	导航系统控制单元 J401
供电控制单元 J519	数字音响包控制单元 525
供电控制单元 2 J520	电话/Telematik 控制单元 J526
车门控制单元 J386	天线
车门控制单元 J387	芯片卡阅读器 J676
车门控制单元 J388	
车门控制单元 J389	
使用和起动授权控制单元 J518	
轮胎压力监控控制单元 J502	
组合仪表内带显示屏的控制单元 J285	
驾驶人识别控制单元 J589	

#### 4. 动态电流管理器

动态管理的任务：将产生的电能按实际需要分配给各个系统，并给蓄电池提供足够的充电电流。发动机运转时动态管理才工作。具体任务如下：

- 1) 蓄电池电压调节。
- 2) 减少负载。
- 3) 大功率加热系统调节。
- 4) 怠速转速提升。
- 5) 接通发电机。
- 6) 发电机动态调节。

(1) 动态电流管理等级 动态电能管理系统通过测量电气系统电压、蓄电池电流和发电机的负载情况，来监控电气系统的负载情况。为了保证供电稳定，在电气系统内是按实际需要来分配电能的。一共有三个调节级可供使用，见表 5-6。

表 5-6 电能动态管理调节等级

调节等级		加热系统调节条件
1	连续功率调节	因发电机满负荷工作且蓄电池电压降至规定值以下而导致电气系统超载
2a	部分系统紧急关闭	只是在出现故障时（或时间 < 10s，无故障记录）： 1) 永久功率过载（> 10s）：在蓄电池已充满电时，通过加热系统连续调节中的简单调节不能保持稳定供电（起动危险） 2) 发电机有故障（故障码 02252） 3) 发电机高温调节（故障码 02253） 4) 通过发动机控制单元来减少负载（例如当发动机转速波动时，降低发电机的高负荷）；只能持续 10s，无故障存储
2b	全部系统紧急关闭	只是在出现故障时（或时间 < 10s，无故障记录）： 电气系统电压严重不足（< 11.5V 的时间超过 1.5s 或 < 10.8V 的时间超过 0.5s） 在车辆起动后，全部系统紧急关闭（指起动时）的时间根据发动机控制单元的命令也被设为 15s 以下。 在这种情况下故障存储器内无故障记录，这是因为全部系统紧急关闭作用的时间有限，故无法记录

(2) 蓄电池电压调节 电能管理控制单元 J644 通过数据线（位同步接口）将所需要的发电机规定电压告知发电机。随后该电压值由发电机来校准。蓄电池管理器（功能模块 1）根据蓄电池温度和蓄电池充电状态来确定电压规定值。控制单元将已经确定出的电压规定值传给动态管理模块（功能模块 3），后者再将该值传给发电机，如图 5-52 所示。

故障导航中包含有用于检查发电机电压规定值和通过数据线通信的测量数据块。在执行元件诊断中为了能进行诊断，可以改变发电机规定电压值。

(3) 减少负荷 电能管理控制单元可以根据发动机控制单元的要求来减小发动机负荷（例如在加速时）。如果发动机控制单元提出了减小负荷的要求，那么电能管理系统第一步将减少大功率用电器的数目，第二步将降低发电机电压，这样就可以降低发电机消耗的功率了，如图 5-53 所示。然后电能管理控制单元通过舒适 CAN 总线给自动空调控制单元 J255 发送一个请求，后者会调节各种加热系统，如前风窗玻璃加热、座椅加热、后风窗加热和 PTC 辅助加热。

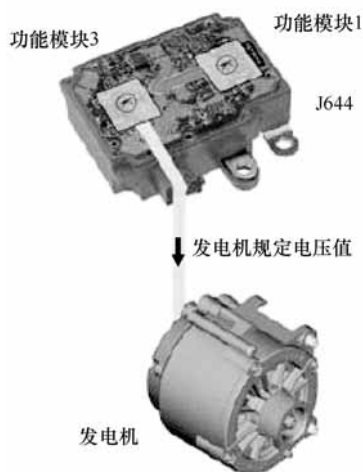


图 5-52 蓄电池电压调节



图 5-53 减小负荷的工作过程

J623—发动机控制单元 1 J533—数据总线诊断接口

J644—电能管理控制单元

(4) 大功率加热系统的调节 电能管理控制单元 J644 通过自动空调控制单元 J255 来对下述装置的加热功率进行无级调节，如图 5-54 所示。

- 1) 前风窗玻璃。
- 2) 后风窗玻璃。
- 3) 后部辅助加热。
- 4) 座椅加热。

这个调节过程就确定了可以使用的最大加热功率。

(5) 怠速转速提升 为了优化电气系统的供电和蓄电池的充电状况，电能管理系统可以请求发动机控制单元分步提升怠速转速（7%和 12%），如图 5-55 所示。



图 5-54 大功率加热系统的调节



图 5-55 怠速转速提升



(6) 接通发电机(起动负荷响应) 在发动机起动过程中, 发电机所消耗的功率被减至最小状态, 以便优化发动机的起动性能。

(7) 发电机动态调节(驱动负荷响应) 当驾驶人接通后风窗加热时, 发电机的电压并不是一下子就被调高了, 而是根据发动机的转速和温度在 3.6s 或 9s 内才调节完毕。于是发电机转矩就是连续而无级变化的, 因而发动机的负荷变化就是均匀的。

(8) 故障存储器内的故障记录 如果电能管理控制单元启动了某一“关闭等级”, 那么某些系统的功能就会受限制。电能管理控制单元的故障存储器内就会记录故障。例如:

- 1) 发电机机械故障。
- 2) 发电机电气故障。
- 3) 发电机高温调节。

故障记录中的伴随数据中还包含其他信息, 如故障记录时的行驶里程和日期。

(9) 测量数据块 通过故障导航可以在测量数据块中调出以下这些测量值:

- 1) 发电机规定电压值。
- 2) 蓄电池电压。
- 3) 汇流排(母线)温度。
- 4) 蓄电池温度。
- 5) 充电状态(SOC)。
- 6) 静态电流平均值。
- 7) 与发电机的通信。
- 8) 紧急关闭。
- 9) 静态电流切断。
- 10) 蓄电池内阻, 充电损失。

(10) 执行元件诊断 通过执行元件诊断可以改变发电机规定电压值, 以便用于诊断。发电机规定电压值可设为 15V 和 13.5V。设定的发电机规定电压值应可在发电机接线柱上测量。

## 5.6 电源系统故障诊断案例分析

案例: 奥迪 Q7 发电机不发电。

故障现象: 一辆新款奥迪 Q7 多功能运动车, 行驶超过 20000km。驾驶人反映车辆无法起动。

故障诊断: 笔者赶到现场检查, 发现此车蓄电池已经严重亏电, 蓄电池没有电是车辆无法起动的直接原因。但是此款车作为奥迪最新款的车型之一, 针对电能控制方面专门设计了一个功能强大的控制器——电能管理控制单元 J644。此控制单元可以对蓄电池进行功能测试、记录过去供电状态的历史数据、调整检测发电机的功率、根据整车电网用电情况逐级切断各用电设备来保证车辆的起动性能。这些功能可以保证蓄电池一直可以保持一个良好的状

态。因此,因蓄电池没电而导致车辆无法起动这种情况还是比较少见的。之所以出现这种情况,不外乎这几种可能:

- 1) 蓄电池本身质量问题无法存电。
- 2) 车辆自身静电流过大,电能消耗严重。
- 3) 发电机发电不足导致蓄电池长期处于亏电状态。

首先应排除蓄电池自身问题,对蓄电池完全充电后用专用的蓄电池检测仪对蓄电池检测,显示蓄电池状态良好。然后用专用诊断仪 V.A.S5051 对车辆进行静态电流测试。结果显示,静态电流测试正常,无漏电现象。排除 1、2 两种可能存在的故障。读取电能管理控制单元的历史数据,显示此车的蓄电池存在多次长时间的大电流放电,并且一直无电流输入。从历史数据来看,此车故障应是发电机不发电引起。

奥迪 Q7 的发电机是 VALEO 生产的 TG16,此发电机的主控制器是电能管理控制单元,电能管理控制单元通过一根专门的信号线(比特同步接口)BSS 和发电机的调节器直接相连,如图 5-56、图 5-57 所示。

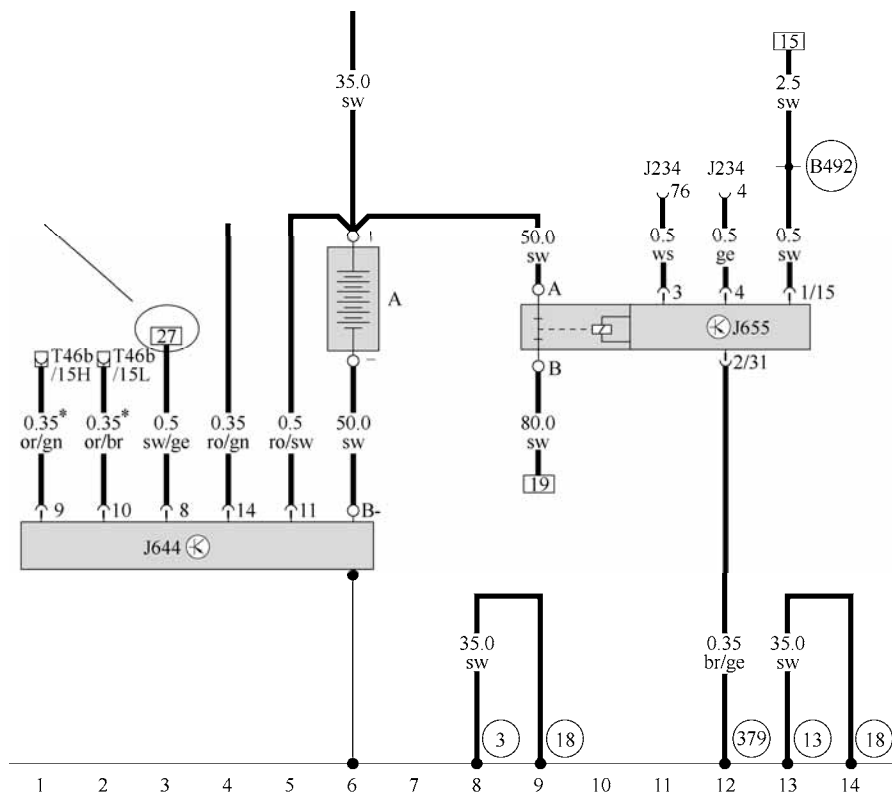


图 5-56 奥迪 Q7 电能管理电路图(一)

A—主蓄电池 J644—电源管理控制单元 J655—蓄电池断路继电器 J234—安全气囊控制单元

利用此信号线发送数字信号到发电机的调节器,调节器利用此信号来控制发电机的励磁电压和励磁电流,从而实现发电机的功率调节。

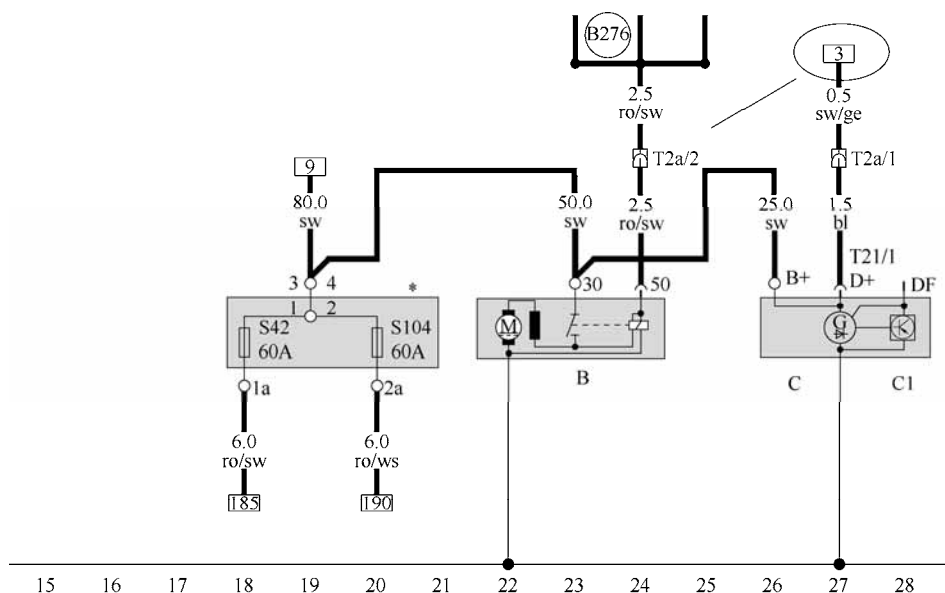


图 5-57 奥迪 Q7 电能管理电路图（二）

B—起动机 C—三相交流发电机 C1—电压调节器

起动车辆，观察发电机指示灯，发现发电机指示灯常亮。作为奥迪最新款 Q7 多功能车，发电机指示灯的控制比较复杂。首先，发电机通过比特同步接口把发电机的状态信息发送给电能管理系统控制单元，此状态信息是发电机指示灯控制的基础。其中包含有发电机指示灯的信息。发电机指示灯控制的信息通过电源管理控制单元 J644 发送到舒适系统 CAN 总线上，并通过数据总线诊断接口（网关）把该信息置于组合仪表 J285 上，组合仪表内的控制单元读取来自仪表 CAN 的信息并控制发电机指示灯亮起或熄灭，如图 5-58 所示。

通常发电机指示灯常亮时会有两类故障：

1) 发动机运转并且发电机出现机械故障持续至少 10s。

2) 发电机或者 BSS 出现电气故障持续至少 10s。

观察发电机的运转，发电机运转平稳，无异常噪声。排除发电机机械故障的可能。下一步使用 V.A.S5051 对“发电机电压控制元件测试”进行测试，如图 5-59 所示。检测结果显示发电机功能正常，排除第 1 种可能的故障。

既然发电机机械和电气部分都没有问题，那么发电机为什么不发电呢？难道是电能管理控制单元有问题？但是电能管理控制单元内没有任何故障记录，并且电能管理控制单元也不应该这么容易损坏。

再次查询所有控制单元诊断记录，发现在进入和启动授权控制单元 J518 内有故障记录：“继电器 J694 无信号”。资料显示，继电器 J694 指 75X 供电继电器即卸荷继电器。

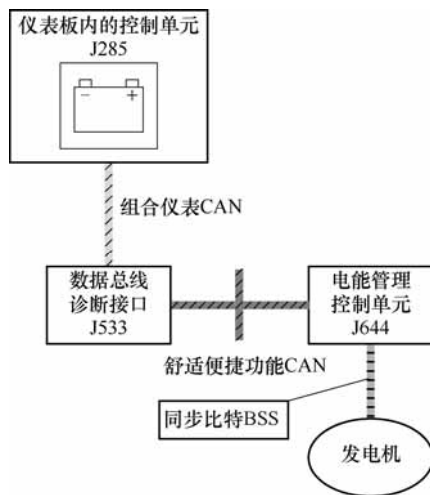


图 5-58 发电指示灯控制功能

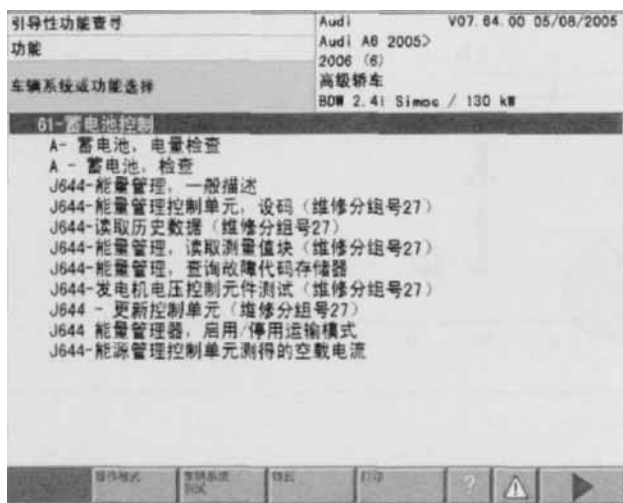


图 5-59 发电机电源控制元件测试

难道说卸荷继电器工作不良可以导致发电机不发电？带着此问题查阅了奥迪 Q7 的技术资料，资料显示奥迪 Q7 的卸荷继电器由进入和起动授权控制单元控制，同时在继电器的 87 号输出端子又引出一路线作为反馈信号线，如图 5-60 所示。进入和起动授权控制单元利用这根反馈信号线上的电位来评价卸荷继电器的执行情况。如果进入和起动授权控制单元 J518 未接到此反馈信息，则控制单元 J518 会认为此时卸荷继电器工作不正常，可能会导致在起动时无法切断部分用电器，影响起动性能。同时，进入和起动授权控制单元 J518 把此信息发送到数据总线系统上，各控制单元为保证起动，会切断大的用电器，这时电源管理控制单元 J644 也会阻止发电机工作。

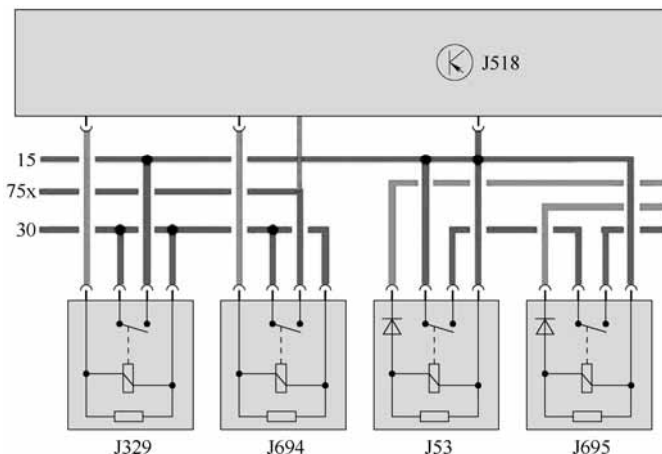


图 5-60 卸荷继电器 J694 功能原理图

J518—进入和起动授权单元 J694—电源管理控制单元 J329—15 号接线柱供电继电器 J53—起动继电器 J695—起动继电器

弄清楚控制原理后，检查卸荷继电器，发现卸荷继电器果然卡在了吸合位置。更换继电器后，起动车辆，发电机指示灯工作正常。在外源起动接线柱上测量电压，发电电压为 14.5V，正常。至此，故障彻底排除。

## 本章小结

1) 汽车上采用两种电源设备：一种是蓄电池，另一种是交流发电机。其中蓄电池是汽车的辅助电源，交流发电机是汽车的主要电源。

2) 一块 12 V 蓄电池包含六个串联单格蓄电池，一个单格蓄电池包含一个极板组，它由一组正极板和一组负极板构成。

3) 制造商规定的蓄电池容量标准单位是  $A \cdot h$ 。在室温下，充满电的蓄电池应释放 K20/20 h 的电流至少 20h。

4) 根据蓄电池特定时间内耗水量的不同，蓄电池可以分为低维护型蓄电池和免维护蓄电池。根据蓄电池中电解液状态的不同，蓄电池可以分为湿蓄电池、铅酸蓄电池、胶体蓄电池以及 AGM 蓄电池。

5) 电眼也叫做视液孔，通过观察电眼颜色的变化规律，可以判断蓄电池的健康度。

6) 铅酸蓄电池的工作过程包括：电动势的建立、充电过程及放电过程、化学诱导自放电以及静态电流的放电。

7) 电磁感应：导体在磁场中运动时，就会切割磁力线，此时导体上产生一个电压，这个过程称为运动的电磁感应。

8) 交流发电机主要由定子总成、转子总成、电刷、整流二极管、前后端盖、调节器、风扇及带轮等组成。

9) 以六管整流器为例，整流器中共有两种类型的二极管：正极管和负极管。正极管允许电流流向蓄电池的正极端子  $B^+$ ，负极管与蓄电池的负极端子形成一个完整的回路。

10) 采用双蓄电池设计的汽车上，由一个车身电器供电蓄电池和一个起动蓄电池为电气系统供电。

11) 蓄电池管理控制单元控制起动机和车身供电蓄电池的供电电路。

12) 起动过程的管理包括：正常起动、冷起动、车身供电蓄电池亏电时的起动、起动蓄电池亏电时的起动过程。

13) 电能管理的任务是确保蓄电池始终有足够的能量用来起动发动机。电源管理控制单元根据发动机转速、蓄电池电压、发电机的 DF 信号进行评估，在保证安全行驶的前提下，适当地关闭舒适功能的用电设备。

14) 电能管理的功能分为三个功能模块：蓄电池管理器、静态电流管理器和动态电流管理器。

# 第6章

## 大众、奥迪汽车舒适系统

---

### 学习目标

---

#### 知识目标:

- 1) 熟悉舒适系统中央控制单元的功能。
- 2) 熟悉供电控制单元的功能。
- 3) 掌握舒适系统中央控制单元对闪光的控制过程。
- 4) 掌握高级钥匙功能的控制过程。
- 5) 掌握供电控制单元对灯光的控制过程。
- 6) 熟悉各项功能的主控制单元。

#### 能力目标:

- 1) 根据各控制单元的主导功能，能找到故障现象与主控制单元之间的联系。
- 2) 根据各功能的控制过程，能找到检测故障点的方法。

在大众、奥迪汽车上,舒适总线(Comfort CAN Bus)上分布有多个控制单元,各控制单元之间信息共享,协同完成各项功能。一个控制单元承担整个功能流程,这个控制单元称为主导功能控制单元(主控制单元),该控制单元监控所有的输入信息,由此而产生的请求随后被作为信息发送到舒适数据总线上,相关的控制单元会接收这些请求信息,并控制相应的电子部件。

由于舒适系统的各项功能的执行主体是主控制单元,故此处将以奥迪 A8 的舒适系统为例,着重介绍舒适系统各主控制单元及其所承担的功能。

## 6.1 舒适系统中央控制单元 J393

### 6.1.1 舒适系统中央控制单元 J393 的功能

舒适系统中央控制单元安装在行李箱内右后部,在蓄电池上方,如图 6-1 所示。舒适系统中央控制单元的主导功能有:

- 1) 中央门锁的主控制单元。
- 2) 用于控制行李箱盖控制单元 J605 和自水平控制单元 J529 的主控制单元(LIN 总线主控制单元)。
- 3) 闪光主控制单元。
- 4) 防盗警报主控制单元。

#### 1. 中央门锁主控制单元

舒适系统控制单元作为中央门锁主控制单元的任务就是控制中央门锁,该控制单元通过舒适 CAN 总线从使用 and 起动授权控制单元 J518 中读取打开车门的授权信息,随后舒适系统中央控制单元通过舒适 CAN 总线将车门打开/关闭命令发送给车门控制单元,如图 6-2 所示。

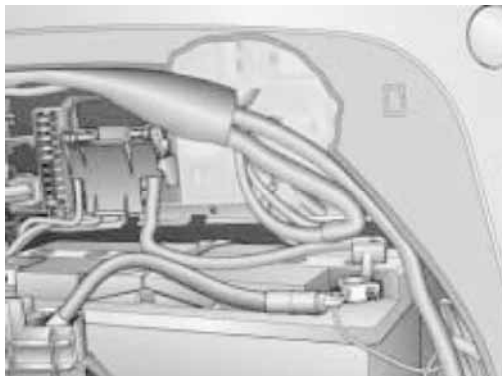


图 6-1 舒适系统中央控制单元

#### 2. LIN 总线主控制单元

作为 LIN 总线上的主控制单元,舒适系统中央控制单元 J393 用于控制 LIN 总线上的从控制单元(行李箱盖控制单元 J605 和自水平/防盗系统控制单元 J529),如图 6-3 所示。J393 的任务:通过 LIN 总线向 LIN 总线从控制单元发出用于执行功能所需要的所有信息,以及通过 LIN 总线从控制单元中调出执行功能所需要的数据。

#### 3. 闪光主控制单元

舒适系统中央控制单元作为闪光主控制单元时的任务:分析进来的闪光模式请求信息,并按照内部的优先等级表将相应的闪光模式传送到舒适 CAN 总线上。

闪光模式有这几种形式:转向灯闪光、高速公路闪光、防盗器警报闪光、中央门锁闪光。由于可能同时收到多个闪光请求,所以必须确定闪光模式的优先等级。

参与“闪光”功能的控制单元从舒适 CAN 总线读取闪光模式,然后起动相应的输出。

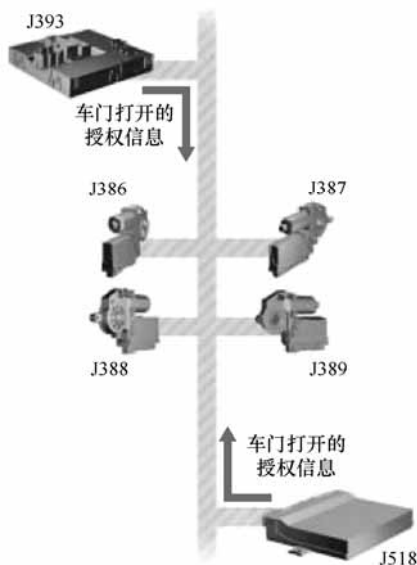


图 6-2 J393 作为中央门锁的主控制单元

J393—舒适系统中央控制单元 J386、J387、J388、  
J389—车门控制单元 J518—使用和起动授权控制单元



图 6-3 J393 作为 LIN 总线主控制单元

J393—舒适系统中央控制单元 J605—行李箱盖控制单元  
J529—自水平/防盗系统控制单元

#### 4. 防盗警报装置主控制单元

作为防盗警报装置主控制单元，J393 的任务：分析相应的车辆监控系统信息，在必要时起动防盗输出装置，如图 6-4 所示。所有部件都同时处于准备完毕或关闭状态。当防盗警报装置处于准备完毕状态时，车门接触、发动机舱盖接触、行李箱盖接触、乘员舱内和车辆水平状况都处于被监控中。

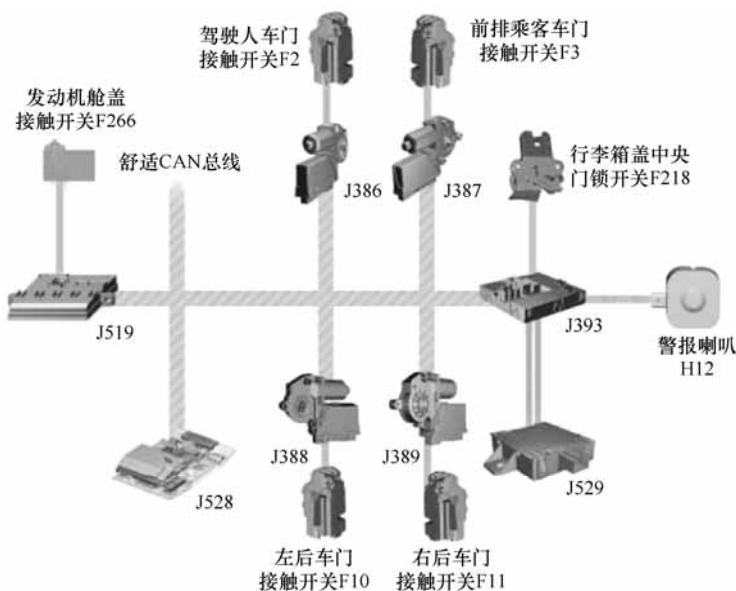


图 6-4 J393 作为防盗报警装置主控制单元

J393—舒适系统中央控制单元 J519—供电控制单元 J528—车顶电气控制单元 J529—自水平/防盗系统控制单元  
J386—驾驶人车门控制单元 J387—前排乘客车门控制单元 J388—左后车门控制单元 J389—右后车门控制单元



## 6.1.2 右转向闪光控制过程

舒适系统中央控制单元 J393 是转向闪光功能的主控制单元，以右转向闪光控制过程为例，信号传递如图 6-5 所示：



图 6-5 右转向闪光控制过程

E2—转向开关 J519—供电控制单元 J527—转向柱电气控制单元 J533—数据总线诊断接口 J518—使用 and 起动授权控制单元  
J285—组合仪表 J393—舒适系统中央控制单元 J345—挂车识别控制单元 J691—右后尾灯控制单元  
M7—右前转向灯灯泡 M19—右侧侧面转向灯灯泡

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）来接通点火开关，于是使用 and 起动授权控制单元 J518 就将接线柱 15 上的信息传到舒适 CAN 总线。

① 驾驶人向右转动转向开关 E2。该开关将一个电阻编码信号发送给转向柱电气控制单元 J527。

② 转向柱电气控制单元经舒适 CAN 总线将“右转向闪光”信息继续传送到舒适系统中央控制单元 J393。

③ 舒适系统中央控制单元根据接收到的信息来确定优先次序和闪光的方式。随后舒适系统中央控制单元将“右转向闪光”信息发送到舒适 CAN 总线上。

④ 舒适系统中央控制单元通过右后尾灯控制单元 J691 来接通右后转向灯灯泡。供电控制单元 J519 接通右前转向灯灯泡 M7 以及右侧侧面转向灯灯泡 M19。

⑤ 数据总线诊断接口 J533 将 CAN 信息“右转向闪光”发送到组合仪表 CAN 总线上。随后组合仪表上的指示灯开始闪亮。

⑥ 挂车上的转向灯由挂车识别控制单元 J345 来控制，该控制单元已经接收到“右转向闪光”信息。



到舒适 CAN 总线上。于是舒适系统中央控制单元禁止使用遥控器来锁闭车门锁。

④ 车门控制单元 J386~J389 随后就操纵中央门锁 F220~F223 工作, 于是所有车门锁都打开了。车门控制单元禁止使用车内锁开关来锁闭车门锁。

⑤ 供电控制单元 J519 接通前部转向灯 M5 和 M7 以及侧面转向灯 M18 和 M19。

⑥ 舒适系统中央控制单元控制两个尾灯控制单元 J690 和 J691 来执行尾灯闪光功能。

⑦ 车顶电气控制单元 J528 接通车内照明。

⑧ 辅助加热控制单元 J364 将驻车加热切换到持续运行模式。

#### 6.1.4 危险警报闪光控制过程

舒适系统中央控制单元是危险警报闪光的主控制单元。危险警报闪光指车辆遇有特殊情况不能正常行驶时, 驾驶人主动打开闪光灯提醒其他车辆。控制过程如图 6-7 所示。

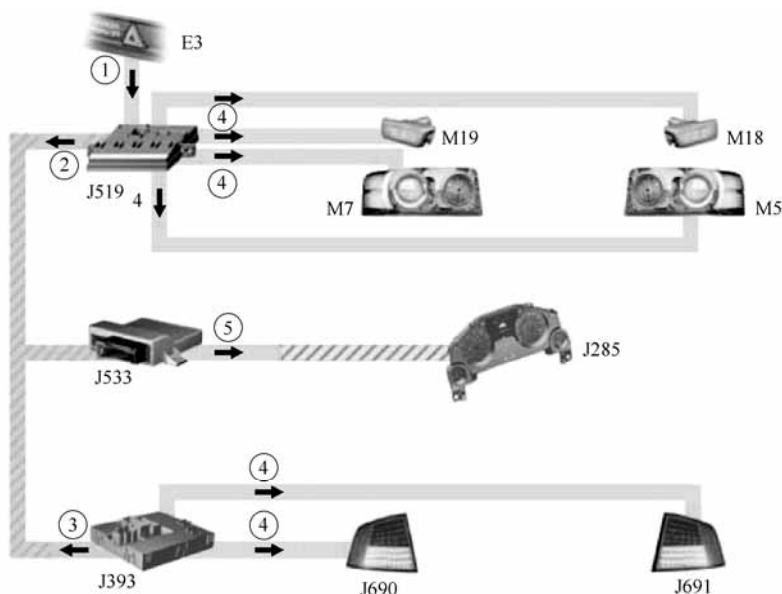


图 6-7 危险警报闪光控制过程

E3—危险警报灯开关 J519—供电控制单元 J533—数据总线诊断接口 J285—组合仪表 J393—舒适系统中央控制单元  
J690、J691—尾灯控制单元 M5、M7—前部转向灯 M18、M19—侧面转向灯

① 驾驶人操作危险警报灯开关 E3, 该开关将“危险警报闪光”这个单独信息发送给供电控制单元 J519。

② 供电控制单元经舒适 CAN 总线将“危险警报闪光”信息发送到舒适系统中央控制单元 J393。

③ 舒适系统中央控制单元确定闪光形式, 然后将“危险警报闪光模式”信息发送到舒适 CAN 总线上。

④ 供电控制单元 J519 接通前部转向灯 M5 和 M7 以及侧面转向灯 M18 和 M19; 舒适系统中央控制单元通过尾灯控制单元 J690 和 J691 来接通后部转向灯 (M6 和 M8)。

⑤ 数据总线诊断接口 J533 通过舒适 CAN 总线来接通组合仪表 J285 上的闪光指示灯。

### 6.1.5 防盗器闪光（警报）控制过程

舒适系统中央控制单元是防盗器闪光的主控制单元。在防盗控制单元监测到车辆被非法进入或发生非法移动时，点亮四个闪光灯。防盗器闪光的控制过程如图 6-8 所示。

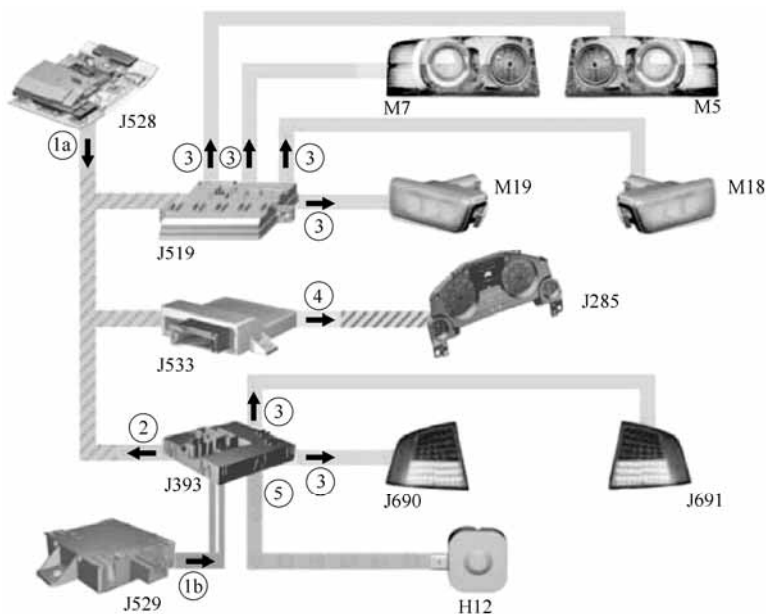


图 6-8 防盗器闪光控制过程

J528—车顶电气控制单元 J519—供电控制单元 J533—数据总线诊断接口 J286—组合仪表 J393—舒适系统中央控制单元  
J529—水平/防盗控制单元 J690、J691—尾灯控制单元 M5、M7—前部转向灯 M18、M19—侧面转向灯 H12—警报喇叭

前提条件。防盗警报装置通过“中央门锁锁闭”来起动。内部监控系统/防拖系统不通过驾驶人车门上的按钮来关闭。

①a 车顶电气控制单元 J528 内集成有用于内部监控的接收和发送模块，该模块用来侦测车内的运动，这个信息由车顶电气控制单元发送到舒适 CAN 总线上。

①b 或者，水平/防盗控制单元 J529 经 LIN 总线将“倾斜警报”信息发送给舒适系统中央控制单元 J393。

② 舒适系统中央控制单元确定闪光形式并将“警报闪光模式”信息发送到舒适 CAN 总线上。

③ 供电控制单元 J519 接通前部转向灯 M5 和 M7 以及侧面转向灯 M18 和 M19；舒适系统中央控制单元通过尾灯控制单元 J690 和 J691 来接通后部转向灯。

④ 数据总线诊断接口 J533 通过舒适 CAN 总线来接通组合仪表 J285 上的闪光指示灯。

⑤ 舒适系统中央控制单元通过一根双向导线接通警报喇叭 H12。

### 6.1.6 尾灯的工作原理

舒适系统控制单元 J393 是尾灯总成（制动灯、后转向灯、后雾灯、倒车灯）的主控制单元，尾灯总成如图 6-9 所示。



图 6-9 尾灯总成

尾灯总成中部分采用了二极管技术（转向灯、尾灯和制动灯），各自集成了一个微处理器来控制这些灯，如图 6-10 所示。这些二极管布置成矩阵形式，如果某个二极管损坏，其他二极管仍能工作。微处理器会控制这些红色发光二极管是作为尾灯来工作（约 10% 的 PWM 信号）还是作为制动灯来工作（约 97% 的 PWM 信号）。这就简化了布线，并可实现多种应急功能。微处理器会侦测到内部晶体管的完全失效或功能故障情况，并将这个信息发送到舒适系统中央控制单元 J393 上。

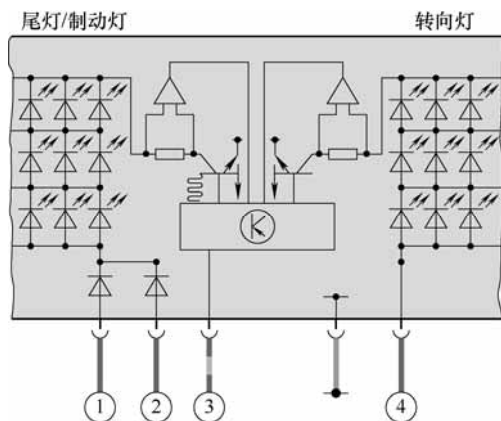


图 6-10 LED 尾灯工作原理

①—尾灯信号 ②—制动灯信号 ③—来自舒适系统中央控制单元的双向导 ④—转向信号

转向信号发光二极管的控制与尾灯发光二极管的控制是一样的，只是无 PWM 控制。

### 6.1.7 高级钥匙关锁控制过程

舒适系统中央控制单元是高级钥匙（Advanced Key）功能的主控制单元。有了高级钥匙闭锁功能，即使遥控钥匙放在口袋中，驾驶人也可以完成车辆的上锁，控制过程如图 6-11 所示。

① 驾驶人操纵中央门锁按钮 E369，该按钮将“锁闭车门”这个信息通过一条单独的导线发送到驾驶人车门的控制单元 J386，该控制单元通过舒适 CAN 总线将这个信号发送到使用和起动授权控制单元 J518 上。

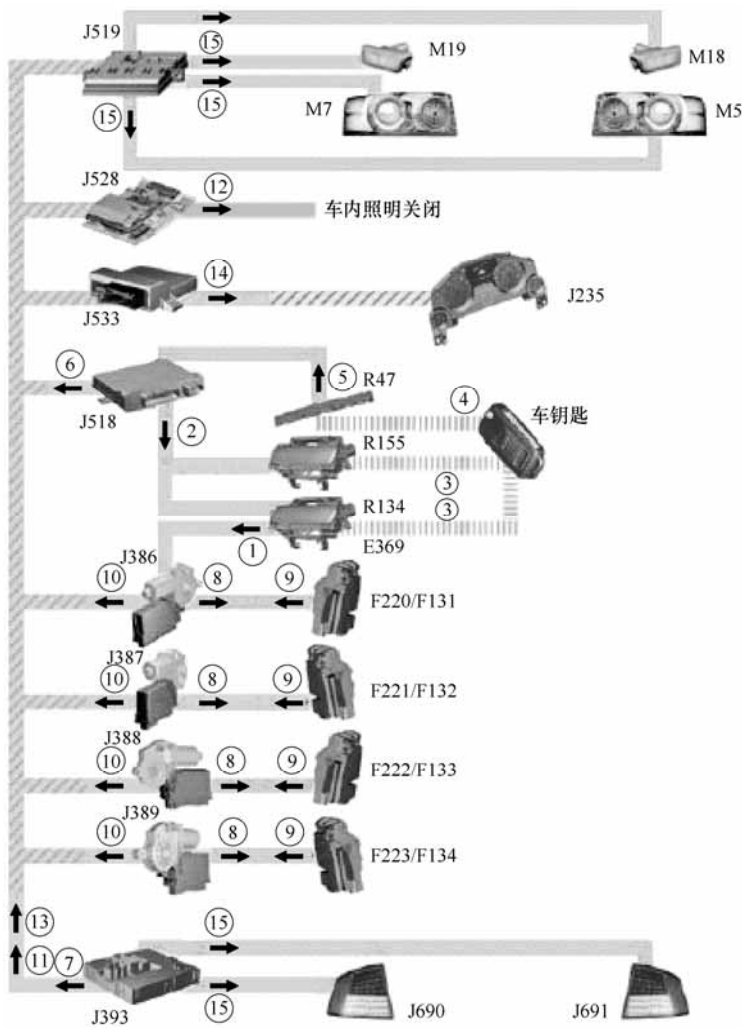


图 6-11 高级钥匙控制过程

E369—驾驶人操纵中央门锁按钮 F131、F132、F133、F134—中央门锁内的执行元件 F220、F221、F222、F223—中央门锁

J528—车顶电气控制单元 J519—供电控制单元 J533—数据总线诊断接口 J286—组合仪表 J386、J387、J388、J389—

车门控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J690、J691—尾灯控制单元 R47—防盗警报天线 R134—起动授权天线

R155—后部天线 M5、M7—前部转向灯 M18、M19—侧面转向灯

② 该控制单元将“钥匙查询”信息传送到驾驶人一侧使用和起动授权天线 R134 和后部天线 R155 上。

③ 驾驶人一侧使用和起动授权天线将这个信息发送到车外的钥匙上。

④ 车钥匙将“钥匙识别”信息发送到中央门锁和防盗警报天线 R47 上。

⑤ 中央门锁和防盗警报天线将这个信息发送到使用 and 起动授权控制单元。

⑥ 使用和起动授权控制单元将“锁闭”信息发送到舒适系统中央控制单元 J393 上。

⑦ 舒适系统中央控制单元将“高级钥匙开锁”信息发送到舒适 CAN 总线上。

⑧ 车门控制单元 J386~J389 分析“锁闭”信息，然后操纵中央门锁 F220~F223。于是车门就锁上并处于安全状态。

⑨ 中央门锁内的执行元件 F131~F134 将“车门已锁上并处于安全状态”这个信息发送

到车门控制单元。

⑩ 车门控制单元将“车门已锁上并处于安全状态”这个信息发送到舒适系统中央控制单元上。

⑪ 舒适系统中央控制单元将“车门已锁上”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

⑫ 车顶电气控制单元 J528 启动“车内照明关闭”功能。

⑬ 舒适系统中央控制单元将“中央门锁上锁后闪光”这个信息发送到 CAN 舒适总线上。

⑭ 数据总线诊断接口 J533 通过组合仪表 CAN 总线接通组合仪表 J285 内的闪光指示灯。

⑮ 舒适系统中央控制单元通过尾灯控制单元 J690 和 J691 接通后部转向灯,使之闪烁两次。供电控制单元 J519 接通前部转向灯 M5 和 M7 以及侧面转向灯 M18 和 M19,使之闪烁两次。

### 6.1.8 行李箱盖自动开锁控制过程

舒适系统中央控制单元是行李箱盖自动开锁的主控制单元。可以通过驾驶人车门内的按钮(过程 1a—2a)、行李箱盖内的按钮(过程 1b)、车钥匙上的按钮(过程 1c—3c)三种途径来打开行李箱盖,如图 6-12 所示。

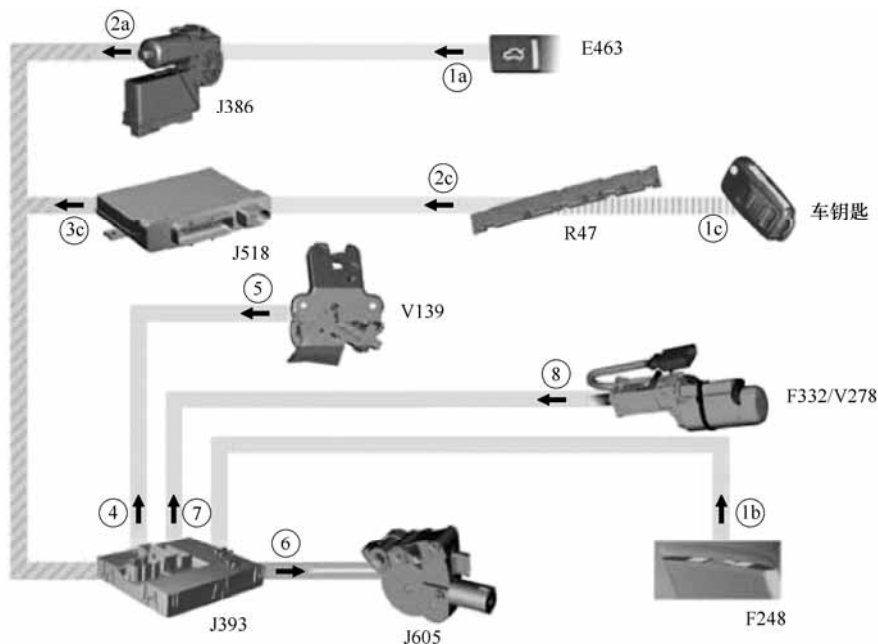


图 6-12 行李箱盖自动开锁

E463—行李箱盖遥控开锁按钮 F248—行李箱盖开锁按钮 F332—行李箱盖自锁限位开关 J386—驾驶人车门控制单元

J518—使用和启动授权控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J605—行李箱盖控制单元 R47—防盗器天线

V139—行李箱盖开锁电动机 V278—行李箱盖自锁电动机

①a) 驾驶人操纵行李箱盖遥控开锁按钮 E463,该按钮将“行李箱盖开锁”信息发送给驾驶人车门控制单元 J386。

②a) 驾驶人车门控制单元通过舒适 CAN 总线将“行李箱盖开锁”信息发送给舒适系统中央控制单元 J393。

①b) 驾驶人操纵行李箱盖开锁按钮 F248,该按钮将“行李箱盖开锁”信息发送给舒适系

统中央控制单元。

①c 驾驶人操纵车钥匙上的“行李箱盖”按钮，车钥匙就将一个无线电信号发送给中央门锁和防盗器天线 R47。

②c 中央门锁和防盗器天线接收到这个信号后，经一条单独的导线将该信号发送给使用和起动授权控制单元 J518。

③c 使用和起动授权控制单元经 CAN 总线将“行李箱盖开锁”信息发送给舒适系统中央控制单元。

④ 舒适系统中央控制单元起动行李箱盖开锁电动机 V139。

⑤ 行李箱盖开锁电动机内的按钮将“行李箱盖已开锁”这个信息发送给舒适系统中央控制单元。

⑥ 舒适系统中央控制单元经 LIN 总线将“行李箱盖开锁”这个信息发送给行李箱盖控制单元 J605。

⑦ 舒适系统中央控制单元起动行李箱盖自锁电动机 V278，于是锁销向上运动。

⑧ 行李箱自锁限位开关 F332 将“锁销向上”这个信息发送给舒适系统中央控制单元，该控制单元使行李箱盖自锁电动机停止工作。

### 6.1.9 舒适系统中央控制单元 J393 功能原理图

如图 6-13、图 6-14 所示，舒适系统中央控制单元 J393 接收如下的输入信号：

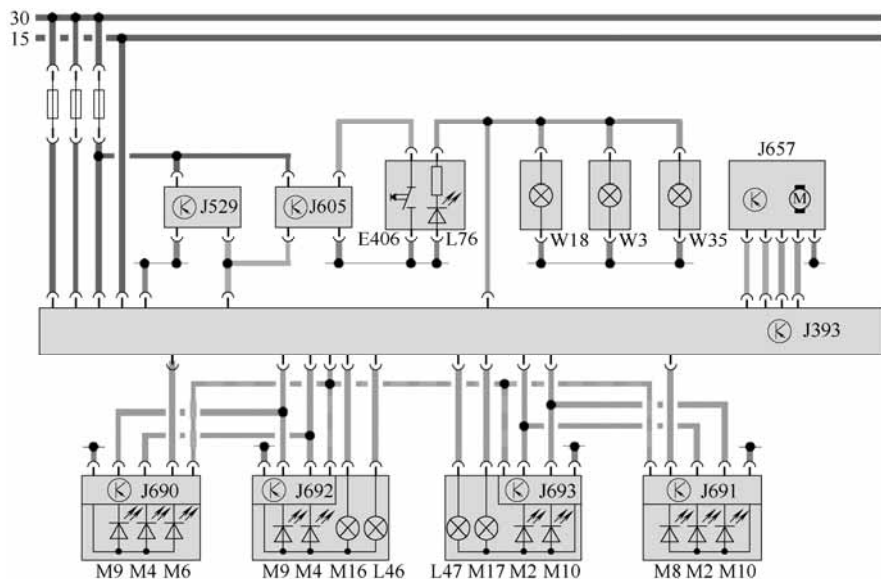


图 6-13 舒适中央控制单元 J393 功能示意图 (一)

E406—行李箱盖关闭按钮，在行李箱内 J393—舒适系统中央控制单元 J529—自水平/防盗系统控制单元 J605—行李箱盖控制单元 J657—电动锁控制单元 J690—左尾灯控制单元 J691—右尾灯控制单元 J692—左侧行李箱盖尾灯控制单元 J693—右侧行李箱盖尾灯控制单元 L46—左后雾灯灯泡 L47—右后雾灯灯泡 L76—按钮照明 M2—右尾灯灯泡 M4—左尾灯灯泡 M6—左后转向灯灯泡 M8—右后转向灯灯泡 M9—左制动灯灯泡 M10—右制动灯灯泡 M16—左倒车灯灯泡 M17—右倒车灯灯泡 W3—行李箱灯 W18—左侧行李箱灯 W35—右侧行李箱灯



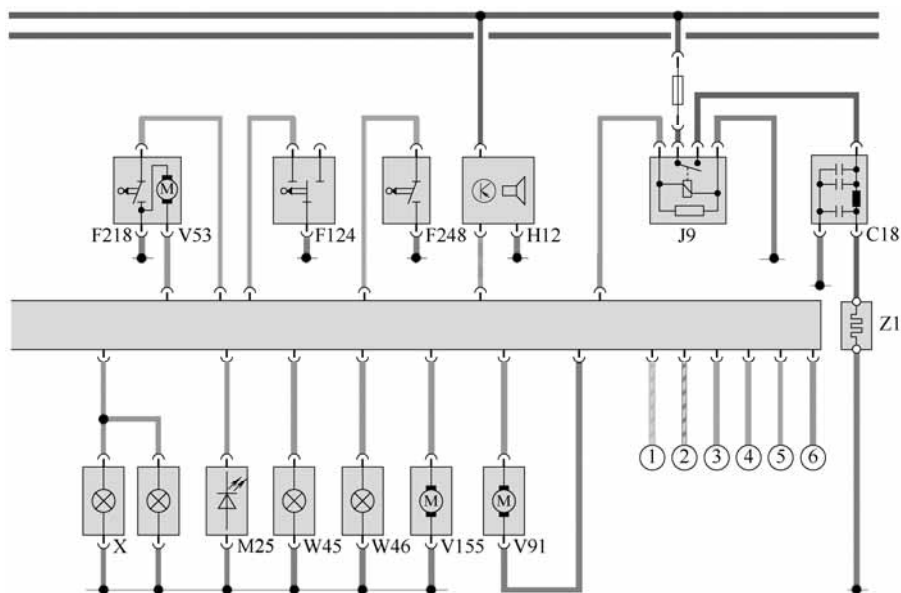


图 6-14 舒适中央控制单元 J393 功能示意图 (二)

C18—风窗天线去干扰滤波器 F124—行李箱盖/防盗警报/中央门锁锁芯内接触开关 F218—行李箱盖中央门锁开关  
F248—行李箱盖锁芯开启按钮 H12—警报喇叭 J9—加热式后风窗继电器 M25—高位制动灯灯泡  
V53—行李箱盖中央门锁电动机 V91—后卷帘电动机 V155—油箱盖锁电动机 W45—左后脚坑灯  
W46—右后脚坑灯 X—牌照灯 Z1—加热式后风窗

- ① 舒适 CAN 总线 High
- ② 舒适 CAN 总线 Low
- ③ 制动灯开关 F
- ④ 来自带 EDS 的 ABS 控制单元的制动信号
- ⑤ 来自安全气囊控制单元 J234 的撞车信号
- ⑥ 去往自水平调节控制单元 J197 的“车门打开”信号

- 1) 行李箱盖轻触。
- 2) 锁芯关闭。
- 3) 制动灯开关。
- 4) 来自带 EDS 的 ABS 控制单元的制动灯信号。
- 5) 撞车信号。
- 6) 行李箱盖接触。
- 7) 油箱盖识别。
- 8) 行李箱盖电动锁反馈。

如图 6-13、6-14 所示，舒适系统中央控制单元 J393 接通下述用电器：

- 1) 左、右后部脚坑灯。
- 2) 行李箱灯。
- 3) 后卷帘电动机 V91。
- 4) 油箱盖中央门锁执行元件 F219。
- 5) 行李箱盖控制单元 J605。

- 6) 行李箱盖电动锁。
- 7) 行李箱盖开启电动机 V139。
- 8) 左、右转向信号灯 (LED)。
- 9) 高位制动灯 (LED)。
- 10) 左、右尾灯 (LED)。
- 11) 左、右制动灯 (LED)。
- 12) 左后、右后制动灯 (LED)。
- 13) 左、右倒车灯。
- 14) 左、右后雾灯。
- 15) 牌照灯。
- 16) 可加热后窗玻璃 Z1。
- 17) 警报喇叭 H12。

## 6.2 行李箱盖控制单元 J605

行李箱盖控制单元提高了行李箱盖开、关的操纵舒适性。如图 6-15 所示, 机电式驱动机构带有一个电动机和一个电磁离合器, 该机构由电子装置来控制, 并根据舒适系统中央控制单元的要求进行工作。当前的位置状态和行李箱盖关闭按钮的工作状态信息都会发送给舒适系统中央控制单元。

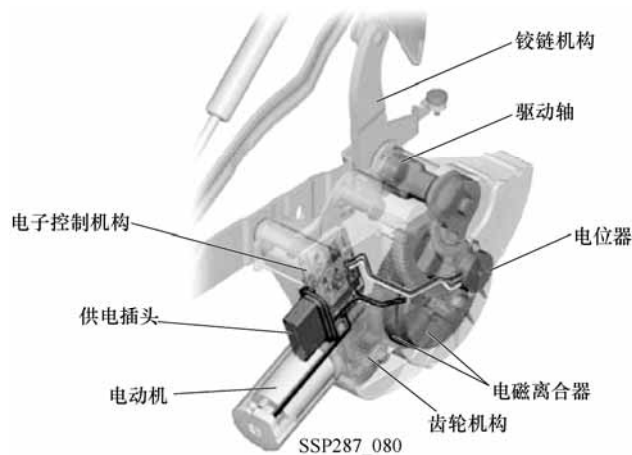


图 6-15 行李箱盖控制单元与机电式驱动机构总成

### 6.2.1 行李箱盖控制单元 J605 的功能

电磁离合器接通, 电动机起动, 以便开、关行李箱盖。在运动过程中, 电位器会识别出行李箱盖当前的位置, 并与以前的值进行对比, 如无故障, 行李箱盖就会运动到所希望的终点位置, 这时驱动机构就关闭了。

行李箱盖的控制通过一个集成的电位器来测量, 因此可以:

1) 识别终点位置。

2) 通过评估变化速度来识别过大的力，如果在开、关过程中出现故障或遇到阻力，那么电磁离合器就会脱开，于是运动停止，电动机也不转了。

3) 在关闭过程中，行李箱盖又重新开启（卡滞保护）。

## 6.2.2 行李箱盖控制单元 J605 功能示意图

如图 6-16 所示，行李箱盖控制单元接收来自关闭按钮 E406 的输入信号，控制行李箱盖开启电动机 V139 转动，同时舒适系统中央控制单元 J393 发出行李箱打开的信号。舒适系统中央控制单元 J393 接受该信号后，控制行李箱灯点亮。

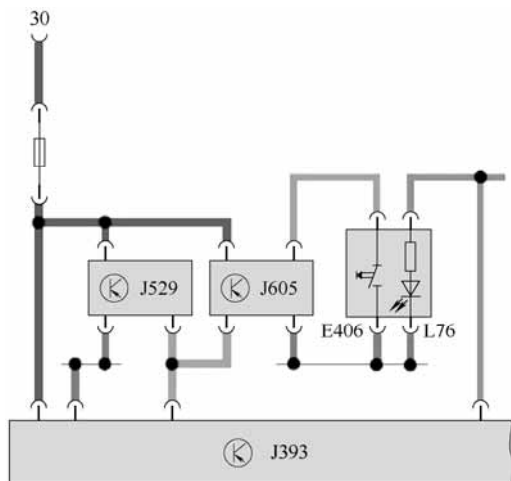


图 6-16 行李箱盖控制单元

E406—行李箱盖关闭按钮，在行李箱内 J393—舒适系统中央控制单元 J529—自水平/防盗系统控制单元 J605—行李箱盖控制单元 L76—按钮照明

## 6.3 水平/防盗系统控制单元 J529

水平传感器是用来防止车辆在未授权时被牵引起动的。奥迪 A8 车型上的水平传感器就是一个单独的控制单元，水平/防盗系统控制单元通过 LIN 总线与舒适系统中央控制单元 J393 相连，如图 6-17 所示。

### 1. 水平/防盗系统控制单元 J529 的结构

该控制单元内包含有传感器元件、微控制器和一个 LIN 总线收发器。传感器由可动的搭铁元件构成，这个搭铁元件用弹簧支承在两个电容器片之间，电容器片直接连在微控制器上，如图 6-18 所示。

### 2. 水平/防盗系统控制单元 J529 的工作原理

当传感器水平位置发生变动时，搭铁元件就会在两个电容器片之间移动，移动的幅度取决于弹簧的行程。

两个电容器片之间加有电压，搭铁元件的移动会导致两片之间电容发生变化。这个电压信号就被微控制器识别为车辆的水平变化。传感器的测量范围是 $\pm 25^\circ$ ，电容变化的测量精度对应值为 $0.1^\circ$ 。

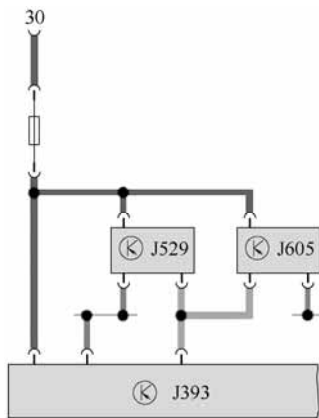


图 6-17 水平/防盗系统控制单元 J529 的功能示意图

J393—舒适系统中央控制单元 J529—水平/防盗系统控制单元 J605—行李箱盖控制单元

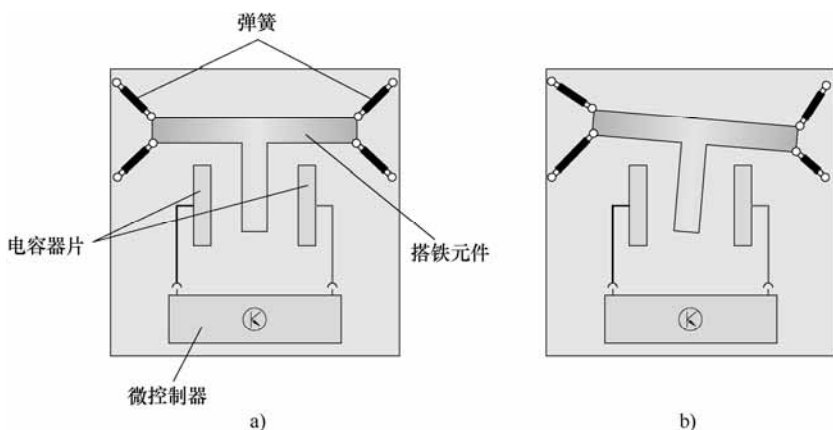


图 6-18 水平/防盗控制单元

a) 正常状态 b) 搭铁元件发生倾斜

## 6.4 供电控制单元 J519

供电控制单元的任务：读取各种开关信息，起动相应的输出。

### 6.4.1 供电控制单元 J519 的功能

#### 1. 主导功能

供电控制单元的主导功能是：

- 1) 它在 LIN 总线上作为控制刮水电动机控制单元 J400 的主控制单元，如图 6-19 所示。
- 2) 灯的主控制单元。供电控制单元作为灯的主控制单元时的任务：通过数据传输系统给相关的控制单元提供所需要的照明信息（如驻车灯），这些控制单元根据这些信息就可以起动相应的执行元件。另外还要监控车外前部灯的功能，这个监控过程是通过监控灯泡的冷、热来实现的。

#### 2. 替代主导功能

供电控制单元承担舒适系统中央控制单元 J393 的替代主导功能。也就是说：如果舒适系统控制单元与 CAN 总线断开了或损坏了，那么供电控制单元会将闪光信号的信息传送到 CAN 总线上。

#### 3. 电能管理

- 1) 关闭等级。当蓄电池电量不足时，必须通过电能管理控制单元 J644 来关闭用电器。所需要的关闭等级信号被发送到 CAN 总线上，并由供电控制单元读取。



图 6-19 供电控制单元 J519 通过 LIN 总线控制刮水电动机控制单元 J400

J519—供电控制单元 J400—刮水电动机控制单元

2) 运输模式。如果通过诊断仪启动了电能管理控制单元内的运输模式,那么供电控制单元就会关闭很多用电器和功能,以便将静态电流降至最低。

## 6.4.2 开关显示照明亮度调节控制过程

供电控制单元 J519 是开关显示照明亮度调节的主控制单元。开关显示照明亮度调节过程如图 6-20 所示:

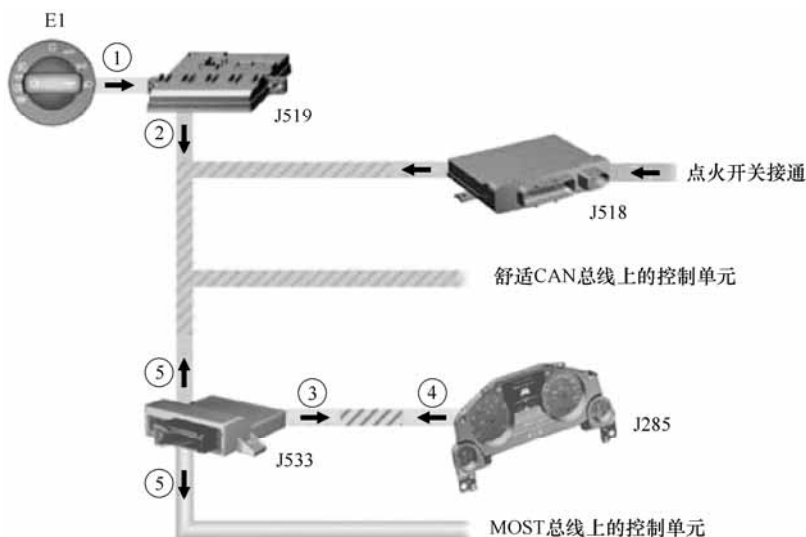


图 6-20 开关显示照明亮度调节过程

E1—灯光开关 J519—供电控制单元 J518—使用 and 起动机授权控制单元 J533—数据总线诊断接口 J285—组合仪表

前提条件。通过点火锁或高级钥匙 (Advanced Key) 来接通点火开关,于是使用 and 起动机授权控制单元 J518 就可将接线柱 15 和 75 上的信息传到舒适 CAN 总线上。

① 驾驶人将灯光开关 E1 转至“近光灯接通”的位置。灯开关将一个电压编码信号发送给供电控制单元 J519。

② 供电控制单元将“近光灯接通”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

③ 数据总线诊断接口 J533 经组合仪表 CAN 总线将该信息传给组合仪表内的 J285,于是组合仪表内就会生成“接线柱 58s”这个 CAN 信息。

④ 组合仪表经组合仪表 CAN 总线将“接线柱 58s”这个信息传给数据总线诊断接口。

⑤ 数据总线诊断接口将这个信号发送到舒适 CAN 总线和 MOST 总线上。每个连接着的控制单元都会用这个信息来生成一个 PWM 信号,用这个 PWM 信号就可以根据设定的亮度等级来控制照明的亮度了。

## 6.4.3 左驻车灯控制过程

舒适系统中央控制单元是左驻车灯的主控制单元。左驻车灯的工作过程如图 6-21 所示。

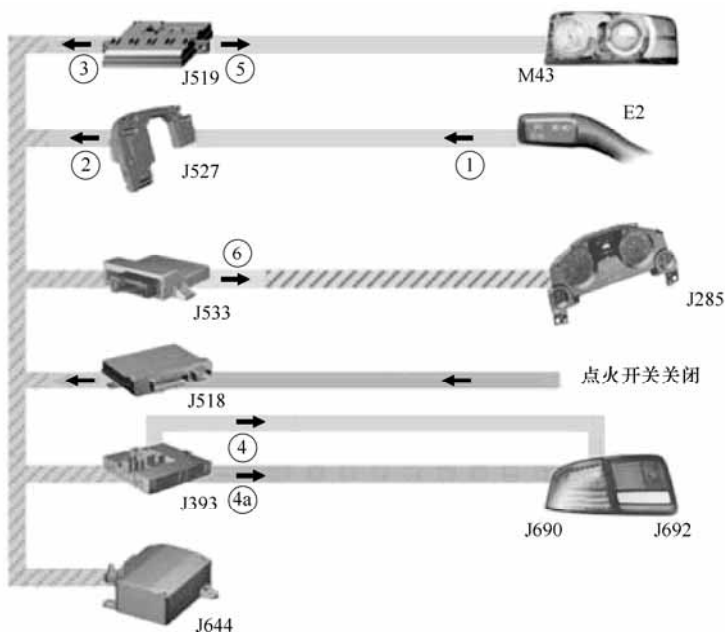


图 6-21 左驻车灯工作过程

E2—转向灯开关 J518—使用和启动授权控制单元 J527—转向柱电气控制单元 J519—供电控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J533—数据总线诊断接口 J285—组合仪表 J644—电能管理控制单元 J690—左尾灯控制单元 J692—行李箱盖上左尾灯控制单元 M43—左驻车灯灯泡

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）接通点火开关，于是使用和启动授权控制单元 J518 就将接线柱 P 的信息发送到舒适 CAN 总线上。灯开关 E1 处于 AUS（关闭）位置。

① 驾驶人逆时针拨动转向灯开关 E2，该开关将一个电阻编码信号发送给转向柱电气控制单元 J527。

② 转向电气控制单元通过舒适 CAN 数据总线将“左驻车灯”这个信息发送给供电控制单元 J519。

③ 供电控制单元将“左驻车灯激活”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

④ 舒适系统中央控制单元 J393 通过一条单独的导线来控制左尾灯控制单元 J690 和行李箱盖上左尾灯控制单元 J692。

④a “二极管灯亮度为 10%”这个信息经一根双向导线被发送到尾灯。

⑤ 供电控制单元接通左驻车灯灯泡 M43。

⑥ 数据总线诊断接口 J533 将“驻车灯”这个 CAN 信息发送到组合仪表 CAN 总线上。一旦驾驶人车门接触开关将“车门开着”这个信息经车门控制单元发送到组合仪表 CAN 总线上时，组合仪表 J285 内的蜂鸣器就会开始鸣叫。

#### 6.4.4 近光灯控制过程

舒适系统中央控制单元是近光灯的主控制单元。近光灯的控制过程如图 6-22 所示。

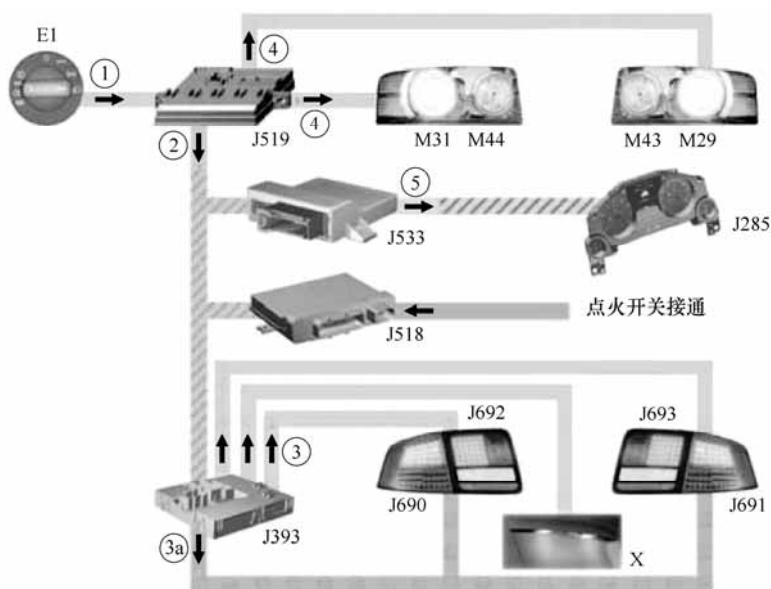


图 6-22 近光灯控制过程

E1—灯光开关 J519—供电控制单元 J533—数据总线诊断接口 J518—使用 and 起动授权控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J285—组合仪表 J690、J691、J692、J693—尾灯控制单元 M29、M31—左、右近光灯 M43、M44—驻车灯灯泡 X—牌照灯

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）接通点火开关，于是使用 and 起动授权控制单元 J518 就将接线柱 15 的信息发送到舒适 CAN 总线上。

① 驾驶人将灯开关 E1 置于“近光灯接通”位置，该开关将一个电压编码信号发送给供电控制单元 J519。

② 供电控制单元将“近光灯接通”信息发送到舒适 CAN 总线上。

③ 舒适系统中央控制单元 J393 通过一条单独的导线来接通尾灯控制单元 J690、J691、J692 和 J693 上的发光二极管，两个牌照灯 X 也同时接通。

④ “二极管灯亮度为 10%”这个信息经一根双向导线被发送到尾灯。

⑤ 供电控制单元接通驻车灯灯泡 M43 和 M44 以及左、右近光灯 M29 和 M31。

⑥ 数据总线诊断接口 J533 将这个信息经组合仪表 CAN 总线发送给组合仪表内的 J285，在这里会生成接线柱 58s 和 58d 的信息，这些信息用于开关和显示照明。

#### 6.4.5 近光灯（自动）控制过程

舒适系统中央控制单元是近光灯（自动）的主控制单元。自动前照灯也叫主动前照灯，指在外部环境变暗时，能够自动打开近光灯、尾灯以及牌照灯。自动近光灯的控制过程如图 6-23 所示。

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）接通点火开关，于是使用 and 起动授权控制单元 J518 就将接线柱 15 和 75 的信息发送到舒适 CAN 总线上。

① 驾驶人将灯开关 E1 置于 AUTO（自动车灯）位置。

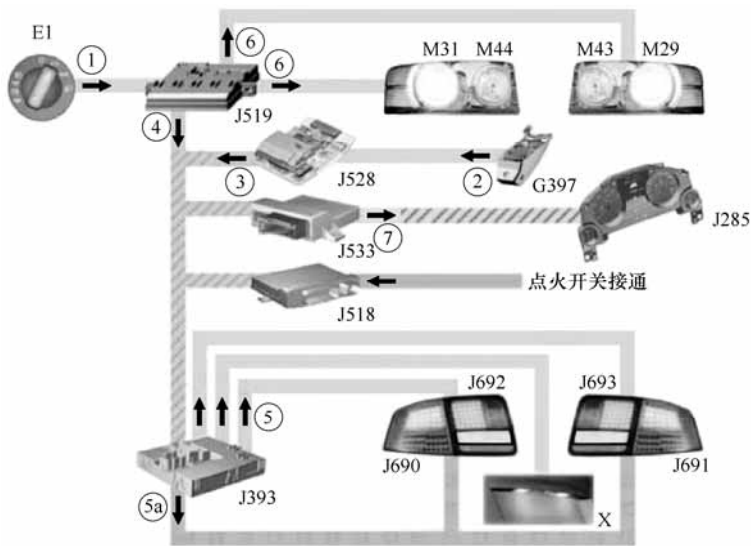


图 6-23 带有自动控制功能的近光灯控制过程

E1—灯光开关 G397—光线识别传感器 J519—供电控制单元 J528—车顶电气控制单元 J533—数据总线诊断接口  
J518—使用和起动授权控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J285—组合仪表 J690、J691、J692、J693—尾灯控制单元  
M29、M31—左、右近光灯 M43、M44—驻车灯灯泡

② 与车顶电气控制单元 J528 相连的灯识别传感器 G397 将识别出的“灯接通”信号发送给车顶电气控制单元。

③ “灯接通”这个信息经舒适 CAN 总线继续传到供电控制单元 J519。

④ 供电控制单元将“近光灯接通”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

⑤ 舒适系统中央控制单元 J393 接通尾灯控制单元 J690、J691、J692 和 J693 上的发光二极管。两个牌照灯 X 也同时接通。

5a “二极管灯亮度为 10%” 这个信息经一根双向导线被发送出去。

⑥ 供电控制单元接通驻车灯灯泡 M43 和 M44 以及左、右近光灯 M29 和 M31。

⑦ 数据总线诊断接口 J533 将这个信息经组合仪表 CAN 总线发送给组合仪表内的 J285, 在这里会生成接线柱 58s 和 58d 的信息, 这些信息用于开关和显示照明。

#### 6.4.6 倒车灯控制过程

舒适系统中央控制单元是倒车灯的主控制单元。倒车灯的控制过程如图 6-24 所示。

前提条件。通过点火锁或高级钥匙 (Advanced Key) 接通点火开关, 于是使用 and 起动机授权控制单元 J518 就将接线柱 15 的信息发送到舒适 CAN 总线上。

①“倒档”信息从自动变速器控制单元 J217 的一个触点经驱动 CAN 总线发至数据总线诊断接口 J533。

② 数据总线诊断接口将“倒档”信息发送到舒适 CAN 总线上。

③ 供电控制单元 J519 将“倒车灯开关接通”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

④ 舒适系统中央控制单元 J393 接通倒车灯 M16 (左) 和 M17 (右)。

⑤ 车顶电气控制单元 J528 关闭车内右后视镜的自动收折功能。



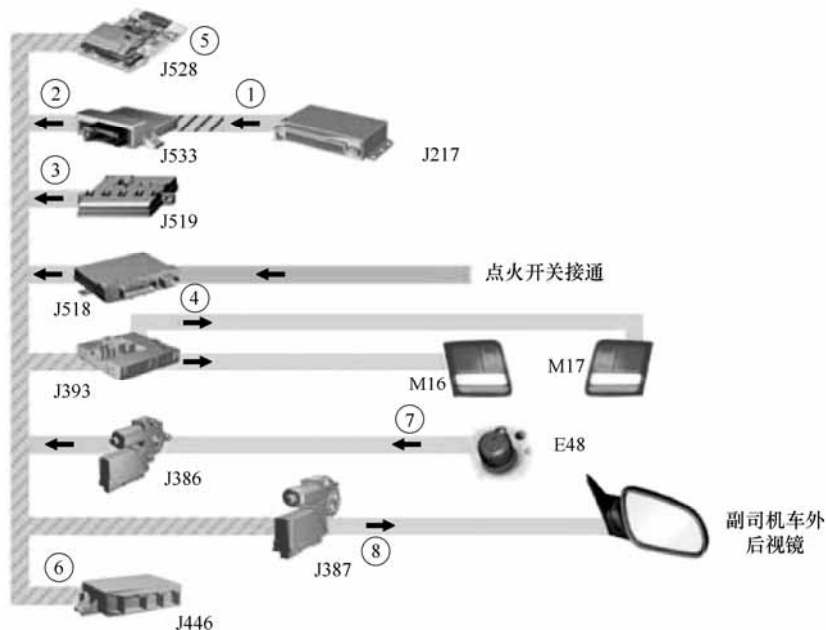


图 6-24 倒车灯控制过程

E48—后视镜调节转换开关 J519—供电控制单元 J528—车顶电气控制单元 J533—数据总线诊断接口  
J217—自动变速器控制单元 J518—使用和起动授权控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J386—驾驶人车门控制单元  
J387—前排乘客车门控制单元 J446—停车辅助控制单元 M16、M17—左、右倒车灯

⑥ 停车辅助控制单元 J446 起动后部的停车辅助装置。

⑦ 驾驶人车门控制单元 J386 将“右后视镜选择”这个信息从后视镜调节转换开关 E48 发送到舒适 CAN 总线上。

⑧ 前排乘客车门控制单元 J387 将车外后视镜调至低位。

#### 6.4.7 刮水器 1 档控制过程

供电控制单元是刮水器的主控制单元。刮水器的控制过程如图 6-25 所示。

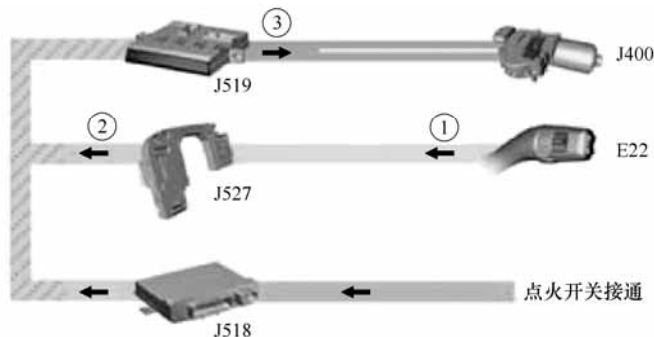


图 6-25 刮水器 1 档控制过程

E22—刮水器间歇工作开关 J519—供电控制单元 J527—转向柱电气控制单元 J518—使用和起动授权控制单元  
J400—刮水电动机控制单元

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）接通点火开关，于是使用和起动授权控制单元 J518 就将接线柱 15 和 75x 的信息发送到舒适 CAN 总线上。

① 刮水器间歇工作开关 E22 将“刮水器 1 档”这个信息发送给转向柱电气控制单元 J527。

② 转向柱电气控制单元将“刮水器 1 档”这个信息发送给供电控制单元 J519。

③ 供电控制单元经 LIN 总线将“刮水器 1 档”这个信息发送给刮水电动机控制单元 J400。刮水电动机控制单元起动集成的电动机。

#### 6.4.8 带有前照灯清洗功能的点动刮水控制过程

供电控制单元是带有前照灯清洗功能的点动刮水的主控制单元。带有前照灯清洗功能的刮水器在点动刮水时，不仅前风窗玻璃清洗泵会接通，伸出式清洗喷嘴电动机 V248、V249 和前照灯清洗泵 V11 也会接通，控制过程如图 6-26 所示。

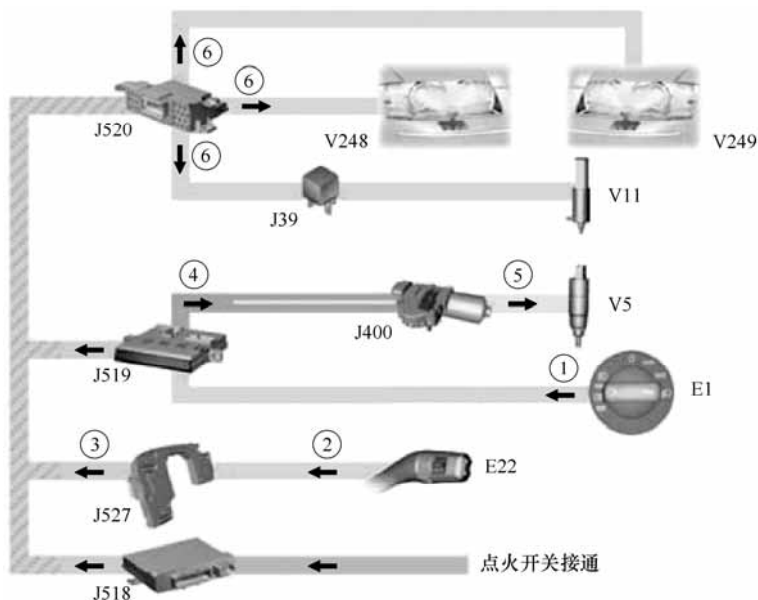


图 6-26 带有前照灯清洗功能的点动刮水控制过程

E1—灯光开关 E22—刮水器开关 J520—供电控制单元 2 J519—供电控制单元 J527—转向柱电气控制单元

J518—使用与起动授权控制单元 J39—前照灯清洗继电器 J400—刮水电动机控制单元 V5—风窗玻璃清洗泵

V11—前照灯清洗泵 V248、V249—伸出式清洗喷嘴电动机

前提条件。通过点火锁或高级钥匙（Advanced Key）接通点火开关，于是使用和起动授权控制单元 J518 就将接线柱 15 和 75x 的信息发送到舒适 CAN 总线上。

① 驾驶人将灯光开关 E1 旋转到近光灯位置。供电控制单元 J519 经舒适 CAN 总线将“近光灯接通”这个信息发送给供电控制单元 2 J520。

② 驾驶人沿“点动刮水”方向拨动刮水器开关 E22（时间要超过 1s）。这个过程就会将一个电压编码信号发送给转向柱电气控制单元 J527。

③ 转向柱电气控制单元将“前风窗玻璃清洗”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

④ 供电控制单元 J519 经 LIN 总线将“前风窗玻璃清洗泵接通”这个信息发送给刮水电

动机控制单元 J400。

⑤ 刮水电动机控制单元起动风窗玻璃清洗泵 V5。

⑥ 供电控制单元 J520 根据“前风窗玻璃清洗”和“近光灯接通”的信息，在延迟 1s 后，通过前照灯清洗继电器 J39 来起动伸出式清洗喷嘴电动机 V248、V249 和前照灯清洗泵 V11。

## 6.4.9 车内灯控制过程

车内灯控制的分配功能比较复杂，因此分三部分来说明该功能（每个基本功能中还包括一些特殊功能）。

### 1. 手动车内灯控制（在相应的灯处）

车内灯总是通过车顶电气控制单元来控制的。如图 6-27 所示，操纵元件位于车顶电气控制单元 J528 的前部和车顶控制台 J707 的后部，这两个操纵单元的功能是分开的，如果在接线柱 15 关闭时，通过手动接通了车内灯，那么在最后一次操纵按钮后，所有车内灯和化妆灯都被关闭。

（1）特殊功能：亮度调节 如果一直按住车内灯的接通（EIN）按钮，那么相应的车内灯就会变暗并再变亮，直至松开该按钮为止。短时松开该按钮只会终止亮度调节。松开该按钮后，相应的亮度值就被存储起来。

（2）特殊功能：在前部控制后部照明 双击一个前部按钮可以控制后部照明。

按一次前部接通（EIN）按钮，前部照明灯亮；按两次前部接通（EIN）按钮，前、后部照明灯亮。

（3）特殊功能：向后传递亮度值 通过长时间按下按钮（一次）来设定前部亮度值后，可以再次按下该按钮将这个亮度值传给后部。

如果后部乘员不想接受这个亮度值，他可以再次按下后部车顶操纵台上的接通（EIN）按钮，就可以调出存储在车顶电气控制单元内的亮度值。

（4）特殊功能：儿童安全锁 如果通过驾驶人车门上的按钮启用了两个后车门上的儿童安全锁，那么车顶操纵台 J707 就不能再控制车内灯以及后面、侧面卷帘了。后卷帘可在前面来操纵，但后部阅读灯仍可接通。

（5）功能顺序 车门控制单元将“儿童安全锁已启用”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。车顶电气控制单元会读取该信息，然后锁止后部操纵功能。

### 2. 中央亮度调节：车门开/关时的变亮和变暗

将中央门锁设为开锁时（遥控钥匙和无钥匙式使用），以下这些车内照明在 1.5s 内就会增至 100% 的亮度。如果没有打开任何车门，那么在 2min 后车内灯会变暗并关闭。

- 1) 车内灯。
- 2) 车门轮廓照明（选装）。
- 3) 脚坑照明。



图 6-27 车内灯控制按钮

(1) 特殊功能 如果车门自动又上锁了, 那么这些照明灯也会同时变暗。

如果打开了一个车门, 那么 10min 后照明灯会变暗。

在关上车门后, 若没有接通点火开关, 那么 2min 后照明灯开始变暗。

在接通 15 号接线柱时, 车内灯立即变暗。在 15 号接线柱接通的情况下, 如果打开了一个后车门, 那么当后车门接触按钮内的发光二极管亮起时, 只有后部车内灯在工作。

在 15 号接线柱接通的情况下, 如果打开了一个前车门, 那么当前车门接触按钮内的发光二极管亮起时, 只有前部车内灯在工作。

在 15 号接线柱接通的情况下, 如果打开了一个前车门和一个后车门, 那么当相应车门接触按钮内的发光二极管亮起时, 前、后车内灯都会亮。

只有当所有车门都关上时, 车内灯才会变暗。

(2) 特殊功能: 变暗 如果各灯已经设定了亮度值, 那么在关上车门后, 这些灯会变暗, 直至达到设定的亮度值。

### 3. 通过环境照明的氛围照明

氛围照明功能存储在车顶电气控制单元内, 通过 MMI 上的 CAR 菜单中的 Ambientebeleuchtung (环境照明) 来选择氛围照明模式, 如图 6-28 所示。通过旋/压按钮来选择并确认后, 氛围照明模式就会显示出来, 并可以调节亮度。退出该菜单后, 这个值就会存储在车顶电气控制单元内。

特殊功能: 氛围照明模式按钮 在车辆行驶过程中, 驾驶人可以通过氛围照明模式按钮来接通或关闭选定的氛围照明模式, 如图 6-29 所示。一般来说, 只有在 15 号接线柱接通时, 氛围照明模式才可以工作。关闭点火开关会使得车内灯变暗并关闭。



图 6-28 氛围照明模式



图 6-29 氛围照明按钮

如果在 15 号接线柱接通时启用了氛围照明模式, 那么即使在 15 号接线柱关闭后, 该模式仍在工作, 在乘员离车 30min 后, 该模式才会停止工作。

车辆锁止后, 该模式立即停止工作。

供电控制单元是车内灯的主控制单元。车内灯的控制过程如图 6-30 所示。

① 驾驶人操纵车顶电气控制单元 J528 上的氛围照明按钮。根据 MMI 和钥匙中已经预先设定的氛围照明形式, 该信号就被发送到舒适 CAN 总线上。选择后, 每把钥匙中所记录的氛圍照明信息都存入车顶电气控制单元 J528。

② 必要的话 (根据氛围照明形式), 车顶电气控制单元会将这个信号传给后部车顶操纵台 J707, 于是后部车顶操纵台就切换到备用状态。只有在后车门接触开关工作时, 后部车内灯才会接通。所有已经接通的车内灯一直亮着, 直至所有的车门开关都发出“车门已关”的信息。

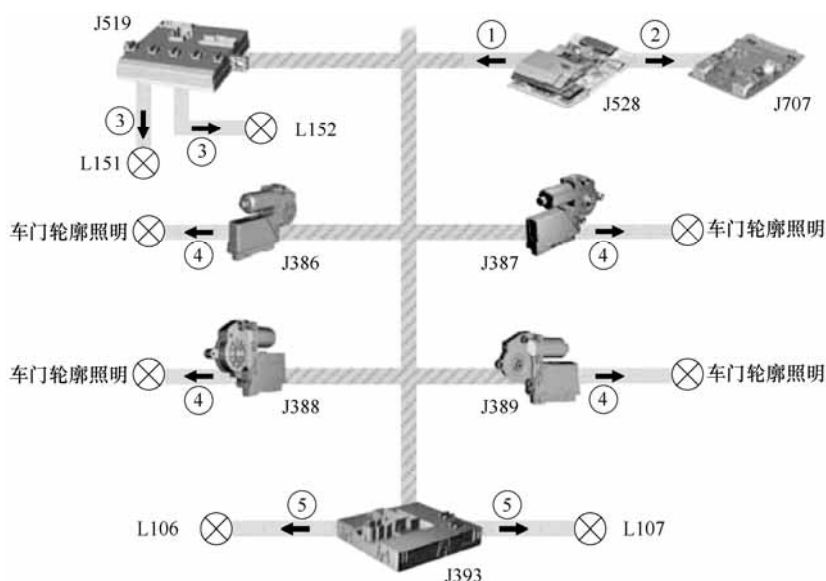


图 6-30 车内灯控制过程

J519—供电控制单元 J528—车顶电气控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J707—车顶操纵台 J386、J387、J388、J389—车门控制单元 L151—左前脚坑灯 L152—右前脚坑灯 L106—左后脚坑灯 L107—右后脚坑灯

③ 供电控制单元 J519 将收到的信号发送给左前脚坑灯 L151 和右前脚坑灯 L152，于是这两个灯就接通了。

④ 车门控制单元 J386~J389 按选择的氛围照明模式接通相应的车门轮廓照明灯。

⑤ 舒适系统中央控制单元 J393 接通左后和右后脚坑灯 L106 和 L107。

#### 6.4.10 驾驶人识别

供电控制单元是驾驶人识别的主控制单元。驾驶人识别指将指纹与存储在驾驶人识别控制单元内的指纹进行对比，控制过程如图 6-31 所示。

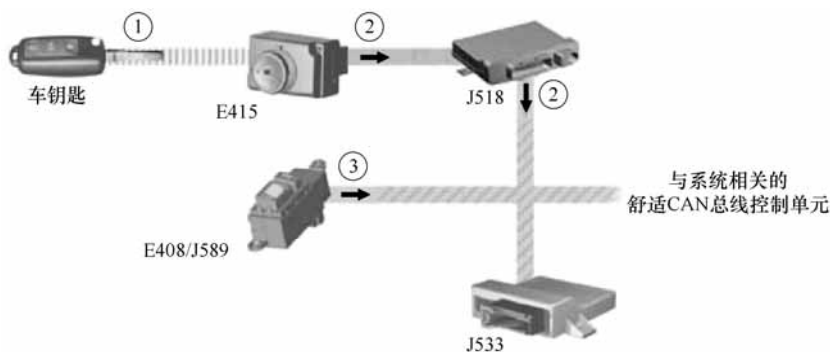


图 6-31 驾驶人识别过程

E415—使用/启动授权开关 E408—使用/启动授权（一键启动）按钮 J589—驾驶人识别控制单元  
J518—使用/启动授权控制单元 J533—数据总线诊断接口

① 将车钥匙插入点火锁，操纵使用 and 起动授权开关 E415。

② S 触点接线柱信号就被传送到使用 and 起动授权控制单元 J518，该控制单元将这个信息发送到舒适 CAN 总线上。

③ S 触点接线柱信号用于驾驶人识别控制单元 J589。

如果这时将手指（其信息已经存储起来了）放到使用 and 起动授权按钮 E408 上，那么驾驶人识别控制单元就会将该用户的 ID 发送到舒适 CAN 总线上，与记忆系统相关的控制单元识别出用户的 ID，并设定存储值。

### 6.4.11 供电控制单元功能示意图

如图 6-32、图 6-33 所示，供电控制单元接收下面这些输入信号：

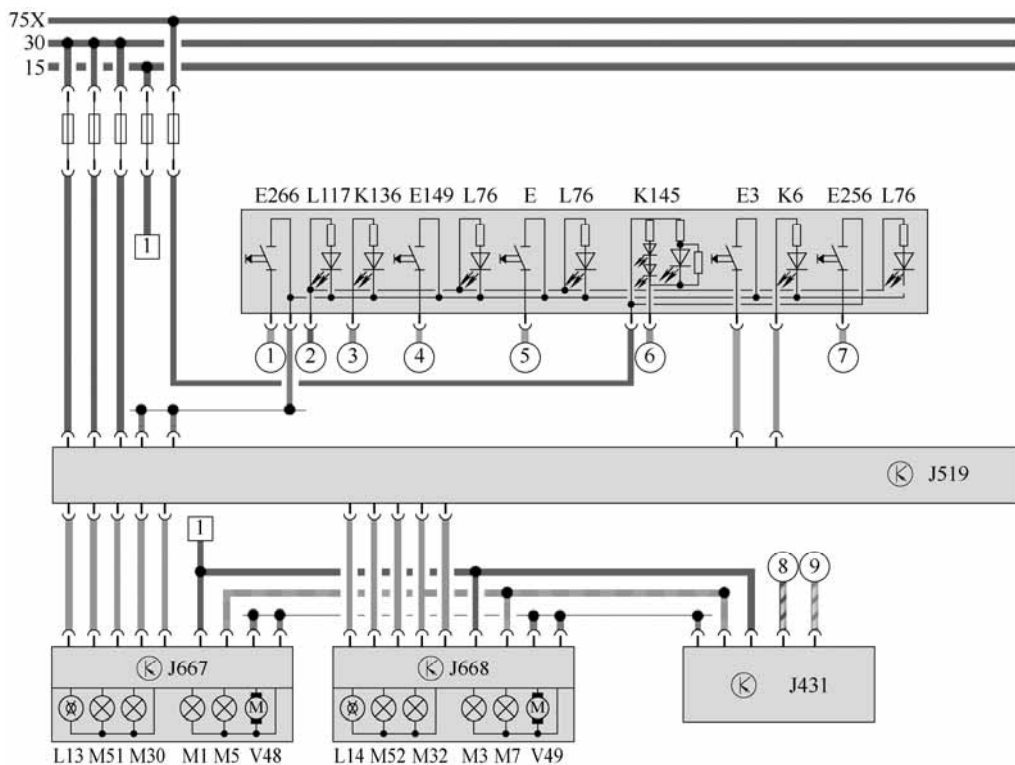


图 6-32 供电控制单元功能示意图（一）

E—灯开关 E3—危险警告灯开关 E149—后卷帘开关 E256—ASR/ESP 按钮 E266—停车辅助装置按钮  
E462—前部显示屏开/关按钮 J431—前照灯照程调节控制单元 J519—供电控制单元 J667—左前照灯功率模块  
J668—右前照灯功率模块 K6—危险警告灯 K136—停车辅助装置指示灯 K145—前排乘客安全气囊关闭  
L13—左侧氙气前照灯 L14—右侧氙气前照灯 L76—按钮照明 L117—停车辅助装置开关照明 M1—左驻车灯灯泡  
M3—右驻车灯灯泡 M5—左前转向灯灯泡 M7—右前转向灯灯泡 M30 左远光灯灯泡 M32 右远光灯灯泡  
M51 左侧静态转弯灯 M52 右侧静态转弯灯 V48 左前照灯照程调节电动机 V49 右前照灯照程调节电动机

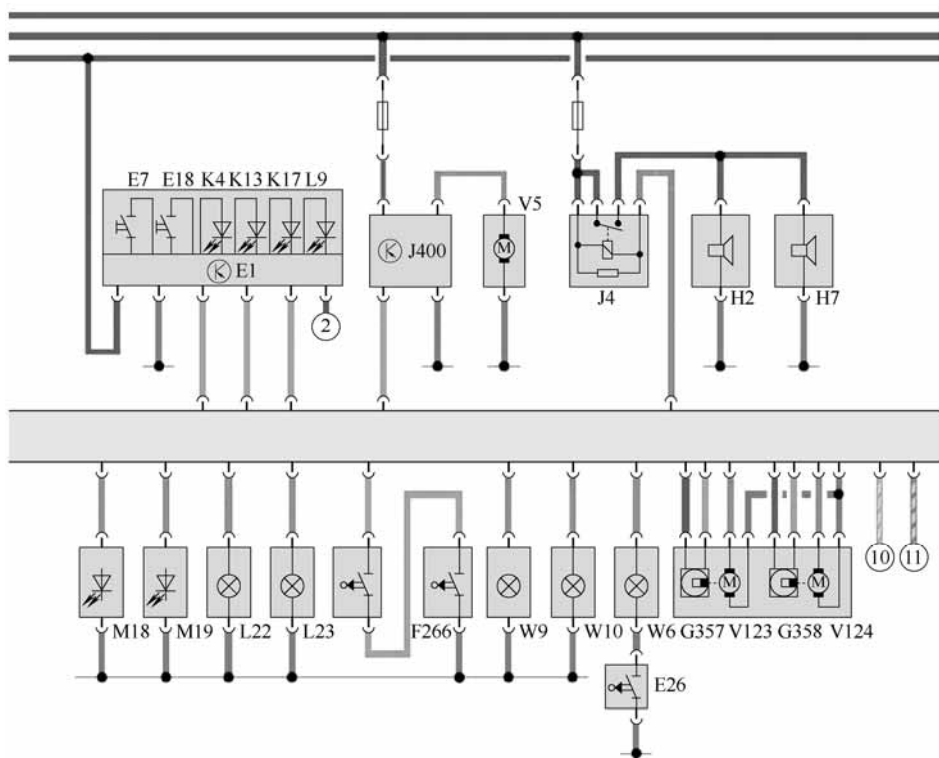


图 6-33 供电控制单元功能示意图（二）

E7—前雾灯开关 E18—后雾灯开关

E26—杂物箱灯开关 F266—发动机舱盖接触开关

G357—转向柱垂直调整传感器 G358—转向柱轴向调整传感器

H2—高音喇叭 H7—低音喇叭 J4—双音喇叭继电器

J400—刮水电动机控制单元 K4—驻车灯指示灯

K13—后雾灯指示灯 K17—前雾灯指示灯

L9—灯开关照明灯泡 L22—左前雾灯灯泡

L23—右前雾灯灯泡 M18—左侧侧面转向灯灯泡

M19—右侧侧面转向灯灯泡 V5 风窗玻璃清洗泵

V123 转向柱垂直调节电动机 V124 转向柱轴向调节电动机

W6 杂物箱灯 W9 左脚坑灯 W10 右脚坑灯

附加信号：

① 停车辅助控制单元 J446

② 接线柱 58s

③ 停车辅助控制单元 J446

④ 自动空调控制单元 J255

⑤ 多媒体操纵单元 E380

⑥ 安全气囊控制单元 J234

⑦ 带 EDS 的 ABS 控制单元

⑧ 驱动 CAN 总线 High

⑨ 驱动 CAN 总线 Low

⑩ 舒适 CAN 总线 High

⑪ 舒适 CAN 总线 Low

- 1) 转向柱高度调节霍尔传感器 1。
- 2) 转向柱深度调节霍尔传感器 2。
- 3) 防盗警报装置的发动机舱盖开关。
- 4) 旋转式灯开关。
- 5) 危险警报闪光按钮。
- 6) 倒车灯开关（手动变速器）。

如图 6-32、图 6-33 所示，供电控制单元 J519 收到输入信号后，控制下面这些用电器：

- 1) 左前、右前转向灯。
- 2) 左、右侧面转向灯。
- 3) 左前、右前驻车灯。
- 4) 左、右近光灯。
- 5) 左、右远光灯。
- 6) 左、右雾灯。
- 7) 左前、右前脚坑灯。
- 8) 喇叭。
- 9) 转向柱调节。
- 10) 危险警报灯照明。
- 11) 杂物箱灯。

## 6.5 刮水电动机控制单元 J400

刮水电动机控制单元 J400 将各种刮水功能的电子控制元件与刮水电动机合成到一个部件中，如图 6-34 所示。该控制单元是作为 LIN 总线的从控制单元连接到供电控制单元 J519 上的。

### 1. 刮水电动机控制单元 J400 的功能

如图 6-35 所示，刮水电动机控制单元 J400 的功能包括：



图 6-34 刮水电动机控制单元总成

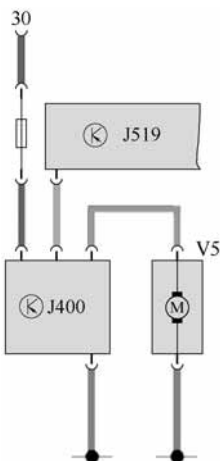


图 6-35 刮水电动机控制单元功能示意图

J400—刮水电动机控制单元 J519—供电控制单元 V5—风窗玻璃清洗泵

- 1) 控制风窗玻璃清洗泵 V5。



2) 控制刮水角度功能。

## 2. 发动机舱盖接触开关 F266

如果在刮水电动机正在工作时打开了发动机舱盖,那么刮水电动机会立即停止工作。如果在风窗玻璃清洗泵工作时打开了发动机舱盖,那么该泵也会被立即关闭。发动机舱盖是否打开由两个接触开关来识别,这两个开关连接在供电控制单元 J519 上。

## 3. 刮水电动机 J400 的工作原理

供电控制单元通过 LIN 总线来给刮水电动机控制单元提供所需要的信息,以便执行刮水器的各种功能。

(1) 风窗玻璃清洗泵 V5 的起动 如图 6-36 所示,用于起动风窗玻璃清洗泵 V5 的信息是由转向柱电气控制单元 J527 发送到舒适 CAN 总线的。供电控制单元 J519 在接收到这个信息后,又通过 LIN 总线将信息继续传送到刮水电动机控制单元 J400, J400 随后起动风窗玻璃清洗泵 V5,于是刮水器就开始工作了。

(2) 刮水器功能的起动 刮水器有以下几个档位的刮水功能:

- 1) 间歇刮水。
- 2) 间歇刮水的间隔长度。
- 3) 点动刮水。
- 4) 1 档刮水。
- 5) 2 档刮水。

如图 6-37 所示,由转向柱电气控制单元 J527 通过舒适 CAN 总线发出信息,以便供电控制单元 J519 使用。供电控制单元 J519 通过 LIN 总线将包含相应刮水功能的信息发送到刮水电动机控制单元 J400。

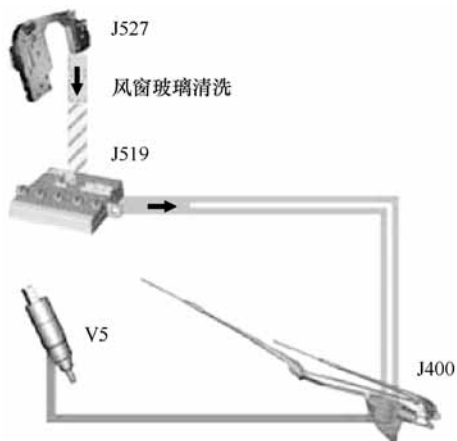


图 6-36 风窗玻璃清洗泵工作过程

J527—转向柱电子控制单元 J519—供电控制单元  
J400—刮水电动机控制单元 V5—风窗玻璃清洗泵



图 6-37 刮水器工作过程

J527—转向柱电子控制单元 J519—供电控制单元  
J400—刮水电动机控制单元

## 6.6 供电控制单元 2 J520

供电控制单元 2 J520 首次用于奥迪 A8 车型，由于所有其他控制单元的负荷都很大，所以有必要多加一个控制单元，如图 6-38 所示。

该控制单元用于控制下述部件：

1) 随速助力转向（Servotronic）电磁阀 N119。

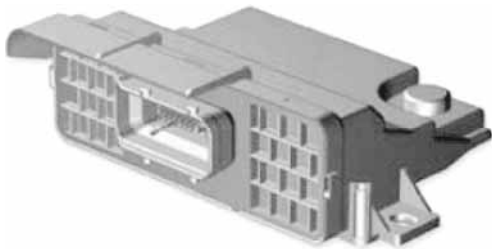


图 6-38 供电控制单元 2 J520

2) 前风窗清洗系统软管加热器前照灯清洗继电器 J39。

3) 车库门开启控制单元 J530。

4) 左、右伸出式前照灯清洗喷嘴电动机 J248、J249。

5) 前部信息显示和操纵控制单元 J685 的显示屏翻转机构。

6) 接线柱 58d（换挡指示照明）。

### 6.6.1 主导功能

供电控制单元 2 J520 的主导功能是：

在 LIN 总线上作为控制车库门开启控制单元 J530 的主控制单元，如图 6-39 所示。

### 6.6.2 供电控制单元 2 J520 功能示意图

如图 6-40 所示，供电控制单元 2 J520 接收如下输入信号：

1) 前部信息显示和操纵控制单元 J685 的显示屏开/关限位开关 F330 和 F331。

2) 在总线系统唤醒过程中打开显示屏。

如图 6-40 所示，供电控制单元 2 J520 控制如下这些用电器：

1) Servotronic 电磁阀 N119。

2) 前风窗玻璃清洗软管加热器。

3) 前照灯清洗继电器 J39（水泵）。

4) 左前照灯伸出式清洗喷嘴电动机 V248。

5) 右前照灯伸出式清洗喷嘴电动机 V249。

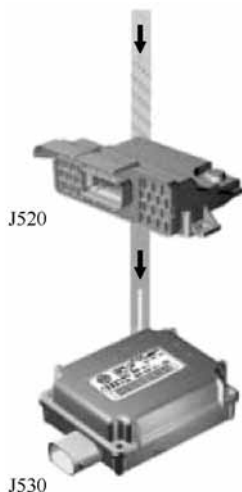


图 6-39 车库门开启控制单元

J530 的主控制单元 J520

J520—供电控制单元 2 J520 J530—车库门  
开启控制单元 J530

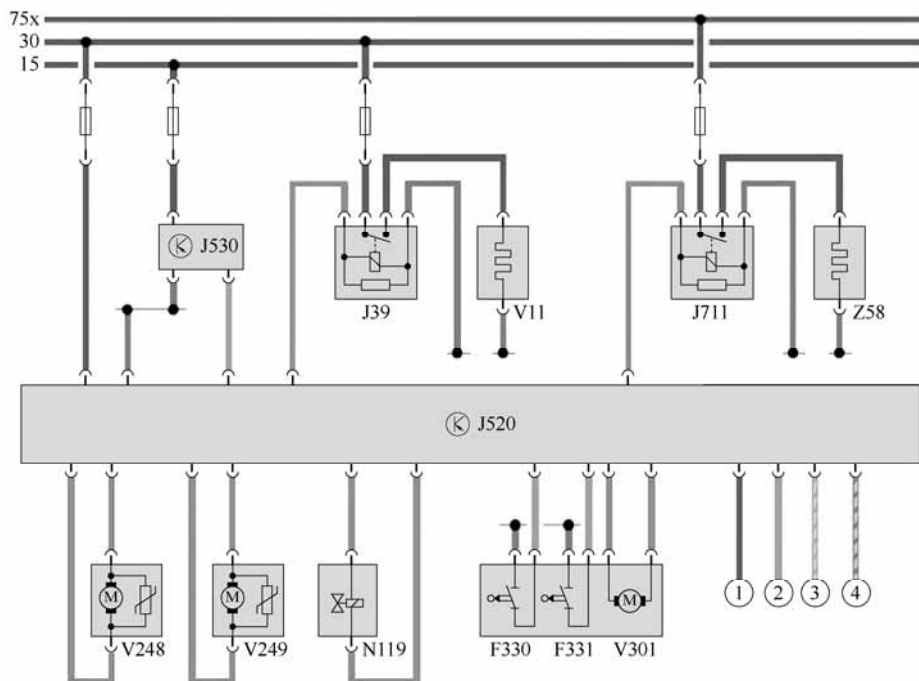


图 6-40 供电控制单元 2 J520 功能示意图

F330—“显示屏开”的限位开关 F331—“显示屏关”的限位开关 J39—前照灯清洗系统继电器 J520—供电控制单元 2 J530—车库门开启控制单元 J711—清洗液加热继电器 N119—Servotronic 电磁阀 V11—前照灯清洗泵 V248—左前照灯伸出式清洗喷嘴电动机 V249—右前照灯伸出式清洗喷嘴电动机 V301—显示屏开/关电动机 Z58—加热式清洗液软管  
附加信号:

- ① 变速杆照明（接线柱 58d）
- ② 多媒体操纵单元 E380（MMI 显示屏开/关信号）
- ③ 舒适 CAN 总线 High
- ④ 舒适 CAN 总线 Low
- 6) 前部信息显示和操纵控制单元的显示屏的开启。
- 7) 变速杆照明接线柱 58d。
- 8) Servotronic 电磁阀 N119。

#### 1. Servotronic 电磁阀 N119 的控制过程

Servotronic 电磁阀 N119 由供电控制单元 2 J520 通过一个脉冲宽度调制（PWM）信号来控制。为了调节脉冲宽度，在控制单元内的搭铁一侧要测量一下电流。该控制单元根据车速通过这个电磁阀（与电阻上的电压相当）将这个电流调节到 0~800mA。

供电控制单元 2 J520 经舒适 CAN 总线来接收车速信号，如图 6-41 所示。

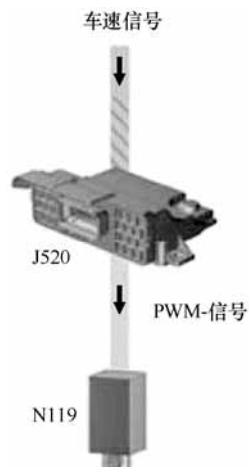


图 6-41 Servotronic 电磁阀 N119 接收 J520 的 PWM 信号

#### 2. 前照灯清洗系统

供电控制单元 2 J520 控制清洗液泵和两个伸出式喷嘴电动机，清洗液泵由前照灯清洗

继电器 J39 来起动, 该继电器由供电控制单元 2 J520 来控制。伸出式喷嘴电动机直接由该控制单元接通或关闭, 由于清洗过程是在喷嘴的伸出和缩入过程中进行的, 所以水束可均匀分配。

如图 6-42 所示, 前照灯清洗系统的这两个喷嘴并不是同时清洗两个前照灯的, 而是清洗完一个后再清洗另一个, 这样做是为了防止灯光变暗。

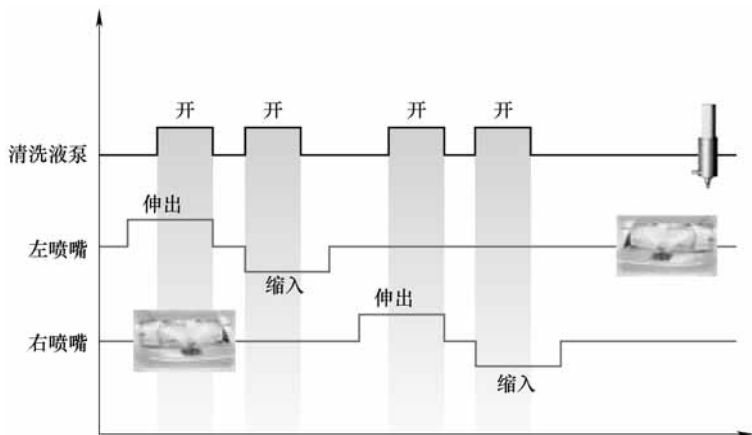


图 6-42 开关工作状态

### 3. 电能管理

1) 关闭等级。如果电能管理控制单元将相应的关闭等级信号发送到 CAN 数据总线上的话, 供电控制单元 2 J520 也会关闭某些用电器或功能。可在引导性故障查询中的“车辆信息”下查到哪些功能被关闭。

2) 运输模式。供电控制单元 2 J520 可通过运输模式来关闭用电器或功能。供电控制单元 2 J520 是通过总线系统从电能管理控制单元接收到启动“运输模式”的信息的。

## 6.7 车门控制单元 J386 ~ J389

车门控制单元的任务: 读取相应车门上所有开关的信息并控制车门内电动机、灯和加热器。车门控制单元示意图如图 6-43 所示。

### 1. 替代主导功能

在舒适系统中央控制单元 J393 出现故障时, 驾驶人车门控制单元 J386 就会承担控制中央门锁系统的功能。

如果驾驶人车门控制单元发觉与舒适系统中央控制单元的通信中断, 那么其他车门控制单元就直接使用驾驶人车门控制单元的信息。在这种情况下, 使用遥控器和高级钥匙 (Advanced Key) 就打不开车门了。



图 6-43 车门控制单元

## 2. 车门内的背景照明

所谓“背景照明”指的是在车辆行驶过程中工作的灯，如图 6-44 所示。背景照明的一些元件集成在车门内装饰板内，如车门侧裙上的发光条和内装饰板上的垂直照明灯。车门侧裙上的发光条由车门控制单元通过接线柱 58s 来接通，背景照明的亮度是可变的，可通过 MMI 接口来调整设定并存储在车顶电气控制单元内。

车顶电气控制单元是车内灯的主控制器，它通过舒适 CAN 总线给车门控制单元提供这些亮度设置信息。车门控制单元对车门内装饰板上的垂直照明灯通过 PWM 信号来控制。

## 3. 车门控制单元工作原理

车门控制单元的工作原理如图 6-45 所示。



图 6-44 驾驶人侧车门内饰板上的照明

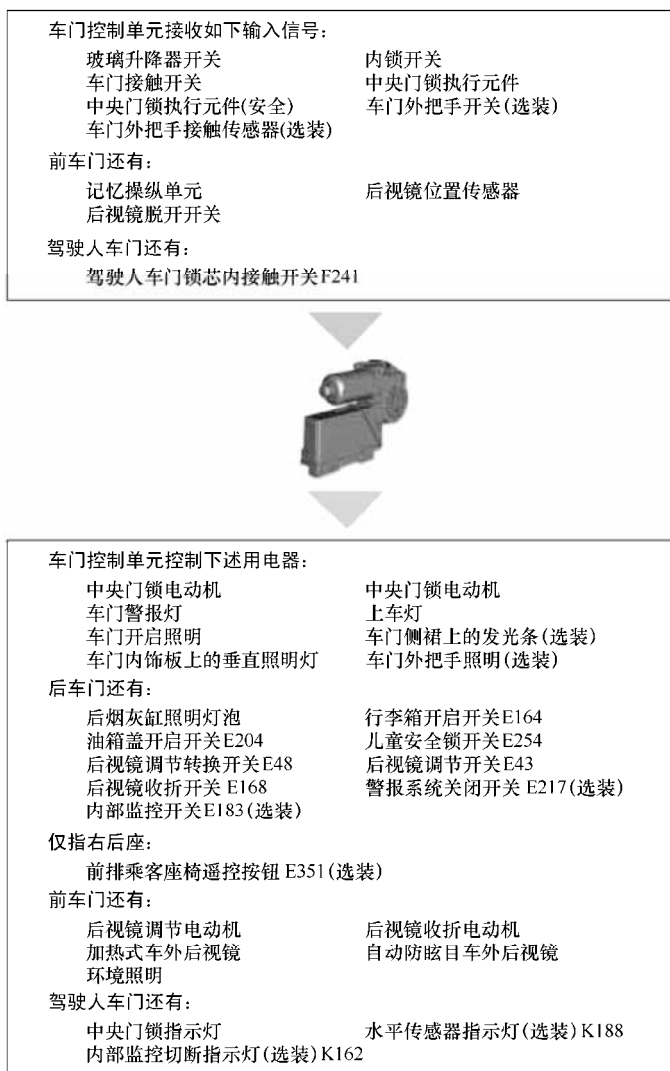


图 6-45 车门控制单元工作原理

## 6.8 车顶电气控制单元 J528

车前部车顶区域的功能极为丰富，所以就单独配置了一个控制单元，这就是车顶电气控制单元，如图 6-46 和图 6-47 所示。

为了与其他控制单元进行数据交换，车顶电气控制单元接在舒适 CAN 总线上，它与滑动车顶电动机 V1 是通过 LIN 总线连接的。

### 1. 功能

车顶电气控制单元是车内灯分配功能的主控制器，无替代主控制器。该控制单元承担下述控制功能：

- 1) 氛围照明控制（车内灯）。
- 2) 滑动车顶控制信号。

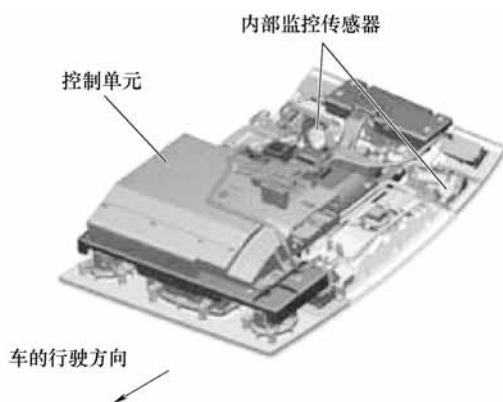


图 6-46 车顶电气控制单元内侧表面

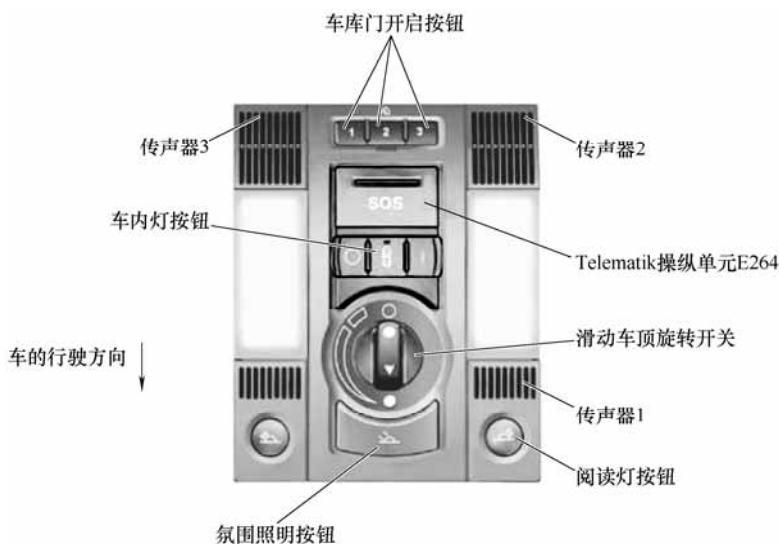


图 6-47 车顶控制单元外侧表面是车顶开关面板

车顶电气控制单元读取下述信号并将这些信号发送到舒适 CAN 总线上：

- 1) 无防盗警报系统的内部监控信号被继续传送到舒适系统中央控制单元 J393 上。
- 2) 车内后视镜信号被继续传送到所有车门控制单元 J386、J387、J388 和 J389。
- 3) 灯传感器信号被继续传送到供电控制单元 J519。
- 4) 湿度传感器和风窗玻璃温度传感器信号被继续传送到自动空调控制单元 J255。
- 5) 车库门开启按钮信号被继续传送到供电控制单元 J520。

另外，车内灯的控制信号通过单独的导线传送到后部车顶控制台 J707。

## 2. 氛围照明

可以通过 MMI 内的 CAR 功能选项卡为车内照明选择预先设定的氛围照明模式。这几种氛围照明模式可以满足驾驶状况要求和个人的特殊要求,如图 6-48 所示。优点如下:

- 1) 车内方向感更佳。
- 2) 车辆更易于驾驶。
- 3) 车内显得更宽敞、更舒适。

## 3. 车顶电气控制单元功能示意图

车顶电气控制单元的功能如图 6-49 和图 6-50 所示。



图 6-48 后视镜下部的氛围灯

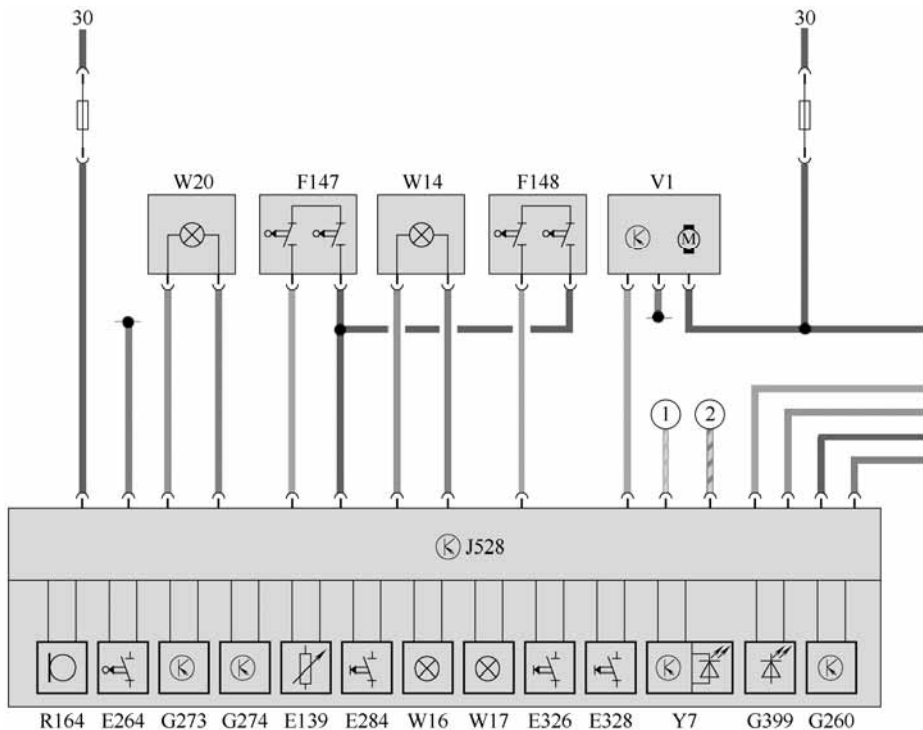


图 6-49 车顶电气控制单元功能示意图 (一)

E139—滑动车顶调节器 E264—Telematik 操纵单元 E284—车库门开启操纵单元 E326—前部车内灯按钮 E328—前部阅读灯按钮 F147—驾驶人侧化妆镜接触开关 F148—前排乘客侧化妆镜接触开关 G260—空调空气湿度传感器 G273—内部监控传感器 G274—内部监控传感器 G399—灯传感器 J528—车顶电气控制单元 R164—前部车顶模块内的传声器 V1—滑动车顶电动机 W14—前排乘客侧照明式化妆镜 W16—左侧车内灯 W17—右侧车内灯 W20—驾驶人侧照明式化妆镜 Y7—自动防眩目车内后视镜

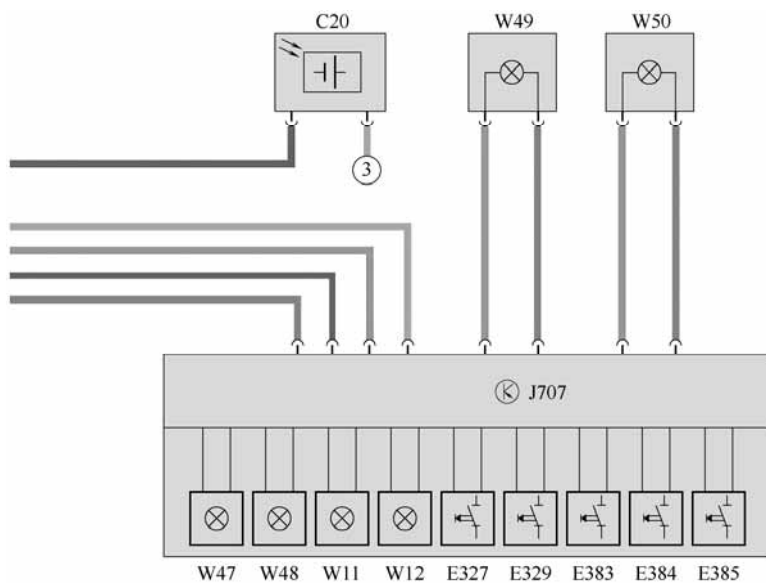


图 6-50 车顶电气控制单元功能示意图（二）

C20—太阳能电池 E327—后部车内灯按钮 E329—后部阅读灯按钮 E383—左后侧面卷帘按钮 E384—右后侧面卷帘按钮  
E385—后卷帘后开关 J707—后部车顶控制台 W11—左后阅读灯 W12—右后阅读灯 W48—右后车内灯  
W49—左后照明式化妆镜 W50—右后照明式化妆镜 W47—左后车内灯

附加信号：

- ①舒适 CAN 总线—High ②舒适 CAN 总线—Low
- ③新鲜空气鼓风机控制单元 J126

## 6.9 胎压监控系统

轮胎压力监控系统（Tire Pressure Monitoring System）简称 TPMS，它用于监测轮胎内的气压，该系统在轮胎压力变动异常时会发出警告，在轮胎压力的实际值偏离规定值时会给出提示，其安装位置如图 6-51 所示。

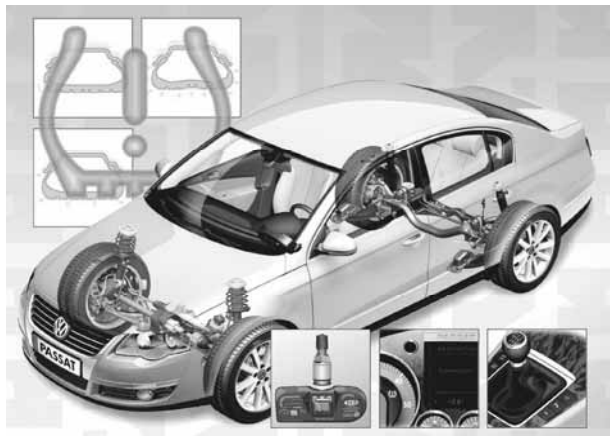


图 6-51 轮胎压力监控系统结构位置示意图



TPMS 可以分为间接式轮胎压力监控系统 and 直接式轮胎压力监控系统。

间接式轮胎压力监控系统又称为 WSB, WSB 需要通过汽车的 ABS 系统的轮速传感器来比较轮胎之间的转速差别, 以达到监测胎压的目的。ABS 通过轮速传感器来确定车轮是否抱死, 从而决定是否启动防抱死系统。当轮胎压力降低时, 车辆的重量会使轮胎直径变小, 车速就会产生变化。车速变化就会触发 WSB 的报警系统, 从而提醒车主注意轮胎胎压不足。因此, 间接式的 TPMS 属于被动型 TPMS。

直接式轮胎压力监控系统又称为 PSB, PSB 是利用安装在轮胎上的压力传感器来测量轮胎的气压, 利用无线发射器将压力信息从轮胎内部发送到中央接收器模块上的系统, 然后对轮胎气压数据进行显示。当轮胎气压低或漏气时, 系统就会报警。因此, 直接式的 TPMS 属于主动型 TPMS。

大众、奥迪汽车公司通过三种不同的系统来实现对轮胎压力的监控, 分别为轮胎压力监控显示系统 (RKA)、具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统 (RDK) 和没有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统 (RDK)。

## 6.9.1 轮胎压力监控显示系统

轮胎监控显示系统 (RKA) 是 ABS 控制单元中的一个软件模块, 它评估 ABS 数据, 并可识别出某一车轮的轮胎压力发生了改变, 工作原理示意图如图 6-52 所示。

驾驶人按规定将轮胎压力充至正确值后按压按钮, 该系统就会在自学习过程中将该压力值存储起来。

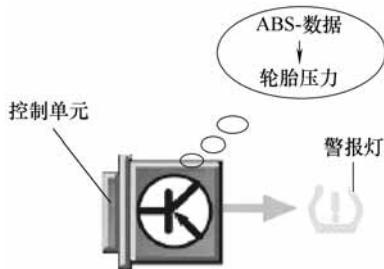


图 6-52 轮胎压力监控显示系统工作原理示意图

### 1. 结构组成

胎压监控系统的结构组成如图 6-53 所示。

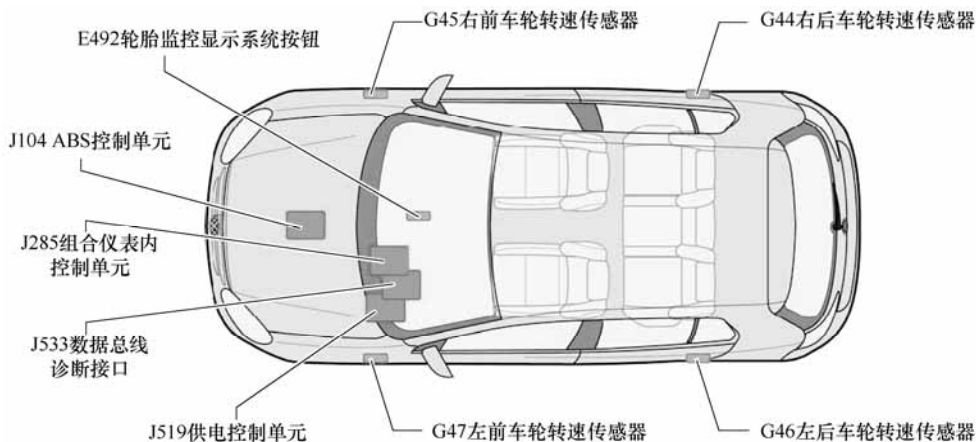


图 6-53 轮胎压力监控显示系统 (RKA) 安装位置示意图

### 2. 工作过程

轮胎监控显示系统利用防抱死制动系统的数据确定轮胎的滚动周长, 并将滚动周长与基

准值进行对比。根据滚动周长的微小变化即可识别轮胎是否失压，基准值是系统在自学习过程（即校准过程）中根据实际行驶数据计算出来的。

如果轮胎监控显示系统探测到驻车制动器（高尔夫）或电动机械式驻车制动器（帕萨特）的信号，那么轮胎监控显示系统会在信号持续期间自动关闭。

更换车轮后必须校准轮胎监控显示系统。

### 3. 校准过程

每次更改充气压力、修理底盘及更换轮胎后，因轮胎特性发生变化，故必须进行系统校准，以便确定新的基准值。

按住轮胎监控显示系统按键 2s 即可启动校准过程。组合仪表上的警报灯亮约 2s，并发出一铃声。正常行驶过程中，轮胎监控显示系统按照驾驶人给轮胎充的气压和所安装的轮胎进行校准。

校准过程中，系统逐步将数据传输给轮胎压力监控系统。数分钟后，系统就可以以刚刚“学习”到的车速和行驶状况进行大致的监控，校准示意图如图 6-54 所示。

### 4. RKA 轮胎压力监控系统电路图

RKA 轮胎压力监控系统电路图如图 6-55 所示。



图 6-54 校准轮胎监控显示系统示意图

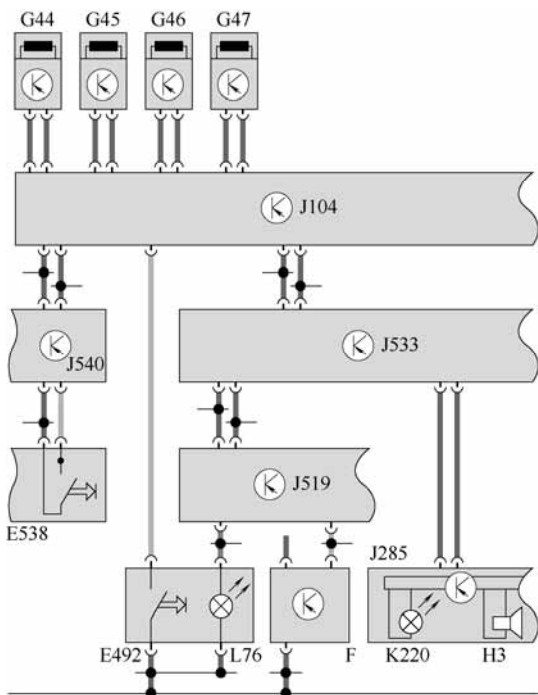


图 6-55 帕萨特汽车轮胎压力监控系统电路图

- E492—轮胎监控显示系统按键 E538—电动机械式驻车制动器按键  
F—制动灯开关 G44—右后轮转速传感器 G45—右前轮转速传感器  
G46—左后轮转速传感器 G47—左前轮转速传感器 H3—蜂鸣器和铃声  
发生器 K220—轮胎监控显示系统警报灯 L76—按钮照明灯泡  
J104—ABS 控制单元 J285—组合仪表内控制单元 J519—供电控制单元  
J533—数据总线诊断接口 J540—电动机械式驻车制动器控制单元

## 5. 故障诊断

帕萨特汽车轮胎监控显示系统故障存储器在 ABS 控制单元 J104 内，有四种故障类型：

- 1) 轮胎压力警报。
- 2) 轮胎压力警报损坏。
- 3) 轮胎压力警报：按钮损坏。
- 4) 轮胎压力警报功能受限。

(1) 轮胎压力警报诊断流程 如果故障存储器内存储了一个轮胎压力警报，且轮胎压力警报指示灯已亮起，那么就应当检查轮胎是否损坏以及检测轮胎压力。

如果故障已被排除，那么必须开始系统校准过程，这样轮胎压力警报指示灯才会熄灭。

轮胎压力警报的后面也可能还注有“偶发”字样，如果出现这种情况，轮胎压力警报就会被记录下来，重新完成系统校准后，这个警报就被删除，轮胎压力警报灯就不亮了。但清除故障存储器内的记录之前，应检查轮胎压力和轮胎状况，如图 6-56 所示。

(2) 轮胎压力警报损坏诊断流程 这种故障在实际使用中很少出现。如果该故障真的被记录在故障存储器内了，那么就需要进行系统的重置。

(3) 轮胎压力警报：按钮损坏诊断流程 如果故障存储器内记录了“轮胎压力警报：按钮损坏”这个故障，就说明轮胎监控显示系统按钮发送某一信号的时间超过了 30s，轮胎监控显示系统灯会亮起。

如果按钮触点不再闭合，那么该警报的后面也可能还记录有“偶发”字样，对于这两种情况，在清除故障存储器前，必须检查按钮（如是否卡住或内部潮湿）及系统是否有短路处，如图 6-57 所示。

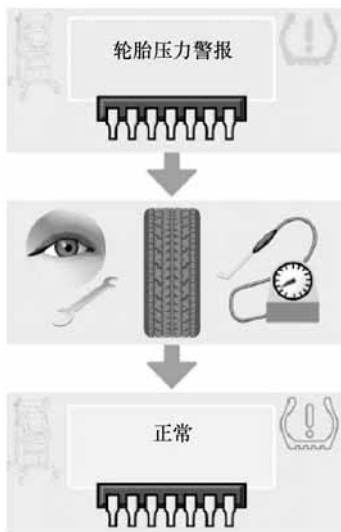


图 6-56 轮胎压力警报诊断流程

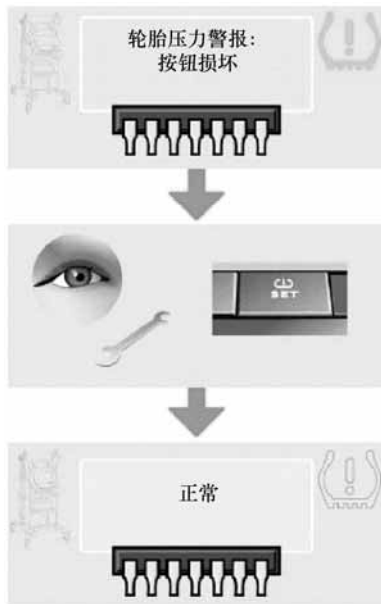


图 6-57 轮胎压力警报：按钮损坏诊断流程

(4) 轮胎压力警报功能受限诊断流程 如果故障存储器内记录了“轮胎压力警报功能受

限”这个故障,就说明系统没有从发动机控制单元得到足够的数据。轮胎监控显示系统警报灯不亮,该系统工作时的准确度受到限制。

如果在此期间又能接收到完整的数据了,那么该警报的后面也可能还记录有“偶发”字样,发生这两种情况时均应读取发动机控制单元故障存储器内的内容并排除故障原因。

更换 ABS 控制单元 J104 步骤:

- 1) 判别车辆是否装有轮胎监控显示系统(RKA)。
- 2) 通过编码将其激活并与汽车制动器规格进行匹配。
- 3) 激活代码编制完成后,轮胎监控显示系统自动开始系统校准。
- 4) 在编制激活代码前必须将轮胎充气至正确压力。
- 5) 按压轮胎监控显示系统按键进行检查。
- 6) 组合仪表上的轮胎监控显示系统警报灯应亮起,系统重新开始校准。

## 6.9.2 没有车轮位置识别的轮胎压力监控系统

帕萨特车上配备的是没有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统(RDK),该系统的软件集成在舒适系统中央控制单元里。中央门锁和防盗警报装置的天线同时也是胎压传感器数据的接收天线。在这个轮胎压力监控系统中,轮胎压力规定值在车辆出厂时就已经设定好了,如图6-58所示。

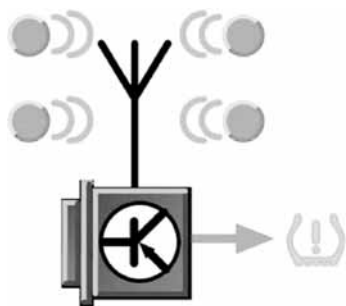


图 6-58 没有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统(RDK)

### 1. 结构组成

1) 帕萨特汽车配置的无车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统组成如图6-59所示。

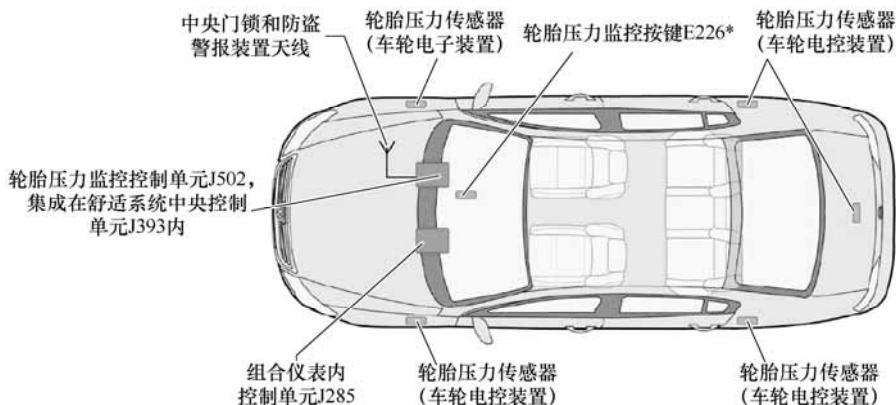


图 6-59 帕萨特汽车轮胎压力监控系统

2) 胎压传感器的结构。胎压传感器组成部分包括发射天线、压力/温度传感器和气门嘴等元件,如图6-60所示。

### 2. 工作过程

在帕萨特汽车配备的没有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统上,每个车轮都装有胎压传感器。胎压传感器以一定的时间间隔传送数据,数据由中央门锁和防盗警报装置天线接

收并传送到轮胎压力监控控制单元 J502，如图 6-61 所示。



图 6-60 胎压传感器的结构

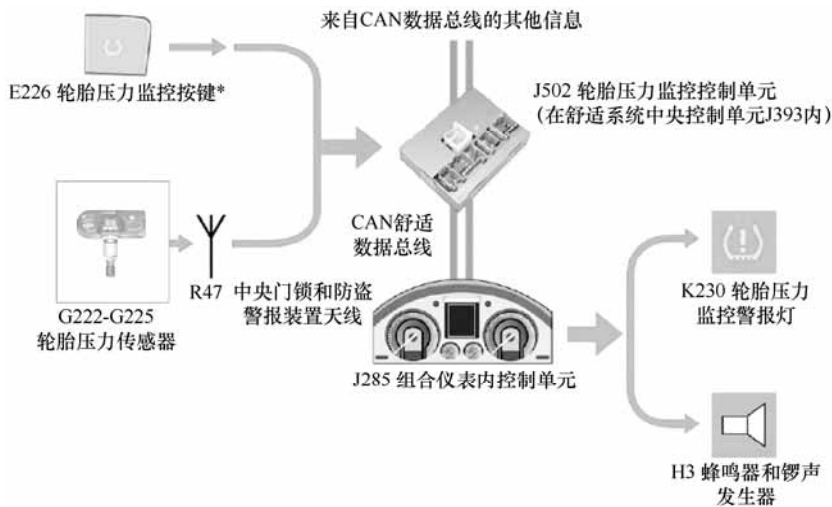


图 6-61 帕萨特汽车轮胎压力监控系统工作原理

车辆出厂时控制单元内已存储了轮胎压力规定值（监控气压值），规定压力值适用于装有本公司认可轮胎的车轮，轮胎规定压力值标注在油箱盖上。部分负载和满载时的轮胎规定压力已预先设定，无法更改。

驾驶人可通过位于副仪表板上的按键在部分负载和满载之间切换、查询状态以及接通或关闭轮胎压力监控系统。

车速高于 25km/h 时，发射频率起初 30 个数据每 15s 发送一次，随后的数据每 60s 发送一次。在快速发射模式下（如失压  $>0.2\text{bar/min}$ ， $1\text{bar}=0.1\text{MPa}$ ），每 15s 发送一次。车辆停止或车速低于 25km/h 时，不发送数据。

### 3. 无车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统电路

无车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统电路如图 6-62 所示。

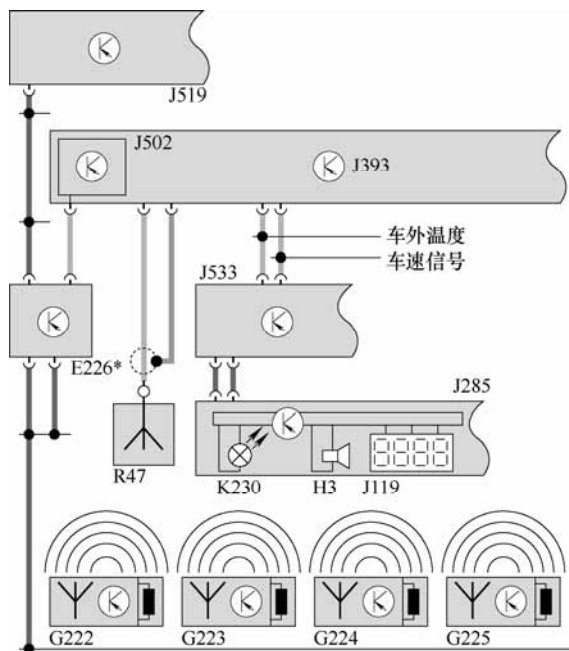


图 6-62 帕萨特汽车轮胎压力监控系统电路

E226—轮胎压力监控按键 G222—左前轮胎压力传感器 G223—右前轮胎压力传感器 G224—左后轮胎压力传感器  
G225—右后轮胎压力传感器 H3—蜂鸣器和锣声发生器 J119—多功能显示屏（仅指带有多功能显示屏的车辆）  
J285—组合仪表内的控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J502—轮胎压力监控控制单元 J519—供电  
控制单元 J533—数据总线诊断接口 K230—轮胎压力警报灯 R47—中央门锁和防盗警报装置天线

#### 4. 故障诊断

对于没有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统，来自胎压传感器的信号由中央门锁和防盗警报装置天线进行中央接收。因而无法分辨胎压传感器的位置。

出现下列情况时表示某个胎压传感器已损坏：

显示器显示轮胎压力监控系统故障。

从故障存储器中读出“轮胎压力传感器无信号/通信”或“轮胎压力传感器损坏”。

可按下述方法检测某个胎压传感器：

- 1) 将四个轮胎充气至不同的压力，并记录各轮胎的压力及车轮位置。
- 2) 以高于 25km/h 的速度行驶约 1min。
- 3) 读取测量数据块。

如果某个车轮在测量数据块中无轮胎内温度和当前充气压力，那么该胎压传感器已损坏。

### 6.9.3 有车轮识别功能的轮胎压力监控系统

大众途锐和辉腾两款车上配备的是具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统（RDK），如图 6-63 所示。该系统由胎压传感器、无线传输胎压传感器数据的天线及控制单元组成。

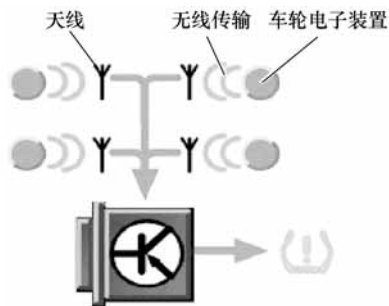


图 6-63 具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统工作原理示意图

驾驶人按规定将轮胎压力充至正确值，并将该值存储在系统里。

## 1. 结构组成

1) 辉腾汽车轮胎压力监控系统如图 6-64 所示。

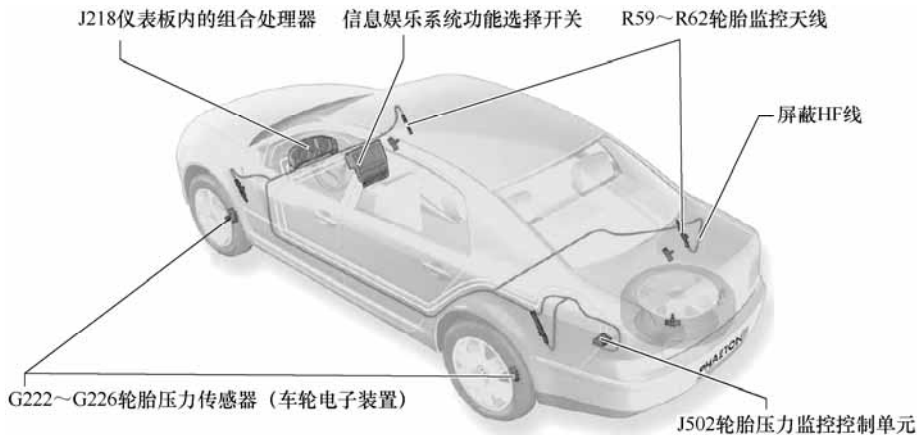


图 6-64 辉腾汽车轮胎压力监控系统

2) 胎压传感器的结构。胎压传感器用螺钉拧在金属气门嘴上，更换车轮或轮辋后仍可再次使用。组成部分有发射天线、压力/温度传感器、电池和金属气门嘴等元件，如图 6-65 所示。

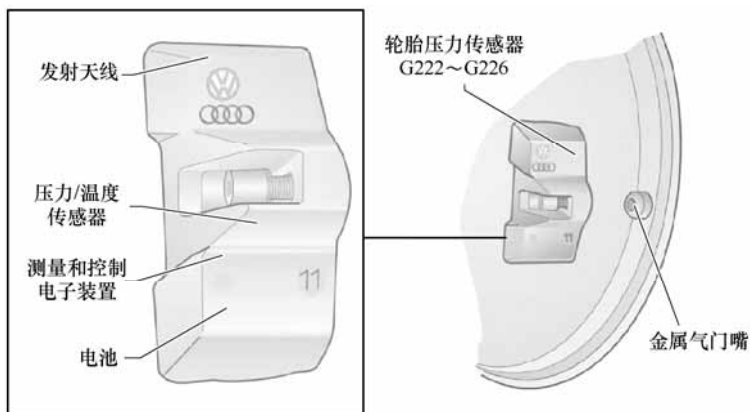


图 6-65 胎压传感器的结构

## 2. 工作过程

车辆行驶过程中，具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统持续监控轮胎压力。即使车辆已停住，短时间内轮胎压力仍然处于被监控中。

安装在轮胎上的轮胎压力传感器测量轮胎的温度和轮胎的压力，测得的数据被定期从胎压传感器发送到车轮罩（车轮拱形板）内的天线上。天线通过屏蔽 HF 线（高频线）与轮胎监控控制单元相连，该控制单元将分析这些数据并通过一条 CAN 数据总线将数据传送到组合仪表内的控制单元（辉腾汽车还要送到信息娱乐系统），如图 6-66 所示。

在胎压正常情况下，发射天线会间隔 54s 发射一次，而失压超过 0.2bar/min，发射天线会间隔 850ms 发射一次。

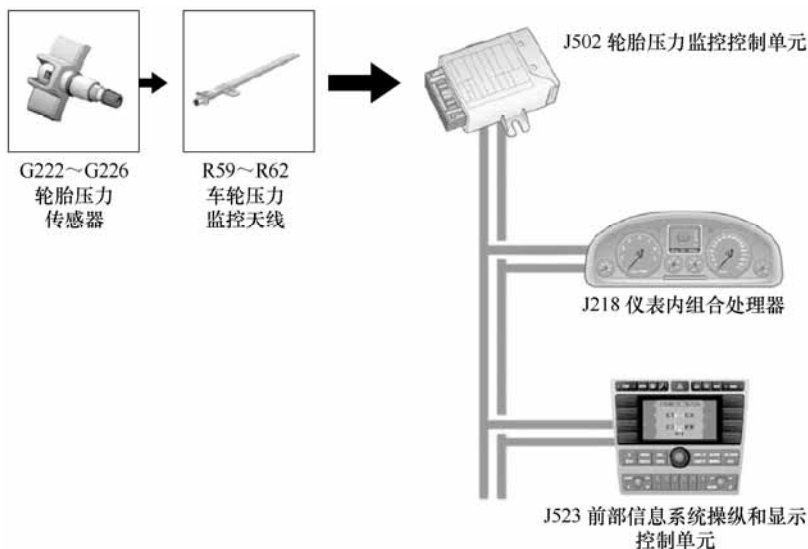


图 6-66 具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统工作原理图

### 3. 辉腾汽车轮胎压力监控系统电路图

辉腾汽车轮胎压力监控系统电路图如图 6-67 所示。

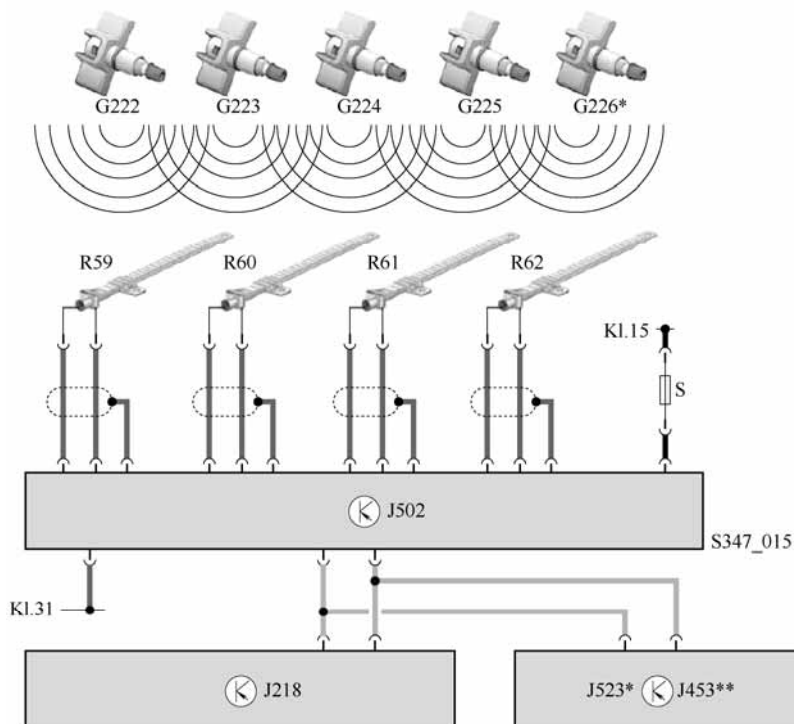


图 6-67 辉腾汽车轮胎压力监控系统电路图

G222—左前轮胎压力传感器 G223—右前轮胎压力传感器 G224—左后轮胎压力传感器 G225—右后轮胎压力传感器  
G226—备用轮胎压力传感器 J218—仪表内组合处理器 J453—多功能转向盘控制单元 J502—轮胎压力监控控制单元  
J523—前部信息系统操纵和显示控制单元 R59—左前轮胎压力监控天线 R60—右前轮胎压力监控天线 R61—左后轮胎  
压力监控天线 R62—右后轮胎压力监控天线



#### 4. 故障诊断

诊断辉腾汽车配备的具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统时可用 V.A.S5051/V.A.S5052 读取轮胎压力监控控制单元 J502 的信息,如图 6-68 所示。

##### 1) 胎压传感器故障诊断

① 调用相应的诊断地址(地址码 65,测量数据块 16)。将最后传送数据的胎压传感器的识别码(ID)在此输入。

② 以至少 0.2bar/min 的速度改变某个轮胎的压力(例如卸压)。如果按上述方法改变压力的胎压传感器没有损坏,那么测量数据块 16(MWB16)中就会记录状态 02(胎压传感器因轮胎压力快速变化而传送信号)。这种情况表明该胎压传感器没有损坏,然后按上述方法检查下一个车轮。

③ 如果轮胎压力虽然在变化,但测量数据块中的内容并无变化,那么现在必须确定胎压传感器接收信号时是否受到干扰。为此,需移动车辆,稍微改变气门嘴的位置。

④ 如果最后接收到的胎压传感器信号还是没有什么变化,那么表明相应的胎压传感器已损坏。

2) 更换轮胎压力监控控制单元 J502。更换轮胎压力监控控制单元 J502 后必须执行下述操作:用 V.A.S5051/V.A.S5052 给该系统编制代码并激活系统,按油箱盖上的规定值将轮胎充气至规定压力,辉腾汽车通过信息娱乐系统的“Vehicle(车辆)”菜单接受新的规定压力。

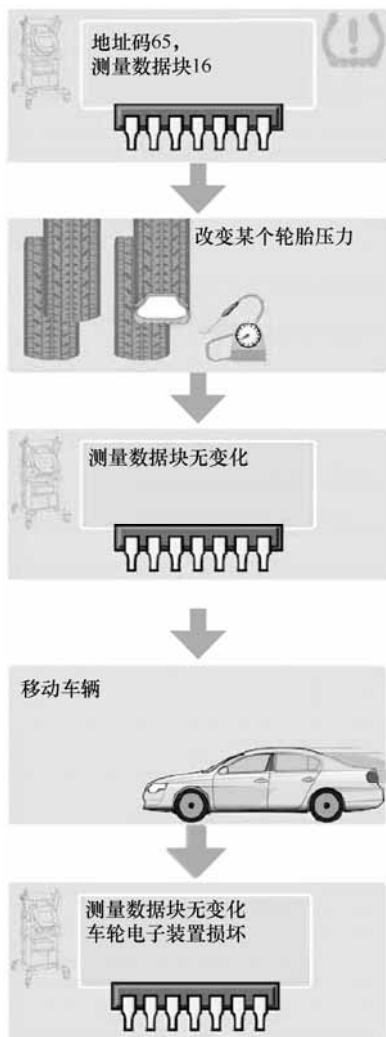


图 6-68 具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统



#### 6.9.4 三种轮胎压力监控系统主要特点的对比

三种轮胎压力监控系统主要特点对比见表 6-1

表 6-1 三种轮胎压力监控系统主要特点对比

	轮胎监控显示系统(RKA)	没有车轮位置识别的 RDK	具有车轮位置识别的 RDK
软件	模块在 ABS 控制单元 J104 内	轮胎压力监控控制单元 J502 模块在舒适系统中央控制单元 J393 内	单独的轮胎压力监控控制单元 J502
胎压传感器	无	每轮一个	每轮一个
天线	无	无,胎压传感器的信号由中央门锁和防盗警报装置的天线接收	每轮罩内一个

(续)

	轮胎监控系统 (RKA)	没有车轮位置识别的 RDK	具有车轮位置识别的 RDK
轮胎规定压力	必须由驾驶人充气, 并按压按钮将其存入系统内	出厂时已设定	必须由驾驶人充气, 并按压按钮将其存入系统内
操作	用按钮操作, 按钮符号: 	用按钮操作, 按钮符号: 	通过“Komfort-Setup (舒适系统设置)” (途锐车) 或信息娱乐系统 (辉腾车) 操作
自学习过程	在标准过程中学习轮胎压力值	新胎压传感器自己就会学习, 轮胎规定压力保持不变	充气至正确轮胎压力后方能开启自学习过程

## 6.10 舒适系统故障维修案例

### 1. 案例 1: 帕萨特领驭左右后视镜不能调节

行驶里程: 20000km。

故障现象: 一辆 2006 款帕萨特领驭 1.8T 手动尊贵版轿车, 左右两侧后视镜无法工作。据车主称, 一个月前该车曾更换过后视镜开关, 要求索赔维修。

故障诊断: 查阅维修档案证实了车主描述, 维修人员根据索赔单, 领出新的后视镜开关换上, 但遗憾的是故障没能排除。至此, 笔者介入故障检修。

该车采用 CAN 数据总线的舒适系统, 后视镜的工作过程符合总线系统控制的一般流程: 主控制单元接收与识别出开关信号, 输出执行指令控制调节电动机工作, 或向数据总线发出信息, 让另一控制单元接收并输出执行指令。

帕萨特领驭后视镜控制电路如图 6-69 所示, 后视镜左右转换开关 E48 与调节开关 E43 的信号发送对象是左前车门控制单元 J386, E43 和 E48 均只有一条信号线与 J386 相连, 开关触点控制搭铁。E43 内部并联 4 个阻值不同 (其中一个为 0) 的电阻, 在 J386 的 T29a/3 端子预置 12V 电压的条件下, 通过开关接入不同的电阻形成相应的电位, J386 可以识别出水平调节 (X+、X-) 与垂直调节 (Y+、Y-) 的请求信号。同理, J386 根据 E48 两个阻值不同的电阻形成的电位, 可以识别出调节左侧或右侧后视镜的请求信号。

需要调节左侧后视镜时, J386 直接输出指令, 执行电流流过左侧垂直或水平调节电动机 V17 与 V149; 需要调节右侧后视镜时, J386 通过 CAN 数据总线将请求信息传输到右前车门控制单元 J387, J387 接收识别后输出指令, 执行电流流过右侧垂直或水平调节电动机 V25 与 V150。

检查该车舒适系统的其他功能如电动窗、中控锁与室内灯等均无异常, 连接 V.A.S5052 诊断仪查询舒适系统控制单元 J393, 无故障记忆, 这些细节都说明舒适系统供电没有问题。开启车灯开关至小灯档, 新换开关上的背景灯没有点亮。

点击测量值功能选项, 读取 3 组的测量值为未操作、未操作、未安装、断开。2 区是后视镜转换开关 E48 的信号示值, 将 E48 置于左侧位置, 2 区出现向后移动的示值, 然后恢复到未操作的显示; 置于右侧位置, 未操作的测量值没有变化。1 区是 E43 的测量值, 将

示断开。

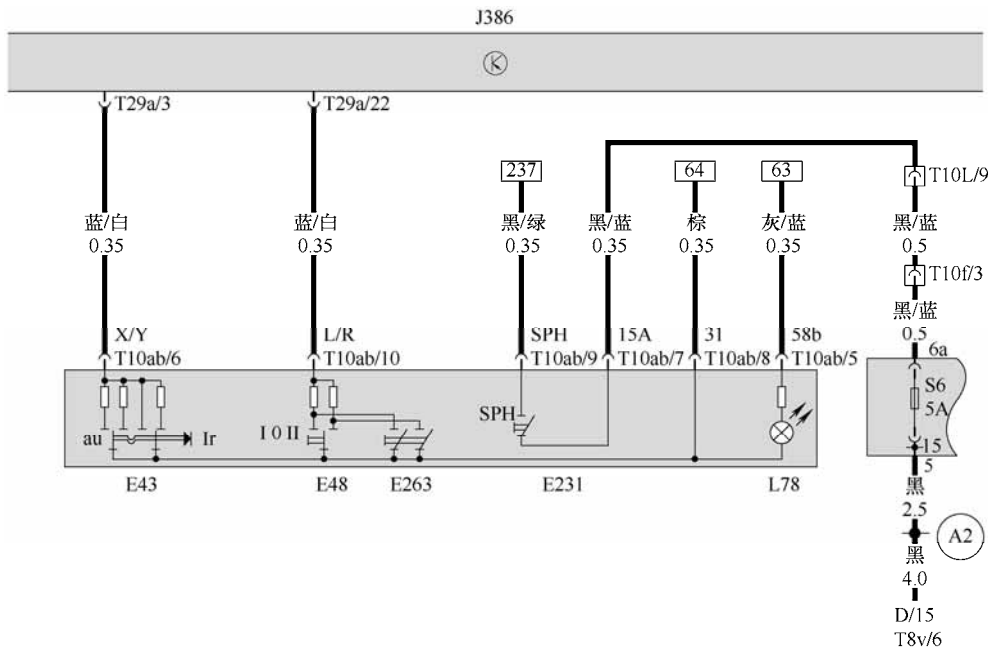


图 6-69 后视镜调节开关电路图

D—点火开关 E43—后视镜调节开关 E48—后视镜调节转换开关 E231—车外后视镜加热开关 E263—后视镜回缩开关  
L78—后视镜调节开关照明灯 S6—熔丝, 5A 后视镜加热熔丝 A2—正极连接线 (15)

侧后视镜

灯档，后

例里 110

处再接入  $0.180\text{k}\Omega$  电阻模拟 E43 的信号, 3 组 1 区的测量值显示为 X+, 接入的导线直接搭铁, 测量值为 X-, 与此同时, 左侧后视镜水平调节电动机动作。用同样的方法模拟右侧后视镜开关信号, 右侧后视镜水平调节电动机也动作。

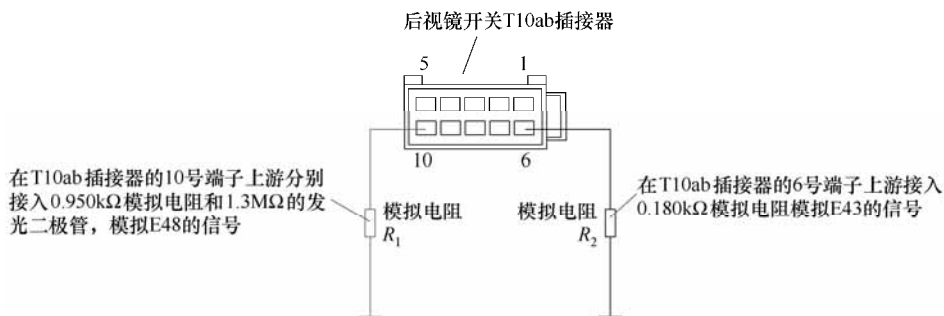


图 6-70 后视镜开关信号模拟示意图

从模拟后视镜开关信号的结果得出结论, J386 接收信号后, 可以控制左侧后视镜电动机工作, 可以向 J387 传输数据, J387 也可以接收数据和控制右侧后视镜电动机工作, 这样故障锁定在后视镜开关上。

故障排除: 更换适用于舒适 CAN 系统的后视镜开关, 故障排除。

故障总结: 维修要点是确认舒适系统通信的类型, 这种区分在 2007 年后的车型里出现, 使用 V.A.S5052 诊断仪确认系统类型比较方便, 如采用的舒适 CAN 系统诊断地址为 46, 采用 LIN 总线的舒适系统诊断地址为 35。

## 2. 案例 2: 帕萨特领驭间歇刮水无动作

行驶里程: 80000km。

故障现象: 一辆 2007 款帕萨特领驭 1.8T 自动尊贵版轿车, 车主报修间歇刮水不工作。

故障诊断: 检查发现其故障现象为刮水开关置于间歇档时, 刮水一次后不再动作, 操纵间歇时间调节器 E38 朝高速档移动, 刮水杆工作一次; 把水洒在风窗玻璃上, 刮水杆没有动作响应, 低速与高速刮水档则无异常。

该车配置带前照灯清洗与雨量传感器的刮水系统, 其控制中心为清洗与间歇刮水运行继电器 J31 (192 号), 系统电路如图 6-71 和图 6-72 所示。根据 J31 相关端子的定义, 由图 6-72 可知, J31 的 15 端子 (红 1.0 线) 为 30 常电源线; 点火开关 ON 时, 12V 电压经 75x→S224→J31 的 13 端子输入, 使 J31 满足了工作条件。如图 6-71 所示, 刮水器开关的 T8ca/8 端子是 12V 电压输入端, E22 当刮水器开关 E22 处于间歇刮水位置, 12V 电压经 75x 线→S224→E22 的 53a 端子→E22 内部开关触点→E22 的 J 端子→J31 的 12 端子, J31 识别出开关信号的输入, 控制 14 (传感器供电) 端子输出 12V 电源, 加在雨量传感器 G213 上, 如图 6-73 所示, 从而激活了 G213。G213 通过检测风窗玻璃的透光程度, 将与雨量大小相对应的电信号通过 J31 的 10 (雨量信号) 端子输入, J31 由此来决定刮水速度。其他决定刮水速度的附加信号有车速  $v$  (由车速信号节点 A60 取得) 及间歇时间调节器 E38 输入 Pot, Pot 用来调节 G213 的灵敏度,  $v$  则使刮水速度与当前车速相适应。

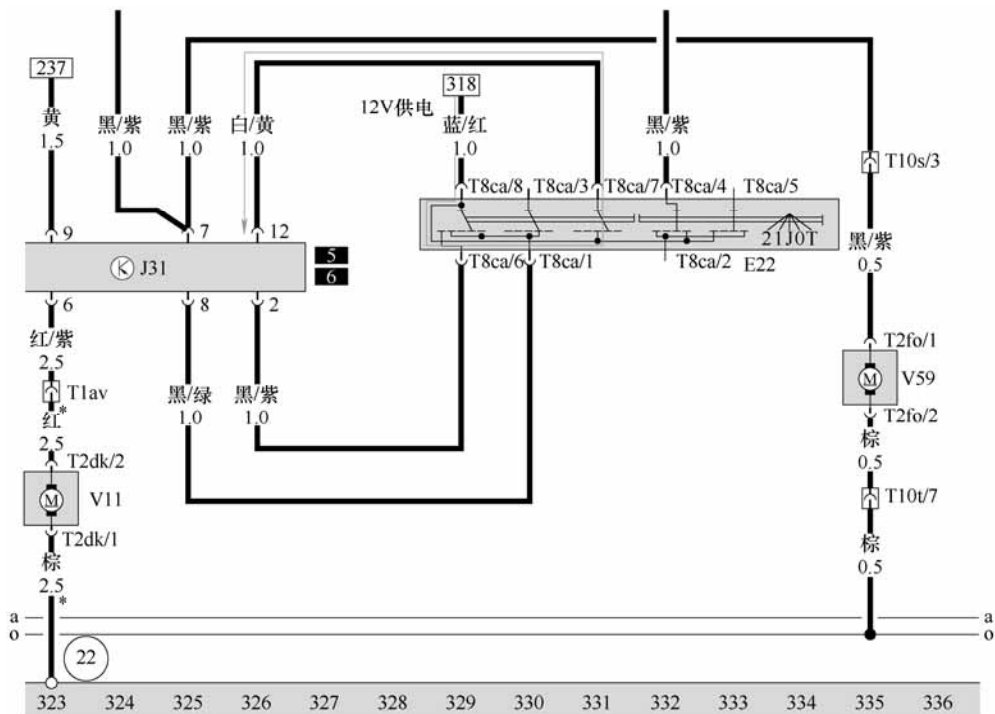


图 6-71 前风窗玻璃刮水器开关电路图

E22—刮水器开关 J31—刮水器间歇继电器 V11—前照灯清洗泵 V59—前风窗清洗泵

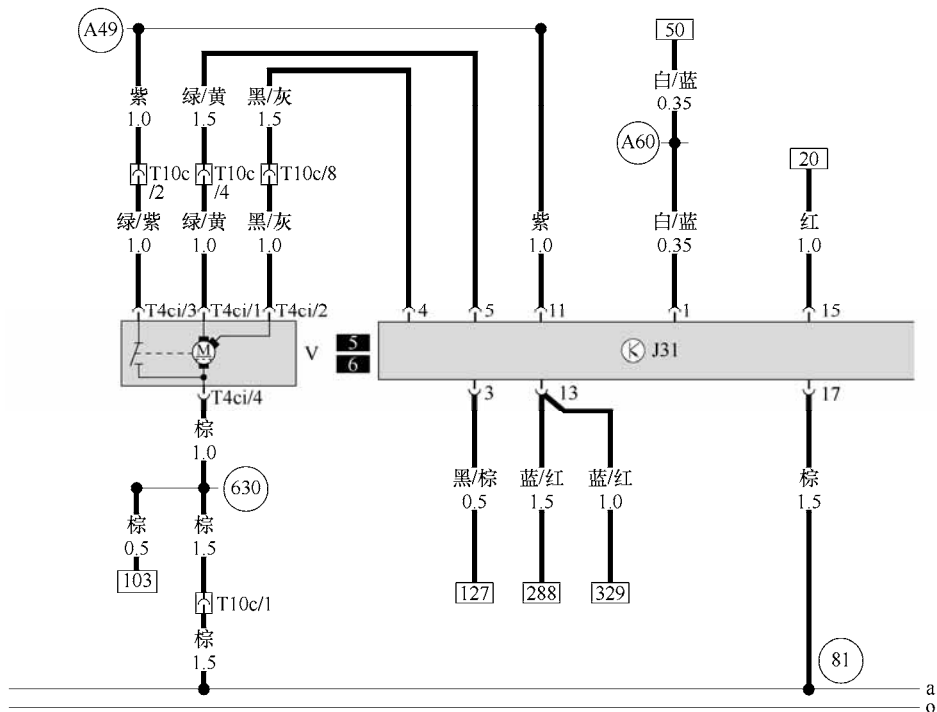


图 6-72 前风窗刮水器电路图

J31—刮水器间歇继电器 V—刮水电动机



出, 则表明 J31 有问题, 不能激活雨量传感器; 若供电端子已有 12V 电压, 但信号输入端子 10 无信号电压, 则表明雨量传感器或 J31 与 G213 之间的连线有故障; 若信号输入端子 10 始终处于某一数值 (如本例的 5.78V), 淋水试验时信号无变化, 应检查传感器感光表面或更换雨量传感器。

### 3. 案例 3: 奥迪 Q7 行李箱无法电动关闭

行驶里程: 15000km。

故障现象: 该车行李箱盖可以电动打开, 但是有时无法电动关闭。在故障出现时, 无论是按压行李箱盖上的关闭按钮, 还是拉动行李箱盖拉手, 行李箱盖都没有反应。此时只能通过手动方式将行李箱盖关闭。反复手动关闭行李箱盖几次, 偶尔恢复正常。但是故障反复出现, 且没有规律。

故障诊断: 用 V.A.S5052 检测全车控制单元, 均无故障。控制单元无故障记忆, 同时行李箱盖电动开启的功能正常, 这说明控制单元和电动机故障的概率很小。

通过数据流检查行李箱盖上的关闭按钮是否正常, 如图 6-74 所示。当按下该按钮时, 数据流显示已操作, 这说明开关的功能是正常的。为了验证电动机的好坏, 通过 V.A.S5052 对元件进行测试, 在执行行李箱盖电动关闭的功能测试时, 行李箱盖能够关闭。

功能检查 1: J605 4L 55		1 0605 21 MWB lesen	
测试步骤行动	输出		
测试步骤: 测试简短描述			
信号	使用测试程序, 可以执行 尾门控制单元-J605 中的以下功能: 读取测量值块		
测试步骤: 决定MVB问题	想如何读取测量值块? 1.单独读取每个测量值块 2.客户测量值块选择 3.中断		
测量值	结果	规定值	
把手按钮 (轻触)	未操作		
尾门车内按钮	未操作		
遥控打开	未操作		
遥控	未操作		
当前尾门位置	90%	0~100%	
当前/最后假定关闭末端位置	91%	0~100%	
计数器/定时器防扰动保护	14		
系统状态 (锁止)	阻碍		
端子15	端子15切断		
切断级	静态电流级0	0~6	
挂车识别	无拖车		
锁止状态	打开		
电动锁闭状态	延伸		

图 6-74 数据流显示

经过以上的检查不难发现, 控制单元是正常的, 行李箱盖关闭按钮也能触发关闭信号, 并且行李箱盖也有电动关闭的能力。为何控制单元不执行关闭的指令呢? 对于电气功能的缺失, 可以从电气功能执行的条件入手。该车故障是否也是因为行李箱盖电动关闭的条件没有满足造成的? 因为行李箱盖电动关闭就是辅助拉紧, 于是对辅助拉紧装置进行检查。目视行李箱的电动锁销, 在行李箱盖打开时, 锁销运动到上端, 是正常的。此时, 通过 V.A.S5052 的数据流检查电动锁销的状态, 始终显示为缩回, 与锁销位置的实际状态不相符。行李箱盖打开的状态下, 正常车的电动锁销显示的状态如图 6-75 所示。

测试步骤行动	输出		
测试步骤: 测试简短描述 信号	使用测试程序, 可以执行 尾门控制单元-J605 中的以下 功能: 读取测量值块		
测试步骤: 决定MVB 问题	想如何读取测量值块? 1.单独读取每个测量值块 2.客户 测量值块选择 3.中断		
测量值	结果	规定值	
把手按钮 (轻触)	未操作		
尾门车内按钮	未操作		
遥控打开	未操作		
遥控	未操作		
当前尾门位置	90%	0~100%	
当前/最后假定关闭末端位置	91%	0~100%	
计数器/定时器防扰动保护	14		
系统状态 (锁止)	阻碍		
端子15	端子15切断		
切断级	静态电流级0	0~6	
挂车识别	无拖车		
锁止状态	打开		
电动锁门状态	延伸		
测试步骤: 决定MVB			

图 6-75 电动锁销显示状态

当我们反复开关行李箱盖时, 偶尔恢复正常, 此时锁销位于上端, 数据流显示为延伸, 与实际状态相吻合。由此判定行李箱盖无法电动关闭的原因是辅助拉紧装置无法正确提供电动锁销位置信号, 即在行李箱打开时, 系统也认为锁销的位置在下端。可以设想, 即使行李箱盖在电动机的带动下可以向下移动, 在关闭位置, 如果锁销在下端, 也无法使得行李箱盖上锁块和锁销碰合, 也就无法关闭行李箱盖。该款车的行李箱盖辅助拉紧装置集电动机、电动锁销、锁销位置开关为一体, 将该车辅助拉紧总成更换后故障排除。

该车在出现故障时, 行李箱盖在开启状态下, 电动锁销应该位于上端, 但是控制单元却识别到它在下端, 这种不符合逻辑的状态, 控制单元应该记录故障码, 但是该车却没有任何的故障记忆, 这应该是控制单元自诊断能力有局限的原因。同时也提醒我们在维修中“尽信书不如无书”, 不要过分依赖控制单元的自诊断功能。

#### 4. 案例 4: 2006 款奥迪 A6L 漏电

行驶里程: 38000km。

故障现象: 车辆漏电, 放置一夜后, 无法起动, 蓄电池电量放完。

故障诊断: 首先连接 V.A.S5051, 进行放电量测量, 放电量在 0.6A, 有时会上升到 3A, 摇摆不定。断开熔丝试验, 在拔下行李箱内的 8 号 30A 熔丝后, 故障消失。经过查询 ELSA 得知, 该熔丝为 J525 送电, 实际情况是该熔丝分为两路, 经过一个 6 针插头后还为前部多媒体系统送电。

查询一下放电记录, 如图 6-76 所示。

车辆从 20:42:06~20:46:02 之内 4min 内, 由电能管理的第 1 级升高到第 6 级, 也不排除经过前期的放电后, 电压出现一个骤降。为了进一步确定故障点, 采用了断线分路送电的方法, 如图 6-77 所示。



Guided Functions	Audi	V08.70.00 05/12/2005
Function Test	Audi A6 2005>	
Read history data	2006 (6)	
	Saloon	
	BDW 2.4i Simos / 130 kW	
Selection		
6*2*-00.84*37*2005-09-20,20:46:02*0-0-0-0-0-0*00.2**	Done	1.Function description
3*2*-03.64*37*2005-09-20,20:45:52*0-0-0-0-0-0*00.2**		
5*2*-03.64*37*2005-09-20,20:45:42*0-0-0-0-0-0*00.2**		
2*2*-03.25*37*2005-09-20,20:45:32*0-0-0-0-0-0*00.2**		
1*2*-02.93*38*2005-09-20,20:42:06*0-0-0-0-0-0*00.2**		
2*0*-01.26*43*2007-07-29,12:37:32*0-0-0-0-0-0*00.0**		
1*0*-01.73*43*2007-07-29,12:34:05*0-0-0-0-0-0*00.0**		
Operating mode	Go to	Post

图 6-76 放电记录

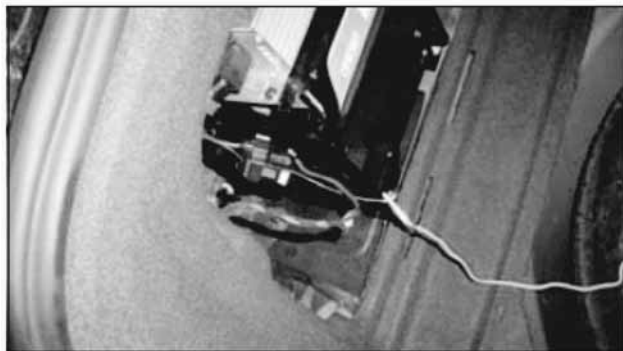


图 6-77 断线分路送电检测

此时确定故障点为细的红/蓝线放电，并且放电时 J525 过热。进行替换，故障依旧。进一步更换了 J533、J527、J523、E380 等部件，故障依旧。由于客户急于用车，所以采用了改装的方法，将细的红/蓝线（放电线）改为并联到燃油泵供电线上，如图 6-78 所示。起动后，一切正常，进行放电测试，如图 6-79 所示。



图 6-78 改装线路



图 6-79 放电测试

放置一夜后,车辆顺利起动,故障暂时消失,有待进一步观察。一个月后,车主将车进行彻底检查。这一次笔者重新整理思路,现在问题的核心是哪种原因导致 J525 在系统进入休眠后仍旧工作。

由于系统经常黑屏,所以进行断环诊断,此时外面正在下雨,突然发现无法进行断环诊断了。测量环路诊断线电压为 3V 左右,而正常应该在 11V 左右,看来环路诊断线存在对搭铁短路的可能。逐一进行断开试验,发现断开收音机后电压恢复正常。仔细检查,原来收音机插头进过水,产生的锈蚀引起短路,处理后,故障排除。

## 本章小结

1) 舒适系统中央控制单元的主导功能有:中央门锁的主控制单元、用于控制行李箱盖控制单元 J605 和自水平控制单元 J529 的主控制单元(LIN 总线主控制单元)、闪光主控制单元、防盗警报主控制单元。

2) 行李箱盖控制单元接收来自关闭按钮 E406 的输入信号,控制行李箱盖开启电动机 V139 转动,同时舒适系统中央控制单元 J393 发出行李箱打开的信号。舒适系统中央控制单元 J393 接受该信号后,控制行李箱灯点亮。

3) 供电控制单元的主导功能:LIN 总线上用于控制刮水电动机控制单元 J400 的主控制单元、灯的主控制单元、承担舒适系统中央控制单元的替代主导功能以及电能管理。

4) 车门控制单元的任务:读取相应车门上所有开关的信息并控制车门内电动机、灯和加热器。

5) 在舒适系统中央控制单元 J393 出现故障时,驾驶人车门控制单元 J386 就会承担控制中央门锁系统的功能。

6) 车顶电气控制单元是车内灯分配功能的主控制器,无替代主控制器。该控制单元承担下述控制功能:氛围照明控制(车内灯)和滑动车顶控制信号。

7) 轮胎监控显示系统(RKA)是ABS控制单元中的一个软件模块,它评估ABS数据,并可识别出某一车轮的轮胎压力发生了改变。

8) 没有车轮位置识别功能的RDK轮胎压力监控系统的软件集成在舒适系统中央控制单元里。中央门锁和防盗警报装置的天线同时也是胎压传感器数据的接收天线。在这个轮胎压力监控系统中,轮胎压力规定值在车辆出厂时就已经设定好。

9) RDK是具有车轮位置识别功能的轮胎压力监控系统,该系统由胎压传感器、无线传输胎压传感器数据的天线及控制单元组成。

# 第7章

## 大众、奥迪汽车照明系统

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 了解大众、奥迪汽车照明系统的组成及工作原理。
- 2) 熟悉大众、奥迪汽车照明系统的控制电路。
- 3) 掌握大众、奥迪汽车照明系统的故障分析方法。

#### 能力目标:

- 1) 能熟练使用维修手册。
- 2) 学会使用万用表对系统部件进行检测。
- 3) 学会照明系统的常见故障诊断方法。

## 7.1 汽车照明系统的发展

汽车照明系统是汽车的三大安全件之一，是最主要的主动式安全装置。如汽车前照灯，它是保障汽车安全运行的重要部件，前照灯的照射距离越远，配光特性越好，汽车行驶的安全性能就越高。在汽车的照明系统中，除了牌照灯之外，主要作用是驾驶人提供路面照明，在一定情况下也可以起信号作用，例如超车时闪烁前照灯以示对方注意。外信号灯则是为方便其他驾车者识别本车轮廓和判断本车运动趋势而设置的。其中转向指示灯和制动灯是极为重要的信号指示灯，它对于汽车安全关系重大。为了进一步提高安全性，近年来，乘用车广泛采用副制动灯——高位制动指示灯，安置在后风窗的位置以引起他人的注意。由于汽车照明是行车安全的关键部件，因此，外照明灯和外信号灯都属于强制性检验的项目。鉴于灯光对于汽车行驶安全有着重要的作用，各国都有严格法规要求。

在当代汽车上，过去那种可装卸的白炽灯泡和白炽真空前照灯都先后被淘汰，取而代之的是卤素前照灯，它在近几年时间就席卷全球，成为各国汽车前照灯的主力。目前，汽车照明系统正在经历着重要变革，不仅氙气前照灯（HID）和 LED 光源得到了更广泛的应用，而且汽车照明系统也日益智能化，并且智能化的范围不断延伸，例如前照灯甚至可以转化任意角度，以便驾驶人看到偏僻的角落，不过这还取决于汽车的行驶速度。

### 1. 氙气前照灯

氙气前照灯的全称是 HID（High Intensity Discharge Lamp）气体放电灯，它利用配套电子镇流器，将汽车电池 12V 电压瞬间提升到 23kV 以上的触发电压，将氙气前照灯中的氙气电离形成电弧放电并使之稳定发光，提供稳定的汽车前照灯照明系统。

氙气灯是一种含有氙气的新型前照灯，又称高强度放电式气体灯。氙气灯打破了爱迪生发明的钨丝发光原理，在石英灯管内填充高压惰性气体——氙气，取代传统的灯丝，在两段电极上有水银和碳素化合物，透过安定器以 23 kV 高压电刺激氙气发光，在两极间形成完美的白色电弧，发出的光非常接近太阳光。

与普通灯泡相比，氙气灯泡有两个显著的优点：一方面，氙气灯泡拥有比普通卤素灯泡高三倍的光照强度，耗能却仅为其三分之二；另一方面，氙气灯泡采用与日光近乎相同的光色，为驾驶人创造出更佳的视觉条件。氙气灯具使光照范围更广，光照强度更高，大大地改善了驾驶的安全性和舒适性。

卤素灯与普通灯泡有灯丝，氙灯没有灯丝，这是氙灯与传统灯最明显的区别。氙灯是利用两电极之间放电产生的电弧来发光的，如同电焊中产生的电弧的亮光。高压脉冲电加在完全密闭的微型石英灯泡（管）内的金属电极之间，激励灯泡内的物质（氙气、少量的水银蒸气、金属卤化物）在电弧中电离产生光亮。这种光亮的色温与太阳光相似，但含较多的绿色与蓝色成分，因此呈现蓝白色光。这种蓝白色光大幅度提高了道路标志和指示牌的亮度。氙灯发射的光通量是卤素灯的 2 倍以上，同时电能转化为光能的效率也比卤素灯提高 70% 以上，所以氙灯具有比较高的能量密度和光照强度，而运行电流仅为卤素灯的一半。车灯亮度的提高也有效扩大了车前方的视觉范围，从而营造出更为安全的驾驶条件。

## 2. LED 灯

LED (Light Emitting Diode) 全称发光二极管, 是一种能够将电能转化为可见光的固态的半导体器件。

20 世纪 90 年代, 汽车内部的照明进入了 LED 时代。目前除了汽车前照灯外, 车外的信号灯大多采用了 LED 光源。

### (1) LED 灯的特点

1) 寿命长, 免维护。LED 的使用寿命达几万小时乃至 10 万小时, 有可能在汽车的使用期限内都不需要更换。

2) 节能。比同等亮度的白炽灯节能一半以上。

3) 起动响应速度快。白炽灯起动后达到设定亮度的时间通常为 200ms, 而 LED 在不到 1ms 的时间内就能达到额定亮度。

4) 结构简单, 抗振动, 耐冲击性能强。

5) 体积小, 设计灵活性大, 可以随意变化灯具模式, 适用各种造型的汽车。

6) LED 具有独特的冷光特性, 使灯具不会因长期受热而变形, 从而提高了整套灯具的寿命。

7) 受电压波动的影响远远小于普通灯泡, 而且易于控制, 光线质量高, 满足环保要求。

### (2) LED 灯在汽车上的应用

1) 低照度照明。汽车低照度照明光源指车内和车外的亮度要求不高的灯具和灯饰, 如仪表板背光源、操作开关指示灯、阅读灯、示宽灯和牌照灯等。这是 LED 最早在汽车上的应用, 同时又是目前 LED 在汽车中应用最多的部分。

2) 高照度照明。目前, 绝大多数的汽车尾灯都采用了 LED 光源; 豪华车上配置的日间行车灯均使用了 LED 光源; LED 前照灯也在一些豪华车型上开始应用。

## 7.2 照明系统的分类与组成

汽车照明系统也被称为汽车灯系, 按用途可分为一般照明系统与灯光信号系统两部分。一般照明系统又可以分为车外照明和车内照明两部分。车外照明主要包括前照灯、雾灯、牌照灯等; 车内照明一般包括仪表灯、顶灯和开关照明灯等。灯光信号系统主要包括转向信号灯、危险警告灯、制动灯、高位制动灯、倒车灯、尾灯、示宽灯等。在大众、奥迪汽车上, 前照灯(近光灯/远光灯)与前转向信号灯、示宽灯并不是单独安装的, 通常是作为前照灯总成, 安装在汽车的前端两侧; 制动灯、尾灯、倒车灯与后转向信号灯通常作为尾灯总成, 安装在汽车的后部两侧。

### 7.2.1 一般照明系统

#### 1. 前照灯

前照灯装于汽车头部两侧, 作用是使夜间车前有明亮而均匀的照明, 使驾驶人能辨明 100m 以内道路上的任何障碍物; 前照灯具有防眩目功能, 以免夜间两车交会时造成对方驾驶人眩目而发生事故。前照灯有两灯制和四灯制之分, 功率一般为 40~60W。

2. 雾灯

雾灯分为前雾灯和后雾灯两种。前雾灯装于汽车前部，比前照灯稍低的位置，用于在雨、雾天气行车时道路的照明。

为保证雾天高速行驶的汽车向后方车辆或行人提供本车位置信息，交通管理部门规定，运行车辆应在车辆后部加装功率较大的后雾灯，以降低交通事故发生率。雾灯的光色规定为光波较长的黄色、橙色或红色。

3. 牌照灯

牌照灯装于汽车尾部的牌照上方，用于夜间照亮汽车牌照。

4. 组合仪表灯

组合仪表灯装于汽车仪表板上，用于组合仪表照明，以便于驾驶人获取行车信息和进行正确操作，其数量根据组合仪表设计布置而定。有些车辆还加装了灯光控制变阻器，使驾驶人能够调整仪表灯的亮度。

5. 顶灯

顶灯装于驾驶室或车厢顶部，用于车内照明。




6. 行李箱灯

行李箱灯安装在行李箱内部，用于行李箱打开后的照明。一般照明系统见表 7-1。

表 7-1 一般照明系统

类 型		工作时特点	用 途	实 物 图
外部 照明灯	前照灯	白色 远近光变化	为驾驶人安全行车提供保障	
	雾灯	黄色 常亮	雨、雪、雾天保证有效照明及提供信号	
	牌照灯	白色 常亮	用于照亮汽车尾部牌照	

(续)

类	型	工作时特点	用    途	实    物    图
内部照明灯	顶灯	白色 常亮	用于夜间车内照明	
	仪表灯	白色 常亮	用于夜间观察仪表时的照明	
	行李箱灯	白色 常亮	用于夜间拿取行李物品时的照明	

## 7.2.2 灯光信号系统

### 1. 转向信号灯

为指示车辆的行驶方向，汽车上都装有转向信号灯。转向信号灯一般有 4 只或 6 只，分别安装在汽车前部、后部或侧面，功率一般为 20W，用于在汽车转弯时发出明暗交替的闪光信号，使前后车辆、行人、交警知其行驶方向。

转向信号灯一般应具有一定的频闪，国标中规定闪烁频率为 60~120 次/min。

### 2. 危险警告灯

危险警告灯与转向信号灯共用。当车辆紧急停车或者驻车时，按下危险警告开关，转向灯全部闪亮，提醒后方车辆注意避让。

### 3. 制动灯

制动灯装于汽车后部，用于当汽车制动或减速停车时，向车后发出灯光信号，以警示随后车辆及行人。除了高位制动灯，制动灯多采用组合式灯具，一般与尾灯共用灯泡(LED 灯)。

### 4. 倒车灯

倒车灯装于汽车尾部，通常左右各一只，白色。用于照亮车后路面，并警告车后的车辆和行人，表示驾驶人想要倒车或正在倒车。当点火开关接通变速器换至倒档时，倒车灯亮。



5. 尾灯

尾灯装于汽车尾部，左右各一只，红色。用于在夜间行驶时向后面的车辆或行人提供位置信息。

6. 示宽灯（小灯）

示宽灯装于汽车前后两侧边缘，白色，用于标示汽车夜间行驶或停车时的宽度轮廓。

目前，一般将前照灯、雾灯、示宽灯等组合起来，成为组合前灯；将尾灯、后转向信号灯、制动灯、倒车灯等组合起来称为组合后灯。


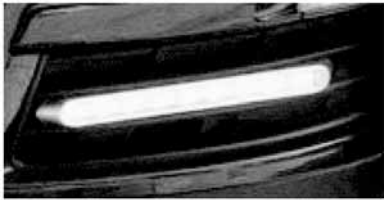
7. 日间行车灯

日间行车灯是指使车辆在白天行驶时更容易被识别的灯具，装在车身前部。日间行车灯不是照明灯，不是为了使驾驶人能看清路面，而是为了让车辆在白天行驶时能够让对方辨识，以达到警示作用，属于信号灯的范畴。日间行车灯要满足基本的亮度要求，穿透性较强，但也不能太亮，以免干扰他人。从功能上来讲，日间行车灯与我们平常看到的车尾反光板作用非常类似。灯光信号系统见表 7-2。

表 7-2 灯光信号系统

类 型		工作时特点	用 途	安 装 位 置
外信 号灯	转向信 号灯	琥珀色 交替闪亮	告知路人或其他车辆本车将转弯	
	示宽灯	白色或黄色 常亮	标志汽车宽度轮廓	
	尾灯	红色 常亮	夜间行驶时向后面的车辆或行人提 供位置信息	
	制动灯	红色 常亮	表示已减速或将停车	
	倒车灯	白色 常亮	告知路人或其他车辆本车将倒车	

(续)

类 型	工作时特点	用 途	安 装 位 置
危险警告灯	琥珀色 交替闪亮	转向灯全部闪亮, 提醒后方车辆注意避让	
日间行车灯	白色常亮	提高道路安全性, 减少交通事故	

## 7.3 照明系统的工作原理



### 7.3.1 控制元件




#### 1. 照明系统总开关


如图 7-1 所示, 大众、奥迪汽车的照明总开关一般位于仪表板左侧, 一般包括照明旋钮开关、仪表板/开关照明亮度调节开关和雾灯开关。




图 7-1 一般照明系统总开关





(1) 自动前照灯符号  要打开自动前照灯控制, 顺时针方向旋转照明旋钮, 对准自动前照灯符号 。如果打开了自动前照灯控制, 外界光线变暗时, 如汽车进入隧道, 光线感应器将自动打开近光灯。

(2) 示宽灯符号  要打开车侧/示廓灯, 请顺时针旋转灯光总开关, 对齐示宽灯符号 。每当车侧/示廓灯点亮时(包括当它们由自动前照灯控制打开时), 驾驶人信息面板中的警示符号  就会点亮。对配有日间行车灯的汽车, 每当发动机运行时, 警示符号都会点亮。

(3) 近光灯符号  要打开近光灯, 顺时针方向转动主照明开关, 以便对准该符号。只有点火开关打开之后, 才能操作近光灯。在起动发动机期间以及在熄火之后, 前照灯会自动切换到侧灯/示宽灯。

(4) 关闭照明灯 将主照明开关转到 0(关闭位置)。如果从点火锁中拔出钥匙时没有关灯, 在打开驾驶人车门时, 蜂鸣器会发出声音。这是提醒驾驶人关灯的信号。

(5) 雾灯符号  后雾灯增强了汽车在雾天的能见度。后雾灯的光线很强, 可能会使后面的汽车驾驶人感到眼花。因此, 只有在能见度很差的情况下才使用后雾灯。根据前面的说明, 将主照明开关转到近光灯的位置, 然后按下主照明开关面板上的后雾灯开关。在打开后雾灯时, 车速表中的警告灯将会亮起。再次按下开关, 关闭后雾灯。在前照灯关闭时, 后雾灯会自动关闭。在再次打开前照灯时, 如果需要打开后雾灯, 必须重新选择。

(6) 仪表板和开关面板的灯光调节按钮  和  只要从关闭位置转动主照明开关, 仪表板和开关面板就会亮起。亮度可以通过主照明开关面板上的控制按钮进行调节。按下  按钮, 增加亮度, 每次按下该按钮, 亮度将增加一级。按住该按钮不放, 可以将亮度调到最大。按下  按钮, 降低亮度, 每次按下该按钮, 亮度将降低一级。按住该按钮不放, 可以将亮度调到最小。

## 2. 转向指示灯、远光灯、前照灯闪烁和停车灯控制杆

如图 7-2 所示, 转向指示灯和远光灯控制杆位于转向盘的左边, 也可以操作停车灯和前照灯闪烁。

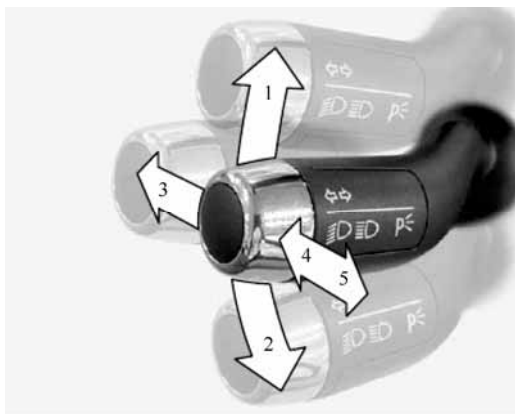





图 7-2 转向指示灯、远光灯、前照灯闪烁和停车灯控制杆


1—转向信号灯和停车灯-右转 2—转向信号灯和停车灯-左转 3—远光灯 4—近光灯 5—前照灯闪烁-向后拨并松开

(1) 转向指示器  将控制杆拨到最上面, 表示向右转; 将控制杆拨到最下面, 表示向左转。例如, 要在变换车道时, 短暂地使用转向信号灯, 分别将控制杆向上或向下拨到压点, 然后松开。转向信号灯将闪烁三次。如果控制杆到了压点时仍不松开, 相应的指示灯将一直闪烁, 直到松开控制杆。只有在点火开关打开之后, 才能操作转向信号灯。驾驶人信息显示屏上将闪烁相应的警告灯。

(2) 远光灯  在主照明开关位于近光灯位置时, 将控制杆向前推, 打开远光灯。在


打开远光灯时,车速表中的远光灯警告灯将会亮起。将控制杆向后拉,前照灯变为近光灯。

(3) 前照灯闪烁  向着转向盘拨动转向盘左侧后面的控制杆,使前照灯闪烁。在松开控制杆之前,车速表中的远光灯和相关的警告灯将会一直亮起。远光灯可能会令其他驾驶人眩目,会车时绝对不要选择远光灯或远光灯闪烁,因为这样会导致事故。

(4) 停车灯  关闭发动机并从锁中拔出钥匙。完全向上或向下移动转向灯控制杆,以便分别打开右边或左边的停车灯。在打开停车灯时,汽车相应一侧的侧灯/示宽灯将会亮起。

只有在熄火之后,才能操作停车灯。如果打开了停车灯,也就是说转向灯控制杆位于打开的位置,在驾驶人车门打开时,蜂鸣器将会发出一声警告音,并且驾驶人信息显示屏上将出现消息“停车灯已打开”。这提醒驾驶人如果不需要打开停车灯,请关闭停车灯。

### 3. 危险警告灯开关

危险警告灯的开关位于下部的中控台开关面板上。在紧急情况下,使用危险警告灯让路上的其他驾驶人或行人对该车引起注意。危险警告灯不需要点火开关打开就可以使用。例如,在接近塞车路段时,汽车失去控制以及处于其他可能危险的情形时,如正在拖车,请使用危险警告灯。在打开危险警告灯时,相应的指示灯也会同时闪烁。驾驶人仪表面板上的转向指示警告灯  和危险警告开关上的警告灯将会同时闪烁。

## 7.3.2 照明系统的工作过程

照明系统的灯光类型较多,但工作过程基本相同:激活信号通过有地址代码的开关发送到控制单元,这些信号可激活电气设备本身,也可通过数据总线系统发送激活信号到负责激活操作的控制单元,然后通过相关控制单元给照明设备供电。

### 1. 制动灯

(1) 有关的控制单元 后部车身控制模块 J393,驾驶人仪表板 J285。

(2) 控制过程 如图 7-3 所示。

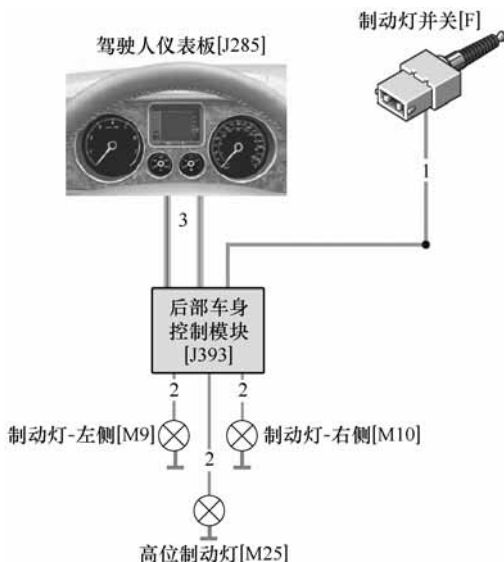


图 7-3 制动灯控制过程

- 1) 激活制动开关，使模拟电压发送到后部车身控制模块中。
- 2) 后部车身控制模块为后部制动灯供电。
- 3) 故障消息从后部车身控制模块到达驾驶人仪表板。如果制动灯有故障，显示屏中就会显示故障消息。

## 2. 前照灯

(1) 有关的控制单元 前部车身控制模块 J519、驾驶人仪表板 J285、无钥匙进入/起动系统控制模块 J518、车顶控制模块 J528。

(2) 控制过程 如图 7-4 所示。

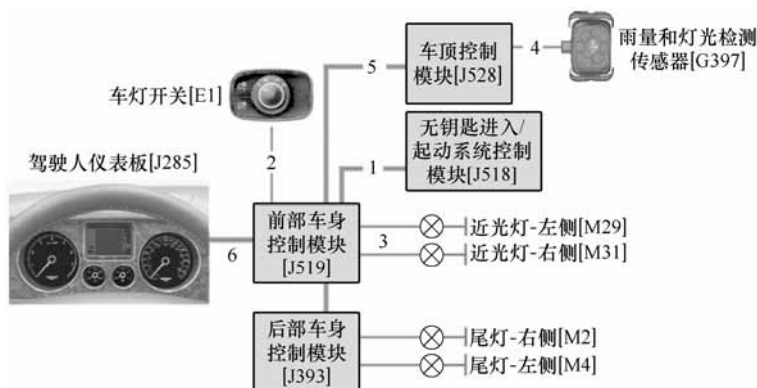


图 7-4 前照灯控制过程

- 1) “点火开关打开”信号通过舒适 CAN 数据总线到达无钥匙进入/起动系统控制模块。
- 2) 利用模拟电压信号（电压约 12V）由车灯开关激活前部车身控制模块。
- 3) 电源电流流向前照灯。
- 4) 模拟亮度信号从雨量/灯光检测传感器到达车顶控制模块。
- 5) 前照灯自动控制时，“打开近光灯”信号通过舒适 CAN 数据总线从车顶控制模块到达前部车身控制模块和后部车身控制模块。
- 6) 故障消息通过舒适 CAN 数据总线到达驾驶人仪表板。如果近光灯有故障，显示屏中就会显示故障消息。

## 3. 示宽灯和尾灯

(1) 有关的控制单元 前部车身控制模块 J519、后部车身控制模块 J393、驾驶人仪表板 J285。

(2) 控制过程 如图 7-5 所示。

- 1) 利用模拟电压由车灯开关激活前部车身控制模块。
- 2) 激活信号从前部车身控制模块到达后部车身控制模块。
- 3) 电源电流流向侧灯和尾灯。
- 4) 故障消息通过舒适 CAN 数据总线到达驾驶人仪表板。如果侧灯有故障，显示屏中就会显示故障消息。

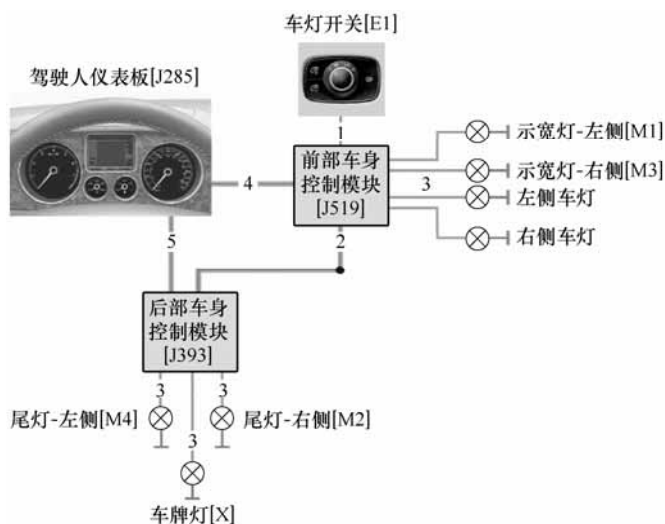


图 7-5 示宽灯与尾灯控制过程

5) 故障消息通过舒适 CAN 数据总线到达驾驶人仪表盘。如果尾灯有故障，显示屏中就会显示故障消息。

#### 4. 转向指示灯

转向指示灯可以执行以下转向指示灯控制：

- 1) 转向指示。
- 2) 危险警告灯。
- 3) 碰撞指示。

(1) 有关的控制模块 转向柱控制模块 J527、无钥匙进入/起动系统控制模块 J518、前部车身控制模块 J519、驾驶人侧车门控制模块 J386、前排乘客侧车门控制模块 J387。

(2) 转向指示控制过程 如图 7-6 所示。

- 1) “点火开关打开”信号通过舒适 CAN 数据总线到达无钥匙进入/起动系统控制模块。
- 2) “转向指示”信号从指示灯开关到达转向柱控制模块中。
- 3) “转向指示”信号通过舒适 CAN 数据总线从转向柱控制模块到达前部车身控制模块。
- 4) 电源电流流向指示灯。

5) “转向指示”信号通过舒适 CAN 数据总线从前部车身控制模块到达驾驶人车门控制模块和前排乘客车门控制模块。

6) 用于激活指示灯的信号和可能的故障消息通过舒适 CAN 数据总线从前部车身控制模块到达驾驶人仪表盘。

#### 5. 危险警告灯

(1) 有关的控制单元 前部车身控制模块 J519、驾驶人仪表盘 J285、驾驶人侧车门控制模块、前排乘客侧车门控制模块 J387。

(2) 控制过程 如图 7-7 所示。

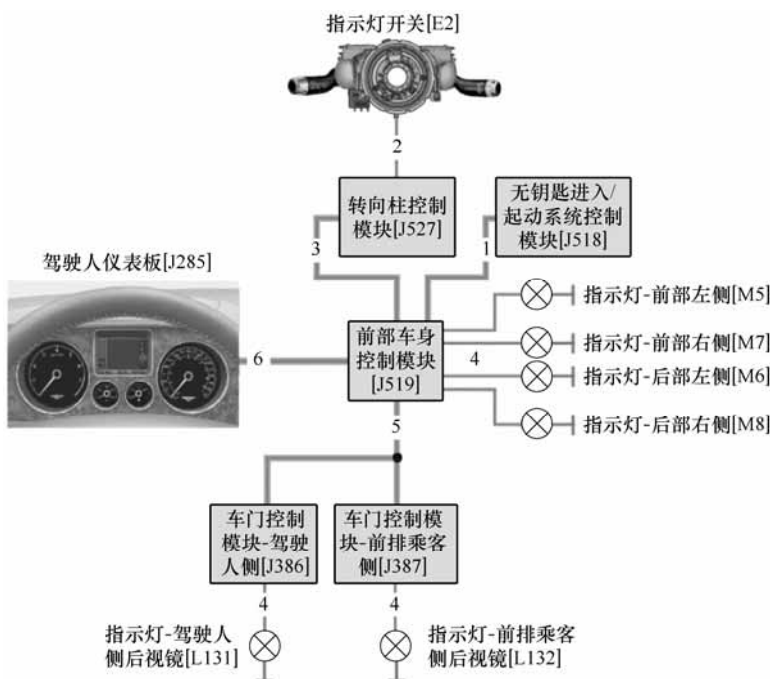


图 7-6 转向灯控制过程

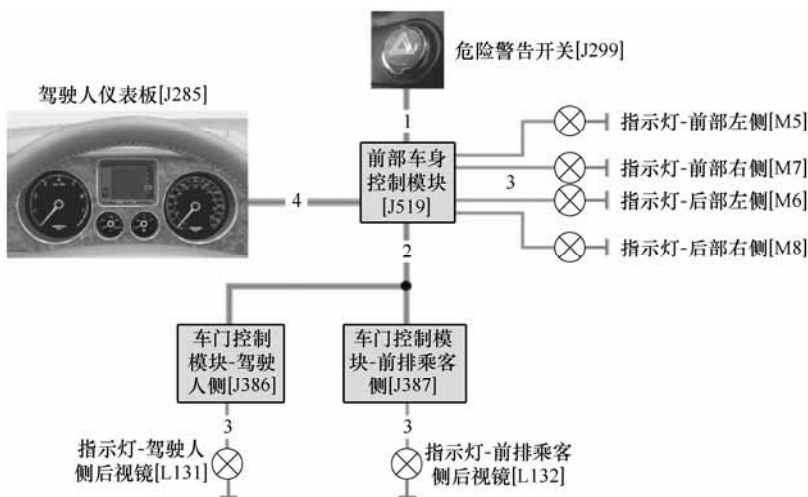


图 7-7 危险警告灯控制过程

- 1) “危险警告灯”信号从危险警告开关到达前部车身控制模块。
- 2) “危险警告灯”信号通过舒适 CAN 数据总线从前部车身控制模块到达驾驶人车门控制模块和前排乘客车门控制模块。
- 3) 电源电流流向指示灯。
- 4) 用于激活指示灯的信号、声音检查信号和可能故障消息通过舒适 CAN 数据总线从前部车身控制模块到达驾驶人仪表盘。

## 7.4 大众帕萨特照明与信号系统控制电路

大众帕萨特照明与信号系统控制电路如图 7-8~图 7-17 所示。

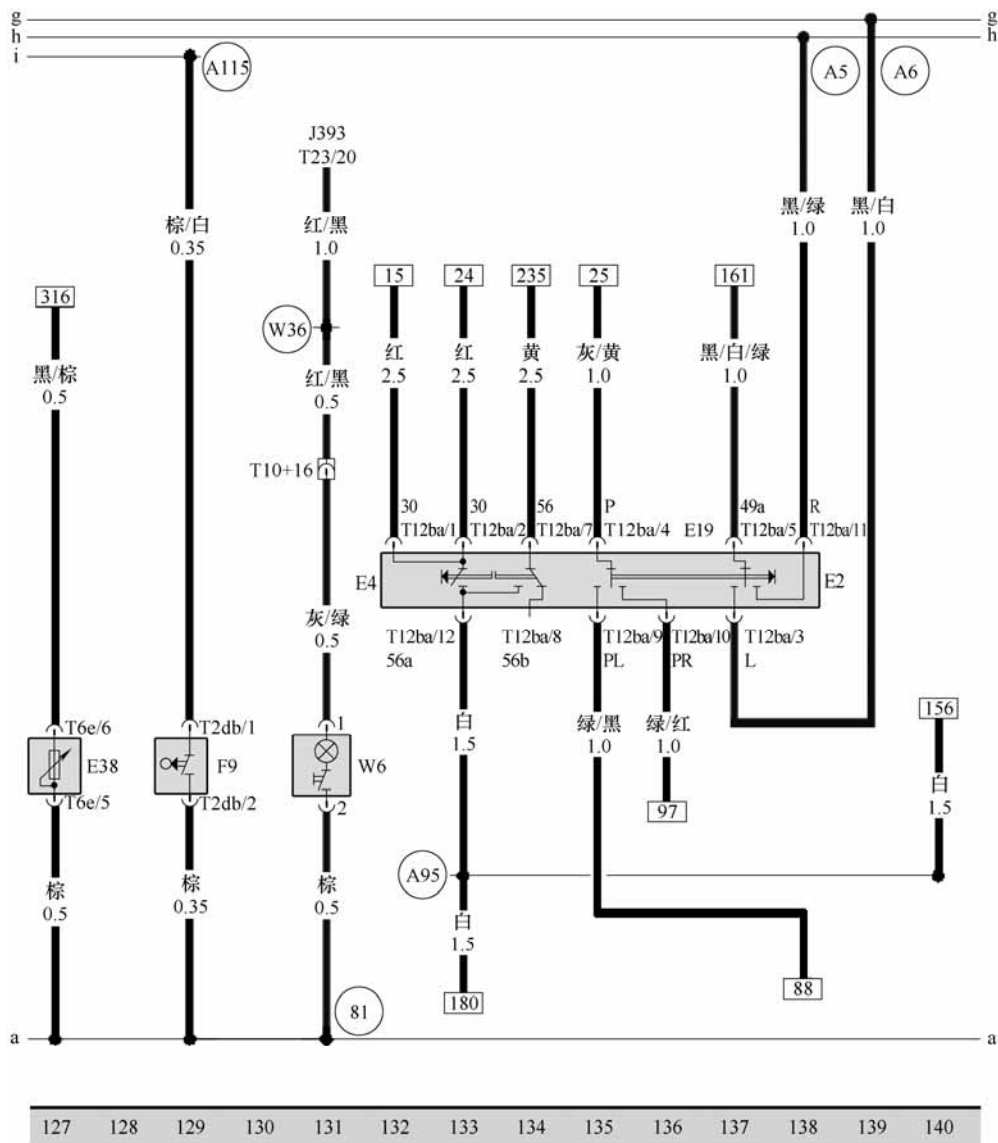


图 7-8 驻车制动报警开关、刮水间歇控制开关（4 档）、杂物箱灯、转向开关、前照灯变化开关、停车灯开关

E2—转向开关，在转向柱上部 E4—前照灯变光开关，在转向柱上部 E19—停车灯开关，在转向柱上部 F9—驻车制动报警开关，在驻车制动杆后部下方 E38—刮水间歇控制开关（4 档），在转向柱上部 J393—舒适电子系统的控制单元，在左侧搁脚空间 W6—杂物箱灯，在前排乘客侧杂物箱内左侧





图 7-9 左前转向信号灯、左侧近光灯、前雾灯、外后视镜转向信号灯、驾驶人侧车门控制单元

J386—驾驶人侧车门控制单元,在驾驶人侧车门内 L22—左侧前雾灯,在前保险杠左侧 L23—右侧前雾灯,在前保险杠右侧 L131—外后视镜转向信号灯,驾驶人侧,在驾驶人侧后视镜上 M5—左前转向信号灯,在左前照灯内 M29—左侧近光灯,在左前照灯内 Z4—驾驶人后视镜加热器,在驾驶人侧后视镜内

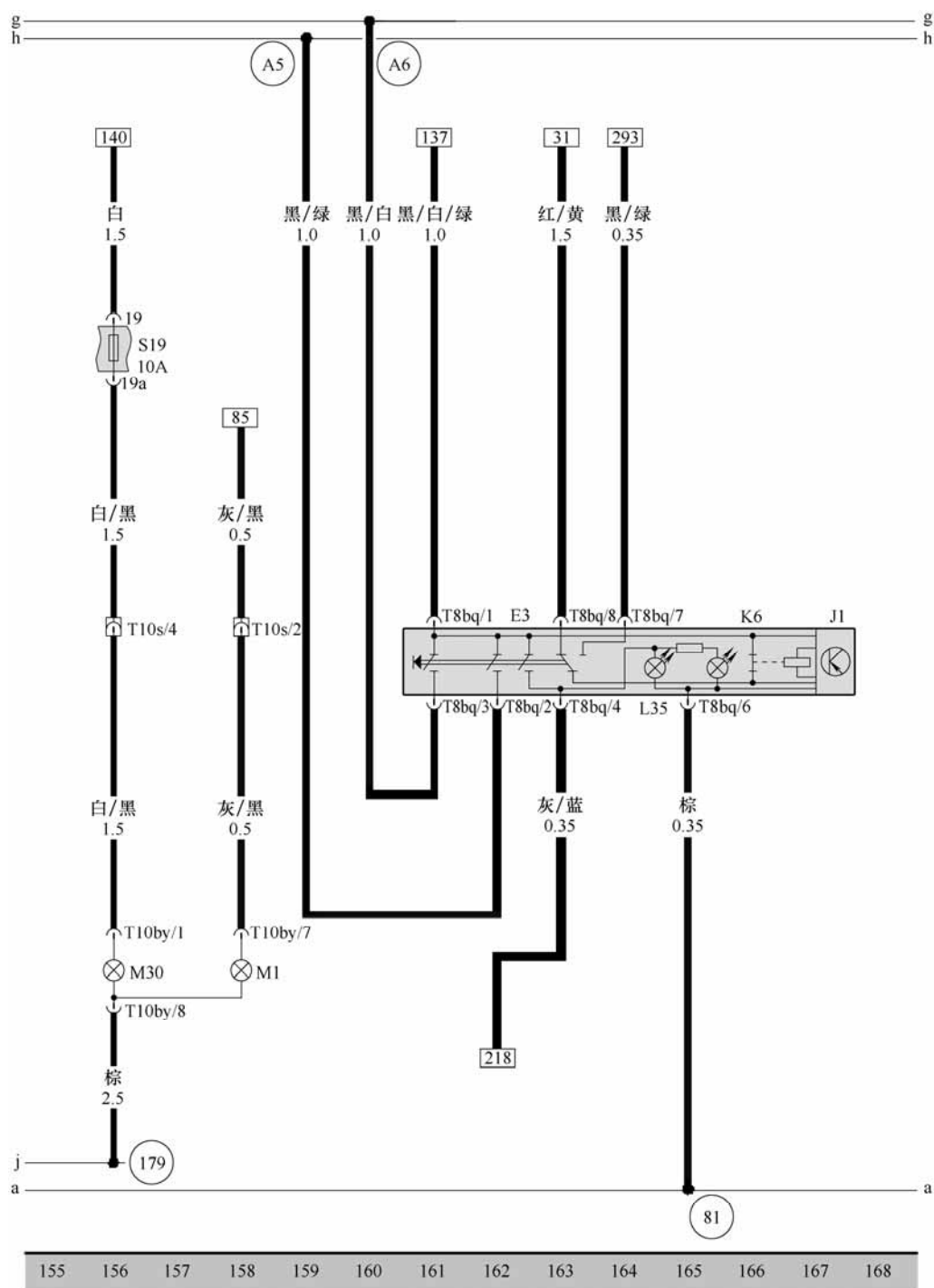


图 7-10 警告灯开关、转向继电器、左侧远光灯、警告灯开关的警告灯、警告灯开关的照明灯、左前停车灯  
 E3—警告灯开关，在仪表板中央出风口中间 J1—转向继电器 K6—警告灯开关的警告灯 L35—警告灯开关的照明灯 M1—  
 左前停车灯，在左前照灯内 M30—左侧远光灯，在左前照灯内 S19—熔丝 19，10A，左侧远光灯熔丝，在熔丝架上

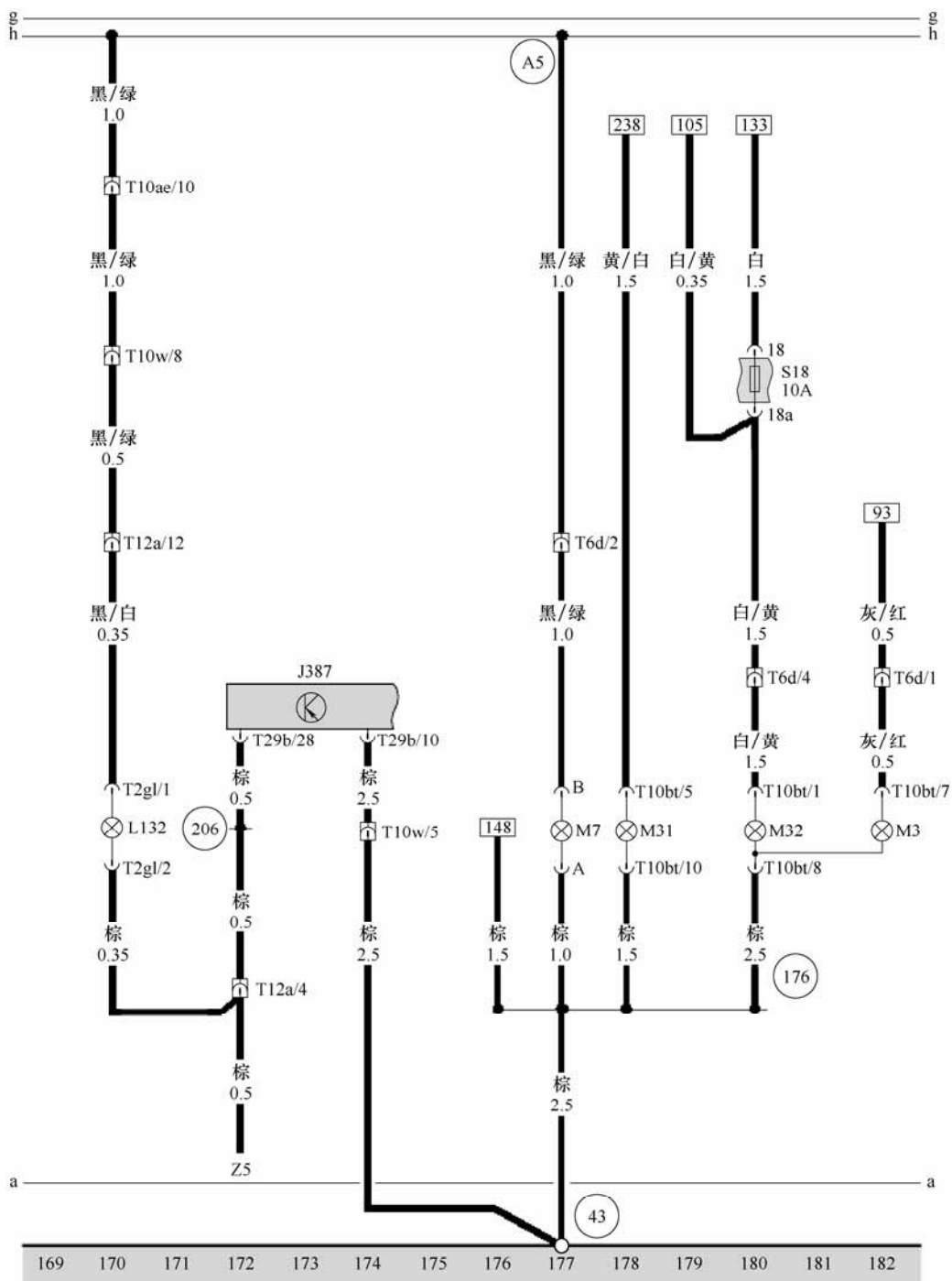


图 7-11 右前车门控制单元、外后视镜转向信号灯、右前停车灯、右前转向信号灯、右侧近光灯、右侧远光灯  
J387—右前车门控制单元，在右前车门内 L132—外后视镜转向信号灯。前排乘客侧，在前排乘客侧后视镜上 M3—右前停车灯，在右前照灯内 M7—右前转向信号灯，在右前照灯内 M31—右侧近光灯，在右前照灯内 M32—右侧远光灯，在右前照灯内 S18—熔丝 18，10A，右侧远光灯、远光灯指示灯熔丝，在熔丝架上 Z5—右前后视镜加热器，在右前后视镜内

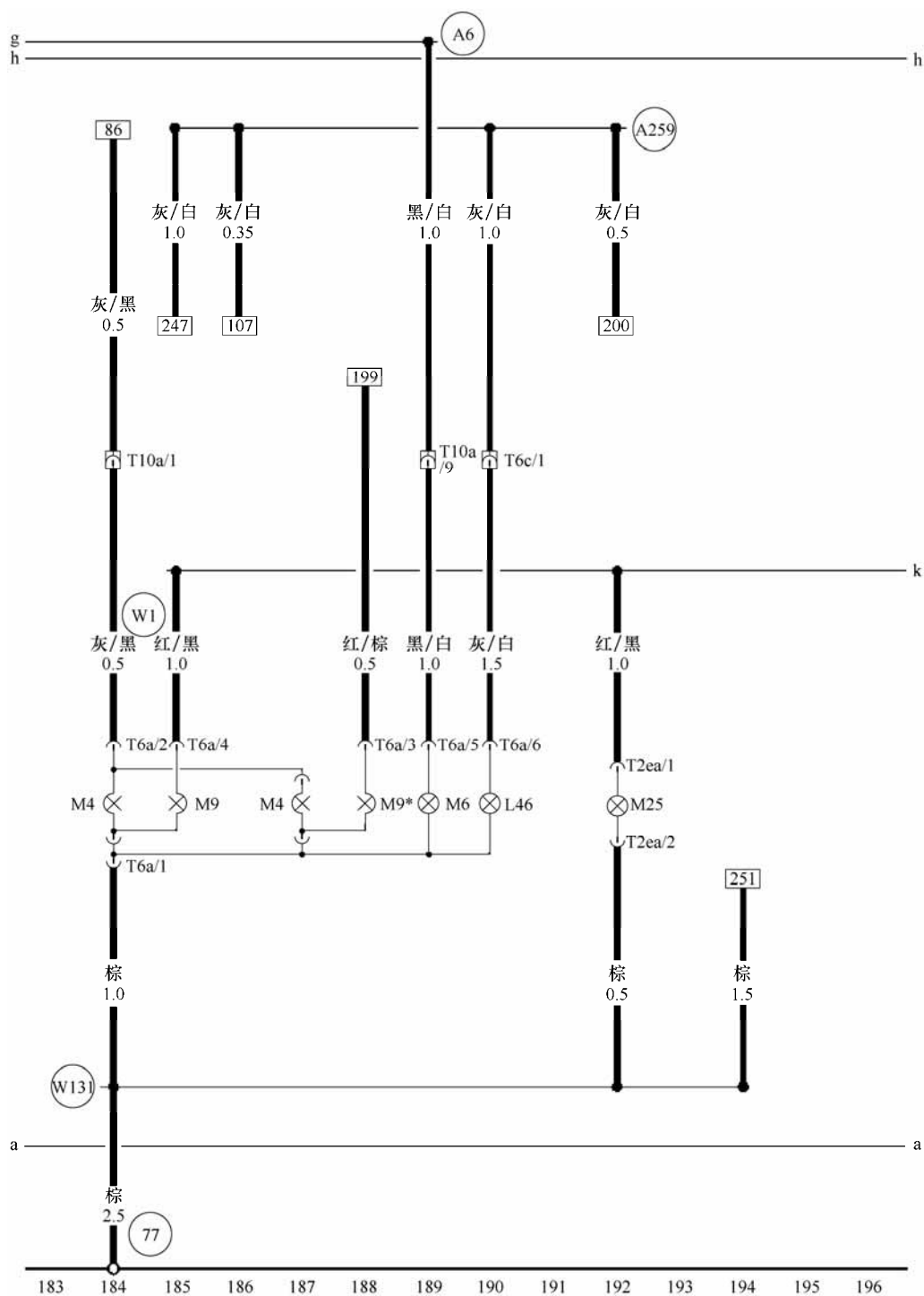


图 7-12 左后雾灯、左后转向信号灯、左侧制动灯、左侧尾灯、高位制动灯、在左侧尾灯内的下制动灯

L46—左后雾灯 M4—左侧尾灯 M6—左后转向信号灯 M9—左侧制动灯 M9\*—左侧尾灯内的下制动灯

M25—高位制动灯，在后窗玻璃下方中间

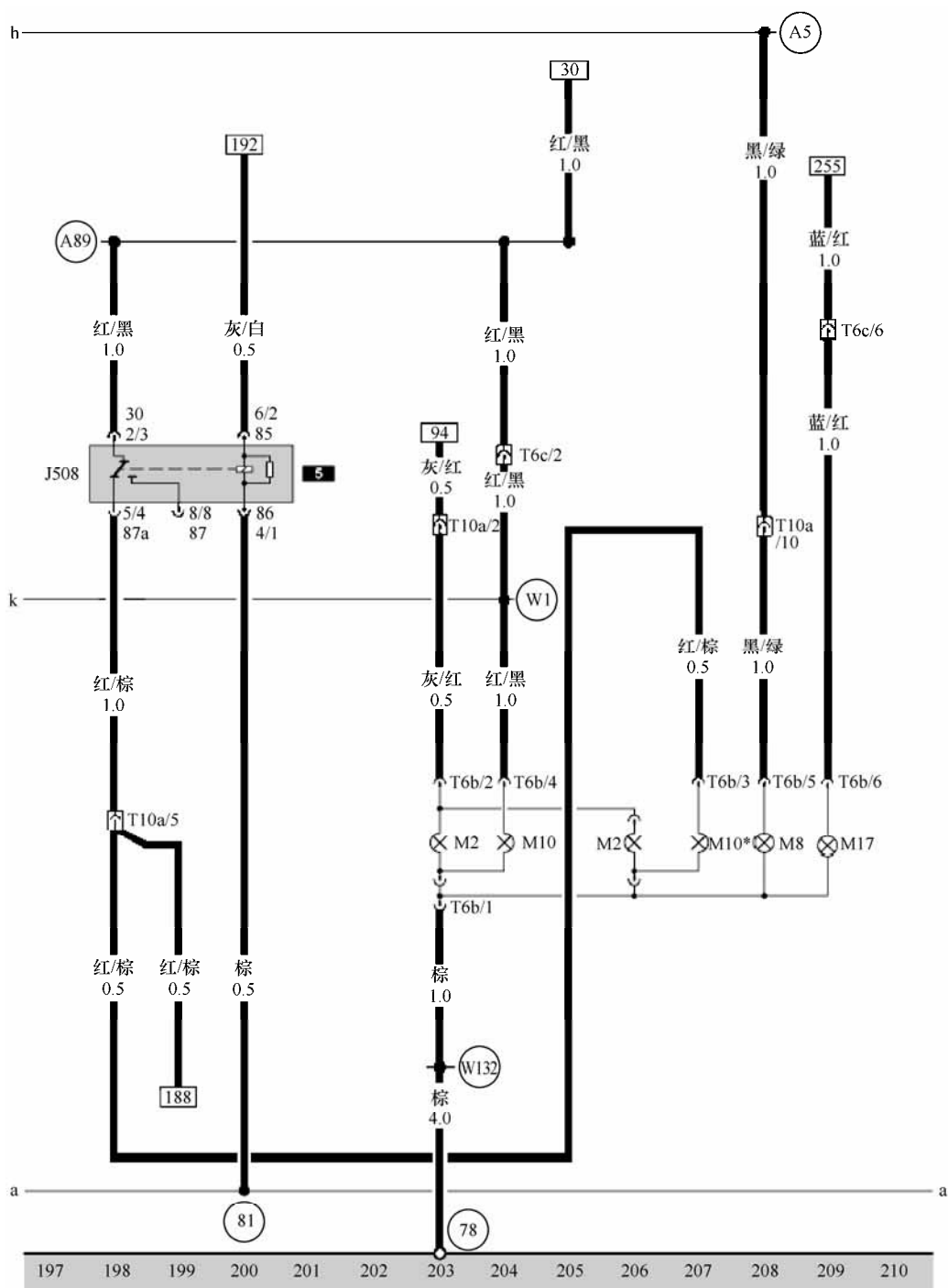


图 7-13 制动灯功能抑制继电器、右侧尾灯、右后转向灯、右侧制动灯、右侧车灯、在右侧尾灯内的下制动灯  
J508—制动灯功能抑制继电器，橙色插座，在 13 位置继电器板上 5 号位（205 继电器） M2—右侧尾灯 M8—右后  
转向信号灯 M10—右侧制动灯 M10\*—在右侧尾灯内的下制动灯 M17—右侧倒车灯



熔丝，在熔丝架上 U1一点烟器，在变速杆前方中央通道上

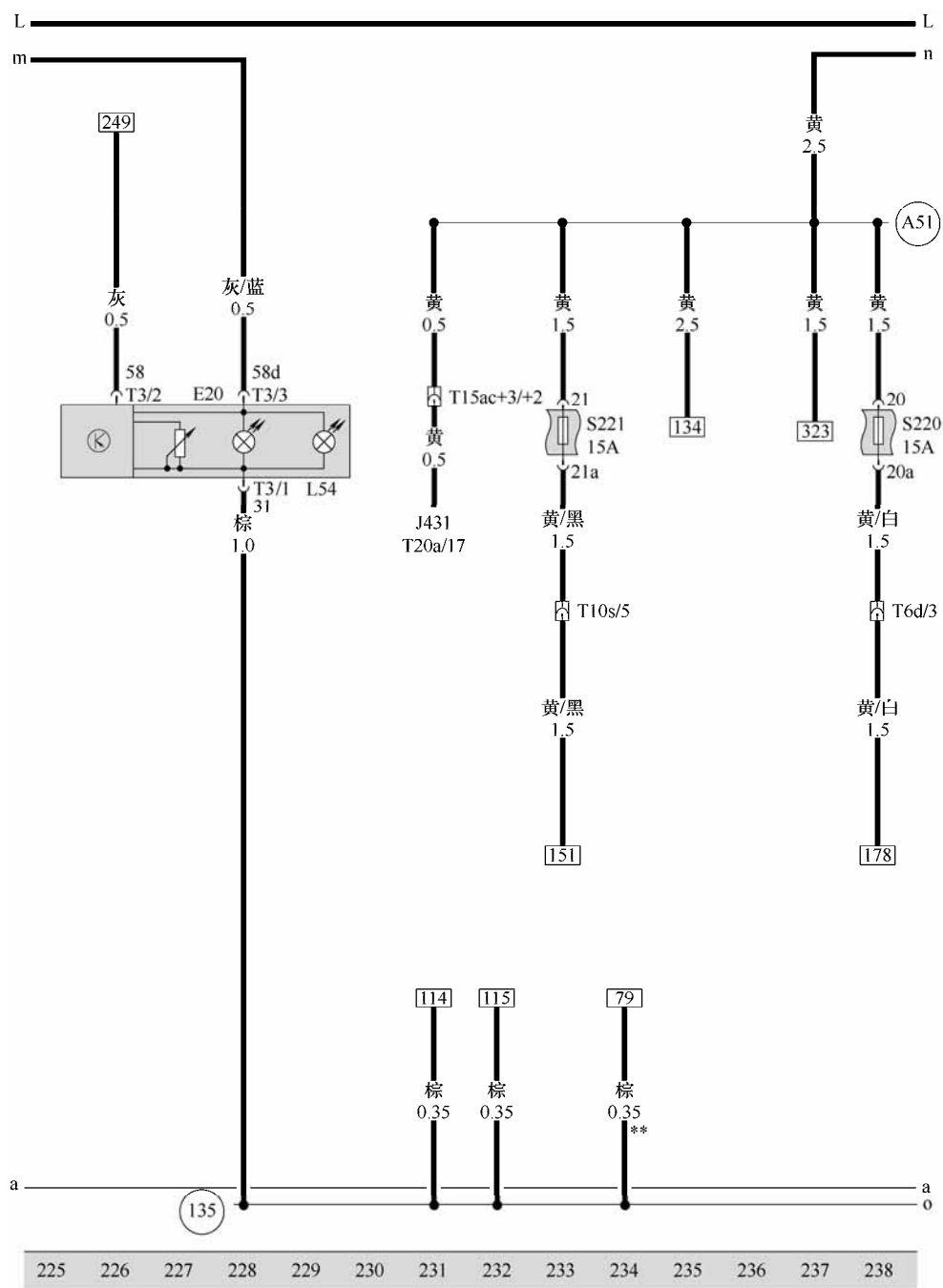


图 7-15 开关和仪表照明控制、开关和仪表照明控制照明灯

E20—开关和仪表照明控制，在仪表板左侧中部 J431—前照灯调节器控制单元，在行李箱内左侧 L54—开关和仪表照明控制照明灯 S220—熔丝 20，15A，右侧近光灯、右充电前照灯控制单元熔丝，在熔丝架上 S221—熔丝 21，15A，左侧近光灯，左充电前照灯控制单元熔丝，在熔丝架上 \*\*—用于配有手动空调的汽车



图 7-16 灯光开关、雾灯开关、灯光开关照明灯、开锁按钮、牌照灯

E1—灯光开关，在仪表板左侧中部 E18—雾灯开关，在仪表板左侧中部 E234—开锁按钮，行李箱盖把手 F218—行李箱盖中央闭锁开关，在行李盖后部右侧 J393—舒适电子系统控制单元，在驾驶人侧地毯下方 L9—灯光开关

照明灯 S4—熔丝 4, 5A, 牌照灯熔丝, 左熔丝架上 S236—熔丝 36, 15A, 后雾灯警告灯、  
左后雾灯、前雾灯熔丝, 在熔丝架上 X—牌照灯, 在行李箱后部



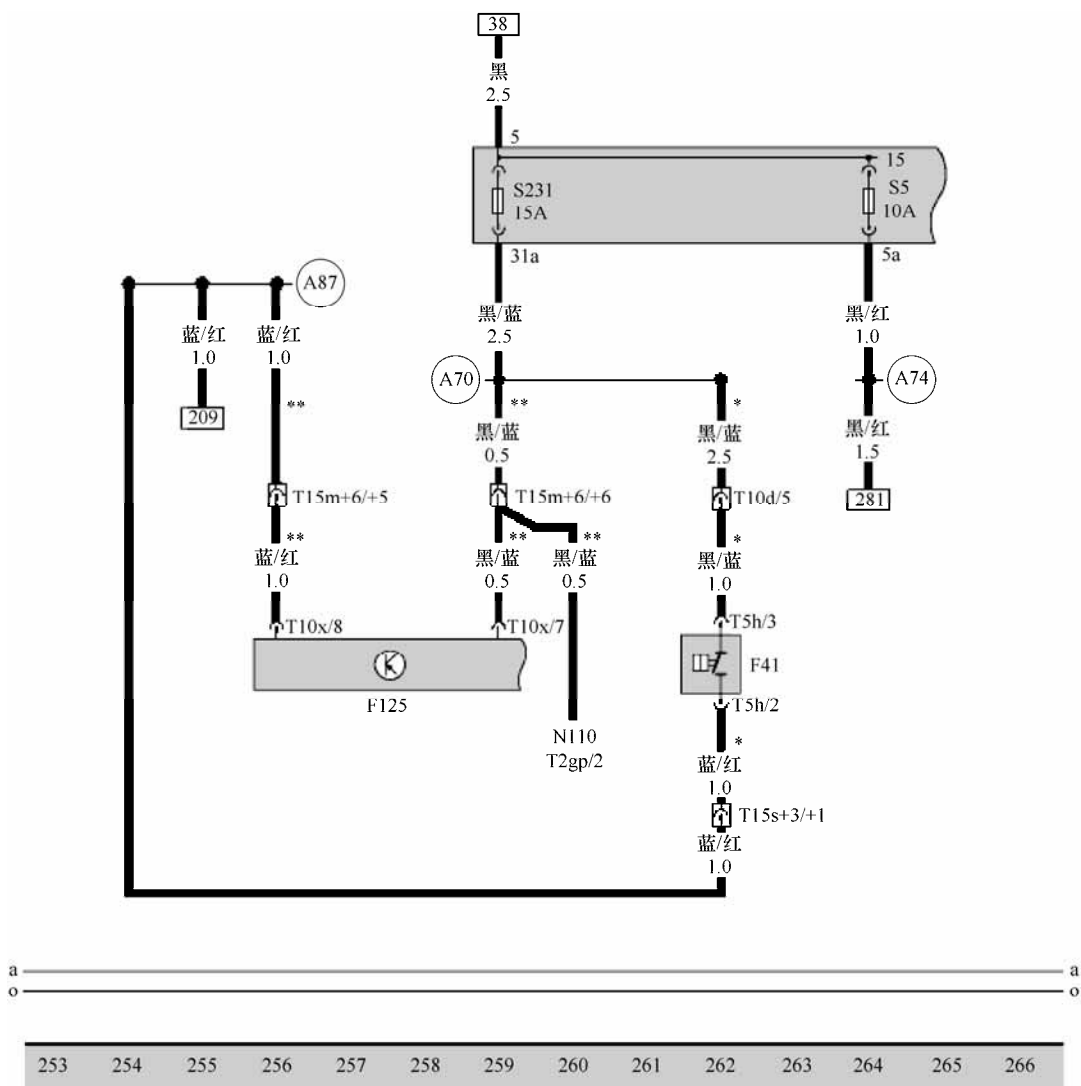



图 7-17 多功能开关、倒车开关

F41—倒车开关，在变速器左侧上方 F125—多功能开关，在变速器左侧传动法兰后部 N110—变速杆锁止电磁阀，在变速杆前方 S5—熔丝 5，10A，机油状态传感器、电磁离合器、安全气囊螺旋电缆连接器、自动空调控制单元、空调器压力开关、座椅加热器调整开关熔丝，在熔丝架上 S231—熔丝 31，15A，多功能开关、变速锁止电磁阀、倒车开关、自动防眩目内部后视镜、变速杆 P/N 警告灯熔丝，在熔丝架上 \*—用于配有手动变速器的汽车 \*\*—用于配有自动变速器的汽车

## 1. 前照灯手动控制电路

(1) 近光灯控制电路 点火开关打开，照明开关旋至第三档（符号 ），供电电压经点火开关、照明开关端子 T17/1（索引编码 243，简称 243，下同）、第三档端子 T17/4、黄 2.5 线、黄 1.5 线（233）、熔丝 S221、黄/黑 1.5 线、T10s/5、T10by/5（151）、左前近光灯 M29、T10by/10、棕 1.5 线、搭铁点 30 处搭铁，近光灯点亮。

(2) 远光灯控制电路 远光灯的操作方式为,将转向盘左侧的变光操作杆向前推送。点火开关打开,照明开关旋至第三档,供电电压经点火开关、照明开关端子 T17/1 (243)、第三档端子 T17/4、黄 2.5 线、黄 2.5 线 (235)、黄 2.5 线 (134)、前照灯变光开关的端子 T12ba/7、端子 T12ba/12、白 1.5 线,在 A95 处,分别流向右侧远光灯 M32 (180) 和左侧远光灯 M30 (156),又分别在搭铁点 179 和搭铁点 176 处接地,远光灯点亮。

(3) 变光控制电路 变光开关的操作方式是将位于转向盘左侧的变光开关操作杆向后回拨。在远光灯开关未打开、变光开关未操作时,远光灯的供电电压在变光开关 E4 处的流向为 T12ba/7 端子、T12ba/8 端子,电流不能形成回路,远光灯不亮。将变光开关操作杆向后回拨时,供电电压经红 2.5 线 (133)、E4 的 T12ba/2 端子、T12ba/12 端子、白 1.5 线,在 A95 处,分别流向右侧远光灯 M32 (180) 和左侧远光灯 M30 (156),又分别在搭铁点 179 和搭铁点 176 处搭铁,远光灯点亮,照明方式由近光变回远光;松开变光开关操作杆,E4 的 T12ba/2 端子和 T12ba/12 端子断开连接,远光灯熄灭,恢复近光灯照明。


## 2. 转向灯控制电路


转向灯的控制主要通过转向灯控制杆上拨和下拨动作来完成。将控制杆拨到最上面,表示向右转;将控制杆拨到最下面,表示向左转。

(1) 左前转向灯控制电路 点火开关打开,控制杆拨到最下面,供电电压经灰/黄 1.0 线、E2 的 T12ba/4 端子、T12ba/9 端子 (135)、绿/黑 1.0 线、熔丝 S223 (85)、灰/黑 0.5 线、左前转向灯 M1 (158)、棕 2.5 线、搭铁点 179 搭铁,M1 (位于左前照灯总成内) 点亮。

(2) 右前、左后、右后转向灯控制电路 右前、左后、右后以及有些车辆配备的左倒车镜、右倒车镜转向灯控制电路与左前转向灯控制电路类似。

## 3. 示宽灯控制电路

左前示宽灯和左侧尾灯的控制电路通过照明开关 E1 的 1 档 (符号: ) 接通: 供电电压为蓄电池电压,经红 2.5 线 (242)、照明开关 E1 的 1 档、绿/黑 0.5 线 (240)、绿/黑 0.5 线 (89)、熔丝 S223, S223 处分为两条供电电路,一条经灰/黑 0.5 线 (85)、灰/黑 0.5 线 (158)、左前示宽灯 M1、棕 2.5 线、搭铁点 179 处搭铁,左前示宽灯点亮;一条经灰/黑 0.5 线 (86)、灰/黑 0.5 线 (184)、左侧尾灯 M4、棕 1.0 线在搭铁点 77 处搭铁,左侧尾灯点亮。

右前示宽灯和右侧尾灯的控制电路通过照明开关 E1 的 1 档 (符号: ) 接通: 供电电压为蓄电池电压,经红 2.5 线 (242)、照明开关 E1 的 1 档、绿/红 0.5 线 (241)、熔丝 S222 (94), S222 处分为两条供电电路,一条经灰/红 0.5 线 (93)、灰/红 0.5 线 (182)、右前示宽灯 M3、棕 2.5 线、搭铁点 176 处搭铁,右前示宽灯点亮;一条经灰/红 0.5 线 (94)、灰/红 0.5 线 (203)、右侧尾灯 M2、棕 1.0 线在搭铁点 78 处搭铁,右侧尾灯点亮。

## 4. 雾灯控制电路

(1) 前雾灯控制电路 当点火开关置于位置 2、灯光开关 E1 置于位置灯状态或近光灯的灯切换开关扳到第一个档位 (即雾灯开关 E18 前雾灯触点接通) 时,前雾灯启亮,其电流路径: 由 75X 线经黑/黄 4.0 线、黑/黄 1.5 线、熔丝 S236、雾灯开关 E18 (端子 T17/2、端子 T17/8)、

白/绿 1.5 线分别至左侧前雾灯 L22 和右侧前雾灯 L23, 再由棕 1.5 线搭铁。

(2) 后雾灯控制电路 当点火开关置于位置 2、灯光开关 E1 置于位置灯状态或近光灯的灯切换开关扳到第二个档位(即雾灯开关 E18 前、后雾灯触点均接通)时, 前、后雾灯均启亮, 其电流路径: 由 75X 线经黑/黄 4.0 线、黑/黄 1.5 线、熔丝 S236 至雾灯开关 E18(端子 T17/2、端子 T17/9) 后, 由灰/白 1.0 线分为三路:

第一路由灰/白 0.35 线至组合仪表 J285 内的后雾灯警告灯 K13, 启亮后雾灯警告灯 K13。

第二路由灰/白 1.0 线、灰/白 1.5 线至左后雾灯 L46, 启亮左后雾灯 L46。

第三路由灰/白 0.5 线至制动灯功能抑制继电器 J508, 制动灯功能抑制继电器 J508 通电后使左侧后组合灯内的下制动灯 M9 和右侧后组合灯内的下制动灯 M10 中灯丝熄灭, 使亮度降低。

## 5. 牌照灯与仪表板照明电路

当点火开关置于位置 2、灯光开关 E1 置于位置灯状态或近光灯位置时, 供电电压经红 16.0 线、红 4.0 线、红 2.5 线至灯光开关 E1(端子 T17/15)、灰 1.5 线后分为两路:

第一路由灰 1.5 线经灰 1.0 线、熔丝 S4、灰/黄 0.5 线至牌照灯 X 后通过红 0.5 线、棕 1.5 线、棕 2.5 线搭铁, 启亮牌照灯 X。

第二路灰 1.5 线经灰 0.5 线至开关和仪表照明控制 E20, 为开关和仪表照明控制 E20 提供电源。开关和仪表照明控制 E20 直接向开关和仪表照明控制照明灯 L54 供电, 并经棕 1.0 线、棕 4.0 线、棕 6.0 线搭铁, 启亮仪表照明控制照明灯 L54; 开关和仪表照明控制 E20(端子 T3/3) 经灰/蓝 0.5 线分别至点烟器照明灯 L28、后部中间烟灰缸照明灯 L50、灯光开关照明 L9, 通过棕色线搭铁, 启亮点烟器照明灯 L28、后部中间烟灰缸照明灯 L50 和灯光开关照明 L9; 开关和仪表照明控制 E20(端子 T3/3) 经灰/蓝 0.5 线、灰/蓝 0.35 线分别至左侧仪表板通风照明灯 L67、中央仪表板通风照明灯 L68、右侧仪表板通风照明灯 L69、中部后座区出风口照明 L87、数字显示照明灯 L75、警告灯开关照明灯 L35, 通过棕色线搭铁, 启亮上述各照明灯。

通过调节开关和仪表照明控制 E20 内的滚动旋钮来调节仪表灯以及内饰开关调整夜间照明亮度。

## 6. 制动灯控制电路

当踩下制动踏板时, 制动灯开关 F 闭合, 制动灯启亮, 其电流路径: 由蓄电池正极(或发电动机 B 接线柱)经红 16.0 线、红 6.0 线、熔丝 S13、红/黄 1.0 线至制动灯开关 F, 由红/黑 1.0 线分为两路:

一路由红/黑 1.0 线至左侧制动灯 M9、右侧制动灯 M10 和高位制动灯 M25 经棕色线搭铁, 启亮各制动灯。

另一路由红/黑 1.0 线经制动灯功能抑制继电器 J508、红/棕 1.0 线、红/棕 0.5 线分别至于左侧后组合灯内的下制动灯 M9 和右侧后组合灯内的下制动灯 M10 后经棕色线搭铁。当雾灯开启时, 制动灯功能抑制继电器 J508 通电后使内部的开关触点旁路, 左侧后组合灯内的下制动灯 M9 和右侧后组合灯内的下制动灯 M10 中灯丝熄灭, 使亮度降低。

## 本章小结

- 1) 汽车照明系统也被称为汽车灯系，按用途可分为一般照明系统与灯光信号系统两部分。一般照明系统又可以分为车外照明和车内照明两部分。
- 2) 一般照明系统包括前照灯、雾灯、牌照灯、组合仪表灯、顶灯、行李箱灯。
- 3) 灯光信号系统包括转向信号灯、危险警告灯、制动灯、倒车灯、尾灯、示宽灯、日间行车灯。
- 4) 大众、奥迪汽车的照明总开关一般位于仪表板左侧，一般包括照明旋钮开关、仪表板/开关照明亮度调节开关和雾灯开关。
- 5) 照明系统的灯光类型较多，但工作原理基本相同：激活信号通过有地址代码的开关发送到控制单元，这些信号可激活电气设备本身，也可通过数据总线系统发送激活信号到负责激活操作的控制单元，然后通过相关控制单元给照明设备供电。

# 第8章

## 大众、奥迪汽车组合仪表

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 了解组合仪表的功能。
- 2) 熟悉组合仪表部件的结构和工作原理。
- 3) 了解组合仪表电路分析方法。
- 4) 熟悉组合仪表部件常见故障的分析方法。

#### 能力目标:

- 1) 熟悉维修手册的使用方法。
- 2) 学会组合仪表部件的检测方法。
- 3) 学会组合仪表常见故障诊断和排除方法。

## 8.1 组合仪表概述

组合仪表是反映车辆各个系统工作状况的装置。为了使驾驶人随时观察与掌握汽车各系统的工作状态，在驾驶室组合仪表板上设有各种指示仪表。

随着汽车排放、节能、安全和舒适性等使用性能不断提高，使得汽车电子控制装置的应用程度也越来越高。汽车电子控制装置不仅能够迅速、准确地处理各种信息，而且通过电子仪表显示出来，使驾驶人及时了解汽车的运行状态并妥善处理各种情况。

目前，传统的机械仪表已经被现代电子组合仪表所取代。汽车电子组合仪表不仅具有现有的车速、里程、发动机转速、油量、冷却液温度、方向灯指示等指示功能，还具有机油压力、燃油量、冷却液温度、轮胎气压、制动装置、安全气囊、发动机自检等报警功能。

## 8.2 组合仪表的组成

大众、奥迪汽车组合仪表由驾驶人仪表板和警告灯两个部分组成。

如图 8-1 所示，驾驶人仪表板主要包括车速里程表、发动机转速表、冷却液温度表、燃油表、信息显示面板等。

如图 8-2 所示，警告灯主要包括安全气囊警告灯、安全带提示灯、ESP 警告灯、ABS 警告灯、排放故障灯、驻车制动警告灯、EPC 警告灯等。



图 8-1 驾驶人仪表板



图 8-2 警告灯

### 8.2.1 驾驶人仪表板

#### 1. 发动机转速表

如图 8-3 所示，转速表显示发动机转速，其单位为 r/min。例如，如果指针直接指向 2，则表示发动机转速为 2000 r/min。

刻度盘上红色区域的起点（6250 r/min）表示最大的发动机安全转速，当发动机发热并且在正常运行之后可能会达到这个转速。一般建议在指针指向红色区域之前将变速杆推到 D 位（或者减小变速器的压力）。

## 2. 发动机冷却液温度表


温度的显示单位为摄氏度。如图 8-4 所示，当指针处于 60℃ 刻度以下时，请避免发动机转速过高和发动机负荷过大。在正常驾驶情况下，指针应处于 60℃ 和温度表红色区域的起点之间。当发动机负荷较大时（特别是车外温度过高时），温度可能会升高。只要显示区域的警告灯和信息文本不点亮，这种情况就很正常，不需要担心。如果指针处于红色警示区，而且显示区域的符号  和信息文本点亮，则表明冷却液温度过高或冷却液液位过低。



图 8-3 发动机转速表

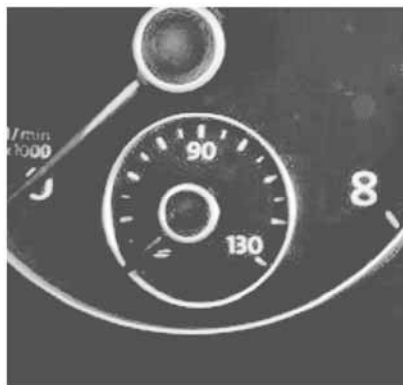



图 8-4 发动机冷却液温度表

## 3. 燃油表

如图 8-5 所示，油箱可容纳 50~90L 的燃油。显示屏仅在点火开关打开时才会工作。当指针下滑到保留区时，驾驶人信息面板上将显示加油符号  和文本“请加油”。同时，声音报警将响起，以提醒加油。此时，油箱里仍有近 10L 的燃油。

## 4. 车速里程表

如图 8-6 所示，根据规格的不同，车速里程表显示的汽车速度单位为“km/h”或“mile/h”。可以设置最高车速限制，只要车速超过设定值（如 200km/h）就会响起声音警报。

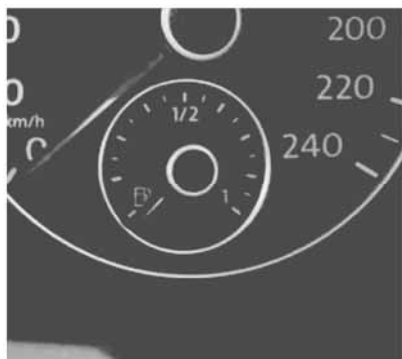


图 8-5 燃油表



图 8-6 车速里程表

## 5. 驾驶人信息面板

驾驶人信息面板通过符号和文本提供汽车操作状态的信息，它具有永久显示功能，它可以是可选显示，也可以是自动显示，如图 8-7 所示。

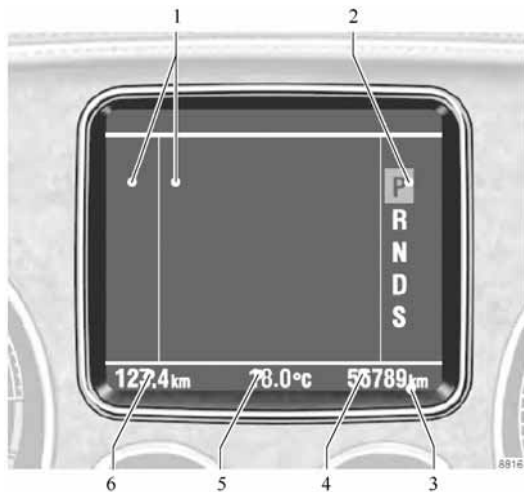


图 8-7 驾驶人信息面板

1—可选显示和自动显示 2—变速杆位置 3—永久显示 4—总行程 5—车外气温显示 6—短程里程器

1) 这两个显示区有可选显示和自动显示。可选显示为设置、行程数据、显示、导航、电话、音频/电视。自动显示为符号和警示，不能由驾驶人人为选择。

2) 此显示区显示档位，同时会突出显示当前变速杆的位置。

3) 此显示区可永久显示。

4) 总行程显示。显示的行程单位可以是 km 或 mile。

5) 车外气温显示。显示的温度单位可以是摄氏度或华氏度。车外气温显示的范围为 $-40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。车外气温为 $4\sim -40^{\circ}\text{C}$ 时，除显示车外气温之外还会显示结冰警告符号。此警示会闪烁 5s 左右，然后持续点亮，直到车外气温升到 $6^{\circ}\text{C}$ 以上为止。汽车静止或以极低速度行驶时，由于发动机或辅助加热器会散发热量，显示的温度可能会比实际车外温度稍高。

6) 短程里程器显示。显示的行程单位可以是 km 或 mile。它显示自上次短程重置后行驶的里程，可用来测量短行程。短程里程器的最后一位数表示 100m 距离。

面板提供的基本信息可由驾驶人选择。但是，系统可能会忽略所选显示，以提供其他的系统状态符号和消息。而且还会响起声音警报，以提醒驾驶人注意情况。驾驶人信息分为两个等级：1 级警报显示和 2 级警报显示。1 级警报将持续显示，直到显示条件不复存在为止。当出现一个以上的 1 级警报时，每个警报将依次显示近 5s。

当显示除 1 级警报之外的警报时，将显示近 10s 的符号和消息。在显示期间，驾驶人在大多数情况下可按转向盘上的 OK（确认）按钮进行干预。显示时间过后或在驾驶人干预后：

1) 消息将消失，伴随的符号也将恢复为面板顶部的小版显示。

2) 消息面板返回到基本选择。



3) 如存储一个以上的符号, 符号将沿面板顶部水平显示。

状态警报会随着每一个点火循环重新显示, 除非显示标准已更改, 如汽车加油后低油量警报就会停止显示。如存储一个以上的符号, 它们将在每次点火循环后依次显示。当存在 1 级警报时, 其他警报无法显示。

8.2.2 警告灯

警告灯会指示一些不同的功能和有可能存在的故障, 见表 8-1。警告灯可能显示在仪表板上, 也有可能显示在驾驶人信息面板上。

某些警告灯仅显示或额外显示在驾驶人信息面板上。红色和黄色符号表示应优先处理的故障, 同时还会显示额外信息。红色表示非常严重的故障或重要的信息, 黄色代表一般重要的信息。

表 8-1 警告灯符号含义

序 号	符 号	颜 色	描 述
1		黄色	气囊和安全带预紧装置报警
2		红色	安全带报警
3		黄色	电子稳定程序警告灯
4		黄色	防抱死制动系统报警
5		黄色	排放控制报警
6		红色	电子驻车制动报警
7		黄色	发动机控制 (电子节气门) 报警。
8		绿色	拐弯信号
9		红色	交流发电机故障报警
10		红色	制动系统故障
11		黄色	辅助加热
12		黄色	后雾灯
13		蓝色	前照灯远光
14		绿色	示宽灯
15		红色	需要驾驶人干预: 踩下制动踏板! 适用于安装了 ACC 的汽车
16		黄色	防盗系统指示灯

1. 气囊和安全带预紧装置警告灯

该警告灯监控车内所有的气囊和安全带预紧装置, 其中包括控制装置和接线。警告灯如出现以下情况, 必须检查系统:

1) 点火开关打开后不点亮。

- 2) 点火开关打开约 10s 后不熄灭。
- 3) 熄灭，但在点火开关打开后又点亮。
- 4) 在汽车行驶时点亮或闪烁。

如发生故障，警告灯会持续点亮。

## 2. 安全带警告灯

点火开关打开后，转速表中的警告灯点亮大约 6s 并伴随声音警报，以提醒乘员系上安全带。此外，驾驶人信息面板上的消息“驾驶人：请系安全带”将出现 6s。声音警报停止，消息“驾驶人：请系安全带”在 6s 后或在驾驶人系上安全带后熄灭。

- 1) 驾驶前请始终正确系上安全带。
- 2) 驾驶前请指示乘客正确系安全带。
- 3) 使用适合儿童身体大小和年龄的儿童保护系统以保护儿童。

## 3. 电子稳定程序 (ESP) 警告灯

此警告灯监控电子稳定程序。该警告灯具有以下功能：

- 1) 点火开关打开后，警告灯点亮 2s 左右。
- 2) 驾驶期间启用 ESP 时，警告灯快速闪烁。
- 3) ESP 切换到运动牵引模式或动态模式时（如已安装），警告灯缓慢闪烁（大约每秒 1 次）。

- 4) ESP 关闭时警告灯持续点亮。
- 5) 如 ESP 发生错误，警告灯会持续点亮。

- 6) 如 ABS 发生错误，警告灯也会持续点亮，这是因为 ESP 与 ABS 配合操作。

如果发动机起动后警告灯点亮并一直持续点亮，这可能意味着控制系统已暂时关闭功能。

在这种情况下，关闭点火开关并再次打开，可以重新启用 ESP。如果警告灯熄灭，这意味着系统功能完全正常。

## 4. 防抱死制动系统 (ABS)

该警告灯监控防抱死制动系统 (ABS)。点火开关打开后，警告灯点亮 2s 左右。系统通过自动连续测试后，警告灯熄灭。如果出现以下情况，则表明 ABS 出现故障：

- 1) 点火钥匙扭至正确位置后，警告灯不点亮。
- 2) 几秒后警告灯不熄灭。
- 3) 警告灯在汽车行驶时点亮。

汽车仍然可以通过正常方式制动，但应格外小心，因为 ABS 控制功能将不起作用。如果 ABS 发生故障，ESP 警告灯也会点亮。

## 5. 排放控制警告灯

此警告灯监控排放控制系统。排放控制警告灯闪烁，必须停车熄火。废气中的未完全燃烧的燃油可能会损坏催化转换器。排放控制警告灯点亮行驶期间发生故障，导致排放控制系统操作受影响（如氧传感器故障）。

## 6. 电子驻车制动

此警告灯在驻车制动时（点火开关打开时）会点亮。

如果电子驻车制动的紧急制动功能启用，将发出声音警报信号，同时驾驶人信息面板上将闪烁警告灯。

### 7. 发动机控制（EPC）

此警告灯会监控发动机控制系统。EPC（电子节气门）警告灯在点火开关打开时点亮，以表示警告灯正常运行。它在发动机运行时应熄灭。行驶时发动机控制如发生故障，此警告灯将点亮。

### 8. 拐弯信号

当拐弯信号运行时，相关指示灯将闪烁。

根据运行的拐弯信号的类型，左指示灯或右指示灯将闪烁。两个指示灯在危险警告灯打开时会同时闪烁。如果拐弯信号失效，仪表板中的相关指示灯将迅速闪烁，而且驾驶人信息面板将显示灯泡烧坏警报，同时显示消息：检查拐弯信号。

### 9. 交流发电机

此警告灯表示交流发电机有故障。

此警告灯在点火开关打开时点亮，发动机运行时则熄灭。

如果警告灯在驾驶时点亮，则表明交流发电机没有给蓄电池充电。请避免使用并非绝对需要的电子设备。驾驶人信息面板将显示以下文本：交流发电机充电装置需维修。

### 10. 制动系统故障

如果制动液液位过低或者制动系统有故障，警告灯将点亮。

制动液液位如果过低，驾驶人信息面板将显示以下文本：制动液液位过低，请停车。

如果制动系统有故障，驾驶人信息面板将显示以下文本：制动系统故障，请停车。此警告灯也会和防抱死制动系统警告灯一起点亮。如果 ABS 警告灯和制动系统警告灯一起点亮，这不仅表示 ABS 功能出故障，而且还表示制动系统也可能有故障。

### 11. 辅助加热器

此警告灯在辅助加热器（如已安装）打开时会在里程表中点亮。

### 12. 后雾灯

此警告灯在后雾灯打开时点亮。

### 13. 前照灯远光

此警告灯在前照灯远光打开或在操作前照灯闪光时点亮。

### 14. 示宽灯-日间行车灯

当前后/示宽灯点亮时，或如果自动前照灯控制打开且满足一定的操作条件时，则警告灯点亮。对配有日间行车灯的汽车，每当发动机运行时，警示符号都会点亮。

## 8.2.3 驾驶人信息面板警告灯

如发生故障，驾驶人信息面板将点亮一些警告灯或显示一些符号和信息。

点火开关打开并在汽车行驶时，系统将检查某些部件和功能。功能性故障将以红色或

黄色符号同警报和信息一起显示在驾驶人信息面板上,见表 8-2。某些情况下还会发出声音警报。

### 1. 一级显示

如发生一级故障,警告灯将闪烁或点亮,同时伴随三声声音报警。这是危险警报,驾驶人必须停车并关掉发动机,检查故障,并予以纠正。如果同时检测到几个一级故障,符号将每次连续显示大约 5s。符号持续闪烁,直到故障排除为止。




表 8-2 一级显示符号的含义

序 号	一级显示符号	警 示 信 息	含 义 描 述
1		制动液液位过低,请停车;或制动系统故障,请停车	制动系统警报
2		冷却液不足或发动机温度过高	冷却液液位/温度警报
3		油压故障,请关闭发动机!	发动机油压警报
4		停止! 点火开关!	点火开关警报
5		转向盘锁需维修!	转向盘锁机构出故障
6		瘪胎! 速度相对于轮胎气压过快! 速度相对于冬季轮胎过快!	表示胎压严重损失
7		踩下踏板后释放! 请释放驻车制动!	当驾驶人尝试在不踩下制动踏板的情况下释放电子驻车制动时会触发该警报。当驾驶人尝试在未系紧安全带的情况下启动汽车时会触发该警报
8		燃油系统需维修!	燃油系统故障
9		请踩下踏板!	请求发动机启动循环但制动踏板还未踩下时,将显示此消息




### 2. 二级显示

如果发生二级故障,警告灯将点亮,同时伴随一声声音警报,见表 8-3。如果同时检测到几个二级故障,符号将每次连续显示大约 5s。符号将持续显示,直到故障排除为止。二级故障在一级故障排除后才会显示。

表 8-3 二级显示符号的含义

序 号	二级显示符号	警 示 消 息	含 义 描 述
1		检查油位或机油传感器需要维修	发动机油位警报
2		请加油	油位偏低
3		请补充风窗玻璃洗涤液	风窗玻璃洗涤液液位偏低

(续)

序 号	二级显示符号	警 示 消 息	含 义 描 述
4		制动磨损	制动蹄片磨损报警
5		停机系统已启用或找到钥匙/找不到钥匙或找到多把钥匙	停机系统已启用
6		胎压不足	无法进行轮胎压监控



在仪表与警告灯系统中,组合仪表控制单元通过网关接收整个车载网络总线上其他控制单元或传感器的信号,根据是否达到工作条件,控制各类仪表工作与警告灯的点亮与否以及驾驶人信息显示。

如图 8-8 所示,以大众帕萨特 1.8T 为例,网关 J533 集成在组合仪表控制单元 J285 内,同时与 ABS 控制单元 J104、自动变速器控制单元 J217、发动机控制单元 J220、安全气囊控制单元 J234、转向角度传感器 G85 等通过动力 CAN 总线(High 线,桔/黑线)连接。来自其他网络的信号包括外部温度传感器 G17、机油压力开关 F1、清洗液面传感器 G33、冷却液面传感器 G32、制动蹄片磨损传感器 G34、制动液面开关 F34、油箱油量传感器 G、机油温度及液面 G266、驻车制动开关 F9 等,如图 8-9~图 8-12 所示。

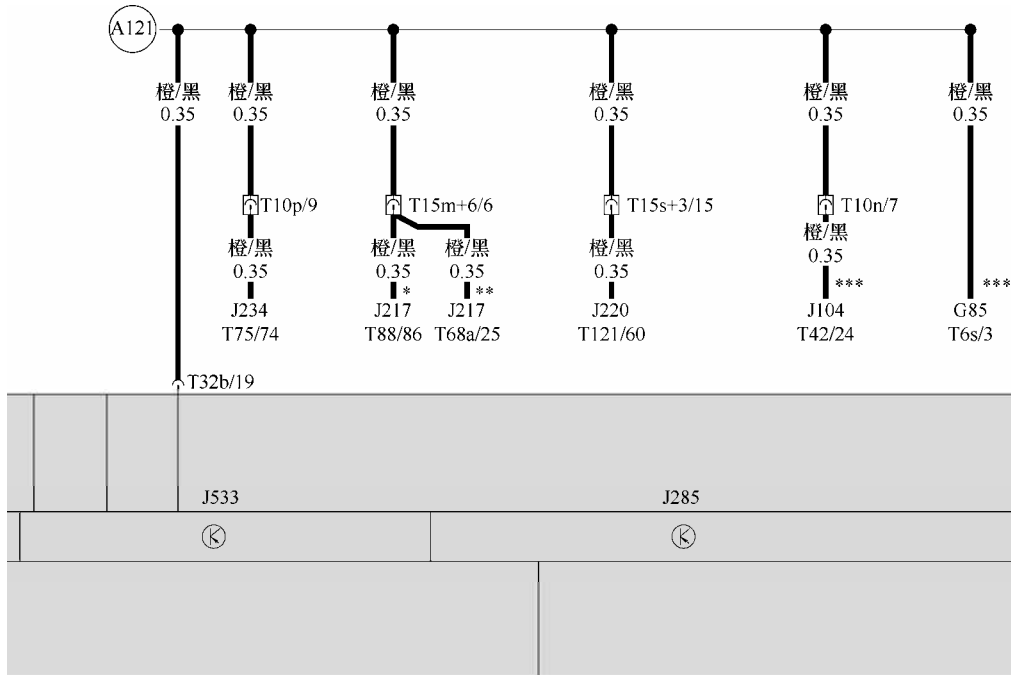


图 8-8 组合仪表电路图 (一)

J533—网关 J285—组合仪表控制单元 J234—安全气囊控制单元 J217—自动变速器控制单元 J220—发动机控制单元  
J104—ABS 控制单元 G85—转向角度传感器

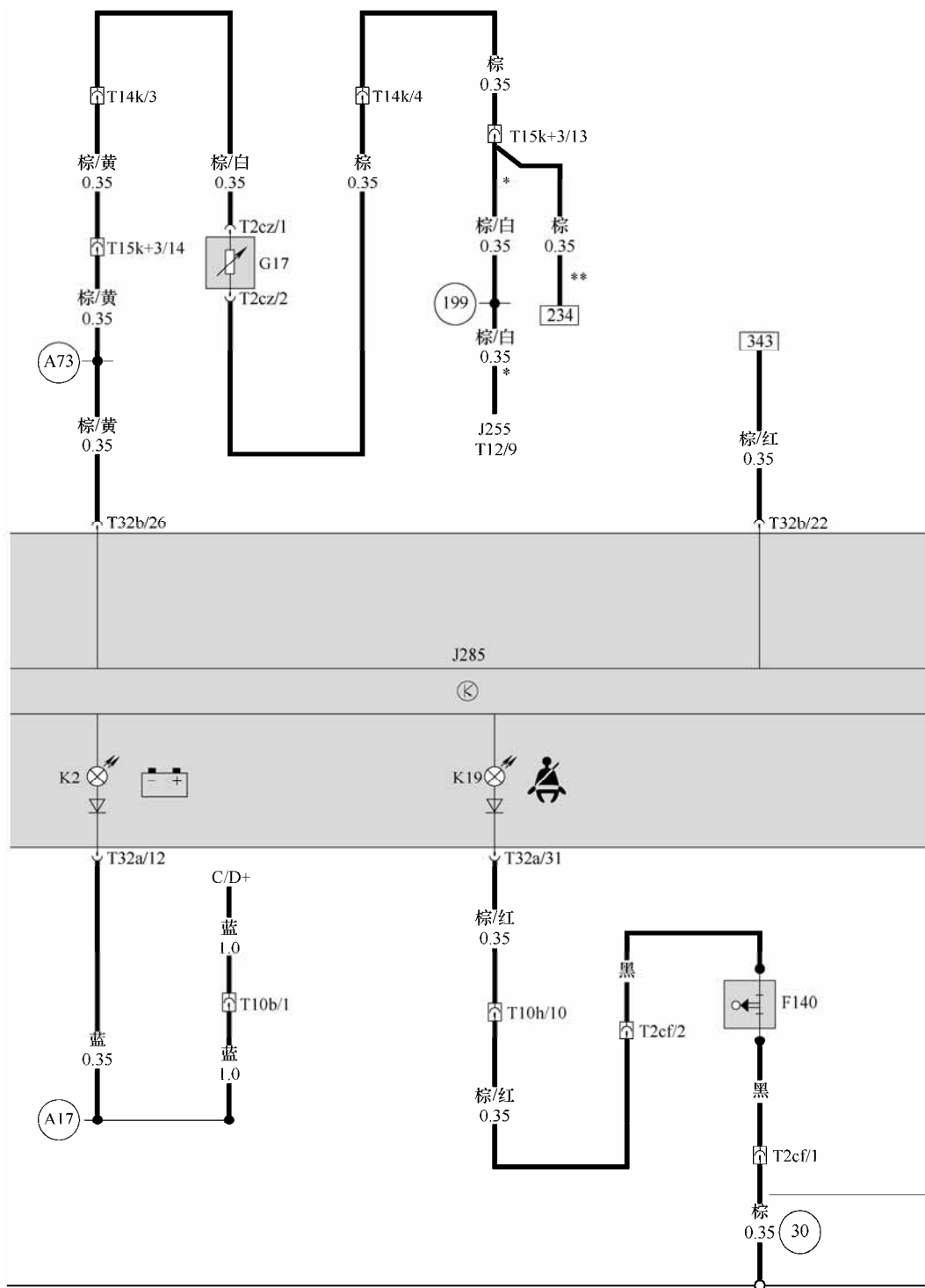


图 8-9 组合仪表电路图（二）

C—发电机 F140—驾驶人安全带接触开关 G17—环境温度传感器 J255—自动空调控制单元 J285—组合仪表控制单元  
 K2—发电机充电指示灯 K19—座椅安全带警告灯

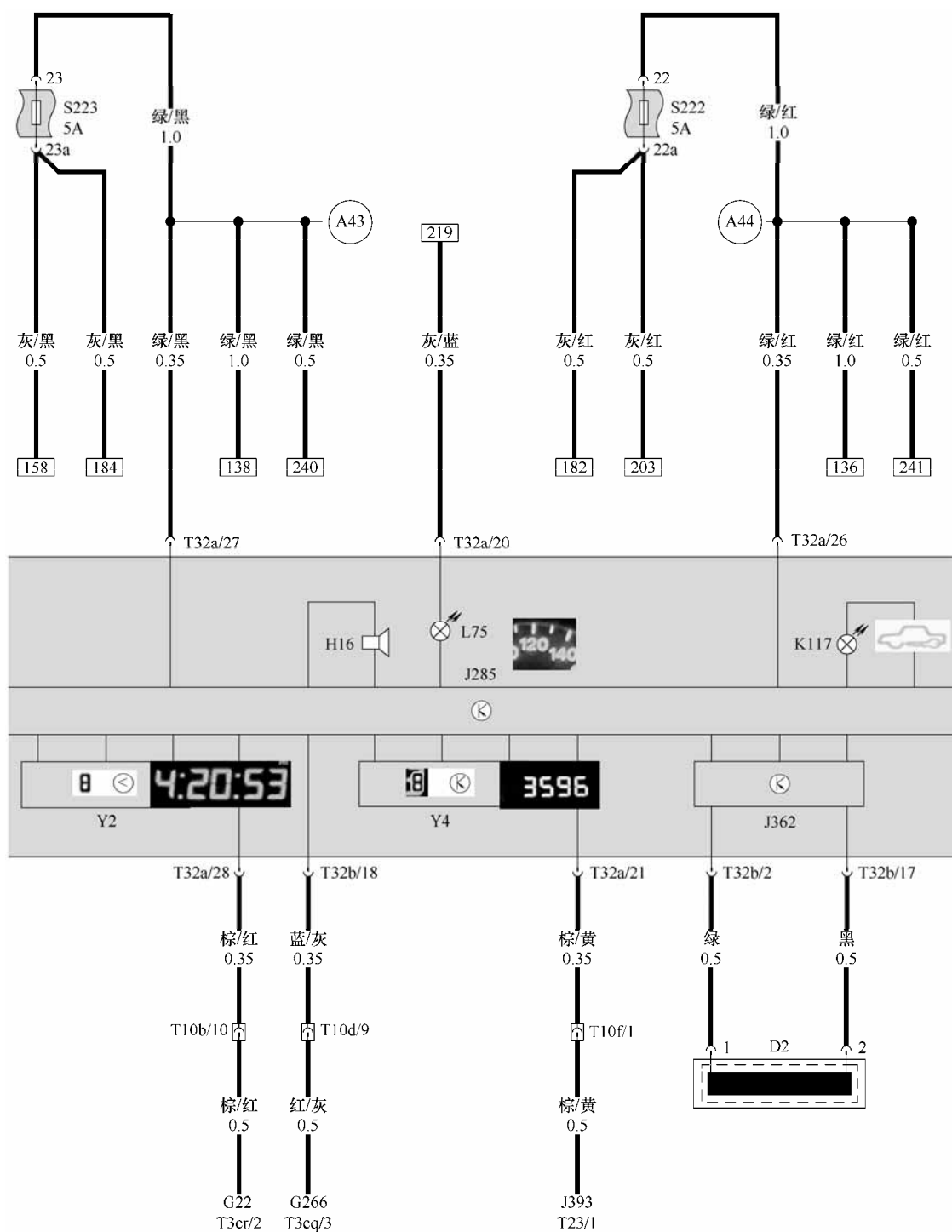


图 8-10 组合仪表电路图（三）

D2—防盗器识读线圈 G22—里程表传感器 G266—机油液面/温度传感器 H16—灯光打开时的报警蜂鸣 J285—组合仪表控制单元 J362—防盗器控制单元 J393—舒适电子系统的控制单元 K117—防盗器警告灯 L75—数字显示照明灯

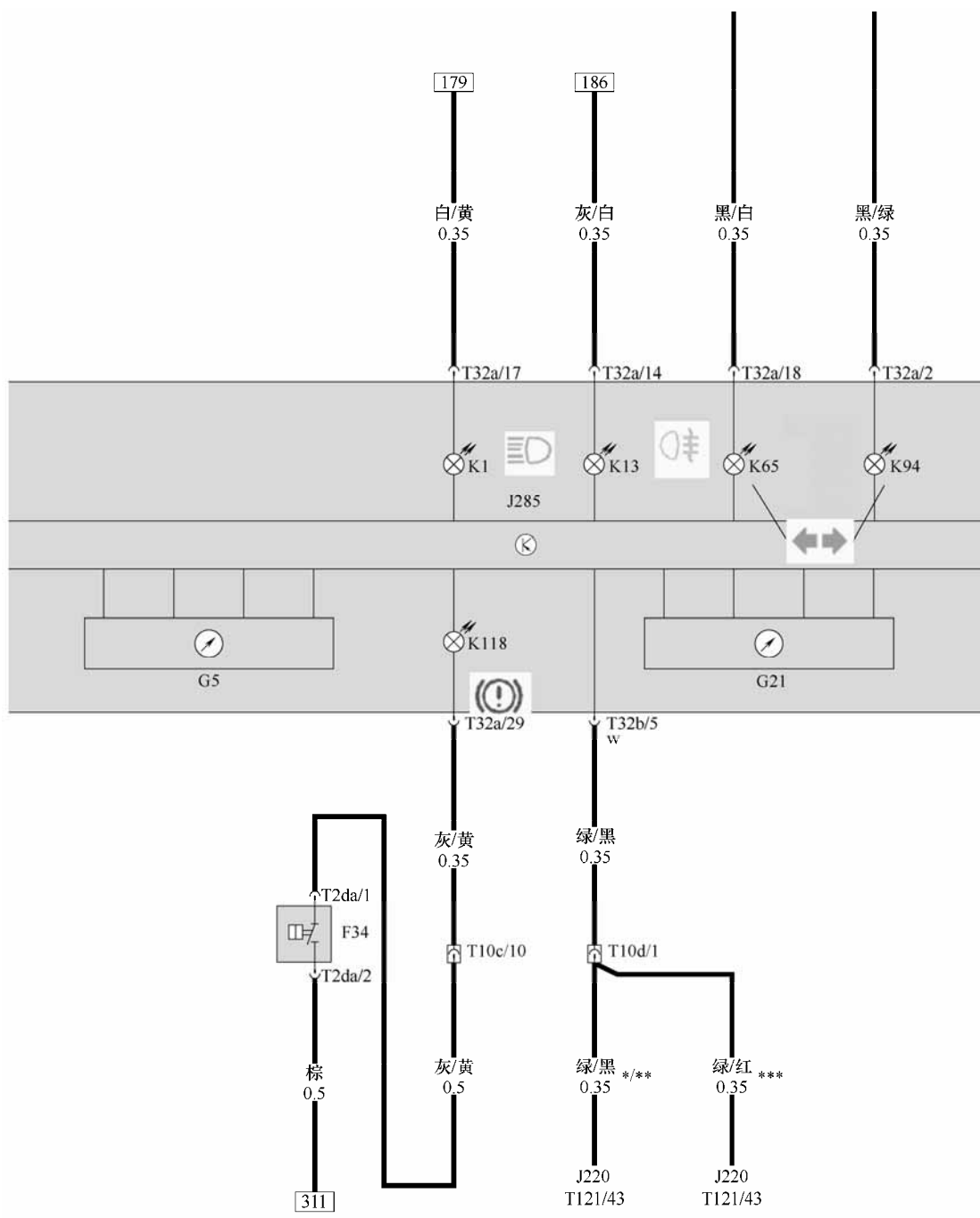


图 8-11 组合仪表电路图（四）

F34—制动液位报警开关 G5—转速表 G21—车速表 J220—发动机控制单元 J285—组合仪表控制单元 K1—远光灯指示灯  
 K13—后雾灯警告灯 K65—左侧转向指示灯 K94—右侧转向指示灯 K118—制动系统警告灯



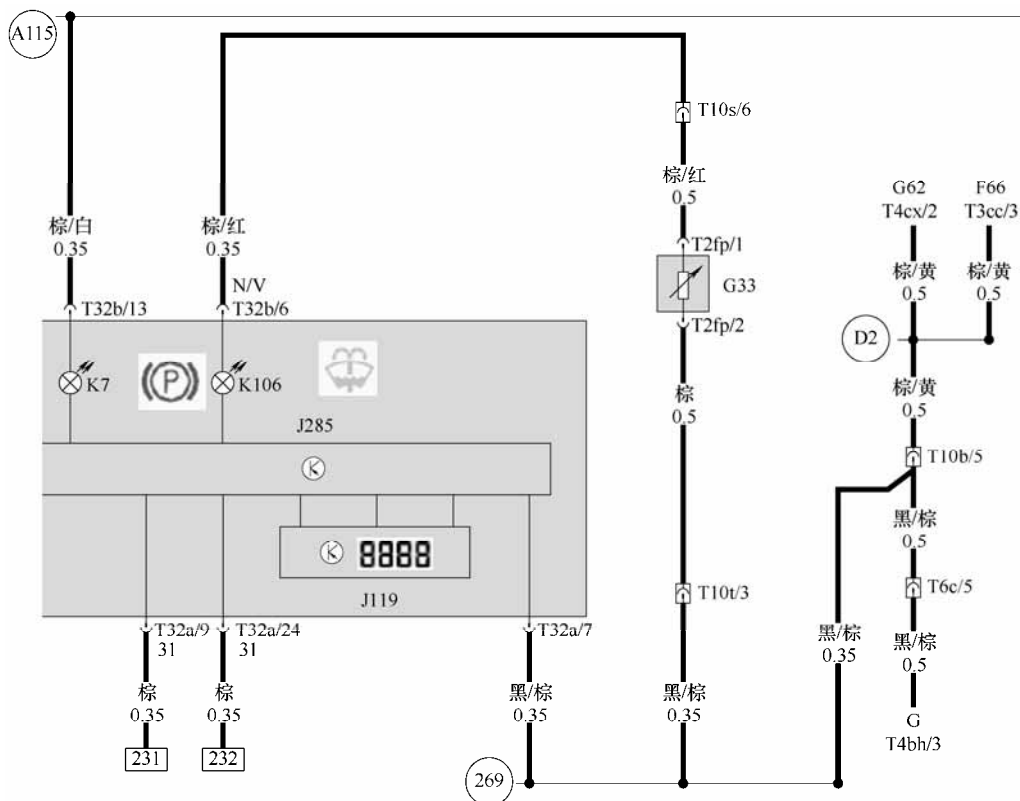


图 8-12 组合仪表电路图（五）

F66—冷却液不足显示开关 G—燃油表传感器 G33—风窗洗涤液液位/水位传感器 G62—发动机温度传感器 J119—多功能指示器 J285—组合仪表控制单元 在仪表板左侧 K7—驻车制动警告灯 K106—风窗洗涤液液位警告灯

## 本章小结

1) 汽车组合仪表主要包括车速里程表、发动机转速表、冷却液温度表、燃油表、机油压力表等；报警系统主要包括制动压力报警、制动液液面报警、机油压力报警、燃油量报警、冷却液温度报警、倒车报警、座椅安全带报警以及电控系统故障报警等。

2) 大众、奥迪汽车组合仪表由驾驶人仪表板和警告灯两个部分组成。

3) 驾驶人信息面板通过符号和文本提供汽车操作状态的信息，它具有永久显示功能，它可以是可选显示，也可以是自动显示。

4) 某些警告灯仅显示或额外显示在驾驶人信息面板上。红色和黄色符号表示应优先处理的故障，同时还会显示额外信息。红色表示非常严重的故障或重要的信息，黄色代表一般重要的信息。

5) 点火开关打开并在汽车行驶时，系统将检查某些部件和功能。功能性故障将以红色或黄色符号同警报和信息一起显示在驾驶人信息面板上。某些情况下还会发出声音警报。

# 第9章

## 大众、奥迪汽车防盗器系统

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 熟悉大众、奥迪汽车防盗器的功能与特点。
- 2) 掌握大众、奥迪汽车防盗器组成部件及其结构。
- 3) 掌握大众、奥迪汽车第三代防盗器的组成及工作原理。
- 4) 掌握大众、奥迪汽车第四代防盗器的组成及工作原理。
- 5) 熟悉大众、奥迪汽车无钥匙进入/起动系统的特点。
- 6) 掌握大众、奥迪汽车无钥匙进入/起动系统的组成与工作原理。
- 7) 熟悉大众、奥迪汽车防盗器的故障诊断方法。

#### 能力目标:

- 1) 熟悉大众、奥迪汽车防盗器控制单元的功能。
- 2) 掌握大众、奥迪汽车第三代防盗器的匹配方法。
- 3) 掌握大众、奥迪汽车第四代防盗器的在线匹配方法。
- 4) 熟悉大众、奥迪汽车防盗器电路图。
- 5) 熟悉大众、奥迪汽车防盗器的故障现象。
- 6) 学会大众、奥迪汽车防盗器的故障诊断与分析。

## 9.1 大众、奥迪汽车防盗器系统概述

大众、奥迪汽车防盗器采用的是西门子公司提供的防盗器(Immobilizer)系统。Immobilizer 系统属于控制发动机起动授权的电子防盗器。到目前为止,已经历了 5 个发展阶段,即:第一代的固定码传输防盗器(Immobilizer I)、第二代的可变码传输防盗器(Immobilizer II)、第三代的两级可变码传输防盗器(Immobilizer III)、第四代的网络式防盗器(Immobilizer IV)以及刚刚面世的第五代网络式防盗器(Immobilizer V)。

### 1. 第一代防盗器

第一代汽车防盗器的构成如图 9-1 所示。这种防盗器的主要元件有防盗点火钥匙(内部带有脉冲转发器、辨认线圈)、防盗器控制单元、发动机控制单元。

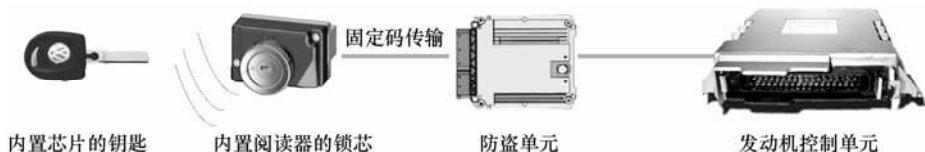


图 9-1 第一代防盗器的构成

第一代汽车防盗器的工作原理是:每个防盗器中的防盗点火钥匙除了拥有一般车钥匙的功能外,还有一个识别码,当钥匙插入点火开关时,钥匙中的脉冲发生器便会产生特有的脉冲信号,信号被辨认线圈感应后,产生该钥匙的识别码并传输到防盗控制单元,若输入的识别码在防盗控制单元中有登记,防盗控制单元便使发动机控制单元解锁,此时扭动钥匙可以起动发动机;若输入的识别码没有在防盗控制单元中登记,防盗控制单元便向发动机控制单元发出不能起动的命令,此时扭动钥匙不能起动发动机。

### 2. 第二代汽车防盗器

第二代汽车防盗器的构成如图 9-2 所示。这种防盗器的防盗控制单元随机产生一个变码,这个码是钥匙和防盗控制单元用于计算的基础。在钥匙和防盗控制单元内,有一套公式列表(密码术公式列表)和一个相同且不可改写的 SKC(隐秘的钥匙代码),经钥匙和防盗控制单元分别计算后,钥匙将计算结果发送给防盗控制单元,防盗控制单元将收到的结果与自己的计算结果进行比较,如果相同,则钥匙确认完成,该钥匙合法,允许发动机起动,否则发动机将不能起动。

只有使用经过汽车上的防盗控制单元匹配认可的钥匙,发动机才能起动。匹配钥匙时,需要把全部钥匙同时与防盗控制单元匹配。如果需要重新配钥匙或者增配钥匙,也必须匹配全部钥匙。如果用户遗失了一把合法的钥匙,为了安全起见,必须把其他所有合法钥匙重新进行一次匹配,这样就可以使丢失的钥匙变为非法钥匙,不能再用来起动发动机。

### 3. 第三代防盗器

大众车系的奥迪、帕萨特、宝来、高尔夫、波罗等车型,自 2001 年以后的大部分车辆已装备第三代防盗器,防盗器通过打开/锁止发动机控制单元(通过 W 线或 CAN 总线),可

以有效防止汽车在未被授权的情况下靠自己本身的动力被开走。同前一代防盗器比较,它具有更高的安全性。在第三代防盗器中,防盗器控制单元与组合仪表是集成在一起的,钥匙上压有 W 标记。

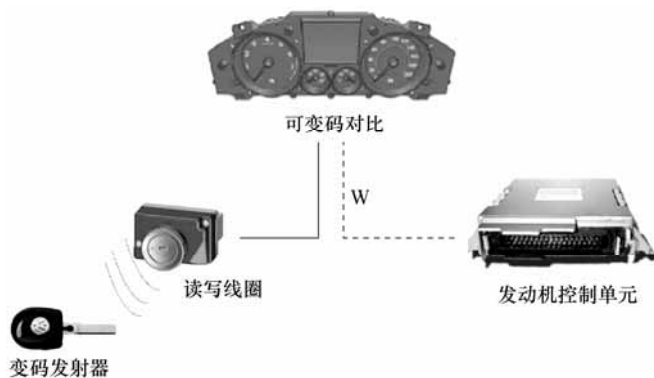


图 9-2 第二代防盗器的构成

如图 9-3 所示,第三代汽车防盗器的主要元件有点火开关上的读写线圈(天线)、点火钥匙(变码发射器)、组合仪表(内部包含防盗器控制单元)、发动机控制单元和仪表板上的故障警报灯。

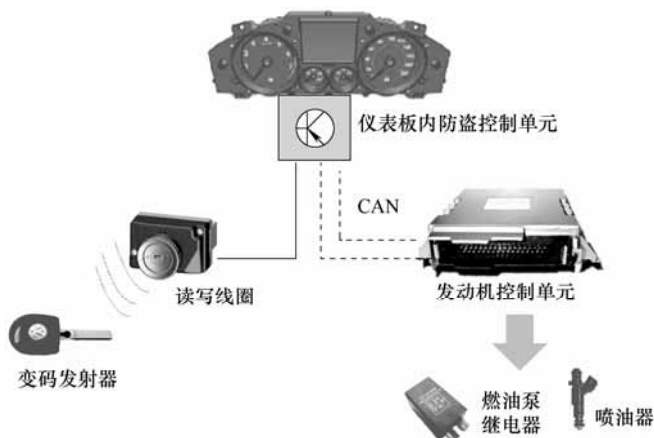


图 9-3 第三代防盗器的组成

第三代防盗器与第二代防盗器相比,有如下特点:

1) 发动机控制单元是防盗系统的一部分,不接受没有 PIN 的自适应。在第二代防盗系统中,当发动机控制单元锁死后,可通过自适应值清除,即可解除锁止,起动发动机。但在第三代防盗系统中,必须通过密码 PIN 登录发动机控制单元后才能解除锁止。可见其安全性得到了提高。

2) 钥匙自适应后被锁止,不能再用于其他车辆。钥匙适配后,通过防盗器在钥匙芯片中写入密码计算公式,钥匙将不能再与其他车辆进行匹配。

3) 在发动机和防盗器控制单元之间的数据采用 CAN 总线进行传递。在第二代防盗系统中,其间数据的传递采用 W 线。

4) 钥匙上压有 W 标记, 表明该系统是第三代防盗系统 (在奥迪车辆上没有此标记)。

5) 在防盗控制单元和发动机控制单元中, 都有防盗器 14 位串号和 17 位车辆底盘编号 (车辆识别号)。在第二代防盗系统中, 发动机控制单元中没有该串号和车辆底盘编码。所以可通过读取发动机控制单元中是否具有这两个号码而界定该车防盗系统是否为第三代防盗系统。

#### 4. 第四代汽车防盗器

从 2008 年起, 大众、奥迪汽车高端车型开始逐步装配第四代防盗器。第四代防盗器不是一个单独的控制单元, 而是一项功能 (防盗控制单元是舒适系统中的一个集成部分), 包括:

- 1) 位于德国大众集团总部的 FAZIT (车辆信息和核心识别工具) 中央数据库。
- 2) 无钥匙进入/起动控制单元 (集成了防盗器控制单元)。
- 3) 发动机控制单元。
- 4) 转向柱锁控制单元。
- 5) 遥控钥匙。

如图 9-4 所示, 位于德国大众总部的中央数据库是第四代防盗器的核心部分, 必须通过大众专用的测试仪 V.A.S5051 及后代产品, 通过网络进入 FAZIT 获得车辆的防盗数据, 否则无法完成防盗器的匹配。第四代防盗器与第三代防盗器相比有如下改进:



图 9-4 防盗数据存放在 FAZIT 的第四代防盗器

1) 第四代防盗器与发动机控制模块之间的数据通过动力 CAN 总线进行传输, 数据传输的安全性得到提高。

2) 大众不同品牌之间的防盗器数据传输协议并不相同。防盗器部件在大众不同品牌的某些车型之间可以互用, 但一旦完成匹配, 就不能在其他品牌的防盗器系统内使用。

3) 由于每一辆车的防盗数据存储在大众总部的 FAZIT 中央数据库, 而不是存储在车辆上的防盗控制单元内, 并且进 FAZIT 数据库只能通过大众专用的测试仪, 所有钥匙供应/更换过程中的安全性得到提高。

4) 防盗器内的控制单元自动对准, 无需手动输入安全 PIN。

#### 5. 第五代防盗器

作为第四代防盗器的升级版, 第五代防盗器在维修服务上与第四代基本保持一致。只是在使用诊断仪进行有关防盗器方面的工作程序得到了极大的简化。防盗控制单元集成在舒适系统控制单元 J393 内, 取消了车门外把手上的中央门锁按钮。车门的锁闭过程和解锁过程通过触摸车门外把手上的电容传感器激活。与第四代防盗器相比, 第五代防盗器有如下特点:

- 1) 第五代防盗器内的部件,除了钥匙以外,可以在不同车辆之间互换。
- 2) 刚刚订购的新钥匙在没有匹配前,插入点火开关,按下一键起动按钮也可以起动车辆。
- 3) 如果钥匙丢失,仍然可以通过诊断仪连接到中心数据库 FAZIT,打开点火开关。
- 4) 没有使用过的新部件是可以在大众所有品牌适用车型内互用的,但如果完成了匹配,那只能在该品牌的车辆之间互用。比如,奥迪 A8 车型上的转向柱锁经过匹配后不能用于宾利欧陆车型上。

如图 9-5 所示,在第五代防盗器中,执行在线部件匹配时,中心数据库 FAZIT 会“等待”匹配是否成功的反馈信息,所以与第四代防盗器相比,匹配成功的可信度更高。

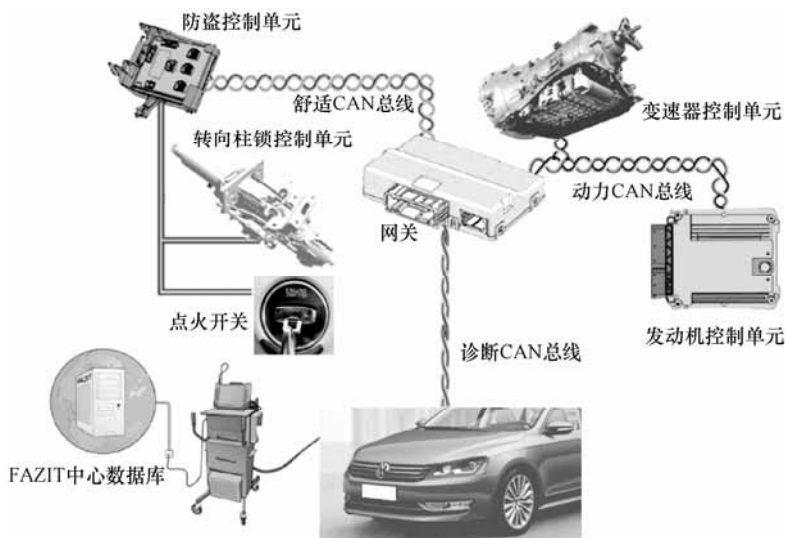


图 9-5 第五代防盗器的组成

第五代防盗器的组成部件包括:

- 1) 舒适系统控制单元。
- 2) 转向柱锁控制单元。
- 3) 遥控钥匙。
- 4) 发动机控制单元。
- 5) 变速器控制单元。
- 6) FAZIT 中心数据库。

## 9.2 第三代防盗器——防盗器 III

大众车系的奥迪、帕萨特、宝来、高尔夫、波罗,自 2001 年以后的大部分车辆已装备第三代防盗器,即防盗器 III。在防盗器 III 中,防盗器控制单元与组合仪表是集成在一起的,而且第三代防盗器的钥匙上压有“W”标记。

与防盗器 II 有所不同,防盗器 III 中,芯片钥匙与防盗器控制单元之间的识别编码是

由一个固定码和一个可变码组成的。该码每次起动都变化，这样可防止他人复制钥匙。此外，每个防盗器还有一套可变码的计算规则，该规则在使用寿命内保持不变。在适配车钥匙时，防盗器将计算规则写入钥匙的脉冲转发器，同时学习相应的脉冲转发器的固定码。固定码可识别各个不同的钥匙，因此丢失的钥匙可被锁止。每次打开点火开关时，防盗器读出线圈读取钥匙中的脉冲转发器固定码，紧接着又读取可变码并检查这把钥匙是否有资格来起动。

在使用已授权的钥匙时，警报灯短时亮（最长3s），然后熄灭。当使用未经授权的钥匙或系统有故障时，如打开点火开关，警报灯就一直亮着。

### 9.2.1 防盗器Ⅲ的组成

如图 9-6 所示，第三代汽车防盗系统的主要元件有点火开关上的读写线圈（天线）、芯片钥匙（送码器）、组合仪表（内部包含防盗器控制单元）、发动机控制单元、仪表板上的故障警报灯。

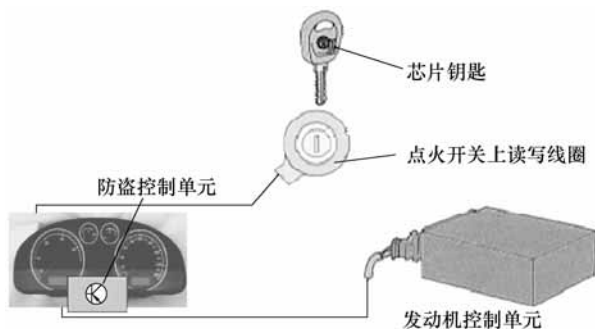


图 9-6 防盗器Ⅲ组成

#### 1. 点火开关上的读写线圈

打开点火开关，整合在点火开关上的天线周围会形成磁场，防盗系统控制单元通过调整读写线圈的电流来调整电磁场的负荷，并且向送码器传送数据、提出质询并判断从送码器传回的固定码是否正确。如图 9-7 所示，送码器在读写线圈的电磁场中获取能量，送码器的时钟由载波频率获得。



图 9-7 读写线圈示意图

#### 2. 芯片钥匙

车门钥匙和防盗器序列号组合在一起，当防盗器和发动机控制单元同时更换时，需更换车门钥匙；如果丢失了钥匙，新配的钥匙需要与防盗系统控制单元进行匹配，即互相识别之后才能使用，否则不能起动发动机。未丢失的钥匙也要与新配的钥匙一同进行匹配，因为匹配过程开始后，原来储存在防盗系统控制单元中的旧钥匙要被清除，只有在新匹配过程中匹配的钥匙才是有效的，丢失的钥匙将无法再起动机。

#### 3. 防盗器控制单元

如图 9-8 所示，第三代防盗系统中，防盗器控制单元与组合仪表一体，也就是说：该控

制单元如损坏,必须更换组合仪表。更换了防盗控制单元,并匹配成功后,将会用原来的防盗控制单元序列号代替新防盗控制单元序列号,因此密码不变且17位底盘号码不变。

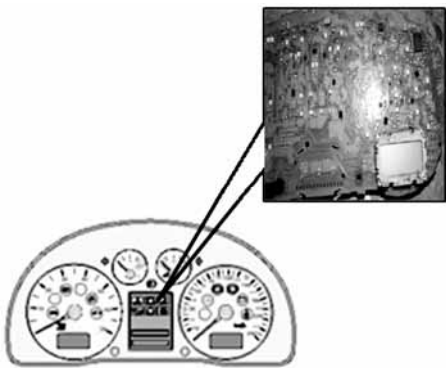


图 9-8 防盗器控制单元与组合仪表一体

#### 4. 发动机控制单元

如果更换发动机控制单元,则防盗系统控制单元中已生效的钥匙不会被更改,继续有效,即不用再进行钥匙的匹配,但防盗系统控制单元必须记忆新的发动机控制单元的编码,即需要进行两个控制单元之间的匹配,也就是进行相互识别。

### 9.2.2 防盗器Ⅲ的工作原理

#### 1. 发动机起动授权过程分析

发动机起动授权过程包括芯片钥匙与防盗器控制单元之间固定码识别、芯片钥匙与防盗器控制单元之间可变码识别和防盗器控制单元与发动机控制单元之间可变码识别的过程,如图 9-9 所示。

(1) 固定码识别过程 当点火开关打开后,组合仪表内的防盗控制单元通过改变点火开关读写线圈的磁场能量向送码器传输的数据提出质询,然后点火钥匙发送回它的固定码(首次匹配时这个固定码储存在防盗器控制单元中)。点火钥匙传送来的固定码与储存在防盗控制单元中的码在防盗控制单元中进行比较,如果相同,则开始传送可变码。

(2) 可变码识别过程(防盗 ECU→点火钥匙) 防盗控制单元随机产生一个变码,这个码是点火钥匙和防盗控制单元用于计算的基础。在点火钥匙和防盗控制单元内有一套公式列表(密码术公式列表)和一个相同且不可改写的 SKC(隐秘的钥匙代码)。点火钥匙和防盗控制单元分别进行计算后,点火钥匙将结果发送给防盗控制单元,防盗控制单元将收到的结果与自己的计算结果进行比较,如果相同,钥匙确认完成。

(3) 可变码识别过程(发动机 ECU→防盗 ECU) 如图 9-10 所示,当点火钥匙确认后,发动机控制单元随机产生一个变码。在发动机控制单元和确认完成的点火钥匙内有另一套密码术公式列表和一个相同的 SKC(公式指示器)。点火钥匙确认后发回的计算结果在发动机控制单元内与发动机控制单元的计算结果进行比较(这个数据由 CAN 总线进行传递),如果结果相同,发动机被允许起动;如果异常,则发动机不能起动。



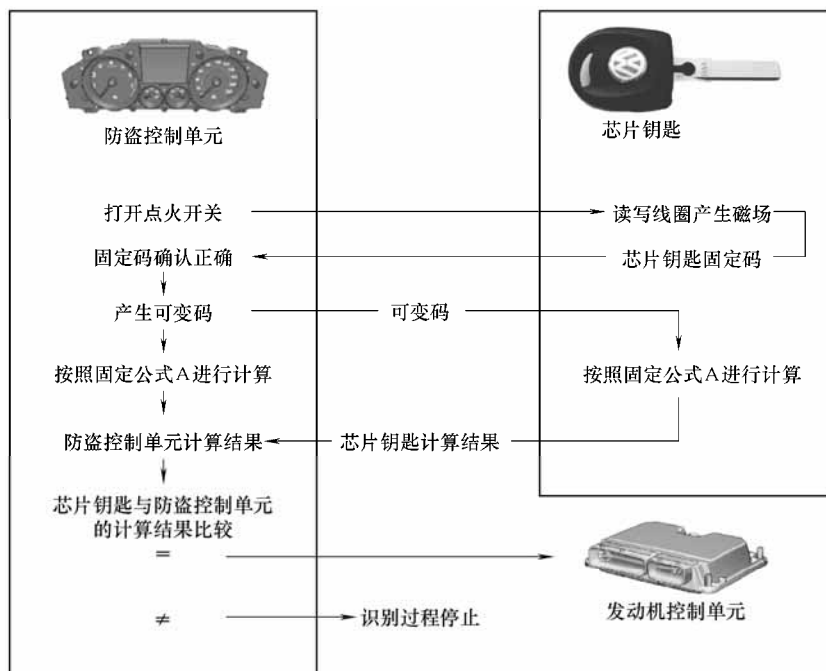


图 9-9 芯片钥匙与防盗控制单元的固定码、可变码识别过程

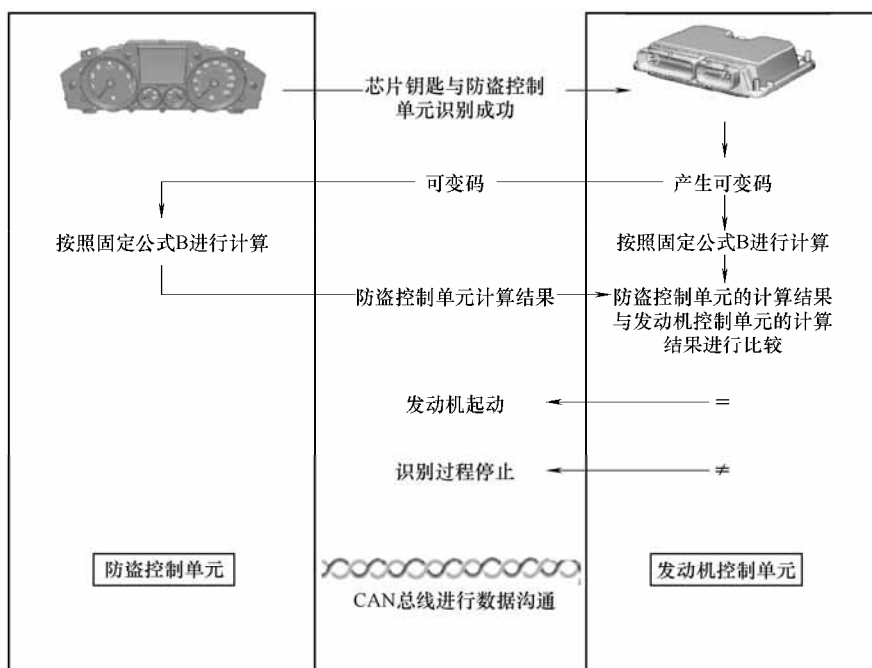


图 9-10 防盗器控制单元与发动机控制单元的可变码识别过程

## 2. 防盗器 III 部件的匹配

### (1) 芯片钥匙的匹配

1) 密码为 4 位的芯片钥匙匹配。

- ① 通过 14 位识别码查取 4 位密码。
  - ② 连接好诊断仪 V.A.S505X, 接通点火开关, 输入地址码“17”, 然后按“Q”键确认。
  - ③ 屏幕上显示控制单元的版本号后按箭头键, 输入“11”, 进入联机步骤, 并按“Q”键确认。
  - ④ 输入密码“XXXXX”, 先按“0”, 然后输入 4 位数密码, 并按“Q”键确认(说明: 应正确输入密码, 仅可输入 2 次, 在点火开关接通的状态下, 用“06”结束输出, 然后等待 35min, 才能第 3 次输入)。
  - ⑤ 输入“10”后按“Q”键确认, 再输入“21”后按“Q”键确认。
  - ⑥ 输入要匹配的钥匙数量(最多可以匹配 8 把钥匙), 如要匹配 4 把钥匙, 应输入“00004”, 然后按“Q”键确认。
  - ⑦ 按箭头键, 再输入“06”结束输出, 并按“Q”键确认。
  - ⑧ 断开点火开关, 取出第 1 把钥匙, 然后插入第 2 把钥匙, 并接通点火开关至少 1s。
  - ⑨ 断开点火开关, 取出第 2 把钥匙, 如果要匹配的钥匙多于 2 把, 重复上述步骤(说明: 整个过程必须在 30s 内完成)。
- 2) 密码为 7 位的芯片钥匙匹配。
- ① 通过 14 位识别码查取 7 位密码。
  - ② 连接好诊断仪 V.A.S505X, 接通点火开关, 输入地址码“17”, 然后按“Q”键确认。
  - ③ 进入特殊功能, 释放 PIN 码。
  - ④ 输入 7 位密码(说明: 应正确输入密码, 仅可输入 2 次, 在点火开关接通的状态下, 用“06”结束输出, 然后等待 35min, 才能第 3 次输入)。
  - ⑤ 启动功能“10-Adaption”, 进入通道“21”, 并按“Q”键确认。
  - ⑥ 输入要匹配的钥匙数量(最多可以匹配 8 把钥匙), 如要匹配 4 把钥匙, 应输入“00004”, 然后按“Q”键确认。
  - ⑦ 存储改变的数据。
  - ⑧ 关闭点火开关, 然后依次插入要匹配的钥匙, 同时注意防盗警报灯的亮/灭提示。
  - ⑨ 钥匙匹配完成后, 应进行故障查询, 若没有故障码存在, 说明匹配钥匙的工作已成功完成。

如果匹配钥匙没有成功, 可能的原因有: 将已匹配过的钥匙插入了点火开关中; 接通点火开关的时间没有超过 1s; 整个匹配过程超过了 30s。

## (2) 组合仪表(防盗器控制单元)的匹配

### 1) 对于使用过的组合仪表。

- ① 输入原车的 PIN 登录旧组合仪表。
- ② 登录完成后, 选择自适应功能 10, 输入通道号 50。
- ③ 输入本车 PIN, 防盗单元显示本车的 VIN, 按确认键。
- ④ 匹配钥匙(钥匙为本车的钥匙, 并不是原防盗器的钥匙)。

### 2) 对于新组合仪表。

- ① 选择地址码 17。
- ② 选择自适应功能 10, 输入通道号 50。
- ③ 输入新仪表的密码 PIN。

④ 按确认键后, 发动机控制单元中的 VIN 及旧 PIN 就传送到新仪表中了, 即新仪表中的 PIN 已改为原车的了。下次登录时, 将采用原车的 PIN 而不是新仪表的 PIN。

(3) 发动机控制单元的匹配 如果更换发动机控制单元, 则防盗系统控制单元中已生效的钥匙不会被更改, 继续有效, 即不用再进行钥匙的匹配, 但防盗系统控制单元必须记忆新的发动机控制单元的编码, 即需要进行两个控制单元之间的匹配。

1) 对于用过的发动机控制单元。

① 选择地址码 01。

② 进入功能 11, 用原车的 PIN 登录。

③ 选择自适应功能 10, 输入通道 50。

④ 输入本车的 PIN, 按确认键后, 仪表中的 VIN 号将传输到发动机控制单元中, 保存后即完成匹配。

2) 对于新的发动机控制单元。

① 选择地址码 01。

② 选择自适应功能 10, 输入通道 50。

③ 输入本车的 PIN, 按确认键后, 仪表中的 VIN 号将传输到发动机控制单元中, 保存后即完成匹配。

(4) 同时更换发动机控制单元和组合仪表后的匹配 同时更换组合仪表和发动机控制单元, 仪表板内的新防盗器控制单元就会有另一套可变码的计算规则。这套新的计算规则在自适应过程中被写入发动机控制单元及新钥匙的脉冲转发器。所有的钥匙都得更换。匹配后这些车钥匙不能再与别的防盗系统进行适配, 必须对组合仪表、发动机控制单元及车钥匙匹配完毕后, 方可起动车辆。

① 选择地址码 17。

② 选择 15, 输入底盘号并确认。

③ 进行更换发动机控制单元后的匹配操作。

④ 适配所有的车钥匙。

## 9.3 第四代防盗器——防盗器 IV

需要说明的是, 我们上文所介绍的防盗器是狭义意义上的防盗器, 只包括发动机起动授权的管理。广义意义上的防盗器除了发动机起动授权管理(防盗器 IV)以外, 还包括中控门锁系统(Central Lock)和警报系统(Anti-theft Alarm)。中控门锁系统管理驾驶人或非驾驶人进入车厢内、打开行李箱的授权, 某些车型的中控门锁还可以选装无钥匙进入、无钥匙起动的部件, 这一类的中控门锁系统称为无钥匙进入/起动系统(KESY, keyless entry start system)。由于无钥匙进入/起动系统的功能包含了普通版本的中控门锁系统, 所以下文主要介绍无钥匙进入/起动停止系统。

总的来说, 广义意义上的大众、奥迪汽车第四代防盗器包括防盗器 IV(Immobilizer IV)和无钥匙进入/起动系统(KESY), 防盗器 IV 与无钥匙进入/起动系统通过防盗控制单元有机结合成一个整体。

### 9.3.1 防盗器 IV 的组成

防盗器 IV 与第三代防盗器功能形式上基本一致，只是部件的匹配需要在线进行。防盗器 IV 由 FAZIT 中心数据库、防盗控制单元 (J518)、转向柱锁控制单元 (J764)、进入和启动授权开关 (E415)、芯片钥匙识别线圈、发动机控制单元 (J623) 组成，如图 9-11 所示。

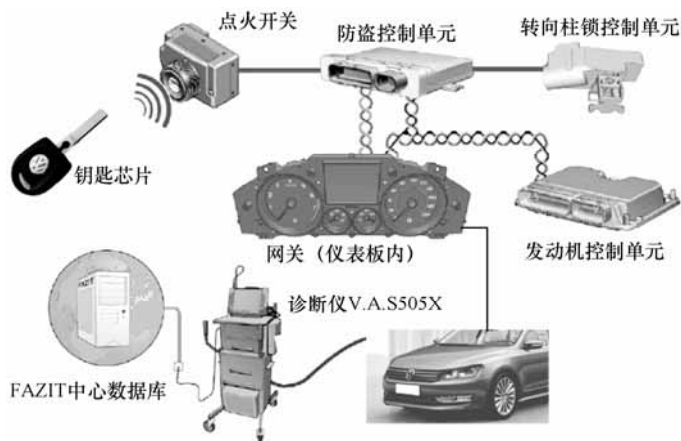


图 9-11 防盗器 IV 组成示意图

防盗控制单元、发动机控制单元均位于动力总线上，所以防盗控制单元与发动机控制单元的数据交换通过动力总线进行。

诊断仪 V.A.S505X 通过诊断 K 线进入仪表板内的网关，通过网关再与舒适总线上的防盗控制单元进行数据交换。可见，防盗控制单元同时位于动力总线与舒适总线上。防盗控制单元通过硬线（非数据线的普通导线）与转向柱锁控制单元和点火开关相连接。

1) 防盗系统控制单元。防盗器 IV 的防盗控制单元已经不再安装在组合仪表总成中，而是与进入和启动许可控制单元 J518 连成一体，安装在驾驶人脚坑的地毯下方，如图 9-12 所示。组合仪表总成不是防盗器 IV 的组成部分，而是部件保护的组成部分。如果没有 V.A.S505X 完成在线匹配，则不能连通控制单元。



图 9-12 防盗控制单元安装在驾驶人脚坑地毯下方

2) 发动机控制单元。如图 9-13 所示，发动机控制单元是防盗系统的组成部分，只能通

过 V.A.S505X 进行在线匹配。防盗器 IV 的发动机控制模块与防盗器 III 的外观并无区别，但内部程序不相同，并不能互换。

3) 钥匙。如图 9-14 所示，钥匙带有一个经过机械编码处理的钥匙齿，它只能用于（驾驶人车门、行李箱盖）锁芯处。钥匙发射器与电子部件连成一体，并且在钥匙电池无电压的情况下也能工作。这种高级钥匙增设了一个电子部件，用它实现与进入和起动许可控制单元之间的无线双向通信。该系统最多可配 8 把钥匙。对于每辆车来说，防盗器 IV 的车钥匙都将在制造厂以电子和机械的方式预先设置密码。这就是说对钥匙的内齿进行特殊加工，并设置基础编码，使该钥匙只能用在那辆被指定的车上。

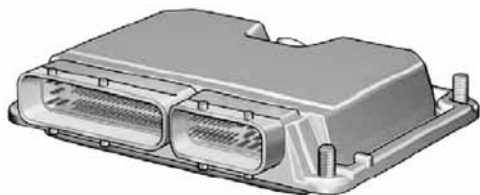


图 9-13 发动机控制单元

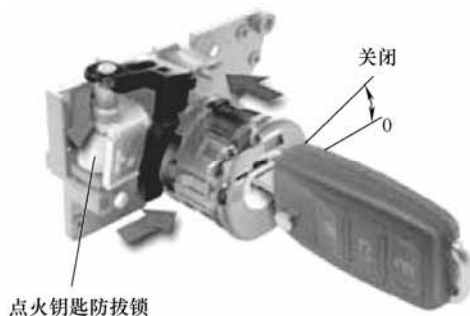


图 9-14 芯片钥匙

4) 点火开关。如图 9-15 所示，点火开关也称为使用 and 起动授权开关。该开关内的锁芯无机码编码，也就是说：使用任何钥匙都可以转动该锁。钥匙的识别是通过点火开关内的识别线圈来完成的。



图 9-15 点火开关

收发器信息被编成密码经一条“三线式”总线发送到防盗控制单元，防盗控制单元会分析这些信息。点火开关上有三个档位，可以用钥匙将该开关顺时针转至 ON（接通）位置及 START（起动）位置。逆时针转动就关闭了该开关。

如果没有转动钥匙，那么点火锁就转回到 NULL（零）位置。开关的四个位置（关闭、零位、接通、起动）由六个开关来查询，所有这六个信号由防盗控制单元进行分析。这样就可以保证在一个开关损坏时，整个系统仍可正常工作。出现故障时，中间显示屏会有信息提

示,同时还会有故障记录,可以通过执行元件检测来查询开关的位置。集成在该开关内的点火钥匙防拔锁 N376 会将钥匙齿锁在锁内。为了能在紧急时刻拔出钥匙,配备了一个应急的机械式脱开机构。为了松开钥匙,可先将钥匙转到“关闭”位置,然后按下(如可用圆珠笔)脱开按钮即可。

点火开关不需要匹配到防盗系统中。

5) 转向柱锁执行元件。如图 9-16 所示,防盗控制单元通过一根双向总线来控制转向柱锁执行元件,以便锁止及松开转向柱。

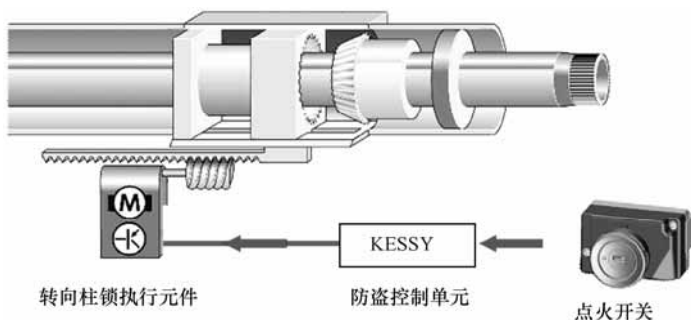


图 9-16 转向柱锁执行元件示意图

只有当 15 号接线柱关闭时防盗控制单元才会给转向柱锁执行元件供电。集成的电子装置会起动电动机开始工作,这时锁止销就被蜗杆和旋转斜盘沿直线方向推动。于是锁止销就与带有锥形内花键的矩形滑块抓靠在一起,内花键通过这个直线移动就锁住了转向柱。转向柱锁通过安全螺栓与转向柱相连,所以无法单独更换。

转向盘锁执行元件 N360 是防盗系统的组成部分,更换之后必须与防盗系统匹配。

6) FAZIT 中心数据库。如图 9-17 所示,FAZIT 中心数据库位于沃尔夫斯堡的德国大众集团总部,是德文 Fahrzeug Auskunft und Zentrales Identifikations Tool 的缩写,意思是汽车信息和中心识别工具。在该数据库中保存了防盗器 IV 的所有独特防盗数据。访问 FAZIT 中心数据库只能由 Geko 用户通过测试仪 V.A.S505X 进行在线访问。

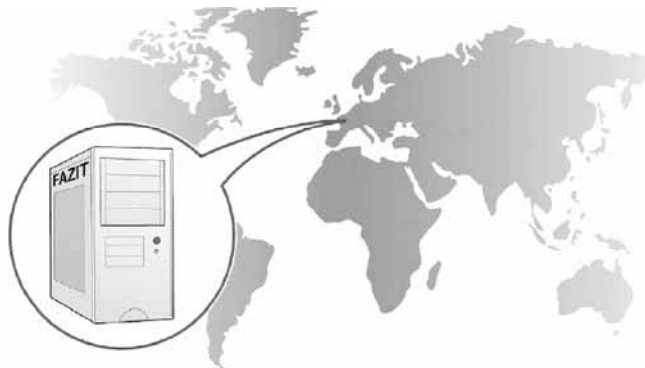


图 9-17 FAZIT 中心数据库位于大众集团总部

如图 9-18 所示,在尝试在线匹配防盗器 IV 的任何部件之前,建议测试 FAZIT 在线连接是否正常。进入 V.A.S505X 的引导性功能,然后选择“无钥匙进入/起动系统”选项,就可以找到 FAZIT 在线连接测试功能选项。如果测试通过,证明网络电缆、网络连接、路由器设置均良好。



图 9-18 FAZIT 在线连接测试

### 9.3.2 防盗器 IV 部件匹配

如图 9-19、图 9-20 所示，防盗器 IV 内更换任何新的部件，都必须进行在线匹配，才能“添加”到防盗器 IV 内。



图 9-19 选择无钥匙进入/起动系统

#### 1. 防盗器 IV 部件在线匹配准备：

- 1) 确保你的 Geko 账号目前处于激活状态。
- 2) 连接 V.A.S505X 到车间的宽带网络上。
- 3) 连接 V.A.S505X 到车辆的诊断接口上。
- 4) 连接蓄电池充电器到车辆主蓄电池上。
- 5) 选择相关的汽车型号数据。
- 6) 在 V.A.S5052 上选择合适的对准选项。
- 7) 安装屏幕上的相关提示进行操作。



图 9-20 无钥匙进入/启动系统的全部功能

必须注意的是，每次进行在线匹配之前，必须完成“FAZIT 在线连接测试”。如果防盗器 IV 的一个或一个以上的部件已经完成在线匹配，那么发动机启动时间不能超过 5min。

## 2. 更换防盗控制单元时进行匹配

1) 在整个匹配过程中，保持钥匙位于点火档，如 15 号电源线不能接通，则可通过操作不停地旋转前照灯开关激活网关，使 V.A.S5052 能连接到车辆。

2) 正式匹配进程开始后，系统会进行登录锁止状态查询。

3) 如屏幕显示“无登录锁止”，进行下一步，按照提示依次输入客户姓名、用户识别号、国籍（建议使用真实的用户信息输入，国籍为 CN）等信息，然后输入服务站用户名及相应密码登录系统，登录成功后，中央数据库会返回有关查询数据，V.A.S5052 接收和分析相关数据并进行验证，此时系统提示已写入配置信息指令字节。

4) 接下来，V.A.S5052 会将下载包写入防盗控制单元。

5) 由于程序设备的原因，一般情况下，V.A.S5052 无法一次性将下载包写入防盗控制单元，这时会显示更换防盗控制单元时匹配失败。

6) 注意：若匹配不成功，一定不要关闭点火开关、拔下诊断插头、断电或退出系统。因为此时防盗器 IV 已进行部分匹配，任何非正常中断都会造成防盗控制单元因不能完成匹配而永久损坏。正确的做法是按继续箭头再次运行匹配程序，继续防盗控制单元匹配的进程，在系统读取和验证防盗器 IV 数据后，最终将显示成功地将下载包写入防盗控制单元。

## 3. 根据防盗器 IV 的工作原理，需要点火钥匙 S 触点的信号才能激活防盗信息的交换

1) 因此选择“查询 S 触点”，将点火钥匙暂时从钥匙孔内拔出再推回至 S 触点位置。

2) 目的是进行断电和 S 触点的识别工作，并根据屏幕提示选择“是”，此时如选择“否”，舒适系统中央控制单元 J393 就会处在未定义状态，无法继续使用。

3) 通过 S 触点的正常识别，由 50 通道适配功能传递车辆底盘号，在车辆底盘号成功传递后，V.A.S505X 显示成功地进行舒适系统中央控制单元的匹配，并提示打开点火开关，以对系统进行确认。

## 4. 确认舒适系统中央控制单元匹配成功后，系统自动进入钥匙匹配程序

1) 所有车辆钥匙出厂时均进行了预设码，只能在相应车辆上使用，因为防盗信息的更



新, 原钥匙必须和舒适系统中央控制单元 J393 进行匹配。

2) 按照提示步骤, 输入服务站用户信息和 GEKO 密码登录进行在线匹配。

3) 匹配钥匙时为避免干扰, 每把钥匙应放在距点火开关足够远的地方, 通过屏幕上的加或减按钮, 来确定所配钥匙的总数, 在确定需匹配钥匙总数后, 多功能仪表板的日里程表处会显示所要匹配钥匙数的目标值和匹配成功的数值, 按照引导程序打开关闭点火钥匙, 直到匹配钥匙总数达到目标值。

4) 至此, 通过在线连接对防盗系统的各部件之间的数据进行了匹配, 实现了各系统部件的相互识别。

### 5. 最后进行遥控器的匹配

1) 将相应的带遥控器的车辆钥匙插入点火开关, 通过系统键盘输入带遥控器功能钥匙的数量。

2) 在系统激活适配功能时, 依次按一下待匹配钥匙的开锁或闭锁键至少 1s 以上, 随着 15s 的适配时间上限截止, 钥匙的匹配过程自动结束。

3) 尽管显示遥控器已成功匹配, 但一般会出现操作遥控器却不能开、闭锁的现象, 进入舒适系统中央控制单元 461+10 数据组, 读取开锁、闭锁遥控信号是否处于正常接收状态。

4) 此时如操作左前门的车内中控制键也同样失效, 说明新更换的舒适系统中央控制单元处于工厂模式,

5) 通过 V.A.S505X 功能引导关闭工厂模式, 完成后, 车辆开/闭锁功能恢复正常。

6) 至此工作并没有结束, 因为此时进入 J393 查询故障码通常会有左右后门电控单元无信号/通信的故障存储, 且无法清除, 这是因为新的舒适系统中央控制单元预置的长编码与本车实际配置不符, 需要按原来记录的长编码重新进行更改。改写编码后故障码自动变为偶发故障, 可以消除。

7) 退出功能引导, 进入系统收集服务功能清除所有电控单元的故障码, 确认无故障码存储后, 启动车辆, 确认是否正常; 此时利用引导功能中的测量数据块功能, 再读取舒适系统中央控制单元内防盗模块数据流:

① 显示防盗锁止系统使用状态为正常值 6。

② 防盗锁止系统状态为正常值 0。

③ 授权钥匙为“是”。

④ 已配的钥匙数为 1。

⑤ 发动机控制单元应答为“是”。

⑥ 许可起动过程为“是”。

至此, 完成更换舒适系统中央控制单元, 结束防盗器 IV 匹配, 恢复车辆运行。

## 9.4 无钥匙进入/起动系统

无钥匙进入/起动系统是一种非接触式的中控门锁和警报系统。车主无需“主动”使用车辆钥匙, 就能够打开车门、发动车辆。只需车钥匙在车主的身边(如口袋里), 车主轻碰车辆的任意一门把手内侧就可以解除防盗状态; 轻拉门把手就可以打开车门。

无钥匙进入/起动系统中,车门把手上安装有天线,与点火开关内的读写线圈类似,能够产生强磁场。轻拉门把手,如果有车钥匙在磁场范围内,钥匙内的送码器就会被车门天线强磁场激发,向外发送车钥匙的身份编码,防盗控制单元接收到该身份编码,就会解锁车辆车门;同时,给一键起动开关通电。轻按车门把手上的按钮,如果有钥匙在该门把手天线磁场范围内,那么车门就会自动落锁,警报系统开始起作用。

### 9.4.1 无钥匙进入/起动系统组成

如图 9-21 所示,无钥匙进入/起动系统主要由防盗器控制单元、舒适中央控制单元、车门控制单元、车门外把手(集成有触摸传感器、外部天线、中央门锁按钮)、内部天线、点火开关、芯片钥匙、一键起动按钮、转向柱锁组成。

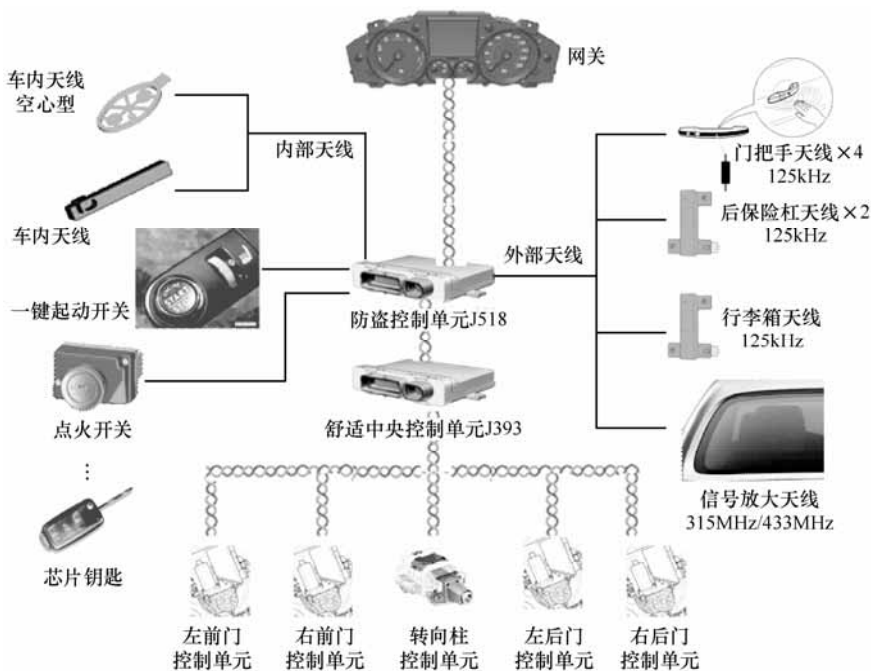


图 9-21 无钥匙进入/起动系统结构示意图

#### 1. 车门外把手

如图 9-22 所示,每个车门外把手的内表面都是一个电容式触摸传感器,在门拉手的内部集成了一个磁棒式天线。在驾驶人侧的车门外把手上,保留了一个钥匙孔。

1) 触摸传感器。这些传感器是电容式的,集成在车外门把手内,防盗控制单元会对传感器电流进行分析。每个门把手和支座上都装上了一个电容片,门把手内表面起介质作用,如果电容片之间插入新的介质,那么就会有一个电流短时流过,使用和起动授权控制单元会识别并分析这个电流。

2) 车门外把手天线。如图 9-23 所示,每个车门外把手内都集成有一根磁棒天线,该天线的任务是将防盗控制单元的信号发送到车钥匙上,信号频率为 125kHz。天线的有效距离大约 1.5m。



图 9-22 车门把手结构示意图

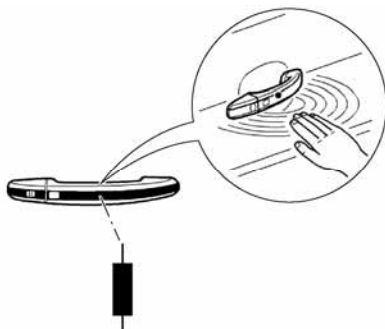


图 9-23 车门外把手天线

3) 中央门锁按钮。每个车门的门把手上都装有一个按钮，它是用来关闭中央门锁的。驾驶人轻按按钮时，与按钮同一车门拉手的车外天线识别到合法钥匙时，才能关闭中央门锁。

## 2. 防盗器控制单元

如图 9-24 所示，防盗器控制单元（KESY CM）同时是防盗器 IV 和无钥匙进入/起动系统的重要组成部分，位于驾驶人脚坑地毯下方。有以下几种功能：



图 9-24 防盗器控制单元实物图

- 1) 发动机锁。
- 2) 进入车厢的授权。
- 3) 发动机起动授权。
- 4) 遥控钥匙控制。
- 5) 无钥匙进入/离开和无钥匙起动。

## 3. 天线

为了保证无钥匙进入/起动系统的顺利工作，除了外门把手内部的磁棒天线外，在车身的外部 and 内部还安装有一系列的天线，如图 9-25 所示。

外部天线位于车门外把手和后保险杠内部，用来检测是否有芯片钥匙在车身周围。防盗控制单元通过外部天线对外发射 125kHz 的识别信号，传输距离大约 1.5m。如果有一把合法钥匙在识别信号的辐射范围内，就会被触发，对外发射 315MHz 或者 433MHz 的短波反馈信

号（根据各个地区国家的规定不同而不同，中国为 315MHz）。防盗控制单元接收到合法钥匙的反馈信号，就会给所有的车门解锁。

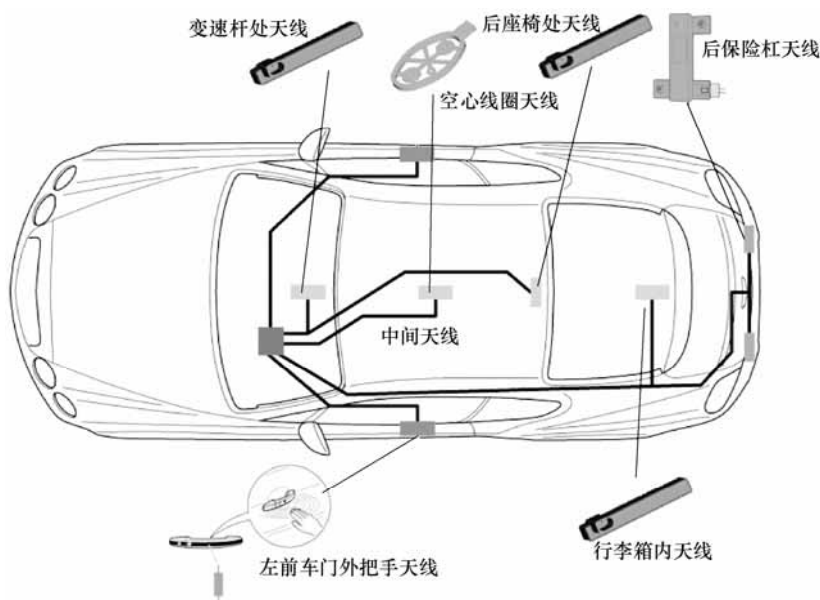


图 9-25 车身内、外天线类型和分布示意图

在车厢内部的变速杆处、中央马鞍处和后部座椅处安装有内部天线，当防盗控制单元对外发出 125kHz 的识别信号时，如果有合法钥匙在车厢内部，接收到识别信号后，对外发射 315MHz 或者 433MHz 的短波反馈信号。防盗控制单元接收到合法钥匙的反馈信号，就会给防盗器 IV 解锁，保证一键起动按钮可用。

行李箱内部同样也安装一磁棒天线，用来检测行李箱内部是否有芯片钥匙。如果行李箱内部天线检测到有钥匙存在，那么防盗控制单元就不会给行李箱上锁。

#### 4. 芯片钥匙

如图 9-26 所示，芯片钥匙也同时是防盗器 IV 和无钥匙进入/起动系统的组成部分。芯片钥匙一旦成功匹配到某辆车，那么将不能够再重复使用到其他车辆上去。



图 9-26 芯片钥匙外观

芯片钥匙有 3 种操作模式：

1) 机械式。车辆蓄电池亏电严重，将无法使用无钥匙进入功能打开车门，此时可以将

芯片钥匙开槽钢片插入门拉手的钥匙孔，打开车门；同时也可以将芯片钥匙插入到点火开关，打开点火开关或者起动发动机。

2) 遥控式。按芯片钥匙上的开锁或上锁按键，芯片钥匙主动发出 315MHz 或者 433MHz 的识别信号，防盗器控制单元接收到识别信号后，打开或关闭车门中控门锁。

3) 无钥匙式。芯片钥匙接收到车门外拉手的 125kHz 的识别信号后，向外发送 315MHz 或 433MHz 的反馈信号。

## 5. 一键起动按钮

防盗控制单元通过车厢内部天线监测到车厢内部有合法钥匙时，一键起动按钮的操作才会被激活。一键起动按钮的操作分两种：轻按和重按，见表 9-1。所有信号均可通过防盗控制单元的测量数据块来进行诊断。一键起动按钮实物如图 9-27 所示。



图 9-27 一键起动按钮

表 9-1 一键起动按钮的功能

操 作	初 始 状 态	功 能
轻按	点火开关关闭、转向柱锁锁止	转向柱解锁
轻按	点火开关关闭、转向柱锁打开	打开点火开关
轻按	点火开关打开、转向柱锁打开	关闭点火开关
轻按（至少 1s）	点火开关关闭、转向柱锁打开	转向柱上锁
重按	点火开关关闭、转向柱锁锁止	转向柱解锁、打开点火开关、起动发动机
重按	点火开关打开、转向柱锁打开	起动发动机
重按	转向柱锁打开、发动机运转	发动机熄火，点火开关关闭

## 9.4.2 无钥匙进入/起动系统工作原理

无钥匙进入/起动系统的功能主要包括：无钥匙进入（车门）、遥控进入、无钥匙进入（行李箱）、无钥匙离开、无钥匙起动、主蓄电池亏电时的起动、无钥匙熄火，如图 9-28、图 9-29 所示。

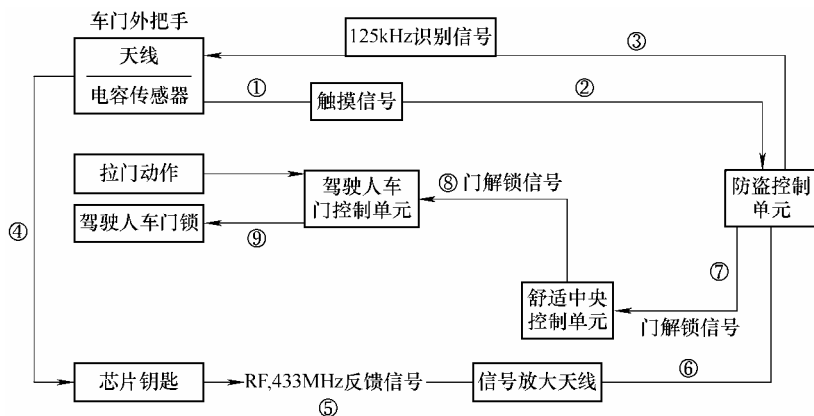


图 9-28 无钥匙进入控制过程

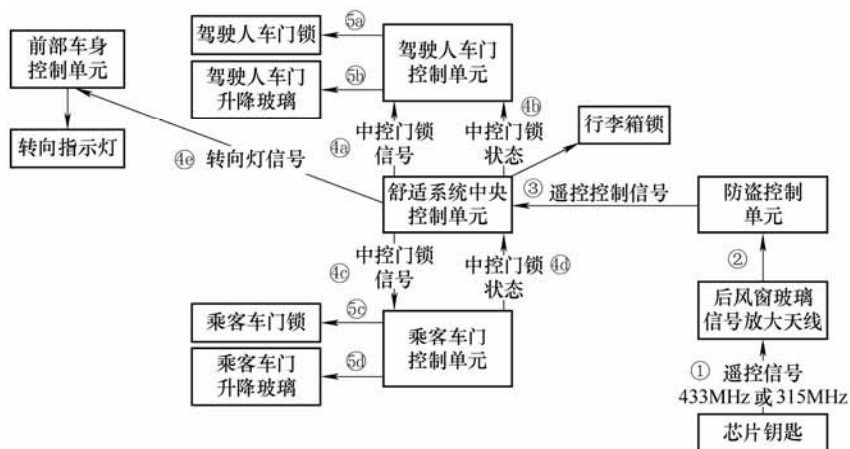


图 9-29 遥控进入控制过程

### 1. 无钥匙进入（车门）

1) 中控门锁处于上锁状态时，无钥匙进入/起动系统除外部天线外，均会进入休眠状态。位于车门外把手内部的天线并不会休眠，时刻保持激活状态，在车门外 1.5m 左右范围内监测到有合法钥匙时，并不会激活防盗器 IV 系统。以驾驶人侧车门为例，驾驶人在拉动车门外把手时，手指触碰到车门外把手内侧的电容式传感器，改变电容传感器的电流信号。

2) 防盗控制单元接受触摸信号后，通过车门外把手天线发送 125kHz 识别信号，合法钥匙接收到识别信号后，向防盗器控制单元反馈 315MHz 的反馈信号，防盗器控制单元必须通过位于后风窗玻璃上的信号放大器才能够接收到反馈信号。在防盗控制单元确认钥匙合法后，激活整个无钥匙进入/起动系统，并向舒适中央控制单元（某些车型称为车身控制单元，安装在行李箱内）传输车门解锁信号；如果防盗器识别出是非法钥匙时，无钥匙进入过程立刻停止。

3) 舒适中央控制单元向所有的车门控制单元发出门解锁信号，以驾驶人侧车门为例，驾驶人车门控制单元接受到门解锁信号后，控制驾驶人车门锁解锁。驾驶人轻拉门把手，车门打开。前部车身控制单元接收到开锁信号后，控制转向信号灯闪亮 1 次。

### 2. 遥控进入

1) 在车辆周围 10m 范围内，轻按芯片钥匙上的开锁按钮，芯片钥匙向防盗控制单元发送 315MHz 识别信号和中控门锁解锁请求。

2) 防盗控制单元通过后风窗玻璃上的信号放大天线，接收到识别信号和中控门锁解锁请求，确认识别信号来自合法钥匙后，向舒适系统中央控制单元传输中控门锁解锁信号。

3) 舒适系统中央控制单元向各车门控制单元传输中控门锁解锁信号，各车门控制单元解开门锁，车门控制单元向舒适系统中央控制单元反馈中控门锁状态；舒适系统中央控制单元向前部车身控制单元传输解锁信号，前部车身控制单元控制转向指示灯闪烁 1 次。

### 3. 无钥匙进入（行李箱）

1) 中控门锁处于上锁状态时，后保险杠天线仍然保持激活状态。

2) 行李箱盖开锁按钮与舒适中央控制单元直接相连，驾驶人轻按行李箱盖开锁按钮，舒适中央控制单元接收到开锁请求后，检查行李箱盖的状态是否为“关闭”状态。舒适中央控制单元确认行李箱盖是“关闭”状态后，向防盗控制单元传输行李箱盖开锁请求信号。

3) 防盗器控制单元接收到开锁请求信号后, 通过后保险杠天线发送识别信号。

4) 在后保险杠周围 1.5m 处, 合法钥匙接收到识别信号后, 向防盗器控制单元反馈 315MHz 的反馈信号, 要求打开行李箱。

5) 防盗器控制单元必须通过位于后风窗玻璃上的信号放大天线才能够接收到反馈信号。在防盗控制单元确认钥匙合法后, 激活整个无钥匙进入/起动系统, 并向舒适中央控制单元传输行李箱盖开锁信号, 行李箱锁解锁, 行李箱打开。前部车身控制单元接收到开锁信号后, 控制转向信号灯闪亮 1 次。如果防盗器接收到的反馈信号与自身的计算值不相符, 无钥匙进入过程立刻停止。

#### 4. 无钥匙离开

1) 无钥匙离开的前提条件是所有车门均已关闭。

2) 驾驶人轻按任意一车门中控锁按钮, 防盗控制单元接收到上锁请求, 首先向舒适中央控制单元问询各车门状态是否为“关闭”。确认所有车门关闭后, 通过被激活中控锁按钮同一侧的车门外把手天线发送识别信号, 等待合法钥匙的反馈信号。

3) 合法钥匙接受到识别信号后, 向防盗器控制单元发送 315MHz 的反馈信号。

4) 防盗器控制单元必须通过位于后风窗玻璃上的信号放大天线才能够接收到反馈信号。防盗器确认钥匙合法后, 向舒适中央控制单元传输中控门锁设防信号。

5) 舒适中央控制单元接受到防盗器控制单元的中控门锁设防信号后, 向车身所有车门控制单元传输中控门锁设防信号; 向转向柱控制单元传输转向柱锁锁止信号。

6) 各车门控制单元控制门锁动作, 进入锁死位置; 转向柱锁锁止。前部车身控制单元接收到闭锁信号后, 控制转向信号灯闪亮 1 次。

#### 5. 无钥匙起动

1) 一键起动开关的操作方式不同, 功能也不相同。

2) 但不管是轻按还是重按, 防盗控制单元收到一键起动开关操作信号后, 通过车厢内部不同位置的天线, 在车厢内部范围内发出 125kHz 识别信号。

3) 合法钥匙接受到识别信号后, 向防盗器控制单元发送 315MHz 的反馈信号。

4) 防盗器控制单元必须通过位于后风窗玻璃上的信号放大天线才能够接收到反馈信号。防盗器确认钥匙合法后, 会根据按钮操作方式不同, 行使不同的功能:

① 解开转向柱锁。

② 打开点火开关。

③ 接通起动控制继电器, 给防盗器 IV 解锁。

#### 6. 主蓄电池亏电时的起动

1) 主蓄电池严重亏电时, 大部分的车身电气系统都将关闭, 包括无钥匙进入/起动系统。这个时刻可以启用起动蓄电池给起动有关的系统供电, 保证顺利起动。芯片钥匙保留了机械功能, 这个时候可以起作用。将芯片钥匙插入驾驶人侧的钥匙孔, 打开驾驶人车门。

2) 打开驾驶人侧车门后, 必须在 15s 时间内, 将芯片钥匙插入点火开关内, 打开点火开关, 否则警报系统会被触发。

3) 但此时的主蓄电池由于亏电严重, 无法正常起动发动机。所以, 需要将芯片钥匙逆时针旋转 30°, 激活起动蓄电池, 给相关起动系统供电, 这时就可以像正常情况一样起动发

动机。

### 7. 无钥匙熄火

可以通过一键起动开关关闭点火开关和使发动机熄火。当车辆完全静止、变速杆处于 P 位、N 位时，重按一键起动开关，发动机熄火，点火开关关闭。轻按一键起动开关超过 1.5s，转向柱锁将锁止。

变速杆处于行驶档位、车辆速度不高于 15km/h 时，也可以操作一键起动开关，使发动机熄火。方法是：踩制动踏板的同时，在 2s 时间内连续两次重按一键起动开关；或者，按住一键起动开关超过 1.5s。

## 本章小结

1) 大众、奥迪汽车防盗器采用的是西门子公司提供的防盗器 (Immobilizer) 系统。Immobilizer 系统属于控制发动机起动授权的电子防盗器。

2) 第三代汽车防盗器的主要元件有点火开关上的读写线圈 (天线)、点火钥匙 (变码发射器)、组合仪表 (内部包含防盗器控制单元)、发动机控制单元、仪表板上的故障警报灯。

3) 第三代防盗器与第二代防盗器相比：发动机控制单元是防盗系统的一部分；钥匙自适应后被锁止，不能再用于其他车辆；在发动机的防盗器控制单元之间的数据采用 CAN 总线进行传递；在防盗控制单元和发动机控制单元中，都有防盗器 14 位串号和 17 位车辆底盘编号。

4) 第四防盗器不是一个单独的控制单元，而是一项功能。

5) 第四代防盗器相比第三代防盗器，数据传输的安全性得到提高；防盗器部件在大众不同品牌的某些车型之间可以互用，但一旦完成匹配，就不能在其他品牌的防盗器系统内使用；进 FAZIT 数据库只能通过大众专用的测试仪，所有钥匙供应/更换过程中的安全性得到提高；防盗器内的控制单元自动对准。

6) 防盗器 III 中，发动机起动授权过程包括芯片钥匙与防盗器控制单元之间固定码识别、芯片钥匙与防盗器控制单元之间不可变码识别和防盗器控制单元与发动机控制单元之间可变码识别的过程。

7) 防盗器 IV 内更换任何新的部件，都必须进行在线匹配，才能“添加”到防盗器 IV 内。

8) 无钥匙进入/起动系统主要由防盗器控制单元、舒适中央控制单元、车门控制单元、车门外把手 (集成有触摸传感器、外部天线、中央门锁按钮)、内部天线、点火开关、芯片钥匙、一键起动按钮、转向柱锁组成。

9) 无钥匙进入/起动系统的功能主要包括：无钥匙进入 (车门)、遥控进入、无钥匙进入 (行李箱)、无钥匙离开、无钥匙起动、主蓄电池亏电时的起动、无钥匙熄火。



# 第10章

## 大众、奥迪汽车乘员保护系统

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 了解汽车安全气囊的功能和正确操作的方法。
- 2) 熟悉汽车乘员保护系统的组成、各组成部分的结构和工作原理;
- 3) 了解汽车乘员保护系统的工作原理。
- 4) 了解汽车乘员保护系统常见故障分析方法。

#### 能力目标:

- 1) 掌握维修手册的使用方法。
- 2) 学会汽车安全气囊常见故障诊断和排除方法。

## 10.1 概述

### 1. 汽车安全与乘员保护系统

汽车的安全性分为两大类，一类叫做“主动安全性”，又称“积极安全性”。主动就是防患未然，重点是使车轮悬架、制动和转向的性能达到最好的程度，尽量提高汽车行驶的稳定性、舒适性和安全性，减少行车时所产生的偏差。例如安装防抱死制动装置 ABS 的目的是防止制动时发生车轮抱死而发生的方向失控和甩尾现象；安装驱动防滑装置 ASR 则是防止汽车产生侧滑，而采用转向动力辅助装置则可以减轻驾驶人的疲劳程度等。另一类叫做“被动安全性”，又称“消极安全性”。一旦事故发生时，被动安全装置用以保护内部乘员及外部人员的安全。安全带和安全气囊属于汽车乘员“被动安全性保护装置”。其中安全带在被动保护过程中起主要作用，而安全气囊起辅助作用，属于“辅助约束系统”（Supplemental Restraint System），即 SRS。安全气囊的作用是弥补佩带安全带不能彻底保护汽车乘员头部、脸部和胸部的不足。

乘员保护系统是汽车被动安全的一部分，它主要由安全气囊和安全带二者共同作用，当汽车遭受一定碰撞力后，系统会点燃引爆材料引发化学反应，隐藏在车内的安全气囊就在瞬间充气弹出，在乘员身体与车内零部件碰撞之前及时到位，在人体接触到安全气囊时，安全气囊通过气囊背面气孔排气，减轻身体所受冲击力，达到减轻乘员伤害的效果。

研究表明，驾驶室内未采用任何保护措施的汽车，在高速行驶撞击障碍物时，对乘员（特别是驾驶人）的伤害巨大。安装有安全气囊的汽车在撞击障碍物时，通过充气后展开的气囊，对驾驶人和乘员的头部、胸部及腰部起到保护作用，将大大地减轻驾驶人和乘员的受伤害程度。美国一研究所分析了 1985~1993 年美国 7000 起汽车交通事故中发现，装有安全气囊的汽车遇到前部撞击时，驾驶人的死亡率中，大排量汽车降低了 30%，中、小排量汽车降低了 11%、14%。

### 2. 安全气囊简史

安全气囊的使用已有近 30 年的历史，它对减少撞车伤亡有不可替代的作用。

最早发展安全气囊系统的国家是美国。1953 年 8 月，John W.Hetrick 首次提出了“汽车用安全气囊防护装置”，并获得了题为“汽车缓冲安全装置（Safety Cushion Assembly for Automotive Vehicles）”的美国专利。但由于当时技术水平及人们观念的限制，未被广泛接受或认可，当时的美国人更倾向于安装安全带。

与此同时，航空公司着眼于保证飞机和宇宙飞船等碰撞事故中乘员的安全，对 SRS 气囊系统较为重视，并进行了一些试验。其中，在 DC-7 型客机上的试验结果令人振奋，当以接近 260km/h 的速度进行碰撞试验时，装备 SRS 气囊系统的模拟人都完好无损，而未装 SRS 气囊系统的模拟人都被毁坏。随后，本田、福特与通用等汽车公司开始组织力量，改进研制和完善 SRS 气囊系统。

20 世纪 70 年代，通用、福特、奔驰、丰田等汽车公司以及美国 MONTON 公司、TRW 公司，德国 TEMIC 公司、ICT 研究院，日本 DAICEL 公司，瑞典 AUTOLIV 公司等均开始

投入大量资金和人力研究与发展安全气囊。这些综合力量使安全气囊的研究与发展进入了一个全新的发展阶段。

1973 年，美国通用汽车公司开始出售可供顾客选配的汽车气囊系统。

1984 年，NHTSA 在著名的“联邦机动车安全标准”FMVSS（Federal Motor Vehicle Safety Standard）208 条《乘员碰撞保护》中增加了安装气囊的要求，这为安全气囊的发展和使用提供了一个明确的法则及指导方向。

1993 年前后，美国政府立法规定，从 1995 年 9 月 1 日以后制造的汽车前排座前均应装备安全气囊。另外，还要求 1998 年以后的新汽车都装备驾驶人和乘客用的安全气囊。表 10-1 给出了安全气囊发展历史上的典型事件。

表 10-1 安全气囊发展历史

年 代	具 体 事 件
1953	美国人 John W.Hetrick 发明世界上首套安全气囊系统
1973	美国通用汽车公司首先采用现代气囊系统
1981	梅赛德斯-奔驰公司首先采用烟火式锁紧卷收器，它为采用汽车安全气囊的使用铺平了道路
1984	美国政府将汽车被动安全装置纳入法规，并要求从 1987 年开始到 1994 年，使轿车气囊装配率逐步达到 100%
1992	美国法律规定，1994 年以后出厂的新车必须装备驾驶座安全气囊系统和自动安全带
1993	在美国政府的提议下，通过了目前世界上最严格的汽车安全法规 FMVSS-208，欧洲也通过了 ECE R94 法规，只有安装汽车安全气囊系统，才能满足上述法规要求
1994	欧美各大汽车公司将汽车安全气囊系统作为标准配置，安装在轿车和轻型货车上
1998	日本丰田公司首次提出智能型安全气囊系统概念
1998	美国福特公司研制成功世界首套智能型安全气囊系统

## 10.2 乘员保护系统组成

乘员保护系统由安全气囊控制单元 J234、传感器（前部碰撞传感器 G283、侧面碰撞传感器 G179\G180）、执行器（驾驶人侧安全气囊引爆器 N95/N250、前排乘客侧安全气囊引爆器 N131/N132、前部侧面安全气囊引爆器 N199/N200、前部安全带拉紧装置 N153/N154、蓄电池切断引爆装置 N253）、驾驶人侧安全带开关 E24 和安全带警告指示灯 K19 等组成，如图 10-1 所示，安装位置如图 10-2 所示。

### 1. 安全气囊控制单元

安全气囊控制单元 J234 以及内置的电子系统用于识别汽车是否发生事故。J234 固定于车身中央通道，如图 10-2 所示。为了能同其他控制单元进行信息交流，安全气囊控制单元与驱动系统 CAN 数据总线相连。

安全气囊控制单元 J234 的任务：

- 1) 碰撞识别（正面、侧面、尾部）。
- 2) 分析所有输入信号。
- 3) 按设计要求触发安全带张紧器、安全气囊并切断蓄电池。

- 4) 持续监视整个安全气囊系统。
- 5) 在规定时间内（大约 150ms）通过电容器单独供应电能，确保系统正常工作。

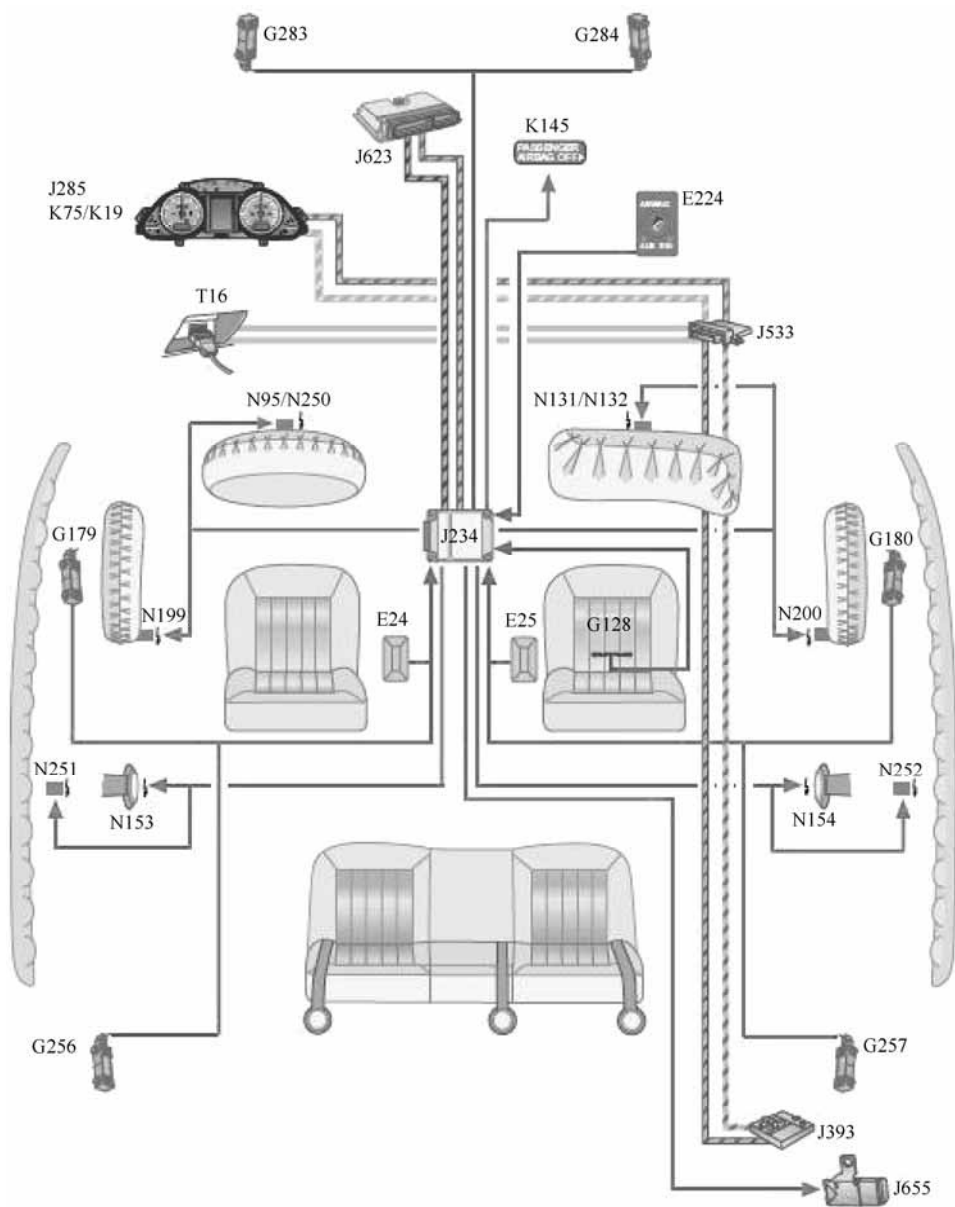


图 10-1 乘员保护系统组成

J234—安全气囊控制单元 J285—组合仪表内的控制单元 J393—舒适系统中央控制单元 J533—数据总线诊断接口 J623—发动机控制单元 J655—蓄电池切断继电器 K19—安全带警告灯 K75—安全气囊警告灯 K145—前排乘客安全气囊关闭警告灯  
 N95—驾驶人安全气囊点火触发器 N250—驾驶人安全气囊点火触发器 2 N131—前排乘客安全气囊点火触发器 1 N132—前排乘客安全气囊点火触发器 2 N153—驾驶人安全带张紧器点火触发器 1 N154—驾驶人安全带张紧器点火触发器 2 N199—驾驶人侧安全气囊点火触发器 N200—前排乘客侧安全气囊点火触发器 N251—驾驶人头部安全气囊点火触发器 N252—前排乘客头部安全气囊点火触发器 T16—自诊断接口

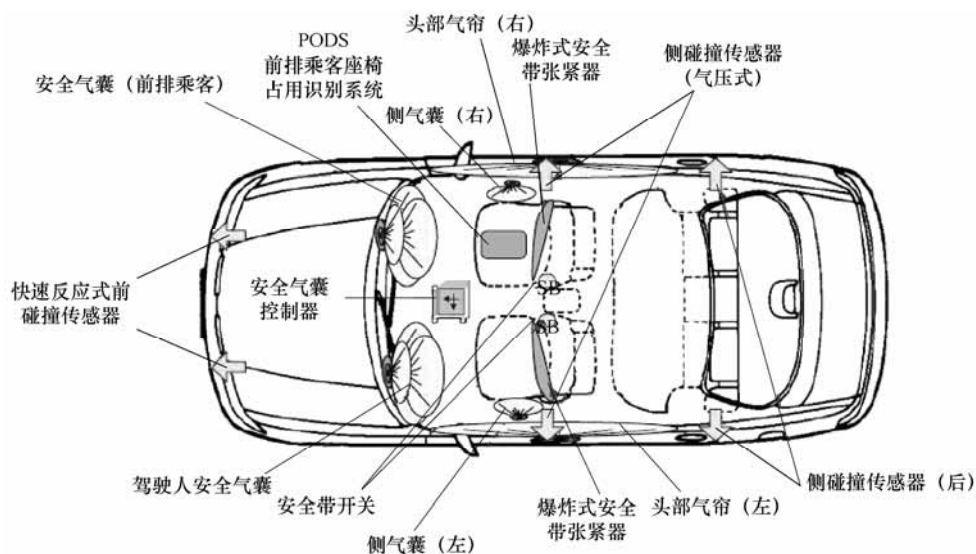


图 10-2 乘员保护系统组件安装位置

- 6) 通过故障警告灯显示故障。
- 7) 存储系统故障和碰撞信号。
- 8) 通过驱动系统 CAN 数据总线或独立的碰撞输出端（普通导线）将碰撞事件通知其他系统组件。
- 9) 激活安全带警告。

## 2. 安全带警告与安全带扣开关

大众汽车车型具有驾驶人安全带警告功能。一旦打开点火开关，安全气囊控制单元对驾驶人侧安全带开关 E24 的信息进行检查。根据阻值的变化来确定驾驶人是否系上安全带。如果驾驶人未系安全带，集成在组合仪表内的安全带警告灯 K19 即亮起以示警告。若行驶速度超过 5km/h，除了视觉警告之外，还发出声音警告，如图 10-3 所示。



图 10-3 安全带与安全带扣警示灯

为实施“安全带警告”功能，安全气囊控制单元必须要知道驾驶人是否系上安全带的信息。位于安全带锁扣内的安全带开关 E24 是一种机械操作开关。控制单元通过测量电阻即可识别安全带是否系上，如图 10-4 所示，其工作原理如图 10-5 所示。

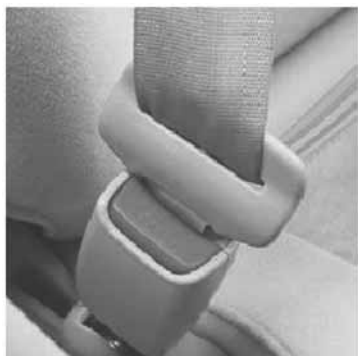


图 10-4 安全带扣开关

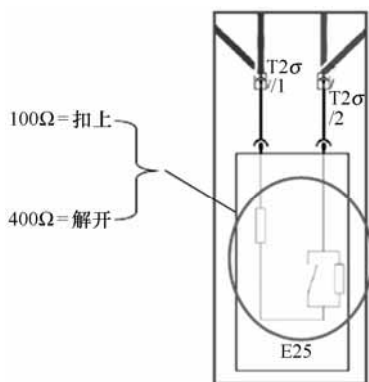


图 10-5 安全带扣开关原理图

### 3. 碰撞传感器

乘员保护系统的碰撞传感器包含控制单元内的碰撞传感器、前部碰撞传感器和侧面碰撞传感器。

1) 控制单元内的碰撞传感器和前部碰撞传感器。按照用途的不同，碰撞传感器分为触发碰撞传感器和防护碰撞传感器。触发碰撞传感器称为碰撞强度传感器，用于检测碰撞时车辆的加速度变化，并将碰撞信号传给安全气囊控制单元，作为气囊控制单元的触发信号；防护碰撞传感器称为安全碰撞传感器，它与触发碰撞传感器串联，用于防止气囊误爆。

碰撞强度传感器为前部碰撞传感器 G283，它一般安装在发动机舱内的防撞梁上，如图 10-6 所示，它根据事故的严重程度的不同而传递不同的信号；防护碰撞传感器安装在安全气囊控制单元内，它用于可靠性的确认，如图 10-7 所示。

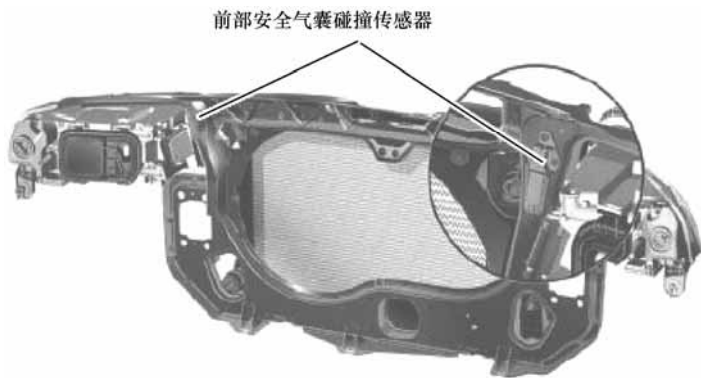


图 10-6 前部碰撞传感器

控制单元内的碰撞传感器和前部碰撞传感器结构相同，采用了新型的碰撞传感器，它取代了传统的机械式安全传感器。该传感器也称为微型机械加速度传感器，它既能接收车辆纵轴（X轴）的减速信号，又能接收车辆横轴（Y轴）的减速信号。

微型机械加速度传感器原理与电容传感器相似。如图 10-7 所示，在惯性力的影响下，固定电容片固定不动，可动电容片由于惯性会向相对方向移动，中间电极的距离发生变化，各自的电容也会相应减小或增大。这种差值的形成正是加速度变化的测算值。电子运算器将信

息转化成数字信号并向控制单元传递。

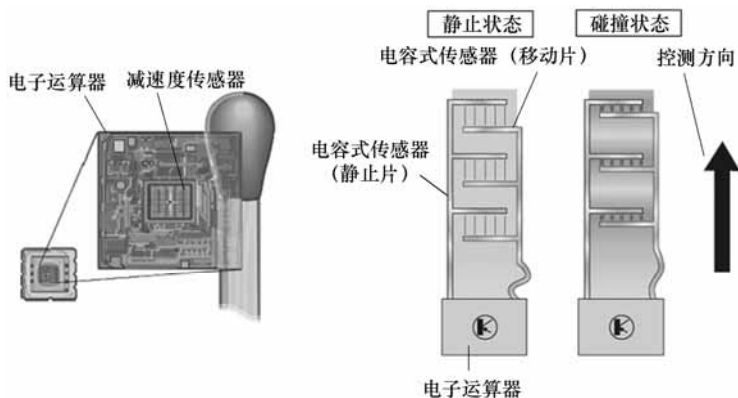


图 10-7 控制单元内的碰撞传感器及工作原理图

2) 侧面碰撞传感器。侧面碰撞传感器 G179 和 G180 安装在两侧车门上,如图 10-8 所示。侧面碰撞时由于车门变形会在车门内部短时间产生压力的增加。这个高压被传感器感知,压力的变化转换成电流的变化,并被输送给控制单元。

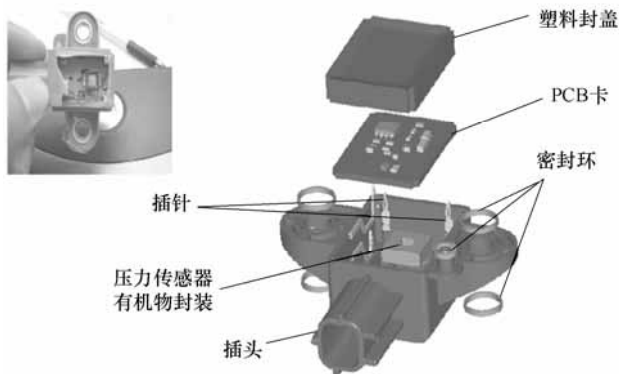


图 10-8 压力传感器

#### 4. 执行器

驾驶人和前排乘客侧安装了两级释放的前部安全气囊。安全气囊控制单元根据碰撞的激烈程度和类型确定两级引爆之前的时间间隔（大约 5ms 和 30ms）。通过延迟引爆推进剂,在发生事故时可以减少作用在驾驶人和前排乘客身上的负载,最大限度保护驾乘人员。

1) 驾驶人侧安全气囊引爆器 N95/引爆器 2 N250 (图 10-9)。驾驶人侧安全气囊的气体发生器利用两个烟火式推进剂先后进行工作。引爆器由安全气囊控制单元 J234 电子点火触发。引爆器火焰冲破容器外壳并点燃其中的引爆材料。当在引爆材料燃烧时产生的压力达到一定程度时,火焰冲破容器,通过带孔的管道进入推进剂 I 的燃烧室。随后推进剂 I 被引爆并燃烧,产生的气体摧毁密封薄膜,经过滤后从流出口充入气囊。在规定的时间内,安全气囊控制器触发引爆器 2,该引爆器直接引爆推进剂 II。产生的气体通过升起的盖子进入推进剂 I 的燃烧室,然后经过滤器充入气囊,如图 10-10 所示。

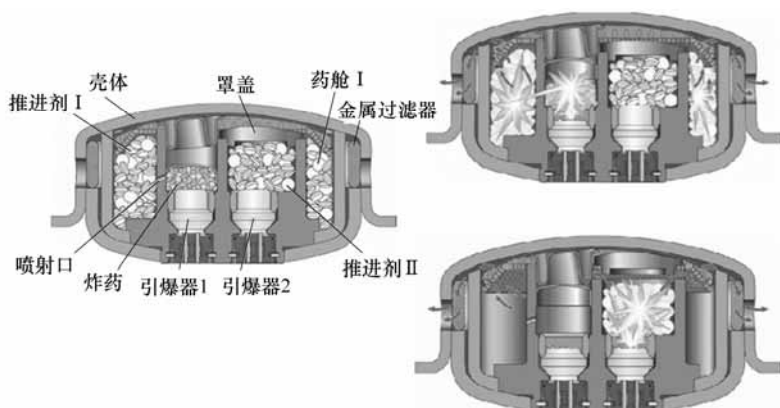


图 10-9 驾驶人侧安全气囊二级引爆器

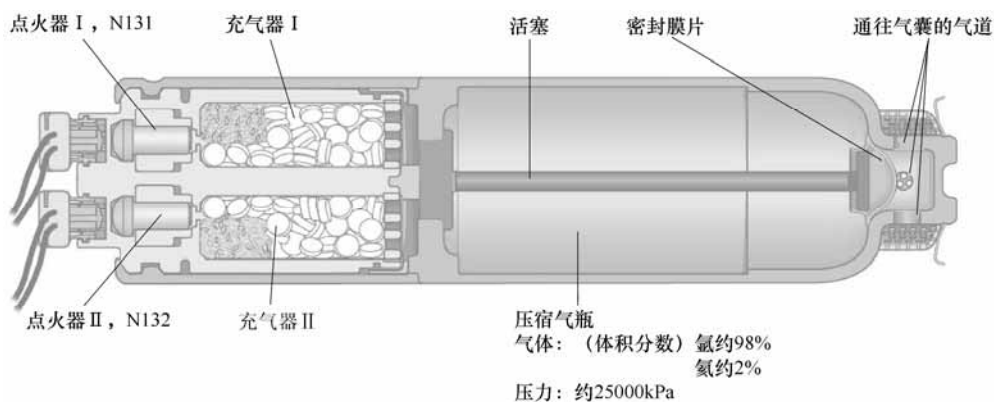


图 10-10 前排乘客安全气囊引爆装置

2) 前排乘客侧安全气囊引爆器 N131/引爆器 2 N132。前排乘客侧安全气囊采用了混合气体技术原理。气体发生器包含两个爆炸式推进装置和一个压缩气瓶。气囊控制单元点燃第一个爆炸式推进装置，产生的压力使活塞加速，打开压缩气瓶，逸出的气体瞬间充填气囊。第二个爆炸式推进装置向气囊中提供额外的气体。压缩气瓶内冷气体压力大约为 25000kPa，是由体积分数为 98% 的氩和 2% 的氮组成的混合气体，如图 10-10、图 10-11 所示。

3) 侧面安全气囊引爆器 N199、引爆器 N200（图 10-12）。侧面安全气囊使用带气袋的安全气囊模块，它们既可保护身体，也可保护头部的安全，如图 10-13 所示。

在侧面碰撞时，安全气囊控制单元 J234 将电流送至侧面安全气囊的相应引爆器。随后引爆器点燃引爆材料，引爆材料再点燃推进剂。产生的气体经金属过滤器过滤、冷却、膨胀并充填安全气囊，如图 10-14 所示。

4) 安全带拉紧引爆器 N153/N154。在驾驶人、前排乘客处采用了安全带张紧器，该安全带张紧器被称为带状张紧器。爆燃预紧式安全带是当今世界上技术最先进的安全带。当汽车受到碰撞时，预紧装置受到激发后，使卷缩器的芯轴反向转动，将安全带迅速回卷一定位置，起到预紧的作用，防止乘客身体前倾与转向盘、仪表板和玻璃窗发生碰撞。



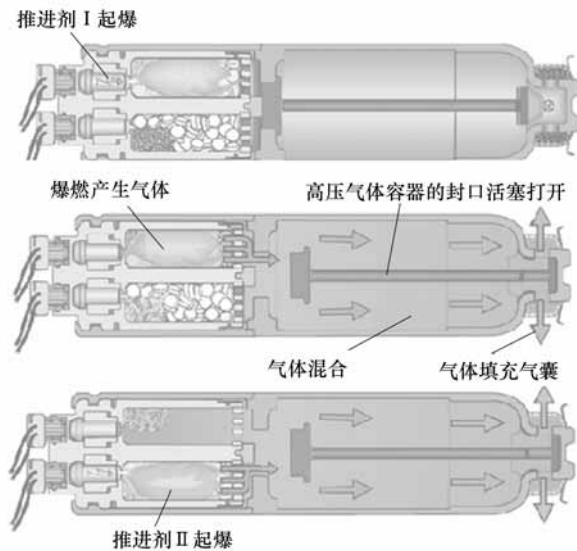


图 10-11 前排乘客处二级气囊引爆过程

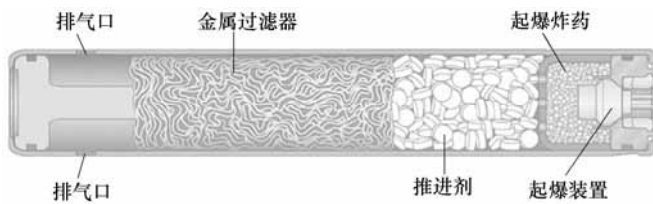


图 10-12 侧面安全气囊引爆器

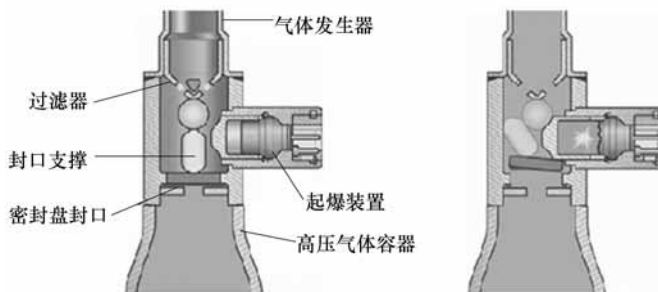
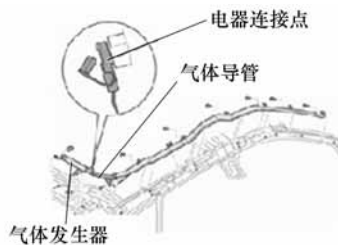


图 10-13 侧面安全气囊工作过程

带状张紧器结构如图 10-14 所示，金属带绕卷在安全带轴上。两个开口端同安全带轴相连接。封闭端以带环套围绕在安全带张紧器的引爆器上。安全带张紧器的引爆器安装在金属

带环套内。当安全气囊控制单元引发引爆器时，产生的压力将金属带的环套扩大。由于金属带的运动，它同时拉动安全带轴，使得安全带跟随着转动并拉紧安全带，如图 10-15 所示。

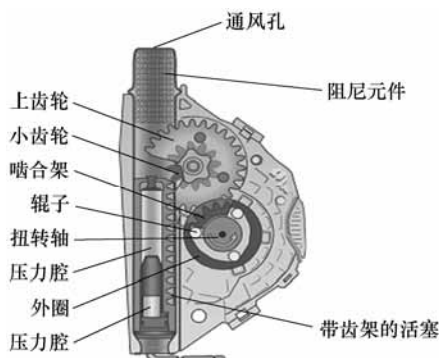


图 10-14 安全带张紧器

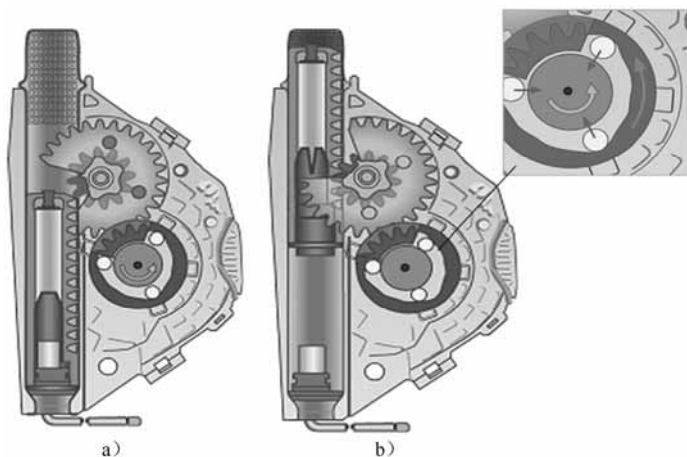


图 10-15 安全带张紧器工作原理图

a) 初始位置 b) 终止位置

5) 蓄电池切断引爆器 N253。蓄电池切断引爆器的任务是，在发生碰撞事故时切断起动机和发电机与蓄电池的连接线，避免线路短路，从而防止车辆着火，如图 10-16 所示。

蓄电池切断引爆器

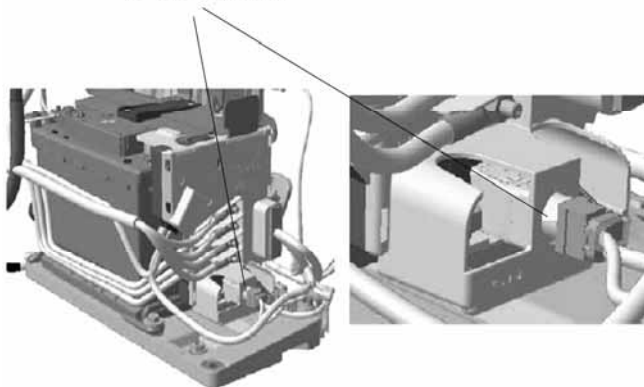


图 10-16 蓄电池切断引爆器

蓄电池切断引爆器 N253 使用的是一种烟火式部件，内部由引爆器和活塞销组成，如图 10-16 所示。出现事故，该部件由安全气囊控制单元 J234 控制，引爆器被点燃，产生的气体压力将推动活塞上的活塞销，并断开两个接口之间的连接，如图 10-17 所示。

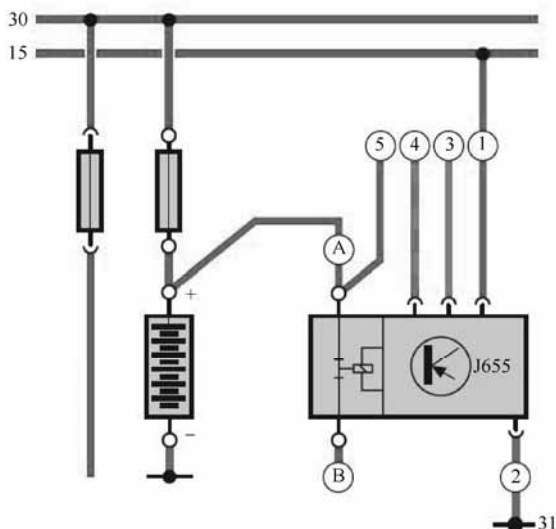


图 10-17 蓄电池隔离工作原理图

A—蓄电池正极 30 B—输出和起动机 87 ①—切换正极 ②—搭铁 ③—来自安全气囊控制单元 J234 的控制信号 ④—来自安全气囊控制单元 J234 的诊断线 ⑤—去往电能控制单元 J644 的输出

另外，汽车在后部碰撞的情况下，安全气囊控制单元对内部传感器和前部气囊碰撞传感器 G283 的信息进行评价。如果这些信息超过了一定数值，安全带张紧器被点燃并且蓄电池切断继电器激活，而正面安全气囊并不工作。

## 5. 驾驶人安全气囊螺旋弹簧

驾驶人安全气囊模块安装在转向盘上，与转向盘一起转动，它与 ECU 之间的导线连接是通过安全气囊螺旋弹簧来实现的。安全气囊螺旋弹簧（SRS Clock Spring, SRS CS）主要用于连接安全气囊线束与驾驶人安全气囊模块以及转向盘按键和整车相应功能模块的实时通信，确保静止端（下端线束等）和活动端（转向盘）之间随时随地地可靠连接，如图 10-18 所示。



图 10-18 驾驶人安全气囊背面

螺旋弹簧安装在组合开关之上，主要由螺旋形电缆、转盘、壳体、线束及辅助结构件等组成。

## 10.3 乘员保护系统工作原理

### 1. 安全气囊触发条件

安全气囊触发与否取决于撞车时轿车的减速率（减速度）与控制单元设定的减速率。如图 10-19 所示，由于碰撞角度的不同若撞车时轿车的减速率小于控制单元设定的基准值，则即使碰撞可能严重损坏轿车，系统也不会触发安全气囊。

### 2. 碰撞发生时的乘员保护

当车辆发生正面碰撞事故时，碰撞传感器将产生碰撞信号，安全气囊控制单元将检测到碰撞信号，并对其进行分析，判断是否达到点火要求。一旦达到要求，立即发出点火脉冲，由此引燃各安全气囊模块内的点火管，点火管再引燃各安全气囊模块内部的产气药，产生大量气体，在极短的时间内给气袋充气使其急剧膨胀，冲开饰盖，形成饱满的气袋，以缓冲碰撞事故对驾驶人及乘员的冲击，从而保护驾驶人及乘员免受或减少伤害，如图 10-20 所示。

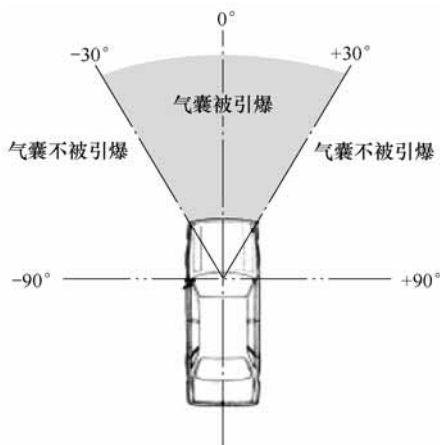


图 10-19 碰撞角度

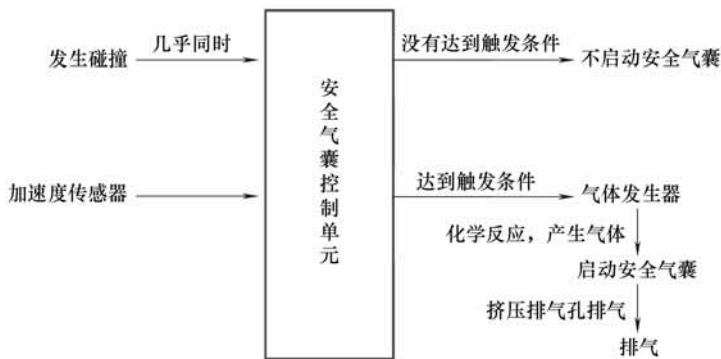


图 10-20 乘员保护系统工作原理图

汽车发生正面碰撞时驾驶人的安全气囊展开过程（其中具体时间与多种因素有关，图示时间仅供参考），如图 10-21 所示。

**0~10ms:** 在汽车特定的敏感部位处，装置碰撞传感器。碰撞传感器受到足够的碰撞冲量作用时，在 10ms 的瞬间内，将触发信号输送到中央电子控制器。

**10~20ms:** 在中央电子控制器中，主要有对安全气囊系统进行监测和控制的微处理器，能够对传感器输入的触发信号立即进行计算、比较和判断。如果碰撞冲量超过预先的设定值，中央电子控制器立即释放一个电脉冲火花，使气体发生器中的点火管急速爆炸。

**20~60ms:** 点火管的爆炸击穿装气体发生器的燃料盒，将固定燃料点燃并产生高温、高压气体（氮气），快速地经过滤器过滤冷却后冲入安全气囊。气囊在 20~60ms 内张开达到最大容积，在乘员与车内装备之间形成一个气垫。

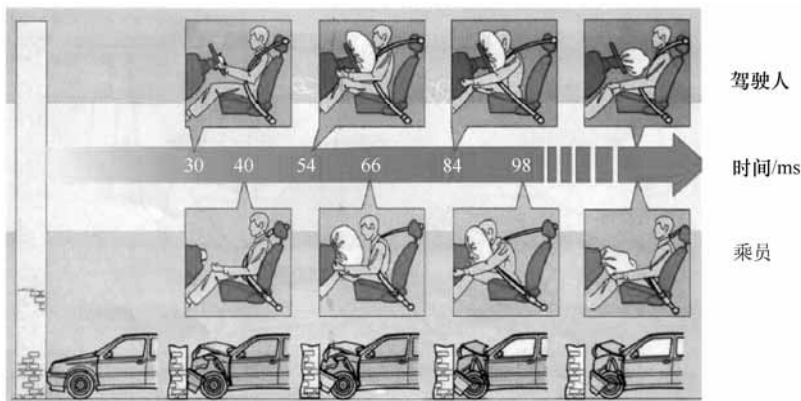


图 10-21 安全气囊引爆

60~100ms: 与此同时, 装在气囊后面的排气孔打开, 气囊泄气并收缩。气体的阻尼作用吸收了碰撞的能量, 缓解了气囊对乘员头部和脸部的压力, 使乘员陷入较柔软的气囊中。由于安全气囊将乘员与车内装备隔开, 而使得乘员得到保护。最后气体全部从排气孔排出, 气囊瘪下。

安全气囊从碰撞到展开, 最后完全泄气的整个过程大约 60~100ms。安全气囊展开进行保护的过程是一种不可逆的过程, 在完成上述过程后, 必须更换气囊。

### 3. 双级安全气囊工作原理

双级的气体发生器放射式展开, 可以缓慢释放安全气囊内火药爆炸所产生的冲击力。双级展开的时间有一定的间隔, 间隔时间范围为 5 ms~40 ms。气囊起爆根据碰撞的种类以及碰撞的强度的不同, 间隔时间不同, 但双级起爆在一次碰撞中都要执行, 如图 10-22 所示。

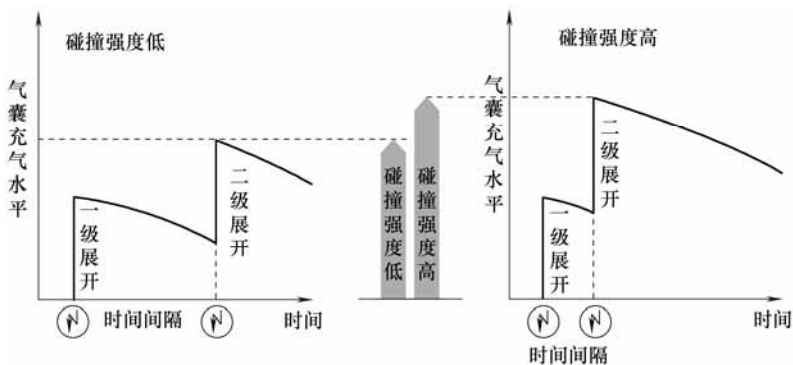


图 10-22 安全气囊分两次展开

## 10.4 乘员保护系统控制电路

帕萨特领驭汽车安全气囊电路如图 10-23、图 10-24、图 10-25 所示。当点火开关置于 ON 位置时, 安全气囊控制单元 J234 (端子 T75/54) 通过绿/棕 0.35 线、绿/白 0.35 线至组合仪表控制单元 J285, 由组合仪表控制单元 J285 进行警告灯测试。若系统无故障, 警告灯熄灭; 若系统存在故障, 警告灯始终点亮。

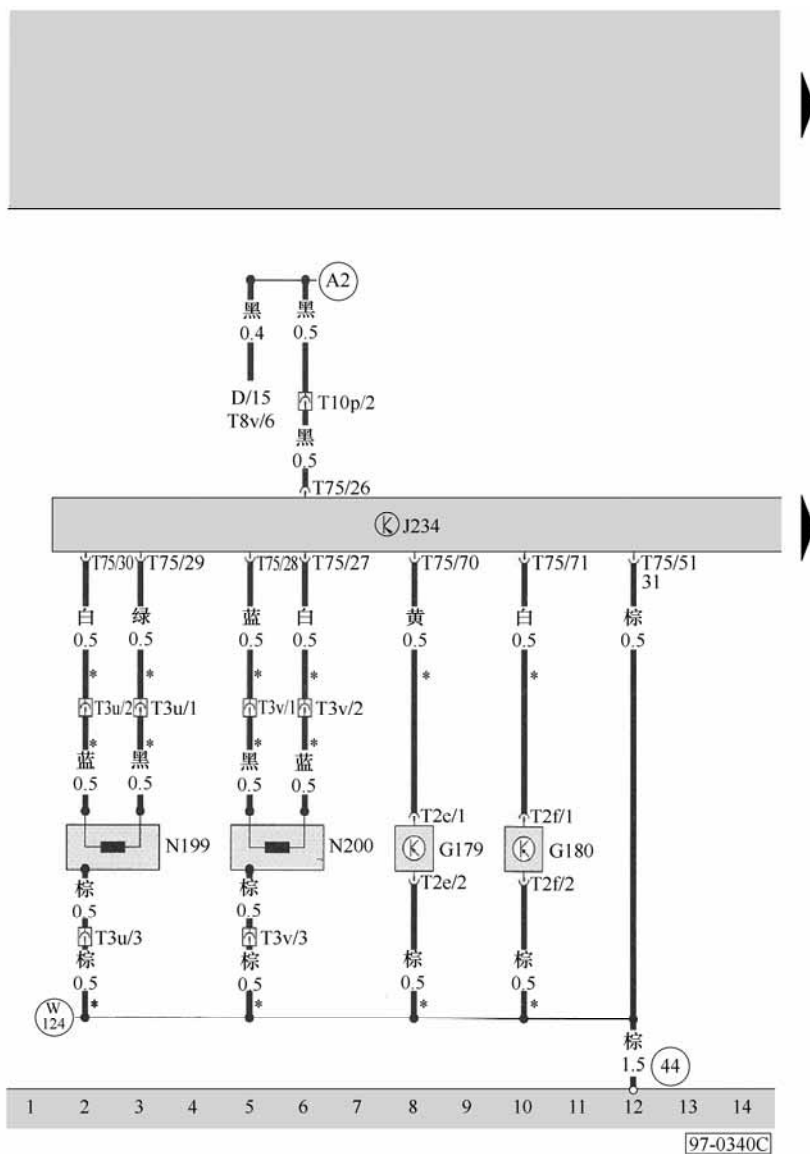
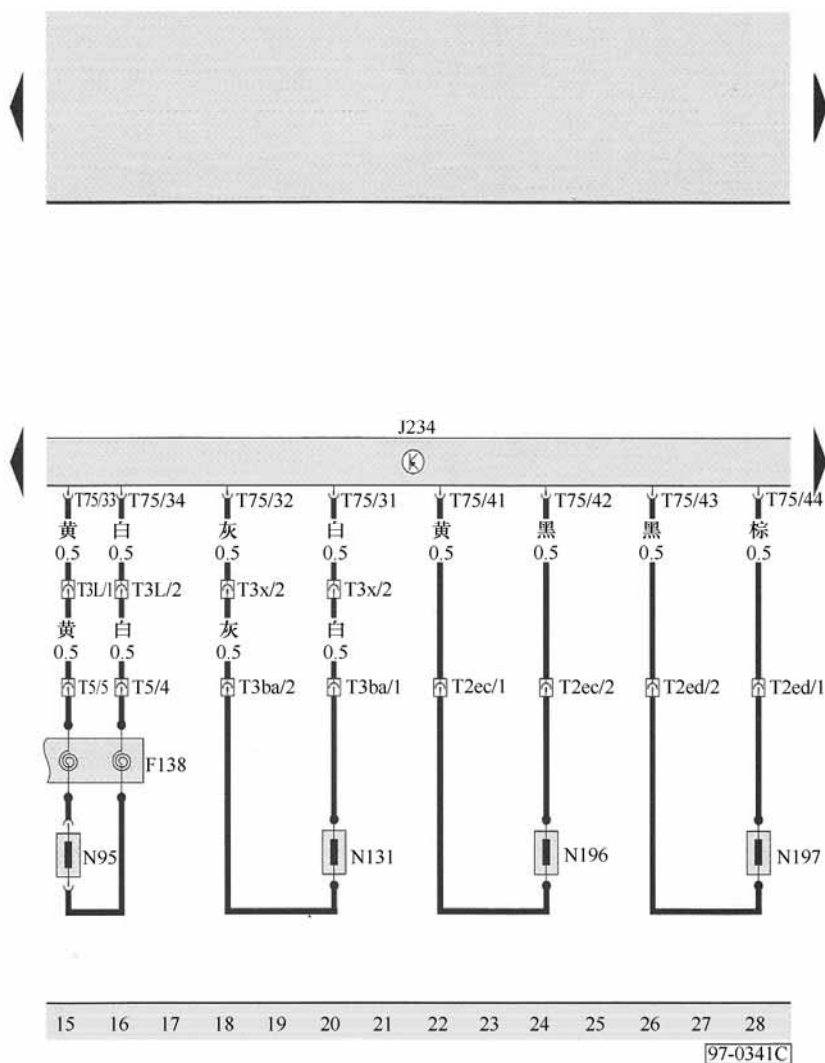


图 10-23 帕萨特领驭安全气囊控制单元、侧面安全气囊气体发生器、侧面安全气囊碰撞传感器

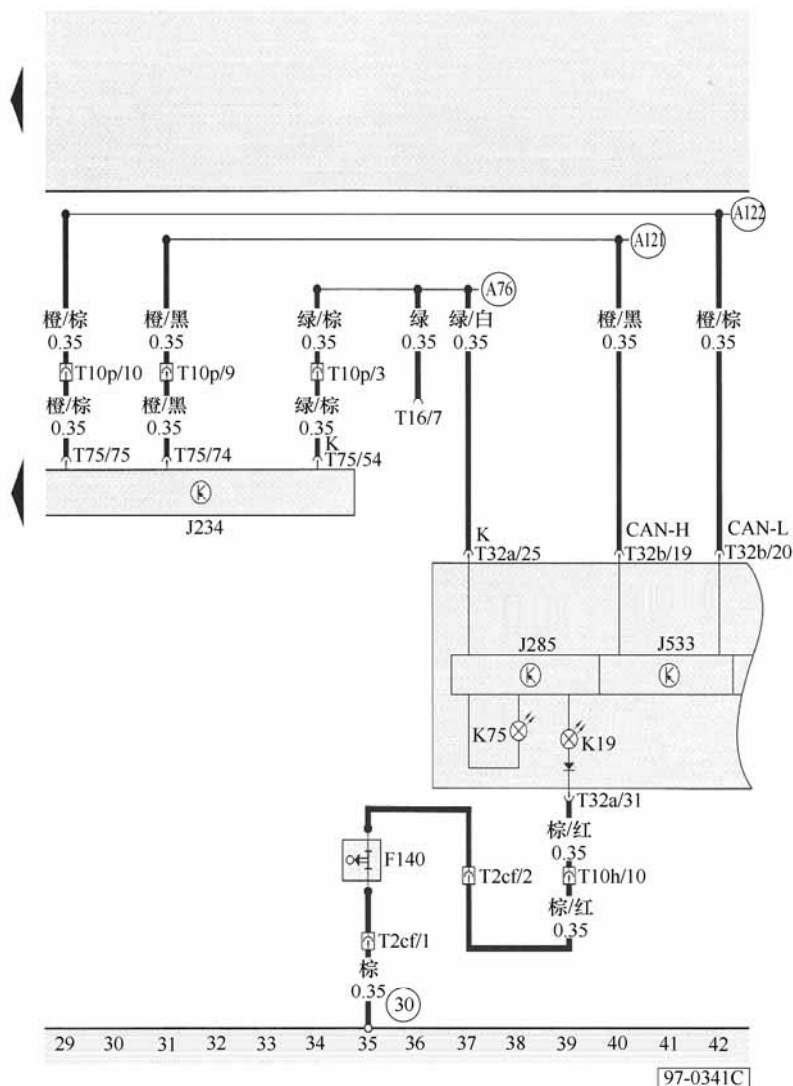


F138 — 安全气囊螺旋型电缆连接器，在转向盘下面  
J234 — 安全气囊的控制单元，在中央控制台的前下方  
N95 — 气囊气体发生器，驾驶人侧，在转向盘中间  
N131 — 气囊气体发生器，右前侧，在仪表板右侧  
N196 — 后部安全带拉紧器引爆装置，驾驶人侧，在行李箱内左后轮罩上  
N197 — 后部安全带拉紧器引爆装置，前排乘客侧，在行李箱内右轮罩上

T2ec — 2针插头，在后部安全带拉紧器引爆装置上  
T2ed — 2针插头，在后部安全带拉紧器引爆装置上  
T3ba — 3针插头，黄色，在仪表板右侧  
T3L — 3针插头，黄色，在左A柱插头支架左侧  
T3x — 3针插头，黄色，在右A柱插头支架左侧 (B号位)  
T5 — 5针插头，黄色，在转向盘下方  
T75 — 75针插头，黄色，在安全气囊控制单元上

图 10-24 帕萨特领驭安全气囊控制单元、安全气囊气体发生器、安全气囊螺旋电缆连接器、后部安全带拉紧器引爆装置

当驾驶人系上安全带后，驾驶人安全带接触开关 F140 断开，座椅安全带警告灯—报警系统 K19 熄灭。在行车过程中，若驾驶人未系安全带，则座椅安全带警告灯—报警系统 K19 始终点亮，并发出警报声。



F140 — 驾驶人安全带接触开关，在驾驶人侧安全带开关上  
 J234 — 安全气囊的控制单元，在中央控制台的前下方  
 J285 — 组合仪表控制单元，在仪表板左侧  
 J533 — 数据总线的诊断接口  
 K19 — 座椅安全带报警灯-报警系统  
 K75 — 安全气囊报警灯  
 T2cf — 2针插头，黑色，在驾驶人座椅底部（1号位）  
 T10h — 10针插头，棕色，在右A柱处（12号位）  
 T10p — 10针插头，黄色，在右A柱处（5号位）  
 T16 — 16针插头，黑色，自诊断接口，在驾驶人侧杂物箱下方

T32a — 32针插头，蓝色，在组合仪表控制单元上  
 T32b — 32针插头，绿色，在组合仪表控制单元上  
 T75 — 75针插头，黄色，在安全气囊控制单元上  
 (30) — 搭铁点，左A柱中部前方  
 (A76) — 连接线（自诊断K线），在仪表板线束内  
 (A121) — 连接线（CAN总线的高位），在仪表板线束内  
 (A122) — 连接线（CAN总线的低位），在仪表板线束内

图 10-25 帕萨特领驭安全气囊控制单元、组合仪表控制单元、驾驶人安全带接触开关、数据总线的诊断接口、座椅安全带警告灯、安全气囊警告灯

当车辆发生正面碰撞事故时，安全气囊控制单元 J234 通过接收其内部的电子加速度传感器检测出实际产生的汽车行驶的加速度信号后，对其进行分析，判断汽车发生碰撞事故时是否在碰撞范围内且产生的加速度是否达到甚至超过预先设定的数值（即是否达到点火要求）。



一旦达到要求，控制单元中的传感器激活气体发生器 N95 和 N131，使气体发生器中的固体膨胀剂爆炸燃烧产生出氮气，并由金属过滤器进行净化 and 冷却后，在极短的时间内给气袋充气使其急剧膨胀，冲开饰盖，形成饱满的气袋，以缓冲碰撞事故对驾驶人及乘员的冲击，从而保护驾驶人及乘员免受或减少伤害。与此同时，碰撞发生时，后部安全带拉紧器引爆装置 N196 和 N197 迅速启动，通过缩短乘客与安全带的间隙，达到将乘客缚紧在车辆上的目的。

乘员保护系统故障分析

案例：大众朗逸安全带提示灯常亮。

车型：上海大众朗逸 1.6L。

行驶里程：30728km。

故障现象：该车 EPC 灯亮，因加速踏板及相关线路故障更换了全车线束，全新线束安装完成后，出现安全带灯不灭的故障现象。

故障诊断：首先连接 V.A.S5052 对该车进行了故障读取，显示所有系统正常。进入功能 15 安全气囊对安全带扣数据进行读取，显示驾驶人侧安全带扣未连接；前排乘客侧安全带扣未安装。检查前排乘客安全带扣没有连接线束，说明该车前排乘客侧没有安全带未系报警功能。接着反复插拔驾驶人侧安全带，数据流始终显示未连接，仪表安全带灯常亮。由于该车线束现在更换的是全新的，全新线束存在故障很可能就是型号不匹配，于是比对了新、旧线束的配件号，两线束配件号完全一致。关键部位的线束针脚会不会有插错的可能呢？我们又将安全气囊控制单元插头以及仪表插头上每一针脚和原车所更换下来的线束进行了逐一对比，结果完全吻合。那么，线束不匹配的可能就被彻底排除。

为什么安全气囊控制单元会始终显示驾驶人侧安全带未连接呢？难道是安全带扣输入信号没有传递到控制单元处？我们拆掉安全气囊控制单元（未拔下插头），准备根据电路图对驾驶人侧安全带开关 E24 信号测量，如图 10-26 所示。测量驾驶人侧安全带开关 E24 输入信号只需要测量 T50/30（导线颜色红/黄）和 T50/36（导线颜色棕/蓝）的导通情况即可。

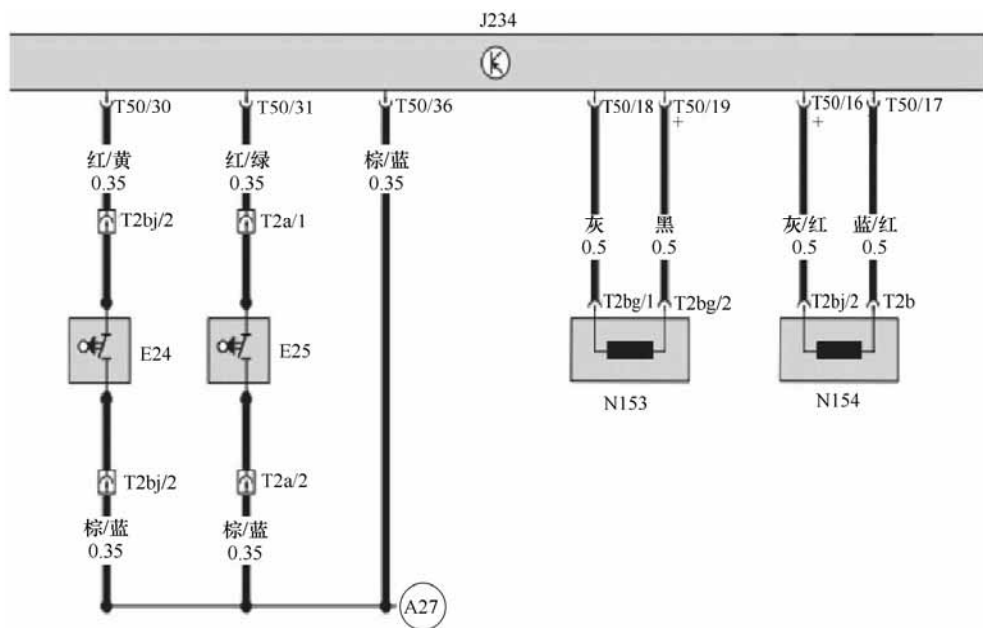


图 10-26 安全带开关提示电路图

而就在此时戏剧性的一幕出现了，仪表上安全带指示灯熄灭，安全气囊灯点亮了，拔掉驾驶人侧安全带，安全带指示灯正常点亮。经反复试验几次，安全带指示灯都能正常熄灭和点亮。这初步说明安全带开关及线路是完好的，为什么这个时候安全带指示灯功能变正常了呢？难道是安全气囊控制单元插头接触不良？在我们拆装的时候由于有拉动，使其现在接触上了？

带着这些疑问决定把安全气囊控制单元的插头拆开对针脚检查。该插头针脚细密紧凑，很难凭肉眼看出问题，于是我们把旧线束的 T50/30 和 T50/36 针脚与新线束进行了对换，包扎完好后试验，安全带指示功能正常。此时认为故障被排除，叫来维修工人对拆卸部位进行安装。一会，维修人员跑来说安全带指示灯又点亮了。再次拆下安全气囊控制单元，未拔下插头，打开点火开关，安全带指示灯熄灭。经试验，指示功能随安全带插上和取下正常指示，再次安装上气囊单元，安全带指示灯常亮。现在的问题变成了只要安装上控制单元，安全带指示灯便常亮，拆下控制单元，安全带指示灯指示正常。

分析这个现象，正确的思路显得尤为重要。仔细查看了电路图，安全气囊控制单元 J234 是没有单独的搭铁线的，控制单元 J234 所有的控制回路搭铁是靠自身底板安装后搭铁，那么，当我们拆掉控制单元 J234 试验时，由于没有搭铁，J234 本身就处于一种不正常状态，所以必须将控制单元底板搭铁才能进行正确的测试。那上面我们试验的结果都是假象，维修又回到原点。将 J234 底板搭铁后，安全气囊灯熄灭，安全带指示灯常亮。拔掉安全气囊控制单元 J234 连接插头，用万用表测量 T50/30（导线颜色红/黄）和 T50/36（导线颜色棕/蓝）之间的输入信号，插拔驾驶人侧安全带，该信号正常变化，T50/30 与 T50/36 之间正常接通和断开。再测试两条线与负极是否短路时，发现 T50/30（红/黄线）与搭铁线短路。分段检测短路部位，很快查出由于工人在安装驾驶人座椅时，不小心将导线压住，如图 10-27 所示。



图 10-27 被挤压线束实物图

由于安全带开关 E24 下端线路与搭铁线短路，但 E24 开关输出端与 T50/36 之间并没有问题，所以测量 T50/30 与 T50/36 两端测不出问题，无论安全带是否插上，气囊控制单元接收到的始终是一个搭铁信号，所以认为安全带未连接，安全带指示灯常亮，这也是当初为什

么会想不通的真正原因。将线处理好后故障得到解决。

故障总结：当我们的思路处于一种想不通的状态时，不妨再次分析一下维修过程，也许就能避开假象，回归到正路上来。

### 本章小结

1) 汽车的安全性分为两大类，一类叫做“主动安全性”，又称“积极安全性”；另一类叫做“被动安全性”。

2) 安全气囊只是辅助保护系统，只有与安全带配合使用才能起到预想的保护效果。

3) 按保护对象和方位的不同，可以分为驾驶人侧安全气囊、前排乘客侧安全气囊和后排乘客侧安全气囊、防侧撞安全气囊，一些汽车还安装了腿部用安全气囊和行人安全气囊。

4) 乘员保护系统由安全气囊控制单元、传感器、执行器、驾驶人侧安全带开关 E24 和安全带警告指示灯 K19 等组成。

5) 当汽车发生碰撞事故且产生的减速度达到或超过预先设定的数值时，安全气囊立即被引爆、展开，从而对驾驶人和乘员起到安全保护作用。其作用过程如下：碰撞→碰撞传感器→电子控制器→（电脉冲）→气体发生器→充气、气囊展开→保护乘员。

6) 安全气囊从碰撞到展开，最后完全泄气整个过程大约 60~100ms。安全气囊展开进行保护的过程是一种不可逆的过程。

# 第11章

## 大众、奥迪汽车信息娱乐系统

### 学习目标

#### 知识目标:

- 1) 熟悉汽车信息娱乐系统的功能。
- 2) 了解汽车信息娱乐系统的结构组成及各组成部分的工作原理。
- 3) 了解汽车信息娱乐系统的工作原理。
- 4) 掌握汽车信息娱乐系统简单故障诊断和排除方法。

#### 能力目标:

- 1) 能熟练使用维修手册。
- 2) 学会使用万用表对系统部件进行检测的方法。
- 3) 学会汽车信息娱乐系统简单故障诊断方法。

## 11.1 概述

### 1. 汽车信息娱乐系统的概念

从 1932 年第一台车载收音机,到现今汽车信息化产品的出现;从 20 世纪 80 年代几个亿的市场份额,到 21 世纪初上千亿的产业规模,汽车电子产品发生着翻天覆地的变化。随着信息网络的不断深入和技术创新,汽车进入移动信息化时代的风暴已经来临。随着新技术的发展,汽车将不再是孤立的单元,而是成为活动的网络节点。车载信息系统在车内可以构成独立的网络,同时它也是世界网络的一个节点,因此可以提供许多相应的服务。

汽车车载信息娱乐系统是将汽车内外环境的各种信息单元进行集中收集和处理,并利用计算机软件、无线通信、多媒体等技术实现多媒体娱乐、GPS 定位导航、无线上网、无线通信、安全防范、移动办公、数字仪表与故障检测等功能,提高驾驶的安全性和舒适性的汽车信息娱乐设备。既有别于现在的 DVD、导航设备,也与普通 PC 或笔记本电脑有所不同。实现车载信息系统在车载环境下提供多种与汽车信息化相关的功能,不仅可以取代 DVD 导航设备,还可以满足汽车通信、娱乐、定位、导航、安全、报警、故障检测等多种需求。

### 2. 车载信息娱乐系统未来发展趋势

(1) 功能集成化 多功能集成是未来车载信息娱乐系统发展的重中之重,将汽车的信息、音频和视频及通信功能进行有效的合成仍是其流行趋势。

目前车载信息娱乐系统的发展受到六方面需求的牵引,它们包括:

- 1) 车载娱乐系统设备需求。
- 2) 车载专用导航设备需求。
- 3) 具备导航功能的车载无线电通信设备。
- 4) 具备导航定位功能的驾驶人辅助信息系统。
- 5) 具备导航功能的 Telematics (远程信息系统)。
- 6) 具备导航功能的移动设备。

汽车前装的导航和信息娱乐产品在未来将趋于融合,更多的娱乐、信息、通信功能,如数字电视、多媒体播放器、办公系统、车载电话和网络等,将被集成在一起,这种多功能一体机将成为中高端汽车的标准配置。

(2) 网络应用 如今,中国已经成为全球最大的移动通信消费国,移动商务的应用需求越来越迫切,随着将来 3G 网络的不断完善和普及,3G 在车载移动信息通信中将起到至关重要的作用,也将为汽车用户提供更多的高速网络信息功能。在技术驱动的车载信息娱乐市场中,最明显的趋势莫过于基于移动网络的服务将会渗透进汽车娱乐系统的每个角落。未来,4G 网络将大幅提升移动网络用户体验,联网速度和质量的突飞猛进为很多应用创造了可能。以语音导航为例,目前市场上的车载语音识别相当原始,音频的处理和存储要受语法和讲话模式的限制。但随着无线高速网络的接入,信息娱乐系统就能够使用云端语音识别系统,这样即便自然使用语言也能实现精确的语音控制,同时满足了安全性和便利的需要。基于

CDMA/EDGE/3G/WIMAX 等技术的车载通信系统。利用目前迅猛发展的互联网,使车载信息娱乐系统网络化、平台化、“E”化。通过覆盖全国的 GSM/CDMA/GPRS 等信号,随时随地无线上网,可高速率实现 E-mail、FTP、网上聊天、浏览信息、网络游戏、图片下载、移动办公、电子商务等网络功能,速度快、性能稳定、安全可靠。

在网络平台化的前提下,能够扩展各种功能,如根据实时路况进行路线计算的智能导航;3D 导航;利用网络平台实现的移动全球眼;蓝牙拨号上网;支持部分网络软件(PPstream 等);IPTV;移动办公;播放网络各种媒体格式;数字电视等功能。

(3) 汽车总线技术应用 基于 CAN、MOST、FlexRay 汽车总线技术的车载信息娱乐系统。通过总线的高速数字信号传输,可使车载信息娱乐系统与车内其他电器总成更快速、更安全地传递信息,也可使车内其他 LCD 屏(例如客车内的吸顶屏、头枕屏)获得高清的数字视频画面。既有利于汽车电子集成化、一体化功能发展方向的实现,体现出前装市场的强大实力,又使使用者体验到高品质的车载系统的娱乐性和舒适性。

总线作为一种可靠的汽车网络总线,现早已在汽车上得到应用,从而使得各汽车计算机控制单元能够通过总线共享所有的信息和资源,以达到简化布线、减少传感器数量、避免控制功能重复、提高系统可靠性和可维护性、降低成本、更好地匹配和协调各个控制系统的目的。随着汽车技术的发展,具有高度灵活性、高速传输性、简单的扩展性、优良的抗干扰性和纠错能力的总线通信协议必将在汽车电控系统中得到更广泛的应用。

(4) 软件应用 基于 DSP 和嵌入式系统的车载信息娱乐智能显示的开发,同时支持 Adobe Flash Lite3 和 OpenGL ES 3D 图形等软件,使汽车信息娱乐系统与 iPods、U 盘、手机及其他消费设备无缝结合,使显示更加智能、美观。以液晶屏(LCD)作为显示终端,所需的大量、复杂的信息能够以图形方式,灵活、准确地显示在 LCD 屏幕上。基本的要求是高亮度及高清晰度显示图形,高实时性响应,并且能够接收来自总线和传感器的信号。

信息娱乐系统需要先进的硬件支持,同时更需要强大的软件,以满足消费者对功能的需求。软件贯穿系统设计的全过程。在越来越庞大和复杂的系统中,软件站、多媒体编解码、虚拟执行系统、有吸引力的 HMI 图形化人机界面、移动设备的接口都需要软件支持,“整合”成为车载娱乐软件平台的关键词,软件模块化设计、有效的系统软件整合以及有效的软件开发流程是车载娱乐系统开发的有效保证,而支持快速、新型消费类技术运用和升级的软件战略也是非常关键的。

(5) 高清晰的影音视听 车载信息娱乐系统同时也是一个可以通过用户和其他车辆通信,拥有多种娱乐和信息的系统。比许多其他的音频/视频应用,如家电的 A/V 系统应用要求更丰富。满足人们对汽车娱乐性、舒适性的要求,可进行卫星数字广播接收、车载数字电视接收、CD/MP3/WMA/DVD 播放等,并具有 MP4/MP5/IPOD/USB/RMVB/RM/AVI 等多媒体播放功能。音频/视频文件可以通过无线下载,或移动硬盘接入,彻底免去使用碟片的种种麻烦。前置中控台或头枕式真彩显示屏和高保真车载音响,更是为用户提供了专业级视听享受。传统的音频/视频体验将得到前所未有的提升。车内的音效、视频显示的质量也越来越被终端消费者所重视,如高清晰的收音机、数字高清显示屏和环绕声效等。以收音机为例,传统的 AM/FM 收音机将会被高清晰度、内容丰富的互联网收音机所取代。

## 11.2 信息娱乐系统的组成

奥迪汽车信息娱乐系统基本包括：中央显示与控制单元、音响系统、导航系统、车载多媒体（收音机、CD/DVD 机、车载电视、iPhone 接口、SD 卡插槽等）娱乐系统、车载电话（选装）、天线系统等。

### 1. 音响系统

音响系统主要由功率放大器和高音、中音、低音扬声器组成，某些车型音响系统带有数字声音处理模式 DSP。

（1）功率放大器 如图 11-1 所示，功率放大器用于执行音频处理和放大 Infotainment 显示屏提供的音频信号。放大器应最大程度减小失真，以便可以通过扬声器听见声音。

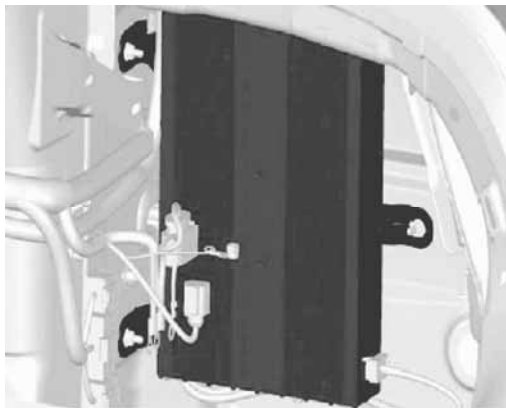


图 11-1 Naim 音响功率放大器

例如，最新一代的 Naim 13.2 通道 DSP 放大器是定制的并经过校准，以达到该系列各型号的出色音质水平。Naim 放大器的额定功率是 1100W，比标配放大器更强大，这将使系统内的动态特性更好，使高音量水平播放时的失真更小。受控制的音频功能有：

- 1) 音量。
- 2) 低音。
- 3) 中音。
- 4) 高音。
- 5) 平衡。
- 6) 音量控制器。
- 7) 响度。
- 8) 动态补偿。
- 9) 随速音量自动调节。
- 10) 静音。

（2）扬声器 如图 11-2 所示，大众、奥迪汽车音响系统一般有四个不同类型的扬声器：

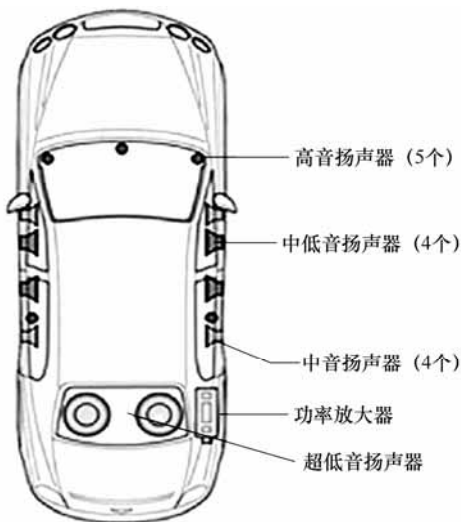


图 11-2 大众、奥迪汽车典型扬声器分布图

- 1) 高音扬声器。所有高频率声音（如语音）都经过高音扬声器。
- 2) 中音扬声器。中等频率到高频率的声音（如笛子声）都经过中音扬声器。
- 3) 中低音扬声器。低频率到中等频率的声音（如吉他声）都经过这些扬声器。
- 4) 超低音扬声器。超低音扬声器只产生较低频率的声音，如鼓声。超低音扬声器有特殊设计的外壳，可以减少泄漏到车外的声音。超低音扬声器用于产生低音，但标配系统没有超低音扬声器。

通过使低音经过低音扬声器来最大程度减小声音泄漏和振动，从而使更多的声音保留在车厢中。

(3) 数字声音处理（DSP 模式） 数字声音处理用于改善用户的听觉体验。它可以创造不同的效果，以建立特殊空间的感觉，如教堂。这些 DSP 效果正在用做音频源的各种媒体（如收音机、MP3）。当所用媒体的质量比 CD 低时（如 ipod/MP3），这将非常有用。如果使用的音频源质量较低，DSP 则允许驾驶人选择合适的模式来改善车内的声音质量。DSP 执行动态均衡，从而对每个基于车速的 DSP 进行 EQ（音量水平）调节。而一般的音响系统用传声器读取背景噪声并对 EQ 水平进行相应的调节。

每个 DSP 实际是均衡（EQ）模式。动态均衡用于改变每个 DSP 模式的设置，以补偿速度增大或顶篷盖位置（打开或关闭）造成的车厢内噪声水平变化。让客户听到音响系统的声音音量相同，并通过调整声音使客户体验到与车辆静止时相同的收听质量。

## 2. 车载多媒体娱乐系统

如图 11-3 所示，信息娱乐系统通过信息娱乐 CAN 总线和舒适 CAN 总线把信息娱乐显示屏集成到汽车通信网络中。此模块还可以通过 CAN 总线网关接收动力 CAN 的信息。

遥控器发送红外线信号到后部的任一 LCD 屏幕，并由 LCD 屏幕中单独的红外线接收器接收此信号。

一体式 LCD 红外线传感器用于把红外线信号转换成数字格式（0~5V）。后座娱乐系统通过屏幕控制器连接 LCD 红外线传感器和 DVD 播放器。



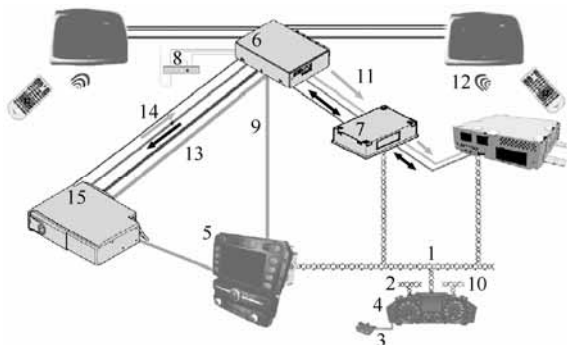


图 11-3 车载多媒体工作过程

- 1—信息娱乐 CAN 2—动力 CAN 3—诊断 K 线 4—驾驶人仪表盘（CAN 网关） 5—显示屏 6—屏幕控制器  
7—互联模块调谐器 8—辅助面板 9—光纤环 10—舒适 CAN 11—复合视频 12—红外线信号  
13—S 视频信号 14—立体声音频 15—DVD 播放器

屏幕控制器的作用是让乘客同时查看各种输入并能够切换独立可选的音频源。

S 视频（单独的视频）电缆在互联模块调谐器、屏幕控制器和 TFT 屏幕之间传送视频信号数据。

附加 S 视频电缆连接在 DVD 播放器和屏幕控制器之间。屏幕控制器、互联模块调谐器（IMT）和 TV 调谐器都是通过复合视频电缆连接的。

IMT 用做屏幕控制器和 TV 调谐器之间的接口。这使其他与后座娱乐系统无关的 TV 功能能够使用，并降低视频噪声和音频噪声。

TV 调谐器通过信息娱乐总线和复合视频信号与信息娱乐显示屏连接。将视频图像作为复合视频发送到信息娱乐显示屏。

复合视频是用来传输模拟视频信号到电视或从电视接收模拟视频信号的最常用的视频接口类型。在 TV 调谐器、IMT、屏幕控制器和辅助面板之间发送音频信号和复合视频信号。

辅助连接使游戏控制台、其他音频/视频系统或有线耳机能够使用。黄色接口用于复合视频输出，红色接口用于音频输出，其余的白色接口用于有线耳机。

### 3. 导航系统

如图 11-4 所示，导航系统使用存储在导航光盘中的详细地图。此地图可比较 GPS（全球定位系统）卫星网络提供的数据和汽车上的感应器，以计算汽车所处的方位。该信息可用来计划前往所需目的地的路线。目的地可手动输入（从地址簿中选择），也可从特殊目的地列表中选择。导航系统将提供前往目的地的语音和文字指示。车辆的当前位置通过使用卫星信号和车内的感应器来确定，然后系统将当前位置与导航光盘上详细的地图信息进行比较。然后再计算出到达目的地的路线。如果是在不熟悉的城镇，该系统不仅能帮助驾驶人找到某个特定地址，还能显示出游乐地点、当地的饭店或下一个加油站的位置。

在路线导航期间，驾驶人将通过驾驶人信息面板和信息娱乐系统的显示屏收到关于汽车所处位置、方向、距下一拐弯路口的距离以及抵达时间的信息。驾驶人信息面板还显示详细信息。如有任何金属物体放在后行李架上，或者汽车在隧道、室内停车场或者在高楼或大树

环绕的某些场所，导航系统可能不容易接收卫星信号。

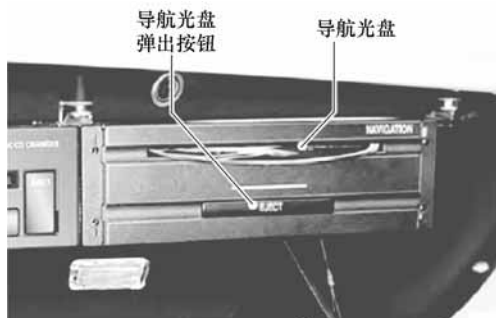


图 11-4 导航系统控制单元与导航光盘

#### 4. 车载电话

蓝牙 rSAP 技术让信息娱乐系统能够以无线方式连接到车载电话，并复制电话的 SIM 卡上存储的信息。信息娱乐系统便可用来查找电话簿中的联系人，拨打电话并接听电话，或者接收文本（SMS）信息。

如图 11-5 所示，信息娱乐系统还允许将车载电话 SIM 卡直接插入汽车内。这样无需使用车载电话，也可以使用信息娱乐系统来拨打电话和接听电话，以及发送和接收文本信息。信息娱乐系统可以复制 SIM 卡上存储的任何联系人详细信息，并可通过信息娱乐系统的控制来添加或修改联系人。当车载电话连接到汽车时，电话系统将完全“接管”SIM 卡中存储的信息，以便能通过信息娱乐系统、专用听筒（如已安装）和语音启用系统对车载电话进行完整功能操作。



图 11-5 蓝牙 rSAP 电话与 SIM 卡直插式车载电话

蓝牙 rSAP 技术可在兼容的蓝牙电话和汽车之间提供安全的信息无线传输，从驾驶人的 SIM 卡复制信息，以便访问服务提供商的网络。此外，蓝牙 rSAP 连接还提供到汽车内置的外部天线的虚拟链接，从而减少了车载电话在汽车内释放的电磁辐射，这还可以减少通话过程中车载电话的电池耗用。

系统可记忆最多九部配对的 rSAP 电话，可以将其中一部电话设为默认。同一时间只能连接一部车载电话。系统始终会首先尝试对默认电话进行自动重新连接。与汽车配对的第一部电话将成为默认电话。如果系统找不到默认电话，则会尝试重新连接任何其他配对电话，按照它们上次连接到系统的顺序来进行。

SIM 读卡器可在无需车载电话的情况下使用系统。它还允许将 SIM 卡永久留在汽车内，

以便能在需要时随时使用。同时，即使不从读卡器中取出 SIM 卡，仍可以将车载电话连接到系统。要插入 SIM 卡，请拉开读卡器盖以使用读卡插槽。只有在 SIM 卡的“断角”处于左下角的位置时，才能将 SIM 卡插入插槽中。将 SIM 卡推入插槽中，然后关闭读卡器盖。正确插入后，读卡器盖应与周围边缘平齐。

## 5. 天线

如图 11-6 所示，外置天线就是后风窗玻璃上方的一条一条的细线，很好辨认，包括电话/导航天线、GSM 网络天线、电视天线、AM/FM 天线。天线系统的控制单元安装在后风窗玻璃前部的顶篷内饰内。

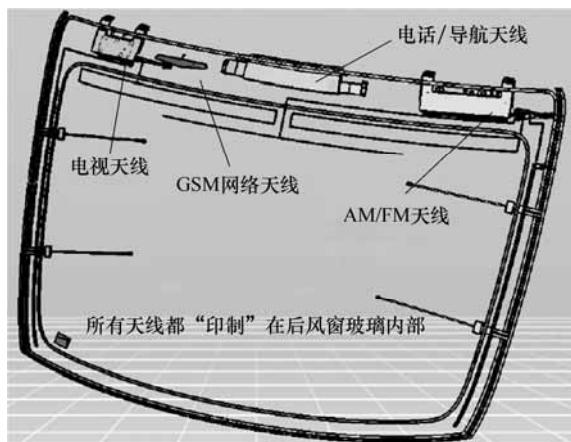


图 11-6 天线系统

## 11.3 信息娱乐系统的工作原理

大众、奥迪汽车信息娱乐系统有两种类型，Infotainment CAN 总线与 MOST 总线结构。

(1) Infotainment CAN 总线 如图 11-7 所示，在 Infotainment CAN 总线类型的信息娱乐系统中，各控制单元之间的通信通过普通 CAN 总线完成，传输速率并不高，仅有最高 100kbit/s，只有导航控制单元与前部显示控制单元之间的数据通信采用传输速率较高的光纤介质；组成部件之间呈星型与串行的混合连接。

(2) MOST 总线型 如图 11-8 所示，MOST 总线拥有独特的环形结构，采用光纤数据传输，这是因为 CAN 数据总线系统在传输响应性与一次性传输的数据量上，都不能完成相对而言比较复杂的信息娱乐系统的需要。视频或音频的传输速率要求是兆级的 (Mbit/s)。带立体声的数字电视内容对数据传输速率的要求是至少 6Mbit/s。在以往，这些信息（如视频、音频内容）只能以模拟信号的形式进行传输，因为 CAN 总线最大传输速率是 1Mbit/s。MOST 光纤总线使得相关组件间进行数字形式的数据交换成为可能。除了可以减少电线的使用和减轻重量外，光波传输有更高的数据传输速率。和无线电波相比，光波的波长更短。另外，它们都不会产生或易受电磁波的干扰。这些特性使得更高的数据传输速率与对外界干扰免疫成为可能。

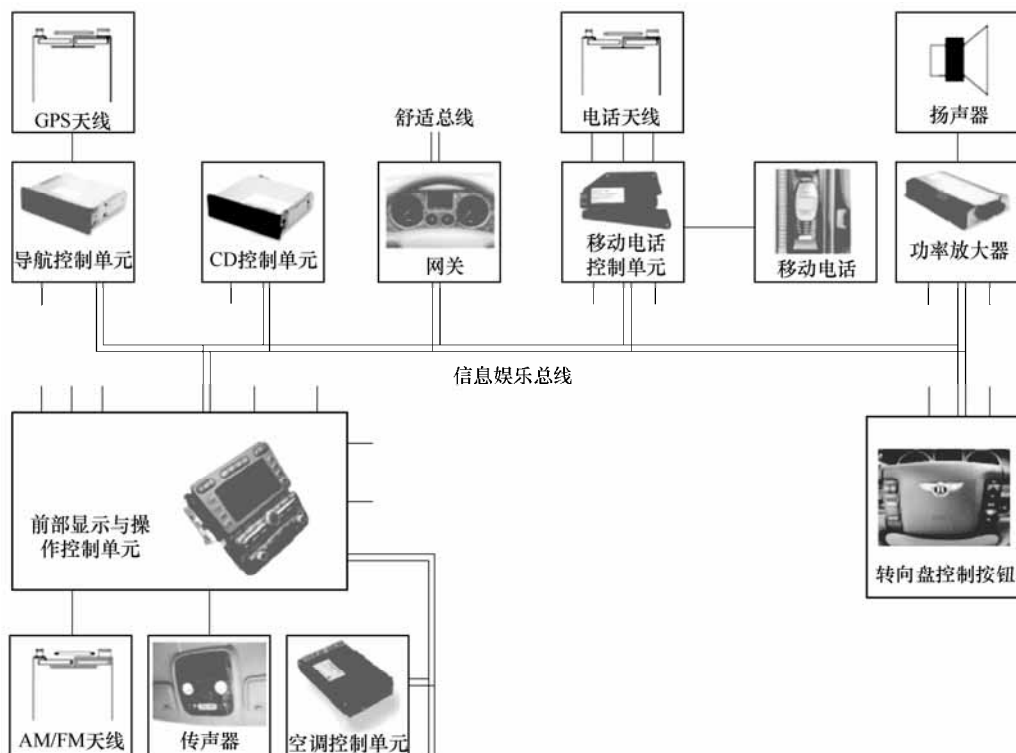


图 11-7 Infotainment CAN 信息娱乐系统

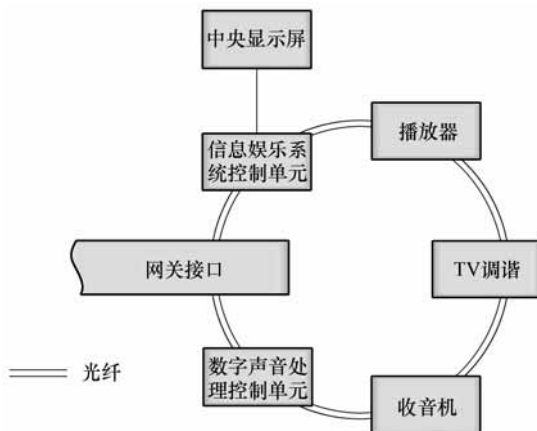


图 11-8 MOST 总线型信息娱乐系统

## 11.4 倒车辅助系统

### 11.4.1 倒车影像

汽车倒车影像经过多年的发展，倒车雷达系统已经升级了技术，改良了性能，不管从结构和外观上，还是从性能价格上，如今的产品都各有特点，使用较多的是数码显示、荧屏显

示和多功能倒车镜显示这三种，如图 11-9 所示为上海大众途锐汽车倒车影像系统。

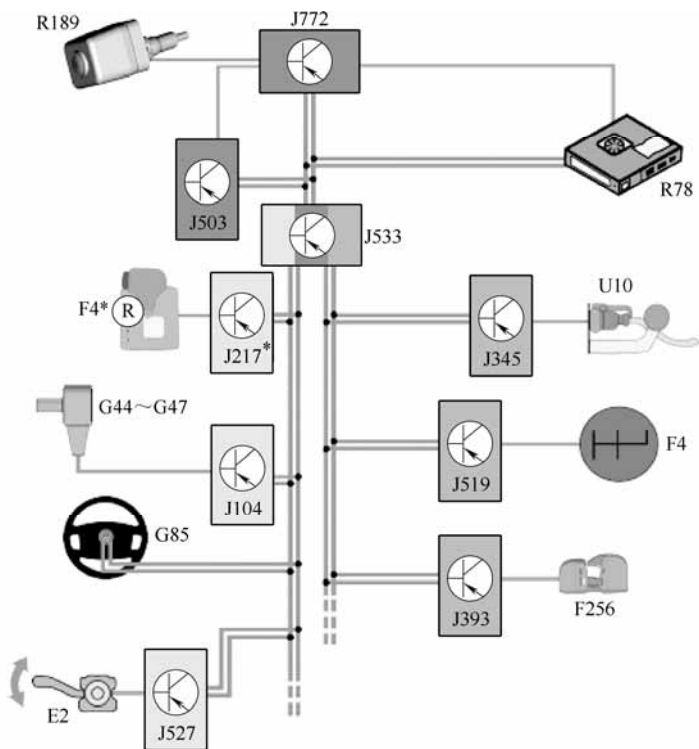


图 11-9 倒车影像与 CAN 数据总线系统

E2—转向信号灯开关 F4\*—倒车灯开关 F256—行李厢盖闭锁单元 G44~G47—车轮转速传感器 G85—转向角传感器  
J104—ABS 控制单元 J217\*—自动变速器控制单元 J345—拖车识别装置控制单元 J393—舒适系统中央控制单元  
J503—收音机和导航系统的带显示单元的控制单元 J519—车载电网控制单元 J527—转向柱电子装置控制单元 J533—  
数据总线诊断接口 J772—倒车影像系统控制单元 R78—电视调谐器 R189—倒车摄像头 U10—拖车插座

### 1. 倒车摄像头 R189

倒车摄像头是一个广角摄像头，得益于其紧凑的结构，大众公司已经设法将其装于行李厢盖的手柄上。摄像头覆盖了车辆后方的区域。由于镜片的水平视角是  $130^\circ$  且垂视角是  $100^\circ$ ，造成图像极度变形，因此首先需要通过倒车影像系统控制单元对图像进行校正，如图 11-10 所示。

处理器（带集成芯片）镜化捕捉到的图像，如图 11-11 所示。镜化是必要的，以便于将车辆左侧的状况显示在显示屏的左侧。图像被转化成电子信号，并被传送至倒车影像系统控制单元。倒车摄像头通过三根电线（电源线、搭铁线和带集成屏蔽层的视频信号线）与倒车影像系统控制单元连接在一起。

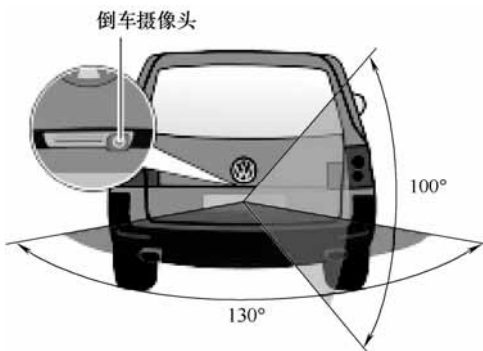


图 11-10 倒车摄像头摄像范围

## 2. 转向角传感器

转向盘的转向角由转向角传感器进行判断。基于此信息，倒车影像系统控制单元生成动态辅助线，并将它们集成在影像图像中。它们朝相同的方向移动且与转向盘保持同步。如果转向角传感器未经匹配，将不会显示辅助线，且会在控制单元中存储一条故障码，如图 11-12 所示。

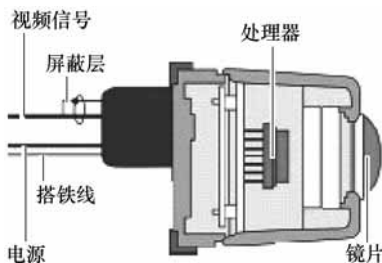


图 11-11 处理器（带集成芯片）

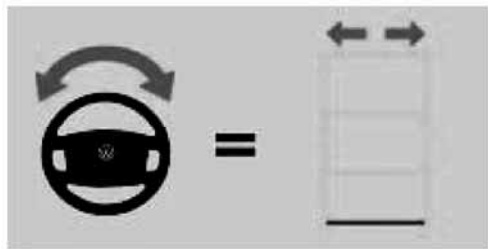


图 11-12 转向盘的转向角传感器

## 3. 倒车影像系统控制单元

倒车影像系统控制单元的任务是处理由摄像头提供的图像，如图 11-13、图 11-14 所示，并准备将它们输出在显示屏上。这包括了校正所提供的图像以及添加辅助线。倒车影像系统控制单元根据所选择的驻车模式，显示相应的静态和动态辅助线。如果启动了倒车影像系统，它会向倒车摄像头供电并开启摄像头。倒车影像系统控制单元有两个视频输入口，电视调谐器（选装件）和倒车摄像头通过这两个视频输入口与之相连接。如需要，影像图像或电视图像会通过集成在倒车影像系统控制单元上的视频开关，自动传送至收音机/导航系统的显示屏。



图 11-13 由倒车影像系统控制单元处理前



图 11-14 由倒车影像系统控制单元处理后

## 4. 收音机和导航系统带显示单元的控制单元

显示在收音机/导航系统的显示屏上的影像图像带有静态和动态辅助线。使用控制按钮可选择所需要的驻车模式。它同样也可以调整颜色、对比度和亮度，或关闭图像，如图 11-15 所示。



图 11-15 收音机和导航系统带显示单元的控制单元

## 11.4.2 自动泊车辅助系统

### 1. 概述

随着汽车保有量的快速上升，在现在都市中“停车难”的问题越来越突出，由此引发的交通事故也逐年增加。一个有效的自动泊车系统，不仅能帮助驾驶人快速、安全地完成泊车操作，从而减轻驾驶人负担，减少交通事故，而且能够有效提高汽车的智能化程度，增加汽车的附加值，从而带来巨大的经济效益。

与前两代自动泊车辅助系统相比，第三代自动泊车辅助系统 2.0 首次安装在 2011 款途安上，系统中植入了一个主动的制动干涉，以避免在泊车过程中可能出现的车辆损坏。此外，该功能还能辅助车辆驶出平行停车位。

### 2. 结构组成

大众途安自动泊车辅助系统的组成如图 11-16 所示。

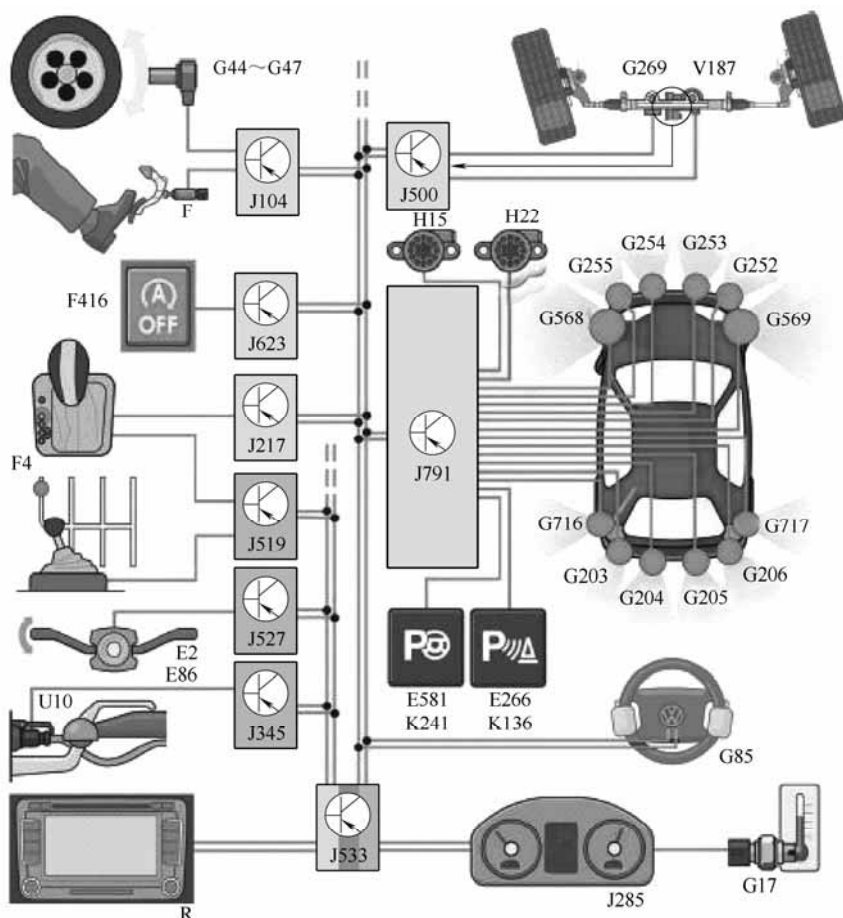


图 11-16 2011 款途安自动泊车辅助系统

E266—泊车辅助系统按钮 E581—自动泊车辅助系统按钮 G203、G204、G205、G206、G716、G717—后部泊车辅助系统传感器 G252、G253、G254、G255、G568、G569—前部泊车辅助系统传感器 H15—后部泊车辅助系统警告蜂鸣器 H22—前部泊车辅助系统警告蜂鸣器 J791—自动泊车辅助系统控制单元 K136—泊车辅助系统指示灯 K241—自动泊车辅助系统指示灯

### 3. 自动泊车系统电控原理

(1) 基本原理 自动泊车系统可以使汽车自动地以正确的停靠位泊车, 该系统包括环境数据采集系统、中央处理器和车辆策略控制系统。环境数据采集系统包括图像采集系统和车载距离探测系统, 可采集图像数据及周围物体距车身的距离数据, 并通过数据线传输给中央处理器; 中央处理器可将采集到的数据分析处理后, 得出汽车的当前位置、目标位置以及周围的环境参数, 依据上述参数得出自动泊车策略, 并将其转换成电信号; 车辆策略控制系统接受电信号后, 依据指令进行汽车的行驶如角度、方向及动力支援方面的操控。

1) 泊车辅助/泊车转向辅助按钮。泊车辅助按钮 E266 用于开启前部停车距离控制(泊车辅助), 如果停车距离控制因相关元件的技术故障而失效, 则会通过警报灯闪烁进行报警提示。泊车转向辅助按钮 E581 用于激活泊车辅助的泊车转向功能。如果泊车辅助由于相关元件的技术故障而无法激活, 则警报灯闪烁报警。

2) 泊车辅助转向传感器。左前、右前泊车辅助转向传感器的信号是泊车辅助转向功能专用的, 它们被用于测量可能的停车位, 并且在泊车过程中监测前部末端的侧向空位, 同时信号也被用于计算车辆驶过的角度。这两个传感器具有自诊断能力, 如果该传感器有故障, 泊车辅助转向功能(PA)将不能使用, 但是泊车辅助功能(PDC)仍然有效。

3) 泊车辅助传感器。泊车辅助传感器用于测量车辆与附近障碍物的距离, 可用于泊车距离控制和泊车辅助转向。全部 8 个传感器都具有自诊断功能, 若其中一个传感器失效将导致泊车辅助和泊车辅助转向功能均失效。

4) 泊车辅助转向控制单元 J791。J791 位于转向柱的左侧, 中央电器控制单元的上方, 集成了泊车辅助转向功能和可视泊车辅助功能。也就是说, 如果车辆装备了自动泊车辅助系统, 则不必装备泊车辅助控制单元 J446(用于可视泊车辅助)。如果车辆只装备 J446, 则无法实现泊车辅助转向功能。

(2) 自动泊车系统工作过程 使用自动泊车辅助系统 2.0 倒车入位的过程可分为测量停车位长度阶段, 启动自动泊车辅助系统阶段, 自动泊车辅助系统帮助下进行泊车三个阶段。

1) 测量停车位长度。自动泊车辅助系统在向驾驶人提供转向帮助之前, 必须先对停车位进行测量, 并识别车辆相对于停车位的位置。

即使自动泊车辅助系统 2.0 未开启, 传感器(G568 和 G569)仍保持工作状态。这样的话, 在车辆前行过程中, 当车速低于 40km/h(平行停车位)或低于 20km/h(垂直停车位)时, 两个位于车前端的传感器便会测量车两侧所有可停入的停车位。这两个传感器的探测范围在 4.5m 左右。

通过上述方法还能找到并识别出在转弯处或弯道上的停车位, 与在笔直道路上没有差别。除车辆以外, 系统还能识别到其他物体以及某一物体后的或是两个物体之间的停车位。如果没有识别出停车位前面较小的物体, 当车辆靠近这些物体时, 会由泊车距离控制系统发出警告音。

无论停车位在道路的左边还是右边, 最后一个被测停车位的数据会临时存储在自动泊车辅助系统的控制单元中。当发现新的停车位或车辆已远离上一个停车位(驶离平行停车位超过 15m, 垂直停车位超过 8m)时, 关于上一个停车位的数据就会被删除。自动泊车辅助系



统测量停车位的过程如图 11-17 所示。

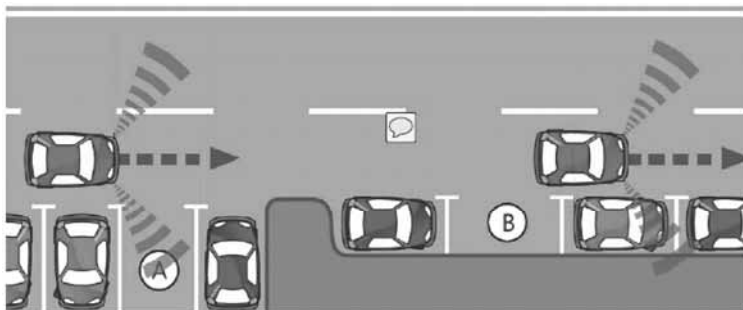


图 11-17 自动泊车辅助系统测量停车位

## 2) 在道路右边测量停车位的过程

① 未开启自动泊车辅助系统的车辆以低于 20km/h 的速度行驶（在本示例中的速度下，平行停车位和垂直停车位都能被找到）。

② 停车位（A）将被暂存在控制单元中，如果此时驾驶人启动自动泊车辅助系统，就可进行泊车。

③ 停车位（A）仍存在控制单元中。

④ 下一个可用停车位（B）被测量并被暂时保存，停车位（A）被删除。

⑤ 驾驶人驶过停车位（B）并按下自动泊车辅助系统按键，停车位（B）被存入控制单元并立刻在组合仪表显示屏上显示出来。车辆所在位置不足以完成泊车。系统要求驾驶人继续向前行驶。

## ⑥ 平行与垂直停车位参数的确定

a. 平行停车位参数如图 11-18 所示：测量停车位时，符合要求的平行停车位长度应大于车身长度加上机动距离与安全距离（前后至少各留有 0.4m）。驶过停车位时的车速要低于 40km/h。

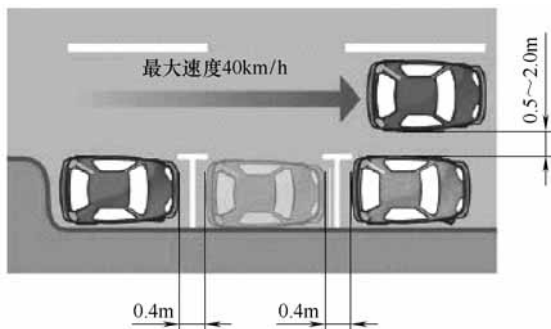


图 11-18 平行停车位参数

车辆的最佳起始位置应在平行停车位旁，处于行驶方向，且车辆侧面与已停放好的车辆之间的距离为 0.5~2.0m。

b. 垂直停车位参数如图 11-19 所示：测量停车位时，符合要求的垂直停车位长度应大于

车身长度加上机动距离与安全距离（左右至少各留有 0.35m）。驶过停车位时的车速要低于 20km/h。



图 11-19 垂直停车位参数

车辆所在的最佳位置应在垂直停车位旁，处于行驶方向，且车辆侧面与已停放好的车辆之间的距离为 0.5~2.0m。

⑦ 测量停车位功能的关闭。当车速为 40~50km/h（针对平行停车位）或 20~50km/h（针对垂直停车位）时，自动泊车辅助系统切换至被动模式（待机模式），驾驶人可以在组合仪表显示屏上看到指示。当车辆速度再次低于 40km/h 或 20km/h 时，无需重新按键启动系统，传感器就会开启并开始探测停车位。

在车辆速度超过 50km/h 时，测量停车位的传感器会完全关闭，并且之前保存的数据会被删去。自动泊车辅助系统必须重新启动。

当车辆停止行驶超过 30s 时，传感器也会暂时关闭。一旦车辆再次起动，传感器会重新启动。

⑧ 以下因素会影响停车位的识别的参数：界定停车位的物体类型（汽车、树、摩托车等），停车位的长度与深度路沿，车辆经过停车位时的速度，天气情况（如下雪、冰冻、暴雨、暴风等），地面情况（落叶、井盖、碎石路面等）。

（3）启动自动泊车辅助系统 每次进行泊车过程前都需要通过按键 E581 来启动自动泊车辅助系统。亮起的自动泊车辅助系统指示灯 K241 表示系统已开启，如图 11-20 所示。



图 11-20 按键 E581

组合仪表显示器上可能会显示已存在存储器里的停车位，也可能还未确认和保存任何停车位。然后就会要求驾驶人继续行驶。

根据按键次数的不同，可以在要进行泊车时选择以下不同的功能：

第 1 次按键：开启自动泊车辅助系统，并自动在显示屏上显示车辆右侧的平行停车位。

第 2 次按键：自动在显示屏上显示车辆右侧的垂直停车位。

第 3 次按键：关闭自动泊车辅助系统。

注意事项：如果驾驶人想在道路左侧泊车，只需在按下自动泊车辅助系统按键后，打开左转向灯来进行切换。

原则上自动泊车辅助系统默认左置转向盘车辆应在道路右侧停泊。在这种情况下驾驶人不需要给予车辆其他指令（右置转向盘车辆默认应在道路的左侧停泊）。

(4) 在自动泊车辅助系统帮助下进行泊车 在测量到合适的停车位且确定车辆位置恰当后,便可以开始进行泊车。在驾驶人开始进行自动泊车之前,必须先挂入倒档,并在静止约 0.5s 后开动车辆。静止时间是指从挂入倒档后到车辆真正开动的的时间。在这段时间里,所有相关系统都会启动,并开始计算行驶路线。在自动泊车过程中无需驾驶人操控转向盘。由自动泊车辅助系统来控制对方向的操作,并按照计算好的行驶路线驶入停车位。在多次移车入位的过程中,驾驶人可以在组合仪表显示屏上看到前行或后退的操作提示。位于后部的两个轮速传感器 G44 和 G46 可以识别车辆是在前行还是后退。

此外,在倒车过程中还将额外用到 8 个泊车辅助系统传感器(4 前 4 后)和 4 个侧面自动泊车辅助系统传感器(2 前 2 后)来监控距离。当泊车过程结束后,组合仪表显示屏会提示自动转向辅助已完成。

如果在自动泊车过程中识别到车辆所处位置有危险情况,或驾驶人介入了转向盘控制,自动泊车就会中止。

1) 泊入平行停车位。驾驶人按下自动泊车辅助系统键选择平行泊车功能。相应的图示会显示在组合仪表显示屏上。平行泊车可以通过多次移位完成。

泊车时,从泊车起始位置到进入停车位前的最高车速为 9km/h(直线行驶)。

在驶入停车位的过程中,最大速度为 7km/h(在转向盘转动后),如图 11-21 所示。

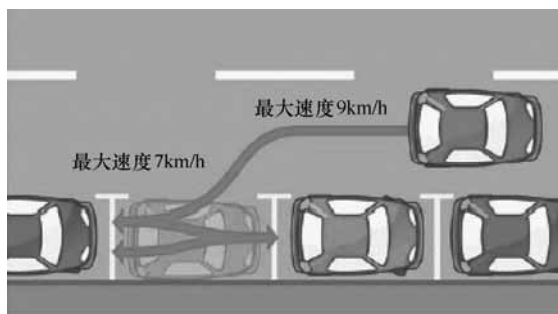


图 11-21 泊入平行停车位

2) 泊入障碍物之间。自动泊车辅助系统 2.0 不仅能识别车辆,还可以识别其他物体。系统可以对如房屋墙面、围墙或路沿等进行定位。另外它还可以帮助驾驶人在如树木、垃圾桶、灌木丛或摩托车等障碍物间泊车。

如果识别到路沿,则会在距离路沿边缘 15cm 处以“通过路沿定位”的方式进行泊车。

如果识别不到路沿,则会将车辆与停泊在障碍物前的其他车辆停成一排,如图 11-22 所示。

3) 部分或全部泊在路沿上。系统首先识别出路沿的边缘以及车辆与路沿边缘之间的距离。此外还要测量其他停着的车辆或物体,以此得出停车位的长度与深度。

在泊车过程中,系统总是以其他车辆的位置为基准(通过车辆定位)。如果停着的车辆有部分停泊在路沿上,那么待泊车辆也可部分停泊在路沿上。如果两辆车的停泊方式不同,如一辆车部分停泊在行车道上,而另一辆车则全部停泊在人行道上,那么待泊车辆就与停在前面的车辆同排停泊,如图 11-23 所示。

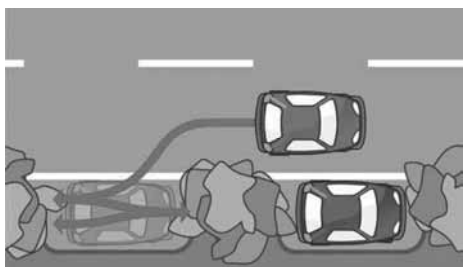


图 11-22 泊入障碍物之间

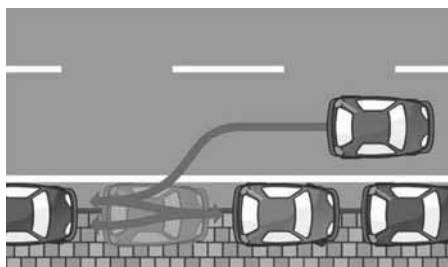


图 11-23 部分或全部泊在路沿上

4) 弯道泊车。系统还可以辅助在弯道上进行泊车。

在其他条件不变的情况下，系统可在半径超过 20m 的曲折道路上或弯道上识别出停车位，过程与在直路上没有区别。

弯道的半径关系到行驶路线和最终停泊位置的计算，如图 11-24 所示。

5) 泊入垂直停车位。驾驶人通过自动泊车辅助系统按键，选择垂直泊车功能。相应的图示会在组合仪表显示屏上显示出来。垂直泊车过程可以通过多次移位来完成。为使两侧车门可以相同程度打开，系统会控制车辆停在车位的正中间，如图 11-25 所示。

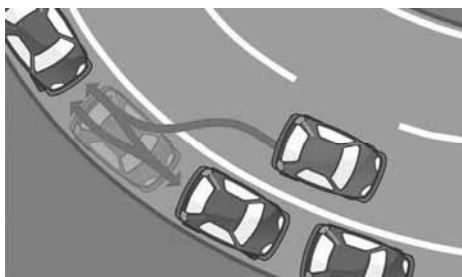


图 11-24 弯道泊车



图 11-25 泊入垂直停车位

位于车辆后侧的传感器 G716 和 G717 就是主要用来控制车辆，使其位于停车位的中间的，这两个传感器的探测范围与其他用来感应障碍物的传感器一致。

从泊车起始位置到进入停车位前的最高车速为 9km/h（直线行驶），在驶入停车位的过程中，最高车速为 7km/h（在转向盘转动后）。

（5）系统限制 测量停车位以及之后的泊车过程可能会因为环境因素而受到影响。例如，系统不能识别如下物体：井盖、凹陷或松散的路肩、停车位上较小的物体。

超声波传感器的物理特性可能会受一些因素的影响，如：

- 1) 传感器脏污。
- 2) 传感器薄膜上有雨滴。
- 3) 传感器上有冰雪。
- 4) 大雨或大雪天气。
- 5) 大风天气。

当出现系统故障或物理故障时，组合仪表显示屏上会出现提示。这些限制表明自动泊车辅助系统不能代替驾驶人的观察判断，驾驶人须承担全部责任。

如果树叶、垃圾或积雪覆盖在路沿上，会加大自动泊车辅助系统辨识的难度。这是因为

树叶或积雪对超声波信号的反射有较强的影响，会导致自动泊车辅助系统接收不到返回的超声波信号，造成系统运行错误。

另一个关于系统限制的例子是在岔路口或建筑物入口处，系统可能会误将附近大门关闭的庭院入口视为理想的停车位。

### 本章小结

1) 奥迪汽车信息娱乐系统包括：中央显示与控制单元、音响系统、导航系统、车载多媒体（收音机、CD/DVD 机、车载电视、iPhone 接口、SD 卡插槽等）娱乐系统、车载电话（选装）、天线系统等。

2) 信息娱乐系统通过信息娱乐 CAN 总线和舒适 CAN 总线把信息娱乐显示屏集成到汽车通信网络中。此模块还可以通过 CAN 总线网关接收动力 CAN 的信息。

3) 导航系统使用存储在导航光盘中的详细地图。此地图可比较 GPS（全球定位系统）卫星网络提供的数据和汽车上的感应器，以计算汽车所处的方位。

4) 蓝牙 rSAP 技术让信息娱乐系统能够以无线方式连接到车载电话，并复制电话的 SIM 卡上存储的信息。信息娱乐系统便可用来查找电话簿中的联系人，拨打电话并接听电话，或者接收文本（SMS）信息。

5) 后置天线就是后风窗玻璃上方的一条一条的细线，很好辨认，包括电话/导航天线、GSM 网络天线、电视天线、AM/FM 天线。天线系统的控制单元安装在后风窗玻璃前部的顶篷内饰内。

6) Infotainment CAN 总线类型的信息娱乐系统中，各控制单元之间的通信通过普通 CAN 总线完成，传输速率并不高，仅有最高 100kbit/s，只有导航控制单元与前部显示控制单元之间的数据通信采用传输速率较高的光纤介质；组成部件之间呈星型与串行的混合连接。

7) MOST 光纤总线使得相关组件间进行数字形式的数据交换成为可能。除了可以减少电线的使用和减轻重量外，光波传输有更高的数据传输速率。和无线电波相比，光波的波长更短。另外，它们都不会产生或易受电磁波的干扰。这些特性使得更高的数据传输速率与外界干扰免疫成为可能。

8) 与前两代自动泊车辅助系统相比，第三代自动泊车辅助系统植入了一个主动的制动干涉，以避免在泊车过程中可能出现的车辆损坏。此外，该功能还能辅助车辆驶出平行停车位。



