

金属热加工

实用手册

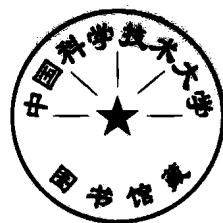
《金属热加工实用手册》编写组 编

暗褐		550	白黄		200
褐红		630	草黄		220
暗红		680	金黄		230
暗樱桃红		740	黄褐		240
樱桃红		780	褐红		250
鲜樱桃红		810	红		260
淡红		850	紫红		270
正红		900	紫		280
橘红		950	暗蓝		290
鲜橘红		1000	矢车菊蓝		300
黄		1100	淡蓝		320
鲜黄		1200	蓝灰		340
黄白		1300 及以上	灰		360

机械工业出版社

金属热加工实用手册

《金属热加工实用手册》编写组 编



机械工业出版社

近年来,我国机械行业中、小型企业(包括乡镇企业)发展迅速,这些企业技术力量相对薄弱,要求工程技术人员专业知识面较宽,能够一专多能地解决实际工作中所遇到的各类专业技术问题。针对这一实际情况,我们组织有关各热加工专业的教授、专家及工厂技术人员编写了这部综合热加工各专业的实用技术手册,以便满足这类企业现场技术人员的实际工作需要。全书共分3篇15章,第1篇为热加工工艺;第2篇为热加工设备;第3篇为热加工缺陷及质量分析。第1章提供各热加工专业通用的基础数据和资料,其中包括金属材料国内外牌号对照、金属相变基本原理、金属物理性能数据、热加工常用国标及专标索引等;第10章提供热加工各专业通用的起重运输设备;其余各章分别介绍了铸、锻、焊、热处理等热加工专业的生产工艺、设备与工艺材料、质量分析等。内容以实用为基本原则,文字精炼,叙述深入浅出,通俗易懂,力求使现场工作人员能利用手册中提供的资料解决一般生产问题。

本手册适用于各类热加工技术人员,也可作为大、中专学生及教师的参考书。由于叙述通俗易懂,亦可供机械设计、冷加工技术人员及各类热加工技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属热加工实用手册/侯增寿等编. —北京:机械工业出版社, 1996
ISBN 7-111-05009-6

I. 金… II. 侯… III. 金属加工-工艺-技术手册 IV. TG-62

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第19801号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑:韩会民 版式设计:张世琴 责任校对:肖新民
封面设计:郭景云 责任印制:路琳
北京市房山区印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1996年12月第1版第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·72.75印张·2插页·2253千字
0 001—2 500册
定价:110.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

《金属热加工实用手册》编写组成员

总主编 侯增寿 宋余九

第1篇 热加工工艺

主 编 侯增寿 董宗鲁

编 者 侯增寿 刘庆星 许春香 李晋敏 董宗鲁
王文先 张汉谦 赵细金

第2篇 热加工设备

主 编 吴 宇 刘庆星

编 者 刘庆星 董宗鲁 吴 宇 刘静华 许春香

第3篇 热加工缺陷及质量分析

主 编 宋余九

编 者 柴惠芬 周家瑾 于德弘 王裕文 方其先

前 言

随着科学技术的迅猛发展,相关专业的交叉渗透日益加剧。与此同时,我国市场经济逐步形成,技术开发势将成为企业发展的立足点,企业不努力进行技术开发,在竞争的浪潮中将无法生存。在这一新形势下,有远见的工程技术人员已逐渐认识到拓宽知识面的重要性,他们深切地感到只有努力拓宽自己的专业领域,才能较好地完成自己的历史使命。据悉,有些高校正着手改善其专业结构,拓宽专业口径。将铸造、锻压、焊接、热处理等热加工专业合并为“材料科学与工程”专业。采取这一措施,不仅将使高等教育能较好地适应人才市场的多变性,而且能较好地满足生产部门对工程技术人员技术素质的新要求。

近年来,机械行业中的中、小型企业(包括乡镇企业)犹如雨后春笋,蓬勃兴起。他们以经营的灵活性而在市场经济中占有优势。这些企业在某些方面确实具有活力,然而,技术人才短缺、技术力量薄弱却是这些企业存在的主要问题,严重影响他们健康发展。这些企业对专业知识面宽的一专多能型工程技术人员的需求十分迫切。

看来培养素质高、专业知识面广的新型技术人员,已是当务之急。

优秀的一专多能型技术人员必须经受实际工作的锻炼,在相对独立地解决生产问题的过程中不断学习,逐步成长。在这个成长过程中善于利用有关工程技术手册是十分重要的,甚至可以说这是一条“捷径”。机械工业出版社1991年以来陆续出版了重新修订的铸、锻、焊、热处理等各种热加工专业的大部头专业性手册,为我国金属热加工技术的发展作出了巨大贡献。这些手册内容十分丰富、资料先进、科学性强、技术上可靠,篇幅都长达四百万字以上。对于一专多能型技术人员,这些手册肯定是有参考价值的。然而,从经济力量和检索的简便性看,全部使用的确有些不便。鉴于此,我们组织编写了这部“金属热加工实用手册”。

全书3篇。15章。第1篇为热加工工艺篇,第2篇为热加工设备篇,第3篇为热加工缺陷及质量分析篇。第1章提供各热加工专业通用的基础性数据和资料,其中包括金属材料国内外牌号对照、金属相变基本原理、金属物理性能数据、热加工有关国标及专标索引等。第10章提供热加工各专业通用的起重运输设备。其余各章分别介绍铸、锻、焊、热处理等热加工专业的生产工艺、设备与工艺材料、质量分析。

本书的编写以实用为基本原则,力求使现场工作人员利用手册中提供的资料能解决一般生产问题。文字精炼、叙述深入浅出、通俗易懂。名词术语、计量单位均以国标为准。设备和工艺材料均列有生产厂地,以便选购。根据本书的宗旨,削减了一些不必要的理论性叙述,并利用综合性手册的特点,避免了几本专业性手册彼此重复的缺点,因此,虽然篇幅相对较小,但实用性资料并未减少,完全能够满足一专多能型技术人员在金属热加工生产中进行选材、工艺设计、选用生产设备及工艺材料、分析产品质量并制定对策等多方面的需要。

本手册可供各类热加工技术人员在生产工作中进行检索,还可作为大、中专学生及教师的参考书。由于叙述通俗易懂,亦可供机械设计、冷加工技术人员及各类热加工技术工人参考使用。

本书编写过程中得到不少专家、教授和高级工程师的指导和支持，谨此一并致谢。

编写组

目 录

前言

第1篇 热加工工艺

第1章 基础知识及通用资料 3

1.1 常用金属材料分类及其牌号 3

1.1.1 铸铁和钢 3

1. 分类 3

2. 牌号 3

3. 化学成分 5

1.1.2 非铁金属 15

1. 概述 15

2. 铝及铝合金 16

3. 铜及铜合金 20

4. 钛及钛合金 23

5. 镁合金 23

6. 锌、铅、锡合金 25

1.2 合金相图 25

1.2.1 常用铁基二元合金相图 27

1.2.2 常用铝基二元合金相图 27

1.2.3 常用铜基二元合金相图 27

1.3 常用金属的显微组织 30

1.3.1 钢和铸铁的显微组织 30

1. 碳钢和白口铸铁的平衡组织 30

2. 非白口铸铁的显微组织 30

3. 钢的不平衡相变和不平衡组织 32

4. TTT曲线与CCT曲线 32

5. 合金元素在钢铁材料中的作用 34

1.3.2 铝合金及铜合金的显微组织 34

1. 铝合金的显微组织 34

2. 铜合金的显微组织 46

1.4 常用材料数据及热加工工程

术语 46

1.4.1 元素的物理性能 46

1.4.2 常用金属材料的物理性能 46

1. 常用钢材的物理性能 46

2. 常用铜、铝及其合金的物理性能 46

1.4.3 金属材料热加工工艺性能的涵

义 46

1. 铸造性能 46

2. 可锻性 63

3. 可焊性 63

4. 热处理工艺性能 67

1.5 金属热加工常用标准索引 67

1.5.1 常用铸造标准索引 67

1.5.2 常用锻压标准索引 69

1.5.3 常用焊接标准索引 75

1.5.4 常用热处理标准索引 77

参考文献 78

第2章 铸造工艺 80

2.1 造型(芯)用型(芯)砂的配制 80

2.1.1 粘土砂 80

1. 铸铁件用粘土砂 80

2. 铸钢件用粘土砂 80

3. 非铁合金用粘土砂 82

2.1.2 水玻璃系砂 82

1. 水玻璃砂 82

2. 硅酸二钙-水玻璃自硬砂 83

2.1.3 双快水泥自硬砂 83

2.1.4 石灰石砂 83

2.1.5 油砂及合脂砂 83

2.1.6 树脂砂 85

1. 壳芯用砂 85

2. 热芯盒砂 85

3. 冷硬呋喃树脂砂 85

2.1.7 涂料及型芯修补材料 85

1. 涂料的分类及分级 85

2. 涂料的配比 86

3. 型(芯)修补膏和胶合材料 86

2.1.8 型(芯)砂及涂料的混制方法 87

1. 一般型(芯)砂的混制方法 87

2. 涂料的混制 88

2.1.9 型(芯)砂的烘干规范 88

2.2 铸铁的熔炼 88

2.2.1 冲天炉的基本操作 88

1. 对冲天炉操作的总要求 88

2. 冲天炉熔炼的基本操作	89	2.4 非铁合金的熔炼	106
2.2.2 炉况判断	90	2.4.1 炉料	106
1. 风口观察	90	1. 炉料的组成及准备	106
2. 加料口观察	90	2. 中间合金的熔制	107
3. 出渣口观察	90	2.4.2 铸造铝合金的熔炼	108
4. 炉渣颜色观察	90	1. 铝合金的熔炼工艺过程	108
5. 铁液温度观察	90	2. 铝合金常用熔剂	108
6. 铁液氧化程度观察	90	3. 铝合金常用的除气精炼方法	108
7. 铁液成分观察	90	4. 铝硅合金常用的变质剂及处理工 艺	109
2.2.3 铁液温度的控制	91	5. 铝合金熔炼工艺举例	110
1. 焦炭	91	2.4.3 铜合金熔炼	110
2. 金属炉料和熔剂	92	1. 铜合金的精炼	110
3. 供风	92	2. 铜合金熔炼工艺举例	111
2.2.4 常见元素在冲天炉内的变化	92	2.5 铸造工艺设计	112
2.2.5 配料计算	93	2.5.1 铸造工艺方案的确定	112
1. 配料原则	93	1. 造型、造芯方法的选择	112
2. 配料计算步骤	93	2. 浇注位置的选择	114
3. 计算实例	93	3. 分型面的确定	115
2.2.6 炉前合金加入量计算	94	4. 砂箱中铸件数目的确定	115
2.2.7 灰铸铁的熔制	94	2.5.2 铸造工艺图及工艺卡	123
1. 化学成分的控制	94	1. 铸造工艺图	123
2. 孕育处理	95	2. 工艺卡举例	123
2.2.8 可锻铸铁的熔制	96	2.5.3 主要工艺参数的选择	124
1. 化学成分的控制	96	1. 铸件精度等级、尺寸与重量允许 误差的确定	124
2. 孕育处理	96	2. 铸造收缩率	124
3. 国内铁素体可锻铸铁生产实例	97	3. 机械加工余量和铸孔与非铸孔的 确定	126
2.2.9 球墨铸铁的熔制	97	4. 起模斜度的确定	129
1. 球墨铸铁对原铁液的要求	97	5. 工艺补正量的确定	129
2. 球化处理与孕育处理	97	6. 分型负数的确定	130
2.2.10 蠕墨铸铁件的生产	100	7. 铸件畸变补偿量	130
1. 蠕铁的化学成分	100	8. 砂芯负数	131
2. 蠕化剂	100	9. 非加工面壁厚的负余量	132
3. 蠕化处理与孕育处理	100	2.5.4 砂芯设计	132
4. 我国蠕墨铸铁的牌号和力学性能	102	1. 砂芯数量的确定	132
2.2.11 耐热铸铁	102	2. 芯头设计	133
2.2.12 耐腐蚀铸铁	103	2.5.5 浇注系统的设计	135
2.2.13 抗磨白口铸铁	103	1. 浇注系统的选择	135
2.3 铸钢的熔炼	104	2. 金属液引注位置的确定	139
2.3.1 电弧炉炼钢工艺	104	3. 浇注系统各部分尺寸的确定	139
2.3.2 感应电炉炼钢工艺	106	2.5.6 冒口冷铁的设计	144
1. 酸性电炉炼钢工艺	106		
2. 碱性感应电炉炼钢工艺	106		
3. 感应电炉炼钢时合金元素的加入	106		

1. 冒口的种类	144	6. 离心铸管	175
2. 冒口的形状	144	2.6.8 连续铸造	176
3. 冒口的位置	144	1. 半连续铸管	176
4. 铸钢件冒口尺寸的确定	144	2. 连铸铝杆	178
5. 铸铁件冒口尺寸的确定	148	3. 连续铸钢	178
6. 冷铁	148	2.7 铸造工艺材料	180
7. 铸肋	148	2.7.1 造型材料	180
2.6 特种铸造工艺	154	1. 铸造用原砂	180
2.6.1 熔模铸造	154	2. 粘结剂	183
1. 压型制造	154	3. 型(芯)砂辅助材料	184
2. 熔模(易熔模样)制造	156	2.7.2 冲天炉熔炼用原辅材料	185
3. 模壳的制造	156	1. 焦炭	185
4. 失蜡工艺	157	2. 生铁	185
5. 熔烧工艺	157	3. 铁合金	185
6. 浇注	157	4. 非铁合金金属材料	187
2.6.2 陶瓷型铸造	157	2.7.3 铸铁添加剂	188
1. 准备模样	157	1. 球化剂	188
2. 砂型制备	157	2. 蠕化剂	188
3. 陶瓷浆的制备	157	3. 孕育剂	188
4. 陶瓷浆的浇灌	158	2.7.4 非铁合金添加剂	188
5. 脱模与焙烧	158	1. 铝合金用熔剂	188
2.6.3 金属型铸造	158	2. 铜合金用熔剂	189
1. 金属型的设计	158	参考文献	189
2. 金属型铸造工艺	160	第3章 锻压工艺	191
2.6.4 压力铸造	161	3.1 锻前准备	191
1. 压铸机	161	3.1.1 坯料的准备	191
2. 压铸型	162	1. 常见下料方法及特点	191
3. 压铸工艺	162	2. 材料工艺消耗定额(G_c)	191
2.6.5 低压铸造	165	3. 剪切坯料的相关因素	194
1. 低压铸造设备	165	3.1.2 坯料的加热	195
2. 低压铸造工艺	165	1. 术语及说明	195
2.6.6 挤压铸造	166	2. 常见金属材料的锻造温度范围	195
1. 挤压铸造分类	166	3. 加热时间	195
2. 挤压铸型设计	166	4. 加热规范	202
3. 挤压铸造工艺实例	168	3.2 自由锻	202
4. 复合材料的挤压铸造	171	3.2.1 自由锻的分类及作用	202
5. 半固态挤压铸造	171	3.2.2 中小型自由锻件常用锻造成形工序	202
2.6.7 离心铸造	171	3.2.3 自由锻工艺规程的制定	211
1. 离心机的种类	171	1. 锻件图设计	211
2. 转速的确定	173	2. 确定毛坯的重量与尺寸	221
3. 离心铸造用金属型	173	3. 制订变形工艺与锻比	222
4. 离心铸造用涂料	173	4. 选择锻造设备规格	223
5. 双金属离心铸造	173	5. 锻件图格式	224

6. 锻件的质量	224	3.4.2 螺旋压力机模锻锻件成形工艺特点	319
7. 高合金钢的常见锻造方法	227	1. 螺旋压力机规格的选择原则	319
8. 中小型水压机所需的基本工具	233	2. 顶锻件成形工艺特点	319
3.3 模锻	234	3. 无飞边模锻锻件成形工艺特点	320
3.3.1 术语	234	4. 开式模锻件成形工艺特点	321
3.3.2 常见模锻件的设计	234	5. 组合凹模锻造成形工艺特点	321
1. 钢质热模锻件的工艺结构要素	235	6. 精锻件成形工艺特点	321
2. 工艺结构要素的确定原则	235	3.4.3 螺旋压力机模锻模具设计特点	322
3. 锻件尺寸标准及测量	240	1. 螺旋压力机常见开式设模及模座设计特点	322
4. 模锻件的公差及机械加工余量	240	2. 模座—模块的紧固方式及零件	331
5. 锻件图(冷锻件图)的制订	250	3. 无飞边闭式模锻模设计特点	332
6. 锻件图实例	250	4. 模具设计实例	333
3.3.3 模锻工艺过程设计与计算	261	3.5 模锻后续工序	33
3.3.4 锤模锻模的设计	269	3.5.1 切边与冲孔	337
1. 终锻模膛设计	269	1. 切边、冲孔工艺及模具类型选择原则	337
2. 预锻模膛设计	269	2. 切边与冲孔模具设计	337
3. 制坯模膛设计	269	3. 凸、凹模材料及热处理硬度	354
4. 模膛布置	276	3.5.2 校正	354
5. 锁扣的设计	276	1. 校正的分类与用途	354
6. 模块尺寸与重量的确定	282	2. 校正模结构特点	354
7. 模块规格及验收	282	3.5.3 精压	356
8. 锻模的其他结构及加工	282	1. 精压件图与精压毛坯图的设计	356
9. 模锻锤用模块模结构特点	285	2. 精压变形工艺特点	357
10. 其他要求	289	3. 精压模具设计特点	358
3.3.5 常见胎模锻锻件的设计	289	4. 精压模结构示例	360
1. 胎模锻锻件设计特点	289	3.6 挤压工艺与模具设计	362
2. 钢质胎模锻锻件的加工余量及公差	289	3.6.1 挤压用材料及备料特点	362
3. 胎模锻设备规格(吨位)的选择	295	3.6.2 挤压件设计要点	364
4. 变形方式的选择	295	1. 常见挤压件的工艺结构要素	364
5. 常见胎模锻造成形工艺过程	295	2. 挤压件精度	364
6. 自由锻锤上固定模模锻	295	3.6.3 冷挤压工艺特点	368
3.3.6 胎模设计	300	1. 冷挤压的变形程度与许用变形程度	368
1. 摔模设计	300	2. 冷挤压压力的估算	368
2. 扣模设计	300	3. 冷挤压成形工艺实例	369
3. 套模设计	300	3.6.4 挤压模具设计特点	371
4. 合模设计	304	1. 挤压模工作部分结构及尺寸设计	371
5. 漏模设计	308	2. 挤压模的卸料装置	371
6. 实例	310	3. 挤压模的导向装置	376
7. 固定模模具设计	312	3.6.5 冷挤压模具结构示例	376
3.4 螺旋压力机上模锻工艺及模具设计特点	317	3.7 冲裁	382
3.4.1 锻件的分类及特点	317		

3.7.1 概述	382	4. 弯曲件的精度	429
3.7.2 冲裁件的工艺性	383	5. 弯曲件尺寸标注	429
1. 冲裁件的精度和表面粗糙度	383	3.8.2 弯曲件坯料尺寸的计算	430
2. 冲裁件的结构工艺性	383	1. 中性层位置	430
3.7.3 冲裁件排样与搭边	385	2. 弯曲件坯料尺寸计算	431
1. 材料利用率	385	3.8.3 弯曲力的计算	435
2. 排样方法	386	1. 自由弯曲力	435
3. 搭边	386	2. 校正弯曲力	435
3.7.4 冲裁间隙	388	3. 顶件力或压料力	436
3.7.5 冲裁模凸、凹模刃口尺寸计算	390	4. 压力机压力的确定	436
1. 凸、凹模刃口尺寸计算原则	390	3.8.4 弯曲件的回弹	436
2. 凸、凹模刃口尺寸计算	390	1. 相对弯曲半径 r/t 较大的工件	436
3.7.6 冲裁力、卸料力、推(顶)料力计算	392	2. 相对弯曲半径 r/t 较小的工件	436
1. 冲裁力的计算	392	3.8.5 弯曲模工作部分尺寸计算	438
2. 推料力、顶料力、卸料力的计算	393	1. 弯曲凸、凹模的间隙计算	438
3. 压力机吨位的选择	394	2. 凸、凹模结构尺寸确定	439
3.7.7 冲裁模的基本形式与结构	394	3.8.6 弯曲模结构设计	441
1. 单工序冲裁模	394	1. 弯曲工序安排	441
2. 复合模	396	2. 弯曲模的结构设计	441
3. 连续模	398	3.8.7 聚氨酯弯曲模	445
3.7.8 冲裁模主要部件与零件的结构	401	1. 聚氨酯橡胶弯曲模的设计	447
1. 凸模设计	401	2. 聚氨酯弯曲模结构	448
2. 凹模设计	405	3.8.8 斜楔计算	448
3. 定位装置	409	1. 楔块的尺寸、角度计算	448
4. 卸料装置	414	2. 楔块的受力状态	450
5. 出件装置	414	3. 斜楔的结构	450
6. 导向装置	417	3.9 拉深	450
7. 冲模零件用材料	418	3.9.1 拉深件的工艺性	450
3.7.9 压力中心的确定	420	1. 拉深件的结构工艺性	450
3.7.10 硬质合金模具	421	2. 拉深件的尺寸精度	450
1. 工艺设计的要求	421	3. 拉深件的尺寸标注	450
2. 模具结构特点	421	3.9.2 圆筒形(无凸缘)拉深件的工艺计算	450
3.7.11 提高冲裁件质量和精度的工艺方法	424	1. 坯料尺寸的计算	450
1. 提高冲裁件质量的冲压工艺方法	424	2. 拉深系数及拉深次数的决定	452
2. 整修	425	3.9.3 带凸缘圆筒形拉深件的工艺计算	454
3.7.12 冲模的闭合高度	427	1. 坯料尺寸的计算	454
3.8 弯曲	427	2. 拉深系数及拉深次数的确定	455
3.8.1 弯曲件的工艺性	427	3.9.4 矩形(或正方形)件拉深工艺计算	457
1. 弯曲线方向	427	1. 矩(方)形件的坯料尺寸计算	457
2. 最小弯曲半径	427	2. 矩(方)形件的拉深系数、拉深	
3. 弯曲件形状及尺寸要求	427		

次数及工序间尺寸的计算·····	459	3·10·2 胀形·····	493
3·9·5 复杂旋转体曲面工件的拉深·····	462	1. 胀形系数·····	494
1. 复杂旋转体拉深件坯料尺寸的计 算·····	462	2. 胀形坯料计算·····	496
2. 阶梯形件的拉深工艺·····	463	3. 胀形力计算·····	497
3. 锥形件的拉深工艺·····	463	4. 胀形模·····	497
4. 半球形件的拉深工艺·····	465	3·10·3 缩口·····	498
5. 抛物线形件的拉深工艺·····	465	参考文献·····	501
3·9·6 拉深模的凸、凹模设计·····	465	第4章 焊接工艺 ·····	502
1. 拉深模的凸、凹模圆角半径·····	465	4·1 接头型式及接头强度·····	502
2. 拉深模的凸、凹模结构·····	467	4·1·1 焊接接头形式·····	502
3. 拉深模的凸、凹模间隙·····	467	1. 对接接头·····	502
4. 凸、凹模工作部分尺寸计算·····	468	2. 搭接缝接头·····	502
3·9·7 压边圈的应用及其类型·····	470	3. T型(十字)接头·····	502
1. 采用压边圈的条件·····	470	4. 角接接头·····	503
2. 压边装置的类型·····	470	5. 端接接头·····	503
3. 压边圈的类型·····	470	4·1·2 焊接接头在图纸上的表示方法·····	503
4. 压边力的计算·····	471	1. 焊缝符号与焊接方法代号·····	503
3·9·8 拉深模结构·····	471	2. 焊接接头在图纸上的表示方法·····	508
1. 首次拉深模·····	471	4·1·3 接头设计·····	509
2. 后续各次拉深模·····	472	1. 焊接接头设计原则·····	509
3·9·9 其他拉深方法·····	476	2. 接头强度·····	509
1. 反拉深·····	476	4·2 装配焊接工艺·····	512
2. 变薄拉深·····	476	4·2·1 工艺试验·····	512
3. 带料连续拉深·····	478	1. 材质复验·····	512
4. 软模拉深·····	478	2. 焊接工艺评定·····	512
3·9·10 拉深力、拉深功及压机的选 择·····	482	3. 焊接方法选择·····	514
1. 拉深力·····	482	4·2·2 焊接结构装配-焊接工艺·····	516
2. 压机吨位的选择·····	482	1. 产品结构工艺性审查·····	516
3. 拉深功·····	483	2. 工艺文件·····	516
3·9·11 切边及切边模·····	485	3. 定位焊·····	516
1. 切边方法·····	485	4. 常用的焊接装配胎夹具·····	518
2. 切边模·····	485	5. 装配-焊接工艺·····	518
3·9·12 拉深的辅助工序·····	487	4·2·3 焊缝施焊方式·····	520
1. 润滑·····	487	1. 焊缝截面上的施焊方式·····	520
2. 退火·····	487	2. 焊缝长度上的施焊方式·····	520
3. 酸洗·····	489	4·2·4 焊接材料消耗·····	520
3·10 成形工艺·····	490	4·3 焊接结构的备料工艺·····	522
3·10·1 翻孔和翻边·····	490	4·3·1 钢板及型材的矫正·····	522
1. 翻孔·····	490	4·3·2 钢材的表面处理·····	523
2. 翻边·····	491	1. 机械法·····	523
3. 变薄翻孔·····	492	2. 化学法·····	523
		4·3·3 钢材的剪切及切割·····	523
		1. 剪切·····	523

2. 切割.....	523	4.6.2 中碳钢和高碳钢的焊接.....	556
4.3.4 坡口制备.....	524	1. 中碳钢焊接工艺要点.....	556
4.3.5 封头、弯曲件、弯边、滚圆加工.....	524	2. 高碳钢的焊接.....	557
1. 封头加工.....	524	4.6.3 普通低合金结构钢的焊接.....	557
2. 弯曲件加工.....	525	1. 普通低合金结构钢的焊接性.....	557
4.4 焊接畸变控制及矫正.....	525	2. 普通低合金结构钢的焊接工艺要 点.....	557
4.4.1 焊接畸变控制.....	525	4.6.4 低碳合金结构钢的焊接.....	560
1. 焊接畸变类型.....	525	1. 低碳合金结构钢的焊接性.....	560
2. 焊接畸变的估算.....	527	2. 低碳合金结构钢焊接工艺要点.....	560
3. 控制焊接畸变的措施.....	529	4.6.5 中碳合金结构钢的焊接.....	561
4.4.2 焊接畸变的矫正.....	533	1. 中碳合金结构钢的焊接性.....	561
1. 机械矫正法.....	533	2. 中碳合金结构钢的焊接工艺要点.....	561
2. 火焰矫正法.....	534	4.6.6 铬钼耐热钢的焊接.....	562
3. 电磁锤法.....	534	1. 低合金珠光体耐热钢的焊接.....	562
4.4.3 焊接残余内应力的调节.....	534	2. 中合金耐热钢的焊接.....	563
1. 设计措施.....	534	4.6.7 马氏体不锈钢的焊接.....	564
2. 工艺措施.....	535	1. 马氏体不锈钢的焊接性.....	564
3. 焊后消除残余内应力的方法.....	535	2. 马氏体不锈钢焊接工艺要点.....	564
4.5 焊接工艺制度.....	535	4.6.8 铁素体不锈钢的焊接.....	565
4.5.1 焊接材料的选用.....	535	1. 铁素体不锈钢的焊接性.....	565
1. 焊条.....	535	2. 铁素体不锈钢的焊接工艺要点.....	565
2. 焊丝.....	541	4.6.9 奥氏体不锈钢的焊接.....	565
3. 焊剂.....	543	1. 奥氏体不锈钢的焊接性.....	565
4. 焊接用气体.....	544	2. 奥氏体不锈钢焊接工艺要点.....	565
5. 钎料和钎剂.....	544	4.6.10 异种钢的焊接.....	566
6. 焊粉.....	546	1. 珠光体钢与奥氏体钢的焊接.....	566
4.5.2 焊接工艺参数和工艺要点.....	548	2. 不锈钢复合板的焊接.....	567
1. 手弧焊.....	548	4.6.11 铸铁的焊接.....	569
2. 埋弧焊.....	549	1. 灰铸铁的焊接.....	569
3. 二氧化碳气体保护焊.....	550	2. 球墨铸铁的焊接.....	571
4. 氩弧焊.....	550	4.6.12 铝及其合金的焊接.....	571
5. 气焊.....	553	1. 铝及铝合金的焊接性.....	571
6. 电阻焊.....	553	2. 铝及铝合金焊接工艺要点.....	571
7. 钎焊.....	554	4.6.13 铜及铜合金的焊接.....	574
4.5.3 焊前预热温度和加热方法的选择.....	555	1. 铜及铜合金的焊接性.....	574
4.5.4 层间温度的控制.....	555	2. 铜及铜合金焊接工艺要点.....	574
4.5.5 后热和焊后热处理.....	555	4.6.14 堆焊.....	577
4.5.6 焊接裂纹及气孔控制.....	555	1. 堆焊材料的选择.....	577
4.6 常用金属材料的焊接工艺.....	555	2. 堆焊方法的选择.....	577
4.6.1 低碳钢的焊接.....	555	3. 堆焊工艺要点.....	577
1. 低碳钢的焊接性.....	555	参考文献.....	578
2. 低碳钢焊接工艺要点.....	555	第5章 热处理工艺.....	579

5.1 钢和铸铁的退火与正火	579	5.3.2 回火工艺	601
5.1.1 钢制工件退火与正火的目的与 应用	579	1. 加热温度	601
1. 退火	579	2. 回火时间	601
2. 正火	579	3. 注意事项	601
5.1.2 钢的退火和正火工艺	581	5.4 化学热处理	608
1. 加热温度	581	5.4.1 渗碳	608
2. 加热速度及透烧保温时间	581	1. 固体渗碳	608
5.1.3 铸铁的退火与正火	582	2. 液体渗碳	610
1. 可锻铸铁件的退火	582	3. 气体渗碳	611
2. 球墨铸铁的退火	582	4. 真空渗碳	615
3. 灰铸铁及球墨铸铁的正火	582	5. 离子渗碳	615
4. 铸铁件的去应力退火	586	6. 非渗碳面的防护	616
5.2 钢的淬火	586	7. 渗碳后的淬火与回火	616
5.2.1 钢的淬透性	586	5.4.2 渗氮	617
1. 淬透性的含义	586	1. 特点	617
2. 端淬法及端淬曲线	586	2. 气体渗氮	617
3. 临界直径测定法	586	3. 离子渗氮	621
5.2.2 淬火介质	587	4. 抗蚀渗氮	622
5.2.3 淬火加热	590	5.4.3 碳氮共渗	623
1. 加热前的准备	590	1. 气体碳氮共渗	623
2. 加热温度	590	2. 液体碳氮共渗	623
3. 保温时间	590	5.4.4 氮碳共渗	624
5.2.4 淬火方法	598	1. 渗剂	624
1. 单介质淬火	598	2. 工艺	624
2. 双介质淬火	598	5.4.5 渗硼	624
3. 马氏体分级淬火	598	1. 特点	624
4. 贝氏体等温淬火	599	2. 固体(粉末)渗硼(气箱渗)渗 剂与工艺	624
5. 深冷处理	599	3. 液体(熔盐)渗硼渗剂及工艺	624
5.2.5 其他淬火方法	600	4. 渗层厚度	624
1. 亚共析钢亚温淬火	600	5. 渗后热处理	625
2. 亚共析钢高温加热淬火	600	5.4.6 渗硫及硫氮碳共渗	626
3. 高碳钢低温、快速、短时加热淬 火	600	1. 渗硫	626
4. 循环快速加热淬火	600	2. 硫氮碳共渗	626
5. 锻造余热淬火	600	5.4.7 TiC 沉积	626
5.2.6 球墨铸铁的等温淬火	600	1. 特点	626
1. 完全奥氏体化等温淬火	600	2. 渗剂与工艺	627
2. 部分奥氏体化等温淬火的工艺参 数	601	3. 沉积层的硬度	627
3. 注意事项	601	5.4.8 化学沉积 Ni-P 合金	627
5.3 钢的回火	601	1. 特点	627
5.3.1 回火温度与钢回火后的力学性 能	601	2. 沉积技术	627
		3. 晶化处理	627
		5.5 表面热处理	628

5.5.1 感应加热表面淬火.....	628	2. 均匀化退火.....	640
1. 基础知识.....	628	3. 去应力退火.....	640
2. 高中频感应器.....	628	4. 中间退火与最终再结晶退火.....	640
3. 感应加热表面淬火工艺.....	631	5. 铜合金的固溶热处理及时效.....	640
5.5.2 火焰加热表面淬火.....	632	6. 铜合金热处理注意事项.....	643
1. 热源.....	632	5.6.3 钛合金的热处理.....	644
2. 火焰加热表面淬火工艺.....	632	1. 钛合金.....	644
3. 加热装置.....	632	2. 钛合金的热处理工艺.....	644
4. 烧嘴.....	632	5.6.4 镁合金的热处理.....	647
5.5.3 激光热处理.....	633	1. 镁合金的化学成分及力学性能.....	647
5.5.4 电接触加热表面淬火.....	634	2. 镁合金热处理类型.....	647
5.5.5 电火花表面强化.....	634	3. 镁合金热处理工艺.....	647
5.6 非铁金属的热处理.....	636	4. 镁合金热处理注意事项.....	647
5.6.1 铝合金的热处理.....	636	5.7 工件热处理实例.....	649
1. 加工铝合金的热处理.....	636	5.7.1 淬火回火实例.....	649
2. 铸造铝合金的热处理.....	639	5.7.2 表面热处理实例.....	653
5.6.2 铜合金的热处理.....	640	5.7.3 化学热处理实例.....	657
1. 铜合金热处理类型.....	640	参考文献.....	663

第2篇 热加工设备

第6章 铸造设备与工装.....	667	6.1.5 无芯中频感应电炉.....	680
6.1 熔炼浇注设备.....	667	6.1.6 电阻熔炼炉.....	680
6.1.1 常用熔炼设备.....	667	6.1.7 浇注设备.....	681
1. 冲天炉.....	667	6.2 砂处理设备.....	682
2. 感应电炉.....	667	6.2.1 辗轮式混砂机.....	683
3. 坩埚炉.....	667	6.2.2 松砂机.....	683
4. 电阻炉.....	667	6.2.3 破碎设备.....	684
5. 红外熔炼炉.....	667	6.2.4 筛分设备.....	685
6. 电弧炉.....	667	6.2.5 磁分离设备.....	686
7. 钢包精炼炉.....	667	6.3 造型制芯设备.....	687
8. 氩氧脱碳精炼炉 (AOD).....	667	6.3.1 震压造型机.....	687
9. 电渣熔炼炉.....	667	6.3.2 震实造型机.....	688
10 真空电弧炉.....	667	6.3.3 压实造型机.....	689
11. 真空感应电炉.....	667	1. 多触头高压造型机.....	689
6.1.2 冲天炉.....	667	2. 水平分型脱箱压实造型机.....	689
1. 国内常用冲天炉结构及主要参数.....	668	6.3.4 射压造型机.....	689
2. 冲天炉用鼓风机.....	672	6.3.5 抛砂机.....	689
3. 电磁配铁秤.....	672	6.3.6 射芯机.....	690
6.1.3 电弧炉.....	677	1. 普通射芯机主要特点及技术规格.....	690
6.1.4 工频感应电炉.....	677	2. 热芯盒射芯机.....	690
1. 熔炼铸铁用工频感应电炉.....	677	3. 冷芯盒射芯机.....	690
2. 熔铜及熔锌用无芯工频感应电炉.....	678	6.3.7 壳芯机.....	691
3. 熔铝用无芯工频感应电炉.....	678	6.4 落砂与清理设备.....	691

6.5 特种铸造设备	694	1. 开式压力机	739
6.5.1 压力铸造设备	694	2. 闭式压力机	741
6.5.2 熔模铸造设备	696	7.2.3 拉深压力机	746
1. 蜡料制备装置	696	1. 闭式单点、双点双动拉深压力机	746
2. 单工位压蜡机	696	2. 闭式底传动双动拉深压力机	746
6.5.3 低压铸造设备	697	7.2.4 精压机	749
6.5.4 离心铸造设备	698	7.2.5 金属挤压机	750
6.6 铸造工装设计	699	1. 曲轴式冷挤压机	750
6.6.1 模样	699	2. 肘杆式冷挤压机	750
1. 木模用材	699	7.2.6 开式自动压力机	751
2. 塑料模材料	699	7.3 液压机	752
3. 泡沫塑料模材料	700	7.3.1 概述	752
4. 金属模样	700	1. 类型	752
6.6.2 模板	705	2. 主要参数	752
1. 底板材料	705	7.3.2 锻造液压机	755
2. 模板本体结构	705	1. 单臂式锻造液压机	755
6.6.3 芯盒	712	2. 下拉式锻造液压机	755
1. 芯盒材料	712	3. 正装式锻造液压机	755
2. 金属芯盒分盒面的分类	712	7.3.3 冲压液压机	758
3. 盒体结构	712	7.3.4 通用液压机	760
4. 芯盒的定位	714	7.3.5 金属挤压液压机	763
5. 芯盒夹紧装置	714	7.4 锻锤	763
6. 金属芯盒的尺寸偏差和表面粗糙度	717	7.4.1 空气锤	763
7. 热芯盒	717	7.4.2 蒸汽-空气锻锤	763
6.6.4 砂箱设计	728	1. 蒸汽-空气自由锻锤	763
1. 砂箱的类别、结构、材料及尺寸	728	2. 蒸汽-空气模锻锤	763
2. 砂箱机械加工技术要求	730	7.4.3 液气锤	763
3. 砂箱排气孔布置及出气孔尺寸	731	1. CDC83系列液气锤	763
4. 箱带	731	2. CJ83系列液压模锻锤	763
5. 砂箱的定位结构	731	7.4.4 螺旋压力机	763
参考文献	736	1. 摩擦压力机	763
第7章 锻压车间设计	737	2. 电动螺旋压力机	763
7.1 锻压设备分类及型号	737	3. 液压螺旋压力机	769
7.1.1 锻压设备分类	737	7.4.5 锻锤基础	771
7.1.2 锻压设备型号	737	1. 不隔振锻锤基础	771
1. 通用锻压设备型号表示方法	737	2. 隔振基础	772
2. 专用锻压设备型号的表示方法	738	7.5 剪切机	773
7.2 机械压力机	738	7.5.1 剪板机	773
7.2.1 概述	738	7.5.2 棒料切断机	775
1. 结构	738	7.5.3 联合冲剪机	776
2. 主要参数	739	7.6 弯曲校正机	776
7.2.2 通用压力机	739	7.6.1 板料折弯压力机	776
		7.6.2 折边机	776

7.6.3 卷板机.....776	2. 工件变位和焊机变位装置.....806
1. 对称式三辊卷板机.....776	3. 焊缝背面强迫成型装置.....806
2. 非对称式三辊卷板机.....776	4. 焊剂回收输送设备.....807
3. 下调式三辊卷板机.....776	8.4 钨极氩弧焊设备807
4. 四辊卷板机.....779	8.4.1 钨极氩弧焊机.....807
7.6.4 弯管机.....779	8.4.2 焊枪.....807
7.6.5 其他.....779	8.4.3 供气系统和水冷系统.....808
1. 型材卷弯机.....779	8.5 熔化极气体保护焊设备808
2. 板料校平机.....786	8.5.1 熔化极气体保护焊机.....808
3. 圆材校直切断机.....786	8.5.2 辅助设备.....808
7.7 锻造机械化装置787	1. 焊枪.....808
7.7.1 锻造操作机.....787	2. 送丝系统.....808
7.7.2 装料机.....789	3. 供气 and 冷却水系统.....808
7.7.3 调头转台.....789	4. 控制系统.....808
7.8 冲压自动送料装置和自动冲模791	8.6 等离子弧焊及切割设备811
7.8.1 滚轴式自动送料装置.....791	8.6.1 等离子弧焊机.....811
7.8.2 夹持式自动送料装置.....791	8.6.2 辅助设备.....812
7.8.3 钩式自动送料装置.....791	1. 焊枪.....812
7.8.4 工序件自动送料装置.....794	2. 控制电路.....812
参考文献.....798	3. 供气系统.....813
第8章 焊接设备.....799	8.6.3 等离子弧切割设备.....813
8.1 弧焊电源.....799	1. 等离子弧切割机.....813
8.1.1 弧焊电源种类.....799	2. 控制系统.....813
1. 交流弧焊电源.....799	3. 割枪.....813
2. 直流弧焊发电机.....799	8.7 气焊及气割设备814
3. 硅整流弧焊机.....799	8.7.1 一般气焊气割设备.....814
4. 晶闸管弧焊电源.....801	1. 氧气瓶.....814
5. 晶体管弧焊电源.....801	2. 减压器.....814
6. 逆变式弧焊电源.....803	3. 乙炔发生器及乙炔瓶、液化石油气瓶.....814
7. 矩形波交流弧焊电源.....803	4. 回火防止器.....814
8. 脉冲弧焊电源.....804	5. 焊炬与割炬.....814
8.1.2 弧焊电源选择.....805	8.7.2 自动和半自动切割机.....816
1. 根据焊接方法选择.....805	8.7.3 火焰喷涂设备.....816
2. 弧焊电源电流类型选择.....805	8.8 电阻焊及摩擦焊设备816
8.2 手弧焊辅助设备805	8.8.1 电阻焊设备分类及主要技术要求.....816
8.2.1 焊钳.....805	8.8.2 电阻焊设备.....820
8.2.2 焊接电缆.....805	1. 点焊机及凸焊机.....820
8.2.3 面罩、护目镜片.....805	2. 缝焊机.....820
8.3 埋弧焊设备806	3. 对焊机.....820
8.3.1 自动埋弧焊机.....806	4. 电极材料选择.....820
8.3.2 埋弧焊辅助设备.....806	8.8.3 摩擦焊机.....822
1. 焊接夹具.....806	