

热处理手册

第2版
第3卷

机械工业出版社

(京)新登字054号

《热处理手册》是一部综合性工具书。本版为第2版，共四卷。第1卷为工艺基础；第2卷为典型零件的热处理；第3卷为热处理设备；第4卷为热处理质量控制与检验方法。

本书为第3卷，共十四章。内容包括热处理用电阻炉、燃料炉、浴炉、可控气氛制备装置、真空与等离子热处理炉、表面加热装置、特种热处理设备、冷却及辅助设备、测温仪表及热处理机械化与自动化，热处理车间设计等。

本书可供热处理工程技术人员和车间班组使用，也可供高校和中专金属材料及热处理专业师生参考。

热 处 理 手 册

第 2 版

第 3 卷 热处理设备

中国机械工程学会热处理专业学会

《热处理手册》编委会 编

责任编辑：丁文华 韩会民 责任校对：宁秀娥
封面设计：刘代 版式设计：胡金瑛
责任印制：王国光

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张47³/₄·插页 2·字数1173千字

1982年12月北京第1版

1992年10月北京第2版·1992年10月北京第3次印刷

印数29 001—33-900·定价：34.00元

ISBN 7-111-02908-9/TG·634

中国机械工程学会热处理专业学会
《热处理手册》第2版编委会 名单

顾问 周志宏 周惠久
主任委员 孙大涌
副主任委员 雷廷权 章守华 樊东黎
委员 孙大涌 雷廷权 章守华 樊东黎 于恒 朱沅浦
裘汲 刘迨 邓洋 戚正风 宋余九 侯增寿
徐佐仁 丁文华 郦振声 沈百全 许长生
《热处理手册》总主编
朱沅浦 侯增寿 邹康宏
本卷主编 陈洵 潘维富

序

热处理是机械制造工业中关键工艺之一，对发挥材料潜力、节约用材、延长机器零件使用寿命起着重要的作用。为了促进技术交流，推广先进经验，指导正确的工艺操作，1972年由原一机部机械研究院组织国内有热处理专业的院校教师、研究院所和部分企业的有经验的技术人员共同编写了《热处理手册》，出版后曾两次印刷，深受广大读者欢迎。

但是，第一版《热处理手册》从编写至今已逾十年，这十多年里国内外热处理技术发展很快，我国自改革开放以后，又引进了许多先进技术及装备。在这种情况下，如不对《热处理手册》进行修订，将不能满足生产和技术发展的要求，起不到工具书的作用。有鉴于此，机械工业出版社会同中国机械工程学会热处理专业学会负责组织国内专家、学者按照实用性、可靠性、先进性、科学性的原则，从速改写、修订，达到能正确指导生产促进技术进步的作用。

此次改写虽与第一版有一定的继承性，但在内容上根据近年来国内外在热处理技术上的发展状况，结合我国企业应用的现状作了切合实际的介绍，增加了较多的新内容。一些参数大多来自工厂和科研单位的实用数据，是比较可靠的，对于一些过时的工艺则作了必要的删节，成为一本目前适用的热处理工具书，这必将对提高机械工业产品质量，发展新产品起到应有的作用。

陆燕萍

前 言

1972年受一机部的委托，由原一机部机械研究院组织了全国各地44个工厂、高校，科研单位的100余位工程技术人员开始编写和审定我国自编的第一部综合性的热处理专业手册，出版后，深受广大读者欢迎。

手册第一版的编写与出版毕竟是在特殊历史条件下完成的。由于种种条件的限制和在编写思想上的束缚，有许多不尽如人意之处，加之近十余年来热处理技术的飞速发展，手册第一版的许多内容已使人感到过时和陈旧。因此，根据机械工业出版社的倡议，中国机械工程学会热处理专业学会第二届第三次理事会决定，组成手册编辑工作委员会开展对《热处理手册》重新编写和修订工作。由于参加第一版编写人员的工作性质和单位多有变化，只得重新组织手册第二版的编写工作班子。经过本行业各方面的专家50余人，近4年的共同努力，完成了四卷书稿的编写和审定工作。

本版的主要读者对象明确规定为从事热处理生产的工程技术人员，编写的指导思想是以总结国内先进生产实践经验和科研成果为主，同时吸收国外先进技术，所列数据和选用资料必须具有实用性、可靠性、科学性和先进性。本版和第一版相比在以下方面作了一系列重要调整和改动。

1. 第一卷为工艺基础篇，针对本版规定的读者对象，这一卷的提纲重新进行了编排，删去了一些不必要的原理内容，增添了“加热”一章；把钢的化学热处理分为“奥氏体状态”和“铁素体状态”化学热处理；增加了“表面热处理”和“特殊热处理”的份量，把原来“磁性和弹性合金的热处理”扩大为“功能合金的热处理”，使手册内容更符合“实用性”和“先进性”的要求。

2. 在第二卷“典型零件的热处理”中，除合理调整原有各章内容外，增加了“飞机零件的热处理”和“手表、自行车、缝纫机和纺织机械零件的热处理”两章，在各章内容中对于零件的热处理畸变和控制给予了足够的重视。举出的例子不是照搬某厂的现行工艺，而是通过分析比较国内外先进工艺而优选出来的。

3. 在第三卷热处理设备中把电阻炉，尤其是真空热处理炉和可控气氛发生设备作为重点，增补了热处理质量的自动控制和检测的内容，对表面热处理、离子热处理、高密度能热处理和表面沉积设备也给予了必要的重视，增加了不少近代先进设备类型，在车间设计一章中增补了近代的设备设计思想和方法。

4. 第四卷为质量控制和检验方法。从第一版的以质量检验方法为主，改为以质量控制为中心，增添了“热处理质量管理与控制”一章。把“钢的火花鉴别”一章扩大为“金属材料化学成分检验与鉴别”，把“宏观和微观组织检验”分为“宏观”和“微观”两章。在“力学性能试验”和“相变相分析方法”等章节中补充了大量近代的先进方法。把原附录中部分有关数据在作了大量补充、编排与处理之后专门增列为一章，更便于读者查考。

由此可见，手册第二版实际上绝大部分内容是重新改写，而不是简单的修改补充，因而其内容将更为先进和实用，对生产、科研和教学一定会起到更大的作用。

《热处理手册》编辑工作委员会是一个常设机构。按照热处理专业学会第二届第三次理事扩大会议决议，手册将一版一版地修订下去，不断修改过时落后的内容，补充最新的实践经验和科研成果，使《热处理手册》永远保持为推动热处理生产技术不断进步的有力手段。

为了明确对所编写内容的责任和对编写者劳动的承认，编委会决定第二版在每卷各章署上编写者单位和作者姓名。第一版由于历史原因，未列出编写者姓名，只有编写单位名称，编写第二版时又大多易人，为了弥补这一缺陷，编委会决定将参加第一版编写的人员名单列出于下：

第一版全书主编 孙大涌 副主编 樊东黎 雷廷权

第三分册编写负责人 陈洵

编写人员 雷廷权 朱士清 朱斌 范宏林 臧尔寿 孟繁杰 穆尚聪 樊东黎
潘仰斌 安永成 盛洪全 陈金铭 史贤彬 裘汲 霍宪义 姜虹
陈洵 吴斌昌

手册的编写得到了机电部科技司、机电部机械科学研究所、机电部北京机电研究所、机电部机械情报所和机械工业出版社各级领导和有关同志的大力支持，在此一并致谢。

一些为手册第一版尽过力的同志，因时隔过久难免漏记，编委会对这些同志诚挚地致歉并恳请鉴谅。

中国机械工程学会热处理专业学会
《热处理手册》第二版编委会

常用符号名称对照表

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
A或d	面积	mm ² , cm ² , m ²	R或r	半径	mm, cm, m
	厚度	mm, cm, m		转数	r/min
B	磁感应强度	T (特斯拉) ≈ 10 ⁴ Gs	R	电阻	Ω
	燃料消耗量	kg/h, Nm ³ /h	RE	稀土族元素	
B或b	宽度	mm, cm, m	S或s	面积, 截面积	mm ² , cm ² , m ²
	深度	mm, cm, m	T或t	温度	K或℃
c	比热容	J/(kg·℃)	t	时间	s, min, h
D	外径	mm, cm, m	V	电压	V
d	直径	mm, cm, m		速度	m/s, m/h
	内径	mm, cm, m		体积, 容积	mm ³ , cm ³ , m ³
E	炉底热强度	kJ/(m ² ·h)		加热速度	℃/h, °C/min
F	面积	mm ² , cm ² , m ²	W	功率	W, kW
	力	N	W或w	宽度	mm, cm, m
G	重量	t	a	燃料燃烧空气过剩系数	
H	磁场强度	A/m (≈ $\frac{4\pi}{1000} O_e$)	β	电阻温度系数	1/℃
H或h	深度	mm, cm, m	γ	线膨胀系数	1/℃
L或l	长度	mm, cm, m	λ	电导率	Ω ⁻¹ ·cm ⁻¹
N	循环次数		λ	热导率	W/(m·℃)
P	炉子生产率	kg/(m ² ·h), kg/h	μ	磁导率	H/m
	功率	kW	ν	运动粘度	m ² /s
	压力、压强	Pa, kPa, MPa	ρ	密度	t/m ³ , kg/m ³ , g/cm ³
Q	热量、热值	J, kJ		电阻率	Ω·m (Ω·mm ² /m)
	流量	m ³ /h, Nm ³ /h	τ	时间	s
Q ₁	燃料高发热值	kJ/kg, kJ/Nm ³	φ	直径	mm, cm, m
Q ₂	燃料低发热值	kJ/kg, kJ/Nm ³	ω	流速	m/s

目 录

序
前言
常用符号名称对照表

第一章 绪 论

第一节 热处理设备分类	1
第二节 热处理炉分类及性能特点	1
第三节 热处理加热装置的分类	7

第二章 筑 炉 材 料

第一节 耐火材料	10
一、对耐火材料性能的要求	10
二、常用耐火材料	10
三、轻质耐火材料	16
四、耐火混凝土	17
五、耐火纤维	21
第二节 保温材料	25
一、硅藻土	25
二、蛭石	25
三、浮石	26
四、矿渣棉	26
五、石棉	26
六、珍珠岩	27
七、硅酸钙制品	27
第三节 耐热构件用金属材料	27
参考文献	29

第三章 可控气氛制备设备

第一节 气体发生装置	30
一、吸热式气氛发生装置	30
二、放热式气氛发生装置	40
三、放热-吸热式气氛发生装置	49
四、氨分解气氛发生装置	50
五、氨基气氛制备装置	52
第二节 气体净化装置	63
一、除水	63

二、除二氧化碳	66
三、除氧	68
四、除硫	69
五、净化流程	70
参考文献	72

第四章 电 阻 炉

第一节 电阻炉的一般结构	73
一、炉壳	73
二、炉衬	73
三、炉门和炉盖	77
四、装卸料机构	79
第二节 电热元件	84
一、金属电热元件	84
二、非金属电热元件	85
三、柔性加热器	86
四、电热辐射管	88
五、管状电加热器	90
六、电热元件的计算	90
七、电热元件的结构和加工	98
八、电热元件的布置与安装	103
第三节 电阻炉的设计	107
一、电阻炉的设计步骤	107
二、炉型及内部尺寸确定的原则	107
三、电阻炉功率的确定	108
第四节 电阻炉安装、维修和安全操作	110
一、电阻炉安装的一般原则	110
二、电阻炉的维修	111
三、电阻炉的安全操作	111
第五节 各类热处理电阻炉实例	112
一、箱式电阻炉	113
二、台车式电阻炉	116
三、井式电阻炉	117

四、罩式电阻炉	125	第二节 燃料加热浴炉	264
五、密封箱式电阻炉	126	一、固体燃料浴炉	264
六、输送式电阻炉	133	二、气体和液体燃料浴炉	265
七、推送式电阻炉	137	三、燃料浴炉的设计	266
八、振底式电阻炉	140	第三节 电极盐浴炉	267
九、滚筒式电阻炉	146	一、插入式电极盐浴炉	267
十、转底式电阻炉	147	二、埋入式电极盐浴炉	269
十一、转筒式电阻炉	148	三、电极、坩埚	275
十二、辊底式电阻炉	149	四、盐浴炉的启动装置	277
参考文献	150	五、盐浴炉的变压器	280
		六、电极盐浴炉的设计	282
第五章 燃 料 炉		第四节 浴炉的使用、维修及安全操作	287
第一节 燃料与燃烧计算	151	一、外热式浴炉的使用和维修	287
一、燃料分类	151	二、电极盐浴炉的使用和维修	288
二、燃料燃烧计算	156	三、浴炉的安全操作	288
三、燃料换算	163	第五节 流态床炉	288
第二节 燃料炉设计与计算	164	一、类型和结构特点	289
一、常用燃料炉设计	164	二、流态床炉的应用	297
二、燃料消耗量计算	188	三、流态床炉的维护和安全操作	301
三、炉架设计	190	参考文献	302
四、砌体设计	193		
第三节 燃料炉附属设备	204	第七章 真空与等离子热处理炉	
一、燃烧装置	204	第一节 真空热处理炉	303
二、辐射管	217	一、真空热处理炉的基本类型	303
三、预热器	220	二、真空热处理炉结构与设计	308
四、管道与风机	224	三、真空系统	321
五、炉用机械	232	四、真空测量与供气	324
第四节 烟道烟囱	241	五、真空热处理炉实例	330
一、烟道设计	241	(一) 双室真空淬火炉	330
二、烟囱设计	249	(二) 单室气淬真空炉	334
第五节 燃料炉的运行	251	(三) 高压气淬真空炉	335
一、投产前的准备工作	251	(四) 高压高流率气淬真空炉	337
二、烘炉	252	(五) 半连续及连续式真空炉	338
三、燃料炉的操作	254	(六) 真空渗碳炉	342
参考文献	258	(七) 真空回火炉	344
		(八) 落底式及台车式真空炉	346
		六、真空热处理炉的性能考核与 使用维修	347
第六章 热处理浴炉		第二节 等离子热处理炉	350
第一节 电阻加热浴炉	259	一、等离子热处理炉的基本类型	350
一、外热式电热中温浴炉	259	二、等离子热处理炉的主要构件	351
二、外热式电热低温浴炉	259	三、等离子热处理炉的电源及	
三、内热式电热低温浴炉	261		
四、电阻加热浴炉的设计	261		

控制系统.....	356	三、火焰加热用工具与阀类.....	435
四、等离子热处理炉实例.....	362	四、火焰淬火机床.....	441
(一) LD系列离子渗氮炉.....	362	参考文献.....	446
(二) 卧式离子渗氮炉.....	362		
(三) 真空离子渗碳炉.....	364		
(四) 连续式真空离子热处理炉.....	366		
(五) 双层辉光离子渗金属炉.....	367		
五、等离子热处理炉的性能考核与 使用维修.....	468		
参考文献.....	372		
第八章 表面加热装置			
第一节 电子管变频装置.....	373		
一、概况.....	373		
二、电子管变频装置的组成和 基本原理.....	375		
三、电子管变频装置的安装、调试 及维护.....	378		
第二节 机式变频装置.....	386		
一、概况.....	386		
二、机式变频装置的结构和工作原理.....	388		
三、机式变频机的安装、调试及维护.....	392		
第三节 半导体变频装置.....	394		
一、概况.....	394		
二、半导体变频装置的组成和 基本原理.....	396		
三、半导体变频装置的安装、调试及 维护.....	398		
第四节 工频感应加热装置.....	401		
一、概况.....	401		
二、工频感应加热供电线路.....	401		
三、工频感应加热电路主要参数的 计算.....	404		
四、工频感应加热装置的安装、 使用与维护.....	405		
第五节 感应热处理设备.....	406		
一、概况.....	406		
二、感应淬火机床.....	406		
三、表面淬火机床实例.....	410		
第六节 火焰表面加热装置.....	427		
一、乙炔.....	427		
二、气瓶与管道.....	431		
		第九章 特种热处理设备	
		第一节 激光表面处理装置.....	447
		一、工业用激光发生装置.....	447
		二、导光系统.....	452
		三、工作台系统.....	453
		四、控制系统.....	454
		五、激光热处理装置实例.....	455
		六、安全防护措施.....	456
		第二节 电子束热处理装置.....	457
		一、电子枪.....	458
		二、高压油箱.....	458
		三、聚焦系统.....	460
		四、扫描系统.....	461
		五、低真空工作室.....	461
		六、真空系统.....	462
		七、监控系统.....	463
		第三节 气相沉积装置.....	463
		一、化学气相沉积装置.....	463
		二、等离子体化学气相沉积装置.....	464
		三、物理气相沉积装置.....	465
		四、物理气相沉积技术的进展.....	478
		参考文献.....	479
		第十章 冷却设备	
		第一节 淬火槽.....	480
		一、淬火槽的基本结构.....	480
		二、普通淬火槽.....	484
		三、机械化淬火槽.....	487
		四、淬火槽的设计.....	489
		第二节 淬火介质的循环冷却系统.....	493
		一、冷却器.....	494
		二、过滤器.....	497
		三、泵.....	498
		四、集液槽.....	499
		第三节 喷射淬火装置.....	500
		一、喷液淬火装置.....	500
		二、喷雾冷却淬火装置.....	502
		三、冷轧辊喷射淬火装置.....	502

四、特种淬火冷却设备·····	503	一、动圈式温度指示调节仪·····	573
第四节 淬火机和淬火压床·····	505	二、电子自动平衡式温度显示与 调节仪表·····	576
一、滚动淬火装置·····	505	三、力矩电机式温度指示调节仪·····	580
二、大型轴承套圈半自动淬火机·····	505	四、新型指示调节记录仪·····	580
三、钢板弹簧淬火机·····	506	五、温度调节器·····	584
四、脉动式齿轮淬火压床·····	508	第三节 数字式温度显示仪表·····	591
五、锯片淬火压床·····	508	一、面板式数字温度仪表·····	592
六、钢板压力淬火机·····	508	二、数字巡回检测装置·····	594
七、锭杆滚淬压力机·····	509	三、带微处理机的数字式温度仪表·····	595
第五节 冷处理设备·····	509	第四节 温度调节系统中的辅助机构和 执行机构·····	598
一、制冷介质·····	510	一、辅助机构·····	598
二、干冰冷处理装置·····	510	二、电动执行机构·····	599
三、低温空气冷处理装置·····	510	三、电动调节阀·····	601
四、液态气体冷处理装置·····	511	四、气动调节阀·····	602
五、制冷机式冷处理装置·····	512	第五节 热处理炉温度调节回路·····	608
参考文献·····	513	一、电炉温度位式调节回路·····	608
第十一章 热处理辅助设备		二、电炉温度连续调节回路·····	612
第一节 清洗设备·····	514	三、采用可控硅的电炉温度调节回路·····	614
一、一般清洗设备·····	514	四、燃料炉温度调节系统·····	620
二、超净清洗设备·····	517	参考文献·····	623
第二节 清理及强化设备·····	521	第十三章 热处理的机械化和自动化	
一、机械式抛丸设备·····	522	第一节 热处理机械运动的控制电路·····	625
二、喷丸及喷砂设备·····	530	第二节 温度的自动控制系统·····	628
三、液体喷砂清理设备·····	535	一、串级控制系统·····	628
第三节 酸洗设备·····	536	二、选择控制系统·····	630
第四节 矫正与矫直设备·····	537	三、微型计算机在温度控制中的应用·····	630
第五节 起重运输设备·····	541	第三节 热处理气氛的自动控制·····	636
第六节 热处理用夹具·····	541	一、气体渗碳碳势的自动控制·····	636
参考文献·····	550	二、气体渗氮氮势的自动控制·····	646
第十二章 温度测量仪表及控制装置		第四节 热处理机械化与自动化生产线·····	650
第一节 常用温度检测仪表·····	551	一、密封箱式炉热处理生产线·····	650
一、膨胀式温度计·····	551	二、盐浴炉热处理生产线·····	651
二、热电偶与补偿导线·····	553	三、振底式炉连续生产线·····	655
三、热电阻·····	564	四、网带式炉连续生产线·····	658
四、全辐射温度计·····	566	五、链板输送式炉连续生产线·····	660
五、光学高温计·····	569	六、推送式炉生产线·····	662
六、光电高温计·····	570	七、辊底式连续气体渗碳炉生产线·····	669
七、光电比色高温计·····	572	八、棒料中频调质自动线·····	672
八、热象仪·····	573	九、轴承套圈感应加热热处理自动线·····	674
第二节 常用温度显示与调节仪表·····	573		

十、曲轴中频淬火自动线.....	678	四、地面载荷及地面材料.....	723
十一、钢板弹簧热处理生产线.....	682	五、特殊构筑物的设计要求.....	724
十二、连杆锻造余热调质生产线.....	686	六、附属建筑物的设计要求.....	724
参考文献.....	690	第六节 动力消耗及对公用系统设计 的要求.....	724
第十四章 热处理车间设计		一、电力安装容量.....	725
第一节 概述.....	691	二、压缩空气.....	725
一、准备工作.....	691	三、蒸汽.....	726
二、技术论证.....	692	四、氧、乙炔.....	727
三、车间设计的主要内容.....	693	五、生产用水.....	728
第二节 车间任务的确定.....	693	六、燃料.....	730
一、车间任务.....	693	第七节 热处理车间的生产组织与人员.....	731
二、工作制度和年时基数.....	693	一、组织.....	731
第三节 工艺分析与设备选择.....	694	二、工作人员.....	731
一、工艺分析.....	694	第八节 热处理的生产安全与环境保护.....	732
二、设备选用.....	696	一、生产安全.....	732
第四节 车间布置.....	704	二、环境保护.....	735
一、车间在厂区内的位置.....	704	第九节 热处理车间的建设投资及成本.....	736
二、车间面积与面积指标.....	706	一、车间基本建设投资计算.....	736
三、平面布置设计.....	706	二、热处理车间的技术经济指标.....	737
第五节 热处理车间建筑物与构筑物.....	722	三、热处理生产的成本分析.....	738
一、对建筑物的要求.....	722	参考文献.....	740
二、厂房建筑参数.....	722	索引.....	74
三、厂房的出入口.....	723		

第一章 绪 论

北京工业大学 邱大年

第一节 热处理设备分类

热处理设备可分为主要设备及辅助设备两大类。主要设备用于完成热处理主要操作，包括加热及冷却；辅助设备用于完成各种辅助工序、生产操作、动力供应及保证生产安全等任务。表3-1-1是热处理设备分类表。

表3-1-1 热处理设备分类表

主要设备	热处理炉	电阻炉 燃料炉 可控气氛炉 真空热处理炉 等离子热处理炉 浴炉 流态床炉	辅助设备		发蓝、发黑、蒸汽处理设备
	热处理加热装置	感应加热装置 火焰加热装置 电接触加热装置 电解液加热装置 激光及电子束表面处理装置 表面沉积装置		检验设备	硬度检查设备 力学性能检验设备 宏观、微观组织分析设备 探伤设备等
	冷却设备	一般淬火冷却设备 冷却矫正设备 冷却成型设备 深冷处理设备		矫正设备	工件变形检测设备 矫直压床
	热工测量及控制仪表			加热、冷却介质制备及处理设备	可控气氛发生装置 介质储存及制备设备 淬火介质循环冷却系统
辅助设备	清理设备	清洗设备 酸洗设备 喷砂、喷丸、抛丸设备	起重运输、装卸设备	起重机 运输机械、车辆 装卸操作装置 自动化作业装置	
			动力设备	通风机、鼓风机、压缩机、泵 动力管道 输电线路、变压器等	
			工夹具、吊具、垫具		
消防灭火装置					

第二节 热处理炉分类及性能特点

热处理加热设备中，热处理炉应用最广，结构、类型最多。根据热源、工作温度、使用介质、作业方式、工艺用途等不同，热处理炉的分类见表3-1-2。按热源、炉膛介质、作业方式区分，热处理炉的性能特点及主要用途，分别列于表3-1-3~表3-1-5。

炉型取决于热源、工作温度、使用介质及工艺用途，根据工件的尺寸、形状、重量、批

量、作业方式等因素,可选择热处理炉的结构。炉子的结构类型主要取决于炉膛形状、炉底结构及进出料机构。由于各行各业的各种不同产品零件热处理工艺要求变化很大,热处理炉结构类型繁多,为了提高产量、保证质量、节省能源、减少环境污染、改善劳动条件,热处理炉的结构设计、性能改进的发展很快。计算机工艺程序控制新技术的应用,更为热处理生产的机械化、自动化流水线生产提供了新的条件。热处理炉与各种辅助设备配套组合,形成各种综合性的联动机或生产线。

表3-1-2 热处理炉的分类

分类原则	热 源	工作温度	使用介质	作业方式	工艺用途
热处理炉类型	电阻炉 燃料炉: 煤炉 油炉 煤气炉	高温炉 ($>1000^{\circ}\text{C}$) 中温炉 ($650\sim 1000^{\circ}\text{C}$) 低温炉 ($<650^{\circ}\text{C}$)	气体: 空气炉 火焰炉 可控气氛炉 液体: 盐浴炉 油浴炉 铅浴炉 固体: 砂浴炉 流态床炉 真空: 真空炉 等离子炉	间歇作业炉 半连续作业炉 连续作业炉: 脉动式 流水式	退火炉 正火炉 淬火炉 回火炉 渗碳炉 渗氮炉 时效炉 多用炉

表3-1-3 不同热源热处理炉的性能特点及主要用途

炉型	电 炉	燃 料 炉		
		煤 气 炉	油 炉	煤 炉
性能特点	结构简单,操作维修容易	结构简单,需要煤气发生装置及管道系统,要求较高操作技术	结构简单,需贮油、输油及油处理装置,要求较高操作技术	结构较复杂,但所需附属设备较少,操作技术要求不高
	加热过程容易控制,炉温波动较小($5\sim 10^{\circ}\text{C}$)容易实现机械化、自动化	燃烧过程较易控制,炉温波动不大($10\sim 15^{\circ}\text{C}$)较易实现机械化、自动化	燃烧过程较难控制,炉温波动较大($10\sim 20^{\circ}\text{C}$),较难实现机械化、自动化	燃烧过程很难控制,炉温波动大($30\sim 50^{\circ}\text{C}$),不易实现机械化、自动化
	电热效率高,按不同炉型约为 $30\sim 80\%$	热效率约为 $15\sim 25\%$,可利用余热预热煤气及空气	热效率约为 $15\sim 20\%$,可利用余热预热空气	热效率低,一般约 $10\sim 15\%$,余热利用较困难
	炉气为氧化性,容易采用可控气氛及真空,加热效果好	炉气成分可调节,容易采用可控气氛,可快速加热,加热效果好	炉气成分调节困难,使用可控气氛困难,火焰温度较高,易使工件局部过热	炉气常含硫磷等杂质,炉气成分调节困难,加热效果较差
	劳动条件好	劳动条件尚好,需注意煤气爆炸事故	劳动条件较差,燃料油处理比较复杂	劳动条件差,灰渣烟尘严重,劳动强度大
	设备投资及生产成本低	设备投资及生产成本低	设备投资及生产成本低	燃料供应方便,建炉较易,设备投资及生产成本低

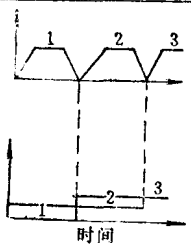
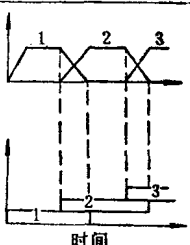
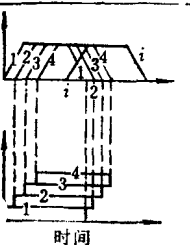
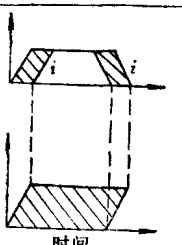
(续)

炉型	电 炉	燃 料 炉		
		煤 气 炉	油 炉	煤 炉
主要用途	各种机器零件, 不同批量的成品和半成品的热处理和化学热处理	成批、大量、重型零件的热处理, 预备热处理和部分化学热处理	一般零件成品及半成品的高、中温热处理	中小规模非重要零件的预备热处理及固体渗碳、渗金属

表3-1-4 不同炉膛介质热处理炉的性能特点及主要用途

介质	空气及燃烧火焰	控制炉膛气氛	真空状态	液体介质	流态化介质	
炉型	一般电炉及燃料炉	一般保护气氛及渗碳渗氮炉	可控气氛炉	真空及等离子热处理炉	浴炉	流态床炉
性能特点	结构简单, 附属设备较少, 易操作, 设备费用低	结构简单, 密封性较好, 附属设备较少, 多为手动控制, 易操作, 设备费用低	结构复杂, 附属设备多, 制造加工要求高, 操作复杂, 炉膛气氛多为自动控制, 设备费用高	结构复杂, 制造加工要求高, 附属设备多, 操作复杂, 多为自动化, 设备费用高	结构简单, 制造维修容易, 操作简单, 设备费用低	结构简单, 造价低, 便于操作, 可采取机械化
	加热效果差, 工件易氧化脱碳	加热效果较差, 用简易方法通入保护气氛可进行保护加热, 渗碳、渗氮	加热效果较好, 工件加热与冷却在封闭状态下进行, 可防止氧化、脱碳	加热效果好, 可防止氧化、脱碳, 工件变形很少, 光亮	加热效果好, 加热迅速均匀, 氧化脱碳少, 可用于表面及局部加热	加热效果好, 加热快且均匀, 可进行保护加热, 工件表面质量较好
	热效率较高, 生产成本低	热效率较高, 辅助材料消耗较少, 生产成本较低	热效率较低, 辅助材料消耗量大, 生产成本高	热效率高, 生产成本昂贵	辐射热损失大, 辅助材料消耗量大, 炉子启动不便	热效率高, 节能, 生产率高, 但应防止环境污染
主要用途	各种大小零件热处理, 不便进行化学热处理	一般零件无氧化加热及化学热处理, 适于单件小批生产	重要零件无氧化加热及化学热处理, 适于成批生产	特别重要零件、工模具热处理及化学热处理, 高温合金、贵金属热处理	工具、量具及重要零件加热, 等温及分级淬火、回火, 化学热处理, 渗金属	一般零件的保护加热、热处理及化学热处理

表3-1-5 不同作业方式热处理炉的性能特点及主要用途

炉型	间歇作业炉	半连续作业炉	连续作业炉	
			脉 动 式	流 水 式
热过程曲线作业图				
性能特点	各批工件周期式装料, 操作过程不相重叠, 每批装料量大	前后批工件生产过程有部分重叠, 前批工件开始冷却, 后批工件即开始加热	短时间歇装料, 不同批工件装卸料、加热、冷却同时进行互相重叠, 批量较小, 过程时间较短	连续装料、卸料, 生产过程重叠性更大

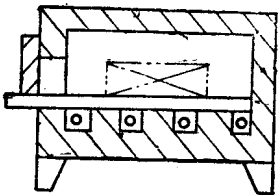
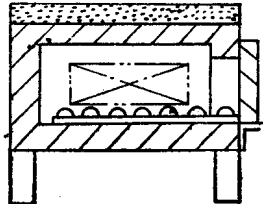
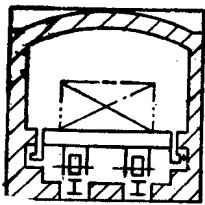
(续)

炉型	间歇作业炉	半连续作业炉	连续作业炉	
			脉动式	流水式
性能特点	结构简单, 操作方便, 密封性好, 热损失少, 造价低廉	结构、性能与周期式作业炉相似, 常具有可移动的炉罩、加热箱、炉罐或炉底	结构复杂, 密封性较差, 热损失大, 造价高	结构及性能与脉动式作业炉相似
	通用性强, 便于调整工艺, 但生产率和热效率低		不便调整工艺, 通用性差, 质量稳定, 生产率高, 生产成本低	
	炉温均匀性较差, 易波动, 工艺不易控制, 工件质量稳定性差, 不便于流水生产			
用途	单件、批量多品种工件的生产	大批量生产和长周期作业	大批量生产各种作业	大批量生产各种作业

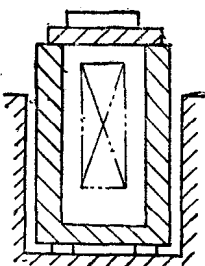
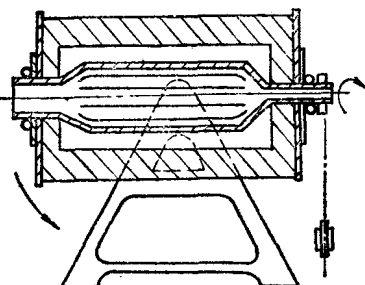
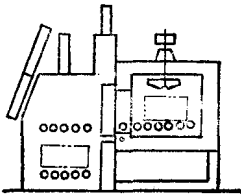

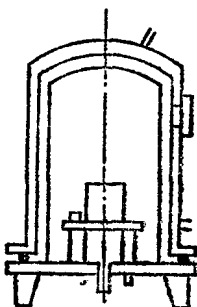
注: 表附图中 1、2、3...*i* 为装炉批次。

热处理炉的主要结构类型, 可按间歇作业、半连续作业和连续作业区分。各类热处理炉的主要结构类型、性能特点及用途, 分别列于表3-1-6和表3-1-7。

表3-1-6 间歇作业和半连续作业热处理炉的结构类型

类型	结构示意图	性能特点	主要用途
室(箱)式炉		炉底固定, 结构简单, 通用性好, 便于制造, 价廉; 开门时热损失较小, 炉门不易严格密封 劳动条件较差	中小型零件单件小批量生产, 可进行退火、正火、淬火、回火加热和固体渗碳等
滚底式炉		室式, 固定炉底上装有滚球、滚柱、滚轮, 工件或料盘放在滚动物上, 可采用机械化装卸料 滚动物和料盘损耗量大 炉底不便安装电加热体, 常呈冷炉底状态, 升温慢, 加热不均匀	中小型锻模及批料零件装盘加热
台车式炉		装有台车炉底的大型室式炉 台车侧与炉壁有砂封, 台车沿轨道移动至炉外装卸料 加热效率较差, 密封性不好, 热损失大	大型零件批量装料加热, 如大型铸锻件热处理

(续)

类型	结构示意图	性能特点	主要用途
井式炉		<p>炉膛多细而深，横断面多为圆形，个别为方形</p> <p>机械化垂直装出料，工件悬挂加热，炉盖自重保持密封</p> <p>炉盖开启时热损失较大，炉膛利用率低，深井式炉沿炉深温度不易均匀</p>	<p>拉刀、长轴类零件加热</p> <p>各种零件的气体介质化学热处理</p>
转筒式炉		<p>炉膛中装有一个可旋转的圆筒形炉罐，加热时不停转动</p> <p>加热迅速均匀</p> <p>结构比较复杂</p>	<p>简单形状小型零件淬火加热及气体渗碳等</p>
密封箱式炉		<p>炉体密闭，包括前室、加热室和传动机构等部分</p> <p>前室有带风扇的缓冷室及可使料筐下降到油槽淬火的升降台</p> <p>油槽可加热、冷却、循环</p> <p>加热室有循环风扇和料盘传送机构</p>	<p>利用可控气氛可进行保护加热、气体渗碳、碳氮共渗等多种热处理工艺</p> <p>适用于多品种小批量周期性热处理作业</p>
真空炉		<p>加热室抽成真空，以辐射屏隔热，通过辐射热加热工件</p> <p>零件在真空下加热后可用气冷、水冷或油冷</p> <p>结构类型较多，可为间歇式或半连续式作业</p>	<p>钛、锆等合金工具钢、结构钢等精密零件和工模具的热处理和真空渗碳等</p>
等离子热处理炉		<p>加热室抽成真空，在直流高压供电条件下，炉内气氛辉光放电形成等离子体，轰击工件表面，并使氮、碳或其他元素渗入工件表面</p>	<p>可进行离子渗氮、离子渗碳、离子氮碳共渗、渗金属等</p>