

江寧銅礦土法煉銅經驗介紹

• 江 蘇 工 業 刊 •

(一) 煉銅爐的建造:

這座煉銅爐先後進行了5次改建工作，主要是學習了四川、雲南各種土法煉銅爐的優點，結合每次存在的問題而不斷地加以修改的，現簡述如下：

1. 爐形——正確的選定鼓風爐的形狀，是對整個熔煉效果有關的，開始我們利用了倒置截頭圓錐形進行試驗，這樣下料速度太快，特別是對於含二氧化矽（石英石）很高的礦石來說，更容易在爐底形成生料，而造成爐缸凍結，經改進我們採用了腰鼓形的爐形。

2. 爐基——在建造爐子之前，首先是要選擇築爐地點，主要是應建在乾燥、堅固的土質上。同時，最好能靠近水源和迎風方向，這樣可使在熔煉時產生的二氧化硫（ SO_2 ）氣體吹至爐後，人們在爐前操作不致受煙害。

當爐基地點選定後，首先向下挖一長2.5公尺、寬2.3公尺、深1.6公尺的長方形的坑（坑的大小還應當按爐子的大小、高度而定），用柴火燒干周圍的潮氣（一般需20多小時），坑中保留一份燒過的炭灰和煤渣，厚度約5~8公分，用卵石鋪平後，上面開始砌基礎。在距離坑前25公分，坑左40公分處，用石料砌一正方形的小坑（90×70公分），石料厚約40公分，高40公分，其上部則用一般青磚砌起，至距離坑底1公尺時止。這個正方形的四周都用亂石塞緊，此時則在大坑中構成一個不等邊的“井”字形，井字中央的一個小方形，則為爐

缸的底部。為了保護爐缸不受潮氣，因此在“井”字形的前、後、左、右各小方塊中都應用炭渣（或爐渣）、煤灰等填緊。在“井”字中間的小方塊只填60公分，留出40公分空間，並在放銅孔的一方造成可以撤开通到內部的小孔（洞），以便當窩底受潮時還可以在其下部烘乾。在“井”字外圍另外的四個空格亦用乾燥的石塊填緊，此時爐基則全部建成。

3. 爐缸——一般常稱爐窩或本床。爐缸是建在爐基上的，主要是用以儲存熔煉時所產生之熔液，使粗銅、冰銅、爐渣在此進行分離，因此它對熔煉的好壞有著很大的影響。

首先在爐基“井”字形中央的一方格上，架設12根爐條，爐條上面鋪兩層耐火磚（或耐火材料），在其周圍均用耐火磚砌成一寬74公分、進深78公分、高52公分的一方框，即為爐缸所在地。

爐缸大小的確定，主要是由熔煉和鼓風能力而定（因為它影響到風口區斷面的大小），我們是採用一橢圓形斷面，長軸52公分，短軸18公分，深30公分。

爐缸的材料分為四層，從耐火磚起到缸底全厚應塗20公分，最下面一層用黃泥加食鹽（約10%的食鹽）的塑料塗成符合要求的爐缸外形。加入食鹽主要是利用食鹽受熱生成揮發性的氯化鐵和氯化鋁可將雜物排除，同時增加強度。第二層用煤渣加耐火泥，所用耐火泥主要是石英高嶺土，以增加其耐高溫性能。第三層用炭灰加濃泥漿水，所用

的炭灰要力求灰分最少（最好用木炭燒紅洒水冷卻再磨細成粉），以防止銅水粘結。第四層（也就是最上面一層）仍用炭灰，但用清泥漿混合，泥漿力求少用，可以塗上即可，以防止銅水凍結並加固下面一層。每層的厚度不等，約4~6公分，在塗每一層時，都應等上面一層烘乾後方可塗下一層。最後一層一定要仔細的緊密地塗上，並用光石“進行磨光”，嚴禁有半點裂縫。

4. 爐腹——主要是為了控制在熔煉時礦石下料速度和風口區斷面的大小。所謂“風口區”即熔煉爐內鼓風口所在地區，這個地區爐子的水平斷面就叫做“風口區斷面”。

為了減小爐料下降速度，採向爐內傾斜的爐腹，以爐子最大斷面70公分處逐步向內傾斜，至爐缸水平上10公分處縮小到38公分，全長90公分，其傾斜坡度約34%。在這一段地區要用較好的耐火材料塗得緊密而光滑，特別是要有在高溫下的耐磨性和耐腐性（被酸性爐渣所浸蝕），因為它是直接影響到熔煉爐壽命長短的。

5. 爐身——主要根據已經確定了的爐形而定，在爐腹上20公分基本上是直立的，內寬75公分，再向上則逐步縮小，至爐頂其寬度縮為34公分，全長140公分，向內傾斜30°左右。上部向內傾斜，其目的在於達到充分地利用熱效能。

6. 爐牆——整個爐牆的厚度均為48公分，內面一層用耐火磚，外面用普通青磚，膠結物為耐火泥。

(二)、鼓风口、加料口、放渣口、放銅口的构造:

在建造整个爐子的过程中,就注意到在其四周均要留出專門的地方安置鼓风口、加料口、放渣口、放銅口,現分別簡述如下:

1. 鼓风口——由于元山地区沒有动力設備,故采用人力鼓风。所用設備是木質圓形风箱,风箱內徑47公分,長185公分,实际冲程以150公分計,平均每分鐘可往复35次,风机效率系数为0.8,故每分鐘量为:

$$Q = \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot n^2 \text{ 公尺}^3/\text{分}$$

$\therefore Q = 3.14 \times 0.235^2 \times 1.5 \times 35 \times 0.8 = 1.936 \text{ 公尺}^3/\text{分}$ 可近似的取为每分鐘供給5公尺³的风量。根据云南土法煉銅的經驗証明:当风口区断面为1公尺²时,每分鐘所需风量为20公尺³,故我們风口区的断面取为 $0.52 \times 0.48 = 0.2496 \text{ 公尺}^2$ 。

风量确定后,主要是决定鼓风的方向,根据經驗,我們采用风口对准爐窩中心吹,以达到翻動銅水进行分离的作用。进风口高度是在爐缸水以上10公分处,鼓风筒的長度为46.5公分,傾斜近50余度,由耐火磚砌成,上寬15公分,下寬25公分,高10公分,其断面为0.01公尺²另外在鼓风筒上面留一观察孔,以便熔煉时看后火和处理故障之用,平时則用砂包压紧,防止漏风。

2. 加料口——为了減輕加料的体力劳动,采用了在爐子左側开一加料口,其高度距加料台97公分,加料口断面是:上寬19公分,下寬40公分,高42公分,距风口区1.5公尺,使熔煉时爐內料柱高度保持在1~1.2公尺以內。

3. 放渣口——放渣口的位置是在爐子的正前方(与鼓风口相对)其高度与爐缸口平行,略高于爐外的出渣溝,以利于自动流渣,

放渣口是用耐火泥定制而成,其形状为一拱形断面,半徑約10公分。

4. 放銅口——放銅口位于爐子右側(加料口对方)为了放銅和堵塞方面順利,但又不減低爐牆的强度,故采用了喇叭形,其放銅有效長度3公分,孔的直徑是內小外大,由3~5公分,放銅孔的位置是高于爐缸底部3公分的水平,使爐缸內永远保留3公分厚的銅水保持一定的溫度。

(三)、爐料的准备:

一般說来爐料包括砂石、燃料和熔剂。我們加入的爐料中矿石是属于氧化銅矿(硅孔雀石类),經化驗結果:含銅(Cu)12.30%、石英(SiO_2)11.98%、氧化鉄(FeO)2.689%、硫(S)0.709%。根据矿石的性質是屬酸性,因此我們選擇了碱性熔剂,采用石灰石(CaO),燃料是用焦炭,由于我們沒有化驗設備,所以入爐矿石都未經化驗,所以配料一般都看渣于流动性的好坏加以适当調节。在一般的情况下每次爐料是:焦炭25公斤、矿石55公斤,石灰石15公斤,焦炭佔矿石的重量45.5%(詳見熔煉技术部份);对于入爐的焦炭、矿石、石灰石,提出如下要求:

1. 矿石——如为氧化銅矿石且含硫很低时,可以不經過焙(煨)燒,而直接入爐熔煉,如为硫化矿石或含硫較高的氧化矿石均須先經焙燒,以除去硫。焙燒的时间視除硫的程度而定,对于含銅品位很低的粉矿,在入爐前最好首先經過淘洗,清除杂质,以提高入爐矿石的品位。

2. 熔剂的选择——組成煉銅爐渣的主要成份是二氧化硅(石英“ SiO_2 ”)、氧化亞鉄(FeO)、氧化鉄、氧化鈣或称石灰石或代石(CaO)等,对于每种成份的多少,我

們並沒有經過化驗,主要根据爐渣的情况而定,由于矿石中含有大量的二氧化硅,所以沒有新加二氧化硅(因为缺乏 SiO_2 时則不可能产生流动性好的含銅很低的爐渣),同时过量的 SiO_2 会使爐渣的粘度和稠度增加。为了减少爐渣的粘度、稠度,可以升高爐溫,但焦炭消耗又过大,所以我們加入了天然的碱性物——石灰石或氧化鉄矿(加入过量氧化鉄时会增加爐渣的比重),加入的石灰石要求含氧化鈣愈高愈好。

3. 加入爐料的块度(粒度)大小要均匀,一般其粒度在3~8公分。

(四) 熔煉技术

按煉銅生产过程分述如下:

1. 熔煉的准备工作:

(1) 首先是要使爐內(特別是爐缸)干燥,如上次熔煉有損坏者,亦应进行修补。

(2) 准备好爐料和用水,入爐矿石和石灰石均需在事先按一定比例均匀混合,另外还需在工作面附近儲蓄一定量的用水,以供工具冷却之用。

(3) 檢查风箱和工具的好坏。

2. 架幅及点火:架幅的目的在在于使起爐时便于点火,并保証在焦炭还未燒結成棚以前,小块爐料不会下場。其操作步驟是:首先用干燥木柴从拱得赤热的爐缸架起,其高度約30~40公分,在木柴上架大块焦炭100余公斤,使这一批起爐燃料的高度約70~80公分。此时金門也随之砌好,当木柴和一部分焦炭架好后,立即从爐缸底部用易燃物(如木花)进行点火,随之再加一部分焦炭。

3. 加料:总的說来是要求爐料均匀分布于爐內,并保証爐內的料柱高度一般在1~1.2公尺。加

料的次序是：第一次上料时是要等到架幅的焦炭燃到白热时可上料，第一次上石灰石与铜矿石的混合物70公斤，其中矿石55公斤，以后每次加料次序是：焦炭25公斤，矿石55公斤，石灰石15公斤。每次上料的时间还须看各种矿石的熔化速度而定，一般在15~30分钟内需加一批爐料。最近一次熔煉是采取了“少加快加”，就是把以前每一批爐料分兩次加入，一般在15分鐘左右即需加入焦炭15公斤，矿石27.5公斤，石灰石12.5公斤，熔煉效果較前者为佳，每次熔煉時間延長至65小时之久。总之都須根据熔煤时实际情况随时加以修正。

4. 出渣及看后火：在熔煉过程中要随时注意放渣和看后火，“看后火”主要是从鼓风口处的观察孔中进行，以了解风口区爐溫是否白热，是否有結块，如有黑点（渣子膠結物），那怕是一小点也須立即清除，而且动作要快，以減少停风的时间，一般在15分鐘左右即須观察一次。当观察到爐渣已經至放銅孔时須立即放渣，以避免爐渣高过风口时使风口发生冻结事故。在放出爐渣后，首先用一焦炭堵好，其周圍用干灰盖好。在下次放渣时只須用通杓稍微一通即可順利地放出爐渣。

5. 放銅：根据入爐矿石品位的高低（一般是3~5~12%），在4~6小时即可放一次銅水，一般是每次可放出30~50公斤。放銅时首先是安好接銅桶，清除（扫）放銅孔外的喇叭道，再用鉄杆通入放銅孔即可放出銅水，每次放銅一定要快，力求縮短時間，特別是在放

銅后的堵塞工作一定要既堵得快、堵得好，又要保証在下次放銅时更为方便。

（五）故障的处理及

存在問題：

在整个熔煉过程中，我們所遇到的故障主要：（1）爐內結块——在爐身里形成結块，妨碍上部爐料和鼓风。（2）放銅孔冻结——由于放銅后堵塞方法不良，最早我們使用耐火泥堵塞，而耐火泥燒过后硬度很大且易与銅水粘結。（3）爐缸銅水冻结——由于爐內的耐火材料、爐、鼓风、矿石等很多原因而形成爐缸逐步冻结，甚至停爐，大大地縮短了熔煉爐的寿命。如果情况严重（缸內全部冻结，而又不可以从金門里取出时），甚至会造成撤爐重建的危險。（4）生料掺入爐缸——从多次故障情况看来，常在爐缸冻结块中发现大小不同的焦炭和生鉄。（5）人拉风箱的故障——通常是由于风箱內的雞毛脱落而減低风量。

根据上述情况，我們經過多次分析，研究和試驗，进行了以下几类改进，目前已經基本上得到解决。

1. 采用了“腰鼓形”的爐形：

由于我們是熔爐的含二氧化硅很高的氧化銅矿，采用了在加料口以下是上大下小的爐身，这样可以減小爐料下降速度，增長熔煉時間，在加料以上的爐身是逐步縮小，这样可以充分地利用热效能。

2. 增加爐腹：其目的与（1）同，只是为更进一步的得到滿意的

傾斜角度。

3. 縮小风口区断面面积：主要是根据已有的鼓风量来确定，这样可以避免由于风量不足而使爐缸四周冷却冻结。

4. 注意選擇爐襯材料，在選擇时主要是要求它既能耐高溫而又不与熔液相粘結的材料。

5. 注意选矿：入爐矿石如經過仔細的选矿（如水选）其杂质可以除去一大部分，这样可以大大地減少爐缸冻结的可能。

6. 使用木桿及热炭粉堵塞放銅孔：在放銅后立即用一木桿前端包的炭灰来堵塞放銅孔。

7. 改进拉风箱的技术：增设备用的风箱活塞及雞毛，在拉风箱时，由于是三人同时拉动，所以要求步調一致，直进直出，保持一定速度，这样可使风箱不易損坏。另外为了縮短当风箱活塞損坏时更換時間，在工地应储备一个完整的活塞和雞毛。

8. 增大金門：主要是为了防止当爐缸一旦发生全部冻结后，这块重达数公斤的結块容易从爐內取出而不致撤爐重建。

最后，我們目前尚需研究，試驗的問題有：

（1）延長爐子的寿命，縮短停爐修補時間；（2）減少焦炭消耗量，試用白煤代焦炭；（3）充分利用貧矿，加强和改进选矿工作，以提高入爐矿石品位；（4）硫化銅矿石的試驗（炼）；（5）改进熔煉技术，提高金屬回收率；（6）如何更正确地进行配料工作。