

热加工 工艺规范

樊东黎 主编

热加工工艺规范

主 编 樊东黎

铸造部分主编 许藏君

锻造部分主编 周大隽

焊接部分主编 支道光

热处理部分主编 樊东黎

机械工业出版社

本书是关于铸、锻、焊、热处理等热加工生产工艺操作的工具书。全书共分五篇。第一篇是热加工工艺基础，第二篇是铸造工艺，第三篇是锻造工艺，第四篇是焊接工艺，第五篇是热处理工艺。

本书可供热加工专业厂、分厂、车间生产第一线制订工艺人员，熟练技术工人，质量检查人员和生产管理人员使用，也可供大、专、中等技术院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

热加工工艺规范/樊东黎主编. —北京: 机械工业出版社, —
2003. 1

ISBN 7-111-11088-9

I. 热… II. 樊… III. 热加工-生产工艺-规范 IV. TG306-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086297 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王兴垣 季顺利 版式设计: 冉晓华 责任校对: 吴美英
韩会民 张莉娟

封面设计: 姚毅 责任印制: 闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·83.75 印张·3 插页·2888 千字

0 001—4 000 册

定价: 138.00 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) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前言

在我国刚刚加入世贸组织，经济上开始融入国际社会的今天，各行各业都面临着新的机遇和挑战。机械产品的国际竞争也将进入白热化阶段。我国的机械产品只有在继续维持低的制造成本和建立新的质量优势，才能在国际市场上占有一席之地。

改革开放以来，在机械工业产品质量标准和质量管理与国际接轨的基础上，各行业都陆续制订出了加工工艺标准和指导性文件，为加强工艺工作、强化工艺管理、严格工艺纪律创造了条件。

早在1956年，第一机械工业部科技司就编辑出版了《热处理车间的组织制度工艺守则和工艺卡片》。当时在该书出版者的话中就提出“制订并执行合理的工艺守则是走上文明生产、提高劳动生产率和改善产品质量的重要手段”。

铸造、锻造、焊接和热处理是保证优质毛坯、强化结构、优良性能和产品足够寿命的基本制造工艺。在企业中克服重冷轻热，提倡冷热并重是管理者在基本建设、技术改造和日常生产中应该首要转变的观念之一。在这种形势下，机械工业出版社的出版计划提出编辑出版《热加工工艺规范》的工具书是十分正确和及时的。

本人在数年前接受了组织编写《热加工工艺规范》的任务。由于该书涉及面大、内容多、资料收集困难、难于组织编写人员等原因，经过数年努力，直到今天才和读者见面。

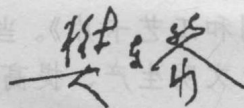
《热加工工艺规范》全书分五篇。第一篇是工艺基础，精简扼要地概括了金属和合金的铸、锻、焊和热处理的原理、基本数据、主要标准和质检方法等内容，是后面的工艺操作部分的一个必要补充。这就使在工艺操作部分只需列出操作规程，而无需讲很多道理，产生开门见山、节省篇幅，使现场操作者便于学习掌握的效果。如果读者在使用中产生疑问或出现问题，可在前面查到原理，得到解释、发现操作中的不当或问题而加以纠正。在第二到第五篇的铸、锻、焊、热处理工艺中具体地列述了钢、铸铁、非铁金属和合金材料的铸造制模、造型、熔炼、特种铸造、锻造、自由锻造、模锻、辗锻、挤压、轧制、气焊、电弧焊、保护焊、电渣焊、摩擦焊、钎焊，整体和表面热处理、化学热处理、真空和气氛热处理等工艺规程、操作步骤、注意事项、质量检验和标准等。在实际生产中，热处理工艺人员按照此规程，再针对具体工件的材料、性能、形状、精度要求，再补充若干细节即可形成生产工艺卡片、依工艺步骤按部就班地施行工艺操作就可以保证生产出合格和优质的毛坯和零件。

本书是建国以来针对热加工生产实际操作的第一本大型工具书，作者们在广泛收集资料，尤其是在生产实践提供的资料、数据的基础上，力求在量大面广的成熟现行工艺上技术先进、内容全面、数据可靠、步骤明确，准确实用，特别适宜于专业热处理加工企业在小批量多品种生产条件下应用。

本书由樊东黎担任总编、铸造部分由许臧君、锻造部分由周大隽，焊接部分由

支道光、热处理部分由樊东黎负责主编、参加编写的人员有许藏君、周大隽、支道光、樊东黎、秦福相、徐凯娣、厉焕波、朱宏、杨士仪、陈峰华、赵振军、孟蕾、徐婷、黄熙、童汉京、熊志强、徐跃明、佟晓辉、贾洪艳、邵周俊、马兰、赵慧敏、杜秀轩、刘西鹰、葛京晶、郑仲瑜、郭宜生、罗晨光、樊尔青、哈红、郑长杰、袁正发、张进才、蒋一帆、冯明志、李玉发、武尚、黄正刚、刘伟、王爱珍、王奋发、周玉玖、戴仲仁、陈达艺、孟玉秀、刘玉林、高发、沈毅然、沈克勤、张广仁、关秀珍、赵克诚、宋玉华、郑至柔、冯承刚、朱玉茹、蔡焕、沈鸣、张红、刘承训、孙克己、魏明、杨毅仁、焦志国、冯广志、关志华、胡志勤、陈栋材等。

力求编好书只是作者的愿望，洋洋百万言难免有差错，遗漏和不周。望读者在使用和阅读过程中发现有此类问题时不吝赐教，以便在重印和再版时改正。



2002.11.01

目 录

前言

第 1 篇 热加工工艺基础及综合资料

第 1 章 铸造工艺基础及综合资料 1

1 金相组织 1

1.1 铁碳合金相图 1

1.2 铸铁金相组织及控制范围 3

1.3 铸钢组织 9

2 铸铁 10

2.1 铸铁的分类 10

2.2 铸铁牌号表示方法 10

2.3 铸铁化学成分和力学性能 11

3 铸钢 25

3.1 铸钢的分类和应用 25

3.2 铸钢牌号表示方法 25

3.3 铸钢化学成分和力学性能 26

4 铸造非铁合金 32

4.1 铸造非铁合金的分类 32

4.2 铸造非铁纯金属及其合金牌号表示方法 32

4.3 铸造非铁合金的化学成分和力学性能 33

5 铸造工艺 45

5.1 铸造工艺设计 45

5.2 铸件结构的工艺性 50

5.3 铸造工艺方案的确定 58

5.4 铸造工艺参数 62

6 铸造常用原辅材料 70

6.1 金属炉料 70

6.2 燃料、熔剂和修炉用的耐火材料 91

6.3 造型材料 100

参考文献 104

第 2 章 热塑性成形工艺基础 105

1 金属结构 105

1.1 晶格构造 105

1.2 金属的晶体结构 106

2 塑性加工过程中的力 106

2.1 外力 106

2.2 内力和应力 107

3 金属变形及金属塑性 107

3.1 金属变形及其形式 107

3.2 变形程度 107

3.3 塑性与变形抗力 108

4 塑性变形的物理基础 108

4.1 单晶体的变形过程及其实质 108

4.2 多晶体变形的方式和特点 110

4.3 多晶体的加工硬化 111

5 硬化金属的软化过程 112

5.1 回复阶段 113

5.2 再结晶阶段 113

5.3 晶粒长大阶段 114

6 影响金属塑性的因素 114

6.1 金属组织及化学成分对塑性的影响 114

6.2 变形温度和应变速率对塑性的影响 116

6.3 应力状态对塑性的影响 118

7 塑性加工中的摩擦及其对金属塑性变形过程的影响 120

7.1 塑性加工中摩擦的特点 120

7.2 摩擦对塑性变形过程的影响 120

8 金属塑性变形的基本定律 121

8.1 切应力定律 121

8.2 金属塑性变形时存在弹性变形的定律 121

8.3 体积不变条件 122

8.4 最小阻力定律 122

9 热变形对金属组织和性能的影响 123

9.1 热变形对金属组织的影响 123

9.2 热变形对金属性能的影响 124

10 锻造用钢 125

10.1 钢的冶炼方法简介 125

10.2 钢锭的型式、组织与缺陷 125

10.3 钢坯及其缺陷 127

11 金属加热	128	3.3 电弧静特性曲线	156
11.1 金属锻前加热的目的	128	3.4 电弧温度	157
11.2 钢在加热时易出现的缺陷及防止方法	128	3.5 交流电弧	157
11.3 金属加热方法及其设备特点	128	3.6 拘束电弧	157
11.4 敞焰少氧化加热原理简介	129	3.7 电弧的磁偏吹	157
12 锻件冷却及热处理	130	4 熔焊冶金过程特点	157
12.1 冷却对锻件质量的影响	130	4.1 焊条(丝)熔化与过渡	158
12.2 锻件的冷却	130	4.2 气体对金属的作用	158
12.3 锻件热处理的目的和种类	130	4.3 熔渣与金属的作用	162
13 几种特种热成形工艺基础简介	133	4.4 焊接熔池的一次结晶	164
13.1 金属等温成形工艺	133	4.5 偏析、夹杂和气孔	165
13.2 金属超塑性成形工艺	136	4.6 熔合区的不均匀性	166
13.3 金属液态模锻工艺	141	4.7 焊缝金属的二次结晶	166
13.4 金属粉末锻造工艺	147	4.8 热影响区的组织与性能	166
参考文献	150	4.9 裂纹	167
第3章 焊接与切割工艺基础	151	5 焊接材料	169
1 焊割方法分类	151	5.1 焊条	169
2 焊割方法概述	151	5.2 焊丝	173
2.1 焊条电弧焊(原称手工电弧焊)	151	5.3 焊剂	176
2.2 埋弧焊	151	5.4 钎料	180
2.3 钨极氩弧焊	152	5.5 钎剂	182
2.4 熔化极气体保护焊	152	5.6 保护气体	184
2.5 等离子弧焊接与切割	152	5.7 氧气与燃气	186
2.6 气焊与气割	152	6 弧焊电源选用技术基础	187
2.7 电渣焊	152	6.1 弧焊电源外特性	187
2.8 电阻焊	153	6.2 弧焊电源与电弧的稳定工作点	189
2.9 电子束焊	153	6.3 弧焊电源的调节特性	189
2.10 激光焊接与切割	153	6.4 弧焊电源的动特性	190
2.11 摩擦焊	153	6.5 弧焊电源的空载电压	191
2.12 钎焊	154	6.6 负载持续率(FC)	191
2.13 堆焊	154	7 金属材料的焊接性与常用金属材料焊接要点	192
2.14 高频焊	154	7.1 焊接性的概念	192
2.15 气压焊	154	7.2 常用金属材料焊接要点	192
2.16 热剂焊(常称铝热焊)	154	8 预热、后热及焊后热处理	200
2.17 爆炸焊	154	8.1 预热	200
2.18 冷压焊	154	8.2 后热	201
2.19 超声波焊	155	8.3 焊后热处理	201
2.20 扩散焊	155	8.4 实施方法	202
2.21 螺柱焊	155	9 焊接结构工艺性	202
2.22 水下焊	155	9.1 合理选择焊接结构材料	202
2.23 热喷涂	155	9.2 合理布置焊接结构上的焊缝	203
3 焊接电弧	155	9.3 合理选用焊接接头	205
3.1 带电粒子的产生	156	10 质量检验方法	205
3.2 电弧电压和弧长	156	10.1 非破坏性检验	205

10.2 破坏性试验	208	组织	282
11 安全技术基础	212	5.3 铸铁热处理基本工艺	284
11.1 燃烧与火灾	212	6 非铁合金的热处理	285
11.2 爆炸	213	6.1 非铁合金说明及代号	285
11.3 触电	213	6.2 铝合金的热处理	287
11.4 电焊烟尘及有毒气体	214	6.3 铜及铜合金的热处理	289
11.5 弧光辐射	215	6.4 镍及镍合金的热处理	291
11.6 放射线伤害	215	6.5 钛及钛合金的热处理	291
11.7 高频电磁场	215	6.6 镁及镁合金的热处理	292
11.8 噪声	215	7 金属热处理的加热	294
参考文献	215	7.1 加热介质的分类	294
第4章 热处理工艺基础	217	7.2 金属在各种介质中加热时的 行为	295
1 金属热处理工艺分类和代号	217	7.3 不同介质中的加热计算公式	299
1.1 基础分类	217	7.4 加热的节能措施	303
1.2 附加分类	217	7.5 可控气氛	304
1.3 热处理工艺代号	217	7.6 加热熔盐和流态床	322
1.4 常用热处理工艺代号举例	218	7.7 金属在真空中的加热	331
2 热处理可控气氛的分类和代号	219	8 金属热处理的冷却	333
2.1 各国可控气氛的分类和代号	219	8.1 金属热处理的冷却过程	333
2.2 我国的可控气氛分类和代号	220	8.2 钢的热处理冷却	334
2.3 可控气氛分类代号与典型气氛组分、 用途	221	8.3 钢的淬透性	337
3 热处理炉有效加热区的测定	222	8.4 钢的淬透性曲线	346
3.1 有效加热区测定的必要性	222	8.5 淬火冷却介质	370
3.2 有效加热区的测定方法	222	8.6 钢件淬火时的畸变与开裂	396
3.3 有效加热区测定结果的评定	223	9 热处理生产中的安全卫生要求	400
4 钢的热处理基础	223	9.1 热处理生产安全卫生的重要性	400
4.1 钢号命名法	223	9.2 热处理生产中的危险因素与有害 因素	401
4.2 钢在各种状态下的组织	224	9.3 热处理厂房和作业环境	407
4.3 钢的过冷奥氏体转变	227	9.4 生产物料和剩余物料	411
4.4 钢的热处理基本工艺	229	9.5 生产装置安全事项	411
4.5 离子热处理	240	9.6 热处理工艺作业安全卫生	423
4.6 高密度能加热表面热处理	242	9.7 热处理安全、卫生防护技术措施	425
4.7 钢的热处理基础数据	243	9.8 安全卫生的管理	426
5 铸铁的热处理基础	281	10 热处理标准一览表	427
5.1 铸铁的分类及代号	281	参考文献	428
5.2 铸铁固态相变特征和常温下的 组织	282		
第2篇 铸造工艺规范			
第1章 铸造用模样制造工艺规范	429	1.3 木模样制造工艺	431
1 木模样制造工艺规范	429	1.4 涂漆	435
1.1 制造木模样用材	429	1.5 木模样的质量检验和保管	435
1.2 木模样(含芯盒)等级及 技术条件	429	2 金属模样制造工艺规范	435
		2.1 金属模样材料、结构及技术要求	435

2.2 金属模样制造工艺	440
3 塑料模样制造工艺规范	442
3.1 环氧塑料模样制造工艺规范	442
3.2 聚苯乙烯泡沫塑料模样制造	452
4 快速成型制造模样	454
参考文献	455
第2章 型砂、芯砂及涂料配制工艺规范	456
1 以粘土为粘结剂的型砂和芯砂配制工艺规范	456
1.1 粘土砂原材料的准备及选用	456
1.2 型砂、芯砂配比及性能	456
1.3 粘土砂配制工艺	460
2 以油类为粘结剂的芯砂配制工艺规范	460
2.1 以植物油为粘结剂的芯砂配制工艺规范	460
2.2 以合脂为粘结剂的芯砂配制工艺规范	461
3 以树脂为粘结剂的型砂、芯砂配制工艺规范	462
3.1 呋喃树脂自硬砂配制工艺规范	462
3.2 热芯盒树脂砂配制工艺规范	464
3.3 壳型(芯)砂配制工艺规范	466
3.4 冷芯盒树脂砂配制工艺规范	467
4 以水泥为粘结剂的型砂、芯砂配制工艺规范	469
4.1 特快硬矾土水泥自硬砂配制工艺规范	469
4.2 双快水泥自硬砂配制工艺规范	470
5 以水玻璃为粘结剂的型砂、芯砂配制工艺规范	471
5.1 水玻璃 CO ₂ 硬化砂	471
5.2 加热硬化水玻璃砂	472
5.3 水玻璃有机酯自硬砂	472
6 以石灰石为原砂、水玻璃为粘结剂的型砂、芯砂配制工艺规范	473
6.1 石灰石水玻璃砂原材料的选用与准备	473
6.2 石灰石水玻璃砂的配制	473
7 型砂、芯砂混制生产安全通则	474
8 涂料配制与使用工艺规范	474
8.1 涂料配制工艺规范	474
8.2 涂料的使用方法	476
参考文献	477

第3章 造型、造芯、烘干工艺规范	478
1 生产技术准备工艺规范	478
1.1 芯骨制造工艺规范	478
1.2 芯撑	479
1.3 冷铁	479
1.4 工艺装备	479
2 手工造型工艺规范	480
2.1 粘土砂湿型、干型造型工艺规范	480
2.2 粘土砂地坑造型工艺规范	483
3 自硬砂造型(芯)工艺规范	485
3.1 呋喃树脂自硬砂造型(芯)工艺规范	485
3.2 双快水泥自硬砂造型(芯)工艺规范	486
4 水玻璃砂造型(芯)工艺规范	486
4.1 水玻璃 CO ₂ 硬化砂造型(芯)工艺规范	486
4.2 水玻璃有机酯自硬砂造型(芯)工艺规范	488
4.3 石灰石水玻璃砂造型(芯)工艺规范	488
5 机器造型工艺规范	489
5.1 机器造型通用工艺规范	489
5.2 震实机械造型工艺规范	490
5.3 震压机械脱箱造型工艺规范	490
5.4 射压、高压、微震造型线工艺规范	490
5.5 抛砂机造型工艺规范	491
6 砂芯制造工艺规范	491
6.1 砂芯制造通用技术要求	491
6.2 粘土砂手工造芯工艺规范	491
6.3 机器造芯工艺规范	492
6.4 热芯盒制芯工艺规范	493
6.5 冷芯盒制芯工艺规范	493
6.6 壳型工艺制芯(型)工艺规范	494
6.7 自硬砂制芯工艺规范	495
6.8 砂芯快速成型	495
7 砂型、砂芯烘干工艺规范	496
7.1 砂型、砂芯烘干质量要求	496
7.2 室式电阻烘干炉砂芯烘干典型工艺规范	496
7.3 立式烘干炉砂芯烘干典型工艺规范	497
7.4 室式烘干炉砂型及砂芯烘干工艺规范	498

参考文献	500	6.1 浇注前的准备	586
第4章 铸铁熔炼、浇注工艺规范	501	6.2 浇注	586
1 冲天炉熔炼工艺规范	501	6.3 安全生产	587
1.1 材料准备及管理	501	6.4 浇注记录	587
1.2 炉、包修搪工艺	504	参考文献	588
1.3 冲天炉熔炼工艺	406	第6章 铸造非铁合金熔炼工艺	
2 感应电炉熔炼工艺规范	509	规范	589
2.1 无心感应电炉熔炼工艺规范	509	1 铸造铝合金熔炼工艺规范	589
2.2 有心感应电炉熔炼工艺规范	515	2 铸造铜合金熔炼工艺规范	601
3 典型铸铁熔炼工艺规范	519	3 压铸用铝合金熔炼工艺规范	611
3.1 孕育铸铁熔炼工艺规范	519	3.1 总则	611
3.2 球墨铸铁熔炼工艺规范	528	3.2 准备	611
3.3 蠕墨铸铁熔炼工艺规范	538	3.3 合金的熔炼	612
3.4 可锻铸铁熔炼工艺规范	545	3.4 质量检查及操作记录	613
4 常用合金铸铁熔炼工艺规范	553	3.5 安全技术	613
4.1 耐磨铸铁熔炼工艺规范	555	4 铸造镁合金熔炼工艺规范	613
4.2 抗磨铸铁熔炼工艺规范	557	5 铸造锌合金熔炼工艺规范	620
4.3 耐热铸铁熔炼工艺规范	564	6 铸造纯钛和钛合金熔炼工艺	
4.4 耐蚀铸铁熔炼工艺规范	566	规范	622
5 浇注工艺规范	569	7 铸造轴承合金熔炼工艺规范	626
5.1 浇注前的准备	569	参考文献	629
5.2 浇注	570	第7章 特种铸造工艺规范	630
5.3 安全生产	570	1 熔模铸造工艺规范	630
5.4 浇注记录	570	1.1 总则	630
参考文献	570	1.2 熔模制造	630
第5章 铸钢熔炼、浇注工艺规范	571	1.3 型壳制造	634
1 电弧炉熔炼工艺规范	571	1.4 合金熔炼和浇注	641
1.1 碱性电弧炉熔炼工艺规范	571	1.5 铸件清理和入库	641
1.2 酸性电弧炉熔炼工艺规范	575	1.6 安全生产	642
2 感应电炉熔炼工艺规范	576	2 金属型铸造工艺规范	642
2.1 碱性感应电炉熔炼工艺规范	576	3 压力铸造工艺规范	646
2.2 酸性感应电炉熔炼工艺规范	577	4 低压铸造工艺规范	648
3 平炉熔炼工艺规范	578	5 离心铸造工艺规范	651
3.1 碱性平炉熔炼工艺规范	578	5.1 套、筒类铸件离心铸造工艺规范	651
3.2 酸性平炉熔炼工艺规范	580	5.2 双金属轴瓦离心铸造工艺规范	653
4 钢包精炼炉熔炼工艺 (ASEA-SKF 精		6 其他特种铸造工艺规范	653
炼炉)	582	6.1 真空吸铸工艺规范	653
5 典型钢种熔炼工艺规范 (碱性电弧		6.2 挤压铸造工艺规范	654
炉熔炼)	583	6.3 陶瓷型铸造工艺规范	654
5.1 碳钢熔炼工艺规范	583	6.4 实型负压铸造工艺规范	656
5.2 低合金钢熔炼工艺规范	584	参考文献	658
5.3 铬镍不锈钢熔炼工艺规范	585	第8章 铸件清理、检验、修补及涂底	
5.4 高锰钢熔炼工艺规范	585	漆工艺规范	659
6 铸钢浇注工艺规范	586	1 铸铁件清理、检验及修补工艺	

规范	659
1.1 铸铁件清理工艺规范	659
1.2 铸铁件检验	663
1.3 铸铁件缺陷修补工艺规范	665
2 铸钢件清理、气割及焊补工艺规范	669
2.1 铸钢件清理工艺规范	669
2.2 铸钢件气割工艺规范	670
2.3 铸钢件焊补工艺规范	675
3 铸铁、铸钢件防锈涂漆工艺规范	675
3.1 技术要求	675
3.2 工艺规范	675
3.3 检查注意事项	676
3.4 安全生产	676
4 铸件存放	676

参考文献	676
------------	-----

第 9 章 铸件热处理工艺规范	677
1 铸铁件热处理工艺规范	677
1.1 灰铸铁件热处理工艺规范	677
1.2 球墨铸铁件热处理工艺规范	679
1.3 可锻铸铁件热处理工艺规范	682
2 铸钢件的热处理工艺规范	686
2.1 碳钢铸件的热处理工艺规范	686
2.2 低合金钢铸件热处理工艺规范	689
2.3 高锰钢铸件热处理工艺规范	690
2.4 不锈钢铸件热处理工艺规范	691
3 非铁合金铸件热处理工艺规范	693
参考文献	693

第 3 篇 锻压工艺规范

第 1 章 锻压原材料的标识、检验和 下料	694
1 锻压原材料的标识规定	694
1.1 常用钢铁材料的涂色标识	694
1.2 常用非铁金属材料的涂色标识	695
2 锻压原材料的检验要点与规范	696
2.1 钢铁合金铸锭的检验要点	696
2.2 非铁合金铸锭的检验要点	696
2.3 锻坯质量的检验要点	696
2.4 轧材质量的检验要点	697
2.5 挤压棒、型材质量的检验要点	698
3 部分钢材的火花鉴别法	698
3.1 火花的构成及其表征	699
3.2 钢中合金元素对火花的影响	700
3.3 部分钢材的火花特征	701
4 锻压原材料下料规范	705
4.1 锻造工艺对下料质量的要求	705
4.2 锻件毛坯下料的通用技术条件	705
4.3 棒料剪切下料安全操作规范	706
4.4 金属材料进行氧气切割下料的 条件	706
第 2 章 原材料锻前加热规范	708
1 钢锭的加热规范	708
1.1 钢锭加热规范的类型	708
1.2 热钢锭加热操作要点	708
1.3 冷钢锭加热规范示例和规范	708
2 钢坯的加热规范	710
2.1 钢坯加热操作要点	710
2.2 一些钢种钢坯的加热规范	710

3 高温合金及非铁合金的加热规范	711
3.1 高温合金加热规范	711
3.2 铝合金加热规范	712
3.3 镁合金加热规范	712
3.4 钛合金加热规范	713
3.5 铜合金加热规范	714
4 锻造加热炉安全操作规程	714
4.1 煤气加热炉安全操作规程	714
4.2 重油加热炉安全操作规程	715
4.3 电炉加热安全操作规程	715

第 3 章 热塑性成形工艺规范	716
1 自由锻造工序的操作要点和规则	716
1.1 拔长工序的操作要点和规则	716
1.2 芯棒拔长的操作要点和规则	719
1.3 镦粗工序的操作要点和规则	720
1.4 冲孔工序的操作要点和规则	721
1.5 扩孔工序的操作要点和规则	721
1.6 滚圆工序的操作要点和规则	722
1.7 弯曲工序的操作要点和规则	723
1.8 扭转工序的操作要点和规则	723
1.9 切割工序的操作要点和规则	724
1.10 错移工序的操作要点和规则	725
1.11 锻接工序的操作要点和规则	725
2 锻造操作中的规范手示信号	725
2.1 水压机锻造操作中的手示信号	725
2.2 自由锻锤操作中的手示信号	726
3 常用金属材料的热锻操作要点和 规则	726
3.1 常用低、中碳钢和低合金钢的	

3.1 热锻特点	726
3.2 常用高合金钢的热锻特点	727
3.3 常用特殊钢的热锻特点	727
3.4 非铁合金的热锻特点	731
4 模锻件加工余量及公差和模锻件 图的建立	732
4.1 钢质模锻件公差及加工余量标准	732
4.2 锻件图设计与画法守则	741
5 模锻工序的操作要点与规则	745
5.1 制坯工序	747
5.2 模锻工序	748
6 其他模锻工序的操作要点与规则	749
6.1 高速锤模锻工艺过程规范	749
6.2 等温锻造工艺过程规范	751
6.3 钢质液态模锻工艺操作规范	754
6.4 辊锻工艺过程规范	756

第4章 锻件锻后冷却、热处理及

检验规范

1 锻后冷却规范	759
1.1 锭制锻件锻后冷却规范	759
1.2 轧材或锻坯制锻件锻后冷却规范	761
2 锻后热处理规范	763
2.1 锭制大锻件的锻后热处理规范	763
2.2 中、小型锻件锻后热处理规范	770
2.3 锻件锻后冷却及热处理工艺规范	794
3 锻件质量检验规范	795
3.1 常见锻件的质量检验项目	795
3.2 各类锻件检验要求细则	796
3.3 锻件外观质量检验守则	798
3.4 锤锻锻件质量等级判定的一般 规范	800

第5章 锻模制造、检验与设备使用

规范

1 锻模制造与检验规范	803
1.1 锻模加工工艺规范	803
1.2 锻模热处理工艺规范	806
1.3 锻模检验规范	809
2 锻造设备的操作和使用规范	810
2.1 空气锤的操作和使用要点	810
2.2 蒸一空两用自由锻锤的操作使用 要点	811
2.3 自由锻造水压机的操作使用要点	813
2.4 辊锻机的操作使用要点	813
2.5 其他一些锻压设备的操作要点	815

第6章 锻造车间管理、安全、环保

规范

1 锻造车间管理规范	817
1.1 生产技术管理规范	817
1.2 生产管理规范	817
1.3 锻件生产环节中的质量控制规范	817
1.4 锻件回用规范	819
2 锻造车间安全生产规范	819
2.1 锻造车间安全生产的一般规范	819
2.2 锻造车间设备及工具安全使用的 一般规范	820
2.3 操作工人安全生产规范	820
2.4 辅助操作工人安全生产规范	822
3 锻造车间作业环境与环保规范	825
3.1 锻造车间作业环境规范	825
3.2 锻造车间环保基本规范	825
3.3 锻造车间噪声及振动控制规范	826
3.4 锻造车间废水控制规范	827
3.5 锻造车间废气控制规范	828
3.6 锻造车间废渣及其他污染控制 规范	829

参考文献	829
------------	-----

第4篇 焊接工艺规范

第1章 焊条电弧焊

1 焊条电弧焊设备	830
1.1 弧焊电源	830
1.2 焊条电弧焊辅助设备	833
2 焊条	833
2.1 焊条分类、表示方法及型号、牌号 对照	833
2.2 焊条选用要点	834
2.3 焊条的管理与使用	834

3 焊条电弧焊工艺	834
3.1 焊接接头形式及坡口制备	834
3.2 焊前准备	836
3.3 焊接参数	837
3.4 薄板(厚度 $\leq 2\text{mm}$)焊接工艺	839
3.5 板状焊件单面焊双面成形技术	839
3.6 水平固定管的焊接工艺	841
3.7 垂直固定管的焊接工艺	842
3.8 管道的向下立焊法	842

3.9 重力焊及高效铁粉焊条焊接工艺	844
4 常用材料的焊接工艺	845
4.1 低、中碳钢的焊接工艺	845
4.2 低合金高强钢焊接工艺	845
4.3 低、中合金耐热钢焊接	849
4.4 低温钢焊接	850
4.5 不锈钢焊接	851
4.6 铸铁焊补	852
5 焊条电弧焊常见缺陷及防止措施	854
6 焊条电弧焊安全技术	855
6.1 电焊机使用安全技术	855
6.2 焊接电缆使用安全技术	855
6.3 焊钳使用安全技术	856
6.4 焊接操作中的安全技术	856
参考文献	856
第2章 埋弧焊	857
1 埋弧焊设备	857
1.1 弧焊电源	857
1.2 埋弧焊机	858
1.3 辅助装置及易损件	858
2 焊接材料	859
2.1 焊丝的选用	859
2.2 焊剂类型与焊丝配用	859
2.3 焊接材料的管理与使用	860
3 埋弧焊工艺	860
3.1 焊接接头坡口形式	860
3.2 焊前准备	863
3.3 焊接参数对焊缝形状的影响	863
3.4 各种埋弧焊工艺	864
3.5 埋弧焊常见缺陷及防止措施	873
3.6 安全技术	874
参考文献	874
第3章 气体保护电弧焊	875
1 钨极氩弧焊	875
1.1 钨极氩弧焊特点	875
1.2 钨极氩弧焊设备	875
1.3 焊接材料的选择	879
1.4 钨极氩弧焊工艺	880
1.5 手工钨极氩弧焊操作技术	884
1.6 特种钨极氩弧焊	886
1.7 安全技术	887
1.8 生产实例	887
2 熔化极氩弧焊	888
2.1 MIG 焊和 MAG 焊的特点	888

2.2 熔化极氩弧焊设备	889
2.3 熔化极氩弧焊工艺	892
2.4 熔化极脉冲氩弧焊	896
2.5 窄间隙 MAG 焊	899
3 CO ₂ 气体保护电弧焊	900
3.1 CO ₂ 焊的冶金特点	900
3.2 CO ₂ 焊电弧及熔滴过渡的特点	901
3.3 CO ₂ 气体保护焊用焊接材料	901
3.4 CO ₂ 气体保护焊设备的特点	902
3.5 CO ₂ 气体保护焊焊接工艺	903
4 气电立焊	908
4.1 气电立焊特点	908
4.2 气电立焊设备	909
4.3 气电立焊工艺	909
参考文献	910
第4章 等离子弧焊接与切割	911
1 等离子弧焊的工艺特点	911
1.1 设备与工装种类及选用	912
1.2 接头设计及坡口制备	914
1.3 操作过程及焊接参数	915
1.4 典型材料及其焊接	918
1.5 焊接缺陷及质量检验	918
1.6 安全技术	919
2 等离子弧切割工艺特点	919
2.1 设备与工装种类及选用	920
2.2 操作过程及切割参数	922
2.3 常用金属材料切割	923
2.4 其他类型的等离子弧切割方法	925
2.5 缺陷和质量检验	926
2.6 安全技术	926
参考文献	927
第5章 电渣焊	928
1 电渣焊焊接参数的选择、设备简介 和焊接经验数据汇总	928
1.1 焊接参数拟定原则和选择依据	928
1.2 焊接参数的拟定	930
1.3 设备简介	937
1.4 不同构件电渣焊经验数据汇总	938
2 电渣焊工艺	945
2.1 准备工作	945
2.2 操作及焊接参数的控制	955
2.3 焊后处理工作	957
3 电渣焊工艺中值得注意的几个操作 技术难题	957

3.1 环缝电渣焊	957	1.3 接头设计及坡口制备	1003
3.2 大截面熔嘴电渣焊的引弧造渣	961	1.4 操作过程及焊接参数	1003
3.3 弯曲变截面焊件的熔嘴电渣焊	962	1.5 常用材料焊接	1006
4 电渣焊接头质量检查、常见的缺陷及 其产生原因和防止措施	965	1.6 缺陷及质量检验	1007
4.1 接头质量检验	965	1.7 安全技术	1007
4.2 接头中常见的缺陷及其产生原因和 防止措施	965	2 激光切割工艺	1008
5 安全技术	967	2.1 工艺特点	1008
参考文献	967	2.2 设备、工装种类及选用	1008
第6章 气焊、气割与气刨	968	2.3 操作过程及焊接参数	1009
1 气焊与气割	968	2.4 常用材料的切割	1010
1.1 燃气的选用	968	2.5 缺陷及质量检验	1012
1.2 燃气设备及装置	968	2.6 安全技术	1013
1.3 气焊、气割用工具	971	参考文献	1013
2 气焊技术与工艺	974	第9章 电阻焊	1014
2.1 气焊火焰与材料的选择	974	1 分类	1014
2.2 气焊工艺	976	2 电阻点焊	1014
2.3 常用金属材料的气焊	978	2.1 电阻点焊过程	1014
3 氧气切割	982	2.2 点焊方法	1016
3.1 气割的基本原理	982	2.3 接头形式和结构设计	1017
3.2 氧气切割工艺	984	2.4 设备及型号编制	1018
3.3 其他燃气及热切割方法	986	2.5 电极	1020
4 碳弧气刨	989	2.6 焊前准备工作	1023
4.1 碳弧气刨原理及应用	989	2.7 焊接参数选择	1025
4.2 碳弧气刨设备与材料	989	2.8 常用金属材料的点焊	1025
4.3 碳弧气刨工艺	991	2.9 缺陷及质量检验	1032
5 气焊、气割安全技术	992	2.10 质量监控技术的应用简介	1034
5.1 设备及工具的安全使用	992	3 缝焊	1036
5.2 气焊、气割操作安全与保护	992	3.1 热过程特点	1036
参考文献	993	3.2 缝焊方法	1036
第7章 电子束焊	994	3.3 接头形式及设计	1038
1 工艺特点	994	3.4 设备及型号编制	1038
2 设备与工装种类及选用	994	3.5 工艺及参数	1042
3 接头设计及坡口制备	996	3.6 常用金属材料缝焊	1042
4 操作过程及焊接参数	997	3.7 缺陷及质量检验	1046
5 常用金属材料焊接	998	4 凸焊	1046
6 缺陷及质量检验	1000	4.1 应用及特点	1046
7 安全技术	1000	4.2 凸焊过程	1046
参考文献	1000	4.3 工艺方法	1047
第8章 激光焊接与切割	1001	4.4 凸焊接头设计	1048
1 激光焊工艺	1001	4.5 凸焊设备	1049
1.1 工艺特点	1001	4.6 凸焊电极及工装	1051
1.2 设备与工装种类	1002	4.7 焊接参数	1051
		4.8 常用金属材料凸焊	1052
		4.9 缺陷及质量检验	1054
		5 对焊	1055

5.1 电阻对焊	1055	5 气体保护堆焊及自保护焊丝堆焊	1092
5.2 闪光对焊	1058	5.1 钨极氩弧堆焊 (TIG)	1092
5.3 对焊机	1062	5.2 熔化极氩弧堆焊 (MIG)	1093
5.4 常用金属材料对焊	1065	5.3 CO ₂ 气体保护堆焊	1093
5.5 典型工件对焊	1067	5.4 自保护药芯焊丝堆焊	1093
5.6 缺陷、质量检验及监控	1071	5.5 振动堆焊	1093
6 安全技术	1073	6 等离子弧堆焊	1094
参考文献	1073	6.1 特点	1094
第 10 章 摩擦焊	1074	6.2 等离子弧堆焊的几种方法	1094
1 分类及特点	1074	6.3 等离子弧堆焊用粉末	1094
2 设备及工装	1074	6.4 等离子弧堆焊设备	1094
3 焊接参数	1076	6.5 等离子弧堆焊参数	1095
3.1 连续驱动摩擦焊焊接参数	1076	7 电渣堆焊	1096
3.2 惯性摩擦焊的焊接参数	1076	7.1 特点	1096
4 焊接参数的选择	1077	7.2 板极电渣堆焊参数	1096
5 接头形式和设计	1078	7.3 电渣堆焊使用的设备	1097
6 摩擦焊实例	1079	参考文献	1097
7 接头质量及控制	1080	第 12 章 钎焊	1098
8 注意事项	1081	1 钎料的选用	1098
参考文献	1081	2 去氧化膜	1099
第 11 章 堆焊	1082	2.1 钎剂去氧化膜	1099
1 焊条电弧堆焊	1082	2.2 其他防氧化方法	1099
1.1 特点	1082	3 方法及设备	1100
1.2 堆焊用焊条	1082	3.1 火焰钎焊	1100
1.3 堆焊工艺	1085	3.2 炉中钎焊	1100
1.4 各类焊条堆焊工艺特点	1085	3.3 浸渍钎焊	1101
1.5 各类焊条堆焊时的电流值	1087	3.4 电阻钎焊	1102
2 氧乙炔焰堆焊	1087	3.5 感应钎焊	1103
2.1 特点	1087	4 接头设计	1103
2.2 钴基合金氧乙炔焰堆焊	1087	4.1 接头形式及其与载荷的关系	1103
2.3 镍基合金氧乙炔焰堆焊	1088	4.2 接头间隙	1104
2.4 碳化钨合金氧乙炔焰堆焊	1088	5 钎焊前焊件的表面处理	1104
2.5 黄铜氧、乙炔焰堆焊	1089	5.1 焊件表面脱脂	1104
3 自动埋弧堆焊	1089	5.2 氧化膜的化学清理	1105
3.1 特点	1089	5.3 焊件表面镀覆金属层	1105
3.2 自动埋弧堆焊的几种方法	1089	6 工艺	1105
3.3 自动埋弧堆焊焊丝、焊带与焊剂的配合方式	1089	6.1 钎料形状及数量的确定	1105
3.4 汽车、拖拉机零件埋弧堆焊	1089	6.2 钎料的放置	1105
3.5 轧辊埋弧堆焊	1090	6.3 钎焊参数的确定	1106
3.6 不锈钢带极埋弧堆焊	1091	7 焊后的处理工序	1106
4 带极电渣堆焊	1092	7.1 焊后热处理	1106
4.1 概述	1092	7.2 焊后焊件的清理	1107
4.2 核容器不锈钢带极电渣堆焊工艺	1092	8 接头缺陷及质量检验	1107
		8.1 接头的缺陷及防止措施	1107
		8.2 质量检验	1108

9 常用金属材料的钎焊举例	1108	3.2 分类	1127
9.1 碳钢和低合金钢的钎焊	1108	3.3 接触加热、感应加热的制管	
9.2 不锈钢钎焊	1109	原理	1127
10 安全技术	1109	3.4 设备及工装	1127
参考文献	1109	3.5 焊接参数	1129
第 13 章 热喷涂	1110	3.6 典型产品焊接示例	1130
1 分类	1110	3.7 质量检验	1130
2 火焰线材喷涂	1110	3.8 安全技术	1131
2.1 设备	1110	4 气压焊	1131
2.2 工艺	1110	4.1 分类及特点	1131
2.3 喷涂用材料	1111	4.2 钢轨焊接	1131
3 火焰粉末喷涂	1111	4.3 钢筋焊接	1133
3.1 设备	1111	5 冷压焊	1134
3.2 工艺	1112	5.1 机理	1134
4 火焰粉末喷熔	1113	5.2 方法及适用范围	1134
4.1 设备	1113	5.3 焊接工艺	1134
4.2 一步法火焰粉末喷熔工艺	1113	5.4 模具设计要求	1136
4.3 二步法火焰粉末喷熔工艺	1113	5.5 设备简介	1137
4.4 火焰喷熔用粉末	1114	5.6 质量检验	1138
5 电弧喷涂	1114	5.7 应用实例	1138
5.1 设备	1114	6 超声波焊	1138
5.2 喷涂用线材	1114	6.1 工作原理	1138
5.3 工艺	1114	6.2 焊接方法	1139
6 等离子弧喷涂	1115	6.3 设备简介	1140
6.1 设备	1115	6.4 焊接接头设计形式	1141
6.2 工艺	1115	6.5 超声波焊接工艺	1141
6.3 喷涂用材料	1116	6.6 工艺因素对焊接质量的影响	1143
7 涂层性能检验	1116	7 扩散焊	1143
8 安全技术	1116	7.1 方法及设备	1143
8.1 防爆防火及设备防护	1116	7.2 工艺	1144
8.2 劳动保护	1116	7.3 常用材料的扩散焊的焊接参数	1145
参考文献	1117	7.4 缺陷及质量检验	1146
第 14 章 其他焊接工艺	1118	8 热剂焊	1146
1 水下焊接与切割	1118	8.1 主要材料	1146
1.1 水下焊接	1118	8.2 主要设备及工装	1146
1.2 水下切割	1122	8.3 应用实例	1146
1.3 安全技术及劳动卫生保护	1123	8.4 热剂焊的质量检验	1148
2 螺柱焊	1123	9 爆炸焊	1148
2.1 常用方法	1123	9.1 焊接工艺	1148
2.2 电弧螺柱焊	1124	9.2 爆炸焊的焊接接头性能	1150
2.3 电容放电螺柱焊	1125	9.3 缺陷和检验	1151
3 高频焊	1127	9.4 安全要求	1151
3.1 焊接过程与实质	1127	参考文献	1151

第 5 篇 热处理工艺规范

第 1 章 钢的热处理工艺	1153
1 热处理工艺分类	1153
2 退火与正火 (工艺代号 5111 和 5121)	1153
2.1 均匀化退火 (扩散退火) (工艺代号 5111d)	1153
2.2 预防白点退火 (消除白点退火或去氢退火) (工艺代号 5111h)	1154
2.3 完全退火	1158
2.4 不完全退火	1161
2.5 等温退火 (工艺代号 5111n)	1161
2.6 球化退火 (工艺代号 5111s)	1163
2.7 再结晶退火 (工艺代号 5111r)	1167
2.8 去应力退火 (工艺代号 5111e)	1168
2.9 正火 (工艺代号 5121)	1170
3 淬火与回火 (工艺代号 5141)	1173
3.1 淬火 (工艺代号 5131)	1173
3.2 等温淬火 (贝氏体等温淬火) (工艺代号 5131n)	1179
3.3 分级淬火 (马氏体分级淬火) (工艺代号 5131m)	1180
3.4 两相区加热淬火	1181
3.5 回火	1183
3.6 淬火与回火工艺应用示例	1188
4 钢的感应加热淬火与回火 (工艺代号 5212)	1190
4.1 基本目的	1190
4.2 适用钢种	1190
4.3 高频加热淬火	1190
4.4 中频加热淬火	1196
4.5 工频加热淬火	1200
4.6 高频脉冲感应加热淬火	1202
4.7 双频连续感应加热淬火	1203
4.8 回火	1204
5 钢的火焰淬火与回火 (工艺代号 5213)	1206
5.1 基本目的	1206
5.2 适用钢种	1207
5.3 准备工作	1207
5.4 工艺规范	1208
5.5 操作注意事项	1209
5.6 后续工序	1210
5.7 质量检查	1210

5.8 喷嘴与水嘴设计的有关资料	1210
5.9 应用举例	1211
6 钢的渗碳淬火与回火 (工艺代号 5310-141)	1212
6.1 基本目的	1212
6.2 适用钢种	1212
6.3 固体渗碳淬火与回火 (工艺代号 5311S-141)	1212
6.4 盐浴 (液体) 渗碳淬火与回火 (工艺代号 5311L-141)	1215
6.5 气体渗碳淬火与回火 (工艺代号 5311G-141)	1217
6.6 真空渗碳淬火回火 (工艺代号 5311V-141)	1225
6.7 离子渗碳淬火与回火	1227
7 渗氮 (工艺代号 5330)	1230
7.1 基本目的	1230
7.2 适用钢种	1230
7.3 气体渗氮 (工艺代号 5331G)	1230
7.4 离子渗氮 (工艺代号 5337)	1235
8 碳氮共渗淬火回火 (工艺代号 5320-141)	1239
8.1 基本目的	1239
8.2 适用钢种	1239
8.3 液体碳氮共渗淬火回火 (工艺代号 5321L-141)	1239
8.4 气体碳氮共渗淬火回火 (工艺代号 5321G-141)	1241
8.5 离子碳氮共渗淬火回火 (工艺代号 5327-141)	1243
8.6 典型工件应用举例	1243
9 氮碳共渗	1245
9.1 基本目的	1245
9.2 工艺方法	1245
9.3 适用钢种	1245
9.4 气体氮碳共渗	1245
9.5 离子氮碳共渗	1248
9.6 盐浴氮碳共渗	1249
9.7 应用举例	1252
10 渗硫与渗硅	1253
10.1 渗硫	1253
10.2 渗硅	1255
11 渗硼 (工艺代号 5350B)	1256