



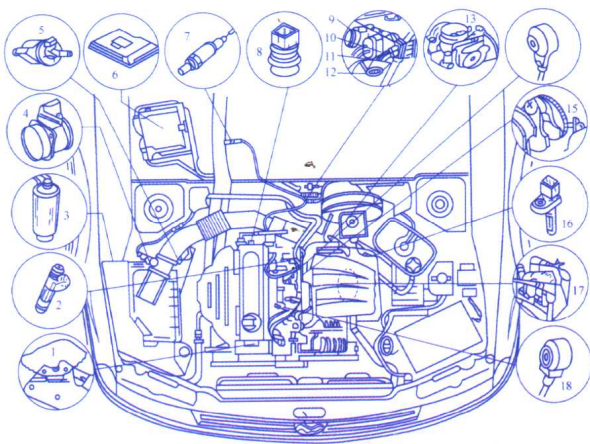
交通职业教育教学指导委员会推荐教材
全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学用书

汽车维修专业技师教材

汽车发动机电控系统检修

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG JIANXIU

● 吕秋霞 主编 ● 雷志仁 主审



人民交通出版社
China Communications Press



交通职业教育教学指导委员会推荐教材
全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学用书

汽车维修专业技师教材

汽车发动机电控系统检修

● 吕秋霞 主编 ● 雷志仁 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通职业教育教学指导委员会推荐教材,也是汽车维修专业技师教材。由交通职业教育教学指导委员会汽车(技工)专业委员会根据《全国交通技师学院汽车维修专业教学计划与教学大纲》以及汽车维修技师职业标准的要求编写而成。

本书内容主要包括:汽车发动机电控系统检修基础、发动机测试项目、汽油机电控部件的检测、发动机电控燃油喷射系统的故障诊断、柴油发动机电控系统检测,共5个单元。

本书供全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检修 / 吕秋霞主编. —北京:人民交通出版社, 2007.7

ISBN 978 - 7 - 114 - 06481 - 4

I. 汽… II. 吕… III. 汽车 - 发动机 - 电子系统:控制系统 - 检修 - 教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 046533 号

书 名: 汽车发动机电控系统检修

著 作 者: 吕秋霞

责任编辑: 贾秀珍

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.tpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 廊坊市长虹印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 19.25

字 数: 343 千

版 次: 2007年7月第1版

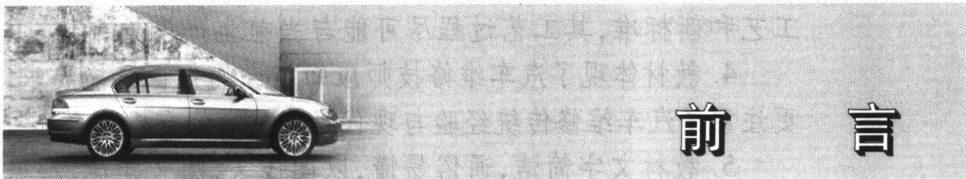
印 次: 2007年7月第1次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 06481 - 4

印 数: 0001 ~ 5000 册

定 价: 32.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



前 言

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》以及教育部等六部门《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,适应汽车工业飞速发展和汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养的需求,交通职业教育教学指导委员会汽车(技工)专业指导委员会组织全国交通高级技工学校和技师学院专业教师,按照《全国交通技师学院汽车维修专业教学计划与教学大纲》以及汽车维修技师职业标准的要求,编写了汽车维修专业技师教材,供全国交通高级技工学校和技师学院汽车维修专业教学使用。

本系列教材总结了全国交通高级技工学校、技师学院多年来的专业教学经验,注重以学生就业为导向,以培养能力为本位,教材内容符合汽车维修专业教学改革精神,适应汽车维修行业对技能型紧缺人才的要求,具有以下特点:

1. 采用计划叠加方式构建技师教材体系。全国交通高级技工学校通用教材中的《汽车发动机电控系统检修》等7门专项高级技能训练教材由本次编写出版,也可与汽车维修专业技师教材配套使用。在此基础上增加了《汽车维修案例分析》等7门维修管理及维修经验类教材,形成了一套完善的汽车维修专业技师教材体系。

2. 教材内容与技师等级考核相吻合,便于学生毕业后适应岗位技能要求。

3. 教材注重实用性,体现先进性,保证科学性,突出实践性,贯穿可操作性,反映了汽车工业的新知识、新技术、新工艺和新标准,其工艺过程尽可能与当前生产情景一致。

4. 教材体现了汽车维修技师应知应会的知识技能要求,更注重了汽车维修传统经验与现代维修技术的有机结合。

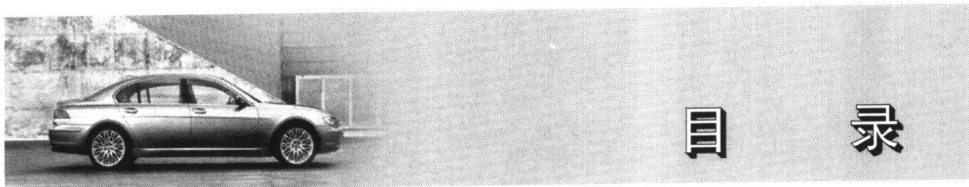
5. 教材文字简洁,通俗易懂,以图代文,图文并茂,形象直观,形式生动,容易培养学生的学生的学习兴趣,提高学习效果。

《汽车发动机电控系统检修》教材是按照劳动和社会保障部关于汽车维修技师的职业标准和“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的要求来编写的。其教学目标是结合汽车发动机电控系统的基本组成、结构,掌握汽车发动机电控系统的检修方法。

本书由浙江交通技师学院吕秋霞担任主编(编写单元五),并负责全书的修编;参加编写的有:苏州市建设交通高等职业技术学校严志峰(编写单元一、单元二的课题五)、浙江交通技师学院龚建伟(编写单元二的课题一、二、三、四、六),苏州市建设交通高等职业技术学校张建雄(编写单元三),安徽省汽车运输高级技工学校对解云(编写单元四);全书由新疆交通职业技术学院雷志仁担任主审。

由于编者的经历和水平有限,加之汽车维修技师教材是首次编写,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本套教材的同时,注重总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
汽车(技工)专业指导委员会
2007年2月



单元一 汽车发动机电控系统检修基础	1
课题一 汽油机电控系统的布局	1
课题二 发动机电控系统故障诊断基础知识	6
课题三 发动机电控系统常用检测诊断设备	10
单元二 发动机测试项目	27
课题一 动态基准测试	27
课题二 自诊断故障码的读取与清除	45
课题三 匹配与调整	61
课题四 数据流的读取与分析	68
课题五 波形的读取与分析	94
课题六 废气成分测试与分析	113
单元三 汽油机电控部件的检测	131
课题一 传感器的检测	131
课题二 执行元件的检测	150
课题三 发动机电控单元(ECU)的检测	158
单元四 发动机电控燃油喷射系统的故障诊断	167
课题一 发动机不能起动或起动困难	167
课题二 发动机怠速不良	192
课题三 发动机加速不良	204
课题四 发动机油耗过高、排放值不正常	217
单元五 柴油发动机电控系统的检测	227
课题一 柴油发动机电控系统的布局	227
课题二 柴油发动机电控部件的检测	230
课题三 柴油发动机电控系统的故障诊断	264
附图	272
附表	288
参考文献	297

单元一 汽车发动机电控系统检修基础

知识目标

1. 熟悉发动机电控系统的故障类型与故障原因;
2. 熟悉发动机故障诊断原则、思路和问诊方法;
3. 熟悉电控发动机检测的注意事项。

技能目标

1. 熟练掌握汽油机各电控部件在汽车上的安装位置;
2. 能绘制汽油机电控系统的电路图;
3. 掌握发动机故障诊断问诊表的填写;
4. 熟练掌握常见汽油机电控系统测试仪器、仪表的使用。

课题一 汽油机电控系统的布局

一、汽油机电控系统的组成

汽油机电控系统一般由传感器、电控单元(ECU)和执行器3部分组成,如图1-1所示。

二、汽油机电控系统各元件的安装位置

AJR发动机电控系统安装位置如图1-2所示。ANQ发动机电控燃油系统的布置如图1-3所示。ANQ发动机电控点火系统的主要部件及安装位置如图1-4所示。F23A3发动机电控系统安装位置如图1-5所示。

AJR、ANQ、F23A3发动机各传感器的名称、功用与安装位置见表1-1。

几种发动机各传感器的名称、功用及安装位置 表1-1

名称	功用	安装位置
空气流量计	将发动机吸入的空气量转换成电信号送至ECU,是决定喷油量的基本信号	AJR、ANQ有;F23A3无在空气滤清器与节气门之间
进气歧管绝对压力传感器	将发动机吸入的空气量转换成电信号送至ECU,是决定喷油量的基本信号	F23A3有;AJR、ANQ无在节气门与进气歧管之间



续上表

名称	功用	安装位置
曲轴位置传感器	检测发动机转速及曲轴转角,转换成电信号输入给 ECU	安装在曲轴后端
冷却液温度传感器	将发动机冷却液温度转换成电信号送至 ECU	在缸体、缸盖的水套壳内并伸入水套中
进气温度传感器	将进气温度转换成电信号送至 ECU	AJR、ANQ 在进气管上;F23A3 在进气歧管绝对压力传感器内
节气门位置传感器	检测节气门的开度和节气门开闭的速率,并将它转换成电信号送至发动机 ECU	安装在节气门体上
氧传感器	通过监测排气中的含氧量来测定空燃比,并将它转换成电信号送至 ECU	在发动机排气管上
爆震传感器	检测发动机有无爆震现象,并将信号送至 ECU	1,2 缸间与 3,4 缸间各一个
凸轮轴位置传感器	检测凸轮轴转角位置,转换成电信号送至 ECU	安装在凸轮轴前端正时皮带轮内

汽车发动机电控系统检修

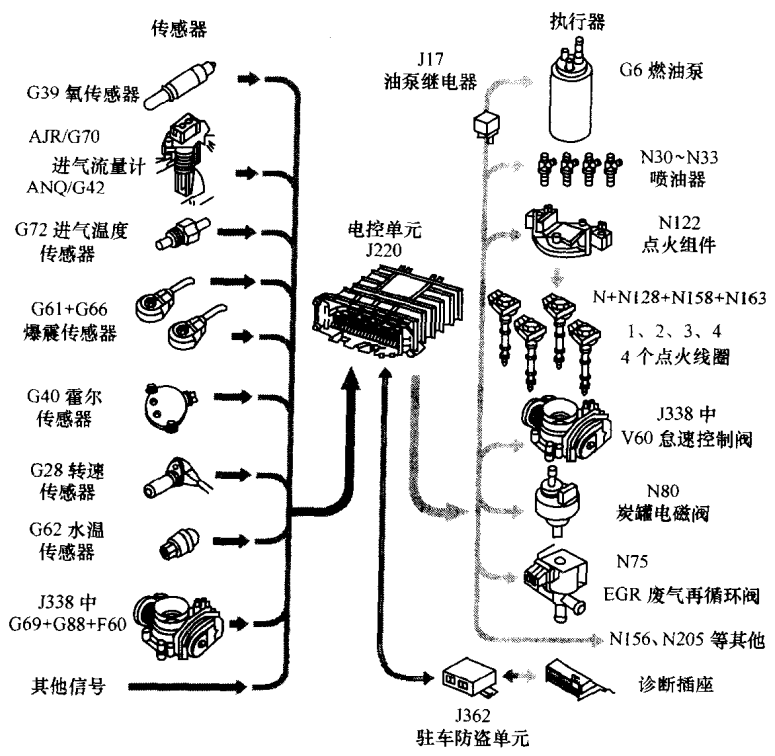


图 1-1 汽油机电控系统的组成

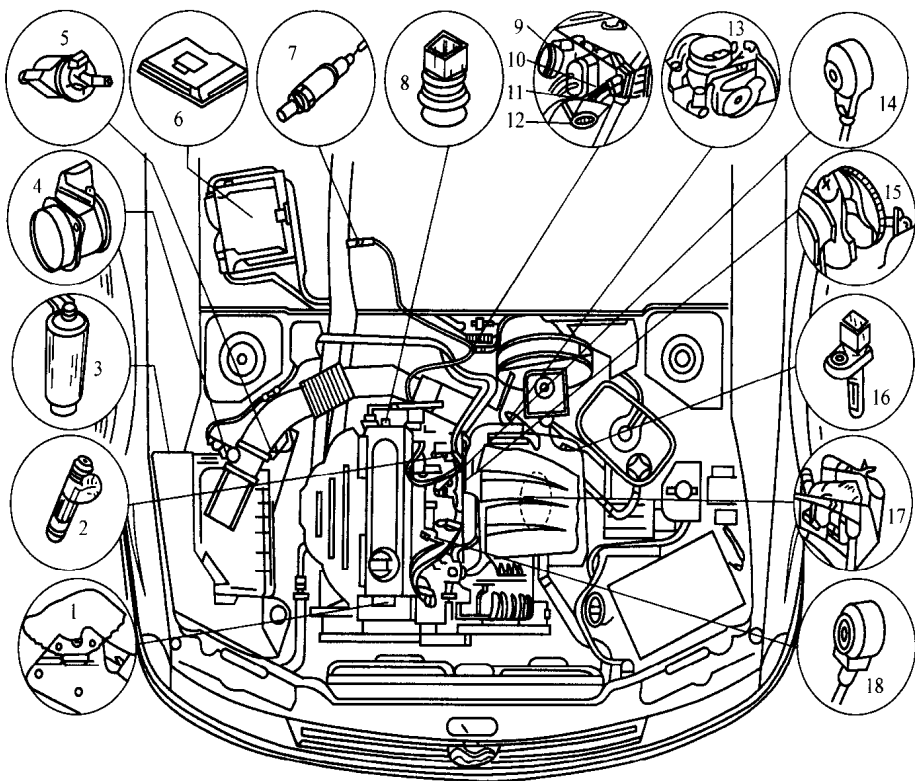


图 1-2 AJR 发动机电控系统的基本组成和布置

1-霍尔传感器 G40;2-喷油器 N30 ~ N33;3-活性炭罐;4-热膜式空气流量计 G70;5-活性炭罐电磁阀 N80;6-发动机控制单元 J220;7-氧传感器 G39;8-冷却液温度传感器 G62;9-发动机转速传感器插头(灰色);10-爆震传感器 1 插头(白色);11-氧传感器插头(黑色);12-爆震传感器 2 插头(蓝色);13-节气门控制部件 J338;14-爆震传感器 2, G66;15-转速传感器 G28;16-进气温度传感器 G72;17-点火线圈总成 N152;18-爆震传感器 1, G61

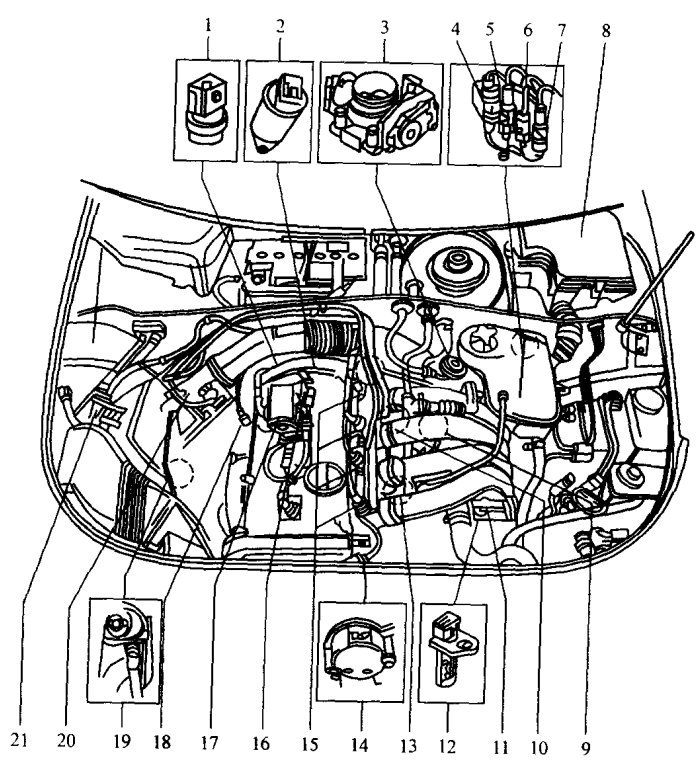


图 1-3 ANQ 发动机电控燃油供给系统的布置

1-冷却液温度传感器 G62;2-凸轮轴调整阀 TN208;3-节气门控制部件 J338;4-4 针插头 G39;5-3 针插头 G28;6-3 针插头 G61;7-3 针插头 G66;8-发动机控制单元 J220;9-发动机转速传感器 G28;10-爆震传感器 2,G66;11-进气歧管切换阀 N156;12-进气温度传感器 G42;13-爆震传感器 G61;14-霍尔传感器 G40;15-喷油器 N30 ~ N33;16-燃油压力调节器;17-点火线圈 N128;18-λ 传感器 G39(55N · m);19-搭铁线连接;20-空气流量计 G70;21-活性炭罐电磁阀 N80



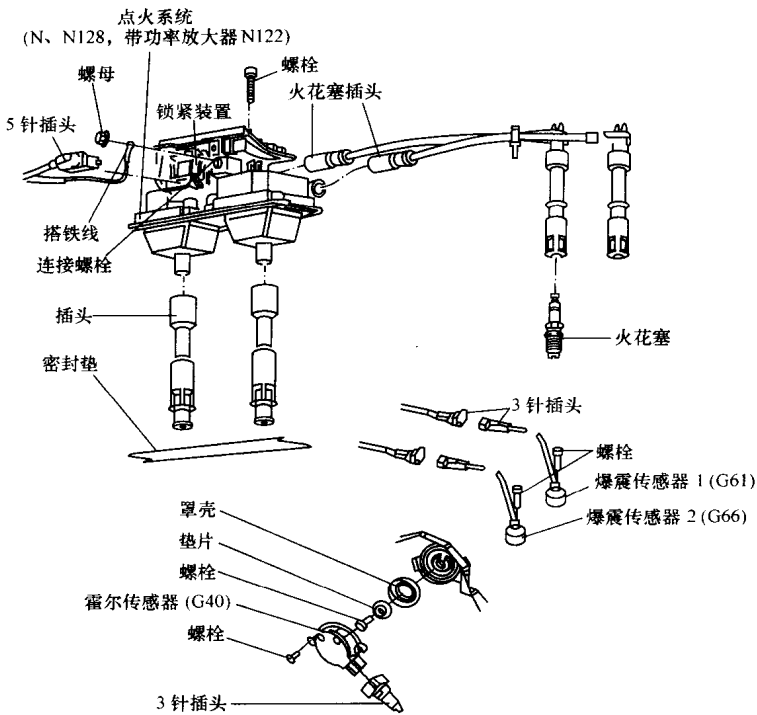


图 1-4 ANQ 发动机电控点火系统的主要部件及安装位置

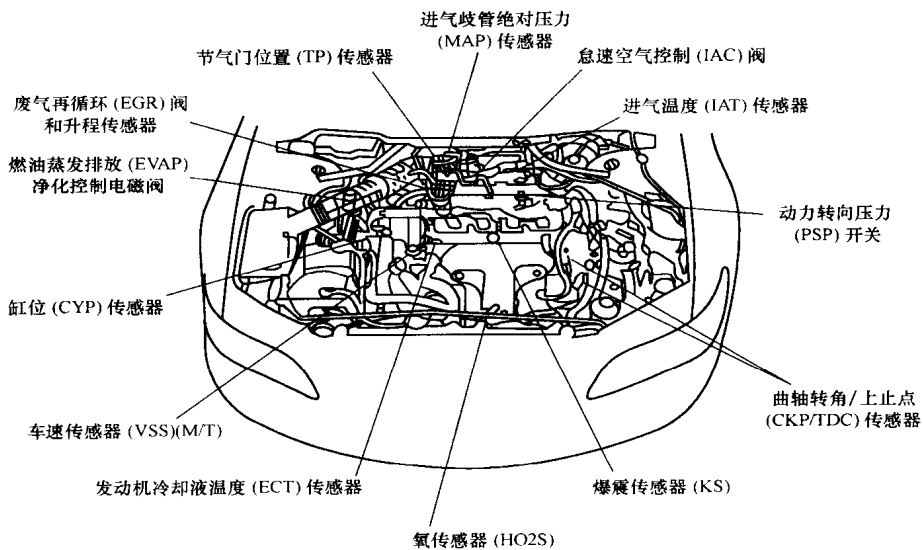


图 1-5 F23A3 发动机电控系统的安装位置图



三、AJR、ANQ、F23A3 发动机电控系统电路图

AJR 发动机电控部分电路图如附图 1(注:书中提到的附图、附表均放在书后)所示。

ANQ 发动机电控部分电路图如附图 2 所示。

F23A3 发动机电控部分电路图如附图 3 所示。

怎样才能看懂电控系统电路图呢?一看电源:看电源供给哪些元件;二看搭铁:电控系统有三种搭铁方式,即直接搭铁、执行元件搭铁、传感器搭铁;三看一根线上连了几个电子元件,即哪些元件共用了哪些线。一般情况:执行元件共用电源线,搭铁线单独由 ECU 中功率三极管控制;传感器共用搭铁线,信号线单独。有源传感器电源线为参考电压(5V、2V、12V 等),无源传感器信号线即电源线。

课题二 发动机电控系统故障诊断基础知识

一、发动机电控系统故障的基本诊断程序

(1) 根据驾驶员所述,在故障发生的状态下进行驾驶测试,以验证来自驾驶员的信息。进入自诊断前,应仔细、全面的进行直观检查。

(2) 初步检查:直观检查全部的电路,看电线是否有擦破、拉长、切断或折皱,确保电器接头配合紧密,并且没有腐蚀。真空管路的连接应正确,并且没有折皱或切断。

(3) 确属电控系统故障,一般发动机故障灯亮,应使用故障检测仪读取故障码,以判明哪一元件电路故障。疑难故障则还可用示波器、发动机综合分析仪、尾气分析仪等进行分析。

(4) 电路故障也可用万用表进行检测。

排除故障后应清除故障码。最后必须进行汽车运行测试复查,用检测仪器检验是否正常。

二、发动机电控系统常见故障及原因

1. 传感器故障

传感器分为有源传感器和无源传感器,如图 1-6 所示。传感器发生故障时一般为该发动机状态参数信号偏离正常值而不能被发动机电控单元认可,致使发动机运行不良,甚至熄火。其常见故障有:电源开路,信号线短路,接触不良,

搭铁不良,传感器元件内部损坏,传感器支架松脱等。

传感器故障产生的同时,发动机电控单元点亮发动机故障灯。读取故障码后针对读取信息即可对特定的传感器电路进行检修。

2. 执行器故障

执行器发生故障一般会使发动机某一指令不能执行,从而使发动机运行时性能下降,甚至熄火。例如燃油泵不工作、个别或所有喷油器不工作、个别或所有点火线圈不工作、怠速控制阀不工作或工作不良,活性炭罐电磁阀、EGR 阀、凸轮轴正时调节阀不工作等。

执行器的主要故障有控制电路线束短路、断路或执行元件损坏等。执行器正极连接电源(经继电器和熔断丝),负极连接 ECU,由 ECU 通过内部功率三极管来控制其通断,如图 1-7 所示。

3. 电控元件的模拟试验方法

在检修过程中,我们不能随便更换一个被怀疑而没有确诊损坏的电子元件,例如某些元件因线路短路而导致烧坏,我们如果没经过检测就直接更换,有可能导致连续烧坏电子元件。针对这种情况我们可以自己制作模拟设备进行替代检测。例如利用电位器可以模拟传输电压信号的传感器信号,如图 1-8 所示。也可用电子测试灯(自制)来代替执行器查看其控制电路。

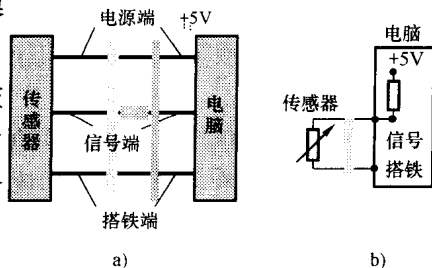


图 1-6 有源传感器和无源传感器

a) 有源传感器; b) 无源传感器

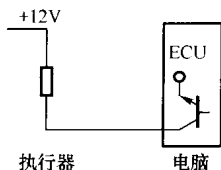


图 1-7 执行器控制电路

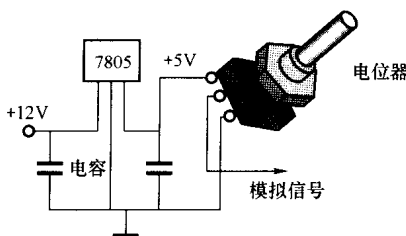


图 1-8 传感器模拟信号制作电路

三、发动机电控系统故障诊断基本原则

电控发动机发生故障时的检测诊断,如遵循故障诊断的一些基本原则,就会较为简单、准确而迅速地找出故障所在。其基本原则可概括为:



1. 先外后内

在发动机出现故障时,应先对电控系统以外的可能故障部位予以检查。

2. 先简后繁

先检查能用简单的方法就可检查的可能故障部位。例如直观检查最为简单,我们可以用看(看线路是否有松脱、断裂,油路有否漏油,进气管路有无破损漏气等)、摸(用手摸一摸可疑线路连接处有无不正常的高温以判断该处是否接触不良等)、听(用耳朵或借助于螺丝刀、听诊器等听一听有无漏气声、发动机有无异响、喷油器有无规律的“喀嗒”声)等直观检查方法将一些较为明显的故障迅速地查找出来。

直观检查未找出故障,需借助仪器、仪表或其他专用工具来进行检查时,应先检查容易检查的项目、能就车检查的项目。

3. 先熟后生

发动机的某一故障现象可能是以某些总成或部件的故障最为常见。应先对这些常见故障部位进行检查。若未找出故障,再对其他不常见的可能故障部位予以检查。

4. 代码优先

有些故障,在用故障自诊断系统检查前,应先按制造厂提供的方法读取故障代码,并检查和排除故障代码所指的故障部位,待故障代码所指的故障消除后,如果发动机故障现象仍存在,或者开始就无故障代码输出,再对发动机可能的故障部位进行检查。

5. 先思后行

对发动机的故障现象进行故障分析,在了解了可能的故障原因有哪些的基础上再进行故障检查。

6. 先备后用

在检修该型车辆时,应准备好维修车型的有关检修资料。除了从维修手册、专业书刊上收集整理这些检修数据资料外,还可利用无故障车辆对其系统的有关参数进行测量,并记录下来,作为日后检修同类车型的检测比较参数。

如要诊断排除一个可能涉及电控系统的故障,首先应判定该故障是否与电控系统有关(特别注意:电控发动机的故障并非一定出在电子控制系统)。如果发现发动机有故障,而故障指示灯并未点亮(未显示故障代码),大多数情况下,该故障可能与发动机电控系统无关,此时就应该像发动机没有装电控系统那样,按照基本诊断程序进行故障检查。否则,可能遇到一个本来与电控系统无关的故障,却检查电控系统的传感器、执行器和电路等,花费了很多时间,而真正的故障反而没有找到。表 1-2 所示为汽车维修企业常见的问诊表。

汽车维修企业问诊表

表 1-2

客户姓名	登记号	
	登记日期	
	车身代号	
接车日期	里程表读数	km
故障发生日期		
故障发生频次	<input type="checkbox"/> 经常 <input type="checkbox"/> 有时 <input type="checkbox"/> 仅一次 <input type="checkbox"/> 其他	
故障发生的条件	天气	<input type="checkbox"/> 晴天 <input type="checkbox"/> 阴天 <input type="checkbox"/> 雨天 <input type="checkbox"/> 雪天 <input type="checkbox"/> 其他
	气温	<input type="checkbox"/> 炎热天 <input type="checkbox"/> 热天 <input type="checkbox"/> 冷天 <input type="checkbox"/> 寒冷天(大约 ℃)
	地点	<input type="checkbox"/> 高速公路 <input type="checkbox"/> 一般公路 <input type="checkbox"/> 市内 <input type="checkbox"/> 上坡 <input type="checkbox"/> 下坡 <input type="checkbox"/> 粗糙路面 <input type="checkbox"/> 其他
	发动机冷却液温度	<input type="checkbox"/> 冷机 <input type="checkbox"/> 暖机时 <input type="checkbox"/> 暖机后 <input type="checkbox"/> 任何温度 <input type="checkbox"/> 其他
	发动机工况	<input type="checkbox"/> 起动 <input type="checkbox"/> 起动后 <input type="checkbox"/> 怠速 <input type="checkbox"/> 无负载 <input type="checkbox"/> 行驶(<input type="checkbox"/> 匀速 <input type="checkbox"/> 加速 <input type="checkbox"/> 减速) <input type="checkbox"/> 其他
故障现象	发动机不能起动	<input type="checkbox"/> 不能起动 <input type="checkbox"/> 怠速高 <input type="checkbox"/> 怠速低 <input type="checkbox"/> 怠速粗暴 <input type="checkbox"/> 其他
	起动困难	<input type="checkbox"/> 起动时运转转速低 <input type="checkbox"/> 其他
	怠速不良	<input type="checkbox"/> 怠速不稳 <input type="checkbox"/> 怠速高 <input type="checkbox"/> 怠速低 <input type="checkbox"/> 怠速运转粗暴 <input type="checkbox"/> 其他
	动力不足	<input type="checkbox"/> 加速迟缓 <input type="checkbox"/> 回火 <input type="checkbox"/> 放炮 <input type="checkbox"/> 喘振 <input type="checkbox"/> 敲缸 <input type="checkbox"/> 其他
	发动机熄火	<input type="checkbox"/> 起动后立即熄火 <input type="checkbox"/> 踩加速踏板后熄火 <input type="checkbox"/> 松加速踏板后熄火 <input type="checkbox"/> 空调工作时熄火 <input type="checkbox"/> 其他
	其他	
故障指示灯状态	<input type="checkbox"/> 常亮 <input type="checkbox"/> 有时亮 <input type="checkbox"/> 不亮	

四、发动机电控系统维修安全及注意事项

(1) 在点火开关接通的情况下,不可随意断开任何一个带有电磁线圈装置的电路。

(2) 不可用快速充电机进行辅助起动,以防止充电机的脉冲高压损坏电子元件。不可在发动机运转时拆下蓄电池电缆;不能将蓄电池正负极接反。

(3) 检查发动机汽缸压力时,要拔掉汽油喷射控制系统的电源继电器或熔断丝。拆开油路部件时,应先释放油路压力;检修油路系统时,不能吸烟,远离





明火;橡胶密封件不能沾上汽油。

(4) 对微机及其连接的传感器、执行器进行故障诊断时,操作人员须预先消除身上的静电。不能轻易拆下电脑(ECU)盒盖。天线的连接线应远离电脑连线,其距离应 $\leq 20\text{cm}$ 。

(5) 检测电控系统的器件时,应使用高阻抗的数字式万用表(内阻 $> 10\text{M}\Omega$);绝对禁止使用试灯测试电路,或选择一只电子式安全测试灯。

(6) 在车身上使用电弧焊时,应断开 ECU 电源。

(7) 在拆卸电控汽油喷射系统各电线接头时,应先关掉点火开关,然后拆下蓄电池的负极搭铁线,断开蓄电池。如果只检查电控系统,则关掉点火开关即可,不必断开蓄电池,否则,存储于电控单元内的所有故障码将会全部消失,给发动机的故障排除带来困难。因此,如有必要,应在断开蓄电池之前,读取故障代码。

(8) 禁止用“试火法”检查晶体管电路的通断,只能用 12V 小试灯检查,以防止晶体管损坏;脉冲电路应用 LED 灯或示波器检查。

(9) 传感器电路应用 LED 灯或数字式万用表检查。

(10) 在拆卸或安装电感性传感器或电器前应将点火开关断开(OFF 位置),以防止其自感电动势损伤 ECU 和产生新的故障码。

(11) 某些故障报警灯的功率不得随意改变,否则会出现异常情况。

(12) 电控发动机检验的基本内容仍是油路、电路和密封性(特别是进气系统的密封性)的检验,机理分析和有关的实际参数是判断故障的依据。

(13) ECU 有学习功能,但 ECU 的电源电路一旦被切断(如拆下蓄电池)后,它在发动机运行过程中存储的数据会消失。因此,在重新接通电源电路(如安装蓄电池)后,要让 ECU“恢复记忆”,即需通过在不同工况下的路试让 ECU 重新学习,恢复学习控制。

(14) 不能随意调整节气门调节螺钉,否则易引起怠速控制失常,EGR 装置和活性炭罐系统也可能过早地投入工作,造成发动机怠速运转不稳定或熄火。

课题三 发动机电控系统常用检测诊断设备

发动机电控系统常用的检测诊断设备有:诊断跨接线、测试灯、万用表、手持式真空泵、真空表、汽缸压力表、燃油压力表、汽车故障检测仪、汽车发动机综合性能分析仪、尾气分析仪、汽车专用示波器、听诊器等。

一、诊断跨接线

常见的跨接线有两种:鳄鱼夹式和测试针式,如图 1-9 所示。使用中必须注意跨接的两端工作电压应相同;绝对禁止错误地将电源与搭铁点跨接。

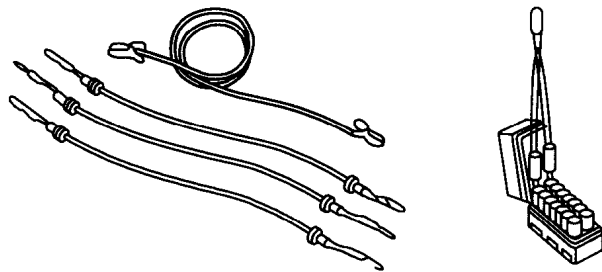


图 1-9 各类诊断跨接线

二、测试灯

如图 1-10 所示,用两个 LED(发光二极管)灯和 1 个 330Ω 的电阻器自制 1 个测试灯。它的作用是检测系统和元器件的工作电源电压。一端搭铁,另一端接电器部件的电源,如测试灯亮证明电源正常,如测试灯不亮证明出现故障,测试灯还可同时作为跨接线和指示灯使用。

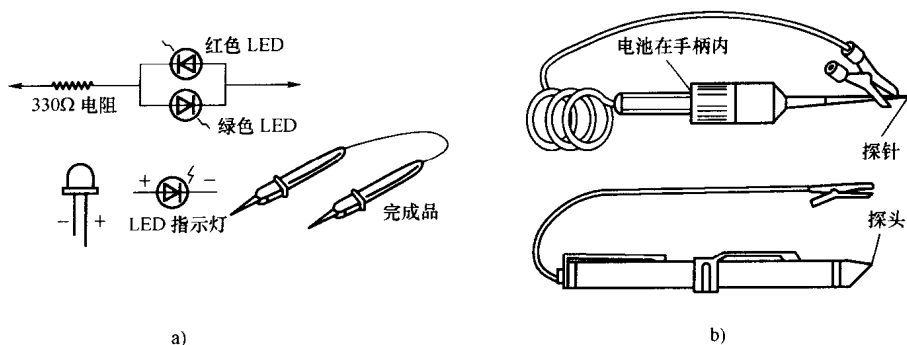


图 1-10 测试灯

a) 自制 LED 测试灯;b) 自带电源测试灯

三、万用表

一般的万用表都具有测试电压、电流、电阻、电容、三极管及二极管的功能。有些万用表还可以测试转速、频率及温度