

## 第二章 文獻探討

7-20

### 第一節 課程及教材設計原理

課程的設計需考慮到教學目標、教學情境、教學活動、學生及評量，是廣被接受的概念(林清山、民70)。即使從最近逐漸廣為流行之建構主義(constructivism)的觀點，Driver 和 Oldham (1986) 也主張課程的發展應包括：內容的決定(目標、內容)、學生既有的經驗知識(學生)、學習過程(學生)、教師的能力、知識(教師)、教學法、教學設計、教材及評量。

在科學教科書及教育內容方面，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：

1. 增廣科學的意義：應包括科學、工技與社會的互動關係
2. 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。
3. 運用並擴展學生的好奇心：培養良好的科學態度及創造力。
4. 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。
5. 加強科學應用於社會環境的教學內容。

上述有關課程、教材的觀點舉例，代表了本研究對理想課程、教材的觀點，也是我們決定第一章、第二節中所列研究內容的依據。

表 2.1 一般科學教科書的問題與學習的關係

一般科學教科書的問題	造成學習上的問題	解決現有問題及促使概念改變學習的辦法
<p>內容太廣且太膚淺。 內容呈現許多概念，但僅限於表面而無深層的介紹。</p>	<p>鼓勵學生記憶一連串不相關的事實陳述與詞彙。</p>	<p>著重少數關鍵性的主題。</p>
<p>教材的編寫以科學家的角度來寫而忽略了學生的既有知識與思考方式。</p>	<p>一則由於學生無法洞悉他們自我的想法與教科書中有何相關，再者由於他們必須扭曲教科書的意思以配合他們的先備知識，因而造成他們無法改變其想法。</p>	<p>利用發問法來誘出或考驗學生的想法與迷思概念。</p>
<p>教師手冊著重於給予正確的答案而不討論與考慮學生的其他反應。</p>	<p>學生會發展出不適當的策略來獲得答案並繼續持有其嚴重的迷思概念。</p>	<p>對學生的反應加以探究並提供清楚明白的回饋。</p>
<p>對概念的解釋僅提供一種方式說明，同時對概念之解釋也常一筆帶過。</p>	<p>學生視教科書中的解釋是用以記憶，與他們對物理世界的理解無關。</p>	<p>將課文中的解釋以不同方式呈現出來，使科學概念與迷思概念得以做一對照並比較其相關。</p>
<p>課程中的活動／實驗與教科書中的概念並未環環相扣。</p>	<p>“做”(doing)與“閱讀”(reading)和思考(thinking)科學概念是不太相關的。</p>	<p>選擇一些能產生概念衝突(conceptual conflict)和概念理解(conceptual understanding)的活動。</p>
<p>教科書中所提的問題常是以事實導向為主，很少要求學生提出解釋與說明。</p>	<p>科學活動只是好玩、有趣罷了，並不能幫助他們對科學概念發展出較好的理解。</p> <p>學生認為由於他們可以回答“事實”型態的問題就代表他們理解科學。然而他們可能仍擁有一些未經考驗而嚴重錯誤的迷思概念。</p>	<p>不斷提供一些足以讓學生應用教科書中的知識去解釋現實生活上之現象的機會。</p>

在分析教材時，上表（表 2.1）所列（邱美虹、民 82:Roth 1991），依建構主義概念改變的觀點對一般科學教科書的看法，亦頗有助於我們分析問題的思考。

另外在評量方面，我們認為好的教科書，其習題應有的特性及應發揮的功能至少應包括下列五點：

表 2.2 科學教科書習題有的特性與功能

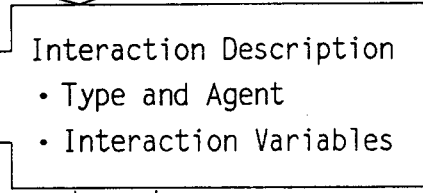
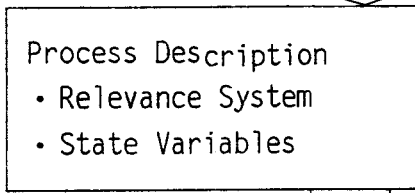
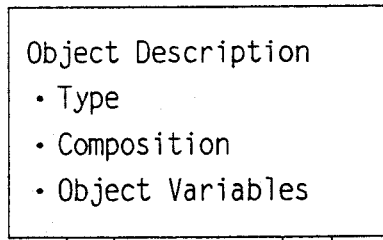
特 性	功 能
1. 針對課文內容所介紹的基本概念作評量檢驗	鞏固已學習之概念 了解學生的學習情形(包括診斷)
2. 提出學生易犯錯之關鍵問題	澄清概念；診斷
3. 提出與課文概念相關之日常生活，生產應用的具體應用實例	引起學生的學習興趣
4. 提出與課文內容相關之尖端科學發現及科學新知，如講萬有引力定律牽涉圓周運動時，能介紹新發射之人造衛星實例：包括實際重量、大小、軌道高度...	擴展知識領域 趕上時代 引起興趣
5. 在介紹科學新知時能配合有開放性、挑戰性之較長思考題	引起學生思考發揮學生創造力 培養解決實際問題的能力及習慣

## 第二節 物理科教學應有的特性

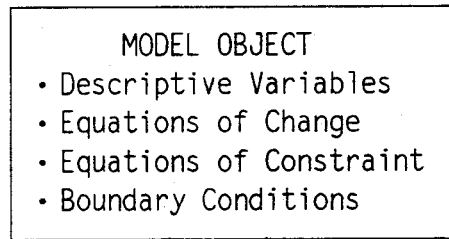
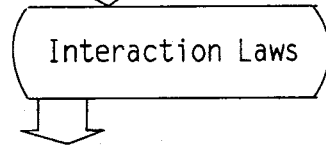
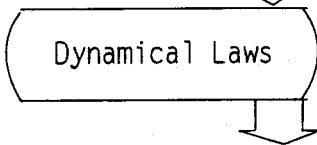
對於物理科學及其教學應有的特性，我們的看法和 Hestenes(1987) 的看法頗為一致，此種看法是我們用以分析教學等策略優劣的參考基準。茲概略介紹其觀點如下：

物理知識可概略分成兩種，其一為事實知識 (factual knowledge)，它包合理論（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 (tactics) 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。因此，在物理教學上應重視建立模型之策略的訓練。下圖所示為此種策略的簡介。

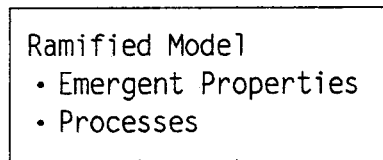
I Description stage



II Formulation Stage



III Ramification Stage



IV Validation Stage

圖 2.1 建立模型及教學的策略

由上圖中可看出物理模型應包括有(1)名稱、(2)描述變數、(3)方程式和(4)物理意義的解釋等四個要素。

基於以上的認識，在物理教學上，我們認為宜符合下列兩項原則與四個要點：

原則：(1)包含建立模型的策略的培養

(2)運用心理學，引起學生的認知衝突，導致認知平衡。

方法要點：

(1)提出錯誤概念(misconception)的情境

(2)誘使學生檢驗概念間的一致性(mutual consistency among beliefs)

(3)誘使學生檢驗外在有效性(external validity)

(4)比較其他可能信念、概念間的差異

上述(2)(3)(4)三個方法，可運用辯證的教學策略來達成

### 第三節 實驗教學之要求

很多人認為實驗教學的目的在於驗證課文內容，幫助學生理解課文中所介紹的物理概念和定律。其實實驗教學的目的不僅止於驗證而已，在物理教學大綱中，明白的敘述「學生主要是要學會正確使用儀器，進行觀察，測量和讀數，會分析實驗數據並得正確的結論，了解誤差概念，會寫簡要的實驗報告，要教育學生愛護實驗儀器，遵守安全操作規則」。Fuhrman等(1978)亦認為實驗教學目標，應為：

1. 達成過程技能(process skill)的訓練
2. 反應科學實驗的本質
3. 提供學生探究的經驗

#### 4. 培養獲得知識的基本能力

因此，理想的實驗教學應具有探究性 (Inquiry approach)。又從他們所設計的實驗教學評鑑分析表，吾人可看出實驗教學至少應具備下列的內容：

##### 1. 實驗設計與計畫

##### 2. 觀察、測量及操作儀器

##### 3. 數據分析與結果解釋，其中

數據分析包含：數據、表格、圖形間的轉換，量化關係的決定  
及誤差的判斷

結果解釋包含：形成假設、建立模型及提出新問題

##### 4. 應用實驗技巧於新的問題

我們以上述的觀點作為分析實驗教材的準則。為具體起見，我們更列出我們所認為，高中物理實驗教學應有的內涵如下，作為我們分析的參考架構：

### 一、應有的目標、內涵

#### 1. 數標校訂 (Calibration)

#### 2. 數據登錄、作圖分析及解釋 (graphical analysis)

#### 3. 誤差分析 (error analysis)

#### 4. 對基本物理量之一般測量方法、常用測量工具的了解及測量所需注意的事項 (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：(\* 不一定需要)

- (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
5. 利用基本測量技術組合設計實驗的訓練，如
- (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
6. 實驗室及儀器使用安全事項
7. 控制變因及設計實驗的科學方法

## 二、實驗教學資料的格式架構

- (1) 實驗目的：目的不僅是敘述要作什麼或要驗證什麼，應明確指出前述目的之內涵
- (2) 原理：應包括測量原理、儀器原理的說明
- (3) 步驟：應有彈性，不宜死列步驟
- (4) 數據處理
- (5) 提出問題：(討論)

## 三、實驗教學進行的方法：(三步驟)--預習報告→實驗→討論



## 第四節 大陸物理課程教材的演變及物理教育的相關背景

### 壹、物理課程的演變

大陸高中教育的實施是依據中學規程或中學工作條例，在這些法規裡呈現中學教學計畫，於計劃中說明科目與時數，因此大陸的教學計畫有如我們的課程標準總綱。又依據教學計畫建立各分科的教學大綱，在教學大綱裡說明各分科的目的、教材內容及順序，因此大綱有如我們的分科課程標準。有時單獨更改教學計畫的內容。

大陸自一九四九年以來，在高中物理課程方面有幾次重大變革，高中物理課程型態與時數皆出現不同的設計。一九五二年大陸公布了「中學暫行規程(草案)」，強調「使學生……得到現代科學的基礎知識和技能，養成科學的世界觀。」(張健主編,1984,p.729)。此時規定物理為高中三年必修科目，每週上課時數從高一至高三分別是二、三、四節課，一節四十五分鐘。物理課的時數經常在調整。如一九五四至一九五六年就把三年每週節數改為三、二、四節。一九五六年後時數又增加一些，但在一九五八年又改回與一九五二年相同的時數(瞿葆奎主編,1988,p.678)。

一九六三年大陸重新公布了「全日制中學暫行工作條例」、「全日制中小學教學計畫(草案)」，物理課時數增加成一至高三每週皆四節課，其目的在加強實驗及課堂練習(瞿葆奎主編,1988,p.646)。文革後，一九八七年大陸又公布了「全日制中學暫行工作條例(試行草案)」、「全日制十年制中小學教學計畫(試行草案)」，此時第九、第十學年

屬高中階段，物理課每週皆五節課，除了要求物理課加強物理知識、實驗技能、科學態度、科學方法的教學，還特別標示了物理課要與工農業相關知識的關聯(瞿葆奎主編,1988,p.659)。三年後分別針對不同學制頒發了兩個教學計劃：「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」。五年制中學物理課要求與一九七八年相似。但時數改爲一年分別是四、五節課(瞿葆奎主編,1988,p.718)。至於六年制重點中學的物理課，目的是「使學生掌握物理基礎知識和基本技能，初步了解這些知識的應用，注意能力的培養。側重理科的，要加強實驗」(瞿葆奎主編,1988,p.710)。因爲重視學生的志趣和特長，於是高二及高三開設選修，物理課仍是必修，高中三年每週分別是四、三、四節課，但學生亦可於高二、高三加選物理選修課。不過另有一種方式的選修，即高二起區分出文理科，高一共同必修每週四節課的物理，但文科學生高二、高三可以不修物理，理科學生高二、高三的物理課分別是每週四、五節課(張健主編,1984,p.748)。將近十年之後爲解決高中教育文理分科造成學生知識不全的弊病，大陸國家教委於一九九〇年發布了「現行普通高中教學計畫的調整意見」，規定物理在高一、高二皆爲必修，每週皆三節課，高三才開放選修(每週四至六節課)，每節五十分鐘。未來各地將允許有不同的教學計劃，如上海市正發展自己的課程(上海教育出版社)。

## 貳、物理教材的演變

依據教學計劃擬定各科教學大綱，在大綱中說明各分科之教學目標與內容，教科書就是依據大綱來編輯的。一九八〇年代前分別公布的三個物理教學大綱，分別是一九五二年的「中學物理教學大綱(草案)」、一九六三年的「全日制中學物理教學大綱(草案)」及一九七八年的

「全日制十年制學校中學物理教學大綱(試行草案)」。依一九五二年大綱人民教育出版社新編了高中一、二、三冊物理課本。一九六三年大綱公布後並未有新教科書的使用，至一九七八年大綱公布後，高中物理課本(試用本)分成上下二冊，於一九七九年開始使用(張健主編，1984,p.500)。

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劃，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劃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。在一九八〇年代前期大陸社會變遷劇烈，物理教學理念也受新觀念的影響，如西方科學全民化的理念也受到大陸學者重視，於一九八六年舉行的「中國中學理科課程發展研討會」，與會人員肯定科學全民化理念並接受其做爲中學理科教育改革的指導方針(武永興,1986)。科學全民化之外，政治上的主張如三個面向：面向現代化、面向世界、面向未來，在一九八四年召開的「中學物理教學改革學術討論會」上，被與會人員一致認爲是中學物理教學改革的指針(竇國興,1985)。尤其是大陸在一九八六年通過義務教育法，決定實施九年義務教育，一九七八年公布的大綱可以說與社會脫節的相當厲害，因此在一九八七年公布了「全日制中學物理教學大綱」(董振邦,1987)。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際的連繫(艾強,1987)。一九九〇公布的教學計劃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。歷次公布的法規、教學大綱及課程時數如表 2.3 所示。

表 2.3 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)	高一至高二每週 皆三節, 高三選 修

## 參、物理教育的相關背景

依文獻及大陸高中物理教師實地訪談的瞭解，可以得知大陸高中物理教育實施的一些背景知識。

### 一、大綱的要求

高中物理教學大綱有其規範性，教學大綱是必修課教學的依據、會考的依據、教學評估的依據和高考的依據。選修課的教學大綱也是高考命題的依據。物理教科書依大綱而編寫。

### 二、課程彈性

過去編過甲、乙種物理課本由學校教師選用，目前雖規定了必修課程時數，但仍允許達到必修課教學大綱之要求的學校（多屬師資、設備、學生資質好的學校），可以減少必修課時數增加選修課時數及教學內容，即物理教師可以合法加深教材難度。

### 三、文理分科

在一九八一年公布的教學計劃允許文理分科，多年以來爲了應付高考出現學生知識不平衡的現象，強調文科的班級便有少開甚而不開理科課程的情形。即高考壓力使高中教育不正常。因此一九九〇年公布了普通高中教學計劃的調整意見，將原先文科學生只修一年物理課改成要修兩年物理課。簡單的說，大陸高中學生從高二升高三才允許分組。

### 四、應付考試

高中生必須接受會考及高考，會考是合格考試每人都要通過，高考因大學容納的人數遠少於高中生數，因此競爭相當激烈。按規定升高

三時才分組，但學校爲求升學率，也有學校在高二下學期已先分組，提早開始準備高考。

## 五、教材難度

一九七八年以來教材難度下降，一九八一年規定六年制重點中學維持與一九七八年相同程度的難度，但五年制中學的教材難度被要求降低（張健主編，1984,p.501）。這時期發展甲乙兩種課本。因爲重點中學水準高，所以針對全國普通高中而提出的一九八七年物理教學大綱，在程度要求上又下降些。此時修訂的課本亦以前期之乙種本爲依據而非甲種本。到了一九九〇提出了修定本的物理教學大綱，又減少了一些過難的教材。

## 六、名稱更改

教學計劃目前已有名稱更改現象，現在使用的名稱是課程計劃。但上海市提出的名稱是「課程標準」。

## 七、德育內涵

德育在民主社會是與政治社會化有所區別的，然而大陸地區教育重視德育與重視思想教育、愛國教育是整合的。因此物理課程也一樣被要求對學生進行思想教育及愛國教育。

## 八、師資訓練

以華東師大物理系來說，學生修三小時的物理課程教材教法、六小時的教育實習，並在四年下學期有八週的集中教育實習，因此理論不多。但教育性科目雖少，總時數卻很多。