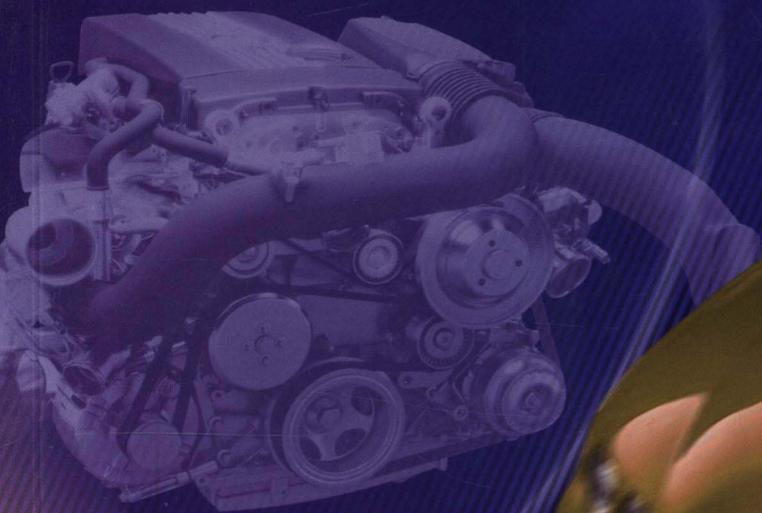


第2版

汽车电喷发动机 常见故障诊断与分析

嵇伟 刘丹丹 刘惠 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车电喷发动机常见故障 诊断与分析

第2版

嵇伟 刘丹丹 刘惠 编著



机械工业出版社

本书第1版出版后,受到读者广泛欢迎。考虑到近几年来,汽车电喷发动机技术有了进一步发展,车型也有很大变化。所以,我们决定编写本书的第2版,增加最新技术的内容和新车型的案例。

本书重点介绍轿车的电喷发动机燃油系统、点火系统、怠速控制系统、排放系统的构造、原理,以及常见故障的原因及诊断方法。使读者在了解构造、原理的基础上,学会快速诊断常见故障和疑难故障的方法,并对各种疑难故障能够深入分析、举一反三。

本书可作为汽车维修人员的培训教材,也可供广大汽车维修工自学提高之用,并且可以用作高职高专汽车维修专业汽车检测课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电喷发动机常见故障诊断与分析/嵇伟,刘丹丹,刘惠编著. —2版.—北京:机械工业出版社,2013.5
ISBN 978-7-111-42131-3

I. ①汽… II. ①嵇…②刘…③刘… III. ①汽车—
电子控制—发动机—故障诊断 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第073514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:刘焯 责任编辑:刘焯

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:鞠杨 责任印制:张楠

高教社(天津)印务有限公司印刷

2014年8月第2版第2次印刷

184mm×260mm·16.75印张·409千字

3001—4500册

标准书号:ISBN 978-7-111-42131-3

定价:43.00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 封面防伪标均为盗版

前 言

21 世纪轿车已经快速进入家庭，轿车成为国内汽车大家庭的主体。国内大量新型轿车的问世，国外进口轿车大量的涌入，使车辆故障与检测变得更加复杂。本书就是在简要介绍当代汽车电喷发动机的构造、原理的基础上，将汽车的常见故障和疑难故障进行概括、总结、归纳，从中找出其规律性；特别是对各种传感器及关键件的位置、作用、彼此间的关系，检测的数据、常见故障的原因、常见故障的诊断与检测方法，以及每种传感器最有效的检测方法和故障分析等作了详尽的阐述，使读者能举一反三，学会综合运用各种检测手段，对电喷发动机燃油系统、点火系统、怠速控制系统、排放系统、控制单元、OBDⅡ、冷却系统和润滑系统，以及各种综合性故障进行快速诊断与检测，以达到在最短的时间内准确诊断故障的目的。

本书第 1 版出版后，受到读者广泛欢迎。考虑到近几年来，汽车电喷发动机技术有了进一步发展，车型也有很大变化。所以，我们决定编写本书的第 2 版，增加最新技术的内容，和新车型的案例。

本书注重系统性、实用性、涉及内容较深、范围较广，并将大量的轿车修理中的案例分析和理论探讨相结合，注重理论与实际相结合，注重故障的分析，在维修理论上有所突破。本书可以作为汽车专业院校汽车检测课的教材，同时适用于具有一定维修经验的驾驶员和维修人员阅读参考，也可以作为车间维修手册使用。

本书由嵇伟、刘丹丹、刘惠编著。

目 录

前言

第一章 现代汽车故障的传统诊断方法	1
第一节 通过望、闻、切、问、试来诊断故障	1
一、看——体现维修人员的经验和水平	2
二、听——是维修人员的基本功	5
三、摸——行家一出手即知有没有	9
四、问——是查询故障的一个关键环节	11
五、试车是故障诊断过程中一个不可或缺的环节	12
第二节 发动机气缸压力的检测和分析	20
一、汽油机气缸压力的检查方法和注意事项	21
二、气缸压力测试结果的分析	21
第三节 发动机真空度的检测和分析	23
一、真空表检测的范围	24
二、真空表检测的方法和测试分析	24
第四节 用红外线测温仪查询故障	28
思考题	31
第二章 发动机电喷系统专用检测设备及功能	34
第一节 控制单元故障存储器的检测和分析	34
一、自诊断方法的分析	35
二、控制单元故障的诊断与排除	37
第二节 发动机电喷系统电路专用检测设备	39
一、故障诊断仪的使用	40
二、检测盒的使用	45
三、示波器的使用	46
四、其他检测设备的使用	51
第三节 利用数据流和故障码分析故障	53
一、利用数据流分析故障	53
二、利用故障码分析故障	55
思考题	55
第三章 发动机电喷系统原理、故障诊断与检测	57
第一节 空燃比的控制和故障诊断	57
一、喷油脉宽的控制	58
二、空气流量传感器和进气歧管绝对压力传感器工作原理及常见故障的诊断	60
三、进气歧管切换系统工作原理和故障诊断	65
四、空气流量传感器的检测	66
五、发动机转速传感器的检测	71

六、节气门位置传感器的检测·····	78
七、冷却液温度传感器和进气温度传感器的检测·····	82
八、电器故障再现法·····	85
九、汽车漏电故障的诊断·····	86
第二节 发动机燃油系统的作用和故障诊断·····	86
一、燃油系统的组成和功用·····	87
二、燃油系统的检测·····	88
三、燃烧室积炭的预防和清除·····	94
第三节 发动机点火系统的作用和故障诊断·····	95
一、点火系统的组成·····	96
二、点火提前角的控制·····	98
三、通电时间的控制·····	100
四、点火波形的检查与分析·····	102
五、点火线圈的检测·····	105
六、爆燃的控制和故障诊断·····	107
七、点火线圈的常见故障诊断·····	110
八、火花塞故障的诊断·····	111
九、电磁干扰·····	114
第四节 电子节气门的作用和故障诊断·····	114
一、电子节气门的组成、作用及失效保护·····	114
二、电子节气门污染的危害及清洗方法·····	117
三、电子节气门系统使用时的注意事项·····	118
四、电子节气门系统常见故障的案例分析·····	118
五、电子节气门的重新设定·····	119
第五节 凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器的作用和故障诊断·····	121
一、凸轮轴位置传感器的结构和作用·····	122
二、凸轮轴位置传感器的检测·····	123
三、曲轴位置传感器的结构和作用·····	123
四、曲轴位置传感器的检测与安装注意事项·····	124
五、凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的关系·····	124
六、凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器常见故障的案例分析·····	124
第六节 发动机电控系统失效保护·····	125
一、电控燃油系统进入失效保护·····	125
二、电控点火系统进入失效保护·····	126
第七节 怠速控制及故障诊断·····	127
一、起动和暖机控制·····	127
二、怠速稳定信号提前控制·····	128
第八节 交流发电机故障导致电磁干扰·····	131
思考题·····	132
第四章 发动机排放的控制和故障诊断·····	135
第一节 尾气排放开闭环控制故障的诊断·····	135
一、氧传感器的主要作用和工作原理·····	135

二、氧传感器信号分析	138
三、造成氧传感器和三元催化转化器早期损坏的原因	140
四、氧传感器的故障诊断	141
五、读取数据流进行综合分析	145
六、三元催化转化器的工作条件和故障诊断	146
第二节 EVAP、PCV、EGR、AIR 故障的诊断	149
第三节 尾气测试中五尾气彼此间关系	157
一、尾气测试中 CO 的分析	158
二、尾气测试中 HC 的分析	158
三、尾气测试中 NO _x 、CO ₂ 和 O ₂ 的分析	159
第四节 OBD II 故障自诊断系统	160
一、OBD II 故障自诊断系统的由来和作用	161
二、OBD II 对尾气排放控制系统的监控	162
三、废气报警系统的作用	168
思考题	168
第五章 发动机冷却系统和润滑系统常见故障的诊断	172
第一节 发动机冷却系统常见故障的诊断	172
一、造成发动机冷却液温度过高的原因	172
二、冷却液“开锅”的处理和温度过高的危害	176
三、发动机冷却液进入燃烧室故障的诊断	176
四、造成发动机温度过低的原因和危害	177
第二节 发动机润滑系统常见故障的诊断	177
一、烧机油故障的危害和故障的诊断方法	178
二、发动机机油报警装置的检修	179
三、使用涡轮增压器的发动机的正确使用和维护	182
思考题	185
第六章 电喷发动机综合故障的诊断	188
第一节 发动机怠速抖动故障的诊断	188
一、怠速抖动的原因	188
二、造成怠速时混合气过稀的原因	189
三、造成怠速时混合气过浓的原因	193
四、造成怠速时燃烧质量过差的原因	195
第二节 发动机间歇性故障	197
一、发动机间歇性不能起动	198
二、发动机间歇性熄火	199
第三节 发动机怠速游车故障	200
一、怠速转速在额定转速附近变化	201
二、怠速转速在 1500 ~ 2000r/min 游车	202
第四节 汽车行驶正常, 但制动后熄火或不能立即行驶的故障	203
一、汽车行驶正常, 但行车制动熄火	204
二、汽车行驶正常, 但制动后不能立即行驶	206
第五节 发动机起动困难的故障	206

一、发动机在冷车时起动正常，热车时起动困难	207
二、发动机在热车时起动正常，冷车时起动困难	210
三、发动机在冷车和热车时都起动困难	211
四、发动机间歇性不能起动	214
第六节 汽车行驶正常，放松加速踏板熄火的故障	214
一、进气系统泄漏或燃油压力过低和混合气过稀	215
二、旁通空气道没有及时开启	217
三、排放控制系统关闭不严	218
第七节 汽车加速不良故障	218
第八节 发动机爆燃故障	226
一、与点火正时相关的因素分析	226
二、导致发动机爆燃的原因	227
三、爆燃传感器装配和检测时的注意事项	228
四、爆燃传感器的诊断方法	228
第九节 发动机的日常维护	229
一、燃油系统的日常维护	230
二、定期换三滤	231
三、定期更换正时传动带	231
四、火花塞更换注意事项	232
思考题	232
附录	235
附录 A 思考题答案	235
附录 B 汽车发动机电器部件的专用代号	250
附录 C 汽车发动机专用词语英文缩写	252

第一章 现代汽车故障的传统诊断方法

第一节 通过望、闻、切、问、试来诊断故障

经常有人说，有了现代的诊断仪器，传统的诊断方法以及维修理论、经验就没有用了。其实这多是非专业人士对汽车维修方面的一些猜想。如某新闻报道在宣传现代检测仪器重要性时举例说，一名著名的维修专家收到他学生千里以外打来的电话，查询发动机异响的故障，专家说把手机放在发动机上，然后专家便告诉他如何修理。每个老师都会经常收到一些学生的咨询，并在看不见汽车的情况下为维修人员提供诊断思路和故障排除方法，这是再正常不过的事情。但后来的报道就离奇了，作者居然据此做出没有检测仪器就无法诊断故障的怪论。请问手机是什么检测仪器？其实这位专家就是用了中医看病时望闻切问中的闻，即“听”。许多看似复杂的问题，经常就是很基本的机械故障。

维修现代汽车确实离不开检测仪器，但这并不是说所有的检测都离不开检测仪器，也不是说检测仪器提供的信息都可靠。现代检测仪器用外行人的说法是让傻子都会修车。有了它许多复杂的故障变得容易检修了，为维修人员节约了大量的时间。但任何检测仪器都有其局限性，所以，好的检测仪器代替不了对经验的把握和对理论的学习。真正的维修专家都是在掌握构造、原理的基础上，利用正确的诊断思路、逻辑推理和检测仪器，进行查找、诊断。使用检测仪器是全部诊断活动的一个重要环节，但不是全部。对于任何一个故障的诊断都要建立在正确分析的基础上，没有正确的分析就没有正确的思路，也就没有有效的方法。在开始接触用户时应尽量收集一切有用的信息，寻找一个符合逻辑的切入点，有了正确的诊断思路才能少走弯路。



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 同样是大宇车系的可调式节气门位置传感器，但旋转方向不同。若装错，第一次起动正常，原地做几次加速动作后，就会出现怠速抖动、排气回火、加速放炮。
2. 蓝鸟轿车匹配有 U12 发动机和 U13 发动机，但发动机的许多零部件都不能互换，如发动机冷却液温度传感器互换后会造成发动机起动困难或油耗高等故障。
3. 桑塔纳 2000 和桑塔纳 3000 的空气流量传感器的型号不同，不能互换。互换会导致混合气过浓，油耗增加。
4. 在热车的状态下，用化油器清洗剂直接喷射热丝式或热膜式的空气流量传感器，一方面可以清除积炭，另一方面强烈的冷却作用又可以使控制单元失去对该空气流量传感器的记忆，免去了控制单元重新学习程序。
5. 每次起动需要滞后 2s 才能起动，说明凸轮轴位置传感器失效退出。
6. 排气门烧蚀会使气缸密封不良，导致冷车和热车都需连续两次起动才能起动发动机。

起动发动机后在排气尾管出气口处能听到“噗噗”声。

7. 捷达轿车型号不同其控制单元版本也不同, 所换的发动机控制单元版本与原车不符, 会造成换档冲击、油耗增大。

8. 手放到尾管排气出口处, 用手感觉排气尾管的排气量, 如过小说明发动机排气不畅。急加速时如有金属撞击声, 说明消声器内部开焊; 没有金属撞击声, 则是三元催化转化器(TWC)堵塞。

9. 氧传感器触头发白, 说明被冷却液污染。应重点检查气缸垫和涡轮增压发动机进气歧管垫的密封性。

10. 起动时手摸燃油分配管前的汽油软管, 应感觉到汽油在流动, 否则说明电动燃油泵没有工作。

11. 冷车起动有时能起动, 有时多次起动也不行, 但热车后起动正常; 怠速运转平稳, 急加速时发动机转速不稳定、熄火, 说明蓄电池、发动机、变速器或控制单元的接地线中有一个接地不良。

12. 燃油系统保持压力低于正常值时通常表现为冷车起动基本正常, 热车起动困难。因为高温使燃油分配管内燃油蒸发造成气阻。

13. 冷车时起动和行驶正常, 热车高速行驶时会突然熄火, 熄火后无法再立即起动, 过15min左右可正常起动, 说明点火继电器、曲轴位置传感器、点火模块和点火线圈中有一个热稳定性不好。

14. 汽车行驶正常, 但急加速时排气管冒黑烟, 严重时急加速熄火。故障原因是燃油箱加得过满, 一部分燃油以液态形式直接进入炭罐。

15. 每天第一次起动汽车时排气管冒蓝烟, 发动机发出“突突”声10s, 随后一天之内排气管不再冒蓝烟, 说明气门油封密封不良。

16. 热车急加速时排气管冒蓝烟, 打开气门室盖加速时此处也冒烟, 说明活塞环密封不良。

17. 打开空气滤清器, 里边有黑色油液, 说明曲轴箱通风阀(PCV)堵塞。

18. 怠速时抖动得非常厉害, 发动机故障指示灯不亮, 试车时急加速熄火, 大负荷时动力不足, 但中速运转平稳, 通常是废气再循环(EGR)阀密封不良造成的。

19. 每天第一次踩加速踏板时感觉费劲, 说明节气门处有较多的积炭, 应及时清洗节气门系统和旁通空气道, 否则会造成行驶正常, 但放松加速踏板熄火。

20. 每天发动机第一次起动时困难, 但起动时如踩下加速踏板起动就不困难了, 说明旁通空气道内有较多的积炭, 应清洗旁通空气道内怠速步进电动机和怠速空气阀, 洗后用压缩空气吹干净。

一、看——体现维修人员的经验和水平

1) 望即“看”, 看清是什么车型、哪年生产、什么配置。同一个车型不同年代配置就可能不一样。如不注意区分, 一旦装错, 就会导致发生新的故障。

2) 注意观察易发生故障的部位, 通过是否被污染、是否密封不良、是否颜色发生异常变化等细节分析故障, 许多故障在外观上都留有一定的痕迹, 只要注意观察, 注意这方面的积累, 就能达到快速准确诊断故障的目的。

3) 看怠速质量, 看发动机工况。发动机怠速高时, 看进气系统的真空软管是否发生破裂。发动机冷却液温度过高故障, 在冷车时看散热器内冷却液液面高度。观察发动机所有的附件是否安装正确, 所有的端子(插接器)是否连接可靠, 所有的接地点是否可靠接地。

1. 韩国大宇车系的节气门位置传感器和怠速控制阀

1) 韩国大宇车系中有两种节气门位置传感器，外表相同，都是可调式节气门位置传感器，只是怠速节气门输出电压调节长孔的旋转方向不同，一个是顺时针旋转输出电压升高，另一个是逆时针旋转输出电压升高。由于两种节气门位置传感器配置于不同的车型，如装错，汽车第一次起动正常，但是原地做几次加速动作后，仪表板上故障指示灯便会被点亮，随后发动机怠速抖动，排气管发出“突突”声，加速放炮，并留下节气门位置传感器（TPS）的故障码。大宇车系可调式节气门位置传感器见图 1-1。

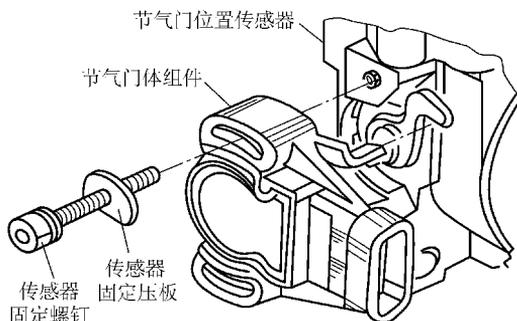


图 1-1 大宇车系可调式节气门位置传感器

2) 韩国大宇车系中的怠速控制阀也有两种，一种怠速控制阀是顺时针旋转的，另一种怠速控制阀是逆时针旋转的，选配时一定要注意阀旋转的方向要和节气门开启方向一致。如果装错，大负荷时本应将怠速控制阀开启到最大位置，以保证充气系数。但装错的怠速控制阀旋转方向和节气门开启方向不一致，导致本应开启到最大位置的阀门却完全关闭，引起汽车加速迟钝，没有高速。

2. 蓝鸟车 U12 和 U13 发动机

U12 和 U13 发动机同样都是为蓝鸟轿车匹配的发动机，但 U12 发动机和 U13 发动机的许多件都不能互换，如发动机冷却液温度传感器互换后会造成发动机起动困难或油耗高等故障。

3. 桑塔纳 2000 和桑塔纳 3000 的空气流量传感器

桑塔纳 2000 和桑塔纳 3000 的空气流量传感器的型号不同，桑塔纳 2000 空气流量传感器的型号是 06A 906 461，为四根导线，传感器内没有进气温度传感器，桑塔纳 3000 的空气流量传感器型号是 IJD 906 461，为五根导线，传感器内设有进气温度传感器，两种空气流量传感器的工作特性不同，不能互换。互换会导致混合气过浓、油耗增加，在开环期间会造成三元催化转化器（TWC）内工作温度过高，容易烧坏 TWC。

4. 控制单元版本号

在更换发动机控制单元时，一定要看控制单元版本。即使车型相同，但具体配置不同，发动机控制单元版本就有可能不同。如捷达轿车分为多种型号，如所换的发动机控制单元版本与原车不符，会造成汽车运行不平稳、换档冲击、油耗增大、排放增加，还会将不存在的故障存入故障存储器。

5. 装错燃油泵

某些车型发动机分为单点式和多点式两种燃油喷射形式。由于单点式发动机燃油泵的出油压力明显低于多点式发动机燃油泵的出油压力，所以在更换燃油泵时，本来应装多点式发动机燃油泵的，如果误装了单点式发动机燃油泵，由于燃油压力过低，会造成加速熄火、大负荷动力不足、提速困难。

6. 看热丝式和热膜式空气流量传感器是否被积炭污染

如汽车怠速时严重抖动，行驶中动力不足、加速不良，急加速时进气管回火，尾气排放

中 NO_x 严重超标,说明混合气过稀。而仪表板故障指示灯不亮(说明电控系统正常),燃油压力正常(说明燃油系统正常),怠速转速没有超过标准,说明进气系统没有出现泄漏,按经验最大可能是热丝式和热膜式空气流量传感器被积炭污染。打开空气滤清器,拆下滤芯,查看热丝式和热膜式空气流量传感器。如果被积炭污染,会形成隔热层,使传感器输出信号过低,导致混合气过稀,从而引发上述故障。

在热车怠速的状态下,用化油器清洗剂直接喷射空气流量传感器的热丝或热膜,一方面可以清除积炭,另一方面强烈的冷却作用又可以使控制单元失去对该空气流量传感器的记忆,免去了重新学习的程序。控制单元不需经重新学习,可以在清洗后,立即恢复正常的工作状态。

7. 发动机的进气歧管垫密封性检测

装有涡轮增压或机械式增压的发动机如果使用不当,容易造成进气歧管垫密封不良。发动机的进气歧管垫是一次性的,一旦打开必须更换。一辆略好些的轿车换一次进气歧管垫需要花费数千元。

进气歧管垫密封不良的危害

1) 进气歧管垫密封不良,会造成怠速不稳、加速不良。

2) 装有涡轮增压系统的发动机,泄漏的冷却液窜入燃烧室,然后进入排气系统,会污染氧传感器和催化转化器,导致催化转化器硅中毒、堵塞引发排气不畅,进而造成汽车没有高速,发动机工作温度过高。

3) 冷却液窜入润滑系统,会使机油乳化变质。冷却液的大量流失,还会导致发动机工作温度过高。所以进气歧管垫一旦密封不良必须及时更换。

如何判断进气歧管垫是否发生泄漏非常重要。装有涡轮增压或机械式增压的发动机进气歧管处有冷却液道,进气歧管垫密封不良,冷却液会经燃烧室进入排气管,要准确地判断进气歧管垫是否密封不良,可检查火花塞电极和氧传感器触头的颜色。

火花塞电极发白但没有烧蚀、氧传感器触头发白都说明被冷却液污染。应重点检查气缸垫和进气歧管垫的密封性。

① 第一次气缸垫密封不良时,通常是混合气进入冷却系统,而冷却液并没有进入燃烧室。多次出现气缸垫密封不良时,才会出现冷却液进入燃烧室。进行发动机的缸压检测,如相邻两缸缸压过低说明气缸垫密封不良。

② 装有涡轮增压或机械式增压的发动机进气歧管垫密封不良,冷却液就会直接进入燃烧室。

8. 火花塞电极上的沉积物

发动机的许多故障可以通过火花塞电极颜色的变化和沉积物来分析,火花塞结构见图 1-2。发动机正常情况下运转,燃油质量和空燃比符合厂家的规定,在使用较长时间后绝缘体裙部为灰白

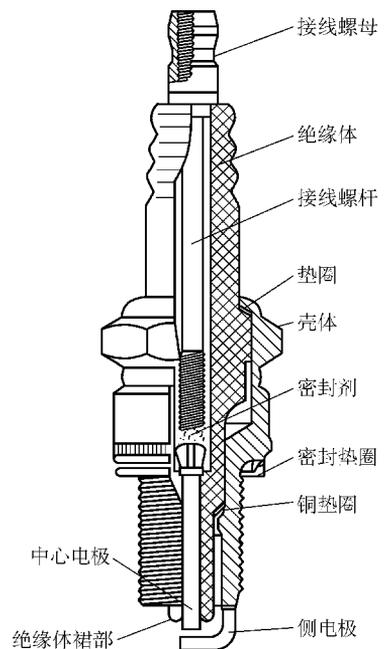


图 1-2 火花塞结构

色、灰黄色或灰褐色，火花塞电极颜色为暗红色或铁锈色都是正常的（电极的暗红色或铁锈色是无铅汽油中添加剂造成的）。即使两电极间呈现灰色至微黑色，有轻微损耗，也属于正常情况。这些说明火花塞热值与发动机匹配良好，整个系统工作正常。而下面的几种情况就属于不正常情况。

(1) 火花塞电极发黑 电极上有黑色沉积物的原因是混合气过浓或燃烧条件不好，产生积炭。对使用空气流量传感器的车型，拔下传感器后面的真空软管，会使混合气变稀，再加大节气门开度运转几分钟可烧掉火花塞上的积炭。火花塞黑得较快，通常是点火线圈故障造成高压火弱，导致燃烧不好所致。

(2) 火花塞电极颜色发灰 灰色沉积物一般是汽油中的添加剂所致，沉积物过多时会引起缺火现象。

(3) 火花塞电极发白

1) 火花塞电极发白，但电极没有熔化，说明火花塞电极被冷却液污染。气缸垫或涡轮增压发动机的进气歧管垫密封不良，冷却液进入燃烧室（冷却液的沉积物是白色的）。

2) 火花塞电极发白，并且电极熔化，绝缘体呈白色，说明燃烧室温度过高。可能是燃烧室积炭过多，导致压缩比变大，引发多点燃烧和爆燃所致。

3) 火花塞未按规定力矩拧紧（火花塞紧固力矩为 $30\text{N}\cdot\text{m}$ ），导致散热不良，也会造成同样故障。

4) 火花塞电极颜色为灰白色，也可能是混合气过稀。

(4) 火花塞电极变圆，且绝缘体有疤痕 这是因点火时间过早所致。造成点火时间过早的原因除点火提前角过早外，也可能是汽油标号过低。汽油标号越低，辛烷值就越低，抗爆性就越差，易于引发早燃。火花塞热值过高和燃烧室内积炭过多同样也会造成早燃。

(5) 火花塞绝缘体顶部有黑色条纹 表明火花塞已经漏气。火花塞绝缘体顶部有裂纹，多为汽油标号过低、点火时间过早和燃烧室温度过高所致。

(6) 火花塞电极发红 火花塞电极发红，说明汽油的标号过低。

(7) 火花塞上有油性沉积物 一般为机油进入燃烧室所致。

1) 气门油封漏油：每天第一次起动时，排气管出气口处冒蓝烟，随后一天内排气管出气口处不再冒蓝烟。

2) 活塞环和气缸壁之间密封不良：冷车起动时，排气管不冒蓝烟，行驶中急加速时排气管冒蓝烟。

3) 汽车低速行驶中排气管出气口处冒蓝烟，中高速行驶中排气管出气口处不冒蓝烟，说明涡轮增压系统的密封环密封不良。

二、听——是维修人员的基本功

闻即“听”，有经验的维修人员只要汽车从身边通过，就可以听出车的一些故障。即使在屋内也可从制动声中准确地判断出外边道路上汽车制动器的工作情况（制动力矩的大小、是否发生制动跑偏）。这些维修人员之所以能从声音中分辨出各种不同的故障，这和他们在长期实践中认真体会、总结有关。只要用心，许多异常响声只要听到一次，就会记在心中，随时做出反应。

要从声音变化中准确地分析出故障，就要了解各种响声的特性。如连续性响与间断性响、脆响与闷响、有规则与无规则的响等，以及异常响声在什么时候、什么工况时出现；失

火的声音，燃油泵的噪声，急加速时分辨三元催化转化器烧熔导致内部松动的异常响声和消声器隔声板内部开焊引发的异常响声；还有动力总成的异常响声，高速旋转件（如传动轴）平衡不好造成的异常响声，正时传动带接触不良的异常响声，进、排气歧管垫或气缸垫密封不良的异常响声，风阻造成的异常响声等。为了听得更准确，有些部位还须借助听力棒、橡胶管和听诊器。

异常响声的诊断在汽车故障诊断中是最难的，汽车大部分零件都是金属的，传声性良好，异常响声经常传得全车都是，异常响声又大都是在动态时才有。传动系统的异常响声，维修人员无法接近声源。所以听故障必须依靠对构造、理论的理解，需要系统地学习、掌握相关的构造、原理，还必须要有丰富的维修经验。

1. 无法起动故障的诊断

发动机无法起动的原因很多，下面仅举3例。

如无法起动，首先应诊断燃油系统是否有油、点火系统是否有火。

(1) 是否有电控燃油泵（图 1-3）工作的声音 起动前打开燃油箱盖，如电控燃油泵控制系统正常，而点火系统有故障，在起动时在燃油箱盖处应最少能听到燃油泵工作 2s 的泵油声音。如起动时听不到燃油泵的工作声，应检查燃油泵的继电器、熔丝和与其相关的电路，如上述均没有问题，说明故障在控制单元。

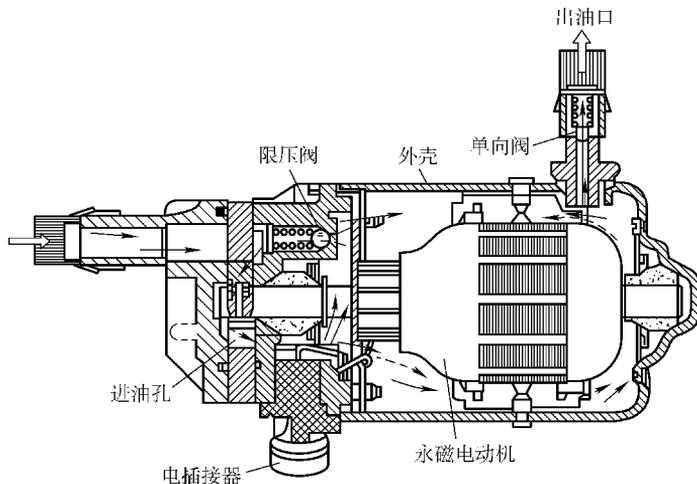


图 1-3 燃油泵结构

(2) 是否有喷油器工作声 起动或工作时均可以用听力棒靠近喷油器（图 1-4）听其是否工作。如能听到工作声，说明喷油，则不能起动的故障在点火系统。

(3) 是否有火花塞工作声 在检测点火系统是否正常时，起动或工作中均可以用听力棒靠近火花塞，听其是否工作，如能听到工作声说明有火，点火系统基本正常，则不能起动的故障在燃油系统。

如果既没有火花塞的工作声，也没有喷油器的工作声，则可能是曲轴位置传感器的故障。

2. 电喷发动机燃油系统的检查

在进行故障诊断仪和燃油压力检查前，先听以下各部位的工作声，可以更快地查到故障点。

(1) 燃油泵继电器是否自行接通的检查 打开燃油箱盖,在起动的同时听是否有燃油泵工作的声音,如没有应重点检查燃油泵继电器及其电路。

(2) 喷油器是否工作的检查 发动机工作时,用听力棒逐个听喷油器,应能听到喷油的“咔嗒”声。否则应检查喷油器的电路。有经验的维修人员还可以听出喷油器是否发生卡滞。

(3) 燃油泵工作声音是否正常的检查 检查燃油泵 30s 出油量,需同时注意燃油泵运转声音是否平稳,有无杂音出现。如出油量过少或有杂音出现,说明燃油泵发生早期磨损,或因缺油过热造成热变形,或燃油滤清器堵塞。

(4) 进气歧管切换阀是否开启的检查 一些配置较好的发动机为了保证发动机高速时的充气系数,在进气系统上装有进气歧管切换阀(图 1-5)。在发动机转速超过 3250r/min 后开启进气歧管切换阀,使进气走短道直接进入燃烧室。将听诊器或听力棒搭在进气歧管切换阀处,在发动机转速超过 3250r/min 后,应能听到切换阀开启发出的“咔”声,如听不到说明有故障。

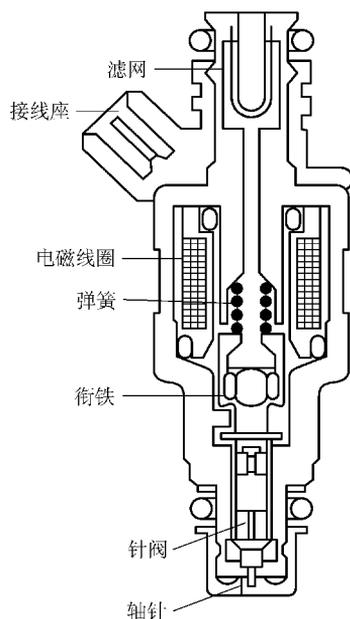


图 1-4 喷油器结构

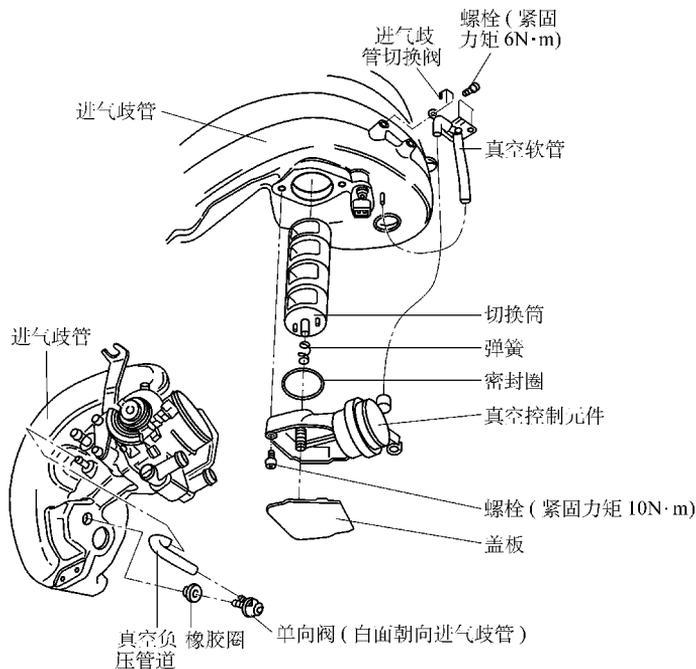


图 1-5 进气歧管切换阀结构

3. 气门关闭不严导致连续两次起动才能成功

冷车和热车都需连续两次起动才能发动发动机,发动机故障指示灯不亮,燃油压力正常,检查气缸压力,个别缸气缸压力偏低。此故障有可能是气门关闭不严,导致燃烧室内压力建立不起来。

常见的气门关闭不严的原因有以下两个方面。

(1) 积炭过多导致进气门密封不良 这类故障的特点是每天第一次起动都需连续两三次起动才能起动发动机。发动机工作时,用听诊器听进气门一侧,如能听到“噗噗”声,说明进气门密封不良。

(2) 排气门烧蚀导致密封不良 冷车和热车都需连续两次起动才能起动发动机。起动发动机后在排气尾管出气口处如能听到“噗噗”声,说明排气门密封不良。

进行发动机气缸压力的检测,哪个缸气缸压力低,说明该缸的排气门烧蚀了。

4. 起动时听到“轰隆、轰隆”的异常响声

起动过程中如听到低沉的“轰隆”、“轰隆”异常响声,故障可能源于机油泵或燃油泵。诊断时可用排除法。打开燃油箱盖,在发动机工作时能在此处听到“轰隆”、“轰隆”异常响声,说明燃油泵受热变形,应及时更换燃油泵。也可以检查燃油压力,燃油泵受热变形后,燃油压力会明显下降。

如上述两项检查都没有问题,说明故障在润滑系统的机油泵,应及时更换机油泵。

5. 发动机间歇性起动不良

一辆高尔夫轿车在大部分时间里发动机无法起动,但偶尔也能起动。该发动机只有凸轮轴位置传感器,没有曲轴位置传感器。

判断起动方面故障时,第一步应先区分是点火系统还是供油系统的故障。在证实蓄电池供电充足的前提下,起动时打开燃油箱盖如能听到燃油泵 2s 工作声,说明燃油泵继电器已经自行接通,无法起动和供油系统无关;由于火花塞没有工作,控制单元会在燃油泵开始工作 2s 后停止其工作。为了进一步证实,在第二次起动时应用听诊器听诊火花塞是否有工作声,如没有说明故障在点火系统。

可以用发光二极管检测凸轮轴位置传感器。以大众车系为例,关闭点火开关,断开凸轮轴位置传感器插头,用 VAG1594 辅助导线和发光二极管连接 1 号和 2 号端子。起动发动机,发动机工作几秒后,每个工作循环发光二极管应有短暂的闪亮。也可以用示波器检查凸轮轴位置传感器的工作波形,经检查凸轮轴位置传感器有故障,更换后故障排除。

6. 发动机断缸、缺火异常响声的诊断

这种异响的特点是异响伴随发动机强烈振动而产生,且声音频率与振动频率相同。如遇到这种情况,可用红外线测温仪逐缸检测排气歧管的工作温度。找到温度低的缸,再用听诊器或听力棒贴近喷油器,听喷油声;再用听诊器或听力棒贴近火花塞听点火声。装有 OBD II 系统的车型,在起动和 1000r/min 转速时,如失火率达到 2%~3%,控制单元会自动关闭该缸的喷油器和火花塞,但在大负荷时会重新开启。所以,装有 OBD II 系统的发动机在怠速和小负荷时缺缸,大负荷时不缺缸,仍然说明相应气缸有失火现象。

7. 正时传动带、轴承磨损产生的异常响声

(1) 冷车时有明显响声 轿车通常在结构上选取带传动将发动机的动力传递给发电机、空调压缩机、动力转向泵、水泵等部件。但是,由于部件质量问题或工作环境恶劣,导致传动带早期磨损引起打滑。同样的问题也会发生在空调轴承、水泵轴承、发电机轴承等部件上。这种异响往往听起来刺耳,音量较高,冷车时更加明显。判断方法比较简单,用一根木棒抵在汽车的某个部位上,靠近异响声源时声音有明显变化。这种故障可以通过更换过度磨损件来排除。

(2) 冷车和热车时正时传动带都发出“吱吱”声。发动机工作时正时传动带发出“吱吱”声,用肥皂涂抹在正时传动带内侧,重新起动,如“吱吱”声消除,可不在意它。如无法消除“吱吱”声,应重点检查:

① 传动带轮支架是否发生变形,导致正时传动带发生扭曲。传动带轮支架变形必须更换,如校正后重新使用,由于支架刚度下降,很快会再次发生扭曲。

② 所换的传动带是否是正品件。次品件由于梯形形状和正品件有明显差异,导致和传动带轮接触不良,会发出“吱吱”声,所以必须使用正品件。

8. 发动机和变速器不匹配产生的异常响声

有一辆轿车,行驶到车速 110km/h 时发动机振动强烈。经反复试车发现发动机转速 3000r/min 时有噪声,但随着档位降低,噪声和振动减小,一档和二档时声音均属于正常。对变速器做更换维修,故障排除。这是一例变速器和发动机匹配不当引起的故障,异响随档位的变化而出现,不同档位明显不同。

9. 可变点火正时电磁阀是否开启的检查

一些配置较好的发动机在大负荷时不仅要增大充气系数,而且在高速时要加大点火提前角。因为发动机点火提前角越临近爆燃点,有效输出功率就越大。将听诊器或听力棒搭在可变点火正时电磁阀处,在发动机转速超过 4250r/min 后,应能听到电磁阀开启时发出的“咔嚓”声,如听不到说明有故障。

三、摸——行家一出手即知有没有

切就是摸,摸是维修人员常用的技法。汽车维修业内有一句经典的话——行家一出手即知有没有。

发动机起动困难,在起动同时用手摸燃油系统进油软管,如有脉动,说明燃油泵可以工作。起动时进油软管没有脉动,说明燃油泵没有工作,应重点检查燃油泵继电器。

如在检查冷却液是否需要更换时,通常都是检查其冰点、相对密度及外观,发现相对密度增大、液体变稠、冰点升高及出现变质、变味、发泡等现象时必须更换。但也可以只摸一下散热器的上下水管是否发软,即可做出准确判断。当冷却液中的添加剂被高温和压力消耗到一定程度后,酸碱平衡性被打破,冷却系统就开始电化学反应。由于电化学反应,冷却液软管通常从里边开始损坏,检查时会发现橡胶软管明显发软。软管发软后大负荷时橡胶软管会被吸扁,造成冷却液循环受阻,发动机温度过高。

在更多的检测中,还可以摸温度是否发生超出正常的变化。当然,为了诊断更准确,有些部位还须借助红外线测温仪。

1. 通过温差检测散热器是否发生堵塞

如怀疑散热器内冷却液道堵塞,可以在发动机正常工作温度下,用手触摸散热器水室即可直接感觉出来。正常情况下整个散热器水室的温度应是基本平衡的,如散热器水室两边冷,中间烫,说明散热器水道已经发生堵塞。如果轿车空间小,无法用手触摸散热器水室,可以用红外线测温仪检测散热器进出水管温差。发动机出水口的温度是发动机的冷却液温度,回水管是冷却后的冷却液温度,应比出水口的温度低 30℃ 左右。如散热器进、出水管温差过大,回水管温度过低,说明散热器内部水道发生堵塞,造成发动机工作温度过高,必须清洗散热器。

2. 摸与听相接合诊断三元催化转化器是否发生堵塞

国内的汽油和机油里可能含有硫、磷等有害元素，大城市又经常发生堵车，致使尾气排放中一氧化碳（CO）含量高，这些都易引起三元催化转化器（TWC）堵塞。

（1）常见的造成 TWC 堵塞的原因

1) 混合气过浓会造成 TWC 堵塞。

2) 严重烧机油的发动机容易造成 TWC 堵塞。

3) 由于气缸垫或涡轮增压发动机进气歧管垫密封不良，使冷却液进入燃烧室，不仅会造成 TWC 硅污染，失去转化能力，而且也会造成 TWC 堵塞。

（2）TWC 堵塞故障现象 TWC 堵塞使排气背压明显升高，导致汽车没有高速，最高车速只有 110 ~ 130km/h 左右，自动变速器也无法升到超速档。

（3）TWC 堵塞故障的诊断 判断 TWC 是否发生堵塞的方法很多，其中最简单的就是将手放到尾管排气出口处，用手感觉排气尾管的排气量，如在相同的节气门开度下，排气量明显小于其他车，说明该车排气不畅。导致排气不畅的可能原因有两个：

1) TWC 堵塞，造成排气不畅，急加速时排气系统一般没有异常响声。

2) 消声器内部隔声板开焊，造成排气不畅。急加速时能听到消声器内松动的隔声板，在排气气流冲击下发出的“哗啦、哗啦”的异常响声。

（4）检测 TWC 是否发生堵塞也可以看氧传感器触头颜色

1) 氧传感器触头颜色发黑，说明混合气过浓，TWC 前部被积炭堵塞。氧传感器与 TWC 的装配关系见图 1-6。氧传感器外形见图 1-7。

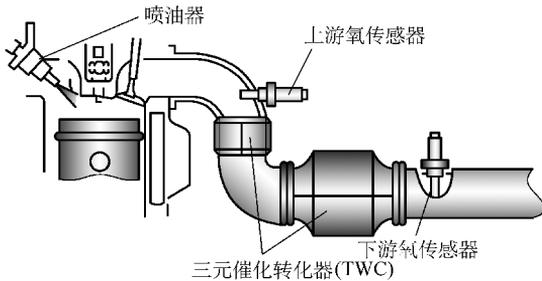


图 1-6 氧传感器和 TWC 的装配关系

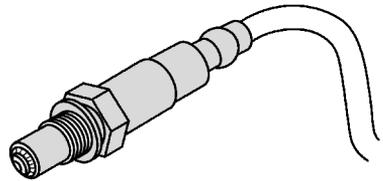


图 1-7 氧传感器外形

2) 氧传感器触头颜色发白，说明冷却液进入燃烧室，氧传感器触头被冷却液污染，TWC 前部被冷却液添加剂的结晶堵塞。

3. 用触摸法检查燃油系统

（1）发动机工作时手摸燃油分配管前的汽油软管感觉到汽油在流动 起动时手摸燃油分配管前的汽油软管，在发动机工作时应明显感觉到汽油在流动。否则说明电动燃油泵没有工作。

（2）发动机中小负荷时手摸回油管感觉到汽油流动 在节气门开度较小时，手摸燃油压力调节器回油管，应感觉到汽油流动。否则应检查燃油压力调节器上的真空软管是否堵塞或有裂纹。在节气门开度较大时，手摸燃油压力调节器回油管，应感觉不到汽油流动，否则说明燃油压力调节器上的回油阀关闭不良。

四、问——是查询故障的一个关键环节

有经验的驾驶人是个半个修理工。他们对故障的描述在大多数时是非常准确的。而且有些故障很难再现，所以认真听取驾驶人叙述，并有针对性地提一些问题，可以迅速缩小故障诊断的范围。在问的过程中不要使用用户听不懂的术语，尽量用事例询问，通过诊断性的提问，得到故障发生时的条件和情况，以确定是哪个系统发生了故障，在系统中又是哪个部件发生了故障。通过询问了解故障是否反复出现，如是反复出现，是否有共同特性？是否因用户的不良习惯或不适当的使用影响了车辆的运行？在前期维护中是否有保养不当？在以前的维修史上是否有故障先兆？是否存在任何驾驶方面的异常，如加速蹿车、没有高速，什么车速下有异常响声等。如故障指示灯被点亮，要问清楚故障指示灯什么时候被点亮，行驶过程中故障指示灯在车速多少时开始点亮，行驶过程中故障指示灯是否有时闪烁？车辆同一故障是否在其他地方修过，都换了哪些件，修理单的内容？在正常保修期内是否按期限进行维护，换油的间隔里程或时间？如发动机缺缸，火花塞和高压线使用多少里程了？

驾驶人或维修人员误操作造成的故障（人为造成的故障）因为没有规律，所以诊断难度是最大的。如汽车同一个故障被多家修理部门维修过，认真听取前任维修人员和驾驶人对维修过程的陈述是非常重要的，这可为维修人员的诊断确定一个合乎逻辑的切入点。

1. 每天第一次起动困难故障的诊断

用户反映热车起动正常，但每天第一次起动都需要连续起动三次才能成功。第一次起动后，当天再起动就非常顺利。遇到这种故障应向驾驶人询问是否经常短距离中低速行驶，连续行驶里程多少。如驾驶人只是每天开着车在市区内上下班，连续行驶里程又在 30000km 左右，说明故障的原因是燃烧室内积炭过多，就车清洗后即可排除故障。问的同时可以进行一些检测。

① 看氧传感器的触头是否发黑，检测孔是否被积炭堵塞。存在上述问题，说明燃烧室积炭过多。

② 读取氧传感器的数据流，如氧传感器输出电压在 0.1 ~ 0.9V 之间摆动，就说明燃烧室内积炭过多。在进入闭环控制后，快速踩下加速踏板，待转速上升到 3000r/min 时迅速放松加速踏板，同时读取氧传感器输出电压的数据流，新的氧传感器输出电压在 0.3 ~ 0.7V 之间摆动；氧传感器被轻度污染后，输出电压在 0.2 ~ 0.8V 之间摆动；氧传感器被严重污染后，输出电压在 0.1 ~ 0.9V 之间摆动。

使用清洁汽油的汽车，因汽油中含有清洁剂，所以燃烧室积炭很少。经常跑高速、长途行驶的汽车，燃烧室达到自洁温度，所以燃烧室内也基本没有积炭。

2. 冷车起动困难，热车起动正常

用户反映发动机在冷车时起动有时能起动，有时多次起动也不行；但热车后起动正常。怠速运转平稳，急加速时发动机转速不稳定、蹿车。这类故障动用检测仪器往往要大费周折，而有经验的修理工通常只需 2 ~ 3min 即可排除故障。

这类故障通常是由于发动机接地线、蓄电池接地线或蓄电池正极线接触不良引起的。修理时大都只需将接地线或蓄电池连接螺栓拧紧即可，少数有锈蚀或钣金修理后重新喷漆的，用刮刀将连接部位的锈蚀或漆刮掉后再将螺栓拧紧即可。

发动机接地线、蓄电池接地线或正极线接触不良，为什么会造成冷车时起动有时能起动，有时多次起动也不行，但热车后起动正常呢？道理很简单，原因是金属的热胀冷缩。冷

车时由于接地线或正极线连接螺栓松动接触不实，接触上时就可以起动，接触不上时就无法起动。热车后在电流的作用下受热的接地线端膨胀，连接螺栓松动产生的间隙被暂时消除，所以热车后起动正常。

同类故障，车辆急加速时引发的振动，可能使发动机接地线出现瞬间接触不良，进而导致发动机转速不稳定、挫车。

3. 无论冷车、热车都需多次起动，才能发动

用户反映无论是冷车还是热车都起动困难。电喷发动机不同于化油器发动机，化油器发动机加速装置不参与工作，发动机无法发动，所以起动时需反复踩加速踏板；电喷发动机起动时有旁通空气道，只有旁通空气道内因积炭过多导致怠速空气阀卡滞不能及时开启，起动时才会出现不踩加速踏板无法起动的现象。

电喷发动机的空燃比是由燃油压力和喷油脉宽决定的，踩不踩加速踏板和起动时空燃比没关系，造成冷车和热车都起动困难的原因是燃油压力过低（几乎没有）。遇到此类故障应重点检查燃油系统的怠速油压和保持压力。

① 其中最常见的原因是燃油系统密封不良导致没有保持压力。无论冷车、热车都需要连续起动3次。

② 燃油系统保持压力低于正常值时通常表现为冷车起动基本正常，热车起动困难。这是因热车后发动机自身温度高，导致保持压力过低的燃油管内燃油蒸发，产生气阻。

燃油的保持压力只是低于正常值，是不影响冷车起动的，热车熄火后立即起动也完全正常，但热车熄火20min后再起动就会出现起动困难，这是因发动机外表110℃的高温使燃油管内燃油蒸发造成气阻，导致起动困难。

4. 每次起动后怠速自动提速到3000r/min左右

每次起动后怠速都会自动提速到3000r/min左右，遇到怠速达3000r/min的高怠速游车故障，应向用户了解是否在近期清洗或更换过节气门。如清洗或更换过节气门，由于控制单元留有残存记忆，会出现这类3000r/min的高怠速游车，经过7天左右的较长时间学习后大部分发动机可恢复正常。大众系列汽车反复做几次节气门位置传感器的匹配，可使其立即恢复正常。其他公司车型只需断开蓄电池负极1min即可使控制单元消除残存记忆，使发动机怠速恢复正常。

5. 发动机间歇性起动困难

一辆别克轿车发动机间歇性起动困难。有时起动正常，有时起动一点反应都没有，而蓄电池电压正常，没有故障码，读取数据流一切正常。防盗系统安装不当或起动系有故障会造成无论冷车、热车发动机都起动困难，但起动系故障不可能是间歇性的。经检查防盗系统安装也没有问题。诊断陷入困境。

后经询问驾驶人，才知道由于驾驶人误将一把相似的钥匙当作汽车钥匙，由于该钥匙齿略大于汽车钥匙，致使钥匙孔内弹簧片变形，导致发动机间歇性起动困难。更换钥匙芯后故障排除。人为造成的故障没有规律性，如不询问清楚当事人将会走很多弯路。

五、试车是故障诊断过程中一个不可或缺的环节

试车是为了再现故障。为了正确诊断故障，对诊断性提问中发现的问题进行进一步认证，创造出与故障症状相符合的条件和工况，按照症状发生时的条件进行试车，如有可能最好和用户一起进行路试。

试车不仅可以再现故障，使维修人员获得第一手资料。而且在利用故障指示灯、诊断仪、多通道示波器检测故障时有时也需要路试。如用多通道示波器检测热稳定性不好的点火系统故障时需将车预热后才能做出正确诊断。

单一的快速路试往往不能再现故障，无法做出正确诊断。路试要么就在特定的车速进行，要么就完成一个完整的驾驶循环。

1) 起动发动机，热机后加速到高怠速 2000r/min，保持 5 min。

2) 熄火，待发动机完全冷却后，打开点火开关至少 2s，重新起动发动机，逐渐加速到 60~80km/h，保持车速行驶 5 min。

3) 停车，怠速运转 30s，以 50% 的节气门开度加速到 60~80km/h，保持车速行驶 5min。

4) 停车，怠速运转 1 min，关闭发动机，完成一个完整的驾驶循环。

1. EGR 阀关闭不严故障的诊断

装有 EGR 阀的汽车，怠速时抖动得非常厉害，发动机故障指示灯不亮，试车时急加速熄火，大负荷动力不足，但中速运转平稳，这通常是 EGR 阀密封不良造成的。EGR 系统结构见图 1-8。

EGR 阀工作的条件是发动机冷却液温度在 50℃ 以上，发动机转速在 1500~4500r/min，没有急加速也没有急减速时，EGR 向进气系统提供占进气总量 6%~13% 的废气。怠速和急加速时 EGR 阀应处于关闭状态，如关闭不严，影响了燃烧质量，就会造成发动机工况不良。而发动机中速运转（行驶）时 EGR 阀处于开启状态，也就没有了密封不良的问题，对发动机运转自然没有影响。

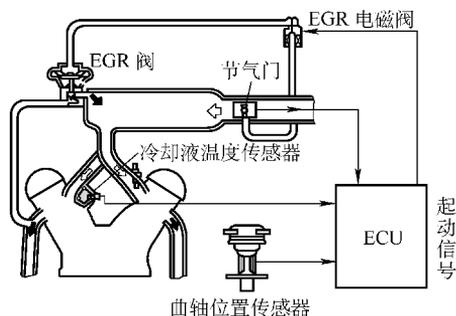


图 1-8 EGR 系统结构

2. 汽车行驶正常，但快速松加速踏板就熄火

汽车行驶加速都很正常，但快速松加速踏板就熄火。要诊断该故障，首先要了解发动机的断油控制。放松加速踏板后为了节油和防止污染环境，发动机控制单元会自动停止供油，待转速降到 1500r/min 时为防止过载熄火再恢复供油。

① 在停止供油期间应同时停止供应空气，否则到 1500r/min 恢复供油时，就会因混合气过稀而无法点火。

② 到 1500r/min 时怠速步进电动机和怠速空气阀应及时开启，否则供油时发动机转速过低就会过载熄火。

所以遇到此类故障应首先检查节气门有无卡滞，进气系统有无泄漏。然后再进一步检查旁通空气道里的怠速步进电动机和怠速空气阀有无卡滞，能否在 1500r/min 时及时开启。最后还需检查喷油器是否被堵塞。

维修人员遇到此类故障通常是先就车清洗节气门、旁通空气道和喷油器，如不行再检查进气系统有无外部泄漏。

1) 如果节气门卡滞关闭不严，通常发动机会出现怠速转速过高。节气门处积炭过多，导致节气门轴卡滞，还会造成怠速不稳、油耗增加等故障。

2) 喷油器堵塞导致混合气过稀, 通常发动机出现怠速转速偏低, 怠速时喷油脉宽往往为 5ms, 明显大于正常值。而且喷油器堵塞还会造成怠速抖动、加速蹇车和大负荷动力不足。

3) 使用空气流量传感器的发动机进气系统有明显的外漏, 也会造成行驶正常, 松加速踏板熄火的故障。与以上两项不同的是, 此类故障怠速时会出现由标准怠速转速上限向高怠速方向游车的现象。

3. 汽车行驶正常, 但只要急加速就熄火

汽车起动和温和踩加速踏板时行驶正常, 但只要急加速就熄火。在车速上升的同时如果机油压力也同步上升, 而且机油压力明显超过了厂家规定。这通常是机油压力限压阀因过脏卡滞在不泄油一侧, 该发动机又使用的是液压挺杆, 机油压力限压阀不泄油后发动机转速越高机油压力就越高。液压挺杆又依靠机油压力动作, 机油压力越高, 液压挺杆内压力也就越高。急加速时机油压力过高导致液压挺杆内压力过高, 造成所有气门都处于开启状态, 燃烧室内气缸压力过低而熄火。熄火后立即起动, 因气门还处于开启状态无法起动。过 20min 左右在弹簧的作用下, 气门关闭, 可以正常起动。维修时需拆下机油压力限压阀清洗, 使其滑动自如, 即可排除故障。

4. 行驶正常, 但急加速时排气管冒黑烟

汽车行驶正常, 但急加速时排气管冒黑烟, 严重时急加速熄火。故障原因是燃油箱油加得过满。正常时加油枪插到底, 待油面接触到加油枪时, 会自动停止泵油。但此时加油站的工作人员会劝车主再加些油凑个整。殊不知油加得过满, 夏天环境温度高, 一部分燃油就会以液态形式直接进入炭罐。在炭罐清污电磁阀 (CANP) 开启时, 这部分汽油又会以液态形式直接进入进气系统, 然后不经喷油器, 经进气门直接进入燃烧室。所以急加速时 (炭罐清污电磁阀处于开启状态) 排气管冒黑烟, 严重时还会因混合气过浓, 而导致急加速熄火。燃油吸附系统结构见图 1-9。

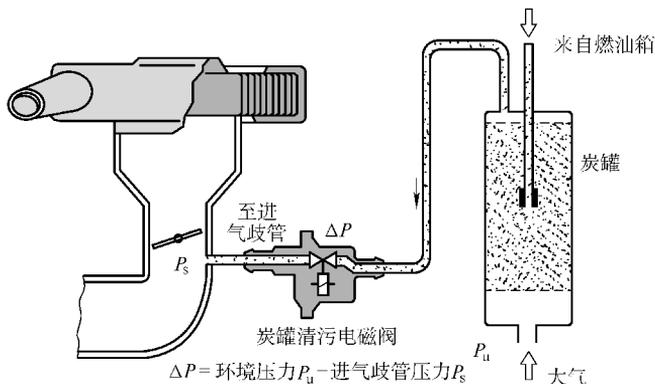


图 1-9 燃油吸附系统结构

加油过满除了急加速时排气管冒黑烟外, 还有以下故障特征。

(1) 夏天燃油箱加油口处有异常响声 环境温度较高时, 打开燃油箱盖, 发动机工作时, 在此处能听到燃油箱加油口传出的异常响声。由于加入过量的燃油, 使其进入燃油蒸气管和活性炭罐, 高温和振动产生的燃油蒸气无法被活性炭罐吸附, 燃油蒸气在燃油箱加油口附近来回循环, 产生异响。

(2) 夏天车内汽油味大 主要原因在于加入燃油过多,使炭罐吸附能力饱和。当燃油箱里的燃油蒸气无法被活性炭吸附时,从炭罐进气口排入大气的燃油蒸气会通过空调进气口进入车内,因此建议夏天不要加太多的油。

出现此类故障时,应拆开燃油蒸气管,用压缩空气吹活性炭罐及油管,使其恢复吸附燃油蒸气的能力。用压缩空气吹后如效果不明显,则应更换炭罐。在活性炭罐的进气口接较长的软管,可以减少此类故障的发生。

(3) 停车后地上有油迹 停车后在炭罐下边的地上有油迹,说明加入燃油过多,在行驶中部分燃油被晃到炭罐内,使炭罐吸附能力饱和后开始滴油。

此类故障也有可能是炭罐清污电磁阀(CANP)阀(图1-10)故障引起的,即CANP卡滞在开启位置。在正常情况下,小负荷时CANP开启角度较小,CANP开启时控制单元为了防止混合气过浓,要缩短喷油脉宽。而CANP卡滞在开启位置时,控制单元没有缩短喷油脉宽,夏天环境温度较高,燃油箱内汽油蒸发量大,所以也会出现急加速时排气管冒黑烟,严重时会出现急加速熄火故障。

注:如果燃油箱和管路泄漏,车内汽油味也会较大。

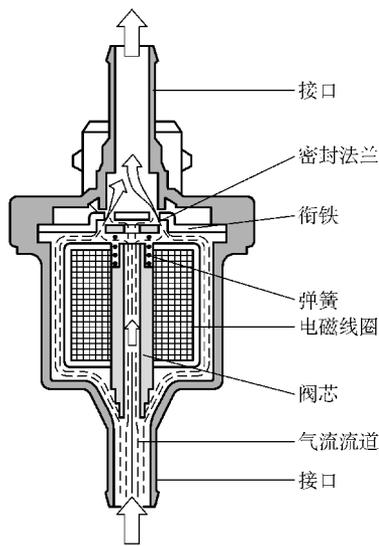


图 1-10 炭罐清污电磁阀结构

5. 冷车时起动和行驶正常,热车后会突然熄火,无法立即起动

(1) 故障现象 冷车时起动和行驶正常,热车高速行驶时会突然熄火,熄火后无法立即起动,过15min左右可正常起动。开始时10多天出现一次,后来几天出现一次,最后一天出现几次,再后来熄火后就再也无法起动。

(2) 故障分析 缓慢熄火一般是油路故障,而突然熄火则通常是电路故障。行驶100000km后,电路方面就容易发生故障。如点火系就容易出现热车后工作稳定性下降的故障。点火系的保护装置继电器、控制点火提前角的曲轴位置传感器、负责低压电路通断控制的点火模块和负责将12V低压电变成25000~30000V高压电的点火线圈在冷车时可能工作正常,热车后继电器因触点等处接触不良阻值增大,导致工作电流同步增大,致使继电器的磁性下降,使触点无法闭合;或因电流增大,继电器为保护所控制的电路而自动断开触点,使点火系没有电。曲轴位置传感器、点火模块和点火线圈都有可能出现过热短路。在热车时突然熄火后,立即用红外线测温仪检测点火系继电器、曲轴位置传感器、点火模块和点火线圈(后两个元件短路温度分别在95℃和100℃左右,所以注意不要被烫着),哪个温度过高就是哪个短路了。或用湿毛巾分别包裹曲轴位置传感器、点火模块和点火线圈,但不要弄湿接线头。通过物理降温,哪个装置冷却后可以起动,说明故障就在哪。

(3) 根据工作范围进行故障诊断

1) 曲轴位置传感器失效退出,发动机燃油系统和点火系统全部退出,既没有电,也没有油。监测时3个人配合进行,一个人负责起动发动机;一个人打开燃油箱盖在起动瞬间听有无燃油泵工作的声音,或手握燃油管感觉是否有脉动;另一个人借助听诊器在起动瞬间听

有无火花塞工作的声音。

起动瞬间既听不到燃油泵工作的声音，也听不到火花塞工作的声音，说明曲轴位置传感器失效退出，应更换曲轴位置传感器。

2) 点火继电器失效退出，点火系统没有电，但燃油泵可工作 2s。起动瞬间可以听到燃油泵工作的声音，但听不到火花塞工作的声音，说明是点火继电器热车后磁性下降，触点无法闭合，点火系统没有电，应更换点火继电器。

3) 点火模块负责点火系统低压电路的通断。点火模块只导通不截止时点火系统有低压电，但没有高压电。起动瞬间既可以听到燃油泵工作的声音，也听到火花塞工作的声音，应做进一步检测。用发光二极管检测点火系低压电路，起动时如发光二极管常亮不闪，说明点火模块只导通不截止，应更换点火模块。

4) 点火线圈负责将低压电变成高压电。点火线圈内部短路时高压火弱，无法点燃可燃混合气。经检查点火模块工作正常，说明故障可能在点火线圈，拔下一根高压线，连接一个火花塞，进行缸外试火。如果高压火花是红色火花，说明点火能量不足，应更换点火线圈或电容。

6. 发动机在低速加速时有迟滞感，排气管有轻微的“突突”声

发动机低速加速时有迟滞感，中高速加速时正常，说明发动机低速时进气不畅。低速加速时节气门开启角度有限，怠速步进电动机系统要参与工作，打开旁通空气道，弥补进气量的不足，如旁通空气道被废气返流的积炭堵塞，或因怠速空气阀卡滞无法开启，在低速加速时不能及时补充进气量，就会因充气系数不足，有迟滞感。低速加速时排气管有轻微的“突突”声，则是因充气系数不足，导致发动机动力不足造成的。

拆下节气门前边的皱纹管，先检查节气门，如节气门附近有积炭，说明该发动机进气系统很长时间没有清洗。应用节气门清洗剂对节气门进气道和旁通空气道进行就车清洗，清洗后用压缩空气将残存的积炭吹干净。清洗后大众车型需要对节气门位置传感器进行重新匹配，其他公司车型可断开蓄电池负极 1min，使其失去残存记忆，即可使怠速完全恢复正常，发动机低速加速时有迟滞感的故障随即消失。

7. 汽车在低速区域行驶中容易熄火

如出现汽车在低速区域行驶中容易熄火，一天发生多次，速度达到 20km/h 后行驶就完全正常。行驶中容易熄火，应从油、电和气三个方面考虑问题。

如故障在燃油压力或点火系统，不可能出现低速区域熄火，中高速正常。所以检测时不需要检测燃油压力和点火系工作状况。油、电两个方面没有问题，就应把检测重点放在“气”上。发动机进气系统外部密封不良，不会只影响低速区域工作的稳定性。所以进气系统外部密封不良的可能性可以排除。余下的就是进气系统内部密封不良的可能性诊断。

读取怠速时节气门开度的数据流。如怠速时节气门开度过大，说明节气门被废气返流污染，节气门只要被废气返流污染，在清洗节气门时，就必须同时清洗旁通空气道，因为它们工作环境完全相同。旁通空气道内怠速步进电动机的转子和定子间的工作间隙非常小，即使做了清洗，如不用压缩空气吹干净，也会出现卡滞。

在发动机怠速时节气门基本关闭，发动机工作靠旁通空气道供气。在发动机低速时，节气门开启角度较小，发动机工作靠怠速步进电动机开启旁通空气道保证工作平稳，如旁通空气道内怠速步进电动机的转子和定子之间因积炭较多卡滞无法开启，单靠开启角度较小的节

气门供气会导致充气系数过低,无法满足发动机工作的需要,于是就出现了在低速区域行驶中频繁熄火的故障。

汽车速度达到 20km/h 后,节气门开启角度已经能满足发动机工作的需要,此时旁通空气道也已经关闭。所以 20km/h 后汽车运转平稳。

8. 发动机烧机油故障的诊断

发动机烧机油属于常见故障,由于能造成烧机油的原因较多,所以诊断起来有一定的难度。

(1) 气门油封漏油故障的诊断 气门油封漏油是从上往下滴油,滴油量有限。所以,此处漏油只是每天第一次起动汽车时排气管冒蓝烟,随后一天之内排气管不再冒蓝烟。

① 气门油封漏油,停车滴一夜后燃烧室里积聚了较多的油,每天第一次起动时冒蓝烟,最多 10 余 min 后,燃烧室里的机油烧净后就不再冒蓝烟。

② 气门油封漏油通常只发生在个别缸,因火花塞电极被机油污染,外在表现为怠速不稳(抖动),刚起动时发动机发出“突、突”声 10s 左右,随后电极上机油被烧干净,点火基本恢复正常,怠速不再抖动。

③ 有的车还表现为加速不良,急加速时排气管冒黑烟(火花塞被机油污染,造成该缸燃烧不好)。

④ 测气缸压力时个别缸气缸压力略高。原因是该缸火花塞被油污染,导致燃烧不良,缸内积炭过多,火花塞电极很黑。

⑤ 检测该缸排气歧管温度比其余各缸温度都低,显然该缸燃烧不好。维修时需更换气门油封和发黑的火花塞。

(2) 活塞环和气缸壁之间密封不良故障的诊断

1) 热车急加速排气管冒蓝烟。活塞环和气缸壁之间密封不良,冷起动时由于机油粘度大,密封性好,不会窜机油,所以起动时排气管不会冒蓝烟,热车后机油粘度降低,急加速时排气管冒蓝烟。

如果起动时排气尾管不冒蓝烟,行驶中只要加大节气门开度排气尾管就会冒蓝烟,严重时不停地冒蓝烟,就说明活塞环与缸壁间密封不良。活塞环密封不良比较严重时还会造成发动机怠速不稳,易熄火。

2) 打开气门室盖,急加速时从此处向外冒蓝烟。曲轴箱自然通风装置和气门室相通,如活塞环与缸壁间密封不良,急加速时大量的混合气就会窜入曲轴箱,并经自然通风通道进入气门室。而气门油封密封不良,机油只会进入燃烧室,只要活塞环和气缸壁之间密封良好,混合气就不会窜入曲轴箱,急加速时就不会从气门室盖处向外冒蓝烟。

(3) PCV 阀堵塞 曲轴箱强制通风装置上的 PCV 阀堵塞,使曲轴箱内压力异常升高,窜入曲轴箱的可燃混合气和部分机油就会顺着自然通风通道进入气门室,所以 PCV 阀堵塞,急加速时也会从气门室盖处向外冒蓝烟。但 PCV 阀堵塞后因曲轴箱内压力过高,汽油和机油的混合物进入气门室后并没有停下来,而是顺着气门室盖上的橡胶管进入自然通风的空气入口,进入空气滤清器。打开空气滤清器,如果滤清器内有黑色油迹(汽油和机油的混合物),就说明 PCV 阀堵塞。

(4) 气门和气门导管的工作间隙过大 气门和气门导管正常的工作间隙为 0.05 ~ 0.12mm,间隙过小会造成卡滞和烧蚀;间隙过大会造成气门密封不良和烧机油。气门和气门导管间隙

过大，往往是先天的质量问题，通常发生在个别缸。气门和气门导管间隙过大造成的烧机油和车速及负荷没有关系，由于所漏的机油只能进入燃烧室，所以急加速时不会从气门室盖处向外冒蓝烟。

(5) 涡轮增压系统密封不良 使用涡轮增压器的发动机早上启动后，夏天要怠速运转1~2min，冬天要怠速运转2~3min，以便机油进入涡轮增压器内。在高速行驶后应怠速运转2~3min，经常在高速行驶后立即熄火，会造成涡轮增压器内的油封损坏。高速行驶后立即熄火，涡轮增压器内的机油停止流动，也就无法通过油液流动将增压器内的热量带走；又没有涡轮旋转带来的风冷，高温无法及时散去，使涡轮增压器内的油封因长期处于高温状态而损坏，这样参与涡轮增压器内涡轮润滑的机油就会流入发动机冷却系统。

1) 涡轮增压系统内的油封密封不良。使用涡轮增压的发动机，在长时间高速行驶后必须怠速运转几分钟后再熄火。高速行驶后立即熄火，机油不再流动，无法带走高温部件的余热，导致涡轮增压系统内的油封处温度过高，久而久之增压系统内的油封就会失效。油封失效后机油量明显减少，而发动机冷却液内发现机油。

如启动和行驶中不冒蓝烟，但机油量明显减少，而冷却液中发现机油，说明是涡轮增压系统内的油封密封不良（机油窜入冷却系）。

2) 对于使用涡轮增压的发动机，低速行驶中冒蓝烟，高速行驶中不冒蓝烟，应该是涡轮增压系统内的密封环密封不良。因为涡轮增压系统和发动机进气系统装在一起，发动机负荷越低，进气系统的真空度越高；相反负荷越高，进气系统的真空度越低。所以，涡轮增压系统内的密封环密封不良，表现为低速行驶时排气管冒蓝烟，高速行驶时排气管不冒蓝烟，怠速时排气管冒蓝烟最为严重。

9. 每天第一次试车时发现故障的诊断

1) 每天第一次踩加速踏板时感觉费劲，说明节气门处有较多的积炭，应及时清洗节气门系统和旁通空气道，否则会造成行驶正常，但放松加速踏板熄火。

2) 每天第一次启动发动机时启动困难，但启动时如踩下加速踏板启动就不困难了，说明旁通空气道内有较多的积炭，应清洗旁通空气道内怠速步进电动机和怠速空气阀，洗后用压缩空气吹干净。洗后如不用压缩空气彻底吹干净，还可能出现每天第一次启动困难，并出现行驶正常，但放松加速踏板熄火。

3) 每天第一次启动发动机时启动困难，需要连续启动3次，随后一天之内每次启动一次即可成功，说明燃烧室内积炭过多。清除燃烧室内积炭后每天第一次启动可恢复正常。

10. 汽车冷车时制动正常，热车制动熄火

汽车如无论是冷车还是热车行驶都正常，但只要制动就熄火，说明故障在底盘。配置有自动变速器的汽车重点应检查在制动时变矩器能否及时解除锁止，如不能及时解除锁止，就会造成行驶正常，但只要制动就熄火的故障。另外使用真空助力的制动系统并且在发动机进气系统取真空的，如真空管道上的单向阀失效，制动时助力器的空气大量进入发动机进气系统，会导致混合气过稀而熄火。

如汽车发生冷车时制动正常，热车时制动熄火，说明故障是发动机进气系统内漏和旁通空气道内怠速步进电动机处因积炭卡滞不能及时开启。行车制动时燃油系统进入断油控制，在发动机转速降到1500r/min时重新恢复供油，以防止发动机过载熄火。放松加速踏板后节气门应及时关闭。如节气门处有较多的积炭，积炭引发的卡滞，使节气门不能及时关闭，导

致发动机转速降到 1500r/min 时重新恢复供油，进气道内空气过多，使混合气过稀，无法点燃。另外旁通空气道内怠速步进电动机处有积炭卡滞不能及时开启，就会因开启时发动机转速过低而超载熄火。冷车时因怠速步进电动机一直处于开启状态，所以，冷车时制动正常，不会熄火。

导致步进电动机处有积炭的原因是废气返流造成的积炭污染，或者是清洗完旁通空气道后没有认真地用压缩空气吹干净。

旁通空气道内怠速步进电动机处有积炭卡滞还会造成冷车时怠速不稳，起步时容易熄火等故障。旁通空气道内怠速步进电动机处积炭较多时会出现正常起动时起动困难，但踩下加速踏板可顺利起动。这是因积炭卡滞导致怠速步进电动机在起动时无法及时开启所致。所以，出现正常起动时起动困难，但踩下加速踏板可顺利起动的现象，说明该清洗旁通空气道内怠速步进电动机了。

11. 发动机冷车时起动正常，热车后起动困难

发动机冷车时起动正常，热车后起动困难最常见的原因是混合气过浓，但也不排除由于某种原因造成的混合气过稀。

1) 喷油器滴漏。喷油器滴漏属于额外供油，所以喷油器滴漏越严重混合气就越浓。做喷油器喷油检测，30s 各个喷油器滴漏不许超过 1 滴。更换滴漏的喷油器即可排除故障。

2) 炭罐内的空气滤清器堵塞，使燃油箱内与大气的唯一通道关闭，随着箱内油液液面的降低，箱内真空度逐渐升高，燃油箱底在外界大气压力、内部燃油泵真空吸力的双重作用下变形，燃油箱底开始贴近燃油泵集滤器。热车熄火后重新起动时因燃油泵集滤器部分进口被堵，导致热车后混合气过稀，起动困难。而长时间停车后，没有燃油泵真空吸力，燃油箱底会因弹性回到原来的位置，所以可正常起动。热车熄火后重新起动前打开燃油箱盖，如可以正常起动，说明炭罐内的空气滤清器堵塞，换炭罐即可排除故障。

3) 冷车起动正常，热车熄火后立即起动也正常，但热车熄火后过 20min 再起动就会起动困难，起动后还会出现怠速抖动。这说明燃油保持压力过低，热车后发动机的高温导致燃油管燃油蒸发，产生气阻。应进一步做燃油压力检测，找到燃油系统内部密封不良处。

12. 发动机冷车时起动困难，热车后起动正常

发动机冷车时起动困难，需要多次起动发动机才能工作，热车后起动正常，常见的原因是充气系数不足，发动机在冷车起动和暖机时怠速转速过低（冷车起动和暖机时需要高怠速保证运转平稳），应重点检查冷却液温度传感器是否失效，以及怠速步进电动机是否发生卡滞。

1) 起动后看发动机转速表，发动机冷却液温度 40℃ 以下时怠速转速应为 1500r/min，40~70℃ 时怠速转速应为 1100r/min，达到 70℃ 后恢复到正常怠速转速。如起动后发动机转速就为正常怠速转速，应先检查冷却液温度传感器。

2) 起动后如发动机转速表显示的转速低于正常怠速转速，也有可能是旁通空气道内的怠速步进电动机卡滞，导致起动和暖机时旁通空气道不能开启。拆开空气滤清器和节气门之间的皱纹管（进气软管），检查节气门，如节气门处有积炭，与它处于同一工作环境的旁通空气道内的怠速步进电动机处也一定有积炭，用节气门清洗剂清洗节气门（将节气门完全打开）和旁通空气道内的怠速步进电动机，清洗后反复用压缩空气吹，直至彻底吹干净为止，可排除故障。

3) 将冷却液温度传感器放入盛满水和冰块容器中，加热容器中的水，分别在 0℃、

20℃、80℃、100℃和120℃时用万用表测传感器的电阻值,看其电阻值变化的曲线是否与厂家规定相符。如果测量时传感器的电阻过大或过小,电阻值随温度变化的特性曲线与厂家的规定不符,均需更换。

4) 读取数据流,将数据流显示的发动机冷却液温度和用红外线测温仪实际检测到的温度进行对比,如不符,应更换冷却液温度传感器。

第二节 发动机气缸压力的检测和分析

发动机气缸压力过低,会造成发动机出现动力下降,燃油或机油消耗量增加,排放超标,起动困难。发动机气缸压力过高,会造成发动机爆燃,起动困难。发动机各缸压力不均,会造成发动机运转粗暴,或缺缸。出现上述故障现象时应应对发动机进行气缸压力检测。通过发动机气缸压力检测,分析诊断发动机气缸的密封性和进、排气系统是否通畅,并辅以其他检测和分析查找出故障点,以确定需要哪一个方面的修理。

(1) 发动机气缸密封性的三种检测方法

1) 发动机的气缸压力检测,如检测的数据显示缸压低,说明气缸的密封性不好。

2) 进气系统真空度的检测,进气系统真空度低,并且进气系统自身密封良好,且排气通畅,说明发动机密封性不好。

3) 起动电流的检测,在润滑系统油压正常的情况下,如起动电流过大,说明发动机气缸密封性不好。

(2) 进气系统密封性检测 发动机进气系统密封性最好的检测方法是真空度检测。密封性好的发动机真空度数值低,且数值保持稳定。进气系统密封性不好时怠速转速偏高,控制单元为恢复正常怠速转速,会进行修正,于是就出现从额定怠速转速的上限到1100r/min左右的怠速游车。



第二节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 发动机单缸气缸压力低通常是气门密封不良。

2. 发动机相邻两缸气缸压力低通常是气缸垫密封不良。

3. 打开散热器盖,急加速时能看见冒气泡,或急加速时在散热器盖处能测到碳氢化合物(HC),说明气缸垫密封不良。

4. 将一根橡胶软管一端置于耳旁,另一端沿进气歧管垫、排气歧管垫、气缸垫处查听,可快速、准确地找到泄漏点。

5. 发动机所有缸缸压低,应喷入机油重新检查,缸压上升说明活塞环密封不良。缸压不变说明气缸垫或气门密封不良。

6. 发动机单缸或部分缸缸压高,说明这部分缸燃烧不好,积炭过多。

7. 发动机所有缸缸压高说明发动机排气不畅。

8. 缸压检测前需要拔掉燃油泵继电器或其熔丝,否则会造成淹缸,烧坏三元催化转化器。

9. 缸压检测前需要拆掉全部火花塞,否则所测数据不准。

10. 缸压检测时加速踏板必须完全踩到底，并保留 3 ~ 5s。

一、汽油机气缸压力的检查方法和注意事项

发动机的工况首先看发动机的气缸压力。大部分电喷发动机的气缸压力在 1200 ~ 1400kPa，少数高压压缩比的发动机气缸压力在 1700kPa 以上。发动机原设计气缸压力的大小主要取决于燃烧室的容积和发动机的压缩比，以及是否有增压机构；实际使用中影响发动机各缸气缸压力的主要因素有燃烧室积炭的多少，及燃烧室的密封状况和排气是否通畅等。

1. 缸压检测的前提条件

1) 蓄电池存电量充足。蓄电池亏电，会造成发动机转速过低。

2) 发动机冷却液温度正常。发动机冷却液温度在正常工作温度（80℃ 以上）。冷车和热车燃烧室密闭度不一样，所以，测得数值也就不一样。

3) 拆下空气滤清器滤芯。

4) 卸下全部火花塞。逐缸地测量各缸气缸压力。不拆火花塞，所测气缸压力将高于实际气缸压力，如拆一个测一个，就会出现越往后测得气缸压力越高。

5) 断开燃油泵熔丝或继电器，以防止淹缸。

6) 测试孔不得泄漏。测量前将缸压表的软管接头与火花塞孔拧紧，不得泄漏，每次测前还需将缸压表回零，测时一边用起动机旋转曲轴，一边将加速踏板完全踩到底，节气门在全开位置保持 3 ~ 5s（发动机转速在 250r/min 以上，发动机转速过低，气缸压力就会过低）。

7) 气缸压力的计算。每个缸检测两次，以平均值为该缸的气缸压力。

2. 平均气缸压力和平均气缸压力差的计算方法

各缸气缸压力相加，除以缸数为平均气缸压力。发动机的平均气缸压力不得低于标准的 75%，否则需修理。

$$(\text{最大气缸压力} - \text{最小气缸压力}) \div \text{平均气缸压力} = \text{平均气缸压力差}$$

新的或大修完的汽油机平均气缸压力差不得大于 5%（大于 5% 为不合格），旧的汽油发动机平均气缸压力差大于 10% 时必须修理。

二、气缸压力测试结果的分析

1. 单缸气缸压力低

(1) 气门关闭不严 通常是该缸的气门关闭不严。原因如下：

① 该缸的气门间隙过小。

② 如排气门杆发生弯曲或该缸的气门杆与导管间因积炭过多而发生卡滞。

③ 该缸进气门积炭过多。

④ 该缸排气门烧蚀。

⑤ 该缸的气门压紧弹簧过软。

(2) 排气门烧蚀的诊断 排气门烧蚀后由于密封不良，发动机工作时在尾管处可以听到断断续续的“噗噗”声。

(3) 进气门关闭不严的诊断

1) 进气门处积炭过多，有可能造成进气门关闭不严。积炭过多时每天第一次起动时需连续三次起动才能成功（头两次喷的汽油被积炭吸收），随后的一天内每回一次起动即可成功。

2) 进气门间隙过小造成气门关闭不严。用听诊器贴近缸盖，在缸压低的那个缸进气门

一侧检查,在发动机工作时如能听到“噗噗”的排气声,说明该缸进气门密封不良。如每天第一次起动正常,进气门密封不良大多是由于气门间隙过小造成的,

2. 相邻两缸气缸压力都低

通常是气缸垫密封不良。具体诊断方法如下。

(1) 用橡胶软管检测气缸垫密封性 起动发动机,加大节气门开度,将一橡胶软管一端靠近耳朵,另一端沿着可能密封不良的缸盖与缸体连接处查找,如气缸垫密封不良,可在泄漏处清晰地听到泄气声。

(2) 通过看散热器水花检测气缸垫密封性 打开散热器盖,发动机保持怠速运转,观察散热器冷却液加注口,迅速将加速踏板踩到底,突然加速时如有水泡不断从冷却液中涌出,说明气缸垫密封不良。气泡越多漏气越严重。严重时怠速状态下散热器口就翻水花。

(3) 用尾气分析仪检测气缸垫密封性 某些发动机散热器冷却液加注口在铁板下面,无法查看气泡。可打开散热器盖,将尾气分析仪的测头置于打开的散热器盖处,不要沾冷却液,急加速时如能测到 HC,说明气缸垫密封不良。

(4) 气缸垫密封不良的危害 气缸垫漏气会造成发动机温度过高,功率下降,应及时更换,否则容易损坏气缸盖,造成气缸盖报废,并造成冷却液进入燃烧室。

3. 所有缸的气缸压力都低

所有的气缸压力都低,应再测一次。

① 第二次测量结果高于第一次,并接近标准气缸压力,说明气缸壁和活塞环之间密封不良。

② 第二次测量结果与第一次测量结果接近或相同,低于标准气缸压力,说明进排气门或气缸垫密封不良。

(1) 导致气缸壁和活塞环之间密封不良的原因

- 1) 活塞环、活塞环槽、气缸磨损过大。
- 2) 活塞环弹力不足,导致活塞环对口。
- 3) 活塞环卡缸。
- 4) 活塞环断裂或拉缸。

(2) 活塞环和气缸壁间密封不良的外在表现

1) 急加速时气门室罩盖处向外返烟。打开气门室罩上的机油加注口盖,急加速时如此处向外返烟,说明活塞环和气缸壁间密封不良。急加速时燃烧室压力高,活塞环和气缸壁间密封不良,部分混合气就会窜入曲轴箱,然后顺着自然通风通道,进入气门室罩内。

2) 行驶中急加速时排气管冒蓝烟。活塞环和气缸壁间密封不良的另一个特点是起动时排气管不冒蓝烟(冷车油液粘度大),行驶中急加速时排气管冒蓝烟。问题严重到一定程度后会始终冒蓝烟。

3) 在发动机气缸压力较低的缸内喷一点机油,然后将发动机曲轴旋转几圈使机油布匀,然后重新装上缸压表再次测试,由于机油有暂时的密封作用,可以使缸压得以增加。如重新测试气缸压力没有增加,说明气门或气缸垫密封不良。

4. 发动机个别或部分缸缸压高

有可能是燃烧室内积炭过多,使压缩比发生变化或排气门开启量过小(通常是因为排气门杆弯曲造成的),排气量不够,会造成这个缸不工作,或工作不良。

此外在表现为每天第一次起动时需连续起动3次,以后在一天之内,每次只需一次即可完成起动。之所以第一次起动时需连续起动3次,是因为发动机停了一夜后缸内积炭已经干燥,电喷发动机为了控制排放,每次起动只喷2~3次油,第一次和第二次喷的油都被积炭吸收,待第三次喷油时,积炭已经饱和,所以起动成功。以后一天之内再起动时积炭已经饱和,所以一次起动即可成功。

5. 发动机所有缸缸压都很高

1) 大部分电喷发动机的正常缸压为1200~1400kPa,少数压缩比高的发动机正常缸压大于1700kPa。如所有的缸缸压都略高于标准缸压,说明是燃烧室积炭过多。

2) 如规定缸压是1270kPa,而实际检测各缸缸压都在1400kPa以上,明显高于标准缸压,说明是发动机排气不畅造成的。发动机工作时将手放在排气尾管出气口处,感觉气流,如排气不畅,可明显感觉到排气的气流小。

3) 排气不畅通常是由于三元催化转化器被积炭堵塞,或消声器内部开焊造成的。消声器内部隔声板开焊造成的堵塞,在急加速时通常可以听到金属片开焊发出的金属撞击声。而三元催化转化器被积炭堵塞,在急加速时没有任何异常响声。

第三节 发动机真空度的检测和分析

进气系统真空度检测是发动机的一个重要检测方法,通过真空度检测可以间接检测到发动机的燃烧过程变化。特别是遇到怠速抖动、怠速游车、加速不良、没有高速,或行驶正常但制动熄火等故障时,应进行发动机进气系统真空度检查。



第三节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 发动机怠速运转时真空度应稳定在57~70.7kPa之间。如怠速运转时真空度多数时间正常,但不时跌落到10.7~17.3kPa,说明可能存在空燃比不对的故障。

2. 怠速时如真空表指针稳定在50~55kPa左右,可能是点火提前角过迟。这会造成怠速抖动、急加速熄火。

3. 将发动机缓加速到2500r/min,若真空表数值瞬间又回到原有水平,并能维持15s,说明排气系统畅通,否则说明排气系统不畅通。

4. 怠速时进气道的真空度在20~30kPa之间保持基本稳定,说明发动机排气不畅。

5. 怠速时进气道的真空度稳定在17.8kPa以下,应重点检查进气系统外部的密封性。

6. 正常情况下节气门迅速完全开启的瞬间真空度应在3~10kPa之间。

7. 节气门迅速完全开启的瞬间真空度小于3kPa,说明空气滤清器滤网过稀,会造成气缸早期磨损。

8. 节气门迅速完全开启的瞬间,真空度大于15kPa,说明空气滤清器滤网进气不畅,会造成充气系数不足、没有高速、自动变速器没有超速档。

9. 电喷发动机在节气门迅速完全关闭的瞬间真空度应接近80kPa。

10. 电喷发动机在节气门迅速完全关闭的瞬间真空度如明显小于80kPa,说明进气系统有内部泄漏,废气返流形成积炭导致节气门和旁通空气道关闭不严。

一、真空表检测的范围

1. 进气道的密封性

- 1) 进气道上的各真空软管接头是否发生泄漏。
- 2) 进气道波纹管、软管和各种接口的密封性。
- 3) 进气歧管垫和排气歧管垫的密封性。

2. 发动机燃烧室的密封性

- 1) 气缸垫的密封性。
- 2) 活塞环和气缸壁的密封性。
- 3) 气门与气门导管和气门油封的密封性。

3. 排气系统是否通畅

- 1) 催化转化器是否被积炭堵塞。
- 2) 消声器内隔声板是否开焊,使消声器内部堵塞。

4. 进气系统是否通畅

- 1) 空气滤清器滤芯是否过脏。
- 2) 新换的空气滤清器滤网是否进气不畅。

5. 其他方面的故障

- 1) 混合气是否过浓或过稀。
- 2) 点火正时是否混乱。
- 3) 发动机个别缸是否缺缸。
- 4) 自动变速器的液力变矩器内,支撑导轮的单向离合器是否打滑。

二、真空表检测的方法和测试分析

发动机进气系统真空度检测对进气系统的密封性,进、排气系统是否通畅,燃烧室是否密封等方面均有很好的检测效果。

检测时将真空表连接在节气门后边的进气管上。可以和一较粗的真空软管相连,也可以拔下一真空软管,直接和进气道真空软管接口相连。

1. 怠速时真空度的检测

在海平面条件下,暖机到70℃左右,发动机保持怠速运转,发动机真空度应在绿区(57.0~70.7kPa),其中压缩比高的发动机应偏于此范围的上限。在热车怠速状态下,发动机气缸越多,真空度就越稳定。具体数值如下。

- 1) 四缸发动机怠速时真空度浮动不超过5kPa。
- 2) 六缸发动机怠速时真空度浮动不超过3.3kPa。
- 3) 八缸发动机怠速时真空度浮动不超过1kPa。

发动机怠速运转时真空度过低,说明发动机进气系统、发动机燃烧室密封不良或发动机排气不畅,其中发动机燃烧室密封不良同时伴有真空度浮动过大。进行完怠速真空度检测后,还需进行节气门迅速开启和关闭时的真空度检测。

在热车怠速时迅速将加速踏板完全踩到底,在节气门全开时,真空度应从绿区迅速降到3~10kPa,且摆动灵敏。然后完全放松加速踏板,节气门完全关闭时化油器发动机真空度应上升到83kPa,且摆动灵敏。但是电子燃油喷射发动机因为有旁通空气道(或节气门上装有怠速步进电动机),有额外空气补充,故通常在放松加速踏板瞬间真空度会略低于80kPa。

但在节气门完全关闭瞬间真空度明显低于 80kPa，则说明发动机进气系统内部泄漏。

节气门全开时真空度过高说明进气不畅。节气门全开时真空度大于 15kPa 需要更换空气滤清器滤芯。节气门全开时真空度过低说明新换的空气滤清器滤芯过滤效果不佳，容易使灰尘进入气缸，导致气缸发生早期磨损。所以节气门全开时真空度过低也必须更换空气滤清器滤芯。

放松加速踏板瞬间真空度过低，说明节气门或旁通空气道内有积炭，关闭不严。

怠速时真空度在绿区，浮动也很小（不超过范围），说明进气系统和燃烧室密封良好，排气系统通畅，混合气浓度正常（混合气过浓或过稀都会造成真空度过低）。点火正时正常，不缺缸。

在热车怠速节气门迅速开闭时，进气管真空度浮动正常，表明进气系统真空度对节气门开度的随动性很好，同时也表明进气系统密封良好。否则应重点检查进气道上各真空软管的密封性。

2. 进、排气系统异常故障的诊断

(1) 进气系统外部泄漏 怠速时进气道的真空度在 17.8kPa 以下，应重点检查进气系统的密封性。进气系统密封不良，会造成怠速过高。控制单元为了保持额定怠速，会进行校正，怠速转速就出现 900 ~ 1000r/min 左右的怠速游车。使用空气流量传感器的进气系统外部泄漏会造成混合气过稀，造成大负荷时动力不足。使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统外部泄漏，会造成混合气过浓，造成排放中 CO 和 HC 明显增加，油耗也明显增加。

1) 首先逐一检查进气管上各真空软管接头是否有开裂。然后在怠速连接真空表的前提下，用夹子逐一夹紧真空软管，用夹子夹住某一真空软管后真空度明显上升，说明该真空软管泄漏，必须更换。

2) 各真空软管检查完后，如真空度还偏低应进一步检查进气道的密封性。

① 可用一根细软管，一端放在耳朵旁，另一端紧贴着进气管上各个连接点，如进气歧管垫或进气软管等处，如有泄漏可清晰地听到。

② 用发动机泄漏探测喷剂进行检测。在热车怠速时将喷剂喷到软管接口和进气歧管垫接口等一切可能发生泄漏的部位，如喷到泄漏处可以看到探测喷剂同未被计量的空气一起被吸入。探测剂会降低混合气的可燃性，引起发动机转速降低。

3) 如整个进气系统密封良好，而怠速时真空度又明显偏低，例如只有 20kPa 左右，那么可能是排气不畅造成的。

(2) 进气系统内部泄漏 电喷发动机在节气门关闭的瞬间进气道的真空度应接近 80kPa，如明显低于 80kPa，说明进气系统内漏。

① 废气返流带来的积炭造成节气门和旁通空气道内的怠速步进电动机卡滞，会导致进气系统内部泄漏。

② 清洗节气门和旁通空气道后没有用压缩空气吹干净也会导致进气系统内部泄漏。

③ 进气道上有防止静电和尘土的涂料，用化油器清洗剂清洗，会洗去涂料也会导致进气系统内部泄漏。

①和②会造成标准怠速上限向高怠速的游车，③会造成怠速转速始终在 1100r/min 以上，无法回归正常值。

进气系统内部泄漏和外部泄漏都会造成行车制动熄火故障。

(3) 发动机进气不畅 急加速踏板踩到底时发动机真空度应为 $3 \sim 10\text{kPa}$ (不装空气滤清器滤芯时发动机真空度应为 0kPa)。

① 如节气门踩到底时发动机真空度 $> 15\text{kPa}$, 说明空气滤清器滤芯太脏或新换的滤芯质量不合格 (滤芯的进气不畅), 使进气受阻, 发动机功率下降, 行驶时没有超速档, 最高车速只有 130km/h 左右。清洁或更换合格的滤芯后, 车速和档位可恢复正常。

② 节气门全开瞬间真空度小于 3kPa 说明空气滤清器滤芯滤网过稀, 必须更换, 否则会造成气缸早期磨损故障。

③ 节气门全开瞬间真空度为 0kPa 说明活塞环密封不良。

(4) 发动机排气不畅 怠速时真空度固定在 $20 \sim 30\text{kPa}$ 间的某个数值上不动, 怠速转速不受其影响。

1) 怠速时真空度明显偏低, 真空度比较稳定, 发动机怠速转速在规定范围, 运转平稳, 应重点进行排气是否畅通的检测。拆下三元催化转化器 (TWC) 前边的氧传感器, 在氧传感器的装配孔上连接背压表, 发动机热车怠速时排气管背压应小于 25kPa , 如超过标准背压值说明 TWC 或消声器发生堵塞。

2) TWC 的工作温度在 350°C 以上, 举升汽车, 用红外线测温仪检测 TWC 前后两端的温差, 如温差小于 10°C , 说明 TWC 发生堵塞。如急加速时尾管处有金属撞击声, 说明消声器内部开焊而发生堵塞。更换掉堵塞的 TWC 或消声器后应复测进气管的真空度。如真空度不仅偏低, 而且保持不住, 应用点火正时枪, 检查点火提前角。

3) 用手堵住进气系统的一个真空软管感觉真空吸力。在检查排气是否通畅时, 如手边没有真空表, 也可以在发动机怠速时拔下一根真空软管, 用手指堵住管路, 如真空吸力很低, 发动机怠速又稳定在标准范围, 说明排气系统不畅通。

4) 进气系统真空度低的原因有 3 个方面:

① 进气系统密封不良。进气系统密封不良会导致真空度很低, 但因充气系数增加, 造成怠速转速升高。

② 燃烧室密封不良。燃烧室密封不良时真空度要高于排气系统不畅和进气系统密封不良, 同时真空度的漂移量较大。

③ 排气系统不畅。排气系统不畅时真空度低, 但真空度和怠速均比较稳定。而且刚起动和最初的怠速阶段时真空度也是正常的。

5) 用手感觉排气气流。检查排气系统是否通畅, 也可以在发动机怠速和急加速时将手放在排气尾管处感觉排气的气流, 如气流明显小于正常时, 说明排气不畅。

6) 将发动机缓加速到 2500r/min , 若真空表数值瞬间又回到原有水平, 并维持 15s , 说明排气系统畅通, 否则说明排气系统不畅通。其中最大的可能性是 TWC 内部被积炭堵塞。

7) 将发动机缓加速到 2000r/min , 如排气系统畅通, 进气系统的真空度应高于 54kPa , 若真空表数值低于 54kPa , 说明排气系统不畅通。

3. 空燃比不对造成燃烧不良故障的诊断

发动机怠速运转, 真空表指针正常, 但指针不时跌落到 $10.7 \sim 17.3\text{kPa}$ 。

(1) 可能存在空燃比不对故障 包括混合气过浓、混合气过稀、火花塞断火、气门烧蚀, 或气门间隙过小造成的气门关闭不严等方面的故障。可用排除法进一步分析。

1) 混合气过浓排气管放炮、冒黑烟。

2) 混合气过稀进气管回火。

(2) 用红外线测温仪逐个缸检测排气歧管温度 哪个缸排气歧管温度低, 就说明这个缸火花塞断火或燃烧不正常。

4. 怠速时真空度值失常的其他表现

(1) 怠速时真空度在 40 ~ 60kPa 间摆动 通常是气门关闭不严或配气相位不对。

(2) 怠速时真空度略低于 48kPa。

1) 最大的可能是排气门烧蚀。

① 进行发动机气缸压力检测时, 排气门烧蚀后密封不良, 缸压会明显偏低。

② 气门烧蚀或泄漏: 怠速时表针快速抖动, 并迅速下降, 说明气门烧蚀或泄漏, 使高压燃气从燃烧室进入歧管。

③ 气门卡滞: 怠速时表针间歇下降, 原因是气门与气门导管间卡滞, 使气门卡滞在开启位置。

2) 排气门密封不良。发动机工作时, 在排气尾管处可以听到由于排气门密封不良而发出的断断续续“噗噗”声。

(3) 真空表指针稳定在 50 ~ 55kPa 左右 可能是点火提前角过大。点火提前角过大会造成怠速抖动, 急加速挫车。

(4) 真空表指针稳定在 50kPa 以下 可能是活塞环和缸壁密封不良, 或机油粘度过低。不仅怠速时真空度偏低, 而且迅速将节气门完全开启时, 指针会降到 0 kPa, 检测气缸压力时各缸缸压都低 (因为发动机各缸磨损情况比较接近)。

(5) 真空度稳定在 35 ~ 70kPa 之间缓缓地摆动 加速时真空表摆动加快。可能是配气相位滞后或气门弹簧过软或变形。

1) 点火正时系统, 正时链条有无错齿 (通常为向后错一个齿), 正时传动带有无打滑, 张紧轮是否工作正常。

2) 用红外线测温仪逐缸检测排气尾管的工作温度, 气门弹簧过软或变形会造成该缸气门不能及时关闭, 导致该缸排气尾管的工作温度明显低于其他缸。

(6) 真空表在 48 ~ 61kPa 间大范围摆动 可能是气门导管严重磨损。气门导管过度磨损和气门弹簧刚度过低时, 怠速时表针会快速抖动, 高速时真空度稳定, 说明气门导管过度磨损使气门不能正常关闭, 会影响怠速时燃烧室的密封性。

(7) 气门弹簧刚度过低 进行怠速真空度检测时怠速真空正常, 但在高速时表针会快速抖动, 说明气门弹簧刚度过低, 在高速时不能使气门正常关闭, 使高速时真空度的稳定性变差。

(8) 真空表缓慢地在 48 ~ 54.6kPa 间缓缓摆动 很可能是火花塞电极积炭过多, 或火花塞电极间隙过小, 造成火花塞工作不良。

(9) 真空度在 28.4 ~ 53.3kPa 间缓缓摆动 可能是配气机构失调, 气门开启过迟。

(10) 真空表在 17 ~ 64kPa 间有规律地大幅度摆动。

1) 打开散热器盖, 急加速时, 看见明显冒气泡, 说明气缸垫密封不良。

2) 打开散热器盖, 用尾气测试仪可以在此处测到 HC, 说明气缸垫密封不良。

5. 用真空表检查发动机的散热器

(1) 散热器密封性的检查 在发动机熄火和散热器冷却的状态下, 将压力测试仪器和

散热器盖连接, 见图 1-11。利用测试仪上手动压力泵将冷却系统加压到 105kPa (散热器盖上蒸气阀开启压力为 126 ~ 137kPa), 然后保持 2min, 如 2min 内冷却系统压力保持不变, 说明冷却系统密封良好。

如压力表指针缓慢降低, 表明有小的泄漏或渗漏。这些泄漏点用肉眼很难查到, 跑长途中急救可将香烟的烟丝放入散热器内, 对小的泄漏有良好的止漏作用。进行正式保养时则应使用散热器快速高效止漏剂, 使用方法如下:

起动发动机至略低于混合循环的温度, 将止漏剂摇匀, 打开散热器盖、节温器盖和暖气装置, 将止漏剂在发动机怠速状态下缓缓加入, 每次一瓶即可, 加入后使冷却系处于密闭状态再运转几秒即可。如止漏效果良好, 为保险起见, 可每隔 6 个月保养一次。

(2) 散热器盖密封性的检查

1) 拆下散热器盖, 用发动机冷却液浸湿散热器盖封口。然后按图 1-11 所示把压力测试仪器与散热器盖上的溢流管接口相连。断开燃油泵熔丝或继电器, 以防止淹缸。

2) 推动压力测试仪器推杆, 使压力测试仪器上压力表上升到 93 ~ 123kPa。

3) 检查压力是否能保持住, 如压力下降, 需更换散热器盖。

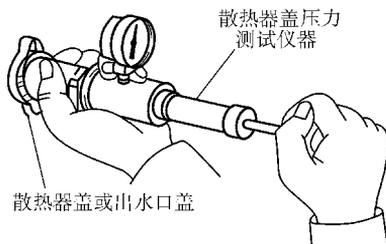


图 1-11 在散热器盖上连接压力测试仪器

6. 用真空表检查自动变速器变矩器内单向离合器是否打滑

自动变速器的液力变矩器具有低速增矩的作用。汽车起步和低速行驶时, 变矩器内泵轮和涡轮存在着转速差, 所以来自泵轮的液流除了驱动涡轮外还有残余能量, 导轮使由涡轮返回泵轮的液流朝向有利于泵轮旋转的方向, 将残余能量变成新的动力源, 起到低速增矩的效果。导轮改变液流方向是依靠支撑它的单向离合器。如单向离合器打滑, 导轮无法改变液流方向, 液力变矩器不仅丧失了低速增矩的作用, 而且还变成了低速降低转矩, 使汽车车速在 30 ~ 50km/h 以下时明显加速不良。

热车后在进气道上连接好真空表, 先检测怠速真空度, 再测负荷变化后的真空度。迅速将加速踏板完全踩到底, 然后迅速完全放松加速踏板, 在节气门完全关闭的瞬间进气系统的真空度应较先前怠速真空度上升 5kPa 以上。如怠速真空度没有上升, 进气系统又密封良好, 说明变矩器没有起到增矩作用, 支撑导轮的单向离合器打滑。

第四节 用红外线测温仪查询故障

在传统汽车维修时, 修理人员经常用手触摸, 通过感觉温差变化来查询故障。但人手无法触摸高温区, 对于细小的温差凭手感无法分辨, 而红外线测温仪却可以安全、准确地实现这些目标。红外线测温仪是用手测温度的延伸。



第四节 导读

思考一下导读中的案例, 带着问题进入本节的学习。

1. 点火线圈表面温度超过 95℃, 说明内部线圈短路, 必须更换。

2. 点火模块表面温度超过 100°C ，说明内部短路，必须更换。
3. 三元催化转化器温度为 350°C 以上（进入闭环控制温度），而前后温差不足 10°C ，说明三元催化转化器内部堵塞严重，必须更换。
4. 检查发动机散热器进、出水管的温差。进水管的温度应比回水管温度高 30°C ，如进、出水管的温差过大，说明散热器内部有堵塞的部位。
5. 检测发动机水套的前后温差，判断水套内是否水垢过多。如温差过大说明发动机水套内水垢过多，应及时清理。
6. 如在大负荷用电时，冷却液温度表反映发动机冷却液温度过高，用红外线测温仪检测散热器冷却液温度正常，则可能是发动机接地线不实。
7. 用红外线测温仪检测散热器进水管温度和数据流上的冷却液温度对比，可判断冷却液温度传感器信号是否准确。
8. 用红外线测温仪检测自动变速器油温正常，但数据流却显示自动变速器油温超过 150°C ，说明自动变速器油温传感器或线束短路。
9. 自动变速器油散热器进、出油管的温差应为 30°C ，如进、出油管的温差过小，说明散热器内部油道有堵塞的部位；如进、出油管的温差过大，说明散热器内部变速器油道堵塞。
10. 用红外线测温仪还可检测轮毂轴承、减速器主动轮轴承预紧力是否正常，制动器等工作温度是否正常。

1. 检查发动机各缸的工作情况

发动机个别缸由于气门弹簧过软，气门导管卡滞，进气门积炭过多，排气门烧蚀，导致该缸气门关闭不严；或喷油器有些轻微泄漏，火花塞点火能量不足导致燃烧不好。用红外线测温仪检测各缸的排气歧管，或直接检测各缸缸套的部位，可直接查出有问题的缸。

- 1) 哪个缸温度低就说明哪个缸燃烧不好。
- 2) 某缸温度特别低，说明该缸混合气没有点燃。
- 3) 个别缸温度明显高于其他缸，说明该缸喷油器可能有些轻微泄漏。

2. 检查发动机散热器

发动机散热器温度过高时，第一步要诊断是发动机还是变速器的故障造成的。用红外线测温仪分别测一下节温器上方的水管和变速器向冷却器输出的油管即可。节温器通往散热器的水管温度为发动机水套内冷却液温度，发动机最高转速为 $4000\text{r}/\text{min}$ 左右时冷却液温度不应高于 90°C ，发动机最高转速为 $6000\text{r}/\text{min}$ 以上时冷却液温度不应高于 105°C 。汽车在高速公路上行驶时变速器出油管油温小于 95°C ，在复杂路面或路况下行驶时变速器出油管油温小于 105°C 。如节温器出水管温度高，说明故障在发动机，如变速器出油管温度高，或读数据流显示变速器油温度高，则故障在变速器。

发动机散热器内部堵塞造成温度过高时，通常表现为中部温度高，而周边温度低。轿车由于散热器前部没有空间，无法进行该项检测。可用红外线测温仪检测散热器进、出水管的温差。进水管的温度应比回水管温度高 30°C ，如进、出水管的温差过大，说明发动机散热器内部有堵塞的部位。

3. 检查节温器是否发生泄漏

节温器发生泄漏后，冷却液只进行小循环，会造成发动机温度过高。在发动机正常工作

温度下,用红外线测温仪检测节温器上方出水管或散热器,如是冷的,说明节温器已经泄漏,必须更换。在冷却液温度表显示达到节温器开启的温度时,用红外线测温仪测散热器的上、下水管,如上水管是热的,下水管是冷的,说明节温器良好。

4. 检测点火线圈和点火模块是否发生短路和断路

以往有经验的电工在检测点火线圈和点火模块是否工作正常时,总是习惯用手触摸,通过温度变化来诊断。但这需要经验,另外手感的精度也不高。现在,可以用红外线测温仪检测发动机工作或起动时点火线圈和点火模块的温度。

(1) 检测点火线圈和点火模块是否发生断路 点火线圈和点火模块在反复几次起动(起动不着)后表面温度和环境温度一样,说明内部线圈断路,必须更换。

(2) 检测点火线圈和点火模块是否发生短路 冷车行驶完全正常,热车行驶中突然熄火,在熄火的第一时间,用红外线测温仪检测:

1) 点火线圈表面温度超过 95°C ,说明内部线圈短路,必须更换。

2) 点火模块热点超过 100°C ,说明模块内部短路,必须更换。

5. 检查三元催化转化器是否堵塞

如汽车车速突然上不去,最高车速通常只有 $110\sim 130\text{km/h}$,变速器没有四档,打开空气滤清器上盖,急加速时可以看见部分尾气会从空气滤清器排出,严重的还会出现冷车起动困难。能造成这类故障的因素很多,其中不排除三元催化转化器(TWC)内部堵塞。在发动机正常工作温度下只要测出三元催化转化器的进口和出口的温度差(出口比进口应高出 38°C 以上),就可进行准确判断。但三元催化转化器正常工作温度为 $350\sim 600^{\circ}\text{C}$,如出现排气管内燃烧,三元催化转化器甚至可能被烧红,所以不能用手触摸检查。用红外线测温仪如查出三元催化转化器温度为 350°C 以上(进入闭环控制温度),而前后温差不足 10°C ,说明三元催化转化器内部堵塞严重,必须更换。

三元催化转化器温度为 350°C 以下时,催化转化器没有进入工作状态,无法进行该项检测。

6. 用红外线测温仪验证数据流是否准确

验证发动机冷却液温度传感器的数据流是否准确。冷车时排气管不冒黑烟,热车后排气管冒黑烟,有可能是冷却液温度传感器的故障。用诊断仪读取数据流,发动机冷却液温度 40°C ,用红外线测温仪检测节温器上方水管(此处反映的是发动机实际冷却液温度)的温度,如此处温度明显高于 40°C ,说明数据流不准确,应更换冷却液温度传感器。

7. 红外线测温仪的其他作用

红外线测温仪除了玻璃制品有反光不能检查外,其余部位均可检查。

(1) 检测发动机水套内是否水垢过多 检测发动机水套的前后温差,判断水套内是否水垢过多。如温差过大说明发动机水套内水垢过多,应及时清理。

(2) 通过检测发动机冷却液温度,检测冷却液温度表读数是否准确 如在大负荷用电时,冷却液温度表反映发动机冷却液温度过高,可以用红外线测温仪检测散热器的进水管,该管的温度为发动机冷却液温度。如进水管冷却液温度正常,而冷却液温度表反映冷却液温度过高,应先检查发动机接地线,发动机接地线不实,在大负荷用电时,会导致冷却液温度传感器信号失真。若接地线没有问题,则应进一步检查仪表是否准确。

(3) 检测各处轴承的预紧力 检测各处轴承的温度,如温度过高,应进一步检查润滑和轴承预紧力是否合适。

红外线测温仪作为传统手摸测温的一种延伸,使其可测部位增多,也更加准确,同时它作为各种诊断仪、解码器、示波仪的一种补充,使用时应注意深入了解汽车各大总成的构造和原理,在其他总成工作温度正常时,通过准确地测量,合理地分析,相互印证及正确推理,才能快速准确地查到故障点,少走弯路。

思考题

一、概念题

1. 可调式节气门位置传感器
2. 气缸压力

二、填空题

1. 在发动机工作时,点火线圈表面温度超过() $^{\circ}\text{C}$,或点火模块温度超过() $^{\circ}\text{C}$,说明内部线圈短路,必须更换。
2. 发动机前支架上的橡胶垫破裂,发动机转速在()左右时能听到发动机抖动声。由于这种发动机抖动的异常响声和发动机燃烧的异常响声十分相似,所以容易误认为是发动机燃烧异常响声。
3. 发动机所有缸的气缸压力都明显高于规定值,说明发动机()。
4. 空气滤清器内有黑色的油液,说明()堵塞。
5. 汽车最高车速只有110km/h,没有故障码,但上游和下游的氧传感器触头都发白,说明三元催化转化器被()堵塞。
6. 用红外线测温仪检测散热器的上下水管,如上水管是()的,下水管是()的,说明节温器良好。
7. 用红外线测温仪检测变速器的两根冷却油管,变速器输出的油管为变速器油温,如在90 $^{\circ}\text{C}$ 左右,冷却系回油管正常情况下则在60 $^{\circ}\text{C}$ 左右,如回油管是冷的,说明散热器()发生堵塞;如回油管温度过高,说明散热器()发生堵塞。
8. 发动机气缸压力的大小主要取决于燃烧室的容积、发动机的()、是否有增压机构、燃烧室积炭的多少,及燃烧室的密封状况和()是否通畅等。
9. 汽车如每一次向同一个方向转向时都能听到一声短暂的“咔”声,通常是该侧()损坏。
10. 在节气门开度较小时,手摸燃油压力调节器回油管,应感觉到汽油流动。否则应检查燃油压力调节器上的()是否堵塞。
11. 在节气门开度较大时,手摸燃油压力调节器回油管,应感觉不到汽油流动,否则说明燃油压力调节器上的()关闭不良。
12. 发动机燃烧室的密封性包括:气缸垫的密封性、活塞环和气缸壁的密封性和()的密封性。
13. 发动机大负荷用电时,冷却液温度表显示的冷却液温度明显高于实际冷却液温度,说明发动机()不良。
14. 冷却液温度传感器反映的冷却液温度明显低于实际冷却液温度,会造成混合气

()和发动机温度 ()。

15. 节气门全开的瞬间进气系统的真空度小于 3kPa, 说明空气滤清器滤芯 ()。

16. 节气门全闭的瞬间进气系统的真空度明显小于 80kPa, 说明发动机进气系统 ()。

17. 每天第一次起动时排气管冒 10 多分钟蓝烟, 并经常在第一次起动时有 10s 的“突突”声(缺缸), 说明 () 密封不良。

18. 打开散热器盖, 发动机保持怠速运转, 观察散热器冷却液加注口, 迅速将节气门踩到底, 突然加速时如有气泡不断从冷却液中涌出, 说明 () 密封不良。

19. 发动机最高转速为 4000r/min 左右时不应高于 ()℃, 发动机最高转速为 6000r/min 以上时不应高于 ()℃。汽车在高速公路上行驶时变速器出油管油温度小于 ()℃。

20. 缓加速到 2500r/min 发动机进气系统的真空度又回到怠速时的真空度, 并保持 15s 以上, 说明 ()。

21. 在氧传感器上检测排气背压, 如背压 $\geq 25\text{kPa}$, 说明发生 () 故障。

22. 红外线测温仪除了 () 不能检查外, 其余部位均可检查。

23. 旧的汽油机平均气缸压力不得低于 (), 平均气缸压力差不得大于 ()。

24. 测缸压时气门必须 (), 并保持 () s。

25. 冷却液温度表反映发动机冷却液温度过高, 测散热器进水管温度正常, 应重点检查发动机 ()。

26. 发动机怠速时真空度在 17 ~ 64kPa 之间大幅度摆动, 说明 () 可能密封不良。

27. 发动机怠速时真空度在 50 ~ 55kPa 之间大幅度摆动, 说明可能是 ()。

28. 发动机怠速时真空度在 20 ~ 30kPa 之间某个数值不动, 而怠速稳定说明可能是 ()。

29. 发动机怠速时真空度在 50kPa 以下, 节气门全开瞬间真空度为 0kPa, 说明可能是 () 密封不良。

三、问答题

1. 发动机怠速运转时测真空度, 四缸机真空度浮动不得超过多少, 六缸机真空度浮动不得超过多少, 八缸机真空度浮动不得超过多少?

2. 汽车最高车速只有 120km/h, 自动变速器没有超速档, 节气门全开的瞬间, 真空度为 16kPa, 发生了什么故障?

3. 每天第一次起动都需要连续起动三次才能成功。第一次起动后, 当天再起动就非常顺利, 可能发生了什么故障?

4. 进行发动机气缸压力检测, 如标准气缸压力为 1250kPa, 而实际检测所有的气缸压力都超过 1400kPa, 通常是什么故障?

5. 燃油箱加得过满会造成什么故障?

6. 活塞环和气缸壁之间密封不良故障的诊断?

7. 用触摸法如何检查散热器水道是否发生堵塞?

8. 用触摸法如何检测发动机水套内是否水垢过多?

9. 如何用手指代替真空表检查排气系统是否通畅?

10. 汽车行驶中, 温和踩加速踏板正常, 急加速熄火。熄火后无法立即起动, 过 15min

再次起动，可以正常起动。但行驶中只要急加速还会熄火。该发动机机油压力随发动机转速同步升高，发生了什么故障？

11. 汽车行驶中突然没有了超速档，最高车速只有 120km/h 左右，打开空气滤清器，急加速可以看到废气返流，发生了什么故障？

12. 为什么节气门处积炭过多，会造成行驶正常，但制动熄火。

13. 缺缸和排气门密封不良会造成混合气在三元催化转化器（TWC）内燃烧，容易烧坏 TWC。用什么方法检查缺缸和排气门密封不良最迅捷？

14. 进气歧管切换阀能否正常工作的检测方法？

15. 汽车行驶正常，但放松加速踏板就熄火的故障如何诊断？

16. 如何检测进气歧管切换阀工作是否正常？

17. 汽车行驶中发现机油压力过高，温和踩加速踏板行驶正常，急加速熄火的原因？

18. 无论冷车还是热车都需连续两次起动才可以正常起动。发动机故障指示灯没有亮，燃油压力正常。但各缸的气缸压力都明显偏低，在排气尾管出气口处能听到连续的“噗、噗”声，发生了什么故障？

19. 冷车起动和行驶一切正常，热车后有时会突然熄火，熄火后立即起动，无法起动，过 10min 再次起动。可以正常起动。起动后行驶基本正常。但热车后还会突然熄火，熄火后仍无法立即起动，请问故障可能原因？

20. 作真空度检测，节气门全开瞬间真空度大于 15kPa，说明有什么故障？

21. 怠速抖动厉害，急加速挫车，中速运转平稳的故障原因？

22. 怠速有排气冲击时应如何查找故障。

23. 发动机气缸压力检测的作用？

24. 冷车时制动正常，热车后制动熄火的原因是什么？

25. 正常起动时起动困难，但踩下加速踏板可顺利起动的原因是什么？

第二章 发动机电喷系统专用检测设备及功能

利用各种先进的检测设备进行检测，就是要用数据找出故障。这就要求维修人员不仅要掌握各种检测仪器的使用方法，还要了解各种检测仪器的局限性；要学会把仪器上显示的数据和厂家给出的规范结合起来，和汽车的构造和原理结合起来；要把单一的数据和数据的综合分析结合起来。每一个车型，每一个厂家在具体故障上也都有着各自的特点。维修人员既要掌握共性，又要了解个性；既要利用好各种检测仪器，同时又不要被仪器上一些错误的故障码和数据所误导，这样才能快速准确地查找到故障点。在复杂故障的诊断过程中不仅要学会各种诊断仪器的使用，更要善于将各种诊断方法综合运用。通过控制单元自诊断系统故障码的读取，数据流的分析，发动机转动阻力的检查，起动状况的检查，点火状况的检查，怠速控制系统的检查，燃油系统的检查，排气状况的检查，空燃比的检查，断缸检查，以及前边提到的燃烧室密封性的检查，进气系统密封性的检查，进、排气是否通畅的检查，进行综合分析，并准确地找出故障原因。

第一节 控制单元故障存储器的检测和分析

自诊断系统检测电控系统是否发生故障主要依据电压信号、工作反馈、时限和比照四种方法，发展到 OBD II 系统后又增加了综合分析方法。



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 日本和美国汽车在清洗节气门或更换节气门位置传感器后，断开蓄电池负极 1min 使其丧失记忆，重新连接即可使怠速转速恢复正常。
2. 大众系列汽车在清洗节气门或更换节气门位置传感器后应进行基本设定，捷达车最好松开节气门前方的皱纹管卡子，伸入一字旋具使其略微漏气，再进行 3 次基本设定，可使怠速转速恢复正常。
3. 汽车没有达到高速，里程表显示车速为 120km/h，而数据流却显示为 170km/h，说明控制单元 A/D 转换器转换错误。
4. 氧传感器的输出电压在 0.45 ~ 5.0V 之间某个数值保持不动，表明氧传感器断路，但没有超出氧传感器的输出电压的范围，控制单元不会认为其有故障。
5. 氧传感器的输出电压应为 0 ~ 1.0V。氧传感器对地短路时输出电压为 0V，没有超出 0V 的下限，控制单元就不会认为其有故障。
6. 控制单元通常以第一缸的喷油情况为基准，第一缸喷油器轻微漏油，造成第一缸工作温度明显高于其他各缸，控制单元就会认为其他缸燃烧不好。
7. 控制单元进水或受潮，放入低温烤箱内烘烤，或用热风机烘烤，会使水分进入控制单元电路板内部，造成永久性损坏。正确方法是在最短的时间内用真空机将内部的水分

抽干净。

8. 如起动 10min 后发动机冷却液温度还达不到 60°C ，控制单元就会诊断为发动机冷却液温度传感器发生故障。

9. 控制单元上喷油器接地线不实，会造成喷油脉宽减小，导致混合气过稀，四缸机会出现 $200 \sim 800\text{r}/\text{min}$ 的怠速游车。

10. 控制单元上节气门位置传感器接地线不实，会造成节气门位置传感器输出电压过高，使用自动变速器的汽车就会出现一档升二档严重滞后，没有三档和四档。

一、自诊断方法的分析

1. 传感器和执行器的电压是否超出范围

控制单元通过检测电控系统的传感器和执行器的电压信号是否超出规定的范围，以此来诊断有无短路或断路故障。控制单元的结构见图 2-1。

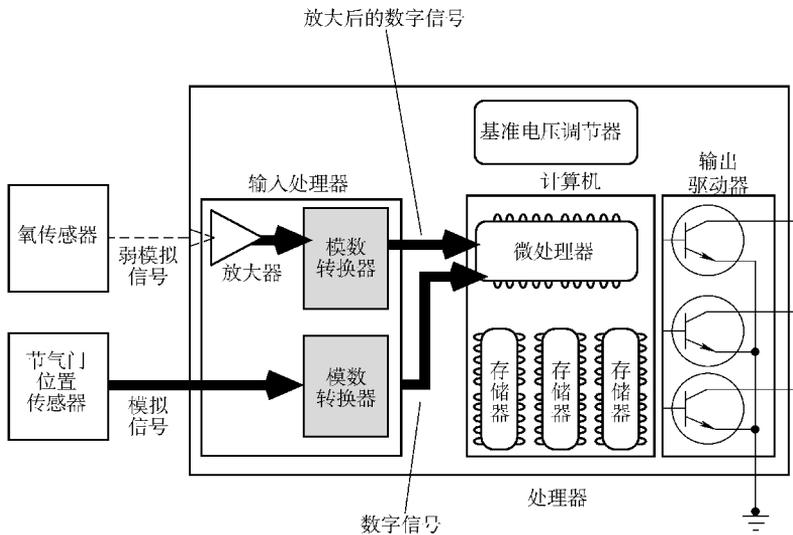


图 2-1 控制单元的结构

例如发动机冷却液温度传感器（CTS）和进气温度传感器（MAT）的输出电压应为 $0.1 \sim 4.8\text{V}$ 。以 CTS 为例，当 CTS 的输出电压为小于 0.1V ，相当于发动机冷却液温度高于 139°C 。电喷发动机冷却液沸点为 124°C ，到 124°C 后发动机冷却液温度就不可能再上升，所以 CTS 的输出电压如小于 0.1V ，控制单元就认为 CTS 或其电路发生短路。如 CTS 的输出电压大于 4.8V ，相当于发动机冷却液温度低于 -50°C ，汽车不可能在如此低的环境温度下运行，故说明 CTS 或其电路发生断路。CTS 的输出电压值与实际工作温度发生差距时，只要没有超过两端的极限，控制单元从电压检测角度就无法发现其是否工作正常。

氧传感器的输出电压应为 $0 \sim 1.0\text{V}$ 。氧传感器对正极短路时输出电压为 1.1V ，超出了 1.0V 的上限，控制单元即可诊断其有故障。氧传感器对地短路时输出电压为 0V ，没有超出 0V 的下限，控制单元就不会认为其有故障，而认为是混合气过稀，从而加大喷油脉宽，导致混合气过浓，排气管冒黑烟。

氧传感器的输出电压在 $0.45 \sim 5.0\text{V}$ 之间某个数值保持不动，表明氧传感器断路，但没有超出氧传感器的输出电压的范围，控制单元也不会认为其有故障。

2. 工作时限是否超出范围

时限是指在一定单位时间内应发生的次数，或应达到的状态。

正常情况下，起动几分钟后发动机冷却液温度就可以达到正常工作温度。如起动 10min 后发动机冷却液温度还达不到 60℃，控制单元就会诊断为发动机冷却液温度传感器发生故障。

控制单元利用爆燃传感器的信号，进行点火正时调节的闭环控制，爆燃传感器可检测到 3~22kHz 的振动（其中 14kHz 以上的振动为爆燃），并据此向控制单元发出信号。发动机在 1500~4500r/min 范围内至少应收到两次不小于 3kHz 的爆燃传感器信号，如迟迟收不到信号，或收到的信号超过调节程序，控制单元就会诊断为故障。

利用氧传感器进行喷油脉宽的闭环控制时，如迟迟收不到信号，或收到的信号超过调节程序，控制单元就会诊断为故障；这时控制单元就会点亮发动机故障指示灯，故障存储器内就会留下相应故障码。

3. 调节反馈

根据点火系统的闭环控制装置——爆燃传感器，以及燃油系统的闭环控制装置——氧传感器的反馈信号，控制单元对点火正时及喷油脉宽进行细微修正。如超出调节范围，控制单元就会诊断该传感器有故障。

如果燃烧室积炭过多，且密封性很好，压缩比会加大，工作时将出现多点点火，所以行驶中每一次急加速爆燃传感器都可以收到不小于 14kHz 的爆燃信号；如果控制单元已将点火提前角推迟 15°，还收到不小于 14kHz 的爆燃信号，控制单元就会认为是爆燃传感器自身出现故障，从而进入失效保护，留下爆燃传感器故障码。

如果氧传感器前端的排气管泄漏或二次空气喷射系统的电磁阀密封不良，氧传感器发现排气中氧气多，输出低电压信号，控制单元就会据此加大喷油脉宽，当喷油脉宽已经调整到最大时，氧传感器仍不断传递混合气过稀的信号，控制单元就会认为是氧传感器自身出现故障，从而进入失效保护，留下氧传感器故障码。

4. 比照

1) OBD II 就针对电压检测的局限性，采用比照方法对传感器进行检测，如对发动机冷却液温度传感器进行诊断时就与进气温度传感器信号和发动机进行工作的时间综合在一起进行比照，以判断冷却液温度传感器输出信号是否准确。

2) 自动空调将乘员室内温度与环境温度相比照，当乘员室内温度低于环境温度时，会自动关闭空调。如果乘员室内温度传感器或环境温度传感器及其线路中有一方发生断路或接地线接触不良时，另一方失去比照的对象，空调就会进入失效保护而自动关闭空调。

3) 在检测喷油器喷油工作状况时，控制单元通常以第一缸的喷油情况为基准来检查其他各缸的工作。第一缸喷油器轻微漏油，造成第一缸工作温度明显高于其他各缸，控制单元就会认为其他缸燃烧不好，在其余各缸中找一个工作温度相对较低的缸点亮故障指示灯，故障码显示某个缸燃烧不好。更换此缸的高压阻尼线、火花塞和喷油器，待这个缸燃烧温度上升后，控制单元还会在余下各缸中找一个工作温度相对较低的缸点亮故障指示灯。如此反复，将各缸都换完后，各缸工作温度仍无法和轻微漏油的第一缸相比，于是控制单元还会再一次在各缸中找一个工作温度相对较低的缸重新反复。

4) 前轮驱动汽车制动系统采用对角布置，ABS 的轮速传感器检测时采用对角两轮的轮

速传感器进行比照。后轮驱动汽车制动系统采用前后布置，ABS 的轮速传感器采用同轴两轮的轮速传感器进行比照。

前轮驱动汽车，故障码显示左前轮的轮速传感器断路或短路，在熄火状态下拔下右后轮的轮速传感器端子，消除故障码，重新启动后 ABS 的故障指示灯不再亮，但轮速传感器故障并未排除，踩制动时会出现四轮拖滞。

5. 综合分析

1) OBD II 系统对冷却液温度传感器诊断时会参照进气温度传感器和发动机起动后的工作时间，通过综合信息分析来诊断冷却液温度传感器输出的电压信号是否准确，使原来 OBD I 系统无法发现的冷却液温度传感器输出电压信号失准故障，也可准确诊断。

2) OBD I 系统发现空燃比不对时往往不能作出精确的判断，如氧传感器加热器损坏，会造成其工作频率变低，混合气变浓。OBD I 系统往往误诊断为对空燃比影响最大的空气质量传感器故障，而 OBD II 却能从氧传感器输出电压过低、工作频率过低，准确诊断出是氧传感器加热器损坏。

二、控制单元故障的诊断与排除

1. 控制单元进水或受潮后的处理

1) 控制单元一旦进水或受潮，必须在最短的时间内拆下，擦干净表面的水，用塑料袋封闭，用真空泵将内部的水分抽干净。不要将控制单元放入低温烤箱内烘烤，也不要用热风机烘烤控制单元，那样会使水分进入控制单元电路板内部，造成永久性损坏。

2) 控制单元进水后不得继续行驶或重新启动，继续行驶或重新启动可能使进水的控制单元内部短路。

2. 控制单元如何对传感器、执行器进行控制

控制单元从输入传感器、开关和数据总线接受信息，来监控特殊的运行工况。控制单元对这些信息进行整理、处理，通过输出控制来调节发动机的性能。

控制单元的输出控制包括以下这些：

- ① 点火系统控制。
- ② 燃油喷射控制。
- ③ 怠速控制。
- ④ 充电控制。
- ⑤ 空调压缩机控制。
- ⑥ 冷却风扇控制。
- ⑦ 速度控制。

1) 对于大部分电控系统，打开点火开关，各个传感器、执行器的正极就被接通，控制单元需要对它们进行控制时，就接通其负极。所以温度传感器输出电压过低，其他传感器输出电压过高时，应首先检查控制单元上传感器的接地线接触是否良好，传感器的导线是否有短路处。

2) 也有少数执行器是通过控制单元接通正极电源端来对传感器和执行器进行控制的。

3. 熔丝检测

电控系统维修时，应先检查与此相关的熔丝是否正常，这样可以少走弯路。

以帕萨特 B5 为例：打开左侧车门，卸下仪表板一侧的熔丝盒盖，红色的为 10A，蓝色

的为15A（负责控制单元），黄色的为20A，白色的为30A，拆卸时需用熔丝盒盖上的专用夹子。

熔丝熔断，说明相关线路有接地不良的故障。应逐一检查该熔丝所负责的电器及其线路，否则在没有查明原因前就更换熔丝，会很快被再次烧断。

4. 继电器的检测

继电器的作用是防止流过该继电器控制电路的电流过大的一种保护装置。若电流超过设定值，继电器触点自动断开，以保护所负责的控制电路。

继电器的检测分为外观检测和加热检测。

(1) 外观检测 主要检查继电器的触点有无烧蚀。

(2) 加热检测 热稳定性不好的继电器，在工作过程中，随着工作温度的升高，长时间吸合后会发热，使点火线圈的电磁吸力减弱，开关触点断开后无法吸合，从而造成点火系统没有电源，导致发动机熄火。温度降下来后，点火继电器又恢复正常的电磁吸力，所以开关触点在冷却后可以吸合，点火系统重新获得电源，又可以恢复工作，从而出现冷车时行驶正常、热车后突然熄火而无法立即起动的故障。

检测时用热风机给继电器加温，在温度上升后检测继电器的触点能否闭合；也可以用热风机给继电器加温，打开点火开关后，直接用发光二极管检测点火系统低压电路是否有电。

5. 发动机控制单元版本错误会造成哪些故障

在更换发动机控制单元时，一定要看控制单元版本型号。即使车型的型号相同，但具体生产批次不同，发动机控制单元版本型号就有可能不同。如所换的发动机控制单元版本型号与原车不符，会造成汽车运行特性不良，出现运行不平稳和挂档冲击，高速行驶中负荷变化时会有换档冲击、油耗增大、排放增加，还会将不存在的故障存入故障存储器。

6. 发动机控制单元接地线不实

发动机控制单元上游的某个传感器或执行器接地线不实，会导致该传感器或执行器工作电阻加大，使工作电流减小，从而导致其工作不正常。

控制单元上喷油器接地线不实，会造成喷油脉宽减小，导致混合气过稀，从而引发一系列故障。

控制单元上节气门位置传感器接地线不实，会造成节气门位置传感器输出电压过高，使用自动变速器的汽车就会出现一档升二档严重滞后，没有三档和四档。

接地线不实，还会造成电路中拉弧放电。

7. 控制单元 A/D 转换器转换错误

一辆最高车速为170km/h的轿车，但实际车速最高只有120km/h。该车使用的是手动变速器，所以可排除变速器的因素。发动机故障指示灯没有亮，也没有故障码，可排除传感器的可能性。读取数据流，发现尽管里程表显示车速为120km/h，但数据流显示车速为170km/h。根据断油控制原理，汽车车速达到最高车速时控制单元就会干涉，进行断油控制，使车速控制在170km/h内。里程表显示和驾驶人感觉车速都是在120km/h，而数据流显示车速为170km/h，说明A/D转换器转换错误，更换控制单元后最高车速恢复正常显示。

8. 更换控制单元后必须重新匹配

控制单元与防盗系统要匹配，故更换控制单元后必须重新匹配。先向厂家查询新换控制单元的防盗密码，然后用故障诊断仪更换防盗密码，如大众汽车用V. G. A1552诊断仪输入

更换的防盗密码，然后按 10 - 50 键输入原车防盗密码，再按 21 - 06 键结束输出。

9. 利用排除法诊断控制单元是否有故障

如使用自动变速器的汽车挂档时，无论是前进档还是倒档，所有的档位都有挂档冲击；而行驶中没有换挡冲击，说明不是主油压过高的故障。拉索凸轮式节气门操纵机构的拉索在怠速时有旷量，真空调节器式的真空软管没有破裂，主油压电磁阀和节气门位置传感器在怠速时输出电压正常，根据上述三个方面的情况反映，就可以确定在传感器和操纵机构方面没有故障，故障应在变速器控制单元，更换控制单元即可排除故障。

第二节 发动机电喷系统电路专用检测设备



第二节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 大众系列有检测线束用的检测盒，调出故障码后应首先检查从控制单元到传感器或执行器之间线束的电阻值，正常的电阻值 $< 1.5\Omega$ 。

2. 在蓄电池负极和车身接地点之间连接电流表，然后逐个拔下熔丝，拔下某个熔丝后不再放电，说明该熔丝负责的电路有插头松动或接地线不实。

3. 新买的蓄电池测试电压，要打开前照灯 15s，消除表面负荷（浮电），然后关闭前照灯将万用表连接蓄电池正负极，才能准确测出蓄电池电压。

4. 初级低压点火系统的波形主要包括初级线圈充电时间、击穿电压和燃烧过程 3 个部分。充电时间过长，燃烧过程的时间就短了。

5. 点火模块接地线接头松动或点火线圈内部短路等故障会造成所有缸击穿电压过低，没有储备电压。

6. 某缸高压电路的电阻值过小，如高压阻尼线漏电、火花塞绝缘瓷柱破裂、火花塞电极间隙过小、电极被污染等，都会使该缸实际电阻峰值低于其他各缸峰值，从而影响发动机怠速和中低速运转的平稳性。

7. 某缸高压电路的电阻值过大，如高压阻尼线断路、火花塞电极间隙过大，会使该缸实际电阻峰值明显高于其他各缸峰值，导致汽车没有高速。

8. 燃烧线上有过多的杂波表明气缸点火不良，应重点检查点火是否过早，喷油器是否存在滴油或堵塞的故障，火花塞是否被污染。

9. 燃烧线正常值为 1.5ms，燃烧线超过 2ms 说明混合气过浓，少于 0.75ms 说明混合气过稀。

10. 燃烧后的振荡波形至少应有两次振荡，最好是多于三次振荡，正常的振荡表明点火线圈和电容器是好的。振荡波形少于两次振荡，说明点火线圈或电容器工作不良。

1. 电控系统常用检测设备

- ① 燃油压力检测设备。
- ② 故障诊断仪。
- ③ 指针式万用表。
- ④ 检测盒。

⑤ 多通道示波器。

2. 燃油压力检测设备

① 燃油管路适配器。

② 燃油压力测试仪。

③ 手动真空泵。

一、故障诊断仪的使用

在使用故障诊断仪查询故障时，发动机冷却液温度在 85℃ 以上，关闭所有的用电设备，自动变速器变速杆置于 P 位和 N 位上。

V. G. A1552 故障诊断仪的外形见图 2-2。

1. 查询故障存储器

调取故障码前，先查询控制单元版本，然后查询故障存储器。故障码又可分为历史故障码（较早以前出现的故障码）、现行故障码和偶发性故障码（后者多为端子接触不良）。调取故障码，只是查询故障方向。需要说明的是，有故障码并不说明就有这方面的故障。有故障码后，通常还需进行以下检查。

大众系列有检测线束用的检测盒，首先检查从控制单元到传感器或执行器之间线束的电阻值，正常的电阻值必须 $< 1.5\Omega$ ，这样可少走弯路；其次应检查有故障码的传感器或执行器的电阻值，必须符合厂家规定；必要时还需作动态数据流检测或示波器波形检测。

大众系列有检测线束用的检测盒，首先检查从控制单元到传感器或执行器之间线束的电阻值，正常的电阻值必须 $< 1.5\Omega$ ，这样可少走弯路；其次应检查有故障码的传感器或执行器的电阻值，必须符合厂家规定；必要时还需作动态数据流检测或示波器波形检测。

OBD II 系统把故障码分为 4 种。

A 类故障：冷却液温度传感器（ECT）、空气流量传感器（MAF）、进气歧管绝对压力传感器（MAP）、节气门位置传感器（TPS）以及车速传感器（VSS）输入信号异常，会造成混合气过浓或过稀，可能损坏三元催化转化器（TWC）。最严重的就是 A 类故障，在多数情况下一发现此类故障，就点亮故障指示灯（MIL）；少数情况下在第二个连续行程发生相同故障时才点亮故障指示灯。

B 类故障：和排放有关，第一个行程发生故障时只是记录故障码，但不点亮故障指示灯；在第二个连续行程发生相同故障时才点亮故障指示灯。

C 类故障：与排放无关，第一个行程发生故障时只是记录故障码，但始终不会点亮故障指示灯（MIL）；可能用 MIL 以外的警告灯向驾驶人显示信息。

D 类故障：与排放无关，发生此类故障时只是记录故障码，但始终不会点亮故障指示灯（MIL）；可能用 MIL 以外的警告灯向驾驶人显示信息。

（1）自诊断系统检测燃烧情况时通常以第一缸燃烧情况为基准 查询故障码要知道自诊断系统检测故障的四种方法。如比照，控制单元在检测发动机各缸燃烧情况时，通常是以第一缸燃烧情况为基准来检测其他各缸，如第一缸正常，故障码反映得就比较准确，如第一缸燃烧情况不正常，故障码反映得就不准确。例如，第一缸喷油器有轻微滴漏，由于滴漏属于额外供油，第一缸的燃烧就可能好于其他各缸，这时控制单元就会在其余各缸中找一个燃烧较差的缸，并留下该缸燃烧不好的故障码。

（2）故障码的内容有可能在英译汉中出现明显的错误 如汽车挂档不走车，或行驶中收节气门熄火，调故障码为锁止电磁阀机械故障。按故障码分析应更换锁止电磁阀，但更换

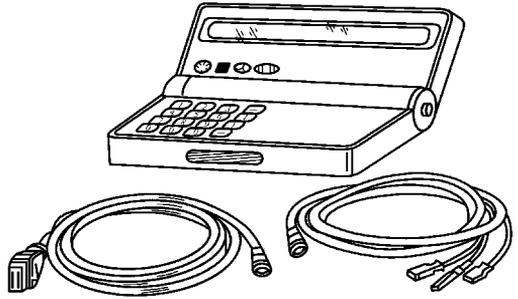


图 2-2 V. G. A1552 故障诊断仪

后故障依旧，因为锁止电磁阀本身并没有故障，真正的故障是锁止继动阀卡滞在工作端，使变矩器始终处于锁止状态。清洗并用砂纸抛光锁止继动阀，将阀体立起来，在干净、干燥、没有机油润滑的情况下，锁止继动阀能依靠自身的重量，从阀孔的一端缓缓地滑到另一端，故障即可排除。

(3) 查询故障码要和发动机的整体构造和工作原理相结合。

1) 装有 EGR 装置的发动机在冷却液温度 50℃ 以上，发动机转速稳定在 1500 ~ 4500 r/min 时，EGR 会向进气系统输送约占进气总量 6% ~ 13% 的废气。如果 TWC 堵塞，导致排气不畅，造成排气管内压力过高，EGR 向进气系统输送的废气量就会明显加大，而废气量明显超过进气总量的 13% 时，控制单元就会点亮故障指示灯，留下 EGR 阀废气量过大的故障码。若按故障码更换 EGR 阀，就会进入误区。

2) 氧传感器加热器损坏，会使调节频率变慢，混合气过浓，造成进入闭环控制后怠速运转不平稳，部分负荷冒黑烟，自动变速器换入空档时熄火。由于此时氧传感器的信号和空气流量传感器的信号是矛盾的，尽管是氧传感器加热器损坏导致信号失准，但从结果上看，与空气流量传感器的信号错误，造成氧传感器无法调节是一样的，所以自诊断系统误认为空气流量传感器有故障，留下空气流量传感器的故障码。

3) 由于凸轮轴位置传感器的故障会影响到点火正时，所以和点火正时有关的故障，故障码都会显示凸轮轴位置传感器短路、断路。

① 正时传动带错一个齿会出现怠速游车，加速蹇车，但故障码显示凸轮轴位置传感器短路、断路。

② 由于传动带张紧轮失效造成正时传动带打滑，故障码还是凸轮轴位置传感器短路、断路。

③ 正时传动带断裂等故障出现时，故障码仍会显示凸轮轴位置传感器短路、断路。

(4) 查询故障码要和维修经验相结合 查询故障码必须和维修经验相结合，下面以点火正时过迟会导致汽车出现加速蹇车为例来讲解。

发动机控制单元根据凸轮轴位置传感器的信号识别出 1 缸压缩行程上止点，然后再根据点火顺序识别产生爆燃的气缸。凸轮轴位置传感器的信号中断，控制单元就无法确切地知道是哪个缸发生爆燃。为了防止爆燃的发生，控制单元就会推迟点火提前角，所以出现汽车加速蹇车，以及大负荷动力不足。如果调出凸轮轴位置传感器 (G40) 对地断路或短路或对正极短路的故障码，按常理检修时应先查控制单元至凸轮轴位置传感器之间线束的电阻值是否在 1.5Ω 之内，再检查凸轮轴位置传感器的电阻值。但是正时传动带错一个齿，正时传动带断裂，或由正时传动带驱动的水泵轴卡滞，也会影响点火正时，所以出现和正时传动带相关的故障时，调故障码也同样是凸轮轴位置传感器对地断路或短路或对正极短路的故障码，而实际上凸轮轴位置传感器并没有故障，而且在维修过程中正时传动带的故障明显多于凸轮轴位置传感器自身的故障。因此，有经验的维修人员通常是先检查正时传动带是否有问题，正时传动带没有问题，再进行凸轮轴位置传感器的检查。

(5) 偶发性故障多为线束连接的端子和接地线的连接不可靠 偶发性故障 (诊断仪显示/sp)，应重点检查线束连接的端子和接地线的连接是否可靠。一辆轿车行驶中不升档，用故障诊断仪调取故障码，换档电磁阀存在偶发性故障 (/sp)。故障诊断仪显示屏上有“/sp”故障标志时，多是接地线接触不良或端子接触不良。遇到偶发性故障不用检查传感器和

执行器，直接检查线束连接的端子和接地线即可。经检查自动变速器和车身连接的接地线处有锈蚀，将锈蚀刮净后重新紧固，故障排除。

(6) 要养成读电路图的习惯 如燃油泵继电器发生故障，由于该继电器负责6个以上传感器和执行器，所以会出现10多个故障码，若逐个检查要走许多弯路。了解彼此间的关系，直接打开燃油箱盖，在起动发动机的同时，听有没有燃油泵的工作声，如有，可排除燃油泵继电器有故障；如没有，故障可能就在燃油泵继电器。

2. 基本设定

(1) 清洗节气门或更换节气门位置传感器时，应删除控制单元记忆 大众系列汽车在清洗节气门或更换节气门位置传感器后应进行基本设定。这是因控制单元保存的转速学习值偏离基础值过大，要想回到基础值，控制单元需重新学习，有时需要反复起动几次发动机，或行驶一段时间后怠速才可以慢慢地自己恢复正常。但更多的需要一周左右的自学习才能恢复正常。

如用户提出立即使怠速恢复正常，可以用故障诊断仪反复进行几次节气门基本调整（基本设定），怠速即可恢复正常；也可以利用故障诊断仪对发动机控制单元进行重新编码，以使怠速立即恢复正常。不同车型的自适应方法不同，如菲亚特车型在完成节气门的清洗或更换后，把点火开关旋转到ON位，停留10s，关闭点火开关，再重新打开点火开关，并起动发动机，即可完成节气门位置传感器的自适应，使怠速恢复到正常；或断开蓄电池负极1min，即可删除控制单元记忆，使怠速恢复正常。

(2) 对自动变速器进行基本设定 在更换自动变速器控制单元、节气门位置传感器或电子节气门后，应重新对自动变速器进行基本设定，否则有可能出现加速不良等故障，也可能存储负荷错误的故障码。用故障诊断仪读取数据流，在怠速时，正常情况应显示节气门开度0%；而没有进行自动变速器自适应时，数据流会显示节气门开度为50%。

以大众车系为例：选择地址02-功能04-通道00，将加速踏板完全踩到底，打开强制降档开关，并保持3min，自动变速器自适应完成。

3. 删除故障码

调取故障码，故障码又可分为历史故障码（较早以前出现的故障码）、现行故障码和偶发性故障码（后者多为端子接触不良）。

偶发性故障码不能随意删除，删除后不容易再查到。检测时通过上下左右摇晃传感器线束，检查端子连接是否牢靠、接地是否可靠。

历史故障码指的是较早以前出现的故障码，故障已经被排除。但由于没有及时删除故障码，所以故障指示灯依然亮着。排除故障前应先消除历史故障码。

现行故障码指现存的故障码，排除故障后应及时删除。

在删除故障码时，故障指示灯至少应闪一下，如故障指示灯既不亮也不闪，说明故障码无法删除，应重点检查接地线是否有不实之处。在发动机工作时用万用表检查蓄电池负极和车身任意一个接地点有无电压，如有，说明接地线确有不实之处。逐个拔下熔丝，拔下某个熔丝后没有放电现象的消失，说明接地线不实之处就在该熔丝负责的电路范围内。

4. 结束输出

在故障诊断仪使用完后，应按结束键结束输出。

5. 读取数据流（动态测试）

读取数据流是对故障进行定性、定量分析和一些动态的检测，主要包括氧传感器的输出电压、发动机的冷却液温度、发动机进气温度、发动机进气量、节气门开度、喷油脉宽、发动机转速、点火提前角、蓄电池电压、自动变速器的油温、自动变速器各个电磁阀的工作情况、ABS 轮速传感器的工作情况等。故障诊断仪的精度较高，但某些传感器和执行器的检测需要一定的条件。例如，检查怠速时喷油脉宽需在发动机冷却液温度 85℃ 以上，并且必须参考节气门开度信号；又如检查 ABS 轮速传感器，车速在 60km/h 以上连续行驶 30s 后，才能读取轮速传感器的数据流。

(1) 用读取数据流检测制动灯开关 可以巧用读取数据流来检测制动灯开关。装有 ESP 系统的汽车，制动灯开关一旦调整不当，将会导致 ESP 和 ABS 故障指示灯偶尔发亮，或造成 ESP 系统退出。制动灯开关除了凭借经验进行检查和调节外，还可以借用故障诊断仪读取数据流来进行检查。以大众汽车为例：连接故障诊断仪，起动发动机，输入地址码 03，进入 08 读取数据流，显示组 002，观察区域 3 和 4，由 0 变为 operat-ed；切换到显示组 005，慢慢地踩下制动踏板，当制动灯刚刚亮时，观察区域 3，显示制动压力应大于 100kPa、小于 200kPa。如显示制动压力大于 200kPa，应更换制动灯开关；制动压力小于 100kPa，应适量减小制动踏板的自由行程，直到制动灯刚亮时制动压力大于 100kPa、小于 200kPa 为合适。

(2) 读取数据流要和故障分析相结合 例如，帕萨特 01N 型变速器故障存储器调取故障码为 1192，故障内容显示为离合器互感电路故障。汽车行驶中事先没有任何预兆，也没有任何异常响声，突然不能行驶，但过一会又可以正常行驶。在出现故障期间，有时还伴有汽车起步时“闯车”的故障。这类故障通常是由于自动变速器控制阀内主调压阀卡滞在泄油一侧造成的。由于变速器控制阀内油液是在油压作用下不断流动的，所以主调压阀第一次卡滞不久又可以活动，汽车又恢复行驶功能。但如不及时清洗液力变矩器和控制阀，过一段时间还可能发生主调压阀卡滞在泄油一侧或其他滑阀发生卡滞的故障。

(3) 以构造、原理为基础结合数据流分析故障 只会读取数据流还不够，离能够准确地诊断故障还有一定的距离。必须在掌握构造、原理的基础上，熟知相关的数据，才能作出正确的诊断。例如，混合气过浓会造成热车不易起动，应重点检查喷油脉宽是否过宽。但进行喷油脉宽检测，不仅需要知道不同工况下正确的喷油脉宽数值，而且喷油脉宽是由空气流量决定的，检测喷油脉宽需先检查怠速时的空气流量。以大众发动机为例，发动机冷却液温度应在 85℃ 以上，并且必须参考节气门开度的数据。怠速时空气流量为 2~4 g/s，节气门开度应为 0°~5°。如怠速时节气门开度为 7°，该项检测就无法做。需要先清洗节气门，使节气门开度正常，然后才能进行空气流量检测。空气流量由于受节气门开度限制，怠速时节气门开度正常，但空气流量过高，说明空气流量传感器有故障，会导致喷油脉宽过宽。怠速时节气门开度正常，但空气流量过少，如是 LH 型（热丝、热膜式）传感器，则可能是被废气返流的积炭污染，此故障会导致喷油脉宽过窄。维修时，在怠速、热车工况下用化油器清洗剂直接喷射热丝或热膜，在排除故障的同时，强烈的冷却可使控制单元对其失去记忆，免去了重新学习的麻烦。

(4) 要利用好数据流，必须大量占有资料 读取数据流必须找到相关的资料。通常厂家的维修手册上给出的是电器最大和最小的数值，而实际检测时往往需要某一个区间内的具

体数值。例如，诊断是否因空气流量传感器的原因导致加速不良，必须知道几个特定转速下的进气流量；又如热车时不容易起动，和混合气过浓有关，热车起动时的喷油脉宽是关键数值，不知道热车起动时厂家额定的喷油脉宽，数据流就失去价值。有些故障诊断仪有数据录入和数据对比功能，检测起来就比较容易。

具有汉化功能的带触摸屏的故障诊断仪，操纵起来更加方便易学，在检测功能方面更加完备；缺点是体积大，无法在道路行驶状态下测试。

(5) 要警惕 A/D 转换器转换错误 若数据流出现的数据和维修人员根据经验得出的期望值有明显的差距，如进气温度、冷却液温度、大气压力、自动变速器油温、车速等与期望值有明显的差距，应注意是否是控制单元的 A/D 转换器发生转换错误。

A/D 转换器负责将模拟信号转换成控制单元可以阅读的数字信号，在转换过程中如发生错误，将导致控制单元误操作，如实际汽车车速只有 110km/h，但数据流显示为 170km/h，控制单元按照断油控制中汽车达到最高车速就不允许再提速的原则进行控制，汽车最高车速就只有 110km/h，而且既不点亮故障指示灯，也没有故障码。所以，数据流显示的车速与里程表显示的车速不统一时，要警惕 A/D 转换器转换错误。

6. 新型的故障诊断仪功能

新型故障诊断仪（如 V. A. S5051）基本都有以下功能：

- 1) 车辆自诊断功能。
- 2) OBD 检测功能。
- 3) 测试仪器功能。
- 4) 引导性故障查询功能。
- 5) 工作温度测试功能。
- 6) 固定锁功能。
- 7) 基本设定功能。

其中有三项功能比较重要。

(1) 车辆自诊断功能 对发动机、自动变速器、ABS 和仪表等控制单元进行检测。

(2) 引导性故障查询功能 包括可以直接查询控制单元内存储的故障记忆。将维修人员需要的信息马上调出来，并且故障诊断时亦可凭借强大的数据库，帮助维修人员查询故障，还可以教授检查方法。如果不知道成套辅助线如何使用，或不知道连接导线的插接位置，请教有触摸屏的故障诊断仪，它可以通过清晰的图像告诉你。

如果车况不好，又找不到故障点，请教有触摸屏的故障诊断仪，它可以自动快捷地逐项检查，直到将整个系统全部查完。

(3) 基本设定功能 该功能负责完成控制单元和执行器之间基础的电位设定。更换控制单元、节气门位置传感器，或清洗节气门位置传感器后，需要进行基本设定。

7. 如何进行自动变速器自适应

以大众车系为例：选择地址 02 - 功能 04 - 通道 00，将加速踏板完全踩到底，打开强制降档开关，并保持 3min，自动变速器自适应完成。

8. 各种基本设定的内容

(1) 发动机系统基本设定 完成节气门位置传感器和发动机控制单元之间的电位匹配。通常新换的节气门位置传感器或新换的变速器控制单元必须和发动机控制单元进行一次电位

匹配,如大众发动机选择地址 02 - 功能 04 通道 00 键,将加速踏板完全踩到底,保持 3min,可完成节气门位置传感器电位匹配;否则就会出现各前进档加速不良、怠速游车等故障。这是由于节气门开度与自动变速器不匹配造成的。

在没有进行电位匹配时,有的车故障指示灯不亮,也没有故障码;而另一些车的故障存储器则会存储负荷错误的故障码。

(2) 空调系统基本设定 完成空调电动机和空调控制单元之间的电位匹配。

(3) 前照灯系统基本设定 完成前照灯照程电动机和前照灯控制单元之间的电位匹配。

(4) 功能引导 汽车每个控制单元下都有很多的功能匹配和信息说明。这个功能的作用是让维修人员可利用该功能主动地对每个控制单元进行操作,完成匹配和故障查找。

9. 测量功能

1) 使用万用表。可以测量电压、电阻和电流,如测试蓄电池电压,要打开前照灯 15s,消除蓄电池的表面负荷(浮电),然后关闭前照灯将万用表针连接蓄电池正负极,才能准确测出蓄电池电压。

2) 示波器。可以测量传感器、执行器的工作波形,通过波形分析快速、准确地诊断故障。

10. 偶发性故障

带/sp 符号的故障码为偶发性故障。在故障诊断中经常遇到偶发性故障,此类故障可能是端子插头松动,或排完故障未消除故障码。偶发性故障与传感器自身没有关系,所以不要随意更换传感器。在电气系统维修中经常可以遇到端子插头松动、接地线不实、蓄电池正极线短路、线束短路等方面的故障,所以在电气系统的故障诊断中应先检查上述方面是否有故障。

1) 将万用表调到电压档,起动发动机,把两个测试笔分别与蓄电池负极和车身某处可靠接地,读取万用表上显示的电压值,正常情况下应为 0V,如实际测试中显示有电压值,说明汽车上存在接地线不实处。

2) 在蓄电池负极和车身接地点之间连接电流表,然后逐个拔下熔丝。拔下某个熔丝后不再放电,说明该熔丝负责的电路有插头松动或接地线不实,从而造成拉弧放电。所有的熔丝都拔下后仍然放电,说明蓄电池正极线有短路处,应更换蓄电池正极线。

二、检测盒的使用

大众、奥迪汽车专用检测设备中有检测盒。检测盒为多孔诊断插座,主要用于检测各传感器和执行器线束的电阻值。在正常情况下,所有线束的电阻值 $\leq 1.5\Omega$,否则说明有故障。检测盒和发动机的控制单元连接。查询故障存储器,如有故障码,应先用检测盒检测各传感器和执行器线束的电阻值;再用万用表检查传感器和执行器的电阻值。

例如,负责喷油器的发动机控制单元的接地电阻本应为 0.4Ω ,而实测是 5Ω 。控制单元接地电阻增大后,流经喷油器电磁线圈的电流就会明显减小,使喷油器开启时间延长,进而导致喷油脉宽减小,混合气过稀,在中速行驶中会出现发动机丢转的故障。在进入闭环控制后,氧传感器检测到混合气过稀时向控制单元发出增加喷油量的信息,控制单元加大喷油脉宽。如此反复后,自诊断系统会留下氧传感器的故障码。所以在查到故障码后应先查线束和接地线的电阻值。

关闭点火开关,将检测盒和发动机的控制单元诊断接口相连,然后将点火开关旋至 ON 位置,接通电源,不起动发动机,进行检测盒检测。

1. 用检测盒检测霍尔传感器线束

断开霍尔传感器3针插头,用万用电表的电阻档检测霍尔传感器线束。以帕萨特B5为例,检测霍尔传感器G40线束的阻值时进行以下连接:

- ① 1号端子和诊断插座62号插孔。
- ② 2号端子和诊断插座76号插孔。
- ③ 3号端子和诊断插座67号插孔。

正常情况下各线束阻值 $\leq 1.5\Omega$ 。

2. 检测点火模块线束

断开点火模块5针插头时,用万用表分别进行以下连接:

- ① 1号端子和诊断插座77号插孔。
- ② 2号端子和诊断插座70号插孔。
- ③ 3号端子和诊断插座2号插孔。
- ④ 4号端子和诊断插座78号插孔。
- ⑤ 5号端子和诊断插座71号插孔。

正常情况下各线束电阻值 $\leq 1.5\Omega$ 。

3. 检测空气流量传感器(MAF)的线束

断开空气流量传感器的5针接头时,用万用表分别测以下端子:

- ① 3号端子和诊断插座上12号插孔。
- ② 4号端子和诊断插座上11号插孔。
- ③ 5号端子和诊断插座上13号插孔。

正常情况下各线束电阻值 $\leq 1.5\Omega$ 。

4. 检测炭罐清污电磁阀的线束

断开炭罐清污电磁阀端子,用万用表检测:2号端子和诊断插座上15号插孔。

5. 检测氧传感器线束

断开氧传感器4针接头,用万用表检测以下端子:

- ① 4号端子和诊断插座上25号插孔,实测应为 0.4Ω 。
- ② 2号端子和诊断插座上27号插孔,实测应为 0.43Ω 。

6. 检测1.8T帕萨特的爆燃传感器线束

1) 用万用表测1号爆燃传感器G61,检测以下端子:

- ① 1号端子和诊断插座68号插孔。
- ② 2号端子和诊断插座67号插孔。
- ③ 3号端子和诊断插座67号插孔。

2) 用万用表测2号爆燃传感器G66,应检测以下端子:

- ① 1号端子和诊断插座60号插孔。
- ② 2号端子和诊断插座67号插孔。
- ③ 3号端子和诊断插座67号插孔。

三、示波器的使用

1. 示波器的工作原理和测试方法

根据示波器屏幕上波形的变化和所显示出的电压值,可以对电器部件进行很多测试。示波器内有一个阴极射线管,它能反映出电器部件工作电压的波形,能快速捕捉到瞬间的电压和电流的变化,而这是其他检测仪器所不具备的。

示波器波形向上移动,表示电压上升;示波器波形向下移动,表示电压下降。示波器上有一个旋钮或按钮用来根据所测电器部件的工作电压变化量,选择理想的电压量程。电压波形横移过程,表明特定的间隔时间长度。屏幕上水平量程以 ms 为单位划分。

控制单元自诊断系统读取的故障码,通常是现行或历史故障码,即硬性故障码。瞬时出现的偶发性故障码,控制单元自诊断系统很难得到。故障诊断仪可以确定故障的范围,但很难确定故障的点,而示波器则有这方面的优势。读取数据流显示的工作状态和显示的信号参数,并不一定准确;而示波器的检测则是非常准确的。

用示波器检查时,可以模拟发生故障的工况,查找瞬时出现的间歇故障。每一种电器总成都有自己特定的波形,如波形不符,则说明有故障。示波器可以记录下传感器或执行器在故障发生瞬间所显示的波形,将其和正常的波形比较,从而判定故障原因;还可以将同类电器部件的波形相比较,迅速查出其中不良的电器部件。例如,发现某个喷油器的工作波形与其他喷油器的工作波形存在明显差异,就可以判定这个喷油器的控制线路中一定有故障存在;又如,发动机出现间歇性无法起动,就可以用示波器分别检查凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的工作波形,以便迅速作出正确的诊断。

2. 示波器测试方法

- 1) 通过自身的无损探针在被测线路上直接测量。
- 2) 利用和控制单元连接检测盒的多孔诊断插座的接口进行分析后计算出波形。这类波形的致命缺点是:如果读取数据流在模块内部计算错误,或者检测仪自身存在问题,均会导致波形错误,使之作出误诊断。

3. 示波器设定内容

1) 设定电压:设定屏幕上每一格刻度表示多少伏电压,与万用表电压最大量程选择相似,主要是为了波形垂直长度合适,波形显示清楚。1 为通道 1 (CH1), 2 为通道 2 (CH2)。

2) 时间设定:主要是指屏幕横坐标方向可显示时间间隔长短的设定。每一格刻度表示多少秒 (格/s)。时间设定用来反映电压随时间变化过程的曲线。时间设定主要考虑水平方向宽窄要合适。

3) 触发设定:主要指选择被测波形在显示屏垂直高度和水平位置上的定位。

4. 示波器其他功能键

1) 光标键 (CURSOR): 起动光标功能时,可移动两条垂直光标至波形的任意位置,测量所需数据。

2) 自动量程 (AUTO RANGE): 起动自动量程,自动设定最佳的时机和量程,同时在屏幕右上方显示 ATUO 字样。关闭此功能,则必须手动设定量程。

3) 主菜单 (MENU): 按此键可显示主菜单。在测试中要改变功能时,均需先按此键。

4) 锁定屏幕 (SAVE RECALL): 按此键时锁定目前所显示的屏幕 (屏幕右上方显示 HOLD 字样),显示存储、调用及打印菜单。

下面给出汽车示波器测试功能、主菜单和子菜单内中英文的对照。

CURSOR	光标键	SAVE RECALL	锁定屏幕
RECORD	功能菜单	AUTO RANGE	自动量程
CH1/CH2	通道电压设定	COUPL	信号偶合方式
TIME	时间设定	GND	信号接地
TRIG	触发设定	PROBE	表笔倍率
ADJ	单格电压调整	MODE	输入通道方式
MENU	主菜单	SCOPE	示波器
SENSOR	传感器	MULTIMETER	万用表
AIR/FUEL	空气/燃油	VEHLEDATA	改变车辆数据
IGNITION	点火		
ELECTRICAL/ SYSTEM	电子系统	INSTRUMENTSETUP	改变仪器设置

AIR/FUEL MENU	空气/燃油菜单
FUELINJECTOR	燃油喷油器
POTENTIOMETER	电位器
OXYGEN SENSOR	氧传感器
DUAL OXYGEN SENSOR	双路氧传感器
GENERAL SENSOR	通用传感器

SENSOR MENU	传感器菜单
GENERAL SENSOR	通用传感器
OXYGEN SENSOR	氧传感器
DUAL OXYGEN SENSOR	双路氧传感器
KNOCK SENSOR	爆燃传感器
POTENTIOMETER	电位器

IGNITION MENU	点火菜单
PRIMARY	初级点火
SECONDARY	次级点火
ADVANCE	点火提前角
DWELL	点火闭合角

ELECTRICAL SYSTEM MENU	电子系统菜单
CHARGING	电流
BATTERY TEST	蓄电池测试
POTENTIOMETER	电位器
SOLENDIO AND DIDOE	电磁线圈和二极管
VOTAGE DROP	电压跌落
STEPPER MOTOR	步进电动机

SCOPE MENU	示波器菜单
SINGLE INPUT SCOPE	单通道输入波形
DUAL INPUT SCOPE	双通道输入波形
PEL COMPRESSION SYNC	非同步气缸相对压力
PEL COMPRESSION SYNC	同步气缸相对压力
MULTIMETER MENU	万用表菜单
VOLT DC AC	电压、直流、交流
OHM/DIDOE/COMTINUTTY	欧姆/二极管/导通性
RPM	转速
FREQUENCY	频率
DUTY CYCLE	占空比
PULSE WIDTH	喷油脉宽
AMP DC AC	电流、直流、交流
TEMPERATURE °C °F	温度 °C °F

5. 车速传感器的波形检查

光电式车速传感器和霍尔式车速传感器的波形都是方波，磁电感应式车速传感器的波形是钉形波。当自动变速器出现频繁换挡时，用示波器检测车速传感器的波形，往往会发现波形已经杂乱无章。光电式车速传感器的波形见图 2-3。

霍尔式车速传感器的波形见图 2-4。

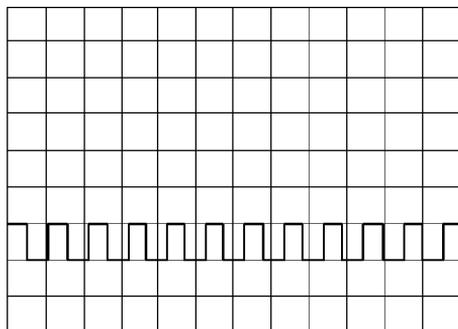


图 2-3 光电式车速传感器的波形

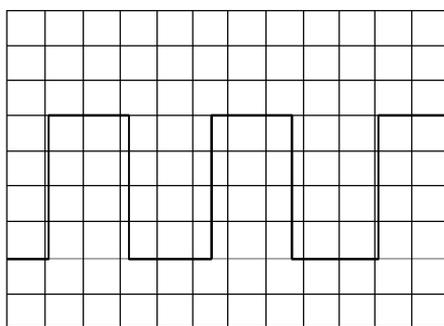


图 2-4 霍尔式车速传感器的波形

磁电感应式车速传感器的波形见图 2-5。

6. 爆燃传感器的波形检查

爆燃发生时，爆燃传感器（KS）会发出钉状电压波形，爆燃程度越大，KS 所产生的钉状波形也越大，如手工敲击气缸体，数字式动态示波器的屏幕上会立即出钉状波形，敲击越重，波形也越大。通常 KS 耐久性较好，最常见的 KS 故障是根本不产生信号电压，敲击 KS 周围的缸体，而波形还是保持一条水平线。

7. 氧传感器的波形检查

连接好示波器，连续两次迅速开启和关闭节气门，即迅速把加速踏板完全踩到底，待发

动机转速上升到 3000r/min 以上时, 迅速放松加速踏板, 连续两次。

1) 当节气门迅速开启后, 大量的空气瞬时进入气缸, 使混合气变稀, 所以氧传感器一个采样点电压信号波形为 0 (混合气过稀), 氧传感器电压信号波形为低电压。

2) 随即喷油器根据节气门位置传感器的输入信号, 迅速增加喷油量, 喷油量增加后, 由于随后迅速关闭节气门, 进气受阻, 混合气过浓, 氧传感器电压信号波形为高电压。

连续两次迅速开启和关闭节气门时氧传感器的信号波形见图 2-6。2500r/min 稳定运转时的氧传感器波形见图 2-7。

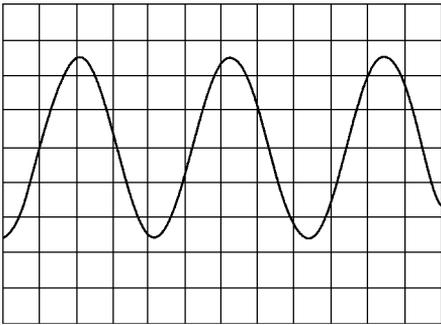


图 2-5 磁感应式车速传感器的波形

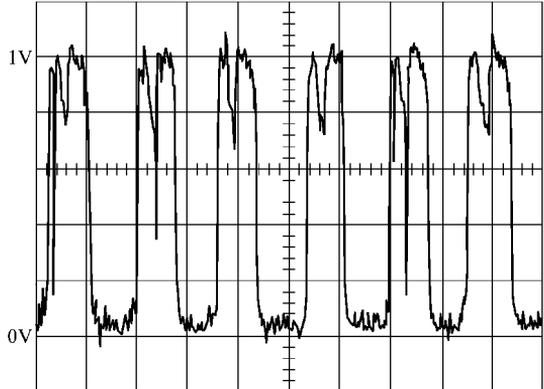


图 2-6 连续两次迅速开启和关闭节气门时氧传感器的信号波形

3) 用示波器检测时, 氧传感器信号波形上杂波多的原因是发动机缺缸, 而不是氧传感器自身故障。

4) 在闭环状态下, 用示波器测试三元催化转化器 (TWC) 上游和下游的氧传感器, 上游的氧传感器波形令人满意, 下游氧传感器的波形小得多, 说明 TWC 有故障, 见图 2-8。

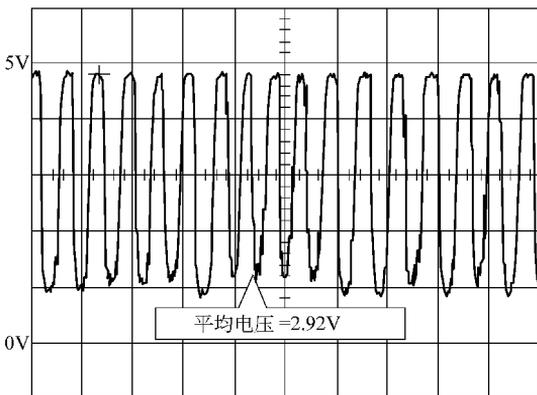


图 2-7 2500r/min 时氧传感器波形

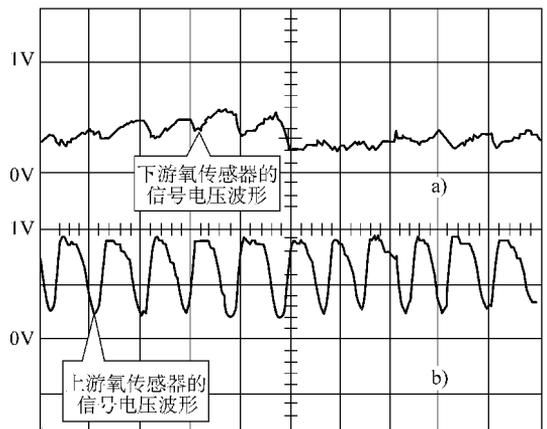


图 2-8 上游氧传感器和下游氧传感器波形的比较

a) 下游 b) 上游

8. 空气流量传感器

空气流量传感器的波形是近似方波, 见图 2-9。

有的汽车车速在 120 ~ 140km/h 时出现突然熄火, 另一些汽车车速在 120 ~ 140km/h 时

出现喘振。用示波器检测，在故障出现时空气流量传感器出现时断时续近似方波的故障。空气流量传感器正常的波形和突然熄火（喘振）的波形见图 2-10。

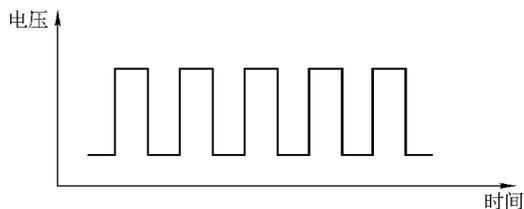


图 2-9 空气流量传感器正常的波形

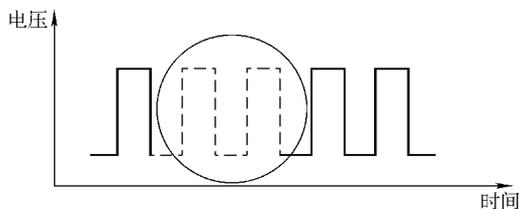


图 2-10 在 120~140km/h 出现喘振故障时的波形

9. 点火系统的波形检查

将示波器和第一缸高压阻尼线相连可检查各缸点火情况。点火系统波形主要是看击穿电压和燃烧电压。击穿电压是指火花塞电极跳火的电压，电喷发动机击穿电压最高时通常为 25~30kV。燃烧电压是指点燃混合气所需的电压，电喷发动机点燃混合气需 10kV 电压。击穿电压和燃烧电压之差为储备电压，储备电压越高，发动机的工作稳定性就越好。燃烧电压明显低于 10kV 时，会造成发动机怠速不稳；低于 5kV 时，会造成无法起动。过于光滑的燃烧曲线表明没有电弧产生，通常是由于对地短路。燃烧曲线在终点升起时，气缸内的燃烧也就结束了。

造成燃烧线过短的原因有以下两项：

- ①混合气过稀。
- ②次级电阻过高。

在初级点火波形中燃烧的时间是最重要的指标。火花塞火花在燃烧室中维持的时间称为火花持续时间，以 ms 计算，典型的火花持续时间在 0.8~3ms 之间，具体数值与线圈和发动机型号有关，要保证混合气正常点火，足够的火花持续时间是必要的。

10. 示波器应用范围的总结

示波器可用于检测空气流量传感器、进气歧管绝对压力传感器、喷油器、车速传感器、轮速传感器、进气温度传感器、发动机冷却液温度传感器、自动变速器油温传感器、燃油温度传感器、机油温度传感器、凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器、点火初级信号波形、点火次级信号波形、怠速步进电动机、发动机涡轮增压系统、炭罐系统，以及自动变速器、ABS、ASR 等系统的各种控制电磁阀等，并可辅助检查线路是否断路或短路。

示波器可以对点火线圈的充电闭角和燃烧电压的持续时间进行精确的显示。示波器还可以计算电器部件的脉冲数、工作频率、周期和脉宽等。

四、其他检测设备的使用

1. 数字型万用表

数字型万用表的检测功能包括：

- 1) 电压测试。
- 2) 电流（交流和直流）测试。
- 3) 电阻测试。
- 4) 二极管测试。

指针式万用表则基本只能用来检测电气元件的电阻和电压。

以帕萨特 B5 为例，常用的万用表检测数据包括：

- 1) 炭罐清污电磁阀 (CANP、N80)：两端子间正常电阻应为 $22 \sim 30\Omega$ 。
- 2) 发动机转速传感器 (CKP、G28)：1 号和 2 号端子间电阻应为 $450 \sim 1000\Omega$ ；2 号和 3 号端子、1 号和 3 号端子间电阻为 ∞ 。
- 3) 火花塞两端子间电阻：应约为 2000Ω 。
- 4) 喷油器两端子间电阻：应约为 $12 \sim 15\Omega$ 。

2. 成套辅助线

成套辅助线包括有触摸屏的故障诊断仪的各种接线，为了便于检测不同工况下电压变化的万用表和各种传感器插孔相连的插线；还包括查找低压电路故障和高压阻尼线是否短路的发光二极管、可变电阻和各种诊断插座等。

3. 用发光二极管检测故障

(1) 用发光二极管检测霍尔传感器 关闭点火开关，断开霍尔传感器端子，用 V. A. G1594 辅助线和发光二极管连接传感器 1 号和 2 号端子。起动发动机，发动机工作几秒后，每个工作循环发光二极管应有短暂的闪亮。

(2) 用发光二极管检测炭罐清污电磁阀 用发光二极管检测炭罐清污电磁阀 (N80)，除脉冲信号类传感器不能做外，其他类清污电磁阀都可用发光二极管进行通断试验。

(3) 用发光二极管检测点火线圈 在点火线圈负极接线端与发动机接地线之间连接发光二极管及其导线，打开点火开关，通用汽车公司点火系统中由于模块初级电路是开路的，如灯不亮，表明从点火开关到点火线圈接线端的电路中或初级线圈中有断路；其他公司点火系统中电路是闭合的，电压经过初级线圈便产生降压，不足以点亮发光二极管，如灯亮表明线圈和组件之间、组件和导线中有断路。

(4) 用发光二极管检测喷油器 拔下所要检测的喷油器插头，接上发光二极管，串联一根阻尼线，起动后试灯有规律地闪闪停停，和喷油脉宽数据变化一致为正常。

(5) 用发光二极管检测高压阻尼线是否短路 将连接发光二极管的阻尼线一端接地，另一端在可能发生漏电的高压阻尼线之间晃动，如高压阻尼线有漏电处，发光二极管会连续闪亮。

4. 用听诊器检测故障

发动机无法起动，可用听诊器检测喷油器和火花塞。

(1) 起动时喷油器和火花塞都没有声音的分析 起动时喷油器和火花塞都没有参加工作故障通常在曲轴位置传感器。

1) 检查曲轴位置传感器的电阻。电阻过低，说明内部短路；电阻过高，说明内部断路。

2) 检查曲轴位置传感器和转子间的气隙，曲轴旁边的曲轴位置传感器和转子间的气隙应为 0.80mm ，气隙超过 2.3mm 就很难建立磁场，无法输出电压信号。

3) 磁电感应式曲轴位置传感器还应检查传感器的磁性是否丢失，人工合成的永久磁铁受到猛烈撞击后会丢失磁性，尽管传感器电阻正常，但因无法建立磁场而必须更换。

4) 磁电感应式曲轴位置传感器输出电压信号应符合标准。

(2) 起动时喷油器有声音，而火花塞没有声音的分析 应重点检测点火系统继电器和点火模块。

用发光二极管检测点火模块的电路。起动时发光二极管如不亮，说明点火系统继电器触

点没有闭合,应更换点火系统继电器;起动时发光二极管如只亮而不连续闪烁,说明点火模块只导通不截止,必须更换点火模块。

(3) 起动时火花塞有声音,而喷油器没有声音的分析 应重点检测燃油泵继电器。燃油泵继电器对正极短路时,燃油泵不工作。

打开燃油箱盖,同时打开点火开关,在燃油箱盖处应能听到 2s 的泵油声。如听不到应重点检查燃油泵继电器是否对正极短路,以及控制单元和燃油泵之间的连接电路。

第三节 利用数据流和故障码分析故障



第三节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 大众系列轿车发动机的冷却液温度在 85°C 以上、节气门开度为 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 时,进气量(空气的质量流量)数据流应为 $2\sim 4\text{g/s}$,大于 4g/s 会造成混合气过浓,小于 2g/s 会造成混合气过稀。

2. 燃油泵继电器对地短路时,燃油泵会连续不停地运转;燃油泵继电器对正极短路时,燃油泵不工作。

3. 在用数据流检测发动机冷却液温度的同时,用红外线测温仪检查散热器上水管冷却液温度。若二者存在明显差距,说明发动机冷却液温度传感器有故障。

4. 进气歧管绝对压力传感器(MAP)真空软管堵塞,使 MAP 感受到的真空度明显低于进气系统实际的真空度,控制单元误认为进气量较大,所以数据流显示的进气量明显高于正常值。

5. 大众车系在车速 120km/h 时空气的质量流量应为 60g/s ,如数据流明显低于 60g/s ,就会因混合气过稀,而造成加速无力。

6. 冷却液温度传感器断路时,数据流显示发动机冷却液温度为 -50°C 。

7. 冷却液温度传感器短路时,数据流显示发动机冷却液温度为 139°C 。

8. 一个人打开点火开关,另一个人手握燃油管路中的软管部分,起动时若没有感觉到软管脉动;或打开燃油箱盖,起动时没有听到燃油泵工作声,说明无法起动故障的原因在燃油泵继电器及其电路。

9. 燃油泵继电器除控制燃油泵外,通常还负责控制加热型氧传感器(HO₂S)、炭罐清污电磁阀(CANP)、喷油器(INJ)、怠速步进电动机(IAC)及空气流量传感器(MAF)、进气歧管切换阀和可变点火正时调节系统等。

10. 燃油泵继电器出现故障后会同时出现 10 多个故障码,但没有燃油泵继电器的故障码。

一、利用数据流分析故障

1. 进气歧管绝对压力传感器真空软管堵塞故障的数据流分析

(1) 读取数据流 怠速时节气门开度正常,怠速转速没有高于正常值,但进气量明显高于正常值,氧传感器输出的电压值较高,说明混合气偏浓。

(2) 数据流分析

1) 怠速时节气门开度正常,怠速转速正常,说明进气系统内部和外部密封良好,所以

数据流显示的进气量明显高于正常值的信息不可靠。

2) 进气歧管绝对压力传感器 (MAP) 真空软管堵塞, 使 MAP 感受到的真空度明显低于进气系统实际的真空度, 造成 MAP 输出高信号, 使控制单元误认为进气量较大, 所以数据流显示的进气量明显高于正常值。

3) 控制单元误认为进气量较大, 加大喷油脉宽, 导致混合气过浓。

4) 同时 MAP 真空软管堵塞, 使 MAP 无法感知到或无法同步感知到进气道内真正的真空度变化, 致使控制单元无法知道正确的进气量, 而反复调整怠速步进电动机的步数, 这时怠速转速会发生大幅度波动。有时会出现使用自动变速器的汽车在摘档时熄火的故障, 这是因怠速挂档时控制单元会自动调高发动机转速, 在摘档后则回到正常怠速, 由于 MAP 真空软管堵塞, 造成怠速转速大幅度波动, 于是就出现摘档时熄火的故障。

由于软管堵塞属于机械故障, 用故障诊断仪无法检测到, 所以故障有一定的隐蔽性。

(3) MAP 真空软管是否堵塞的检测方法 在检测进气歧管绝对压力传感器 (MAP) 输出电压信号时, 正常情况下随空气压力的上升, 进气歧管绝对压力传感器输出信号的频率也会相应增大, 所以在加大节气门开度的同时, 检查传感器输出电压信号是否同步变化, 即可查出 MAP 真空软管是否堵塞。若不能同步变化则说明 MAP 真空软管堵塞, 应更换真空软管。

2. 空气流量传感器故障的数据流分析

(1) 怠速时空气流量数据流的分析 在用数据流检测空气流量传感器 (MAF) 时, 发动机冷却液温度必须达到 85°C 以上; 其次要熟悉产品的数据, 以大众轿车为例, 在正常情况下, 怠速时空气质量流量为 $2\sim 4\text{g/s}$, 节气门开度为 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

1) 节气门开度正常, 空气质量流量高于上限, 说明空气流量传感器输出信号过高, 会造成混合气过浓。

2) 节气门开度正常, 空气质量流量小于下限, 说明空气流量传感器输出信号过低, 会造成混合气过稀。

(2) 加速时空气流量数据流的分析 有些汽车怠速运转正常, 行驶中也比较稳定, 只是加速不良, 应重点检测在特定速度区域的空气流量是否正常。例如, 大众车系在 120km/h 时空气的质量流量应为 60g/s , 若数据流明显低于 60g/s , 就会因混合气过稀而造成加速无力。

3. 冷却液温度传感器故障的数据流分析

发动机冷却液温度传感器 (CTS) 信号是否准确, 关系到发动机暖机、怠速、加速等工况是否能运转平稳, 如发动机暖机时怠速不稳, 或行驶中排气管始终冒黑烟, 在熄火状态下断开冷却液温度传感器端子, 重新起动后发动机工作就正常了, 说明发动机冷却液温度传感器信号有可能不准确, 应进行进一步检查。

控制单元对发动机冷却液温度传感器进行电压检测时, 冷却液温度传感器只要没有出现传感器正极短路或断路, 就不会留下故障码。冷却液温度传感器断路时, 数据流显示发动机冷却液温度为 -50°C 。冷却液温度传感器接地线短路, 数据流显示发动机冷却液温度为 139°C 。在 OBD I 系统时, 即使传感器输出电压信号严重失准, 只要没有达到两端的极限 -50°C 和 139°C , 故障指示灯就不会点亮, 也不会留下故障码。

控制单元对发动机冷却液温度传感器进行时限检测时, 发动机工作 10min 后如冷却液温

度传感器输出的电压信号显示发动机冷却液温度还不到 60℃，控制单元自诊断系统就会认为冷却液温度传感器失效，并留下故障码。

在怀疑冷却液温度传感器输出电压信号不准确时，可用数据流检测发动机冷却液温度传感器，同时用红外线测温仪检查散热器上水管冷却液温度（发动机实际冷却液温度）。若二者存在明显差距，说明发动机冷却液温度传感器有故障。

二、利用故障码分析故障

1. 对燃油泵继电器故障的分析

燃油泵继电器对地短路时，燃油泵会连续不停地运转；燃油泵继电器对正极短路时，燃油泵则不工作。

燃油泵继电器除控制燃油泵外，通常还负责控制加热型氧传感器（HO2S）、炭罐清污电磁阀（CANP）、喷油器（INJ）、怠速步进电动机（IAC）及空气流量传感器（MAF）。所以电动燃油泵继电器对正极短路后，发动机熄火，不能起动，会同时出现多个故障码。如果出现上述传感器和喷油器故障码，特别是几个故障码同时出现时，需慎重对待，不可以盲目换件，因为不可能有这么多传感器和执行器同时发生故障。

燃油泵继电器是否工作的检查方法：

1) 一个人打开点火开关，另一个人手握燃油管路中的软管部分，起动时若没有感觉到软管脉动，说明无法起动故障的原因在燃油泵继电器及其电路。

2) 一个人打开燃油箱盖听燃油泵的泵油声，另一个人打开点火开关，在燃油箱盖处应能听到 2s 的泵油声。若听不到泵油声说明故障在燃油泵继电器及其电路。

应重点检查燃油泵继电器是否对正极短路，及检查控制单元和燃油泵的连接电路。若打开点火开关，燃油泵连续不停地运转，则可能是燃油泵继电器对地短路。

2. 对点火线圈故障的分析

故障指示灯亮，故障码显示存在失火故障，汽车行驶中也确实存在热车时突然熄火，但熄火后不久又可正常起动，起动后行驶正常。检查结果是点火线圈和点火模块的端子连接可靠，测试电阻完全正常。但实际上点火线圈的内部绝缘层已经被烧毁，在点火线圈达到一定工作温度后，热膨胀时就会出现内部短路，导致失火。有分电器的点火系统会在热车时突然熄火，无分电器的点火系统会在热车时出现工作不稳。消除故障码，更换新的点火线圈和点火模块，重新试车，看是否还有失火的故障码。若更换新的点火线圈和点火模块后不再有失火的故障码，说明原来的点火线圈或点火模块确实有故障。

思考题

一、概念题

1. 发光二极管
2. 成套辅助线
3. 检测盒
4. 示波器
5. 偶发性故障码
6. 历史故障码
7. 现行故障码

8. 数据流
9. 继电器

二、填空题

1. 断开霍尔传感器端子，用辅助线和发光二极管连接1号和2号端子。起动发动机，发动机工作几秒后，每个工作循环发光二极管应有（ ）的闪亮。

2. 在点火线圈负极接线端与发动机地线之间连接发光二极管及其导线，通用汽车公司点火系统中由于模块初级电路是开路的，如发光二极管（ ），表明从点火开关到点火线圈接线端的电路或初级线圈中有断路故障。

3. 其他公司点火系统中电路是闭合的，电压经过初级线圈便产生降压，不足以点亮发光二极管，如发光二极管（ ）表明线圈和组件之间，组件和导线中有断路。

4. 空气流量传感器的波形是方波。有的汽车在车速120~140km/h时出现突然熄火，另一些汽车在车速120~140km/h时出现喘振，用示波器检测，在故障出现时空气流量传感器方波出现（ ）的故障。

5. 示波器波形向上移动，表示电压上升；示波器波形向下移动，表示电压下降。电压波形横移过程，表明特定的（ ）长度。屏幕上水平量程以（ ）为单位划分。

6. 对于大部分电控系统，打开点火开关，各个传感器、执行器的正极就被接通。控制单元需要进行控制时，就（ ）。

7. 用示波器检测时，氧传感器信号波形上杂波多的原因是（ ），而不是氧传感器自身故障。

8. 控制单元故障存储器通过检测电控系统的传感器和执行器的（ ）是否超出范围，以此来诊断有无短路或断路故障。

9. 如怠速时节气门开度在正常范围内，而空气流量超过正常范围，说明空气流量传感器输出信号过高，输出信号过高会造成混合气（ ）。

10. 成套辅助线的辅助导线包括：故障检测仪的各种接线，可将万用表和各种传感器插孔相连的插线，（ ），可变电阻和各种诊断插座等。

11. 汽车上所有线束的电阻值不许超过（ ） Ω 。

12. 调完故障码后应先查（ ）电阻值，再查（ ）或（ ）电阻值。

三、问答题

1. 控制单元进水或受潮后如何处理？
2. 工作时限指什么？
3. 调节反馈指什么？
4. 爆燃传感器的波形检查怎样进行？
5. 用示波器怎样测试三元催化转化器前后的氧传感器？怎样检测三元催化转化器是否失效？
6. 第一缸喷油器略微有些滴漏，故障存储器中是否有第一缸喷油器的故障码？为什么？
7. 检测电喷发动机低压电路故障时经常使用发光二极管，而不许使用试灯，为什么？
8. 删除故障码时需要注意的事项？
9. 读取数据流时需要注意的事项？

第三章 发动机电喷系统原理、故障诊断与检测

电喷发动机由燃油喷射控制系统、怠速控制系统、点火控制系统、排放控制系统、控制单元等组成。

控制单元是控制系统的核心，它为多数传感器提供电源，同时接收各传感器送来的信号，对这些信号进行整理；然后以此为依据，对执行系统的动作进行控制。

- 1) 根据发动机冷却液温度传感器的信号，在暖机时对怠速步进电动机进行控制。
- 2) 根据发动机进气流量、负荷、转速、排放等信号对喷油器的喷油脉宽进行控制。
- 3) 根据曲轴转角、爆燃等信号对火花塞和点火提前角进行控制。
- 4) 根据发动机冷却液温度和转速信号对废气再循环阀、活性炭罐、二次喷射等排放控制系统进行控制。
- 5) 根据发动机冷却液温度传感器信号对温度控制的冷却风扇进行控制。
- 6) 通过控制单元自诊断系统对仪表报警控制系统进行控制。

第一节 空燃比的控制和故障诊断

空燃比的控制由喷油脉宽控制和燃油压力控制两部分组成。其中，电控系统负责喷油脉宽的调节，机械系统负责燃油压力的调节。氧传感器发现空燃比不对时，只能调节喷油脉宽，而无法调节燃油压力。



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 控制单元根据空气流量传感器和发动机转速传感器的信号确定基本喷油脉宽，根据节气门位置传感器信号在大负荷或急加速时增加喷油次数。
2. 热丝式和热膜式空气流量传感器有自洁功能，利用加热将附着的灰尘烧掉。但对于发动机回火和废气返流带来的积炭却无法清除。
3. 卡门涡旋式空气流量传感器具有体积小、重量轻、进气阻力小、不怕废气返流、不用安装进气温度传感器、工作稳定性好等优点。
4. 使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统如发生泄漏，会造成混合气过浓、氧传感器输出电压值过高等故障。
5. 如排气管冒黑烟，在熄火状态下，断开发动机冷却液温度传感器插头，重新起动排气管不再冒黑烟，说明冷却液温度传感器有故障。冷却液温度传感器信号电压过高表明断路，冷却液温度传感器信号电压过低是对地短路。
6. 怠速时节气门位置传感器（TPS）端子 V_{CC} 与 E_2 之间的电压如过高，应重点检查控制单元是否有故障；相反， V_{CC} 与 E_2 之间的电压正常，说明控制单元上 TPS 的接地线正常。

7. 使用电子节气门的车型,如同时踩下加速踏板和制动踏板将使制动功能超过节气门控制功能,在这种模式下,虽然踩下加速踏板,发动机仍回到怠速运行模式,使加速反应迟缓。

8. 电子节气门一旦被灰尘严重污染,会导致发动机怠速不稳,尾气排放超标,严重时还会出现怠速熄火,但中高速时运转平稳。

9. 曲轴位置传感器(CKP)与转子的气隙过小,会造成喷油量过少,发动机起动困难。

10. 进气温度传感器(ACT)信号失真时,控制单元对混合气浓度和点火提前角的修正会出现偏差,导致发动机动力不足,加速缓慢,怠速不稳,甚至会造成冷车时无怠速。

一、喷油脉宽的控制

1. 空气流量传感器对喷油脉宽的调节

喷油脉宽即喷油器每次喷油的时间,以ms计算。空燃比就是由喷油脉宽和燃油压力控制的。

(1) 空气流量传感器如何控制喷油脉宽 在燃油喷射系统中,若进气量是由空气流量传感器(MAF)计量,控制喷油脉宽的核心传感器就是MAF。

此时控制单元根据MAF、节气门位置传感器(TPS)、发动机转速传感器(或称曲轴位置传感器,CKP)的信号,确定基本喷油脉宽,即发动机在正常温度下的喷油脉宽。

空气流量传感器只能传递单位时间空气流量的信号,而发动机转速传感器则可传递发动机每个工作循环的进气量信号。控制单元根据空气流量传感器和发动机转速传感器的信号确定基本喷油脉宽。节气门位置传感器为负荷信号,在大负荷或急加速时,在不改变喷油脉宽的情况下,通过增加喷油次数来满足加浓混合气的工作需要。所以节气门位置传感器失效退出后往往会出现加速不良的故障。

控制单元正是根据空气流量传感器、节气门位置传感器、发动机转速传感器的信号实现对循环喷油量的精确控制的。控制单元还必须根据曲轴转角信号确定各缸工作位置,以确定最佳喷油时刻。

控制单元还会根据进气温度传感器(ACT)、大气压力传感器(BARO)、发动机冷却液温度传感器(CTS)的信号调节喷油脉宽。根据氧传感器(O2S)的反馈信号,对喷油脉宽进行细微的反馈修正,使其接近理想的空燃比。

综合来说,控制基本喷油脉宽的传感器为空气流量传感器(MAF)、节气门位置传感器(TPS)、发动机转速传感器(CKP),负责调节喷油脉宽的传感器为发动机冷却液温度传感器(CTS)和进气温度传感器(ACT),负责反馈控制的传感器为氧传感器(O2S)。

基本喷油脉宽是保证发动机在正常工作温度下运行的空燃比控制。

发动机冷却液温度传感器的修正是根据冷却液温度的变化进行修正的。冷却液温度低于70℃时进行低温补充喷油量修正,延长喷油脉宽。温度越低,补充量越大。

进气温度传感器的修正是根据进气温度的变化进行修正的。进气温度低时适当增加起动时的喷油量。

加速补充喷油量修正是另一重要修正参数。为了保证发动机有良好的加速性能,控制单元根据节气门位置传感器信号使喷油器在加速时额外地喷射部分汽油。当节气门迅速开大

时,控制单元在正常喷油脉冲之间又额外输出一个脉冲信号,使喷油器多喷一次油。

空气流量传感器、发动机转速传感器、发动机冷却液温度传感器和进气温度传感器的信号错误会造成混合气过浓或过稀,此时控制单元无法根据氧传感器信号进行修正。

(2) 进气歧管绝对压力传感器系统如何控制喷油脉宽 进气歧管绝对压力传感器系统是由进气歧管绝对压力传感器(MAP)、TPS、CKP的信号,确定基本喷油脉宽。

起动时控制单元并不根据MAP、TPS和CKP的信号对喷油脉宽进行精确控制。起动后控制单元再按基本喷油脉宽、调节喷油脉宽和进行细微的修正以实现精确控制。

总而言之,进气量由进气歧管绝对压力传感器(MAP)计量,控制喷油脉宽的核心传感器就是进气歧管绝对压力传感器。控制单元根据进气歧管绝对压力传感器信号、进气温度传感器信号和发动机转速传感器信号确定基本喷油脉宽,根据发动机冷却液温度传感器信号和氧传感器信号等对喷油脉宽进行细微的修正。

2. 燃油压力的形成

(1) 燃油压力调节器根据发动机负荷变化进行燃油压力调节 负责调节燃油压力的为电动燃油泵和燃油压力调节器。在正常情况下,电动燃油泵的供油压力由控制单元提供的电压控制,即电压高,电动燃油泵出油压力也高,同时燃油泵内的限压阀又将出油压力控制在400kPa左右(不同的发动机燃油泵的出油压力略有不同,常见的有350kPa、400kPa和450kPa三种)。燃油压力调节器则是根据发动机负荷调节燃油压力,在小负荷时向燃油箱少量回油,燃油压力略低;大负荷时不回油,燃油压力保持不变。正常情况下,大负荷时燃油压力比小负荷时燃油压力高50kPa左右。燃油压力控制系统主要注意两个方面:一个是燃油箱不要因为燃油液面过低或集滤器堵塞导致缺油,造成燃油泵过热变形;另一个是由于燃油压力调节器故障,进而导致混合气过浓或过稀。

(2) 新型发动机通过喷油脉宽的调节保证空燃比和发动机负荷变化相适应 现在越来越多的新型汽车已经不再装燃油压力调节器和燃油回油管了。这主要是为了降低燃油箱的温度,进而降低燃油箱HC的排放(受发动机外部温度影响,回流燃油温度较高,夏天可达70℃以上,明显超过燃油的蒸发温度)。这些新型发动机在原有空气流量传感器的基础上,再安装进气歧管绝对压力传感器,根据发动机负荷变化,通过喷油脉宽的调节来保证空燃比和发动机负荷变化相适应。

没有装燃油压力调节器的发动机的燃油压力恒定不变,空燃比的调节由控制单元根据各个传感器的信息,通过喷油脉宽的变化进行调节。

3. 氧传感器对空燃比的调节

汽车在冷车时混合气过浓,排气管冒黑烟;而热车后混合气正常,排气管不再冒黑烟,说明氧传感器工作正常。电控燃油系统最后一道控制防线是氧传感器,冷车时它不参加工作,热车后才参加工作。

氧传感器的工作是在闭环期间将空燃比控制在理想的范围内,而这种控制只能通过调节喷油脉宽来完成。调节只局限于中、低速区域内,无论是控制喷油脉宽的电控系统,还是控制燃油压力的机械系统发生问题后,氧传感器不管是将喷油脉宽调宽还是调窄,在急加速时都会造成加速不良。所以尽管氧传感器具有调节功能,但在某些工况下仍无法满足发动机工

作需要。

空气流量传感器式电子燃油喷射系统见图 3-1。

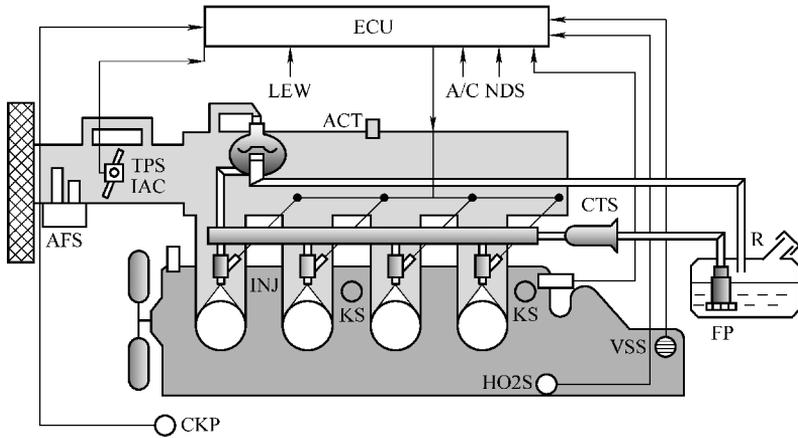


图 3-1 空气流量传感器式电子燃油喷射系统

二、空气流量传感器和进气歧管绝对压力传感器工作原理及常见故障的诊断

1. LH 型空气流量传感器工作原理及常见故障的诊断

目前最常见的空气流量传感器是 LH 型（热丝式和热膜式）空气流量传感器，及卡门涡旋式空气流量传感器。空气流量传感器都装在空气滤清器和进气软管之间的进气道上。热丝式空气流量传感器有一根发热的白金热丝，主要由防护网、取样管、热丝电阻、温度补偿电阻和控制电路等组成。热丝电阻和温度补偿电阻装在主进气道中，控制电路安装在空气流量传感器下方，和进气软管连接的防护网用于防止回火和脏物进入空气流量传感器。热丝式空气流量传感器见图 3-2。

热丝式空气流量传感器工作原理见图 3-3。当空气流经热丝电阻时，使热丝温度降低，电阻减小，使电桥失去平衡。若要保持电桥平衡，就必须增加流经热丝电阻的电流，恢复其温度和阻值，精密电阻 R_A 两端的电压也相应增加。流经热丝的空气流量不同，热丝的温度变化不同，其电阻变化量也不同。为保证电桥平衡，需改变流经热丝电阻的电流，从而使精密电阻 R_A 两端的电压也相应变化，控制电路将电阻 R_A 两端的电压输送给控制单元，即可确定空气流量。

现代发动机热丝式空气流量传感器已经很少使用，取而代之的是热膜式空气流量传感器。热膜是由金属铂的发热膜片固定在测试管内制成。热丝式和热膜式传感器都是由加热电阻、温度电阻和空气流动引导元件组成的，见图 3-4。

热丝式和热膜式空气流量传感器工作原理：利用热丝或热膜作为发热元件的空气流量传感器，发热元件（热丝或热膜）电阻 R_H 和温度补偿电阻（进气温度传感器） R_T 分别连接在单臂电桥电路的两个臂上。当发热元件的温度高于进气温度时，电桥电压才能得到平衡，并且具有电流放大作用的控制电路 A 控制加热电流（50 ~ 100mA）来保证发热元件的温度 t_h 与温度补偿电阻的温度 t_t 之差来保持恒定（ $t = t_h + t_t = 120^\circ\text{C}$ ）。即保持电桥平衡，保持热丝（热膜）电阻与感应进气温度的温度补偿电阻之间的温度差不变。

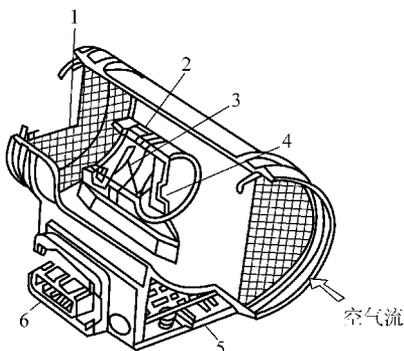


图 3-2 热丝式空气流量传感器结构

1—防回火和废气返流金属网 2—取样管 3—白金热丝
4—温度传感器 5—控制电路 6—插接器

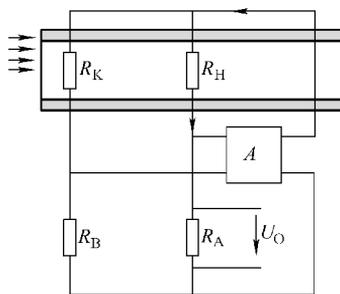


图 3-3 热丝式空气流量传感器工作原理

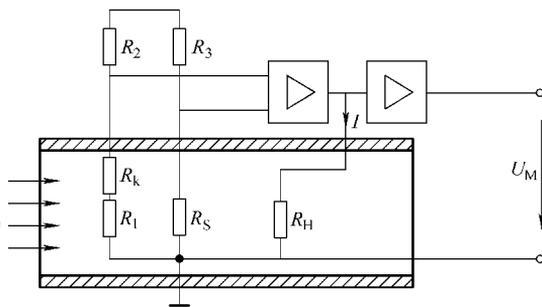
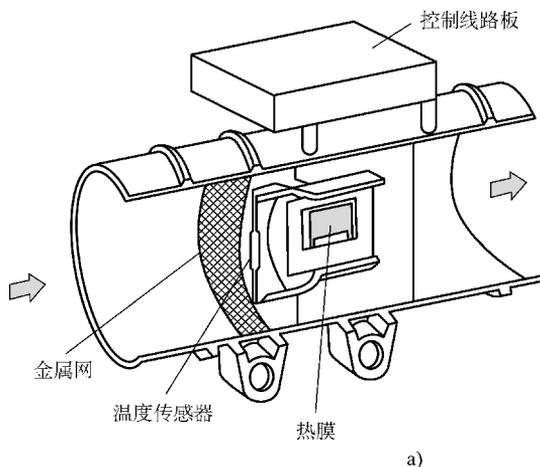


图 3-4 热膜式空气流量传感器及其桥式电路

a) 热膜式空气流量传感器 b) 桥式电路

R_H —热膜电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 —高阻值电阻 R_s —精密电阻 R_k —高温清洁电阻

U_M —电压输出信号 I —加热电流 q_m —空气的质量流量

发动机工作时，白金热丝（热膜）由电流加热，空气流过导流槽，路经取样管内白金热丝的表面时，白金热丝有变冷的趋势。而加热电阻为了使白金热丝的温度保持恒定，流过加热电阻的电流就要加大。气流速度越高，白金热丝上带走的热量就越多，流过加热电阻的电流就越大。白金热丝被空气带走的热量和进气量为一个正比变化值，热丝式和热膜式空气流量传感器就是利用电加热白金热丝（热膜），把气流速度变成电信号实现检测的。

发动机怠速时节气门关闭或接近全闭，空气流速低，空气流量和空气密度小，空气温度较高。在体积相同的情况下，热空气的质量小，因此发热元件受到的冷却的程度小，阻值减小幅度就小，保持电桥平衡需要的电流就小，空气流量传感器输出的信号电压较小。

发动机在大负荷时因节气门开度增大，空气流速增快，使空气流量和空气密度增大，因此发热元件受到的冷却程度大，阻值减小幅度大，保持电桥平衡需要的电流就大。因此发动机负荷增大时，空气流量传感器输出的信号电压就会增大。

热丝式和热膜式空气流量传感器有自洁功能,利用加热将附着的灰尘烧掉。但这种自洁功能只局限于来自外部的灰尘和杂质,对于发动机回火和废气返流带来的积炭却无法清除。所以热丝式和热膜式空气流量传感器最容易发生的故障是由于回火和废气返流带来的积炭形成的隔热层,使输出信号失真,导致混合气变稀,造成发动机输出的功率和转矩下降。

2. 卡门涡旋式空气流量传感器工作原理

卡门涡旋式空气流量传感器具有体积小、质量轻、进气阻力小、不怕废气返流、工作稳定性最好等优点。卡门涡旋式空气流量传感器基于卡门涡旋理论,利用超声波信号或光信号测量空气流量。该传感器具有三个优点:测量精度高;可以输出线性数字信号,信号处理简单;不受回火和废气返流的影响,长期使用中性能不会发生变化,是各类空气流量传感器中工作性能最稳定的。

LH型传感器遇到进气道回火或废气返流时,热膜上易生成隔热的积炭,因此LH型传感器在使用中存在测量精度下降和易发生故障的问题。进气歧管绝对压力传感器由于不装在进气管上,只是通过真空软管感受进气管内的真空度,而真空软管容易发生脱落、裂口或堵塞,引发故障。只有卡门涡旋式传感器在长期使用中性能不会发生变化,因为它检测的是质量流量,所以不需要对温度及大气压力进行修正,也就不需设进气温度传感器(ACT)和大气压力传感器(BARO)。

(1) 超声波式卡门涡旋式空气流量传感器 超声波是频率超过20kHz的声波,当发动机运转时,超声波发生器通过发射器不断向接收器发出一定频率(40kHz)的超声波。当超声波气流到达接收器时,由于受到气流流动速度和大气压力变化的影响,因此,接收到的超声波的相位(时间间隔)以及相位差(时间间隔之差)会发生变化。控制电路根据相位和相位差的变化可以计算出涡流的频率。超声波式卡门涡旋式空气流量传感器将涡流频率变成电压信号,输送给控制单元,控制单元就可以计算出空气进气量。

(2) 光电式卡门涡旋式空气流量传感器 在进气管中设一个锥形涡流发生器,当空气流过涡流发生器时,两侧的压力就交替发生变化,在涡流发生器后部不断产生称为卡门涡旋的涡流,进气量越大,旋涡数量越多,压力变化频率越高。这时锥形体检测的空气压力发生变化,导压孔将变化的压力导到导压腔内,并把这压力的变化引到金属膜制成的反光镜表面,使反光镜产生振动,反光镜一边振动,一边将发光二极管射来的光反给光敏晶体管,通过光敏晶体管可以检测到卡门涡旋的脉冲,光敏晶体管受到光束照射时导通,不受光束照射时截止,所以光敏晶体管导通与截止频率与涡旋频率成正比。信号处理电路将频率信号转换成方波信号,经整理后送给控制单元,控制单元根据脉冲频率,并经过节气门位置传感器(TPS)和发动机转速传感器(CKP)信号(发动机转速越高,充气系数越高,产生的涡流频率就越高)可确定基本进气量,再经氧传感器信号修正,确定喷油脉宽。

两种卡门涡旋式空气流量传感器里侧都是封闭的,所以回火和废气返流带来的积炭对它们没有影响,见图3-5。

3. 进气歧管绝对压力传感器工作原理及常见故障的诊断

进气歧管绝对压力传感器(MAP)是一个对压力高度灵敏的可变电阻。当发动机工作时,进气歧管内的部分空气经传感器进口和空气滤清器作用在硅膜片上,硅膜片就会产生变形,应变电阻的阻值就会发生变化,电桥输出电压随之变化。因为进气压力随进气流量的变化而变化,当节气门开度增大(即进气流量增大)时,空气流通截面增大,气流速度降低,

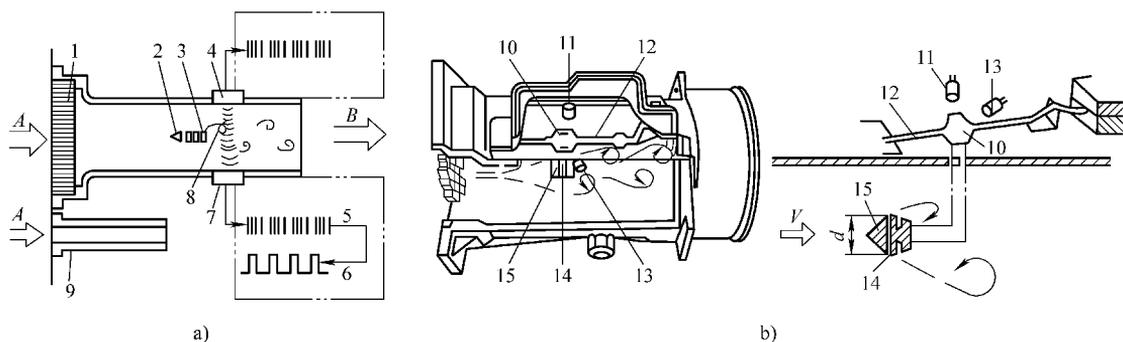


图 3-5 卡门涡旋式空气流量传感器

a) 超声波式 b) 光电式

- 1—整流器 2—旋涡发生器 3—旋涡稳定板 4—超声波发生器 5—与旋涡数对应的疏密超声波
6—整形后的矩形波 7—超声波接收器 8—卡门旋涡 9—空气旁通通道 10—反光镜
11—发光二极管 12—弹簧 13—光敏晶体管 14—导压板 15—旋涡发生器

进气压力升高，膜片变形量增大，应变电阻的变化率增大，电桥输出电压升高。反之，当节气门开度变小（即进气流量降低）时，进气流通截面减小，气流速度升高，进气压力降低，膜片变形量减小，应变电阻的变化率减小，电桥输出电压降低，经集成电路进行比例放大后，传感器输入控制单元的信号电压降低。

它的功用是测量进气歧管内绝对压力（真空度），并将其转变为电压信号，输送给控制单元。传感器内部有一个 3mm^2 的硅片，硅片上方为真空密封，下方为进气歧管压力，进气歧管的压力使硅片的电阻值发生变化导致电桥的输出电压变化，经 MAP 传感器内部电路将信号放大后作为进气歧管压力信号输出给动力控制模块（PCM）。

MAP 的电源为来自 PCM 的 5V 电压。进气歧管绝对压力传感器有三条线：

- 1) 第一条线是传感器输出信号线（PIM），表示进气压力和发动机负荷的高低。
- 2) 第二条线是控制单元输入传感器的电压（ V_{CC} ），为 5V。
- 3) 第三条线是传感器的接地线。

进气歧管绝对压力传感器电路见图 3-6，传感器结构见图 3-7。

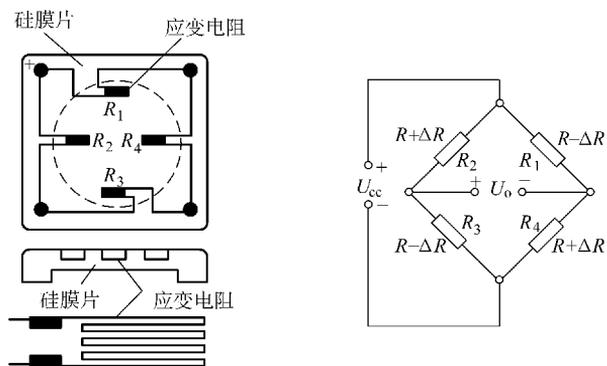


图 3-6 进气歧管绝对压力传感器电路

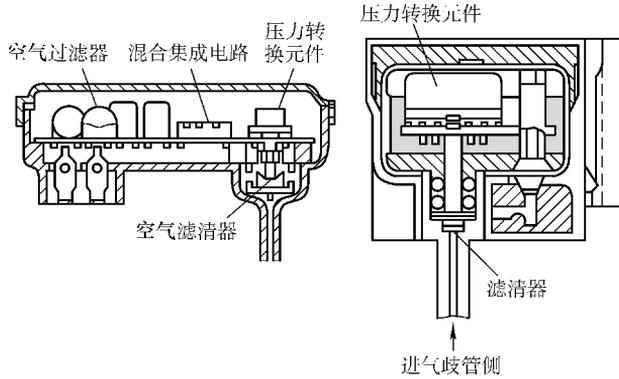


图 3-7 进气歧管绝对压力传感器结构

将万用表连接在 V_{CC} 和 E_2 之间，打开点火开关，旋转到 ON 位置，电压表应显示为 5V，否则应检查控制单元或其连接线路是否有故障。MAP 从控制单元处接受到 5V 电压供给，提供一个与进气歧管压力（真空）成比例的电压信号给控制单元。输出的工作电压范围：怠速、高真空 0.45V，大负荷、低真空 4.8 V。

MAP 输出的电压过高，可能是信号线断路，或者与电源线短路。轻踩加速踏板，缓加速，节气门开启量很小，发动机转速在 600 ~ 3500r/min 时输出的电压如高于 4.6V，将设置电压高的故障。

MAP 输出的电压过低，一般是信号线对地短路。起动时输出的电压低于 1.2V，发动机运转时输出的电压低于 0.02V，将设置电压低的故障。

MAP 信号线对地短路，或控制单元认为 MAP 信号不够准确，就会进入失效保护。控制单元改用 TPS 的信号，限制发动机转速在 1500 ~ 4500r/min 之间，同时点亮故障指示灯。如果 MAP 再一次发送可信的信号，控制单元将停止 MAP 的失效保护，重新使用。

MAP 是决定喷油脉宽的主要传感器，同时也影响点火提前角、怠速步进电动机和减速时燃油的切断。

拆开传感器与进气管之间连接的软管，连接好手动真空泵，给传感器施加真空度。随着真空度的增加，MAP 输出的电压信号应同步下降（发动机负荷越大，真空度越低）。

将万用表连接在 PIM 和 E_2 之间，起动发动机，MAP 输出的电压信号在怠速时低于 2V，节气门全开时大于 4V。

进气歧管绝对压力传感器自身很少发生故障，但该传感器和进气歧管之间的橡胶软管则容易发生泄漏或堵塞。使用进气歧管绝对压力传感器的发动机进气歧管，或传感器和进气歧管之间的橡胶软管发生泄漏，会造成混合气过浓。传感器和进气歧管之间的橡胶软管发生堵塞，则会造成加速不良，使用自动变速器的汽车在摘档时会发生发动机熄火。

(1) 故障诊断

- 1) 调故障码，会出现混合气空燃比、氧传感器等故障码。
- 2) 读取数据流，会发现进气量比正常值高，氧传感器输出电压值在 0.6 ~ 0.9V，输出信号是浓混合气，进气歧管绝对压力传感器测量的进气值大于正常值。
- 3) 试车，加速时进气歧管绝对压力传感器输出的电压值没有变化。

4) 外观检查, 将检查泄漏的喷剂喷到进气系统可能发生泄漏的部位, 同时观察发动机的转速, 如检查泄漏的喷剂喷射后发动机转速降低, 应检查喷射部位是否存在密封不良的故障; 如喷射后发动机转速仍保持稳定, 说明进气系统密封良好, 应进一步检查连接进气歧管绝对压力传感器的橡胶软管。拔下进气歧管绝对压力传感器的橡胶软管, 检查是否被废气回流的积炭堵塞。

(2) 故障分析

1) 使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统如发生泄漏, 会造成混合气过浓, 氧传感器输出电压值过高。

2) 进气歧管绝对压力传感器的真空橡胶软管被积炭堵塞, 造成真空度低, 控制单元会误认为进气量较大, 控制单元会为此加大喷油脉宽, 供给浓混合气, 所以氧传感器输出电压过高信号, 自诊断系统就留下了混合气空燃比、氧传感器的故障码。

(3) 故障排除

1) 如进气系统密封不良, 可酌情处理。真空软管破裂应更换真空软管; 传感器到节气门之间的皱纹管破裂应更换皱纹管; 漏装密封垫, 补装即可。

2) 如进气歧管绝对压力传感器的真空软管被积炭堵塞, 应将真空软管清洗干净, 重新装好后, 故障可排除。

4. 进气温度传感器

使用 MAP 的系统, 进气温度传感器安装在进气管上。进气温度传感器是一个负温度系数热敏电阻, 当进气温度低时, 其电阻值高, 电压值高; 当进气温度高时, 其电阻值低, 电压值低。PCM 通过测量电压计算发动机进气温度, 利用进气温度来修正喷油量。进气温度高时, 空气受热膨胀, 进入气缸内的氧气就会相对减少, 从而需精确控制喷油量。另外它对点火提前角及加速加浓的控制也产生影响。进气温度传感器也是由 PCM 提供 5V 参考电压, 电源线为黄色, 同时也是信号线, 黑色线为接地线。

5. 进气压力传感器

进气压力传感器安装在进气管上。采用集成电路 IC 技术, 在一块半导体基片上形成压力传感器、温度补偿电路和放大电路。在硅片中间从反面经异向腐蚀形成了正方形膜片, 利用膜片将大气压力变成应力。在膜片表面通过扩散杂质形成 4 个 P 型测量电阻, 按桥式电路连接, 利用压阻效应将加在膜片上的应力变换成电阻的变化, 通过桥式电路, 在桥式电路的两个端子之间以电位差的方式向外输出。

膜片的里面与硅片之间设计成真空腔, 用以缓和外部的应力, 以真空腔的压力为基准检测大气压力。

进气压力传感器负责调节喷油脉宽和调节点火提前角, 属于选装件, 主要装在越野车上。

三、进气歧管切换系统工作原理和故障诊断

1. 进气歧管切换系统工作原理

进气歧管切换系统由进气歧管切换阀 (SRTV)、进气歧管调谐阀和进气歧管涡流翼板等部件组成。其主要作用是根据发动机的转速与负荷控制来改变进气通道的长度, 以保证发动机高速运转时的充气系数, 适应发动机不同工况的需要。

(1) 进气歧管切换阀 (SRTV) 的功用 传统汽车为改善冷起动效果, 将进气歧管紧贴在排气歧管上部。电子燃油喷射发动机因转速提高, 要求进气量充足。为了防止进气热膨胀造成进气量不足, 将进、排气管分开排列, 同时为了提高雾化效果, 部分发动机在进气歧管上方装有膨胀箱, 进气管也设计得又大又长。新型的内壁光滑的玻璃纤维加强尼龙树脂的进气管取代了粗糙的铸铁和铸铝的进气管, 防止出现进气涡流, 造成加速不良。进气歧管切换阀是由进气道真空度控制、真空阀直接操纵的。发动机转速 $< 3000\text{r}/\text{min}$ 时进气通过较长的进气歧管, 以保证进气的雾化效果。发动机在高速运转时缸内会产生强烈的涡流, 可促使混合气雾化, 所以装有进气歧管切换阀 (SRTV) 的发动机, 在发动机转速达到 $3025 \sim 4650\text{r}/\text{min}$ 且节气门开度超过 36% 时, PCM 给 SRTV 供电, 进气通过较短的进气歧管, 以保证高速时进气道的充气量。

(2) 进气歧管调谐阀的功用 进气歧管调谐阀安装在进气歧管的上面, 调谐阀将进气歧管分为上下两半部分。控制单元根据节气门位置传感器和发动机转速传感器信号加以计算, 然后通过调谐阀内的一个电磁阀进行控制。发动机低速运行时, 调谐阀为关闭状态, 进气歧管的两半部分的空气被隔开, 充气系数受到限制。当发动机转速达到 $3025 \sim 4650\text{r}/\text{min}$, 并且节气门开度超过 36% 时, 控制单元将给调谐阀的电磁阀供电, 调谐阀开启, 进气歧管的上下两半部分相互连通, 充气系数增加, 发动机的功率和转矩得以提高。

(3) 进气歧管涡流翼板的功用 某些发动机装配有进气歧管涡流翼板, 在发动机怠速和低速时涡流翼板打开, 有效改善进气涡流, 使进气平稳顺畅, 提高混合气的雾化效果; 汽车中高速行驶时涡流翼板关闭, 改变和缩短进气通道, 增加单位时间的进气量, 保证充气系数。控制单元根据发动机转速和负荷信号进行计算后, 通过电磁阀直接控制涡流翼板的开、闭, 从而满足发动机不同工况的需要。

2. 进气歧管切换阀的安装与检测

进气歧管切换阀在组装时要注意装配角度, 如装配角度不正确, 进气歧管切换阀将无法正常工作。安装完后, 打开进气歧管切换阀端盖, 将听力棒抵住进气歧管切换阀处, 起动发动机, 连续踩加速踏板, 看进气歧管切换阀是否能正常工作, 发动机转速到 $3200\text{r}/\text{min}$ 左右时能听到“咔嚓”声为合适。

3. 进气歧管切换阀的故障诊断

起动发动机, 在怠速时突然完全开启节气门, 迅速提高发动转速, 进气歧管切换阀此时必须工作, 用听力棒可听到进气歧管切换阀工作时发出的“咔嚓”声。如果进气歧管切换阀没有工作, 可在进气歧管上连接真空泵, 通过真空度变化激活进气歧管切换阀, 激活后均匀按动手动真空泵, 使进气歧管切换阀的调节元件在开启和关闭之间往来几次。

如不能激活切换阀, 应仔细检查进气系统有无泄漏, 重点检查各个真空软管, 检查进气歧管切换阀切换机构是否灵活, 打开阀的侧盖, 用手触动推杆来检查。真空阀是由电磁阀操纵的, 还需检查控制真空阀的电磁阀阻值是否符合厂家规定。

四、空气流量传感器的检测

1. 空气流量的检测

热丝式或热膜式空气流量传感器以恒定的电压作用在电阻两侧, 使电阻发热, 其温度由

电路控制保持恒定。控制单元根据热丝或热膜中流过的电流大小来判断进气量的多少，以适应不同工况的需要。

热丝式或热膜式空气流量传感器电阻上的灰尘可通过加大电流烧掉，而废气返流和混合气过稀会造成回火，导致热丝或热膜被积炭覆盖，却无法通过加大电流烧掉。积炭形成的隔热层会使温度变化减慢，所需的电流变小，控制单元据此确定和调整喷油脉宽，会减少喷油量，导致混合气过稀，造成怠速时严重抖动，急加速回火，行驶时动力不足，加速不良。若按下空气流量传感器端子后怠速稳定、加速好转、运转正常，说明故障在空气流量传感器，只是因控制单元接收不到空气流量传感器信号后进入失效保护，改用节气门位置传感器（TPS）和发动机转速传感器（CKP）的信号，而这两个传感器工作正常。

空气流量传感器常见的故障为信号不准，如发动机在冷车时排气管冒黑烟，热车后排气管不再冒黑烟，通常是空气流量传感器信号不准。热车后因氧传感器参与工作，所以排气管不再冒黑烟。

空气流量传感器通常装在空气滤清器的出口上，有4针和5针两种插头，其中内部有进气温度传感器的为5针插头，测试方法主要是读数据流和波形。

如空气流量传感器（MAF）信号偏高，实际进气量少于MAF检测到的进气量，会造成混合气偏浓，发动机CO和HC排放超标。混合气浓会造成排气管冒黑烟，严重时会使发动机无法起动或突然熄火。这种故障可能是MAF和控制单元之间信号传输线路同正极短路，使电阻值异常减小造成的。MAF信号偏低，说明实际进气量多于MAF检测到的进气量，造成混合气偏稀，使发动机在大负荷、高速时动力不足，急加速缓慢，有“憋车”现象。严重时，发动机会出现冷起动困难、怠速抖动的现象。对于MAF信号失真造成的混合气浓度偏差，控制单元会根据其他传感器信号进行修正，但通常无法弥补。

空气流量传感器的检测，必须具备以下条件：负责传感器的熔丝必须正常，发动机冷却液温度 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ ，所有的用电设备必须关闭，自动变速器变速杆位于P位或N位。

空气流量的检测是空气流量传感器诸种检测中最重要的一种，它包括怠速空气流量检测和加速空气流量检测两个方面。

读取数据流前需检查熔丝是否正常，发动机冷却液温度是否正常（ 85°C 以上），关掉所有用电设备，包括音响、空调、照明等设备，自动变速器置于N位或P位。加速空气流量的检测时最好是用吹风机向里送风进行测试。随着送风量的变化，显示屏上应有同量的变化。另外如大众发动机在怠速时，空气流量通常为 $2\sim 4\text{g/s}$ （不同发动机数值不一样，具体需看厂家资料）。随发动机转速逐渐提高，空气流量读数应逐渐提高。

空气流量的检测必须和发动机转速、节气门开度及行驶中可能发生的振动的检查结合起来，才有意义。

（1）怠速空气流量的检测 发动机怠速不稳时应进行怠速空气流量的检测。

用诊断仪读取数据流。以大众汽车为例，选择08数据流，选001组读取发动机冷却液温度，待冷却液温度到 85°C 时，再选002组读取怠速空气流量和节气门开度。大众汽车采用直动式怠速控制系统，即没有旁通空气道，怠速步进电动机装在节气门上。正常情况下怠速时空气流量为 $2\sim 4\text{g/s}$ ，节气门开度为 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

在检测时,如果怠速时空气流量和节气门开度均在正常范围内,则该项检测合格。

怠速时节气门开度在正常范围内,而空气流量超过正常范围,说明空气流量传感器输出信号过高,输出信号过高会造成混合气过浓(排气管冒黑烟),油耗过高,尾气排放中CO和HC的含量过高。

怠速时节气门开度在正常范围内,而空气流量明显小于正常范围,说明空气流量传感器输出信号过低,输出信号过高会造成混合气过稀。必须进行以下检测。

1) MAF和控制单元之间信号传输线路同正极短路,使电阻值异常减小造成的。

2) MAF和控制单元之间信号传输线路间没有发生短路,则需检查MAF是否被废气返流的积炭污染,如翼板式传感器的被积炭污染,会造成翼板卡滞;热丝式和热膜式空气流量传感器被积炭污染,会形成隔热层。两种情况都会导致MAF输出信号过低,导致混合气过稀,行驶中动力不足,加速不良,怠速时严重抖动,急加速进气管回火,油耗大,尾气排放中NO_x严重超标,但仪表灯显示正常。通过外观检查可以发现,其空气导流网积尘,清洗后加速性能恢复正常。

上述检测没有故障,则需更换空气流量传感器。

(2) 加速空气流量的检测 发动机加速不良时应进行加速空气流量的检测。

用诊断仪读数据流,用吹风机的不同档位代替空气流量的变化,检测空气流量传感器输出信号能否随吹风机的风量变化而变化。如能同步变化,说明空气流量传感器该项检测合格。如空气流量传感器输出信号不能随吹风机的风量变化而变化,则该项检测不合格,必须更换空气流量传感器。

测试中用手轻轻拍击MAF(模拟行驶中车辆受到振动),读数应不受其影响。如静态读数恒定,但手轻轻拍击时不稳定,应更换空气流量传感器。

进行此项检测时还可以用两辆车进行比较。即用一辆正常的同类型汽车,和可能有故障的车进行比较。吹风机选择相同的档位分别向这两辆车的空气流量传感器送风,如两辆车的空气流量传感器输出电压信号一样,空气流量的加速检测合格。如不一样。说明该空气流量传感器有故障,必须更换空气流量传感器。

某些车怠速空气流量正常,怠速良好,但加速不良,可连接好解码器,将车举升或路试。如大众汽车在120km/h时空气流量应为60g/s,如实测明显低于60g/s,就会造成加速无力。如测量结果不符,应检查空气流量传感器的热丝或热膜是否已被积炭污染。如被积炭污染可在热车状态下就车清洗。

如热丝或热膜没有被积炭污染,维修时必须更换空气流量传感器。

(3) 进气系统明显泄漏时会使喷油脉宽减少 连接好诊断仪,读取喷油脉宽的数据流,松开节气门一侧波纹管卡箍,大量未经空气流量传感器计量的空气进入,使控制单元感觉进气量减少时,会使喷油脉宽减少。

2. 空气流量传感器输出电压的检测

(1) 热丝或热膜式空气流量传感器导线的分工 热丝或热膜式空气流量传感器通常为5根线,分别为:

1) 进气温度信号线。

- 2) 电源回路线。
- 3) 接地线。
- 4) 控制单元输入电压线。
- 5) 空气流量传感器输出电压线。

(2) 空气流量传感器输出电压的检测方法 在进行电压检测时可以用故障诊断仪读取数据流,也可以用数字万用表直接连接空气流量传感器的输出电压线和接地线,进行直接测量。空气流量传感器输出电压的检测主要分为怠速和 2500r/min 时的电压检测。帕萨特空气流量传感器的检测,用万用表分别连接插头触点 2 和发动机接地线,起动发动机,万用表显示电压允许值应在 11 ~ 15V。如无电压显示,应检查 29 号熔丝和插头触点 2 之间的线路,如正常,但仍无电压显示,应检查燃油泵继电器和继电器板上 87F 相线螺栓的连接点。

日产公司发动机空气流量传感器输出电压的检测方法如下。

- 1) 怠速时空气流量传感器输出电压应为 1.3V。
- 2) 2500r/min 时输出电压应为 1.8 ~ 2.4V。

通用公司发动机在起动时空气流量传感器输出电压应为 2.5V。如空气流量传感器输出电压与规定不符,应更换空气流量传感器。

3) 在进行空气流量传感器输出电压的检测的同时,用螺钉旋具把轻轻地敲打传感器外壳,如敲打时电压表出现波动或发动机出现失火,应更换空气流量传感器。

4) 将仪表设置为直流档,在发动机怠速时按下转速按钮 3 次,直到仪表显示电压频率,如空气流量传感器工作正常,怠速时仪表显示大约为 30Hz。

3. 空气流量传感器波形的检测

空气流量传感器(MAF)很少用示波器检查。因为 MAF 波形发生异常是较罕见的,发动机在 120 ~ 140km/h 时出现偶尔发动机熄火或喘振故障,才用使用示波器。

用示波器读取波形主要是针对 MAF 传感器的偶发性故障,这些故障通过读故障码,读数据流很难找到故障原因,如汽车在大部分时间行驶正常,但行驶中偶尔出现发动机熄火或喘振故障。利用示波器监测,进行工况模拟,在行驶中突然熄火瞬间可以发现 MAF 波形出现异常。更换后故障排除。偶发发动机熄火或喘振时的 MAF 波形,和正常 MAF 波形的对比见图 3-8。

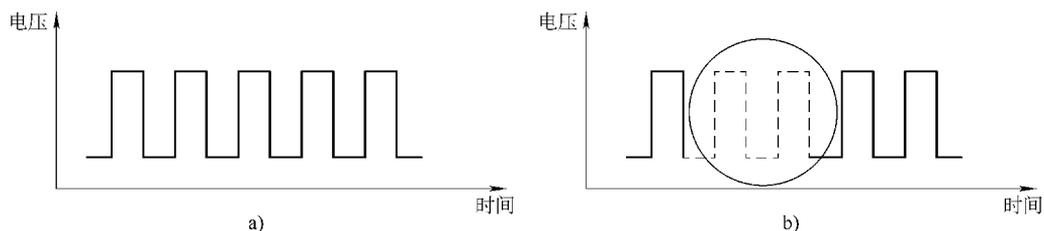


图 3-8 偶发发动机熄火或喘振时的 MAF 波形,和正常 MAF 波形对比

a) 正常的 MAF 波形 b) 偶发熄火或喘振时的 MAF 波形

4. 卡门涡旋型空气流量传感器的外观检查

卡门涡旋型空气流量传感器除读取进气量和检查电阻值外,还应进行外观检查,主要检

查涡流发生器是否发生变形或损坏，如变形或损坏必须更换。

5. 空气流量传感器的失效保护

空气流量传感器（MAF）失效退出后，控制单元改用节气门位置传感器（TPS）和发动机转速传感器（CKP）的信号，但因旁通空气道的进气量无法测量等原因，在怠速和滑行时信号准确性有所降低。在正常运行中发动机无明显变化。

6. 进气歧管绝对压力传感器故障的诊断与检测

进气歧管绝对压力传感器（MAP）是通过进气管真空度变化来感知进气量的。进气歧管绝对压力传感器、进气温度传感器和发动机转速传感器3个传感器代替1个空气流量传感器。进气歧管绝对压力传感器通常为3根导线。如进气歧管绝对压力传感器有4根导线，说明进气温度传感器也装在进气歧管绝对压力传感器内。

MAP大都不装在进气道内，而是通过1根真空软管与进气道相通。

（1）MAP真空软管脱落或出现裂口会造成混合气过浓 真空软管脱落或出现裂口，MAP就会向控制单元发出错误信号，控制单元误认为进气量增大，而加大供油量，使发动机怠速及低速时混合气过浓，尾气呛人，排放严重超标，低速行驶平稳性差，急加速无力，挫车。读取数据流会发现喷油脉宽增加，但如果泄漏过于严重，也会造成混合气过稀和失火。

（2）MAP真空软管堵塞，控制单元无法知道正确的进气量 由于废气返流带来的积炭，以及曲轴箱内压力过高，使一些机油顺着曲轴箱强制通风管进入发动机进气系统，部分机油又流入MAP真空软管，导致MAP真空软管堵塞。使MAP感受到的真空度明显低于进气系统实际的真空度，造成MAP输出高信号，使控制单元误认为进气量较大，而加大喷油脉宽，导致混合气过浓。

同时MAP真空软管堵塞，使MAP无法感知到或无法同步感知到进气道内真正的真空度变化，致使控制单元无法知道正确的进气量，而反复调整怠速步进电动机的步数，这时怠速转速会发生大幅度波动。有时会出现使用自动变速器的汽车在摘档时熄火的故障，这是因怠速挂档时控制单元会自动调高发动机转速，在摘档后则回到正常怠速，由于MAP真空软管堵塞，造成怠速转速大幅度波动，于是就出现摘档时熄火的故障。

由于软管堵塞属于机械故障，用故障诊断仪无法检测到，所以故障有一定的隐蔽性。

（3）MAP真空软管是否堵塞的检测方法 在检测进气歧管绝对压力传感器输出电压信号时，正常情况下随空气压力的上升，进气歧管绝对压力传感器输出信号的频率也会相应增大。所以通过在加大节气门开度的同时检查传感器输出电压信号是否同步变化，即可查出MAP真空软管是否堵塞。如不能同步变化说明MAP真空软管堵塞，应更换真空软管。

（4）用真空表检测进气歧管绝对压力传感器 塞住进气歧管绝对压力传感器通往进气道的真空软管，用真空泵手工操作，当增加或减少真空时，如能产生喷油脉宽和怠速转速的同步变化，说明进气歧管绝对压力传感器可正常工作。

（5）进气歧管绝对压力传感器输出电压信号明显偏低危害 此故障会造成发动机加速缓慢，加速性能不良，急加速挫车。

7. 用替代法检测MAF

当发现混合气过浓或过稀时，关闭点火开关，断开MAF端子，重新启动发动机，控制

单元进入失效保护，改用节气门位置传感器（TPS）和发动机转速传感器（CKP）的信号，如此时读数据流喷油脉宽正常，发动机运转平稳，说明故障在 MAF。

8. 通过开闭环控制前后工况比较检测 MAF

在暖机时（开环控制）混合气过浓，排气管冒黑烟，热车后（进入闭环控制）混合气正常，排气管不再冒黑烟，说明故障在负责喷油脉宽开环控制的传感器。热车后不再冒黑烟是因为氧传感器进入闭环控制。

五、发动机转速传感器的检测

发动机转速传感器（CKP）负责传递发动机转速信号，无此信号喷油器不会喷油；发动机转速传感器又负责传递发动机一缸上止点信号（无此信号点火系不点火）。发动机转速传感器又叫曲轴位置传感器，其结构有磁电感应式、霍尔式、光电式三种，最常见的为磁电感应式。装配位置上分别装在分电器内（凸轮轴驱动转子），或曲轴前端（转子装在正时罩内），曲轴上（转子装在曲轴上）和曲轴后端（转子装在飞轮上），多为 3 针端子。

1. 发动机转速传感器位置和结构特点

（1）装在分电器内的发动机转速传感器（CKP） 装在分电器内的 CKP 有磁电感应式和光电式两种：

1) 磁电感应式传感器正时转子多为 24 个齿，即 24 个 NE（发动机转速）信号，每个 NE 信号为凸轮轴 15° 转角，相当于曲轴的 30° 转角。装在分电器内的磁电感应式传感器，只负责提供发动机转速信号，不负责点火提前角。磁电感应式传感器信号传递的精度和稳定性主要取决于正时转子和感应线圈凸出部位的气隙。不同发动机该部位的气隙略有不同，一部分为 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ ，另一部分为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。如气隙不合格，必须更换分电器总成。磁电感应式发动机转速传感器通常和霍尔式凸轮轴位置传感器装在一起。装在分电器内的磁电感应式传感器见图 3-9。

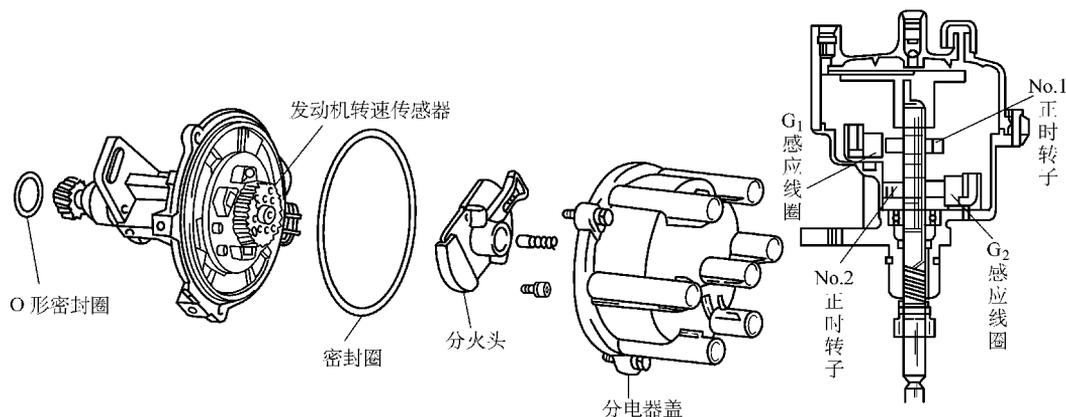


图 3-9 分电器内的磁电感应式发动机转速传感器

2) 在凸轮轴位置传感器失效退出后, 装在分电器内的光电式发动机转速传感器可替代其工作。它由两只发光二极管和两只光敏二极管构成的信号发生器和遮光板(带缝隙和光孔的信号盘)组成。遮光板随分电器轴旋转, 遮光板外围均布 360 条缝隙, 孔与孔之间产生 1° 信号。这些缝隙为显示发动机转速的光孔, 发动机旋转两圈分电器旋转一圈, 1° 信号发生器输出 360 个脉冲, 每个脉冲高电位对应 1° , 低电位也对应 1° , 表征发动机一个工作循环, 曲轴转角 720° 。六缸发动机在信号盘内圆上间隔 60° 均匀分布 6 个光孔, 产生 120° 曲轴转角信号, 其中一个较宽的孔是产生第一缸上止点对应的 120° 信号缝隙。装在分电器内的光电式发动机转速传感器见图 3-10。

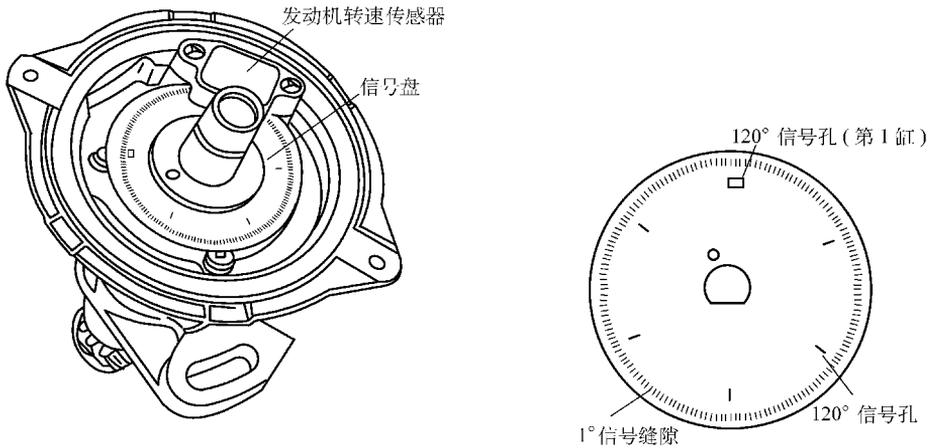


图 3-10 装在分电器内的光电式发动机转速传感器

光电式传感器上的两只发光二极管分别对正着两只光敏二极管, 遮光板在发光二极管和光敏二极管之间, 分电器轴带动遮光板旋转, 遮光板上光孔产生透光和遮光的交替变化, 使信号发生器发出表征曲轴位置(发动机转速)和曲轴转角的脉冲信号。

当发光二极管的光照射到光敏二极管上时, 光敏二极管感光产生电压, 当发光二极管的光被遮挡时, 光敏二极管产生的电压为零。将光敏二极管产生的脉冲电压输入电子电路经放大后, 向控制单元输入 1° 曲轴转角信号和 120° 曲轴转角信号。由于信号发生器安装位置的关系, 120° 曲轴转角信号在活塞上止点前 70° 输出。

(2) 转子在曲轴上的发动机转速传感器 装在曲轴后端靠近变速器的壳体上乘客一侧, 或发动机飞轮上的乘客一侧, 有一个和曲轴同步旋转的脉冲轮, 脉冲轮多为 24 个齿, 所以也称其为 24X 曲轴位置传感器。脉冲轮上缺两个齿, 以四缸机为例, 控制单元可据此识别 1 缸和 4 缸上止点的位置, 所以发动机转速传感器又叫曲轴位置传感器。该传感器和分电器内的光电式传感器一样, 既负责提供发动机转速信号, 又负责传递发动机一缸上止点信号(无此信号点火系不点火), 可替代凸轮轴位置传感器工作。

(3) 装在正时罩内的发动机转速传感器 有的发动机的曲轴上装有两个发动机转速传感器。如别克发动机就在曲轴上装有两个发动机转速传感器, 均为霍尔效应原理的传感器。

前一个装在发动机机体右下部，为点火控制模块提供初始点火提前角信号。另一个装在发动机正时罩的前部，谐振平衡器的后部，用来接收曲轴转子的脉冲信号，并传递到动力控制模块（PCM），用于发动机低速运转（发动机转速在 1200r/min）时精确控制发动机点火正时。在发动机转速低于 1200r/min 时，PCM 利用该传感器信号计算发动机转速和曲轴位置。该传感器失效退出后，ASR 系统也退出控制，见图 3-11。

由于此类发动机转速传感器多用于 6 缸发动机，所以又称其为 7X 发动机转速传感器。每个缸压缩行程上止点有一个缺口，在一缸压缩行程上止点缺口向前 10° 增加一个缺口（一缸点火提前角）。发动机转速低于 1200r/min 时，动力控制模块利用 7X 发动机转速传感器的信号计算发动机的转速和曲轴位置。动力控制模块连续监视传感器的脉冲数，与另一个发动机转速传感器信号的脉冲数及凸轮轴位置传感器信号的脉冲数进行比较。如控制单元收到该传感器的信号不正确，自诊断系统便会留下故障码，点亮故障指示灯，装有 ASR 控制系统的控制单元还会令其关闭。但发动机还可以依靠转子在曲轴上的发动机转速传感器的信号正常运转。该发动机转速传感器也有比发动机缸数多一个的缺口，距离一缸压缩行程的上止点缺口向前 10° 增加一个缺口（一缸点火提前角），装在曲轴的一侧，负责点火提前角和曲轴转速信号。

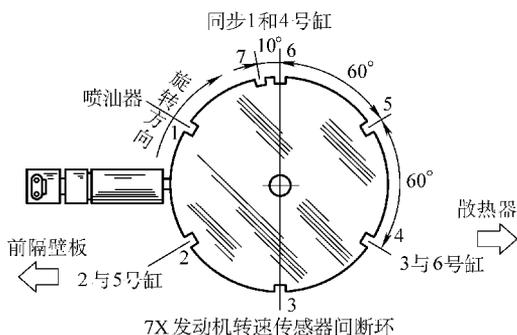


图 3-11 装在正时罩内的发动机转速传感器

故障实例 一辆行驶里程为 65000km 的轿车，在低速行驶中有加速不良的现象，发动机怠速时有间歇性抖动现象，并且有一定的规律性，踩下加速踏板，提高发动机转速后，发动机抖动现象就会消失。故障点集中在怠速和低速区域。

经点火系统、燃油系统和进气系统检测均没有问题。最后检查到装在发动机正时罩前部的发动机转速（曲轴位置）传感器，发现固定曲轴胶木正时轮的螺栓的拧紧力矩没有达到标准，致使曲轴胶木正时传动带轮在发动机工作过程中发生径向的晃动，导致曲轴胶木正时传动带轮固定花键凹槽发生了严重磨损，使得曲轴与曲轴上的花键配合间隙增大，造成曲轴位置传感器采集的曲轴位置信号错误。安装新的曲轴胶木正时传动带轮，并按规定力矩拧紧固定螺栓，试车，故障排除。

这是一起由于发动机正时罩前部的曲轴位置传感器信号错误，造成点火提前角错误，从而导致怠速抖动和低速时加速不良的故障。

发动机正时罩前部的曲轴胶木正时传动带轮信号齿圈损坏，导致发动机控制单元收到错误的曲轴位置信号，使得点火提前角错误，还会造成发动机起动困难。

正时罩内装有发动机转速传感器（曲轴位置传感器）的车型，如遇到怠速间歇性抖动，低速时加速不良或起动困难时，应重点检查发动机正时罩前部的曲轴位置传感器气隙是否正常。7X 曲轴位置传感器的正常气隙是 0.50mm，气隙过大或过小都极易造成转速信号的丢失。

(4) 转子装在飞轮上的发动机转速传感器 转子装在飞轮上,感应元件装在变速器喇叭口壳体上的传感器见图 3-12,用来传感曲轴位置和发动机转速信号。控制单元用此信号控制发动机的喷油脉宽和点火正时。该处的发动机转速传感器为霍尔效应元件,在规定的间隙范围内对钢材料非常敏感。

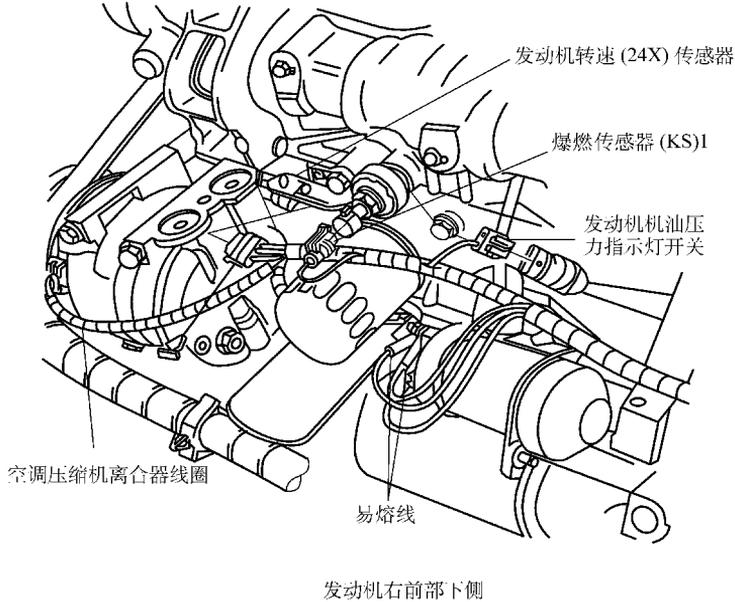


图 3-12 转子在飞轮上的传感器

在飞轮的边缘上有 2~3 组齿槽 (四缸机两组齿槽,六缸机三组齿槽),每组有四个齿槽。四缸机发动机转速传感器见图 3-13。

六缸机发动机转速传感器见图 3-14。

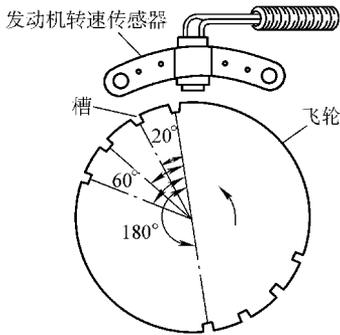


图 3-13 四缸机发动机转速传感器示意图

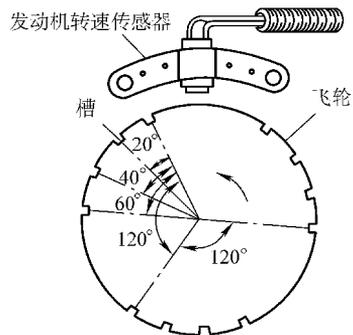


图 3-14 六缸机发动机转速传感器示意图

发动机工作时,飞轮上的齿槽通过传感器的信号发生器时,霍尔传感器输出 5V 的高电位;当飞轮齿槽组之间的金属与传感器成一直线时,霍尔传感器输出 0.3V 的低电位。每当飞轮上的一组齿槽通过传感器时,传感器便将一个高低电位的脉冲信号输出到控制单元。传感器提供的每组信号,可被控制单元用来确定两缸活塞的位置。在四缸机上利用一组信号,

即利用同一时间的同一飞轮齿槽可判断出一缸和四缸接近上止点；利用另一组信号，可判断出二缸和三缸接近上止点。在六缸机上利用每一组信号，在同一时间可分别判断出三缸和四缸接近上止点，二缸和五缸接近上止点，一缸和六缸接近上止点。

四缸机每循环有两组信号，每组有4个脉冲；六缸机每循环有三组信号，每组有4个脉冲。当第四个槽的切槽边沿通过传感器时，对应活塞上止点前曲轴转角 4° （初始点火提前角）。控制单元正是根据脉冲信号的情况，判断出活塞上止点的位置，同时还可以通过各脉冲信号间的时间计算出发动机的转速。如果控制单元接收不到曲轴位置传感器的信号，发动机将无法起动。

使用自动变速器的发动机没有厚重的铸铁飞轮，在曲轴凸缘和变矩器之间只有薄钢板制作的传动盘，即传动盘和曲轴凸缘间用螺栓连接，变矩器和传动盘间再用螺栓连接。信号正时板焊在传动盘上，由于信号正时板很薄，不可能制作齿槽，改制成方形孔。每组4个孔，四缸机有两组孔，六缸机有三组孔。发动机工作时，变矩器的传动盘带动信号正时板旋转，上面的孔不断接近、离开曲轴位置传感器，通过曲轴位置传感器线圈磁通量发生变化，线圈内出现交变电动势。此电动势即为发动机转速信号和各缸上止点信号。为保证获得正常的信号，气隙应为 $0.45 \sim 0.50\text{mm}$ 。装有信号正时板的变矩器传动盘见图3-15。

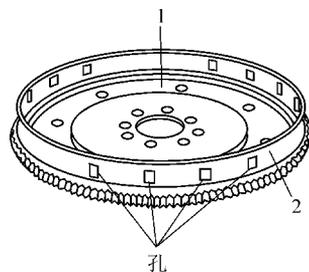


图3-15 装有信号正时板的变矩器传动盘

1—传动盘 2—信号正时板

转子装在飞轮上的发动机转速传感器容易发生的以下故障。

1) 发动机转速传感器与信号正时板间正常的气隙一旦被破坏，发动机将无法起动。有些技工由于缺乏基本的电工常识，在旋转信号正时板时，用撬棍直接撬产生正时信号的方形孔，结果破坏了传感器与正时信号板间正常的气隙，造成发动机无法起动。更换变形的正时信号板，可排除故障。

2) 重新安装飞轮时，飞轮的触发位置不对。导致发动机点火正时点不对，造成起动后怠速不稳，发动机熄火。按规定重新调整飞轮的触发位置，可排除故障。

2. 磁电感应式发动机转速传感器结构特点和工作原理

磁电感应式的发动机转速传感器是模拟交流信号发生器，它产生的信号是交流信号。该传感器由线圈和磁铁组成，当铁制转子转动经过传感器时，线圈会产生交变电压。线圈、磁铁和铁制转子分别装在分电器轴上，或装在曲轴旁边的发动机壳体上。装在分电器轴上的有一个绕在永久磁铁上的绕组，被螺栓固定在传感器板上，绕组的两端与分电器引线相连，并通向点火模块，转子压装在分电器轴上，转子上均匀排列着和缸数相等的凸齿，凸齿和传感器线圈的气隙是可调的。气隙必须符合厂家规定。

装在发动机壳体上的磁电感应式发动机转速传感器相配套的转子齿数较多。磁电感应式的发动机转速传感器当转子齿顶接近感应线圈时，信号线圈磁通量变化率最大，线圈中产生很大的感应电压，转子齿顶和感应线圈正对时，线圈中通过最大的磁通量，其变化率为零，感应电压为零，转子齿顶越过感应线圈时，线圈磁通量减小率达到最大，信号线圈产生负方向最大感应电压。如此反复，线圈就产生交变电压信号，控制单元根据交变电压频率计

算出发动机转速。磁电感应式发动机转速传感器见图 3-16。

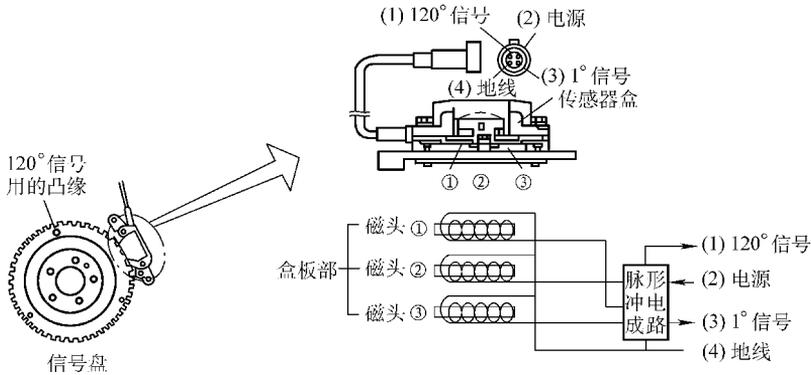


图 3-16 磁电感应式发动机转速传感器工作原理

发动机转速传感器在电喷系统中的重要性仅次于 MAF，它除了控制喷油脉宽外，还控制点火提前角。

3. 磁电感应式发动机转速传感器故障诊断

(1) 发动机转速传感器 (CKP) 触头上吸附过多杂质或气隙过大会造成断路。发动机转速传感器触头上吸附过多的金属颗粒，会丢失信号，数据流给出的发动机转速会明显低于实际转速。在冷车或热车时会突然熄火。触头和转子气隙如大于 2.3mm（正常时触头和转子气隙应为 0.8mm 左右），或触头受伤，发动机转速传感器信号会变得不可信或消失。信号不可信，会造成发动机熄火；信号消失，发动机不能起动，在信号消失瞬间发动机会立即停转。

将汽车专用万用表转到交流 (AC) 档，按功能键选择“AC”和“Hz”同时测量，旋转曲轴，让发动机转速传感器的铁质齿圈 (转子) 转动，观察信号的幅值和频率，二者应随发动机转速同步增加。如信号的幅值很小，可能是发动机转速传感器触头和转子的气隙过大。

(2) 发动机转速传感器 (CKP) 气隙过小，会造成喷油量过少。CKP 与转子的气隙过小，会造成喷油量过少，发动机起动困难。

进行发动机转速传感器触头和转子气隙检测时，可在触头端部贴上 0.8mm 左右的纸片 (代替塞尺) 来查气隙是不是合适。CKP 除外观检测外，主要是用万用表检测端子间的电阻值，看是否和厂家规定相符。

(3) 发动机转速传感器 (CKP) 电阻值的检测。磁电感应式发动机转速传感器主要组成部分是线圈，所以首先应检查线圈的电阻值。发动机转速传感器通常为 3 根线，端子 1 和 2 之间为磁感应线圈，电阻值由厂家确定，有的厂家正常值为 450 ~ 1000Ω，有的厂家正常值为 800 ~ 1000Ω。端子 3 为屏蔽线，所以端子 1 和 3 之间，端子 2 和 3 之间的电阻值应为 ∞。

(4) 发动机转速传感器 (CKP) 输入电压的检测。关闭点火开关，断开 CKP 端子，打开点火开关，用万用表电压档测量 CKP 端子 1 (或 A) 与接地点之间的电压值，CKP 正常的输入电压应为 12V，否则应检查电源电路，重点检查传感器的接地线。磁电感应式发动机

转速传感器的接地线都只与控制单元相连，而不能和车架或车身接地。

(5) 热车时发动机转速传感器断路故障的检测 有的磁电感应式发动机转速传感器出故障时，冷车时电阻值正常，热车后电阻值变成 ∞ ，发动机熄火，立即起动，无法着车，冷却10min后电阻值恢复正常，可以起动，起动后行驶正常。开始时10多天出现一次，如不及时修理，发展下去，每天会出现若干次。

检测此类故障，可用吹风机的最高档将传感器加热至60℃时测发动机转速传感器的电阻值，看是否正常。

(6) 磁电感应式发动机转速传感器磁性的检查 凡是磁电感应式的凸轮轴位置传感器、发动机转速传感器、车速传感器、变速器转速传感器、轮速传感器等，如电阻值和输出电压均符合厂家规定，应进一步进行磁性检查。现在许多磁电感应式传感器用人工合成磁铁代替天然永久磁铁，人工合成磁铁在受到剧烈撞击后磁性会部分丢失，此时磁电感应式发动机转速传感器电阻值和输出电压虽然均正常，但实际已经失效退出。相反如磁电感应式发动机转速传感器电阻值和输出电压正常，磁性正常，就说明传感器自身可以正常工作，不必再进行波形检查。

(7) 热车断路故障的路边急救 汽车冷车时起动和行驶正常，热车后发动机转速传感器、点火控制器或点火线圈在出现高温时断路或短路，无法起动。此时可用物理方法降温（如用水为其外壳降温，但不要弄湿端子），降温后电阻值恢复正常，可以正常起动和行驶。

4. 光电式发动机转速传感器结构特点和工作原理

光电式发动机转速传感器由两个发光二极管、两个光敏二极管和一个固定在分电器轴上的遮光板组成。遮光板上为两个发光二极管（LED），遮光板下为两个光敏二极管；遮光板内圆上有与缸数相等，等距离排列的槽，遮光板外圆上有反映发动机转速的等距离排列的槽，见图3-17。控制单元中的动力控制模块（PCM）给发光二极管提供9.2V电压，使发光二极管发光，如遮光板上实心部位在基准发光二极管下面，光就照不到光敏二极管上面，光敏二极管就不导电，给PCM的信号电压为5V，当一个基准槽转到发光二极管下面，光敏二极管就导电，给PCM的信号电压为0V。

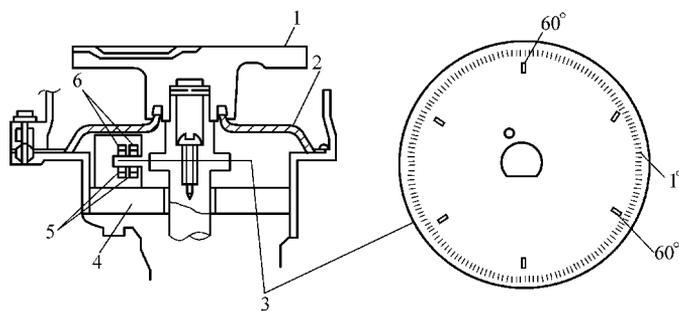


图 3-17 光电式发动机转速传感器

1—分火头 2—防尘罩 3—转盘 4—分电器底板 5—光敏二极管 6—发光二极管

大部分发动机 CKP 损坏后，发动机无法起动，但也有少数发动机 CKP 损坏后，控制单元起动失效保护系统，可以保证发动机运转。

六、节气门位置传感器的检测

1. 节气门位置传感器上的导线和接地线

节气门位置传感器 (TPS) 装在节气门体上, 与节气门连动。TPS 端子常见的为四针的, 分别为输入电压 (5V)、输出电压、怠速触点和地线。也有三针的, 没有怠速触点。还有七针和八针的, 在节气门内装有怠速步进电动机。常见的 TPS 端子布置如下。

- ① V_{CC} 为控制单元的输入电压。
- ② VTA 为节气门位置传感器的输出电压。
- ③ IDL 为怠速触点开关。
- ④ E_2 传感器共用的到控制单元内部的接地线。
- ⑤ E_1 控制单元的接地线。

正常情况下 V_{CC} 与 E_2 之间的电压及 V_{CC} 与 E_1 之间的电压均应为 5V。

IDL 与 V_2 之间的电压应为 12V。

VTA 与 V_2 之间的电压应随节气门的逐渐开启而同步增大。TPS 导线和接地线的功用见图 3-18。

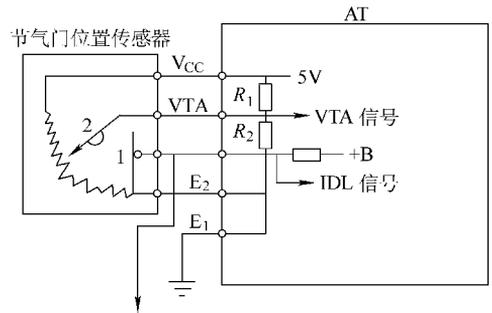


图 3-18 TPS 导线和接地线的功用

2. 节气门位置传感器的故障诊断

节气门位置传感器 (TPS) 主要负责传递节气门开启角度和开启速率的信号, 在加速时控制单元根据其信号增加喷油脉宽的次数, 以满足增加混合气浓度的需要。如节气门位置传感器与控制单元或自身端子之间接触不良, 会造成汽车加速不良。

在更换节气门位置传感器时, 大众系列汽车新的节气门位置传感器必须与发动机控制单元进行匹配, 日本和美国汽车则需要断开蓄电池负极 1min。否则会因控制单元的残存记忆, 造成怠速转速过高。

(1) V_{CC} 与 E_2 和 E_1 之间的电压是否正常 V_{CC} 与 E_2 之间的电压如过高, 应重点检查控制单元是否有故障。相反 V_{CC} 与 E_2 之间的电压正常, 说明控制单元正常。 V_{CC} 与 E_1 之间的电压正常, 说明控制单元接地线正常; 相反 V_{CC} 与 E_1 之间的电压如过高, 说明控制单元接地线不良。控制单元的输入电压过高会造成自动变速器 1 档升档时间滞后, 并且很难升入 3 档和 4 档, 汽车没有高速。用万用表直接测量 TPS 输出电压正常, 但读取数据流时, 控制单元显示 TPS 输出电压明显偏高。

直接测量 TPS 输出电压正常, 说明 TPS 正常, 控制单元处理后不正常, 应重点检查节气门拉索是否过松; 加速踏板能否完全踩到底 (脚垫铺得是否合适), TPS 和控制单元线束端子是否有锈蚀; 传输线路电阻是否产生分压。

(2) TPS 内部短路检测 TPS 内部烧蚀, 造成输入电压线路和输出电压线路间短路, 无论节气门的开启角度和开启速率是多少, 输出电压始终为输入电压, 即为 5V, 或接近 5V。说明 V_{CC} 和 VTA 之间短路, 自动变速器只有 1 档, 无法升档, 必须更换节气门位置传感器。

(3) 可调式节气门位置传感器的调整 节气门位置传感器按其装配孔是圆孔还是长孔,

分为可调的和不可调的两种。长孔的为可调式节气门位置传感器。可调式节气门位置传感器的万用表检测见图 3-19。

调整时打开点火开关，不踩节气门，在 TPS 输出电压和地线间接上电压表，松开 TPS 固定螺钉，旋转 TPS 直至怠速输出电压值和厂家规定值一样时，在此位置将固定螺钉拧紧即可。

丰田轿车可调式节气门位置传感器的调整步骤如下。

① 在怠速触点开关 (IDL) 和传感器公用接地线 E_2 之间连接好万用表，松开传感器调整螺钉，左右旋转传感器，使 IDL 和 E_2 之间导通。

② 调整节气门止动螺钉与节气门杠杆之间的间隙，标准值为 0.47mm，紧固传感器调整螺钉。

注：该孔只作为 TPS 怠速输出电压值的调整孔。

由于废气返流导致旁通空气道堵塞和节气门闭合角受影响，会造成怠速不稳时。此时不要试图通过 TPS 的调整，来保证怠速稳定。TPS 怠速输出电压调得过高，会造成自动变速器 3 档和 4 档升档点滞后，汽车没有高速。

(4) TPS 电阻值检测 TPS 主要检测节气门全关和全开时电阻值是否和厂家规定相符。使用 8 万 ~ 9 万 km 以上的车辆，还应缓慢开启节气门，在开启节气门的过程中用手拍打节气门位置传感器，看其电阻值有无波动。如有波动必须更换节气门位置传感器。

TPS 信号过小或过大都会造成加速时少数气缸缺火，减速或急剧改变载荷时有颠簸感。旧车节气门位置传感器中段磨损会造成四速自动变速器的 3 档和 4 档升档点滞后，严重时 3 档和 4 档还会有换挡冲击。

TPS 信号过小时应检查加速踏板是否能完全踩到底，如脚垫铺得不当就可能造成此类故障。

(5) TPS 和 MAF 对比检查 MAF 和 FPS 一起控制喷油脉宽，但在急加速的瞬间，MAF 相对于 TPS 的信号有滞后性，可燃混合气进入气缸，但 MAF 信号还没来得及改变。在其加速的初期混合气的控制主要是节气门位置传感器，而后期的过渡圆滑控制则主要靠空气流量传感器。因此加速初期回火故障原因在节气门位置传感器，而加速后期回火故障原因在空气流量传感器。

如混合气过浓或过稀，导致发动机功率不足，可在熄火状态下，拔下 MAF 的端子，然后重新起动，控制单元由于无法收到 MAF 的信号，改用 TPS 和发动机转速传感器 (CKP) 的信号，如此后混合气正常，说明 TPS 和 CKP 工作正常，故障在 MAF。

(6) 节气门清洗后出现怠速高 节气门过脏，造成怠速时节气门开启角度过大，行驶基本正常，但一松节气门就熄火。清洗节气门后出现怠速高，怠速自提速，有的发动机会升

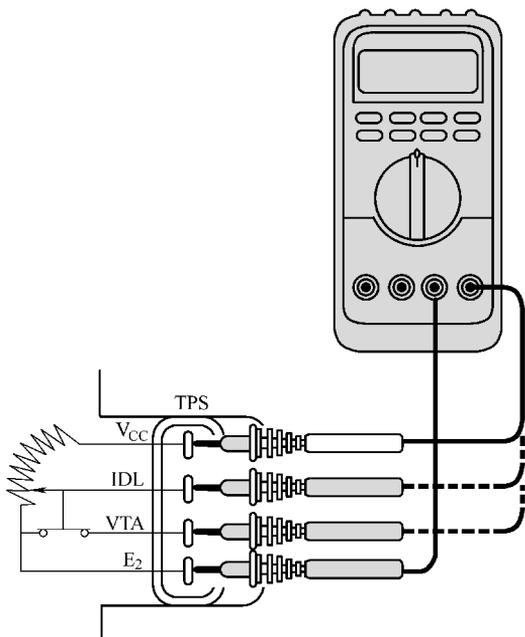


图 3-19 可调式节气门位置传感器的万用表检测

到 1500r/min。这属于正常现象，是因控制单元保护转速学习值偏离基础值过大。要想回到基础值，控制单元需重新学习，反复起动几次，或行驶一段时间后怠速可以慢慢地自己恢复正常。

如用户提出立即恢复正常，可以用故障诊断仪反复进行几次节气门基本调整，怠速即可恢复正常。也可以利用故障诊断仪对发动机控制单元进行重新编码，也可以使怠速立即恢复正常。不同的车自适应方法不同，常见方法如下。

① 如菲亚特在完成节气门的清洗或更换后，把点火开关旋转到 ON 位，停留 10s，关闭点火开关，再重新打开点火开关，并起动发动机，即可完成节气门位置传感器的自适应，使怠速恢复到正常。

② 大众系列轿车发动机节气门位置传感器的基本设定方法是连接故障诊断仪，按 01 键，进入控制单元，按“Q”键确认。按右“→”键进入执行行程。按 04 键进入基本设定，输入“098”，按“Q”键确认。显示屏右下角出现“O.K”，节气门位置传感器匹配成功。

③ 日本和美国发动机清洗或更换节气门后，断开蓄电池负极 1min，即可完成节气门位置传感器的自适应，使怠速恢复到正常。

(7) 节气门位置传感器滑线电阻断路的外在表现 在怠速状态下发动机转速会明显提高，而行驶中由于控制单元改用节气门位置传感器上怠速触点信号，只要节气门开启，不论开启角度还是开启速率发生什么变化，控制单元一律按照节气门开启 50% 进行控制，所以节气门位置传感器进入失效保护后会出现加速不良。急加速时可能会因混合气过稀而熄火（节气门全开进气量增大，但进油量仍按节气门开启 50% 配给）。

(8) 电子节气门控制装置反应迟缓或无响应 自 1988 年宝马轿车开始使用电子节气门控制装置，到现在越来越多的汽车采用电子节气门。电子节气门又叫加速踏板位置传感器。两个加速踏板位置传感器（APPS）装在同一个壳体内，都位于加速踏板的上方。传感器输入驾驶人的转矩需求信号到控制单元。传感器是两个三线式线性传感器，向控制单元提供与加速踏板位置成比例的电压信号。两个传感器的电压信号不一样，当节气门开启，一个传感器信号的增加率是另一个传感器信号增加率的两倍。两个传感器有完全独立的电路，各自拥有独立的 5V 参考电压、信号线和接地线。

采用电子节气门的好处有以下几项。

① 加强了乘员室的密封性，防止发动机的工作噪声传入乘员室。

② 加强了工作的可靠性，不会出现节气门拉索过紧或过松的故障。

③ 避免操作上的滞后性。传统的节气门操作系统由机械连杆系统控制，从驾驶人踩下加速踏板发出操作指令到执行机构作出响应，会有一个时间滞后。而采用电子节气门可以避免这种时间滞后现象。

电子节气门可以避免时间滞后，可是现在却有些驾驶人和维修人员反映电子节气门控制装置较机械连杆系统控制的节气门操作系统反应要更加滞后。其实这种反映是由于误操作引发的。

加速踏板上装有滑线电阻式电子节气门控制装置的汽车，在等红灯时如出现变换灯后节气门电子控制装置反应迟缓或汽车无法行驶的故障，通常是由于错误驾驶造成的。驾驶人同时踩下加速踏板和制动踏板，将使制动功能超过节气门控制功能。在这种模式下，虽然踩下加速踏板发动机仍回到怠速运行模式。尽管不会留下故障码，但汽车无法行驶。出现此类故

障时只要发动机故障指示灯不亮，没有电子节气门故障码，就说明节气门控制装置反应迟缓或无响应是由于错误驾驶造成的。只需改变错误驾驶习惯，不同时踩下加速踏板和制动踏板，故障就不会再现。

(9) 电子节气门要特别注意清洁 现在有许多发动机使用电子节气门，这些汽车要特别注意进气系统的清洁。要按时进行空气滤清器的清洁和滤芯的更换。电子节气门一旦被灰尘污染严重，就会导致发动机怠速不稳，尾气排放超标，严重时还会出现怠速熄火；但中高速时运转平稳。遇到此类故障，认真清洗节气门即可排除故障。

(10) 电子节气门体 电子节气门体包括节气门翼板、步进电动机、双节门位置传感器、齿轮和一个复位弹簧。步进电动机由来自控制单元的负荷循环信号控制。复位弹簧负责关闭节气门翼板。当它被打开超过接近全闭位置，如果步进电动机电源丢失，弹簧将关闭节气门到起动位置。

使用电子节气门任何时候都不要手动打开节气门翼板，一定要使用诊断仪驱动打开翼板。

3. 开关量型节气门位置传感器的结构特点和检测方法

开关量型节气门位置传感器又被称为触点式节气门位置传感器，由全负荷触点、月形凸轮板、节气门轴和怠速触点等组成。与节气门同轴的月形凸轮板负责控制两个开关触点的开启和闭合。当节气门位于完全关闭位置时，怠速触点闭合，控制单元根据怠速开关闭合信号判定发动机处于怠速工况，于是按怠速工况控制喷油脉宽，当节气门开启时，怠速触点张开，控制单元根据此信号进行从怠速到小负荷过渡工况控制喷油脉宽，当节气门开启大于50%时，全负荷触点闭合，控制单元根据全负荷触点闭合信号判定发动机进入全负荷工况，于是按全负荷工况进一步加大喷油脉宽。开关量型节气门位置传感器见图3-20。

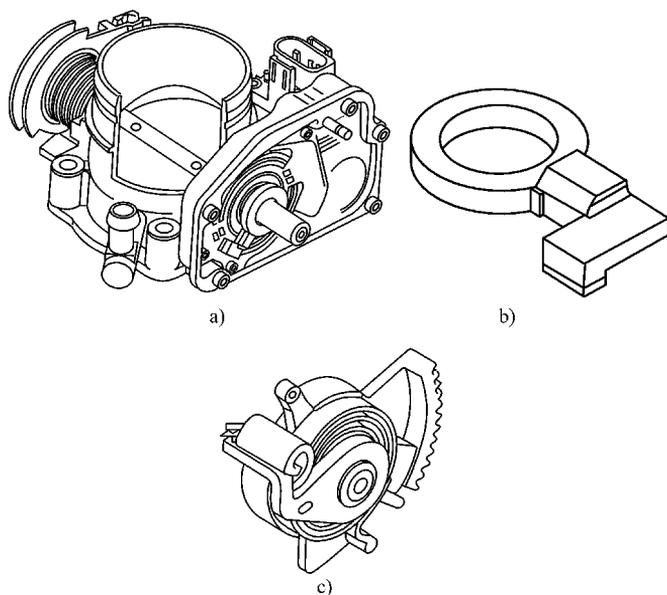


图 3-20 开关量型节气门位置传感器

a) 传感器结构 b) 滑动电阻 c) 触点开关

就车检查开关量型节气门位置传感器，点火开关应处于“OFF”位置，断开节气门位置传感器端子，用万用表分别测量两个开关触点是否导通，节气门位于全关位置时怠速触点应导通，节气门开启大于50%时全负荷触点应导通。在其他开度下两触点均应不导通。打开点火开关，用电压表测量，发动机怠速时怠速触点（IDL）的输出电压为0V；怠速触点开启到50%以前输出电压为5V，当节气门开启大于50%时，全负荷触点（PSW）闭合，此后输出电压均为0V。

4. 节气门位置和进气量的对比检查

读取数据流看节气门开度和进气量的数值是否匹配。

（1）使用进气歧管绝对压力传感器的车型 进气歧管绝对压力传感器不是装在进气系统上，而是通过一根真空软管与进气系统相连的，读取数据流，如节气门开度正常，但显示进气量过大，导致混合气过浓，应重点检查进气系统的密封性和进气歧管绝对压力传感器的真空软管是否畅通。

1）使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统发生泄漏，会造成真空度降低。而正常情况下发动机负荷越大真空度越低，所以进气歧管绝对压力传感器会误认为发动机进入大负荷工况，因此加大喷油脉宽，供给浓混合气。

2）进气歧管绝对压力传感器的真空软管被积炭堵塞，造成真空度低，控制单元同样会误认为进入大负荷工况，控制单元会为此加大喷油脉宽，供给浓混合气，所以氧传感器输出电压信号过高。

节气门开度正常，怠速正常，说明进气系统密封良好，进气歧管绝对压力传感器如工作正常，进气量也应正常。进气歧管绝对压力传感器的真空软管被积炭堵塞，使控制单元感受到的真空度明显低于进气系统实际的真空度，造成数据流显示的进气量明显高于正常值。控制单元无法得知准确的进气量，而反复调整怠速步进电动机步数，使怠速转速处于不断游车状态，使用自动变速器的汽车在摘档时因怠速转速不稳会出现摘档熄火的故障。

（2）使用空气流量传感器的车型 现在常用的空气流量传感器有热丝式、热膜式和卡门涡旋式三种。其中卡门涡旋式不会被废气返流污染。而热丝或热膜式被污染后，在热丝或热膜上形成隔热层，导致空气流量传感器输出信号过低，输出信号过低会造成混合气过稀。

以帕萨特轿车为例，正常情况下，怠速时空气进气量为2~4g/s，节气门开度为0°~5°，如怠速时节气门开度正常，而空气进气量明显小于下限的2g/s，应重点检查热丝式或热膜式空气流量传感器是否被废气返流污染。

如传感器没有被污染，应进一步检查空气流量传感器和控制单元之间信号传输线路是否同正极短路，使电阻值异常减小。

（3）更换空气流量传感器和节气门位置传感器后需要重新匹配 无论何时只要影响发动机运转的部件（如空气流量传感器、节气门位置传感器等）被更换，自适应记忆就应该被重新设置。如没有重新设置或断开蓄电池负极使其失去自适应记忆，发动机重新起动并运行在开环模式的时候，控制单元将利用部件失效时存储的长期自适应数值进行喷油脉宽的修正，使汽车在热机状态工作粗暴。

七、冷却液温度传感器和进气温度传感器的检测

1. 冷却液温度传感器和进气温度传感器的位置和作用

冷却液温度传感器（CTS）位于节温器的前端或后边。它是负责发动机怠速控制系统闭

环控制的传感器，对混合气的浓度、点火提前角、自动变速器变矩器的锁止、超速档、汽车的排放系统等起着非常重要的控制作用。

冷却液温度传感器（CTS）是一个负温度系数的热敏电阻，它的原理和进气温度传感器（IAT）原理一样，当冷却液温度为 -40°C 时，其电阻值为 $100\text{k}\Omega$ 左右，当冷却液温度为 130°C 时其电阻值为 70Ω 左右。PCM通过计算发动机冷却液温度，利用冷却液温度信号来修正燃油喷射控制、加速控制、点火控制、爆燃控制、冷却风扇控制、换档时刻控制、变矩器锁止离合器控制、废气再循环控制、活性炭罐清污等。

发动机冷却液温度在 $-40\sim 130^{\circ}\text{C}$ 间变化时，冷却液温度传感器信号电压范围在 $0\sim 5\text{V}$ 之间。随温度变化，传感器信号电压也呈非线性变化。发动机冷却液温度传感器信号电压的非线性变化见图3-21。检测发动机冷却液温度数据时，可能会遇到CTS的电压值在冷却液温度 50°C 时出现脉动，这是正常现象不要误以为是故障。

2. 冷却液温度传感器的检测方法

（1）发动机冷却液温度传感器（CTS）电阻值检测 发动机冷却液温度传感器是负温度系数传感器，发动机控制单元为其提供 5V 电源信号电压，CTS向控制单元返回与温度成反比的电压信号。温度越高传感器自身的电阻值和输出的电压信号越低。

将CTS放入盛满水的容器中，加热容器中的水，分别在 0°C 、 20°C 、 80°C 、 100°C 和 120°C 时用万用表测传感器的电阻值，看其电阻值变化的曲线是否与厂家规定相符。如果测量时传感器的电阻过大或过小，电阻值随温度的变化与特性曲线不符，均需更换。加热温度的变化应进行多点检测。发动机冷却液温度传感器的检测见图3-22。

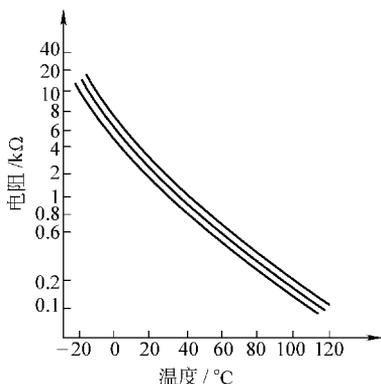


图 3-21 发动机冷却液温度传感器信号电压的非线性变化

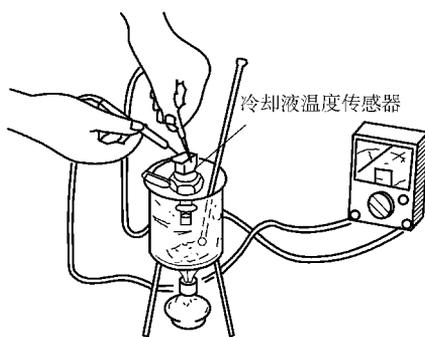


图 3-22 发动机冷却液温度传感器的检测

（2）读取数据流 发动机起动正常，加速正常，排气管冒黑烟。在熄火状态下，断开发动机冷却液温度传感器的端子，重新起动，如排气管不再冒黑烟，说明冷却液温度传感器有故障。读取数据流：

- 1) 如数据流显示发动机冷却液温度为 -46°C ，说明冷却液温度传感器正极短路或断路。
- 2) 如数据流显示发动机冷却液温度为 141°C ，说明冷却液温度传感器接地线短路。
- 3) 如数据流显示发动机冷却液温度和环境温度相差很大时，须检查冷却液温度传感器导线的电阻值。

（3）冷却液温度传感器输出电压的分析

1) 发动机冷却液温度传感器输出的电压信号失准会造成冷车起动困难或热车起动困难。还会造成混合气过稀或过浓的故障。

2) 冷却液温度传感器信号电压过高是信号线断路。

3) 冷却液温度传感器信号电压过低是信号线对地短路。

(4) 冷却液温度传感器失效保护 一旦故障存储器上储有冷却液温度传感器的故障码,控制单元在起动时便使用进气温度传感器的信号当作替代值。然后温度控制随存储在控制单元中的模型特性曲线升高,当发动机达到正常工作温度,在一定时间后便升到一个固定替代值,该固定替代值又和进气温度相关。

冷却液温度传感器进入失效保护后,控制单元改用进气温度传感器信号代替,但将进入以下的“跛行模式”。

① 发动机的转速被控制在 1500 ~ 4500r/min。

② 发动机起动后散热器风扇始终高速旋转。

注:捷达王轿车断开冷却液温度传感器端子后发动机无法起动,即使重新连接好传感器端子也无法起动,只有通过控制单元对冷却液温度传感器进行重新设定后才能正常起动。

(5) 读数据流和红外线测温仪检测相结合 热车后排气管冒黑烟,为证实 CTS 是否有故障,可读取 CTS 的数据流,如数据流显示冷却液温度 40℃,而用红外线测温仪检测散热器的进水管(发动机冷却液温度)是 90℃,说明 CTS 输出电压失准,应更换 CTS。

发动机冷却液温度 90℃时已经进入正常工作温度范围,控制单元应按温度正常对喷油脉宽进行控制。而发动机冷却液温度 40℃时发动机还处于暖机的第一阶段,控制单元按低温加大喷油脉宽(浓混合气)。所以就出现冷车排气管不冒黑烟,热车后排气管冒黑烟。

故障案例 冷车时起动困难,要反复起动多次,暖机阶段怠速转速低于标准怠速转速,热车后怠速稳定,加速正常。在热车状态下再次起动也完全正常,但第二天起动依然困难,还是要反复起动多次。发动机故障指示灯亮,读取故障码,为冷却液温度传感器故障。更换传感器后发动机工作恢复正常。发动机在冷车起动和暖机期间,控制单元主要是根据冷却液温度传感器的信号来控制怠速步进电动机的开启角度和发动机的怠速转速。没了冷却液温度传感器的信号,在冷车起动时控制单元无法保持怠速步进电动机的开启状态,所以冷车起动困难。

3. 进气温度传感器的位置和作用

进气温度传感器(IAT)装在MAF内或装在进气软管上,而不是装在进气歧管上。根据进气温度的变化,调节混合气浓度和点火提前角,也是自动变速器(AT)和怠速控制(ISC)的参考信号。进气温度升高时,空气密度小,混合气偏浓,发动机转速通常也相应增加;进气温度降低时,空气密度大,混合气偏稀,发动机转速通常也相应降低。当进气温度超过40℃时产生较少补充喷油脉宽的信号。使进气温度保持一个常量,如30~45℃,这样不仅可以改善进气的稳定性,还可以改善排放的稳定性,而且还有利于节油。

使用进气歧管绝对压力传感器的车型,IAT是必装件;使用热丝、热膜式空气流量传感器的车型,IAT是选装件;卡门涡旋式空气流量传感器则不装IAT。

进气温度传感器是负温度系数传感器。温度越高自身的电阻值和信号越低。

4. 进气温度传感器的常见故障与危害

(1) 进气温度传感器常见故障

1) 进气温度传感器 (IAT) 感受温度部分被废气返流污染, 使传感器热敏元件感受进气温度变化的灵敏度下降, 导致电阻值不能反映实际进气温度。拆下传感器用化油器清洗剂清洗, 晾干后可恢复正常。

2) IAT 内部线路接触不良, 使传感器无信号或信号不正常。

3) IAT 热敏元件性能不良使信号异常。

4) 在某特定的温度范围内发动机运转不正常, 读取数据流时进气温度没有随热车连续升高, 输出电压 (温度信号) 不时地被中断, 说明 IAT 有故障, 应更换。

(2) 进气温度传感器故障可能造成的危害

1) 进气温度传感器 (IAT) 信号失真时, 控制单元对混合气浓度和点火提前角的修正会出现偏差。导致发动机动力不足、加速缓慢、怠速不稳, 甚至会造成冷车时无怠速。

2) 会造成燃油经济性下降, 出现爆燃现象。

3) 会影响到控制单元对 EVAP 和 EGR 的控制精度。

5. 进气温度传感器的检测方法

将进气温度传感器 (IAT) 放入盛满水的容器中, 加热容器中的水, 分别在 0℃、20℃、80℃ 时用万用表测传感器的电阻值, 看是否与厂家规定相符。如果测量时传感器的电阻过大或过小, 电阻值随温度的变化与特性曲线不符, 均需更换。

八、电器故障再现法

1. 通过加热或制冷再现故障

打开点火开关, 用吹风机的热风 and 小型空调对可能有故障的电器加热或制冷, 再现故障现象。如点火系的传感器老化后, 冷车时正常, 热车后会出现短路等故障。用吹风机的热风可以再现故障。

2. 施加振动

在检测的同时, 轻轻地敲击被检传感器或继电器的外壳, 模拟行驶中受到了振动, 如敲击时电阻或电压值出现异常, 必须更换。空气流量传感器、氧传感器和爆燃传感器等均可进行此项检查。

3. 进行摇晃

通过上下左右摇晃传感器线束, 检查端子连接是否牢靠。

4. 检查线束松紧度

传感器的线束不可过紧, 也不可过松。传感器的线束过紧, 在坏路上行驶时线束端子容易脱落, 造成信号传递中断。传感器的线束过松行驶中会引起线束不停地振颤, 容易使一些外皮较粗、导线很细的线束出现断路。

5. 电控系统线束破损或接地不良可能导致故障

发动机冷却液温度传感器 (ECT) 信号线接地, 车速在 30km/h 以上时冷却液过热报警装置开始报警。

喷油器线束破损短路, 会造成连续喷油, 空燃比过大导致缺缸。

爆燃传感器 (KS) 的屏蔽线接地不良时, 爆燃传感器已经将点火提前角调整到极限, 还有爆燃信号, 故障指示灯被点亮。

自动变速器油温传感器信号线接地, 控制单元会误认为油温过高, 进入失效保护, 变速器退出超速档, 变矩器退出锁止工况, 造成车速明显下降。

6. 偶发性故障

带“/sp”符号的为偶发性故障，可能是端子插头松动，或排除完故障未进行故障码清除。偶发性故障和传感器自身没有关系，所以不要随意更换传感器。在电气系统维修中经常可以遇到端子插头松动、接地线不实，蓄电池正极线短路、线束短路等方面的偶发性故障。所以在电气系统的故障诊断中应先检查上述方面是否有故障。

7. 控制单元与防盗系统的匹配

换控制单元后必须重新匹配。先向厂家质询新换控制单元的防盗密码，如大众系列汽车用1552输入更换的防盗密码，然后按10-50-输入原车防盗密码，再按21-06结束输出。

九、汽车漏电故障的诊断

1. 漏电的故障现象

先是汽车每隔两三天就需给蓄电池充一次电，后来车停一夜后就无法起动。通常人们都认为是发电机不发电，其实这类故障通常是由于汽车漏电造成的。汽车停一夜后蓄电池逐渐放电，造成第二天起动困难。

2. 漏电的原因

- 1) 应关闭的用电设备没有全关。如风窗玻璃除霜加热开关或座椅自动加热开关未关。
- 2) 蓄电池极板短路或氧化脱落，导致蓄电池自放电。
- 3) 车用电子器件和电路接地线不良，导致短路放电。

3. 蓄电池是否自放电的检测

- 1) 检查蓄电池电解液的密度。蓄电池电压12V以上时电解液的密度应为 $1.26 \sim 1.28\text{g/cm}^3$ 。
- 2) 用放电叉进行放电检测。

4. 常见的漏电故障

最常见的漏电故障是接地线不良。汽车电器线束、传感器、控制器、执行器等电子器件和电路接地线不良，都会导致漏电。尤其是使用长久的旧车和不正规安装防盗系统的车辆。将万用表选择在电压档，在发动机工作时把万用表的两个测试笔分别与蓄电池负极及车身任意一处接地（要保证接地质量）点相接，如万用表显示有电压，说明确实存在接地线不良的故障。

5. 漏电故障的检测方法

- 1) 关闭点火开关，在蓄电池负极接地线和负极的极桩上连接最大量程为2A以上的电流表。关闭点火开关和所有用电设备，10min后控制单元休眠，如有10~20mA以上的明显电流，说明有漏电处。
- 2) 如电流较大，逐个拔下熔丝，打开点火开关检测，如拔下某个熔丝后蓄电池不再放电，表明该熔丝所负责的控制回路有接地短路故障，应仔细对照电路图，分段检查，找出短路处。
- 3) 所有的熔丝都拔下后蓄电池仍然放电，说明是蓄电池正极到熔丝盒之间和到点火开关之间的线束有漏电处，应更换该线束。

第二节 发动机燃油系统的作用和故障诊断

电喷发动机燃油系统由燃油泵、燃油滤清器、燃油分配管、喷油器、燃油压力调节器等

组成。电喷发动机燃油系统负责控制燃油压力和流量。燃油系统故障很多情况下没有故障码，即使有往往也不精确。



第二节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 燃油滤清器负责过滤燃油中的杂质。滤清器堵塞不降低燃油压力，但会降低燃油流量。会造成大负荷动力不足，加速无力，行驶中发动机自动熄火，在熄火瞬间车身抖动。

2. 在燃油压力调节器和发动机进气系统之间的真空管上装有一个电磁阀，在发动机温度达到 100℃ 时关闭真空管，停止小负荷回油，防止燃油箱燃油蒸发过多和管路中形成气阻导致起动困难。

3. 熄火、关闭燃油压力测试仪的截止阀，10min 后打开燃油压力测试仪的截止阀，保持压力应不小于 250kPa。如保持压力过低，应分别检查燃油泵的出油单向阀、喷油器和燃油压力调节器回油阀的密封性。

4. 关闭截止阀后，保持压力依然低于标准值，说明燃油泵出油单向阀和油压表前的管路密封良好。夹住燃油压力调节器的回油管，重新进行一次保持压力检测，保持压力正常，说明调节器回油阀损坏。

5. 进行 30s 喷油检测，在 30s 内喷油器滴漏不许超过一滴，否则说明密封不良。

6. 喷油器堵塞、卡滞后会使得喷油量减少 1/2，导致冷车起动性能不好，冷车时怠速极其不稳定，加速性能差，热车后起动性能和怠速略好些。

7. 喷油器节流会造成加速缓慢，尾气中 CO 增加。在进行外观检查时滴漏的喷油器的喷嘴通常发黑。要保证喷油器的正常工作状态，每 20000 ~ 40000km 应清洗一次。

8. 燃油压力调节器膜片破裂后部分燃油不经喷油器，经调节器真空软管、进气歧管、进气门直接进入燃烧室，导致混合气过浓。

9. 喷油器插头松动会造成行驶中特别是在坏路上行驶时该缸熄火。

10. 燃烧室内积炭过多会造成起动困难、怠速不稳、低速熄火、加速不良、尾气超标、油耗增加等一系列故障。

一、燃油系统的组成和功用

1. 燃油泵的组成和功用

燃油泵总成由集滤器、燃油泵、限压阀、单向阀、滑线电阻式燃油液面传感器等组成。集滤器负责过滤。燃油泵负责根据控制单元提供的电压建立燃油压力，燃油压力的大小只和控制单元提供的电压及燃油泵的工作状况有关，与发动机的转速及负荷无关。限压阀负责将燃油压力限制在规定的范围内，如厂家规定燃油压力为 400kPa，限压阀就将超过 400kPa 燃油压力的燃油返回燃油箱。单向阀允许燃油出去，不许燃油回来，保证保持压力，方便二次起动。单向阀失效会造成发动机起动困难，大负荷动力不足。燃油液面传感器负责监测燃油液面高度，每消耗 5L 燃油，燃油表走 1 小格。

2. 燃油滤清器

燃油滤清器负责过滤燃油中杂质。滤清器堵塞不降低燃油压力，但会降低燃油流量。会造成大负荷动力不足、加速无力、行驶中发动机自动熄火，在熄火瞬间车身抖动。

3. 喷油器

喷油器是电控燃油系统的执行器，作用是将汽油呈雾状喷入进气总管（单点式）或进

气歧管内（多点式）。控制单元利用控制脉冲的宽度来控制喷油器每次喷油的时间（喷油脉宽），进而控制喷油量，喷油器的喷油脉宽为2~10ms，喷油脉宽愈大，喷油量就愈大。

发动机电控系统的喷油器都是电磁式，按驱动方式不同分为电压驱动式和电流驱动式两种。

1) 电压驱动式又分为高阻型和低阻型两种。高阻型用蓄电池电压直接驱动，电阻值为12~16 Ω ，使用比较普遍。低阻型用5~6V电压驱动，电阻值为5~6 Ω ，不能直接与蓄电池电压连接。

2) 电流驱动式，在电流驱动回路中没有附加电阻，低阻型喷油器直接与蓄电池连接，通过控制单元中晶体管对流过喷油器的电流进行控制，开始以较大的电流开启喷油器，开始喷油后再用较小的电流保持针阀的开启。

4. 燃油压力调节器

燃油压力调节器负责根据发动机负荷的变化调整燃油压力，使燃油压力（与空燃比相关）和发动机负荷相匹配。小负荷时发动机进气系统真空度高，调节器膜片被吸起，少量燃油经回油管返回燃油箱。大负荷时发动机进气系统真空度低，调节器膜片关闭回油管，燃油管路内压力保持不变。由于现在发动机外表工作温度在100 $^{\circ}\text{C}$ ，远远高于汽油70 $^{\circ}\text{C}$ 的蒸发温度，为了减少燃油箱内燃油蒸发产生的有害气体HC，同时也是避免热天怠速和小负荷时燃油管路内压力降低后产生气阻，导致起动困难和工作不稳定，近年新车型上对小负荷时燃油的回流进行了控制。

1) 在燃油压力调节器和发动机进气系统之间的真空管上装1个电磁阀，在发动机温度达到100 $^{\circ}\text{C}$ 时关闭真空管，停止小负荷回油。

2) 取消燃油压力调节器上的回油管，实际上就是取消了燃油压力调节器。

3) 不再安装燃油压力调节器，发动机进气系统上除了安装空气流量传感器外，还安装进气歧管绝对压力传感器，根据发动机负荷的变化调整喷油脉宽，以喷油脉宽的调整代替燃油压力的调整，有效地减少燃油箱内燃油蒸发产生的HC，同时避免热天小负荷时燃油管路内压力降低后产生气阻，改善了排放和发动机的工作稳定性。

二、燃油系统的检测

燃油系统的检测主要查两项，即燃油油压和燃油流量。燃油油压的大小是由燃油泵和燃油压力调节系统决定的。燃油流量的大小是由燃油滤清器和喷油器是否发生堵塞，燃油管路是否被碰瘪决定的。如喷油器堵塞严重时燃油流量会减少一半。

(1) 燃油油压检测的内容和影响 燃油油压分为怠速油压、大负荷油压、保持压力三个方面的检测。

1) 怠速油压过低，会造成怠速运转不平稳。

2) 大负荷油压过低，会造成高速时汽车动力不足、加速无力、严重时行驶中自动熄火。

3) 保持压力过低或没有会造成发动机起动困难（需要连续起动两次才能着车）。

(2) 燃油流量检测的内容和影响 燃油流量的检测分为30s喷油量检测、喷油器喷射角度检测、喷油器密封性检测三个部分。

1) 30s喷油量过少，会造成发动机怠速不稳、汽车加速不良、正常行驶中快速放松加速踏板发动机熄火的故障。

2) 喷油器喷射角度过小或密封性不良（喷油器滴油），会造成发动机燃烧不好。

1. 燃油压力的检测

(1) 燃油压力检测前的准备工作 先在进油管路上连接燃油压力表。有些汽车接油压表前需先卸压，拔下燃油泵的熔丝或继电器，反复起动3次发动机，以有效地降低燃油管路内的压力。但也有些汽车留有测试口，不需卸压，只需关闭点火开关，松开管接头（在管接头下方垫上棉丝），将溢出的油擦干，管接头位置见图3-23中的箭头。用适配器在压力表与燃油供油管和燃油分配管处连接。

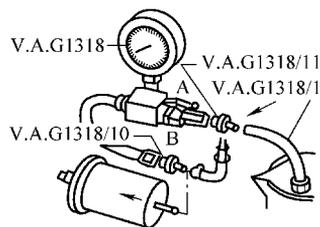


图 3-23 在箭头处松开管接头

注：在发动机热车时拔下燃油泵的熔丝或继电器，连接诊断仪，读取喷油脉宽，起动发动机，控制单元为了弥补燃油压力下降带来的混合气过稀，会根据氧传感器输送的信号增大喷油脉宽。

(2) 怠速燃油压力的检测 用适配器在压力表与燃油供油管和燃油分配管处连接，打开压力测试仪的截止阀，手柄指向燃油流动方向，起动发动机，并以怠速运转，见图3-24。

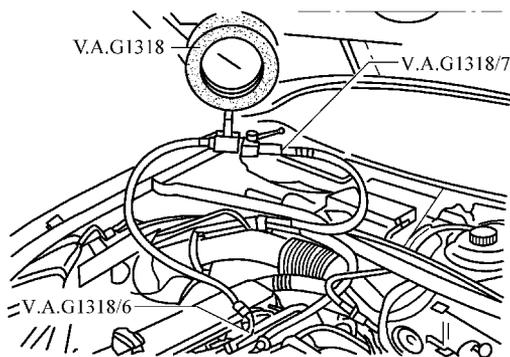


图 3-24 燃油压力表的连接

(3) 大负荷燃油压力的检测 不同车型燃油压力值略有差别。如某车型怠速时燃油压力为350kPa，拔下燃油压力调节器上方的真空软管，或将加速踏板完全踩到底，燃油压力如上升到400kPa，说明燃油压力调节器良好，否则必须更换燃油压力调节器。

(4) 大负荷燃油压力不足的原因

1) 怠速燃油压力正常，大负荷燃油压力不足的原因是燃油压力调节器密封不良。燃油压力调节器密封不良导致大负荷时回油管路仍有回油，大负荷燃油压力和怠速燃油压力相近，低于正常值。发动机怠速运转正常，在挂空档时加速、大负荷运转正常，但行驶中加速不良。

2) 起动发动机路试，试车过程中如油压保持不住，说明燃油管路过脏。

3) 跑高速时如感觉跟不上油，加速无力，行驶当中就慢慢地熄火了，熄火前出现车身抖动，熄火后马上起动，起动不着，停一会再起动就着车了。开始时几十 km 出现一次自动熄火，如此反复，后来行驶不足 1km 就自动熄火，说明燃油箱过脏或燃油滤清器堵塞。

(5) 保持压力的检测 保持压力关系到发动机是否能够正常起动，没有保持压力，发动机必须连续起动两次才能起动。

保持压力检测方法：在连接好燃油压力表的前提下，熄火，关闭燃油压力测试仪的截止

阀, 10min 后打开燃油压力测试仪的截止阀, 保持压力应不小于 250kPa。如保持压力过低, 应分别检查燃油泵的出油单向阀、喷油器和燃油压力调节器回油孔的密封性。

2. 燃油保持压力过低故障的诊断与分析

造成燃油保持压力过低的故障原因主要有 3 个方面: 燃油泵出油单向阀的密封不良; 燃油压力调节器密封不良; 喷油器密封不良。本着先简单后复杂的原则, 按以下顺序进行检测。

(1) 先检查燃油泵出油单向阀的密封性 燃油保持压力低于标准值, 可以用排除法检测。先关闭截止阀, 使燃油泵到燃油压力表之间处于密封状态。重新进行一次保持压力检测, 如果此次保持压力正常, 说明燃油泵出油单向阀和油压表前的管路密封不良。这将产生以下故障现象。

① 燃油泵出油单向阀密封不良, 关闭点火开关后燃油压力下降很快, 不到 1min 燃油压力表就快归零了。正常情况下熄火 10min 后燃油压力不得低于 250kPa。

② 燃油泵出油单向阀密封不良, 熄火后立即起动可正常起动, 熄火后稍停片刻再起动就会出现起动困难。

③ 跑长途时加速迟缓无力。

必须更换燃油泵总成, 方能排除此故障。

(2) 检查燃油压力调节器的密封性 关闭截止阀后, 燃油压力依然低于标准值, 说明燃油泵出油单向阀和油压表前的管路密封良好。用钳子夹住燃油压力调节器的回油管, 重新进行一次保持压力检测, 如此次保持压力正常, 说明燃油压力调节器回油阀损坏。

(3) 检查喷油器的密封性 用钳子夹住燃油压力调节器的回油管后, 燃油压力依然低于标准值, 则说明喷油器有泄漏。进行 30s 喷油器滴漏检测, 在 30s 内滴漏不许超过一滴, 否则说明密封不良。

燃油保持压力明显低于标准值会造成起动困难, 需连续两次起动才能着车。喷油器有泄漏, 属于额外供油, 还会造成混合气过浓。燃油泵出油单向阀密封不良或燃油压力调节器回油阀损坏还会造成第一次起动不着车, 第二次起动虽然可以着车, 但由于油压低, 容易出现怠速抖动。维修时需要更换燃油泵。

燃油保持压力略低于标准值, 起动正常, 冷车正常, 热车后会产生气阻, 出现怠速抖动、游车、车身振抖, 特别是发动机电控冷却风扇开始旋转后抖动更严重。

3. 用真空泵检测燃油压力调节器

起动, 打开燃油压力测试仪的截止阀, 加大节气门开度, 使燃油压力上升到 400kPa。关闭点火开关, 拔下燃油压力调节器上的真空管, 连接手动真空泵。起动, 怠速运转, 用手动真空泵向燃油压力调节器施加不同的真空度, 燃油压力表应随真空度变化而变化。真空度高, 燃油压力降低, 真空度低, 燃油压力上升, 说明燃油压力调节器正常。否则说明燃油压力调节器有故障。

如果调节器膜片破裂, 怠速和小负荷时进气系统真空度高, 部分汽油被直接吸入进气歧管, 没有经过喷油器, 直接进入燃烧室, 将导致怠速和小负荷时混合气过浓, 排气管冒黑烟, 怠速转速过高。维修时必须更换燃油压力调节器。

燃油分配管、燃油压力调节器和喷油器见图 3-25。

一些轿车燃油压力调节器还受压力调节器电磁阀控制。即压力调节器和进气管之间装有

控制单元控制的压力调节器电磁阀。它的主要作用是在发动机冷却液温度过高时关闭进气管到燃油压力调节器间的真空通道。在发动机冷却液温度超过 100℃ 的热起动时, 点火开关由起动位置回到接通位置 3s 后, 控制单元可使压力调节器电磁阀关闭, 截断燃油压力调节器真空室的真空来源, 在节气门开度较小时压力调节器也不向燃油箱回油, 使燃油压力提高, 消除燃油由于热膨胀产生的影响, 改善发动机热起动功能。

4. 喷油器的检测

喷油器分为单孔和多孔 (两孔或四孔) 两种。喷油器最主要的检查项目是喷油量和滴漏的测试, 通常在喷油器试验台上测试。喷油器检测有四项内容: 读取数据流, 看怠速时喷油脉宽是否明显被加大; 30s 喷油量; 喷油器有无滴漏; 喷射角度是否合适。

(1) 读取数据流 由于喷油器堵塞后, 喷油量只有正常时的 1/2, 所以进入闭环后, 控制单元会根据氧传感器的信号, 加大喷油脉宽。因此怠速时如喷油脉宽在 5ms 左右, 很可能是喷油器堵塞。

(2) 30s 的喷油量检测 检查 30s 的喷油量是否符合厂家规定。如大部分厂家规定 30s 喷油量为 85 ~ 95mL。各缸喷油器 30s 喷油量相差不得超过 10%。个别缸喷油量过少说明喷油器卡滞, 会造成第一次起动困难。个别喷油器卡滞不喷油, 会造成加速不良, 加速时有“突突”声。需更换或清洗卡滞的喷油器。所有缸喷油量都过少, 说明全部喷油器或燃油滤清器堵塞。

(3) 喷油量不足的分析

1) 喷油器外观检查, 喷油器堵塞后, 喷油器发黑。

2) 燃油滤清器堵塞或燃油管路碰扁的分析。燃油滤清器堵塞不会降低燃油压力, 但会明显降低供油量。燃油压力正常, 但燃油流量过低, 喷油器不发黑, 但猛踩加速踏板燃油流量也不上升, 说明燃油滤清器堵塞或燃油管路被碰扁。

在正常使用的情况下, 每隔 20000 ~ 30000km 就应该更换一次燃油滤清器。因为燃油滤清器堵塞虽然不会降低燃油压力, 但会明显降低供油量。燃油滤清器有特定的装配方向, 不能装反, 装反后只要起动就必须换新的。燃油滤清器外壳上印有箭头, 装配时须注意滤清器外壳上标志。

如燃油系统胎压过高, 通常是节气门开度小时, 燃油压力调节器不回油或燃油泵限压阀卡滞不泄油, 汽车行驶时会有不平顺的感觉。

3) 30s 喷油时间内各喷油器不得有一滴滴漏现象发生, 哪个喷油器发生滴漏现象就必须更换。滴漏是不受控制单元控制的额外供油, 滴漏会造成混合气过浓, 严重时会造成该缸缺缸, 滴漏不仅造成发动机抖动、油耗增加、三元催化转化器 (TWC) 堵塞, 而且如废气在 TWC 内燃烧, 还可能烧坏 TWC。

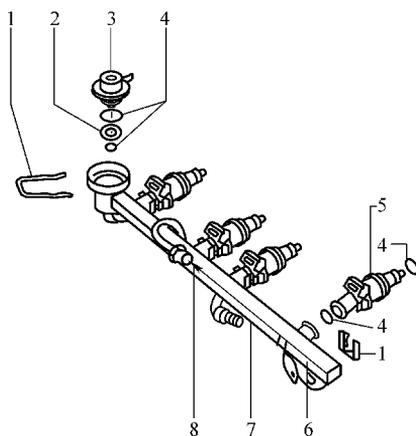


图 3-25 燃油分配管、燃油压力调节器和喷油器

- 1—保持夹 (确保喷油器和燃油分配管良好的密封)
2—滤网 3—燃油压力调节器 4—O 形圈 5—喷油器
6—燃油分配管 7—回油管路 8—供油管路

喷油器堵塞、卡滞后会使得喷油量减少 1/2，导致冷车起动性能不好，冷车时怠速极其不稳定，加速性能差，热车后起动性能和怠速略好些，进入闭环控制后，由于混合气过稀，控制单元根据氧传感器信号加大喷油脉宽，所以，进入闭环控制后读取数据流，怠速喷油脉宽为 5ms，明显高于正常值。用超声波清洗机对喷油器进行清洗，可排除故障。

(4) 喷射角度 喷射角度主要影响喷射的雾化状况，喷射角度不对，雾化不好，会造成加速缓慢，尾气中 CO 增加。

(5) 喷油器不喷油故障的分析 如喷油器不喷油，则应在室温下测试喷油器的电阻值是否符合厂家的规定。用机外插座检测盒测试从控制单元到喷油器导线阻值是否超过 1.5Ω。

(6) 燃油压力调节器故障引发的燃油压力过高或混合气过浓的分析

1) 燃油压力调节器调节不当，造成发动机中小负荷时燃油压力过高。大多数时是由于积炭堵塞燃油压力调节器与进气管间真空软管造成的。喷油压力过高不仅会造成燃油消耗增加，而且会造成发动机低速时工作粗暴，从尾气中可以闻到浓浓的臭味（三元催化转化器内散发出来的）。

2) 燃油压力调节器膜片破裂会造成混合气过浓。调节器膜片破裂后部分燃油不经喷油器，经调节器真空软管、进气歧管、进气门直接进入燃烧室，导致混合气过浓。

(7) 电路插头松动会造成缺火 喷油器插头松动会造成行驶中，特别是在坏路上行驶中该缸缺火。

(8) 喷油器波形的检测 检测喷油器的波形就是检测喷油器工作电流的变化，以及喷油脉宽为此所受到的影响。喷油器正常的波形见图 3-26，图中各段分析如下。

A：动力控制模块（PCM）命令接通喷油器，造成电压突然降低。

B：从 B 点看，2V 电压降到与接地电压相近的值（不足 0.2V 电压）。

C：降到 B 点后电流开始流经喷油器线圈，产生反向电压，形成波形底部反向电压降；从 B 点到 C 点为喷油器通电后准备喷油的时间，此段越短喷油脉宽就越有保证。

D：从 C 点到 D 点为喷油脉宽。

将发动机各缸的喷油器波形进行比较，哪个缸的喷油器波形中 C 点到 D 点的距离短，说明哪个缸的喷油器或电路有故障。

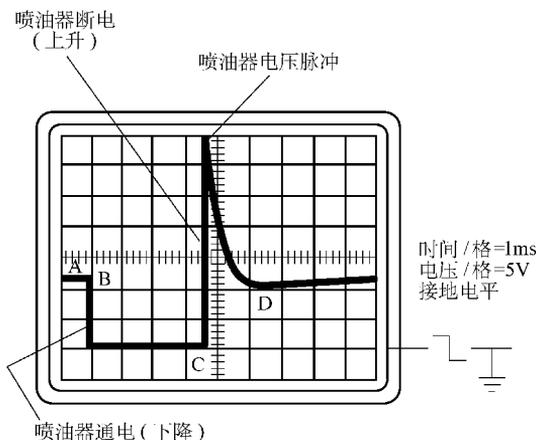


图 3-26 正常的喷油器波形

有故障的喷油器主要是反向电流小于正常值，由于喷油器线圈是高阻抗，使 B 点到 C 点喷油器通电后准备喷油的时间过长，导致从 C 点到 D 点的喷油脉宽明显减小，造成喷油器针阀开启时间滞后，燃油供给不足，引起间歇性缺火，使发动机怠速抖动。此类故障应检查喷油器电源端。反向电流小于正常值时的喷油器波形见图 3-27。

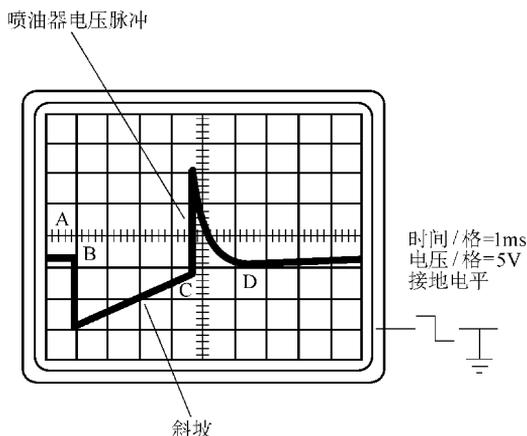


图 3-27 反向电流小于正常值时的喷油器波形

(9) 喷油器电阻值的检测 拆开喷油器线束端子，用数字万用表测量两端子之间的电阻值，低电阻值的喷油器电阻值应为 $5 \sim 6\Omega$ ，高电阻值的喷油器电阻值应为 $12 \sim 16\Omega$ 。

5. 控制单元上喷油器接地线不实导致发动机转速丢转

汽车在中速行驶中有时会出现发动机转速丢转，发动机转速突然下降 $200\text{r}/\text{min}$ 左右，丢转时间通常持续数秒，然后发动机转速恢复正常。丢转故障的出现时间没有规律性。这类故障通常是由于控制单元上喷油器接地线不实造成的。

控制单元上喷油器接地线不实，导致喷油器接地电阻增大，使流经喷油器电磁线圈的电流明显减小，从而使喷油器开阀时间（在触发脉冲加到电磁线圈后，从脉冲开始到针阀里形成最大升程状态的时间）延长，数据流上显示的喷油脉宽没有改变，但喷油器的实际喷油量小于正常值，导致混合气偏稀，虽经氧传感器调节，仍无法满足工作需要，于是汽车在中速行驶中有时会出现发动机转速丢转，并会留下混合气浓度和燃油修正控制有关的故障码。

6. 燃油泵继电器控制电路

燃油泵继电器装在继电器板上。打开点火开关，电子燃油喷射系统的主继电器闭合，紧接着燃油泵继电器闭合，燃油泵开始工作，随后燃油泵继电器断开，而主继电器继续闭合，燃油泵继续工作。如果燃油泵继电器失效，与燃油泵继电器并联的机油压力开关将控制燃油泵。

打开燃油箱盖听燃油泵的泵油声，另一个人打开点火开关，在燃油箱盖处应能听到 2s 的泵油声。如听不到应重点检查燃油泵继电器是否对正极短路，及控制单元和继电器连接电路。如打开点火开关，燃油泵连续不停地运转，则可能是燃油泵继电器对地短路。

燃油泵继电器除控制燃油泵外，通常还负责控制加热型氧传感器（HO₂S）、炭罐清污电磁阀（CANP）、喷油器（INJ）、怠速步进电动机（IAC）及空气流量传感器（MAF）。电动燃油泵继电器对正极短路后，发动机熄火，不能起动，会同时出现多个故障码，所以出现

上述传感器和喷油器故障码，特别是几个故障码同时出现时需慎重对待，不可以盲目换件。燃油泵继电器控制电路见图 3-28。

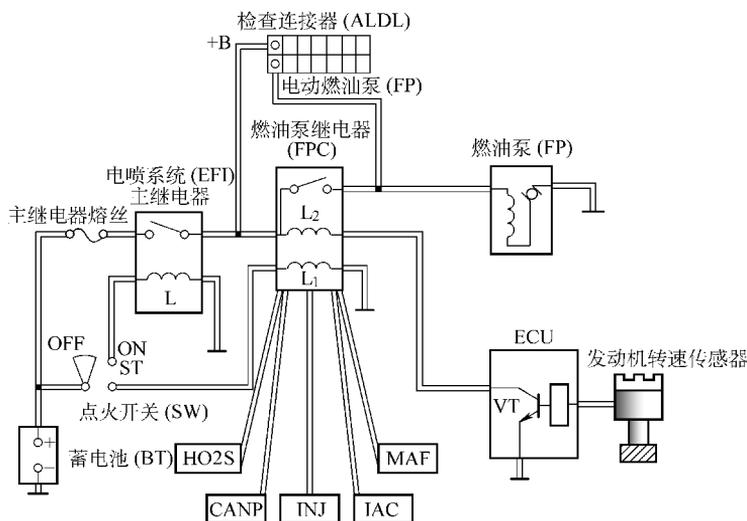


图 3-28 燃油泵继电器控制电路

HO2S—氧传感器 CANP—炭罐清污电磁阀 INJ—喷油器

IAC—怠速步进电动机 MAF—空气流量传感器

三、燃烧室积炭的预防和清除

造成燃烧室内积炭过多的原因主要是汽车长期短距离、低速行驶或火花塞热值过低。经常跑长途和高速行驶的汽车燃烧室内基本上没有积炭。

1. 燃烧室积炭的危害

燃烧室内积炭过多会造成起动困难、怠速不稳、低速熄火、加速不良、尾气超标、油耗增加等一系列故障。

2. 如何减少燃烧室的积炭

(1) 尽量使用清洁汽油 条件允许的情况下尽量使用清洁汽油。清洁汽油中烯烃的含量明显低于普通汽油，而烯烃是产生燃烧室积炭的主要因素。清洁汽油中还含有清洗剂，在发动机工作的同时可以对气道进行清洗。

(2) 不要长时间保持怠速 不要长时间保持怠速，也不要长时间低速行驶。低、怠速时间过长，会导致发动机暖机时间过长，汽油被喷到气门背面后，蒸发速度会明显变慢，再加上怠速时充气系数低，气流对积炭的冲刷作用明显降低，积炭也就由此产生。

(3) 尽量高速行驶 有条件时尽量跑高速，利用气流对气道的冲刷可有效地防止积炭的产生。经常跑长途的汽车，即使使用的是普通汽油，燃烧室也不会产生积炭。

3. 燃油系统清洗的作用

1) 采用就车清洗，在不解体的情况下，清洗汽油机和柴油机的喷油器、燃烧室、燃油泵和进气门等处的积炭和胶质。

2) 恢复燃油喷射的正常效果。燃油系统的清洗可以恢复燃油喷射的最佳雾化功能，促进燃烧，增强动力，降低尾气排放中的CO和HC的含量，降低燃油消耗，排除冷起动困难，恢复发动机的性能。

3) 燃油系统的清洗可以消除怠速抖动、低速熄火、爆燃、缺缸、加速无力、急加速熄火、喘振等故障,保护燃油系统的各部件,防止生锈和腐蚀。

4. 燃油系统的清洗方法

除了常年跑长途的汽车外,其余汽车每行驶 50000km 左右必须进行一次燃油系统的清洗,实现系统地清洗。

燃油系统清洗前必须先清洗燃油箱,确保燃油箱内没有水分和杂质。燃油系统的清洗可以将清洗剂直接加入燃油箱,如使用威力狮的燃油系统清洗保护剂,每罐 473mL 可以兑 60~90L 汽油,也可以用专用清洗罐与燃油管连接。有条件的则最好使用汽油发动机燃油系统免拆清洗设备,发动机燃油系统免拆洗设备可以自动定时,同时可以根据发动机积炭情况,设置工作时间。如积炭不十分严重,可用定时 20min,如积炭特别严重(已经引起爆燃)则需定时 45min。专用清洗设备的清洗效果要好于前两种方法。

人工清洗可先保持怠速运转 10min,将积炭泡软,再中高速运转 5min 左右,用强流量冲刷喷油器、燃烧室、喷油泵和进气门等处的积炭和胶质。如积炭过多,可再循环进行一次。清洗后应中高速行驶 20min,使已经泡软的积炭彻底清除干净。否则残留的泡软发粘的积炭会粘住气门,导致第二天起动困难。

第三节 发动机点火系统的作用和故障诊断

由于发动机要在起动、怠速、巡航、加速等不同工况下工作,点火系统也必须在这些工况下保证发动机正常工作。学习本节不仅要明确点火系统的组成、工作原理,还要明确不同发动机工况和工作模式对点火系统的要求,以及点火系统常见故障的诊断与分析。

点火电控系统主要由点火继电器、点火模块、点火线圈的初级线圈、电容、次级线圈、高压阻尼系线、火花塞、爆燃传感器等组成,其作用主要包括控制点火提前角、控制点火时间和防止爆燃。

控制点火提前角的传感器有:控制初始点火提前角的凸轮轴位置传感器,提供压缩行程上止点的曲轴位置传感器(发动机转速传感器),负责调节点火提前角的空气流量传感器、车速传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器,以及负责修正点火提前角的爆燃传感器。

检测点火系统所用的专用工具有:汽车专用万用表、示波器、检测盒(检测导线电阻)、故障诊断仪、测试辅助导线和发光二极管检查灯等。



第三节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 点火控制模块接地线接触不良,在坏路上行驶,或急加速、急减速、发动振动较大时会使高压线失火,导致发动机抖动。

2. 爆燃传感器(KS)失效退出后,控制单元为了防止发生爆燃会将点火提前角推迟 15°,行驶中就会出现加速熄火、油耗高和排气管冒黑烟的故障。

3. KS 为 3 针插头,用万用表测量端子 1 和端子 3;端子 1 和端子 2;端子 2 和端子 3 之间的电阻值都应为 ∞ 。

4. 普通火花塞的使用寿命为 25000km, 白金火花塞的使用寿命为 70000km。
5. 发动机前支座软垫破裂后, 发动机转速 1500r/min 时会出现严重抖动, 行驶中可听到“当当”声, 此时故障存储器内可能会显示 KS 有故障。
6. 空气滤清器堵塞或新换的滤芯过密, 会造成混合气过浓和充气系数不足, 易引发爆燃。如节气门全开的瞬间进气系统的真空度 $\geq 15\text{kPa}$, 必须更换空气滤清器。
7. 大部分发动机的曲轴位置传感器没有失效保护, 出现短路或断路故障后, 行驶中会立即熄火, 无法起动。
8. 一些车型升级了电控系统, 曲轴位置传感器断路后, 控制单元可改用凸轮轴位置传感器的信号计算发动机转速, 可起动, 但会推迟 2s, 同时为了保护发动机, 控制单元会降低发动机的最高转速。
9. 凡是没装爆燃传感器的车型, 一般都是用发动机冷却液温度传感器替代进行点火控制。
10. 气缸垫或涡轮增压发动机的进气歧管垫密封不良, 冷却液进入燃烧室, 火花塞电极和氧传感器触头上会有白色结晶体。

一、点火系统的组成

1. 点火继电器

点火继电器是点火系统电路防止电流过大的保护装置, 若点火系统电流超过设定值, 继电器触点自动断开, 以保护点火系统控制电路。

2. 点火模块

点火模块的作用就是控制初级电路的切段和接通, 它可以将电子点火控制系统输出的点火信号进行功率放大, 驱动点火线圈工作。在适当的时机切断和接通初级点火电路, 见图 3-29。点火模块切断初级点火电路, 初级电流中断, 使穿过点火线圈内的两个绕组磁场消失, 次级线圈产生高压电。紧接着点火线圈再次接通初级电路为下一个缸点火做准备。点火模块又被称为点火控制器、点火放大器、大功率点火晶体管。

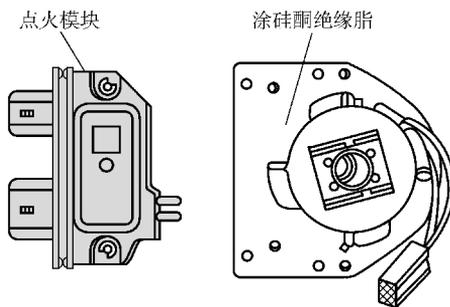


图 3-29 点火模块

3. 电容

现代点火线圈上装有贴片电容, 电容器连在初级线圈电路上, 电容器的作用有两个:

- 1) 加快磁场消失的速度, 储备能量。
- 2) 增大点火能量。

4. 点火线圈

点火线圈是由两个不同的线圈组成, 一个是初级线圈, 另一个是次级线圈, 为了增强磁场, 初级线圈绕在磁通能力较好的铁心上, 初级绕组线粗, 匝数少, 电阻值较低, 通常在 $1\sim 4\Omega$ 之间。次级绕组线细, 匝数多, 初级与次级匝数比为 1:100, 所以次级电阻值较高, 通常在 $8000\sim 16000\Omega$ 之间。初级线圈和次级线圈之间相互绝缘的介质为变压器油或环氧树脂。传统点火线圈多用变压器油, 变压器油耐压值是 $20\sim 25\text{kV}$, 现代点火线圈多用环氧树脂, 环氧树脂耐压值是 50kV 。初级线圈和次级线圈是电磁耦合的, 所以一个线圈受到影响,

另一个也会受到影响。

在次级线圈中电阻正比于火花塞电极间的间隙，电极间隙越大，电阻就越大，因此所需击穿电压就越高。电喷发动机击穿火花塞电极间隙的电压需 10000V，点火线圈的次级线圈可提供 30000V 电压。正常需要电压和最大的次级电压之间的差值叫做次级储备电压，它可以补偿节气门开度大时（发动机大负荷时）、发动机高速运转时、高气缸压力时，及火花塞间隙变大时（燃烧室温度过高，造成电极烧蚀）次级电阻增大的需要，保证工作的可靠性。次级储备电压越高工作的可靠性越好。

点火线圈的初级线圈通电时，其周围产生磁场，并由于铁心作用而加强。点火模块断开低压电路，初级电路电压迅速降为零，铁心中的磁场随之迅速衰减以至消失，匝数多导线细的次级线圈中感应出 30000V 电压，使火花塞电极间隙被击穿，产生电火花。

5. 分电器

有分电器的电控点火系统中，分电器根据发动机点火顺序，将点火线圈产生的高压电依次输送给各缸的火花塞。

6. 高压阻尼线

为了防止电磁干扰，点火系统所有高压线都有一定的电阻值，所以叫高压阻尼线。

7. 火花塞

火花塞主要作用是利用点火线圈产生的高压电产生电火花，点燃缸内的混合气。

不同型号的发动机由于负荷、压缩比、最高转速、冷却方式、燃油型号和点火方式不同需选择不同型号的火花塞。

(1) 选择不同热值的火花塞 火花塞工作时需要达到自净的温度，即正常的工作温度。火花塞中心电极周围的油污和积炭会降低绝缘性能，造成电流泄漏，使点火能量减少，甚至“失火”。使用无铅汽油的火花塞工作温度需达到 500℃ 以上，才能将沉积在绝缘体裙部、壳体和电极周围的油污和积炭烧掉。汽车经常处于高速大负荷状态下运转，燃烧室工作温度高，燃烧室内的油污和积炭都被烧掉，根据选型原则应选用裙部短，吸热面积小，吸收热量少的“冷”型火花塞。相反汽车在市区经常堵车，不得不低速行驶，发动机负荷小，火花塞达不到自净温度的，应选用裙部长，吸收热量多的“热”型火花塞。这样可有效降低燃烧室的积炭。

(2) 选择不同电阻值的火花塞 两缸共用一个点火线圈时，为了防止彼此间电磁干扰，火花塞必须选用高电阻值的型号。

8. 爆燃传感器

爆燃传感器（KS）信号用来判断是否发生爆燃，在爆燃时推迟点火提前角。爆燃传感器按工作原理不同分为两类。

(1) 压电式爆燃传感器 压电式（振动型）爆燃传感器利用压电效应原理检测发动机爆燃。传感器配合一定的电压放大器或电荷放大器，将信号电压放大，并将高阻抗输入转换成低阻抗输出。压电式 KS 为压电陶瓷元件，由压电陶瓷，配重块和外壳组成。

(2) 电感式爆燃传感器 电感式爆燃传感器利用电磁感应原理检测发动机爆燃，主要由铁心、永久磁铁、线圈及外壳组成。当发动机爆燃时，铁心感受振动，使线圈磁通发生变化，产生感应电动势。当传感器固有的振动频率和发动机爆燃时的振动频率相同时，传感器输出的信号电压最大。控制单元根据此信号推迟点火提前角。

9. 点火控制模块接地线

点火控制模块接地线通常装在节气门旁边的进气道上。如此处连接不良，在坏路上行驶，或急加速、急减速、发动振动较大时，会造成点火控制模块接地线接触不良，使高压线失火，导致发动机抖动。

二、点火提前角的控制

1. 初始点火提前角控制

初始点火提前角是发动机起动时的点火提前角，即没有经过调节的点火提前角。打开点火开关后，汽车上所有的传感器和执行器的正极都被接通，但其负极的接通，则有赖于控制单元。控制单元在收到初始点火提前角信号后，接通点火系统低压电路的负极，点火系统才有低压电。如控制单元没有收到初始点火提前角信号，就不会接通点火系统低压电路的负极，点火系统就没有低压电，发动机就无法发动。

1) 凸轮轴位置传感器（CMP）位于发动机前端凸轮轴的一侧，负责起动时初始点火提前角控制。起动时控制单元并不根据曲轴位置传感器（CKP）、MAF 和 TPS 的信号进行精确控制。起动后控制单元改用 CKP 信号，由 CKP、MAF 和 TPS 的信号进行基本点火提前角的控制，CTS、IAT 对点火提前角进行调节，KS 对点火提前角进行最后修正。部分发动机凸轮轴位置传感器还负责和爆燃传感器相配合，指示发生爆燃的缸。所以起动后拨下凸轮轴位置传感器线束的端子，那些凸轮轴位置传感器只负责初始点火提前角控制，不负责指示发生爆燃缸的发动机，工作也不受影响。凸轮轴位置传感器失效退出，无法提供初始点火提前角信号，曲轴位置传感器装在曲轴前端或飞轮上的发动机，上面均设计有断齿（压缩行程上止点），初始点火提前角信号则改为曲轴位置传感器负责，初始点火提前角控制不受影响。曲轴位置传感器如失效退出，发动机立即熄火，而且无法起动。

2) 本田发动机有一个缺点，凸轮轴比规定的正时有一点延迟时，供油量就会加大，如果在寒冷的冬季起动发动机，就可能因混合气过浓而无法起动，还会导致发动机向外溢油。拆检火花塞时，可明显发现沾有油污。

3) 某些低档车没有凸轮轴位置传感器，初始点火提前角由曲轴位置传感器负责。曲轴位置传感器同时负责点火提前角和曲轴转速信号。

4) 凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器同时失效退出，或同时断开两个传感器的插头，不仅发动机无法起动，而且会留下两个传感器的故障码。

5) 除了负责初始点火提前角控制，还要负责指示发生爆燃缸的凸轮轴位置传感器，发动机控制单元根据凸轮轴位置传感器的信号识别出 1 缸压缩行程上止点，从而按点火喷油顺序识别爆燃所在的气缸。如果凸轮轴位置传感器的信号中断就会使爆燃传感器的信号未能分配到各个气缸，爆燃调节也就停止，为了防止爆燃的发生，控制单元会自动推迟点火提前角。由于越推迟点火提前角发动机有效输出功率就越低，所以，就出现在发动机大负荷时动力不足和加速挫车的现象。

6) 凸轮轴位置传感器失效退出，控制单元会改用曲轴位置传感器的信号，只是起动车会推迟 2s，同时会点亮故障指示灯，留下凸轮轴位置传感器的故障码。

7) 曲轴位置传感器失效退出，只有部分新配置的发动机可改用凸轮轴位置传感器的信号控制点火，起动车会推迟 2s，同时会点亮故障指示灯，留下曲轴位置传感器的故障码。大部分发动机曲轴位置传感器失效退出后，发动机立即熄火，而且无法起动，同时会留下曲轴

位置传感器的故障码。

8) 爆燃传感器失效退出后, 控制单元为了防止发生爆燃会将点火提前角推迟 15° , 行驶中就会出现加速熄火、油耗高和排气管冒黑烟的故障。读取数据流, 大负荷时点火提前角小于正常值。

2. 基本点火提前角控制

点火提前角过大(点火过早), 大部分混合气会在压缩行程中燃烧, 活塞所消耗的压缩功增加, 缸内最高压力升高, 混合气所需自燃时间缩短, 爆燃倾向增大。

点火提前角过小(点火过迟), 燃烧延迟到作功行程, 燃烧的最高压力和最高温度下降, 传热损失增加, 燃油消耗增加, 爆燃倾向虽然减小, 但发动机输出功率明显减少。

起动后发动机实际点火提前角 = 初始点火提前角 + 基本点火提前角 + 修正点火提前角

基本点火提前角由控制单元根据 CMP 信号、CKP 信号、MAF 信号、TPS 信号, 及辛烷值(汽油标号)进行确定。

修正点火提前角或叫推迟点火提前角, 由控制单元根据爆燃传感器(KS)信号进行细微修正。最大修正量为 15° 。

控制单元还根据发动机冷却液温度(CTS)信号和氧传感器(O2S)信号对点火提前角进行一定的修正。

点火正时和汽油质量有关系。某些发动机可以使用两种型号不同的汽油, 如可使用 93 号和 97 号汽油, 而不会引起爆燃。发动机根据辛烷值不同设置两种点火时提前角模式, 储存在控制单元中, 前些年发动机改变汽油型号时需操纵燃油控制开关或连接器, 将点火正时与所用汽油型号相匹配。现代的发动机改变汽油型号时控制单元可以通过自学习过程, 自动完成点火正时的修正。

在进气量大、进气温度低、冷却液温度低、发动机转速高、汽油辛烷值高, 压缩压力低、空燃比偏稀、有 EGR 流量时, 控制单元会适当增大点火提前角。

在发动机负荷大、发动机转速低、怠速转速高、高压压缩压力、冷却液温度高、汽油辛烷值低、空燃比偏浓和发生爆燃时, 控制单元会适当推迟点火提前角。

3. 正时传动带

德国发动机每隔 40000 ~ 50000km 换一次正时传动带; 日本发动机每隔 80000 ~ 100000km 换一次正时传动带。正时传动带一旦打滑会造成配气相位错位, 而配气相位错位有可能造成气门杆撞击活塞顶, 导致气门杆弯曲, 发动机无法起动。即使发动机正时传动带错一个牙, 也会出现发动机怠速抖动、大负荷时工作无力、尾气排放超标、油耗明显加大的故障。

更换正时传动带前, 应先对正正时标记, 即对正发动机一缸压缩行程上止点的位置, 再进行拆卸。在更换正时传动带的同时大部分维修站都同时更换水泵传动带轮和正时传动带张紧轮。现代发动机的水泵带轮大都是塑料的, 损坏后, 从外部无法听到异常响声, 而一旦损坏, 就有可能卡住不转, 导致正时传动带移位, 进而导致气门杆和活塞顶发生运动干涉, 造成气门杆顶弯, 无法起动的故障。张紧轮失效也会发生同类故障, 所以为了防止意外发生, 在更换正时传动带时应同时更换水泵带轮和张紧轮。

安装正时传动带时顶置式凸轮轴第一缸进气门桃尖垂直向上, 正时传动带对正正时标记, 张紧轮按规定张紧。

以上海别克君越轿车发动机为例，其安装发动机平衡轴、正时链条和调整点火正时的方法如下：

1) 在正时链条上有3个着色的链节，其中2个镀银的是银灰色，1个是镀铜的棕黄色，将进气门一侧平衡轴链轮上的正时标记与镀铜链节对齐。

2) 顺时针转动正时链条，将镀铜链节与曲轴上平衡轴驱动链轮上的正时标记对齐，对齐后镀铜链节大约在6点钟的位置。

3) 在水泵传动链轮上放置正时链条，此处定位不需要严格控制。

4) 调整最后一个镀银链节，使排气门一侧平衡轴链轮上的正时标记与镀铜链节对齐。

5) 安装平衡轴正时链条导板和螺栓，螺栓拧紧力矩为 $15\text{N}\cdot\text{m}$ 。安装平衡轴正时链条小导板和螺栓，螺栓拧紧力矩为 $10\text{N}\cdot\text{m}$ 。

6) 将平衡轴正时链条液力张紧器柱塞在其孔中旋转 90° 并压紧柱塞，将张紧器转回到原来12点钟的位置，并通过柱塞体的孔插入1个回形针，插入柱塞中。

7) 安装平衡轴正时链条液力张紧器和螺栓，螺栓拧紧力矩为 $10\text{N}\cdot\text{m}$ ，从平衡轴正时链条张紧器上拆下回形针。

平衡轴正时调节不到位，发动机工作时会出现异常振抖和噪声。

4. 点火系统的两种工作模式

点火系统有两种工作模式，旁路模式、点火控制模式。在发动机起动过程中或检测到动力控制模块(PCM)有故障时，点火处于旁路模式。旁路模式由点火模块控制，不受PCM控制。在旁路模式中，点火提前角固定在上止点前 10° 。发动机起动正常运转时点火切换到点火控制模式，点火时刻由PCM控制。

三、通电时间的控制

1. 通电时间是如何形成的

按点火能量储存方式，汽油机点火系统分为电感储能式和电容储能式两大类。

通电时间控制即闭合角控制。对于电感储能式电子点火系统，当点火线圈的初级电路接通后，其初级电流是按指数规律增长的。初级电路被断开瞬间，初级电流所能达到的值，与初级电路被接通的时间长短有关。只有通电时间达到一定值后，初级电流才能饱和。但通电时间过长，又会发热(如不及时修理，点火线圈容易出现短路或断路故障)并使电能消耗过大，因此要控制一个最佳的通电时间。

为了兼顾上述两方面的要求，将闭合角控制模型储存在控制单元内，发动机工作时，控制单元根据发动机转速信号和电源电压信号确定最佳的闭合角(通电时间)，并向点火器发出指令，以控制点火器中功率晶体管的导通时间。随着发动机转速提高和电源电压下降，闭合角(通电时间)将增长。

在有些点火装置中，为了减少转速对次级电压的影响，提高点火能量，采用了初级线圈电阻值很小的高能点火线圈，其饱和电流可达 30A 以上，为了防止初级电流过大，烧坏点火线圈，在部分电控点火系统中设置了恒流控制电路。在功率晶体管输出回路上有一个电流检测电阻，用该电阻上形成的电压降反馈控制晶体管基极电流，这种负反馈可使晶体管基极电流稳定，从而实现恒流控制。恒流控制使初级电流可达到 7A ，既改善了点火性能，又能防止初级电流过大而烧坏点火线圈。

2. 有分电器和无分电器电空点火系统

(1) 有分电器点火系统 有分电器点火系统只有一个点火线圈。控制单元根据各个传感器信号确定每个缸的点火时间，向点火模块发出指令，点火模块根据指令控制点火线圈内初级电路的通断。当点火线圈内初级电路断电时，次级线圈产生高压电，经分电器按发动机的点火顺序，输送给各缸的火花塞，实现点火。有分电器点火系统因点火闭合角过小，容易造成发动机高速时失火，现在已经不再使用。

现在广泛使用的是无分电器点火系统。无分电器点火系统又分为两种。

(2) 每组共用一个点火线圈 两个同步缸共用一个点火线圈，次级线圈串联，当初级线圈断电时，一个气缸处于压缩行程上止点，为有效点火，另一个同步气缸处于排气行程上止点，为无效点火。处于排气行程的气缸压力很低，火花塞电极间隙的击穿电压很低，加之废气中导电离子很多，其火花塞电极很容易被高压击穿，消耗能量很低，对压缩行程上止点的有效点火缸火花塞的击穿电压和火花塞点火能量影响很小。

(3) 每个缸独立用一个点火线圈

1) 每个缸独立用一个点火线圈可增大点火能量。点火线圈采用初级线圈电阻值很小的高能点火线圈。其初级电流最高可达 30A 以上。每个缸独立用一个点火线圈，装在气门室罩上，线圈有足够的通电时间，大的充电闭合角（充电闭合角是指每个气缸点火前初级电路接通的持续时间。初级电流必须持续足够长的时间，才能在点火线圈内建立磁场。充电闭合角是由设计决定的），可提供足够高的点火能量。每个缸独立用一个点火线圈，使初级线圈通电时间增加 2~6 倍，因此发动机高速运转时有足够充裕的通电时间。无分电器点火系统具有足够大的点火能量和足够高的次级电压来保证发动机在任何工况下都能可靠点火。火花塞正常点火需要 10000V 次级电压，电喷发动机点火线圈最大次级电压超过 25000V，传统触点式点火系统点火线圈最大次级电压只有 15000V。正常需要电压和最大的次级电压之间的差值叫做次级储备电压，它可以补偿节气门开度大、高气缸压力，及火花塞间隙变化时次级电阻增大的需要，保证工作的可靠性。次级储备电压越高工作的可靠性越好。

2) 每个缸独立用一个点火线圈省去了高压线，减少了能量消耗。

3) 每个缸独立用一个点火线圈，所有的高压部件都装在气缸盖上的金属屏罩内，可以明显降低点火系统对其他电控系统的电磁干扰。

每个缸独立用一个点火线圈的结构见图 3-30。

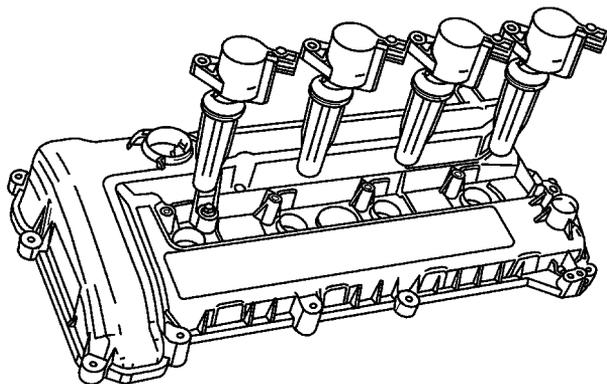


图 3-30 每个缸独立用一个点火线圈

现代电喷发动机气门室盖上有点火线圈的为每个缸独立用一个点火线圈，气门室盖上没有点火线圈的为两个同步缸共用一个点火线圈。

无分电器点火系统与有分电器系统相比，在相同转速和相同点火能量的情况下，单位时间内点火线圈的电流要小得多，因此线圈不易发热，工作稳定性明显改善。在火花塞电极间提供了较长的火花持续时间。火花塞直接和点火线圈导线连接，适用于多气门发动机，有助于点燃现代发动机稀薄空燃比混合气。无分电器点火系统还能更加稳定地控制点火正时和点火提前角，因而能减少排放污染，并改善燃油经济性。

点火线圈上普遍装有电容器，电容器的作用是储存和增大点火能量。电容器的储存功能对点火放大器有保护作用。电容器断路后，高压火为红火，无法点燃混合气。

起动时主继电器接通，蓄电池正电压输出到点火线圈，点火线圈将 12V 直流电压转换成 400V 直流电压储存在电容器内，当点火线圈的初级线圈另一端接地时，400V 直流电压在点火线圈内就会转化成高压电。电容器断路后高压火会明显变弱。

行驶中点火线圈断路时，发动机马上会熄火。

四、点火波形的检查与分析

检查点火波形时，必须连接第 1 缸的高压阻尼线。

1. 电喷发动机点火波形的检测方法、范围和内容

电喷发动机点火波形的检测包括怠速检测和行驶中各种工况的检测。尽管发动机综合分析仪也可以进行波形检测，但综合分析仪体积大，不适合行驶中检测，且价格昂贵。

点火波形检测的范围：有效地检测点火系、燃油系以及与此相关的发动机机械部件。有故障的发动机可通过异常的波形，发现故障是在哪一个缸，是点火系、燃油系还是哪种机械部件。波形检测对那些间歇性故障的诊断十分有用。

如何分析点火波形：从波形的峰值、频率、形状、脉冲宽度和各缸的一致性等方面进行分析。任何理想峰值与实际峰值的明显差异都表明有故障。次级点火波形的检测，通常使用双通道显示方法，将做功点火波形和排气点火波形及数字显示的燃烧电压同时显示在示波器上。

检查点火波形是否和正常时的波形相同，如不相同，会造成发动机工作不稳。

2. 检查点火波形的电压

电喷发动机燃烧电压应在 25000V 以上，实际使用需要燃烧电压 10000V，余下为储备电压，以保证大负荷和恶劣道路条件下的可靠工作。如发动机燃烧电压明显低于 10000V，就会因点火无保证，造成发动机工作不稳。

(1) 工作正常时的点火波形 点火系波形分为击穿电压（实际燃烧电压）和燃烧电压（实际使用需要燃烧电压）。两种波形形成明显的高度差，波形的高度差，就是保证大负荷和恶劣道路条件下使用的储备电压，工作正常时的点火波形见图 3-31。

(2) 工作不正常时的点火波形 不正常时的点火波形表现为击穿电压和燃烧电压波形高度一致。如点火模块接地线接头松动或点火线圈内部短路等故障造成燃烧电压过低，使击穿电压和燃烧电压波形高度一致，没有储备电压，严重时甚至低于正常的燃烧电压，如燃烧电压只有 6000 ~ 8000V，就会因燃烧不好而造成怠速抖动。

3. 大负荷动力不足和急加速不良故障的检测

在正常情况下无论是怠速、正常行驶还是大负荷和急加速，发动机各缸的峰值、频率、

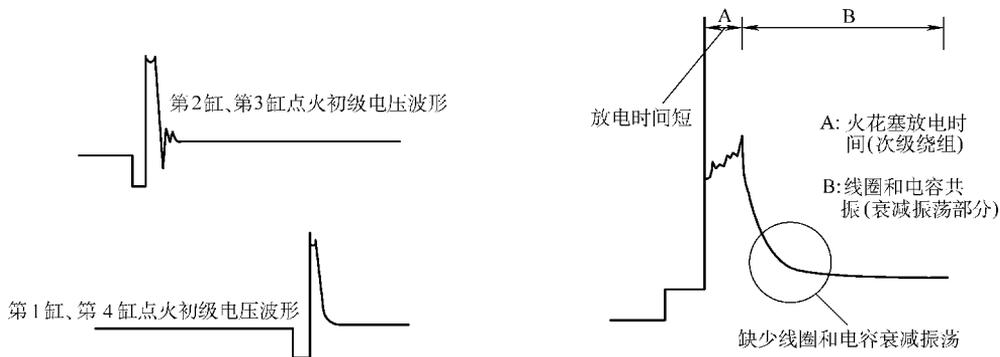


图 3-31 正常点火波形

形状、脉冲宽度应是一致的。如某缸波形不同，表明该缸有故障。

(1) 某缸实际峰值明显大于其他缸的峰值 在进行波形检测急加速时，由于气缸压力的增加，各个缸的击穿电压应同步均匀提高。如哪个缸峰值过高，说明该缸点火系的高压系统方面存在很高的电阻，见图 3-32。如高压阻尼线由于使用时间过久，电路导通性不佳，用万用表复查，电阻值明显大于 $20\text{k}\Omega$ ，或火花塞电极发生烧蚀，使点火系电阻过大。

无论是高压阻尼线导通性问题，还是火花塞电极发生烧蚀，导致电极间隙过大，在汽车中低速行驶中均正常，但汽车高速行驶中会出现失火，导致汽车没有高速。

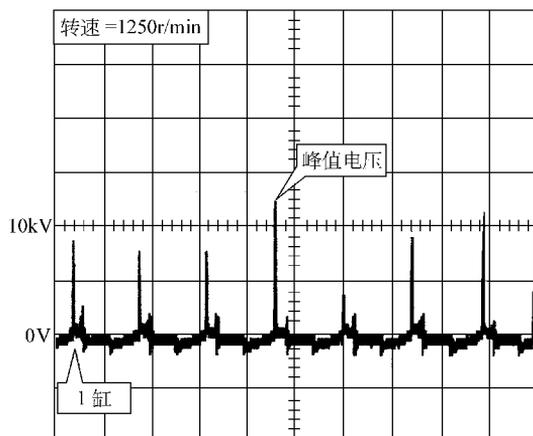


图 3-32 急加速时某缸出现过高波形

(2) 某缸实际峰值明显小于其他缸的峰值 在进行波形检测急加速时各个缸的击穿电压应同步均匀提高。如哪个缸峰值过低，说明该缸点火系的高压系统方面存在短路故障。如高压阻尼线漏电、火花塞绝缘瓷体破裂、火花塞电极间隙过小、电极被污染都会使实际峰值明显小于理想峰值，见图 3-33。高压阻尼线漏电容易造成对爆燃传感器的电磁干扰，点火系的高压系统方面的短路故障和火花塞电极间隙过小会影响发动机怠速和中低速运转的平稳性。

无分电器的点火系统，特别是每个缸一个点火线圈的发动机，某缸峰值过低，也可能是负责该缸的点火线圈性能差。

4. 次级点火波形的组成

观察点火波形可了解各缸点火的闭合角、点火正时、点火电路有无短路或断路、混合气浓度、点火线圈和电容器的工作状况。完整的点火波形是由点火线、燃烧电压、燃烧线和燃烧后的振荡4个部分组成，见图3-34。次级点火波形检测条件：示波器与第一缸高压阻尼线相连，发动机正常工作温度，急加速时的波形。

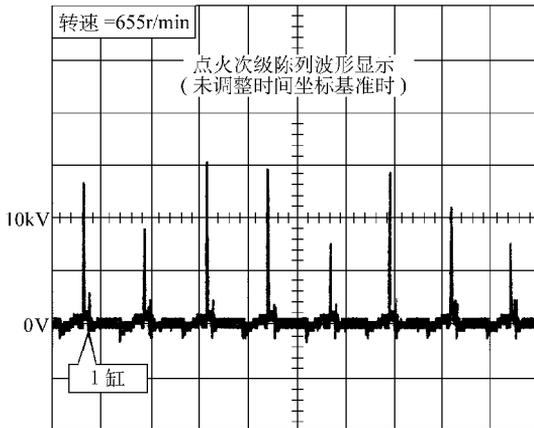


图 3-33 急加速时某缸出现过低波形

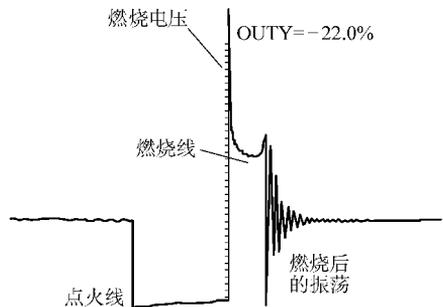


图 3-34 点火波形中的点火线、燃烧电压、燃烧线和燃烧后的振荡

- 1) 点火线显示的是点火线圈开始充电到实际点火的时间（点火闭合角）。
- 2) 击穿电压和燃烧电压。击穿电压是火花塞的实际点火电压。

击穿电压与火花塞电极间隙、混合气浓度、发动机气缸的压缩比及发动机的负荷等有关。在两个缸公用一个点火线圈的双火花塞系统中，在排气行程时（混合气稀）火花塞峰值电压要比做功行程时（混合气浓）火花塞峰值电压低 5000V。

燃烧电压是点燃混合气实际需要的电压，在理想空燃比时为 10000V，混合气过稀，燃烧电压就相对低些。混合气过浓，燃烧电压就相对高些。

击穿电压超过燃烧电压的部分为储备电压，正常的储备电压可以保证发动机在各种复杂的工况下都能工作稳定。但并不是储备电压越多，发动机工作稳定性就越好。

击穿电压过低，低于正常的燃烧电压，就会出现下列故障。

- ①怠速时如击穿电压只有 6000 ~ 8000V，会造成燃烧不彻底，导致怠速时抖动。
- ②怠速时如击穿电压低于 5000V，会因高压火弱而出现起动困难。
- ③点火线圈热稳定性不好，容易造成热车行驶中突然熄火，熄火后立即起动，无法起动，停 10min 后可正常起动。

3) 燃烧线，击穿电压和燃烧电压之间的过渡线为燃烧线。燃烧线越平滑，长度越合理说明燃烧的越好。燃烧线上有过多的杂波表明气缸点火不良，应重点检查点火是否过早，喷油器是否存在滴油或堵塞的故障，火花塞是否被污染。燃烧线超过正常值 2ms 说明混合气

过浓，少于正常值 0.75ms 说明混合气过稀。

4) 燃烧后的振荡。燃烧后波形至少应有两次振荡，最好是多于三次振荡，振荡表明点火线圈和电容器是好的。燃烧后振荡波形少于两次振荡，说明点火线圈或电容器工作不良。如点火线圈热稳定性不好，不仅燃烧后波形振荡少，而且容易出现热车行驶中突然熄火，熄火后无法立即起动。电容器工作不良会造成点火线圈工作温度过高和击穿电压过低。

5. 初级点火波形的组成

检测发动机点火系初级点火波形的条件：发动机正常的工作温度，怠速或行驶状态下重现故障时的波形。如发动机无法起动就用起动机带动旋转，同时检查波形。

初级电压点火波形的检测范围：

- ① 检测单缸点火闭合角（点火线圈充电时间）。
- ② 确定平均闭合角。
- ③ 通过波形的变化分析点火线圈和初级电路的工作性能。
- ④ 通过波形的变化分析电容器的工作性能。

初级电压点火波形主要包括初级线圈充电时间、击穿电压和燃烧过程 3 个部分。充电时间过长，燃烧过程的时间就短了。各缸的击穿电压高度应一致，否则说明点火系统有故障。第一缸点火峰值在最左侧，其他各缸按点火顺序从左至右排列。

在发动机存在不能起动、怠速熄火、点火不良、喘振和行驶中熄火故障时，需要检测初级电压点火波形。初级电压点火波形主要检测是否由于高压阻尼线和火花塞发生短路或火花塞电极被污染等原因而导致点火不良的故障。

五、点火线圈的检测

1. 两气门捷达轿车四线式点火线圈的检测

(1) 检测点火线圈的前提条件 在检测点火线圈前，要求蓄电池电压必须高于 11.5V，发动机曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器工作正常。大众车系需要使用检测盒 V. A. G. 1598/22、万用表 V. A. G. 1526、成套辅助线 V. A. G. 1594、二极管测试笔 V. A. G. 1527。

(2) 通过测量，找到接地线和电源线，并确认电源电压 从点火线圈上拔下四线端子插头。选择万用表的电阻蜂鸣档，将表笔分别接触被测端子和车身接地，测出点火线圈的接地线端子（4 号）。

再选择万用表的电压档，将表笔分别接触被测端子和地线端子，打开点火开关，测量出点火线圈的电源线端子（2 号），并确认电源电压不低于 11.5V。

如果电源电压为零，说明点火线圈的电源线至中央继电器盒插座（G1/4）之间的线路可能有断路，应逐段进行检测。导线电阻值应小于 1.5Ω。

(3) 检测发动机控制单元和点火模块对点火线圈的控制功能 检测时，首先拔下继电器盒上的 18 号熔丝，使燃油泵停止工作。然后拔下点火线圈插头，用发光二极管分别连接到点火线圈插头的端子“4”与“1”、端子“4”与“3”上，分别检测 2、3 缸和 1、4 缸点火线圈的控制信号。起动发动机，如果发光二极管闪烁，说明发动机控制单元的点火控制功能和点火模块工作正常，检测完毕，关闭点火开关。

如果发光二极管闪烁，点火线圈的电源电压正常，点火线圈仍不能正常点火，说明点火线圈有内部故障，应该更换点火线圈组件。

(4) 检测点火线圈至控制单元的信号线是否断路 如果发光二极管不闪烁,说明发动机控制单元到点火线圈之间的信号线断路或控制单元内部故障。用万用表的电阻档检测点火线圈插头上端子“1”到控制单元第“71”号端子、端子“3”到控制单元第“78”号端子之间的电阻值,标准阻值应当小于 1.5Ω 。如果阻值为无穷大,说明导线有断路,需要逐段检查。再检查插头上端子“1”到控制单元第“78”号端子,端子“3”到控制单元第“71”号端子之间的导线有无短路情况,如果阻值为无穷大说明导线良好,如果阻值为零说明导线有短路情况。

如果点火线圈的电源电压正常,但发光二极管不闪,检查导线又无断路或短路故障,说明发动机控制单元有内部故障。

(5) 检测点火线圈的电阻 检查点火线圈的初级绕组时,用万用表的电阻档分别检测点火线圈插座端子“1”与“2”、端子“3”与“2”之间的导通性,正常时应为导通状态。如有断路情况,应更换点火线圈组件。检查点火线圈的次级绕组时,用万用表的电阻档,量程选择 $10k\Omega$ 以上,用万用表的两个表笔,分别插入点火线圈高压线插孔的1缸和4缸之间、2缸和3缸之间测量次级绕组,电阻规定值在 $4.0\sim 6.0k\Omega$ (20°C)之间,如果没有达到规定值,则应更换点火线圈组件。

2. 新款马自达6轿车单缸独立点火线圈的检测

马自达6轿车单缸独立点火线圈的结构见图3-35。

(1) 检测点火线圈的前提条件 点火线圈检测时,要求蓄电池电压必须高于 11.5V ,发动机曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器工作正常。

(2) 检测点火线圈的电源电压 从点火线圈上拔下插头,打开点火开关,用万用表电压档测量电源端子“C”与车身接地间的电源电压,正常值应为高于 11.5V 的蓄电池电压。如果电源电压过低或为零,应检查点火线圈到电源间的线路有无断路,应逐段进行检测,导线电阻值应小于 1.5Ω 。

(3) 检测发动机控制单元对点火线圈的控制功能 首先拔下中央线路板上的燃油继电器,使燃油泵停止工作。

再从点火线圈上拔下插头,打开点火开关,用万用表电压档测量点火线圈控制信号端子A与车身接地间的电压,正常值约为 5V 。如果检测电压过低或为零,应检查点火线圈到控制单元间的线路有无断路。如果检测电压过高,应对发动机控制单元进行相关检测,如有必要应进行更换。

再测量点火线圈线束的地线接地情况。选择万用表的电阻蜂鸣档,测量点火线圈的端子B与车身接地间的电阻及接地状态。接地良好时,应该有蜂鸣声,显示的电阻值应该低于 1Ω 。如果接地不良,应该检查相关线束。

然后,检测发动机控制单元能否发出初级绕组的断电信号,拔下点火线圈的插头,用试灯的一端接触信号端子A,另一端接地,起动发动机。如果发光二极管闪烁,说明发动机控制单元的点火控制功能正常,检测完毕,关闭点火开关。如果不闪烁,则检查发动机控制单元到点火线圈的线路和发动机控制单元。如果电源正常,发光二极管又能正常闪烁,则需要继续检测点火线圈的电阻,如不符合要求应更换点火线圈。

(4) 检测点火线圈的电阻 从点火线圈上拔下插头,用万用表的电阻档,按照表3-1对点火线圈电阻进行检测,如果检测结果与表格内容一致,应更换点火线圈。

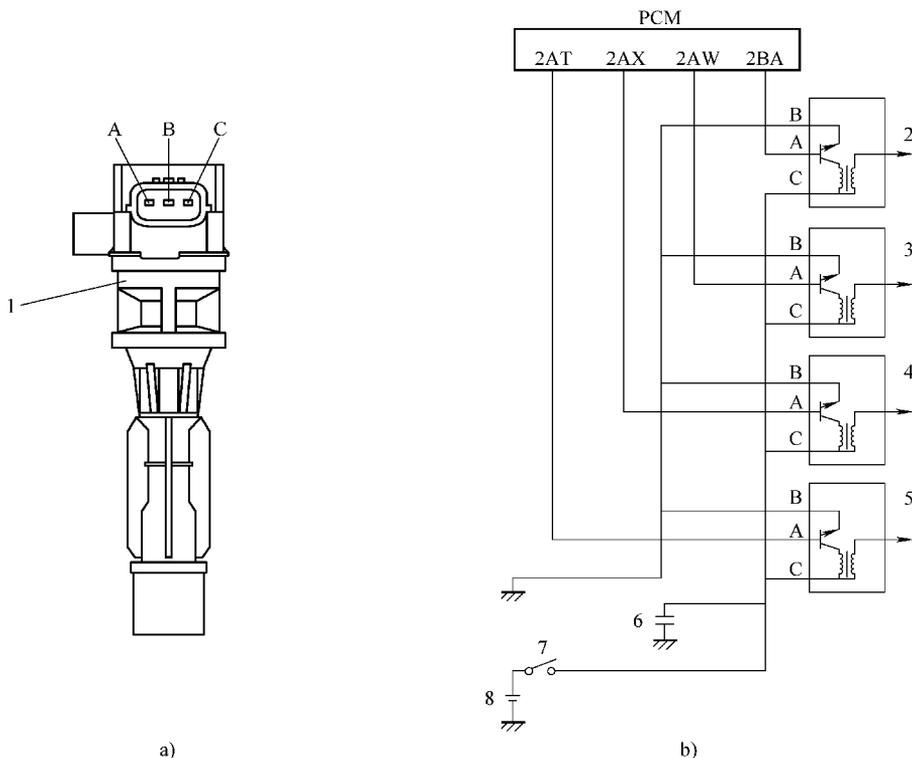


图 3-35 单缸独立点火线圈的结构

a) 点火线圈外观图 b) 点火线圈电器系统连接图

1—点火线圈 2—一缸点火线圈 3—二缸点火线圈 4—三缸点火线圈 5—四缸点火线圈

6—冷却器及信号放大器 7—点火开关 8—蓄电池

A—点火线圈控制信号端子 B—接地端子 C—电源端子

表 3-1 单缸独立点火线圈电阻的检测

检测项目	万用表连接位置		状态
	红表笔	黑表笔	
接线端子	A	B	0Ω 或 ∞ (不正常)
	B	C	
	C	A	0 ~ 9999Ω (不正常)

六、爆燃的控制和故障诊断

1. 造成爆燃的原因

爆燃是汽油机运行中最有害的一种故障现象。汽油正常燃烧时火焰传播速度为30 ~ 40m/s，而在爆燃时则可达到1000 ~ 2000m/s。爆燃时发动机出现金属敲击声，会引起功率下降，排气管冒黑烟，发动机过热，严重时损坏发动机机件。如持续爆燃，火花塞电极、活塞顶可能因过热发生烧熔现象，在大负荷时损害就更大。产生爆燃的因素很多，包括点火提前角过大、燃烧室积炭等。具体讨论如下。

1) 点火提前角过大的原因如下。

① 曲轴位置传感器（CKP）触头和转子的气隙过大。

② CKP 安装松动，或接头不实。

③ 发动机冷却液温度传感器损坏。

④ 进气温度传感器损坏。

⑤ 控制单元损坏。

2) 汽油的抗爆性能不符合要求。汽油型号越低，辛烷值越低，抗爆性能就越差。

3) 发动机负荷过大，转速过低。

4) 燃烧室内积炭，积炭使气缸散热性变差，炽热的积炭造成多点燃烧，使燃烧温度升高，导致发生爆燃。

另外发动机的压缩比过大，混合气的空燃比过小也都是产生爆燃的因素。在造成爆燃的众多因素中，最重要的是点火提前角。

2. 爆燃的预防

发动机发出最大转矩的点火时刻是在产生爆燃的临界点附近，爆燃传感器（KS）可以检测到爆燃的临界点，进而把点火时刻控制在接近爆燃临界点的极限位置，以便有效地提高发动机的最大输出功率。

KS 分为两种，一种是将 KS 装在每个气缸里，检测爆燃引起的压力波，称为压力传感器型 KS。另一种将一个或两个 KS 装在进气管一侧缸体或进气管上，为振动型 KS。后者鉴别能力虽略低于前者，但成本低，维修方便，故使用更为普遍。

爆燃传感器位于缸体左侧下部，其作用是检测发动机爆燃情况，并将信号传送给动力控制模块（PCM）。轻微爆燃属于正常，控制单元不推迟点火提前角。严重爆燃会导致发动机机械部件损坏，控制单元将根据爆燃传感器的信号推迟点火提前角。

PCM 根据爆燃传感器信号幅值和频率决定是否延迟点火时间。随着爆燃的消失，控制单元又会逐渐恢复原有的点火提前角，控制单元将点火提前角提高到爆燃的临界点，使发动机的动力性和燃油经济性达到最佳优化。

3. 爆燃传感器装配时注意事项

要严格控制压电式爆燃传感器（KS）的拧紧力矩。压电式爆燃传感器拧紧力矩（也就是压电陶瓷的预紧力）为 $20\text{N}\cdot\text{m}$ 。拧紧力矩过大会造成 KS 灵敏度过高，减小了点火提前角，降低了燃油效率和发动机有效功率。拧紧力矩过小则会造成灵敏度过低，急加速时会出现发动机敲缸声。爆燃传感器的装配面要干净，装配必须用专用螺栓（不同材料的螺栓振动频率不一样）。

4. 爆燃传感器的工作范围

振动型爆燃传感器（KS）的准许工作温度为 $-40\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。发动机爆燃时，气缸体出现振动，且振动传递到传感器外壳，外壳与配重产生相对运动，夹在二者之间的压电元件的挤压力矩发生变化，而发出较高的电压信号，当振动 $\geq 14\text{kHz}$ 时，控制单元根据所接到的信号，推迟爆燃缸的点火提前角，每次推迟一定的度数，有的发动机每次推迟 1.5° ，有的发动机则每次推迟 5° ，点火提前角最多可推迟 15° ，将点火提前角始终控制在接近爆燃的极限位置，使发动机既保持最大输出功率，又可以避免爆燃。爆燃传感器的结构和工作原理见图 3-36。爆燃传感器具有点火自适应、自学习功能，从而实现点火系统的闭环控制。

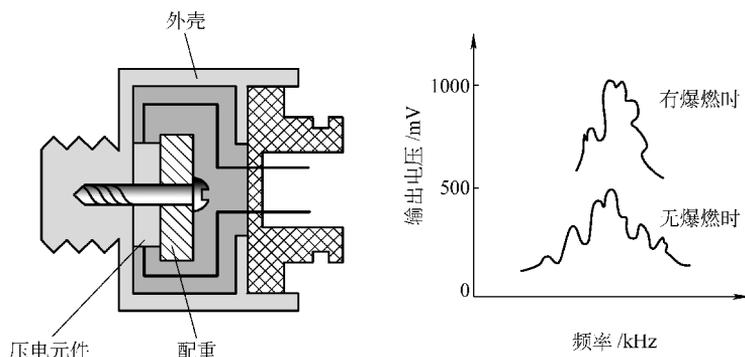


图 3-36 爆燃传感器结构和工作原理

爆燃消除后，控制单元再将点火提前角恢复到爆燃发生前的水平。KS 信号中断后，控制单元将点火提前角推迟 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 进行传感器替代，造成发动机功率下降，满负荷时发动机无力、尾气排放超标、油耗增加。

爆燃传感器可以接收到 $3 \sim 22\text{kHz}$ 的振动，并据此向控制单元发出信号。在低温和发动机转速 $1500\text{r}/\text{min}$ 以下时不工作。热车后在 $1500 \sim 4500\text{r}/\text{min}$ 时控制单元应能收到两次以上爆燃传感器 3kHz 以上的信号，如在此期间由于混合气过稀、点火时间过迟，造成发动机功率过低；或爆燃传感器自身故障，控制单元不能收到爆燃传感器的信号，无法修正调节点火正时，控制单元就认为爆燃传感器已损坏，会点亮故障指示灯，并留下故障码。

5. 爆燃传感器的诊断方法

(1) 电阻值测试 爆燃传感器 (KS) 为 3 端子插头，用万用表测量端子 1 和端子 3、端子 1 和端子 2、端子 2 和端子 3 之间的电阻值，都应为 ∞ 。KS 接线端子与传感器外壳的电阻值也应为 ∞ ，如电阻值为 0Ω ，应更换。

用检测盒（多孔插座）检查 KS 和控制单元间的线束，导线电阻值应 $\leq 1.5\Omega$ 。

(2) 电压值测试 拨下 KS 的接线端子，在怠速时用数字万用表查线束端子和接地线之间的电压，正常时应有脉冲电压输出。

(3) 波形检查 爆燃发生时，KS 会发出钉状电压波形，爆燃程度越大，KS 所产生的钉状波形也越大。如敲击气缸体，数字式动态示波器的屏幕上会立即出现钉状波形，敲击越重，波形也越大。通常 KS 耐久性较好。最常见的 KS 故障是根本不产生信号电压，敲击 KS 周围缸体，而波形还是保持一条水平线。KS 的波形见图 3-37。

(4) 加速检查 暖机后怠速再运转 3min ，打开空调（加大发动机负荷，）快速将节气门完全踩到底，待发动机转速上升到 $4000\text{r}/\text{min}$ ，迅速放松节气门。如此重复 3 次，如有故障存在，突然踩下节气门时，发动机故障指示灯会被点亮。

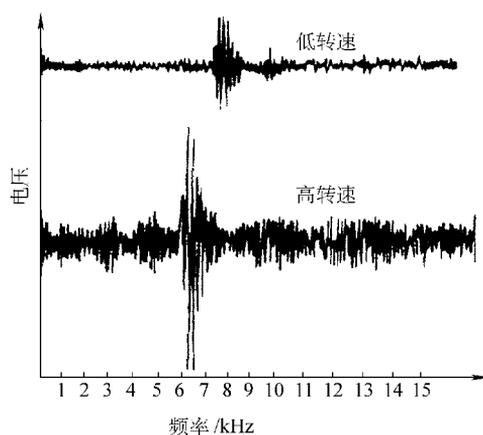


图 3-37 爆燃传感器的波形

(5) 点火提前角检测 热车后将发动机转速稳定在 2000r/min, 用点火正时枪检查点火提前角是否合适。

(6) 路试 松开 KS, 重新以 20N·m 的力矩将其拧紧, 进行路试。在路试中必须满足以下条件: 冷却液温度必须升到 80℃; 连续多次进行怠速、部分负荷、大负荷、滑行等工作状态。在大负荷状态的发动机转速必须超过 3500r/min。用故障诊断仪查询故障存储器, 如仍有故障, 必须更换 KS。

6. 爆燃传感器的失效保护

爆燃传感器 (KS) 信号一旦中断, 控制单元会进入失效保护, 将各缸点火提前角推迟 5°~16°替代传感器, 造成发动机功率下降。更换新的 KS, 控制单元也需经过学习才能恢复正常。发动机前支座软垫破裂后, 行驶中可听到“咣咣”声, 此时故障存储器内可能会显示 KS 有故障。

7. 爆燃传感器失效的危害

KS 信号失准, 会影响发动机的性能, 点火过迟会使尾气排放超标、动力性下降、耗油量增加; 点火过早, 会使发动机过热, NO_x 超标, 动力性下降。

如所用燃油正确, 并及时清除积炭, 发动机很少会发生爆燃。但 KS 输送给控制单元的电压信号很弱, 容易受到其他设备干扰。如点火线圈在工作中产生频率高达 18kHz 的电磁波, 由于高压线漏电或点火线圈不良, 产生电磁干扰会被控制单元误诊为爆燃或错判为 KS 不良, 点亮发动机故障指示灯。

8. 没装爆燃传感器的替代

凡是没装爆燃传感器的一般都是用发动机冷却液温度传感器信号替代。控制单元根据冷却液温度传感器的信号来控制点火提前角的调整。如发动机冷却液温度传感器的信号失准, 始终偏低, 控制单元就会推迟点火提前角, 造成发动机加速无力、油耗增加。所以这类发动机如出现加速无力时不要忘了检查冷却液温度传感器。

七、点火线圈的常见故障诊断

1. 点火线圈故障种类

点火线圈燃烧电压低, 或不产生燃烧电压, 会造成发动机怠速不稳、间断熄火、不能起动。点火线圈常见的故障有:

1) 点火线圈绕组短路会使点火线圈产生的电压过低, 造成点火能量不足, 会造成火花塞电极黑得太快 (经常被积炭污染)。

2) 点火线圈断路或接地, 不产生高压电, 无法点火。

3) 点火线圈绝缘老化, 使点火系统因点火线圈漏电而火花弱或不点火。

一些行驶里程达到 80000km 以上的旧车, 因点火线圈绝缘老化, 冷车时工作正常, 电阻值也正常, 用各种检测仪器检测到的各种数值均正常。但热车后使用分电器车型的有时会出现突然熄火; 每个缸一个点火线圈, 或每两个缸共用一个点火线圈的车型, 在中高速时会出现蹿车、车速上不去的故障。

此类故障是因热车后的高温或高速大负荷工况下的频繁点火, 使点火线圈温度迅速升高。而点火线圈自身的绝缘老化, 使其在高温、高电压下发生放电短路, 导致点火线圈初级绕组和次级绕组实际的匝数比变小, 使次级绕组产生的电压值降低, 造成上述突然熄火、蹿车、车速上不去的故障。对这类点火线圈最好是在动态下检测。

在试车中，故障出现时用示波器检测波形。如热车后波形发生变化，必须更换。

在试车中，故障出现的第一时间，用红外线测温仪检测次级线圈的工作温度，如超过 95°C ，说明点火线圈绝缘老化，内部有短路点，必须更换。

在试车中，故障出现的第一时间，用万用表检测次级线圈的电阻值，如热车后电阻值明显变小，说明内部短路，必须更换。

2. 点火线圈和点火模块的检测

曲轴位置传感器（CKP）和凸轮轴位置传感器（CMP）传感器检测正常，但没有高压火，通常是点火线圈组件电源导线断路。

1) 用高阻抗万用表和发光二极管测试，无分电器点火的车型，拔下4通道点火线圈初级绕组插头，用高阻抗万用表检测3~4孔，电压应不小于11V。再分别在1、4孔和3、4孔接上发光二极管，发动机起动时发光二极管若不闪亮说明没有低压信号，应重点检查低压电路。功率晶体管故障会影响点火控制信号，功率晶体管是点火控制信号放大器，断开点火开关，在蓄电池正极和功率晶体管端子a之间连接发光二极管，起动发动机，使之运转10s，如发光二极管不亮，应更换功率晶体管。

2) 电阻值测试：点火线圈电阻值的高低直接关系到点火性能的好坏，如出现无火或火花弱，应重点检查初级绕组、次级绕组的电阻值，分别拔下各缸的高压线， 20°C 时1、4缸之间，3、4缸之间的电阻值应为 $4000\sim 6000\Omega$ 。如电阻值在生产厂商规定范围内说明正常，如电阻值过低说明内部短路，如电阻值过高则说明内部断路。如测量值和厂家规定不符必须更换。

3) 点火线圈将要损坏时的主要特征是点火线圈发热、烫手。

4) 传统汽车检查点火线圈故障主要是看高压跳火，在低压电路正常的前提下，如点火线圈也没有故障，跳火时应为强烈的蓝色火花。电子燃油喷射的点火线圈则主要是测初级和次级绕组的阻抗和用发光二极管测电路通断。

5) 如发现某个缸火花塞无火，或工作不良，拔下该缸高压分线，连接一个新的火花塞，在缸外距缸体8mm处跳火，如正常，说明故障在原装的火花塞。

行驶中突然出现无火或火花弱，可用红外线测温仪或手摸来确定点火线圈或点火模块是否产生内部短路或断路故障。判断故障时，也可以重新起动，无论能否起动，都可以测点火线圈外壳的温度，进行判断。

① 点火线圈过热：点火线圈表面温度大于 95°C ，说明点火线圈内部短路，必须更换。

② 点火线圈过冷：起动时点火线圈表面温度和环境温度相等，说明点火线圈内部断路，必须更换。

③ 点火模块过热：点火模块温度高于 100°C ，说明点火模块内部短路，必须更换。

④ 点火模块过冷：起动时点火模块和环境温度相等，说明点火模块内部断路，必须更换。

注意：在热车状态下，严禁用冷水冲洗发动机，剧烈的温差变化会导致点火放大器损坏（裂开）。

八、火花塞故障的诊断

点火系统的任务是保证在合适的时刻为准备点火的气缸提供足够能量的火花，点燃混合气作功。其中点火火花必须具备三点：

- 1) 有足够的热量点燃混合气。
- 2) 有足够的持续时间以完成起动燃烧过程。
- 3) 要避免电磁干扰。

要满足上述要求,就要重视火花塞的选用和检查。由于不同的发动机工作特性不同,所以没有一种标准的火花塞能适应所有的发动机,因此必须根据发动机特性和厂家规定选择火花塞。火花塞选型的原则有以下几项。

(1) 不同型号的火花塞电阻值 为了防止电磁干扰,火花塞内都有炭棒,火花塞上都有明显的型号标注,不同型号火花塞内炭棒的电阻值不一样,如没有按厂家规定的型号选用火花塞,使用时易发生电磁干扰,而使发动机抖动。

火花塞型号不一致,虽然同样规格、同样热值的火花塞也不能互换。选择火花塞主要是看火花塞内炭棒的电阻值是否一样。

(2) 普通的火花塞和白金火花塞 本应装普通的火花塞的发动机,如错装了白金火花塞,一星期后汽车就会发生抖动。

个别火花塞工作不良可能会造成怠速时尾气超标(CO和HC排放过高),尾气中有黑烟,但高速时转为正常。火花塞结构见图1-2。

火花塞长期点火时间过长、燃烧温度过高,火花塞电极烧损,会使火花塞间隙过大,造成高速时失火。火花塞电极间隙过大,跳火时需较高的电压,长时间连续使用,会造成点火线圈温度过高,易烧坏点火线圈。

普通火花塞的使用寿命为25000km,白金火花塞的使用寿命为70000km。

1. 火花塞电极间隙的重要性

火花塞电极间隙过大一般是燃烧室温度过高所致。排气门间隙过小造成排气不畅;积炭过多,使燃烧室容积变小,引发压缩比改变和多点燃烧,造成爆燃;还有冷却系统工作不良,都是燃烧室温度过高的原因。大部分车型火花塞的拧紧力矩为 $30\text{N}\cdot\text{m}$,力矩过小也会造成电极烧蚀。长期爆燃会造成火花塞绝缘体顶部破裂。

电子燃油喷射发动机火花塞电极间隙通常应在 $0.9\sim 1.1\text{mm}$,间隙越小火花越弱,过小会造成起动困难,在小负荷时新混合气被废气冲淡影响较大,会造成缺火。火花塞电极间隙过大,会造成高速时缺火、加速性能差,并且起动困难、耗油量大、排气管冒黑烟。此时如不及时更换火花塞,排气管黑烟会越来越重,故障会越来越厉害。

2. 火花塞电极熔化,并且绝缘体呈白色

电极熔化和绝缘体呈白色通常是燃烧室温度过高所致,这可能是燃烧室积炭过多,导致压缩比变大,多点燃烧和爆燃引发的。如火花塞未按规定力矩拧紧(火花塞紧固力矩为 $30\text{N}\cdot\text{m}$),造成火花塞散热不良,也会引起同样的故障。

火花塞电极没有烧熔,但电极发白,可能是以下故障的反映。

1) 气缸垫或涡轮增压发动机进气歧管垫密封不良,冷却液进入燃烧室,火花塞电极上有白色结晶体。

2) 混合气过稀,火花塞电极形成灰白色。

3. 火花塞电极变圆,且绝缘体有疤

这是因点火时间过早所致,造成点火时间过早的原因除点火提前角过大外,汽油标号过低,辛烷值太低,抗爆性太差,也会过早点火。火花塞热值过高和燃烧室内积炭过多同样也

会造成早燃。

4. 火花塞绝缘体裙部、电极和壳体表面覆盖一层毛茸茸黑色无光泽炭灰

混合气过浓，燃烧不完全，燃烧温度过低会导致火花塞上产生一层炭灰。其原因有以下几点。

1) 空气滤清器堵塞，造成混合气过浓。节气门全开的瞬间进气系统的真空度应为 3 ~ 10kPa，如 $\geq 15\text{kPa}$ 或 $< 3\text{kPa}$ ，必须清理或更换空气滤清器。

2) 使用进气歧管绝对压力传感器的发动机进气系统发生泄漏，造成混合气过浓。用真空表检查发动机怠速时的真空度。进气系统密封不良会导致真空度明显低于正常值，但因充气系数增加，造成怠速转速升高。怠速出现由标准怠速的上限向高怠速的漂移。

3) 火花塞点火能量不够，造成混合气未燃烧。此时应进行缸外点火检查或用示波器检查波形。

4) 气门油封或活塞环密封不良，使燃烧室内机油过多，造成燃烧不好。暖机时排气管冒蓝烟，行驶中排气管不冒蓝烟，说明气门油封密封不良；暖机时排气管不冒蓝烟，暖机后和行驶中排气管冒蓝烟，说明活塞环密封不良。

5) 燃烧室密封不良，导致气缸压力过低，造成燃烧不好，形成炭灰。

6) 由于各种原因，造成喷油脉宽过宽，导致混合气不能完全燃烧。此时可通过调取故障码和读取数据流查找故障。

混合气不能完全燃烧所产生的炭粒，会附着在火花塞发火端表面。缺乏长距离的高速行驶，以及火花塞裙部表面工作温度低于自洁温度，更易形成积炭和油污。

积炭和油污会降低火花塞裙部表面电阻，导致电流泄漏、不跳火或间断跳火，使发动机功率下降，工作不稳，第一次起动困难，甚至无法起动。

火花塞被污染后，必须先查明原因，排除污染源，再清除积炭、油污，或更换火花塞。

对于使用空气流量传感器的汽车，在高速公路上跑长途时，可人为造成发动机进气系统轻微漏气，使混合气变稀，令燃烧温度超过积炭的自洁温度（500℃），这样可将火花塞和氧传感器上的积炭烧掉。

5. 火花塞绝缘体局部出现一层灰黄色的釉

这种釉层是铅的氧化物，是由于燃油中含铅过高，在高速行驶过热时出现的氧化物。这会造成急加速或高负荷行驶时出现断火。而且燃油中含铅过高，会造成氧传感器和三元催化转化器中毒。

6. 必须定期更换高压阻尼线

美国汽车的火花塞点火时间长，高压阻尼线使用 80000 ~ 90000km 后容易出现断火。到 80000km 以上如出现高速时缺火，应将全部高压阻尼线和火花塞换掉（普通火花塞的使用寿命为 15000km，长效火花塞的使用寿命为 30000km）。火花塞高压线内阻过大会引起急加速不良。

7. 利用火花塞检查器检查火花塞的制造质量

火花塞检查器可检查火花塞的制造质量。好的火花塞施加 80N 的力才断火，质量差的火花塞 30 ~ 40N 就断火，后者中低速正常，但高速时易出现断火。火花塞不良还会引起发动机高速行驶中挫车。

8. 火花塞外壁接地检测

将高压线与火花塞相连,将火花塞绝缘外壁接地,如果火花塞电极之间出现蓝色火花属正常,如没有火花应更换。维修人员经常是汽车在行驶里程达80000~90000km以上时,更换掉全部高压阻尼线和火花塞,以保证发动机性能可靠。

火花塞壳体上不得有裂纹、裂痕,电极间隙应符合规定,火花塞上积炭会导致点火能量降低,无法正常跳火,会引起发动机抖动、动力不足、加速性能下降,清除积炭后可恢复正常。火花塞间隙过大会造成高速时失火。

九、电磁干扰

1. 发电机对机油报警装置的干扰

冬天在怠速和低速时发电机容易出现发电量加大,产生电磁干扰导致机油报警灯连续闪烁,或导致爆燃传感器在发动机1500r/min以下发出爆燃信号,引起低速加速不良。

2. 吸尘器对熔丝的干扰

有的驾驶人在风窗玻璃下边放置一个吸尘器,殊不知吸尘器工作时也会产生电磁干扰,可能导致附近的某个熔丝断电。

第四节 电子节气门的作用和故障诊断



第四节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 电子节气门系统有两个加速踏板位置传感器,以大众车系为例,分由两个电位器传感器G79、G185组成,其中一个电子节气门电阻值呈线性增加,另一个电子节气门电阻值呈线性下降。

2. 一个加速踏板位置传感器信号失真或中断,如果另一个传感器处于怠速位置,则发动机进入怠速工况。

3. 若两个传感器同时出现故障,则发动机只有高怠速。

4. 节气门位置传感器、怠速空气阀与节气门体为一体式结构,当节气门位置传感器或者怠速控制阀出现故障时,应当更换节气门体总成。

5. EPC故障灯提示信号,监控电子加速踏板系统与节气门控制单元各传感器的工作状况。系统正常时打开点火开关3s自检后熄灭。

6. 电子节气门一般为40000km清洗一次。

7. 关闭点火开关,拆下节气门,在这其间不能开电源,在清洗时不要动节气门阀片,最好一点也不动。洗好后装好,打开点火开关,等5min关掉,循环两次后起动,让发动机怠速运转5min,循环两次。稳加速两次。

8. 在正常情况下怠速的自适应调节值为1.00。

一、电子节气门的组成、作用及失效保护

电子节气门能够根据驾驶人的需求以及整车不同的行驶状况确定节气门的最佳开度,保证车辆获得最佳的动力性和燃油经济性,并具有牵引力控制、巡航控制等控制功能,提高安全性和乘坐舒适性。采用电子节气门控制系统可避免传统节气门在时间上滞后现象的发生,

而对节气门开度控制精度提高，将会改善发动机的燃油经济性能及排放性能。

电子节气门系统由两个加速踏板位置传感器、怠速开关和节气门全开开关、两个节气门位置传感器、节气门开度控制电动机、EPC 故障灯、制动踏板开关、制动灯开关、手动变速器的离合器踏板开关等组成。

1. 加速踏板位置传感器

电子节气门系统有两个加速踏板位置传感器，属于霍尔式传感器，分别将加速踏板的移动量和移动速度转换成电信号输送给发动机控制单元。以大众车系为例，分由两个电位器传感器 G79、G185 组成，其中一个传感器电阻值呈线性增加，另一个传感器电阻值呈线性下降；由此产生的电压信号输送给发动机控制单元，以反映加速踏板踩下的程度和速率的变化，用于处理信息和控制节气门，见图 3-38。当 EPC 系统出现故障时，EPC 故障灯进行报警。

控制系统根据两个信号来确定踏板位置，见图 3-39。两个信号值正好相反，形成对比。在同一基准电压下工作，基准电压由控制单元提供。随着加速踏板位置的改变，电位器阻值也发生线性的变化，由此产生反应加速踏板下踏量大小和变化速率的电压信号，并输入控制单元。两个电位器传感器反接，实现阻值的反向变化，即两个传感器阻值变化量之和为零。控制单元对两个传感器施加相同的电压，两者输出的电压信号也相应反向变化，且其和始终等于控制单元输入的信号电压（5V）。当 EPC 系统出现故障时，EPC 故障灯进行报警。



图 3-38 电子节气门系统

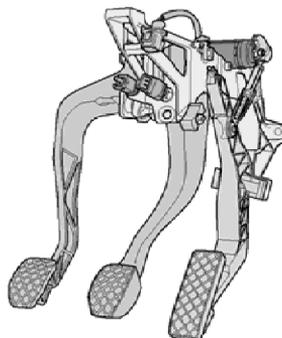


图 3-39 加速踏板位置传感器

另外，加速踏板总成还设置了一个怠速开关以及一个节气门全开开关。这两个开关分别对应于驾驶人的最小与最大输入意图。采用加速踏板总成的第二个目的就是让驾驶人仍然能够体验到被替换掉的机械式钢索和弹簧所产生的“脚感”。

2. 加速踏板位置传感器进入失效保护

1) 一个加速踏板位置传感器（电位计）信号失真或中断，如果另一个传感器处于怠速位置，则发动机进入怠速工况。

2) 如果是负荷工况，系统会自动进入紧急操作状态，则发动机转速上升缓慢，最高车速限制在 120km/h。

3) 若两个传感器同时出现故障，则发动机只有高怠速。

3. 节气门位置传感器 G187、G188

节气门位置传感器有两个，同样属于可变电阻式传感器，负责向系统反馈节气门位置信号。其中一路电子节气门电阻值呈线性增加，另一路电子节气门电阻值呈线性下降。由此产

生的电压信号（节气门的位置信息）输送给发动机控制单元，以反映节气门开度和开启速率的变化，用于处理信息和控制节气门，能够将节气门的位置信息反馈给控制单元，形成闭环控制。这样，当控制单元把指令传给调节电动机后，电动机就能够根据传感器反馈的信息正确地让节气门阀片转动定位。装两个传感器是为了精确和备用。

4. 节气门位置传感器进入失效保护

1) 当一个传感器坏时，系统使用另一个传感器信号，对加速踏板响应不变，但会出现加速无力、换挡冲击、巡航系统关闭、EPC 故障灯亮、存储故障码。

2) 当两个信号中断，发动机在 1500r/min 左右运行，踩加速踏板无反应。EPC 故障灯亮，有故障码存储。

注意：节气门位置传感器、怠速空气阀与节气门体为一体式结构，当节气门位置传感器或者怠速控制阀出现故障时，应当更换节气门体总成。

5. 节气门控制电动机

节气门控制电动机根据车型不同分为直流电动机式和步进电动机式两种，见图 3-40。电动机接受系统命令，控制节气门开度。电动机内部有两个方向相反的磁场，并采用脉宽调制技术控制其中一个磁场相对于另一个磁场的大小。通过增大脉冲持续时间的百分比来增加调节电动机的转动角度，也就是说，脉冲持续的时间越长，

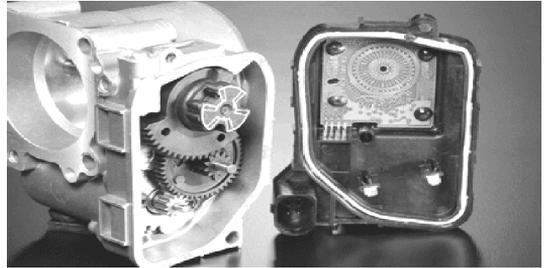


图 3-40 节气门控制电动机

调节电动机让节气门阀片转动的角度就越大。控制电动机能够让节气门阀片在 $1^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 的范围内转动，以得到期望的节气门开度。在典型的电子节气门控制系统中，电动机根据控制单元的指令调节节气门阀片的偏转角度，对于节气门阀片的大部分转动位置，其定位精度一般都在 $\pm 0.5^{\circ}$ 的范围内。当发动机怠速空转时，阀片的转角精确度甚至能控制在 $\pm 0.1^{\circ}$ 的范围内。出现故障后，进入紧急运行模式，由弹簧将节气门打开到一定角度，系统运行高怠速，踩加速踏板没反应。EPC 故障灯亮，存储故障码。控制电动机一般选用步进电动机或直流电动机，经过两级齿轮减速来调节节气门开度。早期以使用步进电动机为主，步进电动机精度较高、能耗低、位置保持特性较好，但其高速性能较差，不能满足节气门较高的动态响应性能的要求，所以现在比较多地采用直流电动机，直流电动机精度高、反应灵敏、便于伺服控制，适合急加速的快速反应。

作为一种安全保险措施，节气门阀片采用弹簧装置支撑，这样，一旦电子节气门控制系统出现故障的时候，节气门阀片能够在弹簧的作用下回到怠速空转时的位置，即在回位弹簧的作用下将开启 8° 左右。

为适应牵引力控制系统的发动机控制的要求，在驱动轮由 TCS 施加制动时，电动机自动减小节气门开度，以免损坏变速器。

电子节气门通过在换挡期间对节气门的开度进行控制，优化了自动变速器在换挡时的振动，提高了操作平顺性。简化了巡航控制系统，取消了巡航执行机构，直接由节气门控制电动机进行巡航控制。

6. 驾驶性能优化功能

使用电子节气门的车辆，在驾驶人突放松加速踏板后，为了使乘员不会感到一种突然的制动，驾驶性能优化功能开始作用，控制发动机转矩使其平缓下降，以提高车辆的驾驶性能。在这种功能作用期间，如果发动机控制单元收到离合器开关由0变为1的信号（即表示驾驶人踩下了离合器），则该功能中止。因为踩下离合器后，发动机与变速器的连接脱开，此时发动机转速下降的制动效应已经不会作用在车身上，发动机控制单元就不再故意控制节气门开度的下降速度，即控制发动机转矩的下降速率，发动机转速也就正常下降，不会产生明显冲击。踏板开关信号反馈离合器踏板位置，踏板踩下，负载变化功能关闭。系统不对其进行监控，故无故障码存储，也无替代值。如果在踩下离合器之前，已经因为脚放在离合器踏板上并施加了一定的力使得离合器开关信号由0变为1了，同时车辆也以超过2.5km/h的车速行驶了超过5s，那么此时如果突然放松加速踏板并同时踩下离合器踏板，就会出现发动机转速上冲的情况。发动机转速上冲的多少取决于突放松加速踏板前的节气门开度以及离合器踏板踩下的时机，节气门开度越大，踩下离合器踏板的时刻与放松加速踏板的时刻越接近，则转速上冲会越高。档位越高，上冲转速也越高。

7. 制动踏板开关和制动灯开关

制动踏板开关信号反馈制动踏板位置信号，控制单元收到踏板信号后，关闭巡航。如制动踏板传感器损坏，由怠速信号替代。

8. EPC 故障灯

EPC 故障灯（图3-41）提示信号，监控电子加速踏板系统与节气门控制单元各传感器的工作状况。系统正常时打开点火开关3s自检后熄灭。当系统出现故障时，故障灯闪烁，提示驾驶人系统有故障。同时，电磁离合器被分离，节气门不再受电动机控制。发动机控制单元记录故障信息。此时节气门在回位弹簧的作用下将开启 8° 左右，发动机转速在3000r/min以下，发动机抖动严重，加速踏板控制失效。为“跛行回家”模式。若故障灯出现故障，发动机工作不受影响。EPC故障灯亮后，发动机转速最高达到3000r/min，动力明显不足。



图3-41 EPC故障灯

9. 电子节气门控制系统的优点

电子节气门系统能改善发动机的排放性能。例如，在汽车减速的时候，驾驶人的脚脱离加速踏板而去踩制动踏板，同时也就关掉了节气门阀片，此时发动机继续转动则会造成很高的进气歧管真空度，这种高的真空度将会导致供油方面的故障。通过加速踏板总成和步进电动机之间设置一个控制软件，可以实现发动机的HC和 NO_x 的排放量减少15%左右。

点火开关打开后，不要手动转动节气门，一定要使用诊断仪驱动节气门进行开启测试。

二、电子节气门污染的危害及清洗方法

1. 节气门污染的危害

造成EPC故障灯频繁亮启的原因95%是电子节气门系统的节气门被污染。电子节气门系统的车辆怠速不稳，绝大多数是由于节气门里侧污染。电子节气门一旦被灰尘污染严重，或节气门积炭过多，使怠速控制阀在同样的开度下，进气量相对减少，就会导致发动机怠速不稳、车辆加速不良、加速踏板发沉、燃油消耗量增加、尾气排放超标，严重时还会出现怠速熄火，但中高速时运转平稳。电子节气门一般为40000km清洗一次。

2. 节气门清洗方法

关闭点火开关，拆下节气门体，在这其间不能开电源，在清洗时不动节气门阀片，最好一点也不动。洗好后装好，打开点火开关，等5min 关掉，循环两次后起动车，让发动机怠速运转5min，循环两次。稳加速两次。使用专门的电子节气门清洁剂（见图3-42）进行清洗，防止节气门特殊涂层的非必要损坏。



图3-42 电子节气门清洗剂

三、电子节气门系统使用时的注意事项

1. 不要用过厚的脚垫

特别需要提醒的是，车内不要用过厚的脚垫，尤其驾驶人侧脚垫，入坐角度会导致毛垫逐渐前移，前部皱起，顶住制动踏板，造成加速踏板卡滞，在高速行驶中放松加速踏板后车速不下降，极不安全。

2. 不要同时踩下加速踏板和制动踏板

使用电子节气门的车辆，驾驶人同时踩下加速踏板和制动踏板，使制动功能超过节气门控制功能，使发动机回到怠速运行模式，尽管不会留下故障码，但汽车无法正常行驶。

3. 不要手动开启节气门

点火开关打开后，不要手动转动节气门，一定要使用诊断仪驱动节气门进行开启测试。电子节气门（加速踏板位置传感器）装配在驾驶室内，与拉索式节气门比较，节气门开启角度不再由加速踏板拉索控制，其开启角度和速率是控制单元通过控制怠速步进电动机驱动。电子节气门的加速踏板位置传感器是以电压信号反映驾驶人踏板力矩指令，而不是节气门实际开度。加速踏板位置作为确定节气门位置的输入信号。

怠速调节阀被取消，由电子节气门进行怠速调节。控制单元精确控制电子节气门的开启，以满足加速、换挡点控制、自动变速器主油压调节、空调控制和平稳动态控制，以及发动机冷却功能的需求。

四、电子节气门系统常见故障的案例分析

1. EPC 故障灯频繁点亮，车子严重抖动或行驶中突然熄火

(1) 故障现象 一辆2009款福克斯两厢自动变速器轿车行驶中频繁熄火。当轿车行驶至2000km左右时，发动机控制单元突然报警，点亮故障指示灯，并出现车体抖动现象，发动机动力不足，转速到3000r/min时就上不去了，车开起来没力，感觉走不动。在清洗节气门后，故障依然存在。

(2) 故障分析 电子节气门系统的节气门污染会造成怠速抖动，但不会造成行驶中频繁熄火。电子节气门系统出现故障时，EPC故障灯闪烁，提示驾驶人系统有故障。同时，电磁离合器被分离，节气门不再受电动机控制。发动机控制单元记录故障信息。此时，节气门在回位弹簧的作用下将开启8°左右，发动机转速在3000r/min以下，发动机抖动严重，加速踏板控制失效（踩加速踏板没有反应）。说明电控系统没有参与控制。

(3) 故障诊断 拆开右边进气管，用手摸节气门，急加速时可以感觉到节气门没打开。测量电动机电源端子与车身接地间的电源电压，正常值应为12V左右的蓄电池电压。实际检测电源电压为零，说明电动机线圈已经断路。

(4) 故障排除 更换负责节气门开启的控制电动机, 试车加速良好, 动力强劲, 故障排除。

2. 电子节气门故障灯突然被点亮, 同时加速踏板有踏空的感觉

(1) 故障现象 一辆 2007 款雅阁车行驶中 EPC 故障灯突然被点亮, 同时加速踏板有踏空的感觉。

(2) 故障分析 EPC 故障灯被点亮, 踩加速踏板没有反应。汽车无法行驶, 可能是节气门或加速踏板上的插头松了或接触不良, 中断了控制单元和电子节气门传感器之间的信号传输, 从而点亮了故障灯, 这种情况下加不上油很正常。

(3) 故障诊断 电子节气门采用加速踏板位置传感器的一个目的就是让驾驶人仍然能够体验到被替换掉的机械式钢索和弹簧所产生的“脚感”。如果加速踏板位置传感器插头松了或接触不良, 中断了电子节气门控制单元和加速踏板位置传感器之间的信号传输, 就会点亮 EPC 故障灯, 同时加速时踏板就有踏空的感觉。

(4) 故障排除 把加速踏板位置传感器的插头重新插好, 清除故障码后试车, 一切恢复正常, 故障排除。

故障排除后思考 电子节气门踏板位置传感器或节气门位置传感器上的插头松了或接触不良, 中断了控制单元和“踏板位置传感器或节气门位置传感器”之间的信号传输, 从而点亮了电子节气门故障灯, 同时加速踏板也有踏空的感觉。这种故障只要把插头重新插好, 清除故障码后即可排除。

五、电子节气门的重新设定

1. 清洗节气门后为什么必须做电子节气门设定

电子节气门系统清洗了节气门之后怠速转速一直很高, 不下来。这是因为节气门内有积炭时, 怠速时进气量小, 积炭洗掉了, 节气门仍然在清洗前的位置, 使进气量增大, 怠速转速升高。节气门脏了以后效率下降, 控制单元会进行一定的调整和匹配。在正常情况下怠速的自适应调节值为 1.00。即随着发动机工况的变化, 例如当车辆长期行驶及节气门体变脏会使空气流经节气门时截面积变小。这时为了稳定怠速, 节气门开度就会适当开大。这样怠速的自适应调节值就会相应增加一点, 变成大于 1.00, 如 1.05、1.10 等。但是调节值最大只能调节到 1.15。如果节气门体继续变脏, 就会使怠速时的进气量不够。每次起动时必须略微踩下加速踏板才能完成起动, 还会造成怠速不稳, 甚至出现熄火。这种情况下只要把节气门体清洗干净, 就可以解决熄火的问题。但发动机控制单元中存储的自适应调节值并没有进行修改, 仍旧为 1.15, 这样节气门开度会依然较大, 导致发动机出现怠速过高的现象。

清洗节气门之后对节气门重新设定, 可以使节气门恢复到怠速空转时的节气门正常开度。另外在更换发动机控制单元、节气门体控制单元或发动机, 怠速或点火正时不在规定范围以内, 蓄电池断开后, 以及进行怠速空气量学习前等情况下也必须要进行电子节气门设定。每次更换电控节气门控制执行器或 ECM 后, 设定方法如下。

2. 电子节气门设定的前提条件

- 1) 蓄电池电压: 大于 12.9V (怠速时)。
- 2) 点火开关转至 ON 位。
- 3) 关闭所有用电设备, 电气负载开关 (空调、前照灯、后窗除雾器) 转至 OFF 位。
- 4) 转向盘: 中间位置 (正直向前位置)。

- 5) 车速：停止。
- 6) 变速器已预热到正常工作温度。
- 7) 发动机冷却液温度：70 ~ 100 ℃。

3. 电子节气门初始化的通用方法

(1) 断开蓄电池负极

- 1) 清洗前先断开蓄电池负极。
- 2) 清洗后连接好蓄电池负极。
- 3) 将点火开关打开 30s，然后关闭 15s，即可完成电子节气门的初始化。

(2) 利用点火开关匹配 节气门洗好后装好，打开钥匙，等 5min 关掉，循环两次后起动车，让发动机怠速运转 5min，循环两次。稳加速两次。

4. 马自达 6 电子节气门重新设定的步骤

马自达 6 断开蓄电池负极 10s，然后装复。打开电火开关至 ON 位，加速踏板踩到底保持 5s 后放开。关闭电火开关，然后重新起动车，检查放松加速踏板后转速可下降至正常，即完成电子节气门设定。

5. 东风雪铁龙爱丽舍车型加速踏板位置传感器重新设定的步骤

- 1) 将点火开关置于“M”位置，旋转点火开关期间不要踩加速踏板。
- 2) 旋转点火开关后将加速踏板踩到底。
- 3) 松开加速踏板，重新起动车，发动机运转不得少于 30min，完成加速踏板位置传感器初始化。

6. 东风标致 307 电子节气门重新设定的步骤

设定前先清除故障码，发动机控制单元无故障码储存；发动机处于完全冷却状态，进行设定前 10min 不能起动车。

- 1) 关闭点火开关 15s 以上。
- 2) 打开点火开关 15s 以上。
- 3) 重复上述步骤两次。
- 4) 将加速踏板迅速完全踩到底，再松开。
- 5) 起动车重新着车，发动机运转不得少于 30min，完成电子节气门重新设定。

7. 大众车系电子节气门重新设定的步骤

前提条件：发动机控制单元中无故障码储存，蓄电池电压正常，清洁过节气门；在设定过程中不得踩加速踏板。

(1) 大众车系电子节气门设定方法

- 1) 接 V. A. G1552，接通点火开关（不起动车），输入地址码“01 - 发动机电控系统”。
- 2) 输入功能码“04 - 基础设定”，输入设定组号“060”在显示区域 4，显示 ADP. OK，表示基础设定以完成。

3) 按“→”键，输入功能码“06 - 结束输出”。

(2) 如何进行帕萨特 B5 节气门的基本设定

- 1) 必须在怠速开关 F60 闭合，不必起动车。
- 2) 用 V. A. G1552 或 V. A. G 5051，打开点火开关；按数字键 01 进入“发动机电器”菜单；输入基本设定功能 04，进入显示组 98；按 Q 键后，节气门定位器移动到最小、最大

和中间 3 个位置。

3) 发动机控制单元在永久记忆中记录各种节气门角度,当点火开关打开时,节气门有一个自学习功能,大概 20s 左右。

(3) 基本调整中断或错误的可能原因

- 1) 有故障码没有清除或者没有维修好。
- 2) 节气门没有安装到位。
- 3) 节气门本身机械故障。
- 4) 电子节气门自身有故障。
- 5) 起动过程中条件没达到。
- 6) 控制单元编码不正确。

(4) 注意事项

- 1) 如出现故障码 17967 或者 17973,下次打开点火开关时,系统自动进入基本调整。
- 2) 基本设定过程中如果数据第 4 项不显示“自适应运转”或“ADP RUN”。只提示一个数字时,应该怀疑节气门位置传感器线路是否有故障,一定要保证线路正常。
- 3) 此功能只转动开关,不起动,但是前期必须热车达到设定条件。

8. 通用君越、荣御电子节气门重新设定的步骤

设定前先清除故障码,发动机控制单元无故障码储存,蓄电池电压正常。

- 1) 关闭点火开关保持 30s 以上。
 - 2) 打开点火开关但不起动保持 60s 以上。
- 即可完成通用君越、荣御电子节气门的设定。

9. 无法进行电子节气门基本设定的原因

节气门控制单元进行基本调整的过程有可能中断,出现这种情况的主要原因如下:

- 1) 节气门不能灵活移动卡位(节气门体脏污)。
- 2) 节气门控制部件或线束损坏。
- 3) 蓄电池电压太低。
- 4) 发动机控制单元损坏。
- 5) 在自适应过程中起动了发动机或踏下加速踏板。

中断后故障存储器内将存储“基本调整没有完成、基本调整出错”的信息,下次打开点火开关时基本调整将再次自动进行。

第五节 凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器的作用和故障诊断



第五节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 凸轮轴位置传感器主要负责初次点火提前角信号,在起动 2s 之内将提供点火提前角信号任务转交给曲轴位置传感器。

2. 正时带差一个齿使点火过迟则会造成怠速运转不平稳,发动机尾气排放超标,耗油量增加,动力性下降,加速超车。

3. 大多数凸轮轴位置传感器标准电阻为 $1600 \sim 2500\Omega$ 。
4. 推荐采用部分微密封的螺栓 $M6 \times 12$ 固定曲轴位置传感器，拧紧力矩为 $(8 \pm 2) \text{ N} \cdot \text{m}$ 。
5. 凸轮轴位置传感器是可以替代曲轴位置传感器的。曲轴位置传感器失效后，汽车没有高速，自动变速器没有超速档。
6. 凸轮轴位置传感器失效退出后起动时间会推迟 2s ，同时爆燃传感器退出控制，点火提前角自动推迟 10° ，行驶中会出现加速蹇车和在大负荷时动力不足的现象。

一、凸轮轴位置传感器的结构和作用

1. 负责发动机的第一次起动

凸轮轴位置传感器（图 3-43）是初始点火提前角位置传感器，大部分为霍尔式。主要负责提供初次点火提前角信号，即负责发动机起动，在起动后 2s 之内将提供点火提前角信号任务转交给曲轴位置传感器。凸轮轴位置传感器此后只负责向爆燃传感器提供原始点火提前角位置方面的信号。

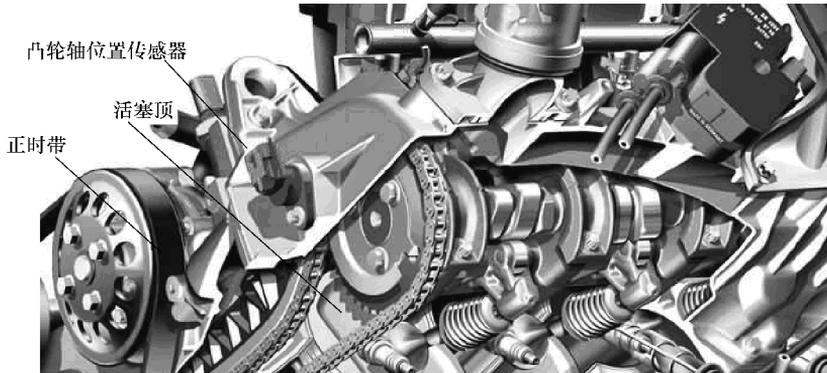


图 3-43 凸轮轴位置传感器

2. 负责监控厂家设定的原始点火提前角位置

初始点火提前角是厂家原始设定的，又称为固定点火提前角。

1) 监控厂家设定的原始点火提前角是否发生变化。如正时带差一个齿会使点火过迟，造成怠速运转不平稳，发动机尾气排放严重超标，燃油消耗增加，动力性下降，加速蹇车。正时带差一个齿属于机械故障，自诊断系统不可能直接留下正时带故障码。但正时带差一个齿会破坏原始点火提前角，由于曲轴位置传感器信号和凸轮轴位置传感器信号有一个对比，以检查凸轮轴位置传感器信号是否合理。正时带位移造成凸轮轴位置传感器信号错位，所以会留下凸轮轴位置传感器短路或断路的故障码。有经验的维修人员在出现怠速游车和加速蹇车（凸轮轴位置传感器只负责起动，不负责怠速和加速），同时又有凸轮轴位置传感器故障码时，通常是先检查正时带是否错位，正时带没有问题时，再做其他检查。

2) 凸轮轴位置传感器断路或短路，或者正时带错位，凸轮轴传感器都会退出控制，此后爆燃传感器找不到原始点火提前角，也会随之退出控制，控制单元为了防止出现爆燃，就会将点火提前角推迟到 10° 或更多。所以凸轮轴位置传感器退出控制后，尽管第一次点火改由曲轴位置传感器负责，但发动机会推迟 2s 起动，同时因为点火提前角被推迟，发动机出现动力不足、加速不良、急加速时声音发闷、个别时还会熄火。

二、凸轮轴位置传感器的检测

1. 凸轮轴位置传感器电压检测

凸轮轴位置传感器3个端子，A为电源回路，B为通往控制单元的信号端子，C为接地端子。万用表选择直流电压档，打开点火开关，凸轮轴位置传感器端子A与车身接地点之间的电压应为电源电压。端子B与车身接地点之间的电压在大负荷时应为4.8V或更多。在怠速时应为0.8V或更少。

2. 凸轮轴位置传感器通断检测

万用表选择蜂鸣档，关闭点火开关，端子C与车身接地点之间应导通。

3. 凸轮轴位置传感器电阻检测

用万用表测量传感器接地线和通往控制单元信号线间的电阻。大多数凸轮轴位置传感器标准电阻为 $1600\Omega \sim 2500\Omega$ 之间。

三、曲轴位置传感器的结构和作用

1. 曲轴位置传感器的类型和作用

曲轴位置传感器常见的有霍尔式、光电式和磁电感应式(图3-44)，负责采集曲轴转角位置和发动机转速信号(确定点火提前角和喷油时间)。最常见的为磁电感应式。

装配位置上分别装在分电器内(凸轮轴驱动转子)，曲轴前端(转子装在正时罩内)曲轴上(转子装在曲轴上)和曲轴后端(转子装在飞轮上)4个部位，多为3针端子。

磁电式曲轴位置传感器是一个模拟交流信号发生器，产生交变电流信号(图3-45)，通常由带两个接线柱的磁心及线圈组成。曲轴位置传感器产生的波形与凸轮轴位置传感器的波形特征十分相似。最常见的故障是根本不产生信号，如果驾驶汽车时波形是齐直的直线，应该先检查示波器和传感器的连线，确定电路有没有对地短接，确认传感器气隙是否正常，然后再检查传感器。当传感器波形超出正常调整范围时，发动机就会出现怠速不稳、自动熄火或起动困难等故障。

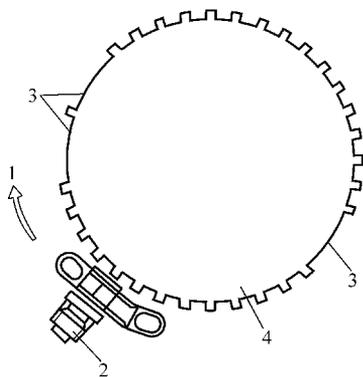


图 3-44 磁电感应式曲轴位置传感器结构

1—曲轴旋转方向 2—传感器
3—缸压缩行程上止点 4—转子

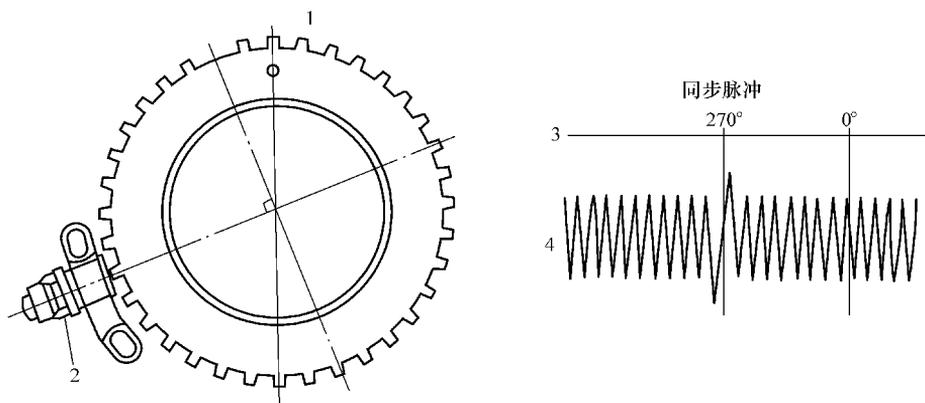


图 3-45 磁电感应式曲轴位置传感器原理

1—转子 2—可调式传感器 3—曲轴旋转角度 4—磁电感应式曲轴位置传感器波形

曲轴位置传感器的具体作用:

- 1) 获得发动机转速信号。
- 2) 获得曲轴转角位置信号。
- 3) 失火检查的判缸信号之一。

2. 曲轴位置传感器信号中断的危害

有起动的征兆时, 凸轮轴位置传感器已经完成第一次点火的控制信号, 但由于收不到曲轴位置传感器信号, 不到 2s 就熄火了, 所以发动机只有起动征兆却无法起动。行驶中曲轴位置传感器信号中断, 发动机会立即熄火。传感器信号中断后发动机转速表不显示转速。

某些新款车可用凸轮轴位置传感器信号替代曲轴位置传感器信号, 可以起动、运行, 但没有高速档, 自动变速器进入失效保护档, 即变速器只有一个 2 档或 3 档。

四、曲轴位置传感器的检测与安装注意事项

1. 曲轴位置传感器的检测

电磁感应式曲轴位置传感器有三个端子, 一根红线为电源线, 白色线为信号线, 通往控制单元, 黑色线为屏蔽线。用万用表检查红线与白色线间电磁线圈的电阻值, 是否符合厂家规定。传感器端子 1 或 A 与车身接地点之间的电压值应为 12V 左右的蓄电池电压。

发动机工作时, 飞轮上的齿槽通过传感器的信号发生器时, 霍尔效应传感器输出 5V 的高电位; 当飞轮齿槽组之间的金属与传感器成一直线时, 霍尔效应传感器输出 0.3V 的低电位。每当飞轮上的一组齿槽通过传感器时, 传感器便将一个高低电位的脉冲信号输出到控制单元。传感器提供的每组信号, 可被控制单元用来确定两缸活塞的位置。在四缸机上利用一组信号, 即利用同一时间的同一飞轮齿槽可判断出一缸和四缸接近上止点; 利用另一组信号, 可判断出二缸和三缸接近上止点。在六缸机上利用一组信号, 在同一时间可判断出三缸和四缸接近上止点; 二缸和五缸接近上止点; 一缸和六缸接近上止点。

2. 曲轴位置传感器安装时的注意事项

安装曲轴位置传感器时, 电磁感应式曲轴位置传感器只允许在马上要装到汽车上或实验装置上时才从包装材料中取出, 且要用压入的方法而不是锤击的方法安装。推荐采用部分密封的螺栓 M6 × 12 固定曲轴位置传感器, 拧紧力矩为 $(8 \pm 2) \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

五、凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的关系

凸轮轴位置传感器是初始点火提前角传感器, 仅仅负责起动, 起动后确定每缸上止点时刻的工作改由曲轴位置传感器负责。20 世纪 90 年代生产的发动机, 凸轮轴位置传感器不能替代曲轴位置传感器, 曲轴位置传感器失效退出后发动机立即熄火。所以起动时有着车的征兆, 但无法完成起动时, 说明曲轴位置传感器失效退出。更先进一些的发动机用凸轮轴位置传感器可以替代曲轴位置传感器, 曲轴位置传感器失效退出后, 凸轮轴位置传感器信号可以替代曲轴位置传感器信号, 因此发动机能够起动, 只是起动时间滞后接近 2s, 但自动变速器也没有超速档。

六、凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器常见故障的案例分析

1. 曲轴位置传感器触头上吸附过多金属颗粒或气隙过大造成传感器断路

发动机曲轴位置传感器触头上吸附过多的金属颗粒, 会丢失信号, 诊断仪数据流的发动机转速会明显低于实际转速, 在冷车或热车时会突然熄火。触头和转子气隙大于 2.3mm (正常时触头和转子气隙应为 0.8mm 左右) 或触头受伤时, 曲轴位置传感器信号会变得失

准或消失。信号失准不可信，会造成发动机熄火；信号消失，发动机不能起动，在信号消失瞬间发动机立即停转。

将汽车专用万用表转到交流档，按功能键选择“AC”和“HZ”同时测量，旋转曲轴，让发动机曲轴位置传感器的铁质环状齿轮（转子）转动，观察信号的幅值和频率，两者应与发动机转速同步。如果信号的幅值很小，可能是发动机曲轴位置传感器触头和转子的气隙过大所致。

2. 曲轴位置传感器气隙过小会造成喷油量过少

发动机曲轴位置传感器与转子的气隙过小，会造成喷油量过少，发动机起动困难。

做发动机曲轴位置传感器触头和转子气隙检测时，可在触头端部贴上 0.8mm 左右的纸片代替塞尺，来检查气隙是否合适。

3. 故障案例

(1) 故障现象 一辆别克赛欧轿车起动后出现间歇性 700 ~ 1200r/min 怠速游车（5 ~ 6s 周期性）。

(2) 故障分析 根据经验，当怠速出现 700 ~ 1200r/min 间歇性游车时，最可能的原因是正时带错齿，使曲轴位置传感器发送出的信号与点火正时错乱，使得 ECM 控制的喷油及点火信号与机械正时发生错位，进而导致实际点火提前角发生错误，最终导致该车抖动严重。

(3) 故障诊断 对旧的曲轴带轮进行了仔细检查，并拿来新的曲轴带轮进行对比，发现该车曲轴带轮存在缺陷。

(4) 故障排除 装上正常的曲轴带轮即可排除故障。

第六节 发动机电控系统失效保护

一、电控燃油系统进入失效保护

1. 空气流量传感器失效退出

如空气流量传感器失效退出，控制单元无法根据其信号决定基本喷油脉宽。进入失效保护后，基本喷油脉宽的调节，由节气门位置传感器和发动机转速传感器负责。

2. 进气歧管绝对压力传感器失效退出

进气歧管绝对压力传感器输出电压信号严重失准，控制单元根据其信号决定基本喷油脉宽，将会造成发动机失速或不能起动。进入失效保护后，按控制单元设定的固定值控制喷油量，使用应急备用系统维持发动机运转。

3. 节气门位置传感器输出电压信号失准

如节气门位置传感器输出电压信号严重失准，进入失效保护后，改用怠速触点信号，只要节气门开启，无论开启角度大小，一律按开启 50% 进行控制。

4. 发动机冷却液温度传感器信号失准

如发动机冷却液温度传感器信号严重失准，控制单元收到超过正常范围（低于 -40°C 或高于 130°C ）的温度信号，若电控燃油喷射系统按此信号调节喷油脉宽，就会造成混合气过浓或过稀。导致发动机转速不稳、性能下降。为了避免这种情况发生，控制单元进入失效

保护。进入失效保护后控制单元在起动时便使用进气温度传感器的信号作为替代值。然后温度控制随存储在控制单元中的模型特性曲线升高，当发动机达到正常工作温度，在一定时间后便升到一个固定替代值，如按冷却液温度 80℃ 进行控制。该固定替代值又和进气温度相关。

5. 进气温度传感器信号失准

如进气温度传感器信号严重失准，控制单元收到超过正常范围（低于 -30℃ 或高于 120℃）的温度信号，若电控燃油喷射系统按此调节喷油脉宽，就会造成和冷却液温度传感器信号严重失准一样的故障。为了避免这种情况发生，控制单元进入失效保护。进入失效保护后，控制单元按设定的进气温度进行控制，大部分发动机按进气温度 19 ~ 20℃ 进行控制。

6. 氧传感器信号失准

如氧传感器信号失准，进入失效保护后，控制单元按所收到的氧传感器输出的最后一个信号进行控制。

二、电控点火系统进入失效保护

1. 凸轮轴位置传感器失效退出

如凸轮轴位置传感器失效退出，无法提供初始点火提前角信号，进入失效保护后，发动机转速传感器（曲轴位置传感器）装在曲轴前端或飞轮上的车型，上面均设计有断齿（压缩行程上止点），初始点火提前角信号则改为发动机转速传感器负责，初始点火提前角控制不受影响，但起动时发动机会延迟 2s 起动。

2. 发动机曲轴位置传感器的失效保护

（1）曲轴位置传感器没有失效保护 大部分发动机的曲轴位置传感器没有失效保护，出现短路或断路故障后，行驶中会立即熄火，无法起动。

（2）曲轴位置传感器有失效保护 现在一些车型升级了电控系统，曲轴位置传感器断路后，控制单元进入失效保护状态，改用凸轮轴位置传感器提供的信号计算发动机转速，并确定凸轮轴的位置（一缸压缩行程上止点的位置）。同时为了保护发动机，控制单元会降低发动机的最高转速，有些车型还会没有超速档。

3. 点火确认信号

点火系统发生故障，不能点火，控制单元收不到点火模块反馈的点火确认信号时，如果喷油器继续喷油，大量的未燃混合气就会流入三元催化转化器，不仅造成燃油浪费、排气污染，而且未燃混合气在三元催化转化器内燃烧，会烧熔催化转化器，为了避免这种情况发生，控制单元进入失效保护，立即切断喷油器供电，使发动机停止运转。

4. 爆燃传感器信号失准

如爆燃传感器信号失准，点火提前角无法由爆燃传感器提供信号进行反馈控制。进入失效保护后，无论是否发生爆燃，控制单元都将自动把点火提前角推迟一个固定的角度。发动机的功率会有所降低。

5. 蓄电池正负极接反的保护

日产车型电子控制系统有一个安全继电器，蓄电池正负极接反时安全继电器线圈接通，使安全继电器的开关断路，将蓄电池和燃油泵电源线断开，以保护控制单元和喷油器。

第七节 怠速控制及故障诊断

目标怠速转速的控制主要由下列因素决定:

- 1) 节气门位置传感器的信号控制, 确定是否在怠速状态, 行驶中是否出现急减速, 以便实行减速时空气流量控制。
- 2) 冷却液温度传感器的信号控制, 在暖机期间实行怠速过渡缓冲控制。
- 3) 在怠速状态下收到空档开关、空调开关以及动力转向开关的信号, 需要实行额外负荷控制。
- 4) 目标怠速转速同时还会受到蓄电池电压、车速和空气流量传感器(进气歧管绝对压力传感器)方面的影响。



第七节 导读

思考一下导读中的案例, 带着问题进入本节的学习。

1. 发动机怠速自动提速到 2000r/min 时, 控制单元会中断供油, 待发动机转速降到 1500r/min 后, 为防止熄火会重新供油。
2. 发动机达到最高转速时控制单元会限制供油, 使发动机最高转速在规定范围内。
3. 汽车达到最高车速时控制单元会限制供油, 使汽车最高车速在规定范围内。
4. 发动机急减速时控制单元会中断供油, 待发动机转速降到 1500r/min 时, 为防止熄火会重新供油。
5. 汽车行车制动时控制单元会中断供油, 待发动机转速降到 1500r/min 时, 为防止熄火会重新供油。
6. 怠速步进电动机和怠速控制阀过脏卡滞, 开启不及时, 会造成汽车低速行驶时熄火。
7. 那些没有装断油控制的发动机, 利用进气系统真空操纵减速阀在发动机减速时给进气歧管补充空气, 以便提供较稀的空燃比, 以降低排放中的 CO 和 HC。
8. 使用涡轮增压的发动机冷起动后应怠速运转 5min, 热车起动后则应怠速运转 3min 以上, 以保证涡轮增压器得到良好的润滑, 避免损坏涡轮增压器。
9. 在发动机怠速状态下如使用空调、自动变速器挂档或动力转向系统工作, 发动机怠速转速应略有上升, 若发动机转速下降超过 50r/min, 应检查怠速控制系统。
10. 起动正常, 开空调怠速转速略有上升, 但自动变速器挂档熄火, 故障在自动变速器。

一、起动和暖机控制

1. 起动控制

以怠速步进电动机为例, 怠速步进电动机自身没有复位功能, 在点火开关闭合时, 控制单元电源延迟 3s 关闭, 使怠速步进电动机处于最大开度状态, 以保证下一次起动。起动时怠速步进电动机处于最大开度位置, 便于起动时有足够量的混合气。如刚起动发动机转速可达 1600r/min, 40℃ 以下时发动机保持 1500r/min, 当发动机转速达到一定值后, 控制单元将怠速空气阀关小到和发动机冷却液温度相适应的最佳怠速转速值, 起动控制结束。怠速步进电动机的位置见图 3-46。

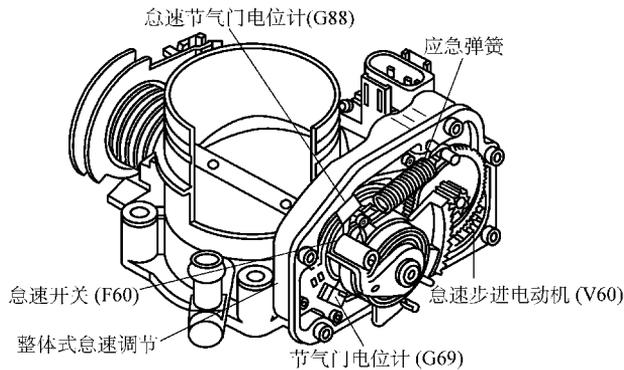


图 3-46 怠速步进电动机位置

2. 暖机控制

在发动机冷却液温度在 40℃ 以上 70℃ 以下时，怠速空气阀部分开启，发动机保持 1100r/min。冷却液温度达到 70℃ 时，如无异常，怠速空气阀关闭，发动机转速恢复到正常的怠速转速。如果发动机实际转速与目标转速差大于 20r/min，控制单元会对步进电动机进行再控制。怠速转速稳定后，暖机控制结束。

二、怠速稳定信号提前控制

1. 发动机负荷变化时控制

发动机控制单元通过以下三个开关，感知怠速时负荷的变化。

空调开关，见图 3-47。

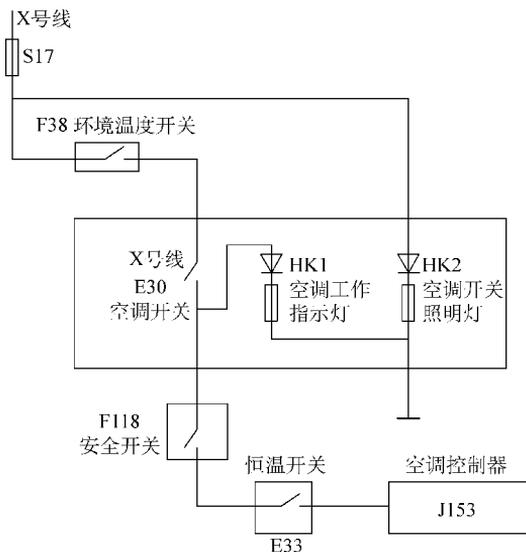


图 3-47 空调开关

空档开关，见图 3-48。

动力转向开关，见图 3-49。

这三个开关闭合，都会明显加大发动机负荷。为适应负荷变化，怠速时，如使用空调、挂档或使用动力转向系统，防止怠速过低，控制单元会根据上述开关的信号将怠速空气阀提前开大，来完成负荷变化时的控制。

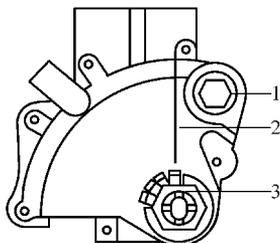


图 3-48 空档开关

1—调整螺栓 2—空档基准线 3—换挡摇臂轴

如汽车起动正常，一挂档就熄火，要判断是发动机还是自动变速器的故障，可以开空调。在怠速时开空调，如发动机转速不仅不下降，反而略有上升，说明发动机怠速控制系统工作正常，根据排除法，挂档熄火的故障原因在变速器内。

发动机怠速过高，应先检查燃油压力是否正常，如检查燃油压力正常。再检查相关的传感器。分别拔下冷却液温度传感器和氧传感器线束端子检查发动机转速是否发生变化，如发动机转速没有发生变化，说明怠速过高和它们没有关系。在熄火时逐缸拔喷油器接头检查发动机转速是否发生变化，如发动机转速还是没有发生变化，说明故障不在喷油器。再用夹子夹住燃油压力调节器的回油管，如果燃油压力没有上升，拔下进气歧管和燃油压力调节器之间的软管，可发现此处有汽油，说明燃油压力调节器膜片破损，低速时本应向燃油箱返回的汽油却通过真空软管直接向进气歧管中喷去，造成混合气过浓。对此类故障，更换燃油压力调节器，可将故障排除。

2. 电器负载增多时的怠速控制

由于负荷变化或其他原因引起电源电压降低时，交流发电机输出电压信号就会向控制单元发出输出电压过低的信号，见图 3-50。控制单元可通过开启步进电动机，打开怠速空气阀，适量提高发动机转速，以保证交流发电机系统的正常供电，达到调节输出电压的目的。

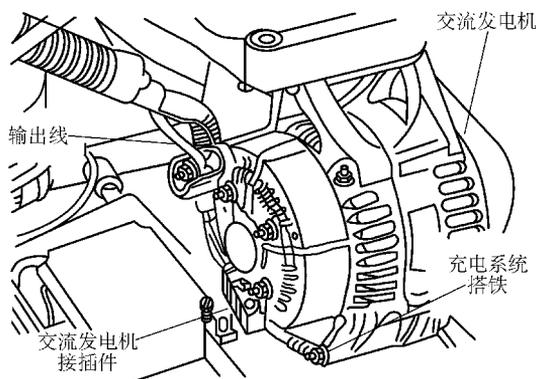


图 3-50 交流发电机输出电压信号

3. 断油后重新供油控制

1) 发动机怠速达到 2000r/min 时控制单元会中断供油。

- 2) 发动机达到最高转速时控制单元会中断供油。
- 3) 汽车达到最高车速时控制单元会中断供油。
- 4) 发动机急加速或急减速时控制单元会中断供油。
- 5) 汽车行车制动时控制单元会中断供油。

待发动机怠速转速降到 1500r/min 或 1200r/min 时, 为防止熄火控制单元会重新供油, 在重新供油的同时, 怠速空气阀必须同步开启, 否则会造成熄火。

发动机控制单元利用发动机转速信号、车速信号、节气门怠速开关信号, 经计算执行发动机减速断油功能。

出现下述故障时会造成行驶中急减速或滑行时发动机熄火:

- 1) 上述三个传感器信号中任意一个中断都会影响发动机减速断油功能的正常进行, 造成减速熄火的故障。
- 2) 怠速控制阀被卡滞在关闭位置。
- 3) 节气门因过脏而发生卡滞。
- 4) 喷油器因沉积物过多, 造成喷油量减少。
- 5) 发动机进气系统的密封性不良, 使用空气流量传感器的进气系统发生较严重泄漏, 会造成混合气过稀。

6) EGR 阀烧蚀, 导致密封不良; EGR 电磁阀和 EGR 阀之间真空管堵塞, 导致行驶中急减速或滑行时 EGR 阀无法完全关闭。这些会造成急减速降至怠速时发动机抖动, 随即熄火。

虽然发动机实际转速没有达到最高转速或汽车实际车速并没有达到最高车速, 仪表板上也显示的是实际转速或实际车速, 但数据流显示已经达到最高转速或最高车速 (控制单元 A/D 转换器转换错误), 发动机同样会实行断油控制, 使发动机的实际转速只能达到数据流显示最高转速时, 发动机转速表实际显示的转速; 或使实际车速只能达到数据流显示最高车速时, 车速表实际显示的车速。

对于那些没有装断油控制的发动机, 一般利用真空操纵减速阀在发动机减速时给进气歧管补充空气, 以便提供较稀的空燃比, 以降低 CO 和 HC 排放。

4. 怠速步进电动机学习控制

怠速步进电动机的机件磨损后, 控制单元原来控制的步进电动机步进数已经达不到原来的控制效果, 此时控制单元会根据曲轴位置传感器 (CKP) 的信号反馈进行控制。

5. 怠速步进电动机的维修和诊断

(1) 控制单元自诊断系统对怠速步进电动机故障的诊断 怠速步进电动机进入工作状态后, 控制单元如果感知步进电动机四根驱动电路对地或对电源短路至少 275s, 就会设置故障码。打开点火开关后, 就可诊断出步进电动机四根驱动电路是否发生断路, 在下次点火时, 就会设置故障码。

只要对怠速步进电动机及其电路进行了维修, 就需要对怠速转速重新校正, 以便使控制单元能确定步进电动机零位。如果用户抱怨怠速时有隆隆的异常响声或振动等故障时, 应执行电子控制系统对怠速转速进行的修正。

(2) 怠速转速修正应具备以下条件

- 1) 进气系统、燃烧室、排气系统没有泄漏。
- 2) 发动机冷却液温度在 85℃ 以上。

- 3) 关闭包括空调、照明、音响在内的一切用电设备。
- 4) 自动变速器变速杆位于空档。
- 5) 节气门位置传感器怠速输出电压符合厂家规定。

(3) 怠速转速修正的工作流程 以大众汽车为例:连接故障诊断仪,起动发动机,保持怠速,用地址词“01”选定发动机电子控制系统的控制单元,按1键,选择“功能程序”,按Q键确认。输入选择登录06589,按Q键确认。按1和0键选择频道号1,按Q键确认。用“↑”“↓”箭头改变屏幕显示区域2中的允许转速,以10r/min的跃升幅度进行调节。调完后按Q键确认。屏幕上显示是否要存储修改值?按Q键确认修改值。按“→”键结束怠速转速修正,用06键结束输出。

怠速不许修正到超过厂家规定的转速范围,如四缸的大众发动机怠速转速范围为825~900r/min。

(4) 更换怠速步进电动机时需要注意的事项 在安装怠速步进电动机前要彻底清洗旁通气道,安装时不要使步进电动机的针阀伸出过多。安装前使步进电动机的针阀处于缩回位置,避免因安装不当造成针阀及针阀座的损坏。

6. 冬季冷车启动后应怠速运转1~2min

冷车起步前怠速预热1~2min可保证发动机和传动系得到充分的润滑,同时使机油达到或接近正常工作温度,可有效延长汽车的使用寿命。但预热时间不宜过长,预热时不要高怠速运转,预热时高怠速运转会造成还未形成润滑油膜的发动机和自动变速器发生早期磨损。

使用涡轮增压的发动机冷启动后应怠速运转5min,热启动后则应怠速运转3min以上,以保证涡轮增压器得到良好的润滑,避免烧坏涡轮增压器。

第八节 交流发电机故障导致电磁干扰

1. 交流发电机的哪些故障会导致电磁干扰

交流发电机部分二极管损坏,剩下的二极管由于加载电流影响,就会引发非线性信号失真,特别是发动机怠速和低速运转时非线性信号失真较为明显,使控制单元出现错误诊断,故障存储器就会出现错误的故障码。

交流发电机轴承锈蚀、卡滞会使发电机工作过载,产生电磁干扰,导致周边的传感器或执行器失常。

2. 交流发电机电磁干扰引发的故障

交流发电机产生电磁干扰,多出现在怠速和1500r/min以下低速运转时。随着发动机转速的提高,供电量充足,不存在工作过载,也就不会有电磁干扰。

(1) 机油压力报警灯亮 电磁干扰不会造成机油压力异常,但会导致机油压力传感器信号异常,使控制单元作出错误诊断,导致机油压力报警灯亮。维修人员看到机油压力报警灯亮,通常会认为机油泵集滤器堵塞,但打开油底壳后却发现集滤器非常干净。

(2) 怠速时喷油器异常 交流发电机非线性信号失真,产生电磁干扰,还会影响喷油器,导致怠速时发动机有轻微抖动。喷油器在行驶中工作正常,这是因发动机转速上去后,发电机可以保证正常供电,非线性信号失真已经不明显,电磁干扰明显减弱,不会影响喷油器正常工作。

(3) 在发动机低速运转时影响爆燃传感器 发动机低速运转中, 发电机非线性信号失真有时会影响爆燃传感器, 使爆燃传感器错误地发出爆燃信号。导致发动机点火提前角推迟过多, 造成怠速和小负荷时明显功率不足, 引发怠速抖动和小负荷时加速不良。如发动机转速在 1500r/min 以下加速蹿车, 但转速达 1500r/min 以上后加速正常。

因发电机电压调节器故障, 造成发电机偶尔充电电压过高, 也会导致电磁干扰, 出现 ABS 故障指示灯间歇闪亮, 读取故障码为蓄电池电压故障。此时, 消除故障码, 更换发电机电压调节器即可。

3. 检查交流发电机在怠速和低速时发电量是否充足

交流发电机部分二极管损坏或发电机轴承锈蚀, 导致在怠速和低速时发电量不足, 是造成电磁干扰的直接原因。在确定是否是由于发电机故障导致电磁干扰时, 应先检查怠速和低速时发电量是否充足。

起动后, 在怠速时检测蓄电池电压, 如符合标准, 再在发动机 2000r/min 时检测蓄电池电压, 电压应略有上升, 发动机回到怠速运转, 打开全部用电设备, 怠速运转 30min, 再次在怠速时检测蓄电池电压, 如电压明显低于检测前的电压, 而且再次起动时起动机无力, 说明发电机发电量偏小, 无法满足用电设备需要, 造成蓄电池亏电。

思考题

一、概念题

1. 空气流量传感器
2. 曲轴位置传感器
3. 节气门位置传感器
4. 凸轮轴位置传感器
5. 冷却液温度传感器
6. 点火闭合角
7. 初始点火提前角

二、填空题

1. 负责初始点火提前角的是 () 传感器?
2. 电喷发动机的空燃比由燃油压力和 () 控制?
3. 发动机润滑系中如要加耐磨添加剂, 应 () km 加一次。
4. 发动机断油控制时待发动机转速降到 () r/min 或 () r/min 时, 为防止熄火会重新供油, 在重新供油的同时, 怠速空气阀必须同步开启, 否则会造成熄火。
5. 不同型号的花火塞 () 不一样, 所以不能替换使用。
6. 在发动机冷却液温度在 40 ~ 70℃ 以下时怠速空气阀部分开启, 发动机保持 () r/min。
7. 大部分发动机电控系统中 () 传感器一旦损坏立即熄火, 而且无法起动。
8. 火花塞电极发白, 电极没有熔化, 说明火花塞电极被 () 污染。
9. 火花塞电极发白, 并且电极熔化, 绝缘体呈白色, 说明 () 温度过高。
10. 如发动机冷却液温度传感器信号失准, 进入失效保护后控制单元按冷却液温度 () °C 进行控制。

11. 德国汽车规定每隔 () km 换一次正时传动带, 日本汽车规定每隔 () km 换一次正时传动带?
12. 控制单元自诊断系统的检测方法主要有四种, 即电压、工作时限、调节反馈和()。
13. 使用空气流量传感器的进气系统发生泄漏, 会造成混合气 ()。
14. 使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统发生泄漏, 会造成混合气 ()。
15. 负责点火系统闭环控制的传感器是 (), 负责燃油系统闭环控制的传感器是 ()。
16. 电喷发动机空燃比由电控系统的 () 和机械系统的 () 控制。
17. 蓄电池电解液应高出极板 () mm。
18. 蓄电池电解液过低会造成 (), 过高会造成 ()。
19. 蓄电池观测孔为绿珠, 代表 (), 黑珠代表 ()。
20. 起动时听到起动机发出“嗒嗒”声, 发动机无法起动, 说明 () 过低。
21. 空气滤清器过脏堵塞, 或新换的空气滤清器滤芯过密, 会造成充气系数过低, 汽车没有高速, 还会造成混合气 ()。
22. 发动机无负荷时加速正常, 有负荷时高速时抖动, 排气气流正常, 应重点检查()。
23. 进气歧管绝对压力传感器断路, 进入失效保护程序后, 大负荷时发动机动力明显不足, 汽车没有高速, 最高车速通常不足 () km/h。

三、问答题

1. 冷车时行驶正常, 热车后行驶中有时会突然熄火, 立即起动无法起动, 但过 15min 左右再次起动, 可以起动, 故障出在哪个系统。
2. 装在正时罩内, 负责发动机 1200r/min 以下点火正时精确控制的曲轴位置传感器失效退出后, 什么装置也随其退出。
3. 急加速的同时回火的故障是空气流量传感器, 还是节气门位置传感器?
4. 冷车时排气管冒黑烟, 热车后不再冒黑烟, 说明什么传感器是好的, 什么传感器是坏的?
5. 如何诊断进气歧管切换阀工作是否正常?
6. 如汽车起动正常, 一挂档就熄火。要判断是发动机还是自动变速器的故障, 应采取什么方法?
7. 发动机冷却液温度传感器对怠速空气阀有哪些方面控制?
8. 电喷发动机燃油系统由两部分组成, 各负责什么?
9. 实际冷却液温度 80℃, 但数据流显示为 30℃, 能调出故障码吗?
10. 冷车时起动困难, 热车时起动正常, 怠速运转平稳, 急加速时发动机转速不稳定, 发生了什么故障?
11. 发动机冷却液温度传感器对发动机的哪些方面进行控制?
12. 燃油压力保持不住, 应从哪几个方面进行检测?
13. 机油为何会进入进气歧管绝对压力传感器的真空软管, 会带来什么故障?
14. 读取完故障码后应先进行哪些方面的检测?

15. 燃油压力调节器膜片密封不良会发生什么故障？
16. 燃油压力调节器上的真空软管破裂会发生什么故障？
17. 蓄电池电解液的高度应高出极板 5~15mm，过高或高低会有什么危害？
18. 蓄电池保养时为什么要用开水浇蓄电池上部，并在负极桩上抹凡士林？
19. 燃油表已经到了红区，继续行驶会造成什么故障？
20. 负责怠速系统闭环控制的是哪个传感器？
21. 负责点火系统闭环控制的是哪个传感器？
22. 负责燃油系统闭环控制的是哪个传感器？
23. 在更换燃油滤清器和机油滤清器时应该注意什么问题？
24. 热丝或热膜式空气流量传感器被废气返流的积炭污染后，为什么会出现怠速抖动，急加速不良、回火的故障？
25. 电喷发动机急加速时抖动的故障原因是来自点火系统还是燃油系统？
26. 如何从氧传感器输出电压值变化幅度看燃烧室内积炭的状况？
27. 清洁汽油里有 10%（质量分数）的乙醇。乙醇加得过多会造成什么故障？
28. 哪个传感器负责初始点火提前角？点火后断开该传感器是否熄火？
29. 哪个传感器负责初始喷油脉宽控制，断开该传感器，基本喷油脉宽会由哪两个传感器替代控制？
30. 传统汽车点火系统低压电路的通断开关是断电触点，电喷发动机低压电路的通断开关是什么？在什么位置？
31. 发电机调节器损坏后，急加速时为什么机油报警灯会亮？
32. 检测电喷发动机低压电路故障时经常使用发光二极管，而不许用试灯，为什么？
33. 燃油压力保持不住，哪几个方面可能有故障？
34. 发电机电磁干扰会引发哪些故障？
35. 发电机在什么情况下会导致电磁干扰？
36. 冷却液温度传感器电阻值过低或没有信号会造成什么故障？
37. 点火模块工作稳定性不好会造成什么故障？

第四章 发动机排放的控制和故障诊断

第一节 尾气排放开闭环控制故障的诊断



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 每次都必须迅速将加速踏板完全踩到底，待发动机转速上升到3000r/min以上，不到4000r/min时，迅速完全放松加速踏板，如此反复，在10s内氧传感器能完成8次工作频率变化为合格。

2. 氧传感器加热器损坏，会造成氧传感器调节频率过慢，输出电压过低，导致混合气过浓，在发动机部分负荷时排气管冒黑烟。

3. 氧传感器输出电压新车通常在0.3~0.7V变动；燃烧室被积炭轻度污染时在0.2~0.8V间变动；燃烧室被积炭严重污染时在0.1~0.9V变动。

4. 短期燃油调整显示正值，则表示混合气较稀；短期燃油调整显示负值，则表示混合气较浓。

5. 使用含铅汽油，会使汽油中的铅和积炭覆盖在三元催化转化器(TWC)上；混合气过浓，积炭覆盖催化层；气缸垫或涡轮增压的进气歧管垫密封不良，冷却液进入TWC，都会导致三元催化转化器损坏，汽车没有高速。

6. 氧传感器前端的排气系统泄漏，会造成排气管冒黑烟，而氧传感器输出电压却持续过低。

7. 在常温下用万用表测试，大众车系氧传感器端子1和2间应为1~5Ω，如电阻无穷大说明氧传感器加热元件断路，应更换。

8. 用手堵住空气滤清器进气口会使充气系数降低，混合气变浓，氧传感器输出电压应为0.7~0.9V；拔下一根真空软管，混合气变稀，输出电压应为0.1~0.3V。

9. 三元催化转化器最害怕使用含硫高、含磷高的汽油和机油，以及尾气中的CO过高。烧机油、混合气过浓、冷却液进入排气系统都会造成三元催化转化器在短期内失效。

10. 因碰撞、振动等使三元催化转化器壳体或陶瓷载体破裂变形也会降低催化剂的作用。用橡胶锤敲击三元催化转化器外壳，如听到陶瓷载体有破裂声，则需更换。

一、氧传感器的主要作用和工作原理

1. 氧传感器的主要作用

氧传感器是电子控制燃油喷射系统中重要的反馈传感器，主要有二氧化锆型和二氧化钛型两种。

(1) 二氧化锆型氧传感器的结构特点 二氧化锆型氧传感器的基本元件是二氧化锆陶瓷管(固体电解质)，又称锆管。锆管固定套的内外表面覆盖着一层多孔性铂膜，其内

表面与大气接触，外表面与排气接触。氧传感器的接线端有一个金属护套，上面有一个与大气相通的孔，电线从锆管内表面铂极经绝缘套接线端引出。二氧化锆型氧传感器的结构见图 4-1。

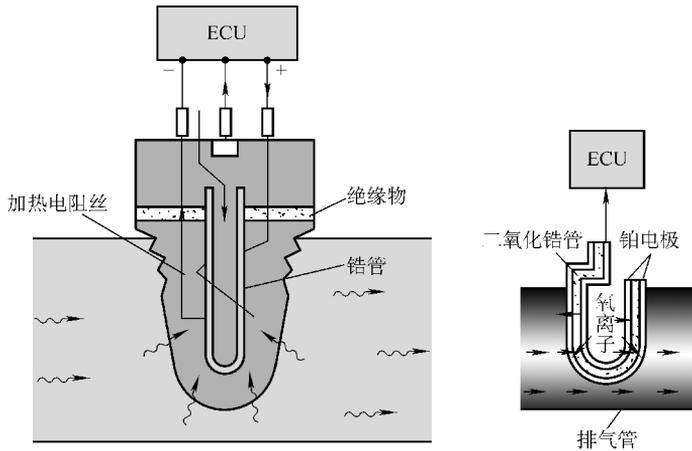


图 4-1 二氧化锆型氧传感器的结构

(2) 二氧化钛型氧传感器的结构特点 二氧化钛属于 N 型半导体材料，其阻值大小取决于材料温度和周围环境中氧离子的浓度，因此可以用来检测尾气中的氧离子的浓度。它主要由二氧化钛传感元件、钢质壳体、加热元件和电极引线组成。与二氧化锆型氧传感器不同的是二氧化钛型氧传感器不需要与大气进行比较，因此对传感元件的密封性和防水性提供了保证，同时避免了二氧化锆型氧传感器因内表面与大气接触的孔被泥堵塞后，无法进行氧气浓度差的比较，造成氧传感器输出电压变化频率过慢的故障。二氧化钛型氧传感器在电极引线与护套之间设置一个硅橡胶密封垫圈，可以防止水蒸气侵入传感器内部造成的腐蚀。二氧化钛型氧传感器的结构见图 4-2。

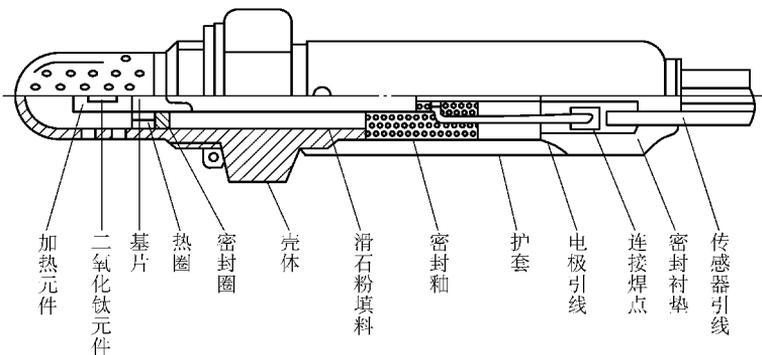


图 4-2 二氧化钛型氧传感器的结构

(3) 氧传感器参与工作的条件 氧传感器只在正常工作温度范围内才进行工作。如二氧化锆型氧传感器自身温度低于 315°C 则基本不工作，其正常工作温度为 $450 \sim 850^{\circ}\text{C}$ 。氧传

感器检测尾气排放中氧气的含量，检测发动机是否按理想空燃比燃烧，并向发动机控制单元反馈。当混合气浓时排放气体中氧比较少，和大气中的氧差值大，产生较高输出电压。当混合气稀时排放气体中氧比较多，和大气中的氧差值较小，产生较低输出电压。PCM 根据氧传感器反馈的信息，重新调节喷油脉宽，使混合气的空燃比尽量接近 14.7:1 的理想空燃比，以保证三元催化转化器的转化效率。

(4) 氧传感器的主要作用 氧传感器是燃油系统中负责闭环控制的传感器，氧传感器输出的电压信号是控制单元所依赖的最重要的信息来源。观察下游氧传感器输出的电压信号能判断三元催化转化器是否能正常工作，废气排放是否得到正常控制。观察上游氧传感器输出的电压信号能判断发动机燃油系和点火系是否正在有效运转，还可以确定氧传感器是否存在短路或断路的故障。通过调取氧传感器输出的电压信号还能间接判断 CANP、EGR、二次空气喷射系统 AIR 是否工作正常。

1) 夏天混合气过浓，氧传感器输出电压信号持续走高，CO 和 HC 严重超标，说明 CANP 有可能卡滞在开启位置。

2) 氧传感器可用于确定发动机中速运转时 EGR 阀是否处于开启位置。但要注意，如果 NO_x 很低，HC 含量明显过高，可能是排气不畅造成排气管压力过高，引发 EGR 开启时过多的废气进入燃烧室。此时控制单元会点亮故障指示灯，但故障码显示的是 EGR 阀故障。

3) 进入闭环控制后氧传感器输出电压信号持续走低，导致混合气过浓，说明超二次空气喷射电磁阀可能关闭不严。

2. 氧传感器的工作原理

(1) 二氧化锆型氧传感器的工作原理 氧传感器能否正常工作，关系到排放控制和燃油消耗及输出功率。二氧化锆型氧传感器的核心元件是氧化锆陶瓷材料，在它的表面有两个白金电极。其内侧与大气相通，外侧与尾气相通，由于尾气和空气中氧气浓度的差，使两个电极间产生电压。浓度差越大，产生电压越高。二氧化锆型氧传感器工作原理见图 4-3。

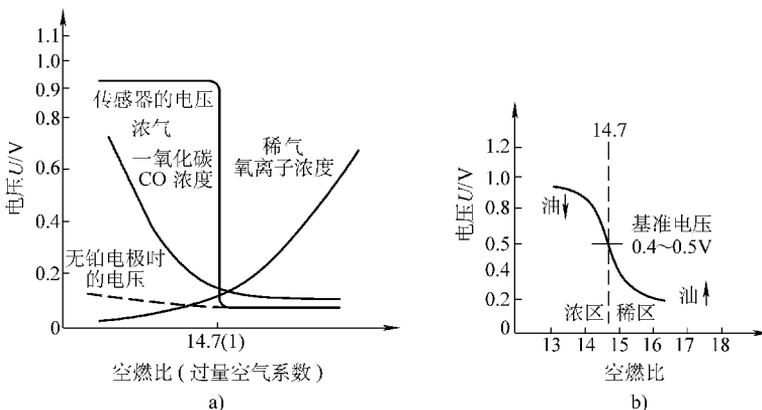


图 4-3 二氧化锆型氧传感器工作原理示意图

a) 信号电压与空燃比的关系 b) 浓区/稀区的划分

传感器内有一个加热装置，经 15s 后就能达到传感器运转所需的 350℃ 高温。加热电阻由控制单元来控制，来掌握氧传感器的温度，如果排气的温度超过 800℃ 氧传感器加热将中断。发动机冷机状态和大负荷时不考虑氧传感器的信号，系统处于开环状态。

(2) 二氧化钛型氧传感器的工作原理 由于二氧化钛半导体材料的电阻具有随氧离子浓度的变化而变化的特性,因此二氧化钛型氧传感器相当于一个可变电阻,其电阻值随废气中氧离子的浓度变化,氧离子浓度大(混合气稀)二氧化钛呈低阻状态,氧离子浓度小(混合气浓)二氧化钛呈高阻状态。

发动机控制单元提供二氧化钛型氧传感电压为 5V,氧传感器变化电压为 0.1~4.6V,电压值变化,0~2.5V 为混合气稀,2.5~5V 为混合气浓。二氧化钛型氧传感器工作原理见图 4-4。

(3) 氧传感器如何进行空燃比控制 动力控制模块(PCM)向氧传感器提供 0.45V 的参考电压,也称偏压。偏压与氧传感器产生的信号电压叠加,PCM 检测该叠加电压。当空燃比较稀时,尾气中大约有质量分数 0.2% 的氧气,则氧传感器信号电压低于 0.45V,PCM 根据这个信号增加喷油脉宽。当空燃比较浓时,尾气中的氧含量较低,则氧传感器信号电压高于 0.45V,PCM 根据这个信号减少喷油脉宽。PCM 通过控制空燃比在略稀和略浓之间上下波动,将空燃比控制在接近理想范围内。

动力控制模块(PCM)根据氧传感器信号在短时间内调整的喷油量叫短期燃油调节。短期燃油修正系数是控制单元根据氧传感器输出信号确定的。短期燃油调整可分为 0~255 级,中间值为 128。在此基线上,不需调整基础喷油脉宽。若短期调整值高于 128,说明混合气稀了,PCM 控制增加喷油量,当短期调整值低于 128 时说明混合气浓了,PCM 控制减少喷油量。若短期值偏离 128 太远,通过短期调整值无法满足,则需长期燃油修正。长期燃油修正系数是控制单元根据短期燃油修正系数的变化,对控制单元运行数据结构进行修正确定的。长期燃油调整表示 PCM 的结构性补偿量。

氧传感器信号应在 0.1~0.9V 之间上下波动。为了尽快进入闭环控制,现在发动机上使用的都是加热型氧传感器。加热线圈的 12V 电源来自接线盒和燃油泵继电器。

二、氧传感器信号分析

1. 上游二氧化锆型氧传感器的信号分析

上游二氧化锆型氧传感器持续地向控制单元传递反应排气中氧含量的电压信号,控制单元通过对该电压信号的分析,来调整喷油脉宽。此探测器安装在排气收集器上,在三元催化转化器的入口处。上游氧传感器信号电压分析如下(图 4-5)。

上游二氧化锆型氧传感器输出电压在 0.1~0.9V 间变动,表明氧传感器调节正常。

新车通常在 0.3~0.7V 变动;发动机燃

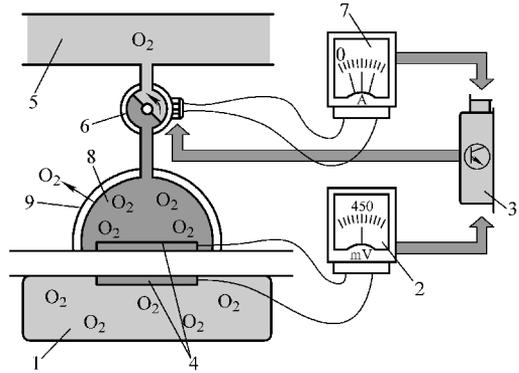


图 4-4 二氧化钛型氧传感器工作原理示意图

1—空气 2—传感器电压 3—氧传感器加热器 4—测量片
5—尾气 6—单元泵 7—单元泵电流 8—测量室 9—扩散通道

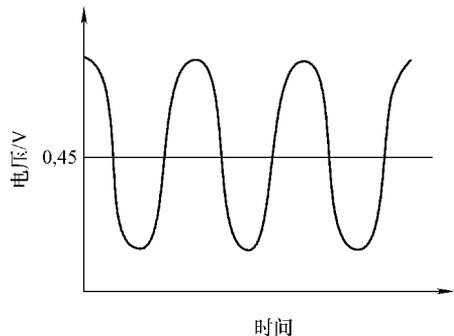


图 4-5 上游二氧化锆型氧传感器正常时的电压波形

烧室被积炭轻度污染时在 0.2 ~ 0.8V 变动；燃烧室被积炭严重污染时在 0.1 ~ 0.9V 变动。

氧传感器输出电压不在规定范围内摆动，应进行试车，试车后再次检测氧传感器输出电压。氧传感器输出电压分析，见表 4-1。

表 4-1 氧传感器输出电压分析

约 1.1V	氧传感器对电源正极短路
约 0.0V	氧传感器对地短路
0.45 ~ 0.50V 间的某个数值保持不动	氧传感器断路

如氧传感器输出电压为 0.0V，表明氧传感器已损坏，但控制单元却会误认为是可燃混合气过稀，而加大喷油脉宽，发动机热车进入闭环控制后，排气管就会冒黑烟，油耗会明显增大。

对于使用空气流量传感器的发动机，用手堵住空气滤清器进气口会使充气系数降低，可燃混合气变浓。氧传感器如工作正常，输出电压应为 0.7 ~ 0.9V，否则表明氧传感器有故障。

使用空气流量传感器的发动机检测时，拔下进气道上的一根真空软管后，可燃混合气就会变稀。氧传感器如工作正常，输出电压应为 0.1 ~ 0.3V，如氧传感器输出电压不在上述范围内，表明氧传感器有故障。

2. 二氧化钛型氧传感器的信号分析

新款发动机上游普遍采用二氧化钛宽频带型氧传感器，端子为 6 针；下游都为二氧化锆型氧传感器，端子为 4 针。

二氧化钛宽频带型氧传感器是通过电阻变化反应可燃混合气浓度变化的。它输出的是电流信号，混合气越浓电流越大，混合气越稀电流越低。检测时以马自达 6 为例，在 10s 内连续踩下加速踏板，每次踩到底，发动机转速达到 3000r/min 时立即放松踏板，放松瞬间电流应大于 0.25 mA。随着转速降低，电流应同步降低。

3. 上、下游均为二氧化锆型氧传感器时下游氧传感器的电压信号分析

(1) 上游氧传感器失效的特征 发动机刚起动时工作正常，发动机冷却液温度 90℃ 后出现怠速不稳，严重抖动，加速不良，排气管冒黑烟。在熄火后，拔下上游氧传感器插头，使其始终处于开环状态，重新起动，车辆恢复正常。链接诊断仪，读取数据流，上游氧传感器输出电压始终在 0.1 ~ 0.3V，说明上游氧传感器失效。

若氧传感器前边的排气管泄漏，会使其输出的信号电压持续走低，导致控制单元逐步将喷油脉宽调到最大，造成混合气过浓。

用万用表检测氧传感器插头 1 号和 2 号端子的电阻值，应为 1 ~ 5Ω。

(2) 下游氧传感器信号分析 下游氧传感器安装在三元催化转化器后面，其目的是为了检验三元催化转化器的工作是否正常（图 4-6）。如上游使用的也是二氧化锆型氧传感器，氧气全部用于转化，下游氧传感器的电压信号应处于 0.5 ~ 0.7V 之间。

如下游氧传感器的电压信号始终保持在 0.05V，应重点检查传感器的紧固力矩。紧固力矩不够会造成松旷漏气，重新紧固后电压信号可恢复正常。

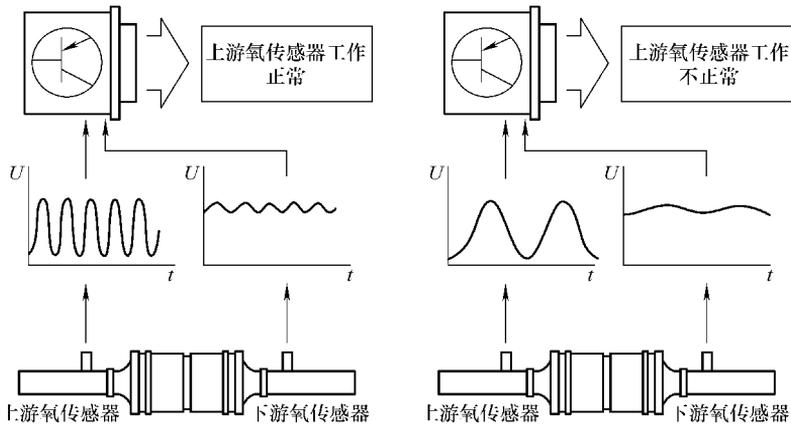


图 4-6 上、下游氧传感器通过信号对比对三元催化转化器的检查

三、造成氧传感器和三元催化转化器早期损坏的原因

汽油中含硫量过高，机油中使用含硫、磷的抗氧化添加剂，以及低速行驶造成的 CO 排放都会导致氧传感器和三元催化转化器（TWC）污染；混合气窜入 TWC 内燃烧，导致 TWC 内温度超过 900℃ 也会将陶瓷载体烧坏；发动机冷却液进入排气管也会导致氧传感器和 TWC 污染。

1. 机油窜入排气管的预防

由于国内机油中含有较多的硫、磷，所以发生窜机油故障后不足一周，就会导致氧传感器和 TWC 污染。窜机油故障源于两个方面。

(1) 气门油封不密封 每天早上第一次起动发动机时排气尾管冒蓝烟，随后一天排气尾管不再冒蓝烟，说明气门油封不密封。气门油封位于燃烧室的上部，一夜长时间的停车，密封不良的气门油封逐渐滴下的机油汇集在燃烧室内，第一次起动时就会导致排气尾管冒蓝烟，最长可达十余分钟。

维修时除更换气门油封外，还应进一步检查气门导管的工作间隙。

(2) 活塞环与缸壁间密封不良 起动和暖机时不冒蓝烟，行驶中急加速时排气尾管冒蓝烟，说明活塞环与缸壁间密封不良。起动和暖机时发动机温度低，机油粘度大，活塞环与缸壁间可以保证密封，所以这段期间排气尾管不冒蓝烟。

打开气门室罩的加油口，急加速时如从此处冒烟，说明曲轴箱内压力过高，应重点检查活塞环与缸壁间是否密封不良、PCV 阀是否发生堵塞。活塞环与缸壁间密封不良，急加速时燃烧室压力增高，使大量混合气窜入曲轴箱。PCV 阀堵塞等于关闭了曲轴箱强制通风通道，使曲轴箱内压力过高。进入曲轴箱的混合气携带部分机油在压力作用下经自然通风通道进入气门室。

2. 混合气窜入排气系统的预防

冷车起动困难、缺缸和排气门密封不良，都会造成未燃烧的混合气窜入排气系统。

(1) 发动机缺缸故障的诊断 怠速时如有排气冲击，说明发动机缺缸，用红外线测温仪逐缸进行检测，哪个缸温度明显低于其他缸，就是哪个缸燃烧不好。

(2) 排气门密封不良故障的诊断 发动机怠速运转时，在排气尾管处如能听到“噗噗”

声，说明排气门密封不良。

3. 冷却液窜入排气系统的预防

1) 装有涡轮增压或机械式增压的发动机为了防止进气温度过高，导致进气量减少，在进气管处都装有冷却液道。进气歧管垫一旦密封不良，冷却液就会经燃烧室窜入排气系统，造成氧传感器和 TWC 的污染。发动机的进气歧管垫、排气歧管垫和气缸垫都是一次性的，只要打开就必须换新的。一辆好车的进气歧管垫要 2000 多元钱，所以在没有得出正确判断前，不要盲目地拆开进气歧管。如火花塞电极和氧传感器的触头发白（冷却液的结晶体是白色的），就说明冷却液窜入燃烧室和排气系统。可以用一根软管沿进气歧管垫边缘处听，进气歧管垫只要密封不良，就可以听到“噗噗”漏气声。

2) 汽油中使用含锰添加剂会导致 TWC 内温度过高，造成陶瓷体烧熔堵塞的故障。

3) 使用高清洁汽油和乙醇汽油同样可能造成 TWC 内部堵塞的故障。

四、氧传感器的故障诊断

氧传感器是燃油系统负责闭环控制的传感器，氧传感器输出的电压信号是控制单元所依赖的最重要的信息来源。观察下游氧传感器输出的电压信号能判断三元催化转化器是否能正常工作，废气排放是否得到正常控制。观察上游氧传感器输出的电压信号能判断发动机燃油系和点火系是否正在有效运转，氧传感器是否存在短路或断路的故障。通过阅读氧传感器输出的电压信号还能间接判断 EVAP、EGR、AIR 是否工作正常。

氧传感器调节功能检测必须具备以下条件：

1) 发动机控制单元必须和节气门位置传感器匹配。

2) 冷却液温度应大于 85℃。

3) TWC 前面的排气管和气缸垫必须密封良好。

发动机进入闭环后，短期燃油调整（短期燃油修正系数是控制单元根据氧传感器输出信号确定的）连续不断地监测来自氧传感器的信号电压，并对空燃比进行小的、临时的修正。在闭环期间氧传感器的信号电压应在 0.1 ~ 0.9V 的恒定范围内变化。当 PCM 检测到氧传感器的信号电压在 0.45V 附近变化时，PCM 会连续地调整喷油脉宽（供油量），以保证发动机的空燃比尽量接近 14.7:1。短期燃油调整的数值用 -100% ~ +100% 之间的百分比表示，中间点为 0%。

1) 如短期燃油调整的数值为 0%，则表示空燃比为理想值 14.7:1。

2) 如短期燃油调整显示正值，则表示混合气较稀，PCM 将加大喷油脉宽，进行增大供油量方面的调整。

3) 如短期燃油调整显示负值，则表示混合气较浓，PCM 将减小喷油脉宽，进行减少供油量方面的调整。

4) 如果混合气过浓过稀的程度超过了短期燃油调整范围，就要进行长期燃油调整。长期燃油修正系数是控制单元根据短期燃油修正系数的变化，对控制单元运行数据结构进行修正所确定的。

OB D II 系统的控制单元就是通过对短期燃油修正系数和长期燃油修正系数进行监控，来诊断燃油系统工作是否正常，进而确定氧传感器是否良好。

1. 猛踩节气门法测试氧传感器

发动机热车后（2500r/min 运转 90s 预热氧传感器）关闭点火开关，连接诊断仪，然后

起动,读取氧传感器的数据流。同时反复踩节气门,每次都必须迅速将节气门完全踩到底,待发动机转速上升到3000r/min以上,不到4000r/min时,迅速完全放松节气门,进行此项检测时,在发动机转速达3000r/min以上后必须立即切断供油,即松开节气门,自然停止供油。再迅速将节气门完全踩到底,使混合气处于过浓和过稀的交替变化过程中,如此反复,在10s内氧传感器能完成8次工作频率变化为合格。

检测过程中,应重点检查调节频率和输出电压。

(1) 氧传感器调节频率过慢的原因

1) 氧传感器加热器损坏,输出电压过低,导致混合气过浓,排气管在部分负荷时冒黑烟。

2) 氧传感器本体上缝隙或孔隙被积炭等有害物质堵塞,无法和O₂接触,输出电压过高,导致混合气过稀。

3) 氧传感器热负荷过载,陶瓷体熔化。

4) 氧传感器被含铅汽油损坏。

氧传感器调节频率过慢会造成怠速不稳、部分负荷冒黑烟,有时还会出现换挡熄火。因此无论是氧传感器输出电压不对,还是调节频率过慢,都必须更换。

(2) 氧传感器的输出电压 除了检查调节频率外,还应检查电压,氧传感器输出电压每次都应在0.0~1.0V之间变化。

1) 氧传感器输出电压在0.0~1.0V间变动,说明氧传感器调节正常。

2) 新车通常在0.3~0.7V间变动;燃烧室被积炭轻度污染时在0.2~0.8V间变动;燃烧室被积炭严重污染时在0.1~0.9V间变动。

3) 氧传感器输出电压不在规定范围内摆动,应进行试车,试车后再次检测氧传感器输出电压。

如氧传感器输出电压为:

约1.1V

氧传感器对正极短路

约0.0V

氧传感器对地短路

0.45~0.50V间的某个数值保持不动

氧传感器断路

如氧传感器输出电压为0.0V,说明氧传感器已损坏,但控制单元却会误认为是混合气过稀,进而加大喷油脉宽,发动机热车进入闭环控制后,排气管就会冒黑烟,油耗会明显增大。

2. 改变充气系数法检测氧传感器

(1) 减少充气系数,使混合气变浓 用手堵住空气滤清器进气口会使充气系数降低,混合气变浓。氧传感器如工作正常,输出电压应为0.7~0.9V,否则说明氧传感器有故障。

(2) 增大充气系数,使混合气变稀 使用空气流量传感器的进气系统发生泄漏,混合气变稀。打开气门室罩上的机油加注口盖,混合气就会变稀。氧传感器如工作正常,输出电压应为0.1~0.3V;如氧传感器输出电压不在上述范围内,说明氧传感器有故障。

3. 氧传感器输出电压过高的原因

(1) 氧传感器触头被严重污染 氧传感器触头本体上缝隙或孔隙被严重污染发生堵塞时,无法和排气接触,氧传感器输出电压会出现过高。氧传感器自身发生故障,如氧传感器

加热器损坏，氧传感器和控制单元之间导线电阻过大，均会表现为输出电压过低。接通电源后，氧传感器加热器供电线与地线间应为 12V，如不足 12V 应检查地线和熔丝。

(2) 发动机缺缸 四缸发动机缺 1~2 个缸，发动机抖动厉害，但可以勉强行驶。不工作的缸的混合气未经燃烧，直接进入排气管，使氧传感器输出电压过高。

4. 氧传感器输出电压过低的原因

(1) 热丝和热膜式质量空气流量传感器 (MAF) 被废气返流积炭污染 热丝和热膜式 MAF 被废气返流的积炭污染，在表面产生隔热层，MAF 的输出电压明显低于正常值，导致混合气过稀。对 MAF 的输出电压是否准确的检测，可用诊断仪读取数据流中的怠速空气流量。

怠速空气流量的检测，用诊断仪读数据流。以大众汽车为例，选择 08 数据流，选 001 组读取发动机冷却液温度，待冷却液温度到 85℃ 时，再选 002 组读取怠速空气流量和节气门开度。大众汽车采用直动式怠速控制系统，即没有旁通空气道，怠速步进电动机装在节气门上。正常情况下怠速时空气流量为 2~4g/s，节气门开度为 0°~5°。美系车正常情况下怠速空气流量为 3~6g/s。

在检测时如怠速时空气流量和节气门开度均在正常范围内，该项检测合格。如怠速时节气门开度在正常范围内，而空气流量超过正常范围，说明空气流量传感器输出信号过高，输出信号过高会造成混合气过浓（排气管冒黑烟），氧传感器输出电压就会过低，导致油耗过高，尾气排放中 CO 和 HC 的含量过高。此时必须更换空气流量传感器。

(2) 发动机进气系统发生泄漏 使用进气歧管绝对压力传感器 (MAP) 的发动机进气系统发生泄漏会造成混合气过浓；使用 MAF 的发动机进气系统发生泄漏会造成混合气过稀。使氧传感器输出电压过低。

(3) 氧传感器加热器损坏 氧传感器加热器损坏不工作，会造成氧传感器输出电压过低。

(4) 氧传感器前端的排气系统泄漏 氧传感器前端的排气系统泄漏，会造成氧传感器输出电压持续过低。排气管冒黑烟时，氧传感器输出电压仍持续过低。

(5) 导线电阻值过大 氧传感器与控制单元间导线电阻值过大，造成氧传感器输出电压过低。

(6) 对地短路 氧传感器对地短路，输出电压为 0.0V。

氧传感器输出电压过低时，控制单元就会误认为混合气过稀，进而加大喷油脉宽，导致混合气过浓，排气管冒黑烟。

5. 数据流和实测的电压相差过大的原因

用诊断仪读取氧传感器输出电压的数据流，如果数据流显示电压和实测的电压相差 0.2V 以上，应重点检测发动机前悬支架上的各种传感器的总接地线和排气管上的氧传感器专用接地线是否有接触不良。

6. 氧传感器正常情况下的调节频率

当发动机急加速时从节气门位置传感器输出信号为最大值，到氧传感器输出电压到最大值约需要 400ms，氧传感器从输出电压最大值再回到最小值约需要 300ms。所以氧传感器正常时，调节频率可达每秒 1 次。通常新车调节频率较快，随着行驶里程的增加调节频率会逐渐放慢。

氧传感器输出电压变化频率过慢，可能是传感器上的长细孔或圆孔被积炭堵塞。氧传感器外部的通风孔被堵塞。氧传感器长期在高温下工作或被含铅汽油污染。

7. 氧传感器调节频率过慢

(1) 氧传感器调节频率过慢的原因

- 1) 氧传感器加热器损坏。
- 2) 氧传感器本体上缝隙或孔隙被积炭等有害物质堵塞。
- 3) 氧传感器热负荷过载，陶瓷体熔化。

(2) 氧传感器调节频率过慢的危害 氧传感器调节频率过慢会造成怠速不稳、部分负荷冒黑烟，有时还会出现换档熄火。因此无论是氧传感器输出电压不对，还是调节频率过慢，都必须更换。

一般把调节频率过慢称为“老化”，氧传感器老化的检测见图4-7。

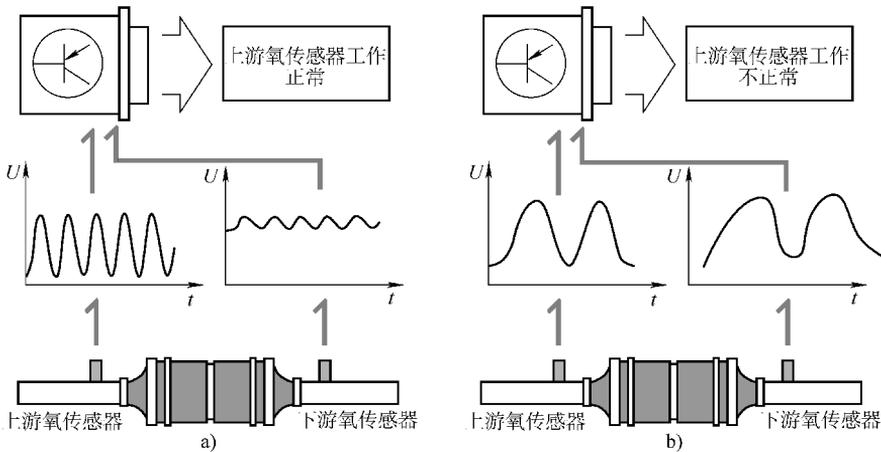


图4-7 氧传感器老化的检测

a) 上游的氧传感器工作正常 b) 上游的氧传感器工作不正常

8. 氧传感器本体的检测

氧传感器本体的检测分为外观检查和电阻值检测两类。

(1) 氧传感器的外观检查

- 1) 淡灰色顶尖：这是氧传感器的正常颜色。
- 2) 白色顶尖：由于冷却液污染造成的，应重点检查缸盖垫和配置有涡轮增压系统的进气歧管垫的密封性。
- 3) 棕色顶尖：由铅污染造成的，如果严重，也必须更换氧传感器。
- 4) 黑色顶尖：积炭造成的。若发动机燃烧室积炭多，清除燃烧室积炭后，氧传感器上积炭可自动清除。使用空气流量传感器的车型可拔下进气管上一根较粗的不影响行车安全的真空软管行驶一段时间，氧传感器上积炭也可清除。

(2) 氧传感器电阻值检测 在常温下用万用表测试，如大众车系氧传感器端子1和2之间应为1~5Ω，如电阻为无穷大，说明氧传感器加热元件断路，应更换。

9. 用示波器检测氧传感器信号波形

用示波器检测时氧传感器信号波形上杂波多的原因是发动机缺缸，而不是氧传感器自身故障。

- 1) 某缸点火线圈内部短路, 造成燃烧电压低于正常值, 或因该缸高压阻尼线或火花塞短路, 造成燃烧电压低于正常值。
- 2) 某缸喷油器内积炭过多, 导致柱塞卡滞、滴油, 造成燃烧不好。
- 3) 某缸进气门积炭过多或排气门烧蚀导致密封不良, 导致该缸缸压过低。
- 4) 使用空气流量传感器的发动机进气系统密封不良, 会造成混合气过稀导致发动机缺缸; 使用进气歧管绝对压力传感器的发动机进气系统密封不良, 会造成混合气过浓, 导致发动机缺缸。

10. 氧传感器故障的危害

氧传感器故障会造成加速“闯车”、怠速不稳、油耗过高等。

11. 氧传感器发生故障后的失效保护措施

氧传感器信号中断后, 控制单元进入失效保护, 按中断前氧传感器发出的最后一次信号进行控制, 发动机的闭环控制实际变成开环控制。氧传感器发生故障无法对混合气浓度进行修正, 会造成三元催化转化器(TWC)寿命下降, 耗油量和尾气排放超标。

普通氧化锆型氧传感器的正常寿命应为9~10万km以上, 但如果长期短距离低速运行, 使用劣质燃油(实际燃油牌号低于厂家规定或使用含硫的汽油)和含铅汽油, 由于各种原因造成的混合气过浓, 以及点火正时不对等故障, 都会明显降低氧传感器的使用寿命。

汽车长期短距离低速运行, 容易导致氧传感器产生积炭而失效。汽车长距离高速行驶, 容易烧坏三元催化转化器。

氧传感器失效退出后或插头脱落后, 通常是控制单元按其退出前的最后一个信号进行控制, 如其在大负荷或加速时退出, 那么中小负荷时混合气就会明显偏浓。如果在中负荷退出, 在加速和大负荷时混合气就会明显偏稀, 造成加速不良, 车速上不去。前者在大负荷时发动机故障灯会亮起, 后者在中负荷时故障灯会被点亮。

五、读取数据流进行综合分析

在发动机达到正常工作温度后, 用故障诊断仪读取数据流, 包括怠速时的空气流量、节气门开度、喷油脉宽和氧传感器输出的电压值。通过看彼此间是否匹配, 可以用来诊断和分析故障。

1. 怠速时节气门开度和进气量不匹配

发动机暖机后, 旁通空气道已经关闭, 因此进气量应和节气门开度相符, 如二者不符, 说明和厂家规定不符的一方有故障。

(1) 怠速时节气门开度和进气量不匹配 怠速时节气门开度符合厂家规定, 但空气的进气量过大或过小。应重点检查空气流量传感器和进气歧管绝对压力传感器及其电路和真空软管, 以及发动机进气系统的密封性。

1) 使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统或传感器的真空软管发生泄漏, 传感器会发出进气量过大的错误信号。应及时排除泄漏故障。

2) 进气歧管绝对压力传感器的真空软管被积炭堵塞, 会发出进气量过小的错误信号。清洗干净真空软管, 故障可排除。

3) 空气流量传感器的热丝或热膜被废气返流积炭污染, 形成隔热层, 会发出进气量过小的错误信号。在热车状态下, 保持怠速, 用化油器清洗剂清洗热丝或热膜后, 故障可排除。

4) 空气流量传感器和控制单元之间信号传输线路同正极短路, 会发出进气量过小的错误信号。

5) 怠速时节气门开度在正常范围内, 而空气流量超过正常范围, 说明空气流量传感器输出信号过高, 应更换空气流量传感器。

(2) 数据流显示怠速时节气门开度过大 怠速时节气门开度过大通常是由于废气返流产生的积炭引发节气门卡滞造成的。用化油器清洗剂清洗节气门, 清洗后如出现怠速过高, 经过连续几次启动后依然如此, 可进行一次怠速匹配。

2. 怠速时节气门开度和进气量匹配, 但和喷油脉宽不匹配

(1) 使用空气流量传感器的发动机应重点检查进气系统密封性

1) 旁通空气道内怠速步进电动机或怠速空气阀因积炭过多, 发生卡滞, 造成关闭不严; 暖机后旁通空气道仍处于开放状态。从旁通空气道进的空气未经空气流量传感器计量, 导致混合气过稀, 经氧传感器反馈, 控制单元加大了喷油脉宽, 使怠速时数据流中喷油脉宽和节气门开度与进气量不匹配。应检查旁通空气道内是否积炭过多, 如过多, 清洗旁通空气道。

2) 使用空气流量传感器的发动机进气系统发生泄漏, 部分空气未经空气流量传感器计量, 经进气系统泄漏部位直接进入, 导致混合气过稀, 经氧传感器反馈, 控制单元加大了喷油脉宽, 使怠速时数据流中喷油脉宽和节气门开度及进气量不匹配。应寻找并排除泄漏点。

(2) 其他情况造成的怠速时节气门开度和进气量和喷油脉宽不匹配

1) 燃油压力过高或过低。燃油泵磨损或燃油集滤器堵塞造成燃油压力过低。燃油压力调节器的真空软管泄漏, 会造成怠速和小负荷时燃油压力过高。

2) 燃油流量不足。燃油滤清器堵塞, 不会降低燃油压力, 但会明显减少燃油流量。喷油器堵塞(喷油器发黑)严重时会使喷油量减少 1/2 左右。

3) 发动机怠速抖动, 怠速游车, 由标准怠速的下限向更低的转速游车。氧传感器输出电压信号明显过高, 用红外线测温仪逐缸排气歧管检查排气温度, 哪缸排气温度过低, 就说明该缸燃烧不好。可通过缸外跳火和喷油器喷油流量及滴漏检测, 确定故障点, 及时排除。

4) 氧传感器前边的排气管发生泄漏, 使氧传感器信号持续走低, 喷油脉宽已经调整到上限, 但氧传感器信号依然显示混合气过稀, 于是自诊断系统就留下氧传感器的故障码。

六、三元催化转化器的工作条件和故障诊断

1. 三元催化转化器工作条件对转化效果的影响

尾气温度达到 1000℃ 时 CO、HC、NO_x 能够自动完成无害的转化, 但正常情况下尾气温度只有 200 多℃, 不可能达到 1000℃。三元催化转化器(TWC)通过催化转化作用, 降低了转化的温度, 可以在 300~900℃ 时完成转化。TWC 催化剂转化效率受工作面积、工作温度(350~600℃ 为最佳工作温度)和空燃比的影响(混合气较稀时大部分 CO 和 HC 可以在燃烧室燃烧掉, 剩下的少量 CO 和 HC 可在三元催化转化器含氧的条件下, 经催化剂的作用, 经过氧化反应成无害的二氧化碳和水), 如三个方面都处在良好的状态, TWC 可将 CO、HC、NO_x 的 95% 以上转化成无害物质。CO 转化成无害的二氧化碳(CO₂), HC 转化成无害的水和二氧化碳, NO_x 还原成无害的氮气和氧气。为了满足更高的排放要求, 在 OBD II 的车型上通常至少装两个三元催化转化器。而且三元催化转化器的装配位置越接近排气管, 越方便三元催化转化器的快速预热。

三元催化转化器见图 4-8。

三元催化转化器最害怕使用含硫高、含磷高的汽油和机油，及尾气中的一氧化碳过高。汽油和机油标号过低，三元催化转化器更易中毒。曲轴箱串气（机油里含硫和磷）和混合气过浓（一氧化碳过高），会造成硫化物、磷化物、积炭覆盖催化剂；混合气在 TWC 内燃烧，造成 TWC 温度过高，甚至被烧红，会使催化剂的多孔陶瓷载体或金属网烧熔；燃油含铅、冷却液进入燃烧室都会造成三元催化转化器中毒。

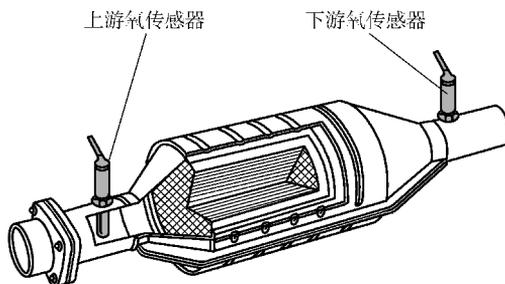


图 4-8 三元催化转化器

为了保护氧传感器和三元催化转化器，欧洲 II 号标准的汽车最好使用 SJ 类汽油机机油；欧洲 III 号标准的汽车最好使用 SL 类汽油机机油；欧洲 IV 号标准的汽车最好使用 SM 类汽油机机油。

国产汽油含硫量高，机油含硫和磷均高，经常低速行驶（一氧化碳高），所以通常还不足 100000km 三元催化转化器就被积炭污染，造成堵塞。特别是活塞环密封不良，烧机油时，三元催化转化器很快就会被污染。

如喷油脉宽过大、喷油压力过大、喷油器滴油均会造成混合气过浓，易于生成积炭。另外汽车长期低速长距离行驶也会造成 TWC 内部积炭过多。积炭覆盖了多孔陶瓷上的催化剂，会使三元催化转化器的工作面积明显减小。点火错乱、燃油压力过高、混合气过浓、个别缸断火、窜机油，以及点火能量不足，均可能造成混合气在 TWC 内燃烧，有时 TWC 甚至被烧红，TWC 内部温度高于 1000℃ 时就会被烧坏。上述情况都会使 TWC 的工作寿命明显降低。

某些汽车的三元催化转化器有一个热敏电阻的温度传感器，如三元催化转化器温度过高，仪表板上的故障指示灯将点亮。

使用含铅汽油，汽油中的铅和积炭覆盖在 TWC 上，会使之失效。

进气歧管垫或缸盖垫密封不良，会造成冷却液进入燃烧室，导致三元催化转化器损坏。

2. 三元催化转化器工作状况的检测

(1) 尾气排放测试 进行尾气排放检测时，怠速时 CO 的质量分数应小于 1%，HC 的质量分数应小于 200×10^{-6} ， NO_x 的质量分数应小于 100×10^{-6} 。如 CO、HC 和 NO_x 的含量都高，说明三元催化转化器（TWC）很可能已经失效。

(2) 上、下游氧传感器输出电压和波形的对比 某些发动机 TWC 上游和下游都装有氧传感器（HO2S），上游的氧传感器负责开闭环控制（COOP），下游的氧传感器负责监测 TWC。路试中用诊断仪读数据流，正常情况下上游的氧传感器输出电压在 0~1V 之间交替快速变化（每 10s 应该有 8 次以上循环变化），由于 TWC 在净化尾气时消耗掉了废气中的氧气，使下游的氧传感器输出电压信号波形变化应很缓慢，接近于一条直线，如此则表明 TWC 工作良好，已将 95% 左右的废气转化为无害物质。如上游、下游两个氧传感器的输出电压完全一样，说明 TWC 已经失效，失去了对废气的净化作用，已不再消耗氧气，所以 TWC 上、下游的氧传感器波形一致时，必须更换 TWC。

(3) 用红外线测温仪检测 TWC 的前后温差 汽车行驶中 TWC 正常时，在正常工作温度下出气口温度至少比进气口温度高出 38℃，在怠速时出气口温度比进气口温度也应高出 10℃ 以上。在热车状态下，举升汽车，用红外线测温仪检测 TWC 进气口和出气口的温度，

如果温差不足 10℃, 说明 TWC 内部堵塞严重, 必须更换。

(4) 根据车况分析 TWC 发生堵塞后, 最初的不良反应是冷车起动困难, 行驶无力, 车速上不去以及废气返流。如一辆最高车速设计为 200km/h 的汽车, TWC 内部堵塞后, 最高车速通常只有 130km/h 左右。TWC 堵塞后如不及时更换, 最后会发展到冷车起动困难(排气不畅)。

(5) 怠速时进气道内真空度过低 怠速时进气道内真空度以较高, 从进气道上拔下任意一个真空软管, 用手指封住, 应感觉到明显的真空吸力, 如真空度过低, 感觉不到明显的真空吸力, 而发动机怠速转速稳定, 说明进气系统没有任何泄漏点(进气系统泄漏, 怠速转速会出现向高怠速的漂移), 最大的可能性是排气系统不畅通, 可能是 TWC 内部被积炭堵塞。

将发动机加速到 2000r/min, 真空表数值应高于 54kPa, 如低于 54kPa, 说明排气系统不畅通。将发动机缓加速到 2500r/min, 若真空表数值瞬间又回到原有水平, 并维持 15s, 说明排气系统畅通, 否则则说明排气系统不畅通。其中最大的可能性是 TWC 内部被积炭堵塞。

若进气道内真空度过低, 而进气系统又没有任何泄漏点(MAF、TPS 和软管的连接点, 所有的真空软管都没泄漏), 进气道真空度过低就很可能是排气不畅造成的。

(6) 三元催化转化器(TWC)堵塞会造成废气返流 打开空气滤清器上盖, 猛踩节气门, 废气会从空气滤清器中冒出。发动机工作状态下用尾气分析仪检测空气滤清器气流入口处, 可以测到 HC。所以 TWC 堵塞后如不及时更换, 会使空气流量传感器热线或热膜上产生积垢, 会造成混合气过稀的故障。TWC 堵塞除了造成车速上不去, 严重时起动不着车外, 通常发动机热车时怠速还不如冷车时的快怠速时稳定, 冷车怠速尚可以, 热车怠速不稳, 急加速时废气从空气滤清器进气口回流, 尾气气味呛人。

(7) 三元催化转化器(TWC)堵塞会造成发动机冷却液温度过高 三元催化转化器堵塞造成废气不能及时排出, 使发动机温度过高, 严重时会将烧蚀活塞顶部, 甚至将活塞烧熔在缸内。在北京地区已经发生多起这类故障。

(8) 排气系统内背压过高 如分析 TWC 或消声器可能发生堵塞, 可以用背压表检测三元催化转化器, 拆下上游氧传感器, 在氧传感器装配孔上连接背压表, 发动机工作时排气管压力应小于 0.025MPa, 如超过该值则说明 TWC 或消声器发生堵塞, 应及时更换。

发动机排气不畅的外在表现形式如下:

1) 开始时突然没有高速, 最高车速只有 120km/h 左右, 没有超速档。急加速时, 进气管有废气返流和回火, 排气管冒白烟。用诊断仪检查没有故障码, 但读取数据流, 会发现有许多数据流不准确。

2) 排气不畅严重后最高车速进一步降低, 而且会发生起动困难、怠速不稳、点火调节失控、低速行驶中“闯车”, “闯车”出现后减速再重新加速, “闯车”故障更加明显, 急加速时熄火。

3) 使用废气再循环的发动机, 还会因进入气缸的废气量明显增加, 造成发动机动力进一步下降, 同时会留下 EGR 阀的故障码。

4) 使用涡轮增压的发动机, 还会因背压高, 废气流速快使涡轮增压器高速旋转, 但随之而来的, 由于排气不畅, 使排气管内废气量大量积聚, 又会导致进气受阻, 充气系数不足, 使发动机动力下降。

(9) 三元催化转化器壳体或陶瓷载体破裂变形的危害 因碰撞、振动等使三元催化转化器壳体或陶瓷载体破裂变形也会降低催化反应作用。用橡胶锤敲击三元催化转化器外壳,

如听到陶瓷载体有破裂声，则需更换。

(10) 使用二次空气喷射时根据尾气含量分析 达到理想的空燃比时 CO 质量分数应为 0.5% ~ 1%，使用二次空气喷射时 CO 质量分数应接近 0，如大于 0.3%，则说明三元催化转化器损坏。

(11) 读取故障码 排气系统堵塞会造成 EGR 阀排入的废气量加大，控制单元可以查到排入的废气量过大，认为 EGR 阀不工作，点亮故障指示灯，同时会留下 EGR 阀不工作的故障码。

(12) 发动机的缸压检测 发动机各缸缸压都高，如发动机各缸的缸压都明显偏高，说明排气不畅。断开 TWC 和消声器之间的接口，如发动机的缸压仍不下降，说明 TWC 堵塞。

3. 催化器清洗剂的作用和使用方法

长期低速短距离行驶，混合气过浓，点火能量不足，使用标号低、含硫高的劣质汽油或含铅汽油，这些都容易使氧传感器和三元催化转化器（TWC）内的钢丝网或陶瓷载体表面被硫、磷和积炭覆盖。要想延长氧传感器和 TWC 在这种使用条件下的工作寿命，使用 MAF 的汽车每隔 4000km 左右，可拔下进气管上一根较粗的真空软管（不要影响行车安全），使混合气变稀，中高速行驶 0.5 ~ 1h，可减少氧传感器和 TWC 上的积炭。

更好的方法是每隔 30000km 将催化器清洗剂罐装在进气系统上任意一根真空管上，启动发动机，保持 2000 ~ 2500r/min 运转，利用发动机工作时进气系统内的真空度将催化器清洗剂逐渐吸入，每次清洗通常需要 20 ~ 25min，直至罐内清洗剂用完为止。通过此种方法，可以有效清洗进气门、燃烧室、氧传感器、三元催化转化器，使其恢复到正常的工作状态。用此法就不会出现氧传感器和三元催化转化器因堵塞而报废的故障了。4 缸发动机用一罐催化器清洗剂即可，6 缸和 8 缸机用两罐即可。

在拆下 TWC 可以观察到积炭主要集中到 TWC 的进气口一侧，严重时积炭会将滤网塞满。

国 II 和欧 II 标准汽油中烯烃的质量分数为 30%，国 III 和欧 III 标准中烯烃的质量分数减少到 18%。烯烃含量的减少意味着汽油中轻质馏分的减少，重质馏分的增加。喷油器和三元催化转化器堵塞的概率加大了。所以使用清洁汽油后还需定期清洗喷油器，以保证发动机怠速稳定。

除了积炭会明显缩短 TWC 工作寿命外，如果发动机缺缸，造成大量燃油进入 TWC 内燃烧，TWC 温度超过 1000℃ 就会被烧坏，为了防止缺缸后喷油器继续喷油，某些发动机在排气歧管上装有温度传感器。

除积炭外，排气中的锌、磷、硫也会在载体表面沉积（慢性中毒）而使其慢慢失去催化反应作用。

第二节 EVAP、PCV、EGR、AIR 故障的诊断



第二节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 汽车 HC 的排放中燃油箱蒸发约占 25%，曲轴箱通过自然通风进入大气的 HC 约占 25%，尾气排放约占 50%。

2. EGR 不开启, 高怠速负载进行工况测试时 NO_x 含量高, 加速时易产生爆燃。
3. EGR 电磁阀密封不良时怠速抖动非常厉害, 加速不良, 但中速运转稳定, 因为中速时 EGR 阀是开启的。
4. 炭罐内的空气滤清器堵塞, 随着燃油箱内燃油的减少, 箱内产生真空, 造成燃油箱底变形, 集滤器大部分空间被挡住, 燃油供给量明显减少, 会出现急加速不良, 热车起动困难的故障。
5. 热车后拔下 CANP 通往 EVAP 上方的真空软管, 在怠速时用手指堵住, 应感觉不到有真空吸力, 在 2000r/min 时再用手堵住, 应感觉到有真空吸力。
6. PCV 阀开启量过大会造成混合气过稀, 发动机怠速运转不平稳。
7. CANP 因过脏卡滞在开启位置, 热天燃油蒸发量大, 会因混合气过浓而无法起动。冷天燃油蒸发量小, 会造成混合气过稀。
8. 调整点火提前角。点火提前角越临近爆燃临界点发动机输出功率就越大, 但增大点火提前角会使 NO_x 增加。
9. 二次空气喷射系统 (AIR) 系统的主要功用就是在冷起动和暖车期间 (在进入闭环前) 有效地控制 CO 和 HC 的排放。
10. 进入闭环后 AIR 系统的电磁阀关闭不严, 氧传感器的输出电压信号就会很低, 控制单元根据这错误信号修正喷油脉宽, 增加了燃油消耗和 CO 的排放量。

1. 炭罐清污电磁阀作用和故障检测

汽车 HC 的排放中燃油箱蒸发约占 25%, 曲轴箱通过自然通风进入大气的 HC 约占 25%, 尾气排放约占 50%。

(1) EVAP 的作用 炭罐 (EVAP) 负责收集燃油箱内蒸发的汽油蒸气, 在控制单元的指令下, 炭罐清污电磁阀 (CANP) 负责适时地将这些 HC 输入进气系统。

发动机冷却液温度在 75°C 以上, 转速在 1500r/min 以上, 控制单元将开启 CANP, EVAP 内的汽油蒸气开始排向发动机进气系统。

发动机小负荷时控制单元使 CANP 的开度很小, 以免混合气过稀, 导致怠速不稳。发动机大负荷和转速高时控制单元使 CANP 的开度加大, 以增加 EVAP 通气量, 使 EVAP 内的汽油蒸气及时燃烧掉。在汽车运行时控制单元根据氧传感器的反馈信号调整 CANP 的开度, 以避免混合气过浓或过稀。

EVAP 系统见图 4-9。

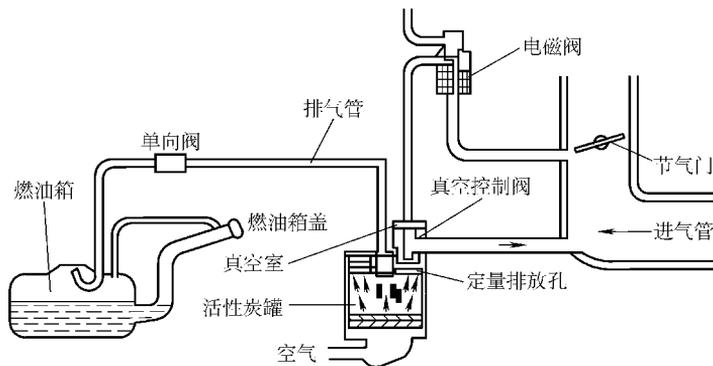


图 4-9 EVAP 系统

(2) EVAP 和 CANP 故障的危害 热天时燃油箱内汽油蒸发的量较多。怠速时 CANP 本应处于关闭状态,如因为卡滞而始终处于开启位置,控制单元因没有给 CANP 开启的指令,也没有减少喷油脉宽,导致起动和热车怠速时混合气过浓。造成热车熄火,以及热车时不易起动。

CANP 开启的正常条件是发动机冷却液温度在 75℃ 以上,转速在 1500r/min 以上。开启时控制单元为了防止混合气过浓,将同时减少喷油脉宽。

(3) CANP 工作是否正常的检测 热车后拨下 CANP 通往 EVAP 上方的真空软管,在怠速时用手指堵住,应感觉不到有真空吸力,在 2000r/min 时再用手堵住,应感觉到有真空吸力。如怠速时有真空吸力,说明 CANP 因过脏卡滞在开启位置,必须更换。

2. EVAP 作用和故障检测

(1) EVAP 的作用 EVAP 除负责收集燃油箱蒸发的 HC 外,还负责保证燃油箱内空气和外边的大气平衡。由于电喷发动机的燃油箱盖通常没有空气阀和真空阀,为了保证燃油箱内空气和外边的大气平衡,EVAP 下端装有空气滤清器,空气可由此进入燃油箱。

(2) 与 EVAP 相关的故障检测

1) EVAP 内的空气滤清器堵塞,冷车时起动正常,热车后需要连续起动三次才能起动。夏天在车内有燃油味;行驶中临时停车时,打开燃油箱盖时能听到箱内发出的真空吸气声;加油时燃油箱还未加满,箱内的油就向外反喷,热车起动时排气管有放炮声。这说明炭罐内空气滤清器已经完全堵塞,必须更换炭罐。电喷发动机燃油箱盖上没有空气阀和真空阀,燃油箱内燃油减少后,靠从炭罐内的空气滤清器处进气,以保持箱内压力和大气压的平衡。如炭罐内的空气滤清器堵塞,随着燃油箱内燃油的减少,箱内就会产生真空,在外界大气压压迫,以及燃油箱内部集滤器吸力的双重作用下,钢制的或塑料制的燃油箱底会被吸起,燃油泵的集滤器大部分空间被挡住,使燃油供给量明显减少,于是就会出现急加速不良,热车起动困难的故障。汽车经过一夜停放后,燃油箱底已经回到原来位置,所以冷车时起动正常。热车后燃油箱内为负压,打开燃油箱盖能听到真空的吸气声,油未加满就向外反喷也就非常正常了。此故障是由炭罐上空气滤清器堵塞引起的,更换炭罐即可排除故障。

2) 燃油箱加得过满。加油时按规定应把油枪插到底,厂家规定的燃油箱的容量是以插到底的油枪能够着液面为准。而有时加油站的人员通常会劝说再加点,凑个整。殊不知油箱加得过满,行驶中一部分燃油就会晃动到 EVAP 内。起动时因 CANP 没有开启,所以 EVAP 内的汽油不会进入进气系统,所以起动正常。行驶中因 CANP 的开启时间和次数受控制单元的控制,而且每次开启时控制单元都要减少喷油脉宽,所以温和踩加速踏板时排气管并无异常。急加速时,CANP 混合气本身就较浓,再加上 CANP 开启,EVAP 内的蒸气进入气缸,混合气过浓,造成急加速熄火。如 CANP 因过脏卡滞在开启位置,热天(燃油蒸发量大)会因混合气过浓而无法起动。

3. PCV 阀的作用和故障检测

亚洲和美洲的发动机上装有曲轴箱强制通风装置和 PCV 阀。PCV 阀的开启时间、开启角度与进气歧管的真空度有关。发动机负荷越大,PCV 阀开启量越大。随着负荷的增大,混合气的量也同步增大,因此对 PCV 阀开启量随之同步增大,带来的空燃比变化不敏感。

(1) 曲轴箱强制通风装置和 PCV 阀作用

- 1) 防止窜入曲轴箱的 HC 通过自然通风进入大气。
- 2) 防止曲轴箱内压力过高,导致发动机漏油。

3) 如果曲轴箱内蒸气未排出, 会生成沉淀物和酸性物质, 并可能堵塞润滑油道, PCV 阀能够延长机油使用寿命, 使其保持最佳的质量。

(2) PCV 阀的检测

1) 密封性检测: 将强制通风软管从发动机进气系统一侧往曲轴箱一侧用气筒加压, PCV 阀是单向阀, 允许曲轴箱气体进入进气系统, 不许进气系统的混合气进入曲轴箱, 所以加压后不通为正常, 否则必须更换。

2) 是否畅通的检测: 发动机工作时从曲轴箱一侧拨下强制通风软管, 用手指堵住, 感觉到有真空吸力为正常, 将硬纸片放在软管端口 1min, 真空度应能将纸片吸住, 如感觉不到有真空吸力, 或不能将纸片吸住, 说明软管或 PCV 阀堵塞, 或软管泄漏, 必须更换。PCV 阀堵塞导致强制通风通道关闭, 使曲轴箱内压力过高, 进入曲轴箱内的可燃混合气裹挟着部分机油逆向顺着自然通风通道进入空气滤清器, HC 通过自然通风进入大气, 打开空气滤清器可看见黑色的油液。

3) PCV 阀是否发生卡滞的检测: 把 PCV 阀放在耳边摇晃, 如听到里边有响声为正常, 否则说明 PCV 阀发生卡滞, 必须更换。

4) 如果客户反映燃油经济性差, 怠速转速高, 或根本无法起动, 应检查起动和怠速时 PCV 阀开启量是否过大。起动和怠速时 PCV 阀开启量过大, 会造成混合气过稀, 导致起动困难和怠速运转不平稳。在起动时堵住 PCV 阀, 如起动正常, 说明起动和怠速时 PCV 阀开启量过大, 必须更换。

5) 堵住 PCV 阀, 使充气系数减少, 发动机转速应下降。

6) 检查 PCV 阀的清洁度, 如过脏, 应清洗或更换。

4. 废气再循环系统作用和故障检测

对于高压压缩比的发动机为了防止爆燃和 NO_x 排放过高, 通常设有废气再循环系统, 通过适量地向进气歧管补充废气, 以降低燃烧温度和气缸内氧气含量, 可有效地防止爆燃和 NO_x 排放过高。

(1) NO_x 产生的因素 高温、高压、富氧是产生 NO_x 的主要因素。大气中氮气 (N_2) 占近 80% 的质量分数, 而在发动机作功的瞬间, 燃烧室温度可达到 2000°C 以上, 由此可见 NO_x 根本不可能消除, 我们只能在现有的条件下设法减少 NO_x 。

(2) 造成 NO_x 过多的因素 发动机燃烧室的高温、高压和发动机的高速运转是造成 NO_x 过多的原因。

1) 混合气浓度。适当降低混合气浓度可以使 CO 和 HC 明显降低, 但 NO_x 却会明显增加, 富氧是 NO_x 增多的一个重要因素。

2) 适当增大点火能量, 增加燃烧室温度, 可有效地减少 HC, 但高温却是 NO_x 增多的另一个重要因素。

3) 调整点火提前角。把点火提前角调整到临近爆燃临界点可确保发动机功率的有效输出, 但增大点火提前角和增大负荷都会使 NO_x 增加。

4) 进气温度。进气温度高等因素也会增加 NO_x 。

5) 冷却液温度。冷却液温度高, 燃烧室积炭多, 发动机转速高, 燃油的辛烷值低等因素也会增加 NO_x 。

(3) NO_x 的专项控制 燃烧室的富氧、高压和高温是尾气中 NO_x 超标的主要原因。及

时地清除积炭，适当地推迟点火提前角，适当增大混合气的浓度，设置三元催化转化器都可以有效降低 NO_x 。现在许多轿车上装了废气再循环装置（EGR），即可以适时适量地向进气歧管中输入燃烧后的废气，更有效地降低燃烧室的燃烧温度和气缸内氧含量，使 NO_x 排放明显降低；同时又可以有效地防止发动机爆燃。

EGR 系统在发动机冷却液温度 50°C 以上，发动机转速 $1500 \sim 4500\text{r}/\text{min}$ 时工作。在怠速、暖机、大负荷、急加速和减速时不参与工作。

(4) EGR 阀控制方式 EGR 阀分为电磁阀和步进电动机两种。

1) 线性 EGR 电磁阀通过改变 EGR 电磁阀的脉宽来控制阀的开启位置。电路在外部接地。线性 EGR 电磁阀总成还包括一个三线位置传感器，用来向控制单元反馈 EGR 电磁阀的开启位置。

2) 步进电动机的 EGR 阀由控制单元通过电子方式控制，根据需要控制单元发出要步进电动机阀针伸出和缩回的信号，EGR 阀随即向控制单元返回一个信号指示阀针的位置。

在 EGR 系统中，一个开启量受到控制单元和进气歧管真空度控制的废气通道和进气歧管相通。废气再循环（EGR）系统见图 4-10。通道上 EGR 阀负责控制废气循环的废气量，EGR 阀内有一膜片，膜片上方为封闭的真空室，负责控制废气量的锥形阀通过推杆和膜片相连，真空室真空度大时，阀开启量大，废气输送量大，真空度小时阀开启量小，废气输送量小。真空度小于真空室弹簧张力时 EGR 阀关闭，停止向进气歧管输送废气。

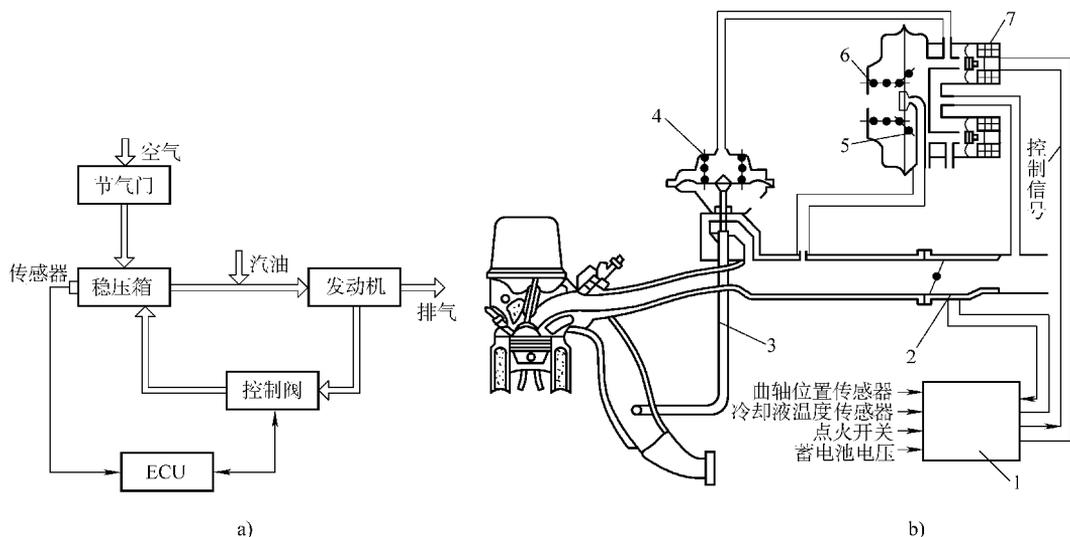


图 4-10 废气再循环 (EGR) 系统

a) 废气再循环原理图 b) 废气再循环系统结构图

1—控制单元 2—节气门开关 3—废气再循环管路 4—废气再循环阀 5—定压阀
6—真空控制电磁阀 7—电磁阀

EGR 阀有真空控制和电磁阀控制，以及电磁阀控制加真空控制三种。

1) 真空控制就是由发动机进气歧管的真空度控制，废气首先到达 EGR 阀底部，然后通过一个销轴阀的开启和关闭来控制进入进气歧管的废气流量。即根据发动机负荷的变化对废气输送时间和输送量进行控制。利用真空控制装有的背压修正阀，根据排气歧管的背压，辅

助控制输送时间和输送量。发动机小负荷工况时废气背压低，背压修正阀处于关闭状态；发动机负荷增大时废气背压增高，EGR 阀开启，废气占进气总量 6% ~ 13% 的废气开始进行循环。

2) 电磁阀控制则是控制单元根据发动机冷却液温度和发动机转速，以及空气流量的信号对废气输送量进行控制。

EGR 阀开启时的工作状况见图 4-11。

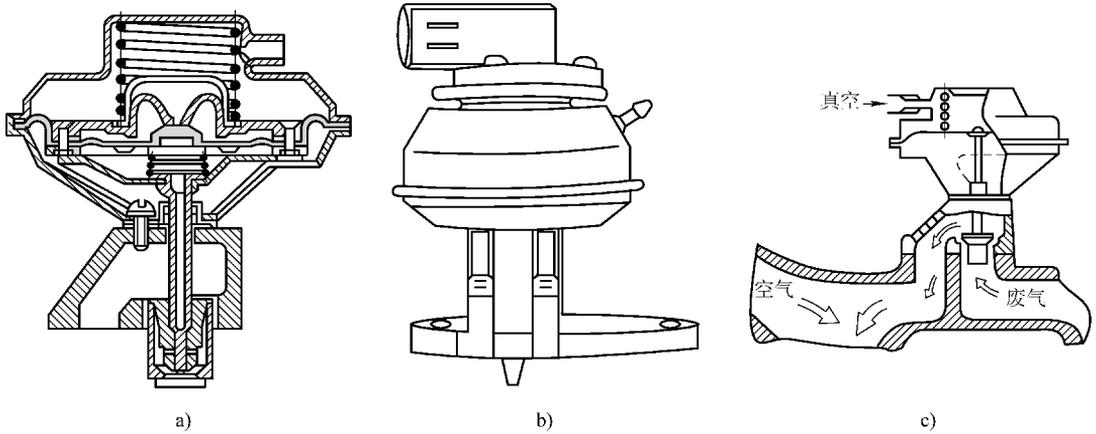


图 4-11 EGR 阀开启时的工作状况

a) EGR 阀结构图 b) EGR 阀外形图 c) EGR 阀开启时的工作状况

EGR 阀真空室通过真空软管和受控制单元控制的 EGR 电磁阀相连，该电磁阀是一个真空开关阀，只负责开启和关闭，EGR 阀真空室真空度的大小则是由进气歧管的真空度来决定的。即 EGR 阀的开启是控制单元根据发动机冷却液温度、发动机转速、空气流量等信号来决定。开启量大小则受进气歧管真空度控制，见图 4-12。

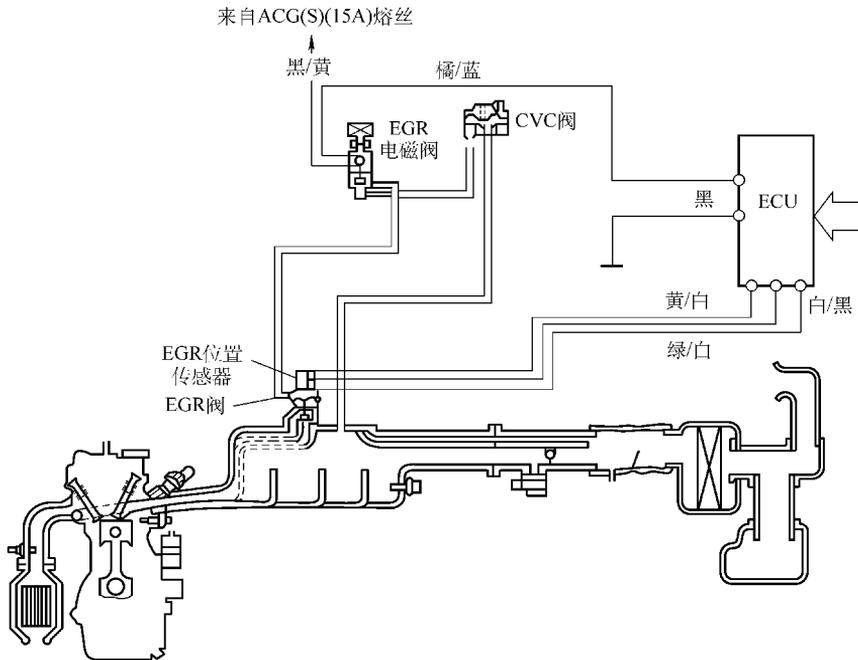


图 4-12 EGR 系统的工作状况

EGR 阀分为正背压控制和负背压控制两种。所谓正背压控制 EGR 阀在膜片中央有一个常开的控制阀。此控制阀是在某一规定节气门开度时靠排气压力关闭的。而负背压 EGR 阀在膜片中央有一个常关的控制阀。此控制阀是靠发动机低速时排气系统中的负压力脉冲开启的。

(5) EGR 阀位置传感器 EGR 阀位置传感器是检测 EGR 阀行程的传感器, 装在 EGR 阀的上方, 用于监控 EGR 阀的开度。传感器通过电压信号把 EGR 阀的开度反馈给控制单元, 控制单元将其与理想的开度值相比较, 如两者不同, 控制单元将通过调整 EGR 控制电磁阀电脉冲的占空比和改变 EGR 控制电磁阀的开、闭时间来控制 EGR 阀的开度, 使得 EGR 阀的开启角度适应发动机的工况需要。

(6) EGR 阀关闭不严可能引发的故障 EGR 阀有故障时怠速不稳, 急加速挫车, 故障指示灯点亮。

EGR 阀在起动、怠速、低速、急加速、减速和全负荷时应关闭, 如开启或关闭不严, 可燃混合气会被通过 EGR 阀进入气缸的废气稀释。如 EGR 的电磁阀卡滞在开启位置, 会造成较多的废气进入进气系统, 导致发动机冷车和热车时都起动困难。如 EGR 阀锥形阀门上积炭过厚, 导致阀门关闭不严。冷车起动时发动机抖动非常严重, 热车仍有些抖动。

EGR 电磁阀与底座密封不良, 使 EGR 阀始终处于开启状态, 会造成冷车时怠速基本正常 (冷车时发动机暖机控制, 怠速转速较高, 即使有废气稀释, 也不会造成怠速不稳定), 热车后怠速空气阀关闭, 充气系数减少, 如再有废气稀释, 会造成怠速不稳定, 低速时会喘振。发动机怠速不稳定, 表现为怠速转速游车, 怠速转速降到 500r/min 左右, 然后自己又迅速恢复到正常转速, 如此反复; 严重时会造成发动机冷车和热车时都起动困难, 起动后, 一起步就熄火。具体现象如下:

- 1) 冷起动时过载熄火。
- 2) 低速加速时动力不足, 急加速反应迟钝, 向后挫车, 急减速时过载熄火。
- 3) 节气门全开或接近全开时 EGR 阀开启会造成发动机功率降低。
- 4) 自动变速器进入锁止工况的瞬间发动机会哮喘。

注: EGR 阀处于开启状态, 可能是 EGR 阀本身故障 (烧蚀), 也可能是控制系统的故障。

EGR 电磁阀密封不良时怠速抖动非常厉害, 加速不良, 但中速运转稳定 (中速 EGR 阀是开启的)。

(7) EGR 阀不开启的故障

- 1) EGR 不开启, 高怠速负载做工况测试时 NO_x 含量高, 加速时易产生爆燃。
- 2) 发动机转速在 1500 ~ 4500r/min 时 EGR 阀处于开启状态, 并根据发动机冷却液温度和发动机转速或进气管的负压对废气量进行控制, 使废气量根据需要在进气总量的 6% ~ 13%。EGR 阀若不开启会造成 NO_x 排放过高。这是因燃烧室温度升得过高导致 NO_x 升高。

(8) EGR 阀检测方法 起动发动机, 冷车, 怠速时拆下 EGR 阀上边的真空软管, 在发动机冷却液温度 50℃ 以下, 发动机转速 1500r/min 以下时, 用手指堵住真空管应感觉不到有真空吸力, 否则应更换 EGR 真空开关阀。在 EGR 阀上边真空接口上接上真空表, 在冷车、怠速时, 将真空度施加于 EGR 阀真空室, 这时发动机应出现怠速不稳、熄火, 否则说明 EGR 阀损坏, 应更换。

发动机冷却液温度 40°C 或以下时用手动真空泵在 EGR 阀上边的真空软管加上真空后,如发动机转速不变,表明真空有泄漏;发动机冷却液温度 80°C 或以上,用手动真空泵加上真空 4.0kPa 时发动机状态不变,表明可以保持真空;用手动真空泵加上真空 28kPa 时发动机怠速略有些不稳,表明可以保持真空。

在维修实践中 EGR 阀不关闭除真空阀和控制系统故障外,也有因积炭过多造成关闭不严的现象。因此每隔 $6\sim 8$ 万 km 应定期清洁 EGR 阀内的积炭。

5. 二次空气喷射系统

2005 年 6 月在北京市场新出售的汽车要达到国 III 号标准,到 2008 年北京市所有在用车都必须达到国 III 号标准。国 III 号标准除了排放指标更加严格外,还增加了冷车起动时的排放控制要求,冷车起动和暖机过程中氧传感器都处于开环状态(不参与控制),目前冷车起动时最好的控制手段就是设置二次空气喷射(AIR)系统。

AIR 系统的主要功用就是在冷起动和暖车期间,即在氧传感器开环控制期间由控制单元根据发动机的温度,通过电磁阀控制的空气阀,定量地向排气管和三元催化转化器(TWC)内输送电动空气泵产生的新鲜空气,以促进废气在排气管和 TWC 内燃烧。TWC 的正常工作温度为 $350\sim 600^{\circ}\text{C}$,TWC 自身没有加热装置,而适量的新鲜空气不仅可使废气燃烧,使其达到工作温度,而且废气燃烧越彻底,尾气中 HC 的含量就越低;发动机冷车起动时和暖车期间混合气较浓,AIR 系统输送新鲜空气,可使 TWC 对 HC 和 CO 转化率明显提高。燃烧过程中氧含量越高,CO 转化为 CO_2 的转化率就越高。AIR 系统的作用就是减少发动机冷车起动时和暖车期间 HC 和 CO 的排放量。AIR 系统的结构见图 4-13。

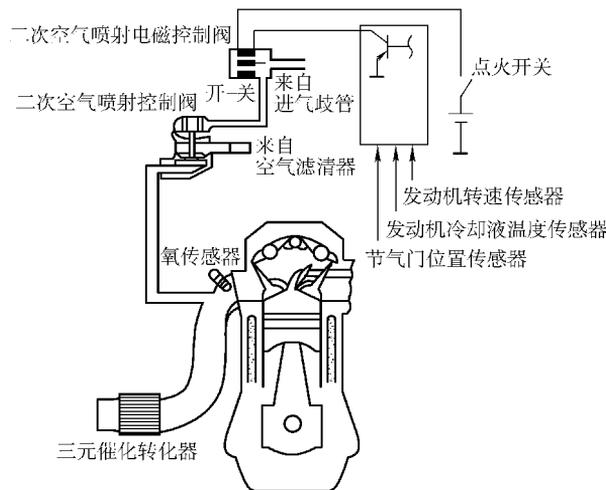


图 4-13 二次空气喷射(AIR)系统

电动空气泵负责输送新鲜空气,控制单元通过电磁阀控制的真空度控制空气阀的开启时间和开启量,单向阀防止废气倒流,空气换向阀负责在暖机后关闭通往排气歧管的空气通道,而保留通往 TWC 的空气通道。使用加热型氧传感器的车型不用向排气歧管输送新鲜空气。

AIR 系统的工作只限于开环状态,进入闭环系统时立即停止工作。AIR 系统的最长工作时间也只有 4min 。在发动机冷却液温度超过 60°C 已有 30s ,或发动机转速超过 $1900\text{r}/\text{min}$,

或控制单元发现有故障时 AIR 系统都会退出控制。

在没有进入闭环时 AIR 就停止向 TWC 输入新鲜空气, 会使尾气中 HC 和 CO 的含量增加。

进入闭环后如电磁阀关闭不严, 继续向排气管输送空气, 氧传感器的电压信号就会很低, 控制单元根据这错误信号修正喷油脉宽, 喷油器就会提供浓的空燃比, 从而增加了燃油消耗和 CO 的排放量。

如 AIR 系统的单向阀到空气阀的软管有烧坏的迹象, 说明单向阀失效, 应同时更换单向阀和软管。

第三节 尾气测试中五尾气彼此间关系

尾气分析是发动机故障诊断中最为复杂的项目, 但通过五尾气分析可以知道发动机燃烧情况, 压缩情况, 进、排气系统密封情况, 以及废气再循环系统工作的情况等。如排气系统泄漏, 氧 (O_2) 和一氧化碳 (CO) 的含量高了, 二氧化碳 (CO_2) 的含量就会低了。

尾气测试中的五尾气包括一氧化碳 (CO)、碳氢 (HC)、氮氧化合物 (NO_x)、二氧化碳 (CO_2) 和氧 (O_2)。

在理想的燃烧中, 碳氢化合物与空气生成二氧化碳 (CO_2)、水 (H_2O) 和氮气 (N_2)。如果燃料未能完全燃烧, 混合气过浓或过稀, 或气缸温度过高则会生成一氧化碳 (CO)、碳氢 (HC) 和氮氧化合物 (NO_x), 这些燃烧的副产品在大气中经过一系列复杂的化学反应会形成光化学烟雾, 造成污染。



第三节 导读

思考一下导读中的案例, 带着问题进入本节的学习。

1. 在保证燃烧的前提下, 混合气越稀 CO 的含量就越低。 CO_2 的含量越高说明 CO 的转化率越好, 说明混合气越接近理论空燃比。

2. 燃油压力调节器真空软管堵塞, 在怠速和中小负荷时燃油压力调节器无法感受到进气系统的真空吸力, 没有回油, 所以在怠速和中小负荷时混合气过浓。

3. 喷油器滴漏, 属于额外供油, 会造成混合气过浓。

4. 曲轴箱强制通风装置堵塞, 在一定程度上也会使混合气变浓。

5. 氧传感器前边的排气管泄漏, 使氧传感器输出的信号电压持续走低, 导致控制单元逐步将喷油脉宽调到最大, 会造成混合气过浓。

6. 正常的 NO_x 排在怠速时不应超过 100×10^{-6} (质量分数), 在稳定的道路工况下不应超过 1000×10^{-6} (质量分数)。在五尾气中唯一需要在测功机上进行检测的就是 NO_x 。

7. 在尾气中如 CO、HC 和 NO_x 三项都高, 可能是 TWC 失效; 如只是 NO_x 单项高则可能是 EGR 系统失效。

8. 拆下空气滤清器, 使充气系数提高, 尾气中的 HC 和 CO 含量就会明显降低; 使用空气流量传感器的发动机, 拔下进气系统上的一根真空管, 使混合气明显变稀, 尾气中的 HC 和 CO 含量就会再次大幅度降低。

9. 使用含铅汽油, 汽油中的铅和积炭覆盖在 TWC 上, 使之失效, 会引发 CO、HC、

NO_x 三个指标都高。汽车长期短距离行驶, TWC 内积炭过多, 积炭覆盖在 TWC 上, 使之失效, 这三个指标也都高。

10. 如果尾气测试仪上显示 CO 和 HC 正常, 那么 CO_2 的含量就应显示偏高。如 CO 和 HC 低时, 测试仪上显示 CO_2 也低时, 那么最大的可能是排气系统发生了泄漏。

一、尾气测试中 CO 的分析

1. CO 的含量的高低和燃烧室温度及混合气浓度有关

怠速时尾气测试中 CO 含量应 $\leq 1\%$ (质量分数)。CO 含量的高低和燃烧室温度及 O_2 的含量有关。在保证燃烧的前提下, 混合气越稀 CO 的含量就越低。 CO_2 的含量越高说明 CO 的转化率越好, 说明混合气越接近理论空燃比, 说明混合气在燃烧室和 TWC 内燃烧的效果越好。但 CO 是借助 O_2 转化为 CO_2 的, CO_2 含量越高, O_2 的含量就越低。如果 O_2 和 CO_2 含量都高, 就可能是氧传感器前端的排气系统发生泄漏, 或二次空气喷射的电磁阀关闭不严。

如果混合气浓度超过理想空燃比, 即使是混合气稍微有些浓。尾气中 CO 含量也会明显增加。

2. 导致混合气过浓的原因

能造成混合气过浓的因素很多:

1) 传感器方面最常见的是负责修正喷油脉宽的氧传感器的加热器损坏, 或氧传感器对地短路, 导致氧传感器输出的信号电压过低, 控制单元将喷油脉宽调大, 造成混合气过浓。

2) 发动机工作温度越高, 发动机冷却液温度传感器输出的信号电压越低。发动机冷却液温度已经达到正常工作温度, 但冷却液温度传感器信号却偏高, 使控制单元误认为发动机工作温度过低, 从而加大喷油脉宽, 使混合气过浓。

3) 进气温度传感器信号偏高, 会造成混合气过浓。

4) 进气系统方面, 空气滤清器堵塞, 会使充气系数降低, 会使混合气过浓。

5) 使用进气歧管绝对压力传感器的发动机, 进气系统密封不良, 会造成混合气过浓。

6) 燃油箱加得过满, 行驶中一部分燃油就会晃到 EVAP 内。急加速时, 混合气本身就较浓, 再加上 EVAP 内的部分燃油, 未经喷油器就直接进入燃烧室, 导致急加速时排气管冒黑烟, 严重时急加速就熄火。待燃油箱内油面高度正常后, 燃油就不会晃到 EVAP 内。故障也就自然排除了。

7) 燃油压力调节器真空软管堵塞, 在怠速和中小负荷时燃油压力调节器无法感受到进气系统的真空吸力, 没有回油, 所以在怠速和中小负荷时混合气过浓。

8) 喷油器滴漏, 属于额外供油。会造成混合气过浓。

9) 曲轴箱强制通风装置堵塞在一定程度上也会使混合气变浓。

10) 氧传感器前边的排气管泄漏, 使氧传感器输出的信号电压持续走低, 导致控制单元逐步将喷油脉宽调到最大, 造成混合气过浓。

能造成混合气过浓的因素很多, 所以如 CO 含量高时需有针对性地逐项检查。

二、尾气测试中 HC 的分析

1. HC 的含量的高低和燃烧状况有关

怠速时尾气测试中 HC 含量应 $\leq 200 \times 10^{-6}$ (质量分数)。HC 含量和燃烧状况有关, 燃烧得越彻底, HC 含量就越少。没有增压的发动机在进气行程结束后, 气缸内的空气总量只

占容积的 60% ~ 80% (体积分数), 要想燃烧彻底的前提条件是比理想空燃比略稀的混合气, 高一些的燃烧室温度。适当增大 O_2 的含量, 可以明显降低 HC 含量; 如尾气中的 HC 和 CO 含量过高, 可以做个试验, 拆下空气滤清器, 使充气系数提高, 尾气中的 HC 和 CO 含量就会明显降低; 使用空气流量传感器的发动机, 拔下进气系统上的一根真空管, 可使混合气明显变稀, 尾气中的 HC 和 CO 含量就会再次大幅度降低。

2. 影响燃烧彻底的因素

在燃烧过程中, 燃气温度高达 2000℃ 以上, 而气缸壁面温度在 300℃ 以下, 因而靠近壁面的气体, 受低温壁面的影响, 温度远低于燃气温度, 并且气体流动也较弱。所谓壁面淬熄效应就是指温度较低的燃烧室壁面对火焰的迅速冷却, 在壁面形成厚约 0.1 ~ 0.2mm 的不燃烧或不完全燃烧火焰淬熄层, 产生大量的 HC。除此外下列各项因素也是导致产生大量的 HC 的原因。

1) 混合气过稀, 燃烧不完全, 导致进气道回火, 排气管放炮, 间断断火, 使排气中 HC 含量明显上升。

2) 发动机冷却液温度过低, 发动机工作温度越低, 混合气燃烧质量越差。

3) 火花塞接线不良, 导致高压火弱。

4) 点火提前角过大, 导致发动机功率下降, 燃烧不彻底。

5) 由于个别缸的气门关闭不严或点火线圈、高压阻尼线的故障, 造成缺缸。导致这个缸的混合气进入 TWC 内燃烧。

各种原因造成的压缩比减小都会造成 HC 增多。混合气略微偏稀, 提高燃烧室工作温度和提高点火能量可使 HC 明显减少, 但 NO_x 的含量会明显增加。目前能让 CO、HC 和 NO_x 都大幅度减少的最有效方法为稀薄燃烧。但稀薄燃烧会造成 NO_x 排放量过高。

氧传感器和 TWC 在闭环控制时可以有效地降低 CO、HC 和 NO_x 的含量, EGR 在发动机冷却液温度 50℃ 以上, 转速 1500 ~ 4500r/min 时能有效降低 NO_x ; 但冷起动和暖机时都无法进行控制, 要达到欧洲 III 号标准, 必须要解决冷起动和暖机时的尾气排放控制, AIR 是在冷起动和暖机时降低 CO 和 HC 的最有效的方法。

注: 燃油箱内燃油过满, 或厂家设计的通往炭罐的燃油蒸气管位置过低, 会使汽油而不是汽油蒸气进入炭罐。另外, 炭罐正常的使用寿命为一年, 炭罐失效后也会造成炭罐内汽油以油滴形式进入进气道, 而不是以蒸气形式进入进气道, 这些都会造成尾气排放中 HC 的含量明显超标。

三、尾气测试中 NO_x 、 CO_2 和 O_2 的分析

1. 尾气测试中氮氧化物 (NO_x) 含量的分析和

正常的 NO_x 排在怠速时不应超过 100×10^{-6} (质量分数), 在稳定的道路工况下不应超过 1000×10^{-6} (质量分数)。在五尾气中唯一需要在测功机上进行检测的是 NO_x 。混合气稀, O_2 多, 空气中的氮气在高温条件下与氧气发生化学反应就会形成 NO_x 。富氧 (可燃混合气越稀、氧气越多、燃烧时温度就越高)、高温、高压、点火提前角过大, 都会使尾气中 NO_x 含量明显增加。通过 EGR 系统, 将燃烧后的废气按进气总量的 6% ~ 13% 送入气缸, 可降低燃烧时的温度, 从而减少 NO_x 的生成。在尾气中如 CO、HC 和 NO_x 三项都高, 可能是 TWC 失效, 如只是 NO_x 单项高则可能是 EGR 系统失效 (无法开启), 维修时不是简单地更换 EGR 阀, 而是要对 EGR 所有相关的控制阀均进行一次检测。EGR 系统失效还会造成发

动机爆燃。

2. 尾气测试中二氧化碳 (CO₂) 含量的分析

CO₂ 并非主要的有害气体,其主要危害是造成地球温室效应。五尾气分析仪对其进行专项测试的目的是从侧面了解混合气成分和燃烧状况,以及排气系统的密封性。

CO₂ 是 CO 在氧气和热量作用下转化成的,所以它只产生于燃烧室和 TWC 内,它的含量反映燃油的燃烧效果,其含量越高说明燃烧得越彻底。CO₂ 的含量还反应混合气的成分,混合气为理论空燃比 14.7: 1 时,CO₂ 的含量应当为 13.8% ~ 15.0% (质量分数),混合气过浓或过稀都会影响燃烧效果,所以 CO₂ 的含量都会下降。

如果尾气测试仪上显示 CO 和 HC 正常,那么 CO₂ 的含量就应显示偏高。如 CO 和 HC 低时,测试仪上显示 CO₂ 也低时,那么最大的可能是排气系统发生了泄漏。

国家法规所以明确规定了排气尾管必须伸出车外,就是因尾气会对乘车人造成致命危害。所以排气系统泄漏,一经发现必须马上解决。

3. 尾气测试中氧 (O₂) 含量的分析

废气中 CO 和 HC 都可以通过 TWC 转换,只有氧 (O₂) 的含量不能转换。在尾气分析中 O₂ 含量是最重要的数值,通过它可以分析混合气的浓度。而空燃比是否正常是达到良好燃烧的关键因素。O₂ 的含量和混合气浓度有关系:

1) 混合气稀时 O₂ 含量高。CO 转化为 CO₂ 时要消耗 O₂, O₂ 和 CO₂ 一种上升,另一种就会下降;混合气稀时 O₂ 和 CO₂ 的含量都高。

2) 混合气浓时 O₂ 含量低。混合气过浓,CO 含量过高,TWC 燃烧转化过程中 O₂ 有可能被用尽,使分析仪所测得 O₂ 为零。

3) 排气系统泄漏, O₂ 含量会明显增加。CO 转化为 CO₂ 时要消耗 O₂, 转化效果越好,消耗 O₂ 越多。所以在尾气测试中 O₂ 和 CO₂ 一种上升,另一种就会下降;而排气系统泄漏,会导致 O₂ 和 CO₂ 的含量都高。

第四节 OBD II 故障自诊断系统



第四节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 短期燃油修正系数是发动机控制单元根据节气门开度的变化,车速是否处于巡航控制,特别是根据氧传感器输出信号确定的,短期燃油修正系数在整个闭环控制中是在不断变化的。

2. 长期燃油修正系数是控制单元根据短期燃油修正系数的变化对控制单元运行数据结构进行修正确定的,存储在 PCM 存储器中。

3. 如无明显故障,短期燃油修正系数和长期燃油修正系数都显示为中值,表明发动机燃油系统处于最佳状态。如有上游氧传感器、EVAP 或 CANP 以及 EGR 电磁阀的故障码,长期燃油修正系数为非中值,而短期燃油修正系数则保持中值。

4. OBD II 故障自诊断系统对氧传感器的监控,主要是对工作频率和输出电压两个方面进行监控。

5. OBD II 系统检测燃油蒸发控制是通过燃油蒸气流量传感器 (VWV), 或通有装有蒸气控制阀, 来检查是否发生泄漏。监测器还观察上游氧传感器输出电压是否正常变化。

6. OBD II 系统采用高精度曲轴转角测量方法, 来测定每次气缸点火时曲轴旋转的加速度, 以监测发动机各缸缺火情况。

7. 发动机起动转速为 200r/min 时, 缸内缺火率在 2% ~ 3% 之间, 会烧坏 TWC, PCM 模块将中断该缸的喷油脉冲信号。发动机转速为 1000r/min 时, 缸内缺火率在 2% ~ 3% 之间, 会造成排放超标, PCM 模块也会中断该缸的喷油脉冲信号。

8. OBD II 系统点火时初级电流中断产生的反电动势, 经 IGF 端子将信号传送到控制单元, 控制单元根据此信号检测点火线圈是否实际点火。

9. 废气警告灯长亮, 表明出现了废气质量变差的故障。

10. 在行驶状态下废气警告灯闪亮, 表明三元催化转化器出现损害的故障, 应对三元催化转化器进行专项检查。

一、OBD II 故障自诊断系统的由来和作用

1. OBD II 故障自诊断系统的由来

北京市宣布 2006 年北京地区的汽车都要装 OBD II 故障自诊断系统。世界上第一个由政府出面要求安装 OBD II 故障自诊断系统的是 1996 年的美国政府, 美国法规规定自 1996 年起在美国本土销售的轿车和轻型货车必须安装 OBD 故障自诊断系统。

采用 OBD II 车载诊断系统的汽车, 与动力控制模块 (PCM) 有联系的传感器、执行元件或线路出现故障时, PCM 能自动判断, 并将故障信息储存起来。如果是与排放有关的故障, 还将点亮仪表板上的故障指示灯 (MIL)。

2. OBD II 故障自诊断系统的作用

OBD II 是一个非常复杂的自诊断系统, 主要进行 8 个方面的监控。

- 1) OBD II 对缺火的监控。
- 2) OBD II 对燃油系统的监控。
- 3) OBD II 对组合电器的监控。
- 4) OBD II 对氧传感器的监控。
- 5) OBD II 对三元催化转化器的监控。
- 6) OBD II 对废气再循环系统监控。
- 7) OBD II 对燃油蒸发吸附系统的监控。
- 8) OBD II 对二次空气喷射系统的监控。

其中发动机排放的监控和警告系统。主要用来监控汽车的排放是否超标, 如燃油蒸发控制的 HC, 废气再循环控制的 NO_x , 尾气排放控制中的 HC、CO、 NO_x 是否超过标准。如超过标准 1.5 倍就会点亮故障指示灯。即使发动机运转不存在明显的恶化或变化, 没有任何动力问题, 故障指示灯也会被点亮。

3. OBD II 故障自诊断系统的组成

OBD II 故障自诊断系统主要由多个传感器组成。其中包括:

- 1) 负责检测 TWC 转化效率的催化剂效率监测器 (闭环系统中下游的氧传感器)。
- 2) 负责检测二次空气喷射的闭环系统中上游的氧传感器。
- 3) 负责检测 EGR 阀的压差反馈传感器 (DPFE)。

- 4) 负责检测 EVAP 和 CANP 的清污流量传感器 (PFS)。
- 5) 为了防止 TWC 工作温度过高, 监测燃烧工况的缺火检测器 (曲轴位置传感器)。
- 6) 氧传感器加热器监视器。
- 7) 个别电器性能不良监视器 (CCM)。

防止三元催化转化器工作温度过高的排气温度传感器装在三元催化转化器的后边。它始终处于高温、腐蚀性气体的恶劣环境下, 测温部分为负温度系数热敏电阻, 当温度升高时电阻值下降, 反之电阻值上升。

二、OBD II 对尾气排放控制系统的监控

1. OBD II 对缺火监控

OBD II 故障自诊断系统利用空气流量传感器 (MAF)、冷却液温度传感器 (ECT)、车速传感器 (VSS) 和曲轴位置传感器 (CKP) 组成缺火监测器。以曲轴位置传感器为例, OBD II 故障自诊断系统对 CKP 输出的有效信号进行监测, 采用一种高精度曲轴转角 (CKP 恶化则改用凸轮轴位置传感器 (CMP) 的输出信号) 测量方法, 来测定每次气缸点火时曲轴旋转的加速度, 以监测发动机各缸缺火情况 (参见图 4-14、图 4-15)。

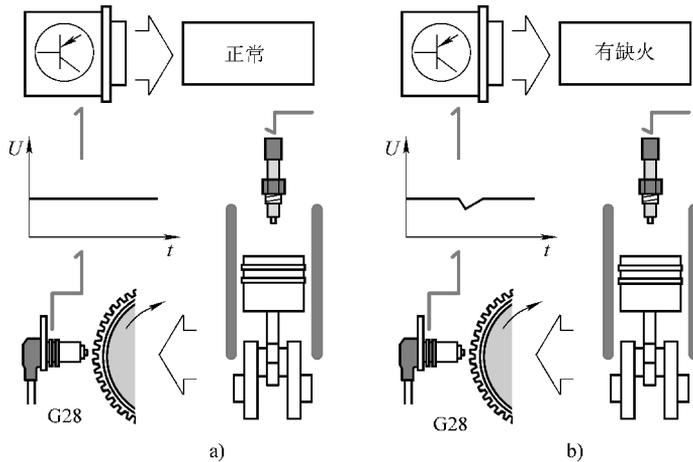


图 4-14 缺火监测原理

a) 正常 b) 有缺火

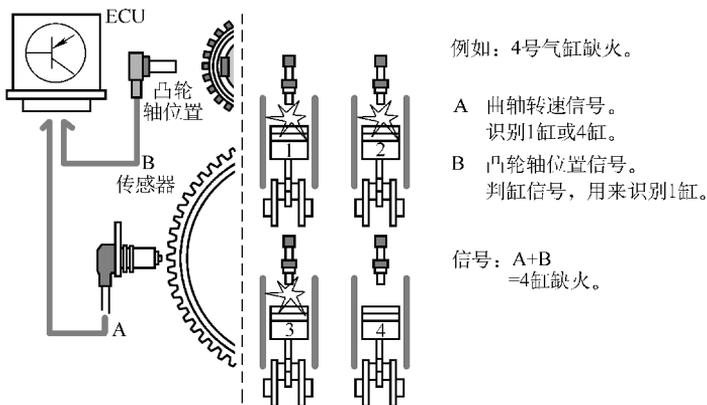


图 4-15 缺火监测系统结构

除了监测特定条件下的发动机转速，还要监测特定条件下的冷却液温度和特定条件下的车速。在大多数汽车上缺火监测并不局限于闭环控制。

缺火（缺缸）会导致过多未燃的 HC 进入 TWC，严重的缺火会很快导致 TWC 失效。当 TWC 内温度明显超过 900℃ 时，TWC 内蜂窝状陶瓷会被烧成一团黑色的实心物质。即使是少量的缺火也会导致排放中 HC 的超标。

发动机起动转速为 200r/min 时，缸内缺火率在 2% ~ 3% 之间，便认为缺火过度，PCM 模块就会中断该缸的喷油脉冲信号，以防止过多未燃的 HC 进入 TWC，造成 TWC 过热。PCM 模块最多可以关掉两个缺火缸的喷油和点火，大负荷时缺火的喷油器和点火系统则恢复供油和点火。

发动机转速为 1000r/min 时，缸内缺火率在 2% ~ 3% 之间，缺火监测器也会认为缺火过度，这种情况的缺火不会造成 TWC 过热，但会造成排放超标。发动机缺火会导致发动机曲轴运转不平稳，根据这一特性，控制单元自诊断系统根据曲轴位置传感器的信号来监控曲轴运转的平稳性。缺火不仅会造成曲轴运转速度不均匀，更会导致角速度误差过大，控制单元根据传感器的信号来监控各缸工作时角速度的变化，来确定哪各缸发生缺火。当自诊断系统检测到这种缺火时，一个未定的故障码就会置入故障存储器中，但控制单元不会立即点亮故障指示灯，除非控制单元在发动机连续两个工作循环中能确定哪个缸缺火，故障指示灯才会被点亮。

可能引起缺火的原因较多，主要有：

- 1) 火花塞电极间隙过大、电极被污染或紧固力矩不足（会导致散热不良）。
- 2) 高压阻尼线有短路或断路（导电碳片断格），短路会造成小负荷时缺火，断路会造成大负荷时缺火。
- 3) MAF、MAP、ECT 和 MAT 传感器输入错误信号，会导致混合气过浓。如果上述传感器输入错误信号，仅靠氧传感器的反馈信号无法进行有效调节。
- 4) 燃油压力过高、燃油滤清器堵塞或喷油器堵塞或泄漏导致混合气过浓或过稀。
- 5) 点火正时传动带错 1 个齿。
- 6) 燃烧室密封不良。

2. OBD II 对燃油系统的监控

OBD II 对燃油系统的监测是属于连续性监测，相比缺火监测有更多的起动标准：

- 1) 暖机直至冷却液温度达到 70℃ 以上。
- 2) 尾气排放进入闭环控制。
- 3) MAF、MAP、ECT、VSS 和 CKP 传感器不存在信号失准。
- 4) 有短期燃油修正数据和长期燃油修正数据。

OBD II 控制单元通过对短期燃油修正数据和长期燃油修正数据进行监控，来诊断燃油系统工作是否正常。

短期燃油修正数据是控制单元根据节气门开度的变化，车速是否处于巡航控制，特别是根据氧传感器输出信号确定的，短期燃油修正数据在整个闭环控制中是在不断变化的。在闭环工作期间，短期燃油修正值由控制单元根据氧传感器输入信号，经过计算，对喷油脉宽进行重新修正，以维持理想空燃比。控制单元不断调整短期燃油修正数据，改变空燃比，引发氧传感器电压切换。只要短期燃油修正数据能够让氧传感器出现电压切换，就说明它可以维

持理想空燃比。

短期燃油修正数据运行在预定的限值内，如果短期燃油修正不能引出氧传感器切换，控制单元会设置一个故障码。

长期燃油修正系数是控制单元根据短期燃油修正数据的变化对控制单元运行数据结构进行修正确定的，在相同方向（或浓或稀），做出更小更永久的变化。长期燃油修正存储在PCM存储器中，更适应于基本的燃油控制程序。如果短期燃油修正数据平均值始终高于或低于0%，控制单元将学习使用一个新的长期燃油修正值，使短期燃油修正数据平均值回到接近0%的平均值。对不同的转速与负荷工况保存有不同的长期燃油修正值。在诊断仪上长期燃油修正值显示为燃料增减的百分比。

长期燃油修正也运行在预定的限值内，超过限值时，会设置一个故障码。

如无明显故障，短期燃油修正数据和长期燃油修正数据都显示为中值，表明发动机燃油系统处于最佳状态。

如有上游氧传感器、EVAP或CANP以及EGR电磁阀的故障码，长期燃油修正数据为非中值，而短期燃油修正数据则保持中值。

当空燃比在理想范围内，氧传感器输出的电压信号应该在预定的目标电压上下变化。

当氧传感器输出的电压信号持续走高或走低时控制单元提供改变喷油脉宽作为响应，直到氧传感器输出的电压信号再一次发生变化。控制单元提供短期燃油修正、长期燃油修正和净化自适应修正来达到这一变化。

短期燃油修正是控制单元根据上游氧传感器输出的电压信号对基本喷油脉宽进行的即时修正，最大的调整权限为 $\pm 33\%$ 。

长期燃油修正最大的调整权限也为 $\pm 33\%$ ，短期燃油修正加上长期燃油修正最大的调整权限为 $\pm 66\%$ 。

燃油箱内燃油油位过低，或存在可以影响监测结果的发动机转速、负荷、车速方面的故障，或监测到CANP卡滞在开启位置，都会暂停燃油系数修正。

如果监测到混合气过浓或过稀会存储故障码，其中如混合气过浓有可能烧毁TWC，会立即点亮故障指示（MIT）灯，连续两个程序监测到混合气过浓或过稀也会点亮MIT灯，而经过3个正常程序后MIT灯可能会关闭。

欧洲国家1998年开始实行欧Ⅱ排放标准，2000年开始实行欧Ⅲ排放标准；北京市2003年开始实行国Ⅱ排放标准，2005年开始实行国Ⅲ排放标准。国Ⅱ、国Ⅲ和欧Ⅱ、欧Ⅲ汽油机用油主要指标的对比，见表4-2。

表4-2 国Ⅱ、国Ⅲ和欧Ⅱ、欧Ⅲ汽油机用油主要指标的对比

项目	国Ⅱ标准	国Ⅲ标准	欧Ⅱ标准	欧Ⅲ标准
硫 \leq	500×10^{-6}	350×10^{-6}	500×10^{-6}	350×10^{-6}
烯烃	30%	18%		18%
芳烃	40%	42%		42%
烯烃+芳烃 \leq	60%		60%	
苯 \leq	2.5%	1.0%	5%	1.0%
夏季蒸发压力	70kPa	65kPa	70kPa	65kPa

3. OBD II 对组合电器的监控

OBD II 故障自诊断系统对组合电器的监控，主要是确保能发现任何故障的详细信息的能力。它可准确提供哪个方面发生故障，具体是哪个传感器故障，是短路还是断路等信息，而且具有综合分析功能。

OBD I 自诊断系统在短路和断路方面主要是通过是否超出规定的电压值来判断是否发生短路或断路故障。如冷却液温度传感器的输出电压是 0.1 ~ 4.8V，OBD I 系统在检测时，只要冷却液温度传感器的输出电压不低于 0.1 V 或不高于 4.8V 就认为传感器没有故障。而对传感器的输出电压信号失准却无法察觉，如实际冷却液温度为 100℃，而读取数据流冷却液温度仅为 90℃，使电控风扇不能及时旋转，导致发动机工作温度过高，而 OBD I 诊断系统却无法发现传感器输出电压信号失准的故障，给故障的诊断增大了难度。

OBD II 故障自诊断系统对冷却液温度传感器的检测是全方位的，它将冷却液温度传感器的输出电压信号和进气温度传感器的输出电压信号，以及发动机起动后工作的时间几方面信息综合起来进行分析，如冷却液温度比进气温度低不合理，发动机起动 10min 后冷却液温度仍过低，而且对发动机的工作没有“感知”不合理的信息，那么如发动机已经工作了 10min 冷却液温度却还不到 60℃，进气温度正常而冷却液温度过低，OBD II 故障自诊断系统可具此得出冷却液温度传感器输出电压信号失准的诊断。

4. OBD II 对氧传感器的监控

OBD II 故障自诊断系统对氧传感器的监控，主要是对工作频率和输出电压两个方面进行监控。在没有 OBD II 诊断系统前，控制单元自诊断系统无法提供详细的信息，往往使自诊断系统发现空燃比不对，而无法确认导致空燃比不对的具体原因。例如明明是氧传感器的加热器损坏，使工作频率过慢，明显低于 0.8 次/s 工作频率的最低标准，导致混合气过浓，自诊断系统却通常会认为空气质量传感器有问题，留下空气质量传感器的故障码，使维修人员走许多弯路。而 OBD II 诊断系统不仅可以发现故障，而且它还知道是哪个传感器的故障，还知道该传感器是短路还是断路。如对氧传感器的监控，可准确获悉氧传感器输出电压是否过低或过高，工作频率是否过慢，工作线路是否不工作。如氧传感器同时存在输出电压过低和工作频率过慢，维修人员就可知道是氧传感器的加热器损坏，更换氧传感器即可排除故障。如氧传感器同时存在输出电压过高和工作频率过慢，维修人员就可知道是氧传感器的触头被积炭覆盖或通气孔被泥巴堵塞，用喷灯烧掉触头上的积炭，清除通气孔上的泥巴即可使氧传感器工作恢复正常。

5. OBD II 对三元催化转化器的监控

OBD II 故障自诊断系统也利用三元催化转化器前后的两个氧传感器输出的电压信号差，来检测判断三元催化转化器的转化效率，并以此来判断三元催化转化器是否失效。

三元催化转化器在稀混合气运转时储存 O_2 ，在浓混合气运转时释放出所储存 O_2 ，以保证烧掉过量的 HC，并使 CO 转化为 CO_2 。HC 转化为水和 CO_2 以及 CO 转化为 CO_2 都会产生热量。所以，汽车在行驶中三元催化转化器排气口温度要比进气口温度高 38℃ 以上。

三元催化转化器下游的氧传感器为催化剂转化效率监测器。三元催化转化器工作正常时，在稀混合气运转时储存 O_2 ，下游的氧传感器输出低频率的电压信号。三元催化转化器不能正常储存 O_2 ，下游的氧传感器输出电压信号频率会上升，如下游的氧传感器输出电压信号频率接近上游的氧传感器输出电压信号频率，三元催化转化器的故障码便会在故障存储

器内设定。

某些发动机装有 2~4 个三元催化转化器，也可配置中间氧传感器，在确定燃烧效率和三元催化转化器是否工作正常时也需要参考中间氧传感器的输出信号。

正常的三元催化转化器输出信号，见图 4-16。有故障的三元催化转化器输出信号，见图 4-17。

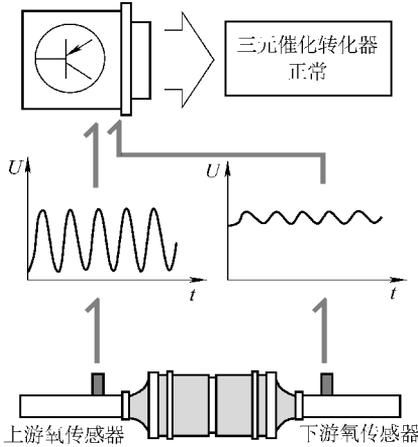


图 4-16 正常的三元催化转化器输出信号

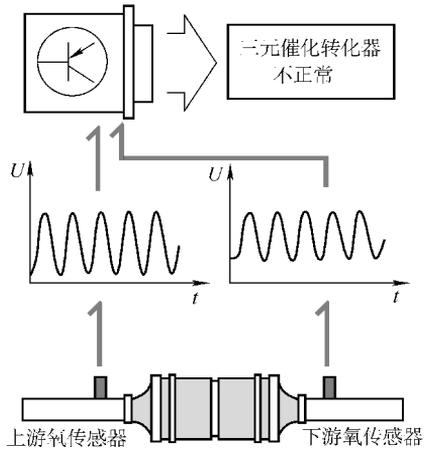


图 4-17 有故障的三元催化转化器输出信号

由于汽油、发动机机油里的硫、磷和低速行驶带来的一氧化碳对三元催化转化器的污染，进气歧管供应空气的缺乏或类似问题造成的任何转化效率下降，OBD II 故障自诊断系统都能通过前后两个氧传感器输出的电压信号差诊断出来。在两个行程中探测到 HC 增加，或三元催化转化器转化效率下降，控制单元才会点亮故障指示灯（MIL）。

发动机未进入闭环控制，存储有缺火故障码，存储有氧传感器故障码，或存储有混合气过浓、过稀故障码时，OBD II 系统不对三元催化转化器进行监控。

通常在第一个行程监测到故障，会存储故障码。连续两个行程监测到故障会点亮 MIL，而经过 3 个正常行程后 MIL 可能会熄灭。

在进行燃油压力或流量测试、EGR 测试，或 EVAP 清污测试时 OBD II 不进行监控。

6. OBD II 对废气再循环工作情况的监控

废气再循环（EGR）必须严格控制，如果废气流量过大会导致发动机中速运转不平稳；废气流量过小会导致无法有效控制燃烧室温度，从而导致爆燃；EGR 阀卡滞在开启位置会导致怠速剧烈抖动、加速挫车。

OBD II 故障自诊断系统检测废气再循环（EGR）控制，是通过两个压差反馈传感器（DPFE）检测废气再循环控制系统工作情况来实现的。EGR 阀的下游有一个量孔，量孔两侧各有一根细的排气压力软管与压差反馈传感器相连。在对 EGR 阀的检测过程中，PCM 模块首先检测两个压差反馈传感器信号，如信号在正常范围内，继续进行监测。

EGR 阀开启的条件：发动机冷却液温度 50℃ 以上，发动机转速 1500r/min 以上，所以在怠速时 EGR 阀应处于关闭状态。量孔两侧的排气压力软管压力应相等，如两侧压差反馈传感器输出信号不同，表明 EGR 阀关闭不严。

发动机冷却液温度 50℃ 以上，发动机转速在 1500~4500r/min，且没有急加速和急减速

时，EGR 阀处于开启状态，由于中间量孔的限制，上游软管的压力应比下游软管的压力高。

发动机的节气门位置不变，在规定的转速范围内运转时，控制单元用存储的期望值和压差反馈传感器信号相比较，来检测 EGR 阀的废气量是否合适。如果 TWC 堵塞，导致排气不畅，排气管内背压过高，造成通过 EGR 阀的废气量超标，故障指示灯（MIL）就会被点亮，并留下 EGR 阀的故障码。

EGR 阀位置传感器用于反馈 EGR 阀开启量，但不能单独判断 EGR 阀实际流量。需要通过 EGR 管路温度传感器测量 EGR 管路温度，或通过装在排气歧管和进气歧管之间的 EGR 阀压差传感器（DPFE）检测两端压力差，PCM 才能测量出 EGR 阀的实际流量。

PCM 还连续检测 EGR 阀是否存在短路或断路的故障。

通常在第一个行程如果监测到故障会存储故障码，连续两个行程监测到故障会点亮 MIL，而经过 3 个正常行程后 MIL 可能会熄灭。

7. OBD II 对燃油蒸发控制工作情况的监控

OBD II 故障自诊断系统还同时检测燃油蒸发控制。在炭罐与发动机进气歧管之间装有清污流量传感器（PFS）或装有蒸气控制阀（VWV），通过监测程序监测蒸发控制系统是否存在少量泄漏和大量泄漏。通过一系列真空开关阀和压力传感器来检查管路是否发生泄漏。监测器还观察上游氧传感器输出电压是否正常变化，以及短期燃油调节的结果。

PCM 监测 PFS 输出信号，以判断每一个工作循环是否有蒸气经过炭罐清污电磁阀（CANP）进入发动机进气歧管。EVAP 工作的条件是发动机冷却液温度 75℃ 以上，发动机转速 1500r/min 以上。所以在怠速时 PFS（或 VWV）应没有燃油蒸气经过；在 1500r/min 以上应有燃油蒸气经过 PFS（或 VWV）。否则表明燃油蒸发控制系统有故障。

燃油蒸发控制系统通常在第一个行程如果监测到故障会存储故障码，连续两个行程监测到故障会点亮 MIL，而经过 3 个正常行程后 MIL 可能会熄灭。如汽车工作时燃油箱盖松动，PCM 的存储器中也会设置一个故障码。

8. OBD II 对二次空气喷射系统的监控

二次空气喷射系统（AIR）的作用是在暖机过程中（在未进入闭环控制前）对尾气排放中的 HC 和 CO 进行控制。即在暖机过程中 AIR 系统可以在未燃烧的汽油（HC）进入三元催化转化器前将其烧掉。

OBD II 通过主动或被动的检测对 AIR 系统进行测试。被动检测是通过 TWC 上游的氧传感器的输出电压的变化，对 AIR 系统的工作进行监测。一旦氧传感器的温度达到足以产生电压信号，还没有进入闭环控制前，AIR 正把空气输送至排气管，此时氧传感器如输出低电压信号，AIR 监测系统就认为系统正常。进入闭环控制后 AIR 的输气电磁阀关闭，氧传感器应输出较高的电压信号。如果发生上述变化就通过检测。

主动检测是进入闭环控制后，控制单元关闭了二次空气喷射电磁阀，氧传感器应输出低电压信号。

第一个行程如果监测到故障会存储故障码，连续两个行程监测到故障会点亮 MIL，而经过 3 个正常行程后 MIL 可能会关闭。

9. OBD II 对点火信号确认反馈信号进行监控

发动机控制单元根据凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器信号得知发动机的曲轴位置和活塞上止点位置。再根据其他传感器所输入的信号计算最佳点火时间。从点火信号确认

(IGF) 端子发出点火确认信号传送到点火器, 以确定最佳点火正时。IGF 信号正好在微机所计算的最佳点火时间发出, 然后中断。点火线圈在这个信号中断的瞬间产生火花。

初级电流中断产生的反电动势, 经 IGF 端子将信号传送到控制单元, 控制单元根据此信号检测点火线圈是否实际点火。这个信号用于反馈监控。收到此信号后控制单元控制喷油器继续喷油。

10. OBD II 对自动变速器的监控

OBD II 通过检测和排放有关的每个分总成和元件, 对所有可能直接或间接影响尾气排放的每个分总成和元件进行监控。如自动变速器的液力变矩器在接受到指令后, 却不能进入锁止工况, 就会影响发动机的尾气排放, 配置有 OBD II 的 PCM 就会点亮故障指示灯 (MIL), 变速器也因此进入失效保护, 变矩器退出锁止工况, 变速器退出超速档。

三、废气报警系统的作用

1. 废气报警灯

打开点火开关, 废气报警灯被点亮, 电气系统在进行自诊断, 几秒后废气报警灯应熄灭, 表明静态检查正常。如废气报警灯不亮, 应检查组仪仪表板和废气报警灯的电路。如灯不熄灭应查询故障存储器, 排除故障后, 清除故障码。

如控制单元识别出与废气相关的故障, 该故障就由废气报警灯来指示, 电路接通后废气报警灯有闪亮和长亮两种不同的显示。

2. 行驶状态下废气报警灯闪亮的原因

在行驶状态下废气报警灯闪亮, 表明三元催化转化器出现损害性的故障, 应对三元催化转化器进行专项检查。

3. 废气报警灯长亮的原因

废气报警灯长亮, 表明出现了废气质量变差的故障, 应查询控制单元的故障存储器, 调出故障码, 检查燃油油压和喷油器。

思考题

一、概念题

1. EGR
2. AIR
3. 闭环控制
4. PCV 阀
5. 短期燃油修正数据
6. 长期燃油修正数据
7. 二氧化钛型氧传感器
8. 二氧化锆型氧传感器

二、填空题

1. 三元催化转化器达到 350℃ 温度后, 用红外线测温仪检测如前后温差不足 ()℃, 必须更换。
2. CANP 工作的条件是发动机冷却液温度 ()℃ 以上, 发动机转速 () r/min 以上。

3. 造成氧传感器和三元催化转化器污染的主要原因是硫、磷和 () 含量过高。
4. CO_2 是 CO 在氧气和 () 作用下转化成的, 所以它只产生于燃烧室和 () 内。
5. 混合气不可以过稀, 过稀会导致进气道回火、排气管放炮、间断断火, 使 () 含量明显上升。
6. 氧传感器调节频率过慢的主要原因有氧传感器 () 损坏, 氧传感器本体上缝隙或孔隙被积炭等有害物质堵塞, 无法和排气接触, 输出电压过高, 导致混合气过 ()。
7. 高温、高压、() 是产生 NO_x 的主要因素。
8. 新车氧传感器电压通常在 () V 间变动; 燃烧室被积炭轻度污染时在 () V 间变动; 燃烧室被积炭严重污染时在 () V 间变动。
9. 进入闭环控制后, 氧传感器和 TWC 正常时, CO 含量应为 () (质量分数) 时。使用二次空气喷射系统时 CO 含量应为 ()。CO 含量超过 1% (质量分数) 时, 还会污染氧传感器和 TWC, 使其丧失工作能力。
10. 怠速时, 使用 MAF 的车型拔下进气道上任意一根真空软管, 使发动机混合气明显变稀时, 氧传感器的输出电压应降低至 ()。
11. 如用手堵住空气滤清器进气口, 或将加速踏板踩到底, 后者使发动机转速上升到 3000r/min, 使发动机混合气明显变浓时, 氧传感器输出电压应升至 () V。否则必须更换氧传感器。
12. 发动机工作时从曲轴箱一侧拔下 PCV 阀, 用手指堵住, 感觉到有真空吸力为正常, 如感觉不到有真空吸力, 说明软管或 PCV 阀 (), 必须更换。
13. 大众汽车采用直动式怠速控制系统, 即没有旁通空气道, 怠速步进电动机装在节气门上。正常情况下怠速时空气流量为 () g/s, 节气门开度为 ()。
14. 为了保护氧传感器和三元催化转化器, 欧洲 II 号标准的汽车最好使用 () 类汽油机机油; 欧洲 III 号标准的汽车最好使用 () 类汽油机机油; 欧洲 IV 号标准的汽车最好使用 SM 类汽油机机油。
15. 如果尾气测试仪上显示 CO 和 HC 正常, 那么 CO_2 的含量就应显示 ()。
16. 用示波器检测时氧传感器信号波形上杂波多的原因是发动机 (), 而不是氧传感器自身故障。
17. 使用空气流量传感器的发动机, 拔下进气系统上的一根真空管, 使混合气明显变稀, 尾气中的 HC 和 CO 含量就会再次大幅度 ()。
18. 在行驶状态下废气报警灯闪亮, 说明 () 出现损害的故障。
19. () 堵塞, 造成通过 EGR 阀的废气量超标, 故障指示灯就会被点亮, 并留下 EGR 阀的故障码。
20. TWC 可以将 CO 转化成无害的 (), 可将 HC 转化成无害的 (), 可将 NO_x 还原成无害的 ()。

三、单项选择题

1. 汽车发动机燃烧室温度低于 1372℃ 的原因是 ()。
 - A. 低 CO 排放
 - B. 低 NO_x 排放
 - C. 低 CO_2 排放
 - D. 增加了 O_2 排放

2. OBD II 故障诊断系统中, 如果排放超过以下指标时, 故障指示灯会点亮 ()。
 - A. 法定标准
 - B. 法定标准的 2.5 倍
 - C. 法定标准的 1.5 倍
 - D. 法定标准的 3 倍
3. 有负载时, 引起发动机功率下降和排气管真空度很低的原因最不可能的是 ()。
 - A. EGR 阀不工作
 - B. 进气歧管真空泄漏
 - C. 排气系统节流
 - D. 空燃比过浓
4. 维修人员 A 说 CO 读数高表明空燃比稀, 是正常的; 维修人员 B 说高 CO 读数是由于气缸缺火造成的, 谁的说法正确 ()。
 - A. 仅 A 正确
 - B. 仅 B 正确
 - C. A 和 B 都正确
 - D. A 和 B 都不正确
5. 用数字存储示波器测试加热型氧传感器 (PCM 处于闭环状态), 上游加热型氧传感器的波形令人满意, 下游加热型氧传感器小得多, 引起这种现象的最大可能是 ()。
 - A. 上游加热型氧传感器失效
 - B. 下游加热型氧传感器接地线不好
 - C. 从下游加热型氧传感器到 PCM 的信号线电阻值大
 - D. 三元催化转化器工作不正常

四、问答题

1. EGR 阀关闭不严时, 怠速抖动, 急加速反应迟钝, 排气管有“突突”声, 但为什么中速时行驶平稳?
2. 有的车在三元催化转化器的前后各有一个氧传感器, 这两个氧传感器分别有什么作用?
3. 发动机排放控制中二次空气喷射系统的主要作用是什么?
4. 氧传感器失效退出后或插头脱落后, 通常控制单元是按什么进行控制?
5. 进入闭环控制后, 汽车行驶中 TWC 正常时在正常工作温度下出气口温度至少比进气口温度高出 38℃, 为什么?
6. 每天早上第一次起动发动机时排气尾管冒蓝烟, 说明什么部位密封不良?
7. 炭罐清污电磁阀参与工作的两个最重要的条件是什么?
8. 尾气排放中 CO、HC、NO_x 的含量的高低和什么有关系?
9. 废气再循环工作的主要条件是什么?
10. 用夹子夹住 PCV 阀前端的真空软管, 使 PCV 阀关闭, 发动机转速应下降, 如发动机转速没有下降, 说明 PCV 阀发生了什么故障?
11. 在尾气测试时, CO 和 CO₂ 应是一高一低, 如两者都高, 说明什么地方发生了泄漏?
12. 三元催化转化器工作温度在 350℃ 以上时, 如前后温差不足 10℃, 说明发生了什么故障?
13. 如炭罐清污电磁阀一直处于开启状态, 会造成热车熄火, 以及热车时不易起动, 为什么会出现这些故障? 如何检测炭罐清污电磁阀工作是否正常?
14. 烧机油的故障通常是由气门油封密封不良, 或活塞环和气缸壁间密封不良造成的, 打开气门室罩的加油盖, 急加速时此处冒蓝烟, 说明发生了什么故障?
15. 废气报警灯长亮, 说明发生了什么故障?

16. 在怠速时 EGR 阀处于关闭状态。压差反馈传感器量孔两侧的排气压力软管压力应相等，如两侧压差反馈传感器输出信号不同，说明出现了什么故障？

17. 发动机起动转速为 200r/min 时，缸内缺火率在 2% ~ 3% 之间，便认为缺火过度，PCM 就会采取什么措施？

18. 曲轴箱强制通风的主要作用是什么？

19. AIR 系统的主要作用是什么？

20. EGR 通常装在什么发动机上？主要作用是什么？

21. 废气报警灯长亮或闪亮分别说明什么？

第五章 发动机冷却系统和润滑系统常见故障的诊断

第一节 发动机冷却系统常见故障的诊断

导致发动机冷却液温度不正常的原因很多，为了快速查询到故障点，最好预备一台红外线测温仪、一台尾气测试仪和故障诊断仪。

冷却液温度同时影响混合气浓度、点火提前角、发动机怠速、冷却风扇、空调、自动变速器和排放控制的电磁阀（炭罐电磁阀和 EGR 电磁阀）的操作。所以无论是冷却液温度过高，还是冷却液温度过低的故障都必须及时排除。



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 打开空气滤清器盖，拆下滤芯，急加速如看到废气返流，说明发动机排气不畅。
2. 节温器泄漏。节温器泄漏后无法开启，冷却液始终进行小循环，会造成冷却液温度过高。
3. 美洲车型的冷却液如和亚洲车型的冷却液混用，会产生白色的结晶体，容易堵塞散热器中狭小的水道，导致冷却系统循环受阻，造成发动机冷却液温度过高。
4. 三元催化转化器堵塞还会造成加速不良，没有高速（最高车速只有 120km/h 左右），冷起动困难。必须及时更换，否则跑长途时有可能烧熔活塞。
5. 冷却液“开锅”不要继续行驶，也不要熄火。应将发动机散热器端朝向来风的方向，发动机保持怠速运转，利用风扇和冷却液循环将温度降下来。
6. 即使缺水，也要等冷却液温度降到 80℃ 左右时再补充冷却液。因为激热激冷易使缸盖与气缸垫连接处产生裂纹。
7. 发动机进气系统真空度检测，怠速时真空度在 17 ~ 64kPa 之间大幅度摆动，说明气缸垫密封不良。
8. 别克车发动机冷却液温度达到 106℃ 电子风扇开始低速旋转，如实际冷却液温度已经达到甚至超过 106℃，而冷却液温度传感器的电压信号反映温度低于 100℃，电子风扇就不可能旋转。
9. 造成发动机怠速时冷却液温度过高，低速后温度正常的原因，最常见的是冷却风扇的风量不足。
10. 装有涡轮增压系统的，缸压正常，但火花塞电极和上游和下游的氧传感器的触头都发白，说明发动机进气歧管垫密封不良。

一、造成发动机冷却液温度过高的原因

冷却系统节温器不工作，冷却风扇不工作，冷却液循环不良，散热器热交换差，环境温度高，点火正时不正确，冷却液液面低，气缸垫坏以及加注冷却液后没有排气，或没有彻底排气都会造成发动机冷却液温度过高。

1. 冷却系统循环不良

冷却系统循环不良时，怠速时冷却液温度基本正常，但行驶中冷却液温度会出现过高，严重时会造成散热器开锅。

(1) 节温器方面故障 用红外线测温仪检测发动机散热器出水管开始出水的温度，6000r/min以上，发动机在正常情况下为88℃，如开始出水的温度过高。或出水管始终不出水，应更换节温器。

节温器常见的故障有：阀门开启或全开的温度过高，不能开启或关闭不严。

1) 节温器阀门开启或全开的温度过高。会造成冷却液不能及时进入混合循环或不能及时进入大循环，致使发动机温度过高。在寒冷地区还会因进入大循环过晚，造成散热器下部冰堵，无法继续行驶。散热器出现冰堵，必须将发动机头部转到背风处，保持怠速运转，直到散热器下部冰堵融化为止。

2) 节温器阀门不能开启（节温器泄漏）。汽车运行10min后，用手触摸散热器上水管，如还感觉不到散热器上水管有水流动，说明节温器损坏。

节温器阀门如不能开启，冷却系就会始终处于小循环，无论冷却液温度有多高，冷却液的循环路线永远是由水泵经缸体水套、缸盖水套及出水管再回到水泵，如此循环。最终导致发动机冷却液温度过高而开锅。

3) 节温器阀门关闭不严。如果节温器阀门永远处于开启状态，因为没有节温器的调控，冷却液始终处于混合循环，冬季冷却液温度上得过慢，暖机时间过长。夏季冷却系统无法进入大循环，又会造成冷却液温度过高。节温器阀门不能开启，造成发动机冷却液温度过高，有人因此就取下节温器，这是不对的，没有节温器冷却液始终处于混合循环，与节温器阀门关闭不严的故障一样，冬季会造成暖机时间过长，夏季仍会造成发动机温度过高。

4) 节温器泄漏。节温器泄漏后无法开启，冷却液始终进行小循环，会造成冷却液温度过高。

(2) 散热器冷却液道堵塞 中低速时冷却液温度正常，高速后冷却液温度急剧上升，此时应重点检查散热器有无堵塞。

除了冷却液中的杂质外，美洲车系的冷却液如和亚洲车系的冷却液混用，会产生白色的结晶体，容易堵塞散热器中狭小的水道，导致冷却系统循环受阻，造成发动机冷却液温度过高。

1) 检测发动机散热器进出水管温度差。用红外线测温仪检测发动机散热器冷却液道是否堵塞。发动机的散热器出水口的温度是发动机的冷却液温度，回水管为冷却后的冷却液温度，应比出水口的温度低30℃左右。如回水管温度过低，说明散热器发生堵塞，冷却液循环停止。

2) 观察溢流管的冷却液流量。通过热机达到节温器开启的温度后，一个人踩加速踏板，另一个人观察溢流管的冷却液流量。如急加速时散热器的冷却液大量从溢流管流出，说明散热器堵塞严重，导致冷却液流动阻力加大，不能及时流通。散热器冷却液道堵塞会造成发动机工作温度过高，必须清洗散热器。

3) 如有检查空间，可以用红外线测温仪检测散热器表面温度，散热器中部温度高，四周温度低，说明散热器下部水管堵塞，应清洗散热器。

4) 泵轮早期磨损。发动机达到正常工作温度后，用手摸散热器上下水管，散热器上水管温度低，说明是节温器不开启的故障，应更换节温器；散热器下水管温度低，说明是散热器下部水管堵塞，或水泵塑料轮损坏（现代发动机较多使用塑料的水泵轮，水泵轮磨损后

听不到异响)。用红外线测温仪检测散热器,如散热器中部温度高,四周温度低,说明散热器下部水管堵塞,应清洗散热器。如散热器中部和四周温度均匀,说明散热器下部水管没有堵塞,故障在水泵轮,应及时更换磨损的水泵轮。许多车型都规定在更换正时传动带的同时除更换张紧轮外,还要更换水泵轮。

5) 化学反应会腐蚀散热器水管,造成散热器上水管过软。电化学反应是由于冷却液中防冻剂和水管材料相互发生置换产生的反应。如果冷却液和管子边界形成接地,就可能形成冷却液到接地端的通路,这样将加重软管的腐蚀。用手指在软管上滑动,哪块发现较软,说明该处被腐蚀了。

将数字万用表负极接地,正极放在冷却液中,如电压 $>0.3V$,就应检查汽车地线连接。如接地不好,接地电路就会把冷却液作为接地通道,从而加快腐蚀散热器水管。

散热器上水管必须保持一定的硬度,过软的水管在高速时会被吸扁,导致水流阻力加大,冷却液循环受阻。

6) 发动机水套堵塞。用红外线测温仪检测发动机水套内是否水垢过多。检测发动机水套的前后温差,进而判断水套内是否水垢过多。如温差过大说明发动机水套内水垢过多,应及时清理。

7) 在节温器的后部有冷却液放气螺钉,加注冷却液后,在发动机工作的时候(有压力),打开放气螺钉排气。加注冷却液后没有排气,或没有彻底排气都会造成气阻,使冷却液循环不畅,导致发动机冷却液温度过高。

2. 排气不畅造成冷却系温度过高故障的诊断方法

发动机工作时用手堵排气尾管,感觉废气的流量,如流量过小,说明发动机排气不畅,发动机排气不畅会造成冷却液温度过高。

打开空气滤清器盖,拆下滤芯,急加速如看到废气返流,说明发动机排气不畅。如发动机排气不畅,在急加速时能听到金属撞击声,说明消声器内部隔声板开焊。急加速时听不到异常响声,则说明三元催化转化器堵塞。

也可以在三元催化转化器达到正常工作温度后,用红外线测温仪检测三元催化转化器的前后温差,正常情况下转化过程中HC的燃烧,会使三元催化转化器后端的温度明显高于前端。前后的温差应在 $38^{\circ}C$ 以上,如三元催化转化器的前端温度比后端温度高不足 $10^{\circ}C$,说明三元催化转化器堵塞。三元催化转化器堵塞后会造成冷却系温度过高,严重时会导致活塞顶烧熔。

三元催化转化器堵塞还会造成加速不良,没有高速(最高车速只有 $120km/h$ 左右),冷启动困难。三元催化转化器堵塞必须及时更换,否则跑长途时有可能烧熔活塞。

3. 电控风扇常见故障的检修

(1) 怠速时冷却液温度过高,低速后温度正常 造成发动机怠速时冷却液温度过高,低速后温度正常的原因,最常见的是冷却风扇的风量不足。应从以下几个方面检查。

1) 风扇叶片的直径是否符合厂家的规定。

2) 风扇叶片的角度和叶片数是否符合厂家的规定。

3) 风扇叶片和散热器的距离是否合适,在正常情况下风扇叶片应有 $1/3$ 左右被包在风扇罩内。

(2) 观察散热器风扇旋转时的冷却液温度 注意观察散热器风扇旋转时冷却液的温度。正常情况下,一部分车型发动机冷却液温度 $95^{\circ}C$ 左右时电控风扇开始低速旋转,发动机冷

却液温度 105℃ 左右时电控风扇开始高速旋转。另一部分车型的发动机冷却液温度 106℃ 左右时电控风扇开始低速旋转，发动机冷却液温度 110℃ 左右时电控风扇开始高速旋转。如电控风扇的旋转情况不正常，应进一步查找具体原因。以通用汽车公司为例，冷却液温度传感器向控制单元传递冷却液温度达到 106℃ 信号时，控制单元为低速风扇继电器提供接地，电流经过熔丝和继电器的闭合触点，同时为两侧电控风扇供电，两个电控风扇形成串联，开始低速旋转。冷却液温度传感器向控制单元传递冷却液温度达到 110℃ 信号时，控制单元为高速风扇继电器提供接地，经过 3s 延时后高速风扇控制电路继电器触点闭合，两个电控风扇形成再次串联，开始高速旋转。

(3) 保持冷凝器和散热器外表清洁的重要性 发动机散热器前边是空调的冷凝器，散热器和冷凝器位于发动机室的最前端，行驶中容易被杂物堵塞，造成空气流通性差，这样就增加了电控风扇的工作负荷，导致电控风扇起动的瞬间电流过大，进而容易烧毁接触不良的电控风扇线束的端子，而电控风扇线束的端子烧毁后会使得电控风扇起动的电阻增大，使起动时间滞后，造成发动机冷却液温度过高，严重时还会烧断熔丝。所以入夏前，应用压缩空气清洁发动机散热器和冷凝器，使其恢复良好的通风性。

(4) 警惕冷却液温度传感器信号失准 控制单元自诊断系统对发动机冷却液温度传感器的自检仅局限于电压和时限两相。所谓电压，冷却液温度传感器的输出电压信号只要在 0.1 ~ 4.8V 范围之内电压，该项检测即可通过，至于是否准确不在自诊断系统监测范围。所谓时限，发动机工作 10min 时冷却液温度传感器的输出电压信号反映冷却液温度大于 60℃，该项检测即可通过。以别克车为例，发动机冷却液温度达到 106℃ 时，电控风扇应开始低速旋转，如实际冷却液温度已经达到甚至超过 106℃，而冷却液温度传感器的输出电压信号反映冷却液温度低于 100℃，电控风扇就不可能旋转，发动机冷却液温度就会过高。为了检测冷却液温度传感器输出电压信号是否准确，除了在规定的不同温度下检测其电阻值是否和厂家规定相符外。还可以将冷却液温度表（部分发动机的信号源于冷却液温度感应塞，另一部分发动机的信号源于冷却液温度传感器）、数据流（信号源于冷却液温度传感器），以及红外线测温仪对散热器进水管（发动机的实际冷却液温度）的温度检测相对比。其中测量精确度最高的是红外线测温仪。

4. 配气相位和点火正时错误造成冷却液温度过高

配气相位和点火正时错误可造成混合气燃烧时间过长，导致散发的热量增加，冷却系统来不及将热量散发出去，导致发动机冷却液温度过高。配气相位和点火正时错误还会造成发动机起动困难，散热器容易开锅。

检测：热车后将发动机转速稳定在 2000r/min，用点火正时枪检查点火提前角是否合适。

除了检查点火提前角外，还应注意以下几点。

(1) 凸轮轴的安装 将一缸凸轮桃尖向上，并在此角度上安装凸轮轴。V 形发动机的另一侧凸轮轴应按事先做好的记号安装。

(2) 正时带的安装 使凸轮轴正时齿轮上的正时标记与气缸盖护板或正时带护罩上的正时标记对齐。

将正时带按旋转方向安装在正时齿轮上。第一缸压缩行程上止点，用张紧轮将正时带张紧。将曲轴旋转一周复查正时标记是否完全对正，凸轮轴角度是否完全正确。

5. 发动机气缸垫密封不良造成冷却液温度过高

发动机密封不良，在作功时，会导致发动机冷却液温度过高。

打开散热器盖，急加速时，如散热器内翻水花，说明气缸垫密封不良，大量的水花，是由于急加速时大量燃烧气体进入冷却系统造成的。

打开散热器盖，将尾气测试仪测头对准散热器加注口，但不要沾冷却液，发动机工作时，在此处如能测到 HC，说明气缸垫密封不良。

用橡胶管或听诊器延气缸垫接口处，缓缓旋转一圈，如有泄漏，可以听到泄气声。

二、冷却液“开锅”的處理和温度过高的危害

1. 冷却液“开锅”了怎么办

无论什么原因造成的冷却液“开锅”都不要继续行驶，也不要熄火。继续行驶或熄火会造成发动机冷却液高温降不下来，熄火后风扇不转，冷却液不循环，发动机自身风冷效果丧失。而持续的高温会造成气缸垫破损等故障。冷却液“开锅”后应将发动机散热器端朝向来风的方向，发动机保持怠速运转，利用风扇和冷却液循环将温度降下来。

冷却液“开锅”时严禁打开散热器盖。发动机冷却液过热报警装置报警的冷却液温度是 110℃。现在的冷却液大都是由 50%（质量分数）的乙二醇，50%（质量分数）的软水组成的。“开锅”时的冷却液温度是 124℃。发动机冷却系统又处于密封状态，“开锅”时在散热器内会形成很高的压力，此时打开散热器盖，在剧烈膨胀的水蒸气的压力下，滚开的冷却液会喷溅得很高、很猛，容易将周围的人烫伤。

即使缺冷却液，也要等冷却液温度降到 80℃ 左右时再补充冷却液。在温度没有降下来前，不要补充冷却液，更不要采取更换冷却液的方法或向发动机外壳泼水的方法强行冷却。因为激热激冷易使缸盖与气缸垫连接处产生裂纹。

2. 发动机温度过高的危害

(1) 充气系数降低 混合气受热膨胀，充气量减少，导致发动机功率下降。

(2) 运动件的正常间隙被破坏 发动机各部件高温膨胀变形后，运动件的正常间隙被破坏，使磨损加剧，阻力加大，严重时会产生烧熔，卡滞等现象。

(3) 材料力学性能下降 金属材料力学性能下降，造成零件变形及损坏。

(4) 润滑油膜受到破坏 机油粘度减小，造成润滑不良，加剧零件的磨损。

(5) 机油容易发生氧化 机油内抗氧化添加剂的有效工作温度为 150℃ 以下，温度过高会加剧机油的氧化速度，使发动机内产生过多的积炭和污垢。

(6) 容易造成汽油机早燃和爆燃 燃烧室温度过高是早燃和爆燃的重要原因。

(7) 空调会自动切断 冷却液温度超过 120℃，空调会自动切断。

(8) 排放超标 尾气排放中 NO_x 超标。

三、发动机冷却液进入燃烧室故障的诊断

1. 导致冷却液进入燃烧室的原因和危害

1) 缸体和气缸垫的接触表面密封不良。在装配发动机缸盖前先清洁缸盖、缸体和气缸垫的接触表面，紧固缸盖螺栓时从中间对角往两边，按规定的转矩分三次拧紧，热车冷却后再按规定的转矩复查一遍。使用中，特别是跑长途时要注意不要缺冷却液，发动机工作温度不要过高，注意了这些就不会发生气缸垫密封不良的故障。相反缺冷却液，或发动机工作温度过高时还高速行驶就会导致缸体和气缸垫的接触表面密封不良。

2) 涡轮增压发动机进气管垫密封不良，导致冷却液进入燃烧室。

3) 冷却液进入燃烧室后，冷却液里的硅能造成三元催化转化器中毒和堵塞，导致汽车没有高速。

2. 冷却液进入燃烧室故障的诊断

拆下氧传感器如触头发白,说明冷却液进入燃烧室。

气缸垫密封不良的诊断与分析:

1) 缸压检测,相邻两缸缸压低,说明气缸垫密封不良。

2) 进气系统真空度检测,发动机怠速时真空度在 17 ~ 64kPa 之间大幅度摆动,说明气缸垫密封不良。

3) 打开散热器盖,急加速时如看见翻水花,或用尾气分析仪在散热器盖处如能测到 HC,说明气缸垫密封不良。

4) 装有涡轮增压系统的,上述检查正常,同时又发现火花塞电极以及上游和下游的氧传感器的触头都发白,说明涡轮增压发动机进气歧管垫密封不良。

四、造成发动机温度过低的原因和危害

1. 发动机温度过低的原因

1) 冷却系统节温器工作不规范。

2) 冷却系统节温器不工作,使暖机时间过长。

3) 冷却风扇在较低温度就开始工作。对此项故障应重点检查负责冷却风扇控制的冷却液温度传感器的信号是否准确。

4) 环境温度过低。

2. 发动机温度过低的危害

发动机温度过低意味着冷却液温度仍处于设计最低温度以下,或温度上升得过慢。发动机温度过低会导致以下驾驶性能故障。

1) 燃油经济性差。

2) 发动机运转粗暴。

3) 发动机失速或喘气。

4) 加速蹇车。

5) 怠速转速低,运转不平稳。

6) 排放中 HC 严重超标。

导致这些故障的原因是由于冷机比热机需要更浓的混合气。

第二节 发动机润滑系统常见故障的诊断



第二节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 发电机因故障不能进行电压调节,导致电磁干扰,可能在怠速、低速行驶、急加速时机油故障指示灯亮,并留下故障码。

2. 发动机机油过脏,造成集滤器堵塞,往往表现为机油压力不稳定,一会机油压力不正常,一会机油压力又恢复正常。

3. 涡轮增压系统密封环失效,机油进入进气道,怠速和小负荷时进气道真空度高,机油被吸入燃烧室,所以怠速和小负荷时排气管冒蓝烟。

4. 涡轮增压系统和冷中冷部位的密封装置失效导致机油进入冷却系（机油压力高于冷却液压力）。机油液面越来越低，而冷却液里却出现机油。

5. 发动机烧机油会造成润滑不良，造成重大事故隐患。机油过多地窜入燃烧室，造成燃烧室积炭过多，导致续走、爆燃或燃烧室密封不良。由于国产机油里含有较多的磷、硫等有害化学成分，三元催化转化器和氧传感器很快就会失效。

6. 冬季怠速暖机时，因发电机发电量过大，导致电磁干扰机油温度传感器，机油故障指示灯会被点亮。

7. 汽车行驶中突然从发动机下部发出“铿锵”沉闷的声响，响声很大，降低车速后响声减弱但并不消失。在异常响声出来的同时机油表上就显示不出机油压力了，这说明主轴减摩合金层突然脱落。

8. 机油压力调节阀卡滞在不泄油的一侧，急加速时使用液压挺杆的配气机构就有可能因压力突然升高而使气门卡滞开启位置，无法及时关闭而导致发动机熄火。

9. 将发光二极管测试灯连接到机油压力开关和蓄电池正极，测试灯应不亮，若测试灯亮应更换机油压力开关。起动发动机，当机油压力达到120~160kPa时测试灯应亮，若不亮应更换机油压力开关。

10. 发动机保持怠速，打开气门室罩上的机油加油口盖，将“特耐磨”添加剂徐徐加入，加完后立即行驶20min左右，可消除窜机油故障。

一、烧机油故障的危害和故障的诊断方法

1. 发动机烧机油的原因的分析

造成发动机烧机油的原因有多种。

1) 气门油封密封不良导致烧机油。每天第一次起动时排气管冒10min蓝烟，怠速时有“突突”声，持续10s。随后一天之内排气管不再冒蓝烟，怠速也不再具有“突突”声。这是因气门油封在燃烧室上方，气门油封密封不良漏油量很少，所以正常行驶中看不见排气管冒蓝烟。而停车一夜，滴下的机油都顺着火花塞电极流入燃烧室，使电极被机油污染，燃烧室的机油也形成一定的量，所以出现每天第一次起动时排气管冒蓝烟和怠速有“突突”声的故障现象。逐个拆下火花塞，哪个火花塞电极被机油污染，就是哪个缸的气门油封密封不良。

2) 气门与气门导管间隙过大导致烧机油。发生在个别缸，通常是加工质量问题。大部分时间看不见排气管冒蓝烟。

3) 活塞环与缸壁间密封不良导致烧机油。热车急加速时排气管冒蓝烟，打开气门室盖，急加速时从气门室盖向外冒蓝烟。

4) PCV阀堵塞导致烧机油。打开气门室盖，急加速时从气门室盖向外冒蓝烟。但不会从排气管处冒蓝烟。打开空气滤清器盖，内部有黑色油液。

5) 空气滤清器堵塞导致烧机油。空气滤清器堵塞，导致进气不畅，充气系数不足，使气缸内真空度过高，曲轴箱内的机油顺着活塞环的间隙被吸入燃烧室，由于量少，所以看不见排气管冒蓝烟。

6) 涡轮增压系统密封装置失效导致烧机油或使机油窜入冷却系。涡轮增压系统与进气道间的密封装置失效，机油进入进气道，怠速和小负荷时进气道真空度高，机油被吸入燃烧室，高速和大负荷后进气道真空度低机油不会被吸入燃烧室，所以怠速和小负荷时排气管冒

蓝烟，高速和大负荷时排气管不冒蓝烟。涡轮增压系统和中冷部位的密封装置失效，将导致机油进入冷却系（机油压力高于冷却液压力）。机油液面越来越低，而冷却液里却出现机油。

2. 发动机烧机油的危害

发动机烧机油会造成三种危害。机油缺失，如不及时补充会导致润滑不良，造成重大事故隐患。机油过多地窜入燃烧室，会造成燃烧室积炭过多，导致续走、爆燃或燃烧室密封不良。由于国产机油里含有较多的磷、硫等有害的化学成分，所以发生烧机油后如不及时处理，三元催化转化器和氧传感器就会很快失效。

3. 发动机烧机油故障的排除

气门油封密封不良必须拆下缸盖，换去所有的气门油封，同时还需更换气缸垫，因为只要打开缸盖，就必须更换气缸垫。如气门杆间隙过大，还需换缸盖。

活塞环与缸壁间密封不良，只要不是由于活塞环对口造成的，通常只需加注一桶“特耐磨”添加剂即可。

4. “特耐磨”添加剂加注方法

“特耐磨”添加剂主要由聚四氟乙烯、二硫化钼、石墨组成。

添加时，发动机保持怠速，打开气门室罩上的机油加油口盖，将“特耐磨”添加剂徐徐加入，加完后立即行驶 20min 左右，使“特耐磨”添加剂在气缸壁和活塞环间形成一层化学保护膜，消除窜机油故障。加注时保持怠速，加完后立即行驶 20min 的目的，是防止“特耐磨”添加剂沉淀于油底壳，堵塞集滤器。

“特耐磨”保护膜在一个换油周期内可以形成，并且可以维持 100000km 的里程。保护膜除可以在金属表面展开起保护作用外，还可以使摩擦系数下降 4%。具有提高发动机燃烧室密封性，保证发动机恢复良好的加速性能，减少有害尾气的排放，保护氧传感器和三元催化转化器，降低油耗等功效。

二、发动机机油报警装置的检修

1. 机油压力传感器

机油压力传感器装在主油道上，并通过机油压力表将机油压力变化情况告诉驾驶人。

如果在主油道上安装的机油压力调节阀卡滞在不泄油的一侧，多余的机油无法返回油底壳，机油压力会过高。如不及时修理，行驶中急加速时，使用液压挺杆的配气机构就有可能因压力突然升高而使气门卡滞开启位置，无法及时关闭而导致发动机熄火。过几分钟后在液压挺杆内复位弹簧的作用下，气门逐渐复位，发动机又可以重新起动和行驶，但急加速时还可能再次导致发动机熄火。

发动机机油过脏，造成集滤器堵塞，也会造成机油压力不正常，但这种故障往往表现为机油压力不稳定，一会机油压力不正常，一会机油压力又恢复正常。发生此类故障时必须更换集滤器，并彻底清洗发动机油底壳。

造成发动机机油压力过高原因还有：

- 1) 机油粘度过高（粘度级选用得不对）。
- 2) 限压阀弹簧调整过硬或限压阀卡滞在不泄油的一侧。
- 3) 机油压力传感器下游的主油道堵塞。
- 4) 新装发动机曲轴、凸轮轴装配过紧。

汽车行驶中突然从发动机下部发出“铿锵”沉闷的声响，响声很大，降低车速后响声减弱但并不消失。在异常响声出来前机油压力基本正常，在异常响声出来的同时机油表上就显示不出机油压力了。

这类故障的原因是主轴承减摩合金层缺乏机油润滑，引发主轴承减摩合金层突然脱落，造成主轴承和曲轴间隙过大，而间隙过大直接导致机油油压丧失。

出现此类故障的具体原因包括：

- 1) 机油液面过低。
- 2) 气缸垫损坏，冷却液进入曲轴箱，导致机油中有水，使其变质。
- 3) 机油氧化严重或过脏，堵塞了集滤器或主油道；或机油泵发生早期磨损。
- 4) 机油过脏，使限压阀卡滞在泄油的一侧。
- 5) 机油粘度方面，冷车时机油压力正常，热车后机油压力低，说明机油粘温性不好。另外机油运动粘度过低，则会造成冷车和热车时机油压力都低。机油液面低于规定值也会造成机油压力低。
- 6) 限压阀弹簧过软，折断或调整不当。
- 7) 机油粗滤器后边的主油道堵塞，或机油粗滤器装配不当，漏油。
- 8) 曲轴主轴承、连杆轴承或凸轮轴轴承间隙过大，造成机油流失过快。
- 9) 机油表或机油压力传感器失效。

主轴承异响出现后必须立即停车修理，或空载中低速开到就近的修理厂换主轴承。如继续强行行驶会导致曲轴发生损伤。主轴承减摩合金层脱落后，只要和曲轴没有发生粘连，只需更换主轴承。举升汽车，拆去油底壳，逐缸卸下主轴承轴承盖，所有的新轴承在装前都需用机油涂抹摩擦表面。旋转曲轴，用曲轴上新的轴承顶下坏的轴承，然后将下轴承盖连同新换的下轴承按规定力矩拧紧，这样不用卸发动机，就可以顺利更换全部主轴承。

2. 机油温度传感器

轿车发动机通常装有机油温度传感器。该传感器装在发动机油底壳的底部，负责向控制单元传送发动机机油温度的信息。

注：发动机点火系的高压阻尼线的电阻值过低、发电机内个别二极管损坏，或发电机电压调节器损坏，不能进行电压调节，以及其他一些故障导致的电磁干扰都可能在低速（发动机转速在1500r/min以下）行驶、急加速时导致发动机机油压力传感器或机油温度传感器故障指示灯亮，并留下故障码。所以诊断时必须慎重。不要故障指示灯一亮就换机油温度传感器。

3. 发动机油压

发动机运转时必须保持正常的机油压力。如油压过低，各摩擦表面得不到充分的润滑，会使磨损加剧。严重时会导致主轴承合金层脱落。如油压过高，会造成顶置式凸轮轴液压挺杆内高压油腔和低压油腔无法正常回油，将导致气门关闭不严，行驶中会突然熄火，立即启动无法着车。油压过高还会导致发动机前后曲轴轴封处漏油。汽车行驶中机油压力一般保持在196~490kPa。当发动机温度较高且转速又较低时，机油压力应不低于100kPa，当环境温度很低或发动机在暖机过程中油压不应高于441kPa。

冬季发动机启动后应等到冷却液温度40℃以上再起步。因为发动机温度过低时，机油粘度较大，摩擦阻力较大，机油不能顺畅流至各个润滑部位，易造成润滑不良。同时低温时

燃油雾化不良，未燃烧的汽油会沿着缸壁流入曲轴箱，这样不仅冲淡气缸壁上的润滑油膜，而且稀释了曲轴箱的机油，使机油性能降低，影响发动机寿命，在正常情况下发动机起动磨损占发动机整个磨损的50%左右，在冷却液温度40℃以上再起步，可有效降低发动机起动磨损，延长发动机的使用寿命。

4. 发动机机油液面高度和机油压力的检查

汽车停在平地上，起动发动机，暖机到发动机冷却液温度 $>60^{\circ}\text{C}$ ，将发动机熄火，等待几分钟，以便让机油基本流回油底壳，拔出油尺，用干净布擦拭干净后重新插入，再次拔出，机油液面高度应在上下两格之间。

发动机机油压力的检测：

- 1) 发动机怠速，机油温度 80°C 时主油道机油压力应在 $100\sim 250\text{kPa}$ 。
- 2) 发动机转速在 $2000\text{r}/\text{min}$ 左右，机油温度 80°C 时主油道机油压力应在 $196\sim 360\text{kPa}$ 。
- 3) 发动机转速在 $3000\text{r}/\text{min}$ 左右，机油温度 80°C 时主油道机油压力应在 $300\sim 500\text{kPa}$ 。
- 4) 机油压力随发动机转速提高而提高，但最高机油压力不可超过 700kPa 。
- 5) 将机油限压阀堵死，停止泄压，机油泵转速为 $700\text{r}/\text{min}$ 时机油压力应不低于 700kPa 。

发动机机油粘度过大，冷车起动时会显示机油压力过高，热机后机油压力会恢复正常。新换的机油泵工作间隙过小，也会造成冷车起动和暖机时机油压力过高（暖机后机油压力正常）。主油道上的机油压力限压阀卡滞在不泄油一侧，发动机转速越高，机油压力就会比正常值高出得越多。

机油液面过高会造成机油压力过高，而且会导致机油窜入进气系统。相反，机油液面过低或机油滤清器堵塞，会造成机油压力过低。

当机油压力异常时，仪表板上的机油压力报警灯就会亮起。打开点火开关，不起动发动机时，机油压力报警灯也应亮起，如不亮说明压力开关坏，应更换。发动机转速超过 $2000\text{r}/\text{min}$ 时，如果机油压力报警蜂鸣器响起来，应先检查机油液面高度，如高度合适，应进一步检查机油压力开关。

5. 发动机机油压力开关的检查

(1) 检查发动机机油压力开关必须具备的条件

- 1) 经检查机油液面高度正常。
- 2) 点火开关打开未起动时，机油压力报警灯亮。
- 3) 自诊断系统显示屏必须显示“OK”。
- 4) 机油温度约为 80°C 。

(2) 发动机机油压力开关检查方法 断开机油压力开关端子，拆下机油压力开关，在开关装配孔上装上机油压力测试表，将机油压力开关装在机油压力测试表上，将测试表接地线接地，将带有 $100\sim 1000\Omega$ 电阻的发光二极管测试灯连接到机油压力开关和蓄电池正极，测试灯应不亮，若测试灯亮应更换机油压力开关。起动发动机，当机油压力达到 $120\sim 160\text{kPa}$ 时，测试灯应亮，若不亮应更换机油压力开关。

也可以拔下机油压力开关端子，使之接地，如机油压力报警灯不亮，报警蜂鸣器也不响，说明机油压力开关坏。如开关端子接地后报警装置报警，说明机油压力开关至仪表的线路上存在断路故障。

经检查机油压力开关正常，机油压力正常，但机油压力报警灯亮，一般说明故障在发动机电控系统。

6. 润滑系统高效清洗保护剂

发动机机油过脏，会导致机油压力限压阀卡滞在不泄油一侧，造成机油压力过高，或者导致机油泵的集滤器堵塞，造成机油压力过低。

使用润滑系统清洗保护剂，可以清除润滑系统中有害的油泥和胶质等沉积物，使旧机油排出得更彻底，减少对新机油的污染。还可以清洁发动机气门挺杆、气门导管和气门摇臂，并恢复活塞环的弹性。清洗保护剂适用于汽油机和柴油机。每行驶 20000km 清洗一次。使用时，起动发动机达到正常工作温度后熄火，在换油前，打开气门室罩上的加油盖，加入清洗保护剂，起动发动机怠速运转 20~30min 熄火，换机油集滤器、机油滤清器和机油。在清洗过程中如机油压力下降或机油报警灯亮，应立即熄火，检查机油集滤器是否堵塞。如堵塞应更换机油集滤器，清洗完油底壳，重新加注机油再继续进行清洗。

如新加的机油牌号较低，换油后可以加注一瓶含有抗磨和抗氧化添加剂的发动机保护添加剂，可以有效地减轻发动机的磨损，防止高温造成的油液过早氧化，中和酸性物质减少对机体的腐蚀，减少发动机工作时的摩擦阻力，节省燃油，提高动力性。

三、使用涡轮增压器的发动机的正确使用和维护

在目前的技术条件下，涡轮增压器是唯一能使发动机在工作效率不变的情况下，增加发动机输出功率的机械装置。涡轮增压器通过压缩空气增大进气量，利用发动机排出废气的惯性力推动涡轮室的涡轮以 10000r/min 以上的速度旋转，涡轮又带动同轴的叶轮旋转，叶轮就像空气压缩机一样源源不断地将空气压入气缸，随着发动机充气系数的增加，发动机输出功率明显增大。为了保证增压器的正常工作，对它的正确使用和维护十分重要，主要应遵循以下的方法。

1. 起动之后，夏天要怠速运转 3min，冬天要热车 5min 以上

不带涡轮增压器的发动机，起动后预热 1~2min 即可起步。带涡轮增压器的发动机，发动机起动之后，不能急踩加速踏板，应先怠速运转 3min，冬天至少需要热车 5min 以上。这是为了使机油温度升高，流动性能变好，从而使涡轮增压器得到充分润滑。因为涡轮增压器位于发动机的顶端，如果起动后立即开始高速运转，就会导致机油压力还未能升高，无法向涡轮增压器供油，造成增压器缺油损坏，甚至烧坏整个增压器。

2. 汽车高速行驶后要怠速运转几分钟

对于装有涡轮增压器的发动机，厂家的说明书中有明确的规定，汽车在高速行驶后一定要怠速运转几分钟。发动机长时间高速运转后，不能立即熄火。原因是发动机工作时，有一部分机油是供给涡轮增压器转子轴承润滑和用于冷却的，正在运行的发动机突然停机后，机油压力迅速下降为零，机油润滑会中断，涡轮增压器内部的热量也无法被机油带走，这时增压器涡轮部分的高温会传到中间轴承支撑壳内，热量不能被迅速带走，而同时增压器转子仍在惯性作用下高速旋转。这样就会造成涡轮增压器转轴与轴套之间“咬死”而损坏轴承和轴。此外，发动机突然熄火后，此时排气歧管的温度很高，其热量就会被吸收到涡轮增压器壳体上，将可能产生两个方面的故障。

(1) 涡轮增压器内的油封损坏 高速行驶后立即熄火带来高温使增压器内的油封损坏，参与涡轮增压器内涡轮润滑的机油就会流入发动机冷却系统。打开散热器盖，如冷却液中有

机油，而发动机机油液面明显下降。发动机低速运转时，机油也会通过密封环从排气管排出或进入燃烧室燃烧，从而造成机油的过度消耗产生“烧机油”的情况。但发动机高速运转时排气管不冒蓝烟，这说明涡轮增压器内油封损坏。

(2) 加速涡轮转轴与轴套之间的磨损 停留在增压器内部的机油由于高温而形成积炭。当这种积炭越积越多时，就会阻塞进油口，导致轴套缺油，加速涡轮转轴与轴套之间的磨损。

因此发动机熄火前应怠速运转几分钟，使涡轮增压器转子转速下降。此外值得注意的就是涡轮增压发动机同样不适宜长时间怠速运转，一般有 5~6min 即可。

3. 要选择高品质机油

选择机油的时候一定要注意。由于涡轮增压器的作用，使进入燃烧室的空气质量与体积有大幅度的提高，发动机结构更紧凑、更合理，有较高的压缩比，使发动机的工作强度更高，机械加工精度也更高，装配技术要求更严格。所有这些都决定了涡轮增压发动机的高温、高转速、大功率、大转矩、低排放的工作特点。同时也就决定了发动机的内部零部件要承受较高的温度及更大的冲击力、挤压力和剪切力的工作条件。所以在选用涡轮增压发动机的机油时，就要考虑到它的特殊性，所使用的机油必须有抗磨添加剂，有较好的抗氧化添加剂，能建立牢固的润滑油膜，要保证油膜强度高和稳定性好。而粘温性好的多级粘度汽油机油可以满足这一要求，所以机油除了最好使用原厂规定机油外，还可以选用粘温性好的多级粘度汽油机油。

4. 要定期更换机油和机油滤清器

要按厂家规定定期更换机油，在更换机油时应同步更换机油滤清器。发动机机油和机油滤清器必须保持清洁，防止杂质进入，因为涡轮增压器的转轴与轴套之间配合间隙很小，如果机油润滑能力下降，就会造成涡轮增压器的过早报废。

5. 需要按时清洁空气滤清器和更换空气滤清器

需要按时清洁空气滤清器，清洁过程中注意不要把灰尘掉入空气滤清器内，定期更换空气滤清器，防止灰尘等杂质进入高速旋转的压气机叶轮，造成转速不稳或轴套和密封件加剧磨损。

6. 需要经常检查涡轮增压器的密封性

需要经常检查涡轮增压器的密封环是否密封。如果密封环密封不良，那么废气会通过密封环进入发动机润滑系统，会使机油变质，并使曲轴箱压力迅速升高，此外发动机低速运转时机油也会通过密封环从排气管排出或进入燃烧室燃烧，从而造成机油的过度消耗，产生“烧机油”的情况。

涡轮增压系统见图 5-1。

7. 涡轮增压器常见故障的诊断

1) 热车后低速行驶时排气管冒蓝烟，中高速后排气管不冒蓝烟。发动机每天第 1 次启动时排气管冒蓝烟说明气门油封密封不良，急加速或高速行驶中排气管冒蓝烟说明活塞环和气缸壁之间密封不良，而只是在怠速和低速时排气管冒蓝烟说明涡轮增压器内密封环密封不良。增压器内密封环密封不良时机油会进入发动机进气系统，发动机低速运转时机油也会通过密封不良的密封环从排气管排出或进入燃烧室燃烧。

发动机负荷越小，进气系统真空度越高，吸力越大，进入进气系统的机油就越可能随气

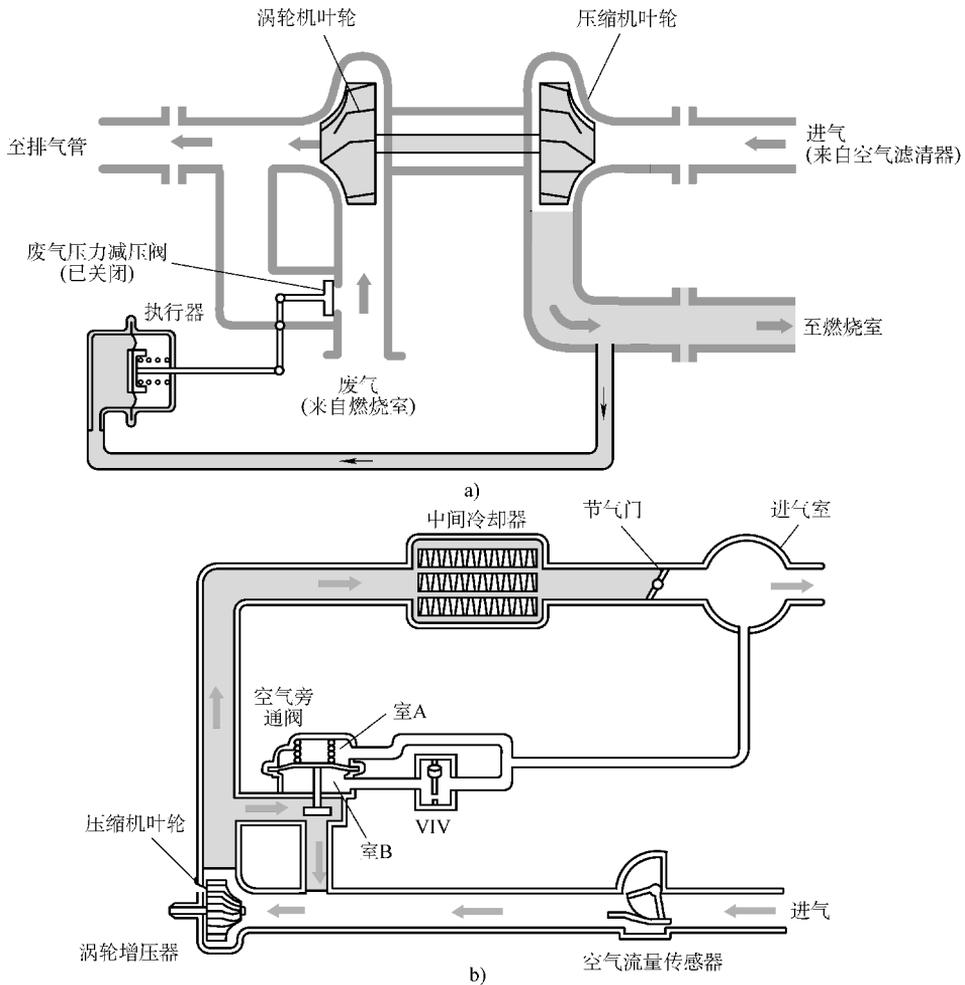


图 5-1 涡轮增压系统

a) 涡轮增压器 b) 空气旁通系统

流被吸入气缸。发动机转速提高后进气系统真空度减小，机油就滞留在进气系统内。所以，急加速或高速行驶中排气管不冒蓝烟。

此故障必须更换涡轮增压器。如机油被污染，应同时更换机油。

2) 机油液面高度不断降低，但外观上没有漏油点。发动机长时间高速运转后突然熄火，此时排气歧管的温度很高，其热量就会被吸收到涡轮增压器壳体上，将可能产生油封密封不良的故障，使涡轮增压器内的机油进入负责中冷的冷却系水道，打开散热器盖可看见冷却液中漂浮着机油。

此故障必须更换涡轮增压器，补充机油。因冷却液被污染，应同时更换冷却液。

3) 发动机工作噪声明显，汽车没有高速。发动机故障码显示有两个故障：

- ① 增压压力过大。
- ② 涡轮增压器与节气门之间存在压力差。

故障码说明进气系统和涡轮增压器之间有泄漏点，导致大量未经空气流量传感器计量的空气直接进入进气系统，引起混合气过稀，使汽车没有高速。根据故障码进一步检查了发动

机进气系统和涡轮增压器之间所有连接点。发现有一根软管脱落，重新连接好后，发动机工作噪声恢复正常，汽车也恢复最高车速。

思考题

一、概念题

1. 节温器
2. 节温器上的自动排气阀
3. 冷却液
4. 储液罐
5. 膨胀水箱
6. 热水阀
7. 机油滤清器
8. 机油冷却器
9. 机油集滤器
10. 粘温性

二、填空题

1. 发动机冷却液过热报警装置报警的冷却液温度是 () $^{\circ}\text{C}$ 。现在的冷却液大都是由50% (质量分数) 的乙二醇，50% (质量分数) 的软水组成的。发动机“开锅”时的冷却液温度是 () $^{\circ}\text{C}$ 。
2. 起动发动机，中速运转1~2min，在带硅油离合器的风扇没有开始旋转前关闭发动机，用手旋转风扇叶片应感觉 ()。
3. 硅油风扇离合器工作时的检查，发动机温度上升 () $^{\circ}\text{C}$ 后，风扇应能非常有力地旋转。
4. 造成发动机怠速时冷却液温度过高，低速后温度正常的原因，最常见的是冷却风扇的 () 不足。
5. 将数字万用表负极接地，正极放在冷却液中，如电压 () V，就应检查汽车接地线连接，如接地不好，就会把冷却液作为接地通道，从而腐蚀散热器水管。
6. 发动机冷却液温度 () $^{\circ}\text{C}$ 左右时，电控风扇开始低速旋转，发动机冷却液温度 () $^{\circ}\text{C}$ 左右时，电控风扇开始高速旋转。
7. 如有检查空间可以用红外线测温仪检测散热器表面温度，发现散热器中部温度高，四周温度低，表明散热器 () 堵塞。
8. 发动机达到正常工作温度后，用手摸散热器上下水管，散热器上水管温度低，表明是 () 的故障，应更换节温器；散热器下水管温度低，表明是散热器下部水管堵塞，或 () 损坏。
9. 膨胀水箱装在散热器盖的侧上部，与散热器用水管相连，其作用是利用自身压力将冷却液中 () 排除。
10. 为了冷起动时预热发动机的进气歧管，也为了给空调系统提供热源，冷却系统设有 ()。
11. 在正常情况下风扇叶片应有 () 左右被包在风扇罩内。

12. 冷却液温度传感器输出信号正常, 但温度上升后风扇没有旋转, 应重点检查电控风扇的 ()。
13. 如急加速时散热器的冷却液大量从 () 流出, 表明散热器堵塞严重, 导致水流阻力加大, 不能及时流通。
14. 冷却系的缺冷却液报警装置的冷却液高度传感器装在 () 内。
15. 发动机风扇温控系统主要有三类: 硅油离合器风扇、电控风扇和 ()。
16. 节温器泄漏, 冷却液只能进行 () 循环, 不装节温器冷却液只能进行 () 循环。
17. 双回路冷却系统采用两个节温器, 冷却液在气缸体和气缸盖中各有 1 个独立的回路, 使气缸体和气缸盖采用 () 的控制。
18. 电化学反应会腐蚀散热器水管, 造成散热器上水管 ()。
19. 变矩风扇可以根据发动机温度的变化, 自动改变风扇 ()。
20. 发动机冷却液温度超过 () $^{\circ}\text{C}$, 空调会自动切断。
21. 冷却系统节温器泄漏后系统只进行小循环, 取下节温器后系统只进行 () 循环。
22. 热机后, 如急加速时散热器的冷却液大量从溢流管流出, 表明散热器 (), 导致冷却液流动阻力加大, 不能及时流通。
23. 发动机每天第 1 次起动时排气管冒蓝烟, 10min 后不再冒蓝烟, 而且 1 天之内不再冒蓝烟, 第二天第 1 次起动时排气管仍然冒蓝烟, 说明 () 密封不良。
24. 汽车上所有高速旋转的总成上都装有放气阀, 放气阀一旦堵塞, 高速旋转机件产生的高温, 会使机件内部空气膨胀, 如此时放气阀堵塞, 膨胀的气体就会顶着机油 ()。
25. 汽车低速行驶时排气管冒蓝烟, 加速时排气管不冒蓝烟, 说明 () 密封不良。
26. 发动机急加速时气门室罩加油口向外冒烟, 而且空气滤清器内有大量的黑色油液, 说明 () 堵塞。
27. 活塞环和气缸壁之间密封不良时, 导致排气管冒蓝烟时发动机气缸压力明显 () 正常值。
28. 气门油封密封不良时, 导致排气管冒蓝烟时发动机气缸压力明显 () 正常值。
29. 机油的主要作用有润滑作用、() 作用、() 作用和冷却作用。
30. 机油滤清器堵塞而油压正常时, 信号灯亮, 蜂鸣器不响。信号灯亮, 蜂鸣器也同时发出警报, 则是提示 () 过高。
31. 用测试灯检查发动机机油压力开关。起动发动机, 当发动机机油压力 () kPa 时测试灯应亮, 若不亮应更换发动机机油压力开关。
32. 气门与气门导管正常的工作间隙为 () mm, 气门与气门导管工作间隙过小会造成气门与气门导管卡滞, 间隙过大会造成烧机油。
33. 多级机油中 W 以前的数字越小, W 以后数字越大, 机油的 () 就越好。
34. 机油泵泵轴间隙为 0.045 ~ 0.085mm, 极限为 () mm。
35. 急加速的同时打开气门时罩, 可看见机油蒸气由此排出, 说明有可能是 () 密封不良, 或是 () 堵塞。
36. 个别缸 () 密封不良, 导致该缸火花塞被发动机机油污染, 造成该缸燃烧不

好。外在表现为：怠速时抖动，急加速不良，排气管冒黑烟。

三、问答题

1. 有人说发动机正常的冷却液温度应为 80 ~ 90℃，有人说发动机正常的冷却液温度应为 88 ~ 105℃，到底谁对？
2. 双回路冷却系统的作用有哪些？
3. 节温器常见的故障有哪些？
4. 冷却液温度传感器接地线接地不良会造成什么故障？
5. 发动机温度过高的危害？
6. 造成发动机怠速时冷却液温度过高，低速后温度正常的原因是什么？
7. 途中发现发动机散热器出现轻微渗漏现象，怎么办？
8. 冷却液温度感应塞和冷却液温度传感器的检测方法？
9. 冷却系统的缺冷却液报警装置通常装在什么地方？
10. 汽车中低速时发动机冷却液温度正常，但高速后会出现冷却液温度过高，为什么？
11. 实际冷却液温度 100℃，但数据流显示为 80℃，能调出故障码吗？
12. 在不拆节温器的前提下如何诊断节温器能否打开？
13. 发动机散热器上下各连接 1 个储液罐，它们各自的名称和作用是什么？
14. 汽车行驶中突然听到“铿锵”的异响声，机油压力由正常突然变得没有了。发生了
什么故障？
15. 更换机油滤清器时为什么要在密封垫上抹机油？
16. 机油 W 前后的数字的关系。
17. 发动机机油低压开关的检查方法？
18. 如何区分气门油封密封不良和活塞环密封不良？
19. 如何区分气门导管密封不良和活塞环密封不良？
20. 如何区分活塞环密封不良和 PCV 阀堵塞？

第六章 电喷发动机综合故障的诊断

第一节 发动机怠速抖动故障的诊断



第一节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 发动机怠速抖动是指发动机怠速运转不平稳，转速起伏大于 $\pm 30\text{r}/\text{min}$ ，有些车还伴有排气冲击。最常见的原因是混合气过稀、混合气过浓、点正时不对、燃烧质量过差或缺缸。

2. 喷油器端部堵塞造成喷油量明显减少，进入闭环控制后，控制单元根据氧传感器的信号会调宽喷油脉宽，所以喷油器端部堵塞时读数据流，怠速喷油脉宽可达 5ms 。

3. 熄火后拔下燃油压力调节器回油管，如滴漏油说明燃油压力调节器密封不良。

4. 汽车排放控制系统中 CANP、PCV、AIR、EGR、TWC 和氧传感器故障都有可能导致混合气过稀，使发动机出现怠速的稳定性变差，怠速游车和加速迟缓等故障。

5. 燃油泵过热烧蚀变形或磨损造成燃油压力过低，打开燃油箱盖，在发动机工作时听燃油泵工作的声音，如有变形或磨损造成的噪声，必须更换燃油泵。

6. 二氧化锆氧传感器的空气进气口如被泥沙堵住，使空气进气口氧气量明显减少，氧传感器的电压信号明显偏低，导致控制单元误诊断，造成混合气过浓。

7. 拔下空气流量传感器（MAF）端子后，发动机控制单元进入失效保护，用 TPS 和 CKP 的信号替代空气流量传感器的信号，此时排气管若不冒黑烟，说明空气流量传感器信号失准。

8. 热丝式和热膜式空气流量传感器（MAF）被废气返流的积炭污染，形成隔热层，读取数据流怠速时的空气流量明显 $< 2\text{g}/\text{s}$ ，导致混合气过稀。

9. 燃油压力调节器上的真空软管破裂或堵塞，会造成调节器膜片上方真空度过低，在中小负荷时不回油，导致中小负荷时燃油压力过高。

10. 燃油压力调节器上的膜片破裂，燃油分配管内的燃油会被直接吸入进气管，造成混合气过浓，导致怠速过高。

一、怠速抖动的原因

发动机怠速抖动是指发动机怠速运转不平稳，转速起伏大于 $\pm 30\text{r}/\text{min}$ ，有些车还伴有排气冲击（缺缸）。最常见的原因是混合气过稀、混合气过浓、点火正时不对、燃烧质量过差或缺缸。具体原因包括：

- 1) 燃油供给系供给不足或中断。
- 2) 点火能量不足或中断。
- 3) 进气不足或进气过多。
- 4) 进气质量过差。

- 5) 气缸工作压力过低。
- 6) 配气相位错误。
- 7) 排放控制系统故障。

二、造成怠速时混合气过稀的原因

造成混合气过稀的原因较多,包括汽车排放控制系统故障、燃油系统故障、进气系统故障等,在进气系统故障中又包括机械部分和电控部分。汽车排放控制系统中 CANP、PCV、AIR、EGR、TWC 和氧传感器故障都有可能造成混合气过稀,使发动机出现怠速稳定性变差、游车和加速迟缓等故障。应重点检查发动机进气系统的密封性、排放控制系统性能,如 EGR 阀是否密封;二次空气喷射的电磁阀是否密封;强制通风的 PCV 阀在怠速和小负荷时开启角度是否过大等;点火系工作情况;发动机气缸的密封性;发动机工作温度是否正常;所有的附件是否关闭。

因汽车排放控制系统故障造成混合气过稀的原因综述如下。

1. 氧传感器故障会造成混合气过稀

(1) 氧传感器触头被积炭污染 触头本体上缝隙或孔隙被汽油和机油中的硫、磷、积炭严重污染堵塞,使其无法感知到尾气中的氧含量,造成氧传感器输出的电压信号变化缓慢,怠速时喷油脉宽在 2.5ms 左右变化,发动机转速也随之变化。氧传感器触头严重污染还会造成输出的电压信号过高,氧传感器输出电压在 0.1~0.9V 间变动,使控制单元误认为混合气过浓。将怠速时的喷油脉宽调到额定最低值,导致混合气过稀,使混合气燃烧质量变差,造成发动机动力不足,引发怠速抖动,四缸发动机怠速在 850~900r/min 间波动。更换氧传感器,或清除氧传感器上的污染物或积炭后故障排除。

(2) 氧传感器自身故障 氧传感器自身发生故障大多数时间表现为输出电压过低,如氧传感器对地短路等。

2. PCV 阀开启角度过大

曲轴箱强制通风装置进的气体没有经过空气流量传感器计量,所以如果怠速和小负荷时 PCV 阀开启角度过大,会造成混合气过稀,并因此导致发动机怠速运转不平稳,参见图 6-1。

3. 炭罐清污电磁阀关闭不严

炭罐清污电磁阀(CANP)开始工作的条件是发动机冷却液温度 75℃ 以上,发动机转速 1500r/min 以上。在怠速时 CANP 不应开启,如冷天怠速时 CANP 开启,EVAP 炭罐开始换气,就会导致混合气过稀,使混合气燃烧质量变差。

暖机后怠速时拨下 CANP 通向 EVAP 的真空软管,用手指堵住。应感觉不到真空吸力,发动机 2000r/min 拨下真空软管,用手指堵住。应能感觉真空吸力,说明 CANP 工作正常,否则必须更换。

在炎热的夏季燃油箱内燃油蒸发量大,发动机起动后如炭罐清污电磁阀始终处于开启状态,则会造成混合气过浓,导致间歇性熄火,立即起动会因混合气过浓无法起动。

在冬季燃油箱内燃油蒸发量小,发动机起动后如炭罐电磁阀始终处于开启状态,则会造成混合气过稀。

4. 炭罐空气滤清器堵塞

为了环保,电喷发动机燃油箱盖上设有空气阀和真空阀。燃油箱内部和外界大气的平衡

靠炭罐的空气滤清器保证。如果炭罐的空气滤清器堵塞,燃油箱内随着油料的消耗,就会产生真空度。发动机工作时,在燃油箱外的大气压,和燃油泵集滤器处的真空度两方面共同作用下,燃油箱底被吸起,集滤器进油口部分被挡住,供油量减少,造成混合气过稀。

出现这种故障后,冷车起动正常,热车后至少要连续起动3次,才能发动。行驶中排气系统经常“放炮”,如不及时更换炭罐,会损坏消声器。

5. 燃油流量过少

(1) 燃油滤清器堵塞 燃油滤清器堵塞,不降低燃油压力,但会降低燃油流量。所以应按规定定时更换燃油滤清器。燃油滤清器是否堵塞用燃油压力的检测方法无法查出。在进行燃油压力和燃油流量同步检测时,节气门开大后燃油流量没有明显上升,说明燃油滤清器堵塞,应及时换新滤清器。更换时需注意装配方向。

(2) 喷油器端部堵塞 喷油器端部积炭过多(从外观看喷油器发黑),会使喷油量减少(堵塞严重时会使喷油量减少1/2),导致混合气过稀。喷油器端部堵塞会造成行驶正常,但一收节气门就熄火(混合气过稀)。喷油器端部堵塞还会导致发动机起动性能恶化,怠速粗暴、抖动,动力性下降,油耗增加等故障。在维修发动机怠速抖动故障时,许多维修人员都是选择首先清洗喷油器,喷油器端部堵塞是造成发动机怠速抖动最常见的原因之一。

喷油器端部堵塞造成喷油量明显减少,进入闭环控制后,控制单元根据氧传感器的信号会调宽喷油脉宽,所以喷油器端部堵塞时读数据流,怠速喷油脉宽可达5ms。

6. 怠速燃油压力过低

造成怠速燃油压力过低的原因有燃油集滤器、燃油泵和燃油压力调节器三个方面。

(1) 应定时清洗燃油箱 汽车必须定时清洗燃油箱,否则燃油集滤器堵塞会造成燃油压力过低。

(2) 导致燃油压力过低的原因 燃油泵过热烧蚀变形或磨损造成燃油压力过低,打开燃油箱盖,在发动机工作时听燃油泵工作的声音,如有变形或磨损造成的噪声,必须更换燃油泵。

检测怠速时的燃油压力,如燃油压力过低,应进一步检查燃油泵和燃油压力调节器。因为燃油压力是由燃油泵和燃油压力调节器共同控制的。

用夹子夹住回油管,燃油压力可恢复正常,则应更换燃油压力调节器。如燃油压力还是过低,检查集滤器是否堵塞,燃油泵是否过热变形。

1) 燃油箱过脏会导致集滤器堵塞,导致燃油泵供油不足,润滑和冷却不良(燃油泵靠汽油润滑和冷却),造成燃油泵过热烧蚀变形或磨损。

2) 如集滤器没有堵塞,进一步检查燃油泵至燃油箱出油口之间的软管有无泄漏,如有泄漏,会造成燃油压力明显降低。

3) 燃油表一到红区必须及时加油,但是因到了红区后汽车还能行驶,所以许多人有了到了红区继续行驶的经历。其实这是得不偿失的。燃油箱缺油,造成燃油压力下降,混合气过稀,进入闭环控制后,氧传感器为了达到理想的空燃比,就必须加大喷油脉宽,重新加油

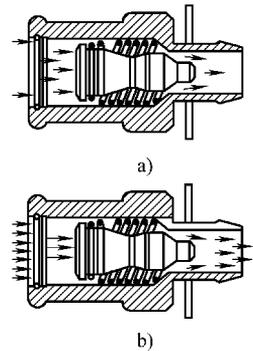


图6-1 PCV阀开启角度

a) 怠速和小负荷时 b) 大负荷时

后，燃油压力已经恢复正常，可是控制单元里仍留有以前的记忆，加大的喷油脉宽并没有回到正常值。燃油箱再一次缺油，造成燃油压力下降，氧传感器为了达到理想的空燃比，会再次加大喷油脉宽。反复下去就会导致混合气过浓，怠速不稳，排气呛人，有硫磺的臭味。燃油箱经常缺油，还会造成燃油泵因缺乏燃油润滑、冷却的保护而变形、磨损，导致燃油压力下降。必须更换燃油泵，才能排除故障。所以燃油表一到红区必须及时加油。

(3) 燃油压力调节器密封不良的检测 燃油压力调节器密封不良会造成怠速燃油压力和大负荷燃油压力过低，发动机工作时燃油泵工作的声音正常，但各种负荷燃油压力都过低，说明燃油压力调节器密封不良，必须更换。燃油压力调节器的结构见图 6-2。

燃油压力调节器密封不良故障的检测方法：

1) 熄火后拨下燃油压力调节器回油管，如滴漏油说明燃油压力调节器密封不良。

2) 如大负荷时燃油压力过低，用夹子夹住回油管后，大负荷时燃油压力恢复正常，说明燃油压力调节器密封不良。两种情况都必须更换新的燃油压力调节器。

7. 进气系统外部密封不良

(1) 进气歧管垫泄漏 进气系统密封不良中最常见的是进气歧管垫密封不良。此处密封不良使没有经过空气流量传感器计量的空气直接进入进气系统，使混合气过稀，造成发动机动力不足，导致怠速发抖，加速不良。用一根橡胶软管一边贴近耳朵，另一边贴着进气歧管垫，沿边旋转检测，可以迅速找到漏气处。也可以用机油壶向可能泄漏的部位喷射机油，如机油被吸入，说明此处发生泄漏。进气系统泄漏较严重时行驶中放松加速踏板就熄火。

使用涡轮增压的发动机，如使用不当，早上不怠速运转（热天需怠速运转 3min，冷天需怠速运转 5min，使涡轮增压系统在行驶前得到充分润滑）以保证涡轮增压系统的润滑；长时间行驶后不怠速运转，使涡轮增压系统的高温迟迟降不下来，会造成进气歧管垫密封不良。所以正常行驶后应怠速运转几分钟，以保证涡轮增压系统的正常冷却。

(2) 涡轮增压的发动机进气歧管垫泄漏故障的诊断

1) 涡轮增压的发动机进气歧管处需用冷却液冷却，如进气歧管垫密封不良，冷却液进入排气系统后会污染氧传感器和 TWC。但进气歧管垫、气缸垫和排气歧管垫都是一次性的，打开后必须更换。为了慎重起见，可拆下火花塞或氧传感器进行验证。火花塞如电极发白（冷却液结晶体的颜色），没有烧蚀（火花塞电极发白并且烧蚀则说明燃烧温度过高）；氧传感器触头发白，都说明进气歧管垫密封不良。

2) 用听诊器或橡胶管延进气歧管垫边缘听一圈，密封不良处可以清楚地听到泄气声。

3) 使用涡轮增压的发动机进气歧管垫密封不良，会造成冷却液和机油混和，最后又传入燃烧室，不仅使燃烧质量下降，导致氧传感器和 TWC 的污染，而且冷却液的大量流失，还会导致发动机温度过高。所以进气歧管垫密封不良必须更换。

4) 上游和下游的氧传感器触头发白，汽车没有高速，说明冷却液进入排气系统，冷却液中的硅可使三元催化转化器受到污染而堵塞，导致排气不畅。

(3) 空气滤清器和节气门之间的皱纹管密封不良 空气滤清器和节气门之间的皱纹管

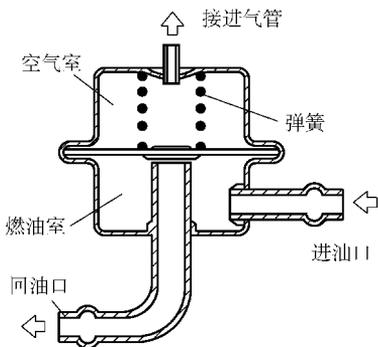


图 6-2 燃油压力调节器结构

是进气系统容易出现密封不良的另一个地方。导致皱纹管处密封不良的原因有：

- 1) 皱纹管卡子紧固力矩不够。
- 2) 皱纹管卡子处漏装密封垫。
- 3) 皱纹管上有裂纹。

8. 进气系统内部泄漏

发动机进气系统内部泄漏主要是指节气门或旁通空气道关闭不严。

1) 进气系统内部泄漏会造成充气系数增加，发动机怠速在标准转速和略高于标准转速之间漂移，行驶正常，放松加速踏板就熄火，但不会造成怠速抖动。

2) 节气门处有较多积炭时，每天第一次踩加速踏板时会略感发沉。

9. 传感器信号失准

发动机电控系统分析空气流量传感器、节气门位置传感器、进气温度传感器、进气歧管绝对压力传感器、发动机冷却液温度传感器、氧传感器等的信号，通过对喷油脉宽的调节，来控制空燃比。如果传感器发生故障，会造成混合气过浓或过稀。

例如，冷车时排气管冒黑烟，热车后不冒黑烟，说明故障出在开环系统的传感器上。如在熄火后分别逐个拔下传感器的端子，然后重新起动发动机，如拔下空气流量传感器端子后，控制单元进入失效保护，用节气门位置传感器和发动机转速传感器的信号替代空气流量传感器的信号，此时排气管若不冒黑烟，说明空气流量传感器信号失准，应更换空气流量传感器。同样如拔下发动机冷却液温度传感器，控制单元进入失效保护，用进气温度传感器的信号替代冷却液温度传感器的信号，此时排气管若不冒黑烟，说明冷却液温度传感器的信号失准，应更换冷却液温度传感器。

如冷车时排气管不冒黑烟，热车后冒黑烟，说明故障在闭环系统的传感器，即氧传感器输出的信号有误，如氧传感器上端的空气孔没有被泥巴堵塞，传感器前端的排气管也密封良好，则说明氧传感器自身有故障，应更换氧传感器。

下面列举几例可能导致混合气过稀的传感器方面的故障。

热膜式和热丝式空气流量传感器（MAF）以恒定的电压作用在电阻两端，使电阻发热，其温度由电路控制，保持恒定。控制单元根据热膜或热丝中流过电流的大小判断进气量的多少，从而决定喷油量的多少，以适应不同工况的需要。

检测时用故障诊断仪读取数据流，待发动机冷却液温度达到 85℃ 时，通过数据流检查怠速时的空气流量和节气门开度。以帕萨特为例：怠速时的空气流量应为 2 ~ 4g/s，节气门开度应为 0° ~ 5°。如节气门开度在 5° 以内，而怠速时的空气流量明显 > 4g/s，节气门开度没变，进气量是不可能增大的，所以只有一种可能，就是 MAF 的信号失准。

如使用的是热丝式和热膜式 MAF，MAF 线束和端子又均良好，应检查热丝式和热膜式 MAF 是否被废气返流的积炭污染。污染会形成隔热层，使电阻温差变化减慢，所需的电流变小；读取数据流，怠速时的空气流量明显 < 2g/s，导致 MAF 输出信号过低。控制单元据此确定的喷油脉宽减小，混合气就会过稀。由于积炭是逐步形成的，进入闭环控制后氧传感器根据废气中的氧含量，反馈给控制单元信息，控制单元据此加大喷油脉宽。维修时如将 MAF 拆下来清洗，清洗后没有隔热层，但控制单元在此前已将喷油脉宽加大，所以清洗后会造成混合气过浓，然后经过 10 ~ 15 天的重新学习才能达到理想空燃比。而在学习期间燃油消耗明显加大。

在热车状态下，拆下空气滤清器滤芯，用化油器清洗剂直接喷射到热丝或热膜上，在热车状态下就车清洗，即可排除故障，又可以骗过控制单元，不用重新学习。

使用空气流量传感器的发动机进气系统发生泄漏，部分未经计量的空气直接进入燃烧室，导致混合气过稀。检测时将泄漏探测喷剂直接喷在可能发生泄漏的部位，如进气系统确实发生泄漏，探测喷剂将同未经计量的空气一起被吸入，进入燃烧室，降低了混合气的燃烧性能，导致发动机转速降低。

10. 氧传感器信号失准

氧传感器加热器损坏，使其调节频率变慢，会导致混合气过浓。同时氧传感器对正极短路或传感器触头被积炭污染也会导致混合气过稀。

1) 氧传感器是否对正极短路，对正极短路后，会造成输出的电压信号过高，导致控制单元误认为混合气过浓，而减少喷油脉宽，造成混合气过稀。

2) 氧传感器触头被积炭污染，氧传感器无法接触尾气中的氧离子，输出的电压信号过高，导致控制单元误认为混合气过浓，而减少喷油脉宽，造成混合气过稀。

11. 混合气过稀的特征

过量空气系数 $\alpha > 1.15$ 时为混合气过稀。

现象：混合气过稀，燃烧过慢，延续到下个循环进气门开启时还在燃烧，所以出现进气管回火（进气门开启时还在燃烧），排气管“放炮”（到了排气管时还在燃烧），严重时能损坏消声器，并导致发动机怠速抖动、油耗高，而且发动机提速慢。

三、造成怠速时混合气过浓的原因

1. 怠速燃油压力过高故障的诊断与分析

怠速时发动机进气系统真空度高，燃油压力调节器应少量回油，比大负荷时燃油压力低 50kPa 左右。造成怠速燃油压力过高的主要原因有：

(1) 燃油压力调节器上的真空软管破裂或堵塞 燃油压力调节器上的真空软管破裂或堵塞，会造成燃油压力调节器膜片上方真空度过低，在中小负荷时不回油，导致中小负荷时燃油压力过高。

(2) 燃油压力调节器上的膜片破裂 燃油压力调节器上的膜片破裂，燃油分配管内的燃油会被直接吸入进气管，造成混合气过浓，导致怠速过高。

怠速时燃油压力过高，造成混合气过浓，使混合气燃烧质量变差。混合气过浓时在排气尾管处能闻到浓重的硫磺味（臭味）。

2. 二次空气喷射的电磁阀关闭不严

进入闭环控制前，二次空气喷射系统（AIR）应退出控制，如进入闭环控制后，AIR 继续向排气管输送空气，就会给氧传感器造成错觉，以为混合气过稀，使其输出的电压信号过低，控制单元会加大喷油脉宽，导致混合气过浓。

3. 氧传感器前的排气管或排气管垫处发生泄漏

氧传感器前的排气管或排气管垫处发生泄漏，源源不断进入的新鲜空气会给氧传感器造成错觉，使其输出的电压信号过低，控制单元误认为混合气过稀，将怠速时的喷油脉宽逐渐调到额定的最高值，导致混合气过浓。

4. 氧传感器上端的空气进气口被泥块堵住

二氧化锆氧传感器是通过大气中的氧含量和尾气中的氧含量比较，得出氧浓度差，并将

其转换成电压信号，控制单元依此确定混合气的浓度，然后通过喷油脉宽的调节，控制空燃比。如二氧化锆氧传感器上端的空气进气口被泥块堵住，传感器无法进行氧气和废气的正常比较。氧传感器的电压信号明显偏低，导致控制单元误诊断，造成混合气过浓、怠速抖动。清除泥块后故障排除。

5. 空气流量传感器信号过高

用故障诊断仪读取空气流量传感器（MAF）怠速空气流量的数据流。以大众汽车为例，选择 08 数据流，选 001 组读取发动机冷却液温度，待冷却液温度到 85℃ 时，再选 002 组读取怠速空气流量和节气门开度。大众汽车采用直动式怠速控制系统，即没有旁通空气道，怠速步进电动机装在节气门上。正常情况下怠速时空气流量为 2~4g/s，节气门开度为 0°~5°。

在检测时如发动机冷却液温度在 85℃ 以上，怠速时空气流量和节气门开度均在正常范围内，该项检测合格。

如怠速时节气门开度在正常范围内，而空气流量超过正常范围，说明空气流量传感器输出信号过高，输出信号过高会造成混合气过浓（排气管冒黑烟），油耗过高，尾气排放中 CO 和 HC 的含量过高。必须进行以下检测：

1) MAF 和控制单元之间信号传输线路是否同正极短路。如短路会使电阻值异常减小，造成空气流量传感器输出信号过高。

2) 如怠速时节气门开度在正常范围内，而空气流量小于正常范围，说明空气流量传感器输出信号过低，输出信号过低，会造成混合气过稀（进气管回火，排气管放炮）。怠速转速过高，急加速挫车。

3) 检查 MAF 是否被废气返流产生的积炭污染，如翼片式 MAF 被积炭污染，会造成翼片卡滞；热丝式或热膜式 MAF 被积炭污染，会形成隔热层。两种情况都会导致 MAF 输出信号过低，导致混合气过稀。

上述检测没有发现故障，说明故障在传感器内部，需更换空气流量传感器。

6. 炭罐清污电磁阀密封不良会造成热天时混合气过浓

炭罐清污电磁阀开启的条件是发动机冷却液温度 75℃ 以上，转速 1500r/min 以上，开启的时间受控制单元的限制。开启时为防止混合气过浓，控制单元会在此期间缩短喷油脉宽。如炭罐清污电磁阀卡滞在开启处，即炭罐清污电磁阀始终处于开启状态，而控制单元又不知道，没有缩短喷油脉宽，环境温度很高时，燃油箱内汽油蒸发量较大，就会造成热车后混合气过浓，导致冷车时正常，热车后熄火，熄火后立即起动，因混合气过浓无法起动。打开空气滤清器盖，拆下滤芯，可以起动。此故障类似化油器发动机上的化油器热怠速补偿系统损坏，导致混合气过浓的故障。

在发动机怠速时进行检查，炭罐清污电磁阀应处于关闭状态。拔下炭罐清污电磁阀通往炭罐的真空软管，用手指堵住，怠速时如感觉到有真空吸力，说明炭罐清污电磁阀卡滞在开启处，应更换。

7. 混合气过浓的特征和危害

过量空气系数 $\alpha < 0.85$ 时为混合气过浓，此时燃油经济性差，排放超标。

1) 现象：排气管放炮、冒黑烟，尾气中 CO 偏高，尾气中有臭味（TWC 内散发出来的）。

2) 危害：CO 过多，废气在排气管中被点燃，容易烧坏 TWC，污染火花塞和氧传感器、

造成 TWC 堵塞。尾气排放中 CO 若超过 1% (质量分数), 再有效的 TWC 也无法完成净化任务。氧传感器被污染后会发出错误的信号, 使混合气更浓。控制单元还会存储错误的故障码, 使诊断难度加大。混合气过浓时尾气中 CO 和 HC 的排放都会超标。

四、造成怠速时燃烧质量过差的原因

1. 发动机缺缸

(1) 部分缸的气门密封不良

1) 进气门积炭过多, 气门密封面不平。

2) 排气门因气门间隙过小, 关闭不严导致烧蚀。

3) 个别气门弹簧过软 (检查气门弹簧的自由长度), 导致该气门关闭不严等都会造成气门密封不良。

发动机缺缸, 起动后会严重抖动, 并往低速区域严重游车 (四缸发动机通常在 300 ~ 800r/min 间游车), 有时会自动熄火, 发动机故障指示灯被点亮, 尾气中有浓重硫磺味。

(2) 点火系故障造成缺缸的诊断

1) 最好先用红外线测温仪, 逐缸检测排气歧管温度, 正常时排气歧管温度在 120℃ 以上, 找到温度低的缸。

2) 检查火花塞, 如发黑, 拔下高压分线安上备用的火花塞, 缸外接地检查火花。

3) 高压火弱, 检查高压分线电阻值是否符合厂家规定。

4) 如火花塞和高压线正常, 应更换点火线圈。

5) 更换后如高压火还弱, 应检查接地线。

2. 废气再循环阀关闭不严

发动机控制单元通过控制占空比可变信号, 来控制废气再循环 (EGR) 电磁阀接地线回路, 进而控制 EGR 流量。

(1) EGR 系统故障的初步诊断

1) 尾气中 NO_x 过高, 应检查 EGR 控制电磁阀的占空比驱动信号是否正常。

2) 故障指示灯亮, 有 EGR 电压值过高的故障码, 应检查 EGR 线路是否接触不良, 发动机进气温度是否正常。

废气再循环是在发动机冷却液温度 50℃ 以上, 发动机转速 1500 ~ 4500r/min 之间, 且没有急加速和急减速时向进气系统提供 6% ~ 13% 的废气。在怠速时如 EGR 阀关闭不严, 会造成燃烧质量下降, 造成冷车时不好起动, 热车后怠速发抖。行驶中放松加速踏板时, 会因燃烧质量过差而熄火。同时加速不良, 大负荷功率不足, 但中速行驶中因废气再循环阀本身就处于开启状态, 所以对工作没有影响, 从怠速到中速后发动机运转平稳。

EGR 阀在起动、怠速、低速、急加速、减速和全负荷时应关闭, 如开启或关闭不严, 由于 EGR 阀密封不严, 可燃混合气被进入气缸的废气稀释, 会造成发动机功率不足。

(2) EGR 电磁阀与底座密封不良

1) 热车怠速时抖动得非常厉害。EGR 阀始终处于开启状态, 会造成冷车时怠速基本正常 (冷车时发动机暖机控制, 怠速转速较高, 即使有废气稀释, 也不会造成怠速不稳定)。热车后怠速空气阀关闭, 充气系数减少, 如再有废气稀释, 会造成怠速不稳定, 低速时会喘振。

2) 低速加速时动力不足, 急加速反应迟钝, 向后挫车, 急减速时过载熄火。发动机急

加速和急减速时 EGR 阀应处于关闭状态, 如关闭不严会造成燃烧质量下降。

3) 冷起动时容易过载熄火。

4) 节气门全开或接近全开时, EGR 阀开启会造成发动机功率降低。发动机转速超过 4500r/min 时, EGR 阀应处于关闭状态, 如关闭不严会造成燃烧质量下降。

5) 自动变速器的液力变矩器在进入锁止工况的瞬间发动机会喘振。

6) 中速时行驶平稳。中速(发动机转速 1500 ~ 4500r/min)时 EGR 阀处于开启状态, EGR 阀也就无所谓密封不严, 所以中速时行驶平稳。

EGR 阀关闭不严, 可能是 EGR 阀自身故障(阀门处积炭过多), 也可能是控制系统的故障。

(3) EGR 阀不能开启容易引发的故障

1) 易产生爆燃。EGR 不开启, 高怠速负载进行工况测试时 NO_x 排放高, 加速时易产生爆燃。

2) 导致 NO_x 排放升高。发动机转速在 1500 ~ 4500r/min 时 EGR 阀处于开启状态, 并根据发动机冷却液温度和发动机转速或进气管的负压对废气体量进行控制, 使废气体量根据需要保持在进气总量的 6% ~ 13%。EGR 阀若不开启, 会造成 NO_x 排放过高。这是因燃烧室温度升得过高, 而高温是导致 NO_x 升高的直接原因。

(4) EGR 阀检测方法 起动发动机, 冷车, 怠速时拆下 EGR 阀上边的真空软管, 在发动机冷却液温度 50℃ 以下, 发动机转速 1500r/min 以下时, 用手指堵住真空管应感觉不到有真空吸力, 否则应更换 EGR 真空开关阀。在 EGR 阀上边真空接口上接上真空表, 在冷车、怠速时, 将真空加入 EGR 阀真空室, 这时发动机应出现怠速不稳、熄火, 否则说明 EGR 阀损坏, 应更换。

发动机冷却液温度 40℃ 或以下时, 用手动真空泵在 EGR 阀上边的真空软管加上真空后, 如发动机转速不变, 表明真空有泄漏; 发动机冷却液温度 80℃ 或以上, 用手动真空泵加上真空 4.0kPa 时, 发动机状态不变, 表明可以保持真空; 用手动真空泵加上真空 28kPa 时, 发动机怠速时略有些不稳, 也表明可以保持真空。

在维修实践中 EGR 阀关闭不严, 除真空阀和控制系统故障外, 也有因积炭过多造成关闭不严的现象。因此每隔 6 ~ 8 万 km 应定期用化油器清洗剂清洁 EGR 阀内的积炭。

3. 点火线圈短路故障造成个别缸火花弱或缺缸

装有分电器的发动机, 点火线圈的短路故障会造成所有缸的高压火弱。每个缸或两个缸共用一个点火线圈的, 个别点火线圈、高压线或火花塞发生故障, 会造成发动机缺缸, 造成怠速过低, 燃烧质量下降, 导致怠速发抖。

所有缸的高压火弱或发动机缺缸会造成大量未燃烧的混合气进入排气管, 会导致排气管冒黑烟、放炮, 发动机加速无力, TWC 被烧红。

无分电器的发动机, 造成所有缸的高压火弱的原因还有接地线接触不良。将点火线圈或点火模块的低压线接头分别与蓄电池的正极和负极相连, 如某个接头与蓄电池间的电压低于蓄电池电压, 说明和此相关的接地线存在接触不良的故障。

部分缸的高压火弱的原因: 两个缸用一个点火线圈, 或每个缸用一个点火线圈, 在高速大负荷工况下频繁点火, 内部升到了较高温度, 导致点火线圈的次级线圈在高压电情况下发生放电短路故障, 使次级线圈产生的电压值降低, 造成所负责的缸工作不良。

故障案例:

汽车低速行驶正常, 100km/h 左右时出现发闯、挫车, 车速上不去, 检查时发动机故障指示灯不亮, 燃油压力正常。读取数据流, 发现氧传感器输出电压较高, 这说明进入排气系统的混合气较浓。

故障诊断方法:

- 1) 用多通道示波器在路试中检查点火系波形, 可发现异常。
- 2) 在试车中故障出现后停车, 用红外线测温仪检查各排气歧管工作温度, 可发现工作不好的缸。
- 3) 用红外线测温仪检查各点火线圈, 如其工作温度 $\geq 90^{\circ}\text{C}$, 说明内部短路, 必须更换。
- 4) 热车时工作正常, 冷车时怠速抖动, 最常见的是发动机冷却液温度传感器 (CTS) 和怠速步进电动机 (IAC) 故障。

4. 点火线圈上的贴片电容被击穿造成缺缸

在用发光二极管进行点火系低压电路通断检测时, 导线应有 $100 \sim 1000\Omega$ 的电阻值, 如直接用普通导线和 12V 灯泡进行点火系低压电路通断检测, 会烧坏点火线圈上的贴片电容, 电容除了对点火控制器有保护作用外, 还可以增大点火能力。烧坏贴片电容, 将造成高压火弱, 燃烧不完全, 严重时会造成缺缸, 排气管冒黑烟。

5. 点火模块接地线不良

点火模块接地线不良也会造成高压火弱, 引起混合气燃烧不良。

第二节 发动机间歇性故障



第二节 导读

思考一下导读中的案例, 带着问题进入本节的学习。

1. 燃油滤清器堵塞, 导致燃油流量过低, 发动机会出现间歇性不能起动。
2. 燃油泵过热变形、磨损或集滤器堵塞会造成燃油压力过低, 发动机会出现间歇性不能起动。
3. 点火模块热稳定性不好, 会造成热车行驶中突然熄火, 15min 后可正常起动。在点火线圈低压电路上串联发光二极管, 起动时, 发光二极管应连续闪烁, 否则说明点火模块有故障。
4. 点火线圈热稳定性不好, 会造成热车行驶中突然熄火, 自然冷却 15min 后可正常起动, 或用冷水冷却后可立即起动。
5. 曲轴位置传感器热稳定性不好, 会造成热车行驶中突然熄火, 自然冷却 15min 后可正常起动, 或用冷水冷却后可立即起动。
6. 点火继电器热稳定性不好, 长时间吸合后会发热, 从而导致点火线圈的电磁吸力减弱, 导致开关触点断开, 从而造成点火系没有电源, 导致发动机熄火。
7. 进气温度传感器有故障, 进入失效保护, 按进气温度 19.5°C 进行控制。如环境温度很高, 发动机长期使用备用值, 就会造成混合气过浓而熄火。
8. 进气温度传感器有故障, 进入失效保护, 如环境温度很低, 发动机长期使用备用值 (进气温度 19.5°C), 就会造成混合气过稀, 冷车时会怠速抖动。

9. 检测 CKP 时可用吹风机热风的最高档给其加热, 再现高温时产生的故障, 在加热的状态下再测 CKP 电阻值。

10. 炭罐清污电磁阀始终处于开启状态, 发动机控制单元没有缩短喷油脉宽, 环境温度很高时燃油箱内汽油蒸发量大, 造成热车后混合气过浓, 导致热车后发生间歇性熄火。

间歇性故障诊断是比较困难的, 车辆发生故障时, 维修人员不在现场, 等维修人员赶到了故障又没了, 电压、电阻、波形等全都正常。而且有些故障通常是周期性的, 10 多天才发生一次。如上汽大众刚开始生产波罗轿车时, 由于我国当时的汽油质量较差, 所以汽车行驶中发动机有时会出现抖动, 但还没有到修理厂, 发动机就不抖动了。尽管用户反映较多, 但维修人员却一次也没能赶到现场。对于这些间歇性故障, 如有条件 (故障发生频率较高) 在汽车动态的过程中进行检查, 在故障发生的第一时间检测故障, 掌握故障的第一手资料, 对准确地判断故障是很有帮助的。但对于发生频率较低的故障, 就很难在汽车动态的过程中进行检测, 因为即使连续进行多天路试, 也可能再现不了故障。对于发生频率较低故障的诊断, 主要靠认真分析, 依据对汽车构造和原理的理解, 以及严密的逻辑推理来诊断故障。

一、发动机间歇性不能起动

1. 油路方面故障

(1) 燃油压力正常, 但燃油流量过低 燃油滤清器堵塞。燃油滤清器堵塞后燃油压力不受影响, 但燃油流量过低, 发动机会出现间歇性不能起动。

(2) 燃油压力过低 燃油泵过热变形、磨损或集滤器堵塞会造成燃油压力过低, 也可能导致发动机出现间歇性不能起动。

2. 电路方面故障

许多传感器和执行器在冷车时电阻值正常, 工作正常, 但在自身工作温度过高后, 会出现内部短路或断路, 无法工作。

(1) 发动机转速传感器 (CKP) 在冷车时电阻值正常, 自身工作温度过高后, 电阻值变为无穷大 汽车在冷车时 CKP 电阻值正常, 起动、短距离行驶正常, 但有时跑长途, CKP 自身工作温度过高后发动机会突然熄火, 熄火后, 立即起动没有反应, 测 CKP 电阻值, 电阻值 ∞ 。待冷却十余分钟后再测 CKP 电阻值, 电阻值恢复正常, 起动、行驶也恢复正常。但 CKP 自身工作温度过高后故障还会重现。

检测时可用吹风机热风的最高档给 CKP 加热, 再现高温时产生的故障, 在加热的状态下再测 CKP 电阻值。

(2) 点火控制器热车后导通不截止 点火控制器又叫点火模块、功率晶体管或叫大功率晶体管, 是电喷发动机点火系低压电路的通断开关。点火控制器的故障通常表现为, 冷车时完全正常, 点火控制器自身工作温度过高后, 会出现低压电路导通不截止的故障, 造成没有高压电。在行驶中突然熄火, 立即起动, 起动不着。待冷却 10 ~ 20min 后, 重新起动一切正常。

点火控制器的检测主要是用汽车检测专用的发光二极管, 在点火线圈低压电路上串联发光二极管, 起动时, 发光二极管应连续闪烁, 否则说明有故障。发光二极管只亮不闪, 说明点火控制器导通不截止; 接通点火开关后发光二极管不亮, 则说明控制单元没有收到初始点火提前角信号。应进一步检查负责提供初始点火提前角信号的传感器。

发光二极管的导线必须有 100 ~ 1000 Ω 的电阻值。否则检测时会烧毁装在点火线圈上的,

承担保护点火线圈、增大点火能量的电容器，使火花塞高压火明显变弱，发动机无法起动。

(3) 点火线圈在热车后出现内部短路 点火线圈的作用是将低压电转变成高压电。冷车时汽车行驶正常，点火线圈在热车后出现内部短路，导致高压火过弱，引起发动机熄火。先是好几天发生一次，到后来严重时几乎每天都发生，有时甚至每天发生好几次。熄火后立即起动没有反应，熄火后立即用万用表测点火线圈次级线圈的电阻值（在刚熄火时点火线圈次级线圈电阻值明显低于额定值），或用红外线测温仪检测点火线圈表面温度均可以发现故障。正常情况下点火线圈表面温度应低于 95°C ，点火模块的表面温度应低于 100°C ，如温度过高说明器件内部短路，必须更换。

(4) 点火继电器热稳定性不好 点火继电器热稳定性不好，长时间吸合后会发热，从而导致点火线圈的电磁吸力减弱，导致开关触点断开，从而造成点火系没有电源，导致发动机熄火。温度降下来后，点火继电器又恢复工作状态，开关触点在冷却后可以吸合，点火系重新获得电源，又可以恢复工作。从而出现冷车时行驶正常，热车后突然熄火，无法立即起动。

上述故障均为热车断火：指汽车行驶 $10\sim 60\text{km}$ 左右发动机突然熄火，立即起动无法着车。过 $10\sim 20\text{min}$ 左右，点火系电器自然降温后，再次起动可顺利着车。遇到这种故障用红外线测温仪分别检测发动机转速传感器、点火模块和点火线圈，那个温度高，就用物理方法给其外部降温，在不弄湿线束端子的前提下用冷水降温，可有效缩短等待时间。如果温度高的电器物理降温后可以起动，说明该电器有故障。发动机转速传感器、点火模块和点火线圈工作温度如正常，则需要进一步检查点火系的继电器。

在冷车状态下，检测点火系这类故障时，可用吹风机热风的最高档将可能有故障的电器总成加热，然后在温度达到 65°C 时检测其电阻值，看是否正常。

二、发动机间歇性熄火

发动机间歇性熄火，通常表现为：冷车时汽车行驶正常，热车时会发生间隙性熄火。

1. 进气温度传感器故障

1) 发动机控制单元发现进气温度传感器有故障，就会进入失效保护，按进气温度 19.5°C 进行控制。

2) 如环境温度很高，而发动机长期使用备用值（进气温度 19.5°C ），就会造成混合气过浓而熄火。

3) 如环境温度很低，而发动机长期使用备用值（进气温度 19.5°C ），就会造成混合气过稀，冷车时会怠速抖动。

可以利用白炽灯的热量检查进气温度传感器是否有故障，见图 6-3。

2. 炭罐清污电磁阀密封不良会造成热天时混合气过浓

炭罐清污电磁阀开启的条件是发动机冷却液温度 75°C 以上，转速 $1500\text{r}/\text{min}$ 以上，每次开启的时间受发动机控制单元的限制。开启时为防止混合气过浓，控制单元会在此期间缩短喷油脉宽。如炭罐

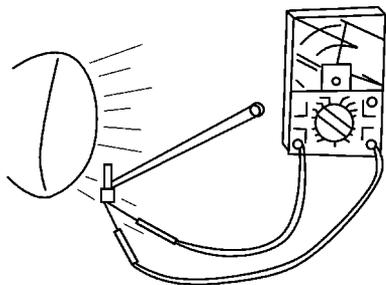


图 6-3 用白炽灯检查进气温度传感器

清污电磁阀卡滞在开启处,即炭罐清污电磁阀始终处于开启状态,而控制单元又不知道,没有缩短喷油脉宽,环境温度很高时燃油箱内汽油蒸发量较大,就会造成热车后混合气过浓,导致冷车时正常,热车后发生间歇性熄火,熄火后立即起动,因混合气过浓无法起动。打开空气滤清器盖,拆下滤芯(能闻到浓烈的燃油味),则可以起动。

炭罐清污电磁阀检查方法:热车后,在怠速时从炭罐一侧拔下炭罐清污电磁阀通向炭罐的真空软管,用手堵住真空软管感觉不到真空吸力,发动机2000r/min时用手堵住真空软管感觉有到真空吸力。如怠速时手堵住真空软管感觉到真空吸力和2000r/min以后长时间有真空吸力,说明炭罐清污电磁阀始终处于开启状态,必须更换炭罐清污电磁阀。

第三节 发动机怠速游车故障



第三节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 四缸发动机缺一个缸发动机转速降到500r/min左右,控制单元会通过不断调节怠速步进电动机,使怠速转速在500~800r/min间有规律地变化。
2. 如四缸发动机缺两个缸发动机,转速降到300r/min左右,控制单元会通过不断调节怠速步进电动机,使怠速转速在300~800r/min间有规律地变化。
3. 控制单元上喷油器接地线不实,使喷油器电阻值增大,发动机转速降到200r/min左右,控制单元会通过不断调节怠速步进电动机,使怠速转速在200~800r/min间有规律地变化。
4. 正时传动带错一个齿,发动机会出现怠速转速在700~1100r/min间有规律地变化。读故障码为霍尔传感器故障。
5. 发动机进气系统密封不良,会使怠速转速出现900~1100r/min间有规律地变化。
6. 怠速断油控制起作用时,会出现1500~2000r/min间有规律的变化。
7. 进气歧管绝对压力传感器真空软管被废气回流造成积炭堵塞,使进气量的反馈明显滞后。控制单元就会反复调整怠速步进电动机,会出现500~900r/min间的怠速游车。
8. 使用空气流量传感器的车型,如进气系统出现严重的泄漏时,因这部分空气没有经过空气流量传感器计量,没有补充供油,会导致混合气过稀。
9. 使用进气歧管绝对压力传感器的车型,如进气系统出现严重的泄漏时,会供给又多又浓的混合气。
10. 分别拔下冷却液温度传感器和氧传感器线束端子,检查发动机转速是否发生变化,如发动机转速没有发生变化,说明怠速过高和它们没有关系。

怠速运转正常须满足以下各项:

- 1) 发动机怠速转速在规定的范围内:
 - ① 四缸发动机怠速转速在800~900r/min。
 - ② 六缸发动机怠速转速在600~700r/min。
 - ③ 八缸发动机怠速转速在600~650r/min。

- 2) 运转平稳。转速起伏小于 $\pm 30\text{r}/\text{min}$ 。
- 3) 无断缸。即无排气冲击。
- 4) 排放合格。尾气排放检测正常。

怠速游车是指怠速转速变化在 $100\text{r}/\text{min}$ 以上,是一种有规律的怠速转速忽高忽低的故障。常见的有以下两种情况。

一、怠速转速在额定转速附近变化

当怠速转速偏离额定转速时通常表现为混合气过浓或过稀,控制单元根据反馈的信号不断调节怠速步进电动机、怠速空气阀或节气门的开度。另外四缸发动机额定怠速转速为 $800\sim 900\text{r}/\text{min}$,六缸发动机额定怠速转速为 $600\sim 700\text{r}/\text{min}$,八缸发动机额定怠速转速为 $600\sim 650\text{r}/\text{min}$,如实际怠速转速明显偏离额定怠速转速,控制单元为维持目标转速也会进行调节。

怠速转速偏离额定转速向高怠速游车的故障通常是发动机进气系统内漏或外漏,导致充气系数高于正常值造成的。诊断时应围绕节气门开度、旁通空气道内怠速空气阀的开度以及进气系统的密封性(外漏)进行检查。

怠速转速偏离额定转速向低怠速游车的故障通常是发动机缺缸或燃烧质量不好造成的。

1. 发动机缺缸造成怠速转速从过低向正常值间怠速游车

点火线圈、高压阻尼线、火花塞或点火线圈上电容器的故障会造成高压火过弱或没有高压火;喷油器滴漏严重,混合气过浓也会造成无法点燃混合气。上述故障都会造成发动机的某一个缸或某两个缸不工作。如四缸发动机额定怠速转速为 $800\sim 900\text{r}/\text{min}$,由于缺缸怠速转速明显偏离额定怠速转速,如四缸发动机缺一个缸,降到 $500\text{r}/\text{min}$ 左右,控制单元会通过不断调节怠速步进电动机、怠速空气阀或节气门的开度进行调节。这时在发动机转速表上就显示为怠速转速在 $500\sim 800\text{r}/\text{min}$ 间有规律地变化。如四缸发动机缺两个缸,降到 $300\text{r}/\text{min}$ 左右,控制单元还是会通过不断调节怠速步进电动机、怠速空气阀或节气门的开度进行调节。这时在发动机转速表上就显示为怠速转速在 $300\sim 800\text{r}/\text{min}$ 间有规律地变化。如果是直动式怠速控制系统(怠速步进电动机装在节气门上),在怠速时可以看见节气门不停地变换开启角度,说明怠速步进电动机在不断调节,从低怠速不停地调整到标准怠速转速下限。

发动机缺缸,主要表现为在任何速度下都抖动得非常厉害,排气管有“突突”声。急加速提速慢,发动机发闯。诊断时最好先用红外线测温仪检测排气歧管的温度。哪个缸排气歧管的温度低,就说明哪个缸燃烧不好。

2. 进气系统密封不良造成怠速转速从过高向正常值间怠速游车

使用空气流量传感器的进气系统出现内漏或外漏,如主进气道的节气门、旁通空气道关闭不严会造成内漏;空气流量传感器、节气门体密封不良,会造成外漏。发动机怠速转速通常在额定怠速转速和高于该转速 $100\sim 200\text{r}/\text{min}$ 间有规律地变化。

使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统出现外漏,会造成混合气过浓。如漏气较严重,在怠速时会出现自加速,并一直加速到发动机自动断油时为止。所以怠速会飘移到 $2000\sim 3000\text{r}/\text{min}$ 。

怠速步进电动机、怠速空气阀关闭不严,或怠速时节气门的开度过大,均为进气系统内

漏。空气流量传感器或节气门座的密封垫漏装或密封不良，会造成进气系统外漏。内漏和外漏都会造成发动机怠速转速过高，而控制单元为维持目标转速进行调节，就会造成怠速游车。

怠速步进电动机、怠速空气阀关闭不严，主要是由于废气返流引发的积炭造成怠速步进电动机、怠速空气阀卡滞，从而导致关闭不严。

怠速时节气门的开度过大，通常是由于积炭过多，引发卡滞，或节气门拉索过紧，或空气滤清器堵塞，或控制单元和节气门位置传感器（TPS）不匹配造成的。

以大众发动机为例：怠速时节气门的开度应为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，如节气门处积炭过多卡滞，怠速时节气门的开度通常在 $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。怠速时节气门的开度过大会导致怠速喷油脉宽明显加大，还会造成怠速不稳，加速时有“突突”声等故障。

3. 进气歧管绝对压力传感器的真空通道堵塞

很多发动机使用进气歧管绝对压力传感器，通过进气系统真空度的变化来判断进气量。由于大部分发动机的进气歧管绝对压力传感器并没有装在进气道上，而是通过一个真空软管和进气道相通，一旦废气返流造成积炭堵塞真空软管，进气歧管绝对压力传感器因无法同步收到进气系统真空度的变化，对进气量的反馈就会明显滞后。控制单元就会反复调整怠速步进电动机，使发动机转速出现 $500 \sim 900\text{r}/\text{min}$ 怠速游车。

进气歧管绝对压力传感器的真空通道堵塞还会造成急加速和急减速滞后。

诊断时用故障诊断仪读取数据流，急加速时如进气歧管绝对压力传感器输出的电压值变化明显滞后，说明进气歧管绝对压力传感器真空软管被积炭堵塞。

进气歧管绝对压力传感器自身故障，往往会造成怠速在 $800 \sim 1200\text{r}/\text{min}$ 之间往复游车。

4. 怠速补偿值过高造成怠速转速从过高向正常值间怠速游车

某些发动机设计有怠速补偿值。这些发动机如出现 $800 \sim 1000\text{r}/\text{min}$ 以上的怠速游车，通常是由于怠速补偿值明显高于正常值造成的。可以用专用诊断仪将怠速补偿值调整到规定范围内，即可故障。

二、怠速转速在 $1500 \sim 2000\text{r}/\text{min}$ 游车

怠速转速在 $1500 \sim 2000\text{r}/\text{min}$ 之间游车，一般是控制单元进行断油控制。

(1) 电喷发动机自动进行断油控制的情况。

- 1) 发动机怠速转速达到 $2000\text{r}/\text{min}$ 时会自动进行断油控制。
- 2) 发动机达到最过转速时会自动进行断油控制。
- 3) 汽车达到最高车速时会自动进行断油控制。
- 4) 急减速时会自动进行断油控制。
- 5) 制动时会自动进行断油控制。

为防止转速过低熄火，进行断油控制后，待发动机转速降到 $1500\text{r}/\text{min}$ 时恢复供油。

当发动机进气系统出现严重的内漏和外漏，造成充气系数过高时，怠速转速会出现自提速，即怠速转速越来越高，转速达到 $2000\text{r}/\text{min}$ 时（怠速最高转速），控制单元为防止怠速转速过高，会进行断油控制，待发动机转速降到 $1500\text{r}/\text{min}$ 时为防止熄火，恢复供油。于是就出现了发动机怠速转速有规律地在 $1500 \sim 2000\text{r}/\text{min}$ 之间往复游车。

(2) 发动机进气系统密封不良导致出现自提速 使用空气流量传感器的如进气系统出现严重的外漏时,因这部分空气没有经过空气流量传感器计量,没有补充供油,会导致混合气过稀,引发怠速转速下降。

相反,使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统,如出现严重的外漏时,会供给又多又浓的混合气,怠速转速出现自提速。即加速踏板完全放松时,发动机转速却越来越高。此故障的检查方法如下所述。

1) 先检查燃油压力是否正常。用夹子夹住燃油压力调节器的回油管,燃油压力没有上升,拔下进气歧管和燃油压力调节器之间的软管,如果发现此处有汽油,说明燃油压力调节器膜片破损,低速时本应向燃油箱返回的汽油却通过真空软管直接向进气歧管中喷去,造成混合气过浓。此时用夹板夹住进气歧管通往燃油压力调节器的真空软管,怠速可恢复正常。换燃油压力调节器,故障可排除。

2) 如燃油压力正常,再检查相关的传感器,分别拔下冷却液温度传感器和氧传感器线束端子,检查发动机转速是否发生变化,如发动机转速没有发生变化,说明怠速过高和它们没有关系。

3) 在熄火时逐缸拔喷油器接头,检查发动机转速是否发生变化,如发动机转速还是没有发生变化,说明故障不在喷油器。

第四节 汽车行驶正常,但制动后熄火或不能立即行驶的故障

汽车行驶正常,但制动后熄火或不能立即行驶故障的原因主要有以下几项:

- ① 变矩器锁止继动阀卡滞在工作端。
- ② 真空助力器单向阀失效。
- ③ 废气返流导致节气门等卡滞,造成进气系统内漏。



第四节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 发动机转速传感器和空气流量传感器线束过紧或接触不良,在制动时导致信号中断,可能造成制动时发动机熄火。

2. 变矩器锁止继动阀卡滞在工作端,会造成行驶正常,制动时因无法解除锁止,发动机因过载而熄火。

3. 从发动机进气系统取真空的真空助力器单向阀失效,会造成行驶正常,制动时混合气过稀,导致发动机熄火。

4. 节气门过脏卡滞,在制动时进气系统应暂停进气。如节气门因卡滞而处于开启状态,在发动机转速降到 1500r/min 时,喷油器虽然恢复喷油,但因混合气过稀而无法点火。

5. 在急减速、制动和滑行时,当发动机转速降到 1200 ~ 1500r/min 时,为防止过载熄火,怠速步进电动机要及时开启,如怠速步进电动机过脏或因其他故障没能及时开启,会导致发动机因过载而熄火。

6. 燃油压力过低, 在怠速、急减速、制动和滑行时会因混合气过稀, 从而导致发动机熄火。

7. 喷油器堵塞造成混合气过稀, 在急减速、制动和滑行进入断油控制后, 重新供油时会因混合气过稀而熄火。

8. EGR 阀关闭不严, 在急减速、制动和滑行时 EGR 阀应处于关闭状态, 如 EGR 阀关闭不严, 会造成燃烧质量下降, 在急减速、制动和滑行时均会导致发动机熄火。

9. 使用自动变速器的汽车踩制动停车后, 挂档不走车, 需要等 30s 左右, 才能继续行驶。多是由于变矩器不能及时解除锁止造成的。

一、汽车行驶正常, 但行车制动熄火

汽车行驶正常, 但一制动就熄火的故障最常见的原因有两类:

1) 制动时自动变速器的变矩器不能解除锁止, 导致发动机过载而熄火。

2) 从进气管取真空的真空助力器单向阀损坏, 助力器内气流进入进气系统, 导致混合气过稀, 发动机熄火。

在汽车制动时, 控制单元会自动断油, 一直到发动机转速降到 1500r/min 时才恢复供油。如在恢复供油的第一时间不能及时供油, 或因其他原因造成发动机过载, 也会造成行驶正常但制动时会熄火的故障。

1. 变矩器始终处于锁止工况

装有自动变速器的汽车行驶正常, 但一制动就熄火的故障最常见的原因是自动变速器的液力变矩器始终处于锁止工况, 踩制动后变矩器无法解除锁止工况, 造成发动机过载熄火。导致变矩器始终处于锁止工况的主要原因包括以下几点。

(1) 自动变速器油散热器堵塞 自动变速器只要发生烧蚀离合器或制动器故障, 不仅要清洗变速器, 而且必须彻底清洗冷却系和变矩器。在变矩器未进入锁止工况前, 变速器行星齿轮机构润滑完后, 自动变速器油进入散热器进行冷却, 然后途经锁止继动阀、输入轴进入变矩器的锁止离合器和变矩器壳之间, 并让变矩器里充满油。如变速器的散热器堵塞, 油路被切断, 变矩器的锁止离合器和变矩器壳之间没有油, 发动机起动后变矩器就会始终处于锁止工况, 踩制动就会造成发动机过载熄火。

(2) 锁止继动阀被卡滞在工作端 锁止继动阀负责变矩器进入锁止工况时机的控制。如变矩器里油液过脏, 由于输入轴的进油孔没有滤清器保护, 杂质就容易经输入轴的油道进入控制阀, 造成控制阀的卡滞。如锁止继动阀被卡滞在工作端, 发动机起动后变矩器就始终处于锁止工况。起动正常, 但挂档时不加油就容易熄火。在等红绿灯时, 汽车总有往前窜的感觉。行驶正常, 但一制动就因发动机过载而熄火。

(3) 锁止电磁阀的泄油滤网堵塞 踩下制动踏板时, 之所以能立即解除变矩器的锁止, 就是控制单元在接到制动信号后立即断开锁止电磁阀的接地线, 使其处于泄油状态。但如果锁止电磁阀的泄油滤网堵塞, 即使给锁止电磁阀断电, 也无法泄油, 导致变矩器无法解除锁止, 制动时就会因发动机过载而熄火。

2. 真空助力器单向阀失效会造成制动熄火

使用真空助力器作为制动助力装置的车辆, 分为从进气系统取真空, 以及利用真空泵供应真空两种。凡是从进气系统取真空的, 在发动机进气歧管和真空助力器之间装有单向阀, 该单向阀许进气歧管的真空进入真空助力器, 不许真空助力器内的气体流向进气歧管, 可以

保证发动机熄火后还能进行一次有效制动。如果真空助力器单向阀失效，真空助力器内的气体流向进气歧管，制动时会造成发动机因混合气过稀而熄火。因真空助力器单向阀失效造成制动熄火，维修时更换单向阀即可。

(1) 真空助力器密封性的检测 起动发动机，连续踩制动踏板，踏板升到最高点后，用力踏住，熄火。30s 内踏板高度应保持不变。重新起动发动机，制动踏板应略感下移。说明真空助力器工作正常，否则必须更换。

(2) 单向阀至真空助力器之间的真空检测 在单向阀和真空助力器之间连接真空表和手动真空泵，用手动真空泵建立真空后，真空应能保持住，否则必须更换。

使用液压助力的制动系统不会发生泄漏导致的制动熄火。另外有一些汽车制动系统是利用真空泵供应真空，这些汽车即使进气歧管和真空助力器之间单向阀失效，制动时发动机也不会熄火。

3. 制动开关失效造成制动熄火

自动变速器车型，在行驶中液力变矩器的锁止离合器进入锁止工况后，紧急制动时制动开关向变速器的控制单元输送制动信号，控制单元收到信号后，立即给锁止电磁阀断电，在制动效果出来前让液力变矩器退出锁止工况，以防止发动机过载。如制动开关失效，或端子断开，制动时不能向控制单元输送制动信号，变矩器的锁止离合器没有退出锁止工况，制动时发动机过载，会导致汽车抖动异常，最终发动机会因负荷过大而熄火。

制动开关除负责解除液力变矩器的锁止工况外，还负责解除变速杆在 P 位的锁止。打开点火开关，握住置于 P 位的变速杆，踩下制动踏板，大部分使用自动变速器的汽车，手心应能感到变速杆轻微振动，否则说明制动开关失效或开关端子断开。制动开关失效后，变速杆从 P 位移出时，由于变速杆被电磁阀锁住，所以摘档非常费劲。

4. 核心传感器线束过紧或接触不良

空气流量传感器和发动机转速传感器为电喷发动机的核心传感器。

发动机转速传感器在行驶中负责向控制单元提供压缩行程上止点信号，空气流量传感器在行驶中负责向控制单元提供进气量信号，如其中任意一个核心传感器线束过紧或接触不良，在制动时导致信号中断，都可能造成制动时发动机熄火。

5. 发动机没有怠速或怠速过低

发动机没有怠速或怠速过低时，汽车行驶基本正常，但制动时会因怠速过低而熄火。以下五种怠速故障都会造成制动熄火。

(1) 怠速步进电动机故障 在怠速、急减速、制动和滑行时，当发动机转速降到 1200 ~ 1500r/min 时，为防止过载熄火，怠速步进电动机要及时开启，如怠速步进电动机过脏或因其他故障没能及时开启会导致在怠速、急减速、制动和滑行时发动机因过载而熄火。

(2) 燃油油压过低 燃油集滤器堵塞、燃油泵早期磨损或燃油压力调节阀密封不良，都会造成燃油压力过低，怠速过低，在怠速、急减速、制动和滑行时会因混合气过稀，而导致发动机熄火。

(3) 节气门体过脏 节气门体过脏会造成节气门卡滞，在制动时喷油器暂停喷油，进气系统也应暂停进气。如节气门因卡滞而处于开启状态，就会进大量的空气，在发动机转速降到 1500r/min 时，喷油器虽然恢复喷油，但因混合气过稀而熄火。

(4) 喷油器堵塞 喷油器堵塞造成混合气过稀。在怠速、急减速、制动和滑行时会因

混合气过稀，而导致发动机熄火。

(5) EGR 阀关闭不严 在怠速、急减速、制动和滑行时，EGR 阀应处于关闭状态，如 EGR 阀关闭不严，会造成燃烧质量下降，在怠速、急减速、制动和滑行时均会导致发动机熄火。

二、汽车行驶正常，但制动后不能立即行驶

使用自动变速器的汽车，有时会遇到起动、怠速和行驶正常，但制动停车后，挂档不走车，不能立即行驶，需要等 30s 左右，才能继续行驶。这类故障多是由于变矩器不能及时解除锁止造成的，其故障原因是多方面的，起因也较复杂。

自动变速器的正常油温为 90 ~ 105℃，装有自动变速器油温度传感器的，当变速器油温上升到 130℃ 以上时，控制单元会进入失效保护，让液力变矩器的锁止离合器进入锁止工况，进入锁止工况 30s 左右后，如油温仍不降低，控制单元会令液力变矩器解除锁止工况。但制动后控制单元会让液力变矩器重新进入锁止工况，致使制动后汽车负载过重，无法立即行驶；30s 左右后如油温仍不降低，控制单元会再让液力变矩器解除锁止工况，汽车可以行驶。

第五节 发动机起动困难的故障

导致发动机起动困难的常见原因有：

- ① 点火系电控部分热稳定性不好。
- ② 混合气过浓或燃油压力过低，产生气阻。
- ③ 发动机排气不畅。
- ④ 废气返流的积炭导致怠速步进电动机或怠速空气阀无法开启或无法及时开启。
- ⑤ 空气滤清器的滤芯过脏或滤网过密造成充气系数不足。
- ⑥ 主继电器接地不良导致冷车起动困难。



第五节 导读

思考一下导读中的案例，带着问题进入本节的学习。

1. 热车行驶中突然熄火，熄火后立即起动，无法起动，待 15min 后重新起动，可以正常起动。故障原因主要集中在点火系的继电器、曲轴位置传感器、点火模块、点火线圈四处。

2. 冷车起动正常，热车起动困难，冷却液温度传感器或进气温度传感器输出信号存在问题，造成混合气过浓，或燃油压力低，产生气阻。

3. 三元催化转化器堵塞或消声器内部开焊造成发动机排气不畅，充气系数不足，发动机冷车起动困难，没有高速，没有超速档，靠近中部的排气歧管被烧红。

4. 怠速步进电动机或怠速空气阀没有开启，造成发动机充气系数不足，造成冷车起动困难。通常每行驶 20000 ~ 40000km 应清洗一次旁通空气道。

5. 空气滤清器的滤芯过脏堵塞或新换的空气滤清器的滤网过密，造成发动机进气不畅，充气系数不足，发动机冷车起动困难，没有高速，也没有超速档。

6. 主继电器接地不良，发动机接地线或和起动有关的传感器端子接地不良，会使进入燃烧室的燃油比正常起动时少得多，所以冷车时起动困难。

7. 发动机点火正时不对，主要表现为热车不好起动、怠速游车和加速挫车。读故障码

为“霍尔传感器故障”。

8. 起动电压正常, 接通点火开关时电流表指示放电正常, 起动后电流表突然指示放电到底, 说明电磁开关接线柱接地, 应更换电磁开关或起动机总成。

9. 燃油滤清器堵塞不会降低燃油压力, 但会降低燃油流量, 造成发动机间歇性不能起动。

10. 点火系的曲轴位置传感器、点火控制器、点火线圈的故障都可能造成发动机间歇性不能起动。

一、发动机在冷车时起动正常, 热车时起动困难

热车起动困难分为两种: 一种是行驶中突然熄火, 熄火后立即起动, 无法起动, 待10min后重新起动, 可以正常起动; 另一种为没有突然熄火, 但只要热车就会起动困难。

前者故障主要集中在点火系的继电器、曲轴位置传感器、点火模块、点火线圈等处。其主要原因是使用年限较长, 点火系的某些部件老化, 热稳定性明显变差。后者通常是由于以下原因: 热车时混合气过浓; 热车时燃油系统存在气阻, 造成混合气过稀; 冷却液温度传感器或进气温度传感器输出信号存在问题, 造成供油量错误。

(1) 热车混合气过浓 热车混合气过浓通常是由于喷油器过脏卡滞, 导致发动机熄火后依然向进气歧管滴漏燃油, 由于发动机热车时温度较高, 滴下的汽油全部汽化, 导致进气歧管内全都是汽油蒸气, 造成混合气过浓, 无法起动。除了进行喷油器滴漏试验外, 从外观上也可以发现喷油器发黑。

燃油蒸发控制系统的炭罐清污电磁阀 (CANP) 关闭不严, 在正常情况下发动机转速达到1500r/min时, CANP才开启, 而且开启时控制单元会减小喷油脉宽, 以防止混合气过浓。如果CANP始终卡滞在开启位置, 即使在停车时, 高温下燃油箱中的汽油蒸气也会直接进入进气歧管, 导致混合气过浓, 无法起动。

(2) 热车时存在气阻

1) 燃油系的保持压力偏低, 在发动机热辐射下, 管路中燃油迅速汽化, 形成气阻。燃油系保持压力偏低, 应重点检查喷油器有无滴漏、燃油压力调节器密封是否良好、燃油泵出口口的单向阀是否密封良好。

2) 装配时, 燃油管路距发动机热源过近, 在发动机热辐射下, 管路中燃油迅速汽化, 形成气阻。导致发动机燃油压力下降。

(3) 冷却液温度传感器或进气温度传感器输出信号存在问题 这可以通过读取数据流和用红外线测温仪实际检测相对比, 来检查两个温度传感器是否存在问题。测温时, 散热器上水管的温度就是发动机的实际冷却液温度。

1. 发动机冷却液温度传感器故障

冷却液温度传感器 (CTS) 输出的信号控制着发动机暖机时的喷油脉宽。如CTS的电阻值明显高于正常值 (冷却液温度越高, 电阻值应越低), 导致输出信号严重失准, 明明发动机冷却液已达到正常工作温度, 但CTS输出信号仍显示发动机冷却液温度在暖机范围时, 控制单元误认为发动机还在暖机状态, 继续供给较浓的混合气, 混合气过浓, 导致燃油雾化不良, 造成热车时起动困难。

此时, 在排气尾管处能闻到硫磺气味 (过浓混合气和三元催化转化器作用的结果), 说明混合气过浓。可先读取数据流, 如数据流显示发动机冷却液温度为40℃左右, 而用红外线测温仪检测散热器进水管温度 (此处反映的是发动机冷却液温度) 为90℃, 说明CTS有

故障。

如发动机冷车起动机时明明发动机冷却液温度很低，但 CTS 输出信号则显示发动机冷却液温度已达到正常工作温度，则会造成混合气过稀，导致冷车起动机困难。

控制单元自诊断系统在电压检测方面，只能查出电压是否超出规定范围。如超出最高或最低输出电压，会点亮故障指示灯，并留下故障码。而输出电压信号与实际冷却液温度不符时，控制单元自诊断系统无法查到。

2. 发动机转速传感器在高温时信号中断冷却后方可起动机

发动机转速传感器又称曲轴位置传感器（CKP），不同发动机的发动机转速传感器装配位置不同，CKP 在发动机上有四个不同的装配位置：

1) CKP 装在分电器内，只负责提供发动机转速信号。

2) CKP 装在曲轴的前端，除负责提供发动机转速信号外，还负责提供点火提前角信号，可取代负责提供初始点火提前角的凸轮轴位置传感器。

3) CKP 装在曲轴的后端（发动机飞轮），则主要负责提供点火提前角信号，也可取代负责提供初始点火提前角的凸轮轴位置传感器。

4) CKP 装在发动机前部正时罩内，主要负责发动机转速达到 1200r/min 后的点火提前角控制。

CKP 装在曲轴上的车型，一旦信号中断，发动机会立即熄火，而且无法起动机。CKP 触头过脏和气隙过大会造成 CKP 信号中断；CKP 和转子间的气隙过小会造成传感器触头和转子发生运动干涉，导致 CKP 损坏，也会造成信号中断，参见图 6-4。

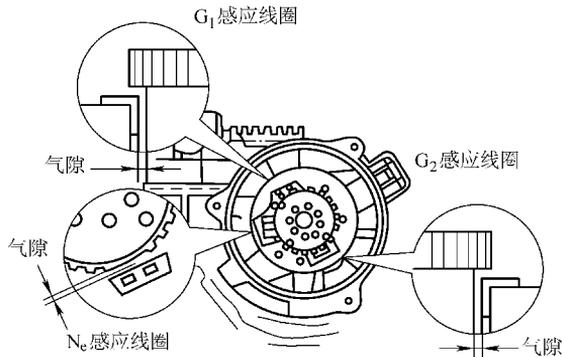


图 6-4 检查 CKP 和转子间的气隙

通常维修人员习惯在常温下检测 CKP 的电阻值，但有时 CKP 在常温下检测时电阻值正常，但在高温时却出现电阻值无穷大；汽车行驶中会突然熄火，熄火后立即起动机没有反应，待几分钟 CKP 冷却后，其电阻值又恢复正常，再起动机和行驶一切正常；待 CKP 自身温度过高时又会出现电阻值为无穷大，汽车行驶中又会突然熄火。此故障如不及时排除，CKP 在高温时出现电阻值无穷大的频率会越来越高，开始是 10 多天一次；后来几天就一次；再后来一天就会发生几次；最后熄火后就再也无法起动机。

打开点火开关，蓄电池便开始给点火系低压电路供电，但控制单元在没有收到初始点火提前角信号时不会接通低压电路的负极，点火系低压电路没电，发动机无法起动机。检测时，打开点火开关，用高阻抗万用表查发动机点火系低压电路，如没有电压，说明控制单元没有

收到初始点火提前角信号，应重点检测 CKP 及其和控制单元之间的电路。

3. 点火控制器在高温时不截止冷却后方可起动

汽车在冷车的状态下起动和行驶正常，热车后行驶中会突然熄火。熄火后立即起动没有反应，待 10min 左右再起动和行驶一切正常。此故障通常出现在点火系的电路部分，如 CKP、点火控制器、点火线圈等。

例如有的点火控制器在低温时电阻值正常，导通和截止正常，在高温时却会出现内部短路，点火控制器中的功率晶体管在热车后导通不截止，造成没有高压火。检测点火控制器的工作状况，在点火线圈的低压电路上串联一个汽车专用的发光二极管（其导线的电阻值应在 100 ~ 1000Ω，否则测试时会烧毁点火线圈上的电容器），发动机工作时发光二极管应连续闪烁，如发光二极管亮（点火系有低压电），但不闪烁（点火控制器导通不截止），说明故障在点火控制器，必须更换。点火控制器冷却后再起动和行驶一切正常，是因为其电阻值自己恢复了正常。

行驶中突然熄火时，可以用红外线测温仪检测点火控制器的工作温度，如点火控制器表面温度大于 100℃，说明其内部短路，必须更换。

4. 点火线圈在高温时出现内部短路冷却后方可起动

有时会出现发动机在冷车的状态下起动和行驶正常，热车后行驶中会突然熄火，故障可能出在点火线圈（热车后点火线圈内部在高温时出现短路，造成高压火过弱），熄火后立即起动没有反应，待几分钟后点火线圈冷却，电阻值恢复正常，再起动一切正常。

应该注意的是，发生这类故障的点火线圈在常温下检查电阻值时往往正常，只有在突然熄火时检查电阻值才能发现问题。也可以在刚熄火时用红外线测温仪检测点火线圈的表面温度，点火线圈的表面温度大于 95℃ 说明其内部短路，必须更换。还可以拔下一根高压分线，连接另外一个火花塞，并使它与发动机缸体的外部接地，起动发动机，如高压火为红火或没有火，高压分线的电阻值又符合规定，说明点火线圈有故障，必须更换。

在诊断开始时行驶正常，热车后突然熄火，立即起动无法起动的故障时，可事先准备一条毛巾和冷水，在突然熄火的第一时间分别用湿毛巾对 CKP、点火控制器、点火线圈进行物理降温（湿毛巾不要碰着线路接头），同时起动发动机，对哪个部件进行物理降温的同时能起动着发动机，就应更换哪个部件。

如对 CKP、点火控制器、点火线圈冷却后仍无法起动，则应检查点火系的继电器。

5. 炭罐空气滤清器被堵塞，热车时需连续起动三次

电喷发动机燃油箱的加油口通常都没有空气阀和真空阀，与燃油箱相连的炭罐（EVAP）阀进气口在正常时可以向燃油箱补充空气，以避免燃油箱内真空度过高。如 EVAP 阀进气口的空气滤清器堵塞，随着燃油箱内油液液面的降低，燃油箱内真空度会出现过高，行驶中燃油泵的集滤器会将塑料或金属制成的燃油箱底部吸上来，造成供油量减少，加速不良。熄火后 10min 内立即起动时会因供油量过少无法起动。随着停车时间的延长（通常需要 30min 左右），燃油箱内的真空度降低，燃油箱底部逐渐远离集滤器，发动机在冷车时起动又会正常。

EVAP 阀进气口堵塞造成热车起动困难时，如立即开启燃油箱盖，可以听到箱内真空度产生的吸气声。此时加油，会因燃油箱内真空度过高，在燃油箱加油快满时会向外喷油。更换 EVAP 炭罐即可排除故障。

EVAP 阀进气口堵塞非常严重时,会导致行驶中间歇性熄火(混合气过稀所致),熄火后无法立即起动。打开燃油箱盖,可正常起动。

6. 控制单元前端过压保护继电器稳压管老化高温时断路

过压保护继电器稳压管老化时,冷车起动和行驶均正常,但热车后有时就会出现熄火,熄火后无法立即起动,而冷却后起动和行驶均正常。待温度高后故障还会重现,所以需及时更换有故障的继电器。

7. 发动机接地线松动,造成冷车时起动困难,热车起动正常

发动机接地线松动,会出现冷车起动困难、热车起动正常。急加速时会出现发动机转速不稳,挫车,行驶中有时还会出现突然熄火的故障。重新紧固接地线可排除故障。

二、发动机在热车时起动正常,冷车时起动困难

冷车起动时如进、排气不畅,旁通空气道不开启或燃烧室不密封,会造成充气系数不足;燃油泵磨损、主继电器接地不良,会造成燃油压力过低;EGR 阀关闭不严造成燃烧质量过差;发动机冷却液温度传感器电阻值过低,造成错误控制,以上这些故障都会引发冷起动困难。但这类故障对发动机热车起动影响甚微,不会有明显的影响,所以发动机在热车时起动正常,冷车时起动困难。

1. 发动机充气系数不足

(1) 发动机进气不畅 空气滤清器的滤芯过脏、堵塞或新换的空气滤清器的滤网过密,造成发动机进气不畅,充气系数不足,发动机冷车起动困难,没有高速,没有超速档。

(2) 发动机排气不畅 三元催化转化器堵塞或消声器内部开焊造成发动机排气不畅,发动机冷车起动困难,没有高速,没有超速档,靠近中部的排气歧管烧红。

(3) 旁通空气道没有开启 怠速步进电动机或怠速空气阀没有开启,造成发动机充气系数不足。通常每行驶 25000km 左右应用超声波清洗机清洗一次旁通空气道,长期不进行清洗,怠速步进电动机和怠速空气阀容易被积炭卡滞,怠速时节气门处于关闭状态,如旁通空气道也没有开启,就会造成发动机充气系数不足,发动机在冷车时起动困难,热车后起动和行驶中一切正常。

发动机冷却温度传感器信号不准,或者控制单元、怠速步进电动机及其电路出现故障,也会造成怠速步进电动机不开启。

(4) 燃烧室积炭过多,每天第一次起动时需连续三次起动方可发动 为了环保需要,每次起动发动机时,喷油器只能连续喷 2~3 次油。如果燃烧室内积炭过多,汽车停放一夜后,燃烧室积炭处于干燥状态,头两次起动喷的油都被干燥的积炭吸收,第三次起动时积炭已经饱和,才可以顺利起动。

2. 主继电器接地不良

冷车起动时需要相对多而浓的混合气。主继电器接地不良会使进入燃烧室的燃油比正常起动时少得多,所以冷车时起动困难。

除了主继电器接地不良外,其余的接地线或与起动有关的传感器端子接触不良,也都会造成冷车时起动困难。热车后,接触不良的接地线或端子因热胀的原因,原先接地线或端子的间隙被消除,起动恢复正常。

蓄电池负极线,发动机接地线和变速器上的接地线接地不实,也都会造成相同的故障。

3. 每天第一次起动打开点火开关需待 30s 才能起动

自动变速器空档开关受潮。汽车过深水或洗车时不小心使空档开关内部受潮，每天第一次起动车时，因空档开关内部短路而无法立即起动，打开点火开关需等待 30s 左右，使空档开关档位触点附近烘干，才能起动。随后一天内都起动正常，但第二天第一次起动时依然如此。

也有的变速器能够正常起动，但起动后无法起步，需待 2~3min 才能起步，个别严重的需要 10min 才能起步。其原因也是空档开关内部受潮，控制单元无法分辨出档位，所以无法起步。只有等空档开关档位触点附近烘干，才能起步。

维修时用吹风机的热风将空档开关内部烘干，即可排除故障。

4. EGR 阀关闭不严会造成燃烧质量变差

EGR 阀的工作条件是发动机温度 50℃ 以上，发动机转速在 1500~4500r/min，且没有急加速和急减速时开启。EGR 阀如关闭不严，会造成燃烧质量过差，冷车时起动困难。在怠速时拔下 EGR 阀通往进气系统的废气管，如有废气流出，说明 EGR 阀关闭不严，必须更换。

5. 机油的粘温性差会造成冷起动时运行阻力过大，无法起动

按照美国工程师协会 (SAE) 的标准，W 前边的数字越小低温时运动粘度越低，W 后边的数字越大高温时运动粘度越高。即 W 前边的数字越小，W 后边的数字越大，机油的粘温性越好。选用时，可依照以下标准进行。

0W 的机油适用于 -35℃ 地区使用。

5W 的机油适用于 -30℃ 地区使用。

10W 的机油适用于 -25℃ 地区使用。

15W 的机油适用于 -20℃ 地区使用。

20W 的机油适用于 -15℃ 地区使用。

5W 的机油适合在任何寒冷地区使用；10W 的机油适合在北京地区使用；15W 的机油适用于我国南方地区使用。如果在北京地区使用 15W 的汽机油，蓄电池电压又偏低时，寒冷的冬季就可能会出现起动困难。

6. 冷却液温度传感器电阻值过低导致冷起动混合气过稀

冷却液温度传感器 (CTS) 的电阻值只有十几欧姆，而且无论是发动机冷却液温度如何变化，电阻值始终是只有十几欧姆，给控制单元以假象。明明发动机冷却液温度很低，CTS 信号却表示冷却液温度很高，冷起动时本应给加浓的混合气，但控制单元根据 CTS 信号误认为不需要加浓。结果，热车可以正常起动，冷车时起动困难。

7. 本田发动机点火正时有一点延迟

本田发动机有一个与众不同的特点，凸轮轴比规定的正时有一点延迟时，供油量就会加大，如果在寒冷的冬季起动发动机，就可能因混合气过浓而无法起动，而且还会导致发动机向外溢油。拆检火花塞时，可明显发现油大了。

三、发动机在冷车和热车时都起动困难

1. 燃油系统没有保持压力，需连续起动三次才能发动

在检测完燃油系统的怠速油压和大负荷油压后，不拆燃油压力表，熄火 10min 后再看燃油压力表，表上此时显示的是燃油系统的保持压力，燃油系统保持压力应不低于 250kPa。燃油系统保持压力是保证二次起动所必需的，没有保持压力或保持压力过低，需连续起动三

次才能发动发动机。头两次建立正常燃油压力，压力建好后，第三次就可以正常起动。

保持压力过低或没有保持压力通常是由于燃油系统内部泄漏造成的。应重点检查以下部位密封状况：

- 1) 燃油泵出油单向阀是否密封不良。
- 2) 燃油泵至燃油箱出油口之间的软管是否开裂。
- 3) 燃油系统的燃油压力调节器回油部分是否密封不良。
- 4) 喷油器是否密封不良。

上述部位任何一点有故障，都会造成燃油系统没有保持压力。

(1) 检测燃油泵方面 检测时先建立起正常的燃油压力，关闭燃油压力表燃油箱一侧的截止阀，如保持压力能保持住，说明故障在燃油泵出油单向阀密封不良，或燃油泵至燃油箱出油口之间的软管开裂。拆下燃油箱，先检查燃油泵至燃油箱出油口之间的软管是否开裂，如没有裂口，说明产生故障原因是燃油泵出油单向阀密封不良，应更换燃油泵总成。

(2) 检测燃油压力调节器的密封性 关闭截止阀后，保持压力仍不能保持住，应用夹板封闭燃油压力调节器的回油管路，封闭后如保持压力可恢复正常，说明燃油压力调节器的回油阀密封不良，必须更换燃油压力调节器。

(3) 检测喷油器的密封性 封闭回油管后如仍没有保持压力或保持压力过低，应整体拆下燃油分配管和喷油器，进行30s的喷油检测，在此期间喷油器滴漏不得超过一滴，说明喷油器密封良好，如滴漏超过一滴，说明没有保持压力或保持压力过低是喷油器密封不良造成的，必须更换喷油器。

2. 燃油泵老化造成起动困难

如临时停车时起动正常，停半天后就无法起动。起动时打开燃油箱盖不能听到燃油泵的工作声音。用蓄电池直接供电，用直流电直接励磁一下，直接供电电路阻力小，供电电压高，电流强度也较大，如能起动，说明燃油泵电动机老化，换向器过度磨损，电刷与换向器接触不良，应更换燃油泵。

3. 蓄电池电压不足，发动机无法起动

点火系线路因为端子、接地线等处电阻的影响，蓄电池电压必须 $>12.5\text{V}$ 时才能保证发动机正常起动。起动如听到起动机处发出的“嗒嗒”声，说明蓄电池电压不足，发动机无法起动。

4. 发动机各缸的气门密封不良，发动机起动困难

气门关闭不严时，无论是冷车还是热车都需连续起动两次才能发动。发动机气门间隙过小，造成气门关闭不严；或发动机燃烧室积炭过多，导致进气门密封面上积炭过多、不平，会造成进气门密封不良；排气门间隙过小，会造成排气门烧蚀，密封不良。进气门或排气门密封不良都会造成燃烧室工作压力过低，通常需要两次起动发动机才能起动。进行发动机的缸压检测，如发现各缸的缸压都低，而排气管并不冒蓝烟，通常是气门密封不良所致。

气门间隙过小，可重新调节；进气门密封面上积炭过多，可以通过燃油系统清洗解决；排气门烧蚀则必须更换。

5. 没有初始点火信号，发动机无法起动

凸轮轴位置传感器负责初始点火信号。点火后即使拔下该传感器线束，发动机也可以正常工作。如凸轮轴位置传感器因有故障不能提供初始点火信号，而曲轴位置传感器（发动机转速传感器）和它装在同一分电器内，但不负责点火信号，凸轮轴位置传感器损坏后，

发动机就无法起动。曲轴位置传感器装在曲轴前端或后端的，转子上均有断齿（断齿为发动机压缩行程的上止点位置），凸轮轴位置传感器损坏后，曲轴位置传感器可以替代它工作，发动机起动会滞后 2s，起动后工作不受影响。

大部分发动机曲轴位置传感器一旦发生故障，发动机立即熄火，而且无法起动。曲轴位置传感器的常见故障有：

- 1) 触头过脏，传感器和转子气隙过大，检测时表现为传感器断路。
- 2) 曲轴位置传感器的端子接触不良，检测时表现为偶发性故障（/sp）。
- 3) 曲轴位置传感器的转子气隙过小，传感器和转子会发生运动干涉，造成传感器损坏无法起动或冷车起动时困难；
- 4) 个别的曲轴位置传感器的故障表现为冷车时工作正常，工作温度过高时电阻值无穷大。行驶中会突然熄火，立即起动，无法发动，冷却 10~20min 可以正常起动。

在对凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器进行电阻值检测时，可轻轻拉动其导线，如拉动导线时万用表显示电阻值在跳动，反复拉动导线时，万用表显示电阻值反复跳动，说明凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器有短路或接地不良的故障，必须更换。

6. 燃油泵不工作没有燃油压力，无法起动

一个人打开燃油箱盖，准备在起动时听燃油泵的泵油声，另一个人打开点火开关，在起动瞬间，燃油箱盖处应能听到 2s 的泵油声。如听不到，应重点检查燃油泵继电器是否对正极短路，及控制单元和连接电路有无接触不良。

燃油泵继电器装在继电器板上。打开点火开关，电子燃油喷射系统的主继电器闭合，紧接着燃油泵继电器闭合，燃油泵开始工作。随后燃油泵继电器断开，而主继电器继续闭合，燃油泵继续工作。如果燃油泵继电器失效，与燃油泵继电器并联的机油压力开关将控制燃油泵。

燃油泵继电器除控制燃油泵外，通常还负责控制加热型氧传感器（HO2S）、炭罐清污电磁阀（CANP）、喷油器（INJ）、怠速步进电动机（IAC）及空气流量传感器（MAF）。所以电动燃油泵继电器对正极短路后，发动机熄火，不能起动，会同时出现多个故障码，因此出现上述传感器和喷油器故障码，特别是几个故障码同时出现时需慎重对待，不可以盲目换件。

7. 发动机点火正时不对

1) 正时传动带张紧轮失效。正时传动带使用时间过长，颠簸路面行驶会造成发动机点火正时错位。

2) 没有对正点火正时。发动机在更换正时传动带时，没有对正点火正时。典型的点火正时对正标记见图 6-5。

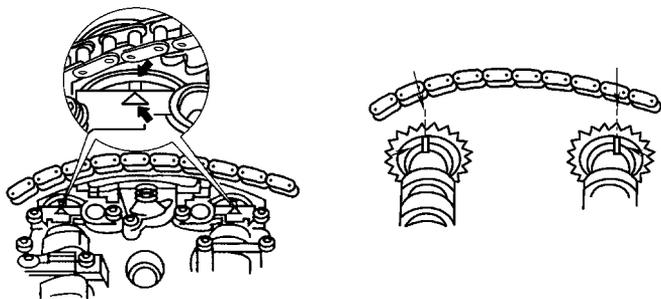


图 6-5 典型的点火正时对正标记

3) 凸轮轴定位的半圆键移位。

4) 正时传动带断裂后继续起动。正时传动带断裂后没有及时发现,继续起动发动机,导致点火正时错位。

注:发动机点火正时不对主要表现为热车不好起动、怠速游车和加速挫车。

8. 起动机故障

检查起动机起动时的电流和电压。如起动电压是正确的,接通点火开关时电流表指示放电正常,起动后电流表突然指示放电到底,说明电磁开关接线柱接地,应更换电磁开关或起动机总成。

除上述以外,点火线圈断路,没有高压火,或起动机其他故障也会造成发动机冷车和热车无法起动的故障。

四、发动机间歇性不能起动

燃油压力正常,但燃油流量过低。燃油滤清器堵塞不会降低燃油压力,但会降低燃油流量,造成发动机间歇性不能起动。

点火系统的曲轴位置传感器、点火控制器、点火线圈的故障都可能造成发动机间歇性不能起动。

第六节 汽车行驶正常,放松加速踏板熄火故障

汽车行驶和加速都正常,但行驶中放松加速踏板熄火。此故障用故障诊断仪通常检测不到故障点,属于软故障,诊断难度较大。

此类故障大都是由于以下原因造成的:在行驶中放松加速踏板时,控制单元为了节油和环保会临时中断供油,待发动机转速降到1500r/min时再恢复供油。如降到1500r/min时不能及时供油,燃油质量过差,混合气过稀或过浓均可能造成减速熄火。常见的具体原因有:

- 1) 进气系统密封不良,导致混合气过稀而无法有效重新点燃混合气。
- 2) 燃油压力过低或燃油流量过少,导致混合气过稀而无法有效重新点燃混合气。
- 3) 旁通空气道不能及时开启,导致重新给油时发动机转速过低,无法有效重新点燃混合气。
- 4) 废气再循环(EGR)阀或炭罐清污电磁阀(CANP)关闭不严,导致燃烧质量过差无法有效重新点燃混合气。

由于此类故障大部分是因混合气过稀造成的,所以同时还伴有怠速过低或没有怠速。



第六节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 行驶中放松加速踏板,因进气系统密封不良,导致混合气过稀而无法有效重新点燃混合气而熄火。

2. 行驶中放松加速踏板,因燃油压力过低或燃油流量过少,导致混合气过稀而无法有效重新点燃混合气而熄火。

3. 行驶中放松加速踏板,因积炭卡滞旁通空气道不能及时开启,导致重新给油时发动机转速已经过低,发动机过载熄火。

4. 行驶中放松加速踏板,因废气再循环(EGR)阀或炭罐清污电磁阀(CANP)关闭不严,导致燃烧质量过差无法有效重新点燃混合气而熄火。

5. CKP触头过脏,或气隙过大,会造成汽车行驶正常,但放松加速踏板就熄火;同时还伴有怠速不稳,起动困难等故障。

6. 喷油器堵塞造成混合气过稀,怠速时严重抖动,加速不良,急加速进气系统回火。温和踩节气门行驶正常,但放松加速踏板就熄火。

7. 暖机过程中结合发动机冷却液温度变化,观看发动机转速表,如达不到额定转速,说明怠速步进电动机和怠速空气阀不能开启,或不能完全开启。

8. 发动机进气系统外部严重泄漏,怠速转速就会出现900~1100r/min左右的怠速游车。行驶中加速不良,急加速进气管回火。温和踩加速踏板,汽车行驶正常,但放松踩加速踏板就熄火。

9. 诊断汽车行驶和加速都正常,但行驶中一松加速踏板就熄火故障时,维修人员通常是先清洗节气门、旁通空气道、喷油器。清洗后故障没有排除,再检查进气系统的密封性。

一、进气系统泄漏或燃油压力过低和混合气过稀

1. 节气门在怠速时的开启角度过大

(1) 故障现象 汽车行驶正常,但一松节气门就熄火;加速不良。

(2) 故障诊断 每一种发动机都规定了节气门在怠速时的开启角度,用故障检测仪读取数据流,可得知节气门在怠速时的开启角度。如大众汽车节气门在怠速时的开启角度为 $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$,数据流显示节气门在怠速时的开启角度大于 5° ,就说明节气门关闭不严。

(3) 故障分析 节气门轴处积炭过多,造成节气门卡滞,导致节气门关闭速度减慢和开启角度变大。汽车行驶中收节气门时发动机进入断油控制,如节气门关闭速度过慢,并且关闭不严,在断油控制期间就会进入空气过多,待发动机转速降到1500r/min恢复供油时,因进气系统内已进入大量的空气,导致混合气过稀,超过了着火极限,无法点燃,于是就出现行驶正常,一松加速踏板就熄火的故障。

除节气门被积炭严重污染外,节气门复位弹簧过软、节气门拉索过紧、清洗或更换节气门后未进行控制单元和节气门控制部件的匹配、控制单元和节气门控制部件故障以及进气受阻、空气滤清器过脏,或新换的滤芯滤网过密等故障,都会造成怠速时节气门开启角度过大。从数据流中看到节气门开度不断变化,说明怠速步进电动机不断地进行工作调节。

行驶中踩制动或空档滑行时电喷发动机为了节油和排放控制,也会自动断油,待发动机转速降到1500r/min时为防止转速过低熄火,再次恢复供油。断油控制时,因只进空气,不供油,如怠速时节气门开启角度过大,从断油到1500r/min再恢复供油时进的空气就会过多,导致混合气过稀,无法点燃,而造成发动机熄火。

维修时首先检查节气门拉索是否过紧,节气门完全放松时节气门拉索应调到略有松量,否则需重新调节节气门拉索。

节气门拉索正常,用超声波清洗机就车清洗节气门,清洗后如节气门怠速时的开启角度恢复正常,说明节气门关闭不严的原因是节气门被积炭严重污染。清洗后开启角度依然过大,用故障检测仪进行发动机控制单元和节气门控制部件的匹配。匹配后开启角度依然过大,说明节气门复位弹簧过软,应更换节气门总成。

某些发动机进气系统在膨胀气室内装有进气温度控制的温控节气门或由发动机转速控制

的进气歧管切换阀。温控节气门或进气歧管切换阀关闭不良，也会因混合气过稀，造成踩制动或空档滑行时发动机熄火。

2. 发动机进气系统外部严重泄漏

(1) 故障现象 发动机怠速高于正常值。控制单元为了保持额定怠速，会进行校正，怠速转速就出现 900 ~ 1000r/min 左右的怠速游车。行驶中加速不良，急加速进气管回火。温和踩加速踏板，汽车行驶正常，但一松加速踏板就熄火；加速不良。

(2) 故障诊断 首先检查各真空软管接头是否有破裂，如有应及时更换。再重点检查波纹管，特别是波纹管与空气流量传感器及节气门位置传感器的接头是否有泄漏。

(3) 故障分析 使用空气流量传感器的进气系统外部泄漏，会造成混合气过稀。进气系统外部的一般泄漏（如某个真空软管泄漏）是不会造成踩制动或空档滑行时发动机熄火的，只有出现严重泄漏时（如空气流量传感器和波纹管连接部位的密封垫或节气门上的密封垫漏装）才会造成踩制动或空档滑行时发动机熄火。行驶中一旦完全放松加速踏板，电喷发动机就会自动断油，发动机转速降到 1500r/min 时为防止熄火会恢复供油，从发动机自动断油到恢复供油时，进气系统只从节气门缝隙处进少量的空气，不供油，如此时进气系统内因密封不良，进的空气过多，恢复供油时就会因混合气过稀，无法点燃，导致发动机熄火。

3. 燃油压力过低或燃油流量过低造成混合气过稀

(1) 故障现象 汽车行驶正常，但一松加速踏板就熄火；加速不良。

(2) 故障诊断 重点检查怠速时燃油压力和燃油流量是否正常。

(3) 故障分析 燃油泵是靠燃油润滑，依靠燃油冷却，如燃油箱内液面过低，燃油表针已到红区还继续行驶，燃油泵失去燃油保护，就会因过热导致磨损、变形，造成燃油压力过低。燃油滤清器堵塞，不会降低燃油压力，但会造成燃油流量过低。

燃油压力过低或燃油流量过低都会导致混合气过稀，在进入闭环控制（COOP）后，控制单元收到氧传感器输出电压较低的信号后，可以适当调整喷油脉宽。但常用的二氧化锆型氧传感器调整范围仅为 $\pm 10\%$ ，超过 10% 后便无法调节。所以燃油压力或燃油流量过低时即使已进入闭环控制，在急减速、踩制动或空档滑行时也会因混合气过稀而造成发动机熄火。所不同的是燃油流量过低造成的急减速熄火是间歇性的，而燃油压力过低造成的急减速熄火则是经常性的。

发动机工作时打开燃油箱盖，如能听到燃油泵磨损、变形发出的“吱吱”的异常响声，说明燃油泵磨损严重，必须更换燃油泵。

(4) 故障排除 更换过热变形或磨损的燃油泵。燃油滤清器堵塞后，不会降低燃油压力，但会降低燃油流量，因而也会造成放松加速踏板熄火的故障。因此汽车每行驶 20000 ~ 30000km，就应更换一次燃油滤清器。更换燃油滤清器时要注意装配方向，如装错方向会造成燃油滤清器损坏。

4. 喷油器堵塞造成混合气过稀

(1) 故障现象 怠速时严重抖动，加速不良，急加速进气系统回火。温和踩节气门行驶正常，但一松加速踏板就熄火。

(2) 故障诊断 先从外观上检查喷油器，如发黑说明泄漏。就车检查喷油器 30s 的喷油量，如喷油量过少，燃油滤清器也没有堵塞，说明喷油器堵塞（燃油流量由燃油滤清器和喷油器两个方面共同负责）。

(3) 故障分析 如发动机同时存在节气门因积炭关闭不严, 怠速步进电动机因过脏而卡滞的故障, 说明该发动机使用时间较长而保养得又不好, 所以该发动机的喷油器也很有可能发生堵塞, 喷油器堵塞后, 喷油量会减少一半左右。所以在清洗节气门和旁通空气道同时, 应一并清洗喷油器。

(4) 故障排除 用超声波清洗机就车清洗喷油器, 可排除故障。

二、旁通空气道没有及时开启

1. 怠速步进电动机和怠速空气阀不能开启

电喷发动机在起动时是不用踩加速踏板的, 关闭点火开关后控制单元将怠速步进电动机开启到最大开度, 以便于二次起动。暖机过程中, 发动机冷却液温度在 40°C 以下时发动机转速为 $1500\text{r}/\text{min}$, 70°C 以下时发动机转速为 $1100\text{r}/\text{min}$, 70°C 时怠速步进电动机关闭, 发动机按正常怠速运转。暖机过程中观看发动机转速表, 如达不到额定转速, 说明怠速步进电动机和怠速空气阀不能开启, 或不能完全开启。电喷发动机怠速系统见图 6-6。

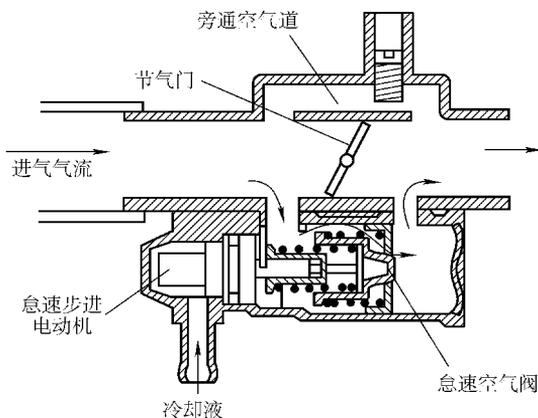


图 6-6 电喷发动机怠速系统

2. 旁通空气道脏堵

发动机在 $2000\text{r}/\text{min}$ 以下时运转不稳定, 甚至熄火, $2000\text{r}/\text{min}$ 以后运转非常平稳。汽车行驶正常, 但一松加速踏板就熄火, 应重点检查旁通空气道内是否积炭过多。由于直接检查旁通空气道比较困难, 可先检查节气门, 如节气门处积炭过多, 与节气门处于同样工作状态的旁通空气道内也一定有很多积炭。所以, 只要发现节气门处积炭过多, 就要同时清洗节气门和旁通空气道。

发动机在 $2000\text{r}/\text{min}$ 以下时, 节气门开度很小, 发动机的运转平稳, 很大程度上依赖旁通空气道的进气。如旁通空气道内积炭过多, 会造成 $2000\text{r}/\text{min}$ 以下时, 发动机充气系数严重不足, 而导致运转不稳定, 甚至熄火。 $2000\text{r}/\text{min}$ 以后节气门开度加大, 旁通空气道的影响明显减小, 所以, $2000\text{r}/\text{min}$ 以后运转非常平稳。

3. 造成怠速步进电动机和怠速空气阀被积炭污染的原因

造成怠速步进电动机和怠速空气阀不开启的原因除电路方面的因素外, 废气返流引起的积炭导致怠速步进电动机和怠速空气阀卡滞, 也会造成怠速空气阀不开启。如汽车每行驶 25000km 就用超声波清洗机就车清洗一次怠速步进电动机和怠速空气阀, 怠速控制系统就不会发生卡滞。

三、排放控制系统关闭不严

1. EGR 阀关闭不严造成燃烧质量过差

(1) 故障现象 冷车时起动困难,热车时怠速发抖,抖动得非常厉害。急加速反应迟钝,排气管有“突突”声;中速运转平稳(1500~4500r/min时EGR阀处于开启状态)。汽车温和踩加速踏板时行驶正常,但一松加速踏板就熄火,且加速不良。

(2) 故障诊断

1) 在怠速时拨下EGR阀通往进气系统的废气管,如有废气流出,说明EGR阀关闭不严。

2) 举升汽车使车轮离地,在急减速的同时拨下EGR阀通往进气系统的废气管,如有废气流出,说明EGR阀关闭不严。

(3) 故障分析 在踩制动、空档滑行和急减速时EGR阀应处于关闭状态,如关闭不严,滑行中大量的废气进入发动机进气系统,发动机转速降到1500r/min时,恢复供油,会因废气过多,燃烧质量过差,而无法点火。

(4) 故障排除 应进一步检查关闭不严的原因,如是因EGR阀处积炭过多,可先用清洗剂清除积炭,再用细研磨膏研磨阀门和阀座,直至完全密封为止。如不能清洗必须及时更换。

2. 炭罐清污电磁阀关闭不严造成燃烧质量过差

炭罐清污电磁阀(CANP)的工作条件是发动机温度在75℃以上,发动机转速在1500r/min以上时开启。在怠速时拨下CANP通往EVAP炭罐的真空软管,用手指堵住,如感觉有吸力,说明CANP关闭不严。在踩制动或空档滑行时炭罐清污电磁阀应完全关闭,如关闭不严,会因进气系统额外进入的空气量过多,混合气过稀,在制动或急减速时导致发动机熄火。关闭不严的CANP必须更换。

3. 发动机转速传感器或动力控制模块失去点火信号

(1) 故障现象 汽车行驶正常,但一松加速踏板就熄火,且加速不良,同时还伴有怠速不稳,起动困难等故障。

(2) 故障诊断 检查发动机转速传感器(CKP)触头是否过脏,气隙是否过大(CKP和转子正常气隙为0.8mm,可将纸叠成0.8mm厚度,进行检查);CKP或PCM端子接触不良、腐蚀、损坏等都可能造成发动机急减速时熄火。

(3) 故障分析 CKP负责提供一缸压缩行程上止点和发动机转速信号。大部分汽车在行驶中只要CKP信号中断,发动机就会立即熄火,而且无法起动。

第七节 汽车加速不良故障



第七节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 使用空气流量传感器(MAF)的进气系统发生较严重的泄漏,充气系数增加,混合气过稀,造成怠速高,而急加速不良。

2. 进气歧管绝对压力传感器的真空通道被积炭堵塞,会造成混合气过稀,大负荷动力

不足，急加速不良。

3. 进气歧管绝对压力传感器的真空软管破裂会造成怠速高，急加速不良。

4. 气门密封不良，使气缸压缩压力降低，导致发动机功率降低，造成汽车加速不良。

5. 点火正时不对，造成缓加速正常，急加速不良。能听到爆燃（敲缸）声，跑高速时动力性不足。

6. 发动机高压分线为碳粉线的，使用时间过长容易出现断路，造成高压火弱，发动机发闯，急加速提速慢，怠速游车。成套更换高压分线后故障可排除。

7. 点火线圈的故障造成高压火弱，导致汽车加速不良。没有燃烧的混合气进入排气系统，被排气管内高温废气点燃，排气管和三元催化转化器被烧红。

8. 冷车起动困难，热车后发动机起动正常，怠速稳定，但加速时转速忽高忽低，挫车，始终加不起速来。常见原因是蓄电池的负极接头锈蚀或虚接。

9. 脚垫铺设不好会影响节气门开启角度，造成加速不良。重新铺设脚垫，使其不影响踩加速踏板。

10. 自动变速器油温度传感器或其线束短路，控制单元就会令变矩器解除锁止工况，令变速器退出超速档，使汽车没有高速。

能够造成汽车加速不良故障的原因很多，在诊断故障时不能采取“地毯式轰炸”的方法，而是要根据故障车的具体情况，进行具体分析，在正确地分析之上，建立正确的维修思路，采用行之有效的诊断方法，才能准确地诊断出故障。

造成汽车加速不良故障的主要原因有：

1) 使用空气流量传感器（MAF）的进气系统发生较严重的泄漏，充气系数增加，混合气过稀，造成怠速高，而急加速不良。

2) 进气歧管绝对压力传感器的真空通道被积炭堵塞，造成混合气过稀，大负荷动力不足，急加速不良。

3) 进气歧管绝对压力传感器的真空软管破裂，造成怠速高，急加速不良。

4) 热丝、热膜或翼片式空气流量传感器被积炭污染，造成混合气过稀。

5) 节气门系统故障造成加速不良。

6) 喷油器堵塞，使喷油量减少1/2，导致混合气过稀，造成怠速抖动，急加速不良。

7) 燃油压力过低或燃油流量过低，造成混合气过稀，造成怠速抖动，急加速不良。

8) 燃油压力过高。

9) 燃烧室密封不良：

① 燃烧室积炭过多，造成进气门通气量减少和关闭不良。

② 积炭过多导致气门杆和气门导管卡滞，造成气门关闭不严。

③ 气门间隙过小，或排气门烧蚀造成气门关闭不严。

10) 点火正时不对，造成缓加速正常，急加速不良。

11) 进、排气不畅，造成进气量减少，充气系数不足，没有高速，自动变速器没有超速档。

12) 点火线圈故障造成高压火弱。

13) 自动变速器油温度传感器短路，导致变矩器无法进入锁止工况，自动变速器不能进入超速档，造成车速上不去。

14) 液力变矩器支承导轮的单向离合器卡滞, 造成车速上不去, 温和踩加速踏板最高车速只有 90km/h, 猛踩加速踏板最高车速也只有 120km/h。

15) 点火系接地线接触不良, 发动机转速忽高忽低, 始终加不起速来。

16) 高压分线断路, 急加速提速慢。

17) EGR 阀密封不良, 急加速时燃烧不好, 加速不良。

18) 发动机总接地线不实, 冷车起动困难, 热车起动正常, 急加速不良 (有失火)。

1. 使用空气流量传感器的进气系统发生较严重的泄漏, 造成混合气过稀

(1) 故障现象 发动机怠速过高。控制单元为了保持额定怠速, 会进行校正, 怠速转速就出现 900 ~ 1000r/min 以上的怠速游车。行驶中加速不良, 急加速进气管回火。

(2) 故障诊断 怠速时进气道的真空度在 17.8kPa 以下, 而怠速转速又偏高, 应重点检查进气系统的密封性。

1) 首先逐一检查进气管上各真空软管进气管一侧接头是否有裂口。然后在怠速连接真空表的前提下, 用夹子逐一夹紧真空软管, 用夹子夹住某一真空软管后真空度明显上升, 说明该真空软管泄漏, 必须更换。

2) 用发动机泄漏探测喷剂进行检测。在热车怠速时, 将喷剂喷到软管接口和进气歧管垫接口等一切可能发生泄漏的部位, 喷到泄漏处可以看到探测喷剂同未被计量的空气一起被吸入。探测喷剂会降低混合气的可燃性, 引起发动机转速降低。

(3) 故障分析 使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统发生泄漏, 会造成混合气过浓。所以使用进气歧管绝对压力传感器的进气系统发生泄漏, 不会造成汽车加速不良。

使用空气流量传感器 (MAF) 的进气系统发生泄漏, 因泄漏处进的空气没有经过 MAF 计量, 控制单元不会提供相应的燃油, 所以会造成混合气过稀。如只是轻微的泄漏, 比如某个真空软管破裂, 通常没有明显的影响。但如果泄漏较严重, 就会导致汽车加速不良。

2. 进气歧管绝对压力传感器的真空软管被积炭堵塞, 造成混合气过稀

(1) 故障现象 怠速转速发生大幅度波动, 即发生怠速游车, 怠速和低速时抖动, 急加速反应慢。

(2) 故障诊断 在检测进气歧管绝对压力传感器 (MAP) 输出电压信号时, 加大节气门开度的同时检查传感器输出电压信号是否同步变化, 检测时急加速时进气歧管绝对压力传感器的输出电压保持稳定, 说明其真空软管被积炭堵塞。

(3) 故障分析 除少数发动机进气歧管绝对压力传感器装在进气系统的膨胀室上外, 大部分都装在其他部位, 通过真空软管与进气管相连, 真空软管一旦被废气返流的积炭堵塞, MAP 无法感知到或无法同步感知到进气道内真正的真空度变化, 致使控制单元无法知道正确的进气量, 从而反复调整怠速步进电动机的步数, 会造成怠速转速发生大幅度波动。同时由于控制单元无法知道正确的进气量, 导致混合气过稀, 加速不良。

3. 进气歧管绝对压力传感器的真空软管破裂导致加速不良

(1) 故障现象 发动机怠速及低速时混合气过浓, 尾气呛人, 排放严重超标, 低速行驶平稳性差, 加速无力, 挫车。

(2) 故障诊断 检查进气歧管绝对压力传感器 (MAP) 真空软管在进气系统一侧的接口端是否有破裂或脱落, 因为破裂或脱落通常都出现在这一侧。

(3) 故障分析 如真空软管脱落或出现裂口, MAP 就会向控制单元发出错误信号, 控

制单元误认为进气量增大，而加大喷油脉宽，在正常行驶时喷油脉宽已经加大到极限，急加速时喷油脉宽无法再加大，于是就出现加速无力，憋车。

4. 空气流量传感器被积炭污染，造成混合气过稀

(1) 故障现象 汽车怠速时严重抖动，行驶中动力不足，加速不良，急加速进气管回火。尾气排放中 NO_x 严重超标。仪表板故障指示灯不亮，燃油压力正常。

(2) 故障诊断 如仪表板故障指示灯不亮，燃油压力正常，进行空气流量传感器怠速空气流量的检测，以大众发动机为例，在发动机冷却液温度 85°C 以上，还需要参考节气门开度的数据，怠速时空气流量为 $2\sim 4\text{ g/s}$ ，节气门开度应为 $0^\circ\sim 5^\circ$ 。空气流量受节气门开度限制。怠速时节气门开度正常，但空气流量过少，如是 LH 型（热丝式、热膜式）空气流量传感器，则可能是被废气返流的积炭污染，此故障会导致喷油脉宽过窄。

(3) 故障分析 热丝式、热膜式空气流量传感器的热丝或热膜通过电加热可以烧掉灰尘，但却不能烧掉废气返流带来的积炭。热丝或热膜被积炭污染，形成隔热层，无法准确地反映进气量，会造成混合气过稀。翼片式空气流量传感器被废气返流带来的积炭污染，会造成开启角度变小，造成充气系数不足。而混合气过稀和充气系数不足都是加速不良的主要原因。

另一种空气流量传感器——卡门涡旋型传感器里侧是密封的，所以不怕废气返流带来的积炭。

5. 节气门系统故障造成加速不良

(1) 节气门位置传感器输出电压过低

1) 故障现象。汽车加速不良，急加速时进气系统回火。

2) 故障诊断。直接测量节气门位置传感器（TPS）怠速时的输出电压，或读取数据流中 TPS 输出电压。

3) 故障分析。节气门位置传感器、发动机转速传感器和空气流量传感器一起负责基本喷油脉宽的调节。如 TPS 输出电压过低，就会造成混合气过稀，导致汽车加速不良。TPS 自身故障通常不会造成输出电压过低。用万用表直接测量 TPS，输出电压正常，符合厂家规定。但读取数据流，TPS 的输出电压过低，汽车跑不起高速。

(2) 节气门拉索过松

1) 故障现象。汽车怠速和中低速正常，但加速不良。

2) 故障诊断。节气门位置传感器怠速时的输出电压值正常，说明传感器自身正常。应进一步检查节气门拉索是否过松，节气门踩到底后节气门拉索应完全绷紧。如节气门踩到底后节气门拉索仍有松旷量，节气门也无法完全打开，所以加速不良。重新调整节气门拉索，在节气门完全踩到底时节气门拉索必须完全紧绷。

(3) 脚垫铺设不当

1) 故障现象。汽车怠速和中低速正常，但加速不良。

2) 故障诊断。在踩加速踏板时应注意脚垫铺设的是否碍事。

3) 故障分析。脚垫铺设不好会影响节气门开启角度，造成加速不良。重新铺设脚垫，使其不影响踩加速踏板。

(4) 上述检查外的进一步检查

1) 节气门位置传感器和控制单元间的线束端子。传感器和控制单元间的线束端子是否连接牢靠，有无锈蚀。有的汽车加速时有“突突”声，经检查发现节气门位置传感器的线

束端子未插紧，插紧后故障排除。

2) 节气门位置传感器和控制单元间的传输线路有无电阻产生的分压。MAF 或 TPS 的故障都有可能造成混合气过稀，导致加速不良。诊断时迅速开启节气门，如在节气门开启的同时进气系统回火，说明故障在 TPS。如加完油后才回火，说明故障在 MAF。

6. 喷油器堵塞，造成混合气过稀

(1) 故障现象 冷天早上不好起动。除此外还会造成发动机工作温度低时怠速不稳、抖动；温和踩加速踏板时汽车行驶正常，松加速踏板和制动时发动机熄火；加速不良；发动机功率不足等故障。

(2) 故障诊断 进行喷油器 30s 燃油流量检测，如燃油压力正常，但燃油流量过低，说明喷油器或燃油滤清器堵塞。

(3) 故障分析 空燃比是由喷油脉宽和燃油压力及燃油流量三方面决定的。喷油器端部沉淀物过多，使喷油器堵塞，可导致喷油量减少 1/2 左右，引发混合气过稀，造成怠速抖动、加速不良。进入闭环控制后控制单元为了保证合适的空燃比，将喷油脉宽调到最大，加速时喷油脉宽无法再加大，导致加速不良。

通常维修人员在遇到怠速抖动，急加速不良，行驶正常，一松加速踏板就熄火时，往往用超声波清洗机就车清洗喷油器，即可排除故障。

由于控制单元有自学习功能，随着喷油器的逐渐堵塞，喷油脉宽也逐渐加大。新换或清洗过喷油器后控制单元需要重新学习，所以在开始时油耗因喷油脉宽过大而明显增加，经过 10 多天行驶，控制单元重新学习后油耗可恢复正常。

7. 燃油压力过低或燃油流量过低，造成混合气过稀

(1) 燃油泵变形和发生早期磨损造成燃油压力过低

1) 故障现象。低速行驶车速基本正常，但没有高速，严重时空载加速都低于 4000r/min。

2) 故障诊断。举升汽车，打算开燃油箱盖，急加速时在此处能听到燃油泵磨损变形发出的“吱吱”声。进行燃油压力检测，怠速油压和大负荷油压都明显偏低。

3) 故障分析。电喷发动机的燃油泵依靠燃油润滑和冷却，如燃油箱的油面过低，或燃油箱过脏，堵塞集滤器，使燃油泵失去燃油的保护，燃油泵会因工作温度过高而变形和发生早期磨损，造成燃油压力明显降低。燃油泵磨损后低速行驶车速基本正常，但没有高速，严重时空载加速都低于 4000r/min，同时能听到燃油泵磨损变形发出的“吱吱”声。燃油压力过低会造成发动机功率下降，加速性变差，发动机工作不稳定。

(2) 燃油压力调节器密封不良造成燃油压力过低

1) 故障现象。低速行驶车速基本正常，但没有高速，严重时空载加速都低于 4000r/min。

2) 故障诊断。进行燃油压力检测时，大负荷时燃油压力应比小负荷时高 50kPa 左右，如大负荷时燃油压力没有明显提升，可用夹子夹紧回油管，再测大负荷燃油压力，如恢复正常，说明燃油流量调节器密封不良，必须更换。

3) 故障分析。电喷发动机燃油压力的调节主要依赖燃油泵和燃油压力调节器。如燃油压力调节器密封不良，会造成大负荷时燃油压力明显偏低，进而导致混合气过稀，造成加速不良。

(3) 燃油滤清器堵塞造成燃油流量过低

1) 故障现象。低速行驶车速基本正常,但没有高速,严重时空载加速都低于4000r/min。

2) 故障诊断。进行喷油器燃油流量检测,如燃油压力正常,而流量过低,说明燃油滤清器堵塞。

3) 故障分析。燃油滤清器堵塞不会降低燃油压力,但会降低燃油流量。所以燃油滤清器堵塞会造成汽车加速不良。更换燃油滤清器时要注意燃油滤清器的装配方向,如装反会造成燃油滤清器损坏。

8. 燃油压力过高

(1) 故障现象 开环控制时排气管会冒黑烟,进入闭环控制后排气管不冒黑烟,但急加速不良。燃油压力过高还会造成燃油消耗过高,怠速不稳,发动机抛锚,从排气尾管处能闻到TWC发出的硫磺(臭)味。

(2) 故障诊断 进行燃油压力检测,燃油压力过高。

(3) 故障分析 当发动机燃油压力过高时,开环控制时排气管会冒黑烟,进入闭环控制后控制单元会将喷油脉宽调窄,所以也同样会造成加速不良。

9. 发动机燃烧室密封不良

(1) 故障现象 无论是冷车,还是热车,都必须连续起动两次才能发动,同时汽车加速不良。

(2) 故障诊断 进行发动机气缸压力检测,各缸气缸压力都低,行驶中排气管不冒蓝烟。在排气尾管出气口处能听到“噗噗”声。

(3) 故障分析

1) 燃烧室积炭过多。造成进气门通气量减少,严重时会造成进气门关闭不严;积炭过多还会造成气门杆和导管发生卡滞,进而导致气门关闭不严。

2) 气门间隙过小或排气门烧蚀。气门间隙过小会造成气门关闭不严。同样排气门烧蚀,也会造成密封不良。排气门烧蚀在排气尾管出气口处能听到“噗噗”声。

由于气门密封不良,导致燃烧室内压力降低,所以无论是冷车,还是热车,都必须连续起动两次才能发动。同样由于气门密封不良,使工作压力降低,导致发动机功率降低,造成汽车加速不良。

10. 点火正时不对,造成缓加速正常,急加速不良

(1) 故障现象 缓加速时发动机通常可以加速到5000r/min左右,急加速发动机通常只可以加速到2000~3000r/min左右。冷车时感觉比较明显,能感觉到点火正时慢,能听到敲缸声(爆燃声),跑高速时无力。通常还会造成热车不好起动。

(2) 故障诊断 用多通道示波器检查次级点火线圈、喷油器和曲轴位置传感器信号的波形,可发现不同步。

(3) 故障分析 点火正时不对,会使活塞上行时受到阻力偏大,导致发动机功率降低,工作温度过高。

11. 进气不畅,造成进气量减少,充气系数不足

(1) 故障现象 汽车加速不良,没有高速,最高车速只有120km/h左右,没有超速档。

(2) 故障诊断 进行进气系统真空度检测,节气门全开时如真空度 $>15\text{kPa}$,说明发动

机进气不畅。如是新换的空气滤清器滤芯，说明滤网过密造成进气不畅。如没有更换空气滤清器滤芯，则应检查空气滤清器滤芯是否过脏。

(3) 故障分析 新换的空气滤清器滤网过密或空气滤清器堵塞严重时会造成进气不畅，充气系数严重不足，导致汽车加速不良，没有高速，没有超速档。

12. 排气不畅，造成进气量减少，充气系数不足

(1) 故障现象 汽车加速不良，没有高速，最高车速只有 120km/h 左右，没有超速档。

(2) 故障诊断 进行进气系统真空检测，发动机缓加速到 2500r/min，真空度如能迅速降到怠速时的真空度，并保持 15s 以上，说明排气系统通畅。否则说明排气不畅。

(3) 故障分析 三元催化转化器堵塞或消声器隔声板开焊都会造成排气不畅，导致汽车加速不良，没有高速，没有超速档，发动机工作温度过高，严重时会造成活塞烧熔。发动机怠速时拔下一个真空管，用手指堵住，怠速时应能感觉到明显的真空吸力，如真空吸力不明显，并且怠速转速稳定，说明排气不畅。也可以拆下空气滤清器的滤芯，急加速时如能从此处看到废气返流，说明排气不畅。

断开三元催化转化器和消声器之间的连接处，重新检查，如恢复正常，说明故障在三元催化转化器，否则故障在消声器。

13. 点火线圈故障造成高压火弱

(1) 故障现象 汽车加速不良，排气管和三元催化转化器被烧红。

(2) 故障诊断 每缸一个点火线圈或每两个缸共用一个点火线圈的车型，可用红外线测温仪逐缸检测排气歧管工作温度，哪个缸（或哪组缸）排气歧管工作温度低，就说明与其相关的点火线圈有故障。

如果是带分电器（各缸共用一个点火线圈）的发动机，则可以缸外试火（不要超过 10s），如高压火弱，则说明点火线圈有故障。

(3) 故障分析 点火线圈的故障造成高压火弱，导致汽车加速不良。没有燃烧的混合气进入排气系统，被排气管内高温废气点燃，排气管和三元催化转化器被烧红。检修时必须更换点火线圈。

14. 发动机缺缸造成汽车加速不良

(1) 故障现象 怠速不稳，加速时有“突突”声。

(2) 故障诊断 用红外线测温仪检测，找到不工作的缸，再用发光二极管检查，如连续闪烁，说明点火系低压电路工作正常，用手摸该缸的点火线圈，如点火线圈烫手，温度超过 95℃，说明点火线圈短路；点火线圈是冷的，说明点火线圈断路。

点火线圈工作温度正常，则应用万用表检查该缸的高压阻尼线是否断路，用喷油器试验台检查喷油器是否严重漏油，观察火花塞电极是否严重烧蚀。

(3) 故障分析 点火线圈、高压阻尼线、火花塞和喷油器工作不良都会造成缺缸，进而导致怠速不稳，加速有“突突”声。

15. 自动变速器油温度传感器线束短路造成车速上不去

(1) 故障现象 汽车车速上不去，仪表板显示变速器没有超速档。

(2) 故障诊断 用故障诊断仪读取数据流，显示变矩器不能进入锁止工况，变速器没有超速档，自动变速器油温度超过 150℃。而三档时加速良好。用红外线测温仪检测，自动变速器油温度正常。说明故障是因自动变速器油温度传感器及其线路短路造成的。

(3) 故障分析 自动变速器油温度传感器是负温度系数热敏电阻传感器,即油温越高电阻值越低。如传感器线束短路,自动变速器油温度传感器的电阻值就会变得很低,控制单元此时收到的变速器油温度信号就会指示温度很高,明明是正常的变速器油温,但数据流却显示自动变速器油温高达 150℃ 以上。变速器油温在 135℃ 以上就会进入失效保护,控制单元先是让变矩器进入锁止工况,进入 30s 左右如油温仍不下降,控制单元就会令变矩器解除锁止工况,令变速器退出超速档。大众系列的变速器在退出超速档后如油温仍不下降,控制单元就会令变速器继续退一个档;如油温还高就继续再退一个档;直至退到一档。所以自动变速器油温度传感器线束短路会造成车速上不去。

16. 变矩器支承导轮单向离合器发生卡滞造成车速上不去

(1) 故障现象 发动机工作正常,怠速、中低速正常,但加速不良,没有高速。变速器失速试验和主油压试验均正常。

(2) 故障诊断 故障指示灯不亮,自动变速器油颜色正常(离合器和制动器没有烧蚀),油底壳没有变形,自动变速器油泵供油量正常。排除上述故障可能性后就可以确定是变矩器支承导轮的单向离合器发生卡滞。

支承导轮的单向离合器卡滞后,路试中温和踩节气门最高车速只有 90km/h 左右,加大节气门开度最高车速也只有 120km/h 左右。

(3) 故障分析 液力变矩器支承导轮的单向离合器发生卡滞,会影响进入偶合工况后变矩器内油液的流动,造成车速上不去。变矩器进入偶合工况后导轮不再改变油液流动方向,而是开始旋转,以帮助油液的循环流动。如支承导轮的单向离合器发生卡滞,等于在油液的循环路线上竖起一道坝,使变矩器内油液循环受阻,引发加速不良。

修理时更换变矩器即可。

17. 接地线接触不良,发动机转速忽高忽低,始终加不起速来

(1) 故障现象 冷车起动困难,热车后发动机起动正常,怠速稳定,但加速时,转速忽高忽低,蹿车,始终加不起速来。

(2) 故障诊断 遇到此类故障应首先检查蓄电池的负极线,如负极线接头锈蚀或虚接均可能出现此类故障。除蓄电池负极线外,还应检查发动机和变速器上的接地线。

(3) 故障分析 冷车时接地不良,会造成起动困难。热车后接地线接头膨胀,接头不实故障暂时消除,所以热车起动正常。汽车行驶中由于振动的的原因,接地线接头不实的故障又突出出来,于是就出现了加速时,转速忽高忽低,始终加不起速来。

18. 高压分线断路或火花塞电极间隙过大导致急加速提速慢

(1) 故障现象 怠速时有排气冲击(缺缸),怠速游车,加速时发动机发闯,急加速提速慢。

(2) 故障诊断

1) 用红外线测温仪检查排气歧管的工作温度。用红外线测温仪逐缸检查排气歧管的工作温度,哪个排气歧管的工作温度过低,就说明该缸燃烧不好。

2) 火花塞缸外试火。逐缸拨下高压分线,连接一个火花塞,缸外接地,试火,看火花的强度。此项检查不要超过 10s。否则过量的 HC 进入 TWC,会烧坏 TWC。

(3) 故障分析 美国发动机高压分线为含碳粉线,使用时间过长容易出现断路,造成高压火弱,发动机发闯,急加速提速慢,怠速游车。成套更换高压分线后故障可排除。

火花塞电极间隙过大,也会造成高速失火,加速不良,严重时会造成发动机熄火。

19. EGR 阀密封不良

(1) 故障现象 怠速时发动机抖动得非常厉害,加速时蹿车,但中速运转平稳。

(2) 故障诊断 EGR 阀开启的条件是:发动机冷却液温度 50°C 以上,转速 $1500 \sim 4500\text{r}/\text{min}$ 。热车后拨下 EGR 阀通往进气系统的输气软管,当发动机转速在 $2000\text{r}/\text{min}$ 时应能感觉到气流。怠速时应感觉不到气流,如有废气排出,用尾气分析仪在软管处测到 HC,说明 EGR 阀密封不良,应进一步查明 EGR 阀密封不良的原因。

(3) 故障分析 EGR 阀密封不良,导致燃烧质量过差,怠速时发动机抖动得非常厉害,加速时蹿车,但中速运转平稳。中速时 EGR 阀在开启状态,也就不存在阀密封不良的问题。

第八节 发动机爆燃故障



第八节 导读

思考一下导读中的案例,带着问题进入本节的学习。

1. 发动机点火时间越接近爆燃点输出功率越大,但一旦发生爆燃,发动机输出功率就会急剧降低,而且还会造成机件损伤。

2. 发动机转速越高,燃烧速度就越快,点火提前角就应越大。发动机负荷加大,燃烧速度加快,点火提前角就应越大。

3. 混合气越稀,燃烧速度就越慢,点火提前角就应越小。混合气越浓,燃烧速度就越快,点火提前角就应越大。

4. 点火过迟会使尾气排放超标,动力性下降,怠速抖动,小负荷时加速不良,耗油量增加。点火过早会使发动机过热, NO_x 超标,动力性下降。

5. 压电式爆燃传感器(KS)的螺栓为专用螺栓,如用其他螺栓代替,因为螺栓的材料不同,振动频率不同,信号就可能失真,所以必须用专用螺栓。

6. 爆燃传感器(KS)的安装螺栓拧紧力矩为 $(20 \pm 5)\text{N} \cdot \text{m}$,拧得过紧会造成传感器过于敏感,明明是正常振动,却误认为是爆燃,推迟点火提前角,造成发动机动力下降。拧得过松传感器感受不到振动频率,易导致发生发动机爆燃。

7. KS 信号中断后,控制单元将点火提前角推迟 $5^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 进行替代,造成发动机功率下降,满负荷时发动机动力不足,尾气排放值超出标准,燃油消耗增加。

8. KS 接线端子与外壳间的电阻值应为无穷大,如电阻值为 0Ω ,应更换。

9. 拨下 KS 的接线端子,在怠速时用数字万用表检查接线端子和接地间的电压,正常时应有脉冲电压输出。

10. 发动机前支座软垫破损后,行驶中可听到“咣咣”声,发动机转速稳定在 $1500\text{r}/\text{min}$ 时,发动机会出现振抖(共振),故障存储器内可能会显示 KS 有故障。

一、与点火正时相关的因素分析

1. 影响点火正时的十大因素

发动机点火时间越接近爆燃点输出功率越大,但一旦发生爆燃,发动机输出功率就会急剧降低,而且还会造成机件损伤。

(1) 发动机转速 发动机转速越高, 燃烧速度就越快, 点火提前角就应越大。

(2) 发动机负荷 发动机负荷加大, 燃烧速度加快, 点火提前角就应越大。

(3) 空燃比 混合气越稀, 燃烧速度就越慢, 点火提前角就应越小。混合气越浓, 燃烧速度就越快, 点火提前角就应越大。

(4) 燃烧室结构 燃烧室形状及气门数量、位置均影响燃烧速度, 进而影响点火提前角。

(5) 残余废气量

1) 残余废气量越多, 进气阻力越大, 新鲜混合气进入燃烧室就越少。残余废气中氧含量非常低, 燃烧速度就会进一步减慢, 点火提前角就应越小。

2) 残余废气量越多, 燃烧室温度越高。残余废气量过多, 会造成燃烧室温度过高, 导致爆燃, 控制单元会根据爆燃传感器信号推迟点火提前角; 残余废气使燃烧室积炭增多, 造成多点燃烧, 导致爆燃, 控制单元会根据爆燃传感器信号推迟点火提前角。

(6) 进气温度 进气系统如没有温控装置, 进气温度越高, 混合气就越稀, 燃烧速度下降, 点火提前角就应越小。

(7) 进气压力 进气压力越高燃烧速度越快, 点火提前角就应越大。进气压力低时燃烧速度慢, 点火提前角就应适当减小。

(8) 压缩比 燃烧室积炭越多, 发动机压缩比就越高。压缩比加大, 压缩终了时燃烧室温度升高, 燃烧速度加快, 发动机压缩比越高, 点火提前角就应越大。

(9) 空气湿度 空气湿度增加, 燃烧速度下降, 应推迟点火提前角。

(10) 燃油品质 燃油品质不同点火提前角也就不同。标号高的汽油辛烷值高, 燃油抗爆性能好, 但点火提前角要适量加大。否则不仅影响发动机的动力性, 而且排放也会明显变差。

低压缩比的发动机如使用高标号的燃油, 必须加大点火提前角。

2. 初始点火提前角的确定

初始点火提前角是发动机起动时的点火提前角。由凸轮轴位置传感器或装在曲轴上的曲轴位置传感器负责, 与发动机的工况无关。

3. 基本点火提前角

基本点火提前角是起动后发动机的点火提前角。基本点火提前角是控制单元根据发动机转速传感器信号、空气流量信号(或进气歧管绝对压力信号)、节气门开度信号、燃油品质选择开关、爆燃信号等, 在存储器中查到此工况相适应的基本点火提前角。

4. 点火提前角的修正

(1) 暖机修正 发动机冷却液温度低时, 空气密度高, 应增大点火提前角。

(2) 过热修正 发动机处于正常运行工况(节气门上的怠速触点断开), 发动机冷却液温度高时, 空气密度低, 应减少点火提前角。

(3) 空燃比修正 在反馈喷油量减少时, 应适当加大点火提前角。

(4) 怠速稳定性控制 根据与怠速稳定性相关的信号, 如发动机转速信号、节气门开度信号、车速信号、空调信号对点火提前角进行进一步修正。

二、导致发动机爆燃的原因

1. 燃烧室积炭过多

燃烧室积炭过多, 并且密封良好, 会造成压缩比增高, 点火时又会出现多点燃烧, 发动

机只要急加速就会发生爆燃（能听到敲缸声），控制单元会分五步将点火提前角推迟到极限（推迟 15° ），但再次急加速时还是有爆燃信号。

2. 汽油标号过低

汽油标号越高，辛烷值就越高，抗爆性就越好。汽油标号过低，会产生无法消除的爆燃。

3. 点火提前角过小

点火提前角调节错误，提前角过小，会引发爆燃。

三、爆燃传感器装配和检测时的注意事项

装配爆燃传感器（KS）的螺栓为专用螺栓，如用其他螺栓代替，因为螺栓的材料不同，振动频率不同，信号就可能失真，所以必须用专用螺栓。

爆燃传感器的螺栓拧紧力矩为 $(20 \pm 5) \text{ N} \cdot \text{m}$ ，过紧会造成传感器过于敏感，明明是正常振动，却误认为是爆燃，推迟点火提前角，造成发动机动力下降。如过松，传感器感受不到振动频率，导致发生发动机爆燃。

振动型爆燃传感器的准许工作温度为 $-40 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。发动机爆燃时，气缸体出现振动，且振动传递到传感器外壳，外壳与配重产生相对运动，夹在二者之间的压电元件的挤压力矩发生变化，而发出较高的电压信号，当振动 $\geq 14\text{kHz}$ 时，控制单元根据所接到的信号，推迟爆燃缸的点火提前角，每次推迟 5° ，最多可推迟 15° ，将点火提前角控制在接近爆燃的极限位置。控制单元防爆燃点火系统具有点火自适应、自学习功能，从而实现点火系统的闭环控制。

爆燃消除后，控制单元再将点火提前角逐渐地恢复到爆燃发生前的水平。KS信号中断后，控制单元将点火提前角推迟 $5^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 作为替代。这会造成发动机功率下降，满负荷时发动机无力，尾气排放值超出标准，燃油消耗增加。

爆燃传感器能收到 $3 \sim 22\text{kHz}$ 的振动频率，爆燃传感器在低温和发动机转速 $1500\text{r}/\text{min}$ 以下时不工作。热车后在 $1500 \sim 4500\text{r}/\text{min}$ 时控制单元应能收到两次 3kHz 以上的振动信号，如在此期间由于混合气过稀、点火时间过迟、燃烧室密封不良等因素造成发动机功率过低，或爆燃传感器拧紧力矩过低，或传感器自身故障，导致控制单元不能收到爆燃传感器的信号，无法修正调节点火正时，就认为爆燃传感器已损坏，会点亮故障指示灯，并留下故障码。

四、爆燃传感器的诊断方法

1. 电阻值测试

爆燃传感器（KS）接线端子与外壳间的电阻值应为无穷大，如电阻值为 0Ω ，应更换。

2. 电压值测试

拔下爆燃传感器的接线端子，在怠速时用数字万用表检查接线端子和接地间的电压，正常时应有脉冲电压输出。

3. 波形检查

爆燃发生时，爆燃传感器（KS）会发出钉状电压波形，爆燃程度越大，KS所产生的钉状波形也越大。如敲击气缸体，数字式动态示波器的屏幕上会立即出钉状波形，敲击越重，波形也越大。通常KS耐久性较好，最常见的KS故障是根本不产生信号电压，敲击KS周围缸体，而波形还是保持一条水平线。

4. 加速检查

暖机后怠速再运转 3min, 打开空调(加大发动机负荷,)快速将加速踏板完全踩到底,待发动机转速上升到 4000r/min, 迅速放松加速踏板。如此重复 3 次, 如有爆燃传感器故障存在, 突然踩下加速踏板时, 发动机故障指示灯会被点亮。

5. 出现故障码应先检查发动机的接地线

出现爆燃传感器(KS)故障码, 应先检查发动机的接地线, 发动机接地线不实会造成 KS 信号丢失。

6. 爆燃传感器的失效保护

爆燃传感器(KS)一旦信号中断, 控制单元会进入失效保护, 将各缸点火提前角推迟 $5^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 作为替代。造成发动机功率下降。即使更换新的 KS, 控制单元也需经过学习才能恢复正常。

7. 发动机前支架软垫破后故障存储器内可能会显示爆燃传感器故障码

发动机前支架软垫破后, 行驶中可听到“咣咣”声, 发动机转速稳定在 1500r/min 时, 发动机会出现振抖(共振), 故障存储器内可能会显示 KS 有故障。

注: 发动机前支架软垫破是发动机转速稳定在 1500r/min 时出现振抖的唯一原因。

8. 爆燃传感器信号失准的危害

爆燃传感器(KS)信号失准, 会影响发动机的性能。

(1) 点火过迟 点火过迟会使尾气排放超标、动力性下降、怠速抖动、小负荷时加速不良、耗油量增加。

(2) 点火过早 点火过早会使发动机过热, NO_x 排放超标, 动力性下降。

如所用燃油标号正确, 及时清除积炭, 发动机很少会发生爆燃。但爆燃传感器(KS)输送给控制单元的电压信号很弱, 容易受到其他设备干扰。如点火线圈在工作中产生频率高达 18kHz, 由于高压线漏电或点火线圈不良, 会被控制单元误诊为爆燃或错判为 KS 不良, 点亮发动机故障指示灯。

第九节 发动机的日常维护



第九节 导读

思考一下导读中的案例, 带着问题进入本节的学习。

1. 规定使用 93 号汽油的车型, 经常使用 90 号汽油容易堵塞喷油器, 而长期使用高标号汽油会产生依赖性, 再使用 93 号汽油需要一个较长的适应期。

2. 汽油滤清器的有效使用寿命是 10000 ~ 30000km, 到期必须及时更换。汽油滤清器开始堵塞后会出现发动机没有负荷时和汽车中低速正常, 大负荷动力不足, 高速时发动机抖动, 急加速挫车的故障。

3. 更换汽油滤清器时应注意滤清器上的箭头方向, 装错方向容易造成滤清器损坏。

4. 清洁汽油内加入一定量的清洁剂, 主要是为了减少燃烧室积炭的, 在最初使用时要增加清洗喷油器的次数, 因为清洁汽油会将燃系统长期形成的油泥等清洗掉, 造成喷油器堵塞或卡滞。

5. “E”表示清洁汽油,如E93、E97、E98。使用清洁汽油是为了有效地降低排放中的CO和HC,最常见的是在汽油中加入10% (质量分数) 的乙醇。

6. 普通火花塞一般每隔25000~30000km应更换一次,白金火花塞一般每隔70000km应更换一次。定期更换火花塞可保证发动机动力性和经济性。

7. 不同厂家的发动机高压阻尼线的电阻值不同,阻尼线的电阻值和厂家的规定不符可能产生电磁干扰。

8. 高压阻尼线产生漏电时,能明显感觉发动机动力不足、加速挫车、排气管有“突突”声,尾气中HC严重超标(燃烧不好),打开发动机机室盖,急加速可看见高压阻尼线边上有蓝色火花。

9. 在发动机工作时,将发光二极管负极接地,正极在可能发生漏电的高压阻尼线之间晃动,如发光二极管连续闪烁,同时能听到“啪啪”声,说明高压阻尼线漏电。

10. 火花塞的型号必须符合厂家的规定,火花塞的型号不同,电阻值不同,如火花塞的型号和厂家的规定不符可能产生电磁干扰,导致发动机运转不平稳。

11. 发动机爆燃和点火正时有关,理想的点火提前角为接近爆燃的临界点上,点火提前角越接近爆燃点,发动机功率越高。但发动机如发生爆燃,不但发动机功率要明显下降,而且还会造成发动机损伤。

发动机的点火提前角 = 初始点火提前角 + 基本点火提前角 + 修正点火提前角

一、燃油系统的日常维护

1. 燃油型号的选择

某些轿车厂家给出的标准是使用90号或93号无铅汽油。这说明该发动机控制单元可根据90号或93号的汽油标号不同,自动选择点火提前角,以满足发动机工作的需要。但由于90号汽油辛烷值过低,并且国内汽油杂质较多,经常使用90号汽油容易堵塞喷油器,燃烧室及进气门容易产生过多的积炭。所以建议用户使用93号无铅汽油。有人认为多花些钱使用高标号汽油对发动机更好些。使用超过厂家规定的高标号汽油不仅经济上不合算,而且长期使用高标号汽油还会产生依赖性,再使用93号汽油需要一个较长的适应期。

2. 清洁汽油

汽油标号前边加“E”表示清洁汽油。如E93、E97、E98。所谓清洁汽油必须具备两条:

① 汽油内加入一定量的清洁剂。

② 大多数清洁汽油都是含氧汽油,最常见的是在汽油中加入10% (质量分数) 的乙醇。

清洁汽油的特性主要有以下两条:

① 清洁剂主要是为了减少燃烧室积炭的,但是在最初使用清洁汽油时却要增加清洗喷油器的次数,因为清洁汽油会将燃油箱和燃油管长期形成的油泥等清洗掉,而这些被清洗掉的杂质经过喷油器时会造成喷油器堵塞或卡滞。

② 清洁汽油为了有效的降低排放中的CO和HC,所以都是含氧汽油,因为氧原子可以帮助CO转化为CO₂,可以帮助HC燃烧,使其转化为水和CO₂。为了将普通汽油变成含氧汽油,目前最常见的是在汽油中加入10% (质量分数) 的乙醇。乙醇的加注量如超过10% (质量分数),也会腐蚀燃油软管。

3. 定期清洗喷油器

在长期使用中汽油中的许多杂质会附着在喷油器的针阀上,造成喷油器堵塞或卡滞,喷油时雾化不良,成线状或滴状,发动机怠速抖动非常厉害,行驶中明显感觉发动机动力不足、工作不稳定、尾气排放超标。出现上述故障时,可就车清洗喷油器,在清洗喷油器的同时对进气门和燃烧室的积炭也可一起清洗掉。一般建议每 20000km 进行一次清洗。

4. 定期清洗节气门和怠速步进电动机

汽车行驶中如出现加速蹇车,放松加速踏板熄火、怠速过低、怠速稳定性差的故障,就说明该清洗节气门和怠速步进电动机了。将节气门完全开启,用节气门清洗剂喷射清洗节气门体节流阀和怠速步进电动机,清洗后用压缩空气把积炭清除干净,通过控制单元对节气门进行设定,或断开蓄电池负极 1min,消除控制单元的记忆。一般每 20000km 进行一次清洗。

二、定期换三滤

1. 定期更换汽油滤清器

汽油滤清器的有效使用寿命是 10000 ~ 30000km,到期必须及时更换。汽油滤清器过脏开始堵塞后,会出现发动机没有负荷时正常,汽车中低速正常,大负荷动力不足,高速时发动机抖动,急加速蹇车的故障。继续下去会造成行驶中加不起速,缓慢熄火,最后无法起动。更换汽油滤清器时应注意滤清器上的箭头方向,装错方向容易造成滤清器损坏。

2. 定期更换机油滤清器

更换机油滤清器的同时必须同时更换密封圈,密封圈两侧还要涂抹机油以方便下次更换。机油滤清器的紧固力矩是 $25\text{N} \cdot \text{m}$,力矩过大会损坏机油滤清器。更换完机油滤清器后要把机油警告灯复位。

3. 更换空气滤清器时的注意事项

汽车每行驶 5000km,应使用压缩空气从里向外吹干净空气滤清器的滤芯,每行驶 20000km 应更换一次空气滤清器的滤芯。空气滤清器的滤芯过脏,或新换的滤清器滤芯过密,会造成汽车没有高速,自动变速器没有超速档。新换的滤清器滤芯过稀则会造成过多的灰尘进入气缸,加剧发动机的磨损。

更换完三滤后,起动发动机试车,检查机油滤清器和汽油滤清器是否密封良好。

三、定期更换正时传动带

1. 定期更换正时传动带

奇瑞轿车规定每 40000km 应更换一次正时传动带,大众系列轿车规定每 48000km 应更换一次正时传动带,别克轿车规定每 60000km 应更换一次正时传动带,丰田轿车规定每 80000km 应更换一次正时传动带。实际使用中,大众系列轿车可每 60000km 更换一次正时传动带,别克轿车可每 80000km 更换一次正时传动带,丰田轿车可每 100000km 更换一次正时传动带。

正时链条磨损产生的异常响声通常表现为怠速时有异常响声,稍微踩下加速踏板异常响声立即停止。

2. 应该与正时传动带同步更换的机件

所有轿车在更换正时传动带时应同时更换张紧轮。大众、别克、丰田轿车在更换正时传动带的同时还需要更换水泵轮。

3. 不按时更换正时传动带的危害

正时带张紧轮失效后,一旦使正时传动带错一个牙,就会造成怠速游车、加速挫车。下坡时正时传动带一旦断裂,就可能出现气门杆与活塞顶部相撞的恶性事故,致使汽车无法行驶。

四、火花塞更换注意事项

1. 定期更换火花塞和高压阻尼线

1) 汽车行驶中明显感觉发动机动力不足,加速缓慢、挫车,排气管有“突突”声,尾气中 HC 严重超标(燃烧不好),应立即检查火花塞。到了厂家规定的里程数,应及时更换。普通火花塞一般每隔 25000~30000km 应更换一次,白金火花塞一般每隔 70000km 应更换一次。定期更换火花塞可保证发动机动力性和经济性。

2) 高压阻尼线的检测包括:

① 电阻值的检测。不同厂家的发动机高压阻尼线的电阻值不同,阻尼线电阻值必须符合厂家规定。

② 工作状况检查。由于高压阻尼线位于发动机的上方,温度比较高,使高压阻尼线容易老化,导致绝缘性能下降,产生漏电现象。当高压阻尼线产生漏电时,能明显感觉发动机动力不足,加速挫车,排气管有“突突”声,尾气中 HC 严重超标(燃烧不好),打开发动机室盖,急加速可看见高压阻尼线边上有蓝色火花。

③ 在发动机工作时,将发光二极管负极接地,正极在可能发生漏电的高压阻尼线之间晃动,如发光二极管连续闪烁,同时能听到“啪啪”声,说明高压阻尼线漏电。

2. 火花塞的型号必须符合厂家的规定

火花塞的型号必须符合厂家的规定,火花塞的型号不同,电阻值不同,如火花塞的型号和厂家的规定不符可能产生电磁干扰,导致发动机运转不平稳。

思考题

一、填空题

1. 发动机转速越高,燃烧速度就越快,点火提前角就应()。
2. 发动机负荷加大,燃烧速度加快,点火提前角就应()。
3. 混合气越稀,燃烧速度就越慢,点火提前角就应越小。混合气越浓,燃烧速度就越快,点火提前角就应越大。
4. 残余废气量越多,进气阻力就越大,新鲜混合气进入燃烧室就越少,残余废气中氧含量非常低,燃烧速度就会进一步减慢,点火提前角就应()。
5. 爆燃传感器能收到() kHz 的振动频率,爆燃传感器在低温和发动机转速 1500r/min 以下时不工作。热车后在() 时控制单元应能收到两次 3kHz 以上的振动信号。
6. 喷油器堵塞,导致混合气过稀,会造成怠速抖动和()。
7. 火花塞如果电极(),或氧传感器触头(),都说明进气歧管垫或气缸垫密封不良,被冷却液污染,必须更换。
8. 怠速不稳,加速时有“突突”声,用红外线测温仪检测,找到不工作的缸,再用发光二极管检查,如连续闪亮,说明点火系低压电路工作正常,负责该缸的()坏了。

9. 一旦废气返流造成积炭堵塞真空软管, 进气歧管绝对压力传感器因无法同步收到进气系统真空度的变化, 对进气量的反馈就会明显滞后。控制单元就会反复调整怠速步进电动机, 使发动机转速出现 () r/min 怠速游车。

10. 进气歧管绝对压力传感器的真空通道堵塞还会造成 () 滞后。

11. 用故障诊断仪读取数据流, 急加速时如进气歧管绝对压力传感器输出的电压值的变化 (), 说明进气歧管绝对压力传感器真空软管被积炭堵塞。

12. 进气歧管绝对压力传感器自身故障, 会造成怠速在 () r/min 之间往复游车。

13. 点火正时不对, 缓加速时发动机通常可以加速到 5000r/min 左右, 急加速发动机通常只可以加速到 () r/min 左右。

14. 点火正时不对, 冷车时感觉比较明显, 能感觉到点火正时慢, 能听到爆燃声, 跑高速时动力不足。通常还会造成 () 时不好起动。

15. 发动机接地线过于松动, 冷车起动困难, 热车起动正常。急加速时发动机转速 (), 行驶中还会出现突然熄火的故障。重新紧固接地线可排除故障。

16. 汽车行驶 10~60km 左右, 发动机突然熄火, 立即起动无法着车, 机油压力正常。过 5~15min 左右, 再次起动可顺利着车。故障发生在 () 系。

17. 正时链条磨损产生的异常响声通常表现为 () 速有异常响声。

18. 下坡时正时传动带一旦断裂, 就可能出现气门杆与 () 相撞的恶性事故, 致使汽车无法行驶。

19. 普通火花塞一般每隔 () km 应更换一次, 白金火花塞一般每隔 () km 应更换一次。

20. 轿车在更换正时传动带的同时应同时更换 () 轮。大众、别克、丰田轿车在更换正时传动带的同时还需要更换 () 轮。

二、问答题

1. EGR 阀密封不良, 怠速时发动机抖动得非常厉害, 加速时挫车, 中速为什么运转平稳?

2. 炭罐清污电磁阀密封不良, 为什么会造成热天时混合气过浓?

3. 如何诊断发动机怠速抖动?

4. KS 信号失准有哪些危害?

5. 点火提前角的修正包括哪些内容?

6. KS 电阻值的测试方法?

7. CKP 触头过脏, 气隙过大; CKP 或 PCM 端子接触不良、腐蚀会造成哪些危害?

8. 如何进行燃油系统调节器的回油阀密封性检测?

9. 如何进行燃油系统保持压力的检测?

10. 蓄电池的负极接地线不良, 可能会引发什么故障?

11. 进气歧管绝对压力传感器和进气道之间的真空软管破裂会造成什么故障?

12. 发电机电压调节器工作不正常, 在发动机转速 1500r/min 时容易产生电磁干扰, 会造成什么故障?

13. 汽车行驶正常, 快放松加速踏板就熄火, 维修人员在修理时总是先清洗节气门、旁通气道和喷油器, 为什么?

14. 冷车时起动困难，热车时起动正常，怠速运转平稳，急加速时发动机转速不稳定，发生了什么故障？

15. 冷车起动正常，热车后需连续三次起动才能成功。热车时开启燃油箱盖能听到真空吸气声，加油时燃油箱还未满，就会往外喷油，发生了什么故障？

16. 每天第一次起动需连续起动三次，而随后一天内每次起动，一次即可，故障点在什么部位？

17. 汽车原先最高车速正常，在路边小店作了一次保养后，最高车速只有 120km/h，自动变速器也没有超速档了。进行真空度检测，节气门全开瞬间真空度为 16kPa，发生了什么故障？

18. 大部分发动机哪个传感器断路后，发动机立即熄火，而且无法起动。

19. 电喷发动机燃油泵出油压力过高，为什么会出现冷车起动困难和怠速抖动？

20. 热丝式和热膜式空气流量传感器被废气返流污染后，为什么会出现怠速抖动，急加速不良？

21. 电喷发动机急加速时抖动的故障，是来自燃油系还是在点火系？

附 录

附录 A 思考题答案

第一章 思考题答案

一、概念题

1. 所谓可调式节气门位置传感器是指可以在怠速状态下通过旋转传感器，调整传感器怠速状态下的电阻值或输出电压的传感器。

2. 气缸压力是指在发动机冷却液温度 70℃ 以上，拆除全部火花塞，节气门全开，起动机带动曲轴旋转条件下的发动机气缸压缩压力。

二、填空题

1. 95、100
2. 1500r/min
3. 排气不畅
4. PCV 阀
5. 冷却液白色结晶
6. 热、冷
7. 油道、冷却液道
8. 压缩比、排气
9. 前轮毂轴承
10. 真空软管
11. 回油阀
12. 气门导管和气门油封
13. 接地线接触
14. 过浓、过高
15. 过稀
16. 存在内漏
17. 气门油封
18. 气缸垫
19. 90、105、95
20. 排气通畅
21. 排气不畅
22. 玻璃制品有反光
23. 75%、8%

24. 完全踩到底、3~5
25. 接地线是否不实
26. 气缸垫
27. 点火过迟
28. 排气不畅
29. 活塞环和气缸壁

三、问答题

1. 5° 、 3.3° 、 1°
2. 空气滤清器滤芯过密或过脏。
3. 燃烧室积炭过多。
4. 排气不畅。
5. 汽车行驶中遇到颠簸时汽油以液态进入炭罐，炭罐清污电磁阀开启后，进入炭罐的汽油就会被发动机进气系统的真空直接吸入进气道，未经喷油器直接进入燃烧室，造成混合气过浓，加速时排气管冒黑烟。严重时急加速熄火。
6. 活塞环和气缸壁之间密封不良，热车后机油粘度降低，急加速时排气管便开始冒蓝烟；打开气门室罩，急加速时，从机油加注口往外冒烟，具备这两条说明活塞环和气缸壁之间密封不良。
7. 如怀疑散热器水道堵塞，也可以在发动机正常工作温度下，用手触摸散热器水室即可直接感觉出来。正常情况下整个散热器水室的温度应是基本平衡的，如散热器水室两边冷，中间烫，说明散热器水道已经发生堵塞。
8. 检测发动机水套的前后温差，进而判断水套内是否水垢过多。如温差过大说明发动机水套内水垢过多。
9. 在检查排气是否通畅时，如手边没有真空表，也可以在发动机怠速时拔下一根真空软管，用手指堵住，如真空吸力很低，发动机怠速又稳定在标准范围，说明排气系统不畅通。
10. 使用液压挺杆的发动机机油限压阀卡滞在泄油一侧，导致机油压力过高，使液压挺杆控制的气门开启后无法立即关闭。
11. 排气不畅，最常见的是TWC堵塞，但也不排除消声器隔声板内部开焊。排气不畅的汽车急加速时如听到金属撞击声，说明消声器隔声板内部开焊，听不到撞击声说明TWC堵塞。
12. 发动机制动时，控制单元进入断油控制，待发动机转速降到 $1500\text{r}/\text{min}$ 时恢复供油。如节气门被积炭污染，不能完全关闭，停止供油后继续进空气，待转速降到 $1500\text{r}/\text{min}$ 恢复供油时因空气过多，混合气过稀，无法点燃而熄火。
13. 用红外线测温仪可以检查出哪个缸不工作；在排气尾管出气口也可听到排气门密封不良发出的“噗噗”声。
14. 发动机转速在 $3000\text{r}/\text{min}$ 以上后用一字旋具或听诊器靠近进气歧管切换阀，如在发动机转速达到 $3500\text{r}/\text{min}$ 以前能听到切换阀参与工作所发出的“咔”声，说明进气歧管切换阀可以正常工作，否则需要检修。
15. 行驶正常，放松加速踏板熄火故障大都是混合气过稀造成的。常见的原因有：

1) 放松加速踏板的瞬间, 喷油器已经停止喷油, 节气门被废气返流产生的积炭污染卡滞, 导致关闭速度减慢并关闭不严, 发动机转速降到 1500r/min 重新供油时进气道内空气过多, 使混合气过稀, 无法点燃。

2) 旁通空气道被废气返流的积炭污染, 待发动机转速降到 1500r/min 应重新供油时, 怠速步进电动机和怠速空气阀因卡滞不能及时开启, 而导致发动机熄火。

3) 喷油器堵塞使喷油量减少了 1/2, 待发动机转速降到 1500r/min 应重新供油时, 混合气过稀而无法点燃。喷油器堵塞, 在怠速时检查喷油脉宽, 正常时新车不应大于 3ms, 旧车不应大于 4ms, 喷油器堵塞时怠速喷油脉宽为 5ms。

4) 使用空气流量传感器的发动机进气系统发生严重泄漏, 大量未经计量的空气进入进气系统, 待发动机转速降到 1500r/min 应重新供油时, 混合气过稀而无法点燃。发动机进气系统发生严重泄漏时怠速会出现从标准怠速转速的上限向高怠速游车, 如四缸机在 900 ~ 1100r/min 之间游车。

16. 在发动机转速超过 3250r/min 后, 应能听到进气歧管切换阀开启发出的“咔”声, 如听不到说明有故障。

17. 机油压力限压阀卡滞在不泄油的一侧, 急加速时机油压力过高, 导致液压挺杆内压力过高, 使所有气门都处于开启状态, 熄火后在液压挺杆内弹簧的作用下, 经过十多分钟气门重新关闭, 发动机可以正常起动。

18. 排气门关闭不严。

19. 点火系故障, 刚熄火时用红外线测温仪分别检查负责点火系的继电器、曲轴位置传感器、点火模块和点火线圈, 哪个温度过高说明故障点就在哪, 除继电器因接触不良等原因导致电流增大, 工作温度过高, 触点无法闭合外, 其他都是因过热而短路。

20. 节气门全开时进气系统真空度应在 3 ~ 10kPa, 如大于 15kPa 说明进气不畅, 由于充气系数不足会造成混合气过浓, 没有高速, 油耗过高等故障。应检查空气滤清器是否过脏, 或新换的空气滤清器滤芯的滤网是否过密。

21. EGR 阀关闭不严。在怠速和急加速时 EGR 阀应处于关闭状态, 如关闭不严, 废气进入燃烧室, 会导致发动机工作不良, 造成怠速剧烈抖动, 急加速挫车。在中速时 EGR 阀处于开启状态, 所以对工作没有影响。

22. 排气冲击说明发动机缺缸, 可先用红外线测温仪逐缸检测排气尾管, 哪个缸排气管温度明显低于其他缸, 就说明哪个缸燃烧不好。然后拔下该缸的高压分线, 重新装一个火花塞, 缸外试火, 如火花正常, 再检查火花塞, 火花塞也正常, 则应检查喷油器, 如喷油器发黑, 说明喷油器被积炭污染, 应清洗或更换该缸喷油器。

23. 通过发动机缸压检测, 可分析诊断发动机气缸的密封性和进、排气系统是否通畅, 并辅以其他检测和分析查找故障点, 以确定发动机是否能够继续使用, 是否需要解体或进行哪一个方面的修理。

24. 冷车时制动不熄火, 热车后却出现制动熄火的原因是旁通空气道内怠速步进电动机因有积炭卡滞, 不能及时开启所致。制动时燃油系统进入断油控制, 在发动机转速降到 1500r/min 时重新恢复供油, 以防止发动机过载熄火。如旁通空气道内怠速步进电动机处有积炭卡滞不能及时开启, 就会因开启时发动机转速过低而超载熄火。冷车时步进电动机本身就处于开启状态, 所以, 冷车时制动不熄火。

导致步进电动机处有积炭的原因有废气返流,造成的积炭污染;也有清洗完旁通空气道后没有认真地用压缩空气吹干净,或根本没吹,使残存的积炭继续使怠速步进电动机和怠速空气阀处于卡滞状态。

25. 正常起动时起动困难,但踩下加速踏板可顺利起动的原因是旁通空气道内怠速步进电动机处有积炭卡滞不能及时开启,导致正常起动时起动困难,踩下加速踏板节气门开启,弥补了步进电动机不能及时开启所导致的充气系数不足的问题,所以,踩下加速踏板可顺利起动。全面清洗,并用压缩空气吹干净旁通空气道,可彻底排除故障。

第二章 思考题答案

一、概念题

1. 发光二极管负责查找低压电路是否导通和截止。还可以用来检查高压阻尼线是否短路。
2. 成套辅助线的辅助导线包括带触摸屏的故障诊断仪的各种接线;为了便于检测不同工况的电压变化,将万用表和各種传感器插孔相连的插线;以及发光二极管。
3. 大众、奥迪汽车专用检测设备中有检测盒。检测盒为多孔诊断插座,主要用于检测各传感器和执行器线束的电阻值,所有线束的电阻值应 $\leq 1.5\Omega$ 。
4. 示波器内有一个阴极射线管,它能反映出电器部件工作电压的波形,能快速捕捉到瞬间的电压和电流的变化,这是其他检测仪器所不具备的。
5. 偶发性故障码(/sp),多为端子接触不良。不能随意删除,删除后不容易再查到。检测时通过上下左右摇晃传感器线束,检查端子连接是否牢靠,接地是否可靠。
6. 历史故障码指的是较早以前出现的故障码,故障已经被排除,但由于没有及时删除故障码,所以故障指示灯依然亮着。排除故障前应先消除历史故障码。
7. 现行故障码指现存的故障码,排除故障后应及时删除现行故障码。
8. 数据流是对故障进行定性、定量的分析和进行一些动态的检测。
9. 继电器的作用是防止流过该继电器控制电路的电流过大,若电流超过设定值,继电器触点自动断开以保护所负责的控制电路。

二、填空题

1. 断、续
2. 不亮
3. 亮
4. 时断时续
5. 间隔时间、ms
6. 接通其负极
7. 发动机缺缸
8. 电压信号
9. 过浓
10. 发光二极管
11. 1.5
12. 线束、传感器、执行器

三、问答题

1. 控制单元一旦进水或受潮, 必须在最短的时间内拆下, 控干表面的水, 用塑料口袋封闭, 用真空机将内部的水分抽干净。不要将控制单元放入低温烤箱内烘烤, 也不要热风烘烤控制单元, 那样会使水分进入控制单元锌版内部, 造成永久性损坏。控制单元进水不可以继续行驶或起动, 因为水可能导致控制单元内部短路, 造成新的故障。

2. 工作时限是指在一定单位时间内应发生的次数, 或应达到的状态。

3. 根据点火系统的闭环控制装置爆燃传感器, 和燃油系统的闭环控制装置氧传感器的反馈信息, 对点火正时及喷油脉宽进行细微修正。如反馈信号超出调节范围, 控制单元就会诊断该传感器有故障。

4. 爆燃发生时, 爆燃传感器(KS)会发出电压钉状波形, 爆燃程度越大, KS所产生的钉状波形也越大。如敲击气缸体, 数字式动态示波器的屏幕上会立即出钉状波形, 敲击越重, 波形也越大。有故障的KS根本不产生信号电压, 敲击KS周围缸体, 而波形还是保持一条水平线。

5. 在闭环状态下, 用示波器测试三元催化转化器前后的氧传感器, 上游氧传感器的波形令人满意, 下游氧传感器的波形小得多, 说明三元催化转化器有故障。

6. 控制单元通常以第一缸的喷油情况为基准, 来检查其他各缸工作。第一缸喷油器轻微漏油, 造成第一缸工作温度明显高于其他各缸, 控制单元就会认为其他缸燃烧不好, 在其余各缸中找一个工作温度相对较低的, 点亮故障指示灯, 故障码显示该缸燃烧不好, 而不会显示第一缸燃烧不好。

7. 检查电喷发动机的低压电路检测装置必须带用有 $100 \sim 1000\Omega$ 电阻值。如直接用普通导线和试灯检查电喷发动机的低压电路, 会造成点火线圈上的电容烧蚀, 导致高压火弱, 无法起动。

8. 在删除故障码时, 故障指示灯至少应闪一下, 如故障指示灯既不亮也不闪, 说明故障码无法删除, 应重点检查接地线是否有不实之处, 在发动机工作时用万用表检查蓄电池负极和车身任意一个接地点有无电压。如有, 说明接地线确有不实之处。逐个拔下熔丝, 拔下某个熔丝后放电现象消失, 说明接地线不实之处就在该熔丝负责的电路范围内。

9. 读取数据流是对故障进行定性、定量的分析和进行一些动态的检测。主要包括氧传感器的输出电压、发动机的冷却液温度、发动机进气温度、发动机进气量、节气门开度、喷油脉宽、发动机转速、点火提前角、蓄电池电压、自动变速器的油温、自动变速器各个电磁阀的工作情况, 轮速传感器的工作情况等。故障诊断仪的精度较高, 但某些传感器和执行器的检测需要一定的条件。如检查怠速时喷油脉宽需在发动机冷却液温度 85°C 以上, 并且必须参考节气门开度信号。又如检查ABS的轮速传感器, 车速在 60km/h 以上连续行驶 30s 后, 才能读取轮速传感器的数据流。

第三章 思考题答案

一、概念题

1. 空气流量传感器负责提供进气量信号, 是控制喷油脉宽的核心传感器。

2. 曲轴位置传感器负责提供一缸压缩行程上止点和发动机转速信号, 是控制点火提前角的核心传感器, 也是控制基本喷油脉宽、调整发动机怠速工况的重要传感器。

3. 凸轮轴位置传感器负责初始点火提前角和指示发生爆燃的缸。
4. 节气门位置传感器负责提供节气门开启速率和开启角度的信号，在大负荷和加速时通过增加喷油脉宽的次数来满足空燃比的需要。
5. 冷却液温度传感器是负温度系数热敏电阻，温度越高阻值越低，输出电压越低。负责暖机控制、排放控制、自动变速器控制和空调控制等。
6. 点火闭合角控制即通电时间控制。只有通电时间达到一定值后，初级电流才能饱和。但通电时间过长，又会发热，因此要控制一个最佳的通电时间。
7. 初始点火提前角是第一次点火提前角，是按设定的没有进行任何调节的点火提前角。

二、填空题

1. 凸轮轴位置传感器
2. 喷油脉宽
3. 100000km
4. 1500、1200
5. 电阻值
6. 1100
7. 曲轴位置传感器
8. 冷却液
9. 燃烧温度过高
10. 80
11. 40000 ~ 50000、80000 ~ 100000
12. 比照
13. 混合气过浓
14. 混合气过稀
15. 爆燃传感器、氧传感器
16. 喷油脉宽、燃油压力
17. 10 ~ 15
18. 极板硫化、正负极之间短路
19. 充电率 65% 以上、亏电
20. 蓄电池电压
21. 过稀
22. 燃油滤清器堵塞
23. 80

三、问答题

1. 故障出在点火系。
2. ABS 系统也随其退出。
3. 是节气门位置传感器。
4. 氧传感器是好的。
5. 在发动机 3200r/min 以上时用听力棒听有无“咔”声。
6. 开空调看发动机转速是否下降。

7. 起动控制、暖机控制、额外负荷控制、发电量不足控制、断油后重新供油控制。
8. 控制喷油脉宽的电控系统和控制燃油压力的机械系统。
9. 不能调出故障码。
10. 点火系。
11. 怠速步进电动机、CANP、EGR、AIR、自动变速器的变矩器锁止和超速档。
12. 燃油压力调节器、喷油器和燃油泵上的单向阀。
13. 曲轴箱内压力过高，过多的机油顺着曲轴箱强制通风装置通道进入发动机进气系统，部分机油又被吸入进气歧管绝对压力传感器的真空软管，当进入真空软管的机油达到一定量后，真空软管实际上就处于堵塞状态。进气歧管绝对压力传感器无法感受到发动机进气系统真空度的变化，无法随发动机进气系统真空度的变化进行喷油脉宽的调节，导致怠速时游车、急加速时反应迟钝。
 14. 先用诊断盒检查线束的电阻值（必须小于 1.5Ω ），再查电器的电阻值。
 15. 会造成中小负荷混合气过浓。
 16. 中小负荷不再回油，会造成中小负荷燃油压力过高。
 17. 蓄电池电解液的高度高出极板过多，漾到蓄电池盖上会造成自放电，电解液的高度过低，会造成极板硫化。
 18. 开水浇蓄电池上部防止自放电，负极桩上抹凡士林防止极桩氧化。
 19. 会造成燃油泵过热变形和早期磨损。
 20. 发动机冷却液温度传感器。
 21. 爆燃传感器。
 22. 氧传感器。
 23. 燃油滤清器要注意装配方向，机油滤清器垫要抹机油，紧固力矩不可过大。
 24. 热丝或热膜式空气流量传感器被废气返流的积炭污染后，形成隔热层，导致输出电压信号过低，使混合气过稀。
 25. 电喷发动机急加速时抖动故障的原因通常是来自燃油系。
 26. 氧传感器输出电压值为 $0.3 \sim 0.7V$ 时说明氧传感器没有被污染， $0.2 \sim 0.8V$ 时被轻度污染， $0.1 \sim 0.9V$ 时被严重污染
 27. 如清洁汽油中乙醇加得过多会造成燃油系统腐蚀
 28. 同时装有凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的发动机，负责初始点火提前角的是凸轮轴位置传感器，点火后断开其信号可由曲轴位置传感器代替，发动机工作不会受到明显影响。
 29. MAF，由 TPS 和 CKP 代替。
 30. 点火控制器（点火模块），在点火线圈附近。
 31. 电磁干扰。
 32. 防止电容器烧坏。
 33. 燃油压力调节器密封不良、喷油器密封不良、燃油泵单向阀密封不良。
 34. 发电机故障引发的电磁干扰主要发生在发动机转速 $1500r/min$ 以下时，可能会引发以下故障：
 - 1) 电磁干扰不会造成机油压力异常，但会导致机油压力报警灯亮。

- 2) 怠速时喷油器异常时发动机有轻微抖动。
- 3) 造成怠速和小负荷时明显功率不足, 引发怠速抖动和小负荷时加速不良。

35. 交流发电机部分二极管损坏或发电机轴承锈蚀、卡滞使其工作过载, 产生电磁干扰, 多出现在怠速和 1500r/min 以下低速运转时。随着发动机转速的提高, 供电量充足, 不存在工作过载, 也就不会有电磁干扰。

36. 冷却液温度传感器是发动机冷车起动和暖机的闭环控制传感器, 电阻值过低或没有信号会造成冷车起动和暖机时混合气过稀, 致使每天第一次冷车起动困难。热机后怠速、加速和重新起动正常, 但第二天冷车起动仍需要反复起动多次, 与燃烧室积炭多故障的区别如下:

1) 燃烧室积炭多每天第一次起动(无论冷天和热天)需要连续起动 3 次。冷却液温度传感器电阻值过低或没有信号只是造成冷天起动困难, 需要连续起动 5~7 次。

2) 燃烧室积炭多在第一次起动后一天之内起动正常, 但热车后会造混合气过浓。冷却液温度传感器电阻值过低或没有信号热车后工作一切正常, 不会造成混合气过浓。

37. 点火模块工作稳定性不好会造成下列故障:

1) 点火模块热稳定性不好, 冷车时起动、怠速、加速一切正常, 热车后有时会因点火模块内部短路, 导通不截止, 而突然熄火, 过 10min 点火模块温度降下来后, 短路故障消失, 又可正常起动。开始时 10 多天才出现一次, 以后越来越频繁。

2) 无论冷车、热车点火模块工作稳定性都不好, 发动机起动困难、怠速不稳、急加速熄火、发动机故障指示灯亮, 故障码显示电子点火正时电路在运转期间断路或对地短路。

上述点火模块故障尽管表现不同, 维修时都应及时更换。

第四章 思考题答案

一、概念题

1. EGR 是指废气再循环系统, 在发动机冷却液温度 50℃ 以上, 发动机转速 1500~4500r/min 之间没有急加速和减速时, 向进气系统提供占进气总量 6%~13% 的废气, 以达到降低缸内氧含量和燃烧室温度, 降低 NO_x 排放的目的。

2. AIR 是指二次空气喷射系统, 在起动和暖机时向排气管输送适量的新鲜空气, 通过使废气燃烧, 有效降低起动和暖机时的 CO 和 HC 排放。

3. 闭环控制, 控制单元通过氧传感器反馈信号使空燃比尽量控制在理想空燃比附近, 三元催化转化器通过铂、钯、铑把大部分 CO、HC 和 NO_x 转变成二氧化碳和水。

4. PCV 阀是曲轴箱强制通风装置中的单向阀, 允许曲轴箱内气体进入进气系统, 不许进气系统的混合气进入曲轴箱。工作时始终处于开启状态, 为防止怠速和小负荷时混合气过稀, 其开启角度随负荷变化, 负荷越大开启角度越大。

5. 控制单元根据氧传感器反馈的信息, 通过对喷油脉宽的调节修正空燃比, 叫短期燃油修正数据。

6. 控制单元根据氧传感器反馈的信息对内存的数据进行修正, 叫长期燃油修正数据。

7. 二氧化钛型氧传感器相当于一个可变电阻, 其电阻值随废气中氧离子的浓度变化, 氧离子浓度大(混合气稀)二氧化钛呈低阻状态, 氧离子浓度小(混合气浓)二氧化钛呈高阻状态。

8. 二氧化锆型氧传感器的核心元件是氧化锆陶瓷材料, 在它的表面有两个白金电极。其内侧与大气相通, 外侧与尾气相通, 由于尾气和空气中氧气存在浓度差, 使两个电极间产生电压。浓度差越大, 产生电压越高。

二、填空题

1. 10
2. 75、1500
3. 一氧化碳
4. 高温、三元催化转化器
5. NO_x
6. 加热器
7. 富氧
8. 0.3 ~ 0.7、0.2 ~ 0.8、0.1 ~ 0.9
9. 0.5 ~ 1、0 ~ 0.3
10. 0.1 ~ 0.3
11. 0.7 ~ 1.0
12. 软管或 PCV 阀堵塞
13. 2 ~ 4、0 ~ 5
14. SJ、SL
15. 较高
16. 缺缸
17. 降低
18. 三元催化转化器
19. 三元催化转化器
20. CO_2 、水、氮和氧

三、单选题

1. C 2. C 3. D 4. D 5. D

四、问答题

1. EGR 阀关闭不严导致怠速和急加速时燃烧质量差, 中速后 EGR 阀处于开起状态, 所以行驶平稳。

2. 前边的氧传感器负责理想的空燃比, 后边的氧传感器负责检测 TWC。

3. 二次空气喷射的主要作用是降低冷起动和暖机时的 CO 和 HC 的排放。

4. 氧传感器失效退出后, 通常控制单元是按氧传感器输出的最后一个信号进行控制。

5. 进入闭环控制后, TWC 在怠速时出气口温度比进气口温度应高出 10°C 以上。

6. 气门油封密封不良。

7. 炭罐清污电磁阀参与工作的两个重要条件是发动机冷却液温度 75°C 以上, 转速 $1500\text{r}/\text{min}$ 以上。

8. 尾气排放中 CO 的含量高低和混合气的浓度有关, HC 的含量高低和燃烧质量有关, NO_x 含量的高低和温度高低及缸内氧含量有关。

9. 废气再循环阀工作的主要条件是发动机冷却液温度 50°C 以上, 转速 $1500 \sim 4500\text{r}/\text{min}$

之间, 并且没有急加速和急减速。

10. PCV 阀堵塞。

11. 氧传感器前边的排气管发生泄漏。

12. 三元催化转化器失效。

13. 炭罐清污电磁阀一直处于开启状态, 会造成热车时混合气过浓。在热车条件下, 怠速时应处于关闭状态, 2000r/min 应处于开启状态。

14. 活塞环和气缸间密封不良。

15. 说明出现了废气质量变差的故障。

16. 说明在怠速时 EGR 阀关闭不良。

17. 控制单元将缺火的缸的喷油器断电, 停止喷油。

18. 有两个主要作用:

1) 将曲轴箱内的 HC (占整车 HC 排放的 25%) 输送至进气系统, 重新燃烧。

2) 降低曲轴箱内压力, 防止因箱内压力过高造成发动机前后脖领漏油。

19. 可有效地降低起动和暖机时 (进入闭环控制前) CO 和 HC 的排放。

20. 凡是装有增压的发动机, 必须装 EGR 系统。EGR 系统可以有效的降低 NO_x 和防止爆燃。

21. ① 在行驶状态下废气报警灯闪亮, 表明出现损害三元催化转化器的故障, 应对三元催化转化器进行专项检查。

② 废气报警灯长亮, 表明出现了废气质量变差的故障, 应查询控制单元的故障存储器, 调出故障码, 检查燃油油压和喷油器等是否有故障, 应及时清除。

第五章 思考题答案

一、概念题

1. 节温器是控制冷却液流动路径 (小循环、混合循环和大循环) 的阀门。

2. 节温器内设置自动排气阀, 冷却系统的空气可以以通气孔排出, 散热器加水时就不会发生呛水现象。

3. 冷却液是软水和防冻剂 (常见的有乙二醇和丙二醇) 的混合液。

4. 储液罐的位置低于散热器盖, 散热器压力过高时部分冷却液顺着溢流管流进储液罐; 散热器温度降低后内部产生真空, 储液罐的冷却液被吸回散热器。

5. 装在散热器盖的侧上部, 和散热器间以水管相连, 其作用是利用自身压力将冷却液中空气排除, 再将无气的冷却液返回散热器。

6. 为了冷起动时预热发动机进气歧管, 也为了给空调系统提供热源, 冷却系统设有热水阀, 在起动和暖机时给进气歧管加热, 在车内需要热风时, 提供热量。

7. 机油滤清器用来滤除机油中的金属碎屑、杂质, 以免其进入润滑系统。

8. 机油冷却器用来降低机油温度, 以防止机油过早氧化。

9. 机油集滤器装在机油泵的下方, 防止较大颗粒的杂质进入机油泵。

10. 机油粘度随温度变化, 温度升高粘度变小, 温度降低, 粘度增大。油液这种因温度升降而改变粘度的性质, 叫粘温性。

二、填空题

1. 110、124

2. 较轻
3. 85
4. 风量
5. >0.3
6. 95、105
7. 下部水管
8. 节温器不开启、水泵塑料轮
9. 空气
10. 热水阀
11. $1/3$
12. 温控开关
13. 溢流管
14. 膨胀水箱
15. 变矩风扇
16. 小、混合
17. 不同温度
18. 过软
19. 迎风角
20. 120
21. 混合
22. 堵塞严重
23. 气门油封
24. 向外泄漏
25. 涡轮增压系统的密封环
26. 曲轴箱排风装置
27. 高于
28. 低于
29. 密封、清洁
30. 机油压力过低
31. $120 \sim 160$
32. $0.50 \sim 0.12$
33. 粘温性
34. 0.10
35. 活塞环和缸壁、PCV 阀
36. 气门油封

三、问答题

1. 化油器发动机正常的冷却液温度应为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，电喷发动机正常的冷却液温度应为 $88 \sim 105^{\circ}\text{C}$ 。某些发动机正常的冷却液温度还要高些。
2. 双回路冷却系统采用两个节温器，冷却液在气缸体和气缸盖中各有 1 个独立的回路，

使气缸体和气缸盖采用不同温度的控制。气缸盖采用更低冷却液温度控制，这样可有效的防止气缸垫因工作温度过高而导致密封不良，防止由于过热膨胀减少充气系数，防止排气门过热烧蚀，还可防止爆燃。气缸体处冷却强度高些，有利于汽油的燃烧，可有效的降低 HC 排放。

3. 节温器常见的故障有：

① 节温器阀门开启或全开的温度过高，会造成冷却液不能及时的进入混合循环或不能及时进入大循环，致使发动机温度过高。

② 节温器不能开启，冷却系就会始终处于小循环，最终导致发动机冷却液温度过高而开锅。

③ 节温器关闭不严，节温器阀门始终处于开启状态，因为没有节温器的调控，冷却液始终处于混合循环，冬季冷却液温度上升得过慢，暖机时间过长。夏季冷却系统无法进入大循环，又会造成冷却液温度过高。

④ 节温器泄漏。节温器泄漏后，冷却液始终进行小循环，会造成冷却液温度过高。

4. 发动机冷却液温度传感器接地线存在接地不良故障，会造成冷却液温度传感器输出的电压信号过高。正常使用时冷却液温度表显示正常，但增大用电后，如开前照灯、开刮水器时，冷却液温度表会显示冷却液温度达到 120℃。实际上冷却液温度并没有上升，只是接地线接地不良。

5. 发动机温度过高会造成充气系数降低，运动件的正常间隙被破坏，材料力学性能下降，润滑油膜受到破坏，机油容易发生氧化，容易造成汽油机早燃和爆燃，空调会自动切断。

6. 造成发动机怠速时冷却液温度过高，低速后温度正常的原因，最常见的是冷却风扇的风量不足。

7. 行驶途中发现发动机散热器出现轻微渗漏现象，可将香烟剥开，将烟丝放入散热器内，可有效止漏。

8. 冷却液温度感应塞和冷却液温度传感器的检测最有效的方法是：

① 检测特定温度下传感器的电阻值是否符合厂家规定。如符合说明冷却液温度感应塞和冷却液温度传感器本身没有问题。

② 读取数据流发现冷却液温度表显示冷却液温度 95℃ 时，数据流才显示冷却液温度 80℃，用红外线测温仪检测散热器进水管的温度（发动机实际温度），也是 80℃，说明冷却液温度表显示有误。

9. 冷却系统的缺水报警装置通常装在膨胀水箱内。

10. 汽车中低速时发动机冷却液温度正常，但高速后会出现冷却液温度过高，应重点检查散热器有无堵塞。中低速和发动机负荷较小时发动机有效功率较低，工作温度相对较低，即使散热器有部分管道堵塞，也基本可满足发动机散热的需要。高速和大负荷时发动机功率加大，工作温度明显升高，需要冷却液高速循环才能满足散热的需要。由于散热器内部分管道堵塞，使冷却液循环受阻，导致高速或大负荷后冷却液温度急剧上升。

11. 实际冷却液温度 100℃，但数据流显示为 80℃，不能调出故障码。控制单元故障存储器通过检测电控系统的传感器和执行器的电压信号是否超出范围，以此来诊断有无短路或断路故障。如发动机冷却液温度传感器的输出电压应为 0.1 ~ 4.8V。冷却液温度传感器和进

气温度传感器的输出电压只要不低于 0.1V，高于 4.8V，控制单元就不会认为冷却液温度传感器和进气温度传感器输出电压异常。

12. 汽车运行 10min 后，用手触摸散热器上水管，如还感觉不到散热器上水管有水流，表明节温器泄漏，不能开启。

13. 散热器上方的罐子叫膨胀水箱，作用是排除冷却液中的空气，装有冷却液液面高度过低报警装置中的冷却液液面高度传感器；散热器下方的罐子叫储液罐，作用是散热器温度升高时，冷却液膨胀，当压力上升到 126 ~ 137kPa 时顶开散热器盖上蒸气阀，冷却液顺着溢流管流进储液罐。发动机负荷降低或熄火时，散热器温度随之降低，冷却液体积收缩形成真空，当散热器内压力降到 99 ~ 87kPa 时，散热器盖上空气阀被吸开，储液罐里的冷却液被吸回散热器，一方面节约了冷却液，另一方面可防止散热器芯管因负压被大气压压坏。

14. 汽车行驶中突然听到“铿锵”的异响声，机油压力本来正常，突然变得没有了，说明曲轴主轴承减摩合金层脱落。

15. 更换机油滤清器时在密封垫上抹机油，是为了更换机油滤清器时便于拆卸密封垫。

16. 机油 W 前边的数字越小（越适应寒冷地区使用），W 后边的数字越大（越适应高温状态下使用），机油的粘温性越好。

17. 发动机机油低压开关的检查。

1) 不着车，润滑油道没有压力时，低压开关处于常闭状态，起动后低压开关处于开启状态。用万用表检查，不着车时低压开关端子间应不导通。

2) 起动发动机 2s 后发动机机油报警系统自检结束，报警灯应熄灭，如果灯常亮，拔下发动机机油低压开关端子后灯熄灭，表明是低压开关损坏，应更换。

18. 气门油封密封不良时只是在每天第一次起动时排气管冒蓝烟，随后一天之内排气管处看不见冒蓝烟。活塞环密封不良起动时，由于机油在冷却时粘度高排气管并不冒蓝烟，热机后急加速时排气管冒蓝烟。

19. 气门导管密封不良开始排气管处看不见冒蓝烟，但严重后急加速时排气管冒蓝烟。活塞环密封不良不仅急加速时排气管冒蓝烟，而且打开气门室盖急加速时此处也冒烟，而气门导管密封不良，气门室盖处是不会冒烟的。

20. 活塞环密封不良和 PCV 阀堵塞在急加速时气门室盖处都可以看见冒烟，但 PCV 阀堵塞会导致曲轴箱内压力过高，造成窜入曲轴箱内的混合气和部分机油窜入空气滤清器，活塞环密封不良不会导致曲轴箱内压力过高，会导致窜入曲轴箱内的混合气和部分机油窜入气门室，但不会造成混合气和部分机油窜入空气滤清器。

第六章 思考题答案

一、填空题

1. 越大
2. 越大
3. 越大
4. 越小
5. 3 ~ 22、1500 ~ 4500r/min
6. 加速不良

7. 发白、发白
8. 点火系的点火线圈
9. 500 ~ 900
10. 急加速和急减速
11. 明显滞后
12. 800 ~ 1200
13. 2000 ~ 3000
14. 热车
15. 不稳, 座车
16. 点火
17. 怠
18. 活塞顶部
19. 25000、70000
20. 张紧、水泵

二、问答题

1. EGR 阀参加工作的条件是发动机冷却液温度 50℃ 以上, 发动机转速 1500 ~ 4500r/min 之间。在怠速、大负荷、急加速和急减速时 EGR 阀处于关闭状态, 如密封不良, 怠速和加速时废气进入气缸, 因燃烧不良, 发动机抖动得非常厉害, 加速时座车。发动机 1500 ~ 4500r/min 中速运转时 EGR 阀处于开启工况, 也就不存在密封不良故障, 所以运转平稳。

2. 热天炭罐清污电磁阀开启时, 控制单元为防止混合气过浓, 会自动减少喷油脉宽, 炭罐清污电磁阀卡滞造成的密封不良, 控制单元并不知道, 也就没有减少喷油脉宽, 再加上热天时燃油箱内燃油蒸发加剧, 所以导致混合气过浓。

3. 是指发动机怠速运转不平稳, 转速起伏大于 $\pm 30\text{r}/\text{min}$, 有些车还伴有排气冲击 (缺缸)。最常见的原因是混合气过稀、混合气过浓或燃烧质量过差。

4. 会影响发动机的性能, 点火过迟会使尾气排放超标, 动力性下降、怠速抖动、小负荷时加速不良、耗油量增加; 点火过早, 会使发动机过热、 NO_x 排放超标、动力性下降。

5. 暖机修正、过热修正、空燃比修正和怠速稳定性控制。

6. 爆燃传感器接线端子与外壳间的电阻值应为无穷大, 如电阻值为 0Ω , 应更换。

7. 都可能造成发动机急减速时熄火。此类故障同时还伴有怠速不稳、起动困难等故障。

8. 检测时先用夹板封闭燃油压力调节器的回油管路, 封闭后如保持压力可恢复正常, 说明燃油压力调节器的回油阀密封不良, 必须更换燃油压力调节器。

9. 在测试完燃油系统的怠速油压和大负荷油压后, 不拆燃油压力表, 熄火 10min 后再看燃油压力表, 表上此时显示的是燃油系统的保持压力, 燃油系统保持压力应不低于 250kPa。

10. 发动机冷车起动困难, 热车起动正常, 怠速稳定, 但加速时, 转速忽高忽低, 始终加不起速来。遇到此类故障应首先检查蓄电池的负极接地线, 如接地线接头锈蚀或不实均可能出现此类故障。

11. 发动机怠速还可以勉强维持, 一加速就熄火。进气歧管绝对压力传感器和进气道之间的真空软管破裂, 造成混合气过稀。

12. 发电机电压调节器工作不正常, 对系统电压不能进行调节, 会造成以下故障:

1) 发动机急加速时系统电压瞬间过高, 产生电磁干扰, 导致机油压力报警器工作不稳定, 在急加速同时开始报警。

2) 电磁干扰导致爆燃传感器信号失常, 在发动机转速在 1500r/min 以下时点火提前角滞后, 造成发动机怠速不稳、抖动; 发动机转速在 1500r/min 以下时加速不良、挫车。

13. 行驶中急减速、踩制动或空档滑行时, 电喷发动机为了节油和排放控制, 会自动断油, 待发动机转速降到 1500r/min 时为防止转速过低过载熄火, 再次恢复供油。断油控制时, 停止进空气和供油。如怠速时节气门开启角度过大或旁通空气道关闭不严, 从断油到 1500r/min 再恢复供油时进的空气就会过多, 导致混合气过稀, 无法点燃, 而造成发动机熄火。发动机进气系统虽然没有内漏, 但怠速步进电动机不能及时开启, 或喷油器堵塞导致混合气过稀都会导致行驶正常, 放松加速踏板熄火的故障。

14. 冷车时起动困难, 热车时起动正常, 怠速运转平稳, 急加速时发动机转速不稳定、闯车, 通常是接地线不实。重点检查蓄电池负极接地线、发动机接地线、变速器接地线和控制单元接地线接头连接螺栓有无松旷。接地线接头连接螺栓松旷, 冷车起动时因接触不良而导致起动困难, 热车时接头膨胀接触不良问题得以缓解, 所以起动正常。怠速时发动机抖动较小, 松旷的接地线接头连接螺栓基本上可以保证正常连接, 所以运转平稳。急加速时接地线接头接触不良问题突出出来, 所以急加速时发动机转速不稳定、闯车。

15. 冷车起动正常, 热车后需连续三次起动才能成功。热车时开启燃油箱盖能听到真空吸气声, 加油时燃油箱还未满, 就会往外喷油。这是因为电喷发动机盖上没有空气阀和真空阀。燃油箱内外大气的平衡, 完全靠炭罐上的空气滤清器, 如炭罐上的空气滤清器堵塞, 就会发生上述故障。

16. 燃烧室积炭过多, 放了一夜的车, 积炭处于干燥状态, 头两次喷的油被积炭吸收, 所以第三次可正常起动。起动后积炭里已经吸饱了油, 所以以后的一天内都起动正常。

17. 新换的空气滤清器的滤网过密, 使充气系数明显降低, 导致车速上不去。

18. 曲轴位置传感器

19. 冷车时机油粘度高, 所以机油压力明显高于热车后。电喷发动机多用液压挺杆, 液压挺杆内机油压力过高时, 会造成气门关闭不严, 所以会出现冷车起动困难和怠速抖动的故障。

20. 热丝式或热膜式空气流量传感器被废气返流形成的积炭污染后, 在热丝和热膜上形成隔热层, 使空气流量传感器输出的电压信号明显低于实际空气量, 导致混合气过稀, 而引发上述故障。

21. 是点火系, 急加速时高压火缺火。

附录 B 汽车发动机电器部件的专用代号

电器部件	专用代号
喷油器	N30
喷油器	N31
喷油器	N32
喷油器	N33
进气歧管切换阀	N56
炭罐清污电磁阀	N80
二次空气泵进气阀	N112、N320
进气歧管切换阀	N156
凸轮轴位置调节器	N205
凸轮轴调整阀	N208
动态控制阀 1	N225
动态控制阀 2	N226
动态控制高压阀 1	N227
动态控制高压阀 2	N228
怠速开关	F60
进气歧管绝对压力传感器	F96
空档开关	F125
空调系统压力开关	F129
图谱控制发动机冷却系统节温器	F265
散热器风扇	V7
电动燃油泵	V39
冷却液循环泵	V51
节气门位置调节器	V60
二次空气喷射泵	V101、V189
散热器风扇	V177
发动机转速传感器	G28
氧传感器	G39 (55Nm)
凸轮轴位置传感器	G40
进气温度传感器	G42
爆燃传感器 1	G61 (20Nm)
发动机冷却液温度传感器 (发动机冷却液出水口)	G62
爆燃传感器 2	G66 (20Nm)
节气门位置传感器	G69
空气流量传感器	G70
加速踏板位置传感器 1	G79

电器部件	专用代号
发动机冷却液温度传感器（散热器出水口）	G83
节气门电位计	G88
节气门位置调节器的传感器	G127
加速踏板位置传感器 2	G185
直动式节气门驱动装置（怠速步进电动机）	G296
节气门位置传感器	G297、G298
TWC 后部的温度传感器	G235
装在消声器前部的温度传感器	G448
装在消声器前部的压差传感器	G450
燃油泵继电器	J17
电动油泵继电器	J105
节气门位置传感器	J127
发动机控制单元	J220
起动机闭锁器和倒车灯继电器	J226
主继电器	J271
节气门控制单元	J297、J298
节气门控制单元	J338

附录 C 汽车发动机专用词语英文缩写

ABV	空气旁通阀
AC	交流电压信号
ACG	自动控制装置
ACL	空气滤清器
ACTR	执行器
A/D	空调信号
ADM	点火诊断监视模块
AIR	二次空气喷射
ALBI	熔丝
ALDL	诊断接头
ALT	交流发电机
ANT	天线
API	美国石油协会
APPS	加速踏板位置传感器
ATDC	上止点后
ATT	附件
ASD	自动切断继电器
ASE	汽车维修等级
ASR	加速防滑装置
AUX	辅助系统
BARO	大气压力传感器
BAT	蓄电池
BDC	下止点
BTDC	上止点前
BCM	车身控制
DLC	数据连接器
BLU	蓝色
BLK	黑色
BONE	乳白色
BRN	棕色
BRRO	大气压力传感器
DIS	无分电器点火系统
DMM	数字万用表
CAF	平均燃油经济性
CAN	控制局域网络
CID	气缸识别系统

CIS - E	电控连续喷射系统
CKP	发动机转速传感器 (曲轴位置传感器)
CHK	检查
CHG	充电
CMS	TWC 检测传感器
CMP	凸轮轴位置传感器
CMS	TWC 监控传感器
CPI	中央多点喷射
CPU	中央处理器
CTS	发动机冷却液温度传感器
COOP	开闭环控制
CONN	连接器
CONP	炭罐清污电磁阀
CVVT	连续可变气门正时装置
CYP	缸位传感器
CYL	气缸
DI	分电器点火
DIS	无分电器点火
DERM	诊断存储模块
DLC	判断故障码/数据传输接头
DKBLU	深蓝色
GRN	绿色
DC	直流电压信号
DLC	数据传输接头
DLU	数据线连接器
DOHC	双顶置凸轮轴
DPFE	压差反馈 EGR
DSO	数据存储示波器
DTC	判断故障码
E ₁	共用传感器接地线
E ₂	控制单元接地线
EAP	电动空气泵
ECM	发动机控制模块
ECT	发动机冷却液温度传感器
ECS	电控悬架
ECU	电子控制单元
EEC	发动机电控
EELD	蒸发排放泄漏检测
EDS	电子控制差速器锁

EFI	燃油喷射
EGO	排气含氧
EGR	废气再循环
EGR	温控阀
EI	电子点火
EIC	电子仪表板
EID	气缸识别传感器
ELD	电器负荷控制
EPC	电子调压器
EPT	EGR 变换器
ESC	电子点火正时控制
EST	电子点火正时
EVAP	炭罐
EVR	EGR 真空调节器
ELC	电子高度控制
ELD	电器负荷检查
EX	排放
EMI	电磁干扰
ETC	电子节气门控制
FP	燃油泵
FPDM	燃油泵驱动器模块
FICD	快怠速控制装置
FF	发动机前置前驱动
FSR	失效保护继电器
EEPROM	可擦除可编程只读存储器
G ₁	CMP 信号
G ₂	CKP 信号
GAUGE	仪表
GND	接地
RRB	故障读取盒
HFP	高速燃油泵
HSA	坡道起步辅助功能
HO2S	加热型氧传感器
IAB	进气歧管
IAC	怠速空气控制
IAT	进气温度传感器
ID	标识
IDL	节气门怠速触点
IC	集成电路

ICM	点火控制模块
IP	仪表板
ISC	怠速空气控制阀
ISO	国际标准化组织
I/P	仪表板
IMA	怠速混合气调节
IND	指示灯
INT	间歇性
IGT	点火正时信号
IGF	点火信号确认
KS	爆燃传感器
KNK	爆燃信号
KOER	开关接通发动机运转
KOEO	开关接通发动机熄火
LAP	进气温度
LCD	发光二极管
LDP	泄漏监测泵
LDM	警告灯驱动器组件
LED	发光二极管
LSI	大规模集成电路
LSIAC	线性怠速空气控制阀
L-4	直列四缸
LTFT	长时燃油修正系数
LT	浅色
LTFT	长期燃油修正
MAF	空气流量传感器
MAP	进气管绝对压力
MAT	进气温度
MDS ₂	第二代诊断系统
MCU	微处理器控制单元
MFI	多点燃油喷射
MIL	故障指示灯
MTV	进气歧管翻转阀
N ₂	氮气
N·C	常闭
N·O	常开
NTC	负温度系数
NVLD	真空泄漏检测
OBD	车载诊断系统（数据存储器）

OD	超速档
ORVR	燃油蒸气回收
O2S	氧传感器
OSS	输出轴转速传感器
PAM	随机存储器
PCM	动力控制模块
PCV	曲轴箱强制通风装置
PIP	点火位置信号
PIN	端子
PROM	可编程只读存储器
PRC	可编程平顺性控制
PTC	正温度系数
PM	永久磁铁
PWR	电源
PWM	脉宽调制
RAM	随机存储器
RC	阻容
ROM	只读存储器
R - P	燃油品种选择开关或插头
SAE	美国工程师协会
SBDS	维修诊断系统
SCS	维修检查信号
SCI	里程表
SFI	顺序燃油喷射系统
SPOUT	火花塞输出信号
SENS	传感器
SST	燃油压力表
SOHC	顶置单凸轮轴
SOL	电磁阀
ST	起动
STA	起动信号
START	点火开关
STD	标准
STFT	短期燃油修正
STEP	步进电动机
SPD	速度
SRI	维修提醒警示灯
SRTV	进气歧管切换阀
STD	标准

STFT	短期燃油修正
SIG	信号
SW	开关
T	转矩
TB	节气门体
T/B	正时传动带
TBI	单点喷射
TDC	上止点
TP	节气门位置
TPS	节气门位置传感器
TPI	节气门体喷射
TWC	三元催化转化器
THW	冷却液温度信号
TV	节气门阀
TVV	温控真空阀
VB	控制阀
VDC	动态控制系统
VCC	节气门位置传感器输入电压
VCV	真空开关阀
VSC	车辆稳定控制
VSS	车速传感器
VSV	真空换向阀
VT	紫色



QICHE DIANPEN
FADONGJI
CHANGJIAN GUZHANG
ZHENDUAN YU FENXI

地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

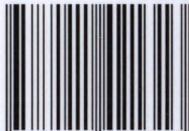
封面无防伪标均为盗版

上架指导 交通运输/汽车维修/汽车部件维修

ISBN 978-7-111-42131-3

策划编辑◎刘焯 / 封面设计◎鞠杨

ISBN 978-7-111-42131-3



9 787111 421313 >

定价：43.00元