

机械工业自动化技术丛书

热加工自动化

刘玉文主编

机械工业出版社

机械工业自动化技术丛书

热加工自动化

刘玉文 主编



机械工业出版社

本书是《机械工业自动化技术丛书》之一。内容包括铸造自动化、锻造自动化、焊接自动化和热处理自动化等四个部分。介绍了铸造、锻造、焊接和热处理加工过程自动化的特点、基本技术手段、自动化装置的结构和工作原理、工艺参数和加工过程的自动控制，并列举典型工序自动化实例和自动生产线。对当前国内外热加工自动化的发展动向和计算机控制的自动化技术，也作了简要介绍。

本书供机械工业中从事自动化技术应用的具有中专以上文化程度的工程技术人员和技术管理人员阅读，也可供其他有关专业的科技人员和大专院校的师生参考。

机械工业自动化技术丛书

热加工自动化

刘玉文 主编

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南路一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 $1/32$ ·印张 11 $1/8$ ·字数 242 千字

1986年5月北京第一版·1986年5月北京第一次印刷

印数 0,001—3,855·定价 2.35 元

统一书号, 15033.6278

出版者的话

随着我国社会主义工业的发展,机械工业自动化技术在机械工业中的应用范围已由机械加工过程扩展到设计、生产准备、工艺准备、检验试验、装配及生产管理等各个方面,涉及到计算机应用、人工智能、现代控制理论和系统工程等许多领域。

为适应机械工业自动化技术飞速发展的需要,满足从事机械工业自动化的工程技术人员、管理干部知识更新的迫切要求,我们决定出版这套《机械工业自动化技术丛书》。

本丛书各分册书名分别为:《机械工业自动化》、《机械加工自动化》、《热加工自动化》、《物料搬运自动化》、《计算机辅助电路分析》、《计算机辅助企业管理》、《自动化装置及其应用》、《工业机器人及其应用》、《微型计算机及其应用》、《计算机网络及其应用》、《图象识别技术及其应用》、《系统辨识技术及其应用》等,将陆续出版。

本丛书主要由机械工业自动化学会和机械工业自动化情报网共同组织,并得到中国机械工程学会和北京机械工业自动化研究所领导和有关同志的大力支持。

本丛书编委会对丛书的列选、组稿、审稿付出了辛勤劳动,还有不少单位对审稿工作给予了热情帮助,在此一并表示感谢。

由于组织出版这类丛书是初步尝试,缺点和错误在所难免,希批评指正。

机械工业出版社

编委会成员

主任委员：王良楣

副主任委员：严筱钧 顾绳谷

蔡福元 段扬泽

委员（按姓氏笔划序）：

刘兆新	卢庆熊	朱逸芬	阳含和
吕林	李仁	李忠德	陈家彬
杜祥瑛	严蕊琪	周斌	季瑞芝
张岫云	张弟元	唐璞山	章以钧

前 言

当前，机械工业自动化技术飞速发展，但由于热加工工艺过程复杂，影响工艺的因素很多，实现自动化困难程度较大，因此，热加工领域的自动化水平，较其它领域为低。故热加工自动化技术的发展，必须迎头赶上。广大从事热加工生产的工程技术人员和技术管理人员迫切要求打破传统的技术和观念；及时学习和了解热加工自动化技术的新水平和发展动向。为此《机械工业自动化技术丛书》编委会决定编写本书，这对实现现代化热加工生产具有重要的现实意义。

本书重点：铸造生产自动化部分，介绍了合金熔化、砂处理、造型、制芯、落砂和清理等自动化设备的工作原理、特点、自动化方案的比较和自动线的布置。锻造生产自动化部分介绍了自由锻造和热模锻的备料、加热、锻造等工艺过程自动化的特点，常用自动化装置的结构和工作原理，以及自由锻造和热模锻的自动生产线。焊接部分介绍了常用自动焊接的机械装置，焊接参数和焊缝跟踪的自动控制。热处理部分介绍了各种装置运行的自动控制和温度、气氛、压力、流量等工艺参数的自动控制。

为了通俗易懂、联系实际，故各部分都选用了较多的近期应用实例，可供借鉴。

本书由吉林工业大学刘玉文同志主编。绪论由刘玉文、陈联民等同志编写，第一章由黄永寿同志编写，第二章由刘玉文、陈联民等同志编写，第三章由郭占林同志编写，第四章

由林振湛、孙一唐等同志编写。由哈尔滨工业大学侯松玉同志主审，任天庆、杨士勤、刘志如等同志参加了审阅。

在本书编写过程中，得到机械工业部北京机械工业自动化研究所季瑞芝同志和吉林工业大学卢庆熊同志的具体指导和帮助，特此致谢。

由于我们水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第一章 铸造自动化	5
第一节 冲天炉配料、加料自动化	5
一、炉料的自动定量	5
二、料位自动检测与控制	10
三、冲天炉配料、加料、计数自动化	15
四、浇注过程自动化	18
第二节 砂处理自动化	32
一、造型材料自动定量	33
二、旧砂冷却及其水分控制	34
三、型砂水分的自动检测与控制	44
第三节 造型制芯自动化	49
一、全自动多触头高压造型机和造型线	49
二、全自动垂直分型无箱射压造型机及造型线	62
三、全自动水平分型脱箱造型机及造型线	74
四、多触头高压造型线、垂直分型无箱射压造型线和水 平分型脱箱造型线的比较	77
五、半自动和全自动制芯机	78
第四节 落砂、清理自动化	81
一、自动落砂设备	82
二、自动抛丸设备	87
三、自动砂轮清理机	90
四、铲磨清理自动线	91
第五节 特种铸造自动化	91
一、压铸自动化	91
二、熔模铸造自动化	93
三、低压铸造自动化	96
参考文献	96

第二章 锻造自动化	98
第一节 锻造自动化的主要内容和基本技术手段	98
一、锻造自动化的主要内容	98
二、锻造自动化的基本技术手段	99
第二节 自由锻造自动化	100
一、自由锻造加热自动化	100
二、自由锻造操作自动化	105
三、自由锻造自动生产线	123
第三节 热模锻自动化	126
一、工序间输送装置	126
二、毛坯剪切自动化	129
三、毛坯加热自动化	134
四、锤上模锻自动化	137
五、热模锻压力机上模锻自动化	139
六、平锻机上模锻自动化	149
七、模具润滑和锻件清理自动化	154
八、热模锻自动生产线	157
第四节 锻造自动化的发展趋向	172
参考文献	177
第三章 焊接自动化	179
第一节 焊接自动化的特点	179
一、概述	179
二、焊接生产机械化自动化的主要特点	181
三、焊接生产自动化方案的选定	182
第二节 自动焊接的机械装备	183
一、移动自动焊机机头的焊接操作机	183
二、翻转焊件的焊接变位机	189
第三节 焊接生产的自动控制	201
一、焊接程序的自动控制	202
二、焊接参数的自动控制	205
三、焊接行进方向的自动控制	213
四、电焊机空载节能的自动控制	221

第四节 焊接机器人	223
一、对焊接机器人的一般要求	223
二、电阻焊机器人	224
三、电弧焊机器人	227
第五节 焊接生产自动化的展望	233
一、组合式焊接机器人的发展及其应用范围的扩大	233
二、自适应焊接机器人的发展及其对 接头质量提高的影响	233
三、焊接自动线与机器人工段	235
参考文献	238
第四章 热处理自动化	240
第一节 热处理生产过程机械运动的自动化	242
一、顺序控制的概念	242
二、指令形成装置	245
三、热处理生产过程中常用的机械装置	255
四、热处理质量的自动检测	269
五、热处理生产过程的顺序控制	272
第二节 热处理工艺参数的自动控制	286
一、反馈控制系统的基本概念	287
二、温度自动控制系统	303
三、可控气氛碳势的自动控制	316
第三节 电子计算机在热处理生产过程中的应用	330
一、电子计算机自动控制原理简介	330
二、气体渗碳炉的电子计算机控制	334
三、罩式退火炉的电子计算机控制	339
参考文献	345

绪 论

人类社会进入青铜器时代，就产生了热加工生产，但在漫长的岁月里，都是手工操作。近百年来，随着技术的发展，各种热加工机械先后出现，生产面貌有了改善，但高温、烟尘、震动、噪音等等传统生产存在的问题，仍难根本解决，所以工人劳动强度大，作业环境差，产品质量不高，劳动生产率低，材料和能源消耗大，导致经济效益低。本世纪六十年代以来，工业生产飞速发展，传统的热加工生产方式，远远不能适应工业发展的需要。随着气动、液压、电子技术的发展，使得传统的热加工生产有了新的进展，特别是热加工生产应用了数控技术，单机自动化、半自动线、全自动线等相继出现，为发展成由电子计算机控制的自动化车间和工厂奠定了基础。

根据我国四化建设的需要，必须开创一个热加工生产的新局面，实现文明生产，提高经济效益。其有效的途径之一，就是实现热加工生产自动化，遵循客观规律科学地进行生产。

回顾二十多年来热加工生产自动化的发展，实践证明，它不仅只是提高劳动生产率，减少操作人员的一种生产方式，而是有着许多优越性的、先进的科学生产方法，归纳如下。

产品质量显著提高：如传统的铸造生产，尺寸精度低、表面粗糙，不能适应切削加工新技术的需要。采用了多触头

高压造型自动线生产, 其尺寸精度由一般震压造型的 8~9 级精度提高到 5~7 级精度, 光洁度由 $\nabla 1 \sim \nabla 3$ 提高到 $\nabla 3 \sim \nabla 5$ 。既减少了切削加工工序, 也保证了切削加工自动化生产的要求。又如热处理的气体渗碳, 它是表面强化的主要手段之一, 但是必须具有合理的渗碳层厚度、表层含碳量和碳量分布, 才能获得优质渗碳零件。这就要求在处理时, 根据钢中合金元素的种类与数量, 精确控制渗碳气氛的碳势时间。但是传统的人工控制既不可靠, 也不稳定, 只有通过数学模型, 利用电子计算机进行自动控制, 才能达到预期目的。因此, 自动化生产是大幅度提高产品质量的有效途径。

解决了人工不能进行的作业: 许多热加工生产, 由于工作环境恶劣, 人们无法直接进行作业, 例如深水焊接、真空焊接、在腐蚀性介质中焊接等等。根据调查资料表明, 百分之九十五的海洋是潜水员不能到达的深水, 所以打捞沉船, 开发海洋资源等焊接作业, 都必须采用自动焊机等装置来完成。又如液体氰化是一种有效的表面强化热处理工艺, 但氰化盐浴中含有剧毒的氰化物, 使其应用受到了很大的限制。采用了氰化自动生产线, 使氰化热处理工艺有了广泛的应用价值。因此自动化生产克服了对人工直接作业无能为力的困难, 大大开拓了热加工生产的领域。

劳动生产率显著提高: 实现自动化生产, 使生产和辅助时间大大缩短, 如一条 11000t 热模锻压力机为主体的曲轴-前梁模锻自动线, 从材料送入到锻件成品出来, 全部在自动线上完成, 模锻 140kg 以下的曲轴或 100kg 以下的前梁, 每班 4 人, 两班生产, 月产量可高达 2.5 万件。该线还可生产 20 多种其它锻件, 更换产品时, 只需 4~7 小时辅助时间。又如一条多触头高压造型自动线, 可年产铸件 5 万 t 以上。因

此，自动化生产使劳动生产率几倍，乃至几十倍地提高。

能源消耗降低：热加工生产常常应用各种加热装置，能源消耗量很大，因此，节约能源显得特别突出。例如大型锻造加热炉，一般的热效率仅14~18%，而对炉温，压力和燃料空气比例实行自动控制，使燃烧处于最佳状态，又对加热温度进行自动控制，使炉温精确地控制在 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 之内，这样可使热效率提高到29%。再由于压力机自动操作，减少了加热次数，可使燃料节省达50%。因此，在热加工生产领域，自动化生产对能源节约有着特别重要的意义。

原材料利用率提高：例如由于对锻件加热进行自动控制，并减少了加热次数，使金属烧损大大减少。而铸、锻件自动化生产，尺寸精确，重量一般可减轻3~10%。而在自动控制气氛或真空下进行热处理，可以大幅度提高零件的疲劳强度，使零件的使用寿命提高几倍，相当于节省了大量原材料。因此，自动化生产是节省金属的有效手段。

经济效益显著提高：由于实现自动化生产，使产品质量和劳动生产率提高，能源和材料消耗降低，因此，经济效益显著提高。例如某汽车厂的后悬挂，刹车管和稳定杆的固定共有31条焊缝，总长550mm，采用自动化焊接，可在2分钟内焊完，位置精度达到 $\pm 0.2\text{mm}$ ，焊接时间缩短40%，两年内就收回了用于自动化装备上的投资。又如某厂用电子计算机优选生产方案，使原材料运输量减少50%，铸造生产能力从原来的50%提高到87%，劳动生产率提高46%。仅熔化过程自动化控制一项，就使灰铸铁成本下降15%。因此，实现自动化生产，是提高经济效益的一个极为重要的途径。

提高了生产人员素质：自动化生产的高度科学性，要求生产人员不再是普通的体力劳动者，生产人员必须具有一定

4

的科学技术知识、管理知识和高度的组织性纪律性。因此自动化生产，促使生产人员的素质提高，有利于精神文明和物质文明的建设。

减少环境污染，改善劳动条件：随着社会的进展，环境污染问题引起了普遍重视。但传统的热加工生产，烟雾弥漫、尘埃飞扬、噪音轰鸣、震动波及四邻，有些工艺还散布有毒物质等等，严重危害居民及工人的身心健康。如人工直接操作锻造以及铸造的浇注工序时，工人在摄氏千度以上的热辐射下工作，而氩弧焊和等离子弧焊的温度，高达 $10000\sim 30000^{\circ}\text{C}$ ，其弧光辐射、有毒气体、金属粉尘、高频电磁场、放射性物质和臭氧等等，对人体损害极大，导致多种职业病的产生。对产生的有毒烟气、残盐废液以及各种尘埃等，在实现自动化时，可以进行完善的消毒处理，从而减少了对环境的污染。也只有实现自动化生产时，才能有效地改善劳动条件，使操作人员健康安全。

总之，发展热加工自动化生产，不仅仅是减少劳动力，提高劳动生产率的措施，而且是实现文明生产，提高经济效益的有效途径。二十多年的进展，它改变了传统的热加工生产面貌。许多发达的工业国家，热加工自动化生产线与日俱增。我国 12000 t 压力机模锻自动生产线、多触头高压造型自动生产线、气体渗碳自动生产线等的投产，表明了我国热加工自动化生产进入了新阶段。

随着社会主义现代化建设的不断发展，我国热加工自动化生产，必将有新的发展。

第一章 铸造自动化

第一节 冲天炉配料、加料自动化

实现冲天炉配料、加料自动化，需要解决好两个问题：
炉料的自动定量和料位的自动检测与控制。

一、炉料的自动定量

冲天炉的炉料包括有金属炉料、燃料和熔剂。金属炉料的称量可选用电磁配铁秤。它由电磁盘、控制装置和电子秤三部分组成。电子秤负责铁料的称量，而实现铁料的吸、放，则靠电磁盘和控制装置来完成。电磁配铁秤的原理方框图见图1-1，其工作原理介绍如下：

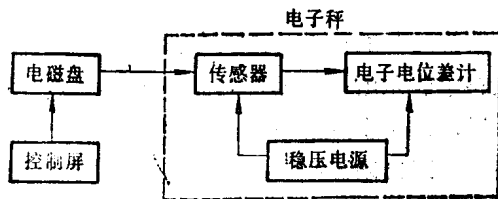


图1-1 电磁配铁秤原理方框图

当电磁盘通电后，产生磁力，将铁料吸起。在铁料重量的作用下，传感器中的电阻应变片变形，使荷重转换为电压信号，然后经电子电位差计放大，推动可逆电动机旋转，最后在指示标尺上指出铁料的重量。但是电磁盘每次吸起的铁料重量，不会恰好是所需要的重量。因此，通常要多吸一些铁料，然后由控制装置将多余的铁料放掉，直至达到所需要

的重量为止。

实现对电磁盘放料的控制装置有手动的控制屏和逻辑系统自动定值控制器两种。后者的优点是：变人工操作为自动称量，提高了配料速度和称量精度。具有自动定值的电磁配铁秤原理方框图，见图1-2。下面介绍其工作原理：

逻辑系统自动定值控制器由定值给定信号装置、调整信号装置和步进定值控制系统、自动定值放料系统、自动补偿系统、极限超差报警系统与可控硅电源等组成。根据预先调定值，使定值给定信号装置输出按比例变化的“定值给定”信号，然后将此信号馈送至步进定值控制系统，通过自动定值放料系统，使电磁盘按预先调定值自动放料。自动放料过程分两步进行。若电磁盘所吸铁料大于给定值，则在“定值给定”信号的控制下，电磁盘一次放料至“提前放料值”，然后在调整信号装置送来的“调整信号”控制下，使电磁盘进行“一放一吸”的自动放料，一直放到预定值为止。如果电磁盘放料中偶尔出现放料过多，低于预定值，即出现“超差”的情况，这时步进定值控制系统便控制自动补偿系统进行自动补偿。即自动鉴别“超差”级别，加以记忆，并在配下一批炉料时，据此给予补偿。如果放料“超差”超过了自动补偿系统的补偿范围，则通过极限超差报警系统，使“极限超差”信号灯发出低频闪光，示意工人重复操作一次。

对于焦炭和石灰石的定量，普遍采用电磁振动给料机給料，再由台秤或电子称量斗进行自动定量。

电磁振动给料机实质上是一个双质点的振动系统，通常由频率3000次/min的电磁激振器驱动。振动时，物料颗粒在振动槽中以短而快的连续跳跃向前运动，形成物料的均匀输送。

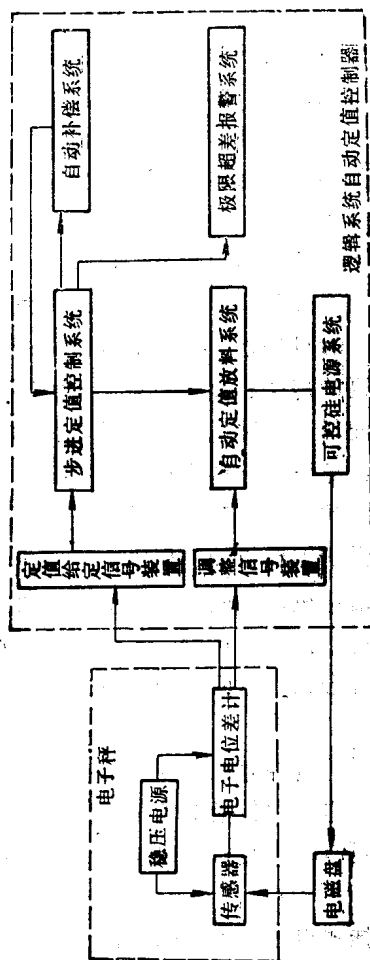


图1-2 自动定值的电磁配铁秤原理方框图