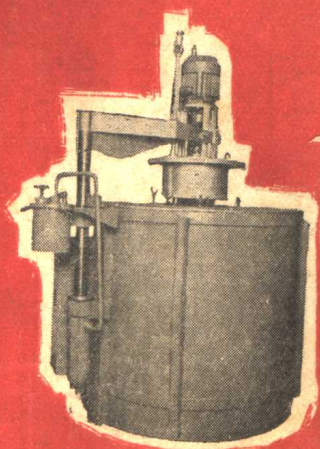




朱 斌 編 著

热处理电阻炉

(构造、设计、使用和维修)

上海科学技术出版社

热 处 理 电 阻 炉

(构造、计算、使用和维修)

朱 斌 编 著

內 容 提 要

电炉是现代工业的一种重要加热设备,本书主要介绍应用较广的热处理电阻炉。

本书共分六章,全面地叙述了热处理电阻炉的分类、各种国产热处理电阻炉的构造、筑炉材料、简单计算方法、炉温的测量和控制、维护和修理等。可供从事于热处理工作的工人、技术人员和中等技术学校金相热处理专业的学生参考。

热 处 理 电 阻 炉

(构造、计算、使用和维修)

朱 斌 编 著

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷六厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 5.4/32 字数 116,000

1959年12月第1版 1959年12月第1次印刷

印数 1—3,500

统一书号: 15119 · 1374

价: (十二) 0.60 元

前 言

鍛鋼、鑄鋼件和各种重要机械零件及工模具等,都必須經過淬火、回火、正火、退火、滲碳、氮化等各种不同性质的热处理,而热处理的主要設備就是炉子。电阻炉是热处理炉的一种。随着冶金、机械制造工业的飞跃发展,近年来,各种电阻炉已被广泛应用在冶金、机械制造等工业部門和科学研究机构中。由于电阻炉用作热处理比其他燃料加热的炉子有着更多优点,再加我国电力工业的迅速发展,无疑地,电阻炉的使用将日益广泛。

目前在我国使用热处理电阻炉的单位已逐渐增多,但是直到目前我国还没有一本专门讲述热处理电阻炉的书籍,因此笔者本着党所提出的敢想、敢说、敢做的精神,抱着抛磚引玉的希望,着手编写这本小册子。本书主要是根据笔者几年来从事热处理电阻炉的制造与試驗中所积累的一些經驗,并参考他人的成就编写而成。除将电阻炉作了简单分类外,并詳細介紹了各种国产热处理电阻炉的构造、简单計算方法、炉温的测量和控制、使用維修等。书中介紹的各种炉子和温度控制設備都是国内自制的产品。这些产品在我国各工矿企业学校及研究机构中应用很广,因此希望本书能給从事現場热处理工作的工人、技術人員及中等技术学校的同学提供一些有关选型和使用維修的参考資料。

在编写本书过程中承徐国兴、張冠英工程师热心代为校閱原稿并給予許多指导,朱士清、錢永兴、陈念平、郎銘耀、瞿金宝等同志的大力帮助,謹此向他們表示謝意。由于笔者学

識淺陋，書中錯誤遺漏等缺點可能很多，因此熱烈希望讀者不吝給予指正和幫助，以便修正。

朱 斌 1959年8月于上海

目 录

前言

概論	1
----	---

第一章 热处理电阻炉的分类和国产热处理电阻炉的构造

1. 热处理电阻炉的分类	4
一、箱式电阻炉 二、盐浴电阻炉 三、竖井式电阻炉	
四、钟罩式电阻炉 五、直通式电阻炉 六、旋轉式电阻炉	
2. 国产热处理电阻炉的构造	9
一、110、112 型及仿苏 H11-100 型, 仿德 DKO 型箱式电阻炉	
二、120、121、123、124 及 130 型盐浴电阻炉	
三、141、142 及 143 型竖井式电阻炉 四、150 型圓形钟罩式电阻炉	
五、170 型輪送式电阻炉 六、171 型推送式电阻炉	
七、180 型旋轉式鼓形电阻炉	

第二章 热处理电阻炉的各个部件

1. 炉壳与炉門	46
2. 耐火、隔热炉衬	47
3. 电热元件	49
4. 耐热鋼零件	59

第三章 筑炉材料的性質

1. 金属材料(包括耐热合金)	62
2. 耐火、隔热材料	64
3. 发热体材料	71

第四章 热处理电阻炉的簡單計算

1. 电阻炉的热量总消耗	80
2. 电压和相功率的选择	83

3. 炉内功率的分布	84
4. 电热元件尺寸的确定	84
5. 电极盐浴电阻炉的计算	93
6. 计算举例	95
第五章 炉温的测量与控制	101
1. 测量仪器	101
2. 炉温的测量	112
3. 热电高温计和辐射高温计主要误差的修正	114
4. 炉温的控制	119
第六章 热处理电阻炉的使用和维修	129
1. 电阻炉的安装	129
2. 电阻炉的使用方法	131
3. 保护气体的采用	135
4. 电阻炉的维护与修理	136
5. 安全技术须知	143
附录	146
1. 国产电热元件电阻、长度、直径重量换算表	146
2. 几种常用电阻炉电热元件的尺寸数据	150
3. 电阻炉及电极盐浴炉用国产仿苏型变压器的技术规格	153
4. 国产温度测量、控制仪器的技术规格	155
参考資料	158

概 論

許多鍛鉄和鑄鋼件在制造过程中都要經過加热；而絕大部分重要的机械零件与工模具，象軸、齒輪、彈簧、切削刀具、量具、冲模及其他零件等都需經過热处理，如：淬火、正火、退火、回火及滲碳、氮化等。

在进行热处理工作时，需把工件加热到一定的温度，因此加热工件用的炉子是热处理車間的主要設備。根据历史的記載，热处理炉早在三千多年前已經有了，我国周代就有一些工匠在制造刀、劍等兵器时，用热处理炉加热，使之增加强度。自那时一直到 19 世紀末叶为止，这种热处理炉的构造基本上没有什么改进。一般是具有炉膛、烟囱、炉門等，且大都是用普通磚砌成。热能的来源为直接用煤炭或煤油燃烧，因此其热量在炉內的分布极不均匀，只能由操作者根据实际經驗来調节炉內火焰的强弱而控制温度。这种炉子用在当时热处理工作上还可胜任；但随着工业的不断发展，显然需要效能較佳而效率更高的热处理炉才能适应。因此在第一次世界大战之后，热处理炉在設計与构造方面都有了很大的改进。約在 1914 年，俄国彼得格勒普梯洛夫工厂的科洛列夫工程师，創造了間接加热的热处理电阻炉，它的原理是以电流通于一种金属或非金属的电阻物質中，使之发出热能借輻射或对流作用傳至被加热工件上。这种电阻炉經過几十年的不断改进和随着鉻鎳合金电热元件的发明，到目前为止在結構上已趋非常完善。与其他燃料炉相比，它具有下列許多优点：

1. 电阻炉适宜于进行任何規程的热处理工作，例如：工

件形状的大小和在炉內的放置位置,及其加热時間的長短等;

2. 在电炉中可以容易地将温度控制在規定的範圍內,同时可以根据工作的需要把它分成几个各具有規定温度的独立的加热区,分別予以自动控制,其准确度可达 $\pm 2\sim 5^{\circ}\text{C}$;

3. 电炉比其他火焰炉更容易保持炉中所需要的气氛,因此能避免工件在加热过程中的氧化作用,从而可减少金属的火耗損失;

4. 与其他燃料炉相比,电炉的結構既紧凑又没有管道、气管、煙囪等,因此占地面积极少,可安装在車間的任何地方,甚至可装在流水作业生产綫上。另外,由于热量不会发生随廢气逸走的情况,故它的效率較高;

5. 由于电炉没有极高温度的局部燃燒部分(燃燒室),所以耐火磚的使用寿命較长,炉衬的結構也比較簡單,在耐火或隔热层損坏时修理方便,修費低廉;

6. 用电炉比其它炉子方便,除部分在裝卸工件时需人工操作外,絕大部分是机械化自动化的,因此所需操作人員較少,除調整工外,一般对操作工人的技术等級要求并不高;

7. 电炉的加热温度能控制得十分正确,因此完全可以避免由于加热不当而产生廢品的危險;

8. 电炉因为没有燃燒生成物和煙气,車間內可保持得很干淨,因而工人的劳动条件較好。另外,在防火方面也比較安全。

正因为間接加热电阻炉有着这許多优点,所以它被普遍应用在各工业部門、学校實驗室及科学研究机构中。但电阻炉在我国的应用历史还不太长,解放前没有專門制造电炉的工厂,主要依賴国外进口,因此应用极不普遍。解放后在党和政府的正确领导下,随着机械工业的飞跃发展,各种机械零件的質量要求也愈益提高,近几年来我国已迅速地建成了相当

規模的专业性及非专业性的电炉制造工厂，經過工人和技术人員的刻苦钻研和学习了苏联先进經驗，在短短的几年中已試制成功了近百种仿苏型和自行設計的各种热处理电阻炉，供应給机器、汽車、拖拉机、飞机等制造厂。

由于电阻炉的使用日益普遍，使用范围也正在逐漸扩大，因此如何合理地使用和維護，具有很重要的意义，因为使用得当和維護得好，既能保証热处理的质量，又能延长电阻炉的使用寿命，从而为国家节约資金。

第一章 热处理电阻炉的分类和 国产热处理电阻炉的构造

1. 热处理电阻炉的分类

热处理电阻炉的使用范围非常广泛,它们的构造形式和尺寸大小各不相同,就其用途来讲,很难作出完善合理的分类。各国对热处理电阻炉的分类方法亦不完全一致,有的按用途分类,也有以炉温的高低分类。我国生产的各种热处理电阻炉,大都是仿照苏联电工部“电炉托拉斯”工厂出品的型号,它们的分类方法是:按照炉膛的结构形式和工件在炉内的移动方式而加以划分。常见的有下面几类:

一、箱式电阻炉

这类电阻炉在各种机器制造厂的热处理车间应用得很广泛,它适用于单个小批大、中、小型零件的热处理,如:退火、正火、回火以及固体渗碳等。带有特殊马弗室的箱式电阻炉,还可用来进行固体渗铝和金属线、带的光亮退火,由于用途比较广,人们常称它为万能电阻炉。根据各种不同工作的要求,箱式电阻炉的炉底有各种不同的构造,常见的有如下几种:

(一)炉底固定式 这种箱式电阻炉在实际应用中的数量最多,容量可以从数千瓦到数百千瓦。工件由人工装卸。其形状见图1。

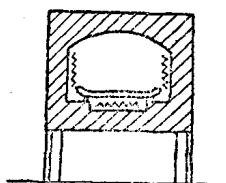


图1 炉底固定式
箱式电阻炉

(二)炉底升降式 这种箱式电阻炉主要用作大型铸、锻件的回火和钢板的热处理,其容量大都在数百千瓦以上,其炉底为一耐热合金钢制成的平车,需加

热的工件即放置在上面,沿轨道推至炉罩下面的工作台上,借电动机或液压装置把它升到炉膛内,见图2。当一批工件在加热时,另一批工件则可预先装在第二部平车上,待到第一批工件加热完毕降下,第二车便可立刻升上,这样可使炉中的热量不致因装卸工件而造成大量的损失。平车与炉身接触处,可以用砂或其他液体密封,以便通入所需要的各种保护气体避免工件的氧化和脱碳。

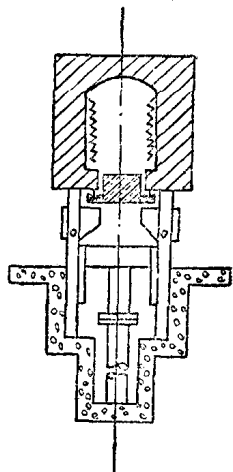


图2 炉底升降式箱式电阻炉

(三) 炉底可移动式 这种箱式电阻炉的炉底为一由耐火砖与部分耐热合金钢制成的平车,但与炉底升降式的箱式电阻炉的平车不同,此平车是从通入炉内的轨道上沿水平方向推至炉中,车面正好是炉子的底,通常车轮、车轴均露在炉外。必要时平车可以加以冷却,以保持其机械强度。平车的进出大都用电动机牵引,为了使炉子有足够的热量,往往在装载工件的平车的下面也装有电热元件,车面与炉身接触部分,也可用细砂密封,见图3。

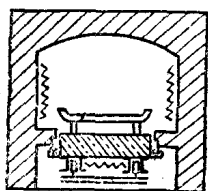


图3 炉底可移动式箱式电阻炉

(四) 滚珠炉底式 这种箱式电阻炉的结构,几乎完全与炉底固定式箱式电阻炉相同,只是在它的炉底上砌有数条耐热合金钢轨道,在这些轨道上,均放有数颗耐热合金钢丸,装载工件的耐热钢底板,即放置在钢丸的上面,见图4。这样,可使工件装卸时的重力大为减轻。这种炉子的主要用途为

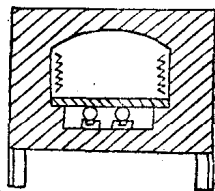


图4 滚珠炉底式箱式电阻炉

大、中型鍛模的加熱及固體滲碳，而不適用於小零件的熱處理。

二、鹽浴電阻爐

這類電阻爐分有外熱式和內熱式兩種，見圖 5、6。外熱式鹽浴爐即是將鹽浴盛放在耐熱合金坩堝內，由安在耐火

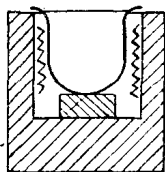


圖 5 外熱式鹽浴電阻爐

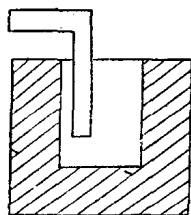


圖 6 內熱式電極鹽浴爐

磚爐壁上的電熱元件從外部加熱，而促使坩堝內的鹽類熔化。內熱式鹽浴爐的坩堝直接由耐火磚砌成，內部插有兩根或三根金屬電極，當接通電路後，由於電阻發熱而使鹽類熔解。用這類電阻爐加熱時，工件被具有電磁攪拌作用的鹽浴所包圍，比用一般輻射式電阻爐加熱來得均勻，因此它們被廣泛用作等溫淬火、高低温氰化及高速鋼量具、刀具等的熱處理。

三、豎井式電阻爐

這類電阻爐近年來獲得了廣泛的採用。一些大型豎井式電阻爐的容量已高達 1,000 多千瓦，其形狀有方形的（圖 7），也有圓形的（圖 8），溫度範圍為 $300 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ 。可用作長軸、導鍵、高速鋼拉刀和其他工模具的淬火氣體滲碳，及氣體氮化等。另外，它還可用作有色金屬及輕合金的大量回火。

四、鐘罩式電阻爐

這類電阻爐與爐底升降式箱式電阻爐相似，不過其形狀大都是圓形的，一般方形較少，爐底與被加熱工件均固定在地上不動，裝卸工件時用起重機將罩形爐身吊起。有時為了減

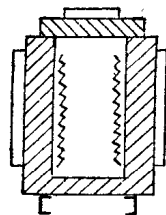


图 7 方形竖井式电阻炉

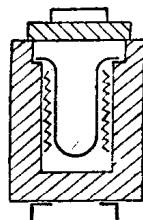
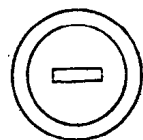
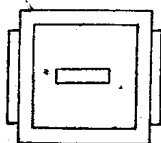


图 8 圆形竖井式电阻炉



少炉子的热损失,常用两个固定的炉底,这样可迅速地把钟罩形炉身从这一炉底移至另一炉底的被加热物上。这类炉子是一种当被加热物因特殊原因不能装入炉内时所使用的加热炉,主要用作钢板和铜线及金属带的光亮退火。它的示意结构见图 9。

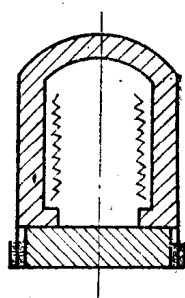


图 9 圆形钟罩式电阻炉

五、直通式电阻炉

这类电阻炉的形式很多,常见的有推送式和输送式两种,见图 10、11。主要作淬火或回火用。它们的特点是生产率高,且在工作时几乎全部是机械化和自动化,故被广泛采用在大批生产的工厂的热处理车间里。

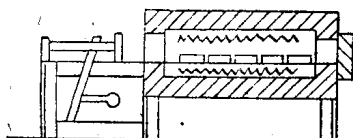


图 10 推送式电阻炉

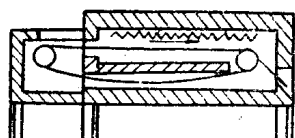


图 11 输送式电阻炉

六、旋轉式电阻炉

这类电阻炉分炉底旋轉式(图 12) 和炉罐旋轉式(图 13) 两种,主要用途为机件的淬火和回火,其整个工作过程从装载

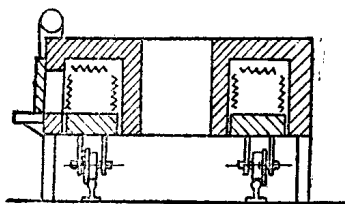


图 12 炉底旋轉式电阻炉

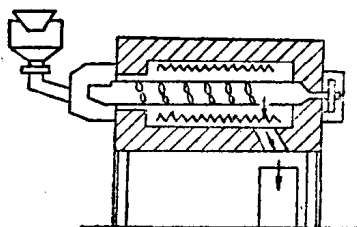


图 13 炉罐旋轉式电阻炉

工件,到卸下工件全部是机械化和自动化的。炉罐旋轉式电阻炉,可专门用作滾珠(柱)和套圈的热处理,它們与直通式电炉一样,只适用在大批生产的工厂里,对一般单个小批生产和零件变化較多的工厂不适宜。

在上述各类电阻炉中,根据它們的作业性質可分为周期作业炉和連續作业炉两大类。所謂周期性作业炉,即是当炉子在一开始启用时,先向炉內装入一批工件,并加热到一定温度,再經受某种热处理——淬火、退火或滲碳等,取出后,往炉內装入另一批工件,加热到任何其他温度,并同样經受某种热处理(可能与第一批一样,也可能是另外一种性質的热处理)。每批工件按不同方法加热,有的較快、有的較慢,其加热温度也可能各不相同。在前面已經述及,这些周期作业炉适用于单件或小批生产的工厂中,也就是采用热处理的方法不一样,工件的形状不同,今天是这个而明天又是另一个,在这样的生产中最适合的是这类炉子。

在成批生产的工厂里(飞机、汽車、拖拉机及滾珠轴承等工厂),有着大量相同的零件,連續作业炉就显得更适宜,它們永远以同一工作方法进行同一性質的热处理,或者只作滲碳

或者只作淬火、回火之用。

2. 国产热处理电阻炉的构造

一、110、112型及仿苏 HIII-100型, 仿德 DKO 型箱式电阻炉

(一)110型(仿苏 I 型)箱式高温电阻炉

此式电阻炉可供高合金钢机件及高速钢等的淬火加热用, 最高工作温度为 1350°C 。我国出品的共分 110-30、110-50 两种型号。110-30 高温电阻炉的外形照相和结构剖面见图 14、15。炉壳用角钢与钢板焊

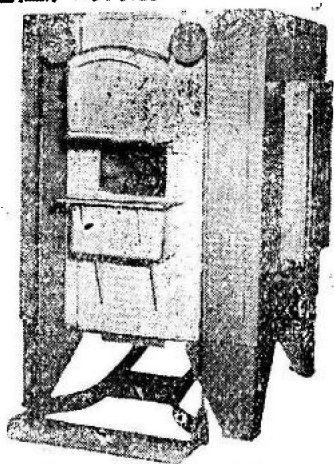


图 14 110-30 型高温箱式电阻炉的外形图

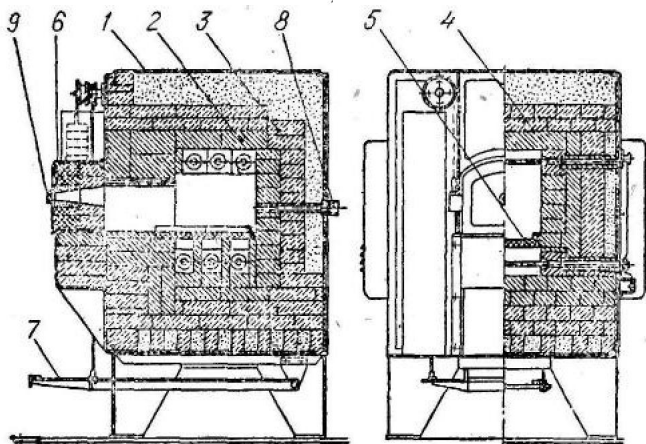


图 15 110-30 型高温箱式电阻炉的结构剖面图

1—金属炉壳; 2—耐火砖; 3—隔热砖; 4—硅碳棒电
热元件; 5—碳化硅炉底板; 6—炉门; 7—踏脚板;
8—插热偶孔; 9—观察孔

成，炉膛材料为轻质耐火粘土砖，在炉膛外面四周和上下，均砌有隔热砖保温层，在隔热砖与金属炉壳之间，填满了硅藻土粉，棒式碳化硅电热元件系横摆或竖放在炉膛两旁的刚玉砖上，承受机件加热用的碳化硅炉底板，平放在炉内底部的搁砖上，炉门系由生铁铸成，里面填有比例为 30 : 70 的生熟耐火粘土粉和 5% 石英砂的混合物。在炉门的中央开有一个观察工件加热情况的小孔，为了防止热量从孔中逸散，在孔内填有一层透明的云母片。炉门的升降系用脚踏传动装置操纵，在炉子的后面开有两个装测温热电偶和通保护气体的小圆孔。由于碳化硅电热元件容易老化，使用不久电阻即显著增加，因此它们的电源是由初级电压为 380/220 伏的三相降压变压器供给，该变压器的次级分有数个不同电压的抽头，当碳化硅电热元件的电阻增加时，可变更变压器的抽头来提高电热元件两端的输入电压。

(二) 112 型(仿苏 H 型)箱式电阻炉

此式电阻炉可供金属机件在正火、退火、淬火和固体渗碳时加热用，最高工作温度为 950~1000°C，我国制造的此种箱

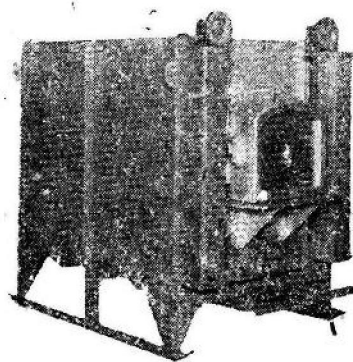


图 16 112-30 型箱式电阻炉的外形图

式电阻炉共分五种型号，图 16 和 17 是 112-30 型箱式电阻炉的外形照相和结构剖面图。其炉壳系用角钢作骨架 (112-45、60、75 型均采用槽钢)，外复薄钢板用电焊焊成，角钢 (或槽钢) 与钢板的大小厚薄，主要根据电炉容量的大小来决定。炉门的门框用生铁铸成，它们的炉膛系用轻质或普通耐火砖砌