

工學小叢書

化學工業之設計

高 鈺 著

商務印書館發行

工學小叢書

化學工業之設計

高 鈺 著

商務印書館發行

中華民國二十五年八月初版
中華民國三十六年七月三版

(62718)

工學小叢書
化學工業之設計一冊

定價國幣壹元伍角

印刷地點外另加運費

版權所必
有究

著者 高 鈺

發行人 朱 經 農
上海河南中路

印刷所 商務印書館
商務印書館

發行所 商務印書館
各地

(本書校對者王養吾)

序

設計之義，迄於今日，爲用已廣。於一定目的之下，依事物之性，順事物之變，組織的，機構的，爲之安排使爲系統的進行，具有機的連鎖，循正當一定之軌道以進行者，皆得謂之設計。

以自然爲對象者，當先明乎物性物象，物物間之關係，方可於預定目的之下，作適當之安排。安排不合，自然定律所在，決不容少許之通融於其間。易言之，卽其在進行目的所在以前，必經研究，必經周詳之設計。否然者，目的不可達。譬之建橋者，必先計及橋重，載重，材料強弱由力學的法則以建，否則，橋必圯。築室者必依材料，大小，溫度，用途，由熱學的法則以建，否則溫度不可達。

於一種目的之下，欲尋求安排，卽非設計不可者，在自然對象，甚爲簡明而嚴確。工業製造者以物質爲對象，故設計之義，乃用於工業之建設。

雖然人事之進行，仍爲系統的，有機的，非無正當之

軌道可循也。特其關係更爲複雜，非如自然對象之簡而明耳。於是對於人事之設計，久爲人所忽。時至今日，由各種人事之科學的研究法，知動作，疲勞，人事管理，皆有一定之法則可求，亦當組織的，機構的，爲之安排，使爲系統的進行，具有機的連鎖。即在人事亦不可以無設計。

近代工業，在設計之初，即當二者兼顧，蓋設備與管理，實具有深切之關係。忽其一者，經營即失其合理化，而不可立足於此自由競爭之商場。以是，本篇所述者，雖以化學工業之設計爲主體，關於人事者間亦涉及之。

往者曾應暨南大學之招，講演於其理學院，取演稿加以補充，乃爲是文，並誌於此。

二十五年五月十日

參 考 書

柳田喜一郎氏著 工廠設備之計畫

內田俊一氏著 化學工業及其裝置

平井泰太郎氏著 產業合理化圖錄

目次

序

第一章 化學工業之企業	1
第一節 化學製品	1
第二節 企業之目標	2
第二章 化學工業之設計	7
第一節 設計上之要點	7
第二節 原料	8
第三節 製品之市場	10
第四節 運輸	11
第五節 燃料及動力	12
第六節 勞動	13
第七節 與其他工業之關係	14
第八節 與地方民衆之關係	15
第九節 用水	17

第十節	建設費	18
第十一節	廠地決定上各種因子之重要程度	19
第十二節	裝置設計與經濟之關係	23
第十三節	生產能力之決定及其生產額	26
第十四節	單位行程	34
第三章	化學工廠之設備	39
第一節	設備	39
第二節	裝置與機械之區別	40
第三節	裝置之選定	43
第四節	其他之設備	44
第五節	運搬	47
第六節	固體之水平運搬	49
第七節	固體之揚上運搬	50
第八節	固體之降下運搬	51
第九節	固體之架空運搬	52
第十節	液體之運搬	53
第十一節	氣體之運搬	57
第十二節	粉碎及分離	59

第十三節	混合及捏合.....	60
第十四節	三態變化設備.....	62
第十五節	貯藏.....	62
第十六節	工作之直線進行.....	66
第十七節	惠工設備.....	68
第十八節	工廠之配置.....	68

第四章 改良及新生產方法之研究

與設計71

第一節	製品之新陳代謝.....	71
第二節	改良及研究.....	72
第三節	研究之發展期及其工業的設計.....	74

化學工業之設計

第一章 化學工業之企業

第一節 化學製品

試一觀吾人之所衣所食所居所藉以生活者，爲物之繁，乃不遑枚舉。此多類多數之物中，幾何不與化學相涉，不爲化學製品者乎？以言乎衣，人造絲，化學製品也，卽其他以天然物產爲資料者，棉則須漂白，絲則須精煉，毛則須脫脂，均不能無化學作用之加入。以言乎食，鹽出於海，醬製自豆，糖得於蔗，他若製麪者須碱，製饅者須酵，又何一不與化學相關，以言乎住，磚瓦石灰不可離，他若水泥，油漆，又何一不爲化學製品。故近代人之生活，謂其建諸化學製品之上，決非誇語。此僅就直接於衣食住者而言耳。擴而廣之，疾病俟於醫藥，藥、化學製品也，近代交通

利器之航空與公路，輕油（汽油）不可缺，輕油亦化藥製品也。化學製品既若是其廣汎繁多，製造此種製品之化學工業，自必門類複雜。或自其原料以爲別，有如脂肪工業，纖維工業；或自其化學方法以爲別，有如電化工業，釀造工業；或自其用途以爲別，有如肥料工業，色染工業；或自其性質以爲別，有如酸鹼工業，有機化學工業。各有其系統，詳細羅列，不可望於此，而亦不必求於此，略之可矣。

第二節 企業之目標

所謂化學工業之企業者，即欲於此廣大之領域中，舉其一門或數門工業，一種或數種製品，從事建設，以得其生產也。門類複雜，製品繁多，既如上述。在此複雜繁多之中，將何擇以從事乎？是必有選擇之方。其目標可分爲二種，一則以國家的見地爲前提而企業者，一則自純商業的見地以企業者。前者之目的，不在經營體自身之得利，而在於國家之圖存。試舉其例，原油缺乏之國家，近代科學軍器所不可缺之輕油，不能自供其需要，乃作種種企業，從事建設，求以他種化學製品，補其缺。於是產煤者，欲用低

溫蒸餾法或加氫方法自煤以製其代用油，植物油豐富者，欲用高溫分解法自廉價之油以製其代用品。是種工業，在平時自由競爭之市場中，以成本昂貴，工作複雜，決無幸存之理。然自國防上為備萬一之用，乃不可廢，故其建設恆藉國家之力以助其存在。或以之為國營事業，或以國力作強力之保護，方克有濟。

後者之目的乃在經營體自身之得利，此種企業最為廣汎。或就銷場以應自國社會之需求，或依原料以供給全世界之需求，試舉其例，吾國多數之製造工業，均屬於前項，而智利之硝石工業，德國之鉀鹽工業，則屬於後項。

介乎此二者間，尚有多數之工業，既由人民自由企業，圖經營體自身之得利，復由國家加以相當之保護者。目的所在，或欲以維持自國之國民經濟，或欲以建立國內工業之基礎，或欲以杜絕國內資金之外溢。此種保護隨各國所需而種類不同，即在同一國家，亦隨時代所須而種類不同。保護之方法，或用關稅壁壘法，或用國庫補助法，要在使其經營不致因虧損而夭折。試舉其例，有如染料工業，其工廠在戰時即可利用以為軍用毒氣火藥之製造所，

冶金工業戰時即可資以爲軍器之原料，是二者在其未發達時，恆由國家保護，使其在平時不致夭折，俾其自行發展。此種方策，固他國所恆採者也。惜其在吾國，關稅因協定而壁壘全圯，財政困難，補助與保息，無一可行。外來之大規模傾銷，日益加甚，內部之工業基礎，毫未成立，於是一切之化學工業，皆在外侮內憂之下，喘喘圖存。維持現狀之不易，發展云乎哉。

今當述於此者，乃爲自由企業方面，即其經營體自身以得利爲目的者也。在工商業不甚發達之國家，企業恆爲中小規模，在資本主義發達之國家，多爲大規模之企業。中小規模者，其目的恆在應自國社會之所需，故其所當着目者，國內之需求關係，外國之輸入關係，目前之近況，將來之發展。至於大規模者則不然，自國之銷場以外，恆求以隣國爲壑，故影響所自來之範圍亦大；於是自國市場需求之關係以外，必顧及於其企業在工業上及經濟上之地位，國外之產銷，世界之大勢。

然而無論其爲若何之企業，若何之經營，下列四者必加之意：

(1)原料 原料是否有廉價之國產可資，抑須仰給外來？

(2)材料 材料者化學藥品及其他構成修理所用，而不屬於原料者也，是否有國產可資廉價可得？

(3)技術 技術困難與否，能否由國內供給，抑須仰給於國外？

(4)勞動 勞動者是否須特別技能及熟練，國內有熟練之勞動者可得否，其訓練之難易如何？

凡此四端，從事之初，即當籌及，使後此無憂。吾國爲工業落後之國家，凡百皆滯而未進。以言乎材料及技術，多不能不仰給外來，人或無異詞。以言乎勞動不足爲用，人必不能首肯。殊不知勞動之要素爲能率，所以增進此能率者，首在熟練，與夫適才得所。在化學工業，多數有俟於特別技能，此種特別技能，與夫熟練不可一躍而達，須經相當期間之訓練；而適材得所，亦必經多數之科學的試驗與研究。反觀吾國凡百施設，既未之及，對此加以注意者亦甚鮮，宜乎勞動效率之低下矣。以言乎原料不足爲用，人亦難首肯。實則一觀近代化學工業之內容與夫其與他

種工業之關係，再一察吾國已舉之工業，則知此語決非全虛。觀乎近代之化學工業，對於天然生原料，距離已遠。試以染料爲言，染料之本出於煤，自煤以至染料，不知已經過幾許中間生成物矣。今在吾國，欲爲一企業，自煤以製染料可實現乎？不能也。於是其所需之原料乃爲苯，氯化苯，駢苯等，皆仰給於外來矣。更就製紙者觀之。除以本國可得之破布作小部分之原料以外，其所需之化學紙漿皆輸自國外矣。類於是者，不知幾何，其真能製自純粹之國產原料者固未可言無，決不能代表今日之中國工業界情形，則盡人莫得而否認者也。

作是種企業者，間接仍不免於代銷外貨，經營所得之利不過外貨之分潤而已。然是非曰此種企業爲不當舉，蓋外來原料材料之應用，外來技術之應用，乃落後國家之建設上，所必經之階段。特於企業之初，必明此原料之來源，可久恃與否。同時即當着手研究自國原料，謀所以自供之道。對於技術，亦同時研究，謀所以獨立之道，乃不可忽耳。

第二章 化學工業之設計

第一節 設計上之要點

企業之方準既定以後，隨而來者即爲設計問題。設計之初首當決定者，爲地點問題。就原料或市場之所在乎？置於工業都市中抑置於遠隔之鄉間乎？由此決定所在之不同，影響及於設備，其中尤以關於運輸設備及貯藏設備者，影響爲多。其次爲工程問題，採用何種原料，選取何種裝造行程，由何種之單位行程以組成其全部工程乎？其次爲設備問題，對於裝置，採取何種之生產額以定其最小單位，採用多單位制乎，抑用少單位制乎？對於機械化程度，多用人力以省設備費用乎，抑採用高度機械化之方準以增進工作效率乎？上述以外，尚有多數問題或關於原料，及製品，或關於燃料及動力，或關於技術及勞動，或關於地方人民及其他工業者，均當考慮周詳，而決定之。

尙有一言當附於此者，管理問題也。管理與設備，恆有

相連之關係，欲得其工廠管理爲科學的。設計之初，即當加以注意。

第二節 原料

由所營工業之不同，原料之種類不同，或資於礦產，如硫酸工業之於硫鐵礦，或資於植物，如植物脂肪之榨取，精製及加工工業；或資於動物，如動物脂肪之製取及硬化工業；或則以空氣及水爲源，有如氮之合成，工業氫之製造工業；或則以半製品及中間生成物爲原料，如染料製造工業。原料之種類既多，自身之性質各自不同，故其對於工廠之各種關係，皆不相同，尤其對於工廠之位置，有絕大之影響。試申論之。

原料之用礦石者，如水泥工業，石灰石，黏土等皆價廉物重者，工廠之位置必設於原料之產地。又如硫酸，其製品之運輸困難，較諸礦石，運費尤大者，則雖所用爲礦石，當設於銷費所在地。原料之以農作物爲原料者，或則在原產地，農產集中地，或則在銷費地，要以其原料及製品之運輸等關係而定。原料之極易腐敗者，有如魚油製造，

必於原料產地爲之。原料之爲空氣及水者，原料隨地可得。故其工廠之何在，決定之因子，乃在其所耗之電力料動力矣。

原料之數量甚小，而其製品之價格極高者，有如製藥工業者，原料之價格及運輸問題，不復爲決定工廠所在之因子。一般重心乃在其所用原料以外之藥品等材料，是否隨時極易入手。具此種性質者，其工廠以在工業都市爲宜。

製造費之最大因子在電力或動力者，如碳化矽之製造，及電解工業等，其原料及運輸已不爲問題之中心，故其取決工廠所在，即以電力及動力爲準。多數之高溫電化工業，及電解工業皆發達於美國及北歐之挪威及瑞典者，皆藉憑天然特惠之水力也。

更有一言，當附述於此。原料之無永久來源，或其來源不易維持者，不能選用。有如製紙者，必置其工廠於廣大森林地帶，至少能數百年左右之用者。設其不然，目前雖開始製造，自以爲足，數十年後，舊有之林已罄，新培之林未成，耗大資本所建之廠頃刻達於絕境矣。有若製糖，