



普通高等教育“十五”国家级规划教材

材料成形过程 的测量与控制

● 华中科技大学 卢本 主编
● 东 北 大 学 王君



TB3
80

普通高等教育“十五”国家级规划教材

材料成形过程的 测量与控制

主 编 卢 本
王 君

副主编 魏华胜 卢立楷

参 编 罗 斌 谢 冰

卢秉华 陈长江

许小平 冷 曦

主 审 朱定华

北方工业大学图书馆



00575489

机械工业出版社

本书是材料成形及控制工程专业成形设备控制方面的教材。内容是按材料成形控制设备中具有共性的被控物理量安排的,即时间控制系统、位移(置)控制系统、电动机速度控制系统、温度控制系统和加热电源中的电压(电流)控制系统。而涉及数字控制系统和计算机控制系统的内容,本书则侧重两个控制系统在焊接专业方向中的实际应用。本书大部分控制实例来自近年来从国外引进的设备和相关科研内容。

本书可作为材料成形及控制工程专业本科生的教材,亦可作为高等职业学院相关专业的技术培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

材料成形过程的测量与控制/卢本,王君主编. —北京:机械工业出版社, 2005.1

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-111-16008-8

I. 材... II. ①卢... ②王... III. ①工程材料—成型—测量—高等学校—教材②工程材料—成型—控制—高等学校—教材
IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 002860 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: 张祖凤

责任编辑: 闫晓宇 版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 饶薇 责任印制: 陶湛

北京金明盛印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8.625 印张·333 千字

定价: 22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书经投标中标，列入普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本教材较为全面地阐述了材料成形及控制工程设备中的检测技术与常见自动控制系统的结构和基本工作原理。在编写素材的选取上，尽量选材于近几年来国内外最新采用的材料热加工成形设备的操作手册、使用说明书或国内各高校及相关科研院所的研究成果。

本教材在编写中，对材料热加工控制系统的结构内容力求做到：侧重于设计思路和分析方法的阐述而摒弃繁琐的数学推导；尽量减少文字性阐述，而代之以图示和图解法。

为在有限的篇幅内，尽量反映原有材料热加工四个专业方向热加工设备中相关自动控制系统的内容，将控制系统按被控制量中具共性的物理量，如时间、位移、速度、温度、电压、电流等变量划分并分别阐述。使读者在学习掌握材料成形及控制工程设备的同时，能够拓宽视野、启发思路，是本教材的编写宗旨。

参加本教材编写的有：东北大学王君（第4章），华中科技大学魏华胜（第5章），武汉凯奇特种焊接设备公司卢立楷（第8章），武汉大学罗斌（第3章3.3），武汉科技大学谢冰（第3章3.4.1），青海锅炉压力容器检验所卢秉华（第3章3.4.2），武汉船舶职业技术学院陈长江、许小平（第3章3.4.3、3.4.4），沈阳工业大学冷曦（第7章7.1、7.2），其余各章节由华中科技大学卢本编写。全书由卢本、王君任主编，由魏华胜、卢立楷任副主编，由卢本负责统稿。全书由华中科技大学朱定华教授主审。

书中的计算机三维立体图由华中科技大学科技公司卢玥璋绘制完成，在此对其辛劳表示感谢！

由于编者水平有限，教材中的错误与不当之处望各高校同仁和读者不吝指正。

编 者

2004年12月

目 录

前 言

第 1 章 材料成形过程的测量与控制系统概述	1
1.1 材料成形四大工艺的分类	1
1.2 材料成形过程的测量与控制系统的特点	2
1.2.1 各种形式的能源测量与控制系统占据主导地位	2
1.2.2 加热电源测量与控制系统的控制功能多、精度高	4
1.2.3 注重改善工作环境与操作人员的劳动保护	5
1.2.4 注重改善供电电网的供电质量	7
1.2.5 高新技术和新兴学科在材料成形领域中的广泛开发与应用	11
1.2.6 机器人控制系统的大量推广应用	13
第 2 章 时间测量与控制系统	19
2.1 时间测量与控制系统概述	19
2.1.1 时间测量与控制系统的基本概念	19
2.1.2 程序控制电路的基本结构	20
2.1.3 程序信号 RC 延时法	21
2.2 时间控制系统实例分析 1——数字式点焊程序控制电路分析	22
2.2.1 电阻点焊设备中的时间控制系统	22
2.2.2 集成电路点焊程序控制电路	23
2.3 时间控制系统实例分析 2——微型计算机在时间 控制系统中的应用	30
2.3.1 微型计算机的控制任务	30
2.3.2 微型计算机接口电路分析	31
2.4 时间控制系统实例分析 3——可编程控制器 (PLC) 在时间控制系统中的应用	33
2.4.1 PLC 时间控制任务	33
2.4.2 PLC 时间控制接口电路分析	34
第 3 章 位移测量与控制系统	37
3.1 位移测量与控制系统概述	37
3.1.1 位移控制系统中常见机电传动结构类型	37
3.1.2 位移控制系统的类型	40

3.2 位移测量与控制系统的组成	43
3.2.1 位移随动控制系统的组成	43
3.2.2 位移程序控制系统的组成	44
3.3 常用位移测量方法及其装置	45
3.3.1 角位移检测	45
3.3.2 直线位移检测	50
3.4 位移测量与控制系统实例分析	50
3.4.1 平面焊缝跟踪系统（一维位移随动系统）的分析	50
3.4.2 窄间隙全自动焊机控制系统（二维位移随动系统）的分析	51
3.4.3 椭圆环缝自动焊机电控系统（三维位移随动系统）的分析	55
3.4.4 凸轮闪光对焊机的位移程序控制系统分析	59
第4章 速度测量与控制系统	62
4.1 概述	62
4.1.1 直流调速系统的类型	64
4.1.2 材料成形设备中所用直流调速系统的特点	67
4.1.3 材料成形设备中所用中小功率直流电动机的类型	68
4.2 直流电动机晶闸管整流器调速系统	72
4.2.1 晶闸管调速系统主电路的结构类型	72
4.2.2 直流电动机晶闸管调速系统的控制电路组成	74
4.2.3 调节器的类型和控制特性	76
4.2.4 检测与反馈环节的类型和控制特性	82
第5章 温度检测与控制技术	88
5.1 概述	88
5.1.1 温度与温标	88
5.1.2 温度检测方法和仪表	91
5.1.3 温度传感器及控制系统综述	92
5.2 温度传感器与温度测量	94
5.2.1 接触法测温	94
5.2.2 非接触法测温	121
5.2.3 材料加工中测温技术应用示例	133
5.3 智能化集成温度传感器原理与应用	140
5.3.1 模拟集成温度传感器/控制器	140
5.3.2 智能温度传感器/控制器	145
5.4 温度检测控制系统	148
5.4.1 设定温度的控制	148

5.4.2 温度的实时跟踪监测	152
5.4.3 温度场的检测	156
第6章 热加工电源测量与控制系统	165
6.1 热加工电源系统概述	165
6.2 热加工“电源-负载”系统的电特性分析	175
6.2.1 负载的伏-安特性	175
6.2.2 电源的伏-安特性	179
6.2.3 “电源-负载”系统的工作点分析	185
6.2.4 电源伏-安特性反馈控制原理	189
6.3 热加工电源的控制电路分析	194
6.3.1 电源伏-安特性控制电路	194
6.3.2 晶闸管电源的触发及移相控制电路	199
6.3.3 逆变器类电源的脉宽调制 (PWM) 器电路	204
6.3.4 输出“上、下坡”电流控制电路	208
6.3.5 电源输出波形控制电路	209
第7章 材料成形控制系统中的数字控制技术	226
7.1 数字控制技术概述	226
7.2 位移控制系统中的数字控制技术	227
7.2.1 执行机构为步进电动机的位移数字控制系统基本结构	227
7.2.2 执行机构为直流电动机的位移数字控制系统基本结构	228
7.2.3 二维平面位移数字控制系统基本结构	230
7.3 时间控制系统中的数字控制技术	232
7.4 热加工电源控制系统中的数字控制技术	237
7.4.1 电源输出电流数字控制技术	238
7.4.2 脉冲(输出)电源数字控制技术	239
第8章 材料成形过程计算机控制系统	247
8.1 概述	247
8.1.1 计算机控制系统的基本结构	247
8.1.2 工业控制计算机的特点	249
8.1.3 计算机控制系统的分类	250
8.1.4 计算机控制系统的发展趋势	253
8.2 材料成形过程计算机控制系统实例分析	254
8.2.1 实例1——晶闸管交流相控调压的微机恒流控制系统	254
8.2.2 实例2——三相晶闸管交流调压电路计算机控制系统	263
参考文献	268

第 1 章 材料成形过程的测量与控制系统概述

1.1 材料成形四大工艺的分类

材料成形四大工艺是指：材料（金属材料，下同）的塑性成形、轧制成形、焊接成形与液态成形工艺（材料成形四大工艺的概念分别如图 1-1、图 1-2、图 1-3 和图 1-4 所示）。

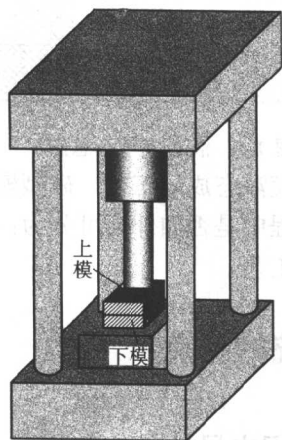


图 1-1 材料塑性成形（模锻工艺）示意图

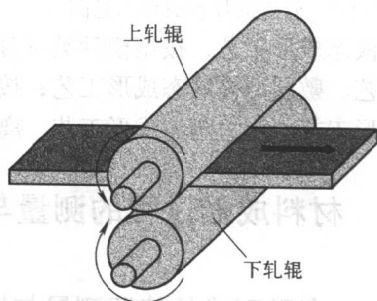


图 1-2 材料轧制成形工艺示意图

塑性成形工艺中包括：模型锻压工艺、模型冲压工艺、模型挤压工艺与自由锻造工艺。

轧制成形工艺中主要包括：热轧（制）成形工艺和冷轧（制）成形工艺。

焊接成形工艺中包括：电弧焊接成形工艺、电阻焊接成形工艺（又称压力焊成形工艺）、电子束焊接成形工艺、激光（束）焊接成形工艺、钎（焊）接成形工艺、摩擦焊接成形工艺等。

电弧焊接成形工艺中，按常见电弧种类又可再分为：混合保护气体电弧焊工艺、氩（Ar）气保护电弧焊工艺、等离子弧焊工艺、CO₂ 气保护电弧焊工艺。如果按焊枪中的电极是否熔化来分类，电弧焊接成形工艺又有熔化极电弧焊与非熔化极电弧焊之分。

除广泛采用的电弧焊接成形工艺外，大量采用的焊接成形工艺当属电阻焊接

成形工艺。按被焊工件的（连接）接头型式不同，电阻焊接成形工艺可细分为：点焊成形工艺、缝焊成形工艺、凸焊成形工艺与闪光对焊成形工艺。

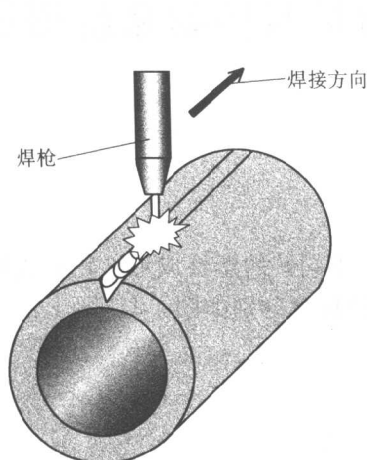


图 1-3 管件的焊接成形示意图

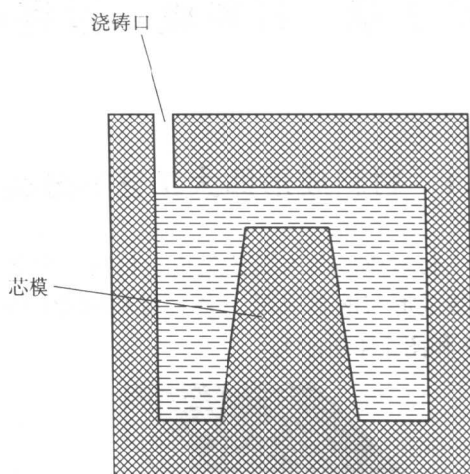


图 1-4 液态成形示意图

液态成形工艺，按型模种类可分为：金属型模液态成形工艺、砂型模液态成形工艺、敷层型模液态成形工艺；按液态成形过程中是否加外力可分为：重力浇铸成形工艺、压力浇铸成形工艺、离心浇铸成形工艺。

1.2 材料成形过程的测量与控制系统的特點

1.2.1 各种形式的能源测量与控制系统占据主导地位

在上述四大材料成形工艺中，都要利用热源对工件加热，因此四大材料成形工艺常被习惯称为“材料热加工”或“材料热加工工程”。

材料热加工工程中，使用着迄今为止人类开发的所有可控、高效的加热热源形式，诸如：

(1) 电弧热源 例如图 1-5a 所示的三相交流电弧炉和图 1-5b 所示的气体保护电弧焊。

(2) 高能粒子束热源 包括电子束（例如图 1-6 所示的用于大厚板工件的真空电子束焊）和等离子束（例如图 1-5c 所示的等离子弧焊）热源。

(3) 激光光束热源 例如图 1-7 所示的固体激光器。

(4) 中高频感应加热热源 例如图 1-8 所示的中高频感应加热用感应圈。

(5) 焦尔电阻热热源 焦尔电阻热热源是利用通过具有一定电阻值的导体的电流产生的热效应来工作的热源形式，被广泛用于材料加热用的各种电阻加热炉

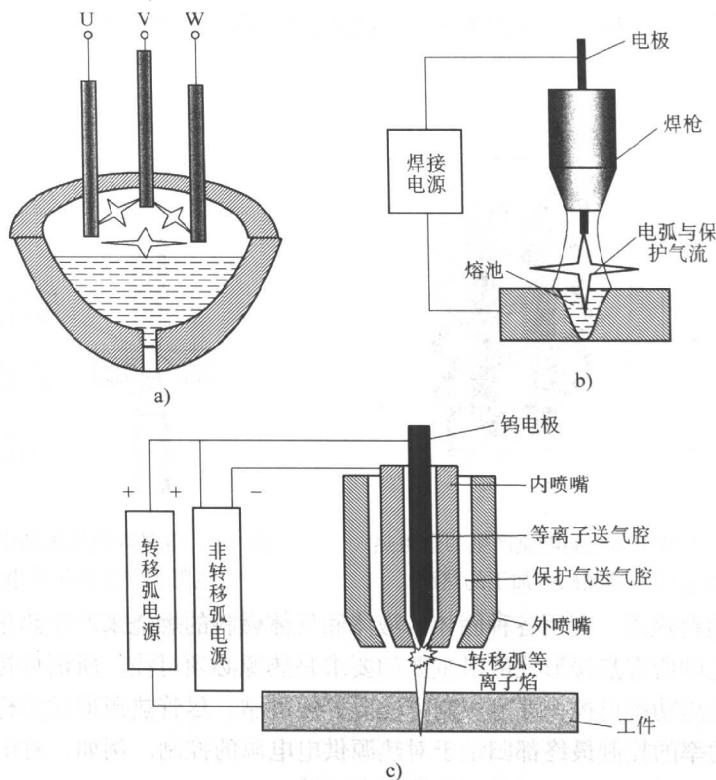


图 1-5 电弧热源的应用

a) 三相交流高压电弧炉示意图 b) 气体保护电弧焊示意图 c) 等离子弧焊示意图

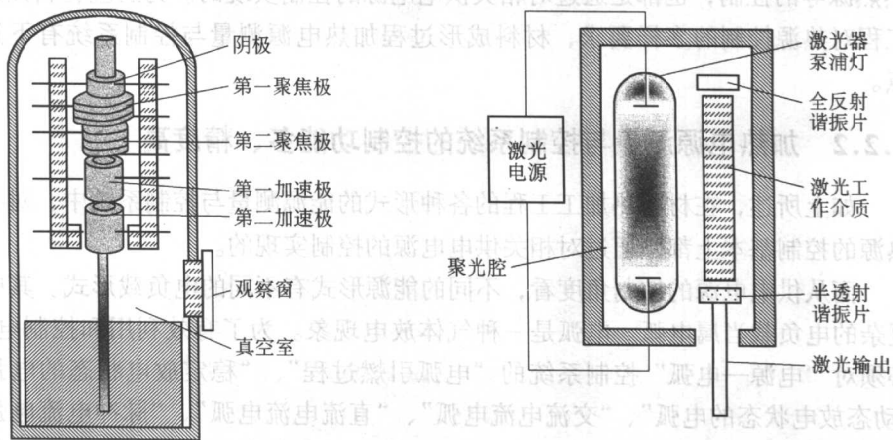


图 1-6 大厚板工件的真空电子束焊接示意图

图 1-7 固体激光器结构示意图

及利用工件自身电阻产热的电阻焊（例如图 1-9 所示的电阻点焊）。

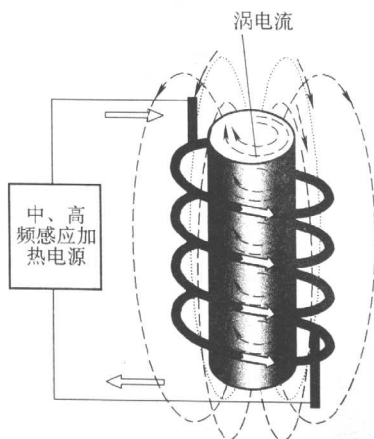


图 1-8 工件中感应涡电流产生的电阻热
是所有中、高频感应加工的热源

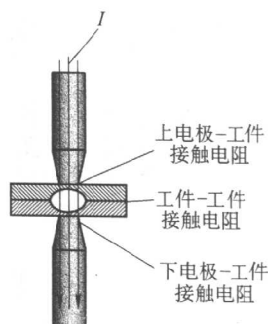


图 1-9 电阻焊的热源是电流在工件
电阻上产生的焦耳电阻热

(6) 燃料热源 利用各种固体、液体和气体燃料的燃烧来产生热量的热源。

对上述的所有热源形式的最重要的要求是热源必须可控。所谓可控，首先是指热源的输出功率可控，并且控制方法要方便可靠。尽管热源形式多样化，但对热源输出功率的控制最终都归结于对热源供电电源的控制。例如，对电弧热源输出功率控制，是通过对电弧电源的控制实现的。

对电子束热源、等离子束热源、激光光束热源、中高频感应加热热源、电阻热热源等的控制，也都是通过对相关供电电源的控制实现的。为适应材料热加工工程对热源控制的多样要求，材料成形过程加热电源测量与控制系统有下述特点。

1.2.2 加热电源测量与控制系统的控制功能多、精度高

如上所述，在材料热加工工程的各种形式的能源测量与控制系统中，对各种热源的控制基本上都是通过对相关供电电源的控制实现的。

而从供电电源的控制角度看，不同的能源形式有不同的电负载形式。其中最复杂的电负载当属电弧。电弧是一种气体放电现象。为了有效利用和控制电弧，必须对“电源—电弧”控制系统的“电弧引燃过程”、“稳定放电状态的电弧”、“动态放电状态的电弧”、“交流电流电弧”、“直流电流电弧”、“脉冲电流电弧”、“熔化极电弧”、“非熔化极电弧”、“不同气体介质中的电弧”等电弧物理现象有较充分的了解，然后将掌握的理论运用于电弧电源的控制系统中。正是上述原因，导致对焊接电弧电源自动控制系统的多控制功能要求。这里，经简略综合，

就可列出如下的常见焊接电弧电源控制系统:

1) (电弧) 电源输出“伏—安特性”(V-A 特性)(亦称“外特性”)控制系统。

2) 电源脉冲调制(PM)功能控制系统。

3) 电源恒(电)压、恒(电)流控制系统。

其他几种电负载形式,对电源自动控制系统有与电弧电源控制系统同样的高要求,而且针对各自负载性质,还有各自不同的控制要求。

1.2.3 注重改善工作环境与操作人员的劳动保护

材料成形的四大主干工艺与“冷加工”工艺的主要不同在于它们都属于“热加工”工艺。在材料成形“热加工”过程中,使用着各种大功率和特大功率的加热热源。因此,材料成形“热加工”过程中,常伴随着高温热辐射、强烈的光辐射、高能粒子溅射、有害气体的逸出以及烟气、粉尘的逸散。总之,材料成形“热加工”过程多伴随有恶劣的工作劳动环境。

铸件浇铸成形、钢锭进热轧机前的钢锭浇铸成形生产线上都要使用各种金属材料熔(化)炉。常用的炉种有:电阻炉、可燃气体熔化炉、电弧炉等。这些熔(化)炉多为耗电、耗燃料、燃油的“大户”。这些熔(化)炉产生的热能辐射可使炉体周围的环境温度升至人无法靠近的程度(如图 1-10、图 1-11 所示)。显而易见,必须采用全自动化控制系统,才能确保安全高效的生产。而熔(化)炉全自动化包括:进出料系统、炉温(度)控制系统、全系统的状态监测和安全警报系统等在内的控制系统。

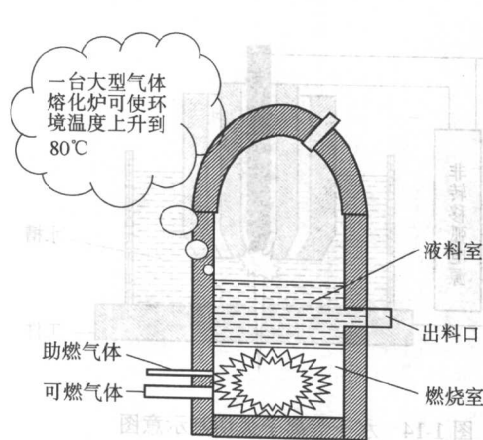


图 1-10 可燃气体熔化炉示意图

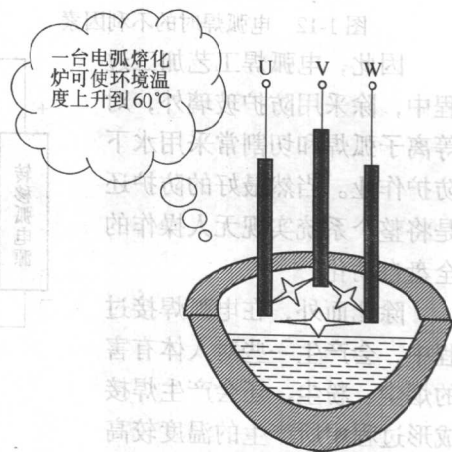


图 1-11 三相交流高压电弧炉示意图

例如：摩托车发动机缸体制造主要采用轻合金材料的液态成形工艺。海南“新大洲”摩托车集团公司，在 1992 年引进了摩托车发动机缸体制造的无人生产线。该生产线上，从型模制造开始，到型模传送、材料熔化、材料浇铸、模内液态成形控制、开模脱模等工序全盘实现了自动化控制，成为摩托车发动机缸体制造液态成形无人生产线，从而使人彻底摆脱了液态成形工艺中，经常是高温、粉尘的恶劣工作环境。

在材料的焊接成形工程中，最常见的工艺方法是电弧焊与电阻焊。

电弧焊中，按电弧保护的气体介质分类，电弧焊又分为 CO_2 气体保护焊、氩（气保护的电）弧焊、等离子弧焊、混合气体（保护的）电弧焊等。

无论哪种电弧焊工艺方法，在焊接过程中，电弧本身都会产生高温和强烈的光辐射，其中强烈的光辐射和紫外线会对人眼造成伤害（如图 1-12 所示），激光焊接时的散射激光（如图 1-13 所示）也会对人眼造成伤害，而对人眼危害较大的当属等离子弧（如图 1-14 所示）。

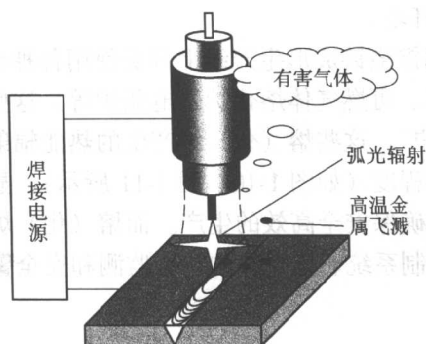


图 1-12 电弧焊时的不利因素

因此，电弧焊工艺加工过程中，除采用防护玻璃外，对等离子弧焊和切割常采用水下防护作业。当然最好的防护还是将整个系统实现无人操作的全盘自动化。

除此而外，在电弧焊接过程中，会产生一些对人体有害的烟尘、粉尘、还会产生焊接成形过程中所产生的温度较高的颗粒状“金属飞溅”（如图 1-12 所示）。

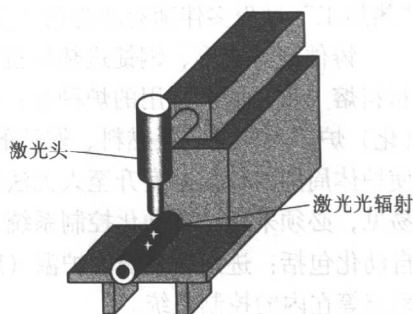


图 1-13 工件的激光热加工

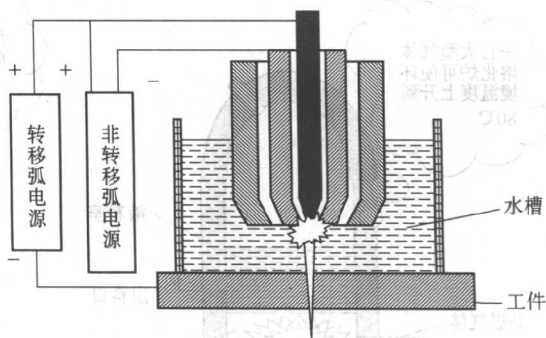


图 1-14 水下等离子弧切割示意图

1.2.4 注重改善供电电网的供电质量

初看起来,供电电网的供电质量是电业部门的事,与用电设备的自控系统有何关系?若回答这个问题,不是用一两句话能得出圆满答案的。

首先,作为材料成形工艺控制工程的技术人员,应对材料成形设备中电负载的性质及用电特点有深一层的了解。

1. 材料成形工程中的设备都属于单台大功率与特大功率的电负载

例如汽车整车与汽车零配件制造业中常见的电阻焊设备,包括电阻点焊设备(如图 1-15 所示)、电阻缝焊设备(如图 1-16 所示)、电阻凸焊设备、电阻闪光对焊设备(如图 1-17 所示)及电阻焊机器人等,其中都使用大功率的焊接变压器,其功率范围多在 $50 \sim 600 \text{ kV} \cdot \text{A}$,焊接变压器二次侧的焊接电流可达 $10000 \sim 50000 \text{ A}$ 。

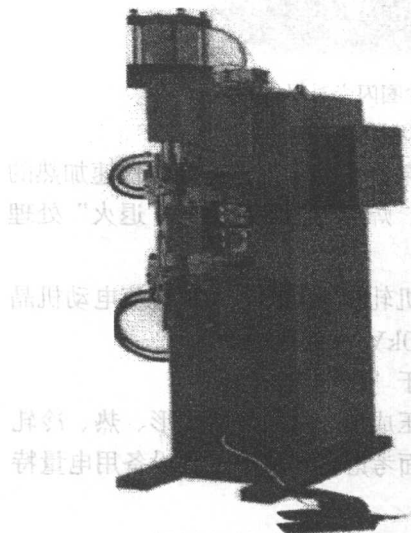


图 1-15 固定式电阻点焊机



图 1-16 $500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 的汽车燃油箱缝焊机

用于钢材连轧生产线上大型闪光对焊设备(如“武钢” 1.7 m 冷连轧线上,德国产“米巴赫”钢板闪光对焊机的焊接变压器容量为 $1000 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 。为这一大型单台闪光对焊设备供电的电源变压器是由两台容量为 $600 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 、变压比为 $10000 \text{ V} / 380 \text{ V}$ 的单相变压器并联构成的。其焊接变压器的二次侧中出现的闪光对焊电流可达 150000 A 。

材料塑性成形工程中,特别是在以模(型)锻(压)成形工艺为主的零部件生产线上,例如汽车前、后桥模锻件生产线,目前多采用大功率晶闸管逆变器构成的中频感应加热炉。单台大功率晶闸管逆变器的功率多在 $500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 以上。



图 1-17 一台普通的汽车车轮轮圈闪光对焊机的
焊接变压器功率达 $600\text{kV}\cdot\text{A}$

这些大功率中频感应加热方式也常用于对某些大型工件进行高效快速加热的工程场合，例如大型工件的热处理、焊前预热、焊后为消除应力的“退火”处理等。

在钢材热、冷轧制生产线上，为热、冷轧机轧辊驱动的大功率直流电动机晶闸管变流器调速系统的单台容量处于 $500\sim 5000\text{kV}\cdot\text{A}$ 的范围。

综上，材料成形工程设备中的电负载都属于“用电大户”。

如果一个企业以材料成形生产（特别是锻压成形、电阻焊接成形、热、冷轧制成形及铸造成形）为主，那么，企业必须全面考虑材料成形工程设备用电量特点。

这就需对配电网容量、厂级配电站、车间配电房作出科学规划。

2. 材料成形工程设备中的电负载多为（电）阻（电）感性负载

综合考察材料成形工程设备中的电气控制部分，可发现其电气控制部分的主电路中使用最多的电力电子器件是各种类型、各种容量的晶闸管器件。而主电路的电路结构形式主要为晶闸管整流器、晶闸管交流调压器和晶闸管逆变器三种。

从电力电子学的相关理论得知：上述三种形式的主电路的基本工作原理都是一个：即晶闸管器件的“开”、“关”与相控调压原理。

三种主电路的电负载：电阻焊机中的晶闸管交流调压器的负载是焊接变压器（如图 1-18 中焊接变压器 T_H 所示）；轧钢机中的晶闸管整流器的负载是大功率直

流电动机 (如图 1-19 所示); 中、高频感应加热炉中的晶闸管逆变器的负载是感应圈 (如图 1-20 所示)。

从电工学的基本理论得知: 变压器和直流电动机以及感应圈都属于含有一定电感成分的阻感性负载。

又从理论电工学中的“阻感性负载晶闸管开关电路中的过渡过程分析”得知: 凡是主电路可归结为上述理论范畴的, 都会产生负载电流的过渡过程。

由于过渡过程中的电流可达到电路正常工作电流的几倍乃至几十倍, 因此过渡过程电流会对电网产生很大的所谓“电网冲击”。电网冲击带来的危害很大: 轻则使配电线路中的过流继电器经常“跳闸”, 重则使电网设备与用电设备本身毁坏。

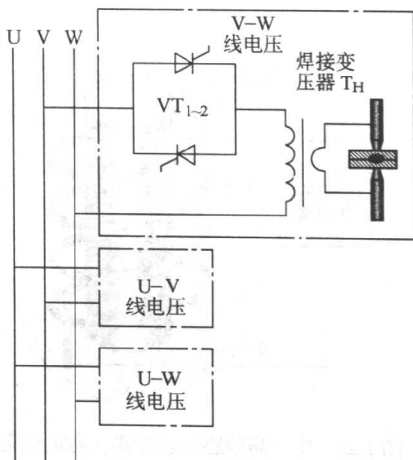


图 1-18 在汽车车身生产线上, 常使用多台套的点焊机

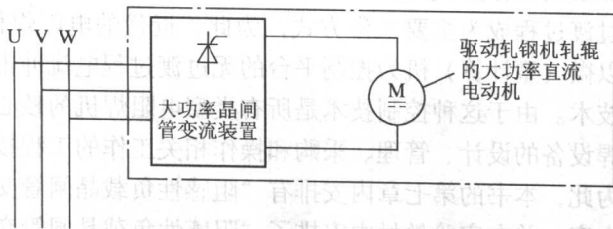


图 1-19 在钢材的热、冷连轧线上, 可有几套 500~5000kV·A 的

晶闸管直流电动机调速系统

对于使用多台套阻感性负载晶闸管开关电路的情况, 例如汽车车身及其他汽车零部件生产企业, 由于使用多台电阻焊机 (单点焊机、多点焊机、缝焊机、闪光对焊机), 这些大量并联的阻感性负载晶闸管开关电路给电网带来的不仅是电网冲击, 还会使电网电压的正弦波形出现如图 1-21 所示的波形“畸变”。

电网波形“畸变”带来的危害是使网内设备彼此互相“干扰”, 即通常所称“扰邻”和“邻扰”故障。“扰邻”和“邻扰”故障现象表现为多台设备, 特别是用计算机作控制装置的设备, 没有规律地“失控”, 严重时使生产线不能工作。

解决上述问题的技术措施主要有:

1) 为解决“扰邻”和“邻扰”问题, 在每台阻感性负载晶闸管开关主电路中, 一般都加装“滤波网络”, 防止本台设备产生的干扰波形电流窜入电网, 亦可防止电网上的干扰波电流窜入本台设备的主电路与控制电路中。

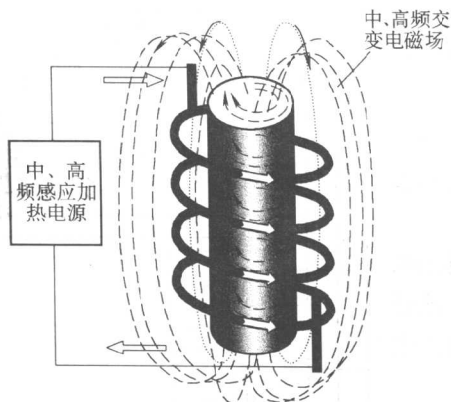


图 1-20 中、高频感应加热方式（高频感应加热炉、高频焊接设备）会产生强电磁干扰

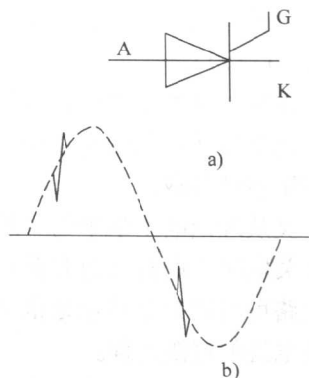


图 1-21 使用大功率晶闸管开关会造成电网“污染”

a) 晶闸管的图形符号

b) 电网“污染”的电压波形

2) 对阻焊机来说，即便是单点焊机，因为其阻感性负载晶闸管开关主电路的容量太大，加之其工作方式是频繁的“开”、“关”过程，即晶闸管开关主电路中的交流调压过渡过程成为主要工作方式，为此，近代的电阻焊机控制系统中，基本上都采用以微（型计算）机为控制平台的无过渡过程电流冲击的所谓“软启动”自动开关技术。由于这种控制技术是所有类型电阻焊机的核心控制技术，凡是从事与电阻焊设备的设计、管理、采购和操作相关工作的工程技术人员都应对其有所了解。为此，本书的第七章内安排有“阻感性负载晶闸管交流调压微机控制系统”原理内容，并在实验教材中安排了“阻感性负载晶闸管交流调压微机控制系统实验”内容。

3) 为解决多台电阻焊机并联给电网造成的冲击，对全车间的用电设备实行电网负荷优化管理。例如在某些较先进的汽车车身生产线上，采用车间一级的电网负荷计算机优化管理系统。其功能是均衡电网三相负荷，实现多台阻感性负载晶闸管交流调压主电路的“分时切入中断管理”。

所谓“分时切入中断管理”，是在有多台电阻焊机并联于一个电网电源变压器时，为了降低可能出现的多台电阻焊机同时“申请”通电（即焊机的工作程序可能同时进入“焊接”通电程序，如图 1-22 所示时，就按管理一级计算机“分时切入的中断管理”程序，对“申请”通电的电阻焊设备进行切入电网的“分批分时”通电管理。由电阻焊工艺及设备的相关理论得知：对大多数的单点焊机、多点焊机来说，“焊接”通电程序时的电流周波数只有 10~50 个左右。也就是说，通电时间最长的也不过只有 1s。因此，对电阻焊设备进行切入电网的“分批分时”通电管理时，针对每台设备来说，就好像单独切入电网一样。