

第十章 电炉車間机械設備

§ 10—1 概 述

随着祖国社会主义建設的蓬勃发展，国民經济的特大跃进，国家需要大量的高質合金鋼：合金結構鋼、高合金工具鋼、不銹、耐热、耐氧化鋼。所有这些合金鋼只能在电炉熔炼中获得。

解放前的旧中国，鋼鐵工业十分落后，电炉既小又少，合金鋼的产量微不足道，所有合金鋼大部份来自資本主义国家。

解放后，由于党的正确領導及苏联的无私帮助，在短短十年里，电炉鋼生产比历史上最高年产量增长一百几十倍，它的增长速度比所有資本主义国家要快一到四倍，电炉鋼在鋼的总产量上已佔百分之十左右。目前正在根据国家政治經济任务和資源条件有計劃、有步骤的发展成为一个符合近代工业和科学技术要求的特殊鋼工业体系。

电炉是以电能轉变为热能时所发生的热量进行熔炼的。它与平炉比較有如下优点：

1. 硫、磷及氧化鉄少雜質的含量較少，硫含量可低到0.01%及0.01%以下；2. 合金元素燒損极少；3. 能容易而迅速地升高金属液的温度，且能在狹窄范围内精确地調整。用电加热达到的温度上限至少为 2000.；4. 可进行所有冶金过程，很容易建立氧化与还原气氛；5. 可熔炼任何成分的鋼，因高温加热可熔化加入炉內任何的特別附加料。

炼鋼的电炉有两种：电弧炉与感应炉。

电弧炉的热源是电弧，电能能在弧光中轉变成热能借輻射作用傳給炉料。图10—1a是电弧炉裝置的示意图。电弧 6 在电极 1 和炉料之間产生。炉体有炉頂 2 与組成炉衬的炉墙炉底 4。炉体上有工作門 3 与出鋼口 7。利用傾倒机械 5 可使炉子向出鋼口或工作門的一边傾倒。

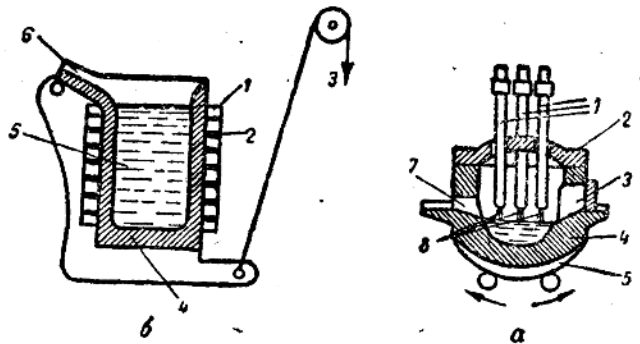
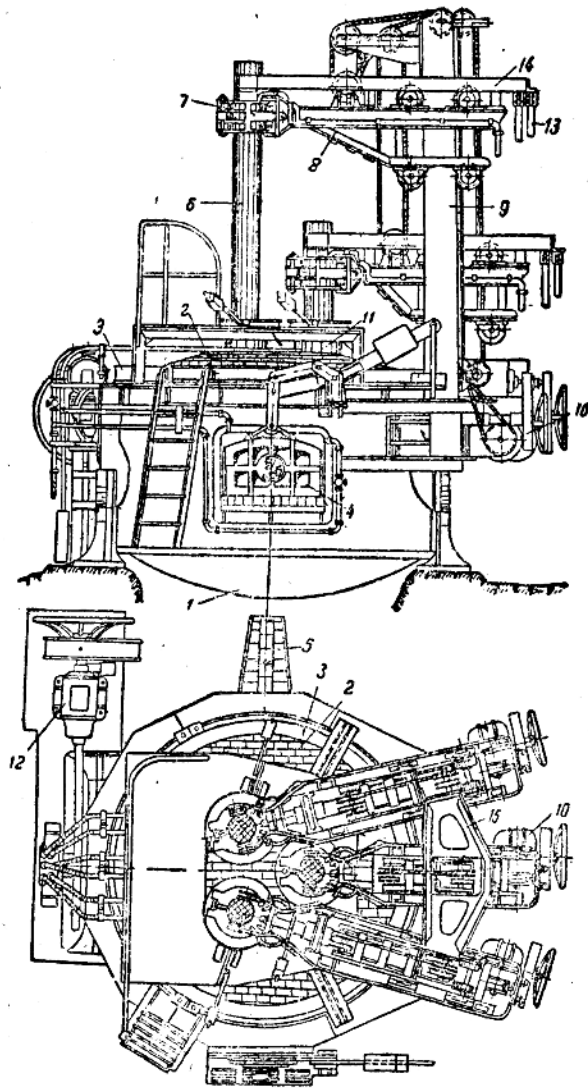


图 10—1

感应炉的热源是感应电流，此种电流是借助于高周波交流电（以500—10000赫芝代替50赫芝）在炉料 5 中激起的（图10—16）。高周波交流电經感应器 1 流过，感应器的线

圈由絕緣體 2 來互相分開。炉子具有圓筒形的炉衬 4，借助于傾側機械 3 可使炉子傾倒，鋼水由出鋼槽 6 流出。

电弧炉在应用上較广泛，感应炉主要將含磷和硫很低的原材料熔煉成为高合金鋼和合金。



1—爐蓋；2—可移去之爐蓋；3—爐蓋圈；4—裝料門；5—出鋼槽；6—電極；7—電極把持器；8—電極升降臂；9—支柱；10—升降機構；11—冷却器；12—傾動機構；13—軟電纜；14—導電母線或導電管子；15—支柱上部連接板。

图 10—2

标准三相电弧炼钢炉(图10-2),由以下几部分组成:钢板制成的圆柱形外壳1;(内部有衬砖,炉壳上有工作门4及出钢槽5)可拆卸的炉顶2把冶炼空间盖起,它由耐火砖砌在炉顶环3上制成;电极6用握持器7固定住,并把电流传到电极上。握持器和横臂8刚性固定,横臂沿支柱9由提升机构10上下移动。三根柱子上面用横架15相联,下面固定在炉壳上或按装在炉子台上。电极通过密封圈11(冷却器)进入炉内,电线用软电缆13。密封圈、工作门框架,电极握持器都用水冷却。炉侧倾动机构12使炉子能向出钢口方向倾倒 45° 进行出钢,向工作门方向倾倒 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 进行加料或扒渣等。

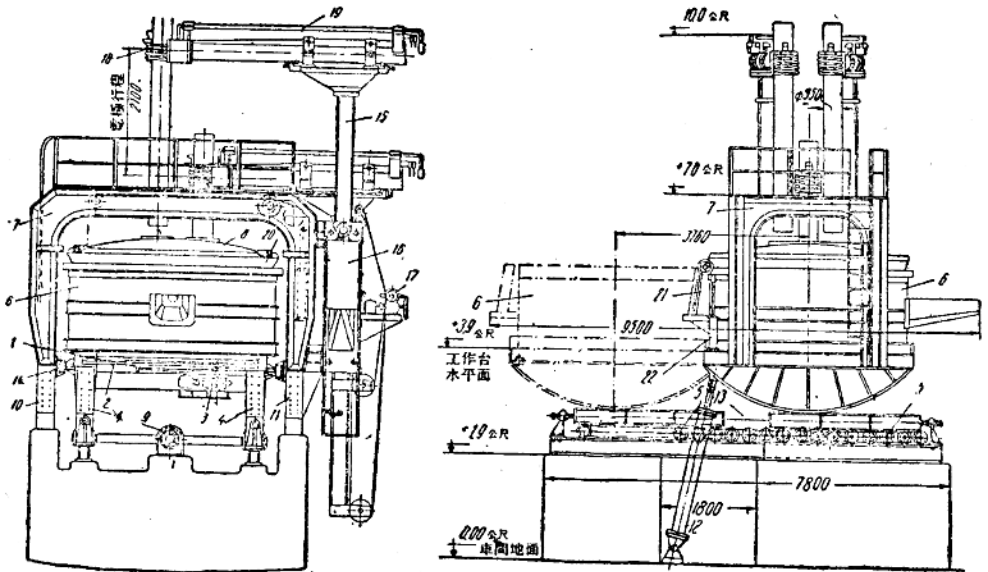


图 10-3

新式炉子型式之一的炉身移出式(炉顶装料),见图10-3。

炉身支持在四个滚子1上,其轴承按在台子2上。炉壳在支托滚子1上可以于水平面上左右转动各 40° 。其转动用电动机经减速器3进行。台子2支持在两个扇形支座4上,扇形支座则位于滚床5上,可带动炉壳前后倾动。炉身6沿滚床5从桥架7下开出,炉盖8用液压唧筒提升,借钢链悬挂在桥架上。装料时把炉盖提升,把炉身向工作门21方向开出,用吊桶将炉料从炉顶装入,然后炉身开回,炉盖放下进行熔炼。

其它尚有炉盖转出式,炉盖桥架移出式与最新出现的桥架倾动式。

车间设备的布置是决定于炉子的容量与生产方式等等因素。正确的布置能使设备合理利用与提高生产率。目前上海有两种类型的车间布置:单跨地面式与复跨高起式。

单跨地面式(图10-4)。

布置特点是:电炉熔炼、铸锭脱锭、原料准备等都是在同一跨间内。炉子设在车间地平面上,炉底下面有地坑便于出钢与扒渣。这种布置紧凑,但各工段工作拥挤,机械化程度差,操作条件不良,车间生产率低。只适用于小炉子,生产能力不高的车间。

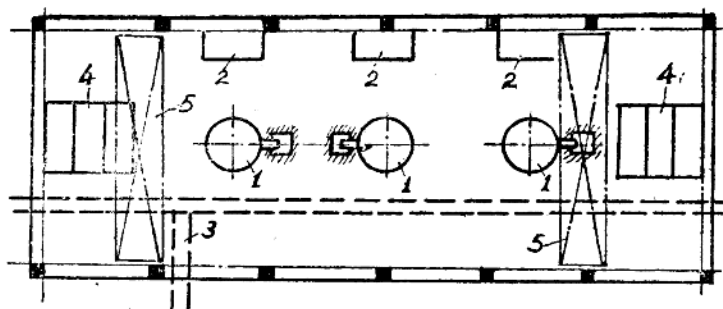


图 10—4

多跨高起式(图10—5): 现代电炉炼钢車間中, 电炉設在比地面高出四公尺左右的操作台上, 原料場, 炉子熔炼, 鑄錠脫錠是各在一个跨間內。这种能合理布置炉子变电所设备, 縮短車間长度, 另外行車調度方便, 各工段卸接很好。适宜于較大炉子, 生产率高的車間。

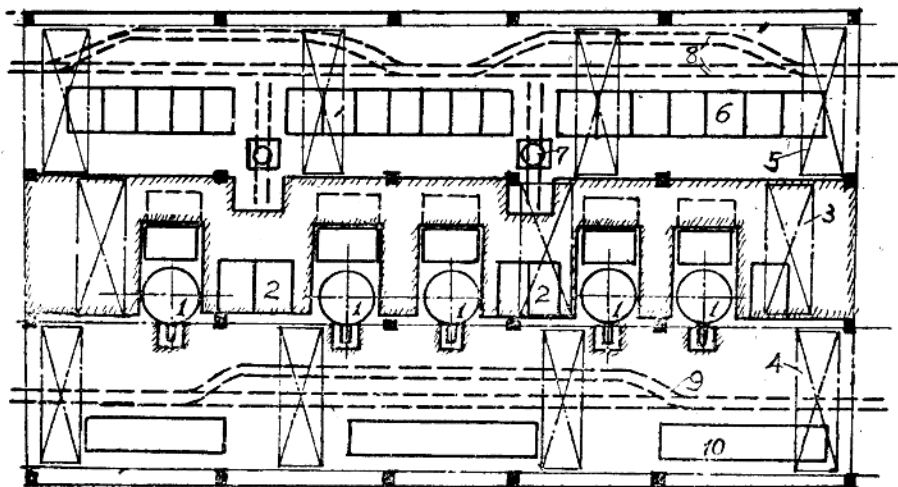


图 10—5

§.10—2 炉 身

炉壳(图10 6), 炉壳应足够坚固, 以便能承受炉衬和金属的重量, 以及当炉壳內衬磚因加热时膨胀所产生的压力。炉壳本身温度应不高于 $100^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 。炉壳由10~13毫米厚的鋼板鉚接或焊接而成(其厚度决定于炉子的尺寸), 鑄造的也有。

炉壳的主要部分是豎立圓筒: 壳底和加固圈。

圓筒形炉壳由于有較小的单位幅射表面, 所以能減少热損失。炉壳的开口处(加料門和出鋼口)衬以鋼板, 使其加固。

壳底型式有: 球形底, 中小炉子采用, 因球形底沒有死角, 其炉衬磚体积可最小; 平底, 大炉子用, 因为直径大的炉壳难于压型。平底的特点是制造簡單, 但最不坚固,

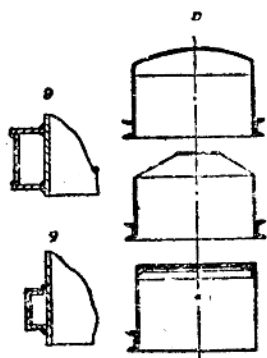


图 10—6

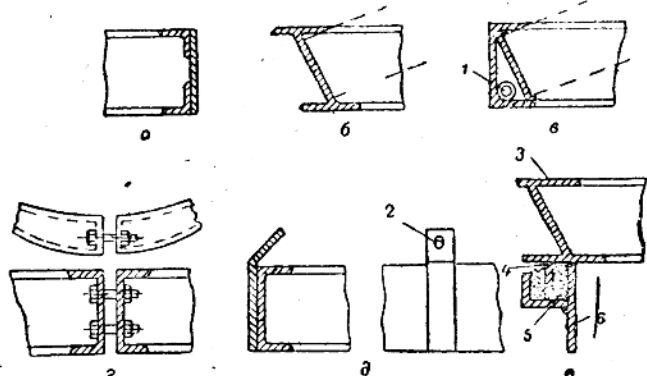


图 10—7

炉衬体积最大(用衬料最多)。对于顶装料而需炉身推出的炉子来说,平底具有许多构造上的优点;圆锥形底,比球形底容易制造,但炉壳坚固性较差,炉衬内的僻角也和球形底一样小,只适用于中小炉子。

由于经炉衬而传出的热的影响,特别是到炉壁使用到很薄时,炉壳可能发生变形。炉壳失去正确圆筒形时,使炉顶更换困难,歇炉时间延长,降低炉子生产率,故需用加固圈,使炉壳具有足够的坚固性(刚度)。

加固圈系由型钢焊成,或由钢板做或带加强肋的平面环焊接到炉壳上去。后者的构造比较坚固,且可用水冷却。另外也有铸钢的。

炉顶圈(图10—7),炉顶由耐火砖砌在炉顶圈内而成。

小炉子炉顶圈由钢板或角钢焊接而成,大炉子炉顶圈有铸造与焊接的(图10—76.B)利用倾斜圈壁可使砌炉顶时不需专门的拱脚砖了。焊接结构易于按装冷却水管1,以延长炉顶圈寿命。

炉顶圈有整个的或二三部分组成的,后者适用于大炉子上。为了便于移动炉顶,炉顶圈上备有三个到四个耳孔2。炉顶的重量要落于炉壳而绝不许落在炉衬上。

炉顶装料的炉子,在炉顶与炉壁接缝处,用砂予以密封,炉顶圈3的下面有突缘一开刀4插入炉壳6的砂腔5中。

工作门、出钢口、流钢槽:工作门(图10—8)由金属水冷门框、门盖及炉门提升机构组成。提升机构有横杆平衡机械与压缩空气来传动。

出钢口做成圆形或长方形的。

出钢槽由钢板或角钢焊成,内砌耐火材料,出钢槽太长了会使金属冷却及氧化。

* 有关炉壳加固圈的计算,参阅 H.BO КОРЯКОВ “黑色冶金冶炼电炉” 高等教育出版社版167—168页。

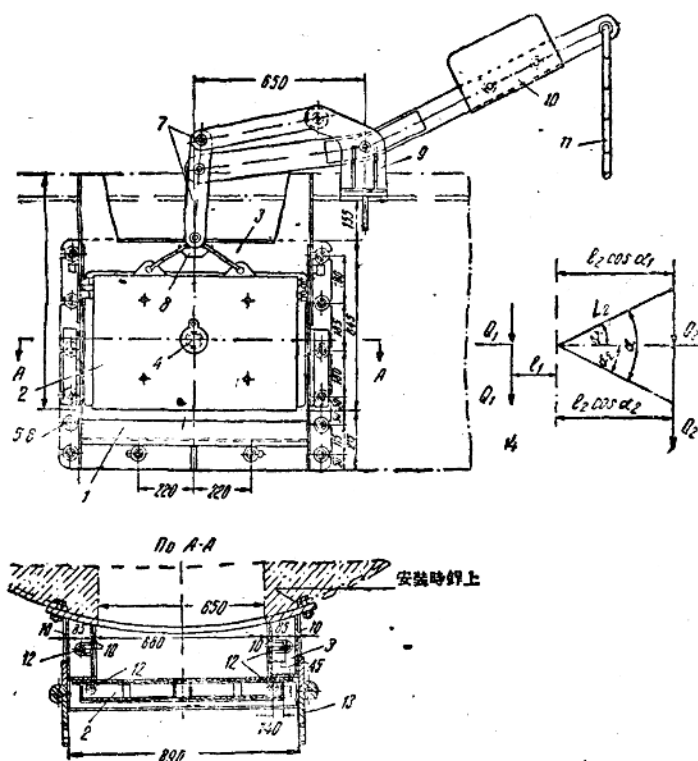


图 10—8

§ 10—3 密封圈(冷却器)。

为了避免当炉顶在加热过程中发生变形而折断电极，炉顶上的电极孔应比电极直径大40—50毫米。但是这个空隙要起通风管作用。为了减少废气带走的热与提高炉顶耐火磚的寿命，可以采用密封圈。

使用密封圈的优点：

1. 改善炉子的密封性，便于进行还原和脱硫过程；
2. 降低电极的消耗（因为废气逸出炉顶孔时会把电极加热到 500° ，强烈氧化）；
3. 由于热的废气不逸出炉外，所以电能消耗也降低；
4. 改善电极握持器的高温工作条件，增长使用期。

别辽耶夫式电磁密封圈（图10—9）。它由鑄造或焊接成的冷却水箱3所构成，水箱上表面是圓錐形，其上装有六片生鉄（鋼）制的扇形板1，可以滑动。电流产生的磁场使扇形板互相挤紧，並紧贴在电极上起密封作用。10毫米厚的銅板防止水箱与扇形板粘着。

若水箱用无磁性材料（无磁鋼）制成的可不用垫板。小鉤4的作用是防扇形板滑到炉內去。扇形板内表面凸凹形使洩出气体冷却。

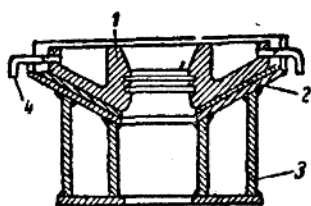


图 10-9

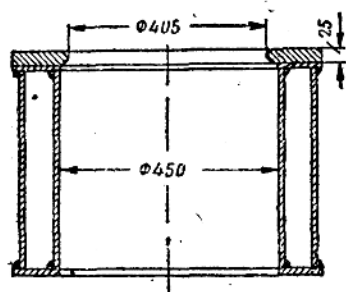


图 10-10

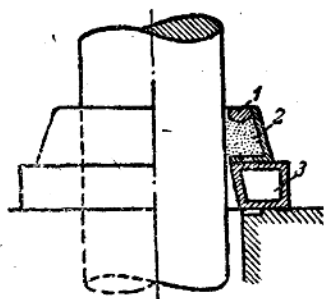


图 10-11

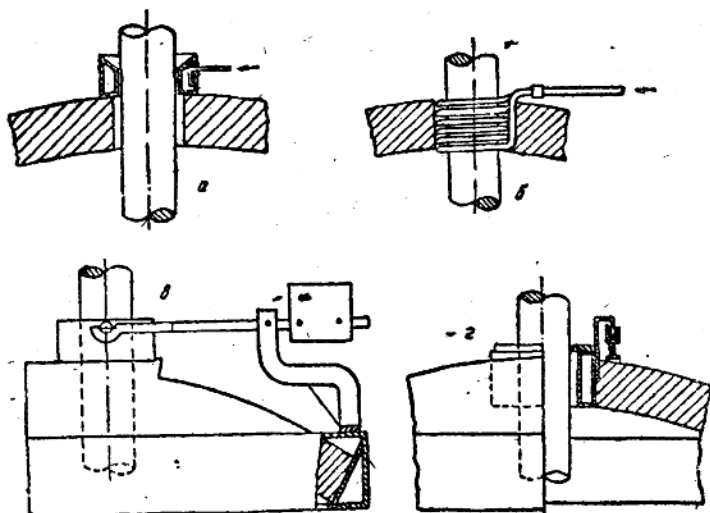


图 10-12

无磁性平垫密封圈。是用无磁性钢制成的平垫圈，自由地平放在冷却水箱上（图10—10）平垫圈的孔径应稍大于电极直径，孔的内缘制成圆角，便于电极移动。密封圈高度约为电极直径0.8倍。

别辽耶夫式在使用石墨电极时密封效果很好，但在使用炭质电极时，却不然，因为

炭質电极极易氧化而縮小直徑，所以密封性差。改用渣棉密封圈能弥补这缺点。这种密封圈放在电极冷却器3上，由鑄成或焊接的鋼壳2所构成，鋼壳內填有渣棉，渣棉上压着金属环(图10—11)。

密封圈的支承方法有：立在炉頂上(图10—12a)的；槓杆和平衡錘悬掛式(图10—129)；悬在一个特別框架上(图10—12B.r)。

30吨的炉子所用密封圈連水一起重为150公斤，三个圈重达450公斤，这对于炉頂負担很大。所以应优先选用第三种，它能使炉頂衬得以冷却，提高炉頂寿命。

密封圈及其輸水管应互相絕緣，並与炉頂圈絕緣，以免发生短路。

目前所用之密封圈的构造是不完善的。因为密封程度不高，随廢气逸出而损失的热量很多，电极消耗大。

§ 10—4 电极握持器

电极握持器有两个作用：輸送电流和将电极握持在一定的高度上。握持器是在高温条件下工作着，受着热炉气与火焰的作用。

对电极握持器构造上的要求：使电能握持器上的损失为最小；握持器应足够坚固耐用。

握持器一般用鋼或青銅制造。鋼制的热膨胀小，比青銅的牢固，但導电性差，电能损失大。青銅与电极的接触电阻小，但青銅比鋼要貴。

电极握持器有以下几种：

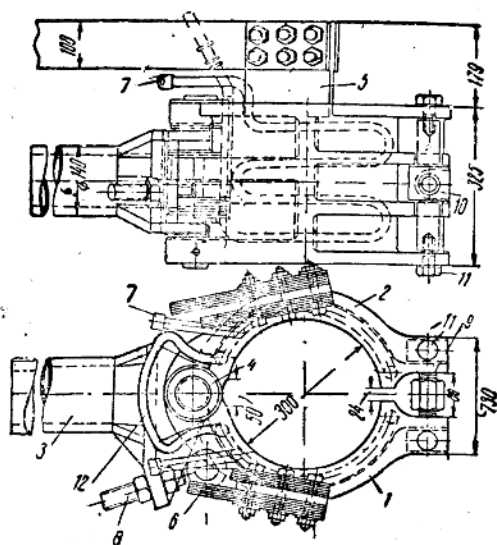


图 10—13

鉗式电极握持器(图10—13),是由两半活动夹环1和2组成的,夹环用铰链4连接。电极插入握持器以后,便将六方体的双头螺栓9(左右螺纹)拧紧,压缩夹环来夹住电极。电流沿薄铜片迭板6(它使夹板易打开)与导电板5通入,冷却水由7流入。握持器尾部3插入并固定于横臂孔中,用云母、石棉进行绝缘,不使电传到横臂上去。

一般钳式的可顺横臂轴稍移动,有的还可转动,利用中心校正螺栓8,能绕垂直轴旋转。由上述三种动作可保证电极与孔的轴心一致。缺点:要爬到炉顶上去旋紧螺栓,另外不适用于大炉子,因紧固螺栓需用大力。

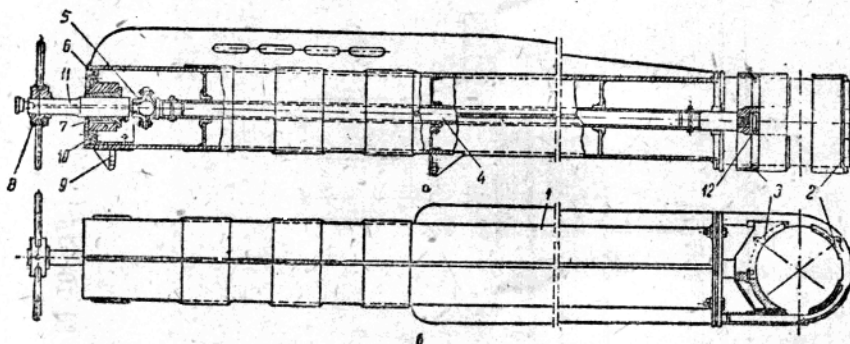


图 10—14

活动夹式握持器(图10—14),由与横臂1连接的水冷箱2构成。电流经四块接触颊板传到电极上,前两块用螺钉固于2上,后两块固于活动颊3上。活动颊借通过横臂内部之长螺杆4及螺旋11来移动(螺帽10固定)。

颊板有通过水冷箱或直接由水来冷却两种。导电方式:前颊板可由刚性母线输电,后颊板由挠性母线输电。活动夹握持器的操作只要扳动手轮即可,劳动条件较前者好。

弹簧式握持器(图10—15)。这是比较完善的一种,能远距离操纵。它由弹簧1夹住电极(压力不变),只要将压缩的气体或液体放入缸2的工作室中,就能松开电极。活塞3的杆与横杆4的弹簧心轴连接。

楔式握持器(图10—16)。电极插在水冷铜环上,用楔子压紧,此楔子由于电极重力的作用而向下楔紧。楔子用插在其槽中的铁棒取下。

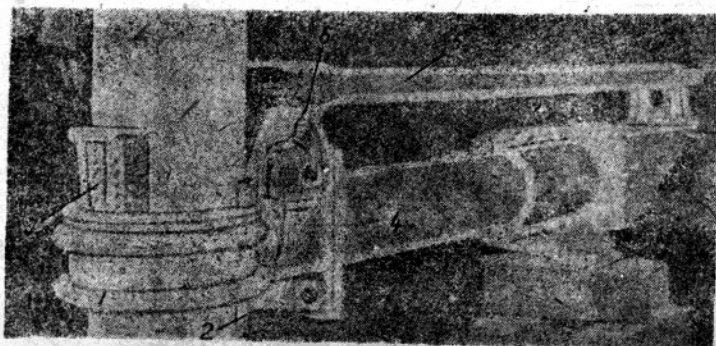


图 10—16

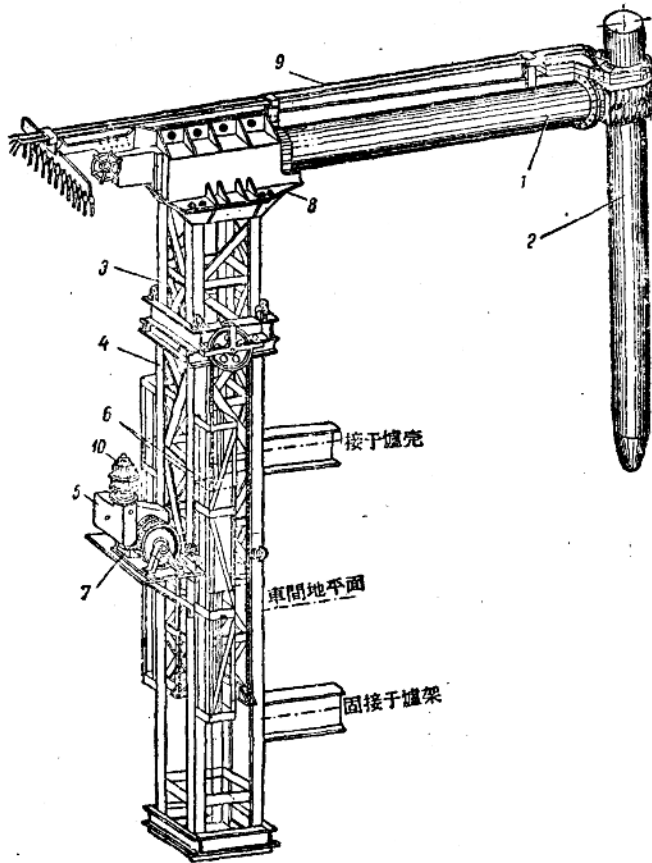


图 10-17

固定在支撐扇形板的平台上。平衡錘 6 沿固定支柱中之導架移動。

套筒式與固定式支柱比較，其優點：1) 同樣電極升降行程下，整個爐子的高度要小（因支柱上部沒有支架）；2) 磁力損失少，因導電綫四周沒有閉合的磁力綫迴路；3) 允許遠距離夾緊電極握持器。

缺點是需要大電機驅動（因活動部分結構重量大），另外金屬結構耗費多。

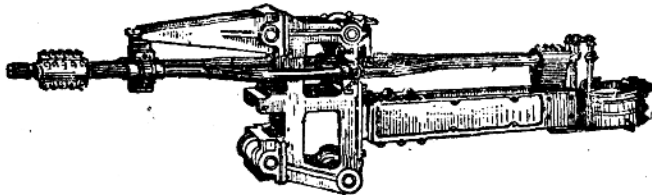


图 10-18

電極升降車由可拆開之鑄件做成（圖 10-18）；或用鋼板及型鋼焊成。升降車上有八個導輪沿着固定支柱上下滾動，行程高度決定於爐頂磚襯到爐底間的距離。在爐料熔化

初期，电极几乎到达炉底，装料时电极提升到炉顶孔，以免折断。

为了调整电弧的长度，电极升降車需沿固定支柱移动或把活动支柱移动。驱动方式有：

- 1) 电力驱动(电动机带动)；
- 2) 液压驱动(将高压水或油打入特制缸中)；
- 3) 人力驱动(电动机发生故障后用手驱动，备用)。

电极升降机械应满足下列要求：1. 使用坚固；2. 动作迅速；3. 电极下降接触炉料时不折断电极；4. 启动制动快；5. 不因自重而自动下降；6. 消耗功率和启动功率要尽量小
升降臂与升降机械的连接方法：

刚性连接：传动装置以螺丝或齿条等传给升降臂；挠性连接：力的传递以挠性物体进行(钢绳)。

目前应用得最多的是电气传动的挠性连接装置。

图10—19所示为悬挂电极升降車(a)及套筒式支柱(b)的原理。

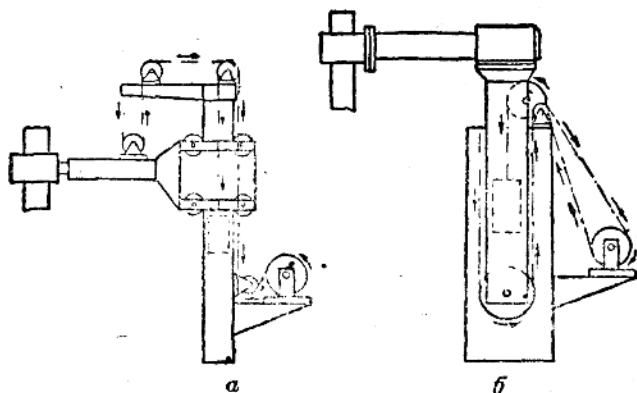


图 10—19

§ 10—6 电炉倾动装置

倾动机构是炉子设备很重要的部分，它对炉子生产能力有很大影响。

对于倾动机构的要求：1. 工作要可靠，机构寿命要长；2. 炉子既容易而又均匀地倾动到足够角度；3. 易于调整到合适倾动速度；4. 倾动时出钢槽咀的轨迹应尽量接近垂直线，以便减少盛钢桶位置的调整；5. 倾动时炉子没有颠复的可能；6. 机构有盖保护，防止炉渣下溅粘上。

倾动机构分成两类：炉侧与炉下倾动。

炉侧倾动机构(图10—20)。扇形齿轮1固定在炉壳上，并支承在齿座2上。扇形齿轮滚动由旋在螺帽4中之螺杆3来进行，螺帽铰接在卡板上，卡板固接在炉壳上。螺杆由电机5经减速器6传动，利用手轮7也可倾动炉子。

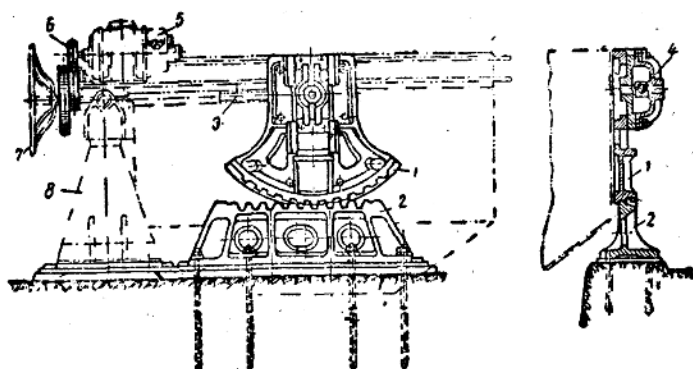


图 10—20

炉侧倾动机构制造简单，不会被炉渣及金属所损害，出钢槽咀向前运动轨迹合适。缺点是全部重量都落在两个扇形齿轮上，对炉壳压力大。适用小炉子。

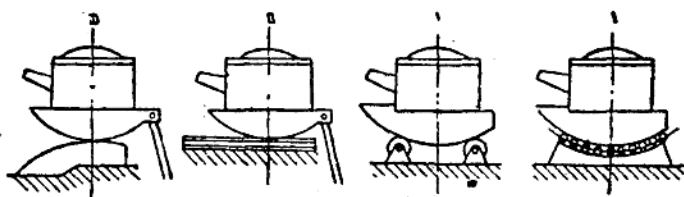


图 10—21

炉下倾动机构(图10—21)。这种机构主要应用在10吨以上的炉子。炉体支撑在底部的扇形板上。按扇形板移动方式分三种：

1) 扇形板沿着滑轨或滑轮倾动力，炉咀轨迹最坏。这类构造适用于熔炼和浇铸在同一跨间内的场合；2) 扇形板沿水平底座滚动，炉咀按外摆线而运动。这种倾动机构适用于铸造和熔炼两跨间是位于相毗连的车间；3) 扇形板沿着曲底座滚动，炉咀运动合适，安装比前一种困难，应用得不多。

按驱动方式分成三种：1) 由电动机经减速箱传动小齿轮，带动固定在炉底的扇形齿轮来驱动炉子；2) 由液压机压活塞杆来推动扇形板，从而倾动炉子。活塞杆与扇形板铰接；3) 由电动机经传动装置，传动铰接于炉体上的齿条杆达到倾动目的(图10—22)。

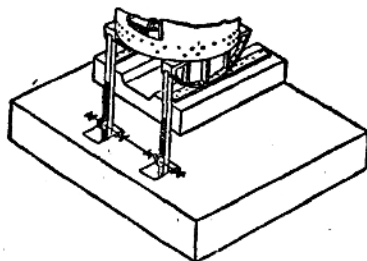


图 10—22

§ 10—7 装料方式

炉門装料：人工装料在小容量的炉子采用，装料時間长，生产率低，工人劳动强度大，机械装料用料箱及装料机进行，应用在大炉子上(10—30—40吨)(参閱平炉車間的)炉頂装料与炉門装料的区别在于全部炉料一次装入炉內，因此装料时要設法移去炉盖。

炉頂装料的优点：1)因縮短了装料時間，炉衬热損失減少，相应縮短整个煉鋼時間，提高生产率；2)电能和电极消耗降低，操作强度減輕(操作費用小)，节省鋼的成本；3)比炉門装料更好地利用炉子容量(炉門装料利用率只及頂装的50—60%)；4)可以装比炉門还大的大块廢鋼，降低了廢鋼准备費用；5)炉子修理前拆卸時間和修理后装配時間縮短。

缺点是基本投資費高，因为：1)炉子机械設備复杂；2)需要打补充地基；3)需要加大煉鋼跨間吊車能力；4)相应加强加高厂房柱子。

炉頂装料的特殊机件有：1)悬挂炉頂的結構；2)升降炉頂的机构；3)旋轉炉頂或曳引炉頂或炉壳的机构；4)炉子在操作位置时把可动部分扣住的鎖扣。

炉頂装料的方案有四种：1)炉頂移出式——用鏈子吊住炉頂的桥架，連同炉頂及支柱一起向加料門或出鋼槽一面开出(图10—23)。

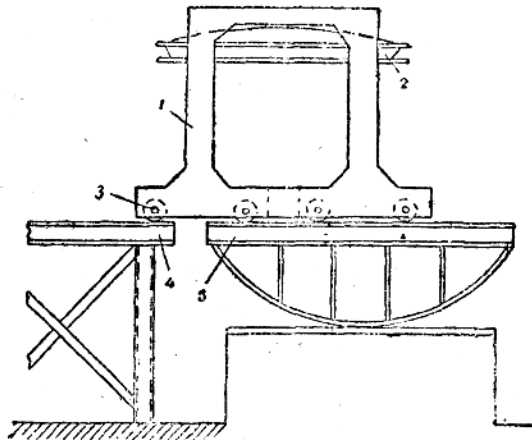


图 10—23

优点是移动机构重量比炉身移出式小几倍；加料时不需移去工作台；能合理利用工作台下面的空間；可經澆鑄跨間清除炉渣。

其缺点：桥架移出到軌道接头处，炉頂系統受震动，易损坏；电纜須加长；开出系統不对称，可能使滾輪卡住或弯曲；要待到足夠坚固的桥架有困难。

炉頂移出式炉子支柱固定在桥架上。桥架上框上安放炉頂提升裝置：馬达、減速器拉杆、帶齿扇形板及鏈子，鏈子系扣在炉頂圈的四个掛耳上。工作台上敷設鋼軌，装料时把桥架向出鋼槽方向开出。

2)炉身移出式——炉頂用鏈子掛在桥架上。装料时，炉頂升起，炉身从桥架下向炉門一边开出(图10—23)。

优点和缺点恰和炉侧移出式相对应，其结构已如概述所述，这里补充说明几点。炉前工作台的一部分是经偏心轮支持于车子上。炉身开出前，一种特殊传动机构传动偏心轮，降下工作台，然后工作台和炉壳一同开出及开回原处。开动前，工作台下落后，工作上的专门钩子钩住炉子台上的耳孔，以便一同开出开进。炉子的倾动机构用二个油压唧筒12开动，其活塞杆13推动支持桥架的弓形座，炉子在正常位置时，炉子台上的凸出部分(辊子)嵌入桥架支座的凹槽14内，使炉子与桥架支座联在一起，两者同时倾动。炉身推出机构如图10—24。

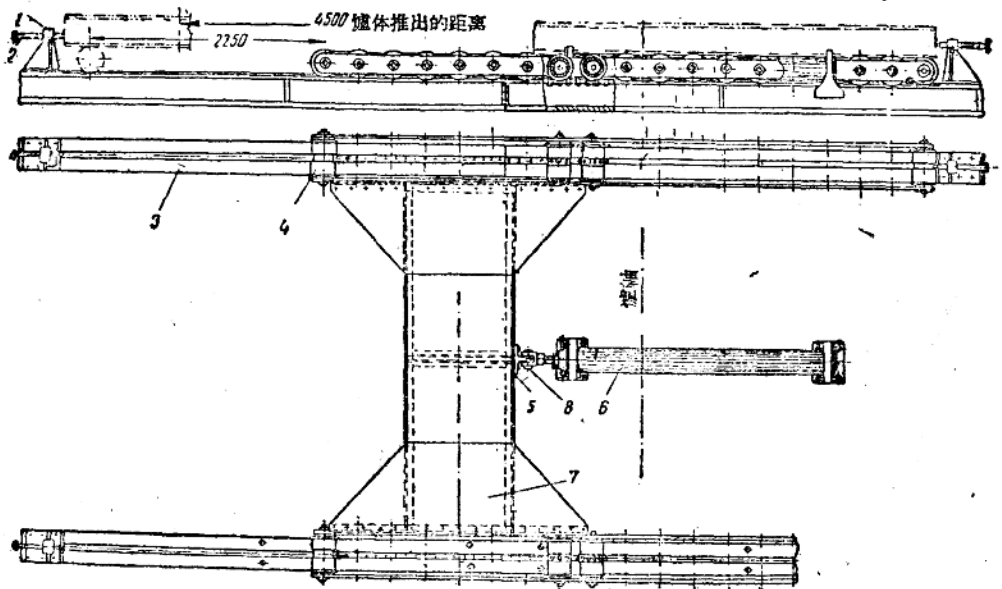


图 10—24

3) 炉顶转出式——炉顶升起，然后与支柱一起在水平面上绕垂直轴转动 $95^{\circ}\sim 110^{\circ}$ ，暴露炉膛，进行装料。有两种形式：

炉顶圈和支柱团结，全部结构同时升起而旋转。炉顶圈由鏈子挂在与支柱联结的架子上，只升起炉顶，然后炉顶与支柱同时旋转。

炉顶转出式的优点是活动部分结构重量小而轻便，炉顶和电极均不受震动。缺点是炉顶和旋转轴弯曲负荷大；换炉顶较困难；电缆也需加长。

这种结构，中小型炉子用得最广，其提升和转动炉顶的机构有电动和液压的（图10—25）。

4) 最新式的是炉顶桥架倾动式——炉顶挂在桥架上，装料时，炉顶提升相当高度，然后炉顶和桥架支柱一起向出钢槽一边倾倒，炉身不动，暴露炉膛，进行加料工作。*

顶装料炉子也有装置着可在水平面上绕垂直轴旋转炉顶的机构，使炉顶可向左右两个方向转 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，转动目的：1) 加速熔化炉料；2) 氧化及还原期促使金属加热均匀；3) 使炉墙热负荷分布均衡。电极先熔穿三个井，提起电极，旋转炉顶 40° ，再熔穿三个井，再提起电极，向反方向旋转炉顶 80° ，又熔穿三个井，一共熔穿九个井，达到上述

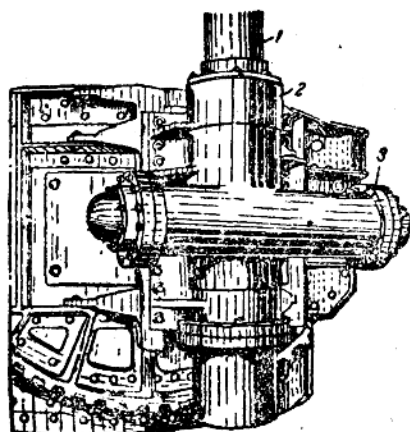


图 10—25

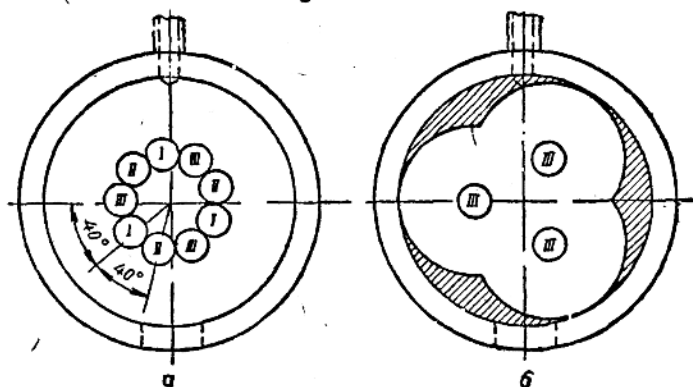


图 10—26

目的(图10-26)。

如前所述(图10-23)炉身支持于四个支托滚子上，另外还有四个限制辊(定心)8(图10-27)炉身下部装有齿圈2，用旋转传动装置使炉身绕垂直中心轴旋转。

对装料装置要求：简单价廉；炉料密实；不损坏炉壁、炉底。

通常所用的装料吊桶系一金属圆筒，其底部有两种形式：图10-28所示为具有坚固扇形板底的装料桶，扇形板用直径约25公厘的绳子联起来。装料桶进炉后1—2分钟，绳子便烧断，扇形板散开，炉料遂落下。另一种是带扇形链的(图10-29)，扇形链用环节链(类倾扣齿链或小环链)作成。吊桶装料前，扇形链的终端用铁环1钢绳2锁3和门子4连在一起。装满料的吊桶放入炉中后，用吊车付钩借链子和横杆拉出门子4，弓形片随即分开，炉料落入炉内，然后将吊桶扇形片提出。

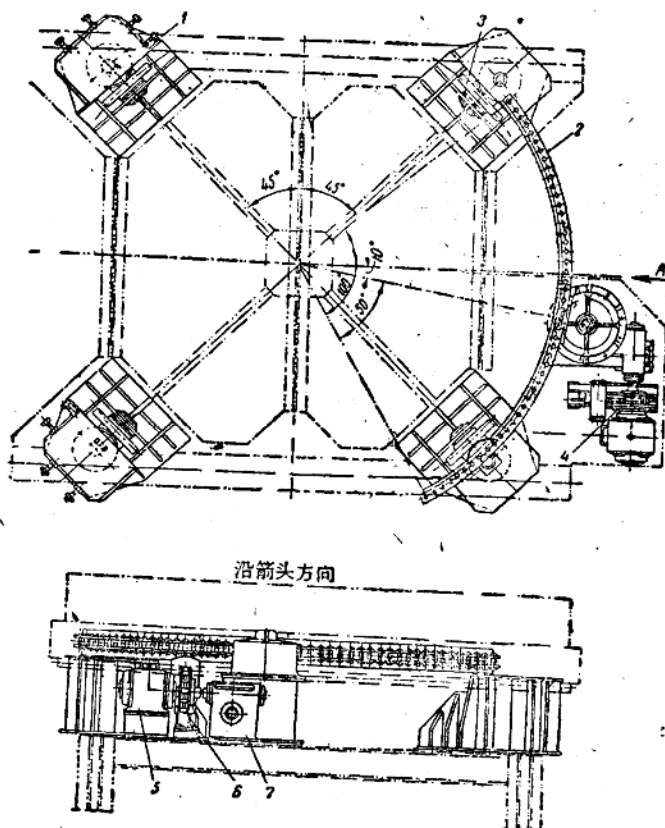


图 10—27

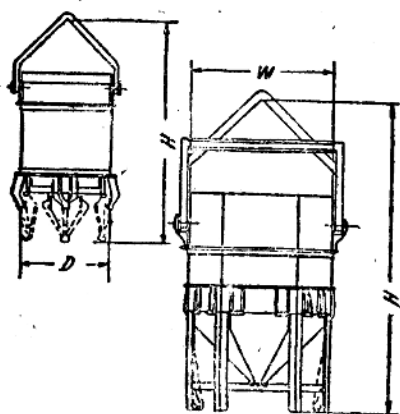


图 10—28

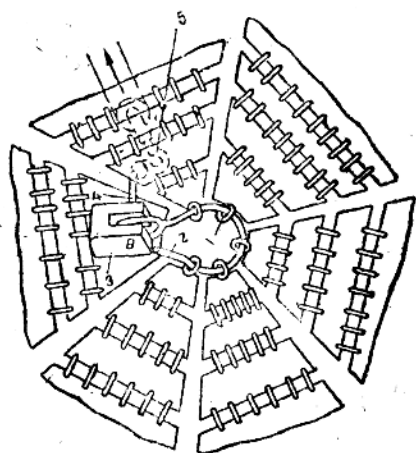


图 10—29