

211381

中等专业学校教学用书

黑色电冶車間机械設備

(电冶金专业用)

本溪鋼鐵学院編



中国工业出版社

緒 論

在国民經济各个部門中，高級优质鋼得到了愈来愈广泛的应用。現代高級优质鋼主要采用电弧炉炼鋼法。鉄合金是炼鋼生产中不可缺少的原料，要发展鋼的生产，尤其是高級优质鋼的生产，就必须相应地发展鉄合金生产。

現代的电冶金車間中，全部炼制过程——从原料經過冶炼，到最后生产出成品，每一个工序都采用了各种类型的專門机械。例如在原料工段有着各种原料的处理設備——落錘破碎，切屑打捆等設備，原料的輸送設備——抓斗起重机，电磁鉄起重机等；在炉子工段設有装料机械；浇注及脫模等工段也分別設有專門型式起重机及为完成該工段任务而必需的机械。如果在生产中不借助于这些設備，要完成大量优质鋼的生产任务是很难設想的。当采用了这些机械以后，不但解除了生产中工人繁重的体力劳动，而且也显著地提高了劳动生产率。就以电炉装料为例，人工装料时，装入1吨炉料約須5—6分钟，因此10吨电炉的装料時間就需1小时左右，而在采用了机械化炉頂装料以后，即便是大型的电炉全部装料時間也只需5—7分钟。装料時間縮短的意义不仅在于节约了装料時間，直接縮短熔炼周期，而且也将大量減少热損失，节约电量和电极，降低成本，提高生产率。

电冶金車間机械設備是重型而又精密的設備。冶金厂設備的工作条件，对設備也提出了一定的要求。設備是經常在高溫高負荷下工作，設備在运轉中甚至很小的事故，也会給生产带来很大的損失。因此一个电冶金工作者不仅要熟练地掌握冶炼技术，而且也應熟悉設備。只有在对設備的性能及构造有了充分了解的基础上，才能更好地使用它們，更大限度地發揮它們的潛力，并进而根据生产工艺的要求改进它們，使之日益趋于完善。

目 录

緒論

第一篇 电冶金炉

第一章 电冶金炉的分类	1
§ 1-1 电冶金炉的类型	1
§ 1-2 电弧炉的类型	1
第二章 炼钢电弧炉的机械設備	2
§ 2-1 近代炼钢电弧炉的构造	2
§ 2-2 炉体本身的部件	3
§ 2-3 电极升降系統	10
§ 2-4 倾炉机构	18
§ 2-5 水冷裝置	20
§ 2-6 炉頂装料式电炉	21
第三章 炼钢电弧炉的炉衬	31
§ 3-1 砌筑炉衬的耐火材料	31
§ 3-2 絕热材料	36
§ 3-3 粘結材料	36
§ 3-4 碱性电弧炉炉衬的砌造、 维护和修補	37
§ 3-5 酸性电炉的炉衬	48
第四章 铁合金冶炼电炉的 机械設備	49
§ 4-1 炉壳	49
§ 4-2 电极把持器	51
§ 4-3 电极升降机构	53
§ 4-4 炉子部件的水冷系統	55
§ 4-5 装料裝置	57
§ 4-6 通风裝置和保护裝置	58
§ 4-7 废气的回收裝置(有頂式铁合金炉)	62
§ 4-8 排出口的燒穿裝置	64
第五章 铁合金冶炼电炉的炉衬	64
§ 5-1 炉衬材料和結構	64
§ 5-2 炉衬的烘烤和加热	65
第六章 电极	66
§ 6-1 炭质电极和石墨电极	66
§ 6-2 自动燒結电极	68

第七章 感应电炉	71
§ 7-1 鉄芯感应电炉	72
§ 7-2 无芯感应电炉	72

第二篇 起重运输机械

第八章 引言	78
§ 8-1 起重运输裝置的分类	78
§ 8-2 起重运输机械的主要參数	78
§ 8-3 起重机械的工作制度	78
§ 8-4 起重机械的組成部分	79
第九章 鏈和繩	81
§ 9-1 焊接鏈	81
§ 9-2 鋼絲繩	82
第十章 滑輪和卷筒	90
§ 10-1 滑輪原理	90
§ 10-2 滑輪組原理	92
§ 10-3 滑輪的构造	94
§ 10-4 載重卷筒	96
第十一章 取物裝置	99
§ 11-1 取物裝置的类型及其应	99
§ 11-2 鍛制单鈎的选择及其强度驗算	101
§ 11-3 吊鈎挂架	104
第十二章 停止裝置和制動裝置	105
§ 12-1 停止裝置	105
§ 12-2 制動裝置	107
第十三章 車輪和軌道	113
§ 13-1 車輪的类型及其应用	113
§ 13-2 軌道的类型及其应用	114
§ 13-3 軌道的固定方法	115
第十四章 簡單起重機	116
§ 14-1 滑車	116
§ 14-2 絞車	121
第十五章 桥式起重機	121
§ 15-1 桥架	122
§ 15-2 桥架的运行机构	124
§ 15-3 行車	125

第十六章 旋轉起重機127

§ 16-1 固定式旋轉起重機的类型
及其應用130

§ 16-2 行動式旋轉起重機132

第十七章 起重機的使用知識135

§ 17-1 試運轉與交工驗收工作135

§ 17-2 起重機的維護138

第十八章 運輸機械140

§ 18-1 帶式運輸機140

§ 18-2 無軌運輸裝置148

第三篇 原料場設備

第十九章 原料貯存設備152

§ 19-1 電爐煉鋼車間的原料工段152

§ 19-2 貯料槽153

第二十章 破碎篩分設備158

§ 20-1 破碎與磨碎機械158

§ 20-2 篩分設備160

第二十一章 廢鋼鉄處理設備162

§ 21-1 錘击設備162

§ 21-2 折斷解体設備165

§ 21-3 剪斷機166

§ 21-4 打包機167

§ 21-5 切屑處理設備168

第二十二章 原料場起重運輸設備170

§ 22-1 橋式電磁起重機172

§ 22-2 橋式抓斗起重機173

§ 22-3 橋式電磁抓斗起重機175

§ 22-4 橋式料箱電磁起重機175

§ 22-5 料箱和料箱小車177

第二十三章 原料工段輔助設備178

§ 23-1 稱量設備178

§ 23-2 烘烤礦石和加熱鉄合金的爐子182

第四篇 爐子工段設備

第二十四章 橋式裝料起重機183

§ 24-1 裝料起重機的使用和工作的情况183

§ 24-2 橋式裝料起重機的構造183

第二十五章 爐前輔助設備188

§ 25-1 補爐機188

§ 25-2 吹氧設備189

第五篇 注錠和脫模工段設備

第二十六章 澆注起重機192

§ 26-1 澆注起重機的構造192

§ 26-2 澆注起重機數量和
負荷率的計算196

§ 26-3 澆注起重機運轉和
維護中的注意事項196

第二十七章 注錠設備197

§ 27-1 盛鋼桶197

§ 27-2 鋼錠模198

§ 27-3 保溫帽199

§ 27-4 底板199

§ 27-5 鋼錠模的清理和塗油設備200

第二十八章 鋼錠模車及其推送機； 渣罐車202

§ 28-1 鋼錠模車202

§ 28-2 鋼錠模車推送機204

§ 28-3 渣罐車204

第二十九章 脫錠設備205

§ 29-1 自由脫錠裝置205

§ 29-2 強制脫錠裝置的型式207

§ 29-3 移動式脫錠裝置208

第三十章 連續注錠裝置215

§ 30-1 連續注錠及其優點215

§ 30-2 立式連續注錠裝置215

§ 30-3 臥式和傾斜式連續注錠裝置222

第六篇 車間輔助設備

第三十一章 鋼錠表面修整設備224

§ 31-1 鋼錠表面的修整方法224

§ 31-2 砂輪磨床224

§ 31-3 風鏟清理226

§ 31-4 錠床清理227

§ 31-5 剝皮228

§ 31-6 火焰清理228

第三十二章 通風設備229

§ 32-1 通風的幾種形式229

§ 32-2 通風機230

主要參考文獻231

第一篇 电冶金炉

第一章 电冶金炉的分类

§ 1—1 电冶金炉的类型

按电能转变成热能的方法不同，电冶金炉可以分成下列四类：

1) 电阻炉 在这类电炉中，当电流流过炉料本身，或者流过叫作电热体的特别元件时，电能转变成热能。

2) 电弧炉 (图 1—1, a) 在这类电炉中，电能 在弧光中转变成为热能，借辐射作用传给被熔炼的金属。这类电炉广泛用来熔炼金属。

3) 复合式电炉 (图 1—1, b) 在这类电炉中，电能转变成热能的方式，既包括有电阻炉中的转变方式，又包括有电弧炉中的转变方式。冶炼铁合金的矿石还原电炉就属于这种类型。

4) 感应电炉 在这类电炉中，由于电磁感应而在金属中发生电流将金属加热。

图 1—2 是感应电炉的简图。被熔炼的金属 5 装在坩埚 4 中，在坩埚外面包有感应器 1，感应器各线圈间垫有绝缘层 2。当感应器中通入电流时，在炉料中产生感应电流因而被加热熔化。熔炼好的金属当倾炉机构 3 倾转炉体时从流钢槽 6 流出。

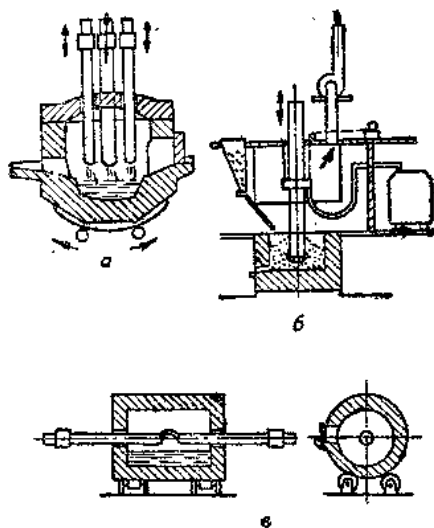


图 1—1 具有不同加热方法的电弧炉

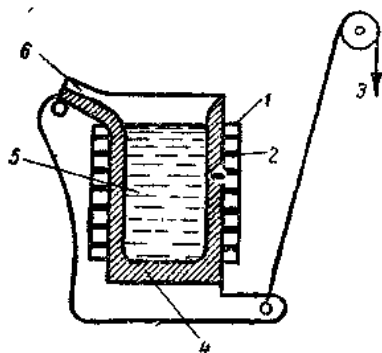


图 1—2 感应电炉略图

黑色金属冶炼电炉按其用途不同，可分为炼钢电炉和铁合金冶炼电炉。此外，按炉衬材料的性质不同，电炉可分为碱性电炉和酸性电炉两种。

§ 1—2 电弧炉的类型

按加热方法不同，电弧炉可分为下列三类：

1) 直接加热电弧炉 (图 1—1, a) 在这类电炉中, 电弧产生在电极和被加热金属之間, 在电极周围发出大量的热。这种炉子主要是用来炼鋼。它不宜用于熔炼挥发温度低的金属;

2) 間接加热电弧炉 (图 1—1, б) 在这类电炉中, 电弧产生在电极之間, 利用輻射作用加热电极下面的金属。这类电炉通常用来冶炼有色金属和可鍛鑄鉄;

3) 封閉电弧式电炉 (图 1—1, B) 在这类电炉中, 电弧产生在电极周围的一

层固体炉料下面。炉料的加热是靠电弧产生的热和电流流过炉料时发出的热。这类炉子通常用来熔炼鉄合金。

按电流流过金属的方法不同, 电弧炉可分为下列二类:

1) 炉底不导电式电炉 在这类电炉中, 电流从一个电弧到另一个电弧, 只沿水平方向流过金属 (图 1—3, 6和r)。这类炉子得到普遍的应用。

2) 炉底导电式电炉 在这类炉子中, 电流从一个电弧不但在水平方向通过金属流到另一个电弧, 同时也穿过金属流到炉底电极 (图 1—3, B) 或通过金属和导电炉底流到埋設在炉底上的电极 (图 1—3, a)。这种炉子現在已經不使用了。

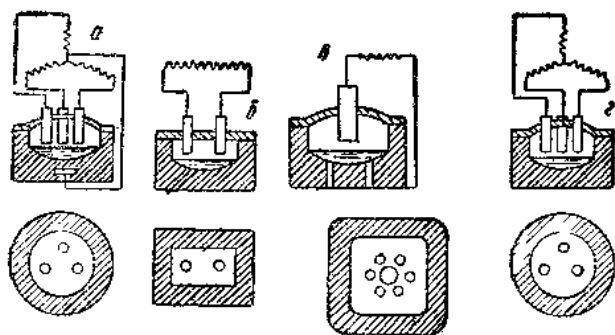


图 1—3 按电流流过金属方法分类的电弧炉类型

第二章 炼鋼电弧炉的机械設備

§ 2—1 近代炼鋼电弧炉的构造

目前, 在我国各电炉鋼厂中, 公称容量为5吨的、炉頂装料式电弧炉得到广泛应用。下面就以这种炉子为例說明近代炼鋼电弧炉的构造。

图 2—1 表示出一座这种类型的炉子。它的主要組成部分是: 帶有截头錐形或球形炉壳底的圓筒形炉壳 1、可升降的炉頂 2、与台架 4 相連的炉頂吊架、炉子傾动机构、帶有水平臂杆 3 的电极把持器支柱 11、电极把持器 13 和电极 9。

在炉子上裝有六台电动机: 驱动傾炉机构的电动机 5、驱动炉体移出机构用的电动机 6、驱动炉頂提升机构用的电动机 7 和三台驱动电极升降机构用的电动机 14。

傾炉机构用来在扒渣或出鋼时傾轉炉体。为了保証出鋼时傾淨炉中鋼液和便于扒渣, 炉子回流鋼槽方向应能傾轉 $40\sim 45^\circ$, 向工作門方向傾轉 $12\sim 15^\circ$ 。

炉頂吊架安裝在台架上, 台架具有两个扇形支承, 炉体用特殊扣鎖装置与台架联結。

傾炉机构用的电动机 5, 經過減速器带动台架和炉体傾轉。炉子傾动的最大角度由两个終端开关 12 限制。

在炉体移出进行装料以前, 开动炉頂提升机构, 将炉頂提升到距炉体上緣 $100\sim 150$

毫米的高度处，炉顶悬挂在绕过滑轮并用拉杆与减速机相连的链条上，减速机则由电动机7驱动。

炉体移出机构用来将炉体向炉子间方向移出，以便装入炉料或更换炉顶。移出机构由电动机6经减速机驱动。在炉顶提升到预定的高度、并将联结炉体与台架的扣锁装置打开以后，就可以开动炉体移出机构移出炉子。为了防止炉体移出时越过规定的极限位置，装置有档板和终端开关；当炉体靠近档板时，电动机6的电源即被切断。

电极升降机构的作用是，使每一电极在冶炼期间调节电流，或在电炉变压器接电或断电时能够单独升降。

悬挂电极把持器支柱11的钢丝绳，其一端在绕过滑轮系统以后固定到卷筒上；此卷筒由电动机14经减速机驱动。当卷筒转动时，支柱11即沿导槽升降，因而电极也随着升降。

在支柱11上刚性地固定有电极把持器横臂3。在横臂的端部有电极把持器13，用来夹持电极9。横臂与支柱的连接处垫有绝缘垫层8。

电流经横臂上的铜母线或铜管引到电极把持器，铜管与软电缆用铜质接头联接。在铜管内通水进行冷却，冷却水系由橡皮管引入。

电极与炉顶电极孔之间的空隙，用密封圈10密封。密封圈的作用是阻止炉气从电极孔大量逸出，以减少热损失并避免炉顶外面部分电极遭受强烈氧化。

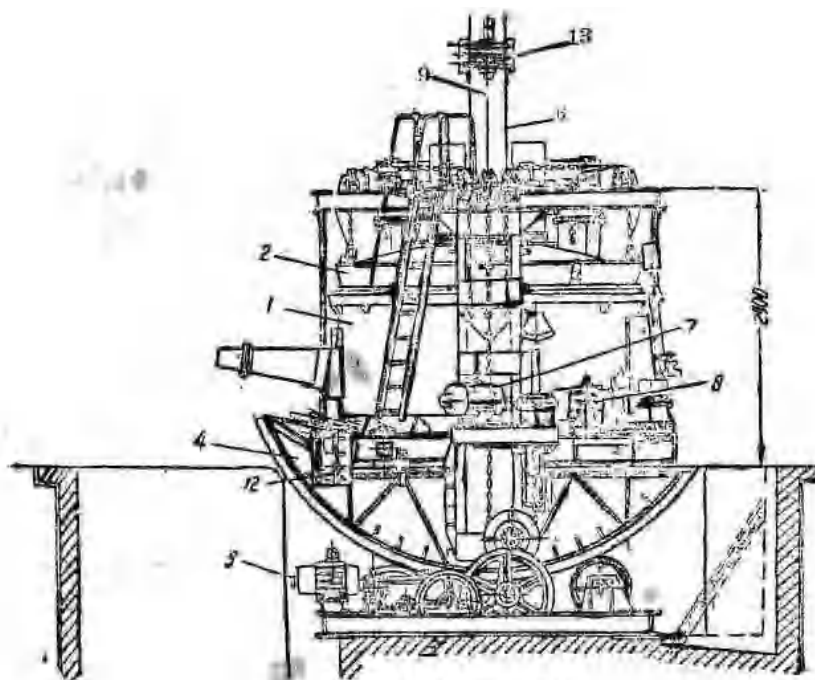


图 2—1 5吨炉顶装料式电炉

§ 2—2 炉体本身的部件

1. 炉壳

图 2—2 表示出有不同结构的炉壳。

炉壳是用钢板铆接或焊接作成。它除了承受炉衬和钢液重量的作用以外，还要担负

炉衬在加热时因膨胀而产生的压力。所以，对炉壳进行精确的强度计算很困难。在确定炉壳厚度时，应采用比计算所得数值为大的实验数据。通常炉壳钢板厚度采用为12~30毫米，此值决定于炉壳直径的大小：

炉壳直径，毫米.....小于3000 3000 4000 6000

炉壳厚度，毫米.....12~15 15~18 25 28~30

在炉壳上每隔400~500毫米钻有直径约20毫米的孔，用来排除烘炉时所产生的蒸汽，加速新炉衬的干燥。

炉壳由圆筒形炉身、炉壳底和加固圈三部分组成。

炉身作成圆筒形，就可以缩小单位辐射面积，从而减少热损失。在炉壳开口处（装料门和出钢口）和与电极把持器支柱联结处衬有钢板，使之得到加固。

容量10吨以下炉子的炉壳底可以用整块钢板压制作成，大容量炉子的炉壳底通常都由几块钢板组合作成。炉壳底的高度与炉身直径之比通常约为0.1；曲率愈大时，制造愈困难。

炉壳底有球形的、圆锥形的和平的三种。球形炉壳底（图2—2，B）坚固，且砌筑内衬时没有死角，因而所需耐火材料最少；其缺点是制造困难，炉底耐火衬砌筑也比较困难。这种炉壳底适于用在中小容量的炉子上。平的炉壳底（图2—2，a）制造容易，炉底砌筑也很方便；但炉衬存在死角，须要的耐火材料多，且坚固性差。这种炉壳底适于用在具有底倾炉机构的大炉子上。这种炉子的炉底有特备的架子支承。圆锥形炉壳底（图2—2，6）的优缺点居于上述两者之间，其应用范围与球形炉壳底的相同。

加固圈的作用是增加炉壳的刚度，保持炉身正确的圆筒形状。在冶炼时，尤其是在炉衬变薄以后，有大量的热经过耐火材料导出。这就将使炉壳变形，失去正确的圆筒形

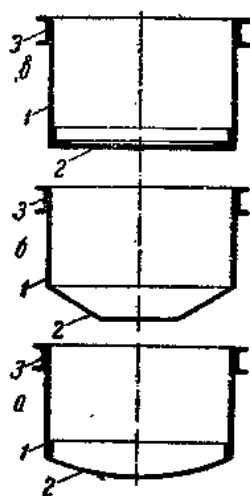


图 2—2 电弧炉的炉壳

1—圆筒形炉身；2—炉壳底；3—加固圈

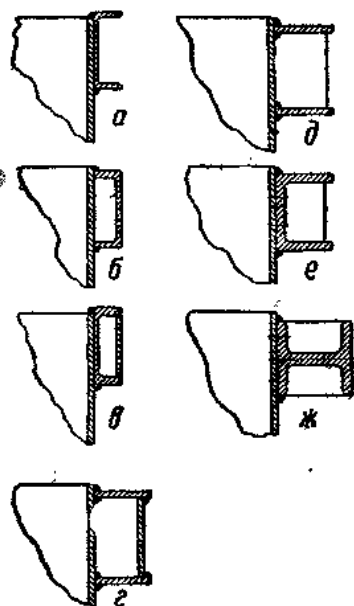


图 2—3 炉壳加固圈

状，招致炉顶更换时间的增长，降低炉子的生产率；特别是对子具有侧倾炉机构的炉子，还将使倾炉机构的工作发生困难。

加固圈型式很多，在图2—3中表示了几种。图a和б中的是用槽鋼焊成，图B表示的是用槽鋼和鋼板組合焊成；图r和д表示的是用鋼板焊成的；图e和ж表示的是鑄成的。当采用图б、B和r表示的几种結構时，可以通水进行冷却。

熔炼时，炉壳温度应不超过 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

2. 炉頂圈

炉頂圈是支承炉頂耐火材料的一个圓环（图2—4）。

炉頂圈的断面，随着炉子大小不同而有不同的形状（图2—5）。一般小炉子的炉頂圈用鋼板或角鋼焊接作成（图2—5，a）。大炉子的炉頂圈，采用图2—5，б表示的断面形状（鑄造結構），或采用图2—5，B表示的断面形状（焊接結構）。炉頂圈具有傾斜的側壁时，可以不用專門的炉頂拱脚砖；同时，由傾斜側壁所构成的三角形空腔內可以安装水管通水进行冷却，以延长炉頂圈的寿命。对于頂装料的大炉子，水冷炉頂圈还能防止炉頂圈和衬砖的粘結。

炉頂圈可以是整体作成的，也可以由两三部分用联接螺栓联接作成。如果炉頂砖是硅砖并采用前一种型式的炉頂圈，那么在砌砖时每隔一定数量的砖就須要垫入馬粪紙或油紙垫板；这样在加热时，馬粪紙燃烧可以使硅砖有膨胀的余地。当采用后一种結構时，联接螺栓可以用来調节松紧；或在联接处加垫木板，烘烤炉頂时垫板燃烧，这样也可以防止硅砖因膨胀而凸起。

为了便于用起重机运搬，在炉頂圈上备有吊挂用的孔（图2—5，д）。

炉頂圈直径的大小，应能使炉頂的重量落到炉壳上而不要落到炉壁衬砖上。

在炉頂装料的炉子上，炉頂与炉身的接縫处，利用砂子予以密封（图2—5，e）。

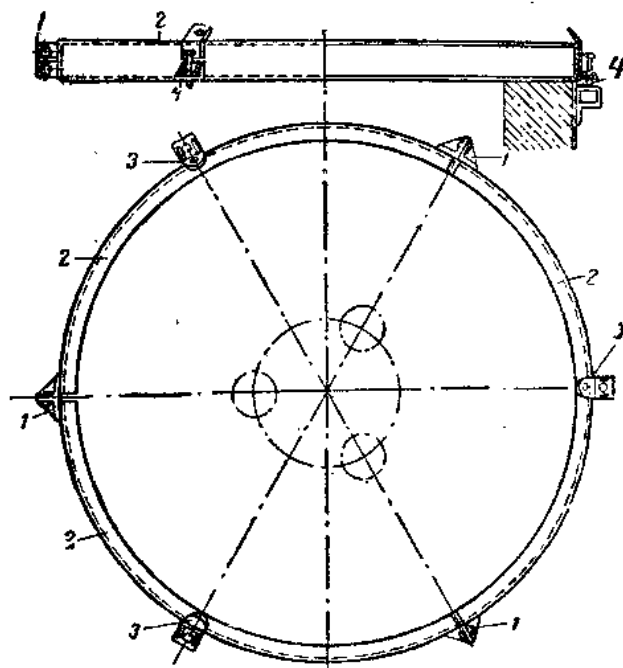


图2—4 电弧炉的炉頂圈

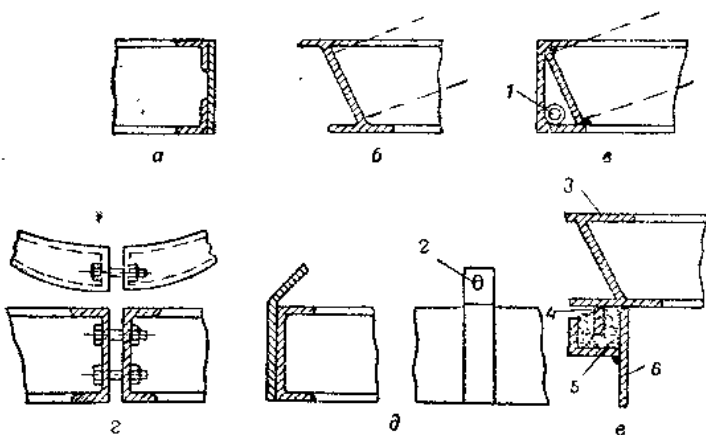


图2—5 炉頂圈的断面形状

炉顶圈3下面有凸缘4，此凸缘插入炉壳6的砂腔5中。

为了使炉顶在炉子倾转时不致滑动，在炉壳上应安装阻挡用的螺栓（图2—4）。

3. 密封圈

为了使电极能自由地升降，以及防止由于炉顶受热变形时折断电极，炉顶上的电极孔应比电极直径大40~50毫米。这样一来，高温的废气将会大量地从炉中经电极与炉顶间的空隙逸出，结果被废气带走很多热量，使每炉钢的电能消耗增加；同时，热的废气

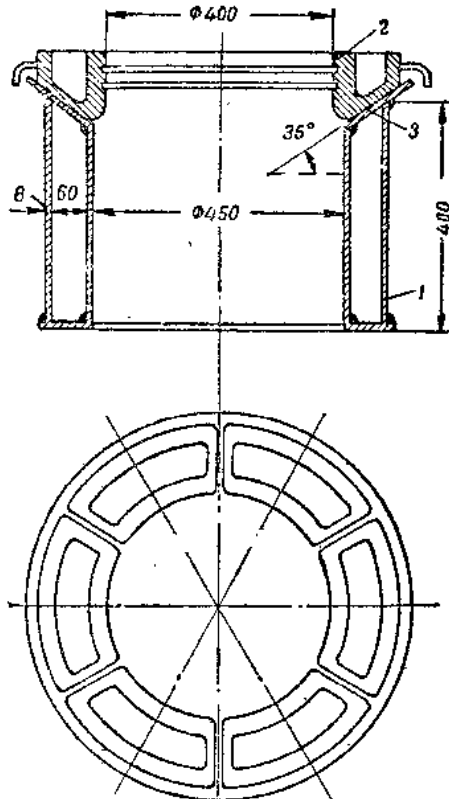


图 2—6 别列耶夫式电极密封圈

扇形块带有向下弯曲的小钩，其作用是使扇形块在换电极时不致掉入炉内。

密封圈的高度大约是电极直径的0.8倍。为了使从炉内逸出的气体得到良好的冷却，在扇形块的内表面上开有凹槽。

这种密封圈在使用石墨电极的炉子上效果良好；但在使用炭质电极的炉子上不能令人满意，因为炭质电极易被氧化，氧化后直径变小，不能很好的密封。

别列耶夫式电极密封圈在我国电炉钢厂中还应用不广。一般都采用无缝钢管制成的蛇形管冷却器（图2—7，B）。这种密封圈制造容易，价格低廉，对炉顶电极孔冷却作用强；但密封性较差，同时蛇形管易被烧穿。在一些工厂中，采用冷却环（图2—8）作为密封圈，其寿命较之蛇形管有显著提高。

密封圈可以安置在炉顶上（图2—7，a），也可以用杠杆和平衡锤将它悬挂着（图2—7，B），也可以将它悬挂在一种特制的框架上（图2—7，r）。环形密封圈或蛇形管密封圈可以按图2—7，b和r所示的方法嵌入炉顶内。密封圈嵌入炉顶内可以使炉顶得到良好的冷却，从而提高炉顶寿命；但却增加了热损失。因此，为了经济

将电极加热并使之强烈氧化，电极直径会迅速减小。电极直径减小以后，电流密度相应的增加，电极的加热也由于焦耳—楞次效应而加强。这就使电极容易折断，使每吨钢的电极消耗量增加，因而相应的增高了钢锭的成本。此外，由于电极与炉顶电极孔间的空隙起着通风管的作用，空气经装料门被吸入炉中，在炉中造成氧化性气氛，增加了钢液去硫和脱氧的困难。因此，为了避免电极四周不严所引起的上列不良后果，就必须采用电极密封圈。

密封圈的型式很多，这里介绍使用效果良好的别列耶夫式电极密封圈。它具有焊成的冷却水箱1（图2—6），冷却水箱的上部表面是倾斜的（与水平面所成的角度为30~35°），由无磁性钢制成的6~8个扇形块2，可以沿倾斜表面3滑动。当电流通过电极时，在电极周围产生磁场，使扇形块互相挤紧并紧贴到电极上，因而可以起密封作用。

适用，应对不同结构的嵌入式冷却器进行试验，找出嵌入炉顶的合适深度。按照文献资料，冷却器嵌入炉顶的深度以80~100毫米为适宜。

为了减少电能的损失，将密封圈沿纵向分开，使不成为一个整环（图2—7），分开处的空气隙宽度为10~20毫米。

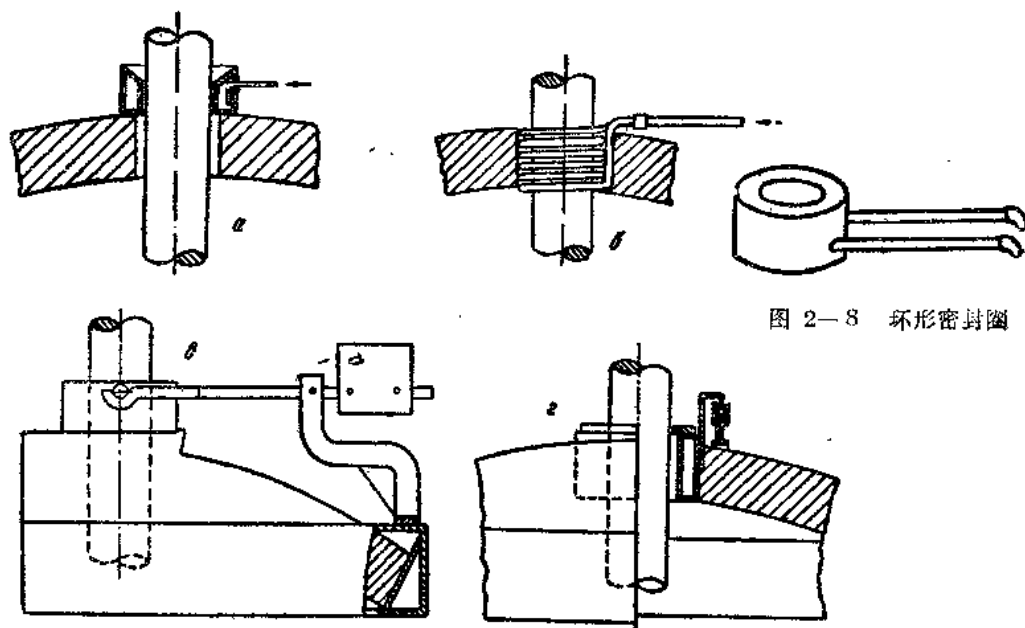


图 2—8 环形密封圈

图 2—7 密封圈装置

密封圈及其输水管应与炉顶圈绝缘，以免发生短路。

目前所采用的密封圈的结构还不够完善，随废气逸出而损失的热量很多，电极的消耗大。

4. 装料门

一般中小型电炉只有一个装料门，它的正对面便是出钢口和流钢槽。在容量大于40吨的炉子上，为了加速炉子的修补和便于将炉料从炉坡上推入钢液中，同时也为了便于扒渣和吹氧，应再添设一个侧门。

装料门的尺寸应作成便于观察及修补炉底和炉坡。在用装料机装料时，还应使装料机的料箱可以自由地伸入炉内而不致碰撞炉门柱和炉门拱。通常装料门的宽度大约取为熔炼室直径的0.3倍。对于炉顶装料的炉子，装料门的宽度可以减小到为熔炼室直径的0.25倍。炉门高度大约为宽度的0.8倍。

装料门由金属门框、炉门盖和炉门盖的升降装置等部分组成（图2—9）。

在设置装料门的炉壳开口处，须安装铸成的门框（图2—10），用螺栓把它固定在炉壳上。在门框的紧靠炉门柱和炉门拱之处，须安装焊成的“Π”形冷却水箱。这个水箱的用途是使炉门柱和炉门拱耐火材料得到冷却，并保护它们以免在装料、扒渣和搅拌钢液时遭受损坏。

炉门盖的密闭对于高级优质钢的冶炼具有非常重要的意义，这就要求炉门盖与“Π”形冷却水箱必须紧密的相贴。因此，冷却水箱的前壁应作成倾斜的，它与铅垂线

的夹角约为 10° 。此外，在門框上也裝設傾斜的導軌。这样就使炉門盖置身在導框中，保持和“II”形水箱良好的接觸。

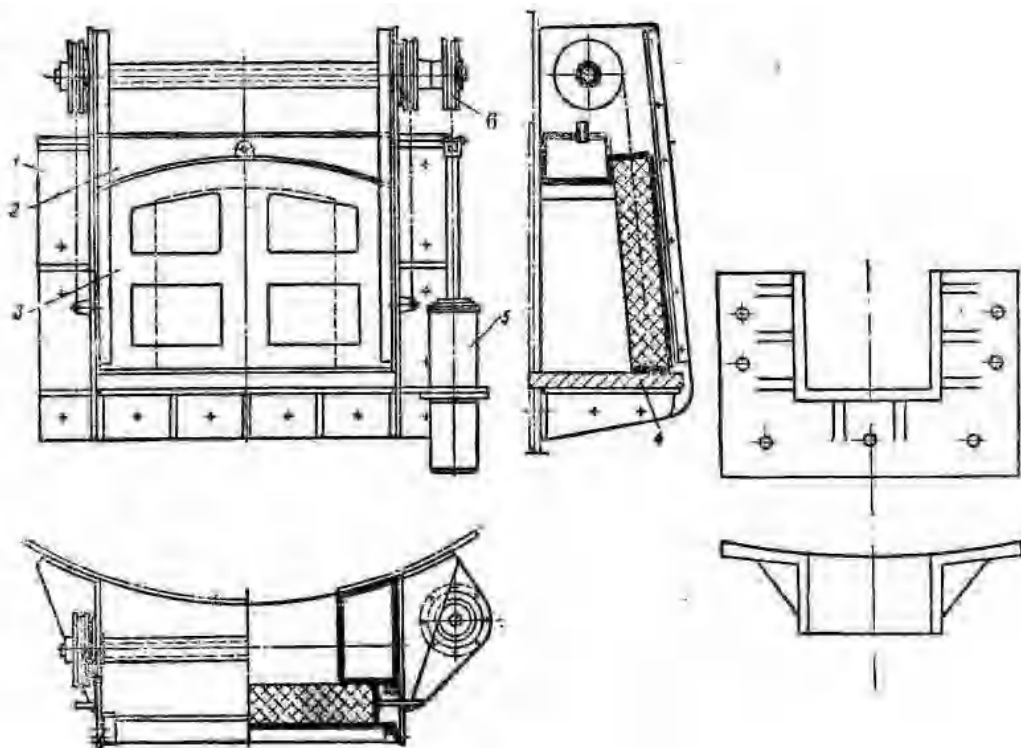


图 2—9 电弧炉的装料門

1—門框；2—“II”形冷却水箱；3—衬耐火砖的炉門盖；4—鑄鉄板；
5—压缩气缸；6—装有滑輪的軸

图 2—10 装料門門框

門框和冷却水箱的各部件應該容易拆卸和安裝，即使在熔煉時也能進行更換。

小爐子的爐門蓋通常只是一個鑄成的框子，在框子內砌衬耐火黏土磚（圖 2—9）。大型和中型爐子的爐門蓋通常作成為一個水冷箱（圖 2—29），朝爐子熔煉室的一面并衬有耐火泥；以保證它具有較長的壽命，同時還能改善工人的操作條件、減少熱損失。

爐門蓋也應該容易卸下和安裝。

爐門蓋升降機構有手動的、氣動的和電動的等型式。10噸以下的爐子上可以採用手動機構。與電動升降機構比較，氣動升降機構的構造簡單，但不能保證在中間位置平穩地停住。在裝置電動升降機構時，必須將電動機安放在妥善的位置，以免受裝料門處熱輻射和從裝料門逸出的氣體的侵襲。

為了使爐門蓋能作準確的直線運動，爐門蓋可以懸挂在扇形輪上，也可以懸挂在滑輪上（圖 2—9）；或者吊挂在可以使爐門蓋作直線運動的杠杆系統上（圖 2—11）。

杠杆傾斜角的選擇，應使爐門蓋處在關閉狀態時由它的重量產生的力矩大於平衡錘的力矩，而爐門蓋處在開啟狀態時，平衡錘的力矩大於爐門蓋的力矩；此外，為了將開閉爐門蓋的力量減到最小，應使爐門蓋在兩極端位置時杠杆系統上的力矩相等。上述原則可以用下面的式子表達（圖 2—11）：

$$Q_1 l_1 > Q_2 l_2 \cos \alpha_1$$

$$Q_1 l_1 < Q_2 l_2 \cos \alpha_2$$

$$Q_1 l_1 - Q_2 l_2 \cos \alpha_1 = Q_2 l_2 \cos \alpha_2 - Q_1 l_1$$

上面式子中, l_1 、 l_2 、 Q_1 、 α_1 和 α_2 都决定于炉门的结构, 因而可求出平衡锤重量 Q_2 。平衡锤应能在杠杆上作距离不大的移动。

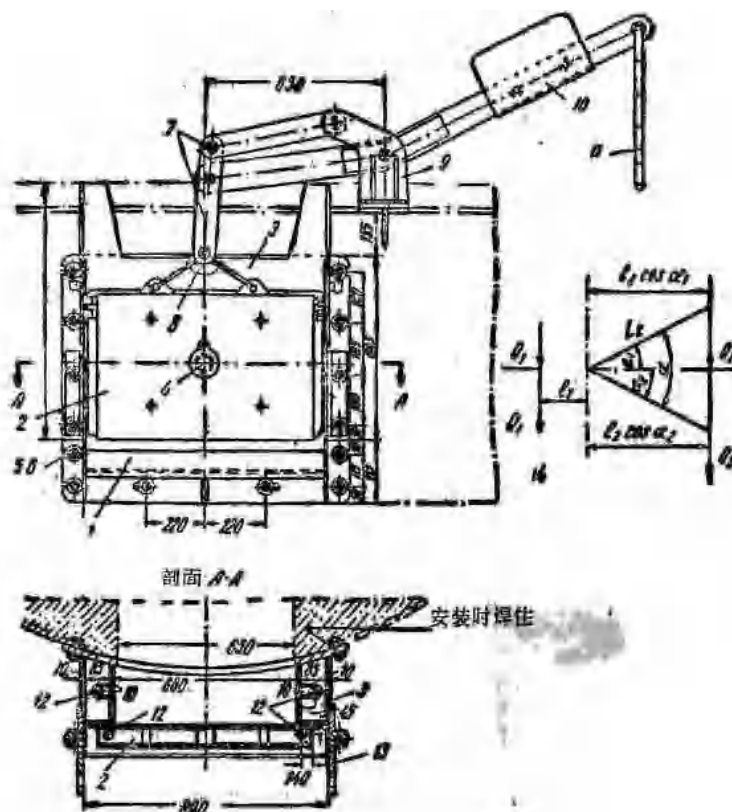


图 2-11 5吨电弧炉装料门的结构

1—门坎; 2—炉门盖; 3—“U”形冷却水箱; 4—带盖窥孔; 5和6—带螺母的螺栓; 7—使炉门盖作直线运动的杠杆系统; 8—炉门盖挂钩; 9—提升机构的支座; 10—平衡锤; 11—拉手; 12—冷却水管; 13—安放装料横梁的支座; 14—升降机构计算草图

5. 出钢口和流钢槽

炼钢电弧炉上现在都已经不使用出钢门; 钢液经炉体上的一个圆孔 (120~150毫米直径) 或长方形孔 (150×250毫米) 流出。出钢门的废除使炉子的热损失减少。在熔炼时, 出钢口用耐火材料堵塞。

流钢槽有用角钢和钢板焊成, 或生铁铸成的槽座, 槽座固定到炉壳上。在槽座内砌有耐火粘土砖, 并在砖层上涂上耐火粘土。由于流钢槽的末端容易被钢液损坏, 所以槽座最好由几段组成, 其末端的长度为150~200毫米。为了减小出钢时钢液对盛钢桶衬壁的冲刷作用, 流钢槽具有与水平面成8~12°的倾斜角。

流钢槽的长度决定于车间的布置方式; 如果炉子工段与浇注工段合在一个跨间内, 那么流钢槽长度可以短至1米以下; 如果炉子工段和浇注工段分处在两个跨间内, 那么流钢槽的长度应该为2米左右, 以便于在出钢时盛钢桶承接钢液。选择流钢槽长度的原

則是，除應保證順利出鋼以外，還應避免鋼液不致過多的被氧化，這就要求流鋼槽長度盡量縮短。

§ 2-3 電極升降系統

1. 電極把持器

電極把持器的作用是，把電流傳遞到電極上，同時也用作為電極的支架。電極把持器是在高溫下進行工作的，它被三種熱源加熱：一方面，從爐頂電極孔逸出的熾熱爐氣加熱它；另一方面，從爐內經電極傳導出的熱也加熱它；最後，電流流過把持器時所產生的熱也將它本身加熱。對電極把持器的結構提出了下列的要求：

- 1) 電極把持器應具有足夠的機械強度和較長的壽命；
- 2) 應能牢固地握住電極，使電極在熔煉過程中不致滑下；
- 3) 當電流流過把持器本身及其與電極接觸處時，電能損耗要最小；
- 4) 操縱時要方便、省力。

電極把持器一般用鋼或黃銅作成。用鋼作成的電極把持器，其優點是機械強度大，且鋼的線膨脹係數小 (11×10^{-6})，這就使電極不容易滑落；它的缺點是電阻大，因而會增大電能損耗。黃銅的電阻小；但黃銅質的電極把持器，其機械強度小，且黃銅的線膨脹係數大 (18×10^{-6})，因而在熔煉期間電極容易滑落。在大爐子上，以使用鋼質把持器為宜，因為在這種爐子上握緊電極需要的力大，而鋼質把持器具有強度大的優點。

為了降低電能的損耗，應減小電極把持器與電極間的接觸電阻。接觸電阻的大小由所用材料的電阻係數、接觸處的壓力和接觸表面的情況等因素決定。

電極把持器的表面氧化得愈少，則接觸電阻愈小。把持器的接觸表面，應定期清刷，以延長其壽命並減少電能損耗。

電極握持得愈緊，接觸電阻也愈小。握持電極的力，對直徑不大的炭質電極應不小於 1200~1500 公斤，而對於石墨電極則應不小於 800~1000 公斤；對於大直徑的電極，除考慮減少電能損耗要求一定壓力以外，握持力還應保證在把持器和電極間產生足夠的摩擦力，以防止電極滑落。用鋼或銅作成的表面光滑的把持器與石墨電極間的摩擦係數應按小於 0.2 考慮。

為了保持接觸壓力數值的穩定，可採用特殊的把持器結構，或在把持器內通水進行冷卻。通水冷卻可以減小把持器的熱膨脹，並可保護把持器使不致過熱，而把持器的過熱會使表面遭受損壞。

電極把持器的內徑由所握持的電極直徑決定；其高度除應使把持器具有足夠的強度以外，還應使與電極接觸處的電流密度不超過允許的數值，通常此高度取為約等於電極的直徑。把持器的厚度由強度要求決定。

電極把持器的型式很多。在我們，楔式、鉗式、活動夾式以及彈簧壓縮空氣式等型式的把持器都被採用。

鉗式電極把持器（圖 2-12）具有兩個活動頰板 2 和一個固定頰板 1，活動頰板與固定頰板用鉸鏈 9 聯結，電流從固定頰板和活動頰板側面的凸起部分 3 輸入。電極用拉緊螺釘 5 壓緊。在頰板內的水道中通水進行冷卻。水從入口 7 進入左邊活動頰板，經固定頰板再進入右邊活動頰板，然後由出口 8 流出進入爐子的集水箱中。

電極把持器安裝在長杆 2 上（圖 2-13），長杆穿過電極把持器的橫臂。長杆的另一

端有螺紋4；螺母5轉动时带动长杆沿纵向移动，从而使电极把持器随之移动。此外，转动調整螺釘3可以使电极把持器左右摆动。这样，就可以調整电极把持器的位置，使电极对准炉頂电极孔。

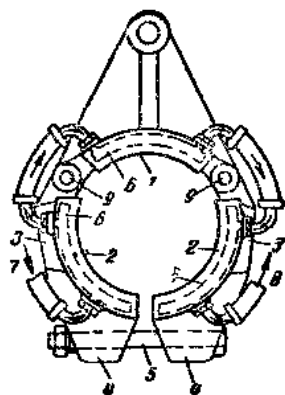


图 2-12 鉗式电极把持器

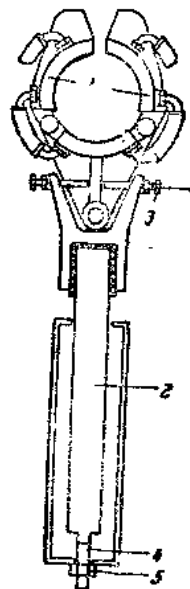


图 2-13 鉗式电极把持器的裝置略图

1—电极把持器；2—杆；3—支撐螺釘；4—螺紋；5—螺母

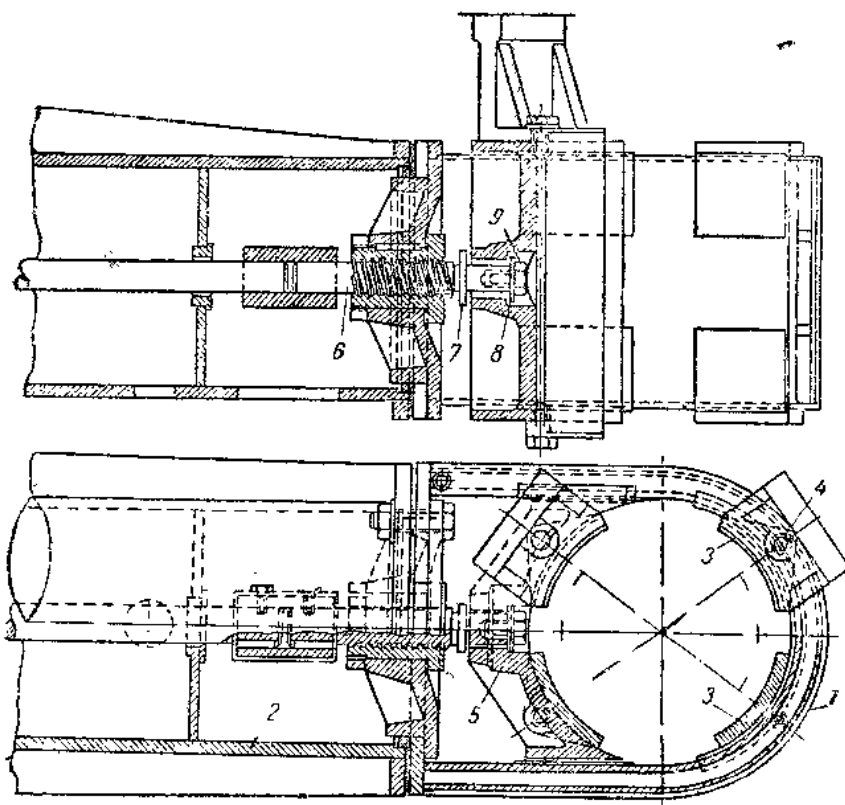


图 2-14 活动夹式电极把持器

钳式电极把持器的优点是结构简单；其缺点是松紧电极时必须登上炉顶平台，而且在大炉子上须用很大力量才能拧紧螺钉。这种把持器适于用在小炉子上。

活动夹式电极把持器（图2—14）用于中型的炉子。它具有水冷箱1，水冷箱与横臂2联结。电流从四个接触颊板3输入电极。前面两个颊板是不动的，用固定螺钉4固定在水冷箱上；后面两个颊板固定在活动横头5上。在横臂内装有带螺纹的长杆6，其前端通过支撑环7、垫圈8和固定螺钉9与活动横头5相联；其后端有操纵轮。转动操纵轮可以使长杆沿纵向移动，从而带动活动横头握持或松开电极。

活动夹式电极把持器的优点是能改善工人的劳动条件，因为握持和松开电极都是在电极支柱后面的平台上进行的。但是，这种把持器不能保证经常牢固的握持电极。

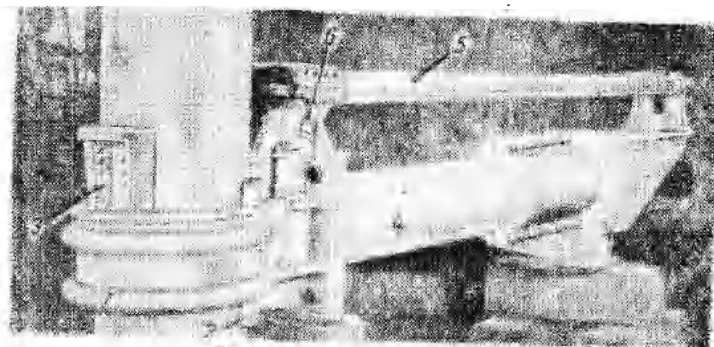


图2—15 楔式电极把持器

楔式电极把持器（图2—15）的构造非常简单。它具有一个用水冷却的铜环，电极即在环内自由通过。电极用楔子楔紧。这种把持器的缺点是松紧电极时须要登上炉顶平台，将楔子拔起；此时电极须用起重机吊起。其优点除构造简单以外，并能

保证经常握紧电极。它适用于任何一种结构的支柱上。

弹簧压缩空气式电极把持器（图2—16）与其他型式的把持器比较，具有完善的结构。它可以利用装在炉旁的压缩空气阀进行远距离操纵，因而减轻了工人的劳动。把持器通过弹簧1握持住电极，弹簧可以保证经常压紧电极。活塞杆通过杠杆系统4与弹簧心轴连接。放松电极时，往气缸2内通入压缩空气，弹簧受到拉伸，心轴向后移动，于是松开电极。

2. 横臂、电极升降架和支柱

电极把持器固定在水平横臂上。横臂可用厚而粗并附有加强肋的管子制成（图2—15），也可用钢板和角钢焊成的长方形盒状的梁做成（图2—16）。

横臂可与在固定支柱上活动的电极升降架相联（图2—17），或者和支柱相联组成“T”形支柱在空心固定支柱内移动（图2—18）。后一种结构叫作“套筒式支柱”。

电极升降架由型钢和钢板焊成（图2—19）或者用可拆开的铸件做成（图2—20）。

图2—19表示的电极升降架有八个导轮，在绕过滑轮6的钢丝绳带动下可以沿矩形断面固定支柱移动。电流经刚性母线片1，柔软导电带2传到电极把持器3。电极把持器则用螺钉固定到管子5的法兰盘上。管子5安置在升降架的轴承中；必要时它可以绕轴转动和前后移动，以调整电极的位置。

电极升降架沿着移动的三根固定支柱，其上端互相联结，其下端的联结方式随其结构和倾炉机构位置的不同而不同：若倾炉机构设置在炉子（小型炉子）侧旁，则支柱固定在炉身上；若采用底倾炉机构，则支柱一般固定在放置炉身的平台上。

支柱上电极升降架导轮沿着滚动的表面必须很光滑，并保持严格的相互平行。

支柱的高度决定于电极升降架行程的大小，此行程可由下式确定：

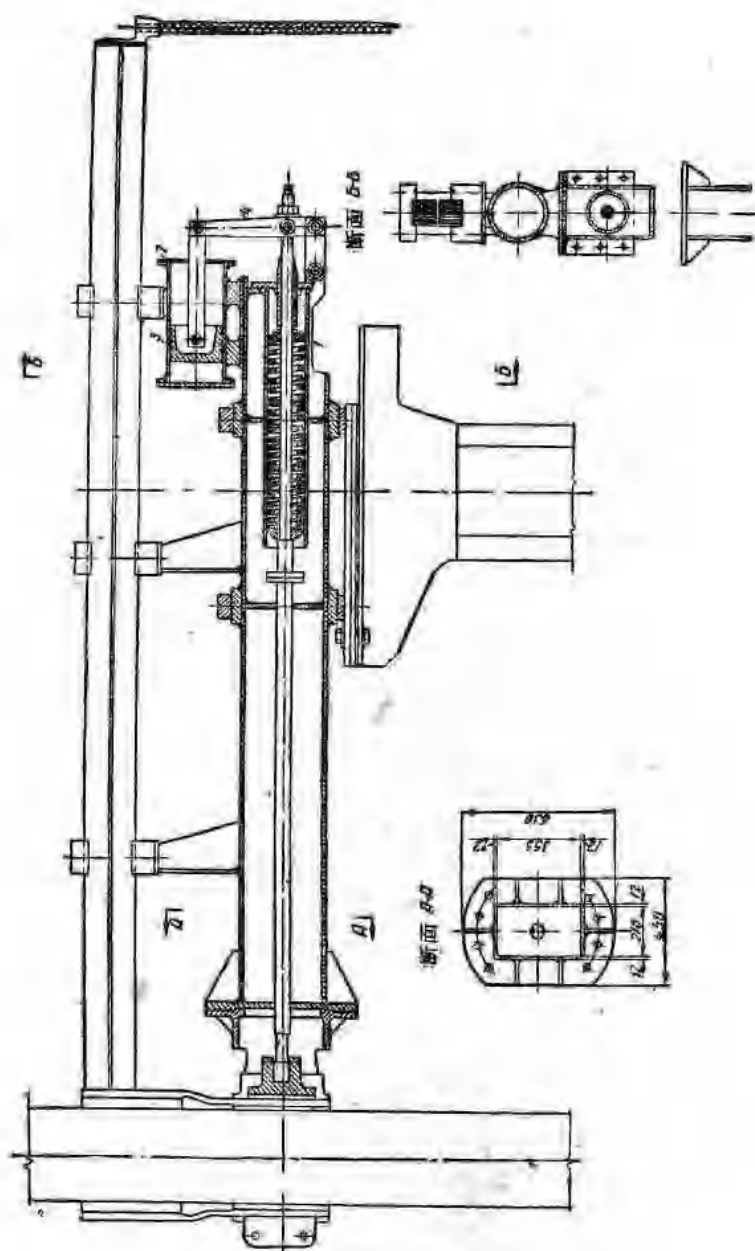


图 2-16 弹簧压帽空气式电极把持器

$$L = h_1 + h_2 + (100 \sim 150)$$

式中 L ——电极升降架的最大行程，毫米；

h_1 ——由炉底最低点到炉顶最高点的距离，毫米；

h_2 ——熔炼 2 ~ 3 炉所须的电极储备长度，毫米；

100 ~ 150——考虑炉顶上涨所余留的长度，毫米。

采用电极升降架时，如果固定支柱上部的连接板由磁性材料作成，那么熔炼时围绕导电母线将形成封闭磁路（上部连接板——支柱——下部连接板——支柱）。为了减少磁损失，可以在上部连接板与支柱联结处垫上约 10 毫米厚的铜板，或者也可以采用无磁