

烟化法处理杂铜廢渣 过程总结

上海冶炼厂 編

冶金工业出版社

烟化法处理雜銅废渣
过程总结

上海冶煉厂 編

冶金工业出版社

烟化法处理杂铜废渣过程总结

上海冶炼厂 编

编辑: 吳学文 设计: 周广、章熙堃 校对: 佟尚洁

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第003号

国家统计局印刷厂印 新华书店发行

1950年8月第一版

1959年8月 北京第一次印刷

印数2,000册

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$ · 12,000字 · 印张 $\frac{18}{32}$

统一书号 15062 · 1569 定价 0.08 元

出版者的話

有色金屬冶煉中要產生大量爐渣，爐渣中都含有一定數量各種各樣的有價金屬，設法處理這些爐渣，提取其中有價金屬，是實現金屬綜合回收的一個重要方向。

煙化法是處理含鋅、鉛、錫等易揮發金屬爐渣的一個有效方法，也是一個較新的技術。本書為上海冶煉廠試爐生產的一個技術總結。書中概括地介紹了煙化爐的基本常識，論述了煙化爐處理雜銅廢渣的一些技術問題。

本書可作為一個初步的技術資料，供有關部門參考；也可作為一本通俗讀物，供有關技術工人和一般冶金工作者閱讀。

本書由上海冶煉廠楊雲龍同志執筆編寫，田庚錫同志審校。

— * —

目 录

一、煙化法處理的對象、原料及其意義·····	1
二、煙化法處理爐渣的實質·····	2
三、煙化法的主要設備——煙化爐·····	3
四、煙化爐處理鼓風爐渣的操作方法·····	5
五、煙化爐煙化法一般問題的討論·····	9
附錄：煙化爐設計參考資料·····	11

一、烟化法处理的对象、原料 及其意义

在有色金属冶炼工厂，烟化法用来处理废料或选矿的中间产品（如低品位的铅、锌矿），以提高原料中有价成分的回收率。

炼铅工厂和杂铜冶炼工厂，所形成的炉渣常含有6~15% Zn, 2~10% Pb, 1%左右的Sn和0.6~0.8% Cu。炼锡工厂的贫炉渣中铅、锌和铜的含量较少，但含锡达2~3%。炼铅鼓风炉渣，则含有较多的铅。这些炉渣在工厂废料场上常常堆积到数十万或数百万吨。在个别场合，冶金工厂的废渣堆中有有色金属的含量比某些正在开采的矿区还高。

烟化法处理的原料范围很广，凡是含锌、铅、锡等易挥发金属的原料都可处理。例如低品位的铅、锌氧化矿石，它们是在选矿时因不合格而分开来的，这种原料在炼铅鼓风炉中处理不见得合算，而用烟化法处理却要简便得多。因此可想而知，烟化炉在冶金工业上将有广阔的前途。

如上所述的废渣或不合格的其它原料，其特点是存量多、用金属含量少（与工厂原料比较），所以必须以经济有效的方法来处理它们。烟化法在很大的程度上可以满足这些要求，从而可以以最少投资，最快的速度，最有效的方法为国家增加财富。

二、烟化法处理爐渣的實質

这过程的实质是熔融的爐渣以空气和粉煤的混合物进行还原吹炼。鋅、鉛和錫蒸餾入气相，并在净化废气时呈烟尘形态从气相中收集起来。这些金属的蒸餾形式各不相同，鋅仅呈金属鋅蒸汽从爐渣中蒸餾出来，鉛呈硫化物、鋅化物和金属蒸汽，錫呈氧化亚錫 (SnO) 或硫化物 (SnS) 由爐渣内蒸餾出来。

由于各种金属的挥发温度不同，因而在作业的温度下挥发的程度也不同，鋅开始挥发的实际温度是 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，鉛 900°C ，銅和錫則要高于 1300°C 。

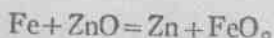
在收集的烟尘中，这些金属大半呈氧化物形态存在，而鉛和錫也有呈硫酸盐和硫化物形态存在的。

金属及其化合物的还原、硫化、蒸发过程是在渣层中进行的，而蒸汽的氧化过程，则发生于渣层的上面。

以碳还原鋅、鉛、錫之氧化物的过程是吸热的，因此必须保证不断地加热爐渣的熔槽，这是以輸入較鋅、鉛、錫氧化物被还原所需要的还多的空气和粉煤的混合物来达到。剩下的粉煤在熔化的爐渣层中燃烧，放出热量以保持它的温度在要求的水平。

当爐渣吹炼时，不仅鋅、鉛、錫的氧化物可以还原，爐渣中铁的氧化物亦有被还原的可能。铁的还原是不希望的，因为能引起含铁爐結的形成与部分还原的錫結合成为錫铁合金 (Sn-Fe)，从 Sn-Fe 合金中收回錫是非常困难的。生成的金属铁在高温下馬上又有重新按以下反应式进行氧化的

可能。



但根据由爐渣除去鋅的程度，金屬鉄出現的危險性变为愈加可能。

經受烟化的爐渣含 SiO_2 不应高于 38~40%，較酸性的爐渣可以粘到十分严重的程度，以致使过程的实现成为不可能。由于一部分鋅和其它金屬的揮发，随着过程的終結、矽酸的含量一直增高，爐渣的粘度大約增加一倍。

加入硫化物使爐渣中所含之銅呈冰銅形态分离出来，造成冰銅，可使吹煉后的廢渣中含銅少。

三、烟化法的主要設備——烟化爐

目前公認处理这类爐渣的方法，而且在工业上获得广泛应用的是烟化处理过程，其它方法如爐渣的飄悬熔煉，廻轉窑烟化法以及水法等，虽然在技术上有可能，但在經濟上是不合算的。

烟化爐总的結構和布置示意图见图 1。

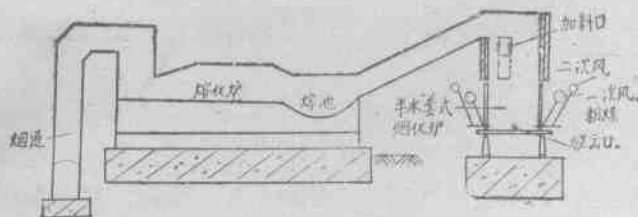


图 1 烟化爐結構示意图

烟化爐爐端是由10~12毫米厚鋼板焊成的水套組成的。爐端整個高度可以都用水套，也可以是半水套式的。爐底通常是由鑄鐵或耐熱合金鋼鑄成板狀，在其中裝上供水冷卻用的是 $\phi 1\frac{1}{2}$ "無縫鋼管。通常冷水由下面管子進去，熱水不斷地從上面的管子中流出。一般水溫差為 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

烟化爐水套的內壁上、在間距100毫米範圍內焊有許多根圓鋼，長為50毫米直徑大小為12毫米的橫銷。橫銷的作用是保證水套內壁上生成一層結實不脫落的渣壳，這樣就可以使得熱渣不直接與水套接觸，免得燒壞，同時可以使冷卻水帶走的热量損失減少40%。

在下部端端的水套中距爐底50~100毫米的水平面上，設置一個或兩個 $\phi 80\sim 120$ 毫米孔洞，作為放出熔煉產物的流出口。

空氣粉煤混合物由風口吹入，風口設在兩側水套之下部，並伸入爐中150~350毫米。風口直徑為28.5~40毫米。風口中心綫至爐底距離一般選用150~250毫米。

在烟化爐上部距爐底4~5米处開有傾斜 45° 的加料口，一般尺寸為500×500毫米。我廠加料口高度為2500毫米。

烟化爐內處理的液體爐渣由熔化爐供給。熔化爐有兩部分——熔化帶（加熱帶）和熔池。固體爐渣首先加在熔化帶上，熔化後流入熔池中。

因為固體爐渣的導熱性差，加熱時它的表面先熔化，因此加熱的表面愈大，在同時時間內熔化的數量就愈多，熔化的速度也愈快。在設計過程中按熱輻射傳導作用，可計算出單位小時熔化量，然後視烟化爐生產能力決定其熔化爐加熱面積和熔池大小。關於熔池大小的決定，應以烟化爐處理量之

二倍計算之，但对熔池深度一般的以 2500 毫米为好。熔化爐加热燃料一般采用煤气、重油和粉煤，在技术条件可能的情况下，以粉煤为好。

为了加热和熔化爐渣，可利用烟化爐出来的气体的热，所以烟化爐与熔化爐之間，借联接烟道联接起来。

四、烟化爐处理鼓风爐渣的操作方法

在烟化爐中处理杂銅鼓风爐渣的生产流程如图2所示。

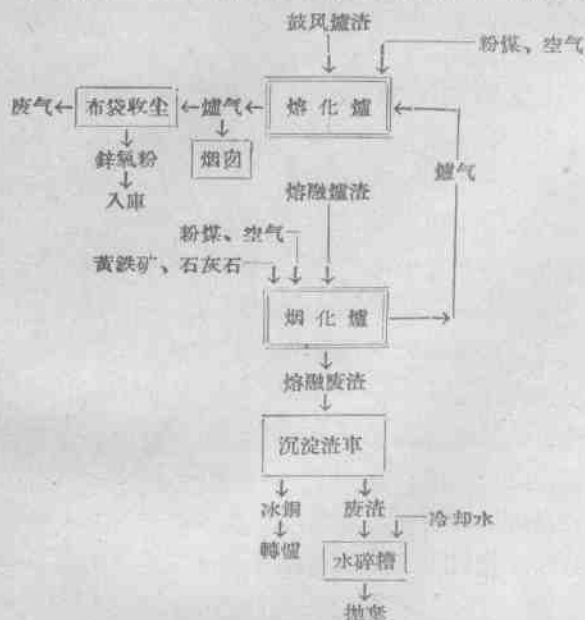


图 2 烟化爐处理杂銅鼓风爐渣生产流程

生產过程及技術条件控制

1. 装料:

熔化爐放出的熔融爐渣放入包子內，經烟化爐的加料口注入爐中，在新建的条件下，应考虑熔化了爐渣自熔化爐直接流入烟化爐的方案，这样对减少热損失和簡化操作均是好的措施。

注入爐中的爐渣最好过热到 $1150 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ （渣熔点为 $1050 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ ），溫度过低，渣流动性不好，会使包子結壳，加料口堵塞，甚至爐子結死。

2. 烟化还原:

以空气粉煤混合物吹煉爐渣，時間一般控制在 $90 \sim 180$ 分鐘。在过程中要加入 $1 \sim 2$ 次熔剂，視爐渣原成分決定用黃鉄矿或石灰石作熔剂。吹煉作业，主要取决于烟化强度和時間，即与混合物中之空气与粉煤的比，粉煤的細度和成分，鼓风的溫度和其中氧的浓度，爐渣的溫度等因素有关。下面討論几个主要影响的因素。

1) 溫度：金屬揮发的强度取决于爐渣吹煉的溫度的增加，但提高溫度超过 1350°C 是危險的，因为可能有鉄的强烈还原，最合适的溫度是以爐渣流动性的消失以前的溫度为根据，一般控制渣层溫度在 $1200 \sim 1250^{\circ}\text{C}$ 。

2) 粉煤的单位消耗：粉煤消耗量決定于爐渣中鋅的含量和规定的揮发程度，实践上用量波动在所处理爐渣重量的 $14 \sim 26\%$ 之間。

3) 空气和粉煤之間的比：要求混合物有最大的还原能

力，而另一方面又要保證發出足夠的熱量，在初期鼓入的空氣量接近於粉煤完全燃燒所需的理論空氣量，以便能迅速地加熱爐渣；此後增加粉煤量，生成較多的一氧化碳，加強爐內的還原能力；在爐渣放出前不久（約 15 分鐘左右）應又重新調整到原來的數值，其目的是在爐渣放出以前，給以加熱提溫。

4) 鼓風時間：鼓風時間決定於粉煤的強度、最初和末尾爐渣中鋅的含量和爐渣的溫度等，一般的波動在 90~180 分鐘。

鋅揮發的速度隨其在爐渣中降低的程度而減小，因此從經濟上考慮，由爐渣中提取鋅的過程應在技術上可能達到和經濟上合理的指標下結束。一般在渣含鋅達 2~3% 時結束吹煉。渣含鋅變化情況如圖 3 所示。

5) 爐內料面的高低：一般渣層厚度在風口上 700~1100 毫米。渣層愈深，粉煤的利用愈好，其單位消耗量也減小；但鋅揮發的相對速度較低，吹煉時間延長，因為減小了每分鐘通過每噸爐渣所吹入的粉煤量。這並不影響設備的生產率，雖然每一個週期的時間有些增長，但每一個週期內所處理的爐渣量有所增加。

6) 粉煤的磨細程度：較細的粉煤能保證和爐渣間充分地進行化學過程，過粗的粉煤由於在爐渣中停留的短時間內來不及完成反應，因而粉煤的消耗也增大。一般採用的粉煤粒度要求全部通過 150 篩目，其中有 85% 通過 200 篩目。

3. 放 渣：

吹煉結束時調整空氣粉煤混合物比值以提高出渣的溫度，因此時渣內的 SiO_2 數量增加，渣的粘度增大，應提高

渣的温度使其有較好的流动性。

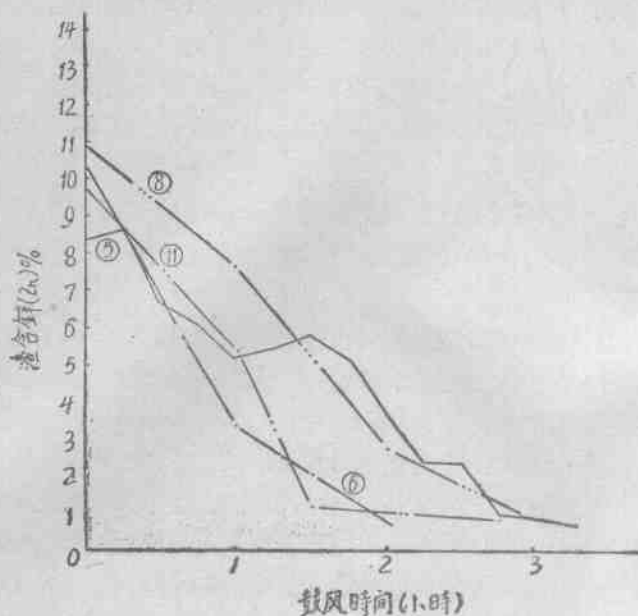


图 3 渣含鋅变化情况

(选取⑤⑥⑧⑪爐为代表，其中以第⑥爐为最好)

废渣放出先經過沉淀車，冰銅在車中析出，废渣則流入水碎槽中，水碎渣棄去。一般放渣速度以1吨/3分鐘为好（在要求回收冰銅的情况下）。

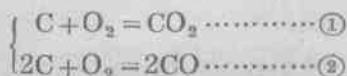
五、烟化爐烟化法一般問題的討論

廢熱的利用

烟化爐爐氣离开爐子时达 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，其中所含的热量一般是送往廢熱鍋爐产生蒸汽加以利用；但在某些工厂廢氣的热暫不能利用，因为在爐氣中有大量的鋅氧粉，廢熱鍋爐和管道的壁上很快地便会結上烟尘。設有廢熱鍋爐时，需要經常吹入壓縮空氣，或过热蒸汽进行清除，方不致失去加热作用。我厂采用烟化爐廢熱熔化固体爐渣，是切实可行的方法。

粉煤燃燒及還原性控制問題

碳的燃燒可以有两个方法进行。即：



在方程式①里发生的热量大，同时碳在燃燒时还必須有过量的空气。要保證分发出足够的热量，必須使粉煤燃燒成 CO_2 ，因此空气的过量要大一些（ $\alpha=0.5$ ）。当要求爐内还原气氛强时，則希望式②进行，因此空气过量程度要小，或 $\alpha=0$ 。

为达到以上要求，是借調整空气、粉煤混合物的比例来达到的。調节粉煤空气混合物組成时，通常是保持空气的消耗量一定，而改变粉煤的供給量，如此可以保證鼓风机在最

大的生产率下不断的工作（鼓风机电动机的特性是以达到最大负载时效率愈高），并使爐况平稳。

为了减少热的损失，提高粉煤的供给强度以达到过程的强化，在烟化过程中的各个时期，注入爐中每吨爐渣的粉煤消耗范围为每分钟 0.6~1.90 公斤。

为了提高爐渣的温度，又不减低粉煤空气混合物的还原能力，最切实可行的是采用热风或富氧空气，这样能大大提高温度和强化过程，不过采用热风时设备的制造和安装均要考虑周到。

热 平 衡

热平衡对爐子的正常开动有很大的意义。

烟化爐热的来源主要是靠粉煤燃烧，因此吹入粉煤不仅是作为还原剂，而且是热的主要来源。

在烟化爐内热的支出是比较多的。首先是因为爐渣从熔化爐放到烟化爐已经变冷，必须加热到吹炼的温度。爐渣的还原是吸热的，因此要补充大量的热量。此外，冷却水套的水带走一部分热量。特别剧烈的是爐气带走的热量占整个热支出的一半以上。

随着锌的挥发，爐渣中二氧化硅的含量相对地提高，爐渣的粘度变大。粘度大的渣要求提高到更高的过热温度，否则渣将粘結，粘的渣很难从爐中放出，使入爐的空气、粉煤混合物不能在爐子中心燃烧。实践上是在最初鼓入的空气量接近于粉煤完全燃烧所需的理论空气量，这时粉煤燃烧成二氧化碳和一氧化碳，即可以作为热的来源，又稍有还原作

用，而在作业最后阶段也恢复到这样条件。

此外，如果冷却水温度不合适（过低）也会使热量过多的损失。

漏粉煤及设备事故问题

粉煤的设备要求密封程度高，尽量少用法兰接头。关于支持螺旋运输器传动的轴承最好装在设备的外面，以防粉煤跑入而使轴承的滚珠失去作用或破碎，增大马达负荷，造成事故。更重要的是如何使粉煤入一次风管处造成负压，不要让空气进入螺旋器内直通入煤仓。否则造成仅有空气入炉，粉煤不入炉的现象，这样在5~10分钟后，即有结死的可能。烟化炉结死的根本原因，是热的收支不平衡。

要防止这点，关键是从改进设备着手，主要的有二点：

（一）粉煤与空气接头处，设法造成更大的负压。

（二）粉煤仓进行密封加料，在使用时通入与一次空气同压的空气，以保持仓内与风管内压力平衡，这样利用粉煤本身的重力即可入风管与一次风混合，而一次风亦不能入粉煤仓，如附图4所示。

附录

烟化炉设计参考资料

一、烟化炉部分：

1. 炉渣处理量（吨/昼夜）.....32.4
2. 烟化炉风口区断面积（米²）..... 1.5

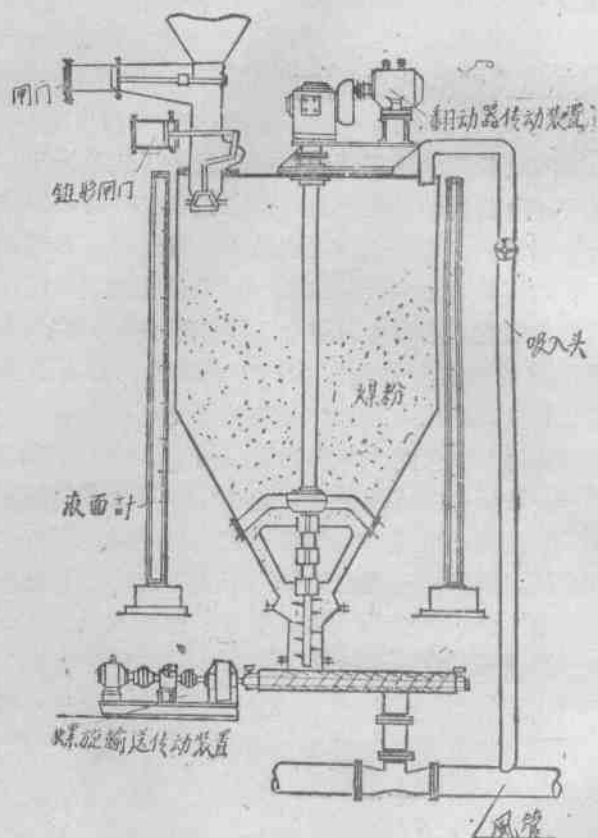


图 4 給料器

- 爐身寬(米)1.56
- 爐身長(米)0.96
- 爐身高(米) 3.6
3. 風眼數目(個) 10
4. 爐床至風口中心綫高度(毫米) 200
5. 風眼直徑(毫米) 38
6. 放出口數(個) 1
7. 放出口直徑(毫米) 80
8. 鼓風壓力公斤/厘米²0.8~1
9. 風機類型:
八級離心式風機 風壓 1公斤/厘米² 風量80米³/分
電動機..... 250 馬力
10. 廢氣熱的利用方法:
熔化爐利用烟化爐廢熱。
熔化爐廢熱沒有利用。
11. 烟塵收集採用布袋收塵法。
12. 粉煤經過中間煤倉(粉煤容量 4T/個)
13. 經一個風口送入的粉煤量(公斤/每5分).... 0.6
14. 單位面積處理量(噸/米²·晝夜)21.6
15. 晝夜揮發的鋅量(噸/米²·晝夜)2.85
16. 鋅的回收率.....79%
鉛的回收率.....90%
銅的回收率.....68.6%
17. 爐內溫度.....1250~1300°C
爐渣溫度.....1150~1200°C
18. 粉煤單位消耗量(公斤/噸) 220