

土法煉錳(第一輯)

冶金工业出版社 編

編輯: 曾廣誥

設計: 魯芝芳、董煦菴

責任校對: 夏其五

---

1958年9月第一版 1958年11月北京第二次印刷 29,000(累計34,100)冊

787 × 1092 · 1/32 · 41,100字 · 印張2 ·  $\frac{2}{32}$  · 插頁2 · 定價0.24元

工人出版社印刷廠印刷

新華書店發行

書號1095

---

冶金工业出版社出版(地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

## 出版者的話

根据中央与地方工业，大型企业与中小型企业并举，和全党全民办工业的方针，各地已出现了大批小型冶金企业。本社为了促进地方小型炼锌企业的大力发展和便于他们工作，特收集了一些有关土法炼锌的资料，汇编成小册子，以供各地组织群众办厂时参考。

## 目 录

怎样办小型竖罐土法炼锌厂	贵州省工业厅編.....	5
贵州省赫章鋅鉛矿土法炼鋅简介	赫章鋅鉛矿編.....	21
四川省会理鋅矿火法炼鋅简介	四川省工业厅矿冶局編.....	51

# 怎样办小型竖罐土爐煉鋅厂

## ——土爐煉鋅參考資料——

### 引 言

鋅的提煉現在工厂中一般採用的方法有(1)火冶法(即蒸餾法)或(2)水冶法(即電解法)。水冶法需要很大的電力,技術性較複雜,投資很大,僅適合於較大規模的生產,在礦源不大及其他條件不足的情況下不宜考慮,故水冶法不作介紹。

鋅的火冶法系將鋅的氧化物與還原劑混合加熱至高溫(1,000°C以上)氧化鋅被還原成金屬鋅,在此溫度時鋅已呈蒸氣狀態,鋅蒸氣的氧化力很強遇見空氣便會氧化成鋅氧粉,不能提出金屬鋅,故鋅的火冶法提煉必須在密封的蒸餾罐內呈還元氣氛中進行,鋅蒸氣由蒸餾罐進入另一個容器內(即凝結器)由於溫度下降鋅蒸氣凝結聚集成液體鋅,液體鋅舀出冷卻後即成為固體兜鋅經焙化鑄模後,即可製成五級鋅塊出售。

火冶鋅煉爐現有兩種:(1)豎罐爐(2)平罐爐(3)小型豎罐土爐。前兩種生產量及投資均大,在條件不足的情況下不宜考慮,現僅將如何辦小型豎罐土爐煉鋅廠的有關主要資料介紹如下,資料粗淺僅作參考用。

### 一、煉鋅的幾個基本知識

#### 1. 鋅礦種類

鋅礦石由其所含鋅為何種化合物而分成硫化礦和氧化礦主要的硫化礦為閃鋅礦(即硫化鋅礦)此外還有鐵閃鋅礦(即硫化鋅與硫化鐵的結合礦)

純閃鋅礦呈黃色，含67.1%的鋅和32.9%的硫，由於鐵的混雜其顏色呈褐色至黑色。

氧化礦系硫化礦經自然界風化作用而生成的，常見的主要氧化鋅礦有：菱鋅礦（即碳酸鋅礦）紅氧礦（即氧化鋅礦）異極礦（即含結晶水的矽酸鋅礦）矽酸鋅礦，亞鐵酸鋅礦，硫酸鋅礦等。

鋅礦石常與鉛、銅、鎳、錳等其他金屬的硫化物或氧化物伴生，同時常混雜有石灰石，方解石，重晶石，等圍岩及泥土，自然界中很難找到純淨的鋅礦。

## 2. 選礦

鋅礦石在自然界中大多數含鋅品位是不高的，如將低品位礦石，不經選礦而直接送往煉爐中處理，則不經濟，甚至會造成虧損，故鋅礦石的選鋅問題是生產中主要關鍵問題之一。

硫化礦的標準選礦方法是將礦石破碎，磨至很細，用浮選法進行選礦得出含鋅很高的鋅精礦（一般還生產鉛精礦，硫化鐵精礦等）再進行冶煉處理。

氧化鋅的選礦至今還無標準方法，根據有關資料，現採用的有火選或硫化浮選等。

以上兩種選礦方法需要較大的投資及耗用較大的電力，小型生產則不宜採用，所以小型生產暫時僅能考慮簡單易行的方法，其方法有（1）手選礦，（2）重力選礦。

手選法系用手揀出脈石來提高礦石品位。一般先在採礦過程中進行，可以減少運輸費用，其作用不可忽視，但此法僅可適用於顆粒較大的脈石，其次在堆礦場上人工再進行捶選，分選，使礦石能達到入爐要求。

重力選礦，系利用脈石與礦石的比重差異來進行選礦，

其效果出入很大，一般來講礦石與脈石的比重差異較大者，其效果較大，反之效果就小，故未進行選礦以前最好先進行礦石與脈石的比重測定，如已發現其差異不大者，即不宜採用重力選礦。

重力選礦設備簡單而不用動力的有（1）溜槽（2）手搖跳汰等，均利用水力來進行選礦，並挖有尾砂池，重視選礦余之尾砂的保存，因為尾砂中仍含有不少有用礦砂，待採用先進選礦法後仍可處理。

### 3. 焙 燒

礦石在未入蒸餾罐前必須使成氧化物，否則含鋅礦物是不能被還原劑還原生成金屬鋅。故硫化鋅礦是不能直接入蒸餾罐進行冶煉的。在入蒸餾罐前，礦砂必須增多一個焙燒工序，此工序的主要目的是脫硫，要求經處理後的礦砂含量至最低限度，至少要求含硫量小於1%。焙燒設備有（1）人工翻動的反射爐（2）機械翻動的多爐膛焙燒爐（3）沸騰焙燒爐等，但後兩種需要動力及投資大，故小型生產僅可考慮人工翻動的反射爐。硫化礦石入爐前必須捶細，在爐內須常用人工翻動礦砂，以便脫硫。爐內要求呈氧化氣氛的溫度要求在 $600^{\circ}\text{C}$ 至 $800^{\circ}\text{C}$ 之間。

氧化礦不需要焙燒去硫，但有時便於將礦塊捶細及提高礦石氣孔率，相對提高含鋅品位起見也可進行煨燒，採用的煨燒爐與硫化礦人工翻動爐類似，惟掌握的溫度則較低。

### 4. 蒸餾罐（又名塢坩）

蒸餾罐系火法煉鋅不可缺少的材料，其形狀大小及質量要求隨煉礦不同而異。

小型豎罐土礦所採用的蒸餾罐，其罐胚系用車盤製成，

所用原料系煤系中的耐火粘土，質量要求为 (1) 含三氧化鋁在23%以上含鉄質在1.5% 以下及含很少量的易熔物如硫化鉄、鉀、鈉物質等，(2) 可塑性較強罐胚可用車盤制作。

### 5. 实收率 (或回收率)

实收率系从事鋅生产的主要技术指标之一，它标志着生产技术水平及对国家資源利用程度，也大大的影响着生产經济效果，故我們在生产过程中，应尽可能的采取一切措施来提高实收率。

鋅的生产，大致来講分如下几个过程：

采矿 → 选矿 → 焙烧 → 蒸餾冶炼 → 精炼鑄型

在采矿过程中应特別重視采出率，在采富矿的同时应注意貧矿的保护，避免浪費国家資源。

矿石与脉石比重差異大时，为取得較好的經济效果，应采用重力选矿，但同时应注意选矿的回收率，設法使其提高，其計算方法如下：

选矿回收率 = (处理前矿石品位 × 处理前矿石量) ÷ (处理后矿石品位，处理后矿石量)

如矿石系硫化鋅矿必須进行焙烧去硫，要求經处理后矿石含硫量在1% 以下，其回收率計算方法如下：

焙烧回收率 = (处理前矿石含鋅品位 × 处理前矿石量) ÷ (处理后矿石含鋅品位 × 处理后矿石量)

冶炼过程中的回收率計算方法如下：

蒸餾回收率 = 兜鋅产量 ÷ 矿石品位 × 入爐矿石量 (粗糙的計算以兜鋅的含鋅品位为100%)。

精炼鑄型回收率 = 成品鋅量 ÷ 兜鋅量  
注1. 矿石量及矿石品位均已折合干物計算。

## 二、土爐煉鋅廠基本建設應注意事項

### 甲、准备工作

#### 1. 資源調查及選礦試驗工作

(1) 首先應進行鋅礦的資源調查勘探工作，在此工作中必須查明以下主要問題。

A. 礦體形狀及大致儲量：通過群眾交談及簡單的槽探及洞探，查明礦體的大致形狀如脈狀，囊狀，透鏡狀等，並根據礦體平均長度，寬度，厚度及礦石比重等步步計算其大致儲量。

B. 查明礦石性質及其品位：首先應進行取樣工作，要求所取的礦樣能代表一般情況。根據礦石進行鑑定及化驗工作，查明礦石性質及圍岩屬於何種岩。石1. 礦石是單金屬礦還是多金屬礦，是氧化鋅礦還是硫化鋅礦。2. 圍岩是石灰石，方解石，重晶石，泥土等，並通過化驗工作，查明礦石中含鋅、鉛、鐵、銅、硫等含量。

C. 進行礦石與脈石的比重測定及重力選礦試驗工作：一查明礦石的可選性及經選礦後礦石品位和選礦回收率。

D. 收集及研究開採條件：如採用露天採礦還是洞來，有無來水，如何排水及開採時如何保證安全等，其詳細內容可見金屬礦開採資料。

#### (2) 進行燃材料調查研究工作

A. 附近是否可以供應還原煤，還原煤的質量要求一般為固定炭60—65%揮發物18—22%，水份8—14%，灰份愈低愈好，最高不超13%，含硫量愈低愈好，不應超過1%。



并要求基本无焦結性，其耗用量一般情况是处理1,000公斤湿矿石需要还原煤約500公斤左右。

B. 附近地区是否可以供应蒸餾罐。如无他厂可查供应，則必須考虑自制，自制条件，主要决定于附近可否供应耐火材料，其质量要求如上所述。

蒸餾罐消耗量一般情况是每处理1,000公斤湿矿石，耗用24个，如自制一个蒸餾罐耗用耐火材料12—15公斤。

C. 附近是否可以供应燃料，在煤种上无严格要求，烟煤及无烟煤均可。一般质量要求是：含固定炭60—70%，揮发物15%以下，炭分15%以下，其消用量根据煤种及煤的质量而異，一般情况处理1,000公斤湿矿石消用燃料2,000公斤左右

注：上述湿矿石系指可入爐矿石，其含水量波动在20—25%。

## 2. 确定設計年生产能力

設計年生产能力除其他有关条件外，主要决定于矿砂年产量及矿砂品位。

設計年生产能力設算方法，首先算出入矿矿石年消耗量，再計算設計年生产能力。入矿矿石年消耗量計算公式如下。

入爐石年消耗量 = 矿石年产量 × 矿石中平均含鋅品位 × 选矿回收率 × 焙烧回收率 ÷ 入爐矿石含鋅品位。

以上公式中如矿石可选性很差，不宜选矿則将选矿回收率視作100%，如矿石系氧化矿，不需要焙烧則将焙烧回收率視作100%。計算方法均以干矿砂为計算基数（以下同）。爐数計算公式如下：

爐数 = 入爐矿石年消耗量 ÷ 每爐年处理矿石量。此公式計量单位为吨，如采用40桥蒸餾爐，年处理矿石量一般情况

为 200 吨，爐数采用整数，最后即可算出鋅的設计年产量。

鋅的設计年产量 = 爐数 × 200 吨 × 入爐矿石含鋅品位 × 蒸餾回收率 × 精炼鑄模回收率。

蒸餾回收率和原燃材料技术供应，含鋅品位及操作技术有关，一般可达到 80% 至 90% 或以上。

精炼鑄模回收率和鋅含渣及率操作技术有关，一般可达到 85% 至 95% 或以上。

### 3. 厂址選擇及其条件

(1) 选矿场的选择及其条件：如矿石可选性較好，可用重力选矿法进行选矿，应该考虑設立选矿场来提高矿石品位，因为他是影响經濟效果的主要关键之一，场地的主要条件如下：

A. 靠近采矿场地；

B. 有一股可冲动小水碾的水流可資利用；

C. 有足够的场地，作堆砂场，选矿槽及儲尾砂池之用；

D. 矿砂出入运输方便。

(2) 冶炼厂的场地选择及其条件：

A. 尽可能的靠近燃煤供应地点，因为燃煤消耗量为处理矿石量的一倍，运矿石較运燃煤經濟；

B. 尽可能的靠近泥巴产地（白泥及黄泥均可）一般情况，使用 1,000 公斤燃煤耗用泥巴 500 公斤；

C. 有足够的水源，除去活用水外，每座蒸餾爐踩炭用水日需五挑。

D. 有足够的场地，除能布置厂房外有堆料场及堆爐渣的场地等。

E. 交通方便，便于原燃材料的运输。

#### 4. 經濟效果的初步計算

在未兴办炼鋅厂以前，一般应进行經濟效果的計算，以避免建厂的盲目性，計算的步驟及方法如下作为参考：

(1) 首先計算或确定原燃材料运至蒸餾車間后的单价，主要項目有，可入爐矿石（包括未入爐前处理費用及运输等），燃煤，还原煤，蒸餾罐，踩炭泥（如白泥或黄泥在炼爐附近可不計算单价作为人工开支）及冶炼工人工資等。

(2) 計算出每爐每日直接生产成本，計算法如下表。其中耗用量系一般情况，作为参考。

項 目	单 位	耗 用 量	单 价	金 額	备 考
矿 砂	公 斤	850			单价中应包括入爐前矿砂加工費用及运输等，单价中应包括运输費用
燃 煤	公 斤	1600			
还 原 煤	公 斤	420			" "
蒸 餾 罐	个	20			" "
踩 炭 泥	公 斤	800			" "
冶炼工人工資	元/人	¥			应包括附加工資等
合 計	元	—	—		

(3) 計算每吨兜鋅直接生产成本，計算法如下：

每爐每日兜鋅产量 = 入爐矿砂量（一般为 850 公斤）扣除其中含水量（一般为 180 公斤）× 矿砂含鋅品位 × 冶炼回收率（一般情况为 80% 或以上）。

生产一吨兜鋅需用爐日数 = 1,000 公斤 ÷ 每爐每日兜鋅产量（公斤）。

每吨兜鋅直接生产成本 = 爐日数 × 每爐每日直接生产成

本。

根据以上計算兜鋅成本，可以知道，除原燃材料价格及回收率影响成本因素外，入爐矿砂品位系主要关键因素，故建厂前应特別重視矿砂品位。一般來講矿砂含鋅品位在15%以上（硫化鋅矿含鋅品位要求更高些，因为多一道加工費）才能有利。

（4）計算每噸成品鋅（一次蒸餾可生产五級鋅）工厂成本。

計算表如下，其中耗用量系一般情况作为参考。

項 目	單位	耗用量	單 價	金 額	備 考
支出：兜 鋅	噸	1.17			
加工費用	元	—	—	20	
推銷費用	元	—	—		
小 計		—	—		
收入：副產品收入	元	—	—	39	
合 計	元	—	—		

注：1. 加工費用包括精煉鑄模工段燃料，人工及工具消耗等。

2. 推銷費中，应包括除直接生产开支外的其他一切費用，如設備折舊，大修理費用，低值易耗品，管理人員工資，行政費用等其他費用。每噸推銷費用应为全年总开支費用除以全年成品鋅噸數。

3. 副產品收入主要为鋅渣。可作为回瀝原料，一般情况生产一噸成品鋅，可得65公斤鋅渣，以每公斤0.6元折價，可收回39元。

### 乙、基建項目及內容

1. 采矿部份 可參閱金屬矿开采參考資料

2. 选矿部份 如矿石可选性大，回收率高应建选矿設備。

內容有：榴槽或手搖跳汰机（根据試驗效果來确定）工棚，

引水沟及尾砂池等。

3. 焙烧部份 如鋅矿石系統化矿，必須在未入蒸餾爐前进行焙烧。小型生产投資較小，設備簡單的为人工翻动焙烧爐，系反射爐型式。每昼夜处理量，一般为3吨，其爐数根据矿砂量而定。

焙烧爐外形为：长方体，筑爐材料用砂石、耐火砖、青砖及鉄拉件等制成，除煉爐外尚須有烟道，烟囱及爐棚等。

#### 4. 蒸餾部份

(1) 蒸餾爐——爐数根据設計計算决定煉爐外形尺寸长1,093公分，寬130公分，高95公分。筑爐材料用粘土与煤灰砖制成，粘土与煤灰的比例一般为3:1。

每爐使用砌砖有三种：A. 蹲砖，长44公分，寬30公分厚6公分，实用105块。B. 过桥砖：长47公分，寬37公分，厚10公分，实用42块。C. 一般砌体砖，长30公分，寬22公分，厚8公分，实用350块。

(2) 爐房：一般为木柱、草頂、土牆，为了有利于通风改善劳动条件，最好考虑双滴水及四面水房頂。为了便于劳动組織及减少建筑面积，最好双座煉爐共一座爐房，双爐房建筑面积，长36公尺寬12公尺，計432平方。单爐房建筑面积长20公尺，寬12公尺，計240平方。各种爐房边牆高度最好为2公尺，爐房內房柱位置应注意是否便于操作。

5. 精煉鑄模部份 如产量小可考虑建鉄鍋熔鋅爐一座（在操作时鉄鍋应涂以石墨粉等，以免鋅与鉄接触产生鉄鋅合金造成損失）如产量大可考虑小型反射爐。

6. 制蒸餾罐部份 如蒸餾罐必須自制，应考虑制罐設備

主要内容有:

(1) 制罐及罐胚阴干房。木柱、瓦顶、土墙或木板墙, 一般采用双层结构, 底层为制胚场地。主要设备为车盘, 每个车盘每日产量一般为140—150个, 顶层为花楼系罐胚阴干场地。

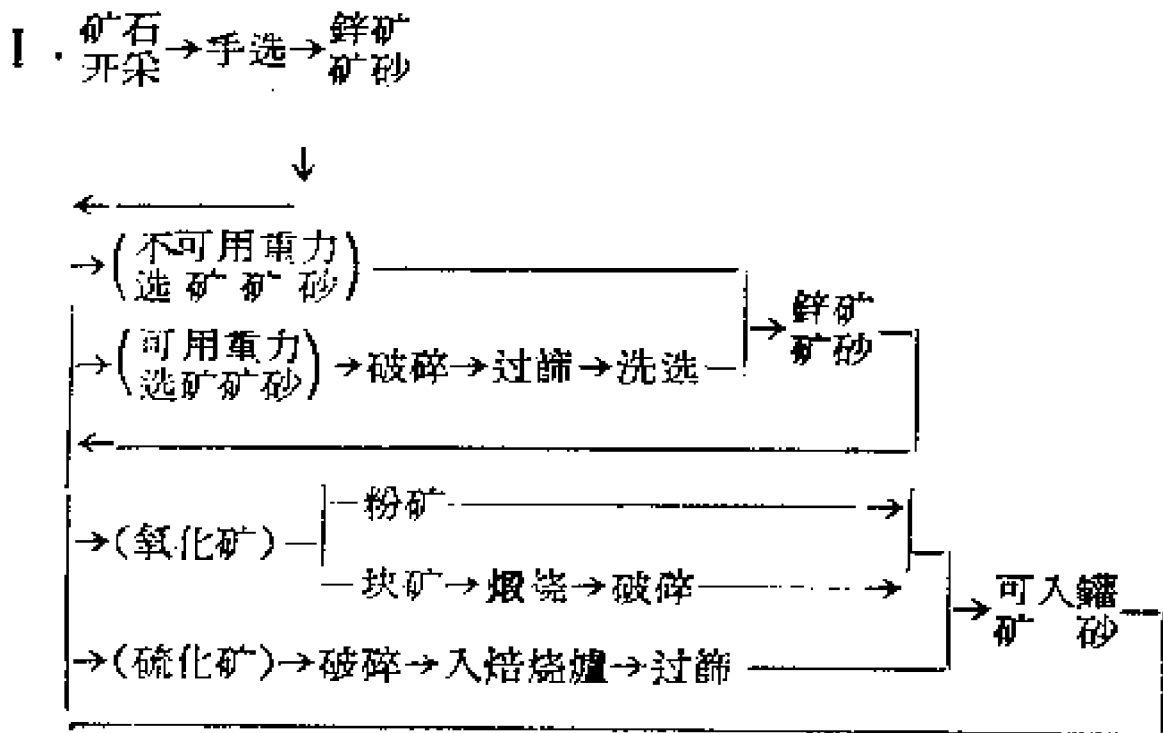
(2) 煨烧窑——可采用煨土碗窑形式。

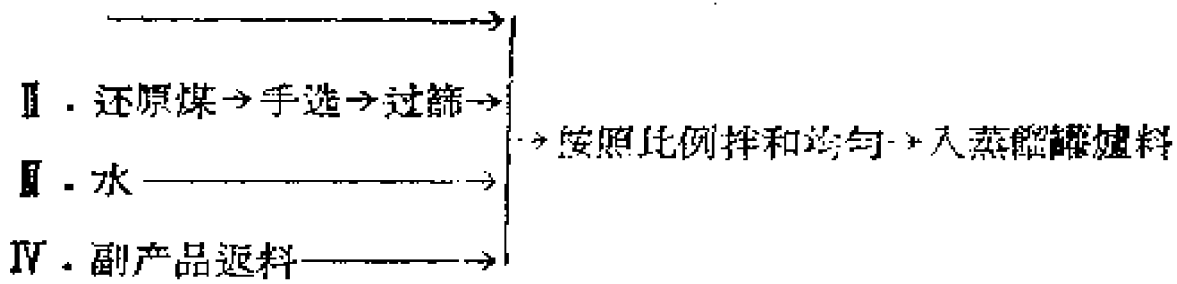
7. 其他部份 根据厂的规模大小及条件, 考虑附属设备如料棚, 运输道路, 化验室, 办公室等。

### 三、土爐煉鋅廠生產過程中應注意事項

#### 1. 生產工程流程

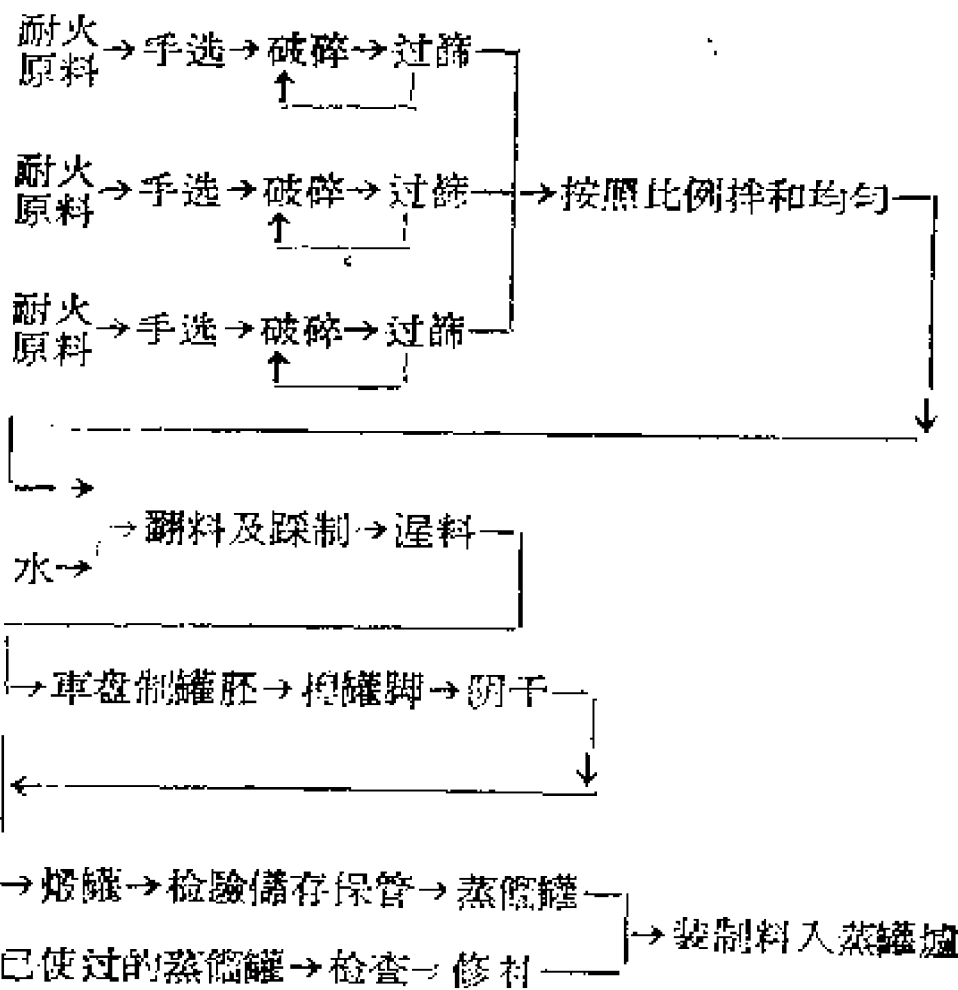
##### (1) 入蒸餾罐的爐料





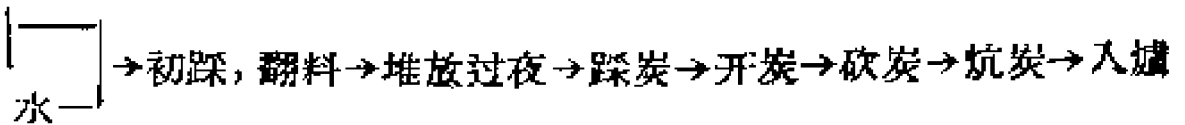
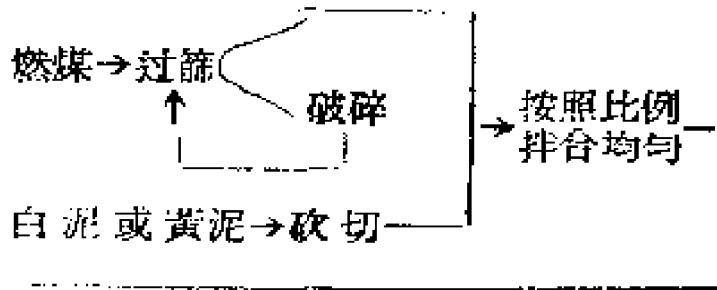
注：I. 可用及不可用重力选矿矿砂系根据测定试验来决定，其流程只选其中之一。

### (2) 蒸餾罐的制作

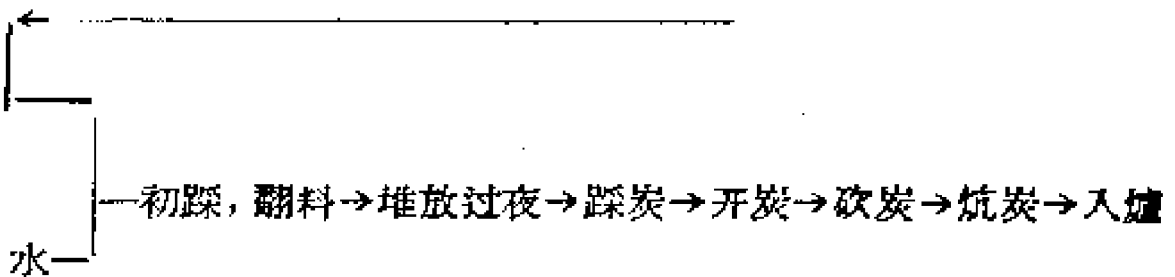
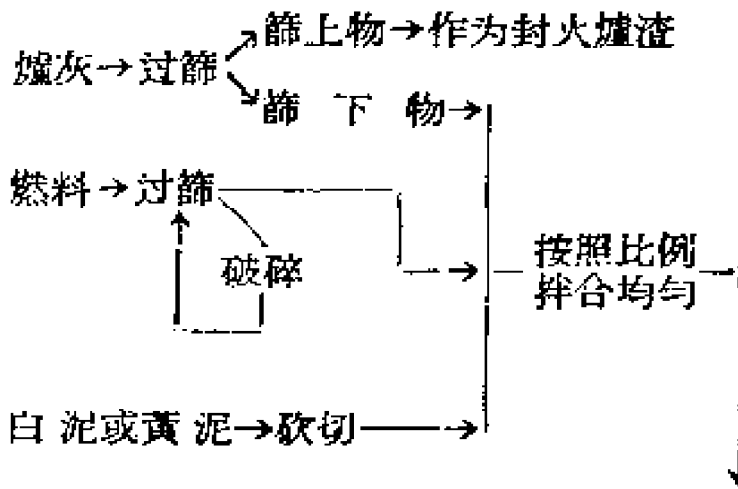


### (3) 燃料

#### I. 堆炭



#### II. 散炭



### 2. 原燃材料技术供应工作

土爐炼鋅要达到較高技术經濟定額，提高回收率，原燃材料的技术供应工作系非常重要工作之一，以上已談到一些主要要求，現再补充几点在生产过程中的具体要求及作法。



### (1) 矿砂:

鋅矿砂的种类及性质是不同的, 在蒸馏罐炼过程中应掌握的温度曲线也有所不同。有些矿砂还原较快, 有些矿砂还原较慢, 其操作也不同, 故一般应重视试烧工作, 尽可能的事先摸出操作方法后, 再大批推广生产, 避免造成损失浪费, 在矿砂供应上要求有计划, 不要经常换动。

矿砂的颗粒大小及均匀对冶炼回收率影响很大, 颗粒在3—10公厘时可得较好效果, 颗粒过大不易还原, 对小透气率低甚至发生生产事故。矿砂含水量一般要求在10—20%, 过多会消耗大量热量, 过少会影响孔隙性。

### (2) 还原煤:

还原煤的质量及颗粒也影响冶炼回收率, 还原煤具体要求如下:

固定炭: 还原煤中的固定炭系蒸馏作业时的还原剂, 在蒸馏残渣中应保留充足数量的炭质来阻止爐料造成易熔物, 及对罐的侵蚀, 因此还原煤中的固定炭的多少关系很大, 若固定炭过低会增加还原煤用量相应的减少入罐矿砂, 增加成本一般要求煤中的含固定炭量60—65%。

挥发物当爐料受热还未到还原开始时, 还原煤中的挥发物已析出与罐中初期所有的氧气燃烧有预热矿砂的作用, 一般要求煤中含挥发物18—22%。

灰份: 还原煤中的灰份是有害成份, 易与其他成份造成易熔物, 妨害生产进行, 一般要求在10%以下, 最高也不应超过13%。

水份: 适量的水份可使爐料在蒸馏初期造成爐料有透气性, 有利用回收率的提高, 但含水份过大会消耗大量热量对

生产不利，一般要求10—20%。

硫份：还原煤中的硫可与锌结合成硫化物，以致降低回收率，含硫量越低越好，一般要求应低于1%以下。

还原煤颗粒度要求3—5公厘。

矿砂与还原煤混合比例应通过计算及试验来决定，拌和要求均匀，防止部分还原煤过多或过少现象影响回收率，甚至造成生产事故。

### (3) 燃料：

土爐煉鋅燃料采用炭巴，系由燃煤、泥巴、爐灰配制而成，其中发热物质主要是靠煤中的固定炭，故要求固定炭较高的燃煤，一般固定炭含量須在60%以上，否则会消耗过大影响成本。

炭巴根据使用不同可分两种一为雄炭一为散炭，雄炭由煤和泥配制一般比例为3—3.5:1。散炭由煤，泥和炭配制一般混合比例为5:2.5:1.但比例应根据煤质及泥质而变，防止温度过高或过低。

在配制炭巴过程中，除配炭外，应特别注意混匀，掌握加水、踩炭、开炭、砍炭、坑炭等操作及要求，要求制成的炭巴，要合下列条件。

①配料照比例且須均匀

②外形规格有横火炭，罐脚炭，厚炭薄炭等，但同种炭巴，块块一样，其数量应根据实际的需要而定。

③敲起有声，不苏，烧后不溶渣不垮并

④不糊不湿，不曲，不弯。

### (4) 蒸餾罐：——蒸餾罐質量要求如下：

①蒸餾罐呈笔筒形，高70公分，上口直径18公分，罐口

— 1 —  
厚度 1.5 公分，腰部及脚部厚度 1.2—1.4 公分，罐脚实心部分約 4 公分。

- ②有一定的耐火度，在 1,400°C 时无軟化现象。
- ③罐壁質密，无漏气现象。
- ④能适应急冷急热而不易破裂。
- ⑤蒸餾罐必須煨透。

### 3. 参观及学习

土爐炼鋅絕大部分系手工操作，系一細致工作，条件因素很多，操作技术也系通过实践摸索总结而来，为提早达到应有效果，参观及学习系不可忽视之一环，我省赫章媽姑，赫章鋅鉛矿从事土爐炼鋅多年，有些部分（除硫化鋅矿的焙烧去硫外）已有一套經驗，可考虑至該矿参观学习。

（贵州省工业厅 1958 年 5 月）

## 貴州省赫章鋅鉛礦土法煉鋅簡介

赫章鋅鉛礦建立于1951年，系一個小型聯合性企業，實行自采、自選、自煉。冶煉是用豎罐土爐蒸餾，我礦蒸餾冶煉場具有三個工段，全部系土爐。全場共有土爐50節，每節可容120個小型豎罐，共裝礦砂700公斤左右，每節爐子由8人操作，每24小時為一個生產周期。茲將該礦煉鋅情況簡述于下。

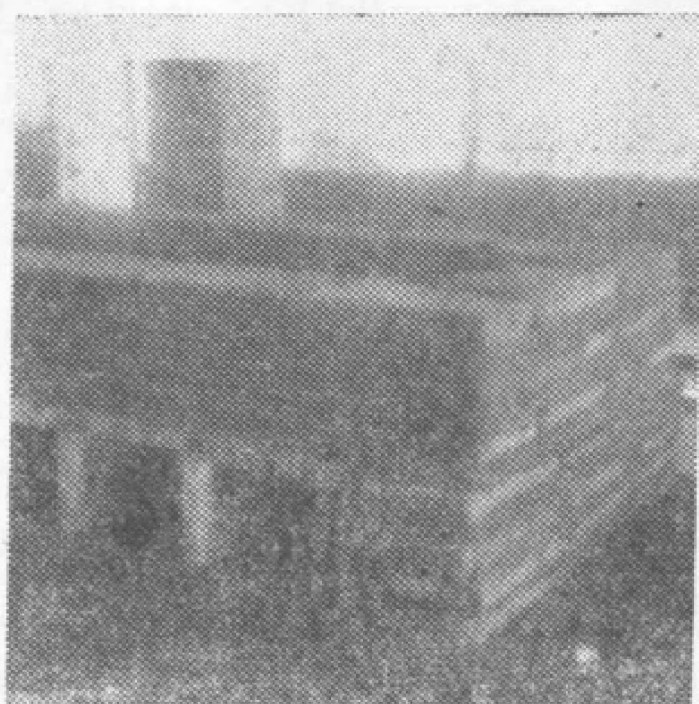


圖 1 煉鋅蒸餾爐外貌

### 鋅 的 冶 煉

#### 1. 一次蒸餾

(一) 簡述：鋅在礦石中成氧化礦或硫化礦存在。鋅在

硫化矿中，主要呈閃鋅矿形态，我矿使用的一部分閃鋅矿产于水城，質量較优，含Zn 20~25%，含Pb 7~9%。

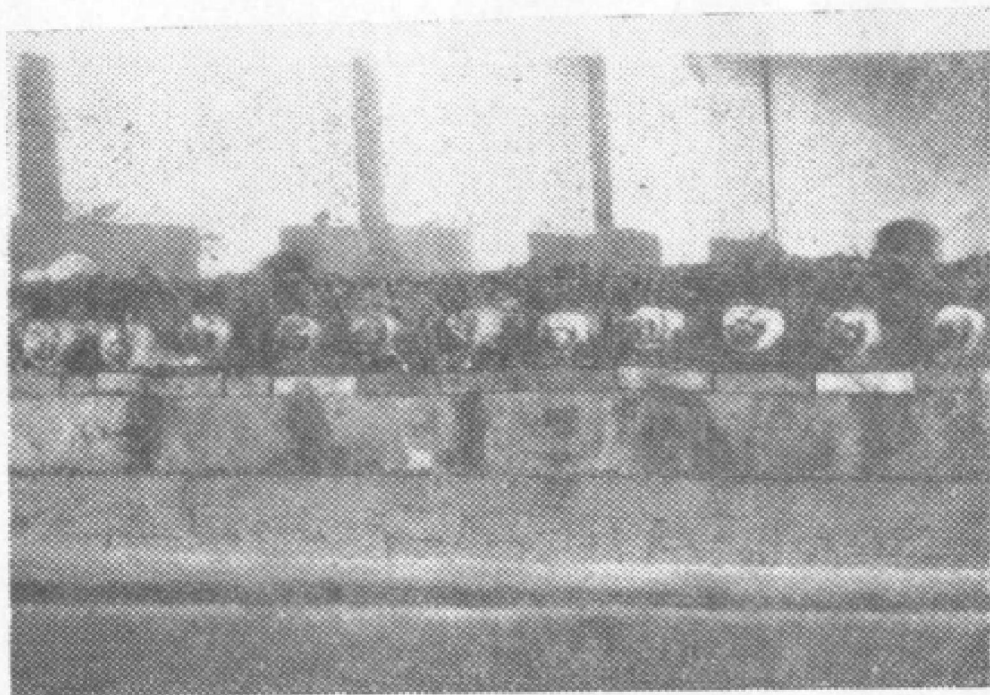


图 2 操作中的炼鋅蒸餾爐

鋅在氧化矿石內的形态，主要是菱鋅矿 ( $ZnCO_3$ )、異极矿、及硫酸鋅矿等。

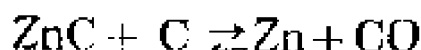
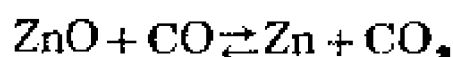
我矿土法冶炼，即是将氧化矿石經過破碎（粒度控制在1—6公厘之間）后，配以还原煤，将此混合物在小竖罐內加热，氧化鋅便还原成金屬鋅，进入冷凝器內（俗称斗）凝結，获得粗鋅，再經過重蒸餾及反焰爐熔析，获得各种級別的成品鋅块。以下介紹我矿土法冶炼：

（二）蒸餾法的基本原則：将磨碎后的氧化矿与煤混合，装入由耐火材料制成的蒸餾罐內，当外部加热罐內的炼料时，鋅被还原变成鋅蒸气，进入冷凝器內，变成液体，少部份鋅蒸气不能凝結成液体金屬时，从罐口逸出成粉状，叫〔兰粉〕。随着溫度的下降和鋅聚集的程度，鋅还原終結时，

进行插鋅，获得粗鋅。罐內的残留物质其中有少量聚集在冷凝器下面的，含鋅4—6%的渣，俗称「白灰」，可作返回料再进行处理；絕大部分为含鋅0.2—0.5%左右的渣，俗称「次灰」，作残渣拋棄。

鋅是一种难还原的金属，所以处理的方法由其性质所决定，因为ZnO在1000°C以上易被还原变成蒸气状态，而鋅在热时又易被氧、二氧化碳，水蒸气所氧化，变成ZnO，为了避免鋅蒸气的氧化，因此，在罐外加热和与爐气相接触来完成。

ZnO的还原主要是由CO所促成。ZnO还原作业的总过程用下面方程表示：



但ZnO被碳所还原之量甚微，这因为固体物质間的反应仅在其直接接触之处进行。要順利地还原ZnO，重要条件是溫度在1000°C以上，CO浓度很大，而氧的含氧少。

当鋅蒸气被CO、少量CO<sub>2</sub>及其他金属蒸气稀释，一同进入冷凝器內，由于斗內气体的溫度降低，鋅蒸气所占空間达到饱和时，鋅蒸气开始冷凝。

### (三) 爐料的成分和要求：

装入蒸餾罐內的爐料，是由矿砂（有时为熔砂，鋅灰）还原煤及返回料（斗渣、斗盖、斗壳、白灰）等所組成。其各种含鋅成份如23頁表。

应用于蒸餾爐料中的还原煤应当滿足以下的要求：

固定炭（55—60%）因为蒸餾作业是在强烈的还原气氛

而沒有空气进入罐中情况下进行，要保証CO<sub>2</sub>更充分的分解与氧化鋅的还原。因此，还原煤的含固定炭的多少，关系很大。

	Zn %	Pb %	S %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Cd %	Cu %	CaO %	MgO %
矿 砂	16—20	0.8—1.6	1.9—1.9	31—43	15—26	6—8.9	0.06—0.4	0.02—0.1	1.6—2.8	2.2—3.7
蚌 灰	78—82									
斗 渣	49.5	1.71								
斗壳及白灰	6.49	3.67								
斗 盖	23.63	0.69								

当矿砂受热还未到还原开始时，揮发物的析出，并滤过矿砂，促使其变热，并起作預热冷凝器的作用。若存在过量的揮发物，会引起鋅蒸气的稀释，使冷凝条件恶化。

煤中的灰分，在罐內对矿砂是有害的成分，因为它易与矿砂中其他成分造成易溶的化合物，降低发热值，相应地减小罐子的容积，即影响到矿砂的处理量。因此，增多还原煤数量。要求灰分越低愈好，在10%以下。

还原煤中的水分需消耗大量热去蒸发，故要求在10—12%。当某种煤达不到上述要求时，可进行配还原炭达到上述要求。

还原煤要求过篩，粗的破碎，顆粒应在3—6毫米，不宜用粉煤。各种矿砂配还原煤的数量，完全应根据质量而定。

在这种土法冶炼中，对矿石的要求主要是氧化矿，矿砂品位必需在含Zn15%以上。經過碎破，顆粒在1—6mm，含水分15—20%，因为氧化矿矿砂品位（以含鋅15%为基础）提高1%，則生产成本每吨可降低70元左右（不是絕對的比例

递减)。若含鋅品位过高，則由于热源的不能連續供应，以保証鋅还原的时间，因此回收率不高。故适合15—20%左右含鋅量的矿砂。硫化矿未經煨烧，不能直接处理。

对用作燃料的煤的质量要求：固定炭60—70%，揮发分15%以下，灰分15%以下，水分8—10%。

(四) 蒸餾爐的构造：

蒸餾爐的构造和各种砌砖（参看图3、图4）。

建爐的桥数，根据需要可多可少，在我矿一般为36桥或40桥。砌砖分过桥砖与蹲砖两种，过桥砖置于两桥中間，蹲砖用砌爐桥墩，砌墙身的称为走砖，其他还有风眼砖，爐墩砖两种，除走砖可用粘土配合煤灰制成外，其余用耐火材料制成。

每一节炼鋅大爐工料費用如下表（按40桥計算）：

名 称	数 目 (塊)
9 寸 寬 的 走 砖	41
8 寸 寬 的 走 砖	41
7 寸 寬 的 走 砖	41
6 寸 寬 的 走 砖	41
蹲 砖	104
风 眼 砖	41
过 桥 砖	41
爐 墩 砖	40
人 工 計	

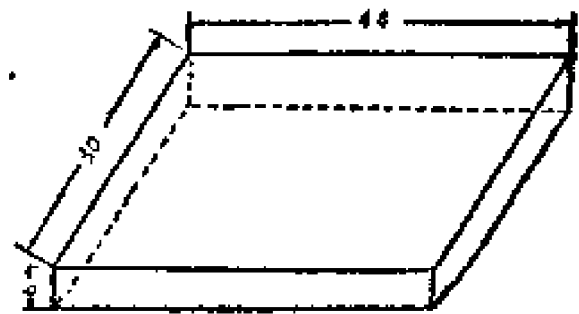
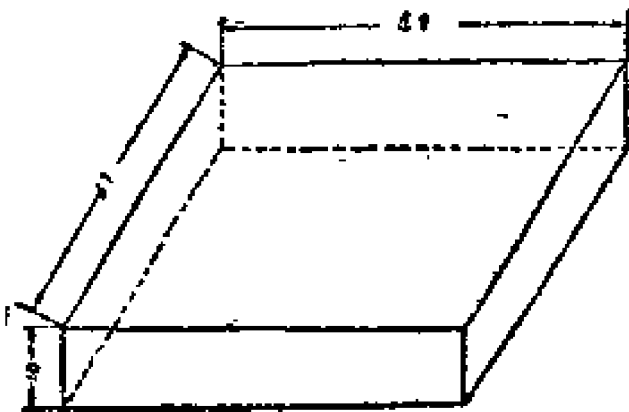






# 蒸餾爐爐磚示意图

## 銀罐密圈



1:5 过桥砖

### 蹲 磚

### 过桥磚

B—B'

A—A'

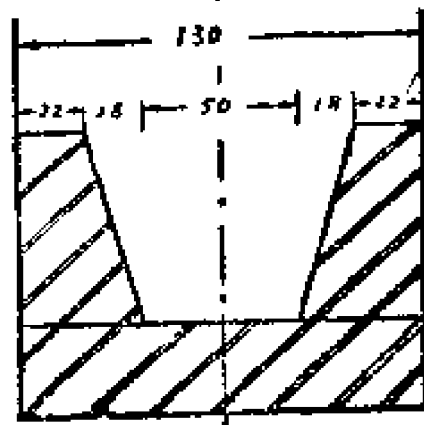
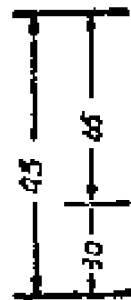
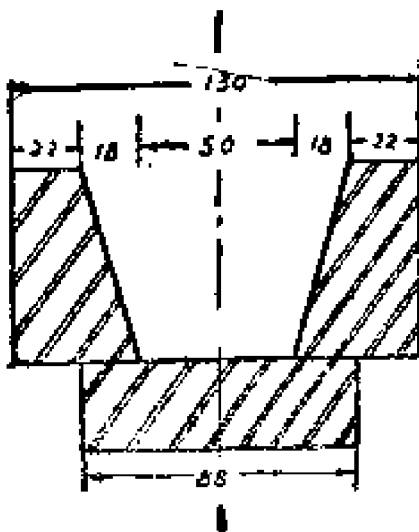


图 4

(五) 配料的情况:

(1) 配还原煤的数量: 现举一例说明:

亚都砂分析: 锌: 13.7%、铝: 0.81%、三氧化二铁: 31.51%、氧化镁: 2.17%、氧化钙: 1.65%、三氧化二铝: 8.92%、铜: 0.1%、镉: 0.48%、二氧化硅: 26.3%、硫: 1.96%。

长海子还原煤分析: 水分: 2.95%、灰分: 24.16%、挥发分: 17.39%、固定炭: 55.10%、硫: 0.19%。

关于锌矿砂的物相组成计算的结果列于下表:

	Zn	Pb	Cu	Fe	Cd	S	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	总计
ZnO	9.81										2.5	12.31
ZnS	3.92					1.96						5.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				23							8.53	31.53
PbO		0.81									0.07	0.88
CuO			0.1								0.01	0.11
CdO					0.48						0.08	0.56
SiO <sub>2</sub>									26.3			26.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										8.92		8.92
CaO							1.65					1.65
MgO								2.17				2.17
MeO												9.66
合计	13.23	0.81	0.1	23	0.48	1.96	1.65	2.17	26.3	8.92	12.19	100.00

假定S全部与锌结合, Fe、Cd、Pb、Zn、Cu的氧化物完全还原成金属, 100公斤所需之还原剂理论耗用量: 按各项方程计算, 所需之碳量为10.18公斤左右, 理论上所需之还原剂为18公斤, 实际耗用量较理论上加大1.5倍, 即27公斤, 故入炉159公斤矿砂量需用还原煤为43公斤。

现入爐还原煤为48公斤，其中有水份10%，应扣除4.8公斤，故实际为43公斤，与理論上計算同。

一般矿砂与煤的重量比为：70—78：30—32，其数量多少，根据煤层量和矿砂性质而掌握。

(2) 拌和矿砂和还原煤时要求均匀和細致的混合，否則成份不均匀，就会使一些罐内所装的矿砂缺少煤，使鋅的还原不良，冲渣或紧渣，消耗蒸餾罐，而另外一些罐内装入过量的煤，又会使鋅蒸气冷凝恶化，降低回收率。

#### (六) 操作步驟：

我矿蒸餾爐是单独分散的，爐的結構各有不同（如有高风眼，高高风眼、固定风眼爐等），操作过程全屬手工劳动，而爐师和助理工在操作中各有其一定經驗，加上矿砂和烟煤的变化因素很大，故各节爐子操作很难統一一致，有时应根据具体情况灵活掌握。现按整个生产过程叙述如下：

一、放爐心罐与爐心渣：爐心渣分为二层，均以大小均匀为宜，火渣摆底下，抓平，二黄渣鋪平，不能筑死，放蹲砖3—5公分。夹火入爐时不带灰，桥桥一样燃，棒头子要均匀，爐子要快，火要燃，加大底火，提高爐温。

二、把罐子放入炼鋅爐中（参看图5）。

三、下炭：一、二层双块横炭，作到块块大小、厚薄、高低一致，紧实、整齐、横火炭伸出与罐子一样齐，加横炭包住罐脚，两边都要貼紧罐子。下乱炭要大块，利朗、实在、包罐子不包墙。下好炭，现出罐子二—三寸。

四、撇渣子，淋泥浆：渣子用两层，头层用大渣，上面用細渣，渣子以大小匀淨，不带灰为宜。看火色淋泥浆，泥浆要稠，不要清，淋泥浆六—七分厚，现出罐口一分，大渣

不放在碼子火眼处。



图 5 蒸馏罐装爐



图 6 蒸馏罐的修理

五、 填斗补盖子：矿砂下降装入白灰，付产品就填斗。斗灰中切忌夹炭粒，不稠不稀，斗边干补盖子；放碼子火眼要小而浅。



图 7 开炭情形

六、 掌握火力与看鋅火：随时注意鋅火变化情况，控制不吹，不含，亮脚，成朵。松鋅火时，做到不阻不塞，不走野火，就不松。鋅火吹不拴火，拴火与否与時間要灵活掌握。

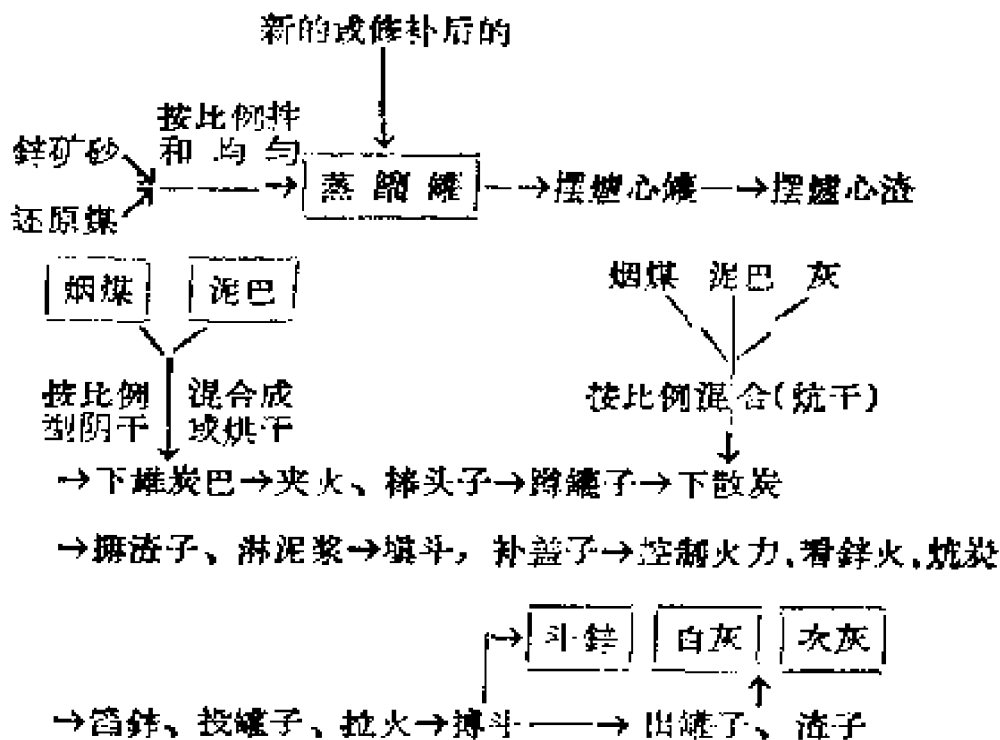
七、 舀鋅：舀鋅斗边收干淨， 盖子剗干淨，斗鋅半面

光，不冒冷锌和热锌。拉火时，保护柱脚，防止拉坏爐皮、罐口。

八、修补罐子（参看图6）：修罐子应細修細补，先砍掉渣子，用罐刀在罐内来回拨松，直到次灰渣倒完为止。遇开裂、砂眼，用熟白耳巴泥或接罐泥涂在裂处再用。

九、踩炭：专人配炭，用泥巴、細渣、細炭配制，每撮应一样滿。加水不能伤水、过干。踩炭时，要薄层、勒番、密踩、达到干和絨，使炭成块。敲起不苏，不熔渣，不垮井。根据爐内需要，开成各种不同的炭（参看照片图7），开炭时要推紧。

十、操作生产流程：



(七) 生产能力与技术经济指标：

(A) 每火的各項指标：



	原料	含鋅%	回收率 %	入爐料 kg/火	烟 煤 kg/火	还原煤 kg/火	坩 埚 个/火	斗渣比 %
指标	矿砂	15—20%	85—90	700	1400—1575	185—215	13	10
	鋅灰	78—82	84	450	1200	160	16.5	9

(B) 每吨粗鋅的主要消耗定額:

指标名称		单位	52年	53年	54年	55年	56年	57年	平均
矿	砂	吨	14.3	9.32	8.84	7.55	6.34	7.96	9.05
烟	煤	吨	24.16	17.21	14.83	14.78	13.72	15.76	16.63
还	原	吨	4.21	3.12	2.59	2.36	2.96	3.16	3.12
坩	埚	个	193	203	201	190.5	195	193.5	197

(C) 鋅在蒸餾产品和斗渣及其他部份中的分布情况:

名 称	含 鋅 %	鋅占总金屬 %	备 注
斗 鋅	98.3	76.2	未加入点滴返回料进去, 仅用 矿砂冶炼的結果, 回收率一般 在 85.5% 左右
斗 渣	53.53	6.7	
斗 壳 及 白 灰	6.95	4.05	
次 灰	0.75	3.9	
盖 子	27.23	8.5	
氧 化 逸 去 (按 差 数)		0.65	

(D) 蒸餾过程中鋅的损失: 这由許多原因发生, 其中主要原因是: (1) 还原不完全, 含在次灰或白灰中, (2) 冷凝不完全, (3) 沾在罐盖上和氧化逸去, 以及发生生产事故等。

含在白灰和斗盖, 斗渣的鋅可以收回, 作返回料加入再進行冶炼。但如何减少斗渣、白灰的生成, 刮掉或少沾浸鋅在罐盖子上, 都能收回很多鋅, 提高回收率, 除此而外, 想

法收回冷凝器未冷凝而散流到空气中去氧化的锌蒸气，防止生氧化锌末，亦是很必要的。

(E) 生产周期为 24 小时一个周期，每一节炼炉由 8 人组成，其中炉长一人，副炉长一人，助理工六人，（其中中夜班各一人，助理工 4 人）

(八) 主要存在问题：

一、因大炉冶炼适合含锌 15—20% 左右的氧化矿，如将较贫的矿砂直接入罐冶炼，则产量显著降低，其他原燃材料及劳动力不变，因而成本会提高。但我们对贫矿处理比较缺乏选矿与富集等设备。因而要求矿场供应 15—20% 的氧化矿，常常处于被动和感矿源不足。

二、虽冶炼回收率能达到 85—90%，但其他有用和贵重金属不能收回。如铝、镉等，造成对国家资源的损失。

三、生产设备简陋，劳动强度大，炉房内烟尘飞扬，温度很高，同时易遭到煤气中毒，其他，如下炭、出渣、踩炭、出罐不等全系手工操作，劳动强度亦大。

## 2、重 蒸 馏

(一) 冶炼的要求：由于从一次蒸馏提出的粗锌中含有杂质，不适于工业上的某些需要，为了更好的除掉部分铝、铁及其他一些杂质，应用重蒸馏法。

斗锌即粗锌，含 Zn 97—98.7% 左右；含 Pb 0.22—0.86%；铁：0.112—0.214%。

还原煤、燃料的成份的要求与一次蒸馏同。

冶炼炉的设备构造与一次蒸馏同。

(二) 粗锌中各种成分在冶炼中的变化行为：

从粗鋅中除去鋁、鉄就是根据鋅及其中所含杂质各有不同的沸点，Zn的沸点为 $906^{\circ}\text{C}$ ，銅为 $770^{\circ}\text{C}$ ，鋁为 $1620^{\circ}\text{C}$ ，鉄为 $3000^{\circ}\text{C}$ ，将粗鋅加热到 $900^{\circ}\text{—}1000^{\circ}\text{C}$ ，則 Zn、Cd 成蒸汽状态挥发，而 Pb、Fe 仍成液体状态，留存罐内残渣中。

(三) 操作步驟：

A、罐内操作：

一、配还原煤每火75斤，罐脚加一勺烟煤，放一个斗鋅（或放副产品与煤烟配合好的），又放一勺还原煤，置斗鋅后，再放还原煤，再加斗鋅。

二、放好鋅和还原煤后，上面盖上一层比米大的渣子，

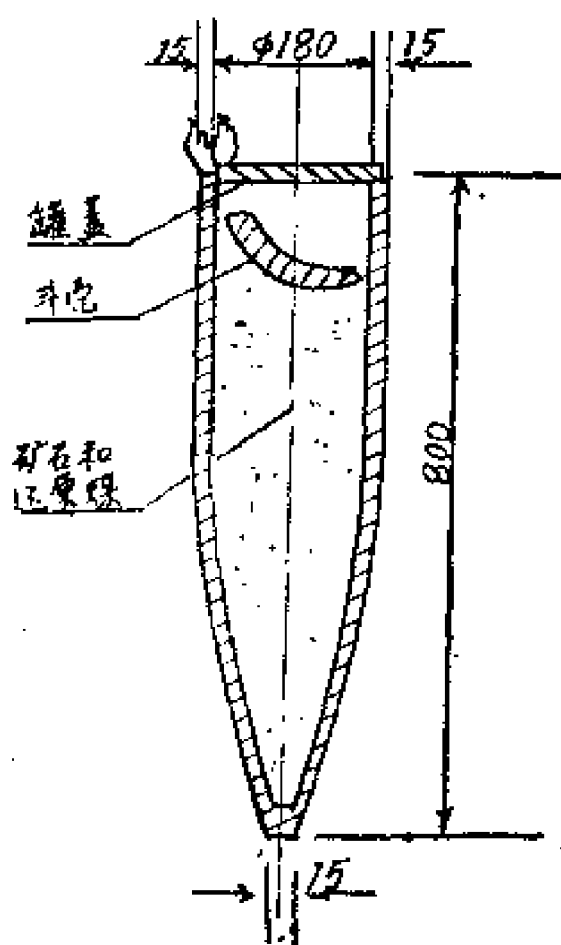


图 8 重蒸鋅罐内情形

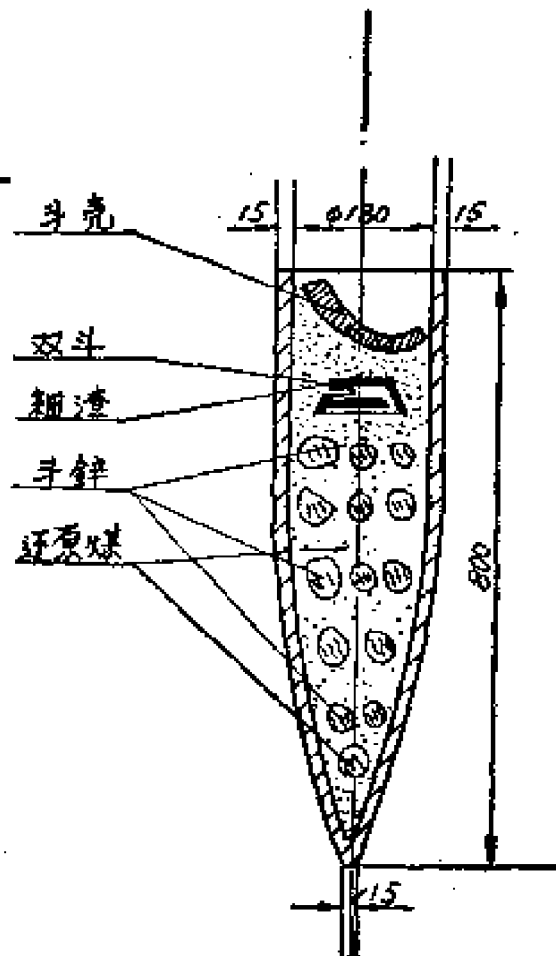


图 9 双斗图

置双斗于其上。

三、双斗（离罐口六寸）放妥后边用细米渣塞好斗边，在上面盖上一层细渣，留一填斗的位置即可。

四、填好斗后，罐针处加入少量食盐（每爐加食盐0.4kg）。

B、罐外操作：

一、摆渣子不能筑紧和见亮，拨渣与风口一样齐，大渣摆底，小渣放上。

二、夹火要均匀，不带灰，棒头子匀净，桥桥一样燃。

三、下炭：下一、二层双块横炭，作到大小、厚薄、高低一致，紧实整齐，包住罐脚，紧贴罐子，三层独脚炭两边都要贴罐子。下渣子要匀净，不带灰，下大渣二寸厚，不能太大，不挡码子火眼。下粗渣三寸厚，细渣三寸厚，淋泥浆一寸厚，现出罐口五分。

四、看火淋泥浆，泥浆要稠，不要清，边火2—2.5寸。

五、蹲齐罐子立即放反斗，上放渣子，细渣塞边，罐针放下，再摆上苞谷大渣子一寸厚，不能筑紧，摆好即填斗，随即筛清灰于斗内，和撒食盐粉于斗鼻子处，待发三、四个铎火时，即补盖子。搽渣子利朗不带灰，大渣子不放在码子火眼处。斗灰要细，滋润。

六、放码子火要小要浅，深5—7寸，不能拨破独脚炭，掌握爐温捺火。

七、松铎火，不阻塞，不走野火，不要松，铎火吹，码子火起蒙皮不要搅。

八、舀铎处，刮掉狗耳朵，有燃的用水冷过，水气干再舀铎，斗边收干净，不舀冷铎或热铎，舀完铎后，全部泥浆

壳都要敲。

九、投爐墙离罐口一尺深，不碰坏爐皮，离开爐脚，用水泼熄，不碰伤墩砖。

十、踩炭、专人配炭、用泥巴、細渣、細炭配入、撮撮一样滿。踩炭踩隔夜炭，踩絨，番轉。不伤水，使炭成块，敲起不苏，不釘罐子，不造成熔渣，垮井。

开炭要开紧推光，开四种炭：厚炭、二厚炭、薄炭二薄炭，要結实，不夹灰，砍得块块一样，

#### (四) 生产能力与技术經濟指标：

##### 一、各項指标：

指 标	原料 含鋅 %	回收率 %	产 量 均 kg/火	入爐量 kg/火	烟煤 kg/火	还原煤 kg/火	坩埚 kg/个	斗渣比 %	質 量 鋅 %
	97	97.5	662.02	700	1200	15	16.5	9	99.94

##### 二、每吨重蒸餾后鋅的各項消耗定額：

粗鋅原料1060kg/T，烟煤：1820kg/T，还原煤：113kg/T  
罐子：26个/T。

三、生产周期为每24小时为一周期。由8人組成，其中爐长一人，副爐长一人，助理工6人（中、夜班各1人，助理工4人）

### 3、精煉部份

#### (一) 一般情况：

(1) 本工序生产的主要目的，是将第一次冶炼产品（死鋅粗鉛）进行复熔精煉，使之符合出厂要求，并保證产品质量及外表规格达到部頒标准。但我矿目前生产高級鋅

的質量主要取决于重蒸餾，而粗鋁亦未进行精煉就可出厂，因而本工序实际生产仅負复熔，統一質量，和外表規格的任務。如果鋅鉛产品需要在本工序精煉时，粗鉛質量可由含鉛60—90%提高到99.50%。

(2) 生产鋅、鉛的主要生产设备为熔鋅反焰爐和煉鉛大鍋，而反焰爐和大鍋純系人工操作，未有任何附屬机械設備，因而工人劳动强度較大，但以目前我矿在完全土法生产的情况下，又比大爐冶煉劳动条件較好。

(3) 近年来在党的正确领导下，轟轟烈烈的开展技术革新和先进生产者运动，本工序从設備和技术操作都有不同程度的改进和提高。熔鋅生产设备由小鉄鍋改进为反焰爐提高劳动生产率45%，煉鉛設備由小鉄鍋改进为反焰爐和大鍋提高劳动生产率40%，同时提高了鋅、鉛質量。改善了劳动条件有效地防止鉛中毒的蔓延。在技术操作上由于不断地总结和推广先进經驗使兜鋅回收率由83%提高到90%以上，加工費用亦先后降低28—50%。

## (二) 生产操作过程:

(1) 設備构造: 熔鋅反焰爐二座容量为10T和5T (当爐內結渣較厚时产量随之而降低) 爐为矩形，內分: 火箱、爐膛、烟道、烟囱等三部份組成，爐內砌砖为耐火砖 (自产) 与鋅液接触部份用耐火土作衬里，使之致密不漏鋅，外用青砖和拉鉄等材料所筑成，使用統煤为燃料，火焰通过爐膛料面和耐火砖产生幅射热而使原料熔化 (尺寸詳图)。

(2) 操作步骤: 煉鋅操作的第一步熔化阶段: 首先在火箱中加入統煤，使爐膛溫度达到鋅的熔点以下約500℃，即可由爐膛兩側小門分次加入原料 (兜鋅或块鋅) 溫度逐漸

升高，火箱溫度可达  $1000-1200^{\circ}\text{C}$ ，爐膛溫度控制在  $900^{\circ}\text{C}$  以下，这样每10吨鋅的熔化時間为20—24小时。第二步打渣阶段；当爐膛块鋅全部熔化为液体后，即行降溫。在降溫过程中加入粉煤和氯化鋅，此时用鉄抓对渣层搅动数次，等到鋅渣浸透，火膛溫度降至  $700^{\circ}\text{C}$  以下进行打渣（由爐中将渣扒出）打渣的要求是既不使鋅渣大量氧化，又不能使之含浆（即机械夹带鋅珠），这步操作好坏决定于回收率的高低，渣



图 10 粗鋅熔化出鋅与鑄錠

子打完即取样进行爐前分析，此时鋅液溫度应降至  $440^{\circ}\text{C}$  左右，一方面可以熔析除鉄，另一方面接近熔点溫度，使金屬蒸气少揮发。第三步出爐（參看图10）阶段：爐前分析合格

后出爐前 2—3 小时应将鋅液溫度提高到 450—460°C 以增加鋅液鑄模之流动性,既減少渣子,又使外表光滑美观(通过刮舍皮)但溫度不宜超过 500°C,否則因与鉄工具接触有增高鉄的危险,出爐系先将爐内鋅液放入鉄鍋中由人工用鉄瓢舀入砂模,即鑄成需要的成品。

### (三) 生产技术經濟指标:

#### 1) 質量指标:

产品名称	出厂规格所含各种化学成份				
	鋅 %	鉛 %	鉄 %	銅 %	錳 %
一級鋅	99.96	0.015以下	0.01 以下		
二級鋅	99.94	0.024以下	0.015以下	0.002以下	0.014以下
三級鋅	99.9	0.05 以下	0.03 以下		
四級鋅	99.5	0.02 以下	0.07 以下	0.002以下	0.1 以下
五級鋅	98.7	0.1 以下	0.07 以下		

2) 回收率指标: 块鋅精炼回收率98%, 兜鋅精炼回收率90%。如經過加工, 鋅渣可收回 7%,

3) 煤耗定額: 每精炼一次鋅用統煤80公斤, 焦煤 5 公斤。

#### (四) 成品鋅的液体取样

##### (1) 取样前的准备工作:

- 1) 清除坩堝中的灰尘和鋅渣。
- 2) 保持坩堝溫度自始至終在 500 °C 左右。
- 3) 取样前接鋅瓢必須涂上一层石墨粉(或耐火泥)并用火烤干。

##### (2) 液体取样规定:

- 1) 从鋅液出爐开始, 每舀五大瓢, 取样一小瓢(即



1—3瓢取样一小瓢，4—5瓢停止取样)

2) 接取鋅样时，小瓢接触放鋅槽口，用瓢边承接鋅流的一小部份。煮1—3大瓢的时间內連續接滿一小瓢。

3) 出爐完毕，用树枝拌勻坩堝中的液体样，后鑄成块用台鉛进行取样，一个样品重量不低於一公斤。

### 蒸餾罐的制造

我矿由于生产系土法，耗用耐火材料較大（每年需3600吨左右）来源全系农民供应。茲将蒸餾罐和耐火砖在原料、选料、配料、成型、煨烧等工艺过程分叙于后：

(壹) 蒸餾罐：

1. 原料：化学成份如下表：

产地	二氧化矽 %	三氧化二鋁 %	三氧化二鐵 %	氧化鈣 %	氧化鎂 %	烧失量 %	水分 %	鋅 %	配料时各占比例 (公斤)
黑泥	39.9	32.57	4.99	0.014	1.25	16.91	3.29		2950
世拉丘泥	30.36	27.87	1.59	0.16	0.12	36.15	0.71		1600
岩泥	52.80	24.15	6.18	1.14	0.32	13.95	1.16		
五四泥	39.9	25.28	2.16	1.07	0.30	27.9	1.68		150
白沙泥	32.9	17.88	0.82	0.62	0.55	6.67	0.22		200
熟料	49.16	34.59	5.88	1.24	0.94	6.84	0.16	0.58	100
配好后的耐火材料	40	29.10	1.69	0.026	1.87	23.45	1.53		5000

2. 选料：上述耐火材料（除熟料用廢蒸餾罐破碎使用外）全部收購，大部为黑色、內含草皮、树根等有机物质、石子、黄鉄矿等杂质亦較多，故先进行人工选料，去掉杂质。

3. 制料：在配料比例上，目前限于設備无法进行干拌料，仅用人工手选，用鋤头切成小的薄片，其余的原料用人

工或机器压碎通过 20 孔圆筒筛。

4. 配料：将以上需用的几种原料混合，加入适当的水份，用牛踩均匀、干湿一致为宜。

先将破碎过筛之原料混合，加以成片的黑泥，然后加入清水，（每批料为 5.000 公斤，加入水 20—30 担）将渗水混合后之料，用牛踩六、七小时再用人工翻二次即可。在此工序完结后，再用钢丝絨将踩好之料切成片，再进行一次选料，去其不合规定的粒级和肉眼可见，可选的（如黄铁矿等）杂质。

5. 渥料：将配好踩好后的料（经过二次选过之料）堆置于屋内，面上盖着草蓆，随时洒水进行渥化，去其原料中不能选出的有机物质，增加其可塑性，需时约半月至一月。

6. 成型：（制胚过程）（罐子型状与反斗如图 11 所示）。

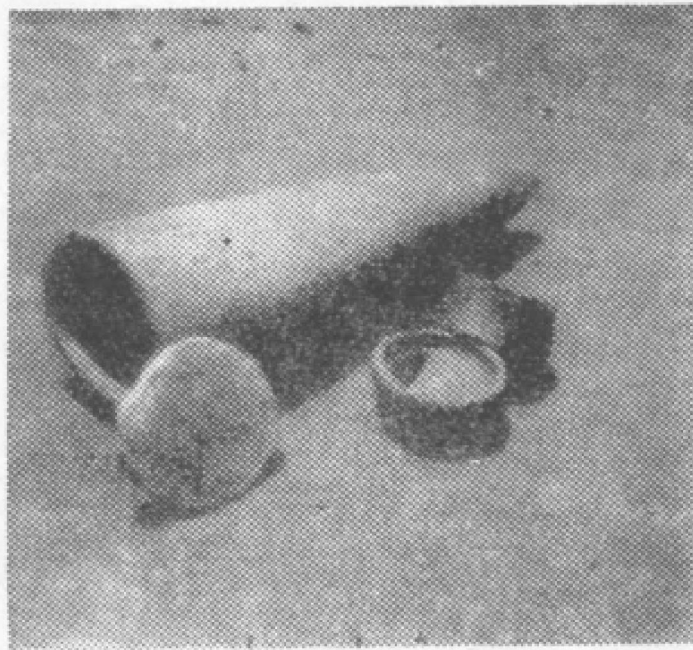


图 11 蒸溜罐与反斗

將溼好之原料，用鋼絲切下，用人工制成圓柱形，重11公斤的泥團，置于車盤上手工成型(制成濕胚)將成型的罐胚放置于較陰濕的地面(罐口向下)進行自然風干(有太陽的天氣可以晒一下)冬季用煤火烘(但注意罐胚受熱面均勻免干濕不均產生裂跡)使罐胚具有一定可塑性，置于木質內模上拍成罐腳，罐胚成型工序至此完結。

7. 風干：將成型的罐胚妥置于花格子樓子，樓下生火提高溫度、進行風干，等待罐胚表面呈灰白色，時間約一、二周，用人工揀運至煅窯、再行檢查、有無破損、合格者入窯(風干後罐胚約10公斤)。

8. 煅燒：煅窯使用連轆式七節窯(如圖12示)此工序總時間約120小時。

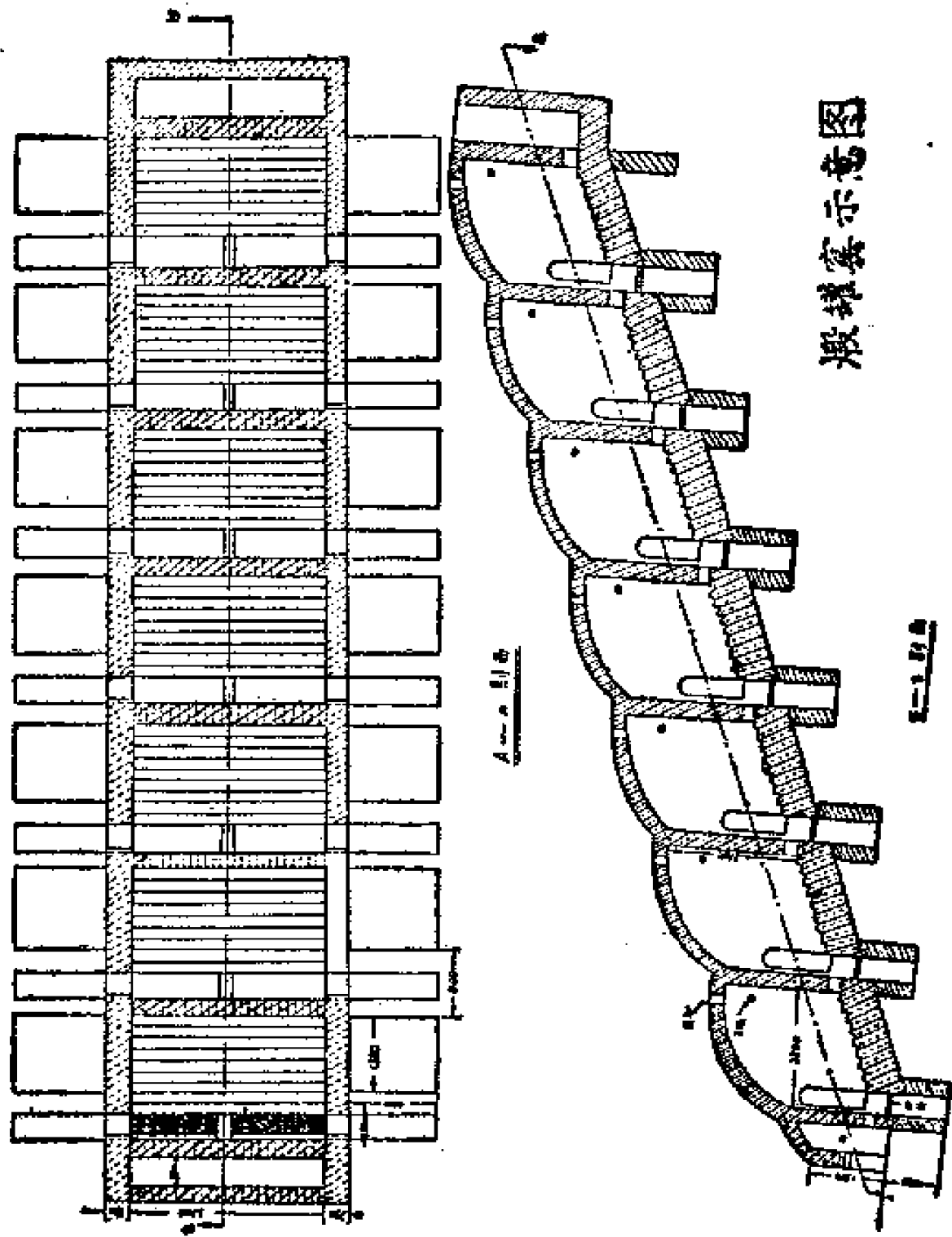
煅燒時間及溫度：預熱 $0^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ 四小時，在這階段使溫度均衡上升，在 $400^{\circ}\text{C}$ 保持2小時。 $400^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ 14小時預熱時間至此告終。

每節煅燒由 $1200^{\circ}\text{C} - 1350^{\circ}\text{C}$ 需四小時，在 $1350^{\circ}\text{C}$ 應保持2~3小時左右。在提高溫度時應打開火巷下的通風道，煅燒應注意保持高溫時間，時間長了罐子有熔化現象，短了產生不良的次品“白皮罐”。燒成階段結束不加煤並密封各處孔巷溫度徐徐下降，以免冷空氣襲入使罐子破裂。

第二節煅燒溫度時間同前一樣由 $120^{\circ}\text{C} - 1350^{\circ}\text{C}$ ，在 $1350^{\circ}\text{C}$ 溫度下留停三小時以上直至7節煅燒完結而止。

冷卻：應當使溫度緩緩下降至 $25^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ ，打開入孔門將煅成之罐胚加以檢驗，合格的則入庫與發給車間供冶煉使用。煅燒溫度與時間關係如附表(見後)。

煅燒時間使用之燃料系拱橋大沙窩之塊煤，化學成份如



蒸汽锅示意图

图 12 蒸汽锅示意图

下:

水份 0.5%，灰份 10.84%，揮发份 20.46%，固定炭 63.20%。

9. 技术經濟指标:

第一次选料: 每人每日 0.5T,

第二次鋼絲选料, 每人每日 1.5T,

配料八人每日配料 10T, 需牛二头, 每头工作八小时

成型: (制湿胚) 五人一組, 每日生产罐胚 150 个, 每月 3900 个

煨烧: 每座窑每一次需 4—5 个工

每座煨窑容量 2100—2200 个罐, 煨罐回收率 98%

每煨好一窑耗用块煤 4.5T

10. 檢驗:

目前限于設備, 謹规定罐子外型规格檢驗标准, 以确定合格及不合格废品、次品比較之准繩。

甲、罐子规格外型标准:

一、重蒸餾罐子规格:

① 斜高 72.5Cm 容許誤差  $\pm 1$  Cm

② 斜高比  $\leq 1.02 \pm 1.5$  Cm

③ 罐子外围每距罐口下 20 Cm 处

20Cm 处: 55Cm  $\pm 0.5$  Cm

40Cm 处: 49Cm  $\pm 0.5$  Cm

60Cm 处: 32Cm  $\pm 0.5$  Cm

④ 容积 8.5 公升  $\pm 0.5$  公升或装水 8.5kg  $\pm 0.5$  kg

⑤ 罐口外径 19Cm  $\pm 0.5$  Cm

⑥ 色度分三等: 第一等为棕色, 第二等为棕黄色, 第

### 三等黄色爆砂。

⑦ 罐重  $8\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$

#### 二、砂斗罐之外型规格：

① 斜高  $76.5\text{Cm} \pm 1\text{Cm}$

② 斜高比  $\leq 1.02 \pm 1.5\text{Cm}$

③ 罐子外围每距罐口下 20Cm 处

20Cm 处：  $56\text{Cm} \pm 0.5\text{Cm}$

40Cm 处：  $50\text{Cm} \pm 0.5\text{Cm}$

60Cm 处：  $35.4\text{Cm} \pm 0.5\text{Cm}$

④ 容积 9 公升  $\pm 0.5$  公升或装水 9 公斤  $\pm 0.5$  公斤

⑤ 罐口外径  $17\text{Cm} \pm 0.5\text{Cm}$

⑥ 色度分三等：第一等棕色 第二等棕黄色 第三等

黄色

⑦ 罐重  $8\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$

#### 乙、罐子合格品、次品、废品的检验规定：

根据冶炼车间的要求及手工生产的条件下，我们以罐子的厚薄比、斜高比、色度、容积、罐重等作为检验的重点。

#### 丙、检验罐子的方法：

① 冶炼车间停罐时冶炼工人认为某些罐子不合规格时由检验罐子的人进行检验。

② 斜高比：斜高、罐子外围、罐口外径、用软尺量。

③ 色度：用选出之标准罐进行比较。

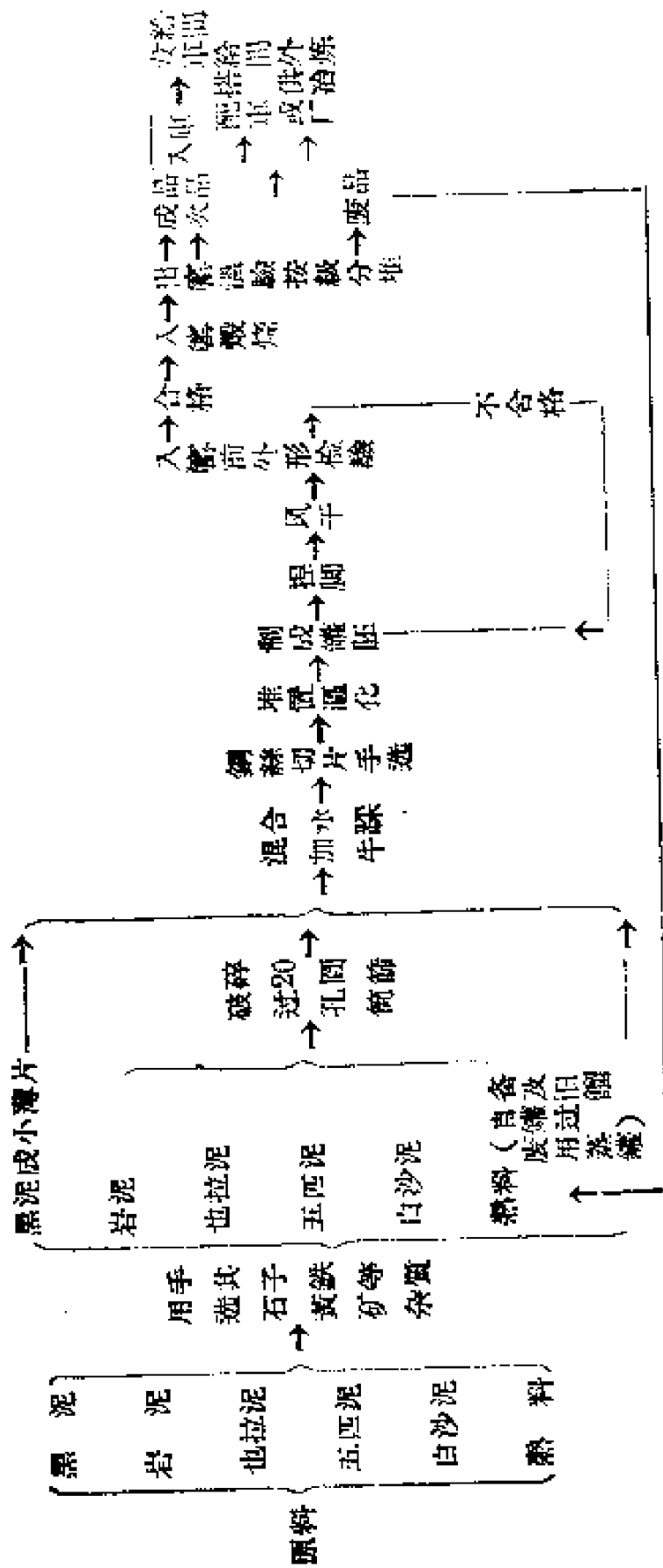
④ 罐重：磅秤过称。

⑤ 容积：用水来测定

⑥ 砂眼熔洞：用目测

⑦ 厚薄比：用卡钳测定

# 11. 蒸燻罐生產流程



12. 存在的問題努力方向:

① 因原料系农民供应，其中含大量的黄铁矿、有机物质、石子等，影响蒸馏罐之质量。

② 在混料上限于设备，无法进行干拌料，原料有混合不均的现象，有碍罐子质量的提高。

③ 因用量大、湿料、风干、煅烧过程受一定的限制。

④ 几年来罐子质量有所提高，但配料常改变，煅烧仍有黑心，尚无成熟的一套来指导生产，这是今后努力的地方。

⑤ 罐子物理性能的检验，限于条件来进行，今后应加强这项工作。

⑥ 结合我矿生产，对罐子急变性，要求是很重要的，这有待今后解决。

⑦ 劳动条件比较差，强度比较大是改进的方向。

(貳) 耐火粘土砖:

1. 所用之原料为黑泥、岩泥、也拉丘泥、熟料四种配合而成，其化学成份同前。

2. 制料: 岩泥、也拉丘泥、熟料碾碎过20孔圆筒筛，黑泥在进行手选料时切成小片。

3. 配料: 将混合料加入10—15%之水份，翻和均匀为止。

4. 成型: 随需要之形状制成各种的砖箱，用人工打砖成型。

5. 风干: 可用天然风干及人工干燥二法，(根据需要时间长短决定) 等待水份降低在10%以下入窑煅烧。

6. 煅烧温度: 仍分预热、煅烧、冷却三个阶段，大体



与煅罐同，不过煅烧时间比较煅罐长数倍，将砖煅透无黑心使耐火材料重新结晶为宜。

7. 检验：耐火温度在  $1450^{\circ}\text{C}$ — $1500^{\circ}\text{C}$  耐压  $200$ — $250$   $\text{Kg}/\text{cm}^2$ 。

从砖的表面看，砖表面有液相，有硫化铁的小熔洞，内部有黑心现象存在。

(贵州省赫章锌铅矿1958年5月)

## 四川省会理鋅矿火法炼鋅簡介

### 原燃料与輔助材料条件

矿床为硫化矿体，矿石含鋅 28.73%，含鉛 3.41%。

接近地表部份，矿体风化，呈菱鋅矿、紅鋅矿及異极矿形式存在。氧化矿矿石含鋅 10.8%，含鉛 0.03~0.05%。到目前为止，冶炼使用原料，全部为氧化矿。

原煤为劣质烟煤，揮发物含量較低，灰分較高，固定碳含量 65%，发热量 6800~7000 千卡/公斤，因受地質变动的影晌，品位波动較大。

原煤成份表 57年11月四川地質局重庆中心化驗室資料

样品 编号	回收率	W <sub>a</sub> %	A %	V <sup>P</sup> %	粘 結 性	X %	Y %
C <sub>y</sub> AO1	70.50				膨胀，熔 化粘 結	24.5	30.5
CK1 005	17.93	1.27	6.47	14.90	不膨胀， 熔化粘 結	23.03	0.0
CK1 006	20.23	1.49	2.85	14.78	微膨胀， 熔化粘 結	23.5	7.0
CK1 007	53.35	1.36	4.54	15.09	不膨胀， 熔化粘 結	17.5	0.0
CK1 0010	40.55	0.90	19.55	19.63	膨胀，熔 化粘 結	26.15	15

### 二、原煤

• C y 401	1.20	8.58	19.91	膨胀, 熔 化粘結
CK1 005	1.31	46.83	23.75	粘 着
CK1 006	1.41	10.64	16.02	不膨胀, 熔化粘結
CK1 007	1.51	9.59	16.39	熔化粘結
CK1 0010	1.23	37.4	22.14	熔化粘結

耐火材料为滑石与耐火粘土，其成份如下：

名称	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO%	MgO%	灼減%
耐火 粘土	54.06	34.4	1.31	0.66	0.44	
滑石	50.96	21.74	4.09	痕跡	15.62	6.87

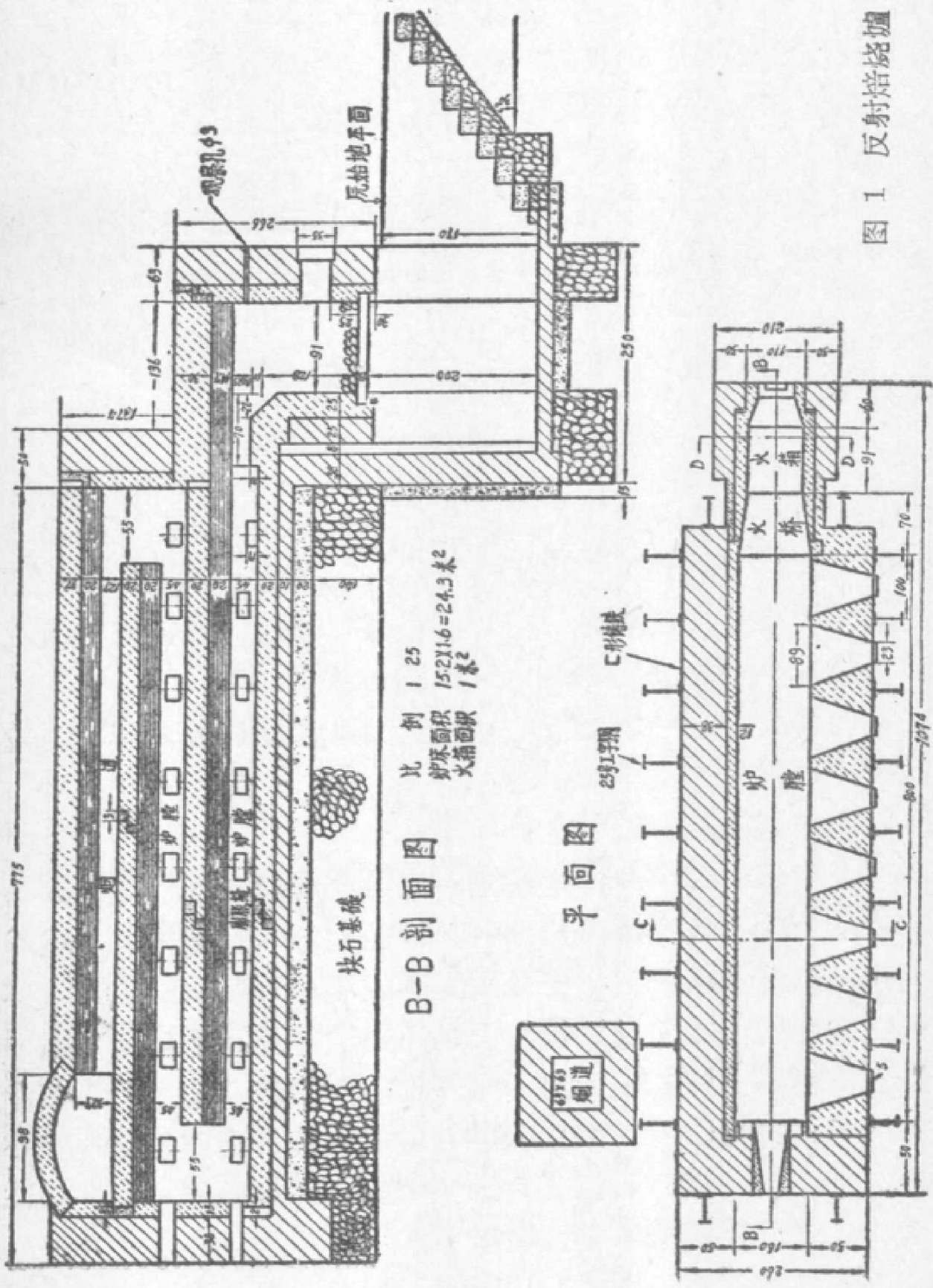
耐火材料，质量还好，只滑石含鉄量較高。

### 精矿的焙烧

經选矿场选取的精矿砂，送入反射爐焙烧，除去所含水份，二氧化碳及少量硫，作为蒸餾冶炼原料，焙烧前精矿含鋅22~34%，焙烧后含鋅品位增至33~45%，矿石重量損失25%，經過焙烧，矿石孔隙度增大，比重降低。

焙烧可在反射爐中进行，該矿57年新建一双层安利亚式反射焙烧爐(附图1)，原計劃用于氯化焙烧，因矿石无法破碎，未正式使用，现使用该爐底层焙烧矿石，同时另装火箱，利用上层焙烧。安利亚爐底层爐膛面积12.8M<sup>2</sup>，日产量4.8吨，煤耗2.7吨，精矿砂由爐子最后一膛加入，每隔40分鐘加料一次，逐次向前翻动，由第一膛扒出，爐料在爐

图 1 反射焙烧炉



內焙烧時間 5 小时 20 分，爐內溫度第一膛  $1150^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，每膛溫度遞減  $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

焙烧操作較为簡單，要求爐內維持正常溫度，爐內爐料平鋪勤翻，按吋向前移送。

翻动时粉矿部分随气流逸出爐膛，在烟道沉积，极細粉末飞出烟肉，烟道沉降粉末定期清出，收回再次回爐焙烧。

#### 蒸餾粗鋅——豎罐土爐蒸餾

焙烧矿与原煤混合，送入豎罐土爐，进行蒸餾，制取粗鋅。

#### 原煤燃料的配制：

装罐料由焙烧矿与原煤混合，加水調湿，原煤配备比例为矿石的 30%，水为矿煤混合料的 25% 左右，焙烧矿要求顆粒度  $< 10$  公厘，过細之粉矿，与烟煤配合后，一律团成顆粒矿，粒度  $5 \sim 15$  公厘。

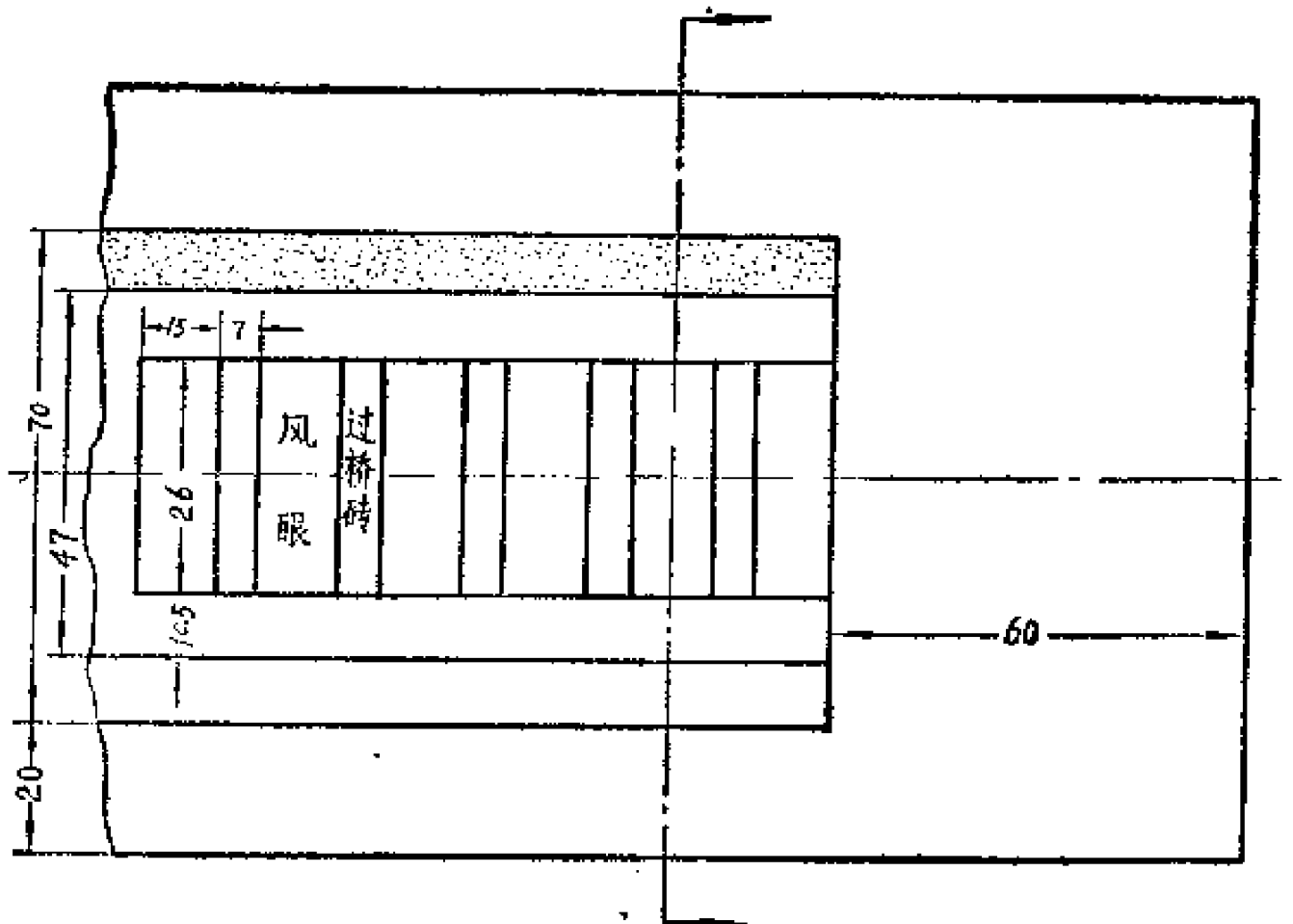
燃料由原煤与粘土配合，粘土用量为原煤的 50%，制成煤砖，烘干后碎成小块入爐。

#### 蒸餾爐及蒸餾罐冷凝器的制造：

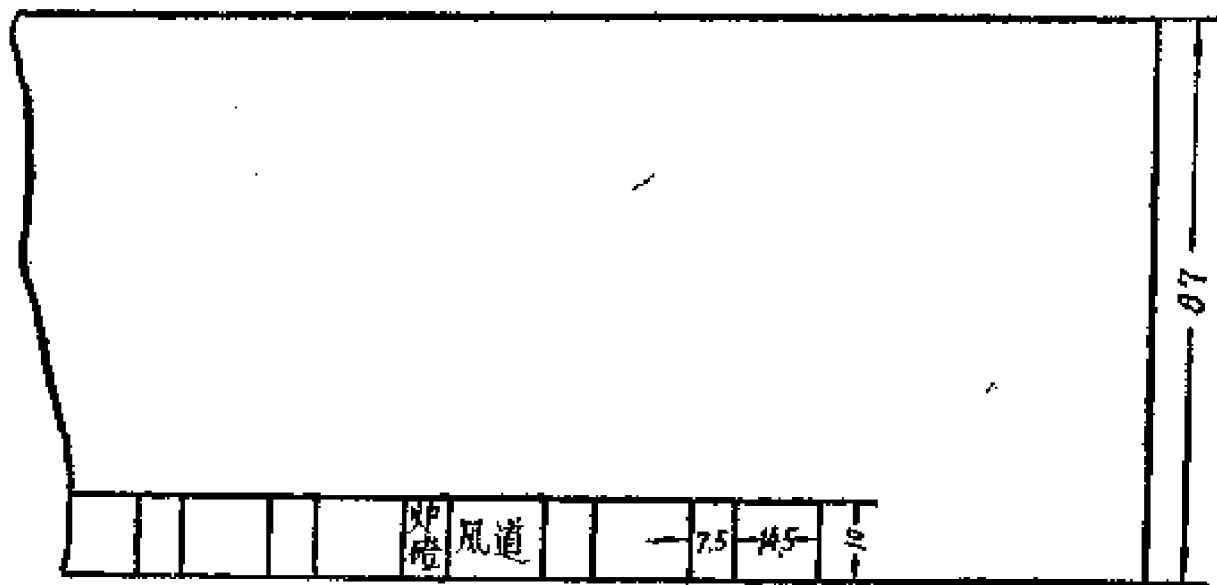
蒸餾爐（附图 2）由爐底，风道与爐膛三部份組成，全部用粘土砖砌就，爐体因类型不同結構又略有差異，一般分灰底爐与硬底爐。硬底爐风道上部較平，风道断面固定，不能随意調节；灰底爐风道較大，可充填細粒煤渣調节。爐膛底部每隔 15 公分砌筑爐磴，用于安放蒸餾罐。視生产需要，爐子可长可短，該厂所用爐子一般能安放 29 排蒸餾罐。

每砌爐一座只需工日  $10 \sim 13$  个，全部筑爐費用約 40 元左右，爐子使用寿命半年左右。

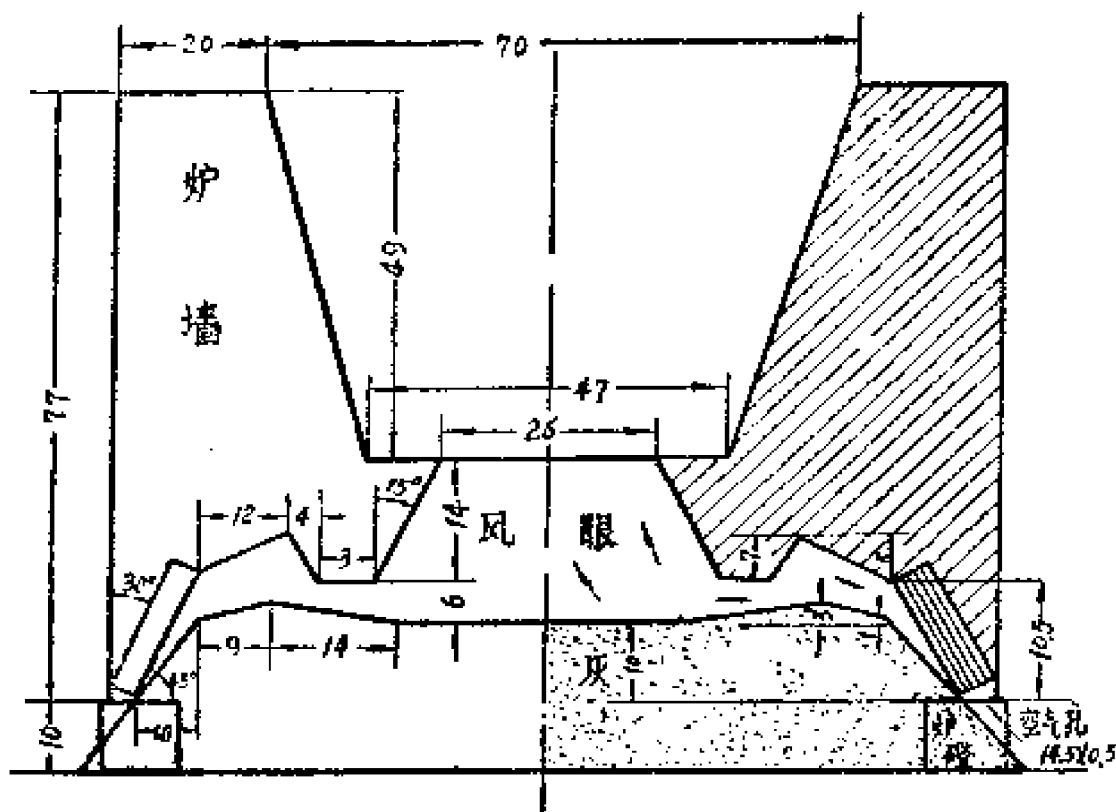
蒸餾罐、冷凝器（图 3）用滑石与耐火粘土制造，根据



土法炼锌灰底炉平面图



正视图

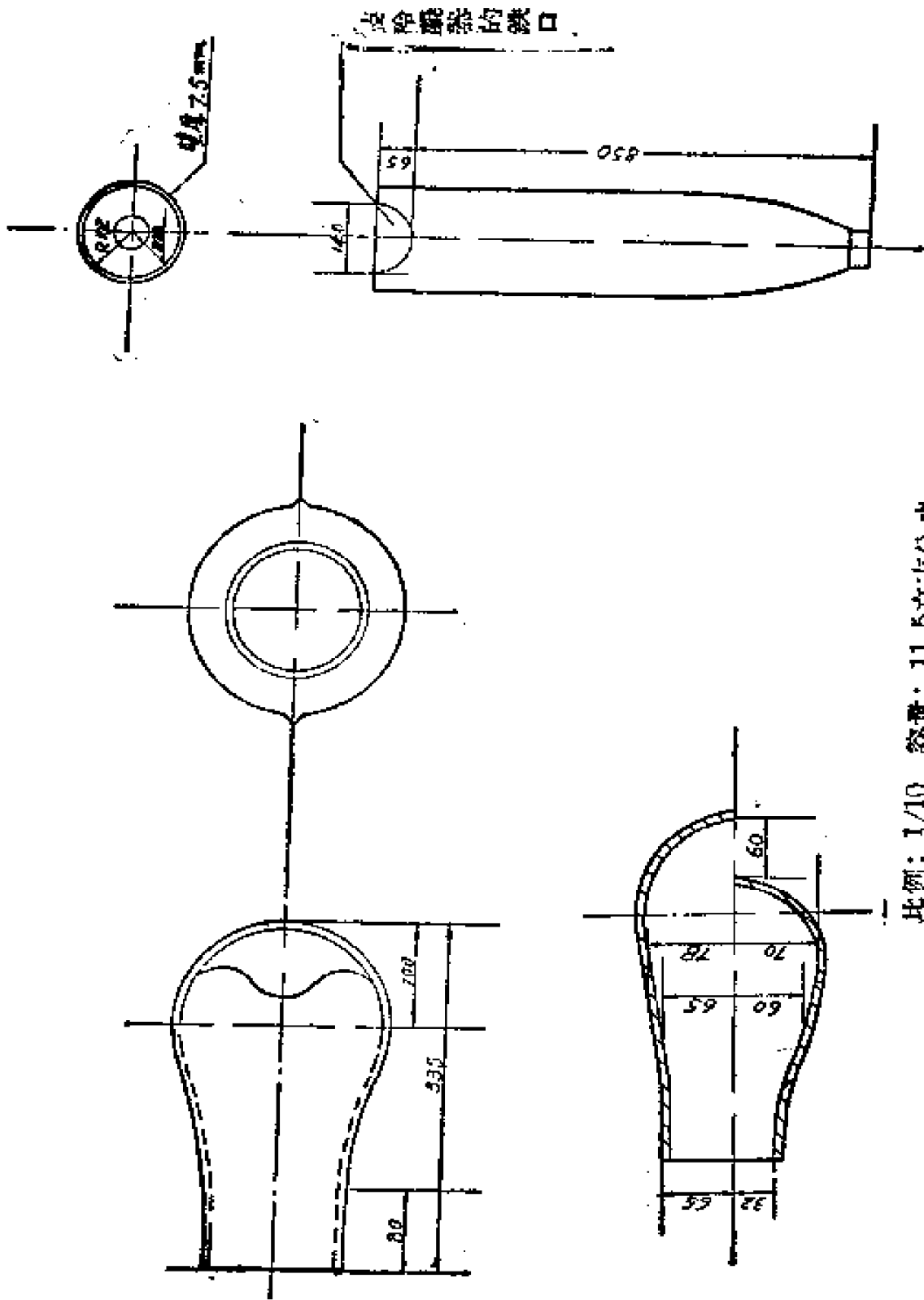


断面图

图2 土法炼锌灰底爐图

单位：公分

受热情况，原料按不同比例配制，罐下半部滑石占30%，耐火粘土占70%；罐上半部与冷凝器，滑石与耐火粘土各占50%。因缺乏破碎设备，滑石与耐火粘土，全部使用生料，旧蒸馏罐亦未加以利用。原料加入水踩拌均匀，塑造成型，风干后送入与蒸馏爐类似的煅烧爐中煅烧，24小时烧成一爐，每爐产110个，每爐耗煤1.2吨，爐温最高保持1300℃（估計）。由于加工粗糙，且原料全系生料，罐的质量较差，密度小，含氧化亚铁高，热性能较差，耐火度仅1300℃左右，温度激变抵抗能力不强，送入蒸馏爐之后，很易发生裂缝，断口现象，引起锌蒸气逸失，一个罐可供蒸馏十余次，寿命较短。



比例: 1/10 容量: 11.5立方公尺  
 图3 冷凝器 (1/50公厘) 和蒸发器 (1/10公厘)



### 蒸餾操作：

蒸餾罐加入矿石 8~10 公斤，裝入爐中，成排置于礮上，每排兩罐，冷凝器復加于罐上，密封接縫，爐內裝入煤塊，蒸餾罐因煤塊加入而固定，煤塊加至冷凝器頸部，頂部鋪硬煤渣，四周護以粘土磚。

在裝入蒸餾罐之前，將預先燃着之煤塊裝入風道上部空間，以此發火。少量空氣自風道進入爐內，煤塊由下部逐漸向上燃燒，爐內溫度逐步上升。蒸餾期間不再加炭，故爐內溫度維持一段時間高溫后，便逐步降低。

罐內原料，因受熱逐步逸出水蒸氣，原煤熱裂逸出揮發物，隨即氧化鋅與碳發生反應，還原生成鋅與一氧化碳，鋅變成蒸氣與一氧化碳一道逸出，氧化礦中所含鉛亦還原蒸發成蒸氣逸出。鋅蒸氣逸出至冷凝室冷凝成液體鋅。

揮發物與一氧化碳自冷凝器出鋅口冒出，當濃度與溫度逐步升高時，會在出口處發生燃燒。這時意味着爐內已開始了鋅的還原反應，鋅蒸氣不久就會逸出，故必須將出口堵塞。但不能密封，使罐內生成的一氧化碳有冒出的地方，堵出口使用煤條。

灰底爐在裝罐以前，需根據氣候調節風道大小，一經開爐，不再調節，如遇風量不足，個別冷凝器口不冒氣體，則需調節該段風道，予以補救。由于風道大小略有差異，風量供給不一，爐內燃料加入密度不一，爐內溫度上并不一，蒸餾罐內化學反應開始時間參差不齊，前后參差有達 3~5 小時者。

調節風道，是較難掌握的操作。調節不好，直接影響鋅的回收，除了熟練工人能掌握外，普通工人一般不能勝任。

从开爐至冷凝器口开始冒火，約需10小时。蒸餾后期，由于爐溫下降，还原反应逐步减慢，冷凝器出口一氧化碳燃烧焰头逐渐减弱，最后熄灭，当大部餾罐反应停止时，打开冷凝器出口，将鋅昏出。如不即时昏出，液体鋅将因爐溫降低而凝固。到出鋅为止，每爐冶炼需时約 28 小时左右。

昏鋅后，尙未停止反应的蒸餾罐，鋅蒸气自冷凝器口逸出，同时因爐溫逐渐降低，鋅蒸气流入冷凝器时不再冷凝成液体，而凝成白色粉末——蓝粉，蓝粉取出再回罐重餾。

冷凝器內壁附着一层鋅壳，因鋅液渗透，冷凝器本身含鋅亦高。当其破损后，碎成小块，作为原料入罐蒸餾。

不等蒸餾爐完全冷却，便着手清理，取出蒸餾罐，除淨灰渣，准备下次冶炼。

由于煤中渗合不少鉄質粘土，燃烧后生成含氧化亞鉄硬渣，保证了从始至终不发生蒸餾罐倒塌事故。

每爐加入矿石450公斤，回爐料約50公斤，回收粗鋅135公斤，回收率79%（焙烧矿品位以36.86%，回爐料品位6%，粗鋅品位以98.7%計）。蒸餾渣含鋅罐下半部为3%，上半部为6%左右。蒸餾渣废弃，未予使用。每爐耗用原煤1.2吨。

### 几个問題

冶炼周期长，蒸餾渣含鋅最高，燃料耗用量大，这些是蒸餾粗鋅的主要缺点。这些缺点是由于下列問題造成的：

1. 冷凝室蒸气压力大，出口堵塞，冷凝室蒸气压力增大，直接抑制着罐內金屬蒸发，也間接抑制着氧化矿还原，这是所有問題中主要之点。但不堵住出口，又将增大金屬鋅逸出損失。为弥补这一缺憾，可設法增大冷凝器，增大冷凝

液面面积。

冷凝室温度高，锌蒸气无法冷凝，也会产生同样后果。目前，还没有对冷凝室温度进行测量。无疑，合理控制冷凝室温度，将改善蒸馏过程。

## 2. 蒸馏炉热效率低。

炉子散热面积大，燃烧热用于加热蒸馏罐者不多，大部份成为辐射损失，目前每生产锌一吨，需煤10吨，煤耗数字很大。由于热损失大，罐内反应速度也受到了影响。到现在为止，未对炉温进行测量，还未找出炉温对蒸馏过程产生的实际影响。

3. 炉温无法控制。蒸馏过程要求后期炉温升高，以达到最高蒸馏回收，但现蒸馏炉中期温度最高，后期逐步下降，温升线呈一抛物线形。曾试验控制风道断面来控制炉温，未收到效果，但当时未进行系统测定，未作深入技术分析，找出问题，故未作出正确结论。这一试验，还可继续进行。

4. 蒸馏罐有效容积不足，罐质量差。从蒸馏炉热效率来看，罐有效容积还可以加大，罐换热面也可加大，为达到此目的，可以加大炼罐内径，改圆形断面为椭圆或长方椭圆断面。罐质量，应从配用熟料，选出滑石所含三氧化二铁和加强湿料的踩拌方面得到改进。

5. 此外，由于工人操作不一，炉内蒸馏反应速度不一，也使蒸馏回收减少，冶炼周期增长。

对竖罐蒸馏炉的评价：

竖罐蒸馏炉由于结构简单，掌握不算困难，修建一座炉子投资少，收效快，对发展小型炼锌企业，具有一定的优越

性，可以大量推广。但对于上述问题，仍须不断加以解决，使之日益完善。

目前，会理锌矿采用原料全为氧化矿。对于硫化矿，经过焙烧处理，仍可用此法提炼，但要求将矿石死烧，除去矿石所含全部硫分，以免锌呈硫化物残留于蒸馏罐中，至于含铅较高的矿石，也可用此法提炼，只是矿石含铅愈高，粗锌中含铅量也愈高。

### 粗锌的精炼

粗锌含锌98.7%左右，其中含有铅、铁等杂质，需送入反射炉精炼。粗锌在反射炉中加热熔融，经长时间静置，铁铅等杂质离析下沉，较锌轻之杂质与氧化锌浮起。再分别取出，获得精锌。精锌品位99.5~99.6%。

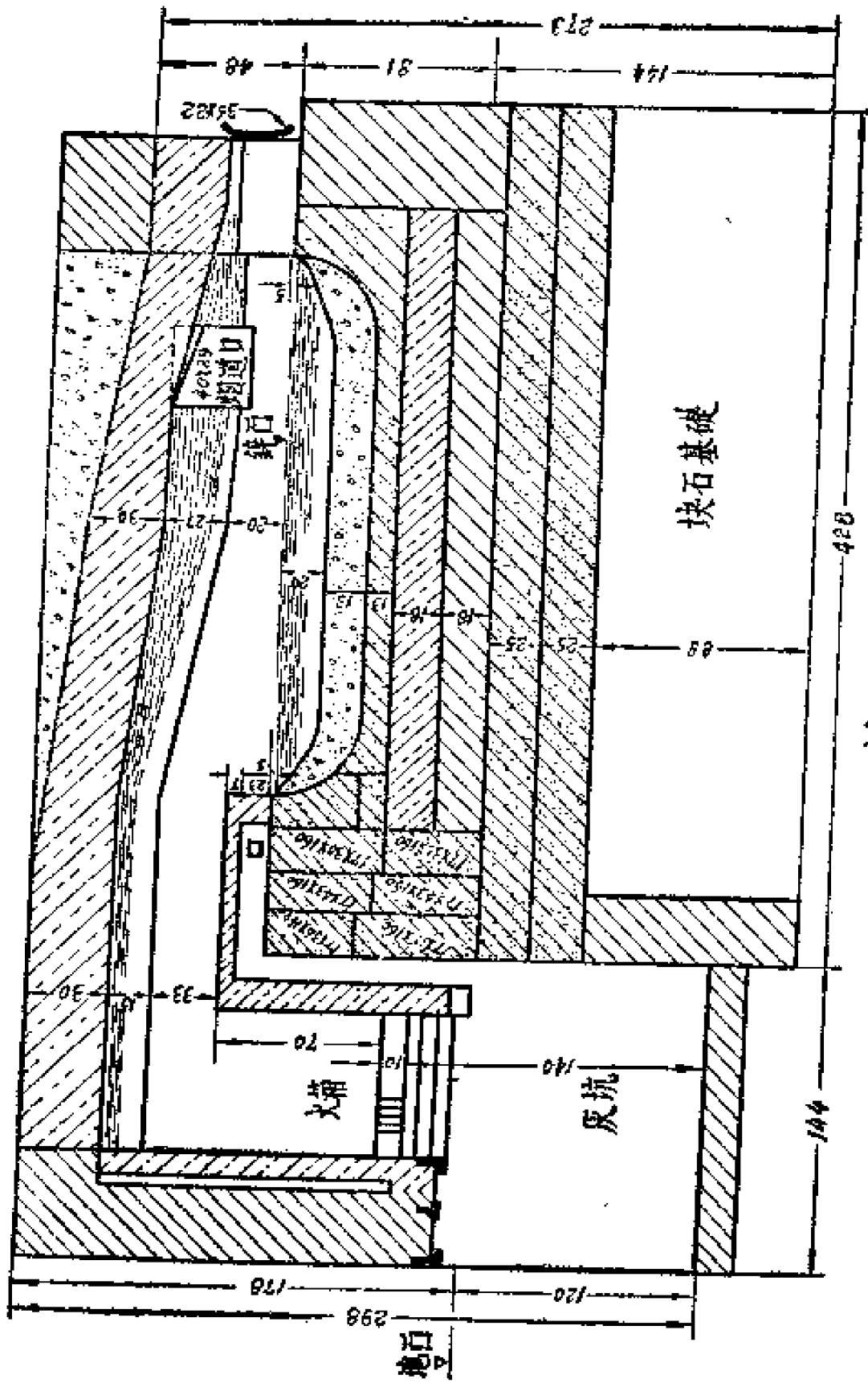
现用反射炉（附图4）的生产能力为5吨。熔炼时粗锌分四次入炉，第一次1000~1500公斤，熔化后再次加入，从开炉到全部熔化，需时5小时，熔化后将全部浮渣扒出，使静置24~36小时，离析基本完成，便出锌锭。

熔炼时炉内温度维持580℃左右，不能过高，以防锌大量蒸发，也不能过低，以防增大金属液粘度，影响离析。

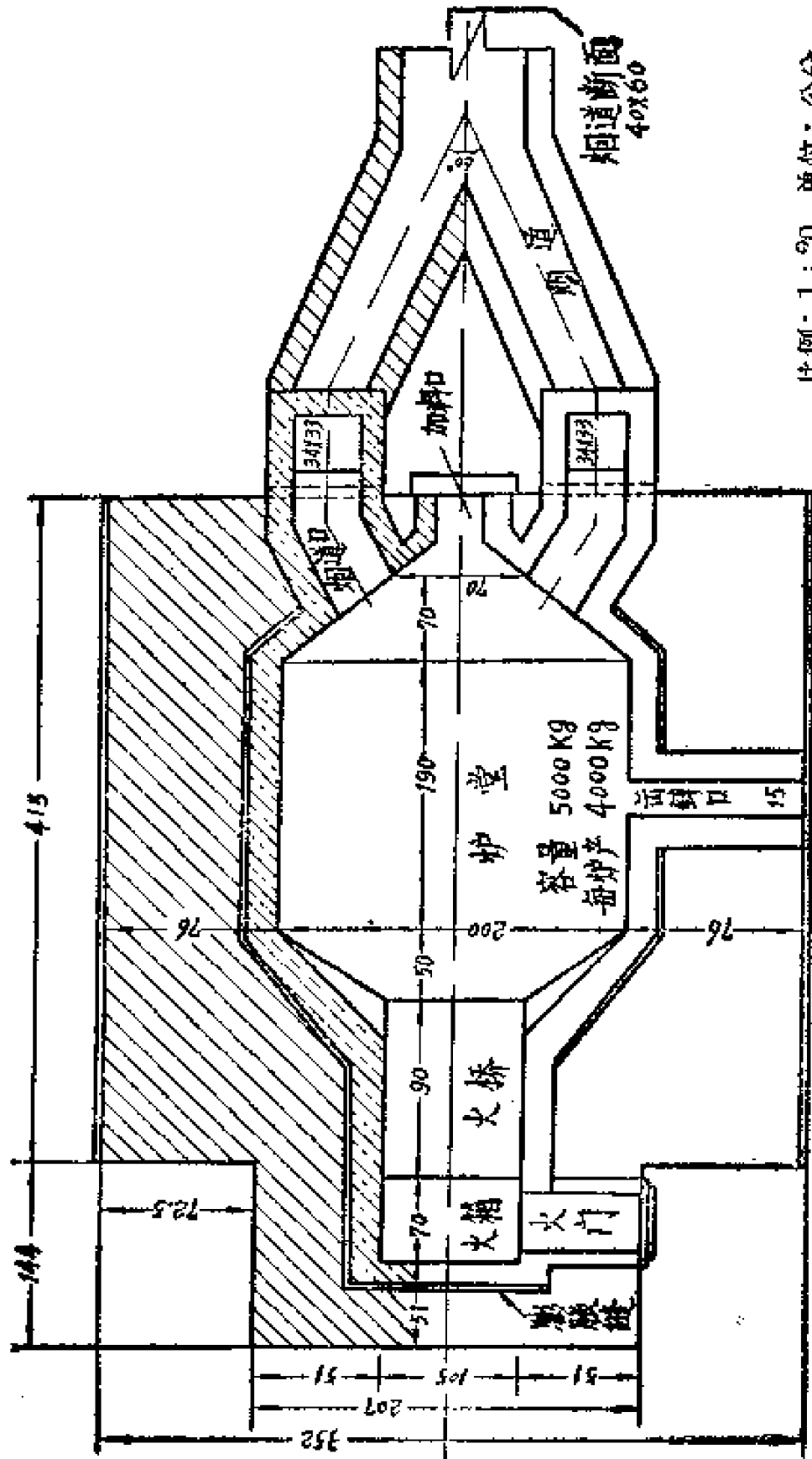
精炼所得底层产物，其成份如下（56年资料）：

酸不溶物%	铅%	铁%	锌%
25.08	0.382	2.915	45.31
5.12	0.191	0.49	92.96

由于底层产物铅铁含量不多，每炼成一炉并不将底层产物取出，而留500公斤在炉内，俟底层因多次离析含铅铁量增加后，再全部取出。底层物集中入炉精炼。



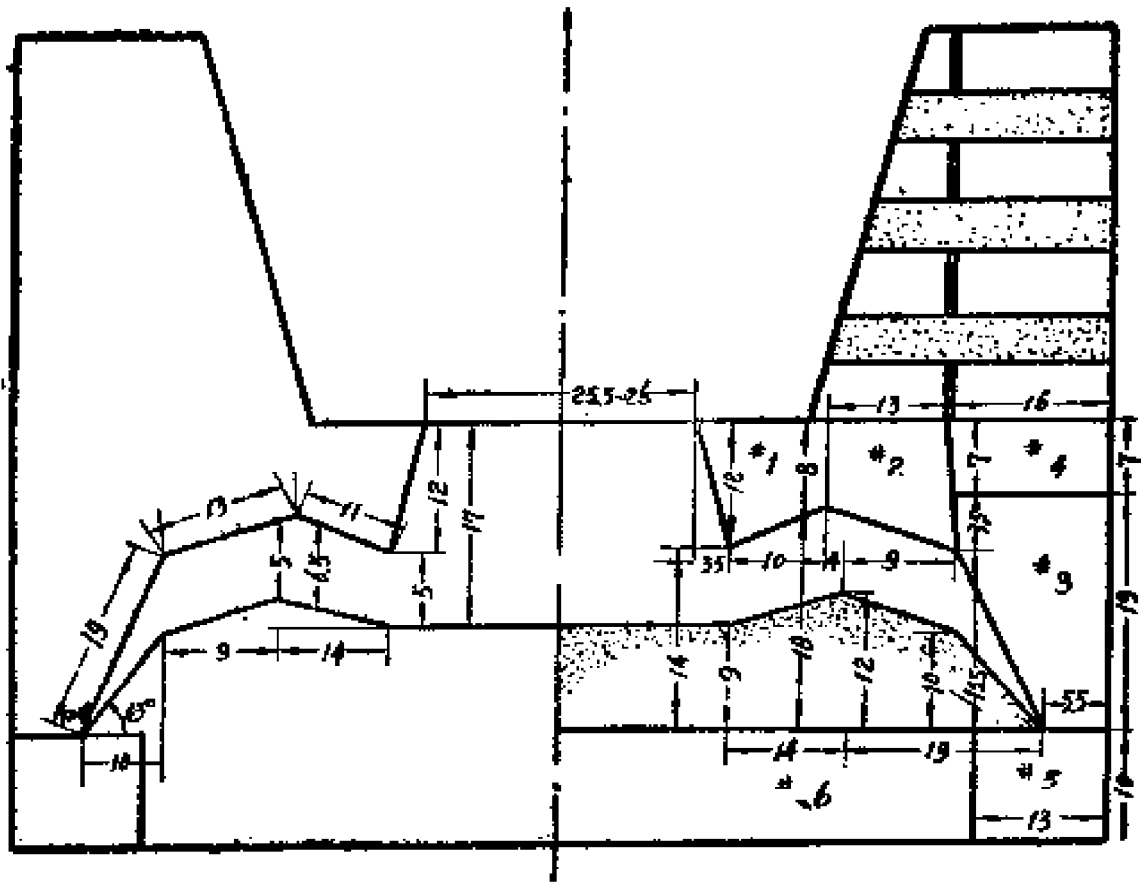
剖面图



比例: 1:20 单位: 公分

图 4 会理鲜矿熔铸反射炉

平面奇



比例: 1.5 单位: 公分

图5 会理锌矿炼锌馬槽爐橫截面图

砖号	井1	井2	井3	井4	井5	井6	井7	总计
体积								
每块需耐火石	7.305	7.3	13.4	6.7	7.8	4.75	8.76	16.075
每爐需砖数	54	54	54	54	56	56	56	384
合計重	398	394	725	364	437	266	400	3074

每爐二十六桥計

从上述情况来看, 粗鋅精炼操作比較簡單, 离析較易。是否可将离析時間縮短, 需要对不同时期离析产物取样分

析，以求出正确答案。

加料与鑄錠全部使用人力，劳动强度很大。特别是鑄錠，鋅液并不流入鑄模，而是流入鋅包，再以鉄勺舀入鑄模，这不但增大了鋅氧化損失，加大了拋洒，也促使鉄溶解于鋅液中，降低精鋅品位。这些都應該設法改进。

(四川省工业厅矿冶局 1958年3月)



