

造形描述科技與創意設計

周立倫

國立臺灣師範大學工業科技教育學系副教授

如果文學家以語言作創作，音樂家以聲音作創作，那麼設計師就是以造形作創作的人。不論建築設計、室內設計、產品設計或工藝設計等工作，最終的產出物都是一些實體的 3D 造形。這些造形原本只是存在於設計師的想像中，要讓它們付諸實現，設計師必須先設法把它們「描述」或「表達」出來，讓施工單位了解設計師的構想到底如何，也才能正確無誤的予以建造或製作。

文學家以文字來描述語言，音樂家以五線譜來描述聲音，那麼設計師要用甚麼方式來描述立體造形呢？在過去，最經濟、有效的方法就是以正投影多面視圖的方式，加上尺寸及其他文字或符號的標註來描述。這也是「圖學」、「工程圖學」、「機械製圖」、「建築製圖」等課程的基礎。

然而，正投影多面視圖所能精準描述的造形，僅限於空間中的直線、圓弧線、平面、圓柱面、圓錐面及球面。對於空間中的任意曲線及曲面，就很難精準的描述了。如果以立體模型來描述 3D 造形，當然也可以，但是製作立體模型本身就耗費資源，何況也不太可能製作得很精準。因此立體模型大都只是用於視覺檢討，而非用作工程依據。

從上個世紀末期開始，數位科技進步神速，各式各樣的 3D 電腦繪圖軟、硬體陸續被開發問市。功能不斷的進步，價錢卻不斷的下降，幾乎已經達到每個設計工作者都能夠負擔的地步。使用 3D 繪圖軟體建構數位立體模型的科技，已經成為描述立體造形最重要的方式。學習設計的年輕學子，如果不具備這項科技能力，可能會面臨找不到工作的窘境。

「設計與製作」是教育部所頒布的九年一貫課程中，「自然與生活科技」學習領域中的八個「科學與科技素養」能力要項之一。如果學生不具備造形描述的能力，根本就無法進行「設計與製作」相關的教學。這也說明了為什麼在中學階段，「圖學」一直都是生科教師最喜歡教授的科技內容之一。如今，順應時代的變遷，如果能尋覓到適當的 3D 繪圖軟體，也許在中學階段就可以嘗試讓學生們使用。畢竟現今的中學生，是握著滑鼠長大的世代。3D 繪圖軟體對他們而言，或許就像電腦遊戲一樣的簡單呢！

推薦一個適合於中學生活科技課程學習及使用的 3D

繪圖軟體 — Rhinoceros 4.0

周立倫

國立臺灣師範大學工業科技教育學系副教授

壹、中學生活科技課程中的造形描述需求

「設計與製作」是教育部所頒布的九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域中的八個「科學與科技素養」能力要項之一。其中第四階段(七、八、九年級)，編號 8-4-0-2 的內容為：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。而附錄一：「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項次主題 530：「創意與製作」項下，也列出：2b.「圖文表達」及 4a.「製作模型」的內容。如果創意與構想本身牽涉到立體造形，那麼要將它「表達」出來，單靠文字是不可能的，最有效的方法還是透過「視覺」的途徑，即繪圖或模型。其中最經濟有效的方式當然是繪圖。

在中學階段，不論從前的工藝課程或者現在的生活科技課程，「製圖」一直都是首要的教學內容之一。如果不先把製圖學好，學生就無法在後續的課程中，從事任何與立體造形相關的設計及規劃工作。在生活科技的前身——工藝課程的內容中，包括金工、木工、塑膠工、陶瓷工等部分，都與立體造形有關。學生在設計作業時，都要透過三視圖、斜視圖或等角圖等方式來描述造形構想，並據以訂定出完整的工作計畫。現在的生活科技課程內容中，雖然不再凸顯這些單位行業，但也還保留有一項「設計與製作」科技素養能力要項。看起來，將「製圖」（造形描述）列為教學內容，依舊有其必要性。

由於數位工具的開發及推廣，現今與立體造形設計有關的工作領域中，越來越多的行業放棄以正投影多面視圖作為造形描述的核心，而開始使用 3D 繪圖軟體所建構的數位模型來描述立體造型。如果需要三視圖，電腦也可以根據數位模型直接投影製作出來。根據筆者的觀察與了解，機械設計、工業設計等行業幾乎已經全面使用 3D 繪圖軟體；建築設計則仍在持續的導入中；室內設計似乎最慢。雖然也會使用某些動畫軟體製作透視彩現圖，供客戶參考，但設計師所使用的造形描述工具，仍舊是以 2D 的 AutoCAD 所繪製的平面、立面及施工圖為主。

貳、適合中學生活科技課程使用的 3D 繪圖軟體

十多年來，筆者一直不斷的嘗試及學習各種 3D 繪圖軟體，除了尋找適合自己設計及創作工作使用之外，也在尋覓一個適合中學生學習使用的 3D 軟體。這些軟體的差異性頗大，有些適用於工程設計；有些適用於動畫。筆者認為，一個適合中學生學習使用的 3D 繪圖軟體，應該具有下列條件：

1. 所建構的造形應以「人造物」為主，亦即產品、機械裝置、家具、建築物等，而非動物、植物等自然造形。
2. 具備精準的尺寸掌控機制。
3. 介面及操作方式簡單又直觀，符合一般邏輯和經驗。
4. 非小型學習軟體，為正式專業版軟體，學生終身都能使用，並且目前的設計專業人士也在使用。
5. 應用範圍廣，產品設計、機械設計、工藝設計、建築設計、室內設計等行業都能用。
6. 具中文介面。
7. 價錢要便宜，最好有免費的全功能試用版。
8. 提供充分及易懂的自學內容，供學習者自我學習。
9. 具未來性及發展性。

經過長時間的學習、試用及比較，筆者認為 Rhinoceros 4.0 是最符合上述條件的 3D 繪圖軟體。

要了解一個軟體的優、缺點，得先花上許多時間徹底學會它，才可能真正有所體會。如果要比較不同軟體的優、缺點，則更要將不同的軟體徹底學會，才能客觀（其實是主觀）的予以評價。學習新的軟體像是一場賭注（有點類似婚姻），若非投資足夠多學習的時間，實在無法看清楚它的真面目。筆者之所以「認為」Rhinoceros 4.0 是一個最符合上述條件的 3D 繪圖軟體，當然也是多年使用及比較的結果。

對於軟體「優點」及「缺點」的評斷，有時候真的很主觀，尤其是介面及操作方式。有的人喜歡直觀的操作方式，不喜歡精準的參數設定；有些人卻習慣每一步驟都要設定參數。這就像是有些人喜歡徒手素描；有些人喜歡以直尺、圓規來繪圖一樣。Rhinoceros 4.0 的介面及操作方式介於動畫及工程軟體

之間，應該屬於 CAID（Computer Aid Industrial Design）軟體。使用者可以很隨興的憑直覺建構造型，也可以每一步驟都斤斤計較的以數字來設定。所建構的造型也可以像動畫軟體那樣不顧尺寸的東拉西扯、任意變形。

當然，也有些優、缺點是很客觀的，例如價錢。大多數的 3D 繪圖軟體都非常昂貴，價位從十幾萬、幾十萬到百萬台幣以上。而 Rhinoceros 4.0 的價格真的很低：專業版 34,900，教育版只要 25,000 / 30 人機。還提供全功能的免費試用板，唯一的限制就是只能儲存 25 次，之後就不能再儲存了，但還是可以使用。我有一位學生在國中生活科技課程中使用，因為她們學校的電腦有安裝還原卡，所以只要重新開機，就可以重新安裝一次，再享受 25 次儲存的功能。

參、實際使用範例

以下將透過幾個實際的例子，來說明 Rhinoceros 4.0 在中學生活科技課程中可能的應用方式。這些都是筆者認為可能適用於中學生的例子，尚未有任何實際的教學成果可供驗證，僅提供給大家參考。

一、基本圖學應用

學習製圖最基本、也是最難的部分，就是如何從三視圖中想像出立體造型。老師要花許多工夫，用許多模型或道具，來解釋正投影到底是怎麼一回事。如果以 Rhinoceros 4.0 來建構 3D 造型，基本上就像堆積木一樣，把各個立體造型拼湊在一起，再將要的部分加在一起（聯集），將不要的部分減掉（差集）即可（圖 1）。

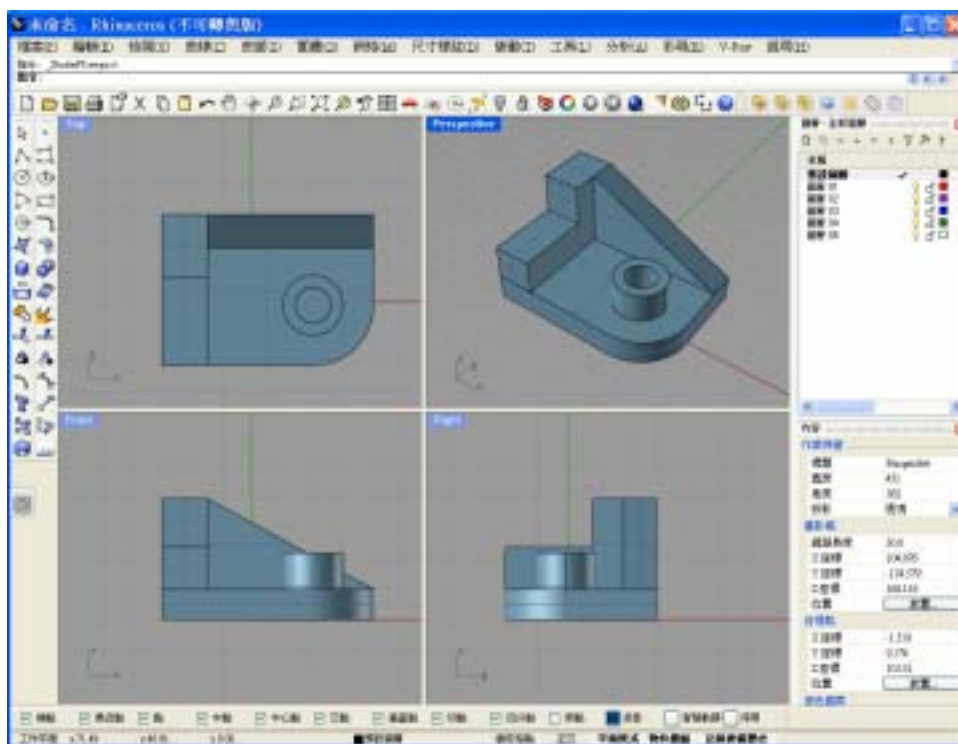


圖 1. 在 Rhinoceros 4.0 中建構簡單的立體造形。

學生可以在透視圖視窗中，任意操作立體造形，並在上視圖、正視圖及側視圖視窗中看到正投影的結果。如此一來，學生也許可以從建構造形的操作中，不知不覺的學會投影的觀念。如果需要製作三視圖以及標註尺寸，也能使用 Rhinoceros 4.0 中的相關工具迅速完成(圖 2，圖 3)。

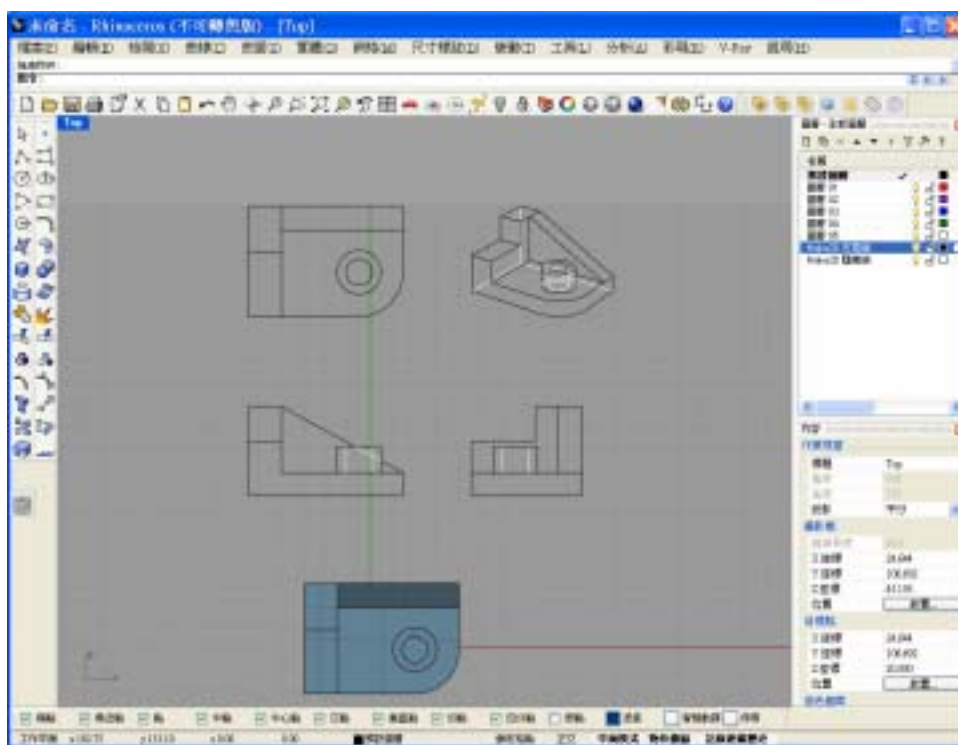


圖 2. Rhinoceros 4.0 能自動產生正投影多面視圖。

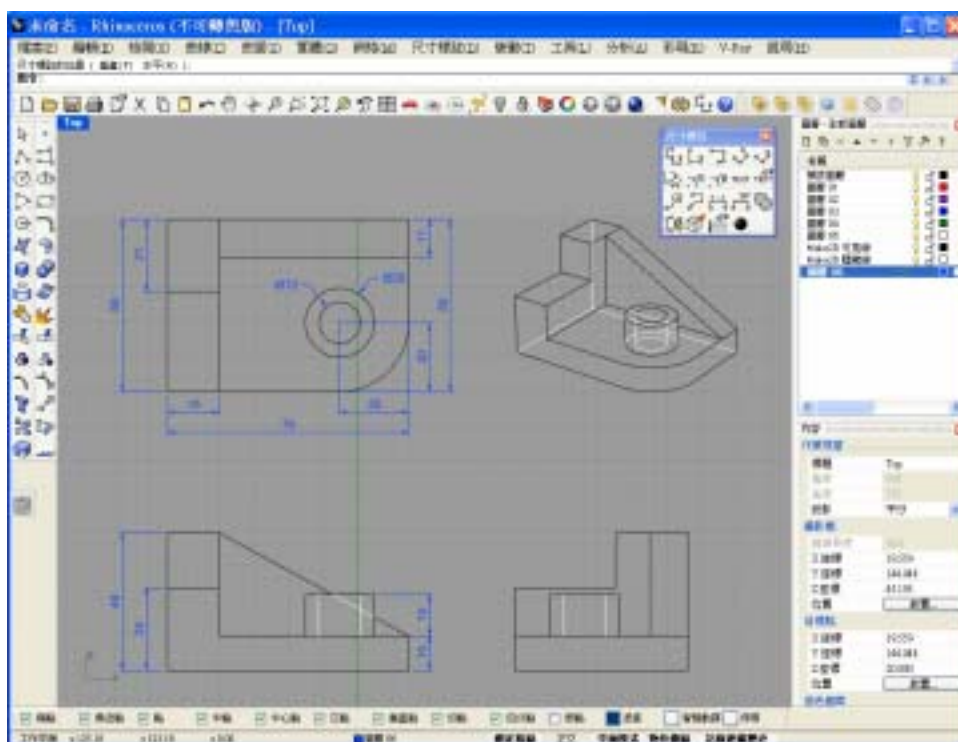


圖 3. 在 Rhinoceros 4.0 中標註尺寸又方便又迅速。

二、冰棒棍房屋設計製作

印象裏好像有許多老師在教到營建科技的部分時，都會讓學生以扁扁的冰棒（雪糕）棍來建構房屋造形。如果以 Rhinoceros 4.0 來做設計規劃，不但可以事先看到房屋的樣貌，還可以依設計來備料及裁切（圖 4，圖 5）。

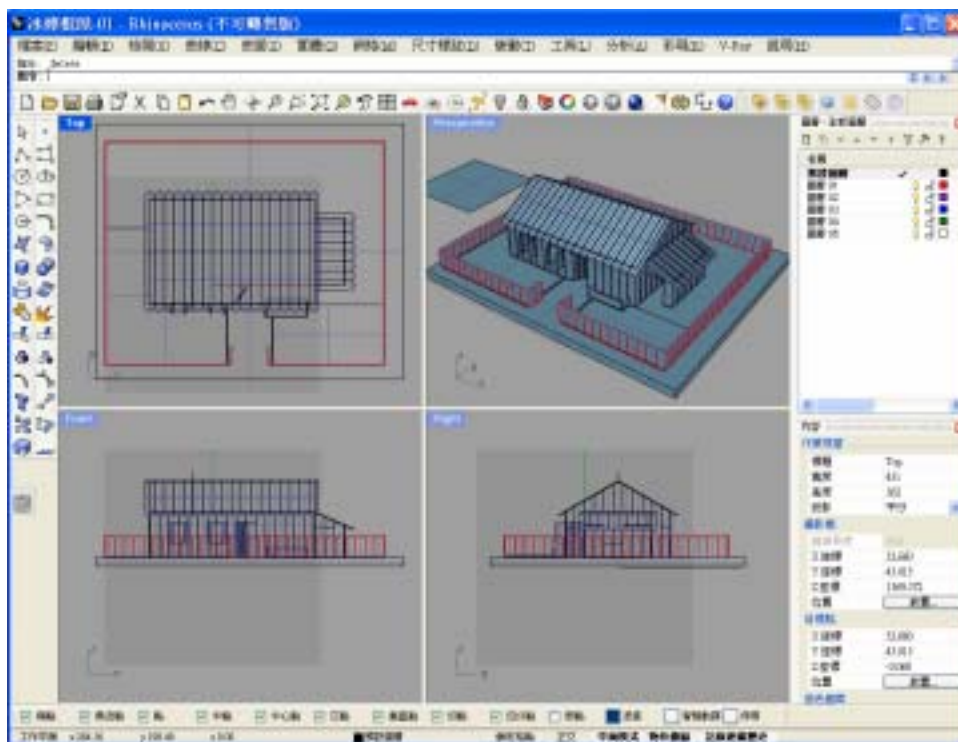


圖 4. 以 Rhinoceros 4.0 建造冰棒棍屋，又迅速又準確。

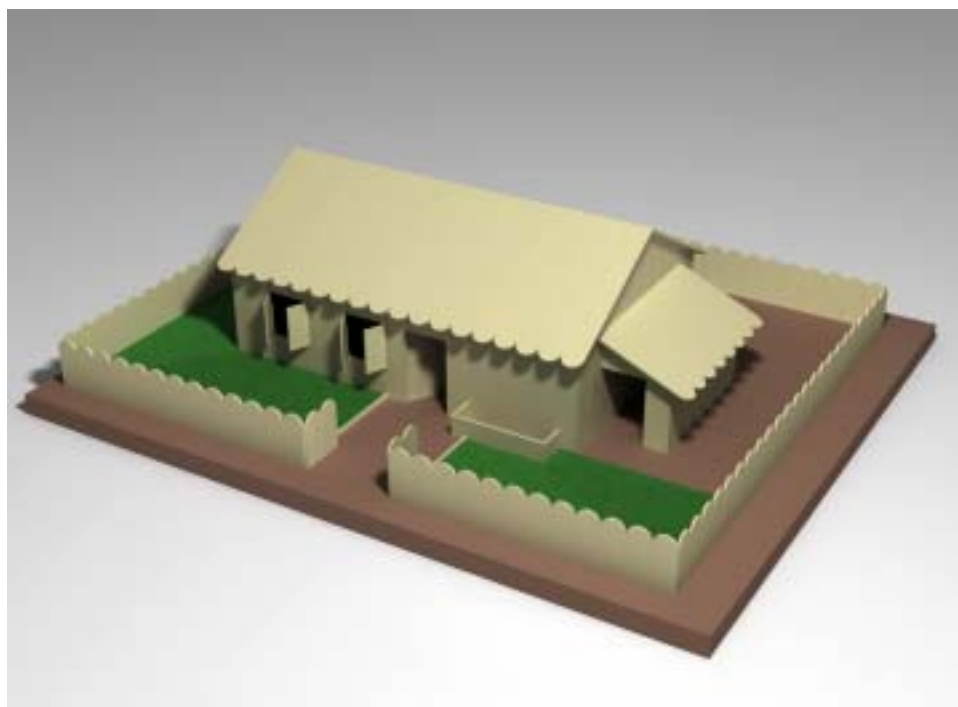


圖 5. 彩現圖看起來更真實。

筆者認為，像這樣的作業，雖然也包括設計及製作，但因為冰棒棍加工容易，只是動用簡單的文具就可以進行，並無任何技術可言，所以應該將重點放在設計方面。如果以 Rhinoceros 4.0 進行設計，不但迅速，而且分毫不花。更可以清楚的和老師討論設計構想。最重要的是，學生可以學習到，如何在執行工作之前，仔細的將事情規劃完善。

三、飛機設計

Rhinoceros 4.0 有一個工具，可以標示出任意實體模型的體積重心位置。這讓我想到了，可以利用它來設計簡單的飛機造形。因為機翼的位置要在機身重心的上方，由機翼產生的浮昇力才可以平穩的拉起機身（圖 6）。當然，飛機的造形設計也可以事先看到（圖 7）。

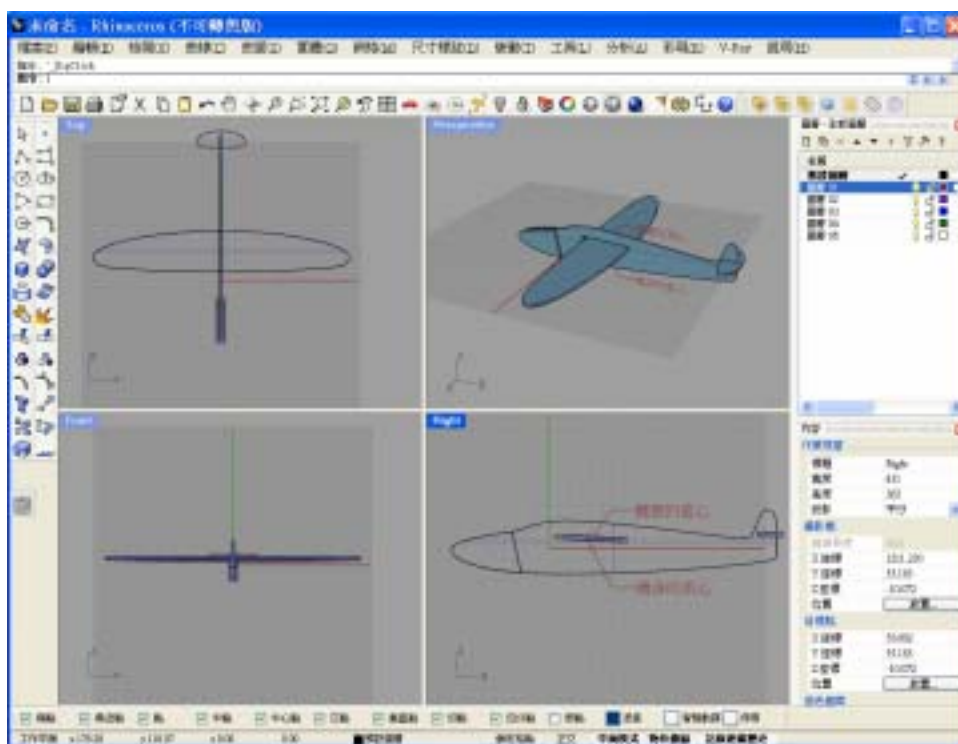


圖 6. 透過重心的位置來安排機身及機翼的相對位置。

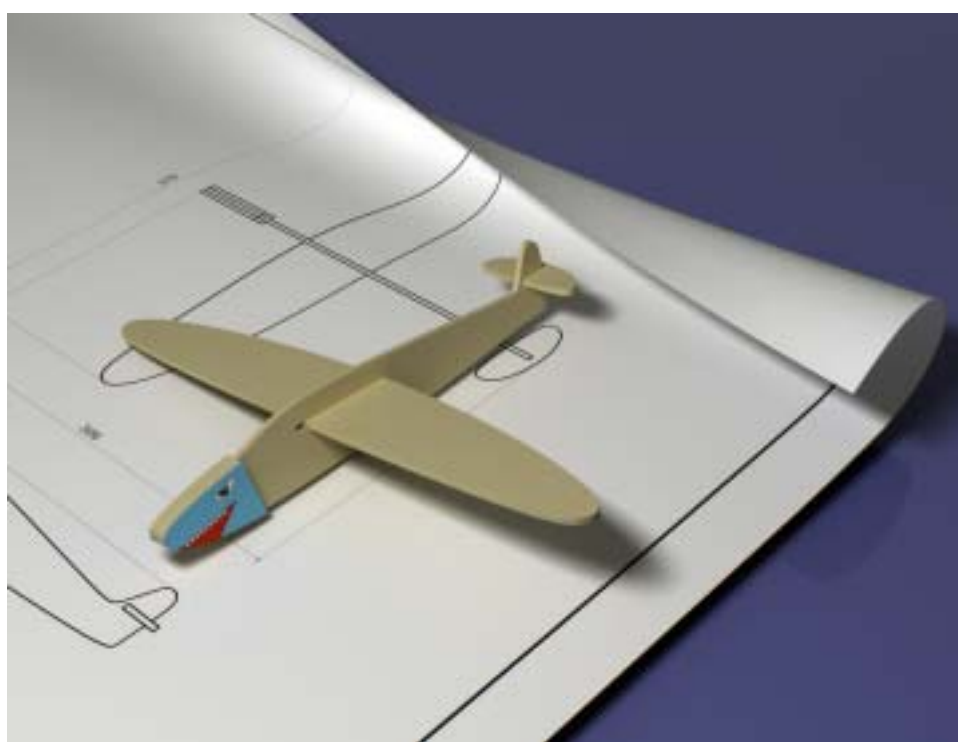


圖 7. 飛機的造形也可以事先欣賞到。

四、風動雕塑 (Mobile Sculpture)

這是美國知名雕塑家 Alexander Calder 所創造的雕塑風格。製作關鍵在於重心的掌握。透過 Rhinoceros 4.0 的使用，可以較精準的設計規劃出變化多端的造形(圖 8)。



圖 8. 以 Rhinoceros 4.0 設計的風動雕塑作品（彩現圖）。

五、紙雕製作

學過交線及展開圖的人應該都會同意，這是圖學中相當困難的部分，因為面對的都是空間中的曲面。要畫出空間中兩個相貫體的交線真是不容易，要拉好多條線，才能求出一個點；要求出好多點，才能以雲型定規畫出近似的交線。畫好了交線，才能逐步將展開圖畫出。整個工作耗時費工，一不小心，就會畫錯。Rhinoceros 4.0 能正確無誤的展開單曲面（NURBS 曲面的 U、V 方向中，有一方由直線所構成）。因此，不論是鈹金或紙雕，都可以直接以 Rhinoceros 4.0 來設計造形（圖 9）。只要確定該造形是由單曲面所構成，Rhinoceros 4.0 都可以迅速的將它們一一製作成精準的展開圖（圖 10）。如果是紙雕作品，只要再畫出黏貼的部分，就可以將圖形列印在紙上，經過切割、裁剪，便可以黏成與當初設計完全一致的造形了（圖 11，圖 12）。

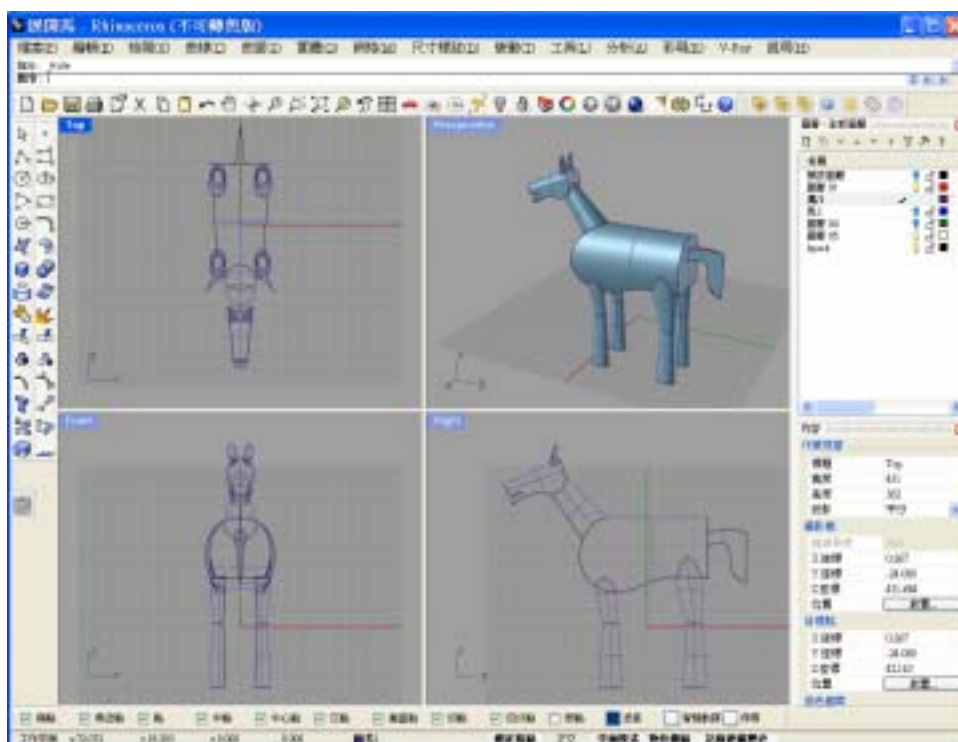


圖 9. 以 Rhinoceros 4.0 設計的紙雕馬。

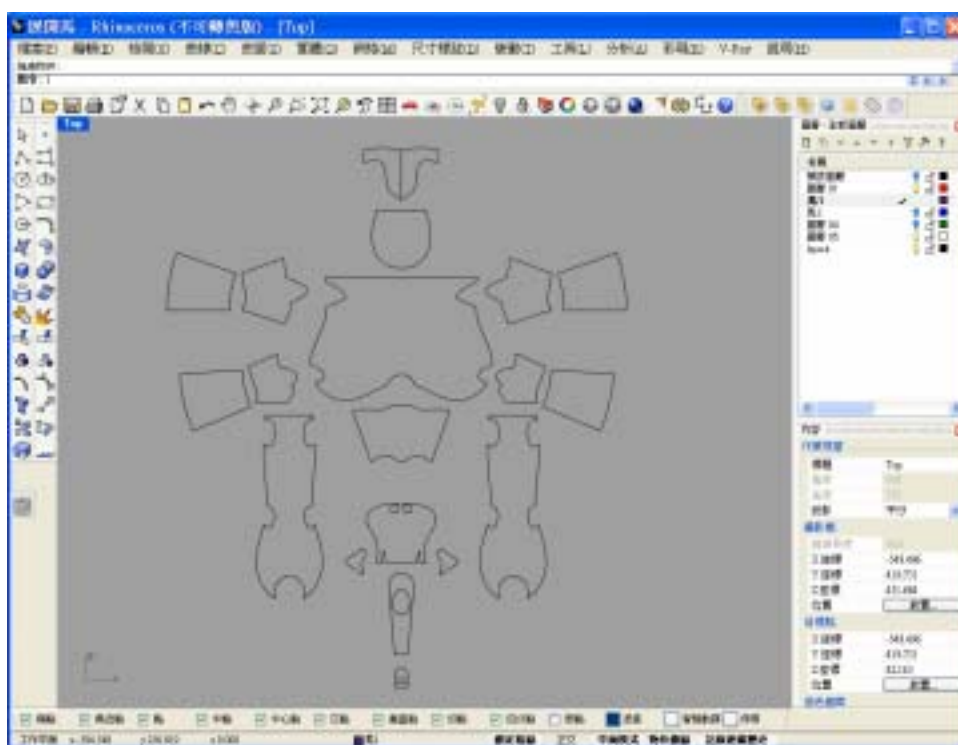


圖 10. Rhinoceros 4.0 能夠將單曲面製作成精準的展開圖。



圖 11 紙雕馬完成圖（彩現圖）



圖 12. 紙雕豬完成圖（彩現圖）

電腦輔助設計在曲面造形木材工藝作品上之應用

- 雙色曲面造形帆船之設計及製作

周立倫^{*}、盧俊宏^{**}、黃彥霖^{***}

^{*} 國立臺灣師範大學工業科技教育學系副教授

^{**} 國立臺灣師範大學工業教育學系副教授

^{***} 國立臺灣師範大學工業教育學系研究生



壹、前言

本案是我國參與世界展能競賽的代表，在競賽結束、載譽歸國之後，接受總統召見時，獻給總統的紀念品。由行政院勞委會中部辦公室委託國立台灣師範大學工業教育學系室內設計組木工場設計製作。本案作品看似單純，但其中運用到許多有關設計、美學、電腦繪圖及木材加工方面的專業知識和技術，也發展出頗具創意的問題解決方案。使得整個工作可以在最短的時間內，使用最少的材料予以完成。本文即完整敘述此一專案的發展及製作過程，冀能提供各界參考和指教。

貳、設計構想

本案最初的構想，是希望能依實際的帆船樣式，按比例縮小，製作出較寫實的模型。但由於沒有太多時間可供製作，且木製帆船模型到處可見，也了無新意。經過溝通、討論之後，決定捨棄這個想法，改為透過較抽象簡潔的造形，傳達出帆船的「精神象徵」，同時也能展現出木材本身的「材質之美」。據此，工作小組訂定出本案的設計目標，並逐步發展出符合目標的造形，可表現出下列美感特質：

一、抽象造形之美

將帆船的造形特徵予以極簡化，使得整件作品僅由少數曲面所構成，整體造形定位在似與不似之間。當觀者不再被瑣碎的細節干擾時，自然會把注意力放在整體造形上，而作品所欲傳達的「精神象徵」，例如：快樂出航、鵬程萬里、蓄勢待發、一帆風順等意象才會更為明顯。

二、剛柔並濟之美

船身是由單曲面所構成，船帆則是由複曲面所構成。雖然都是曲面，但因為構成單曲面的 U、V 方向中，有一方向恆為直線，因此較具「剛」性。而構成複曲面的 U、V 方向均為曲線，因此較具「柔」性。在真實的帆船上，船身是以木材製作，船帆是以帆布製作，本來就是剛柔並濟。

此外，從俯視圖中可以看出兩片船帆組成一個 S 形的曲線，而不是合乎物理現象，受同方向風吹，所產生的兩個同方向的 C 形曲線。這也是為了表現船帆之「柔」刻意作出的安排。因為 S 形曲線較柔軟（例如女性身軀），C 形的曲線則較具彈力與張力（例如彎弓）。

三、律動之美

觀者的視線順著由深色及淺色木材所構成的平行曲線，以 S 形的方式，在大、小船帆之間游走，產生有節奏的視覺經驗，構成了律動之美。

四、漸變之美

深色及淺色木材所構成的平行曲線，從下往上逐漸變短，形成了漸變之美。

五、動態之美

從正視圖可以看出，船身及船帆都略為向後傾斜，而非尋常的水平及垂直線。此種略為傾斜的線條，能表現出向前衝的視覺效果，因而賦予作品動態之美。

六、材質之美

造形太過簡單的作品，經常會缺乏扣人心弦的細節。在本作品中，這項弱

點剛好可以靠美麗的木紋來補強，而美麗的木紋也必須要有簡單的曲面才能表現得淋漓盡致。本作品在船帆的部分使用兩種顏色不同的木材，分別為淺色的美國松木及深色的花梨木。除了顏色不同，也分別代表針葉樹及闊葉樹木紋的不同材質之美。

七、線條之美

由大曲面所構成的作品，由於較缺線條感，造形經常會顯得鬆散。本作品以深、淺色木材交疊的方式，在原本不易吸引目光的單調曲面造形上，營造出空間的帶狀流動，產生線條之美。

參、電腦輔助設計

本作品能夠在相當短的時間內完成精準的設計與施工，關鍵在於 3D 電腦繪圖軟體的使用。本案系以 Rhinoceros 4.0 作為設計及放樣工具，在確定了構想草圖之後，便直接在軟體中建構 3D 模型。3D 模型一旦完成，後續所需的三視圖、彩現圖、積層木板放樣圖等輔助施工的圖樣，都可以透過軟體內的工具迅速完成。相較於從前以 2D 正投影多面視圖，作為造形描述的主要依據，這種以 3D 數位模型作為造形描述核心的作法，能夠更有效率的工作，並延伸出更多的用途及發展。無怪乎當今的眾多設計領域，紛紛將此工作方式列為標準流程。不諳此技術者，相形之下便顯得缺乏競爭力了。以下即簡略說明本案中電腦輔助設計的過程。

一、Rhinoceros 4.0 簡介

Rhinoceros (通常簡稱 Rhino) 是一個最近幾年迅速竄紅的 3D 繪圖軟體。因為她的功能非常強大，價格卻非常便宜，逐漸受到各類設計界的喜愛。目前的版本是 4.0。

Rhinoceros 4.0 是以 NURBS 曲面為核心的 3D 繪圖軟體，其建模方式非常多樣化。除了能夠用來繪製較理性的機械、建築等造形，也非常適合用來設計較感性的工藝類產品，例如：珠寶、陶瓷器、家具等等。其特點簡介如下：

1. 繪圖方式及尺寸掌握方式與 AutoCAD 非常相似，可以精準的建立點、曲線、曲面、實體等物件。
2. 3D 曲面建構方式非常多樣化，容易上手，一學就會。
3. NURBS 曲面可任意切割、縫合，不會造成破洞，可輕易維持物件的實體

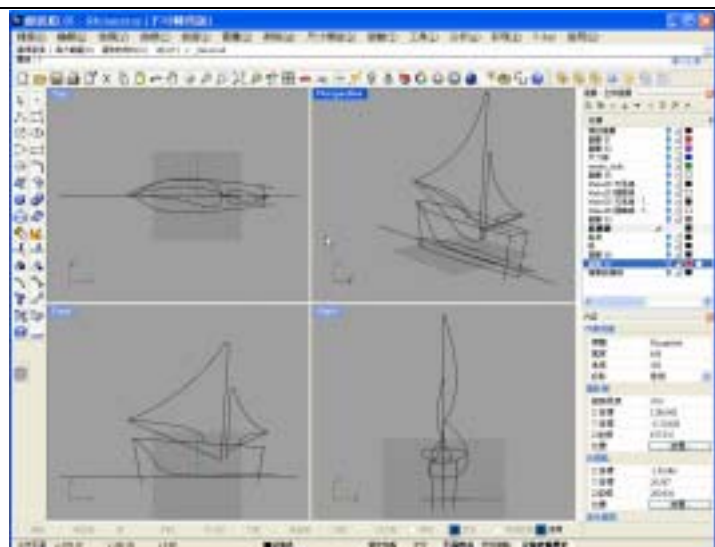
性。

4. 有眾多輔助工具，可以將物件作多種編修，以建構變化多端的 3D 物件。
5. 有許多分析工具，可分析物件的特性，例如長度、距離、面積、體積、曲率重心等等。
6. 可自動產生 2D 工作圖，並可自動標註尺寸。
7. 配合較佳的外掛彩現軟體，例如 Flamingo、Vray、Brazil、Maxwell 等，可製作出照片般寫實的彩現圖。
8. 為開放式平台，可供其他專業使用者開發特殊設計領域的外掛程式。
9. 豐富的轉檔格式，可將建構出來的 3D 及 2D 物件轉至其他軟體運用。
10. 多種網格 (Mesh) 編修工具，可編修多面體類形物件，並可修補網格。
11. 可自行編寫巨集程式，供自己或他人使用。
12. 有多種語言介面可供選用，切換容易。
13. 雖然工具多達一千個以上，但具備方便的提示及查詢功能，讓使用者得以邊用邊學，不必刻意強記各種工具的用途及操作方式。

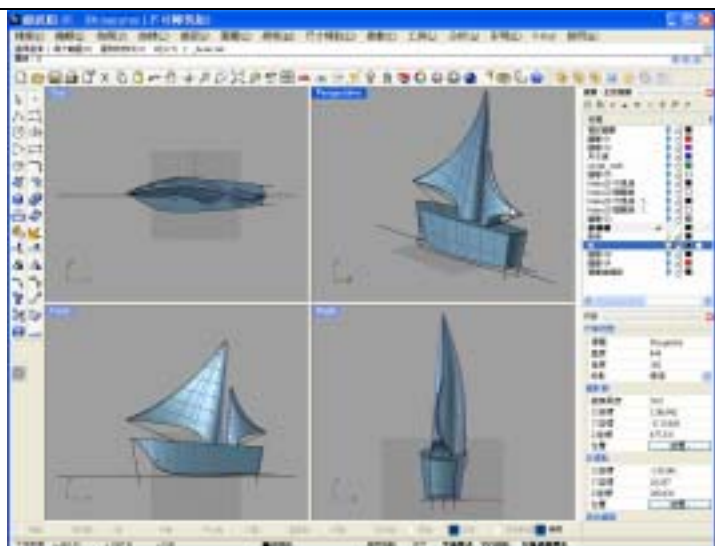
二、建模

Rhinoceros 4.0 的建模方式，是以 NURBS 曲面定義出 3D 物件的表面。而 NURBS 曲面建立的方式，通常都要先繪製出 NURBS 曲面 U 方向或 V 方向的關鍵曲線，再透過例如旋轉掃掠、單軌掃掠、雙軌掃掠、放樣等諸多方式鋪出 NURBS 曲面。之後還可使用切割、組合、布林運算等諸多工具拼湊出所需造形。由於操作細節非本文重點，此處不予詳列，僅呈現關鍵步驟：

1. 先繪製出構成該曲面 U 方向或 V 方向的關鍵曲線

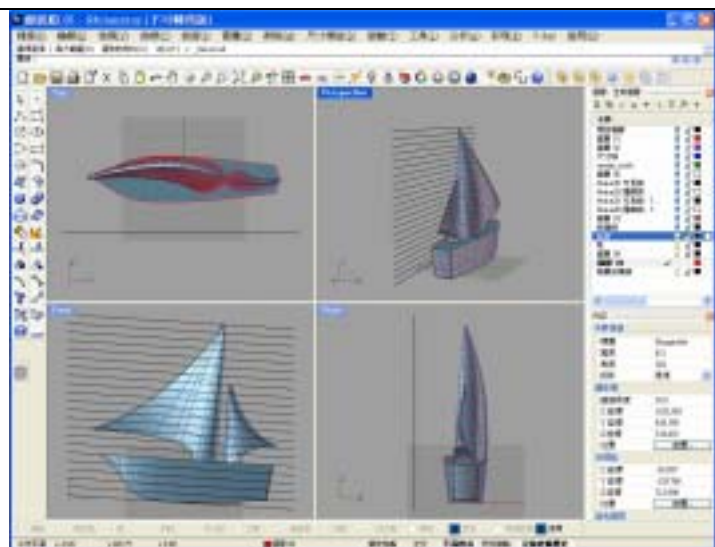


2. 再以各種方式鋪設出曲面。

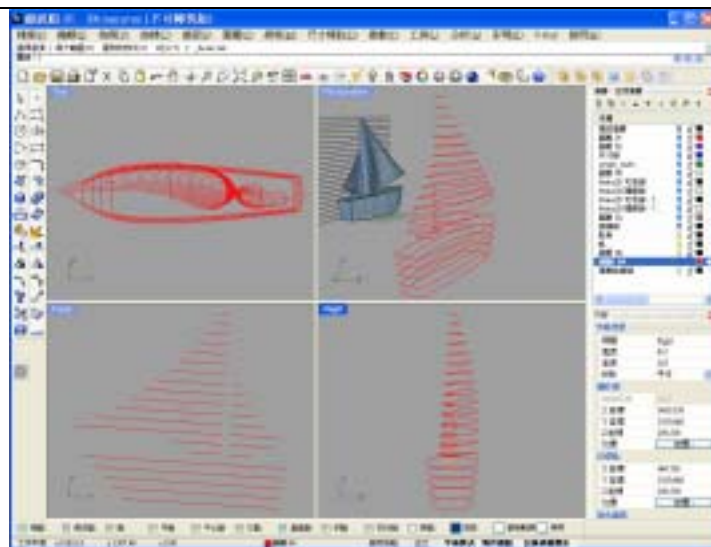


三、製作積層木板輪廓放樣圖

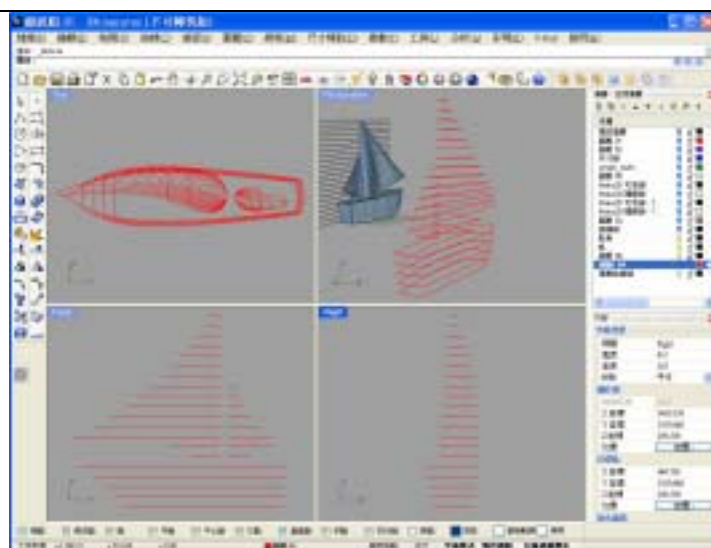
1. 先在正視圖中繪製出積層木板的切割線 再以投影工具在曲面上投影出積層木板的輪廓線。



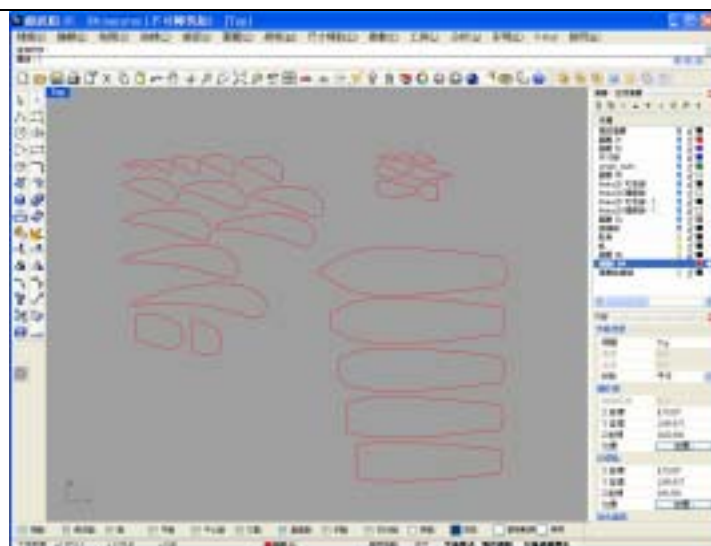
2. 將輪廓線取出。



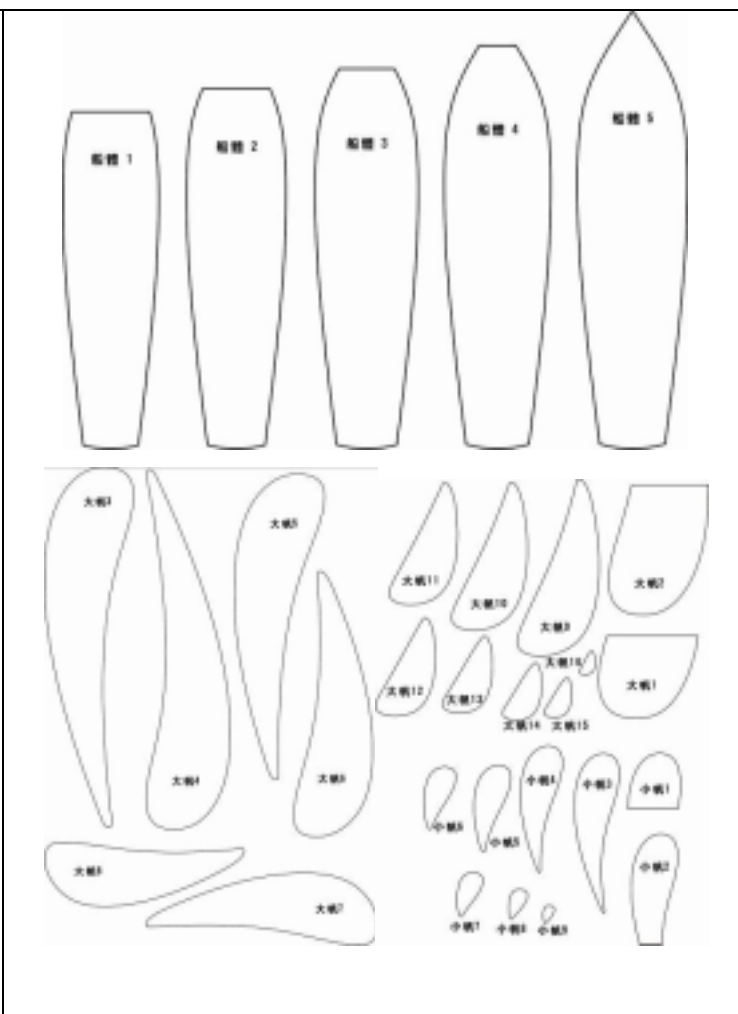
3. 將輪廓線旋轉成水平。



4. 在上視圖中將輪廓線一個個拉開,準備進一步安排成適合列印的放樣稿。

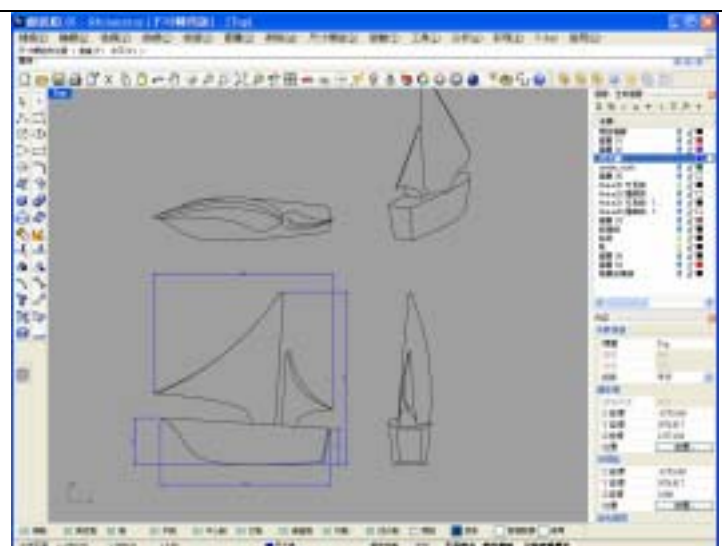


6. 亦可如本案處理方式，轉檔成 Adobe Illustrator 格式，再輸入至 CorelDRAW 13 中編輯並列印。

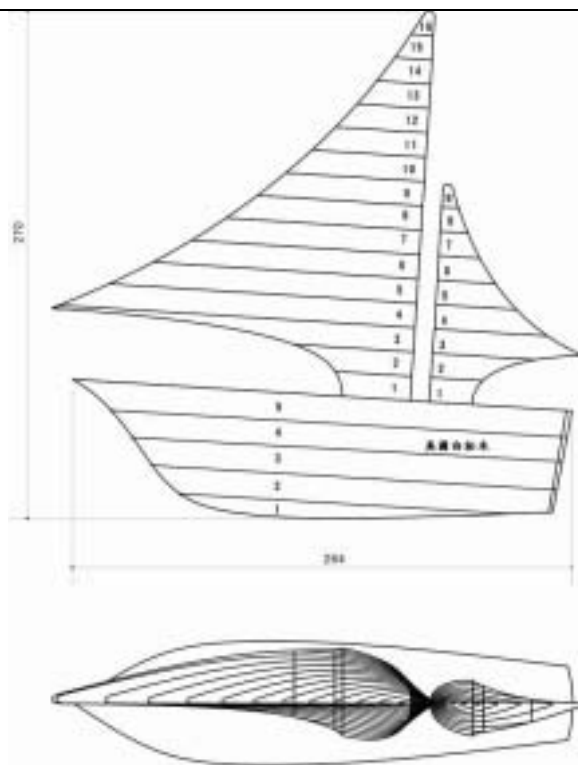


四、製作正投影三視圖及尺寸標註

1. 在 Rhinoceros 4.0 中，可自動將 3D 物件投影成正投影多面視圖，也可以依需求自動繪製出各種尺寸標註。



2. 由於本案為工藝作品，在尺寸的要求上不必十分嚴謹，且作品幾乎都是由曲面所構成，製作時亦無法逐點量測，因此只要標示出主要尺寸即可。其製作品質之良窳，則端賴放樣的準確度及加工時對曲面的掌握。



五、製作彩現圖

Rhinoceros 4.0 本身的彩現功能相當陽春，無法製作出高品質的彩現圖，需藉助於各種外掛的彩現軟體。本例所採用的是 V-Ray 外掛彩現軟體。彩現工作包括材質設定、貼圖軸設定、燈光設定、地面設定、背景設定、環境設定、彩現算圖引擎選用及參數設定等許多步驟。如果安排及設定得當，所產出的彩現圖可以像照片一樣逼真，在作品尚未完成前，就能從不同角度「欣賞」作品。

彩現圖對於設計檢討、設計溝通以及最終造形決定等方面，都有非常大的幫助。從前，設計師以傳統繪圖工具繪製仿真的產品表現圖（或稱為預想圖），是一件費時又費工的工作，且需要長時間的繪畫養成教育，才能達到專業的水準。如今，這一部分的工作都在電腦軟體中完成，也使得在現今的設計工作流程中，對於動手繪製精細表現圖能力方面的需求，大不如從前。

以下即為本設計案各個角度的彩現圖：

彩現圖之一：左前方。



彩現圖之二：右前方。



彩現圖之三：側方。



彩現圖之四：右後方。



彩現圖之五：正投影三視圖彩現圖（依家具木工製圖慣例，以第一角法呈現）。



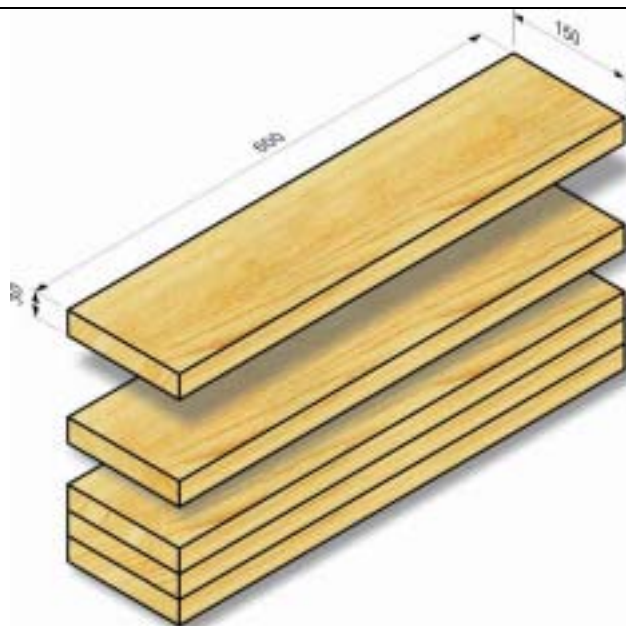
肆、製作過程

本案例的製作概分為船身及船帆兩個部分。雖然事先都透過電腦輔助設計，製作出積層木板的輪廓放樣圖，但由於船身部分是以單曲面所構成，適合以帶鋸機直接鋸出毛胚，因此並未採用輪廓放樣圖，而是直接積層出一大塊立方體，再進行鋸切加工。構成船帆部分的曲面大多是複曲面，因此利用輪廓放樣圖鋸切出一層層的木板，經膠合積層後再進形加工。此法不但省工，也很省料，在曲面造形精準度的掌握上，也提供了相當有利的前置作業，足為往後類似造形加工之借鏡。

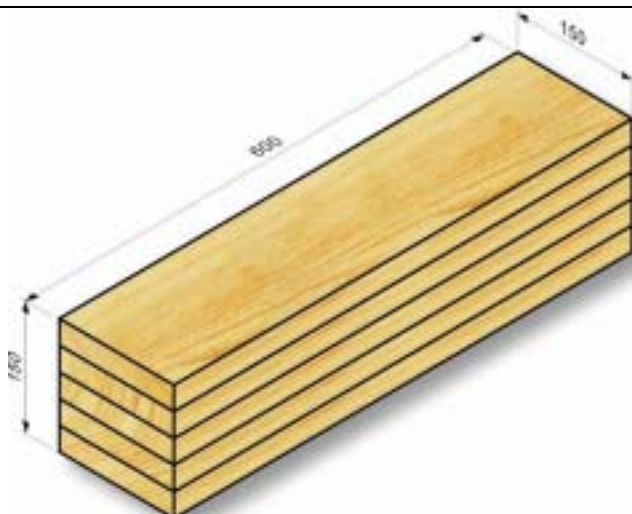
以下將以圖、文並呈方式逐步詳述製作過程：

一、船身製作：

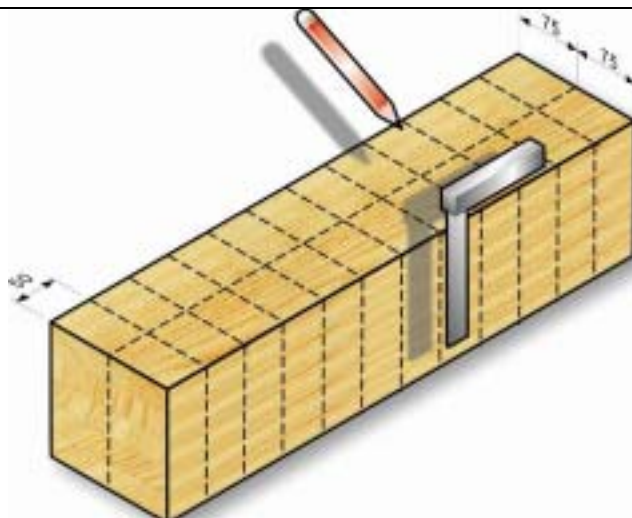
1. 將美國白松板料刨光及裁切成尺寸為 600mm * 150mm * 30mm 的木板五塊。



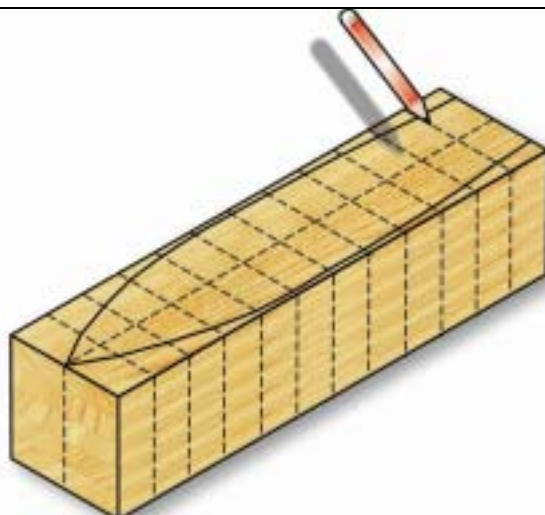
2. 將五塊木板膠合成尺寸為 600mm*150mm*150mm 的積層木塊。



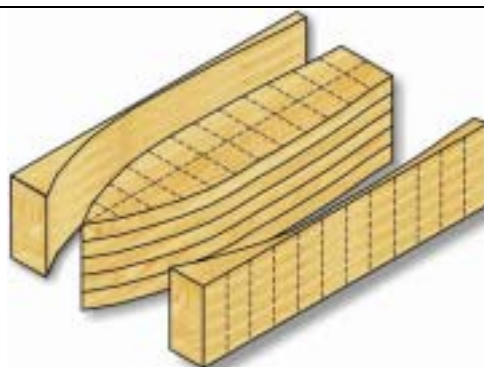
3. 繪製中心線，且每間隔 50mm 繪製一條輔助線(可使用直角規輔助繪製)。



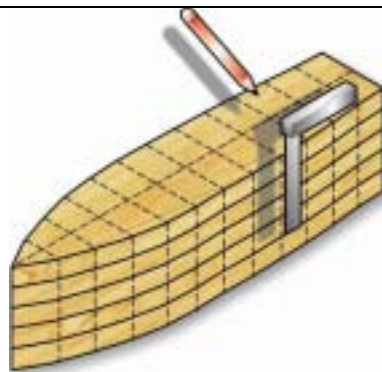
4. 根據設計圖，將船身之輪廓線描繪於木塊上。



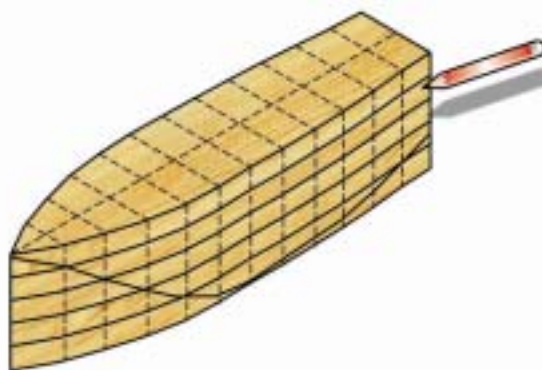
5. 使用帶鋸機，將繪製好的木塊沿線鋸開。



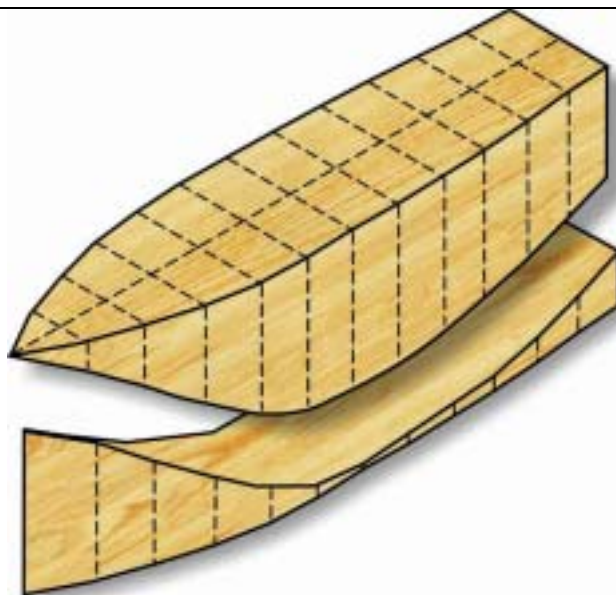
6. 根據原有之輔助線，使用直角規在船身側面繪製垂直輔助線。



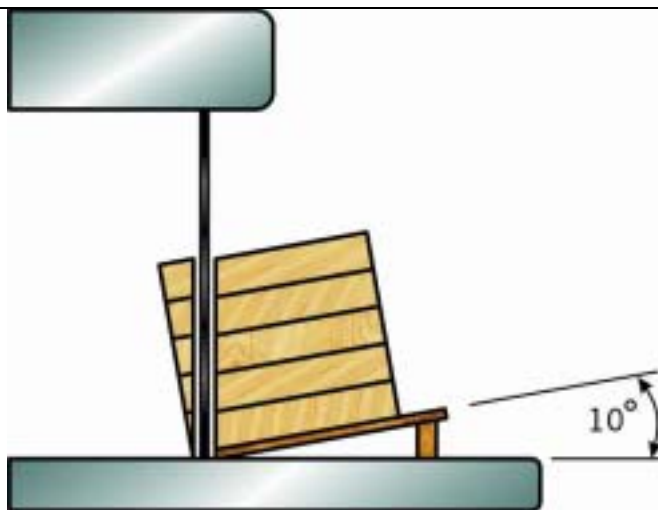
7. 依據設計圖，將船身之側面輪廓描繪於木塊上。



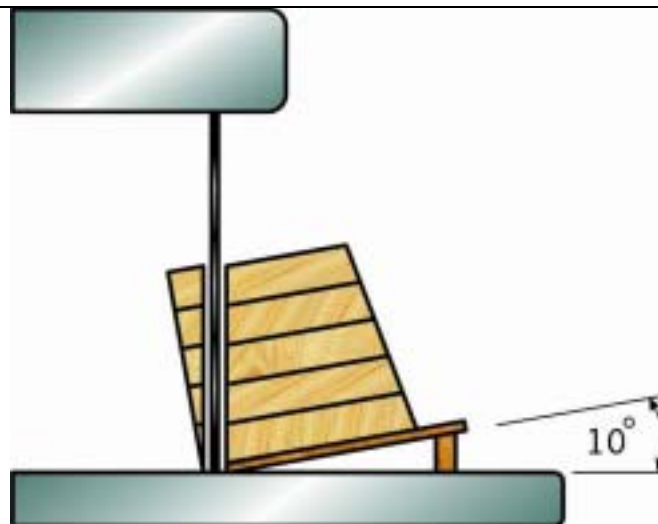
8. 使用帶鋸機，將繪製好的木塊沿線鋸開。



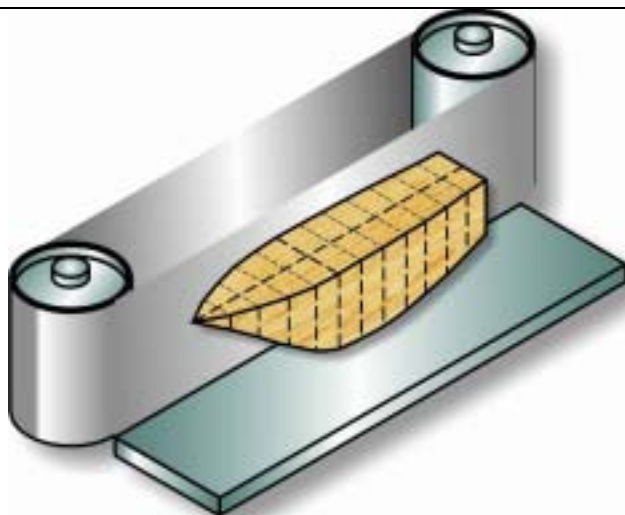
9. 製作一角度 10° 之導板，利用導板裁切船身之左側斜面。



10. 製作一角度 10° 之導板，利用導板裁切船身之右側斜面。



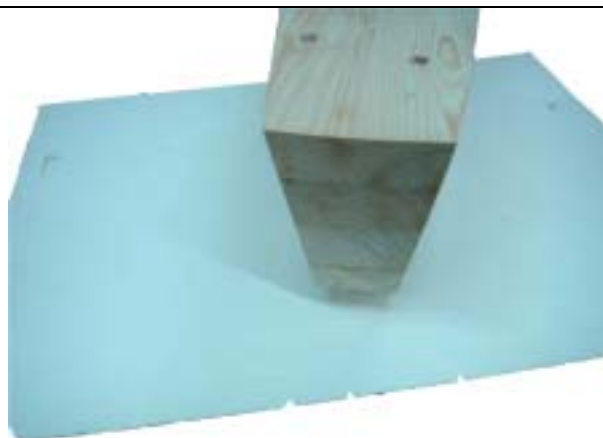
11. 以側邊砂光機 # 80 砂磨船體表面。



12. 船身砂磨完成圖 (之一)



13. 船身砂磨完成圖 (之二)

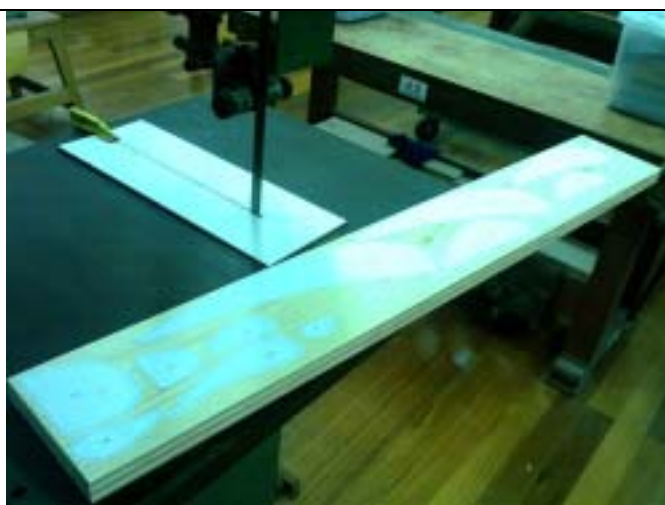


14. 船身砂磨完成圖(之三)



二、船帆製作

1. 將編號奇數層之船帆輪廓順著木紋黏貼至厚度30mm 之美國白松上。



2. 將編號偶數層之船帆輪廓順著木紋黏貼至厚度30mm 之花梨木上。



3. 使用帶鋸機將每一個船帆輪廓沿線鋸下（之一）。



4. 使用帶鋸機將每一個船帆輪廓沿線鋸下（之二）。



5. 使用帶鋸機將每一個船帆輪廓沿線鋸下（之三）。



6. 將船帆按次序膠合並乾燥。



7. 使用木工銼刀銼削船帆之複曲面，使其滑順。



8. 使用木工銼刀銼削船帆之複曲面，使其滑順(之二)。



9. 使用側邊砂光機 # 80
砂磨船帆之複曲面,使其滑
順。



10. 使用側邊砂光機 # 80
砂磨船帆之複曲面,使其滑
順 (之二)。



11. 使用手提砂磨機砂磨
船帆之複曲面,使曲面滑
順。



12. 船帆砂磨完成。



13. 對照船帆和船身的相對位置放樣。



14. 在船身上標註木釘位置。



15. 使用手提電鑽在船身上鑽木釘孔。



16. 船身木釘孔完成圖。



17. 在大船帆上標註木釘位置。



18. 在大船帆上鑽木釘孔。



19. 在小船帆上鑽木釘孔。



20. 將木釘孔佈膠並插入木釘。



21. 將船帆膠合處及木釘孔佈膠並插入木釘。



22. 將大船帆與船體接合。



23. 利用棉繩網綁，以增加膠合壓力。



24. 將小船帆與船體接合。



25. 利用棉繩網綁，以增加膠合壓力。



26. 膠合及固定完成。



27. 膠合硬化乾燥完成。



28. 塗刷二度底漆（之一）。



29. 塗刷二度底漆 (之
二)



30. 塗刷二度底漆 (之
三)



31. 二度底漆塗刷完成 (之
一)



32. 二度底漆塗刷完成(之二)。



33. 二度底漆塗刷完成(之三)。



34. 待二度底漆乾燥後，以 # 400 砂紙砂磨（之一）。



35. 待二度底漆乾燥後，以 # 400 砂紙砂磨（之二）。



36. 砂磨後塗刷第二次二度底漆（之一）。



37. 砂磨後塗刷第二次二度底漆（之二）。



38. 噴面漆 (之一)。



39. 噴面漆 (之二)。



40. 完成品 (之一)	
41. 完成品 (之二)	

伍、結論與建議

以 Rhinoceros 4.0 進行曲面造形設計，不但可以隨時觀察到立體影像，作為造形修改的依據，也可以在造形完成後，進行後續分析及利用。例如，透過投影方式製作積層木板輪廓放樣圖的應用方式，即為因應本案的特殊需求，所發展出來的特殊解決方案。而自動產生正投影三視圖和尺寸標註，以及製作各個角度的彩現圖等等，都是 Rhinoceros 4.0 或 V-Ray 外掛彩現軟體原本就有的現成功能。此外，還可以計算模型的體積，以便估計完成後的重量（須乘上木材密度），或是計算其表面積，以便估計塗料的使用量，也可以計算出模型的重心位置，以判斷其穩定性。如果須要進一步計算模型的各種應力或其他物理特性，即使

Rhinoceros 4.0 本身不具備關工具，也可以將模型輸出到相關專業軟體中進行分析。凡此種種，不但帶給設計工作者許許多多的助益，也大大提昇了創造更優質設計的可能性。

雖然 3D 電腦輔助設計在各個領域的應用，已經不算新鮮事。但大多被使用在較「理性」的工程領域。隨著 3D 設計軟體不斷的推陳出新，工作方式及功能也不斷的改進，使得新的解決方案也得以不斷的被提出。如今，即使在比較「感性的」個工藝領域，數位工具的導入也正在迅速的增加中。

本案雖然在設計階段使用 Rhinoceros 4.0 進行建模作業，並據以製作出積層木板的輪廓放樣圖，大大降低了後續製作加工時的困難度，也節省了許多木料的使用。但如果設備允許，應該還可以進一步使用 CNC 加工設備，直接將膠合乾燥完成的毛胚切削出細緻的作品。果能如此，不但可以大大提高作品的精準度，也可以省卻許多手工銼削及粗砂磨的費時工序。此當可列為本案後續延伸研究的重點。

普通教室之製造科技規劃管理

高睦凱

國立台灣師範大學工業科技教育系 研究生

壹、前言

科技教育的轉變眾所皆知，工藝課程與生活科技課程的內容也有許多研究在探討，而在實務上更令第一線教師頭疼的，絕不能排除教室規劃的影響。越來越多的科技教師是以普通教室來實施科技教育的教學，然而，如此並不見得能滿足科技教師及學生的需求。

科技教室的規畫可依實際教學實施的需要，分成下列三種類型(MSDESE, 1991；方崇雄，1996；林天印，1998)：

- 一、綜合型科技教室(comprehensive laboratories)：綜合型科技教室將各種科技群集（包括：傳播、營建、製造、運輸科技）所需的設備集中在一間科技教室中，各種教學活動皆可在在此進行，使用上非常地多樣化。
- 二、科技群集型科技教室(cluster laboratories)：群集教室內只實施一種科技系統的教學，如傳播科技教室、營建科技教室、製造科技教室等。換句話說，在科技群集教室中的設備與空間規畫，將針對某一科技系統的需求來購置與設計。教室空間的分割通常是為特殊形式的設備或活動所設計的，如傳播科技教室中的暗房。
- 三、科技單元型科技教室(technological specialization (unit) laboratories)：傳統上大多數的工藝教室就是以科技單元來區分。這類教室中只放置單一科技項目的設備，是為了針對特定科技領域做深入的探討，及適應進階或特殊需要的教學。如木工場、金工場等。隨著課程改變，已不太需要這類單元教室的教學，不過這些教室仍然可以用在職業教育前的訓練或工業大學的預備教育。

學者雖已有針對科技教室規劃的研究，如台北市立國民中學生活科技教室空間與設備之研究（顏郁欣，2000）及高級中學生活科技教室空間與設備規畫準則之研究（高頌洲，2001），卻少有研究探討在普通教室實施科技教育課程的教室需求與管理。由於製造科技是科技教師常用的教學主題之一，在教學時又有比較

多的操作機會，因此本文將針對製造科技在普通教室教學所面臨的問題與解決辦法做一探討。

貳、科技教室角色

Polette(1995)認為一般的學術性科目只需要普通教室及一些教學資源就可以教學，科技教育則不同於一般科目，必須有組織地結合教室理論和實際工作。科技教育的目標在培養學生的科技素養，其本質在提供實際動手做的經驗，使用現代科技社會中的工具、材料及程序，並瞭解科技的決策對社會及環境的衝擊，能明智的使用設備、資源以及解決問題的方法。因此，科技教育的教學環境與普通教室不同，需與課程目標、教學內容及教學策略配合，以達到最佳的教學效果。

傳統的工藝工場是根據工業的發展現況來訓練學生所應具備的技術方面的能力，因此在教室的需求上與科技教室有相當顯著的差別，傳統工藝教室及科技教室的不同，可參考下列比較表。

表 1 工藝教室與科技教室之比較

	工藝教室	科技教室
目標	技術能力的發展由工廠系統而來	廣泛的科技概念由資訊時代的科技素養而來
課程	教材本位	系統本位
教室設計	教師中心-教師為主要資訊來源	學生中心，學生自我導向，模組本位-教師為協助者
教室位置	非學校核心位置	學校核心位置-可整合各學科
教室設備	較大，屬半工業化，重複性高	較小，高品質，重複性小
教室空間	較大，且主要限制在單一的材料與活動	彈性並適於各種教學活動

資料來源：Polette, 1995；方崇雄，1996。

在一般教學上，教室的規劃管理屬於教室紀律或班級經營中的空間管理，而科技課程的教學不應視為普通科目的教學，更不應以普通科目的教學方式來實施，原因在於科技課程有非常多使用工具及設備的機會，而學生從事科技活動也需要相當程度的空間。雖然有許多中等學校設有獨立的生活科技教室，在教學活動的規劃上並無特別問題，但仍有學校採用普通教室來實施生活科技的教學，而且並無妥善的教室安排與規劃。因此，如何運用普通教室的資源來實施生活科技的教學，是許多科技教師迫切需要解決的問題。

參、製造科技教學的教室需求

規劃科技教室的目的是創造一個有效拉近教學目標和學生學習間距離的環境，在規劃時有以下因素需考量（陳威志，1998），科技教育教師、學校行政人員以及建築師可透過這些考量因素作為更新或規劃科技教室時的參考：

- 一、空間的彈性：
- 二、教室的美觀：
- 三、特殊需求學生的考量：
- 四、教室的控制與監督：
- 五、安全考量：
- 六、噪音標準和控制：
- 七、媒體的運用：
- 八、環境控制：
- 九、管線設備的考量：
- 十、光線和照明考量：
- 十一、 教室的造型：
- 十二、 教室位置的選擇：
- 十三、 輔助空間的考量：
- 十四、 其他因素：

若依照科技群集區分（Polette, 1993；顏郁欣，2000），科技教室包括製造科技教室、營建科技教室、傳播科技教室、運輸科技教室及綜合科技教室。其中製造科技教室（manufacturing laboratory）的空間規劃指出，在製造科技的課程中，學生必須處理各種材料及製作產品，所以製造科技教室應配備許多種類的設備，讓學生有機會探索各種不同製造過程及進行學習活動，並協助他們瞭解製造概念。一般中學的科技教室應包含廣泛的各種設備與材料，讓學生可以利用各種材料及設備來解決製造活動的問題。選擇桌上型且品質好的設備，機具的選擇也應彈性，如此可提昇與其他科目的整合，讓學生對於科技世界有完整的瞭解。

Polette 建議製造科技教室規畫時應考慮到下列空間，如設計資源區、教學區、材料加工區、材料儲存區、辦公室等，分別說明如下：

一、設計資源區

學生在製造科技活動的設計階段，需要一個安靜的地方來思考、討論及使

用各種資源，如參考書、錄影帶、電腦、模擬軟體、印表機等。而製造科技活動在使用機器時，會產生大量噪音與灰塵，為避免設備遭受太多灰塵而受損且確保安靜的思考環境，設計資源區應與材料加工區有所區隔，設置在獨立且乾淨的房間中，並以透明的玻璃牆來隔間，讓老師無論在教室的那個位置，都可監視全教室的狀況。

二、正式教學區

教學區應至少有標準教學功能（如講述）。教室應至少可容納 24 名學生，並使用可移動的桌椅，以提供最大的彈性，方便講述、小組工作、全班活動等。教室內可用大桌子，放置各種設備，如電腦、手提式繪圖板等，並可讓各組自行聚在大桌旁，進行討論、專題研討等小組活動。一般來說，教學區最好鄰近材料加工區，並以玻璃牆區隔，保持視線的良好讓教師能在任何地方監控整個教室與實驗室。

三、材料與成品儲存區

材料儲存空間大小最好依教室尺寸按比例來決定，一般建議以製造設施的 20% 的大小作為存放材料、補給品及學生作品的地方。這個區域應有足夠的長度來容納各式尺寸的材料。

四、材料加工區

材料加工區是整個製造科技教室的主要部份，材料的加工、完成、組合、包裝皆在此進行。這裡需有儲存設備的空間，用來存放多餘或少用的設備。有效率的製造課程需要實驗室的彈性，以便能輕易的在短時間內重新安排，符合空間的需求。由於工具、設備及材料的種類需求繁多，所以製造科技教室是所有科技教室中最多變的。再者，設備必須能夠隨需要移動到不同位置，以便能提昇材料處理的效率。一個標準的製造設施應包括三個形式的設備：

1. 永久固定式：尺寸、重量及需與其他固定性設備連結的設備，必須永久固定位置的設備。如銑床、陶瓷窯爐等。
2. 半彈性式：可移動的大型（半固定）儀器設備。雖然笨重，但大多數的工作台及機器仍可隨活動需要搬到希望的位置。
3. 完全彈性式：可以輕易隨製造活動變換位置的彈性設備。如手提機具、包裝機器及任何裝置輪子的設備等。

五、辦公室區

辦公室區應配備有電話、電腦網路及電腦周邊等設備，且不會被教室及設備噪音干擾，方便老師做教學準備。另外，老師的教材、參考書、材料目錄及過去的學生作品等也可存放在此。

在教室各區域面積方面，則視學生的年齡層及科技教育課程的結構來決定。Polette 認為，初中階段的製造科技活動每位學生需面積 8.4 到 14 m²，而 11.6 m² 是最佳大小，空間足夠進行製造科技活動與存放手工具及設備，以提供 24 位學生使用（如圖一）。

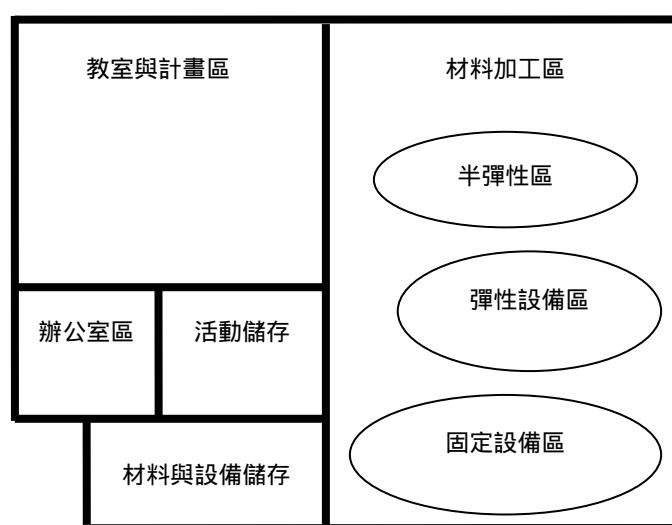


圖 1 初中階段製造科技教室設施建議區域與空間分配

資料來源：Polette, 1993；顏郁欣，2000

另外，在教室形狀方面，任何不會造成教師視線死角的教室形狀，都是可行的。不過，以教學目的及監督學生的觀點來看，教室的最佳形狀應該是寬：長=2：3 的長方形，這樣的形狀對於設備與工作台安排有最好的效果。而製造科技教室應該設置在較低的樓層，以方便笨重材料的運送。在教學設備方面，製造科技教室設備需求可能包括：基本常備的動力設備來處理木材、金屬、塑膠等；標準的電動手工具；電腦與周邊設備；電腦輔助設計、電腦輔助製造及模擬軟體；簡單的機械人與 CNC 設備；基本的焊接設備；鑄造設備；材料測試儀器；包裝設備；簡單的圖文設備；影印機；桌上型材料處理機具。

依據上述的技巧可以規劃一間獨立且完善的製造科技教室，而普通教室的規劃受限於空間與設備等因素，除了妥善應用上述技巧之外，還有更多需要探討的問題。

肆、普通教室實施製造科技教學的困難

於教室實施教學時，常有許多非預期的問題會產生，其中對於生活科技教師影響甚大者，莫過於教室的管理，許多學校並沒有專門的科技教室可供教師使用，生活科技教師與其他科目教師一樣跑班上課，而使用的教室當然也僅是普通教室，在一般教學活動中，有效能的利用以下教室管理技巧，能夠預防或解決學生的問題行為（張德銳、陳賜福，1991）：

- 一、審慎安排教室的空間：
 - （一）地板空間的安排
 - （二）交通空間的安排
 - （三）講桌的擺置
 - （四）牆壁空間的設計
 - （五）設備儲存空間的安排
- 二、善於掌握教材的重點和教學的時間
 - （一）過渡階段
 - （二）開始教學階段
 - （三）上課步調
 - （四）提供協助
- 三、建立教室的常規和程序

然而生活科技教師於普通教室實施製造科技教學活動時，上述管理技巧並不能應付普通教室的所有教學活動，為探討製造科技在普通教室實施的現況，本文以訪談為資料收集方式，針對一同修習製造科技研究的七位台北地區生活科技教師（含正式與代課教師）做訪談，用以瞭解生活科技教師在普通教室上從事製造科技上課時所遭遇到的困難或障礙。歸納訪談結果，整理如下：

- 一、在普通教室無法有效從事製造科技教學
- 二、普通教室缺乏工場管理的相關安全制度且難以實施
- 三、普通教室缺乏科技課程所需的設備或設施

- 四、普通教室空間不足
- 五、普通教室無法達到九年一貫的生活科技教學目標
- 六、跑班制度造成科技教學上更大的不便

伍、管理與解決方法

針對上述所得的實施上的困難，並歸納受訪教師期望的改善方向，整理並建議管理或解決的方法如下：

- 一、教室需有完善管理制度：教師可設計一套規範制度，列表說明各注意與要求事項，力求學生執行，即使於普通教室上課，仍須有工場安全的概念。
- 二、教師選擇活動需考慮實際情況，以能夠執行為原則：教學活動需求的機具應優先考慮學校能夠提供的設備，如果有學校無法提供的機具，教師可以考慮替代材料、機器、工具，教學活動以能夠執行為原則。
- 三、學校可規劃移動式機具台，於上課前請學生將小型機具送至教室：教師可要求學校或自行製作移動式機具台，方便學生推送，僅需於課程需要才向器材室借用。
- 四、教學活動以個人作品為原則，減少小組所需求的大空間，並可達到發揮個人創意設計的功能：製作作品要求規格縮小，以達到符合製造科技要求為原則，教師可於材料、製造流程、作品設計做活動的設計與變通，從事分組活動時，活動內容不要求製作大型作品，著重於作品的設計與生產管理。
- 五、大型材料由教師統一規劃裁切，可拍攝影片或現場參觀：除小型材料由學生自行加工處理外，部分大型材料的裁切，由於需求空間較大，可由教師於課程時間內統一幫助學生裁切，並安排學生參觀以瞭解材料加工處理的方法。
- 六、教室安排工作台，由桌椅拼組，教師提供一面桌墊完成工作桌。
- 七、教師根據教室大小，規劃安全範圍：教師應規劃學生操作時的動線與安全活動範圍，要求學生於操作時遵守，避免不必要的危險，以期有效的空間利用。
- 八、教師應規劃上課時間：教師應妥善安排課程需求時間，將機具、材料、

工作桌安排、分組、收拾等統一規定執行時間，以最少佔據上課時間為主，請學生多利用上課前準備，並於下課前五分鐘停止活動，開始協助整理教室。

九、教室安排方式可參考圖二。

圖 2 教室安排方式

門 口	教師辦公區				
小組一	小組二	活動 動線	小組三	小組四	
活動動線			活動動線		
小組五	小組六		固定機具區		
活動動線					
門 口	材料儲存區				

上述方法中，與教室空間的規劃相關的技巧如機具設置、工作台規劃、安全範圍及教室安排方式；與教材重點及教學時間安排相關的技巧則包括活動執行度、作品規格、材料規格及教學時間；與教室常規相關的技巧則是管理制度的建立。妥善的運用這些規劃及管理方法，應可減少許多製造科技教學活動中可能會發生的問題，有利於教學的進行。

陸、結語

於普通教室實施製造科技教學，不但有空間、時間的限制，因機具或加工所造成的影響，對於相鄰班級也可能造成負面效果。在學校提供有限的資源狀況下，生活科技教師更有責任利用有限資源來規劃與管理教室，為學生提供良好的學習環境。因此生活科技教師進行教學活動設計時勢必要有所調整，教師要考量的問題除了教室空間的安排、教材重點與教學的時間掌控及教室常規的建立外，活動的安全性、材料與廢料的處理、機具與工具的使用及作品的展示等問題也應納入考量，這些是比一般科目在普通教室教學更加需要注意的問題。

現階段中學的生活科技普遍使用普通教室上課，教師在教學資源的運用上，雖有不便之處，若能根據學校情況與教學活動的妥善配合，加以規劃教室的配置與使用，對於教學效果將能有所幫助。

參考文獻

中文部分：

方崇雄（1996）。科技教室的規劃理念與實務。**中學工藝教育**。29(1)，9-15。

林天印（1998）。如何做好科技教室的規劃工作。**中等教育**。49(1)，77-90。

高頌洲（2001）。高級中學生活科技教室空間與設備規畫準則之研究。**國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文**。

陳威志（1998）。淺談科技教室設施規劃的考量因素。**生活科技教育**。31(8)，2-6。

張德銳，陳賜福節譯（1991）。有效能的教室管理和教室紀律。**國教世紀**。26(6)，14-23。

顏郁欣（2000）。台北市立國民中學生活科技教室空間與設備之研究。**國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文**。

外文部分：

Missouri State Department of Elementary and Secondary Education. (1991). Missouri industrial technology / technology education Guide. Columbia, MO: Author.

Polette, D. L. (1993). Facilities for teaching manufacturing. In R.D. Seynour, & R.L. Shackelford (Eds.), Manufacturing in technology education 189-214. 42nd Yearbook of the Council on Technology Teacher Education. Peoria, IL: Glencoe.

日本技術教育在學童發展階段的意義

作者：間田泰弘

譯者：*黃柏翔、**李隆盛

*國立台灣師範大學工業科技教育研究所教育碩士、**國立聯合大學校長

譯介：作者曾任日本廣島大學教育學院院長、日本產業技術教育學會（JSTE）會長，2005年退休後轉任廣島國際學院大學教授至今；本文係應作者期望，中譯和台灣科技教育人員分享。

壹、前言：

雖然理科或數學程度好的學生不少，但是會回答自己喜歡這些科目的學生比例卻極低，因而形成了一個話題，並引發各界競相討論。歸納各方觀點後，可歸納為以下兩種情形：其一是學童雖然喜歡數理科目，卻沒有足夠的能力加以發展；另一個則是學童雖有具備理解的資質，卻厭惡數理科目。

就前者的情況而言，應該可以透過教學方法與課程設計等的改善獲得解決；而後者的情形卻無法僅靠對症下藥就能解決，畢竟這其中還牽涉到許多社會結構與學童們生活經驗面等多種因素。

針對後者的狀況試想，若是現在學生都遠離理工科系，十年後相關製造產業所需的理工專業人員與業者等，雙方面都將令人憂心。探討喜歡理工領域的學生與有意願投入製造業的年輕人數之所以減少的原因，大致上有下列幾項主要因素：（1）製造業的空洞化及其社會印象；（2）製造業表面上的待遇與職業觀；和（3）大學入學考試科目。

綜上所述可知，年輕人如何看待社會整體結構，及其對職業的考量，即是問題關鍵。雖然過去的專業技術人員備受敬重，但隨著自動化發展至今，技能性工作的魅力似乎逐漸地勢微。另外，在現實生活中以發展前瞻科技為主的理工科系人氣也已確實大不如前。總之，年輕人對理工科系的價值觀已經改變了。

因應這樣的情況，由初等和中等教育著手可視為解決方式之一，從教育中讓學生喜歡上科學技術，並推動讓學生能對科學技術感到興趣的相關政策。

但從另一個角度來看，前述發展現況的主因，應該也是由於日本的技術開發能力及其產品已經為人民帶來相當豐富的物質生活所致（文部科学省科学技術学

術政策局基盤政策課，2005)。

在製造業界裡有句話說：「產品製作就是人才培育」。這是由於製造業與中學教育在產品製造的技術教育上有部分的共通點，另外，也凸顯了科學技術與製造業或理工科系脫鉤的問題，不論是從人的價值觀或技術養成的觀點而言，其實都有很高的關連性。而即使是使用了「科學技術教育」的字眼，但其中表達的卻只是科學教育或只有技術教育的例子也不少。

在整理科學教育與技術教育於日本國民能技術立國的基礎下所扮演的角色同時，作者想針對這兩者間的互補性，建構一個能讓學童立志朝向科學、技術的環境，概述如下。

貳、科學與技術

「科學技術」一詞原是用來指「科學」與「技術」。此時的「科學」只是狹義地解釋為自然科學，而這所謂的自然科學就是指能理解自然界現象，並能探究其中的真理與法則。

另一方面，所謂「技術」的定義，是以物理的方式解決人類的慾望為目標。為了要達成這樣的目的，人們便得思考如何將自然界存在的物質與資源加以創新與應用。然而，雖說這兩者在歷史上堪稱經緯，但在目的性上卻大不相同。在這裡，作者並不打算在此為這兩者下定義或做差異比較，因為這應讓給其他的專家（大輪武司，1997）來解說，但上述這兩者的成果卻可以相互運用，也因此這兩者可以持續地交互發展，故近來國內就順勢將這兩者合稱為「科學技術」了。

實際上，由於科學與技術猶如車子的兩個輪子，缺一不可。有時候雖以技術的角度做評論與運用，但其中也多少蘊含著科學的成分，這或許也是中小學教育對技術教育無法徹底理解的重要原因之一吧。

既然科學是指探究自然界未知的事物，所以其成果可以說是智慧與努力的結晶；而技術則是相對於自然現象，為了達成目的，不惜要去挑戰以改變自然現象。雖然過去在沒有科學的理論下，社會的進步發展都是依賴多方的嘗試錯誤與經驗累積所得到的珍貴技術；而現代則是在科學理論的剖析下，多了更多可以活用的技術。隨著技術成長，科學也同步在進展。因此，無論在醫療或理工學的世界，理論多無法持續地一路領先，常也要參酌測試、實做的成果。由於單有理論而無法實現的事物很多，所以這邊特別將「科學技術」與「科學」、「技術」之間的差

異提出來。

參、科學技術教育與技術教育

一、學校教育的意涵

義務教育是國民所需接受最低限度的教育，目的在傳承該國的文化、建立個人生涯發展基礎、養成國民的人格等，若不以此為個人生涯發展的基礎，就無法塑造學童個別的性格，並提升其資質；日本的義務教育並不僅僅是以學童在學期間所面對的知識吸收能力、計算能力與理解能力為目的，而是要達到全人教育，因此依據全人教育中所蘊含的各種學習目的，分別施以學科教育、道德教育、特別活動與綜合活動等學習範疇。雖然這些學科種類是依據我國的教育文化發展而走向逐漸多樣化，但個別的核心教學目標與內容卻不會因時間而變動，但有時可能會因應時代變遷而有新增、刪減或修改，像是最近比較受到重視的電腦操作與英語會話等，就是最佳例證。

本文所強調目前在國中階段所設置的技術學科，雖然在過去工業立國的時代也同樣重要，但因其課程內容是依據學生各發展階段所需學習的技術素養所建構而成，所以至今在課程上也已多有修訂與變更。

二、科學技術教育

雖說目前已經演變為年輕人遠離理工科系的時代，但卻不能將國人發展的基礎維持在這個現狀。其因應對策是在國家的支持下，實施各種建置計畫，例如特優科學高中(super science high school)制度、兒童科學館等。雖然話說立足在高山上可以享有遼闊的視野，卻也容易產生過份安逸的盲點，因此除了站在國家政策的制訂角度外，也要以兒童們的立場針對現狀進行廣泛性的檢討（小林信一，1994）。

本來，理科的學習應該是在與自然法則接觸後，由於對自然界有著無限的驚奇感動，因此對相關知識產生極高的學習慾望，這是讓人感到喜悅的原因之一。

相同的，結合現有的人工技術成果，或學習如何操作，甚至重組而創造出新事物，都會帶來無限的快樂與充實感。尤其是創造新事物，因為是自己想要達到最初設定的目標，所以才能製作創造出來，期間抱持著關心與企圖心等自然流露的情感更不在話下。這並不限定在生活必需品上，就像從前大人們對於

會活動的模型所投注的興趣一樣，在理解並學會操作這些技術產品之後，接著自然地流露出願意花心力並企圖創造的慾望。

但是，在產品構造與理論都彷彿是黑盒子一般看不透的現況下便無法滿足使用者的需求。時下多數年輕人為求達到目的，單只了解按鍵、搖桿等的操作，卻沒有對於整體結構的關注、思考與感動，整個成長過程便十分缺乏實在感。

日本約三十年前的生活，由於一般的材料與產品都相當缺乏，因此如果有想要改良的東西，便要自己找方法、加工，還要能就地取材，可說是在日常生活中實際體驗綜合學習的成果。然而諷刺的是，雖然現在日本已經因技術或產品開發讓物質生活十分豐裕，卻大幅降低了就地取材的創造力與加工製作的的能力，甚至連追求科學依據與發現的喜悅也都大幅降低了。我們可以輕易地理解這些狀況對於孩子們的發展已經產生了極大的影響。

從教育面來檢討這些問題的話，多數結論除先前提到的那些政策外，還有像充實中小學的數理科目等（大阪工業會產業政策委員會，2000）。但若從這邊再回到科學與技術的話題上，雖然技術與科學在目的性上並非一致，不過就如之前提及的，這兩者有著密切地互補性貢獻，因此，換言之，雖然對技術的興趣、關注與學習慾望應該對數學與理科也有影響。不過，迄今還沒提到具體的執行政策。

肆、技術教育

一、所謂技術教育

不論是從製造業的立場或從學校教育的觀點而言，關於技術教育都是同一句話：「產品製作就是人才培育」。雖然技術教育的定義因不同的立場與觀點而先後提出了很多想法與相關文獻（桐田襄一，2001），卻難以從中斷定具共識的定義；日本產業技術教育學會（JSTE）經過多年技術教育的普通教育研究，將眾家想法彙整（日本產業技術教育學會課題研究委員會，1999）並公佈如下：「將技術限定為產業技術的範圍時，探討其教育面，有將技術教育視為普通教育或專門教育等兩種。目前在日本的國中教育中，將之視為普通教育，而職業學校、企業內訓與職能開發學校等則將之歸為專門教育的範疇中。現今日本國中教育主要將技術教育視為普通科目，並歸屬於技術學科與家庭學科中的技術範疇，學習透過運用工具進行材料加工、將能源或產品經適當地生產與應用、

以及電腦應用等，以培育人類永續生存所需之問題解決的技術能力。這不僅達到了調和知、情、意的教育目標，而且也是全人教育的一環……」（日本產業技術教育学会，2003）。

因此，可想而知，日本將技術教育視為普通教育的目標有下列兩點：

- （一）提高人類從幼兒階段開始的生涯中，主要且必須學會的技術能力、創造力，並提升其精緻程度，以養成身為人類不能欠缺的技術素養。
- （二）為了讓國人能理解技術並保有興趣，並加深對於技術相關工作的認識，以達成技術立國的日本未來技術開發與支撐製造業直、間接相關人才的奠基工程。

二、技術教育欲培養的能力與資質

JSTE 針對上述的普通教育，列舉了六項必需培養的技術素養（日本產業技術教育学会，2003）如下，雖然沒有就各項作深入說明，但作者將就每一項各舉一個例子來作說明。

- （一）解決技術性課題的程序與安全性所需的判斷力與創造、製作力

人類需要具備在面臨生存的各種問題時，都該擁有先適切判斷再加以解決的能力。雖然這是教育全面性所應負責考量的內容，但所謂的技術，其本身的目的就是賦予人們能發現問題，接著設定目標之後，發展出能解決問題的方法手段。因此，生產具有技術性的產品便是一種學習手段，從這樣的技術性的活動中可以發現，其中勢必存在著發掘問題、擬訂解決方案、製作、以及實踐等學習；過程中雖然難免會體驗到失敗、難過，或面臨可預期的危險性，但這些都無法只是紙上談兵，而必須透過實際體驗才學得到。

上述的內容都必須從學童時期就按部就班地學習才學得會，而且面對一些困難的主題時，還要能適當地依序分解步驟做說明，否則學童學到關於生活方式與生涯成果的知識量與理解程度將極度欠缺。

- （二）技術運用方式與產品技術的鑑賞力

技術鑑賞力並非只是對於專家的要求，畢竟，即使不具維修與更新的能力，但能擁有鑑賞力，對於表面性問題，如機種新舊，也不會感到困惑。雖然近來機器的內部機體結構愈來愈難看得到，但在這情況下能抱持著對材質與外表結構的推測態度，仍可減緩技術發

展帶來的社會問題。

而運用技術並不只是爲了便利，若有能力可以從本質上去評斷技術將如何被運用等，以活用技術爲目的的想法，考量社會流通性、設計通用性、與無障礙設計等社會福利，則可明白人類長年累積開發的技術歷史，並對日本先人智慧有所了解與尊敬。

另外，物質富裕所帶來的技術並不只是運用在人類上，還可以讓地球在未來免於受到更大的損害。如果全體國民，甚至代表民意的政府對於技術欠缺展現鑑賞、管理的態度或能力，便會造成並留下爲例不少的禍害。所以若能從普通教育開始實踐技術學習，即可預測破壞性或消滅性的悲劇，並厚植國家力量。

(三) 對生產、消費、廢棄處理的技術倫理觀念

由於對維持生存不可缺少的氧氣是由自然界無限提供的誤解，日本將運用氧氣發展便利生活的技術與產品視爲理所當然，也因此消耗了一些資源。第二次能源革命的綠能，也是利用這樣的技術裝置而消耗了一些地下能源。隨著近代的技術進步，環境的破壞也隨之產生。從使用取得材料的機器，到器具的製造、材料的取用、運輸、加工、產品運送、運轉，以及廢料運送與處理等，整個過程都將消耗資源。除了上述產業的消耗外，生活上也有基本消耗；另外在研發節源製品時，如果製作過程所耗費的能源量比節約的能源量還多的話，顯然對於整體能源環境的改善並無助益。

雖然對此現狀的解決對策正被世界廣泛地討論著，但對當下生活上所付出的環境能源犧牲，人類應抱持著無論如何都要追求復原的共識與態度，尤其以技術立國而自負的日本國民，更是連小孩都不可缺乏這樣的素養。

另外，由於永不故障的機械並不存在，能否在使用者受害事件發生前，先行預測且提出改善對策，都將憑藉技術人員與使用者的資質。技術雖然是達成目的的手段，但生產者、管理者、消費者等都要在抱持著這樣的倫理觀念來製造與生產。如果全體國民都能先尊重倫理觀念，再進行技術活動，這不僅直接連結了國民安全，更能成爲世界所信賴的技術立國國家。這種倫理觀不僅是在口頭或行爲

處事上，還要加入知識與理論的教育，並在製作、操作上實踐，根據學習的內容發揮穩定的態度與效能。

(四) 自律且具持續計劃性行動的態度

創造的技術活動必須建立在周全的構想與完整的準備。不論經驗有無，都必須從看不到素材外型階段開始，持續進行確切且精密的規劃。有時可能無法按原先的構想進行或宣告失敗，或也可能偶有工傷傳出。但若願意忍受並持續進行，逐漸邁向目標，屆時完成後的充實感將會讓人養成忍受困難並持續努力的身心基礎。

在現在生活便利的社會中，雖然很多事情都可以藉由金錢來解決，但學習技術則需要堅定踏實的努力。如果缺乏持續性，將可能面臨所有辛苦最終竟付之一炬的嚴格考驗。根據這些體驗學習的事物，不僅能獲取物品的價值、工具操作等知識，還能成爲一位肯付出辛勞開發與製造的技術人員。

(五) 巧緻性

所謂的巧緻性一般是用在靈巧度上，但現在日本國民卻不認爲僅此而已。之所以認爲是靈巧度是因爲對先前全體國民的平均評價，從前沒有材料，產品很難獲取，即便是當時商店也都具備對商品的維修技術，也常需要在家自我檢修挑戰。但隨著現在產品普及化，購買、換購的手續簡單化，小孩與大人都失去了對維修損壞產品的挑戰機會。

年輕人手藝不靈巧的例子像是無法用刀片削鉛筆，因爲我認爲動手可以讓腦部的活化，同時更靈巧；但完全不加思索而只是單純削鉛筆的話，當然也不能變得靈巧。所以可能舉使用刀片並不是一個很好的例子，但其中包含著腦部對手所傳達施力大小與方向的指令，以及之後手向腦部回傳動作時的微妙感，使腦部可以修正手部的動作，以確保安全並避免刀器的損傷。要追上這種程度的靈活度，就必須透過練習才能學會，其訓練的時程也十分重要。不論人這一輩子過的是如何自動化的生活，都必須具備手腦並用的靈活度。以身邊的例子而言，不論是家事、外科手術，甚至住屋建築，其中的巧緻程度都可以從其外顯的表象，輕易推測出來。

而這所謂巧緻性的靈活度展現，將影響人們在各式場合上所表現的自信與企圖心。因失去學習的機會而自覺手藝不靈巧，甚至進一步放棄的例子也不少。爲了能自立生活並有機會自我挑戰，必須在成長發展的時期就提供適當的學習機會。

(六) 對勤勞與工作的理解力以及對職業的合適判斷力

長久以來日本人一直被認爲是勤勉的。在這樣的背景下，勤勞觀與職業觀可說是社會環境、家庭教育以及學校教育等綜合的成果。所謂職業觀的養成主要是提供自我特性探索的機會，在此觀點下的技術教育，其實是加深對技術的世界與產品製作的社會等的理解。

最近年輕人就職的觀念轉變了，例如因爲製造業的工作很艱辛，所以將其視爲禁忌並閃躲，也因此產生了部分技能後繼無人的問題。但這其中的轉變並非僅僅針對製造工作。畢竟世界上不論從事行政事務、業務或運動等，很多職務都可能會使身體遭受損害。在嘗試製造相關職務前，若是憑藉著那樣的想，將也會是問題之一。

雖然現在各式產品的海外依存量日漸增加，但對日本技術人員的信賴度仍相當高。如果沒有這些技術人員，日本將無以立國。然而，對於職業觀養成的意義與價值，在國人幼童、學生階段的學習與實踐卻有極大的影響力。產品製作的階段會使用到手，有時會接觸到油或碎屑等，在處理的過程中，他們將帶著自律心完成產品，也將深入理解並體驗產品製造過程中帶來的充實感。即使最後自己並沒有進入這個行業，過程也將牽引著經由體驗勤勞的艱辛與相關待遇等所醞釀出不可動搖、勇往直前的勤勞觀。

伍、技術教育的現狀與課題

一、技術教育中的產品製作角色扮演

前面提及很多「產品製作就是人才培育」及從技術教育與製造業相關人員觀點討論的事情，人才培育的手法中已經融入了成長的意義，這也是人才發展期間所應發展的重要素養之一，其中也蘊含著問題發掘能力、規劃能力、處理能力、安全顧慮能力、評價能力等思考能力與實踐能力的學習。

產品製作中也連結著多樣化的學習題材，因爲是一連串流程的理念實踐，

所以也可以說是達成技術教育相關訓練的有效學習手段。

另一方面，雖說置身製造業現場也可以跟技術人員同樣熟練，卻時常有機會發現新問題。同時，我們常說「產品製作」就是對「人才培育」的貢獻，因為抱著持續且確實的工作態度，並藉由模仿前輩的技術來學習，從單純的作業中下功夫設法改善等，便是花時間養成人才。尤其在過程中，可以觀察身體力行的學習態度，以及評價團隊合作的情意面。

二、國中的技術教育

在普通教育中融入技術教育的技術學科、家庭學科中，設定了以下三目標：

- (一) 學習生活必備的基礎技術，體驗創造與產出的喜悅，並能理解近代技術的相關常識，養成生活的基本態度。
- (二) 連結製作與操作的學習經驗，培養表達與創造的能力，養成合理處理事務的態度。
- (三) 連結製作與操作等的學習經驗，理解技術與生活的密切相連，並養成提升生活與發展技術的努力態度。

在這門學科中，男生與女生的學習內容不同，技術與家庭（男生部分）的內容中，設定了下面幾個領域（以下數值為日本教科文部公布的授課時間標準）：設計與製圖(55)、木工與金工(115)、栽種(20)、機械(45)、電(45)、綜合演練(35)，共計 315 小時（文部省，1959）。

在這裡所謂的機械是以腳踏車與內燃機械為主題，結構與動力的轉變、調整等操作說明，加工的部分是指材料、結構、切削加工、塑性加工、接合、表面處理等操作說明；這些可以給初學者階段的中學生作為普通教育中的人格養成，雖然無法以數字具體呈現人格養成的程度，但若與工學科系中技術人員的努力與智慧、國家教育政策等的結合，將在未來的三十年間達到奠定工業立國基礎的貢獻。

另外，不容忽視的是之後教育課程上的變動，從 2002 年開始，技術學科與家庭學科的時數調整為 175 小時，其中屬於技術的部分約 87.5 小時，而電腦軟體的操作、多媒體等相關資訊也從 2002 年起在技術部分的佔比約佔 50%，且設定為必修課程。詳細的內容在過去相關的期刊雜誌(隈部智雄, 2000)中都已經介紹過了，所以省略不談，不過從這結果看來，產品製作與簡單的機械、能源相關時間已經剩下不到原本的 15%（按時間分配為基準），但可以理

解的是目前已經將資訊教育的時間及資訊技術的科學認知、量測、控制等內容都納入技術教育的範疇中。

即使在這樣被減縮的時間下，持續體驗產品製作的教育方針至今仍持續進行著，其內容的處理方法、基礎的思考方法（間田泰弘，2000）等相關的解說書籍也都有，但如因時間不夠而產生不設置這方面的專任教師的情形，卻是一大難題。

因為擔心上述的技術教育、實作教育等狀況，在國會眾議院與參議院文教委員會中也遭到社會極大聲浪的質詢。然而，如果遇到今後技術教育的成果無法獲得的狀況時，是要歸因為沒有設定教育環境中的最低授課限制呢？還是要歸因於技術教育的本質？甚或是指導方法的緣故等，我想這樣的分析確實是不可或缺的。

三、對技術教育的意識

即便在這樣的狀況下，國人欲從事技術相關的人員教育意識卻不低。舉例來說，日本教育大學協會全國技術教育部門等委託機械與金屬相關的勞動工會聯合組織（JAM），以中小學生的家長（3,227名）為對象所做的意識調查結果中（日本教育大學協會全國技術教育部門，2000），要求在學校基礎教育中設置的重要支柱中，高中、國中、小學差異甚大的，除了道德教育與基礎學科能力外，就是創造、加工的技術教育。

此外，小池紘太郎負責調查與統計的團隊於1999年針對社會人士約1,400人（問卷回答中的製造從業人員為542人、非製造業從業人員為563人，回收率約為78.9%）為對象，對技術教育要求的學習內容（對學習技術教育的方法）為調查，全體對技術教育學習的期望依序為：「資訊與電腦」、「設計與加工技術」、「與社會相關的產品製作」、「產品製作的趣味」以及「製作周遭事物」等。另外，以職業別來看，製造業從業人員對於「產品製作相關內容」與「電腦相關內容」的要求程度大致相同，而非製造業從業人員則以「製作周遭事物」的比例最高。

另一方面，以學習中的學童意識而言，要讓他們對產品製作與技術教育產生好感的同時，有許多報告指出，還要一併教導製作時的產品製作計劃能力與產品的巧緻能力（土井康作，1998）。

四、產品製作教育的普及活動

由於擔心產品製作的現況，爲了充實這方面的教育，所以舉辦了很多產品製作相關的教育活動如下：

- (一) 產品製作教育活動：愛知教育大學；
- (二) 產品製作的工作坊（愛知萬國博覽會）：日本科學技術振興財團主辦，日本木材學會、JSTE、岐阜大學等協辦；
- (三) 創造產品製作學校博覽會：全日中（全日本的國中學校）技術與家庭科研究會
- (四) 產品製作學習支援：茨城縣產品製作學習支援協議會、茨城縣技能士會
- (五) 能源利用技術作品與技術競賽：JSTE
- (六) 社會紮根運動：支援各地有志於產品製作體驗的人士
- (七) 宣傳印刷品提議：JSTE，日本教育大學協會全國技術教育部門、全日中技術與家庭科研究會。

此外，在日本教科文部的支援下，產品製作教育支援事業（東京都大田區、茨城縣等）也把握各種機會舉辦獨立的發展活動，這些活動事例在 JSTE 課題研究會 2003 年曾調查的地區中，就有約 400 多件。雖然像這樣致力於充實技術教育的活動持續盛行中，但其中投身扎根活動，或對社會呼籲的建議或宣傳卻不多。

在社會關係以外的建議中，例如大阪工業會提出了「產品製作的人才培育」（大阪工業會產業政策委員會，2000），其中有制訂「產品製作基礎技術振興基本法」相關的教育重要性；另外，科學技術振興事業團機關評價報告書（科學技術振興事業團，2003）中，也一併記載了充實科學技術與理科教育等的表達。

但是，這些都只是小部分，另外絕大部分都還是以算數、數學、理科的充實等爲改善對策的主體。義務教育中的技術教育多半都未被提及。

深思國民的技術素養的養成，日本工學學會的報告（日本工学アカデミー，2005）、経団連月刊（豊田章一郎，1999）和塑性與加工期刊前幾期的文章中，對於未來技術教育與產品製作教育的意義，也提出了不少技術教育機關（大川陽康，2000）以外的寶貴案例。

五、學校課程重編的問題

雖然未來教育課程將如何調整目前尚不得而知，但仍必須彙整科學技術教育內容與教育實踐，即使其中確時存在著待解決的大問題。

例如，一方面要理解自然法則與認同真理的真知灼見為目的的素養教育，另一方面，必須進行人格養成教育，體驗先針對未實現的主題設定目標與達成的過程。若將定理以實驗來證明的目標設定，在進行技術性的學習同時，雖然也能進行思考，但技術當下只被當成一種手段或方法，反而會制約了其學習範圍。

雖然技術教育中關於理論的理解也十分重要，但為了達成目的也必須考慮與現實妥協。尤其，熟練地綜合運用多種知識、理解力與技能都是必要的。在原先的目的達成前，要反覆地花時間並嘗試失敗，如果是技術與理論兩個目標都能達成的學習方法、學習時間與設備都充分地準備好了的話，從綜合性學習觀點來看，這其中除了有固定要傳達的意涵外，接著就是要考慮教師的教授能力了。

兩個科目的內容可以都由一個老師來擔任嗎？目前理科的教師養成中，便存在著其專業領域及專業的相關知識、理解力、實驗指導能力等不足的感嘆。在技術教育中要學習的所有知識、技術很多，所以要能夠達到指導者的境界也不容易。現在擔任兩個科目以上的指導者案例很多，其中有的不是出自本身意願、也有的指導得很勉強而希望變得更專業化；另外還考慮到應用面已經變得更廣泛，但卻偏離單純理工或產品製作領域的狀況，這些問題都需要在課程上加以改善。

陸、結語

一般而言，新發現與創造都會帶來快樂的充實感。在自然科學領域中，體驗與創造都將帶來發現的喜悅；學習知識與理論可以發展人員並創造新的技術，而人員發展與新技術的創造則可以追溯並探討出新的理論（間田泰弘，2001）。從上述的過程中，透過多樣且適切的學習即可養成所需的資質。

為了實踐這樣的資質學習，必須及早充實人員發展、技術創新等技術素養養成的技術教育。為了生涯發展之所需，科學、技術教育的課程是必要的。意即在科學教育與技術教育相互補強時，還必須建構一個能達到兩者目標的教育環境。隨著社會環境的變化，如果家庭失去了極為重要的身心體驗，就只能依賴公共教

育來確保了。因此，依據技術立國下最合適的學習目的與樂趣，不僅要靠技術教育相關人員們的關心，我們更期待的是整體社會能對技術教育能有更廣泛的認識。

參考文獻

文部科学省科学技術學術政策局基盤政策課(2005)：**科学技術理解増進政策に関する懇談会：人々とともにある科学技術を目指して**。文部科学省科学技術學術政策局基盤政策課。

大輪武司(1997)：**技術とは何か**。オーム社。

小林信一(1994)：**科学技術立国を支える人材育成**。日本學術協力財団。

大阪工業会産業政策委員会(2000)：**モノづくりのためのヒトづくり**。(社)大阪工業会

桐田襄一(2001)：**子どもの生活と技術**。近代文芸者。

日本産業技術教育学会課題研究委員会(1999)：**日本産業技術教育学会誌**。41(3)。pp1-9。

日本産業技術教育学会(2003)：**技術教育の理解と推進のために**。日本産業技術教育学会。

文部省(1959)：**中学校技術・家庭指導書**。開隆堂。

隈部智雄(2000)：**塑性と加工**。

間田泰弘(2000)：**中等教育資料**。767。pp16-21。大日本図書。

日本教育大学協会全国技術教育部門、日本産業技術教育学会、JAM 産業政策委員会(2000)：**ものづくり教育は人づくり**。日本教育大学協会全国技術教育部門。

土井康作(1998)：**日本産業技術教育学会誌**。40(1)。pp.23-31。

科学技術振興事業団総合評価委員会(2003)：**科学技術振興事業団機関評価報告書**。科学技術振興事業団。

日本工学アカデミー作業部会(2005)：**EAJ Information**。122。pp.5-14。(社)日本工学アカデミー。

豊田章一郎(1999)：**経団連(keidanren)月刊**。5。pp.41-43。日本経団連。

大川陽康(2000)：**塑性と加工**。

間田泰弘(2001)：**電気学会誌**。121(1)。pp.10-11。

「你所不知道的電視機」-教學活動設計歷程之探究

黃婷玉

高雄師範大學工業教育所研究生

壹、前言

自古以來，人類為了改善生活，不斷地從事科技的創新與發明。今日，科技產品充斥在我們的生活中，與我們的生活愈來愈密切，此時，我們更需要科技素養，主動地控制及選用科技，而非盲目地消費科技產品。

教育部推行九年一貫課程已多年，主張教師自主，教師應有能力選擇及判斷適切的課程進行教學。教師依據各階段能力指標設計教學內容及活動(教育部，2003)。雖有教科書供參考，該教什麼？為什麼要教？怎麼教？是否能達成教學目標？都是身為教學現場的工作者應當思考的。教師應了解科技教育的意涵，根據學生的能力及環境特質，做適切的規劃。有鑑於此，本文以電子傳播為主題，設計「你所不知道的電視機」教學活動，利用五個 W 與一個 H 的方式，針對課程單元設計的歷程進行探究。

貳、活動設計歷程

一、Why-課程目標的選定

李隆盛(2004)提出「科技素養教育的螺旋結構」，指出科技素養教育應隨著學生年齡漸長以及教育階段施行不同層次的教學。科技課程的目標，配合學生身心發展的特性，及國民教育各階段科技能力指標，含「科技的本質」、「科技的範疇」及「創意與製作」等三類，各階段有其學習層次，在中等教育階段的目標是科技導向與試探，透過實際體驗科技，達到對科技的了解，此階段具有科技整合的性質(朱元祥，2001)。科技素養教育則著重於培養學生：(1)瞭解科技的意義與發展；(2)應用科技的能力；(3)體認科技與文化的關係；(4)評估科技對社會造成的影響(溫嘉榮，2001)。九年一貫課程於的自然與生活科技課程理念中，主張學習技術的探究方法和基本知能，期學生能夠應用所學於當前和未來的生活，並且能夠覺察和試探人與科技的互動關係(教育部，2003)。國內外科技教育學者專家也多主張透過教學活動方式來增強學生之科技能力。例如，主張教學活動中要加強訓練學

生思考能力及解決未來生活問題的能力(李隆盛, 2004)。國中階段讓學生學習現代傳播科技的應用與影響,使得他們能瞭解科技如何形成並能進而控制這個複雜的社會,這是教育中相當重要的一環(Seymour, 1990)。國際科技教育學會(ITEA, 2000)針對科技教育,主張教學活動應讓學生較深入了解並體驗科技,在科技的研究發展及選擇運用上,有效控制科技。

總結上述文獻論述,本活動以「傳播科技」為主軸,設計結合生活相關活動,期讓學生能將課程與生活聯結。

二、Who-學習者確定

我國學校教育針對科技教育,在幼稚園並沒有單獨規劃科技教學,過去國小階段以「勞作」及「美勞」課程的部分內涵,涉及到設計製作與科技教育相關。直到2001年九年一貫課程實施後,國小在一、二年級的「生活」領域融入科技教育,三到六年級則於「自然與生活科技」領域中實施。國中階段也是以「自然與生活科技」學習領域為主,主要目標在於提昇國民的科學與科技素養(教育部, 2003)。

各階段學生的學習,以分段能力指標為依據,第4階段為國中一、二、三年級,但並沒有明確劃分國中階段各年級的能力指標。本活動以「傳播科技」為主軸,將單元活動安排於國一階段。

三、What-教學目標的確立

國際科技教育學會(ITEA)於2000年出版的《科技素養標準:科技學習的內容》中,將科技素養分為五個層面二十項標準,其中針對學生對科技世界應用的能力,於標準12提出「學生將發展使用及維持科技產品及系統的能力」。針對設計的世界,於標準17提出「學生將發展知識以使用及選擇資訊及傳播科技」。針對9到12年級的教學指引,提出幾項建議的教學活動,例如:檢視並預測科技發展進步的情況及比較科技產品之不同規格(譬如錄影帶),探討其優缺點及優勝劣敗情形。美國傳播科技育學者Mark Sanders(1991)針對傳播科技指出,要從三方面探討,其中一項即為傳播的內涵及系統的了解。

電視,是自二十世紀來最具強有力的大眾傳播科技,透過聲音、感光、電波等科學技術,將影音連續即刻地由他方傳送到我們眼前,透過它又連結許多不同的電子傳播產品,例如: DVD 錄放影機、攝影機、遊戲機等。故本課程以家庭必備的電視機為主題,讓學生能夠了解我們所使用的電視機其特性,以真正應用

於生活中。

基於上述目的,本活動設計以了解傳播科技系統及能夠使用傳播科技產品的能力為原則,設計一個名為「你所不知道的電視機」的單元教學活動,預期的教學目標如下:

- 1、了解傳播科技系統。
- 2、知道電視訊號傳送過程。
- 3、知道訊號的意義。
- 4、知道類比與數位訊號的特性與差異。
- 5、知道傳統電視與數位電視的差別。
- 6、知道電視訊號分為影像及聲音。
- 7、知道 RF 端子的意義。
- 8、知道 AV 端子的意義。
- 9、知道 S 端子的意義。
- 10、知道色差端子的意義。
- 11、知道 VGA 端子的意義。
- 12、知道端子 IN 和 OUT 的意義。
- 13、能夠將電視機與外接視聽產品正確連結。
- 14、知道目前電視機產品的種類特性及差異。

四、When-時間分配

教學歷程中,吸引學生的注意,引發學習動機,可以說是學習重要條件之一,故在時間每節課的時間安排上,一開始以引起動機為起端,引導學生進入學習重點,最後再總結今日所習得的知識,共需五節課,共 180 分鐘。

五、Where-教學設備的選用

傳統教學裡,教師多半依據教科書內容,以講述法直接傳遞課本中的知識,適度地選用教學媒體,不只可以引發學生的學習動機,在實際的操作與觀察中,可以使學生得到具體的學習經驗。本活動規劃使用電視機 2 台及 DVD 錄放影機 2 台,以利用分組觀察及操作。

六、How-教學技巧的使用

Sanders(1996)說明發問是引發他人產生心智活動並作回答反應的語言刺激。筆者選用問答的目的,在於引起學生的學習動機及興趣。

國內學者提出，在生活科技教學普遍仍依賴講授而忽略教學活動，羅文基、郭銘哲(2004)指出生活科技實際的教學中，往往只能讓學生以觀看影片或是直接聽教師的講述，而缺乏動手操作或模擬等活動。所以，本教學活動中以觀察及實際操作的方式，讓學生透過實物的觀察加深印象，並能與生活連結。

七、How-教學評量

為了解學生的學習是否達成教學目標，分別進行「總結性評量」及「實作評量」，以做認知及技能領域的評量。在認知的層次上，題目僅設計知識及理解的層次，題型採用是非題，評量學習單可參考附錄三。應用的層次強調知行合一，以科技教育的觀點而言，提供學生與生活經驗直接相關的學習活動，是在學校的課室環境中最重要的一環(林人龍，民 95)，故透過實作評量，了解學生是否能夠正確地應用所習得的知識。針對這個教學活動設計的實作評量檢核表如附錄四。

依據課程進度及教學目標，設計學習評量雙向細目表如下表一。

目標	題數	層次	知識	理解	應用
1、了解傳播科技系統			2	1	0
2、知道電視訊號傳送過程			2	1	0
3、知道各端子的意義及用途。			5	1	2
4、知道端子 IN 和 OUT 的意義。			0	1	2
5、知道訊號的意義及分類。			2	2	0
6.知道傳統電視與數位電視的差別。			1	1	1
7、知道電視訊號分為影像訊號及聲音訊號。			1	0	1
8、知道目前電視機產品的種類特性及差異。			2	0	0

表一 單元評量的雙向細目表

參、教學活動設計

- 一、活動名稱：你所不知道的電視機
- 二、教學對象：國中一年級學生
- 三、授課時間：5 節課
- 四、教學活動設備：電視機 2 台、DVD 錄放影機 2 台。
- 五、教學活動內容與時間分配

節數	具體的教學活動	時間	學生活動
一	1、引起動機：問學生最近在看哪個電視節目？ 2、討論電視節目如何傳送到家裡。 3、組織學生答案，系統化說明電視訊號傳播的途徑。 4、說明訊號是將資訊轉成可在傳輸媒介上輸送的方式。 5、說明類比訊號及數位訊號的特性及差異。 6、說明電視的數位化發展。 7、學習單一「你所不知道的電視機」：觀察家裡的電視機，並將電視機背面的接孔及名稱畫下來。(附錄一)	5 10 8 2 5 10 5	討論 討論 聽講 聽講 聽講 聽講 作業
二	1、請一位同學上台畫下他所觀察到的電視機接孔，並由其他同學補充。 2、討論各個接孔的意義。 3、說明 UHF/VHF，稱為 RF 端子。接收來自天線接收無線電視台訊號，或來自自線電視電纜線的訊號。 4、以電腦為例，詢問電腦的聲音及影像分別由哪個地方輸出？說明電視訊號由影像訊號 (video) 和聲音信號 (audio) 組成的。 5、說明彩色電視記錄影像訊號的方式包含亮度及彩度。 6、說明電視傳送影像訊號的端子分類： (1)AV 端子的 V 端子-將影像訊號同時輸送。 (2)S 端子-將影像訊號分成亮度及彩度兩個單獨的訊號傳送，所以畫質比 AV 端子佳。 (3)色差端子-將 S 端子的彩度訊號再細分，故畫質比 S 端子和 AV 端子佳。 8、說明電視傳送聲音訊號的端子為 Audio 端子。 9、說明 IN 與 OU 端子間訊號的輸入與輸出觀念。 10、觀察電腦與電視機影像輸出的端子是否相同？ 11、說明電腦的影像輸出端子為 VGA 端子。	5 5 35	上台 討論 聽講

三	1、分組實作 (1)提供電視機及 DVD 播放機，請各組派一位同學把線接上，以達成可以看到 DVD 影片的目的。 (2)記錄各組所花時間，時間以五分鐘為限。 (3)記錄各組比賽成績於小組績分表中。 2、學習單二「我的未來不是夢」說明。(附錄二)	40	分組評量
四	1、請各組分享學習單二的記錄。 (1) 討論觀察到的電視機種類及規格。 (2) 分享親人朋友及組員選購各類電視機的想法。 2、歸納總結傳統電視、平面電視、電漿電視、及液晶電視的特性與差異。	35	小組分享
五	1、進行學習評量。 2、確定各項作業的繳交。 3、訂正學習評量單	20 10 15	評量 補交作業 訂正

肆、結語.

本研究主旨針對教學活動設計歷程探究，以五個 W 與一個 H 為基本架構，逐步形成教案設計。首先透過第一個「W」-Why，探科技教育的目的，根據文獻顯示，對於科技系統的了解，有助於學生真正了解到科技的知識本體。

第二個「W」-Who 是對學習者的確定。經由文獻了解科技系統的實施階段，以國中一年級以實施對象，讓學生在習得科技系統的知識後，在之後的科技課程能夠做水平的遷移。

第三個「W」-What 為教學目標的確立，由於電視這個傳播工具上，即有科技系統的完整架構，且為日常生活學生常接觸的產品，故透過它做為媒介，教授科技系統的知識，並學習使用這項產品。藉此規劃出單元的教學目標，並細分每個教學目標在實際的教學活動中的進行。

第四個「W」-When 為時間的分配，國一生活科技課程每周實施一節四十五

分鐘，依據學生的學習特性及課程單元的完整性，規劃出五節課的時間要求。

第五個「W」-Where 原應指教學環境的選擇，配合教學環境及設備，以電視機及 DVD 錄放影機為教學設備。

一個「H」-How 在筆者的設定為教學技巧的使用及教學評量。教學活動中，主要透過學生實際觀察及分組討論的方式進行，並以總結性紙筆測驗和實作評量，以了解學生是否真正達成本教學目標。

學習應該讓學生所得到的不再是支離破碎的片斷知識，而是完整且能廣泛應用的能力，讓學生能把在學校所學到的知識學以致用，應用在日常生活中（蔡福興，1990）。本學習活動是以一個大主題為學習的中心，逐步建構學生知識及行動的統整，並且在分組的活動當中，讓學生能藉由多元化及小組合作的學習來激發自己的情感、發展自己的潛能，深入的探究這真實的問題。

身為一個在教學現場實施科技教育的教師，對於該教給學生什麼樣的知識，教師本身應該具選擇及判斷的能力，透過教學活動產出歷程的探究，重新省思科技教育課程的實施時，我們教給學生的是否真的是科技教育的本質。

參考文獻

- 王光復(2007)。以教學活動來取代講授，讓學生加深體驗去認識科技及控制科技。生活科技教育月刊，40(4)，1-4。
- 朱元祥(2000)。從美國科技教育看技職教育與科技預估。2000年海峽兩岸高等技職教育：技職教育的永續經營與改革研討會。台北：台北科技大學。
- 朱元祥(2001)。探討高等教育科技素養之培育模式。屏東師院學報，15，141-169。
- 李隆盛(1994)國民中學技術科學素養教育課程現況之研究。行政院國家科學委員會。
- 李隆盛(1994)。科技與職業教育的課題：工藝教材教法新趨勢：模組化的課程設計與解決問題的教學策略。台北：師大書苑
- 李隆盛、王詩婷、王保堤等人(2004)。中小學科技教育簡介。台北：國立台灣師範大學科技學院。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北：教育部
- 黃光雄(1988)。教學原理。台北：師大書苑有限公司。

- 張玉山(1997)。國小科技素養教育之建構。花蓮師範學報，7，553-590。
- 蔡清田(2000)。教育行動研究。台北：五南。
- 蔡福興(2001)。主題式教學於國小科技課程實施之運用。生活科技教育月刊，34(5)，7-16。
- 溫嘉榮(1997)。我國高中技學素養教育課程模式之探討研究。高雄師大學報，8，131-147。
- 歐滄和(2001)。教育測驗與評量。台北：心理出版社。
- 羅文基，郭銘哲(2004)。運輸科技課程 - 船舶運輸與船型探討。生活科技教育月刊，37(3)，85-91。
- Jane A. Liedtke, Ph.D. Associate Professor Department of Industrial Technology Illinois State University Normal, Illinois(1990).Communication in Technology Education, 1990 CTTE 39th Yearbook Technological Literacy.
- Missouri Technology Education (2002). MISSOURI TECHNOLOGY EDUCATION GUIDE 2002. Department of Elementary And Secondary Education, Division Of Vocational And Adult Education, Technology Education. From http://dese.mo.gov/divcareered/TechEd/Curriculum_Guide.pdf
- ITEA(2000).Standards for Technological Literacy:Content for the Study of Technology(STL).Retrieved July 10,2004,from <http://www.iteawww.org/TAA/PublicationsMainPage.htm>
- ITEA (2001). Foundations of Technology: A Standards-Based Model Course, Grades 9-12. ITEA-CATTS Consortium. International Technology Education Association, 2001 .from <http://dese.mo.gov/divcareered/TechEd/High/foun.pdf>
- Sanders M.(1991).Communication Technology:Today and Tomorrow.Peoria,IL : glencoe/McGraw-Hill.
- Seymour, R. D. (1990). Conceptual Model for Communication in Technology Education Programs at the High School Level. Communication in Technology Education,39th Yearbook, CTTE, 66-92.CA: Glencoe/McGraw Hill.

附錄一

學習單一		你所不知道的電視機			
姓名		班級		座號	
觀察家裡的電視機，並做記錄。					
種類		廠牌		尺寸	
將該電視機正面及背面或是側面，面板上的按鍵及接孔畫出來，若有文字敘述，也記錄下來。					
電 視 機					

附錄二

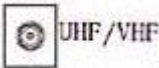
學習單二	我的未來不是夢		組別	
組員姓名			分工職掌	
一、請上網或到家電賣場搜集產品的種類，至少三種，並記錄於下表。				
種類	尺寸規格	廠牌類別	價格範圍	
二、根據小組的現場觀察及探索，目前市場上以哪一種類為主？你們認為理由為何？				
四、訪問家人或朋友，詢問他們選購哪種電視機的意願及理由。				
對象	選購產品種類	選購理由		
五、小組成員討論，若是你們將選購哪一種產品？原因為何？				

附錄三

國一生活科技「你所不知道的電視機」學習評量單

班級 姓名 座號

是非題：

- () 1、傳播科技系統為：輸入-處理-輸出。
- () 2、看電視時，如果畫面不清楚，我推測可能是電視機故障，這個動作是透過輸出畫面的回饋去判斷的。
- () 3、訊號傳入電視機後會經過複雜的處理過程才輸出。
- () 4、 稱為 AV 端子。
- () 5、RF 端子可以用來接收天線及有線電視台傳送來的訊號。
- () 6、家裡若沒有接裝有線電視就不能看到電視節目了。
- () 7、有線電視業者透過纜線將訊號傳送到收視戶家中電視。
- () 8、台灣的電視台分為無線及有線電視台。
- () 9、訊號從一個媒介進入到另一個媒介，就有 IN 和 OUT 的關係。
- () 10、電視訊號有影像和聲音訊號的分別。
- () 11、影像和聲音訊號分別由不同的接孔輸入(出)。
- () 12、訊號將資料轉成可在傳輸媒介上傳送的狀態。
- () 13、AV 端子是 Audio 及 Video 端子的合稱。
- () 14、端子上 Audio In 指的是影像訊號輸入的接孔。
- () 15、液晶電視沒有幅射線的問題，較傳統電視安全。



- () 16、右圖是類比式的訊號
- () 17、電腦主機可以接到電視螢幕上。



- () 18、左圖代表色差端子。
- () 19、目前在汽車上可以看到電視節目，是數位訊號的功勞。
- () 20、目前市面上的電視機主流為液晶電視。

附錄四

實作評量檢核表

題號	檢核項目	判斷結果	得分
1	能把有線電視電纜接頭接在電視機 RF 端子上。(20%)	是 否	
2	能將錄放影機 Video Out 端子接在電視機 Video In 端子上，以觀看錄放影機撥放的影片。(20%)	是 否	
3	能將錄放影機 Audio Out 端子接在電視機 Audio Out 端子上，以收聽錄放影機撥放影片的聲音。(20%)	是 否	
4	能將甲錄放影機 Video Out 端子接在電視機 Video In 端子上，並將乙錄放影機 Video In 端子接在電視機 Video Out 端子上，以錄下甲錄放影機撥放的影片。(20%)	是 否	
5	能將甲錄放影機 Audio Out 端子接在電視機 Audio In 端子上，並將乙錄放影機 Audio In 端子接在電視機 Audio Out 端子上，以錄下甲錄放影機撥放的聲音。(20%)	是 否	
總分			

中華民國工業科技教育學會年會活動 暨研討會活動報導

洪國峰

台灣師大工業科技教育系博士生

中華民國工業科技教育學會年會，已於九十六年十二月廿二日（星期六）假國立臺灣師範大學綜合大學五樓國際會議廳舉行，由吳清基理事長主持並揭開序幕。

本次年會同時辦理「生活科技師資培育與發展研討會」與「中學生活科技創意設計教學活動發表」，會中特別邀臺北市立建國高級中學吳武雄校長及生活科技教師團隊耿建興、黃三郎及溫敬和三位老師，發表「生活科技教學經驗分享」；並邀請張玉山副教授針對目前生活科技師資培育現況，發表「生活科技教育實習現況與展望」專題演說。

會場中，除了同時舉辦「生活科技教學活動發表會」成果發表，更協同臺灣師大工業科技教育系大四學生專題製作成果展及製造科技課程實習公司相關產品展示，不僅活動內容相當豐富，更讓大會的辦理性質更加多樣化，獲得與會者的許多好評。

大會中，頒發許多獎項，以表彰貢獻科技教育與教學的績優人員，包括：

- (一) 木鐸獎：羅文基教授（龍華科技大學）
- (二) 服務獎：黃能堂教授（國立台灣師大）
- (三) 生活科技教育績優人員：
 - 1. 研究獎：楊錦心副教授（國立台灣師大）
 - 2. 教學獎：王光復副教授（國立台灣師大）
 - 3. 行政獎：吳武雄校長（臺北市立建國中學）、王秀燕校長（臺北縣立汐止國中）、陳芳慶主任（國立高雄師範大學工業科技學系）。
 - 4. 推廣獎：吳錦隆主任（桃園縣立平興國中）、張美珍（高雄科學工藝博物館）。
- (四) 生活科技教學活動發表：
 - 1. 風力驅動車（非風帆車）：徐嘉蔚、郭家銘、張聖麟老師

2. 創意置物盒（智慧拼盤）：徐嘉蔚、郭家銘、張聖麟老師
3. 麵包板環保電路接線：鄭國正老師
4. 從景女校舍簡介探索本土營建科技之美：吳彥竹老師
5. 畢業紀念光碟製作：吳彥竹老師
6. 小小機關王 彈珠迷宮：蔡勝安老師
7. 機關鎖設計與製作：洪國峰老師

感謝大家辛勤的付出，並肯定上述人員在教學生涯上，對科技教育的努力與貢獻。另外，生活科技教學活動發表內容都著重於「藉由實作，使學生建立正確的生活科技概念，掌握製作技能，培養解決問題能力」，達成九年一貫課程的核心能力目標。

最後，本次的年會大會就在熱鬧的摸彩餘興活動後，圓滿劃下句點。