

全民办化学工业参考资料

九塔式土法制造硫酸

(年产80噸, 日产240公斤)

小型定型設計

(第二版)

化学工业部化学工业設計院 編

化学工业出版社出版

全民办化学工业参考资料

九塔式土法制造硫酸
(年产80噸, 日产240公斤)
小型定型設計
(第二版)

化学工业部化工設計院編

化学工业出版社

这一套从简(小型定型设计)是根据党的大、中、小并举,土洋结合,星罗棋布办化学工业的方针而编制的,我们估计约有数十种,将分别陆续出版。

本書較詳盡地介紹了年產 80 噸(日產 240 公斤)的塔式法製造硫酸的生產流程,主要原材料消耗定額及年需要量,車間人員的配備,建廠投資的估算,如何因地制宜地進行建廠開工,主要設備的規格、數量,施工注意事項,開工、正常操作及停工的要点,故障處理,安全注意事項及如何保證安全生產的安全技術與勞動保護等;同時附有設計圖,這對縣、鄉、社從事地方工業的人員來講,不僅據此可以進行開工生產,而且可以據此進行安裝建廠。最後介紹了生產控制的分析方法、操作說明及分析用表。同時考慮到若當地沒有市售硝酸時,如何用土硝來進行自制硝酸,也作了簡要說明。並將北京黃寺根據第一版小型定型設計(系內部資料)進行建廠生產時的經驗介紹於后,以作今後其他地區新建廠單位參考之用,是不無裨益的。

本書是由化工部化工設計院編制,經陳鑑遠總工程師及蔣楚生主任工程師修改校閱,編者特此致謝。

結合本書我社另外印行了『怎樣使九塔式“土法硫酸”正常生產』的一個單行本小冊子,其內容系統地總結了採用這一方法生產硫酸時,如何才能使它正常化,作了詳細的說明,這對新建廠單位是有很大作用的。

全民办化学工业参考资料
九塔式土法制造硫酸
(年產 80 噸, 日產 240 公斤)
小型定型設計
(第二版)

化学工业部化工設計院編
化学工业出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 092 号

化工出版社印刷厂印刷 新华書店发行

圖本: 787×1092·1/16

1958 年 11 月第 1 版

印張: $2\frac{12}{16}$ 總頁: 3

1958 年 11 月第 1 次印

字數: 51 千字

印數: 1—10,000

定價: (10) 0.46 元

書号: 15063·0355

目 录

一、总 論	4
I. 产品品种及规模	4
II. 建厂条件	4
III. 原材料供应	4
IV. 操作班次及年工作日	4
二、生产过程說明	4
三、主要原材料消耗定额及年需要量	5
四、車間人員表	5
五、車間投資估算	6
六、关于因地制宜若干說明	6
七、主要设备一览表	7
八、施工注意事項	8
I. 块矿爐	8
II. 塔	8
III. 鼓风机	11
IV. 配管	12
九、开工說明	12
I. 开工順序	12
II. 正常操作	14
III. 故障处理	15
IV. 停工順序	16
V. 安全注意事項	16
VI. 缺少母酸时的开工方法	18
十、附 录	18
I. 分析操作說明	18
II. 分析操作表	22
III. 用土硝制取硝酸的簡要說明	29
IV. 北京黃寺日產 240 公斤塔硫車間建厂總結	30
附图 1. 車間全景圖	34
附图 2. 硫酸車間流程圖	35
附图 3. 車間配置圖	插
附图 4. 块矿爐(砂石砌)	36
附图 5. 块矿爐(砖砌)	插
附图 6. 块矿爐零件圖	37
附图 7. 鼓风机	38
附图 8. 制酸塔	39
附图 9. 手搖泵	40
附图 10. 手搖泵零件圖	41

一、总 論

为了使全国各地乡村与山区，都能依靠当地器材与力量，就地独自建厂制造硫酸，特学习抗日战争时期在根据地制造硫酸的经验，设计一种设备简单、操作方便的小小型硫酸车间。

I. 产品品种及规模

本设计采用塔式法，生产规模为日产240公斤（折合100% H_2SO_4 计算），产品为76%硫酸。为了适应于设备简单，操作方便，对成品的脱硝度、混浊度及所含杂质等不作严格规定。

II. 建 厂 条 件

建厂条件无特殊要求，如硫铁矿与土硝等原料供应一般都能解决，在当地或附近能制造陶缸陶管，并能供应一些耐火与耐酸材料，即可办厂。在施工期内，需要有一定能力的木匠与瓦匠等，进行砌炉子及架设平台等工作。关于生产操作工人，最好在开工试车之前，先到附近有关硫酸车间进行学习。此外对安全技术，如二氧化硫及氯化氮的中毒、硫酸的腐蚀等问题，应在参加操作之前进行专题学习。

III. 原 材 料 供 应

1. 硫铁矿要求含硫量在30%以上。
2. 土硝要求含硝酸钾在90%左右。
3. 冷却系统内使用清水。
4. 需要供应耐酸陶缸与陶管，要求质量较高，使能达到贮酸不漏的要求，此外还需准备耐酸材料作为陶缸与陶管等接头密封之用。为了使木制鼓风机不受腐蚀，需要准备生漆作为涂料。
5. 为了使块矿炉经久耐用，最好能获得耐火材料如耐火砖、或火泥等砌炉，但亦可用砂石、粘土砖等代替。炉条与炉门需用铸铁制造。

IV. 操作班次及年工作日

操作班次除碎矿工之外，其余均为三班连续操作，每年工作日暂定为330天。

二、生产过程说明

运至工厂的硫铁矿，可露天堆放。然后用人工把矿石打碎至25~40公厘左右，用人工定时定量的加入块矿炉(1)内焙烧。出块矿炉的炉气温度约在500°C，进入除尘室(2)除尘降温。然后炉气以300~400°C进入第一塔(3)。自块矿炉及除尘室出来的矿渣及矿尘用人工运出。

炉气中含 SO_2 约6~7%，进入第一塔(3)。此塔之主要作用为脱硝、转化，约有20%的 SO_2 在此塔转化成硫酸。出第一塔的气体以后依次通过第二塔(4)、第三塔(5)、第四塔(6)，至此气体中的 SO_2 已经很少(少于0.2%)，即绝大部分 SO_2 在第二、三、四塔内转化为硫酸。在 SO_2 转化为硫酸的同时，从淋洒于塔内的含硝硫酸中分解出氯化氮气体。这些带有氯化氮的气体进入第五塔(7)，并依次通过第六塔(8)、第七塔(9)、第八塔(10)、鼓风机(23)、第九塔(11)，被淋洒于塔中的含硝硫酸所吸收。吸收后剩下的废气其中含有微量的氯化氮，经过烟囱(35)排入大气。

从块矿炉到烟囱整个系统的气体运行，是借助于利用人力的鼓风机来克服系统的阻力的。

由第一塔流出的酸，已經脫了硝。經過第一塔冷却器(12)冷却后，一部分作为成品，另一部分用人力提至第九塔加酸缸(32)。从第九塔流出的酸有一部分亦用人力提至第九塔加酸缸(32)，供淋洒第九塔之用。

第九塔流出的酸流至第九塔貯酸缸(22)，缸中一部分酸（相当于从第一塔提至第九塔加酸缸的酸量）溢流至第八塔貯酸缸(21)。从第八塔流出来的酸亦流至此缸中与第九塔貯酸缸来的酸混合，此酸用人力提至第八塔加酸缸(31)，供淋洒第八塔之用；同时缸中一部分酸溢流至第七塔貯酸缸(20)。

第七塔流出的酸，流至第七塔貯酸缸(20)与第八塔貯酸缸来的酸相混合，此酸用人力提至第七塔加酸缸(30)，供淋洒第七塔之用。同时缸中一部分酸溢流至第六塔貯酸缸(19)，与从第六塔流出的酸混合，用人力提至第六塔加酸缸(29)，供第六塔淋洒之用。同时缸中一部分酸溢流至第五塔貯酸缸(18)。

第五塔流出的酸流至第五塔貯酸缸(18)，与第六塔貯酸缸来的酸相混合，此酸用人力提至第五塔加酸缸(28)，供淋洒第五塔之用。另有一部分（相当于从第一塔提至第九塔加酸缸的酸量）提至第一塔加酸缸(24)供淋洒第一塔之用。

第二塔流出的酸經過第二塔冷却器(13)冷却后，流入第二塔貯酸缸(17)。此酸用人力提至第四塔加酸缸(27)供淋洒第四塔之用。并間断地从第四塔加酸缸(27)用人力提酸至第一塔加酸缸(24)其酸量相当于在第二、三、四塔中生成的酸量。

第四塔流出的酸进入第四塔貯酸缸(16)，此酸用人力提至第三塔加酸缸(26)，供淋洒第三塔之用。

第三塔流出的酸流入第三塔貯酸缸(15)，此酸用人力提至第二塔加酸缸(25)，供淋洒第二塔之用。

生成硫酸所需要的水，由加水缸(34)利用带开关的玻璃管連續地分別加入第一、二塔內。

为了补充系統在操作中所損失的氧化氮，可以用土硝在制硝裝置中与硫酸作用制取硝酸，然后放入加硝缸(33)中，連續地分別加入第一、第二塔中。

三、主要原材料消耗定額及年需要量

名 称	規 格	每吨(100%硫酸)用量	每年需要量
硫 铁 矿	含硫量30%	1.184吨	95 吨
土 硝	含硝酸钾90%	30 公斤	2.4吨
水		40吨	3200 吨

四、車 間 人 員 表

操作崗位	人 数	班 次			班 组	計
		一班	二班	三班		
碎矿工	1		1			1
爐子操作工	3	1	1	1	1	4
加酸工	3	2	2	2	1	7
鼓风机工	3	1	1	1	1	4
生产控制及分析工	3	1	1	1	1	4
車間技术員兼管理員	1		1			1
全車間人員		5	7	5	4	21

五、車間投資估算

主要設備或器材	投資數(元)	備 注
塊礦爐與除塵室	600	
制酸塔及酸缸	960	每段塔壳或每個陶缸按12元計算
陶管及煙囪	30	
填充用焦炭	180	每立方公尺按30元計算
鼓風機	50	
制硝裝置	60	
操作平台	250	不包括土方人工
儀器	100	
工具、材料及其他	200	
共 計	2430元	

六、关于因地制宜若干說明

I. 操作平台上方, 塔的頂部, 貯酸缸與其他固定操作崗位等處, 必須加蓋頂蓬, 材料可就地選用。

II. 关于酸塔的制造, 若当地或附近有窑厂則按圖紙提出尺寸定制, 这样对施工安裝較為方便, 若无法定制, 可以购买规格相近似的陶缸, 加工后重叠成塔。加工时需注意接口紧密, 以防漏酸与漏气。重叠方法采用缸面接缸面, 缸底接缸底, 除最下面一个缸保留缸底外, 中段各缸应打去底部。塔内填料, 可以用卵石、焦炭、破缸片等代替。塔体固定方法, 应結合当地风力、配置情况与材料供应等条件而决定, 如当地风力大, 需将塔体設法用支架加固。

III. 从除尘室至第一塔的气道, 与第一塔至第二塔的气管及第一塔塔体等外表面需要保温, 保温材料一般使用草繩、黃土、混合稻草, 外涂石灰与黃土等即可。

IV. 如土硝純度不高, 要用簡單的溶解、加热、与再結晶等方法提純。方法詳見附录中; 也可直接用硝酸。

V. 操作平台一般可用磚砌及内部填土制成, 亦可用块石代替, 若当地木材、竹子丰富, 可以架設部分木平台或竹子平台; 此外如建厂地区为梯形地或山丘, 則可以利用高地改成操作平台, 塔的排列可以改变, 这样可以节省建筑操作平台的費用。

如果操作台是砌磚填土的話, 則平台的周圍砌磚牆或砌块石, 再在牆里面填土或砌土坯灌漿, 台面鋪磚一层或用白灰黃土夯实。周圍的牆在距地面三公尺以內, 厚度最少62公分(两砖半); 自此以上厚度至少有49公分(两砖), 平台基础的深度因地制宜考虑。一般可在0.5至1公尺左右。其下部应以毛石或白灰黃土垫层(厚度在30公分左右), 如用毛石則用白灰加黃土做成的砂漿砌之; 用白灰黃土則应夯实。

如果操作台是木制的話, 則在平台的木板面上涂上瀝青, 然后鋪上一层或两层油毡, 油毡接縫处用瀝青胶合。油毡之上澆一层瀝青砂漿(瀝青熬熔后加上砂子乘热澆上)厚度2公分至3公分。瀝青砂漿之上再盖上一层白灰黃土垫层夯实, 这层垫层厚度4公分至5公分。以防止硫酸滲漏到木板上把木板腐蝕烂掉。如果上述材料不易取得, 可以考虑采用比較能抗弱酸的木材如紅松木, 木材用厚一点, 木板的各个面上多涂几次瀝青, 有条件的話把木板放在瀝青中熬一下, 沒有瀝青的話則用熬过較稠的煤焦油。木板台面之上盖上一层厚8公分至10公分的白灰黃土垫层夯实。

VI. 鼓風機若在当地不能按圖自制, 可以改用其他同样能力的鼓風設備。也可用电动机帶動鼓風機。

Ⅶ. 第一、第二塔出口酸使用冷却器, 按一般情况考虑使用套缸冷却。其配置及使用个数可按当地情况决定, 若条件许可也可改用陶管淋水式冷却器及其他效率较高的冷却器。(如铅制蛇管冷却器, 管内通冷水)。

Ⅷ. 操作时使用各种工具, 一般为矿石破碎用的铁锤, 称重用的市秤, 加矿用的炉罐、炉钎、提酸用的酸桶与酸瓢等, 可结合当地供应情况选购。

Ⅸ. 人工提酸使用劳力较多, 若当地条件许可, 应采用手摇泵, 或用滑车、手摇轆轤等提酸, 但必需注意, 在使用滑车时绳子容易被酸腐蚀。发生事故较多。如当地有电, 也可采用电动机带动的酸泵。

如用滑车提酸宜谨慎。

X. 排出的气体中有微量的氯化氮和酸雾, 对于人体及植物有害, 故烟囱距周围庄稼及住宅必须在100公尺以上。

七、主要设备一览表

序号	设备名称	规格	单位	数量	材料	备注
1	块矿罐	外形尺寸: 长×宽×高(公厘), 2600×2200×2150, 内分四个燃烧罐, 每个罐床面积为500×500(公厘)=0.25平方公尺。	座	1	粘土磚, 火磚或砂石等耐火材料。	
2	除尘室	外形尺寸: 长×宽×高(公厘): 1300×2200×2150。	座	1	粘土或普通磚	
3	第一塔	塔径400公厘, 高4公尺, 用六个陶管重疊而成內放填料。	合	1	陶料(耐酸)	
4	第二塔	塔径500公厘, 高4公尺, 用六个陶管重疊而成, 內放填料。	合	1	同上	
5	第三塔	同上	合	1	同上	
6	第四塔	同上	合	1	同上	
7	第五塔	同上	合	1	同上	
8	第六塔	同上	合	1	同上	
9	第七塔	同上	合	1	同上	
10	第八塔	同上	合	1	同上	
11	第九塔	同上	合	1	同上	
12	第一塔冷却器	用两个大小不同的陶缸重疊而成。	套		耐酸陶缸	数量3~6套
13	第二塔冷却器	同上	合	1	同上	
14	第一塔貯酸缸	直径550公厘, 高550公厘。	个	1	耐酸陶缸	
15	第二塔貯酸缸	直径550公厘, 高550公厘	个	1	耐酸陶缸	
16	第三塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
17	第四塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
18	第五塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
19	第六塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
20	第七塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
21	第八塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
22	第九塔貯酸缸	同上	合	1	同上	
23	鼓风机	用木制, 风叶及内部涂生漆, 用人力操作	台	1	木材、生漆	
24	第一塔加酸缸	直径550公厘, 高550公厘	个	1	耐酸陶缸	
25	第二塔加酸缸	同上	合	1	同上	
26	第三塔加酸缸	同上	合	1	同上	
27	第四塔加酸缸	同上	合	1	同上	
28	第五塔加酸缸	同上	合	1	同上	
29	第六塔加酸缸	同上	合	1	同上	

續表

序 号	設 备 名 称	規 格	单 位	数 量	材 料	備 註
30	第七塔加酸缸	直径550公厘,高550公厘	〃	1	耐酸海缸	因地制宜决定大小
31	第八塔加酸缸	同 上	〃	1	同 上	
32	第九塔加酸缸	同 上	〃	1	同 上	
33	加硝瓶		〃	2	玻璃	
34	加水缸	直径300公厘,高400公厘	〃	1	普通瓦缸	
35	烟囱	内径200公厘;外砌磚牆鉄綫;陶管 硫酸磚	座	1	普通陶管鉄綫,陶管 普通磚	
36	制硝裝置		套	1		

八、施工注意事項

I. 块 矿 炉

炉条以上的炉膛內及炉頂,直至除尘室的气道,均可应用低級耐火材料,如质量較次、价格最廉的普通粘土耐火砖或耐火石材(如砂石、叶蜡石等)。亦可用粘土砂子作成砖坯,晾干用以代替耐火砖。砌就耐火砖,宜用耐火灰(如干子土)与水調成浆状,不宜采用白灰,如无耐火灰則使用黃泥浆亦可,但在耐火砖供应十分困难情况下亦可試用普通火砖。

炉条也可用熟鉄鍛制或用 $50 \times 50 \times 5$ 角鋼焊接而成(与炉条托接触部分用圓鋼),炉門可以购买尺寸与图紙上所示的大致相同的一般炉灶用炉門,炉門也可改为拉門,但無論那一种形式都要求炉門能关得緊密,炉門框安装时注意略向炉內傾斜,以使炉門依靠自己重量向門框压紧。

II. 塔

塔除了可按图紙訂制耐酸陶質塔体外,亦可用現成的耐酸陶管代替。利用耐酸陶管作塔时,其最底一段可以利用缸底作为塔底,其接縫处則用直径10公厘左右的石棉繩蘸上水玻璃堵紧,(如縫小則把石棉拆开使用)。再用耐酸胶泥封口,所有接縫填料都是如此,耐酸胶泥的配制法如下:(下面的分数是指重量分数)。

石英粉或瓷粉(瓷磚、瓷器等打碎而成,其細度要在手指上不感觉有粗粒,需和面粉一样細)..... 95分
 氟硅酸鈉..... 5分
 水玻璃(泡花碱),比重1.42~1.50..... 34~36分

如无氟硅酸鈉可用氟化鈉代,两者都沒有的話可不用,但水玻璃的用量要减少,即調制成的耐酸胶泥要比較稠一些,因为沒有氟硅酸鈉加入时,所成的耐酸胶泥很久都不硬化,而有氟硅酸鈉的耐酸胶泥配成后在3~4小时内便初步凝固,在4~6小时便硬化,所以采用带氟硅酸鈉的耐酸胶泥时,每次配制不宜过多。

玻璃厂粉碎石英块(即硅石)时,从旋风除尘器收回的粉尘即为很好的石英粉。

耐酸胶泥的配制及使用注意事項如下:

1. 石英粉或瓷粉若加入氟硅酸鈉。必須充分混和过篩后备用,不宜受潮。
2. 施工时气温不宜低于 10°C 。
3. 在瓦盆中放入与氟硅酸鈉混合好的石英粉或瓷粉,注入相应量的水玻璃慢慢在中部搅动直至全部粉状物与水玻璃調和成胶泥状为止,切勿将粉末倒入水玻璃中搅和,每次調和量不宜太多,宜于半小时内用完。

4. 耐酸胶泥在施工过程中禁止沾上水或酸,如果耐酸胶泥在凝固后,首先不是与硫酸接触的

話，那么必須先經過酸化處理，以保證膠泥硬化，同時有防水能力。例如塔外接縫可以用濃度40%以上的硫酸塗在膠泥外面，兩晝夜內共塗3~4次，如果塔在開工之時是用水來淋洒的話，那么開工前必須用濃度不少於40%（比重不少於1.3）的酸來淋洒各塔，兩晝夜內淋洒四次，每次半小時。

如果在開工之前不可能取得硫酸，為了避免耐酸膠泥在開工時為水所溶解，可以先使用彈性硫磺把要接合的地方填塞，然後再在其上使用耐酸膠泥封固。這樣一來，硫磺便把耐酸膠泥隔開，不會接觸到水。彈性硫磺的制法如下：

硫磺在鐵鍋中加熱使熔化，最初成流動性液體，再繼續加熱液體漸變暗褐色，漸漸粘稠，再熱又轉為深褐色的稀薄液，液體接近沸騰（此時液體溫度為400~445°C之間），將熔硫倒入盛滿冷水的盆中成面條狀沉積在盆底，這就是彈性硫磺，很柔軟，有彈性，可馬上取出將其堵塞接縫，這種彈性硫磺約經過30~40分鐘彈性就會消失，所以要很快就用完，彈性消失後的硫磺仍可再煮成彈性硫磺，方法同上，利用彈性硫磺封閉縫隙後，如發現有不嚴密地方可以用烙鐵熨一下至沒有空隙為止。

如果有石棉繩的話，方法可以簡單一些，即把石棉繩堵塞縫隙以後，再用毛刷蘸熔化的硫磺刷上去，上面就可以使用耐酸膠泥了。

上述的耐酸膠泥，如果不含有氟硅酸鈉，很難硬化。如在膠泥表面洒上一些熟石膏粉可以使它硬化快些。

接縫亦可採用硫磺接合劑代替上述耐酸膠泥。硫磺接合劑的配制法如下：

硫磺……6分 石英粉或瓷粉……4分（以上均指重量）硫磺放在鐵鍋中緩火加熱，當全部硫磺熔化後，一面攪拌一面加入石英粉或瓷粉，煮熔的溫度是150°~160°C，如果溫度過高（180°C）會變成糊狀物，但溫度降低時又變成液體。在130°C時經數分鐘即行凝固。利用硫磺接合劑封口的地方首先用干的石棉繩把縫堵住，然後把溫度不太高（130~135°C）的硫磺接合劑灌入縫中，如果沒有石棉繩，可以用報紙在縫的另一面貼住，同時將水玻璃塗在報紙上，使用這種硫磺接合劑的地方操作溫度不能高於100°C。

用陶管做塔體雖然不如按圖製造陶塔方便，但它還比用陶缸做塔體略勝一籌的。

陶管宜選擇內外都有釉的耐酸陶管，這種陶管質地較致密，機械強度大，酸不易透過，購買時可用小錘敲之，如果陶管有裂紋，可從它發出的聲音聽得出來。

如果要用陶缸來做塔體的話，對缸的選擇要注意下面幾點：

1. 要選擇較好的缸，質量好的主要是原料較細，質地較致密釉發亮。質量較差的缸，很快就會出現沙眼滲酸，幾個月後釉面就剝落。缸的外表無裂紋，無缺釉敲之聲音清脆者為佳。
2. 缸口要選擇圓的，不然上面一個缸套進去就不能使四周都很好的接觸，這樣就容易把缸壓壞。有時缸口已經是圓的了，但截去了缸底後的下口都不圓，這種情況是有的，所以選擇時盡量注意外形要圓。
3. 盡量找到口徑大致相同的缸，一般機制的比手工制的外形尺寸較準確，差別較小。
4. 在距離底部以上十五至二十公分地方打掉以後，缸的上下口平均內徑約為五十公分適宜。用於第一塔的缸平均內徑約四十至四十五公分為適宜。

要把缸打下一段，可用一個直徑7~8公厘的鐵棍，其總長度為60~100公厘，一端打成方錐形的齒，利用這種齒沿著缸上預先用粉筆在需要打的地方划好的記號，以小鐵錘打成一道一公分寬的溝，這道溝愈打愈深，至其深度接近缸厚度的一半時（約10~13公厘），把缸橫放在地面上，繼續用齒打深，當感覺到被打處產生裂縫時，即改向裂縫相對的一面繼續用齒打，這樣可以避免從一面裂紋擴展至全面斷開而產生的斷面不整齊。當對面又打至產生裂縫時，即改向另一處繼續打，直至

整个缸被截开两段为止。最后断面再用凿修飾平整。無論在最初或最后都不宜老是打一个地方，應該向著一个方向連續打去，打一个缸費時約四十五分鐘。

在缸上打一个圓洞以備插入气管，可在缸上用粉筆划好大小，先要在要打的洞中心打穿一个小洞，再繼續擴大至預定大小，可以用小鉄磚墊住錘打的地方，这样可以利用小錘打缸的破口一片片地敲下。

如果要在缸上打一个直径小于一公分半的孔，可以利用一把旧方錘刀制的鉗頭，用夾持的工具把这个鉗頭壓向缸上需要鉗孔地方（鉗孔處預先用凿打一个孔），这个工具本身就是拐軸形状，用手傳动这拐軸就可使夾持鉗頭的軸轉動，利用这个办法鉗出的孔很整齊。

为了避免缸口破裂，可以使用3~4公分寬、厚3~3.5公厘的鉄箍用螺釘把缸口箍住，缸的中部可以用直径四公厘左右的鉄絲數根箍緊。

利用陶塔重疊成塔体有两种方法，一种办法是将缸底部較多的部分打掉，使缸的小口落在大口上依次疊置。采用这个办法，每个缸口上必須用鉄箍加固，在試裝時如果缸与缸之間由于不够圓而不能每个地方都密切接觸的話。那么必須用凿把缸口过小之处凿去一些，待大小合适時，在相連两个缸上做好相对的記号，以便利安裝，如果用質量較好的陶缸疊成塔則不致于把下面的缸壓坏。另一种办法是缸口对缸口，缸底对缸底一一对地疊置成塔。一般也是由六个缸組成一个塔。每个缸都是仅仅把底部打掉。两个缸的缸口或缸底相銜接處都要打成咬口，即位于下方的接口打掉內圈一部分，成阶梯形，位于上方的接口打掉外圈一部分成阶梯形。这样两个缸疊置時便很好地咬合。打这样的咬口時鉄凿的打击方向切忌与缸口成垂直。應該沿着缸口圓周，鉄凿与缸口成一个傾斜的角度打去，打后的接合面應該是沒有凹凸不平的地方，保証缸的接合能良好地密合。采用这种办法缸口也可以不加鉄箍。但打缸的工作量需大一些。

第一塔的下部因为会遇到300多度摄氏温度的炉气。很容易产生裂紋。为了使第一塔能耐用可以在塔下部的第一、二两个缸的內部衬上一层防护层，以避免高温炉气与缸直接接觸，防护层有下列多种做法，可任擇其一，防护层的高度有0.8~1公尺左右便可。

1. 塔体缸的內部套一小缸（炉气入口及酸流出口接管均穿过两个缸）在两个缸的夾层中放上一一些耐酸的小石子（如，石英块，花崗石，叶蜡石，安山岩之类）再往这个夾层中灌注熟石膏粉和水調成的漿状物，片時便可凝固。

2. 在塔体缸的內部支上模板，在模板与缸形成的夾縫中灌注熟石膏粉和水調成的漿状物，这层石膏凝固后便可拆去模板，石膏层厚度要有5~6公分左右。

3. 用陶制或瓷制小磚，以耐酸胶泥衬砌在塔的底部里面，高0.8~1公尺左右。

4. 把電綫穿牆用的瓷管垂直并排，以耐酸胶泥衬貼于塔的內部，但这个方法仅适用于采用陶管作塔体時。

每个塔的內部均要裝填充物，第一塔至第三塔的填充物，最宜使用耐酸的石块，例如，石英块（硅石）、鵝卵石等，石英块毫無疑問是耐酸的，但其他石块是否耐酸，可作簡單的試驗，把石块放在硫酸或盐酸中不发生气泡，不变色，不溶解，不发现石块表面剝落現象，酸浸十天后取出放置數日不发生崩裂，即可認為是耐酸的。

填充用的石块大小最好如鸡蛋大小（5公分左右）或略大些，但填充在塔的下部約80~100公分高度的地方石块要大一些，最好是15~20公分大小，以利气体的进出和酸自塔中流出。

填充物在塔中高度上达塔的上部气体的进出口，与管口底部距离約两三公分的地方。每个塔填充高度都是如此。

第四塔至第九塔的填充物可用上述耐酸石块亦可用与上述石块同大小的焦炭块，焦炭要选择質

硬表面有銀灰色金屬光澤的，亦可試用質量很好的剛炭(木炭)。

如果用石塊填充，必須注意缸及基礎是否能承受得了這樣大的重量，如果上述的填充材料都沒有的話也可用破瓷碗、破缸或破酸罈碎片，但不宜于過碎，無論用什么填充物，原則上都是塔的下部接近氣體進出口的地方用大塊的，以上就用小塊的，無論用什么填充物，必須事先用清水洗干淨，晾干或晒干裝入塔內。

為了使第一塔有較高的溫度，同時又避免受外界的驟冷而使塔體破裂，所以第一塔塔體外必須保溫。保溫的方法有兩種，可擇其一：一種辦法是在塔體外以濕的草繩纏上，外包上稻草杆或麥杆黃泥漿，經過兩層或三層的草繩和黃泥包裹，保溫層的厚度達到10公分至15公分便可，另一種辦法是在第一塔外砌磚，外面砌成方形，在磚與塔之間的空隙填土，一般情況是第一塔的壽命比其他各塔要短些。

每個塔都要放置在穩固的耐酸的石塊(如花崗石)基礎上。要避免可能發生的局部基礎下沉，所以基礎一定是比較能耐酸的。同時要注意不使酸漏到基礎上。

塔頂所用的分酸裝置可用一個缸盆，或從大缸打下來缸底，在中心打一孔和圓周打六孔，在圓周上的六個孔，其圓周直徑約為24公分，每個孔內部要安上一根內徑5公厘左右的玻璃管，玻璃管長10公分左右，安裝時管口最少要比缸盆底高出5公分。安裝時是在塔上進行的，方法如下：

用石棉繩繞在玻璃管上塞在缸盆上打好的孔中，初步調正好高度，再用毛刷蘸熔融的硫黃刷在孔上的石棉繩上，使它初步固定。然後放進水試驗水平，各個管口都必須在同一水平面上，如果不平可以用木槌把各個管口輕輕打至同一水平，盆中的水用橡皮管抽去再用布揩干即可用耐酸膠泥固定之。

塔頂上蓋上一個大小合適的瓷盆或瓦盆以防空氣被吸入塔內。第一、二、三塔加水及加硝酸都應該從盆中打孔，直接加入塔中，減少硝酸損失。

III. 鼓 風 機

鼓風機的外殼可以用木板膠合，氣體入口管可由兩塊木膠合成，風葉片芯子最好是由三層木板膠合而成，木紋要互相交錯，風葉片可由六層的膠合板制成(兩層三夾板粘合)膠合劑可用水煮鱈膠(豬皮製膠或魚鱈膠)。木製鼓風機製好後內外均要很好地塗生漆，以防酸的侵蝕，塗漆方法如下：第一、二層用生漆一分(重量)，石英粉或瓷粉一分(重量)混合均勻塗布，第三層至第六層用生漆二分(重量)石英粉或瓷粉一分(重量)混合均勻塗布，第七層第八層用純生漆塗布，每層塗布完畢需待它完全乾燥後再塗布第二層，自然乾燥約需24小時才能干透。漆膜的乾燥最好是放在潮濕而陰暗的地方。傳動方法可以考慮用腳踏手搖兩用，最好加一個鐵制飛輪使轉速較為穩定。如果當地條件許可，應該使用一個電動機帶動，所用的電動機是單相感應電動機，功率0.186或0.375仟瓦(即十馬力或十馬力)，同期轉速是1500轉/分。購買時必須說明要連續操作，因為塔的大小和填充物都有具體不同情況，因而阻力亦異，鼓風機的轉速應該多少才是合適，要根據實際使用的經驗決定。又操作中也需調節轉速以改變抽風量，所以如果採用電動機帶動時，要做一套直徑不同的皮帶輪(即塔輪)可以隨時改變轉速。

鼓風機亦可用塑料製造，也可以採用生鐵製的小鼓風機，但要注意其構造，空氣不能被吸入鼓風機內。生鐵製品內部亦要塗生漆，方法見前，過氯乙烯清漆亦可代替生漆，要塗布9至11次，必須待一層干了才塗第二層。

IV. 配 管

从塔上加酸缸把酸流至塔上，用带活塞的玻管，这种活塞玻管可以在玻璃厂订制，活塞是直通二路。玻塞孔径8公厘，两端的玻璃管要大一些，如果订制不到，可以用玻璃制虹吸管自加酸缸虹吸到塔顶上，玻璃管的内径约4公厘左右，如果一根玻璃管吸酸量不够可以多加一两根。

塔的出酸管用内径2公分至2公分半的玻璃管制成，或者制成同样内径的瓷管亦可，为了防止空气被吸入塔内，所以管子制成乙字形。

塔下第五塔贮酸缸至第九塔贮酸缸，缸与缸之间有溢流管连通，这溢流管是用内径2公分至2.5公分的玻璃管或瓷管制的，采用这个办法酸液可以自动地从第九号缸溢流到第八号缸，第八号缸溢流至第七号缸，最后是第六号缸溢流至第五号缸，但要注意接管地方的质量。如果不使用这个办法，则用人工从这个缸浇到另一个缸来代替上述的自动溢流。优点是减少接头漏酸的可能性，缺点是劳动力增加。

冷却器是采用套缸的办法，连通各个缸的酸管和水管可以用玻璃虹吸管，也可以在缸上打孔直接接管连通，前一种办法缺点是虹吸管流动太慢，几个缸的液面相差太大，同时虹吸容易中断，常常要重新充水把虹吸连通。后一种办法较好，但要注意接管地方不能漏酸，接水管的接头用普通水泥便可。

全部气体管道都用内径15公分的耐酸陶管（内外均有釉）如找这样的陶管有困难的话，也可用内面有釉的质量较好的陶管，凡管上有取样分折或测量温度、测量压力的地方都得打孔，孔的大小是2.5至3公分直径，为了防止酸液外流，所以第一塔入口气体管应安装成向塔内倾斜，第八塔气体出口管和第九塔气体进口管，和出口管亦然。

开工之后如果管道损坏要换新的，必须把原来接管的地方用碱液洗净以完全中和酸性，再水洗揩干接管，否则耐酸胶泥会沾不上去，即使勉强沾上去也很易漏酸。

陶管的承插口，特别是利用陶管做塔体时的承插口。如果要填满耐酸胶泥的话，那么胶泥的消耗量就太大了，可以仅仅填一半左右，也可以在耐酸胶泥硬化后在耐酸胶泥的上面用熟石膏粉和水灌满。

九、開 工 說 明

工. 开工顺序

1. 准备工作

① 每个塔及酸缸连接的气体、液体管道和塔的接处都要细心检查，各个塔试用配好的酸淋洒并检查有无漏酸。

② 分析用的碘液，高锰酸钾液，淀粉液都预先配制好。测量用的温度计、比重计、压力计要准备妥当。温度计、压力计、均安装在管道上。

③ 检查每个分析用的取样口有没有破裂或漏气。

④ 冷却酸用的冷却水要准备足，连通用的虹吸管要多准备一些。

⑤ 所用的硫铁矿有大于40公厘的要用锤打碎到25~40公厘后方可应用。

⑥ 配酸：

第一塔用93%的硫酸135公斤和25公斤的水，再加上3.3公斤的浓硝酸，配成硫酸含量为77%、硝酸为2%、水为21%，放在加酸缸中。

第二、三、四塔，每塔用93%的硫酸135公斤和25公斤的水，再加上5公斤的浓硝酸。配成硫酸含量为76%，硝酸为3%，水为21%，放在加酸缸中。

第五、六、七、八、九塔每塔用93%的硫酸135公斤和22公斤的水。配成硫酸含量为80%，水为20%，放在加酸缸中（如果各个地方所买的硫酸与硝酸含量不同，则配酸分量亦不同，但最终要达到规定指标）。配酸中的安全注意事项详见后面。

⑦ 鼓风机要经过试运转，看轴及风叶转动是否良好，有没有漏气，一定要做到严密。

2. 开工

① 块矿炉开工：

i. 烘炉前的准备工作：

- (一) 消除炉内的积灰及杂物。
- (二) 检查炉门及烟道是不是完整，严密。
- (三) 检查炉条及烧矿工具是否齐全。
- (四) 将临时放空烟道打开，把正常通气烟道用挡板插紧，不使气体通往塔内。

ii. 烘炉：

- (一) 在每个炉的出灰口上放进木柴，生火烘炉，最初火不宜太大，继续烘12小时左右。
- (二) 停止在出灰口上烧木柴，马上往炉内装进砖块或炭块，块的大小和打碎后的矿石相同（如果不是新厂开工，则在炉内放入矿渣），装进去的砖块高度要距离加矿口炉门10公分左右，然后在四个炉内装进木柴由四个人将四个炉同时点火（如果有一个点火稍慢则后来很难生火），再加入煤或焦炭燃烧经过24~36小时至炉内红热（如果炉子不是新建，则烘炉时间酌量减少）。

iii. 开工：

- (一) 把没烧完的大块柴或炭耙出，把还在燃烧的表面理平后，每炉投进10公斤打碎到25~40公厘的矿石平铺在柴火上，速把炉门关紧。
- (二) 发现矿石燃烧时为暗红色可适量加些焦炭一起烧，维持到矿石燃烧颜色渐成火红。
- (三) 间隔2~4小时每炉加矿10~15公斤，加矿量一定要先过秤，渐渐将加矿时间错开，使平均每小时有一个炉加矿。具体操作见后正常操作部分。
- (四) 当炉内焙烧情况良好时，可将烟道挡板提起，把临时放空烟道堵死，把炉气通入塔中。（大约加矿后半时至一小时左右）。

② 塔开工：

- i. 矿炉与塔连通前1小时开始用塔上加酸缸的酸淋洒塔。每个塔淋洒量为每十秒钟400毫升。可用500毫升的量筒计量，过多、过少可调节开关控制。

酸的淋洒方法：

第一塔自身循环。（即从第一塔流出的酸仍提上第一塔加酸缸）。

第二塔流出酸送上第四塔。

第四塔流出酸送上第三塔。

第三塔流出酸送上第二塔。

第五、六、七、八、九各塔自身循环。

ii. 开动鼓风机，往塔通入炉气，鼓风机转动快慢，以矿炉不向外冒烟为度。

iii. 通入炉气后，第一塔开始加硝酸，加入的硝酸折合成100%的硝酸为每小时一公斤左右。

iv. 当第一、二塔出口酸温度超过40°C时，冷却缸开始通冷却水。

v. 当第一塔流出酸温度为80°C以上，分析第二、三塔流出酸含硝量渐渐提高，第五塔流出

硝酸含量在1%左右时,可按正常循环方法操作。一般开工后4~6小时就可改为正常循环。

vi. 第一塔第二塔流出酸硫酸含量超过76%时,塔上可加水,仍维持硫酸含量在76%。

II. 正 常 操 作

1. 块矿炉的操作:

① 每1小时有一个炉加矿,加矿量10~15公斤,(根据硫酸产量而定),加矿要相对错开,即第一小时加一号炉,第二小时要加在和它对角的3号炉。依次再加2号炉、4号炉。

② 每个炉的操作程序:

加矿(风门全闭)经过半小时根据炉内燃烧情况开风门经过1小时40分荡炉后出矿渣,(风门稍闭)经过1小时半转动炉条落矿渣(风门要全闭)经过20分加矿(风门仍全闭)。

③ 矿石燃烧过程显出的颜色是:加矿后半时发出兰色火苗,火苗渐扩大并现有橙红色,又从橙红色火苗中间杂兰色,发展到火红色,火焰很旺。慢慢降到暗红色,直到出渣加矿。

④ 保持矿层厚度不低于炉口位置。

2. 塔的操作:

① 正常的酸循环方法见流程图。

第一塔流出酸一部分作为成品装罐;一部分经过冷却缸温度降至40°C以下送往第九塔加酸缸内。

由于各缸间有连通管所以可按液面高低自动移酸。

第九塔贮酸缸的酸,送往第九塔加酸缸,然后加入塔内,又至贮酸缸,自身循环各塔全同。

第二、三、四塔是内输,第二塔流出酸冷却至40°C后送往第四塔加酸缸,第四塔流出酸又送往第三塔加酸缸,第三塔流出酸又送往第二塔加酸缸,依次循环。

当第二、三、四塔贮酸缸内的酸渐次增加的时候,可将第四塔加酸缸的酸送一部分往第一塔加酸缸。五塔除自身循环外,把一部分酸送至第一塔加酸缸,送去的量约相当于一塔流出酸的量。

② 操作条件:

指标名称	计量单位	第一塔	第二塔	第三塔	第四塔	第五塔	第六塔	第七塔	第八塔	第九塔
气体温度	入口 °C	300以上	—	—	55以下	—	—	—	—	—
	出口 °C	100	—	—	—	—	—	—	—	—
硫酸浓度	%	76	76	76	76	76	76	76	76	76
酸中含硝量	入口 %	1.0	2.6~2.8	2.3~2.5	1.6~2.0	—	—	—	—	少于0.5
	出口 %	0.05	1.6~2.0	2.6~2.8	2.3~2.5	0.8~1.0	—	—	—	—
酸温	入口 °C	50~60	50~60	—	40	45~55	—	—	—	少于40
	出口 °C	100~110	70~75	—	—	50~60	—	—	—	—
淋洒量	毫升/10秒	130~140	400~420	400~420	400~420	400~420	400~420	400~420	400~420	400~420
二氧化硫浓度	入口 %	6~7	4.5~5	—	—	—	—	—	—	—
	出口 %	4.5~5	—	0.1~0.2	—	—	—	—	—	0.05

第一塔流出酸冷却后要小于40°C,第二塔流出酸冷却后要40°C。

③ 补充硝酸正常加入第一塔内每小时加进98%的浓硝酸0.2公斤,若使稀硝酸则相应增大用量。一般加硝量维持内输酸含硝量不变为准。

④ 第一、二塔加水，加水量維持流出酸的硫酸浓度为76%。每小时加入的水量合計少于5公斤。

⑤ 每昼夜出成品硫酸量約8罈，(每罈25公斤)。

⑥ 炉气二氧化硫浓度高一点好，但一般只能达到7%左右。

⑦ 打矿过程中所产生的粉矿，可以和块矿掺在一起焙烧，但掺入量不要超过总量的10~15%。粉矿应加在炉边上。

⑧ 每2小时记录一次炉气入一塔的温度及鼓风机入口压力。

⑨ 每班要計量投矿量、产酸量、硝酸用量。

III. 故障处理

1. 块矿炉的故障处理:

① 矿层結块: 由于炉温过高，使矿燒結成块(即煉炉)，应该即時打开炉門，把矿打碎，如果是因为进入炉的空气过少，炉气中二氧化硫浓度太高，炉温升高而发生燒結现象的話，那就可以把矿层适当減薄。同时把空气孔适当开大。亦可混入10~20%的矿渣于块矿中一同入炉，便能减少矿石燒結现象。

② 炉焙烧不好: 二氧化硫浓度很低，炉内呈暗紅色。首先检查是否矿石品位不好，或是鼓风机轉得太快。否則再看是否由于矿层太薄，或空气孔开得太太，或炉条炉門不严密，进入空气过多，炉温过低，燃烧不旺。如果是由于这些原因可以关小空气孔，把炉門等处用泥土封閉，逐渐适当增加加矿量，暂时不出矿渣，提高矿层厚度。如发现矿燒不透，則应把沒有燒透的矿渣(拿在手里比較重的)回炉再燒。

③ 矿炉加矿口，炉門向外冒烟(倒烟): 如果位于同一方向的两个炉子同时倒烟，而对方两个炉子不倒烟的話，則可能是受风的影响，应该关小倒烟的两个炉子的空气孔，单独一个或两个炉子倒烟也可能是这一两个炉子落矿渣太多，矿层保持得太薄，应逐渐糾正之。如果四个炉子同时倒烟，則可能是鼓风机轉速过慢或鼓风机本身有毛病，或塔有漏气现象。如果既不是炉床过薄或空气孔开得过大，也不是鼓风机抽力不够。那么一定是塔内或气体通路有堵塞现象所致。

④ 硫磺升华的现象: 在炉門上或第一塔的酸里(浮在酸面上)发现有硫磺存在; 会引起堵塔。原因是矿中有煤炭，炉温太低，空气不足燃烧不完全所致。可针对具体情况糾正之。

⑤ 炉气进塔温度太低: 如果不是因为二氧化硫浓度太低的話可以加强保温措施，如把除尘室至进塔气道的墙全部加厚。

2. 塔部分的故障处理:

① 二氧化硫轉化不好尾气出现青白色烟: 分析第三塔出口二氧化硫和尾气中二氧化硫浓度都很高，可检查下列情况进行处理。

i. 第一、二、三塔淋洒酸含硝量是不是降低了，如果是，則在一、二塔上多加加硝酸。

ii. 内輪循环酸浓度是不是过高，如果是，則在二、三塔上增加水量。

iii. 第一、二、三塔淋洒酸温度是不是过低，如果是，可以提高二塔冷却后酸的温度。

iv. 第一、二、三、四塔淋洒酸量是否不够大。

v. 第一塔入口二氧化硫浓度是否过低。

vi. 前面四个塔塔上分酸管是否有堵塞或分布不均现象。

② 塔流出酸浓度低于75%，甚至数天沒有加水浓度也提不上去。

i. 由于第一、二塔加水量过大。

- ii. 炉气中二氧化硫浓度太低，二氧化硫转化又不好。
- iii. 矿石中水分过多。
- iv. 冷却水是不是漏进酸缸内。
- ⑧ 成品酸含硝量过高。
 - i. 入塔炉气浓度、温度均低。
 - ii. 第一塔淋洒酸温度过低，酸量过大、含硝量过高、或淋洒酸量在塔内分布不均匀。
 - iii. 第一塔流出酸的浓度过高(超过76%)
- ④ 尾气冒黄烟：正常状态，尾气仅略带淡黄色，不正常的情况是尾气出现棕黄色，原因是：
 - i. 淋洒第五塔至第九塔的酸浓度太低、温度太高、淋洒量太少、或淋洒酸在塔内分布不均匀。
 - ii. 由于二氧化硫在第一、二、三塔内转化不完全、二氧化硫气体进入后面几个塔引起脱酸。
- ⑤ 开工过久塔内为酸泥所堵塞炉气抽不过来，矿炉向外倒烟，可停炉用水循环清洗。

3. 鼓风机故障及处理：

- ① 转动起来有杂音，轴转动起来要是振动，可能是因滚珠轴承振动，可以把固定轴承的木板螺栓拧紧一下。如无效可能是风叶腐蚀坏，要换下。
- ② 压力降低，塔及炉方面又很严密，可能是鼓风机外壳漏风或风叶已损坏。

IV. 停工顺序

1. 短期停工 因故障或计划停工在八小时至十二小时。

- ① 块矿炉在加矿后，用泥土封闭，各炉门维持炉温。
- ② 停工步骤：
 - i. 塔上停止加水，停止加硝酸，要是计划停工，在停工前1小时即可停止向塔里加水。
 - ii. 停止鼓风机运转。
 - iii. 停止加矿，打开矿炉放空烟囱(烟囱出口堵住一部分)，将烟道挡板插下。
 - iv. 停止酸循环。
 - v. 停止冷却水。

2. 长期停工

- ① 矿炉不必增加矿块维持炉温。
- ② 炉气浓度渐低时，可将炉空气孔渐渐关闭，其他顺序全同短期停工。

V. 安全注意事项

硫酸生产过程中的二氧化硫、氮化氮气体(即从硝酸面上放出的黄烟)以及硫酸、硝酸、酸雾等对于人体皆有很大的危害。它能刺激人的皮肤以及呼吸气管。硫酸和硝酸有强烈的腐蚀性，稍与人体接触则被灼伤。因此在硫酸车间操作的工人必须学习安全注意事项。

1. 一般防护：

- ① 保持现场整洁，如发现地面上有酸液时要洒上石灰，以中和它的酸性。酸缸边、塔边应经常洒上石灰。
- ② 酸接触到皮肤上时，马上用布揩去，再用水冲洗，酸液溅入眼睛时，马上用大量清水冲洗。