

热处理设备 及其使用与维修

马伯龙 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



热处理设备及其 使用与维修

马伯龙 编著



机械工业出版社

前 言

热处理设备是实施热处理工艺、完成热处理生产的基础装备。先进的手处理设备是确保热处理质量不可或缺的保证，其先进性在很大程度上标志着热处理的技术水平。

改革开放以来，我国装备制造业有了迅猛发展，已成为装备制造业大国，且向装备制造业强国迈进。为此，对影响零件热处理质量的热处理设备，有了更高的要求。可喜的是，近30年来新型热处理设备制造业不断增长，特别是日趋拓展的真空热处理炉、离子轰击热处理炉、多用途可控气氛炉和气相沉积装置，以及计算机自动控制的应用等，大大提升了我国热处理技术水平。这些新型热处理设备为大、中型企业的热处理技术改造提供了有利条件和选择余地。

据相关资料介绍，我国机械制造业中平均役龄在40年以上的热处理设备占80%以上。这些设备能耗高，精度低，工艺陈旧，质量稳定性差。对这些庞大数量的热处理老旧设备，不可能在短期内一概淘汰。为此，按照我国目前的环保、能源和质量政策要求，企业对长年使用的传统老旧设备进行技术改造已迫在眉睫，以期使这些老旧设备焕发青春，充分发挥潜力。希望本书的出版能对热处理生产企业的设备使用、维护及技术改造提供技术支持。

全书内容共分10章。第1章用22个表格归纳了热处理主要设备和辅助设备的基本概貌。第2章至第6章分别介绍了常用炉膛式间歇热处理电阻炉、炉膛式连续热处理电阻炉、真空热处理炉和离子轰击热处理炉、炉膛式燃料炉、浴槽式热处理电阻炉的结构、技术参数及其操作与维修要点。第7章介绍了热处理炉的节能技术改造，内容包括新材料、新技术在技术改造中的应用，炉膛式电阻炉的技术改造，浴槽式电阻炉的技术改造。第8章介绍了表面热处理加热装置，内容包括感应加热装置及其淬火机床、火焰表面加热装

IV 热处理设备及其使用与维修

置及其淬火机床、激光表面热处理装置、电子束表面加热装置、气相沉积处理装置。第9章介绍了热处理冷却设备。第10章介绍了热处理辅助设备。

本书适合热处理工程技术人员使用，也可供相关专业在校师生参考。

在本书编写过程中，得到了许多热处理设备及其附件生产企业的支持，在此谨致衷心感谢。同时感谢所有被引用文献的作者，特别是对山东大学和北京工业大学等从事热处理设备研究开发的多位老师的研究成果的引用，使本书增色不少。

由于作者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

目 录

前 言

第1章 热处理设备概述	1
1.1 热处理设备的分类	1
1.2 热处理主要设备	2
1.2.1 热处理加热设备	2
1.2.2 热处理冷却设备	6
1.3 热处理辅助设备	7
1.3.1 热处理清洗设备	7
1.3.2 热处理清理设备	7
1.3.3 可控气氛制备装置	8
1.3.4 工艺参数检测和控制 设备	9
1.3.5 热处理件矫正(校直) 设备	13
第2章 炉膛式间歇热处理电 阻炉	14
2.1 常用间歇式箱式电阻炉	14
2.1.1 普通间歇式箱式电阻 炉	14
2.1.2 密封中温箱式电阻炉	15
2.1.3 带风扇的低温箱式电 阻炉	17
2.1.4 箱式电阻炉的操作要 点和维护	19
2.2 常用间歇式井式电阻炉	21
2.2.1 普通高、中温井式 电阻炉	21
2.2.2 密封中温井式电阻炉	22
2.2.3 带风扇的低温井式电 阻炉	24
2.2.4 井式电阻炉的操作要 点和维修	24

2.3 常用间歇式台车式电 阻炉	35
2.3.1 常用台车式电阻炉的 种类和用途	35
2.3.2 常用台车式电阻炉的 结构特点	36
2.3.3 台车式电阻炉的操作 要点和维护	38
2.4 常用罩式间歇电阻炉	39
2.4.1 常用罩式电阻炉的种 类和用途	39
2.4.2 常用罩式电阻炉的结 构特点	40
2.4.3 罩式电阻炉的操作要 点和维护	41
2.5 常用转筒式间歇电阻炉	43
2.5.1 常用转筒式间歇电阻 炉的特点和用途	43
2.5.2 常用转筒式间歇电阻 炉的结构特点	43
2.5.3 转筒式间歇电阻炉的 操作要点和维护	43
第3章 炉膛式连续热处理电 阻炉	45
3.1 常用炉膛式连续热处理 电阻炉	45
3.1.1 常用炉膛式连续热处 理电阻炉的种类	45
3.1.2 各种连续式热处理电 阻炉的特征和用途	45
3.2 推杆式连续热处理 电阻炉	45

3.2.1 推杆式连续热处理电 阻炉的特点	45	阻炉的结构	66
3.2.2 推杆式连续热处理电 阻炉的种类及结构	46	3.6.3 转筒式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	66
3.2.3 推杆式连续热处理电 阻炉的操作要点	50	3.7 转底式连续热处理 电阻炉	68
3.3 输送带式连续热处理 电阻炉	51	3.7.1 转底式连续热处理电 阻炉的种类	68
3.3.1 输送带式连续热处理 电阻炉的种类	51	3.7.2 转底式连续热处理电 阻炉的结构	70
3.3.2 输送带式连续热处理 电阻炉的结构	54	3.7.3 转底式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	70
3.3.3 输送带式连续热处理电阻 炉的操作要点	55	3.8 步进式连续热处理 电阻炉	72
3.4 振底式连续热处理电 阻炉	56	3.8.1 步进式连续热处理电 阻炉的特点及用途	72
3.4.1 振底式连续热处理电 阻炉的特点及种类	56	3.8.2 步进式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	72
3.4.2 振底式连续热处理电 阻炉的结构	57	3.9 牵引式连续热处理 电阻炉	74
3.4.3 振底式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	61	3.9.1 牵引式连续热处理电 阻炉的种类	74
3.5 辊底式连续热处理 电阻炉	62	3.9.2 牵引式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	74
3.5.1 辊底式连续热处理电 阻炉的特点及用途	62	第4章 真空热处理炉和离子 轰击热处理炉	75
3.5.2 辊底式连续热处理电 阻炉的结构	62	4.1 真空热处理炉	75
3.5.3 辊底式连续热处理电 阻炉的操作要点和维 护	64	4.1.1 真空热处理炉的基本 类型	75
3.6 转筒式连续热处理 电阻炉	65	4.1.2 真空热处理炉的结构 及技术参数	76
3.6.1 转筒式连续热处理电 阻炉的种类	65	4.1.3 真空系统的组成及真 空泵的技术参数	86
3.6.2 转筒式连续热处理电		4.1.4 真空的测量及供气的	

计量	89	性	129
4.1.5 真空炉的操作要点和 维修	90	6.2 低温熔盐式电阻炉	129
4.2 离子轰击热处理炉	94	6.2.1 低温浴槽式熔盐电阻 炉的结构形式和技术 参数	129
4.2.1 离子轰击热处理炉的 基本类型	94	6.2.2 低温浴槽式熔盐电阻 炉的各种装置	131
4.2.2 离子轰击热处理炉的 结构特点	97	6.2.3 低温浴槽式熔盐电阻 炉的安全操作	135
4.2.3 离子轰击热处理炉的 电源及控制系统	99	6.3 中、高温浴槽式热处 理炉	136
4.2.4 离子轰击热处理炉的 操作要点和维修	101	6.3.1 外热式中温浴槽炉的 形式和技术参数	136
第5章 炉膛式燃料炉	104	6.3.2 外热式中温盐浴炉加 热装置	137
5.1 炉膛式燃料炉的类型及 特点	104	6.3.3 内热式盐浴电阻炉的 类型	137
5.1.1 常用燃料炉的类型及 应用	104	6.3.4 内热式盐浴炉的结构 及技术参数	138
5.1.2 燃料炉常用燃料的 特性	110	6.3.5 电极式盐浴炉的启动	141
5.1.3 燃料炉常用的燃烧 装置	113	6.3.6 内热式浴槽电极的冷 却装置	143
5.1.4 燃料炉常用的预热 装置	119	6.3.7 盐浴炉的操作要点和 维修	143
5.2 燃料炉的安全操作及 维修	122	6.4 浴槽式流态粒子炉	146
5.2.1 新砌燃料炉的烘干燥 作规程	122	6.4.1 浴槽式流态粒子炉的 基本类型	146
5.2.2 燃料炉的安全操作规 程和维护	123	6.4.2 流态粒子炉的操作要 点与维修	151
5.2.3 燃料炉的调节方法及 要点	126	6.5 浴槽式热处理炉 生产线	152
第6章 浴槽式热处理电阻炉	128	6.5.1 浴槽式热处理炉中工 件的典型运送机构	152
6.1 浴槽式电阻炉的种类和 特性	128	6.5.2 几种浴槽式热处理炉 生产线简介	155
6.1.1 浴槽式电阻炉的分 类	128	第7章 热处理炉的节能技术 改造	159
6.1.2 浴槽式电阻炉的特			

7.1 新材料、新技术在技术改造中的应用	159	8.1.3 工频感应加热装置及其操作要点和维修...	192
7.1.1 高温远红外涂料在电阻炉改造中的应用...	160	8.1.4 感应加热用典型淬火机床	195
7.1.2 漂珠耐火砖在电阻炉改造中的应用	160	8.2 火焰表面加热装置及其淬火机床	199
7.1.3 全耐火纤维炉衬在电阻炉改造中的应用...	160	8.2.1 火焰表面加热的热源及其制备	199
7.1.4 耐火纤维加漂珠耐火砖炉衬的应用	160	8.2.2 气体的储存和输送系统	203
7.1.5 超轻质砖在电阻炉改造中的应用	161	8.2.3 气体减压器及阀类...	205
7.1.6 带状电热元件布置方法的创新	163	8.2.4 火焰表面加热器	208
7.2 炉膛式电阻炉的技术改造	163	8.2.5 火焰表面加热的典型淬火机床	209
7.2.1 炉膛式电阻炉的节能技术改造	163	8.3 激光表面热处理装置	211
7.2.2 炉膛式电阻炉的功率计算	164	8.3.1 激光表面热处理装置的构成	211
7.2.3 炉膛式电阻炉的电热元件计算	166	8.3.2 激光热处理的操作要点和维修	214
7.3 浴槽式电阻炉的技术改造	172	8.4 电子束表面加热装置	215
7.3.1 浴槽式电阻炉设计的简易计算	172	8.4.1 电子束加热装置的结构	215
7.3.2 浴槽结构及其材料的选择	176	8.4.2 真空系统的操作要点	217
7.3.3 浴槽式电阻炉变压器的选择	178	8.5 气相沉积处理装置	218
第8章 表面热处理加热装置 ...	180	8.5.1 化学气相沉积装置简介	218
8.1 感应加热装置及其淬火机床	180	8.5.2 物理气相沉积装置简介	219
8.1.1 高频感应加热装置及其操作要点和维修...	180	第9章 热处理冷却设备	221
8.1.2 中频感应加热装置及其操作和维护要点...	186	9.1 热处理冷却设备概述	221
		9.1.1 对热处理冷却设备的基本要求	221
		9.1.2 热处理冷却设备的分类	221
		9.2 连续冷却设备	222
		9.2.1 缓慢冷却设备及其应用	222

9.2.2	中速冷却设备及其应 用	222
9.2.3	快速冷却设备及其应 用	224
9.2.4	冷处理设备及其 应用	227
9.3	等温冷却设备	228
9.3.1	浴槽式等温冷却设备 及其应用	228
9.3.2	炉膛式等温冷却设备 及其应用	229
9.4	淬火机及淬火压床	229
9.4.1	淬火机	229
9.4.2	淬火压床	232
9.5	淬火介质的加热和 冷却	233
9.5.1	淬火介质的常用加热 装置	233
9.5.2	淬火介质的常用冷却 装置	233
9.6	淬火槽中的输送机械	236
9.6.1	间歇作业淬火槽的提 升机械	237
9.6.2	连续作业淬火槽的输 送机械	238
9.6.3	升降式和转位式淬火 机械	239
9.7	淬火槽的辅助装置	240
9.7.1	去除淬火槽中杂质的 装置	240
9.7.2	淬火槽的排烟装置	240
9.7.3	冷却介质的搅拌装 置	242
9.7.4	淬火介质统一循环冷 却装置	244
9.7.5	冷却设备的操作 要点	245

9.8	淬火槽技术改造的简易 计算	246
9.8.1	淬火介质需要量的计 算	246
9.8.2	淬火槽配套件的 选择	247
9.8.3	淬火油槽排烟量及 排烟罩出口直径的 计算	249
第10章	热处理辅助设备	251
10.1	可控气氛发生装置	251
10.1.1	吸热式气氛发生装 置	251
10.1.2	放热式气氛发生装 置	258
10.1.3	工业氮制备装置	262
10.1.4	其他气氛发生装置	268
10.1.5	气体净化装置	273
10.2	热处理清洗设备	276
10.2.1	一般清洗设备	276
10.2.2	超声波清洗设备	279
10.2.3	脱脂炉清洗设备	282
10.2.4	真空清洗设备	283
10.3	热处理清理设备	284
10.3.1	热处理喷砂设备	284
10.3.2	热处理抛丸设备	287
10.4	热处理校直设备	289
10.5	热处理常用测量仪器 仪表	293
10.5.1	常用温度测量仪器 仪表	293
10.5.2	常用气氛测量仪器 仪表	304
10.5.3	常用压力测量 仪表	306
10.5.4	常用流量计	307
参考文献		308

第 1 章 热处理设备概述

1.1 热处理设备的分类

热处理设备是实施热处理工艺所必需的基础装备。由于热处理工艺操作的复杂性和多样性，决定了热处理设备具有相应的特点。通常，把完成热处理加热和冷却两道工序所需的设备称为主要设备，把与之配套的和辅助操作所需的设备称为辅助设备。热处理设备的分类如表 1-1 所示。

表 1-1 热处理设备的分类

主要设备	热处理加热炉	炉膛式	电阻炉、燃料炉、可控气氛炉、真空炉	箱式炉、井式炉、台车式炉、管式炉、转底式炉、罩式炉、升降式炉等	间歇式炉
				连续式炉	
		浴槽式	内热式	插入式电极浴炉、埋入式电极浴炉等	
			外热式	电阻式炉、燃气炉、燃油炉、燃煤炉等	
	流态粒子炉		内或外电阻加热炉、内或外燃烧加热炉等		
	热处理加热装置	感应加热装置		高频、超音频、中频、工频加热装置等	
		火焰加热装置		氧乙炔、甲烷、丙烷、城市煤气等火焰	
		接触电阻加热装置		行星差动式、往复移动式、多轮式等	
		激光和电子束加热装置		固体、气体、液体、半导体等激光器	
		电解液加热装置		酸类、碱类、盐类等水溶液电解液槽等	
		离子轰击加热装置		离子渗氮、渗碳、渗硫、渗硼、渗金属等处理炉	
	气相沉积装置		化学气相沉积、等离子体化学气相沉积、物理气相沉积装置等		
	热处理冷却设备	连续冷却	缓慢	埋灰冷却、缓冷坑、缓冷井、缓冷炉等	
			中速	空冷、风冷、雾冷、金属板或埋粉末冷却	
			快速	水冷、油冷、盐碱水溶液冷、乳化液冷等	
			冷处理	冰冷处理箱、中冷处理和深冷处理冷冻机	
		等温冷却	箱体式	低温恒温箱等	
浴槽式			低温熔盐、低温熔碱、低温油浴槽等		
炉膛式			等温正火、退火、淬火、回火等处理炉		
辅助设备	清理、清洗设备	清洗设备	清洗槽、超声波和真空以及溶剂清洗机		

(续)

辅助设备	清理、清洗设备	酸洗设备	酸洗槽等
		喷砂、喷丸、抛丸设备	机械式喷丸机、强力抛丸机、液体喷砂机
	防锈蚀设备	发蓝、蒸汽处理设备	发蓝浴槽、蒸汽处理炉等
	气氛制取设备	吸热式、放热式、工业氮等气氛制备装置和气体净化装置等	
	介质加热和冷却设备	介质加热设备	气体热交换装置、液体热交换装置等
		介质冷却设备	淬火液循环冷却设备、气体对流装置等
	质量检验设备	硬度检验设备	布氏、洛氏、维氏、肖氏、里氏硬度计等
		组织结构分析设备	放大镜、显微镜、X射线、电子探针等
		工件检测设备	磁粉检测、渗透检测、超声波检测机等
	工件矫正设备	手动式、机械式、液压式校直机和手工工具、变形度检验仪器等	
	参数测量设备	温度、压力、流量、流速、时间、成分、真空度、浓度等仪器仪表	
	其他辅助设备	动力输送、起重运输、防火、除尘、介质制备，以及工夹具等	

1.2 热处理主要设备

1.2.1 热处理加热设备

1. 热处理加热炉的类别及技术经济指标

根据 GB/T 10067.4—2005《电热装置基本技术条件 第四部分：间接电阻炉》，对热处理炉进行了分类和编号，如表 1-2 所示。

表 1-2 热处理炉的分类和编号

序号	类别代号	类别名称	序号	类别代号	类别名称
1	RB	罩式炉	13	RR	辊底式炉
2	RC	传送带式炉	14	RS	推送式炉
3	RCW	网带式炉	15	RSU	隧道式炉
4	RD	电烘炉	16	RT	台车式炉
5	RF	强迫对流井式炉	17	RUN	转底式炉
6	RG	滚筒式炉	18	RW	步进炉
7	RJ	自然对流井式炉	19	RX	箱式炉
8	RK	坑式炉	20	RY	电热浴炉
9	RL	流态粒子炉	21	RZ	振底式炉
10	RM	密封箱式淬火炉（多用炉）	22	ZC	真空淬火炉
11	RN	气体渗氮炉	23	ZT	真空退火炉
12	RQ	井式渗碳炉	24	ZR	真空热处理炉和钎焊炉

(续)

序号	类别代号	类别名称	序号	类别代号	类别名称
25	ZST	真空渗碳炉	28	SK	实验用管式炉
26	ZS	真空烧结炉	29	SX	实验用箱式炉
27	SG	实验用坩埚式炉	30	SY	实验用油浴炉

注：序号 24 真空热处理炉无淬火装置。

热处理加热炉的技术经济指标是衡量其质量和先进性的主要标志。热处理加热炉技术经济指标是通过其功能参数、运行性能、可靠性和寿命、炉子结构、安全卫生和配套性，以及生产过程和质量等体现的，如表 1-3 ~ 表 1-9 所示。

表 1-3 炉子功能参数

序号	要素	内 容
1	炉温均匀度	指在试验温度下，热稳定状态时炉内温度的均匀程度。通常指在空炉时有效加热区内，在规定的各测温点上所测得的最高和最低温度分别与控制点上所测得的温度差
2	空炉升温时间	指在额定电压下把经过烘干的、炉内无炉料的电阻炉，从冷态加热到最高工作温度所需要的时间，单位为 h
3	空炉损耗功率	指在炉内无炉料的电阻炉，从冷态开始升温到最高工作温度的热稳定态时所消耗的能量。包括炉体蓄热和散发到空间的能量，单位为 kW·h
4	炉温稳定性 (炉温控制精度)	指在试验温度下，热稳定状态时测温点上的温度稳定程度
5	表面温升	指在最高工作温度下，热稳定状态时炉体外表面指定范围内任意点的温度与环境温度差

表 1-4 运行性能

序 号	要素	内 容
1	炉内气氛	一般分为自然气氛（空气）、控制气氛、保护气氛以及真空等
2	最大装载量	指在间歇作业炉中，每炉最多能装载的炉料质量，含随同工件一起进入炉内料筐、料盘及夹具等的质量，单位为 kg
3	炉子生产能力	指在单位时间内，炉子的加热能力，单位为 kg/h
4	炉子生产率	指在单位时间内，炉子单位炉底面积的加热能力，单位为 kg/(m ² ·h)
5	工艺适应性	指在一般情况下，满足热处理工艺的程度，产品质量的重现性等
6	可比单位能耗	指在统计期内每吨合格热处理件折合质量计算的平均单耗。一般按可比单耗大小将工业炉分为 1、2、3 级，达不到 3 级的为不合格品
7	自动化程度	指炉子和工艺过程控制的等级，如是否计算机控制等

4 热处理设备及其使用与维修

表 1-5 可靠性和寿命

序号	要素	内 容
1	炉子寿命	指炉子平均无故障工作时间，单位为累积有效工作年、月数
2	易损件寿命	指易损件平均无故障工作时间，单位为累积有效工作年、月数
3	大修期	指炉膛等整体修砌的周期。一般按连续使用年数计算

表 1-6 炉子结构

序号	要素	内 容
1	构件受热耐久度	指炉子受热过程构件出现扭曲变形、开裂、下垂及烧蚀等现象。影响炉子正常运行的状态和使用期
2	造型和外观	指炉子结构造型的宏观状态、零件加工精度、表面质量和色泽的协调性等
3	操作和维修的便利性	指炉子操作的适宜性和维修的劳动强度，以及方便程度和维修所需时间等
4	炉子的工艺性	指炉子设计的合理性、制作的工艺性和制作材料的合理性等
5	标准化系数	指选用标准件的程度等

表 1-7 配套性

序号	要素	内 容
1	成套水平	指满足工艺操作配套装置的完整程度，如装出炉机械、气氛提供和温度控制装置等
2	技术文件齐全性	指产品说明书、配套件说明书和合格证，以及出厂检验数据等的完善程度

表 1-8 炉子制造质量

序号	要素	内 容
1	主要零件加工质量	指主要零件和关键零件的冷、热加工质量的合格程度
2	部件和整台装配质量	指炉子的运转机械、紧固件、管路和炉子密封性、炉膛砌筑等质量
3	材质和加工工艺	指材质的使用是否满足工艺要求和设计要求，以及产品加工工艺的先进程度等
4	炉子表面质量	指炉子表面喷漆质量和防锈蚀的程度等

表 1-9 安全卫生

序号	要素	内 容
1	安全防护	指符合热处理设备安全要求的程度等
2	公害污染	指炉子使用过程产生有害气体和粉尘等的程度

2. 热处理加热装置的类别及特点

热处理加热装置是对工件进行加热的另一种主要装备。其类别和特点如表 1-10 所示。

表 1-10 热处理加热装置的类别及特点

序号	加热装置名称	特 点
1	感应加热装置	这是一种利用感应电流加热的内热源加热装置，具有加热速度快，生产效率高的特点；被处理工件耐疲劳性和冲击韧度高于普通加热；易于实现机械化、自动化生产。应用十分广泛
2	火焰加热装置	具有简便易行，方法灵活，适宜品种多、不限量、不限工件规格大小等优点。但结构复杂的工件受很大限制。多用于大型齿轮、大直径轴类的表面淬火和小件小批量淬火
3	接触电阻加热装置	具有设备简单，操作方便，淬火变形小和不需回火等优点。但也有淬火硬度不均和应用范围有限等缺点。目前主要用于机床维修和零星的轴件淬火等
4	直接电阻加热装置	具有设备简单，热效率高和易实现机械化、自动化生产等特点；有时因加热不均，导致淬火后易出现软点和软带等缺点。广泛用于钢丝、钢管的通电加热
5	电解液加热装置	该装置由直流电源、电解槽和工件夹持装置组成，通过低电压大电流将工件加热，然后停电，在电解液中冷却淬火。一般应用于形状简单的小型零件的局部淬火
6	等离子加热装置	该装置由真空容器、工作台、产生等离子体的气源及供排气管道以及控制电路组成。一般主要应用于离子渗氮、离子渗碳和离子氮碳共渗等的处理
7	激光加热装置	该装置由激光器、导光系统、工作台和控制系统组成。通过高能密度的激光束在工件上扫描加热，随后自行冷却淬火。具有加热速度快，生产效率高的特点。常用于套筒、导轨等淬火
8	电子束加热装置	该装置由电子束发生器（电子枪）、聚焦系统、扫描系统、低真空工作室和控制系统组成。通过高速电子束流轰击工件加热，随后自行冷却淬火。目前在生产中应用较少

3. 热处理气相沉积装置的类别及特点

气相沉积装置是表面改性热处理的新型设备。目前主要有化学气相沉积（CVD）装置、等离子体化学气相沉积（PCVD）装置和物理气相沉积（PVD）装置三类。各种气相沉积装置的特点如表 1-11 所示。

表 1-11 各种气相沉积装置的特点

序号	气相沉积装置名称	特 点
1	化学气相沉积装置	该装置由气源系统、反应沉积室抽气系统和尾气处理系统等组成。气源（如 TiCl_4 、 N_2 和 H_2 ）进入高温沉积室发生化学反应，产物（如 TiN ）随即沉积于工件表面
2	离子化学气相沉积装置	该装置由气源系统、离子沉积反应室和抽气系统等组成。原料气进入离子沉积真空室后，在电场作用下发生电离而形成等离子体，进而轰击作为阴极的工件，将其加热，并将产物沉积于工件表面

6 热处理设备及其使用与维修

(续)

序号	气相沉积装置名称		特 点
3	物理气相沉积装置	真空蒸镀装置	该装置由真空沉积室、盛沉积原料的坩埚、电子枪（或加热元件）等组成。在低压下电子束轰击（或电热元件加热）沉积物原料，使其蒸发成分子或原子而沉积于工件表面
		离子镀膜装置	它是使镀膜原料形成离子而沉积于工件上的。其装置是在真空室内设有形成辉光或弧光的装置，并使工件带负偏压。离子镀膜是发展最快的物理气相沉积法
		溅射镀膜装置	该装置由真空室、阴极靶（沉积物）、工作架和电源等组成。在工作室内的氩气被电离而轰击阴极靶，使靶材原子逸出沉积在工件上

1. 2. 2 热处理冷却设备

热处理冷却设备包括连续冷却设备、等温冷却设备和冷处理设备，均为热处理主要设备的冷却部分。根据冷却工艺方法和所用冷却介质不同，将热处理冷却设备的类别及用途归纳为表 1-12 所示。

表 1-12 热处理冷却设备的类别及用途

序号	类 别		用 途	
1	连续冷却设备	缓慢冷却设备	埋灰冷却、缓冷坑、缓冷井、缓冷炉等	适于各种退火工艺冷却
		中速冷却设备	空冷、吹风冷却装置、喷雾冷却装置、流态粒子冷却装置等	适于结构钢正火冷却和高合金钢淬火冷却等
			惰性气体冷却、金属板或埋金属粉末冷却装置	高合金钢淬火冷却等
		快速冷却设备	水冷、油冷、盐碱水溶液冷、乳化液冷、合成冷却液等固定式、可移动式淬火槽及其喷射淬火装置等	适于各种钢淬火冷却
		冷处理设备	冰冷箱、中冷处理和深冷处理冷冻机	适于高碳钢和高碳合金钢
2	等温冷却设备	箱体式冷却设备	低温恒温箱等	适于液—气双介质淬火冷却
		浴槽式冷却设备	低温熔盐、低温熔碱、低温油浴槽等	适于分级或等温淬火冷却
		炉膛式冷却设备	适于等温正火、等温退火、复合等温淬火、复合等温回火的冷却	
3	强制冷却设备	淬火机	轴类淬火机、大型环类淬火机、齿轮淬火机、板弹簧淬火机等	
		淬火压床	板件淬火压床、摩擦片淬火压床、锯片淬火压床、直柄钻头淬火压床	
		冷却液搅拌装置	开式搅拌装置、闭式搅拌装置	适于各种淬火槽
		介质流速测量仪	采用皮托管测速、轮式测速仪等	适于单向流动和紊流
4	辅助装置	零件冷却传送机械	工件冷却提升机、连续冷却输送机械	适于批量生产
		排烟和净化装置	淬火油槽上排烟系统、侧排烟系统；静电净化、湿式净化系统等	
		清淬火槽污物装置	V 形槽螺旋输送杆装置、液体冲刷装置、提升装置和人工清除等	
		热处理冷却工夹具	各种手钳、钩具、吊具、挂具和料筐、料篮、料网、料盘等	

1.3 热处理辅助设备

热处理辅助设备主要包括清洗设备、清理设备、防锈蚀设备、可控气氛发生装置、矫正设备、起重运输设备等。

1.3.1 热处理清洗设备

清洗设备主要用于热处理工序前后清除工件表面所附着的锈斑、油渍、污垢、切削液和研磨膏等，以避免妨碍热处理的加热和冷却，以及降低介质的纯度，影响热处理效果。常用的清洗设备及其特点如表 1-13 所示。

表 1-13 热处理常用的清洗设备及其特点

序号	清洗设备类别		特 点
1	一般清洗机	间歇式	有清洗槽、室式清洗机、强力喷射清洗机等适用于清洗工件表面的残油、残盐等
		连续式	有输送带式、板链式、悬挂链式、推杆式和往复式清洗机等。适用于清洗连续生产线上的工件
2	超声波清洗机	单槽式	超声波清洗机以三氯乙烯为清洗剂。适用于特殊零件（如有不通孔、深窄槽等）的清洗
		双槽式	
		三槽式	
3	真空清洗机	单室式	真空清洗机是一种少无污染的新型清洗设备。特别适用于零件表面存在易蒸发的残留物的清洗
		双室式	
4	溶剂型真空清洗机		同时具有真空清洗和溶剂型清洗双重优点
5	脱脂炉清洗设备		是一种在 450 ~ 550℃使工件上的残油汽化的装置

1.3.2 热处理清理设备

清理设备是利用抛丸器或喷嘴将钢丸高速射向工件表面，用其强力冲击作用清理工件表面的氧化皮和附着物，如果对抛射加以控制，还可达到强化作用，以提高工件的疲劳强度。根据丸粒的抛射方式，热处理常用的清理设备如表 1-14 所示。

表 1-14 热处理常用的清理设备

序号	清理设备类别		特 点
1	机械式抛丸机	滚筒式、履带式、转台式、台车式、悬挂输送链式	根据不同类型工件和生产规模适当选择机型。机械式抛丸机一般由抛丸器、输送装置、弹丸循环装置、粉尘分离装置和清理强化室组成
2	抛丸强化清理机	通用喷丸强化机	适用于连杆、轴类、齿轮、弹簧的强化和清理
		室式抛丸强化机	适用于重载机械的各种传动齿轮强化和清理

8 热处理设备及其使用与维修

(续)

序号	清理设备类别		特 点
3	喷丸和喷砂机	吸入式、重力式、压出式	以压缩空气为动力，由丸粒喷射与循环、工件输送、粉尘分离装置等组成。适于清理工件表面污物和氧化皮及强化性能
4	液体喷砂清理机	手动式、半自动式	这是由主机、分离器和收砂器等组成的少无污染的新型清理设备。适于清理和强化各种工件

1.3.3 可控气氛制备装置

在热处理生产中，目前广泛使用的可控气氛制备装置如表 1-15 所示。

表 1-15 可控气氛制备装置

序 号	可控气氛发生装置的类别			特 点
1	吸热式气氛制备法		工作炉外发生装置	产气稳定，适于大规模生产等
			炉内裂解发生装置	装置结构简单，操作方便等 适于小批生产，应用广泛
			内置式发生装置	节省能源和占地；产气速度与工作炉同步等
2	放热式气氛制备法		卧式燃烧室	立式与卧式相比，便于调节空气与原料气比例； 燃烧室与洗涤冷却器为一体；干燥剂再生操作方便等
			立式燃烧室	
3	工业 氮 气 制 备 法	空气分馏、 或 分离制氮	空气液化分馏制氮	高纯度氮气和液氮可直接通过管道输送供应或 压缩装罐供应
			碳分子筛空气分离制氮	这是一种变压吸附制氮法，即通过增压和减压 利用碳分子筛实现对空气吸附和解吸，连续循环 排除空气的方法
			沸石分子筛空气分离制氮	这是一种优先吸附空气中的氮，然后经真空泵 解吸制氮的方法
			薄膜分离空气制氮	需输入净化的压缩空气；用氢催化除氧，脱水 处理可获得高纯度氮气
		氨分解或 燃烧制氮	氨分解气氛发生装置	该装置由液氨分解炉反应罐、铁镍催化剂和 蒸发器组成。其中蒸发器有电加热式和蒸汽加 热两种
			氨燃烧制氮装置	一种是氨分解后燃烧制备 另一种是用气态氨直接燃烧制备
4	甲醇裂解气氛 发生装置		低温催化裂解装置	用铜基合金触媒，由于温度低（250～320℃）， 则易于积炭。有待改进
			高温催化裂解装置	用镍基合金触媒，反应温度在930℃以上，产 生氢气和一氧化碳气
5	气体净化法		吸收净化法	气体通过吸收液，使欲净化的组分溶解在液体 中，然后解吸获得纯净气体
			吸附净化法	气体通过硅胶和铝胶吸附剂将混合气粗吸附后， 再由分子筛精吸附