

热处理工艺

全书

主编 谢绍自

RECHULIGONGYI
QUANSHU

山西人民出版社

责 编：赵绍波 李 颖

复 审：张福林

终 审：张彦彬

图书在版编目 (CIP) 数据

热处理工艺全书/谢绍自主编. —太原: 山西人民出版社, 2003.7

ISBN 7-203-04813-6

I. 热... II. 谢... III. 热处理—工艺 IV. TG156

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 053244 号

热处理工艺全书

谢绍自 主编

*

山西人民出版社出版发行

030012 太原市建设南路 15 号 0351-4922102

http://www.sxep.com.cn E-mail: sxep@sx.cei.gov.cn

新华书店经销 北京市鸿鹄印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 126 个 字数: 2100 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

印数: 1-500 册

*

ISBN 7-203-04813-6

T·174 定价: 980 元(全四卷)

热处理工艺全书

编 委 会

主 编：谢绍自

副主编：李少伟 马记超

编 委：刘 华 李 斌 李 平 史 刚

张志明 周宏新 胡志宏 张炳振

姜艳穴 李少伟 赵 诚 侯高军

杨 林 胡永阳 刘永刚 邓胜平

第一章 基础资料	(1)
第一节 金属热处理分类及代号	(1)
一、基础分类	(1)
二、附加分类	(2)
三、常用热处理工艺及代号	(2)
第二节 合金相图	(4)
一、铁碳系合金相图	(4)
二、其他铁基合金相图	(12)
第三节 现有热处理标准题录	(21)
第二章 金属热处理的加热	(27)
第一节 钢的加热转变	(27)
一、珠光体—奥氏体转变	(27)
二、铁素体—珠光体向奥氏体的等温转变	(28)
三、连续加热时的奥氏体形成过程	(32)
四、钢加热时的奥氏体晶粒长大	(34)
五、过热和过烧	(38)
六、钢的晶粒度对性能的影响	(39)
七、奥氏体晶粒度的显示和测定	(40)
第二节 加热介质和加热计算	(42)
一、加热介质分类	(42)
二、金属在各种介质中加热时的行为	(43)
三、加热计算公式及常用图表	(58)

四、加热节能措施	(66)
第三节 可控气氛	(67)
一、分类及用途	(67)
二、制备方法	(67)
三、炉气控制原理	(107)
四、炉气检测方法	(115)
第四节 加热熔盐和流态床	(125)
一、加热熔盐的成分及用途	(125)
二、盐浴的脱氧及脱氧剂	(135)
三、长效盐	(135)
四、流态床加热的特点	(135)
第五节 真空中的加热	(144)
一、金属在真空中加热时的行为	(145)
二、金属在真空中的加热速度	(145)
第三章 金属热处理的冷却	(149)
第一节 钢的过冷奥氏体转变	(149)
一、过冷奥氏体的高温分解	(149)
二、马氏体转变与马氏体	(152)
三、贝氏体转变与贝氏体	(158)
四、过冷奥氏体等温分解转变动力学	(161)
第二节 钢件热处理的冷却过程	(167)
一、热处理的各种冷却方式	(167)
二、钢冷却时的内应力	(168)
三、淬火裂纹	(173)
四、淬火畸变	(175)
第三节 淬火冷却介质	(179)
一、淬火冷却介质应具备的特性及其分类	(179)
二、淬火介质冷却特性的评价方法	(180)
三、常用淬火介质及冷却方式	(194)
第四节 淬火冷却过程的计算机模拟	(216)

一、导热计算	(217)
二、相变量的计算	(217)
三、应力场分析	(219)
四、复杂淬火操作的模拟以及非线性处理	(219)
五、借助于计算机模拟进行热处理虚拟生产	(220)
第五节 冷处理和深冷处理	(221)
第四章 钢铁件的整体热处理	(222)
第一节 钢的热处理	(222)
一、钢的退火与正火	(222)
二、钢的淬火	(230)
三、钢的回火	(256)
四、钢的感应穿透加热调质	(269)
第二节 铸铁的热处理	(273)
一、铸铁的分类和应用	(273)
二、铸铁热处理基础	(280)
三、白口铸铁的热处理	(291)
四、灰铸铁的热处理	(294)
五、球墨铸铁的热处理	(306)
六、可锻铸铁的热处理	(322)
第五章 表面加热热处理	(330)
第一节 感应加热热处理	(330)
一、感应加热原理	(331)
二、钢件感应加热时的相变特点	(337)
三、感应器	(344)
四、感应淬火工艺	(370)
五、超高频脉冲和大功率脉冲感应淬火	(396)
六、感应淬火件的回火	(399)
第二节 火焰加热表面淬火	(402)
一、火焰加热方法	(402)
二、火焰喷嘴和燃料气	(404)

三、火焰加热表面淬火工艺规范·····	(404)
第三节 激光、电子束热处理·····	(411)
一、激光热处理的特点·····	(411)
二、电子束热处理的特点·····	(416)
三、表面相变硬化·····	(416)
四、表面熔化快速凝固硬化·····	(434)
五、表面合金化和熔覆·····	(439)
六、激光热处理设备·····	(443)
第四节 其他表面热处理方式·····	(446)
一、电接触加热表面淬火·····	(446)
二、电解液加热表面淬火·····	(448)
三、浴炉加热表面淬火·····	(449)
第六章 化学热处理 ·····	(451)
第一节 钢的渗碳·····	(453)
一、渗碳原理·····	(453)
二、渗碳方法·····	(457)
三、渗碳用钢及渗碳后的热处理·····	(479)
四、渗碳层的组织和性能·····	(482)
五、渗碳件质量检查、常见缺陷及防止措施·····	(484)
第二节 钢的碳氮共渗·····	(486)
一、概述·····	(486)
二、气体碳氮共渗·····	(488)
三、其他碳氮共渗方法·····	(492)
四、碳氮共渗用钢及共渗后的热处理·····	(496)
五、碳氮共渗层的组织和性能·····	(498)
六、碳氮共渗工件质量检查与常见缺陷及防止措施·····	(500)
第三节 渗氮及以氮为主的共渗·····	(501)
一、渗氮·····	(501)
二、氮碳共渗·····	(522)
三、氧氮共渗·····	(530)

四、硫氮共渗	(531)
五、硫氮碳共渗	(533)
第四节 渗金属及碳氮之外的非金属	(535)
一、渗硼	(535)
二、渗铝	(541)
三、渗锌	(548)
四、渗铬	(551)
五、熔盐碳化物覆层工艺	(555)
六、渗硫	(558)
七、渗硅、钛、铌、钒、锰	(561)
八、多元共渗与复合渗	(562)
第五节 离子化学热处理	(568)
一、离子化学热处理基础	(568)
二、离子渗氮	(572)
三、离子氮碳共渗	(577)
四、离子渗碳及碳氮共渗	(579)
六、离子渗硼	(584)
七、离子渗金属	(586)
八、气相沉积技术	(588)
九、离子注入技术	(606)
第七章 形变热处理	(609)
第一节 概述	(609)
第二节 低温形变热处理	(612)
一、低温形变热处理工艺	(612)
二、钢低温形变热处理的组织变化	(620)
三、钢低温形变热处理后的力学性能	(623)
四、其他低温形变热处理	(636)
第三节 高温形变热处理	(645)
一、高温形变热处理工艺	(646)
二、钢高温形变淬火的组织变化	(653)

三、钢高温形变热处理后的力学性能	(656)
四、钢的锻热淬火	(667)
五、控制轧制	(673)
六、非调质钢	(676)
第四节 表面形变热处理	(677)
一、表面高温形变淬火	(677)
二、预冷形变表面形变热处理	(680)
三、表面形变时效	(682)
第五节 形变化学热处理	(683)
一、形变对扩散过程的影响	(683)
二、钢件化学热处理后的冷形变	(684)
三、钢件化学热处理后的表面高温形变淬火	(686)
四、钢件晶粒多边化处理后的化学热处理	(687)
第八章 非铁金属的热处理	(688)
第一节 铜及铜合金的热处理	(689)
一、铜及铜合金	(689)
二、铜及铜合金的热处理概述	(697)
三、工业纯铜的热处理	(698)
四、黄铜的热处理	(699)
五、青铜的热处理	(703)
六、白铜及其热处理	(714)
第二节 铝及铝合金的热处理	(718)
一、铝及铝合金	(718)
二、变形铝合金的退火	(732)
三、变形铝合金的固溶处理与时效	(734)
四、其他热处理	(752)
五、变形铝合金加工及热处理状态标记	(758)
六、铸造铝合金的热处理	(760)
七、铝合金的热处理缺陷	(763)
第三节 镁合金的热处理	(767)

一、镁及镁合金	(767)
二、镁合金热处理的主要类型	(772)
三、热处理设备和操作	(776)
四、热处理缺陷及防止方法	(777)
五、镁合金热处理安全技术	(778)
第四节 钛及钛合金的热处理	(779)
一、钛合金中的合金元素	(782)
二、钛及钛合金的分类	(784)
三、钛合金中的不平衡相变	(788)
四、钛合金的热处理工艺	(790)
五、影响钛合金热处理质量的因素	(800)
第九章 铁基粉末冶金件及硬质合金的热处理	(802)
第一节 概论	(802)
一、粉末冶金的应用范围	(802)
二、粉末冶金方法	(803)
三、粉末冶金材料的分类	(807)
第二节 铁基粉末冶金件及其热处理	(809)
一、铁基粉末冶金材料的分类	(809)
二、铁基粉末冶金材料的标记方法	(810)
三、铁基粉末冶金件的制造工艺流程	(810)
四、粉末冶金用铁和铁合金粉末	(811)
五、烧结铁、钢、不锈钢粉末冶金件的性能	(815)
六、提高铁基粉末冶金件性能的方法	(816)
七、铁基粉末冶金件的应用	(818)
八、铁基粉末冶金件的热处理	(821)
九、国外铁基粉末冶金件的牌号、成分和性能	(841)
第三节 钢结硬质合金及其热处理	(851)
一、钢结硬质合金的特点、牌号、性能和用途	(851)
二、钢结硬质合金的热处理	(853)
三、钢结硬质合金的组织与性能	(858)

第四节	粉末高速钢及其热处理	·····	(867)
一、	粉末高速钢类别和性能	·····	(867)
二、	热等静压和热挤压粉末高速钢	·····	(869)
第五节	硬质合金及其热处理	·····	(869)
一、	硬质合金的分类和用途	·····	(870)
二、	影响硬质合金性能的因素	·····	(873)
三、	硬质合金的牌号、性能和用途	·····	(873)
四、	硬质合金的热处理	·····	(877)
五、	国外硬质合金牌号、性能及用途	·····	(880)
第十章	功能合金的热处理	·····	(884)
第一节	磁性合金的热处理	·····	(884)
一、	软磁合金的热处理	·····	(884)
二、	永磁合金的热处理	·····	(907)
第二节	膨胀合金的热处理	·····	(940)
一、	低膨胀合金的热处理	·····	(940)
二、	铁磁性定膨胀合金的热处理	·····	(952)
三、	无磁性定膨胀合金的热处理	·····	(966)
四、	高膨胀合金的热处理	·····	(973)
第三节	弹性合金的热处理	·····	(977)
一、	高弹性合金的热处理	·····	(977)
二、	恒弹性合金的热处理	·····	(1012)
第四节	形状记忆合金及其成形处理	·····	(1028)
一、	超弹性和形状记忆效应	·····	(1028)
二、	钛镍形状记忆合金	·····	(1039)
三、	铜基形状记忆合金	·····	(1054)
四、	形状记忆合金的应用	·····	(1069)
第十一章	零件热处理工艺制订原则与程序	·····	(1082)
第一节	热处理工艺制订原则	·····	(1082)
一、	工艺的先进性	·····	(1083)
二、	工艺的合理性	·····	(1083)

三、工艺的可行性	(1084)
四、工艺的经济性	(1084)
五、工艺的可检查性	(1085)
六、工艺的安全性	(1085)
七、工艺的标准化	(1086)
第二节 热处理工艺制定依据	(1086)
一、产品图样及技术要求	(1086)
二、毛坯图或技术条件	(1086)
三、工艺标准	(1087)
四、企业条件	(1087)
第三节 工艺规程的基本内容	(1087)
一、工艺规程的基本要素	(1087)
二、工艺规程类型	(1090)
第四节 工艺规程编制程序	(1094)
一、工艺规程编制流程	(1094)
二、工艺规程编制步骤	(1094)
第十二章 零件热处理工艺性	(1096)
第一节 零件材料的合理选择	(1096)
一、材料的热处理工艺性	(1096)
二、材料的热处理种类及应用	(1109)
三、零件服役条件分析及合理选材	(1113)
第二节 零件结构的合理性	(1115)
一、零件的热处理结构工艺性因素	(1115)
二、改善零件热处理工艺性的结构设计	(1116)
第三节 零件尺寸的合理性	(1121)
一、淬透性与尺寸限制	(1121)
二、热处理变形及预留加工余量	(1125)
第四节 零件热处理技术要求及其标注	(1132)
一、热处理技术要求的确定	(1132)
二、热处理技术要求的标注	(1137)

三、热处理技术要求的审查	(1139)
第五节 零件类别与热处理检验	(1141)
一、淬火回火件质量要求与检验	(1141)
二、表面淬火件质量要求与检验	(1141)
三、渗碳(含碳氮共渗)件质量要求与检验	(1142)
四、渗氮(含氮碳共渗)件质量要求与检验	(1143)
第十三章 齿轮的热处理	(1144)
第一节 齿轮受力状况及损坏特征	(1144)
一、啮合齿面间的摩擦力及齿面磨损	(1144)
二、啮合齿面的接触应力及接触疲劳	(1145)
三、齿轮的弯曲应力及弯曲疲劳	(1147)
第二节 齿轮材料	(1150)
一、齿轮用钢	(1150)
二、齿轮用铸铁	(1156)
三、齿轮用有色金属	(1162)
第三节 齿轮的热处理工艺	(1167)
一、齿轮的调质	(1167)
二、齿轮的表面加热淬火	(1169)
三、齿轮的化学热处理	(1193)
第十四章 滚动轴承零件的热处理	(1232)
第一节 一般用途滚动轴承零件的热处理	(1237)
一、铬钢滚动轴承零件的一般热处理	(1237)
二、铬钢滚动轴承零件的感应加热热处理	(1263)
三、铬轴承钢的贝氏体淬火热处理	(1265)
四、一般铬钢轴承零件在各种设备中的热处理工艺	(1267)
五、渗碳钢制中小型轴承零件的热处理	(1275)
六、中碳合金钢轴承零件的热处理	(1278)
七、限制淬透性钢(GCr4)制套圈表面淬火(TSH)	(1279)
第二节 特大、特小、特轻、精密轴承零件的热处理	(1284)
一、特大及重大型轴承零件的热处理	(1284)

二、微型轴承零件的热处理	(1286)
三、精密轴承零件的热处理	(1289)
四、超轻、特轻轴承套圈的热处理	(1290)
五、铁路车辆轴承零件的热处理	(1290)
第三节 特殊用途轴承零件的热处理	(1295)
一、耐腐蚀轴承零件的热处理	(1295)
二、高温轴承零件的热处理	(1303)
三、防磁轴承零件的热处理	(1314)
第四节 其他轴承零件的热处理	(1320)
一、保持架、铆钉等零件的热处理	(1320)
二、冲压滚针轴承套圈等零件的热处理	(1325)
第十五章 弹簧的热处理	(1329)
第一节 弹簧的分类、服役条件、失效方式和性能要求	(1329)
一、弹簧的分类	(1329)
二、弹簧的服役条件和失效方式	(1331)
三、对弹簧的性能要求	(1335)
第二节 弹簧材料及其热处理	(1336)
一、通用弹簧钢材及其热处理	(1337)
二、特殊用途的弹簧钢、合金钢的热处理	(1359)
第三节 弹簧的最终热处理	(1366)
一、已强化材料制成弹簧的去应力退火	(1367)
二、螺旋弹簧的热处理(淬火和回火)	(1377)
三、板簧的热处理	(1385)
四、扭杆弹簧及稳定杆的热处理	(1387)
五、轿车悬架弹簧的热处理	(1391)
六、碟簧的热处理	(1394)
七、汽车离合器膜片弹簧的热处理	(1397)
八、平面蜗卷弹簧的热处理	(1400)
九、压缩机气阀弹簧的热处理	(1402)
十、卡簧的热处理	(1408)

十一、汽车风挡玻璃雨刮器胶条弹簧的热处理	(1411)
十二、耐热弹簧的热处理	(1412)
十三、电子表音叉的热处理	(1415)
第四节 弹簧的特殊处理	(1417)
一、弹簧的喷丸强化处理	(1417)
二、高应力弹簧的离子渗氮	(1426)
三、弹簧的应力松弛和抗应力松弛处理	(1431)
第十六章 紧固件的热处理	(1445)
第一节 螺纹紧固件的热处理	(1445)
一、通用螺纹紧固件	(1445)
二、专用螺纹紧固件	(1461)
第二节 垫圈、挡圈、销和铆钉的热处理	(1473)
一、垫圈和挡圈	(1473)
二、销	(1474)
三、铆钉	(1475)
第三节 质量检查和控制	(1476)
一、脱碳与渗碳	(1476)
二、硬度与强度的关系	(1477)
三、再回火试验	(1477)
四、氧脆的检查和控制	(1477)
第十七章 大型锻铸件的热处理	(1479)
第一节 大型锻件的锻后热处理	(1479)
一、大锻件中的白点与氢脆	(1480)
二、大锻件的扩氢计算	(1481)
三、大锻件的晶粒细化问题	(1481)
四、锻后热处理工艺制订原则与工艺参数	(1483)
五、大锻件锻后热处理的基本工艺类型与典型工艺曲线	(1486)
第二节 大型锻件的最终热处理	(1486)
一、大锻件淬火、正火时的加热	(1486)
二、大锻件淬火、正火时的冷却	(1491)

三、大锻件的回火	(1495)
四、大锻件最终热处理工艺举例	(1505)
五、大锻件热处理后的力学性能	(1506)
第三节 大锻件的化学热处理	(1511)
一、大型重载齿轮的深层渗碳	(1511)
二、大锻件的渗氮处理	(1513)
第四节 热轧工作辊的热处理	(1514)
一、热轧工作辊的种类、材质及技术要求	(1514)
二、锻后热处理	(1515)
三、调质	(1515)
第五节 冷轧工作辊的热处理	(1515)
一、冷轧工作辊的种类和技术要求	(1515)
二、冷轧工作辊用钢	(1517)
三、冷轧工作辊制造工艺路线	(1518)
四、锻后热处理	(1518)
五、调质	(1518)
六、淬火与回火	(1519)
第十八章 工具的热处理	(1523)
第一节 工具的工作条件及失效特征	(1523)
一、工具的工作条件	(1523)
二、工具的失效特征	(1524)
第二节 工具用钢	(1525)
一、工具用钢的选择	(1525)
二、工具用钢的质量要求	(1528)
第三节 工具钢的热处理工艺	(1530)
一、普通工具钢的热处理工艺	(1530)
二、高速钢的热处理	(1537)
第四节 工具热处理后的金相组织	(1558)
一、普通工具钢热处理后的金相组织	(1558)
二、高速钢热处理后的金相组织	(1559)

第五节 典型工具的热处理	(1561)
一、锉刀的热处理	(1561)
二、手用锯条的热处理	(1562)
三、手用丝锥的热处理	(1563)
四、圆板牙的热处理	(1564)
五、手用铰刀的热处理	(1565)
六、搓丝板的热处理	(1567)
七、滚丝轮的热处理	(1569)
八、车刀的热处理	(1570)
九、拉刀的热处理	(1572)
十、齿轮刀具的热处理	(1576)
十一、小型高速钢刀具的热处理	(1578)
十二、高速钢对焊刀具的热处理	(1580)
十三、常用五金和木工工具的热处理	(1581)
第十九章 模具的热处理	(1585)
第一节 模具材料的分类及性能要求	(1585)
一、模具材料的分类	(1585)
二、模具材料的性能要求	(1588)
第二节 冷作模具的热处理	(1590)
一、冷作模具的工作条件和要求	(1590)
二、冷作模具的主要失效形式	(1590)
三、冷作模具钢的选用	(1591)
四、冷作模具的热处理工艺	(1593)
第三节 热作模具的热处理	(1599)
一、热作模具的工作条件和要求	(1599)
二、热作模具的主要失效形式	(1600)
三、热作模具材料的选用	(1600)
四、热作模具的热处理工艺	(1602)
第四节 塑料模具的热处理	(1615)
一、塑料模具的工作条件和分类	(1615)