

現行高中化學實驗課教材教學實況 的調查研究

理學院 化學系

蔡平順 陳鏡潭

提 要

就現行高中化學實驗課教材之操作難易度，結果之準確度，教材之可行性，癥結問題等，作問卷調查。百分之四十以上的教師認為操作較難的共有3項，不易獲得良好準確度者有14項，指出問題之癥結或提出建議者有25項。學生之實驗操作技能、器材、試藥品質等，影響甚大。本文就實驗教材的編寫及實驗教學方法提出改進意見。

壹、調查動機

科學教育培植國家的科技人材，造就現代化國民。化學關係國民生計，與現代人的生活息息相關，又因其內容廣博在教育上最能訓練學生從繁雜事物中，探索條理，整理規律。化學是實驗的科學，最易於引導學生從事各種科學活動，培養科學方法、科學態度等等。因此化學實驗之教材與教學，是否適當，不僅直接影響化學教育本身，而且關係科學教育的成敗。

高中化學實驗，絕大部份由學生自行操作，其教材之良窳、教學之品質與學生對事理之了解、興趣之培養，有直接而密切之關聯。

本研究編製問卷，廣徵臺澎地區各公私立高級中學化學教師，對現行實驗教材與教學之意見，期能從實際而具體之經驗中，對現行教材之優劣，做客觀而週詳之分析，以提供有關單位，作未來改進教材之參考，以利科教之推展。

貳、調查目的

現行高中化學課程包括實驗教材是依照民國六十年二月部頒之課程標準編訂。其教學目標揭示：「指導學生從實驗中，了解化學基本理論，以獲得生活上必需之化學知識」。可見高中化學實驗課的重要性。

迄今，課程標準與現行教材已實施多年，是否已獲得預期成效？是否符合教與學的需要？有那些極待改進的地方？等等問題，當為教育行政當局與有關之科教界人士所關切者。故本研究特就下列各項進行調查與分析：

- 一、當前高中化學實驗課，學生操作之情形及其結果是否理想。
- 二、現行高中化學實驗之教材，實施可行性之評估，並探討問題癥結之所在。
- 三、對高中化學實驗教材及教學之改進意見，作合理之分析與評估。

參、調查項目及範圍

本調查問卷，係藉最近兩次公私立高級中學科學教育評鑑，實地訪問各校時，請各校化學教師共同討論後填寫，每校一份，共得 65 份問卷，因此每一份可視為各校教師之共同意見。（註二～三）

調查項目包括：Ⅰ、操作難易度，Ⅱ、實驗結果準確度，Ⅲ、教材可行性，Ⅳ、癥結問題或建議。

根據現行高中課程標準（註一），化學科實驗之內容（及簡稱）如下：

- | | |
|------------------|---------|
| 一、(A)科學觀察與記述 | (觀察、熔點) |
| (B)固體受熱之變化及熔點之測定 | |
| 二、蠟燭之燃燒及熱效應之定量測量 | (蠟燭燃燒) |
| 三、等體積氣體之重量 | (氣體重量) |
| 四、銅與硝酸銀溶液之反應 | (銅、硝酸銀) |
| 五、化學反應之研究 | (化學反應) |
| 六、化學反應中之質量關係 | (反應質量) |
| 七、金屬與氫氯酸反應之定量 | (金屬、塩酸) |
| 八、已知濃度二溶液間之反應體積 | (反應體積) |
| 九、模型之創建 | (模型) |

- | | |
|--|--------|
| 十、順反異構物之性質 | (順反異構) |
| 十一、晶體中原子或離子之堆積 | (晶體堆積) |
| 十二、反應熱 | (反應熱) |
| 十三、反應速率之研究 | (反應速率) |
| 十四、化學平衡及勒沙特列原理 | (化學平衡) |
| 十五、醋酸銀溶度積常數之測定 | (溶度積) |
| 十六、 Ag^+ , Hg^{2+} , Pb^{2+} 等之定性分析 | (定性分析) |
| 十七、用指示劑測溶液中氫離子濃度 | (指示劑) |
| 十八、酸鹼滴定 | (酸鹼滴定) |
| 十九、電池之反應 | (電池) |
| 二十、氧化還原反應 | (氧化還原) |
| 二十一、鐵之腐蝕研究 | (鐵生鏽) |
| 二十二、電解時銅、銀莫耳數與電子莫耳數之關係 | (銅銀電解) |
| 二十三、烴及醇之化學性質 | (烴、醇) |
| 二十四、衍生物 | (烴、醇) |

- 二十五、用鹼土金族化合物之溶解度作定性分析 (鹼土族)
- 二十六、碘之化學反應 (碘)
- 二十七、電解碘化鉀溶液製碘 (碘化鉀)
- 二十八、第三列元素 (三列元素)
- 二十九、離子交換樹脂分離過渡金屬離子 (離子交換)
- 三十、錯合物及複鹽之製備 (錯複塩)

肆、調查結果與討論

一、將調查結果依百分比整理成表 1。

表 1 分析各項百分比統計

件數 百分比 實驗	操作難易度			結果準度			教材可行性			問題 或 建議
	適宜	無意見	難	佳	無意見	差	適宜	尚可或 無意見	不適宜	
一、觀察熔點	96	3	1	72	5	23	70	10	20	53
二、蠟燭燃燒	89	2	9	47	1	52	49	27	24	52
三、氣體重量	67	13	20	44	16	40	49	25	26	43
四、銅硝酸銀	96	3	1	61	15	24	67	30	3	24
五、化學反應	83	8	9	66	30	4	75	18	7	21
六、反應質量	78	10	12	41	23	36	49	27	24	43
七、金屬塩酸	86	10	4	70	20	10	70	27	3	16
八、反應體積	84	10	6	67	18	15	67	26	7	20

九、模 型	60	28	12	44	50	6	47	27	26	38
十、順反異構	76	14	10	60	30	10	60	27	13	35
十一、晶體堆積	67	21	12	56	41	3	56	23	21	27
十二、反應熱	80	16	4	50	20	30	61	27	12	27
十三、反應速率	66	14	20	46	18	36	52	24	24	56
十四、化學平衡	78	7	15	63	10	27	72	13	15	50
十五、溶度積	81	15	4	56	26	18	69	27	4	21
十六、定性分析	84	7	9	60	33	7	75	19	6	26
十七、指示劑	81	12	7	47	15	38	53	24	23	40
十八、酸鹼滴定	90	3	7	72	15	13	81	16	3	23
十九、電 池	89	7	4	63	17	20	67	26	7	33
二十、氧化還原	84	10	6	78	18	4	81	12	7	23
二十一、鐵生銹	78	19	3	69	22	9	66	27	7	9
二十二、銅銀電解	55	19	26	40	34	26	41	29	30	33
二十三、乙 醇	84	13	3	69	25	6	75	19	6	20
二十四、衍生物	56	20	24	52	32	16	46	30	24	35
二十五、鹼土族	81	15	4	56	29	15	52	36	12	27
二十六、碘	86	11	3	76	21	3	72	25	3	15
二十七、碘化鉀	86	11	3	75	22	3	75	18	7	12
二十八、三列元素	72	18	10	56	32	2	50	32	18	24
二十九、離子交換	46	22	32	38	30	32	36	35	29	33
三十、錯複塩	75	16	9	61	29	10	53	35	12	16

由上表，我們可以看出：

(一)現行高中化學之實驗操作，一般而言並不困難。

20%以上的教師認為操作較難的共有5項，包括實驗三、三、三、三及三。

(二)平均而言，現行實驗教材所得之結果準度不高。20%以上的教師認為準度不高的實驗共有12項，包括實驗一、二、三、四、六、三、三、三、七、九、三、三。其中原因值得進一步加以探討。

(三)現行實驗教材的可行性，大致尚稱合宜。20%以上的教師認為不適宜或需要改進的實驗共有11項，包括實驗一、二、三、六、九、三、三、七、三、三、三、應進一步加以探討。

四 20 %以上教師指出問題之癥結或提出具體之建議共有 25 項，包括實驗一、二、三、四、五、六、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十。其中尤以實驗一、二、十三、十四等問題較多，有 50 %以上的教師提出改進意見。

二、將教師肯定的結果排成表 2，此表依教師肯定百分比排列，並比較操作適宜性，結果準度及教材可行性等三項。

表 2 現行高中化學實驗教材的操作適宜性，結果準度及教材可行性等三項比較表。

教師 項 肯定 目 名次 %	操 作 適 宜 性		結 果 準 度		教 材 可 行 性	
	百分比%	實驗項目	百分比%	實驗項目	百分比%	實驗項目
1	96	一	78	二十	81	十八
2	96	四	76	二十六	81	二十
3	90	十八	75	二十七	75	五
4	89	二	72	一	75	十六
5	89	十九	72	十八	75	二十三
6	86	七	70	七	75	二十七
7	86	二十六	69	二十一	72	十四
8	86	二十七	69	二十三	72	二十六
9	84	八	67	八	70	一
10	84	十六	66	五	70	七
11	84	二十	66	十四	69	十五
12	84	二十三	63	十九	67	四
13	83	五	63	四	67	八
14	81	十五	61	三十	67	十九
15	81	十七	61	十	66	二十一
16	81	二十五	60	十六	61	十二
17	80	十二	56	十一	60	十
18	78	六	56	十一	56	十五
19	78	十四	53	十七	56	二十五
20	78	二十一	53	三十	56	二十八

21.	76	十	52	十三	52	二十四
22.	75	三十	52	二十五	50	十二
23.	72	二十八	50	二十八	49	二
24.	67	三	49	二	47	十七
25.	67	十一	49	三	46	十三
26.	66	十三	49	六	44	三
27.	60	九	47	九	44	九
28.	56	二十四	46	二十四	41	六
29.	55	二十二	41	二十二	40	二十二
30.	46	二十九	36	二十九	38	二十九

由上表可知：

(一)實驗二十四、二十二、二十九等三項實驗，操作不易適應加以改進。

(二)實驗十一、十七、三十、十三、二十五、二十八、二、三、六、九、二十四、二十二和二十九等十三項實驗可行性較低，其內容似有檢討改進的需要。

(三)實驗十一、十五、二十五、二十八、二十四、十二、二、十七、十三、三、九、六、二十二和二十九等十四項實驗的誤差較大或預期結果不易獲得。

(四)綜合以上所言，以實驗二十九和二十二兩項實驗半數以上的教師認為操作不易且 60 % 以上教師認為可行性低；實驗九、二十四、三、十三和六等五項實驗，尚待改進。

三、主要之癥結問題摘要：

實 驗	癥 結 問 題
一(A)觀 察 (B)測熔點	● 內容枯燥，不易引起學生興趣。
二蠟燭燃燒	● 市售對二氯苯的純度，常不如理想，故不易測得明確之熔點。
三氣體重量	● 定性部分與國中教材重複，故不易引起學生興趣。 ● 水分的偵測，成功率極微。
六反應質量	● 塑膠帶容積不易控制。
九模 型	● 以三梁天平測氣體重量，不易操作。
三反應速率	● 乾燥手續需時太久。 ● 內容單調，不易引起學生興趣。 ● 指定之濃度太大，反應太快，致誤差大。

去化學平衡	● 溫度升高，反不易見到碘—澱粉錯離子的藍色，使溫度效應的實驗，失去意義。
去指示劑	● 用目視法比色，頗難準確。
去銅銀電解	● 同上。
去衍生物	● 電解液成分之配製不易合乎理想，誤差太大。
去離子交換	● 費時久，且不易製取乙醯胺。
	● 不易購得適用的樹脂。
	● Ni^{2+} 和 Co^{2+} 的定性手續，操作不易。

此外，實驗四、六、去、去等使用銀塩，價格偏高。一般建議改用其他藥品或另行設計實驗。

實驗四、六、去、去的產品或結果，均需隔夜再行操作，一般學校之實驗室有限，頗難作理想的配合。

伍、結 論

現行高中化學實驗課的教材與教學，一般而言，在實施上並無太大困難，總共 30 項實驗中，60% 的教師認為操作難易適宜者有 27 項，較難的只有 3 項，但有許多項的實驗其結果的準確度不理想，60% 的教師認為誤差大、結果不明顯有 14 項。實驗課教材之可行性調查中得到 60% 教師肯定的有 17 項，其餘的 13 項實驗需要探討改進。約有 30% 的教師指出問題之癥結或提出具體的改進意見及建議。若干實驗內容枯燥、操作不易或誤差太大，未能引起學生興趣。有些實驗的器材、藥品昂貴、實驗操作時間不能配合的均須改進。實驗課教材之設計應符合課程目標，且能配合當前教育環境。若干實驗內容與國中化學實驗重覆，減低學習興趣。

編寫實驗課教材應先明示教學目標。部份學校，限於實驗室設備，實驗課進度很難與正課配合。現行實驗課教學方式多屬按圖索驥式，很少啓發學生的思考，讓學生自行發揮。對同一教學單元，宜編製若干不同實驗，使教師能做合適的選擇，期能因時因地因材施教。實驗操作不正確，造成誤差。啓蒙階段的實驗手冊宜多寫些正確的基本操作，說明要詳盡並多附插圖。實驗課教材之編寫應注意與國中化學教材（包括實驗課教材）之縱的連貫性，亦應留意與正課（講義教材）或其他相關課程之橫向關連現行實驗課教材均未注意到縱向的連貫與橫向的關連。

實驗為培養科學素養的重要方法之一。實驗的規劃、準備、實施、搜集數據、處理數據等實驗課的教學，實際上構成探討化學事物的現象與方法的重心。實驗的探

現行高中化學實驗課教材教學實況的調查研究所討的過程，由此學生可以直接獲得了解自然的機會，學得探討研究的技能，並藉此活動刺激創造力，培養科學思考力。

本調查的結果顯示，多項實驗準確度不佳，學生實驗技能的不熟悉和器材藥品的品質均為其原因之一。正確的基本操作訓練，不但可以提高實驗的信賴性，對意外的預防也是很重。基本操作的訓練，可以藉著老師示範或視聽教育來指導。器材藥品的品質對實驗準確度的影響，需要逐項檢討評估。

現行教材中有多項實驗可配合教學媒體以提高教學品質。據報告，以私立高級中學中，視聽教育設備達到部訂標準很少（註六）。購置化學視聽教材的學校不多：影片 34%、幻燈片 27%、透射放影機投影片僅有 11%；自裝視聽教材的學校更少，各項均未達到 8%（註六）。本教材雖有 CHEMS 影片配合，惟價格昂貴，亦缺少國語旁白，使用情況未能普遍。配合實驗課教材宜拍攝短片電影在實驗前演示做導引，也可研製相關的影片，藉以擴大實驗教學的領域。缺少教師示範實驗，也是現行實驗課教材有待檢討的一點。

據公私立高級中學數學自然科學教學設備調查研究報告，全國公私立高級中學中，化學實驗室間數未合乎部訂標準者有 23%（註六）。更嚴重的是，多數學校實驗室空間不能夠配合學生人數（每班多達 50 人），擁擠不堪，對實驗室安全上、衛生上的要求，有待改善。據各屆高中科學教育評鑑，化學科的師資中以本科系畢業者佔大多數，師資堪稱整齊（註二～五）。惟設有專職實驗室管理員者僅達 56.5%（註六），多半的管理員是高中、高職畢業（77.6%），約有半數不熟悉管理業務（註六）。在實驗室安全上、管理上、管理員的訓練有待加強。管理員對器材、藥品之規格、特性等應有足夠的認識，對品質應有評估的能力。

註 解

註一 高級中學課程標準，178～180 頁（民國 60 年）

註二 臺灣省立高級中學科學教育實施成果評鑑報告，105 頁（民國 65 年）

註三 臺灣省私立高級中學教育評鑑報告，698 頁（民國 68 年）

註四 臺灣省立高級中學教育實施成果追蹤評鑑報告，105 頁（民國 70 年）

註五 臺北市七十一學年度中學科學教育評鑑總報告，27 頁（民國 72 年）

註六 公私立高級中學數學自然科學教學設備調查研究報告 教育部中教司，教育計劃小組編印，10 頁，28～29 頁，38 頁，190～192 頁（民國 69 年）

A Study of the Current High School Chemistry Laboratory Text by Questionnaire

by

Ping-Shun Tsai and Ching-Tan Chen

Abstract

A questionnaire has been made to find the degree of difficulty of the laboratory manipulation, accuracy of the experimental results, and workability of the laboratory manual currently used in senior high schools. More than 40% of the respondents noticed that three out of the 30 experiments were considerably difficult for the students and 14 experiments were difficult to get good accurate results. The respondents either pointed out the key problems or commented on the experiments. The laboratory technique of students, equipment of the laboratory, and quality of chemicals are considered to be the major factors that influence the results of the experiments. In this paper, a proposal of writing laboratory teaching materials and improving laboratory teaching methods is made.