



阿立第你斯像 (1859—1927)

譯序

人類生活，因為科學進步而豐富了許多，是很明顯的事實。化學以物質為研究的對象，所以牠與近代生活的關係，尤為密切。本書即綜述此種有關係的事項。原著者為鼎鼎大名的離子學說創作人阿立第你斯（S. V. Arrhenius）。凡學過初步化學的人都知道他。書的內容是先講化學發展史略，然後述及與一切建設有關的基本問題；如各種金屬原料的供給，與能的來源等等。在能源討論中，對於煤炭、煤油和水力等方面，皆有詳細敘述。此外化學與麵包的關係，亦追本窮源，尋其解決的方法。最後將現今所知道的自然界蘊藏的富源，作一清算。歸結說到今日所有的有用原料，不久就有用完的危險。大家切不可任意浪費。現在認為廢物的，應儘量設法收回來利用牠。這是不朽的名言，凡我人類俱當有所警惕。

原著是用德文寫成的。英文譯本譯者李阿納（C. S. Leonard）是美國耶魯大學的國際研究員，其譯本略有新材料之增加。此篇譯述，就是根據英文本寫的。

通俗讀物，是文化建設的一種利器，此書闡明化學與生活的關係，十分詳明，確為一部有價值的通俗讀物。譯者讀完其書時，深覺其有介紹於我國的必要。是以不顧淺陋，得暇使稍事譯述。今全書已脫稿，復承湯元吉先生及

商務印書館諸先生助其有出版機會，得償所願，欣幸之餘，謹此致謝。此書譯稿曾由中法大學藥科舊同事譚子強、朱積煊二先生校讀一次，多所指正，又由三弟載宏轉托廣東省立韓山師範同學代爲謄寫，俱深感謝。然此書倉卒屬稿，錯誤在所不免，敬祈讀者不吝賜教，俾譯者有更正之機會，則不勝感激之至。

朱任宏 一九三五年八月三十一日

原序

我們的時代，常稱爲電氣時代，有時又稱爲紙的時代。其實稱之爲自然科學的時代，尤其是說準確的科學時代，較爲恰切。從後視物理學最爲重要，因爲稀希的電氣，要比任何事物較爲新鮮。但從仔細思量後，就知化學在近現代文化上，還要比物理學更加重要。此因我們借助化學的力量，可以將天然品及無用之物變爲精製的珍貴物品。譬如氮與硝酸就是其中最明顯的例證。其原料均爲空氣與水。這兩種物質，有人跡的地方即有之，無須用金錢去購。不過欲用牠製成氮及硝酸時，還須要多量的能力和工廠中的勞力等。故勞力與能力的代價多少，就可決定出產品的價格了。此兩種物品於農業上及製造炸藥時，均是用途極大的原料。

歐戰及戰後困苦期間給我們的教訓，已指出化學工業是十分急需的。所以今日各國無不積極發展此門科學，以圖改善他們的環境。現應用化學已被視爲補救戰後重大損失最有效力的法寶了。

近年來所常討論的重要問題，就是化學工業須用偌大份量的原料供給的問題。世上只有幾種天然分佈很廣的原料，是用不盡的，其餘的都是用不了幾多時。美國雖然可算是得天然地利，滿藏各種原料，然在數世紀後，亦有用完的危機，比方重金屬礦所藏的實屬有限。最好的鐵礦，因工業需要極多，已開採不少。至好礦用完時，雖然還有次等貨色可用，但至多亦不能延長到一千年。此外還有輕金屬，如鋁質是爲天然黏土中之一主要成分，分佈很

廣，可以代替重金屬用。

說到化學工作須用的能力時，那就更加危險了。今日維繫文化的柱石，全在地下埋藏的煤炭與石油二種主要燃料。在史前時期的人類生活，比之後一代人的生活，實在沒有多大差異。人類的的生活須經過多少世紀後，纔有極大的變遷。不過人類自從知道採用地下埋藏的燃料後，情形就非昔日可比，即有猛突的進展現象了。在最後一世紀每十年內所用的煤炭，約等於從前所有共用的分量。不特煤炭如是，就所有用鐵及其他金屬，石油及其他必須品，如紙玻璃等的情勢，亦復如是。晚近戰事疊來，曾將人類前進文化退卻不少，而物質消耗的速度，亦一時隨之降低。不過有人估計世界上所有的煤量，至多可用一千年，而石油約為二十年。設在此一千年內，我們不另想法找出能的新來源時，則屆時人類的生活將與一世紀前無異；而地球上的人口，亦要隨之大減的了。幸得我們還有瀑布的能可用，這是不至於有多大減少的，除非將貯藏水源的森林盡被斫伐。我們須極力保護瀑布，亦即所謂維護今日的物質文明。不過將瀑布的能盡量取來運用時，仍然不能補償，地下埋藏的燃料的損失。所以此刻人類正臨著一個大問題，就是如何可找到，取之不盡，用之不竭的新物質原料及能的來源。同時我們又不能浪費現有的寶藏，須盡量節省，留給後人應用。

無疑的，人類將來可以完全解決此問題，或者至少可解決其一部份。但至物質與能的新來源找到時，則人類的文化的中心，又要移至此新來的場所去，而日常生活亦必發生極大的改革了。

目錄

譯序

..... 一

原序

..... 一

第一章 古人對於物質的觀念.....

一

第二章 科學化學之基本工作.....

一八

第三章 火氧化作用與還原作用.....

三七

第四章 工具與金屬.....

五六

第五章 氧化矽之文化價值.....

八五

第六章 地殼化學.....

一一一

第七章 鑛砂與化石燃料.....

一二七

第八章 水與空氣之化學.....

一四七

第九章 能之來源·····	一六四
第十章 電與化學·····	一八一
第十一章 化學作用之過程·····	二〇〇
第十二章 染料香料與藥品·····	二一七
第十三章 纖維素與樹膠質·····	二四一
第十四章 化學與麵包問題·····	二五六
第十五章 保管天然富源·····	二七一

附圖目錄

阿立第你斯像·····	(內封面)
(一) 鍊金術家之實驗室·····	一三
(二) 燃燐化氫而放出環形之白煙·····	四五
(三) 表面燃燒板·····	四七
(四) 表面燃燒坩堝爐·····	四七

(五) 重金屬時代之工廠	六二
(六) 合金鋼之工作室	七二
(七) 青銅時代之化學品	七四
(八) 輕金屬時代之工作室	八一
(九) 氧化矽之製品一	八八
(十) 氧化矽之製品二	九六
(十一) 氧化矽之製品三	一〇二
(十二) 羅斯福水閘	一七四
(十三) 埃利克松之太陽機	一七六
(十四) 離子移動實驗圖	一八六
(十五) 丹攝爾電池	一九一
(十六) 纖維素化學品	二四九
(十七) 採膠	二五四

化學與近代生活

第一章 古人對於物質的觀念

我們時常懸想古人相信物質是經過一種造化作用後，能够從無中生有的。古人有此想法，大概由來已久，非我們後人所能切實推算。在印度的伏陀經中（1500—1000 B. C.）就有一種說法，謂未有天地以前，先有無孔不入的均勻溶液，彌滿空間，此種溶液得力於五種元素，上帝（婆羅吸摩）使之可以看見。後來造化作用，完全依照婆羅吸摩的諭旨。其作用是有滅有生，循環往復不已。不過此種循環作用，多應用於生物身上，而對於物質本身上比較少用。

拜火教的老祖宗瑣羅亞斯德（Zoroaster）的學說比較簡單化，他謂火神阿瑪齊第（Ormuzd）是一無定形的物質，好像星雲彌滿空間一樣，乃成數種神體及天體，其次序有如下列所示：

1. 天體：日球，月球，與星宿。
2. 火。

3. 水

4. 土與生物。

此種分法與後來四種元素之說有關。在先印度人曾加入空氣爲第五種，同時將第一種元素取消，或者是與火相同之故。

從瑣羅亞斯德的學說，可以看出先民對於世界的想法，是以爲先有無秩序的物質，普通稱之爲「渾沌」，後此卽由神主持變爲各種天然物體。到後來人類知道應用天秤去秤物質的重量時，纔有物質不滅的學說出來，由此學說卽建築好近代科學的柱石，謂物質是不改變的，換言之，就是物質不能增加，亦不能減少。

其後我們可以最先看到東方各國所有四元素的學說：如在巴比倫，波斯及印度所有者是也，或者希臘哲學家對於元素的觀念，就是從東方剽竊過去的。在希臘起初想使此問題變爲簡單，以一種元素爲主體，其他三種元素卽附從之。比方退利斯（Thales）以水爲主體，亞諾西恩斯（Anaximenes）又以空氣爲主體，而赫柱頤利圖斯（Heraclitus）就以火爲主體。最後恩拍多克利（Empedocles）約生於 500 B. C.）乃創四元素相等之說：卽除開上述三種元素外，再加上土質一種。這種學說，深得亞里斯多德（Aristotles）的贊同，曾盛極一時，卽後人亦有因爲崇拜亞里斯多德的緣故，迷信其說，歷久不變，以至近代爲止。

古人將在外界所觀察得的事實，盡綜合於此十分簡單的理論中。其實這種觀察是十分無意義。所謂三種基

本元素，空氣，水與土質，實是物質所有的三種形態，即氣體，液體與固體是也。這種學問與其說是屬於我們今日所稱的化學，毋寧說是屬於古今人所稱的物理學。第四種元素，火，實是一發光體，在天體上有日，行星宿等，在地下就有灼熱的物質等。我們又明白同是一種物質，可以有三種體態，最顯著的例證莫如水，在常溫時是液體，然冷卻時可變為冰塊，成為固體，又遇熱時可氣化為水氣了。古人亦略知此種事實，拍拉圖（Plato）在他的 Timaios 上說過：「火是燃燒的空氣。將火凝結及收縮，仍然可得空氣，空氣（水氣）又可凝結為雲及霧，雲與霧的結合，就變為流質的水。最後由水即凝結成石塊與泥土」。其實最後的說法，並沒有指出冰的成因，實則因水中雜有泥土或含有鹽質等沈積之故。拍拉圖的觀察，是十分膚淺的。然此膚淺的說法，在當日的哲學上極有勢力，故能使人信之不疑，因為他們並不須要十分準確的觀察，只要有了很籠統的概念，就心滿意足了。在古代的人民，並不重視實驗工作。

拍拉圖的學說十分重視凝結二字。謂氣體能凝結為雲與霧，由雲與霧即能凝結為冰，由冰再能凝結為泥土與石塊。甚至由火變為空氣時，據拍拉圖的說法，亦是由於凝結作用之故。因為想得到一綜括的結論，就使這位大哲學家走入迷途。其實由水氣變為水，有凝結作用，這是沒有問題的。不過由水變為冰時，其體積膨大增加，並非凝結作用，亦是我們今日所熟聞的事實，諒來拍拉圖（428—347 B. C.）還不知道有此種事實，蓋水另有此特性，實非其他各種液體所有的。密度與比重的觀念，到後來始由亞基默得（Archimedes 287—212 B. C.）首先弄清

楚。不過在先的人只用普通的，不確實的觀念，有如拍拉圖的元素學說，就能使他們信奉不渝了。

說到火與空氣的關係。空氣受壓縮時即生熱，這是極明顯的事實，空氣火匣就是利用這種性質以發生火花。如果拍拉圖明白這種事實，或者他不至於在他的 *Timaios* 上說出那種火能凝結成空氣的怪論說了。

拍拉圖的大弟子亞里斯多德 (385—323 B. C.) 引用他的老師的三種物理形態的說法及其謬誤的密度觀念為藍本後，便轉注意於熱及乾燥的性質。熱與乾燥的本身，對於生物的生長，誠然是有極重大的關係的，因此對於人類的生存，自然亦有重大的關係了。乾燥能阻止植物的生長作用，又能使良田變為荒地。冷就是缺少熱的緣故，亦能阻止植物的生長，尤其是使果實不易成熟。亞里斯多德就將此種意識，強牽入於四種元素的範圍中，謂濕熱，寒冷，濕氣，及乾燥是四大基本感覺，而成功他的概略的表示法如次：

寒冷與乾燥……………土

熱與乾燥……………火

熱與濕氣……………空氣

寒冷與濕氣……………水

設欲多過上述的四種結合法，是不可能的了。所以元素亦不能超出上述四種以上。這種想法是拍拉圖與亞里斯多德的哲學的特色，後來維繫住人民的思想，足足有二千年，雖至近世，除開相信自然科學的人外，仍有不少

人還是信奉此種舊說的，這真是一極不幸運的事體呵！今日我們但依據常識的觀察，空氣能冷能熱，又能乾燥，亦能潮濕，以其中所含水氣多少來決定的，就足以攻破舊說的謬誤而有餘了。至若處於冷熱與乾濕兩極端之間，自然還可分成爲許多等級。然而概略的單純說法，常能戰勝觀察時所有的許多疑問，有如亞里斯多德的系統，先結合成一極堅固的信條，所以能縛住科學進步的翼膊呢。

約在柏拉圖前，在色雷斯的亞德拉（Abdera），生有一真正的古代科學思想大家德謨頤利圖（Democritus，生於460 B. C.）。他自己十分清楚水氣與水不能強分爲二種元素，彼此是可以互相轉變的。又彼此之間，亦有一相共之點。即水的最小部份應與水氣的最小部份相同，不過水氣的最小部份，彼此相隔較遠，故佔面積較大於水所有的了。這最小部份不是我們肉眼能看見的。爲解釋水何以能變爲水氣的道理起見，最好相信那最小部份是不能毀滅的。於是他就假定那不能再分的最小部份，名之爲原子（Atom，希臘字原意是看不見的），又假定此原子是永久接續運動不已的。由各種不同原子的互相結合，就製成天地間各種不同性質的物質。到此可以說物質不滅的學說，已由德謨頤利圖說出來，他還說天地間各種現象的發生，都是由於物質的形狀與內部的組成改變罷了。因爲德謨頤利圖不受四種元素的學說的束縛。故他受亞里斯多德及其門徒反對最烈，今日我們所能看到的德謨頤利圖的學說，都是從流行學派批評他的學的書中看見的了。

說來奇怪，自中世紀的全時期以至於十七世紀，對於物質組成的研究，均毫無進步。當日的化學家，將全副精

神注意到金屬性質的問題上去。他們以爲所有金屬都有一相同之點，故彼此是可以轉變過來，於是他們預備從賤金屬製得貴金屬黃金一物。他們幻想着設法術能使金屬的顏色轉變時，就有實現他們的計劃的可能性。他們曉得銅質中攪有砷的化合物時，能變爲銀白色，又設攪入碳酸鋅礦時，就變成金黃色。今日我們已明白此種變化的緣由，第一是成銅與砷的白色合金，第二是成銅與鋅的金黃色合金。設銅質中攪入錫質，變爲青銅時，質較堅硬，這亦是古人所知道的事實。故他們以爲將銅與其他賤金屬的分量攪合適宜時，定可製成黃金與銀質。因爲古人以爲液體金屬（汞）是含雜質最少，而且凡是金屬都含有汞質。

在東方無須要製造黃金的化學。故依倍多烈（Berthelot）的說法，謂埃及的製金事業，有一奇異的趨勢。即埃及的工匠，爲作偽起見，常從不貴重的金屬中製成黃金或白銀似的合金，可以發財了。希臘人從埃及人手中學得此種轉變金屬的法術（即由一種金屬變爲他種金屬）；而亞刺伯人又從希臘人手中學來，最後中歐各國人又從他們手中學過去。設有人相信培根（Roger Bacon）的說話，只要有仙人石數克，就有能使一噸賤金屬變爲黃金的神力時，定然人人都想有這種可變爲黃金的希臘法寶了。此種法寶，後來變爲鍊仙家的主要目標，但原來是出自埃及呢。

東方的情形相差很遠。化學是醫學的附科，因爲佛教徒必須兼理解除人民精神與物質兩方面痛苦的工作，所以有人患疾病時，教徒必須去醫治的，於是他們的醫學，早在耶穌紀年時就有了。凡是寺院所有之地，就有一間

很大的醫院場所。他們相信不特要找出一種唯一的化合物，可以爲醫生治病的聖藥，且要有特殊宗教方式的符咒。於是化學就應時產生，帶有宗教上的色彩。在印度最古的醫藥書，就是阿達婆吠陀（Attharva-Veda），此爲吠陀經典中之一種。將黃金視爲長生不老藥，鉛就可用以驅逐魔鬼。眞珠是卻病延年的護身符，能延長壽命一百歲。藥品多數都是有機物，至若無機藥品，只限於天然存在的數種而已。在來角（Prabhulla Chandra Ray）所著的印度化學史一書上，有謂遠在希波革拉第（Hippocrates）前，印度人已先有液體病理學，所以希臘人所有的觀念，恐不免多少已受過印度學說的洗禮。後來無機物亦漸次變爲治療上必需應用的藥品，並習得其製造方法，尤其是金屬的硫化物爲多。汞亦變爲重要物品。他們說：「只有汞質可使身體抵抗疾病及長生不老」。至若黑質硫化汞，後來亦相信是一種萬能藥，舉凡所有藥品，都應當摻入此種成分。即汞的製造品亦常取來用之治療癲癲及其他各種皮膚病，好像亞刺伯人知道使用此藥，就是從印度學過去的。其次從灰水中製得的苛性鹼，亦有重要的用途了。設鹼性作用過強，則加醋酸少許以中和之。

西洋科學與東方科學的區分處，可從亞刺伯人阿伯蘭尼（Alberuni，死於1039 A. D.）的說話看出來，他曾於1017-1030 A. D.年間去訪問印度。他說：「印度人不大關心鍊金術，但對於此科，亦不是完全爲一門外漢。……凡熟練於此科技巧的人，都是保守秘密，除非是他們的同行中人，絲毫都不向外界洩漏消息。所以我無法從印度人手中得到他們是用何種方法的消息，亦無從知道他們用何種原料，礦物，動物或植物。我聽他們說話時，

只聽見昇華燒灼，及分析字樣，有時亦聽到膨脹滑石的語音，按他們的話，就是「坦拉喀」(Talaka)，我纔猜想到他們大概是對於鍊金術的無機物方面，亦有很好的興趣吧。

「他們所有的科學，與鍊金術很相像，但他們的是有其特色處。他們稱之爲『拉沙鹽拿』(Rasayana)，是由『拉沙』一字引伸得出，原字意義爲『黃金』。(按來角的說法，謂『拉沙鹽拿』的古義，是指一種可以延長壽命的藥品，但後來拉沙鹽拿就專指汞及其他金屬，在治療學上的用途而言了)。「於是大家知道有一種技術，須用到方法，藥品與混合藥的，大約多數藥品都是從植物界中得來。有此種技術後，就能使病人恢復健康，使年老人變爲少年人。又人類在世上所有的生命，亦可以延長許多了」。

所謂醫藥化學 (Iatrochemistry) 與印度化學，原來都是出自一家，再過五百年後，醫藥化學即由巴拉塞爾士 (Paracelsus 1493-1541) 及其門徒的努力，輸入歐洲。在他的門徒中，有一爲德人李巴衛斯 (Libavius 死於1616) 首先發現氯化錫及硫酸的製法，所有他用的硫酸製造原理，與現所用者相同；另有一人爲荷蘭人翁赫爾蒙 (Von Helmont 1577-1644) 曾記述二氧化碳氣的製法，可由發酵及用白堊或灰各與酸起作用後製得，且謂此氣在人體中及地球中均含有之。這位可尊貴的人物，在後我們還要提到。在德國，波斯衛亞斯的法蘭西斯 (Francis de la Boesylvius 1614-1672) 曾研究燃燒，呼吸，及天然類似的現象。他曉得靜脈與動脈不同，後者顏色鮮紅，由於受空氣作用之故。又英國的威爾斯 (Willis 1675) 所有傳播各醫藥化學家的學說的功績，亦

未便埋沒不彰。索皮 (Thorpé) 嘗說過：「醫藥化學最大的科學功蹟，就是使化學變成職業科學，結果有許多人去研究，同時又發現許多新化合物。再者因為每人都熟習化學的現象後，自然有產生新理論的需要，以便解釋化學現象。此種的理論，就在第二世紀期間應時勢需要而誕生了」。

在醫藥化學家的時代，有三人出來研究應用化學，第一是亞力哥拉 (George Agricola 1494-1555) 可推尊為冶金學家的始祖，他曾將他的時代以內所有的技術工作，與以詳細記述，以留供後人參考；第二是帕爾西 (Palissy 1510-1589)，他就將陶器工業的基礎築好；第三是葛雷堡 (Johann Rudolph Glauber 1604-1668)，為當時最負盛名的化學家。他曾製得鹽酸與硝酸，又發現硫酸鈉在醫學上的用途很多，後來即名此鹽為葛雷堡鹽了。再者他曾研究出一種方法，如何區別許多氯化物，有如氯化鉍，氯化鋅，氯化砷及氯化銅等。他似乎也曾研究過氯氣。除外他是一製造硝石，玻璃，及新顏料有名的人物，又曾著有化學方法指南一書，此書內容形式為同類書籍仿用很久。在當日一般化學家均熟習如何區別許多無機物。至若有機物的範圍中，他們亦曾發現許多醋酸，酒石酸，硬脂酸，琥珀酸及苯甲酸的鹽類了。

因為印度的醫藥化學先行發達，而歐洲約後有數百年，定然有人要發生疑問，就是巴拉塞爾士所有的觀念，是否根源於印度。據來角的意見，即作肯定的回答。謂有回教主哈蘭 (Harun 死於 809 A. D.) 及孟森 (Manaur 死於 1002) 均譯過許多重要的印度醫藥學書籍，送巴格達 (Bagdad) 及哥爾多華 (Cordova) 的圖書館保藏。