

简明热处理工手册

TG 15-62

丁 37

# 简明热处理工手册

简明热处理工手册编写组 编



机械工业出版社

《简明热处理工手册》由金属学及热处理基础、结构钢和零件的热处理、工具钢和工具的热处理、特殊钢及合金的热处理、可控气氛热处理与真空热处理、钢的化学热处理、表面淬火、铸铁及其热处理、有色金属及其热处理、清理及表面处理、热处理设备、热处理质量的检验方法、安全技术与环境保护以及附录等部分组成。编写中，注意采用已颁布的最新国家标准与部颁标准，以及各种企业标准。在内容上，尽量作到数据化，并全部用表格形式表达，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，也可供工厂及科研单位有关技术人员和中专学校师生们参考。

## 简明热处理工手册

简明热处理工手册编写组 编

责任编辑：程淑华 版式设计：张伟行  
封面设计：方 芬 责任校对：贾立萍

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）  
（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 850×1168<sup>1</sup>/<sub>64</sub>·印张 24·插页 2·字数 670 千字  
1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷  
印数 0,001—5,990·定价：15.40 元

科技新书目：200—010

ISBN 7-111-00656-9/TH·104

# 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，

## IV

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，由张玉廷同志编写；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

## 前言

第一章 金属学及热处理基础 .....	1
一、金属学基本知识 .....	1
1. 金属学常用名词 .....	1
2. Fe-Fe <sub>3</sub> C相图 .....	12
3. 过冷奥氏体的等温转变图(TTT图)与 连续冷却转变图(CCT图) .....	21
4. 铁碳合金的组织与性能 .....	29
5. 金属机械性能 .....	37
6. 钢铁材料名词 .....	44
7. 钢与铸铁的分类及牌号表示方法 .....	46
8. 有色金属及其合金的分类及 牌号 表示方法 .....	67
9. 粉末冶金材料分类及牌号表示方法 .....	80
二、热处理基本知识 .....	85
1. 热处理名词总述 .....	85
2. 退火与正火 .....	97

## V

3. 淬火	112
4. 回火	171
5. 固溶热处理与时效	180
6. 冷处理	183
第二章 结构钢和零件的热处理	191
一、调质钢及其热处理	191
1. 调质钢及其热处理工艺参数	194
2. 调质钢件热处理质量检验	241
3. 典型零件的调质处理	248
4. 大型零件的调质处理	254
5. 铸钢热处理	263
6. 低碳马氏体用钢的热处理	271
二、弹簧钢及其热处理	275
1. 概述	275
2. 弹簧钢及其热处理工艺参数	278
3. 弹簧热处理质量检验	296
4. 弹簧热处理实例	299
5. 弹簧热处理的缺陷与对策	304
三、滚动轴承钢及其热处理	307
1. 滚动轴承钢	308

2. 滚动轴承钢的预备热处理·····	316
3. 滚动轴承钢的最终热处理·····	324
第三章 工具钢和工具的热处理·····	364
一、工具钢·····	364
1. 碳素工具钢·····	364
2. 合金工具钢·····	367
3. 高速钢·····	378
二、工具钢的热处理·····	385
1. 碳素工具钢的热处理·····	385
2. 合金工具钢的热处理·····	422
3. 高速钢的热处理·····	434
4. 模具钢的热处理·····	498
5. 量具钢的热处理·····	582
第四章 特殊钢及合金的热处理·····	601
一、特殊钢及其热处理·····	601
1. 不锈钢及其热处理·····	601
2. 耐热钢及其热处理·····	630
3. 耐磨钢及其热处理·····	652
二、精密合金及其热处理·····	656
1. 软磁合金及其热处理·····	656



## VII

2. 硬磁合金及其热处理	680
第五章 可控气氛热处理与真空热处理	690
一、可控气氛热处理	690
1. 钢铁在炉气中的化学反应	692
2. 炉气的碳势控制	696
3. 可控气氛的分类、用途及制备方法	712
二、真空热处理	740
第六章 钢的化学热处理	759
一、渗碳	759
1. 名词解释	759
2. 渗碳钢及其预备热处理	764
3. 渗碳层深度与加工余量	790
4. 渗碳前的准备工作	796
5. 渗碳工艺	804
6. 渗碳后的热处理	826
7. 渗碳质量检验	828
8. 渗碳件常见缺陷与对策	834
二、渗氮	838
1. 概述	838
2. 渗氮用钢及渗前准备	842

---

3. 气体渗氮	853
4. 离子渗氮	896
三、碳氮(氮碳)共渗	932
1. 名词解释	932
2. 碳氮共渗	934
3. 氮碳共渗	956
四、渗硼与硼基共渗	976
五、其它化学热处理	1011
1. 名词解释	1011
2. 渗硅	1012
3. 渗硫	1016
4. 硫氮、硫氮碳及其它多元共渗	1022
第七章 表面淬火	1029
一、感应加热表面淬火	1029
1. 概述	1029
2. 感应器	1033
3. 高频、中频感应加热淬火工艺	1056
4. 工频感应加热淬火工艺	1088
5. 感应加热淬火件的回火	1094
6. 感应加热淬火件质量检验	1096

## X

7. 感应加热淬火件的常见缺陷与对策	1099
第八章 铸铁及其热处理	1106
一、灰铸铁及其热处理	1115
二、球墨铸铁及其热处理	1122
三、可锻铸铁及其热处理	1133
四、特殊性能铸铁及其热处理	1138
第九章 有色金属及其热处理	1144
一、铝合金及其热处理	1144
1. 铸造铝合金及其热处理	1144
2. 形变铝合金及其热处理	1160
二、铜与铜合金及其热处理	1208
1. 紫铜及其热处理	1208
2. 形变黄铜及其热处理	1211
3. 形变青铜及其热处理	1220
第十章 热处理加热设备	1234
一、电阻炉	1234
二、浴炉	1268
三、感应加热装置	1300
第十一章 热处理质量的检验方法	1340
一、钢铁的火花鉴别法	1340

二、硬度检验法.....	1348
1. 金属布氏硬度测试法 .....	1348
2. 锤击式简易布氏硬度测试法 .....	1382
3. 洛氏硬度测试法 .....	1389
4. 维氏硬度测试法 (GB4340—84) .....	1401
5. 显微维氏硬度测试法(GB4342—84) ...	1424
6. 肖氏硬度测试法 (GB4341—84) .....	1444
7. 锉刀硬度检验法 .....	1446
8. 各种硬度值及硬度与强度间的换算 ...	1447
附录 1 硬度换算表.....	1450
附录 2 常用法定计量单位及其换算表.....	1478
附录 3 常用国内外钢号对照表.....	1488
附录 4 软磁合金牌号对照表.....	1506
附录 5 常用形变铝合金牌号对照表.....	1508
附录 6 热处理方法代号(GC423—62).....	1512
附录 7 热处理常用辅助材料.....	1514

# 第一章 金属学及热处理基础

## 一、金属学基本知识

### 1. 金属学常用名词

表1-1 名词解释

序号	名 词	定 义
1	金属学	研究金属和合金的成分、组织和性能之间的关系以及加工和热处理工艺等影响规律的科学
2	金相学	狭义的金属学。研究合金相图以及金属和合金内部组织结构的科学
3	金相检验	金属材料宏观组织检查以及利用光学金相显微镜或电子金相显微镜进行金属或合金内部组织的检查

(续)

序号	名 词	定 义
4	金属	具有金属光泽而不透明 (对可见光强烈反射), 并具有良好的导电性、导热性、塑性和强度的物质
5	合金	是以一种金属元素为基础, 加入另一种或几种金属或非金属元素经过熔融而获得的具有金属特性的物质
6	织 物	多晶体金属或合金内诸晶粒的晶体位向趋于一致的组织
7	相	合金系统中的这样一种物质成分, 它具有相同的物理和化学性能并与该系统的其余部分以界面分开
8	相 变	由于温度、压力、成分等的变化而导致一个体系中相的分解、合成或转变的过程
9	同素异晶体与同素异晶性	金属 (如铁、锡、钛、锰等) 的晶格类型在恒温下发生变化的性质, 叫做同素异晶性。相变前后的晶体称为同素异晶体

(续)

序号	名 词	定 义
10	合金相图	表示平衡状态下合金成分与温度同各相成分与数量关系的图形
11	宏观组织 (低倍组织)	金属或合金的金相磨面经过适当处理后, 用肉眼或借助于放大镜观察到的组织
12	显微组织	金属或合金的金相磨面经过适当的显露(例如蚀刻)或制成金属薄膜与复型后, 借助光学或电子显微镜观察到的组织
13	结晶	液态金属冷却到凝固温度时, 通过晶核形成并长大, 原子由短程有序状态转变为按一定几何图案进行长短有序排列的过程
14	重结晶	固态金属及合金在加热(或冷却)通过相变点时, 从一种晶体结构转变为另一种晶体结构的过程, 亦称固态相变或同素异晶转变

4

3

(续)

序号	名 词	定 义
15	再结晶	经冷塑性形变的金属或合金加热到再结晶温度 ( $T_{再} = 0.4T_{熔}$ ) 以上时, 畸变晶粒通过形核及长大形成新的无畸变的等轴晶粒的过程
16	晶格常数	晶胞中各棱边的长度, 叫晶格常数。也称点阵常数。
17	晶格和晶胞	在固态金属与合金中, 由原子(离子)或分子中心连结而成的空间格子具有晶体排列特征的最小单元叫晶胞
18	晶体	质点(原子、离子和分子)在三维空间作有规则的周期性重复排列的固体。点阵取向基本相同而又单独存在的晶体叫单晶体。由许多不同取向晶体组成的聚集体叫多晶体。
19	晶粒和亚晶粒(嵌镶块)	多晶体材料内, 以晶界分开, 晶体学位向基本相同的晶体叫晶粒。晶粒之内存在的、相互间晶体学位向差很小( $< 2 \sim 3^\circ$ )的小晶块称亚晶粒(嵌镶块)



(续)

序号	名 词	定 义
20	晶界、亚晶界和相界面	将晶体隔开的内界面叫晶界 将亚晶粒隔开的界面叫亚晶界 将两个相分开的界面叫相界面
21	基体	复相合金的主要组织组分，其内分布有其它相
22	组织	用金相观察方法在金属及合金内部看到的晶体或晶粒大小、方向、形状、排列状况等组织关系的情况
23	组织组分 〔组织组成物〕	以金相方法观察合金的显微组织，所看到的具有同样特征的部分。例如，退火状态亚共析钢的显微组织有两种组织组分：一是铁素体、二是珠光体
24	嵌块组织 〔亚结构〕	晶体内部因多边形化等原因形成位向差极小的亚晶粒组织
25	单相、两相、多相组织	只有一种相组成的组织叫单相组织 由两种相组成的组织叫两相组织 由几种相组成的组织叫多相组织