

大陸高中物理科教育內容之研究

郭鴻銘·許蘭生·楊龍立·華瓊

本研究對大陸物理教科書、教師手冊，就其編寫體例架構，內容概念引介方式、內容要點、分量時數、實驗教學的目標功能，習題設計方式、目的等，以內容分析的方法，分項進行質與量的分析、評述。企圖透過這些分析、探討、了解大陸高級中學科學教育的品質、發展趨勢及其可能的影響；並就評析的結論，對兩岸物理教科書的編寫、內容提出具體建議。評析的理論基準係經由對國內外相關文獻的探討及研究者多年實務經驗的心得，綜合確立的。研究發現大陸教科書及教學參考書（教師手冊），編寫態度認真而嚴謹，從傳統的觀點看，是很好的教科書。其缺點是偏重知識、概念的傳授，沒有設計性、組織性的納入科學方法及科學態度的培養。此點與台灣的物理教科書頗為類似。

關鍵字：大陸教育、物理教育、中等教育

Keywords: Education in Mainland China、Physics Education、Secondary Education

壹、緒言

一、研究動機和目的

教育為立國之本，從大陸的教育現況，可以全盤性、前瞻性的了解評估大陸在各方面的未來發展趨勢，從而擴大兩岸互動的基礎。有鑑於此，對大陸基礎科學教育的研究，實有必要。

中國大陸的政治型態與我們有極大的差別，尤其是教育與政治的關係更為密切。事實上中共的觀點是教育本就是為無產階級政治而服務，物理教科書內容傳達政治意識形態，進行愛國教育被認為是理所當然（郭杰森，1991）。至於物理知識的種類、份量、科學方法、科學態度等的傳授，亦有其自成一體的方式來處理。因此分析了大陸高中物理教科書內容，我們可以初步了解其高中物理教育理念，並且解答一些物理教科書編輯上的相關問題如：物理知識的安排情形、教材份量、強調的科學方法種類、實驗教學的設計方式、評量的特色、呈現何種意識形態等。

本研究以物理教學大綱、教科書、教學參考書為主要對象，進行分析。主要的研目的與問題有下列五項：

(一)了解大陸地區高中物理教育的沿革。

- (二)分析物理教科書中物理概念、知識的安排、選擇與傳達方式。
- (三)分析物理教科書中科學方法的安排與介紹。
- (四)分析物理教科書中呈現的意識形態及培養科學態度的內涵。
- (五)對兩岸高中物理教科書提供建議。

二、研究範圍與限制

我們了解到大陸由於幅員廣闊、地域、城鄉之師資、學生、諸多條件差異甚大，無從評估課程實施的情形及其實際達成的效果。因此本研究只限於對意圖課程(intended curriculum)的書面資料分析，對於實際實施的課程(implemented curriculum)及實際達成的課程(achieved curriculum)則避免觸及。

本研究分析的對象主要為人民教育出版社依據中共國家教育委員會制定，一九〇年六月印行的「全日制中學物理教學大綱(修訂本)」所編製的物理課本，第一冊必修(高一、全年)、第二冊必修(高二、全年)、第三冊選修(高三、全年)及第一、二冊教學參考書。

三、研究方法與步驟

本研究採取理論分析與內容分析法來了解大陸高中物理教科書的內容。理論分析部份探討兩類問題，一是大陸高中物理教育的演進狀況，明瞭各階段的重要理念及物理教學大綱、物理教材的變化情形，經由背景的掌握得以理解現行物理教科書的內涵；二是分析歐美地區對高中物理教育的理念，教科書及教學的有關看法，建立內容分析時的分析項目及標準。內容分析法是依據理論分析之結果，決定分析單位、項目、標準，並將三冊教科書加以分析求取「量」的分析結果。同時也靠研究者物理教學的經驗與專業的判斷，分析三冊教科書和二冊教學參考書的內容，以獲致「質」的分析結果。最後依據理論分析與內容分析的結果，建立結論並提出相應的建議。

四、名詞詮釋

本研究針對大陸高中物理教育內容加以研究，各有關名詞界定如下：

- (一)大陸：指大陸使用本研究分析之課本的地區。
- (二)高中：指正規的普通高級中學。
- (三)課程、教材：僅指書面資料如教科書和教學參考書，以及教學大綱所顯示的教育理念及教材性質。至於師資、課外科學活動皆不在研究範圍內。

(四)內容：指教材內容而非實際教學內容，亦不含補充教材、課外練習題。教材內容包含教材份量多寡、重要物理概念及結構、過程技能與實驗技能、情意態度的培養、教材呈現方式、評量方式及教學參考書內容。

貳、文獻探討

一、課程及教材設計原理

在科學教科書及教材內容方面，大家認為應包含：科學知識概念、解題及過程技能、態度與價值觀等內涵（如 NSTA, 1964; Takemura, 民 75）。Yager（民 80）對好的科學教科書的條件更明確的指出應包括下列內涵：

- (一)增廣科學的意義：應包括科學、工技與社會的互動關係。
- (二)科學的推理過程：科學不只是科學的解釋而已，還應包括問題的形成、資料的收集、推論、說明解釋及歸納的過程。
- (三)運用並擴展學生的好奇：培養良好的科學態度及創造力。
- (四)包含適當的教學策略：教科書所提供的資訊及教學活動應配合學生的經驗並與真實的世界相聯貫。
- (五)加強科學應用於社會環境的教學內容。

評量方面，好的教科書提供的習題，應有的特性及功能，如表 2-1 所示。

表 2-1 物理教科書習題應有的特性與功能

特 性	功 能
1. 針對課文內容所介紹的基本概念作評量檢驗	鞏固已學習之概念 了解學生的學習情形（包括診斷）
2. 提出學生易犯錯之關鍵問題	澄清概念；診斷
3. 提出與課文概念相關之日常生活，生產應用的具體應用實例	引起學生的學習興趣
4. 提出與課文內容相關之尖端科學發現及科學新知，如講萬有引力定律牽涉圓周運動時，能介紹新發射之人造衛星實例	擴展知識領域 趕上時代 引起興趣
5. 在介紹科學新知時能配合有開放性、挑戰性之較長思考題	引起學生思考發揮學生創造力 培養解決實際問題的能力及習慣

二、物理科教學應有的特性

對於物理科學及其教學應有的特性，我們的看法和 Hestenes(1978) 的看法頗為一致，茲概略介紹其觀點如下：

物理知識可概略分成兩種，其一為事實知識 (factual knowledge)，它包含理論（如定律、原理等）、模型（數學化的模型，如質點模型、自由電子模型…等）及經驗數據三類；其二為方法知識 (procedural knowledge)，它包含用以發展、驗證、運用事實知識之策略 (strategies)、策術 (tractics) 及技術 (techniques) 三類。綜合而言，物理知識的要義是透過理論建立數學模型，透過對建立的模型進行驗證，以確立理論。而建立及驗證理論、模型的策略、策術與技術亦為物理知識整體的一部份。

三、實驗教學的要求

依據大陸高中物理教學對實驗的要求，以及國外學者 (Fuhrman, 1978) 的觀點，高中物理實驗的內涵有下列數項：

- (一) 數標校訂 (Calibration)。
- (二) 數據登錄、作圖分析及解釋 (graphial analysis)。
- (三) 誤差分析 (error analysis)。
- (四) 基本物理量一般測量方法、常用測量工具的了解及測量的需注意事項（正確操作法及如何增進精確度），包括
 1. 短時間：如打點計時器、頻閃計時器、光電計時器……。
 2. 短距離：游標尺、螺旋測微計、光槓桿、望遠顯微鏡……。
 3. 質量（*留給化學）；力（*留給初中）。
 4. 不規則體積：（*不一定須要）。
 5. 熱量與溫度：混合法測熱、溫度計的使用及設計原理，絕熱方法……。
 6. 氣壓：U型管壓力計（*無液壓力計）的使用原理。
 7. 光度測量。
 8. 折射、反射成像、像距的測量（*如虛像距）。
 9. 基本電學物理量：電量、電流、電壓、電阻…的測量（*磁場、*電容…）。
 10. 頻率的測量（波長）：利用干涉、繞射原理。
- (五) 利用基本測量技術組合設計實驗的訓練，如：

專 題

1. 怎樣施加定力。
2. 怎樣產生合適大小的等加速度運動狀況……。
3. 功率、速率、加速度、扭矩…的測定。

(六)實驗室及儀器使用安全事項。

(七)控制變因及設計實驗的科學方法。

四、大陸物理教育的演變

大陸高中物理教學、課程時數的演變如表 2-2 所示：

表 2-2 歷次重要法規

年代	中學法規	教學計劃	物理教學大綱	時 數
1952	中學暫行規程 (草案)	中學教學計畫 (草案)	中學物理教學大綱 (草案)	高一至高三每週 分別是二、三、 四節
1963	全日制中學暫 行工作條例 (草案)	全日制中小學 教學計劃 (草案)	全日制中學物理教 學大綱 (草案)	高一至高三每週 皆四節
1978	全日制中學暫 行工作條例 (草案)	全日制十年制 中小學教學計 劃(草案)	全日制十年制學校 中學物理教學大綱 (草案)	高一至高二每週 皆五節
1981		全日制六年制 重點中學教學 計劃(試行草 案)全日制五 年制中學教學 計劃試行草案 的修訂意見		高一至高三每週 分別是四、三、 四節 高一至高二每週 分別是四、五節
1987			全日制中學物理教 學大綱	
1990		現行普通高中 教學計畫調整 意見	全日制中學物理教 學大綱(修訂本)	高一至高二每周 皆三節,高三選 修

一九八〇年代以來公布了兩個物理教學大綱，但教科書卻有三次修訂。一九八一年雖公布新的教學計畫，可是沒有公布正式的大綱，因此仍沿用一九七八年的教學大綱。但爲了因應新教學計畫對物理課程時數的調整及一九七八年後物理課本（試用本）使用的反映，人民教育出版社於是修訂了原教材，新物理課本區分出甲乙二種且乙種本仍分上下二冊。甲種本程度較深，但乙種本程度淺也較爲普及。一九八六年通過義務教育法，決定實施九年義務教育，因此在一九八七年公布了「全日制中學物理教學大綱」。依此大綱，物理教材再次修訂成物理課本上、下冊，內容中加強了理論與實務的連繫（艾強，1987）。一九九〇公布的教學計畫將高中區分出必修與選修，因應這種變化大陸公布了「全日制中學物理教學大綱（修訂本）」，物理教材也改編成物理課本第一冊、第二冊（皆必修）及第三冊（選修），而此亦爲現行的高中物理課本。

參、研究設計與實施

一、研究分析架構

本研究分析的項目有下列各項：

(一)課程理念及教材編寫方式。

1. 課程理念及教材編寫方式。
2. 各年級間之銜接。
3. 實驗教學的方式（實驗教材的呈現方式、進行步驟、是否驗證……。）
4. 文字（敘述方式）及插圖（分量、品質）。

(二)教材內容分析

1. 總份量、時數分配（含理論與實驗的相對份量）。
2. 概念架構（關聯、順序、內容）。
3. 重要之概念、定律及原理。
4. 過程技能與實驗技能。
5. 情意、態度的培養。
6. 內容及概念的介紹方式。

(三)評量方式

1. 評量的內容、方式。
2. 習題的分量、多寡…在教學上的角色及欲發揮的功能爲何？

(四)教學參考書

1. 編寫方式（特色）。
2. 欲發揮之功能（特色）。

二、實施程序

分析時以一章為單位，實施程序如下：

- (一)課文的引介及介紹方式。
- (二)重要內容分析。
- (三)主觀評論（感想）：包括對我們的教材的省思比較。
- (四)建議：包括對兩岸的建議。
- (五)實驗教材的分析。
- (六)教學參考書的分析。
- (七)作綜合性的評論與建議。

肆、研究結果與討論

一、編寫架構及教材呈現方式

(一)編寫架構

教科書中可見十一種體例：課文（以粗體字標示重要主題）、練習（課文一小節或數小節後出現）、閱讀材料（多半為科學史實、科學新知）、例題、小實驗（日常易行的活動）、各章小結（第三冊出現）、復習題（多半為問答題型）、習題（每章末的題目）、學生實驗、課外習題、選擇教材（打星號的教材）。

大陸物理教材的編寫體例架構，相當結構化、定型化，其中閱讀材料及小實驗為台灣物理教材所無，但它確可發揮正面的教學效果。可惜的是照片品質甚差，無法發揮培養學生研判照片的教學效果。但手繪附圖多而質佳，充分發揮輔助說明之功。習題依性質分成練習、復習題和習題三類，各自發揮其特有的功能，是其特色與優點。

(二)教材呈現方式

教材的介紹採直敘方式進行，介紹模式可分下列三種：

1. 簡述概念—————→舉例說明

(直接引進或簡述歷史背景引進)

(日常生活之現象與應用)

2. 簡述概念——→引進公式——→舉例說明——→物理量的測量說明

3. 用思考實驗引進——→簡述概念——→舉例說明——→例題計算

(包括情境舉例) (推理、歸納) L→推廣應用

直敘方式的優點是 1. 文字敘述簡潔、概念交代清楚 2. 與初中物理銜接 3. 應用生活實例。缺點是 1. 沒有運用物理策略 2. 偏重科學成果的學習，忽略科學過程技能的學習。

二、教材主題與時數之分析

(一)教材主題

全套書所安排的內容、主題、概念的順序架構可由其安排章、節架構看出來。第一、二冊必修構成一個體系，第三冊選修單獨自成一個體系。兩個體系均相當合理而傳統，這是高中物理教材經多年教學所累積經驗的結果。它與台灣高中教材最大的不同是高三僅教力學及電磁學兩部分。其他如熱學、光學、近代物理等均付闕如。原因是高一、高二物理視為通識，涵蓋面要廣，高三則純粹視為大學理工科之預備教育，注重學理基礎之紮根，故選擇力學及電磁學兩大基本領域，作較深入、集中的訓練。

(二)教材時數

依據大陸現行「普通高中教學計畫」，高一、高二物理必修，每學期每週三小時，上、下兩學期，高三每學期每週四至六小時，上下兩學期。實驗時數分配，高一計九小時，高二為十一小時，高三為十至十八小時。由教學總時數及內容分量分析表，即可估出其他部分的時數分配。

大陸高中不分文、理組，每位學生均須必修物理每週12小時($3 \times 2 \times 2 = 12$)，理工組學生另增加每週8-12小時。比之於台灣的必修每週2小時(高一基礎物理)及理工組學生另加之每週12-14小時，就理工組學生而言，差異不大(大陸為20-24小時，台灣為14-16小時)。但在不分組的必修要求上，則相差太大(大陸12小時，台灣2小時)。鑒於大陸科技，尤其是基礎科學近年來的突飛猛進，從其多年來重視基礎科學教育的教育設計，可找到脈絡緣由。未來我國應考慮適度增加物理時數。

三、各冊內容分析

依本研究所預定的分析項目，統計三冊教科書之內容結果如表4-1、4-2、4-3所示。

表 4-1 大陸高中物理第一冊（必修）內容分量分析表

類 別	頁 數	節 數	圖 片 數	閱 讀 材 料	小 實 驗	實 驗	例 題	練 習				題 數	*** 科 學 史	情意領域			
								* 問 答 題	計 算 題	判 斷 題	證 明 題			作 圖 題	** 實 作 題	科學 態度	意識 形態
緒 論	6															✓	
一 力	30	7	28		1	1	2	17	8	9	7	1	4	46			
二 物體的運動	38	10	17	1	2	2	5	16	33	4	1		54	✓	✓		
三 牛頓運動定律	29	8	14		1		6	18	19	2	2		41				
四 機械能	19	6	8	1		1	3	11	17				28	✓		✓	
五 機械振動和機械波	44	15	30	1	3	1		19	20	2		1	42	✓			
六 分子運動論熱和功	27	7	11	2				20	5				25	✓		✓	
七 固體和液體的性質	18	6	19	1	1			16					16	✓			
八 氣體의 性質	37	10	14	1	1	2		19	19	1			39	✓		✓	
總 計	340	69	141	7	9	7	16	136	121	17	3	8	2	4	291		

* 說明題包含在問答題內 ** 實作題有部分是綜合題

*** 課文中的閱讀材料八成是有關科學史的

表 4-2 大陸高中物理第二冊（必修）內容分量分析表

順 序	各 章 名 稱	類				頁 數	節 數	圖 片 數	閱 讀 材 料	小 實 驗	實 驗	例 題	練 習							題 數	*** 科 學 史	情意領域			
		力 學	熱 學	電 磁 學	光 學								原 子 學	* 問 答 題	計 算 題	判 斷 題	證 明 題	作 圖 題	填 空 題			** 實 作 題	** 填 空 題	科學 態度	意識 形態
一	電場			✓		21	5	16	1	1	0	1	7	12	3	0	0	0	1	0	1	24	✓		✓
二	恆電流			✓		45	12	22	1	1	4	3	14	42	1	0	3	1	1	1	3	65	✓		
三	磁場			✓		19	4	15	1	1	0	0	11	3	7	0	4	0	1	0	1	26	✓		
四	電磁感應			✓		21	4	17	2	0	0	1	17	3	5	0	0	1	1	0	1	26	✓		
五	交流電			✓		25	5	21	1	1	0	0	11	15	1	0	0	0	0	0	0	27			
六	電磁振盪和電磁波			✓		34	10	32	1	1	1	0	14	7	3	0	0	1	0	0	0	25	✓		✓
七	光的反射和折射			✓	✓	55	12	51	2	1	2	1	25	11	2	4	9	2	0	2	55	✓		✓	
八	光的本性			✓	✓	32	8	18	2	1	2	0	11	8	1	0	0	3	1	0	34	✓		✓	
九	原子和原子核				✓	44	10	18	3	0	0	0	19	8	3	1	0	1	0	0	0	34	✓		✓
總 計				6	2	1	296	70	210	14	7	9	6	129	109	26	5	16	10	4	8	306			

* 說明題包含在問答題內 ** 實作題有部分是綜合題

*** 課文中的閱讀材料八成是有關科學史的

表 4-3 大陸高中物理第三冊（必修）內容分量分析表

順序	各章名稱	分類				頁數	節數	圖片數	閱讀材料	小實驗	大實驗	例題	練習題						***科學史	情意領域		
		力學	熱學	電磁學	光學								原子學	*問答題	計算題	判斷題	證明題	作圖題		***實作題	***填充題	題數
一	牛頓運動定律	✓				39	7	22	2	1	1	6	18	12	1		2	4		✓	✓	
二	物體在重力作用下的運動	✓				26	5	21		2	1	2	15	12	5			1				
三	勻速圓周運動 萬有引力定律	✓				38	8	25	1	1	1		18	21	1	2				✓	✓	
四	動量和動量守恆	✓				28	5	21	2	2	1	5	16	18	1					✓	✓	
五	能量和能量守恆	✓				37	7	25	1		1	5	20	22	3	1				✓	✓	
六	電場			✓		49	11	52	2	2	2	5	9	24	4	1				✓	✓	
七	磁場			✓		29	6	27	1			1	16	12		2		1		✓	✓	
八	電磁感應			✓		23	3	29		1	1	3	21	4	2	3						
	總計			5		269	52	222	9	10	8	27	133	125	17	8	3	4	2	292		

* 說明題包含在問答題內 ** 實作題有部分是綜合題

*** 課文中的閱讀材料八成是有關科學史的

從表中可以發現大陸物理教科書一冊的節數高達五十至七十，顯示教材分割的很細緻。圖片數亦相當多。閱讀材料多半呈現科學史知識，顯示編者大量納入中西科學史實以擴大大學生視野。實驗次數並不多，若能要求小實驗也親自去操作，學生的實作經驗也有了起碼的培育。一、二冊的例題不多，第三冊例題相當多，此冊專為理工科學生故強調較多計算。練習題方面問答題型較多，其次是計算題型，另有一些證明、作圖、實作題型。情意領域，科學態度較少政治意識形態較多，編者運用大陸科技成就事蹟及中國古代科技文明，企圖培養學生的愛國心。

四、學生實驗內容分析

大陸教科書設計的實驗缺點有三：沒有系統化的介紹科學方法、沒有系統化規劃儀器操作技能、未明確要求數量的平均值。優點有四：有誤差分析的訓練、儀器原理有深入介紹、與課堂教學內容配合、對電錶之原理與操作有良好的訓練。至於兩岸教材書實驗內容方面的差異有三項：

- (一)台灣有近代物理的實驗（電子荷質比與光電效應），大陸則無，想係儀器價格的因素。（附註：上海地區的實驗教材含有近代物理實驗初步之九個實驗）。
- (二)在電學方面，大陸注重實用電錶的使用訓練，如安培錶、伏特錶、萬用錶及示波器的使用。台灣將安培計及伏特計的使用隱含於電流的實驗中，較強調電橋原理的介紹，並有電磁波的實驗。
- (三)台灣有熱學（比熱與熔化熱）的實驗及聲學的實驗（共鳴空氣柱），大陸則無。其他實驗項目兩岸大同小異。

五、教學參考書之分析

經過分析，大陸教學參考書的優缺點各有四項：

(一)優點

1. 對新、舊教材間的特色、相關性差異及修訂精神等，有精簡扼要的說明。
2. 對各章之要求、教材分析和教法建議等之各項建議，均能詳細而中肯的說明。
3. 在實驗指導方面，不但對儀器、操作原理有詳細的指導說明，還提供實驗上多方選擇的資訊。其涵蓋範圍條列如下：
 - (1)對儀器工作原理有清楚的要點說明。
 - (2)對儀器操作調整須注意的事項有適切的說明（如防止儀器損壞的操作注意事項）。

- (3)對減少實驗誤差的實驗方法有指導說明（紙帶處理方式、打點計調整、紙帶數據計算）。
 - (4)有替代實驗的說明（指示多種示範實驗，以及小實驗）。
 - (5)有安全需知說明。
 - (6)對示範實驗及小實驗的原理操作有作說明。
- 4.參考資料內容廣泛、中肯扼要，尤其是科學史方面的資料，參考價值頗高。對教師個人的知識成長及教學均有莫大的助益。

(二)缺點

- 1.在教學要求及各章節重點中，只列出知識、概念方面的要求，這將使得教師忽視科學方法的教育。又在概念方面的要求未能區分層次，要求學生「知道」、「了解」到什麼程度，沒有具體的說明。
- 2.沒有教學設計如教學流程方面的指導。
- 3.習題只提供解答，欠缺學生不會解答時之指導對策的說明。
- 4.在實驗指導方面，欠缺對實驗後如何指導學生討論及運用圖形分析數據方面的指導。

伍、結論與建議

前面我們就大陸的課程、教材架構，呈現方式、具體內容等分項提出評析，在本章我們將提出結論與建議，並對我們的有司當局及實際推動機構提出綜合性的建言。

一、在課程架構與時數分配方面

我們一方面高喊重視通識教育的口號，另一方面卻在實施上，背離通識的精神。在很多人的心目中，中學的通識教育等於加重社會科目教學時數的教育，但絕不等於對文科學生施以適當、合理的理科基礎教育。大陸每一位高中生均接受四學期、每週三小時的物理教育，我們不聲稱這是絕對正確的，但與之相比，我們花了三年多所修訂的高級中學（新）課程標準，只規定一個學期、每週二小時的物理通識教育，我們知道這是絕對不夠的，也是不平衡的。與高中程度相當的五專通識課程（共同科目）更用所謂的「數理學群」名稱，以數學及電腦掩飾忽略理科通識教育的事實，這也是不對的。但有司當局卻無力正視這些問題。因此我們誠心建議重視培養科學素養部份的通識教育。為求能夠切實改進課程大綱，下次修訂課程標準時，希能依照第六次全國教育會議的決議，組成兩個總綱小組，分別修訂理工類及

文法商類之課程大綱，。且應正視剛修訂通過之高級中學課程標準與五專課程標準的問題。

二、教科書的編寫方面

大家都知道科學教育的目標應兼顧知識概念、過程技能及科學態度的培養。但這理念往往流於形式、口號。教科書的編者大多專注於知識、概念認知領域的傳授介紹，牽涉到過程技能等方面的內容，以隨興的方式零星的出現於教材中，並沒有在編輯前，作規劃性，組織性的設計。其觀念是學習者在概念學習的活動中，很自然的會自己領悟體會，到底在求知過程中，是隱含有方法、要領的。對於能力特佳的人而言，這是事實，但對一般學生來講，有系統的規劃及正確的教導，才能發揮教育的功能也是事實。如果完全由學習者自己領悟體會即可，何以良師、良書那麼重要？問題的癥結恐怕是在於如何在編寫教材時納入科學方法的系統規劃、融入適當的教學方法是相當難以掌握的事。海峽兩岸大部份的人在這方面均經驗不足、心餘力拙，少部份的人則是毫無概念。在這方面，現況是極需科教學者和教科書著者從事這方面的研究、探索、實驗以累積經驗，最重要的是要朝著這個方向去發展課程。又教學尚牽涉到學生，對學生認知發展的了解也是很重要的。因此我們建議：

- (一)鼓勵從事培養科學過程技能、科學態度方面的研究，也鼓勵探討如何應用認知科學發展的成果於教材編輯的實務中。
- (二)教科書的編寫應計畫性、組織性的培養科學過程技能和科學態度。在這方面，既有的研究與經驗告訴我們「做中學」的教學方法頗為有效。因此實驗教學宜特別考慮這些問題。
- (三)教科書的編寫宜融入教學法及教學策略。

三、實驗方面

大陸的實驗教材以驗證學理及培養學生認識、熟練基本測量儀器的原理、操作為主；我們的實驗教材則較專注於學理的驗證。兩岸均忽略系統化的培養科學過程技能。我們建議實驗教材的編寫，在目標、內容上至少應涵蓋本報告在文獻探討中所列出的，實驗教學應有的內涵，在教法上，應提出啟發性的探討問題。

四、評量的改進方面

考試領導教學兩岸皆然，套句大陸的用語：高考是（教學的）指揮棒。要在教學上落實科學方法、科學態度的培養，如果無這方面的評量，此種教學目標勢必要落空。因此在兼顧科學過程技能編寫教材時，習題在這方面的評量也不能忽略。目

前兩岸的物理教科書因僅注重知識、概念方面的教育，故均缺少這方面的習題。實際上這方面的紙筆作答型的題目頗為難出，有關方面亦應鼓勵從事這方面的研究。當然實作性的評量方式亦應列入研究範圍。

五、教師手冊方面

實際了解目前高級中學的物理教學，我們知道教師使用教師手冊的唯一內容是習題解答而已。原因是教師認為教師手冊能提供參考的地方不多。我們的教師手冊僅含(一)教學目標、(二)內容說明與補充教材、(三)參考資料及(四)習題解答四部份。補充教材與參考資料大多採自大學普通物理內容，教師已自有參考源，參考資料又規定不能用諸於高中教學。因此它未能充分發揮輔助的功能。建議今後在編寫教科書的同時，應努力編好教師手冊，其內容至少應包括教學要領指導、實驗指導、科學新知識閱讀資料及科學史內容。

參考書目

- 人民出版社物理室編(1990)，高級中學課本。物理第一冊(必修)。人民教育出版社。
- 人民出版社物理室編(1990)，高級中學課本。物理第二冊(必修)。人民教育出版社。
- 人民出版社物理室編(1990)，高級中學課本。物理第三冊(必修)。人民教育出版社。
- 人民出版社物理室編(1990)，物理第一冊(必修)。教學參考書。人民教育出版社。
- 人民出版社物理室編(1990)，物理第二冊(必修)。教學參考書。人民教育出版社。
- 全日制中學，物理教學大綱(修訂本)(1990)。北京：人民教育。
- 艾強(1997)，中小學各科教學大綱作了哪些修改。課程、教材、教法，1期，1-3，北京：北京市教育局。
- 張同恂、方玉珍、馬淑美(1983)，高級中學課本(試用)物理(甲種本)第一冊，北京：人民教育。
- 張同恂、方玉珍、(1984)，高級中學課本(試用)物理(甲種本)第二冊，北京：人民教育。
- 張同恂、方玉珍、馬淑美(1993)，高級中學課本(試用)物理(甲種本)第三冊，北京：人民教育。
- 張建主編(1984)，中國教育年鑑1949-1984，北京：中國大百科全書。
- 郭杰森(1991)，結合物理教學進行愛國主義教育的探討。課程、教材、教法，8期，7-10，北京：北京市教育局。
- 睢葆奎主編(1988)，課程教材，北京：人民教育。
- Driver, R. & Oldham, V.(1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13:105-122.
- Fuhrman, M., Lunetta, V., Novick, S. & Tamir, P.(1978). *The Laboratory structure and Task Analysis Inventory (TAI): A user's Handbook*. Science Education Center, The University of Iowa.
- Hestenes, D. (1987). *Toward a modeling theory of physics instruction*. Am. J. Phys. 55(5).

- Murnane R.J. and Raizen S.A. (1988). *Improving indicators of the quality of science and mathematics education in grades k-12*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Science Teacher Association (1964). *Theory into action*. NSTA (美國科學教師學會)。
- Takemura S.(1986). *Open competence on science education-curriculum and instruction*. 中日科學教育研討會。
- Yager R.(1991). *Aligning science textbooks with new goals of science education*. 國立台灣師範大學科學教育中心。