



高职高专规划教材

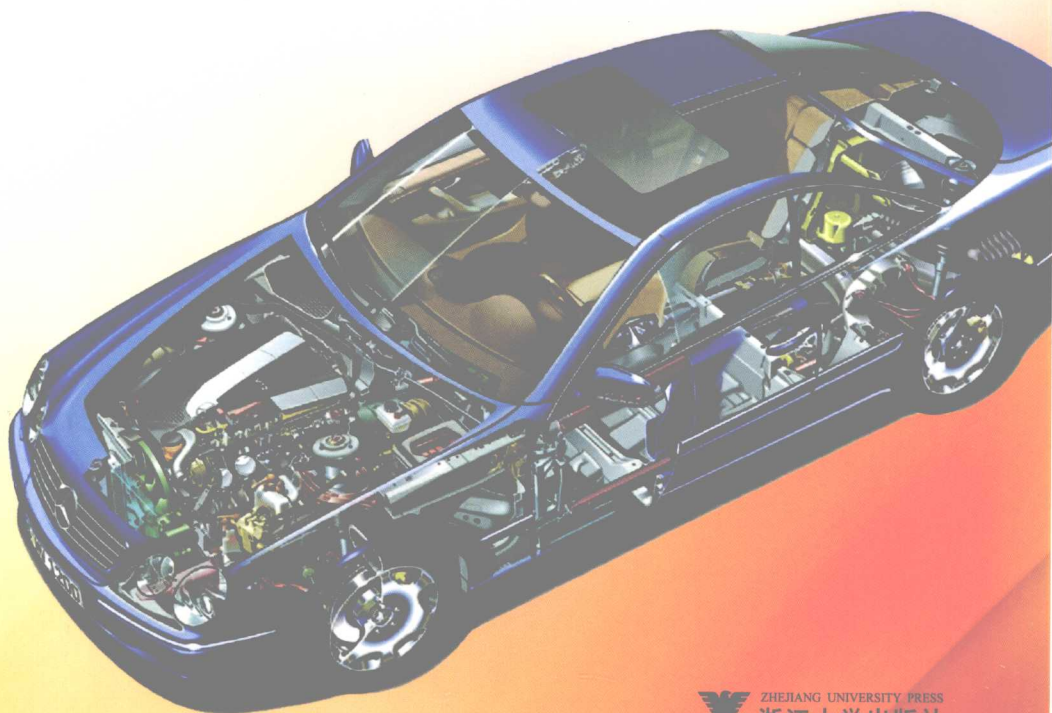
QICHE DIANKONG FADONGJI GOUZAO YU JIANXIU

汽车电控发动机构造与检修

主 编 陈文华

副主编 刘美灵 高照亮

任献忠 朝天龙



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

高职高专规划教材

汽车电控发动机构造与检修

主 编 陈文华

副主编 刘美灵 高照亮

任献忠 朝天龙

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控发动机构造与检修 / 陈文华主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2008. 1

高职高专汽车类专业规划教材

ISBN 978-7-308-05727-1

I. 汽… II. 陈… III. ①汽车—电子控制—发动机—构造—高等学校: 技术学校—教材②汽车—电子控制—发动机—车辆修理—高等学校: 技术学校—教材 N. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 198646 号

汽车电控发动机构造与检修

陈文华 主编

丛书策划 樊晓燕

责任编辑 宋纪浔

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

电话: 0571-88925592, 88273066 (传真)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 杭州浙大同力教育彩印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18

字 数 363 千

版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-05727-1

定 价 27.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

总 序

汽车行业的国家“十一五”规划的重点之一是解决发展的规模和速度问题。关于“十一五”汽车发展愿景,比较权威的信息是:1000 万辆左右的年产量,10%左右的增长速度;5500 万辆左右的汽车保有量,40 辆/千人左右的汽车化水平;工业增加值占 GDP 的比重提高到 2.5%。而面对当前国内汽车行业的现状,我们可以看出,汽车工业要在“十一五”期间的短短 5 年里实现如此巨大的增幅、如此强劲的增速,对汽车人才的需求十分迫切。据中国汽车人才研究会 2006 年预测,未来 5 年,根据汽车发展的水平和需要,汽车后服务技能型人才供求矛盾不是渐增,而是激增,这意味着人才供求的结构性矛盾非常突出,不是哪类人才比较重要,而是各类人才都很重要;不是哪类人才紧缺,而是全面紧缺。理性地看,汽车研发人才重要、汽车制造业人才重要、汽车维修业人才重要,而汽车营销和服务技能型人才等同样重要。

2005 年国家教育部在高等职业技术学院设置指导意见中专门设立了汽车类专业,把汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车技术服务与营销等专业划归其中,这为加强我国汽车后服务产业技能型人才的培养提供了一个很好的专业平台。

汽车后服务技能型人才培养的数量重要,质量更重要。所以,在大力发展汽车后服务技能型人才培养的过程中,广泛开展教学改革,认真搞好教材建设,是非常重要的。

为了适应当前汽车后服务技能型人才培养的需要,充分体现高等职业教育特点,有利于培养出当前以及今后我国汽车行业急需的人才,浙江大学出版社依托浙江省高教研究会及高职高专汽车类专业协作组,在对多年相关专业课程与教材建设及教学经验的认真研讨和总结的基础上,组织编写了这套“高职高专汽车类专业规划教材”。

本系列教材以国家教育部颁发的“高等职业教育汽车专业领域技能型

紧缺人才的培养指导方案”为依据,具有以下特点:

1. 以就业为导向,以培养汽车后服务技能型人才为目标,以技术应用能力为主线,注重理论联系实际,注重实用,突出反映新知识、新技术、新设备和新方法的应用。同时,加强实验、实训的内容和要求,加强对学生实际操作能力的培养。

2. 针对当前我国汽车行业各类人才都紧缺的现状,本系列教材的教学对象涉及汽车类专业的各个方向,包括汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车技术服务与营销等。编写的教材中既有《汽车检测与诊断技术》、《汽车底盘构造与检修》、《汽车发动机构造与检修》、《汽车自动变速箱原理与检修》等技术类的,也有《汽车营销实务》、《汽车信贷、保险与理赔》、《汽车文化》等涉及市场营销及服务类的,符合当前汽车人才培养的新的课程体系。

3. 针对高职高专学生的学习特点,注意“因材施教”,教材内容力求通俗易懂,深入浅出,易教易学,有利于改进教学效果,体现人才培养的实用性。

本系列教材的开发与出版将有利于促进高职高专汽车后服务类专业的教学改革、师资建设和专业发展,为我国汽车后服务产业高技能人才的培养作出贡献。

丛书编委会主任

陈丽能

2006年9月

前 言

随着汽车电子技术的迅猛发展,汽车电子化已达到相当高的程度。目前,电子控制技术在汽车发动机中的应用已经普及,电控发动机也日趋完善。为适应培养高素质汽车专业人才的要求,“电控发动机构造与维修”已经成为汽车类专业的一门重要的必修课。

本书主要介绍电控发动机中各种电子控制系统的结构、工作原理、故障诊断和检修方法,内容包括汽油机电控燃油喷射系统、汽油机电控点火系统、汽油机怠速控制系统、发动机进、排气控制系统、发动机集中电子控制系统等,并对电控柴油喷射技术也作了简单介绍。针对当前汽车行业需求,本书在对汽车发动机电子控制系统故障诊断和检修方法进行系统描述的基础上,还提供了较多的典型案例,重点突出对电控发动机部件测试、数据流分析、波形分析以及现代汽车维修的检测诊断技能的培养。

本书由浙江交通职业技术学院陈文华主编,浙江交通职业技术学院刘美灵、浙江经济职业技术学院任献忠、杭州职业技术学院韩天龙、浙江水利水电专科学校高照亮等四人担任副主编。其中第1章和第7章由浙江交通职业技术学院陈文华编写,第2章和第3章由浙江交通职业技术学院刘美灵编写,第4章由浙江经济职业技术学院任献忠编写,第5章由杭州职业技术学院韩天龙编写,第6章由浙江水利水电专科学校高照亮编写。

本书在编写过程中得到了相关单位的领导的技术人员的大力支持,参阅了相关的文献资料及汽车界同仁一些著作,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥或错误之处,敬请读者及业内专家批评指正。

编者

2007年10月

内容提要

本书主要介绍电控发动机中各种电子控制系统的结构、工作原理、故障诊断和检修方法,内容包括汽油机电控燃油喷射系统、汽油机电控点火系统、汽油机怠速控制系统、发动机进、排气控制系统、发动机集中电子控制系统等。近年来电控柴油喷射技术发展快、变化大、种类多,因篇幅所限,本书只作简单介绍,详细内容将另行单独编写出版《电控柴油喷射技术》一书进行介绍。

本书可作为普通高等教育、高职高专教育中汽车运用工程、汽车服务工程、汽车运用技术、汽车检测与维修、汽车电子技术、汽车技术服务与营销等专业以及交通运输类相近专业的通用教材,亦可作为汽车制造、汽车维修、汽车检测、汽车运输、汽车营销等企事业单位的工程技术人员及管理人員的培训教材和参考用书。

高职高专汽车类专业规划教材

编委会名单

主 任 陈丽能

副主任 陈文华 胡如夫

成 员(以姓氏笔画为序)

石锦芸 孙培峰 李增芳 李泉胜 朱仁学

刘冶陶 邵立东 陈开考 陆叶强 范小青

郭伟刚 姜吾梅 谈黎虹 倪 勇 焦新龙

熊永森

目 录

第 1 章 发动机电子控制技术概述	1
1.1 发动机电子控制技术的发展	1
1.1.1 发动机电子控制技术的发展经历	1
1.1.2 汽油机电子控制技术的优点	3
1.2 发动机电子控制技术的应用	4
1.3 电控发动机的基本组成及功能	6
1.3.1 电控发动机的基本组成	6
1.3.2 电控发动机各控制系统的功能	10
第 2 章 电控燃油喷射系统	13
2.1 概述	13
2.1.1 电控燃油喷射技术发展概况与特点	13
2.1.2 电控燃油喷射系统分类	15
2.2 电控燃油喷射系统结构与原理	19
2.2.1 电控汽油喷射系统的组成	19
2.2.2 电控汽油喷射系统的工作原理	23
2.3 空气供给系统主要装置的结构与工作原理	23
2.3.1 空气流量计	23
2.3.2 进气歧管绝对压力传感器	30
2.3.3 节气门体	33
2.4 燃油供给系统主要装置的结构与工作原理	37
2.4.1 电动汽油泵	37

2.4.2	燃油滤清器	40
2.4.3	燃油脉动阻尼器	41
2.4.4	燃油压力调节器	41
2.4.5	燃油总管	42
2.4.6	喷油器	42
2.4.7	冷起动喷油器和温度时间开关	46
2.5	电子控制系统主要装置的结构与工作原理	48
2.5.1	电子控制器	48
2.5.2	传感器	50
2.5.3	执行元件(执行器)	60
2.6	汽油机电控系统常用检测仪表	64
2.6.1	数字式多功能电表	64
2.6.2	OTC 解码器	64
2.6.3	燃油压力表	66
2.6.4	示波器	66
2.6.5	故障阅读器 V. A. G1551 和 V. A. G1552	67
2.7	电控燃油喷射系统部件的检测	70
2.7.1	检修注意事项	70
2.7.2	发动机 ECU 的检查	71
2.7.3	进气压力传感器和进气温度传感器的检测	74
2.7.4	冷却液温度传感器的检测	75
2.7.5	热膜式空气流量计的检测	75
2.7.6	发动机转速传感器的检测	76
2.7.7	霍尔传感器的检测	76
2.7.8	氧传感器的检测	78
2.7.9	节气门位置传感器的检测	79
2.8	燃油供给系统的检查	80
2.8.1	燃油供给系统的检修注意事项	80
2.8.2	燃油泵系统的检查	80
2.8.3	喷油器的检查	83
2.9	典型实例维修及分析	84

第 3 章 汽油机电控点火系统	95
3.1 概述	95
3.1.1 电子点火控制技术发展概况与特点	96
3.1.2 电子点火控制系统分类	96
3.2 电子点火控制系统的结构与原理	97
3.2.1 电子点火控制系统的结构	97
3.2.2 电子点火控制原理	100
3.3 电子点火控制系统的检修	114
3.3.1 丰田皇冠 3.0 2JZ-GE 发动机点火系统的检修	115
3.3.2 别克电子点火系统的检修	117
3.3.3 韩国 Sonata 点火系统的检修	122
3.3.4 时代超人 AJR 发动机点火系统的检修	123
3.3.5 尼桑阳光乘用车点火系统的检修	124
3.4 典型维修实例及分析	126
第 4 章 怠速控制系统	133
4.1 概述	133
4.1.1 怠速控制系统的作用	133
4.1.2 怠速控制系统的分类	134
4.2 发动机怠速控制系统的结构与原理	135
4.2.1 怠速控制系统原理	135
4.2.2 怠速控制系统部件的结构	140
4.3 怠速控制系统的检修	148
4.3.1 步进电动机型怠速控制阀的检修	148
4.3.2 旋转电磁阀型怠速控制阀的检修	149
4.3.3 占空比控制电磁阀型怠速控制阀的检修	150
4.3.4 节气门直动方式怠速控制装置的检修	150
4.4 典型维修实例及分析	152
第 5 章 汽车进、排气控制系统	154
5.1 概述	154
5.2 汽车进、排气控制系统的结构与原理	155

5.2.1	催化转换器	155
5.2.2	二次空气喷射(AI)系统	159
5.2.3	燃油蒸发控制(EVAP)系统	161
5.2.4	废气再循环控制	165
5.2.5	进气控制系统	168
5.3	汽车进、排气控制系统的检修	175
5.3.1	废气再循环系统的检查	175
5.3.2	燃油蒸发控制(EVAP)系统检修	177
5.3.3	二次空气喷射系统的诊断	179
5.3.4	进气控制系统的检修	180
5.4	典型的维修案例	181
第6章	发动机集中电子控制系统	184
6.1	概述	184
6.1.1	发动机集中电子控制系统概况	184
6.1.2	发动机集中电子控制系统实例	186
6.2	故障自诊断系统	215
6.2.1	故障自诊断系统的基本原理	216
6.2.2	故障自诊断的操作	217
6.3	数据流分析与运用	229
6.3.1	数据流分析在汽车故障分析中的作用	229
6.3.2	发动机控制器编码	230
6.3.3	利用数据流进行故障分析	231
6.3.4	常见车型数据流分析	233
6.3.5	利用数据流排除故障具体实例	244
6.4	电控发动机常见故障诊断	246
6.4.1	发动机不能起动或不易起动	246
6.4.2	怠速不良	249
6.4.3	发动机无力	251
6.4.4	发动机温度、油耗异常	255
第7章	柴油机电控喷油技术简介	257
7.1	些油机技术的发展历史	257

7.2	电控柴油喷射系统的原理和实践	259
7.2.1	采用模拟电路控制的柴油喷射系统	259
7.2.2	计算机控制的柴油喷射系统	260
7.2.3	喷油定时的电子控制	261
7.2.4	综合电子控制系统	262
7.2.5	电磁阀控制柴油喷射系统	263
7.2.6	共轨式柴油喷射系统	264
7.3	电控柴油喷射系统的三代历史	265
7.3.1	第一代: 凸轮压油+位置控制	266
7.3.2	第二代: 凸轮压油+电磁阀时间控制	266
7.3.3	第三代: 燃油蓄压+电磁阀时间控制	269
7.4	柴油机电控喷油技术的关键要素	270
7.4.1	传感器技术	270
7.4.2	软件技术	270
7.4.3	各气缸间转速不均匀控制	271
7.4.4	排气后处理	272
7.4.5	电子控制回路在发动机上的安装	272
	参考文献	273

发动机电子控制技术概述

1.1 发动机电子控制技术的发展

1.1.1 发动机电子控制技术的发展经历

汽车发动机电子控制技术是借鉴飞机发动机汽油喷射技术而诞生,并伴随电子控制技术的发展和汽车油耗法规、排放法规要求的逐步提高而发展到当今水平的。其发展经历大致如下。

1904 年,德国采用怀特(Wright)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,德国博世公司(Bosch)研制成功第一台机械控制汽油喷射式发动机,汽油直接喷入气缸内,空燃比是利用气动式混合气调节器调节,配装在戴姆勒—奔驰(Daimler-Benz)300L 型赛车上。

1958 年,博世公司研制成功向进气管内喷射汽油的机械控制汽油喷射式发动机,空燃比则采用机械式油量分配器进行调节,配装在梅赛德斯—奔驰(Mercedes-Benz)220S 型轿车上。

1967 年,博世公司研制成功 K-Jetronic 机械控制式汽油喷射系统,电动燃油泵提供的 360kPa 低压燃油,由燃油分配器分配到各缸进气管上的机械式喷油器,汽油连续喷向进气口,空燃比由挡流板式空气流量计操纵油量分配器中的计量槽进行调节。1982 年,在 K-Jetronic 系统的基础上增设了一个压差调节器、部分传感器和电子控制单元 ECU,改进研制成功了 KE-Jetronic 机电结合式汽油连续喷射系统。1993 年以前出厂的奔驰轿车和奥迪轿车,大多数采用 KE-Jetronic 系统。

最早研制汽车电子燃油喷射装置的是美国本迪克斯(Bendix)公司。该公司于 1957

年开始试用真空管电子控制系统,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付诸实用。

1967年,德国博世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。1973 年后随着排放法规的要求逐年提高,要求进一步提高该系统的控制精度,完善控制功能。博世 Bosch 公司便在 D 型燃油喷射系统(D-Jetronic)的基础上,改进发展成为 L 型燃油喷射系统(L-Jetronic)。L 型喷射系统利用了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 型喷射系统相比,检测精度和控制精度大大提高。

1973 年,美国通用(General)汽车公司开始在生产的汽车上,将分立元件式电子点火控制器改用集成电路 IC 式点火控制器。

1974 年,美国通用(General)汽车公司开始加大火花塞的电极间隙,并采用高能点火装置,并将点火线圈和集成电路式点火控制器安放在分电器壳体内。

1976 年,美国克莱斯勒(Chrysler)汽车公司生产的汽车开始研制并在同年装备微机控制点火系统,取名为“电子式稀混合气燃烧系统 ELBS”。该系统采用模拟信号的计算机控制,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,控制 200 多个参数。1977 年,美国通用汽车公司开始采用微机控制点火系统,取名为 MISAR 系统。该控制系统由 CPU、RAM、ROM、A/D 等组成,装备在奥迪斯莫比尔(Oldsmobile)牌“特罗纳德”轿车上。

1977 年,美国福特(Ford)汽车公司与日本东芝(TOSHIBA)公司合作开发出了同时控制点火时刻、废气再循环、二次空气喷射的发动机电子控制 EEC 系统,并于同年装备在林肯(Lincoln)牌“凡尔赛”轿车上。

1978 年,福特公司在 EEC 微机控制系统的基础上,增加了空燃比反馈控制和怠速转速控制等控制内容,控制系统取名为 EEC-Ⅱ 系统。1979 年又进一步完善控制功能,发展成为 EEC-Ⅲ 系统,80 年代又改进发展成为 EEC-Ⅳ 系统。

1978 年,美国通用(General)汽车公司也研制成功了同时控制点火时刻、空燃比、废气再循环和怠速转速的微机控制系统,取名为 C-4 系统。该系统还具有自诊断功能和备用电路。

1979 年,德国博世(Bosch)公司在 L 型燃油喷射系统的基础上,将点火控制与燃油喷射控制组合在一起,并采用数字式计算机进行控制,从而构成当今广泛采用的 Motronic 控制系统。

1979年,日本日产(Nissan)汽车公司也开发研制成功了能综合控制点火时刻、空燃比、废气再循环和怠速转速的发动机集中控制系统 ECCS,该系统具有自诊断功能,装备在公子 Cedric 牌和光荣 Cloria 牌轿车上。

1980年,丰田汽车公司开发成功了能综合控制点火时刻、爆震、空燃比、怠速转速且具有自诊断功能的丰田计算机控制系统 TCCS。三菱汽车公司也在1980年研制成功了采用卡尔曼漩涡式空气流量传感器的电子控制喷射 ECI 系统。

1981年,德国博世公司又在 L 型燃油喷射系统 L-Jetronic 的基础上,用新颖的热线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质量流量,从而取代翼片式空气流量传感器,该系统取名为 LH 型燃油喷射系统 LH-Jetronic。

进入 21 世纪,CAN 总线技术、混合电动汽车的动力管理控制系统在汽车上开始应用。

1.1.2 汽油机电子控制技术的优点

汽油机电子控制技术的应用使汽油机的综合性能得到了全面的提高,其主要的优点如下:

1. 改善了各缸混合气的均匀性

在化油器式汽油机中,当混合气在经过不同宽度、不同长度及具有一定弯曲弧度的进气歧管时,由于空气和汽油颗粒的密度不同,空气比较容易改变方向,而汽油颗粒受惯性力的作用则继续向歧管末端运动,由此造成各缸混合气浓度的不均匀。采用电控多点喷射,燃油喷射在各缸进气门附近,使各缸混合气的浓度基本一致。这样不但有利于提高发动机的经济性,而且也有利于降低 CO 和 HC 的排放量。

2. 提高发动机的动力性和经济性

由于电控汽油喷射系统的进气管中不存在化油器中的喉管,进气系统的进气阻力和进气压力损失较小,充气效率较高,因此发动机具有较好的动力性和经济性。另外,电控汽油喷射系统不对进气进行预热,这样提高了进气的密度,对提高发动机动力性有利。

3. 减少排放污染

电控汽油喷射系统采用氧传感器反馈控制时,能精确地控制 A/F 即空燃比等于 14.7 : 1,使三元催化净化装置具有最高的催化净化效率,从而大大减少 CO、HC 和 NO_x 等有害物的排放量。另外,现代汽油机电控系统还包括废气再循环、二次空气喷射、最佳点火提前角等控制功能,从而可使汽油机有害物的排放量进一步减少。

4. 工况过渡圆滑

当发动机运行工况发生变化时,由于电控汽油喷射系统能根据传感器的输入信号迅速调整喷油量或喷射正时,提供与该工况相适应的最佳空燃比,提高了汽油机对加、

减速工况的响应速度及工况过渡的平稳性。另外,采用电控汽油喷射方式,汽油的雾化质量好,蒸发速度快,在各种工况下混合气都具有良好的品质,这也有利于提高汽油机非稳定工况的性能。

5. 改善了汽油机对地理及气候环境的适应性

当汽车在不同地理环境或不同气候条件的地区行驶时,对于采用体积流量方式测量进气量的电控汽油喷射系统,电控系统能根据大气压力、环境温度及时对空燃比进行修正,从而使汽车发动机在各种地理环境及气候条件下运行时,无需调整都能保持良好的综合性能。

6. 提高了汽油机高、低温起动性能和暖机性能

发动机在高温或低温条件下起动时,电控汽油喷射系统能根据起动时发动机冷却水的温度,提供与起动条件相适应的喷油量,使汽油机在高温和低温条件下都能顺利起动。低温起动后,电控汽油喷射系统又能根据发动机冷却水温度自动调整喷油量和空气供给量,加快汽油机暖机过程,使发动机很快就能进入带荷运行状态。

1.2 发动机电子控制技术的应用

汽车发动机电子技术的应用是从某些电子装置代替机械部件开始的。汽车发动机电子技术的应用可分为三个阶段:第一阶段,电子装置代替某些机械部件;第二阶段,电子技术完成了某些机械装置无法完成的复杂控制任务;第三阶段,电子装置成为汽车设计中必不可少的装置,它能自动承担汽车的基本控制任务,并能处理外部和内部的各种信息。

1. 电控燃油喷射系统

电子控制燃油喷射系统(简称EFI)是用计算机控制燃油供给量的装置,因其性能优越而日益得到普及。它能在各种工况下精确地控制混合气空燃比,使各缸混合气的分配在质与量两个方面都较为均匀,从而使各缸都能获得良好的混合气,保证燃烧完全、及时,保证发动机始终工作在最佳状态,并能够使发动机在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。与传统的化油器装置相比,它具有易于起动发动机,且起动时间短、省油、污染排放少、加速性能好以及动力性强等优点。到20世纪70年代后期,电子控制化油器及电子控制燃油喷射系统快速发展。电控喷油技术比电子点火系统要复杂得多,它使精确及灵活的控制成为可能,使直喷式汽油机的梦想得以实现,并达到稀薄燃烧,可大大改善燃烧效率,提高燃油经济性(约15%),并改善发动机排放以及冷起动、瞬时加速、过渡状态的平稳性等性能。

空气/燃油混合电子控制喷射系统是通过空气流量传感器与电子控制器监控发动机状况,利用电磁式喷油器开启时间的变化来增减供油量、调整混合比。计算机是根据