

龔昂雲編著

化學工業之  
設計及  
作業管理

世界書局印行

翻 不 所 版  
印 准 有 權

化學工業之設計作業及管理

實價國幣六元

外加運費匯費

編 著 者	陸 高 誼
發 行 人	陸 高 誼
出 版 者	世 界 書 局
發 行 所	世 界 書 局

【三二・二・初】

## 編輯例言

1. 本書內容包括辦理化學工業之各種必要知識，以供已辦或未辦化學工業者之參考，及為職業中學應用化學科採作教本之用。

2. 本書材料分為設計、作業及管理三部，門類雖少，而範圍甚廣，且大都屬於專門之學識與技術，故編制取材不得不提要鉤玄，務求切合實用。至於涉及專門性質之材料，則在本書每章之末，特開列各種專著之書名、著者及出版處所，以便學者作進修之參考。

3. 工業插圖對於讀者有極大之裨益，本書為分量所限，不克盡量容納，實為憾事。惟本書說明力求淺顯，故在處理實物時或不致艱於理解也。

4. 本書書末附有各種重要之參考圖表，可資檢查。

5. 本書編印匆促，謬誤處知所難免，倘承指正，不勝歡迎。

6. 化學工業之原料亦為從事化學工業者之參考要籍，世界書局另有無機化學工業原料及有機化學工業原料二書可供選購，並此介紹。

專家編著 取材最新

# 化學工業叢刊

已出下列各冊

- (1) 化學工業之設計作業及管理…… 龔昂雲編
- (2) 無機化學工業原料…… 龔昂雲編
- (3) 有機化學工業原料…… 龔昂雲編
- (4) 代用品工業…… 龔昂雲編
- (5) 實驗小工藝製造…… 俞天民編
- (6) 日用品製造…… 汪向榮編
- (7) 教育用品製造…… 汪向榮編
- (8) 墨及墨汁墨水製造法…… 龔昂雲編
- (9) 天然香料與人造香料…… 錢若錦編
- (10) 化妝品製造…… 汪向榮編
- (11) 食品化學工業製造法…… 徐彬如編
- (12) 食品製造…… 汪向榮編
- (13) 醬油製造法…… 蘇頑夫編
- (14) 清涼飲料…… 龔昂雲編
- (15) 藥片與藥丸…… 戴凱編
- (16) 家用藥品製造…… 汪向榮編

世界書局發行

# 目次

## 第一章 化學工業之設計.....1

### 第一節 總論..... 1

化學工業之意義 化學工業之範圍 化學工業之分類 化學工業之原料 化學工業之要點 化學工業之目標 本書之範圍

### 第二節 化學工業之設計..... 4

概說 人材 資本 地點——1. 原料 2. 市場 3. 運輸  
4. 燃料與動力 5. 勞工 6. 與他種工業之關係 7. 與地方之關係 生產能力之決定

### 第三節 化學工業之設備.....13

概說 廠房之式樣 廠房之構造 建築之要點 裝置 機械 物料之處理 儲藏 研究設備 安全設備 衛生設備

### 第四節 工廠材料.....23

概說 鑄鐵 熟鐵與鋼 高矽鋼 不銹鋼 鋁 銅 蒙銅  
鉛 錫 鎳 玻璃 熔融石英 琺瑯鐵器 耐酸陶器  
水泥 橡皮 木材

## 第二章 化學工業之作業 .....31

### 第一節 化學工業之作業.....31

概說 傳熱 軋碎與研磨 分離 浸溶 洗滌 過濾 加熱與冷卻 煨燒 蒸發 結晶 乾燥 蒸餾 分餾 分凝 乾餾 昇華 提精 混合

## 第二節 物理的測定.....58

概說 長度之測定 面積之測定 時間之測定 速度之測定 重量之測定 比重之測定 比重計 比重瓶 魏氏天平 液體容積之測定 氣體容積之測定 液面之測定 流量之測定 黏度之測定 溫度之測定 濕度之測定 壓力之測定 電阻之測定 氫離子濃度之測定 光學測定法 作業自動化

## 第三節 工業分析.....84

概說 定性分析 乾式分析法 濕式分析法 酸根檢驗法 定量分析 規定液 指示劑 工業分析用常備試藥 試料之採集 水之檢驗 工業用水之限制 煤之檢驗 硫酸之檢驗 鹽酸之檢驗 硝酸之檢驗 碳酸鈉之檢驗 氫氧化鈉之檢驗 碳酸鉀與氫氧化鉀之檢驗 酒精之檢驗 油脂之檢驗

## 第三章 化學工業之管理.....114

### 第一節 工廠管理法..... 114

概說 建設工廠之程序 工廠組織之要旨 標準組織 工人工資 考工 原料管理 貨品管理 機械管理 工廠災害預防 疾病預防 中毒預防 職工福利事業

## 第二節 工業簿記..... 131

概說 成本之要素 直接費 間接費 成本會計制度  
 般會計科目 特殊會計科目 帳簿 工場總帳 決算

## 第三節 工廠法規..... 150

概說 修正工廠法 修正工廠登記規則 獎勵工業技術暫  
 行條例 獎勵工業技術補充辦法 獎勵工業技術暫行條例  
 施行細則 工業獎勵法 特種工業保息及補助條例 商標  
 法施行細則 修正國貨暫訂標準 經濟部發給國貨證明書  
 規則

## 附 錄

一	重要當量及計算公式.....	182
二	比重與波氏脫氏度數比較表.....	183
三	重要物質之密度表.....	188
四	水蒸汽張力表.....	189
五	硫酸比重及其含量表.....	190
六	鹽酸比重及其含量表.....	192
七	硝酸比重及其含量表.....	193
八	碳酸鈉及洗濯鹼之比重及其含量表.....	195
九	氫氧化鈉之比重及其含量表.....	196
一〇	碳酸鉀之比重及其含量表.....	197
一一	氫氧化鉀之比重及其含量表.....	198
一二	酒精比重及其含量表.....	199

---

一三	各種鹽類之溶解度表.....	201
一四	主要油脂與蠟之常數表.....	204



# 化學工業之設計作業及管理

(附最近工廠法規)

## 第一章 化學工業之設計

### 第一節 總論

**化學工業之意義** 凡以天然物或其他物質為原料，經改變其形性或結構，以造成人類生活上有價值之物品者，謂之工業(Industry)。工業之中，有僅施以機械的或物理的工作，外形雖變，而實質不變者，如以鐵製刀、以木造器等，此種工業可稱為機械或物理工業(Mechanical or physical industry)。反之，由鐵以製鐵朱，由木以製木漿，則皆須根據化學原理，應用化學(或物理)技術，並經過完全之化學變化。故其所成新物質之形性或構造已與原物質完全不同，蓋原物質中所含之成分，殆已完全變化而成新物質矣。此種工業，即稱為化學工業(Chemical industry)。

化學工業中所起化學變化之程度頗不一律，如由煤焦油以提製染料，或由空中之氮以製硝酸，不但學理頗為深奧，而技術亦甚繁複。至如由原油以提汽油，或由甘蔗以製蔗糖，其變化雖似簡單，但在提製之時，亦不能不應用複雜之化學原理及方法，始能成為有價值之商品也。

**化學工業之範圍** 化學工業之成品，不但與人生之衣食住行

有關，即與文化及國防亦有密切關係，故其範圍至廣。化學工業之與衣有關者，如織物之整理及洗染，人造絲、毛及皮革之製造等。與食有關者，如蔗糖、澱粉及食用油類之提製及精煉，飲料及調味料之製造等。與住有關者，如水泥、磚瓦、玻璃、假漆以及人造石等種種建築材料皆屬之。與行有關者，如柏油、汽油及橡膠等皆屬之。至於化學工業與文化及國防有關者，則有紙、墨、印刷及火藥毒氣等。其種類之繁多皆不勝枚舉，實則現代之物質文明，皆為化學工業之所賜，苟無化學工業，則我人當仍為穴居巢處，食肉寢皮之原始生活，而不能獲得上述種種現代物品之享受。人類之慾望無限，化學工業之進展極速，未來之繁榮，正方興未艾也。

**化學工業之分類** 化學工業通常分為無機化學工業及有機化學工業二大類。無機化學工業之主要者，如無機酸、鹼、顏料、黏土、玻璃、火柴、人造肥料、壓縮氣體及各種無機工業藥品之製造等。有機化學工業之主要者，如蔗糖、澱粉、釀造、製革、造紙、人造絲毛、香料、染料、油漆、橡膠、人造樹脂、賽羅珞、油脂、煤及石油之分餾、煤氣及煤焦油以及各種有機工業藥品之製造等。品類浩繁，凡有關人生日用以及文化國防之物，無不應有盡有。國家之盛衰強弱，當以化學工業之興廢而可加以斷定。我國工業幼稚，各種化學工業皆有積極建設之必要也。

**化學工業之原料** 化學工業之範圍極廣，種類至多，其原料大都為天然資源，但以他種化學工業製品、半製品、副產物或甚至以廢物為原料者亦甚多。通常一種原料有用於數種化學工業者，故各種化學工業頗多互相關聯。原料之主要條件為來源豐富及價格低

廉。通常化學工業皆設於原料豐富之區，即欲以他處資源為原料，亦須求運輸之便利及運費之低廉，如是產品成本亦可不致昂貴，而有利於銷售也。近世利用副產物或廢物之化學工業頗為發達。故資源缺乏之國家，多在此方面努力開發利源，尤以空氣與水等為最合理想之原料，蓋可取用不竭，且幾不費代價也。

**化學工業之要點** 化學工業以大量生產為要件。大量生產之工廠，其設備及工資等所增無多，而利益則可增大數倍，故常較小規模工廠為經濟。此種事實在歐美工業發達之國家大多有例可資引證。但現代化學工業所以能在經濟上獲得穩固之地位者，大都有賴於技術上與業務上之研究與改進。此點不論在大規模或小規模工廠皆有注意必要。蓋近世新興工業中如合成硝酸、合成染料及如最近之尼龍（Nylon）人造絲等，幾皆為科學研究與化學工程發展之結果。反之，化學工廠中房屋及機器等之折舊率皆屬甚大，故欲減小損耗而增加生產，亦非藉研究不可也。

**化學工業之目標** 化學工業中除有關國防建設，由國家經營者外，大都由私人自由經營，以供應社會上一般生活之需要。國營之工業大都須憑藉政府之權力，而不完全以營利為目標。私人企業則皆以營利為其最要目的，但由國家予以相當之保護與獎勵。我國為工業落後之國家，各地工廠大都為中小規模，僅以營利為目的，缺少技術與業務上之研究與改進。再則最重要之藥品原料多須仰給舶來，阻礙工業本身之發展，影響殊巨。故目前我國之化學工業，似應於原料工業及製造工業同樣注重，分途並進。此層固當由政府兼籌並顧，製成方案而實施之；但私人企業者亦當以此為鵠的，以

期殊途同歸也。

**本書之範圍** 由前知化學工業之範圍極廣，故從事化學工業者不但須有化學上之基礎，並須有工程上及管理上之各種知識。本書主旨，即在選集此種重要之知識，備作從事化學工業者之參考。蓋提倡化學工業固為生產建設之先急，然化學工業之理論與實際，浩博艱深，殊非短期內所能窺其門徑。故編者深願以此書為入門，不但能進窺應用化學之堂奧，並能從事於化學工業之建設，以盡生產救國之一部分責任，則此書之輯為不虛矣。

## 第二節 化學工業之設計

**概說** 任何事業皆當於創業之時先有一精密之計劃，然後依照計劃逐步實行，始可有成功之望。化學工業頭緒紛繁，創業時之精密計劃尤不可少。其設計要點，大概為人材、資本、地點、原料、市場、運輸、燃料、動力及人工等數項，其中人材與資本二項當然首須決定。而廠址之選擇與廠屋之建築尤為工業成敗所繫，必須審慎周詳，通盤籌劃。此外在工程及管理方面，如技術之改進，生產之增加，以及考工之標準，產銷之合理等，皆為設計時所當考慮之點。總之，工業之各部份皆有密切之關聯，苟無縝密之計劃，則一部份之缺陷，每足以影響於全體。本節即就設計上應行考慮之點分別敘述，以供創業者之借鏡焉。

**人材** 現代之化學工業，除化學之學理與技術外，尚包含農業、機械、建築及電氣等之各種智識與工程，故僅有化學方面之學識，不足以應付各種繁複之工程問題。在創業之時，當然先須有可

靠之技術人材，對於一種或數種工業具有專門之學識與經驗，然後始可進行計劃。此種人材在中小規模之工廠當然無延攬之可能，但創辦者至少當於該業具有相當之經驗。至於大規模之工廠，則除化學工程師外，大都引用其他方面之專材，分頭負責。總之，技術人員為化學工廠之骨幹，倘僅有資本而無專門負責之人材，則此工業必難有成功與發展之希望。徵之工業界中因外行而致事業失敗者實比比皆是。然謂由外行創業竟無一成功亦非確論。要之創辦以後，必須聚精會神，不論在技術與業務方面，皆努力求其進展，於是其事業乃能有穩固之基礎而獲得成功也。

化學工業固須有專門之技術人材，然於業務之進行，亦須有專門人材之運籌幟幄，然後其事業始能有發展之希望。此層在中小規模之工廠當然不能實現，但在大規模工廠則為能力可及，不宜因費用增加而忽略之。其重要者，如會計、造貨、考工、貨棧及運輸等各宜延用專材，分頭負責；而由總理或經理人員監督指導，總其大成。工業界中能有相當地位者，無不於各部分置專材，並配以嚴密之組織，故能分工合作，而產銷臻於合理也。

上述各項人材對於一種工業之成敗得失，關係甚大。多數工廠在創辦之時，固非先有各項專門人材，分任各項職務，然後開始進行者。實際上皆於開辦以後，然後分別延用；而中小規模之工廠，或即在開辦後亦不能延用專材者。但不論如何，在創業之初，對於人材問題當加以精密之考慮，此實為工廠設計所當首先注意者也。

**資本** 創辦工業既有人材以後，則資本之籌集，當無若何困難。雖然，我國工業落後，化學工業本身由於內在之缺陷，與外來之

壓迫，喘息圖存，尙有不能立足者。故社會上對於工業之興趣殊爲薄弱；再則我國社會多以高利貸借，以致投資者競趨於高利之一途，即銀行放款，亦多避而不顧。我國工業之不能發展，此實亦爲一大原因。近年政府提倡工業，對於小本經營者並予以貸款之便利。（參看本書第三章第三節）此後建設方殷，需錢益切，有志創業者，果能有精密之設計，與優利之把握，則資本之籌集，當不致再如過去之困難矣。

創辦工廠究須若干資本，此又爲設計時所當考慮之事。工廠規模固有大小之分，然其資本皆不可過多或過少，蓋過多則賠利息，過少將不易周轉也。通常工廠所需資本當包括生產所需之地基、建築物、設備費及經常支出等數項，故在作資本之預算時，當先就上述各種因素加以考慮後，始可決定其應行籌集之總額。蓋如廠址之勘定，與規模之大小，所需資本恆相差倍蓰也。總之，資本之總額，務當以工廠之維持與發展爲標準，過多過少，皆非本身之利，在設計之時當三致意焉。

**地點** 工廠之地點，不但關係於創辦時之費用，且亦影響於開辦後之生產效率，實爲工業之成敗所繫。關於工廠地點之決定，應取決於原料、市場、運輸、燃料與動力、勞工及與他種工業及地方之關係等。按工業之發展與人口之密度與地理上之支配有關。規模較小之工廠，設備簡單，且與各方面之關係較小，故廠址之決定，僅須考慮少數之條件已足。但規模較大之工廠，則在設計之時，必須考慮其多數之條件。實則小規模之工廠發展而成爲大工業者其例甚多，故在設計時亦儘當作多方面之考慮也。茲就決定工廠地點之

各種因素，分述於後。

1. 原料 化學工業所需之原料，種類甚多，有礦產，或取之於動植物，或則以半製品及中間生成物為原料。此種原料皆非任何地區所可全備。故在設計之時，首宜考慮國內是否有某種需要之原料。若已有此種原料，又當視其分佈如何，及其來源是否充足。再則原料價格之貴賤及是否易於獲得，皆能影響於產品之成本，故皆非予以精密之考慮不可。按工廠與原料之產地接近固屬適宜，但同時必將與出品之市場遠離，故二者實不可得兼。通常凡原料笨重而價廉者，則工廠有接近之必要。若不甚笨重而價貴之原料，則與工廠距離之遠近漸不重要。但此時當就運輸之情形及運費之高低加以考慮。再則如硫酸工廠以黃鐵礦為原料，但硫酸之運費較之礦石為大，故以設於銷費所在地為適宜。但如魚油之製造，則因原料易於腐敗，故工廠仍宜設於原料之產地。至如原料之數量甚少，而製品之價值甚高者，如製藥工業等，其廠地之決定，當考慮原料以外之材料是否易得，而於原料之價格及運輸問題等反不重要焉。

若干工業有以水及空氣為原料者，此種原料不但到處可得，且不費高昂代價。然以水為原料者，不可不考慮水之品質及其可以利用之水量。例如造紙及製膠等皆需用大量之水，且其質須純潔，若忽略此點，則工業本身必將受重大之打擊。再則工廠皆需淡水，若於淡水缺乏之處設一紙廠，則勢須增加掘井抽水之設備費用矣。至以空氣為原料時，雖亦不費若何代價，但亦不可不考慮電力及動力問題，而在此方面又須考慮到燃料與水，故在決定工廠之地點時，必須注意於以上各點也。

關於原料之選擇，尚有一點必須注意。各種原料，水與空氣可以取用不竭外，其他各種，一時之供給，甚充足適用。但經相當時期後，必將有原料告竭，工廠不能開工製造之憂。例如製造木粕工廠宜設於森林地區，但森林有採伐告罄之憂，故木粕工廠必須置有廣大之林場，一方採伐舊林，一方培植新林，然後可維持工廠於永久。再如蔗糖工廠亦然，工廠必設於產蔗之區，但同時宜置廣大之蔗田，自行供給原料，以免因種種原因，致原料之供給告竭時，使工廠陷於不能維持之窘境。總之，關於廠址之決定，在設計時不但須注意目前，且須考慮其將來，凡大規模之工廠尤須注意及此。

2. 市場 開設工廠不但能製造貨品，並須將貨品盡行銷售，故創辦時先當以適合社會需要之貨品為目標，而在設計時則不可不考慮其銷售之市場。工廠所在之地，如有一甚佳之市場，足以銷納其全部貨品固屬最優，但實際上不能不尋求其他市場以謀發展，但如此即須增加費用而減少利益。通常小規模工廠之廠址，即全依其銷售之市場而定。蓋小規模之工廠，設備簡單，生產所需之成本較高，但市場近在咫尺，貨品之銷售，毋須增加運輸之費用，故得互相抵銷，而不致增其貨價。反之，若遠離市場，則因種種費用，而增加銷售之困難，故小規模之工廠，常以接近市場為成功之要訣。但中等規模之工廠，則不妨設於都市之近郊，以取接近市場及減少費用之利。至大規模之工廠，則其市場，常不限於一地，且或擴大至於全國或海外。此種工廠之設備宏偉，常以大量生產為原則，故其產品之成本較低。而且若干大工廠中常自有其動力、電力或甚至運輸之設備，故更無接近都市之必要。惟大工業中，其工廠亦不乏必須設



於都市中者，如前述之硫酸工廠，因所產之硫酸性質劇烈，運費高昂，故雖礦石之運輸不便，而仍以設於都市為有利。至如煤氣工廠必須裝設導管，以輸送煤氣，故尤宜設於都市中，蓋煤之運費遠不及導管裝費之巨也。總之，小規模之工廠以接近市場為有利，大規模之工廠雖無接近市場之必要，但宜依經濟方面之條件，以決定其地點。

3. 運輸 工廠之原料皆須自外運入，而其製品則須送至市場，故運輸對於原料之供給與製品之市場有密切關係，因而在設廠之時應就運輸問題加以研究，即交通狀況，運費大小及製品加上運費後利益如何等。通常交通狀況分為水陸二路：水路之設備分帆船及汽船，陸路之設備則分火車及汽車。關於運費之大小，通常帆船之運費，低於火車之運費，而以運貨汽車之運費為最高。若原料及製品之重量大而價值不高者，自以舟運為宜，惟舟運之速度決不能如火車或汽車耳。故在設計之時，在此方面即應加以考慮，究以採用何種運輸方法為適宜。因此工廠之地點，以在兼有水陸交通之處為最有利，蓋其各種設備完全，可以任憑選擇，且貨運便利，不致為運輸機關所控制也。惟此種位置除大都市外大都不易兼得，有時或僅能取其一種，則運費之大小，及運輸有無阻礙可能，皆當予以考慮；蓋有若干工業，運費之大小即不致為重要之問題，然因交通不便，貨運困難，而間接受其害者，亦非少數也。總之，運輸問題為一般化學工業成功之鎖鑰，有完備之運輸，則原料及製品之到達距離可以擴大，因此原料之供給及製品之銷路可以增加，即營業之贏利更可增多。若干化學工業，如冶鐵、製糖、造紙、肥料、石灰、水泥、黏