

家具設計採用 Rhinoceros 繪圖放樣之研究

The Research of Applying Rhinoceros in Drawing and Laying Out of Furniture Design

盧俊宏* 黃彥霖**

Chun-Huang Lu* Yen-Lin Huang**

*南華大學應用藝術與設計學系 副教授

**國立臺灣師範大學工業教育學系 研究生

摘要

在家具設計業界中，設計與繪圖是一個產品表現的共通語言，更是家具設計領域中各級人員溝通專業與創意的橋樑，亦是分工合作的基礎，也是產品製作的依據，任何家具設計的開發，結構、材質、加工方法、精密度及生產成本計算等，都必須依賴設計繪圖詳細的規劃，設計繪圖實為影響家具設計最重要的基礎。選擇良好的設計繪圖工具軟體，能讓家具設計與製作過程更加的順利；反之，則容易造成資源、時間、人力上的浪費。為此；本研究對於家具設計中之「複斜線」、「複斜面」、「複曲面」設計元素採用 Rhinoceros 所作之繪製設計，結果發現；Rhinoceros 繪圖軟體搭配彩現軟體繪製家具設計圖，不但在家具造型、材質、顏色、光影效果上有具體（擬真）突出的表現，更在繪製施工圖、1/1 實體精細圖時能節省大量的時間及避免嚴重的錯誤。

關鍵字：複斜線、複斜面、複曲面、Rhinoceros

Abstract

“Design” and “Drawing” are the common languages in furniture design. They have made communication between people of furniture design. They’re the foundation of cooperation and manufacture. Developing, structure, material, process, accuracy and the cost of furniture design are depend on “design drawing”. Furniture design and manufacture would be going smoothly by choosing good computer design software. On the contrary, it would be in wastes of resources, time and human resource. This study is major to draw “compound inclined line”, “complex inclined plane” and “complex curved surface” by Rhinoceros. The result of the furniture’s shape, material, color, light is very excellent by using Rhinoceros to draw furniture design. And it can save a lot of time and avoid huge mistake when drawing.

Keywords : Double Oblique Line, Double Oblique Plane, Double Curved Surface, Rhinoceros

一、研究動機與目的

本研究動機主要在探討「複斜線」、「複斜面」、「複曲面」之家具設計與製造上的應用，「複斜線」、「複斜面」及「複曲面」所產生之家具設計造型符合產品視覺美感之基本要求，家具設計強調形、



色、質的表現，故如何提供在設計時「形」的流暢、「色」的呈現與「質」的表露等，乃本研究之重點，一般而言；一件優良的家具設計，若具備了「複斜線」、「複斜面」、「複曲面」之條件，在製造時需長時間的放樣工程（1/1 的實體精圖）並額外計算「實長、實寬與實面」之問題，因此；花費許多不必要的時間與精力，且過程中容易發生嚴重錯誤，因而本研究乃希望從 Rhinoceros 設計軟體的功能加以運用於此，希望經研究後能節省設計放樣之時間與減少過程中容易發生的疏失及誤差。Rhinoceros 為一獨特的曲面（NURBS）計算模式的繪圖軟體，他能將家具設計中常見之「複斜線」、「複斜面」、「複曲面」等高難度之造型表現得盡致淋漓，並配合其獨特的 3D 與 2D 圖面之間的轉換功能，能即時把 3D 數位模型轉換為 2D 之三視圖。因此，如何將 Rhinoceros 運用於家具設計複斜及複曲面造型之設計繪圖是為本研究之目的。

二、文獻探討

1. 家具設計製圖

設計製圖在家具設計工程中是極為重要的一環，在設計製造過程中乃為工程師、設計者或生產製造者所共同使用溝通的工具及語言，家具設計製圖（Furniture Design Drawing）係由各種線條或符號所構成，以表達所示物體之面邊及其形狀，並加註所需之尺寸、符號或註解說明，而組合為一完整圖樣（林崇宏，1998），可說是家具設計領域中一切設計、製造乃至於安裝…等參考之依據。由設計者將其構想，透過工程製圖語言正確、清楚的表現說明家具之形狀、尺寸、規格及材質顏色，使生產人員依設計者所表現之圖面，正確無誤的施工製造。

2. 放樣的概念

家具設計繪圖與製造過程中，對於「尺寸精密度」之要求極高，家具各構件之尺寸需鉅細靡遺、正確無誤地測量與標示；因此，「放樣」是十分重要的環節。而「投影幾何」是相當重要的放樣繪圖觀念，利用投影的原理，正確、迅速將 3D 物體形狀、位置及內部構造表現於 2D 平面上。家具設計圖最常使用之「第一角法」與「第三角法」之三視圖即為世界各製圖規格訂定之基本圖示法，也是「正投影畫法」（如圖 1）中最基本的放樣投影概念。

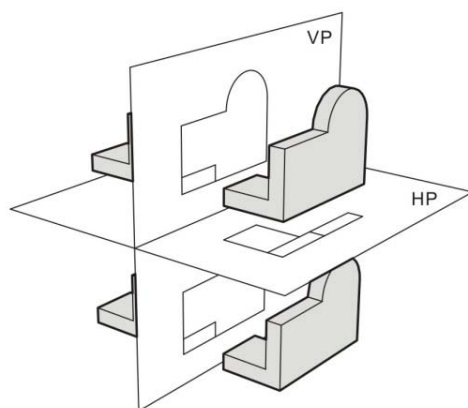


圖 1 正投影於四個象限示意圖（林崇宏，1998）

3. 複斜的概念

「複斜」包含複斜線與複斜面，顧名思義即「空間中的線或面，與直立投影面、水平投影面、側投影面皆沒有平行或垂直」。舉凡古今中外的家具設計，「複斜」的概念常常運用於設計之中（如圖 2、3），因此設計繪圖中，較難直接透過投影表現物件實際長度或形狀，在家具設計過程中通常會使用「輔助投影法」或「迴轉法」求得物件實長與實角，以利實作進行。



圖 2 複斜家具設計。

（摘自<http://www.artfulhome.com>）



圖 3 複斜家具設計。

（摘自<http://www.artfulhome.com>）

（1）輔助投影法

因為複斜線或複斜面於空間中與三主要投影面（直立投影面、水平投影面及側投影面）並沒有平行或垂直，所以需要在三個主要投影面以外，繪製另一輔助投影面（如圖 4）。因為直立投影面（V 面）、水平投影面（H 面）及側投影面（P 面）均不與線段 ab 平行或垂直，所以另取一輔助投影面（X 面）使正線段 ab 平行，並垂直於 H 面（或 V 面），X 面與 V 面的基線以 VX 表示，X 面與 H 面的基線以 HX 表示，當 ab 線段平行於輔助投影面（X 面）並垂直於水平投影面時，則基線 HX 必平行於 a^hb^h ，其投影至輔助投影面上之 a^xb^x ，即為線段 ab 之實長，又實長 a^xb^x 與水平投影面（H 面）所夾的角度 α 即為實角。

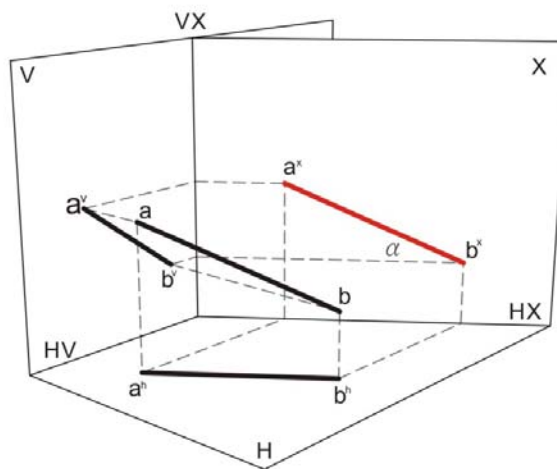


圖 4 輔助投影法示意圖。（謝文欽，1986）



(2) 迴轉法

迴轉法只需要兩個視圖即可求出實長，不必像輔助投影法必須要再作一輔助投影面，因此較為廣泛使用，在家具設計放樣中更為常見。作法如下（如圖 5）在四邊形 $abb^h a^h$ 中，以 bb^h 為轉軸，將 $a^h b^h$ 迴轉至 $a_3^h b^h$ 位置，使 $a_3^h b^h$ 與直立投影面（V 面）平行，則於直立投影面上所投影之線段 $a_3^v b^v$ 即為線段 ab 之實長，其與水平投影面（H 面）所夾的角度 α 即為實角。

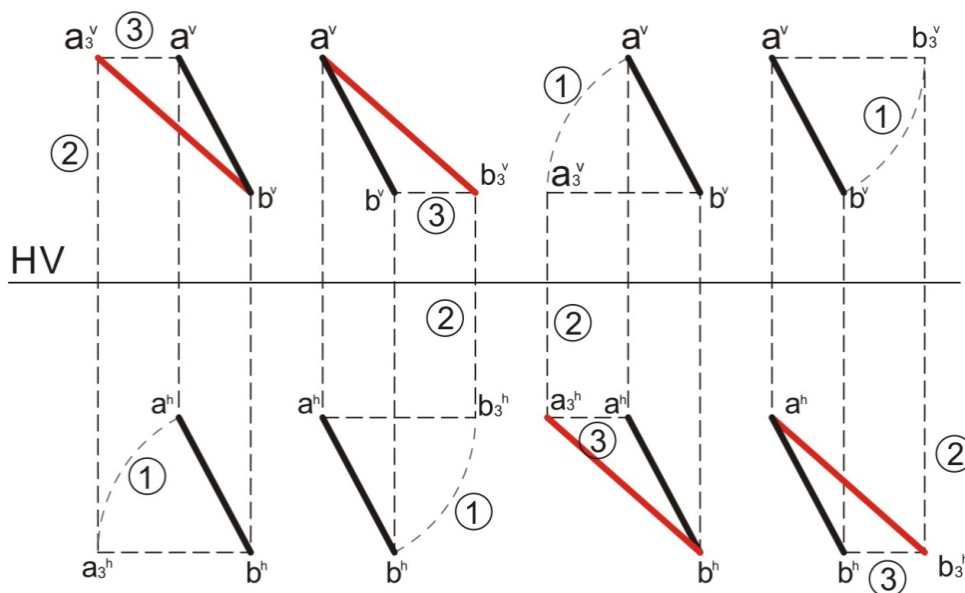


圖 5 迴轉法示意圖。（謝文欽，1986）

4. 複曲面之放樣概念

根據幾何學之定義：「面是線段連續運動的軌跡。」（林志偉、林傳璋，1993）而構成曲面的 U、V 方向中，有一方向恆為直線，則構成「單曲面」；若構成曲面的 U、V 方向均為曲線，則稱之為「複曲面」（周立倫、盧俊宏、黃彥霖，2008），簡而言之，凡是由「曲線以曲線軌跡移動而產生的面」皆為複曲面。複曲面造型流暢優美，亦為家具常用設計方法之一（如圖 6、7）。唯複曲面在家具設計放樣時，掌握尺寸之精確性有其困難度，需要專業能力的教育及訓練培養，且繪製過程較為繁鎖，產生誤差之機率也相對較高（如圖 8）。



圖 6 複曲面家具設計。

（摘自 <http://www.artfulhome.com>）



圖 7 複曲面家具設計。

（摘自 <http://www.artfulhome.com>）



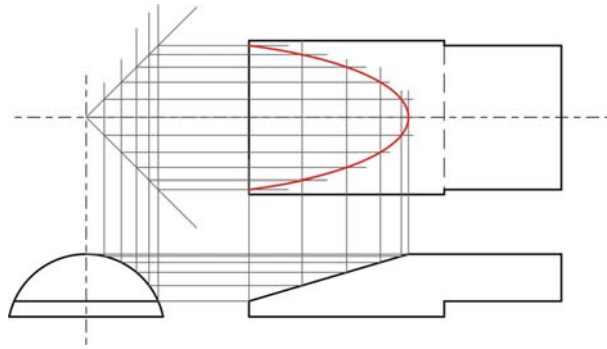


圖 8 曲線投影放樣示意圖。(王輔春、楊永然、朱鳳傳、康鳳梅，1988)

5. 家具設計採用Rhinoceros軟體應用之特性

Rhinoceros (通常簡稱 Rhino) 是一個產品設計的 3D 繪圖軟體，其功能強大(含 2D 與 3D 繪圖功能)。Rhinoceros 是以 NURBS 曲面為繪圖核心的 3D 繪圖軟體，其建模方式具多樣化。除了能用來繪製較理性的機械、建築…等造形之外，也適合用來繪製家具設計之產品。其繪圖及尺寸掌握方式簡單，可精確、快速的建立點、曲線、曲面、實體等物件，並具備「物件鎖點」功能；Rhinoceros 有別於一般 3D 繪圖軟體以 Polygon 為曲面計算方式，其主要以 NURBS 曲面建構實體模型，不僅容易操作、建置，NRUBS 曲面更可以任意切割、接合，並能維持物件的實體性，更能描繪複曲面物件造型，形成「曲率連續」之「A 級曲線、面」；另外在繪圖工具上，Rhinoceros 本身有多種網格 (Mesh) 編修工具，可修改調整多面體類形物件，並修補網格，將 3D 物件作多樣化的編修，增加設計的深度及廣度；此外軟體本身備有許多物件分析工具，可以隨即了解物件特性，例如長度、距離、面積、體積、曲率、重心等，產品未完成前便可知產品之物理特性。過去在家具設計定案之後，需要額外繪製尺寸精密的三視圖或施工圖，以便加工廠方便開模施工，然而 Rhinoceros 可自動將設計完成之 3D 虛擬實體產生為 2D 工作圖並標註尺寸，快速完成實際加工時的施工圖面。Rhinoceros 本身為一開放式的工作平台，可提供不同專業領域使用者開發特殊設計之外掛程式，流通性更為寬廣；目前已有數種不同之外掛彩現軟體，例如：Flamingo、V-Ray、Brazil、Maxwell 等，配合貼圖對應軸的應用，可彩現出有如照片般寫實的彩現圖，在未加工前即可預見精細、完整之成果，提供家具設計業者與製造者檢討審視 (如圖 9、10)。(周立倫，2008)



圖 9 Rhinoceros 繪製家具設計。
(摘自 <http://gallery.rhino3d.com>)



圖 10 Rhinoceros 繪製家具設計。
(摘自 <http://gallery.rhino3d.com>)



三、研究方法與過程

本研究採用實驗研究法（軟體實際操作實驗方式），實際操作說明 Rhinoceros 在複斜及複曲面造型家具設計以及繪製相關施工圖之應用，並以實木為主要材料做為設計之基礎，設計對象以包含複斜及複曲面造型之家具為主，建模以 Rhinoceros 設計繪圖軟體，並選用 V-Ray 彩現軟體作為彩現之主要工具，由於研究著重於將家具設計之複斜線、複斜面、複曲面造型之放樣，而電腦繪圖軟體的操作非常瑣碎及細膩，僅就其關鍵步驟予以說明。

1. 建構含有複斜造型設計之家具外觀

利用 Rhinoceros 本身 2D 與 3D 繪圖功能建構設計具有複斜特性之家具（如圖 11），包含櫃腳及橫桿樁接部分皆為複斜造型設計。配合 V-Ray 彩現軟體及場景燈光，繪製有如實品般之預想圖（如圖 12）

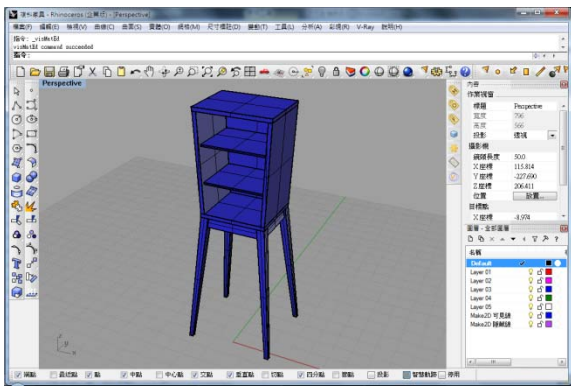


圖 11 Rhinoceros 建構複斜家具設計模型。
（本研究作者建置）

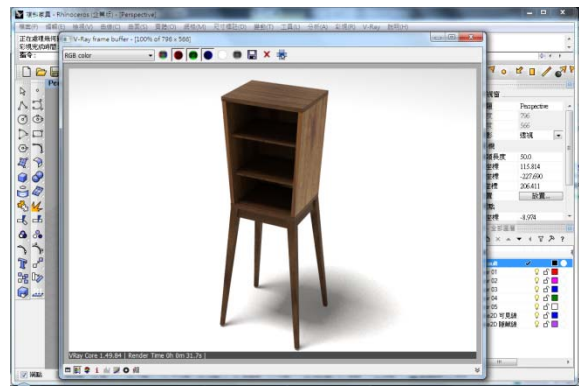


圖 12 V-Ray 彩現軟體繪製預想圖。
（本研究作者建置）

2. 根據家具設計繪製三視圖

家具外觀及設計建構完成後，便著手繪製三視圖。以「建立 2D 圖面」工具，Rhinoceros 能夠迅速計算 3D 立體模型，經由參數、選項之設定，將建構完成的家具模型自動產生包括「可見線」及「隱藏線」的正投影三視圖（如圖 13），並可利用「尺寸標註」功能在所需部位自動標註尺寸（如圖 14），改變目前既有「先繪製 2D 三視圖，再產生 3D 立體模型」之設計繪圖模式。相較於以繪圖儀器徒手繪製或使用 2D 繪製三視圖，Rhinoceros 不但改善繪圖效率，也提升尺寸的精確性。

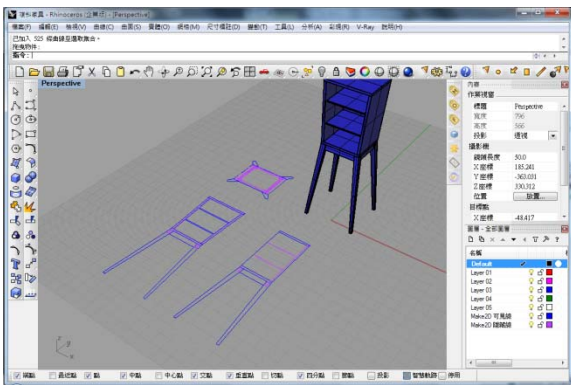


圖 13 Rhinoceros 能自行依 3D 模型繪製三視圖。
（本研究作者建置）

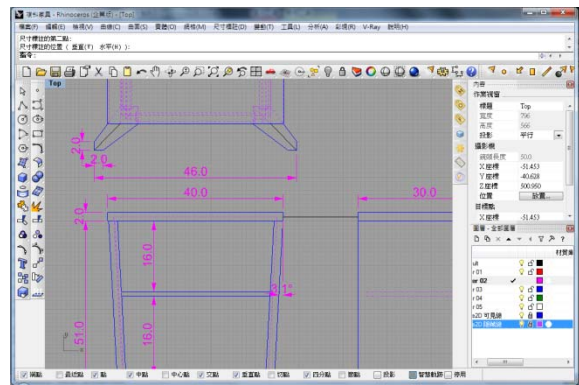


圖 14 可於三視圖中直接標註精密尺寸。
（本研究作者建置）



3. 放樣製作零件1/1的實體精圖

家具設計中，「複斜線」及「複斜面」之設計在三視圖中均無法表現出實長、實寬及實面，單靠三視圖是無法直接丈量或製造，因此必須在不同的視圖中予以旋轉，才能在另一視圖中求出實長。利用 Rhinoceros 繪圖軟體設計建立的 3D 數位模型，單獨複製含有複斜之構件，將構件及交線以「2D 旋轉」工具，分別在上視圖 (Top View)、正視圖 (Front View) 及側視圖 (Right View) 視窗中予以旋轉，使其主要稜線與 X、Y、Z 軸平行 (如圖 15、16)，並利用「建立 2D 圖面」工具產生具實長的三視圖，也就是各構件的放樣圖 (1/1 實體精細圖) (如圖 17、18)。

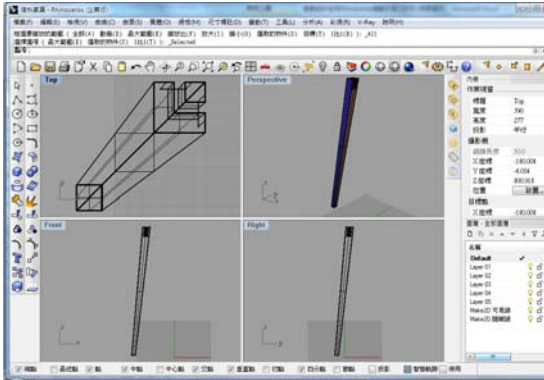


圖 15 旋轉使其主要稜線與 X、Y、Z 軸平行。
(本研究作者建置)

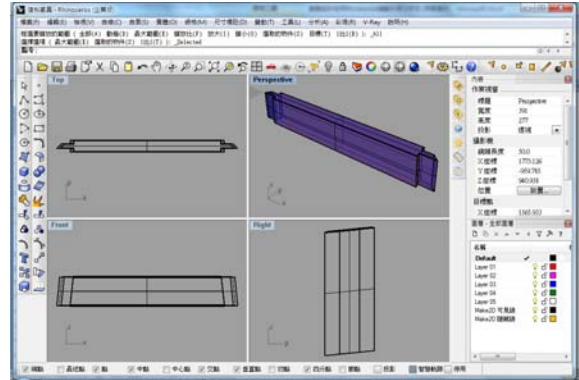


圖 16 旋轉使其主要稜線與 X、Y、Z 軸平行。
(本研究作者建置)

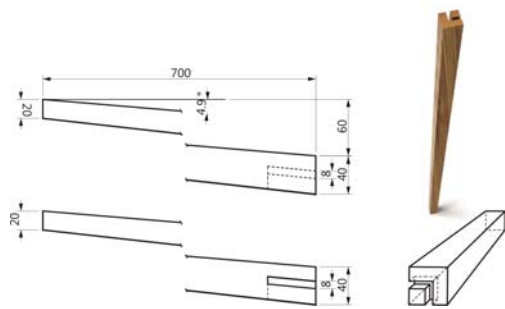


圖 17 櫃腳之 1/1 實體精細圖。
(本研究作者建置)

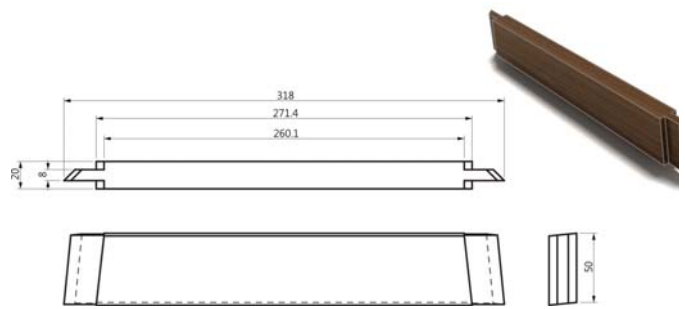


圖 18 橫檔之 1/1 實體精細圖。
(本研究作者建置)

4. 建構含有複曲面造型設計之家具外觀

利用 Rhinoceros 本身為 NURBS 曲面之特性，利用曲率連續之 A 級曲線之繪製家具之複曲面設計造型 (如圖 19)，配合 V-Ray 彩現軟體及場景燈光，繪製有如實品般之預想圖 (如圖 20)。



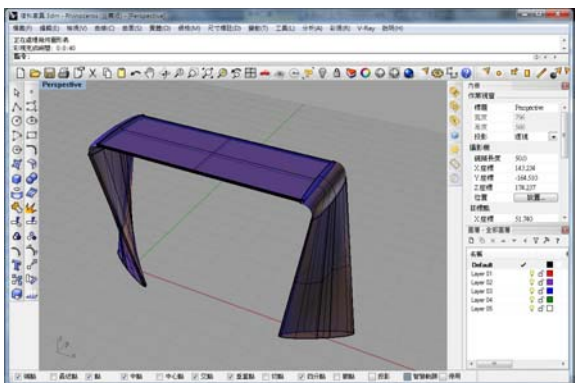


圖 19 Rhinoceros 建構複曲面家具設計模型。
(本研究作者建置)

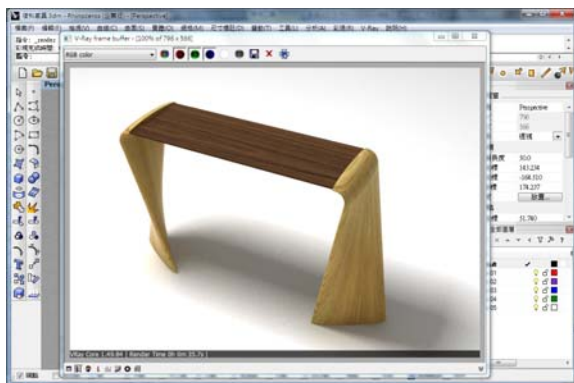


圖 20 V-Ray 彩現軟體繪製預想圖。
(本研究作者建置)

5. 根據家具設計繪製三視圖

家具外觀及設計建構完成後，便著手繪製三視圖。以「建立 2D 圖面」工具，Rhinoceros 能夠迅速計算 3D 立體模型，經由參數、選項之設定，將建構完成的家具模型自動產生包括「可見線」及「隱藏線」的正投影三視圖（如圖 21），並可利用「尺寸標註」功能在所需部位自動標註尺寸（如圖 22）。

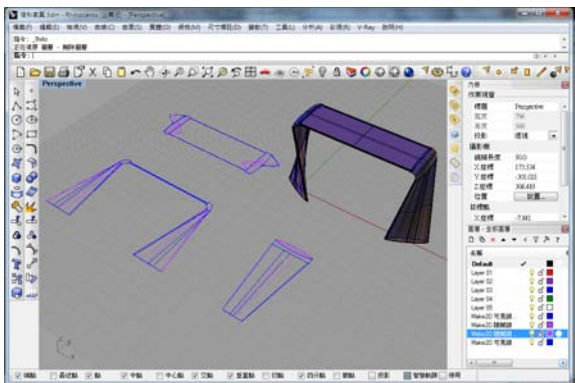


圖 21 Rhinoceros 能自行依 3D 模型繪製三視圖。
(本研究作者建置)

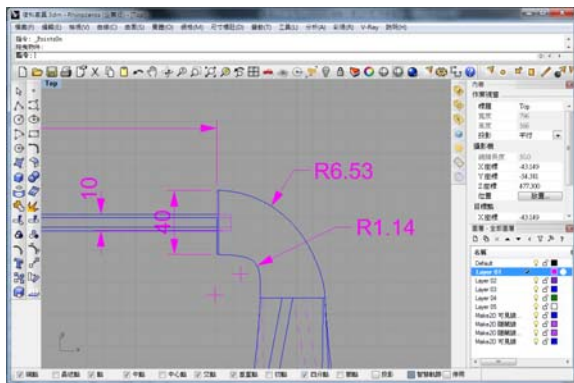


圖 22 可於三視圖中直接標註精密尺寸。
(本研究作者建置)

6. 製作零件 1/1 的實體精圖

家具由設計到生產，「複曲面」之設計單靠三視圖是無法直接著手加工製造，需要更詳盡的「1/1 實體精圖」。此時可以利用 Rhinoceros 將家具中具有複曲面之物件單獨複製，使其主要軸線與 X、Y、Z 軸平行（如圖 23），並利用「建立 2D 圖面」工具產生具實長的三視圖，也就是各構件的放樣圖（1/1 實體精細圖）（如圖 24），單獨產生 1/1 零件實體精圖。



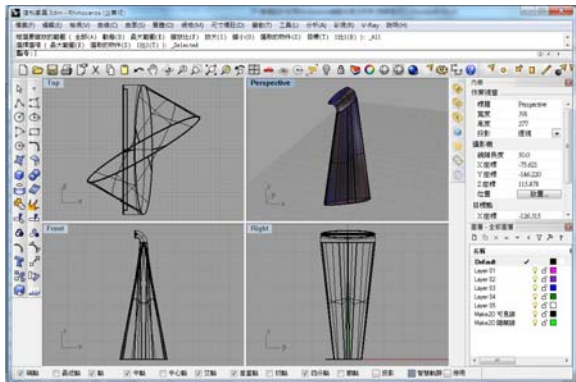


圖 23 旋轉使其主要軸線與 X、Y、Z 軸平行。
(本研究作者建置)

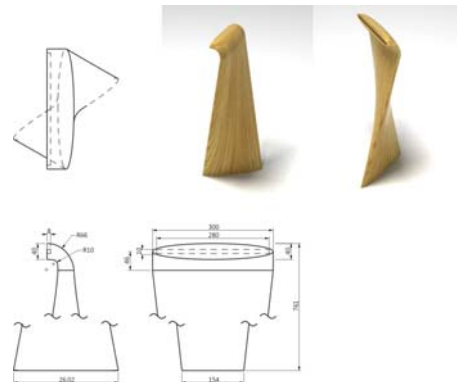


圖 24 桌腳之 1/1 實體精細圖。
(本研究作者建置)

7. 建構含有複曲面造型設計之家具外觀

利用 Rhinoceros NURBS 曲面之特性，設計繪製曲率連續之 A 級曲線表現家具之複曲面設計造型（如圖 25），配合 V-Ray 彩現軟體及場景燈光，繪製有如實品般之預想圖（如圖 26）。

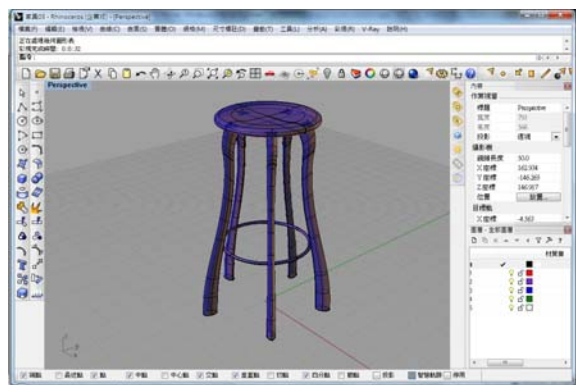


圖 25 Rhinoceros 建構複曲面家具設計模型。
(本研究作者建置)

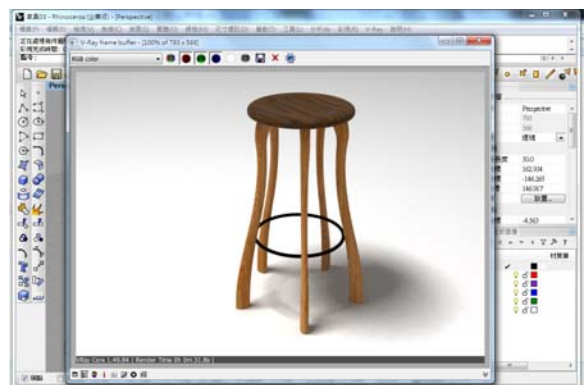


圖 26 V-Ray 彩現軟體繪製預想圖。
(本研究作者建置)

8. 根據家具設計繪製三視圖

家具外觀及設計建構完成後，便著手繪製三視圖。以「建立 2D 圖面」工具，Rhinoceros 能夠迅速計算 3D 立體模型，經由參數、選項之設定，將建構完成的家具模型自動產生包括「可見線」及「隱藏線」的正投影三視圖（如圖 27），並可利用「尺寸標註」功能在所需部位自動標註尺寸（如圖 28）。



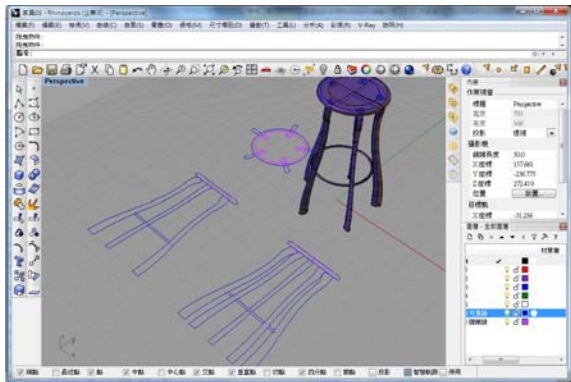


圖 27 Rhinoceros 建構複曲面家具設計模型。
(本研究作者建置)

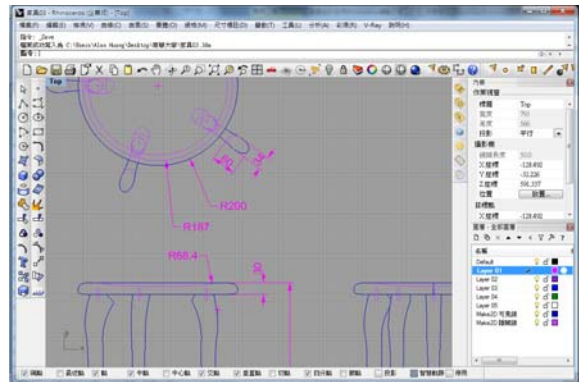


圖 28 V-Ray 彩現軟體繪製預想圖。
(本研究作者建置)

9. 製作零件1/1的實體精圖

家具由設計到生產，「複曲面」之設計單靠三視圖是無法直接著手加工製造，需要更詳盡的「1/1 實體精圖」。利用 Rhinoceros 繪圖軟體設計建立的 3D 數位模型，單獨複製含有複曲面之構件，將構件及交線以「2D 旋轉」工具，分別在上視圖 (Top View)、正視圖 (Front View) 及側視圖 (Right View) 視窗中予以旋轉，使其主要軸線與 X、Y、Z 軸平行 (如圖 29)，並利用「建立 2D 圖面」工具產生具實長的三視圖，也就是各構件的放樣圖 (1/1 實體精細圖) (如圖 30)。

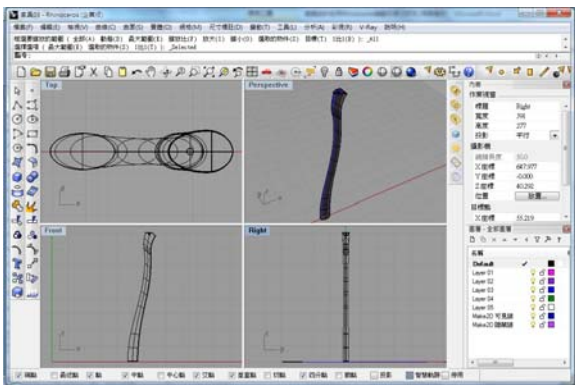


圖 29 旋轉使其主要軸線與 X、Y、Z 軸平行。
(本研究作者建置)

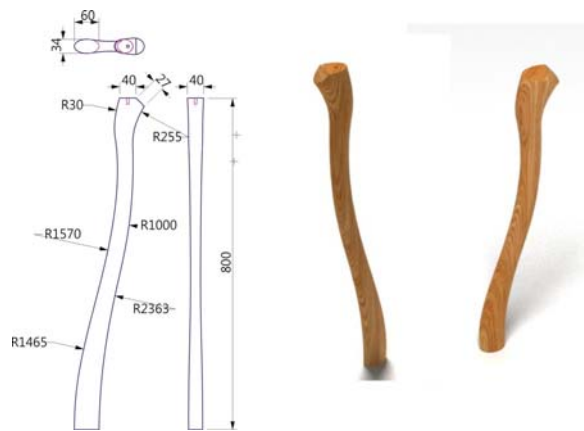


圖 30 單一零件之實體精密圖。
(本研究作者建置)

四、研究發現與建議

本研究經實驗後發現；一、家具設計之複斜線、複斜面及複曲面在三視圖中若以手工繪製均無法直接計算、測量實際尺寸及形狀，而需運用「輔助投影法」或「迴轉法」來精確繪製、並計算構件之實際形狀與尺寸；二、運用「輔助投影法」或「迴轉法」需要耗費大量的時間與精力，且容易產生繪圖誤差；三、本研究發現利用 Rhinoceros 3D 繪圖軟體以 NURBS 為計算曲線、面之工具，多樣化設計繪圖工具可塑造完美之 A 級複曲線 (曲率連續之曲線) 家具；四、利用 Rhinoceros 3D 繪圖軟體之曲面 (NURBS) 表現效果及配合彩現軟體之應用 (V-Ray)，呈現家具設計之「複斜線」、「複斜面」、「複曲面」建模



造型彩現成品與真實作品幾乎相同；五、Rhinoceros 3D 繪圖軟體具備許多特殊建模工具（扭轉、錐狀化、彎曲、沿曲線流動、沿曲面流動…），強化 3D 模組建置之能力；六、Rhinoceros 3D 繪圖軟體為直覺式建構 3D 模型，省略諸多繁瑣指令；七、採用 Rhinoceros 3D 繪圖軟體之「建立 2D 圖面」功能可以在極短時間（數秒鐘）內描繪出複斜線、複斜面、複曲面造型構件之精細圖，並可自動標示尺寸；八、迅速且精密之尺寸控制可協助家具設計者或製造人員隨即掌握複斜或複曲面之變化程度；九、進而改變傳統之設計工作流程及 2D 作為描述造型之依據（先由家具草圖繪製 2D 三視圖，再由 2D 三視圖發展為 3D 立體模型），直接將設計構想在 Rhinoceros 繪圖軟體進行中建構 3D 立體建模與 V-Ray 之材質、燈光、陰影等擬真之表現，捨去繁複耗時的繪圖與放樣過程，節省了大量的時間與精力；十、與多種繪圖軟體相容度高，檔案可在不同軟體中流通，例如 AutoCAD、Adobe CS4、CorelDRAW、3DS MAX 等等。

綜觀前述，家具設計實為專業設計融合製造的一專業學門，如何將 Rhinoceros 繪圖軟體導入現今家具設計或製造工作模式仍有許多地方值得研究，故本研究建議如下：

1. 可將 Rhinoceros 3D 設計繪圖軟體與自動生產設備（CNC）結合，使家具設計和製造相結合，成爲一貫作業，精簡人力及資源的浪費。
2. 利用 Rhinoceros 3D 設計繪圖軟體繪製家具之樁接結構，建立整體之模組化。
3. 利用 Rhinoceros 3D 設計繪圖軟體繪製家具設計預覽圖(擬真)，提供客製化服務。
4. 編寫 Rhinoceros 3D 設計繪圖教材，推廣至家具設計業界。
5. 辦理 Rhinoceros 3D 設計繪圖專業設計技術國內與國際認證，提供家具設計業界一能力參考指標。

五、參考文獻

1. 林崇宏，1998，《設計圖學》基礎篇，藝風堂出版社，台北市，p.3-10
2. Artful home, <http://www.artfulhome.com>。
3. 謝文欽，1986，《投影幾何》上冊，正文書局，台北市，p.35-38
4. 林志偉、林傳璋，1993，《基本設計（一）》，正文書局，台北市，p.47
5. 王輔春、楊永然、朱鳳傳、康鳳梅，1988，《工程圖學》，師友工業圖書，台北市，p.122
6. 周立倫、盧俊宏、黃彥霖，2008，“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”。《生活科技教育月刊》，第四十一卷第一期，p.13。
7. 周立倫，2008，“造形描述科技與創意設計”。《生活科技教育月刊》，第四十一卷第一期，p.1。
8. 周立倫，2008，“適合中學生活科技課程學習及使用的3D繪圖軟體—Rhinoceros 4.0”。《生活科技教育月刊》，第四十一卷第一期，p.2-4。
9. Rhinoceros, <http://gallery.rhino3d.com>。
10. 林振陽，2006，《設計圖法》，三民，台北市
11. 林振陽，1993，《造形》，三民，台北市

