



化學課程內容的變遷及展望

魏明通 國立臺灣師範大學



一、緒論

在整個歷史過程裏，人類始終對於環繞在他們周圍的自然界發生興趣，欣賞並研究自然現象及自然界中一切的事物。遠在三千年前，希臘哲學家們已開始探究自然界的各種事項尋求其解釋。這些哲學家所挑戰的問題之一部分為：構成物質的最基本單位是甚麼？為什麼有的物體會自然落下來、但是火會上升？地球是平面或球狀的？能夠創造物質、毀滅物質嗎？或物質只是能夠改變形狀而已？能不能從沒有生命的物質創造生命體？父母親的性格怎樣地遺傳給兒女？

雖然這些問題中有一些已得到答案，可是，有的問題在二十世紀將要過去的現代，乃未能完全解決，為科學家繼續探究的主題之一。人類從古對尋找有關自然界問題答案有兩種方法：一種方法是以純粹的思考及邏輯辯論來解決問題的所謂理論方法；另一種方法是從事觀察，收集事實的所謂經驗主義的方法。在希臘時代及其後約2000年間，研究自然現象方面以理論方法較盛行，以致中世紀前的化學乃逃不出研究製造點金石及不老丹的範疇。中世紀的化學家熱心於學習古代的化學教科書及其理論根據而忽略。學習自然界本身，直到十六世紀，經驗主義開始抬頭，做為今日實驗化學的開端。事實上，在化學研究裏，理論方法及經驗方法都不能完全獨立存在的。在形成一理論前必須先收集一些事實做根據；

如果要解釋一實驗觀察的結果必須以理論或邏輯方法來進行。

化學是以理論及實驗的方法來研究物質的結構及物質在自然界或所計劃實驗中之反應的科學。中東戰爭以來，石油價格大大影響世界列國的經濟，使各國重新估計又黑又黏，氣味奇特而不順眼的石油對人類的無限貢獻。石油燃燒可得大量熱能外，分餾所得的汽油及柴油，可做汽車、輪船及飛機的能源；以石油為原料經人工合成所得石油化學工業產品，例如：塑膠、橡膠、衣料、油漆、建材、香料、染料及清潔劑等直接、間接的貢獻我們的生活、帶給我們無限的幸福。今日，化學工業是美國的最大實業，化學工業產品充滿了全世界各家庭及各市場。我國正在進行的十大建設中石油化學工業及鍊鋼廠直接有關。一個國家化學工業發達與否，直接影響國民生計及國家的富強。

十七世紀，化學家相信空氣及水為最基本的兩種元素，二百年前，化學家沒有元素週期表，也沒有最簡單的原子結構模型，二次大戰前化學教科書中的元素只有九十二個而已，可是現在已增加到一百零五種而可能還會不斷的增加……如此，化學的成就是永不止境的。我們很感謝，過去的化學家、化學教育學家們，由於他們繼續不斷的努力，通過理論方法及經驗方法的交互作用，使我們能夠接受豐盛的化學教育並享受豐富的化學工業產品。隨着時代的進步，我們研討

化學課程內容變遷之前，預先瞭解化學的發展簡史及化學對人生之貢獻來啟發，以討論現代化學課程內容之主題。

現代化學教育，課程的內容及安排可分為三個階段，第一個階段是1960年以前；第二階段是1960～1975年；第三階段是1975年以後，雖然年代稍微有出入，可是其課程內容有很大的變遷。

二、一九六〇年以前的化學課程

一九六〇年（在我國即為民國五十三年課程標準修訂以前）前，無論是國中、高中化學及大學普通化學課程教材內容均以敘述化學事實為主。把過去的化學家所研究物質及能量的定理、原則及研究的成果，很有系統的傳授給學生，讓學生瞭解各種物質的來源、存在、成分、結構、性質，反應及用途並使學生能夠應用這些物質為主要的目標。各級學校的化學教科書偏重於各種物質的介紹。教科書的縮寫往往以週期表的族別，把元素分為非金屬元素及金屬元素，很系統的介紹元素的存在、製法、性質、用途及由各元素所製的化合物，而在各單元中摻入一些化學理論。教學時即以教師的講解為主，學生只是聽、看及做筆記，有時教師使用視聽器材或做示範實驗，可是只是輔助教師的講解為目的而所用的教學手段而已。在那一段時期學生也做實驗，可是他們所做的分組實驗，往往是驗證教科書所寫的定理、定律或物質的製法和特性，使學生更瞭解教科書內容所提的化學事實。經過如此化學教育的學生，對於各種酸、鹼、鹽及有機化合物等化學物質的認識都很深，而且在學校、家庭及社會上都能夠正確使用這些物質。可是，似乎缺少了一些，他們很容易認為「化學的成就已完善了，只要把教科書上所提的好好記憶並能夠應用就足夠了。」的不妥當的化學觀念。事實上，今日來講化學依舊是很年青的科學，繼續不斷的在生長的科學，化學並不是已成熟的、靜態的，化學是正在發育中的動態科學，化學概念應隨時代的進步而

增加或改變，新的化合物也不斷的在增加，因此各級學校化學課程也應改進以符合時代的潮流。

三、一九六〇～一九七五年代的化學課程

一九五七年蘇俄發射第一顆人造衛星，使美國人在爭取國際太空科學領導地位過程中產生了一種嚴重的心理困擾，使美國人深深地體會，如果要維持他們在理工科學方面的優越地位，必須改善基本科學研究的環境及革新各級學校的科學教育課程。在一九五八年美國國會通過國防教育法案，全面補助美國公私立大中小學加強教學及科學（生物，物理及化學）方面的教學及研究發展。自從美國國防教育方案頒行後，不但在美國各級學校掀起科學課程、教材、教具及師資訓練等研究改進的熱潮，世界列國幾乎都參與科學課程研究改進的行列。

各級學校化學課程研究改進計畫中做的最成功的是柏克萊加州大學（University of California, Berkeley）的畢孟特（George C. Pimental）所主持的化學教材研究（Chemical Educational Materials Study, 簡寫為CHEMS）。現在以此一化學教材研究為例介紹此一年代化學課程的內容。

CHEMS 課程為適用於高級中學的化學課程，由一九五九年開始計劃，一九六三年正式發行「化學——實驗科學」的教科書及「實驗課本」，同時為教學的方便並編輯了「教師指引」及「教學影片」。本課程為尋求完美，經推行數年後本身修訂外，並由各出版商請專家擬定修正計畫，經委員會審查通過編寫，在一九六八至一九七〇年之間，先後又出版三套新教材。我國在民國五十三年及民國六十年先後修訂高級中學化學課程標準都是各參考CHEMS的原始版及修訂教材的。

1. CHEMS 課程目標

- (1) 使學生具有觀察、計量等的實驗技巧，以理解化學的整體原理。

- (2) 培養學生發現問題，探究問題的實驗態度。
- (3) 使學生能夠應用所學的原理到相關的各種事象上。CHEMS 強調學習化學不應強記原理、符號或公式而自己發現問題，自己解決問題即激勵學生自發學習化學。其特色如下。

2. CHEMS 課程的特色

- (1) CHEMS 教材由謹慎編排的實驗開始並以物質的原子模型來做思考化學物質特性的基礎，同時以週期表作為連接化學物質間的骨架。
- (2) CHEMS 特別注重實驗，課文與實驗配合在一起。
- (3) CHEMS 指導學生以化學鍵結來思考化學並用動力學理論來研討化學現象。

3. CHEMS 課程中教材的內容

CHEMS 課程內容大分為五部分（請參閱本期王澄霞著，美國高中化學新教材的比較研究）

- (1) 科學活動與不準度
- (2) 原子結構與化學鍵
- (3) 化學反應
- (4) 元素分類研究
- (5) 專門化學

毫無問題的經過 CHEMS 課程陶冶的學生，不必強記化學式及化學事實，對於很多化學事象都能夠以化學理論來說明，所做的化學實驗也能夠支持化學理論。因此，在一九六〇年代是全世界最成功的高中化學課程。可是近幾年來許多化學教育學家均認為 CHEMS 培養的太偏重於理論與實驗的化學而忽略了化學與一般生活打成一片。經過 CHEMS 訓練的學生很可能由化學鍵理論來解釋氯化鎂的結構與性質，可是，不知氯化鎂的存在，在食鹽中的影響及怎樣從食鹽中分離氯化鎂。因此，近聞美國 CHEMS 委員會又要重新聚集在一起徹底檢討該課程了。

四、一九七五年後化學課程

自從中東戰爭以來能源問題大大的影響了世

界的經濟，科學及技術的發達，化學工廠、汽車、火車、飛機和輪船等交通工具及家庭燃料、洗衣等所造成大氣污染及水污染問題日呈嚴重而大大的影響自然環境及人類的健康，既然化學是探究物質與人類關係的學問，因此現代化學教育家們認為這些能源、大氣污染、水污染及有關人類健康問題應在各級學校化學課程出現。因此，從一九七〇年開始大學普通化學均有一種新趨勢出現，也就是強調人類與環境的交互作用。例如 1973 年出版 Gordon M. Barrow 所著普通化學書即幾乎有三分之一討論人與環境的問題；1974 年出版 Sienko and Planc 所著化學原理與性質 (Chemical Principles and Properties) 第二版的全書分三大部分，其中一大部分完全是人與其化學環境 (Man and his Chemical Environment) 為主題；1975 出版 M. Venucopalan 所著的 Chemistry and Our World 即完全以人類環境的眼光來介紹普通化學的。這樣的趨勢好像逐漸的向下移，無論是國中或高中的化學也是具有人類與環境為主題的趨勢。

新的化學課程的內容，尚可能受一個以整體的科學來研究自然的趨勢來改變。很多科學教育學家認為現在各級學校的物理、化學、生物及地球科學課程各為獨立體系所設的學問，因此各別學習時要探究自然界的某一事項可能會產生偏差的現象。自然現象的探究應從超越物理、化學、生物及地球科學的整體觀念來考察的，因此有所謂統整科學、綜合科學及熔合科學課程出現。

仔細檢討現行課程來講，單獨設計時重覆的部分相當的多，例如：

- | | | |
|---------------|---|-------|
| (1) 氣體分子運動 | } | 物理與化學 |
| (2) 理想氣體各定律 | | |
| (3) 電解定律 | | |
| (4) 原子結構 | | |
| (5) 原子核及放射性物質 | } | 生物與化學 |
| (6) 氧化還原 | | |
| (7) 生物化學 | | |

- | | |
|---------------|---------------|
| (8) 運動定律及天體運動 | } 物理與
地球科學 |
| (9) 重力(萬有引力) | |
| (10) 磁鐵及地磁 | |

為了解決各科獨立時的重覆及培養學生以整個科學的眼光來處理自然界一切事象，各國進行的綜合科學的課程研究計畫有：

1. 中等學校科學計畫 (Secondary School Science Project 簡稱 SSSP): 此一計畫在美國 State University of New Jersey 研究開發，為由中學 2 年級到高中 2 年級學生適用的地質、天文、物理、化學及數學的總合科學課程。
2. 地球科學課程計畫 (Earth Science Curriculum Project 簡稱 E SCP): 為美國 Colorado 大學所研究開發適用於中學 3 年到高中 2 年級學生所用物理、化學、生物及地球科學的總合科學課程。
3. 奈飛爾結合科學課程 (Nuffield Combined Science): 為英國奈飛爾基金會所主持適用於中學 1 年到 3 年級結合物理、化學及生物的科學課程。

此外尚有許多總合科學計畫在全球各地進行。其中值得一提的是日本埼玉大學下沢隆所主持的「以化學為中心的高中總合科學之研究」。他們認為總合科學應該有一中心，物理、生物及地球科學的內容應以化學為基礎來建立的。下面是他們所擬定以化學為中心的高中總合科學之教材大綱。

1 自然科學史

- (1) 經驗的科學。
- (2) 化學量、化學式、週期表及元素族別，地球上元素的分布。
- (3) 氧化及還原，過渡元素，酸鹼反應、電池、電解。
- (4) 原子核及放射性。
- (5) 化學的分科及反應，化學工業的現狀，增加人類的幸福的化學。

2 力學與熱學

- (1) 物體的運動，作用於固體的力，運動定律，旋轉運動，流動與變形。
- (2) 地球周圍的力場，太陽系的構造、地球的運動、時間。
- (3) 能量、熱與功，理想氣體、分子的熱運動。
- (4) 能量守恒、亂度、滲透及擴散。
- (5) 陽光及能，大氣及海水的運動，能量的轉換及利用。

3 建立分子概念

- (1) 以化學鍵結分類物質，分子的結構與性質。
- (2) 碳化合物。
- (3) 高分子化合物，天然無機高分子化合物。
- (4) 氣體、液體、固體、溶液，相的變化及熱容量。

4 生物體的奧秘

- (1) 生物體內的構造，生體高分子，遺傳的奧秘，生命的延續。
- (2) 生物體內的化學反應，酵素及其作用。
- (3) 光合作用、呼吸，物質代謝及能量的轉換。
- (4) 生物體機能的調整。
- (5) 受體及供體、動物的行為。

5 波動及電、磁

- (1) 振動及波動，干涉及繞射、音、都卜拉效應。
- (2) 光波，光的反射及折射，光譜，物質的光性質。
- (3) 電、電壓及電流，電流的磁效應與地磁，電磁感應，交流電，電子工學。

6 物質的結構

- (1) 電子、原子及原子構造。
- (2) 電子組態與化學鍵結，錯離子。
- (3) x 射線及晶體，矽酸鹽的構造。

7 生物的進化及生態

- (1) 遺傳及變異、生殖、發生及分化。
- (2) 生物的進化。
- (3) 生物的族群，生態系統的構造及變化，在生態系統內的物質鏈及能量循環。

8. 宇宙及進化

- (1) 宇宙的構成，太陽的構造。
- (2) 地球的構造，岩石及礦物。
- (3) 地球的進化，岩石中的紀錄，恒星及宇宙的進化。

五、結語

整個人類研究化學的歷史由古代的理论方法

，進步到經驗方法後成為理論及經驗的融合。現代化學教育中課程的內容亦由化學成果的介紹，進步到自行探究物質的世界。化學是動態的科學，化學教育裏課程的內容及教學的方法也隨時代的變遷而改變。請站在化學教育第一線的教師們時時留意化學教育的潮流，不斷的進修，充實自己，為新時代的科學教師。

美國高中化學新教材 的比較研究

王 澄 霞

國立臺灣師範大學

壹、緒 論

1963年，美國出了一套高中化學教材CHEM

STUDY，其後數年，又陸續出了三本教材，以CHEM STUDY 為藍本，加以改編，這四本教材是：

作 者	書 名	出版年	本 文 代 稱
Pimental	Chemistry : An Experimental Science	1963	CHEM
Cotton, Lynch	Chemistry : An Investigative Approach	1968	COTTON
O'Connor, Davis, Haenisch, Mac Nab	Chemistry : Experiments Principles	1968	O'CONNOR
McClellan			
Parry, Fellefser	Chemistry : Experimental Foundations	1970	PARRY
Steiner, Dietz			

因為COTTON, O'CONNOR, PARRY 三教材均以CHEM為藍本，加以改編，故內容材料均與CHEM大同小異。所不同的是講授的次序和章節的編排。為了瞭解這些教材與CHEM編排的關係，特別裝備了五個圖表（表1～5）。這五個圖表的共同點是都先依照CHEM教材，將每一章的內容寫在一起，遇有CHEM所缺而見於其他教材者，則補上。表1是將整個內容分為五大部分，作為分類討論的依據。表2是將

CHEM教材各章內容以方框隔出，並附上章數，以顯示講述的次序。由這個表可以看出有那些內容是CHEM所無，而為其他教材增補的。表3，4，5是依同樣方法將COTTON, O'CONNOR, PARRY各章的內容割出，可以由此看出各編者對教材的處理方式；或做增添，或做裁剪，或做重新組合。我們將先研究各教材對各大部分之間彼此的關係，作一概括性的比較。