



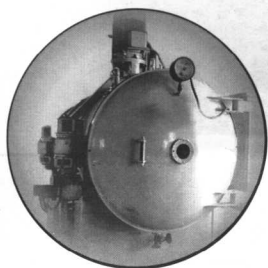
热处理炉的 安装、调试与维修

张 伟 编著

RECHULILU DE
ANZHUANG TIAOSHI YU WEIXIU



化学工业出版社



热处理炉的 安装、调试与维修

张伟 编著

RECHULILU DE
ANZHUANG TIAOSHI YU WEIXIU



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

热处理炉的安装、调试与维修/张伟编著. —北京:
化学工业出版社, 2007. 9
ISBN 978-7-122-00932-6

I. 热… II. 张… III. ①热处理炉-安装②热处理
炉-调试③热处理炉-维修 IV. TG155.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 116836 号

责任编辑: 段志兵

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 33¼ 字数 681 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

图书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

前 言

在机械、冶金等行业，热处理是保证产品质量的重要工序。热处理产品质量的好坏，直接影响到最终产品的使用性能和寿命。特别是随着市场经济的发展，各行业需经热处理的金属工件数量日益增多，对热处理的质量要求也日益严格，先进的热处理工艺不断出现。对热处理行业来说，“优质、高效、低耗、清洁、灵活”已成为现代热处理技术的重要标志。

热处理炉是实现热处理工艺的重要设备，它既要保证实现特定的热处理工艺参数，又要操作方便、安全、节能和无污染。因此，合理地设计炉子结构、不断地改进炉子热工性能、正确地选用炉型并做好炉子的安装和维修工作，已成为保证热处理产品质量，实现安全生产、降低能耗、提高经济效益的重要条件。

编者从事热处理炉的设计、安装与维修等工作多年。在长期的工作中，编者发现现已出版的热处理炉设计的书籍对热处理工作者帮助很大，但迄今为止还没有一本详细而系统地介绍热处理炉安装与维修的书籍，使很多技术人员和安装工人在安装或维修时不知从何处下手、如何进行，不仅花费了大量时间和精力，而且常常出现设备安装或维修后不能实现设计工作性能或运行不稳定，甚至在安装、维修中发生人身伤害或设备毁坏的重大事故，造成了不可弥补的损失。

热处理炉的安装与维修虽然与普通机械设备有许多相似之处，但由于热处理设备工作环境的特殊性，如高温、易爆等环境，如果安装、维修不当，也会使性能优良的设备不能稳定可靠地运行，甚至导致事故发生。随着机械工业的发展，对热处理工艺和产品质量的要求越来越高，热处理炉的自动化和复杂化程度不断增加，迫切需要广大技术人员和安装工人熟练掌握热处理炉的安装与维修技术，以保证热处理炉安装与维修后的稳定运行。

正是基于上述原因，编者根据自己积累的经验及有关文献资料，编写了这本书，以满足广大读者的需要。本书从热处理炉安装与维修的基本知识出发，详细介绍了热处理炉整体和各部分的安装与维修步骤、方法、技术要求和性能测定等。最后介绍了热处理炉的试车、调整与验收，以及安全操作与维护方法。本书内容丰富，实用性强，是一本集理论与实践为一体的工具书，主要适合于设计研究院所、大专院校、机械和冶金工厂以及热处理炉制造企业的技术人员和安装、维修工人阅读参考。

由于时间仓促，编者的水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编著者

2007年8月

目 录

第1章 热处理炉简介	1
1.1 热处理炉的分类和结构特点	1
1.1.1 热处理电阻炉	2
1.1.2 热处理浴炉	11
1.1.3 热处理燃料炉	15
1.2 热处理炉的工作特性与发展方向	17
1.2.1 热处理炉的工作特性	17
1.2.2 热处理炉的更新改造方向	19
第2章 热处理炉安装与维修的基本知识	22
2.1 热处理炉安装的方法、内容和要求	22
2.1.1 热处理炉安装的基本方法	22
2.1.2 热处理炉安装的内容	23
2.1.3 热处理炉安装的基本要求与特点	24
2.2 热处理炉安装的组织和准备	26
2.2.1 安装的组织	26
2.2.2 热处理炉安装前的准备	28
2.3 热处理炉及其零部件的运输、清点与保管	32
2.3.1 热处理炉的运输方式	32
2.3.2 零部件的清点与保管	33
2.4 基础划线与设备的找正找平	34
2.4.1 基础划线	34
2.4.2 设备划线与就位	36
2.4.3 设备的找正找平	40
2.5 热处理炉维修的内容与准备	47
2.5.1 修理的主要内容与注意事项	48
2.5.2 修理前的准备工作	49
2.6 热处理设备安装调试安全注意事项	51
第3章 热处理炉的地基、基础及其加固	55
3.1 地基的加固与基础分类	55
3.1.1 地基及其加固方法	55
3.1.2 基础的作用与分类	56
3.2 基础的施工、验收与偏差处理	58

3.2.1	基础的施工	58
3.2.2	基础的验收	60
3.3	地脚螺栓、垫铁及其安装偏差的处理	62
3.3.1	地脚螺栓的分类与安装	62
3.3.2	地脚螺栓的紧固与偏差处理	66
3.3.3	垫铁(垫板)种类和布置方式	68
3.4	灌浆	72
第4章	热处理炉砌体的砌筑施工与维修	74
4.1	筑炉材料	74
4.1.1	耐火材料的分类与性能	74
4.1.2	隔热材料的性能与分类	84
4.2	耐火砖的砌筑与施工	86
4.2.1	筑炉前的准备工作	86
4.2.2	砌砖、砍砖与和灰	87
4.2.3	炉底的砌筑	90
4.2.4	炉墙的砌筑	93
4.2.5	拱顶的砌筑	101
4.2.6	膨胀缝与砖缝	109
4.3	耐火纤维的施工与常见问题的处理	113
4.3.1	耐火纤维及其制品的使用原则	113
4.3.2	耐火纤维炉墙的施工方法	114
4.3.3	施工中常见问题的处理	119
4.4	耐火混凝土的制作与施工	122
4.4.1	耐火混凝土的制作	122
4.4.2	混凝土预制块的砌筑	126
4.5	隔热材料的施工	127
4.6	砌体的维修	127
4.6.1	砌体的日常维护	128
4.6.2	砌体常见易损部位与改进措施	128
4.6.3	砌砖体的修理	131
4.6.4	耐火混凝土与耐火纤维炉衬的修补	134
4.7	砌体质量的检测	135
4.7.1	砌体的尺寸允差	135
4.7.2	砌体质量的检测方法	136
第5章	电热装置的安装与维修	139
5.1	电热材料	139
5.1.1	电热材料的分类和使用范围	139

5.1.2	电热合金的性能特点	139
5.1.3	钼丝的性能特点	142
5.1.4	非金属电热材料的性能特点	143
5.2	合金元件的制造、安装与维修	146
5.2.1	合金元件的加工	146
5.2.2	合金元件的焊接及其缺陷分析	153
5.2.3	合金元件的安装与注意事项	159
5.2.4	合金元件的使用寿命与日常维护	166
5.2.5	合金元件的现场验算、代用和修理	173
5.3	钼丝的绕制、安装与维修	180
5.3.1	钼丝的绕制和安装	180
5.3.2	钼丝的日常维护与常见故障分析	182
5.4	非金属电热元件的安装与维修	184
5.4.1	硅碳棒的安装与维修	184
5.4.2	硅钼棒的安装与维护	190
5.5	电热辐射管的制作与维修	193
5.5.1	电热辐射管的分类、性能和结构特点	194
5.5.2	电热辐射管的制作	196
5.5.3	电热辐射管的使用与故障排除	200
第6章	燃烧装置的安装与维修	203
6.1	热处理炉用燃料	203
6.1.1	燃料的分类及其特性	203
6.1.2	燃料燃烧的近似计算	206
6.2	烧煤装置	207
6.2.1	燃煤装置的类型和特性	207
6.2.2	烧煤装置的安装与维修	213
6.3	煤气烧嘴	218
6.3.1	气体燃料燃烧的特点	218
6.3.2	煤气烧嘴的分类和特点	219
6.3.3	煤气烧嘴的结构型式与性能	220
6.3.4	煤气烧嘴的安装	224
6.3.5	煤气烧嘴的修理	226
6.4	煤气辐射管	228
6.4.1	煤气辐射管的分类	228
6.4.2	煤气辐射管在炉膛内的布置	231
6.4.3	煤气辐射管的制作与吊装	236
6.4.4	煤气辐射管的使用、维护与故障排除	239

6.5 燃油烧嘴	241
6.5.1 油嘴的工作特点	241
6.5.2 油嘴的结构型式与性能	242
6.5.3 燃油烧嘴的安装	246
6.5.4 燃油烧嘴的使用、维修与故障排除	248
第7章 炉用金属构件的安装与维修	254
7.1 金属炉架	254
7.1.1 炉架的类型与技术要求	254
7.1.2 炉架的焊接与安装	256
7.1.3 炉架(壳)的修理	263
7.2 炉门和门框	265
7.2.1 炉门与门框的类型和结构特点	265
7.2.2 炉门和门框的安装与修理	267
7.3 耐热钢构件	268
7.3.1 炉用耐热金属材料的分类和性能特点	269
7.3.2 耐热钢的机械加工	274
7.3.3 耐热钢的焊接和切割	280
7.3.4 耐热钢构件的制造、使用和修理	289
第8章 炉用机械的安装与维修	306
8.1 炉用机械常用零部件的安装	306
8.1.1 螺栓、键连接的安装	306
8.1.2 滑动轴承的安装与调整	309
8.1.3 滚动轴承的安装与调整	311
8.1.4 齿轮传动机构的安装与调整	314
8.1.5 蜗轮蜗杆传动机构的安装与调整	318
8.1.6 联轴器的安装与调整	320
8.2 炉门升降机构的安装与维修	324
8.2.1 炉门升降机构的类型和特点	324
8.2.2 炉门升降机构的安装与故障排除	327
8.3 台车及其拖曳机构	328
8.3.1 台车的安装与维修	328
8.3.2 台车拖曳机构的安装与维修	338
8.3.3 台车轨道的安装与维修	344
8.4 推拉料机	347
8.4.1 推拉料机的安装与调整	348
8.4.2 推拉料机的修理	354
8.5 输送带炉用机械	356

8.5.1	主从动轮的安装与调整	357
8.5.2	输送带的维修与调整	359
8.6	振底式炉炉用机械的安装、调整与维修	360
8.6.1	振底式炉炉用机械的分类和结构特点	361
8.6.2	振底式炉炉用机械的安装与调整	365
8.6.3	振底式炉炉用机械的修理	366
8.6.4	振底式炉的常见故障与排除方法	370
8.7	烟道闸门和提升机构	372
8.7.1	烟道闸门和提升机构的分类和结构特点	372
8.7.2	烟道闸门和提升机构的安装与调整	373
8.7.3	烟道闸门和提升机构常见故障分析	375
第9章	炉前管道和排烟系统的安装与维修	377
9.1	管道系统的安装原则	377
9.2	煤气管道的安装与修理	378
9.2.1	煤气管道的安装要求	379
9.2.2	煤气管道的安装及检验	381
9.3	燃油管道的安装与检验	383
9.3.1	炉前供油系统	383
9.3.2	燃油管道的安装要求	384
9.3.3	燃油管道的安装及检验	387
9.4	空气管道的安装与检验	387
9.4.1	空气管道的安装原则	387
9.4.2	空气管道的安装及检验	388
9.5	淬火介质循环冷却系统的安装与维修	389
9.5.1	冷却系统的组成和结构特点	390
9.5.2	冷却系统的安装与维修	392
9.6	炉前冷却水管道的安装与检验	397
9.7	液压系统的安装与维修	398
9.7.1	液压系统的组成	398
9.7.2	油缸的分类、加工及其安装方式	400
9.7.3	油泵的分类、安装及其修理	403
9.7.4	液压系统的安装标准与方法	406
9.8	管道的弯制和风机、阀门的安装	410
9.8.1	炉前管道的弯制与检查	410
9.8.2	风机的安装与试运转	418
9.8.3	阀门的研磨、组装与安装	424
9.9	炉前管道的保温	429

9.10	炉前管道系统的维修	433
9.10.1	炉前管道系统维修的主要内容	433
9.10.2	炉前管道的修理	436
9.11	排烟系统的施工与维修	439
9.11.1	烟道的施工与维修	439
9.11.2	烟囱的施工与维修	442
第10章	热处理炉的试车、调整与验收	447
10.1	热处理炉试车的要求和方法	447
10.1.1	试车的任务和内容	447
10.1.2	试车的步骤和方法	449
10.2	烘炉	452
10.2.1	烘炉准备与烘炉工艺	452
10.2.2	烘炉注意事项	456
10.3	热处理炉的热工参数测定方法	457
10.3.1	目测方法	457
10.3.2	常用温度测量仪表的安装与使用	460
10.3.3	常用压力测量仪表的安装与使用	470
10.3.4	常用流量测定工具的使用	473
10.3.5	气体成分的测定工具与方法	476
10.4	燃料炉热工性能测定与调整	479
10.4.1	燃料炉热工性能测定与分析	479
10.4.2	煤气炉的故障排除与调整	485
10.4.3	油炉的故障排除与调整	488
10.5	电阻炉的性能测定与故障排除	490
10.5.1	电阻炉的主要技术经济指标	490
10.5.2	电阻炉性能测试方法(根据 GB 10066.1~4—88)	490
10.5.3	电阻炉的故障排除与调整	495
10.6	热处理炉的验收	499
10.6.1	验收基本要求	499
10.6.2	验收前的准备与验收内容	505
第11章	热处理炉的安全操作与维护	509
11.1	燃料炉的安全操作	509
11.1.1	燃煤炉的安全操作	509
11.1.2	煤气炉的安全操作	510
11.1.3	油炉的安全操作	512
11.2	燃料炉的维护	513
11.2.1	燃料炉的维护原则	513

11.2.2 燃料炉维护实例 514

11.3 电阻炉的安全操作 516

11.4 电阻炉的维护 517

11.4.1 电阻炉日常维护原则 517

11.4.2 电阻炉维护实例 517

11.5 电极盐浴炉的安全操作 521

11.6 电极盐浴炉的维护与故障排除 522

11.6.1 电极盐浴炉日常维护原则 522

11.6.2 电极盐浴炉常见故障与排除方法 523

参考文献 525

第1章

热处理炉简介

在机械、冶金等行业中，热处理是保证产品质量、提高产品使用寿命的重要工序。拖拉机、汽车和轴承行业有 70% 以上的零件需经热处理，机床行业需经热处理的零件约占 60% 以上，而全部刀具都需经过热处理才能使用。因此，热处理在机械制造和冶金生产中具有重要作用。特别是随着传统生产技术与新材料技术、计算机技术、信息技术、自动化技术以及现代管理技术的紧密结合，企业之间的市场竞争日趋激烈，对热处理工艺和产品质量的要求越来越高，热处理炉的自动化和复杂化程度不断增加，迫切需要广大技术人员和安装工人熟练掌握热处理炉的安装与维修技术，以保证热处理炉的稳定运行。

1.1 热处理炉的分类和结构特点

热处理炉是对工件进行加热，并使其发生物理和化学变化的工业加热设备。它是实现热处理工艺的基本设备，主要用于工件的退火、正火、回火、淬火、调质处理、渗碳、渗氮、氰化等工序。

为满足生产工艺的需要，热处理炉有很多种类，其分类方法也有多种，但通常按下列几种方法分类。

按热能来源分类，有燃料炉（固体、气体及液体燃料炉）和电阻炉等。

按工作温度分类，有低温炉（ $<600^{\circ}\text{C}$ ）、中温炉（ $650\sim1000^{\circ}\text{C}$ ）和高温炉（ $>1000^{\circ}\text{C}$ ）等。

按炉膛介质分类，有真空炉、空气炉、控制气氛炉、浴炉、辉光离子氮化炉和流动粒子炉等。

按作业规程和机械化程度分类，有连续式炉、半连续式炉和周期式炉等。

按工艺用途分类，有退火炉、正火炉、回火炉、淬火炉、氮化炉、渗碳炉和氰化炉等。

按外形和炉膛形状分类，有箱式炉、井式炉、推杆式炉、台车式炉、振底式炉、转底式炉和输送带式炉等。

尽管热处理炉种类繁多，但它们的基本结构都是由加热装置部分（如电热元

件、燃烧室、烧嘴等)、放置物料部分(如台车、马弗罐、输送链、炉膛等)、排烟系统(如燃料炉的烟道、烟囱等)和辅助装置(如炉门、炉壳、预热器等)部分组成。

1.1.1 热处理电阻炉

热处理电阻炉是以电为能源,通过炉内电热元件将电能转化为热能而加热工件的炉子,其特点如下:

- ① 结构简单,操作方便、安全。
- ② 工作温度范围宽,容易进行快速加热并得到高温,且可实现从材料内部加热升温。
- ③ 可实现可控气氛或真空加热,工件热处理后氧化、脱碳少。
- ④ 热效率高,单位能耗低,无污染。
- ⑤ 容易实现炉温和动作程序的准确控制,炉膛温度分布均匀,容易实现机械化和自动化。
- ⑥ 需要增加配电设备费用,电力成本高。

热处理电阻炉有许多种类。按作业规程和机械化程度可分为周期式作业炉和连续式作业炉。常用电阻炉已有系列化标准产品,而非标准热处理电阻炉可根据用户需要设计,主要用于大型的热处理炉生产线等。

热处理周期式炉是将工件成批入炉,完成加热、保温等工序(甚至包括冷却)后出炉,再将另一批工件入炉进行处理的炉子。其特点是结构简单,容易制造,工艺适用性强,可进行多品种批量生产,但劳动条件差,工艺过程不宜控制,产品质量不稳定。常用的炉型有箱式炉、井式炉、台车式炉、罩式炉等。

1.1.1.1 箱式电阻炉

箱式电阻炉按其工作温度可分为低温箱式炉($<650^{\circ}\text{C}$)、中温箱式炉($650\sim 1000^{\circ}\text{C}$)和高温箱式炉($>1000^{\circ}\text{C}$)。其中,最常用的是适合于单件和小批量生产的中温箱式炉,可用于碳钢、合金钢的退火、正火、淬火、回火或固体渗碳等。无论是低温箱式炉、中温箱式炉,还是高温箱式炉,其结构都大同小异,基本结构都是由炉壳、炉衬、加热元件以及配套电气控制系统等组成。炉壳由角钢和钢板焊接而成。

(1) 中温箱式电阻炉

中温箱式电阻炉的结构如图 1-1 所示。炉壳以角钢或槽钢作骨架,外覆钢板,用电焊焊接。炉门、门框和工作台用生铁铸成或角钢与槽钢焊接而成,而炉衬一般采用体积密度不大于 $1.0\text{kg}/\text{cm}^3$ 的轻质耐火黏土砖砌筑。侧墙和炉顶耐火砖层与炉壳之间为保温层,采用珍珠岩保温砖并填以蛭石粉、膨胀珍珠岩等,或者在耐火层和保温层之间夹一层硅酸铝耐火纤维。也有的内墙用一层耐火砖,炉顶和保温层用耐火纤维预制块砌筑。炉门内砌有轻质耐火砖及保温砖,中央开有窥视孔。通过

手摇带有平衡重锤的链轮升降炉门，使炉门启闭。炉门上设有炉门开启时切断电源的限位开关，以防触电事故发生。炉底由炉底板、炉底板支撑砖、搁砖和耐火砖与保温砖构成。电热元件安置在炉膛两侧内壁搁砖和炉底搁砖上，大型箱式炉也有将电热元件布置在炉顶、后壁或门内侧，其引出棒集中于炉后，外设安全罩。测温热电偶安在热电偶孔中。

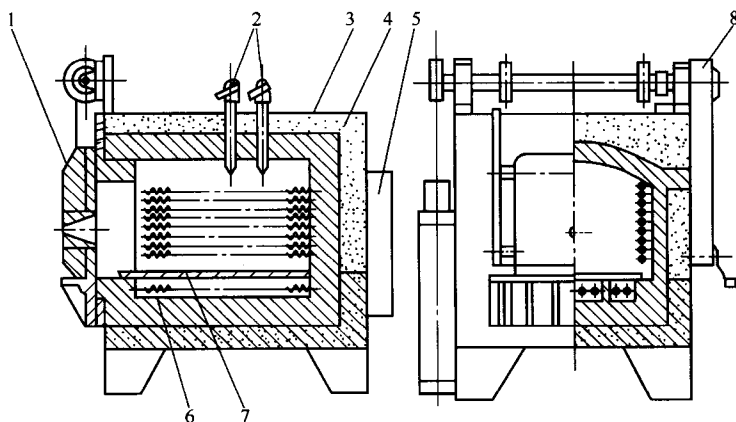


图 1-1 中温箱式电阻炉结构图

1—炉门；2—热电偶；3—炉壳；4—炉衬；5—罩壳；6—加热元件；

7—炉底板；8—炉门升降机构

(2) 高温箱式电阻炉

高温箱式炉主要用于高速钢刀具、高铬钢模具和高合金钢的淬火加热，其结构与中温箱式炉相似，见图 1-2。由于炉内温度高，炉子内外温差大，容易散热，因此，炉衬比较厚。通常有三层，第一层为耐火层，用高铝砖砌筑。第二层为中间层，用保温砖砌筑。第三层为外层，填充保温填料。炉底多用碳化硅或重质高铝砖砌成。由于工件在高温炉中加热，主要靠辐射传热，因此，一般是以硅碳棒为电热元件，直接布置在工作室内。可垂直布置在炉膛的左右两侧或水平布置在炉顶和炉底。炉壳用钢板和角钢焊接。侧墙上有一小孔，供插入热电偶。

因硅碳棒的电阻值在加热过程中变化很大，容易引起硅碳棒损坏。所以，在 850℃ 以下加热时，速度不宜太快。硅碳棒在使用过程中会老化，电阻值逐渐增加，功率降低，升温速度减慢，甚至达不到温度要求，故配有小挡多级的调压变压器，以调节输入功率。此外，硅碳棒抗急冷急热性能差，高温强度低，脆性大，限制了硅碳棒的长度和炉膛尺寸，影响了高温箱式炉的应用范围。

高温箱式炉也有采用二硅化钼为电热元件的，其使用温度可达 1600℃。这种电热元件常做成 U 形垂直安装在炉内。因二硅化钼脆性很大，为避免装、出工件时碰断，故一般应掩藏在炉墙的凹槽中。

高温箱式炉也有用金属做电热元件的。最高工作温度可达 1200℃。电热元件用 0Cr27Al7Mo2 绕成螺旋状布置在炉膛两侧及底部，温度比较均匀。

(3) 低温箱式电阻炉

低温箱式炉大多用于回火和有色金属的热处理。因工作温度低，主要靠对流传热，故为提高炉温均匀性，常在后墙或炉顶安装导风装置、风扇等，以迫使炉气循环，加快热对流。

1.1.1.2 井式电阻炉

井式电阻炉外形为圆形、正方形或长方形，应用最多的是圆形结构。炉口开在顶面，便于利用车间起重设备垂直起吊工件，操作方便，利用率高，占地面积小，且炉盖密封性好，热损失小。因炉体较高，为操作方便，一般置于地坑中。这种炉子主要适用于加热细长工件，以减少热处理过程中的变形。

井式电阻炉因炉膛较深，上下散热环境相差较大，为提高炉温均匀性，电热元件常分区布置，各区单独供电并控制炉温。常用的井式炉有低温、中温、高温井式电阻炉和井式气体渗碳炉等。

(1) 高、中温井式电阻炉

中温井式电阻炉主要适用于轴类等长形零件的退火、正火、淬火加热，高速钢拉刀的淬火预热及回火等。这种炉子因装炉量少，生产效率低，常用于质量要求较高的工件。

中温井式电阻炉的结构见图 1-3。它由炉壳、炉衬、炉盖、启闭机构及加热元件等组成。炉壳采用钢板和型钢焊接而成。炉衬由轻质耐火黏土砖、保温砖和耐火

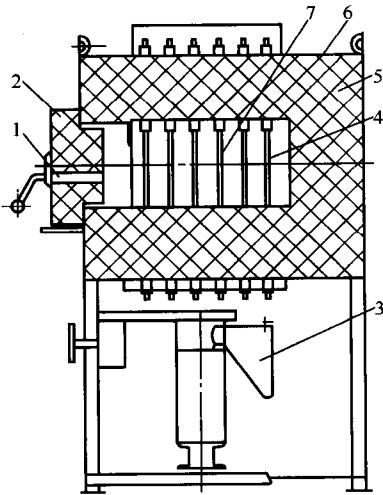


图 1-2 高温箱式电阻炉结构图

1—观察孔；2—炉门；3—变压器；4—硅碳棒；
5—炉衬；6—炉壳；7—热电偶孔

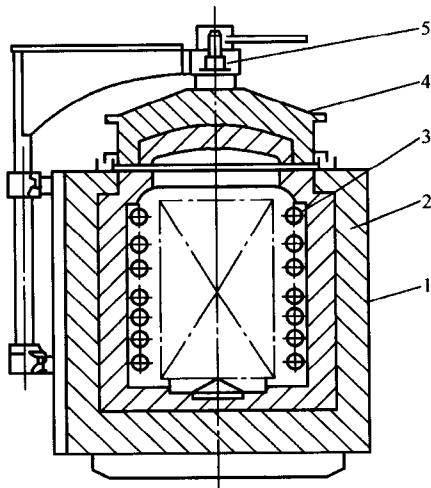


图 1-3 中温井式电阻炉结构示意图

1—炉壳；2—炉衬；3—电热元件；
4—炉盖；5—炉盖升降机构

填料或纤维组成。电热元件绕成螺旋状置于搁砖上，也有的用电阻丝或电阻带绕成“之”字形，挂于炉墙上。炉盖采用液压、气动或电动启动，可用砂封、水封或油封。

高温井式电阻炉主要用于长形高速钢刀具及高合金钢工件的正火、淬火加热。这种炉子一般以硅碳棒作为电热元件，分两组或三组放置在炉膛的侧面，各组均用可调变压器控制电压，以保持功率稳定。为防止装卸工件时碰坏电热元件，常用金刚砂板遮住硅碳棒。也有的采用 $0\text{Cr}27\text{Al}7\text{Mo}2$ 电热合金丝作为电热元件，最高工作温度可达 1200°C ，用于高合金钢工件的淬火加热。部分炉子还可通入可控气氛，实现无氧化加热。

(2) 低温井式电阻炉

低温井式电阻炉广泛用于工件的回火和人工时效处理，其最高工作温度为 650°C 。它的结构与中温井式炉相似，由炉壳、炉衬、炉盖、炉盖启闭机构以及电热元件等组成，见图 1-4。由于低温炉的传热以对流为主，故在炉盖上安装有立式电动机带动的风扇，以强迫炉气沿料筐向下流动，再由料筐底部板孔进入料筐将热量传给工件，筐内气体受风机负压吸入而循环流动。也有的大型回火炉采用侧装或底装风扇。低温井式炉炉衬多采用轻质耐火砖砌筑，电热元件以螺旋状置于搁砖上。小型井式炉的炉盖启闭机构一般采用杠杆式，大型回火炉常采用液压、电动或气动等驱动方式。为保证操作安全，炉盖升降轴旁侧常装有限位开关，与升降轴联锁。当轴升起将炉盖打开时，炉子电源立刻切断。

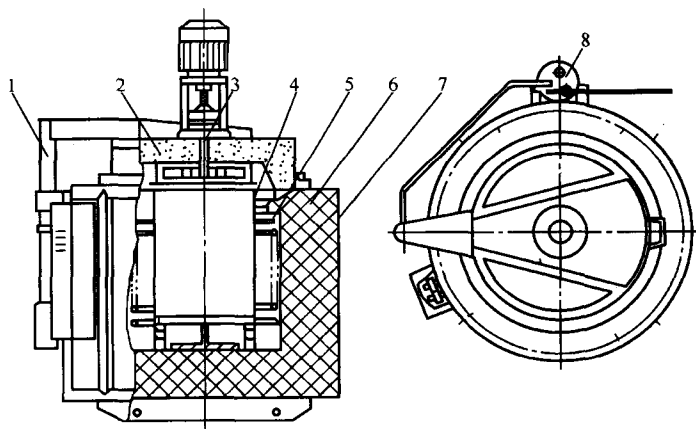


图 1-4 低温井式电阻炉

1—升降机构；2—炉盖；3—通风机构；4—装料筐；
5—电热元件；6—炉衬；7—炉壳；8—油泵

(3) 井式气体渗碳炉

井式气体渗碳炉除用作气体渗碳外，还可进行氮化、氰化、碳氮共渗等化学热

处理。这种炉子有如下特点：①炉膛密封性好，可保持活性介质稳定的成分和压力；②炉内设有耐热钢炉罐，使电热元件与活性介质隔离，阻止活性介质对电热元件的侵蚀；③炉内装有风扇，加速活性介质循环，保证活性介质与工件充分接触并使工件受热均匀。

井式气体渗碳炉的结构见图 1-5。炉身部分的结构与中温井式电阻炉基本相似，但炉膛内增加了炉罐、炉罐座、风扇等，炉盖上增设了滴量器，炉罐开口外缘增设了砂封槽。

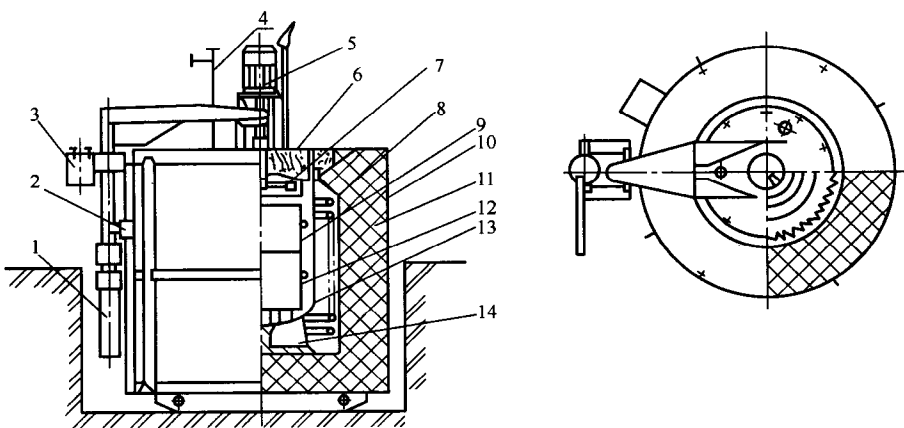


图 1-5 井式气体渗碳电阻炉

- 1—液压机构；2—行程开关；3—油泵；4—滴量器；5—电机；6—炉盖；7—风扇；8—电热元件；
9—炉膛；10—炉壳；11—炉衬；12—料筐；13—炉罐；14—炉罐座

耐热钢三角架置于炉膛底部，耐热钢炉罐置于炉膛中央，内放耐热钢装料筐。炉罐开口外缘设有砂封槽，炉盖下降时，其凸出边缘就插入砂封槽内。在炉盖下方

装有风扇，以促进炉气循环。为防止风扇轴漏气，可采用活塞环式密封、迷宫式密封或黄油密封等装置。炉盖上装有三头滴量器管，可同时向炉内滴入三种有机液体，经高温裂解制备成渗碳气氛。废气经排气管引出并点燃。

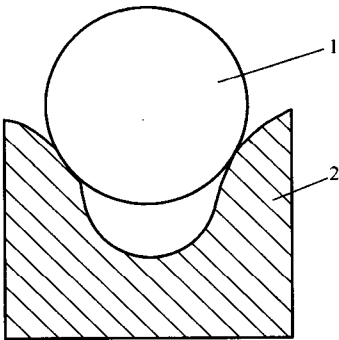


图 1-6 滚球炉底
1—滚球；2—轨道

1.1.1.3 其它周期式电阻炉

(1) 滚动底式炉

滚动底式炉的结构与箱式电阻炉基本相似，但在炉底上设有两条带 V 形或槽形槽的耐热钢制的轨道，其上放有耐热钢制的滚球、滚柱或滚轮，也可用陶瓷滚球，见图 1-6 和图 1-7。料筐或炉底板放在滚球上，可减小工件进出的摩擦力。