



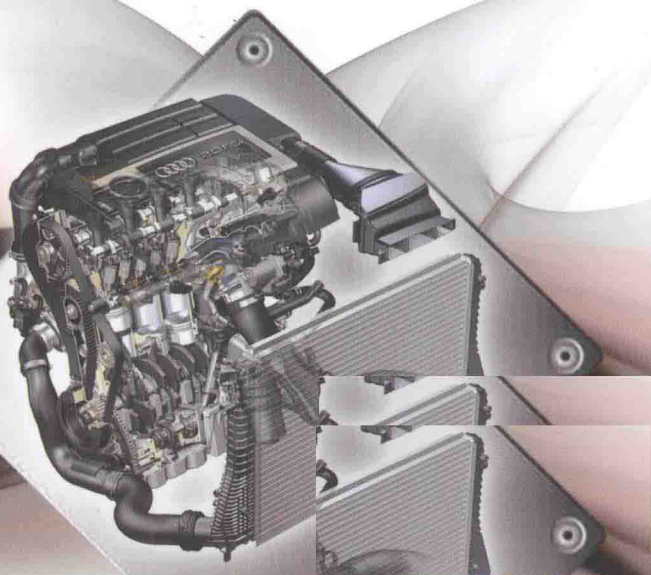
高等学校汽车专业实训指导教材

汽车 发动机电控

系统维修实训指导

QICHE FADONGJI DIANKONG
XITONG WEIXIU SHIXUN ZHIDAO

曹红兵 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等学校汽车专业实训指导教材

汽车发动机电控系统维修 实训指导

主编 曹红兵



机械工业出版社

本书以桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机、丰田 8A-FE 型发动机为例,以项目的形式详细介绍了发动机电子控制系统元器件性能检测与故障诊断的实际操作方法,包括发动机电子控制系统总体结构认知、发动机电子控制系统常用检测诊断仪器的使用、空气流量传感器的检测、进气歧管绝对压力传感器的检测、节气门位置传感器(节气门控制组件)的检测、温度传感器的检测、电动燃油泵及其控制电路的检修、喷油器及其控制电路的检修、喷油器的清洗与测试、燃油供给系统压力的检测、曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器的检测、点火控制电路的检修、爆燃传感器的检测、燃油蒸发排放控制系统的检修、氧传感器的检测、故障码的读取与清除、ECU 端子电信号及数据流的检测、发动机起动困难的故障诊断与排除、发动机怠速不良的故障诊断与排除、发动机加速不良的故障诊断与排除等 24 个实训项目,每个项目内容都包含有实训目标、实训设备与工具、实训内容与步骤、注意事项和实训工单、考核评分表。其中,实训步骤清晰、图文并茂,保证了内容的可操作性和指导意义。实训工单、考核评分表列有操作要点和评分标准,为实践环节的记录和考核提供了方便。全书基于发动机维修生产实际选择实训项目,基于基本技能的培养设计实训内容,通过项目的实施,可融理论教学、实践教学为一体,强化学生的专业技能水平,为培养应用型专业人才服务。

请读者注意,各个汽车厂商所采用的电气符号不尽相同,且与我国国家标准有所出入,为方便读者阅读原厂电路图,本书保留了原厂电路图的画法,未对所涉及的电路图及电气符号进行修改。

本书内容翔实、系统、全面,贴近实际,既可作为普通高等院校、职业院校汽车类专业的实验实训指导教材,也可供汽车工程技术人员和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维修实训指导/曹红兵主编. —北京:
机械工业出版社, 2013. 11
高等学校汽车专业实训指导教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 44132 - 8

I. ①汽… II. ①曹… III. ①汽车 - 发动机 - 电子系
统 - 控制系统 - 维修 - 高等学校 - 教材 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 223513 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: 赵海青 责任编辑: 赵海青
版式设计: 霍永明 责任校对: 陈秀丽
封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠
北京京丰印刷厂印刷
2014 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm × 260mm · 9.25 印张 · 223 千字
0 001—3 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 44132 - 8
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
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

丛 书 序

为加强浙江省本科院校实验室建设,根据《浙江省教育厅 浙江省财政厅关于实施“十一五”期间全面提升高等教育办学质量和水平行动计划的通知》(浙教计[2007]77号)、《浙江省教育厅关于调整有关教学改革与建设项目评审办法的通知》(浙教高教[2009]56号)精神,在省合格实验室(实验教学中心)建设的基础上,浙江省教育厅组织开展了省级实验教学示范中心建设点推荐工作。经学校推荐、专家审核,2010年6月,确定了第一批92个省级实验教学示范中心建设点。

省级实验教学示范中心建设是浙江省本科教学质量“行动计划”的重要组成部分,也是浙江省贯彻落实国家“质量工程”的重要体现。根据省级实验教学示范中心“树立以学生为本,知识传授、能力培养、素质提高、协调发展的教育理念和以能力培养为核心的实验教学观念,建立有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系”的建设目标和要求,软件建设是示范中心建设的重要组成部分,包括编写出版实验教材、编写实验指导书、开发实验项目、实验室开放项目、自制(改进)仪器设备、信息化平台建设等。为此,我们组织多名具有丰富教学和实践经验的汽车专业教师和汽车维修企业技术人员一起合作,历时两年,共同完成了“高等学校汽车专业实训指导教材”编写工作。同时,这也是我校重点教学改革项目《汽车维修工程教育专业核心技能达标考核方案的研制与实施》的阶段性成果。

结合目前汽车专业理论教材的设置特点,“高等学校汽车专业实训指导教材”包括《汽车发动机构造与维修实训指导》《汽车发动机电控系统维修实训指导》《汽车底盘构造与维修实训指导》《汽车底盘与车身电控系统维修实训指导》《自动变速器结构与检修实训指导》《汽车性能检测实训指导》,共六本。

多年的教学实践使我们深切地感受到,教材建设是专业建设的基石。为此,本系列教材力求突出以下特点:

1. 与生产实际相结合,按照基于工作过程的要求进行知识和技能的整合,学以致用。在教材编写之前,我们全面分析汽车维修全部职业活动(工作内容和

作业项目),根据汽车维修企业对汽车维修人员的岗位能力要求,对职业岗位进行能力分解,提炼出完成各项任务所应具备的知识和能力。在教材编写的过程中,充分考虑到汽车维修工作的实际和专业教学的特点,以实用、精练为出发点,与生产实际相结合,按照基于工作过程模块化教学的要求进行知识和技能的整合,以此为基础进行教材内容的选择和结构设计,学以致用,实现人才培养与社会需求的无缝衔接,真正体现工学结合的本质特征。同时,在内容设置方面,还尽可能与国家及行业相关技术岗位职业资格标准衔接,力求符合职业技能鉴定的要求,为学生取证提供帮助。

2. 以基本技能训练为主线,在形成性教学过程中突出实践能力的培养。本系列教材以专项能力培养为单位,按照任务驱动、项目导向的行动体系组织实践教学,按照工作过程组织学习过程,与理论教材同步设计了若干个实训项目,由此形成与实际工作任务对应的、围绕岗位工作能力培养的系列化工作任务链路。每个项目都包含实训目标、实训设备与工具、实训内容与步骤、注意事项和实训工单(工作页)、考核评分表。实训步骤清晰、图文并茂,保证了内容的可操作性和指导意义。实训工单、考核评分表列有操作要点和评分标准,为实践环节的记录和考核提供了方便。同时,在形成性教学过程中进行的形成性评价(考核),更关注学生的学习过程,也能最大限度地培养学生的自主学习能力和分析、解决问题的实际工作能力。

虽然本系列教材的编写者在汽车专业应用型人才培养的教学改革方面进行了一些有益的探索和尝试,但由于水平有限,教材中难免存在错误或疏漏之处,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

前 言

本书是“高等学校汽车专业实训指导教材”之一。

本书以桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机、丰田 8A-FE 型发动机为例,以项目的形式详细介绍了发动机电子控制系统元器件性能检测与故障诊断的实际操作方法,包括发动机电子控制系统总体结构认知、发动机电子控制系统常用检测诊断仪器的使用、空气流量传感器的检测、进气歧管绝对压力传感器的检测、丰田 8A-FE 型发动机节气门位置传感器的检测、桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机节气门控制组件的检测、温度传感器的检测、电动燃油泵及其控制电路的检修、喷油器及其控制电路的检修、喷油器的清洗与测试、燃油供给系统压力的检测、桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器的检测、丰田 8A-FE 型发动机曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器的检测、桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机点火控制电路的检修、丰田 8A-FE 型发动机点火控制电路的检修、爆燃传感器的检测、燃油蒸发排放控制系统的检修、氧传感器的检测、故障码的读取与清除、桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机 ECU 端子电信号及数据流的检测、丰田 8A-FE 型发动机 ECU 端子电信号及数据流的检测、发动机起动困难的故障诊断与排除、发动机怠速不良的故障诊断与排除、发动机加速不良的故障诊断与排除,共 24 个实训项目,旨在通过实践教学使学生掌握汽车发动机电子控制系统的结构组成和工作原理,掌握电子控制系统元器件性能的检测方法,能够诊断和排除电子控制系统的常见故障,提高知识的运用能力和实际动手能力。

从编写内容和结构设计上来看,本书具有以下特点:

1. 与生产实际相结合,按照基于工作过程的要求进行知识和技能的整合,学以致用。在教材编写的过程中,充分考虑到汽车维修工作的实际和专业教学的特点,以实用、精练为出发点,与生产实际相结合,按照基于工作过程模块化教学的要求进行知识和技能的整合,以此为基础进行教材内容的选择和结构设计,学以致用。

2. 以基本技能训练为主线,在形成性教学过程中突出实践能力的培养。以专项能力培养为单元,与理论教材同步设计了若干个实训项目,每个项目都包含

有实训目标、实训设备与工具、实训内容与步骤、注意事项和实施工单（工作页）、考核评分表。其中，实训步骤清晰、图文并茂，保证了内容的可操作性和指导意义。实施工单、考核评分表列有操作要点和评分标准，为实践环节的记录和考核提供了方便。同时，在形成性教学过程中进行的形成性评价（考核），更关注学生的学习过程，也能最大限度地培养学生的自主学习能力和分析、解决问题的实际工作能力。

由于各个学校的师资水平、教学条件等有所不同，在教材的使用过程中，可根据学校的实际情况，选择其中一部分项目，也可将各项目进行综合，以灵活多样的形式组织实践教学和考核。

本书由曹红兵任主编，参加编写的有董颖、赵迎生、卢国东、陈汉生、董康军、毕萌芽、王利利。在编写过程中，还得到了吴定宜、齐飞林、李骏伟等的大力支持和帮助，在此向他们表示感谢。

在本书的编写过程中，编者参考了大量的书籍、论文等文献资料，在此，谨向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误或疏漏之处，恳请广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

丛书序

前言

项目 1	发动机电子控制系统总体结构认知	1
项目 2	发动机电子控制系统常用检测诊断仪器的使用	7
项目 3	空气流量传感器的检测	18
项目 4	进气歧管绝对压力传感器的检测	25
项目 5	丰田 8A-FE 型发动机节气门位置传感器的检测	30
项目 6	桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机节气门控制组件的检测	34
项目 7	温度传感器的检测	39
项目 8	电动燃油泵及其控制电路的检修	44
项目 9	喷油器及其控制电路的检修	50
项目 10	喷油器的清洗与测试	56
项目 11	燃油供给系统压力的检测	62
项目 12	桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器的检测	66
项目 13	丰田 8A-FE 型发动机曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器的检测	71
项目 14	桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机点火控制电路的检修	75
项目 15	丰田 8A-FE 型发动机点火控制电路的检修	80
项目 16	爆燃传感器的检测	85
项目 17	桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机燃油蒸发排放控制系统的检修	90
项目 18	氧传感器的检测	94
项目 19	故障码的读取与清除	101
项目 20	桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 ECU 端子电信号及数据流的检测	108
项目 21	丰田 8A-FE 型发动机 ECU 端子电信号及数据流的检测	119
项目 22	发动机起动困难的故障诊断与排除	125
项目 23	发动机怠速不良的故障诊断与排除	130
项目 24	发动机加速不良的故障诊断与排除	134
参考文献		138

项目1 发动机电子控制系统总体结构认知

一、实训目标

- (1) 掌握发动机电子控制系统的基本组成及各组成部分的功能。
- (2) 能识别发动机电子控制系统的主要部件，熟悉传感器、执行器的安装位置和作用。

二、实训设备与工具

- (1) 桑塔纳 2000GSi 型轿车实车（或 AJR 型发动机实验台）、丰田威驰型轿车实车（或 8A-FE 型发动机实验台）。
- (2) 各种传感器、执行器及 ECU 等配件实物。
- (3) 汽车维修常用工具。

三、实训步骤

桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 M3.8.2 电子控制系统组成元器件位置，如图 1-1 所示。

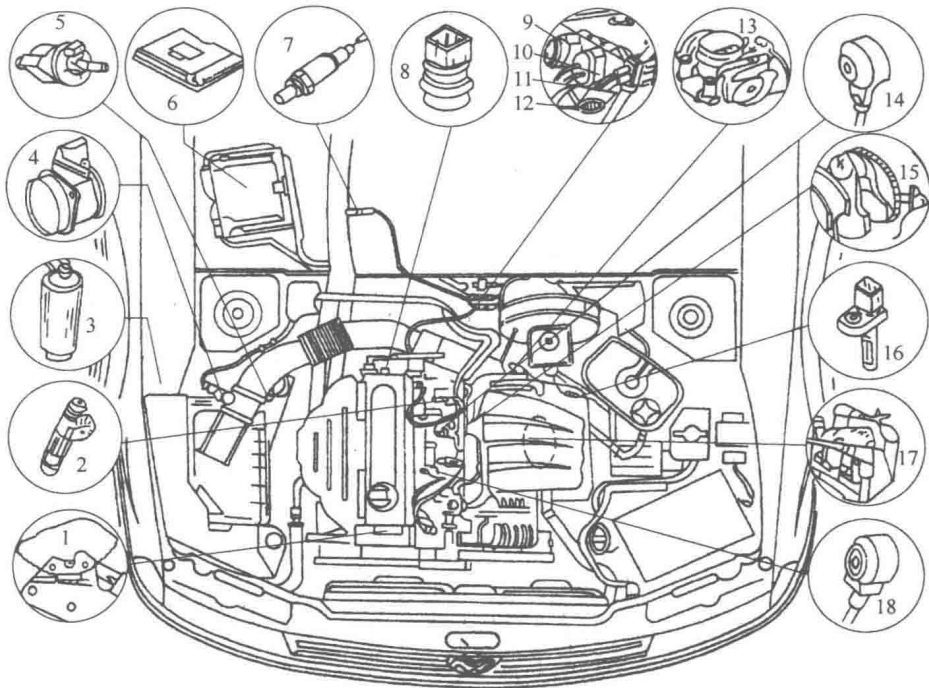


图 1-1 桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 M3.8.2 电子控制系统位置图

- 1—霍尔传感器 (C40) 2—喷油器 (N30-N33) 3—活性炭罐 4—热膜式空气流量传感器 (G70)
5—活性炭罐电磁阀 (N80) 6—ECU (J220) 7—氧传感器 (G39) 8—冷却液温度传感器 (G62)
9—转速传感器插接器 (灰色) 10—1 号爆燃传感器插接器 (白色) 11—氧传感器插接器 (黑色)
12—2 号爆燃传感器插接器 (黑色) 13—节气门控制组件 (J338) 14—2 号爆燃传感器 (G66)
15—转速传感器 (G28) 16—进气温度传感器 (G72) 17—点火线圈 (N152) 18—1 号爆燃传感器 (G61)

丰田 8A-FE 型发动机电控燃油喷射系统零部件的位置, 如图 1-2 所示。

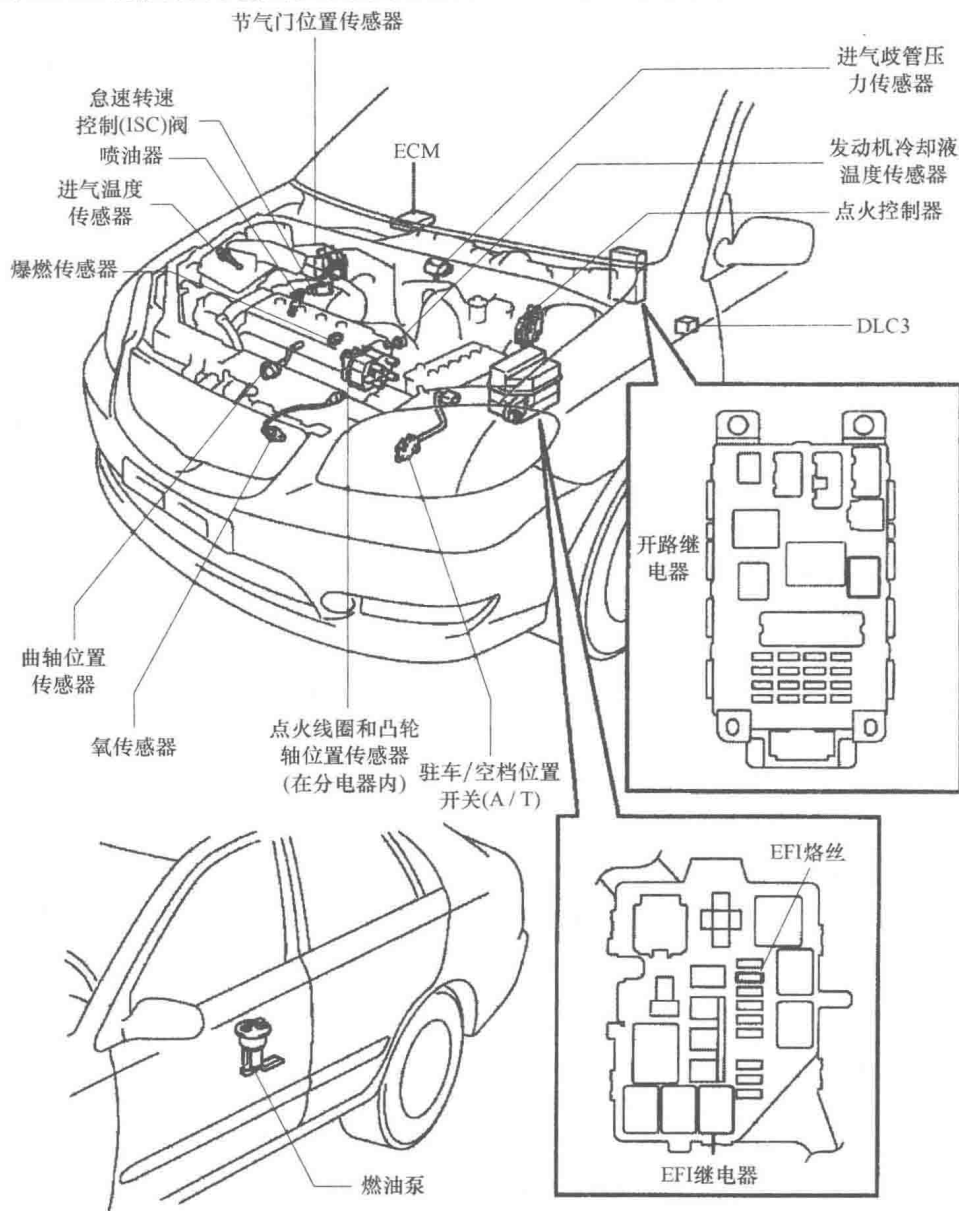


图 1-2 丰田 8A-FE 型发动机电子控制系统位置图

发动机电子控制系统是一个综合控制系统, 具有多种控制功能, 而燃油喷射控制和点火控制是发动机电子控制系统的主要功能。燃油喷射控制由电子控制燃油喷射系统来完成, 它又可分为空气供给系统和燃油供给系统, 点火控制由微机控制电子点火系统来实现。

按照空气供给系统、燃油供给系统、微机控制电子点火系统去认知发动机电子控制系统的主要元器件, 熟悉它们的安装位置和作用是行之有效的方法, 准确而快捷。

1. 以空气滤清器为起点沿着空气流动路线认知空气供给系统元器件

空气供给系统功用是为发动机可燃混合气的形成提供必需的空气, 并测量出进入气缸的

空气量。空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量传感器(L型)或进气歧管压力传感器(D型)、节气门、节气门位置传感器、进气总管、进气歧管等组成。进气温度传感器、怠速控制系统的怠速控制阀也安装在空气供给系统中。

发动机工作时,空气经空气滤清器、空气流量传感器(D型系统无此装置)、节气门、进气总管、进气歧管进入各缸。怠速时,节气门关闭,空气由旁通道通过,由怠速控制阀控制流经旁通道的空气量来实现怠速控制。

(1) **空气流量传感器** 检测吸入发动机的进气量,并将信号输入ECU,以便确定喷油量的大小,是燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(2) **进气(歧管绝对)压力传感器** 通过测量进气管压力间接检测进气量,并将信号输入ECU,以便确定喷油量的大小,是燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(3) **节气门位置传感器** 向ECU提供节气门的开度(发动机负荷)及开度变化情况,ECU以此对燃油喷射及EGR废气再循环等其他系统进行控制。

(4) **进气温度传感器** 向ECU提供进气温度信号,修正燃油喷射和点火。

(5) **怠速控制阀** 根据发动机的负荷情况,控制发动机的怠速转速。

2. 以油箱为起点沿着燃油流动路线认知燃油供给系统元器件

燃油供给系统的功用是向发动机及时供给各种工况下燃烧所需要的燃油,主要由燃油箱、燃油滤清器、电动燃油泵、供油管、回油管、燃油分配管、油压调节器、喷油器等组成。

发动机工作时,燃油由燃油泵从油箱中泵出,具有一定压力的燃油经过燃油滤清器除去杂质及水分后,流至燃油分配管,由分配管送至各缸喷油器。喷油器根据ECU的喷油指令,开启喷油阀,将适量的燃油喷出。装在燃油分配管上的油压调节器保持喷油器内油压与进气歧管内的压力差恒定。

在油箱上除了供油管、回油管外,还有一根与活性炭罐相连接的排气管,沿着这根排气管能找到活性炭罐、活性炭罐电磁阀等。

(1) **电动燃油泵** 向燃油喷射系统供给规定压力的燃油。

(2) **电磁喷油器** 根据ECU的喷油脉冲信号,将燃油喷入进气管(或气缸)。

(3) **活性炭罐及其电磁阀** 根据ECU的控制指令信号,回收发动机内部的燃油蒸气,从而减少排气污染。

3. 以火花塞为起点沿高压电产生的反方向认知微机控制电子点火系统元器件

微机控制电子点火系统的功用是保证在发动机各种工况下都能可靠而准确地点火,主要的传感器有曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器和爆燃传感器,执行器包括点火控制器、点火线圈、分电器(有分电器微机控制电子点火系统)及火花塞等。

(1) **曲轴位置传感器** 检测发动机曲轴的转速与转角,并将信号输入ECU,以便控制喷油提前角和点火提前角的大小,是燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(2) **凸轮轴位置传感器** 检测活塞上止点位置信号(又称气缸识别传感器),以便控制喷油和点火时刻,是点火控制的主控制信号。

曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器所采用的结构随车型不同而不同,通常安装在曲轴前端、凸轮轴前端、飞轮上或分电器内。

(3) **爆燃传感器** 检测发动机是否爆燃及爆燃强度,并将信号输入ECU,以便修正点

火提前角并实现点火提前角闭环控制。爆燃传感器一般安装在发动机机体上。

(4) 点火控制器（又称点火模块） 接受 ECU 输出的点火控制信号并进行功率放大，以便驱动点火线圈工作。

另外，冷却液温度传感器（通常称为水温传感器）安装在发动机水套或冷却液出水管道上，与冷却液接触，用来检测发动机的冷却液温度，以便 ECU 修正喷油脉宽、点火时刻等。氧传感器和三元催化转换器（TWC）都安装在发动机排气管上，构成三元催化转换器与空燃比反馈控制系统。

电子控制单元（ECU）一般安装在仪表板、杂物箱或控制台中其他零部件的下面或后面。故障诊断通信接口（TDCL）通常称为故障诊断插座（简称诊断插座），一般安装在仪表板下方（桑塔纳 2000GSi 型轿车故障诊断插座安装在变速器变速杆下端的护套下面）。

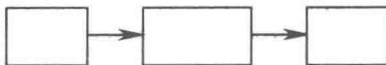
四、注意事项

- (1) 不得擅自用与实验无关的其他设备。
- (2) 不得随意带电插拔传感器和执行元件。
- (3) 传感器、ECU 等配件要轻拿轻放，避免损坏。
- (4) 发动机运转时注意人身安全（旋转部件、高温、高压等）。

工作单 1 发动机电子控制系统总体结构认知

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____

1. 填写发动机电控系统的基本组成简图



2. 结合轿车整车或发动机实验台，指出各元器件在发动机上的安装部位

(1) 大众桑塔纳 2000GSI AJR 型发动机。

- ①热膜式空气流量传感器 (G70) _____。
- ②节气门控制组件 (J338) _____。
- ③冷却液温度传感器 (G62) _____。
- ④进气温度传感器 (G72) _____。
- ⑤曲轴位置传感器 (G28) _____。
- ⑥凸轮轴位置传感器 (G40) _____。
- ⑦1 号、2 号爆燃传感器 (G61、G66) _____。
- ⑧氧传感器 (G39) _____。
- ⑨ECU (J220) _____。
- ⑩燃油泵_____。
- ⑪1 号、2 号、3 号、4 号喷油器 (N30-N33) _____。
- ⑫点火线圈 (N、N128) 与点火控制器 (N152) 总成_____。
- ⑬活性炭罐_____。
- ⑭活性炭罐电磁阀 (N80) _____。
- ⑮诊断插座_____。

(2) 丰田 8A-FE 型发动机。

- ①进气歧管压力传感器 (MAP) _____。
- ②节气门位置传感器 (TPS) _____。
- ③冷却液温度传感器 (THW) _____。
- ④进气温度传感器 (THA) _____。
- ⑤凸轮轴位置传感器 (G1、G2) _____。
- ⑥曲轴位置 (转速) 传感器 (Ne) _____。
- ⑦1 号、2 号爆燃传感器 (KNK) _____。
- ⑧氧传感器 (OX) _____。
- ⑨车速传感器 (SP) _____。
- ⑩ECU _____。
- ⑪燃油泵_____。
- ⑫1 号、2 号、3 号、4 号喷油器_____。
- ⑬点火控制器_____。
- ⑭点火线圈_____。
- ⑮怠速控制阀 (ISC) _____。
- ⑯诊断插座_____。

考核评分表 1 发动机电子控制系统总体结构认知

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____

考核时间：20min

项目	配分	评分标准	扣分	得分
认知过程	80	没能指出空气流量传感器（进气歧管压力传感器），扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出节气门位置传感器（节气门控制组件），扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出怠速控制阀，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出进气温度传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出冷却液温度传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出燃油泵，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出喷油器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出曲轴位置传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出凸轮轴位置传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出爆燃传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出点火控制器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出点火线圈，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出氧传感器，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出 ECU，扣 2 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 3 分		
		没能指出诊断插座，扣 5 分；没能说出其作用或述说不正确，扣 5 分		
工单填写	15	填写不完整或错误，每处扣 2~3 分，扣分不超过 15 分		
整理清场	5	没有复原设备、清理现场，扣 2~5 分		
小计				
成绩评定	考核教师签名：_____			

项目2 发动机电子控制系统常用检测诊断仪器的使用

一、实训目标

- (1) 掌握汽车专用数字式万用表的使用方法。
- (2) 掌握汽车故障诊断仪的使用方法。
- (3) 掌握汽车专用示波器的使用方法。

二、实训设备与工具

- (1) 桑塔纳 2000GSi 型轿车实车（或 AJR 型发动机实验台）、丰田威驰型轿车实车（或 8A-FE 型发动机实验台）。
- (2) 汽车专用万用表、汽车故障诊断仪、汽车专用示波器。
- (3) 汽车维修常用工具。

三、实训步骤

1. 汽车专用数字式万用表的使用

在发动机电控系统故障的检测与诊断中，除经常需要检测电压、电阻和电流等参数外，还需要检测转速、闭合角、占空比（频宽比）、频率、压力、时间、电容、电感、温度、半导体元件等。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。但是这些参数是用一般数字式万用表无法检测的，需用专用仪表即汽车专用万用表。

一般的数字式万用表只能测量电压、电流、电阻、二极管、晶体管 and 电路的通断等。而汽车专用数字式万用表除了具备普通数字式万用表所有功能外，还可以测量温度、电容、传感器输出的电信号频率、闭合角、占空比、发动机转速等，并具有峰值保持、读数保持（数据锁定）等功能，如图 2-1 所示。目前国内生产的汽车万用表，如胜利-98、笛威 TWAY9206、TWAY9406A 和 EDA-230 等都具有上述功能。有些汽车万用表，除了具有上述基本功能外，还有一些扩展功能。例如，EDA-230 型汽车万用表在配用真空/压力转换器（附件）时可以测量压力和真空度，并且它还具有背光显示功能（使显示数据在光线较暗时也能被看清楚）。

(1) 基本测量

①直流电压和交流电压的测量。首先将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/ Ω 插孔。

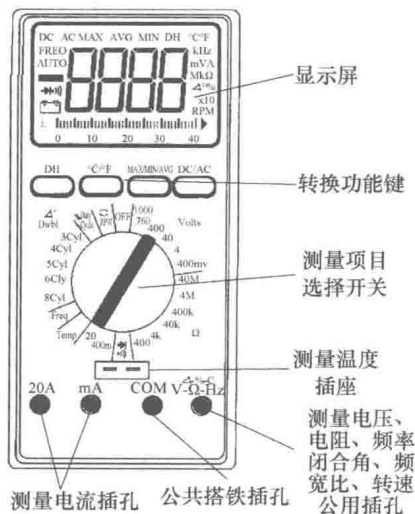


图 2-1 汽车专用数字式万用表

测量直流电压时,将选择开关置于 $V\text{---}$ 电压测量档(或DCV量程范围),并将两表笔并联接到被测电路上,在显示电压读数时,同时会指示出红表笔的极性。

测量交流电压时,仍然将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔,将选择开关置于 $V\sim$ 电压测量档(或ACV量程范围),并将两表笔并联接到被测电路上。电压读数将在显示屏上显示。

②直流电流的测量。将黑表笔插入COM插孔,红表笔插20A(或mA)插孔。选择开关置于 $A\text{---}$ 电流测量档(或DCA量程范围),测试笔应该串联到被测电路中。红表笔的极性将在数字显示的同时指示出来。

③电阻的测量。将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入 Ω 插孔。选择开关置于 V/Ω 电阻测量档,并将测试笔并接到被测电阻上,电阻读数将在显示屏上显示。

④电路通断的测量。将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入 $\rightarrow$ 插孔。将选择开关置于 $\rightarrow$ 测量档,并将表笔探针并联到被测电路两端。如果被测两端之间电阻大于 100Ω ,认为电路断路;如果被测两端之间电阻小于或等于 10Ω ,认为电路良好导通,蜂鸣器连续发出声响;如果被测两端之间电阻为 $10\sim 100\Omega$ 时,蜂鸣器可能发出声响或不会发出声响。也可以从显示器上直接读取被测电路的近似电阻值。

使用汽车专用数字式万用表测量电流、电压和电阻同普通万用表类似,在测量前要正确选择档位和量程。不同的万用表操作方法可能有所不同,具体操作方法参考随机使用说明书。

(2) 温度测量 将选择开关置于温度($^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$ 、 $^{\circ}\text{C}$ 或Temp)测量档,将万用表配备的带测针的特殊温度插头插到面板上的测量温度插座内,让测针与被测温度的部位接触,显示屏即显示被测温度。当特殊温度插头没有插到测量温度插座时,显示屏显示环境温度。如图2-2所示。

(3) 频率测量 将选择开关置于频率(Freq或kHz)测量档,将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入Hz插孔。将表笔连接到待测信号源上(黑表笔搭铁、红表笔接被测信号线),发动机运转,从显示屏上即可读取测量结果。

(4) 转速测量 将选择开关置于转速(RPM或 $\text{RPM}\times 10$)测量档,将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入 $\circ$ (或RPM)插孔,选择合适的气缸数(4CYL、6CYL、8CYL等)。将黑表笔搭铁(接蓄电池负极),红表笔接分电器低压接线柱或点火线圈初级的负端、无分电器点火系统转速表信号线上(具体位置参阅车型手册),起动发动机,从显示屏上读取测量结果再乘以10即为发动机转速。

有些汽车万用表配有转速信号感应夹,使用时,感应夹的红色导线插入万用表 V/Ω 插孔,黑色导线插入COM插孔,感应夹夹在通往某一缸火花塞的高压线上,其上方的箭头应指向火花塞。在发动机工作时,显示屏即显示发动机转速,如图2-3所示。

(5) 占空比测量 将选择开关置于占空比(Duty%)测量档,将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入Hz插孔。将表笔连接到待测信号源上(黑表笔搭铁、红表笔接被测信号

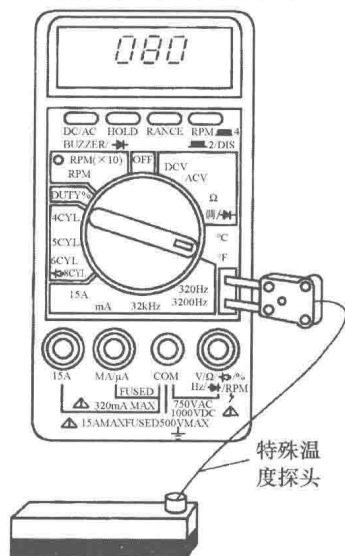


图2-2 测量温度

线), 发动机运转, 显示屏即显示脉冲信号的占空比。

(6) 闭合角测量 将选择开关置于闭合角 (DWEELL) 测量档并选择合适的气缸数 (4CYL、6CYL、8CYL 等), 将黑表笔插入 COM 插孔, 红表笔插入 ∇ 插孔 (与 V/ Ω 同一插孔)。将表笔连接到待测信号源上 (黑表笔搭铁、红表笔接点火线圈初级的负端, 红表笔的具体接法根据车型不同而不同), 发动机运转, 显示屏即显示闭合角。

2. 汽车故障诊断仪元征 X-431 的使用

现代汽车每一个电子控制系统 (特别是发动机电子控制系统), 都配置有相应的故障自诊断子系统。发动机在运行过程中, 一旦电控系统出现故障, 电子控制单元将利用自身的自诊断功能及时地找出系统故障, 并以故障码的形式储存在电子控制单元的存储器中。

汽车故障诊断仪是维修中非常重要的工具, 其主要功能如下:

①读取 (清除) 故障码。读取与清除故障码是指利用故障检测仪将电子控制单元中存储的故障码读出 (清除), 为检修人员提供参考。

②读取发动机动态数据流。读取发动机动态数据流是指当发动机运转时, 利用故障检测仪将车载 ECU 内部的控制参数和计算结果等数值以数据表和串行输出方式在检测仪屏幕上——显示出来的过程, 又称为数据流分析。检修人员根据发动机运转状态和传输数据的变化情况, 即可判断控制系统工作是否正常, 将特定工况下的传输数据与标准数据进行比较, 就能准确判断故障类型和故障部位。

③元件动作测试。元件动作测试是指在静态或动态时, 利用故障检测仪对执行器 (如喷油嘴、怠速电动机、继电器、电磁阀、冷却风扇电动机等) 进行人工控制, 向其发出强制驱动或强制停止指令来监测其动作情况, 用以判定执行器及其控制电路的工作状况是否良好。

另外, 故障诊断仪一般还具有匹配、设定和编码功能, 打印功能, 英汉辞典、计算器及其他辅助功能等。

故障诊断仪大都随机带有使用手册, 按照说明极易操作。一般来说有以下几步: 在车上找到诊断座; 选用相应的诊断接口; 根据车型, 进入相应诊断系统; 读取故障码; 查看数据流; 诊断维修之后清除故障码。

深圳元征公司的 X-431 汽车故障诊断仪可以对亚洲车系、欧洲车系、美洲车系等汽车计算机控制系统进行故障诊断分析, 该仪器主要由主机、电源线、测试配线、探针及不同车系测试卡组成, 其外观如图 2-4 所示。主要功能有查阅计算机型号、测试故障码、清除故障码、测试执行元件、阅读数据流、阅读独立通道数据、终止测试通信等。



图 2-3 测量发动机转速



图 2-4 X-431 汽车故障诊断仪