

# MST 取向的國中生活科技 教材教法

李隆盛

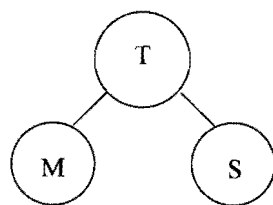
本文先介紹學校科技(T-technology)課程正朝向和科學(S-science)乃至數學(M-mathematics)學科統整的方向發展，走準工程導向(pre-engineering-oriented)。然後，介紹國中生活科技在此走向下的教材教法要點。

## 壹、科技教育趨向 MST 科際整合

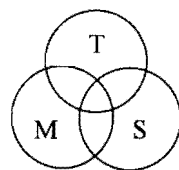
國小、國中的新課程標準分別從八十五、八十六學年度起實施，但是小一到國三的九年一貫課程綱要已在研訂當中，並預訂從九十學年度起實施。一貫課程講求縱向銜接、橫向統整，並分成語文、健康與體育、社會、藝術與人文、數學、自然與科技及綜合活動七大學習領域。各領域須進一步研訂出定義和範圍、教學目標與基本能力等。目前「生活科技」被歸在「自然與科技」領域。

固然，九年一貫課程仍有待更系統化和專業化的課程發展程序，才可能產出平衡理想與現實的課程綱要。但是，科技愈來愈和科學乃至數學學科統整，已是國內、外的走向。其實，這種走向已反映在現行的生活科技課程標準中。例如國中家政與生活科技

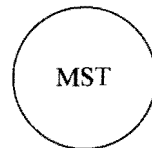
課程標準中即明訂「『生活科技』之教學應善用學生在數學、自然學科、社會學科及團體活動等科目所學知能」。亦即，現階段倡行圖 1 所示的第一種聯結模式——M, S, T 教師在各自



(1)聯結型 - TMS



(2)協同型 - M+S+T+(MST)



(3)融合型 - MST

圖 1 MST 的三種統整模式

的學科中，協助學生明確地聯結在其他科目所學。

美國紐約州系統推動方案(The New York Systemic Initiative, 1998)的「MST 資源指引」(Mathematics, Science & Technology Resource Guide)曾建議 M,S, 和 T 可透過主題(theme)、標題(topic)、或課題(issue)組織 MST 教學活動。側重融合模式的統整例如表 1 所示。

## 貳、國中生活科技的教材教法

教學系統設計(ISD-instructional system design)流程如表 2 所示。表 2 中五大階段的關係如圖 2 所示。由表 2 可見教學需投注相當大的心力準備。就像一頓供短時間享用的餐點通常要花相當長的時間製備。其中，教材教法(表 2 中的 3.2 至 3.4)也需費心費力準備。

表 1 MST 教學活動的組織示例

組織要素	數學(M)	科學(S)	科技(T)	活動(MST)
1. 主題 例：大小與比例	學生利用行星對地球的比例描述行星大小，並利用指數描述行星和太陽的距離	學生學習行星的相對大小和與太陽的相對距離	學生學習科技裝置如何能用以觀察行星、測量其大小和與太陽之距離	學生製作太陽系的比例模型，過程中利用計算器及測量工具，測定模型中各行星大小與位置
2. 標題 例：人的基因	學生應用機率預測後代特徵	學生學習遺傳的基本孟德爾(Mendelian)型態，並用以分析人的遺傳型態	學生學習用在產前基因狀況診斷的科技	學生建構其家譜，顯示其特徵(如眼睛顏色)的傳承，分析核形相片以分辨特定染色體狀況，擠壓洋蔥球瓣以觀察和抽取染色體
3. 課題 例：是否應禁止在新英格蘭海岸外捕魚	學生繪製新英格蘭海岸外水域的漁獲資料，學習漁獲成長的方程式	學生學習野生動物的動態	學生學習近年內科技如何改變捕魚產業，及如何用以估計漁量	學生參與各種政策影響漁口量的模擬

資料來源：The New York Systemic Initiative, 1998, pp.15-17.

表 2 教學系統設計(ISD)流程

1. 分析	2. 設計	3. 發展	4. 實施	5. 評鑑
1.1 分析教學系統 (課程理想、學生背景、教學資源等)	2.1 發展各單元學習目標(含終結及過程目標)	3.1 研擬各單元教學活動	4.1 進行教學	5.1 評鑑學生進步情形與績效
1.2 研訂教學單元	2.2 擬訂各單元學習步驟	3.2 選用現有教材		5.2 檢討各階段實施與原訂計畫符合情形
1.3 研擬評鑑措施	2.3 發展各單元評鑑工具	3.3 發展適切教材		5.3 改進教學系統
1.4 安排教學環境	2.4 開列各單元學前必備知能	3.4 選用施教方法		
1.5 預估各單元成本	2.5 排序及建構各單元目標(如由易而難)	3.5 擬訂教學計畫		

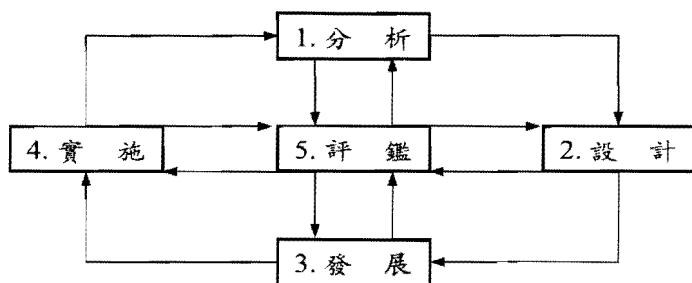


圖 2 教學系統設計模式

筆者在講教材教法的選擇時，常用「百聞不如一見，一見不如體驗」當口訣。試想要協助一個從來沒看過老虎的人認識老虎，可以用口語描述、文字描寫、線圖描繪，可以用相片、影帶呈現，也可以安排這個人到動物園參觀或到老虎生態區體驗。在以上

各種方式中，愈後面的經驗愈具體、直接、真實，但也愈來愈需投注資源（人力、時間、經費等）。再想，中小學生從本國地理學到外國地理，如果能實地到各地去體驗當地的人文、經濟等等，一定能獲得「走百里路，勝讀萬卷書」的效果。但是，「實地體

驗」常需很多資源的投注，所以學校教學常搭配（或改用）口語傳播、紙本教材、視聽教材等。美國緬因州Bethel的全國訓練研究室發現各種教學方式的平均記憶留存率(retention rate)如下：(1)講述－5%，(2)閱讀－10%，(3)視聽－20%，(4)示範－30%，(5)討論－50%，(6)實作練習－75%，(7)教導別人－90%，(8)立即將學習所得應用在真實情境－90% (Clark, 1997)。換句話說，教師在選擇教材教法時，該從最具體、直接、真實的方式想起，遇到難以克服的資源、安全等困難時才往降級至較抽象方式作思考。

學校一般教師常用教科用書當主要教材，兼用講義、影帶等其他媒體等當輔助教材（圖3中的1），且理當如此。但是，不少工藝（生活科技）教師使用教材的情形卻偏執在「只用教科用書當教材」（圖3中的型態2）或「只用其他媒體當教材」（圖3中的型態4）。型態2的教師傾向照本宣科；型態4的教師則幾乎讓學生白買了教科書。

目前國中教科用書係採審定制。國立編譯館扮演類似中央標準局或商品檢驗局的角色，審定值得向教科用

書利害關係人推薦的教科用書。目前國立編譯館對國中教科用書採初、複、終三級審定制，初、複審是實質審查，終審是程序審查。生活科技科有審查表供初、複審時審查教科書和教師手冊之用。審查表分為必要標準、一般標準、總評欄和審查意見表四大部分。必要標準含「符合國家法律」、「符合課程標準的基本精神」、和「反映社會基本價值與多元文化觀」三項，以「符合」、「不符合」評定。經評定不符合任一「必要標準」時，即評定為不通過。一般標準分為教科書和教師手冊二部分各配100分，其項目如表3所示。由審查人逐項勾選優、良、中、可、差後，就各部分給予適當分數，然後再加總計分，並評定等級（優：90分以上，良：80-89分，可：70-79分，差：69分以下）。

審查人在評定必要標準和一般標準時需將不符合必要標準的理由及不合一般標準的修改意見詳列及條列在審查意見表中。審查人並需做出總評。審查結果分為通過、修正後通過及不通過三類建議。其評定標準如表4。

目前國中生活科技教科用書審定本固然有簡化、淺化和活潑化的走向，但也受到一些科技教育人士「華而不實」的批評，其原因出在常存在下列問題：

(1)課文說理不夠嚴密

例如，列舉事物的分類或比較事物時，分類或比較的向度或依據混淆不清。

(2)教學單元未能強調從系統切入，再透過動腦及實作的活動落實學習目標

例如，教學活動沒能就整個教學

		採用其他媒體？	
		是	否
採用教科用書？	是	1	2
	否	4	3

圖3 學校教師採用教材的型態

單元作全盤規劃。

- (3)教學活動過於簡陋、空洞、或鬆散  
例如，概念、課題或主題不明確，  
常偏重紙上作業和討論，只給問

題沒給解題提示或建議。

- (4)評鑑建議不夠多元、客觀  
例如，不重視真實評鑑，學生成  
品競賽時沒注意干擾變數的控制。  
(5)資訊領域未能著重和其他學科的  
分工及和其他領域的整合應用  
例如，花很多篇幅介紹已被編配  
在國二、國三必修「電腦」課中  
的內容。  
(6)各章節的體例不一致

例如，同一冊章節名稱有的尚典  
雅、有的講花俏而顯現突兀，或  
內容的組織要素不相同。

生活科技教師選用教科用書時宜  
透過團隊合作進行客觀評鑑，從審定  
本中選取「物美價廉」的教科書。進  
行評鑑時可參考表3標準及檢視有無上  
述問題。

此外，生活科技教師該善用其他  
教學媒體及教育科技，使教學既有效  
率又有效能。尤其該重視適性教學，  
持續編寫解決問題取向的教學單元（或  
模組）輔助教材。讓教法兼容直導式  
(directed)和建構式(constructive)。

### 參、「學習歷程記錄」值得 參採

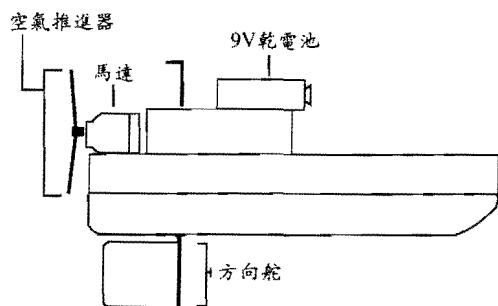
「船身設計」(boat hull design，

表 3 國中生活科技教科用書的一般標準項目

教科書 (100 分)	教師手冊 (100 分)
1. 結構與內容 (40 分)	1. 結構與內容 (75 分)
1.1 學科結構的完整性	1.1 使用說明
1.2 理論取向的適切性	1.2 教學目標
1.3 內容的難易度	1.3 教學節數
1.4 內容的正確性	1.4 教學方法
1.5 內容的實用性	1.5 教學活動設計
1.6 內容的啟發性	1.6 教學評量
1.7 內容的趣味性	1.7 提供參考解答
1.8 份量的適切性	1.8 教學資源
1.9 組織的統整性	2. 文句可讀性 (15 分)
1.10 組織的順序性	2.1 文句的流暢性
2. 教學設計 (35 分)	2.2 文詞統一
2.1 教學目標適切	2.3 文句的正確性
2.2 活動設計適當	3. 物理屬性 (10 分)
2.3 學習評量	3.1 版面設計
2.4 學生參與	3.2 圖文配置
3. 文句可讀性 (10 分)	3.3 印刷品質
3.1 文句的流暢	
3.2 文句結構	
3.3 概念的說明	
3.4 文句的正確性	
4. 物理屬性 (15 分)	
4.1 編輯要項	
4.2 版面設計	
4.3 圖文配置	
4.4 印刷品質	

表 4 國中生活科技教科用書審查結果及評定標準

評定標準	審查結果		
	通過	修正後通過	不通過
1. 符合「必要標準」?	是	是	1、2 項中有一項為否
2. 教科書和教師手冊「一般標準」 得分均達 70 分	是	是	1、2 項中有一項為否
3. 有無任何修訂意見?	無	有	有



長度：2,000mm  
 載重：84mg  
 寬度：1,000mm  
 總重：225mg  
 淨重：141mg  
 速率：在 3m 水槽中速率 9.5 秒

圖 4 學生成品之一

資料來源：The New York Systemic Initiative, 1998, Part II.10.

見圖 4) 是美國紐約州柯林頓高中 (Dewitt Clinton High School, 9-12 年級, 相當我國國三至高三) 的 MTS 學習活動之一。其設計大要 (design brief) 如表 5 所示, 評鑑重點如表 6 所示, 學習歷程紀錄 (portfolio) 項目如表 7 所示。

前述利用學習歷程紀錄當教學及評鑑工具的作法, 既能寫實又能適性, 值得參採。

## 參考書目

- Clark, D. R. (1998). *Meet people with technology*. Available <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/sat.html>.
- The New York Systemic Initiative. (1998). *Mathematics, science & technology resource guide*. Available <http://www.nysed.gov>.

表 5 「船身設計」設計大要

### 大 要

二至四名學生一組, 至少發展出三種利用下列材料的船身設計。發展項目包括: 選擇此一船身、推進器類型、壓艙物位置、製作材料類型的理由; 最佳設計的選擇與改進; 最佳設計的比例二或三視圖附細圖及尺寸。

學生在此活動前需熟悉下列知能: 團隊合作、探究資訊、利用設計圖程序產生問題的解法、腦力激盪和發展概念構圖、正投影三視圖 (能用 CAD 和 CADD 更佳)、數學建模、合併工程、材料加工和電腦使用。

### 材 料

巴爾沙木、硬木、珍珠板、9V 乾電池驅動馬達、推進器、轉軸、轉輪、鋼墊圈、黏土、潤滑油、鋁箔

### 概 念

- 數學: 容積、表面積、基本三角學關係、基本幾何學關係、公制乘法法則
- 科學: 阿基米德原理、牛頓定律、質量與重量、功與能、平衡、穩定、速率與加速度、昇力與阻力
- 科技: 基本船舶術語、推進、機械圖、設計最佳化、工具使用、重力及浮力中心、藝品、作決定、產品功能、設計圖

### 知 識

- 原理: 阿基米德原理、牛頓運動定律、流體動力學、浮動
- 概觀: 海上運輸系統發展史、船舶術語、船舶類型、藝品的重要性

### 技 能

- 設計: 建造原型、測試模型、評鑑結果、考慮船身設計、推進系統、龍骨、壓艙物和方向舵
- 展示: 製備巴蒐集資料的分析 (速率、穩定性、和設計變動) 及報導結果、展示描述問題解法的多媒體程式。

資料來源: The New York systemic Initiative, 1998, Part II.10.

表 6 「船身設計」評鑑重點

1. 科技設計
  - 1.1 設計程序
    - 1.1.1 研究材料並記載在學習歷程紀錄中
    - 1.1.2 產出多種解法並解說得夠詳細
    - 1.1.3 根據設計規準評鑑備選設計
    - 1.1.4 決定最佳化設計並解釋得夠詳細
  - 1.2 設計解法
    - 1.2.1 設計功能符合預定設計規準
    - 1.2.2 最終藝品(材料加工)佳
    - 1.2.3 設計的比例圖(至少二視圖附尺寸)佳
2. 科學探究
  - 2.1 建構任務導向的問題(科學性和實驗性探究)
  - 2.2 進行探究回答問題(確認資源)
  - 2.3 應用科學名詞描述結論
  - 2.4 利用結論改進設計(最佳化)
3. 數學分析
  - 3.1 必要的測量量測正確
  - 3.2 已蒐集的資料呈系統化組織
  - 3.3 已組織的資料用圖表表示
  - 3.4 製備和分析圖表並做出結論
4. 工作習慣
  - 4.1 安全和正確使用工具
  - 4.2 表現團隊合作精神
  - 4.3 及時完成指定工作
5. 溝通與發表(可有可無)
  - 5.1 在小組結果發表中參與被指定的角色
  - 5.2 表現對重要概念及理念的瞭解
  - 5.3 確認問題並解釋解法和作法
  - 5.4 利用圖表、模型等呈現結果

三等第評分

- 2.0 (良好)：以上要求均達到
- 1.0 (及格)：以上要求大部份達到，需進一步修正或探究
- 0.0 (不及格)：以上要求大部份未達到，需額外探究或大幅修正

註：另加 MST 測驗

資料來源：The New York Systemic Initiative, 1998, Part II.10

表 7 學習歷程記錄

- 設計規準與規格**
- (簡要條列你要設計的船身規格)
- 探究**
- (條列要獲致成功設計所需回答的所有問題；條列要研究 MST 概念及回答前述問題的資源；描述在進行前述探究中學到什麼)
- 可能解法**
- (至少三個附圖)
- 測試/最佳化**
- 評鑑/總結**

資料來源：The New York Systemic Initiative, 1998, Part II.10.

(作者現任台灣師大工技系教授兼系主任、教育部顧問)