

化學教學問題與改進

彭育才

壹、前言

吾人欲研討高級中學化學教學之改進，宜先了解近年科學教育思潮，以及我國高中化學教學現況，再審察我國現時之需要與未來之發展；方能發現真正問題所在，提出合理可行之改進意見。關於科學教育思潮，近年趨向於科學概念、科學方法、科學態度之整體培養；並以達成宏揚人類價值，維護人類尊嚴，提高人類福祉為鵠的。若詳予論述甚佔篇幅，故從略。至於我國高級中學教學現況，以及問題所在與改進措施等，為本文主要部分，將於後文分別論述之。

總統於民國六十八年五月二日明令公布之高級中學法中，其第一條明示「高級中學依中華民國憲法第一百五十八條之規定，以發展青年身心，並為研究高深學術及學習專門知能之預備教育為宗旨。」所以，我國高級中學之教育為升入大專院校之預備教育，高中化學教學，自應以此為首要準繩也。

貳、現行化學課程標準簡介

早在高級中學法公布之前，教育部於民國六十年二月公布高級中學課程標準，因高中學生之性向及才智，逐漸顯著，遂規定於第二學年起分為甲（自然學科組）乙（社會學科組）兩組施教，並依照各組之特性，將相關科目之深淺度，酌予調整，化學課程標準即依此原則制定，其目標如下：

一、自然學科組

- (一) 從實驗活動，了解化學重要理論及系統知識，以為進一步研習之基礎。
- (二) 從化學理論之建立過程，使學生了解科學方法之應用。
- (三) 培養學生獲得處理化學問題之能力，以適應現代生活之需要。

二、社會學科組

- (一) 指導學生從實驗活動了解化學基本理論，以獲得生活上必需之化學知識。
- (二) 鼓勵學生在日常生活中，發掘與化學有關之問題，並用科學方法謀求解決，使更能適應現代之生活環境。

(三) 介紹與工、農、礦業有關之化學物品，使學生了解化學對於國家經濟建設之重要性。

將上述兩組之目標加以比較，可知其相同之處，為培養學生具有高中程度之化學知能，並了解科學方法之運用。其相異之處，為自然組較重視建立研究高深學術之基礎；而社會組則強調與日常生活及國計民生之有關知識。若依近年科教思潮評論之，作者認為目標尚屬正確。

在課程標準中，另有「時間支配」、「教材大綱」、「實施方法」等項，茲簡介如後，以供發掘問題及提出建議之參考。

一、自然學科組

在第二學年習讀，每週六小時（包括實驗）。其教材大綱分講習教材為在課堂①講授者，②實驗教材為在實驗室實驗題目。茲摘要如下：

（一）講習教材

計大單元十八則，內含小單元共一百廿三則，此處僅列大單元如下：①科學活動②基本概念③氣相④凝相⑤原子結構⑥電子組態及週期表⑦氣體分子中之結合⑧固體及液體中之結合⑨化學反應之速率⑩化學反應之平衡⑪氧化還原反應⑫鹵素⑬週期表第三列元素⑭週期表第一第二兩行元素⑮第一列過渡元素⑯核化學⑰碳化化合物⑱生物化學。

（二）實驗教材

計列舉實驗題目卅則（不予摘抄）自難涵蓋全部講習教材，但力求與之配合。

二、社會學科組

亦在第二學年習讀，每週三小時（包括實驗）。其教材大綱亦分爲①講習教材及②實驗教材兩種。茲摘要如下：

(一) 講習教材

計大單元十二則，內含小單元共八十一則，於茲亦僅列舉大單元如下：①緒論②氣相③凝相與溶液④原子結構與週期表⑤化學結合⑥反應速率與化學平衡⑦酸、鹼、鹽⑧氧化還原反應⑨烴及其衍生物⑩糖、脂肪、蛋白質⑪重要化學工業。

(二) 實驗教材

計列舉實驗題目十六則（不予摘抄），僅為自然學科組中抽選之部分題目。

關於上述之教材大綱，自然科學組者之講習教材太過偏重理論，未能切合其第三項目標，實驗教材列舉較少，既不能涵蓋或配合全部講習教材，又無靈活選擇之餘地。至於社會學科組之教材，不論講習與實驗，均為自然組之濃縮，更見針對其目標。

關於課程標準中之「實施方法」，除一般「教學通則」列舉十八條注意事項，均極具參考價值外，關於化學課程者列舉七條，可適用於自然與社會兩組：

- (一) 教材之系統順序，可酌予變動，講習與實驗應配合。
- (二) 教科書應多附插圖，應清晰，必要時用彩色圖。
- (三) 每章之末附有習題，令學生習作，送教師批改。
- (四) 教科書文字，應通順易了解。
- (五) 本科以學生自行實驗為主，必要時由教師示範之。並利用視聽教具。
- (六) 教師應於適當時機，帶學生參觀與化學有關之工廠。

(七) 教師應用現代方法，評量學生之成就。

另有三條專為自然學科組而定者：

(一) 實驗時應注意準度，每次實驗後並加討論。

(二) 舉辦化學問題討論會，研討與生活有關之問題。

(三) 注意學生之個別差異，予以適當輔導與鼓勵。

上述實施方法，指示周詳，所列各條均可用以檢查化學教學之得失。均將於次節作較詳之論述。

叁、化學教學問題討論

作者曾於民國六十六年三月至五月，參加臺灣省立高級中學科學教育實施成果評鑑，受聘為化學科評鑑委員，並為撰寫總報告之執筆人，復於民國六十八年四月至五月，參加臺灣省私立高中評鑑，受聘為北區化學科評鑑委員。最近於民國七十年三月至五月，參加臺灣省立高級中學科學教育實施成果追蹤評鑑，受聘為化學科委員仍為總報告執筆人。故下述化學教學上之問題與改進，常係多位專家之共同觀察與建議，甚具專業性。又臺灣省接受評鑑之公立高中計六十四校、私立計五十九校，為數約在全國高中之八五%以上。其中有男校、女校、男女合校；有歷史甚久者，亦有成立較晚者；有在都市者，亦有在鄉鎮者；有學生人數衆多者，有學生較少者；更有以職業科為主之綜合高中；有設備較優者，亦有較差者；有升學率甚高者，亦有較低者；總之，本文所列問題與改進，亦甚具普遍性或曰

代表性。茲就師資、教材、教法、實驗室及設備、圖書、科教活動，以及其他等項，分別討論如後。

一、師 資

教育目標之達成，端賴教師之循循善誘，熱心指導。我國高中化學教學中在師資方面，發現有下列重要問題：

(一) 忽略教學目標

化學教師中，極大多數雖為本科系或相關科系畢業，教學亦熱心，但所謂熱心，僅限於指導學生升學，以大專聯考命題範圍、方式以及答卷技巧等為施教重心。因為高中既為大專之預備教育，升學應為首要，自不宜對教師有所苛責。而問題在失落了其他目標，例如科學方法及科學態度之培養，亦即前述目標之(一)(二)(三)兩項。

(二) 參加進修者少

學如逆水行舟不進則退，高中化學教師參加進修者不多，尤以私立學校更少，查科學有進步，教法常有改良，設不吸收新知，久之必將落伍，教師或未被淘汰，而學生則間接受害大矣。

(三) 未重視研究工作

研究工作亦為進修方法之一。所謂研究除純學術性者為中等學校內不易完成外，其他有關教材、教法、教具、設備等之改進亦屬之，故從事研究並非困難，而教師多未加重視。

二、教材

編輯教材而編成教科書，自應根據部頒課程標準。而課程標準是否有當？教材之編選是否精粹？文字是否通順？圖表是否清晰？再再均將影響教學效果，而分析我國現行化學教材，有下列重要問題：

(1) 課程標準有缺點

自然組之化學課程標準，係譯自美高中化學之一——CHEM Study，而未考慮中、美兩國國情之異，未注意與上（大學）下（國中）銜接，未研究東西方民族性格之不同，幾乎百分之百接受CHEM Study之教材系統為課程標準。所以，先天即有缺失，不是完善的標準，以致我高中化學教學，不能達到CHEM Study之精神與成果。至於社會組課程標準，係將自然組者略予濃縮，稍增一些化學工業項目而已。

(二) 教材內容太偏重理論

因課程標準抄自CHEM Study，以致各書局之版本幾完全相同，不僅系統為課程標準者，其內容、圖表、習題、以及實驗，甚至教師手冊，均為CHEM Study之譯本。查CHEM Study之課本太重理論，僅適于擬升入大學化學系或物理系學生，為世界化學界所公認亦為常詬病者，我國竟未稍加修正為憾。至於社會組化學教材因受課程標準之限制，以致各書局之教科書內容僅係自然組之縮本，完全失去目標，遂致學生不感興趣，為害化學教育最甚，為不可原諒之缺失。

(三) 聯考命題影響教材增加深度

由於大專聯考命題範圍偶有增廣或加深情事，教師慮愧對學生，遂增加補充教材，拓廣範圍，增加深度，以致教學時數不敷應用，遂增加講授時間，有損學生身心健康。又各地補習班教材內容往往超出課本甚多，學生每每要求教師講解該項教材，增加教師困擾。

三、教 法

因教材純係來自 CHEM Study，未考慮國情，前已述及，於茲不贅。惟作者於一九六五年在聯合國教科文組織化學示範計劃 (UNESCO Pilot Project for Chemistry Teaching) 作研究時，曾與 CHEM Study Prof. Campbell 之教科書主編同事月餘，彼曾介紹其教科書之教法，幾為數種教學法之綜合。例如，講述法、觀察法、問答法、啟發法、討論法、問題教學法等等，均隨時應用之，配以影片等教具，其靈活生動，為東方教師難予學習者。且學生個性不同，我國學生無善於發問及討論之習慣，將不能適應其教法，此亦為作者不贊同完全接受他國教材原因之一。關於我高中化學教法上之問題，只能就現況論述之。

(一) 教師未擬定教學計劃

課程標準中教學通則第十三條曾啓示「教學為一有計劃之工作。教師應於學期開始時，擬定一學期之教學計劃，準備教學所需之材料。每次教學前應擬訂單元計劃或功課計劃，對於教學目的、教材內容、教學過程、教學運用等，預為安排，充分準備。」高中化學教師在授課前擬定教案者甚少，更

無靈活運用多種教法者。

(二) 未充分利用視聽器材

各公立高中及部分私立高中，均有相當數量之視聽器材，並有專用教室，惜影片、幻燈片、投影片甚少，致未充分利用視聽器材，此應為亟待解決之問題。

(三) 自製教具較少

能自製教具，不但節省公帑，且可激勵教師與學生興趣，惟現時各校尚僅限於圖表及簡單模型之自製。且品質及數量，均有待加強。

(四) 甚少舉辦教學觀摩或專題演講

他山之石可以攻錯，能常參加教學觀摩或聽專家之演講，每可有助於教學法之改進，惜各校或校際間甚少舉辦之。

(五) 對個別差異學生輔導收效不彰

對於資賦優異之學生，僅作升學輔導，而未就其性向興趣發揮其潛力。對於成績較差之學生，各校雖均有輔導辦法，而收效甚小。對於不適于接受高中教育之學生，大多數學校雖有職業課程，收效不彰。

(六) 批改作業與實驗報告，多欠認真。

(七) 社會組化學教學欠正常

因大專聯考社會學科各組不考化學，加以教材內容，不能引起學生興趣；以致大多數學校不重視

社會組化學教學，甚至有利用化學時間改授其他課目者。其實，化學與國計民生關係最爲密切，例如，食品工業、石油、塑膠、橡膠、人造纖維、洗衣粉、煉鋼、水泥等等有關常識，均爲社會組學生應了解者，設不在高中時代學習，將來升入大專學校即無機會再讀化學，則其化學知識不能與學齡相配，影響頗爲深遠。所以，高中社會組化學教學之不正常，爲教育上一嚴重問題。

四、實驗室及設備

實驗爲化學教學最不可缺者。化學實驗設備標準，教育部亦有明令規定，學校應予遵行，茲就各校現況及問題，摘要論述如下：

(一) 公立高級中學均有化學專用實驗室，設備亦合標準，而私立高級中學多數尙待設立專用實驗室並充實設備。

(二) 各校實驗室之安全設備，均有待確實加強。

(三) 實驗室、儀器室、藥品室等三者，多數學校常將儀器藥品合用一室，久之將影響儀器之壽命，應予分開。又有危險性或可揮發腐蝕性氣體之藥品，多未設專室貯存。

(四) 實驗室管理人員多係數科（物理、生物、化學、地球科學等）共請一位，兼顧困難，僅能做「保管」「收發」工作，談不上「保養」「修護」，至於能帳記、統計消耗及折舊、估計教育投資及計劃補充，全國僅二三學校耳。

五、圖書

閱讀課本以外之參考書籍，可增廣知識領域，啓迪思考，爲衆所週知者，而我國高級中學在圖書方面則普遍有下列缺失：

(一) 大多數公私立之高級中學圖書館規模較小，藏書不多。化學方面之書籍及期刊，均亟待充實，每年購書經費多未充分利用。

(二) 學生缺乏利用圖書館（借閱書刊）之習慣。僅利用其空間，複習課業、準備考試，故圖書利用率不高。

(三) 大多數學校圖書館管理欠完善。此應與規模小借書率低有關。

六、科教活動

科學教育，注重引起興趣，啓發思考訓練科學方法，培養正確態度，化學教學即爲途徑之一。但僅憑書本，難奏事功，課外化學活動應有莫大幫助。茲就此方面論述其問題如下：

(一) 公私立高級中學對於參加科學展覽，多已漸重視；而有部分學校及教師仍認係額外負擔，爲應糾正者。

(二) 少數學校舉辦科學新知介紹、科學走廊（壁報）之類，而大多數學校無此類活動。

(三) 帶領學生參觀化學工廠者甚少。

(四) 指導學生製作教具(圖、表、模型、幻燈片、投影片、改良設備等)既可節省公帑，甚能啓發學生之思考，並可增加參與感及成就感，惜大多數學校未能實施之。

七、其他

除上述外，有關化學教學之問題，尚有下列諸項：

(一) 經費

公立學校對於購置化學實驗儀器藥品所需之經費，均予支付，而私立學校則有未列專款者。

(二) 大專聯考

大專聯考不僅影響高中各科之教學，且影響學生家長之觀念，教師之教學態度，學校之設備、圖書、課外活動等等。而細察在聯招過程中，對化學教學影響最大者，僅考試課目(社會不考化學)及命題(內容及方式)兩項，爲亟待研究改進之問題。

(三) 補習

集程度較差之學生予以適當輔導補習，使程度提高，堪稱意良法美。設不論成績優劣均予惡補，戕害青年身心健康，即應加節制。至於有少數教師竟以正課爲輔，校外補習爲主，則爲不可原諒者。總之，補習已爲不可否認之事實，亦爲亟待解決之問題。

肆、化學教學之改進

上節所列各項，均爲現時化學教學上之問題。作者原擬在每一問題之後，即提出改進意見；然而除針對問題之建議外；尙有其他建議改進事項，故特分別討論，撰述本節——化學教學之改進如下：

一、促進各科教學正常化

高中爲大專學校之預備教育，升學爲其首要目標。然亦應注意學生之身心健康，各科知識之均衡發展。學生家長以學生升學爲重，無可厚非。而各校校長應不受社會之壓力，不受聯考課目之影響，堅持原則，遵照規定確切實施正常教學。教育當局對公立學校校長之考核，學校額外經費之補助等，均不以升學率高低爲標準，而以教學是否正常爲依據。又私立高中之不正常教學極爲普遍，應嚴加查考，必要時得飭其停辦，以免影響所有其他學校之教學。

二、課程之調整

現時自然組化學教學，爲第二學年實施，每週六小時（含實驗），而另於三年級設輔導課每週二小時。化學教師每因教材之補充，在二年級時間，不能教完全部化學，遂留一部分在三年級上學期講授之，下學期方作綜合複習。既然如此，何不將化學與物理（原在三年級講授）二科，均改爲第二、

三兩學年習修之，每週四小時（含實驗）。如此處理，物理專家多表贊同。關於社會組化學宜與物理地球科學等合併為理化概論，於第二年級習修之，每週四—五小時（含實驗）。惟師大科教中心正實驗高中新構思、新教材中，此處之建議，可定為暫行辦法。

三、師資方面之改進事項

（一）教師應徹底了解課程標準中所載之教學通則，認清化學教學目標，熟悉教學實施方法。並研究最有效之化學教學法。

（二）制定中學教師休假進修辦法。

（三）分期召集高中教師舉行座談會，討論參加科學展覽、製作作品之注意事項。

（四）詳細制訂教師進修制度或實施辦法，在辦法中，下列數條應予考慮：

1. 參加暑假習修碩士課程者，應有獲得學位之法規。
2. 暑假進修碩士課程班，應加強化學教育課程。
3. 教師正式考入研究所者，第一年應准留職留薪，以後各年得留職停薪。
4. 放寬進修年齡及年資之限制。
5. 寒假亦得舉辦進修班。
6. 擴大研習班及討論會，並得在北、中、南部，分別舉行之。
7. 舉辦三—四週之研習班，以介紹科學新知及新教法為主。

8. 舉辦一週或三日之專題討論會。

9. 夜間進修、週日（或週六）進修、空中教學、函授學校等，亦均請考慮。

（五）鼓勵教師從事研究工作，並得減少規定授課時數。

四、教材方面之改進事項

（一）近程之改進

1. 修訂現行化學課程標準——現行化學課程標準，既不適合國情（已於第參節中詳論）亟待修訂，惟新教材正在實驗中，約於數年後，方可能實施之，惟新教材未實行之前，吾人不能令高中化學在不適宜之情況下，等候數年。否則，豈不愧對此數年間之高二學生。至於修訂之重點，屬於自然組者，可將理論較深屬於大學一年級部分，刪去之。另增化學新知以及與國情有關於之資料。屬於社會組者，應作大幅度之修訂，例如，刪去太深之理論部分；增入與日常生活及科學新知有關，並為高中學生能了解及感興趣者。且應分為社會組男生用及女生用兩種課本，內容應各有特色。

2. 現行之教師手冊，應注意教法、教案、教具、參考資料等等之介紹，不應僅作習題解答。

3. 補習班在教課書之外，每附有自修參考書，常有錯誤，應予取締。

4. 教材應上接大學化學下銜國中化學。

5. 教科書文字應通順，圖表為彩色者。

（二）遠程之改進

教育部委託師範大學科教中心，邀請國內專家，改進高級中學數學及自然科學教材，並由中正預備幹部學校試教之。該中心謹慎從事，曾於民國七十年十月將化學實驗教材之「教育目標」「教學方向」「教材重點與深度」等，擬訂問卷，廣事徵詢專家及化學教師之意見，相信可獲良好之統計結果，當可擬出合乎國情及近代化學思潮之教材，吾人應拭目以待之。惟作者仍有下述數點建議：

1. 國中自然科學教材亦在實驗中，高中新教材應考慮如何延續國中教材。

2. 教材應有特性、有深度、有彈性。師大科學中心曾將大學分為理工、醫農、法商、藝文等四大類，以研究各類所需之教，至為恰當。又由科學中心由第一次問卷統計結果，雖然九五%之教師認為應編兩重點不同之教本。然而作者認為適應特性編選四種教材①理工②醫農③法商藝文男生④法商藝文女生。如此，雖增加學校編班之困難及影響書商之營利，但如有誠意為學生之興趣及需要作打算時，應請學校行政單位及書商配合之。

3. 實驗教材，由中正預備幹部學校試教，因該校每班人數較少，程度齊一，設備充實完善，教師負責，輔導得法，學生均住宿，生活有規律，作息有定時，再之均為一般高中所不能比擬者。所以該校實驗完成後，應編寫詳細之教師手冊，附以充分之教具（如儀器、藥品、圖、表、模型以及教學之媒體等）。交由十所以上普通高中，予以實驗、試教，將教材作合理之修改整理後，再行推廣之。

4. 教科書之文字，務求流暢可讀，圖表則為彩色印刷。

(三) 成立永久性教材改進實驗機構

附設於師範大學內，並規定師大附中及中正預校為實驗學校。經常研究實驗教材之改進。總之，

課程標準不能一成不變，應求靈活，如發現有待修訂之處，得隨時公布之。

五、教法方面之改進事項

(一) 頒部課程標準總綱中之「教學通則」共十八條，對於教學法之指示，極為詳實。另關於教材之「實施方法」亦列有十條，均切合實際，凡我化學教師均應切實遵照實施之。

(二) 多舉辦校際間教學觀摩。可畫定地區包含十餘高級中學，由各校輪流舉辦。

(三) 鼓勵自製教具，凡可推廣者，給以獎勵並交由職業學校代為製作，分發各校應用，得酌收成本費。

(四) 師範大學科教中心得設教具，設計小組，凡認為有大量製作價值者，可由職業學校代製，分發各校使用，並酌收成本費。

(五) 充實教學媒體。建議各高級中學應購置錄放影機，由師範大學科教中心製作化學教學節目，或購置化學教育影片，並代為錄製錄影帶（如係外國影片並予配音）交各校使用，僅收成本費。按錄影帶成本低廉，使用方便，放映時不必遮光，優點甚多，必將取代教育影片，故有此建議。

(六) 各校社會組化學，務必正常施教，教育部可通令各校教師，得酌情改變教材內容。

(七) 師範大學科教中心得設立中等學校各科疑難問題解答服務小組。

(八) 補習公開化，准許教師公開在校集合學生，輔導其作升學準備。同一地區之學校得聯合舉辦，但學校當局有權監督，使補而不惡，以消弭補習班之猖獗，減少學生身心健康之損害。

(九) 舉辦全國性化學實驗競賽以鼓勵各校重視實驗，得獎學生得予保送升學。指導教師，可獲獎勵（如出國考察）。

(十) 高級中學法第八條「高級中學應就學生能力，性向及興趣，輔導其適當發展。對資賦優異學生，應予特別輔導，並得縮短其優異學科之學習年限，對不適於繼續接受高級中學教育之學生，應輔導其接受職業教育，或職業訓練，其辦法由教育部定之」應請教育當局早制定辦法。

六、實驗室暨設備之改進事項

(一) 私立高級中學未設化學專用實驗室者，飭令設立之。

(二) 各校實驗室之安全設施，務必加強。

(三) 實驗儀器儘可能的設計改良，使用半微量者，以節省藥品之消耗、減少儀器之破損，節約實驗時間。

(四) 增加管理人員，如有困難，得增加技工或工讀生為助理，應能維護保養儀器為原則。

七、圖書方面之改進事項

(一) 圖書經費應專款專用，有計畫的添置化學參考圖書。

(二) 圖書館之管理（不涉及內部）如各閱覽室開放時間，及借書規定等應以便利學生為原則。

(三) 圖書館得與各地文化中心聯繫，辦理文教活動，例如各種展覽，影片放映之類。

八、科教活動之改進事項

- (一) 鼓勵製作化學方面科展作品，參加展覽，不論得獎與否，校方對教師及學生均加適當獎勵。
- (二) 蒐集鄉土教材，參觀附近化學有關之工廠。在參觀前，教師得略為解說，以收參觀效果，而不是遊覽，並可規定學生撰寫參觀心得。
- (三) 聯合數學科及其他自然科，舉辦科學新知介紹或科學走廊之類活動。
- (四) 使學生參與製作教具。

九、其他改進事項

- (一) 私立學校之化學教學及實驗經費，應先核實編列預算，不得中途有所刪減。
- (二) 大專聯考之課目中，社會組應加考自然學概論一科，內含物理、化學、生物、地球科學等簡單常識，則可促進化學之正常教學。
- (三) 大專聯考，化學科命題，應增加計算及解釋題，計算題重過程，解釋題重觀念，以減除學生死背課本之苦，激發其思考力及創造力，促進教學正常化。

伍、結語

以上所論，係作者根據評鑑高級中學科學教育之心得，參以多位化學專家之意見所撰寫。在師資、教材、教法、實驗室暨設備、圖書、科教活動，以及課程標準，與大專聯考等等，均有具體可行之改進意見，甚願能獲教育當局之參考，更盼專家多所指正也。

主要參考資料

- 一、高級中學法。
- 二、教育部 高級中學課程標準 正中書局六十年二月
- 三、教育廳 臺灣省立高級中學科學教育實施成果評鑑報告書 六十七年一月
- 四、教育廳 臺灣省私立高級中學教育評鑑報告書 六十九年十二月
- 五、教育廳 臺灣省立高級中學科學教育實施成果追蹤評鑑報告書 七十一年一月