

高級中學

化学工艺基础知识

湖北省教育厅教研室

高級中學

化学工艺基礎知識

全一冊

湖北省教育庁教研室編

湖北省新华書店經售

湖北省新华印刷厂印

1959年9月第一版

1959年9月第一次印刷

定 价：0.84

前 言

根据中央規定，中学教学計劃中已把生产劳动和生产基础知识列为正式課程。在生产劳动的过程中教給学生一定的工农业生产基础知识，培养学生正确的劳动观点、态度、习惯和一定的生产技能、技巧。

在中学六年过程中，究竟应从事那些种类的工农业生产，学些什么工农业生产基础知识，中央未作具体規定。我們認為，从事那些工农业生产，这要从各地各校具体情况出发，因时、因地、因人制宜，从无到有，从小到大，逐步发展，逐步提高。就我省实际情况看，絕大多数的中学五七年以来都在进行农业生产，开设了农业基础知识課。部分学校从事工业生产，特别是五八年教育大革命，大办工厂、农場，一般学校建立了不同規模的生产劳动基地，并进行了一些有关工业基础知识的教学。

从一般情况和要求出发，初中应以从事农业生产、学习农业生产基础知识为主；高中应以从事工业生产、学习工业生产基础知识为主。具体安排，我厅的意見是：初中一、二年級結合农业生产学习农业基础知识，初三可以进行简单的工业生产如木工、金工和简单电路安装学习初步的工业层基础知识；可以結合化学課或农藥化肥的制造使用等活动学习化工基础知识。高中一、二上結合机械生产或实习学习机械工艺基础知识，高中一、二下到高三上結合化工生产或实习学习化工基础知识，高

三下結合电工劳动或实习学习电工基础知識。这样，在六年过程中，学生可以掌握工农业生产的一般基础知識、技能、技巧。

依据以上的安排，我厅曾編印农业基础知識，全省中学几已普遍采用；現在編成的机械工艺基础知識和化学工艺基础知識兩書，供高中教学試用。其余如初三工业工艺和高三电工也在計劃編写中。

化学工业是工业部門的主要工业之一，它为社会主义建設創造物質財富，广泛地供給国民經济各个部門及国防工业和人民生活的需要。农村的劳动人民在生活实践中早已运用了化学工艺知識，如制糖，酿酒、燒磚瓦、石灰、生产植物纖維、造紙、瀉制肥料等，这些都急需根据化学工艺的原理加以提高，这对当前农村实现四化中的化学化具有重大意义。学生学习这門課程，毕业后参加工农业生产，可在工农业生产中促进技术革命；如果进高一級学校学习，也可打下較好的基础。因此，我省各高中应积极創造条件，爭取进行化工生产或生产实习，使学生学习这方面的知識和技能。

本書的內容包括：无机酸的制造、純碱和燒碱、化学肥料、农藥、硅酸盐工业、鋼鉄冶炼、油脂、纖維和纖維工业、高分子化合物等单元，因各地师資、設備等条件不一，学生又只能学些初步的化学工艺基础知識，各校在参考使用时，可因时、因地制宜，有选择的采用。

本書編写，参考了若干通俗讀物和采用某些書籍杂志有关內容。由于我們的水平所限和实际經驗的缺乏，本書不适当的或錯誤的地方在所难免，希望各校在参考使用中，多提意見，以便修訂。

湖北省教育厅教研室

1959年10月

目 录

第一章 无机酸的制取	1
一、硫酸	1
(一)塔氏法制硫酸	2
(二)接触法	7
二、盐酸	23
(一)用硫酸分解氯化钠制盐酸	24
(二)用明矾和食盐制盐酸	25
三、硝酸	26
(一)硝酸盐法制硝酸	27
(二)氨氧化法制硝酸	28
第二章 纯碱和烧碱	33
一、纯碱	33
(一)氨碱法	33
(二)侯氏制碱法	35
(三)土法制碱	36
二、烧碱	38
(一)石灰法制取烧碱	38
(二)电解食盐制取烧碱	40
1. 电解食盐制取烧碱	40
2. 副产品氯的利用——漂白粉的制取	44
第三章 化学肥料	48
一、磷肥	48
(一)磷肥的分类	48

(二)用无机酸制造磷肥.....	49
1. 过磷酸钙.....	49
2. 沉淀磷酸钙.....	52
3. 安福粉.....	53
二、氮肥.....	53
(一)碳酸氢铵.....	53
(二)尿素.....	58
三、硝酸钾的土法生产.....	59
第四章 农药.....	63
一、概况.....	63
二、农药的分类.....	64
三、常用农药的介绍.....	65
(一)DDT.....	65
(二)666.....	68
(三)土制敌百虫.....	70
(四)几种野生植物土制农药.....	73
四、植物生长刺激素.....	76
(一) α -萘乙酸.....	77
(二)2,4-D.....	82
第五章 硅酸盐工业.....	90
一、概况.....	90
二、重粘土产品.....	91
三、耐火材料.....	91
四、水泥制造.....	94
(一)石灰烧粘土水泥.....	94
(二)矿渣无熟料水泥.....	97
第六章 钢铁冶炼.....	102

一、鉄の冶炼	102
(一) 概述	102
(二) 土爐炼鉄的过程和原理	103
(三) 洋高爐的生产	105
(四) 小高爐的生产知識	108
二、土法炼鋼	118
(一) 土轉爐炼鋼	118
(二) 反射爐炼鋼	123
(三) 坩埚炼鋼	125
第七章 油脂	127
一、肥皂	127
二、甘油	132
三、硬化油	135
四、用植物油泥提炼人造石油	137
第八章 纖維及纖維工业	141
一、人造纖維	142
(一) 粘胶纖維	142
(二) 醋酸纖維	145
二、木材的化学工业	147
(一) 木材的水解	147
1. 制造酒精	148
2. 制造葡萄糖	148
3. 糠醛的生产	148
(二) 木材的干餾	151
(三) 木材的碳化——活性碳的制造	153
(四) 木材的其它利用	154
1. 草酸的制造	154

2. 提取单宁、树酯	156
三、造纸	157
四、棉皮及野生植物纖維脫胶和加工	162
第九章 高分子化合物	167
一、合成橡胶	168
二、塑料	171
三、合成纖維	173
四、土法制取塑料	175
(一) 用糠醛制造糠醇树脂	175
(二) 土法制造酚醛树脂	178
(三) 桐油塑料	182

第一章 酸碱工业

一、硫酸

硫酸我們在化学課中已經学過，它在化学工业发展的一切阶段中，一直是化工生产所需要的主要原料。它几乎与每一个工业部門及农业部門直接或間接地发生着关系。所以硫酸在現代国民經济中作用极大。它的最大的消費是在无机肥料工业中：大量的硫酸消耗于磷肥的生产，較少量用于生产硫酸銨。其次是用于石油产品的淨化，很多种塑料、合成纖維（如卡普隆）、染料也需要硫酸才能生产；冶金工业，机械加工工业也都离不开它。因此工农业的大跃进，必然会給我們提出更多增产硫酸的要求。

工业生产硫酸的方法由于二氧化硫（ SO_2 ）不能直接与氧反应得到三氧化硫，为了达到这一目的，采取了各种不同的方法，大体上可分为两类：

亚硝基法：塔氏法及鉛室法

接触法。

亚硝基硝化法制硫酸起源于18世紀，在那时将硫磺与硝石混合燃燒使发出的气体溶于水中以成硫酸。1746年才开始建立鉛制的反应室，这就是鉛室法的开始。生产过程是周期性的。

一般鉛室法生产强度低，在本世紀用塔代替鉛室，第一个塔式法制硫酸是1907年在奥地利建立的，那时的技术水平还不能与制造过程的要求相适应。后来經過改进，塔式法制硫酸直

到1923年才奠定了基础。

利用硝化法制酸的最大缺点,是不能制取浓酸,但在化学工业上,很多又需用浓硫酸,因此就促进了接触法的研究和产生。

(一)塔氏法制硫酸。塔式法的种类有几种,但原理都是一样,主要因塔的个数多少,流程也略有不同。这里介绍五塔式的方法。

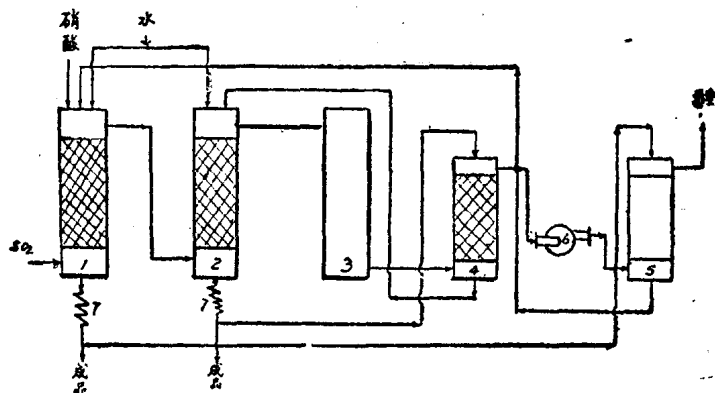


图1 塔式法制硫酸流程示意图

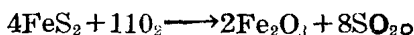
- | | |
|----------|----------|
| 1.第一生成塔; | 2.第二生成塔; |
| 3.氧化塔; | 4.第一吸收塔; |
| 5.第二吸收塔; | 6.抽风机; |
| 7.冷却管, | |

原料气经过第一、第二个塔后,二氧化硫气体与含硝酸硫酸接触反应,部分变成三氧化硫,第一塔同样起脱硝作用而产生成品酸。在第一、第二塔中加入水及补充硝酸。第三塔是完全空的使气体中的一氧化氮氧化成二氧化氮。在第四、五塔的作用是回收二氧化氮使之循环使用。

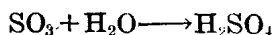
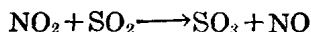
塔式法大规模生产硫酸的浓度为76—78%。用土法制取的浓度一般为63—69%。

塔式法生产原理其反应如下:

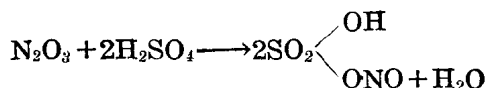
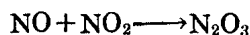
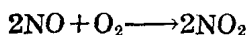
在焚矿爐中燃燒黃鉄矿



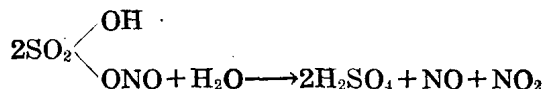
借助于氮的氧化物把 SO_2 氧化成 SO_3 , 后者溶于水生成硫酸。



把部分 NO 氧化并使之溶解于硫酸中, 便生成了含硝硫酸。



最后, 使含硝硫酸在高温下与水作用, 使之脱硝, 同时重新得到氮的氧化物, 繼續在生产上循环应用。



生产前的准备:

1. 配 酸: 因吸收塔(第四、第五塔)需用 $60^\circ\text{Be}'$ 的濃硫酸吸收 N_2O_3 , 所以生产前应先購入一部濃硫酸稀釋到 $60^\circ\text{Be}'$ 备用。投入生产后即可用第一和第三塔流下来的脱硝硫酸或含硝量較少的硫酸。

2. 烘 爐: 燃燒木柴以小火烘燃燒室达二日以上。

3. 塔 温: 第一塔入气, 温度达 320°C — 350°C 才开始噴淋混酸。

4. 檢查設備: 各塔的接綫是否正确和淋酸盆是否水平。塔上下的貯酸盆和流酸管是否合乎要求。

操 作:

在燃燒室里燃燒焦炭直到發紅，和耐火磚呈淡紅色時，即堵塞出煙口，加入黃鐵礦塊(6—8Cm)。每約4小時加料一次，每次加料20公斤。(二爐加料要相互錯開，時間和料量還可根據實際情況改變)。

在焚礦爐中生成的 SO_2 由下方進入第一酸塔，塔內溫度要求 $180-200^\circ\text{C}$ 。從塔頂噴淋混酸(HNO_3 89%， H_2SO_4 7%，和水。

開始時，向第一塔里淋入正常消耗量三倍的硝酸和 $1/4$ 的水。向第二塔里淋入正常消耗量二倍的硝酸和 $1/4$ 的水。向第四和第五塔淋入 $60^\circ\text{Be}'$ 的硫酸，並進行自体或交叉循環，直至含硝量達6—7%為止。

正常生產時，第一塔下來的脫硝硫酸由貯酸盆中倒入鉛制或搪瓷鐵桶里，傾入冷卻盆。過濾後以 $1/4$ 裝壇作為成品。 $3/4$ 仍入桶，吊到工作台上，傾入連接第五塔的淋酸盆的貯酸盆里，繼續淋下。從第五塔下來的含硝硫酸，含硝量較低，吊到第四塔上淋下。

第四塔下來的含硝硫酸含硝量達6—7%，向其中補充相當於成品 H_2SO_4 量的2%的 HNO_3 ，以一半吊到第一塔上，另一半吊到第二塔上。

第二塔下來的硫酸含硝量約3—4%，與第五塔下來的含硝硫酸混合吊到第四塔上淋下。

設 備:

①焚礦爐:

焚礦爐為深腔式塊礦爐，兩端為燃燒室，中間為除塵室。

四周牆厚38厘米，里面一層是耐火磚或用耐火土砌成，外砌青磚，耐火磚和青磚之間留1厘米的空隙，防止發生裂縫以及散熱。

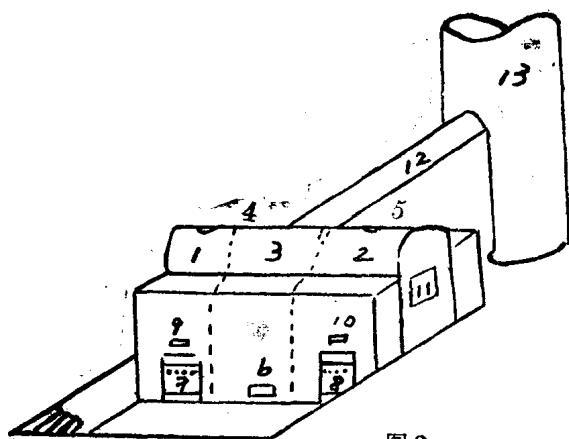


图 2

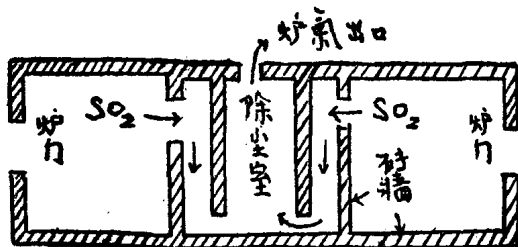


图 3

- | | | |
|-------------|----------|------------|
| 1.2. 燃燒室 | 3. 除尘室 | 4.5. 出烟口 |
| 6. 出尘口 | 7.8. 爐条 | 9.10. 出渣活門 |
| 11. 爐門——入料口 | 12. 爐气导管 | 13. 第一塔 |

爐条上方各有活門一个，以便按时除去燒結的焦炭和爐渣。在两个燃燒室的頂部各开出烟口一个，作出烟之用，否則易使爐气导管和酸塔堵塞。当焦炭燒紅后用粘土封閉。

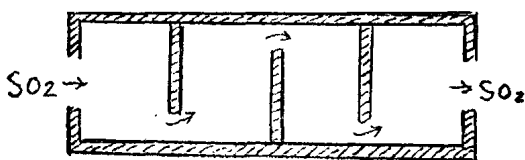
除尘室用磚砌成，其中并砌有磚墙两道使爐气不能直接由爐气导管流出。因而使气体的流速减小，便于尘末沉降，除去杂质。除尘室的下方有出尘口一个，平时用青磚堵塞并涂以粘

土。出气口和爐气导管相连接。

② 爐气导管

由青磚砌成，內部塗有耐酸材料(石英粉，滑石粉和石棉按3:1:1的比例混和均匀，用适量硅酸鈉調成泥狀)，也可用陶土制成各种管导。

导管的上方开有小孔一个，以便补充空气。导管下側开出尘口一个，平时堵塞，經一定時間將磚扒开出尘。



爐气导管

图 4

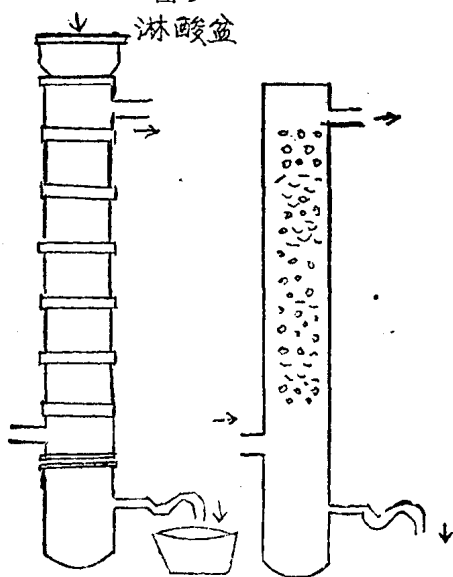


图 5 酸塔

③酸塔

酸塔的数量系根据建厂条件而考虑的，一般有五塔七塔不等，现就五塔而言，前二塔为第一、第二生成塔，第三塔为氧化塔，第四塔为第一吸收塔，第五塔为第二吸收塔。

五个塔作用虽不相同，但构造上是相同的，各由七节缸管和一个水缸组成(图5)。最上一节缸管上放有淋酸盆，在各缸管之间封闭好，以防漏气。除第五塔外，其余各塔都填充焦炭，或破瓷碗块，约占全塔容积的2/3。

(二)接触法：

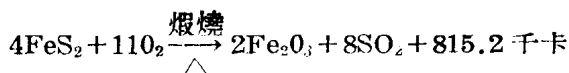
接触法制取硫酸在1831年就已经提出，在1875年工业上才实现。由于化学工业上迫切需要浓硫酸，在上世纪末，才促使接触法获得广泛应用。

在我国第一个用接触法制硫酸的是广东硫酸厂，该厂在1933年即已开始生产，后来巩县兵工厂、永利宁厂也都相继采用。由于用这种方法能得到纯硫酸与具有工业价值的发烟硫酸，所以它的发展很快。目前应用接触法生产的硫酸在我国硫酸生产总量中所占的比重正在迅速增长。

1. 接触法的基本原理

制造硫酸主要关键在于制得 SO_3 ， SO_3 与水作用即可得硫酸。但 SO_3 的制得并不是很容易的，因为硫和含硫的矿石燃烧时，都只能得 SO_2 。所谓接触法即首先燃烧硫或硫铁矿生成 SO_2 ，再将 SO_2 与氧的混合气体，在一定的温度下通过接触剂使生成 SO_3 ，然后用96%—98% H_2SO_4 吸收而成发烟硫酸。

SO_2 的生产 在工业上 SO_2 的制备，主要是用细碎的硫铁矿，在一个特制的炉中燃烧而得；也有用硫磺燃烧制 SO_2 的，但这只有在产硫多的国家才采用。我国现在都采用硫铁矿燃烧制 SO_2 。



硫鉄矿的燃燒是放热反应，所生的热量就足以維持燃燒，故不須加热，但为引起燃燒，在开始燃燒时应加一定的燃料。

SO₂轉化成SO₃ 从燃燒爐出来的混合气体，含有很多杂质，要經過一系列的净化过程，才能进入接触装置，通过触媒生成SO₃净化是十分重要的过程。因为灰尘、硫酸霧，特别是砷的氧化物和硒，很快能使触媒中毒，縮短触媒的寿命。

SO₂氧化成SO₃的反应为：



这一反应要求在一定的触媒和一定的温度下才能很快的进行。过去在工业上使用的是鉑触媒，以石棉纖維或硅凝胶作载体。鉑触媒易中毒，而且价值昂貴。現在普遍采用釩触媒，其基本成分是V₂O₅。

釩触媒价廉，轉化率比鉑以外的触媒都高，而且寿命长，不易中毒。例如对砷的稳定性較鉑大5000倍。但釩触媒也有缺点：仅适用于SO₂濃度較低的气体；要避免硫酸鉄，因为硫酸鉄严重的使釩触媒中毒。

触媒的作用只能解决化学反应的速度問題，不能改变化学平衡。例如在620°C，SO₂生成SO₃的平衡轉化率为67.9%，那就是說，在此温度下，用触媒或不用触媒，平衡轉化率永远是67.9%，用触媒不过是使这一反应很快的进行而已。

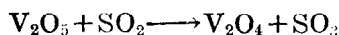
触媒为什么能使反应速度增快，一般的解釋是，触媒吸附反应气体于其表面，使互相接近这种作用与高温所引起的活化作用相結合，分子的有效碰撞就大为增加。故反应速度剧增。对鉑触媒來說，仅仅只有这种吸附作用。釩触媒除这种吸附作

氧化二氧化硫的触媒的活性表

(表 1)

物質	SO ₂ 氧化为 SO ₃ 的最大轉化率%	最大轉化率相应的溫度 °C	物質	SO ₂ 氧化为 SO ₃ 的最大轉化率%	最大轉化率相应的溫度 °C
CuO	58.7	700	V ₂ O ₅	90.0	512
Cr ₂ O ₃	81.0	580	Fe ₂ O ₃	69.5	625
Mn ₂ O ₃	22.0	700	MnO ₃	47.0	700
SnO ₂	35.0	750	WO ₃	62.5	670
TiO ₂	49.0	700	pt	99.5	425

用外，尚有其他的复杂反应。例如



中間产物硫酸氧钒(VOSO₄)在450°C时很稳定，超过450°C便能分解：



这样，钒触媒生成中間产物再分解后，又恢复了原来的成份(V₂O₅)，而使SO₂氧化成SO₃。这也是钒触媒的一种接触作用。

钒触媒在450°C以下活性极小，在700°C以上时易重结晶，顆粒变大，减少了活性中心，故钒触媒的最适宜温度在450°—700°C。

触媒中毒，是因为杂质吸附在表面降低触媒的活性，杂质还可与触媒生成化合物。例如 As₂O₃ 在钒触媒的表面可生成 V₂O₅·As₂O₅，使钒触媒中毒而失去接触能力。

SO₂氧化成SO₃是放热反应，而且体积缩小。根据影响化学平衡的原理，降低温度增加压力可使反应向右进行；同时增加反应物的浓度也可使反应向生成SO₃的方向进行。