

化
工
職
業
概
況

化工職業概況

目錄

第一章 化學工程概說

第一節 化學工程之意義

第二節 化學工程之內容

第三節 化學工程與化學工業

第二章 化學工業概述

第一節 金屬礦產與化學工業

第一目 鋼鐵煉冶工業 鐵、鋼

第二目 非鐵金屬煉冶工業 銅、鋁

第三目 利用金屬鹽類混合物之化學工業 陶瓷、玻璃

第二節 非金屬礦產與化學工業

第一目 燃料工業 石油、油頁岩、煤的蒸餾（高溫及低溫）綜合法人造汽油

第二目 酸鹼鹽工業 硫磺及硫酸、硝、硝酸及氮之固定、鹽酸、純鹼、燒鹼

第三目 其他 石墨

目錄

第三節 農產品與化學工業

第一目 油脂工業 壓榨、肥皂、油漆、油墨、加氫

第二目 膠體化學工業 皮革、動物膠、橡皮

第三目 木材工業 木材乾餾、纖維（造紙、人造絲）

第四目 製糖工業

第五目 肥皂工業

第四節 其他日常生活與化學工業

第一目 火柴工業 磷、氯酸鉀

第二章 第二目 食鹽工業

第三目 染料與漆料 蠶染染料——藍靛、媒染染料——茜素、虫膠、漆、假漆、噴漆

第三章 化工職業現況

第一節 我國專科以上學校一覽

第二章 第二節 化工之門

第三節 課程提要

第四節 生活素描

第五節 就業情形

第四章 我國化工事業展望及人才之需要

第一節 我國化工事業展望

第一目 酸鹼氮工業

第二目 蜜製品工業

第三目 木材乾餾及煤膏蒸餾

第四目 液體燃料

第五目 油脂工業

第六目 膠體工業

第七目 化學品原料工業

第二節 我國化工人才之需要

化工職業概況

顧毓琇

第一章 化學工程概說

化學工程簡稱化工，係各種工程之一種。工程乃科學與社會之橋樑，造橋樑者爲工程師。科學中物理與社會間之橋樑，有土木、機械、電機、水利等工程學。化學與社會間之橋樑，乃化學工程。（日本稱化學工業）造此橋樑者，乃化學工程師。在各種工程中，與社會關係最親切，與人類衣、食、住、行四者最有關係者，莫如化學工程。科學之目的，在求真理，工程之目的，在求應用，化學工程之目的，在求如何應用化學於社會人類，甚至日常生活中，使其美滿舒適與經濟。茲將化學工程之意義，內容，與其發達史，以及其與化學工業之關係分述於下。

第一節 化學工程之意義

化學工程之名，始聞於公元一八八八年，而其能在工程界獨樹一幟，與土木、機械、電機、水利等工程並駕齊驅者，不過近三十年事耳。蓋化學工業之猛進，始自第一次歐戰。歐戰前之化學工業乃在技術時代，歐戰後之化學工業，已進入科學時期。故化學工程，乃應用科學方法以研究各種化學工業之工程學。試觀技術時代之化學工業，往往探諸少數化學家或技師之手。化學家如於工程學識不技師諸於製藥方法而缺乏化學根底，故學信而功半，進步不効。間或以不研刀而得長好結果者，則將共所利方

法，守爲祕密，絕不示人。於是染色業守其染色之祕密技藝，皮革業守其製革之祕密技藝，炸藥業守其製炸藥之祕密技藝，習其業者，由學徒爲技師，再由技師而傳之學徒，世代相傳均知其然而不知其所以然。如是而望化學工業之進步，不亦難哉。這第一次歐戰發生，各國感於天然原料之恐慌，戰爭所需利器之急迫，於是競用科學方法以研究代替品。于是發明化學工業中之許多新方法。感於智利硝石來源斷絕，德國哈斐及白虛兩氏 Haber-Bosch 發明從空氣中固定淡氣以製造硝酸及阿摩尼亞，爲炸藥之主要原料。以染料之缺乏，美國則有人造染料工業之勃興。代替品與人造物，成爲戰時最時髦之產品，無以不自化學工程研究而得。蓋昔日所謂化學工業中之祕密技藝，用科學方法整理後，均可歸納而溝通。於是化學工業界，去除昔日傳統式的祕密技藝方法，而易以科學化的化學工程學術，故能節省消耗，增加效率，改良出品，而將無數化學實驗室內的方法，變成工廠中的製造步驟。故化學工程學術之倡明，實使化學工業從技藝時代，而達於科學時期。

以化學工程範圍之廣，欲得一真確定義頗難，即在美國經廿年之演進，始於公元一九三二年，確定化學工程之定義如下：

「化學工程是工程的一種，他並非化學與機械工程及土木工程之混合物，而係許多單元處理 Unit Operations 爲基礎，加以適當的配合，組成一個可應用於工廠規模的化學程序。」簡易言之：可謂「化學工程乃一種工程，根據許多單元處理的原理，可以設計創設與管理化學工廠，俾化學程序 Chemical Processes 得應用於工業中」。

第二節 化學工程之內容

以科學方法治化學工業，則知其中處理方法之應用於造紙者，既可應用於製精鹽，又可適合於造炸

藥。故雖以化學工業之千門萬戶，與其製造方法之日新月異，而其中處理之方理，均可歸納成少數簡單方法，稱曰「單元處理」Unit Operations 每個「單元處理」之原理，可普遍應用於不同化學工業中。例如石油工業中所用之蒸餾法，與煤氣業中所用之蒸餾法，其蒸餾物與產品雖不同，而其原理則一，製鹹工業中所用之蒸發法，與製糖工業中所用之蒸發法，採用之機械雖不盡相同，而其原理則一。於是在千百種化學工業中，可歸納成數十種「單元處理」方法以統制之。是乃應用科學方法之功，如是使極複雜極繁多之門類，而變為至簡易至容易之境地。

化學工程乃以化學方法處理，或輸送物料 Matter 與能力 Energy 物料與能力之處理或輸送，又可分成下列五大類，此外整個或一部份化學工廠之設計，亦至關重要。

一、物料之輸送

二、能力之輸送

三、物料之處理

四、物料之分離

五、物料之化學處理方法

六、化學工廠之設計

上列五大類中，每類又包括幾種「單元處理」今列如第一表

第一表 化學工程中之單元處理

一、物料之輸送

甲、流體之輸送

乙、團體之輸送

二、體力之輸送

甲、傳熱

三、物料之處理

甲、壓碎與研磨

乙、混和

丙、溶解

丁、沉澱

四、物料之分離

甲、固體與固體——檢分、水分、風分、浮分、浸分。

乙、固體與液體——沉澱、滲濾、結晶、風乾、抽提、凝收。

丙、液體與液體——蒸餾、蒸發、離心分解。

丁、氣體與氣體——吸收、凝收、液化後分解蒸餾。

戊、固體與氣體——洗滌、靜積、滲濾。

己、氣體與液體——吸收、抽提、減濕。

五、物料之化學處理方法

甲、燃燒 Combustion

乙、剝解蒸餾 Destructive Distillation

丙、電解 Electrolysis

丁、接觸作用 Catalysis

戊、醱酵 Fermentation

己、硝化 Nitration

庚、鹼化 Saponification

六、化學工廠之設計

甲、物料分配

乙、機具佈置

丙、經濟較量 Economic Balance

以上所列化學工程之範圍，不免仍感煩雜，今擇其中十二種尤為重要之「單元處理」列如第二表。

第二表 重要單元處理法

一、流體之輸送 (包括氣體與液體)

二、傳熱 Flow of Heat

三、蒸發 Evaporation

四、壓碎與研磨 Crushing and Grinding

五、物料之分離 Separation of Materials

六、過濾 Filtration

七、加濕和去濕 Humidification and Dehumidification

化工職業概況

八、乾燥法 Drying

九、蒸餾 Distillation

十、吸收 Absorption

十一、抽提 Extraction

十二、結晶 Crystallization

此外關於機械材料之腐蝕性問題，不得不加以注意，作為製造機械時選擇材料之南針。高壓力處理方法中，對於材料力學，在設計機械時亦應顧到。不過吾人研究化學工程，應先將最重要之單元處理法原理，十分明瞭於一切機械設備亦易瞭解，所謂「舉一隅不以三隅反」。以是化學工程實為現代經營任何化學工業，或從事於化學工廠者，所必需的學識。

第三節 化學工程與化學工業

現代化學工業之發達，化學工程之功為大，其關係已於本章第一節說明矣。美國伯米爾氏 H. C. Parmelee, Chem. and Met. Vol. 35, #1 稱化學工程為工程界之新紀元而為工業發達之產物。英國皇家化學公司之社長「特爾士 Sir Alfred Mond」曾對該國化學工業會演說稱「以前之化學家，過受工業界之誇獎，蓋化學家在實驗室中，往往視為極容易極簡單之方法，熟知由實驗室中之設備，擴大至工廠式之規模，化學工程師不知須耗費多少精力，克服多少困難，而復須加以經濟打算，有時又須使不能生利之化學方法，變為有利可圖之企業」。

據美國一九二八年之調查，二十種化學工業中，基本化學品，精製化學品，電化物、煤膏、炸藥等

五項工業，已完全爲應用化學工程之範圍。石油精煉、煤之處理、木材蒸餾、製糖造紙肥皂等六種工業，業已應用化學工程至百分之六十以上，將來可能完全爲化學工程之範圍。將來可大有發展爲化學工程應用範圍者，則爲肥料、油漆、水泥、皮革、紡織業中，特別是人造纖維、人造羊毛，則應用化學工程之處將特多。至於此二十種工業，應用化學工程中「單元處理」之多，於第三表可以明之。

第三表 單元處理應用於二十種工業之情形

(○表示需要的單元處理，×表示不需要的單元處理)

	流體輸送	傳熱	滲濾	蒸發	蒸溜	乾燥	吸收	分離
1 植物油	○	○	○	×	○	×	×	○
2 油漆	○	○	○	○	×	×	○	○
3 石油精煉	○	○	○	○	○	×	○	○
4 造紙	○	○	○	○	○	○	○	○
5 橡皮	○	○	○	×	×	○	○	○
6 肥皂	○	○	○	○	×	○	×	○
7 製糖	○	○	○	○	○	○	○	○

即由第三表中所列八種單元處理而言，在二十種工業中，其應用之廣泛，可見一斑。惟體較速，傳熱與分離三種方法，已全部應用於二十種工業。

由上所述 吾人可明化學工業愈發達 應用化學工程之原理與方法愈多，同時化學工程愈進步，則化學工業亦愈發達。故化學工程與化學工業，可謂唇齒相依 而成互相消長之勢。試觀許多近世工業，莫不由化學工程之進步 而得成功。德國之由空中固定淡氣，以製硝酸，而成阿摩尼亞，再製人造肥料，其能成爲大工業者，端賴高壓力工程技術之進步。英國德國之能由煤炭中製造人造石油，亦莫不賴高壓力與高熱度及媒觸化學工程技術之進步。他如高辛烷值 *High Octane Number* 飛機汽油之成功，有賴於石油裂化 *Cracking* 與蒸溜技術之進步，人造橡皮之成功，有賴於石油精煉工業技術之進步，各種有機化合物之合成，有賴於高壓力和媒觸化學之進步。

世界大戰中，以原料之恐慌，代替品之需要，日甚一日，故人造品物愈多。特堪注意者，如美國發明之各種人造橡皮，有自石油裂化精煉時所產生之氯碳氣體所合成者，稱 *Buryl Rubber* 有自大豆製成之綜合橡皮，每月產量，可達四百萬磅。可塑體（俗稱電木）類發明之增多，除供日用品電器品外，已可代替金屬類應用於機器中。美國感於我國之桐油，以戰爭關係，無法輸入，已在利用蓖麻油經去水作用以代替之，感於酒精原料之缺乏，以在利用廢棄木材與小麥爲原料。對於軍事方面，化學工程之供獻，尤值得注意。經石油裂化提煉技術之改進，軍用飛機汽油之辛烷值，已自八十七增至一百或一百以上。高辛烷值之汽油，可使飛機馬力增大，減少消耗，起飛距離縮短，上昇速度增加。去水食物工業之發達，對於運輸品重量縮小，供賦甚大，盡無論肉類、菜蔬、水果，均可排除水份，縮小體積，再經壓力，待食用時浸入水中，即可應用。最後殺蟲藥劑 *DDT* (*Dichloro-diphenyl-trichloroethane*) 之發明，對

第二章 化學工業概述

化學工業範圍極廣，種類繁多，以其製造程序，及處理方法所根據之化學原理或性質而論，則可將化學工業，分為無機化學工業與有機化學工業兩種。如以其製品之性質及用途之不同，可分為下列十四種：

- | | |
|---------|---------|
| 一、鹽鹼工業 | 二、鹽鹼工業 |
| 三、燃料工業 | 四、纖維工業 |
| 五、膠體工業 | 六、陶瓷工業 |
| 七、油脂工業 | 八、肥料工業 |
| 九、製糖工業 | 十、化粧品工業 |
| 十一、炸藥工業 | 十二、製藥工業 |
| 十三、釀造工業 | 十四、電化工業 |

化學工業祇是上述十四種工業的總稱。這些工業怎樣應用化學變化的原理，配合於工業製造，以及解決工業上製造程序，所需之機械和設備，各有專門書籍。如工業化學工程等分別有系統的詳細討論。本章祇能將這些工業的大概情形略予介紹而已。

第一節 金屬礦產與化學工業

金屬礦產之提煉和礦冶工業之發展與支配，實賴礦冶學識，及工程技術。礦冶學術的內容，包涵很廣，這種工程技術，雖已自成一門，即吾人所謂礦冶工程。如果將操作程序的情形，加以分析除探礦部份外，其餘從選礦至冶煉而至成品止，無一不應用化學工程。

鋼鐵工業第一目 鋼鐵煉冶工業

先以鋼鐵工業而言，產於自然界中之主要鐵礦，當推赤鐵礦、磁鐵礦、褐鐵礦及菱鐵礦。我國安徽省之牯山南山、湖北省之太冶象鼻山、福建省之華安、漳平、龍溪、貴州省之威寧、平越、廣西省之北流、甘肅省之兩當及成縣等所產者，大都均為赤鐵礦、褐鐵礦及磁鐵礦。這些鐵礦採取後，先用碎石機軌碎，於是經過各種不同的選礦。如手選法、重鑒法、油浮法、風選法及電磁法，除去岩石（脈名 Gangue）等雜質。有些鐵礦經過選礦後，還要熔燒，以驅除礦中有害的成分。如菱鐵礦中的二氧化碳，及磁鐵礦中的硫質，同時可以改變鐵礦的組織，如緻密的磁鐵礦熔燒後，變成粒形，就容易與碳及一氧化碳相接觸。

鐵礦經過選礦或熔燒後，於是裝入煉鐵爐或鼓風爐 Blast Furnace 製煉生鐵 Pig Iron，其供翻砂用時特稱鑄鐵 Cast Iron。鼓風爐的燥作，是可以繼續不斷的，各種冶金爐都需要很高的溫度，鼓風爐亦不能例外，所以他的內壁要用一種能耐這高熱的材料，稱為耐火材料。做內襯這種耐火材料，是陶瓷工業中的一種特殊產品，專供各種工程建築上必需的耐火材料。當於後面陶瓷工業裏再行介紹。鼓風爐煉鐵需要焦炭或木炭，供給其必需之溫度及碳或一氧化碳。還元鐵礦、氧化物而得生鐵，又因鐵礦中所含雜質，以二氧化碳為最多，所以須要石灰石為熔劑，使二氧化碳化合，而為容易流動的渣滓。

煉鐵工程的設備與技術，必須依賴陶瓷工業和燃料工業。雖然大規模的鋼鐵廠，自己有製造耐火材

料名火磚 *Fire Brick* 的設備，可是煤焦需要量極大，運輸費力，所以鋼鐵廠設立在煤礦的附近。

生鐵和鐵礦，再在一種倒焰爐，亦稱反射爐中熔融，除去其雜質之大部份，而煉成熟鐵，亦稱鍛鐵 *Wrought Iron*。

由生鐵或熟鐵，經過各種煉鋼的方法，用粘土坩堝及石墨的坩堝法，*Crucible Process*，用迴轉爐酸性法的柏塞麥法 *Bessemer Process* 及碱性法的托易斯法 *Thomas Process* 用平爐之敞灶法 *Open-hearth process*，及電爐 *Heroult Electric Furnace*，最後兩法，又因爐內所用耐火材料的不同，而分酸性法與碱性法。

鋼鐵由煉冶爐中煉出後，除直接用作製造鋼鐵鑄品外，鋼大部還要經過機械的鍛煉，增加鋼的抗張力與可延性，而鑄成鋼錠。這些不過是煉鋼工程中特殊操作，所以鋼鐵工業雖然整個不可認為化學工業的一種，至少其大部份製造程序及處理方法，必須應用化學原理，與化學工程的理論和技術。

第二目 非鐵冶金工業

非鐵金屬的製煉，種類尚多，我國西南諸省，盛產錫，銻，錫礦，其他各省亦有銅，鉛，銻，金諸礦。銅器我國古時採用最早，近代更為電流傳導體不可少的材料，煉銅用的銅礦，大都為硫化銅，如我國川，鄂，湘，閩諸省，及美國的蒙大拿 *Montana* 產的黃銅礦與輝銅礦，及雲南省東川之斑銅礦，雲南省更有成為鹽基性碳酸鹽即孔雀石，及遊離性的自然銅產出。

自硫化礦石煉銅，每需先經熔燒，以除去大部的硫份，於是在鼓風爐或反射爐中熔煉，而得含有硫化鐵等雜質，稱為冰銅 *Matte*，再將冰銅熔液，在迴轉爐中熔煉，而得粗銅，最後由粗銅，利用反射爐或電解法精煉，尤以電解法所得精銅，於電解池陰極上收集者，極為純粹約為 99.99%，大部份的雜質