

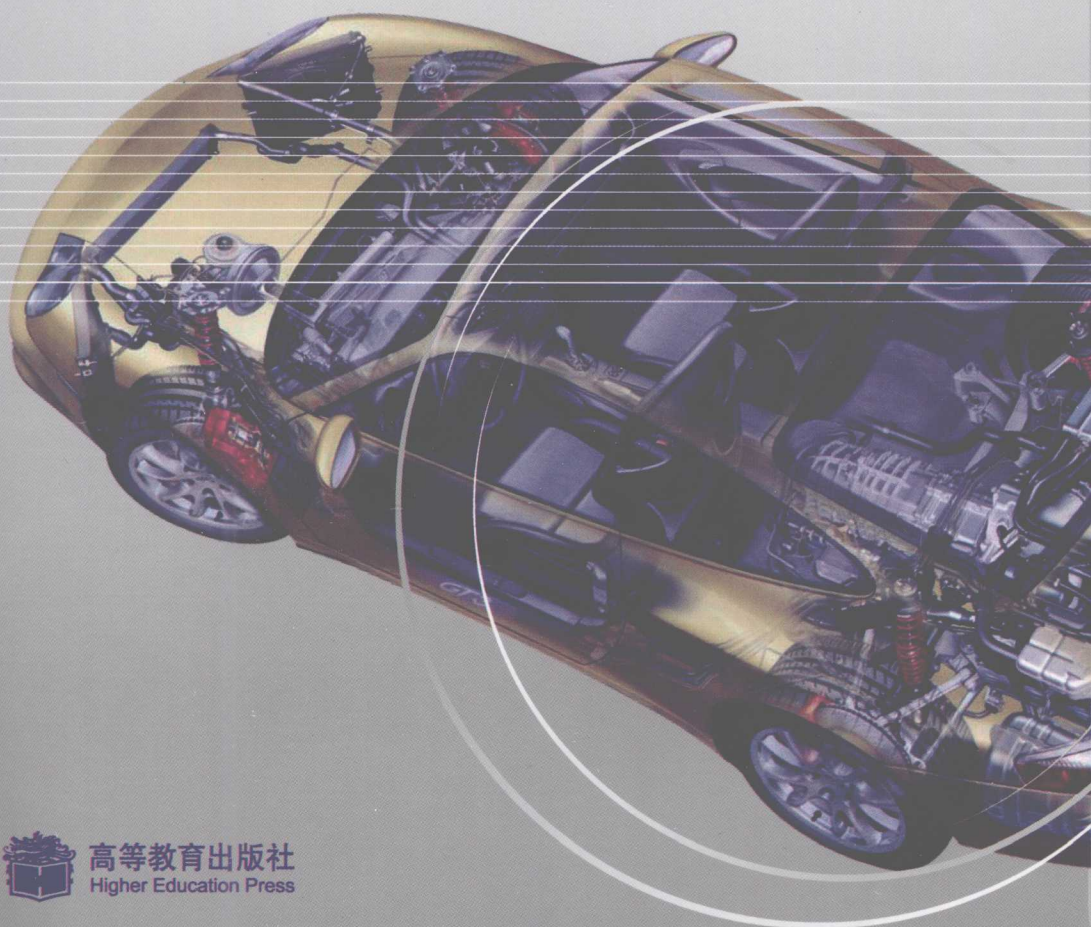


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车运用与维修专业系列

汽车电控技术

■ 陈志恒 胡宁 编著



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车电控技术

陈志恒 胡 宁 编著

高等教育出版社

内容提要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书除绪论外共分两篇 11 章。第一篇为汽车发动机电控技术,共 6 章,分别介绍汽车电子化与发动机电控技术、汽车汽油发动机和柴油发动机的电子控制技术等方面的内容;第二篇为汽车底盘及车身电控技术,共 5 章,分别介绍汽车自动变速器、汽车防滑控制系统、汽车转向控制系统、悬架控制系统和汽车的其他控制装置等方面的内容。本书内容新颖全面、图文并茂、通俗易懂,除可作为高等院校汽车运用与维修专业教材外,还可供有关汽车专业的师生和从事汽车运输管理、汽车设计制造、汽车维修管理的工程技术人员以及汽车修理工、电工与驾驶员学习参考。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电控技术/陈志恒,胡宁编著. —北京:高等教育出版社,2008.6

ISBN 978-7-04-024132-7

I. 汽… II. ①陈…②胡… III. 汽车-电子系统:控制系统-高等学校:技术学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 062655 号

策划编辑 徐进 责任编辑 李京平 封面设计 张志奇 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 王雨 责任印制 张泽业

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 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市卫顺印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.25
字 数 440 000

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 2008 年 6 月第 1 版
印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定 价 26.70 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 24132-00

前 言

伴随着我国汽车产量的迅猛增长,汽车电子化水平的全面提升,人们对汽车电控技术的认识正由表面向内涵逐步深入。介绍我国汽车电控技术的最新发展现状,满足教师、学生和其他读者学习新技术的强烈愿望,是我们编著本书的初衷。

在本次编写过程中,我们结合汽车电控技术发展现状,并根据作者长期从事汽车电控技术课程教学的体会,对全书的内容编排及叙述方法进行了精心设计。

全书除绪论外分为两篇共十一章,本书绪论及第1章至第6章由陈志恒编写,第7章至第11章由胡宁编写,全书由陈志恒统稿。

上海工程技术大学葛贤康教授、方集林教授仔细审阅了书稿,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,参考了大量的有关著作和文献资料,在此一并向有关作者、编者和文献资料的提供者表示真诚的感谢。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2008年4月于上海工程技术大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 汽车发动机电控技术

第1章 汽车电子化与发动机电控技术	5	本章小结	79
1.1 汽车电子化发展简介	5	复习思考题	82
1.2 汽车发动机电控技术简介	6	第4章 汽油发动机电控点火系统	83
1.3 汽车底盘电控技术简介	10	4.1 概述	83
1.4 汽车发动机电控技术发展	11	4.2 点火提前角和闭合角控制	88
趋势	16	4.3 爆震传感器与爆震反馈控制	95
1.5 汽车底盘电控技术发展趋势	17	本章小结	98
本章小结	17	复习思考题	99
复习思考题	19	第5章 辅助控制系统	101
第2章 汽油发动机电控系统概述	20	5.1 排气净化与排放控制	101
2.1 汽油发动机电控系统及其控制内容	20	5.2 电控怠速控制系统	109
2.2 汽油发动机燃油喷射系统的分类	23	5.3 进气控制系统	114
2.3 电控汽油喷射的主要优点	32	5.4 故障自诊断系统概述	117
本章小结	33	本章小结	121
复习思考题	34	复习思考题	123
第3章 电控汽油喷射系统	35	第6章 柴油发动机电控技术简介	124
3.1 空气供给系统	35	6.1 柴油发动机电控技术概述	124
3.2 燃油供给系统	48	6.2 两种典型的柴油发动机	
3.3 汽油喷射电子控制系统	60	电控系统	129
3.4 汽油喷射控制	72	本章小结	136
		复习思考题	137

第二篇 汽车底盘及车身电控技术

第7章 汽车自动变速器	141	7.5 行星齿轮变速基本原理	160
7.1 自动变速器概述	141	7.6 行星齿轮变速器	168
7.2 液力机械式自动变速器	147	7.7 自动变速器的控制	176
7.3 自动变速器的操纵使用	150	本章小结	200
7.4 液力传动装置	153	复习思考题	200

绪 论

汽车是人类发明的最重要交通工具之一,自1886年卡尔·奔驰发明第一辆汽车,到1903年亨利·福特创办的第一家专业汽车制造厂问世,经过近70年的技术完善和力量积蓄,到20世纪50年代,世界汽车工业进入了高速发展阶段。1950年全世界汽车年产量是1 058万辆,到2006年已达到6 912.7万辆,50多年的时间,汽车的年产量增长了553%左右。

2006年,汽车产量排名居前的10个国家,共生产了5 177.2万辆汽车,约占世界汽车总产量的74.9%,10个国家的汽车产量及排名如表0.1所示。

表0.1 2006年世界前10名汽车生产国及汽车产量

排 名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
国家	日本	美国	中国	德国	韩国	法国	西班牙	巴西	加拿大	墨西哥
产量/万辆	1 148.4	1 026.4	718.9	582.0	384.0	316.9	277.7	261.1	257.2	204.6

我国汽车工业起步于20世纪50年代末期,比发达国家晚半个多世纪,经过初创阶段20多年的艰苦创业和技术积累,在改革开放大潮及国外先进技术的推进下,通过对汽车产品的结构调整,到20世纪80年代初,我国汽车工业开始进入了高速发展期。1980年,我国汽车的年产量为22.2万辆,用了12年的时间,在1992年跨上了第一个100万辆的台阶。从第一个100万辆到年产量超过200万辆,只用了8年时间。在以后的几年中,我国汽车年产量达到了平均每年增加100万辆的速率,2006年我国的汽车产量已突破700万辆,达到718.9万辆,成为世界第三汽车制造大国。近50年来,我国汽车产量的变化如图0.1所示。根据图0.1所表明的发展趋势,可以预测我国汽车产量高速增长的势头还将持续若干年,2007年我国汽车产量有望达到900万辆。到2010年,我国的汽车产量将有可能超过1 100万辆,超过日本和

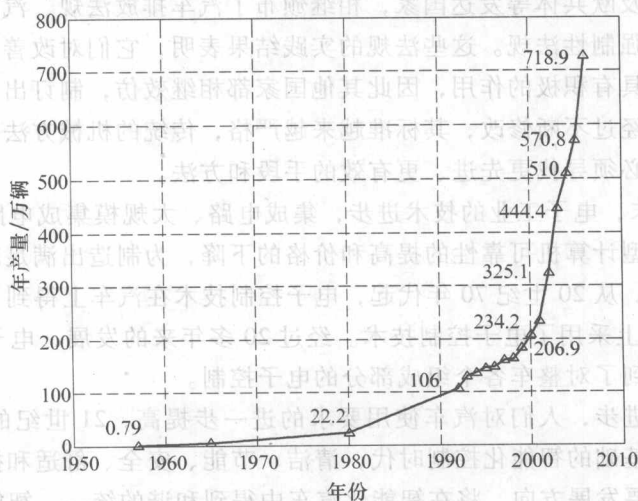


图0.1 1957—2006年我国汽车年产量变化曲线

国,成为世界第一汽车制造大国。

汽车工业的高速发展,不仅促进了各国经济的繁荣和发展,而且也推动了冶金、石化、电子和机械制造等相关行业的发展和技术进步。汽车工业不仅是衡量一个国家工业化水平的主要标志之一,而且已成为支撑国家经济的支柱产业。50多年来,世界汽车产量持续的高速增长,使全球汽车保有量的增长速率超过了同期世界人口的增长速率,2006年世界汽车保有量已达到8亿多辆。汽车保有量的高速增长,给人们的出行和交往带来了极大方便,同时也带动了服务、旅游和金融保险等产业的发展。

但是,汽车工业为社会创造出巨大财富的同时,随着全球汽车保有量的快速增长,汽车高速增长带来的负面影响也日益突出,汽车给现代社会带来的三大“公害”——大气环境污染、能源危机、交通事故对人类的生存环境和社会环境造成了严重的危害。

汽车尾气排放对大气环境的污染已超过了传统工业,成为一个世界性的问题。美国空气污染物中69%的铅、70%的一氧化碳、33%的二氧化碳、35%的碳氢化合物是由汽车排放的。我国北京市机动车排放的一氧化碳、氮氧化物和挥发性有机物对大气污染的分担率分别达到63%、37%和74%,上海则分别达到86%、56%和96%。由于汽车与人们的日常生活紧密相关,汽车密度与人口密度成正比,因此在人口高度集中的城市,汽车尾气排放造成的环境污染,对人们的健康具有更直接的危害。

目前汽车的主要燃料,汽油和柴油都来自石油,每年全世界汽车消耗的石油占当年开采总量的50%左右(约为12.5亿吨)。世界已探明的石油可采储量为1434亿吨,储采比为41年,我国已探明的石油可采储量为38亿吨,储采比为24年。按照现在汽车保有量的增长速度,有限的石油能源将在40~50年被人类消耗殆尽,不久人类将直面石油资源枯竭的灾难。

汽车造成的交通事故也是一个全球性的问题,汽车发明100多年来,累计死于交通事故的人数已经超过了二次世界大战中死亡人数。

如何解决汽车带来的问题,目前还没有完全有效的好办法。但是,为了减轻汽车尾气对大气环境的污染,延长有限石油资源的使用时间,减少交通事故造成的人员伤亡,自20世纪60年代起,美国、日本及欧共体等发达国家,相继颁布了汽车排放法规、汽车油耗法规及防止交通事故的安全法规等强制性法规。这些法规的实践结果表明,它们对改善大气环境、降低燃油消耗、减少交通事故具有积极的作用,因此其他国家都相继效仿,制订出了类似法规。随着时间的推移,这些法规经过不断修改,其标准越来越严格,传统的机械方法已无法达到越来越严格的标准要求,为此必须寻找更先进、更有效的手段和方法。

20世纪70年代末,电子工业的技术进步,集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的发展,特别是微型计算机可靠性的提高和价格的下降,为制造出满足越来越严格标准要求的汽车提供了可能性。从20世纪70年代起,电子控制技术在汽车上得到了应用和发展,目前世界轿车中的95%以上采用了电子控制技术。经过20多年来的发展,电子控制技术已从最初的发动机控制,扩展到了对整车各个组成部分的电子控制。

随着科学技术的进步,人们对汽车使用要求的进一步提高,21世纪的汽车控制技术将进入以电子控制技术为基础的智能化控制时代,清洁、节能、安全、舒适和操纵简便——现代汽车技术关注的5个主要发展方向,将在智能化汽车中得到和谐的统一,智能化控制技术将把汽车的综合性能推上新的技术高点。

第一篇

汽车发动机电控技术

第1章 汽车电子化与发动机电控技术



通过本章的学习，了解汽车电子化和发动机电子控制技术的发展过程、所经历的主要阶段和各阶段的主要特征，了解汽车发动机电控技术未来的主要发展方向。

1.1 汽车电子化发展简介

汽车电子化开始于20世纪50年代，经过近60年的发展历程，按技术特征划分大致可分为4个阶段。

从20世纪50年代初期到1974年为汽车电子化的第一阶段。这一阶段是汽车电子化的初级阶段。这一阶段的主要特征是：解决电子装置在汽车上应用的技术难点，开发替代传统机械装置的电子产品，扩大电子装置在汽车上应用的范围。

20世纪50年代初，汽车上出现了第一个电子装置，即汽车用电子管收音机，标志着汽车进入了电子化时代。50年代中期，随着半导体晶体管收音机的问世，安装晶体管收音机的汽车数量得到了迅速的增加。

20世纪60年代初期，由于硅整流交流发电机开发成功，促成了汽车发电机从直流走向交流的变革，并迅速在全世界得到了推广。

从20世纪60年代中期开始，一些能够部分替代机械控制部件功能的电子控制装置，如晶体管电压调节器和晶体管点火装置等开始装备汽车，随着集成电路和大规模集成电路的出现，这些电子控制装置又逐步实现了由分立元件向集成化的过渡。这一阶段，装备汽车的其他电子装置还有电子式闪光器、电子控制式喇叭、电子式间歇刮水控制器、数字时钟及70年代初期装备汽车的IC点火装置和HEI高能点火系统等。

1974—1982年为汽车电子化的第二阶段。这一阶段的主要特征是：以微处理器为控制核心，以完成特定控制内容或功能为基本目的，各自相互独立的电子控制系统得到了快速发展和应用。在短短的七八年中，电子控制汽油喷射系统、空燃比反馈控制系统、防抱死制动系统、安全气囊系统、电子控制自动变速器、巡航控制系统、电子控制门锁系统、前照灯灯光自动控制系统、自动除霜系统、车辆导航系统、座椅安全带收紧系统、车辆防盗系统、故障自诊断系统等相继在不同车辆上得到应用。

1982—1995年为汽车电子化的第三阶段。这一阶段的主要特征是：以微型计算机作为控制核心，能够同时完成多种控制功能的计算机集中管理系统为基本控制模式，初步实现了汽车控制技术从普通电子控制向现代电子控制的技术过渡。现代电子控制在汽车上的应用，不仅拓展了电子控制系统的功能和控制内容，提高了控制精度，而且还为汽车智能化控制奠定了基础。在第三阶段，发动机集中管理系统、传动系电子控制系统、行驶转向与制动系电子控制

系统、安全保障与警示电子控制系统、车辆舒适性电子控制系统、娱乐通信电子控制系统等在不同类型的汽车中得到不同程度的应用。

1995 年以后,汽车电子化进入其发展历程的第四阶段。这一阶段的主要特征是:随着 CAN 总线技术和高速车用微型计算机的应用,电子控制系统初步具备了对高复杂程度使用要求的控制能力,汽车电子化开始步入智能化控制的技术高点。在这十几年中,汽车运行过程的智能化控制取得了丰硕的成果,从最初的单一目标的学习控制(如空燃比的学习控制、怠速的学习控制等),上升到了系统优化与系统之间优化的新技术高度。近十年开发成功,并投入实际应用的具有初级智能化的控制系统主要有:动力系统最优化控制系统、通信与导航协调控制系统、安全驾驶监测与警告系统、自动防追尾防碰撞系统、自动驾驶系统和电子地图等。

1.2 汽车发动机电控技术简介

名义上汽车的电子化进程开始于 20 世纪 50 年代,但是引发汽车控制方式革命性的变革,进入现代意义上的电子化进程,是汽油发动机电控技术开发成功并投入实际应用。汽油发动机是汽车中最早实现电子控制的惟一总成部件,正是电子控制技术在汽油发动机上成功应用的经验,加快了柴油发动机电子控制技术研发进程,带动了汽车各总成部件电控技术的全面发展。发动机集中管理系统的开发成功,使汽车电子控制技术从独立控制模式迈入集成控制的技术高点。

1.2.1 汽油发动机电子控制技术简介

汽油发动机电子控制技术的发展起因是人们对汽油发动机动力性能的要求。人们对汽油发动机动力性的期望,促使汽车工程师把飞机发动机燃油喷射技术移植到了车用汽油发动机上。人们对降低发动机燃油消耗和有害物排放量的要求,促成汽油发动机走上了电子控制的发展历程。从机械控制汽油喷射到现在的发动机集中管理系统,汽油发动机控制技术用近 50 年的时间,经历了三个技术发展阶段。

一、机械控制汽油喷射系统

1952—1957 年为第一阶段。这一阶段的主要特征是:以提高发动机动力性为主要目的,把飞机发动机燃油喷射技术成功地移植到车用汽油发动机上。1952 年,德国 Bosch 公司研制成功了第一台机械控制缸内喷射汽油发动机,并成功地安装在戴姆勒-奔驰(Daimler-Benz)300L 型赛车上。1958 年, Bosch 公司在机械控制缸内喷射汽油发动机的基础上,研制成功了机械控制进气管喷射汽油发动机,并成功地安装在梅赛德斯-奔驰(Mercedes-Benz)220S 型轿车上。机械控制汽油喷射系统的研制成功,不仅提高了汽车的动力性,并为电子控制汽油喷射技术的开发提供了宝贵的经验和技術基础。

二、电子控制汽油喷射系统和点火系统

1957—1979 年为第二阶段。这一阶段的主要特征是：以减少有害物排放量，降低燃油消耗为主要目的，以空燃比和点火提前角为主要控制内容，相互独立的电子控制汽油喷射系统和电子控制点火系统相继开发成功，汽油发动机的运行控制进入电子控制的新阶段。

从 20 世纪 50 年代开始，世界汽车工业进入高速发展期，快速增长的汽车保有量对人类生存环境和不可再生能源消耗所产生的负面影响，引起了世界各国的广泛关注。60 年代初期，美国、欧洲和日本先后颁布了对汽车有害物排放量进行限制的各种法规。70 年代爆发的能源危机，引出了对汽车燃油消耗进行限制的法规。这些法规的颁布，推动了以环保和节能为主要目标的汽油发动机电子控制技术的发展，同时也加快汽车电子化的发展进程。

1. 电子控制汽油喷射系统

电子控制汽油喷射系统的研究开始于 20 世纪 50 年代初。1953 年，美国 Bendix 公司通过对机械控制汽油喷射装置的综合分析，开始研制由真空电子管构成的电子控制汽油喷射系统，并在 1957 年取得了成功。当时晶体管才刚刚开始进入应用的初期，晶体管不仅价格昂贵，而且可靠性也较差，要在汽车上投入实际应用，技术上存在很大的困难。另一方面，采用电控汽油喷射带来的好处（即空燃比控制精度高），并不是当时汽车发动机技术关注的重点。因此无论从电子部件制作技术，还是对发动机的要求这两方面来看，在那时发展电控汽油喷射技术还为时过早。但是，电控汽油喷射技术能对空燃比进行精确控制的突出优点，对汽油发动机控制技术的变革具有极其重要的意义。这一技术后来被德国的 Bosch 公司买断，Bosch 公司在此基础上进行改进，开发出了 D-Jetronic 电控汽油喷射系统，并于 1967 年开始批量生产安装 D-Jetronic 电控汽油喷射系统的 VW1600 型轿车，并从 1968 年起进入美国市场。D-Jetronic 电控汽油喷射系统通过对空燃比进行精确控制，能大大降低汽油发动机有害物的排放量，满足当时排放和油耗法规的要求，因此很快在世界各大汽车公司中得到了广泛应用。

在 D-Jetronic 电控汽油喷射系统问世 5 年后，1972 年，Bosch 公司又公布了两种新的汽油喷射控制系统，即采用机械控制方式的 K-Jetronic 系统和采用电控方式的 L-Jetronic 系统。L-Jetronic 系统采用体积流量式空气流量计对进入发动机的空气量进行直接检测，进一步提高了空燃比控制精度，满足了那时已经加严的排放指标对汽油发动机排放性能的要求。

2. 电子控制点火系统

在电控汽油喷射系统开发和不断完善的过程中，汽油发动机电控点火系统的研究开发也取得了重大进展。1973—1974 年，在美国通用（General Motor）汽车公司生产的汽车上，集成电路 IC 点火控制器取代了分立元件电子点火控制器，次年高能点火装置 HEI 点火控制器投入实际应用。

1976 年，美国克莱斯勒（Chrysler）汽车公司首先开始了采用模拟式计算机的电控点火系统研制，同年研制成功后安装在该公司生产的汽车上。该电控点火系统，能根据进气温度、发动机冷却液温度、发动机负荷、发动机转速等信号计算出最佳点火时刻，对实际点火提前角进行最佳控制。

1977 年，美国通用（General Motor）汽车公司研制成功了数字式点火控制系统，该系统由中央处理器（CPU）、存储器（RAM, ROM）和模/数（A/D）转换器等组成，是一种真正的计算机控

制系统。1978年,美国通用(General Motor)汽车公司研制成功了同时具有点火提前角控制、空燃比反馈控制、废气再循环控制、怠速转速控制、故障自诊断和带故障运行控制功能的电子控制系统。

电控汽油喷射系统的不断完善和提高、汽油发动机其他辅助控制系统的相继开发成功以及微电子技术和计算机技术的发展,为汽油发动机各电子控制系统的整合奠定了物质和技术条件。

三、发动机集中管理系统

1979年以后是汽油发动机电子控制技术发生了重大变革的第三阶段。这一阶段的主要特征是:把原先相互独立的电控燃油喷射系统和电控点火系统集成成一个系统,即发动机集中管理系统开发成功并投入实际应用。1979年,德国 Bosch 公司在 L-Jetronic 系统的基础上,将电控燃油喷射系统和电控点火系统集成在一起,开发出了 L-Motronic 系统,即仍采用体积流量式空气流量计的发动机集中管理系统。发动机集中管理系统将所有发动机运行控制和管理功能集中到一个微处理器上,消除了以前的相互独立的控制系统按控制功能设置控制单元和传感器的弊病。采用发动机集中管理系统后,对于不同控制功能共同需要的传感器,只需设置一个就能满足控制要求,不仅简化了控制系统,降低了制造成本,而且提高了控制系统的工作可靠性。另外,发动机集中管理系统使增加控制功能变得非常容易,对于增加控制功能只需修改控制软件,并增设一个输出转换装置,以便控制所需的执行器工作,就能实现系统控制功能的拓展。发动机集中管理系统用一个电控单元完成多项控制功能的设计思想,不仅符合当时的使用要求,而且也与发动机电控系统以后发展的要求相吻合,因此 L-Motronic 系统公布后,世界各大汽车公司都纷纷仿效,相继开发出各自的发动机集中管理系统。

1980年,日本丰田(TOYOTA)公司开发出了具有汽油喷射控制、点火控制、怠速转速控制和故障自诊断功能的 TCCS。

1981年, Bosch 公司在 L-Jetronic 系统基础上,开发出了 LH-Jetronic 系统和 LH-Motronic 系统,该系统采用新颖的热线式空气流量计,能直接测出进入发动机的空气的质量流量。1987—1989年, Bosch 公司又相继开发出了用于中小型乘用车的电控单点汽油喷射系统,即 Mono-Jetronic 系统和 Mono-Motronic 系统。

20世纪90年代,为满足更加严格的排放指标和根据“京都议定书”确定的分阶段降低汽车 CO₂ 排放量的要求,世界各主要汽车公司除了逐步增加发动机集中管理系统的控制功能,以满足当时排放法规的要求,同时也加大了对能满足未来法规要求的技术开发力度。1995年,日本三菱(MITSUBISHI)汽车公司公布了电控缸内直喷汽油发动机(即 GDI 系统),采用汽油缸内直喷技术,可以实现汽油发动机的分层稀薄燃烧,有利于大幅度降低汽油发动机的燃油消耗和有害物排放,这种技术也是 21 世纪汽油发动机发展主要方向。在此期间, Bosch 公司也相继开发成功了具有节气门控制功能的 ME-Motronic 系统和采用缸内直喷技术的 MED-Motronic 系统。

我国在轿车汽油发动机电子控制技术应用方面起步较晚,从 1994 年上海大众推出采用 D-Jetronic 电控汽油喷射系统的桑塔纳 2000 型轿车算起,总共才十几年的时间,但是发展速度却是超常规的。

从 2001 年 1 月我国开始实行国 I 标准,2004 年 7 月开始实行国 II 标准,到 2007 年已开始

实行国Ⅲ标准。2008年1月1日起,北京领先全国,开始实行国Ⅳ标准,在汽车尾气排放控制上跨上新的台阶。汽油发动机电子控制技术在我国的普遍应用,排放标准的逐渐加严,不仅缩短了我国与发达国家在汽车电子化进程上的技术差距,而且也为明显改善我国大型城市大气环境质量做出了重要贡献。

1.2.2 柴油发动机电控技术简介

采用电子控制技术是当今柴油发动机技术发展的重要方向之一。早在20世纪70年代,世界上许多发达国家就已经开发出一些功能各异的柴油发动机电子控制系统。进入20世纪80年代后,在汽油发动机电子控制技术的促进和推动下,借鉴汽油发动机电子控制技术成功的经验和总体设计思想,结合柴油发动机自身特点和排放法规对柴油发动机的要求,柴油发动机电子控制技术进入了全面发展的新阶段。经过近20年的发展,虽然柴油发动机的电子控制技术还没有像汽油发动机那样普及,但也取得了相当大的成果。回顾柴油发动机电子控制技术的发展过程,按其技术特点可以分为两个阶段。

20世纪70—80年代中期为第一阶段。这一阶段的主要特征是:采用位置控制方式,用电控制的电液式或电磁式线位移或角位移驱动机构,取代原来的机械式调速机构和喷油提前调整装置,实现循环喷油量和喷油定时的电子控制。在柴油发动机电控技术发展的第一阶段,电控喷油泵在控制原理和控制方法上与机械控制方法没有很大差异,喷油泵的基本结构也没有重大改变。这一阶段的典型产品有德国Bosch公司开发的,采用电液式喷油定时和电子调速器的直列柱塞式电控喷油泵和电控VE分配泵,电控系统具有喷油量和喷油定时基本控制功能和怠速控制、喷油定时反馈控制及故障自诊断等扩展功能;日本Zexel公司开发的可变预行程直列柱塞式电控喷油泵和相应的电控系统;英国Lucas公司开发的电控径向柱塞分配泵等。

20世纪80年代中期以后为第二阶段。这一阶段的主要特征是:采用时间控制方式,类似于汽油发动机的集中管理系统在柴油发动机上得到全面应用,电控系统通过高速电磁阀对喷油泵或喷油器喷油过程进行控制,实现喷油定时、循环喷油量和喷油规律的电控。采用时间控制方式的高压喷射装置,其工作原理与传统机械式完全不同,喷油正时的控制由高速电磁阀的开启时刻决定,喷油量由高速电磁阀开启持续时间决定。在一个供油循环中,改变高速电磁阀开启的次数和持续时间,可以得到不同的供油规律。在这一阶段,基于时间控制方式的新型电控喷油泵和高压喷射系统的开发取得了巨大成功,典型产品有采用经过重大改进的第二代电控VE分配泵ECD-Ⅱ;德国Bosch公司改进的H系列可变预行程直列柱塞式电控喷油泵;美国DDC公司开发的DDRC电控泵喷嘴喷油系统;日本电装公司开发的ECD-U2电控高压共轨式喷油系统;美国Caterpillar公司开发的HEUI液力增压式电控喷油系统等。

电控技术在柴油发动机上的应用,为柴油发动机实现低污染、低油耗、提高动力性、改善运转平稳性,成为名副其实的环保发动机创造了条件。

柴油发动机电控技术在我国还未大规模投入实际应用,但随着柴油发动机汽车排放法规的加严,柴油发动机控制电子化将像汽油发动机控制电子化进程一样,很快在我国得到普遍应用。

1.3 汽车底盘电控技术简介

1.3.1 传动系统电子控制技术

传动系统的电子控制主要包括对离合器、变速器和各种差速器的主动控制,其中对离合器和变速器的控制主要是为了减轻驾驶负担,提高行车安全性,而对差速器的控制则主要是为了协调车轮运动关系,防止车轮滑动。

一、自动变速器

电控自动变速器技术源自早期的液控自动变速器。1940年通用汽车公司在奥兹莫比尔轿车上推出了第一款液控全自动变速器(Hydramatic),它是由液力偶合器和四挡行星变速器组成的液力机械式自动换挡系统(简称AT),利用节气门油压和车速油压实施换挡控制。1948年该公司在别克轿车上配备了由液力变矩器和行星齿轮变速箱组合而成的三挡全自动变速器(Dynaflo)。到1952年,美国47%的轿车产品装备了这种自动变速器。随后,除美国三大汽车公司以外,英国和德国也相继开始为各自生产的汽车配备自动变速器。

1. 电控自动变速器

随着电子控制技术在汽车上的应用,出现了电控自动变速器。采用电子控制系统的自动变速器始于20世纪60年代中期,法国雷诺汽车公司于1968年率先将电子自动控制技术运用于换挡点选择,以多种换挡模式取代以往单一的换挡方式,同时简化了液压操纵系统,减轻了变速器重量,使得结构更加紧凑。由于电控自动变速器更加容易实现与发动机的最佳匹配,使汽车获得最佳的经济性、动力性、安全性以及达到降低发动机排气污染的目的,1970年以后,这种以车速传感器和节气门位置传感器通过控制器控制变速器换挡的方式迅速在世界上得到推广。1978年美国克莱斯勒汽车公司在其轿车产品上采用变矩器闭锁离合器获得成功,此项技术在20世纪80年代后期逐渐发展成对变矩器闭锁离合器的打滑控制。1982年日本丰田汽车公司将微处理器技术应用于电子控制系统,实现了自动变速器的智能控制。随后,德国Bosch公司于1983年研制成功发动机和自动变速器共用的电子控制单元,实现了对动力总成的联合控制,目前这种控制方法仍被广泛地应用于汽车传动系统的电子控制中。从20世纪80年代后期至90年代初期,世界各著名的汽车公司纷纷开发了AT智能控制系统,如宝马汽车公司的AT自适应控制系统(AGS)、三菱汽车公司的INVECS(intelligent and innovative vehicle electronic control system)智能和创新车辆电子控制系统、丰田汽车公司的“ECT-I”(intelligent electronic control system)智能电子控制系统等。1997年法国标致206与雷诺Clio轿车上采用了被称为“模糊逻辑(fuzzylogic)”的电子控制技术,它可以让汽车根据行驶工况在9种控制模式中智能化地选择最佳方式,确保车辆发挥最佳性能。进入20世纪90年代后,世界AT发展的另一个新特点是在AT上设置手动换挡模式(手动顺序换挡),这种手自一体化的自动变速器既可以自动完成挡位选择,也可以按照驾车者的意愿,灵活地自主选择挡位。