

土法煉銅

輕工業部手工業管理局編

輕工業出版社

土 法 煉 銅

輕工業部手工業局編

輕 工 業 出 版 社

1953年·北京

目 录

編者的話.....	1
一、四川省榮經天寶山銅礦土法煉銅生產情況.....	3
(一) 基本情況.....	3
(二) 礦石的焙燒.....	4
(三) 礦石的熔煉.....	3
(四) 熔煉爐的砌築.....	16
二、云南省米里銅礦土法煉銅情況.....	13
(一) 基本情況.....	13
(二) 采 礦.....	21
(三) 選 礦.....	23
(四) 焙 燒.....	34
(五) 冶 煉.....	41
(六) 改進意見.....	57
三、云南省東川銅礦土法煉銅情況.....	59
(一) 焙 燒.....	59
(二) 熔 煉.....	64
1. 土鼓風爐(觀音壩).....	64
2. 落雪鼓風爐.....	74
3. 會澤精煉反射爐.....	73

土 法 煉 銅

輕工業部手工業局編

輕 工 業 出 版 社

1953年·北京

內 容 介 紹

這裏系統的介紹了四川榮經天室、云南东川和米里銅礦土法煉銅從開采、選礦、焙燒、熔煉等主要生產工序的經驗，並着重介紹了像四川榮經天室山采用當地耐火強度較高的石材砌成鼓風爐，充分利用當地資源的、多快好省的建設經驗。文章通俗易懂，辦法簡易可行。推廣這些經驗對促進各地土法手工業煉銅工業的發展很有現實意義。同時也提到了生產過程中的某些缺點，如采用自然通風風量不足，爐內溫度低，反應速度慢；冰銅浸水易產生爆炸、燙傷事故，各地在生產實踐中需逐步改善提高。

土 法 煉 銅

輕工業部手工業管理局編

*

輕工業出版社出版

(北京市戶安門內白市路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 011 號

東 單 印 刷 廠 印 刷

新 華 書 店 發 行

*

787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ —2 $\frac{20}{32}$ 印張·56,000字

1958 年 7 月 第 1 版

1958 年 8 月北京第 2 次印刷

印數:6,001—23,000定價:(10) 0.44元

統一書號: 15042·316

編 者 的 話

这本小册选集了四川省荣經天寶銅礦、云南省东川銅礦、米里銅礦等採用土法煉銅的經驗總結，很適合于各地手工業生產合作社參考採用。这些銅礦的煉銅爐全部是用泥石建築的，沒有用半點鋼鐵；它們的主要特點是：因陋就簡，就地取材，實行邊採、邊探、邊生產的辦法，因而投資少，收效快；在目前有色金屬資源不清，資金不足，技術人才缺乏和機械制動力量趕不上需要的條件下，這是爭取時間，加快速度，推動各地手工業煉銅工業大躍進的唯一正確道路。

通過上述三個銅礦的積極依靠群眾，勤儉辦廠和以小型為主的實際經驗，有力地打破了對於冶煉工業的神秘觀點和保守思想，給我國煉銅工業的遍地開花，創造了有利條件。現在除了四川、云南而外其他各地還沒有對土法煉銅的生產經驗進行系統的總結。為了爭取時間滿足各地手工業土法煉銅的需要特將現有資料先行介紹出版。

目前土法煉銅在技術上還存在一定的缺點，有待於進一步總結提高。本書僅供各地手工業土法煉銅試行或工作實踐中加以參考。

編 者

目 录

編者的話.....	1
一、四川省榮經天寶山銅礦土法煉銅生產情況.....	3
(一) 基本情況.....	3
(二) 礦石的焙燒.....	4
(三) 礦石的熔煉.....	8
(四) 熔煉爐的砌築.....	16
二、云南省米里銅礦土法煉銅情況.....	18
(一) 基本情況.....	18
(二) 采 礦.....	21
(三) 選 礦.....	23
(四) 焙 燒.....	31
(五) 冶 煉.....	41
(六) 改進意見.....	57
三、云南省東川銅礦土法煉銅情況.....	59
(一) 焙 燒.....	59
(二) 熔 煉.....	64
1. 土鼓風爐 (夏音爐)	64
2. 落雪鼓風爐.....	74
3. 會澤轉煉反射爐.....	73

一、四川省榮經天宝山銅礦

土法煉銅生產情況

(一) 基本情況

採用還原冶煉法冶煉銅礦，是最簡單最易行的方法，這種冶煉法早已為人們所採用，由於冶煉過程銅及硫的損失很大，在現代工業中，絕大部分都已被自熱熔煉、半自熱熔煉所代替。但在一般小規模的土法生產過程中，仍然以這種方法為主。榮經天宝山銅廠採用的令牌爐煉銅，就是還原冶煉的一種類型。

因為冶煉是一種還原熔煉過程，故要求入爐的礦石應為氧化礦，硫化礦，在入爐前均需經過焙燒除硫。同時因冶煉過程系一次完成，也要求入爐礦石具有較高的含銅品位。這種方法獲得的產品是粗銅，由於焙燒進行得不完全，也獲得一部分冰銅。

榮經銅廠銅礦石系結核狀的斑銅礦與一部份黃銅礦，含銅品位一般都在 13.43 % 以上，當前使用的礦石一般含量竟達 30 % 以上（均指精礦而言），原礦品位，估計為 1 % 左右，用手選所得精礦採選效率低，每工日僅 3 公斤左右。這樣的礦石用還原冶煉法是有條件的。

該廠的令牌煉銅爐，生產能力每爐約為 600 公斤，因為爐本床（土名窩子）容積不大，又沒有連續出銅裝置，每爐冶煉時間約 36 小時左右，還不能進行連續生產。

整個冶煉過程，分為焙燒與熔煉兩階段進行。

(二) 礦石的焙燒

經手選後的精礦，入爐熔煉前都經過焙燒，焙燒後獲得焙燒礦。

1. 焙燒用土爐：焙燒在焙燒土爐（土名 鍛 膛）中進行，這種爐子結構極為簡便，其形象一倒置的圓錐台，圓形，上大下小，正面有一缺口，稱為膛門，爐子視生產需要，可大可小。一座令牌爐，需要配備4~6個焙燒土爐。築爐材料，只用耐火砂石與粘土（黃泥）兩種，對材料的質量與規格，並無嚴格要求；所用砂石，不需經過加工。爐子的砌造，就象一般砌造亂石牆一樣簡便，但爐子內壁要求平滑，砌牆時空隙需用砂石粘土填實，外表以稀泥糊上。爐子高1.5公尺，膛門底寬85公分，膛門上寬1.1公尺，牆厚60公分。焙燒時逸出大量二氧化硫（ SO_2 ）氣體，對人體與莊稼有害，故築爐時應考慮地點的選擇。另外，焙燒爐地點的選擇還要避免在原料和產品供應過程中的相向運輸和遠程運輸，這些都會給生產帶來不利。

2. 入爐原料：入爐礦石系由礦洞開採出經手工揀選除去脈石後的核狀粒礦，顆粒度10~50公厘，40~50公厘者約佔50%左右，礦石含水量很少。燃料使用木柴與原煤，以原煤為主，該廠使用系煉焦原煤，質量優良，原煤消耗為入爐礦石重約40%左右，木柴使用質地堅實之木塊，直徑粗100~150公厘，長400~500公厘，木柴消耗為入爐礦石重約14%左右。

3. 操作過程：先以木柴在爐底中部襯一拱幅，使之易於引火燃燒，以便空氣進入爐內料層。在木柴拱幅上，以大塊原煤砌成一自然拱頂（厚約20公分），這兩層拱幅的砌成，

就有可能使硫化礦在焙燒開始膨脹和熱裂以前不致下陷，保證焙燒過程的正常進行。在焦炭層上，裝入礦石，同時在其
中分層加入原煤在爐子邊緣多加原煤，料柱（爐料加入高度）一般為1~1.2公尺。

在架好木柴拱幅後澆着爐料的加入，以砂石將爐門（爐門）封閉，底部留空氣流通孔道。

裝好料後，由下部點火燃燒。當溫度升高到一定高度後（300°C），黃鐵礦首先离解析出硫，隨後分解氧化，黃銅礦在較高的溫度下也分解氧化，借助於硫化物氧化產生的熱，焙燒過程劇烈進行。

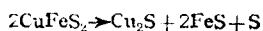
第一次焙燒時間最長，約需十餘日。第一次焙燒還不做底，需以同樣方法繼續焙燒至四次，以後焙燒時間較短。一般說來，四次焙燒需歷時二十日左右。第三、四次焙燒由於氧化亞銅及硫化銅的融熔，將有少量滴下，故事先必須在爐底放上柴灰，以杜絕損失。

每次焙燒終結，都是因氧氣供應不足停止化學反應而引起的，反應停止後，爐子自己熄滅而冷卻下來。第二次焙燒，需將第一次爐內上部爐料放在第二爐底部，使這些未充分焙燒的礦石在爐子下部得到充分焙燒。

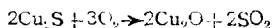
焙燒後，礦石燒減率為20%左右，每次燒結礦量由500~800公斤不等。

4. 焙燒過程的分析：整個焙燒過程，是硫化礦物的氧化過程。含銅黃鐵礦和黃銅礦的氧化反應，是借助於下列反應進行的。

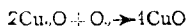
當溫度達到550°C時，黃銅礦開始以下列反應式分解成硫化亞銅，硫化亞鐵與硫：



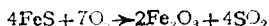
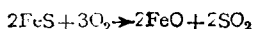
其中：硫化亞銅(Cu_2S)在 200°C 以上氧化成氧化亞銅。



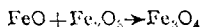
氧化亞銅在 800°C 時氧化為氧化銅 (CuO)



硫化亞鐵在 250°C 以上時氧化為氧化亞鐵和三氧化二鐵



溫度在 700°C 以上時，上述之氧化亞鐵與三氧化二鐵就變成磁性的氧化鐵（四氧化三鐵）：



故焙燒後的產物主要為氧化銅 (CuO)，一小部分未經氧化的硫化亞銅 (Cu_2S)、氧化亞鐵 (FeO)、三氧化二鐵 (Fe_2O_3)、四氧化三鐵 (Fe_3O_4) 及少量未經氧化的硫化亞鐵 (FeS)。

以上反應系氧化焙燒，焙燒溫度要求保持在 $750^\circ\sim 800^\circ\text{C}$ ，如溫度過低（如在 $580^\circ\sim 600^\circ\text{C}$ 時），爐內反應則成為另一性質的焙燒，即變成硫酸化焙燒，焙燒產物中增加多量的硫酸銅 (CuSO_4)。

硫化物的氧化反應是放熱反應，伴隨反應的進行，將放出大量的熱量，這些熱又直接加速着反應的進行和擴大，故在焙燒過程中，燃料消耗很少。如礦石中含有足夠的硫（礦石中硫化鐵所含硫量佔整個的 $20\sim 25\%$ ），反應放出的熱量就足以供給反應所需的熱量，保證反應的自動進行，故在這種情況下，需加入少量燃料使其燃燒至礦石的着火點（即開始氧化反應的溫度）後就行了。

氧化反應，主要是在空氣與礦石的接觸表面進行。當表面氧化後即在礦石中表面形成一層氧化物膜，包括表面四圍

还形成一層二氧化硫气膜，表面的氧化物与内部的硫化物發生交互作用（向內擴散）使内部逐漸氧化，不过这种速度比起表面層的氧化就慢得多了。另外，硫化鉄当溫度升高時，易產生熱裂与熱离解（析出硫），大塊礦石自行碎裂成小塊，这样有利於反应的進行。

因此，整个焙燒过程，是受着下列幾個因素支配的：即焙燒的溫度、风量的大小和礦石的顆粒度。

送入的风量，不但直接起着氧化硫化物的作用（这是主要的），而且还起着破坏二氧化硫气膜的作用，使二氧化硫气膜冲散逸出，減低礦石表面二氧化硫分压力。这一作用，有很重大的意义，它能直接加速氧化反应的進行。氧化焙燒需用的空气量，允許高度为理論需要的3~4倍。

反应主要在礦石表面進行，表面積愈大，反应速度愈大，礦石顆粒度愈小，表面積愈大。故在可能的条件下，焙燒礦石被粉碎到最低的程度。

5. 存在的問題及其解决的途徑：天宝山銅厂的礦石焙燒存在着一定的缺點，尙需加以改進。

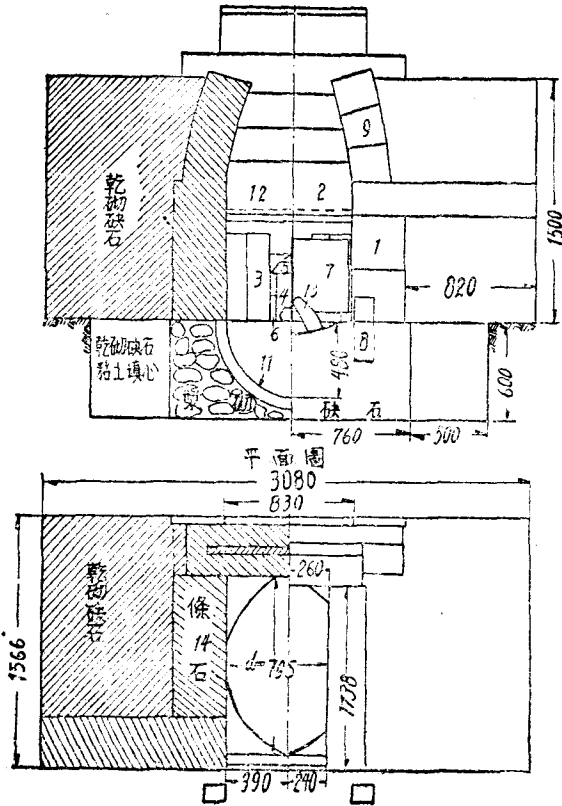
自然通风是延長焙燒時間和降低焙燒質量的主要因素，因为风量不足，反应速度很慢，爐內溫度不高，結果使煤耗增大，反应不完全，拖長了焙燒時間和焙燒次數。土法冶煉要求礦石“死”燒（即燒結礦中含硫应減至最低限度），这在低溫的情况下是不易達到要求的，再則，使用自然通风，也限制了礦石顆粒度的降低（降低顆粒度，爐內空隙減少，气体阻力加大），因此，改自然通风为鼓风（人力或小型机械）是当前焙燒过程中需要解决的問題。

在目前生產过程中，礦石顆粒度仍嫌大，可設法減小，如利用了鼓风，可進一步減小到最低限度。

(三) 礦石的熔煉

焙燒後的燒結礦，送入令牌爐（土法鼓風爐）施行还原熔煉，獲取粗銅。

1. 煉爐與鼓風設備：令牌爐是最古老的一種煉銅鼓風爐（如附圖），爐子構造簡單，由本床（土名窩子）與爐身



萊經銅礦土鼓風爐構造示意圖
(令牌爐附件表見下頁)

令 牌 爐 附 件 表				
編 号	名 称	規 格	單 位	數 量
1	大 槽 石	1506×350×330	条	4
2	过 桥 石	1100×350×330	条	1
3	後 样 石	540×220×140	"	6
4	風 咀		件	1
5	上 擋 咀		"	1
6	下 擋 咀		"	1
7	金 門	665×474×3	塊	1
8	將 軍 石	400×160×160	条	2
9	大 槽 石	1140×280×100	条	6
10	条 石	1150×330×200	"	2
11	窩 子			
12	过 桥 鉄 板	1030×50×25	塊	1
13	大 門		"	2
14	条 石	870×250×200	条	2

兩部分組成，爐子可大可小，該廠的爐子全高1.98公尺，本床深0.48公尺，爐身高1.5公尺。本床是半球形，其上部內徑0.8公尺，爐身斷面方形，下部邊長0.78公尺，頂部略小，邊長為0.52公尺，爐身在高1公尺以下部分為方柱體，以上逐漸縮小，爐身正面敞開，冶煉時以砂土封上。在爐子本床頂部後方裝置風咀，向正傾斜（傾角約45°），風咀上端留有孔口，便於剔除風咀周圍凝結物，正面開有火門，用於除渣，操作與觀察爐況。風咀內徑為9.5公分。

爐子全部用耐火砂石砌成，爐體牆厚33公分，外圍石層厚82公分，爐子基礎以礫石和灰漿築成，本床以耐火砂石砌成後，上糊一層粘土漿調和之碱性柴灰，每熔煉前，又在其上與爐身下部復加一層炭素料體（用泥漿調好的焦炭粉），經過烘爐就可進行冶煉。

該煉爐生產能力每爐約 600 公斤（受爐本床限制，不能連續熔煉）。

鼓風設備系手拉風箱，構造簡單，該爐使用風箱，缸內徑0.4公尺，冲程1.6公尺，風口出口內徑65公厘，每分鐘往復24~30次。風箱一般用人帶動，也可使用水力或機械鼓風機。現該廠使用人力，兩人同時操作。

2. 入爐原料：加入令脾爐的原料，有焙燒後的燒結礦、原煤、配渣用的鐵礦砂（四氧化三鐵，土名油荒）、以及開爐用的木柴。

原煤系優質煉焦煤，一般灰份含量不高，水份含量很少，鐵礦砂系當地產的，其中含有少量銅與硫。

目前採用的配料比例，鐵礦砂為加入燒結礦的40%左右，煤比（煤：燒結礦）為0.75（最高的1.00），柴耗5%左右。

3. 冶煉過程：

（1）冶煉前的準備：每次冶煉前，均須修補爐子內壁，特別是本床部分，每次冶煉後，爐子內壁上的炭素料體內襯因爐料下降的磨蝕與受熱氧化，必須進行修補才不致侵蝕爐牆，一般在開爐前一日在爐內敷上炭素料體，再進行烘爐，烘爐時間約需半日，以原煤烘烤。為避免烘爐時料體氧化，在爐身下部以渣粉調濕（加泥漿）敷在表面，烘爐後再清除。

（2）冶煉操作：經過烘爐，在本床上部架設木柴4~5

層，上加大塊原煤一層，再加小塊煤填住空隙，這段操作當地稱作“架輻”，隨即以砂石（土名金門）封緊正面，下部留一出渣口，不宜過大。以引火木柴裝入本床（窩子）點火，待柴點燃後，開始鼓風，並逐步加大風量；當上部煤燃燒後開始加料。

正常料批，每批重焙燒礦50~70公斤，鐵礦砂17~26公斤，原煤45~60公斤，料批間距（兩次下料時間間隔）為45~60分鐘。第一批料負荷較輕（加入燒結礦較少，原煤較多），其配料比例視具體情況增減，批料當地稱爲一“壯”。

爐料用人力由爐子正面分層加料，每批料分兩次加入，加料順序爲煤，燒結礦，鐵砂，加料一般都注意減輕邊緣負荷（边上多加原煤）。在正常情況下，料柱（加入原料的高度）保持1~1.2公尺。

爐料經上部預熱除去水份，碳酸鹽分解，一部分硫化物焙燒去硫，氧化銅還原，氧化物造渣，硫化銅形成冰銅，爐料熔化後滴入本床（窩子）。入本床後，因比重不同，粗銅、冰銅與渣自動由下至上分層。

鼓風入爐內時，直接吹向本床，鼓入冷風常使直接接觸地帶冷卻，需不時以鉄棒挑起，使其受熱熔化。風口周圍，常有熔融物凝結，也需打開風咀頂蓋剝掉，以防風口堵塞；同時不時加入原煤至風口附近，使溫度增高，避免凝結，也使鼓入冷風經該處時獲得部分熱量，減少本床的凝結現象。

當本床裝滿後，渣子連續自動排出，流出渣拋棄。如用水方便，可使渣直接流入水槽中，用水沖走。

本床中粗銅與冰銅裝修一定數量後，減輕加料負荷，隨即停止加料；料降至一定高度（爐內保持約一批料）即行停爐。

停爐後，取下正面砂石（金門），掏出未熔爐料與本床

上部的爐渣。用鉄鉗（土名蜈蚣鉗）分層剝取上部冰銅。剝取冰銅的方法是使本床中冰銅自然冷卻。當冰銅表面冷凝形成一層硬殼時，小心將其取出，此時不能滴入爐內，以防爆炸，冰銅性脆，取時不要讓其碎裂，取出後自然冷卻。取下部粗銅時，仍分層剝取，剝取前先潑水（一大瓢）使其迅速冷卻（當地工人使用面粉水溶液，濃度很小）。取出粗銅在水中冷卻後即行歸庫。在取銅過程中需注意防止水滴滴入爐內。

銅取完後，以渣灰填滿本床，使內襯炭素料體不遭受氧化，冶煉就算完成。經個別取樣化驗，粗銅含銅品位為96.2%，冰銅含銅57.89%，渣含銅0.89%。

（3）故障的處理：性質最為嚴重的事故是本床凍結（土名抬和尚）與生料（土名生幫坐底），此外尚有風口堵塞。

本床凍結是由於本床中熔體受冷凝結未及時挑起使其熔化，爐內反應失常，本床溫度降低，並掉入生料所致。事故發生後不能繼續冶煉，必須停爐將本床中凝結物取出。由於粗銅可塑性大，想在爐內破碎取出困難很大（事實證明無法達到），只有拆除本床，將整塊凝結物取出，這種事故危害性很大，煉銅廠一般都盡量設法避免。本床凍結開始期間，設法將已凍結爐料拔出，並向本床加入燃料，減低入爐料的負荷，使本床溫度正常後，恢復熔煉作業。

生料一般發生在熔煉開始不久時，這時本床內熔融物很少。產生的原因是由於上部爐料全靠本床上部支架的四層木架與受熱燃燒膨脹後形成自然拱的一層原煤支持；如頂拱力量不敷，整個爐料便會坐下，堆塞本床，這時作業不能繼續進行，也得停爐將物料拔出，重新開爐。這種事故當本床裝滿熔體後，不再發生，防止事故的發生，除開爐前作好木柴與燃料層的裝砌外，開爐後應根據頂拱情況控制料批重量。