

化学热处理 问答

柳祥训 钟华仁 张淑芳 编著

国防工业出版社

化学热处理问答

柳祥训 钟华仁 张淑芳 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书以问答的形式,系统地介绍了化学热处理的基本理论,钢的各种渗碳、氮化、软氮化、碳氮共渗、渗硼及其复合渗、渗硫及其复合渗、渗金属及其复合渗、离子化学热处理、复合热处理、化学气相沉积、物理气相沉积、离子注入、电子束和激光表面强化等工艺。对每种工艺的原理、特点、工艺参数选择、工艺过程控制、质量检测 and 故障分析均作了详细介绍。内容新颖,反映了近年来化学热处理的新成果。

本书可供金属热处理专业的科研工作者、大专院校师生,机械、冶金等工厂现场工作的工程技术人员和工人参考使用。

化 学 热 处 理 问 答

柳祥训 钟华仁 张淑芳 编著

责任编辑 何曼庆

*

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京市海淀区钓鱼台印刷厂印装

*

787×1092 1/16 开本 23¹/₄ 印张 526 千字

1991 年 2 月第一版 1991 年 2 月北京第一次印刷 印数:0,001—4,000 册

ISBN 7-118-00378-6/TG·33 定价:11.90 元

前 言

随着科学技术的迅速发展,新技术、新材料、新设备、新工艺不断向化学热处理领域渗透,传统的化学热处理方法正在日益更新,其主要发展方向是:由渗入单一元素向多元素共渗、复合渗发展;由渗入周期较长向快速渗入发展;由高温渗入向中、低温渗入发展;由扩散渗入向化学气相沉积、物理气相沉积、离子渗入、离子注入等方向发展;由单纯的化学热处理向复合热处理发展。此外,在化学热处理设备、渗剂、材料等方面也有许多新的进展。

努力开发和正确选用新的化学热处理工艺,乃是有效改善机械零件性能、提高产品质量、节约贵重材料、减少能源损耗、降低生产成本的重要途径。因而有关化学热处理的理论与工艺研究,已成为广大热处理工作者共同关注、共同探索的中心课题。近年来,国内许多科研单位、高等院校和工厂企业的热处理工作者,为探索新的化学热处理方法做了大量卓有成效的试验研究工作,为我国化学热处理技术的发展作出了有益的贡献。

为了适应我国改革、开放和加速经济建设的需要,为了能对我国化学热处理技术的发展,发挥一点推波助澜的作用,我们编写了这本《化学热处理问答》,奉献给从事热处理工作的工人、科技工作者和大专院校师生,如果对同行们的工作、学习能有参考价值,则不胜荣幸。本书共分12章,其中第1、2、7、11、12章由柳祥训编写;第3、4、5章由张淑芳编写;第6、8、9、10章由钟华仁编写。书稿内容选材上,力求结合我国热处理现状,在介绍目前仍普遍沿用的传统化学热处理工艺的同时,侧重介绍了国内外正在逐步推广的一些新型工艺方法,尽管有些新型工艺并不十分成熟,但作为新的有前途的发展方向,还是大胆地介绍给读者们,以便共同研究,促其完善。对问题的论述,深入浅出,通俗易懂,图文并茂,力求扩大读者范围。

在本书的编写中,引用了有关高等院校材料与热处理教科书中的部分内容,有关热处理刊物中的论文和有关科研单位、工厂企业的热处理工艺试验、研究资料,在此向有关的作者、编著者们,一并表示深切的谢意。

由于我们的水平有限,书中的缺点、错误在所难免,真诚欢迎读者们批评指正。

编 者

1988年 于南昌

目 录

第一章 化学热处理概论

第一节 化学热处理的概念、分类及特点

- [1] 什么是化学热处理? 在工业生产中有何主要用途? (1)
- [2] 化学热处理可以分为哪些主要类型? (1)
- [3] 化学热处理有哪些主要特点? (3)

第二节 渗入元素在钢中的作用

- [4] 化学热处理时渗入元素在 α -Fe 或 γ -Fe 中的溶解度有何变化? (3)
- [5] 化学热处理时, 渗入元素在铁中的溶解方式有哪些? (4)
- [6] 当渗入元素以间隙固溶体方式溶解到铁中时, 为什么溶解度很低? (4)
- [7] 当渗入元素与钢中的铁形成置换固溶体时, 其溶解度受哪些因素的影响? (5)
- [8] 渗入元素在钢中形成间隙式或置换式固溶体, 对渗层的性能影响有何异同之处? (6)
- [9] 渗入元素在钢中通常可形成哪些化合物? 它们对钢件表面的性能有何影响? (6)

第三节 化学热处理的基本过程

- [10] 化学热处理有哪几个基本过程? (7)
- [11] 对化学热处理的渗剂有何要求? 常用的渗剂有哪几种? (7)
- [12] 化学热处理过程中, 渗剂的主要反应有哪几种? (8)
- [13] 影响渗剂化学反应活性的因素有哪些? (10)
- [14] 化学热处理中使用催化剂有何作用? (11)
- [15] 化学热处理吸收过程的相界面反应及其主要影响因素有哪些? (11)
- [16] 何谓固体吸附、物理吸附和化学吸附? 在化学热处理中是哪种吸附起主要作用? (12)
- [17] 在化学热处理过程中, 渗入元素原子的扩散量与哪些因素有关? (13)
- [18] 试说明化学热处理过程中, 浓度梯度的形成及其对扩散速度的影响? (14)
- [19] 试说明化学热处理的反应扩散层及其浓度的分布状况? (15)
- [20] 处理温度和处理后的冷却速度对渗层的组织有何影响? (17)
- [21] 多元共渗对化学热处理过程有何影响? (17)

第四节 控制和加速化学热处理过程的基本途径

- [22] 什么是化学热处理过程的控制因子? (18)
- [23] 加速化学热处理过程的主要方法有哪些? (19)
- [24] 分段控制的工艺方法为什么能加速化学热处理过程? (19)
- [25] 复合渗工艺为什么能加速化学热处理过程? (20)
- [26] 提高渗入工艺温度对化学热处理过程的速度及化学热处理质量有何影响? (20)
- [27] 化学催渗的应用主要有哪几方面? (21)
- [28] 物理催渗主要有哪几方面的应用? (21)

第二章 钢的渗碳

第一节 渗碳的基本概念

- [1] 何谓钢的渗碳? 其主要目的是什么? (23)

〔2〕 渗碳工艺可分为哪些主要类型?	(23)
〔3〕 渗碳工艺有哪些主要特点?	(23)
〔4〕 渗碳工艺有哪些主要技术要求?	(24)
第二节 渗碳用钢	
〔5〕 对渗碳用钢有哪些性能要求?	(25)
〔6〕 有哪些系列的渗碳钢? 怎样选用?	(25)
〔7〕 渗碳钢中的原始含碳量对渗层有哪些影响?	(26)
〔8〕 渗碳钢中的合金元素对渗层的形成有何影响?	(26)
〔9〕 合金元素对渗碳钢的工艺性能有何影响?	(28)
第三节 渗碳前的准备工作	
〔10〕 渗碳前要进行哪些预备热处理? 为什么?	(29)
〔11〕 对工件的非渗碳表面怎样进行防渗的准备工作?	(30)
〔12〕 对工件需渗碳的表面应进行哪些渗前的准备工作?	(31)
〔13〕 为什么渗碳前要在渗层表面上留出磨削余量? 其大小如何确定?	(31)
第四节 渗碳的主要工艺参数	
〔14〕 工艺温度对渗碳有什么影响? 应当怎样选定?	(32)
〔15〕 怎样确定渗碳的保温时间?	(32)
〔16〕 炉内气氛的压力对渗碳有何影响? 多大的压力才比较适宜?	(34)
〔17〕 何谓炉气的碳势? 它对渗碳有何影响?	(35)
第五节 炉气碳势的测定与控制	
〔18〕 根据什么原理控制炉气的碳势? 有哪些测定、控制碳势的方法?	(35)
〔19〕 试说明用露点法控制碳势的原理及其应用特点?	(37)
〔20〕 试说明红外线气体分析法控制碳势的原理及其应用特点?	(40)
〔21〕 试说明用氧探头控制碳势的原理及其应用特点?	(41)
〔22〕 有哪些炉气成分的全分析方法? 试说明其分析原理?	(43)
〔23〕 试说明利用电阻法、电导仪法、钢箔法测定碳势的原理?	(44)
第六节 钢的气体渗碳	
〔24〕 有哪些气体渗碳工艺方法? 各有何主要特点?	(44)
〔25〕 常用的气体渗碳剂有哪些? 如何正确选用?	(45)
〔26〕 滴注式气体渗碳工艺过程可分为哪几个阶段? 各阶段应如何控制?	(47)
〔27〕 试以卡博—玛格法渗碳为例,说明滴注式可控气氛渗碳的原理和特点?	(48)
〔28〕 滴注式气体渗碳操作中应注意哪些影响渗碳质量的事项?	(50)
〔29〕 滴注式渗碳气氛为什么有时会出现失控现象? 怎样才能防止?	(50)
〔30〕 在滴注式气体渗碳中,确定渗剂滴量时应考虑哪些因素?	(51)
〔31〕 影响滴注式渗碳气氛碳势的主要因素有哪些?	(52)
第七节 钢的固体渗碳	
〔32〕 什么是固体渗碳? 它有何优缺点?	(54)
〔33〕 对固体渗碳剂有何要求? 常用的固体渗碳剂包含哪些成分?	(55)
〔34〕 应当怎样进行固体渗碳零件的装箱?	(56)
〔35〕 应当怎样确定固体渗碳的温度和时间?	(57)
〔36〕 何谓膏剂渗碳法? 怎样进行膏剂渗碳?	(58)
〔37〕 什么是高频加热膏剂渗碳? 它有何特点?	(59)
〔38〕 什么是粉末放电渗碳? 它有何特点?	(60)
〔39〕 什么是分段固体渗碳? 它有何特点?	(60)
第八节 钢的液体渗碳	
〔40〕 什么是液体渗碳? 它有哪些种类和优缺点? 它和氰化有何区别?	(61)

[41]	试说明含氰盐液渗碳的原理及其主要特点?	(62)
[42]	试说明原料中无氰盐的液体渗碳剂配制方法、渗碳原理及其特点?	(63)
[43]	试说明无毒液体渗碳盐液的成分特点及其渗碳原理?	(64)
[44]	什么是电解液体渗碳? 试说明其原理和特点?	(65)
[45]	什么是液体放电渗碳? 它有何主要特点?	(66)
[46]	什么是直接电热液体渗碳? 它有何主要特点?	(67)
[47]	什么是超声波盐液渗碳? 它有何主要特点?	(67)
第九节 钢的其他渗碳方法		
[48]	何谓真空渗碳? 怎样进行真空渗碳? 这种渗碳方法有何主要特点?	(68)
[49]	怎样进行感应加热渗碳? 这种渗碳工艺有何主要特点?	(69)
[50]	什么是流动粒子炉渗碳? 这种渗碳方法有何主要特点?	(71)
[51]	何谓高浓度渗碳? 高浓度渗碳层的组织和性能有何特点?	(72)
[52]	何谓深层渗碳? 这种渗碳的组织和性能有何特点?	(73)
[53]	何谓双重渗碳? 这种渗碳的主要特点是什么?	(74)
[54]	什么是相变超塑性渗碳? 这种渗碳有何主要特点?	(75)
第十节 渗碳后的热处理		
[55]	零件渗碳后为什么要进行热处理? 其主要目的是什么?	(75)
[56]	渗碳后的热处理方法有哪些? 根据什么原则来选定?	(76)
[57]	怎样进行渗碳后的直接淬火? 这种工艺方法有何特点?	(77)
[58]	怎样进行渗碳后的重新加热淬火? 这种工艺方法有何特点?	(78)
[59]	怎样进行渗碳后的两次淬火? 这种工艺方法有何特点?	(79)
[60]	渗碳、淬火后的低温回火对零件的组织和性能有何影响?	(79)
[61]	减少高强度合金渗碳钢零件渗碳淬火后残余奥氏体的主要热处理方法有哪些?	(82)
[62]	渗碳、淬火后的冰冷处理对零件的性能会产生什么影响? 冰冷处理的必要性如何?	(82)
第十一节 渗碳件的质量检查		
[63]	渗碳零件的质量检查包括哪些内容?	(84)
[64]	渗碳深度的含义是什么? 有哪些检查方法?	(84)
[65]	什么是渗碳件的有效硬化层深度? 如何计算?	(85)
[66]	什么是渗碳层的正常组织? 何谓渗碳后的反常组织? 造成的原因是什么?	(86)
[67]	渗碳件中会出现哪些魏氏组织? 产生的原因是什么?	(86)
[68]	渗碳后空冷, 过渡层中为什么有时会出现白色的马氏体带?	(87)
[69]	检查渗层中的网状渗碳体是在渗碳淬火后还是在渗碳淬火前进行?	(87)
[70]	渗碳零件经淬火、回火处理后, 渗碳层和心部应具备什么样的组织?	(88)
第十二节 渗碳件的热处理缺陷		
[71]	渗碳件淬火后表面硬度不足的原因是什么? 怎样防止?	(88)
[72]	渗碳件心部硬度超差有几种类型? 是什么原因造成的?	(89)
[73]	造成渗碳层太厚、太薄和不均匀的原因是什么? 怎样防止和克服?	(89)
[74]	试说明渗碳件晶粒粗大的原因以及防止和消除的方法?	(90)
[75]	造成渗碳件表面层发生内氧化、脱碳和腐蚀的原因是什么? 有何危害?	(90)
[76]	渗层中为什么会出现大块状和粗大的网状碳化物? 怎样防止和消除?	(91)
[77]	渗碳淬火后, 什么样的组织缺陷易于引起磨削裂纹?	(91)
[78]	造成渗层残余奥氏体过多的原因是什么? 怎样克服和防止?	(92)
[79]	什么是附加应力和残余应力? 它们对渗碳件的变形有何影响?	(92)
[80]	渗碳件的裂纹有哪几种类型? 造成裂纹的原因是什么?	(93)

第三章 钢的氮化

第一节 氮化处理的基本概念

- [1] 什么是氮化处理? 它有哪些特点? (95)
- [2] 试说明气体氮化的过程和原理? (95)
- [3] 钢在氮化过程中可能发生哪些组织变化? (97)
- [4] 为什么常用的氮化钢都含有铝、铬、钼等合金元素? 其强化机理是什么? (99)

第二节 气体氮化工艺

- [5] 钢件氮化前应进行什么热处理? 其工艺对氮化层的组织、性能有何影响? (100)
- [6] 氮化前为何一定要去净原材料的脱碳层? (101)
- [7] 工件在氮化前应做好哪些准备工作? (101)
- [8] 在当前的气体氮化工艺中, 控制氮化气氛的方法有几种? (102)
- [9] 气体氮化时, 从液氮瓶中出来的氮气为什么要通过干燥箱干燥? (105)
- [10] 什么是强化氮化? 强化氮化工艺参数应如何确定? (105)
- [11] 怎样进行抗蚀氮化? 其质量如何检查? (107)
- [12] 何谓等温氮化法? 怎样进行等温氮化? (107)
- [13] 何谓二段氮化法和三段氮化法? 工艺上有何特点? (108)
- [14] 不锈钢、耐热钢氮化的目的是什么? 有何特点? (110)

第三节 加速氮化过程的新工艺

- [15] 近年来有哪些加速氮化过程的新工艺? 它们有何主要优点? (111)
- [16] 何谓加钛催渗氮化法? 有何特点? (111)
- [17] 何谓洁净氮化? 其催渗的原理是什么? 应用情况如何? (112)
- [18] 什么是高频气体氮化? 有何特点? (113)
- [19] 什么是电解气相催渗氮化? 其催渗的原理是什么? (114)
- [20] 电解催渗氮化常用的电解液有哪些? 怎样选择? (115)
- [21] 电解气相催渗氮化有哪些特点? 其应用范围如何? (116)
- [22] 试说明电解气相催渗氮化中电解气的形成及电解反应? (117)
- [23] 什么是盐酸催渗氮化法? (118)

第四节 氮化层的组织、性能与检验

- [24] 氮化层的组织是什么? 其深度如何显示和测量? (120)
- [25] 氮化件金相组织检查的内容和要求是什么? (122)
- [26] 试说明氮化层脆性的检查方法和标准? (123)
- [27] 试说明氮化层硬度的测量方法及如何选用硬度计和载荷? (125)

第五节 氮化的缺陷及其预防、补救措施

- [28] 氮化层硬度低和硬度不均匀产生的原因是什么? 怎样进行预防和补救? (125)
- [29] 氮化层深度不足及脆性过大的原因是什么? 如何预防和补救? (126)
- [30] 零件气体氮化后变形产生的原因是什么? 怎样预防? (126)
- [31] 氮化零件变形的一般规律是什么? (126)
- [32] 零件氮化表面为什么会出现氧化色? 怎样预防? (127)
- [33] 氮化层中出现的脉状及网状氮化物与哪些因素有关? 怎样预防? (128)

第四章 钢的软氮化

第一节 软氮化概述

- [1] 什么是软氮化? 它与气体氮化相比有何主要特点? (129)

〔2〕 试说明软氮化渗层形成的机理及组织特点?	(129)
〔3〕 气体软氮化有哪几种? 常用的渗剂是什么? 各有何特点?	(130)
〔4〕 软氮化处理可以改善钢件的哪些性能? 为什么?	(132)
第二节 气体软氮化工艺	
〔5〕 软氮化温度如何选定? 软氮化温度对渗层质量有何影响?	(133)
〔6〕 软氮化保温时间对化合物层厚度及表面硬度有何影响?	(134)
〔7〕 炉压和共渗后的冷却方法对气体软氮化有何影响?	(135)
〔8〕 尿素气体软氮化有哪几种? 各有何特点?	(135)
〔9〕 怎样确定高速钢气体软氮化工艺参数?	(137)
第三节 其他软氮化工艺及软氮化质量检验	
〔10〕 什么是液体软氮化? 常用的盐浴配方有哪些?	(139)
〔11〕 怎样进行液体软氮化工艺操作?	(140)
〔12〕 什么是固体软氮化? 怎样进行这种软氮化操作?	(141)
〔13〕 怎样进行零件软氮化后的质量检验?	(142)
第四节 奥氏体氮碳共渗处理	
〔14〕 什么是奥氏体氮碳共渗? 它有何应用特点?	(142)
〔15〕 试说明奥氏体氮碳共渗层的组织形成和性能特点?	(143)
〔16〕 怎样确定奥氏体氮碳共渗的工艺参数?	(144)
第五节 氧氮共渗处理	
〔17〕 何谓氧氮共渗? 添加氧为什么能加速氮化?	(145)
〔18〕 氧氮共渗有哪几种? 其应用特点如何?	(146)
〔19〕 怎样进行氧氮软氮化处理? 如何正确选定其工艺参数?	(146)
〔20〕 氧氮气体软氮化与普通气体软氮化相比有何优点?	(148)
〔21〕 何谓氧氮化处理? 这种处理的组织和性能有何特点?	(149)
〔22〕 氧氮化处理有哪些主要方法? 各有何特点?	(150)
〔23〕 何谓氧氮碳共渗? 这种工艺有何主要特点?	(151)
〔24〕 怎样确定氧氮碳共渗工艺参数?	(151)
〔25〕 衡量高速钢刀具氧氮化的质量指标是什么?	(152)

第五章 钢的碳氮共渗

第一节 碳氮共渗概述

〔1〕 何谓碳氮共渗? 它有何主要特点?	(154)
〔2〕 碳氮共渗可分为哪些类型? 各有何主要特点?	(154)
〔3〕 碳氮共渗层深度和碳氮浓度对机械性能有何影响? 应当怎样确定深度和浓度?	(155)
〔4〕 碳氮共渗后应当进行何种热处理?	(155)

第二节 气体碳氮共渗

〔5〕 气体碳氮共渗常用的介质有哪些? 各有何优缺点?	(157)
〔6〕 碳氮共渗剂的供给量对渗层质量有何影响? 应当怎样确定?	(158)
〔7〕 碳氮共渗介质中加氮的比例对共渗层有何影响? 如何正确选定?	(158)
〔8〕 碳氮共渗温度对渗层碳氮浓度、渗层深度及渗层组织有何影响? 共渗温度应如何选定?	(159)
〔9〕 碳氮共渗保温时间主要取决于哪些因素? 如何确定?	(161)
〔10〕 怎样进行滴注通气式气体碳氮共渗?	(162)
〔11〕 怎样进行滴注式气体碳氮共渗?	(162)
〔12〕 何谓两段气体碳氮共渗? 这种工艺有何特点?	(163)
〔13〕 何谓高浓度碳氮共渗? 其渗层组织和性能有何特点?	(164)

第三节 液体碳氮共渗

- [14] 什么是液体碳氮共渗? 常用哪些介质? 其工艺参数如何确定? (165)
- [15] 液体碳氮共渗存在哪些主要问题? 应当怎样改进? (167)
- [16] 液体碳氮共渗(氰化)时,应注意哪些安全操作技术? (167)
- [17] 液体碳氮共渗(氰化)中产生的废盐、废水、污水如何进行除毒处理? (168)

第四节 碳氮共渗层的组织与性能

- [18] 碳氮共渗层的组织是什么? 对性能有何影响? (169)
- [19] 气体碳氮共渗层中残余奥氏体量为什么较多? 对性能有何影响? (171)
- [20] 何谓黑色组织? 它有什么特点和危害? (172)
- [21] 试说明碳氮共渗层中黑色组织的形成机理、产生原因及防止措施? (173)

第五节 碳氮硼三元共渗及氧、硫、碳、氮、硼五元共渗

- [22] 液体碳氮硼三元共渗常用的渗剂是什么? 如何配制? (174)
- [23] 怎样确定液体碳氮硼三元共渗工艺参数? 共渗后组织和性能如何? (175)
- [24] 气体碳氮硼三元共渗常用哪些渗剂? 选择时应注意什么问题? (176)
- [25] 试述气体碳氮硼三元共渗工艺参数的确定及渗后的组织与性能? (177)
- [26] 高速钢刀具氧硫碳氮硼五元共渗的工艺方法是什么? 其组织和性能有何特点? (178)
- [27] 为什么高速钢刀具经氧硫碳氮硼五元共渗后有好的切削性能? (179)

第六章 钢的渗硼及其复合渗

第一节 概述

- [1] 什么是渗硼? 它包括哪些内容? (181)
- [2] 渗硼件有何特点? 其应用范围和效果如何? (181)
- [3] 钢件渗硼后的组织有何特点? (181)
- [4] 硼化物的形成机理是什么? (183)
- [5] 钢中成分对渗硼结果有什么影响? (183)
- [6] 固体渗硼的原理是什么? (184)

第二节 渗硼处理

- [7] 如何配制固体渗硼剂? 对渗硼剂性能有何要求? (185)
- [8] 怎样进行粉末固体渗硼? (186)
- [9] 怎样进行膏剂固体渗硼? (187)
- [10] 怎样选用和配制渗硼盐浴? (188)
- [11] 盐浴渗硼操作中应注意哪些问题? (188)
- [12] 怎样预防渗硼盐浴坩埚的腐蚀? (189)
- [13] 气体渗硼时应注意哪些问题? (190)
- [14] 什么是电解渗硼? 怎样进行电解渗硼? (190)
- [15] 怎样在导电粉末混合物中渗硼? (191)
- [16] 怎样进行感应加热渗硼? 渗硼后的组织有何特点? (192)
- [17] 什么是真空渗硼? 它有何特点? (192)
- [18] 渗硼前后需要热处理吗? 要注意些什么问题? (193)

第三节 渗硼件缺陷和渗层测试方法

- [19] 渗硼层有哪些组织缺陷? 产生的原因是什么? (193)
- [20] 产生渗硼层脆性的原因是什么? 怎样减小脆性? (194)
- [21] 控制渗硼件变形的的方法有哪些? (195)
- [22] 怎样显示渗硼层组织? (196)
- [23] 如何测量渗硼层厚度? (197)

[24] 怎样测定硼化物层的硬度? 为什么硼化物的硬度测定结果差别较大?	(197)
第四节 含硼复合渗	
[25] 硼铝复合渗有几种方法? 复合渗后的组织和性能如何?	(198)
[26] 硼铬复合渗有几种方法? 复合渗后的组织和性能如何?	(199)
[27] 硼硅复合渗有何特点? 复合渗后的组织和性能如何?	(199)
[28] 怎样实现硼锆、硼钛和硼钼(钨)二元共渗? 其渗层各有何特性?	(200)
[29] 怎样实现硼磷、硼铜和硼铍共渗? 它们的渗层各有什么特性?	(201)

第七章 钢的渗硫及其复合渗

第一节 渗硫的基本概念与工艺方法

[1] 何谓渗硫? 这种工艺有何主要特点?	(202)
[2] 渗硫处理为什么能提高零件的抗擦伤性、抗咬合性和耐磨性?	(202)
[3] 渗硫工艺可分为哪些类型? 有何应用特点?	(202)
[4] 怎样进行固体(粉末)渗硫?	(203)
[5] 怎样进行中温液体渗硫处理?	(203)
[6] 怎样进行低温液体渗硫处理?	(204)
[7] 什么是低温电解渗硫? 这种工艺有何主要特点?	(205)
[8] 怎样确定低温电解渗硫的工艺参数?	(206)
[9] 怎样进行低温电解渗硫的工艺操作?	(208)
[10] 怎样保持低温电解渗硫盐液的活性和回收旧盐液?	(208)
[11] 渗硫工艺操作中应注意哪些安全问题?	(209)
[12] 怎样进行气体渗硫? 这种工艺有何主要特点?	(210)
[13] 何谓磁化电解渗硫和真空蒸发渗硫?	(210)
[14] 渗硫层的组织结构和性能有何特点?	(211)

第二节 硫氮共渗

[15] 怎样用硫化氢和氨气进行气体硫氮共渗处理?	(212)
[16] 怎样进行滴注式气体硫氮共渗?	(212)
[17] 钢件气体硫氮共渗的组织和性能有何特点?	(213)
[18] 怎样在渗硫盐液中通入氨气进行液体硫氮共渗?	(214)
[19] 怎样在液体软氮化盐液中加入渗硫剂进行液体硫氮共渗?	(214)
[20] 怎样进行添加碳酸锂低氰盐液的硫氮共渗?	(215)

第三节 渗硫软氮化

[21] 什么是渗硫软氮化? 其主要工艺方法有哪些?	(216)
[22] 怎样进行固体硫碳氮共渗处理?	(217)
[23] 怎样进行膏剂硫碳氮共渗?	(217)
[24] 怎样进行液体硫碳氮共渗?	(218)
[25] 怎样进行气体渗硫软氮化? 这种工艺有何主要特点?	(218)
[26] 渗硫软氮化的渗层组织和性能有何特点?	(219)

第四节 硫与其他元素的共渗处理

[27] 怎样进行气相氧硫氮共渗处理?	(220)
[28] 怎样进行加氧气体硫氮共渗处理?	(221)
[29] 怎样进行低温离子渗硫处理?	(223)
[30] 怎样进行离子硫氮共渗处理?	(223)
[31] 怎样进行离子硫碳氮共渗处理?	(224)
[32] 怎样用二硫化碳和水蒸汽反应进行离子硫氮共渗处理?	(225)
[33] 怎样进行硫钼共渗处理?	(226)

第八章 钢的渗金属及其复合渗

第一节 概述

- 〔1〕 什么是渗金属法？它有何特点？ (227)
- 〔2〕 常用的渗金属方法有哪些？ (227)
- 〔3〕 在什么条件下才能形成金属渗层？ (227)

第二节 渗铝

- 〔4〕 渗铝的原理和目的是什么？ (228)
- 〔5〕 渗铝方法有哪些？它们有何优缺点？ (228)
- 〔6〕 固体渗铝剂通常由哪些成分组成？如何配制？ (229)
- 〔7〕 怎样制造铝铁合金供铝剂和铝铜铁合金供铝剂？ (230)
- 〔8〕 怎样选择固体渗铝温度、渗铝时间和扩散退火的工艺参数？ (230)
- 〔9〕 固体渗铝实际操作中要注意哪些问题？ (231)
- 〔10〕 怎样防护非渗铝部位？ (233)
- 〔11〕 怎样清理粉末渗铝后的零件？ (234)
- 〔12〕 什么是热浸渗铝？其工艺要点如何？ (234)
- 〔13〕 怎样进行气体渗铝？ (235)
- 〔14〕 怎样进行低压气相渗铝？ (237)
- 〔15〕 什么是热喷涂渗铝法？怎样进行热喷涂渗铝？ (238)
- 〔16〕 什么是料浆渗铝法？怎样进行料浆渗铝？ (239)
- 〔17〕 怎样进行真空蒸镀扩散渗铝？ (241)
- 〔18〕 什么是电泳渗铝？其工艺过程如何？ (241)
- 〔19〕 什么是电解渗铝？它有何特点？ (241)
- 〔20〕 什么是快速电加热渗铝？ (242)
- 〔21〕 渗铝后的组织和性能如何？ (243)
- 〔22〕 怎样进行渗铝层质量控制？ (244)
- 〔23〕 渗铝后渗层深度不合格怎么办？ (245)

第三节 渗铬

- 〔24〕 渗铬的机理和目的是什么？ (245)
- 〔25〕 常见的渗铬方法有哪些？ (246)
- 〔26〕 常用的固体粉末渗铬剂配方有哪些？ (246)
- 〔27〕 固体粉末渗铬实际操作中应注意哪些问题？ (247)
- 〔28〕 什么是通氢固体粉末渗铬？ (247)
- 〔29〕 什么是沸腾床渗铬法？其效果如何？ (249)
- 〔30〕 怎样进行膏剂渗铬？ (249)
- 〔31〕 加速粉末渗铬的方法有哪些？ (250)
- 〔32〕 怎样进行气体渗铬和半气体渗铬？ (251)
- 〔33〕 怎样进行液体渗铬？ (252)
- 〔34〕 怎样对带卷薄钢板进行渗铬处理？ (253)
- 〔35〕 渗铬层的组织和性能如何？ (254)

第四节 渗硅

- 〔36〕 渗硅方法有几种？渗硅的目的和应用情况如何？ (254)
- 〔37〕 渗硅层的形成机理是什么？其组织有何特点？ (255)
- 〔38〕 怎样进行粉末渗硅？ (255)
- 〔39〕 怎样进行真空渗硅？ (256)

[40] 怎样进行沸腾床渗硅?	(256)
[41] 怎样进行液体渗硅?	(257)
[42] 气体渗硅有几种方法? 它们有何特点?	(257)

第五节 渗锌

[43] 渗锌的目的是什么? 其应用范围如何?	(258)
[44] 什么是粉末渗锌? 怎样配制渗锌剂?	(258)
[45] 怎样进行钢管粉末渗锌?	(259)
[46] 怎样进行热浸镀锌?	(259)
[47] 钢件渗锌后的组织是什么?	(261)

第六节 其他金属单元渗

[48] 渗钒有几种方法? 渗钒层有何特点?	(261)
[49] 渗钛有几种方法? 渗钛层有何特点?	(262)
[50] 怎样实现渗钼? 渗钼层有何特点?	(262)
[51] 渗钽的目的是什么? 怎样实现渗钽?	(263)
[52] 渗铍的目的是什么? 怎样实现渗铍?	(263)
[53] 渗镭的目的是什么? 怎样实现渗镭?	(263)
[54] 怎样实现渗铌? 渗铌层有何特点?	(264)
[55] 什么是硼砂浴覆层法(TD法)? 它有何特点?	(264)

第七节 金属的复合渗

[56] 复合渗的方法有哪些? 在选择复合渗时要注意哪些问题?	(265)
[57] 多元复渗有什么特点?	(265)
[58] 含铝复合渗主要有哪些? 它们的应用范围如何?	(267)
[59] 含硅复合渗主要有哪些? 它们的应用范围如何?	(268)
[60] 含铬复合渗主要有哪些? 其渗层特性如何?	(268)
[61] 新发展的特种多元渗层有哪些?	(268)
[62] 稀土元素在多元复渗中有什么作用?	(269)

第八节 金属渗层检验

[63] 怎样检验渗层的显微组织?	(270)
[64] 怎样检定渗层的相成分和结构?	(271)
[65] 怎样测定渗层厚度?	(272)
[66] 怎样测定渗层孔隙度?	(273)
[67] 怎样测定渗层的粘附强度?	(274)
[68] 磨损试验时应注意哪些问题?	(275)
[69] 怎样进行渗层耐腐蚀试验?	(275)
[70] 怎样进行高温氧化试验?	(277)
[71] 怎样进行热腐蚀试验?	(277)

第九章 钢的离子化学热处理

第一节 离子化学热处理基础知识

[1] 什么是离子化学热处理? 它有何特点?	(279)
[2] 什么是辉光放电现象?	(279)
[3] 产生弧光放电的原因是什么? 它有什么危害? 如何预防?	(280)
[4] 离子化学热处理设备大致由几部分组成?	(280)

第二节 离子氮化处理

[5] 离子氮化的基本原理是什么?	(282)
[6] 为什么离子氮化速度比普通氮化的要快?	(283)

〔7〕 离子氮化前应做好哪些准备工作?	(283)
〔8〕 怎样选择离子氮化工艺参数?	(284)
〔9〕 离子氮化实际操作中应该注意哪些问题?	(285)
〔10〕 离子氮化时是怎样测量工件温度的?	(287)
〔11〕 离子氮化后还需要淬火吗?	(288)
〔12〕 带小孔或窄槽的工件能离子氮化吗?	(288)
〔13〕 离子氮化的应用范围如何?	(288)

第三节 其他离子化学热处理

〔14〕 如何进行离子软氮化处理?	(289)
〔15〕 如何进行离子碳氮共渗处理?	(290)
〔16〕 如何进行离子渗碳处理?	(291)
〔17〕 如何进行低温离子渗硫处理?	(292)
〔18〕 如何进行离子硫氮共渗?	(292)
〔19〕 如何进行离子硫碳氮共渗处理?	(293)
〔20〕 如何进行离子渗硅处理?	(293)
〔21〕 什么是离子渗硼法? 它有何优缺点?	(293)
〔22〕 如何进行离子渗金属?	(294)
〔23〕 怎样获得金属覆盖层和复杂成分覆盖层?	(294)

第十章 钢的复合热处理

第一节 概述

〔1〕 什么是复合热处理?	(295)
〔2〕 复合处理工艺制订的原则是什么?	(295)

第二节 复合热处理

〔3〕 与渗碳有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(296)
〔4〕 与渗氮有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(297)
〔5〕 与软氮化有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(297)
〔6〕 什么是 QPQ 处理? 其工艺特点和应用范围如何?	(298)
〔7〕 与碳氮共渗有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(299)
〔8〕 与渗硼有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(300)
〔9〕 与渗硫有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(301)
〔10〕 气体硫氮共渗加蒸汽处理的目的是什么? 怎样进行?	(301)
〔11〕 与渗金属有关的复合处理有哪些? 它们有何特点?	(302)

第十一章 表面硬化技术

第一节 化学气相沉积

〔1〕 何谓化学气相沉积? 其基本原理是什么?	(303)
〔2〕 化学气相沉积可以分为哪些主要类型?	(304)
〔3〕 化学气相沉积涂层有哪些类型? 其应用范围和效果如何?	(305)
〔4〕 试说明在工件表面用 CVD 法沉积 TiC 和 TiN 涂层的原理和方法? 这种涂层有何特点?	(308)
〔5〕 何谓混合沉积、复层沉积和复合渗层沉积?	(311)
〔6〕 试以沉积 TiC 涂层为例分析 CVD 过程的主要影响因素有哪些?	(311)
〔7〕 工件在沉积 TiC 或 TiN 涂层的前后要进行哪些处理? 为什么?	(313)
〔8〕 试列举几种化学气相沉积的典型工艺。	(314)
〔9〕 化学气相沉积工艺改进和发展的趋势是什么?	(315)

第二节 物理气相沉积

- [10] 试述物理气相沉积有哪些类型? 各有何特点? (317)
- [11] 真空溅射沉积 TiC 的原理是什么? 并简述其工艺操作? (319)
- [12] 影响真空溅射沉积 TiC 涂层与基体结合力的主要因素有哪些? (321)
- [13] 离子镀渗的基本原理是什么? 它有何优点? (321)
- [14] 反应性离子镀渗的方法有几种? 各有何特点? (323)
- [15] 活性反应离子镀的基本原理是什么? 影响涂层性能的因素有哪些? (324)
- [16] 空心阴极离子镀渗(HCD)的原理是什么? 有何优点? (326)
- [17] 如何提高高速钢涂层刀具的质量? (327)
- [18] 影响气相沉积层与基体结合力的因素有哪些? (329)
- [19] 试说明离子镀渗的应用情况? (331)

第三节 离子注入表面合金化

- [20] 什么是离子注入工艺? 有何主要特点? (332)
- [21] 简述离子注入在金属表面产生的物理过程是什么? (333)
- [22] 离子注入技术的应用和发展前景如何? (334)

第十二章 电子束和激光表面热处理

第一节 电子束表面强化处理

- [1] 利用电子束进行表面热处理的基本原理和主要特点是什么? (338)
- [2] 试说明电子束表面淬火的基本工艺方法和淬硬层的组织性能特点? (339)
- [3] 何谓电子束表面合金化? 怎样进行这种处理? (340)
- [4] 什么是电子束表面涂覆处理? 试举例说明涂覆工艺和涂覆处理后的组织与性能? (341)
- [5] 什么是电子束表面熔化—凝固处理? 有何适用价值? (342)

第二节 激光表面硬化处理

- [6] 试说明激光的产生和激光器的基本原理? (342)
- [7] 激光热处理有哪些主要特点和问题? (344)
- [8] 金属工件进行激光加热前表面为什么要进行黑化处理? (345)
- [9] 激光表面热处理可分为哪些类型? 各有何特点? (345)
- [10] 激光表面硬化的基本原理是什么? 对材料的性能有何影响? (346)
- [11] 激光相变硬化工艺参数对材料组织和性能有何影响? 怎样选择? (347)
- [12] 什么是激光表面合金化处理? 有何特点? (350)
- [13] 什么是金属及合金的激光非晶化? 如何实现激光非晶化? (351)
- [14] 激光包覆有何主要特点? 其常用的工艺方法有哪些? (352)

- 主要参考文献 (353)

第一章 化学热处理概论

第一节 化学热处理的概念、分类及特点

〔1〕 什么是化学热处理？在工业生产中有何主要用途？

化学热处理是将工件置于不同的活性介质中加热,使预定的非金属或金属元素渗入工件的表层中,改变表面化学成分、组织和性能的热处理工艺方法。

不同的渗入元素,赋予工件表面的性能也不一样。在工业生产中,化学热处理的主要用途有两个方面:一是强化表面,如渗碳、氮化、碳氮共渗、渗硼、硫氮共渗、碳氮硼共渗等,可以提高工件表面的疲劳强度、硬度和耐磨性;二是改善物理、化学性能,如渗铬、渗硅、渗硼等可以增加工件表面的抗腐蚀性,渗铝、渗铬可以增加工件表面的抗氧化性。

经过化学热处理的工件,其表面和心部具有不同的化学成分、组织和性能,实际上成了一种新的复合材料构件,不仅可以节约贵重金属材料,而且对于承受各种交变载荷、各种介质腐蚀、磨损以及高温等特殊条件下工作的机器零件,采用化学热处理具有极大的经济价值,在国内外普遍受到重视。表 1-1 是常用的化学热处理方法及其用途。

表 1-1 常用的化学热处理方法及其用途

处理方法	渗入元素	用 途
渗 碳	C	提高耐磨性、硬度及疲劳强度
氮 化	N	提高耐磨性、硬度、疲劳强度及耐腐蚀性
碳氮共渗	C、N	提高耐磨性、硬度和疲劳强度
渗 硫	S	减少摩擦、提高抗咬合性
硫氮共渗	S、N	减摩、提高抗咬合性、耐磨性及抗疲劳性
硫氰共渗	S、C、N	减摩、提高抗咬合性、耐磨性及抗疲劳性
渗 硼	B	提高硬度、耐磨性及耐腐蚀性
渗 硅	Si	提高耐腐蚀性、耐热性
渗 铝	Al	提高抗氧化及耐含硫介质的腐蚀性
渗 铬	Cr	提高抗氧化、耐腐蚀及耐磨性
铬铝共渗	Cr、Al	提高抗含硫介质腐蚀、抗高温氧化和热疲劳性
硼硅共渗	B、Si	提高硬度和热稳定性
铬硅共渗	Cr、Si	提高耐磨性、耐腐蚀性和抗氧化性

〔2〕 化学热处理可以分为哪些主要类型？

化学热处理从广义上来说,可以分为表面扩散渗入和表面涂覆两大类型。按照表面化学成分的变化特点,扩散渗入又可分为四个类别:渗入各种非金属元素;渗入各种金属元素;同时渗入金属-非金属元素;扩散消除杂质元素。表 1-2 是常用的扩散渗入化学热处理类别。按照渗入元素与钢中元素形成的相结构,扩散渗入型化学热处理还可分为两类:第

表 1-2 常用的扩散渗入化学热处理类别

渗入非金属元素		渗入金属元素		渗入金属 与 非金属元素	扩散消除 杂质元素
单元渗	多元共渗	单元渗	多元共渗		
C	C,N	Al	Al,Cr	Ti,C	H
N	S,N	Cr	Al,Si	Ti,N	O
S	O,N	Si	Cr,Si	Cr,C	C
B	C,N,S	Ti	Ni,Al	Ti,B	其他杂质
O	C,N,O	V	Co,Al		
	C,N,B	Nb	Al,Cr,Si		

一类是渗入元素溶于溶剂元素的晶格中形成金属固溶体,如图 1-1(a)所示的渗碳(固溶扩散或纯扩散);第二类是反应扩散,此类又可分两种:第一种是渗入元素与钢中元素形成有序相(金属化合物),如图 1-1(b)所示的氮化;第二种是渗入元素在溶剂元素晶格中的

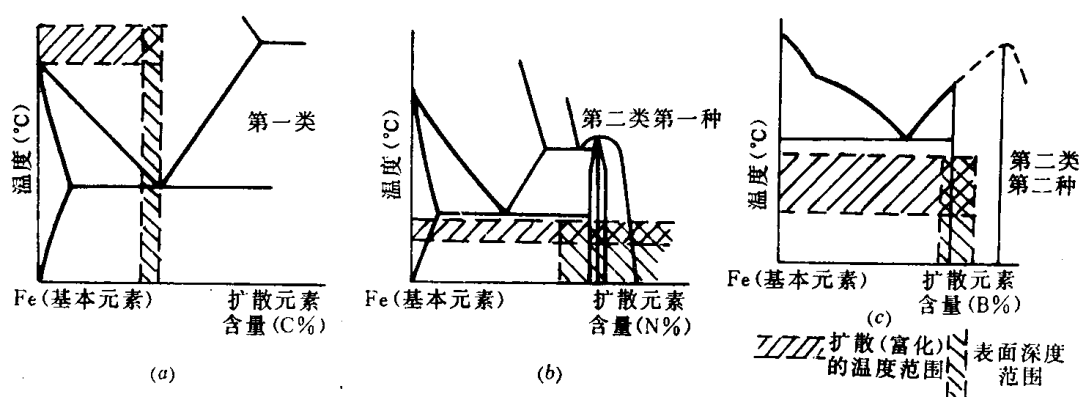


图 1-1 铁中渗入各种元素形成
渗层的基本类型

(a) 渗碳; (b) 氮化; (c) 渗硼。

溶解度很小,渗入元素与钢中元素形成有序相,如图 1-1(c)所示的渗硼。此外,按照渗入元素对钢件表面性能的作用,扩散渗入型化学热处理又可分为:提高表面硬度、耐磨性和疲劳强度类(如渗碳、氮化、碳氮共渗等);提高抗咬合、抗擦伤性类(如渗硫、磷化、氧氮化、蒸汽处理等);提高抗腐蚀性类(如渗硅、渗铬、渗氮等);提高抗氧化、耐高温性能类(如渗铝、渗铬、渗镍等)。

化学热处理的另一大类是表面涂覆(亦称表面覆盖或表面沉积等),这类化学热处理是在工件表面形成一层极薄、极硬、耐磨、热稳定性好、化学稳定性高的金属碳化物、氮化物、硼化物等覆盖层。如化学气相沉积(CVD法)TiC等;物理气相沉积(PVD法)TiC、TiN、ZrC、Vc、Al₂O₃、BN等。物理气相沉积发展较快,其方法也较多,有真空溅射沉积、等离子法和离子沉积法。离子沉积法中又有离子镀(I.P法)、高频离子镀(R.F.I.P法)、活性反应蒸镀(A.R.E法)、空心阴极蒸镀(H.C.D法)等。此外,也可用液体法(如盐浴法、电泳法)和固体法(如粉末装箱法、涂膏剂法)在工件表面形成碳化物、氮化物、硼化物等涂覆层。