



郭文峰 编著
尹雪敦
朱敦伦

热处理工 技术问答



黑龙江科学技术出版社

热处理工技术问答

郭秀文 尹雪峰 朱敦伦 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八二年·哈尔滨

热 处 理 工 技 术 问 答

郭秀文 尹雪峰 朱敦伦 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街 28 号)

哈尔滨印刷二厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/32·印张 9·字数 170 千

1982年6月第一版·1982年6月第一次印刷

印数: 1—14,500

书号: 15217·029

定价: 0.96元

内 容 提 要

本书以问答的形式对热处理的基础知识、钢的化学热处理、钢的表面淬火及合金钢、工具钢、铸铁热处理均作了详尽的介绍，并对热处理质量的检验及热处理常用加热设备也作了相应的阐述。

全书内容丰富，实用性强。可供热处理工人阅读，也可供其他工程技术人员参考。

前 言

随着科学技术的不断发展，广大热处理工人学习技术的积极性越来越高。为使热处理工人全面掌握热处理操作技术，更好地为社会主义建设服务，我们总结了多年的生产、科研及教学方面的经验，并根据第一机械工业部颁布的《工人技术等级标准》中热处理工应知应会的要求编写了这本小册子。

本书以问答的形式全面介绍了热处理的基础知识、操作技术、质量的检验和常用加热设备。本书与其他同类书相比，所不同的是，对钢的化学热处理和表面淬火进行了较为细致的介绍。

本书初稿脱手后，承蒙哈尔滨工业大学金属学教研室冯晓曾同志及热处理教研室刘志儒同志进行了审阅，提出了许多修改意见，在此深表谢意。

由于我们水平所限，本书遗漏或不当之处在所难免，诚望读者批评指正。

编 著 者

一九八一年十月

目 录

一、热处理基础知识

〔1〕什么是热处理？它有哪些重要意义？	1
〔2〕热处理规范中应包括哪些重要因素？	2
〔3〕什么样的零件才能承受热处理？	3
〔4〕什么是Fe—C平衡图？它与钢铁材料的热处 理有什么关系？	3
〔5〕什么是C曲线？其特点如何？	8
〔6〕C曲线在热处理生产中有何重要意义？	10
〔7〕钢在热处理过程中将发生哪些组织转变？	11
〔8〕什么是铁素体？	12
〔9〕什么是渗碳体？	13
〔10〕什么是奥氏体？	14
〔11〕什么是珠光体？	15
〔12〕什么是索氏体？怎样获得索氏体？	16
〔13〕什么是屈氏体？	17
〔14〕什么是马氏体？它具有哪些特点？	19
〔15〕上贝氏体与下贝氏体有何区别？它们是怎样 获得的？	20
〔16〕什么是莱氏体？它是怎样形成的？	22
〔17〕金属材料的热处理主要分为哪些类型？	23
〔18〕什么是退火？它的目的何在？	24

〔19〕 什么是完全退火和不完全退火？它们适用于 哪些范围？	25
〔20〕 什么是等温退火？怎样操作？	27
〔21〕 什么是球化退火？它适用于哪些范围？	28
〔22〕 什么是低温退火？其用途如何？	29
〔23〕 什么是再结晶退火？它适用于哪些工件？	29
〔24〕 什么是扩散退火？在什么情况下采用这种操 作？	30
〔25〕 什么是正火？它的目的何在？	30
〔26〕 什么是淬火？它的目的何在？	31
〔27〕 为什么要选择不同的淬火方法？	32
〔28〕 什么是单液淬火法？怎样操作？	32
〔29〕 什么是双液淬火法？	33
〔30〕 什么是分级淬火法？在什么情况下采用这种 淬火方法？	34
〔31〕 什么是等温淬火法？怎样进行等温淬火 操作？	34
〔32〕 什么是钢的淬透性？它在热处理生产实践中 有何重要意义？	36
〔33〕 什么是回火？操作时应注意哪些事项？	37
〔34〕 什么是低温回火？它适用于哪些范围？	38
〔35〕 什么是中温回火和高温回火？其目的 何在？	38
〔36〕 什么是回火脆性？怎样防止回火脆性的 产生？	39
〔37〕 什么是冷处理？它的目的何在？	40

〔38〕 冷处理时低温是怎样获得的?	41
〔39〕 在热处理过程中影响零件变形的主要因素有 哪些?	41
〔40〕 零件在淬火过程中为什么会产生裂纹?	42
〔41〕 淬火零件的硬度不足是怎样产生的? 应如何 防止?	43
〔42〕 在热处理过程中为什么会造成零件的过热与 过烧? 它们的特征如何?	44

二、钢的化学热处理

〔43〕 什么是化学热处理? 其目的何在?	46
〔44〕 影响化学热处理的主要因素有哪些?	47
〔45〕 什么是固体渗碳? 其适用范围如何?	48
〔46〕 怎样配制和选用固体渗碳剂?	48
〔47〕 固体渗碳时怎样对零件进行装箱?	49
〔48〕 什么是气体渗碳? 它具有哪些特点?	50
〔49〕 怎样确定气体渗碳的工艺规范? 其特性 如何?	51
〔50〕 在气体渗碳操作时应注意哪些事项?	53
〔51〕 什么是渗碳层? 其深度是怎样测定的?	55
〔52〕 零件渗碳后还需进行哪些热处理?	56
〔53〕 渗碳件常见的缺陷有哪些? 怎样防止和 补救?	57
〔54〕 什么是氮化处理? 其目的何在?	62
〔55〕 什么是气体软氮化? 它具有哪些特点?	63
〔56〕 什么是辉光离子氮化? 其应用情况如何?	65

〔57〕 辉光离子氮化时的工艺参数应如何选择 与控制?	66
〔58〕 怎样对零件进行辉光离子氮化的工艺 操作?	69
〔59〕 怎样鉴定氮化层质量?	70
〔60〕 什么是氰化处理? 它具有哪些特点?	72
〔61〕 什么是低温液体氰化? 怎样操作?	72
〔62〕 什么是中温液体氰化?	74
〔63〕 什么是气体碳氮共渗? 其工艺操作和应用情 况如何?	75
〔64〕 碳氮共渗前的组织准备对共渗层的组织状态 有何影响?	80
〔65〕 辉光离子碳氮共渗具有哪些特点? 如何进行 其工艺操作?	83
〔66〕 碳氮共渗层的组织特点和组织缺陷如何?	86
〔67〕 什么是渗铝法? 其目的何在?	94
〔68〕 渗铝层的组织和性能如何?	96
〔69〕 什么是渗硼法? 其目的何在?	96
〔70〕 渗硼层的组织和性能如何?	99
〔71〕 碳氮硼三元共渗具有哪些特点? 其应用情 况如何?	100
〔72〕 什么是硫化处理? 怎样进行硫化工艺操 作?	102

三、钢的表面淬火

〔73〕 什么是钢的表面淬火? 其目的何在?	104
------------------------------	-----

〔74〕 什么是电感应加热表面淬火法?	104
〔75〕 感应加热表面淬火的工艺规范应如何选定?	106
〔76〕 怎样对感应加热淬火零件进行回火处理?	108
〔77〕 常用感应器有哪些类型? 是怎样制作的?	109
〔78〕 高频淬火时应如何选择合适的感应器?	113
〔79〕 中频淬火时的感应器应如何选择?	115
〔80〕 什么是工频加热? 其应用情况如何?	117
〔81〕 什么是火焰表面淬火法? 它具有哪些特点?	119
〔82〕 火焰淬火分为哪些类型? 如何进行其工 艺操作?	119
〔83〕 火焰加热淬火时常用的喷嘴有那些? 应如何 制作和选用?	121
〔84〕 影响火焰淬火质量的因素有哪些?	122
〔85〕 什么是电接触加热表面淬火? 其应用情况 如何?	124
〔86〕 怎样对表面淬火零件进行质量检查?	125
〔87〕 表面淬火时应注意哪些安全操作事项?	126

四、合金钢及其热处理

〔88〕 我国钢材是怎样分类的?	128
〔89〕 我国的合金钢是怎样编号的?	129
〔90〕 结构钢中合金元素的作用及其对性能的影响 如何?	130
〔91〕 什么是结构钢? 其应用情况如何?	135
〔92〕 结构钢热处理的目的何在?	135
〔93〕 怎样对合金结构钢进行调质处理?	136

〔94〕 大型零件在调质处理时应注意哪些事项?	138
〔95〕 怎样消除调质用钢材中的带状组织?	140
〔96〕 弹簧热处理可分为哪几种? 应用情况如何?	141
〔97〕 滚珠轴承钢为什么要进行球化处理?	142
〔98〕 怎样对GCr15钢制轴承套圈进行球化退火处理? ...	144
〔99〕 怎样对GCr15钢进行淬火和低温回火处理?	145
〔100〕 什么是滚珠轴承钢的稳定处理? 其实用意 义如何?	148
〔101〕 不锈钢钢号的分类及用途如何?	149
〔102〕 怎样对Cr13系不锈钢进行淬火与回火 处理?	150
〔103〕 18—8系不锈钢可承受哪些热处理操作? 其特点如何?	153
〔104〕 耐热钢的分类及用途如何?	155
〔105〕 怎样对4Cr9Si2钢制气阀件进行强化处理? ...	156
〔106〕 什么是耐磨钢 (Mn13) 的水韧处理? 其特性如何?	157

五、工具钢及其热处理

〔107〕 什么是工具钢? 它的分类及应用情况 如何?	160
〔108〕 碳素工具钢为什么要进行球化退火 处理?	162
〔109〕 怎样对碳素工具钢进行淬火与低温回 火处理?	164
〔110〕 什么是合金刀具钢? 其应用情况如何?	168

[111]	怎样对9SiCr钢制圆板牙进行淬火与回火处理?	170
[112]	什么是模具钢? 它的分类及用途如何?	174
[113]	怎样对Cr12型冷变形模具钢进行热处理操作? 其特性如何?	177
[114]	怎样对5CrNiMo钢制大型锤锻模具进行淬火与回火操作?	181
[115]	怎样对3Cr2W8V钢制压铸模进行淬火与回火处理?	182
[116]	什么是量具钢? 其热处理特点和用途如何?	184
[117]	对不同的量具应如何进行热处理操作?	186
[118]	我国高速钢的品种有哪些? 其应用情况如何?	189
[119]	制造刀具时对钢材的碳化物不均匀度应怎样进行合理的选用?	191
[120]	高速钢的淬火方法有哪几种? 怎样进行其工艺操作?	192
[121]	高速钢的回火特性如何? 怎样进行其回火操作?	193
[122]	怎样对W18Cr4V钢制滚齿刀进行淬火与回火操作?	198
[123]	高速钢制焊接柄铣刀的热处理情况如何?	199
[124]	在热处理过程中, 常见的高速钢刀具有哪些缺陷? 怎样防止与补救?	201

六、铸铁及其热处理

- [125] 何谓铸铁？其分类和用途如何？..... 206
- [126] 灰口铸铁有哪些牌号？其性能与用途
如何？..... 209
- [127] 灰口铸铁有哪些热处理形式？其意义
何在？..... 210
- [128] 何谓可锻铸铁？其分类和用途如何？..... 213
- [129] 什么是白口铸铁的可锻化退火？..... 214
- [130] 怎样才能获得不同基体组织的可锻铸铁？..... 215
- [131] 球墨铸铁有哪些牌号？其性能和用途
如何？..... 216
- [132] 球墨铸铁的热处理特性如何？它可承受哪
些热处理工艺操作？..... 217
- [133] 球墨铸铁在什么情况下才需进行消除应力
的退火？其工艺操作如何？..... 219
- [134] 何谓球墨铸铁的石墨化退火？其应用情况
如何？..... 220
- [135] 球墨铸铁为什么要进行正火？怎样进行其
工艺操作？..... 221
- [136] 球墨铸铁等温淬火的应用情况如何？怎样
进行其工艺操作？..... 222
- [137] 怎样对球墨铸铁进行调质处理？其应用情
况如何？..... 223
- [138] 球墨铸铁可承受哪些表面热处理？其应用
效果如何？..... 226

七、热处理质量的检验方法

- [139] 零件热处理后为什么要做硬度试验? 常用的试验方法有哪几种? 228
- [140] 什么是布氏硬度试验法? 其应用范围如何? 229
- [141] 硬度试验时应如何正确地安装试样? 230
- [142] 布氏硬度试验时应注意哪些操作事项? 231
- [143] 什么是锤击式布氏硬度试验法? 其应用情况如何? 232
- [144] 什么是洛氏硬度试验法? 其应用范围如何? 233
- [145] 洛氏硬度计应符合哪些技术条件? 234
- [146] 怎样做好洛氏硬度计的保养与维护工作? 235
- [147] 什么是锉刀检验硬度法? 其应用情况如何? 236
- [148] 什么是金相检验法? 其重要意义及应用情况如何? 237
- [149] 什么是金相试样? 怎样切取金相试样? 238
- [150] 怎样进行金相试样的磨制与抛光? 239
- [151] 试样为什么多在腐蚀后才能做金相检查? 怎样进行腐蚀操作? 240
- [152] 怎样进行金相显微镜的操作与维护? 241
- [153] 什么是钢铁材料的火花鉴别法? 其形状与特征如何? 242
- [154] 合金元素对火花的特征有哪些影响? 245

〔155〕	碳素钢的火花特征如何？	246
〔156〕	碳素工具钢的火花特征如何？	248
〔157〕	合金结构钢的火花特征如何？	249
〔158〕	高速钢的火花特征如何？	250

八、热处理常用加热设备

〔159〕	什么是电阻加热炉？其分类和应用情况如何？	251
〔160〕	箱式电阻加热炉的构造和用途如何？	254
〔161〕	井式电阻加热炉的构造和用途如何？	256
〔162〕	电极式盐浴电阻加热炉的构造和用途如何？	258
〔163〕	电极式盐浴炉的操作及注意事项如何？	259
〔164〕	什么是燃料加热炉？其应用情况如何？	261
〔165〕	什么是辉光离子氮化炉？其构造和应用情况如何？	262
〔166〕	HL80—194型离子碳氮共渗炉的结构和用途如何？	263
〔167〕	常用的工业热电偶有哪些？其测温原理与应用情况如何？	265
〔168〕	为什么要用补偿导线？怎样选用适宜的补偿导线？	267
〔169〕	热电偶在使用过程中应注意哪些事项？	268
〔170〕	测温仪表有哪些类型？其应用情况如何？	269

热处理基础知识

〔1〕什么是热处理？它有哪些重要意义？

答：将金属或合金在固体状态下，通过加热、保温和冷却等工艺操作，使其内部组织和结构发生变化，从而提高和改善其综合性能（如：强韧性、耐磨性、抗热性、耐蚀性、导电性以及加工性等）的加工方法，叫做热处理。

热处理是机械制造业中的重要工序之一。例如：在汽车、拖拉机和机床上约有70~80%的零件需要进行热处理，而刀具、量具、模具和轴承等几乎全部零件都需经热处理后方可使用。

热处理技术在我国有着悠久的历史，远在春秋战国时期，我们的祖先就用精湛的热处理技术，制造成名剑干将、莫邪。西汉时，已能对钢剑进行淬火，到明代已有固体渗碳方法的文字记载。近几十年来，随着科学技术的发展，热处理技术在发挥金属材料的潜力，提高产品质量及延长使用寿命等方面，更显示出独特的作用。尤其是各种化学热处理、离子轰击热处理等新工艺的出现及可控气氛、真空热处理、激光热处理等新技术和新设备的采用，在提高零件使用性能、缩短生产周期、降低热处理成本、消除或减轻公害等方面，发挥了巨大作用，目前，热处理这门科学已发展到一个新的阶段。

〔2〕热处理规范中应包括哪些重要因素？

答：零件在热处理时，加热速度、最高加热温度、保温时间和冷却条件，是热处理规范中的几项重要因素，它对零件热处理后的质量起着决定性作用。

加热速度一般分为普通加热、快速加热和缓慢加热。普通加热系指在炉内的正常加热；快速加热指高频加热、电接触加热和火焰加热等，有时将炉温升温到超过正常的加热温度，再将被加热零件装入炉中，也可达到快速加热的效果；缓慢加热是指在炉内以很小的速度升温。对形状复杂的大型零件，常用缓慢加热或分级加热的方法，以减少零件各部位的温差，达到减轻零件的内应力，防止其变形与开裂的目的。

保温时间以保证零件热透为宜，里外温度均匀一致，为其组织转变或成分的均匀化提供必要的时间。

冷却条件包括冷却温度范围、冷却速度和冷却方法。冷却温度范围通常依据钢种与零件的要求而选定（一般在 550°C 或 250°C 温区内）。从加热温度到 550°C 区域是控制淬火、退火和正火的重要温度范围。如：对淬火需快速冷却，否则会产生软性组织；对退火则需缓冷，否则就达不到软化效果。在第二个温区 250°C 以下，是淬火时容易引起零件开裂的温度范围，宜缓慢冷却。在 $550\sim 250^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，对退火、正火和淬火基本上无多大影响，但常在这个温度范围内进行等温淬火。冷却方法通常分为连续冷却、分段冷却和等温冷却三种。

上述诸因素，对零件热处理质量起着重要的作用，因而在制定热处理规范和热处理操作时，应引起特别的注意。