

上海市有色金属工业公司技术科 编

3
70

再生冶炼 铜 铅 锡 铝



科技卫生出版社

土法再生冶炼铜铅锡铝

上海市有色金属工业公司技术科编

•

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可證出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总经售

•

开本 787 × 1092 毫米 1/32 印张 1 3/8 字数 28,000

1959年2月第1版 1959年2月第1次印刷

印数 1—8,000

统一书号: 15119·1178

定价: (十) 0.15 元

前 言

很多有色金屬的廢品、灰渣、下腳、陽極泥等本來是沒有用的東西，大多被丟棄了。但這些下腳廢料只要經過熔煉仍可成為很多有用的金屬，如可以從新熔煉成 99.95% 的精鉛，95% 的粗鉛，92% 的粗鋁，含錫 50% 的銻錫，99.9% 以上的精銅等。這種熔煉方法就是再生處理金屬法。

在上海從事再生處理有色金屬的廠很多，採用的方法也很多，有的是用我國民間流傳很久的土法，也有用新創造的土法，都積有一定的經驗。本書主要是匯集了開元鎔鑛廠、中熔金屬冶煉廠、德新金屬冶煉廠等三家用土法從某些下腳、廢料中再生鎔煉銅、鉛、錫、鋁的方法和經驗。這些方法具有一個共同的特點，就是所有的設備都非常簡單，既沒有設計圖紙，也不用工匠砌造，可以隨搭隨拆。有火磚當然最好，沒有火磚可以自配耐火材料代用，費用非常節省，在任何地方都可以立刻搞起來。操作技術也很簡單，只是勞動强度大些。這些方法都很符合科學原理，從這些土法中可以體會到我國勞動人民的智慧。

隨着我國工業生產的不斷發展，廢品、下腳也將日益增多，本書對充分利用這些東西和開展有色金屬的冶煉，是有一定作用的。

目 錄

一、原料的分類	1
二、設備及冶煉方法	2
火爐	3
推爐	16
地爐	18
層錫灶	20
井圈法	24
加硫鍋	27
煎盆	28
分離爐	30
反射爐	30
熔鉛灰坩堝爐	33
熔鉛爐	34
三、幾種原料處理的實例	34
電解銅陽極泥的處理	34
二氧化銅性質的銅灰、銅液的處理	37
蓄電池鉛極板的處理	38
電解錫的陽極泥的處理	39
電解鉛陽極泥中提取金銀	39
鉛礦砂煉鉛	39
化學廠下腳的處理	40

原料的分類

土法再生熔煉有色金屬的原料主要是廢品、下腳，這些東西的來源很多，可以概括為下列幾類：

一、銅類

1. 銅灰、銅末屑。銅材加工廠在生產銅管、銅棒、銅皮、銅絲時，經過中間退火，銅材表面就有一層氧化銅生成，必須在洗銅槽內洗滌清除，於是在洗銅槽底就慢慢沉積起許多泥狀銅灰，這種銅灰經過處理後就可以得到粗銅，粗銅的成分是根據加工廠的銅材原料來決定的。此外還有加工過程中產生的銅料的末屑，也可以經過熔煉後回收。

2. 翻砂廠的銅砂脚。翻砂廠的砂泥中有許多微粒銅，篩時穿過篩子，翻砂廠已無法處理，可以用土法熔煉回收。

3. 廢紫銅元。這種廢紫銅元，可以經過加工，成為 99.65—99.75% 以上的銅。

4. 冲天爐渣。冲天爐沖製(提煉)電解銅廠的陽極板時，在渣中往往混有銅粒，在冲天爐中已無法回收，可以用土法提煉出來。

二、鉛錫類

1. 舊鉛器皿。包括茶酒壺、祭器、用具等，這些東西多半是鉛錫合金，有的為鉛基，有的為錫基，經過熔煉可以拆開成為銻錫、92% 鉛(其他為錫)、98% 粗鉛(其他為錫)及 99.9% 精鉛等。

2. 蓄電池鉛極板。主要是廢鉛蓄電池極板，是青鉛格，涂

有紅丹及黃丹，而且是帶有硫酸，所以俗稱為“藥水鉛”。這種廢品，經我們加工後，可以成為99.9%以上的精鉛。

3. 化學廠下脚。是製造醋酸鉛、硝酸鉛時產生的沉澱物。這種沉澱根據化學廠的原料分為兩種，一種是舊錫器，沉澱中就含有錫，經處理後所成的鉛塊含錫量約40—50%，但含銻也比較高；一種是純鉛，沉澱中不含錫，因此處理出的金屬也就不含錫。

4. 鉛、錫的灰、渣等。包括民間迷信用的錫箔灰、鉛灰、反射爐中煉鉛時的爐渣、含錫煤油（或稱錫油頭，是機黃銅、雜銅、鑄銅經吹鋅去錫成粗銅時，積存在烟道中的灰渣）。

5. 電解錫廠的陽極泥。電解錫的原料是銻錫，其中含鉛40%左右，經電解後，成為一種氯化鉛的陽極泥，其中仍含有少量的錫，因為電解液是酸性，所以陽極泥也帶有酸性。

6. 鉛礦砂。我們僅僅做過一次，礦砂的含鉛量在50%以上。

三、金銀類 主要的原料是電解銅廠及電解鉛廠的陽極泥。

四、鋁類 鋁鉤屑、鋁材廠及熔鋁爐的下脚，和廢舊鋁器、鋁材等。

設備及冶煉方法

土法治煉的設備很多，本書所介紹的大約可以歸納為下列幾種：

一、大爐 又名煅爐，是屬於土法坩堝爐性質的爐子。

二、推爐 是一種簡單的加熱熔析分離金屬的土法反射爐。

三、地爐 是一種火焰從上向下燒的倒焰式煉鉛爐。

四、燭錫灶 是利用鉛錫共晶體最後冷凝的原理，反覆熔析提高鉛或錫的成分，同時分離出鉛錫共晶體（即焊錫）的熔錫灶。

五、井圍灶 是採用過濾原理，除去鉛、錫溶液中的高沸點金屬如銅、鐵等物，藉以降低鉛、錫中雜質的爐灶。

六、加硫鍋 用來除去鉛中的含銅量，利用硫和銅的親和力較高，使結成渣狀物浮在鉛液面上，便於撈去。

七、煎盆 這種爐灶歷史悠久，是屬於反射爐性質的，可以用來煉銅，也可以從含金銀的鉛中提出金銀。

八、分離爐 與煎盆性質相同的反射爐。

九、反射爐 是一種便於隨搭、隨拆的土法反射爐。

十、熔鋁灰坩堝爐 利用坩堝熔化鋁灰的爐子。

十一、熔鋁爐 在鍋底加熱、同時用反射火焰直接加熱的熔鋁爐。

以上所談的各種爐灶歷史悠久，例如大爐和燭錫灶都已有七、八十年的歷史，煎盆創始於明朝。至於加硫鍋、分離爐及土法反射爐則是開元、中熔、德新三廠在解放後創造的新土法。現將各種爐灶的設備及冶煉方法分述於後。

大 爐

大爐可以同時放進幾十到幾百個小坩堝，爐子可以是方形，也可以是長方形，根據每次放多少坩堝的具體情況來決定，

一、爐身 爐身先砌三面牆，爐前的一面牆空着，到最後

開爐冶煉時才用煤坯(用耐火材料製成像洋瓦大小的磚,厚約1吋)砌封。牆腳要從地面以下5—8吋處砌起,牆分兩層,內

層用火磚,外層用青磚,兩層間襯以耐火泥。耐火泥的配製是用舊火磚磨成的粉200分、熟煤屑50分、紫泥100分,先分別研細,用1分眼篩子篩過,再將三種粉屑拌和加水,加水量以能將粉屑捏成團、略帶潤濕而不粘手為宜,再用研磨機或搗臼搗研,直到黏性很強、泥團要用力才能拉開為止。

爲了延長大爐使用期限,在爐牆頂部外沿加壓大石條,寬度爲牆寬的 $\frac{2}{3}$,另外 $\frac{1}{3}$ 地位用耐火泥糊好打實,蓋上麻袋,任其自干,不能用火烘或日晒,以免開裂。

爐底要先將地面挖低1—2吋,再用黃泥填滿後拍平拍實。每次出爐後仍要用黃泥將不平處填補好,否則會影響順利通風。

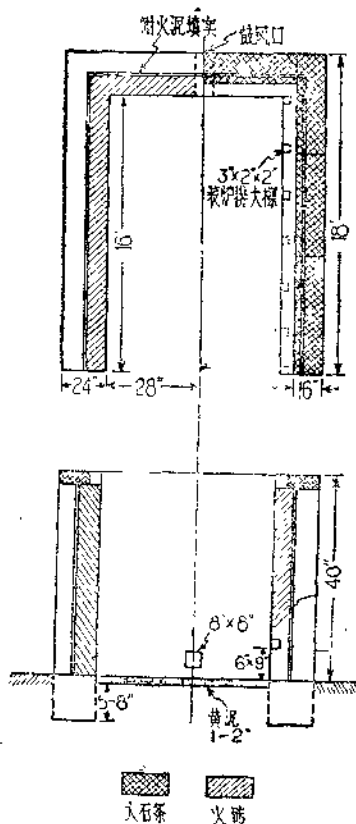


圖1 大爐結構圖

圖1所示的大爐可安放紫泥坩堝220隻,爐子外形的尺寸是:高40吋,長216吋,寬104吋,牆厚24吋。因此爐子內

膛的尺寸是：長 192 吋，寬 56 吋。

爐後牆的下部正中，留有 8 吋見方的風洞一個，可以接通鼓風機或手拉風箱。

爲了安裝爐排，要在兩邊牆上，離地 6—9 吋處，留有寬 3 吋、長 2 吋的方洞 7 個，以便安裝爐排大樑。大樑用生鐵鑄成，共 7 根，長約 60 吋，寬 3 吋，厚 2 吋；中間五根是扁方形，爐後一根是角形，L 面朝爐前，在砌後牆時，就靠牆而砌；爐前一根也是角形，J 面朝爐後。爐排長 $30\frac{3}{4}$ 吋，橫頭寬 $2\frac{3}{4}$ 吋，中寬 2 吋，中部高 3 吋，一共是 120 根，擺在兩個大樑之間。大樑及爐排在開爐冶煉前安裝，出爐熄火後要全部取下，以便出清煤渣。

二、紫泥坩堝（又名紫泥罐）坩堝是自配耐火材料用手工製造的，使用一次後就打碎，不能再用。泥罐的規格是高 21 吋，上口內徑 6 吋，底部的內部成圓柱形，直徑約 4 吋，離底部 2 吋上處的內徑是 5 吋；底部的外部是平的，外徑爲 $5\frac{1}{2}$ 吋。罐壁底部較厚，上口較薄祇有 $\frac{1}{8}$ 吋，底厚 $\frac{5}{8}$ 吋。

1. 配料：烏泥（又名紫泥，在浙江的杭州、肖山，江蘇的無錫、蘇州、宜興等地均有出產）100 分，舊火磚砂（舊火磚磨碎的）100 份，熟煤屑 50 分，拌勻後加水 35 分（加水應隨氣候乾濕而改變，如晴天或夏天加 35 分，陰天或冬天只要加 30 分）。加水時要用噴水壺澆洒，不可一下子全部加入，要邊加邊用鐵耙拌勻，再放入研磨機輾軋，或搗臼搗研，使有粘性後再做成泥團。做泥團時原料要磅稱，12.5 斤做一個。泥團要在水泥地上或木板上用力摔得黏緊，一直摔到要用力才可拉碎爲止。頭髮、木屑等不耐火雜質切忌混入，否則製成的罐子，在冶煉時會有漏罐現象。泥團做成後如不能立刻製罐，應該在地上

平鋪澆過水的蘆袋，將泥團堆放在上面，再用濕蘆袋覆蓋，否則，一失水分，就會發硬，打出的罐子會起裂縫。發硬的泥團要重行加水碾碎後再利用。

2. 製罐工具：打罐板——長 18—22 吋，闊 $2\frac{1}{2}$ 吋，厚 $\frac{1}{2}$ 吋；罐模——又名罐槍頭，有 6—8 吋長的木柄，罐槍頭本身長

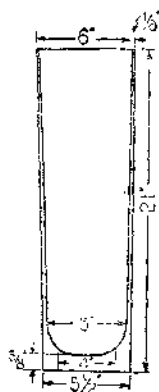


圖 2 罐模

22 吋，頂部的直徑只有 4 吋不到，頂部下面 2 吋處的直徑是 5 吋，再慢慢放大，一直到底部的直徑是 6 吋，泥罐的內形即罐槍的大小（參看圖 2）。

這些工具都需要硬木（如紅木、檀香木）製成，此外還要準備舊布頭、長橈等工具。

3. 制罐方法：操作工人側坐在長橈上，右手擋住罐模，罐模成 75 度角度斜擱在長橈的一頭，泥團平正放在罐模頂部，左手攔住，右手拿打罐板，先用力把泥團頂部打幾下，再在泥團下部沿着罐模邊朝下面方向打，同時左手平穩的旋轉罐模，等到泥團延伸到罐模中部時，打罐板用力的方向就改為朝上，這是為了使罐壁慢慢變薄，這樣一直打到距離罐模底部（這就是泥罐的上口）大約 1 吋左右時，泥罐已經成形。這時把罐模頂部的泥罐底打平，放在地上，徐徐用手將罐模轉動拔出。

4. 紫泥罐的放置及儲藏：放置及儲藏時，兩個泥罐疊放在一起，一個口朝下底朝上，放在木板上，在上面底碰底地放上另一個罐子。也可以搭木架，分層放置。但不能直接放在地上，因為受到潮氣罐會變質，一定要墊木板。在冬天，罐子沒有乾透會被凍壞、凍裂，所以要堆放在室內，並且生火保溫。

罐子愈陳愈好，最好晒乾後，保藏一二個月，再剔去次品使用。

三、冶煉步驟 有了大爐及紫泥坩堝，就可以開始處理任何金屬廢料，步驟如下。

擺爐：大爐的爐排照前述安排好後，下一步工序是裝煤，這個工作，我們叫做擺爐。裝煤前，先把大爐爐前空着還沒有砌的一面牆，用煤坯砌到高過爐排一呎半，砌時用耐火泥或黃泥作膠着物，並且在砌好後，進行嵌縫，以免漏火。砌好後在爐排上舖上一層舊火磚塊，再按下表順序舖上大炭、二炭、三

大爐擺爐層次表

層次	名 稱	層的厚度
7	四 炭	$\frac{3}{4}$ 吋
6	三 炭	$1\frac{1}{2}$ 吋
5	二 炭	$2\frac{1}{2}$ 吋
4	大 炭	$3\frac{1}{2}$ 吋
3	舊火磚塊	3 吋
2	鐵 爐 排	2 吋
1	大 襯	2 吋

* 層的厚度即該層炭粒的大小

炭、四炭。每層裝放時，都要留些空隙，不能堵死風道，造成火力不足，而產生“生罐”現象。“生罐”是我們的術語，意思是還原作用不完全，因此沒有金屬，或者只有很少金屬，嵌混在溶液中不能分開，這個現象主要是因為溫度不夠高。各煤層要舖得均勻，否則會使火力不均勻，火力低的部分會造成生罐，火力太高的部分就造成漏罐因為紫泥罐的耐火度較低，太高的溫度會使紫泥熔軟，被還原了的金屬會穿破罐子熔軟的底部漏出。這裏所指的煤炭是焦作二塊，如買不到，可使用焦炭（大塊的）打底，但不能用容易爆裂的煤（如陽泉煤）做大炭用。

點火：大爐的生火是由上面往下面燃燒的，擺爐完畢後，用稻草 55 斤（或者用麥草 60 斤），草的梢頭立在煤層中央，根部依靠在兩邊爐牆上，平均鋪滿，全部燃點，再用火槍（是一根比爐身要長些的細鐵棒，梢頭有彎鉤）把稻草攪、翻、抖、鋪，使全部燃透而不結團，不結塊，並且把燃燒的半黑稻草灰平均鋪滿在四炭上面，看到稻草灰由黑發紅而轉呈白色火焰時，用小木炭約 50 多斤分批盛入小竹篩中，撒入爐內，撒時必須均勻，同時開啓鼓風機，看到有地方穿出白色火苗，就在火苗上撒上 1/2 吋的小炭，這樣，一共要加 200 多斤。大約十五分鐘後，小炭已經全部燃着，關上鼓風機，用 4—5 分大小的小炭撒上（或用二煤）壓住火力，就可以開始安放紫泥坭塢。

安放紫泥坭塢，一共要放 200 多個，分 25 排（沿爐長的方向），每排放 8 個坭塢，一個依一個，一排靠一排，坭塢之間不再放什麼，僅在爐牆與坭塢之間留一吋左右的空隙，拿小煤塊（大小 1 吋見方）嵌入，並用小鐵絲探條通緊，使上下嵌足。用煤嵌邊是起固定坭塢的作用以及使靠近爐牆的坭塢能受到與爐子中部相等的火力，避免產生生罐。嵌邊的煤應該與爐中的煤同時燒完，太多或太少就會使靠牆的坭塢不是生罐就是漏罐；嵌邊小煤也可以用二煤，注意嵌時不要擠破坭塢。放坭塢時，操作工人是站在爐牆上工作的，爐下由別人傳遞坭塢，等到坭塢放齊後，用煤坯將爐前牆加高到與坭塢口一樣齊。

加料：先開啓鼓風機，當坭塢底部燒紅後，關上鼓風機，開始加料。爲了加快裝料速度和減少裝料手續，可以做一個鐵板大漏斗來裝。漏斗是長方形的槽子，底是一塊大鐵板，鐵板上面有二排口徑較坭塢口徑略小的圓洞，每排 8 個，洞下接上喇叭管子，漏斗長度比爐膛寬度闊些，這樣斗漏兩頭就可以

架在爐牆上同時套入 16 只泥罐。料倒在漏斗內，用耙子扒動，使它由喇叭管進入坩堝，直到裝滿，再換裝兩排。等全部坩堝料都裝滿後，每個坩堝蓋上一片罐口皮（是已經用過的紫泥坩堝，打碎後的坩堝口部分，敲成二個半片，就和瓦片一樣，這種瓦片叫做罐口皮），凹口向下，再在兩片之間，覆上一片，凹口向上。如此交叉蓋上三四層。

鼓風冶煉：料加好後開足鼓風機，約 4 小時，就可以把廢料煉成金屬。火光要發白發亮。同時要注意聽爐內坩堝中的響聲，如果響聲太大，表示配料不準確；如果發現有部分金屬化成紅、白、綠等烟氣隨火光上升，就要立刻減低風力。4 小時後還聽不見坩堝內有響聲，那末這爐料就沒有配準。在一般正常情況下，大約一小時後，坩堝中就會發生像燒粥的聲音，這是原料全部溶化後沸騰的聲音。將要煉好時，就要用舊鐵棒插入坩堝內把熔渣（俗名油頭）帶出來看樣，是否發光發亮。爐內前後的坩堝都要檢查到。如果都發亮就表示已經煉好，可以停止鼓風，準備出爐。

出爐：出爐時要把所有的坩堝一個個的鉗出，為了便於金屬的沉澱，把坩堝斜靠放在地上（約成 75° ）任其冷卻，放時要細心，不要震動。這時坩堝底內是金屬，有二三吋厚，上面是一層熔渣，有 1 吋多厚，坩堝的 $\frac{2}{3}$ 是空的。冷卻後，先把上面空的部分敲下，再把坩堝底的金屬敲出，這時金屬已經結塊成馬蹄形，因此有“馬蹄銅”、“馬蹄鉛”等俗稱。熔渣中多少仍有金屬嵌入，因此必須再經過一連串的处理提出金屬；不能拋棄。

把坩堝從爐中一個個鉗出是在高溫下的一個繁重作業，先把爐前牆的煤坯鬆下，用鐵鏟托住拿走，要輕輕放下，不要

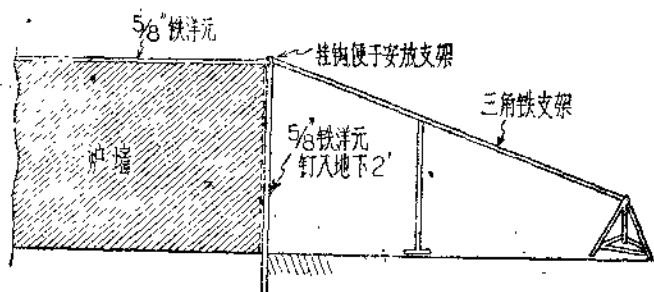
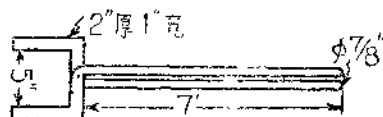
碰到水，以免破碎，備下次再用。在爐子兩旁各站一人，用 9 尺以上長的一吋半洋元，挑開蓋着的罐口皮，一人用鐵棒扶住坩堝，不使倒翻，另一人手執鐵鉗（圖 3），钳住坩堝的中部，不能太下或太上，以免夾破。鐵鉗有 7 呎長，要把坩堝舉起提出

爐外，是很吃力的，因此，

在兩邊爐牆上面各放一根鐵洋元，再在緊靠兩邊爐牆前地下各垂直釘入一根約2尺長的鐵洋元柱子。

柱子頂上有圈各勾住一個

三角鐵的傾斜支架。這樣，操作工人可以把鐵鉗放在牆上洋元上作為支點，提出坩堝，再沿着洋元向爐外拉，到爐身外沿又順着傾斜支架滑下，就省了許多勞力，也加快了出爐速度（圖4）。兩邊一起出爐，人要多些，可以調換操作，取得輪休，而且都要戴上防護用具，如手套、護目鏡、圍身、護膝、腳蓋等。爐子前面的場地，必須保持乾燥，否則有爆碎坩堝或熱的金屬



碰到水會引起爆炸的事故發生。

清爐：坩堝全部扒出後，用水澆滅爐子，將未燃盡的煤先檢出，再把罐口皮一起扒出，爐渣用一分半眼鐵篩子篩過，篩下來的爐倉灰就可以直接送去淘洗，其餘的爐渣塊還含有金屬，也不能拋棄，要經過一連串的處理再行回收。

四、原料處理及配方 下腳廢品等原料內大都混雜着泥砂，有些甚至大部分是砂泥，金屬成分很低，因此這些原料必須採用重力選礦原理，經過研磨淘洗、磁鋼吸去鐵屑等手續提高金屬的含量後，才能放入大爐內冶煉。

研磨：用石磨、鐵磨、踏推都可以，沒有電力的地方可以利用水力，踏推和米臼一樣，不過錘頭是鐵的，工作時，要三個人站在架上，一同用腳踏，使錘頭上下起落，另外要有一個人，在錘前用鐵鍬將已舂碎的原料撥出，把要舂的原料撥入。磨過或舂過的末屑用半分到一分眼子的竹篩篩過，篩不過的要重行磨碎舂碎，直到全部可以透過篩子為止。

淘洗：原料在搗磨後，泥砂已被舂細，就需要利用比重的原理在水中淘洗，把較輕的泥沙漂洗掉，留下較重的金屬。淘洗是在淘洗池中用淘沙盤來進行的。淘洗池祇要在地上掘一個坑（大小可以自己決定，我們的池子是長12呎，闊10呎，深8呎），先用青磚砌好底和四周的牆，再用水泥（黃沙要少些）塗上，使不漏水。淘沙盤（又名沙盆）用木料製成，它的形狀和船差不多（圖5），兩頭翹起，長30吋，寬17吋，中部深5吋，邊高2.5吋。木板厚 $\frac{3}{8}$ 吋。底板用狹長的厚板釘成，淘沙盤不用時，仍要放在水面，避免乾裂，如有裂縫不能用油灰填嵌裂縫，祇可放在水中泡脹，使它不漏，操作工人是在池上架厚木板，蹲在板上用淘沙盤淘洗的。

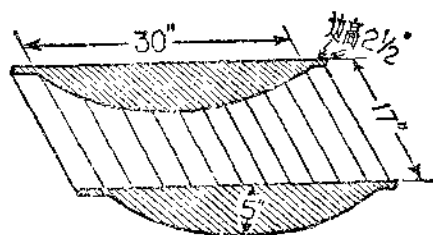


圖5 淘沙盤

淘洗時，把經過一分眼篩子篩下來的原料，放入淘沙盤，先用手潑水拌濕，將盤浸入水中，徐徐向左右盪漂七八次後用手攪拌一下，再在水中將盤後部提起，使盤內較輕的泥沙垃圾漂出盤外，這樣反覆到泥沙垃圾漂盡為止。操作時要輕些，以免盤內金屬末子也隨水漂去。

同時還要準備兩個盛器(巴斗、柳條筐子均可)，一個盛放淘淨的金屬沙頭，一個盛放在淘洗過程中較大的片粒金屬。較大片粒金屬要再經過研錘除去雜質。研錘的方法一般是用一個大生鐵鍋放在地上，一邊用磚墊起來，使它與地平面成75度(這樣便於用力研磨)，鍋下口放在一個舊鐵槽上(圖6)，鐵鍋內約放20斤金屬片粒，手執槌橫柄(圖7，錘木柄長6呎，錘頭長6吋，木柄上裝有短橫柄)在鍋裏上下轉動錘研，隨時適當加水，可使末屑不致飛揚，隨研末屑逐漸落進舊鐵槽內，研磨40—50次後即可取出淘洗，這樣就不致漂出淘洗盤，以免損失。

淘沙池內的泥沙中，還有金屬，要隨時用長柄鏟鏟出再淘。銅錫鉛的末屑必須分開幾個池子淘洗，如果沒有這許多

池子，就應該每淘一種金屬後，把池底泥砂挖出，再淘洗另外一種。如果不用淘洗池也可以用大水缸代替。

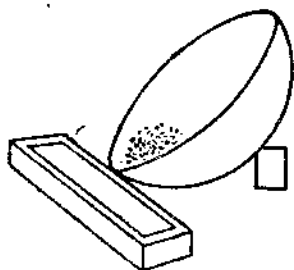


圖6 研磨大片粒金屬示意圖

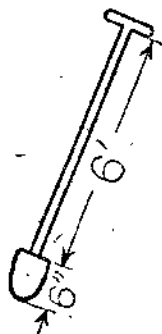


圖7 摺錘

配料：經過研磨淘洗後的原料要根據各種不同的性質進行配料。

1. 錫箔灰。配入白煤屑 8%，拌均後加少量水，經過椿研，到有粘性：用手捏成團，每個約 10 斤左右，放入大爐中的紫泥坩堝內，可煉出 50% 左右的錫。捏成團後要立即入爐煉製如擱置太久，水分會自然蒸發，影響產量。

2. 蓄電池鉛灰。要加鐵屑 10%，白煤屑 10%，拌勻後入爐煉製，可煉出粗鉛，產量約為 90%。

3. 電介鉛的陽極泥（氟矽酸銻等）。配入石灰 25%，石灰要先研成粉末，拌入後堆放幾天使其其中酸性充分中和，可以提高得量，再配入木炭屑 10—20%，入大爐煉製。

4. 雜鉛灰。按不同性質配入白煤屑 1—5%，性質差的加得多些。

5. 牙膏鉛灰。要先篩，再經淘洗後，再入大爐煉製。