

# 鞋底 3D 造型與開發之研究

黃俊明 姚威宏

國立勤益技術學院機械系

## 摘要

由於鞋底是變化多端，且非常複雜的曲面模型，而造型更是影響消費者的購買意願，每一新款式的底樣設計開發所面臨的最大風險在於模具開發製作，萬一中間某一環節出了錯，將造成重大損失。導入 CAD/CAM 暨 CNC 加工技術，可明顯的改善傳統手工所需的鉗工技術人力，縮短產品開發時程。本文在於研究鞋底模之快速開發。從大底複雜造型設計資料的蒐集與歸納出設計的法則，並由實際鞋底外形結構之設計、底部紋路的規劃，進行鞋底模設計。將設計概念利用 CAD/CAM 系統，進行 3D 模型建構、模具設計與刀具加工模擬，快速產生數位化製造資料。由於單一資料庫的檔案結構，因此更可再對測試修改或客戶設變要求，快速重建生數位化製造資料。

## 一、緒論

由於人體工學研究的精進、CAD/CAM 技術的提昇，以及自動化量測與快速原型製作技術的日新月異，製鞋工業正不斷的創新。而在鞋底模的開發方面，業界更不斷投入大量人力與資金於造型美感與各樣附加功能的研究方面。在面對流行款式日益競爭之際，如何應用快速鞋底模製程技術，是取得訂單、擴大市場佔有率的重要途徑。鞋底模牽涉流行與技術，當流行已過或時效已過，那也是底模缺乏競爭力之時，如何達成快速反應鞋模製作是模具廠、貿易商、鞋廠必須共同思考的課題。本文在於研究利用 CAD/CAM/自動化拆模技術/CNC 之整合技術，探討鞋底模 3D 設計、快速模具設計、自動化刀具路徑產生與加工的過程，以做為台灣製鞋業面對大陸龐大市場，能快速反映市場需求、縮短開發工時，並及早供應市場需要的作業參考[1]。

今日台灣面臨大陸急速開放，所帶來空前的資金、企業、工作機會外移的現象，甚至於一些關鍵性技術也面臨不得不隨廠輸往大陸的局面。台灣要持續企業興盛、經濟繁榮，國人此刻更應當放大視野，建立國際觀的心胸，面對企業的產品國際化分工與全球運籌管理中心的建立，企業佈局全球化與電子化佈局的時代已來臨。台灣不可再對這些世界的脈動稍有怠忽，面對知識經濟的來臨，應積極參與或觀摩國際上一流公司的產品開發技術與經驗，並廣泛應用在各種行業之中，如模具業、消費性電子業、汽車業、航太業...等[2]。本研究採用強大的 CAD/CAM 軟體-UG II (Unigraphics)，做為鞋底造形設計、3D 繪圖、模具設計與刀具模擬的作業環境，依所設計的產品製作流程，從產品造型、設計、分析、拆公母模、刀具加工模擬與 CNC 加工，提供完整的鞋底模開發解決方案[3-6]。由於採用 CAD 實體特徵架構，藉由更改特徵的參變數，即可快速對鞋底模進行設計變更，並快速反映修改後原型的製作、模具圖設變與加工，大量提高鞋底模設計開發的效能。

## 二、本文

本研究係與鞋業軟體公司-台中資訊公司共同進行，以鞋子的大底之 3D 造型開發與製作為研究主題。如圖 1，首先收集鞋底的有關設計資料，並加以分析、歸納出設計的準則。並根據這些設基準則，進行鞋底造型、花樣、紋路與尺寸設計。依據造型尺寸，建構 3D 實體鞋底模型。利用此鞋底電腦 3D 模型，利用 3D 拆模模組，快速產生正確的鞋底公母模。接著利用 CAM 模組，定義公母模零件的加工參數，並自動產生 CNC 加工路徑檔。將 CNC 加工路徑檔輸出至 CNC 加工機，加工鋼料，完成模具加工；最後對本研究做檢討與結論。

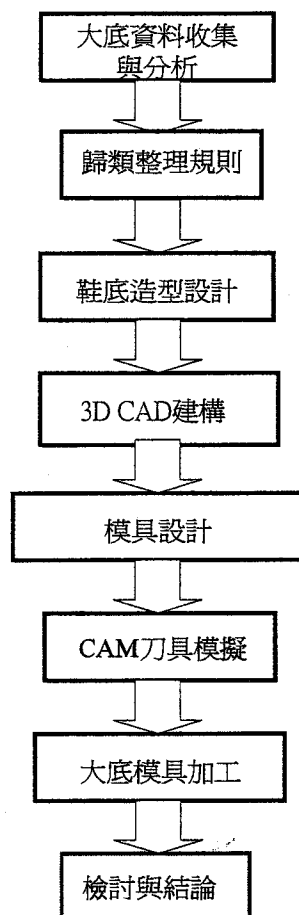


圖 1 大底研究開發流程圖

### 2.1 鞋子的基本構造

鞋底在一般製鞋業稱為大底，但要了解大底，首先我們應先了解整個鞋子構造，再來探討大底在整個鞋子中的地位 and 主要功能。

#### 2.1.1. 鞋面與鞋底之組合配件

鞋子的設計與製造主要包含楦頭、鞋面、中底板、中插與大底等五個配件，如圖 2~圖 6。

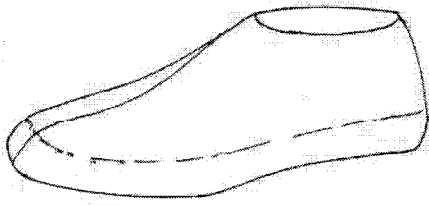


圖 2. 楦頭

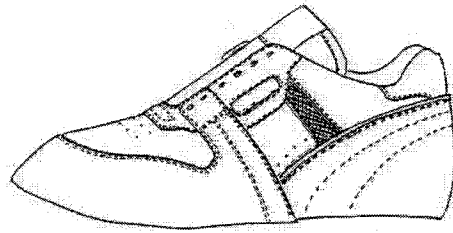


圖 3. 鞋面



圖 4. 中底板

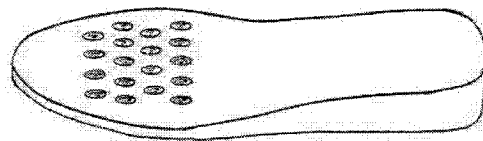


圖 5. 中插

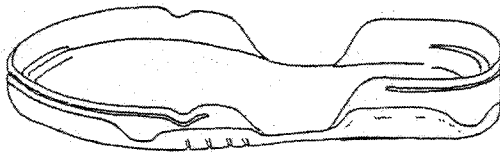


圖 6. 大底

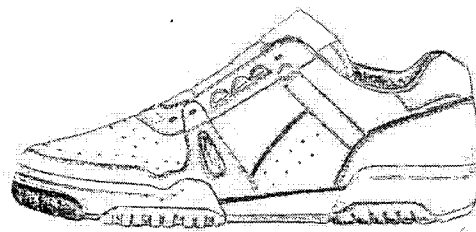


圖 7. 運動鞋

### 2.1.2. 大底

大底是指鞋靴直接與地面接觸之部位，其材料有橡膠、塑膠、TPR、PU 等多種，它雖只有薄薄的數十 mm，主要的功能是用來替代我們的腳底皮膚，俾能完成行進、後退、跑步、跳躍，避免因與地面摩擦所受到之傷害，因此大底是腳步與地面間之媒介物，材質方面必須要輕、耐摩、耐延伸、耐彎曲、耐老化等特性。為使大底能充分發揮其功能，運動設計家紛紛致力於底材、造型與底紋之研究，期望能藉著底材之改良，與造型變化及底紋設計，提高運動性能。

- 大底種類

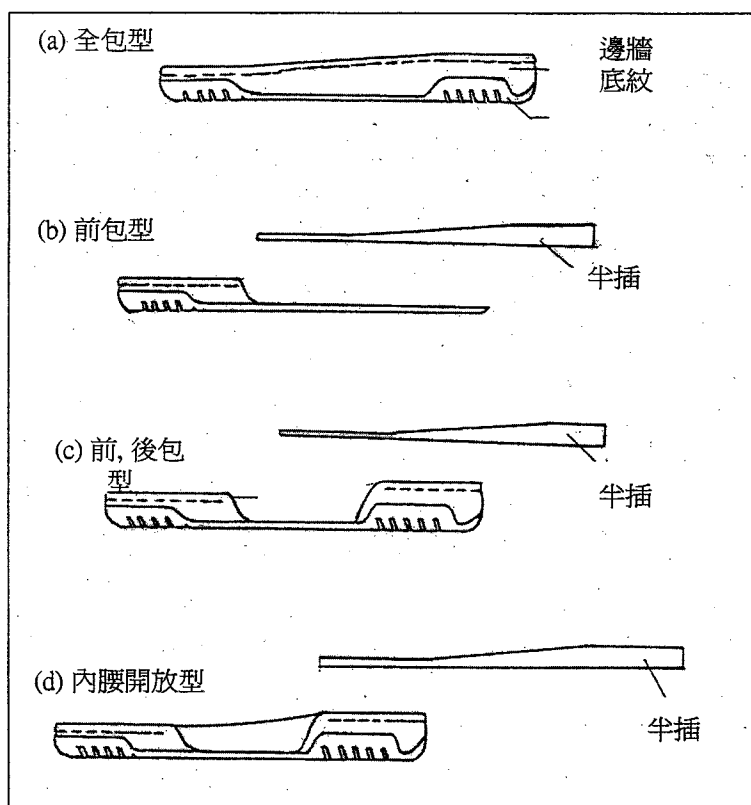
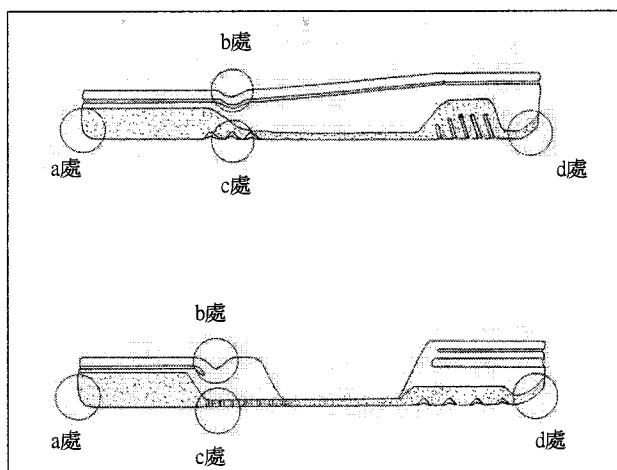


圖 8 大底種類

- (a) 全包型：本身邊牆係連貫性，內面部分不必加中插，但亦有加中插者。
- (b) 前包型：鞋底前端具有邊牆，後端為開放設計，可配合其他具有功能性的後踵設計。
- (c) 前、後包型：鞋底前、後端有邊牆，而內外腰呈開放者，此型必須加入中插。
- (d) 內腰開放型：除內腰以外，其餘部分有邊牆連貫，亦必須加入半插。

● 底部邊牆結構

圖 9 為底部邊牆結構。



- a 處：必需強調耐衝擊性
- b 處：為腳掌彎曲位置
- c 處：配合 b 處作彎曲設計
- d 處：稍有斜度，減少跨步向前的阻力

圖 9 底部邊牆結構

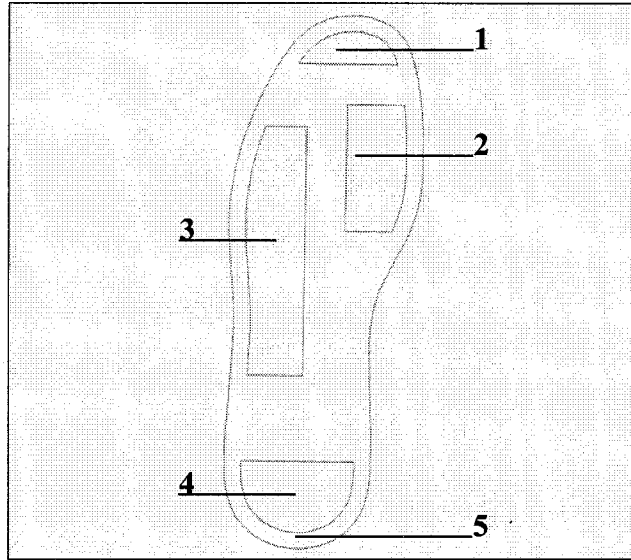


圖 10 鞋底的受力與美觀功能區域

區域 (1)：為前腳板與腳趾，鞋大底前端。

- (a) 功能：運動中最易碰撞之部位，並且具有煞車作用。
- (b) 條件：耐衝擊，由於局部性的點接觸，此處設計通常有許多種設計。
- (c) 紋路設計：因目前大底之材料均具有優良的黏滯性，因此底紋設計較寬放，不受限制，通常需考慮耐磨、耐撕裂之情況。可分為：塊狀、方（菱）型方塊、顆粒、其他等許多種類。如圖 11。
- (d) 材質：可使用超耐磨，耐衝擊之材料，如固特異輪胎材質。

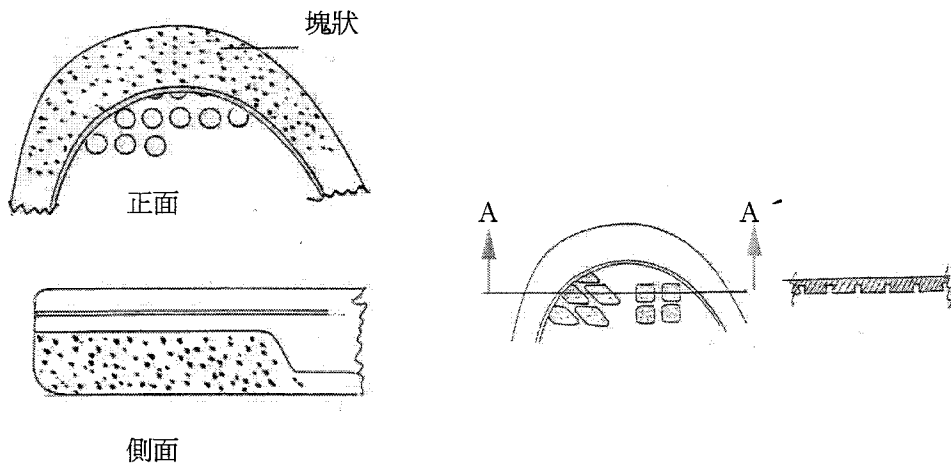


圖 11 前腳板與腳趾紋路設計圖

區域 (2)：為前腳掌內側肉球部位，在腳拇指之正後方為運動之重點。

- (a) 功能：為煞車，及瞬間扭轉變換方向之主要受力點。
- (b) 條件：必須具有高度黏滯力，易於扭轉變換方向的特性。
- (c) 紋路設計：為方便扭轉變換方向，通常採用圓形設計，以減少扭轉時之阻力，計有凹型、平面、凸型之圖形設計。如圖 12
- (d) 材質：由於受力極多，因此耐磨耗尤應加強，且不宜太硬。

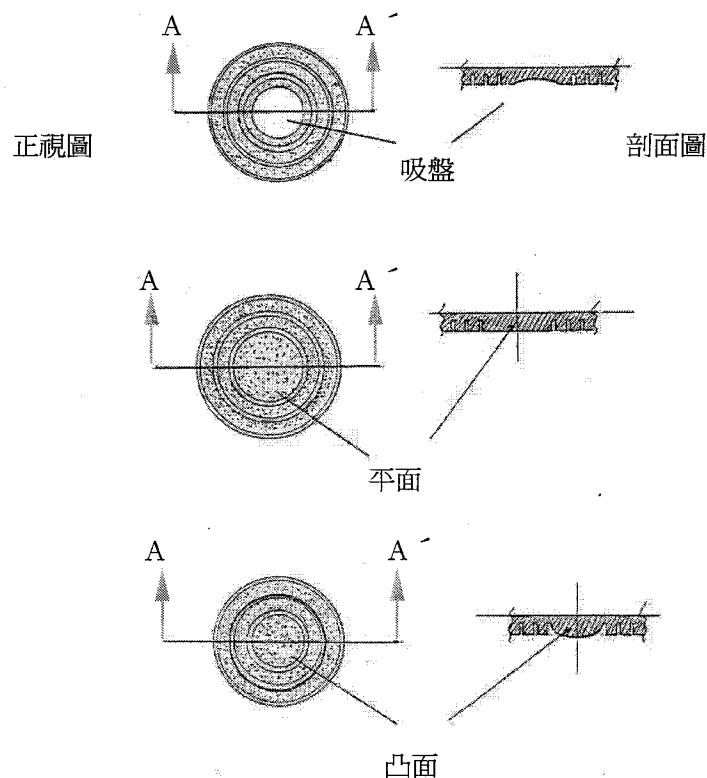


圖 12. 前腳掌內側肉球部位紋路設計圖

區域 (3)：為前腳掌外腰側肉足球部位，介於腳掌肉球與後踵之間，是支撐身軀重心前移之重點部位之一。

- (a) 功能：為輔助煞車及瞬間扭轉變換方向之協力支撐點及身體重心左右橫移而改變之主要支撐點，並具有重心轉換之橋樑、增加腳掌底面積及平衡身軀，運動中左、右橫移重心之支撐點。
- (b) 條件：雖不具備如內側肉球部位之高度黏滯力，但由於運動中身體重心內外側橫移互換動作極多，且是支撐身軀重心的重點部位，故耐磨耗、耐撕裂之條件顯得相當重要，同時也會考慮到美觀性，來搭配整體造型。
- (c) 紋路設計：底紋設計亦可採用方塊形，面積可稍大，然亦可在前腳掌彎曲部位加上數條溝槽，貫穿腳掌橫方向，配合腳掌彎曲動作。如圖 13。

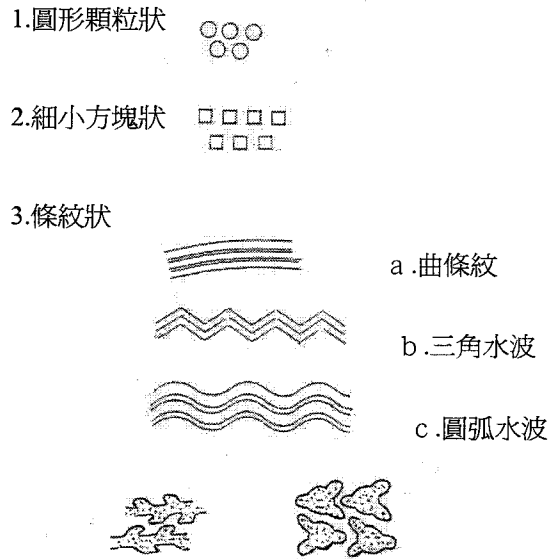


圖 13. 前腳掌外腰側肉球部位紋路設計圖

區域 (4)：為腳後踵的肉球部位，其受力情況比前腳掌有過之而無不及，於靜態時，身體重心幾乎大部分由此部位承擔，動態時則由此部位與前腳掌交替互換，因此鞋底磨損以此部位最為嚴重。

- (a) 功能：無論動態或靜止時支撐身軀重心之主要部位，運動時均須靠它支撐。
- (b) 條件：因為其有穩固重心之功能，故無論其再動態或靜止時，不容有滑動之情況，因此此處設計必須考慮煞車之功能。
- (c) 紋路設計：主體為煞車環，可再加上顆粒和塊狀等紋路分布周圍，其煞車環的面積應比區域 2 大，以增加煞車功能。如圖 14。
- (d) 材質：必須耐磨耗、耐撕裂，有時必須使用較軟之材料，具有吸震以防止運動傷害，因為此部位之垂直線與身軀中樞神經連成一線。

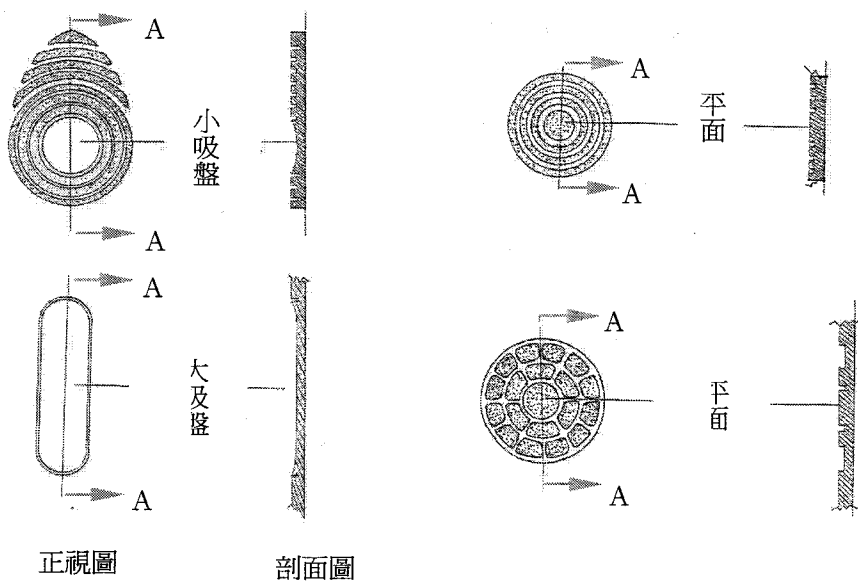


圖 14. 腳後踵的肉球部位紋路設計圖

區域(5): 為大底底部整體造型觀化, 也可以做功能的延伸或加上宣傳噱頭。如圖 15 (a) 與 (b)。[7-11]

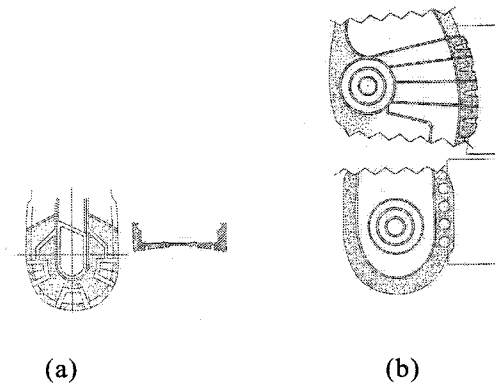


圖 15. 大底底部整體造型觀化

## 2.2. 大底設計

本設計參考市售的鞋子樣式, 並依前述設計要點規劃、設計出大底的樣式草圖。並做局部修改, 最後以 UG CAD 建構 3D 實體模型。所設計的大底種類與造型介紹如下:

### (1) 大底的形式

為全包型, 其中間有一縫線槽, 是與中底板和鞋靴連接的地方。如圖 16。

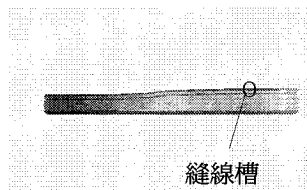


圖 16. 具縫線槽全包行大底基礎本體模型

### (2) 鞋底紋路

均為水波形, 此種設計與室內拖板鞋類似, 具有防滑功能, 但煞車時的緩衝性能較差, 如圖 17。



圖 17. 球鞋鞋底紋路



(3) 區域 2 鞋紋

採用一般的圓形鞋紋，且為平面。如圖 18。

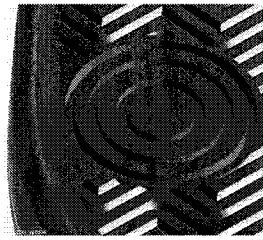


圖 18. 球鞋鞋底區域 2 紋路

(4) Mark (文字標籤)

鞋底文字標籤設計成本系英文名稱縮寫(CYME: Chin Yi Mechanical Engineering,, 勤益機械工程系)，如圖 19； 2000 代表於公元兩千年製作。

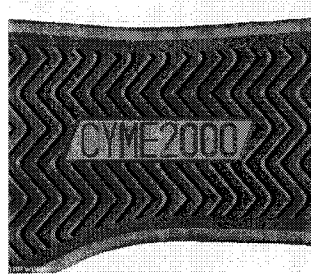


圖 19. 球鞋鞋底文字標籤

(5) 大底面構造

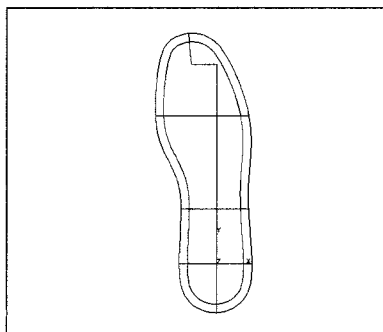
因為其為全包型，所以不須加中插，直接在鞋裡建構網狀方格。此種設計可吸收大部份的壓力。如圖 20。



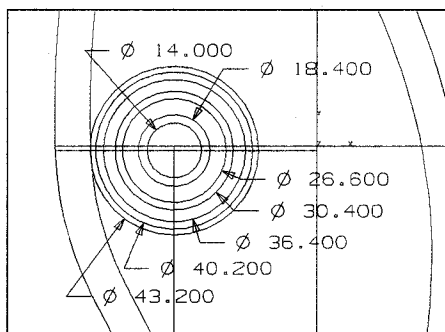
圖20. 球鞋大底面構造

### 2.3. 鞋底 3D CAD 建構過程

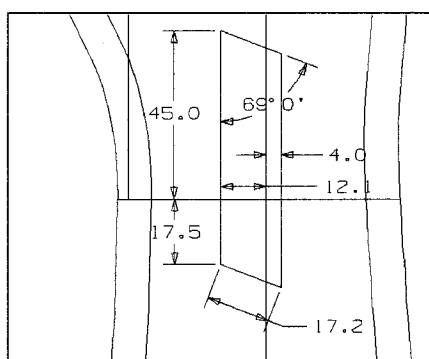
本文採用 UG/16 CAD/CAM 軟體進型鞋底模型建構，其簡要建構過程如圖 25(a)~(k) 所示。



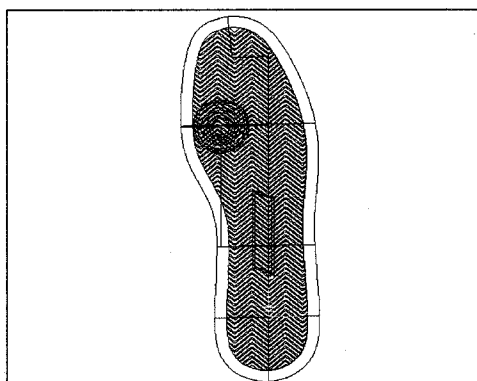
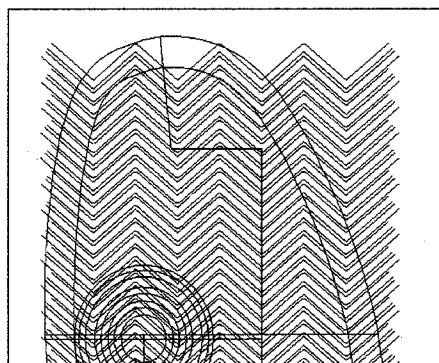
(a) 2D 外維輪廓線與其偏致線



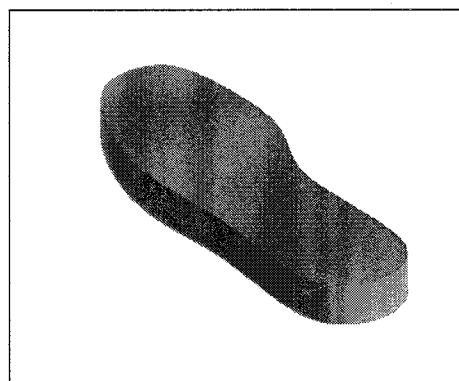
(b) 繪製圓形鞋底 2D 紋路圖



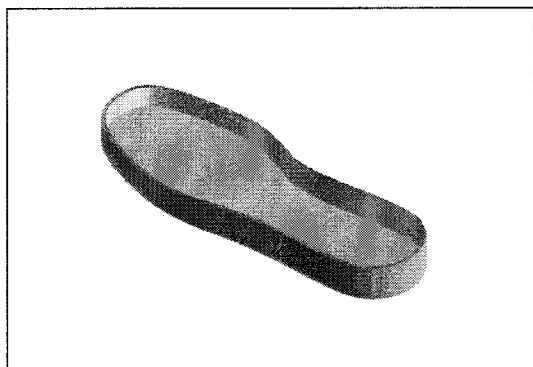
(c)繪製 2D 矩形與波浪形紋路圖



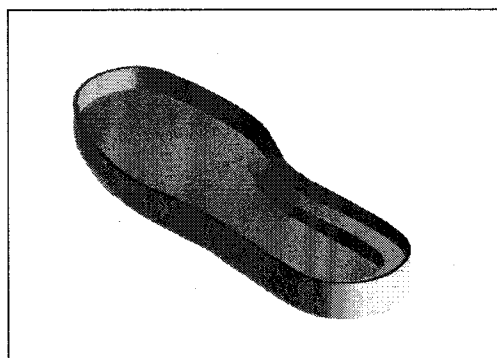
(d) 修剪 2D 紋路線條



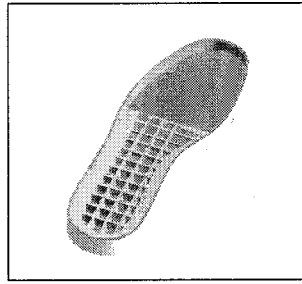
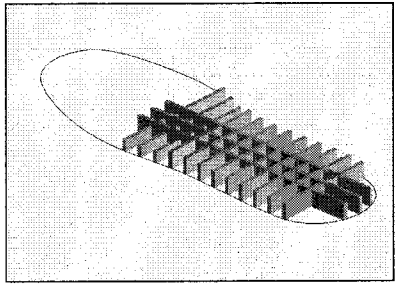
(e)長出鞋底 3D 基本實體



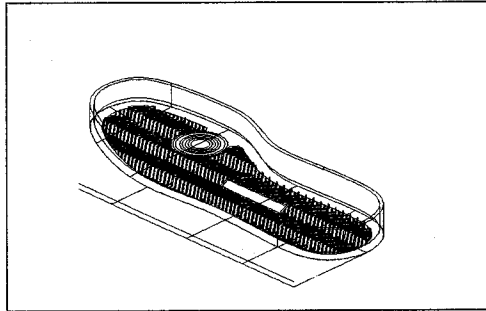
(f)產生牆厚特徵



(g) 增加 3D 半插特徵

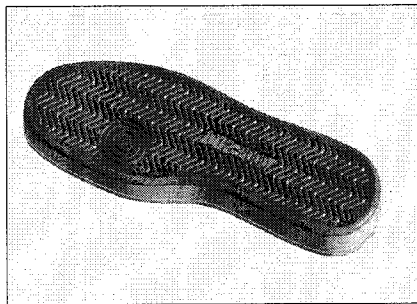


(h) 建構柵格並利用布林運算產生減輕重量及提高剛性的柵格特徵



(i) 利用布林運算產生底部紋路 3D 特徵

(j) 產生文字標籤 3D 特徵



(k) 最後完成大底 3D 實體模型

圖 25 鞋底 3D CAD 建構過程

## 2.4. 模具 CAD 3D 模型

使用 UG/MoldWizard 對圖 25(k)之 3D 大底實體模型，不必改變作業環境，直接且快速進行公母模拆解作業。下圖為 UG/MoldWizard 提供之標準模具設計 18 個步驟，依序完成此 18 步，可完成包括公母模、流道系統、電極、頂出銷、注道、襯套、滑塊、模座與材料單之設計。

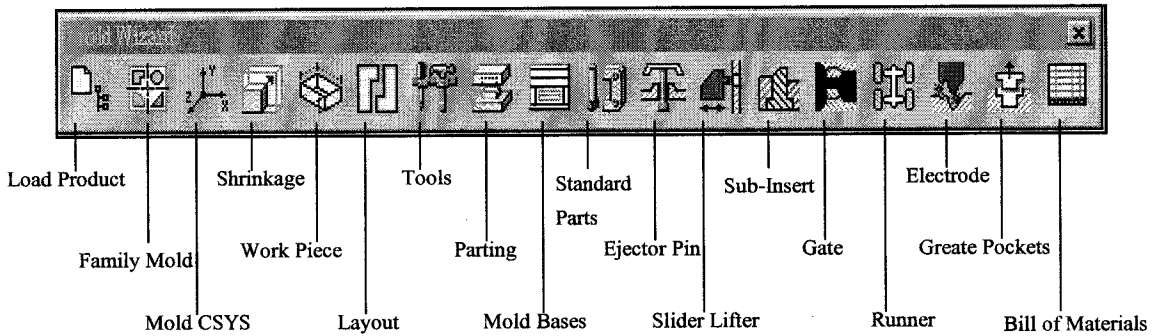


圖 26 UG/MoldWizard 標準模具設計 18 個步驟

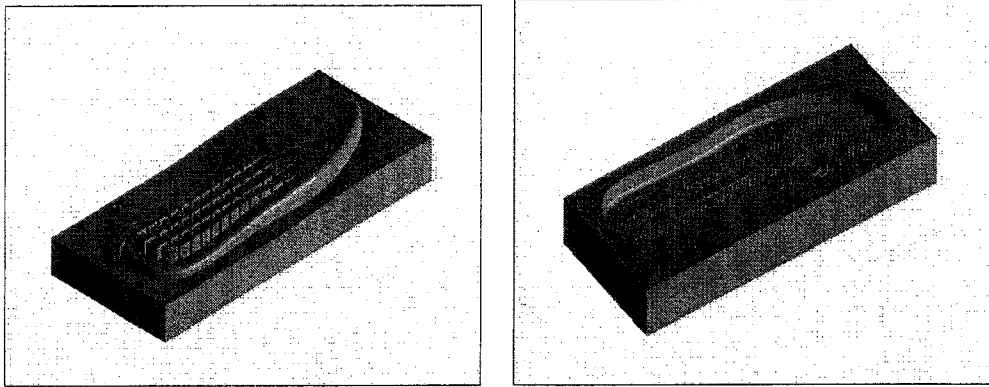


圖 27. 公母模 3D 模型

### 2.5. CAM-CNC 加工路徑模擬

緊接著利用 UG/Manufacture 模組，直接藉由指定公母模的加工區域、刀具種類與刀型(如圖 28)及必要的加工參數，依序快速完成鞋底模的粗、中、精銑削刀具加工路徑過。

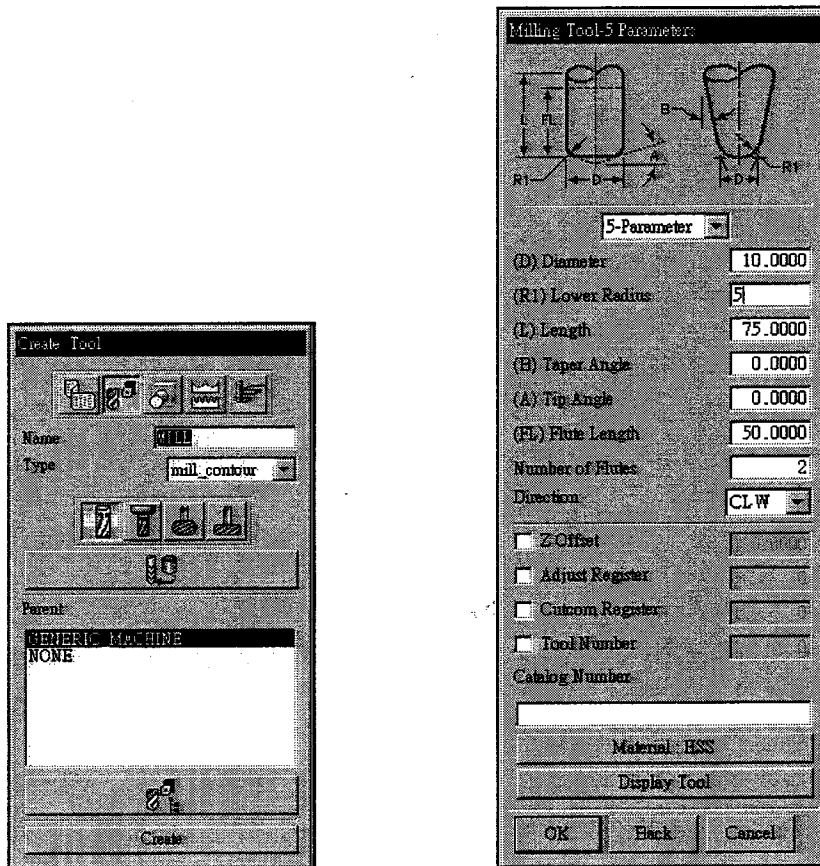


圖 28. UG 刀具種類與刀具參數對話框

### 三、結論

本文在於探討鞋底模之快速開發，從大底造型設計資料的蒐集與歸納開始，藉由實際進行鞋底外形結構設計、紋路規劃；並利用 CAD/CAM 系統，進行 3D 模型建構、模具設計與刀具加工模擬，快速產生數位化製造資料。由於 CAD、CAM、模具數位檔為

單一資料庫，因此更可對測試修改或客戶設變要求，快速重新產生數位化製造資料。大底是變化多端且非常複雜的曲面模型，對造型的影響更是變化模測，而造型更是影響消費者的購買意願，假如再把大底貼合組立在鞋面上，那其造型的變化更是多端複雜。整個鞋底模具製程技術發展，其所造成的缺點包括品質不穩定、尺寸不精確、造型的失真、需用大量人力。導入 CAD/CAM 暨 CNC 加工技術以後，明顯的改善傳統手工所需的鉗工技術人力縮短產品開發時程。但是投資相對增加，而尺寸不精確，左右腳的差異，以及級放後的尺寸差異也都一併解決，因此導入 CAD/CAM 暨 CNC 加工技術後，逐漸淘汰傳統手工作業的流程，也使大底模具技術更上一層樓。每一新款式的底樣設計開發所面臨的最大風險，在於模具開發製作；因此，如何結合人體工學、美學造形設計於鞋類 CAD/CAM 與模具開發之中，將是一未來兩岸鞋業發展的一大重點。

#### 四、參考文獻

1. 經濟部工業局著, 1995, 快速反應系統, 經濟部工業局出版。
2. 葉健任著, 2000, “製鞋經營管理新概念-群體技術”, 鞋技通訊雜誌, No. 96, p.44-46。
3. 黃俊明、吳運明、詹永裕著, 2001, “Unigraphics II 模型設計基礎篇”, 全華出版社。
4. 黃俊明、吳運明、詹永裕著, 2000, “Unigraphics II 模型設計進階篇”, 全華出版社。
5. 蔡國銘、黃俊明、吳運明著, 2001, “UG 三軸銑削加工”, 出版, 全華出版社。
6. 黃俊明、吳運明、詹永裕著, 2001, “UG 零件裝配與模具精靈”, 全華出版社。
7. 游志監著, 1990, “網球橡膠鞋底設計與製造”, 經濟部工業局出版。
8. 葉健任著, 1988, “鞋業繪圖”, 經濟部工業局。
9. 葉健任、顏永泰著, 1988, “製鞋實習”, 經濟部工業局。
10. 經濟部工業局著, 1995, 固特異鞋與外翻鞋之製程研究, 經濟部工業局出版。
11. 經濟部工業局著, 1995, 英國傳統固特異手縫鞋製作, 經濟部工業局出版。