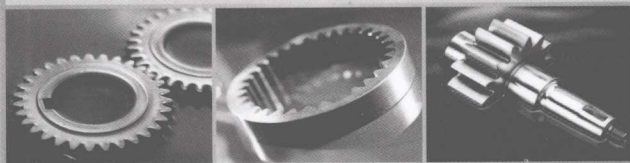


许天已 编著

GANGTIE RECHULI
SHIYONG JISHU

钢铁热处理 实用技术

第二版

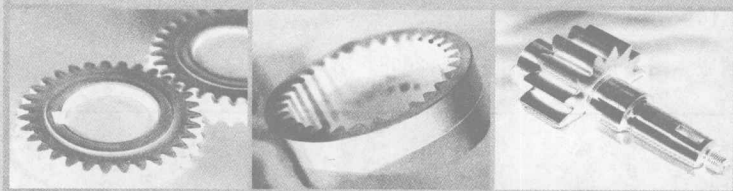


化学工业出版社

许天已 编著

GANGTIE RECHULI
SHIYONG JISHU
钢铁热处理
实用技术

第二版



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了金属材料基础知识、钢的热处理原理、钢的热处理工艺、合金钢的热处理、铸铁的热处理、热处理缺陷及防止,另外还介绍了生产中常用的热处理用设备以及热处理前的准备工作。

本书在第一版的基础上进行了较大修改与充实,增加了大量生产实例,集新颖性、先进性、可操作性于一体。适合从事金属材料热处理的一线工人及技术人员参考,并可作为企业及职业技术学校的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

钢铁热处理实用技术/许天已编著. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2008. 1
ISBN 978-7-122-01900-4

I. 钢… II. 许… III. ①钢-热处理②铸铁-热处理
IV. TG161

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003128 号

责任编辑:丁尚林
责任校对:郑捷

文字编辑:项 激
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011)
印 装:北京市兴顺印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 18 $\frac{1}{4}$ 字数 505 千字
2008 年 4 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

《钢铁热处理实用技术》第一版于2005年出版后，因其内容简明实用，操作工艺可靠，语言通俗易懂，深受读者喜爱，三年来已多次重印。在这几年中，我不断地对全书进行了全面修改补充，增加新的实用性技术内容，总结新的生产实例，使第二版在保持第一版特点的前提下更加完善，更加实用。在具体编写时，主要根据实际生产中的技术难点，选出合适的典型实例，解决具体操作中怎样做的问题。

本次修订重点扩充了大量的生产实例，由第一版的20个实例，增加到了98个，这些实例大多是本人几十年来实际操作的成熟经验，在生产中有较好的借鉴和推广价值；同时，增加了热处理工艺准备及热处理常用加热设备两章，使本书的内容更加完善；附录中增加了热处理工作中会经常用到的资料数据，以方便读者查阅。

本书语言简练，易读易懂，可供工厂技术人员和操作工人培训学习，并可指导现场实际生产，同时，也可作为职业技术学校的教材。

许天己

2008年1月

第一版前言

我国当代科学在飞跃快速发展之中，高新技术、高新工艺及其开发应用层出不穷。钢铁热处理技术的应用对金属材料物理性能、化学性能、力学性能、工艺性能起着重要作用。

我们知道，不同化学成分的材料，可以具有不同的力学性能。而同一化学成分的材料由于有不同的内部组织，具有不同的性能。通过不同的热处理方法，可以改善内部组织。例如把45#钢加热到 $(850\pm 10)^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间后，有的在10%NaCl水溶液中冷却，有的在空气中冷却，有的随炉缓冷，则得到的硬度就不同。水冷硬度最高，空气其次，缓冷硬度最低。这是由于不同的冷却方式，所得到的内部组织不一样的缘故。

热处理质量直接影响各种机械、运输、工具等产品的性能、使用寿命和使用安全等。对开发新产品和提高产品竞争力有着重要作用。因此钢铁热处理技术在工业领域将越来越受到重视。提高热处理质量是热处理技术人员的重要使命。

为了普及钢铁热处理技术知识，满足广大企业工厂热处理技术工人岗位培训的需要，增强在科学迅速发展形势下的技术素质，进一步提高专业技术水平，推动钢铁热处理技术和生产发展，促进产品质量的提高，作者结合本人几十年实际生产工作的经验，编写了此本将实例（都是作者本人实际操作的成熟经验）与理论相结合的图书。

这本书列举了生产中典型实例。书中列举了20个实例，在生产中有较好的借鉴和参考推广价值。实例中有常用机械、运输、工模具、机车、车辆、铁路典型配件、各种弹簧、钢锹、表面热处理、化学热处理、铸铁热处理等各种各样的实例。

本书简要介绍金属学有关基础知识、热处理原理，全面介绍了

钢铁的各种热处理工艺以及操作技术方法、注意事项、安全技术规程、热处理高新技术、工艺、方法等。

本书体现实用性、新颖性、先进性、可靠性、可操作性，在具体编写时，根据实际生产中的技术难点，选出合适的实例说明问题，语言精炼，顺理成章，做到通俗、易读、易懂、易记、在形式上有创新内容，重点说明怎样在实际操作中解决怎样做的问题。

此书可供工厂学徒工人、刚入门钢铁热处理技术理论学习和实际生产现场、车间应用，可供小型工厂应用，也可作为技工学校学员的教材。

由于编者水平有限，书中可能会有一些不妥之处，恳请广大读者批评指正。

许天已

2004年11月

目 录

第一章 金属材料基础知识	1
第一节 钢铁材料概述	1
一、钢铁加工方法	1
二、钢铁分类	3
三、钢中元素对钢的性能影响	4
第二节 金属材料的性能	28
一、金属材料的物理性能	28
二、金属材料的化学性能	31
三、金属材料的力学性能	32
四、金属材料的工艺性能	36
第三节 金属学基础知识	39
一、非晶体物质	39
二、晶体	39
三、晶格与晶胞	39
第四节 常见金属的晶体结构	40
一、体心立方晶格	41
二、面心立方晶格	41
三、密排六方晶格	42
第五节 金属结晶	42
一、结晶基础	42
二、纯金属结晶过程	43
三、金属结晶过程的一般规律	43
四、影响形核和核长大的因素	44
五、金属铸锭缺陷	45
六、合金的相结构	46
第六节 固态合金中的相结构	46

一、固溶体	47
二、金属化合物	48
三、机械混合物	49
第二章 铁碳合金	50
第一节 金属在固态下的转变	50
一、同素异构转变	50
二、磁性转变	51
第二节 铁碳合金基本组织结构	51
第三节 铁碳合金的基本组织及性能	52
一、铁素体	52
二、渗碳体	52
三、珠光体	53
四、莱氏体	53
五、奥氏体	54
第四节 铁碳合金状态图	54
一、对铁碳合金状态图及其分析	54
二、共晶转变	56
三、共析转变	56
四、平衡组织	57
五、白口铸铁	57
六、工业纯铁	57
第三章 钢的热处理基础	59
第一节 概述	59
第二节 临界点	60
第三节 钢的热处理原理	60
一、马氏体	61
二、索氏体	61
三、屈氏体	63
四、贝氏体	63
第四节 钢在加热时的组织转变	64
一、奥氏体形成过程	64

二、奥氏体晶核形成	64
三、奥氏体晶核长大	65
四、奥氏体成分均匀化	65
五、奥氏体晶粒度	65
六、钢的加热工艺	68
七、加热温度的选择	68
八、加热时间的估算	70
第五节 钢在冷却时的组织转变	70
一、过冷度	70
二、临界冷却速度	71
三、奥氏体冷却方式	71
四、C 曲线	71
五、过冷奥氏体等温转变	72
第六节 钢在连续冷却时的组织转变	74
一、钢的马氏体转变	77
二、残余奥氏体的影响	77
第七节 钢在回火时的转变	77
第四章 热处理工艺准备	80
第一节 工件装炉的方法	80
一、退火、正火件装炉前的准备	80
二、淬火件装炉前的准备	80
三、回火件装炉前的准备	81
四、工件装炉的方法	81
第二节 热处理生产中必备的工装	83
一、热处理工装种类	83
二、热处理工装的作用	84
第三节 常用的热处理工艺术语	84
第五章 钢的整体热处理工艺	86
第一节 钢的退火与正火	86
一、退火	86
二、退火的目的	86

三、退火类别	87
四、影响退火的因素	93
五、正火	94
六、退火与正火常见缺陷及补救方法	95
第二节 钢的淬火	95
一、完全淬火	96
二、不完全淬火	96
三、淬火的目的是	96
四、淬火加热温度的确定	96
五、淬火加热时间的确定	96
六、热处理工件加热时间的计算	97
七、淬火介质	98
实例 1: 淬火用硝酸盐冷却介质的应用	100
八、几种介质的淬火冷却曲线	103
九、淬火方法	105
实例 2: 钢锹制造与热处理(等温淬火及制造工艺)	110
实例 3: 摩托车、电动自行车、自行车链条的等温淬火	112
实例 4: 丝锥的等温淬火	112
实例 5: 尖铲、扁铲的制造与热处理方法	116
十、淬火冷却操作方式	116
第三节 钢的冷处理与时效处理	119
一、冷处理	119
二、时效处理	122
第四节 钢的回火	123
一、回火的主要目的	123
二、钢的回火工艺及应用	123
三、制定回火工艺时的注意事项	126
第六章 钢的表面热处理工艺	127
第一节 表面淬火	127
一、表面淬火的应用	127
二、表面淬火的分类	128

三、火焰加热表面淬火法	128
实例 6: 齿轮用火焰表面淬火	133
四、感应加热表面淬火	133
实例 7: 采用高频感应加热炼钢对各种机械设备小型零件、 精密铸造及其热处理工艺	139
实例 8: 单根大直径弹簧电阻加热进行热处理	141
实例 9: 采用电阻加热炭精棒炉对小型工件局部热处理 ..	144
第二节 钢的化学热处理	145
一、概述	145
二、钢的化学热处理目的	145
三、钢的化学热处理种类	146
四、钢的化学热处理特点	146
五、钢的化学热处理原理	146
六、钢的渗碳	147
实例 10: 固体渗碳	148
七、气体渗碳	150
八、液体渗碳	151
九、渗碳件常见的缺陷及其补救方法	153
十、钢的氮化	154
十一、渗金属	154
第三节 氧化处理	155
一、简介	155
二、氧化处理的应用	155
三、氧化处理的目的	155
四、氧化处理的操作技术	156
实例 11: 发蓝处理	156
五、发蓝工件缺陷产生的原因及其解决办法	165
六、氧化处理设备及要求	166
七、氧化槽液和酸洗槽液的配制方法和注意事项	167
八、氧化处理时的注意事项	168
九、氧化处理安全技术	169

十、氧化处理液配方	169
实例 12: 活塞环中温液体渗硫(硫化)处理	170
实例 13: 汽车活塞销热处理(渗碳件热处理)	171
实例 14: 汽车变速箱变速齿轮热处理(渗碳)	174
实例 15: 凿岩机活塞的热处理	176
实例 16: 高速工具钢刀具的蒸汽处理	178
实例 17: 木工工具手推拉刨刃的制造与热处理	188
实例 18: 锯条的制造与热处理	197
实例 19: 凸轮轴热处理	200
实例 20: 柴油机活塞销渗碳及热处理	201
实例 21: 机床附件——万能分度头蜗杆制造与热处理	204
第七章 合金钢的热处理	208
第一节 合金元素在钢中的作用	208
一、合金元素与铁的作用	208
二、合金元素与碳的作用	209
第二节 结构钢的热处理与实例	209
一、渗碳钢	210
二、调质钢	210
实例 22: 内燃机车东方红型拉臂销制造工艺及调质 处理	213
实例 23: 6120 柴油机连杆螺栓热处理	214
实例 24: 拖拉机连杆螺栓热处理	215
实例 25: 汽车后桥半轴热处理	216
实例 26: 柴油机摆臂轴热处理	219
实例 27: 135 柴油机的连杆螺钉热处理	220
实例 28: 6250 柴油机连杆螺母热处理	222
实例 29: 曲轴热处理	223
实例 30: 铁路配件——螺旋道钉热处理	225
实例 31: 机床附件——分度头主轴热处理	226
三、弹簧钢的热处理	228
实例 32: 冷成形弹簧及其热处理	231

实例 33: 内燃机车牵引电机弹性垫片的制造及热处理	
工艺	234
实例 34: 铁路配件——弹条扣件的制造工艺及热处理	235
实例 35: 汽车钢板弹簧的制造与热处理	240
实例 36: 气门用弹簧的制造与热处理	243
实例 37: 弹簧夹头的制造与热处理	245
实例 38: 紧固件的制造与热处理	247
实例 39: 捣固机上, 采用极薄弹簧片组装在一起的成组 弹簧片的热处理	250
实例 40: 钢琴上使用的弹簧热处理	252
实例 41: 机车速度传感器轴钢丝弹簧和万向轴卡簧的 热处理	253
实例 42: 铁路机车、车辆螺旋弹簧的制造与热处理	254
实例 43: 木工工具——圆锯片热处理	260
实例 44: 摩擦片的制造与热处理	264
实例 45: 收割机刀片的热处理	266
实例 46: 金刚石圆锯片基体的制造与热处理	267
实例 47: 犁铧的制造与热处理	269
实例 48: 碟形刀片热处理	271
实例 49: 薄弹簧片热处理	273
实例 50: 钢爪形接地弹簧垫圈热处理	277
四、轴承钢的热处理	279
实例 51: 高精度块规的热处理	282
实例 52: 油泵偶件喷油嘴的热处理	283
第三节 工具钢的热处理	285
一、切削工具钢的基本要求	285
二、刃具钢(低合金刃具钢)及其热处理	285
实例 53: 圆板牙的热处理	287
实例 54: 9Mn2V 钢模套热处理	291
实例 55: 搓丝板的制造与热处理	292
实例 56: CrWMn 钢制成的高精度量具的热处理	295

三、碳素工具钢及其热处理	297
实例 57: 碳素工具钢制造小孔径组合模具的热处理	300
实例 58: 锉刀的制造与热处理	302
四、高速钢及其热处理	304
实例 59: 锯片铣刀的制造与热处理	313
实例 60: 样板刀具的热处理	315
实例 61: 高速钢锯片减少淬火变形的热处理	323
实例 62: 高速钢车刀热处理	325
实例 63: 切割金属用的薄形刀片的制造与热处理	326
实例 64: 高速钢焊接刀具的制造与热处理	329
实例 65: 滚丝轮的制造与热处理	330
实例 66: 圆锥铰刀的热处理	334
实例 67: 齿轮滚刀的制造与热处理	339
实例 68: 较大直径铸造钻头的二次淬火	342
实例 69: W18Cr4V 冲孔冷冲模的制造与热处理	345
实例 70: 焊接高速钢机械加工用刀具的药品配方	346
五、模具钢及其热处理	347
六、制造冲模的工艺	358
实例 71: 东风型内燃机车使用的“钢背铝瓦”冷压成形的 大型模具的制造与热处理	361
实例 72: 制造弹条扣件平垫圈的模具热处理	365
实例 73: Cr12Mo 钢冷冲压模的不变形热处理方法	373
实例 74: 硅钢片凹模热处理	375
实例 75: Cr12MoV 钢制造的剪切硅钢片用的复合下料模 具的热处理	377
实例 76: 滚丝模热处理	378
实例 77: 挤压挺杆用凹模的制造与热处理	381
实例 78: 硅钢片冷冲压模具的制造与热处理	383
实例 79: 大型冷冲模具热处理	386
实例 80: 活扳手热锻模的制造与热处理	388
实例 81: 气门嘴热挤压模的制造与热处理	389

实例 82: 尖嘴钳锻模的制造与热处理	392
实例 83: 汽车连杆锻模的制造与热处理	394
实例 84: 3Cr2W8V 钢热挤压凸模的制造与热处理	397
实例 85: 气门热锻模的制造与热处理	399
实例 86: 3Cr2W8V 钢压铸模热处理	405
实例 87: 铝合金压铸模的热处理	406
实例 88: 热加工鱼尾螺栓 (锻造半成品) 的模具 热处理	407
实例 89: 黄铜接线板落料模的制造与热处理	411
实例 90: CrWMn 钢制阴阳模热处理	416
实例 91: 9CrSi 钢制落料模的制造与热处理	417
实例 92: 钢的分级淬火、等温淬火及回火使用硝酸盐 配方	421
实例 93: 碳素钢与合金钢淬火加热、高速钢和高合金钢 预热使用中性盐浴炉配方	421
实例 94: 工件在热处理加热过程中防止氧化和脱碳 方法	421
实例 95: 热处理过程中节约能源、节电实际经验	422
实例 96: 肉眼目测观察炉温实际经验	426
实例 97: 各型号电阻炉的电热元件 (电阻丝) 维修利用 方法	429
第四节 特殊性能钢及其热处理	430
一、不锈钢的热处理	430
二、耐热钢热处理	435
三、耐磨钢热处理	438
第八章 铸铁热处理	440
第一节 铸铁分类	440
一、白口铸铁	440
二、灰口铸铁	440
三、可锻铸铁	440
四、球墨铸铁	441

五、普通铸铁成分	441
六、铸铁的石墨化过程	441
七、铸铁组织	443
八、铸铁的性能	444
九、石墨的影响	444
第二节 铸铁热处理基础	445
一、铸铁热处理的必要性	445
二、铸铁热处理的特点	445
三、铸铁热处理时应采取的措施	446
第三节 灰口铸铁热处理	447
一、灰口铸铁的化学成分	447
二、灰口铸铁的退火和正火	447
三、灰口铸铁的淬火与回火	449
第四节 可锻铸铁热处理	450
一、可锻铸铁化学成分	450
二、可锻铸铁的牌号、力学性能和应用举例	450
三、可锻铸铁的热处理	451
四、白心可锻铸铁的热处理	452
五、黑心可锻铸铁的热处理	453
六、可锻铸铁热处理过程中的缺陷及其防止与补救方法	455
七、获得不同基体可锻铸铁的方法	456
第五节 石墨化钢与激冷铸铁热处理	458
一、工厂中常用石墨化退火方法	458
二、激冷铸铁及其热处理	459
第六节 球墨铸铁热处理	460
一、球墨铸铁分类及化学成分	460
二、球墨铸铁热处理	462
三、球墨铸铁的化学热处理	465
第七节 特殊性能铸铁	466
一、耐磨铸铁	466
二、耐热铸铁	467

三、耐蚀铸铁	468
实例 98: 活塞环热处理	468
第九章 金属热处理缺陷分析及其防止措施	470
第一节 概论	470
第二节 热处理裂纹	470
一、加热不当形成的裂纹	471
二、淬火裂纹	471
三、零件尺寸和结构的影响	477
四、工艺因素的影响	477
第三节 预防淬火裂纹的方法	478
一、正确进行产品设计	479
二、合理安排工艺路线	485
三、恰当确定加热参数	486
第四节 热处理变形	488
一、热处理变形原因	488
二、热处理变形规律	490
三、热处理变形的校正	494
四、防止淬火工件变形及常用的补救方法	495
第五节 过热与过烧	496
一、过热	496
二、过烧	496
第六节 氧化与脱碳	497
一、氧化	497
二、脱碳	497
三、防止和减轻氧化、脱碳的措施	498
第七节 残余内应力	498
一、热处理内应力	498
二、表面淬火工件的残余应力	498
第八节 力学性能不合格	499
一、软点	500
二、硬度不足	500