

東川土法煉銅經驗

全國土法煉銅年定現場會議資料匯編之二

東川礦務局 編

冶 金 工 業 出 版 社

东川土法煉銅經驗

东川矿务局 編

編輯：吳學文

設計：朱駿英

校對：劉賓浩

1959年1月第一版 1959年1月北京第一次印刷 15,000冊

787×1092·1/32·30,000字·印張1 14/32·定價0.15元

中央民族印刷廠印

新華書店發行

書號：1374

冶金工業出版社出版(地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

出版者的話

东川矿务局在党的社会主义建設总路綫和“土洋并举、全民炼銅”的方針指导下，确定了边基建边生产、基建生产双跃进的方針，全矿在保証基建正常进行的前提下，大搞群众性土法炼銅，做出了显著成績，取得不少經驗。东川式土法炼銅爐，已被最近在云南召开的全国土法炼銅現場會議初步确定为在全国試用的爐型之一。本書中介紹了該矿在建爐、配料、操作、安全、分析等各方面的經驗。

目前，群众性的土法炼銅运动正在各地发展。东川矿务局适时总结了他們的經驗，为各地提供了資料。自然，各地在参考东川經驗时，还应根据本地区矿石、燃料、耐火材料、技术力量等各方面的具体情况考虑，以避免生搬硬套。

· 目 录

东川矿务局土法炼铜經驗介紹·····	(1)
东川矿务局湯丹矿20吨炼铜爐介紹·····	(15)
东川矿务局湯丹矿40吨炼铜爐介紹·····	(19)
东川矿务局土法炼铜鼓风爐操作要点 (草案) ·····	(22)
土法炼铜爐一般事故的发生和处理·····	(27)
东川矿务局土法炼铜鼓风爐专責制度 (草案) ·····	(31)
东川矿务局土法炼铜安全規程 (草案) ·····	(33)
东川矿务局几种定銅化驗分析方法介紹·····	(34)

东川矿务局土法炼铜經驗介紹

一、概 述

东川炼铜有 200 多年的历史。当时是以木炭作燃料，以粘土加木炭灰作耐火材料。所用的土爐約有两公尺高：前边有一加料口，外形极似观音庙，故称观音爐。此爐沒有前床，炼出的铜积存在底窩子[●]里，爐子用人力鼓风，每24小时約可熔炼矿石数百公斤。炼出的铜流不出来，只好破爐拿出，故称破爐取铜法。后經逐漸改进，爐体尺寸加大，熔炼的矿石增多，爐的寿命由一天增加至七天，熔融铜可以从窩底中放出来，便称为流水爐。东川目前土法炼铜的基本方法同以往相似，只是炼爐比以前有了很大的改进，在鼓风上大部采用电动鼓风，在操作上也有了較大的改善。东川的矿石中氧化矿占絕大多数，一般的均呈碳酸铜产出（即孔雀石、藍銅矿）。經過手选，铜的品位可以富集到10%以上。例：湯丹矿的矿石經几次分析結果如下：

成分	銅	氧化鉄	氧化鋁	氧化鈣	氧化鎂	二氧化矽	硫
	Cu	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	S
%	10.74	3.36	2.94	17.45	13.45	17.75	2.78
%	14.54	8.72	1.97	13.01	8.04	22.55	1.88

从以上分析中可以看出，东川氧化矿含硫很低，故在冶炼上应用还原熔炼法。

● 底窩子，即爐缸。

二、东川炼銅爐的各种規格。

炼銅爐的生产能力一般是以爐子风口区单位截面积每24小时熔炼的矿石量来计算。通常，处理易熔矿石时，风口区截面积每平方公尺每24小时的矿石处理量是80~120吨，处理难熔矿石时是40吨左右。东川銅矿的脈石大部是白云岩、石灰岩，是属于难熔的一类。我們实践的結果，每平方公尺每24小时只能熔矿30吨，有时达32吨，因此在计算爐子的处理量时，每吨矿石每24小时需要的风口区截面积是 $1/30 = 0.033$ 平方公尺。

爐子的形状一般是圓形的比較好。但圓形爐的直径根据一般的經驗不能超过1.1公尺，否則会造成通风不良。按这种情况计算，如爐的直径是1.1公尺，它的面积应是 $\frac{1}{4}\pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3.1 \times 1.1^2 = 0.94$ 平方公尺。如熔炼东川的矿石，則是 $0.94 \times 30 = 28$ 吨。也就是說，如果用圓形的爐子去熔炼，东川的矿石每爐每天至多能熔炼28吨，再多則造成通风不良。因之处理量更大的爐子，应采用方形爐，因方形爐可以采用两面給风，避免通风不良現象。

一般的情况，爐子的主要規格如下：

1. 圓爐的直径不超过1.1公尺，方爐寬度不超过1.1公尺。
2. 圓形或方形爐风咀到爐底的高度不超过30公分。
3. 圓形或方形爐风咀到加料口高度不低于1.7公尺，不高干2公尺。
4. 圓形或方形爐风咀到加料口应有5~7度的坡度。

5. 圓形爐或方形爐加料口以上的高度不一定，主要的是要在加料口以上能造成 100 公厘的水柱負壓即可，應視本地區情況來確定爐的高度。

6. 風咀直徑一般為 100 公厘，便於操作。

7. 風量應根據爐子風口區截面積計算，每平方公尺一般是 100 立方公尺的風量；最低風壓應不低於 100 公厘水柱。

8. 方形爐風咀中心綫的水平距離不應超過 35 公分。

9. 風管的直徑：總風管應是分風管橫斷面積的總和再加上 20% 漏風速壓頭損失。

10. 風咀數目的選擇：風咀總面積應為爐子風口區截面積的 3~5%。

例如：60 噸爐子的風口區截面積為 1.98 平方公尺，

風咀的總面積為 $1.98 \times \frac{4}{100} = 0.079$ 平方公尺

$$\text{風咀數目} = \frac{0.079}{\frac{0.1^2 \pi}{4}} = 9.8 \text{ 個}$$

所以採用 10 個。

11. 東川爐子、前床及鼓風機的各种規格：

東川現有煉銅爐的規格

24 小時處理 礦石量 (噸)	爐子風口水 平面直徑 (公分)	爐底直徑 (公分)	加料口水 平面直徑 (公分)	風口至爐 底高度 (公分)	風口至加 料高度 (公分)
20	80	75	92	40	200
15	67	62	76	40	200
10	60	55	66	40	200
7	50	45	58	30	150

爐子的尺寸以處理量為標準

前床的規格

爐 子	長 (公尺)	寬 (公尺)	高 (公尺)
60 吨	1.2	0.9	0.6
40 吨	1.0	0.8	0.5
30 吨	0.8	0.6	0.4
20 吨	0.7	0.6	0.4
10 吨	0.5	0.4	0.3

采用鼓風机的規格

每24小時处理矿石量 (吨)	鼓風機規格	需用動力	爐內料柱高 (公尺)	風 压 公厘水柱
60	5 HP 3 个 軸 流 式	15 馬力	1.6~1.8	100
40	10 HP 离心式	10 馬力	1.6~1.8	235
30	5 HP 軸流式	5 馬力	1.6~1.8	100
7	离心式	3 馬力	1.5	80~120
10	•	3.5 馬力	1.5	•
15	•	4.5 馬力	1.5	•
20	•	5 馬力	1.5	•

三、冶炼方法的选择

銅矿石的冶炼方法，是根据有用矿物的成份和脉石成份及物理和化学性質来决定的。我們考虑在土法里面較合理的方法有下面三种：

1. 自热熔炼法：矿石中含硫在35%以上时用自热熔炼法，每吨矿石只要15至20公斤的燃料。

2. 半自热熔炼法：矿石中含硫在18~33%时用半自热熔炼法，每吨矿石要用50~90公斤的燃料。

3. 还原熔炼法：矿石中含硫在18%以下时用还原熔炼法，每吨矿石用燃料150到200公斤，即15~20%的焦比。

东川手选富矿石中的硫低于18%，故采用还原熔炼法。采用还原熔炼时，先把矿石焙燒脫硫后（脫去一部份硫），再还原得出的粗銅更多，冰銅品位也更高，根据东川矿石含硫的情况，冰銅品位用下面公式計算：

$$K = \frac{120C}{2S+C}$$

式中：K=冰銅品位。 C=矿石中銅的含量。

S=矿石中的含硫量。

冰銅品位最高的为含銅80%，超过80%时即有粗銅产生。如果在80%时，矿石中銅与硫的比值根据上面公式計算应为4：

$$80 = \frac{120C}{2S+C} \quad 160S + 80C = 120C$$

$$160S = 120C - 80C = 40C$$

$$C:S = 160:40 = 4:1 = 4$$

即銅超出硫的4倍时，不經焙燒直接熔炼也有粗銅产生。过去东川手选富矿中銅为硫的4至7倍，再加上爐内熔炼过程中的脫硫作用在內时，采用生矿熔炼完全可以产生一部份

粗銅和一部份冰銅，同時可以減少渣中銅的損失。得出的冰銅再用真吹爐吹煉成粗銅。因此東川採用的是還原熔煉法。

四、配料

配料首先要注意礦石的化學分析。分析元素的總和必須達到90%才能作配料計算。對銅礦石的分析必須包括下面七種元素：銅、硫、氧化鈣、氧化鎂、二氧化矽、氧化鋁、氧化亞鐵等。

作配料計算之前，必須根據礦石分析選擇接近而適當的渣型，這樣才能減少熔劑用量，燃料消耗及銅在渣中的損失。各種熔煉中渣型變化的範圍如下：

爐渣組成部份	自熱熔煉%	半自熱熔煉%	還原熔煉%
SiO ₂	30~32	35~45	40~50
FeO	49~53	22~45	5~20
CaO	4~7	7~28	15~30
MgO	2~3	5~8	不超過10
Al ₂ O ₃	5~7	10~12	18
比 重	3.6~3.8	3.3~3.6	2.8~3.0

東川礦石內的鈣、鎂相當高，鐵相當低，在煉銅方面我們還沒有找到更合適的渣型。目前採用的渣型為：

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO
%	%	%	%	%
43.24	16.20	23.92	8.81	7.83

東川的爐渣成份如下：

爐渣組成部份	老爐渣%	湯丹爐渣%	採用範圍%
SiO ₂	42.34	46.18	41~48
FeO	18.19	12.47	6~18
CaO	16.67	17.65	15~25
MgO	9.18	10.91	10~12
Al ₂ O ₃	5.53	6.71	不超過18

根据矿石分析，結合渣型范围，作配料計算之先，找出不加熔剂的渣型，再找与此型相近的配料渣，最后作配料計算。例如：样品1的矿石分析：

Cu	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	S
10.74	2.69	2.94	17.45	13.45	17.75	2.78

作配料計算：

(1) 檢查分析数字有无配料計算的条件：总和到90%以上时可以作配料計算，总和不到90%或超过100%时，不能作配料計算。上面矿石分析的和为67.8%，再加上矿石中的CO₂，即超过90%，可以作配料計算。

(2) 确定渣型：

假如造渣元素的总和 = FeO + Al₂O₃ + CaO + MgO + SiO₂ = 54.28公斤 (100公斤矿石中)。

在不另加熔剂时渣成份是：

$$\text{SiO}_2 = \frac{17.75}{54.28} = 32.7\%$$

$$\text{FeO} = \frac{2.69}{54.28} = 4.9\%$$

$$\text{CaO} = \frac{17.45}{54.28} = 32.2\%$$

$$\text{MgO} = \frac{13.45}{54.28} = 24.9\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{2.94}{54.28} = 5.4\%$$

根据这种渣型来看，SiO₂、CaO、MgO太高，必須加石英和铁矿石。选择与此近似的渣型是：

$$\text{SiO}_2 = 40\%$$

$$\text{FeO} = 6\%$$

$$\text{CaO} = 30\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 15\%$$

100公斤矿石中的造渣量为： $\frac{17.45}{0.3} = 58.1$ 公斤（以造渣元素中最高的一个CaO作为计算基础）。

必须加的熔剂量：

$$\text{SiO}_2 = 58.1 \times 0.4 - 17.75 = 5.49 \text{ 公斤。}$$

$$\text{折合为90\%的砂石} = \frac{5.49}{0.9} = 6.1 \text{ 公斤。}$$

$$\text{FeO} = 58.1 \times 0.06 - 2.69 = 3.22 \text{ 公斤。}$$

$$\text{折合为赤铁矿} = \frac{3.22}{0.9} = 3.57 \text{ 公斤。}$$

故每100公斤矿石中应配上：

石英石 6.1 公斤

赤铁矿 3.57 公斤

样品 2 的矿石分析为：

Cu	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	S
14.54	6.98	1.97	13.01	8.01	22.55	1.88

每100公斤矿石中的造渣元素总和 = 52.55 公斤。

不加熔剂时渣的成份为：

$$\text{SiO}_2 = \frac{22.55}{52.55} = 42.8\%$$

$$\text{FeO} = \frac{6.98}{52.55} = 13.3\%$$

$$\text{CaO} = \frac{13.01}{52.55} = 24.3\%$$

$$\text{MgO} = \frac{8.01}{52.55} = 13.3\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{1.97}{52.55} = 3.7\%$$

这一类型的矿石应属于自熔性矿石，可以不加熔剂，只是 MgO 稍为高一些，加 SiO₂ 即可以把 MgO 低下来。

如选择如下渣型：

$\text{SiO}_2 = 46\%$, $\text{FeO} = 12\%$, $\text{CaO} = 20\%$, $\text{MgO} = 12\%$

則造渣量 $= \frac{8.04}{0.12} = 67$ 公斤 (100 公斤矿石中)

需加 $\text{SiO}_2 = 67 \times 0.46 - 22.55 = 8.27$ 公斤。

折合为 90% SiO 的砂石 $= \frac{8.27}{0.9} = 9.2$ 公斤。

$\text{FeO} = 67 \times 0.12 - 6.98 = 1.06$ 公斤

折合为磁铁矿 $= \frac{1.06}{0.9} = 1.2$ 公斤

$\text{CaO} = 67 \times 0.20 - 13.01 = 0.39$ 公斤接近平衡。

故每 100 公斤矿石中只須配上 9.2 公斤的砂石和 1.2 公斤的磁铁矿。

五、建 爐

1. 建爐位置的选择:

建爐的位置要尽可能的靠近出矿坑口, 减少运输的劳动力, 但要注意留出土法选矿的場地和廢石堆积地, 建爐的标高最好选择比出矿坑口或选矿場的标高低 5~10 公尺, 这样可以利用坡度加料, 减少劳动力, 同时要有可靠的水源和无山洪冲积的地方, 并且要便于处理廢渣。

2. 爐子尺寸的选择, 先决定处理量, 再决定爐子风口区水平截面积, 东川矿石每 24 小时每吨矿石占的风口区截面积为 0.033 平方公尺, 例如日处理 20 吨矿石的爐子, 风口区截面积为 $20 \times 0.033 = 0.66$ 平方公尺, 爐子风口区直径 $= \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{0.66}{3.1416}} = 0.91$ 公尺。

如果日处理 60 吨的爐子, 风口区断面积为 $60 \times 0.033 = 1.98$ 平方公尺, 风口区直径 $= 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{1.98}{3.1416}} = 1.59$

公尺。超过1.1公尺，前面说过，圓形爐直徑不能超过1.1公尺，現已超过，必須改为方型的，如果寬为1.1公尺，則长为 $\frac{1.98}{1.1} \approx 1.8$ 公尺，故东川60吨的爐子长为1.8公尺，寬为1.1公尺。

無論方形爐或圓形爐，从风咀水平面必須有一坡度向上傾，即向上放大。坡度为5~7度。这样爐料下降較慢，与还原气氛接触時間較长，还原更完全，爐料作用也更完全，預热時間亦較长，矿石能更好地熔化，不致有生矿降至爐底，使爐底煉結。坡度过于大了，影响爐子的产量，同时产生过还原現象，有可能把鉄还原出来；坡度小了，作用不完全，料下降速度太快，容易发生落生現象，使爐子凍結。

风咀水平綫到爐底的高度搪好灰后在250到300公厘之間。过大，爐溫不易升高，开爐时，爐渣容易在爐底凍結，堵死金門，造成死爐；过小，爐缸內沒有焦炭，吹进过量空气，容易把前床和金門流槽上的爐渣吹凍結，造成金門和前床的凍結。

加料口以上的高度：根据地区条件的不同，高度沒有一定，主要是在加料口以上造成100公厘水柱的負压，这样火焰同煤气不致于由加料口噴出，便于操作。

加料口数目的选择：加料口最好是用一个，这样可以避免任何风向的襲击，如果对开两个加料口时，在下风方向的加料口有火焰同煤气噴出，不便于操作。

爐底和前床底必須要有风沟。风沟之上最好盖上鉄板。这样可以排除地下的水气，鉄板可以隔絕水气，不致使爐缸凍結。

3. 建爐主要材料

爐子日處理量	風口區截面積 (平方公尺)	風管數 個	風口區截 面積風量 立方公尺/ 平方公尺	建 爐 材 料		
				青磚 (塊)	耐火磚 (塊)	爐 渣 (立方公尺)
60噸	$1.1 \times 1.8 = 1.98$	10	100	16740	7990	—
40噸	$1.1 \times 1.4 = 1.54$	6	150	11720	5590	—
30噸	$1.1 \times 1.0 = 1.1$	4	100	11000	4500	—
20噸(圓形)	$\frac{3.1 \times 0.9^2}{4} = 0.8$	3	150	—	5600	—
15噸(圓形)	$\frac{3.1 \times 0.8^2}{4} = 0.5$	3	100	—	—	8.5
7噸(圓形)	$\frac{3.1 \times 0.7^2}{4} = 0.4$	1	110	—	—	7.5

4. 爐子的砌法:

爐墙的厚度不低于900公厘，里层500公厘为耐火磚，外层400公厘为青磚或毛石，基础的深度300~900公厘。具体深度視土壤的情况而定。青磚与耐火磚之間最好有一层100公厘的填料，这种填料为細的砂子或炭粉。其优点是可作耐火磚膨脹的伸縮縫，并可堵絕煤气向外噴出。可以保护外磚，延长爐子的寿命。爐底耐火磚的厚度不低于300公厘。爐底磚最好側砌，才不易翻底漏銅；爐墙磚必須平砌，才不易崩塌。也好修理、更換。磚縫要求在2公厘以下。磚与磚之間必須压縫。青磚可用30号的石灰砂浆，耐火磚用3:7的火泥浆（即3斤熟火泥7斤生火泥）。火泥的細度必須通过32孔的篩目。底磚砌好以后，再用焦炭粉搪爐底，厚100~200公厘。焦炭粉亦須通32孔的篩目，焦炭粉拌以泥浆水以

后，即进行搪爐，其濃度以手能握成团为最适合，过湿过干均搪不结实。前床的搪法与此亦相同。

爐墙受热后必然膨胀，再加上爐內的压力作用，容易崩裂，必須加固。加固的方法是用鉄絲和扁鉄箍起来。

六、开爐与停爐

1. 我們在开爐方面的体会是：

(1) 加料不要太快：必須风咀和金門发白后 才能 加料。

(2) 开风：最初的风压不要太大，风压过大风咀以上的溫度急剧增加容易燒坏爐墙，爐缸的溫度不能很快提高，造成加料的不方便。

(3) 焦比不能太高：开爐的焦比最好在 40~50% 之間，太高焦炭的灰份太重容易使渣的粘度加大，太低由于溫度不够，往往在爐缸內凍結。

(4) 前四批进渣料，配以10%的鉄矿，其优点是：爐渣的含热量大即使爐缸溫度不够高，也不致于凍結，爐渣可以洗去爐內的焦炭，且有搪爐的作用。如果不加爐渣，加上冰銅或矿石，必然要产生粗銅和冰銅爐缸溫度不高时，容易凍結，前床不干时，冰銅及粗銅在前床內遇着水气有爆炸的危險。

(5) 四批渣料进完以后，即进入矿石和爐渣各一半的混合料五批，以后即进入正常加料，其好处是：配料不当 时，爐渣可以起稀釋作用，不易死爐子，即使配料有問題，也容易挽救回来

2. 停风停电必須用黃泥堵死风咀，以防空气漏入，降低爐溫，使爐子凍結。金門用木炭保温，停风停电時間較长时

必須放尽前床。

3. 封爐：為了進行小修理的工作，必須要有一段時間的停風時，即進行封爐。封爐的手續是在停風之前五批料起，即停止加料，降低風壓，逐次加入焦炭，待爐內礦石化完後，進行停風，堵死風咀（用黃泥）。東川60噸大爐子為了修理前床，用此方法封爐43小時，開風後沒有其他問題，20噸的爐，封過32小時，開風後亦沒有其他問題。

4. 停爐：停爐前第四批料起，開始進入輕料降低風壓，待爐料降至風咀并化完以後，即開始停風，放尽前床。

七、風壓和風量的選擇

風壓和風量，根據礦石的物相分析和燃料分析及礦石和燃料的物理性質是可以詳細計算的。一般在冶金上都是以爐子風咀截面積為標準，每一平方公尺每分鐘的風量為100立方公尺，風壓要求在100公厘水柱以上東川用的鼓風機，都是利用探礦通風設備的軸流式和離心式鼓風機。結合鼓風機的情況，直徑1.1公尺圓爐子的風咀水平面積 = $\frac{3.1 \times 1.1}{4}$ = 0.94M²，根據公式計算的風壓， $P = 64\sqrt{100Q}$

式中：P = 風壓公厘水柱。

Q = 爐風咀區截面積，平方公尺，

100 = 每一平方公尺，每分鐘的風量。

$P = 64\sqrt{100 \times 0.94} = 621$ 公厘水柱。

東川現有鼓風機（軸流式占多數）的風壓為100公厘水柱，是不合標準的，為了利用設備，只有在料柱上和風咀區爐子的直徑來調整，因此東川的料柱不超過1.6公尺，爐子內徑不能超過1.1公尺。