



②

化學工程學



商務印書館

001451

增訂化學工業大全

(2)

化 學 工 程 學

八田四郎次原著
唐 漢 三 原 譯
張 聲 補 譯 修 訂

商 務 印 書 館 出 版

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年間徹底修訂，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，然供作我國工業家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。

商務印書館 1951年12月

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. 化學工業原料
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、煤渣工業）
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工業
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

第一章 緒論	1
第二章 化學機械用材料	4
第一節 藥品之腐蝕性及防腐法	4
1. 耐腐性之必要	4
2. 腐蝕的狀態	4
3. 操作條件及於腐蝕的影響	4
4. 金屬腐蝕的理論	5
5. 防腐法	6
第二節 諸材料的耐腐性	6
1. 金屬材料的耐腐性	6
2. 非金屬材料的耐腐性	9
3. 有機物的耐腐性	12
第三節 材料之選定	13
第三章 流體之輸送及測定	15
第一節 輸送管及閥	15
1. 輸送管	15
2. 閥(活門)	15
第二節 液體之輸送	16
1. 往復唧筒(reciprocating pump)	16
2. 離心唧筒(centrifugal pump)	17
3. 往復唧筒和離心唧筒的得失	17
4. 蛋形升酸器(acid egg)	18
5. 空氣升液器 (air lift)	18

第三節 氣體之輸送	18
1. 往復壓縮機 (reciprocating compressor)	19
2. 旋轉鼓風機 (rotary blower)	19
3. 離心鼓風機 (centrifugal blower)	19
4. 噴射器 (ejector)	20
第四節 流體之測定	20
1. 流孔 (orifice)	20
2. 文德利流速計 (Venturi meter)	21
3. 皮氏管 (Pitot tube)	22
4. 浮標流速計 (rotameter)	22
5. 氣量計 (gas meter)	22
6. 其他的測定法	23
第四章 傳熱	24
第一節 緒論	24
第二節 傳導	24
1. 牛頓定律及導熱係數	24
2. 截面積一定的單一導體	25
3. 截面積一定而由異種材料之層所成的壁	25
4. 圓筒壁的傳熱	26
第三節 對流	28
1. 流體膜之存在	28
2. 隔有固體壁的流體間的傳熱	28
3. 膜係數的性質及其所受的諸影響	30
4. 總係數與膜係數的關係	31
5. 未沸騰時的液膜加(熱及冷卻)	33
6. 沸騰時的液膜	35

7. 氣膜(加熱及冷卻)	35
8. 蒸汽冷凝時的流體膜	36
9. 積垢(scale)等的影響	37
10. 溫度差的對數平均	38
第四節 輻射	39
1. 輻射的意義	39
2. 輻射強度、吸收能及完全黑體	39
3. 關於輻射的諸定律	40
4. 由氣體的輻射	41
第五節 加熱器及冷卻器	42
1. 蒸汽套及水套(steam and water jackets)	43
2. 盤管	43
3. 多管式加熱器及冷凝器	43
4. 多管式換熱器	44
5. 套管式換熱器	44
6. 空氣加熱法	44
第五章 蒸發	45
第一節 緒論	45
第二節 水蒸汽加熱以外的蒸發法	45
1. 總說	45
2. 液體直接與熱源接觸,蒸汽則使隨其他氣體而排出之法	46
3. 熱隔固體壁間接供給,蒸汽則使隨其他氣體而排出之法	46
4. 熱隔固體壁間接供給,蒸汽則送入冷凝器之法	46
第三節 用水蒸汽加熱的蒸發器	48
1. 水蒸汽加熱法的利點	48
2. 蒸發器的蒸發效率	48

3. 影響於總係數的諸要素	48
4. 霧沫(entrainment)及其防止法	50
第四節 幾種代表的蒸發器	51
1. 蒸發器的種類	51
2. 沈平管式蒸發器	51
3. 沈豎管式蒸發器	52
4. 平管液膜式蒸發器	54
5. 豎管液膜式蒸發器	54
6. 他種蒸發器	55
第五節 各種蒸發器的比較	55
1. 沈平管式與沈豎管式的比較	55
2. 沈管式與液膜式的比較	56
第六節 真空蒸發	57
1. 真空蒸發的意義及目的	57
2. 冷凝器(condenser)	58
3. 真空唧筒(vacuum pump)	59
第七節 多效式蒸發	60
1. 多效式蒸發的原理	60
2. 多效式蒸發之實際操作	61
3. 多效蒸發器的特性	62
第八節 利用蒸汽壓縮的蒸發	62
第六章 結晶法	64
第一節 緒論	64
第二節 晶體生成的理論	65
1. 溶解度	65
2. 晶核的生成與晶體的成長	65

第三節 結晶機械	67
1. 與蒸發同時結晶的機械	67
2. 間歇結晶器	67
3. 連續結晶器	68
第四節 晶粒的黏結	70
1. 臨界濕度(critical humidity)	70
2. 黏結之防止法	70
第七章 氣體的濕度	72
第一節 濕度的定義	72
第二節 濕度圖表的製作	73
1. 濕度圖表的内容	73
2. 克分子濕度及克分子容積對溫度的關係	73
3. 濕分子熱容量(S)對克分子濕度(H)的關係	75
4. 絕熱冷卻線(adiabatic cooling lines)	76
第三節 濕度圖表的用途及使用法	78
1. 圖表的用途	78
2. 濕度圖表的使用法	78
第八章 乾燥	81
第一節 緒論	81
1. 氣體及液體的乾燥	81
2. 固體的乾燥	81
第二節 乾燥的理論	81
1. 總水分、平衡水分及自由水分	81
2. 乾燥的機構及速度	82
第三節 數種代表的乾燥器	84

1. 乾燥室	84
2. 隧式乾燥室	85
3. 環帶乾燥器	85
4. 旋轉乾燥器	86
5. 桶式乾燥器	88
6. 噴霧乾燥器	88
第四節 乾燥器的處理法	89
1. 空氣乾燥時熱的經濟利用法	89
2. 氣體的溫度及濕度的調節	90
3. 乾燥用空氣的流通	90
第九章 蒸餾	91
第一節 緒論	91
第二節 水蒸汽蒸餾	91
1. 水蒸汽蒸餾的目的	91
2. 水蒸汽蒸餾的原理	92
3. 水蒸汽蒸餾之實際的操作	93
第三節 分餾的原理	94
1. 單一蒸餾及反覆蒸餾的原理	94
2. 部分冷凝法或分凝法的原理	96
3. 精餾的原理	96
4. 精餾的熱量計算	98
第四節 分餾器及操作	99
1. 單一蒸餾	99
2. 精餾塔	101
3. 精餾操作	102
4. 多成分液的精餾	104

第五節 二揮發成分系的液氣兩相的平衡組成	105
1. 二種的平衡組成圖	105
2. 共沸混合液	107
3. 共沸混合液的蒸餾分離法	109
第六節 蒸餾器的設計	110
第十章 氣體的吸收	113
第一節 混合氣體的成分分離法	113
1. 利用化學反應的分離法	113
2. 利用液化與分餾的分離法	113
3. 利用分凝的分離法	113
4. 利用固體吸附作用的分離法	113
5. 利用液體吸收作用的分離法	114
第二節 氣體吸收的理論	114
1. 氣體的溶解度, 亨利定律	114
2. 吸收速度, 二重膜說	115
3. 利用化學反應的氣體吸收	118
第三節 吸收器	119
1. 吸收器所要的條件	119
2. 氣泡式吸收器	120
3. 噴霧式吸收器	120
4. 充填塔式吸收器	121
5. 塔的充填物	122
6. 充填塔內的壓力降低、泛濫現象、液體的分布及作業容量	124
第十一章 萃取(溶提、浸提)	126
第一節 萃取器	126
1. 粗粒用的萃取器	128

2. 粉末用的萃取器.....	127
3. 液體的萃取.....	128
第二節 萃取的理論.....	128
1. 萃取速度.....	128
2. 萃取量的關係.....	129
第十二章 各種機械作用的分離法.....	130
第一節 固體互相分離.....	130
1. 利用篩的分離法.....	130
2. 利用流體摩擦阻力差的分離法.....	132
3. 其他的分離法.....	135
第二節 固體與液體的分離.....	135
1. 沈積法(sedimentation).....	136
2. 離心分離機.....	136
3. 壓榨機.....	127
第三節 固體與氣體的分離.....	137
1. 乾式淨氣器.....	137
2. 濕式淨氣器.....	139
3. 科特勒爾電聚塵器.....	129
第四節 液體相互的分離.....	140
第五節 液體與氣體的分離.....	141
第十三章 過濾.....	142
第一節 緒論.....	142
第二節 過濾機械.....	143
1. 濾槽及濾袋.....	143
2. 壓濾機.....	143
3. 葉狀濾機.....	146

4. 旋轉連續濾機.....	148
第三節 過濾操作的注意及濾機的選擇.....	150
1. 過濾操作的注意.....	150
2. 濾機的選擇.....	151
第四節 不用濾布的濾機.....	152
1. 用輕鬆堆積的過濾介質的濾機.....	152
2. 過濾介質為多孔性固體的濾機.....	152
3. 過濾介質由多數薄板壓積而成的濾機.....	152
第十四章 混合.....	154
第一節 緒論.....	154
第二節 固體互相混合.....	154
1. 圓筒混合機.....	154
2. 輪碾機(智利磨).....	154
第三節 捏和.....	155
第四節 攪拌.....	156
第十五章 壓碎.....	156
第一節 緒論.....	159
1. 壓碎機的選擇.....	159
2. 壓碎機的分類.....	160
第二節 各種壓碎機.....	160
1. 粗壓碎機(coarse crushers).....	161
2. 中級壓碎機(intermediate crushers).....	162
3. 細粉磨機(fine pulverizer).....	165
第三節 壓碎的理論.....	169
1. 粒子的大小與全表面積的關係.....	169
2. 壓研所要的動力.....	170
第十六章 結論.....	172

化學工程學

第一章 緒論

化學工程學(chemical engineering),是廣汎研究化學工業的工廠和機械的操作、設計、製造等技術的學問。所以它的地位,跨在化學和機械學的兩方面,必能將這二者融合貫通,始可稱為真正的化學工程師(chemical engineer)。

由此可知化學工程學的內容決不簡單,廣義的解釋之,包括着下列諸綱目:

(1) 物體的輸送和貯藏

- (a) 固體和流體的輸送和貯藏,
- (b) 流體計量法及輸送所要的工作。

(2) 熱的發生及傳熱

- (a) 燃燒及爐
- (b) 傳熱、加熱、冷卻及其機械。

(3) 工業的單位處理

- (a) 壓碎、混合、攪拌等的機械處理。
- (b) 過濾、離心分離、壓榨等的機械分離法及電或磁的分離法。
- (c) 蒸發、蒸餾、乾燥、結晶等利用狀態變化的分離法。
- (d) 焙燒、乾餾、電解、合成、分解、氧化、還原、觸媒作用等化學的

處理法。

- (4) 高壓機械及其操作。
- (5) 物體「能」及時間的「量的系統圖」之製作。
- (6) 化學機械材料及其選定。
 - (a) 金屬非金屬及有機物等材料的物理性質。
 - (b) 各種材料的化學性質尤其是耐腐蝕性。
- (7) 機械的設計製造的原理。
- (8) 工廠設計的原理。
- (9) 工業經濟的概念。

對於以上諸綱目都要研究到深邃的地步，決非一人所能做到。普通的化學工程師，除精於特別專門的部門外，其他只要了解要點和概略就可。但是最要緊的是必須能把它們應用到實地的作業和設計製造上面去。要之，化學工程師如果能把它們了解而應用之，就能使已成的工廠或機械很合理的操作而增進效能，對於新的計劃，也能選定適合於該條件的機械了。同時又能使實驗室所得的新研究結果，有效地實現工業化。重複言之，化學工程學的知識的應用，是化學工程師的最緊要的問題。

以上諸綱目之中，有不少是與其他工程或工業化學的內容相重複的。又如把工業經濟等項包括在化學工程裏面，亦稍嫌勉強。如果把化學工程作狹義的解釋，是可以把這類項目除去的。以下本篇就從狹義的解釋，先說明化學機械用的材料，而後申述化學工程上所必需的基礎概念，並一般化學工業所共通的各種單位處理(unit operations, 或譯「單位操作」)，及其類似的諸操作。

W. H. Walker, W. H. Lewis, W. H. McAdams, and E. R. Gilliland, "Principles of Chemical Engineering" 3rd. Ed.(1937)

W. L. Badger and W. L. McCabe, "Elements of Chemical Engineering" 2nd. Ed.(1936)

A. Fucken und M. Jakob, "Der Chemie-Ingenieur" (1933~)

E. Berl, "Chemische Ingenieur-Technick" 3Bd.(1933~)

J. H. Perry, "Chemical Engineer's Handbook"(1934)

A. J. Kieser, "Handbuch der Chemisch-Technischen Apparate" (1934-40)

H. Tongue & G. Morgan, "A Practical Manual of Chemical Engineering" (1939)

友田宜孝著 化學機械學(1931)

化學工學講座 12 卷(1936~1938)

內田俊一, 龜井三郎, 八田四郎次合著 化學工業(1940)

第二章 化學機械用材料

第一節 藥品之腐蝕性及防腐法

1. 耐腐性之必要 選定適合於機械裝置的材料，是化學工業上最重要的。在機械學或建築學，選擇材料的標準，主由於機械的強度，價值和外表。在化學工業則以對於所處理的物品的耐腐蝕性為最須重視。因為在化學工業，必須處理各種酸、鹼、鹽類和其他腐蝕性的物質，而且常在溫度、壓力、濃度等種種條件之下來處理的。尤以高溫、高壓之故，材料之選擇更為重要。腐蝕的結果，不僅機械本身因此損耗，或至不堪再用，而且因微量腐蝕之故，常污壞所處理的物品，如醫藥、照相材料、食品及其他特別需要純粹的材料，更不能不十分注意。要之，當選擇化學機械材料時，以耐腐性為主，價格和機械的強度，有時可以犧牲。

2. 腐蝕的狀態 使用的材料有金屬、非金屬和有機物等，種類不一，而所處理的藥品又千差萬別；所以腐蝕的狀態也彼此不同，難以概論。

然大半的腐蝕，起於接觸面，且大體各處均勻，此時腐蝕的速度，可以每單位時間內每單位面積所消耗的重量表示之，金屬之被酸類腐蝕，普通屬於此類。然有時腐蝕作用，僅向某局部進行，直至蝕成深孔穴，其他部分則不腐蝕。此時孔穴的深度最關重要。又例如生鐵之於硝酸和發烟硫酸，外觀上幾不見腐蝕作用，但到相當時期，突然龜裂且常至破壞。又例如鹼之於木材，其腐蝕係侵入木材內部而破壞其組織。

3. 操作條件及於腐蝕的影響 同一材料對於同一的藥品，因條件不同而腐蝕程度大不一樣。所以作腐蝕試驗之時，須選定和所要的條件