

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材

汽车发动机 电控技术

高等职业技术教育研究会 审定
李百华 主编



The Electronic Control Technology
of Automotive Engine

- ◆ 内容详细实用
- ◆ 整合传统知识内容
- ◆ 培养实际维修技能

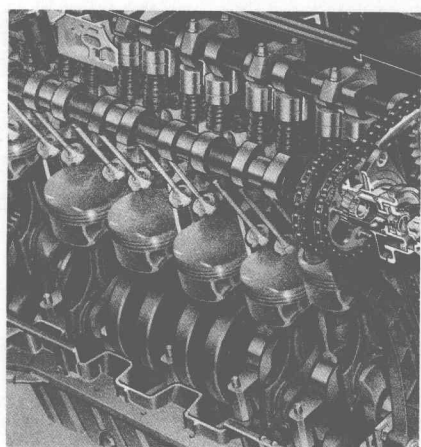


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车发动机 电控技术

高等职业技术教育研究会 审定

李百华 主编

The Electronic Control Technology
of Automotive Engine



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控技术 / 李百华主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材

ISBN 978-7-115-20497-4

I. 汽… II. 李… 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037257号

内 容 提 要

本书按照项目式教学的要求, 对汽车发动机电控系统的相关知识进行有机整合, 将每一个发动机电控系统检修操作作为一个实际项目, 结合具体的车型展开详细论述。每个项目均按照“项目要求”——“相关知识”——“项目实施”——“拓展知识”的顺序编排。

本书内容包括燃油喷射系统、点火控制系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、电节气门控制系统、柴油发动机电控系统等几个部分的认识与检修。本书将相关的最新技术作为拓展知识的内容给出相应介绍。

本书可作为高职高专院校汽车专业的教材, 也可供汽车维修行业的从业人员学习参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
汽车发动机电控技术

-
- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 李百华
责任编辑 潘春燕
执行编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17
字数: 421千字 2009年5月第1版
印数: 1—3000册 2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20497-4/U

定价: 28.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与
“双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育汽车专业“双证课程”
培养方案规划教材编委会

主任：林 平 赵 宇

副主任：冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉

委员：蔡兴旺 孟庆平 李百华 岳 江 杨永海 程 越 郑鹏飞
谢佩军 陈贞健 陈建宏 高少华 郑建通 黄俊英 许柄照 吕 玫
沈明南 刘步丰 高俊文 管卫华 陈述官 傅沈文 张南峰 江 洪
陈顺生 焦传君 张 军 曾宪均 田有为 张秋华 吴兴敏 申荣卫

审稿委员会

主任：李春明

副主任：张西振 刘 锐

委员：罗永前 于星胜 袁 杰 曾 鑫 刘景军 张红英 梁乃云
白 柳 丁群燕 刘新平 李华楹 胡高社 祁先来 彭梦珑 赵福水
陈玉刚 刘利胜 马明金 杨佰青 张桂华 胡 勇 张 敏 张 宇
王 琳 谢三山 张松青 朱景建 马洪军 文有华 王雅红 罗 伦
王春锋 刘照军 林 凤 姜 能

本书主审：刘 锐

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,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)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏,双证书课程不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了《职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践》课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。

3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势，专业核心课程、双证课程按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案，也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前言

随着汽车电子技术的日趋完善,汽车电子化已达到相当高的程度。为了适应国家对汽车行业技能型紧缺人才培养工作的要求,体现职业教育以就业为导向、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,我们组织了高职高专院校教学一线的老师和相关企业的维修人员共同编写了本书。

第一,对本书的体系结构做了精心的设计,按照工学结合、行动导向的思路进行编排,力求把理论知识的讲解与实际操作结合在一起。第二,在内容编写方面,注意将教学难点分散、循序渐进。第三,在文字叙述方面,注意言简意赅、突出重点。第四,在实例选取方面,注意实用性和针对性。

全书由10个项目组成,每个项目的实施部分都是实践性较强的操作能力练习,通过这一部分的学习和操作,学生可以掌握该项目的内容及相关技术、操作。每个项目都附有一定数量的思考题,可以帮助学生进一步巩固基础知识。本书还配备了PPT课件等丰富的教学资源,老师可登录人民邮电出版社教学服务与资源网(www.ptpedu.com.cn)免费下载使用。本书的参考学时为80学时,其中实践环节为40学时,各项目的参考学时见下面的学时分配表。

项 目	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
项目一	汽油发动机电控燃油喷射系统认识与检修	10	10
项目二	汽油发动机电控点火系统认识与检修	6	6
项目三	汽油发动机怠速控制系统认识与检修	4	4
项目四	汽油发动机进气控制系统认识与检修	4	4
项目五	汽油发动机排放控制系统认识与检修	4	4
项目六	汽油发动机巡航控制和电控节气门系统认识与检修	2	2
项目七	汽油发动机自诊断、失效保护和应急备用系统认识与检修	2	2
项目八	柴油发动机电控系统认识与检修	4	4
项目九	电控发动机的维护和检修	4	4
课时总计		40	40

本书由广东机电职业技术学院的李百华任主编。项目一、项目四由郝伟编写,项目二、项目五由石本改编写,项目三、项目六和项目九由陈顺生编写,胡年、李慕清、江华平、詹林长参与了项目七、项目八的编写工作。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2009年2月

目 录

项目一 汽油发动机电控燃油喷射系统认识与检修	1
一、项目要求	1
二、相关知识	2
(一) 汽油发动机电控燃油喷射系统概述	2
(二) 空气供给系统主要部件结构、工作原理	15
(三) 汽油发动机燃油供给系统主要部件结构、工作原理	23
(四) 汽油发动机燃油喷射控制系统相关部件结构、工作原理	34
三、项目实施	36
(一) 项目实施要求	36
(二) 项目实施步骤	36
四、拓展知识	53
小结	57
习题及思考题	57
项目二 汽油发动机电控点火系统认识与检修	59
一、项目要求	59
二、相关知识	60
(一) 汽油发动机电控点火系统组成和功能	60
(二) 汽油发动机电控点火系统的分类	61
(三) 汽油发动机电控点火系统零部件	63
三、项目实施	75
(一) 项目实施要求	75
(二) 项目实施步骤	76

四、拓展知识	83
小结	83
习题及思考题	84
项目三 汽油发动机怠速控制系统认识与检修	91
一、项目要求	91
二、相关知识	92
(一) 怠速控制系统概述	92
(二) 怠速控制系统的分类	94
(三) 怠速控制系统控制电路	99
三、项目实施	101
(一) 项目实施要求	101
(二) 项目实施步骤	102
四、拓展知识	103
小结	105
习题及思考题	105
项目四 汽油发动机进气控制系统认识与检修	106
一、项目要求	106
二、相关知识	107
(一) 动力阀控制系统	107
(二) 谐波增压控制系统	108
(三) 可变气歧管控制系统	110
(四) 可变气门正时控制系统	112
(五) 可变气门配气相位和气门升程电控系统	117
(六) 进气增压控制系统	119
(七) 进气恒温控制系统	121
三、项目实施	123
(一) 项目实施要求	123
(二) 项目实施步骤	123
四、拓展知识	129

(一) 可变汽缸压缩比系统简介	129
(二) 宝马无级可变气门控制 技术简介	131
(三) 宝马无级可变进气管控制 系统简介	135
(四) 可变汽缸控制系统简介	135
(五) 保时捷可变气门系统简介	136
小结	138
习题及思考题	139
项目五 汽油发动机排放控制系统	
认识与检修	141
一、项目要求	141
二、相关知识	142
(一) 曲轴箱强制通风控制系统	142
(二) 汽油蒸气排放控制系统	143
(三) 废气再循环控制系统	144
(四) 三元催化转换器和空燃比 反馈控制系统	147
(五) 二次空气供给系统	151
三、项目实施	152
(一) 项目实施要求	152
(二) 项目实施步骤	152
四、拓展知识	156
小结	158
习题及思考题	158
项目六 汽油发动机巡航控制和电控 节气门系统认识与检修	159
一、项目要求	159
二、相关知识	160
(一) 巡航控制系统	160
(二) 电控节气门系统	166
三、项目实施	171
(一) 项目实施要求	171
(二) 项目实施步骤	171
小结	175
习题及思考题	176
项目七 汽油发动机自诊断、失效保护和 应急备用系统认识与检修	177
一、项目要求	177

二、相关知识	178
(一) 发动机故障自诊断系统	178
(二) 失效保护系统	184
(三) 应急备用系统	185
三、项目实施	186
(一) 项目实施要求	186
(二) 项目实施步骤	187
小结	191
习题及思考题	191
项目八 柴油发动机电控系统认识 与检修	192
一、项目要求	192
二、相关知识	193
(一) 柴油发动机电控系统的 特点	193
(二) 柴油发动机电控系统控制 原理和发展过程	193
(三) 不同种类的柴油发动机电控 系统的工作过程	196
三、项目实施	206
(一) 项目实施要求	206
(二) 项目实施步骤	207
四、拓展知识	223
(一) 可变喷嘴涡轮增压系统 电控技术	223
(二) 可变气门驱动系统	227
(三) 可变进气涡流控制系统	228
小结	231
习题及思考题	231
项目九 电控发动机的维护和检修	232
一、项目要求	232
二、相关知识	233
(一) 电控发动机的使用和保养	233
(二) 电控汽油发动机的检修	235
三、项目实施	250
(一) 项目实施要求	250
(二) 项目实施步骤	251
小结	262
习题及思考题	262

项目一

汽油发动机电控燃油喷射系统认识与检修

一、项目要求

在汽油发动机（简称汽油机）电控燃油喷射系统中，较常见的故障主要有点火开关接通后油泵不转动、油泵不泵油、管路中的油压过高或过低、喷油器不喷油、喷油器渗油或滴油、喷油器与油管连接处漏油、冷启动喷油器不工作、插接件和管道故障、传感器故障、油压调节器故障、滤清器故障等。本项目通过对汽油发动机电控燃油喷射系统故障的诊断、拆卸、检修过程的介绍，使读者在掌握汽油发动机电控燃油喷射系统的结构、工作原理等方面理论知识的同时，具备对上述故障进行分析与排除的能力。

【知识要求】

1. 熟悉汽油发动机电控燃油喷射系统的分类、组成及功用
2. 掌握汽油发动机空气供给系统各主要组成部件的结构与工作原理
3. 掌握汽油发动机燃油供给系统各主要组成部件的结构与工作原理
4. 掌握汽油发动机空气供给系统和汽油发动机燃油供给系统主要组成部件在不同工况下的基本参数
5. 掌握汽油发动机电控燃油喷射系统各传感器的结构和工作原理
6. 掌握汽油发动机电控燃油喷射控制电路的控制原理

重点掌握内容：汽油发动机空气供给系统和汽油发动机燃油供给系统各主要组成部件的结构与工作原理；汽油发动机电控燃油喷射系统各传感器的结构和工作原理；汽油发动机电控燃油喷射控制电路的控制原理。

【能力要求】

1. 能正确快速识别汽油发动机空气供给系统和汽油发动机燃油供给系

统的各基本组成部件

2. 能正确检查汽油发动机空气供给系统和汽油发动机燃油供给系统的各基本组成部件,并能对常见故障进行检修
3. 能正确识别汽油发动机电控燃油喷射系统的各传感器
4. 能正确对汽油发动机电控燃油喷射系统的常见故障进行检测和排除

二、相关知识

汽油发动机电控燃油喷射(EFI)系统对发动机混合气的配制与化油器不一样,它以直接或间接测出的空气量信号为基础,计算出发动机燃烧必需的汽油量,通过喷油阀的开启给发动机提供适量的燃油,控制精确的空燃比。汽油发动机电控燃油喷射系统,经历了半个世纪的不断完善和发展,已经广泛应用于现代汽车发动机上。国外从20世纪70年代开始,就在汽车上大量采用汽油发动机电控燃油喷射系统。目前,美国新生产的汽油发动机轿车,几乎全部采用汽油发动机电控燃油喷射系统;日本及西欧等国的使用也达到90%以上。汽油发动机电控燃油喷射系统在我国使用历史不长,但发展非常迅速,从2000年7月1日开始,我国已对生产配装化油器的187种轿车和5座以下的微型车发出禁令,汽油发动机燃油喷射系统的使用已呈普及之势。

(一) 汽油发动机电控燃油喷射系统概述

1. 汽油发动机电控燃油喷射系统的分类

汽油发动机燃油喷射系统在发动机上的应用可以按以下形式进行分类。

(1) 按喷射系统执行机构不同分类

① 多点喷射(MPI): 每个汽缸上安装一个喷油器,直接将燃油喷入各汽缸气道的进气门前方。

② 单点喷射(SPI): 一个喷油器供给两个以上的汽缸,喷油器安装在节气门前的区段中,燃油喷入后随空气流进入进气歧管内。

(2) 按喷射控制装置的形式不同分类

① 机械式: 燃油的计量是通过机械传动与液体传动实现的。

② 电控式: 燃油的计量是由ECU(电控单元)及电磁喷油器实现的。

③ 机电一体混合控制式: 和机械喷射系统一样,它也是由机械、液体喷射装置控制的,同时还设有一个ECU(电控单元)、多个传感器和一个电液混合调节器,来控制混合气成分,提高了控制的灵活性,扩展了控制功能。

(3) 按喷射方式不同分类

① 间歇喷射或脉冲喷射式: 它对每一个汽缸的喷射都有一个限制的喷射持续期,喷射是在进气过程中的某段时间内进行的,喷射持续时间相应就是所控制的喷油量。所有的缸内直接喷射系统和多数的进气道喷射系统都采用间歇喷射的方式。

② 连续喷射式: 其燃油喷射的时间占有全工作循环的时间,连续喷射都是喷在进气道内,而且大部分的燃油是在进气门关闭后喷射的,因此大部分燃油是在进气道内蒸发的。

(4) 按喷射位置的不同分类

① 进气道喷射式：它把喷油器安置在进气歧管上，把燃油喷至进气道内进气门的前方。进气道喷射系统都采用低压喷射装置，是目前汽油喷射发动机常用的喷射方式。

② 缸内直接喷射式：它把喷油器装在汽缸盖上，把燃油直接喷入汽缸内，配合缸内组织的气体流动形成可燃混合气，容易实现分层燃烧和稀混合气燃烧。缸内直接喷射系统进一步改善了汽车发动机的排放性与燃油经济性，但是这一系统需要采用较高压力（约 3.0 MPa~4.0 MPa）的喷油装置，使制造成本有所增加；同时还要求喷出的燃油能随气流分布到整个燃烧室内，这也使在缸内布置喷油器、火花塞及组织气流方向与之匹配比较复杂。因此，这种缸内直接喷射方式目前应用还不普遍。对于二冲程发动机，使用缸内直接喷射把燃油直接喷入汽缸内是较为合理的，若喷射定时选择得当，可以避免进入新气在扫气过程中的损失，对于提高发动机的燃油经济性与减少 HC（碳氢化合物）的排放更为有效。

(5) 按空气流量的测量方式分类

按空气流量的测量方式可分为速度密度控制式、质量流量控制式和节流速度控制式等。

1) 速度密度控制式

它是通过检测进气歧管的压力（真空度）和发动机的转速，推算发动机吸入的空气量，并计算燃油流量的速度密度控制方式。D（“D”是德文“压力”一词的第一个字母）型汽油发动机电控燃油喷射系统就是其中的一种，它是最早的、典型的多点压力感应式喷射系统。美国的通用、福特和克莱斯勒，日本的丰田、本田、铃木和大发等各主要汽车公司，都有类似的产品。由于空气在进气管内的压力波动，该方法的测量精度稍差。D 型汽油发动机电控燃油喷射系统的结构如图 1-1 所示。

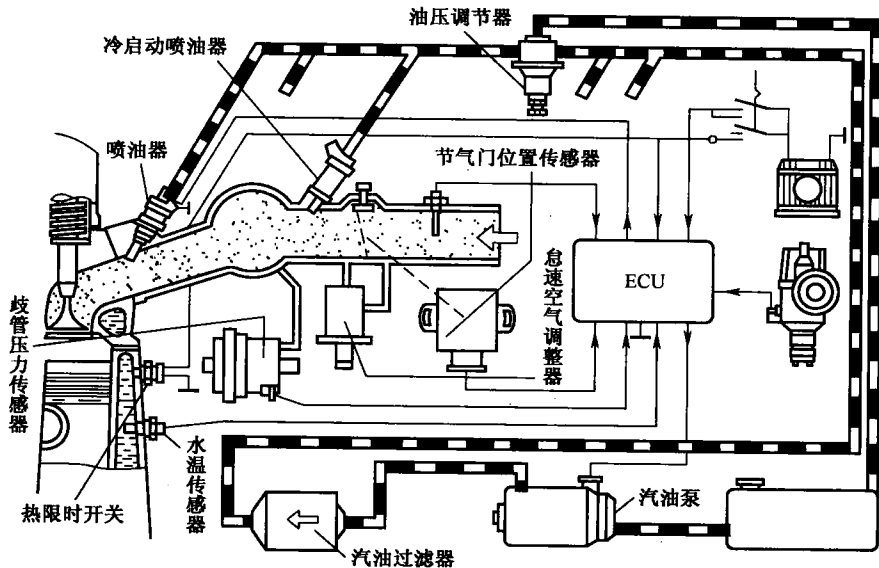
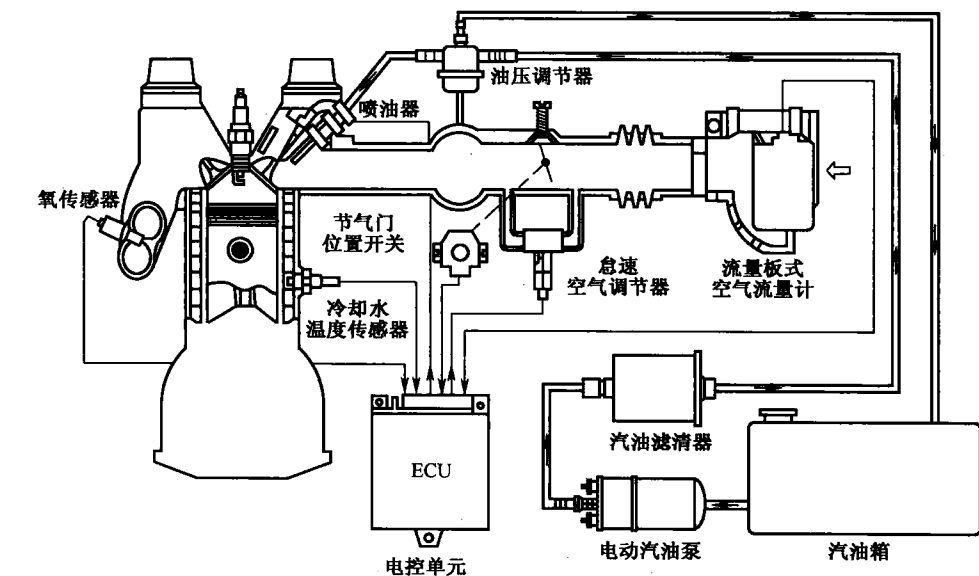


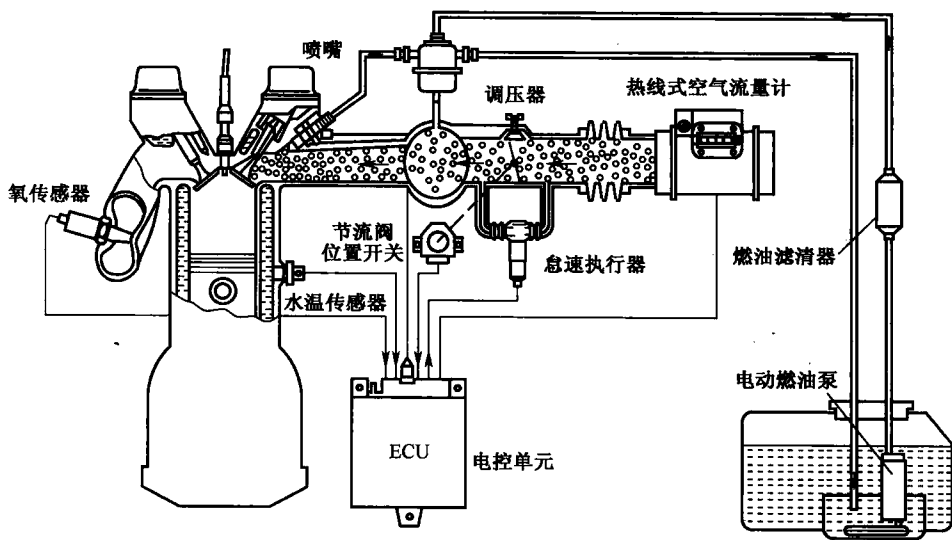
图 1-1 D 型汽油发动机电控燃油喷射系统的结构

2) 质量流量控制式

这种方式是用空气流量计直接测量发动机吸入的空气量，其测量的准确程度高于 D 型汽油发动机电控燃油喷射系统，故可更精确地控制空燃比。L（“L”是德文“空气”一词的第一个字母）型汽油发动机电控燃油喷射系统就是其中的一种，其结构如图 1-2 和图 1-3 所示。



(a) 叶片式汽油发动机电控燃油喷射系统



(b) 热线式汽油发动机电控燃油喷射系统

图 1-2 L 型汽油发动机电控燃油喷射系统的结构

① 叶片式汽油发动机电控燃油喷射系统：采用叶片式空气流量计和卡门漩涡式空气流量计的汽油发动机电控燃油喷射系统，其空气流量的计量方式均属体积流量型，即计量进入汽缸的空气的体积量，将该量转变成电信号，输送至 ECU（电子控制单元），ECU 计算出与该体积的空气相适应的喷油量，以控制混合气空燃比的最佳值。叶片式汽油发动机电控燃油喷射系统的结构如图 1-2（a）所示。

② 热线式汽油发动机电控燃油喷射系统：由于采用体积流量型的空气流量计量方式时，需要考虑大气压力的修正问题，且叶片式空气流量计有体积大、不便安装和加速响应慢等缺点，致使质量流量型的空气流量计量方式，即热线式和热膜式空气流量计很快诞生。这种方法是直

接测量进入汽缸内空气的质量,将该空气的质量转换成电信号,输送给 ECU,由 ECU 根据空气的质量计算出与之相适应的喷油量,以控制最佳空燃比。热线式汽油发动机电控燃油喷射系统的结构如图 1-2 (b) 所示。

3) 节流速度控制式

节流速度控制式是利用节流阀开度和发动机转速,推算每一循环吸入发动机的空气量,根据推算出的空气量,计算汽油喷射量的系统。由于是直接测量节流阀开度的角位移,所以过渡响应性能好。它在竞赛汽车中得到广泛应用,有些 Mono 系统(单点喷射)也采用该方式。但是,因为吸入的空气量与节流阀开度和发动机转速是复杂的函数关系,所以不容易准确测定吸入的空气量。

2. 汽油发动机电控燃油喷射系统的组成及工作原理

汽油发动机电控燃油喷射系统,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来检测发动机的各种工作参数。根据这些参数选择 ECU 中设定的程序,通过控制喷油器,精确地控制喷油量,使发动机在各种工况下都能获得最佳空燃比的混合气。此外,电控燃油喷射系统通过 ECU 中的控制程序,还能实现启动加浓、暖机加浓、加速加浓、全负荷加浓、减速调稀、强制怠速断油、自动怠速控制等功能,满足发动机特殊工况对混合气的要求,使发动机获得良好的燃油经济性和排放性,也提高了汽车的使用性能。

(1) 汽油发动机电控燃油喷射系统的组成

汽油发动机电控燃油喷射系统一般由 3 个子系统组成,即空气供给系统、燃油供给系统和电控系统。

1) 空气供给系统

空气供给系统的功能是提供、测量和控制燃油燃烧时所需要的空气量。

以 L 型汽油发动机电控燃油喷射系统为例,空气经空气滤清器过滤后,由空气流量计计量,通过节气门体进入进气总管,再分配到各进气歧管。在进气歧管内,从喷油器喷出的燃油与空气混合后,被吸入汽缸内燃烧。L 型汽油发动机电控燃油喷射系统的空气供给系统框图如图 1-3 所示(图 1-4 所示为 D 型汽油发动机电控燃油喷射系统的空气供给系统框图)。

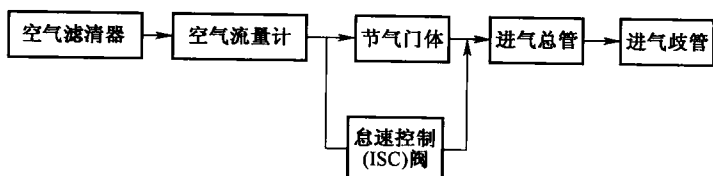


图 1-3 L 型汽油发动机电控燃油喷射系统的空气供给系统框图

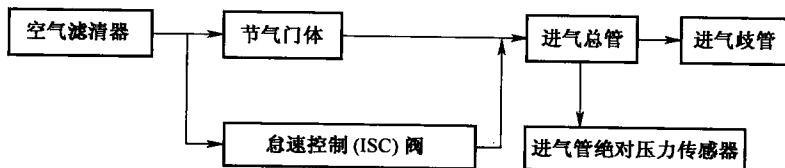


图 1-4 D 型汽油发动机电控燃油喷射系统的空气供给系统框图

2) 燃油供给系统

燃油供给系统的功能是向发动机精确地提供各种工况下所需要的燃油量。燃油供给系统一

般由油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油脉动阻尼器、压力调节器、喷油器、冷启动喷油器和供油总管等组成（如图 1-5 所示）。

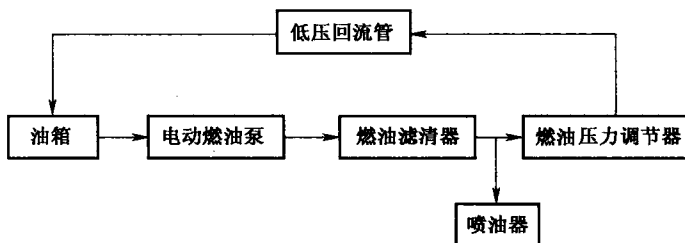


图 1-5 燃油系统框图

在燃油供给系统中，燃油由燃油泵从油箱中泵出，经过燃油滤清器，除去杂质及水分后，再经过燃油脉动阻尼器，以减少其脉动。这样，具有一定压力的燃油流至供油总管，再经各供油歧管送至各缸喷油器。喷油器根据 ECU 的喷油指令，开启喷油阀，将适量的燃油喷于进气门前，待进汽行程时，再将燃油混合气吸入汽缸中。装在供油总管上的燃油压力调节器是用以调节系统油压的，用以保持油路内的油压比进气管负压约高 300 kPa。此外，为了改善发动机低温启动性能，有些车辆在进气歧管上安装了一个冷启动喷油器，冷启动喷油 M14 × 1.25 器的喷油时间由热限时开关或者 ECU 控制。

3) 电控系统

电控系统的功能是根据发动机运转状况和车辆运行状况确定燃油的最佳喷射量。该系统由传感器、ECU 和执行器 3 部分组成，如图 1-6 所示。

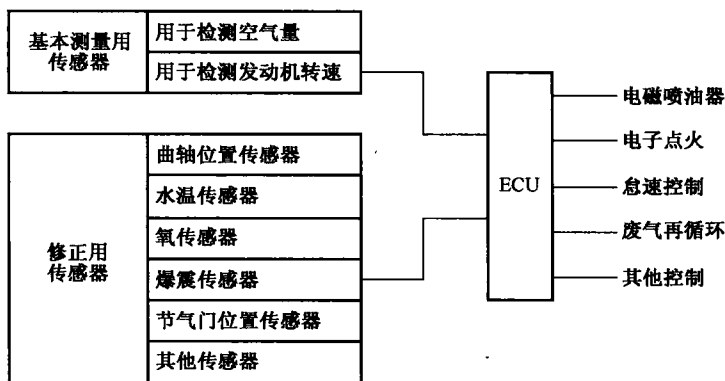


图 1-6 电控系统

传感器是信号转换装置，安装在发动机的各个部位，用以检测发动机运行状态的电量参数、物理参数、化学参数等；并将这些参数转换成计算机能够识别的电信号，输入 ECU。检测发动机工况的传感器有水温传感器、进气温度传感器、曲轴位置传感器、节气门位置传感器、车速传感器、氧传感器、爆震传感器、空调离合器开关等（如图 1-7 所示）。

ECU 是发动机控制系统的核心部件。ECU 的存储器中存放了发动机各种工况的最佳喷油持续时间，在接收了各种传感器传来的信号后，经过计算确定满足发动机运转状态的燃油喷射量和喷油时间。ECU 还可对多种信息进行处理，实现汽油发动机电控燃油喷射系统以外其他

诸多方面的控制,如点火控制、怠速控制、废气再循环控制、防抱死控制等。

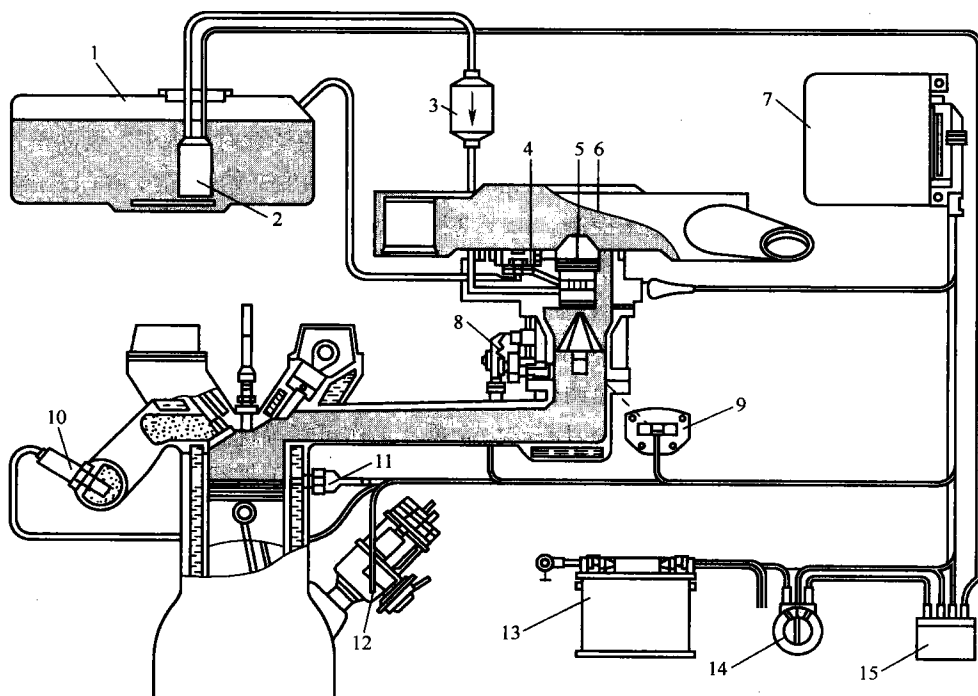


图 1-7 高尔夫、帕萨特轿车单点喷射系统

- 1—汽油箱 2—电动汽油泵 3—汽油调压器 4—燃油调压器 5—喷油器 6—进气温度传感器
7—ECU 8—怠速控制阀 9—节气门位置传感器 10—氧传感器 11—冷却水温度传感器
12—曲轴位置传感器 13—蓄电池 14—点火开关 15—燃油喷射继电器

执行器是电子控制系统的执行机构,其功用是接受 ECU 输出的各种控制指令,完成具体的控制动作(如喷油脉宽控制、点火提前角控制、怠速控制、炭罐清污、自诊断、故障备用程序启动、仪表显示等),从而使发动机处于最佳工作状态。

(2) 汽油发动机电控燃油喷射系统的工作原理

1) D 型汽油发动机电控燃油喷射系统

图 1-1 所示为 D 型汽油发动机电控燃油喷射系统,该系统的工作情况如下所述。

① 燃油压力的建立与燃油喷射方式。各种汽油发动机电控燃油喷射系统的喷油压力都是由燃油泵提供的。燃油泵可以装在油箱外靠近油箱的地方,也可以直接安装在油箱内,浸在油箱中。油箱内的燃油被燃油泵吸出并加压至 350 kPa 左右,经燃油滤清器滤去杂质后,被送至发动机上方的分配油管。分配油管与安装在各缸进气歧管上的喷油器相通。喷油器是一种电磁阀,由 ECU 控制。通电时电磁阀开启,压力燃油以雾状形式喷入进气歧管内,与空气混和,在进气行程中被吸进汽缸。分配油管的末端装有燃油压力调节器,用来调整分配油管中汽油的压力,使油压保持某一定值(250 kPa~300 kPa)。多余的燃油从燃油压力调节器上的回油口经回油管返回油箱。

② 进气量的控制与测量。进气量由驾驶员通过加速踏板操纵节气门来控制。节气门开度不同,进气量也不同,同时进气歧管内的真空度也不同。在同一转速下,进气歧管真空度与进气量有一定关系。进气压力传感器可将进气歧管内真空度的变化转变成电信号的变化,并传送