

硫酸制造

[苏] A. P. 阿美林 著

化学工业出版社

81.221
335

硫酸制造

〔苏〕 A. I. 阿美林 著

化工部技术司翻译组 译

化学工业出版社

本書闡述現代接觸法及塔式法利用各種原料來製造硫酸的生產過程，並對硫酸的濃縮、100%二氧化硫和三氧化硫的製造都進行了探討，同時也闡述了生產過程的物理、化學原理。對近年來新發展的生產設備、生產過程中的自動控制與調節，以及最主要的計算方法也作了必要的說明。附錄內還列有供計算用的參考資料。

本書可用作中等技術學校的教科書。本書中有一部分較新穎的資料，故對高等學校的學生及從事於硫酸工業的工程技術人員均有閱讀的價值。

本書由化學工業部技術司翻譯組管冬生、楊同璋、史仲蓉三同志翻譯，譯出後經華東化工學院吳志高、巫安泰兩先生技術校訂。

A. Г. АМЕЛИН
ПРОИЗВОДСТВО
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ
ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА · 1956)

硫酸製造

化學工業部技術司翻譯組 譯

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第092號

化學工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

開本: 850 × 1168公厘 ^{1/32}	1959年4月第1版
印張: 10 ^{18/32} 插頁: 3	1959年4月第1次印刷
字數: 263千字	印數: 1—12,000
定價: (10) 1.80元	書號: 15063·0436

序

本书阐述了化学工业中最重要产品之一——硫酸的制造。书中以论述近年来所改进的硫酸生产过程和设备作为重点。对陈旧的生产过程未作进一步的研究；但对我国工厂内仍在使用的，而应加以更换或改建的设备则作了简略的叙述。书内阐述了以硫铁矿、硫化氢和100%二氧化硫为原料的接触法的新流程，多段式接触装置及触媒的制造方法。对以硝化法制造硫酸的五塔系统进行了详细地研究（采用这种塔式系统，是在1954年硫酸工业生产者代表专业会议上决定的）。同时对新近掌握的除去塔式系统尾气中氮氧化物和酸雾的装置进行了阐述。

硫酸生产中的自动化，在本书用了单独的一章作了专门的阐述。根据苏联共产党第二十次代表大会的指示，硫酸生产的自动化，将在第六个五年计划内广泛地加以采用。本书所介绍的自动化流程及其方法，虽然可能予以补充和改进，但它们所依据的原理则不会改变。因此将这些原理介绍给读者们，无疑地是非常必要的。

本书除了对生产过程的理论基础、设备和技术规程加以阐述外，还对生产过程中基本数据的计算、物料和热量衡算，以及制造硫酸的设备计算都予以极大的注意。

根据虚拟接触时间与温度间的关系数据，对中间换热式接触器的最简单的计算方法作了相当详细的叙述。同时介绍了一些净化工段和吸收工段内水及三氧化硫的物料衡算公式。这些公式表达得比较简单扼要，以便应用并使读者对各种因素、对工艺过程指标的影响能有一个清晰的概念。为了说明起见，还进行一些典型例子的计算。

在编写本书时，作者遇到了很多困难，因为作者必须应用易为中等技术学校学生理解的体裁来编写硫酸生产中所特有各种复杂的规律性。同时，说明近年来设计出的新的生产流程和设备，也有很大的困难，因为这些新的生产流程和设备，虽在工业上已被普遍承认，并在工厂内也得到了广泛的应用，但对它们在不同生产条件

下的情况，还研究得很不充分。

上述困难，无疑地会影响材料的编写，因此作者衷心感谢读者指出本书的缺点。

A.Γ.阿美林

目 录

序.....	5
緒言.....	7

第 一 篇

第一章 总論	11
历史簡述.....	11
硫酸及发烟硫酸的性質.....	13
二氧化硫的性質.....	22
三氧化硫的性質.....	23
硫酸的种类.....	24
硫酸的儲存和运输.....	26
第二章 制造設備所用的材料	28
金屬与合金.....	29
耐酸的无机材料.....	31
耐酸的有机材料.....	32
第三章 制造硫酸所用的原料	34
硫铁矿.....	35
有色冶金工业的废气.....	37
硫磺.....	38
由天然矿中提取硫磺.....	40
气凝硫的制取.....	41
煤加工时所生成的气体.....	43
其他原料.....	44
第四章 焙烧前原料的处理	45
原硫铁矿的粉碎.....	45
浮选硫铁矿的干燥.....	52
第一篇参考文献.....	53

第二篇 二氧化硫气的制造

第五章 原料的焙烧	54
含硫原料焙烧过程的物理-化学原理.....	54
硫铁矿焙烧爐.....	61
机械爐.....	61
臥式回轉爐.....	68
悬浮焙烧爐.....	68
沸騰层焙烧爐.....	71

硫铁矿的送入爐內和矿渣的卸出	73
矿渣的利用	76
爐气废热的利用	76
焚硫爐	77
用BX3爐焙烧硫铁矿时, 焙烧工段的物料及热量平衡	79
第六章 炉气中矿尘的清除	83
爐气的机械除尘法	83
爐气的电除尘法	85
第七章 二氧化硫的濃縮和液化	91
二氧化硫的濃縮	92
二氧化硫的液化	97
第二篇参考文献	98

第 三 篇

接触法制造硫酸

用硫铁矿为原料的接触法硫酸的生产流程	100
第八章 炉气的淨化	103
气体淨化过程的物理-化学原理	103
酸霧的形成及分离	105
气体的干燥	108
二氧化硫被干燥酸带走的損失	111
干燥塔中霧的形成	113
无酸霧生成的爐气淨化法	114
現代接触法硫酸厂的淨化工段	117
淨化工段的流程	117
淨化工段的設備	119
气体淨化的工艺条件	134
由爐气中提取 硫	134
第九章 二氧化硫氧化为三氧化硫	136
用触媒氧化二氧化硫的物理-化学原理	136
平衡接触率	138
SO_2 氧化为 SO_3 的反应速度	140
钨触媒	141
用钨触媒将 SO_2 氧化为 SO_3 的氧化过程的进行条件	146
触媒需要量的計算	151
用钨触媒使 SO_2 氧化为 SO_3 的最适宜条件	154
現代硫酸厂的接触工段	158

中間換熱式接觸器	159
內部換熱式接觸器	164
接觸過程的工藝條件	171
第十章 三氧化硫的吸收	175
由氣體混合物中吸收三氧化硫的物理-化學原理	175
以硫酸吸收 SO_3 的最適宜條件	176
接觸系統中水的平衡和發煙硫酸的產量	179
現代硫酸廠的吸收工段	184
吸收工段的工藝條件	195
干燥-吸收工段的物料平衡	196
100%三氧化硫和高濃度發煙硫酸的製造	199
廢氣的淨化	201
蓄電池硫酸和試劑硫酸的製備	202
第十一章 以硫磺和其他原料用接觸法製造硫酸	204
用硫磺製造硫酸	204
以硫化氫作原料的濕式接觸法製造硫酸	208
由濃二氧化硫制取硫酸	212
由石膏制取硫酸	213
第十二章 氣體和酸的輸送	214
設備的流體阻力	214
第三篇 參考文獻	223

第 四 篇

硝化法製造硫酸

塔式法製造硫酸的工藝流程	225
第十三章 硝化法的物理-化學原理	228
用硫酸吸收氮氧化物	228
硫酸吸收氮氧化物的速度	234
用含硝硫酸吸收二氧化硫	236
以含硝硫酸氧化二氧化硫	240
自含硝硫酸中釋出氮氧化物(脫硝)	243
氣相中氧氧化一氧化氮的過程	243
第十四章 塔系的設備	245
塔	245
酸冷卻器	252
循環酸收集器和高位槽	255
供給塔以氮氧化物的設備	255

第十五章 塔系的工艺条件	257
塔数目	257
喷淋流程	259
喷淋密度	260
喷淋酸的浓度	260
喷淋酸的温度和含硝度	261
氮氧化物在吸收前的预处理	263
热量平衡和冷却流程	264
废气中有害物质的清除	268
硝化法硫酸制造的强化和改进	269
第十六章 硫酸的浓缩	271
浓缩硫酸的物理-化学原理	271
热气体直接和酸接触的浓缩法	274
鼓式浓缩装置	275
外部加热的浓缩法	284
按分馏原理操作的浓缩装置	284
真空浓缩法	286
过热蒸汽浓缩法	287
在塔系中制造矾油	288
沉没燃烧浓缩法	289
硫酸的裂解	290
第四篇参考文献	292
第 五 篇	
第十七章 硫酸生产过程的自动控制和自动调节	293
生产控制	294
主要参数控制法	294
生产过程的自动调节	299
硫铁矿焙烧过程的自动调节	299
炉气洗涤过程的自动调节	301
干燥-吸收工段的自动化	302
接触工段的自动化	307
接触法硫酸生产过程的全部自动化	309
第十八章 硫酸生产的安全操作条件	313
安全操作规程	315
第十九章 产品的成本	316
第五篇参考文献	319
附录	320

目 录

序.....	5
緒言.....	7

第 一 篇

第一章 总論	11
历史簡述.....	11
硫酸及发烟硫酸的性質.....	13
二氧化硫的性質.....	22
三氧化硫的性質.....	23
硫酸的种类.....	24
硫酸的儲存和运输.....	26
第二章 制造設備所用的材料	28
金屬与合金.....	29
耐酸的无机材料.....	31
耐酸的有机材料.....	32
第三章 制造硫酸所用的原料	34
硫铁矿.....	35
有色冶金工业的废气.....	37
硫磺.....	38
由天然矿中提取硫磺.....	40
气凝硫的制取.....	41
煤加工时所生成的气体.....	43
其他原料.....	44
第四章 焙烧前原料的处理	45
原硫铁矿的粉碎.....	45
浮选硫铁矿的干燥.....	52
第一篇参考文献.....	53

第二篇 二氧化硫气的制造

第五章 原料的焙烧	54
含硫原料焙烧过程的物理-化学原理.....	54
硫铁矿焙烧爐.....	61
机械爐.....	61
臥式回轉爐.....	68
悬浮焙烧爐.....	68
沸騰层焙烧爐.....	71

硫铁矿的送入爐內和矿渣的卸出	73
矿渣的利用	76
爐气废热的利用	76
焚硫爐	77
用BX3爐焙烧硫铁矿时, 焙烧工段的物料及热量平衡	79
第六章 炉气中矿尘的清除	83
爐气的机械除尘法	83
爐气的电除尘法	85
第七章 二氧化硫的濃縮和液化	91
二氧化硫的濃縮	92
二氧化硫的液化	97
第二篇参考文献	98

第 三 篇

接触法制造硫酸

用硫铁矿为原料的接触法硫酸的生产流程	100
第八章 炉气的淨化	103
气体淨化过程的物理-化学原理	103
酸霧的形成及分离	105
气体的干燥	108
二氧化硫被干燥酸带走的損失	111
干燥塔中霧的形成	113
无酸霧生成的爐气淨化法	114
現代接触法硫酸厂的淨化工段	117
淨化工段的流程	117
淨化工段的設備	119
气体淨化的工艺条件	134
由爐气中提取 硫	134
第九章 二氧化硫氧化为三氧化硫	136
用触媒氧化二氧化硫的物理-化学原理	136
平衡接触率	138
SO_2 氧化为 SO_3 的反应速度	140
钨触媒	141
用钨触媒将 SO_2 氧化为 SO_3 的氧化过程的进行条件	146
触媒需要量的計算	151
用钨触媒使 SO_2 氧化为 SO_3 的最适宜条件	154
現代硫酸厂的接触工段	158

中間換熱式接觸器	159
內部換熱式接觸器	164
接觸過程的工藝條件	171
第十章 三氧化硫的吸收	175
由氣體混合物中吸收三氧化硫的物理-化學原理	175
以硫酸吸收 SO_3 的最適宜條件	176
接觸系統中水的平衡和發煙硫酸的產量	179
現代硫酸廠的吸收工段	184
吸收工段的工藝條件	195
干燥-吸收工段的物料平衡	196
100%三氧化硫和高濃度發煙硫酸的製造	199
廢氣的淨化	201
蓄電池硫酸和試劑硫酸的製備	202
第十一章 以硫磺和其他原料用接觸法製造硫酸	204
用硫磺製造硫酸	204
以硫化氫作原料的濕式接觸法製造硫酸	208
由濃二氧化硫制取硫酸	212
由石膏制取硫酸	213
第十二章 氣體和酸的輸送	214
設備的流體阻力	214
第三篇 參考文獻	223

第 四 篇

硝化法製造硫酸

塔式法製造硫酸的工藝流程	225
第十三章 硝化法的物理-化學原理	228
用硫酸吸收氮氧化物	228
硫酸吸收氮氧化物的速度	234
用含硝硫酸吸收二氧化硫	236
以含硝硫酸氧化二氧化硫	240
自含硝硫酸中釋出氮氧化物(脫硝)	242
氣相中氧氧化一氧化氮的過程	243
第十四章 塔系的設備	245
塔	245
酸冷卻器	252
循環酸收集器和高位槽	255
供給塔以氮氧化物的設備	255

第十五章 塔系的工艺条件	257
塔数目	257
喷淋流程	259
喷淋密度	260
喷淋酸的浓度	260
喷淋酸的温度和含硝度	261
氮氧化物在吸收前的预处理	263
热量平衡和冷却流程	264
废气中有害物质的清除	268
硝化法硫酸制造的强化和改进	269
第十六章 硫酸的浓缩	271
浓缩硫酸的物理-化学原理	271
热气体直接和酸接触的浓缩法	274
鼓式浓缩装置	275
外部加热的浓缩法	284
按分馏原理操作的浓缩装置	284
真空浓缩法	286
过热蒸汽浓缩法	287
在塔系中制造矾油	288
沉没燃烧浓缩法	289
硫酸的裂解	290
第四篇参考文献	292
第 五 篇	
第十七章 硫酸生产过程的自动控制和自动调节	293
生产控制	294
主要参数控制法	294
生产过程的自动调节	299
硫铁矿焙烧过程的自动调节	299
炉气洗涤过程的自动调节	301
干燥-吸收工段的自动化	302
接触工段的自动化	307
接触法硫酸生产过程的全部自动化	309
第十八章 硫酸生产的安全操作条件	313
安全操作规程	315
第十九章 产品的成本	316
第五篇参考文献	319
附录	320

序

本书阐述了化学工业中最重要产品之一——硫酸的制造。书中以论述近年来所改进的硫酸生产过程和设备作为重点。对陈旧的生产过程未作进一步的研究；但对我国工厂内仍在使用的，而应加以更换或改建的设备则作了简略的叙述。书内阐述了以硫铁矿、硫化氢和100%二氧化硫为原料的接触法的新流程，多段式接触装置及触媒的制造方法。对以硝化法制造硫酸的五塔系统进行了详细地研究（采用这种塔式系统，是在1954年硫酸工业生产者代表专业会议上决定的）。同时对新近掌握的除去塔式系统尾气中氮氧化物和酸雾的装置进行了阐述。

硫酸生产中的自动化，在本书用了单独的一章作了专门的阐述。根据苏联共产党第二十次代表大会的指示，硫酸生产的自动化，将在第六个五年计划内广泛地加以采用。本书所介绍的自动化流程及其方法，虽然可能予以补充和改进，但它们所依据的原理则不会改变。因此将这些原理介绍给读者们，无疑地是非常必要的。

本书除了对生产过程的理论基础、设备和技术规程加以阐述外，还对生产过程中基本数据的计算、物料和热量衡算，以及制造硫酸的设备计算都予以极大的注意。

根据虚拟接触时间与温度间的关系数据，对中间换热式接触器的最简单的计算方法作了相当详细的叙述。同时介绍了一些净化工段和吸收工段内水及三氧化硫的物料衡算公式。这些公式表达得比较简单扼要，以便应用并使读者对各种因素、对工艺过程指标的影响能有一个清晰的概念。为了说明起见，还进行一些典型例子的计算。

在编写本书时，作者遇到了很多困难，因为作者必须应用易为中等技术学校学生理解的体裁来编写硫酸生产中所特有各种复杂的规律性。同时，说明近年来设计出的新的生产流程和设备，也有很大的困难，因为这些新的生产流程和设备，虽在工业上已被普遍承认，并在工厂内也得到了广泛的应用，但对它们在不同生产条件

下的情况，还研究得很不充分。

上述困难，无疑地会影响材料的编写，因此作者衷心感谢读者指出本书的缺点。

A. Γ. 阿美林

緒 言

硫酸是化学工业的主要产品之一，它被广泛地应用于国民經济的各个部門，很难举出现代某一生产部門，它是不需要利用硫酸的。

硫酸用来生产无机肥料，制造各种无机盐、无机酸、各种有机产品、有机染料、烟幕剂和炸药等。在石油、冶金、金属加工、紡織、制革及其他工业部門中，硫酸也得到了广泛的应用。在不同的化学生产中，它被用于磺化、脫水、中和及酸洗金属等。

硫酸的主要用途见图 1。

在世界各国，硫酸的生产不断扩大。根据表 1 所列的数据，可以看出在生产最发达的資本主义国家中硫酸生产的情况。

硫酸的生产情况(以千吨% H_2SO_4 計)

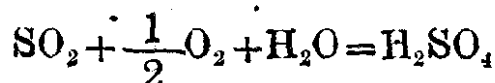
表 1

国 家	1913年	1929年	1939年	1946年	1952年	1955年
美 国①	1965	4814	4350	7860	11176	12790
德 国	1476	1704	2716	419②	1741②	2240②
英 国	1125	967	1136	1380	1505	2100
法 国	918	1032	1139	840	1190	1460
意 大 利	403	835	1319	420	1450	1900
日 本	180	775	2155	574	2560	3250

美国各工业部門硫酸的消费情况见表 2。

二氧化硫是制造硫酸用的原料，它是由燃烧硫磺或其他含硫原料而制得的。

自二氧化硫制取硫酸，是将二氧化硫氧化后与水化合而得：



二氧化硫与氧的反应速度，在一般的情况下是很慢的。因此在

① 此数据系指直接用含硫原料生产的硫酸。

② 德意志联邦共和国。

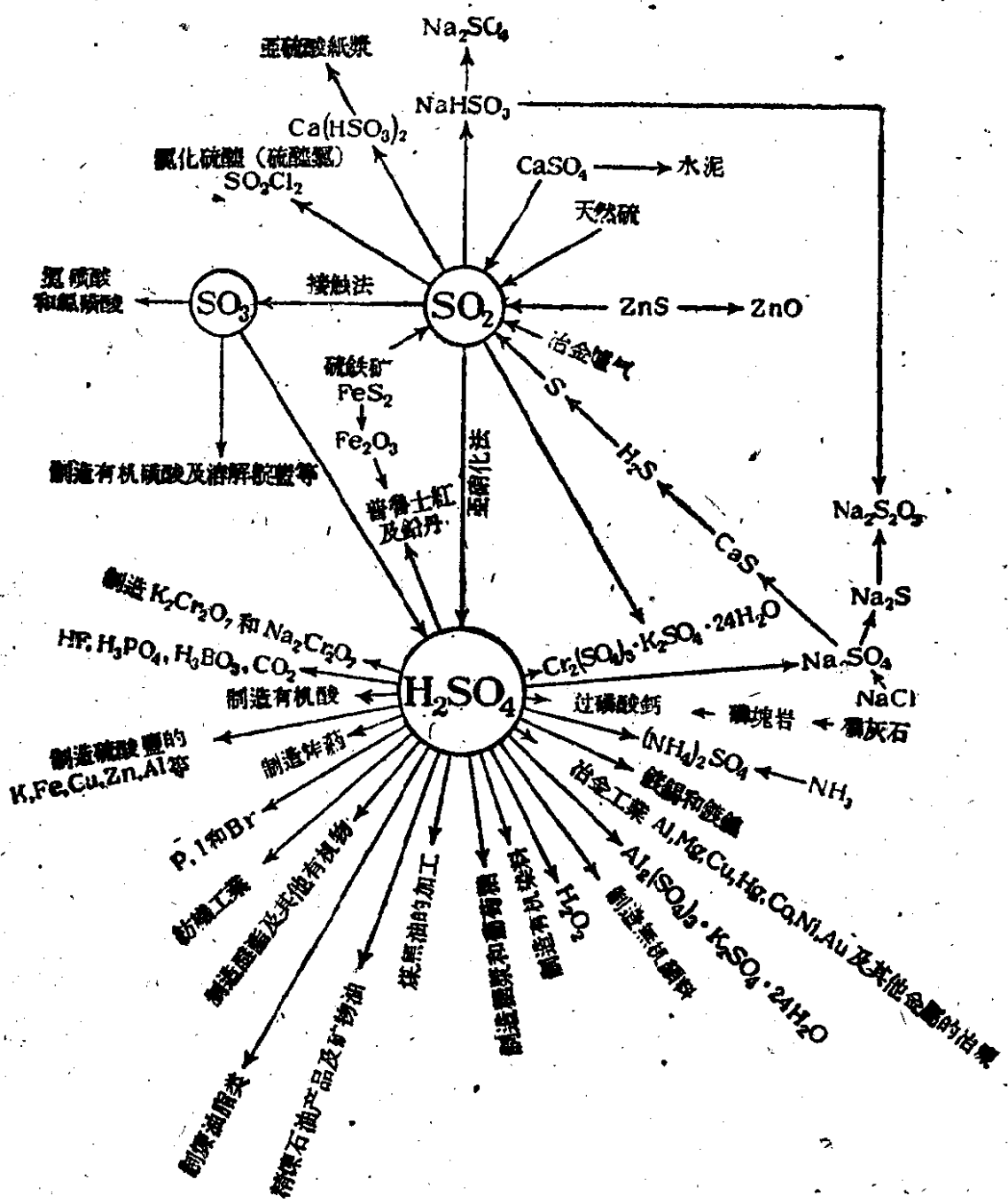


图 1