

工程机械机电液一体化

Gongcheng Jixie JiDianYe Yitihua

焦生杰等 编著

人民交通出版社
· 北 京 ·

内 容 提 要

本书主要内容包括工程机械机电液一体化的基本概念与体系,工程机械机电液一体化系统中的数学模型,常用检测元件,单片机控制系统与接口技术,可编程逻辑控制器(PLC)以及机电液一体化技术在工程机械中的典型应用实例等。

本书可作为工程机械类本科生及研究生的机械电子专业课教材,同时也可供从事机电液一体化系统设计、研究人员以及高速公路现代机械化施工与管理人员学习参考。

工程机械机电液一体化

焦生杰等 编著

版式设计:刘晓方 责任校对:张捷 责任印制:

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

各地新华书店经销

印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 字数: 千

2000年11月 第1版

2000年11月 第1版 第1次印刷 总第1次印刷

印数:0001~3500册 定价:28.00元

ISBN 7-114-03795-3

TU · 00071

前 言

机电液一体化技术是机械技术、液压技术和微电子技术的有机结合,它是在融合了机械、液压、电子、计算机、传感器、自动控制等多学科技术的基础上发展起来的一门新兴学科。随着我国公路建设事业的迅猛发展,机电液一体化技术迅速地应用于公路工程机械的各个方面,促进了工程机械行业的变革,成为工程机械行业的主流发展方向。

本书是为工程机械机电一体化专业而编写的教材,同时也可作为工程机械设计、制造与机械化施工与管理等专业本科生、研究生及有关技术人员的参考书。本书是机械学、电子技术、液压传动、控制工程、测试技术等课程的后续课程。因此,本书在内容安排上既注意了基础理论、基本概念的阐述,又充分考虑了机电液一体化技术在工程机械中的实际应用,尤其是电液技术在工程机械中的应用,以培养该专业学生的实践能力。

本书共六章,其中第一章、第二章、第六章中第四、五、六节由焦生杰编写,第三章由吕彭民编写,第四章由王海英编写,第五章由郑录社编写,第六章中第一节由司癸卯编写,第六章中第二节由姚怀新编写,第六章第三节由张奕和焦生杰共同编写,全书由焦生杰统稿。

由于编者水平有限,书中谬错之处诚望读者批评指正。

编 者
二 年八月

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 工程机械机电液一体化的产生与发展.....	1
第二节 工程机械机电液一体化系统的组成.....	3
第三节 工程机械机电液一体化典型技术及系统.....	6
第二章 机电液系统数学模型	13
第一节 数学模型的基本概念	13
第二节 机械传动系统数学模型	17
第三节 电路系统数学模型	21
第四节 液压系统数学模型	33
第五节 电液伺服系统数学模型	46
第三章 工程机械常用检测元件	50
第一节 位移传感器	50
第二节 速度、加速度传感器.....	60
第三节 力、扭矩和压力传感器.....	63
第四节 温度传感器	72
第五节 位置传感器	77
第六节 传感器前级信号处理	80
第四章 单片机控制系统与接口技术	85
第一节 单片机工作原理	85
第二节 单片机接口技术.....	101
第三节 单片机控制系统.....	135
第四节 沥青混凝土搅拌设备微机控制系统.....	139
第五章 可编程控制器(PLC)	149
第一节 可编程控制器的组成和工作原理.....	149
第二节 PLC 控制器的基本指令	154
第三节 PLC 编程技术	161
第四节 应用实例.....	169
第六章 机电液一体化技术在工程机械中的应用.....	172
第一节 电液转向控制系统.....	172
第二节 稳定土拌和机电液系统.....	175
第三节 自动找平系统.....	183

第四节	工程机械自动换挡系统.....	191
第五节	无级变速控制系统.....	201
第六节	液压挖掘机控制系统.....	208
参考文献	215

第一章 绪 论

第一节 工程机械机电液一体化的产生与发展

现代科学技术的发展,极大地推动了不同学科的相互交叉与渗透,导致了几乎所有工程领域的技术革命与改造,纵向分化、横向综合已成为当代科学技术发展的重要特点。在机械工程领域,由于微电子技术的飞速发展及其向机械工业的渗透所形成的机电一体化,使机械工业的技术结构、产品结构、功能与构成、生产方式及管理体系均发生了巨大的变化,使工业生产由“机械电气化”迈入了以“机电一体化”为特征的发展阶段。

“机电一体化”源于“Mechatronics”,是一个新兴的边缘学科,国内外都处于发展阶段,它代表着机械工业技术革命的前沿方向。

进入20世纪60年代以来,一大批逐步形成的高技术群体,如微电子技术、信息技术、自动化技术、生物技术、新材料技术、新能源技术、空间技术、海洋开发技术、激光与红外技术、光纤通信技术等等,已经且继续向家用电器、办公自动化系统、机械制造工艺设备、汽车、筑路机械、现代化武器装备的各个领域渗透,以空前的规模向现实生产迅速转化。

机械电子技术的基础是精密机械技术与微电子技术。由于微电子技术的发展,才使机械、电子和信息一体化成为可能。自美国INTEL公司1971年推出四位通用微处理器起至今,已经过四代:1971~1972年,4位微机、8位微机;1973~1977年,8位中档微机;1978~1981年,16位高档微机;1981年后,32位高档微机;目前进入了第五代计算机研究。微处理器与半导体存储器的高集成化、高性能、高可靠性和低价格使其应用范围大大扩大,体积小而价廉的微型机可作为机械系统的一部分。

机电一体化产生和发展的根本原因在于社会的发展和科学技术的进步。系统工程、控制论和信息论是机电一体化的理论基础,也是机电一体化技术的方法论。微电子技术的发展,半导体大规模集成电路制造技术的进步,则为机电一体化技术奠定了物质基础。

机电一体化的发展趋势可以概括为以下三个方面。性能上向高精度、高效率、高性能、智能化的方向发展;功能上向小型化、轻型化、多功能方向发展;层次上向系统化、复合集成化的方向发展。机电一体化技术的研究与应用强调技术的融合与学科交叉。机电一体化技术依赖于相关技术的发展,同时也促进了相关技术的发展。

工程机械机电液一体化技术仍然属于机电一体化的内容。由于液压与液力传动技术在工程机械技术构成中所占的比重越来越大,为突出这一特点,人们又将工程机械机电一体化称之为工程机械机电液一体化。

在这一领域内,紧紧围绕着两个方面的内容进行研究:一是以简化驾驶员操作,提高车辆的动力性、经济性以及作业效率,节省能源等为目的机械、电子、液压融合技术。如自动换挡系统、挖掘机多动作复合功能系统等;二是以提高作业质量为目的机电液一体化控制技术,如摊铺机、平地机自动找平和恒速控制系统,振动压路机“软”起振与停振系统,振动块旋转方向与

行驶方向一致的控制系统等。电液控制技术兼备了电子和液压技术的双重优势,形成了具有强大竞争力的自身技术特点,为各种工程机械自动控制提供了一种新手段。机电液一体化技术的发展使传统的液压系统和元件发生了实质性的变化,是工程机械发展的一种必然趋势。

纵观工程机械的发展,在技术上大致经历了三次革命。第一次是柴油机的出现,使工程机械有了较理想的动力装置。第二次是液压技术的广泛应用,使工程机械的传动装置、工作装置更趋合理。工程机械作业形式多种多样,工作装置的种类繁多,要求实现各种各样的复杂运动。一个动力装置要驱动多种装置,而且传动距离往往比较长,20世纪50年代出现了液体传动,为工程机械提供了良好的传动装置。液压传动结构紧凑,布置简单方便,易实现各种运动形式的转换,能满足复杂的作业要求,具有许多优良传动性能,如传动平稳,自动防止过载,易实现无级变速,操纵简单轻便,控制性能好等。由于工程机械找到了理想的传动装置,推动了工程机械的飞速发展,迎来了工程机械的多样化时代,出现了形形色色完成各种施工作业的工程机械。

第三次是电子技术,尤其是计算机技术的广泛应用,使工程机械有了较为完善的控制系统。要使工程机械高效节能,就要对发动机和传动系统进行控制,合理分配功率,使其处于最佳工况;为了减轻驾驶员劳动强度和改善操纵性能,需要采用自动控制,实现工程机械自动化;要完成高技能的作业,就需要智能化;为了提高安全性,需要安全控制,进行运行状态监视,故障自动报警;随着建设领域的扩展,为了避免人员无法及不易接近的场所和作业环境十分恶劣的地方去作业,需要采用远距离操纵和无人驾驶技术。这一切都说明了工程机械当前的主要问题是操纵和控制。工程机械不能停留在人工操纵阶段,靠人的感觉、经验和技能来操纵机械将大大影响工程机械技术的发展,也不能使人从繁重、复杂的操纵劳动中解放出来。因此,近年来工程机械的发展主要是操纵和控制机构的改进。例如,动力装置方面:柴油机已采用微机控制电子喷射和电子调速器;挖掘机、推土机和装载机都采用了发动机工况控制,根据作业工况通过电子控制,使发动机输出不同的功率。传动装置方面:如装载机变速器采用了电操纵、微机控制自动换挡和换挡品质控制等。工作装置方面:推土机、平地机刀板自动调节,铣刨机和摊铺机自动找平,挖掘机轨迹控制、自动掘削等。液压系统方面:节能控制,全功率控制,泵、阀和马达联合控制等。操纵系统方面:从先导操纵到先导比例操纵,最近正在向电操纵杆方向发展。推土机、装载机等操纵杆数正在减少,操纵功率大大下降,操纵越来越方便。有的装载机转向操纵已从方向盘改为操纵杆式转向。

当前工程机械的先进技术大部分集中在操纵与控制上。要解决控制问题,只从机械和液压角度来考虑很难使产品有质的飞跃,必须引入具有良好控制性能和信息处理能力的电子技术、传感器技术和电液转换技术等。电子控制和信息处理技术已成为现代工程机械不可缺少的一部分。

自80年代以来,国内外工程机械技术水平有了较大的发展,总趋势有:

1. 向节能、高效、可靠和环保型发展。发展节能型产品是工程机械发展的主攻方向之一。一些节能新技术、新方法正被推广应用。例如:为了降低发动机能耗,广泛采用负荷反馈电子控制装置,使发动机处于最佳功率和耗油状态,以大大降低能耗。通过有效利用液压传动和电子控制,实现输出功率和能耗的最佳匹配。结构改进和性能指标的提高也是措施之一。如机器上安装电子监控系统、紧急制动系统等,增加机器使用寿命。在制造质量方面追求高可靠性,大型工程机械第一次大修间隔期提高到了1.5~2.0万h。

2. 机、电、液一体化高新技术获得越来越广泛的应用。在工程机械上继续推广应用大规模

集成电路、微处理器和微型计算机,以及电子监控技术,并获得更广泛的应用。与此同时,液压传动技术获得普及,新一代的液压元件作为工程机械的重要配套元器件有了新的突破。与微电子技术结合,最大限度地提高功能利用率,除传动系统外,还用于电液伺服自动控制系统。高温、高寒等特殊环境使用的液压装置开始得到发展。电子—液压集成控制将成为现阶段研究与应用的热点,它包括各功能部件的分立自动控制(如工作装置控制、转向及操纵控制、动力传动控制、液压系统控制等)、各功能部件间分立集成联合控制(如负荷控制、动力控制等)及整机电子—液压集成控制。其特点:使系统可靠性有很大提高;使系统的功能得到扩展;为系统的维护和现代化管理奠定基础。对于在恶劣环境下连续长时间工作的机器,在尽可能保证控制功能的前提下,减少线束、液压管路的数量和长度成为解决可靠性的首要任务。电子—液压集成控制的调整单元是根据通用标准来设计的,电控中心的微处理器中可存储多套功能控制方案,以适应不同结构功能的控制要求。电子—液压集成控制可以对整机各功能部件的主要参数进行实时监控,且本身具备自适应能力与故障诊断能力,使机器的维护十分方便,借助于通讯接口可以和工程管理系统进行数据交流,便于现代化管理,减少机器的自身损耗,延长机器的使用寿命,提高生产率。

3. 向大型化和微型化发展。发达国家工程机械都有较完善的系列产品,并不断向大型化和微型化发展,使工程机械产品系列更加完善,制造工艺水平进一步提高。目前,世界最大的德国利勃海尔挖掘机,整机质量 680t,斗容量达 35m^3 ;而最小的单斗挖掘机整机质量不到 1t,斗容仅 0.05m^3 。日本的小型挖掘机可更换 100 多种工作装置。

4. 先进的配套动力技术。称为第二代冷却技术的“气对气中冷”系统已经在欧洲和日本的柴油机上广泛应用。这种方法比“水套中冷”法提高效率 5%。

5. 大型工程机械都安装了倾翻保护结构和重物坠落保护结构。起重机安装了吊臂接近高压线的报警装置;驾驶室的舒适性和操作性,采用了隔音、防震、带有空调设备的密封式。

6. 虚拟现实(VR)技术的研究与应用。虚拟现实(VR——Virtual Reality)是一种探讨如何实现人与机器之间理想交互方式的技术。而人与计算机之间的交互是人机交互的手段。利用虚拟现实技术,计算机可以产生一个三维的、基于感知信息的临场反应,并为用户的行为所控制。虚拟现实技术将使计算机图形接口的视窗消失,用户可以进入到计算机生成的环境中去与机器进行直观自然的交互。实现逼真的遥控现场效果,达到任意复杂环境下的可视控制与操作。

新一代工程机械不仅需要各功能部件的自动控制,而且需要整个机械的自动控制,更进一步的需要机械能够实现以智能控制为基础的总体综合控制,以期达到人机的合理配置与交流。适合这种控制需求的技术已经出现,在装载机上已得到了应用,并获得广泛的重视。

第二节 工程机械机电液一体化系统的组成

一、工程机械机电液一体化系统的基本要素

工程机械机电液一体化技术有其自身的特点,其结构形式虽然千变万化,但离不开转向、行驶驱动、工作装置三个基本部分。由于具体机器的施工作业对象不同,工作装置千差万别,变化也最大。一般工程机械机电液一体化系统构成的基本要素与一般的机电液一体化系统构成的基本要素相同,它包括机械本体、动力部分、检测部分、执行机构、控制器、接口等。而

工程机械动力驱动与控制的核心是液压、电子集成系统。这些基本要素的关系及功能如图 1-1 所示。

图 1-1 机电液一体化系统的要素及功能

a) 机电液一体化系统的要素; b) 机电液一体化系统的功能

1. 机械本体

机械本体包括机械传动装置和机械结构装置。机械本体的主要功能是使构造系统的各子系统、零部件按照一定的空间和时间关系装置在一定的位置上,并保持特定的关系。为了充分发挥机电液一体化的优点,必须使机械本体部分具有较高的强度、轻量化和高可靠性。过去的机械均以钢铁为基础材料,要实现机械本体的高性能,除了采用钢铁材料以外,还必须采用复合材料或非金属材料。机械传动装置要求有高刚度、低惯量、较高的谐振频率和适当的阻尼性能,从而对机械系统的结构形式、制造材料、零件形状等方面都相应提出了特定的要求。机械结构是机电液一体化系统的机体。机械的各组成要素均以机体为骨架进行合理布局,有机结合成一整体,这不仅是系统内部结构的设计问题,而且也包括外部造型的设计问题。要求系统整体布局合理,使液压管路、接头、控制线束尽可能地减少,使用、操作方便,造型美观。

2. 动力部分

按照系统控制要求,为系统提供能量和动力使系统正常运行。用尽可能小的动力输入获得尽可能大的功能输出,是机电液一体化产品的显著特征之一。

驱动部分在控制信息作用下,提供动力,驱动各执行机构完成各种动作和功能。机电液一体化系统一方面要求驱动的高效率和快速响应特性,同时要求对外部环境的适应性和可靠性。由于电子与液压技术的高度发展,高性能电子液压比例驱动和电子液压伺服驱动已大量应用于工程机械系统。

3. 检测部分

检测部分功能主要是对系统运行中所需要的本身和外界环境的各种参数及状态进行检测,变成可识别信号,传输到信息处理单元,经过分析、处理后产生相应的控制信息。其功能一般由专门的传感器和仪器仪表完成。

4. 执行机构

执行机构的功能应是根据控制信息和指令完成所要求的动作。执行机构是运动部件,它将输入的各种形式的能量转换为机械能。工程机械上常用的液压式执行部件主要是液压缸和液压马达。

5. 控制器

控制器是机电液一体化系统的核心部分。它将来自各传感器的检测信息和外部输入命令进行集中、储存、分析、加工,根据信息处理结果,按照一定的程序和节奏发出相应的指令控制整个系统有目的地运行。一般由计算机、可编程序控制器(PLC)、数控装置以及逻辑电路、A/D(模/数)与D/A(数/模)转换、I/O(输入/输出)接口和计算机外部设备等组成。

6. 接口

机电液一体化系统由许多要素或子系统构成,各子系统之间必须能顺利进行物质、能量和信息的传递与交换,为此各要素或各子系统相接处必须具备一定的联系环节,两个部件间的连接就可称为接口,其基本功能主要有三个。一是交换,需要进行信息交换,传输的环节之间,由于信号的模式不同(如数字量与模拟量、串行码与并行码、连续脉冲与序列脉冲等等),无法直接实现信息或能量的交流,通过接口完成信号或能量的统一。二是放大,在两个信号强度相差悬殊的环节间,经接口放大,达到能量的匹配。三是传递,变换和放大后的信号在环节间能可靠、快速、准确地交换,且必须遵循协调一致的时序、信号格式和逻辑规范。接口具有保证信息传递的逻辑控制功能,使信息按规定模式进行传递。接口的作用使各要素或子系统联接成为一个有机整体,使各个功能环节有目的地协调一致运动。

二、控制系统的分类

在工程机械领域中,机电液一体化系统以机器为控制对象,以电子液压装置或计算机为控制器,受控的物理量通常是机械的位移、速度、加速度、力(或力矩)、功率、液压系统的压力、流量等,其控制系统的种类很多,可从不同角度按照不同的分类方法进行分类。

1. 按照系统输入信号的变化规律可分为定值控制系统、随动控制系统和程序控制系统。

定值控制系统:定值控制系统也叫自动调整系统,控制系统的基本任务是在存在扰动的情况下,将实际输出量保持在某一期望的数值上。

随动控制系统:这种控制系统的特点是系统的输出以一定的精度复现系统的输入信号。

程序控制系统:在有两个以上执行机构的系统中,使各步动作的控制信号按预定程序指挥执行机构依次动作。

2. 按照系统输出量的形式可以分为位置控制、速度控制、加速度控制、力(或力矩)控制等。

3. 按照控制对输出量作用可分为闭环控制系统和开环控制系统。

闭环控制系统:凡系统输出量对控制作用有直接影响的系统叫闭环系统。闭环控制系统也叫反馈控制系统,具有抑制系统内部和外部各种干扰对系统输出影响的能力。

开环控制系统:系统的被控制量只能受控于控制量,而对控制量不能反施任何影响的系统称为开环控制系统。由于被控制量不影响系统的控制作用,所以对干扰造成的误差,开环系统不具备修正的能力。

4. 按照控制信号的变量形式可分为模拟控制系统和数字控制系统。

三、工程机械机电液一体化的相关技术

系统论、信息论、控制论无疑是机电液一体化技术的理论基础,是机电液一体化技术的方法论,而微电子技术、传感器技术、液压与液力传动技术则是工程机械机电液一体化的技术基础。发展机电液一体化技术面临的相关技术有检测传感器技术、信息处理技术、比例与伺服技术、自动控制技术、接口技术及系统总体技术等。

1. 检测传感技术

传感器技术是机电液一体化的第一关键性技术。它是工程机械施工作业过程中的视觉与感觉系统。传感器技术自身就是一门多学科、知识密集的应用技术。传感原理、传感材料及加工制造装配技术是传感器开发的三个重要方面。作为一个独立器件,传感器的发展正进入集成化、智能化研究阶段。

2. 信息处理技术

信息处理技术包括信息的输入、识别、变换、运算、存储及输出技术。信号的处理是否及时、准确,直接影响产品的质量 and 效率。

信息处理的硬件设备主要有输入/输出设备、显示器、磁盘、计算机、可编程序控制器及数控装置等。

3. 自动控制技术

所谓自动控制,就是在没有人直接参与的情况下,通过控制器使被控对象或过程自动地按照预定的规律运行。在机电一体化技术中,诸如高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、再现、检索等自动控制技术皆是重要的关键技术。现代控制理论的工程化与实用化以及优化控制模型的建立、复杂控制系统的模拟仿真、自诊断监控技术及容错技术等都是有待进一步开发研究的课题。

4. 比例与伺服驱动技术

工程机械上的比例与伺服驱动技术主要是指执行系统与机构中的技术问题。执行机构主要包括电磁铁、液压泵、液压马达、液压缸、气缸等。执行机构的性能、精度、响应速度及可靠性对机电液一体化产品的性能与质量同样具有至关重要的影响。

5. 接口技术

机电液一体化系统是机械、电子和信息等性能各异的技术融为一体的综合系统,其构成要素或子系统之间的接口极其重要。从系统外部看,输入/输出是系统与人、环境或其它系统之间的接口;从系统内部看,是通过许多接口将各组成要素的输入/输出联系成一体的系统。因此,各要素及各子系统之间的接口性能就成为综合系统性能好坏的决定性因素。

6. 系统总体技术

系统总体技术就是从整体目标出发,用系统的观点和方法,把机械与电子的功能在结构上有机地一体化的技术。即使各构成要素的功能、精度、性能都很好,但若整体系统不能很好协调,系统照样难以正常运行而不能发挥其应有的效能。

为了开发出具有较强竞争能力的工程机械机电液一体化产品,系统总体设计除考虑优化设计外,还包括可靠性设计、标准化设计、系列化设计以及造型设计。

第三节 工程机械机电液一体化典型技术及系统

工程机械机电液一体化技术发展的最终目标就是简化操作与维修,提高机器的动力性和经济性,提高机器的作业效率和作业质量,最终实现机器的智能化与无人化。

工程机械机电液一体化典型技术及系统举例如下:

一、多马达合成变速器行驶传动

图 1-2 是一应用于大功率轮胎式装载机的液压传动系统简图。它用一个可编程的微机控

制,完成全部操纵和控制任务,负责变速器的管理,使机器在整个变矩范围内几乎是无级、无牵引力中断的连续运转:极限负载调节功能(GLR)避免柴油机过载和熄火;借助于传感器可连续监视传动路线上各种不同的元件、部件的工作状态;通过一个串行接口可在一定范围内改变预定参数,以便使轮胎式装载机的行驶性能按照设计、制造者的要求而改变或进行调整;通过静压与多马达合成变速器的结合,传动控制范围扩大到简单控制范围的20倍以上;换挡过程的转速同步通过液压马达排量的电动比例调节来实现,也就是说液压马达的调节是由电子储存的特性曲线完成的;在换挡过程中,升挡的加速阶段和降挡的制动阶段充分利用变速的重叠区域,以使滞退和工作状况通过选择不同的换挡点使机器达到一个最佳的行驶状态。实际上微控器可以预给任一条特性曲线,以达到明显改善柴油机功率利用率、降低噪声及废气排放的效果。

图 1-2 多马达合成变速器行驶传动简图

二、液压传动系统软件的应用

行驶车辆中的微控器老型号用“黑匣子”定义,一方面由于它的壳体是黑色的,另一方面由于它的内部流程无法表达,只能看到输出对输入的反应。而现代微控器MC软件是在PC机上以汇编程序和高级C语言编制之后,进行编译并“烧制”在储存组件EPROM上,形成了一定的应用范围。其行走机械传动的基本功能程序模块组成如图1-3所示。

1. 车辆行驶:MC通过一个电位器测得喷油泵杠杆的位置,根据这一输入信号相应的特性曲线来控制液压泵和液压马达的摆角,并利用时间斜坡函数在油门发生突变时,编程一个协调的加速行为和制动行为。

2. 驱动转速恒定预给:通过一套调节系统预给驱动马达一个转速,同时利用已储存的特性曲线控制液压泵和马达。这一点在摊铺机和振动压路机行驶控制中尤为重要,它是机器保障作业质量的关键技术之一。

图 1-3 传动系统程序模块的应用

3. 恒速传动(CSD):在恒速行驶精度要求不高的情况下,利用软件而不需附加测速传感器实现恒速传动,即液压泵调节相应于油门一定的位置。

4. 静液压制动:当油门预给一个降低行驶速度的信号时,通过一个时间斜坡函数使液压马达的摆角增大和液压泵摆角减小,同时限制液压马达最高转速。

5. 逆转:在任意速度时可改变行驶方向。

6. 点动:通过脚踏油门、制动脚踏板或者调节按钮电位器可以将最大行驶速度降到零,一方面使低速时获得大的驱动功率,另一方面低速时的高分辨率使全部行驶油门范围内都能达到灵活控制的目的。

7. 极限负载调节(GLR):由微控器MC预给的行驶速度和行驶阻力有时需要一个大的驱动功率,将使驱动马达过载,发动机熄火。MC中的软件极限负载调节使任何一种行驶状态下都能防止上述现象发生。根据驱动马达喷油泵电位器的输入信号来确定给定转速的特性曲线。当识别出给定转速低于测得的柴油机实际转速时,液压泵的摆角减小,液压马达的摆角增大。通过优化这个极限负载调节的PID调节参数将达到一个稳定的调节状态,保证在极限负载调节时的最佳牵引力状态。

8. 牵引力限制:当机械工作在地面变化的情况下,限制驱动轮牵引力就很有意义了。为此目的,借助于压力传感器通过一个梭阀能够获取液压变速器中的高压。软件调节计算将测得的实际值与驾驶员调定的给定值进行比较。在超出给定值时将通过调节系统压力,限制牵引力。

9. 取决于转速的牵引力(FDZ):需要驾驶员有针对性地影响牵引力大小时,行走传动控制由一个取决于转速的牵引力限制(DA)(称作截止曲线),通过微控器中的软件限制牵引力的大小。

10. 换挡变速器管理 (SGM) :过去在模拟技术中开发的用于负载换挡变速器控制的 LSG 回路,现已转移到 MC 技术和相应的软件上。充分利用液压变速器压力特性,使得行走传动中在有负载时无冲击和可靠地机械换挡成为可能。同时,由 MC 和软件组成的其它系统方案也可用于行走传动的同步变速器和合流变速器。

11. 同步双回路传动:在履带车辆中应用的行走传动是建立在双液压变速器基础之上的。这种双回路传动的重要功能有:

(1) 直线行走:作为车辆精确直线行走的条件是,测量两个传动边的液压马达转速,并且在闭式回路中通过泵和马达的摆角调节来进行控制。

(2) 转向:转向信号是通过不同的发生器元件的电位器传递给微控器,这些元件如:方向盘、手柄或者双调节杆。相应于转向的预给,液压变速器外转弯变速比被增大而内转弯的变速比则被减少,以产生不同的履带速度。特殊情况实现原地转向。

12. 传动转差率调节 (ASR) :为了避免液压多马达行走传动驱动轮打滑,研制了专门的调节方法。可编程传动转差率调节的原理主要是基于被驱动轮的转速持续被测量和比较。当识别出打滑现象时,通过减少所涉及的液压马达的摆角来减小驱动转矩,同时限制马达的最高转速。

13. 安全监控:当微控器的元件出现故障或者外围设备传感器和调节元件损坏时,可能会出现危及安全的情况。例如,在双回路履带传动中,一个传动边出现故障,将导致车辆不能转向。因此,对电位器和调节电磁铁都进行实时电缆破裂和短路监控。在出现错误时,微控器获取一个开关信息,由此,它启动专门的错误例行程序。附加的还将在软件中进行可靠性检查。

14. 参数化:一般说来,应用者不能进入应用软件。因此,可以通过接口和操作器将软件参数针对具体应用进行匹配。

图 1-4 为叉车行走传动带有微控器 MC 和软件 FGR 的应用示例。其主要特点是驱动马达的转速调节借助于力士乐调节系统 MHCSP 和微控器 MC;中速驱动马达时具有较高的行驶速度;具有极限负载调节功能;在叉车提升变幅过程中行驶时,采用恒速传动 CSD,使行驶速

图 1-4 带有微控器 MC 和软件 FGR 的叉车行驶传动

度保持恒定。

三、大型履带式摊铺机传动与控制

图 1-5 为大型履带式摊铺机带有电子调节控制的传动系统简图。该系统是由布根豪斯—海卓玛蒂克(力士乐子公司)研制的。这套电子系统由一个微控器 MC 和一套行驶程序 FZA (用于双回路或多回路传动的软件),以及所需的传感器和给定值预给器组成。它除具有行驶传动控制外,还提供螺旋分料器、振动器、振捣器等传动的转速控制。

图 1-5 大型履带式摊铺机传动与控制

四、电子管理式装载机

图 1-6 是用于液压闭式回路的电子管理式装载机,该系统的特点不仅是驱动液压系统的管理,而且是和传动方案连接在一起,信息是作为输入参数由软件来处理的。输入的参数有行驶踏板的位置、制动踏板的位置、行驶方向开关的位置、驱动马达转速的给定和实际测量的转速,以及其它特殊功能的开关信号。通过微处理器计算的信号参数作为输出信号传递给比例电磁铁来操作变量泵的 EP 比例电磁铁和变量马达的 EP 比例电磁铁。制动控制和恒速传动控制也可以集成在内。

五、导向钻孔机

特殊导向钻孔机被越来越多的用于铺设穿过公路、河底或者其它障碍物底下的管路或电缆。钻孔的程序包括三个步骤:首先将旋转式钻头通过压力和旋转推入地下,以形成一个导向孔。这类导向孔最长 1.8km,最大拉力达 3 000kN,最大直径 1.4m,利用计算机辅助磁场测量系统可以准确地控制钻孔过程;第二步扩孔和清洗。将一根粗管作为导向杆从对面拉过来进行

扩孔,同时使用水泥浆作为清洗剂,使用越来越粗的管子将这一过程反复进行,直到所需的孔径,最后将生产管拉入安置固定在硬化的水泥浆中,其液压电子控制系统如图 1-7 所示。

图 1-6 电子管理式装载机

图 1-7 特殊导向钻孔机 HRB1030D 液压电子系统

先导控制系统可选择电子先导控制,也可选择液压先导控制。放大器 V T 1152 和继电器箱控制先导控制板 M 10 的控制压力,进而控制泵的流量。四台液压泵和四个控制箱 M 0- 22是按先后顺序动作来驱动回转和推进装置的。两个液压缸完成钻孔的推进动作。所有辅助功能,如钻杆夹紧,收集装置的操作、支撑以及拖车运动都由控制箱 SM 12 电液操纵完成的。