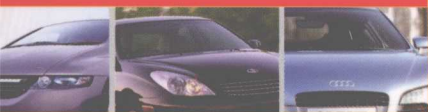


汽车检测与维修专业高技能型人才教学用书



汽车电控系统 检测与维修实训

主编 韩建国 副主编 胡勇 曾显恒



适用层次： 高职高专 高级技校
技师学院 职业培训

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



QICHE DIANKONG XITONG JIANCE YU WEIXIUSHIXUN

汽车检测与维修专业高技能型人才教学用书

汽车电控系统检测与维修实训

主 编 韩建国

副主编 胡 勇 曾显恒

参 编 陈 建 张文丰 刘跃进 孙 钢



机械工业出版社

本书共有八个模块,分别介绍了发动机管理系统、电控自动变速器、制动防抱死防滑系统、电控悬架系统、电控动力转向系统、安全气囊系统、汽车防盗系统以及 CAN 系统的检测方法与维修维护工艺。在内容编排上,兼顾教学的完整性和规范性以及实际应用的先进性和典型性。

本书适合高职高专院校汽车运用专业和汽车电子技术专业师生使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供广大汽车工程技术人员和汽车维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统检测与维修实训/韩建国主编. —北京:
机械工业出版社, 2008. 5

汽车检测与维修专业高技能型人才教学用书

ISBN 978-7-111-23491-3

I. 汽… II. 韩… III. ①汽车—电子系统: 控制系统—
检测②汽车—电子系统: 控制系统—维修 IV. U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 020023 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:朱 华 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 14 印张 · 342 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23491-3

定价: 23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

前 言

为了贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及教育部等六部委《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,全面实施《2003~2007年教育振兴行动计划》中提出的“职业教育与培训创新工程”,积极推进课程改革和教材建设,为职业教育教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要。按照教育部颁布的《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的要求,紧密结合目前汽车维修行业实际需求,编写了这套汽车检测与维修专业高技能型人才培养教学用书,供高等职业院校汽车运用专业和汽车电子技术专业教学使用。

本套教材符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、面向社会,为经济结构调整和科技进步服务的原则,体现了职业教育的特色,满足了汽车运用技术领域高技能型人才培养的需要。

本套教材在组织编写过程中,认真总结了全体编写人员多年来的专业教学经验,注意吸收发达国家先进的职教理念和方法,形成了以下特色:

1. 本套教材以《汽车发动机检测与维修实训》、《汽车底盘检测与维修实训》、《汽车电控系统检测与维修实训》、《汽车电器检测与维修实训》、《汽车故障诊断与排除实训》五门课程搭建专业基本能力平台,以若干专门化项目来适应各地各校的实际要求。

2. 打破了教材传统的章节体例,以专项能力培养为模块确定知识目标和能力目标,使培养过程实现“知行合一”。

3. 本套教材以行业关键技术操作岗位和技术管理岗位的能力要求为核心,在内容选择上注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

另一方面,还将随行业实际变化及时更新或改编部分专业教材。

《汽车电控系统检测与维修实训》是汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训核心课程之一。本书由韩建国任主编,胡勇、曾显恒任副主编。其中,模块一由韩建国编写,模块二由胡勇编写,模块三和模块四由曾显恒编写,模块五由陈建编写,模块六由张文丰编写,模块七由刘跃进编写,模块八由孙钢编写。

限于编者经历和水平,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,以便修订时改正。

编 者

目 录

前言

模块一 发动机管理系统的检修 1

- 项目 1.1 汽油机管理系统的总体认识 1
- 项目 1.2 燃油系统的检修 9
- 项目 1.3 充气系统的检修 16
- 项目 1.4 点火系统的检修 24
- 项目 1.5 怠速控制系统的检修 36
- 项目 1.6 电子控制系统的检修 47
- 项目 1.7 排放控制系统的检修 63
- 项目 1.8 发动机管理系统的仪器诊断 71

模块二 电控自动变速器的检修 83

- 项目 2.1 自动变速器的基础检查 83
- 项目 2.2 自动变速器的诊断试验 89
- 项目 2.3 自动变速器的仪器诊断 105
- 项目 2.4 自动变速器电控元件的检查 112

- 项目 2.5 自动变速器的机械检修 118

模块三 ABS/TCS 系统的检修 129

- 项目 3.1 ABS/TCS 系统的故障自我诊断 129
- 项目 3.2 ABS/TCS 系统的检修 142

模块四 电控悬架系统的检修 147

- 项目 4.1 电控悬架系统的基本检查和自我诊断 147
- 项目 4.2 电控悬架系统的电路检测 152

模块五 电控动力转向系统的检修 163

模块六 电控安全气囊系统的检修 178

- 项目 6.1 电控安全气囊系统的拆装 178
- 项目 6.2 电控安全气囊系统的检查与诊断 186

模块七 汽车防盗系统的检修 190

模块八 CAN 系统的检修 200

参考文献 217

审 阅

模块一 发动机管理系统的检修

项目 1.1 汽油机管理系统的总体认识

实训目的

- 1) 认识电控发动机的总体结构组成,掌握电控发动机的基本工作原理。
- 2) 认识发动机管理系统的主要传感器、执行器及安装位置。
- 3) 熟悉检修电控发动机常用的工具和仪器。

项目内容

- 1) 认识电控发动机的总体结构。
- 2) 认识发动机管理系统的主要传感器、执行器。
- 3) 介绍检修电控发动机常用的工具和仪器。

相关知识

典型电控发动机主要由燃油供给系统、充气系统、点火控制系统、排放控制系统及电控系统组成, MotronicM3. 8. 2 电控燃油喷射系统如图 1-1 所示。

一、汽油供给系统

汽油供给系统的作用是提供清洁的压力汽油,并在发动机控制模块 ECM 的控制下适时适量地向各缸喷射汽油。它主要包括以下几部分:电动汽油泵、汽油滤清器、低压回油管、压力调节器、喷油器等,如图 1-2 所示。

二、充气系统

充气系统负责控制并测量发动机的进气量。最基本的充气系统包括以下几部分:空气滤清器、节气门体、发动机负荷传感器(L 型系统使用空气流量计,D 型系统使用进气管绝对压力传感器)、怠速控制阀和进气歧管等,如图 1-3、图 1-4 所示。技术含量较高的发动机则在此基础上结合了可变进气控制和增压技术。

三、点火控制系统

点火控制系统的功能是在适当的时刻点燃气缸里被压缩的可燃混合气。它主要包括火花塞、点火线圈、判缸传感器、高压分电器和爆燃传感器等,见图 1-5。

四、排放控制系统

现代汽车采用了由 ECM 控制的多种排气净化装置,如废气再循环 EGR、三元催化转换器、燃油蒸发 EVAP 控制、二次空气喷射控制系统等。

五、电控系统

电控系统负责收集发动机的工况信息并确定最佳控制值。发动机电控系统由传感器、发

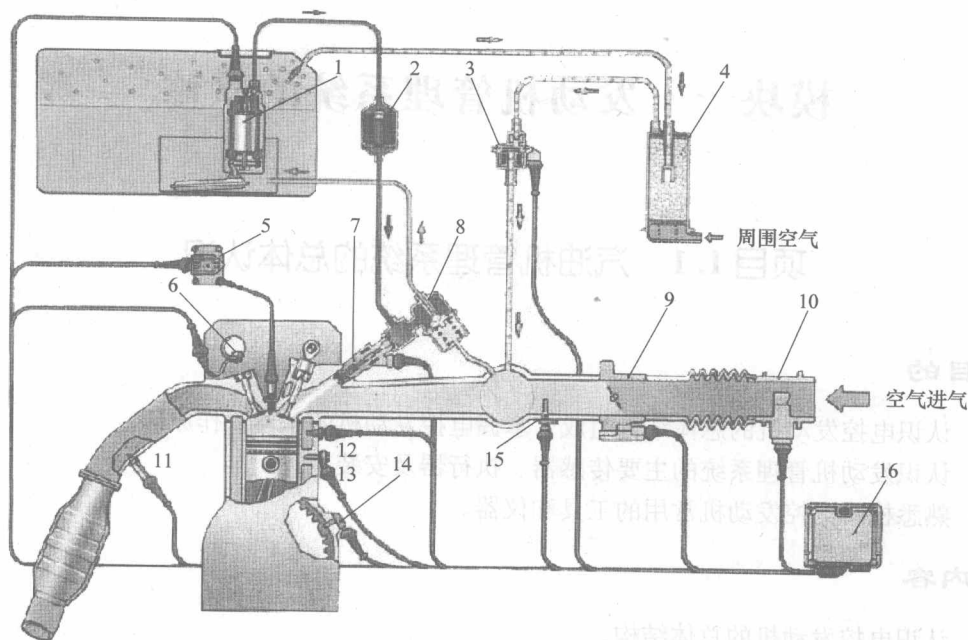


图 1-1 Motronic M3.8.2 电控燃油喷射系统

- 1—电动汽油泵 2—汽油滤清器 3—炭罐清洗电磁阀 4—活性炭罐 5—带输出驱动级的点火线圈组件
6—凸轮轴位置传感器 7—喷油器 8—油轨和压力调节器 9—节气门体 10—空气流量计 11—氧传感器
12—冷却液温度传感器 13—爆燃传感器 14—发动机转速传感器 15—进气温度传感器 16—ECM

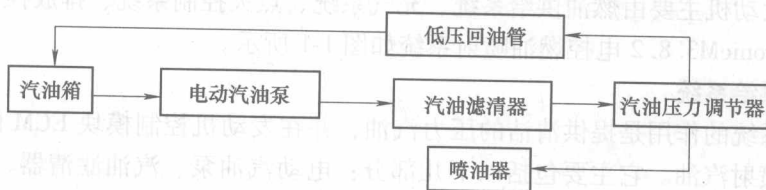


图 1-2 汽油供给系统模型

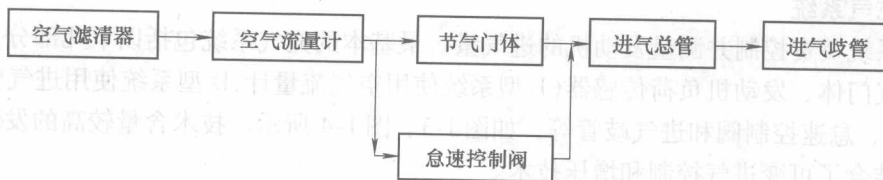


图 1-3 L型充气系统模型

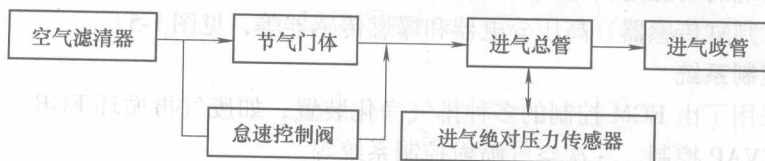


图 1-4 D型充气系统模型

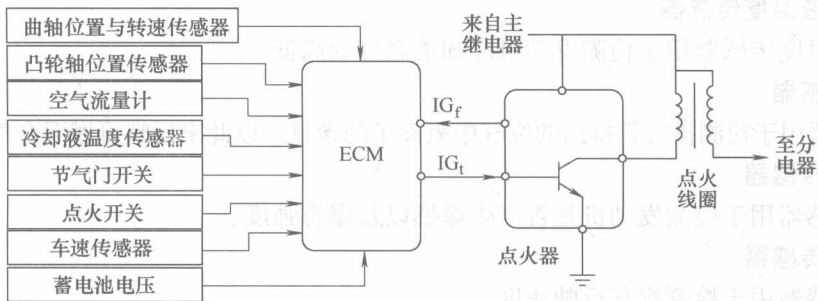


图 1-5 电控单元控制点火系统

动机控制模块 ECM 和执行器三部分组成。

ECM 是发动机管理系统的核心部件，其作用是根据各种传感器和控制开关输入的信号参数，对喷油时间、喷油时刻和点火时刻等进行实时控制。

传感器用来检测发动机的运行状态，并将这些状态参量转换成计算机能够识别的电信号输入电控单元。常见的传感器有：曲轴位置与转速传感器、凸轮轴位置传感器、进气管绝对压力传感器、空气流量计、冷却液温度传感器、氧传感器、节气门位置传感器、进气温度传感器、爆燃传感器以及一些开关信号等。

执行器是控制系统的执行元件，其作用是接收 ECM 的控制指令，执行控制动作，从而使发动机处于最佳的运行状态。

设备、工具 and 材料准备

电控发动机故障实验台一台，动态或静态解剖发动机台架一台，桑塔纳 3000 型轿车一辆，常用工具 1 套。

实训操作

一、传感器的认识

1. 空气流量计

空气流量计用于检测吸入发动机气缸的进气量。空气流量计可以直接检测发动机的进气量。

2. 节气门位置传感器

节气门位置传感器用于检测节气门开度的大小，如节气门关闭、部分开启和全开等。此外，ECM 通过计算节气门位置传感器信号的变化率，便可得到汽车加速或减速信号。

3. 进气温度传感器

进气温度传感器用于检测进气的温度。

4. 曲轴位置与转速传感器

曲轴位置与转速传感器用于检测发动机曲轴转角和转速，以便控制喷油提前角和点火提前角的大小。

5. 凸轮轴位置传感器

凸轮轴位置传感器用于检测活塞处于上止点的位置，以便控制喷油时刻和点火时刻，又称为气缸识别传感器。

6. 冷却液温度传感器

冷却液温度传感器用于检测发动机冷却液温度的高低。

7. 氧传感器

氧传感器用于检测排气管排出的废气中氧离子的含量,以此来反映可燃混合气的空燃比。

8. 爆燃传感器

爆燃传感器用于检测发动机是否产生爆燃以及爆燃强度。

9. 车速传感器

车速传感器用于检测汽车行驶速度。

10. 辅助信号

(1) 点火开关信号 当点火开关接通时,向 ECM 输入一个高电平信号。

(2) 启动开关信号 当点火开关转动到“启动(ST)”挡位时,向 ECM 输入一个高电平信号。

(3) 空调开关信号 当空调开关接通时,向 ECM 提供接通空调系统的信号。

(4) 电源电压信号 向 ECM 提供蓄电池端电压信号。

(5) P/N 挡开关信号 在自动变速器配置的车辆上,用于检测自动变速器的挡位选择开关是否处于空挡或停车挡位置。

二、执行器的认识

1. 电动汽油泵

电动汽油泵用于供给发动机电子控制系统规定压力的燃油。

2. 电磁喷油器

电磁喷油器用于接收 ECM 发出的喷油脉冲信号,计量燃油喷射量。

3. 点火器或点火线圈

点火器或点火线圈用于接收 ECM 发出的控制指令,适时接通或切断点火线圈初级电流,并产生高压电点燃可燃混合气。

4. 怠速控制阀

怠速控制阀用于调节发动机的怠速转速。在发动机正常怠速运转时稳定怠速转速,达到减少排放污染和降低燃油消耗之目的;另一方面当发动机怠速负载增加(如接通空调压缩机、动力转向器或液力变矩器等)时,自动提高怠速转速,防止发动机熄火。

5. 活性炭罐清洗电磁阀

活性炭罐清洗电磁阀用于回收活性炭罐内部的燃油蒸气,减少碳氢化合物的排放量,从而减少排气污染。

6. 其他线圈类负载

其他线圈类负载包括电磁阀类负载有增压压力控制电磁阀、可变进气转换控制电磁阀和二次空气喷射阀等。电动机类负载有步进电动机、双向电动机和二次空气喷射泵等。

7. 故障指示灯

指示电控系统故障的灯。

三、检修电控发动机常用的工具和仪器

在检修汽车故障时,常需要借助一些工具和检测仪器。使用前必须了解其性能及使用注意事项,掌握正确的使用方法,保证工具、仪器、设备不被损坏。检修中常用到以下几种工

具和测试仪器。

1. 跨接线

如图1-6所示,它是一段多股导线,两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头,一般备有多种形式的跨接线,以备特定位置的测量。

跨接线起到了旁通电路的作用,主要用于线路故障(断路、短路和窜电)的检查。例如当控制开关接通而电器不工作时,可将跨接线跨接在被测部件的“搭铁”端子与车身搭铁之间,若电器恢复工作,则说明其搭铁电路开路;若将跨接线跨接在蓄电池“+”极与被测部件的“电源”端子上,而部件工作正常,则说明电源电路有故障;若电源电路和搭铁电路都跨接而电器仍不工作,说明电器本身有故障。此外,在发动机管理系统的自我诊断中常用跨接线完成“激活”故障码的过程(跨接在专用检测接口内规定的插座或插头上)。

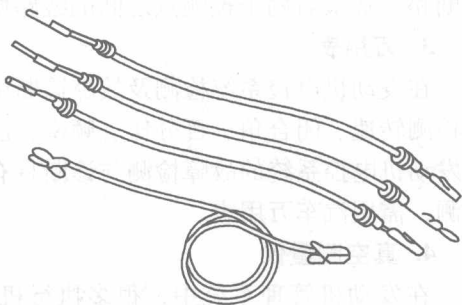


图1-6 跨接线

注意事项:

- 1) 用跨接线将电源电压加至试验部件之前,必须确认被测部件的电源电压规定值。否则,可能造成设备损坏。
- 2) 跨接线不可将被测部件“+”端子与发动机搭铁直接跨接,避免造成电源短路。

2. 测试灯

测试灯也称测电笔,它是在跨接线的基础上增加了用于显示电路导通状态的灯,根据灯的明暗程度还可以判断被测线路的电压大小。测试灯分为有源测试灯(可用绝缘电阻表代替)和无源测试灯(可用电压表代替)两种类型,如图1-7所示。

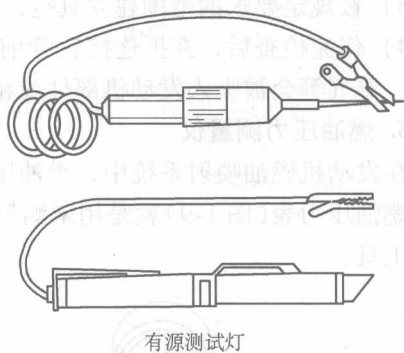
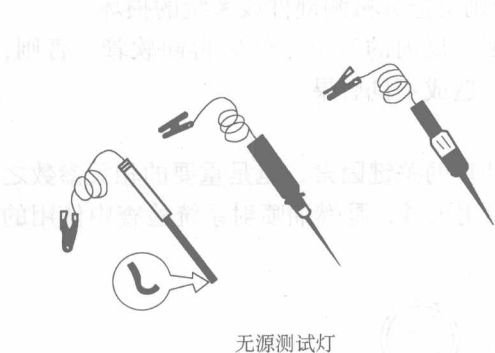


图1-7 测试灯

(1) 无源试灯 无源试灯也称12V测试灯。当电器有故障时先将测试灯的搭铁夹搭铁,再用探针短接于电子器件的“电源”端子处,如灯不亮,说明被测线路有断路,应沿电流的流向逐次短接在第二测试点、第三测试点……直到灯亮为止。此时可断定故障点在最后两个测试点之间的线路或电子器件上。

(2) 有源试灯 有源测试灯的结构和原理与前者基本相同,由于自身带有电源,检测

方法略有不同。另外采用断路法可对线路的断路故障进行快速检查。如将其跨接在所测线路的两端,灯不亮,初步断定在被测线路中有故障,再依次逐步缩小测试范围,直至灯亮。表明断路点在最后两个被测点之间的线路中。

3. 万用表

在发动机电控系统检测及故障诊断中,除经常要检测电压、电流、电阻等参数外,还需要检测转速、闭合角、百分比、频率、压力、时间、电容、电感、温度等参数。这些参数对于发动机电控系统的故障检测与诊断具有重要意义。但是这些参数用一般数字式万用表无法检测,需用汽车万用表。

4. 真空测量仪

在发动机管理系统中,很多执行机构是利用进气歧管的真空度作为动力源,用真空式膜片执行器来实现控制动作的。因此在诊断时,需要利用真空测量仪给执行器施加标准的真空信号,来检查它们是否工作良好,从而判断故障的所在。图 1-8 所示的是一种使用较多的手持真空测量仪。



图 1-8 手持真空测量仪

使用手持真空测量仪时的注意事项:

1) 检测前,首先要确定连接处无真空泄露,否则测量结果不准确。

2) 连接真空测量仪和部件时,要选用直径合适的软管。当软管的内径大于被测部件、管子或接口的外径时,真空读数不准确或根本没有读数;当软管的内径小于被测部件、管子或接口的外径时,强行安装会造成管口损坏,以致下次无法使用。

3) 按规定要求的范围建立真空,不能过大,否则会造成被测部件或系统的损坏。

4) 作完检查后,在拆连接软管前,要先泄掉测量仪内的真空,然后再卸软管,否则,灰尘、湿气等会被吸入发动机部件或相关的系统内,造成不良后果。

5. 燃油压力测量仪

在发动机燃油喷射系统中,燃油压力是决定喷油量的关键因素,也是重要的相关参数之一。燃油压力表(图 1-9)就是用来测量燃油压力的专用工具,是燃油喷射系统检查中使用的重要工具。

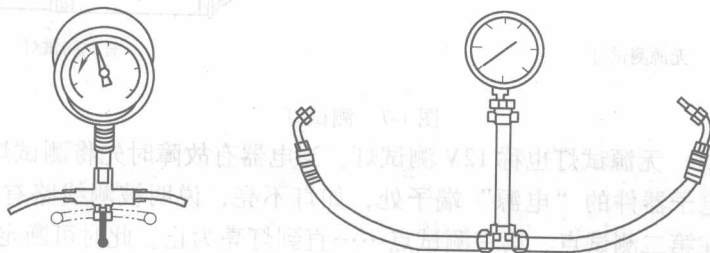


图 1-9 燃油压力表

6. 喷油器自动检测清洗分析仪

喷油器堵塞后,将会造成混合气变稀,喷射形状变差,影响发动机的工作性能。因此必须定期对其检查和清洗。

(1) 离车式喷油器清洗器 如图 1-10 所示的喷油器自动检测清洗分析仪,就是一种离车式喷油器清洗器。它除了用超声波的方法对喷油器进行清洗外,还可以用于检测喷油器工况和喷射质量。它模拟发动机控制模块 ECM 输出的驱动波形,经过放大后驱动喷油器,在同等工作条件下(系统压力、介质密度、管道截面积、工作温度、频率、工作次数和驱动幅度)对喷油器进行数据检测 and 对比检测。

喷油器自动检测清洗分析仪能够进行检测的项目有:喷油量检测、喷射角度检测、喷油雾化检测、密封度检测、最短开关周期检测、怠速工况检测、最大功率工况检测、最高转速工况检测、动态扫描检测、重复性检测、物理清洗(检测清洗、反冲清洗和超声波清洗)和化学清洗(用微酸清洗液清洗)。

清洗时必须将喷油器从车上拆下。它能在 10min 内同时清洗 8 个喷油器,并完成检漏及流量测定等项目。

(2) 就车式喷油器清洗器 图 1-11 所示为一种随车喷油器清洗器,其最大的优点是无须拆下喷油器,即可随车进行清洗。清洗器内装有除炭剂和一只电动燃油泵(220V 交流电),清洗时将喷油器的连接总管与燃油泵总管上的油压检测接口连接,油压调节器的回油管与清洗器相连,同时断开燃油泵驱动电路,然后接通清洗器电动汽油泵的电路并起动发动机,发动机使用除炭剂在 2000r/min 的转速下运转 10min 后,停止发动机运转,断开清洗器电动汽油泵电路,清洗工作即告完成。

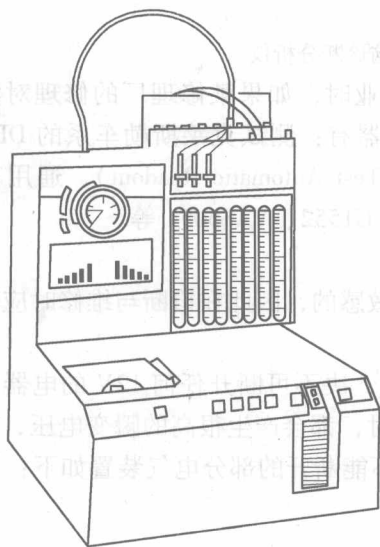


图 1-10 喷油器清洗及流量测定系统

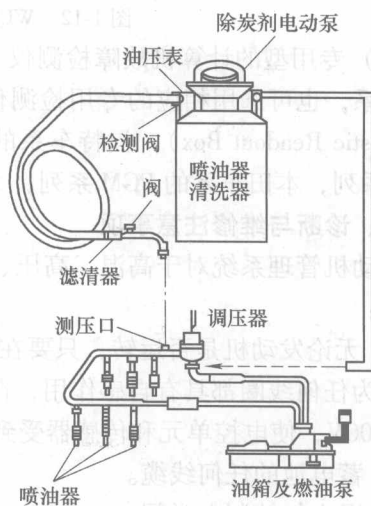


图 1-11 喷油器就车清洗设备

7. 专用测试仪

利用发动机专用测试仪,协助查找发动机管理系统的故障源是一种非常有效的检测手段。目前汽车修理行业的专用测试仪分为台式、便携式两种,由于便携式专用测试仪具有携

⑧ 任何 ECM 的连线。

⑨ 鼓风电动机导线插接器。

⑩ 空调离合器导线。

2) 当诊断出故障原因,对电控系统进行检修时,应先关掉点火开关,并将蓄电池搭铁线拆下,如果只检查电控系统,则只须关闭点火开关即可。

3) 跨接起动其他车辆或用其他车辆跨接起动本车时,必须先断开点火开关,才能拆装跨接线缆。

4) 音响的扬声器应尽量远离车载计算机,以免对计算机工作产生不良影响。

5) 在打开点火开关,发动机没有起动时,警告灯亮为正常,起动发动机后灯应熄灭,若灯仍亮,则表示车载计算机诊断系统已检测到系统中的故障或异常情况。根据指示灯闪烁的次数和故障码的波形,可判断出电控汽油喷射装置的故障。

6) 计算机、传感器必须防潮,不允许将车载计算机或传感器的密封装置损坏,更不允许用水冲洗计算机和传感器。

7) 车载计算机必须防止受剧烈振动。

8) 除在测试程序中特别指出外,通常不能使用指针式万用表测试计算机及传感器,应使用高阻抗数字式万用表进行测试。

9) 除非有说明,不要盲目地用试灯去测试任何和车载计算机相连的电器装置,通常使用高阻抗数字式万用表。

10) 蓄电池的搭铁极性切不可接错,必须负极搭铁,以免 ECM 受到损坏。

11) 喷油器上的 O 形密封圈,是一次性使用的零件,不能重复使用,拆卸喷油器后换新的 O 形密封圈,以保证密封性能良好。

12) 在车身上进行电弧焊时,应先断开计算机电源。

13) 电控的汽油喷射系统的故障较少,常见的故障往往是接触不良引起的,所以要保持各接头、接线柱的清洁和接触可靠。

14) EFI 中的 CPU 是高质量的电子器件,本身故障很少,需要检查时,要用专用的仪器,一般不允许在修理作业时盲目拆修。

项目 1.2 燃油系统的检修

实训目的

1) 掌握油路泄压的方法和油路故障的快速诊断方法。

2) 掌握电动燃油泵和喷油器等燃油系统元件的检修方法。

项目内容

1) 油路系统的泄压。

2) 燃油系统的车上检测。

3) 电动燃油泵的检查与测试。

4) 电磁喷油器的检查与测试。

相关知识

一、燃油系统综述

发动机工作时,汽油从油箱内被汽油泵吸出并加压,经燃油滤清器过滤后,由压力调节器将油路系统的压力调整到比进气管压力高出约 $0.25 \sim 0.3 \text{ MPa}$,再由燃油分配管送至冷起动喷油器和各电磁喷油器,如图 1-13 所示。电磁喷油器由 ECM 控制,ECM 给喷油器线圈通电时间越长,喷油器的喷油量就越多。除此之外,ECM 还能控制喷油器的喷射时刻。

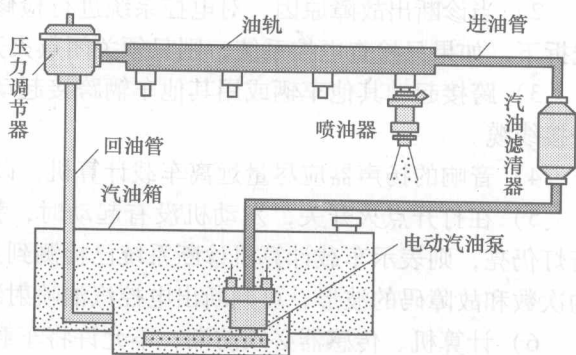


图 1-13 汽油子系统的组成

二、电动汽油泵

电动汽油泵用来提供高压汽油,它虽有多种结构形式,但都不外乎由电动机加机械泵组成,如图 1-14 所示。

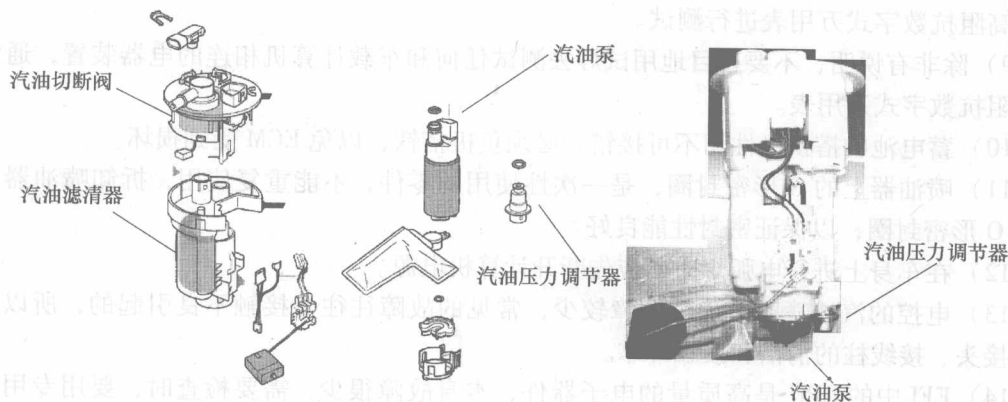


图 1-14 电动汽油泵的构造

发动机管理系统的电控单元对电动汽油泵进行管理。当点火开关打开而发动机不起动时,电动燃油泵通常都会转动 $2 \sim 5 \text{ s}$,而后停转。这样,一方面可以建立油压,另一方面能防止汽油泵的无谓运转。有的发动机为了降低功率消耗和延长燃油泵的使用寿命,还根据发动机的负荷和转速等情况对燃油泵的转速进行控制。

汽油泵转速的控制电路如图 1-15 所示。ECM 根据发动机转速和负荷控制燃油泵继电器工作。发动机在低速、中小负荷下工作时,触点 B 闭合。因汽油泵电路中串有降压电阻,汽油泵低速运转。当发动机在高速、大负荷下工作时,ECM 输出高电平信号,切断汽油泵控制继电器线圈电路,触点 A 闭合,汽油泵电动机直接与电源相连,汽油泵高速运转。

三、汽油滤清器

汽油滤清器用来过滤掉汽油中的机械杂质。其更换时间与滤清器的大小和汽油中所含污染物的多少有关(国外 $3 \sim 8 \text{ 万 km}$,国内 2 万 km 左右)。

四、油轨

油轨用来将汽油均匀、等压地分配给各喷油器。它同时还有储油作用,以防止汽油压力的波

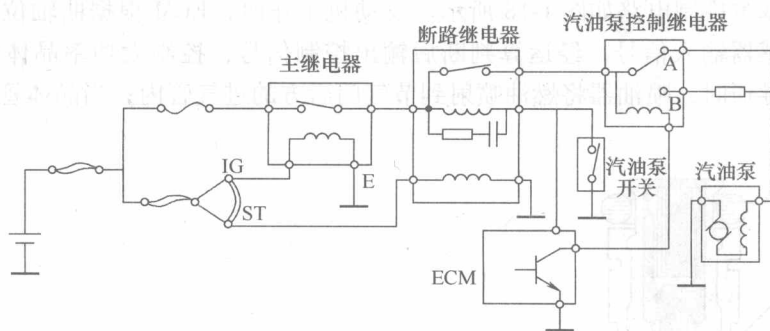


图 1-15 汽油泵转速控制电路

动，并使分配给各喷油器的汽油压力相等。油轨上通常装有汽油压力调节器，也可能安装有压力波动衰减器。有些汽车的油轨上还安装有测试阀，它便于测量燃油压力，也可以作泄压用。

五、压力调节器

压力调节器用来调节油轨内的汽油压力。这样，喷油量仅取决于喷油器的持续开启时间。压力调节器装在油轨上，其结构如图 1-16 所示。膜片将金属壳体的内腔分为弹簧室和汽油室。通过软管连接到进气歧管的弹簧室内，装有一调压弹簧。在进气管压力保持不变的情况下，当系统油压超过规定值时，膜片上弯，多余的汽油通过回油阀流回汽油箱，因而使系统油压保持在预定值。当进气管压力变化时，膜片变形，回油量改变，使系统压力与进气管压力之间的压差保持不变。发动机正常工作时，汽油压力在 $0.25 \sim 0.3 \text{ MPa}$ 之间变化。

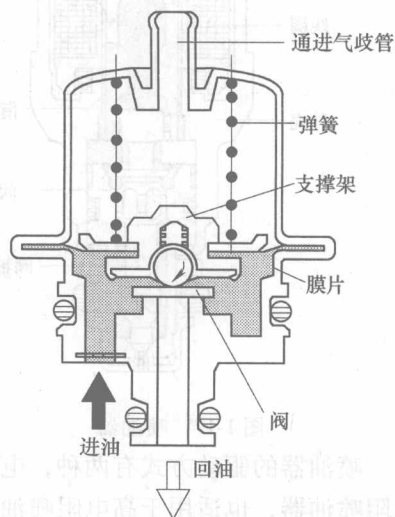


图 1-16 油压调节器

六、喷油器

喷油器是汽油系统中最重要部件，它接受来自电控单元的喷油脉冲信号，精确地计量汽油喷射量。因此，它是一种加工精度非常高的精密器件，不可拆卸与维修。

根据其结构（图 1-17）不同，喷油器分为轴针式、孔式和带空气罩式多种形式。常态下，喷油器针阀在弹簧力的作用下关闭。当给喷油器线圈通电 12 V 时，针阀上升约 0.1 mm ，燃油从喷孔喷出。通常，喷油器工作时应有轻微的振动感和“叭、叭”的微喷声。热机断油后，汽油中的少量胶质易凝结在喷油器喷嘴造成堵塞。为此，多数石油公司生产有加入汽油箱中和汽油混合使用的清洁剂。但一些生产商认为清洁剂可能会损坏喷油器线圈涂层，而禁止使用。还有一些厂家设计出了防积垢喷油器，它们可通过喷油器体的颜色来识别。例如 **FORD** 公司的常规喷油器体涂黑色，而防积垢式涂黄色。

单点喷射系统的喷油器安装在节气门处。多点喷射系统的喷油器安装在进气门后，喷油器与进气门之间有一定的距离，使喷油器能以一定的喷射角度将汽油喷入进气道内。喷油器用专门的支架固定，它与支架间设有橡胶垫，起支撑和密封作用，同时还具有一定的隔热作用，防止产生汽油气泡，以保持良好的热起动性能。此外，这些橡胶垫也能保证喷油器免受较大的振动力。

喷油器的基本控制电路如图 1-18 所示。发动机工作时, ECM 根据曲轴位置与转速、发动机负荷等传感器输入信号, 经运算判断后输出控制信号, 控制大功率晶体管的导通与截止。当晶体管导通时, 喷油器将燃油喷射到节气门后方的进气管内; 当晶体管截止时, 喷油器停止喷油。

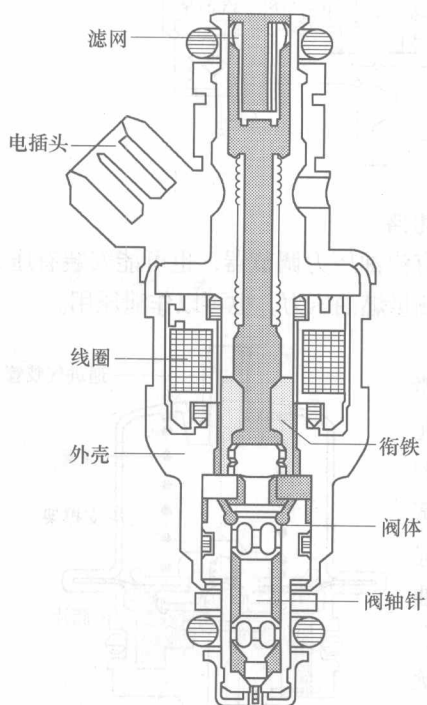


图 1-17 喷油器

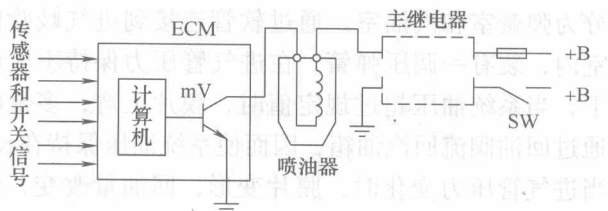


图 1-18 喷油器的基本控制电路

喷油器的驱动方式有两种, 电流驱动型只适用于低电阻喷油器; 电压驱动型既适用于低电阻喷油器, 也适用于高电阻喷油器。

低阻值型喷油器电磁线圈的阻值通常约为 $2 \sim 3\Omega$ 。高阻值型喷油器电磁线圈的阻值通常约为 $12 \sim 17\Omega$ 。

设备、工具 and 材料准备

可运转的电控汽车一部, 燃油泵总成、喷油器组件。油压表、数字式万用表、手动真空泵、喷油器自动清洗测试仪和直流稳压电源各一个, 普通手工工具一套, 带刻度的容器一个, 棉纱、汽油、导线若干。

实训操作

一、油路系统的泄压

对电控发动机的油路系统进行检修时, 应先卸除残余油压。否则高压的汽油可能溅落到热的机体上发生危险。泄压的方法有以下几种:

1. 从汽油滤清器的入口管接头处泄压

1) 用吸油类物品如棉纱、毛巾等捂住接头螺母。