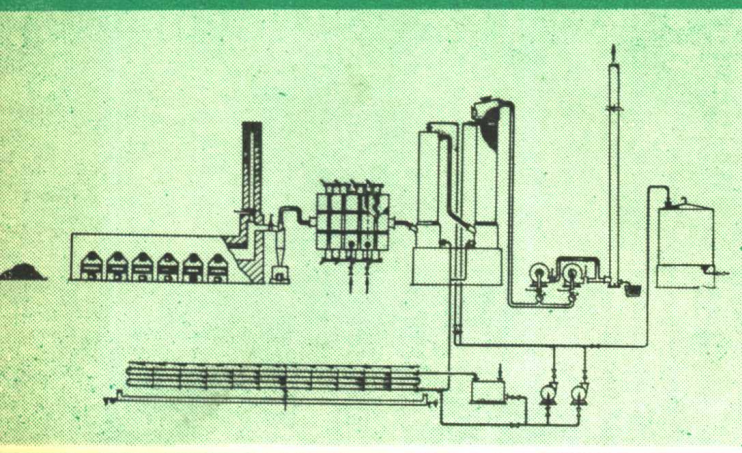




小型接触法硫酸的生产

汤桂华 应燮堂编

石油化学工业出版社

小型接触法硫酸的生产

汤桂华 应燮堂 编

石油化学工业出版社

内 容 提 要

我国小型土法接触硫酸(简称小接硫)在大跃进中产生,并在无产阶级文化大革命中获得了很快的发展,本书主要介绍2000吨/年小型接触法生产硫酸的流程。这种流程适合县、公社两级小磷肥厂生产硫酸采用。工艺上采取的流程是“干法净化”的一种,即用块矿炉焙烧、干法净化、湿法转化、冷凝成酸的流程,与一般“湿法净化”流程有很大区别。

全书是以小接硫生产方法为主,结合南京化学工业公司设计院的2000吨/年小接硫二版通用设计进行介绍,注意突出了“小”与“大”、“土”与“洋”的区别。全书共分五章,分别介绍了小接硫的生产原理、主要设备及其维护检修、生产操作、技术管理以及有关建厂的基本知识。还介绍了几个简单易行的分析方法和有关计算,书的最后附有结束语和附录。书中总结了近年来特别是无产阶级文化大革命以来广大工人群众在生产实践中创造的丰富经验。在文字叙述上深入浅出,理论联系实际,较为实用。

本书在编写过程中,南京化学工业公司设计院领导给予很大支持和指导,并组织有关同志协助进行审稿、绘图和制表等工作。

本书可供县、公社小磷肥厂从事硫酸生产的工人同志学习,也可供技术人员及领导干部参考。

小型接触法硫酸的生产

汤桂华 应璧堂 编

(只限国内发行)

*

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092¹/₃₂

印张 9

字数 193 千字

印数 1—8,500

1975年5月第1版

1975年5月第1次印刷

书号 15063·化34 定价 0.62元

毛 主 席 语 录

打破洋框框，走自己工业发展道路。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

有两个积极性，比只有一个积极性好得多。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

一九五八年，在党的社会主义建设总路线指引下，全国出现了群众性大办小、土工业的热潮，土法接触硫酸（简称土接硫）就在那时产生，并在全国各地迅速地发展起来。但是，小（土）接硫这个大跃进中产生的新生事物，由于受到刘少奇反革命修正主义路线的严重破坏。一九六〇年以后，大多数小（土）接硫被迫下马。但也有少数地方顶住这股下马妖风，坚持毛主席革命路线，积极支持和扶植新生事物，使小（土）接硫从小到大、由土到洋，不断成长壮大，在支援农业，发展地方工业中发挥了很大作用。

伟大的无产阶级文化大革命，摧毁了以刘少奇、林彪为首的两个资产阶级司令部。毛主席的革命路线更加深入人心，极大地调动了广大人民群众的社会主义积极性，促进社会主义建设的迅猛发展。无产阶级文化大革命以来，地方上大办“五小”工业。为小磷肥配套的小（土）接硫也获得很大发展。例如河北省 1973 年小（土）接硫的生产能力猛增为文化大革命前的 27.7 倍，它们的产量相当于两个大型硫酸厂。北京市昌平区大东流公社靠着自力更生、艰苦奋斗精神，用了四个多月时间建成一个年产 2000 吨小接硫，自己生产磷肥。解决了公社对化肥的迫切需要，为社办工业支援农业树立了榜样。贫下中农自豪地说：“咱们庄稼人也能搞出酸来！”象昌平区大东流公社这样的例子何止一个！

小(土)接硫为什么能迅速发展?首先,它体现了毛主席提出的“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针,以及党的一整套“**两条腿走路**”方针,发挥两个积极性,坚持为农业服务的正确方向,因而具有强大的生命力。其次,农业生产迫切需要硫酸生产磷肥,而地方上一般又具备建设小(土)接硫的条件,很多县甚至公社都能兴办。可以充分利用当地的资金和分散的资源,就地取材,投资少、收效快,支援农业能很快见到收益,深受贫下中农的欢迎,充分发挥地方的社会主义积极性。

小(土)接硫在生产技术上也不断前进。一九五八年,南京化学工业公司设计院设计的小接硫能力仅为400吨/年。经过群众的实践和改进很快就突破这个能力,达到1000~2000吨/年。特别是无产阶级文化大革命以来,小(土)接硫在土洋结合方针的指导下技术上逐步完善,工艺流程、设备都有很大改进。有的单位在某些技术经济指标上已达到或接近于小(洋)接硫水平。目前,南京化学工业公司设计院编制的年产2000吨硫酸通用设计(第二版)就是在总结群众生产经验的基础上进行设计的。

小(土)接硫在实践中创造的一些经验,其技术意义已超出小型土法的范围。例如卧式转化器已应用到年产5000吨和年产10000吨“干法净化”流程的硫酸厂。又如双塔冷凝吸收流程,简单而有效地解决了含三氧化硫湿气体的冷凝成酸问题。这个原理有可能推广应用到一些具有“湿法转化”特点的接触法硫酸生产中,例如大型的“干法净化”制酸、硫化氢制酸、明矾石还原煅烧气制酸等,可望不用昂贵的电除雾器而又可消除尾气带酸雾造成的严重大气污染。为多快好省地发展我国硫酸工业创造条件。

小(土)接硫开创了我国“干法净化”制酸的先例,它是走

中国自己工业发展道路的产物。根据小(土)接硫原理发展成的“干法净化”制酸比一般“湿法净化”制酸设备少、流程短、投资少、成本低、没有污水或污酸排放,有利于环境保护。干法净化,在国内或国外都是值得注意的发展动向之一。

小(土)接硫的出现、发展和普及,适应了我国小磷肥工业的迅速发展,为支援农业做出了积极的贡献,使过去不生产硫酸的地区现在都能够自己生产硫酸,并培养锻炼了一大批硫酸生产工人和技术人员。鉴于目前一般介绍硫酸生产的书籍都是侧重于大型洋法,介绍小(土)接硫的资料极感缺乏。因此,在批林批孔运动普及、深入、持久开展的大好形势鼓舞下,我们编写了这本反映当前小(土)接硫技术水平的介绍年产2000吨小型接触法硫酸生产的书籍。编写本书的目的是尽可能理论联系实际地介绍大跃进以来特别是无产阶级文化大革命以来小(土)接硫生产实践中创造的丰富经验,为小(土)接硫的生产工人、技术人员提供参考。由于编者水平所限,本书肯定还存在不完善或错误之处,希望同志们给以批评指正。

编 者

目 录

第一章 硫酸工业概述	1
第一节 硫酸的性质和用途	1
一、硫酸的组成及其性质.....	1
二、硫酸的用途.....	6
三、硫酸的品种和规格.....	7
第二节 硫酸的工业生产	9
一、两大生产方法.....	9
二、硫酸工业的特点.....	10
第三节 接触法硫酸的生产过程	12
一、工业生产方法.....	12
二、生产工艺流程.....	16
三、小接硫生产工艺特点.....	24
第二章 小接硫各生产工序的工艺过程原理和主要设备	27
第一节 原料和原料准备	27
一、硫铁矿的性质和来源.....	27
二、硫铁矿的破碎和筛分.....	30
三、粉矿的利用.....	34
四、对原料的要求.....	39
第二节 原料的焙烧	41
一、硫铁矿焙烧的原理.....	42
二、影响硫铁矿焙烧速度的因素.....	44
三、块矿炉.....	47
四、块矿炉的焙烧强度.....	53
五、提高焙烧强度的途径.....	56

六、富矿和贫矿的焙烧	61
七、简易计算	65
第三节 炉气的净化	66
一、炉气净化的要求	66
二、有害杂质的除去	69
三、除尘设备及其除尘原理	71
第四节 二氧化硫的转化	75
一、有害杂质对钒触媒的影响	75
二、二氧化硫的催化氧化	79
三、转化器	83
第五节 硫酸蒸气的冷凝	86
一、冷凝是怎样进行的	88
二、怎样提高成酸率	92
三、冷凝成酸系统的生产流程	95
四、冷凝成酸系统的主要设备	98
五、成品酸可能达到的浓度	109
第六节 流体输送	112
一、离心泵和离心鼓风机的基本知识	112
二、小接硫使用的鼓风机和酸泵	119
三、管道和阀门	121
第三章 生产操作	127
第一节 开工前的准备工作	127
一、单体试车	127
二、原材料的准备和设备标定	129
三、生产用工具及其它用品的准备	132
四、人员的培训	134
第二节 系统的开停车	135
一、系统开车	135
二、计划停车	139
三、临时停车	141

第三节 正常生产操作方法	141
一、岗位操作法	142
二、系统的调节方法	152
第四节 故障处理	157
一、设备操作中的故障	157
二、正常工艺指标及不正常情况的处理	161
第五节 安全生产注意事项	161
一、一般防护知识	161
二、安全规则	167
三、冬防措施	169
第四章 生产技术管理	171
第一节 技术经济指标和生产成本核算	171
一、生产效率	172
二、指标控制	177
三、硫酸生产的消耗定额与生产成本	179
第二节 设备的维护和检修	183
一、维修工作要点	184
二、机械的维修	185
三、一般设备和管道的维修	187
第三节 钒触媒的维护	191
一、钒触媒常识简介	191
二、关于旧触媒的使用原则	192
三、钒触媒的维护和保管	193
第四节 生产控制仪表和分析	194
一、温度的测量	194
二、压力的测量	200
三、液面的测量	203
四、气体中二氧化硫浓度的分析	205
五、成酸率的测定	207
六、双倍稀释比重法测定硫酸浓度	207

七、用比重法测定矿石含硫量	208
第五节 环境保护和综合利用	214
一、小接硫与环境保护	214
二、防止对大气污染	215
三、防止对水体污染	222
四、综合利用	223
第五章 建厂需要知道的几个问题	226
第一节 建厂条件和厂址选择	226
一、建厂条件	226
二、厂址选择	227
三、车间布置	228
第二节 对土建、供配电、供排水的要求	229
一、对土建的要求	229
二、对供配电的要求	230
三、对供排水的要求	231
第三节 耐硫酸腐蚀的材料	231
一、金属材料	232
二、非金属材料	234
第四节 施工注意事项	240
一、块矿炉	240
二、旋风除尘器	241
三、转化器	241
四、塔设备和循环槽	242
五、浓酸冷却器	245
六、塑料鼓风机	246
七、工艺管道	247
八、设备及管道的保温和油漆	249
结束语	250
一、小接硫发展中存在的问题	251
二、小接硫发展前景的讨论	253

附录	258
一、双倍稀释法硫酸浓度与密度对照表	258
二、冷激空气系数和转化率的计算方法	263
三、硫酸的结晶温度	264
四、小接硫生产操作记录表格	265
五、用小接硫成品酸制取蓄电池硫酸和试剂硫酸	266
六、废旧钒触媒的回收利用	268
七、水玻璃模数的测定方法	272
八、焙烧工保健中药	275

第一章 硫酸工业概述

硫酸工业是基本化学工业之一。硫酸是一种重要的化工原料，它的用途几乎遍及各行各业。大量的硫酸消耗在化肥生产中。

在系统地介绍小型接触法硫酸(以下简称小接硫)生产之前，先对硫酸和硫酸工业作一概括的介绍。

第一节 硫酸的性质和用途

纯粹的硫酸是一种无色透明油状液体，化学式为 H_2SO_4 ，分子量为 98.08。小接硫由于简化了生产流程，成品酸中杂质较多，外观略带灰、白等颜色，但不影响磷肥生产。

硫酸的各种各样特性不仅决定了它具有广泛的用途，而且也和他生产过程的特点密切相关。为此有必要首先介绍硫酸的性质和用途。

一、硫酸的组成及其性质

硫酸是三氧化硫(SO_3)和水(H_2O)的化合物。一个三氧化硫分子同一个小水分子结合得到的产物就是纯硫酸(H_2SO_4)，也就是 100% 浓度的硫酸(通常说硫酸就是指 100% 硫酸)。硫酸能以任意比例同水混和，混和时放出热量。

工业硫酸是 100% 硫酸的水溶液。它的成分是以其中所含 H_2SO_4 的重量百分数来表示。例如 93% 硫酸(简称 93 酸

但不叫做“93度酸”)就是每 100 份重量中含有 93 份重量硫酸。所谓“发烟硫酸”就是三氧化硫在 100% 硫酸中的溶液。这种硫酸暴露在空气中时能放出三氧化硫蒸气,它迅速同空气中水分结合而成硫酸雾,故称之为发烟硫酸。发烟硫酸的成分通常是以其中所含游离 SO_3 (即超过 100% H_2SO_4 以外的 SO_3) 的重量对全部发烟硫酸重量的比率以百分数来表示。例如 20% 发烟硫酸,即每 100 份重量这种硫酸含有 20 份重量游离 SO_3 ,其余 80 份重量为 100% 硫酸。另一种表示方法是把游离 SO_3 也折合成 100% 硫酸,例如 20% 发烟硫酸也称为 104.5% 硫酸(简略称 105 酸),意即每 100 份重量这种酸加入 4.5 份重量的水后可以得到 104.5 份重量浓度为 100% 的硫酸。

浓硫酸(通常是指 90% 以上硫酸)腐蚀性非常强烈,能同许多金属或非金属物质发生化学作用。浓硫酸有强烈的吸水性,常温下在空气中它不仅不会挥发,反而会吸收空气中水分使浓度变稀体积增大。棉麻织物、木材和纸张等有机物都是碳和水的化合物,当它们与浓硫酸接触时,浓硫酸便夺去这些物质中的水分而只剩下了碳,就象被烧坏那样。人的机体组织接触到浓硫酸也会发生烧伤,称之为硫酸烧伤。

硫酸的化学性质可以从它的应用中表现出来。在谈到它的用途时将再作介绍。硫酸的密度、结晶温度、稀释热等物化性质对于生产操作控制有关。了解这些性质对生产操作将会有一定的指导意义。

(一) 硫酸的密度

密度是单位体积物质的质量,单位是克/厘米³。但表示硫酸水溶液的密度习惯上多用比重。比重的定义是指某物质的重量与同体积的 4°C 的纯水重量的比值,因而没有单位。

由于 1 克 4°C 纯水的容积等于 1 厘米³，所以同一物质的比重或密度二者在数值上是一致的。

在同一温度下，硫酸水溶液的比重随着它浓度的增加而增加，当浓度达到 97% 时比重达到最大值。浓度在 97~100% 范围内，浓度提高比重反而下降。同一浓度的硫酸，它的比重随温度的升高而降低。

工厂日常生产控制中用比重计来测定硫酸的比重，同时测出它的温度，就可以按表查出它的浓度。但用比重法测定含有杂质的硫酸水溶液，查得的浓度比实际略偏高。

硫酸的浓度越高，随浓度而变化的比重变化幅度越不显著。因此通过测量浓酸比重再查表求其浓度，结果会误差很大。较为准确的方法应该用双倍稀释比重法测定硫酸的浓度（见第四章第四节）。

目前国内生产的普通比重计大部分是比重 $D_{15.5}^{15.5}$ （表示 15.5°C 液体与同体积的 15.5°C 纯水比较的比值）与“波美”度 $^{\circ}\text{Bé}$ 对照的。波美比重计是 18 世纪末叶法国人波美所设计，分度方法是以 15.5°C 水作为零点，而以 10% 食盐水温度 15.5°C 时作为 10° ，将此两点之间的距离平均为十等分， 10° 以上按此外推。由于“波美”度不具有物理上的意义，用它来表示密度又不够准确（分度较大），用它表示酸的浓度又容易发生误解，所以这种表示方法将逐渐淘汰。但有些工厂中还习惯于沿用“波美”度来表示硫酸的密度或浓度。

波美度 ($^{\circ}\text{Bé}$) 与比重 ($D_{15.5}^{15.5}$) 之间换算公式如下：

$$D_{15.5}^{15.5} = \frac{144.3}{144.3 - ^{\circ}\text{Bé}}$$

$$^{\circ}\text{Bé} = 144.3 \left(1 - \frac{1}{D_{15.5}^{15.5}} \right)$$

波美度 ($^{\circ}\text{Bé}$) 与密度 (D_4^4 ——表示系与 4°C 蒸馏水比较的比重) 之

间换算公式如下:

$$D_4' = \frac{144.3}{144.3 - ^\circ\text{Be}} \times 0.99905 = \frac{144.16}{144.3 - ^\circ\text{Be}}$$

$$^\circ\text{Be} = 144.3 - \frac{144.16}{D_4'}$$

(二) 结晶温度

知道硫酸的结晶温度对于搞好生产、储存和运输硫酸等工作很有帮助。硫酸水溶液的结晶温度随着硫酸含量的不同而在一个极广阔的范围内变化(图1)。图中的几个最高或最低点的结晶温度和相应浓度见表1。

表1 硫酸水溶液的结晶温度

硫 酸 %	结晶温度 °C	图1中的点	硫 酸 %	结晶温度 °C	图1中的点
0	0	A	73.68	-39.87	F
37.55	-73.10	B	84.48	8.56	G
57.64	-28.36	C	93.77	-34.86	H
67.80	-47.46	D	100	10.371	I
73.13	-39.51	E			

为了避免冬季生产时出现硫酸冻结事故,往往尽可能选择一个与较低结晶温度相应的产品浓度。从图1中可看到,在93.77%硫酸前后的曲线很陡,说明在严冬季节严格控制成品酸浓度有着重要意义。浓度在75~100%范围内的硫酸结晶温度见附录三。

(三) 稀释热

如果将100%硫酸以水稀释就有热量放出,稀释后的浓度越低放出的热量也越多。放出的热叫做稀释热。图2是根据实验数据绘成的曲线。由图2中可知,当将100%硫酸稀释到75%时,稀释热为94千卡/公斤 H_2SO_4 。这个热量足以

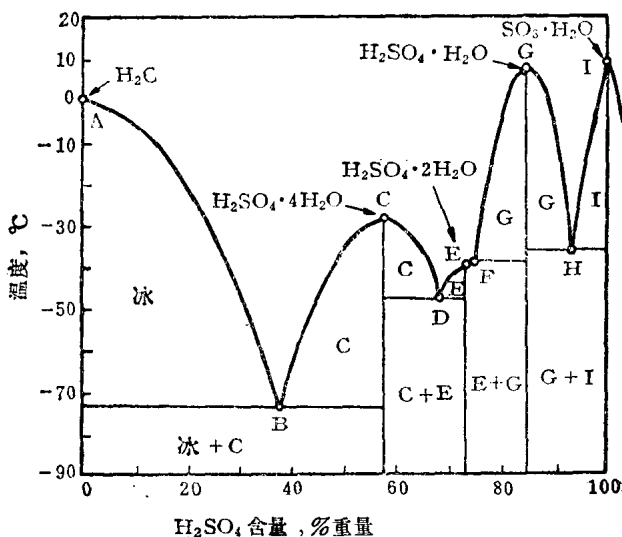


图1 $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4$ 系统结晶图

把稀释后的酸温提高 145°C 。
如果将 H_2SO_4 无限稀释下去，
这样整个过程放出热量的总和
称为溶解热或无限稀释热。它
等于 224.5 千卡/公斤 H_2SO_4 。

由于浓硫酸的稀释热很大，因此在将硫酸稀释时应避免将水倾注于酸中，以免发生局部过热而使来不及混合的水急骤蒸发，造成硫酸沫飞溅伤人（这种情况与热油锅中滴入水滴造成油沫飞溅很相似）。

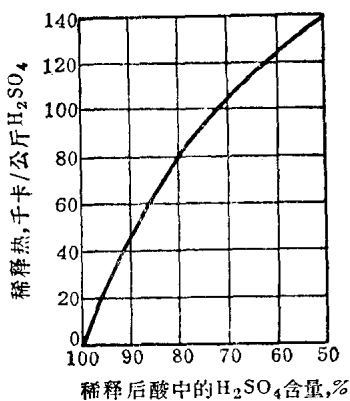


图2 用水稀释 H_2SO_4 的稀释热