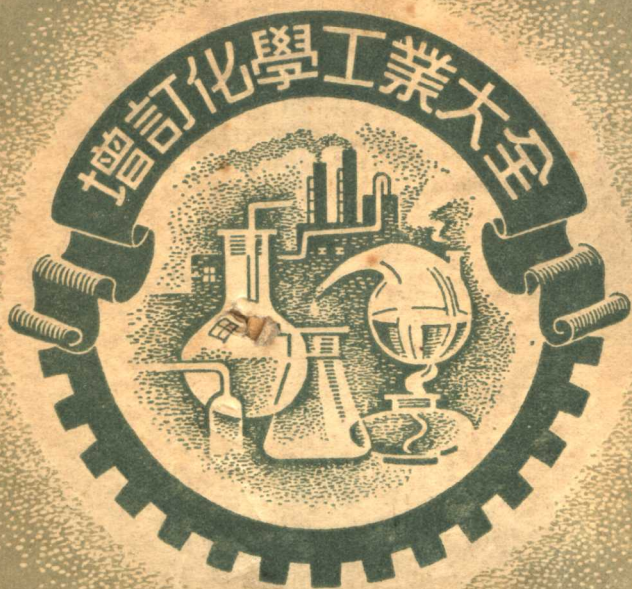




1

化學工業概論

附工廠測定及操作自動化

商務印書館

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年間澈底修訂，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。

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. 化學工業藥品
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
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 化學工業之進步	1
第一節 古來化學工業發達之梗概	1
1. 洪荒時代天然物之利用	2
2. 太古時代天然物利用之進步	2
3. 近代物質文明之創造	3
第二節 天然資源之加工	5
1. 總說	5
2. 木材之利用	5
3. 油脂之加工	7
4. 煤之利用	8
5. 天然煤氣及石油之利用	9
6. 其他天然物之利用	9
第三節 合成與人造	11
1. 天然物之合成與人造	11
2. 合成氫及合成硝酸	12
3. 合成染料	13
4. 合成香料	15
5. 人造絲、人造毛、人造棉	16
6. 其他各種合成物及人造物	17
第二章 化學工業之意義及範圍	19
第一節 化學工業之意義	19
第二節 化學工業之範圍	21

1. 總說.....	21
2. 衣食住與化學工業.....	22
3. 文化進展與化學工業.....	26
4. 國防與化學工業.....	27
5. 其他工業或產業與化學工業之關係.....	28
6. 化學工業之種類.....	31
第三章 化學工業原料.....	35
第一節 化學工業原料之必要條件.....	35
1. 總說.....	35
2. 原料之供給.....	35
3. 原料之價格.....	36
第二節 礦物界之化學工業原料.....	37
1. 總說.....	37
2. 無機化學工業之原料.....	37
3. 有機化學工業原料.....	38
第三節 植物界之化學工業原料.....	39
1. 總說.....	39
2. 植物油脂原料.....	39
3. 芳香油原料.....	40
4. 橡膠原料.....	41
5. 纖維素原料.....	41
6. 澱粉原料.....	41
7. 製糖原料.....	42
8. 樹脂原料.....	42
9. 由植物界所得之其他原料.....	43
第四節 動物界之化學工業原料.....	43

1. 總說.....	43
2. 動物油脂原料.....	43
3. 皮革原料.....	44
4. 膠類原料.....	44
5. 由動物界所得之其他原料.....	45
第五節 廢物利用.....	45
第六節 化學工業原料之水及空氣.....	46
1. 化學工業原料之水.....	46
2. 化學工業原料之空氣.....	47
第四章 工廠地位與工廠作業.....	49
第一節 工廠之地位.....	49
1. 總說.....	49
2. 原料之供給.....	49
3. 出品之市場.....	50
4. 燃料與動力.....	51
5. 運輸.....	51
6. 工廠地位與其他工業之關係.....	52
第二節 工廠作業.....	52
1. 總說.....	52
2. 工業的單位化學反應.....	52
3. 工業的單位處理.....	54
4. 工廠材料.....	56
第五章 工業用水及工廠廢水.....	58
第一節 工業用水.....	58
1. 總說.....	58
2. 汽鍋用水.....	58

3. 釀造用水.....	58
4. 製紙用水.....	58
5. 染色用水.....	58
6. 製革用水.....	59
第二節 工廠廢水.....	59
1. 總說.....	59
2. 工廠廢水之種類.....	59
3. 工廠廢水之處理.....	60
4. 工廠廢水之利用.....	61

化學工業概論

第一章 化學工業之進步

自然科學爲生產鬭爭之知識。自工業革命在歐洲開始以還，人類之生產力日益進展。自然科學既因生產力之提高而獲得充分之研究材料與新式工具，而其研究成果復予工業及農業之發展以極大之幫助。自然科學中之數學與物理學爲機械工業之基礎，化學乃化學工業之根源。故近年以來，不唯機械工業，異常進步，其以變更天然物質爲目的之化學工業，發展之速，影響之巨，尤屬可驚。蓋近世所謂化學工業者，其目標非僅對於普通之天然資源，能悉予加工利用而已，即水土空氣之儔，自古視爲四大元素者，亦能藉科學之原理，分解而改造之，以供吾人生活之需要，如水之電解（electrolysis of water），及空中氮之固定（fixation of atmospheric nitrogen）等工業是也。晚近百尺竿頭，更進一步，舉凡產量稀少，或價值昂貴之物品，亦能藉化學方法以創造之，合成之，其發展之前途，誠有非吾人意想所能及者。要而言之，近世化學工業者，匯萃科學之菁華，發揮人智之極致，充分利用天然資源，製造有用物品，以供應人類生活之需要者也。斯業之盛衰，洵足以影響國家民族之生產力。其關係之巨，有如此者。

茲就古來化學工業發達之梗概，縷述之如次。

第一節 古來化學工業發達之梗概

1. 洪荒時代天然物之利用 近世化學工業之發達，爛燦紛華，誠堪驚嘆，而溯其源流，實肇造於遠古洪荒之世。近來考古家開掘地層，發見距今約五十萬年以前，人類之祖先，曾經應用燧石或其他堅石製成各種器物之陳迹，是為天然資源加工利用之嚆矢。

其後經過長久之冰河時代 (glacial period)，大地始漸見草木之暢茂，而動物亦更見滋生蕃息，即所謂後期古石器時代者是也。自地質學考之，此時代距今尚在 2~3 萬年以上。其時天然資源之加工利用，大見進步。據古生物學及人類學所載，原始人類，已能改良石器及木器，獵取鳥獸於原野，食其肉，寢其皮，收其羽毛骨角以為器具，其在江河湖沼之間者，則漁獲鱗介之族，以供食用；又能構木為巢，掘土成穴，棲止其中，以避風雨及猛獸之侵襲。如是漸進而入新石器時代，人類之環境，逐步演進，其生活之方式，亦次第改良，使用之石器，更形犀利，木料之用途漸廣，土器之製作，亦於此開其端緒。維時駕御動物之技術益精，人類乃開始飼養牲畜，以代奔逐之勞，於是芻秣之需要日增，乃不得不從事於耕耨，更進而種植黍稷稻粱，藉補肉食之不足。吾人若上溯農耕之起源，距今蓋有萬年之久。於此亦可推見雖在上古之世，若僅恃天產之供給，已不能滿足社會之需求，人類之祖先，即知運用知識，憑藉物力以開闢利源，增加生產，而適應日用所需矣。

2. 太古時代天然物利用之進步 其後人類於木石骨角之外，開始利用黃金與琥珀。繼而又發見自然銅礦 (native copper ore)，因熔化此物所獲之經驗，再參以應用化學之原理，創為自礦石煉銅之方法。彼等於工作之中，偶然獲得銅錫之合金（按是即青銅 bronze），或於無意之間，發見銅鋅攪雜之金屬（按是即古所謂鑪，而今人通稱為黃銅 brass 者）。於是人類社會遂由石器時代 (stone age) 一躍而進入青銅時代 (bronze age)，考諸史乘，約在公元前 1,000~4,000 年之間。至於天

然有色之泥土，太古時期，即爲人羣所利用，然因其產量稀少，後人乃應用銅礦，以人工創製藍綠色顏料，藉補天產之不足，徵諸考古家之記載，此類發明，當在公元前三千年以上云。

古人對於天產物之利用，類乎以上所述者，實例繁多，勢難一一列舉，試翻太古史乘，當時各部落之間，已有互相貿易之形跡，足見其時一部份商品之生產，亦已漸趨於工業化矣。

冶煉礦產之煉金術(alchemy) 既爲古代所發明，則以意度之，時人必嘗採取各種礦石，一一以炭火焙化之，其結果，終至發見鐵質，實無疑義。此舉於近代物質文明，關係至巨。何則？器具之由土石進化而爲金屬，實使人類之生活，面目爲之一新。自此數千年間，均爲金屬時代；降及近世，鋼鐵發明，乃蔚爲機械文明之巨觀。默察世運之推移及工業之進步，即最近之將來，恐猶未能脫離此金屬之時代也。

3. 近代物質文明之創造 降而至第十九世紀，人類努力研究純正科學，其結果遂創造現代應用科學之物質文明。茲就其發展之程序，約略言之。應用科學原理，而最先獲得偉大之成功者，厥維機械工業。自十八世紀瓦特(James Watt)氏發明蒸汽機(steam engine)以來，首先採用者爲鐵路之機車(locomotive)；當時歐洲之陸路交通，即因而陡起一大革命。洎乎第十九世紀之始，河海之間，亦有輪船出現，比及其中葉，大西洋上輪船之總噸數，即已凌駕帆船而過之。其後電報電話，又相繼發明，於是全球之水陸交通，遂全改其本來之面目矣。

步武機械工業之後而日趨於盛大者，首推鋼鐵工業，其冶金方法，年有改進，近來不惟成分強度，得自由伸縮，即形體方面，亦可任意加工，於是依照實際之需要，可以鋼鐵爲材料，製成各種至精極巨之機器，以助長全般工業之發展。此外復完成鋼骨混凝土(reinforced concrete)之結構法，使凌霄之高閣，跨海之長橋，均能隨意建造。最近更於鋼鐵

以外，發見鎳鋁 (nickel and aluminium) 二質之用途，而金屬及合金 (alloy) 之研究，乃愈加進步，於是精確之金屬組織學 (metallography)，亦藉以建其基礎焉。

第十九世紀末葉，電燈電車，先後出現，其次更進而應用汽油之爆力，運轉汽車及航空機，以補電力所不逮，此類機器，至第二十世紀而益見進步。

以上所陳，除鋼鐵工業而外，均為機械工業發達之成績，至於應用化學之發明與發見，亦至第十九世紀而突飛孟晉，頓易舊觀，試略言之。溯自第十八世紀水壓機 (hydraulic press) 發明以來，舊式之製油工業，即發現改革之曙光；至第十九世紀，而蓄力機 (accumulator) 之創製，又告成功，於是新式製油工業，乃完全確定其基礎；降而至第二十世紀，化學家又發明油類加氫法 (hydrogenation of oils)，使從來視同廢物之魚油，脫去奇臭，硬化而為潔白無臭之脂肪，創成硬化油工業 (oil hardening industry)。又硫化橡膠 (vulcanized rubber) 及硬橡膠 (ebonite) 之製法，於第十九世紀之前半期內，發明完成，而橡膠工業，亦呈一大革命。至於製紙工業方面，則變化尤多。十九世紀之初，發見漉紙機及樹脂膠料 (rosin size)，比及中葉，又發明木質紙漿 (wood pulp)，終而賽璐珞 (celluloid) 及人造毛絲 (artificial wool and silk)，亦相繼成功。其他如人造染料 (artificial dyestuffs)，人造香料 (artificial perfumes)，火棉及硝化甘油 (gun cotton and nitroglycerine)，鈉碱灰 (soda ash)，照相術，甜菜糖 (beet sugar)，鎳、鋁等之發明或發見，陸續完成，其發展之速，種類之多，誠如萬紫千紅，一時競放之象。凡此種種，均肇端於第十九世紀之間，至第二十世紀而發揚光大，蔚為巨觀焉。

綜觀以上所述，晚近物質文明之進步，為時尚不足一世紀，然其進展之速，收效之宏，雖累積既往數千年之成績而比之，亦不足望其項背，

推其所以致此之故，則以自古吾人所仰賴以資改進者，不過偶然之發見與斷片之經驗而已，初未嘗有系統之組織與精密之研究也；至於現代之物質文明則不然，其對於天然資源之研究與利用，無一不置其基礎於科學之上，故其結果正確，而收效神速。夫機器之代替人工，科學之日臻完備，二者相輔並進，致建築於其上之工業，更蒙明顯之影響，各種重大之改革，得以強行而無阻者，良有以也。而工業之中，尤以屬於化學方面者，如後章所論，其關係於人生也最切，而範圍亦最廣，故其發展進步，對於工業之全體或其他社會現象，均有重大之影響，無待論矣。

第二節 天然資源之加工

1. 總說 如前節所陳，往昔人類，以工於利用天然資源，遂得制服其他各種生物，而控制世界。其後因分散移住之結果，人類各就其定居之處，滋生蕃息，馴至分化而為各種不同之民族。經過此種分途發展之後，天然資源之直接消費額，逐步增加，其加工利用之方法，亦益形發達。舉凡應用天時地利所能增加產量者，莫不盡心竭力而為之。然藉助於造化之功而猶以為未足，則不得不另闢蹊徑，完全運用人工，合成(synthesis)天然之產物，或製造其代替之成品。今則科學技術，益臻完備，人工所能合成者，已不僅限於天然物之模仿或代替，即本非天然所有而為人生所需要者，亦能憑藉人智以創造之矣。

茲更舉二三實例於後，以補前文說明之不足。

2. 木材之利用 木材之為用，由來最久，雖三尺童子，莫不知之，然其最合理之用法，則至晚近始告成功。今請言其發達之順序。在太古之世，人類僅知伐木取材，就其原狀而組成粗陋之住屋，或製作簡單之農具。其後利用之法，雖漸臻完善，然古來數千年間，人類之所成就者，要不能出乎建築或器具之範圍，初未嘗有澈底之變化也。洎乎現代，而

木材之用途，乃頓改舊觀，除歷來各用途之外，在化學製造方面，亦構成重要原料之一種，其最先成功者，屬於製紙工業。其法以木材置適當之機器內，磨而碎之，加入化學藥品，投汽鍋中蒸煮之，然後採取其不能溶解之纖維，是為木質紙漿，漂白後，可供造紙之用，其價值廉於舊有之紙料，故現在各種紙張，強半由此製造。其後化學家復取此項木漿為原料，加入化學藥品而溶解之，製造硝酸纖維素（nitro-cellulose），若再用化學方法處理之，即成賽璐珞（celluloid）之原料。賽璐珞加工之後，可製成照相軟片（photographic films），又可摻加各種顏料，而製為象牙、玳瑁、珊瑚、瑪瑙等之模造品，其他各種色澤明豔之角質材料，向為天然所無者，亦能隨吾人所希望而製成之。復次，取硝酸纖維素為原料，可製光潔如鏡之硝棉漆（pyroxylin lacquer），及柔軟強韌之人造革（artificial leather），二者性質優良，均能凌駕同類之天然品。此外最堪驚嘆者，則為自木質紙漿開始，應用各種複雜之化學變化，先造成無色透明之纖維黏膠（viscose），然後再加藥品處理，使為薄片，即成市販之玻璃紙（cellophane），又若引為細絲，即成人造絲（artificial silk）。前者性質柔韌而瑩澈，遠勝普通紙類，故上等包裝材料，莫不爭先應用；後者滑澤豔麗，幾能超越天然蠶絲，而產量無限，價值低廉，則迥非繭絲所能企及，故近來人造絲之產額，蒸蒸日上，前途遠大，未可限量。然化學家猶以為未足，近數年來，又有發明以纖維黏膠為原料，而製造羊毛及棉花者。諸如此類，往昔僅能用於建築之木料，今則除能造紙及模仿各種珍貴用品而外，復成人類衣食之重要資源，蓋由木材製造酒精之工業，久已盛行於歐洲，其自木質製造糖食之方法，經德國柏吉斯博士（Dr. Bergius）之努力研究，亦已由實驗室之工作，進而為工業上之製造矣。

觀上文所述，木材之利用方法，光怪陸離，出乎常人之意表，然而詳考其實際，則科學努力之效果，尚不止此。例如木材經過乾餾（dry dis-

tillation), 可製木炭, 本為古今之通法, 而近人則於乾餾發生之氣體內, 復能提取木精(wood spirit)及醋酸(acetic acid), 以供染色及有機物質製造之用, 且改良操作之手續, 製成毒氣之吸收劑(absorbents for toxic gases), 或以為治療之藥品。又松木乾餾之後, 除木炭外, 可蒸取松節油(turpentine oil)及松瀝(pine tar), 均為化學工業之重要原料。此外如利用櫟樹之皮(oak bark), 可製鞣革用之丹寧(tannin), 應用普通木屑, 可製漂白用之草酸(oxalic acid)等類, 均其顯明之例也。

天然木料, 種類繁多, 賦性殊異, 其加工利用之法, 亦千差萬別, 不勝枚舉, 今茲所述, 不過取其範圍較廣, 且與化學工業有重要之關係者, 略敘其大概而已。

3. 油脂之加工 上古人民, 以田獵為生活, 烹羔封羊, 乃其日常操作之一, 故對於動物脂肪, 必早有充分之認識。又生長熱帶地方之人, 見墜地之椰實, 為烈日所薰灼而流出油質, 亦宜有相當之注意。本此理由, 足見動植物油脂之加工利用, 實肇端於太古時代。考當時之用法, 不外乎烹飪及燈火之兩途, 此外則取其賦性滋潤, 間有塗於肌膚, 以為膏沐之需者, 亦有敷諸物品之表面, 作為保存劑(preservatives)者, 如是而已。降及現代, 脂肪及油類之用途, 乃大見推廣, 種類繁多, 幾難屈指, 其對於食品上製造之精進, 姑置勿論。他如按照油脂之性質, 可製為肥皂、油漆(oil paints)、假漆(vernishes)、印刷油墨(printing inks)等。或可製造橡膠代用品(rubber substitutes)、油氈(linoleum)、油布、油紙等。此外則運轉各種機器所需之潤滑油(lubricating oils), 亦有一部份係應用動植物油所製成者。統觀其普通之用途, 已廣汎若此, 然而製造家猶以為未足, 別出心裁, 應用水解作用(hydrolysis of oil and fats), 分油脂為脂肪酸(fatty acids)及甘油(glycerine)兩種物質: 前者為製造肥皂、蠟燭及紡毛油(wool scoring oils)之必需品; 後者一方面可製

潤澤香豔之化粧品，而同時又為猛烈炸藥(dynamite)之主要原料。其他腥臭易腐之魚油，自古為人類所擯棄者，化學家亦設法使之氫化，而改造之為潔白無臭之脂肪，俾可與高價之牛脂，同其效用。諸如此類，吾人苟一一詳細分析，則油脂之用途，尚難悉數，然考其加工利用法之根源，殆無一非出自化學所賜也。

4. 煤之利用 煤又稱石炭，於天然資源之中，發見甚早，故自昔即被用為直接之燃料，以迄近世，猶佔燃料中之主要地位。試考察其現在之用法，仍以因襲舊慣，直接焚燒者居多，若繩以化學之原則，此實等於浪費。近來科學發達之國，已不復以煤為固體燃料，乃逕視為化學工業之原料而利用之，其法使煤經過乾餾之操作，製成煤氣 (coal gas) 及焦煤，仍供燃料之用，其乾餾之副產物，如硫酸銨 (ammonium sulphate) 及煤渣 (coal tar)，俗稱柏油或煤焦油，則一一收回而利用之。前者為農田肥料之大宗，後者則重行蒸餾，分之為苯 (benzene)、萘 (naphthalene)、蒽 (anthracene) 等物質。繼而復取以上數者為原料，經過許多中間物質 (intermediate products)，造成無數之染料 (dyestuffs)、藥料 (medicines)、香料 (perfumes)、照相材料 (photographic reagents)、火藥、溶劑 (solvents) 等，凡芬芳馥鬱之香水，絢爛奪目之彩色，其什之八九，蓋無非由此奇臭污黑之煤渣所造成，化學工業成績之偉大，於此可見一斑。

晚近科學日見進步，於是煤之利用方法，亦益臻完善，例如應用煤以為製造氫，甲醇，及電石 (即碳化鈣) 之原料等，即其成績之一部。至於煤之液化法 (the liquefaction of coal)，早已在第二次世界大戰以前實行，其法係利用壓力及觸媒，使氫與煤化合，俾其液化而成類似石油之液體燃料，再加蒸餾，即成普通之燈油、汽油及機器潤滑油。如此，則古來氣體、液體、固體之三種燃料，已無復畛域之可分矣。

夫煤之爲物，產量豐富，原爲固體燃料之巨擘，今乃逐步遞變，勢將成爲化學製造之主要原料，時代之激變如此，實有刮目注視之價值也。

5. 天然煤氣及石油之利用 考天然煤氣，卽西諺所謂聖火(sacred fire)，日本所謂七不思議之越後怪火（按越後爲日本國內石油之主產地，其處亦產天然煤氣），自古以來，常受人重視而禮拜者也。近年天然煤氣已失其神祕性，而成爲化學工業之原料。其最初之用途，爲氣體燃料，今則大都由此採取航空機或汽車所需之汽油，其剩餘之氣體，則用以製造一種碳粉名煤氣黑(gas black)者。煤氣黑爲製造印刷油墨之主要原料，亦爲汽車橡膠胎之填充料(filling material)。此外尚有許多有機溶劑(organic solvent)及冷凍劑(refrigeration agents)，均自天然煤氣所製出，而目下正在研究中之問題，亦復不少。

石油之見於古代書籍者，不過用爲木乃伊(mummy)之防腐劑而已，其大量生產與加工，則均在第十九世紀以後。今也，石油之用途，突飛猛進，一躍而爲文明社會須臾不容離之重要資料。如航空機及汽車之汽油，如機器、輪船、軍艦之重油(heavy oil)及潤滑油，如日常點燈之煤油，如各種工業需要之輕油(petroleum ether)、石蠟(paraffin)、礦脂（或稱凡士林 vaselin）、石油瀝青(petroleum pitch)及膠性瀝青(mineral rubber)等等，均無不取給於此。考此等物品，平時國家之實業及文化生活，藉以發展，戰時飛機、戰艦、兵車賴以活動；故近人有言，『石油之於一國，亦猶血液之於一身』，信非虛語也。

6. 其他天然物之利用 人類自古卽已發見糖類之發酵作用，乃由蜂蜜或葡萄釀成酒精性飲料，以供娛樂之用，其正確之年代，雖不可知，要當在紀元前千年至萬年之間。故飲酒之起源，實遠在洪荒之世。其後釀造技術，雖代有改進，然其應用之範圍，終不出飲料之外。迨及近世，吾人始超越上述之範圍，而將釀造成品，移供發展工業之用，例如利用

廉價之糖蜜(molasses)及番薯，製造酒精，用爲汽車或機器運轉之燃料，以補汽油之不足；或用化學方法，變酒精爲酯(esters)，藉其固有之芳香，任意模仿各種天然果實之風味，以爲汽水及果子露之原料。他如塗料工業、炸藥工業、賽璐珞工業及其他各有機化學工業，亦均倚爲主要之原料焉。

吾人於此，可見天然物之加工，經化學之力而益趨於深刻，且其間往往產生意想不到之新物質。若就目前之傾向言之，自然界一切物品，殆有藉化學之助而一新其面目之勢。

黏土一物，古代用以製作土偶，供喪葬之需（按古代墳墓之旁，常置有土偶，蓋用以代生人之殉葬者），其後進化而爲建築用之磚瓦，及日用之陶器，再進而用以製作瓷器，近年復變成水泥之原料，最近則全改其本來面目，由黏土提取氧化鋁(alumina)，復應用電解法，由氧化鋁製煉金屬之鋁。此物質極輕，而強韌乃類乎鋼鐵，極適於製造日用品、車殼及航空機件之用，故近代國家，無不視爲最重要之金屬材料。

地球之上，分佈至廣，而又取之不盡，用之不竭者，厥維水與空氣。斯二者對於人生之重要，盡人而知，無待闡述，然苟詳考其功用，則二者僅能輔助他物之變化，而其自身固未嘗成製造之直接原料也。化學家有鑒於此，費無數心力，先將水分解而爲氫氧二質，繼取氫與空中之氮直接化合而製爲氨(ammonia)，再將其氧化，即成基本工業原料之硝酸，或使氨吸收於硫酸，即成硫酸銨，爲人造肥料之巨擘，因其直接取自無盡藏之空氣，故能引起肥料界之革命。不特此也，氨可用以合成尿素(urea)，由尿素逐步前進，即可合成結構極複雜，且從來視爲人力不能製造之蛋白質。又空氣中之氧，近年醫術及工業亦常應用之，且可使與氫化合，利用其極高之熱力，熔斷或熔接鋼鐵。至於空氣中所含極微之氬(argon)與氖(neon)，近亦用液化法將其提取，封入電燈之中；前者可