

简明 热处理手册

第2版

张玉庭 主编

机械工业出版社

简明热处理工手册

第 2 版

张玉庭 主编



机械工业出版社

本手册是1987年版的修订本,结合国内外热处理技术的发展,在内容上进行了修订和更新。绝大部分内容已重新编写,真正体现了实用性、可靠性和先进性。全书由原来的11章改为现在的14章,主要内容为:热处理工艺代号及名词术语;热处理基础知识;结构钢和零件的热处理;工具钢热处理;特殊钢及合金热处理;可控气氛热处理与真空热处理;钢在奥氏体状态下的化学热处理;钢在铁素体状态下的化学热处理;表面热处理;铸铁热处理;有色金属热处理;热处理设备及热工仪表;热处理安全与劳动保护;硬度检验。书末还附有8个热处理工常用资料。

编写中,注意采用已颁布的最新国家标准、部颁标准及有关企业标准,在内容上尽量用表格形式表达,一目了然,便于查阅,这是本手册的一大特点。

本手册适于热处理工人使用,也可供工厂、科研单位有关技术人员和大中专院校、技校材料及热处理专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明热处理工手册/张玉庭主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 1998.9

ISBN 7-111-06481-X

I. 简… II. 张… III. 热处理-手册 IV. TG15-62

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第12833号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何月秋 版式设计:霍永明 责任校对:肖新民

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998年10月第2版第5次印刷

787mm×1092mm^{1/32}·31.5印张·2插页·895千字

0 001—4 000册

定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

第 2 版 说 明

热处理是机械制造业中的关键工序之一，对提高零件的性能，挖掘材料的潜力，节约用材，延长机器零件使用寿命起着重要作用。为了帮助第一线热处理工人较好地解决生产中遇到的问题，我们广泛收集资料，结合具体生产实践，编写了这本包括各种热处理工艺方法，各种金属材料的热处理工艺操作，质量检验，常见缺陷与对策等内容既简明又实用的手册。

《简明热处理工手册》第 1 版从编写出版至今已有 10 多年时间，其间曾重印 4 次，深受广大读者欢迎。但在这 10 多年中国外热处理新技术、新设备大量引进，国际热处理标准被等效地引用，国内热处理新法规、新标准陆续颁布，在这种情况下，深感原手册应进行修订，绝大部分内容应重新编写，新的标准、先进技术要补充进去，使本手册除体现出实用性、可靠性外，还应具有先进性。故在机械工业出版社的组织下，我们重新修订、编写了第 2 版《简明热处理工手册》。

本手册第 2 版和第 1 版相比在内容上作了如下增删：删去了原手册第一章材料基础知识部分内容，改写成热处理工艺代号和国家规定的常用热处理名词术语；去掉金属学理论知识内容，直接介绍热处理工艺基础知识；在结构钢热处理一章中增加冷作用钢和低温用钢的热处理；在特种合金热处理一章中，增加粉末冶金、硬质合金、膨胀合金、弹性合金热处理；在可控气氛热处理中重点介绍适用的空气制氮保护

的工艺操作；把原书中钢的化学热处理一章改写成钢在奥氏体状态下和在铁素体状态下的化学热处理两章，内容更加丰富实用；表面热处理一章中增加火焰淬火、氧化、磷化，激光、电子束淬火的内容；在有色金属热处理中增加镁合金和钛合金的热处理；在热处理设备中增加真空炉和离子渗氮炉及热工测量仪表，还介绍了微机在热处理中的应用；增加热处理安全和劳动保护一章；全书钢材成分统一放在附录中，不再分章列入，便于查阅。重新编写的手册，内容更加丰富实用。

全书由十四章和附录组成，蔡璐编写第七章中“渗硼部分”，并同何维勤编写第十章；黄宇明编写第十二章中“微机在热处理中的应用”部分；其余诸章及附录由张玉庭编写。

全书由张玉庭主编，何维勤审稿。

全书部分插图由杨和芳绘制。

由于编者水平有限，手册中难免存在缺点错误，恳请读者批评指正，以便今后进一步修改完善。

编 者

前 言

金属热处理是发挥材料潜力，降低能耗、物耗，延长机器寿命的重要工艺方法。为生产第一线上的广大热处理工人，提供一本包括各种主要数据、图表、常规工艺和操作要点，方便实用的简明手册，从而有利于机械类产品质量的提高，这就是编写本书的目的。为此，我们广泛搜集已颁布的最新国家标准与部颁标准，以及各种企业标准，将它们纳入手册；在内容上，尽量作到数据化、条文化，并全部以表格形式表达，一目了然，便于查阅，这是本手册的特点。

本手册以金属热处理常规工艺为主，兼顾金属学与热处理的基本理论、热处理车间设备、安全技术与环境保护等内容。全书由十一章及附录组成。第一章（除“淬冷介质”外）、第五章中的“真空热处理”、第六章中的“其它化学热处理”、第十一章以及附录中的部分内容由何维勤同志编写；第二、三、四、七、九、十诸章，以及第五章中的“可控气氛热处理”，附录中的部分内容，由张玉庭同志编写；第六章中的“渗碳”、“渗氮”和“碳氮（氮碳）共渗”等部分，由杜赓林同志编写；第六章中的“渗硼”部分由蔡德崇同志编写；黄根良同志编写第一章中的“淬冷介质”，并与何维勤同志合写第八章。全书由杜赓林同志统稿。

在本书编写过程中，承国内许多工厂、学校等单位同志们的热情支持，提出各种宝贵意见及建议，在此致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，手册中难免存在缺点与错误，我

们恳切希望同志们批评指正，以便进一步修改、完善。

编 者

1987 年 8 月

目 录

第 2 版说明

前言

第一章 热处理工艺代号及名词术语	1
一、热处理工艺代号	1
二、热处理工艺名词术语	3
第二章 热处理基础知识	9
一、相图及组织	9
1. Fe-Fe ₃ C 相图	9
2. 共析碳钢过冷奥氏体等温转变图	10
二、钢的退火、正火	11
1. 退火	11
2. 正火	19
3. 退火、正火操作	19
4. 退火、正火常见缺陷与对策	21
5. 退火、正火件质量检验	22
三、淬火	25
1. 淬火工艺及操作	25
2. 淬火方法	29
3. 等温淬火	30
4. 清洗、中间防锈及喷砂、喷丸	31
5. 淬火变形和开裂	34
四、回火	44
1. 回火工艺	44
2. 回火脆性的产生与对策	46

3. 回火工艺操作	47
4. 钢件淬火、回火处理质量检验	48
五、深冷处理	50
六、淬火介质	52
1. 水及无机物水溶液	52
2. 有机聚合物水溶液	54
3. 不发生物态变化的淬火介质	57
4. 淬火油	60
第三章 结构钢和零件的热处理	65
一、调质钢和零件热处理	65
1. 调质钢热处理工艺参数	65
2. 淬火、回火变形量控制	79
3. 典型零件调质处理	82
4. 大型零件的调质处理	85
二、弹簧的热处理	91
1. 弹簧钢的热处理工艺	91
2. 弹簧的热处理质量检验	96
3. 弹簧的热处理缺陷与对策	97
4. 弹簧的热处理实例	98
三、滚动轴承的热处理	102
1. 滚动轴承钢的预备热处理	102
2. 滚动轴承钢的最终热处理	108
3. 滚动轴承钢的热处理质量检验	117
4. 轴承热处理缺陷及防止方法	128
四、铸钢的热处理	130
五、低碳马氏体用钢的热处理	133
六、冷作用钢及低温用钢的热处理	136
第四章 工具钢的热处理	140
一、碳素工具钢的热处理	140
二、量具、刀具用钢的热处理	162

三、高速工具钢的热处理	166
四、模具钢的热处理	205
1. 冷作模具钢的热处理	205
2. 热作模具钢热处理	233
五、量具钢的热处理	247
第五章 特殊钢及合金热处理	255
一、特殊钢热处理	255
1. 不锈钢酸钢热处理	255
2. 耐热钢及高温合金热处理	261
3. 耐磨钢的热处理	270
二、精密合金热处理	273
1. 软磁合金热处理	273
2. 硬磁合金热处理	278
3. 铁基粉末冶金件热处理	283
4. 钢结硬质合金热处理	286
5. 弹性合金的热处理	286
6. 膨胀合金热处理	286
第六章 可控气氛热处理与真空热处理	299
一、可控气氛热处理	299
1. 名词解释	299
2. 钢铁在炉气中的化学反应	300
3. 炉气的碳势控制	301
4. 可控气氛的种类和用途	305
5. 用空气制取氮基气氛	305
二、真空热处理	320
1. 真空热处理原理	320
2. 真空退火	322
3. 真空淬火、回火	323
4. 真空渗碳	326
第七章 钢在奥氏体状态下的化学热处理	335

一、化学热处理基本原理	335
二、渗碳	338
1. 气体渗碳	338
2. 液体渗碳	389
3. 固体渗碳	394
4. 其它渗碳方法	399
5. 渗碳后的热处理	402
6. 渗碳件质量检验	406
7. 渗碳件常见缺陷与对策	410
三、碳氮共渗	417
1. 碳氮共渗的工艺特点	417
2. 气体碳氮共渗工艺操作	418
3. 液体碳氮共渗	427
4. 碳氮共渗件的质量检验	430
5. 碳氮共渗件常见的缺陷与对策	433
四、渗硼	435
1. 固体渗硼	435
2. 盐浴渗硼	438
五、渗金属	445
1. 渗钒、铌、钛	445
2. 渗铬	447
3. 渗铝	450
4. 渗金属件的质量检验	453
第八章 钢在铁素体状态下的化学热处理	456
一、钢在铁素体状态下的化学热处理类型	456
二、渗氮	457
1. 气体渗氮	457
2. 离子渗氮	478
3. 渗氮件质量检验	491
三、氮碳共渗	495

1. 气体氮碳共渗	495
2. 熔盐液体氮碳共渗	503
四、渗硫及复合渗	508
1. 低温电解渗硫	508
2. 硫氮共渗	512
3. 硫氮碳共渗	513
五、气相沉积处理	520
1. 化学气相沉积	520
2. 物理气相沉积	522
第九章 表面热处理	527
一、感应加热表面淬火	527
1. 概述	527
2. 感应器	529
3. 高频、中频感应加热淬火工艺	543
4. 工频感应加热淬火工艺	571
5. 感应加热淬火件的回火	574
6. 感应加热淬火件质量检验	575
7. 感应加热淬火件的常见缺陷与对策	580
二、火焰加热表面淬火	584
三、电接触加热表面淬火	592
四、氧化	593
五、磷化	599
六、蒸汽处理	608
七、激光淬火和电子束淬火	610
1. 激光淬火	610
2. 电子束淬火	617
第十章 铸铁热处理	620
一、灰铸铁热处理	620
二、球墨铸铁热处理	623
三、黑心可锻铸铁热处理	633

四、特殊铸铁热处理	639
第十一章 有色金属热处理	641
一、铝合金热处理	641
1. 铸造铝合金热处理	641
2. 形变铝合金的热处理	649
二、铜与铜合金热处理	674
1. 纯铜的热处理	674
2. 形变黄铜的热处理	674
3. 形变青铜的热处理	676
4. 铸造铜合金的热处理	681
三、镁合金的热处理	682
四、钛合金的热处理	688
五、铸造锌合金的热处理	695
第十二章 热处理设备及热工仪表	696
一、加热设备	696
1. 电阻炉	696
2. 浴炉	712
3. 感应加热装置及火焰淬火设备	731
4. 真空炉和离子渗氮设备	762
二、热工仪表	772
1. 温度计	772
2. 热电偶	774
3. 光学高温计	777
4. 电子电位差计	779
三、微机在热处理中的应用	784
1. 微机在井式炉渗碳中的应用	784
2. 微机在连续炉渗碳中的应用	789
第十三章 热处理安全与劳动保护	790
一、安全	790
1. 一般要求	790

2. 防火	791
3. 防爆	794
4. 防毒	799
5. 防触电	801
6. 各种设备的安全操作注意事项	803
7. 其它安全技术	810
二、劳动保护	813
1. 车间空气保护	813
2. 有毒物质排放控制	815
3. 噪声控制	816
4. 电磁波辐射与屏蔽	816
5. 防暑降温 and 防冻保暖	817
6. 热处理安全生产常用防护用品	818
第十四章 硬度检验	820
一、常用硬度检验方法的适用范围	820
二、布氏硬度试验方法	824
三、洛氏硬度试验方法	834
1. 洛氏硬度的试验条件和适用范围	834
2. 洛氏硬度试验符号及说明	834
3. 洛氏硬度试验步骤及要求	836
4. 表面洛氏硬度的符号及说明	841
5. 表面洛氏硬度的试验条件及适用范围	843
6. 表面洛氏硬度试验	843
四、维氏硬度试验方法	847
五、显微维氏硬度试验方法	850
1. 试验原理	850
2. 符号及说明	850
3. 试样	852
4. 试验步骤	852
5. 试验结果处理	853

六、肖氏硬度试验方法	854
七、锉刀硬度试验方法	855
八、里氏硬度试验方法	857
九、硬度换算	863

附录

附录 A 国产常用钢种化学成分	873
附录 B 常用钢临界温度	912
附录 C 热处理常用辅助材料	918
附录 D 钢的火花鉴别图表	927
附录 E 轴杆类零件热处理后变形允差范围	944
附录 F 常用法定计量单位及其换算表	949
附录 G 常用钢的等温和连续冷却转变曲线	956
附录 H 常用钢的淬透性曲线	986

第一章 热处理工艺代号及名词术语

一、热处理工艺代号

热处理工艺代号见表 1-1~表 1-6。

表 1-1 热处理工艺分类及代号 (GB/T 12603—90)

工艺 总称	代号	工艺 类型	代号	工艺名称	代号	加热 方法	代号
热 处 理	5	整体 热处 理	1	退火	1	加 热 炉	1
				正火	2		
				淬火	3		
				淬火和回火	4	感 应	2
				调质	5		
				稳定化处理	6	火 焰	3
				固溶处理、水韧处理	7		
				固溶处理和时效	8		
		表面 热处 理	2	表面淬火和回火	1	电 阻	4
				物理气相沉积	2		
				化学气相沉积	3	激 光	5
				等离子体化学气相沉积	4		
		化学 热处 理	3	渗碳	1	电 子 束	6
				碳氮共渗	2		
				渗氮	3		
				氮碳共渗	4		
				渗其它非金属	5	等 离 子 体	7
				渗金属	6		
				多元共渗	7	其 它	8
				熔渗	8		

表 1-2 热处理加热介质及代号(GB/T 12603—90)

加热介质	固体	液体	气体	真空	保护气氛	可控气氛	流态床
代号	S	L	G	V	P	C	F

表 1-3 退火工艺及代号(GB/T 12603—90)

退火工艺	去应力退火	扩散退火	再结晶退火	石墨化退火
代号	e	d	r	g
退火工艺	去氢退火	球化退火	等温退火	—
代号	h	s	n	—

表 1-4 淬火冷却介质和冷却方法及代号(GB/T 12603—90)

冷却介质和方法	空气	油	水	盐水	有机水溶液	盐浴
代号	a	e	w	b	y	s
冷却介质和方法	压力淬火	双液淬火	分级淬火	等温淬火	形变淬火	冷处理
代号	p	d	m	n	f	z

表 1-5 渗碳、碳氮共渗后冷却方法及代号(GB/T 12603—90)

冷却方法	直接淬火	一次加热淬火	二次加热淬火	表面淬火
代号	g	r	t	h

表 1-6 常用热处理工艺代号(摘自 GB/T 12603—90)

工艺名称	代号	工艺名称	代号
热处理	5000	盐水淬火	5131b
可控气氛热处理	5000C	分级淬火	5131m
退火	5111	等温淬火	5131n
正火	5121	感应加热淬火	5132
淬火	5131	保护气氛加热淬火	5131p
空冷淬火	5131a	盐浴加热淬火	5131L
油冷淬火	5131e	淬火和回火	5141
水冷淬火	5131w	调质	5151