

高等职业教育模块式教学改革规划教材

# 汽车发动机电控系统 诊断与修复

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG ZHENDUAN YU XIUFU

阳文辉 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



赠 电子 课 件

高等职业教育模块式教学改革规划教材

# 汽车发动机电控系统 诊断与修复

主 编 阳文辉  
副主编 张朝许 毛 丽  
参 编 王德云 张月异  
主 审 李 晖



YZLI0890169827



机械工业出版社

# 高等职业教育模块式教学改革规划教材 编写委员会

顾 问 刘 晓

主 任 王 键

副主任 张大伟 周芳友 朱日红 杨里平

编 委 杨栋梁 刘建湘 王章华 邓志革 谢 赤

刘国华 楚琼湘 杨文明 方建超 陈焕文

胡让良 张新民 张红专 杜祥培 成立平

冯立兵 周 勇

## 出版说明

由湖南中华职业教育社组织湖南交通职业技术学院、长沙民政职业技术学院等 10 余所全国示范性高职院校的一线骨干教师精心组织编写的高等职业教育模块式教学改革规划教材终于正式出版。这套教材是我国高等职业教育教材改革领域一次新的尝试,也是我国高等职业教育课程改革的一次重大突破。

这套全新的教材完全是根据行业对人才的要求,本着以职业岗位能力为导向的理念开发出来的。可以说,对传统课程进行了一次颠覆性的全面解构,再按照“必需、够用”的原则,从中选取最有价值的知识点、技能点和学生应具有的职业态度的要求重组课程内容;最终把这些知识点划分为一个个模块建构课程结构,每个模块又被分为若干项目,使课程模块成为实践知识、理论知识与实际运用情景有机结合的一个个项目化的独立学习单元和任务组合。这样的编排,既明确了学习目标,又明确了教学目标。

相比于传统教材,该套教材具有五个明显的特点:① 所有知识内容是根据职业岗位能力要求选取的,更贴近工作岗位,学生更易接受,有利于提高学习效果;② 每个知识点都穿插有相应形象生动的案例,实现了学生在学习过程中从记忆知识到运用知识的转变,也利于培养学生完成工作任务的职业能力;③ 充分体现了“教、学、做”合一的总体原则,真正实现了职业教育“做中学、做中教”的特点,在这样的教学过程中,师生间、同学间都可以通过课堂教学以及教学空间互动,学生由被动接受者变为了主动参与者,显然,学习兴趣会随之增强;④ 以工作任务为中心,要求教学活动必须在真实或者仿真的工作场景及先进的生产技术设备环境中进行,学生可以现学现用,更易于培养把基本知识点应用于实践的应用能力和操作技能;⑤ 每种教材都配有教学资源,其多媒体课件使教学变得直观形象,同时也使资源共享成为了现实。实践证明,运用模块化教材进行教学,是高等职业院校教学改革的重要特色和一大亮点。

“对接产业、工学结合,深入推进职业教育集团化办学,深化人才培养模式改革”的职业教育发展思路已越来越成为我国职教工作者的共识。在此,衷心地希望学生在这套新教材的帮助下,掌握基本知识点,熟练操作技能,养成良好的职业素养,努力使自己真正成为紧跟经济社会发展步伐,符合市场需求的生产、建设、管理和服务一线的高素质技术应用型人才。

# 前 言

随着中国经济的高速发展,居民收入的日益增多,汽车已经广泛进入千家万户,并且其需求量还在不断扩大。德、美、日、法、意、韩等汽车生产国纷纷在中国设立合资企业,把最高档、最先进的车型引入中国,而我国的民族汽车工业也正处于蓬勃发展时期,我国即将进入汽车时代。汽车技术的快速发展给我国汽车维修行业带来了机遇和挑战。

电控发动机是汽车最主要的组成部分,是机电一体化的典型产品。

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的精神,紧密结合高等职业教育汽车专业技能紧缺人才培养目标的需求而编写的。本书在讲授汽车发动机电控系统的结构、工作原理的同时,将发动机电控系统零部件检测、故障诊断、维护与保养、故障综合分析 with 实训等内容融为一体。本教材以典型的国内外车型为基础,结合实际,突出重点,加强了针对性和实用性。

本书由长沙职业技术学院阳文辉担任主编,长沙职业技术学院李晖担任主审,长沙职业技术学院张朝许、湖南交通职业技术学院毛丽担任副主编,常德职业技术学院王德云、长沙职业技术学院张月异参编。编写分工:张朝许编写模块一、模块二,阳文辉编写模块三,毛丽编写模块四,王德云编写模块五,张月异编写模块六和模块七。

在编写过程中参考了大量相关著作和文献资料,在此向有关作者表示真诚的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 出版说明

## 前言

## 模块一 汽车电子化与发动机电控

### 技术 ..... 1

### 知识准备 ..... 1

- 一、汽车电子控制系统的分类 ..... 1
- 二、汽车电子现状及关键技术 ..... 3
- 三、电控技术对发动机性能的影响 ..... 3
- 四、发动机电控技术的发展 ..... 4
- 五、发动机电控系统的基本组成与工作  
原理 ..... 4

### 任务 ..... 8

- 任务 1 电控汽油发动机总体结构的  
认识 ..... 8

## 模块二 汽油机电控燃油喷射系统 ..... 12

### 知识准备 ..... 12

- 一、电控燃油喷射系统的分类 ..... 12
- 二、电控燃油喷射系统的优点 ..... 15
- 三、电控燃油喷射系统的功能 ..... 16
- 四、电控燃油喷射系统的组成 ..... 19
- 五、电控燃油喷射系统的工作原理 ..... 21
- 六、空气供给系统主要部件的结构 ..... 23
- 七、燃油供给系统主要部件的结构 ..... 30
- 八、控制系统主要部件的结构 ..... 37

### 任务 ..... 45

- 任务 1 供给系统主要部件的检修 ..... 45
- 任务 2 传感器的检修 ..... 48
- 任务 3 燃油供给系统的检修 ..... 53
- 任务 4 控制系统主要部件的检测 ..... 57

## 模块三 汽油机电控点火控制系统 ..... 64

### 知识准备 ..... 64

- 一、电控点火系统的作用及类型 ..... 64
- 二、电控点火系统的控制功能 ..... 65
- 三、电控点火系统的组成 ..... 71
- 四、电控点火系统的工作原理 ..... 72
- 五、电控点火系统主要部件的构造 ..... 73

### 任务 ..... 76

- 任务 1 电控点火系统主要部件的检修 ..... 76
- 任务 2 电控点火系统常见故障的诊断  
与排除 ..... 78

## 模块四 汽油机辅助控制系统 ..... 83

### 知识准备 ..... 83

- 一、进气增压控制系统 ..... 83

- 二、怠速控制系统 ..... 85

- 三、排放控制系统 ..... 89

- 四、巡航控制及电控节气门系统 ..... 93

- 五、冷却风扇控制系统 ..... 98

- 六、自诊断系统 ..... 98

- 七、其他辅助控制系统 ..... 100

### 任务 ..... 102

- 任务 1 怠速控制系统的检测 ..... 102

- 任务 2 进气控制系统的检测 ..... 104

- 任务 3 排放控制系统的检测 ..... 106

## 模块五 汽油机电控系统常见故障诊断 与检修 ..... 111

### 知识准备 ..... 111

- 一、检修注意事项 ..... 111

- 二、检测诊断常用工具、仪表及仪器 ..... 112

- 三、故障检测的程序与方法 ..... 118

- 四、汽油机电控系统常见故障的诊断  
方法 ..... 124

- 五、电控汽油机常见故障的诊断与排除 ..... 126

### 任务 ..... 131

- 任务 1 常见车型故障码的调取和清除 ..... 131

- 任务 2 汽车电控系统常见故障的诊断与  
分析 ..... 137

## 模块六 柴油机电控技术简介 ..... 143

### 任务 ..... 143

- 任务 1 了解柴油机电控系统的发展和  
优点 ..... 143

- 任务 2 了解柴油机电控燃油喷射系统的  
组成和功能 ..... 146

- 任务 3 了解柴油机供（喷）油量的控制  
方式 ..... 150

## 模块七 燃气发动机电控技术简介 ..... 158

### 任务 ..... 158

- 任务 1 了解燃气汽车的发展及其类型 ..... 158

- 任务 2 两用燃料发动机电控混合器  
燃气供给系统 ..... 161

- 任务 3 了解电控燃气喷射系统 ..... 166

## 附录 汽车发动机电控系统常用英文

### 缩写 ..... 172

## 参考文献 ..... 177



## 模块一 汽车电子化与发动机电控技术

汽车电子控制技术最早应用于发动机,汽油机电控技术是电子技术应用在汽车上的主要标志。如今电子技术水平不断提高,而全球能源紧缺、环境保护以及交通安全问题又促使汽车油耗和排放法规不断完善,这都促进了汽车发动机电控技术的发展。

安全、环保以及节能是现在汽车技术发展的主要方向,采用电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统等易于应用的电子控制新技术才能有所突破,这也是解决诸多技术难题的最佳途径。



### 知识准备

#### 一、汽车电子控制系统的分类

早期各种车用电控系统都是相互独立的,因电子技术的发展水平有限,一个电子控制系统仅能单独对汽车的某一功能进行控制。而采用多个控制系统,就要用多个电子控制单元(ECU),若几个控制系统都需要用同一个传感器信号时,则需要设置几个同样的传感器,因此造成控制系统结构和线路复杂、成本较高且维修困难。采用独立控制系统很难实现综合优化控制,其控制效果也较差。现代汽车上广泛应用的是集中控制系统,即将多种控制功能集中到一个ECU上,使汽车上的电控系统结构和线路大大简化,制造成本也随之降低,为电控技术在汽车上的推广提供了有利条件。

通过汽车内部网络的通信线路,完成系统之间必要信息的传送与接收,从而实现高度集中控制与集中故障诊断的整车控制技术成为汽车电子控制技术发展的必然趋势。

##### 1. 电控燃油喷射系统

在电控燃油喷射系统(EFI)中,控制喷油量是其最重要的控制内容,ECU主要是根据进气量来确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等)信号对喷油量进行修正,使发动机在各种运行工况下都能获得最佳浓度的混合气,以此提高发动机的动力性、经济性以及排放性。

除对喷油量的控制外,电控燃油喷射系统的功能还包括供油正时控制、断油控制及燃油泵控制。

##### 2. 电控点火系统

电控点火系统(ESA)主要功能是控制点火提前角。该系统根据各相关传感器信号来判断发动机的运行工况及运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,从而改善发动机的燃烧过程来实现提高发动机动力性、经济性以及降低排放污染的目标。

电控点火系统还具有通电时间控制和爆燃控制的功能。

##### 3. 增压控制系统

增压控制系统的功能是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在安装有废气涡轮增压装置的汽车上,ECU根据检测到的进气歧管压力来对增压装置进行控制,从而控制进气增

压的强度。

#### 4. 怠速控制系统

怠速控制系统 (ISC) 是发动机的辅助控制系统, 其功用是在发动机怠速工况下, 根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作以及变速杆是否挂入档位等状况, 通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制, 使发动机随时以最佳怠速转速运转。

#### 5. 进气控制系统

进气控制系统可根据发动机转速及负荷的变化来对发动机的进气进行控制, 以提高发动机的充气效率, 从而改善发动机的动力性。

#### 6. 排放控制系统

排放控制系统主要是对发动机排放控制装置的工作进行电子控制。排放控制的项目主要包括废气再循环 (EGR) 控制、二次空气喷射控制、活性炭罐电磁阀控制、氧传感器控制以及空燃比闭环控制等。

#### 7. 自诊断与报警系统

在发动机电控系统中, ECU 都具有自诊断系统, 对控制系统各部分的工作情况进行监测。

当 ECU 检测来自传感器或输送给执行元件的故障信号时, 就会立即使仪表板上的“CHECK ENGINE”灯 (即故障指示灯) 亮, 以提示驾驶人发动机有故障; 同时, 系统将故障信息以设定的代码 (即故障码) 形式存储在存储器中, 便于帮助维修人员确定故障的类型及故障范围。

维修车辆时, 维修人员可通过特定的操作程序或借助专用设备来调取故障码。故障排除后, 必须要通过特定的操作程序清除故障码, 以免与新的故障信息相混杂而给故障诊断带来困难。

#### 8. 警告提示系统

一旦控制系统出现故障, 由 ECU 控制的各种指示和报警装置就会及时发出信号以警告提示驾驶人, 如氧传感器失效或油箱油温过高等。

#### 9. 巡航控制系统

巡航控制系统的功用是当驾驶人设定巡航控制模式后, ECU 可根据汽车运行工况和运行环境的信息来自动控制发动机工作, 使汽车自动维持在一定的车速行驶。

#### 10. 失效保护系统

失效保护系统的主要功能是在传感器或传感器线路发生故障时, 控制系统可自动按 ECU 中预先设定的参考信号值进行工作, 以使发动机能继续运转。如冷却液温度传感器电路有故障时, 可能会向 ECU 输入低于  $-50^{\circ}\text{C}$  或高于  $139^{\circ}\text{C}$  的冷却液温度信号, 而失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度信号 ( $80^{\circ}\text{C}$ ) 来控制发动机工作, 否则会引起混合气过浓或过稀而导致发动机不能工作。

若是对发动机工作影响较大的传感器或电路发生故障时, 失效保护系统则会自动控制发动机停止工作。如 ECU 接收不到点火控制器返回的点火确认信号时, 失效保护系统会立即停止燃油喷射, 以防因大量燃油进入气缸而不能点火工作。

#### 11. 应急备用系统

应急备用系统的功能是当控制系统发生故障时, 自动起用备用系统 (备用集成电路), 按设定的信号来控制发动机进入强制运转状态, 从而防止车辆停驶在路途中。但应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能, 并不能保证发动机的性能。



除了上述的控制系统外,目前应用于发动机中的电控系统还有冷却风扇控制系统、配气正时控制系统以及发电机控制系统等。上述各控制系统在不同的汽车发动机上都或多或少地被采用,但随着汽车技术和电子技术的发展,发动机控制系统的功能必将日益增加。

## 二、汽车电子现状及关键技术

从20世纪90年代中期到现在,电子技术在汽车上的应用越来越普遍。例如,在汽车动力控制方面,发动机管理系统(EMS)增加了变速器的控制功能,组成了动力传动控制系统(PCM)控制;在汽车主动安全控制方面,将防抱死制动系统(ABS)、驱动防滑系统(ASR)、电子差速系统(EDS)和电子稳定程序(ESP)等功能集成在一起;在汽车被动安全控制方面,发展了安全带和安全气囊(SRS)的综合控制技术。由于汽车上的这些电控装置越来越多,使得车上的线束变得非常粗大。为了减少导线的数量,控制局域网(CAN)总线技术则得到了很大的发展。CAN总线将各种汽车电子装置串接成为一个网络,各控制装置可以通过通信线为其他控制装置提供数据服务。

如今汽车电子装置产品的开发周期不断缩短,每年新的电子系统性能都在改进,而且其质量、外形、价格及功耗都在变小。汽车电子装置的应用范围进一步扩大,已逐渐取代了汽车各主要传统的机械操作系统,电子装置的费用已占到整车成本的50%以上。

现代汽车电控技术的发展具备交通安全、环境保护以及节能三大特点,并且电子化主要体现在以“人—车—环境”为主线的系统工程整体的优化上,即实现人工智能。例如使汽车不仅能在高速公路上行驶,而且能在信息高速公路上奔驰;不仅成为人们可靠的交通工具,而且将变成人际间交往的流动办公室和娱乐室,成为人类社会活动中的重要场所之一。

汽车电子的关键技术是集中控制系统。随着电子技术的迅速发展,汽车ECU采用了数字电路和大规模集成电路,其集成度也越来越高,加上微机速度的不断提高和存储容量的增加使其控制功能大大增加。汽油喷射控制、点火控制以及其他控制系统相关的各种控制器,因所用的传感器很多都可通用,如冷却液温度传感器和进气温度传感器等,所以利用控制功能集中化就可以不必按功能的不同来设置传感器和ECU,而是将多种控制功能集中到一个ECU上,不同控制功能所共同需要的传感器也就只设置一个。该控制方式称为集中控制系统,也就是汽车微机控制系统。

集中控制的各系统既能独立执行相应的控制功能,又能相互间在极短的时间内交换大量信息资料,如转速、负荷及车速等,所以现代汽车微机控制系统是一个十分复杂的综合控制系统。在不同的车型上,各电控系统的组合形式和控制项目各不相同。如有的车型将发动机控制系统与自动变速控制系统共用一个ECU控制,有的车型则各自用一个ECU控制;大多数车型的怠速控制是由发动机ECU控制,但也有车型将定速、怠速以及加速控制共同由一个ECU控制。控制项目对于不同的车型各有取舍,一般发动机ECU集中了较多的控制功能,故又称为主ECU。

另外,车载网络系统技术的应用也越来越关键。因传统的电气线路已无法适应现代汽车电子系统的发展,而采用串行总线实现多路传输,组成汽车电子网络,可大大简化目前的汽车电路,满足汽车电子技术发展的要求。

## 三、电控技术对发动机性能的影响

电子控制的灵活性以及微机强有力的综合处理功能,可使汽车发动机能在各种运行工况下实现全面优化运行,从而提高发动机的性能。

### 1. 提高发动机的动力性

在电控发动机上,电控燃油喷射系统的应用减小了进气阻力;对于部分采用了进气控制系统的发动机,还提高了充气效率,从而使进入气缸的空气得到了充分的利用,提高了发动机的动力性。

### 2. 改善发动机的起动性能

发动机起动和暖机时,控制系统能根据发动机的温度变化,对进气量和供油量进行精确控制,从而保证发动机顺利起动和平稳地经过暖机过程,可明显改善发动机的低温起动性能和热机运转性能。

### 3. 改善发动机的加速和减速性能

在加速或减速运行的过渡工况下,ECU 的高速处理功能可使控制系统能够迅速地响应,让汽车加速或减速的反应更为灵敏。

### 4. 提高发动机的燃油经济性

在各种运行工况和运行环境下,电控系统都能精确地控制发动机工作所需的混合气浓度,使其燃烧更完全,燃油利用更充分,即提高了发动机的燃油经济性。

### 5. 降低排放污染

电控系统通过对发动机在各种运行工况和运行环境下的优化控制,提高了燃油燃烧质量,减少了因燃烧不充分生成的有害废气的排放量。同时,各种排放控制系统在汽车上的应用使发动机的排放污染大大降低。

### 6. 降低故障发生率

电控系统对发动机各种运行工况的优化控制以及电控系统自身的不断完善,使发动机的故障发生率大大降低。而自我诊断与报警系统的应用,又提高了故障诊断的速度和准确性,可缩短汽车因发动机故障而停驶的时间,具备了良好的社会效益和经济效益。

## 四、发动机电控技术的发展

随着汽车保有量的快速增加,汽车污染问题日益严重,汽车污染物排放法规越来越严格。未来汽车发动机电子控制技术仍将把按规定时间达到规定排放标准作为主要发展方向。同时,由于能源越来越紧张,降低汽油机的能耗已经成为发动机电控技术的发展趋势。

为了满足更严格的排放法规,减少二氧化碳的排放,汽油机缸内直喷技术和分层稀薄燃烧控制技术将是汽油机技术发展的重要方向。为了实现分层稀薄燃烧,除了需要对汽油机的本身结构进行重大改进外,还需对电控系统的控制功能进一步完善。电控系统需新增的主要控制功能包括喷油规律控制、可燃混合气浓度分布控制、输出转矩控制以及可变 EGR 控制。

为了实现单段预混燃烧,除了需对柴油机本身结构和喷油系统进行重大改进外,电控系统还需增加的控制功能包括喷油规律控制(即喷油定时、喷油量以及喷射速率控制等)、燃烧过程反馈控制、进气涡流控制以及配气正时控制等。

## 五、发动机电控系统的基本组成与工作原理

### 1. 发动机电控系统的控制内容及功能

目前应用于汽车发动机的常用电子控制系统主要有电控燃油喷射系统、电控点火系统、增压控制系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、自诊断与报警系统、警告提示系统以及巡航控制系统等。通常将电子控制燃油喷射系统和电子控制点火系统以外的其他控制系统称为辅助控制系统。

发动机电子控制系统的主要控制功能是燃油控制和点火控制。

1) 电子控制燃油喷射系统的功能主要包括喷油量控制和喷射正时控制。系统 ECU 主要根据空气流量传感器提供的进气量信号确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器和节气门位置传感器)信号对喷油量进行修正,能有效控制混合气空燃比,使发动机在各种工况下的空燃比达到较佳值并能获得最佳浓度的混合气,从而提高功率、降低油耗及减少排气污染等。若采用与发动机转动同步的顺序独立喷射方式时,ECU 还要根据发动机各缸的点火顺序,将燃油喷射时间控制在一个最佳的时刻。此外,该系统还能进行断油控制和燃油泵控制。

2) 电子控制点火系统的主要功能包括点火提前角控制、闭合角控制、爆燃控制及恒流控制。电子控制点火系统可使发动机在不同转速和不同负荷条件下,根据各相关传感器信号来判断发动机的运行工况和运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,并根据蓄电池的电压和转速等信号控制点火线圈初级电路的通电时间,从而改善发动机的燃烧过程,使其输出最大的功率和转矩,而将油耗和排放降到最低。

## 2. 发动机电控系统的组成

发动机电控系统主要由传感器、ECU 以及执行器三大部分组成。其中传感器将采集到的汽车运行状况和发动机工况等信号转换成电信号输送给 ECU。ECU 接收到信息后,进行存储、计算及分析处理后发出相应的控制指令给执行器。各执行元件执行来自 ECU 的指令来完成控制目的。发动机电控系统的基本组成如图 1-1 所示。大众桑塔纳 2000GSI AJR 发动机 M3.8.2 电子控制系统组成示意图如图 1-2 所示。

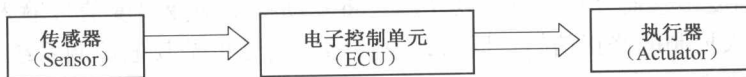


图 1-1 发动机电控系统的基本组成

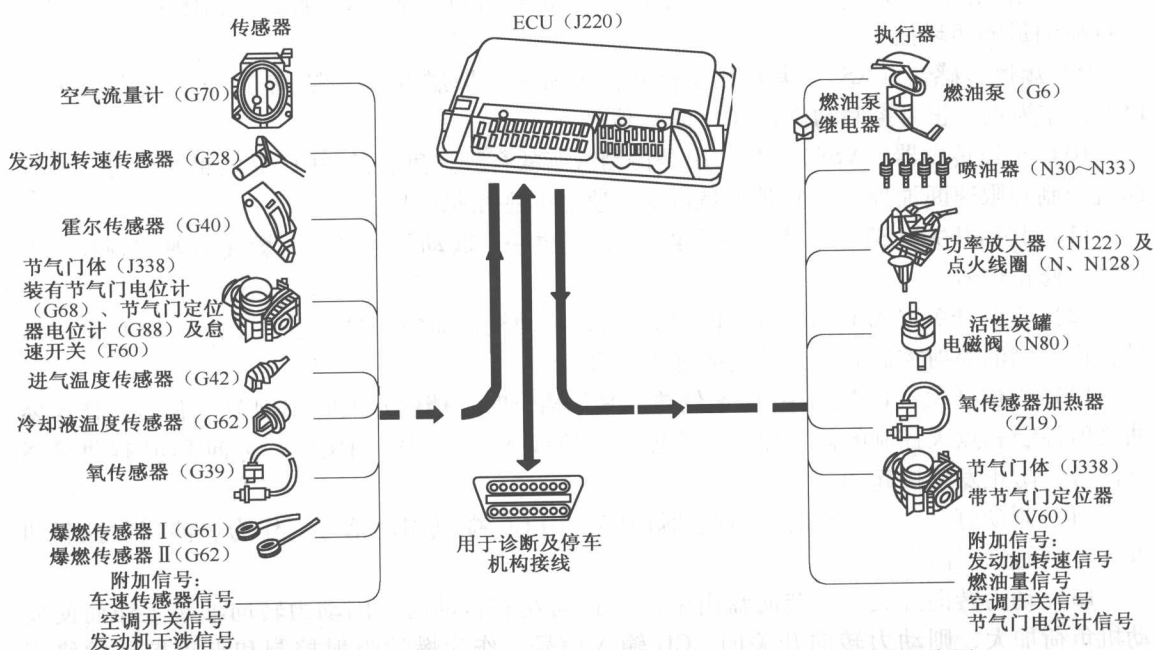


图 1-2 大众桑塔纳 2000GSI AJR 发动机 M3.8.2 电子控制系统组成示意图

(1) 传感器 传感器是电控系统中的信号输入和转换装置,其功用是检测发动机运行状态的各种电量参数、物理或化学量等控制系统所需的信息,并将其转换成微机所能识别的电信号,通过线路输送给 ECU。发动机电子控制系统中常见的传感器及其功能如下:

1) 空气流量传感器(MAFS)。在 L 型电控燃油喷射系统中,由空气流量传感器测量发动机的进气量,再将信号输入 ECU,作为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(MAPS)。在 D 型电控燃油喷射系统中,由进气歧管绝对压力传感器测量进气歧管内气体的绝对压力,再将信号输入 ECU,作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

3) 节气门位置传感器(TPS)。其功用是检测节气门的开度及开度变化,如全闭、全开及节气门开闭的速率(单位时间内开闭的角度)信号,并将信号输入 ECU,用于燃油喷射控制及其他辅助控制。

4) 曲轴位置传感器(CKPS)。曲轴位置传感器也称转速传感器,用来检测曲轴转角位移,将发动机转速信号和曲轴转角信号输入 ECU,作为喷油正时控制和点火正时控制的主控制信号。

5) 凸轮轴位置传感器(CMPS)。其功用是将曲轴转角基准位置信号(G 信号)输入 ECU,作为喷油正时控制和点火正时控制的主控制信号。

6) 进气温度传感器(IATS)。其功用是将进气温度信号输入 ECU,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

7) 冷却液温度传感器(ECTS)。其功用是将发动机冷却液温度信号输入 ECU,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。同时,该传感器信号也是其他控制系统(如怠速控制、EGR 控制等)的控制信号。

8) 氧传感器( $O_2S$ )。其功用是检测排气中的氧含量,向 ECU 输送空燃比的反馈信号,进行喷油量的闭环控制。

9) 爆燃传感器(KS)。其功用是检测汽油机是否爆燃及其爆燃强度,再将此信号输入 ECU,作为点火正时控制的修正(反馈)信号。

10) 车速传感器(VSS)。其功用是检测汽车的行驶速度,给 ECU 提供车速信号,用于巡航控制和限速断油控制,同时也是自动变速器的主控制信号。

11) 起动开关(STA)。其功用是给 ECU 提供一个起动信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

12) 空调开关(A/C)。空调开关打开后,发动机负荷增加时,空调开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

13) 档位开关(P/N)。由 P/N 位挂入其他档位时,档位开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。若挂入 P 位或 N 位,则空档位置开关向 ECU 提供 P/N 位信号,防止发动机起动。

14) 制动灯开关。制动时,由制动灯开关向 ECU 提供制动信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

15) 动力转向开关。当转向盘由中间位置向左右转动时,因动力转向油泵工作而使发动机负荷加大,则动力转向开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正

信号。

16) 巡航(定速)控制开关。当选定巡航控制状态时,巡航控制开关向 ECU 输入巡航控制状态信号,由 ECU 对车速进行自动控制。

17) 蓄电池电压( $U_{BAT}$ )信号。通过向 ECU 提供电压信号,作为燃油喷射控制的修正信号。

(2) 电子控制单元 电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU)是一种综合电子控制装置。ECU 主要由输入回路、A-D 转换器、微机以及输出回路四部分组成,其外观及构造示意图如图 1-3 所示。

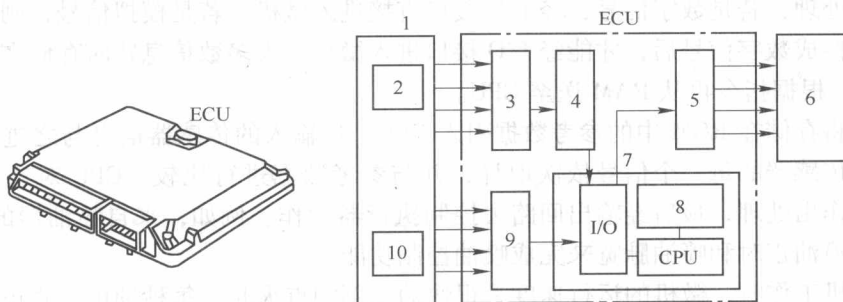


图 1-3 ECU 的外观及构造示意图

1—传感器 2—模拟信号 3、9—输入回路 4—A-D 转换器 5—输出回路 6—执行器  
7—微机 8—存储器(RAM/ROM) 10—数字信号

ECU 的功用是存储该车型的特征参数和运算中所需的有关数据信息,给传感器提供参考(基准)电压;接收传感器或其他装置输入的信息,并将信息转变为微机所能接收的信号;运算分析,即根据信息参数算出执行命令并输出给执行器;将输出的信息与标准值进行对比,查出故障并输出故障信息;自我修正(即自适应功能)。在发动机控制系统中,ECU 不仅用来控制汽油喷射系统,同时还具有点火提前角控制、进气控制、排放控制、怠速控制、失效保护以及备用控制系统等多项控制功能。由于使用微机,与以往的模拟电路控制相比,信号处理的速度和容量大大提高,可实现多功能的高精度集中控制。

(3) 执行器 执行器是电控系统中的执行机构,其功能是接受 ECU 的指令,完成具体的控制动作。发动机电控系统的常见执行器及其主要功能如下:

- 1) 点火控制器(ICM)。其功能是根据 ECU 的脉冲信号来控制点火。
- 2) 电磁喷油器(INJ)。其功能是根据 ECU 的喷油脉冲信号,精确计量燃油的喷射量。
- 3) 怠速控制阀(ISCV)。其功能是根据发动机的负荷情况,控制发动机的怠速转速。
- 4) 节气门控制电动机(TCM)。其功能是根据 ECU 控制节气门的开度。
- 5) 空调控制真空电磁阀(ACV)。其功能是根据 ECU 控制空调工作。
- 6) 废气再循环阀(EGRV)。其功能是根据 ECU 控制废气再循环量。
- 7) 进气控制阀(IACV)。其功能是根据 ECU 控制进气系统工作。
- 8) 二次空气喷射阀(SAIV)。其功能是根据 ECU 脉冲信号控制二次空气喷射量。
- 9) 活性炭罐电磁阀(ACCV)。其功能是根据 ECU 的控制指令信号,回收发动机内部的燃油蒸气,以减少污染。

- 10) 电动燃油泵 (FP)。其功能是供给燃油喷射系统规定压力的燃油。
- 11) 真空电磁阀 (VSV)。其功能是根据 ECU 的指令控制真空管路的通断。
- 12) 巡航控制电磁阀 (CCSV)。其功能是根据 ECU 的指令控制巡航系统。

### 3. 发动机电控系统的工作原理

当发动机启动时, ECU 即进入工作状态。某些程序或步骤从只读存储器 (ROM) 中取出, 进入中央处理器 (CPU)。这些程序可用来控制点火、燃油喷射或怠速等, 通过 CPU 的控制, 各个指令逐个进行循环执行。

执行程序过程中所需的发动机信息, 来自各传感器。从传感器发送来的信号, 先进入输入回路进行处理, 若是数字信号, 经 I/O 接口直接进入微机; 若是模拟信号, 则要经过 A-D 转换器, 转换成数字信号后, 才能经 I/O 接口进入微机。大多数信息暂时存储在随机存储器 (RAM) 内, 根据指令再从 RAM 送至 CPU。

有时需将存储在 ROM 中的参考数据引入 CPU, 将输入的传感器信息与之进行比较, 即对来自有关传感器的每一个信号依次取样, 并与参考数据进行比较。CPU 对这些数据进行比较运算再作出处理, 最后经输出回路去控制执行器动作。例如, 来自喷油器的驱动信号, 则通过控制喷油正时和喷油脉宽来完成喷油控制功能。

当发动机工作时, 微机的运行速度是很快的。例如点火时, 每秒钟可以修正上百次, 故其控制精度是相当高的。



## 任务

### 任务 1 电控汽油发动机总体结构的认识

#### 一、任务目的

- 1) 了解发动机电子控制系统的基本构造及其功用。
- 2) 能识别各常见传感器及执行器, 并知道其安装位置。

#### 二、任务内容

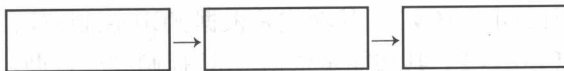
观察轿车的发动机, 找出电控系统各组成部件的安装位置, 了解其作用, 并填写实训单。

#### 三、任务准备

准备轿车整车或发动机试验台、与该车型相关的资料以及任务工单。

#### 四、任务实施

- 1) 填写发动机电子控制系统的基本组成简图。



- 2) 结合轿车整车 (如大众桑塔纳 2000GSi 轿车) 或发动机试验台, 在发动机上找出图 1-4 所示的各种元器件的安装位置, 并说出各元器件所具有的功用。

填写出图 1-4 中与各元器件名称相对应的数字。



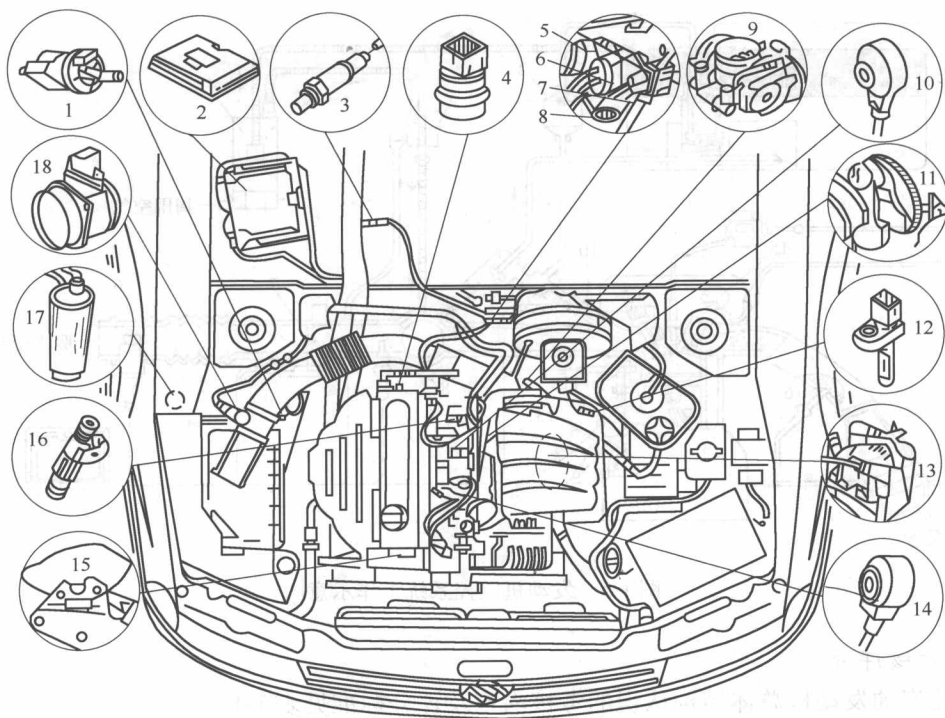


图 1-4 大众桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 M3.8.2 电控系统各组成部件的安装位置

- ① 霍尔凸轮轴位置传感器 G40    ② 活性炭罐电磁阀 N80    ③ 喷油器 N30 ~ N33    ④ 活性炭罐  
 ⑤ 氧传感器 G39    ⑥ 氧传感器插接器 (黑色)    ⑦ 热膜式空气流量传感器 G70    ⑧ 电控单元 J220  
 ⑨ 节气门控制组件 (节流阀体) J338    ⑩ 冷却液温度传感器 G62    ⑪ 转速传感器插接器 (灰色)  
 ⑫ 曲轴位置传感器 G28    ⑬ 进气温度传感器 G72    ⑭ 1 号爆燃传感器 G61  
 ⑮ 1 号爆燃传感器插接器 (白色)    ⑯ 2 号爆燃传感器插接器 (黑色)  
 ⑰ 点火线圈及点火控制器总成 N152    ⑱ 2 号爆燃传感器 G66

### 3) 填写出图 1-5 中所标示的各元器件的名称。

- |         |         |
|---------|---------|
| ① _____ | ② _____ |
| ③ _____ | ④ _____ |
| ⑤ _____ | ⑥ _____ |
| ⑦ _____ | ⑧ _____ |
| ⑨ _____ | ⑩ _____ |
| ⑪ _____ | ⑫ _____ |
| ⑬ _____ | ⑭ _____ |
| ⑮ _____ | ⑯ _____ |

## 五、考核

### 1. 考核要求

- 1) 能在发动机上找出各种常见元器件。
- 2) 说出各常见元器件所具有的功用。

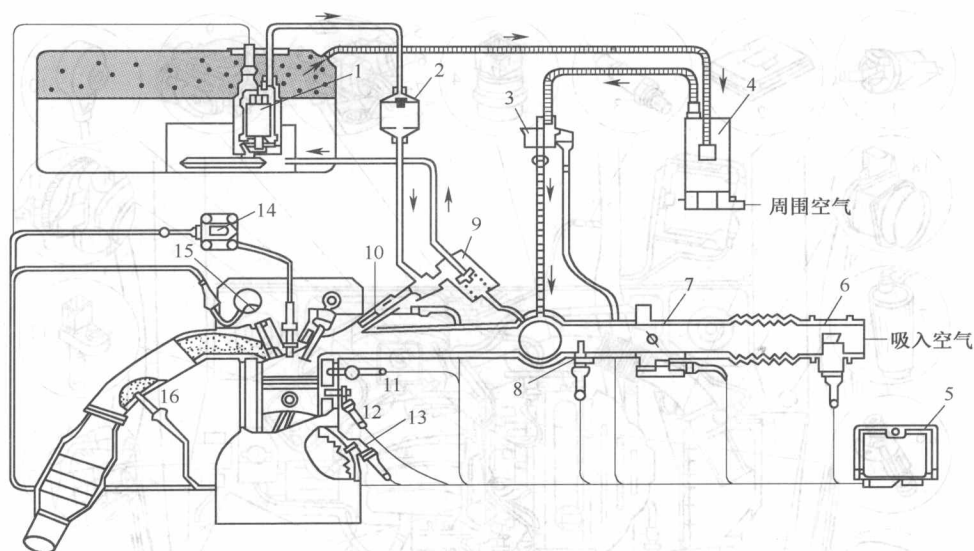


图 1-5 发动机电控系统工作示意图

## 2. 考核评分

电控汽油发动机总体结构认识的考核内容及评分标准见表 1-1。

表 1-1 电控汽油发动机总体结构认识的考核内容及评分标准

| 序 号 | 考 核 内 容          | 配 分 | 评 分 标 准        | 考 核 记 录 | 扣 分 | 得 分 |
|-----|------------------|-----|----------------|---------|-----|-----|
| 1   | 填写发动机电子控制系统的基本组成 | 14  | 错误一项扣 5 分，扣完为止 |         |     |     |
| 2   | 在发动机上找出各种常见元器件   | 36  | 正确一项得 2 分      |         |     |     |
| 3   | 说出各常见元器件的功用      | 18  | 正确一项得 1 分      |         |     |     |
| 4   | 填写图 1-5 中的元器件名称  | 32  | 正确一项得 2 分      |         |     |     |
| 5   | 分数总计             | 100 |                |         |     |     |

## 知识回顾

● 汽车电子控制系统包括电控燃油喷射系统、电控点火系统、增压控制系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、自诊断与报警系统、警告提示系统、巡航控制系统、失效保护系统以及应急备用系统等。

● 电控技术对发动机性能的影响有：提高发动机的动力性能、改善发动机的起动性能、改善发动机的加速和减速性能、提高发动机的燃油经济性能、降低排放污染以及降低故障发生率。

● 发动机电控系统主要由传感器、ECU 以及执行器三大部分组成。其中传感器将采集到的汽车运行状况和发动机工况等信号转换成电信号输送给 ECU。ECU 接收到信息后，进

行存储、计算及分析处理后发出相应的控制指令给执行器。各执行元件执行来自 ECU 的指令来完成控制目的。

- 发动机电子控制系统中常见的传感器有：空气流量传感器 (MAFS)、进气歧管绝对压力传感器 (MAPS)、节气门位置传感器 (TPS)、曲轴位置传感器 (CKPS)、凸轮轴位置传感器 (CMPS)、进气温度传感器 (IATS)、冷却液温度传感器 (ECTS)、氧传感器 ( $O_2S$ )、爆燃传感器 (KS)、车速传感器 (VSS)、起动开关 (STA)、空调开关 (A/C)、档位开关 (P/N)、制动灯开关、动力转向开关、巡航 (定速) 控制开关以及蓄电池电压 ( $U_{BAT}$ ) 信号。

- ECU 主要由输入回路、A-D 转换器、微机以及输出回路四部分组成。

- 发动机电控系统常见的执行器有：点火控制器 (ICM)、电磁喷油器 (INJ)、怠速控制阀 (ISCV)、节气门控制电动机 (TCM)、空调控制真空电磁阀 (ACU)、废气再循环阀 (EGRV)、进气控制阀 (IACV)、二次空气喷射阀 (SAIV)、活性炭罐电磁阀 (ACCV)、电动燃油泵 (FP)、真空电磁阀 (VSV) 以及巡航控制电磁阀 (CCSV)。

### 思考题

1. 早期和现代的车用电控系统各有什么特点？现代车用电控系统的发展趋势是什么？
2. 举例说明现代电子技术在汽车上的应用。
3. 电子控制燃油喷射系统以及电子控制点火系统的功能各主要包括哪些？
4. 传感器的功用是什么？列举三个发动机电控系统中常见的传感器并说明其作用。
5. 在发动机控制系统中，ECU 的功用是什么？列举几个 ECU 可控制的系统。
6. 执行器是电控系统中的什么机构？其功能是什么？
7. 简述发动机电控系统的工作原理。