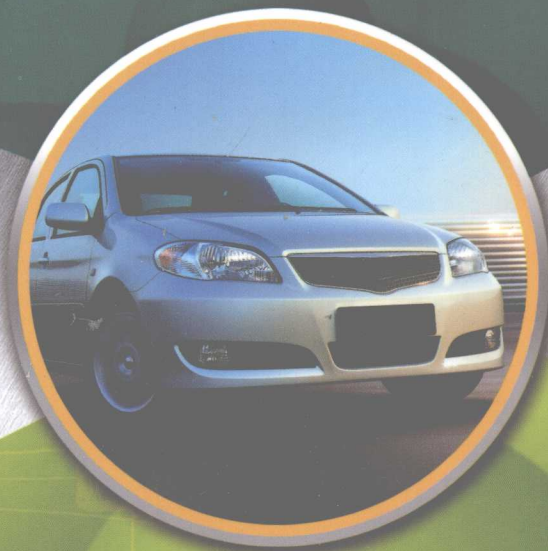


21 世纪高职高专规划教材

——汽车运用与维修系列

# 汽车发动机 电控技术

主 编/杨洪庆 副主编/刘映凯



 中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件

教育部  
职业教育与成人教育司  
组织编写

# 汽车发动机电控技术

主 编 杨洪庆

副主编 刘映凯

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控技术/杨洪庆主编  
北京:中国人民大学出版社,2009  
21世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列  
ISBN 978-7-300-10574-1

- I. 汽…
- II. 杨…
- III. 汽车-发动机-电子系统:控制系统-高等学校:技术学校-教材
- IV. U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 058292 号

21世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

**汽车发动机电控技术**

主 编 杨洪庆  
副主编 刘映凯

---

出版发行	中国人民大学出版社	邮政编码	100080
社 址	北京中关村大街 31 号		
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511398 (质管部)	
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148 (门市部)	
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275 (盗版举报)	
网 址	<a href="http://www.crup.com.cn">http://www.crup.com.cn</a>		
	<a href="http://www.ttrnet.com">http://www.ttrnet.com</a> (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	三河汇鑫印务有限公司		
规 格	185mm×260mm 16开本	版 次	2009年5月第1版
印 张	14.25	印 次	2009年5月第1次印刷
字 数	332 000	定 价	25.00元

---

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

## 编委会

主 任 王世震  
(教育部高等学校高职高专汽车类专业教指委副主任委员)

副主任 张红伟

委 员 (排名不分先后)

孔繁瑞	毛 峰	王丽梅	王富饶	刘 永
刘皓宇	刘雅杰	吴兴敏	吴 松	张 义
张 永	张立新	张西振	张 俊	李 宏
李 晗	杨宝成	杨洪庆	杨艳芬	杨智勇
陈纪民	明光星	段兴华	凌永成	徐景波
隋礼辉	惠有利	韩 梅	蔡广新	

## 出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的增长率递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

### 1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

### 2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使学生在专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术发展及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

### 3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

### 4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

### 5. 教材配备完善的立体化教学资源

本系列教材在研发的同时,希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教材配套

课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



## 前言

Preface

随着汽车电子技术的日趋发展和完善,汽车发动机电控技术已达到相当高的水平,这使得汽车维修行业及维修人员面临一次新的技术挑战。为此,传统的维修理念和维修方法已无法适应现代电子化汽车的维修,这就要求汽车维修人员必须掌握新型汽车技术及维修技术和方法。

本书充分考虑了目前国内高职高专教育的特点,充分考虑了生产一线对该专业人才知识、能力的要求,既适用国内中、高职汽车专业学生学习使用,也适用已从事维修工作的人员学习使用。在编写过程中,本着理论知识够用的原则,重点对发动机电控系统主要元件的结构和工作原理、常见故障诊断方法、检修方法进行了详细介绍。内容丰富,条理清晰,易于理解和掌握。

全书共分七单元,由辽宁交通高等专科学校杨洪庆副教授任主编,抚顺职业技术学院刘映凯任副主编,参编人员有辽宁省交通高等专科学校李晗、沈沉、明光星、惠有利、王丽梅、张凤云、项仁峰、李培军、张义、李园、马成、李政等。

本书编写过程中,参考了有关文献资料,谨向这些作者表示诚挚的谢意。

由于时间仓促和水平所限,书中不当甚至错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者 于沈阳  
2009年3月



目  
录



Contents

第一章 概述/1

学习任务一：汽车电子技术的发展/1

学习任务二：发动机电控系统的控制内容与方式/2

学习任务三：发动机电控系统的功能与组成/4  
知识与能力拓展/6

学习测试/7

第二章 汽油机电控燃油喷射系统/8

学习任务一：电控燃油喷射系统组成及分类/8

学习任务二：空气流量计结构和原理/12

学习任务三：空气流量计的检测/17

学习任务四：进气压力传感器结构和原理/22

学习任务五：进气压力传感器的检测/23

学习任务六：节气门位置传感器结构与原理/27

学习任务七：节气门位置传感器的检测/28

学习任务八：温度传感器结构与原理/32

学习任务九：温度传感器的检测/33

学习任务十：曲轴/凸轮轴位置传感器结构与原理/35

学习任务十一：曲轴/凸轮轴位置传感器的检测/43

学习任务十二：氧传感器结构与原理/45

学习任务十三：氧传感器的检测/47

学习任务十四：电动燃油泵结构与原理/50

学习任务十五：电动燃油泵及控制电路的检测/56

学习任务十六：燃油压力调节器结构与原理/57

学习任务十七：燃油系统压力的检测/60

学习任务十八：喷油器结构与原理/61

学习任务十九：喷油器的检测/65

学习任务二十：开关信号类型及检测/67

知识与能力拓展/70

学习测试/71

第三章 汽油喷射控制过程/79

学习任务一：喷油正时控制过程/79

学习任务二：喷油量控制过程/81



学习任务三：断油控制过程/83

学习测试/84

#### 第四章 汽油机电控点火系统/85

学习任务一：电控点火系统组成及配电方式/85

学习任务二：点火提前角控制/88

学习任务三：通电时间控制/91

学习任务四：爆震控制/92

学习任务五：电控点火系统故障诊断/99

知识与能力拓展/102

学习测试/102

#### 第五章 汽油机辅助控制系统/106

学习任务一：怠速控制理论/106

学习任务二：怠速控制系统的检测/113

学习任务三：进气控制理论/116

学习任务四：进气控制系统的检测/122

学习任务五：排放控制理论/124

学习任务六：排放控制系统的检测/132

学习任务七：故障自诊断原理及应用 /134

学习测试/138

#### 第六章 柴油机电控燃油喷射系统/143

学习任务一：柴油机电控燃油喷射系统概述/144

学习任务二：转子分配电控柴油喷射系统/148

学习任务三：电控泵喷嘴/单体泵柴油喷射系统/154

学习任务四：直列柱塞式电控柴油喷射系统/156

学习任务五：共轨式电控柴油喷射系统/160

学习任务六：典型柴油机电控元件检测/162

学习测试/185

#### 第七章 发动机常见故障诊断分析/189

学习任务一：发动机不能启动故障诊断/189

学习任务二：发动机启动困难故障诊断/193

学习任务三：发动机怠速不良故障诊断/196

学习任务四：发动机工作性能不良故障诊断/197

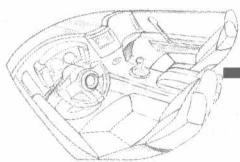
知识与能力拓展/201

学习测试/203

附录 I 典型汽油机电控燃油喷射系统电路图/205

附录 II 汽车发动机电控系统常用英文缩写/213

参考文献/217



### 引言

自全球第一辆汽车问世以来,随着汽车技术和电子技术的发展,汽车电子技术也得到了迅速发展,它已成为一个国家汽车工业发展水平的标志。

### 学习任务一 汽车电子技术的发展

**学习目标:** 了解电控技术对发动机工作性能的影响。

**学习方法:** 本任务为理论基础学习,教师可以通过 PPT 等多媒体手段来完成。

#### 一、汽车电子技术的发展阶段

从 20 世纪 60 年代至今,汽车电子技术的发展可分为三个阶段。第一阶段:从 20 世纪 60 年代中期到 20 世纪 70 年代中期,主要以硅二极管整流的交流发电机和电子调节器的应用为代表;第二阶段:从 20 世纪 70 年代末期到 20 世纪 90 年代中期,主要以电控汽油喷射系统、防抱死制动系统和电控点火系统的应用为代表;第三阶段:20 世纪 90 年代中期以后,电子技术在汽车上的应用越来越普遍,有电控车身高度和悬架刚度系统、定速巡航电控系统、电控空调系统、电控安全气囊系统、电控门窗系统等很多方面。因此,现代汽车电控技术的发展具备交通安全、环境保护和节能三大特点。

#### 二、电控技术对发动机性能的影响

##### 1. 提高了发动机动力性

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,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. 提高了发动机经济性

在各种运行工况和运行环境下,电控系统均能精确控制发动机工作所需的混合气浓度,使燃烧更完全、燃油利用更充分,从而提高发动机的燃油经济性。

### 3. 降低了排放污染

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,提高了燃烧质量。同时各种排放控制系统在汽车上的应用,都使发动机的排放污染大大降低。

### 4. 改善了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,电子控制单元的高速处理功能,使控制系统能够迅速响应,使汽车加速或减速反应更灵敏。

### 5. 改善了发动机的启动性能

在发动机启动和暖机过程中,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启动和平稳地经过暖机过程,可明显改善发动机的低温启动性能和热机运转性能。

此外,电控系统对发动机各种运行工况的优化控制和电控系统的不断完善,使发动机的故障发生率大大降低。自我诊断与报警系统的应用,提高了故障诊断的速度和准确性,缩短了汽车因发动机故障而停驶的时间,具有良好的社会效益和经济效益。

## 学习任务 发动机电控系统的控制内容与方式

**学习目标:** 了解发动机电控系统的控制内容和方式。

**学习方法:** 本任务为理论基础学习,教师可以通过 PPT 等多媒体手段来完成。

### 一、发动机电控系统的控制内容

#### 1. 电控燃油喷射系统 (EFI)

电控燃油喷射系统的功能是电子控制单元 (ECU) 根据进气量确定基本的喷油量,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均能获得最佳浓度的混合气,从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。除喷油量控制外,电控燃油喷射系统的功能还包括喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

#### 2. 电控点火装置 (ESA)

电控点火装置的功能是点火提前角控制。该系统根据各相关传感器信号,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,从而改善发动机的燃烧过程,以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。此外,电控点火装置还具有通电时间控制和爆震控制的功能。

#### 3. 怠速控制系统

怠速控制 (ISC) 系统是发动机辅助控制系统,其功能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、变速器是否挂入挡位等,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。

#### 4. 排放控制系统

排放控制系统的功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的

项目主要包括：废气再循环（ECR）控制、活性炭罐电磁阀控制、氧传感器和空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

#### 5. 进气控制系统

进气控制系统的功能是根据发动机转速和负荷的变化，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. 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。在装有废气涡轮增压装置的汽车上，ECU 根据检测到的进气管压力，对增压装置进行控制，从而控制增压装置对进气增压的强度。

#### 7. 巡航控制系统

驾驶员设定巡航控制模式后，ECU 根据汽车运行工况和运行环境信息，自动控制发动机工作，使汽车自动维持一定车速行驶。

#### 8. 警告提示

由 ECU 控制各种指示和报警装置，一旦控制系统出现故障，该系统能及时发出信号以警告提示，如氧传感器失效、油箱油温过高等。

#### 9. 自诊断与报警系统

在发动机控制系统中，电子控制单元（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 检测到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时，立即点亮仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯（俗称故障指示灯），以提示驾驶员发动机有故障；同时，系统将故障信息以设定的数码（故障码）形式储存在存储器中，以便帮助维修人员确定故障类型和范围。对车辆进行维修时，维修人员可通过特定的操作程序（有些需借助专用设备）调取故障码。故障排除后，必须通过特定的操作程序清除故障码，以免与新的故障信息混杂，给故障诊断带来困难。

#### 10. 失效保护系统

失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器线路发生故障时，控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作，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，失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度信号（ $80^{\circ}\text{C}$ ）控制发动机工作，否则会引起混合气过浓或过稀，导致发动机不能工作。

此外，当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停止发动机工作。如：ECU 收不到点火控制器返回的点火确认信号时，失效保护系统则立即停止燃油喷射，以防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电脑发生故障时，自动启用备用系统（备用集成电路），按设定的信号控制发动机转入强制运转状态，以防车辆停驶在路途中。应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能，但不能保证发动机性能。

除上述控制系统外，应用在发动机上的电控系统还有冷却风扇控制系统、配气正时

控制系统、发电机控制系统等。应当说明的是，上述各控制系统在不同的汽车发动机上，只是或多或少地被采用。此外，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、电控系统的控制方式

### 1. 开环控制

在控制系统中，如果输出端与输入端之间不存在反馈回路，输出量对系统的控制作用没有影响，该系统称为开环控制系统。发动机电控系统的开环控制是指 ECU 只根据各传感器信号对执行元件进行控制，而控制的结果是否达到预期目标，对其控制过程没有影响。开环控制方式比较简单，但系统出现扰动时，控制精度会降低。

### 2. 闭环控制

在控制系统中，如果输出端与输入端之间存在反馈回路，输出量对系统的控制作用有直接影响的系统，称为闭环控制系统。发动机电控系统的闭环控制系统除具有开环控制系统的功能外，还对其控制结果进行检测，并将检测结果（即反馈信号）输入 ECU，ECU 则根据反馈信号对其控制误差进行修正，所以闭环控制系统的控制精度比开环控制系统高。

在发动机电控系统中，空燃比反馈控制、爆震控制、废气再循环控制及点火提前角反馈控制等都采用了闭环控制。

## 学习任务三 发动机电控系统的功能与组成

**学习目标：**掌握发动机电控系统的功能与组成。

**学习方法：**本任务为理论基础学习，教师可以通过 PPT 等多媒体手段来完成。

### 一、电控系统的基本组成

发动机电控系统主要由传感器、电控单元和执行器三大部分组成，如图 1—1 所示。

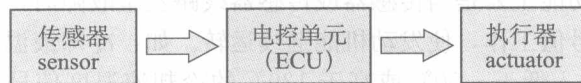


图 1—1 电控系统的基本组成

#### 1. 传感器

传感器是电控系统中的信号输入装置，其功用是采集控制系统所需的信息，并将其转换成电信号，通过线路输送给 ECU。

#### 2. 电控单元

电控单元的全称为 Electronic Control Unit，简称 ECU，是一种综合电子控制装置，其功用是储存该车型的特征参数和运算中所需的有关数据信息；给各传感器提供参考（基准）电压，接收传感器或其他装置输入的电信号，并对所接收的信号进行存储、计算和分析处理，根据计算和分析的结果向执行元件发出指令，或根据指令输出自身已储存的信

息；有自我修正功能等。

### 3. 执行器

执行器是电控系统中的执行机构，其功能是接受电控单元的指令，完成具体的控制动作。

## 二、常见传感器

发动机电控系统中常见的传感器及其类型和主要功能如表 1—1 所示。

表 1—1 常见传感器

序号	类型	英文缩写	主要功能
1	空气流量计	MAFS	在 L 型电控燃油喷射系统中，由空气流量计测量发动机的进气量，并将信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号
2	进气管绝对压力传感器	MAPS	在 D 型电控燃油喷射系统中，由进气管绝对压力传感器测量进气管内气体的绝对压力，并将该信号输入 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	检测节气门的开度及开度变化，如全关（怠速）、全开及节气门开闭的速率（单位时间内开闭的角度）信号，此信号输入 ECU，用于燃油喷射控制及其他辅助控制
4	凸轮轴位置传感器	CPS	给 ECU 提供曲轴转角基准位置信号（G 信号），作为喷油正时控制和点火正时控制的主控制信号
5	曲轴位置传感器（转速传感器）	CPS	用来检测曲轴转角位移，给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号，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	给 ECU 提供进气温度信号，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	给 ECU 提供发动机冷却液温度信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。冷却液温度传感器信号也是其他控制系统（如怠速控制和废气再循环控制等）的控制信号
8	车速传感器	VSS	检测汽车的行驶速度，给 ECU 提供车速信号（SPI 信号），用于巡航控制和限速断油控制，也是自动变速器的主控制信号
9	氧传感器	O <sub>2</sub> S	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
10	爆震传感器	KS	检测汽油机是否爆震及爆震强度，将此信号输入 ECU，作为点火正时控制的修正（反馈）信号
11	启动开关	STA	给 ECU 提供一个启动信号，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	当空调开关打开，向 ECU 输入信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号

续前表

序号	类型	英文缩写	主要功能
13	挡位开关	P/N	由 P/N 挡位挂入其他挡位时, 挡位开关向 ECU 输入信号, 作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。当挂入 P 或 N 挡位时, 空挡位置开关向 ECU 提供 P/N 挡位信号, 防止发动机启动
14	制动灯开关		在制动时, 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		当方向盘由中间位置向左右转动时, 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	蓄电池电压信号	U <sub>BAT</sub>	向 ECU 提供电压信号, 作为燃油喷射控制的修正信号

### 三、常见执行器

发动机电控系统的常见执行器及其类型和主要功能如表 1—2 所示。

表 1—2 常见执行器

序号	类型	英文缩写	主要功能
1	喷油器	INJ	根据 ECU 的喷油脉冲信号, 精确计量燃油喷射量
2	点火器	ICM	根据 ECU 脉冲信号, 控制点火
3	怠速控制阀	ISCV	控制发动机的怠速转速
4	巡航控制电磁阀	CCSV	根据 ECU 控制巡航系统
5	节气门控制电动机	TC	根据 ECU 控制节气门的开度
6	废气再循环阀	ECRV	根据 ECU 控制废气再循环量
7	进气控制阀	IACV	根据 ECU 控制进气系统工作
8	二次空气喷射阀	SAIV	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	根据电控单元的控制指令信号, 回收发动机内部的燃油蒸气, 以减少污染
10	燃油泵	FP	供给燃油喷射系统规定压力的燃油
11	真空电磁阀	VSV	根据 ECU 控制真空管路通断
12	空调控制真空电磁阀	ACU	根据 ECU 控制空调工作

### 知识与能力拓展

电控汽油喷射发动机, 全部工况都在 ECU 的监控下运行, 为防止由于使用方法不当, 维修不正确而造成损坏, 使用人员必须熟读汽车使用说明书、掌握电控汽油喷射和电控点火的基础知识, 此外还应注意以下几点:

- (1) 应掌握仪表盘上各开关、显示灯、仪表等的作用和功能, 并尽量弄清仪表盘上各英文缩写的含义, 熟练掌握操作要领, 避免误操作。
- (2) 应经常检查各线束连接器是否有油污、潮湿、松动等情况, 特别要避免电子元件的受潮、油污和剧烈振动。
- (3) 蓄电池的极性不能接反, 避免用外接电源启动发动机; 在使用过程中不要随意断



开蓄电池负极，以免丢失已存的故障信息。

(4) 打开点火开关后，“故障指示灯”点亮或均匀闪烁几秒钟后熄灭或发动机启动后熄灭为正常现象，在其他情况下“故障指示灯”点亮说明电控系统出现故障，应及时诊断维修。

(5) 对汽车加装额外大功率电器设备时要谨慎，如必须加装时，一定要考虑电波干扰问题。

(6) 在点火开关接通时，不允许拆开任何 12V 电器装置（如：蓄电池、怠速控制阀、喷油器、点火装置等）的连接线路，以防止电器装置中的线圈因自感作用产生的瞬时电压损坏 ECU 或传感器。

(7) 在维修中，需拆开线束连接器时，应注意各车型线束连接器的锁扣型式，不可盲目用力硬拉。安装时应注意将连接器插接到位，并将锁扣锁住。

(8) 在对燃油系统进行拆卸作业前，应拆开蓄电池负极电缆线，再释放燃油系统残余压力。

(9) 对电控系统电路或元件进行检查时，要正确使用工具、仪器等，万用表必须使用高阻抗数字型表。

## 学习测试

测试 1：汽车电子技术的发展分为哪几个阶段？

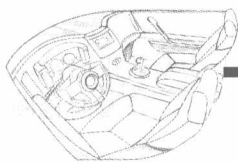
测试 2：电控技术对发动机工作性能有何影响？

测试 3：发动机电控系统控制内容有哪些？

测试 4：发动机电控系统控制方式有哪些？

测试 5：分析电控系统的基本组成及功用？

测试 6：电控系统常见传感器及执行器有哪些？各有何作用？



# 汽油机电控燃油喷射系统

### 引言

20 世纪 60 年代后期,随着电子技术的飞速发展,电子技术在汽车上的应用成为各国汽车工业的重要发展方向。电控燃油喷射系统的英文全称为“Electronic Fuel Injection”,简称 EFI 系统。目前,国内外汽车普遍采用电控燃油喷射系统。电控燃油喷射系统能根据汽车运行工况的变化,精确控制供给气缸的混合气浓度,实现最佳空燃比控制及最佳点火提前角控制,提高发动机的动力性、燃料经济性和降低排放污染。

### 学习任务一 电控燃油喷射系统组成及分类

**学习目标:**掌握电控燃油喷射系统的组成及分类。

**学习方法:**本任务为理论基础学习,教师可以通过 PPT 等多媒体手段来完成。

#### 一、发动机电控燃油喷射系统的组成

汽车发动机电控燃油喷射系统由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三部分组成。

##### 1. 空气供给系统

空气供给系统为发动机提供清洁的空气并控制发动机正常工作时的进气量。

##### 2. 燃油供给系统

燃油供给系统是供给喷油器一定压力燃油的装置,喷油器则根据电脑指令喷油。

##### 3. 电子控制系统

ECU 根据空气流量信号和发动机转速信号确定基本的喷油时间(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)对喷油时间进行修正,并按最后确定的总喷油时间向喷油器发出指令,使喷油器喷油(通电)或断油(断电)。

D 型燃油喷射系统及主要组成元件如图 2—1 所示。L 型燃油喷射系统及主要组成元件如图 2—2 所示。