



汽车运用与维修专业系列教材

汽车发动机电控系统检测与维修

主 编 曹云刚 副主编 梅国鑫 主 审 周 勇



NLIC 2970696891



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

要 索 容 内

汽车发动机电控系统检测与维修

主 编 曹云刚
副主编 梅国鑫
主 审 周 勇



NLIC 2970696891

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书共分5个学习情境,项目1为供油不良的检修,项目2为进气不良的检修,项目3为点火异常的检修,项目4为排放超标的检修,项目5为发动机运转不正常的检修。

本书可作为高等职业院校汽车运用技术专业的教材,也可作为汽车检测与维修技术、汽车配件与营销技术、汽车电子技术等相应专业的教材,也可作为业内相关人士的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检测与维修/曹云刚主编. —

重庆:重庆大学出版社,2011.4

高职高专汽车运用与维修专业系列教材

ISBN 978-7-5624-6032-9

I. ①汽… II. ①曹… III. ①汽车—发动机—电子系统:控制系统—检测—高等职业教育—教材②汽车—发动机—电子系统:控制系统—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 041208 号

汽车发动机电控系统检测与维修

主 编 曹云刚

副主编 梅国鑫

主 审 周 勇

策划编辑:周 立

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:周 立

责任校对:夏 宇 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆东南印务有限责任公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.75 字数:268千

2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-6032-9 定价:20.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

随着我国职业教育的发展,职业教育理念与手段正发生日新月异的变化。贵州交通职业技术学院作为 2007 年由国家财政部、教育部联合立项建设的第二批国家示范职业技术学院,根据国家示范性高职院校重点建设专业——汽车运用技术专业的人才培养模式,确定了“汽车发动机电控系统检测与维修”是汽车运用技术专业的重要专业课程之一。本教材打破按传统的知识体系构建教材内容的模式,积极采用“理实一体”的教学手段代替传统的“课堂教学+实际操作训练”的教学模式,培养职业能力,体现高等职业教育的特色与人才培养目标。

《汽车发动机电控系统检测与维修》一书由贵州交通职业技术学院汽车工程系组织一批具有丰富理论和实践经验的专业教师编写而成。在编写该书过程中,“以典型工作任务为载体、以工作过程为导向”的理念始终贯穿于本书的编写过程中。首先,在编书之前,贵州交通职业技术学院组织一批专业教师深入企业进行调研,对汽车发动机电控系统中的典型工作任务进行总结归纳,用典型学习任务来制订学习情境和单元学习任务。

本书由课程设计与规划、课程标准、教师工作页、学生手册、学生任务工单等几部分内容组成,同时将学习内容共划分成 5 个项目,每个项目内容的编写严格按照实际维修工作流程,遵照“六步法”进行教学组织。在内容编写上突出了强调培养学生掌握故障诊断的流程和学生解决故障的方法能力。

本教材由贵州交通职业技术学院曹云刚任主编并负责编写了项目 1、项目 2,陈文均、何会福编写了项目 3;李世红、李敏编写了项目 4,彭静编写了项目 5,梅国鑫任副主编,周勇任主审,还有来自企业技术专家韦永、周峰、戴华等参加了编写工作,对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢!

编写过程中参考了除已列出的大量文献资料外,还借鉴和吸纳了众多专家、学者的研究成果,未能一一列出,在此,对他们的辛勤劳动深表敬意和衷心感谢!

由于教材改革力度大,编者理论水平与实践经验有限,编写时间紧,任务重,书中有不妥和错误之处,恳请专家、读者指正。

编 者

2011 年 1 月

目 录

项目 1 供油不良的检修	1
任务 1.1 电控系统识别与控制器故障检修	1
任务 1.2 进气压力及温度传感器、冷却液温度传感器故障检修	8
任务 1.3 空气流量计与节气门位置传感器故障检修	14
任务 1.4 曲轴位置与凸轮轴位置传感器故障检修	20
任务 1.5 氧传感器故障检修	25
任务 1.6 燃油供给压力与喷油器异常故障检修	42
项目 2 进气不良的检修	48
任务 2.1 发动机怠速阀故障检修	48
任务 2.2 进气惯性增压控制、动力阀控制、可变气门正时和升程控制装置故障检修 ...	51
项目 3 点火异常的检修	55
任务 3.1 点火系低压电路故障检修	55
任务 3.2 点火系高压电路故障检修	58
任务 3.3 点火正时的检查	63
任务 3.4 发动机爆震故障检修	67
项目 4 排放超标的检修	73
任务 4.1 催化转换器与废气再循环控制故障检修	73
任务 4.2 燃油蒸发与二次空气喷射控制不良故障检修	81
项目 5 发动机运转不正常的检修	90
任务 5.1 发动机启动不良	90
任务 5.2 发动机加速无力	104
任务 5.3 发动机怠速不良	114
任务 5.4 发动机油耗过高	120
附录 任务工单	126
参考文献	162

项目 1 供油不良的检修



知识目标

了解燃油喷射系统分类、组成,各器件的结构和原理;了解燃油喷射系统传感器的结构、原理;了解燃油喷射系统的喷油正时、喷油脉宽控制;了解控制器结构组成、控制功能;掌握燃油喷射系统的故障诊断和排除方法,常用诊断设备和仪器的使用。



能力目标

能通过与客户交流,查阅相关维修技术资料等方式获取车辆信息。能根据故障现象制订正确的维修计划。能根据维修计划,选择正确的检测和诊断设备对电控燃油喷射系统进行故障诊断。能使用万用表、故障诊断仪、示波器及发动机综合分析仪等常用检测和诊断设备对电控燃油喷射系统传感器、控制器、执行器进行检测。能正确记录、分析各种检测结果并作出故障判断。能按照正确操作规范进行传感器、执行器和控制器的更换,并能进行系统匹配设定。能对发动机进行测试,检查和评估电控燃油喷射系统修复质量。能根据环保要求,正确处理对环境和人体有害的辅料、废气、液体和损坏零部件。

任务 1.1 电控系统识别与控制器故障检修

1.1.1 发动机电控系统(EFI)组成与作用

EFI 主要由空气供给、汽油供给、电子控制系统 3 部分组成,如图 1-1 所示。

空气供给系统:空滤器、流量计、温度压力传感器、节气门体及位置传感器。

作用:可燃混合气的形成、提供并计量空气。

汽油供给系统:电动汽油泵、油滤器、油压调节器、喷油器。

作用:根据发动机工况提供并计量汽油量。

电子控制系统(ECU):输入、输出装置,输入、输出控制器(模→数、数→模转换器),只读存储器 ROM、随机存储器 RAM,CPU 中央处理器,控制、数据指令总线。

作用:是电子控制汽油喷射系统的大脑,根据各传感器信息,综合运算与判断,执行元件输出控制指令,对发动机精确控制。ECU 具有信息鉴别功能,出现故障时,以代码存于存储器中,供维修时调用。

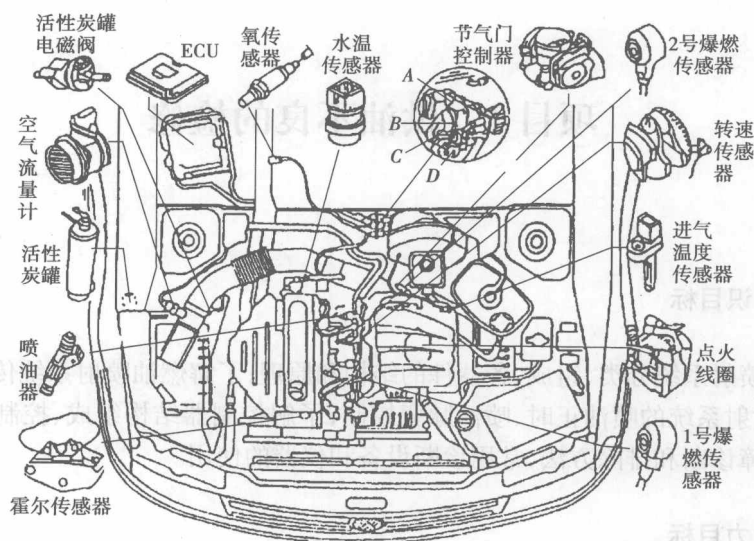


图 1-1 发动机电控系统基本组成

1.1.2 发动机电控系统分类

按喷射器安装位置有：

①多点喷射 SPI,如图 1-2 所示。

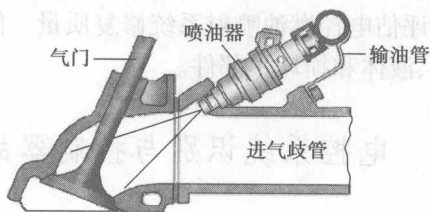


图 1-2 发动机多点喷射

每一个汽缸有一个喷油器。

②单点喷射 SPI,如图 1-3 所示。

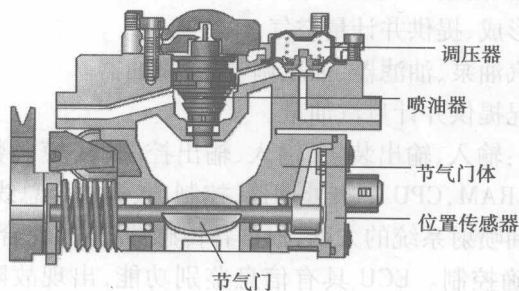


图 1-3 发动机单点喷射

几个缸共用一个喷油器,又称节气门体喷射 TBI。

燃油供给系统,其组成如图 1-4 所示。

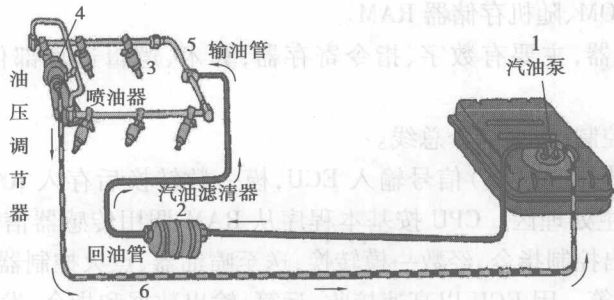


图 1-4 燃油供给系统的组成

空气供给系统,其组成如图 1-5 所示。

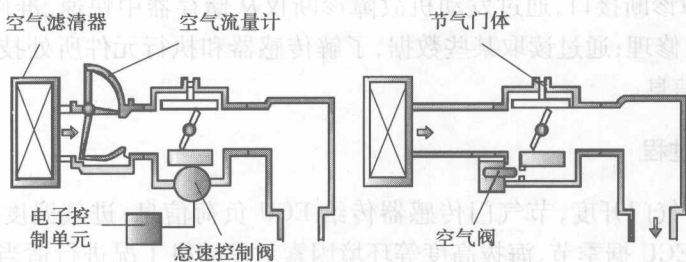


图 1-5 空气供给系统的组成

电子控制系统(简称 ECU),AJR 发动机的电子控制系统组成如图 1-6 所示。

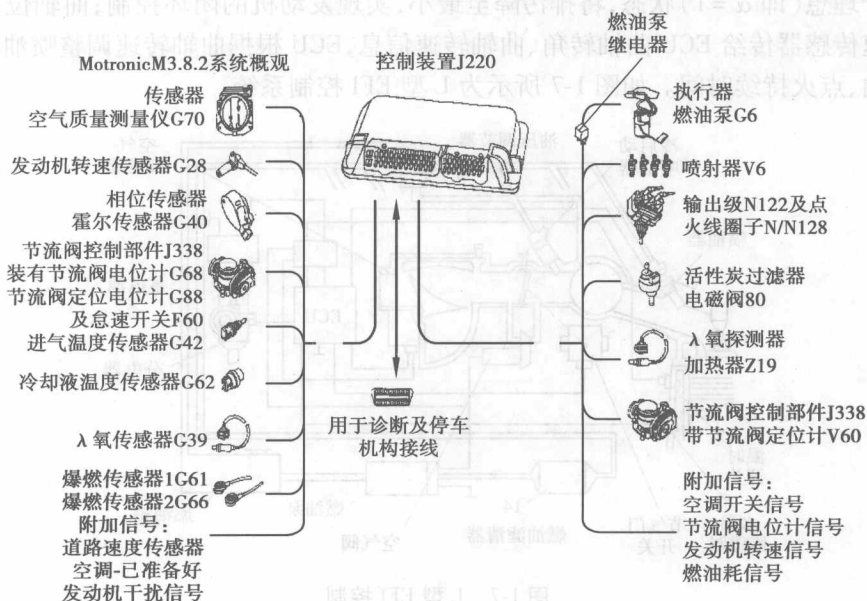


图 1-6 AJR 发动机电子控制系统的主要部件

①输入、输出装置,即由线束和插接器组成。



②输入、输出控制,包括模→数、数→模转换器。

③只读存储器 ROM、随机存储器 RAM。

④CPU 中央处理器,主要有数字、指令寄存器,算术、逻辑运算部件,时钟、输出累加寄存器。

⑤数据总线,即控制、数据指令总线。

控制原理:各传感器(模、数)信号输入 ECU,模→数转换后存入 RAM。启动时,从 ROM 读取(基本)程序,进主处理区。CPU 按基本程序从 RAM 调用传感器信号,按规定步骤,逐个指令地分析计算,得出控制指令,经数→模转换,送至喷油器、点火控制器,控制喷油时刻、持续时间,点火正时、能量等。因 ECU 以高速接收、运算、输出数据和指令,发动机处于最佳工况。

ECU 对传感器信号鉴别,信号超过规定,以故障信息储存,发动机转入“跛行回家”应急程序,提醒驾驶员维修发动机。

ECU 设有故障诊断接口,通过发动机故障诊断仪从储存器中快速、准确地诊断出故障部位,以便及时维护、修理;通过读取某些数据,了解传感器和执行元件所处技术状态,消除存储在 ECU 中的故障信息。

1.1.3 控制过程

驾驶员控制节气门开度,节气门传感器传给 ECU 负荷信息;进气温度、压力传感器传给 ECU 充气量信息,ECU 据季节、海拔高度等环境因素对发动机工况进行适当调整;爆震传感器传给 ECU 爆震信息,ECU 进行点火正时校正,使发动机避免爆震;水温传感器传给 ECU 发动机热状态参数,调整供油量;氧传感器传给 ECU 排气氧含量,由 ECU 调整喷油量,使混合气浓度始终处于理想(即 $\alpha = 1$)状态,将排污降至最小,实现发动机的闭环控制;曲轴位置传感器、发动机转速传感器传给 ECU 曲轴转角、曲轴转速信息,ECU 根据曲轴转速调整喷油时刻、点火时刻及喷油、点火持续时间。如图 1-7 所示为 L 型 EFI 控制系统。

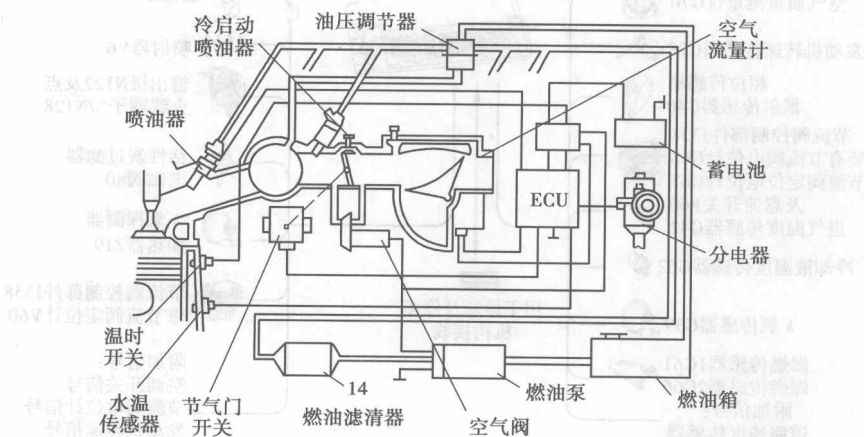


图 1-7 L 型 EFI 控制

1.1.4 故障

控制系统一旦出现故障,将使电子燃油喷射系统不能精确控制燃油量,因而不能对空燃比

进行控制,会使发动机油耗和排气污染增加,发动机出现怠速不稳、熄火、喘振等故障现象。因此,必须及时地排除故障或更换。

1.1.5 检修

(1) 测试控制器工作状态

①如图 1-8 所示,打开诊断插口盖板,将故障诊断仪连接到车上位于变速器操纵杆前(因车型而异)的诊断插座上。

屏幕显示(见图 1-9):



图 1-8 连接诊断仪

Test of vehicle systems	HELP
Enter address word XX	
车辆系统测试	帮助
输入地址码 XX	

图 1-9 诊断仪屏幕显示

②打开点火开关,或者发动机怠速运转。输入“发动机电子系统”地址码 01,用 Q 键确认。屏幕显示如图 1-10 所示。

330 907 404 1.8L R4/2V MOTR HS D01
Coding 08001 WSC XXXXX

图 1-10 诊断仪屏幕显示图

330 907 404	发动机控制单元零件号。
1.8L	发动机排量。
R4/2V	直列式发动机,4 缸。
	每缸 2 气门。
MOTR	Motronic。
HS	手动变速箱。
D01	控制单元软件版本。
Coding 08001	控制单元编码。
WSC XXXXX	维修站代码。

Test of vehicle systems	HELP
Select function XX	
车辆系统测试	帮助
选择功能 XX	

图 1-11 诊断仪屏幕显示图

按 → 键,屏幕显示如图 1-11 所示。

按照屏幕提示查找发动机电子控制系统故障,并予以排除。

控制器电源电路短、断路、元件烧坏等;传感器电源电路短、断路、元件烧坏,使传感器无信号或信号异常;CPU、存储器等芯片、接口电路烧坏 ECU 不能工作或工作不良;执行元件内部电路短、断路或元件烧坏。



(2) 电子控制器的检修

ECU 故障概率很小,指示有 ECU 故障代码,或经故障分析、项目检测,怀疑 ECU 有故障,应对 ECU 仔细检测确认。

检测 ECU,不可打开其罩盖,以免损坏密封或烧毁 ECU。

检测 ECU,检测蓄电池电压,低于 11 V,应补充充电或修、换蓄电池。

插好连接器,关闭(有些车型需打开)点火开关,用汽车专用数字式万用表测量各端子的直流电压,应为蓄电池电压,若电压过低或无电压,则检测电源电路;若电压正常,则再测各传感器电源电压(5 V 左右),电压异常或无电压,则 ECU 内部故障,应予更换。

(3) 电子控制器的故障排除

①排除法。经对 ECU 插接器各端子电压、电阻以及有关部件的检测,排除了被检测线路和部件故障后,若故障现象仍然存在,则应更换 ECU。

②替代法。用新 ECU 替代,若故障消失,则原 ECU 损坏,应更换。

故障自诊断,当控制系统出现故障时,主 ECU(电子控制单元)将会点亮仪表板上的“CHECK”(检查发动机)灯,提醒驾驶员注意,发动机已出现故障,并将故障信息以故障代码的形式储存在 ECU 中,通过一定程序,能将故障码及有关信息资料调出,供检修使用。



知识拓展

如图 1-12 所示为上海-通用别克轿车电子控制汽油喷射系统。

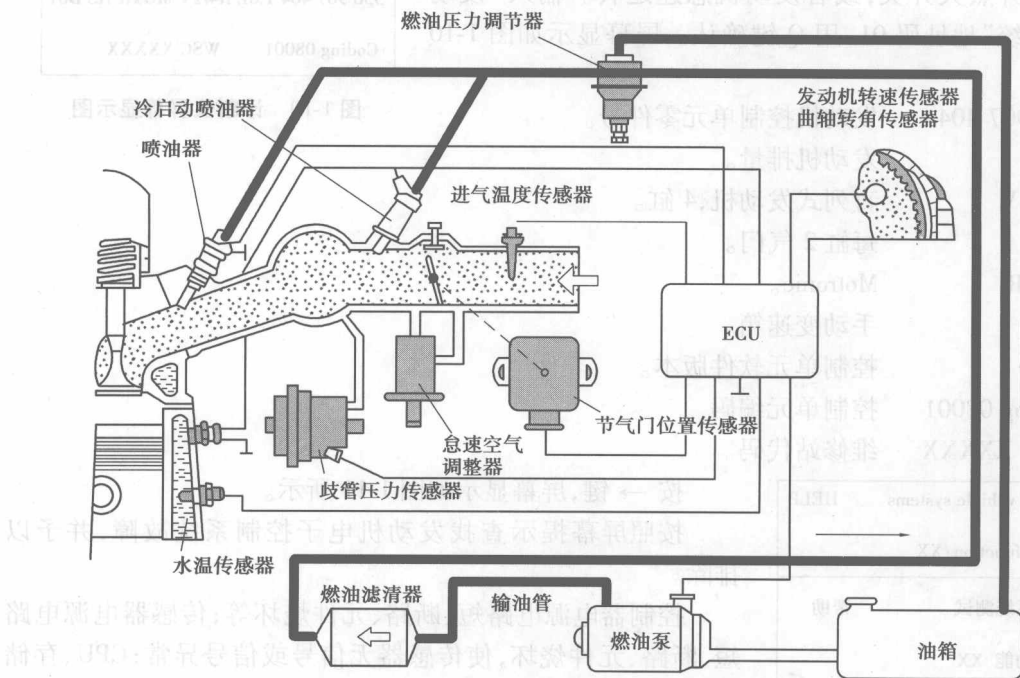


图 1-12 上海-通用别克轿车电子控制汽油喷射系统

使用电控喷射发动机还具有以下特点:

①在进气系统中,由于没有像化油器供油那样的孔管部位,进气压力损失较小。只要合理设计进气管道,就能充分利用吸入空气的惯性增压作用,增大充气量,提高输出功率,增加发动机的动力性。

②在汽车加减速行驶的过渡运转阶段,空燃比控制系统能够迅速响应,使汽车加减速反应灵敏。

③当汽车在不同地区行驶时,对大气压力或外界环境温度变化引起的空气密度变化,可以进行适量的空燃比修正。

④在发动机启动时,可以用 ECU 计算出启动供油量,并且能使发动机顺利经过暖机运转。使发动机启动更容易,且暖机性能提高。

⑤能提供各种工况下最适当的混合气空燃比,且汽油雾化好,各缸分配均匀,使燃烧效率提高。因此,能有效的降低排放,节省汽油。

⑥减速断油功能,亦能降低排放,节省汽油。减速时,节气门关闭,发动机仍以高速运转,进入汽缸的空气量减少,进气歧管内的真空度增大。在化油器中,此时会使黏附于进气歧管壁面的汽油由于歧管内的真空度急剧升高而蒸发后进入汽缸,使混合气变浓,燃烧不完全,排气中 HC 的含量增加。而在电控汽油喷射发动机中,当节气门关闭而发动机转速超过预定转速时,喷油就会停止,使排气中的 HC 减少,并可降低汽油消耗。

从以上可知,电控汽油喷射发动机能很好的适应减少排放、降低油耗、提高输出功率及改善驾驶性能等使用要求,因此,电控喷射发动机已成为现代汽油发动机的主流。

自我训练

一、填空题

1. 电喷发动机的电控系统(控制系统)由_____、_____、_____ 3 部分组成。
2. 常用电喷发动机的类型有_____和_____。
3. 空气供给系统的作用是_____。

二、选择题

1. 在电控燃油喷射系统中,燃油压力的主要控制元件是()。
 - A. 进气压力传感器
 - B. 蓄压器
 - C. 脉动阻力器
 - D. 压力调节器
2. 电子控制燃油喷射系统对进气量进行直接测量的元件为()。
 - A. 进气压力调节器
 - B. 空气流量计
 - C. 真空压力调节器
 - D. 空气阀
3. 电喷发动机中辅助测量空气量的元件是()。
 - A. 进气温度传感器
 - B. 空气流量计
 - C. 进气压力调节器
 - D. 空气阀

三、判断题

1. EFI(D 型)速度密度控制法是通过直接检测发动机吸入的空气量。()
2. 电喷发动机可以通过怠速调整螺钉调节怠速转速,用空气阀控制快怠速转速;也可由 ECU 操纵怠速控制阀控制怠速与快怠速。()
3. 电喷发动机的喷油量是由喷油器直接决定的。()

四、问答题

电控燃油喷射系统由哪几部分组成？分别起什么作用？

任务 1.2 进气压力及温度传感器、冷却液温度传感器故障检修

1.2.1 结构与功用

传感器是 EFI 的“眼睛”和“耳朵”。将发动机工况及状态等物理量转变为电信号，传给 ECU。

(1) 进气管压力传感器

如图 1-13 所示，进气压力是 D 型 EFI 用于监测发动机负荷状态、计算基本喷油时间、最佳点火提前角的重要参数之一。根据信号原理分为压电式、半导体压敏电阻式、电容式、差动变压器式（真空膜盒传动）等。

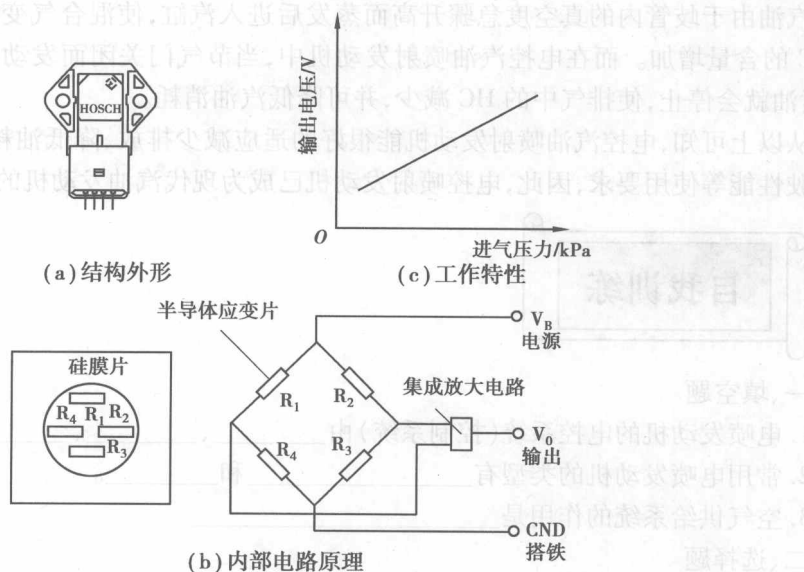


图 1-13 进气管压力传感器

半导体压敏电阻进气压力传感器，利用半导体的压阻效应将压力转换为电压信号。应变片按惠斯登电桥连接在硅膜片上，硅膜片变形，各应变片因受拉、受压其电阻变化，电桥输出电压经放大电路放大输送给 ECU。

(2) 进气温度传感器

在 EFI 中，进气、冷却水温度是控制、修正喷油量的两个温度参数。ECU 根据空气温度与空气密度关系修正喷油量。ECU 根据水温变化，判定发动机工况，控制冷启动喷油器、怠速控制阀工作以及修正喷油量。温度传感器大都为热敏电阻型，测量原理相同，如图 1-14 所示。冷却水温度传感器出现故障，ECU 将发动机转入故障应急状态运行。

(3) 冷却液温度传感器

检测发动机冷却水温度,向 ECU 输入温度信号,作为燃油喷射和点火正时的修正信号。

其他控制系统的控制信号。冷却液温度安装在发动机缸体的水管接头上,如图 1-15 所示。电路图如图 1-16 所示。进气温度传感器安装在进气管上。

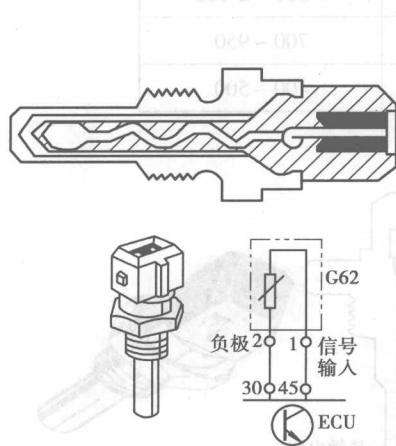


图 1-14 进气温度传感器



图 1-15 冷却液温度传感器位置

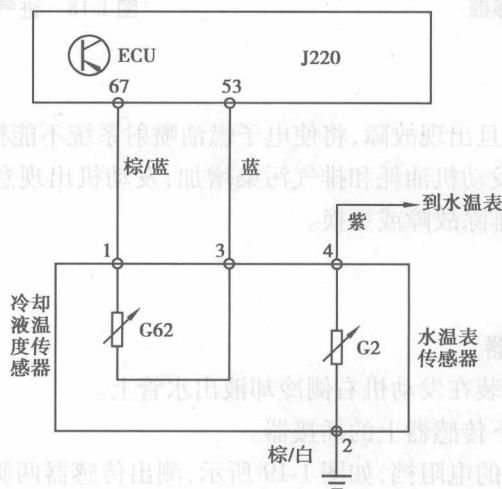


图 1-16 冷却液温度传感器电路

温度传感器的参数值见表 1-1。

表 1-1 温度传感器的参数值

冷却液温度传感器(见图 1-17)		进气温度传感器(见图 1-18)	
温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω
0	5 000 ~ 6 000	0	5 000 ~ 6 500
20	2 250 ~ 3 000	10	3 350 ~ 4 400

续表

冷却液温度传感器(见图 1-17)		进气温度传感器(见图 1-18)	
温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω
40	950 ~ 1 400	30	1 500 ~ 2 100
60	540 ~ 675	50	700 ~ 950
80	275 ~ 375	70	400 ~ 500

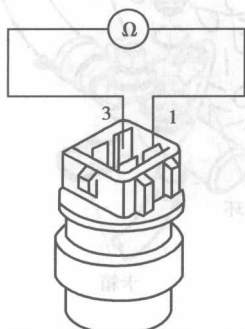


图 1-17 冷却液温度传感器

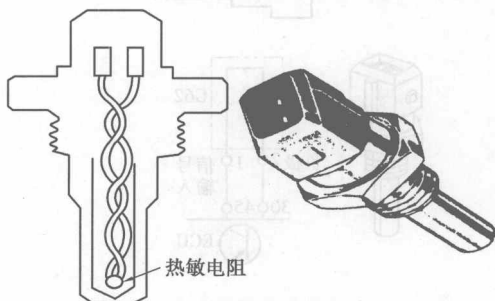


图 1-18 进气温度传感器

1.2.2 故障

压力和温度传感器一旦出现故障,将使电子燃油喷射系统不能精确控制燃油量,进而不能对空燃比进行控制,会使发动机油耗和排气污染增加,发动机出现怠速不稳、转速过高等故障现象。因此,必须及时地排除故障或更换。

1.2.3 检修

(1) 冷却液温度传感器

冷却液温度传感器安装在发动机右侧冷却液出水管上。

①点火开关断开,拔下传感器上的插接器。

②选择数字式万用表的电阻挡,如图 1-19 所示,测出传感器两脚之间的电阻值,并填于表 1-2。

③选择数字式万用表的测温挡,并通过℃/°F 选择摄氏温度,如图 1-19 所示。测试冷却液温度,并填于表 1-2。

④点火开关闭合,选择数字式万用表的电压挡,并通过 AC/DC 钮选择 DC,如图 1-19 所示,通过传感器插接器测试发动机 ECU 提供给传感器的参考电压值,并填于表 1-2。

⑤点火开关断开,如图 1-20 所示,将传感器和插接器之间用跨接线接好。

⑥启动发动机,用数字式万用表的直流电压挡(DC),测试传感器的输出电压,并填于表 1-2。

⑦点火开关断开,拆下跨接线,并将插接器插好在传感器上。



图 1-19 冷却液温度传感器

表 1-2 冷却液温度传感器测试表

	电 阻	温 度	参考电压	输出信号
标准值				
测试值				

(2) 进气歧管绝对压力/进气温度传感器

进气歧管绝对压力和进气温度传感器制成一体,安装在节气门后进气管上。

①点火开关断开,拔下传感器上的插接器。

②选择数字式万用表的电阻挡,测量传感器的1号和2号脚之间的电阻,并测出温度,分别填于表1-3。

③点火开关闭合,选择数字式万用表的直流电压挡(DC),通过传感器插接器测试发动机ECU提供给传感器的1号和2号脚之间及1号和3号脚之间的参考电压,并填于表1-3。

④点火开关断开,用跨接线将传感器和插接器之间连接。启动发动机,用数字式万用表的直流电压挡测试1号和2号脚之间的进气温度信号值;测试4号和1号脚之间发动机怠速状态及节气门逐渐开大时的进气压力信号值,并分别填于表1-3。

⑤点火开关断开,拆下跨接线,将插接器插好在传感器上。

进气歧管绝对压力/进气温度传感器测试见表1-3。

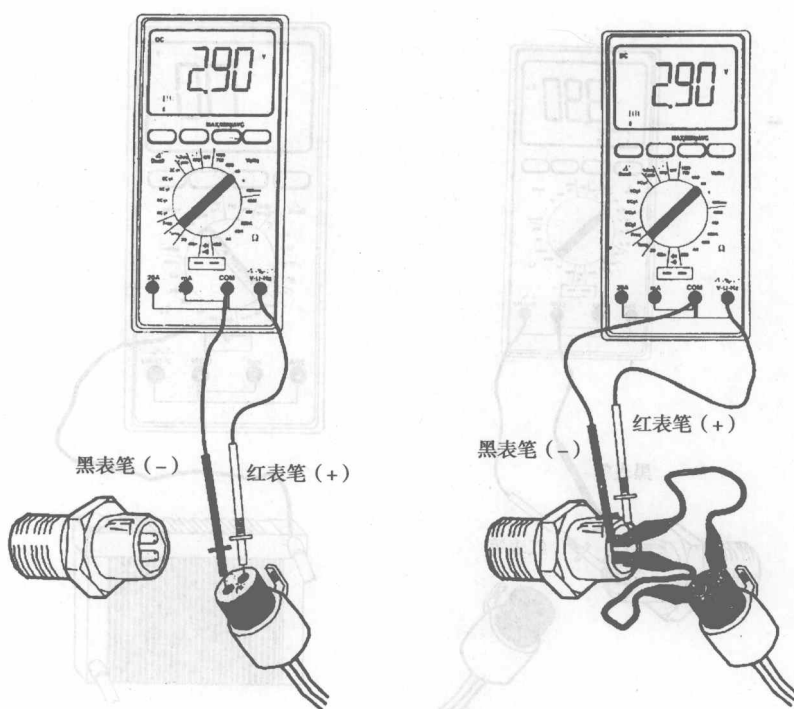


图 1-20 检测传感器

表 1-3 进气歧管绝对压力/进气温度传感器测试

	1 号和 2 号之间				4 号和 1 号之间信号值		3 号和 1 号之间参考电压
	温度	电阻	参考电压	输出信号	节气门全关	节气门全开	
标准值							
测试值							

特别提醒:

EFI 对高电压、高湿、高温特别敏感,使用维修中应特别注意:

①无论发动机是否运转,只要点火开关处于接通状态,切不可将任何 12 V 电器设备的插接器拔下。以免因电器设备线圈的自感作用,产生瞬时高压,对电控系统造成严重损害。

②“CHECK ENGINE”闪烁时,切不可断开蓄电池电路,以免造成故障代码及有关资料信息丢失。

③当诊断控制系统有故障并对控制系统进行检修,需要从车上拆下某一部件时,应先关闭点火开关,拔下插接器,并切断蓄电池搭铁线。若仅对电子控制系统进行检查,则只须关闭点火开关即可。

④用跨接方法启动其他车辆或用其他车辆跨接启动本车时,必须先断开点火开关,才能拆卸跨接线。

⑤除特别指明外,切不可用指针式万用表检测 ECU 和传感器,应使用汽车专用万用表(高