



無機酸工業

商務印書館



增訂化學工業大全

無 機 酸 工 業

松井元太郎原著

李 敦 化 原 譯

呂克明補譯修訂

商 務 印 書 館

原 主 編
周 昌 壽
增 訂 主 編
鄒 尙 熊

增訂化學工業大全
無 機 酸 工 業
李 敦 化 譯
呂克明補譯修訂

商 務 印 書 館 出 版

北京東總布胡同 10 號

〔北京市書刊出版業營業許可證出字第 107 號〕

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 15017·106

1951 年 12 月 初 版

1959 年 5 月 2 版

1959 年 5 月 上 海 第 2 次 印 刷

印 張 7 11/16

開 本 850×1168 1/32

字 數 174,000

印 數 5,001—7,500

定 價 (9) 洋 1.00

重 印 說 明

“增訂化學工業大全”全書三十四冊，於1951—1952年間，由我館陸續出版，1956年重印一部分，全部存書早已售罄。增訂本的內容和文字都已陳舊，書中所介紹的理論和技術方法多為第二次世界大戰以前美國和德日方面的材料，已不能滿足我國解放以來突飛猛進的化學工業界的參考需要，但對於在總路線指導下新建設的地方性的和小型的化學工業，仍有部分的資料可供參考。為應讀者要求，我館現再提出重印，藉供這一方面的需用。

商務印書館

1958年7月

增訂版附言

本書總輯原名“最新化學工業大全”，是我館於1935年冬，根據日本新光社1933年版“最新化學工業大系 全書”，約國內專家譯出，在一年半內陸續出版的。全書共十五冊，凡五十八篇，約六百萬字，包括化學工業應有的各部門，材料豐富，論述精審，在當時是一部介紹化工新技術的較大出版物，成為國內化學工業界的重要參考書。全書出齊以後，初版不久售完，其後曾重印四次，銷行很廣。但本書自從出版迄今，已歷十五六年，這一期間，化工方面不絕有新的發明和進步，所以必須加以增訂。查日文原書曾於1938年改訂一次，復於1943至44年間澈底修訂，加入了不少新材料。全書除第六、第十、第十五三冊，未見修訂外，其餘十二冊，都用“三訂增補版”的名稱發行。這“三訂增補版”自從出書以來，也有了六七年之久，未及將第二次世界大戰期間以及戰後的新材料列入，在今天看來，仍不能稱為最新，然供作我國工業界及化工技術人員參考，實際上有其相當的價值。茲因我館舊譯本早已全部售缺，國內還有不少讀者需求這書，為配合國家經濟建設高潮的來到，實有再出增訂版的必要。故自本年初起，即根據日文原書“三訂增補版”各冊及1938年改訂版第六、第十、第十五三冊，重行補譯修訂，稱為“增訂化學工業大全”；並為便利讀者購買起見，特將全書所含各篇，按照化學工業一般分類方法，另作適宜的配合，分成三十四冊，各冊均以主要內容的篇名為書名，陸續出版，以便選購。全書計畫編訂，由鄒尙熊先生主持，補譯校修，由張聲、呂克明兩先生擔任，閱稿整理，由舒重則先生負責。

增訂化學工業大全分冊總目

1. 化學工業概論 (附工廠測定及操作自動化)
2. 化學工程學
3. 無機酸工業
4. 食鹽及鹼工業
5. 化學工業藥品
6. 氮固定工業及肥料工業
7. 氣體工業及冷凍冷藏工業
8. 電池及電化學工業
9. 煤及煤氣工業 (附燃料概論、煤之低溫乾餾工業、煤溶工業)
10. 石油及頁岩油工業 (附土瀝青工業)
11. 人造液體燃料工業 (附木材乾餾工業、酸性白土及活性炭)
12. 金屬冶煉及合金工業
13. 陶瓷及耐火物料工業
14. 玻璃及搪瓷工業
15. 水泥工業
16. 炸藥工業
17. 染料及染色工業
18. 油脂工業 (附硬化油工業)
19. 肥皂及甘油工業 (附脂肪酸及蠟燭工業)
20. 顏料及塗料工業 (附樹脂及漆、油氈及油布)
21. 糖及澱粉工業
22. 釀造工業 (附清涼飲料工業)
23. 食物滋養品及調味品
24. 橡膠工業
25. 皮革工業
26. 天然纖維及人造纖維工業
27. 塑料工業 (附照相材料工業)
28. 造紙工業 (附墨水工業)
29. 香料及香粧品工業
30. 藥物工業
31. 化學熱力學
32. 應用膠體化學
33. 分光化學及應用X射線化學
34. 接觸反應

目 次

前言	1
第一章 硫酸工業總論	5
第一節 硫酸工業發達之程序暨世界之大勢	5
第二節 硫酸統計及用途	7
1. 世界硫酸統計	7
2. 硫酸用途	8
第三節 硫酸性質	9
1. 硫酸之物理性質	9
2. 硫酸成分與比重之關係	10
3. 硫酸之化學性質	11
4. 硫酸對於鐵類之作用	11
5. 硫酸對於鉛之作用	11
6. 硫酸對於水之作用	12
第二章 二氧化硫氣之製造	13
第一節 硫黃及其燃燒裝置	13
1. 硫黃之採取	13
2. 硫黃燃燒爐	14
第二節 硫化鐵礦	15
1. 硫化鐵礦之產狀	15
2. 硫化鐵礦之燃燒熱	16
第三節 硫鐵礦焙燒用之人工爐	17
1. 英式塊礦爐	17
2. 塊礦爐之容量	18
3. 塊礦爐之操業	19
4. 馬列特拉爐	19

第四節 硫鐵礦焙燒用之機械爐.....20

1. 機械爐之利點.....20
2. 機械爐之構造.....21
3. 機械爐之種類及容量.....22
4. 赫列灼夫及域治式爐.....22
5. 哈理士爐.....24
6. 羅蘭-布拉克爐.....24
7. 旋轉爐.....24
8. 急速燃燒法.....25
9. 利用氧氣以焙燒硫化礦.....25

第五節 硫化鋅礦焙燒裝置.....25

1. 硫化鋅礦及其焙燒氣體.....25
2. 列那尼亞式爐.....26
3. 都爾普拉斯式爐.....26
4. 機械爐.....27
5. 都斯披禮式爐.....27
6. 硫鋅礦焙燒爐之比較.....28

第六節 硫化鉛礦及其他.....29

1. 鉛礦之利用.....29
2. 煤氣之廢氧化鐵.....29
3. 煉銅廠硫煙.....29
4. 由石膏製造硫酸之方法.....30

第七節 純粹二氧化硫及液體二氧化硫之製造.....31

第八節 除塵裝置.....32

1. 礦塵及其清除法.....32
2. 除塵裝置.....32
3. 葛特列爾電除塵法之原理.....33
4. 硫酸工業用之葛特列爾式裝置.....34

第九節 燒礦爐氣體.....36

1. 燒礦爐氣體之計算.....36
2. 燒礦爐氣體之分析.....38

第三章 鉛室式硫酸製造法.....42

第一節 製造方法之概要	42
第二節 鉛室之構造	46
1. 鉛板	46
2. 鉛室之構造	47
3. 鉛室容量及其他	48
4. 銻鉛法	48
5. 鉛室連絡管及其附屬品	50
第三節 古老華塔及解路撒克塔	52
1. 塔之構造	52
2. 塔之容量	55
3. 古老華塔操業法	56
4. 解路撒克塔操業法	57
5. 解路撒克塔之排氣	59
第四節 鉛室系操業法	59
I. 鉛室之操業	59
II. 通風	61
III. 水分之供給	64
VI. 硝酸之補給	66
V. 循環酸系統	71
第四章 強力式操業、塔式製酸法及鉛室論	78
第一節 操業方法之改良及附屬裝置之應用	78
1. 死角	78
2. 別他增氏調整塔及二重輪	78
3. 中間塔	80
4. 哈特及比禮氏空氣冷卻塔	80
5. 普拉特式鉛室	80
6. 邊夸式操業	81
7. 尼登富爾式鉛室	81
8. 注加硫酸冷卻器	81
9. 解耶式鉛室	82
第二節 鉛室構造之改良	83

1. 邊夸氏雙對鉛室	83
2. 馬雅氏切線鉛室	83
3. 摩力子式鉛室	84
4. 賀爾登式鉛室	85
5. 彌爾斯-帕克式鉛室	86

第三節 塔式製造法及其他改良方案 87

1. 古利斯哈因姆式	88
2. 奧普爾式	88
3. 塔式作業之研究	89
4. 納氏式	92
5. 亞納勘打塔式裝置	92
6. 夸爾甸巴哈氏管圓式	94
7. 別他增氏裝置	95
8. 住友礦山株式會社採用之別他增式裝置	95
9. 別他增式之近況	97
10. 低溫氣體之使用與捕硝塔之容量	98
11. 攪拌式裝置	99
12. 時間係數	100

第四節 鉛室論 100

1. 鉛板之用量與損傷	100
2. 鉛室壽命與操業程度之關係	101
3. 鉛室系之合理的操業程度	101
4. 硫酸製造用動力	102
5. 關於鉛室能率及硝酸消費率之結論	104
6. 威撒氏批評	104

第五章 鉛室硫酸生成之理論及其有關諸研究 107

第一節 氧化氮類、二氧化硫、水及硫酸間之相互化學反應 107

1. 氧化氮類	107
2. 氧化氮類對水之作用	107
3. 氧化氮類對硫酸之作用	108
4. 氧化氮類及二氧化硫對水及硫酸之作用	108
5. 亞硝基硫酸	109

第二節 鉛室內部之硫酸生成反應.....	110
1. 龍格氏之解釋.....	110
2. 拉實氏之解釋.....	112
3. 友利喜氏之解釋.....	113
4. 鉛室反應氣相之平衡.....	114
5. 鉛室反應之變態.....	115
6. 最近關於鉛室反應之說明.....	116
7. 單塔式與高壓式.....	118
第三節 硫酸溶液中之亞硝基硫酸分解壓.....	118
1. 松井氏等之測定.....	118
2. 比爾氏等之測定.....	120
第四節 鉛室系熱量之清算.....	121
第五節 鉛室內各部聚縮酸之測定研究.....	123
1. 力孟氏之測定與假說.....	123
2. 松井氏等之測定研究.....	123
第六節 鉛室系內之硝酸損失.....	126
1. 硝酸損失量之分布.....	126
2. 英古利斯氏之測定.....	127
3. 費理氏之測定.....	128
4. 松井氏等之研究.....	128
第六章 硫酸之濃縮.....	131
第一節 硫酸之精製.....	131
1. 硫酸中之不純物.....	132
2. 硫酸中之砷質.....	132
3. 硫酸中砷質之清除法.....	133
4. 氧化氮類之清除.....	134
5. 硫酸製造前爐氣之預先精製.....	134
6. 硫酸製造與砷質.....	135
第二節 蒸餾概說及鉛鍋蒸餾.....	136
1. 蒸餾概說.....	136

2. 硫酸之物理化學的性質	136
3. 鉛鍋之蒸餾及鉛板品質之試驗	138
第三節 強硫酸之製造	139
1. 強硫酸製造法之分類	139
2. 往昔之蒸餾方法	139
3. 鐵鍋蒸餾法	139
4. 階段式蒸餾法	140
5. 熔融石英器	141
6. 耐酸鐵器	142
第四節 利用熱氣之硫酸濃縮法	143
1. 傑斯拉式	143
2. 解耶塔	145
3. 基爾克利斯式	147
第五節 氣體濾過裝置及各種濃縮方法之比較	148
1. 氣體濾過裝置	148
2. 霍克斯式濾過器	150
3. 濃酸裝置排氣凝縮之實例	150
4. 葛特列爾式電裝置	151
5. 硫酸蒸餾裝置之比較	152
第七章 接觸式硫酸製造法之概要與理論	153
第一節 接觸法之概要	153
第二節 接觸法理論之大要	155
第三節 接觸法之二氧化硫變化率	159
1. 克爾齊氏之實驗	159
2. 艾孟氏等之實驗	160
3. 飢觸媒	162
4. 松井式之觸媒	164
5. 觸媒之受毒	165
第四節 SO_2 反應之平衡 (Pt 觸媒)	167
1. 靜的測定法	168

2. 動的測定法	170
3. 自由能之計算	171
4. 接觸反應中 SO_3 收率之計算	172
第五節 氧化鐵接觸法之理論	173
1. 硫酸鐵之分解壓	173
2. 氧化鐵接觸法之收率	174
3. 硫酸鐵分解壓之測定法	174
第六節 反應速度	176
1. 利用壓力計之測定法	176
2. 路威斯氏之解釋	177
3. 反應之溫度係數	178
第八章 接觸式製酸法之操業	180
第一節 製造法總說	180
1. 接觸法之現狀	180
2. SO_2 氣之精製	182
3. 觸媒	184
4. SO_3 之吸收	187
5. 高度發烟硫酸之製造	187
第二節 鉑系觸媒之接觸法	187
1. 馬獅子式與殿鐵爐式	188
2. 古利羅-樹列打式	192
3. 滿哈因姆法	201
第三節 鈳系觸媒之接觸法	208
1. 鈳系觸媒在工業上之進展	208
2. 路基式接觸法	209
3. 塞爾登式接觸法	212
4. 蒙山都式接觸法	212
5. 濕式接觸法	215
6. 接觸器之比較	216
第四節 接觸式操業之管制	217
1. 二氧化硫之濃度	217

2. 各種之測定與測定器械	218
3. 排氣中之酸量	219
第九章 硝酸工業	221
第一節 硝酸工業概說	221
1. 硝酸性質	221
2. 硝酸製造之經過	221
3. 硝酸之用途	222
第二節 智利硝石	223
第三節 用硫酸分解智利硝石以製硝酸法	225
1. 硫酸分解法之化學反應	225
2. 甲孟式製造硝酸裝置	227
3. 哈特氏凝縮裝置	228
4. 瓦練定那式凝縮裝置	228
5. 甲孟式與瓦練定那式操業之比較	229
6. 由比爾式裝置	230
第四節 稀薄硝酸之濃縮	231

無機酸工業

前言

無機酸(inorganic acid)又稱礦酸(mineral acid),主要係指硫酸、鹽酸、硝酸三者而言。硫酸工業在過去爲路布蘭製碱法(Le Blanc soda process)之根幹,其佔居無機大化學工業(inorganic chemical gross industry)之中心地位者,由來已久。硫酸因其用途甚形廣汎,故其消費量之多寡,嘗被視爲一國化學工業發達程度之示標。自近代氨碱及電解碱工業勃興以來,硫酸工業之地位,已受不少之影響。但一方在人造肥料,即過磷酸鈣與硫酸銨工業及石油精製等方面,其需要量又日漸增加。故硫酸一物,至今仍得保持其在化學工業原料中所佔之王座而不墜;惟自其使用目的而觀,則已無復有昔日之意義,不能再謂可由硫酸之消費量以規一般化學工業發達之程度矣。尤以晚近氮固定工業與由氧化氨以製硝酸之方法,鹽酸之合成,利用石膏以製硫酸銨之方法,氯化磷酸等化學工業漸次發達以來,以及天然芒硝之漸被開採與利用,均爲硫酸需要量日漸減少之原因。然一方因製酸技術之改良與進步,利用金屬冶煉時發出之廢氣,以製硫酸之方法,亦漸次見諸實現,其產量自必日漸增加,則爲將來供求適應起見,勢非極力擴張硫酸之用途不爲功。

關於鹽酸之製造,便宜上並由習慣上,當與硫酸鈉一同在本大全

「食鹽及鹼工業」篇中述之。又硝酸亦僅以智利硝石法爲止，至於氨氧化法，則讓歸他篇（本大全「氮固定工業」篇）論述。是則本編雖名爲「無機酸工業」，內容實係以硫酸爲主，而附帶論及硝酸工業而已。關於此點，不得不預向讀者諸君，聲明一下。

硫酸工業參考書

茲將著者曾經閱覽之參考書，擇要開列如下，其餘則請參照 Waeser 氏及松井氏著書的卷首，便得其詳。

Dr. Ing. Bruno Waeser: Handbuch der Schwefelsäurefabrikation, 1930.

此爲德文著書，全部 2036 頁，分裝三冊，材料豐富，即最近之文獻，亦網羅殆盡。本書實可視爲已故名教授龍格氏 (Dr. G. Lunge) 著書的第五版。龍格氏著書，初版發行於 1879 年，二版 1893 年，三版 1909 年，四版 1916 年。龍格氏不幸於 1926 年逝世，其書遂成絕版。

Lunge-Cumming Series: The Manufacture of Sulphuric acid, 總頁數 1803.

1. Wilfrid Wyld: The Raw Materials for the Manufacture of Sulphuric acid and Sulphur dioxide, 1923, p. 558.

2. Wilfrid Wyld: The Manufacture of Sulphuric acid (Chamber process), 1923, p. 424.

3. John Wilfrid Parker: The Concentration of Sulphuric acid, 1924, p. 394.

4. Frank Douglas Miles: The Manufacture of Sulphuric acid (Contact process), 1925, p. 427.

上舉四書之中，以 No. 3 及 No. 4 二冊較爲特別。龍格氏英文著

書，初版 1879 年發行，二版 1894 年，三版 1903 年，四版 1913 年，同補遺版 1917 年。

Technical Records of Explosives Supply, 1915~1918, No. 3, Sulphuric acid Concentration, 1921, p. 91; No. 5, Sulphuric acid Contact process, 1921, p. 128.

上記二書，爲第一次世界大戰期內英國軍需局所刊發之貴重報告。

A. E. Wells and D. E. Fogg: The Manufacture of Sulphuric acid in the United States, 1920, p. 216.

本書紀述美國硫酸工業，在 1914~1919 年間進展之狀況。

L. Pierron: Les procédés modernes de fabrication de l'acid Sulfuriques Chambres de plomb, 1929, p. 944.

De Jussieu: Évolution de la fabrication de l'acide Sulfurique par le procédé des Chambres de plomb dans les dernières années, p. 457.

H. Braidy: La fabrication de l'acide Sulfurique par le procédé de Contact, 1925, p. 302.

以上三書，係法文著述，後二者乃彙集在“L'industrie Chimique”雜誌上所發表之論文而成者。De Jussieu 氏一書，雖未記有發刊年代，但雜誌上原報中所記載者，係 1916~1926 間之事項。

Andrew M. Fairlie: Sulfuric Acid Manufacture, 1936, p. 669.

松井元太郎著『硫酸製造法』（化學工業全書第 20 冊及第 21 冊）全體 1272 頁，上卷 1925 年 7 月刊行，下卷 1926 年 4 月刊行。

上書係日文著述中之最廣汎者，除一般記事外，再加以著者個人之經驗、見聞、調查及研究實驗等。

松井元太郎著『硫酸製造法』（觸媒講座，1938 年 6 月）。