

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG JIANCE YU WEIXIU

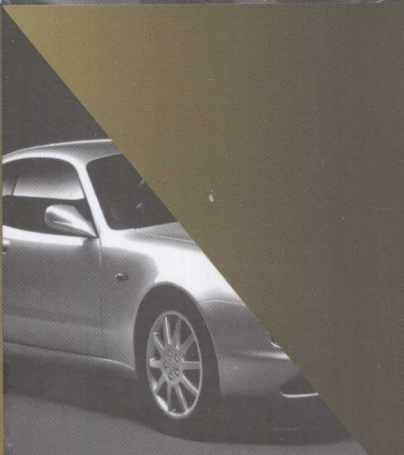
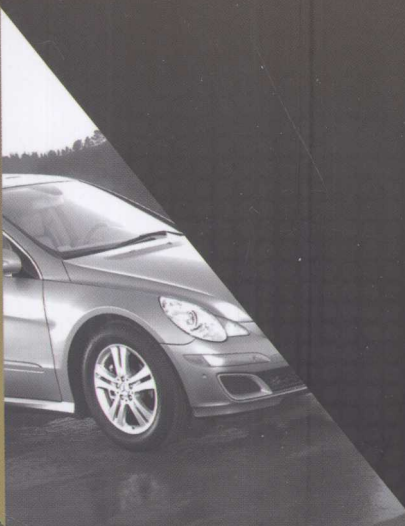
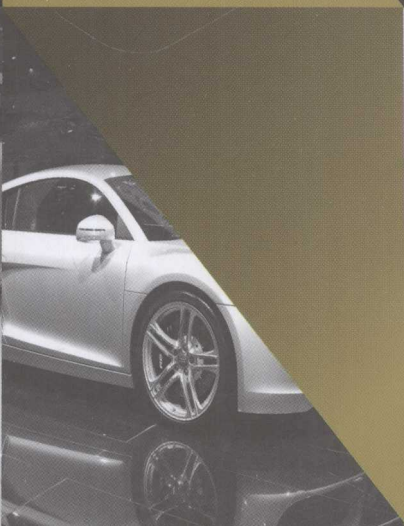
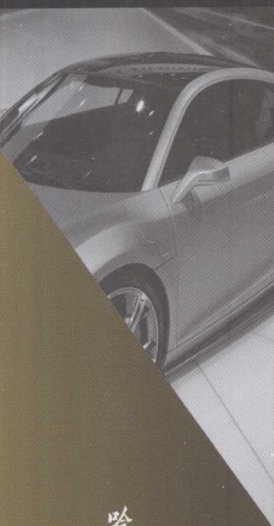
汽车发动机电控系统检测与维修



全国汽车类情境·体验·拓展·互动“121”理实一体化规划教材

主审/刘锐

主编/姚焕新 刘红



哈尔滨



U472.43
64

全国汽车类情境·体验·拓展·互动“1+2”理实一体化规划教材

汽车发动机电控系统检测与维修

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG JIANCE YU WEIXIU

主审 刘锐
主编 姚焕新 刘红
副主编 宋贵君 谢忠华 秦帅 李宁
编者 戴文彬 胡书文 杨启发 徐伟 宁轩



哈尔滨工业大学出版社



内容简介

《汽车发动机电控系统检测与维修》设计内容为48~64学时,篇幅结构为八部分,内容包括汽车发动机电控系统的基本组成与识别、电控汽油喷射系统的结构原理与检修、空气供给系统的检修、微机控制点火系统的检修、发动机怠速控制的检修、发动机排放控制的检修、VE分配泵电控燃油喷射系统的检修、柴油机共轨式电控高压喷射系统的检修等内容。本书以工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式为基础,改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生能力的培养,形成独特的全国汽车类情境·体验·拓展·互动“1+1”理实一体化规划教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检测与维修 / 姚焕新, 刘红主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2013.7

ISBN 978-7-5603-4161-3

I. ①汽… II. ①姚… ②刘… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—检修—高等学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第166344号

责任编辑 刘瑶

封面设计 唐韵设计

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.tit.edu.cn>

印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司

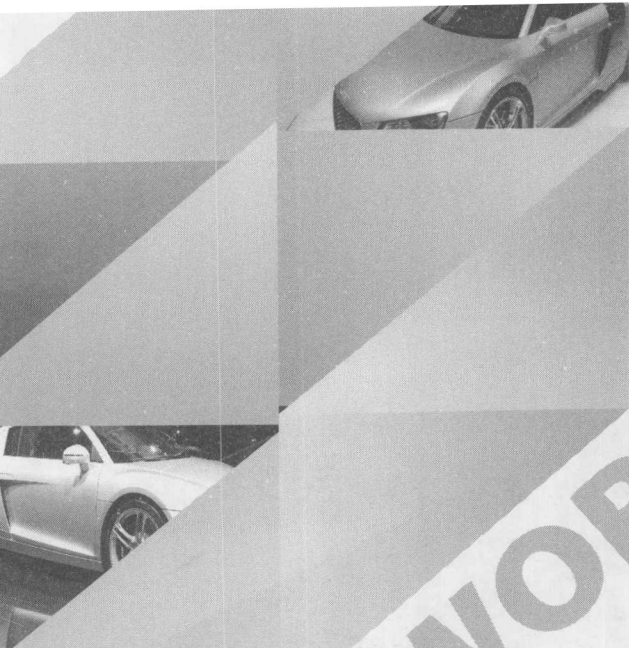
开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 20 字数 599千字

版 次 2013年7月第1版 2013年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4161-3

定 价 39.00元

(如因印装质量问题影响阅读, 我社负责调换)



FOREWORD

序 言

我国已经连续三年成为世界第一大汽车生产国和第一大汽车市场，而且作为世界上最大的汽车生产国和最大的汽车市场这种格局在今后相当长的一段时间内将会持续下去。但我国并不是汽车强国。纵观德、美、日等世界汽车强国，不难发现其汽车人才的培养无不走在世界前列，并为汽车工业的强盛源源不断地提供高水平、高素质、多学科、多层次的人才，为汽车产业的持续发展提供人才保障。可见，汽车强国的根本是人才强国，而人才的来源则是教育。

我国汽车工业的快速发展也带动了人才需求的快速增长，汽车产业人才的需求呈现出多样化、层次化、专业化的特点，汽车人才培养也逐渐形成了从中职，到高职、本科、硕士，直至博士和博士后的相对完整的人才培养体系。人才培养体系的健全需要强有力的教学作为支撑，学生在学校接受专业教育，通过教师授课的方式从教科书中学习、消化、吸收前人积累的大量知识精华，这样学生就可以在短期内获得大量实用的专业知识。然而，目前各层次汽车类教材明显落后于汽车产业发展，应用型人才教材与技工型人才、技术型人才、研究型人才教材界限不清，特色不鲜明，这也是困扰我国汽车行业中职、高职、本科等不同层次汽车人才培养的一个长期问题。因此，面对汽车行业对不同层次人才的专业知识和综合素质的不同需求，遵循教育规律，开发新的教材，跟上或适当领先汽车行业发展步伐，是汽车教育亟须解决的问题。

值得欣喜的是，出版界人士一直在此方面孜孜不倦地进行探索与突破。行业专家和各交通院校双师型教师共同规划、组织、编写的这套全国汽车类情境·体验·拓展·互动“1+1”理实一体化规划教材，正是从汽车行业一线对应用型人才的需求出发，以全面素质提高为基础，以就业为导向。这套教材的显著特点是“主体教材”+“教学资源库”，即“1+1”。主体教材灵活运用了职业教育中先

进的教学思想——行为导向教学法，各个板块设置均以学生为中心，“情境导入”让学生身临其境，有问题可想，有问题可做，让学生动起来；“任务实施”以图解的方式解决工作情境中的问题，学生通过一步步的操作流程学会了应用，他们将不再感觉学习是一种负担，而是把学习当作衡量自己能力的一次机会；“评价体会”是老师和学生共同回顾、畅谈的环节，通过这个环节，学生的知识点、技能点、情感点即其情商也在无形中得到了锻炼和提升；“拓展与提升”板块加入与之密切联系的行业发展信息或新技术研究信息，开阔了学生的视野。教学资源库则从现实案例、实践训练、学习考试等方面实现教学资源与教学内容的有效对接，融“教、学、做、拓”为一体。

我国的汽车教育事业取得了长足发展，但不能忽视的是，汽车专业教材建设亟待进一步规范和引导，汽车专业教学的改革势在必行。教育体系与课程内容如何与国际接轨，如何避免教材建设中存在的内容陈旧、体系老化问题，如何解决汽车专业教育滞后于科技进步和现代汽车行业发展的局面，无疑成为我们目前最值得思考和解决的关键问题，本套教材应时所需，有针对性地研究和分析当前汽车行业现状，启迪汽车专业课程体系改革，落实产学研结合的教学模式，相信对汽车从业人员的指导、培训，以及对汽车人才的培养有较为现实的意义。

可以说，这套教材是校企资源优化组合的优秀成果，感谢为本套教材的出版倾注心血和汗水的各位教师，希望本套教材能够为我国汽车人才培养作出一定的贡献。

徐向阳



前言

21世纪以来,随着科技的飞速发展,我国汽车行业发展更加迅速,汽车的保有量大幅增加。轿车已成为大多数家庭的代步工具,汽车真正成为人们生产和生活的工具。随着我国汽车保有量的增大,汽车生产、服务行业人员不断增加。而高新技术在汽车上的不断应用,对汽车维修行业从业人员提出了更高的要求。

电子控制新技术在发动机电控汽油喷射系统、微机控制点火系统、发动机排放控制系统等的不断应用,使汽车的动力性、经济性、舒适性、安全性等得到了极大的提高。而新技术的应用,给汽车的设计、诊断维修提出了更高的要求。为了使汽车专业的学生及汽车维修从业人员更好地掌握现代汽车技术,更好地掌握汽车发动机电子技术,本书以工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式为基础,改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生能力的培养,形成独特的全国汽车类情境·体验·拓展·互动“1+1”理实一体化规划教材。

本教材设计内容为48~64课时,包括汽车发动机电控系统的认识、电控燃油喷射系统的结构原理与检修、发动机空气供给系统的原理与检修、微机控制点火系统的检修、发动机怠速控制系统的检修、发动机排放控制系统的原理与检修、VE分配泵电控燃油喷射系统的检修、柴油机共轨式电控高压喷射系统的检修等内容。其主要特点体现在以下几点:

1. 本套教材最大的特色就是全方位从“帮助、服务”教师教学及学生学习角度出发,教师从传统知识的传授者到学生行为的指导者和咨询者,学生从被动接受到以自我活动为中心。教师在教学过程中培养学生关键能力的同时,让学生在活动中培养兴趣,积极主动地学习,让学生学会学习。

2. “1+1”,即“主体教材”+“教学资源库”。在主体教材的基础上从装帧设计、体例编排、学校企业、理论实践、情境模拟、查阅使用、学习考

试、资源延伸等八个方面推出配套教学资源库,实现教学资源与教学内容的有效对接,融“教、学、做”为一体。

3.教材内容编写延用情境启发教学模式,表现形式上融情境、体验、拓展、互动为一体,打造生动、立体的课堂,提高学生学习兴趣及主动性,体现“以人为本、终身教育”理念。把工作情境搬入课堂,由以教师为主的教学转向以学生为中心,实践中遇到的问题课堂上能够及时解决,让学生不再感觉学习是一种负担,而是把它当作衡量自己能力的一次机会,提升了学生的操作能力。

4.本教材具有较强的基础性、现实性和实用性。教材成果反映了当前国内外汽车发动机控制技术的认识水平和实践技能,采用的技术指标体系符合我国现行的行业标准,内容安排适度,思路清晰。不仅适用于教学,而且可供从事汽车服务行业的专业技术人员及管理者使用。

本书适用于各类高校汽车专业学生使用,也可以作为培训机构的教学用书,以及汽车行业技术人员使用。

本书在编写过程中,参考了大量的国内外有关技术资料,得到了众多同行的大力支持,在此谨向所有参考文献的作者及关心支持本书编写的各位同仁表示感谢!

由于编者理论水平及实践经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编者

编 审 委 员 会

主 任：徐向阳

副主任：许洪国 陈传灿 陈 科 贝绍轶

委 员：(排名不分先后)

刘 锐	刘振楼	郭建明	卢 明
陈曙红	纪光兰	寿茂峰	徐 昭
高丽洁	王小飞	邵林波	付慧敏
罗 双	郭 玲	庞成立	王爱国
赵 彦	胡雄杰	赵殿明	汲羽丹
辛 莉	刘孟祥	贾喜君	徐立友
张明柱	姚焕新	刘 红	张芳玲
王清娟	廖中文	陈 翔	张 军
李胜琴	任成尧	高洪一	李群峰
黄经元	苗春龙		

任务目标

通过本任务的学习所应该掌握的具体知识点。

任务描述

将任务的起因以及需要的结果描述出来，有助于更加顺畅地完成任务。

课时计划

建议课时，供教师参考。

情境导入

通过实际工作情境的描述，引导学生思考，从而引发下文的理论和实践内容。

学习任务1 汽车发动机电控系统的认识

【任务目标】

1. 了解发动机电控系统的基本组成及功能。
2. 熟悉发动机电控系统的组成及功能。

学习任务2 电控燃油喷射系统的结构与原理与检修

【任务目标】

1. 了解电控燃油喷射系统的组成及功能。
2. 熟悉电控燃油喷射系统的组成及功能。
3. 了解电控燃油喷射系统的组成及功能。
4. 了解电控燃油喷射系统的组成及功能。

【任务描述】

电控燃油喷射系统（简称EFI系统），是以ECU为控制中心，利用安装在发动机不同部位上的各种传感器，检测发动机的各种工作参数，根据在电控系统中设定的控制程序，控制燃油喷射量和喷射时间，使混合气的浓度和喷射时间达到最佳状态，从而提高发动机的动力性和经济性。

学习任务3 发动机空气供给系统的原理与检修

【任务目标】

1. 了解发动机空气供给系统的组成及功能。
2. 熟悉发动机空气供给系统的组成及功能。
3. 了解发动机空气供给系统的组成及功能。
4. 了解发动机空气供给系统的组成及功能。

【任务描述】

空气供给系统是指将大气中的空气过滤后，按照发动机不同工况提供不同量的清洁空气，供发动机燃烧。该系统主要由空气滤清器、进气管、节气门、进气歧管等组成。空气滤清器的作用是过滤空气中的灰尘和杂质，防止其进入发动机。进气管的作用是将空气引入发动机。节气门的作用是控制发动机的进气量。进气歧管的作用是将空气分配到各个气缸。

【课时计划】

序号	教学内容	教学时间	备注
1	发动机空气供给系统的组成及功能	4	

情境导入

案例1：某汽车维修厂维修一辆2010年款的本田雅阁，该车搭载2.4L发动机，配备自动变速器。客户反映车辆在行驶过程中，有时会出现怠速不稳、加速无力、油耗增加等现象。经初步检查，发现空气滤清器堵塞、节气门脏污、进气歧管漏气等问题。经过清洗节气门、更换空气滤清器、紧固进气歧管螺栓后，故障现象有所改善。但客户反映车辆在高速行驶时，有时会出现发动机抖动、动力不足等现象。经进一步检查，发现进气系统存在漏气现象，导致混合气浓度过低，发动机工作不稳定。

建设性引导

2.6.1 进气系统的组成及功能
进气系统是发动机的重要组成部分，其主要作用是向发动机提供清洁、适量的空气。进气系统主要由空气滤清器、进气管、节气门、进气歧管等组成。空气滤清器的作用是过滤空气中的灰尘和杂质，防止其进入发动机。进气管的作用是将空气引入发动机。节气门的作用是控制发动机的进气量。进气歧管的作用是将空气分配到各个气缸。

任务实施

“情境导入”中具体问题的解决方法和步骤,包括说明、技术标准与要求、设备器材、作业准备、操作步骤、记录与分析等。

任务工单

以工作页形式呈现,融合理论考核和技能考核,理论考核以基本的填空和简答为主,考核学生对理论知识的掌握程度,技能考核设置实训项目,以考评的方式考核学生对知识的实际运用能力,包括决策与计划,实施,检查与评估等。

拓展与提升

将理论引导和任务实施的知识适当拓展,链接一些与之相关的深入研究性内容,扩散学生思维,引发思考和学习兴趣。



任务实施

1. 发动机电控系统的基本知识
发动机电控系统的基本知识见表 1.1。



拓展与提升

汽车电子技术的发展历程与发展趋势

《汽车电子技术的发端历程》

汽车电子技术是指以汽车为对象,以微处理器为核心的控制技术。其发展经历了三个阶段:机械控制、电气控制、电子控制。随着汽车技术的发展,汽车电子技术也得到了迅速发展。目前,汽车电子技术已经广泛应用于汽车的各个系统,如发动机系统、传动系统、制动系统、转向系统、照明系统、音响系统、空调系统等。汽车电子技术的发展,不仅提高了汽车的性能,也提高了汽车的安全性和舒适性。未来,随着汽车技术的不断进步,汽车电子技术将在汽车领域发挥越来越重要的作用。

目录

CONTENTS

学习任务1 汽车发动机电控系统的认识/1

项目1.1 汽车发动机电控系统的组成与应用现状/2

学习任务2 电控燃油喷射系统的结构原理与检修/27

项目2.1 电控燃油喷射系统的组成与结构原理/28

项目2.2 电控燃油喷射系统的检修/40

项目2.3 汽油供给系统的检测/49

项目2.4 曲轴和凸轮轴位置传感器的原理与检修/70

项目2.5 冷却液温度传感器的检修/86

项目2.6 氧传感器的检修/94

学习任务3 发动机空气供给系统的原理与检修/116

项目3.1 发动机空气供给系统的检修/117

学习任务4 微机控制点火系统的检修/145

项目4.1 发动机微机控制点火系统的检修/146

CONTENTS

学习任务5 发动机怠速控制系统的检修/171

项目5.1 发动机怠速控制的原理/172

学习任务6 发动机排放控制系统的原理与检修/188

项目6.1 发动机排放控制系统的原理与检修/189

学习任务7 VE分配泵电控燃油喷射系统的检修/206

项目7.1 VE分配泵电控燃油喷射系统的检修/207

学习任务8 柴油机共轨式电控高压喷射系统的检修/232

项目8.1 柴油机共轨式电控高压喷射系统的检修/233

参考文献 /249

学习任务1

汽车发动机电控系统的认识

【任务目标】

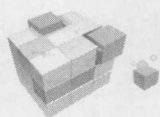
- 1.了解发动机电控系统的应用现状与汽车电子控制理论。
- 2.熟悉电控发动机的基本组成。
- 3.掌握发动机电控系统的控制功能。
- 4.学会发动机电控系统核心元件的位置查找方法。

【任务描述】

在安全、环保、节能的要求下，自德国Bosch公司研制出电控燃油系统以来，发动机电控技术日新月异，形成了不同的控制方式和多种类型，各大汽车公司在发动机电控系统中形成了各自的特点和风格。了解发动机电控系统的类型、组成及基本原理，学会识别不同生产厂商的发动机及其电控系统是进行电控发动机故障诊断的前提。本项目主要研究发动机电控系统的组成和控制功能。

【课时计划】

序号	计划内容	参考课时	备注
1	汽车发动机电控系统的组成与应用现状	4	



项目 1.1 汽车发动机电控系统的组成与应用现状

情境导入

客户报修：

一辆桑塔纳 AYJ 轿车，该车曾因出事故而做过钣金和喷漆修理，修完一段时间后，出现了发动机启动困难的现象，连接故障诊断仪 VAG1552 检测发动机控制系统，无故障码，启动发动机时发现电动燃油泵不工作，且无高压火，发动机控制单元有时不能通信。这是怎么回事呢？

故障原因分析：

该车曾因出事故而做过钣金和喷漆修理，发动机控制单元有时不能通信，决定检查发动机控制单元电源线的接地线，发现控制单元旁边的搭铁点接线柱上有一层油漆。由于对这个接地点的油漆没有清除，钣金和喷漆修复后一段时间没有出现故障，时间久后此处接地不良，使 ECU 搭铁不良，ECU 不能工作，最终导致车辆不能启动。打磨紧固后进行测试，启动正常。

理论引导

1.1.1 汽车发动机电控系统的基本组成

汽车发动机电控系统（EECS）是指采用计算机等电子设备作为控制装置的自动控制系统。其主要功用是采集发动机的工况信号，根据采集的信号计算确定最佳喷油量、最佳喷油时刻以及最佳点火时刻等，从而提高发动机的动力性、燃油经济性和排放性能。发动机电控系统由信号输入装置（传感器）、电子控制单元（ECU）和执行器（执行元件）三部分组成，如图 1.1 所示。通过对这些控制部件进行不同的组合，便可得到不同的控制子系统。这些子系统主要有燃油喷射系统、点火与爆震控制系统、怠速控制系统、空燃比反馈控制系统、排气再循环系统和故障自诊断测试系统等。帕萨特 B5 发动机电控系统如图 1.2 所示。

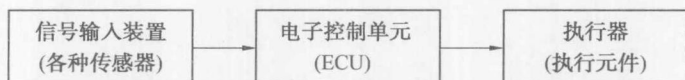


图 1.1 发动机电控系统的基本组成

1. 信号输入装置

电子控制系统中的信号输入装置是各种传感器。传感器是一种信号转换装置，安装在发动机的各个部位，其功用是检测发动机运行状态的各种电量参数、物理量和化学量等，并将这些参量转换成计算机能够识别的电量信号输入电控单元（ECU）。发动机电控系统常用的传感器与开关信号见表 1.1。

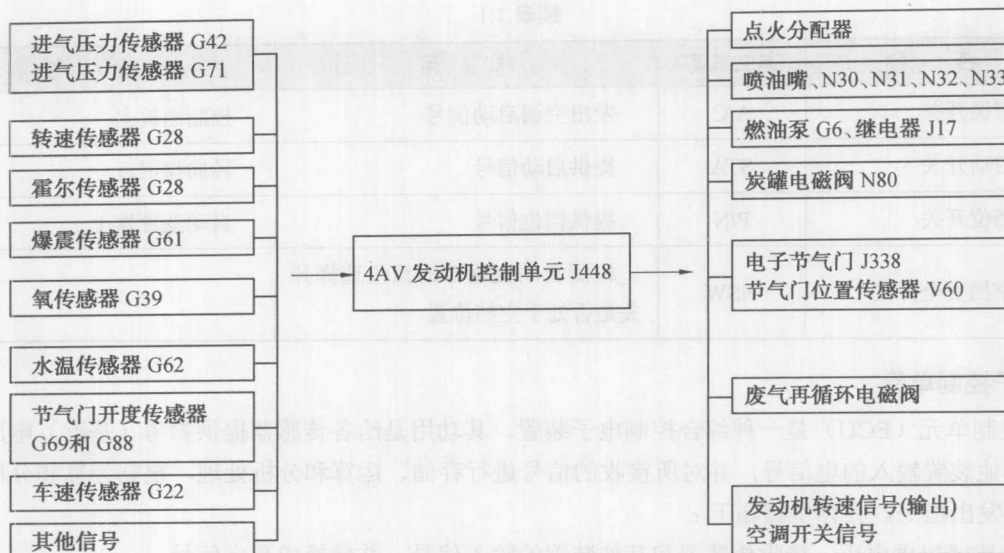


图 1.2 帕萨特 B5 发动机电控系统

表 1.1 发动机电控系统常用的传感器与开关信号

序号	名 称	英文缩写	作 用	位 置
1	空气流量计	AFS	检测进气流量	节气门前，空气滤清器之后
2	进气管绝对压力传感器	MAPS	检测节气门后方进气管内的进气压力	节气门后方的进气管上
3	节气门位置传感器	TPS	反映节气门开度（负荷）的大小，反映节气门变化快慢（加速、减速）	节气门体上
4	凸轮轴位置传感器	CMPS	判定凸轮轴位置（一缸压缩上止点位置）	凸轮轴
5	曲轴位置传感器	CKPS	产生发动机曲轴转速信号，产生曲轴基准位置信号（一缸上止点信号），产生发动机曲轴转角信号	曲轴、分电器
6	进气温度传感器	IATS	检测进气温度	可独立装于气路；可以在节气门前或节气门后；空气流量计内或空气滤清器后面的进气管上，检测进气压力方式的，还与进气歧管绝对压力传感器安装在一起
7	发动机冷却液温度传感器	THW	检测发动机冷却液温度	装于缸体、缸盖的水套内
8	车速传感器	VSS	检测汽车行驶速度，提供车速信号，用于巡航控制、限速断油控制	变速器输出轴旁边或仪表板背面
9	氧传感器	EGO	检测排气中氧的含量	装于排气管上
10	爆燃传感器	DS	检测发动机是否爆震	缸体上

续表 1.1

序号	名 称	英文缩写	作 用	位 置
11	空调开关	A/C	发出空调启动信号	控制面板上
12	启动开关	STA	提供启动信号	转向盘附近
13	挡位开关	P/N	提供挡位信号	自动变速器上
14	空挡安全开关	NSW	检测自动变速器的挡位选择开关是否处于空挡位置	

2. 电子控制单元

电子控制单元（ECU）是一种综合控制电子装置。其功用是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、运算和分析处理，根据计算和分析的结果向执行元件发出指令。具体步骤如下：

- ①给传感器提供电压，接收传感器和其他装置的输入信号，并转换成数字信号。
- ②储存该车型的特征参数和运算所需的有关数据信号。
- ③确定计算输出指令所需的程序，并根据输入信号和相关程序计算输出指令数值。
- ④将输入信号和输出指令信号与标准值进行比较，确定并存储故障信息。
- ⑤向执行元件输出指令，或根据指令输出自身已储存的信息。
- ⑥自我修正功能（学习功能）。

ECU 由输入处理电路、微处理器单片机、输出处理电路及电源电路组成，ECU 实物与基本组成如图 1.3 所示。

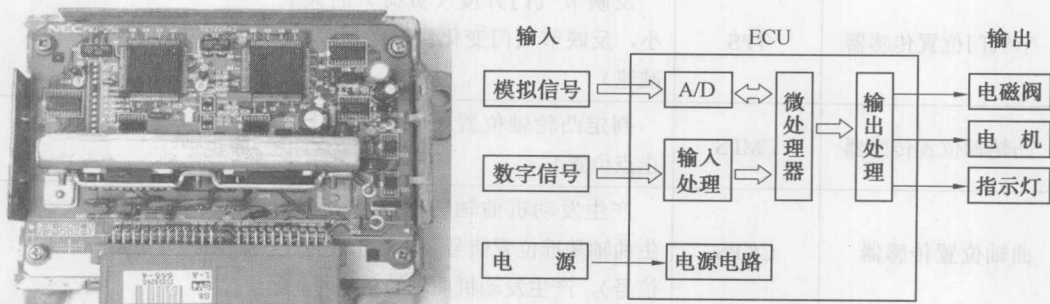


图 1.3 ECU 实物与基本组成

(1) 输入处理电路

传感器输入到 ECU 的信号主要有两种：模拟信号和数字信号（包括开关信号）。模拟信号必须通过 A/D 转换器。为了保证汽车控制需要，A/D 转换器通常采用 10 位以上，小于 4 ms 采样间隔。对于数字信号，常需要进行电位匹配、波形修正、防颤等处理。

(2) 微处理器单片机

微处理器单片机是将中央处理器、存储器、定时器/计数器、I/O 接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机，所以也称单片机。单片机的核心部分是中央处理器 CPU，它由运算器、寄存器和控制器组成，具有译码指令和数据处理能力的电子部件，是汽车电子控制单元的核心。

(3) 输出处理电路

微处理器输出 +5 V 脉冲信号，且电流也在 15 mA 以下，不能直接驱动电磁阀、电动机、指示灯等，必须经过输出处理电路进行转换。

(4) 电源电路

ECU 内设稳压电源, 保证不因外部电源恶劣而影响 ECU 的稳定工作, 同时 ECU 的内置电池也保证在外部电源短时缺电时不丢失数据。

发动机控制系统的核心部件 ECU 的功用是根据各种传感器和控制开关输入的信号参数, 对喷油量、喷油时刻和点火时刻等进行实时控制。发动机工作时, 空气流量计或歧管绝对压力传感器检测进入气缸的空气量, 曲轴转速传感器检测发动机的转速信号, 这两个信号作为确定汽油喷射量的主要信息输入 ECU, 再由 ECU 计算确定基本喷油量。与此同时, ECU 还要根据冷却液温度传感器、进气温度传感器和氧传感器等输入的信息计算辅助喷油量, 用以对基本喷油量进行必要的修正, 最终确定实际喷油量。当实际喷油量确定后, ECU 再根据曲轴转速传感器输入的曲轴转速与转角信号、凸轮轴位置传感器输入的第一缸活塞上止点位置信号, 确定最佳喷油时刻和最佳点火时刻, 并向各执行器发出指令信号, 控制喷油器、点火线圈、怠速控制阀等动作。发动机电控单元的组成框图如图 1.4 所示。

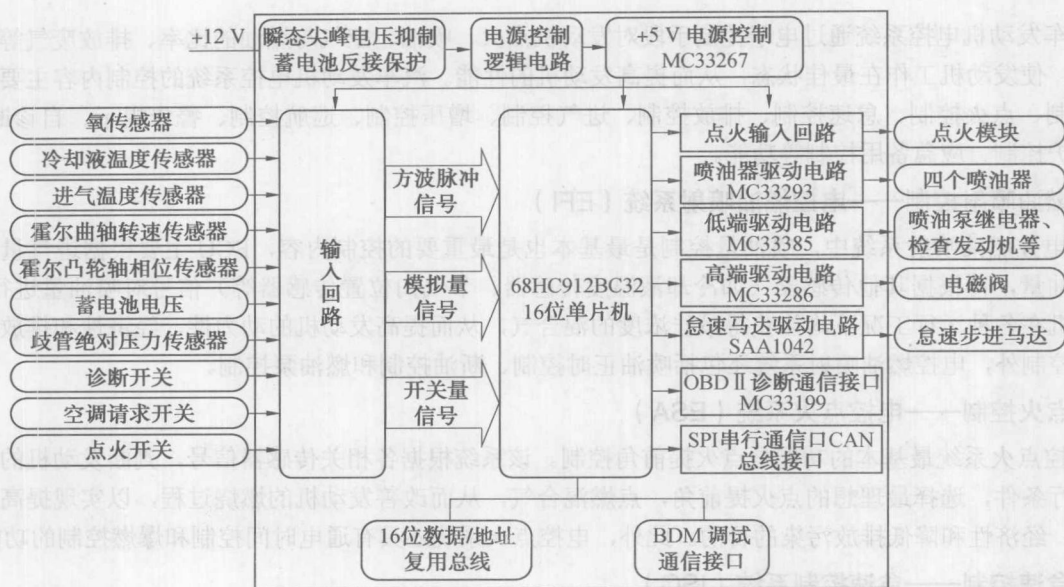


图 1.4 发动机电控单元的组成框图

3. 执行器

执行器又称执行元件, 是控制系统的执行机构, 其功用是接收 ECU 的控制指令, 完成具体的控制动作。发动机集成控制系统主要有喷油器、点火器、怠速控制阀、巡航控制电磁阀、节气门控制电动机、EGR 阀、进气控制阀、二次空气喷射阀、活性炭罐排泄电磁阀、油泵继电器、风扇继电器、空调压缩机继电器、自诊断显示与报警装置、仪表显示器等。随着控制功能的增加, 执行元件也将相应的增加。主要执行元件的功能见表 1.2。

表 1.2 主要执行元件功能表

序号	元件名称	主要功能
1	电动燃油油泵	供给燃油喷射系统规定压力的燃油
2	喷油器	根据 ECU 的喷油脉冲信号, 精确计量燃油喷射量, 将燃油以一定压力喷出并雾化
3	点火器	控制点火线圈内初级电路通电或断电
4	怠速控制阀	根据需要控制怠速进气量