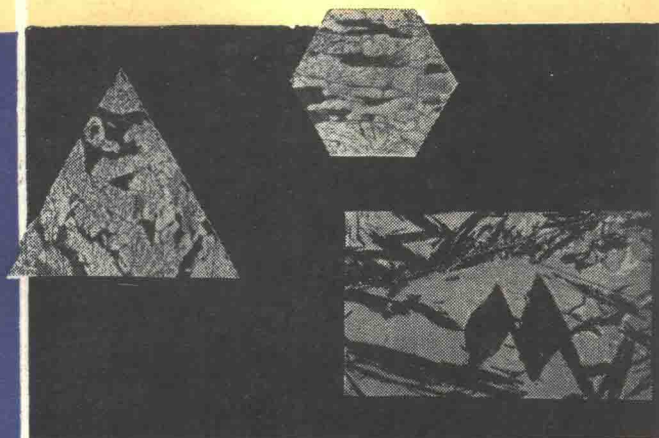


HUA
XUE

化学热处理

RECHULI



黑龙江人民出版社

化 学 热 处 理

洪班德 姚忠凯 刘志如

编著

高彩桥 夏立芳

黑龙江人民出版社

封面设计：安振家

化学热处理

洪斑德 姚忠凯 刘志如·高彩桥 夏立芳 编著

黑龙江人民出版社出版

(哈尔滨市道里森林街42号)

黑龙江新华印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092毫米 1/32·印张 17 8/16·插页 20·字数 230,000

1981年12月第1版 1981年12月第1次印刷

印数 1—5,000

新—书号：15093·65 定价：1.58元

内 容 提 要

本书根据国内外生产和科研成果，介绍了各种化学热处理方法的原理、工艺过程、钢件经化学热处理后的性能特点及其应用效果等。全书共分十章，分别叙述化学热处理原理、渗碳、渗氮、离子渗氮、碳氮共渗、软氮化、渗硫、渗硼、渗金属及其它化学热处理方法，并作了必要的理论探讨及分析，指出了各种工艺方法的优缺点及发展方向。对近年来正在研究及开始应用的一些新工艺方法，也作了适当的介绍。

本书可供各种类型的机械制造厂中从事热处理生产、质量检查及研制新工艺的技术人员和工人参考，也可供高等院校有关专业师生参考。

前 言

生产实践证明，化学热处理能够有效地改善金属材料的性能，提高机械工业产品的质量，成倍提高零件或工模具的使用寿命，并可使普通碳素钢代替高级合金钢，节约钢材，降低成本。可见，研究、推广和应用化学热处理的工艺方法，对于机械工业的发展有着重大现实意义。

本书以钢铁材料及其零件为主要对象，介绍了已在生产中广泛采用和尚处于研究阶段的各种化学热处理方法的原理、工艺过程、零件经化学热处理后的性能特点以及在机器零件、工具、模具上应用的情况和取得的效果；同时作了必要的理论探讨及分析，指出了各种工艺方法的优缺点及发展方向，反映了国内外的先进经验和科学技术成果。本书初稿曾作为哈尔滨市科协与哈尔滨工业大学联合举办的“化学热处理短训班”教材，在听取参加学习的技术人员和工人的意见之后，作了进一步的修改。在编写过程中还得到许多工厂、科研单位和兄弟院校的支持和帮助，他们提供的许多宝贵资料和图片，大大丰富了本书的内容。同时，我们还参考了国内外有关书刊和文献资料。因此，本书是集体劳动的成果。我们谨向在编写过程中给予我们帮助的单位和个人致以诚挚的谢意。

本书由哈尔滨工业大学金属材料及热处理教研室洪班德等合编。概述及第一、二、五、六章由洪班德编写，第三章由刘志如编写，第四章由夏立芳编写，第七章、第九章第五节及第十章第八节由高彩桥编写，第八、九、十章由姚忠凯编写。刘志如为本书的编写出版做了大量工作，洪班德对本书的文字和图表作了最后校阅。

由于编者思想及业务水平不高，更兼化学热处理工艺日新月异，所搜集的资料不够全面，书中难免出现一些缺点和错误，殷切希望读者批评指正。

编 者

一九八〇年五月

目 录

概述	1
第一章 化学热处理原理	8
第一节 化学热处理的基本过程	8
一、化学介质的分解	8
二、活性原子的吸收	9
三、渗入元素的扩散	12
第二节 金属扩散原理及影响扩散的因素	13
一、扩散的统计性质及扩散定律	14
二、扩散的机制	19
三、影响扩散的因素	24
第三节 扩散层（渗层）形成过程的 某些规律	31
一、扩散层的形成过程及扩散层组织	31
二、温度和时间对扩散层深度的影响	34
三、扩散定律的应用举例	36
第二章 钢的渗碳	40
第一节 渗碳的基本原理及基本过程	40
一、渗碳的特点和种类	40
二、渗碳过程与铁碳状态图的关系	41

三、影响渗碳过程的因素	44
第二节 气体渗碳	50
一、渗碳剂及渗碳化学反应	51
二、常用渗碳设备及其改进	54
三、渗碳工艺	59
第三节 可控气氛渗碳	68
一、炉气的碳势及其控制	68
二、碳势控制仪的工作原理及使用方法	75
三、周期式炉可控气氛渗碳	85
四、连续式炉可控气氛渗碳	92
第四节 液体渗碳及固体渗碳	98
一、液体渗碳	98
二、固体渗碳	104
三、膏剂渗碳	111
第五节 渗碳钢及渗碳后的热处理	112
一、对渗碳钢的要求	112
二、渗碳钢的合金化	115
三、常用渗碳钢的成分、性能及用途	118
四、渗碳件的热处理——渗碳淬火方法	119
第六节 渗碳件的组织和性能	129
一、合金钢渗碳后的典型组织	129
二、渗碳淬火后零件表面的应力状态	131
三、渗碳件组织对性能的影响	133
四、渗碳件质量检查及金相检验标准	142
五、渗碳件常见缺陷及防止措施	145

第七节 渗碳方法的发展	149
第三章 钢的渗氮	152
第一节 渗氮的基本原理及基本过程	152
一、渗氮的基本特点	152
二、渗氮过程与铁—氮状态图的关系	154
第二节 合金元素的作用及对渗氮过程的影响	162
一、合金氮化物的形态与形成过程	162
二、合金元素对渗氮过程的影响	166
三、渗氮层的组织转变	168
第三节 渗氮钢及其预备热处理	170
一、渗氮钢的种类	170
二、渗氮钢的预备热处理	176
第四节 气体渗氮设备	179
一、氮气供应系统	180
二、渗氮炉	181
三、渗氮罐的材料和结构	183
四、渗氮工艺检测及控制设备	186
第五节 气体渗氮工艺	190
一、表面强化渗氮	190
二、表面抗蚀渗氮	206
第六节 气体渗氮操作及质量检查	211
一、气体渗氮操作	211
二、渗氮零件的质量检查	219
三、渗氮时常见的缺陷及其防止方法	222

第七节 快速气体渗氮的其它方法	225
一、氨—氮混合气体渗氮	226
二、加氧气体渗氮	228
三、洁净渗氮	230
四、电解气相催渗氮	233
五、钛催化渗氮	237
六、高频渗氮	240
第四章 离子渗氮	242
第一节 离子渗氮的基本原理	242
一、离子渗氮的特点	242
二、离子渗氮基本原理	243
第二节 离子渗氮设备	252
一、渗氮工作室(渗氮炉)	253
二、渗氮炉关键组件典型结构	254
三、离子渗氮的电源和灭弧措施	255
四、离子渗氮的温度测量及控制	260
第三节 离子渗氮工艺	261
一、离子渗氮层的组织与性能	261
二、离子渗氮工艺参数对渗氮层组织 结构的影响	267
三、离子渗氮的操作过程	272
四、几种典型零件的离子渗氮工艺	273
第四节 离子渗氮的发展与应用	274
一、离子渗氮的发展	274
二、离子渗氮的应用	275

第五章 钢的碳氮共渗	278
第一节 气体碳氮共渗	281
一、气体碳氮共渗介质	281
二、气体碳氮共渗设备	286
三、气体碳氮共渗温度和时间	286
四、气体碳氮共渗应用举例	288
第二节 液体碳氮共渗(盐浴氰化)	303
一、液体碳氮共渗介质及设备	303
二、液体碳氮共渗工艺	304
第三节 离子碳氮共渗	306
一、离子碳氮共渗原理及共渗装置	306
二、离子碳氮共渗生产操作	307
三、离子碳氮共渗工艺参数及生产实例	308
第四节 碳氮共渗用钢及其热处理	312
一、碳氮共渗用钢	312
二、碳氮共渗件的热处理	313
第五节 碳氮共渗件的组织和性能	317
一、碳氮共渗层组织结构的特点	317
二、碳氮共渗件的组织	321
三、碳氮共渗件的机械性能	327
第六节 碳氮共渗件的质量检查和 组织缺陷(黑色组织)	333
一、碳氮共渗件质量检查和常见缺陷	333
二、渗层组织缺陷——黑色组织	334
第六章 软氮化	338

第一节 软氮化的基本原理	338
一、软氮化的发展过程和特点	338
二、软氮化的基本原理和过程	340
第二节 软氮化工艺	346
一、软氮化温度和时间的选择	346
二、盐浴软氮化	350
三、气体软氮化	352
四、电解气相催渗软氮化	368
五、离子软氮化	370
第三节 软氮化零件的组织与性能	372
一、渗层的成分和相结构	372
二、钢材成分对渗层组织和硬度的影响	375
三、耐磨性和抗胶合性能	378
四、疲劳强度	379
五、耐蚀性能	381
第四节 软氮化应用举例	382
一、工模具的软氮化处理	382
二、机器零件的软氮化处理	384
第五节 软氮化工件常见缺陷及防止措施	386
一、软氮化层深度不够	387
二、表面疏松	387
三、表面花斑	387
四、表面锈蚀	388
第七章 渗硫与硫氮、硫氮共渗	389
第一节 渗硫的原理与分类	390

第二节 低温电解渗硫	395
一、低温电解渗硫装置	396
二、低温电解渗硫工艺	398
三、渗硫层对耐磨性的影响	400
四、低温电解渗硫的应用	404
第三节 硫氮与硫氰共渗	405
一、中温渗硫的盐浴配方	405
二、NaCN 的变质与消耗	406
三、渗硫盐的分解反应	407
四、混合盐的组成	408
五、渗硫盐浴的老化	409
六、渗硫工艺与渗硫层的性质	410
七、渗硫对摩擦和磨损性能的影响	412
第八章 钢的渗硼	416
第一节 渗硼方法	416
一、固体渗硼	416
二、气体渗硼	418
三、盐浴渗硼	420
四、盐浴电解渗硼	421
五、渗硼件的前处理和后处理	423
第二节 渗硼钢的组织与性能	424
一、渗硼钢的组织	424
二、渗硼层的耐磨性能与耐腐蚀性能	432
第三节 渗硼的应用	434
第四节 碳氮硼三元共渗	436

第九章 渗铝、渗铬、渗硅与渗钒	438
第一节 渗铝	438
一、渗铝方法	438
二、渗铝层的组织与性能	443
三、渗铝的应用	446
第二节 渗铬	449
一、渗铬方法	449
二、渗铬层的组织与性能	455
三、渗铬的应用	460
第三节 渗硅	461
一、渗硅方法	461
二、渗硅层的组织与性能	465
第四节 铬—铝与铬硅铝共渗	467
一、铬—铝共渗	467
二、铬硅铝共渗	468
第五节 盐浴渗钒	468
一、盐浴的成分和碳化物的形成过程	469
二、渗层的组织和性能	471
第十章 其他化学热处理方法	474
第一节 真空渗碳	474
一、真空热处理的主要作用	474
二、真空渗碳工艺	479
三、渗碳层深度与浓度的控制	482
四、真空渗碳应用举例及注意事项	484
第二节 电解热处理	486

一、钛催化熔盐电解渗氮	488
二、电解渗碳	492
第三节 放电表面处理	494
一、放电表面硬化	494
二、溶液中的放电渗碳	496
第四节 预应力热处理	501
一、处理规程对表面应力状态的影响	501
二、预应力热处理在滚珠轴承上的应用	503
第五节 形变化学热处理	505
一、化学热处理与表面形变强化相结合的 形变化学热处理(渗碳—喷丸, 渗碳 —滚压)	505
二、化学热处理与表面高温形变淬火 相结合的形变化学热处理 (渗碳—表面高温形变淬火)	506
三、多边化强化与化学热处理相结合的 形变化学热处理(多边化—合氮)	508
第六节 超声波化学热处理	510
一、超声波的获得方法及施加方式	510
二、超声波化学热处理	513
第七节 流动粒子炉中的化学热处理	517
第八节 气相沉积碳化钛	525
一、气相沉积的原理与工艺	527
二、电泳法沉积碳化钛	529
三、碳化钛覆盖层的应用效果	530

第九节 复合热处理	533
一、化学热处理与淬火加热的复合	533
二、二元与多元复合渗	536
三、回火与化学热处理的复合	539
主要参考文献	541
附页：金相组织图	544

概 述

机器零件、工具和模具在使用过程中除少数因脆断损坏外，大多皆因疲劳或磨损而失效，或因高温氧化以及介质腐蚀而不能继续使用。这些损坏大多起源于零部件表面或接近表面的地方。这是因为机器零件及工模具在承受外力时，通常表面受力最大（例如弯曲、扭转、冲击、接触应力以及在这些应力状态下的疲劳强度，滚动或滑动摩擦及介质腐蚀或应力腐蚀等），因零件结构及工作条件等因素所产生的应力集中，也大多发生在表面。这就使机器零件及工模具的表面比其心部承受更为严酷的工作条件，从而导致其表面的早期破坏。

因此，要提高机器零件及工模具的使用寿命，必须在整体强化的基础上，采取进一步强化表面的措施。化学热处理和其它表面强化处理，正是为此目的而发展起来的金属材料学科的一个分支。

一、化学热处理的分类

化学热处理是将钢铁零件、工具或模具置于含有某种化学元素的介质中加热保温，通过钢铁表面与介质的物理化学