

燕 处 理 工
简 明 工 作 手 册

热处理工简明工作手册

《热处理工简明工作手册》编写组 编

新疆人民出版社出版

(乌鲁木齐市解放路306号)

新疆新华书店发行 新疆新华印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 24.125印张 21插页

1981年8月第1版 1981年8月第1次印刷

印数：1—1,000

统一书号：13098·14 定价：2.60元

前 言

在我国实现四个现代化的伟大事业中，广大热处理工人渴望能有一本简明、通俗、实用，反映国内外热处理新成就，便于随时翻阅的热处理手册问世，以利于学习和生产。

为了适应这个需要，并且使各级热处理工逐步地达到中华人民共和国第一机械工业部1978年颁布的《工人技术等级标准》关于对热处理工的要求，在新疆维吾尔自治区科技情报研究所的关怀和支持下，由有关工厂、科研所、大专院校抽出专人，成立编委会，组成编写组，编写《热处理工简明工作手册》一书。

本手册在编写过程中，参考了国内外有关资料，总结了一些工厂热处理的经验，征求了各方面从事热处理工作同志的意见和建议，由编写组的同志集体写出初稿，然后经过编委会反复讨论、审查，最后由编写组的同志在文字和内容上作了适当的修改和调整。经过两年多的努力，这本手册的编写任务，终于在1980年5月底完成了。

本手册立足于生产，面向基层，内容力求实用，文字注意通俗，并且尽可能广泛地搜集了国内外各种新技术、新工艺、新设备等资料。在引用资料时，对几处讹传数据，都一一作了检验和订正。考虑到工人自学的方便，手册采用了较多的图表，对基础理论知识和实际操作技术作了简要叙述，以帮助热处理工掌握“应知应会”的技术知识。

本手册的编委会由新疆机械研究所、新疆工学院、新疆八一农学院、新疆十月拖拉机厂、新疆第一农业机械厂、新疆第一汽车配件厂等单位所组成，并由八一农学院农机系担任主

编，新疆工学院机械系、新疆机械研究所担任副主编。编委会成员为：潘天青、徐彰德、孙兆年、姚源瑞、杨炳儒、乐易、陆秉钧、张志歆。

参加本手册编写工作的还有：朱德钊、阮伟川、申汉秦、刘良元、武可成、侯社成、何均安、张维都、杨智新、毛萍、李景泰、夏淑华、杨启明、王建林、杨绍其、姚学国、王定亚、王化、解焕州、宋长鹏、王德光、梁复修、李林居等。参加金相图片摄制的有封咸临、龚颖明。

本手册由潘天青、姚源瑞审核。

本手册在编写过程中，曾得到新疆机械工程学会的大力支持；自治区及兄弟省、市许多有关研究所、大专院校、工厂和工人同志也给予了热情帮助，在此一并表示深切的感谢！

由于我们水平有限，经验不足，手册内容如有缺点和错误，敬希广大读者批评指正。

《热处理工简明工作手册》编写组

一九八〇年五月

目 录

第一章 一般资料	(1)
一、符号名称对照表	(1)
二、标准及其代号	(10)
三、化学元素周期表	(12)
四、常用元素的物理性能	(13)
五、常用金属材料的比重	(15)
六、常用金属材料涂色标记	(16)
七、常用耐火材料及保温材料	(19)
八、热处理常用化学品的特性和用途	(21)
九、热处理常用油的物理—化学质量指标	(28)
十、度量衡	(29)
第二章 钢铁的分类及钢号表示方法	(36)
一、钢的分类	(36)
(一) 按冶炼方法分类	(36)
(二) 按化学成分分类	(36)
(三) 按品质状况分类	(37)
(四) 按成型方法分类	(37)
(五) 按金相组织分类	(37)
(六) 按用途分类	(37)
二、钢号的表示方法	(38)
(一) 碳素钢	(39)
(二) 合金钢	(40)
三、铸铁的分类及命名方法	(42)
(一) 灰口铸铁	(42)
(二) 可锻铸铁	(43)
(三) 球墨铸铁	(43)
第三章 金属的机械性能及硬度试验方法	(44)
一、常用机械性能指标简介	(44)
(一) 强度	(44)

(二) 塑性	(45)
(三) 韧性	(45)
(四) 断裂韧性	(46)
二、硬度试验	(47)
(一) 洛氏硬度试验	(48)
(二) 布氏硬度试验	(52)
(三) 维氏硬度试验	(52)
(四) 洛氏、布氏、维氏硬度及强度对照表	(57)
三、推算钢机械性能的实用公式	(68)
(一) 求硬度	(68)
(二) 求抗拉强度	(68)
(三) 求屈强比	(69)
(四) 从显微组织求机械性能	(69)
(五) 机械性能之间的相互关系 (经验公式)	(69)
第四章 钢的基本组织结构及其转变	(71)
一、铁碳合金状态图	(71)
(一) 纯铁的同素异晶转变	(71)
(二) 铁碳合金状态图 (Fe—Fe ₃ C系)	(72)
(三) 铁碳合金中的相及其组织... ..	(74)
二、奥氏体恒温转变图 (C—曲线, 又称S—曲线)	(77)
(一) 高温转变区	(79)
(二) 中温转变区	(79)
(三) 低温转变区	(81)
三、对C—曲线的影响因素	(84)
四、钢在连续冷却时的转变	(88)
五、钢的淬透性	(89)
第五章 钢的热处理工艺	(91)
一、钢的加热	(91)
(一) 加热温度与奥氏体晶粒的关系	(91)
(二) 晶粒度标准	(91)
(三) 钢在加热中的氧化与脱碳及其防止方法	(92)

(四) 加热方法	(94)
二、退火与正火	(96)
(一) 完全退火	(96)
(二) 不完全退火	(98)
(三) 球化退火	(98)
(四) 等温退火	(99)
(五) 扩散退火	(100)
(六) 去应力退火 (又称低温退火)	(100)
(七) 再结晶退火	(100)
(八) 正火	(100)
三、淬火	(101)
(一) 淬火加热温度的选择	(101)
(二) 淬火加热时间的确定	(102)
(三) 常用淬火剂 (又称淬火介质)	(104)
(四) 新淬火剂	(104)
(五) 淬火方法	(108)
(六) 淬火工件入淬火剂的方式	(110)
(七) 淬火前的准备工作	(111)
(八) 淬火操作时的注意事项	(111)
四、钢的回火	(112)
(一) 回火的目的	(112)
(二) 回火时组织和性能的变化	(112)
(三) 回火温度	(113)
(四) 回火脆性	(116)
(五) 回火时间的决定	(117)
(六) 回火冷却方法	(118)
(七) 快速回火工艺	(118)
五、钢的冷处理	(119)
(一) 冷处理的目的是方法	(119)
(二) 冷处理设备	(123)
(三) 冷处理设备使用注意事项	(123)

六、时效处理	(128)
第六章 表面淬火	(130)
一、火焰加热表面淬火	(130)
(一) 热源及设备	(130)
(二) 工艺及操作	(131)
二、感应加热表面淬火	(135)
(一) 钢的感应加热原理与表面淬火的应用	(135)
(二) 高、中频感应加热设备的型号及结构原理	(136)
(三) 高、中频感应加热设备的操作	(139)
(四) 设计、制作感应器的基本原则	(147)
(五) 高、中频表面淬火用钢	(149)
(六) 感应加热表面淬火的工艺	(154)
(七) 超音频感应加热表面淬火	(158)
(八) 感应加热表面淬火的质量检验	(160)
第七章 结构钢的热处理	(161)
一、低碳结构钢的热处理	(161)
二、中碳调质钢的热处理	(163)
(一) 碳素调质钢的热处理特点	(163)
(二) 合金调质钢的热处理特点	(165)
(三) 大工件的调质淬火	(175)
三、弹簧钢的热处理	(179)
(一) 弹簧钢简介	(179)
(二) 弹簧钢的热处理	(182)
(三) 提高弹簧质量的措施	(191)
四、轴承钢的热处理	(193)
(一) 轴承钢简介	(193)
(二) 轴承钢的热处理	(196)
第八章 工具钢及其热处理	(204)
一、碳素刀具钢和合金刀具钢	(204)
(一) 碳素刀具钢及其热处理	(204)
(二) 合金刀具钢及其热处理	(211)

二、高速钢及其热处理	(219)
(一) 高速钢的分类	(219)
(二) 高速钢的热处理	(221)
(三) 高速钢的化学成分、牌号对照、临界温度、 热处理规范	(236)
(四) 高速钢的碳化物级别要求和金相评级	(236)
三、冷作模具钢及其热处理	(254)
(一) 冷作模具用钢及其技术要求	(254)
(二) 冷作模具钢的热处理	(254)
(三) 冷作模具用钢结硬质合金	(263)
四、成型模具钢及其热处理	(270)
五、热作模具钢及其热处理	(272)
(一) 热作模具钢的性能要求	(272)
(二) 热作模具钢的热处理	(272)
六、量具钢及其热处理	(280)
(一) 量具钢的要求及常用钢种	(280)
(二) 量具的加工路线	(280)
(三) 量具钢的热处理	(281)
七、减少工模具热处理变形开裂的措施	(286)
(一) 合理设计	(286)
(二) 合理选材	(288)
(三) 控制钢材内在质量	(288)
(四) 减少毛坯和机械加工残余应力	(288)
(五) 做好热处理前的准备工作	(288)
(六) 适当的热处理工艺措施及正确操作	(290)
(七) 选用先进的热处理设备	(294)
八、提高工模具寿命的途径	(294)
(一) 正确设计工具结构及模具间隙	(294)
(二) 改进热处理工艺	(294)
(三) 正确的机械加工规范	(295)
九、变形的校正	(295)

(一) 冷压校直法	(295)
(二) 烧热校直法	(296)
(三) 热点校直法	(296)
(四) 冷压与热点联合校直法	(296)
(五) 冷敲校直法	(296)
第九章 特殊钢及其热处理	(297)
一、不锈钢及其热处理	(297)
(一) 不锈钢的钢号、分类及用途	(297)
(二) 不锈钢的热处理	(297)
(三) 常用不锈钢的热处理规范	(304)
二、耐热钢及其热处理	(306)
(一) 抗氧化钢及其热处理	(306)
(二) 热强钢及其热处理	(307)
(三) 气阀钢及其热处理	(312)
三、高耐磨钢及其热处理	(323)
第十章 钢的化学热处理	(326)
一、化学热处理常用渗入元素及其作用	(326)
二、化学热处理基本原理	(329)
三、钢的渗碳	(329)
(一) 渗碳层最佳碳浓度及深度的确定	(330)
(二) 渗碳钢的性能特点和用途	(333)
(三) 渗碳钢的预备热处理	(334)
(四) 渗碳钢渗碳后热处理规范及其机械性能	(335)
(五) 气体渗碳	(335)
(六) 液体渗碳	(352)
(七) 固体渗碳	(356)
(八) 膏剂渗碳	(358)
(九) 局部防渗措施	(360)
四、钢的氮化	(361)
(一) 氮化过程	(361)
(二) 铁氮系平衡图及组织	(361)

(三) 渗氮用钢	(363)
(四) 渗氮前的热处理	(365)
(五) 氮化工艺	(366)
(六) 防止渗氮的方法	(378)
五、碳氮共渗	(378)
(一) 碳氮共渗的种类及其目的	(378)
(二) 中温气体碳氮共渗	(379)
(三) 低温碳氮共渗	(391)
(四) 氮化层和碳氮共渗层的检验	(402)
六、渗硼	(405)
(一) 渗硼方法及工艺	(406)
(二) 渗硼层的组织和性能	(406)
(三) 渗硼后的预备热处理与最终热处理	(408)
(四) 渗硼层的检验	(409)
(五) 渗硼的注意事项	(410)
(六) 渗硼应用举例	(411)
七、碳氮硼三元共渗	(413)
(一) 气体碳氮硼三元共渗	(413)
(二) 液体碳氮硼三元共渗	(415)
(三) 碳氮硼三元共渗后的热处理和金相组织	(415)
八、渗硫	(416)
九、渗金属	(418)
(一) 渗铝	(418)
(二) 渗铬	(418)
(三) 渗硅	(424)
第十一章 铸铁及其热处理	(425)
一、铸铁的分类及其特点	(425)
(一) 灰口铸铁	(425)
(二) 白口铸铁	(426)
(三) 可锻铸铁	(428)
(四) 球墨铸铁	(428)
二、铸铁热处理及其分类	(430)

(一) 灰口铸铁的热处理	(432)
(二) 可锻铸铁的热处理	(436)
(三) 白口铸铁的热处理	(439)
(四) 球墨铸铁的热处理	(439)
(五) 铸铁的表面淬火	(453)
(六) 铸铁的化学热处理	(457)
第十二章 典型零件热处理工艺	(460)
一、汽车、拖拉机及农用柴油机的典型零件热处理工艺	(460)
(一) 连杆的热处理工艺	(460)
(二) 曲轴的热处理工艺	(461)
(三) 凸轮轴的热处理工艺	(461)
(四) 活塞销的热处理工艺	(461)
(五) 气门挺杆的热处理工艺	(461)
(六) 油泵柱塞副和喷油嘴偶件的热处理工艺	(461)
(七) 拖拉机履带板的热处理工艺	(461)
(八) 3—5吨载重汽车主要零件的预先热处理和最终热处理 工艺	(461)
(九) 汽车、拖拉机渗碳零件的渗碳层深度	(464)
二、农、牧机械典型零件的热处理工艺	(479)
(一) 犁铧的热处理工艺	(479)
(二) 犁壁(犁镜)的热处理工艺	(479)
(三) 整地与播种机械用圆盘的热处理工艺	(479)
(四) 中耕机锄铲的热处理工艺	(480)
(五) 切割器刀片的热处理工艺	(482)
(六) 传动链及链轮的热处理工艺	(485)
(七) 羊毛剪刀片的热处理工艺	(486)
(八) 其它农牧机械零件的材料及热处理工艺	(486)
三、机床零件的热处理工艺	(492)
(一) 机床零件用钢的热处理工艺、应用范围和 主要特性	(492)
(二) 主轴的热处理工艺	(492)

(三) 丝杠的热处理工艺	(492)
(四) 齿轮的热处理工艺	(492)
(五) 铸铁零件的人工时效处理	(492)
(六) 机床导轨的热处理工艺	(517)
(七) 其它机床零件的热处理工艺	(518)
(八) 机床零件热处理的质量检验项目及要 求	(528)
第十三章 铜、铝及其合金的热处理	(529)
一、铜及其合金的热处理	(529)
(一) 纯铜	(529)
(二) 黄铜	(529)
(三) 青铜	(530)
(四) 白铜	(531)
二、铝及其合金的热处理	(536)
(一) 铝合金的分类	(536)
(二) 铝合金的热处理	(536)
第十四章 热处理车间主要设备及仪表	(545)
一、热处理车间设备的分类	(545)
二、热处理车间通用的加热炉	(545)
(一) 电阻炉型号的表示方法	(545)
(二) 电阻炉系列代号与名称	(546)
(三) 热处理车间常用加热炉的技术数据	(546)
(四) 流动粒子炉	(547)
(五) 热处理常用加热炉使用常识	(553)
(六) 常用加热炉的电热元件	(558)
(七) 盐浴炉变压器	(569)
(八) 几种新保温材料和耐火材料	(571)
三、热处理车间常用温度测量仪表	(571)
(一) 温度测量仪表的分类及应用	(571)
(二) 各种温度计 (或测温元件) 的型号及规格	(571)
(三) 显示仪表的型号及规格	(574)
(四) 温度测量仪表的使用注意事项	(575)

第十五章 热处理疵病的预防和补救方法	(596)
一、工具钢、结构钢退火和正火的疵病及预防、 补救方法	(596)
二、钢淬火时的疵病及预防、补救方法	(597)
三、钢回火时的疵病及预防、补救方法	(599)
四、高频电流表面淬火的疵病及预防、补救方法	(600)
五、渗碳的疵病及预防、补救方法	(601)
六、氮化处理的疵病及预防、补救方法	(603)
七、渗硼的疵病及预防、补救方法	(604)
八、高温碳氮共渗的疵病及预防、补救方法	(604)
第十六章 热处理安全技术	(605)
一、热处理车间的一般安全技术	(605)
二、盐浴炉操作的安全技术	(606)
三、电炉操作的安全技术	(606)
四、高频表面淬火的安全技术	(607)
五、火焰表面淬火的安全技术	(607)
六、怎样防止氰盐中毒	(608)
七、氮化和软氮化的安全技术	(609)
八、中毒和触电的急救	(610)
九、氨中毒时的急救	(610)
附录一 各钢种的化学成分	(612)
附录二 世界主要产钢国部分钢号对照表	(648)
附录三 常用钢种的临界温度和热处理 工艺参教	(656)
附录四 几种常用钢种的奥氏体等温转变曲线	(672)
附录五 钢的火花鉴别	(695)
附录六 金相组织评级参考图	(710)
附录七 热电偶分度表	(724)
附录八 热处理工、校正工等级标准	(744)
附录九 汉语拼音字母、拉丁字母、希腊字母	(757)

第一章 一般资料

一、符号名称对照表

表1—1 以拉丁字母为序

符 号	中 文 名 称	单 位
A	①奥氏体(austenite) ②安培, 安	— 电流单位
a	加热系数	min/mm
A	埃	10^{-8} cm
Ac ₁	钢加热时, 开始形成奥氏体的温度	
Ac ₃	亚共析钢加热时, 所有铁素体都转变成奥氏体的温度	
Ac _{cm}	过共析钢加热时, 所有 Fe ₃ C (或碳化物) 完全溶入奥氏体的温度	
A ₁	在平衡状态下, 奥氏体、铁素体、Fe ₃ C (或碳化物) 共存的温度	
A _s	亚共析钢在平衡状态下, 奥氏体开始析出铁素体, 或铁素体全部转变成奥氏体的温度	
A _{cm}	过共析钢在平衡状态下, 奥氏体开始分解出 Fe ₃ C, 或 Fe ₃ C 完全溶解入奥氏体的温度。	

续表1—1

符 号	中 文 名 称	单 位
A_{r1}	冷却时钢中奥氏体分解为珠光体的温度	
A_{r3}	亚共析钢冷却时, 从奥氏体中开始析出铁素体的温度	
$A_{r_{cm}}$	过共析钢冷却时, 奥氏体开始分解出 Fe_3C (或碳化物) 的温度	
A_K	冲击功	$kG \cdot m$
a_K	冲击值	$kG \cdot m/cm^2$
B	贝氏体(bainite)	—
$B_{上}$	上贝氏体	—
$B_{下}$	下贝氏体	—
C	比热	$cal/g \cdot ^\circ C$
C-曲线	奥氏体等温转变曲线, 又称 S-曲线	—
cal	卡	热量单位
cm	厘米	长度单位
cm^2	平方厘米	面积单位
cm^3	立方厘米	体积单位
C_v	夏氏V型缺口冲击韧性	$kG \cdot m/cm^2$
C_p	定压比热	$cal/g \cdot ^\circ C$

续表1—1

符 号	中 文 名 称	单 位
D	①管子外径 ②扩散系数	cm, mm cm ² /S
d	直径	cm, mm
D ₀	临界淬火直径	mm
dm	分米, 1/10米	长度单位
d _B	布氏硬度试验中的压痕直径	mm
E	弹性模数	kG/mm ²
erg	尔格	能量单位
F	①铁素体(ferrite) ②面积	— mm ² , cm ²
f	最大挠度	mm
f _t	英尺	长度单位
G	①切变弹性模数 ②气态相	kG/mm ² —
G _s	高斯	磁感应强度单位
g	克	质量单位
H	①磁场强度 ②亨利	Oe 电感单位
h	小时	时间单位
HB	布氏硬度值	kG/mm ²
HRA	洛氏A标度硬度值	—