

工 人 普 及 读 物

热 处 理 实 践

《热处理实践》编写组 编

内 容 简 介

全书共分十二章。从金属材料的基本知识、铁碳合金平衡图、钢的热处理原理和方法讲起,而后分别介绍了结构钢、不锈钢、高温合金、工具钢、铸铁和有色金属的热处理;还介绍了感应加热和钢的化学热处理以及热处理所用主要设备和安全操作技术等。

本书比较通俗易懂,适合于从事热处理工作的新工人、管理干部阅读,也可供技工学校学生参考。

出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《热处理实践》是国营红旗机械厂主编的，参加编写的单位有：国营红湘江机器厂、国营华山机械厂、国营南光机器厂、船用机械工艺研究所。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

第一章	金属材料基本知识	7
第一节	金属与合金的结构	7
第二节	金属的结晶与再结晶	13
第三节	金属与合金的性能	20
第四节	金属材料的试验方法	26
第五节	金属材料的分类及牌号表示方法	43
第二章	合金的结晶与平衡图	54
第一节	一般合金的结晶过程与平衡图	54
第二节	铁-碳合金平衡图	72
第三章	钢的热处理原理	85
第一节	概述	85
第二节	钢在加热时的转变	87
第三节	钢在冷却时的转变	93
第四节	钢在回火时的转变	103
第四章	钢的热处理基本方法	106
第一节	退火与正火	106
第二节	淬火	112
第三节	加热用盐浴及其脱氧	123
第四节	回火	125
第五节	钢的热处理常见缺陷	127
第五章	结构钢的热处理	131
第一节	概述	131
第二节	合金元素的影响	132

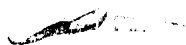
第三节	机器制造用钢的热处理	136
第四节	弹簧钢的热处理	147
第六章	感应加热热处理	152
第一节	概述	152
第二节	感应加热基本原理	153
第三节	电流频率的选择	155
第四节	淬火温度和加热时间	158
第五节	感应器	161
第六节	感应加热装置的交流电源	169
第七节	感应加热热处理实例	174
第七章	钢的化学热处理	181
第一节	概述	181
第二节	钢的渗碳	184
第三节	钢的氮化	212
第四节	钢的氰化	238
第五节	钢的渗铝	245
第八章	不锈钢及高温合金的热处理	252
第一节	提高钢的抗蚀性与耐热性的方法	252
第二节	不锈钢的热处理	256
第三节	高温合金的热处理	265
第九章	工具钢的热处理	274
第一节	概述	274
第二节	碳素钢与合金钢切削工具的热处理	277
第三节	高速钢切削工具的热处理	286
第四节	模具的热处理	313
第五节	量具的热处理	330
第六节	矫正	335

第十章	铸铁的热处理	343
第一节	铸铁的分类	343
第二节	铸铁的热处理	349
第十一章	有色金属的热处理	354
第一节	铝及铝合金的热处理	354
第二节	镁及镁合金的热处理	395
第三节	铜及铜合金的热处理	404
第四节	钛及钛合金的热处理	414
第十二章	热处理常用加热设备及安全技术	425
第一节	热处理加热设备概述	425
第二节	燃料炉	426
第三节	电阻炉	432
第四节	保护气体制备设备	459
第五节	热处理的安全技术	469
附表 1	常用盐浴(碱浴)成分表	473
附表 2	常用钢的临界点、淬火及回火温度(参考)	474
附表 3	维氏、布氏、洛氏、轻型洛氏硬度换算表	478
附表 4	钢的火花鉴别图表	484

工 人 普 及 读 物

热 处 理 实 践

《热处理实践》编写组 编



内 容 简 介

全书共分十二章。从金属材料的基本知识、铁碳合金平衡图、钢的热处理原理和方法讲起,而后分别介绍了结构钢、不锈钢、高温合金、工具钢、铸铁和有色金属的热处理;还介绍了感应加热和钢的化学热处理以及热处理所用主要设备和安全操作技术等。

本书比较通俗易懂,适合于从事热处理工作的新工人、管理干部阅读,也可供技工学校学生参考。

出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《热处理实践》是国营红旗机械厂主编的，参加编写的单位有：国营红湘江机器厂、国营华山机械厂、国营南光机器厂、船用机械工艺研究所。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

第一章	金属材料基本知识	7
第一节	金属与合金的结构	7
第二节	金属的结晶与再结晶	13
第三节	金属与合金的性能	20
第四节	金属材料的试验方法	26
第五节	金属材料的分类及牌号表示方法	43
第二章	合金的结晶与平衡图	54
第一节	一般合金的结晶过程与平衡图	54
第二节	铁-碳合金平衡图	72
第三章	钢的热处理原理	85
第一节	概述	85
第二节	钢在加热时的转变	87
第三节	钢在冷却时的转变	93
第四节	钢在回火时的转变	103
第四章	钢的热处理基本方法	106
第一节	退火与正火	106
第二节	淬火	112
第三节	加热用盐浴及其脱氧	123
第四节	回火	125
第五节	钢的热处理常见缺陷	127
第五章	结构钢的热处理	131
第一节	概述	131
第二节	合金元素的影响	132

第三节	机器制造用钢的热处理	136
第四节	弹簧钢的热处理	147
第六章	感应加热热处理	152
第一节	概述	152
第二节	感应加热基本原理	153
第三节	电流频率的选择	155
第四节	淬火温度和加热时间	158
第五节	感应器	161
第六节	感应加热装置的交流电源	169
第七节	感应加热热处理实例	174
第七章	钢的化学热处理	181
第一节	概述	181
第二节	钢的渗碳	184
第三节	钢的氮化	212
第四节	钢的氰化	238
第五节	钢的渗铝	245
第八章	不锈钢及高温合金的热处理	252
第一节	提高钢的抗蚀性与耐热性的方法	252
第二节	不锈钢的热处理	256
第三节	高温合金的热处理	265
第九章	工具钢的热处理	274
第一节	概述	274
第二节	碳素钢与合金钢切削工具的热处理	277
第三节	高速钢切削工具的热处理	286
第四节	模具的热处理	313
第五节	量具的热处理	330
第六节	矫正	335

第十章	铸铁的热处理	343
第一节	铸铁的分类	343
第二节	铸铁的热处理	349
第十一章	有色金属的热处理	354
第一节	铝及铝合金的热处理	354
第二节	镁及镁合金的热处理	395
第三节	铜及铜合金的热处理	404
第四节	钛及钛合金的热处理	414
第十二章	热处理常用加热设备及安全技术	425
第一节	热处理加热设备概述	425
第二节	燃料炉	426
第三节	电阻炉	432
第四节	保护气体制备设备	459
第五节	热处理的安全技术	469
附表 1	常用盐浴(碱浴)成分表	473
附表 2	常用钢的临界点、淬火及回火温度(参考)	474
附表 3	维氏、布氏、洛氏、轻型洛氏硬度换算表	478
附表 4	钢的火花鉴别图表	484

第一章 金属材料基本知识

第一节 金属与合金的结构

一 金属与合金

金属是具有光泽、可锻及良好的导电性和导热性的物质。常见的金属有铁、铬、锰、铝、镁、铜、钛、镍、铅、锡、金、银等。在自然界的 103 种元素中，碳、硅、氮等 16 种是非金属元素，氦、氖等 6 种是惰性气体元素，其余 81 种都是金属元素。金属元素中的铁、铬、锰 3 种是黑色金属，铀、镭等 17 种是放射性金属，其余 61 种均是有色金属。

合金是一种金属元素和另外一种或几种元素熔合在一起所形成的一种具有金属特征的新物质。因为合金具有金属的特征，所以当我们广义地称呼金属时，其含意也包括合金。钢是一种合金，它由铁、碳等元素组成；黄铜也是一种合金，它由铜、锌等元素组成；此外，还有铝合金等等。利用各种元素的结合可以得到合金。各种元素的结合可以使金属材料的强度、硬度、耐磨性及工艺性能得到提高；而且有些合金还能得到优异的物理或化学性能，如高电阻、耐热性及抗蚀性等。在大多数情况下，纯金属不能满足工程上所提出的多种多样的技术要求，而且从经济上考虑，纯金属不易提纯和价格昂贵。

人们在生产斗争实践中，广泛地使用着各种金属材料。凡是工业上所用的金属与合金都叫做金属材料。金属材料是

现代工业的基础。正确地选用金属材料 and 进行适当的热处理，对于充分发挥材料的作用，多、快、好、省地建设社会主义具有重大意义。

二 金属的结构

所有的固体物质，按其结构可以分为晶体和非晶体。在非晶体内，原子在空间是杂乱而无秩序的排列，例如玻璃就是一种非晶体。在晶体内，原子在空间是按一定的几何规则排列，构成所谓空间格子（晶格）。所有固态的金属和合金都是晶体。金属晶体的晶格最常见的有三种：体心立方晶格、面心立方晶格和密集六方晶格。图 1-1 为这三种晶格的模型。

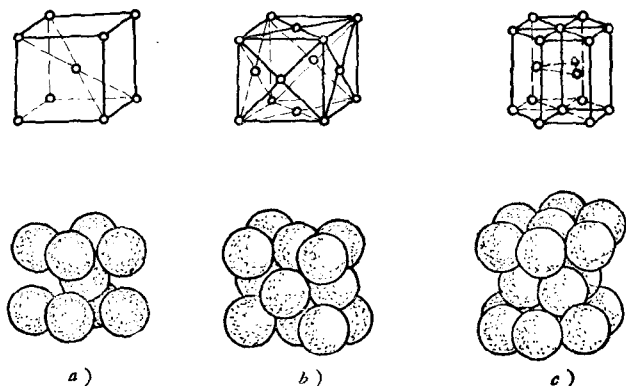


图1-1 金属的晶格模型

1. 体心立方晶格 从体心立方晶格中取出一个单位立方体（图1-1 a），它的三个相互垂直的边长都相等，在它的八个顶角上各有一个原子，在立方体的中心还有一个原子。 α 铁（当铁的温度在 910°C 以下及 $1390\sim 1535^{\circ}\text{C}$ 之间时）、钼、钨、钽等都具有体心立方晶格。

2. 面心立方晶格 从面心立方晶格中取出一个单位立方体 (图1-1 b), 在它的八个顶角上各有一个原子, 在立方体六个平面的中心也各有一个原子。铜、镍、金、银、 γ 铁(当铁的温度在 $910 \sim 1390^{\circ}\text{C}$ 之间时) 等都具有面心立方晶格。

3. 密集六方晶格 从密集六方晶格中取出一个单位六方柱体 (图1-1 c), 在它的十二个顶角上各有一个原子, 在上下两个正六方面的中心各有一个原子, 在六方柱体的中心还有三个原子。具有这种晶格类型的金属有铍、镁、锌、镉等。

三 合金的结构

合金的内部结构与纯金属不同。利用各种元素相互作用的规律, 可以获得各种不同类型结构和组织的合金, 来满足工业上的各项要求。

合金中各种元素的原子也和纯金属一样, 在空间按一定的几何规则排列; 但与纯金属相比, 却要复杂得多。例如铜和锌组成的黄铜, 含锌量为30%时, 呈面心立方晶格; 含锌量为48%时, 则呈体心立方晶格。

根据合金中各种元素相互作用所形成的晶体结构和显微组织特征, 可以将合金的结构分为下列三类:

(一) 固溶体 一种物质均匀地分布 (溶解) 于另一种固体物质中所形成的溶合体叫做固溶体。固溶体的组成有溶剂与溶质之分。两元素形成固溶体时, 保持原有晶格的元素叫做溶剂, 而原子晶格消失的元素叫做溶质。根据固溶体内原子的分布情况, 又可以将固溶体分为两大类:

(1) 置换固溶体 (图1-2 a): 溶剂原子在晶格中所占据的部分位置, 被溶质原子所替换, 这样形成的固溶体叫做置换固溶体。例如铜锌合金、铜镍合金等。

根据两种物质互相溶解的能力，可以将置换固溶体分为无限固溶体和有限固溶体两种。

如果形成固溶体的物质能够以任何比例互相溶解，也就是说，一种物质的原子和另一种物质的原子，可以互相无限地替换，则形成无限固溶体。如果两种物质只能互相有限地溶解，则形成有限固溶体。

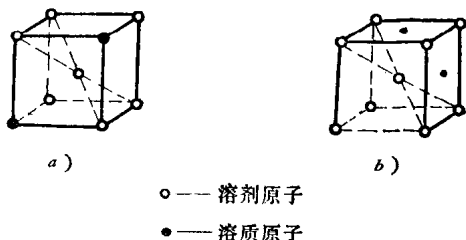


图1-2 固溶体的结构

a—置换固溶体； b—间隙固溶体。

(2) 间隙固溶体 (图1-2 b)：溶剂原子间的间隙处，被溶质原子嵌入所形成的固溶体叫做间隙固溶体。例如铁和碳、氮等元素所组成的固溶体。

由于各种元素的原子大小不同，因此，不论组成那种类型的固溶体，都会使合金的晶格发生歪扭，从而使合金塑性变形的阻力增大，硬度和强度得到不同程度的提高。

(二) 金属化合物 合金中的两个元素，按一定的原子数量之比相互化合（即具有一定的化学分子式），而形成具有与这两个元素完全不同类型晶格的化合物，叫做金属化合物。例如铜化锌 (CuZn) 是由 50% 铜原子和 50% 锌原子所组成的金属化合物，它具有体心立方晶格，既不同于铜的面心立方晶格，也不同于锌的密集六方晶格。又如碳化铁 (Fe_3C) 是由 75% 的铁原子和 25% 的碳原子所组成的金属化合物，它具有复杂八面体晶格，既不同于铁的体心立方晶格，也不同于石墨的六方晶格。

金属化合物的晶格类别繁多，原子的排列也较复杂。正由于金属化合物的晶格不同于形成化合物元素的晶格，所以金属化合物具有它自己的独特性能，例如高硬度、高脆性、高熔点及高电阻等。人们利用金属化合物的高硬度特性，创造了硬质合金，并用钢与硬质合金焊接，制作刀具和模具；利用金属化合物的高熔点特性，发展了高温抗软化材料等。但由于金属化合物具有极大的脆性，所以直到现在仍不能单独用来制作机器零件和结构材料。

(三) 机械混合物 机械混合物是由两种或两种以上的互不溶解的晶体结构（纯金属、固溶体或化合物）机械地混合而成，在显微镜下呈现非均一的显微组织（纯金属、单一固溶体或金属化合物，在金相显微镜下观察，则呈现均一的显微组织）。例如锡、锑、铜所组成的轴承合金，就属于机

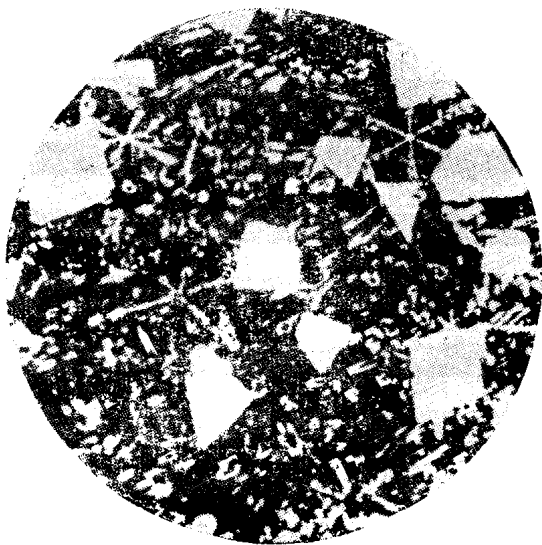


图1-3 锡锑铜合金的显微组织 100×