

AUTO

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车电控系统原理 与检测技术

王洪龄
刘震希 主编
王 新



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

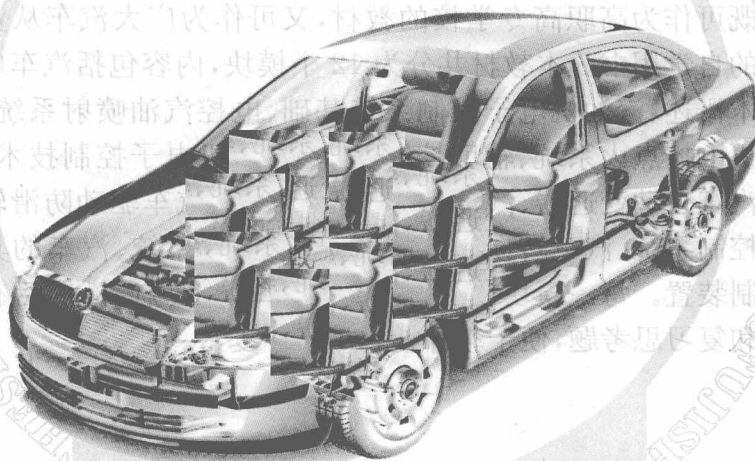
全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车

电控系统原理与检测技术

主编 张兆阳 寇建新 张振东

主审 王洪岭 刘希震 王 新



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统原理与检测技术/王洪龄等主编. —济南:
山东科学技术出版社, 2007

全国高职高专汽车专业教学通用教材

ISBN 978-7-5331-4597-2

I. 汽... II. 王... III. 汽车—电子系统: 控制系
统一高等学校: 技术学校—教材 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 151985 号

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车电控系统原理与检测技术

主 编 王洪龄 刘希震 王 新

主 审 张兆阳 寇建新 张振东

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址: 济南市胜利大街 56 号

邮编: 250001 电话: (0531)82079112

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 17.75

版次: 2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4597-2

定价: 29.00 元

(如有印装质量问题, 请与出版社联系 电话: 0531-82098085)

内 容 提 要

内容提要本教材是高职高专系列教材之一。本书吸收了近年来汽车制造业、维修业的最新成果,内容全面,简明实用。编者从汽车维修技术的发展和高职高专学生的实际情况出发,介绍了汽车电子控制装置的结构原理和检测维修方法,并配以实际车型的维修实例,结构合理,信息量大,重点突出。既可作为高职高专学校的教材,又可作为广大汽车从业人员的自学用书。本教材共分为 12 个模块,内容包括汽车电控技术概述、汽油机电控系统基础、电控汽油喷射系统、汽油机电控点火系统、辅助控制系统、柴油机电子控制技术简介、汽车自动变速器、汽车防抱死制动系统、汽车驱动防滑转电子控制系统、汽车转向控制系统、悬架控制系统、汽车的其他控制装置。每一模块前有学习目标和知识要点,模块后有小结和复习思考题,便于教师教学和学生复习。

编

审

委

员

会

主 任	王洪龄	张增国	孙桐传	刘乐泉	
副主任	李玉吉	任 东	于 川	刘 娟	王杰恩
	何全民	丁步温	于元涛	张兆阳	
编 员	(按姓氏笔画为序)				
	孔凡宝	王凤平	王立功	王 刚	王来立
	王经安	王 新	王 毅	仇桂玲	巩华荣
	朱 利	刘延刚	刘程江	刘希震	刘贵森
	刘海生	刘锡河	杨永海	陆 民	李仲河
	何全民	时 建	李茂勇	张政新	张 丽
	张 茜	张桂华	张振东	邵 峰	杨峻峰
	吴辉国	宋道国	孟庆浩	单连金	苑章义
	林 鹏	孟凡营	赵 忠	贾利敏	陶晓军
	徐 强	梁乃云	隋建堂	寇建新	戚晓霞
总主审	刁毓亮				
总策划	王洪胜				

本

书

编

审

人

员

主 编	王洪龄	刘希震	王 新		
副主编	郭复欣	孙 超	张效庆	崔启贤	纪克玲
	何全民	李仲河	张政新	蔡传宗	辛思伟
编 者	王旭东	王金铭	陶晓军	王开德	荣 钰
	蔡福宗	纪 文	陈中友	杨敬东	孙永强
	张卫国	李 虎	孟庆浩	隋建堂	苑章义
	张新元	孙秀萍	杨永海	仇桂玲	张尚伟
	王 毅	王凤平	徐 强		
主 审	张兆阳	寇建新	张振东		

Preface

前言

随着世界上汽车保有量的增加,节能、排放、安全要求的不断提高,加之人们对舒适、便利、豪华的追求,对汽车的性能提出了更高的要求。现代汽车技术的进步在很大程度上归结为汽车电子技术的进步,汽车电子技术对汽车工业有着巨大的促进作用已成为当今社会的共识。近年来,微电子技术的飞速发展,特别是微型计算机技术的巨大进步,使汽车性能的进一步提高成为可能。

目前,电子技术已广泛应用于汽车的发动机控制、底盘控制、车身控制、故障诊断以及音响、通信、导航等各个方面。于是,关于汽车电子技术的教科书不断涌现,从汽车电子控制的结构原理、使用与维修,到电子控制系统理论与设计,不仅数量多,而且门类齐全。但是,其中真正适合高职高专类学校使用的不多,我们总结了十多年教学和科研的经验,征集了大量教育同行的教学建议,吸收了汽车维修行业专家的经验、技术资料,在此基础上编写了本教材。职业教育教材的深度定位较难,内容太浅,可能成为科普性读物;太深又恐陷于专题研究之中。为此,本书仅对常用的几种电子控制装置,如发动机电子喷射、电子点火、防抱死制动、防滑驱动控制、汽车自动变速等装置做了较为详细的介绍。另外,由于电子空调、安全气囊、刮水器与电控门窗、电子导航等辅助的电子装置涉及许多车辆工程专业以外的知识,受本门课程的学时限制,本书对这一部分控制装置仅做一般性介绍。

由于编写的时间较短、资料不足和编者水平所限,书中必有许多不足之处,恳切地希望同行和读者不吝指正。

本书在撰写过程中引用了一些国内外期刊和文献资料,充实了本书的内容,在此向有关的作者表示感谢。

编者



模块一 汽车电控技术概述	(1)
学习目标	(1)
知识要点	(1)
课题一 现代汽车的电子控制系统	(1)
课题二 汽车发动机电子控制技术发展简介	(3)
小 结	(6)
模块二 汽油机电控系统基础	(8)
学习目标	(8)
知识要点	(8)
课题一 汽油机电控系统组成及控制功能	(8)
课题二 汽油机燃油喷射系统的分类	(11)
小 结	(19)
模块三 电控汽油喷射系统	(21)
学习目标	(21)
知识要点	(21)
课题一 空气供给系统	(21)
课题二 燃油供给系统	(37)
课题三 汽油喷射系统的其他传感器和电控单元	(51)
课题四 电控汽油喷射控制	(65)
小 结	(72)
模块四 汽油机电控点火系统	(74)
学习目标	(74)
知识要点	(74)
课题一 汽油机电控点火系统概述	(74)
课题二 点火提前角和闭合角控制	(79)
小 结	(86)

模块五 辅助控制系统	(88)
(51S) 学习目标	(88)
(51S) 知识要点	(88)
(51S) 课题一 发动机的排气净化与排放控制	(88)
(52S) 课题二 电控怠速控制系统	(96)
(52S) 课题三 进气控制系统	(104)
(53S) 课题四 故障自诊断系统概述	(112)
(54S) 小 结	(122)
模块六 柴油机电子控制技术简介	(123)
(61S) 学习目标	(123)
(61S) 知识要点	(123)
(62S) 课题一 柴油机电子控制技术概述	(123)
(63S) 课题二 两种典型的柴油机电控系统	(129)
(64S) 小 结	(137)
模块七 汽车自动变速器	(139)
(71S) 学习目标	(139)
(71S) 知识要点	(139)
(72S) 课题一 自动变速器概述	(139)
(73S) 课题二 液力变矩器	(143)
(74S) 课题三 行星齿轮变速系统	(151)
(75S) 课题四 液压控制系统	(159)
(76S) 课题五 电子控制系统	(170)
(77S) 课题六 自动变速器的使用与故障诊断	(177)
(78S) 小 结	(180)
模块八 汽车防抱死制动系统	(181)
(81S) 学习目标	(181)
知识要点	(181)
课题一 ABS 系统简介	(181)
课题二 ABS 系统传感器	(185)
课题三 ABS 系统执行机构	(194)
课题四 ABS 系统电子控制器	(204)
课题五 ABS 系统的维修	(207)
小 结	(214)

模块九 汽车驱动防滑转电子控制系统	(215)
(28) 学习目标	(215)
(28) 知识要点	(215)
(28) 课题一 驱动控制简介	(215)
(28) 课题二 ASR 系统的结构与工作原理	(224)
(101) 小 结	(229)
模块十 汽车转向控制系统	(230)
(21) 学习目标	(230)
(21) 知识要点	(230)
(21) 课题一 转向助力控制系统	(230)
(21) 课题二 四轮转向控制系统	(238)
(21) 小 结	(242)
模块十一 悬架控制系统	(244)
(21) 学习目标	(244)
(21) 知识要点	(244)
(21) 课题一 悬架控制系统的概述	(244)
(21) 课题二 悬架控制系统的结构与工作原理	(247)
(21) 课题三 悬架控制系统的故障诊断与检测	(255)
(21) 小 结	(260)
模块十二 汽车的其他控制装置	(261)
(21) 学习目标	(261)
(21) 知识要点	(261)
(21) 课题一 汽车的安全气囊	(261)
(21) 课题二 汽车的巡航控制系统	(266)
(21) 课题三 汽车安全防盗装置	(270)
(21) 小 结	(273)

模块一 汽车电控技术概述



学习目标

1. 掌握现代汽车电控技术在汽车上应用的具体控制领域。
2. 理解汽车电控技术发展的基本过程和主要动因。
3. 了解发动机电控技术发展的主要方向。



知识要点

1. 汽车电子控制系统的主要控制功能与项目
2. 汽车电控技术发展的 4 个阶段
3. 汽油机电控技术的发展历程

课题一 现代汽车的电子控制系统

一 现代汽车电子控制系统的应用

汽车发展 100 年来,很大程度改变了人类的生活方式,也直接影响了世界的面貌。因此,汽车被誉为“改变世界的变革”。但汽车的发展也带来噪声、污染、交通事故、能源消耗等一系列困扰人类的社会问题,这些都是矛盾突出、亟待解决的课题。

“科技超越无限可能”,在汽车领域也是这样。随着科技的发展,为符合人类社会日益苛刻的性能要求,汽车技术一直在不断的发展和变革之中进步。同时,汽车的控制系统已经逐步由传统的机械控制发展为电子控制、计算机控制。大规模、集中化、数字化计算机控制是当代汽车电控技术的主要特征。

汽车技术、建筑技术、环境保护技术是衡量现代国家工业化水平的主要标志,建设可持续发展社会是当今世界的主要目标。20 世纪 80 年代以来,在强调提高汽车传统性能(动力性、舒适性、安全性等)的同时,汽车的设计更强调对能源的节约和环境的保护,更强调对人类的友好和可接受性。

现代汽车电子电控装置在汽车整体成本中的比重越来越大,主要应用于汽车动力性、安全性、舒适性和娱乐信息控制等领域,其主要控制功能项目见表 1-1。20 世纪 90 年代以来,我国汽车工业得到了飞速发展,新的电控技术在国产汽车上得到了积极的推广应用。这其中最有代表的是电子控制燃油喷射技术(EFI)、电控点火技术(ESA)、自动变速器技术(ECT)、制动防抱死技术(ABS)和安全气囊(SRS)技术。2005 年在全球汽车的行业增长中,中国贡献比重为 23%。目前,中国已成为全球仅次于美国、日本和德国的第 4 大汽车生产国。并预计即将超越德国成为世界第 3 大汽车生产国。客观而言,我国虽然已经逐步成长为汽车大国,但离实现汽车强国的目标还有一定差距。因此,学习、掌握、应用这些现代汽车技术具有重要意义。



表 1-1

汽车电子控制系统的主要控制功能与项目

类型	控制功能	系统名称	控制项目
汽车电子控制系统	动力性控制	电子控制燃油喷射(EFI)	喷油量(喷油时间);喷油时刻;燃油泵;燃油停供
		电子控制点火(ESA)	点火时刻;通电时间;爆震防止
		怠速转速控制(ISC)	空调接通与切断;变速器挂挡;动力转向泵接通与切断
		排放控制	废气再循环(EGR);空燃比反馈控制;活性炭罐电磁阀控制;CO ₂ 控制(VAF);二次空气喷射
		进气控制	进气引导通路切换;涡流控制阀
		增压控制	泄压阀;废气涡轮增压器
		自诊断测试与失效保护控制	故障警告;存储故障代码;部件功能测试;传感器与执行器失效保护
		电子控制变速(ECT)	发动机输出扭矩;液力变矩器锁止时机;变速器换挡时机;电磁阀和传感器失效保护
	安全性控制	防抱死制动控制(ABS)	车轮制动力、滑移率
		电子制动力分配(EBD)	动态制动力分配
		电子稳定程序(ESP)	车辆强制纠偏动态平衡
		驱动防滑控制(ASR)	发动机输出扭矩;驱动轮制动力;差速器锁止
		安全气囊控制(SRS)	气囊点火器点火时机
		座椅安全带收紧控制	收紧器点火器点火时机
		动力转向控制(ECPS)	控制助力油压、气压或电动机电流
		雷达车距控制	车距;报警;制动
		前照灯灯光控制	焦距;光线角度
		安全驾驶监控	驾驶时间;转向盘(方向盘)状态;驾驶员脑电图、体温和心率
		防盗控制	报警;遥控门锁;数字密码点火开关;数字编码门锁;转向盘自锁
		电子仪表	汽车状态显示
		中央门锁控制	门锁遥控;行驶自锁;玻璃升降
	舒适性控制	悬架控制(EMS)	车身高度;悬架刚度;悬架阻力;车身姿势(点头、侧倾、俯仰)
		巡航控制(CCS)	车速;安全(解除巡航状态)
		空调控制	制冷;取暖
		电动座椅控制	方向(向前、向后);高低(向上、向下)
		音响、视频、游戏、娱乐	娱乐
		交通信息显示	GPS导航;电子地图;交通信息
		车载电话	通讯联络
	娱乐信息控制	车载计算机	车内办公

二 汽车电控技术的发展

汽车电控技术的发展大致上可分为4个阶段。

20世纪50年代初期到1974年为初级发展阶段。在第1阶段的主要产品有交流发电机、电子式电压调节器、电子式闪光器、电子控制喇叭、电子式间歇刮水控制器、汽车收音机、电子点火控制器、数字时钟等。正是这些装置的使用,开辟了电子技术在汽车上大规模应用的时代。

1974~1982年为汽车电子控制技术发展的第2阶段。这一阶段的主要特征是:集成电路和16位以下的微处理器在汽车上得到了广泛应用,以微处理器为控制核心,以实现特定控制内容或功能为基本目的的各种电子控制系统得到了迅速发展。主要产品有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。在这一时期,汽车为实现特定功能所采用电子控制系统的理论和技术日趋完善,走向成熟。

1982~1995年为汽车电子控制技术发展的第3阶段。这一阶段的主要特征是:以微型计算机作为控制核心,能够实现多种控制功能的计算机集中管理系统逐步取代以前各自独立的电子控制系统,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系统的过渡。电子控制在汽车上的应用,不仅拓展了电子控制的功能和控制内容,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、娱乐通讯电子控制系统等,在不同类型的汽车中得到不同程度的应用。

1995年以后,汽车电子控制技术进入发展的第4阶段。CAN总线技术和超大规模集成电路组成的高速车用微型计算机在汽车上的广泛应用,汽车电子控制系统对高复杂程度使用要求控制能力的提高,为汽车电子控制从现代电子控制系统向智能化电子控制系统发展创造了条件。近几年汽车运行过程的智能化电子控制系统已初露端倪。如动力系统最优化控制系统、通讯与导航协调控制系统、安全驾驶监测与警告系统、自动防追尾碰撞系统、自动驾驶系统和电子地图等。

课题二 汽车发动机电子控制技术发展简介

尽管名义上汽车的电子化进程在50年前就已经开始,但真正意义上的汽车电子化是以汽油机电控技术的应用作为标志的。所以发动机的电控化在汽车电控技术的发展历程中具有特殊地位。发动机是汽车中最早实现电子控制的总成部件,发动机电控是目前应用最为普遍的汽车电控技术。

一 汽油机电控技术发展简介

汽油机电控技术的发展源于人们对汽油机性能的更高要求。人们对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车用汽油机上。人们对降低发动机燃油消耗和有害物质排放量的要求,促成汽油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,汽油机控制技术用近50年的时间,经历了3个技术发展阶段。

1952~1957年为第1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汽车发动机上。1952年,德国Bosch(博世)公司研制成功第一台机械控制缸内喷射汽油机,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机的基础上,研制成功了机械控制进气管喷射汽油机,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,而且为以后电子控制汽油喷射技术的开发提供了宝贵的经验。

1957~1979年为第2阶段。这一阶段的主要特征是:以减少排污及降低能耗为主要目的,以空燃比精确控制为基本措施的各种电子控制汽油喷射系统相继开发成功,汽油机运行控制进入电子控制的新阶段。在这一阶段汽油喷射电子控制技术经历了从模拟控制到数字控制的发展过程,为单一控制向集中控制过渡奠定了基础。

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。20世纪60年代初期,美国、欧洲和日本先后颁布了对汽车有害排放进行限制的各种法规,70年代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电子控制汽油喷射技术的发展,同时也加快了汽车电子控制技术发展的进程。

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公司在综合分析了机械控制汽油喷射装置优缺点的基础上,开始研制真空管电子控制系统控制的汽油喷射装置,并在1957年取得了成功。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。D-Jetronic电控汽油喷射系统通过对空燃比进行精确控制,大大降低了汽油机有害物的排放量,能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采用。

在D-Jetronic电控汽油喷射系统问世5年后的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。

在电控汽油喷射系统开发和不断完善的过程中,汽油机电控点火系统研究开发也取得了重大进展。1973~1974年,美国通用(General)汽车公司生产的汽车装上了取代分立元件电子控制器的集成电路IC点火控制器;次年,高能点火装置HIC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对由模拟计算机对点火进行控制的车控点火系统的研制,并于同年将其安装在该公司生产的汽车上。该电控点火系统利用模拟式计算机,能根据大气温度、进气温度、发动机冷却液温度、发动机负荷与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(ROM, RAM)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,美国通用汽车公司研制成功了同时具有点火时刻控制、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、汽油机其他控制系统的相继开发成功、微电子技术和计算机技术的发展,为汽油机各电子控制系统的整合奠定了物质和技术条件。1979年汽油机电子控制技术进入了发动机集中控制的更高阶段。

1979年以后是汽油机电子控制技术发生重大变革的第3阶段。1979年,德国Bosch公司在L-Jetronic系统的基础上,将电控点火系统和电控燃油喷射系统组合在一起,开发出了M-Motronic系统,即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机上,消除了以前的单一控制系统按控制功能设置控制单元和传感器的弊病。对于不同控制功能共同需要的传感器,只要设置一个就能满足控制要求。这样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,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 M-Motronic 系统公布后,世界各大汽车公司都纷纷仿效,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、怠速转速和故障自诊断功能的 TCCS 系统。

1981 年,Bosch 公司在 L-Jetronic 系统基础上,开发出了 LH-Jetronic 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外,还加大了能满足未来法规要求的开发力度。1995 年,日本三菱(MIT-SUBISHI)汽车公司公布了电控缸内直喷汽油机(即 GDI 系统)。采用汽油缸内直喷技术,可以实现汽油机的分层稀薄燃烧,有利于大幅度降低汽油机的燃油消耗和有害排放。这是 21 世纪汽油机发展的主要方向。在此期间,Bosch 公司也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。

二 柴油机电子控制技术的发展

采用电子控制技术是当今柴油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许多功能各异的柴油机电子控制系统。进入 20 世纪 80 年代后,在汽油机电子控制技术的促进和推动下,借鉴汽油机电子控制技术成功的经验和总体设计思想,结合柴油机自身特点和排放法规对柴油机的要求,柴油机电子控制技术开始了向电子控制系统全面转变的发展阶段。经过近 20 年的发展,虽然柴油机的电子控制技术还没有像汽油机那样普及,但也取得了相当大的成果。回顾柴油机电子控制技术的发展过程和技术特点,可以分为 2 个阶段。

20 世纪 70 年代至 80 年代中期为第 1 阶段。这一阶段的基本特点是:以原有的机械控制循环喷油量和喷油定时的控制原理和方法为基础,在对喷油泵基本结构不做重大改变的基础上,用电子控制的电液式或电磁式线位移或角位移驱动机构(也称位置控制方式),取代原来的机械式调速机构和喷油提前调整装置,实现对循环喷油量和喷油定时的电子控制。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,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的电控系统;日本 Zexel 公司开发成功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 公司开发成功的电控径向柱塞分配泵等。

20 世纪 80 年代中期以后为第 2 阶段。这一阶段的基本特点是:类似于汽油机发动机集中管理系统的微机控制系统开始全面应用于柴油机的运行控制和管理;经过改进和完善,第一阶段开发的各类电控喷油泵的可控性有了很大的提高;与第一阶段位置控制方式完全不同,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。这一阶段的典型产品有采用经过重大改进的第二代电控 VE 分配泵的 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。

电控技术在柴油机中的应用,为柴油机实现低污染和低油耗,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。

三 汽车发动机电控技术发展趋势

为了满足更严格的排放法规及减少 CO_2 排放的要求,对汽油机缸内直喷、分层稀薄燃烧控制技术的研究和开发,将是汽油机技术重要发展方向之一。为了实现分层稀薄燃烧,除了需要对汽油机的本身结构做重大改进外,对电控系统的控制功能也提出了更高的要求。为了实现汽油机的缸内直喷分层稀薄燃烧,电控系统需要新增的主要控制功能有:① 喷油规律的控制,包括喷油定时、喷油量和喷射方式(即一次喷入还是分若干次喷入);② 混合气浓度分布控制,即通过对配气正时、纵向进气涡流强度的控制,结合喷油的规律达到以往不可能实现的理想混合状态,以实现可控的分段燃烧;③ 输出扭矩控制,与柴油机类似通过控制喷油量,改变发动机的输出扭矩,实现从发动机开始就能对变速器和整车行驶进行控制;④ 可变 EGR 控制,即根据汽油机的运行工况和混合气分层情况,对 EGR 量实现可变控制等。

对于柴油机而言,为了满足 NO_x 和 PM 排放标准的要求,开发采用单段预混燃烧(MK)或在使用率高的部分负荷区域采用“低温预混燃烧”(M-Fire 燃烧)的新型柴油机;四元催化净化装置的研究和开发,将是柴油机技术重要发展方向之一。为了实现单段预混燃烧,除了需要对柴油机本身结构和喷油系统做重大改进外,就电控系统新增的控制功能而言,包括喷油规律的控制(喷油定时、喷油量和喷射速率控制等)、燃烧过程反馈控制、进气涡流控制、配气正时控制等。

○ 小 结 ○

1. 汽车电控技术的发展源于人类社会对汽车更高的性能要求,其发展的基础是电子技术的高速进步,汽车电控技术的应用伴随着汽车法规(油耗法规、排放法规、安全法规)要求的提高而同步进行。

2. 汽车电控技术的发展大致上可分为 4 个阶段:

第 1 阶段(20 世纪 50 年代初期到 1974 年)开辟了电子技术在汽车上大规模应用的时代。

1974~1982 年为汽车电子控制技术发展的第 2 阶段。在这一时期,汽车为实现特定功能所采用电子控制系统的理论和技术日趋完善,走向成熟。

1982~1995 年为汽车电子控制技术发展的第 3 阶段。在这一阶段以微型计算机作为控制核心,能够实现多种控制功能的计算机集中管理系统逐步取代以前各自独立的电子控制系统,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系统的过渡。

1995 年以后,汽车电子控制技术进入发展的第 4 阶段,汽车电子控制尝试从现代电子控制系统向智能化电子控制系统发展。

3. 汽油机电子控制技术的发展可分为 3 个阶段:

第 1 阶段为 1952~1957 年,燃油喷射技术成功地移植到汽车发动机上,汽油机走上了汽油喷射的发展道路。

第 2 阶段为 1957~1979 年,这一阶段的主要特征是汽油喷射控制实现了从机械控制、模拟电路控制到数字电路控制的发展,为汽油机的电子控制奠定了基础。

第 3 阶段为 1979 年以后,以微机为控制核心的发动机集中管理系统取代了汽车各控制系统的分散独立设计,使汽油机的综合性能得到了全面的提高。

4. 柴油机电子控制技术的发展可分为 2 个阶段:

第1阶段为20世纪70年代至80年代中期。这一阶段的主要特点是以位置控制方式为本特征的电子控制技术在柴油机喷油系中得到应用。

第2阶段为20世纪80年代中期以后。在这一时期中类似于汽油机的微机集中管理系统开始在柴油机中得到应用,喷油泵和喷油系统的控制方式从位置控制方式向时间控制方式转变取得成功。

5. 汽油机和柴油机电控技术的发展趋势是:发动机技术的发展仍将紧紧围绕环保和节能这一主题展开,直喷式分层稀薄燃烧汽油机的开发将是汽油机的主要发展方向,直喷式单段预混燃烧柴油机将是柴油机的主要发展方向。

思考与练习题

1. 汽车的高速发展带来了哪些负面影响?推动汽车电控技术的主要动因是什么?
2. 现代汽车上主要应用的电控技术有哪些?
3. 汽车电子控制技术的发展过程可分为几个阶段?这几个阶段各有什么特点?
4. 汽油机电控技术经历了哪几个发展阶段?这几个阶段各有什么特点?

附录

1997年德国(Bosch)公司开发出1.6L电控柴油发动机,其功率为75kW(1000r/min),最大扭矩为202N·m(1500r/min)。该发动机采用直喷式燃烧系统,其喷油系统由喷油泵和喷油器组成。喷油泵由凸轮轴驱动,喷油器由电磁阀控制。该发动机的喷油系统具有以下特点:

1. 喷油系统由喷油泵和喷油器组成,其喷油压力高,可达20MPa以上。

2. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

3. 喷油系统采用电磁阀控制,其喷油精度高,可达±1%以内。

4. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

5. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

6. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

7. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

8. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

9. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

10. 喷油系统采用直喷式燃烧系统,其喷油效率高,可达90%以上。

模块二 汽油机电控系统基础



学习目标

1. 掌握电控系统的基本组成及各组成部分的作用。
2. 理解汽油机电控系统的控制功能。了解电控汽油喷射的主要优点。
3. 掌握汽油机电控燃油喷射系统的分类方法和类型。



知识要点

1. 传感器、电控单元、执行器
2. 缸内喷射、进气管喷射、单点喷射、多点喷射、分组喷射、顺序喷射
3. 发动机集中管理系统、间接测量方式电控系统、速度—密度方式、直接测量方式电控系统、体积流量方式、质量流量方式

课题一 汽油机电控系统组成及控制功能

自1967年德国(Bosch)公司开发出D-Jetronic电控汽油喷射系统并用于VW1600和Benz280SE汽车以来,经过几十年的发展,汽油机电控技术经历了从模拟电路到数字电路,从普通电子控制到微型计算机控制,从单一功能控制到综合功能控制的过程。

一 汽油机电控系统的构成

现代汽油机电控系统尽管种类繁多,但作为一个控制系统,它们具有与其他控制系统相同的3个基本组成部分:传感器、电控单元(Electronic Control Unit, ECU)和执行元件。其系统构成如图2-1所示。



图2-1 电子控制系统的组成

传感器的作用是将反映发动机运行状况的机械动作、热状态等物理量信息,转换成相应的模拟或数字电信号,并输送到电控单元。传感器传输的信息,是电控系统做出控制决策的依据。一台发动机的电控系统应有多少个传感器,取决于控制功能的简繁和需要达到的控制精度。一般而言,控制功能越多,控制的精度要求越高,所需的传感器也越多。

电控单元(ECU)是电控系统的核心。它的主要任务是:向各种传感器提供它们所需的基准电压(如:2 V、5 V、9 V、12 V等);接收传感器或其他装置输入的信号,并将它们转换为微机能够处理的数