



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

车用柴油机 电控技术

CHEYONG CHAIYOUJI
DIANKONG JISHU



赵培全 景艳 张颂◎主编



教学课件
www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

车用柴油机电控技术

主 编 赵培全 景 艳 张 颂

副主编 代世勋 王 婷 钟 磊 柳同音



机械工业出版社

本书注重理论与实践相结合,根据柴油电控的特点,重点阐述柴油机电控系统的结构、组成、控制原理及主要传感器的工作原理,同时介绍了多种车型(捷达 1.9 L SDI、宝来 1.9 L TDI、奥迪 A6 3.0L V6 TDI、丰田 EFI、中国重汽 WD615、康明斯 ISBe 等)电控柴油机的技术诊断检修。

本书图文并茂,通俗易懂,内容丰富,深入浅出,重点突出,准确简练,实践性强。可作为柴油机、汽车维修等相关专业的教学参考书,也可以作为汽车维修企业和相关的从业人员学习、培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

车用柴油机电控技术/赵培全,景艳,张颂主编. —北京:
机械工业出版社, 2012. 8

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

ISBN 978-7-111-38828-9

I. ①车… II. ①赵…②景…③张… III. ①汽车-柴油机-电
子系统-控制系统-高等职业教育-教材 IV. ①U464. 172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 128227 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:赵海青 责任编辑:赵海青 版式设计:霍永明

责任校对:肖琳 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·496 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-38828-9

定价:39.80 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

“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”

编 委 会

主 任 蔡兴旺 (韶关大学)
副主任 胡光辉 (湖南交通职业技术学院)
梁仁建 (广东轻工职业技术学院)

编 委 (按姓氏笔画排序):

万 捷 (北京计划劳动管理干部学院)
马 纲 (江苏城市职业学院)
仇雅莉 (湖南交通职业技术学院)
戈秀龙 (嘉兴职业技术学院)
王 飞 (广州城市职业学院)
王一斐 (甘肃交通职业技术学院)
王海林 (华南农业大学)
刘 威 (北京计划劳动管理干部学院)
刘兴成 (甘肃交通职业技术学院)
纪光兰 (甘肃交通职业技术学院)
何南昌 (广州科技职业技术学院)
吴 松 (广东轻工职业技术学院)
张 涛 (沈阳理工大学应用技术学院)
李佑慧 (云南交通职业技术学院)
李庆军 (黑龙江农业工程职业学院)
李建兴 (宁波城市职业技术学院)
李泉胜 (嘉兴职业技术学院)
陈 红 (广州科技职业技术学院)
范爱民 (顺德职业技术学院)
范梦吾 (顺德职业技术学院)
贺大松 (宜宾职业技术学院)
赵 彬 (无锡商业职业技术学院)
赵海波 (沈阳理工大学应用技术学院)
夏长明 (广州金桥管理干部学院)
钱锦武 (云南交通职业技术学院)
曹红兵 (浙江师范大学职业技术学院)
黄红惠 (江苏城市职业学院)
谭本忠 (广州市凌凯汽车技术开发有限公司)

序 言

据统计,“十一五”期间中国汽车运用维修人才缺口 80 万。未来 5 年汽车人才全面紧缺,包括汽车研发人才、汽车营销人才、汽车维修人才和汽车管理人才等。2003 年,教育部启动了“国家技能型紧缺人才培养项目”,“汽车运用与维修”是其中的项目之一。2006 年,教育部和财政部又启动了国家示范性高等职业院校建设计划,其中的一个重要内涵就是以学生为主体,以就业为导向,建立新的职教课程体系、教育模式与教学内容,而教材建设是最重要的一个环节。

为适应目前高等职业技术教育的形势,机械工业出版社汽车分社召集了全国 20 多所院校的骨干教师于 2007 年 6 月在广东省韶关大学组织召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”研讨会,确定了本套教材的编写指导思想和编写计划,并于 2007 年 8 月在湖南长沙召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”主编会,讨论并通过了本套教材的编写大纲。

本套教材紧紧围绕职业工作需求,以就业为导向,以技能训练为中心,以“更加实用、更加科学、更加新颖”为编写原则,旨在探索课堂与实训的一体化,具有如下特点:

1. 教材编写理念:融入课程教学设计新理念,以学生为主体,以老师为指导,以提高学生实践职业技能和创新能力为目标,理论紧密联系实际,思想性和学术性相统一。理论知识以够用为度,技能训练面向岗位需求,注重结合汽车后市场服务岗位群和维修岗位群的岗位知识和技能要求,使学生学完每一本教材后,都能获得该教材所对应的岗位知识和技能,反映教学改革和课程建设的新成果。

2. 教材结构体系:根据职业工作需求,采用任务驱动、项目导向的新模式构建新课程体系。理论教学与技能训练有机融合,系统性与模块化有机融合,方便不同学校、不同专业、不同实验条件剪裁选用。

3. 教材内容组织:精选学生终身有用的基础理论和基本知识,突出实用性、新颖性,以我国保有量较大的轿车为典型,注意介绍现代汽车新结构、新技术、新方法和新标准,加强“实训项目”内容的编写,引导学生在“做”中“学”。内容安排采用实例引导的方式,以激发学生的阅读兴趣,符合学生的认知规律。

4. 教材编排形式:图文并茂,通俗易懂,简明实用,由浅入深,深浅适度,符合高职学生的心理特点。每一章均结合人力资源和社会保障部职业资格考试要求,给出复习思考题,使教学与职业资格考试有机结合。

此外,为构建立体化教材,方便教师和学生学习,本套教材配备了实训指导光盘和



多媒体教学课件。实训指导光盘的内容为实训项目的规范性操作录像和相关资料，附在教材中；多媒体教学课件专供任课教师采用，可在机械工业出版社教材服务网 (www.cmpedu.com) 免费下载。

虽然本套教材的各参编院校在教、学、做一体化教学方面进行了有益的探索，但限于认识水平和工作经历，教材中难免仍有许多不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材编委会

前言

随着汽车工业的发展,汽车电子技术、新能源技术以及检测与维修技术逐渐成为汽车技术发展的重点和热点,尤其是随着石油资源的紧张以及柴油相对汽油来说本身具有的优势,使得近几年电控柴油机迅速发展。为了降低柴油机的能源消耗和减少废气排放造成的污染,满足节能和排放法规的要求,电子控制技术在柴油机上的应用和发展已经成为汽车工业发展必不可少的一个环节。

现在,柴油机电控技术已由最初单一的燃油喷射系统控制,逐步发展到了应用于柴油机各个系统的控制。此外,还可以实现柴油机的故障诊断,进行实时管理,已经形成了包括控制、信息处理、故障诊断和实时管理的柴油机综合控制管理系统。柴油机综合控制管理系统还可以和整车的传动装置系统及车辆电子管理系统接口,从而对整车的动力性、经济性、排放特性及安全行驶实现综合管理。

进入21世纪以后,我国为了实现可持续发展,大力发展柴油机电子控制技术。在这种客观形势下,在广大柴油机工程技术人员中推广柴油机电子控制技术,使之能够掌握和应用柴油机电子控制技术,以及在大专院校的相关专业教学中,开设柴油机电子控制技术的课程显得十分迫切与需要。柴油机近几年的迅速发展,使其从结构、功能、原理,直到故障检测与维修都有了很大的变化。但在过去,由于诸多原因的影响,国内的教科书主要以汽油机为主,柴油机电子控制技术方面的教科书不多。为了适应柴油机电子控制技术发展的需要,满足车用柴油机维修业市场的迫切需求,同时也使相关专业的有关人员能够系统地掌握车用柴油机的电子控制技术,我们编写了本书。

在编写本书的过程中,我们力求基本理论与实践相结合,注重实用性,图文并茂,深入浅出,重点突出,准确简练,通俗易懂,内容完整,针对性强。本书着重介绍了现代车用柴油机电控进气系统的相关技术、控制原理以及电控柴油机排放控制系统,并且介绍了几种常见车型柴油机电控系统的故障诊断和几种常见柴油机车型电控系统电路图及阅读。

本书由赵培全、景艳和张颂任主编,由代世勋、柳同音、王婷、钟磊任副主编,参加编写工作的人员有王磊、张亮修、冯增雷、房敏、黄飞、张恒海、张营、王可洲、周翔、李云霞、刘树臣、宋炳雨、郎华、陈立付、朱华清、于永康等,书中插图的处理及校对工作由王超、聂邦国、何竹林、韩钰、王充、逢格林、徐鸿领、丁建洲完成。在编写本书过程中,参考了大量的文献资料,借鉴了部分图表和电路图,在此向各位作者表示衷心感谢。

本书附赠教学课件供任课教师采用,可在机械工业出版社教材服务网(www.mep.com.cn)



cmpe du. com) 免费下载或拨打编辑热线获取(010-88379353)。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者提出宝贵意见和批评,使本书能够在实践中不断完善。

编 者

目 录

序言

前言

第1章 柴油机电控技术概述 1

1.1 柴油机电控技术的发展历程及发展趋势 1

1.1.1 柴油机电控技术的发展历程 ... 1

1.1.2 柴油机电控技术的发展趋势 ... 5

1.2 柴油机电控系统的组成与功能 6

1.2.1 柴油机电控系统的构成 6

1.2.2 柴油机电控系统的功能 9

1.3 柴油机电控系统的主要特点 10

实训 了解柴油机电控技术的发展历程 11

第2章 几种类型的柴油机电控系统 ... 12

2.1 电子控制直列泵燃油系统 12

2.1.1 直列柱塞泵电控系统的组成 13

2.1.2 直列柱塞泵电控系统的工作原理 13

2.2 电子控制柱塞式分配泵系统 17

2.2.1 “位置控制”柱塞式分配泵 21

2.2.2 “时间控制”柱塞式分配泵 23

2.2.3 径向柱塞式分配泵 24

2.3 电子控制泵喷嘴和单体泵 25

2.3.1 电控泵喷嘴 25

2.3.2 电控单体泵 26

2.4 电子控制共轨燃油系统 27

2.4.1 共轨式电控燃油喷射系统的类型 27

2.4.2 电控高压共轨喷射系统 28

2.4.3 中压共轨系统 34

2.4.4 压电式共轨系统 35

实训 喷油器电磁阀及电路的故障

检修 35

第3章 柴油机电控系统传感器 ... 40

3.1 温度传感器 41

3.1.1 进气温度传感器 41

3.1.2 冷却液温度传感器 42

3.1.3 燃油温度传感器 43

3.1.4 机油温度传感器 43

3.1.5 排气温度传感器 44

3.2 压力传感器 45

3.2.1 进气压力传感器 45

3.2.2 增压压力传感器 49

3.2.3 大气压力传感器 49

3.2.4 机油压力传感器 50

3.2.5 共轨压力传感器 51

3.2.6 排气压差传感器 51

3.2.7 燃烧压力传感器 52

3.3 位置与角度传感器 52

3.3.1 加速踏板位置传感器 52

3.3.2 供(喷)油正时传感器 54

3.3.3 供(喷)油量传感器 58

3.3.4 曲轴、凸轮轴位置传感器 61

3.3.5 工作液液位传感器 65

3.3.6 转矩传感器 68

3.4 空气流量传感器 70

3.4.1 热线式空气流量传感器 71

3.4.2 热膜式空气流量传感器 72

3.4.3 叶片式空气流量传感器 73

3.4.4 卡尔曼涡流式空气流量传感器 74

3.5 浓度传感器 76

3.5.1 氧传感器 76

3.5.2 排烟传感器 78

实训一 认识传感器,熟悉万用表检测



方法	79	5.1.5 惯性增压	126
实训二 主要传感器检修	81	5.2 可变进气涡流控制系统	127
第4章 柴油机排放控制技术	86	5.3 可变气门驱动系统	131
4.1 车用柴油机排放污染的成分与 形成机理	87	5.3.1 凸轮驱动可变配气正时 系统	132
4.2 降低柴油机排放的措施	88	5.3.2 可变摇臂机构	137
4.3 低排放燃烧室设计	90	5.3.3 可变液压顶杆机构	137
4.3.1 非直喷式柴油机燃烧室低排放 设计要点	91	5.3.4 无凸轮驱动可变气门系统	138
4.3.2 直喷式柴油机燃烧室低排放 设计要点	91	5.4 进气预热系统	140
4.4 低排放燃油喷射系统设计	93	5.4.1 预热塞式	141
4.4.1 高压喷射	93	5.4.2 预热器式	144
4.4.2 优化喷油规律	94	5.4.3 预热控制系统	146
4.4.3 推迟喷油时刻	96	5.5 进气翻板控制	146
4.4.4 低排放喷油器	96	实训一 预热控制系统检修	148
4.5 低排放柴油机进排气系统设计	97	实训二 涡轮增压器在柴油机上的 拆装	149
4.5.1 气流组织与多气门技术	97	第6章 几种常见车型柴油电控系统的 故障诊断	153
4.5.2 增压与增压中冷	97	6.1 捷达 1.9 L SDI 柴油机电子 控制系统	153
4.6 废气再循环技术	98	6.1.1 捷达 1.9 L SDI 柴油机电子控制 系统的介绍	153
4.6.1 EGR 对柴油机的影响	98	6.1.2 捷达 1.9 L SDI 柴油机电子控制 系统的检修	158
4.6.2 EGR 的工作原理	99	6.1.3 自诊断	171
4.7 排放后处理技术	100	6.1.4 故障码表	173
4.7.1 氧化催化转化器	100	6.2 宝来 1.9 L TDI 柴油机电子 控制系统	179
4.7.2 柴油机 NO _x 还原催化 转化器	103	6.2.1 宝来 1.9 L TDI 柴油机电子控制 系统的介绍	179
4.7.3 四效催化转化器	104	6.2.2 宝来 1.9 L TDI 柴油机电子控制 系统的主要部件	183
4.7.4 低温等离子辅助催化系统	105	6.2.3 检修	189
4.7.5 微粒捕集器及其再生技术	106	6.2.4 故障码表	205
实训 废气再循环控制系统的检测	110	6.3 奥迪 A6 3.0L V6 型 TDI 柴油机 电子控制系统	212
第5章 电控柴油机进气系统相关技术与 控制原理	113	6.3.1 奥迪 A6 3.0L V6 型 TDI 柴油机的组成	212
5.1 废气涡轮增压技术	114	6.3.2 奥迪 A6 3.0L V6 型 TDI 燃油 系统及相关部件的检修	216
5.1.1 废气涡轮增压系统组成	114		
5.1.2 废气涡轮增压控制系统 功能	121		
5.1.3 废气涡轮增压压力控制 系统	122		
5.1.4 增压空气循环控制系统	125		



6.3.3 故障码表	230	电控系统检修	274
6.4 丰田 EFI 柴油电控系统的检修 ...	234	6.6.1 WD615 共轨柴油机电控系统 拆装时的注意事项	274
6.4.1 丰田 EFI 柴油电控系统 概述	234	6.6.2 油轨的拆装	274
6.4.2 主要部件的安装与检测	238	6.6.3 供油泵的拆装	278
6.4.3 丰田常规型 EFI 柴油机 故障诊断	242	6.6.4 喷油器的拆装	284
6.4.4 丰田共轨型 EFI 柴油机 故障诊断	244	6.6.5 WD615 柴油机 ECU 和各 传感器的拆装	286
6.5 东风康明斯 ISBe 柴油机共轨 系统检修	246	6.6.6 WD615 共轨系统传感器电阻和 电压的参考值	290
6.5.1 康明斯 ISBe 高压共轨柴油机的 燃油系统	246	6.6.7 故障检测方法	292
6.5.2 系统检修	247	6.6.8 WD615 柴油机的故障诊 断表	293
6.5.3 故障检查与排除	260	实训 汽车电器常用检测工具的 使用	303
6.6 中国重汽 WD615 共轨柴油机		参考文献	310

第 1 章

柴油机电控技术概述



学习目标:

- 了解柴油机电控技术的发展历程
- 掌握柴油机电控系统的构成
- 熟悉柴油机电控系统的功能
- 了解柴油机电控系统的主要特点

1.1 柴油机电控技术的发展历程及发展趋势

1.1.1 柴油机电控技术的发展历程

在世界发生石油危机和汽车排放导致环境污染的背景下，仅仅根据柴油机转速控制喷油量和喷油时刻的机械式燃油系统已经远远不能满足发展要求，需要根据实时转速和实际负荷进行特殊形式的控制。于是，柴油机电控技术在飞速发展的电子控制技术平台上应运而生，当然，汽油机电控技术的发展也为柴油机电控技术的发展提供了宝贵经验。

在满足柴油机排放法规和进一步提高燃油经济性和驾驶安全性等社会要求的背景下，从 20 世纪 80 年代开始，柴油机电子控制喷油技术先后被世界各大汽车厂商用来控制喷油定时和喷油量，并且控制项目越来越多，如图 1-1 所示。

到目前为止，柴油机电控技术已经历了三代技术变化：

第一代凸轮压油、位置控制技术。该技术保留了传统柴油机供给系统的基本组成和结构，只是取消了机械控制部件（调速器等），增加了传感器、ECU、执行器等组成的控制系统，使控制精度和响应速度得以提高。位置控制的喷油系统主要是在直列泵和分配泵上进行改进。其优点是：柴油机的结构几乎不需改动，便于对

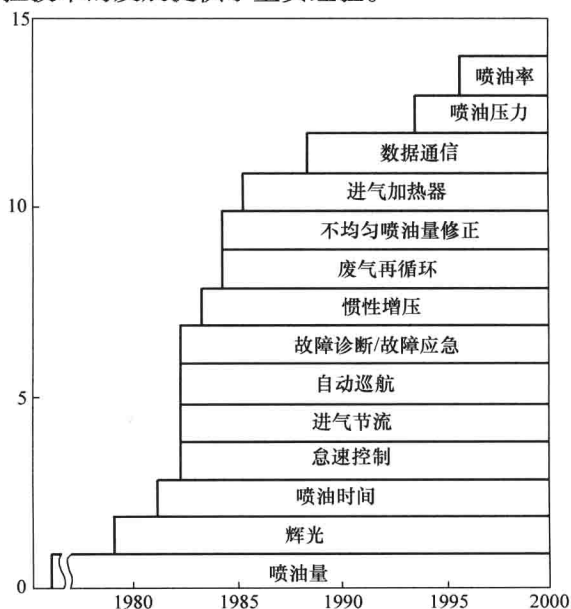


图 1-1 电控技术在柴油机控制中的功能



现有柴油机进行升级换代。其缺点是：响应速度慢，控制精度不够高，供油压力不能精确控制。

第二代为凸轮压油、时间控制技术。该技术基本保留了传统燃油供给系统的组成和结构，通过高速电磁阀直接控制高压燃油的适时喷射。一般情况下，电磁阀关闭，执行喷油；电磁阀打开，喷油结束。因此，可实现供油量控制，又可实现供油正时的控制。其优点是：控制自由度更大，供油加压与供油调节在结构上相互独立，使喷油泵结构得以简化，强度得到提高，高压喷油能力大大加强。其缺点是：供油压力无法精确控制。

第三代为共轨蓄压、电磁阀时间控制技术。这是国外于 20 世纪 90 年代中期研制的一种新型柴油机电控技术，国内一般称为高压共轨系统。该技术基本改变了传统燃油供给系统的组成和结构，主要以电控共轨（各缸喷油器共用一个高压油管）式喷油系统为特征，直接对喷油器的喷油量、喷油正时、喷油速率和喷油规律、喷油压力等进行时间-压力控制。高压油泵并不直接控制喷油，而仅仅向共轨供油以维持所需的共轨压力，并通过连续调节共轨压力来控制喷射压力。

高压共轨系统具有如下突出特点：

① 高压共轨系统的燃油喷射压力独立于柴油机转速和负荷。在柴油机低转速下，仍可实现较高的燃油喷射压力，可以使柴油机在低速低负荷工况时的性能得以改善。

② 高压共轨系统对喷油时机和喷油量的控制非常自由。

③ 高压共轨系统对喷油规律的调节能力很强。喷油控制仅取决于高速电磁阀，由于该运动件质量比较小，运动惯性也很小。实际控制时，可以实现在一个工作循环内的多次喷射，能够有效地改进燃烧效果。

④ 高压共轨系统能够实现很高的燃油喷射压力。目前已达到 160 ~ 200MPa。

⑤ 高压共轨系统适应性较强，可以用于多种柴油机机型。

汽油机采用喷油器替代化油器的技术改进相对简单，进行比较顺利，但是在柴油机上要实现高精度地控制高压燃油的喷射是非常难的，也走过了几个过程，直到今天的高压共轨燃油系统。柴油机电控技术的发展过程如下：

① 模拟电子控制的燃油系统。最初的柴油机电控技术采用模拟电子控制回路、传感器和执行器代替控制喷油量的调速器，如图 1-2 所示。采用电子控制系统代替机械式调速器控

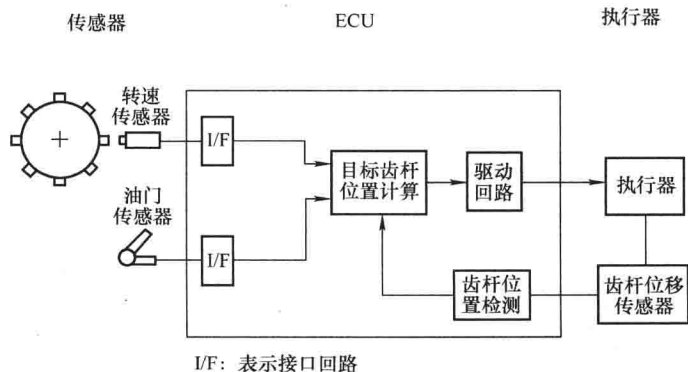


图 1-2 模拟电子控制燃油系统框图



制机构可以更加精密地控制柴油机的转速。

② 计算机控制的燃油系统。20 世纪 80 年代以后,随着微型计算机的广泛运用,柴油机的控制技术也进入了革命性的变革。采用微型计算机代替模拟控制电路,通过计算机软件可以实现各种功能的控制,如图 1-3 所示。

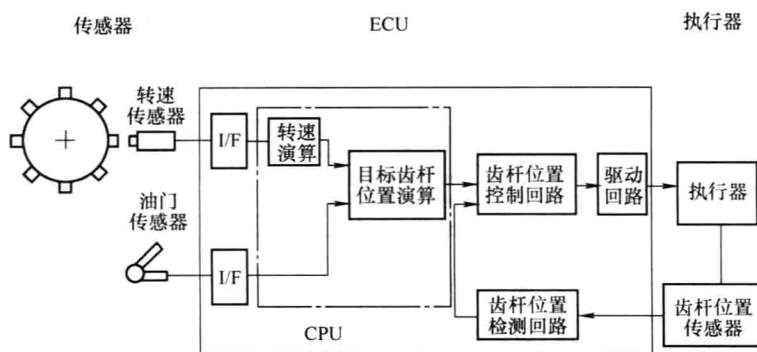


图 1-3 计算机控制的燃油系统框图

利用计算机可以对目标伺服位置进行非常精确的计算处理,使精确控制特性得以实现。计算机电控燃油系统的核心包括两大部分:计算软件和数据 MAP。数据 MAP 法是一种最基本的也是最有效的技术方法,即使在目前最新的喷油控制系统中也在使用。

③ 喷油定时的电控系统。要使柴油机获得最佳的噪声和排放效果,必须根据柴油机的实际运行工况控制喷油定时。在机械式提前器中,主要是利用飞块的离心力控制喷油定时。喷油定时只随转速的变化而变化,与其他参数无关。而利用电子、油压伺服机构代替机械系统中的飞块,通过计算机控制喷油定时,可以使柴油机的排放、噪声达到最佳效果,如图 1-4 所示。

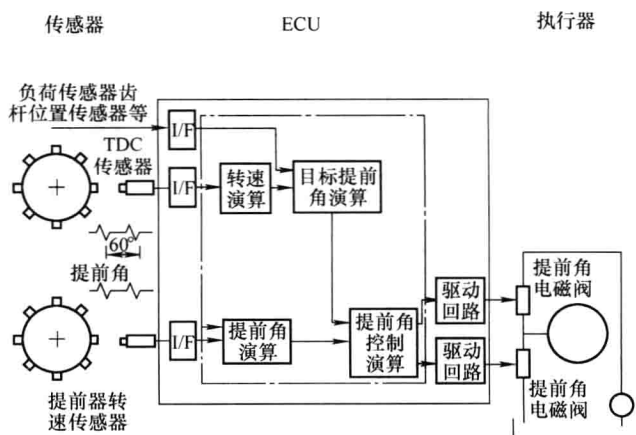


图 1-4 电子提前器系统的框图

④ 综合电控系统。在分别实现了喷油量和喷油定时的电子控制之后,自然而然就会考虑到能否用一个电子控制系统同时控制两个参数,于是,图 1-5 所示的综合电控系统的框图应运而生。

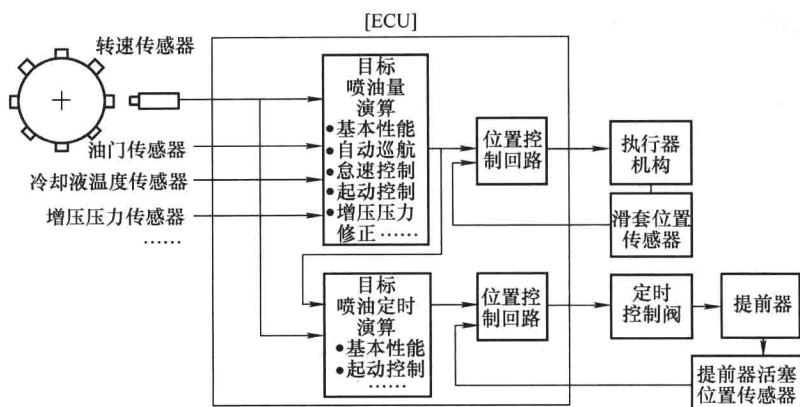


图 1-5 综合电控系统的框图

在综合电控系统中，将调速器控制和喷油定时控制有机地结合起来，控制精度更高，控制自由度更大。控制系统根据油门开度和柴油机转速确定最佳喷油量的同时，还考虑到喷油量和冷却液温度、转速等参数的相互关系，然后计算出使排放值达到最好的喷油定时，并加以控制。

⑤ 电磁阀控制燃油系统。早期的电控燃油系统的基本特点是通过电子伺服机构对调节齿杆或调速器滑套进行位置控制。随着控制技术的发展，电控技术采用了更加简单的电磁阀控制燃油系统。该系统将电磁阀的基本功能应用于燃油压送回路，使计算机可以直接控制燃油喷射，如图 1-6 所示。在 20 世纪 80 年代，人们将该技术用于分配泵控制，开发了高速电磁阀及其电子控制回路，但是，并没有完全实现采用电磁阀同时控制喷油量和喷油定时的目的。该系统的特征是：控制精度不仅取决于电磁阀的响应特性，还与基准凸轮位置的检测精度、转速的检测精度以及速度、计算机的精确度和速度等都有很大的关系。

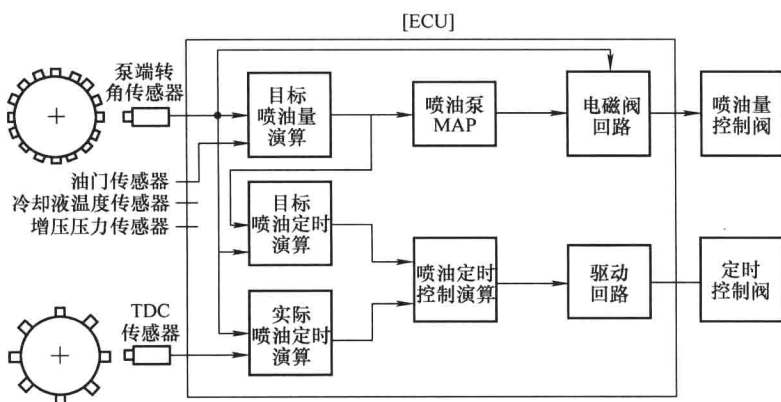


图 1-6 电磁阀控制燃油系统的框图

⑥ 共轨式燃油系统。前面几种燃油系统采用的都是传统的机械式喷油泵。为了满足日益严格的排放和噪声法规的要求，并且降低燃油消耗，必须提高喷油量和喷油定时的控制精度，同时还要控制喷油率，对各个气缸进行精细控制，采用高压喷射使燃油能够更好地雾化，能够同时满足这些要求的燃油系统只能是高压共轨燃油系统，如图 1-7 所示。

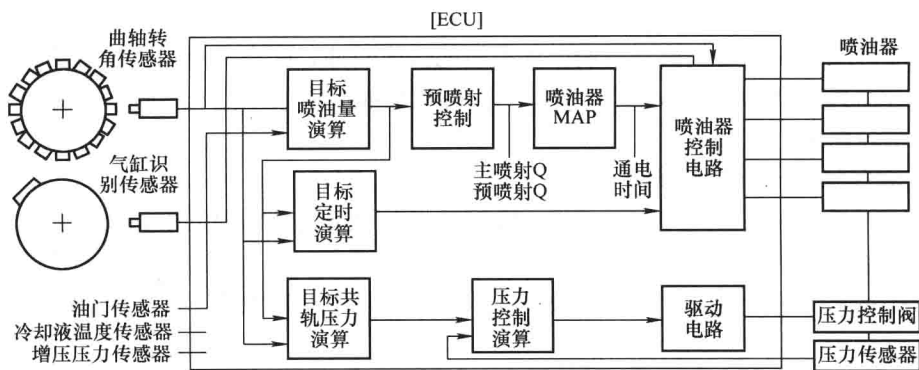


图 1-7 共轨系统的控制框图

1.1.2 柴油机电控技术的发展趋势

(1) 高的喷射压力

为了满足排放法规的要求，柴油喷射压力从 10MPa 提高到 200MPa。如此高的喷射压力可明显改善柴油和空气的混合质量，缩短着火延迟期，使燃烧更迅速、更彻底，并且控制燃烧温度，从而降低废气排放。

(2) 独立的喷射压力控制

传统的柴油机供油系统的喷射压力与柴油机的转速及负荷有关。这种特性不利于车辆在低转速、部分负荷使用条件下的燃油经济性和排放要求。若供油系统具有不依赖转速和负荷的喷射压力控制能力，就可选择最合适的喷射压力、喷射持续期、最佳着火延迟期，使柴油机在各种工况下的废气排放最低而经济性最优。

(3) 改善柴油机的燃油经济性

在燃油价格越来越高的现实条件下，用户非常关注柴油机的燃油消耗状况。而高喷射压力、独立的喷射压力控制、小孔径喷油、较高的平均喷油压力等措施都能降低燃油消耗率，从而提高柴油机的燃油消耗经济性。

(4) 独立的燃油喷射正时控制

喷射正时直接影响着柴油机活塞上止点前喷入气缸的油量，决定着气缸的峰值爆发压力和最高温度。高的气缸压力和温度可以改善燃油消耗经济性，但会导致 NO_x 增加，而不依赖于转速和负荷的喷射正时控制能力，是在燃油消耗率和排放之间实现最佳平衡的关键措施。

(5) 可变的预喷射控制能力

预喷射可以降低颗粒排放，又不至增加 NO_x 的排放，还可以改善柴油机冷起动性能、降低冷态工况下白烟的排放，降低噪声，改善低速转矩。但是预喷射量、预喷射与主喷射之间的时间间隔在不同工况下的要求是不一样的。因此具有可变的预喷射控制能力对柴油机的性能和排放十分有利。

(6) 最小油量的控制能力

供油系统具有高喷射压力的能力与柴油机怠速所需要的小油量控制能力之间发生矛盾。当供油系统具有预喷射能力后，将能够使控制小油量的能力进一步提高。由于工程机械用柴油机的工况很复杂，怠速工况经常出现，而柴油机电控技术容易实现最小油量控制。



(7) 快速断油能力

燃油喷射结束时, 必须快速断油。如果不能快速断油, 则在低压力下喷射的柴油就会因燃烧不充分而冒黑烟, 导致 HC 的排放增加。电控柴油机喷油器上采用高速电磁阀开关就很容易实现快速断油。

(8) 降低驱动转矩冲击载荷

燃油喷射系统在很高的压力下工作, 既增加了驱动系统所需要的平均转矩, 也加大了冲击载荷。燃油喷射系统对驱动系统平稳加载和卸载的能力, 是一种衡量喷射系统的标准。而柴油机电控技术中的高压共轨技术则大大降低了驱动转矩冲击载荷。

1.2 柴油机电控系统的组成与功能

1.2.1 柴油机电控系统的构成

目前, 常见柴油机电控系统的逻辑结构与其他大多数自动控制系统相近, 主要由传感器、执行器和控制器三大部分构成。图 1-8 为柴油机典型的电控系统结构示意图, 可将柴油机电控系统简化为图 1-9 所示的几个模块, 下面予以介绍。

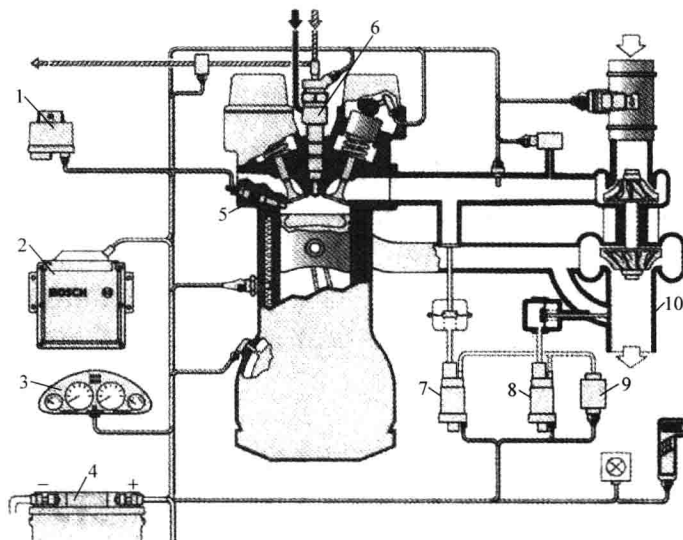


图 1-8 柴油机电控系统构成图

1—预热电控单元 2—ECU 3—燃油消耗仪表 4—蓄电池 5—预热塞
6—喷油器 7—EGR 调节阀 8—压力执行器 9—真空泵 10—涡轮增压器

(1) 传感器

传感器是电控系统中的重要组成部分, 它们可以把物理参量、电量、磁量和化学量等信息转换成 ECU 可识别的信号。一般来说, 电控柴油机一般有以下传感器:

① 进气温度和压力传感器。它们可以分别将柴油机进气(通过涡轮增压器后)的温度和压力转换成电压信号, 这些信号经 ECU 处理后可以用于计算柴油机的进气量。

② 曲轴信号传感器。曲轴信号传感器安装在靠近曲轴正时齿轮或飞轮的位置, 当曲轴