



全国交通中等职业技术学校通用教材

QUANGUO JIAOTONG ZHONGDENG ZHIYE
JISHU XUEXIAO TONGYONG JIAOCAI

筑养路机械新技术

(筑路机械驾驶与修理专业用)

韩才林 主编 周以德 主审



人民交通出版社

全国交通中等职业技术学校通用教材

Zhuyanglu Jixie Xinjishu
筑养路机械新技术

(筑路机械驾驶与修理专业用)

韩才林 主编
周以德 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书内容共十二章,主要有:柴油机电喷技术、废气净化技术、全液压沥青混凝土摊铺机、水泥混凝土摊铺机、全液压传动压路机、全液压沥青铣刨机、平地机自动找平系统、稳定土拌和机深度自动控制、沥青混凝土拌和机的计算机控制、沥青铣刨机深度自动控制、机械设备的自动诊断技术等基本知识。还有:筑养路机械现状与发展趋势参考资料。

本书可作为筑养路机械专业师生的教材,亦可供筑养路施工人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

筑养路机械新技术 / 韩才林主编. —北京:人民交通出版社, 2001. 3
交通中等职业学校教材
ISBN 7-114-03842-9

I. 筑... II. 韩... III. ①筑路机械-新技术-专业学校-教材②养路机械-新技术-专业学校-教材
IV. U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 08514 号

全国交通中等职业技术学校通用教材

筑养路机械新技术

(筑路机械驾驶与修理专业用)

韩才林 主编

周以德 主审

版式设计:刘晓方 责任校对:梁秀青 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:7.5 字数:174 千

2001 年 4 月 第 1 版

2001 年 4 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001~5000 册 定价:14.00 元

ISBN 7-114-03842-9
U·02785

交通职业教育教学指导委员会公路(技工)学科委员会
和交通技工教育研究会公路专业委员会名单

柯爱琴	周以德	袁仕礼	刘传贤
杨士范	卞志强	朱小茹	李时鸣
毕经邦	梁柱义	高连生	张浩
赵新民	孙立	易连英	李志攸
智文尧	姚先祥	任义学	杨平
陈丹	李文时	乔杰	李标
吴世耕			

前 言

原交通部教育司在 1987 年成立了交通技工学校教材编审委员会。公路专业编审组和技工教育研究会公路专业委员会共同编写了筑路机械、公路施工和公路养护三个专业的内部使用教材,初步解决了各学校缺专业教材的难题。

近年来,全国的汽车工业迅速发展,公路建设日益加快,筑路机械更新换代,以及先进的施工方法、养护手段不断出现等,对公路施工现代化建设的人才提出了更高的要求,原来编写的内部教材已不适应现有的培养目标。

1999 年 3 月改选的公路专业委员会与公路学科委员会在卢荣林理事长的支持和柯爱琴、周以德两位主任的主持下,共同组织制定了新一轮的筑路机械驾驶与修理和公路施工与养护两个专业的教学计划与教学大纲。经过四川、河南、杭州等多次会议的修改,确定了教学改革和教材改革的模式:文字通俗易懂,以图代文、图文并茂,体现技工学校的特色,突出技能教学,使之坚持知识、能力、素质等方面的协调发展,拓宽教材的使用面,增加教学的适应性。教材的编写工作于 1999 年 10 月启动,2000 年 12 月交稿。这是全国公路类培养技工的第一套正式出版的教材。其特点为:

1. 教材通俗易懂,改变了旧教材偏多、偏深、偏难的模式,理论融于实践,便于学生自学。

2. 教材内容适应现代化施工和养护的基本要求,既概括了当前先进的施工方法和养护手段,又列举了先进的筑路机械新机型,以及新技术、新工艺等,并专设一门“筑路机械新技术”课程,使学生能掌握更多的新知识,满足学用结合。教材全部采用部颁最新工程技术标准和规范,符合先进性、科学性、实用性的要求。

3. 拓宽了教材的适应性,教材内容理论与实践相结合,既可作为全国交通中等职业技术学校公路专业通用教材,也可用于相关工种的职业资格培训和各类在职培训,又适用于公路类职业中专的教学,更适合在职技术工人自学。

4. 教材与作业、题库配套。教材强化了系列配套功能,各课程均编写了“习题集和答案”,汇成题库和题解,供学生做作业和练习,也可供命题时参考。

本书作为筑路机械构造、驾驶和故障排除教材的补充性教材,从发动机、液压技术应用及自动控制应用 3 个方面着手,突出先进性、实用性,从新技术、新应用的原理、结构、使用及维护常识以及今后的发展趋势与前景方面,尽量讲解目前交通工程较新机型和技术,如柴油机电喷技术、美国英格索兰压路机液压系统、ABG 摊铺机液压系统、平地机激光自动找平装置、摊铺机 MOBA 自动找平装置、故障自动诊断应用等。通过本课程的学习,使学生对新技术在筑养路机械上的应用和今后的发展以及方向有一个系统的了解并能掌握。

全书共分十二章,由韩才林主编,周以德主审。第一、二章由江苏交通高级技工学校李庭斌编写;第三、五、六章由毕胜强编写;第四、七、八、九、十、十一、十二章由韩才林编写;参考资料由张宏春编写。

本教材由卢荣林担任责任编委。

本轮教材在编写报告中,共有 18 个省(市)的公路类技校 60 多名具有高、中级技术职称的专业技术人员参与了教材的编、审工作,并得到一些学校领导的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于我们的业务水平和教学经验有限,书中不妥之处难免,恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

交通部职业教育教学指导委员会公路(技工)学科委员会

交通技工教育研究会公路专业委员会

2000 年 12 月

目 录

第一章 柴油机电喷技术	1
第一节 概述	1
第二节 电喷系统结构及工作原理	3
第三节 电喷技术的应用	6
第二章 废气净化技术	8
第一节 概述	8
第二节 废气净化技术原理及装置	9
第三章 全液压沥青混凝土摊铺机	14
第一节 概述	14
第二节 TITAN411 型沥青混凝土摊铺机	15
第三节 液压延伸熨平装置	19
第四节 液压系统维护	25
第四章 水泥混凝土摊铺机	26
第一节 概述	26
第二节 SF350 滑模式水泥摊铺机	26
第三节 液压系统的调整	33
第五章 全液压传动压路机	36
第一节 概述	36
第二节 SP-60D/PD 型振动压路机	36
第三节 液压系统维护	39
第六章 全液压沥青铣刨机	42
第一节 概述	42
第二节 1900DC 沥青铣刨机	43
第三节 料输送装置	46
第七章 平地机自动找平系统	50
第一节 概述	50
第二节 电子型调平系统	50
第三节 激光调平系统	52
第四节 美国拓普康(TOPCON)自动找平系统	53
第八章 沥青摊铺机自动找平装置	59
第一节 概述	59
第二节 工作原理与组成	61
第三节 国产自动找平装置	62
第四节 德国 MOBA 自动找平系统	65

第五节 美国布鲁诺克斯(BLAW-KNOX)自动找平系统	69
第九章 稳定土拌和机深度自动控制	73
第一节 概述	73
第二节 美国 CMI 拌和机深度自动控制装置	73
第三节 避免超载拌深自动控制	75
第十章 沥青混凝土拌和机的计算机控制	77
第一节 概述	77
第二节 组成与原理	78
第三节 控制系统的启动与关机	86
第十一章 沥青铣刨机深度自动控制	87
第一节 概述	87
第二节 德国 MOBA 超声波深度控制器	87
第十二章 机械设备自动诊断技术	93
第一节 概述	93
第二节 自动诊断在液压故障诊断上的应用	94
第三节 自动诊断在发动机上的应用	96
第四节 工程机械故障诊断专家系统	99
参考资料: 筑养路机械现状与发展趋势	102
一、土方机械	102
二、压实机械	103
三、路面机械	105
四、养护机械	107
参考文献	109

第一章 柴油机电喷技术

第一节 概 述

一、电喷系统的概念

柴油机电喷系统(即电子控制柴油喷射系统)是指柴油机供给系,利用各种传感器,将影响发动机性能的全部(或部分)信号转换成电信号,通过控制装置对输入的电信号进行处理,然后产生新的信号输给执行器,控制柴油机供给系的工作。图 1-1 为电子控制柴油喷射系统方框图。

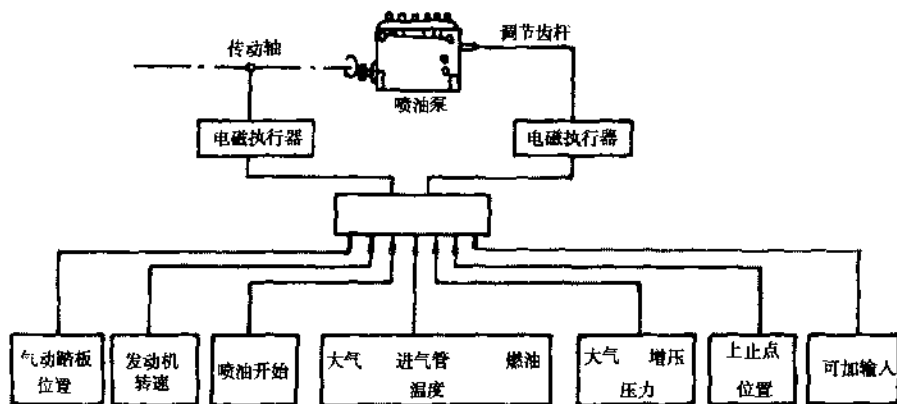


图 1-1 电子控制柴油喷射系统方框图

二、电喷系统的类型

柴油机电喷技术起步较晚,目前国内、外对电喷系统尚未有统一的分类标准。下面仅按喷射压力的大小和控制方式进行分类。

1. 按喷射压力大小分:

(1) 泵-管-嘴电喷系统,是指喷油泵和喷油器用较长的高压油管连成一体的喷油系统。

该系统一般承受的喷油压力不超过 100MPa。但能比较精确地控制油量、喷射压力、喷射率和喷油定时,而且体积小,便于柴油机总体布置,目前被广泛使用。

(2) 泵喷嘴电喷系统,是指喷油泵和喷油器做成一体的喷油系统。由于取消了高压油管,最高喷油压力可达到 180MPa。并且缩短了燃油喷射时间,提高了怠速和小负荷时喷油量的稳定性。再加上电子控制,使喷油控制更加灵活。但使用泵喷嘴时,发动机气缸盖要承受很大的压力,对气缸套和气缸盖的刚度要求很高,高压油泵的凸轮轴离曲轴较远,对传动系统的刚度要求很高。这些都限制了泵喷嘴的喷油压力进一步提高。同时,电控泵喷嘴对电磁阀要求很

苛刻,泵喷嘴体积较大给气缸盖设计带来一定的困难。

(3)单体泵电喷系统,是指将喷油泵和喷油器用较短(小于 250mm)的高压油管连成一体的喷油系统。每个气缸配一个喷油泵,由接近曲轴的公共凸轮轴驱动。由于高压管路长度较短,加上对气缸盖和气缸套的刚度要求不像泵喷嘴那样高。传动机构也比较紧凑,最高喷油压力可达到 170MPa。

(4)共轨式电喷系统,是指各缸共用高压油管的喷油系统,共轨式喷油系统不仅可以实现 170MPa,甚至更高的喷油压力。而且喷油时间和喷油量的控制更加灵活,是目前被认为最理想的柴油机高压喷射系统。

电子控制柴油喷射系统,是在电子控制汽油喷射系统的基础上发展起来的。由于柴油机的燃烧过程对柴油喷射的压力、雾化、喷射规律、喷射定时等方面的要求,远比电子控制汽油喷射严格得多。因此,目前国内电子控制柴油喷射的实现采取两条途径:缸径偏大一些的柴油机,采用全新设计的电子-液压控制的泵喷嘴喷油系统;而缸径偏小一些的柴油机,一般仍保留原有机械式喷油泵-即电子控制的泵-管-嘴喷油系统。在国外,共轨式喷油系统在柴油机上已有使用。

2. 按控制方式分

开环控制和闭环控制框图,如图 1-2 所示。开环控制是指控制装置将信号输给被控系统后,被控系统不会将执行的结果反馈回控制装置,即控制与被控制两个系统之间没有反馈环节。闭环控制则有反馈环节,即把被控制系统的执行结果和当时的状态反馈给控制装置,使控制装置修正其输出,调整被控系统下一步的动作。

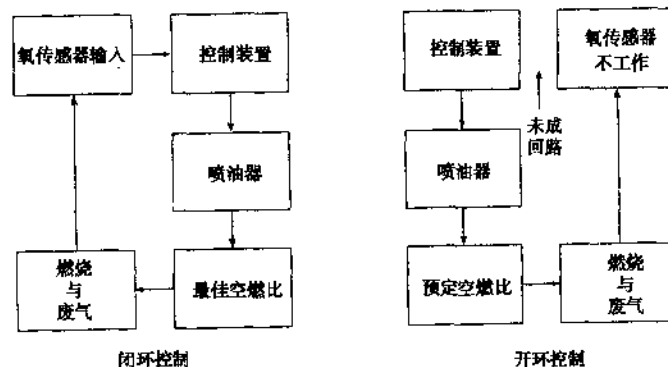


图 1-2 开环控制与闭环控制框图

三、电喷系统的特点

- (1)采用电子控制系统,可以减少机件的磨损,提高工作的可靠性。
- (2)采用电子控制系统,在输入变化的瞬间就可实现输出的变化,提高了控制灵敏度。
- (3)由于传感器的使用可以“嗅出”排气的“味道”,可以发现混合气是过浓还是过稀。并据此控制进入发动机的混合气浓度,以降低燃油消耗,并减少排放污染物。
- (4)由于电子控制系统能更精确地控制喷油正时、燃油喷射量,从而提高发动机的功率,减少污染物的排放。
- (5)电子控制系统比机械控制系统质量小,减轻了整机的质量,有利于改善燃料经济性和整机加速性能。

(6)电子控制系统部分具有自诊断和自检测能力,及时发现控制系统中存在的故障,并告知维修人员故障可能出在哪个部位,便于检修。

第二节 电喷系统结构及工作原理

一、结 构

电子控制柴油喷射系统由 3 个部分组成:即传感器、控制器与执行器。传感器将柴油机工作中各种工况的信息,如转速、各种介质的温度、运转工况等,转换成电信号输入到控制器。控制器按预定的程序对各种传感器的输入信号进行处理、计算、判断或决策。然后,产生新的信号输给执行器(输出装置)。执行器将控制器输入的信号转换为机械运动,即通过电能、液压、气压等或它们之间的组合作用,对外作功,推动柴油机的某个装置运动,以完成所需要的控制任务。例如,实现喷油量、喷油定时与排气再循环的控制等。图 1-3 为柴油机电控喷油系统结构示意图。

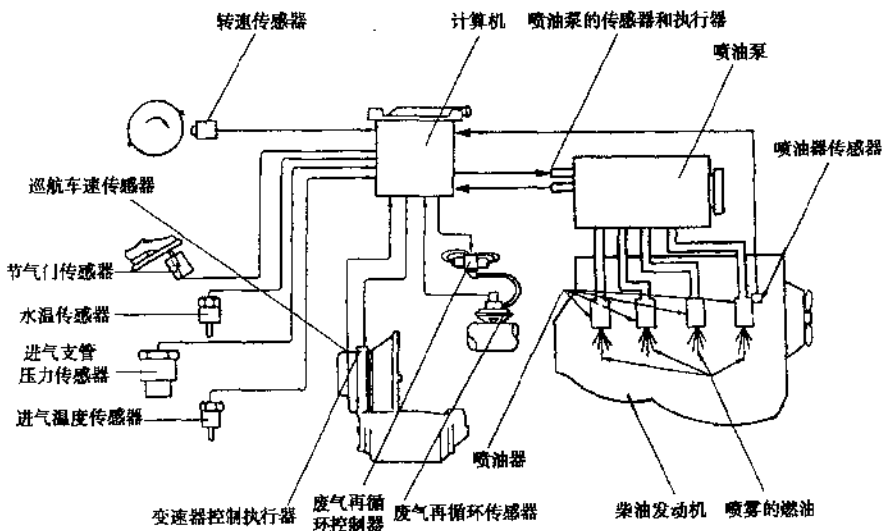


图 1-3 柴油机电控喷油系统结构示意图

1. 传感器

主要有柴油机转速传感器、喷油始点传感器、油门手柄或驾驶员踏板角度传感器,进气温度、柴油温度、柴油机冷却水温等温度传感器,大气压力、增压压力、柴油压力等压力传感器,上止点位置传感器以及作为闭环控制反馈信号用的齿条位置(或滑套位置)传感器等。

图 1-4 是美国 George D. Wolff 开发的微型喷油始点传感器的结构。在喷油弹簧的空间内装有一个霍尔感应元件,用来感应喷油针阀的升起,从而测定喷油始点。

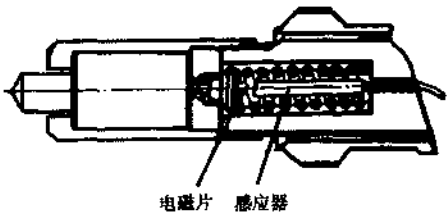


图 1-4 微型喷射始点传感器的结构

2. 控制器

控制器一般都采用专用的计算机或 ECU(电控单元),内装有中央处理器(CPU),对输入的信号进行比较和处理。存储器(Memory),存贮计算程序和根据柴油

机试验所得出的柴油机特性曲线。输入输出(I/O)设备,负责传递计算机同各种传感器和执行器之间的信息。转换器(A/D),把温度等模拟输入信号转换为数值信号。图 1-5 为控制器(专用计算机)的结构示意图。

3. 执行器

根据其作用可分为:推动油泵控制齿条(或分配泵滑阀)运动的执行器,改变喷油始点的喷油定时执行器,开启废气再循环阀门的执行器等。从其动力来源可分为:液动与电动执行器两种。

控制油泵齿条或滑阀运动的执行器结构很多。例如在 VE 型分配泵上可用电磁阀(图 1-6)直接控制溢流套筒,也可用直流电动机来确定计量滑套位置。

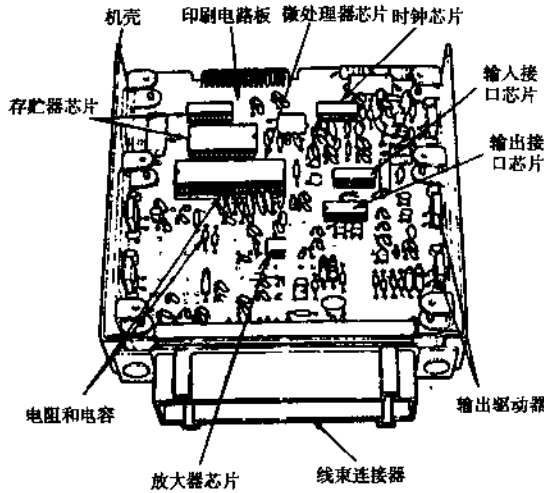


图 1-5 控制器的结构示意图

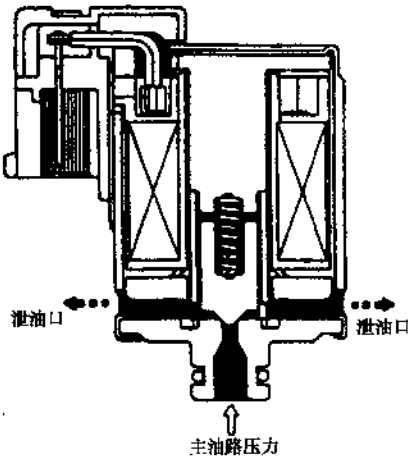


图 1-6 电磁阀的结构

二、工作原理

图 1-7 所示为柴机电控喷油系统原理框图。各传感器信号输入控制装置(ECU)后,按照预定的喷油量与喷油时间控制脉谱图,对柴油机进行控制。其控制项目包括:最佳喷油量、最佳喷油正时、最佳怠速喷油量、进气节流控制、ERG工作区的控制、进气电热塞供电时间控制。下面分别以 ECD - U2 和 TICS 两种电控喷油系统来介绍其工作原理。

1. ECD - U2 电控喷油系统

图 1-8 是日本电装公司开发的 ECD - U2 电控共轨喷油系统原理图。共轨燃油喷射系统的高压油管是各缸共用的,称为共轨(Common Rail)。电控装置根据工况和其他信息(油温、气温),依据给定的油压脉谱图,通过油泵控制阀(也称 PCV)来调整高压燃油泵的供油量,以改变共轨中的油压。因此,油压与发动机转速无关。喷油器的启闭由控制室中的高压燃油控制,当三通电磁阀通电时,控制室中的高压燃油

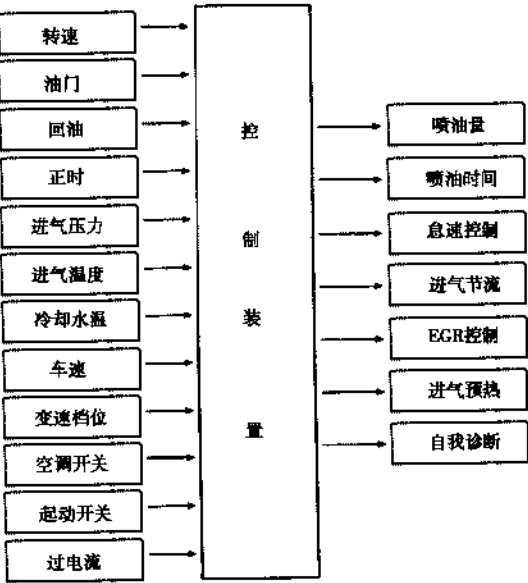


图 1-7 柴机电控喷油系统原理框图

流出,喷油器针阀因压力室内的油压作用而上升,喷油开始。当三通电磁阀断电时,高压油重新回到控制室,液压活塞下行,使针阀落座喷油停止。因此,三通电磁阀的开启时刻和开启持续期就决定了喷射时间和喷油持续期(即喷油量)。节流孔和孔径大小可以影响控制室泄压速率,从而控制了针阀上升速度以改变初始喷油速率。因此,这一系统通过油泵控制阀和三通电磁阀可以实现对喷油压力、喷油时间、喷油量和喷油速率的柔性控制。

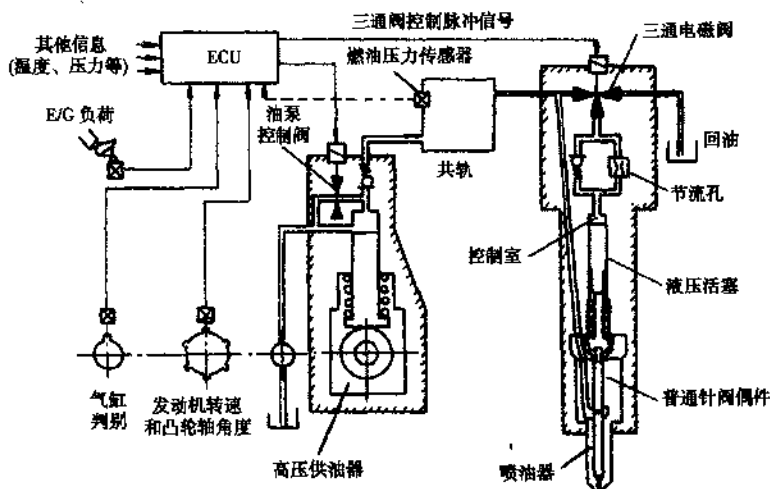


图 1-8 ECD-U2 电控共轨喷油系统

电控共轨喷油系统具有以下特点:

(1) 喷油压力柔性可调,对不同工况可采用最佳喷射压力,从而可以优化柴油机的综合性能,特别是解决了传统喷油系统的喷油压力随转速降低而降低,导致低速转矩和低速烟度不好的固有缺陷。

(2) 系统紧凑、刚度大,可实现较高的喷射压力(120~170MPa)。

(3) 可柔性控制喷油速率变化,实现各种灵活多样的喷油规律。

(4) 采用电磁阀控制喷油,控制精度高,循环变动小。

2. TICS 电控喷油系统

TICS 是 Timing and Injection Retrol System 的缩写,即喷射时间与喷油量控制系统。图 1-9 为电子调速器(RED-III)与 TICS 的原理图。

该系统依靠众多的传感器——加速、进气负压、水温、转速、烟度传感器等,随时将信号输送到调速器的控制器(ECU)中进行处理,以随时间调整喷油量,使喷入燃烧室的柴油雾化与空气的混合良好,燃烧更为完善。从而降低了柴油机油耗、排放,提高了动力性。例如:

(1) 喷油量的控制:在全负荷运转时,若按柴油机最大冒烟限度进行控制,则柴油机在最大负荷条件下每个转速工况均不得超出冒烟限定的指标。具体作法是在柴油机试验中,得出保证不超过烟度规定限制值的油量曲线,将该曲线输入电控单元,然后由电控单元对柴油机实际运转进行控制,就可满足冒烟限度的要求。

(2) 喷油定时的控制:电控单元将事先根据柴油机试验得出的不同负荷、不同转速工况下最佳喷油定时曲线和由传感器输入的信号进行比较、运算,然后发出指令控制柴油机最佳喷油时刻。

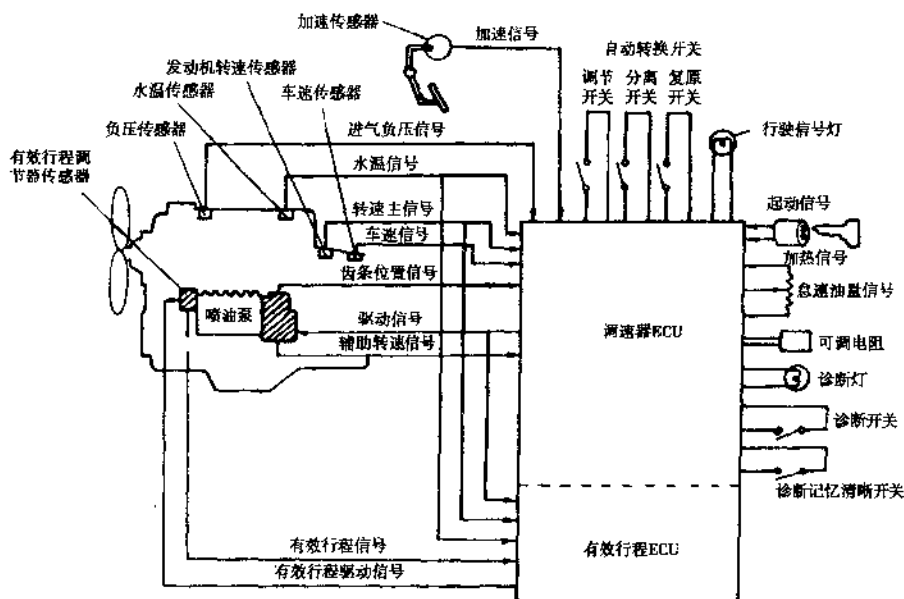


图 1-9 电子调速器(RFD-III型)与 TICS 系统

第三节 电喷技术的应用

传统柴油机由于其性能及排放不能满足人们的要求,因此,人们为了解决这一矛盾,早在 20 世纪 60 年代就开始了柴油机电喷技术研究工作。随着电子技术特别是微型计算机技术的迅速发展,电喷技术在柴油机上的使用日益广泛。柴油机燃油喷射系统采用电子控制技术,有效地控制了柴油机的 HC、CO、NO_x 与烟度排放,同时解决了冷起动、怠速稳定性及增压压力调节等难题。

一、控制 HC、CO、NO_x 的排放

柴油机排放标准要求综合控制 HC、CO、NO_x 的排放。过去采用机械控制喷油系统,喷油时间只能随转速变化自动调节,但不能随负荷变化而自动调节。采用电子控制后,可以同时使喷油时间随柴油机转速及负荷自动调节在最佳时刻,从而控制 HC、CO、NO_x 的排放,达到最佳值。

二、控制烟度的排放

柴油机在大负荷时,由于油量增多,使缸内混合气浓度超过冒烟极限而产生大量黑烟;加速时,喷油量很快增加,缸内混合过程跟不上混合均匀的加剧,局部区域混合气过浓也会产生大量黑烟。采用电子控制后,随着加浓、加速过程,把喷油量按预定模式控制在适当范围内,同时调整喷油时间,达到最佳控制,可减少排气烟度。

三、解决冷起动、怠速与增压

为了提高柴油机的冷起动性能,一般在进气道上装有进气预热、电热塞等冷起动辅助装

置。起动时,先起动预热装置,再起动机,这一过程不容易人为控制。采用电控单元控制代替驾驶员操作,即可大大改善起动性能。

柴油机怠速时,若供油系不能随润滑油温度变化、冷却风扇、空调压气机、制动压气机等附件是否运转而相应改变供油量,柴油机将产生“游车”,转速不稳而发生停车。采用电控喷油时,柴油机可随负荷变化而增、减供油量,能保持最低稳定怠速运转。

柴油机的电控喷射,不仅降低了 HC、CO、NO_x 与烟度排放,还可降低噪声,改善起动性,提高柴油机多方面的性能。

第二章 废气净化技术

第一节 概 述

一、废气净化的意义

随着工业化的进展和交通运输现代化发展,大气污染日益严重。它将破坏自然界的物质循环和生态平衡,降低大自然的环境调节和自净能力。严重时,将殃及人类及野生动植物的生存安全。大气污染主要来自燃料(煤、石油、天然气等)燃烧生成的烟气、工业生产和汽车、内燃机排放的废气。而柴油机排放是目前增长最快的大气污染源之一。为了降低柴油机排放污染,研究出一系列的废气净化技术。在柴油机上采用废气净化技术对控制和改善大气质量、防止生态破坏、创造良好的环境,起着很重要的作用。

二、废气净化的概念

柴油机的废气是指燃料燃烧后,经柴油机排气系统排出的尾气。它包括无害成分和有害成分(排放污染物)。废气净化是指降低柴油机废气中有害成分的比例。

三、废气的类型及主要影响因素

柴油机废气包含着许多成分,并随柴油机的类型及运转条件的改变而变化。废气中无害成分(基本成分)有二氧化碳 CO_2 、水蒸气 H_2O 、过剩的氧 O_2 及氮 N_2 等。它们是燃料和空气完全燃烧后的产物。除无害成分外,还有不完全燃烧和燃烧反应的中间产物——有害成分,主要有一氧化碳 CO 、碳氢化合物 HC 、氮氧化物 NO_x 、二氧化硫 SO_2 、颗粒物(铅化物、黑烟、油雾等),臭气(甲醛、丙烯醛等)等。

影响柴油机废气有害成分的因素主要有:混合气质量(混合气的燃空比、雾化程度、均匀性等);供油系统的参数及结构因素(喷油提前角、喷油速率、喷油嘴的结构参数等);柴油机运转参数(进气状态、转速等);柴油机燃烧室的形状;燃油质量等。废气净化技术则是依据这些影响因素,作出相应的处理措施,以达到净化废气的目的。

四、废气净化的措施

柴油机废气的有害成分 CO 、 HC 、 NO_x 及颗粒物(碳烟)是造成大气污染的主要物质,柴油机的净化措施就是研究如何减少这几种成分的含量。根据这些废气产生的原因及过程,目前一般采用机内净化和机外净化相结合的办法来降低这些成分在废气中的含量。

机内净化是指对发动机的结构进行改进或采用新设计,以达到降低排放的目的。例如:改进燃烧系、供给系或加装废气涡轮增压器、废气再循环装置、喷油系统的电控装置等。

机外净化又可分为前处理和后处理。前处理是指对进入发动机气缸前的燃料和空气进行

预处理。改变燃料品质、代用燃料、进气管喷水等都属于前处理技术。后处理是指通过过滤、催化转化等方法进一步降低废气中有害成分的比例。

第二节 废气净化技术原理及装置

过去几十年作为柴油机的发展主要以低燃油耗、大转矩、高功率及长寿命为目标。随着环境问题的日益严重,柴油机的发展必须同时考虑其性能及降低排放的措施。目前采用降低排放的措施主要是多种措施的组合。因为每一种技术措施在降低某种排放成分时,往往效果有限,过度使用则会带来另一种排放成分的增加或发动机性能的恶化。具体采用何种措施应根据抑制预混合燃烧(降低 NO_x)、促进扩散燃烧(CO 、 HC 、颗粒物)的原则及所要满足的排放法规来确定。为了便于掌握各种降低排放措施的作用,分别对典型新技术进行介绍。

一、前 处 理

1. 改变原料品质

改变原料品质主要是在燃料中加入各种添加剂,或减少燃料中有害元素(硫、铅等)的含量,使其燃烧产物发生变化,从而使排放得到有效控制。例如:硝烟添加剂和乳化剂的使用,可使碳烟在废气中的含量显著下降。

2 代用燃料

在柴油机上使用的代用燃料很多,根据排放的具体要求,可以使用不同的代用燃料。这里以乙醇为例。在直喷式柴油机上,当喷油正时提前,随着乙醇添加率的增加, NO_x 浓度增加;当推迟喷油正时,乙醇添加率超过 20% 后, NO_x 排放量开始降低,若添加率继续加大, NO_x 排放显著下降。而对 HC 的浓度总是随乙醇添加率的增加而提高,对碳烟的浓度,则随乙醇添加率的增加而降低。

3. 进气管喷水

进气管喷水主要用于吸热和稀释能源的密度来降低高峰燃烧温度,从而使排污得到有效的控制。 NO 的生成浓度随着喷水量的增加而不断降低,其他污染物的变化则较小。高负荷时,喷水对 NO 的降低效果更为明显,但烟度随着喷水量的增加反而有所增加。

二、机内净化

1. 改进燃烧系

如图 2-1 所示,为预燃室式燃烧室。位于活塞顶部与气缸盖之间的燃烧室是主燃烧室。位于缸盖内的燃烧室是辅助燃烧室,燃油先在这里进行预热,然后进入主燃烧室进一步燃烧。预燃室式燃烧室中的排出物可认为是在两个阶段中发生的:一是在副室的燃烧;二是燃气从副室流出之后与空气进一步混合在主室内燃烧。由于预燃室式燃烧室中副室壁温高,混合气浓度大,气流扰动剧烈,滞燃期较直喷式短,速燃期不可控制的燃烧量少,火焰高峰温度低,因此副室内不利于 NO_x 的形成。而当燃料与燃气由副室喷入主室进行二次燃烧时,由于主室内大量空气的冷却作用,同时活塞开始下移,缸内散热面积增加,也不利于 NO_x 的生成。其他不完全燃烧的有害成分 HC 、 CO 等,因两次燃烧时的燃烧涡流造成良好的混合,使燃料在主室中避免了高温局部缺氧的不利条件,加快了氧化速率,从而使 HC 、 CO 排放都较直喷式低。

如图 2-2 所示,为加强燃烧后期扰动的燃烧室。在主燃室之外,设一扰动燃烧室。在燃烧