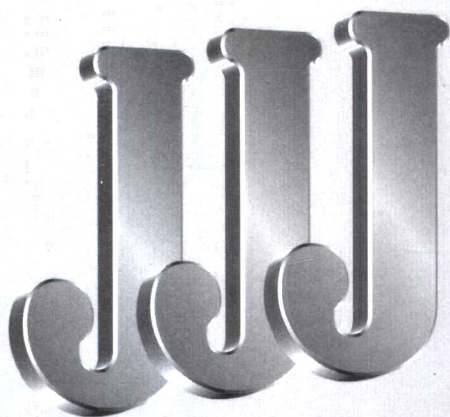




热处理技师手册

张玉庭 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



热处理技师 手册

张玉庭 主编



机械工业出版社

本手册是为满足热处理高技能人才解决生产中遇到的各种技术质量问题的需要,结合国内外热处理发展现状编写的。

本书主要内容包括:热处理原理及工艺,钢的表面热处理,钢的化学热处理,热处理应力、变形及裂纹的控制,齿轮的热处理,轴、杆类零件的热处理,套圈环类零件的热处理,紧固件的热处理,弹簧的热处理,滚动轴承零件的热处理,大件、小件的热处理,工、模具的热处理,铸铁的热处理,非铁合金的热处理,特殊钢及合金的热处理,热处理设备、仪器仪表的安装、调试及故障排除,热处理工艺规程制定和质量控制等,共17章,书末附有附录。

本书的特点是:标准新,数据全,实用性强,查阅方便。

本手册适用于热处理技师、高级技师和热处理中、高级工使用,也可供热处理工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

热处理技师手册/张玉庭主编. —北京:机械工业出版社, 2005

ISBN 7-111-17626-X

I. 热… II. 张… III. 热处理-技术手册 IV. TG15-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第123142号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何月秋

责任编辑:何月秋 版式设计:冉晓华 责任校对:张莉娟
崔世荣 吴美英

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006年1月第1版·第1次印刷

850mm×1168mm $1/32$ ·39.75印张·2插页·1382千字

0 001—4 000册

定价:75.00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)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着世界制造业加工中心向我国的转移，社会对高技能人才需求的呼声越来越高，国家“三年 50 万技师”的人才培养工程正在全国各行各业轰轰烈烈地开展，为适应全社会对高技能人才的迫切需求，满足高技能人才培养的需要，我们组织编写了系列技师手册。

技师是高级工人中的优秀技术人才，是技术工人队伍中的佼佼者，是企业中的能工巧匠，是千千万万青年工人学习技术的良师，是走岗位成才之路的榜样。

技师具有技术全面、一专多能、技艺高超、生产实践经验丰富的优良技术素质。他们担负着组织和指导生产人员解决本工种生产过程中出现的关键或疑难技术问题；开展技术革新、技术改造；推广和应用新技术、新工艺、新设备、新材料以及组织和指导工人技术培训、考核、评定等工作任务。

这套技师手册是为帮助技师做好工作提供的一本实用性很强的工具书。

技师手册是参照《国家职业标准》中有关工种高级工、技师和高级技师的“相关知识”、“技能要求”，紧密结合企业生产和技师工作实际编写的。手册内容起点较高，包括技师应熟练掌握的基础理论、专业理论和其他有关知识；以主要篇幅从较高层次上介绍了设备应用、操作技能、工艺规程、生产技术组织管理和国内外新技术的发展和应用等内容，并列举了大量的工程实例。

本套手册力求内容实用，编排全面系统，叙述简明扼要，图表数据可靠。全书采用了最新国家标准和法定计量单位。

我们是第一次为高级工人和技师组织编写工具书，由于缺乏经验，不足之处和错误在所难免，恳切希望读者多提宝贵意见。

机械工业技术工人教育研究中心

编者的话

《国家职业标准 金属热处理工》对热处理技师、高级技师提出了具体的理论知识和技能操作的要求。本书即是依据《国家职业标准 金属热处理工》的规定而编写的，可作为热处理技师、高级技师的工具书。

本书的特色是：①注意理论和实际相结合，每章均有热处理缺陷或典型案例的分析，以提高技师、高级技师分析问题、解决产品质量问题和排除设备故障的能力。②对热处理基本原理和工艺的介绍较详细，可为技师、高级技师分析产品案例时提供理论依据。③书中详细地介绍了各种典型零件、各种材料，如钢、铸铁、有色金属、功能材料等的新工艺、新知识，可扩大技师、高级技师的知识领域。④在热处理加热设备的安装、调试、故障排除、工艺编制和质量控制，以及热处理车间的日常管理方面，也详尽地作了介绍，对提高技师、高级技师的技术素质和管理水平很有裨益。⑤书末附录中有常用的技术资料 and 图表、技术标准和代号、常用金属材料新旧牌号对照等资料，可满足技师、高级技师日常工作中的查询需要。

本书主要由张玉庭研究员级高级工程师编写，其中，蔡惠阳高级工程师编写了第五章，丁惠麟高级工程师编写了第十四章，全书由张玉庭主编。

由于编者水平有限，时间仓促，书中的缺点和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

编者的话

第一章 热处理的基本原理及工艺	1
第一节 奥氏体的形成	1
一、奥氏体的形成过程	1
二、影响奥氏体形成速度的因素	2
三、非平衡组织加热时奥氏体的形成	3
四、奥氏体晶粒的长大与控制	3
第二节 珠光体转变	5
一、珠光体的组织形态及形成机制	5
二、先析相析出及组织形态	7
三、影响珠光体转变的因素	10
四、珠光体的力学性能	12
五、钢中碳化物的相间析出	12
第三节 贝氏体转变	13
一、贝氏体形成的条件和组织形态	13
二、贝氏体的转变机理	15
三、影响贝氏体转变的因素	17
四、贝氏体的力学性能及在生产中的应用	17
第四节 马氏体转变	19
一、马氏体晶体结构和转变特征	19
二、马氏体的组织形态	20
三、影响马氏体转变的因素	22
四、马氏体的性能	24

第五节 回火时组织的转变	25
一、淬火马氏体的分解	25
二、残留奥氏体的转变	30
三、非马氏体组织回火时发生的转变	32
四、淬火钢回火时力学性能的变化	33
第六节 退火与正火	35
一、退火	35
二、正火	43
三、退火、正火后的组织和性能	45
四、退火、正火的典型实例	46
五、退火、正火的质量控制及缺陷防治	49
第七节 淬火与回火	53
一、淬火介质	53
二、淬火工艺	68
三、淬透性和淬硬性	76
四、新型淬火方法简介	80
五、回火工艺及回火脆性	83
六、淬火、回火件的质量控制	86
七、淬火、回火件的断裂分析	88
八、清洗、中间防锈及喷砂、喷丸处理	94
第八节 真空热处理	96
一、真空热处理原理	96
二、真空热处理工艺要求	99
三、真空退火、真空淬火、回火工艺	102
四、真空渗碳	113
第九节 低碳马氏体用钢的热处理	119
第十节 冷处理	121
第十一节 铸钢件的热处理	123
一、铸钢件的热处理工艺特点及要求	123
二、各种铸钢件的热处理	123
第十二节 低温用钢的热处理	126
第二章 钢的表面热处理	128

第一节 感应加热淬火的基本知识	128
一、感应加热原理	128
二、感应加热的相变特点	130
三、感应加热淬火后的组织和性能	131
第二节 感应加热淬火工艺参数确定	133
一、零件技术条件的确定	133
二、感应加热设备频率、加热比功率的选择与确定	144
三、感应加热淬火加热方式和加热工艺参数确定	149
四、冷却方法和冷却时间的确定	159
五、感应加热淬火件的回火	164
第三节 感应加热淬火设备的电参数调整	166
一、中频感应加热淬火设备的调整	166
二、高频感应加热淬火设备的调整	170
第四节 高、中频感应加热淬火实例	173
一、典型零件的高频感应加热淬火	173
二、典型零件的中频感应加热淬火	175
第五节 工频感应加热淬火工艺	180
一、工频感应加热变压器及供电线路	180
二、工频感应加热淬火实例	180
第六节 感应加热淬火件的质量检验	186
第七节 感应加热淬火件的常见缺陷与对策	191
第八节 感应器的设计与制造	194
一、感应器设计的基本参数选择	194
二、高、中频感应器的制造步骤	203
三、常用的高、中频感应器的结构和应用实例	205
四、工频感应器	227
第九节 感应加热淬火典型案例分析	228
一、轻型汽车前悬架扭杆断裂	228
二、吉普车半轴早期断裂	233
第十节 火焰加热淬火	235
第十一节 接触电阻加热淬火	242
第十二节 激光淬火和电子束淬火	243

一、激光淬火	243
二、电子束淬火	249
第三章 钢的化学热处理	251
第一节 可控气氛的制取	251
一、各种可控气氛的制取方法	251
二、炉气成分的控制原理和方法	262
第二节 钢的渗碳	269
一、气体渗碳	269
二、液体渗碳	292
三、固体渗碳	300
四、其他渗碳方法	304
五、渗碳后的热处理	307
六、渗碳件的质量检验	310
第三节 渗碳件的常见缺陷与对策	314
第四节 渗碳件失效的典型案例分析	320
一、轻型卡车转向螺杆断裂	320
二、中巴车主动齿轮轴断裂	324
第五节 钢的碳氮共渗	327
一、碳氮共渗的工艺特点	327
二、气体碳氮共渗工艺	327
三、液体碳氮共渗工艺	335
四、碳氮共渗件的质量检验	337
五、碳氮共渗件的常见缺陷与对策	340
第六节 碳氮共渗件的案例分析	341
一、载货汽车驻车制动扇形齿轮断齿	341
二、转向拉杆球接头座早期磨损	342
第七节 渗氮	343
一、气体渗氮	343
二、离子渗氮	360
三、渗氮件的质量检验	370
第八节 氮碳共渗	374
一、气体氮碳共渗	374

二、熔盐液体氮碳共渗	380
第九节 渗氮和氮碳共渗的典型案例	384
一、内燃机凸轮轴氮碳共渗层剥落	384
二、渗氮丝杆脆性断裂	387
第十节 渗硫及复合渗	388
一、低温电解渗硫	388
二、硫氮共渗	390
三、硫氮碳共渗	391
第十一节 气相沉积处理	398
一、化学气相沉积 (CVD)	398
二、物理气相沉积 (PVD)	400
三、离子注入技术	404
第十二节 渗硼	406
一、固体渗硼	406
二、盐浴渗硼	407
第十三节 渗金属	413
一、渗铬	413
二、渗铝	415
三、渗钒、渗铌、渗钛	417
四、渗金属件的质量检验	419
第四章 热处理应力、变形及裂纹控制	423
第一节 热处理应力及控制	423
一、淬火应力	423
二、表面淬火时的残余应力	428
三、化学热处理淬火后的残余应力	436
第二节 热处理变形及控制	437
一、热处理变形概述	437
二、热处理变形的一般规律	437
三、影响热处理变形的因素	442
四、控制和减少热处理变形的措施	452
五、热处理变形的矫正	458
第三节 热处理裂纹与控制	459

一、热处理裂纹的类型和特征	459
二、热处理裂纹形成的原因	462
三、热处理裂纹的控制与对策	466
第五章 齿轮的热处理	472
第一节 齿轮的渗碳	472
一、齿轮渗碳用钢	472
二、齿轮渗碳工艺	476
三、齿轮渗碳层深的确定原则	479
第二节 齿轮渗碳的工艺缺陷及控制	479
一、工艺缺陷及控制	479
二、渗碳、催渗技术的发展	481
第三节 汽车齿轮失效形式及典型案例分析	483
一、汽车齿轮的失效案例	485
二、汽车齿轮失效的预防措施	485
第四节 齿轮的碳氮共渗	486
一、齿轮的碳氮共渗用钢	486
二、齿轮的碳氮共渗工艺	487
三、齿轮的碳氮共渗工艺实例	488
四、齿轮碳氮共渗的工艺缺陷及控制	492
第五节 汽车齿轮碳氮共渗的失效案例分析	493
一、轻型汽车变速箱三档齿轮的台架断裂试验	493
二、轿车变速箱接合齿圈崩齿	493
第六节 齿轮的渗氮和氮碳共渗	496
一、渗氮齿轮用钢、预备热处理和渗氮层深	496
二、齿轮的渗氮工艺	497
三、齿轮的氮碳共渗工艺	502
第七节 齿轮的热处理变形与控制	503
一、齿轮变形	503
二、影响变形的因素	504
三、变形与控制的方法举例	505
第六章 轴、杆类零件的热处理	510
第一节 内燃机轴杆件的热处理典型案例分析	510

一、曲轴热处理及断裂分析	510
二、凸轮轴热处理及断裂分析	518
三、内燃机连杆的热处理	527
第二节 汽车前轴、后半轴的热处理典型案例分析	529
一、前轴热处理及断裂分析	529
二、半轴热处理及断裂分析	533
第三节 机床轴、杆件的热处理	540
一、机床主轴的热处理	540
二、机床丝杠的热处理	543
第四节 其他轴、杆件的热处理	549
第五节 轴、杆件的热处理变形与控制	551
第七章 套环类零件的热处理	556
第一节 套圈类零件的热处理	556
一、泥浆泵缸套的热处理	556
二、油封衬套的热处理	559
三、内燃机飞轮齿圈的热处理	559
四、轴承套圈的贝氏体等温淬火	560
第二节 环类零件的热处理	561
一、石油钻机吊环的热处理	561
二、活塞环的热处理	562
三、汽轮发电机无磁性护环的热处理	570
第三节 锅炉钢管构件的热处理	571
第四节 套圈环类零件的热处理变形与控制	574
一、套圈环类零件的变形规律	574
二、套环类零件淬火变形及控制	576
三、套圈环类零件感应加热淬火和快速加热淬 火变形及控制	579
四、化学热处理对套环零件变形的影响	582
五、淬火介质对零件内孔变形的影响	584
六、套环类零件淬火变形允差	585
七、套环类零件孔径变形的矫正	586
第八章 紧固件的热处理	588

第一节 紧固件的失效、性能要求和选材	588
一、紧固件的失效	588
二、对紧固件的性能要求	589
三、紧固件用钢	591
第二节 螺纹紧固件热处理	592
一、螺纹紧固件坯料的预备热处理	592
二、螺纹紧固件的最终热处理	596
第三节 专用螺纹紧固件的热处理	599
一、自攻螺钉、自攻锁紧螺钉、自钻自攻螺钉、紧定螺钉的 热处理	599
二、耐腐蚀螺纹紧固件的热处理	599
三、耐高温螺纹连接副的热处理	601
四、低温条件工作螺栓、螺母的热处理	604
五、耐磨螺栓、螺母的热处理	604
第四节 垫圈、挡圈、销和铆钉的热处理	605
一、垫圈和挡圈的热处理	605
二、销的热处理	606
三、铆钉的热处理	606
第五节 紧固件的表面处理	607
一、电镀锌	607
二、镀锌、铬	609
三、氧化和磷化处理	610
第六节 紧固件的质量检验	610
第七节 螺纹紧固件的失效案例分析	612
一、轻型汽车后桥差速器螺栓的断裂分析	612
二、汽车传动轴支撑螺钉的断裂分析	615
三、发动机导轮支架固定螺栓的断裂分析	617
第九章 弹簧的热处理	620
第一节 弹簧钢的预备热处理	620
第二节 弹簧钢的最终热处理	621
第三节 弹簧的热处理质量检验及缺陷防治	626
第四节 钢板弹簧的热处理及失效案例分析	628



一、钢板弹簧的热处理工艺	628
二、钢板弹簧的断裂分析	629
第五节 圆柱螺旋弹簧的热处理及失效案例分析	632
一、螺旋弹簧的热处理	632
二、螺旋弹簧的断裂分析	634
第六节 膜片弹簧的热处理	637
第七节 扭杆弹簧的热处理	638
第八节 提高弹簧疲劳寿命的措施	639
一、喷丸强化处理	639
二、形变处理	644
三、高应力弹簧的离子渗氮	645
四、弹簧淬火后回火与氮碳共渗相结合	645
五、板簧的预变形处理	645
六、抗应力松弛处理	645
第十章 滚动轴承零件的热处理	647
第一节 滚动轴承零件的预备热处理	647
第二节 滚动轴承零件的最终热处理	652
一、淬火工艺	652
二、回火工艺	657
三、滚动轴承零件淬火、回火后的质量控制	660
四、高碳铬轴承钢的等温淬火	667
第三节 微型轴承和精密轴承零件的热处理	669
一、微型轴承零件的热处理	669
二、精密轴承零件的热处理	672
第四节 耐蚀轴承零件的热处理	672
第五节 耐高温轴承零件的热处理	676
第六节 铁路车辆轴承零件的热处理	680
一、客车轴承零件的热处理	680
二、货车轴承零件的热处理	682
三、限制淬透性钢套圈的表面淬火	684
第七节 防磁轴承零件的热处理	685
一、7Mn15Cr2Al3V2WMo 合金滚动轴承零件的热处理	686

二、00Cr40Ni55Al3、00Cr40Ni55Al3.5 合金滚动轴承零件的 固溶时效处理	686
三、Cr23Ni28Mo5Ti3AlV 合金滚动轴承零件的热处理	687
四、MonelK—500 合金滚动轴承零件的固溶时效处理	688
五、00Cr15Ni60Mo16W4 合金滚动轴承零件的固溶时效处理	688
第八节 滚动轴承零件的热处理典型案例分析	688
一、汽车轮毂轴承的损坏分析	688
二、滚动轴承钢球的剥落原因分析	693
第十一章 大件、小件的热处理	696
第一节 大锻件的热处理	696
一、大锻件的锻后热处理	696
二、大锻件的最终热处理	699
三、四机架连轧机工作辊的表面剥落失效分析	706
第二节 自行车零件热处理	708
一、中轴的热处理	710
二、轴碗、轴挡等零件的热处理	710
三、飞轮零件的热处理	712
四、链条零件的热处理	713
第三节 手表零件的热处理	714
第四节 缝纫机及纺织机械零件的热处理	718
一、家用缝纫机零件的热处理	718
二、工业缝纫机零件的热处理	719
三、纺织机械零件的热处理	722
第五节 农机具零件的热处理	724
第六节 液压件的热处理	728
第十二章 工模具钢的热处理	738
第一节 碳素工具钢的热处理	738
一、碳素工具钢的预备热处理	738
二、碳素工具钢及其制件的最终热处理	740
第二节 低合金钢刀具的热处理	748
一、低合金钢刀具的预备热处理	748
二、低合金钢刀具的最终热处理	749

三、低合金钢刀具的热处理质量控制	750
四、低合金钢刀具的热处理实例	751
五、低合金钢刀具的失效分析	752
第三节 高速工具钢的热处理及典型件失效案例	
分析	755
一、高速钢的预备热处理	755
二、高速钢制件的最终热处理	758
三、高速钢刀具的热处理质量控制	775
四、高速钢刀具常见的热处理缺陷及防止措施	778
五、高速钢刀具的热处理实例	782
六、高速钢刀具失效分析	786
第四节 冷作模具的热处理及失效案例分析	787
一、冷作模具钢的预备热处理	787
二、冷作模具钢的最终热处理	789
三、冷作模具的热处理变形、开裂控制	794
四、冷作模具钢热处理后的金相组织控制	797
五、冷作模具的失效分析	799
第五节 热作模具钢的热处理及典型件失效案例	
分析	803
一、热作模具钢的预备热处理	803
二、热作模具钢的最终热处理	804
三、其他热作模具钢的热处理	808
四、热作模具的热处理质量控制	809
五、典型热作模具热处理实例	812
六、专用塑料模具用钢的热处理	814
七、热作模具的失效分析	815
第六节 量具钢的热处理	820
第十三章 铸铁的热处理	827
第一节 灰铸铁的热处理	827
一、低温去应力退火	827
二、石墨化退火	829
三、灰铸铁热处理工艺实例	829