

机电工人技术丛书

简明热处理工手册

上海市机电工业管理局《机电工人技术丛书》编委会主编

顾应安 林约利 编

上海科学技术出版社

机电工人技术丛书

简明热处理工手册

上海市机电工业管理局《机电工人技术丛书》编委会 主编

顾应安 林约利 编

 海科学技术出版社

内 容 提 要

本手册是为了帮助广大热处理工巩固专业基础知识, 解决日常生产实践中所遇到的一些技术难题而编写的。手册中以常用数据和图表为主, 辅以简要的文字说明, 重点介绍典型工艺实例。内容包括四部分: 专业基础知识; 钢的热处理基本方法; 常用钢及其典型零件的热处理; 附录。

本手册内容丰富、简明、实用, 查阅方便, 可供广大热处理工使用, 也可供热处理技术人员参考。

简 明 热 处 理 工 手 册

顾应安 林约利 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.5 字数 277

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数 1—23,000

书号: 15119·2515 定价: 1.90 元

前 言

机电工业是基础工业。只有加强技术改造,掌握迅速发展新材料、新设备、新工艺、新技术,才能生产出先进的机电设备,武装国民经济各部门,推动整个工业的现代化。为要胜任这一任务,必须重视智力开发,加强人才培养,逐步提高全体职工的技术素质。

我局根据中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》,近年来对系统内各工种的工人,特别是青壮年工人陆续开展了技术培训工作,同时编写了若干套相应的教材。

现在为了增长机电工人的技术基础知识,以及进一步提高解决生产实际问题的能力,我局组织从事技术培训的专业教师和既有理论知识、又有实际经验的工程技术人员,编写了《机电工人技术丛书》。这套丛书共计14种,以手册的形式编撰,即以图表为主,行文简明,取材实用。其中13种按工种分,即:车工、钳工、刨工、铣工、磨工、镗工、齿轮工、冷作工、铸工、锻工、焊工、热处理工及电工等。每一手册大致包含基本知识、工艺要点和典型实例三项内容,而以典型的加工实例为重点,旨在帮助工人在巩固“应知”知识的同时,解决生产中遇到的“应会”难题。另一种为《标准使用手册》,系上述工种通用的基础知识。丛书主要供在职的二至四级工人自学之用,五、六级工亦可参考。

《简明热处理工手册》由顾应安、林约利编写,经宋永祚、邵国清审阅。

书中内容如有不妥或错误之处，我们恳切希望广大读者
提出批评和建议，以便重版时改正。

上海市机电工业管理局
《机电工人技术丛书》编委会

1985年10月

目 录

第一章 专业基础知识	1
一、热处理车间常用设备及控温仪表	1
1. 热处理车间设备的分类	1
2. 常用加热设备	1
3. 筑炉材料	41
4. 热处理辅助设备	48
5. 温度测量及自动控温仪表	55
二、常用金属材料	73
1. 金属材料的分类	73
2. 钢铁牌号表示方法	73
3. 有色金属及合金牌号表示方法	77
三、机械性能	81
1. 常用机械性能简介	81
2. 硬度试验	83
四、热处理基本原理	89
1. Fe-Fe ₃ C 状态图简介	89
2. Fe-Fe ₃ C 状态图的应用	91
3. 钢在加热时的组织转变	96
4. 钢在冷却时的组织转变	99
5. 淬火钢回火时的组织转变	103
6. 回火脆性	103
7. 金属组织结构的检验方法	106
第二章 钢的热处理基本方法	111
一、退火与正火	111
1. 退火与正火的目的	111
2. 退火与正火工艺	111

二、淬火	115
1. 淬火加热温度的确定	115
2. 淬火加热时间的确定	115
3. 淬火介质	117
4. 淬火方法	124
5. 钢的淬透性与淬硬性	126
三、淬火钢的回火	130
1. 回火的目的	130
2. 回火的分类	130
3. 回火规范的确定	130
四、冷处理	134
五、钢的表面淬火	135
1. 火焰加热表面淬火	136
2. 电接触加热表面淬火	139
3. 电解液加热表面淬火	140
4. 感应加热表面淬火	140
六、钢的化学热处理	149
1. 化学热处理的基本过程	149
2. 钢的渗碳	149
3. 气体渗碳	156
4. 钢的氮化	160
5. 碳氮共渗	176
七、热处理常见缺陷及其防止方法	182
1. 氧化和脱碳	182
2. 过热和过烧	183
3. 淬火硬度不够	184
4. 软点	184
5. 变形和开裂	185
6. 回火缺陷	185
第三章 常用钢及其典型零件的热处理	187
一、调质钢及其典型零件的热处理工艺	187

1. 调质钢的特点	187
2. 热处理工艺	187
3. 大件的调质淬火	190
4. 操作注意事项	191
5. 典型工艺实例	193
6. 质量检验	196
二、弹簧钢及其典型零件的热处理工艺	199
1. 弹簧钢的特点	199
2. 热处理工艺	199
3. 弹簧淬火时常见缺陷及防止措施	203
4. 提高弹簧质量的措施	203
5. 操作注意事项	206
6. 质量检验	206
7. 典型工艺实例	207
三、轴承钢及其典型零件的热处理工艺	212
1. 轴承钢的特点	212
2. 热处理工艺	212
3. 淬火缺陷及防止方法	221
4. 操作注意事项	221
5. 典型工艺实例	236
四、工具钢及其典型零件的热处理工艺	236
1. 工具钢的分类和用途	236
2. 工具钢的技术条件	240
3. 热处理工艺	243
4. 常见缺陷及其防止措施	260
5. 质量检验	260
6. 典型工艺实例	265
五、模具钢及其典型零件的热处理工艺	277
1. 模具的种类	277
2. 冷作模具的热处理	277
3. 热作模具的热处理	287

4. 减少模具热处理变形的措施	299
5. 常见缺陷及其防止方法	308
6. 质量检验	308
7. 提高模具寿命的工艺方法	311
六、量具钢及其典型零件的热处理工艺	312
1. 量具用钢及其特点	312
2. 热处理工艺	313
3. 量具热处理后的质量检验	317
4. 典型工艺实例	319
七、特殊钢及其典型零件的热处理工艺	324
1. 不锈钢及其热处理	324
2. 高锰钢及其热处理	332
附录 1. 钢的火花鉴别	334
附录 2. 世界主要产钢国部分钢号对照表	347
附录 3. 常用钢种的临界温度($^{\circ}\text{C}$)	355
附录 4. 几种常用钢种的奥氏体等温转变曲线	363
附录 5. 各种热处理工艺代号及技术条件的标注方法	381
附录 6. 常用金属材料的密度	382
附录 7. 常用金属材料涂色标记	383
附录 8. 热处理常用化学品的特性和用途	386
附录 9. 热处理常用油的物理-化学质量指标	392

第一章 专业基础知识

一、热处理车间常用设备及控温仪表

1. 热处理车间设备的分类

热 处 理 车 间 设 备	主要设备	加热设备：包括各种加热炉和加热装置
		冷却设备：包括各种冷却槽和淬火机以及冷处理设备(均未标准化)
	辅助设备：	如清洗设备、清理设备、校直设备等
	附属设备：	包括起重设备、运输及传送设备、检验设备、气氛制造设备、除尘通风设备、淬火介质处理及输送设备等

2. 常用加热设备

(1) 电阻炉 电阻炉是利用电阻发热体供热的一种炉子,常用的有箱式、井式和台车式三种。电阻炉的系列代号与名称,见表 1-1。

表 1-1 电阻炉系列代号与名称

系 列 代 号	系 列 名 称
RJX	箱式加热电阻炉
RJJ	井式加热电阻炉
RJZ	钟罩式加热电阻炉
RJT	推杆式加热电阻炉
RJG	鼓筒式加热电阻炉
RJC	传送带式加热电阻炉
RJM	钼丝加热电阻炉
RJY	油浴加热电阻炉
RJG	碳管电阻炉
REG	坩埚式熔炼电阻炉
RYG	坩埚式盐浴电阻炉
RYD	电极式盐浴电阻炉

1) 箱式电阻炉 炉中工件的加热主要靠电热元件的辐射。电热元件多为用铁铬铝电阻丝绕成的螺旋体,安置在炉膛

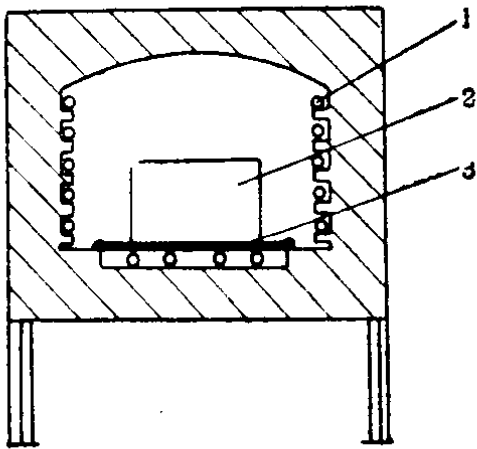


图 1-1 箱式电炉结构
1—电热元件; 2—工件;
3—耐热钢炉底板

侧壁搁砖上和炉底上。其结构见图 1-1。大型电炉有时还在炉顶、炉膛后壁和炉门上装有电热元件。炉底的电热元件用耐热钢炉底板覆盖。

箱式炉由于其通用性强,可以进行多种热处理操作,尽管炉温均匀性差,难以避免氧化脱碳,目前仍是热处理车间重要的设备。

工件装炉应离开电热元件至少 50~75 毫米,且不得遮盖测温电偶;潮湿工件不允许直接装入热炉;炉底板不准受冲击和超载,工件装炉时不允许抛扔,装炉重量不得超过炉型规定;在装、出炉前应切断电源,以保证安全操作;700℃ 以上不准空炉打开炉门降温。

炉内氧化铁屑应经常清除,以免造成电热元件短路烧断事故。炉温不允许超过最高使用温度,也不允许在最高使用温度下长期运行。

箱式电阻炉,按其工作温度,可分为高温、中温及低温炉三种。以中温箱式炉应用最广。

箱式电阻炉的型号及技术规格见表 1-2、1-3。

2) 台车式电阻炉 台车式电阻炉是中温箱式电阻炉的一种改进型,主要用于大工件(大型铸锻件及模锻件)的正火、退火及淬火加热。其主要特点是炉底靠机械结构拉出炉外,便于工人使用吊车装卸工件,有的还在炉顶设置风扇,使炉温

表 1-2 中温箱式电阻炉技术规格

技 术 规 格		炉 子 型 号				
		RJX15-9	RJX30-9	RJX45-9	RJX60-9	RJX75-9
额定功率(千瓦)		15	30	45	60	75
额 定 电 压(伏)		380/220	380/220	380/220	380/220	380/220
相 数		1(3)	3	3	3	3
最高工作温度(°C)		950	950	950	950	950
炉膛尺寸 (毫米)	长	650	950	1200	1500	1800
	宽	300	450	600	750	900
	高	250	450	500	550	600
外形尺寸 (毫米)	长	1559	1971	2300	2670	3050
	宽	1382	1601	1950	2310	2410
	高	1642	1944	2140	2170	2230
最大生产率(公斤/时)		50	125	200	275	350
空载运行功率(千瓦)		≤5	≤9	≤11	≤14	≤17
200°C 开始空载升温至 最高工作温度所需时间 (时)		5	6	7	8	10
实际采用生产率 (公斤/时)		20~25	45~50	75~85	110~130	160~190
炉子重量(公斤)		1200	2300	3200	4800	7100
炉底最大装载量(公斤)		90	200	350	500	800

注：型号含义 RJX 15-9

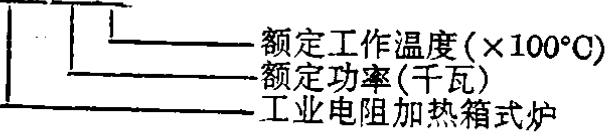
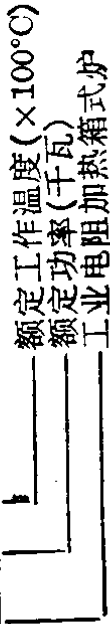


表 1-3 高温箱式电阻炉技术规格

技 术 规 格		炉 子 型 号					
		RJX14-13	RJX25-13	RJX30-13	RJX37-13	RJX50-13	RJX70-12
额定功率(千瓦)		14	25	30	37	50	70
额 定 电 压(伏)		380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220
相 数		3	3	3	3	3	3
最高工作温度(°C)		1300	1300	1300	1300	1300	1200
炉膛尺寸 (毫米)	长	520	600	400	810	700	1300
	宽	220	300	300	550	450	650
	高	220	280	250	375	350	400
外形尺寸 (毫米)	长	1280	1360	1485	1700	1890	
	宽	1635	1780	1776	2360	1990	
	高	1108	1506	1572	1990	1880	
最大生产率(公斤/时)				50		130	

注: ① RJX14、25、37-13 型, 硅碳棒垂直布置在炉膛的左右两侧;
② RJX30、50-13 型, 硅碳棒水平布置在炉顶和炉底。

型号含义 RJX-14-13



均匀。其结构见图 1-2。表 1-4 列出了国内常用的台车式电阻炉的型号及主要技术参数。

3) 井式电阻炉 井式电阻炉适用于须垂直悬挂加热的长工件的热处理。其密封性较好，热损失较小，应用极为广泛。

国内生产的井式电阻炉有高温井式电阻炉、中温井式电阻炉、低温井式电阻炉和井式气体渗碳炉四种，炉子的最大功率达 1000 千瓦，炉膛深度达 20~30 米。常用的井式炉已系列化，见表 1-5 和 1-6。

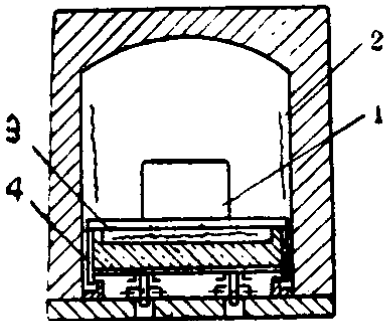


图 1-2 台车式箱式电阻炉示意图

1—工件；2—电热元件；
3—炉底板；4—台车架

表 1-4 台车式电阻炉技术规格

型 号	主 要 参 数				
	额定功率 (千瓦)	电 源		额定温度 (°C)	工作室尺寸 (毫米)
		相数	电压(伏)		
RT-65-9	65	3	380	950	1100×550×450
RT-105-9	105	3	380	950	1500×800×600
RT-180-9	180	3	380	950	2100×1050×750
RT-320-9	320	3	380	950	3000×1350×950
SL-71-100	100	3	380	950	1800×900×600
SL-68-57	150	3	380	950	2000×1000×700
SL-76-100-9	100	3	380	950	1800×900×600
生 产 厂	上 海 电 炉 厂				

注：型号含义

RT-65-9
 ———— 额定工作温度(×100°C)
 ———— 额定功率(千瓦)
 ———— 工业台车式电阻炉

表1-5 井式电阻炉的型号及技术规格

技术规格	炉			子			型			号		
	高温井式电阻炉			中温井式电阻炉			低温井式电阻炉					
	RJJ 25-13	RJJ 65-13	RJJ 95-13	RJJ 30-9	RJJ 35-9	RJJ 55-9	RJJ 70-9	RJJ 24-6	RJJ 36-6	RJJ 75-6		
额定功率(千瓦)	25	65	95	30	35	55	70	24	36	75		
额定电压(伏)	380	380	380	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220		
相数	3	3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3	3		
连接方法	Y	Y	Y	Y	YY	YY	YY	串联	Y	YY		
加热段数				2	2	3	3	1	1	3		
最高工作温度(°C)	1350	1300	1300	950	950	950	950	650	650	650		
最大生产率(公斤/时)		255	264	140	125	230	330	100	280	550		
炉膛尺寸 (毫米)	300	300	300		300	300						
	280	300	300	φ450	300	300	φ600	φ400	φ500	φ950		
	600	1260	2209	800	1200	2000	2500	500	650	1220		

(续表)

技术规格		炉 子 型 号									
		高温井式电阻炉			中温井式电阻炉				低温井式电阻炉		
		RJJ 25-13	RJJ 65-13	RJJ 95-13	RJJ 30-9	RJJ 35-9	RJJ 55-9	RJJ 70-9	RJJ 24-6	RJJ 36-6	RJJ 75-6
外形尺寸 (毫米)	长	1100	1904	1904	1610				1500	1600	2500
	宽	1150	1590	1590	1350				1400	1600	3390
	高	1425	2600	3600	2053				1900	2100	3100
20°C 开始空载升温到 最高使用温度所需时间 (时)					4	4	5	8	3	3	3
最大生产率 (公斤/时)					140	125	230	330	100	280	550
实际采用生产率 (公斤/时)					50	50	100		40~70	70~100	200~250

注: 型号含义 RJJ-24-6

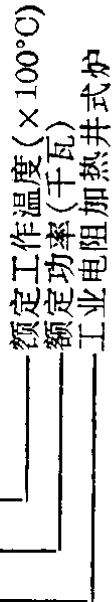


表 1-6 井式气体渗碳炉的型号及技术规格

技 术 规 格		炉 子 型 号					
		RJJ25-9T	RJJ35-9T	RJJ60-9T	RJJ75-9T	RJJ90-9T	RJJ105-9T
额定功率(千瓦)		25	35	60	75	90	105
额定电压 (伏)		380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220
相 数		3	3	3	3	3	3
连 接 方 法		Y	Y	Y	YY	YY	YY
加 热 段 数		1	1	1	2	2	2
最高工作温度 (°C)		950	950	950	950	950	950
最大生产率 (公斤/时)		6~8	8~11	15~25	30~35	40~50	55~60
每次最大装料 (公斤)		50	100	150	220	400	500
升 温 时 间 (时)		5	5	6	6	7	7
炉罐尺寸 (毫米)	直径	φ300	φ300	φ450	φ450	φ600	φ600
	深度	450	600	600	900	900	1200
外形尺寸 (毫米)	直径	φ1520	φ1520	φ1686	φ1690	φ1870	φ1870
	深度	1980	2150	2220	2600	2700	3050
空载运行功率(千瓦)		≤8	≤11	≤15	≤20	≤23	≤25

注: 型号含义 RJJ-25-9T

