



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车发动机新结构

孟庆双 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车发动机新结构

孟庆双 主编

冯晋祥 卞良勇 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅等部门联合颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。

全书主要包括:总论、电喷汽油发动机燃油供给系统、空气供给系统、电子控制系统、电子点火系统、排放控制系统、故障自诊断系统以及代用燃料发动机、电动汽车等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车行业从业人员岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机新结构/孟庆双主编. —北京:高等教育出版社, 2006. 5

ISBN 7-04-018569-5

I. 汽... II. 孟... III. 汽车-发动机-专业学校-教材 IV. U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 027406 号

策划编辑	李新宇	责任编辑	胡 纯	封面设计	于 涛	责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红	责任校对	康晓燕	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 济南新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.25
字 数 360 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 5 月第 1 版
印 次 2006 年 5 月第 1 次印刷
定 价 19.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18569-00

出版说明

2003年12月,教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐的汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解,首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确、直观、实用、可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2005年12月

前 言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参照相关行业岗位技能鉴定规范编写的。本书主要介绍了汽油发动机燃油喷射系统发展概况、电喷汽油发动机燃油供给系统、空气供给系统、电子控制系统、电子点火系统、排放控制系统、故障自诊断系统以及代用燃料发动机、电动汽车的结构原理与检测等相关知识。通过本课程的学习和实操训练,使学生掌握电喷发动机的结构、工作原理、维护、检修及故障诊断等基本知识和技能,为学生毕业后从事高级乘用车的维修奠定良好基础。

本书在编写过程中体现了以下特色:

(1) 教学内容的先进性和前瞻性 本教材充分体现了“以能力为本位、以就业为导向”的教学原则,体现了教学内容的先进性和前瞻性,突出了本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,并克服了汽车运用与维修专业教学存在的内容陈旧、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。

(2) 教学内容的实用性 本教材是以丰田系列、大众系列、本田系列、通用系列等典型车型为代表,重点阐述了发动机集中控制系统的结构、工作原理和检修方法,教学内容更加贴近当前的主流车型与技术。

(3) 贯彻项目教学法 本教材的编写以项目教学法为线索,教学内容按照生产过程进行合理安排,将维修生产中用到的一些拆卸、检修、装配、调整等基本技能与课程教学相结合,实现了理论与实践教学一体化,使课程学习更贴近生产实际。

(4) 贯彻分层次教学 为了使教师和学生更多地了解汽车发展的新动向,本教材增添了大量阅读材料,以满足不同层次学生的学习需要,供教师和学生参考。

(5) 适合模块化教学 本教材每一章都是完整独立的教学模块,各章都提出了教学目标,并附有小结、实训项目及复习题。

本书教学时数为74学时,其中26学时为实践教学时数,其中第8、9章为选修。学时方案建议如下表,供参考。

章 次	内 容	合 计	讲 授	实 训
第1章	总论	6	4	2
第2章	电喷汽油发动机燃油供给系统	10	6	4
第3章	电喷汽油发动机空气供给系统	14	10	4
第4章	电喷汽油发动机电子控制系统	10	6	4

续表

章 次	内 容	合 计	讲 授	实 训
第 5 章	汽油发动机电子控制点火系统	10	6	4
第 6 章	电喷汽油发动机排放控制系统	8	6	2
第 7 章	电喷汽油发动机故障自诊断系统	6	4	2
第 8 章	代用燃料发动机	6	4	2
第 9 章	电动汽车	4	2	2
合 计		74	48	26

参加本书编写工作的有：山东交通学院袁锡仓(编写第 3、4、7 章)，山东省交通运输学校王太成(编写第 5 章)、孟庆双(编写第 1、2、6、8、9 章)，全书由孟庆双担任主编，袁锡仓、王太成任副主编。

本书由山东交通学院冯晋祥教授、卞良勇教授审阅，著名汽车专家吴际章教授也给本书提出了大量宝贵意见，在此谨表示感谢。

由于编者水平有限，恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 9 月

目 录

第1章 总论	1	第3节 进气温度传感器	53
第1节 汽油发动机燃油喷射		第4节 节气门体	54
系统发展概况	1	第5节 节气门位置传感器	56
第2节 发动机电子控制系统	2	第6节 怠速空气控制阀	60
第3节 电喷汽油发动机的优点	13	第7节 可变气门技术	67
本章小结	14	第8节 谐波增压装置	72
实训1 发动机电子控制		第9节 废气涡轮增压系统	77
系统的组成	14	本章小结	78
复习题	14	实训4 电喷汽油发动机空气供给	
第2章 电喷汽油发动机燃油		系统各部件的检查	79
供给系统	16	复习题	79
第1节 概述	16	阅读材料3 智能式电子节气门	
第2节 电动汽油泵	17	控制系统	80
第3节 燃油滤清器	23	第4章 电喷汽油发动机电子	
第4节 燃油压力脉动衰减器	24	控制系统	84
第5节 燃油压力调节器	25	第1节 概述	84
第6节 喷油器	26	第2节 传感器	85
第7节 燃油供给系统的检查	32	第3节 控制器	96
本章小结	34	第4节 执行器	106
实训2 电喷汽油发动机燃油供给		本章小结	108
系统油压的检查	34	实训5 电喷汽油发动机电子控制	
实训3 电喷汽油发动机燃油供给		系统各部件的检查	109
系统各部件的检查	34	复习题	109
复习题	35	阅读材料4 柴油机蓄压式共轨喷油	
阅读材料1 定压供油系统	36	系统ECD-CR	110
阅读材料2 电子控制汽油直接		第5章 汽油发动机电子控制	
喷射系统	38	点火系统	120
第3章 电喷汽油发动机空气		第1节 概述	120
供给系统	42	第2节 有分电器式电子控制	
第1节 概述	42	点火系统	122
第2节 空气流量计	43	第3节 无分电器式电子控制	

点火系统	128
第4节 电子控制点火系统的 控制功能	135
本章小结	140
实训6 发动机电子点火高压、 点火提前角和点火 闭合角的测量	141
实训7 发动机电子控制点火系统 各部件的检查	141
复习题	142
第6章 电喷汽油发动机排放 控制系统	144
第1节 概述	144
第2节 燃油蒸发控制(EVAP) 系统	146
第3节 排气再循环(EGR)系统 ..	149
第4节 三效催化转换(TWC) 系统	154
第5节 曲轴箱强制通风(PCV) 装置	157
第6节 二次空气喷射系统	159
本章小结	160
实训8 电喷汽油发动机排放污染物 净化系统认识	160
实训9 电喷汽油发动机排放 污染物净化系统 各部件的检查	161
复习题	161
第7章 电喷汽油发动机故障 自诊断系统	163
第1节 自诊断系统概述	163
第2节 第一代随车自诊断 系统 OBD-I	165

第3节 第二代随车自诊断 系统 OBD-II	169
本章小结	174
实训10 利用发动机故障警报灯进行 故障码的读取与清除	174
实训11 用故障诊断仪进行故障码的 读取与清除	174
复习题	175
* 第8章 代用燃料发动机	176
第1节 概述	176
第2节 天然气发动机	178
第3节 液化石油气(LPG) 发动机	192
第4节 电子控制喷射式 气体燃料发动机	201
第5节 醇类燃料发动机	206
第6节 氢气发动机	210
第7节 生物燃料发动机	213
本章小结	214
实训12 天然气发动机与液化石油气 发动机供气系统组成	214
复习题	214
* 第9章 电动汽车	216
第1节 概述	216
第2节 蓄电池电动汽车	217
第3节 燃料电池电动汽车	219
第4节 混合动力电动汽车	221
第5节 太阳能电动汽车	222
本章小结	224
复习题	224
附录 常用缩略语	226
参考文献	232

第1章 总论

学习目标

- (1) 了解汽油发动机燃油喷射系统发展概况;
- (2) 识记发动机电子控制系统的组成与基本工作原理;
- (3) 掌握电控燃油喷射系统和微机控制点火系统的分类。

第1节 汽油发动机燃油喷射系统发展概况

汽油发动机燃油喷射系统的发展大致分为机械喷射、微机单独控制和发动机集中控制三个阶段。

一、机械喷射阶段(1930年—1967年)

机械喷射(向气缸内直接喷射汽油)系统早在1934年就在飞机发动机上使用,用以取代化油器,从而突破了使用化油器有临界高度的限制,排除了化油器高空低温结冰这一障碍,提高了飞行安全性。

1954年,奔驰(BENZ)公司首先在其300L型赛车上安装了采用博世(BOSCH)公司技术生产的机械喷射发动机。该发动机采用柱塞式机械喷射泵,可将汽油直接喷入燃烧室,其结构和原理与柴油机喷射泵相似。由于这种喷射系统结构复杂,成本过高,技术上也无重大突破,因而应用范围仅限于追求高速的赛车和追求时尚的豪华轿车上。

随着汽车保有量的快速增长,在发达国家的一些大城市相继发生了严重的环境污染事件。地形如盆底的美国加利福尼亚州的洛杉矶地区就发生过光化学烟雾事件,造成成千上万人中毒,引起了社会的普遍关注。1960年,加利福尼亚州政府率先制定了限制汽车排放量的法规。1965年,美国颁布了《机动车辆安全法规》、《净化空气法案》。随着时间的推移,这些汽车排放法规的要求日益严格,几乎达到了化油器和触点式点火系统无法满足的程度。

1967年,博世公司成功研制了K-Jetronic机械喷射系统,将原来的汽油间歇性地喷向气缸改为连续性地喷向各缸进气管。喷射的燃油量不是由喷油器决定,而是由燃油分配器预先规定的。此后博世公司又将K-Jetronic机械喷射系统改进为KE-Jetronic机电混合式燃油喷射系统。该系统配备了一个电子控制单元,提高了系统的适应性,并具有更多的功能。

二、微机单独控制阶段(1967年—1977年)

电子工业的快速发展以及集成电路的出现,为其在汽车上的应用提供了强有力的保证。

1967 年底, 博世公司研制出了利用进气歧管绝对压力控制空燃比的 D-Jetronic 燃油喷射系统(简称 D 型), 开创了燃油喷射系统电子控制的新时代, 此即为通常所说的最早的“电喷系统”。

1973 年, 世界性石油危机导致燃油短缺、油价飞涨, 许多国家制定了严格的汽车耗油量法规。迫于日益严格的排放法规和耗油量法规的双重压力, 各汽车制造商不得不寻求新的技术途径。

1973 年, 博世公司又在 D-Jetronic 燃油喷射系统的基础上, 开发出了利用机械式空气流量计测量进气量以控制空燃比的 L-Jetronic 燃油喷射系统(简称 L 型)。由于该系统可利用电子控制单元根据发动机吸入的空气量精确地控制空燃比, 从而保证了高的排气品质, 率先达到了美国汽车排放法规的要求, 成功地打入了美国市场。1976 年 L 型燃油喷射系统得到迅速推广。

1976 年美国克莱斯勒汽车公司开发出微机控制式点火系统。

1981 年, 博世公司又在 L-Jetronic 系统的基础上, 开发出了利用热线式空气质量流量计代替机械式空气流量计测量进气量以控制空燃比的 LH-Jetronic 燃油喷射系统(简称 LH 型)。由于空气流量的测量结果与随温度和压力变化而变化的空气密度无关, 因而空燃比的控制精度更高, 排放污染和燃油消耗量更小。

虽然这一阶段的燃油喷射系统和电子点火系统都实现了微机控制, 但这两个系统是由各自的微机单独控制的, 并未实现喷油和点火的集中控制, 因此称这一阶段为微机单独控制阶段。

三、发动机集中控制阶段(1977 年至今)

所谓发动机集中控制, 也叫发动机综合管理, 是指利用一台微机对发动机的燃油喷射系统和点火系统以及其他系统进行综合控制, 以达到对发动机高性能、大功率、低油耗、低排放的要求。

自 1977 年美国福特汽车公司开发出 EEC 系统以来, 相继产生了许多发动机集中控制系统。1979 年, 博世公司开始生产集电子点火和电控燃油喷射于一体的 Motronic 发动机集中控制系统。1984 年丰田汽车公司推出了速度-密度型 T-LCS(Toyota lean combustion system)燃油喷射系统。与此同时, 美国和日本各大汽车公司也相继研制出了与各自车型配套的数字式发动机集中控制系统。如美国通用汽车公司(GM)的 DEFI 系统, 福特汽车公司(FORD)的 EEC-III 系统, 日本日产汽车公司的 ECCS 系统, 丰田汽车公司的 TCCS 系统等。这些系统不仅能控制空燃比和点火正时, 还能对爆震、排气再循环、燃油蒸发、三效催化转换(TWC)、进气增压、怠速转速、电动汽油泵和电风扇等进行综合控制, 同时具有故障自诊断、失效保护和后备功能等。

第 2 节 发动机电子控制系统

现代发动机的电子控制系统通常都采用微机集中控制, 以微处理器为核心的车载微机集中控制燃油喷射系统、点火系统和排放控制系统等, 如图 1-1 所示。

一、电控燃油喷射系统

(一) 组成与基本工作原理

电控燃油喷射系统由燃油供给系统、空气供给系统和电子控制系统三部分组成。

1. 燃油供给系统

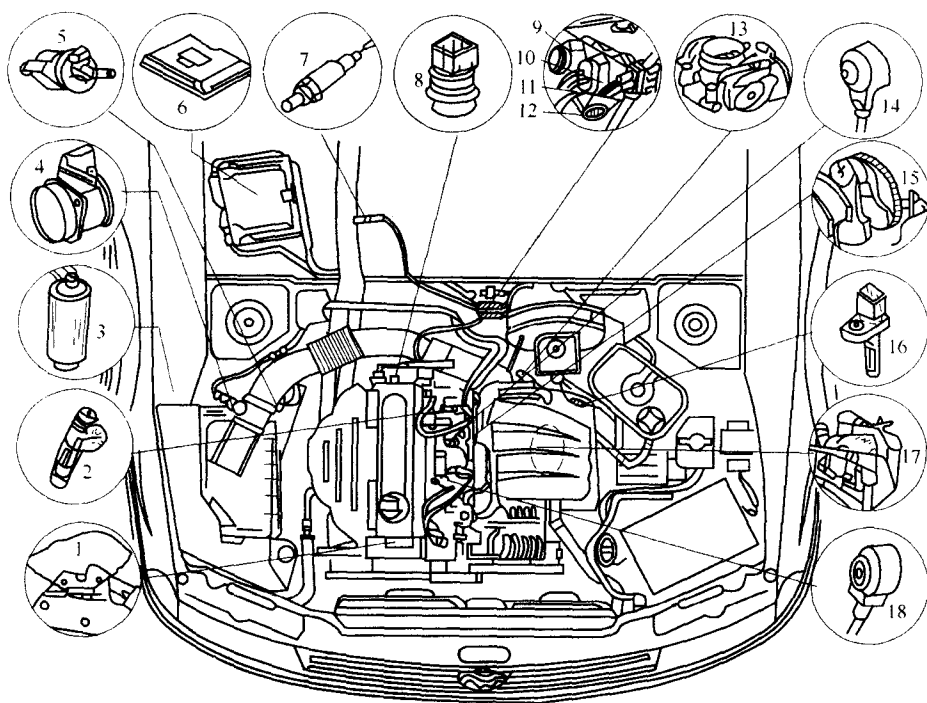


图 1-1 发动机电子控制系统

- 1—凸轮轴位置传感器(G60); 2—喷油器(N30~N33); 3—活性炭罐; 4—热膜式空气流量计(G70);
 5—活性炭罐电磁阀(N80); 6—发动机 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 号爆震传感器插接器(白色); 11—氧传感器插接器(黑色);
 12—2 号爆震传感器插接器(蓝色); 13—节气门控制组件(J338); 14—2 号爆震传感器(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 号爆震传感器(G61)

燃油供给系统主要由电动汽油泵、燃油滤清器、燃油分配管、燃油压力调节器和喷油器等组成,如图 1-2 所示。其功用是向喷油器提供一定压力的燃油。

2. 空气供给系统

空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量计、节气门体、怠速控制阀(ISC 阀)、进气总管和进气歧管等组成,如图 1-3 所示。其功用是根据发动机的不同工况,提供适量的空气。

3. 电子控制系统

电子控制系统由传感器、执行器和电子控制单元(ECU)三部分组成,其功用是根据发动机运行状况,定时定量地将燃油喷入进气歧管或节气门前方。

(1) 传感器 又叫“转换器”,可把非电量(压力、温度、速度、角度、开度、高度、时间、流量、位移量和开关量等物理量)变为电量,以模拟量或数字量(开关量)的形式传给 ECU。ECU 用以掌握汽车和发动机的运行状况。

(2) ECU 是由许多半导体基片制成的集成电路和一些分立元件组成的。它接收各种传感器的信号,经过整形、放大、运算、存储、处理后发出控制指令,是发动机电子控制系统实

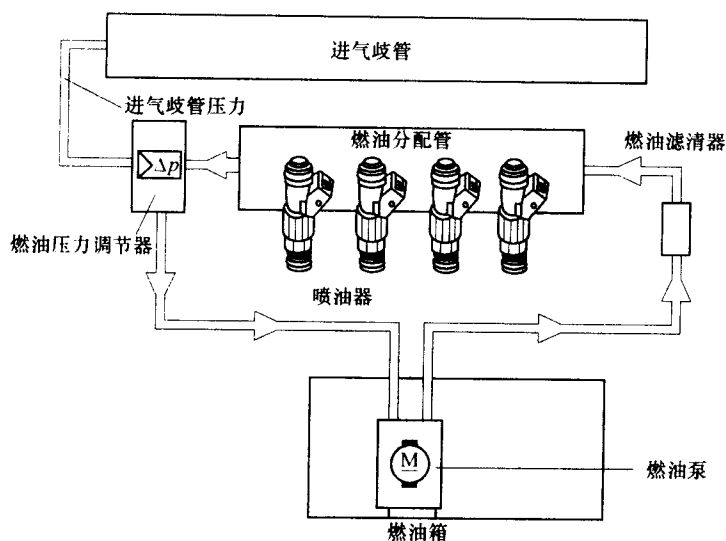


图 1-2 燃油供给系统

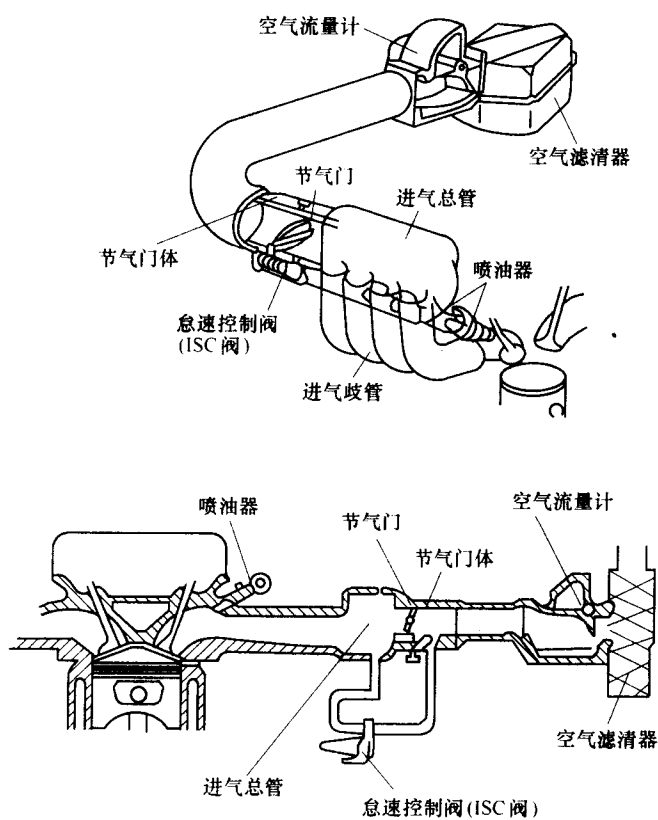


图 1-3 空气供给系统

现网络化智能控制的神经中枢。除具有燃油喷射控制这一主要功能外,还具有点火控制、怠速控制、排气再循环(EGR)控制、燃油蒸发控制以及自诊断等多项功能。

(3) 执行器 执行器可把 ECU 输出的电量变为非电量(物理量),使各种泵、阀动作,定时、定量地完成指令任务,以实现发动机的随机控制。

4. 电控燃油喷射系统的基本工作原理

发动机 ECU 首先根据发动机的进气量信号和发动机转速信号从其内存中查出相对应的基本喷油量(基本喷油持续时间),然后根据发动机的进气温度传感器、冷却液温度传感器、节气门开度传感器、氧传感器、车速传感器、起动开关等传来的信号对基本喷油量进行修正,得到发动机在这一工况下运行的最佳喷油量(最佳喷油持续时间)。之后发动机 ECU 根据曲轴转角信号和发动机转速信号确定喷油正时,并向喷油器发出燃油喷射命令,将所需的燃油定时、定量地喷射到节气门前方或各缸进气门前方,与空气混合形成可燃混合气,吸入气缸,压缩后由火花塞点燃做功。

(二) 电控燃油喷射系统的分类

1. 按喷射部位分

(1) 缸内直接喷射 是将燃油直接喷入气缸的喷射方式,属于高压喷射,如图 1-4 所示。这种喷射方式可使发动机的各项性能大幅度提高,但要求喷出的燃油能随气流均匀分布整个燃烧室,致使喷油器的布置和控制以及吸入空气的流动方向的设计变得比较复杂。然而随着科学技术的进步,缸内直接喷射技术将逐渐成为今后发展的主流技术。

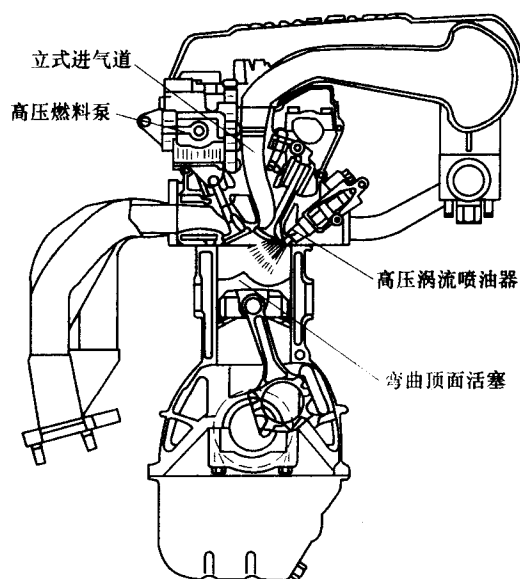


图 1-4 缸内直接喷射

(2) 缸外喷射 是将燃油直接喷射到节气门上方或进气门前方的燃油喷射方式,属于低压喷射,是目前常用的喷射方式。按喷射部位的不同,缸外喷射又可分为单点喷射和多点喷射

两种

1) 单点喷射 单点喷射也称为节气门喷射, 如图 1-5 所示。采用一个或两个喷油器将汽油间断地喷向节气门上方, 然后与空气流一起被吸入进气总管形成可燃混合气。这种喷射系统由于进气歧管设计受限, 存在充气系数低、各缸混合气不均匀、动态响应性差等缺点, 未得到广泛使用, 属于向多点喷射发展的过渡产品。

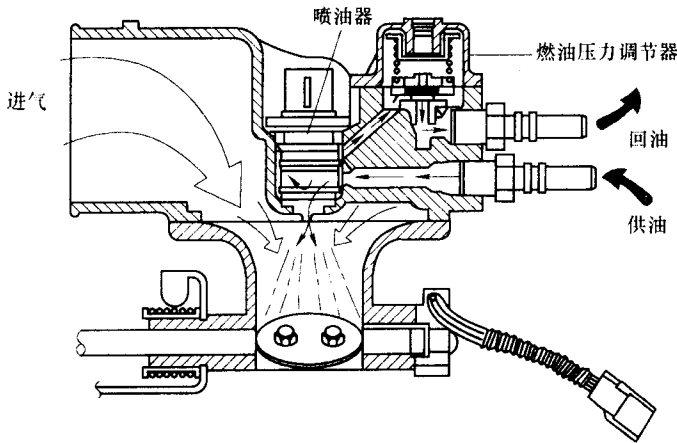


图 1-5 单点喷射

2) 多点喷射 多点喷射也称进气门喷射, 如图 1-6 所示。每缸设置一个喷油器, 并安装在进气歧管末端。喷油器间断地将燃油喷射在进气门外侧, 与空气一起被吸进气缸。这种喷射系统的充气系数高、混合气成分均匀、动态响应性好, 而且通过进气歧管长度和容积的精心设计, 能较好地保证各缸混合气分配的均匀性, 所以发动机的动力性和经济性明显提高, 是目前广泛采用的形式。

2. 按喷射时序分

(1) 同时喷射 同时喷射多用于 4 缸发动机。如图 1-7 所示, 4 个喷油器的电磁线圈并联, 用一个大功率晶体管控制。每一个工作循环喷油器喷油两次, 每次喷出所需供油量的一半, 所以又叫“半油量喷射”, 目的是防止燃油过量存储, 造成各缸混合气成分不均匀, 燃烧不完全。

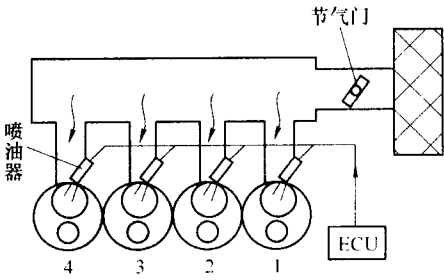


图 1-6 多点喷射

(2) 分组喷射 分组喷射多用于 6 缸或 8 缸发动机。所有气缸的喷油器分成 2 组或 3 组。如图 1-8 所示, 六缸发动机的 1、3、5 缸喷油器为一组, 2、4、6 缸喷油器为另一组, 每组用一个大功率晶体管控制。两组喷油器交替喷油, 一个工作循环中每组喷油器各喷油一次。

(3) 顺序喷射 顺序喷射也称独立喷射, 如图 1-9 所示。每个喷油器按点火顺序依次喷油, 每个工作循环各缸喷油器轮流喷油一次。这是目前广泛采用的喷射方式。

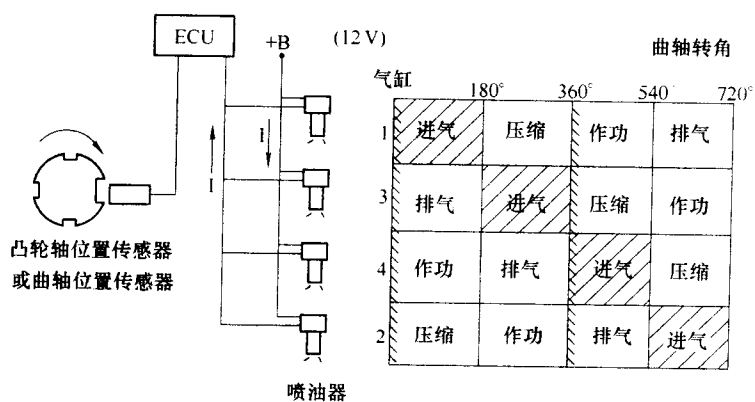


图 1-7 同时喷射

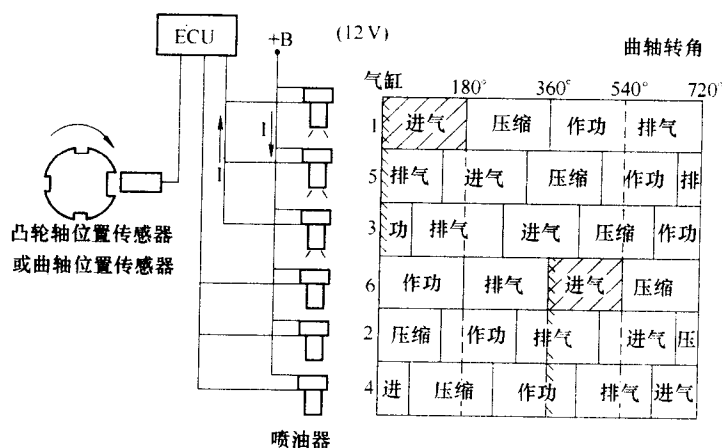


图 1-8 分组喷射

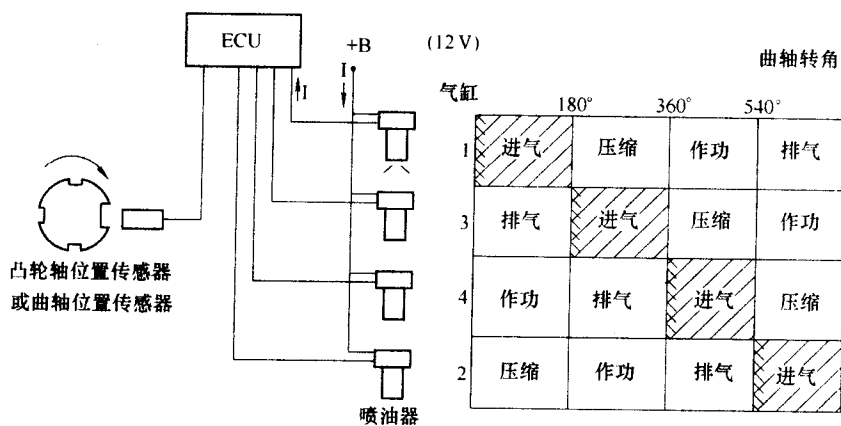


图 1-9 顺序喷射

3. 按空气量的检测方式分

可将燃油喷射系统分为速度-密度型(D型)、体积-流量型(L型、LD型)和质量-流量型(LH型)三种。

(1) 速度-密度型(D型) 速度-密度型又称压力型(D型),是利用装于节气门后方进气管上的进气歧管绝对压力(MAP)传感器检测进气管内负压的方法间接测量进气量的,属于间接测量方式,如图1-10所示。

(2) 体积-流量型(L型) 按流量计的原理不同又可分为翼片式和卡门涡流式两种。

1) 翼片式 如图1-11所示,翼片式空气流量计(AFS)装于节气门前方的进气管上,可直接测量进入气缸空气的体积流量,属于直接测量方式。

由于传感器技术的进步,翼片式空气流量计已被热线式、热膜式或卡门涡流式空气流量计所取代。

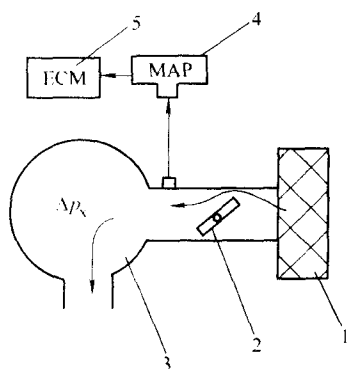


图1-10 压力型(D型)

1—空气滤清器; 2—节气门; 3—进气总管;
4—进气歧管绝对压力传感器; 5—发动机控制模块

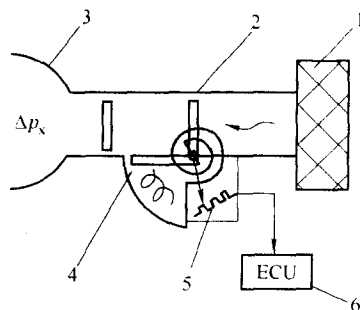


图1-11 翼片式(L型)

1—空气滤清器; 2—测量叶片; 3—进气总管;
4—缓冲叶片; 5—电位计; 6—ECU

2) 卡门涡流式(LD型) 如图1-12所示,卡门涡流式(LD型)空气流量计装于节气门前方的进气管上,可测量进入气缸空气的体积流量,属于直接测量方式。按照检测方法的不同又可将卡门涡流式(LD型)空气流量计分为超声波式和光电式两种。

(3) 质量-流量型(LH型) 按照测量装置型式不同又可将质量流量型(LH型)空气流量计分为热线式(LH型)和热膜式两种。

1) 热线式 如图1-13所示,热线式空气流量计装于节气门前方的进气管上,可利用流量计中金属热线的冷热变化测量进入气缸空气的质量流量,属于直接测量方式。

2) 热膜式 热膜式空气流量计是利用厚膜工艺将金属热线和补偿电阻及精密电阻一起镀在一块陶瓷基片上制成的。其原理与热线式空气流量计相同,目前广泛使用。

4. 按有无反馈信号分

(1) 开环控制系统 开环控制系统(非反馈系统)是输出量对输入量(控制作用)没有影响(没有反作用)的控制系统。在开环控制的燃油喷射系统中不安装氧传感器,因而发动机ECU

不能对汽车零部件制造误差、磨损和老化引起的空燃比变化进行精确控制。

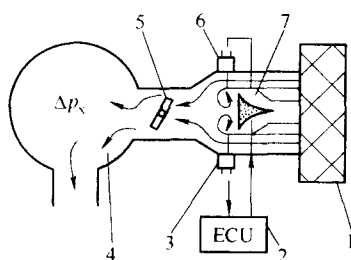


图 1-12 卡门涡流式(LD)型

1—空气滤清器；2—ECU；3、6—超声波传感器；
4—进气总管；5—节气门；7—涡流发生器

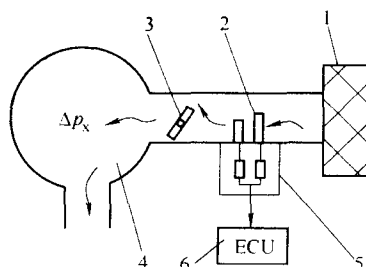


图 1-13 热线式(LH型)

1—空气滤清器；2—热线；3—节气门；
4—进气总管；5—热线式空气流量计；6—ECU

(2) 闭环控制系统 在排气管上安装一个氧传感器，发动机 ECU 根据排气中氧含量的变化测定进入气缸的可燃混合气的空燃比，并将它与其内存中的标准值相比较后形成对喷油量的信息反馈，以使空燃比保持在理论空燃比附近。

闭环控制系统完全克服了开环控制系统不能对空燃比进行精确调整的缺点，因而工作稳定性高，抗干扰能力强，并为三效催化转换器的正常工作创造了条件。

二、微机控制点火系统

微机控制点火系统不同于普通电子点火系统。该系统通过微机的电子运算，可对点火正时进行精确控制，目前广泛使用。

(一) 组成与基本工作原理

1. 组成

与电喷系统相同，微机控制的点火系统同样由传感器、电控单元(ECU)和执行器三部分组成，如图 1-14 所示。由于现代电喷发动机大多采用微机集中控制，因而电喷系统和点火系统使用同一台微机，它们所用的传感器大部分是共用的，只有爆震传感器是专为点火系统设计的。点火系统的执行器是点火控制模块或点火线圈。

2. 微机控制点火系统的基本工作原理

发动机 ECU 首先根据发动机转速和负荷信号从其内存中查出基本点火提前角，然后根据其他传感器的输入信号加以修正得到实际点火提前角。随后，发动机 ECU 再根据发动机转速、曲轴和凸轮轴位置确定点火正时，并向点火控制模块发出点火命令，通过对大功率晶体管的控制，实现对点火线圈一次电流通断的控制，从而实现火花塞直接点火或由分电器分配点火，如图 1-15 所示。

(二) 微机控制点火系统的分类

现代汽油发动机目前广泛使用微机控制点火系统。

1. 按控制方式分

可分为开环控制(OLC)和闭环控制(CLC)两种。