



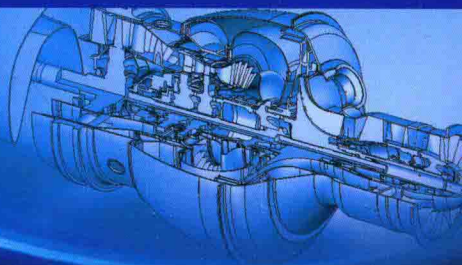
普通高等教育“十三五”规划教材

汽车类 高端技能人才
理实一体化系列教材

◎ 张莉莉 王楠 主 编
◎ 金宜南 薛燕 副主编

电控发动机

原理与检修



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

汽车类高端技能人才·理实一体化系列教材

电控发动机原理与检修

主 编 张莉莉 王 楠

副主编 金宜南 薛 燕

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

汽车发动机电控技术是汽车检测与维修、汽车运用与维修等专业的一门重要专业课程。全书共 10 章, 主要包括: 发动机各类传感器的原理与检测, 电控燃油喷射系统的组成、控制方式和检测方法, 电控点火系统的结构、电路分析和检测方法, 怠速系统的控制内容、各个控制阀的工作原理和检测方法, 进气系统的控制, 废气排放控制系统, 柴油机电控技术等。重点介绍发动机各个控制系统的控制方式和检测方法。

本书深入浅出、理论联系实际, 语言通俗易懂, 可作为汽车工程类高职高专的教材, 适用于汽车检测与维修专业、汽车运用与维修专业、新能源汽车等专业学生学习, 也可作为汽车类工程技术人员、中等职业学校电子专业和汽车专业教师的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机原理与检修 / 张莉莉, 王楠主编. —北京: 电子工业出版社, 2016.7
汽车类高端技能人才·理实一体化系列教材
ISBN 978-7-121-29436-5

I. ①电… II. ①张… ②王… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—理论—高等学校—教材
②汽车—发动机—电子系统—控制系统—检修—高等学校—教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 167957 号

策划编辑: 竺南直

责任编辑: 桑 昀

印 刷: 三河市良远印务有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19.75 字数: 505.6 千字

版 次: 2016 年 7 月第 1 版

印 次: 2016 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: davidzhu@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育的实践教学体系，是高等职业教育内涵的核心，在一定意义上可以说，高等职业教育实践教学体系决定了高等职业教育的特征，决定了高等职业教育培养目标的实现，构建高等职业教育实践教学体系是高职院校教学基础建设的重点。

作为全国最大的汽车类高等职业学校之一，西安汽车科技职业学院近年来根据汽车行业发展的需要，紧贴职业岗位，引进吸收国外汽车职业教育的先进理念和思想，深入开展实践教学体系的建设和改革。首先，根据实践教学内容，对实践教学项目进行分类，将实践教学内容的开发分为理实一体化教学课程开发和专项实习实训项目的开发两种类型；其次，进行了理实一体化教学课程开发，对汽车发动机构造、汽车底盘构造、汽车电器设备、发动机电子控制技术、车身与底盘电子控制技术、自动变速器、汽车故障诊断与维修 7 门课程实施理实一体化改造和建设，建设了理实一体化教室，开发出了一系列理实一体化核心课程；此外，以奥迪企业全球员工技术培训计划实践教学体系为基础，根据汽车 4S 店和修理厂技术岗位基本技能要求，开发了职业技能系列实训项目。经过实践教学体系的建设和改革，提高了实训教学的针对性和有效性，强化了职业岗位的能力素质培养，提升了毕业生的就业竞争力和发展后劲。

《汽车类高端技能人才·理实一体化系列教材》是理实一体化课程改革成果总结，配合理实一体化教室，为汽车技术类高职专业的核心课程提供了一个较为理想的教学方案。《汽车类高端技能人才·理实一体化系列教材》是《汽车类高端技能人才实用教材》的核心部分，与以前出版的其他专业基础课一起构成了一套较为完整的汽车技术类专业系列教材。

这套系列教材具有以下几个特点：

一是系统性。这一系列教材，包含了从汽车发动机、底盘构造，汽车电器设备，汽车电子控制系统，自动变速器，直到汽车维修与故障诊断等一系列课程教材，内容上从简到繁，由浅及深，认识过程上从观感认知到分析应用，基本囊括了汽车技术类专业的大多核心专业课程，形成了一个较为完整的专业课程体系。

二是实用性。在编写过程中，从企业岗位需求和学生发展空间两个方面考虑编排内容，既注重专业理论的系统性，又重点考虑了专业技能训练的需求。在章节框架结构上，不拘泥于其他理实一体化教材所追求的形式上的“理实一体化”，不强调“项目教学”，“任务导向”，而把重点放在如何在实践环节的学习中，既能学会基本专业技能，又能掌握系统的专业知识上。

三是通俗性。在编写过程中，充分考虑到高职学生文化基础的现实状况，降低对学生文化基础知识的要求，让大多数学生能够学得懂。

本套教材内容丰富、图文并茂、体例饱满，选材主要来源于最新的技术手册；难易适中、应用性强，有利于知识的吸收和技能的迅速提高，可作为高等职业技术学院或应用型本科汽车类各专业的必修课教材，也可作为成人高校汽车类各专业的教材，同时可作为相关从业人员的参考用书。

教材编写过程中，由于各种原因，疏漏和不尽如人意之处在所难免，敬请广大师生提出宝贵意见，以便再版时修订完善。

《汽车类高端技能人才·理实一体化系列教材》编委会

前 言

随着汽车工业的高速发展,汽车发动机电控技术在汽车整体性能控制过程中起到了决定性的作用。借助于发动机电子控制技术,有效提高了汽车的动力性、安全舒适性、节能环保性能,同时更提高了汽车的自诊断能力和安全娱乐舒适性能等。

汽车发动机电控技术是汽车检测与维修、汽车运用与维修等专业的一门重要专业课程,为汽车检测等后续课程的学习打下坚实的基础。

针对当前高等职业教育的特点和汽车市场对人才引进的要求,本书应运而生。本书以汽车检测与维修行业对人才知识的需求为依据,整合了电控发动机电子控制系统的相关基础知识,以提高学生实践能力、职业素养和社会综合素质为目的,为我国的汽车后市场输送合格的高技能型人才。为了体现电子控制技术在汽车发动机上的应用,我们结合了近年的教学实践经验,结合学科自身的特点,遵循深入浅出、理论联系实际的原则,使用通俗易懂的语言和常见的案例分析,提高学生的兴趣,促进学生的理解和应用。

全书共 10 章,主要内容包括发动机各类传感器的组成、原理和检测方法;电控燃油喷射系统、电控点火系统、进气系统、排气系统、怠速稳定性控制系统,各系统的组成、工作原理、检测方法,以及案例分析和故障诊断;发动机电控系统的检测与诊断;直喷技术的发展和主要技术;柴油机电控技术简介。

本书可作为汽车工程类高职高专的教材,适用于汽车检测与维修专业、汽车运用与维修专业、新能源汽车方向等专业学生学习,也可作为汽车类工程技术人员、中等职业学校电子专业和汽车专业教师的参考书。

本书由讲师张莉莉、王楠担任主编。第 1 章由薛燕老师编写,第 2、9 章由王楠老师编写,第 3、4、8、10 章由张莉莉老师编写,第 5、6、7 章由金宜南老师编写。

本书在编写过程中参阅和引用了大量的相关文献资料,由于时间仓促,未能一一与著作者协商,在此表示衷心的感谢,并致以歉意。

欢迎广大读者对书中存在的误漏和不足之处提出批评指正,交流讨论,以便我们改正提高。

编 者

2016 年 6 月于西安

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 发动机电子控制技术的发展史	1
1.1.1 汽油机电子控制技术的发展史	1
1.1.2 柴油机电子控制技术的发展史	3
1.1.3 发动机电控技术的发展趋势	4
1.1.4 电控技术对发动机性能的影响	5
1.2 发动机电子控制系统的组成和控制内容	6
1.2.1 发动机电子控制系统的组成	6
1.2.2 发动机电子控制系统的控制内容	10
1.3 发动机 ECU	12
1.3.1 ECU 的作用	13
1.3.2 ECU 的结构	13
1.3.3 ECU 的可靠性	19
本章小结	20
作业题	20
第 2 章 传感器	21
2.1 电控发动机传感器概述	21
2.1.1 概述	21
2.1.2 传感器	22
2.2 空气流量计	24
2.2.1 概述	24
2.2.2 热线式空气流量传感器	25
2.2.3 热膜式空气流量传感器	26
2.2.4 空气流量传感器故障分析	28
检测方法	28
案例分析	31
2.3 进气歧管绝对压力传感器	31
2.3.1 半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器	32
2.3.2 电容式进气歧管绝对压力传感器	34
2.3.3 进气压力传感器故障分析	35



检测方法	36
案例分析	38
2.4 节气门位置传感器和加速踏板位置传感器	38
2.4.1 触点式节气门位置传感器	39
2.4.2 可变电阻式节气门位置传感器（电位计式）	40
2.4.3 综合式节气门位置传感器	40
2.4.4 电子节气门	41
2.4.5 电子节气门的系统控制	46
2.4.6 节气门位置传感器的故障分析	47
检测方法	48
案例分析	50
2.5 温度类传感器	51
2.5.1 冷却液温度传感器	52
2.5.2 进气温度传感器	53
2.5.3 温度传感器失效保护	54
检测方法	55
案例分析	57
2.6 爆震传感器和爆震控制	58
2.6.1 爆震的基本知识	58
2.6.2 磁致伸缩式爆震传感器	60
2.6.3 压电式爆震传感器	61
2.6.4 爆震控制概述	63
2.6.5 爆震传感器的故障分析	64
检测方法	64
案例分析	65
2.7 催化转化器和氧传感器	66
2.7.1 三元催化转化器	67
2.7.2 氧传感器	70
2.7.3 宽带型氧传感器（UEGO）	75
2.7.4 EFI 系统的闭环控制过程	77
2.7.5 氧传感器安装使用中的问题	77
2.7.6 氧传感器的故障分析	78
检测方法	78
案例分析	80
2.8 曲轴和凸轮轴位置传感器	81
2.8.1 电磁感应式曲轴与凸轮轴位置传感器	81
2.8.2 霍尔式曲轴位置传感器	82



2.8.3 光电式凸轮轴/曲轴位置传感器	85
2.8.4 曲轴和凸轮轴位置传感器故障分析	87
检测方法	87
案例分析	90
2.9 开关量信号	91
本章小结	94
作业题	96
第3章 燃油供给系统	100
3.1 燃油供给系统概述	100
3.1.1 燃油喷射系统的分类	101
3.1.2 现代燃油供给系统的组成	108
3.2 喷油量的控制	109
3.2.1 启动工况下的喷油量控制	109
3.2.2 启动后喷油量的控制	110
3.2.3 断油控制	112
3.3 电动燃油泵	113
3.3.1 电动燃油泵的类型与工作原理	113
3.3.2 电动燃油泵的控制	116
检测方法	118
3.4 燃油压力调节	119
3.4.1 燃油压力调节器	119
检测方法	121
3.5 喷油器	121
3.5.1 喷油器的分类和结构	122
3.5.2 喷油器的工作原理	123
3.5.3 喷油器的控制	124
3.5.4 冷启动喷油器的控制	126
检测方法	128
3.6 电控燃油供给系统的故障案例	130
本章小结	133
作业题	134
第4章 发动机电子点火系统	136
4.1 电控微机点火系统概述	136
4.1.1 发动机对点火系统的要求	136
4.1.2 点火系统的组成与工作原理	137



4.1.3 电子控制点火系统的类型	139
4.2 电控点火系统的控制内容	141
4.2.1 点火提前角的控制	141
4.2.2 点火线圈初级线圈通电时间控制	147
4.2.3 点火控制过程	148
检测方法	149
4.3 电控点火系统典型电路分析	151
4.3.1 分电器式点火控制系统	152
4.3.2 无分电器电子点火系统	152
检测方法	159
4.4 电控点火系统的故障诊断	161
故障诊断案例 1	161
故障诊断案例 2	163
故障诊断案例 3	163
本章小结	164
作业题	164
第 5 章 怠速控制系统	167
5.1 怠速控制系统及控制内容	167
5.1.1 怠速控制系统的功能	167
5.1.2 怠速控制系统的组成及工作原理	168
5.1.3 怠速控制系统的内容	169
5.2 旁通空气式怠速控制系统(辅助空气阀)	170
5.2.1 机械控制方式的怠速空气阀(ACC)	170
5.2.2 平动电磁阀式怠速执行机构	172
5.2.3 旋转滑阀式怠速控制执行机构	172
5.2.4 步进电动机型怠速控制执行机构	174
5.3 节气门直动式怠速控制系统	178
5.3.1 节气门直动式怠速控制系统的结构及组成	178
5.3.2 各部件分析	178
5.3.3 节气门组件与发动机 ECU 的匹配	180
检测方法	181
5.4 怠速控制系统故障及检测	182
5.4.1 故障诊断与检测案例	182
5.4.2 故障诊断、排除的相关要点	187
本章小结	188
作业题	189



第 6 章 进气系统控制	191
6.1 可变进气系统	191
6.1.1 可变进气控制系统	191
6.1.2 可变进气控制系统的实例分析	192
6.2 发动机的谐波增压	194
6.2.1 谐波增压进气系统	194
6.2.2 谐波增压进气系统的控制过程	197
检测方法	198
6.3 废气涡轮增压系统控制	199
6.3.1 增压系统的作用	199
6.3.2 增压系统的类型	199
6.3.3 废气涡轮增压系统的组成和工作原理	201
检测方法	203
6.4 可变配气相位及气门升程	204
6.4.1 可变配气相位控制系统的功能	204
6.4.2 VTEC 机构的组成	204
6.4.3 VTEC 机构的工作原理	205
6.4.4 VTEC 系统的控制电路	206
检测方法	207
本章小结	207
作业题	208
第 7 章 排放控制系统	209
7.1 汽油车排放和尾气检测	209
7.1.1 汽油车排放	210
7.1.2 空燃比与五种气体的排放关系	212
7.1.3 尾气的检测方法	213
7.2 二次空气喷射系统	214
7.2.1 二次空气喷射系统的功能	214
7.2.2 二次空气喷射系统的组成及工作原理	214
7.2.3 二次空气喷射系统的故障检修	215
检测方法	216
7.3 油箱蒸发物排放控制系统 (EVAP)	217
7.3.1 EVAP 的功能	217
7.3.2 EVAP 的组成与工作原理	217
7.3.3 EVAP 的检修	218



检测方法	219
7.4 废气再循环控制系统	220
7.4.1 EGR 控制系统功能	220
7.4.2 EGR 系统的组成及工作原理	221
7.4.3 EGR 系统故障引起的发动机故障症状及可能的原因	222
检测方法	222
7.5 曲轴箱强制通风系统	223
7.5.1 曲轴箱强制通风系统的作用和分类	223
7.5.2 曲轴箱强制通风系统 (PCV) 的工作原理	225
7.5.3 曲轴箱通风的检查与维修	225
案例分析	226
7.6 三元催化转化器的检修	226
案例分析	228
本章小结	228
作业题	229
第 8 章 发动机电控系统的检测与诊断	230
8.1 电控发动机检测概述	230
8.1.1 汽车故障的分类	230
8.1.2 汽车故障的变化规律	231
8.1.3 汽车发动机故障的检测原则	232
8.2 发动机诊断与检测的常用仪器	233
8.2.1 发动机故障的常用诊断工具	233
8.2.2 检测仪器——故障诊断仪	236
8.3 故障诊断的方法和流程	238
8.3.1 不能起动的诊断程序	239
8.3.2 起动困难的诊断程序	240
8.3.3 怠速过高的诊断程序	241
8.3.4 怠速不稳, 易熄火的诊断程序	242
8.3.5 加速不良的诊断程序	243
8.3.6 混合气过稀的诊断程序	244
8.3.7 混合气过浓的诊断程序	245
8.3.8 发动机失速的诊断程序	246
8.4 故障诊断中常见的故障案例	247
8.4.1 热车和冷车都难起动	247
8.4.2 发动机怠速不稳	247
8.4.3 发动机加速时动力不足	248



8.4.4 发动机加速不良	249
8.4.5 发动机间歇性熄火	250
本章小结	251
作业题	252
第 9 章 直喷发动机和直喷稀燃发动机	253
9.1 直喷稀燃发动机理论	253
9.1.1 稀燃发动机技术的发展	254
9.1.2 汽车发动机直喷稀燃技术	254
9.1.3 直喷稀燃的两种方法	255
9.1.4 高压喷射系统设计和构造	257
9.1.5 燃油供给和燃油喷射	257
9.2 国内直喷发动机控制技术	259
9.2.1 汽油发动机缸内直喷技术的发展	259
9.2.2 缸内直接喷射燃油供给系统的组成及作用	260
9.2.3 低压系统元件的作用	262
9.2.4 高压系统	263
9.2.5 大众和奥迪 FSI 发动机的工作原理	264
9.3 国际上通用的直喷稀燃发动机控制技术	266
9.3.1 分层充气和稀燃	266
9.3.2 汽油机缸内直喷技术	266
本章小结	272
作业题	272
第 10 章 柴油机电控喷射技术	273
10.1 柴油机电控技术概述	273
10.1.1 柴油机电控技术发展史	274
10.1.2 柴油机电控系统的特点	274
10.1.3 柴油机电控系统的组成	276
10.1.4 柴油机电控系统的分类	278
10.1.5 柴油机电控系统的控制内容	279
10.2 高压共轨式柴油喷射系统的结构与工作原理	282
10.2.1 电动燃油泵	282
10.2.2 高压泵总成	282
10.2.3 公共油轨组件	284
10.2.4 电控喷油器	287





10.3	高压共轨式柴油喷射系统的控制过程	290
10.3.1	喷射量控制	290
10.3.2	喷油压力控制	291
10.3.3	多段喷射的控制	292
10.4	高压共轨式柴油喷射系统的故障诊断	294
10.4.1	故障诊断的一般原则	294
10.4.2	故障诊断与排除案例	294
10.5	柴油机电控系统的使用和维护	296
10.5.1	柴油选择应注意的问题	296
10.5.2	电子控制柴油机使用应注意的问题	296
10.5.3	电子控制柴油机维修应注意的事项	297
	本章小结	297
	作业题	298
	参考文献	300

第 1 章

绪 论

【本章学习目标】

1. 了解发动机电控技术的发展趋势。
2. 了解发动机电子控制系统的组成、功能及其作用。

1.1 发动机电子控制技术的发展史

汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成的。汽车电气设备包括汽车电器与汽车电子控制系统两部分。汽车电子控制系统由传感器、电器开关、电子控制单元和执行器等组成，包括发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统等子系统。汽车电子控制技术最早应用在发动机上，汽油机电子控制技术是电子技术应用在汽车上的主要标志。

汽车电子控制技术发展的根本原因有两个：一是电子技术水平不断提高，这是汽车电子控制技术发展的基础；二是全球能源紧缺、环境保护和交通安全问题，促使汽车油耗法规、排放法规不断完善，促进了汽车发动机电子控制技术的发展，汽车安全法规促进了汽车底盘和车身电子控制技术的发展。

1.1.1 汽油机电子控制技术的发展史

汽油机电子控制技术的发展历程是伴随着汽油机燃油供给技术的发展而来的。为适应降低汽油机燃油消耗和有害物排放量的要求，汽油机燃油供给技术经历了从机械控制汽油喷射到现在的发动机集中管理系统，以及目前正在迅猛发展的缸内直喷技术。

1934 年，德国怀特（Wright）兄弟发明了向发动机进气管内连续喷射汽油来配制可燃混合气的技术，并研制成功了第一架采用燃油喷射式发动机的军用战斗机。

1952 年，德国博世（Bosch）公司研制成功了第一台机械控制缸内喷射汽油机，并将其成功地安装在戴姆勒—奔驰（Daimler-Benz）300L 型赛车上。



1958 年,德国 Bosch 公司研制成功了机械控制进气管喷射汽油机,并成功地将其安装在梅赛德斯—奔驰 (Mercedes-Benz) 220S 型轿车上。

从 20 世纪 50 年代开始,美国、欧洲和日本先后颁布了对汽车有害物排放进行限制的各种法规;20 世纪 70 年代的能源危机导致了对汽车燃油消耗进行限制的法规的颁布。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。

1953 年,美国本迪克斯公司 (Bendix) 开始研制由真空管电子控制系统控制的汽油喷射装置,并于 1957 年研制成功。该系统根据进气压力,由设在各个节气门前的喷油器与进气行程同步喷油,遗憾的是该专利技术并未被推广应用。

1967 年,德国 Bosch 公司根据美国本迪克斯公司的专利技术,开始批量生产利用进气歧管绝对压力信号和模拟式计算机来控制发动机空燃比 (A/F) 的 D 型燃油喷射系统 (D-Jetronic),装备在德国大众 (Volkswagen) 汽车公司生产的 VW-1600 型和奔驰 280SE 型轿车上,率先达到了当时美国加利福尼亚州的排放法规要求,开创了汽油发动机电子控制燃油喷射技术的新时代。D 型燃油喷射系统是用电子电路控制喷油器阀门的开启时刻与开启时间的。

1973 年,德国 Bosch 公司在 D 型燃油喷射系统的基础上,研制出 L 型燃油喷射系统 (L-Jetronic)。L 型燃油喷射系统利用翼片式空气流量传感器直接测量进气管内进入发动机的空气的体积流量,与利用进气歧管绝对压力来间接测量进气量的 D 型燃油喷射系统相比,检测精度和控制精度大大提高。

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的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集成电路 IC 点火控制器。1975 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) 汽车公司研制成功了微机控制点火系统——电子式稀混合气燃烧系统 (ELBS)。该系统由模拟计算机对点火进行控制,根据大气压力、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最佳点火时刻,可以控制 200 多个参数,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 (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,美国通用汽车公司研制成功了可同时进行点火时刻控制、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。

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,采用数字计算机进行控制,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,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。此外,发动机集中管理系统使增加控制功能变得非常容易,即只需修改控制软件,并增设一个输出转换装置,以便控制所需要的执行器工作,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进一步发展的要求相吻合。此后,世界各大汽车公司均开发出了各自的发动机集中管理系统。

1979年,日本日产(Nissan)汽车公司研制成功了集点火时刻控制、空燃比反馈控制、废气再循环控制和怠速转速控制于一体的发动机集中控制系统(ECCS),该系统具有自诊断功能,装备在Cedric牌和Gloria牌轿车上。

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丰田计算机控制系统(TCCS)。同年,日本三菱(Mitsubishi)汽车公司研制成功了采用卡尔曼涡流式空气流量传感器的电子控制燃油喷射系统(ECI)。

1981年,德国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传感器,能直接测出进入发动机空气的质量流量。1987—1989年,该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,为了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其他技术开发力度,尤其是缸内直喷技术。1995年,日本三菱汽车公司公布了电控缸内直喷汽油机(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。然而由于当时的技术并不成熟,因此也造成该系统的低速NO_x排量相当惊人,随即被许多注重环保的国家拒于门外,其发展速度也因此而减缓。2001年,Volkswagen/Audi集团研制出独有的FSI(Fuel Stratified Injection)缸内直喷系统。此外,还有凯迪拉克的SIDI双模直喷发动机,奔驰的CGI直喷发动机、马自达的DISI直喷系统等。在此期间,德国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。

我国自主轿车汽油机电子控制技术应用方面起步较晚,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。2000年,我国政府规定:5人座以下的化油器式发动机汽车自2001年1月1日起停止生产,电控燃油喷射发动机得到快速发展。到2002年底,桑塔纳、别克、帕萨特、捷达、红旗、奥迪、夏利、神龙富康、广州本田等国产轿车汽油机已全部采用了发动机电子控制系统。

1.1.2 柴油机电子控制技术的发展史

20世纪70年代,各汽车厂家相继研制出柴油机电子控制系统。此时柴油机电子控制系统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进行重大改变的基础上,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),取代了原来的机械式调速机构和喷油提前调整装置,从而实现了循环喷油量和喷油定时的电子控制。典型的产品有德国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公司研制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公司的电控径向柱塞分配