

化學工業圖解

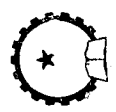
王璉、馬維驥、俞社編譯



機械工業出版社

化學工業圖解

王 遠、馬雄駿、俞凌種編譯



蘇工業出版社

1953

江苏工业学院图书馆
藏书章

出版者的話

本書除用圖解來說明各種化學工業的製造過程外，還介紹一些我國各廠的實際操作程序，並加以簡單扼要的說明，可供初學者以及工廠裏初級技術人員的參攷。書後並附有化學原料及成品名稱對照表，以備現場工作人員隨時查閱。

編譯者：王 達、馬維驥、俞俊紳 責任編輯：高曉楓 責任校對：唐佩卿

1952年6月發排 1953年2月付印 1953年3月初版
書號0088-0-33 31×43¹/₁₆ 205印刷頁1—3, 200冊 定價精裝50,000元(甲)
機械工業出版社(北京亞甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經理

目 次

序.....	1
1 硫酸	2
1-1 硫酸(接觸法).....	2
1-2 硫酸(鉛室法).....	4
1-3 硫酸(塔式法).....	6
1-4 由煉油廠的酸渣提製硫酸.....	8
1-5 廢硫酸亞鐵中收回二氧化硫.....	10
1-6 鼓式濃縮硫酸法.....	12
1-7 真空濃縮硫酸法.....	14
1-8 階盤濃縮硫酸法.....	16
2 食鹽工業及其他鈉鹽	18
2-1 食鹽.....	18
2-2 鹼的利用.....	20
2-3 製鹽的副產品.....	22
2-4 氧化鎂及石膏.....	24
2-5 輕質碳酸鈣.....	26
2-6 元明粉.....	28
3 鹼	30
3-1 純鹼.....	30
3-2 燒鹼(苛化法).....	32
3-3 燒鹼及氣(電解法).....	34
4 煤焦工業	36
4-1 洗煤.....	36
4-2 煉焦及副產品.....	38
4-3 煤焦油工業.....	40
5 鋼鐵工業	42
5-1 鋼鐵工業簡表.....	42
5-2 煉鐵.....	44
5-3 鑄鐵管.....	46
5-4 平爐煉鋼.....	48
5-5 柏塞麥爐煉鋼.....	50
5-6 電爐煉鋼.....	52
6 非鐵金屬	54
6-1 銅.....	54
6-2 鋁.....	56
6-3 鎂.....	58
6-4 鉛及鋅.....	60
6-5 鈾及鐳.....	62
6-6 錒.....	64
6-7 金.....	66
6-8 銀.....	68
6-9 鎳.....	70
6-10 汞.....	72
6-11 錫.....	74
6-12 鎢.....	76
6-13 鈷.....	78
6-14 鉍.....	80
6-15 錳.....	82

7 工業氣體.....84

7-1 氧.....84

7-2 液體二氧化硫.....86

7-3 乾冰(固體二氧化碳).....88

7-4 煤氣.....90

7-5 加油煤氣.....92

8 氫工業.....94

8-1 氮石灰.....94

8-2 氨.....96

8-3 硫酸銨.....98

8-4 硝酸.....100

9 磷工業.....102

9-1 磷酸(電爐法).....102

9-2 磷酸(鼓風爐法).....104

9-3 磷酸(濕法).....106

9-4 過磷酸鈣.....108

9-5 氫化過磷酸鈣.....110

9-6 磷酸鈉.....112

9-7 磷酸氫二鈉.....114

10 陶瓷工業.....116

10-1 水泥(濕法).....116

10-2 水泥(乾法).....118

10-3 電瓷(濕法).....120

10-4 平面玻璃.....122

10-5 玻璃(坩堝法).....124

10-6 玻璃絨.....126

10-7 水玻璃.....128

10-8 矽藻土.....130

10-9 景泰藍.....132

11 氯化鉀及硼砂.....134

11-1 氯化鉀.....134

11-2 鹼湖水中提製氯化鉀、硼砂、元明粉、純鹼(楚尼法).....136

12 鹽酸及其他無機物.....138

12-1 鹽酸.....138

12-2 溴(由海水提製).....140

12-3 碘(智利法).....142

12-4 從油井的鹽水提碘(碘化銀法).....144

12-5 硫酸鋁.....146

12-6 紅礬鈉.....148

13 水的處理.....150

13-1 水的軟化(去礦質法).....150

13-2 自來水.....152

13-3 污水處理.....154

14 電化學工業.....156

14-1 石墨電極.....156

14-2 電沉積橡膠.....158

14-3 金剛砂.....160

14-4 氯酸鈉.....162

14-5 甘露糖醇及清涼茶醇.....164

15 石油工業.....166

15-1 石油的產品.....166

15-2 石油的真空蒸餾	163
15-3 石油的蒸餾及裂化	170
15-4 石油的精煉	172
15-5 飛機油(熱機煤裂化法)	174
15-6 汽油的處理	176
15-7 由裂化法的氣體經製聚合汽油	178
15-8 由精煉廠的氣體經製聚合汽油	180
15-9 聚合汽油(觸媒法)	182
15-10 天然氣汽油	184
15-11 汽油(煙化法)	186
15-12 煙化汽油(氫氟酸觸媒法)	188
15-13 丁烷的異化	190
15-14 高辛烷值汽油及甲苯	192
15-15 用糠醛提製潤滑油	194
15-16 潤滑油去蠟	196
15-17 潤滑油去瀝青	198
15-18 去蠟及去癆脂	200
15-19 石油蒸餾液去瀝青	202
15-20 煤的液化	204
15-21 油頁岩的利用	206
16 橡膠	208
16-1 車胎	208
16-2 再生橡膠	210
16-3 氯化橡膠	212
16-4 丁鈉橡膠	214
16-5 氯烯橡膠	216
16-6 丁基橡膠	218
16-7 多硫橡膠	220
17 塑料	222
17-1 酚甲醛塑料粉	222
17-2 脲甲醛塑料粉	224
17-3 脲素塑料	226
17-4 丙烯酸酯塑料	228
17-5 聚苯乙烯	230
17-6 矽質塑料	232
17-7 醇酸塑料	234
17-8 乙烯基塑料	236
17-9 苯腈味喃, 萘塑料	238
18 造紙	240
18-1 紙漿(燒鹼法)	240
18-2 紙漿(亞硫酸鹽法)	242
18-3 紙漿(硫酸鹽法)	244
18-4 硫酸鹽法紙漿的漂白	246
18-5 長網造紙機	248
18-6 黑液的收回	250
18-7 廢紙去墨	252
19 油漆	254
19-1 碳酸鉛白	254
19-2 碳酸鉛白(電解法)	256
19-3 氧化鋅	258
19-4 氧化鋅(電熱法)	260
19-5 氧化鈦	262

19-6 鈣鉬白	264	22-7 盤尼西林(青黴素)	308
19-7 油料的製造	266	23-3 乳酸	310
19-8 漆布	268	23-9 酵母	312
20 製革	270	24 染料	314
20-1 鉻鞣革及植物鞣革	270	24-1 石炭酸(磺化法)	314
20-2 粗膠	272	24-2 石炭酸(一氯化苯法)	316
21 纖維工業	274	24-3 石炭酸(再生法)	318
21-1 人造絲(黏液法)	274	24-4 硝基苯及苯胺	320
21-2 黏液法過程中收回燒鹼	276	24-5 藍靛	322
21-3 人造絲(銅氨法)	278	24-6 陰丹士林	324
21-4 醋酸纖維	280	24-7 鉻藍黑 U	326
21-5 耐綸	282	25 香料及調味工業	328
21-6 絲	284	25-1 味精	328
22 製糖及澱粉	286	25-2 人造香草精	330
22-1 甘蔗製紅糖	286	25-3 香豆素	332
22-2 由紅糖製白糖	288	26 照像工業	334
22-3 碳酸法製白糖	290	26-1 照像膠捲及照像紙	334
22-4 甜菜製白糖	292	27 油脂蠟	336
22-5 澱粉及其他玉蜀黍產品	294	27-1 豆油	336
23 發酵工業	296	27-2 桐油(熱榨法)	338
23-1 工業酒精	296	27-3 棉籽油	340
23-2 無水酒精(共沸蒸餾法)	298	27-4 氯化油(硬化油)	342
23-3 發酵法製二氧化碳	300	27-5 硬脂酸及油酸	344
23-4 丁醇及丙酮(發酵法)	302	27-6 精煉脂肪酸(連續法)	346
23-5 啤酒(北京雙合盛五星啤酒廠)	304	28 肥皂	348
23-6 威士忌酒及杜松子酒	306		

28-1 洗衣肥皂	348
28-2 甘油	350
28-3 連續皂化法	352
29 除害劑	354
29-1 液體氫氰酸	354
29-2 滴滴涕	356
30 木材化學	360
30-1 木材乾餾	360
30-2 松香及松節油	362
30-3 木材製糖	364
31 炸藥	366
31-1 黑火藥	366
31-2 藥棉	368
31-3 硝酸纖維	370

31-4 無烟火藥	372
31-5 甘油炸藥及膠化炸藥	374
31-5 火柴	376
32 其他有機物	378
32-1 由電石製醋酸	378
32-2 冰醋酸	380
32-3 乳糖	382
32-4 由乙醚製醋酐	384
32-5 水楊酸及冬青油	386
32-6 戊醇	388
32-7 酪素	390
32-8 甲醇(合成法)	392
32-9 由煤、水、空氣製成的化學產品	394

附錄 化學原料及成品的名稱對照表..... 396

序

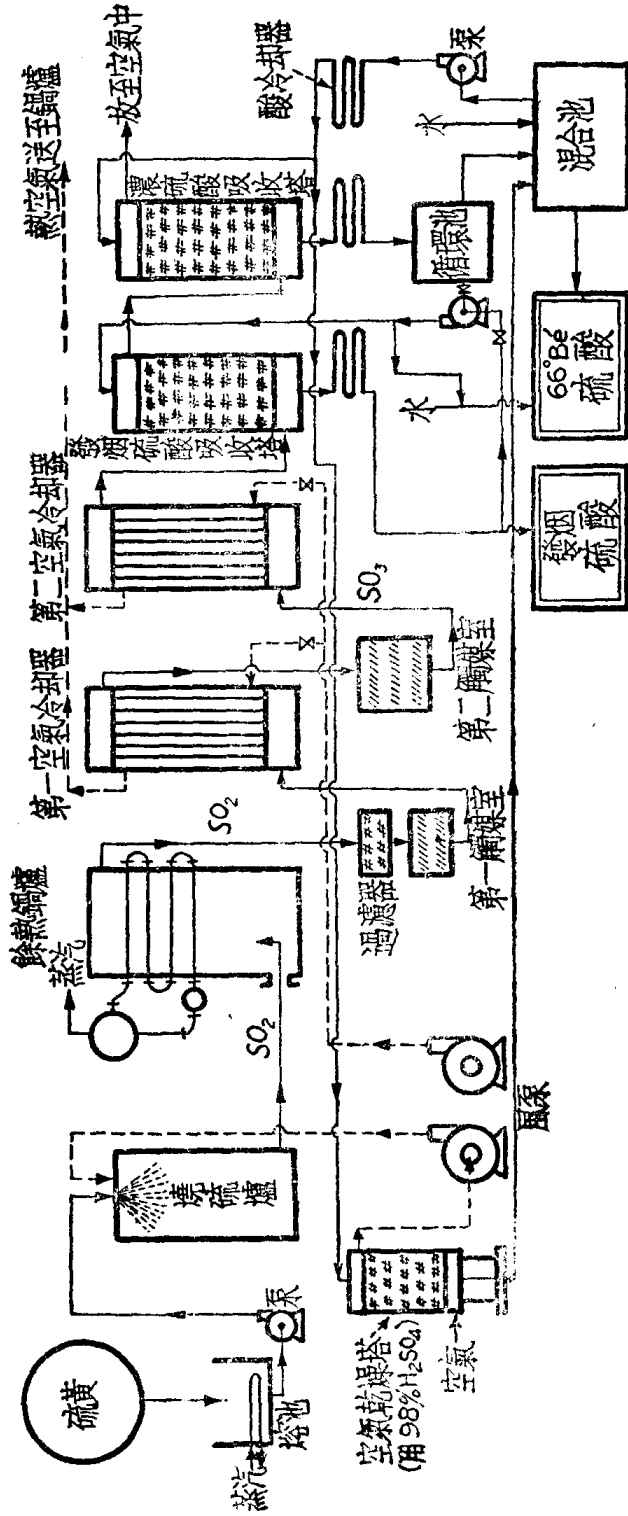
化學工業的範圍相當廣泛，在開始研究時，最好先求得一般的常識，再提高到專門學問的研討。這本書是綜合性讀物，討論化學工業的常識，在每一張流程圖的後邊，接着就有一個簡要的說明；進一步的研究還需要參考專門論著。書中的圖，大部分是從奧理夫主編的‘化學工程流程圖’英文本譯出來的。流程圖中的統計數字，有些是資本主義國家的情形，我們必須用批判的眼光來參考。

編譯本書的時候，曾承各處贈送圖表及說明，供給參考的資料，指正工作中的缺點，並經機械工業出版社及中央重工業部化學工業局的同志們就原稿加以刪正，才得整理出版，作者謹在這裏致謝。因為作者的學識與經驗所限，難免有錯誤及不妥當的地方，請讀者隨時提出批評，以便再版時加以訂正。

編者識於北京師範大學 1952年5月

1 硫酸

1-1 硫酸(接觸法)



硫磺	344	公斤
水	16.6	公噸
電	5.5	仟瓦小時
直接人工	0.7	工時
蒸汽	100	公斤

製 1 公噸硫酸(100%), 需要

註: 由餘熱鍋爐處發出蒸汽 1 公噸

圖 例
----- 空氣

硫酸是很重要的工業原料，可用以製肥料、染料、藥品、炸藥、以及清理金屬表面、染色、漂白、電鍍等。一個國家的化學工業是否發達，可由硫酸的用量看出。

性質 純硫酸是無色油狀液體，粗硫酸為淺棕色。濃硫酸沖成稀酸時，切記將濃硫酸向水中緩緩注入；若將大量水注入濃硫酸中，則引起爆炸。硫酸加熱超過100°C時，開始分解為水和三氧化硫，到450°C就完全分解。稀硫酸對金屬的作用不同，對銅、鎳、汞、銀、鉑、金等幾乎沒有反應；能溶解錳、鋅、鐵、鈷、錳、鎳而發生氫。硫酸的濃度大於72%時，對鐵不發生作用，所以可用鐵器盛濃硫酸。許多有機物，如糖、木材、棉花等與硫酸相遇，就起碳化作用，變成黑色的焦炭。

波美(Be)的意義 波美比重計的分度法，為法國藥劑師波美所發明。在測量液體比重時，如果使用普通比重計，其小數位的數值不但不易讀出，而且也不易計算，因此波美才根據阿基米德原理推出比重分度的方法，製成現在所用的波美比重計。其優點就是可用簡單數字表示液體的大概濃度。

硫酸工業常用的波美度數與比重的換算公式如下：

$$Bé = 145 - \frac{145}{\text{比重}} \quad \text{或} \quad \text{比重} = \frac{145}{145 - Bé}$$

Bé表示波美度；145為波美常數。

例：66°Bé的濃硫酸，比重是多少？

$$\text{比重} = \frac{145}{145 - Bé} = \frac{145}{145 - 66} = 1.8354$$

硫酸於各種名稱：

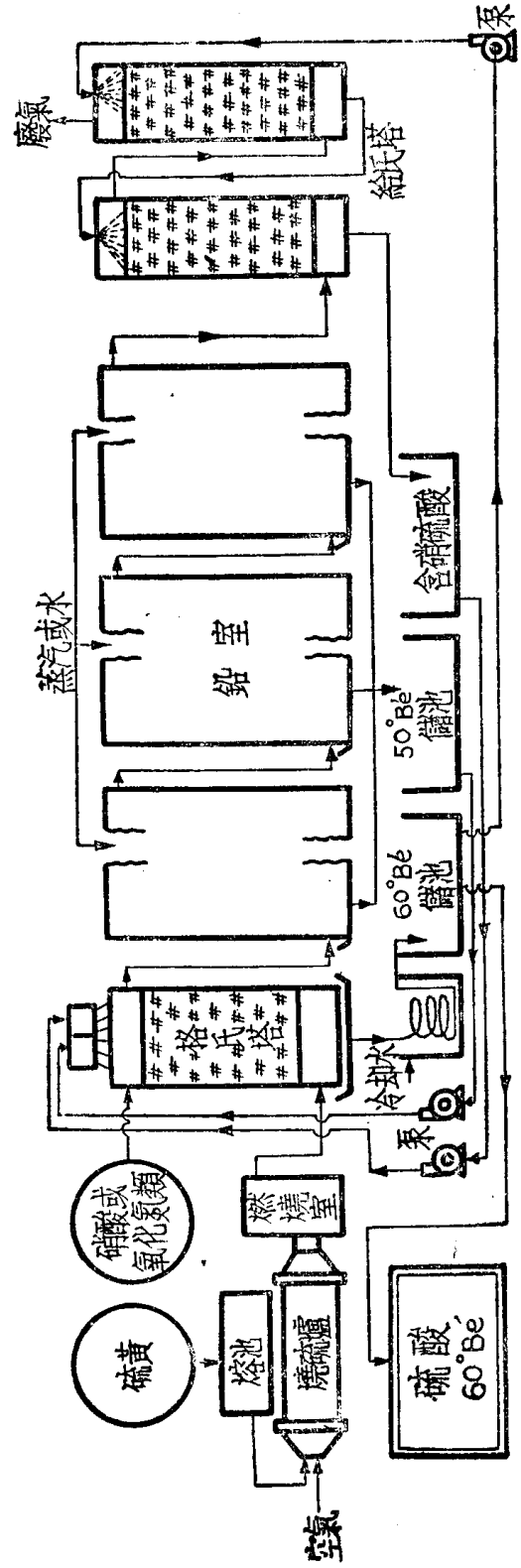
名	稱	英文名稱	濃度	%H ₂ SO ₄ (重量計)	比重
濃硫酸 (我國俗名 66度酸)		concentrated Sulfuric acid	66°Bé	93.19	1.8354
攀油		oil of vitriol	66°Bé	93.19	1.8354
接單酸		contact acid	(不用Bé表示)	98	1.8437
發烟硫酸		oleum	100%硫酸含20~65%SO ₃		
混酸		mixed acid	硫酸與硝酸的混合物		
鉛室酸		chamber acid	50°Bé	62.78	1.5263
格氏酸(塔酸)		Glover(tower)acid	60°Bé	77.67	1.7059
給氏酸		Gay-Lussac acid	濃格氏酸及1~2%氧化氮類		
紫酸		violet(purple)acid	為製硫酸的過渡產物		
蓄電池酸(電瓶液)		battery acid	約29°Bé	約33	約1.25

其中鉛室酸、塔酸、給氏酸、紫酸都是硫酸廠中的過渡生成物，並不是出賣的商品。

製法 固體硫黃在塔池裏熔融，然後送入燒硫爐，燃燒時發生的熱量，可以用於餘熱鍋爐來發生蒸汽。燃燒生成的二氧化硫經電氣沉器或過濾器，除去塵埃，進入第一觸媒室，藉觸媒的作用變為三氧化硫。我國的接觸法硫酸廠，多用五氧化二鈮(V₂O₅)為觸媒，蘇聯出產鉑，用鉑作觸媒。三氧化硫通過第一空氣冷卻器(圖中虛線表示空氣的流程，由風泵操縱)，進入第二觸媒室，使一部分未起變化的二氧化硫也變為三氧化硫，再經第二空氣冷卻器，進入吸收塔內，由塔頂噴下濃硫酸，以吸收三氧化硫，得到發烟硫酸；若用較稀的硫酸噴下，則得到濃度較大的硫酸。

發烟硫酸的成分是100%的硫酸中，並含有三氧化硫；在倉庫儲存時，應當與其他材料分別放置，免致爆炸肇禍。濃度在72%以上的冷硫酸，可用鋼或鐵製的容器盛着；盛放80~93%的熱硫酸，需用耐酸鐵(鐵中含矽14%)的容器。

1-2 硫酸 (鉛室法)



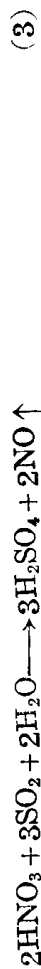
製 1 公噸硫酸 (100%), 需要

硫黃	338.5	公斤
硝石 (以 NH_3 計算)	2.5	公斤
水	10	公噸
電	16.5	仟瓦小時
直接人工	1.2	工時

鉛室法僅可製得60°Be的硫酸。將硫黃放在熔池中，熔融後流入燒硫爐，與氧化合，生成二氧化硫。



再通入燃燒室，使一部分昇華的硫黃完全燃燒，變成二氧化硫，再進入格氏塔。從塔頂送入硝酸或氧化氮類，藉硝酸分解所生的氧化氮類為觸媒，使二氧化硫變成三氧化硫。或由智利硝石(NaNO₃)與硫酸作用所得的硝酸，與二氧化硫及水起反應，得到氧化氮類，促進二氧化硫變為三氧化硫；所以格氏塔的用處，是促成觸媒作用。其反應如下：



三氧化硫進入第一鉛室中，由鉛室頂噴水或蒸汽，用以吸收三氧化硫，生成硫酸，未吸收的三氧化硫繼續通過其餘的鉛室。

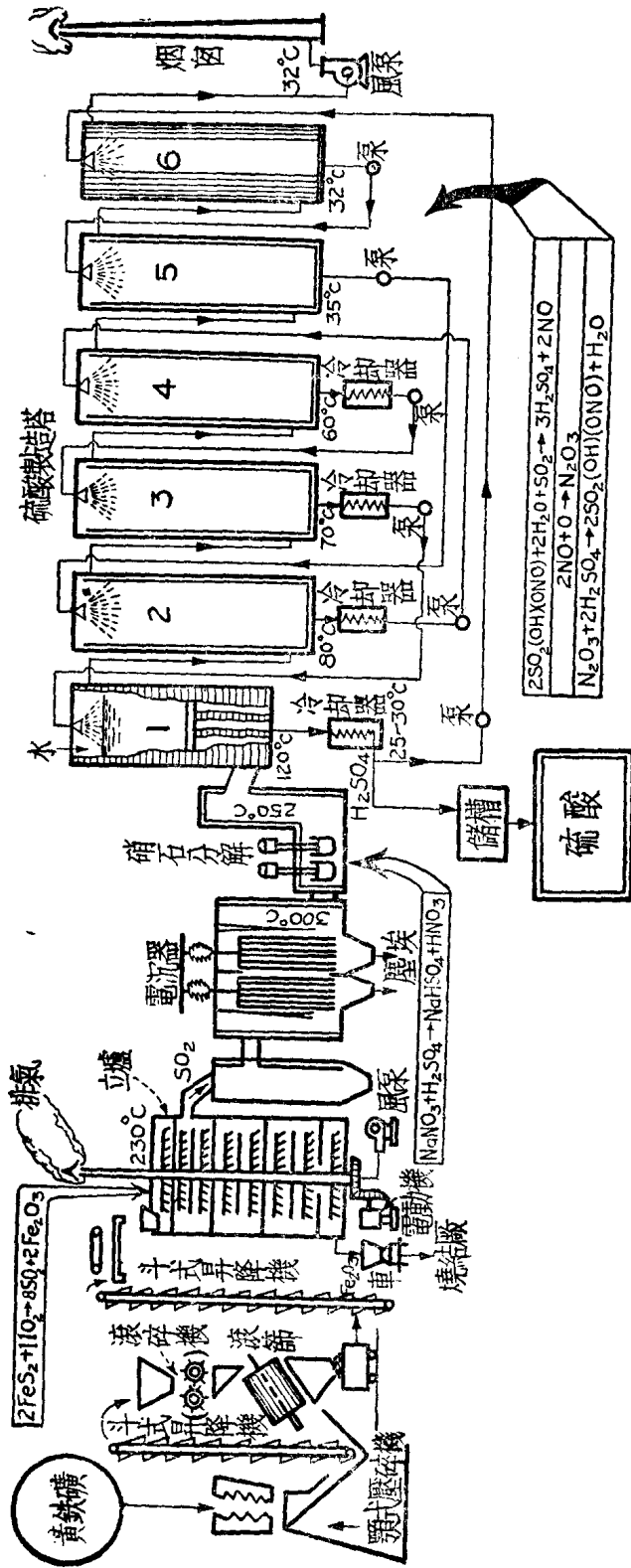


由最後一個鉛室放出的氣體，其中含有少量的氧化氮類，通入給氏塔，經硫酸吸收後，廢氣由塔頂排出。由格氏塔生成的60°Be硫酸，用泵打到給氏塔上，從塔頂噴下，將氧化氮類吸收，再用泵打到格氏塔中，發揮氧化氮類的觸媒作用，這是給氏塔的用處。

鉛室中放出50°Be的硫酸，經濃縮後，製成商業上的濃硫酸。

物質平衡 製一定量的產品，包括副產品和廢物，所需的原料是有一定的，這種原料與產品互相平衡的關係，叫物質平衡。為了便於計算成本和檢查效率起見，除了原料和產品之外，還要記錄所需工時，水，煤以及用電的數字。如圖所示：製1公噸100%硫酸，需用硫黃338.5公斤；硝石(以NH₃計算)2.5公斤；水10公噸；電16.5千瓦小時；直接人工1.2工時。

1-3 硫酸(塔式法)



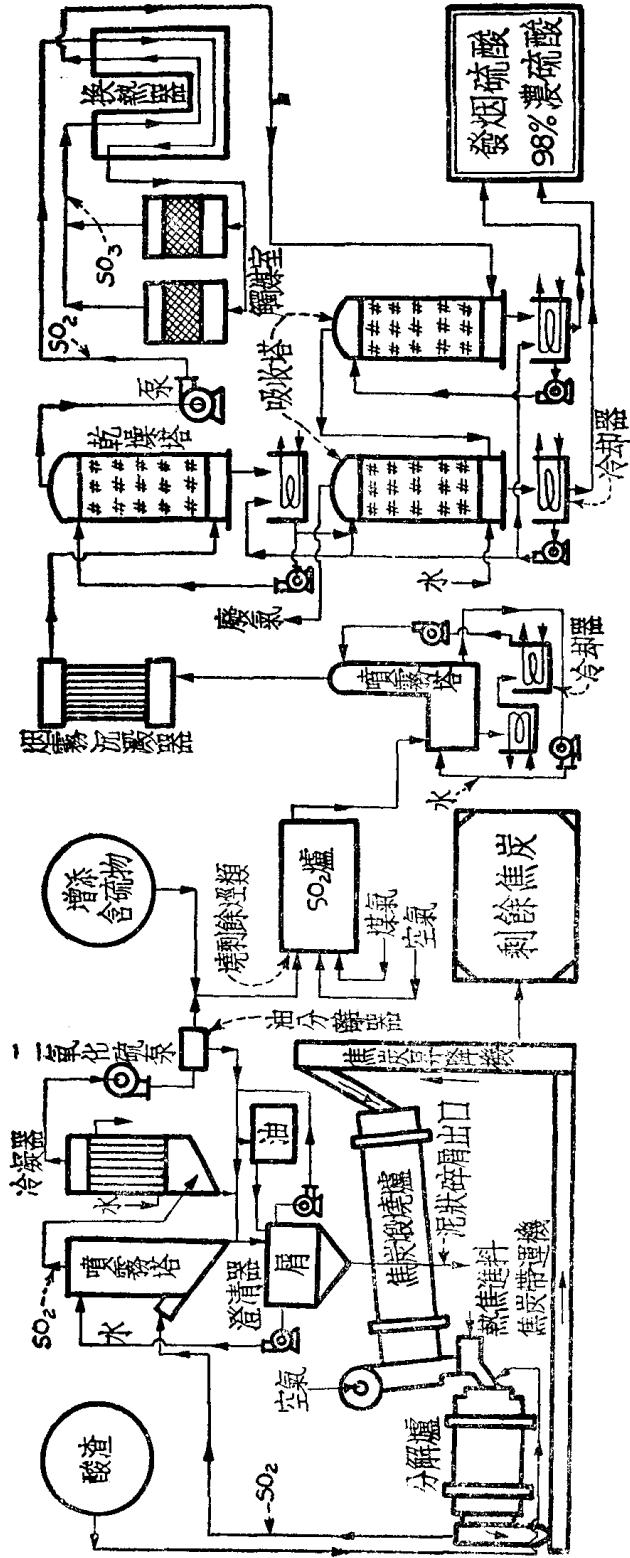
塔式為改良的鉛室法，一般採用六個塔。前三個塔兼有鉛室法中格氏塔的接觸作用，後三個塔兼有給氏塔吸收氧化氮類的用處。塔式法的優點，在於能使三氧化硫氣體通過全體製酸設備的時間延長，並且由於氣體循環次數多，塔的幾個角上的氣體容易流動，因而促進反應，增進塔的體積效率。1915年，歐洲約有三十多廠用塔式法製硫酸。我國鞍山的硫酸廠就是採用此法。

把黃鐵礦(FeS_2)放在顎式壓碎機裏壓成小塊，經斗式昇降機，送到滾碎機，藉兩齒輪的旋轉，再行壓碎，流入滾篩。過大的塊狀流回第一個斗式昇降機，重行滾碎。大小適當的礦石，由運料車經第二個斗式昇降機送到立爐，從爐頂向下降落，並由爐底送入空氣，點火燃燒。爐內的旋轉軸由電動機帶動，藉軸上的耙齒攪拌黃鐵礦，生成三氧化硫及氧化鐵的熔渣。



三氧化硫經燃燒室，進入電沉器(66仟伏)，藉高壓電的作用，使粉狀氧化鐵和塵埃迅速降落。三氧化硫遇到氧化氮類(硝石分解生成的)生成三氧化硫，進入第一塔裏，與塔頂噴下的水以及第三塔下收集的冷却硫酸相遇，生成硫酸，其餘的氣體繼續前進，依次通過各塔，廢氣由煙囪排出。第一塔下的硫酸冷却後，用泵打到第六塔上；第六塔下的酸打到第五塔上；第五塔下的酸打到第二塔上；第二塔下的酸打到第四塔上；第四塔下的酸打到第三塔上；第三塔下的酸再打到第一塔上，成爲一個循環。由第一塔下，分得的硫酸，送濃縮廠中。

1-4 由煉油廠的酸渣提製硫酸



煉油廠的酸渣與焦炭在分解爐中煨燒，爐下的焦炭藉帶運機及昇降機送煨燒爐處理後，再入分解爐。製成的二氧化硫送入噴霧塔，由塔頂向下噴水，除去泥狀碎屑，然後進入冷凝器，用泵打入油分離器，再除去固體物質。煉油廠中的酸渣，有時含硫較少，在這種情形下應增添含硫物，共入二氧化硫爐，並通入煤氣和空氣，使含硫物完全燃燒。

生成的二氧化硫氣體，經噴霧塔、冷卻器，入烟霧沉澱器，除去塵埃，經乾燥塔、換熱器，入觸媒室，藉五氧化二鈮或鉑觸媒的作用，變成三氧化硫；再經換熱器，入吸收塔，由塔頂噴硫酸，以吸收三氧化硫，而得到濃硫酸或發烟硫酸。廢氣自塔頂放出。