

河南职业技术学院

国家示范性高职院校建设项目成果



汽车发动机 电子控制技术

◎ 高云 胡勇 主编



Guojia shifanxing gaozhi yuanyao jianshe xiangmu chengguo



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

河南职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

汽车发动机电子 控制技术

主 编 高 云 胡 勇
副主编 罗富坤 吉武俊
参 编 李 丽 姚士颖 王 彪



机械工业出版社

本教材依据汽车维修行业的真实工作过程,选择典型车型的发动机电控系统为训练学生能力的载体,共设计了汽车发动机电控系统认知、燃油系统供给不良的检修、点火异常故障诊断、电控发动机进气系统检修、电控发动机排放超标的故障诊断、电控发动机综合故障诊断六个学习情境。学习情境的排列顺序按照从简单到复杂的规律。在各学习情境的基础上,设计了相应的任务工单,便于学生实际操作练习。

本教材配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

本教材可作为高职高专汽车专业学生的教材,也可作为相关专业技术人员的培训用书和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电子控制技术/高云, 胡勇主编. —北京:
机械工业出版社, 2011. 9

河南职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果
ISBN 978 - 7 - 111 - 34696 - 8

I. ①汽… II. ①高… ②胡… III. ①汽车 - 发动机
- 电子控制 - 控制系统 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 199875 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 葛晓慧 责任编辑: 葛晓慧

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈秀丽

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.25 印张 · 398 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 34696 - 8

定价: 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

序

三载寒暑，数易其稿，我院国家示范性高职院校建设成果之一——工学结合的系列教材终于付梓了，她就像一簇小花，将为我国高职教育园地增添一抹春色。我院入选国家示范性高职院校建设单位以来，以强化内涵建设为重点，以专业建设为龙头，以精品课程和教材建设为载体，与行业企业技术、管理专家共同组建专业团队，在课程改革的基础上，共同编著了30余部教材，涵盖了我院的机电一体化技术、电子信息工程技术、汽车检测与维修技术、烹饪工艺与营养四个专业的30余门专业课程。在保证知识体系完整性的同时，体现基于工作过程的基本思想，是本批教材探讨的重点。

本批教材是学院与行业企业共同开发的，适应区域、行业经济和社会发展的需要，体现行业新规范、新标准，反映行业企业的新技术、新工艺、新材料。教材内容紧密结合生产实际，融“教、学、做”为一体，力求体现能力本位的现代教育思想和理念，突出高职教育实践技能训练和动手能力培养的特色，注重实用性、先进性、通用性和典型性，是适合高职院校使用的理论和实践一体化教材。

本批教材由我院国家示范性重点建设专业的专业带头人、骨干教师与相关行业企业的技术、管理专家合作编写，这些同志大都具有多年从事职业教育和生产管理一线的实践经验，合作团队中既有享受国务院政府特殊津贴的专家、河南省“教学名师”，又有河南省教育厅学术技术带头人、国家技能大赛优胜者等。学院教师长期工作在高职教育教学一线，熟悉教学方法和手段，理论方面有深厚功底，行业企业专家具有丰富的实践经验，能够把握教材的广度和深度，设定基于工作过程的教学任务，两者结合，优势互补，体现“校企合作、工学结合”的主要精髓。相信这批教材的出版，将会为我国高职教育的繁荣发展做出一定贡献。

河南职业技术学院院长 王爱群

前 言

近年来,虽然高职汽车检测与维修专业课程体系的改革一直在进行,但由于种种原因,与全国汽车维修行业生产发展的速度相比,仍存在课程体系的划分不够合理、教学内容落后于生产实践的要求、与市场需求存在较大差距等问题。为提高教学质量和办学效益,更好地满足学生对知识的需求,我们开发了这套基于工作过程的教材。

本教材涉及面广、图文并茂、深入浅出,同时注重知识的针对性、通用性、先进性在教材中的科学体现,做到理论与实践的紧密结合,构筑汽车检测与维修技术、汽车服务与营销、汽车整形技术、汽车电子技术等相关专业具有高职高专特色的精品教材。

本教材以任务驱动为指导思想,按模块化分解任务,突出知识点、技能点,强调切入点和训练点,能基本涵盖汽车发动机电子控制技术实际维修的基本项目,加强新技术、新设备、新工艺、新材料以及创新方面的内容。

本教材由高云、胡勇担任主编,罗富坤、吉武俊担任副主编。其中,学习情境一由胡勇编写,学习情境二由高云编写,学习情境三由李丽(3.1、3.2)、姚士颖(3.3、3.4)编写,学习情境四由王彪编写,学习情境五由吉武俊编写,学习情景六由罗富坤编写。

限于编者水平有限,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本教材的同时,及时提出修改意见和建议,以便修订时改正。

编 者

目 录

序

前言

学习情境一 汽车发动机电控系统认知	1
任务单元 1.1 轿车电喷技术的认识	1
任务单元 1.2 汽油发动机控制系统的认识	5
任务单元 1.3 随车诊断系统的认识	20
学习情境二 燃油系统供给不良的检修	31
任务单元 2.1 发动机燃油喷射系统的认识	31
任务单元 2.2 燃油系统供油不良的故障诊断	41
任务单元 2.3 进气流量传感器的检修	47
任务单元 2.4 进气压力传感器电路的检修	54
任务单元 2.5 节气门位置传感器的检修	60
任务单元 2.6 温度传感器电路的检修	67
任务单元 2.7 氧传感器的故障检修	74
学习情境三 点火异常故障诊断	88
任务单元 3.1 点火系统的认识	88
任务单元 3.2 发动机点火系统的故障诊断	104
任务单元 3.3 曲轴、凸轮轴位置传感器电路的检修	109
任务单元 3.4 发动机点火系统其他元器件的检修	121
学习情境四 电控发动机进气系统的检修	129
任务单元 4.1 发动机怠速系统的检修	129
任务单元 4.2 可变进气系统的检修	140
任务单元 4.3 发动机可变配气系统的检修	144
学习情境五 电控发动机排放超标的故障诊断	155
任务单元 5.1 燃油蒸发排放控制系统和曲轴箱强制通风控制系统的检修	155
任务单元 5.2 废气再循环控制系统的检修	162
学习情境六 电控发动机综合故障诊断	174
任务单元 6.1 发动机起动不良的故障检修	174
任务单元 6.2 发动机加速无力的故障检修	185
任务单元 6.3 发动机燃油消耗过大的故障检修	190
任务工单	196
任务工单 1.1	196
任务工单 1.2	199
任务工单 2.1	202
任务工单 2.2	205
任务工单 2.3	208

任务工单 2.4	211
任务工单 2.5	214
任务工单 2.6	217
任务工单 2.7	220
任务工单 3.1	222
任务工单 3.2	225
任务工单 3.3	228
任务工单 3.4	231
任务工单 4.1	234
任务工单 4.2	236
任务工单 4.3	238
任务工单 5.1	240
任务工单 5.2	243
任务工单 6.1	245
任务工单 6.2	247
任务工单 6.3	249
参考文献	251

学习情境一 汽车发动机电控系统认知

任务单元 1.1 轿车电喷技术的认识

【学习目标】

1. 掌握轿车电控燃油喷射系统的应用现状。
2. 了解电喷汽车新机型的特点。
3. 了解电控燃油喷射技术的未来趋势。
4. 通过学习大众桑塔纳、捷达轿车等载体掌握各车型电控系统的特点。

【任务载体】

大众 4S 店的一位客户咨询桑塔纳轿车和捷达轿车在中国的发展历程，并要求比较这两款车现有车型的电控系统的特点。

【相关知识】

一、汽车燃油喷射技术的起源演变

电控燃油喷射技术应用于汽车上，据说是一位业界前辈从飞机发动机上得到的灵感。正是这个灵感，彻底改变了汽车发动机的命运。新型轿车电控燃油喷射技术的设想，实际上最早可追溯到“奥拓”式（即四行程）发动机发明的年代，但受当时技术条件的限制，还不能将其用于实际。传统的化油器存在诸如易发生气阻、结冰、节气门响应不灵敏等现象，在多缸发动机中供油不均，引起工作不稳，不利于大功率发动机设计。为了弥补这些缺陷，并满足高性能的飞机发动机的要求，早在 20 世纪 30 年代，汽油喷射系统就已在航空发动机的研发中被作为研究对象。1934 年，德国采用怀特兄弟发明的向发动机进气管内连续喷射汽油来配制混合气的技术，研制成功了第一架采用燃油喷射式发动机的军用战斗机。这是燃油喷射技术发展的起点。

当时，汽油喷射技术的好处尽管相当明确，但是由于将其优点和成本兼顾比较困难，因而没有车用发动机轻易采用它。但是竞赛汽车要求提高输出功率和过渡响应性能好，所以竞赛汽车最先采用了它。在 20 世纪 50 年代后期，大多数赛车都安装了汽油喷射系统。

经过多年的深入研发，德国博世（BOSCH）公司研制成功第一台机械控制汽油喷射式发动机，将汽油直接喷入气缸内，空燃比利用气动式混合气调节器调节，配装在戴姆勒-奔驰 300L 型赛车上。

1958 年，德国成批生产的 Mercedes 200S 型轿车上，装备了带油量分配器的进气管汽油喷射装置。它采用双柱塞喷油泵经两个油量分配器将燃油均匀地分配到六个喷油器，喷向进气口，双联凸轮使喷油泵在发动机每转中向各缸喷射一次；而空燃比的控制则是通过加速踏

板与离心式混合气调节器及进气管节气门调节器之间具有一定传动比的联动机构实现的,并且利用进气温度调节器、空气压力修正传感器及带附加空气控制滑阀的冷却液温度调节器,对喷油量进行修正;用电磁铁直接作用于喷油泵调节齿杆的方法实现起动加浓。

20 世纪 50 年代的机械式汽油喷射装置较之化油器具有以下优点:有利于设计强化发动机输出功率的吸气系统、每缸供油均匀、不易发生结冰和气阻、加速或减速时过渡响应性良好、起动与加热性良好、对吸气温度与大气压变化进行空燃比补偿。但其制造成本高,因而在发动机上应用范围受到限制。

20 世纪 60 年代以前,轿车用汽油喷射系统都是在柴油机燃油喷射泵的原理与基础上发展演变而来的机械式汽油喷射系统,由世界著名汽车配套生产商博世公司研发生产并投入市场。可以说,由于博世公司的积极研发,在汽车用机械式汽油喷射领域内,博世公司起着领袖与旗舰的作用。

二、汽车电子控制燃油喷射系统的诞生和发展

从 20 世纪 60 年代起,随着汽车数量的日益增多,汽车废气排放物与燃油消耗量的不断上升困扰着人们,迫使人们寻找一种能使汽车排气净化、节约燃料的新技术装置,来取代已有几十年历史的化油器。汽油喷射技术的发明和应用,使人们这一理想得以实现。

20 世纪 60 年代中期,在一些发达国家,随着汽车数量的增加,汽车排气对大气的污染日趋严重,欧、美、日各国相继制定了严格的汽车排放法规,限制排气中的 CO、HC 和 NO 等有害物质的排放。20 世纪 70 年代初,受能源危机的影响,各国又制定了汽车燃油经济性法规。两种法规的要求逐年提高,愈来愈严格,已达到传统的机械化油器和分电器点火难以胜任的地步,迫使汽车工业寻求各种技术途径,以实现汽车节能和减少排放污染。

20 世纪 60 年代开发的汽车电控燃油喷射技术是发动机领域的一场革命,它彻底改变了发动机的命运,在现代电子技术的强力支持下,电控燃油喷射技术将发动机的动力性、经济性、环保性发挥到几乎完美的境界,从而也结束了传统化油器式发动机的时代。

汽车燃油喷射系统发展史见表 1-1。

表 1-1 燃油喷射系统发展史

机械控制式燃油喷射系统	1950 年哥利阿特·哥特勃罗特车型二冲程缸内喷射发动机,直列泵 1954 年德国奔驰 300SL 车型 1958 年德国奔驰 220SE 车型,进气管喷射发动机,直列泵 1962 年法国标致 404 车型,进气管喷射发动机,直列泵
电子控制式燃油喷射系统	1953 ~ 1957 年 1953 年美国奔第克斯着手开发电子控制喷油器,1957 年研制成功 1957 年美国通用公司研制燃油连续喷射系统 1958 年美国克莱斯勒使用机械式电控喷油器、进气管喷射 1957 年美国通用汽车公司雪佛兰轿车使用进气管机械式连续喷射系统 1962 ~ 1967 年德国博世公司开始开发 D-Jetronic(D 型燃油喷射系统) 1967 年德国大众汽车公司使用 D-Jetronic 1968 年丰田 2000GT 使用速度密度型、直列泵、进气管喷射发动机 1971 年日产汽车公司、丰田汽车公司使用速度密度型 D-EFI(压力流量型电控燃油喷射系统) 1972 年应用质量流量型的 L-Jetronic(L 型燃油喷射系统) 1973 年德国波尔舍研制成 K-Jetronic(质量流量型燃油喷射系统)

(续)

电子控制式燃油喷射系统	1975 年应用 L-EFI(质量流量型燃油喷射系统) 1977 年应用质量流量型 L-EFI(氧传感器反馈) 1981 年丰田应用质量流量型 L-EFI(氧传感器反馈) 1983 年丰田应用 T-LCS(氧传感器反馈加学习控制)
速度密度型燃油喷射系统	1967 年 D-Jetronic 研制成功
质量流量型燃油喷射系统	1972 年研制成 L-Jetronic、K-Jetronic 1977 年研制带氧传感器反馈的质量流量型燃油喷射系统 1979 年研制成 TBI(单点节气门体喷射系统) 1980 年卡尔曼涡流型空气流量计 1981 年学习控制和加热型空气流量计 1982 ~ 1984 年通用和丰田 T-LCS 独立喷射

受能源危机与电子技术迅猛发展的影响,汽车电控燃油喷射(EFI)成为汽车工业的重要发展方向。随着电子技术的发展,从控制发展来看,电控燃油喷射系统经历了从晶体管、集成电路到微机控制,从模拟式到数字式控制的发展变革过程。由于计算机技术的发展,微机应用于汽车控制业已成为可能。同时,电子元器件的微型化和电子技术的普及化,为电子控制燃油喷射系统的功能扩大、控制精细及结构紧凑提供了有利条件,燃油喷射系统不断从机械式向电子控制化的方向发展。由于微机的应用,电子控制式燃油喷射装置的控制功能得到了扩大,开发了进气量直接检测方式的 L-Jetronic,并且在废气再循环(EGR)三元触媒系统中应用了氧传感器,形成闭环控制系统,显著降低了排气公害和能耗。

电控燃油喷射技术日趋完善,性能优越,使得电控燃油喷射装置从 20 世纪 70 年代末开始得到迅猛发展。1976 ~ 1984 年,各国生产的轿车中采用电控汽油喷射系统的比重不断增长:德国轿车中采用电控燃油喷射系统的比重由 8% 增长到 42%,美国则达到 60%。1976 年电控燃油喷射系统尚未应用在美国的轿车上,1980 年即增长到 39%,1984 年继续增长到 60%,1987 年已高达 87%。进入 20 世纪 90 年代,美国三大汽车公司生产的轿车上几乎 100% 应用电控燃油喷射系统。表 1-2 列出了 1990 年美国三大汽车公司轿车上使用电控燃油喷射系统的统计情况。日本 80% 的轿车、欧洲 60% 的轿车均采用了电控燃油喷射装置,而且近些年来一些发展中国家也加紧开发电控燃油喷射技术,在一些无法规或要求不是很严的地区采用电控燃油喷射技术也越来越普遍。不仅轿车上,而且越来越多的其他类型的车辆上也采用了电控燃油喷射技术,这充分证明了它强大的生命力与竞争力。

表 1-2 1990 年美国三大汽车公司轿车使用电控燃油喷射系统情况

公 司		单点喷射	多点喷射	化油器	总产量
通用	数量/辆	1691739	1548820	58543	3299102
	比例(%)	51.3	46.9	1.8	
福特	数量/辆	1177240	688365		1865605
	比例(%)	63.1	36.9		
克莱斯勒	数量/辆	365503	444202		749705
	比例(%)	40.7	59.3		

1990 年以后美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司生产的汽车全部采用电控燃油喷射系统。欧洲和日本除出口东南亚的汽车有采用化油器供油的车型外,其他汽车均采用电控燃油喷射系统。最初应用 NMOS (N 沟道金属氧化物半导体) 制成 CPU、存储器大规模集成电路用于燃油喷射装置,因成本昂贵,不能进一步推广应用。目前,利用 CMOS (互补金属氧化物半导体) 把系统必需的 CPU、存储器、附属电路予以单芯片化,尽管在使用上受到限制,但其成本低,因此可以广为推广。

【知识与能力拓展】

电控燃油喷射汽车新机型

自 20 世纪 80 年代以来,电控发动机从引进散件组装,到引进技术合资生产,发展到根据我国的运行特点改进全面国产化生产,出现了很多深受欢迎的车型品牌,如上海大众桑塔纳 2000,二汽神龙富康 988,一汽大众奥迪、捷达,广州本田,上海通用别克、赛欧,天津夏利等。此外,近几年先后全新设计开发的部分电控燃油喷射汽车有以下新机型。

1. 帕萨特汽车

帕萨特 2.0 轿车装备了“ZL 水冷直列式四缸四行程二气门多点电喷发动机”。作为一项成熟的技术,二气门技术在大众、通用、福特等知名产品发动机上有着普遍的应用。而帕萨特 2.0 装备的这款发动机,其先进性主要在于对传统二气门发动机技术的改进和提升,以更为精密的机械设计和多项电子技术的综合应用提高了燃油的燃烧效率,改善了发动机的动力性和经济性,从而明显表现出低速转矩大、提速快、易操控等对中国市场极为适宜的诸多优点。这款发动机采用轻金属材质、凸轮轴相位调节和可变进气管技术对发动机进气系统进行了优化,确保发动机在各种工况下各项性能的表现。当帕萨特 ZL 发动机工作时,ECU (发动机控制单元) 控制凸轮轴调节进气门开闭时间,同时根据发动机的转速开闭阀门改变进气路径的长度。这样,便充分提高了充气效率,优化了进入气缸的油气混合气的比例,使汽车在低、中转速范围时就获得超过 $170\text{N} \cdot \text{m}$ 的峰值转矩。同时,又充分节省了燃油,从而提升了发动机的动力性能和燃油燃烧效率。

与二气门发动机相配,这款 ZL 发动机系统选用了带爆燃传感器的电控系统。随着汽车电子部件之间的数据通信大量增加,靠传统的各传感器“孤军奋战”已经力不从心了。堪称世界领先的控制器局域网技术将 ABS 控制器、组合仪表及变速器控制器相连,一举打通了整车“经络”,实现了控制单元、车身内有关舒适和方便性的电子(多路)器件之间的数据共享。电控系统好比一个司令部,将安置在车内的爆燃传感器、压力传感器、氧传感器等各种传感器测得的实际工作数据传给系统控制中枢,这个控制中枢再根据反馈情况确定发动机的整体运行工况,并据此输出各种控制信号,从而使发动机在每一工况点的运转状态始终处于最佳、最合理的范围。

帕萨特 ZL 发动机在三元催化转化器前后各设有一个氧传感器。这样,控制系统可以根据两个氧传感器的反馈结果来判断发动机是否已处于最优化的运转状态。通过这样周密而精细的控制,ZL 发动机既获得了较大的动力,又具备了良好的经济性,更能满足排放要求,实现“动力与经济兼得,舒适与敏捷同在”的苛刻目标。

2. 奇瑞轿车燃油喷射系统

奇瑞轿车是由上汽集团奇瑞汽车有限公司生产的主要车型,1999 年 12 月 18 日第一辆

奇瑞轿车 SQR7160 正式下线, 2001 年销售近三万辆, 在中国汽车市场占有一席之地。它选装的发动机型号为 CAC480M, 是引进美国福特公司 CVH 发动机生产线生产的产品, 属于单点电控燃油喷射系统, 由意大利马瑞利公司为其进行发动机电控系统配套, 发动机生产线位于安徽芜湖上汽集团奇瑞汽车有限公司发动机厂内。

奇瑞轿车发动机单点燃油喷射系统的组成如图 1-1 所示。它由空气供给系统、燃油供给系统和电控系统等组成。空气供给系统由空气滤清器、单点喷射系统节气门体、稳压箱、进气歧管等组成。燃油供给系统包括燃油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油导轨、喷油器、燃油压力调节器等。电控系统包括各种传感器、ECU 和执行器等。

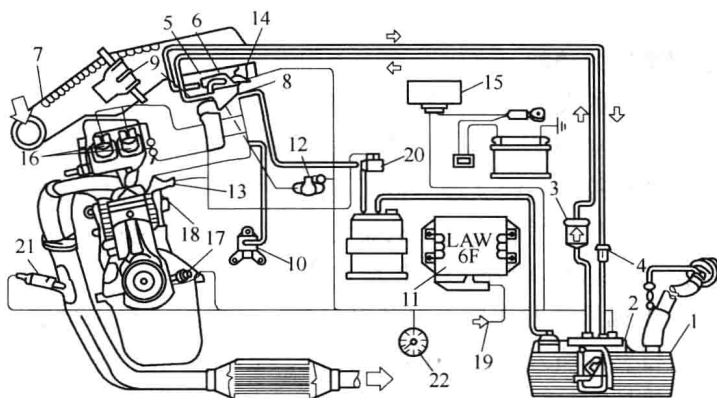


图 1-1 奇瑞轿车发动机单点燃油喷射系统的组成

- 1—燃油箱 2—燃油泵 3—燃油滤清器 4—单向阀 5—燃油压力调节器 6—喷油器 7—空气滤清器、连接管 8—燃油蒸气 9—发动机怠速执行器 10—进气歧管绝对压力传感器 11—ECU 12—节气门位置传感器 13—冷却液温度传感器 14—进气温度传感器 15—双继电器 16—点火线圈 17—转速、上止点位置传感器 18—火花塞 19—诊断插口 20—活性炭罐电磁阀 21—氧传感器 22—转速计数器（选装）

【课后思考】

举例谈谈中国汽车发动机电控技术的发展。

任务单元 1.2 汽油发动机控制系统的认识

【学习目标】

1. 能通过与客户交流、查阅相关维修技术资料等方式获取车辆信息。
2. 能够熟练阅读发动机控制系统电路图, 获得诊断信息。
3. 能够迅速识别发动机控制系统。
4. 能够向客户讲解发动机控制系统有关基本知识。
5. 能够指导客户正确使用发动机控制系统。
6. 能够正确使用、检修 ECU。
7. 了解行业和技术的发展趋势, 能够把握自己工作或学习的方向。

【任务载体】

案例 1: 控制单元型号错误。

车型: 捷达 AT。

症状: 对汽车进行稳态加速工况法检测, NO 超标。

案例 2: ECU 搭铁不良。

车型: 捷达 GTX。

症状: 发动机起动困难。

【相关知识】

一、发动机控制系统的功能

基于现代汽油发动机的发展要求, 发动机控制系统的功能越来越强大, 并将多项控制功能集合在 ECU 上, 共用传感器信号, 实现多功能控制, 所以又称为发动机集中控制系统或发动机控制系统。发动机控制系统又进一步通过汽车内部网络的信息通信, 完成与其他控制系统之间的各种必要的消息传送和接收, 从而实现高度集中控制及集中故障诊断的整车控制技术。现代发动机控制系统可以实现以下控制功能:

(1) 供油控制 准确检测发动机工况和进气量, 根据发动机工况的需要精确控制喷油量, 在合适的时刻, 将燃油喷入进气管道或气缸内, 空燃比配比合适的混合气喷油量控制和喷油正时控制是发动机控制系统最重要的控制功能。

(2) 点火控制 准确检测发动机工况和进气量, 根据发动机工况的需要精确控制点火时刻, 改善燃烧过程, 提高发动机的性能, 避免发动机爆燃主要是点火时刻控制 (点火提前角控制和爆燃控制) 和点火能量控制 (通电时间控制)。

(3) 进气控制 进气控制主要包括怠速控制、节气门控制、巡航控制、可变进气道控制、可变配气相位控制、废气涡轮增压控制等。进气控制主要体现在两方面: 一是改变进气量, 控制发动机转速; 二是改变进气路径、进气时刻和进气压力, 提高进气效率。

(4) 排放控制 排放控制主要包括废气再循环控制、燃油箱蒸气排放控制、二次空气喷射控制、三元催化转化器监测控制等。

(5) 警告控制 由 ECU 控制各种指示和报警装置, 一旦发动机控制系统出现故障, 及时发出信号, 有效降低发动机故障运行时产生的排放污染。

(6) 自诊断控制 监测控制系统的工作情况, 当控制系统的元件或电路出现故障, ECU 检测到故障信号, 立即点亮故障指示灯, 提示驾驶人发动机有故障, 同时, ECU 将故障信息以故障码的形式存储在存储器内, 维修人员可以利用故障诊断仪读取故障码或清除故障码, 获得故障信息, 以帮助迅速诊断故障部位。

(7) 失效保护控制 当控制系统的传感器或其电路出现故障时, ECU 检测到信号失效, 不采纳失效信号, 而自动按照 ECU 内预设的信号替代值进行控制, 使发动机能够继续运行。当比较重要的信号失效时, ECU 自动停止发动机工作, 如当 ECU 接收的点火确认信号失效时, 立即停止供油, 防止大量燃油进入气缸而不点火。

(8) 应急备用控制 当控制系统的电脑出现故障时, 自动启用应急备用系统, 发动机按设定的信号 (如固定的喷油量、点火提前角控制) 进入强制运行工况, 使发动机不至于

熄火。

发动机控制系统功能不断扩展,除此之外还具有冷却风扇控制、发电机控制、起动机控制等功能。

二、电子控制系统的基本组成

燃油喷射发动机电子控制系统的功能是根据发动机运转状况和车辆的运行状况确定最佳喷油量。供给发动机的汽油量由喷油持续时间来控制,喷油持续时间则由 ECU 通过来自进气歧管绝对压力传感器或空气流量计的信号来计算进气量,根据进气量和转速计算出基本喷油持续时间,然后进行温度、海拔、节气门开度等各种工作参数的修正,得到发动机在这一工况下运行的最佳持续喷油时间,精确地控制喷油量。

电控汽油发动机系统尽管类型不少,品种繁多,但它们都是以 ECU 为控制核心,以空气流量和发动机转速为控制基础,以喷油器、点火器和怠速控制阀等为控制对象,保证获得与发动机各种工况相匹配的最佳混合气和点火时刻。因此它们的基本结构是相同的。发动机电子控制系统主要由传感器、ECU 和执行元件三个部分组成,如图 1-2 所示。

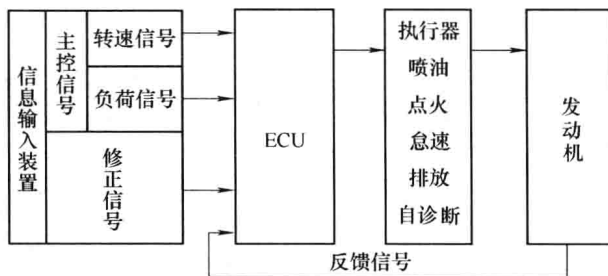


图 1-2 发动机电子控制系统组成

在发动机电子控制系统中,传感器的任务是将与发动机运行工况有关的各种非电量信号转变为相应的模拟或数字电信号,并传输给 ECU。发动机电子控制系统传感器的多少,取决于控制功能和实现控制功能所需考虑的影响因素(即控制精度)。一般而言,控制功能越多,影响因素越多,则所需的传感器也越多。

ECU 是电控汽油发动机的核心。它接受传感器或其他装置输入的信号,并将其转换为微机所能接受处理的信号,然后根据内部程序对输入的信息进行运算分析,求出执行命令数值,并输出执行命令。

执行元件受 ECU 控制,用于完成某项控制功能。在汽油机电控系统中,执行元件的动作,大多由 ECU 控制执行元件电磁线圈的搭铁回路实现。也有一些执行元件是由 ECU 控制的某些电子控制电路操纵,如电子点火器等。

ECU 根据发动机各种传感器送来的信号控制喷油持续时间等参数。检测发动机工况的传感器有发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、空气流量传感器或进气歧管绝对压力传感器、发动机转速和曲轴位置传感器、节气门位置传感器等。另外,还有检测车辆运行状况的传感器,如车速传感器、空调系统开关、空档起动开关等。除此之外,电子控制系统还有电源开关继电器、温度-时间开关及控制供给喷油器电流的电阻器等,如图 1-3 所示。继电器中有接通和断开燃油喷射装置总电源的主继电器和电动燃油泵用的电路断路继电器。

电子控制系统采用各种传感器,将发动机负荷、转速、加速、减速、吸入空气流量和冷却液温度等变化情况转换成电信号,然后把这些电信号输入到 ECU,ECU 将这些信号与存储的信号进行精确计算后,输出一个控制信号去控制喷油器阀的开启和持续时间,从而供给发动机气缸最佳供油量。因此,电控燃油喷射系统燃油喷射量和喷射时间的控制过程是比较复杂而又十分精确的。

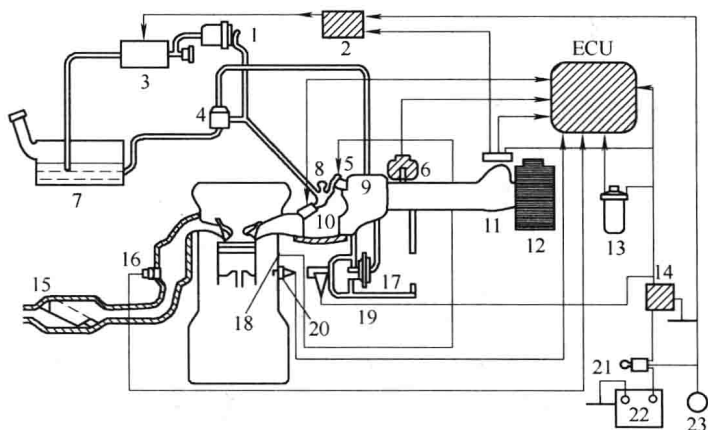


图 1-3 电子控制系统

- 1—燃油滤清器 2—断路继电器 3—电动燃油泵 4—燃油压力调节器 5—冷起动喷油器
6—节气门位置传感器 7—燃油箱 8—燃油压力脉动减振器 9—稳压箱 10—喷油器
11—空气流量计 12—空气滤清器 13—点火线圈 14—主继电器 15—三元催化转化器
16—氧传感器 17—真空限制器 18—温度时间开关 19—辅助空气阀 20—冷却液温度传感器
21—点火开关 22—蓄电池 23—起动装置

电控燃油喷射控制系统主要元件在汽车上的位置如图 1-4 所示。奥迪 100 型轿车 V6 发动机电控燃油喷射系统组成示意图如图 1-5 所示。

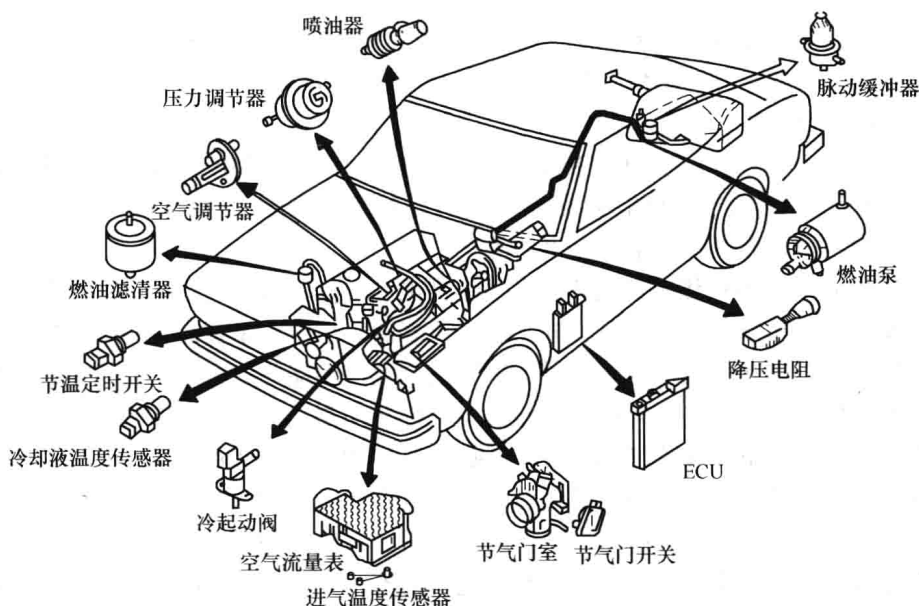


图 1-4 电控燃油喷射系统主要元件在汽车上的位置

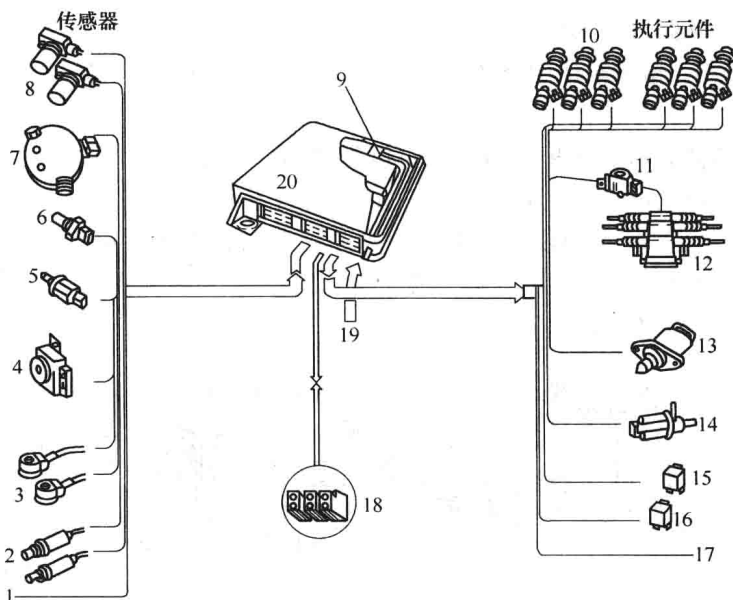


图 1-5 奥迪 100 型轿车 V6 发动机电控燃油喷射系统组成示意图

- 1—其他输入信号 2—氧传感器 3—爆燃传感器 4—节气门位置传感器 5—进气温度传感器
6—冷却液温度传感器 7—霍尔效应传感器 8—发动机转速和点火正时传感器 9—进气歧管绝对压力传感器
10—喷油器 11—电子点火模块 12—点火线圈 13—怠速稳定控制阀 14—活性炭罐电磁阀
15—氧传感器加热控制继电器 16—电动燃油泵继电器 17—其他输出控制信号
18—诊断插头 19—进气压力 20—ECU

1. 传感器

发动机控制系统的传感器主要有：

1) 进气流量传感器：检测进气流量，是控制喷油和点火的主控单元，安装在滤清器和节气门体之间的进气管道上，一般有三条或三条以上的接线。

2) 进气压力传感器：检测进气压力，是控制喷油和点火的主控单元，安装在节气门下游（后方）的进气管道上，一般有两条接线。

3) 曲轴位置传感器：检测发动机转速和活塞运行位置，是控制喷油和点火的主控单元，安装在曲轴、凸轮轴、分电器轴上，一般有两条或三条接线。

4) 凸轮轴位置传感器：检测凸轮轴位置，和曲轴位置传感器一起判定活塞运行位置，安装在凸轮轴、分电器轴上，一般有两条或三条接线。

5) 节气门位置传感器：检测节气门位置及节气门开度变化快慢，安装在节气门拉索对面，一般有三条或三条以上接线。

6) 冷却液温度传感器：检测冷却液温度，安装在缸体、缸盖的水套上或出水口处，一般有两条接线。

7) 进气温度传感器：检测进气温度，安装在进气管道上，可以安装在节气门前，也可安装在节气门后；可以独立安装，也可以和进气流量传感器或进气压力传感器组合安装，一般有两条接线。

8) 氧传感器：检测排气中氧含量，判定空燃比，进行空燃比的闭环控制，安装在排气

管上,常用的氧传感器有四条接线。

9) 爆燃传感器:检测缸体的爆燃强度,安装在缸体中部,一般有一条或两条接线。

2. ECU

ECU 是一种功能独特、体积小、工作可靠度高的计算机,金属外壳起到防静电、防电磁干扰的保护作用,其外形如图 1-6 所示。大多数汽车将其安装在驾驶室内仪表板下面、脚踏板后面、座椅下面,也有一些汽车将其安装在发动机舱中。别克 ECU 安装在发动机舱中空气滤清器前,其安装位置如图 1-7 所示。

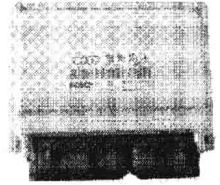


图 1-6 ECU 的外形

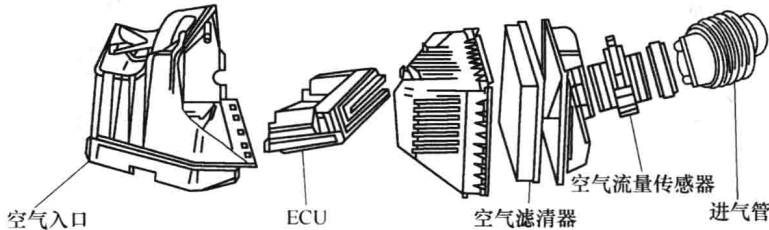


图 1-7 别克 ECU 的安装位置

ECU 由硬件和软件两部分组成,硬件包括微计算机、输入级、输出级等,微计算机包括中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)、只读存储器 (Read Only Memory, ROM)、随机存储器 (Random Access Memory, RAM)、时钟脉冲发生器、输入输出接口和总线等,汽车微计算机一般采用 8 位、16 位、32 位单片机。

ROM 的数据是制造厂在制造过程中将其固化在其中的,CPU 只能向 ROM 读取数据,不能写入或修改,通常存放编制好的数据表,表内存储关于车辆如何动作的信息,包括所有的控制程序、特性曲线和特性数据等,例如喷油和点火等的控制程序、喷油和点火参数三维图等。在使用中如果断电,存储的信息也不会丢失。为了便于用户对 ROM 进行编程写入,可以使用可编程只读存储器 (Programmable Read Only Memory, PROM) 为了使存储的信息可多次修改,还可使用可擦除可编程只读存储器 (Erase Programmable Read Only Memory, EPROM),其存储内容可用紫外线照射芯片的方法擦除全部信息。用电擦除信息的称为电可擦除可编程只读存储器 (Electrical Erase Programmable Read Only Memory, EEPROM)。

RAM 又称读写存储器、随机存储器,能读取或写入数据,RAM 的数据可以不断更新。ECU 有易失 RAM 和不易失 RAM 两种,当蓄电池断开时,易失 RAM 数据丢失,不易失 RAM 数据不丢失。易失 RAM 有两种,一种是当点火开关置于“OFF”时,数据丢失;另一种由蓄电池供电,当点火开关置于“OFF”时,数据不丢失。例如,易失 RAM 存储发动机运行过程中传感器输入数据,当点火开关置于“OFF”时数据消失;不易失 RAM 存储里程表数据,RAM 芯片可连续累计车辆行驶里程;控制系统的故障码和 ECU 自适应学习值存储在易失 RAM 中,断开蓄电池可以清除故障码,同时学习值会丢失。

系统中传感器信号有数字信号和模拟信号两种,输入级的作用是将传感器信号经 A-D 转换、放大、整形后再经 I/O 接口送给微计算机,完成发动机工况的实时检测。输入级中有 A-D 转换器、信号放大电路、信号整形电路等。

输出级的作用是将微计算机的指令转变为控制信号并放大,驱动执行器工作,主要起控