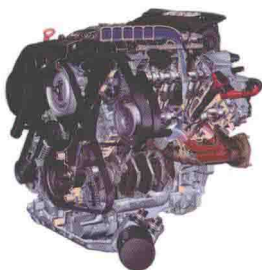


高职高专“十二五”规划教材
汽车类工学结合教学改革规划教材

汽车发动机电控系统 原理与检修



刁维芹 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

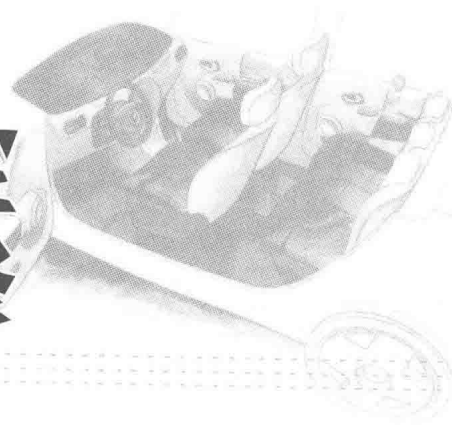


配电子课件

qiche fadongji diankong xitong yuanli yu jianxiu

高职高专“十二五”规划教材
汽车类工学结合教学改革规划教材

汽车发动机电控系统原理与检修



主 编 刁维芹
副主编 陆静兵 王 芳
参 编 侯文胜 高 昌 杨开锁
侯 勇 陈向东



机械工业出版社

本书主要介绍了电控发动机的优点及各控制系统的功能;详细介绍了电控发动机燃油喷射系统的组成、作用及各传感器、执行器和控制系统的结构、工作原理及检测方法;电控点火系统的类型、控制原理和检修;怠速控制的作用、类型、结构、工作原理及检测方法;进气增压控制、排气净化和排放控制的作用、组成、结构和工作原理;电控柴油机的结构和工作原理,同时对一些典型车电控系统的结构和故障现象作了简单介绍并增加了现在用得较多的车上网络系统。在此基础上,本书对发动机电子控制系统的故障诊断所用的仪器、设备和诊断检测的思路及方法作了详细的介绍。

本书可作为高等职业学院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,还可供汽车维修技术人员参考使用。

本书配有电子课件,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 下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统原理与检修/刁维芹主编. —北京:机械工业出版社, 2014.3

高职高专“十二五”规划教材 汽车类工学结合教学改革规划教材
ISBN 978-7-111-46153-1

I. ①汽… II. ①刁… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—理论—高等教育—教材②汽车—发动机—电子系统—控制系统—车辆修理—高等教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第050057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:常天培 责任校对:樊钟英

封面设计:陈沛 责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·326千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46153-1

定价:27.00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

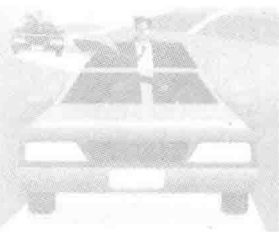
社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言



随着汽车电子技术的日趋完善,现今汽车电子化已经达到相当高的程度。为了提高学生的职业素养和实践能力,倡导以能力为本位的教育理念,在教材的编写上应通过合理的知识和能力结构,突出学生的职业技能培养,帮助他们积累工作经验,从而达到全面提高他们的职业能力和综合素质的目的。

本书以覆盖面较广泛的车型为主,通过采用大量的立体图、实物图及简图深入浅出地介绍了电控发动机的结构、工作原理及常见故障。本书较好地贯彻了素质教育的思想,力求体现以人为本的教育理念,从覆盖职业岗位群的知识 and 技能要求出发,并结合对培养学生创新能力、自我学习的要求,提出教学目标并组织教学内容,在教材的理论体系、组织结构和内容描述上与传统的教材有很大的区别。理论知识以够用为度,技能训练面向岗位需求,注重结合汽车维修服务岗位群的知识 and 技能要求,使学生学完教材后,都能获得相应的岗位知识和能力,突出了使用性。

为使学生明确教学目的,在本书每个模块的开始都提出教学目标,以便做到心中有数,同时又是检验自己的尺度;在每个模块的后面都附有典型案例、技能训练的内容和相应的习题,便于学生复习和进行相应的实训。

本书在内容的选择上与时俱进,体现了最新的技术和工艺。本书主要内容有绪论、电控汽油喷射系统、电控点火系统、怠速控制系统、排气净化与排放控制、进气与增压控制、柴油机电控系统简介、车上网络技术简介、发动机电子控制系统的故障诊断等。

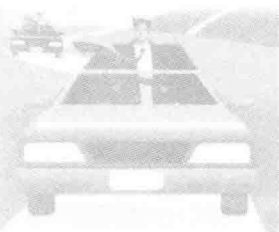
为构建立体化教材,方便教师和学生学,本套教材还配备了电子课件。

本书由刁维芹担任主编,陆静兵、王芳担任副主编,其他参加编写工作的有侯文胜、高昌、杨开锁、侯勇和陈向东。

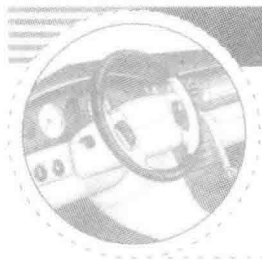
由于编者水平和经验有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录



前言	
绪论	1
模块1 电控汽油喷射系统	10
1.1 概述	10
1.2 进气系统	14
1.3 燃油系统	32
1.4 电控系统及控制功能	46
模块2 电控点火系统	62
2.1 概述	62
2.2 点火控制功能	70
模块3 怠速控制系统	85
3.1 怠速控制系统概述	85
3.2 怠速控制的类型和控制过程	88
模块4 排气净化与排放控制	103
4.1 汽车排放的污染物	103
4.2 废气再循环系统	107
4.3 三元催化转化器	113
4.4 燃油挥发控制	124
模块5 进气与增压控制	131
模块6 柴油机电控系统简介	142
6.1 柴油机电控技术概述	142
6.2 柴油机电控系统举例	151
模块7 车上网络技术简介	163
7.1 车上网络技术概述	163
7.2 汽车局域网中的现场总线	164
模块8 发动机电控系统的故障诊断	174
8.1 常用工具及测试仪器	174
8.2 故障诊断的基本原则及注意事项	192
8.3 自诊断系统的功能及测试过程	198
参考文献	208



绪 论

从世界上第一辆内燃机汽车诞生至今,经过 100 多年的发展,汽车产品已满足通常使用的基本要求。但是,现代社会对汽车产品要求排放清洁、资源节约、动力强劲、操作方便、乘坐舒适、使用安全。依靠改变传统的机械结构和有关结构参数来提高汽车的性能已临近极限,无法满足现代社会提出的新要求。电子控制技术的兴起与发展,尤其是在汽车工业上的应用,使汽车产品技术性能的极大提高成为可能,为汽车产业的发展注入了生机和活力。

一、汽车电子控制技术的发展历史

20 世纪 30 年代早期,安装在轿车内的真空电子管收音机是汽车电子技术的第一次出现。1948 年晶体管的发明及 1958 年第一块集成电路的出现,才真正开创了汽车电子技术的新纪元。1955 年晶体管收音机问世后,采用晶体管收音机的汽车迅速增加,并作为标准部件安装在德国大众汽车上。从 20 世纪 60 年代起,轿车中开始使用硅二极管半导体元件作为功率晶体管来替代原有的像电压调节器之类的电磁接触器等元件。功率晶体管元件的应用极大地改善了汽车的性能和可靠性。

标志着汽车电子控制技术真正发展的是在 1967 年首次将集成电路元件应用到汽车上,其结果是电子技术与汽车发动机电气系统相结合,开发出如车用发电机集成电路调压器、集成电路点火器等汽车电子产品。1976 年,美国克莱斯勒汽车公司首先创立了由模拟计算机对点火时刻进行控制的电子系统。1977 年,美国通用汽车公司开始把微型计算机应用于发动机点火系统的正时控制中,称为迈塞(MISAR)系统,该系统体积较小,由中央处理器、存储器和 A-D 转换器等组成,是一种真正的计算机控制系统。继之,日本、欧洲一些国家也相继开发了自己的汽车发动机电子控制系统,通过改进,其控制功能不断增多,性能更加先进。

微型计算机在汽车电子控制技术中的出现,使得对汽车的高精度控制得以实现,而对汽车的高精度控制反过来又促进汽车发动机工作性能的提高。促使微型计算机在汽车控制系统中广为应用的另一个主要因素是 20 世纪 70 年代末和 20 世纪 80 年代初各工业发达国家相继制定的一系列汽车尾气排放法规及能源危机后油料价格的上涨。汽车尾气排放的净化影响到燃油经济性和发动机工作性能。要在这两方面同时取得成功,不仅要汽车对发动机本身的结构设计进行改进,而且还需要对进入发动机气缸内的混合气空燃比进行精确的控制、点火时间进行最优控制、发动机怠速运转控制以及其他相应的精密控制。引入微型计算机系统后,能够很好地解决这个看似矛盾的问题。



20 世纪 80 年代以后,微型计算机在汽车上的应用日趋成熟可靠,并向智能化方向发展。在辅助驾驶装置方面,主要的电子控制技术有车速自动控制、变速器自动控制、动力转向控制;在安全装置方面,主要的电子控制技术有汽车高速感应门锁、防抱死制动系统 (ABS)、驱动防滑控制 (ASR) 系统、安全气囊系统 (SRS);在信号装置方面,主要的电子控制技术有数字显示仪表、故障诊断系统、各种报警装置及各种监视器;在舒适、方便装置方面,主要的电子控制技术有自动空调系统、电动车窗和座椅调节系统、立体声音响、导航系统、汽车电话等。

20 世纪 90 年代,随着像微型计算机这类电子产品的不断更新,极大地促进了汽车电子控制技术的发展。当前的汽车电子控制技术可分为四大类 (见图 0-1),即动力牵引系统控制、车辆行驶姿态控制、车身 (车辆内部) 控制和信息传送。

汽车电子技术将使汽车的各种功能系统智能化。遍布全车的传感器将信息传送到电子控制单元 (ECU) 处,ECU 向各系统的执行机构发出指令,使汽车各功能系统智能化,不间断地监视路面、情况变化,及时、准确地操纵车辆运行。总之,汽车电子化已是大势所趋,成了当代汽车技术发展的一个重要方向。汽车电子技术的发展与应用,将推动汽车产品进入一个全新时期。

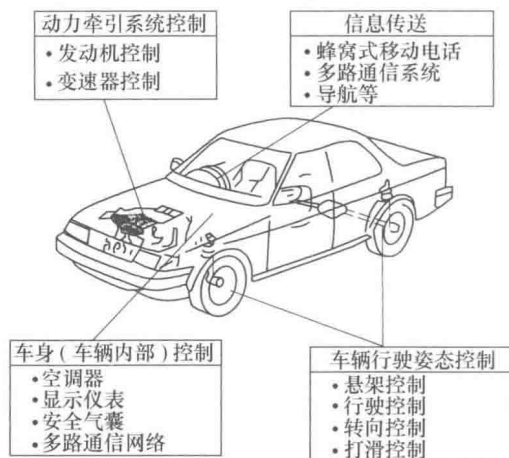


图 0-1 汽车电子控制技术分类

二、汽车电子控制技术的应用状况

电子技术的应用几乎已经深入到汽车所有的系统,目前电子产品已占到整车成本的 50% 以上。按照对汽车行驶性能作用的影响划分,可以把汽车电子产品归纳为两类:一类是汽车电子控制装置,它要与车上机械系统进行配合使用,即所谓“机电结合”的汽车电子装置,例如电子燃油喷射系统、防抱死制动系统、驱动防滑控制系统、牵引力控制系统、电子控制悬架、电子控制自动变速器、电子动力转向系统等;另一类是车载汽车电子装置,它是在汽车环境下能够独立使用的电子装置,与汽车本身的性能并无直接关系,包括汽车信息系统 (行车电脑)、导航系统、汽车音响及电视娱乐系统、车载通信系统、上网设备等。

目前汽车电子技术正向集中综合控制发展:将发动机管理系统和自动变速器控制系统集成为动力传动系统的综合控制 (PCM);将防抱死制动系统 (ABS)、牵引力控制系统和驱动防滑控制 (ASR) 系统综合在一起进行制动控制;通过中央底盘控制器,将制动、悬架、转向、动力传动等控制系统通过总线进行连接,控制器通过复杂的控制运算,对各个子系统进行协调,将车辆行驶性能控制到最佳水平,形成一体化底盘控制 (UCC) 系统。

由于汽车上的电子电器装置数量急剧增多,为了减少连接导线的数量和质量,网络、总线技术有了很大的发展。通信总线将各种汽车电子装置连接成一个网络,通过数据总线发送和接收信息。电子装置除了独立完成各自的控制功能外,还可以为其他控制装置提供数据服务。由于使用了网络化的设计,因此简化了布线,减少了电气节点的数量和导线的用量,使装配工作更为简化,同时也增加了信息传送的可靠性。通过数据总线可以访问任何一个电子



控制装置,读取故障码对其进行故障诊断,使整车维修工作变得更为简单。

1. 电子技术在发动机上的应用

发动机电控技术可分为电控燃油喷射、电控点火、怠速控制、排放控制、进气增压控制、故障自诊断、安全保险、备用控制以及其他控制技术。

(1) 电控燃油喷射装置 在现代汽车上,机械式或机电混合式燃油喷射系统已趋于淘汰,电控燃油喷射装置因其性能优越而得到了日益普及。电控燃油喷射装置可以自动保证发动机始终工作在最佳状态,使其在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。经过试验并修正得到发动机最佳工况时的供油控制规律,事先把这些客观规律编成程序存储在微型计算机的存储器中,当发动机工作时,根据各传感器测出的空气流量、排气管中含氧量、进气温度、发动机转速及工作温度等参数,按预先编好的运算程序进行运算,然后与存储器中最佳工况的参数进行比较和判断再调整供油量。这样就能够使发动机一直在最优工作状态下运行,从而使发动机的综合性能得到提高。

(2) 电控点火装置 电控点火装置由微型计算机、传感器及其接口、执行机构等部分构成。该装置可根据传感器传递的发动机各项参数进行运算、判断,然后进行点火时刻的调节,这样可以节约燃料,减少空气污染。此外,新型发动机电控装置还具有自适应控制、智能控制及自诊断操作等功能。一般认为,发动机电控装置的节能效果在 15% 以上,效果更明显的则是在环境保护方面。

(3) 排气控制装置 汽车发动机作为一个大气污染源,应该采取各种有效措施予以治理和改造。关于汽车发动机废气的控制和净化问题,各国都进行了大量的研究工作,研制出不少的技术措施。这些方法大致可分为发动机本身的改进和增加废气净化装置。而由于发动机本身的改进,较难满足日益严格的排放法规和降低成本的要求,因此现代汽车采取了多种排放控制措施来减少汽车的排气污染,如三元催化转化器、废气再循环系统、活性炭罐蒸发控制系统、二次空气供给系统等。

(4) 进气增压控制装置 发动机中增压系统的安装日渐增多,其目的是提高进气效率。电控增压系统的研制和开发使增压技术又跨上一个台阶。目前,应用较普遍的是电控废气涡轮增压系统,它由切换阀、动作器、空气冷却器、空气滤清器、ECU、释压电磁阀组成。通常增压器是为了与发动机的低速、小负荷工况相匹配而设计的,当发动机大负荷运行时容易导致增压器因超速运行而损坏,为此电控废气涡轮增压系统专门在排气管中废气涡轮室处增加了一条旁通气道,由 ECU 对切换阀的开度大小进行调整。

(5) 故障自诊断与报警系统 现代轿车发动机的电控系统中,ECU 一般都带有故障自诊断系统,自行检测、诊断发动机电控系统各部分的故障。对于传感器,可通过检测其信号是否超出规定范围来直接进行判断;对于执行器,则在其初始电路中增设专用回路来实现监测;对于 ECU 本身,也有专用程序进行诊断。故障自诊断系统一般由 ECU 中的识别故障及故障运行控制软件、故障监测电路和故障运行后备电路等组成。当 ECU 检测来自传感器或执行器的故障信号时,立即使仪表板上的故障指示灯发亮,以提示驾驶人发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的数码形式存储在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。在进行车辆维修时,维修人员可通过特定的操作程序调取故障码。

(6) 安全保险装置 如果 ECU 的输入信号不正常,则 ECU 将按照存储器中存储的固定喷油持续时间和固定点火提前角控制发动机,使发动机能够继续维持工作。当 ECU 本身



出现故障时,装有备用控制系统的发动机能继续对喷油量和点火时刻进行控制,使车辆继续行驶。

(7) 柴油机的电子控制 柴油机电控技术当前主要应用于柴油喷射、废气再循环、废气催化转化等方面。目前先进的柴油机电子技术是共轨式电控喷油系统,它由电磁阀、传感器及中央处理单元组成。与传统喷射系统不同,在共轨系统中,燃油的压力产生和喷射互不相连。在一定限度内,喷射压力的选择不受发动机转速和喷油量的影响。

在现代科学技术和经济高度发达的今天,对汽车性能也提出了更高的要求,为此现代汽车上大量地应用了电子技术。电子技术不仅提高了传统汽车的性能和水平,而且也开拓了电子技术新的应用领域,开创了当今的汽车电子时代。汽车的电子化程度已成为衡量汽车技术水平高低的重要标志。未来汽车市场的竞争,就其本质而言,乃是汽车电子化的竞争。

2. 我国汽车电子技术的发展现状

我国的汽车工业与国外汽车工业相比,还相当年轻,近年来,汽车电子化的进程也在加速。其实,我国对汽车电子产品的研制并不晚。早在 20 世纪 70 年代初,就开始了电子防抱死制动系统 (ABS) 的研究。但是,我国汽车电子化水平只相当于国外第一阶段的技术水平,品种少、档次低,从而导致我国汽车电子技术发展缓慢、步履维艰,要开发和推广汽车电子产品还要做很多工作。

汽车电子技术是一种学科交叉的高新技术。汽车电子产品主要由传感器、控制器和执行机构组成。其中,传感器是汽车各种电控系统实现自动控制必不可少的敏感元件,是发展汽车电子产品的关键。对传感器的要求是高精度、高可靠性、廉价。在国外,生产车用传感器已无技术难关,现正向廉价方向努力。而我国的传感器不仅性能差、品种少、售价高,而且长期无改进。传感器低性价比的状况,严重妨碍了汽车电子产品的推广和应用。所以,要开发、推广和普及汽车电子技术,首要的问题是研制出廉价且能满足汽车使用要求的传感器。同时,汽车电子控制系统的核心部件是单片机。由于汽车的使用环境十分恶劣,因此要求由单片机组成的电控装置必须满足高质量、高可靠性、安全密封、抗振动、抗干扰等特定要求。而我国目前还没有一家生产车用单片机的专业厂,这就影响了汽车电子技术的发展。又如,我国所有的 GPS 芯片和 OEM 接收板几乎都是依靠进口。在 GPS 车辆跟踪方面,所使用的 GPS 核心定位产品主要来源于美国、日本、韩国和中国台湾等国家和地区,基本都是在这些核心产品上进行二次开发,生产车载终端、自导航和手持定位仪等产品。

与我国的汽车电子产业不同,国外汽车电子产业的发展是随着汽车工业一步一步发展起来的。我国现在要研究汽车电子,除了面临技术上的压力之外,还缺乏良好的市场环境。在这种情况下,应需要国家、企业和科研机构联合起来整合我国汽车电子发展力量。同时,国家需进行标准的制定。例如,车上有很多的 ECU,一辆车的 ECU 有几十个甚至上百个,现在的设计多样化,没有统一性和标准性就不能形成一个产业,因此严重制约了我国汽车电子工业的发展。

三、汽车电子控制最新技术与发展趋势

汽车电子化被认为是汽车技术发展进程中的一次革命,汽车电子化的程度被看作是衡量现代汽车水平的重要标志,是用来开发新车型、改进汽车性能最重要的技术措施。现在汽车电子控制最新技术与发展趋势主要有:



1. 新动力源的应用

汽车的节能与排放已成为当今世界共同关注的问题之一,解决此问题的核心之一是开发电动汽车。目前电动汽车主要有纯电动、混合动力和燃料电池三个研发方向。纯电动汽车从20世纪70年代开始进行研究和发展的,但电池使用寿命还是最致命的弱点。混合动力电动汽车在牺牲了部分环保利益的基础上,可以满足人们对汽车的要求,但两套系统(电池电机/内燃机)同时安装在本来只装一套系统的汽车上,加大了汽车本身的重量,同时也增加了整体工艺、控制等方面的要求。目前,混合动力电动汽车已商业化,燃料电池电动汽车产业化研制将很快完成,成为电动汽车的主导。

我国电动汽车研发水平几乎与发达国家站在同一起跑线上,最大差距不超过5年。近年来,我国在电动汽车整车设计、驱动系统、电池管理系统(尤其是锂离子电池、燃料电池等高性能动力电池)的研制方面取得重大进展,在某些方面已处于世界领先水平。因此,电动汽车成为我国赶超世界先进水平的一个突破口。

特别是自2009年以来,各国推出的刺激政策更促进了电动汽车的研发速度和产业化进程。2012年全球电动汽车销量达到11万辆,比2011年提高133%。据国际电动汽车倡议(Electric Vehicle Initiative, EVI)预测,到2020年全球电动车的保有量将达到2000万辆。据此估算,到2020年电动汽车销量的年平均复合增长率将达到72%。从全球的市场分布来看,美国和日本占据较大的电动汽车市场份额。2012年,美国和日本分别占插电式混合动力汽车市场的70%和12%;而在纯电动汽车市场,两国分别占26%和28%,我国在这一细分市场的市场份额达到16%,成为世界第三大纯电动汽车市场。

据麦肯锡2012年10月发布的指数预测,到2017年,日本将生产77.9万辆电动汽车,占其汽车生产总量的9.7%;德国和美国也有可能将电动汽车的产量推升至21.83万辆和36.23万辆,分别占汽车市场总产量的3.55%和3%;中国的产量可能会达到273 150辆,仅为汽车总产量的1%。

2. 安全性控制技术的不断发展

安全性是汽车消费者最关心的问题。对于汽车安全性的关注,不仅仅是为了驾驶人和乘客,还有道路上的其他人。大部分用户认为最需要考虑的问题是汽车的安全性,它比汽车性能、车载娱乐和燃油效率都更重要。安全设备已经从物理领域转向电子领域,从轮胎和制动技术的进步,到侧面碰撞保护和安全气囊,直到今天的辅助驾驶系统。最新的汽车采用了大量的电子技术和传感器,不断监测和评估周围的环境、为驾驶人显示相关的信息,并且在某些情况下甚至接管车辆的控制。未来相关的安全技术和市场也将得到极大的拓展。有关研究报告指出,汽车安全系统是汽车电子领域增长最强劲的需求之一,年平均增幅达到25%以上。

国外在1996年就将安全气囊作为标准配置,从2002年起国际上已经将两个乘客座椅预紧式安全带和传感器系统与安全气囊一起作为标准配置,之后传感器系统更是大幅度增加,以提高冲撞检测能力和乘车的稳定性,从而有可能构成统一的安全气囊网络。

制动技术在近几年取得的最主要进展是在电子控制领域,从最初的防抱死制动系统(ABS)到后来的紧急制动辅助(EBA)系统,下一个目标是普及电子稳定程序(ESP),从而防止车辆在转弯时失控。电子稳定程序(ESP)的安装使交通事故率降低了20%~50%,大型车辆(如四轮驱动SUV)的交通事故率则下降了将近67%。该系统在欧洲的使用率为



35%，在美国为11%，在中国则相对较低。当然，未来几年这种状况将得到改善，电子稳定程序（ESP）将得到普遍的应用。

根据美国高速道路交通安全局（NHTSA）提出相关的标准，要求2007年9月1日以后生产的全部车辆均配备轮胎气压监测系统（TPMS）。这是继安全带、安全气囊之后汽车安全的第三个立法产品。目前，国外新产车型（奔驰、奥迪、宝马、法拉利、保时捷、大众、英国阿斯顿·马丁的Vanquish、林肯大陆等）大多都装配了轮胎气压监测系统（TPMS），国内只有个别车型（如通用的别克）安装了轮胎气压监测系统（TPMS）。

3. 汽车巡航控制广泛应用

汽车巡航控制系统（CCS）是指在汽车运行中，不踩加速踏板便可按照驾驶人的要求自动地保持一定的行车速度，从而减轻驾驶人的劳动强度、提高汽车舒适性的自动行驶装置。根据其特点，汽车巡航控制系统又称为恒速控制系统、车速控制系统等。目前，不少车辆（特别是高级轿车）已把巡航控制系统作为配属设备或选配设备。例如：日本的皇冠、雷克萨斯、佳美，美国的别克、凯迪拉克，德国的奔驰、宝马等车型，均装有巡航控制系统。轿车装上巡航控制系统后，当车速超过一定值时，该装置可自动按照驾驶人所要求的速度继续行驶并保持这一恒定速度，驾驶人不用踩加速踏板。采用这种装置后，当在高速公路上长时间行车时，就可使驾驶人踩加速踏板的脚得以休息，不致因长时间驾车控制加速踏板稳定车速而产生疲劳，减轻了驾驶人的操作负担。由于电子系统能准确地控制车辆的工况，从而使高速行驶的车辆更加安全、平稳，耗油量减少，提高了汽车的燃油经济性和驾驶舒适性。此功能特别适用于在高速公路上行驶的车辆。巡航控制系统如果在安装有自动变速器的汽车上使用，则更能发挥其优势。

汽车巡航控制系统的主要优点是：

- 1) 保持车速稳定。无论由于风力和道路坡度引起汽车的行驶阻力怎样变化，只要在发动机功率允许范围内，汽车的行驶速度都可以保持不变。
- 2) 提高汽车行驶时的舒适性。尤其是汽车在郊外或高速公路上行驶时，舒适性体现得更为明显，驾驶人无须频繁地用脚踩加速踏板，因此疲劳强度大大减轻。
- 3) 提高燃油经济性和环保性。在同样的行驶条件下，对一个有经验的驾驶人来说，装用汽车巡航控制系统可节省燃油15%。在汽车巡航控制系统中使用速度稳定器后，可使发动机燃料的供给与功率处于最佳配合状态，降低了燃油消耗率，大大减少了排气中的有害气体成分。
- 4) 延长发动机的使用寿命。装用汽车巡航控制系统可使汽车工作在发动机有利转速范围内，使汽车的供油与发动机功率处于最佳配合状态，因而延长了发动机的使用寿命。

4. CAN 总线网络的应用

随着ECU在汽车上的应用越来越多，车载电子设备间的数据通信变得越来越重要，以分布式控制系统为基础构造汽车车载电子网络系统是很有必要的。大量数据的快速交换、高可靠性及廉价性是对汽车电子网络系统的要求。在该网络系统中，各处理器独立运行，控制并改善汽车某一方面的性能，同时在其他处理器需要时提供数据服务。汽车内部网络的构成主要依靠总线传输技术。汽车总线传输是指通过某种通信协议将汽车中各种ECU、智能传感器、智能仪表等连接起来，从而构成的汽车内部网络。其优点是：减少了线束的数量和线束的容积，提高了电气系统的可靠性和可维护性；采用通用传感器，从而达到了数据共享的

目的；改善了系统的灵活性，即通过系统的软件可以实现系统功能的变化。

5. 汽车 12V 供电系统向 42V 的转化

随着汽车电子装置越来越多，电能的消耗正在大幅度地增加。现有的 12V 动力电源，已满足不了汽车上所有电气系统的需要。今后将采用集成起动机-发电机 42V 供电系统，发电机最大输出功率将由目前的 1kW 提高到 8kW 左右，发电效率将达到 80% 以上。42V 汽车电气系统新标准的实施，将使汽车电器零部件的设计和结构发生重大的改变，机械式继电器、熔丝式保护电路将被淘汰。

6. 车联网快速发展

车联网可以简单理解为“汽车移动互联网”，利用车载电子传感装置，通过移动通信技术、汽车导航系统、智能终端设备与信息网络平台，使车与路、车与车、车与人、车与城市之间实时联网，实现信息互联互通和驾驶指令操控的网络系统。其众多的功能可为驾乘人员、整车厂、政府、保险公司、车辆租赁企业等多方使用者提供服务。其中，目前最为普及的功能为驾驶安全 [如应急呼叫系统 (eCall)]、互联信息 (如导航及车内信息服务) 等。

车联网市场发展迅速，普及率将进一步提升。近年来，车载信息系统增长迅猛，其中嵌入式车载系统增长尤其迅速，在奔驰、宝马、奥迪等众多高端车型上已成为标准配备，而齐全、人性化的功能已逐渐成为汽车销售的主要差异点之一。从市场发展空间来看，目前车联网的普及程度还在 10% ~ 20% 的较低水平。随着车联网硬件价格不断下降、消费者需求提升、技术完善，未来几年仍旧是车载信息系统的高速发展期。大多数国际整车厂已经逐渐将车联网从高端车型向大众车型开始普及。从本土市场来看，国产品牌 (如荣威、吉利等) 汽车也逐渐开始在其车型上预装车联网系统。

除了互联网普及对车联网的推动，由于车联网的发展对行车安全的促进作用，政府也成为推动车联网普及的力量。欧洲法规要求 2014 年以后欧盟地区的汽车需配备应急呼叫功能 (eCall)。为降低对驾驶人的干扰，美国部分州已立法禁止开车时看短信或使用移动导航系统 (PND)。巴西等国家也立法强制汽车安装失窃车辆追踪 (SVT) 系统。此类法规将推动整车厂大量预装车载信息系统，规模效益带来了硬件成本的下降，以及最终车联网的普及。

7. 未来发展趋势和热点

今后 10 年国际电子行业将集中发展汽车用发动机管理系统、底盘电控系统、数字显示、通信导航系统、防撞防盗系统和娱乐装置等。同时，汽车多媒体将是未来的主要发展潮流，它是指以多媒体技术、移动通信技术为基础，同时综合应用卫星定位技术 (如 GPS)、人工智能技术、数据库技术、嵌入式仿真等多项技术制成的汽车电子设备。

四、发动机电控系统的基本组成

任何一种电控系统，其主要组成都可以分为信号输入装置、电子控制单元 (ECU) 和执行元件三大部分，如图 0-2 所示。



图 0-2 电控系统的基本组成



1. 信号输入装置

信号输入装置主要由各种传感器组成。它的主要功能是采集控制系统所需要的信息，并将其转换成电信号通过电路输送给 ECU。主要的传感器和信号输入装置有以下几种：

- (1) 空气流量计 空气流量计用于测量发动机的进气量，并将信号输入 ECU。
- (2) 进气歧管绝对压力传感器 进气歧管绝对压力传感器用于测量进气歧管内气体的绝对压力，并将信号输入 ECU。
- (3) 节气门位置传感器 节气门位置传感器用于检测节气门的开度及开度变化，并将信号输入 ECU。
- (4) 凸轮轴位置传感器 凸轮轴位置传感器用于提供曲轴转角基准位置信号。
- (5) 曲轴位置传感器 曲轴位置传感器用于检测曲轴转角位移，并给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号。
- (6) 进气温度传感器 进气温度传感器用于提供进气温度信号。
- (7) 冷却液温度传感器 冷却液温度传感器用于给 ECU 提供冷却液温度信号。
- (8) 车速传感器 车速传感器用于检测汽车的行驶速度，并给 ECU 提供车速信号。
- (9) 氧传感器 氧传感器用于检测排气中的氧含量，并向 ECU 输入空燃比的反馈信号，从而进行喷油量的闭环控制。
- (10) 爆燃传感器 爆燃传感器用于检测汽油机是否爆燃及爆燃强度。
- (11) 空调 A/C 开关 当空调 (A/C) 开关打开，空调压缩机工作，发动机负荷增大时，由空调 (A/C) 开关向 ECU 输入信号，作为喷油量和点火提前角的修正信号。
- (12) 档位开关 自动变速器由空档挂入其他档位时，由档位开关向 ECU 输入信号，对喷油量和点火提前角进行修正。
- (13) 起动 (STA) 开关 发动机起动时，由起动开关 (STA) 给 ECU 提供一个起动信号，作为喷油量和点火提前角的修正信号。
- (14) 制动灯开关 制动时，由制动灯开关向 ECU 提供制动信号，作为对喷油量、点火提前角和自动变速器等的控制信号。
- (15) 动力转向开关 当转向盘由中间位置向左、右转动时，由于动力转向油泵工作而使发动机负荷增大，此时由动力转向开关向 ECU 输入信号调整喷油量和点火提前角。
- (16) 巡航控制开关 当车辆进入巡航控制状态时，由巡航控制开关向 ECU 输入巡航控制状态信号，由 ECU 对车速进行自动控制。

2. 电子控制单元

电子控制单元 (ECU) 俗称电脑，是发动机电控系统的核心，它所具备的基本功能如下：

- 1) 接收传感器或其他输入装置的信息，给传感器提供 5V、9V 或 12V 的参考电压，将输入的信息转换为 ECU 所能接收的信息。
- 2) 存储、计算、分析和处理信息。存储该车型的特征参数和运算中所需的有关数据信息。
- 3) 运算分析。根据信息参数求出执行命令数值，将输出的信息与标准值进行对比，确定故障信息。
- 4) 输出执行命令。



5) 自我修正功能(学习功能)。

在实际维修中,如果怀疑 ECU 有故障,那么可以通过检测 ECU 各端子的工作参数与标准进行比较来确定,最好的方法是用一个已知无故障的 ECU 来替代,若故障现象消失,则说明原 ECU 有故障。ECU 发生故障一般无法修理,必须予以更换。

3. 执行元件

执行元件是指受 ECU 控制并具体执行某项控制功能的装置。在发动机的集中控制系统中,执行元件主要有喷油器、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、油泵继电器、风扇继电器、空调压缩机、自诊断显示与报警装置、仪表显示等。

随着发动机控制功能的增加和进一步发展,执行元件的数量将进一步增加。



电控汽油喷射系统

【学习目标】

1. 掌握电控汽油喷射系统的基本组成与功能。
2. 掌握进气系统和燃油系统的组成及各零件的结构与工作原理。
3. 掌握汽油喷射控制的内容及控制电路。
4. 了解典型轿车的电控汽油喷射系统。
5. 掌握汽油喷射系统各传感器和执行器的安装位置、结构特点及拆装测量方法。

1.1 概述

【本节目标】

- 1) 了解现代汽油喷射的分类和各自的特点。
- 2) 掌握电控汽油喷射系统的基本组成和功能。

【基本理论知识】

一、汽油喷射的类型

1. 按燃油喷射方式分类

根据燃油喷射方式的不同,燃油喷射系统可分为连续喷射和间歇喷射。

(1) 连续喷射 连续喷射又称为稳定喷射,是指在发动机整个工作过程中连续喷射燃油。连续喷射都是喷到进气道内,而且大部分的燃油是在进气门关闭时喷射的,因此大部分的燃油是在进气道内蒸发的。由于连续喷射系统无须考虑发动机的工作顺序和喷油时刻,因此控制系统结构较为简单,多应用在机械式或机电结合式燃油喷射系统中。

(2) 间歇喷射 间歇喷射又称为脉冲喷射或同步喷射。喷射是以脉动的方式在某一段时间内进行的,因此喷射都有一定的喷油持续期。由于间歇喷射方式的控制精度较高,所以被现代发动机集中控制系统广泛采用。间歇喷射按喷油时序的不同又可分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种形式,如图 1-1 所示。

采用同时喷射时,一般发动机曲轴每转一圈,各缸喷油器同时喷油一次,发动机一个工作循环的喷油量分两次喷入进气管。同时喷射不需要气缸判别信号,用一路控制电路就能控制所有的喷油器,电路与控制软件相对简单。

分组喷射把发动机的所有气缸分成两组或三组,ECU 用两路或三路控制电路控制各缸喷油器。在发动机工作期间,各组喷油器依次交替喷射,每个工作循环各组喷油器均喷射一

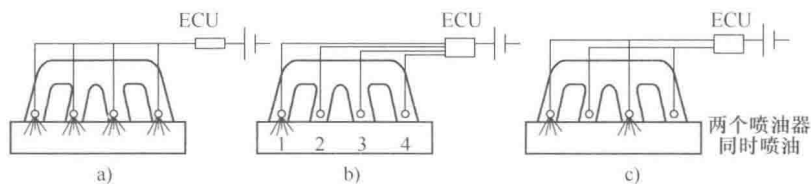


图 1-1 喷油时序

a) 同时喷射 b) 顺序喷射 c) 分组喷射

次（或两次）。

顺序喷射也称为独立喷射，在发动机运行期间，喷油器按各缸的工作顺序，依次把汽油喷入各缸的进气歧管，曲轴每转两圈，各缸均喷油一次。对于顺序喷射，一般需要正时和缸序两个输入信号 ECU 才能对喷油过程进行正确的控制。

2. 按喷油器的安装部位分类

按喷油器安装部位的不同，燃油喷射系统可分为单点喷射系统和多点喷射系统，如图 1-2 所示。

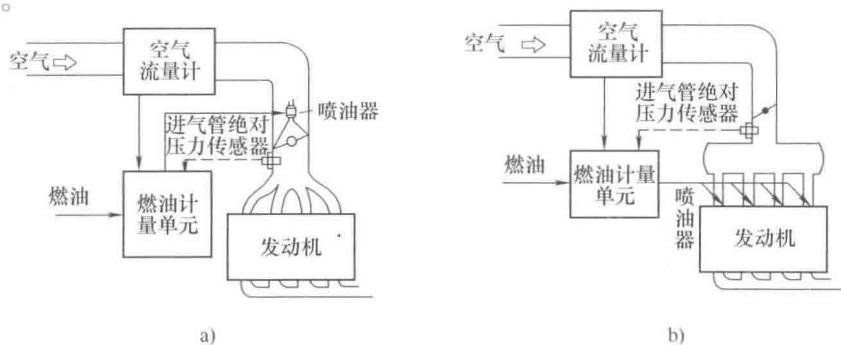


图 1-2 单点喷射系统与多点喷射系统

a) 单点喷射系统 b) 多点喷射系统

(1) 单点喷射系统 单点喷射系统是在进气管的节气门体上或稳压箱内安装一个中央喷射装置，用一个或两个喷油器集中向进气歧管喷射，形成可燃混合气，并在发动机进气行程时被吸入气缸内。因此，这种喷射系统又称为节气门体喷射系统或中央喷射系统。

(2) 多点喷射系统 多点喷射系统是在每个气缸进气门附近安装一个喷油器，所以各缸之间的空燃比混合较均匀，而且在设计进气管时可以充分利用空气惯性的增压效应，进而实现高功率化设计。

3. 按燃油喷射位置分类

按燃油喷射位置的不同，燃油喷射系统可分为缸内喷射系统和缸外喷射系统。

(1) 缸内喷射系统 缸内喷射系统是指喷油器将燃油直接喷射到气缸燃烧室内，因此需要较高的喷油压力（3.0~4.0MPa）。由于缸内喷射系统的喷油压力较高，故对供油系统的要求较高，成本也相应较高。目前几乎不采用这种方式。

(2) 缸外喷射系统 缸外喷射系统是指在进气歧管内喷射或进气门前喷射。该方式中喷油器被安装在进气歧管内或进气门附近，故在进气行程中燃油被喷射后与空气混合，形成可燃混合气再进入气缸内。

理论上，喷射时刻设计在任务缸排气行程上止点前 70° 左右为佳，喷射方式可以是连续



喷射或间歇喷射。

相对而言,由于缸外喷射方式汽油的喷油压力不高(0.1~0.5MPa),且结构简单,成本较低,因此目前应用较为广泛。

4. 按电控系统的控制模式分类

按电控系统的控制模式进行分类,发动机电控系统可分为开环控制和闭环控制两种类型,如图1-3所示。

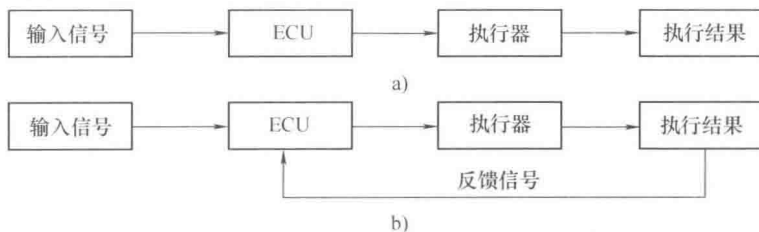


图 1-3 开环控制和闭环控制示意图

a) 开环控制示意图 b) 闭环控制示意图

(1) 开环控制 开环控制是把根据试验确定的发动机各种运行工况所对应的最佳供油量的数据事先存入 ECU 中,在发动机实际运行过程中,ECU 主要根据各传感器的输入信号判断发动机所处的运行工况,然后找出最佳供油量并发出控制信号,该控制信号经功率放大器放大后,再驱动电磁喷油器动作,以此精确地控制混合气的空燃比,使发动机处于最佳运行状态。

(2) 闭环控制 闭环控制是在排气管上加装了氧传感器,可根据排气中含氧量的变化,测出吸入发动机燃烧室内混合气的空燃比值,并把它输入 ECU 中再与设定的目标空燃比值进行比较,将误差信号经功率放大器放大后控制电磁喷油器,使空燃比值保持在设定的目标值附近。因此,闭环控制可以达到较高的空燃比精度,并可消除产品差异和磨损等引起的性能变化,工作稳定性好,抗干扰能力强。

5. 按空气量的检测方式分类

按空气量的检测方式进行分类,空气量可分为直接检测和间接检测两大类。直接检测方式又称为质量-流量方式。间接检测方式又分为两种:一种是利用进气管压力和发动机转速测定吸入空气量,从而计算燃油量的方式,称为速度-密度方式;另一种是根据节气门开度和发动机转速测定吸入空气量,从而计算燃油量的方式,称为节流-速度方式。

空燃比控制方式如图1-4所示。

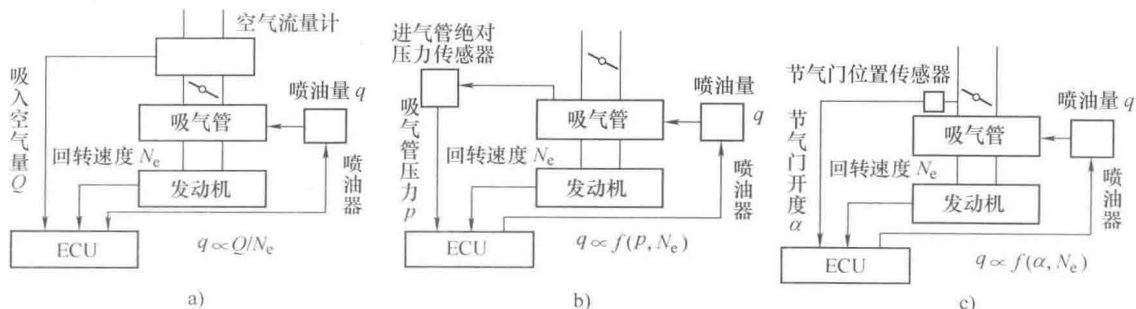


图 1-4 空燃比控制方式

a) 质量-流量方式 b) 速度-密度方式 c) 节流-速度方式