

從美國現行高中化學之課程研究談起

國立臺灣師範大學 化學系 魏明通

民國六十七年九月，著者以行政院國家科學委員會獎學金赴美國俄亥俄州立大學進修科學教育，在一年進修期間曾對美國現行高中化學課程進行分析比較研究，茲將部分研究心得報告如後，供我國從事化學教育先進及教師們的參考。

一、緒論

自從一九六〇年代初期的美國高中化學課程的基本改革後，**化學教材研究**（Chemical Educational Materials Study，簡稱為CHEMS），廣被美國各高級中學採用而成為高中化學教材的主流。毫無疑問的，CHEMS 為一種很成功的高中化學課程，其教學以學生的實驗及理論之配合為主而不必讓學生強記化學家過去的研究成果及化學式，因此廣被高中師生們所歡迎。美國高中的科學課程是選修的，通常學生在高級中學階段裡從生物、物理、化學及地球科學等四科中任選兩科就可以。推行CHEMS的結果，在一九七〇年代裡，科學教育學者發現，高中階段裡選修化學科的學生逐漸減少，到近幾年只有10%學生選修化學而大大的影響正常的高中化學教育，甚至到大學理工農的學生，在高中時沒有選修化學，需要在大一時補修的現象發生。此原因可能因CHEMS課程太偏重於理論與實驗的配合而忽略了學生的興趣及化學與日常生活打成一片，以致學生們選修較容易，較有興趣而與日常生活比較有關連的生物及地球科學等課程。

爲了要補救此缺點而增加選修化學科的學生，一九七〇年起，新的化學課程及教科書陸續出現而廣被各地學校所使用。著者曾經選讀八種不

同的這些高中化學教材並做分析，擬選擇其特點做為革新我國高中化學課程的參考。所研討的是：

1. Ernest R. Toon and George L. Ellis, Foundation of Chemistry, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1973
2. H. Clark Metcalfe, John E. Williams, and Joseph F. Castka, Modern Chemistry, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1978
3. Elaine W. Ledbetter and Jay A. Young, Key to Chemistry, Addison Wesley, Menlo Park, 1973
4. Marjorie Gardner and Henry Heikkinen, Interdisciplinary Approaches to Chemistry, Harper & Row, New York, 1978
5. Gregory R. Choppin and Lee R. Summerlin, Chemistry, Silver Burdett, New Jersey, 1978
6. Ernest Burkman, Individualized Science Instructional System, Ginn & Company, Lexington, 1978
7. Robert C. Smoot, Jack Price and Richard G. Smith, Chemistry a Modern Course, Charles E. Merrill, Columbus, 1979
8. Charles H. Heimler and Jack Price, Focus on Physical Science, Charles E. Merrill, Columbus, 1979

二、美國現行高中化學教材的版式

詳細研討這些教材後發現美國現行高中化學教材可分為三種主要的版式 (format)。

1 教科書版式 (Textbook Format)

這一類的教材，如同過去的 CHEMS 及 CBA 教材一般，所有的教材均包容於一本教科書裡，但教材的順序及內容與傳統的化學教科書（以敘述化學事實為主的）不同而注重理論與實驗的配合；化學與人生的關連的。現代化學 (Modern Chemistry)，基礎化學 (Foundation of Chemistry) 及 化學—現代的學科 (Chemistry a Modern Course) 等均屬於此範疇。

2 模式單元版式 (Module Format)

例如科際化學計畫 (Interdisciplinary Approaches to Chemistry 簡稱 IAC)，個別化科學教學系統 (Individualized Science Instructional System ，簡稱 ISIS) 及 化學的鑰匙 (Keys to Chemistry) 等均有一本較簡單的模式單元介紹化學的基本概念及實驗技巧做為全體學生的必修單元。俟修完此一必修單元後，根據學生的興趣、能力及教師的教學目標等可任選其他模式單元。

3 物理科學版式 (Physical Science Format)

有一些教科書即把化學與物理的教材統整並熔合在一起為物理科學課程供給非主修科學的學生使用。例如，焦點於物理科學 (Focus on Physical Science) 及 物理科學研究 (Physical Science Investigation) 等屬於此類。

三、美國現行高中化學課程的特色

這些化學教材表示美國高中化學課程具有一些新的趨勢。

1 學生中心的課程

大部分的教科書、模式單元及實驗指引等均以前學生中心的活動為主來寫的。這一點與過去的以教師的講解活動為主所寫的教科書不同。多數著者均強調學生應該通過實驗來學習化學。

2 教材的適切性

大部分的教材均減少理論性的內容而增加與生活、社會、環境及工業等有關的內容。尤其對現代生活有密切關係的空氣污染、水污染、能源及糧食等問題增加許多篇幅。

3 科際的關連

使學生具有一種以綜合的觀點來研討科學，一些化學課程採用科際的方法安排。這些教材均強調化學與物理、生物及環境科學的相互關連。

4 個別化教學

有些教材以學生本身的步伐自己學習的方式編排。學生可以按照自己的能力及興趣而遵照教科書內容的順序自行實驗自行研討，不必依賴教師的講解。

5 實驗為中心的教科書

傳統的高中化學課程，通常課本與實驗書分開為兩冊，因此，往往有課本的理論部分與實驗脫節的現象發生。在許多新的教科書裡，已把實驗部分直接熔合於教科書的課文中以減少兩者間的溝。

6 學習行為目標

大部分的新化學課程均在教師指引中，明列詳細的學習行為目標。這些學習行為目標通常又分為概念部分、態度部分及技巧部分並各附有關的測驗題以評量學生學完後是否達到目標。可是，尚有一些教科書仍使用傳統問答題及計算題以評量學生的學習成就。

7 敘述化學

大部分的美國現行高中化學課程較 CHEMS 少用數學及理論方面的內容而增加與週期表有關連之敘述化學的份量。

這些美國現行高中化學課程的特色為很合理而有用的。在我國朝革新高級中學科學課程的路奔跑的今天，這些趨勢可做我們的參考。

四、革新我國高中化學課程的建議

化學是物質的科學。通過化學的學習，學生可瞭解其周圍各式各樣物質的結構、性質及反應

並有效地應用這些物質於家庭、學校及社會的需要。此外，通過學習化學的過程中發展化學概念，熟練實驗技巧並培養科學態度以充實學生的科學素養。我國在高級中學二年級無論是主修自然組或社會組的學生均有必修的化學課程以期達到上述目標。但有兩個因素使我們高中化學教育不能達到預期的目標。

1 過時的課程標準

民國五十三年，我國選用CHEMS為我國高中化學的藍本，參考大部分CHEMS的教材來擬定高中化學課程標準，雖然六十年曾修訂一次，但仍離不了CHEMS的範疇。正如上述，CHEMS在一九六〇年代為極成功的化學課程，但其內容理論方面太多而在美國引起學生不願選修之結果。我國雖不是選修而必修，但不容易引起學生學習的興趣。根據課程標準各書局所出版的我國高中化學教科書雖然有九種之多，大部分都是選譯美國教科書所寫成，既沒有各自的特色，更與我國國民生活及經濟建設沒有相互關連。因此，修訂我國高中化學課程標準，使其更具適切性，並具有選擇的彈性而符合我國目前社會所需要的課程標準。

2 大學及專科學校的聯考

毫無疑問的大專聯考大大的影响我國高中的正常化學教育。在大專聯考要得到更好的成績，教師及學生們通常留意化學的事實及知識，因此教師以講解方式的教學來代替學生的實驗室探討，學生即以背誦的方式學習化學。

雖然課程標準規定，化學是高中學生所必修的，可是，社會組學生在大專聯考時不必考化學的事實，使很多社會組學生在高中階段裡完全忽略化學課程。

為了推行正常而配合現代的高中化學教育，必須適當修訂我國現行高中化學課程標準及改革大專聯考，以著者的觀點，我們新的高中化學課程標準應根據下列兩點為基礎：

1 新化學課程的趨勢

上述美國現行高中化學課程的特色，似乎可

做我國新課程標準的參考。我們的課程標準必須包含概念系統、化學知識及科學過程（包含合理的思考過程、實驗技巧及科學態度）的平衡發展。

2 我國的需要

在我國，高中是一種很重要的教育階段。在高中時，不但要教育學生為接受更高教育的基礎，尚要培養他們成為一個好國民。因此我們的新課程標準必須適合於我們的學生、社會及國家的需要。課程標準的內容必須與我們日常生活、環境問題、國家建設及個人就業和升學有關。

對於大專聯考方面，建議化學應包括在所有的大專聯考裡面。自然組學生化學的分量可增加，社會組學生即可與物理合起來為「物理科學」或甚至把物理、化學、生物及地球科學等合為「自然科學」而加入於聯考試題中。如此，從修訂高中化學課程標準及改革大專聯考兩方面進行時，相信我國高中化學教育更為成功所結的果子更豐盛。

//////////《上接 20 頁》//////////
年魏茲謝克（Von Weizsacker）提出原子核的「液滴模型」以說明原子核的質量。1949年梅爾（Mayer）和傑孫（Jensen）分別單獨地提出原子核的「層殼模型」說明核內質子和中子的排列，初步揭開了核子間相互作用的奧秘。1953年波爾（A. Bohr）和莫德森（B. Mottelson）建立原子核的「集體模型」以補救「液滴」和「層殼」兩模型的缺點。

在二十世紀五十年代結束的時候，物理學家對原子的構造已有了相當清楚的瞭解。起先人們以為質子、中子和電子應該是組成物質的最基本單位，但隨著宇宙射線的研究和高能加速器的建造，科學家發現了許多比質子、中子還要小的粒子。這些所謂的基本粒子是當今物理學的熱門研究主題之一。

物理學的研究是無止境的，當一個舊問題解決時牽連著另一個新問題的出現。一個新觀念的提出或是一個重大的實驗成就都可能觸發物理學突破性的進展。