



第二章 文獻探討

美國國際科技教育學會 (International Technology Education Association , 簡稱 ITEA) 所發行的科技素養標準 (Standards for Technological Literacy , 簡稱 STL) 之第九項學習標準為工程設計 (Engineering Design) , 明確指出工程設計便是工程的基礎 (ITEA , 2000) 。使得美國許多州的科技教育課程標準也都納入工程設計的學習標準 , 如紐澤西州、康乃迪克州、紐約州與麻塞諸塞州等 , 其中紐約州與麻塞諸塞州更是在課程名稱上突顯工程的重要性 , 因此本研究將對紐約州與麻塞諸塞州的科技教育課程內容做更進一步探討。

全章共分四節：一、科技教育的發展；二、工程設計取向科技教育之理論基礎；三、國中科技教育適用的教學策略；四、國、高中工程設計取向科技教育之課程，整理歸納後發展國中工程設計取向科技教育適用的教學活動與教材。

第一節 科技教育的發展

1989 年 Feather 把社會轉變分成四個階段（表 2-1-1），每個階段中都有不同的生活型態，科技教育的發展也緊緊配合社會型態的轉變進行名稱與內涵的改變（Wright, 1995）。

表 2-1-1 需求與改變

	第一波社會	第二波社會	第三波社會	第四波社會
焦點	農業	製造業	服務業	資訊/知識業
時間範圍	~1880	1880-1935	1935-1990	1990-2045
生活方式	農奴部落	工作倫理	生活倫理	休閒倫理
價值觀念	最適合生存	自私/競爭		合作
教育	文盲	基本讀寫	讀寫/教育	高等教育
職業	奴工	穩固工作 (60 小時/週)	有意義的工作 (40 小時/週)	激勵的工作 (30 小時/週)

資料來源：Wright, 1995, p.249.

美國科技教育課程發展主要可分成手工訓練（Manual Training）、手工藝（Manual Arts）、工藝（Industrial Arts）及科技教育（Technology Education）等四個階段（羅文基，1986）。1930 年，科技教育的重點由手工藝轉向工藝時代，而教學內涵與課程架構也隨之改變，從培養木匠、鐵匠專業技術轉變成金工、木工、電子工、製圖等內容。十七世紀的工業革命帶來新的生活方式，因此到了 60 及 70 年代，科技教育的重點由傳統工藝取向轉變成工業取向的科技教育時代，此階段也產生一些科技教育課程發展的研究計畫，如 Donals Lux、Edward Towers 及 Willis Ray 在 Ohio 州州立大學

發展工藝課程計劃 (Industry Arts Curriculum Project , 簡稱 IACP), 建議「工藝是工業的學習」(Lux , 2002), IACP 著重在將材質造成有形的改變 , 所以內容只針對製造及營建科技領域。在 IACP 課程發展的同時 , Wesley Face 及 Eugene Flug 在 Wisconsin-Stout 大學主持美國工業計畫 (the American Industry Project , 簡稱 AIP), 認為工藝的核心是工業的學習及它的 13 個基本概念 : 傳播、運輸、金融、房地產、研究、採購、人際關係、行銷、管理、生產、材料、程序及能源。(Wright , 1995)。

80 年代早期 , 由 21 位科技教育相關人士 , 所發展的傑克森工坊 (Jackson's Mill) 工藝課程理論則建議以下幾點 (Wright , 1995), 如圖 2-1-1 所示 :

- 一、 這個領域在研究工業、科技 , 以及它在社會上帶來衝擊。
- 二、 科技的研究應該聚焦在人類傳播、營建、製造、運輸的生產活動上。
- 三、 這些活動系統過程有輸入、過程、輸出、回饋 (由對社會產生的衝擊為回饋)。

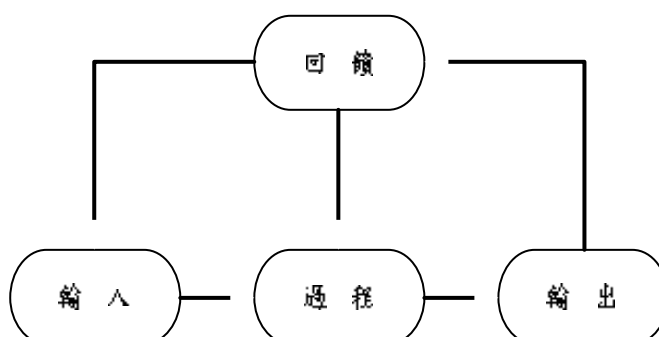


圖 2-1-1 Jackson's Mill 科技系統模式
資料來源 : Wright, 1995, p.276.

從傑克森工坊工藝課程中可以發現，內容中有科技和工業的影子，同時也為科技教育提供一個理論基礎，對工業與科技有不同的定義，扮演工業跟科技的平衡點（Phillips、Lefor，2002）。

1996 年 ITEA 在國科會及航太總署的贊助下，發表了 Technology for All Americans (簡稱 TfAA)，將科技定義為「人類在行動的創新（Technology is human innovation in action），科技教育的目標是培養科技素養」（ITEA，1996）。2000 年 ITEA 針對科技素養發表了內容標準 Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology（簡稱 STL）。2003 年再針對科技素養的學生評鑑、專業發展和計畫標準，發表了 Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards (簡稱 AETL)。

從上述發展過程中，可以發現美國的科技教育發展趨勢都隨著社會脈動不斷地改變與成長，相當值得我國發展科技教育的參考模式。我國許多教育觀念其思想脈絡是源於美國，從 1922 年實施新學制以來，在教育方面的諸多主張，也常以美國之想法為本（余鑑，2003）。國中階段的科技教育從以往技藝或成品加工製作取向、到現在以解決問題為導向，內涵也分別從「勞作」、「工藝」、「生活科技」、「九年一貫自然與生活科技」課程（黃世庭，1985）。茲將教育部公佈的工藝、生活科技及九年一貫自然與生活科技之課程標準內容修改過程做以下之介紹：

一、工藝時期：

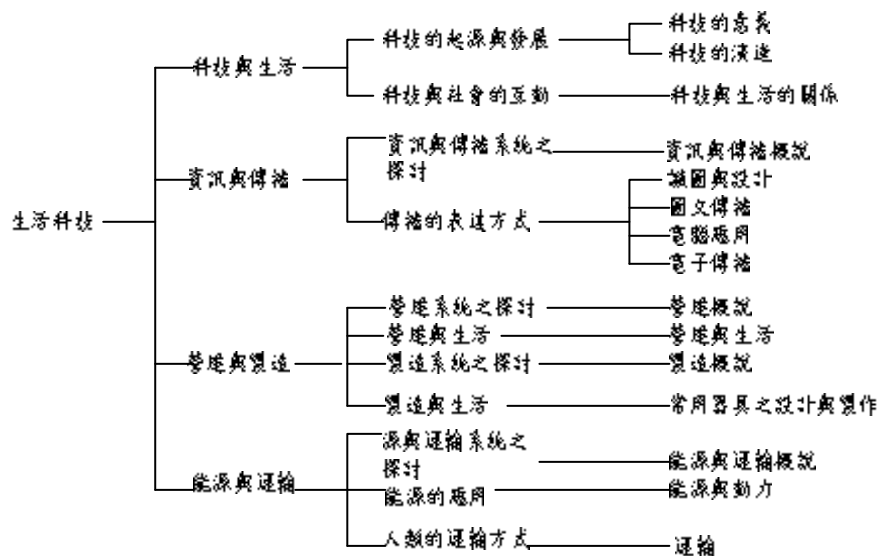
工藝課程修訂經歷了以下幾個階段的課程標準修改過程：

- (一) 1962年7月及1968年1月公佈國民中學工藝課程標準。
- (二) 民國1972年10月公佈的國民中學工藝課程標準。
- (三) 民國1983年7月及1985年4月公佈的國民中學工藝課程標準。

二、生活科技時期：

為了配合社會型態的變遷，教育部於民國82年，將課程名稱從原來的「工藝」改為「生活科技」課程。如此一來，不只是名稱的改變，整個課程內涵、目標也隨之不同（李隆盛，2004）。並於86學年度正式實施。課程內容如表2-1-2（李隆盛等，1994）：

表 2-1-2 國中生活科技課程標準教材綱要樹狀圖



資料來源：李隆盛等，1994，頁3。

三、九年一貫自然與生活科技時期：

為了提升學生的能力與全世界接軌，教育部便從民國 86 年開始著手規劃九年一貫課程改革相關工作，經歷了以下四個階段：

- (一) 第一階段：民國 86 年 4 月至民國 87 年 9 月成立「國民中小學課程發展專案小組」。
- (二) 第二階段：民國 87 年 10 月至 88 年 11 月成立「國民中小學各學習領域綱要研修小組」。
- (三) 第三階段：民國 88 年 12 月至 91 年 8 月成立成立「國民中小學課程修訂審議委員會」。
- (四) 第四階段：民國 93 年公佈九年一貫課程綱要，同時教育部並公佈九年一貫自然與生活科技領域之課程目標、學習階段及能力項目，內容如下（教育部，2004）：

1. 課程目標

- (1) 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
- (2) 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。
- (3) 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
- (4) 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
- (5) 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。
- (6) 察覺和試探人與科技的互動關係。

2. 學習階段

- (1) 自然與生活科技學習領域：分為四階段，第一階段為一至二年級、第二階段為三至四年級、第三階段為五至六年級、第四階段為七至九年級。
- (2) 生活課程：一至二年級社會、藝術與人文、自然與生活科技學習領域統合為生活課程。

3. 能力項目：

九年一貫自然與生活科技領域中希望達到的能力項目如下

- (1) 過程技能。
- (2) 科學與技術認知。
- (3) 科學本質。
- (4) 科技的發展。
- (5) 科學態度。
- (6) 思考智能。
- (7) 科學應用。
- (8) 設計與製作。

其中跟生活科技有密切相關的，為第四項科技的發展與第八項設計與製作，在這兩項之能力項目下其國中階段生活科技的能力指標如下表（表 2-1-3 及表 2-1-4）：

表 2-1-3 國中階段自然與生活科技第四項科技的發展分段能力指標

內容項目	分段能力指標
科技的本質	了解科學、技術與數學的關係
	了解技術與科學的關係
	了解科學、技術與工程的關係
科技的演進	從日常生活中了解台灣的科技發展
	認識科技發展的趨勢
	對科技發展的趨勢提出自己的看法
科技與社會	認識和科技有關的職業
	認識和科技有關的教育訓練管道
	認識個人生涯發展和科技的關係
	認識各種科技產業
	認識產業發展與科技的互動關係

資料來源：教育部，2003，頁 33。

表 2-1-4 國中階段自然與生活科技第八項設計與製作分段能力指標

分段能力指標
閱讀組合圖與產品說明書
利用口語、影像（如攝影、錄影）文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想
了解設計的可用資源與分析工作
設計問題解決的步驟
模擬大量生產過程
執行製作過程中即完成後的機能測試與調整

資料來源：教育部，民 2003，頁 38。

綜合上述論點，可知科技教育的課程名稱、目標及內涵不是一成不變的，須配合整體的社會發展需求做適時的課程改革。我國中小學的科技教育發展也是如此，從工藝時期的金工、木工、電子工等；到生活科技時期的運輸、營建、傳播、製造系統；到九年一貫的自然與生活科技領域。九年一貫課程中不再有任何領域的統一課程標準，取而代之的是學習標準，正如美國紐約州、麻塞諸塞州等所採用的標準取向課程發展（Standard-based Curriculum Development，簡稱SBCD）模式。

第二節 工程設計取向科技教育之理論基礎

壹、工程與科技的關係

科技之定義為「人類採取行動的創新」，而工程則是「人類轉化構想為真實的努力」，兩者之間有很多交集。兩者主要差別在於工程較理論化、解析性和較倚重數、理原理（李隆盛，1999）。美國國家科學基金會(National Science Foundation, 簡稱 NSF)於 1985 年要求國家研究協會(The National Research Council, 簡稱 NRC)廣泛討論「工程」的定義，因此將「工程」解釋為：「商業的、政府的、學術性的、或個人的努力中，應用數學或自然科學的知識在研究、開發、設計、生產、系統工程、或技術操作上，以達創出以使用為目的之系統、產品、製程、或有技術特質及內涵之服務。」(張介耀，2004)。工程認證學會(Accreditation Board for Engineering, 簡稱 ABET)對工程的定義為：藉由學習、經驗和練習來獲得專業的數學和自然科學相關領域的知識，運用在大自然及材料並研發出對人類有益處的科技(Dugger, 1994)。

美國工程教育學會(American Society for Engineering Education)指出，工程常常是包含較專業的數學、科學知識，而工程科技則是運用數學、科學知識(Israle, 1995)，ABET 在 2004 至 2005 年研究的工程科技領域認證計畫中，將工程科技領域內涵分成(ABET, 2003)：

- 一、空調工程科技(Air Conditioning Engineering Technology)。
- 二、建築工程科技(Architectural Engineering Technology)。

- 三、 自動工程科技 (Automotive Engineering Technology)。
- 四、 生物工程科技 (Bioengineering Technology)。
- 五、 化學工程科技 (Chemical Engineering Technology)。
- 六、 一般工程科技 (Civil Engineering Technology)。
- 七、 電腦工程科技 (Computer Engineering Technology)。
- 八、 營建工程科技 (Construction Engineering Technology)。
- 九、 機械繪圖設計工程科技 (Drafting/Design Engineering Technology)。
- 十、 電子工程科技 (Electrical/Electronics Engineering Technology)。
- 十一、 環境工程科技 (Environmental Engineering Technology)。
- 十二、 工業工程科技 (Industrial Engineering Technology)。
- 十三、 資訊工程科技 (Information Engineering Technology)。
- 十四、 儀器和控制系統工程科技 (Instrumentation and Control System Engineering Technology)。
- 十五、 製造工程科技 (Manufacturing Engineering Technology)。
- 十六、 海洋工程科技 (Marine Engineering Technology)。
- 十七、 機械工程科技 (Mechanical Engineering Technology)。
- 十八、 核能工程科技 (Nuclear Engineering Technology)。
- 十九、 電訊工程科技 (Telecommunications Engineering Technology)。

從以上許多論點發現工程常給人較專業的印象，因此常於大學以上階段才有所謂工程相關學系或課程的教授。

Dugger 曾於 1994 年對科技與工程做比較(如表 2-2-1), 從表 2-2-1 可以發覺工程與科技在許多方面有相同的概念。因此, 對於科學、科技、工程與社會之間複雜的關係, 提出以下幾項看法(林坤誼, 2000):

- 一、發展對於工程概念的瞭解是科技教育課程的責任。
- 二、工程概念應該在小學及中學階段(K-12)的科技教育課程中教導。
- 三、根據史實來看, 工程概念與小學及中學階段(K-12)的教育較少有關聯; 因此, 這也是將工程概念融合在這個階段實施的好時機。假使這個概念能夠實施的話, 那麼工程、科技教育及其它科目之間(如科學等)的合作與努力, 將會是一個重要的指令。
- 四、工程領域的領導人與科技教育的領導人應該一起努力, 將工程概念教導給幼稚園階段至高中階段的學生。此外, 更需要為了新的工程與科技課程一同努力, 且發展共同的長遠目標。

表 2-2-1 科技與工程的比較

科技	工程
涵蓋人們創造和控制的世界	涵蓋在了解自然界中對人們最有益的材料和力量
著重「如何 How to」	著重「如何 How to」
較廣泛涵蓋	較專業涵蓋
從批判和錯誤中獲得較具體的技術	從理論的研究中獲得專業解決的建議
著重於解決方案與知識	著重於解決方案與知識
使用下列文字的綜合，如運用、指導、原則、工具、做、設計等	使用下列文字的綜合，如練習、研究、設計、系統、分析等
常被社會現象來決定成功或失敗	常被社會現象來決定成功或失敗
源起行動，需要溝通協調	源起行動，需要溝通協調
系統源起	系統源起
製造	建造或生產
依賴工程、數學、科學	依賴科技、數學、科學

資料來源：Dugger, 1994, p.8.

貳、工程、工程設計與科技教育

ITEA 和 國際工程學會 (National Academy of Engineering , 簡稱 NAE) 的合作關係起源於科技素養標準 (Standards for Technological Literacy , 簡稱 STL), 在五個領域二十項標準之第九項標準為工程設計 (Engineering Design), 便明確指出工程設計便是工程的基礎 (ITEA , 2000)。陸續有更多工程學會如電子工程學會 (Institute of Electrical and Engineers)、美國機械工程學會 (The American Society of Mechanical Engineers) 等，在每年 ITEA 年會上，組成科技與工程的工作坊和發表相關文章，因為工程教育界人士認為科技教師是在 K-12 年級中教授有關工程教育內容

的最好人選 (Starkweather , 2004)。

現階段科技教育的主流思想之一，是美國紐約州所提倡的數學、科學與科技 (Mathematic Science Technology , 簡稱 MST) 整合科技教育理念，亦即是加強科技與數學、科學的結合，而數學、科學、科技與工程的關係如圖 2-2-1 所示：

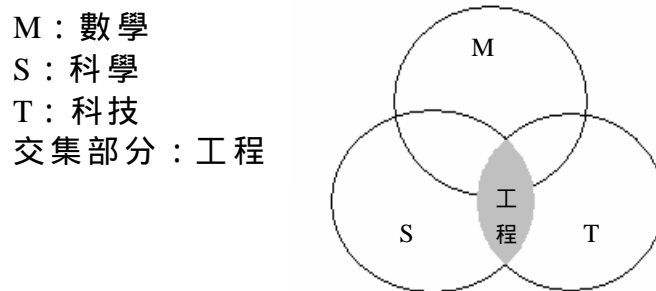


圖 2-2-1：MST 與工程的關係

由圖 2-2-1 我們可清楚的了解數學、科學、科技三者均有自己的領域，而且這三個領域之間彼此相互連結，並非各自獨立；因此工程教育便是以這三者為基礎所架構出來的領域，所以科技教育所注重的數學、科學、科技，恰好都能包含工程教育所必須具備的基礎知識；因此，我們不難發現科技教育是最適合發展準工程教育的科目。(林坤誼、顏郁欣，2000)。

有許多國內外的科技教育學者或相關研究都曾建議科技教育未來可以與工程多結合，如藍敏慧(Land)曾建議台灣科技教育的當前要務為與自然科學、工程等學科統合，在學校中教學生工程本位的科技素養，使所有學生擁有科技方面的基本知識和能力，而且確知科技的本質、功能和限制 (李隆盛，1998)。李隆盛也曾於 2002 年發表科技教育多和工程交

流與合作的文章；2004年由台灣師大科技學院主辦的科技與工程素養教育研討會中，Kendall N.Starkweather也針對美國科技與工程素養教育發展趨勢中，提到科技與工程的關係（Starkweather，2004）；林坤誼的研究論文中也提到美國國家科學教育標準與評量研究委員會（The National Research Committee on Science Education Standard and Assessment）建議在小學與中學階段，發展對工程概念的理解，是科技教育課程的主要責任，更從研究建議中發覺我國高中實行工程科技教育有它的可能性存在（林坤誼，2000）。

綜觀以上許多學者或相關文章的論點，都顯示面臨未來新興科技與工程的誕生，工程教育不應只停留於大學階段，須要開始往下紮根。工程或許對國中生而言比較專業，但工程的問題卻是跟日常生活息息相關，因此可藉由中小學科技教育與工程概念的整合課程，來加強中小學的工程概念，提升國家整體競爭力，邁入已開發國家行列中。

從我國公佈的九年一貫自然與生活科技領域中指出，第四階段科技本質的「4-4-1-3」分段能力指標為「了解科學、技術與工程的關係」（教育部，2003），和後期中等教育共同核心課程「生活科技」之課程指引（如下表 2-2-2），都可以發覺科技教育與工程概念結合的相關內容（國立台灣師範大學教育研究中心，2004）。

表 2-2-2 國中自然與生活科技能力指標及後期中等教育共同核心課程「生活科技」課程指引與工程的相關

階段	能力指標或課程綱要
國中	了解科學、技術與工程的關係
高中	活用科學原理與技能、科技知識與技術、和工程概念以解決和科技有關的問題。

我國的科技教育發展常參考美國模式，而現今美國紐約州、麻塞諸賽州教育局等或相關科技教育學會都陸續把工程設計（Engineering Design）、工程科技教育（Engineering Technology Education）、準工程教育（Pre- Engineering Education）等相關工程取向課程內容放入 K-12 科技課程標準中。在 ITEA 出版的科技素養標準針對不同階段有不同的工程設計內容標準，於是美國各州根據 ITEA 所發表的科技教育內容標準中的工程設計標準，來研發工程概念的課程，例如紐約州 MST 整合課程中，科技教育課程標準（一）為工程設計（Engineering Design），標準（五）為科技工程設計（Technology Engineering Design）。整體課程目標期望學生可以使用數學分析，科學詢問，工程設計，尋找問題的答案並且發展解決方法；紐澤西州公佈的科技素養課程標準可分為電腦與資訊素養、科技教育兩項，其中科技教育標準 8-2Technology Education（Engineering and Technological Design），便希望所有學生可以培養瞭解自然和科技的影響；工程；科技設計及設計世界個別跟社會和環境的關係（New Jersey Department of Education）康乃迪克州科技教育內容標

準可分為經濟、科技衝擊、傳播系統、製造系統、運輸系統等，其中第十一項標準便為工程設計，希望學生可以運用工程設計過程在科技教育所有領域上（Connecticut State Department of Education, 1998）、麻塞諸賽州更在 2001 年 5 月出版的科學、科技/工程教育課程架構中，完整列出 K-10 年級學習科學、科技/工程教育的課程內容（Massachusetts Department of Education, 2001）。

除了上述教育局把工程概念或工程設計放入 K-12 年級外，美國也有一些工程或科技相關的學會也積極研發 K-12 年級工程取向的課程架構，如 Intel education：設計與發現（Design and Discovery）中便對中等學校學生設計一套準工程教育（Pre-Engineering）課程、PreK-12 Engineering 學會參考 Massachusetts Science and Technology/Engineering 課程架構及 ITEA 的科技素養標準，也建立了 PreK-2、3-5、6-8、9-12 年級的工程科技課程架構。

綜上所述，可以歸納整理出工程設計取向科技教育的課程理念如下：

- 一、 工程設計為工程概念的基礎。
- 二、 工程設計概念應該從小學、中學階段開始培養。
- 三、 工程設計概念與數學、科學、科技有密切關聯。
- 四、 國中、小學的生活科技課程適合推動工程設計的概念。

第三節 國中科技教育適用的教學策略

壹、教學策略的意涵與理論

策略 (strategy) 的一般意義指為達成目標之手段和方法的管理。在教育上常被視為「方法」、「程序」的同義詞(李隆盛, 1996; Husen & Postlethwaite, 1985)。教學策略是一種教師教學認知操作中有目標導向的結果, 可引導學生了解問題或教學內容已達成表現之目的。教學策略的目的在於有效實施教學, 教師可根據需求評估中的各項分析結果, 決定教什麼內容與如何教學(岳修平, 2005), 因此教學策略(instruction strategies) 泛指教師運用提供教材的方法 (methods)、程序 (procedures) 與技術 (techniques), 在教學上採用的策略通常是多種程序或技術並用 (沈翠蓮, 2001)。

教師於教學前都需先確認教學目標及內容, 接下來便會選擇與發展如何建構學生認知、技能和情意的教學計畫, 計畫中所包含的層面都非常廣泛, 因此教師可透過適當的教學策略讓學習環境變得更有興趣, 進而提升學習成效 (Kemp & Schwallier, 1988)。Tylor (1950)、Hunter (1981) 及 Roberts (1982) 等課程專家相信: 當教學策略計畫和學生表現成果一致時, 學習成就將逐漸增加。換言之, 運用良好的教學策略有利於教學成效和學習成就的提升 (沈翠蓮, 2001)。

教學策略之運用乃在要求學生的行為能夠發生預期的改變, 因此為了求教學之有效, 教學策略應該不斷推陳出新, 求新求變 (林生傳, 1988)。適當的教學策略在完整的教學過程中便顯得很重要, 於是教學策略設計應包括下列四個

具體方面（張祖忻等，1995）：

- 一、 課的劃分。
- 二、 教學順序設計。
- 三、 教學活動設計。
- 四、 教學組織形式的確定。

李隆盛也曾於 1996 年提出教學策略應該具備下列四項：

- 一、 有效率且有效能的教學。
- 二、 教學方法的選擇。
- 三、 教學單元的結構。
- 四、 教學單元的準備。

不過陳玫良則根據上述的內涵又加入了第五個特性，即教學環境的安排（廖珣華，2000）。教學策略的設計以學習理論為依據，既要符合教學內容、教學目標的要求，適合教學對象的特徵，還要考慮當地教學條件的可能性（張祖忻等，1995）。

一般常用的教學策略則包括：為引起與維持學習動機之動機策略、促進學習者間與師生互動之互動策略、導引學習者採取行動之行動策略及檢驗學習成效、提供回饋之評量策略等（岳修平，2005）。教學策略的種類繁多，因此對於教師實際教學而言，「教學內容」是決定教學策略時的重要考量因素之一，教師必須找出一個有效率，而且能夠完整包涵教學內容的教學策略。然而，為了要涵蓋更廣的內容，可以考慮整合不同教學策略，因為沒有單一教學策略可以適用於所有的情形（Kemp & Schwallier, 1988）。

？上所述，可以歸納整理出教學過程中教師可透過教學策略來實現教學目標，達成教學成效，並需根據許多實際教學狀況來設計或選擇不同的教學策略。

貳、科技教育適用的教學策略

美國科技師資教育評議會（Council on Technology Teacher Education, CTTE）在 1988 年出版的 37 期年刊「科技教育教學策略」（Instructional Strategies for Technology Education）中，Kemp 與 Schwaller 藉由教學途徑（approaches）和傳授系統（delivery systems）兩個向度來描述科技教育教學策略（李隆盛，1995）。所謂的教學途徑（approaches）是指教材內容所組織或管理的方式；傳授系統（delivery systems）亦指教師進行教學時呈現教材內容的方法（廖珣華，2000）。

一、教學途徑

Kemp 與 Schwaller 所提的教學途徑可分成概念學習途徑、科技整合途徑、社會文化途徑、問題解決途徑、科技系統整合途徑及工業詮釋途徑，分別說明如下：

（一）概念學習途徑

概念本身是抽象的，常常是周邊知識與其他概念的複合體（張玉山，1992）。因此教學時透過教學內容的整合思考，針對一般教學內容進行概念分析，教導這樣的整合概念比單純教授課程內容還要重要。如果學生能夠對科技建立一個概念性的基礎，即使是複雜的內容，也可以規劃在課程裡面，科技教師將授課內容轉化成為適

當的概念，讓學生能夠對科技教育有紮實的理解。以傳播為例，介紹傳播概念時，以分析傳播所需要的要素，如來源、媒體、方法、接收者、解釋者、干擾與回饋等，以具體的要素來探討就可得到具體的了解而非模糊的觀念（李隆盛，1995）。

（二）科際整合途徑

教師將與科技教育相關聯的課程如科學、數學、藝術、環境研究和大眾傳播等，整合成科技教育的教學內容來呈現彼此間的關係。以產品設計為例，一個產品的設計，需經由市場調查、設計原理、腦力激盪及圖形描繪等，這些延伸出來的知識便形成科技整合之知識體（李隆盛，1995）。

（三）社會文化途徑

傳統工藝和現今科技主要的不同處，在於科技教育包含了社會觀和文化觀。如此一來便可以幫助學生瞭解科技和文化的關係、科技如何影響人類社會等，瞭解這些關係，將更有助於學生增進科技素養。

（四）問題解決途徑

問題解決的能力已經成為今日社會中不可或缺的技能，學生可以從問題解決過程中增進思考與科技素養，因為在教學過程中，是以學生為主體，而教師只擔任指導者，非主導者。問題解決對現代科技教育教師來說，已是一個重要的教學途徑。

（五）科技系統整合途徑

傳統的工藝教師認為教學內容就是實體，對於內容

之間的關係卻常忽略掉。但對科技教育教學而言，呈現科技系統（傳播、營建、製造、運輸）彼此的關係是很重要的，因為科技的脈絡繁多，如果要讓學生對科技教育有完整的概念，不能只以片段或部分知識來教授（李隆盛，1995），同時當學生接觸到科技系統整合教學時，也將擁有更高層次的科技素養。

（六）工業詮釋途徑

科技教育的領域（傳播、營建、製造、運輸）中，與許多製造產品及提供服務的工業有關。因此透過科技系統的學習瞭解與工業的關係，以增進學生的科技素養。

不過隨著社會變遷的關係，Schwaller 在 1995 年將上述六項教學途徑整合成五項教學途徑，如下所示：

- （一）概念學習途徑
- （二）學科整合途徑
- （三）科技系統途徑
- （四）社會文化與環境途徑
- （五）未來途徑

廖珣華曾於2000年的研究論文中將科技教育教學途徑分成科技系統導向、社會環境與文化導向與學科整合導向三類。

二、傳授系統

Kemp 與 Schwaller 所提的傳授系統可分成正規教學與示範、團體互動、發現、研究和實驗及遊戲與模擬，分別說明如下：

（一）正規教學（講述）與示範

是目前最廣泛應用的教學方法，也許有人覺得正規教學（講述）與示範會被其他教學方法所取代，但在教學過程中，如果善用此教學方法，將產生許多的變化。

（二）團體互動

團體互動傳授系統可以讓學生在課堂上經由同儕的合作學習達成學習目標，此傳授系統較能培養社會化、責任感、創造思考、學科學習的態度、學生的互動關係及自我尊重，而其他形式的傳授系統，可能造成學生個別學習或相互競爭，使整體社會發展受到限制？

（三）發現、研究和實驗

科技教師經由發現、研究和實驗的傳授系統來呈現科技與社會文化的概念，並鼓勵學生學習有關科技的過去、現在及未來。發現、需求和實驗傳授過程會讓學生面對問題並妥善解決，進而增進個人與團體的成長。

（四）遊戲和模擬

模擬是教師透過電子模擬器、電腦等教學媒體來設計未來學生將會受到影響的工業情境；遊戲則是模擬現在工業會發生的情境，模擬與遊戲都須應用在真實的問題上，進而增進學生與社會間的互動關係。

教學途徑與傳授系統相互交織，可組合至少 24 種的教學策略（如表 2-3-1 所示），例如概念學習途徑在教導科技教育能透過正規教學與示範傳授系統來教授，當然也可以使用兩種聯合或多種的傳授系統來進行教學。

表 2-3-1 科技教育教學策略模式

	正規教學 (講述) 和示範	團體交互 作用	發現、研 究和實驗	遊戲和模 擬
概念學習途徑				
科技整合途徑				
社會文化途徑				
問題解決途徑				
科技系統整合途徑				
工業詮釋途徑				

資料來源：Kemp & Schwaller, 1988, P24.

李隆盛也曾於 1996 年引用 Maley 在 1970 年代調查 11 種美國著名工藝課程計劃中所採用的 21 項教學方法，其頻率由高至低分別是示範、課堂討論、解決問題、發現、探究、作品、模擬、電影討論會、教學單、角色扮演、講述、其他教育工學、展示與說明、實地參觀、實習、電視、編序教學、個案研究與合約（廖琍華，2000）。

？上所述，科技教育內容廣泛、以行動為基礎的教育課程（張玉山，1992），其目標是培養科技素養、解決問題的能力與創意等。課程的特質，強調以學生為中心並重視學生的個別差異。故教學策略的選擇上便充滿彈性，不像其他課程如數學、國文等較適合某種教學策略。教學策略組織的方式或邏輯全在於老師的安排與教學情境的適用性，老師將會依照學生的特質、教學的目標、及現有的可用設備等條件計畫教學時可運用的教學策略（李隆盛，1995）。

參、工程設計取向教學策略

從 ITEA 所公佈的科技素養標準、美國紐約州、紐澤西州、康乃迪克州及麻塞諸塞州等科技教育課程標準中，分析歸納出於國中階段可透過科技教育來培養學生相關的工程概念，讓學生更有能力面對未生活的挑戰。

因此 ITEA 曾在 STL 中明確指出工程設計為工程的基礎，所謂的工程設計是基於需求製造產品的一連串過程與系統，設計時需考量以下七項因素（Gomez，2001）：

- 一、功能。
- 二、品質。
- 三、安全。
- 四、人體工學。
- 五、外觀。
- 六、環境考量。
- 七、經濟。

從 STL 中可以發現工程設計乃是一連串的問題解決過程，過程中需考量的因素很多，例如安全、環境、道德、利益等因素。同時工程設計強調製造原型和使用工程原理兩個重要概念，原型可以用來評估和測量解決方案，工程原理包含了平衡、比例、功用和控制性，並評估現有設計的存在價值。工程設計常會被個人特質所影響，例如創造力、應變能力和抽象的想像與思考的能力等。

麻塞諸塞州的科技教育課程中，則可發現工程設計是由八大步驟所組合成，過程中需要有批判式思考、科技知識的

運用、創造力。(如圖 2-3-1)茲將工程設計的八大步驟描述如下 (Massachusetts Department of Education, 2001):

步驟一：確認需求或問題 (Identify the need or problem)。

步驟二：研究需求或問題 (Research the need or problem)：可以經由現今趨勢、議題、圖書館、網路、專家等來尋找問題的相關資料。

步驟三：發展可能解決方案 (Develop possible solution(s))：可以藉由腦力激盪、思考問題與數學、科學的關係，將解決方案系統化整理出二到三個組成元素，最後再加以改善。

步驟四：選擇最佳解決方案 (Select the best possible solution(s))：選擇最佳方案時須考量是否符合問題的限制。

步驟五：製造原型 (Construct a prototype)：製作選擇後方案的原型。

步驟六：測試和評估解決方案 (Test and evaluate the solution(s))：測試及評估原型的動作是否符合當初的問題限制。

步驟七：表達解決方案 (Communicate the solution(s))：用工程的方式來表達解決方案，此方式包含解決方案是否最符合當初的問題、需求等，並討論此解決方案對社會的影響。

步驟八：重新設計 (Redesign)：在測試與成品呈現前，全面重新基於所收集到的資料來檢視解決方案。

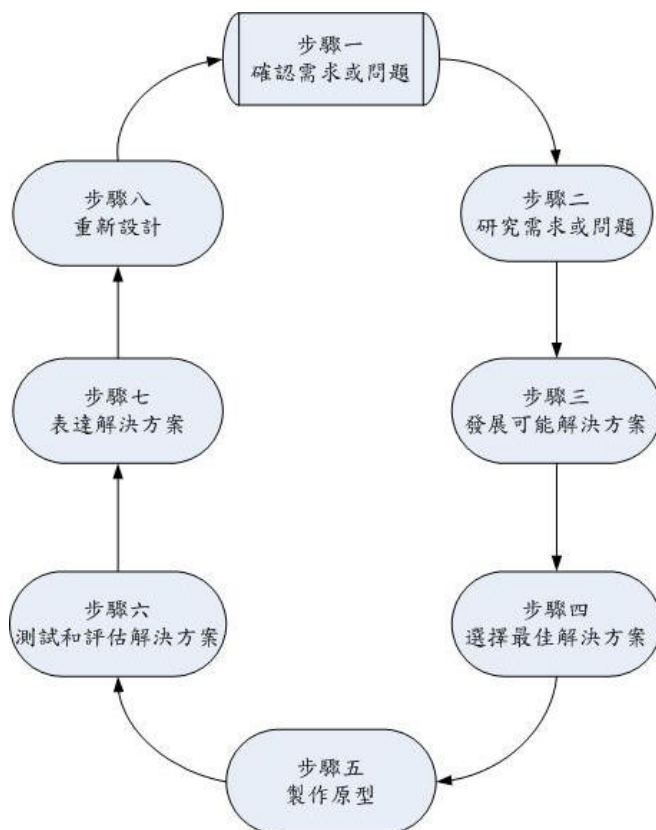


圖 2-3-1 工程設計步驟

資料來源：Massachusetts Department of Education,2001,p.60.

？ 上所述，發覺工程設計取向教學策略之特色有以下幾點：

- 一、 教學過程中培養學生批判式思考與尋找資料等能力。
- 二、 認知部分，教師需將相關數學、科學等學科知識傳授給學生。
- 三、 技能部分，教師需讓學生注意到製造產品的品質、功能及符合人體工學等。
- 四、 情意部分，教師須讓學生知道產品（工程）所造成的安全與環境考量等。

第四節 國、高中工程設計取向科技教育課程之探討

本節主要探討美國國際科技教育學會（International Technology Education Association，簡稱 ITEA）於 2000 年公佈的科技素養標準（Standards for Technological Literacy，簡稱 STL）美國麻塞諸塞州及紐約州科技教育課程之工程設計國、高中階段的學習標準。

壹、ITEA 的工程設計學習標準

STL 將科技素養分成科技的本質、科技與社會、設計、科技世界所需的能力及設計的世界五個領域與二十項學習標準，並針對 K-2、3-5、6-8、9-12 年級訂定不同層次的學習標準，其中「第九項標準工程設計」明確指出工程設計為工程的基礎。如果與我國現行九年一貫制度相對照的話，我國國中階段應該包含在 6-8 和 9-10 年級，其工程設計學習標準分述如下（ITEA，2000）：

一、6-8 年級

在此階段教導工程設計過程中，老師與學生要先界定問題，一旦問題被決定了，分組腦力激盪地討論解決方法便是很重要的一環。分組討論中鼓勵每個人都可以發表創意的想法，不需擔心別人的評斷，因為這樣可以誕生許多的解決方法，再根據設計限制來挑選一個比較好的方法並加以發展設計計畫。設計計畫內容包含需要什麼樣的專門技術及相關資源等，可以採用文字、草圖、模型和文字架構方式來呈現，模型可以在沒有經費、時間等因素考量下作小幅度修正。

發展解決方法後，開始根據設計限制與要求進行評估及測試，測試後的結果常用來改善解決方法，改善後的方案並加以發展和製造。6-8年級學習標準如下：

- (一) 設計包含一系列的步驟，是連續不同階段的執行，每個階段都要知道設計需求。每個設計的問題都是單一，需要連續的不同步驟與過程來執行。工程師或設計師可能都有習慣的問題解決模式，但仍可以選用不同的問題解決模式。
- (二) 分組問題解決設計過程中，集體討論是讓每個人可以在公開的場合表達想法。過程中任何人都不可批評其他人的想法，所有的想法都紀錄下來後，全組成員加以選擇一個較合適的想法並發展。
- (三) 將創意轉化成實際解決方案時，常用到製造原型、測試、評估和修正等動作。模型的測試對比較大的實體，如汽車、太空船、飛機非常重要，因為模型比較便宜和容易分析。評估常用檢視是否符合設計限制，並提供改善的方向，評估的範圍可從外觀的檢查、正確的操作和實體與系統的測試。

二、9-12年級

工程師本質上就是使用工程設計過程的問題解決者，不過在解決問題時，需考量的因素更多，例如安全、環境、道德、利益等因素。教導學生工程設計時老師需引起學生好奇心，使學生在過程中感到興趣，如此便可在這樣的過程，學習到更深入的知識。

9-12 年級的工程設計中有製造原型和使用工程原理兩個重要概念，原型可以用來評估和測量解決方案，工程原理包含了平衡、比例、功用和控制性，並評估現有設計的存在價值。許多因素都會影響設計，例如安全性、品質管制、環境考量、如何維修、人體工程等因素。9-12 年級學習標準如下：

- (一) 建立設計的原理以評量現有的設計，且能蒐集資料成為設計過程的指引。設計的原理包含了平衡、比例、功用和控制性。這些原理能夠被使用在許多種類的設計且與所有的科技共通。
- (二) 工程設計會被個人特質所影響，例如創造力、應變能力和抽象的想像與思考的能力等。個體或群體若擁有上述的這些特質，則傾向善於思考出數種不同的解決問題方法。設計過程常與團體中個人經驗、背景與興趣有關。此種的整合對於設計問題可以增強創造力、擴展可能性的範圍與增強專門技術。
- (三) 原型是指一個工作的模型，藉由真實的觀察與必要的修正，用來測試一項設計的概念。原型對於較複雜的產品或系統，進行精密測試或操作是重要的，例如汽車、家庭用具與電腦程式等。
- (四) 工程設計的過程必須考量許多因素。這些因素包含安全、可信賴性、經濟考量、品質控制、環境考量、製造、維護、修理與人為因素等。

貳、美國麻塞諸賽州科學、科技/工程教育課程之探討

麻塞諸賽州為了讓學生能更優秀的面對未來生活，希望培養學生在多方面的知識，於是在 2001 年 5 月提出 K-10 年級的科學、科技/工程教育課程架構，學習內容、課程架構的指導原則及各階段的學習標準，分述如下（Massachusetts Department of Education, 2001）：

一、課程架構的指導原則可分成以下十點：

- （一）科學、科技/工程教育課程包含了 K-10 年級。
- （二）有益的科學、科技/工程教育課程，可以幫助學生建立瞭解每個科學領域的基本概念與科技/工程基本概念的結合。
- （三）科學、科技/工程都與數學相關。
- （四）有效的科學、科技/工程教育課程，可以讓學生表達先備知識和微觀的想法。
- （五）調查、實驗和問題解決模式，都是科學、科技/工程的中心。
- （六）學生在科學、科技/工程課程環境下會有最好的學習狀態，同時可以培養對更高學歷的憧憬。
- （七）科學、科技/工程課程的評量是用來表達學生的學習狀態、學習指導、學習過程。
- （八）有效的科學、科技/工程教育課程，可以讓學生有蒐集相關資訊的機會並表達他們的想法。
- （九）科學、科技/工程教育課程的結合，需要學生寬廣的思考。

(十) 科學、科技/工程教育課程能有效地完成，需要與專家合作和正確的資訊、父母及社區的支持、不間斷的發展專業知識、量與質的評量等。

二、 學習內容可分成四個學習標準：

- (一) 地球與太空科學 (Earth and Space Science)。
- (二) 生命科學 (生物) (Life Science (Biology))。
- (三) 自然科學 (化學與物理) (Physical Sciences(Chemistry and Physics))。
- (四) 科技/工程 (Technology / Engineering)。

學習內容中的第四個學習標準，其整體學習主題係由材料和工具 (Materials and Tools)、工程設計過程 (The Engineering Design Process)、設計的世界 (The Designed World) 三大部分組成。並分別對 PreK-2、3-5、6-8、9-10 年級有不同的學習標準內容與教學活動，9-10 年級更是整年都有科學和科技 / 工程的課程，各階段的學習主題如表 2-4-1：

表 2-4-1 美國麻塞諸賽州的科學、科技/工程課程之科技/工程整體學習主題

年級 學習主題	K-2	3-5	6-8	9-10
材料和工具	材料和工具		材料，工具和機器	
工程設計過程	工程設計			
設計的世界			傳播科技 製造科技 營建科技 運輸科技 生物工程科技	傳播科技 製造科技 營建科技 能源和動力科技 - 流體系統、熱力系統、電力系統

資料來源：Massachusetts Department of Education，2001，p.45.

三、 6-8、 9-10 年級的工程設計學習標準，茲分述如下：

(一) 6-8 年級：學習主題為工程設計。

1. 學習標準

- (1) 確認並解釋工程設計過程，即確認問題需求、研究問題、發展可能的解決辦法、選擇最佳的解決辦法、製作原型、測試並且評估、發表解決方案及重新設計。
- (2) 表達一個設計問題的解決方法，例如：草圖、正式的規劃、正投影多視圖等方式。
- (3) 描述並解釋一件規定原型的用意。
- (4) 確認需要製作一個工程設計的原型所需的材料、工具與機具。
- (5) 解釋會影響製作原型的設計特徵，例如：尺寸、形狀、重量、功能與花費的限制等。
- (6) 確認一般系統模型的五種元素：目標、輸入、處理、輸出與回饋。

2. 教學活動

- (1) 給一件原型，設計評鑑項目是否符合設計限制的試驗。
- (2) 使用測驗結果，修改原型使它可以變成完善的解決方法，讓設計更符合設計限制條件。
- (3) 透過前後一致的文字修改、口頭或視覺的表達等方式來溝通工程設計結果。
- (4) 發展計畫。包括製作原型尺寸圖和細節製作圖、製造最佳解決方案模型並展示技術的程度。

(二) 9-10 年級：學習主題為工程設計。

1. 學習標準

- (1) 確認並解釋工程設計過程，即確認問題、研究問題、發展可能的解決方案、選擇最佳解決方案、製作原型、測試並且評估、發表這個解決方案及重新設計。
- (2) 了解製圖和多視圖的知識(例如：正投影多視圖、等角圖、斜視圖、透視圖)並使用適當的技術。
- (3) 學會使用紙張和鉛筆的製圖技術，當有需要時也會使用電腦輔助設計系統(CAD)。
- (4) 適用畫圖的比例和尺寸。
- (5) 製作原型時，解釋工作計畫、圖解與工作圖。

2. 教學活動

- (1) 運用多媒體、口頭、文字等溝通方式來呈現某項工程設計。
- (2) 選擇最佳解決方案，在設計標準和限制條件下，用文件方式來表達想法，並解釋人類價值、經濟學、人類工程學與環境考慮等因素，如何影響這個解決方案。
- (3) 訪問一個屬於科技任何領域的本地工業，並描述公司的研究與發展過程。
- (4) 教導學生利用圖書館資源 / 網際網路來進行研究過程的權利。
- (5) 建立含有大小與尺寸的圖片及多視圖。

(6) 製作原型時，需產生計畫、圖表、工作圖。

(7) 完成物體圖，同時標上尺寸。

參、美國紐約州國、高中科技教育之工程設計取向相關課程之探討

紐約州國、高中科技教育之工程設計取向相關課程大致上可分成：一、採用數學、科學與科技（Mathematic Science Technology，簡稱 MST）整合的教學方式，來教授工程設計相關內容；二、在高一或高二的選修課中有工程原理（Principle of Engineering）的課程。茲分述如下（New York State Education Department，1995）：

一、數學、科學、科技整合的 MST 教學方式

美國紐約州的 MST 課程，一方面可以了解科技與數學、科學的關係，同時另一方面也可做為發展工程取向科技教育的參考標準，因為工程便是以數學、科學、科技為基礎所架構出來的領域，紐約州的 MST 的課程標準分述如下七點：

（一）分析、詢問和設計

學生使用數學分析、科學詢問和工程設計，來正確的提出問題、尋找答案和發展解決方法。在這項標準下又可分成數學的分析、科學的詢問、工程設計等三項學習標準。

（二）資訊系統

學生使用適當科技取得、形成、處理、轉換資訊。在這項標準下有資訊系統的學習標準。

(三) 數學

學生經由溝通、運用真實世界的數學原理和整合多項系統-幾何學、代數學、資料分析、機率和三角學，來解決問題，可以更了解數學，同時對數學更有信心。在這項標準下又可分成數學的理解、數和計算、運算與演算、模型/複合的表示、測量、不確定、典範/功能等七項學習標準。

(四) 科學

學生了解且運用科學概念、原理、科學環境相關的理論和生存環境，而且了解科學觀念的歷史發展。在這項標準下又可分成自然科學環境、生存環境等兩項學習標準。

(五) 科技

學生將能夠運用科技的知識和技術，去設計、製造和評估產品與系統，以滿足人類和環境的需求。在這項標準下又可分成工程設計、工具、資源和科技過程、資訊科技、科技系統、科技的歷史與變革、科技的衝擊與科技的管理等七項學習標準。

(六) 相互連結-共同的主題

學生透過共同的主題，可以了解數學、科學、科技彼此的關係，同時運用這些主題或其他領域的學習。在這項標準下又可分成系統、思考、模型、量值與大小、平衡和穩定、形式的改變、充分運用等六項學習標準。

(七) 科技的問題解決

學生可以運用數學、科學、科技的知識與思考技巧，

來表達真實生活的問題並作出有知識的決定。在這項標準下又可分成連結、策略、科技問題解決的技巧與策略等三項學習標準。

二、高一或高二（十一、十二年級）工程原理（Principle of Engineering）的課程介紹

美國紐約州教育局在西元 1995 年發行了一本工程原理的科技教育：以 MST 為基礎的科技教育（Technology Education Principles of Engineering: An MST Approach to Technology Education.），此課程乃是向 9-12 年級學生介紹工程概念，其中針對十一和十二年級一整年開設的工程原理選修課程，其教學綱要可分成以下幾項：

（一）教學目的：此課程乃是要培養學生：

1. 激發學生對工程、科技的興趣。
2. 了解科學、科技、工程的關係。
3. 整合數學、科學、科技知能。
4. 增加一般科技素養。

（二）課程訓練

此課程乃是屬於個案研究，採用動手作實驗來傳達學生所學到的概念、技術、態度等。

（三）學習環境

此課程乃是在專屬的專科教室進行教學，教室內提供學生個人、小組或團體的機具和材料，機具包含木材、金屬、塑膠、電子和簡單化學用品的手工具，同時也有電腦輔助設計和控制的設備。

(四) 教學摘要

由真實生活個案工程問題研究中的主要概念、技術、態度所組合而成，在不同教學個案內容中學生可以不斷地運用和增進設計能力。

(五) 個案研究

每一個案先由老師來教授重要概念，再指導學生進行個人、小組的實作個案研究，下列是幾個個案主題：

1. 汽車安全。
2. 傳播科技的人體工程。
3. 自動化機器。
4. 建築物結構。

(六) 教學內容

藉由個案研究，教學內容著重於以下六個工程概念的發展：

1. 建模：利用文字、圖片或數學模式來描述一個系統。
2. 系統：描述系統的輸入、過程、輸出、回饋（控制機構）；解釋系統如何包含關聯的子系統；比較封閉和開放系統。
3. 最佳化：解釋溝通協定的結果；以真實生活的狀況來設定標準；作決定時，須注意能力是否與限制標準有衝突，如此成果才會值得期待；培養用運算、正確試驗和嘗試錯誤法來作決定的能力；使用成本利益和效率來分析以作決定，成本須考量到人格、社會、政治環境、經濟狀況等。

4. 科技與社會的互動：利用科技系統來評估某些專業科技的運用對未來社會的衝擊；描述科技 - 社會之間的問題選擇解決方案的過程，可以從教育（行為模式）、合法（規則和法律）、科技設備（使用科技來解決問題）三個方向來作選擇；漸漸包含了某些志願的行為，例如遊說、回收、發展真實生活需要的科技設備。
5. 工程設計：練習設計的過程；設計時須考量人和環境的因素；運用設計原則，例如：形式、功用、顏色、平衡和一致性；設計時選擇最適當的材料；設計產品時須考量產品功能的效率、市場、時間和價值等。
6. 工程倫理：考慮工程合約協定、工程活動的需注意的法律及專業責任；社會責任須考量到人、環境和社會的正負面影響、作決定時須注意長期和短期的風險。

（七）教學內容實例

每個個案研究都可以將上述的六個工程概念融入，以自動化機械單元的『齒輪箱』來說，可以進行下列活動：

1. 建模：製造一個齒輪箱。
2. 系統：解釋齒輪比和組合齒輪變速箱的概念。
3. 最佳化：解釋價格、速度、強度之間的關係。
4. 科技與社會互動：解釋車子變速箱對社會的影響。
5. 工程設計：設計和製作可以轉 90 度的齒輪機構。
6. 工程倫理：討論車子製造商對變速箱系統暴衝（當車子引擎仍發動在停駐時，自行轉換成倒檔後退的情形）的責任。

(八) 教學結果

學生上完此課程後，可學習和培養下列廣泛的知能與態度：

1. 學生將可以有分析問題情況、定義解決方案的能力。
2. 學生將可以有人對人、人對團體、人對機器、機器對機器的溝通能力。
3. 學生將會使用電腦輔助設計，如 CAD 或 CAM 等軟體；運用電腦模擬計算所需的數據資料；尋找需要資訊來源，如學校圖書館、上網、詢問專家等方式；使用手動工具與機器設備；運用電腦軟體與硬體等科技設備的能力。
4. 學生將可以有選擇適當材料的能力，在選擇中會考量材料特性、強度、價錢等。
5. 學生將可以有刻度和標準概念量測的能力，運用多樣的測量設備來量體積、面積、距離、時間、力、速度、加速度等。
6. 學生將可以有運用數學和科學的能力，例如個案研究中計算材料的熱流失、計算齒輪箱中機械利益與齒輪比的關係，可以增加推理、解釋等概念。
7. 科學、科技與社會的互相影響。
8. 科技可以解決人類的問題。
9. 科技是整個大系統（社會、經濟、政治）的一部分。
10. 人們可以使用科技來造福人群。
11. 工程師應該有高標準的道德行為。
12. 工程師從事他們專業工作時，應該將人類的安全、

健康、福祉視為最重要的部份。

(九) 教學評量

經由個案教學後，採多元評量方式進行，例如用紙、筆測驗來評量某些重要概念；採用學習歷程檔案來紀錄；透過學生或小組與老師討論的情形等方式。

綜上所述，從 ITEA、麻塞諸塞州及紐約州等國、高中工程設計取向的科技教育課程標準中，可統整得到國中工程設計取向科技教育有以下幾點特色：

- 一、 國中科技教育之工程設計為一系列連續教學過程。
- 二、 國中科技教育採用工程設計，宜採用分組方式進行教學。
- 三、 國中階段可運用多媒體、文字、圖表的溝通來描述工程設計的方案。
- 四、 國中科技教育採用工程設計需強調蒐集工程系統相關資訊，並適時表達個人或各組的想法。
- 五、 國中科技教育採用工程設計步驟可以培養原型製作的能力。
- 六、 國中階段工程設計會運用到數學、科學等相關知識。
- 七、 國中階段工程設計的問題，常為真實生活上工程取向的問題。
- 八、 國中階段科技教育採用工程設計需強調建模、系統、最佳化及工程倫理等工程概念。
- 九、 國中階段科技教育採用工程設計需強調了解工程領域對個人、社會及環境的影響。

十、國中科技教育採用工程設計的教學評量，宜採用多元化方式進行，如：學習歷程檔案等。

此外，亦發現國中階段工程設計取向科技教育的教學活動與教材可從科技教育的發展趨勢、工程設計取向的理論基礎與教學策略等三方面所組合而成，如圖 2-4-1。



圖 2-4-1 國中工程設計取向科技教育