

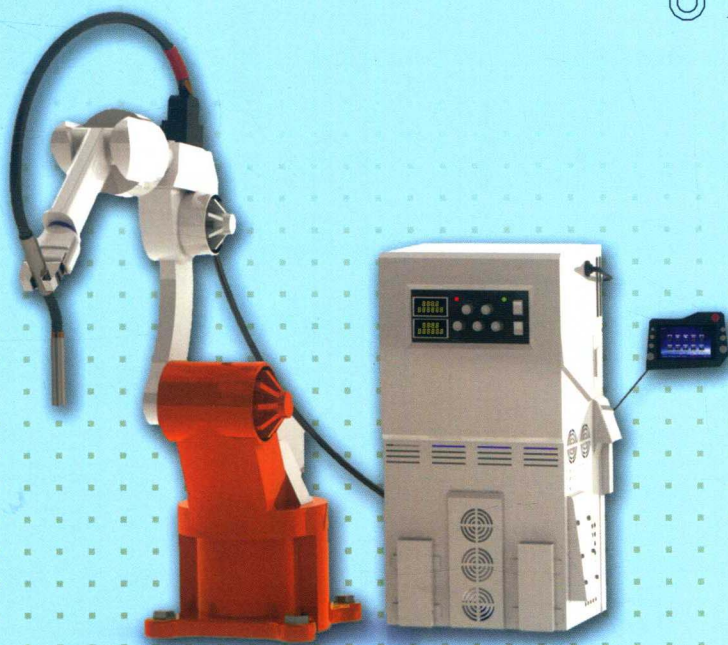


TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

材料成型设备 微机控制技术

CAILIAO CHENGXING SHEBEI WEIJI KONGZHI JISHU

◎ 主编 雷 毅





TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

材料成型设备微机控制技术

CAILIAO CHENGXING SHEBEI WEIJI KONGZHI JISHU

主编 雷 毅



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

材料成型设备微机控制技术 / 雷毅主编. —东营:
中国石油大学出版社, 2015. 8
ISBN 978-7-5636-4925-9

I. ①材… II. ①雷… III. ①工程材料—成型—设备—
微机控制—高等学校—教材 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 201742 号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: 材料成型设备微机控制技术
作 者: 雷 毅

责任编辑: 袁超红(电话 0532—86981532)

封面设计: 赵志勇 雷 毅

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

印 刷 者: 青岛炜瑞印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981531, 86983437)

开 本: 185 mm × 260 mm 印张: 20.25 字数: 518 千字

版 次: 2015 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

内容简介

本书根据中国石油大学(华东)“十二五”课程教学规划和新教学大纲的基本要求编写,主要阐述材料成型设备中微机控制焊接系统的基础知识和控制方法。书中内容取材广泛,力求反映国内外最新成就和发展趋势。全书体系突出理论联系实际,注重思路和能力培养。

全书共8章,包括计算机控制系统概论、单片微型计算机、可编程序控制器、微机控制系统过程通道、工业总线控制机、微计算机控制技术、焊接系统的微机控制和智能化焊接系统的微机应用。每章均配有适量的思考题与习题。

本书可作为高等学校材料成型及控制工程专业和非电类相关专业的教学用书,也可供相关教学人员和工程技术人员参考。

近年来,由于现代科学技术的发展,微型计算机的应用已深入国民经济的各个领域,并影响着社会生产和人类生活的各个方面。随着计算机技术的飞速发展和应用领域的不断拓宽,微型计算机控制已成为计算机应用中最为活跃的内容之一。实现材料成型过程的自动控制是保证高效率、高性能、高可靠性的现代化生产中必不可少的技术手段。机电一体化的明显特点就是将计算机技术、微电子技术和功率电子技术同机电产品有机结合起来,以实现崭新的功能,并向高效率、高可靠性和低消耗方面发展。在科学技术不断发展的今天,计算机的应用水平在很大程度上决定着社会生产力的水平。

本书根据中国石油大学(华东)“十二五”课程教学规划和新教学大纲的基本要求编写,主要阐述材料成型设备中微机控制焊接系统的基础知识和控制方法。本书旨在提高材料成型及控制工程专业学生的计算机应用能力,为从事机电一体化科研或开发奠定基础,培养技能。

全书共8章。◎第1章计算机控制系统概论,主要介绍自动控制系统的基本概念、计算机控制系统的组成和分类以及常用的控制微机类型。◎第2章微型计算机,简介常用单片机的主要特点和性能,重点介绍 MCS-51 系列、MCS-96 系列单片机的基本结构和功能。◎第3章可编程序控制器,介绍 PLC 的基本结构、工作原理、主要功能和性能指标以及 PLC 控制系统的设计,重点介绍 C200H 系列可编程控制器的主要功能和指令系统。◎第4章微机控制系统过程通道,介绍微机系统中过程通道的普遍性问题、模拟量输入输出通道和开关量输入输出通道的基本内容。◎第5章工业总线控制机,简介部分典型微机总线结构,重点介绍 STD 总线标准和系统配置以及工业 PC 总线标准。◎第6章微计算机控制技术,主要介绍线性离散系统的数学描述、数字 PID 控制算法和参数整定,简介模糊控制技术、神经网络控制技术和基于遗传算法的控制技术的基本概念。◎第7章焊接系统的微机控制,介绍微机控制系统的设计过程、电弧焊的微机控制、自动焊接小车的单片机控制和微计算机图像处理技术控制焊缝对中,重点介绍部分典型焊接过程、焊接设备的微机控制原理。◎第8章智能化焊接系统的微机应用,介绍焊

接机器人、计算机自动检测焊缝缺陷和计算机辅助焊接技术。

本书取材广泛,在注重内容的系统性和完整性同时,力求反映材料成型中焊接控制技术的最新水平。

华中科技大学材料科学与工程学院余圣甫教授和中国石油大学(华东)信息与控制工程学院戴永寿教授分别对本书进行了全面审阅,并提出了许多宝贵意见;中国石油大学(华东)教务处和中国石油大学出版社对本书的出版工作给予了大力支持,在此一并表示深切的谢意。同时,对教材中所引用参考文献的作者表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不足和错误之处,敬请读者批评指正,以便在本书构架、内容和细节等方面进一步完善。

编 者

2015年3月于青岛

绪 论	1
第 1 章 计算机控制系统概论	7
§ 1.1 自动控制系统的基本概念	7
1.1.1 自动控制与自动控制系统	7
1.1.2 开环控制系统和闭环控制系统	8
1.1.3 对自动控制系统的要求	13
§ 1.2 计算机控制系统的组成和分类	15
1.2.1 基本概念	15
1.2.2 计算机控制系统的组成	16
1.2.3 计算机控制系统的分类	19
§ 1.3 常用的控制微机类型	23
1.3.1 可编程序控制器	23
1.3.2 STD 总线工业控制计算机	24
1.3.3 工业 PC	25
1.3.4 单片微控制器	25
§ 1.4 微机控制系统的发展	26
思考题与习题	28
第 2 章 单片微型计算机	29
§ 2.1 单片机概述	29
2.1.1 单片机的主要特点	29
2.1.2 常用单片机概况	30
§ 2.2 MCS-51 系列单片机	32
2.2.1 特点和引脚功能	32
2.2.2 结构和存储器空间	33
2.2.3 特殊功能寄存器及内部 I/O 功能	38

2.2.4	定时器与计数器	40
2.2.5	中断系统	41
2.2.6	串行通信接口	43
2.2.7	指令系统	45
§ 2.3	MCS-96 系列单片机	48
2.3.1	特点与引脚功能	48
2.3.2	结构和存储空间	51
2.3.3	中断系统	56
2.3.4	内部 I/O 功能部件	59
2.3.5	指令系统	68
§ 2.4	其他类型单片机简介	83
2.4.1	MOTOROLA 单片机	83
2.4.2	ATMEL 单片机	86
2.4.3	MSP430 系列单片机	90
思考题与习题		93
第 3 章 可编程序控制器		94
§ 3.1	PLC 的基本结构和工作原理	94
3.1.1	基本结构	95
3.1.2	工作原理	96
§ 3.2	PLC 的主要功能和性能指标	99
3.2.1	主要功能与特点	99
3.2.2	PLC 与其他工业控制系统比较	101
3.2.3	种类和性能指标	102
§ 3.3	立石 C200H 可编程逻辑控制器	104
3.3.1	基本结构和性能	104
3.3.2	存储器的分配与寻址	105
§ 3.4	C200H PLC 指令系统简介	109
3.4.1	基本指令	109
3.4.2	特殊指令	110
3.4.3	专用指令	121
§ 3.5	PLC 控制系统的设计	124
3.5.1	设计的基本原则和主要内容	124
3.5.2	设计的一般步骤	125
3.5.3	电弧焊的程序自动控制	126
思考题与习题		127

第 4 章 微机控制系统过程通道	128
§ 4.1 过程通道中的普遍问题	128
4.1.1 采样过程及其数学描述	128
4.1.2 量化及量化误差	131
4.1.3 模拟开关	131
4.1.4 转换器的编码	132
§ 4.2 模拟量输入通道	132
4.2.1 模拟多路转换器	133
4.2.2 过程通道中的放大器	133
4.2.3 采样/保持电路	134
4.2.4 模/数转换器	137
§ 4.3 模拟量输出通道	143
4.3.1 数/模转换器	143
4.3.2 输出保持器	144
4.3.3 模拟量输出通道的结构形式	145
§ 4.4 开关量输入与输出通道	147
4.4.1 开关量输入通道	147
4.4.2 开关量输出通道	148
4.4.3 开关量通道的抗干扰措施	148
思考题与习题	150
第 5 章 工业总线控制机	151
§ 5.1 总线结构与典型微机总线简介	151
5.1.1 工业控制机总线结构	151
5.1.2 总线控制计算机的构成	153
5.1.3 总线控制计算机的特点	154
5.1.4 常用总线结构	155
§ 5.2 STD 总线标准	156
5.2.1 引脚定义	156
5.2.2 STD 总线时序规范	160
§ 5.3 STD 工业总线的系统配置	161
5.3.1 基本系统	162
5.3.2 子系统	166
5.3.3 智能模板	170
§ 5.4 工业 PC 简介	172
5.4.1 CPU 模板	173

5.4.2	总线母板	174
5.4.3	工业 PC 用电源	174
5.4.4	数据采集控制卡	174
5.4.5	开关量 I/O 模板	175
5.4.6	其他特殊功能模板	175
5.4.7	工业控制监控软件	175
思考题与习题		176
第 6 章 微计算机控制技术		178
§ 6.1	线性离散系统的数学描述	178
6.1.1	差分方程	179
6.1.2	用差分方程描述离散系统	181
6.1.3	差分方程的解法	182
6.1.4	线性离散系统的传递函数	184
§ 6.2	数字 PID 控制	186
6.2.1	控制算法	186
6.2.2	调节器的改进	188
6.2.3	调节器的参数整定	193
6.2.4	自寻最优控制	195
§ 6.3	智能控制技术简介	197
6.3.1	模糊控制技术	198
6.3.2	神经网络控制技术	208
6.3.3	基于遗传算法的控制技术	214
思考题与习题		220
第 7 章 焊接系统的微机控制		221
§ 7.1	微机控制系统的设计过程	221
7.1.1	控制任务调研	222
7.1.2	系统总体方案设计	223
7.1.3	计算机选型、硬件电路的设计	223
7.1.4	控制系统软件设计	226
7.1.5	控制系统可靠性设计	228
7.1.6	硬件及软件的联机调试与仿真	229
7.1.7	现场调试	230
§ 7.2	电弧焊的微机控制	230
7.2.1	电弧焊自动控制技术	231
7.2.2	非熔化极电弧焊的微机控制	241

7.2.3 熔化极电弧焊的微机控制	245
§ 7.3 自动焊接小车的单片机控制	252
7.3.1 焊接系统结构和控制原理	253
7.3.2 数据采集与处理	255
7.3.3 多自由度焊接小车的整体控制	260
§ 7.4 微计算机图像处理技术控制焊缝对中	262
7.4.1 对中系统	262
7.4.2 图像预处理	263
7.4.3 对中偏差量的计算	264
7.4.4 调整量计算及输出	265
思考题与习题	265
第 8 章 智能化焊接系统的微机应用	267
§ 8.1 焊接机器人	267
8.1.1 机器人基础	267
8.1.2 焊接机器人	273
8.1.3 柔性焊接生产线	283
§ 8.2 微计算机模式识别技术自动检测焊缝缺陷	285
8.2.1 检测系统	285
8.2.2 焊缝 X 光片的图像处理	286
8.2.3 焊接缺陷的微计算机识别	289
§ 8.3 计算机辅助焊接技术简介	293
8.3.1 焊接专家系统	293
8.3.2 人工神经网络在焊接中的应用	298
8.3.3 模糊推理技术在焊接中的应用	303
8.3.4 智能混合系统在焊接中的应用	307
思考题与习题	309
参考文献	310

绪 论

近年来,世界上发达国家竞相发展机电一体化技术,以提高制造技术水平,实现生产系统向柔性化、智能化发展。这不仅给传统机械产业带来了革命性的变化和惊人的效益,也使产业结构、生产方式和管理体制发生了深刻的变化。可以认为:机电一体化是当今世界机械工业技术和产品发展的主要趋势,也是我国机械工业发展的必由之路。

科学技术的迅猛发展和制造业空前的激烈竞争促进了材料成型技术的发展,各种以高精度、高速度、高生产率和高质量为目标的成型技术不断涌现,特别是计算机技术与成型技术的有机结合,已成为现代成型技术发展的里程碑。



一、计算机在铸造技术中的应用

计算机在铸造中的应用已非常普遍,其主要的应用领域有:铸造过程的计算机模拟;计算机辅助设计(CAD);铸造设备的自动化和智能控制及铸造生产过程的计算机管理。

1. 铸造过程的计算机模拟

早在 20 世纪 60 年代,美国学者 R. Pehlke, J. Berry 就开始进行铸造过程的计算机模拟研究,到目前为止世界上已形成了铸造过程的计算机模拟研究热潮。铸造过程的计算机模拟的整个发展过程经历了三个阶段:① 20 世纪 60 年代至 80 年代,进行铸件凝固过程温度场的数值模拟,1988 年三维温度场模拟获得成功,模拟结果与实际结果吻合良好。计算温度场的方法主要采用有限差分法、有限元法和直接差分法等,其结果可以预测铸件的凝固质量,消除缩孔、疏松缺陷。② 自 20 世纪 80 年代起开展了充型过程速度场的数值模拟,20 世纪 90 年代初三维速度场也获得成功,可预测铸件的充型质量,消除冷隔、浇不足、气孔、夹杂等缺陷。③ 自 1992 年起到现在,开始了铸件凝固微观组织形态的数值模拟,模拟晶粒大小、形貌,由宏观模拟向微观模拟发展。

进行铸件过程的计算机模拟,首先将铸件的形态参数输入计算机,编制适当的程序将其形状真正建立起来,然后划分网络,才可以进行各种网络间的运算。对于一般铸件而言,可以对规则几何体,如长方体、圆柱、圆台、圆锥、环、球等进行和集、差集、交集等集合运算,在计算机上建立形状实体;对于不规则曲面形状的铸件,目前国内外普遍采用 B 样条函数法进行曲面造型(如实体造型法、线框造型法和小面围合法),实现变曲线的三维几何造型。建立铸件的实体形状后,再对其建立数学模型并确定边界条件,然后用专用软件进行模拟。

目前,铸造过程模拟技术方面的研究和开发已进入实用阶段,各种商业软件开始涉及铸造过程的主要环节。如美国铸造协会的 AFS 凝固系统软件包可模拟金属液充型系统分布图、热交换模拟图、二维或三维凝固模拟图、流速模拟图等;MAGMA 公司的 Magmasoft 软件的充

型模拟块可以提供充型过程散热情况、充型时间分布、充型金属液的速度和压力分布、铸件温度场,以及铸件浇不足、气体和夹杂物缺陷预报等,其凝固模拟块可以提供凝固模型、铸件铸型温度场、补缩区域量、体积收缩过程、缩孔和缩松等预报和铸件性能预报等。

2. 计算机辅助设计(CAD)

铸造工艺 CAD 利用计算机协助铸造工艺设计者确定铸造方案,分析铸造质量,优化铸造工艺,估计铸造成本,显示并绘制铸造工艺图,把计算机的快速性、准确性与设计人员的思维、综合分析能力结合起来,从而加快设计进程,提高设计质量,优化设计产品,加快产品的更新换代能力,提高产品的竞争能力。

计算机辅助设计的内容非常多,主要包括:对产品进行工艺分析,确定浇注位置、分型面和机械加工基准面;对各种铸造工艺参数进行分析计算,主要包括机械加工余量、工艺余量、工艺补正量、起模斜度、收缩余量、浇注系统、冒口、激冷材料的设计计算等;绘制工艺文件等。

目前,铸造 CAD 软件已得到普遍应用,如美国铸造协会开发的 AFS-oft rare 软件可用于铸钢、铸铁的冒口设计;英国 Foseco 公司的 Feeder calc 软件可用于计算铸钢件的冒口尺寸、补缩距离及选择保温冒口套等;丹麦 DISA 公司的 DISAMATC 软件专用于垂直分型线的浇冒口设计;国内清华大学研究开发的 FTCAST 软件适用于球墨铸造冒口系统;华中科技大学开发的“华铸 CAD”软件集成了整个铸造工艺过程各阶段的功能,包括分型线、加工余量、拔模斜度、砂芯及芯头、冷铁、不铸孔、铸造圆角、工艺卡的绘制以及冒口与浇注系统设计等。

3. 铸造生产过程的自动化和智能控制

工业发达国家在铸造厂中广泛应用机械手和机器人代替人在高温、恶劣环境和高强度作业区工作,如:用机械手操作高温熔炼;用机器人从震动落砂中取出上吨重的砂箱;用机器人操作简易设备、清理铸件和去除浇冒口等;用机器人下芯、放冷铁;用机器人控制自动浇注工序;用机器人在熔模铸造中涂挂耐火材料等。随着计算机技术的不断发展,人工智能(AI)和各种专家系统(ES)将使铸造过程达到前所未有的自动化程度,材料的选择、订购、利用和配方将完全实现自动化,并由 AI 系统进行控制;计算机辅助管理(CAP)系统则对生产过程进行连续监控并作出相应决策,以控制成本和生产速度;最终,CAD,CAM(Computer Aid Manufacturing),CAE(Computer Aid Engineering)和 CAP 将结合成一个完整的计算机集成制造系统(CIMS),对整个工厂进行监控并做出决策。

二、计算机在锻压技术中的应用

锻压生产中计算机应用发展较快的领域有塑性成型过程模拟、模具 CAD/CAM 及锻压过程的计算机自动控制等。随着计算机技术的飞速发展,锻压生产过程中计算机的应用也越来越普遍。

1. 塑性成型过程模拟

在塑性成型中,材料的塑性成型规律、模具与工件之间的摩擦现象、材料中温度和微观组织的变化及其对制件质量的影响等都是十分复杂的问题。塑性成型过程模拟就是针对一个特定零件在塑性成型过程中的某个现象和过程的原形,建立与该现象或过程有相似性而又便于人们进行观察、控制和调整的模型,通过研究模型在各种条件下的响应来预测原形在相应条件

下的响应,从而获得对于原形的规律性认识。

借助于模拟方法,人们可以预测工件的几何形状是否满足产品的精度要求,是否会产生表面缺陷;预测工件的内部质量,是否会发生破裂等;预测模具的受力和磨损。据此选择适当的材料、工艺及模块参数,从而获得对于塑性成型过程规律的认识,以较小的代价、在较短的时间内找到最优的或可行的设计方案。金属塑性成型过程模拟正成为对塑性成型进行科学预测、工艺优化和定量控制的有效方法,在塑性加工领域得到越来越广泛的应用。模拟成型的商品软件已在生产实际中应用;模拟技术也是塑性加工虚拟制造技术系统中的一项重要技术。

金属塑性成型过程的模拟方法分为物理模拟和数值模拟两大类。物理模拟即采用物理模型进行实验模拟。要使物理模拟的结果能正确地推广到原形,就应该在模拟中使模型与原形之间满足相似条件。金属塑性成型过程的物理模拟方法有网络法、云纹法等。数值模拟采用一组数学方程和定解条件将实际过程抽象成理论模拟,采用计算机求得该理论模型在不同条件下的数值解,以此推测在相应条件下的实际过程。

随着计算机技术的发展,数值模拟方法越来越显示出其巨大的优越性。首先,它不需要建立物理模型,节省了大量的人力、物力和时间,并使得在设计阶段即可对不同的设计方案及时地进行评价,筛选出合理的或最佳的方案。其次,数值模拟能提供工作和模具中各物理量分布的详尽数据,使人们获得对于实际过程的深入、全面的了解。

2. 模具 CAD/CAM 技术

模具作为一种制造产品的工具,它的设计和制造水平与产品的质量、成本和生产周期息息相关。随着制造业的发展,产品对模具的要求越来越高,人工设计、单件生产这种传统的模具设计制造方法已很难适应现代工业发展的需要,计算机辅助模具设计与制造(CAD/CAM)技术为解决这一薄弱环节提供了有效途径。CAD/CAM 技术早在 20 世纪 60 年代中期就开始出现,它是以数字模型为中心,利用统一的数据库和网络系统直接处理、储存和传输有关数据,把设计、分析、制造、检验等生产连成一个有机的整体。它是计算机辅助设计、计算机辅助分析、计算机辅助监测、计算机辅助工艺规程和计算机辅助制造等的综合。

实施模具 CAD/CAM 的条件归纳起来包括三个方面,即硬件条件、软件条件以及掌握这些硬件和软件技术的人才条件。硬件是指 CAD/CAM 系统的物资设备,它包括计算机系统与数控加工设备。计算机系统是整个 CAD/CAM 系统的核心,它可以是大型机、工作站、服务器及其网络、高性能微机以及图形、数据的输入输出和各种接口等。数控加工设备是模具 CAD/CAM 系统中投资最大的部分,它包括数控机床、电加工机床、高精度加工机床和各种精密的质量检测设备等。进行模具 CAD/CAM 作业需要的软件分为基本系统软件、支撑软件和应用软件三大类。基本系统软件包括计算机操作系统、高级语言编译软件、运行管理软件等,其一般由计算机生产厂提供。CAD/CAM 系统支撑软件包括图形核心软件、功能分析软件、数据管理软件、网络软件和数控编程软件等,其由软件市场购入,作为应用软件的开发平台。应用软件是指那些面对产品的软件,如计算机辅助模具设计与绘图软件,塑料成型模、锻模、加压机模的设计分析及模拟软件等。

3. 锻压生产的柔性加工(FMS)系统

锻压生产的柔性加工系统是当前锻压生产发展的最高阶段。实现锻压生产的柔性,主要依赖于锻压设备的自动化、物流的自动化和信息流的自动化。锻压系统的柔性加工系统,特别是板材加工的 FMS 技术已相当成熟。锻压生产的柔性加工系统大致可分为三类:一类是以

数控冲模回转头压力机、激光冲模或等离子冲模组合压力机、数控直角剪板机、数控四边折弯机为主组成的板材 FMS, 主要用来加工配电面板等板材; 另一类是以多工位压力机为主机的冲压 FMS, 用来加工冲压零件; 第三类是以各种锻压设备为主机的锻造 FMS, 用于锻造各种坯料。



三、计算机在焊接技术中的应用

随着计算机技术的发展, 计算机在焊接生产中的应用越来越广泛, 20 世纪 90 年代初国际焊接学会将这一类应用概括为计算机辅助焊接技术(Computer Aided Welding, CAW)。现在 CAW 不仅包括焊接结构和接头的计算机辅助设计、焊接工装的计算机辅助设计、焊接工艺的计算机辅助设计、焊接工艺过程的计算机辅助管理等, 还涵盖焊接过程模拟、焊接工艺过程控制、传感器及生产过程自动化等。

1. 焊接模拟技术

焊接是涉及电弧物理、传热、冶金和力学的复杂过程。焊接现象包括焊接时的电磁、传热过程、金属的熔化和凝固、冷却时的相变、焊接应力与变形等。焊接数值模拟技术便是用数值方法来模拟焊接工程中出现的现象。目前焊接数值模拟已遍及焊接的各个领域, 主要研究内容有: 焊接热传导分析; 焊接熔池流体力学; 电弧物理; 焊接冶金和焊接接头组织性能的预测; 焊接应力与变形; 焊接过程的氢扩散; 特殊焊接过程的数值分析; 焊接接头的力学行为等。

焊接模拟的实施过程为: 分析所需模拟的焊接工艺过程, 提取焊接模拟参数; 建立数学模型; 确定边界条件及求解。由于焊接过程数值模拟将焊接过程实验转移到计算机上进行, 可以在短时间内多次模拟实验并可及时修改, 因此通过对焊接现象的计算机模拟, 可以缩短焊接实验过程, 减少焊接实验费用, 确定焊接各种结构和材料的最佳设计、最佳工艺方法及焊接参数, 改善焊接质量。

计算机硬件技术的发展为焊接过程数值模拟创造了条件, 近 20 年来国内外对数值模拟技术在焊接中的应用进行了许多研究, 取得了不少成果。但由于模拟得到的结果的准确程度要与一定的实验结果对比才能得到验证, 而且在模拟和论证预测中所用材料的物理性能和力学性能常数只能通过实验才能得到, 所以从根本上来说, 模拟和论证预测的可靠性及精度还是取决于实验的可靠性和精度。目前大都采用部分解析的方法来模拟焊接过程, 这类方法在基本上不影响精度的条件下, 简化了分析和计算过程, 被称之为实用性模拟(Fitting Modeling)方法。在实用性模拟过程中, 如果引入神经网络和模糊处理等技术, 并从多种角度综合考虑各种因素的影响, 便形成了智能实用性模拟(Intelligent Fitting Modeling)方法。简化了的模拟预测方法可以较好地直接应用于焊接生产, 如德国阿亨大学激光研究所和焊接研究所分别就激光焊接和气体保护焊接开发了相应的模拟软件, 即 CALAS(Computer Aided Lasering)软件和 MASGIM(GMAW-Simulation)软件。这两种软件都是在数值计算的基础上经过若干简化, 对激光焊和气体保护焊的焊缝成型进行模拟。例如, 当给定焊接速度、焊接电流、焊接电压或功率等参数时, 软件可以绘出焊缝的形状参数, 如熔深、表面熔宽和背面熔宽等。

2. 焊接过程的控制技术

材料成型中的焊接过程控制由简到繁, 其功能越来越强, 精度越来越高, 体现了生产力发展的进步和趋势。随着焊接结构产品的多样化和焊接结构形式的复杂化, 对焊接过程实现自

动控制的要求越来越高。焊接生产机械化与自动化所包括的内容很多,可以指焊接生产过程中焊接工序本身的自动控制机械化,也可以指焊接生产中包括备料、运输、组装、清理、检验等焊接辅助工序在内的全过程综合自动控制机械化与自动化。目前,电弧焊自动控制技术主要包括两大方面:一是对焊接过程的顺序自动控制,如气体保护自动焊时的提前送气→引弧→电流递增→焊接→电流衰减→停止→滞后停气等,还包括不同位置(如全位置焊)时焊接工艺参数的切换;二是对弧焊设备和焊接过程的自动控制,包括对弧焊电源输出特性的控制、焊接过程自动跟踪以及焊接过程的自适应控制等。随着计算机技术的迅猛发展,各种焊接设备的微机化、智能化已成为焊接生产现代化的发展趋势。

焊接过程自动化是焊接机电一体化的重要电子技术基础,随着计算机技术、信息技术的引入,焊接过程自动化硬件技术和软件技术也得到长足发展。其中,模糊控制是一种新型的智能控制方法。其特点是:不需要知道被控对象或过程的数学模型;易于实现对不确定性系统和强非线性系统的控制;对被控过程和对象参数的变化有较强的适应性;对干扰有较强的抑制能力。模糊控制的这些特点使得这种新型的智能控制方法很适合用来解决焊接过程中各种参数和关系比较复杂的系统控制问题。近几年来,国内外已纷纷对焊接设备的模糊控制问题展开研究,并取得了一些重要成果。

世界上的许多事物,包括人脑的思维和作用,都具有模糊和非量化的特点,甚至可以说模糊性不是例外而是常规。模糊比清晰所拥有的信息容量更大,内涵更丰富,更符合客观事物的一般规律。模糊控制是智能控制较早的形式,它吸取了人的思维具有模糊的特点。从广义上讲,模糊逻辑控制指的是应用模糊集合理论,统筹考虑系统的一种控制方式。模糊控制器的设计方法与经典的数字控制器不同,它不是建立在对系统的数学分析与建立模型的基础上,而是先把技术人员头脑中丰富的控制经验加以总结,根据经验来确定它的各个参数和控制规则,从而达到用计算机构成模糊控制器,去对那些复杂的、无法建立精确模型的系统进行控制。

3. 柔性焊接机器人工作站集成控制系统

机器人作为现代制造技术发展的重要标志,在国外发展很快。目前,工业发达国家已大量使用焊接机器人来进行自动化焊接生产。但由于焊接机器人内部的计算机控制系统主要设计用来控制其本身多自由度运动,再用它来控制其他设备的能力有限,因而发展了专门用于柔性焊接机器人工作站的先进的集成计算机控制系统。柔性焊接机器人工作站集成控制系统由焊接机器人、焊接电源、焊接工艺装备以及上下料机械手组成。这样就可以让一条机器人焊接生产线去焊接不同的产品,在产品改型或焊接不同产品时,只需修改软件就可以使机器人完成新的焊接工作,也可以让一台机器用几把焊枪去完成不同的焊接工作。这种柔性机器人工作站集成控制系统提高了焊接机器人的利用率,降低了成本,避免了过去的刚性机器人很难变更焊接产品的特点,因而特别适合于小批量的焊接生产。近几年来,我国焊接机器人的数量也明显增加,它们作为现代制造业中的主要装备,在机械化、自动化生产线上和焊接柔性加工单元中已得到了较好的应用。汽车行业(包括汽车制造厂和零部件厂)大量应用焊接机器人,全国焊接机器人的70%集中在汽车行业中,主要从事焊接、喷漆、组装和材料加工。

美国哈巴特(Hobart)公司开发出一种HAC II型计算机系统,可用来集成控制焊接过程与机器人工作站的各组成设备。该系统可同时控制多项工作的进行,可协同控制48个自由度的动作,并可接受各种传感器的实时采样信息对焊接过程进行闭环控制。该计算机系统采用国际标准的VME工业总线结构、主频33 MHz的68040处理器及浮点运算处理器。系统中

有 32~128 MB 的内存(RAM 及 EPROM)用于运行执行软件,有 180 MB 的硬盘用于储存焊接程序及焊接数据信息。系统控制软件包括各种运动轴的控制程序与对过程传感信息的系统集成程序,其程序语言采用混合(模拟-数字)PASCAL 类的 RAIL 语言。系统软件由 UNIX 操作系统支持,并采用了 X-Windows 支持下的 OSF 图形接口软件。操作者通过对话框与下拉菜单等简单方式就可以调用数据与程序,并可通过在屏幕下图形化显示的流动清单来选择焊接参数。



四、本课程的目的和要求

1. 课程背景

根据国家教委颁布的高等院校专业招生指导性目录,各高校根据本校的实际情况,相继出台了相应的专业目录调整方案。新的专业计划调整后,进行了专业合并,其目的在于贯彻“基础厚、口径宽、能力强、素质高、多规格”的人才培养目标,探索新的人才培养模式。为此,课程结构需要进行整体优化,打破过去学科间、课程间的壁垒,加强其相互联系,为后续学科的发展留好接口,更加注重素质培养的宽口径专业教育思路,以形成与新专业目录要求相适应的课程体系。其中电学课程的体系建设是新形势下材料成型及控制工程专业的基本要求和突出特点。

机械工程类的材料成型及控制工程专业涵盖焊接、铸造和塑性加工内容。国内已有百余所高等学校设立材料成型及控制工程专业,其中大多数以原来的热加工类专业为主体。由于各院校原有的专业基础不同,专业的定位及发展目标也不尽相同,在培养模式及培养计划方面也存在较大差异。因此,相关课程国内尚无统编教材。本教材根据中国石油大学(华东)“十二五”课程教学规划和新教学大纲的基本要求编写,主要阐述材料成型技术中微机控制焊接系统的基础知识和控制方法。

2. 课程目的

通过本课程学习,使学生能较好地掌握材料成型技术中有关微机应用方面的基本理论、基本方法和技能,拓宽学生的思维空间,提高材料成型及控制工程专业学生的计算机应用能力,为从事机电一体化科研或开发奠定基础,培养实用技能。

3. 课程要求

- (1) 熟悉材料成型设备中计算机控制系统的基本概念。
- (2) 了解工业生产中常用的控制微机类型和主要特点。
- (3) 了解单片微型计算机、可编程序控制器、工业总线控制机的基本结构原理和应用方法。
- (4) 掌握微机控制系统过程通道,材料成型设备中计算机信息采集、处理及控制的基本原理和基本方法。
- (5) 了解计算机辅助焊接设计、先进过程控制技术的基本概念。
- (6) 掌握材料成型设备中微机控制系统的设计方法,熟悉典型焊接过程的微机控制系统的基本原理,具备初步的微机控制系统总体方案的分析和设计能力。