

最近世界各國

自然科學教科書改革趨勢

歐陽鍾仁

一、緒言

為瞭解最近歐、美和亞洲各國自然科學教科書內容的改革趨勢，我們以美、英、法、東德、西德、蘇俄及菲律賓等各國的情況為例來說明。從這些國家近年來科學教育的改革所給於科學教科書的影響來加以研究和比較。

每一個國家的教育內容和制度，都是以它們的歷史傳統、政治制度和社會條件為基礎，因此各個國家的教育內容和制度自然都不盡相同。如果單只是推敲這些教科書的內容而忽視以上所說的這許多問題，僅作內容方面的單純比較，當然不很適當。所以，我們在探討這個問題之前，必須先考慮到各國的教育宗旨和教育行政問題。

二、各國科學教科書的趨向

1 美國

在美國，規定教科書有關的行政權，均在州政府，而聯邦政府對這方面一向都很少干預。所有自然科學的教科書，大抵是由大學教授配合中、小學科學教師，以及州政府的督學來共同會商決定的。因此，在美國每一個科目同一學年所選定的教科書，都多達數十種以上。而州內各學區的學校，則在這些被選定的教科書中去選擇採用

。至於州、郡和學區三者之間，究竟由那個單位來決定，也因各州的情況而不同。其中大約有二十個州是由州來選定的，經選定採用的教科書，通常都是由州政府撥出經費來採購，無條件分發給學生使用。

如果選擇的單位是州政府，其作業的過程和手續也因州而有所不同。大體上州教育委員會掌握了這種決定權，事實上受命辦理這項業務的「教科書審定委員會」之下，還有「各科小組委員會」，來實際負責選定的工作。通常這種小組委員會對於每一科目每一學年都會選擇數種教科書加以推荐。在接到推荐之後，教科書審定委員會再根據其內容和價值，作最後的檢討，然後，作成一覽表分送到各學區去分別選購。各學區的教育委員會在收到這份教科書一覽表以後，又召集學區所轄各學校校長、相關科目的教師來商討決定各學校所採用的教科書。州政府或是學校則根據這項決定，估計學生人數和需要，予以大量採購。

在這種情形之下，美國便有很多出版公司出版了為數可觀的教科書，而這許多的教科書，都是供教育行政選擇採用的。因此，美國有關自然科學教科書的特徵之一是市面上有多采多姿、種類極多的教科書可以供決策者加以選用。這也可以說是美國科學教育的特點之一。

我們從美國最近出版的如此繁多的自然科學課本中，就其內容可以發現以下的兩個共同特點：

其一，我們可以從其內容中看出來，每一種教科書都或多或少受到了 1950 年代迄 1960 年代課程改革運動的影響。例如在高中階段的化學教科書中，像 CBA、CHEMS 等，可以見到它們已引進最近的自然科學研究成果的內容，或者是希望學生能夠瞭解的化學基本理論和概念。有的書中，甚至也提到一部份的實驗內容，像這種事例，不勝枚舉。

另外一點，最近的教科書都強調科學與人類日常生活的關係，或者廣泛的討論到科學與人類社會間的關係。尤其特別強調科學與地球間的種種關係（地球科學的概念）。

從最近幾年新發行的教科書裡，我們又可以看到大家所關心的「環境科學」問題和「能源問題」等，都已經納入科學教學的內容中，這也是美國科學教育的特徵之一。

2 英國

在英國，教科書的編輯和出版的事務，中央政府一概都不加過問。因此，有關教科書的編輯、發行和分配等類工作，政府既沒有什麼規定，也沒有任何制度存在，一般的教科書，都是由擔任該科目的教師個人執筆編輯，交由民間的出版業去出版發行。由於這個緣故，在英國，並沒有有關教育內容的基準，像課程標準之類的規定，根本就不存在。

從另一個角度來看，事實上在英國有各種資格考試的規定，這種規定，給予英國的教育（包含教科書）強大的影響力。例如一般資格考試（General Certificate of Education 簡稱 G.C.E.），它分成普通（Ordinary level）和高等（Advanced level）兩個階段。在英國，也有很多

種中等學校用的教科書，它們有的稱為「O 階段物理」或是「A 階段化學」，正和資格考試中 G.C.E. 所慣用的名稱相似。由這個事實，我們可以知道這種資格考試，對於教師、乃至於對於整個英國的教育，影響力相當大。

有關教育課程的編輯，包含教科書以及其他教材的選擇的事項在內，這項大權實際操在各學校（校長）手中。每一所學校對於這種教育課程、教材以及教學法的選擇，都擔負有最大限度的責任，這是英國的傳統教育風尚，它也掌握了整個英國教育的基本原則。

每所學校都可以獨立作業來編訂學校的教育課程，然後根據它來進行教學。而執行教學的教師，有時候會同時使用幾種不同的教科書，因為通常對教科書的選擇和使用，都是由每一所學校的教師親身決定的。

在英國，最近二十年來，開發了各式各樣的科學課程，這些課程，都直接或間接的對於各學校的教育給予很多不同程度的影響。概括的說，英國所新開發的科學課程，在 1960 年代，是主張「探究的科學」，但是在到了 1970 年代以後，就轉變為「綜合的科學」。由納非爾基金會支援下的各種教育計劃所推出來的大量的科學教科書，以及由 S.C.I.S.P.（School Councils Integrated Science Project）所推出來的教科書，形成了英國科學教科書的兩大主流。它們的「科學教育觀」是很進步的，至於這些新的「教育哲學」概念，是否能夠打進學校的實質教育中，則完全取決於那些學校執教的教師的適應程度和能力，以及他們的專業精神。

3 法國

法國的教育行政制度，迄至現在，仍然是以拿破崙時代所完成的教育行政制度為基礎，沒有顯著的改變。換言之，法國的教育行政，始終是

採用中央集權制，有關教科書的編輯和發行，也是採用中央集權的方式。

中央政府的教育部，掌管教育方法以及教科書編撰的所有權限。有關學校的教育內容是由教育部所頒布的教育令（*Arrete*）來決定。至於其教育方法，則由教育部所頒行的「教育訓令」（*Instructions*）來加以闡釋、規定。因此，所有法國的教科書，也都是在這種「施行細則」（*Circulaire*）的詳細解釋及規定下編輯出版。

在公立學校中所使用的教科書，則是採用審訂制，原則上這種審訂是由各縣、市的督學負責加以審查，經過審查通過的教科書，就可以由各學校採用。各縣、市每一年都將審訂合格的教科書，編訂成一覽表，而這種一覽表，幾乎每一年都會加以修改。在更換教科書的時候，大部份都是以學校中實際擔任教學的教師所反映的意見為主。

在法國，小學所使用的科學教科書，在份量上遠超過我國和日本。這種教科書的字體非常小，但印刷得非常清晰顯明，裝訂也很牢固。這些小學所使用的教科書，規定要由升級的學生交給下一班的新生繼續使用，所以每一本書都可以使用好幾年。至於對教科書內容的選用，擔任該課程的教師有全權加以靈活運用，並不是強制每一本教科書都必須全部講授完畢，教師也絕不會強迫學生去強記課本的內容。

中等學校的科學教科書的內容，很注重學術性的知識，所以大部份都是強調科學成果的「知識中心主義」。因為迄至現在，法國的大學入學資格考試制度仍然存在。例如在大學資格考試的自然科學命題中，常常會有類似：「請論述……」之類的申論題，而幾年以來，這種傳統的趨勢都沒有改變。出題的方式沒有改變，因此，教科書便也不會有大幅度改變的趨勢，這是很自然的現象。

法國人有一種傳統的保守性格，因為法國的一切制度都是從歷史與傳統中培育出來，所以他們對舊有制度和觀念都保存著文化傳統及文化遺產的民族性，這種民族性很強烈的反映到法國的科學教育方面，因此大部份的法國人都不急於作課程的改革。只要從法國中、小學自然科學教科書的內容來看，他們的科學教育的改革運動，都不會超越60年代的情況，可以說他們與最近歐美的科學教育改革運動幾乎是絕緣的。

4 西德

西德為聯邦組織的國家，有關教育的權限，分別由十一個邦掌握著。雖然在1969年成立了聯邦教育科學部，但其主要權力，至今仍然為各邦所掌握著，因此可以說是集合了十一個不相同的中央集權制。各邦的教育廳大都訂立了它們的檢定審查制度。因此，在西德經過審查通過的科學教科書的種類非常多。例如在某一邦審訂合格的教科書，到了另一個邦，就必須將內容作部份的修改，才能通過，這種情況常常發生。

1972年6月29日，西德聯邦教育部在一次會議中，決定了有關「教科書檢定方針」（*Richtlinien für die Genehmigung von Schulbüchern*）的兩項決議：第一，所有教科書的內容都不能違背憲法的基本命題和有關的教育法規；第二，所有的教學計劃（*Lehrplan*）、教授綱要（*Richtlinien*）以及教授內容諸方面如果都能與教育理論及方法論相符合，聯邦政府就會予以認可。聯邦政府正努力於使各邦的審查制度能夠統一，或是能夠儘量的減少彼此之間的差異。

在西德全國大約有九十餘家專營出版教科書的出版公司，其中除了四家的規模較大之外，其餘的都是中小企業。經過任課教師所選定的教科書，在西德全國幾乎都是由政府購買，無條件發給學生使用，每一本書的使用期限大概是三年。

最近，有少數學校因為考慮衛生問題，提出異議，表示願由家長負擔購書的費用，採購新書交給自己的子女使用。

近年來自然科學教育所審定的教科書，大部份都受到「自然科學教育研究所」(IPN)的影響。因為「自然科學教育研究所」正在積極的開發科學教育的新課程。西德教科書的名稱，都冠有作者的姓氏，如：「××物理」、「××化學」、「××生物」等，各種教科書，仍然脫離不了作者的想法，這種情形和往日的狀況依舊沒有什麼變化。

5 東德

東德的教科書，全部都由東柏林的 Volk und Wissen Volkseigener Verlag 所出版，它是經過教育部所審定合格的學校課本 (Schulbuch)。東德的中、小學是採十年制的，其中還有「綜合技術學校」，我們試以東德中、小學所採用的五種自然科學教科書為例：第一，在初等教育階段有鄉土科 (第三、四學年)；第二，在中等教育階段的第六～第十學年中，有物理、化學 (第七～十學年)、生物 (第五～十學年)、天文學 (第十學年)。這五種教科書的內容，都是遵照教育部所發行的「Lehrplan」的內容而編撰的。換言之，東德所有的中、小學都是採用同一版本的教科書。

在中等教育階段的物理課程，在第六～十學年中每個學年都有。所以，在東德所有的中學生必須連續五年來學習物理這一門課程，世界上的其他國家，都沒有連續五年修習物理課程的。物理這一科的教材，都是由科學教育學院的教授，或者是綜合大學的物理教授、專家聯合一般大學的物理教授共同執筆編撰而成。

各學校物理教材的內容，多是以物理學的體系為基礎，排成很有系統的順序。例如在前半階

段的四分之三部份，注重物理學有關的現象和事實以及有關這些現象和事實的說明、物理概念的建立、以及建立各種物理概念的定義，它特別強調圖表和模型的說明等事項。在後半階段的四分之一部份，則列有問題和研究題目，以及學生實驗等來作為歸納。

每一種問題和研究題目，在每本教科書裡，大概列有二百題左右。其主要目的是要求學生能對各種圖表的解釋有所了解，並且能依照各種數據來調製圖表，此外還有求得物理學中所使用的各種單位間的關係。這種編譯方式，不只物理學如此，其他如天文學、生物學也都是如此的。(但化學部份則不盡相同)

6 蘇俄

蘇俄自從 1931～1932 年中央委員會控制了全國學校教育的行政大權以後，它的科學教育便被很專制的中央集權所頒訂的各種辦法所約束，至於科學教育的內容，都是根據聯邦教育部所認定的教育課程和教育科目的有關係文中所作的明確的規定而決定的。因此，蘇俄的教科書也都是根據這種規定編撰而成。

從前的教科書，都是由教育部用公開徵求的方式，從應徵的作品中挑選出優秀的課本加以採用。而現在則已改由政府委託一個或是數個科學家 (科學教育學院的專家) 負責編撰的方式。不管採用什麼方式，事實上每一個科目所採用的教科書，全國都是一致的。而蘇俄有關教科書的編輯、審查、出版及發行的責任，都是由聯邦教育部單獨負責辦理。

蘇俄的科學教育趨向，徹底地反對美國式的「探討式教學方法」。也就是說，它不會盲目的給學生提出很多問題，讓他們自動去尋求解答，而是將教學的內容作比較具體的提示，然後再將科學的概念，作有系統的說明和記述。因此，在

這個觀點下的科學教科書，很明白的提示出學生所必須要學習的知識、概念、科學能力、科學技術的範疇以及它們的份量。所以，對一個學生而言，他所必須獲得的基本概念的範圍和程度，在課本中都有明確的規定。

任何一種科學教科書的教材，都是從最基本的科學概念，用直線形式的教材排列方法編輯的。所以，任何一種新的概念，尤其是定理、理論與原理等，要使學生建立這種新概念，都重視採用螺旋式的直接說明，而每一項說明也都非常詳細。從這一點來看，對一個學生而言，每一本教科書也就是這一門課程的參考書。蘇俄人認為所謂教科書應該是能使學生「一入眼就能明晰瞭解的書」。

現在蘇俄所採用的科學課程以及教科書，都是他們在十年前所選用的教材，那是以大改革時代為基礎的。例如他們的第十學年所用的物理教科書，是根據當時的執行單位的機關雜誌「教學方法雜誌」所刊載的草稿，廣泛的由國人提供修改的建議，再根據這些意見，加以分類整理，再行加以修改編輯而成。最近十年來，他們曾經作過好幾次修正，一直沿用到現在，這種情形，對共產極權國家來說，是一種很新穎的作法。

在這種情況下所編成的教科書，內容和份量都相當多，對一般學生來說，負擔過重，一直都成為執掌教育政策當局一個困擾的問題。因此，近數年來，蘇俄已開始着手精簡教科書內容的作業。

關於教科書的購置費用，在蘇俄，一直是由使用者自行負擔的，但在 1977 年 10 月她所制定的新憲法中，對教科書的無償貸與，已經列入憲法中，而且逐步在實施。

7 菲律賓

菲律賓於 1972 年根據政府所頒佈的教育開

發令（Education Development Decree）檢討過去的教育制度和內容，特別強調「革命性的改革」。菲律賓的國民教育期限為六年，為了要完全推動義務教育，必須克服許多障礙才能順利推行。她的農業生產力目前還是很低，而她的經濟成長率又趕不上人口膨脹率，因此，菲律賓當前的最重要問題，也在於「人力市場」的開發，這一點可能正是打破這個僵局的重要關鍵，在這個共同認識的前提下，他們仍在繼續努力於科學教育的發展。

第二次世界大戰以後，他們所使用的都是美國的原版科學教科書。直到 1960 年，以美國為中心的「科學教育改革運動」，深深的影響到菲律賓，所以，到 1960 年以後，菲律賓也有了他們自己改編的科學教科書。

教科書和教學指導用書的編輯，目前是由兩個研究機構來負責，其中之一是由教育部內的初、中級部門來負責科學教育的計劃、開發以及執行工作；另一個機構是菲律賓大學的科學教育中心。這兩個機構，互相協調來從事全國教師與學生用教材的研究、開發工作。

菲律賓大學科學教育中心對「A A A S」的教材比較有興趣，所以他們所編輯的教材，是重視「過程」與「方法」的「編序教材」。科學教育中心所編訂的教科書，現在正在全國各地的國民小學試用中，他們每年都針對使用學校的意見，作適當的修正。根據他們的進度，可能在 1980 年初開始，就可以將這種教科書作全面推廣使用。當然，這種教科書也是免費供應給全國的國民教育階段的學生使用。

菲律賓大學工學院也協助教育部與科學教育中心作教具的研究和開發工作。依照他們的計劃估計，大約在未來五年中，可以供給全國所有的國民學校使用。

三、結論

每一個國家的教科書，都與這個國家的教育制度有密切的關係，因此，教科書的編撰，由於各個國家的國情不同，都有其獨特的方法。現在，我們就科學教科書從編撰到使用之間的一切過程，歸納成下面的四種方式：

(1)全國統一，使用一種教科書：

蘇俄、東德和菲律賓諸國。

(2)採用審定制度的國家：

日本、法國和西德諸國。

(3)可以自由選用的國家：

美國（但仍須經過審查委員會審定合格的才能選用）。

(4)可由教師自由選用的國家：

英國。

我國當前科學教科書的使用，在國民教育階段，採行全國統一制，但高中階段則可由教師自行選用經教育部審定合格的教科書。在英國，雖然准許教師自由選擇，可是，教科書的選用標準，仍然需要配合國家的「檢定考試」，如「G C E」或「C S E」等。因此，多少也有若干限制，總而言之，不論是那個國家，在義務教育階段，科學教科書絕不能和這個國家的教育內容脫節。因此，任何一個國家的科學教科書的內容和趨向，必須配合自己國家科學教育的基本政策。

有關科學教科書內容的編訂，全世界每一個國家都在積極的努力研究改進，重視學生的「知性發展階段」而分別將教材儘量配合學生的學習能力。另外一個不容忽視的問題，那就是幾乎每一個國家都在努力將「能源問題」和「環境科學問題」編入教科書中。因為這個緣故，有些國家就將國民教育階段的自然科學科目採用「綜合科目課程」或是「統合科目課程」，就一般情況來說，許多國家仍然是採用分科制度的比較多。

在本文中，我們沒有將日本部份納入，對於美國部份也沒有作較詳細的介紹，因為這兩個國家的教育制度和概況，在很多報章雜誌中都有過很詳細的報導。

(上接 76 頁)

，即 $n=4$ ， $P_1=2$ ， $P_2=3$ ， $P_3=5$ ， $P_4=7$ ；

$\alpha_1=2$ ， $\alpha_2=2$ ， $\alpha_3=1$ ， $\alpha_4=1$ 時，(一)之解可得

$$P(1260) = 1260 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{3}\right) \left(1 - \frac{1}{5}\right) \left(1 - \frac{1}{7}\right) = 288$$

那麼小於或等於 1260 的各正整數中與 1260 有公因數的就有 972 個了。我們再看一個簡單的例子，求小於或等於 225 與 225 互質的正整數的個數，由 (Ⅲ) 可得

$$N=225=3^2 \cdot 5^2, n=2, P_1=3, P_2=5 \\ \alpha_1=2, \alpha_2=2$$

$$P(N) = 225 \left(1 - \frac{1}{3}\right) \left(1 - \frac{1}{5}\right) = 120$$

(上接 80 頁)

(5) 台北市國中教師訓練班；國民中學學生讀書不感興趣的可能原因，國中學生困擾問題之研討，P1～9 民58年。

(6) 高雄師範學院物理系課程之研究第一期工作報告，民國67年9月出版。P 22。P 33～46。