

热处理手册

热处理设备和工辅材料

第3版

中国机械工程学会热处理学会
《热处理手册》编委会 编

3



机械工业出版社
China Machine Press

热 处 理 手 册

(第 3 版)

第 3 卷 热处理设备和工辅材料

中国机械工程学会热处理学会
《热处理手册》编委会 编



机 械 工 业 出 版 社

本手册是一部热处理专业的综合工具书,共4卷。第1卷 工艺基础,第2卷 典型零件热处理,第3卷 热处理设备和工辅材料,第4卷 热处理质量控制和检验。

本卷是第3卷,共15章,内容包括设备分类、筑炉材料、燃烧加热器和电热元件、耐热金属构件、炉子配套器件、热工仪表、传感器、各种热处理炉结构、热处理工辅材料等。

本书可供热处理工程技术人员、质量检验和生产管理人员使用,也可供科研开发、设计人员、高校和中专材料科学与工程专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

热处理手册.第3卷,热处理设备和工辅材料/中国机械工程学会热处理学会《热处理手册》编委会编.

—3版.—北京:机械工业出版社,2001.4

ISBN 7-111-02908-9

I. 热… II. 中… III. ①热处理-手册②热处理设备-手册③热处理炉-筑炉材料-手册

N.TG15-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第08664号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:韩会民 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新
季顺利

封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年1月第3版·第2次印刷

1000mm×1400mm B5·26.375印张·2插页·1576千字

47 851—50 850册

定价:69.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677—2527

中国机械工程学会热处理学会
《热处理手册》第3版编委会 名单

主任委员	孙大涌				
副主任委员	王广生	刘 迨	俞少罗	雷廷权	樊东黎
委 员	王广生	安运铮	刘 迨	李福臣	俞少罗
	宋余九	周敬恩	侯增寿	荀毓闽	崔 昆
	黄国靖	雷廷权	潘 邻	潘健生	樊东黎
《热处理手册》总主编	樊东黎	王广生			
本 卷 主 编	黄国靖	李福臣			

前 言

四卷本的《热处理手册》于1992年10月完成第2版修订,并出版发行,至今已重印7次、四卷累计印数30万余册。

按照中国机械工程学会热处理学会第二届第三次理事扩大会议决议,手册将逐版修订下去,不断删去过时落后的内容,补充国内外最新成就及先进的生产技术,使其永葆青春活力,为行业技术进步起持续推动作用。

根据手册第3版修订编委会通过的编例,本次修订的主要原则是:以总结国内先进经验、科研开发和引进技术消化吸收成果为主,同时吸收国外成熟的先进技术;普及与提高相结合;力求资料和数据科学性、实用性、可靠性和先进性。手册的读者对象定位为中专文化程度以上的从事热处理生产的技术人员;也可供科研、开发、设计人员,教师、学生、生产管理人员和熟练技术工人参考。

手册第3版修订后仍为四卷,分四个分册出版。第1卷 工艺基础,第2卷 典型零件热处理,第3卷 热处理设备和工辅材料,第4卷 热处理质量控制和检验。

修订后,第1卷的主要变动为:增加冷却一章,旨在提高对冷却重要性的认识;将基础部分的钢铁加热转变和冷却转变放在相应的“加热”和“冷却”各章中;“钢的淬透性”和“回火转变”放在“整体热处理”一章的“淬火与回火”一节;将铁碳合金相图和非铁合金相图放在第1章概论中,将“冷处理”作为“淬火钢深度冷却过程”一节,放在“冷却”一章中;取消“其他热处理方法”一章,将“激光电子束热处理”放在“表面热处理”一章;“离子化学热处理”并入“化学热处理”一章;将“奥氏体状态化学热处理”和“铁素体状态化学热处理”合并为“化学热处理”;将“形变热处理”从“其他热处理”中的一节提升为章;在“功能合金热处理”一章中增加“形状记忆合金”一节;增加其他材料热处理一章,把陶瓷、玻璃、复合材料、高分子材料的热处理内容补充进去。

修订后,第2卷的主要变动为:增加了“零件热处理工艺制订原则和程序”以及“热处理工艺性”两章,重点说明机器零件热处理工艺制订的通则和零件热处理与设计、结构、使用条件的关系;在各种零件热处理各章都增加了“失效分析”一节,使热处理工艺措施能够对症下药;将“大型锻件热处理”、“轧辊热处理”和“电站设备零件热处理”中的“转子和叶轮锻件预备热处理”部分合并为“大型铸锻件热处理”一章;在“发电供电设备零件热处理”一章中补充“汽轮机叶片热处理”一节。

第3卷内容作了如下变动:增加“热处理工艺材料”和“热处理节能与环境保护”两章;把“热处理的机械化和自动化”一章改为“热处理生产过程控制”。

第4卷改动的主要内容为:在质量的控制和检验两部分内容中把重点放在了质量的控制和管理;在“宏观组织检验及断口分析”一章中补充“失效分析方法”一节;增加了新的检验和试验研究方法;在“热处理常用数据”中增加了许多新的有用

数据。

由这些内容的变动和补充可知，本次修订的绝大部分内容是重新编写，而不是简单的修改补充。经本次修订出版后的热处理手册肯定会使读者耳目一新。

机械工程学会热处理学会
《热处理手册》第3版编辑委员会

目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 热处理设备分类 1

1.1.1 热处理主要设备 1

1.1.2 热处理辅助设备 1

1.2 热处理炉的分类、特性和编号 2

1.2.1 热处理炉的分类 2

1.2.2 热处理炉的主要特性 2

1.2.3 热处理炉的编号 4

1.3 加热装置的类别和特性 4

1.3.1 感应加热装置 4

1.3.2 火焰加热装置 5

1.3.3 接触电阻加热装置 5

1.3.4 直接电阻加热装置 5

1.3.5 电解液加热装置 5

1.3.6 等离子加热装置 5

1.3.7 激光加热装置 5

1.3.8 电子束加热装置 5

1.4 气相沉积装置的类别和特性 5

1.4.1 气相沉积装置 5

1.4.2 离子束装置 6

1.5 热处理设备的技术经济指标 6

1.5.1 功能参数 6

1.5.2 运行性能 6

1.5.3 可靠性和寿命 6

1.5.4 结构 7

1.5.5 安全卫生 7

1.5.6 配套性 7

1.5.7 生产过程和质量 7

1.5.8 用户评价和用户服务 7

1.6 热处理设备设计的一般程序和基本要求 7

1.6.1 设计的初始资料 7

1.6.2 热处理设备设计的基本

内容和步骤 7

1.7 热处理电热设备设计的

一般要求 8

1.7.1 电热设备设计通用性

技术要求 8

1.7.2 电阻炉的设计要求 9

第 2 章 热处理设备常用材料及基础构件 11

2.1 耐火材料 11

2.1.1 耐火材料的主要性能 11

2.1.2 常用的耐火制品 11

2.1.3 不定形耐火材料 23

2.1.4 耐火纤维 29

2.2 隔热材料 30

2.2.1 硅藻土及其制品 30

2.2.2 石棉制品 30

2.2.3 矿渣棉及其制品 30

2.2.4 蛭石及其制品 34

2.2.5 岩棉制品 34

2.2.6 膨胀珍珠岩制品 35

2.2.7 硅酸钙绝热板 35

2.3 耐热金属材料 36

2.3.1 耐热钢 36

2.4 电热材料及基础构件 59

2.4.1 金属电热元件 59

2.4.2 非金属电热元件 73

2.4.3 红外电热元件 92

2.4.4 管状电热元件 93

2.4.5 辐射管 97

2.5 常用设备和仪表 102

2.5.1 通风机 102

2.5.2 泵 123

2.5.3 真空泵 127

2.5.4 阀门 132

2.5.5 真空阀 134

2.5.6 流速、流量计 138

2.5.7 压力测量仪表	140	3.11.2 炉子结构及特性	172
参考文献	141	3.11.3 密封箱式炉生产线	175
第3章 热处理电阻炉	142	3.11.4 炉内导轨	176
3.1 热处理电阻炉选择与设计		3.12 转筒式炉	176
内容	142	3.12.1 炉型特征和用途	176
3.2 热处理电阻炉炉体结构	142	3.12.2 转筒式炉的结构	176
3.2.1 炉架和炉壳	142	3.13 推杆式连续热处理炉及其	
3.2.2 炉衬	142	生产线	177
3.2.3 炉口装置	145	3.13.1 推杆式炉的特性及用途	177
3.3 热处理电阻炉功率计算	146	3.13.2 推杆式渗碳炉及其	
3.3.1 间隙式炉功率计算	146	生产线	177
3.3.2 连续式热处理炉的功率		3.13.3 推杆式渗氮炉及其	
计算	148	生产线	179
3.4 普通型间隙式箱式		3.13.4 推杆式普通热处理炉	181
电阻炉	149	3.13.5 推杆式炉的结构	181
3.4.1 炉型种类及用途	149	3.13.6 三室推杆式气体渗碳炉	185
3.4.2 炉子结构及特性	150	3.14 输送带式炉及其生产线	185
3.5 台车炉	152	3.14.1 输送带式炉的特性	
3.5.1 炉型种类及用途	152	和用途	185
3.5.2 炉子结构	152	3.14.2 DM型网带式炉	185
3.6 RJ系列自然对流井式		3.14.3 TCN型网带式炉	186
电阻炉	153	3.14.4 无罐输送带式炉	187
3.6.1 炉型种类及用途	153	3.14.5 网带式炉的基本结构	187
3.6.2 炉子结构及特性	153	3.14.6 链板式炉	188
3.7 强迫对流箱式电阻炉	155	3.15 振底式炉	189
3.7.1 炉型种类及用途	155	3.15.1 振底式炉的特性与用途	189
3.7.2 炉子结构及特性	158	3.15.2 气动振底式炉	189
3.7.3 气体流量计算	161	3.15.3 机械式振底炉	193
3.8 强迫对流井式电阻炉	161	3.15.4 电磁振底炉	193
3.8.1 炉型种类及用途	161	3.16 辊底式炉	196
3.8.2 炉子结构及特性	162	3.16.1 炉型特征及用途	196
3.9 井式渗碳炉和渗氮炉	163	3.16.2 炉型结构	196
3.9.1 炉型种类及用途	163	3.16.3 辊子	196
3.9.2 炉子结构及特性	163	3.16.4 辊底式炉炉膛结构	197
3.10 罩式炉	167	3.17 转底式炉	198
3.10.1 炉型种类及用途	167	3.17.1 转底式炉的特征和用途	198
3.10.2 炉子结构及特性	167	3.17.2 炉型结构	199
3.10.3 罩式炉功率分配	169	3.17.3 转底式炉的主要结构	
3.11 密封式箱式炉	169	组成	199
3.11.1 炉型种类及用途	169	3.18 滚筒式(鼓形)炉	202
		3.18.1 炉型特征和用途	202
		3.18.2 滚筒式炉结构	203

3.19 步进式和摆动步进式炉	203	4.4.1 结构形式	217
3.19.1 步进式炉特征及用途	203	4.4.2 燃烧装置	217
3.19.2 摆动步进式炉及生产线	203	4.4.3 炉子功率	217
3.20 牵引式炉	204	4.4.4 燃料加热浴炉示例	217
3.20.1 牵引式炉的特征及用途	204	4.5 插入式电极盐浴炉	218
3.20.2 钢丝固溶处理、淬火及生产线	204	4.5.1 结构形式	218
3.20.3 牵引式钢丝等温淬火及生产线	204	4.5.2 浴槽	219
3.20.4 双金属锯带热处理生产线	205	4.5.3 电极浴炉的功率	220
参考文献	207	4.5.4 插入式电极布置	221
		4.5.5 电极材料及结构	221
		4.5.6 电极设计参数	222
		4.6 埋入式电极浴炉	222
		4.6.1 结构形式	222
		4.6.2 埋入式电极浴炉炉膛尺寸(浴槽内尺寸)	222
		4.6.3 埋入式电极浴炉浴槽结构	223
		4.6.4 埋入式浴炉钢板槽	223
		4.6.5 埋入式电极浴炉的功率	223
		4.6.6 埋入式浴炉的电极形式和布置	224
		4.6.7 电极冷却装置	226
		4.6.8 电极盐浴炉示例	226
		4.6.9 电极盐浴炉的启动	228
		4.6.10 盐浴炉的变压器	230
		4.6.11 电极浴炉汇流板	232
		4.7 盐浴炉排烟装置	233
		4.8 盐浴炉设备机械化与自动化	233
		4.8.1 盐浴炉用的工件运送机构	233
		4.8.2 回转式盐浴炉生产线	236
		4.8.3 盐浴渗碳热处理生产线	236
		4.9 浴炉的使用、维修及安全操作	236
		4.10 流态粒子炉	237
		4.10.1 流态粒子炉工作原理	237
		4.10.2 流态粒子炉的基本类型	239
		4.10.3 流态粒子炉的应用	243
		参考文献	244
第4章 热处理浴炉及流态粒子炉	208		
4.1 浴炉的特性和种类	208		
4.1.1 浴炉的特性	208		
4.1.2 按浴液分类的浴炉	208		
4.1.3 按加热方式分类的浴炉	208		
4.1.4 浴炉的品种和代号	209		
4.1.5 浴炉的热工性能	209		
4.2 低温浴炉	210		
4.2.1 结构形式	210		
4.2.2 浴液需要量	210		
4.2.3 浴槽	211		
4.2.4 浴炉功率计算	211		
4.2.5 加热装置	212		
4.2.6 浴剂搅拌	213		
4.2.7 浴剂冷却	213		
4.2.8 浴槽的清理	214		
4.2.9 硝盐浴炉安全防护	214		
4.2.10 低温浴炉示例	214		
4.3 外部电加热中温浴炉	215		
4.3.1 结构形式	215		
4.3.2 浴槽	215		
4.3.3 炉子功率	216		
4.3.4 加热装置	216		
4.3.5 炉型示例	216		
4.4 燃料加热中温浴炉	217		

第5章 真空与等离子热处理**理炉 245****5.1 真空热处理炉 245****5.1.1 真空热处理炉的基本
类型 245****5.1.2 真空热处理炉的结构
与设计 248****5.1.3 真空系统 258****5.1.4 真空测量与供气 261****5.1.5 真空热处理炉的性能考核与
使用维修 266****5.1.6 真空热处理炉实例 269****5.2 等离子热处理炉 293****5.2.1 等离子热处理炉的基本
类型 293****5.2.2 等离子热处理炉的主要
构件 293****5.2.3 等离子热处理炉的电源及控制
系统 297****5.2.4 等离子热处理炉实例 306****5.2.5 等离子热处理炉的性能考核与
使用维修 306****参考文献 318****第6章 热处理燃料炉 319****6.1 燃料炉概述 319****6.1.1 常用燃料炉分类 319****6.1.2 燃料炉炉型选择 320****6.2 炉用燃料及燃烧计算 322****6.2.1 燃料分类 322****6.2.2 燃料燃烧计算 330****6.2.3 燃料换算 332****6.3 燃料炉设计与计算 333****6.3.1 常用燃料炉设计 333****6.3.2 燃料消耗量计算 354****6.3.3 炉架设计与计算 356****6.3.4 炉衬设计 358****6.4 燃料炉附属设备 367****6.4.1 燃烧装置 367****6.4.2 预热器 381****6.4.3 管道设计 386****6.4.4 炉用机械 391****6.5 排烟系统 401****6.5.1 烟道布置及设计要点 401****6.5.2 烟道阻力计算 402****6.5.3 烟囱设计 408****6.6 燃料炉的运行 409****6.6.1 烘炉 409****6.6.2 燃料炉操作规程 410****6.6.3 燃料炉的调节 411****参考文献 413****第7章 热处理感应加热及火焰****加热装置 414****7.1 电子管式高频变频装置 414****7.1.1 概况 414****7.1.2 电子管式高频变频装置的组成
和基本原理 414****7.1.3 微机控制调压电源 417****7.1.4 电子管式高频变频装置
的安装、调试及维护 419****晶体管式高频变频装置 423****概况 423****7.2 晶体管式高频变频装置的组成
和基本原理 424****7.2.3 晶体管式高频变频装置的安装、
调试及维护 427****7.2.4 安全使用及维护注意事项 429****7.3 晶体管 (IGBT) 式超音频
变频装置 429****7.3.1 概况 429****7.3.2 晶体管 (IGBT) 式超音频变频
装置的组成和基本原理 429****7.3.3 晶体管式感应加热电源的检查
维修周期及其用水的水质
要求 431****7.4 机式中频变频装置 431****7.4.1 概况 431****7.4.2 机式中频变频装置的结构和
工作原理 432****7.4.3 机式中频变频机的安装、
调试及维护 436****7.5 晶闸管式中频变频装置 438**

7.5.1 概况	438	参考文献	516
7.5.2 晶闸管中频变频装置的组成 和基本原理	440	第9章 热处理冷却设备	518
7.5.3 晶闸管式中频变频装置的安装、 调试及维护	443	9.1 淬火冷却设备的作用及其 基本要求	518
7.6 工频感应加热装置	445	9.2 淬火冷却设备分类	518
7.6.1 概况	445	9.2.1 按冷却工艺方法分类	518
7.6.2 工频感应加热供电线路	445	9.2.2 按介质分类	518
7.6.3 工频感应加热电路主要参数 的计算	447	9.3 淬火槽体设计	519
7.6.4 工频感应加热装置的安装, 使用与维护	448	9.3.1 设计内容	519
7.7 感应热处理设备	449	9.3.2 淬火槽的结构形式	519
7.7.1 概况	449	9.4 淬火介质搅拌	521
7.7.2 感应淬火机床	449	9.4.1 搅拌的作用	521
7.7.3 表面淬火机床实例	452	9.4.2 淬火介质搅拌的方法	521
7.8 火焰表面加热装置	471	9.4.3 螺旋桨的安装	521
7.8.1 乙炔	471	9.4.4 搅拌速度	523
7.8.2 气瓶与管道	475	9.4.5 搅拌器的功率	523
7.8.3 火焰加热用工具与阀类	477	9.5 淬火槽加热装置	524
7.8.4 火焰淬火机床	483	9.6 淬火介质冷却	524
参考文献	487	9.6.1 冷却方法	524
第8章 表面改性热处理 设备	488	9.6.2 淬火介质冷却循环系统的 组成	527
8.1 激光表面热处理装置	488	9.7 淬火冷却系统热工计算	532
8.1.1 激光表面热处理装置 的构成	488	9.7.1 淬火介质需要量	532
8.1.2 激光热处理装置实例	494	9.7.2 冷却器的计算	532
8.1.3 激光加工的安全防护 措施	497	9.8 淬火槽输送机械	534
8.2 电子束表面改性装置	498	9.8.1 淬火槽输送机械的作用	534
8.2.1 电子束表面改性装置 的进展	498	9.8.2 间隙作业淬火槽提升 机械	534
8.2.2 电子束热处理装置组成	500	9.8.3 连续作业淬火输送机械	535
8.3 气相沉积装置	504	9.8.4 升降、转位式淬火机械	537
8.3.1 化学气相沉积装置	504	9.9 冷却过程的控制装置	539
8.3.2 等离子体化学气相沉积 装置	505	9.9.1 冷却过程的控制参数	539
8.3.3 物理气相沉积	506	9.9.2 淬火槽的控制装置	539
8.3.4 沉积金刚石薄膜的 技术	515	9.10 淬火油槽防火	540
		9.10.1 油槽发生火灾的原因	540
		9.10.2 预防火灾的措施	540
		9.11 淬火压床和淬火机	540
		9.11.1 淬火压床和淬火机 的作用	540
		9.11.2 轴类淬火机	541
		9.11.3 大型环状零件淬火机	541

9.11.4 齿轮淬火压床	542	系统	621
9.11.5 板件淬火压床	543	11.1.1 热处理生产自动控制装置的 基本组成	621
9.11.6 钢板弹簧淬火机	544	11.1.2 控制系统的分类	621
9.12 喷射式淬火装置	544	11.1.3 热处理生产过程控制系统的 级别	621
9.12.1 喷液淬火装置	544	11.2 温度控制	622
9.12.2 气体淬火装置	545	11.2.1 温度传感器	622
9.12.3 喷雾淬火装置	546	11.2.2 常规温度显示与调节 仪表	638
9.13 冷处理设备	547	11.2.3 数字式温度显示调节 仪表	643
9.13.1 制冷原理	547	11.2.4 温度控制执行器	649
9.13.2 制冷剂	548	11.2.5 温度控制策略	660
9.13.3 常用冷处理装置	548	11.2.6 电阻炉温度自动控制 回路	663
9.13.4 低温低压箱冷处理装置	548	11.2.7 燃料炉温度自动控制 系统	669
9.13.5 冷处理负荷和制冷机 制冷量	550	11.3 热处理气氛控制	671
参考文献	550	11.3.1 热处理气氛控制系统	671
第 10 章 热处理辅助设备	551	11.3.2 气氛传感器	674
10.1 可控气氛发生装置	551	11.3.3 调节控制仪	680
10.1.1 吸热式气氛发生装置	551	11.3.4 气氛控制执行器	680
10.1.2 放热式气氛发生装置	560	11.3.5 渗碳工艺过程控制	680
10.1.3 工业氮制备装备	568	11.3.6 渗氮工艺过程控制	685
10.1.4 其他气氛发生装置	574	11.4 热处理生产过程控制 系统	687
10.1.5 气体净化装置	576	11.4.1 热处理生产过程控制的基本 内容	687
10.1.6 可控气氛经济指标对比	586	11.4.2 热处理生产过程控制设备 系统	687
10.2 清洗设备	587	11.4.3 生产线控制示例——密封 箱式渗碳炉生产线控制	688
10.2.1 一般清洗机	587	参考文献	690
10.2.2 超声波清洗设备	590	第 12 章 热处理工艺材料	691
10.2.3 脱脂炉清洗设备	593	12.1 热处理原料气体	691
10.2.4 真空清洗设备	593	12.1.1 氢气	691
10.3 清理及强化设备	595	12.1.2 氮气	691
10.3.1 机械式抛丸设备	595	12.1.3 氨气 (液氨)	691
10.3.2 抛丸强化设备	599	12.1.4 丙烷	692
10.3.3 喷丸及喷砂设备	600	12.1.5 丁烷	692
10.3.4 液体喷砂清理设备	601		
10.4 矫直 (校直) 设备	603		
10.5 起重运输设备	608		
10.6 热处理用夹具	609		
参考文献	620		
第 11 章 热处理生产过程 控制	621		
11.1 热处理生产过程控制			

12.2 热处理盐浴用盐.....	692	13.3 热处理节能的基本策略	737
12.2.1 基盐	692	13.3.1 能源施加对象和处理时间 最小化	737
12.2.2 高温盐浴用盐	693	13.3.2 能源转化过程最短化	737
12.2.3 中温盐浴用盐	694	13.3.3 能源利用效率最佳化	737
12.2.4 低温盐浴用盐	694	13.3.4 余热利用最大化	737
12.2.5 盐浴校正剂	695	13.4 热处理能源及加热方式 节能	737
12.3 化学热处理渗剂.....	696	13.4.1 能源的应用	737
12.3.1 渗碳剂	696	13.4.2 加热方式及热处理形式	738
12.3.2 渗氮剂	698	13.5 热处理工艺设计节能	741
12.3.3 碳氮共渗剂	698	13.5.1 热处理技术要求	741
12.3.4 氮碳共渗剂	699	13.5.2 热处理工艺路线及工艺 的确定	741
12.3.5 渗硫剂	701	13.5.3 热处理设备的选用	741
12.3.6 硫氮碳共渗剂	702	13.6 热处理工艺节能.....	741
12.3.7 渗硼剂	702	13.6.1 常规热处理工艺流程 的节能	741
12.3.8 渗铝剂	703	13.6.2 采用热处理新工艺节能	742
12.3.9 渗铬剂	704	13.7 新钢材节能	744
12.3.10 渗锌剂	705	13.7.1 以球墨铸铁代钢	744
12.3.11 渗硅剂	706	13.7.2 非调质钢	744
12.3.12 渗钒剂	707	13.7.3 空冷下贝氏体铸钢	745
12.3.13 渗钛剂	707	13.7.4 加快化学热处理过程 用钢	745
12.3.14 多元共渗剂	707	13.7.5 新型高速钢	745
12.4 热处理涂料	708	13.8 热处理设备节能.....	745
12.4.1 热处理保护涂料	708	13.8.1 电阻炉节能	745
12.4.2 化学热处理防渗涂料	709	13.8.2 燃料炉节能	747
12.5 淬火介质	710	13.9 热处理炉型节能.....	749
12.5.1 水及水溶液淬火介质	711	13.10 余热利用	749
12.5.2 淬火油	722	13.10.1 生产线热能综合利用	749
12.5.3 盐浴、碱浴冷却介质	731	13.10.2 间壁式和蓄热式自身预热 燃烧器的余热利用	752
参考文献	733	13.10.3 废气通过预热带预热 工件	752
第13章 热处理节能与环境 保护	734	13.11 可控气氛节能	753
13.1 热处理节能的概念	734	13.11.1 原料的选择	753
13.2 热处理节能的技术经济 指标	734	13.11.2 可控气氛制造技术	753
13.2.1 能耗	734	13.11.3 可控气氛发生装置与热处理 炉一体化	753
13.2.2 热效率	736	13.11.4 可控气氛类型选择	
13.2.3 加热倍数	736		
13.2.4 设备负荷率与设备 利用率	736		
13.2.5 生产率	736		
13.2.6 产品质量	737		

与使用	754
13.12 热处理工辅具	
的节能	754
13.12.1 工夹具及炉内金属构件	
的能耗	754
13.12.2 减少工夹具能耗	
的措施	754
13.13 控制节能	756
13.13.1 电阻炉温度控制节能	756
13.13.2 燃料炉控制节能	757
13.13.3 智能控制节能	758
13.14 生产管理节能	759
13.14.1 生产节能管理的基本	
任务	759
13.14.2 生产节能管理的基本	
措施	759
13.15 热处理生产的环境	
污染及危害	760
13.15.1 大气的污染及危害	760
13.15.2 水源污染	761
13.15.3 固体废物	761
13.15.4 噪声	761
13.15.5 电磁场辐射、放射性辐	
射及热辐射	761
13.15.6 生产安全的危害物和	
操作	762
13.16 热处理生产环境污染	
的防治	763
13.16.1 应用少污染的能源	763
13.16.2 采用少无污染的生产工艺	
及设备	763
13.16.3 改进燃烧技术	764
13.16.4 废弃物综合利用	765
13.16.5 废弃物的无害化处理	765
13.16.6 热处理车间生产安全	
的措施	767
13.17 环境保护管理	768
13.17.1 环境保护法规	768
13.17.2 环境保护的某些标准	768
13.17.3 环境保护技术管理	769
参考文献	769

第 14 章 热处理车间设计 771

14.1 工厂设计一般程序	771
14.1.1 设计阶段	771
14.1.2 可行性论证	771
14.1.3 车间设计程序	772
14.2 热处理车间分类和特性	772
14.2.1 热处理车间分类	772
14.2.2 热处理车间生产的	
特殊性	773
14.3 热处理车间生产任务	773
14.4 车间工作制度及年时	
基数	773
14.4.1 工作制度	773
14.4.2 设备年时基数	773
14.4.3 工人年时基数	773
14.5 工艺设计	774
14.5.1 工艺设计的基本原则	774
14.5.2 工艺设计的内容	774
14.5.3 零件技术要求的分析	775
14.5.4 零件加工路线和热处理	
工序的位置	775
14.5.5 热处理工艺方案的制定	776
14.5.6 热处理工艺规程及工艺	
卡的制定	776
14.5.7 热处理工序生产任务	
的计算	776
14.6 热处理设备的选择与	
计算	776
14.6.1 热处理设备选择的依据	776
14.6.2 热处理设备设置的原则	777
14.6.3 热处理设备形式的选择	777
14.6.4 设备需要量的计算	779
14.7 车间设备组织与布置	780
14.7.1 车间设备平面布置的	
原则	780
14.7.2 热处理设备集中与分散	780
14.7.3 热处理车间内设备的组织	
原则	780
14.7.4 热处理车间在厂区内的	
位置	780
14.7.5 热处理车间面积指标	782

14.7.6 设备平面布置设计	783	表 15-10 单一气体的密度	810
14.8 热处理车间建筑物与构筑物	795	表 15-11 单一气体的动力粘度	810
14.8.1 对建筑物的要求	795	表 15-12 单一气体的运动粘度	811
14.8.2 厂房建筑参数	795	表 15-13 单一气体的平均比热容	811
14.9 车间动力和辅助材料消耗量计算	797	表 15-14 单一气体的热导率	811
14.9.1 计算项目	798	表 15-15 单一气体的普兰特准数	812
14.9.2 耗电量计算	798	表 15-16 碳氢化合物气体的密度	812
14.9.3 燃料消耗量计算	799	表 15-17 碳氢化合物气体的动力粘度和运动粘度	813
14.9.4 压缩空气消耗量计算	799	表 15-18 碳氢化合物气体的平均比热容	813
14.9.5 生产用水量计算	799	表 15-19 碳氢化合物气体的普兰特准数	813
14.9.6 可控气氛原料消耗量计算	800	表 15-20 干空气的某些物理常数	813
14.9.7 蒸汽消耗量计算	801	表 15-21 炉气的某些物理性质	814
14.9.8 辅助材料消耗量计算	801	表 15-22 可燃气的成分和燃烧性质	815
14.10 热处理车间的生产安全	801	表 15-23 工业用气体燃料的比热容	815
14.10.1 用电安全	801	表 15-24 金属材料的密度和热导率	815
14.10.2 热防护	803	表 15-25 常用金属不同温度的比热容	817
14.10.3 防火与防爆	803	表 15-26 传导传热计算式	818
14.10.4 防毒与环境保护	804	表 15-27 对流换热计算式	818
14.11 热处理车间人员定额	804	表 15-28 低温炉的对流换热系数 α_c	818
14.12 热处理车间建设投资及技术经济指标	804	表 15-29 辐射换热计算式	819
参考文献	805	表 15-30 常用材料的全辐射率	819
第 15 章 热处理炉设计基础		表 15-31 辐射遮蔽系数	819
资料表	806	表 15-32 热处理炉的综合热交换	820
表 15-1 常用热工单位换算表	806	表 15-33 炉壁外表面的综合换热系数 α	820
表 15-2 常用材料的密度	807	表 15-34 炉子功率与电热元件计算参考数据	821
表 15-3 常用材料的线胀系数表	808	表 15-35 热处理件加热时厚、薄件的极限厚度	822
表 15-4 常用材料的摩擦系数	808	表 15-36 局部阻力系数表	822
表 15-5 常用材料极限强度的近似关系	809		
表 15-6 某些物体间的滑动摩擦系数	809		
表 15-7 材料滚动摩擦系数	809		
表 15-8 某些物体间的滚动摩擦系数	809		
表 15-9 台车炉牵引力和推拉料机推力计算式	810		

第 1 章 绪 论

山东大学 黄国靖

1.1 热处理设备分类

热处理设备是指用于实施热处理工艺的装备。在热处理车间内还有维持热处理生产所需的燃料、电力、水、气等动力供应设备,起重运输设备和生产安全及环保设备。

通常把完成热处理工艺操作的设备称为主要设备。把与主要设备配套的和维持生产所需的设备称为辅助设备。热处理车间内设备的分类如表 1-1 所示。

表 1-1 热处理车间设备分类

主 要 设 备	热处理炉	辅 助 设 备	清洗、清理设备
	加热装置		炉气氛、加热介质、 渗剂制备设备
	表面改性装置		淬火介质循环冷却 装置
	表面氧化装置		起重运输机械
	表面机械强化装置		质量检测设备
	淬火冷却设备		动力输送管路及辅 助设备
	冷处理设备		防火、除尘等生产安 全设备
	工艺参数检测、控制 仪表		工夹具

1.1.1 热处理主要设备

1. 热处理炉 热处理炉是指具有炉膛的热处理加热设备。因在加热过程中炉膛首先被加热,再参与对工件的热交换,所以热处理炉的加热性质属间接加热。

2. 加热装置 加热装置是指热源直接对工件加热的装置。因此,其加热性质属直接加热。其加热方法可以是火焰直接喷烧工件,电流直接输入工件将其加热,在工件内产生感应电流加热工件及等离子体、激光、电子束冲击工件而加热等等。

3. 表面改性装置 这类装置主要有气相沉积和离子注入等。气相沉积装置是指通过在气相中的物理、化学过程,在工件表面上沉积金属或化合物涂层的装置。离子注入是把氮、金属等的离子注入材料表面。这类工艺方法不同于传统的通过加热和冷却发生相变而强化金属的热处理方法,是现代新兴的一种改善金属表面性能的方法。

4. 表面氧化装置 表面氧化装置是指通过化学反应在工件表面生成一层致密的氧化膜的装置。它由一系列槽子组成,通常称发蓝槽或发黑槽。

5. 表面机械强化装置 表面机械强化装置是指利用金属丸抛击或压力辊压或施加预应力,使工件形成表面压应力或预应力状态的装置,有抛丸机和辊压机等。

6. 淬火冷却设备 淬火冷却设备是指用于热处理淬火冷却的装置,有各种冷却介质的淬火槽、喷射式淬火装置和压力淬火机等。

7. 冷处理设备 冷处理设备是指用于将热处理件冷却到 0℃ 以下的设备。常用的装置有冷冻机、干冰冷却装置和液氮冷却装置。

8. 工艺参数检测、控制仪表 工艺参数检测、控制仪表,通常是指对温度、流量、压力等参数的检测、指示和控制仪表。随着计算机控制技术的应用,使对热处理工艺参数控制的概念发生了根本性的变化,除常规的工艺参数控制外,还有工艺过程静态和动态控制,生产过程机电一体化控制,计算机模拟仿真等。计算机的控制成为工艺过程和设备运行的指挥中心。

1.1.2 热处理辅助设备

1. 清洗和清理设备 清洗和清理设备是指对热处理前、后工件清洗或清理的设备。

常用的清洗设备有碱水溶液、磷酸水溶液、有机溶剂(氯乙烯、二氯乙烷等)的清洗槽和清洗机

以及配合真空、超声波的清洗装置。

清理设备有化学法的酸洗设备，机械法的清理滚筒、喷砂机和抛丸机，燃烧法的脱脂炉等。

2. 炉气氛、加热介质、渗剂制备设备

(1) 热处理气氛生成设备，这类设备有：由可燃物形成吸热式和放热式气氛；从空气中提取 N_2 ；由液氨分解或燃烧制备 H_2 和 N_2 气氛；有机液分解气氛和制 H_2 等设备。

(2) 加热介质制备设备，主要有盐浴炉用盐、流态化粒子及油的储存、筛选、混料等装置。

(3) 渗剂制备设备，主要有化学热处理用的固体、液体、气体渗剂，防工件加热氧化涂料，增强工件对辐射热吸收率的涂料等的储存、混料和再生设备。

3. 淬火介质循环冷却装置 淬火介质循环冷却装置是指为维持淬火介质温度而设置的淬火介质循环冷却的装置，主要包括储液槽、泵、冷却器和过滤器等。

4. 起重运输设备 车间起重运输设备是指用于车间内工件运输、设备维修吊装的机械设备，有时也用于工件装出炉的吊装。此类机械设备主要有，车间起重机、运输工件的车辆，传输工件的辊道和传送链等。

5. 质量检测设备 质量检测设备是指对热处理件进行质量检测的设备。此类设备范围很广，有金相组织、力学性能、工件尺寸、缺陷探伤和残余应力等检测设备。

6. 动力输送管路及辅助设备 动力输送管路和辅助设备是指提供给热处理设备的电力、燃料、压缩空气、蒸汽、水等动力的管路系统和附属的装置。主要有管路系统、风机、泵、储气罐及储液罐等。

7. 防火除尘等生产安全设备 防火除尘等生产安全设备是指防治热处理生产造成的粉尘、废气、废液的装置、预防和处理火灾、爆炸事故的装置，主要有抽风机、废气裂化炉、废液反应槽及防火喷雾器等。

1.2 热处理炉的分类、特性和编号

1.2.1 热处理炉的分类

为满足各种热处理件、各类热处理工艺和不

同生产批量的需要，热处理炉有很多类型和规格。依据热处理炉的特性因素，它有多种分类方法，如表 1-2 所示。

表 1-2 热处理炉的分类

分类原则	热 源	工作温度
炉 型	电阻炉	高温炉
	燃料炉	($>1000^{\circ}C$)
	煤气炉	中温炉
	油炉	($650\sim1000^{\circ}C$)
	煤炉	低温炉
		($<650^{\circ}C$)
分类原则	炉膛形式	工艺用途
炉 型	箱式炉	退火炉
	井式炉	淬火炉
	罩式炉	回火炉
	贯通式炉	渗碳炉
	转底式炉	渗氮炉
	管式炉	实验炉
分类原则	作业方式	使用介质
炉 型	间歇式炉	空气介质炉
	连续式炉	火焰炉
	脉动式	可控气氛炉
	连续式	盐浴炉
		油浴炉
		铅浴炉
		流态化炉
		真空炉
分类原则	机械型式	控制型式
炉 型	台车式炉	温度控制炉
	升降底式炉	工艺过程控制炉
	推杆式炉	计算机仿真控制炉
	输送带式炉	
	辊底式炉	
	振底式炉	
	步进式炉	
	等等	

1.2.2 热处理炉的主要特性

热处理炉的种类很多，但其基本组成和特性是由几个主要组成部分和特性参数所限定的。

1. 温度 炉子温度决定了炉子的传热特性。由于辐射与 T^4 成正比，所以高温炉的结构应设计成辐射传热型，其主要特征是电热元件应能直接辐射加热工件。