

不對稱雙側面花瓶的設計及製作

— 一個客製化電腦輔助陶藝產品設計製作的解決方案

The Design and Manufacture of Asymmetric Profile Vase

— A Solution of Computer Aided Design and Manufacture for Tailor-Made Ceramic Products

周立倫

Lih-Luen (Aaron) Jou

南華大學應用藝術與設計學系副教授

摘要

本研究提出一個利用數位軟、硬體工具，設計及製作客製化不對稱雙側面花瓶的解決方案。依照本研究所提出的方案，製作客製化的不對稱雙側面陶瓷花瓶，不但不需要任何雕塑技術，也不需要傳統的石膏模翻製技術，就可以依據顧客們的側面照片，在電腦上完成產品及石膏模的設計，然後再以 CNC 技術製作出石膏模，最後以鑄漿成型的方式，製作出具有顧客們臉部側面輪廓的雙側面瓶。

本研究以 3D 繪圖軟體 Rhino 4 為設計建模工具，並以外掛之彩現軟體 V-Ray 作為彩現工具。本文僅完成產品之電腦 3D 建模、彩現及鑄漿用石膏模之電腦 3D 建模。至於石膏模之 CNC 製作，則並未在本文中完成實驗，留待日後繼續研究，以驗證有關精密度、成本、顧客接受度等實務工作之可行性。

關鍵字：不對稱雙側面花瓶、電腦輔助設計製造、解決方案

Abstract

This study brings up a solution of designing and manufacturing asymmetric profile vases by using digital soft ware and hard ware. Following this solution, one can design and manufacture tailor-made asymmetric profile vases according to the side profile photos of the customers. No traditional sculpting and mold making skills are required when designing and manufacturing the vase. The 3D models of the vase itself and the plaster molds are designed and build in the computer. Only the plaster molds will be made by a CNC machine. When the plaster molds are prepared, all other manufacture process such as slip-casting, bisque firing, glazing, and glaze firing can just follow the traditional ways.

The application used for 3D modeling in this study is Rhino 4. All the rendering works are done in V-Ray, which is a plug-in for Rhino 4. In this study, the author simply brings up the ideal of the solution, and discusses about how to design and build the 3D model of the vase and the plaster mold for manufacturing. The further CNC process of plaster mold making is not carried out in this study, but only visualized with some rendered images. Hence, it should be carried out in a further study to evaluate the precision control of the CNC process, the cost of whole process, and the expectation of the customers.

Keywords: Asymmetric Profile Vase, CAD, CAM, Solution



一、前言

台灣的陶瓷器曾經是出口大宗，台北縣的鶯歌鎮素有「台灣的景德鎮」之稱，就是因為陶瓷工廠林立。二十多年前，研究者在台師大工藝教育學系（現科技應用與人力資源發展學系）擔任助教及講師的時候，曾經有好幾年，連續接受教育廳的委託，辦理中學工藝教師在職進修，每期都會帶學員到鶯歌參觀陶瓷工廠。通常都會安排包括藝術彩繪陶瓷、禮品陶瓷、衛生陶瓷以及瓷磚等不同類型的工廠供學員參觀。那時候的工廠真是多，大大小小的充斥整個街道。如今，鶯歌雖已挾陶瓷之名，轉變成為台北縣重要的產業觀光地區，也有特意規劃的陶瓷商業街，販售著各式各樣的陶瓷藝品，但其實許多大型的工廠都已外移到人工較便宜的大陸或東南亞地區。而陶瓷老街上所販賣的商品，有許多也是 Made in China。

由於傳統陶瓷產業的性質屬於勞力密集的工業，在簽訂 ECFA 之後，與之類似的產業，例如木材製品、毛巾、成衣、製鞋等也都會產生負面影響。但如果能掌握轉型的契機，或許能轉危為機。國內的傳統產業可以思考產業轉型為服務業的可能性，例如：從傳統的木造業轉變為提供民眾 DIY 體驗木作經驗的休閒業，一則在台灣內需的市場中不被淘汰，二則有機會擴展國際市場（曾慧青，2010）。

傳統的陶瓷產業為製造業，在自由市場經濟下，製造業通常是大量生產產品，銷售給消費者賺取利潤（維基百科，2010）。也就是先設計、開發、製造出商品，再透過各種通路，轉賣到消費者手中。在全球化的趨勢下，通常哪裡的人工便宜，工廠就往那裡移。在基本工資較高的地區（例如台灣），許多勞力密集的產業勢必喪失其國際競爭力，因此不得不移往他國。留下來的傳統製造業，如果還想生存，就必須要積極轉型。近幾年來，台灣服務業的產值都佔相當高的比例，例如 2005 年就占國內生產毛額（GDP）比重達 73.3%；服務業的就業人數占總就業人數則達 58.3%（台灣服務業聯網，2010）。如果能利用原本製造業的資財，轉型成具有服務業性質的經營型態，也許就能為這個產業創造出新的發展契機。

2003 年起行政院經建會開始邀集產、官、學、研召開 12 場次服務業發展研討會，以及後續 20 餘場次跨部會協商會議，共同選定包括：金融服務業、流通服務業、通訊媒體服務業、醫療保健及照顧服務業、人才培訓人力派遣及物業管理服務業、觀光及運動休閒服務業、文化創意服務業、設計服務業、資訊服務業、研發服務業、環保服務業、工程顧問服務業等 12 項服務業，作為現階段的發展重點（台灣服務業聯網，2010）。傳統的陶瓷工業，如果要在服務業裏軋上一角，似乎在「觀光及運動休閒服務業」、「文化創意服務業」及「設計服務業」等三項中發揮的可能性最大。

台灣有少數工藝品牌，由於經營得法、馳名世界，常常被政府相關單位引為模範。陶瓷產業中的法藍瓷就是一例。法藍瓷的創辦人陳立恆先生，投身於國際精緻禮品業近三十年，旗下的海暢集團是世界最大的禮品代工商之一。因有感於代工產業是為人作嫁，不能從中實現其欲傳遞東方美學的理想，乃於 2001 年創立法藍瓷（FRANZ）品牌，希望藉以實現夢想，將理念融入產品的設計風格中，把東方美學傳揚到世界的每一個角落（法藍瓷網站，2010）。雖然這是文化創意產業中的佼佼者，但到底她還是屬於大量生產的製造業，生產基地在大陸著名的瓷都景德鎮，完全沒有服務業的特性。

基於以上的陳述，研究者以為，如果要讓傳統陶瓷製造業，轉型成為具有服務業性質的產業，少量客製化的商品也許是一個可行的方案。本研究提之構想即立基於此。

學過認知心理學或視覺傳達原理的朋友，一定看過圖 1。這是講述圖形認知最有名的曖昧圖例子之一，由丹麥心理學家 Edgar Rubin 在 1915 年所發表（Grand Illusions，2010）。到底我們看到的是一只瓶子，還是兩個面對面的人物？由於它實在是太有名了，以至於許許多多的教科書上都會引用。如果認認真真



的作一個研究，說不定會發現，它是人類歷史上知名度和曝光率最高的瓶子。

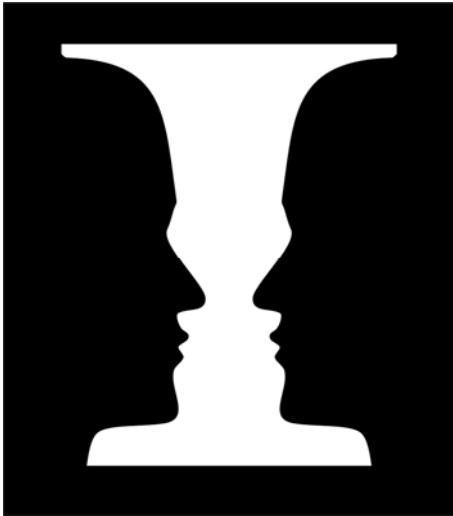


圖 1 圖與地的認知（重繪：周立倫）



圖 2 瓶子左側是伊莉莎白女王，右側是菲利普親王。取材自網站：

http://www.grand-illusions.com/opticalillusions/queens_speech/

這種瓶子如果以拉坯的方式來製作，應該不會太困難，只要事先製作一個人臉的側面輪廓版模，於拉坯過程中的適當時機靠在側面，就可以得出所需造形。但如果兩邊分屬不同人物的側面，製作起來就沒那麼容易了。

1977 年曾經有人量產過伊莉莎白女王夫婦的雙側面瓶（圖 2）（Grand Illusions, 2010），伊莉莎白女王本人也購買了好幾個。這種不對稱雙側面瓶如果以傳統的方式來製作，在製作原型方面的難度頗高。如果是量產名人（例如總統及總統夫人）的雙側面瓶，這項成本還能被稀釋，但如果作客製化的少量生產，這一部分的成本就太高了。若能夠規劃出一套簡單可行的方式，來製作這種不對稱雙側面瓶，讓設計及製造過程都能省工、省時、降低成本，便有可能發展成爲一項客製化產品的商業模式。從事這種生意的陶瓷工廠，就不再只是製造業，而是具有服務業的性質了。

二、研究目的及範圍

由於傳統的陶瓷生產，在製作原型及石膏模方面，都需要較高級的技術。這些技術都不是短時間可以培養出來的，並且工序較煩，工時較長，因此製作成本相對較高。對於量產的陶瓷產品而言，由於生產的數量較多，這些成本自然可以被稀釋。對於少量生產的客製化產品而言，這些成本就顯得太高了。

本研究之目的在於尋求一個電腦輔助設計的解決方案，透過 3D 電腦輔助設計軟體及周邊輸出設備的應用，來設計並製作客製化的不對稱雙側面陶瓷花瓶（例如圖 3），希望能完全取代傳統的原型製作及石膏模製作。透過數位工具的使用，讓不具雕塑能力的人，也可以製作原型，讓不會翻石膏模的人，也可以製作石膏模。

由於種種客觀條件的限制，本研究僅限於提出 CNC 加工前的完整方案，包括：1.造形設計 2.建構產品數位 3D 模型 3.產品彩現，以及 4.建構數位 3D 石膏模型等數位資料創製階段。後續的 CNC 製作石膏模、鑄漿成形、修坯、上釉、燒成等步驟，均可套用現有技術，因此並不在本研究的討論範圍內。





圖 3 本研究發展出的不對稱雙側面瓶之一（繪圖：周立倫）

三、文獻探討及技術基礎

1. 陶瓷產品的製程及技術

舉凡用土石一類原料與水調合後，利用其特有的可塑性，塑造成形的物品，稱為土屬工藝。而黏土僅只成形乾硬，尚不能充分表現黏土的特性，於是施以釉藥，燒之成陶，更進而高溫燒成半透明的瓷，並繪以彩繪，將黏土製品的優點充分發揮，也就成了技術與藝術的綜合體的陶瓷器了（吳讓農，1993）。傳統的陶瓷工藝製造程序大致上可分為：黏土製備、成形、乾燥、素燒、上釉、釉燒等階段。其中決定造形的階段就是「成形」階段。成形的的方法很多，不同含水量的黏土，要使用不同的加工方式來成形。工業上，量產陶瓷產品的成形方式如下（表 1）（汪建民，1994）。

表 1：陶瓷成形的的方法（汪建民，1994）

| 成形法 | 含水量 | 成形體 | 產品例 |
|---------------------------|---------|----------------|-----|
| 乾壓法 Dry Pressing | 0-2 % | 小，簡單、大量生產、尺寸精密 | 礙子 |
| 均壓法 Isostatic Pressing | 0-2 % | 小、緻密、強度高 | 抽線模 |
| 半乾式壓成法 Semi-dry Pressing | 5-10 % | 較大、不易產生裂痕 | 瓷磚 |
| 擠出成形法 Extrusion | 15-20 % | 斷面簡單 | 紅磚 |
| 射出成形法 Injection Molding | 10-35 % | 形狀複雜 | 葉片 |
| 壓模成形法 Compression Molding | 2-20 % | 形狀簡單 | 葉片 |
| 輥壓成形法 Rolling Forming | 2-20 % | 片狀、條狀 | |
| 鑄漿成形法 Slip-casting | > 40 % | 各種形狀 | 茶壺 |
| 刮刀法 Doctor Blading | > 30 % | 片狀 | 基板 |

由上表可知，「射出成形法」及「鑄漿成形法」均能量產複雜的造形。「射出成形法」亦稱為「高壓鑄漿成形法」，是以石膏為模具，將濃泥漿以高壓注入石膏模內，以形成所需成造形。其概念與塑膠射出成形類似，只不過使用易吸水的石膏為模具，才不會與黏土沾黏，以利於射出成形後黏土坯體的脫模。

但以本研究所欲製作的陶瓷花瓶造形而言，高壓鑄漿的技術並不適用。因為空心的瓶身內部，在脫



模時會產生「倒鉤」(under cut)，根本無法拔模。在塑膠射出成型的鋼製模具上也許可以設計滑塊 (slide block)，以解決倒鉤的問題，但在脆弱的石膏模具上則不可行。因此，量產造形複雜的陶瓷花瓶或玩偶，一律使用「常壓鑄漿法成形法」，即表 1 中的「鑄漿成形法」。

鑄漿成形的原理是將已製妥有良好流動性的泥漿注入石膏模內，由於石膏模的吸水性，靠近石膏模內壁的泥漿水分，被多孔性的石膏模所吸收，泥漿中黏土等的小顆粒則漸漸向石膏模壁附著。因此在石膏模內壁形成和模型相同形狀的坯土層。水仍繼續被石膏模所吸收，這坯土層會隨時間的延長而加厚。當達到適當的厚度時，則可將中央多餘的泥漿傾出，而失水後較乾硬的坯土層則仍留在石膏模內。此時坯土層中的水分仍繼續被石膏模所吸收，而逐漸乾硬，並漸漸發生乾燥收縮而與石膏模脫離的傾向。當坯體已能支持其本身重量時，便可將石膏模分解開，取出坯體 (吳讓農，1993)。

鑄漿成形法是生產複雜造形陶瓷產品最主要方式，大多數的藝術類量產陶瓷 (例如法藍瓷的產品) 都是使用這項技術。鑄漿成形的過程雖然會使用許多人工，但技術的需求較低，任何人經過短期的訓練及熟練，即可投入生產線。真正需要較高級技術的工作項目是「原型製作」及「石膏模翻製」。原型製作往往涉及黏土、石膏等材料的雕塑技術，不是三兩天的工夫可及。石膏模的翻製技術，目前在台灣最高可取得乙級技術士證照，可見也需要一定時間的訓練及學習，方能為企業所用。

本研究所提出的解決方案，就是要以電腦輔助設計 (CAD) 和電腦輔助製造 (CAM)，來取代原本技術需求較高的原型製作和石膏模翻製工作。這兩項工作，在量產陶瓷的坯體成形階段中，是決定成敗的重要技術。如果能用現成的數位科技予以取代，而達到迅速、省工、省料的低成本要求，甚至製作出傳統技術達不到的產品效果，便有可能少量生產客製化的陶瓷工藝產品。

2. 3D 繪圖軟體 Rhino

坊間的 3D 繪圖軟體相當多，各有各的特色。能完成本研究所提解決方案的軟體，絕對不只一種。本研究之所以選擇 Rhino (或 Rhino 3D、Rhinoceros) 當然有研究者自身的主觀原因。這是研究者多年來使用過數種不同類型軟體 (包括工程設計類的 Solidworks、Inventor，動畫類的 3DS Max、Maya，工業設計類的 Alias、Rhino)，經過比較後，認定這是最適合自己平日設計工作的 3D 繪圖軟體。目前研究著幾乎所有的 3D 設計工作——小到珠寶設計，大到建築設計、室內設計等，都會使用 Rhino 來完成。研究者無法在本文中，以客觀的方式比較各個 3D 繪圖軟體的特性及優、劣，只能說：Rhino 是研究者喜歡的、用起來很順的 3D 繪圖軟體。

跟據 Rhino 中文官方網站上的介紹，Rhino 4 (目前的主力版本) 的特色如下：

- (1) 從設計稿、手繪到實際產品，或是一個簡單的構思，Rhino 所提供的曲面工具可以精確地製作所有用來作為彩現、動畫、工程圖、分析評估以及生產用的模型。
- (2) Rhino 可以在 Windows 系統中建立、編輯、分析和轉換 NURBS 曲線、曲面和實體。不受複雜度、階數以及尺寸的限制。Rhino 也支援多邊形網格和點雲。
- (3) 不受約束的自由造形 3D 建模工具：以往您只能在二十至五十倍價格的同類型軟體中找到這些工具。讓您可以建立任何可以想像的造形。
- (4) 精確：完全符合設計、快速成形、工程、分析和製造從飛機到珠寶所需的精確度。
- (5) 相容性：相容於其它設計、製圖、CAM、工程、分析、著色、動畫以及插畫軟體。可讀取和修復難以處理的 IGES 檔案。



- (6) 容易使用：非常容易學習使用，讓您可以專注於設計與想像而不必分心於軟體的操作上。
- (7) 高效率：不需要特別的硬體設備，即使在一般的筆記型電腦上也可以執行。
- (8) 經濟實惠：普通的硬體設備，容易上手，價格相當於一般的 Windows 軟體，並且不需額外的維護費用(Rhino 中文官網，2010)。

雖然以上是 Rhino 網站上的宣傳廣告用語，但以研究者超過 4 年的使用經驗而言，這些言語並不誇張。在操作 Rhino 時，選取工具的方式有三種：

- (1) 直接點選工具圖像 (Icon)。較新的軟體都會將工具製作成圖像按鈕，只要點選，就能啟動，最適合圖像思考的使用者。Rhino 4 的工具超過 1000 個，雖然常用的也許只有一百來個，但初學者要從圖像判斷出是甚麼工具，恐怕不太可能，還是要透過彈出式文字提示，才能了解該圖像到底是甚麼工具。經過相當時間的使用，熟練之後，才能迅速辨認。
- (2) 在指令列中以鍵盤輸入工具指令。這個方式和 AutoCAD 相同，是屬於文字介面。過去習慣於舊版 AutoCAD 的使用者可能會這麼使用，但因為要背熟所有用到的指令，所以新的學習者應該不會採用。
- (3) 透過下拉式清單來取得工具。這個方式介於前兩種之間。不必背指令，只要知道該工具所屬的類別，要用時再去該類別中尋找即可。

由於本研究係以文字序述方式來說明使用甚麼工具，不方便使用圖像，因此選取工具時，一律以下拉式清單方式來表達。

四、不對稱雙側面花瓶的製作程序

1.花瓶的設計及 3D 建模

這個階段要完成的是花瓶的造形設計及 3D 建模工作。需要以人物側面影像作為設計及建模時的視覺參考和依據。

- (1) 人物側面影像的取得：不對稱雙側面花瓶是將兩個不同人物的側面製作成花瓶的兩個側面線條，因此，必須要先取得這兩個人物的側面影像。最方便的方式就是以數位相機現場拍攝。此外，由於現在幾乎人人都有數位相機或是具備數位相機功能的手機，所以也可以由顧客自行提供。不論是透過隨身碟傳輸，或以電子郵件寄送，都非常方便。這個側面影像是建立曲線的視覺依據，只要能夠與背景明顯區別即可，解析度不必太好，整個頭部高度有 1000 畫素 (pixel) 就非常足夠了。
- (2) 將影像置入 Rhino 中：在 Rhino 前視圖視窗中，使用 檢視/背景圖/放置 工具，將人物側面影像匯入 (圖 4)。





圖 4 置入人物側面影像及建立花瓶一邊的輪廓曲線（繪圖：周立倫）

- (3) 繪出花瓶一邊的輪廓線：使用 **曲線/自由造形/控制點** 或 **曲線/自由造形/內插點** 工具，沿著人物側面一點一點的建立出輪廓線，順便連鑄漿口、瓶口、下半部瓶身以及瓶底的曲線一併繪出。完成後，再以 **編輯/控制點/開啓控制點** 工具，將該曲線的控制點開啓，並進行細部修整，直到曲線符合影像中的人物側面。修整完成後，再以 **編輯/控制點/關閉控制點** 工具，將控制點關閉（圖 4）。
- (4) 重複上兩個步驟，根據另一個人物的側面輪廓，描繪出另一條曲線。置入視窗中的影像可以透過 **檢視/背景圖/縮放**、**檢視/背景圖/移動** 及 **檢視/背景圖/對齊** 等工具來移動位置與調整大小，以便配合另一側的尺寸，但不能予以旋轉。因此，如果需要旋轉，就必須在其他影像處理軟體（例如 Photoshop）中先行旋轉好。當然，最好的方法還是先將人物側面輪廓繪製完成後，再利用 Rhino 4 本身的 **變動/移動**、**變動/旋轉**、**變動/縮放/三軸縮放** 等工具處理，以配合另一側的曲線。由於鑄漿口、瓶口、部分瓶身及瓶底的曲線應該一致，所以要從另一側的曲線透過 **變動/鏡射** 複製而來。再接上新繪製的人物側面輪廓。
- (5) 調整兩條曲線的最終尺寸及相對位置，並繪出單軌掃掠成形的圓形（圖 5）。

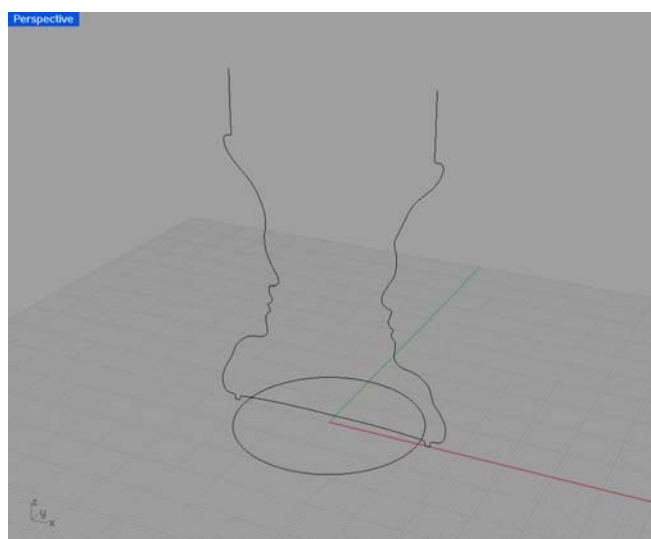


圖 5 完成兩條側面曲線及單軌掃掠用的圓形（繪圖：周立倫）



- (6) 選用曲面/單軌掃掠 工具，以圓形為路徑，兩條側面曲線為斷面，建立出花瓶的造形。可以看出，所建立的曲面，在兩條側邊曲線之間呈現出漸進的變化（圖 6）。如此，花瓶造形的設計工作便完成了。

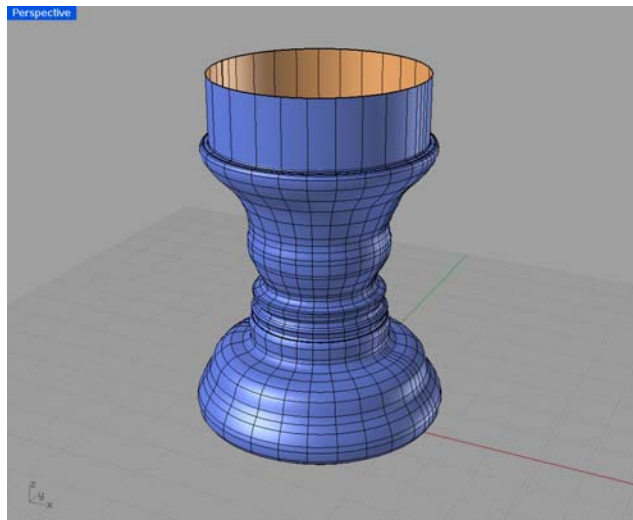


圖 6 以單軌掃掠建立的花瓶曲面（繪圖：周立倫）

2.鑄漿用石膏模的 3D 建模

正常的鑄漿成形過程是要先製作原型，再以原型翻製石膏原模，接著再以石膏原模翻製母模，最後以母模翻製出許多生產用工作模，便可以用來大量鑄漿。

本研究所提出的構想是客製化的少量成形，雖然也需以石膏模鑄漿成形，但除了一套鑄漿用的工作石膏模，其他全不需要，甚至於連原型都可以不必有。只要在 Rhino 4 中，以前一步驟所建立的花瓶曲面為基礎，很容易就建立出石膏模的 3D 模型。接著便可以進一步以 CNC 機具，將預先製成的石膏塊雕刻出石膏模，直接用來鑄漿成形，製作黏土生坯。以下便是石膏模 3D 建模的步驟：

- (1) 建立石膏模的 3D 模型。此處以瓶身三片、瓶底一片，總共四片石膏模為基礎，先建構出實心的石膏模（建模步驟無特殊性，此處不贅述）。本例的石膏模外型為十二角柱體（圖 7），並且大致上與花瓶的曲面平行，使得石膏模每一處的厚度都差不多，鑄漿後黏土坯的厚度也會比較接近。

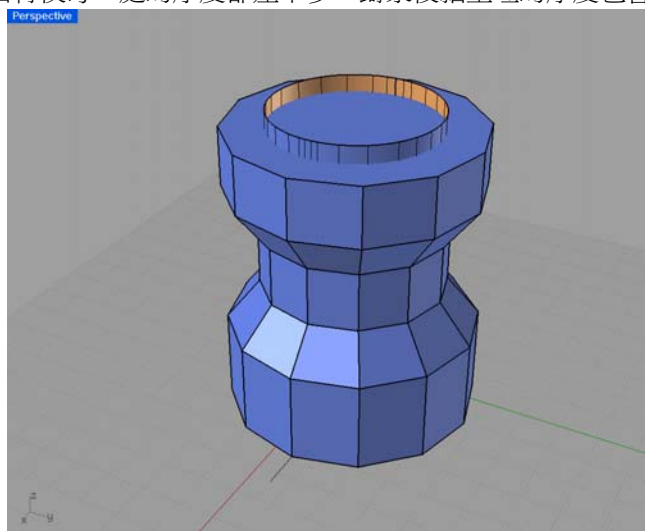


圖 7：外型為 12 角柱型的石膏模 3D 模型雛型（繪圖：周立倫）



- (2) 使用先前建好的花瓶曲面，選取 **實體/差集** 工具，將石膏模中央挖空（圖 8）。

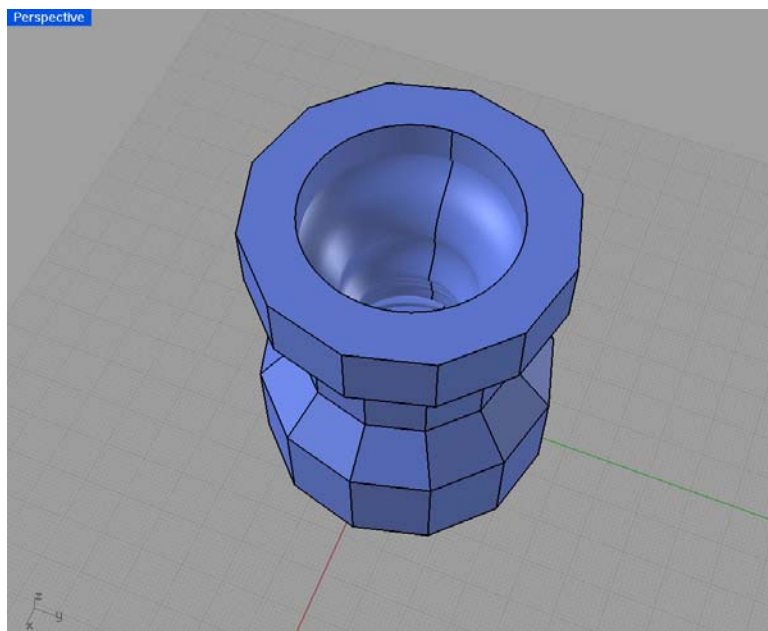


圖 8 挖空後的石膏模（繪圖：周立倫）

- (3) 製作石膏模分割面，瓶身部分有三個分割面，瓶底部分有一個分割面（圖 9）。這些分割面需包括榫頭的造形，經過切割之後榫頭及榫眼同時完成。

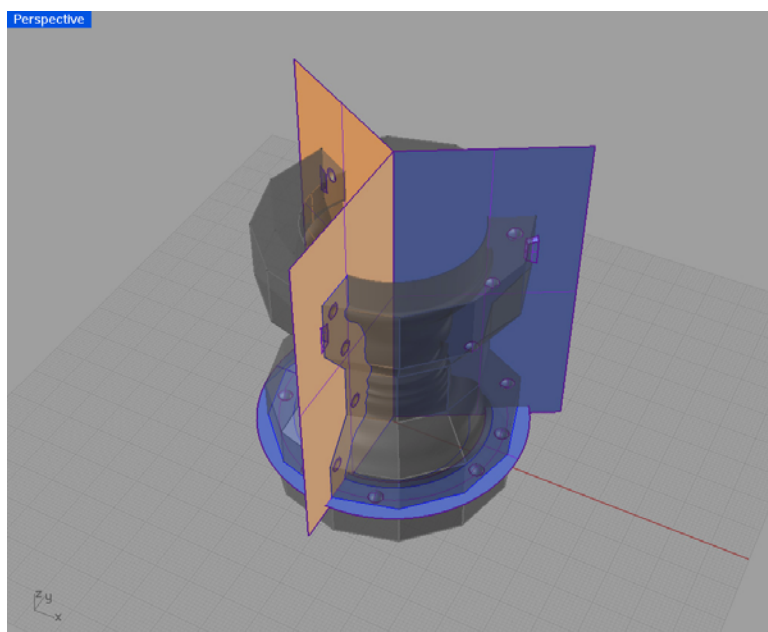


圖 9：建構石膏模分塊的分割面（繪圖：周立倫）

- (4) 使用這些分割面，以 **實體/布林運算分割** 工具，先分割出底部，再將瓶身分割成三塊（圖 10，圖 11），完成石膏模的 3D 建模工作。



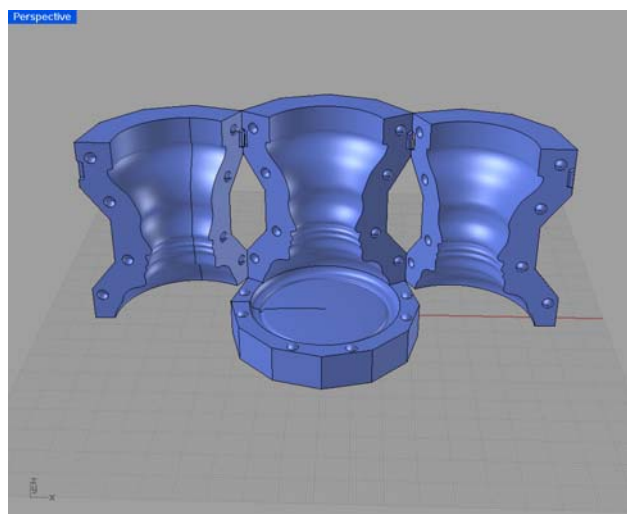


圖 10 分割完成的石膏模分開後的樣子（繪圖：周立倫）



圖 11 石膏模的彩現圖（繪圖：周立倫）

研究至此，已將所需的 3D 模型建構完成。後續的實質性生產工作，由於設備及經費的限制，僅能以視覺方式呈現，並未實際試作。以下為後續工作的說明。

3.以 CNC 銑床製作石膏模

建構完成的石膏模 3D 模型，透過 CNC 銑床，可以直接將預先製好的石膏塊雕刻成形，即為鑄漿用的工作石膏模。如果直接將一大快石膏立方體雕刻成電腦中建構的石膏模造形，勢必要耗費較多的材料和時間。如果能將產品規格化，便可以將四片石膏模事先製作完成，只要雕刻出石膏模內部的瓶身造形即可。如此便能節省許多材料及時間，可以大幅降低成本（圖 12）。圖中左側為預鑄石膏塊，右側為工作中的情形。



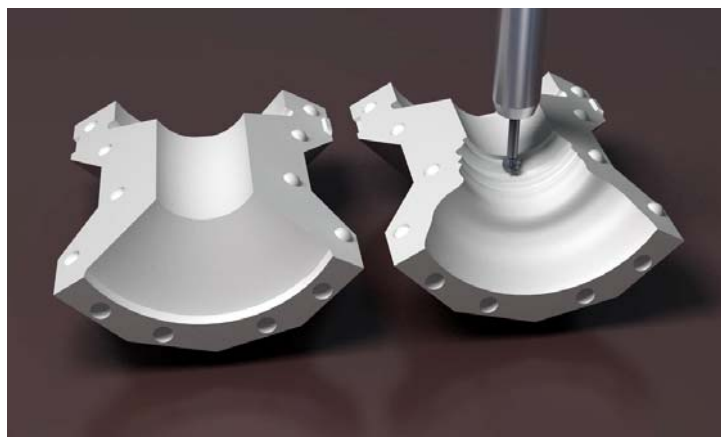


圖 12 在預鑄的石膏塊內部，以 CNC 銑床雕刻出花瓶造形（彩現示意圖）（繪圖：周立倫）

4.鑄漿成形及修坯

以 CNC 銑床雕刻出石膏模，其加工表面一定會呈現刀具行進的雕刻痕跡。其精緻度與加工時間相關。加工時間較長，則表面精緻度較高，但時間成本也較高。石膏與金屬或塑膠等 CNC 機具經常切削的材質相較，都要鬆軟許多，因此可以用最快的速度進行切削，切削進刀量也可以較多，估計可以在較短的時間內完成工作。當然，這也必須經過若干實際操作的驗證，才能取得一個可以接受的精緻度與速度之間的平衡點。所幸，鑄漿完成的生坯很容易修整光滑（通常透過沾水的海棉就可以修整得相當光滑圓順）。雖然相較於量產陶瓷，會耗費稍多的人工，費用也會跟著提高。但由於這是客製化的服務，費用稍高應該也能被接受。除了表面的修整，鑄漿口也要予以切除。口緣部分也要修整得圓順。

5.上釉及燒成

生坯經過常規的乾燥、素燒、上釉及燒製過程，便算是製作完成了。如果還要加一點變化，例入釉上彩、釉下彩、轉印貼花等常規的陶瓷表面裝飾，也都是很容易進行的。一些浮雕式的客製化圖案或文字，可以在電腦建模階段就完成，讓 CNC 銑床直接雕刻在石膏模上（圖 13）。也可以預先設計製作一些現成的裝飾花樣，在黏土生坯半乾時黏貼在坯體上。簡言之，所有傳統陶瓷裝飾的技法，都可以運用在作品上面。



圖 13 在花瓶正面加些裝飾，可以方便擺放至正確角度（繪圖：周立倫）



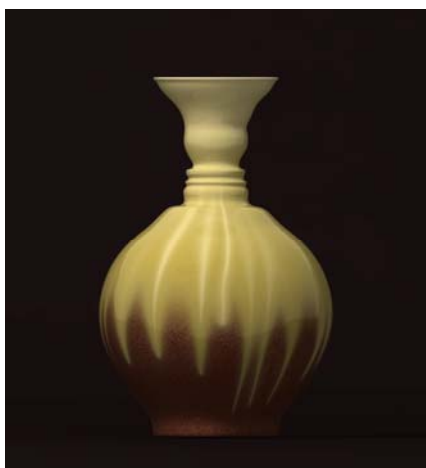


圖 14 一個胖嘟嘟流釉瓶的構想（繪圖：周立倫）

由於兩個側面輪廓在花瓶上是以漸變的方式逐漸變化，如果擺放的角度不對，就很難辨認出兩個熟悉的人物側面輪廓。因此，在花瓶正面製作一些裝飾，的確有其必要性，可以方便收藏者將此花瓶擺放在正確的角度。

五、商品的多樣性發展

以上所舉的例子，純粹是爲了技術說明的方便，不見得是最佳造形。只要能夠表現人物側面，或方、或圓、或長、或扁，其變化應該是無窮的（圖 14-圖 16）。



圖 15 一個清秀的青瓷扁瓶（繪圖：周立倫）



圖 16 另一個青瓷扁瓶，注意兩個輪廓的中間過渡是平的（繪圖：周立倫）



這項客製化服務，除了可以製作兩人的瓶子（例如夫妻或情侶），還可以製作成多角形的多人（例如全家福）側面瓶子（圖 17）。全家福瓶適合全家每隔幾年就作一個，用以記錄家人的成長過程。當然，如果只有孤零零的一個人，也可以製作一個自己面對自己，不同表情的瓶子，或是和寵物面對面的瓶子。



圖 17 由 4 個人物側面所構成的四角花瓶（繪圖：周立倫）

六、結論及建議

由於台灣的產業結構改變，許多屬於製造業的中小企業都面臨程度不一的困境。這幾年來政府也挹注大筆經費，透過各種方式，努力帶動中小企業轉型。文化創意產業自 2002 年即列為國家重點發展計畫（文建會，2010），如今亦被列為六大新興產業之一（行政院，2010）。

然而，如何將文化、創意及產業結合在一起，真不是一件容易的事。到底要如何進行？恐怕很難有既定模式。因為，如果有常規可循，那麼就一定不夠創意。

本文所提出的解決方案構想，可以將傳統陶瓷製程與先進的 CAD、CAM 技術結合，讓製造業型態的陶瓷工廠，轉變成具有服務業性質的商業模式。以客製化的方式，為顧客製作專屬的不對稱雙側面花瓶。如果能夠結合婚紗業及禮儀業者，在消費市場中創造出需求，這個構想應該可以立即被執行，因為本方案所引用的各項設計及製造方面的技術和機具、設備，目前都相當現成，只要予以重新組合運用即可達成目標。

由於本研究的限制及範圍，設定在僅僅提出 CNC 加工前的完整方案，包括：1.造形設計 2.建構產品數位 3D 模型 3.產品彩現，以及 4.建構數位 3D 石膏模型等數位資料的創製階段。後續的 CNC 製作石膏模、鑄漿成形、修坯、上釉、燒成等步驟，並不在本研究討論的範圍之內。雖然這些技術都可以沿用現成的技術及設備，但恐怕還是要進行一些實驗，才能找到較合適的實作方式。還有一些在商業運轉之前，必須要了解的重要變項，包括：最適切造形、成本、價格、消費者接受度等，也都不在本研究討論的範圍內，待來日條件許可時，再繼續研究。

本研究僅僅拋磚引玉的提出一個不對稱雙側面花瓶設計及製作的構想，作為結合傳統陶瓷製造技術和先進的數位軟、硬體技術及設備的範例，有興趣的讀者一定能夠舉一反三的創造出更多、更有趣的想法。期望有創意的讀者，能共同努力，為台灣陶瓷產業的發展，尋找下一個春天。



七、參考文獻

中文部分：

1. 吳讓農，1993，《陶瓷工藝修訂本》，台灣省政府教育廳出版，南投，p.1、p.64。
2. 汪建民，1994，《陶瓷技術手冊》，中華民國產業科技發展協進會。
3. 曾慧青，2010，《傳統產業轉型為服務業，開創新契機》，國家政策研究基金會網站，國政評論欄，
取自網址：<http://www.npf.org.tw/post/1/7310>。

網頁部分：

1. Grand Illusion，2010，《The Queen's Speech》，
網址：http://www.grand-illusions.com/opticalillusions/queens_speech/。查閱時間：2010年1月
2. Rhino 中文網站，2010，《設計者的模型製作工具》，網址：<http://www.tw.rhino3d.com/?language=tw>。
查閱時間：2010年1月
3. 文建會網站，2010，《文化創意產業發展計畫》，文建會，
網址：http://web.cca.gov.tw/creative/page/main_01.htm。查閱時間：2010年4月
4. 台灣服務業聯網，2010，《服務業發展現況》，
網址：<http://www.twcsi.org.tw/columnpage/service/situation.aspx>。查閱時間：2010年4月
5. 台灣服務業聯網，2010，《服務業定義》，
網址：<http://www.twcsi.org.tw/columnpage/service/definition.aspx>。查閱時間：2010年4月
6. 行政院六大新興產業主題網，2010，《推動六大新興產業》，行政院，
網址：<http://www.ey.gov.tw/mp?mp=97>。查閱時間：2010年4月
7. 法藍瓷網站，2010，《法藍瓷品牌創辦人》，網址：<http://www.franzcollection.com.tw/>。
查閱時間：2010年4月
8. 維基百科，2010，《製造業》，網址：<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%88%B6%E9%80%A0%E4%B8%9A>
查閱時間：2010年4月

