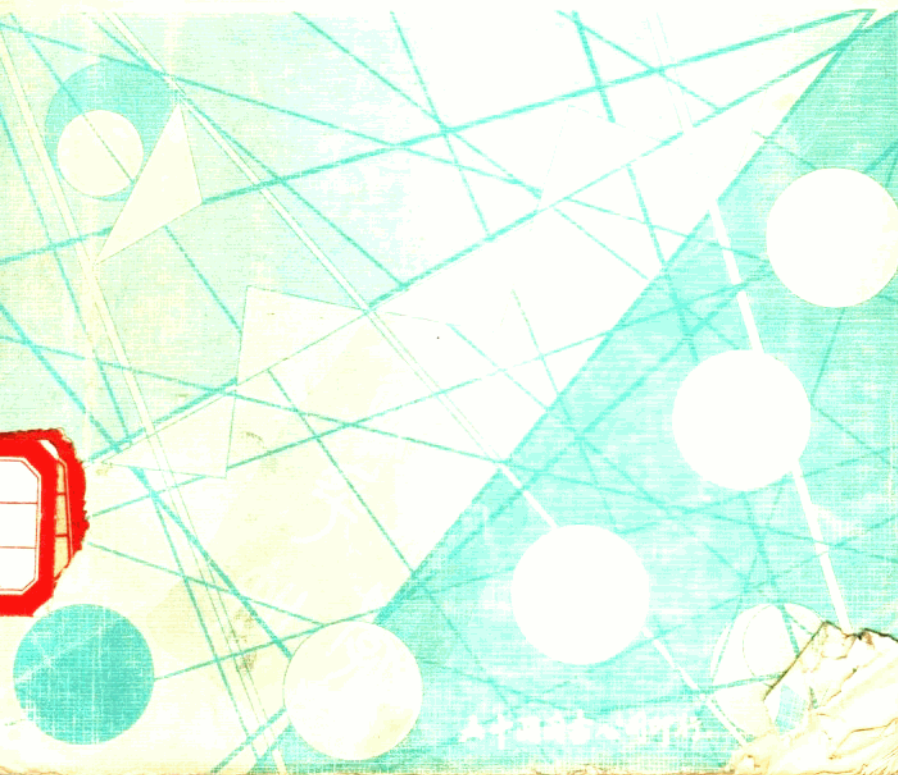


新 標 準

工 業 化 學

上 冊

彭耀寰・葉秋雲・蕭灝真編著



編輯大意

- 一、本書依據民國六十三年二月教育部頒布之最新高級工業職業學校課程標準編輯而成，專供化工科採用為工業化學教學之用。
- 二、本書分上、下二冊，足供第三學年，每週講授五小時，一學年授完。
- 三、全書共分二十四章，分別介紹各重要化學工業之製造原理、生產程序、主要流程，及製法之演變經過與對未來之展望，並附有圖表闡明敘述，期能使讀者研讀之後，對化學工業有更深入之認識與了解。國內已有相當發達之化學工業：如酸鹼、肥料、窯業、造紙、製糖等，及新引進之石油化學、塑膠、合成橡膠、製藥、生化等化學工業，均一一加以介紹，完全符合新課程標準之要求，同時也可供其他同等學校及從事化學工業人員參考之用。
- 四、本書之編撰，承台北工專化工科同仁熱心協助與校稿，備極辛勞，特此致謝。
- 五、編者才疏學淺，掛一漏萬之處在所難免，尚祈化工界諸先進不吝指正，則感激不盡。

工業化學

上册目錄

第一章 緒 論

1-1	化學工業之意義及範圍	1
1-2	工業化學，單元程序及單元操作	1
1-3	化學工業的種類	3
1-4	我國之化學工業	4

第二章 水工業

2-1	概 說	15
2-2	自來水	16
2-2-1	氣曝法	16
2-2-2	凝聚法	17
2-2-3	氯氣消毒法	18
2-3	工業用水	19
2-3-1	離子交換法	23
2-3-2	沈澱法	28
2-4	廢水處理	31
2-4-1	物理方法	31
2-4-2	化學處理法	32
2-5	海水淡化	38
2-5-1	蒸發法	39

2-5-2	冷凍法	41
2-5-3	離子交換膜電透析法	42

第三章 硫酸工業

3-1	概 說	45
3-1-1	硫酸之性質與用途	46
3-1-2	硫酸之製造原理	47
3-1-3	製法之種類	48
3-1-4	製造硫酸之原料	48
3-2	二氧化硫之製造	50
3-2-1	硫磺燃燒爐	51
3-2-2	機械焚硫爐	51
3-2-3	迴轉爐	52
3-2-4	瞬火焚硫爐	53
3-2-5	流動層式焚硫爐	53
3-3	鉛室製造法	54
3-4	接觸製造法	55
3-4-1	反應原理	56
3-4-2	觸 媒	60
3-4-3	製造程序	61
3-5	硫酸之精製與濃縮	63

第四章 食鹽工業

4-1	概 說	66
4-1-1	原料鹽之產生狀態	66
4-1-2	食鹽之性質及用途	67

4-1-3 食鹽之製法	68
4-2 碳酸鈉	71
4-2-1 路布蘭法	73
4-2-2 索爾未法(氨-蘇打法)	74
4-3 苛性鈉	78
4-3-1 鹼化法	78
4-3-2 電解法	80
4-4 液態氮	90
4-5 漂白粉	91
4-5-1 強力漂白粉	93
4-6 鹽 酸	94

第五章 氮工業

5-1 概 說	98
5-1-1 氮之存在	99
5-1-2 氮之性質	99
5-1-3 氮之製造及用途	99
5-2 合成氨	102
5-2-1 反應及平衡	103
5-2-2 反應速率與觸媒	104
5-2-3 製造過程	104
5-3 硝 酸	109
5-4 氮石灰	115
5-5 尿 素	116
5-5-1 製造原理	117
5-5-2 製造程序	117

第六章 肥料工業

6-1 概 說	121
6-1-1 肥料之要素	122
6-1-2 肥料之分類	122
6-2 氮肥料	123
6-2-1 硫 銨	123
6-2-2 硝酸銨	124
6-2-3 智利硝石	125
6-3 磷肥料	125
6-3-1 過磷酸石灰	126
6-3-2 重過磷酸石灰	128
6-3-3 磷 酸	129
6-3-4 磷酸銨肥	132
6-4 鉀肥料	134
6-4-1 氯化鉀	135
6-4-2 硝酸鉀	135
6-4-3 鉀肥的其他來源	136
6-5 複合肥料，配合肥料，化成肥料	137

第七章 矽酸鹽工業

7-1 概 說	139
7-2 玻璃工業	139
7-2-1 玻璃之性質及用途	140
7-2-2 玻璃原料	141
7-2-3 玻璃之種類	142

7-2-4	玻璃之製造程序	144
7-2-5	特種玻璃	151
7-3	水泥工業	152
7-3-1	水泥的種類	153
7-3-2	原 料	155
7-3-3	水泥之製造程序	156
7-3-4	水泥之凝結或硬化	158
7-4	陶瓷器	160
7-4-1	陶瓷器之種類	160
7-4-2	陶瓷器之原料	160
7-4-3	化學反應	163
7-4-4	製造程序	165
7-5	琺瑯器	170
7-5-1	原 料	170
7-5-2	琺瑯器之製造程序	170
7-6	耐火材料	171
7-6-1	耐火材料之分類	171
7-6-2	耐火材料之原料	172
7-6-3	製造程序	172
7-6-4	各種耐火磚	173

第八章 金屬工業

8-1	概 說	176
8-1-1	金屬之存在狀態	176
8-1-2	金屬之物性與化性	177
8-1-3	金屬之結晶構造	180

8-1-4 金屬之腐蝕與防蝕	180
8-2 鋼 鐵	186
8-2-1 鐵 礦	188
8-2-2 鐵之冶煉	190
8-2-3 鋼	193
8-2-4 鑄 鐵	197
8-2-5 熟 鐵	198
8-3 非鐵重金屬	198
8-3-1 金 銀	198
8-3-2 銅金屬	201
8-3-3 鉛金屬	204
8-3-4 鋅金屬	205
8-3-5 錫金屬	207
8-4 輕金屬	208
8-4-1 鋁金屬	208
8-4-2 鎂金屬	214
8-4-3 金屬鈉	216
8-5 金屬新應用	217
8-5-1 鈾	217
8-5-2 鈾	222
8-5-3 鎳	223
8-5-4 鈷	225
8-5-5 鉍	227
8-5-6 鈦	229
8-5-7 矽	230
8-6 合 金	230

8-6-1	合金之結構	230
8-6-2	合金之種類	231
8-7	工業用電爐及其材料與電極	236
8-7-1	碳化矽之製造	237
8-7-2	石墨之製造	238

第九章 煤工業

9-1	概 說	241
9-1-1	煤之成因與種類	241
9-1-2	煤之化學組成	243
9-2	煤之乾餾	244
9-2-1	煤乾餾程序	247
9-2-2	煤焦油之蒸餾	252
9-2-3	本省煉焦業	256
9-3	煤之氣化	256
9-3-1	發生爐氣	256
9-3-2	水煤氣	258
9-3-3	合成用原料氣	260
9-4	煤之液化及其他	261
9-4-1	煤之液化	261
9-4-2	煤之氧化	263
9-4-3	煤之溶解	264

第十章 石油工業

10-1	概 說	265
10-1-1	石油之成因	268

10-1-2	石油之成份	269
10-1-3	石油之分類	271
10-2	石油之探採	271
10-2-1	地質勘測	280
10-2-2	鑽探工程	282
10-3	天然氣	284
10-4	原油之煉製	287
10-5	原油之分餾	290
10-6	石油之裂煉	293
10-7	重 組	302
10-8	聚 合	306
10-9	烷 化	307
10-10	石油製品之精製	309
10-11	石油產品之添加劑	315
10-12	頁岩油	317

第十一章 石油化學工業

11-1	概 說	320
11-2	石蠟烴類	323
11-2-1	甲烷及其製品	325
11-2-2	甲醇及其製品	327
11-2-3	乙炔及其製品	332
11-2-4	碳黑之製造	337
11-2-5	乙烷及其製品	339
11-3	烯烴類	340

11-3-1	乙烯及其製品	342
11-3-2	丙烯及其製品	348
11-3-3	丁烯及其製造	354
11-4	芳香烴類	357
11-4-1	苯及其製品	359
11-4-2	二甲苯及其製品	363

第十二章 染料工業

12-1	概 說	374
12-1-1	染料之顏色與化學構造	376
12-1-2	染料之分類	378
12-2	合成染料	379
12-2-1	原 料	379
12-2-2	中間物	380
12-2-3	染料之合成	386

第十三章 纖維工業

13-1	概 說	396
13-1-1	纖維素之構造	401
13-1-2	纖維素之性質	402
13-1-3	纖維素之用途	403
13-2	纖維素纖維	403
13-2-1	黏液嫫縈	404
13-2-2	醋酸纖維	409
13-2-3	銅氨嫫縈	411
13-2-4	賽璐珞	411

13-2-5	賽璐仿	412
13-2-6	照相用軟片	412
13-2-7	火藥棉	413
13-3	聚醯胺纖維	413
13-3-1	耐隆 66	414
13-3-2	耐隆 6	416
13-4	聚酯纖維	420
13-5	聚丙烯腈纖維	423
13-6	其他合成纖維	429
13-6-1	玻璃纖維	429
13-6-2	新纖維開發	431

工業化學

上册

第一章 緒論

1-1 化學工業之意義及範圍

化學工業可認為是「利用化學方法為主要生產手段的商品製造業」。在化學工業的生產過程中，常利用化學反應，同時借重機械及電力之操作。由低價之原料（raw materials）生產高價的產品（即商品，products）。

自十九世紀末期以來，由於化學基礎研究成果的累積與化學工程之科學與技術理論之確立，化學工業突飛猛進，而在工業產業上建立其堅固的地位。化學科學之基礎研究，可以促進化學工業的革新與發展，化學工業之開發與進步，才能促使人民食、衣、住、行、育、樂之改善。

1-2 工業化學，單元程序及單元操作

研究由原料至產品，所經歷之有關化學工業製造過程的學問，稱為工業化學。各種化學產品的製造過程，可分為兩大類，一類與化學變化有關的操作，稱為單元程序（unit process）；另一類與物理變化有關的操作，稱為單元操作（unit operation），其內容分別列於表 1-1 及 1-2。

表 1-1 單元程序的內容

酰基化 (acylation)	發酵 (fermentation)
烷基化 (alkylation)	鹵化 (halogenation)
氮基化 (amination)	氫化 (hydrogenation)
氮解 (ammonolysis)	水解 (hydrolysis)
芳香化 (aromatization)	離子交換 (ion exchange)
煅燒 (calcination)	異構化 (isomerization)
羧化 (carboxylation)	中和 (neutralization)
苛性化 (causticization)	硝化 (nitration)
燃燒 (combustion)	氧化 (oxidation)
縮合 (condensation)	聚合 (polymerization)
脫水 (dehydration)	裂解 (pyrolysis)
重氮化 (diazotization)	還原 (reduction)
複分解 (double decomposition)	矽酸鹽之生成 (silicate formation)
電解 (electrolysis)	磺化 (sulfonation)
酯化 (esterification)	

表 1-2 單元操作的內容

吸附 (adsorption)	吸收 (gas absorption)
離心 (centrifugation)	傳熱 (heat transfer)
碎研 (crushing and grinding)	調節濕度 (humidification)
結晶 (crystallization)	混合 (mixing)
蒸餾 (distillation)	篩分 (screening)
乾燥 (drying)	離析 (separation and classification)
蒸發 (evaporation)	流體之輸送 (transportation of fluid)
萃取 (extraction)	固體之輸送 (transportation of solid)
過濾 (filtration)	

近年來對化學反應之研究已著重於反應機構，反應速率；反應熱及觸媒等問題之研究；從原料到產品的全部生產過程所使用的各種機

械及裝置，務使其效率互相調和，否則將抹殺其他部份優良之設計。因此整個生產過程講究的是一貫作業，此稱為流程。為維持產品品質，節省費用，以及降低成本，對流程的管理，宜採用適當的計測儀器及自動控制裝備。

化學工業之生產體可視為單元程序、單元操作，裝備設計(equipment design)以及控制系統(control system)的綜合體。對每一製造過程及設備皆須考慮具最適條件(optimum condition)。不論單元之操作或反應，以及整個系統皆應求其最適化(optimization)條件及經濟性。

1-3 化學工業的種類

化學工業的範圍極廣。就所用的原料而言，包括空氣、水、動物、植物及礦物；就所製造的產品而言，包括日常生活食、衣、住、行育樂有關之各種用品，國防武器以及太空般的材料。表1-3所列為目前比較重要的化學工業，其中大部份都將在本書內逐一討論。

表 1-3 化學工業之種類

種 類	主 要 產 品 例
硫酸工業	發煙硫酸、濃硫酸
食鹽工業	工業鹽、精鹽、 Na_2CO_3 、 NaOH 、 HCl 、 Cl_2
氮工業	氨、硝酸、氮石灰、尿素
肥料工業	硫酸銨、硝酸銨、過磷酸鈣、複肥
矽酸鹽工業	玻璃、水泥、陶瓷器、琺瑯器，耐火材料。
金屬工業	鋼鐵、合金、鋁、鎂、新金屬材料
煤工業	焦炭、煤氣、水煤氣、人造石油
石油工業	汽油、煤油、重油
石化工業	乙烯、甲烷、VCM、苯

表 1-3 化學工業之種類（續）

種 類	主 要 產 品 例
染料工業	偶氮染料，蔥醌、靛藍染料
纖維工業	紙、人造絲
油脂工業	食油、肥皂、塗料油
高分子合成工業	尼龍、PVC、聚丙烯脂樹脂、SBR、聚酯類
塗料工業	油漆、清漆、噴漆
合成洗劑工業	清潔劑、濕潤劑
發酵工業	酒精、甘油
火藥工業	TNT，無煙火藥
高能燃料工業	放射性同位素、分裂性元素
生物化學工業	一般酒廠之製品外，有蛋白水解濃縮，調味劑，酵素製劑，綜合胺基酸製劑，維他命、ATP、抗生素原料，味精，IMP（新型味精）。

1-4 我國之化學工業

茲將其重要者由技術觀點，依業別說明其概要：

1. 肥料工業：

肥料工業一向為我國最重要化學工業之一，其產品包括：硫酸銨、過磷酸鈣、尿素、硝酸銨鈣，以及複合肥料等，產量年有增加，有助於提高農業生產者甚大。另外台肥南港廠改用天然氣製氨工程完工生產後，產量將更為增加。新近台肥與美國 Kellogg 公司合作之苗栗一千噸液氨尿素廠，正計畫施工中，俟其完工時，產量又可增加。

2. 石油及石化工業

台灣不產原油，地下的油層經探礦所得資料，氣多油少，近年來

積極進行海底探採，所得結果亦同；因此至目前（1977）為止，其最基本的原油仍仰賴進口，整個石油命脈掌握在他人之手，不能自給自足，極為危險。台灣之天然氣以甲烷為主，其含量高達 80 % 以上，若能善加利用，也可以減少能源缺乏之憂，甚且可以解決石化工業之問題。

進口原油之煉製由中油公司擔任，每年製煉原油在九百九十餘萬公秉以上。現有之設備為：蒸餾工場七處、觸媒重組及加氫脫硫工場七處，另外煤裂、烷化、輕油回收，柏油吹製工場等有多處；還有石油化學煉製設備、輕油裂解、芳香烴萃取、DMT 製造等工場。擴展中之煉製設備有第八原油蒸餾工場、加氫裂解工場、真空蒸餾工場及北部煉油廠等。

石油化學工業，乃係指以石油或天然氣為原料，生產各種化學產品之工業，生產過程為將石油製成乙烯、丙烯、丁二烯、甲苯、苯及二甲苯等基本原料，即所謂石油化學之上游工業。由這些基本原料經過連續之化學製造過程可產生 VCM、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯、苯乙烯、乙二醇、聚丙烯、醋酸乙烯、己內醯胺、對位酞酸、對苯二甲酸二甲酯、甲基丙基甲酸、醋酸、酚、丙酮、塑膠增韌劑、氧化丙烯、丙烯腈及合成橡膠等石油化學中間原料，即所謂石油化學之中下游工業。將種種中間原料予以加工，可製造出各種紡織塑膠及橡膠產品，此後段過程中之各種生產工業，一般稱之為石油化學之下游工業。時至今日，石化工業已被視為國家經濟發展之重心，重工業與石化工業發展之程度，可視為國家經濟發展之指標。然而近三年來石油危機之發生，無疑的，對我們提出一最嚴重之警告——石油化學工業之前途甚憂，如何開發新能源及原料，實為今後研究之重心。

二十年以來，日本為亞洲地區，石油化學工業產品之主要供應國，由於市場需求之急速增加，東南亞地區經濟發展情勢之迫切需要，