

東南技術學院機械工程系

專題製作報告

逆向工程與快速原型 之應用及誤差分析比對

指導老師：

學 生：葉威宏

中華民國九十年十二月二十八日

專 題 製 作 摘 要

專題製作名稱：逆向工程與快速原型之應用 及誤差分析比對

現今模具加工業在市場的競爭下，各種新的加工技術不斷地因應而生，如今的技術層次的提高，新的模具製造方法廣泛被應用，成品品質也更加優良。其中逆向工程顛覆傳統，使得模具設計有了大突破，因而進入新的時代。

本專題是以『Hello Kitty飾品盒』的製作實例，介紹逆向工程與快速原型之應用，其中包含：使用 3D 掃描儀取得原型件曲面點資料，應用 3D 曲面編輯軟體從修改點資料、建立曲線、建立曲面到建立 3D MODEL，並用快速原型機（Rapid Prototyping，RP）製造快速模型，應用影像式工具顯微鏡取得原型件及模型二維輪廓資料，作兩者間的誤差比對分析，以便於了解曲面的真實性及差異處。

指導老師：史 雷

學 生：葉威宏

目 錄

摘 要	
第一章 緒論	1
第二章 理論及文獻探討	
第一節 理論基礎	7
第二節 量測的校正與技巧	8
第三節 量測機具	10
第四節 點資料之處理	14
第五節 曲線與曲面建立	24
第六節 線框架構、表面與實體模型	26
第七節 快速原型系統	30
第三章 使用設備	
第一節 接觸式掃描儀	39
第二節 快速原型系統	41
第三節 影像式工具顯微鏡	43
第四節 Pro/ENGINEER 軟體	45
第四章 Kitty 飾品盒製作過程	
第一節 點資料之取得	48
第二節 曲面及實體模型建構	54
第三節 切層處理	64
第四節 快速原型加工（液態法）	70
第五節 2D 誤差分析比對	74
第六節 誤差產生現象原因	80
第五章 結 論	82
參考文獻	84
附 錄	85

第一章 緒論

前言

隨著千禧年的到來，加上科技日益進步，伴隨著就是產品少量多樣化的時代，因此模具業出現了新寵兒 逆向工程，它是為了迎合這個時代而誕生出來的，因此我們在這次專題製作中特別選擇以逆向工程為主題，並結合快速原型及檢測等技術作一研究及探討；其中包含了掃描系統、後處理系統、切層軟體、快速原型製作及誤差分析比對等方面著手。

逆向工程通常是以專案方式執行一模型的仿製及改良工作。往往一件擬製作的產品沒有原始設計圖檔，而是委託單位交附一件樣品或模型，請製作單位複製，利用 3D 數位化量測儀器準確 快速的將輪廓座標量得，加以建構曲面，並建立 3D Model，編修後傳至一般 CAD\CAM 系統，經由 CAM 所產生刀具的 NC 加工路徑送至 CNC 加工機，製作模具；或者將圖檔傳檔至切層軟體處理，使用快速原型機製作快速模型，以減少製作模具所花費的時間。

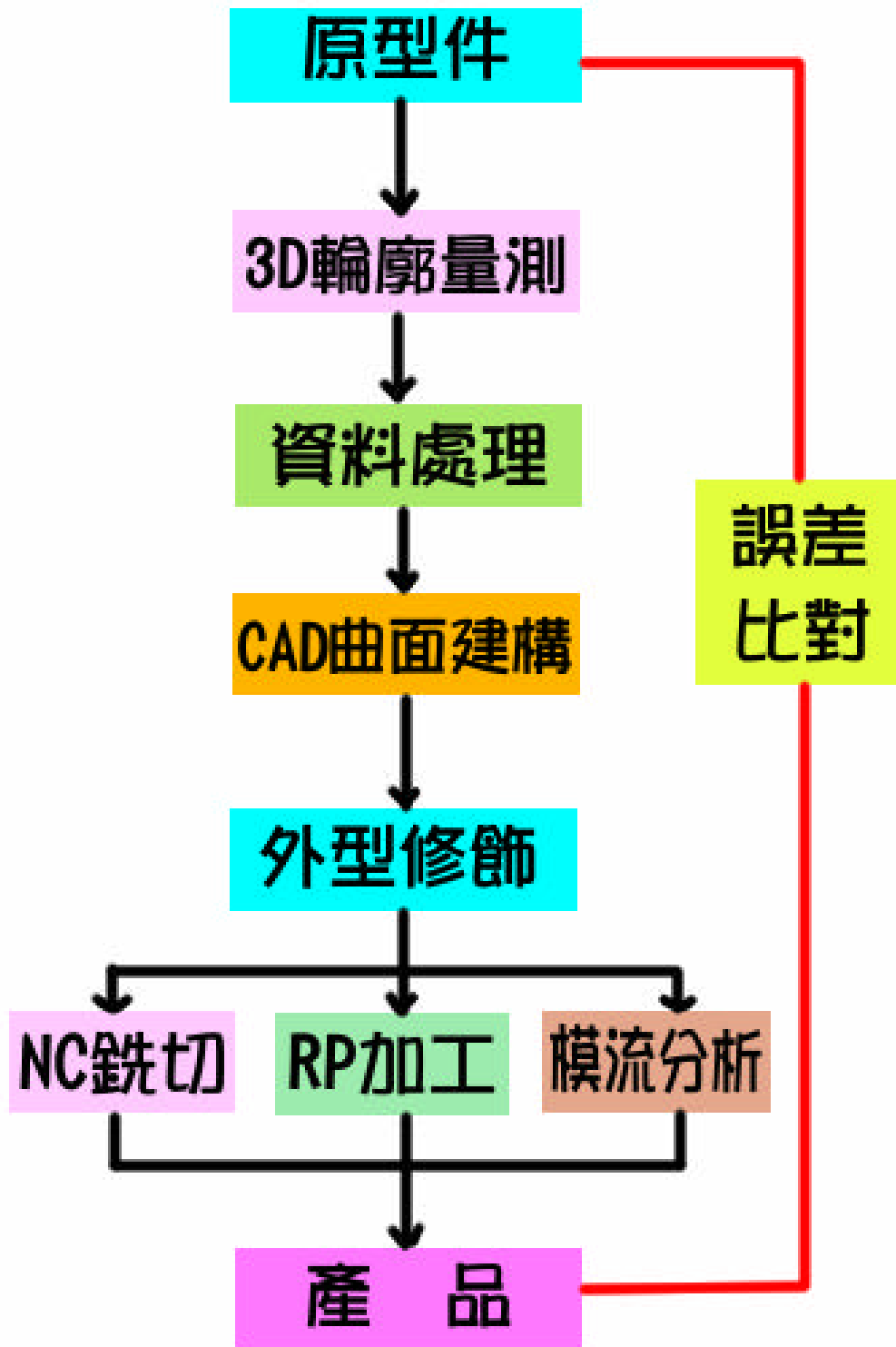


圖 1-1 RE 系統流程圖

計畫動機

以往我們在製造模具時，是先有工作圖後，才開始加工成為模具，而設計一張模具圖往往是比做出成品還費時間，如果先有工件再有圖的話，那麼可以從工件直接量取尺寸，再繪製工作圖，就可以省下許多時間，在近代高功能 CAD 軟體的帶動下，”工業設計”(又稱”產品設計”)的新興領域已逐漸受到重視，任何產品不僅是功能上要求先進，其物件外觀上也需要做造型設計，以吸引消費者的注意力，而我們 Y 世代喜愛獨特、限量及求新求變的東西，因此我們想應用逆向工程的技術領域來從事研究，並以專題製作的方式來呈現研究成果。

計畫目的

台灣模具業正在轉型且競爭力大幅提升，資訊電腦業又蓬勃發展，產品少量多樣化的時代來臨，如何縮短時間將產品製造出來，已成為現代工程師必備的技術，逆向工程與快速原型的技術符合這項原則，因此相關於這方面的技術將會變成未來製造業的主流。

大多數的公司都有充裕的經費，選配出適合其產品開發所需的逆向工程系統基本配備，但是最大的瓶頸仍是須有專業的人才及豐富的經驗，要完成一套逆向工程，流程不難，但是要仿製得逼真且再創新則需要技術支援。過程中我們必須 .要準確及快速將工件資料取得， .要確實將資料建構成曲面及應有外型， .要將各種 CAD\CAM 及 CAE 做整合， .要節省製造成本，提高產品競爭力。

進一步再學到正確的使用三次元量測儀器、RP 快速原型機、RT 快速模具或數控工具機等相關設備，並與 CAD\CAM 軟體的整合應用，建立正確的加工步驟，對未來投入就業市場提供良好的訓練機會。

計畫範圍

本次專題計畫範圍內容是：首先找尋適合實驗室內三次元掃描儀器（接觸式 PICZA 3D Scanner 及雷射非接觸式 3D Scanning Machine）量測範圍的原型件（Hello Kitty 飾品），用以上兩種掃描方式取得點資料，在兩種掃描方式中選出一組點資料（接觸式掃描），以 3D CAD 軟體（PRO\Engineer 2000i）修改點資料、建立曲線、建構曲面及製作 3D 實體模型；之後在 CAD 軟體上以 CAD 建構的曲面與匯入的點資料利用分析軟體做誤差分析比對；另外再應用切片軟體建立基本支撐及匯出 RP 機器使用的檔案格式，利用 RP 系統製作快速原型件；最後則以影像式工具顯微鏡取得原型件與 RP 件的外圍輪廓，做簡易的 2D 曲面誤差分析比對，再一次掃描 RP 件得到點資料，將原型件與 RP 件匯入分析軟體內，做出兩者之間的誤差分析比對，以確實了解所建立的模型與原型件之間的差異點何在。

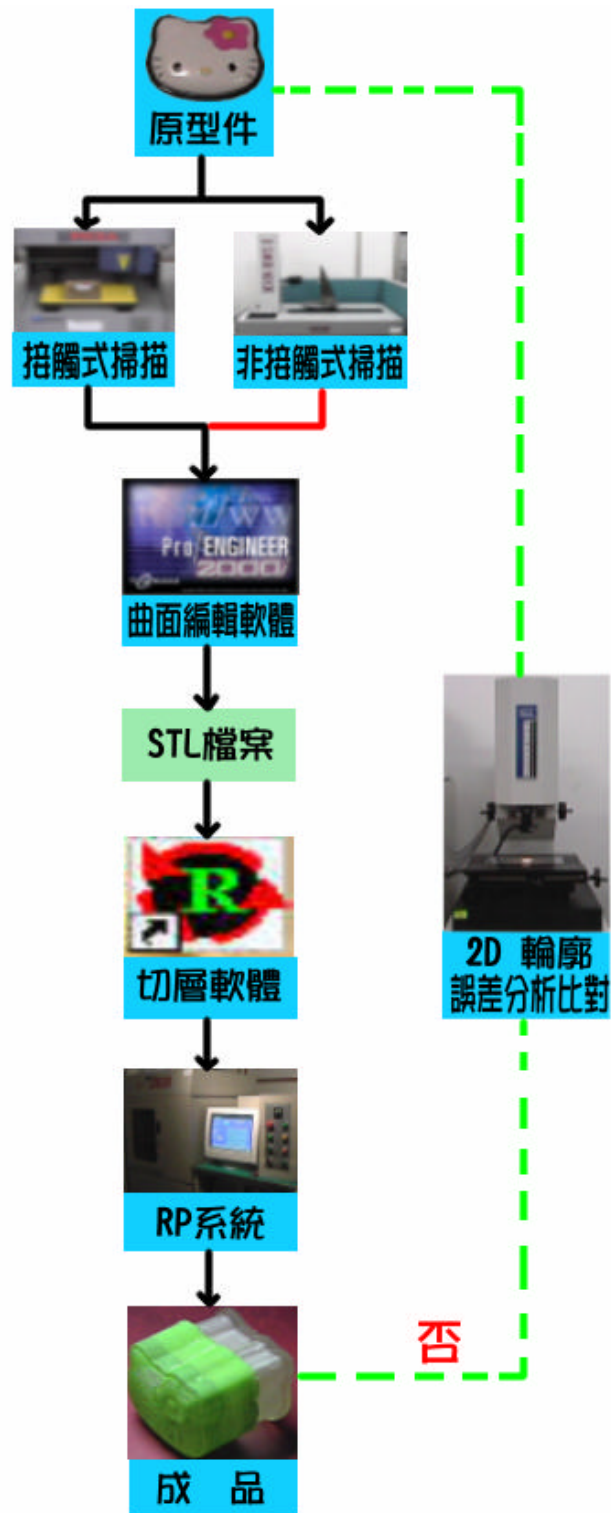


圖 1-2 計畫範圍流程圖

第二章 理論及文獻探討

第一節 理論基礎

游標卡尺、分厘卡等只能作直線方向長度量測，僅具一次元量測功能，投影機、工具顯微鏡因只作單純輪廓斷面形狀 XY 軸方向量測具有二次元量測功能，而若是欲求得複雜輪廓形狀的精確尺寸，非得借重具有三次元量測的功能才行。

三次元是表示一個物體的尺寸，即為長、寬、高，而可以三個方向同時測量，具有三次元測量功能的是三次元量測儀，即做座標量測（Coordinate Measuring Machine，CMM），常使用於逆向工程的是屬於移動橋架型。

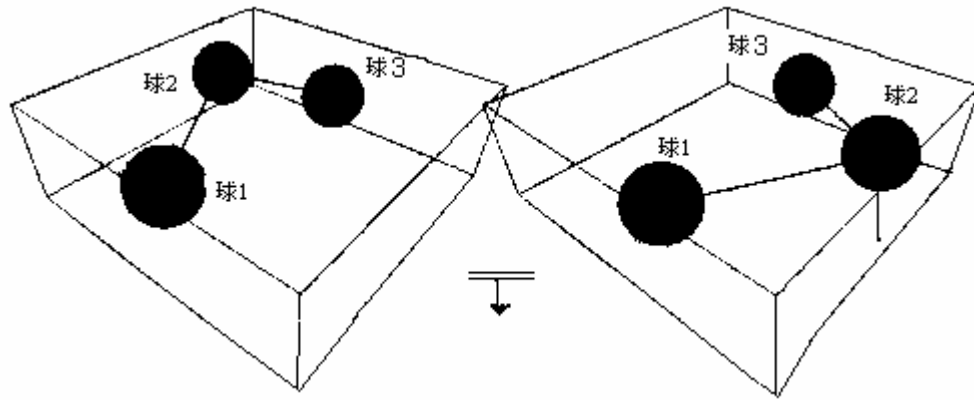
逆向工程系統最典型的方法是以油土製成的模型，藉由三次元量測的設備抓取模型表面的點資料，把這些點資料建構成曲面，再產生 NC 加工路徑並加工出成品，因此對於模具製造者而言，逆向工程是指與傳統的設計製造流程相反，而是經由量測儀器（3D Scanner）量測既有的工件成品，進而產生點資料，並以較簡化的曲面數學函數表示之。

第二節 量測的校正與技巧

在掃瞄量測中，常常因為一些因素的影響，如量測設備的限制、工件尺寸過大、某些特殊的角度量測不到、物體造型複雜等，無法一一獲得完整的量測資料，而需將物區分為數個區域，分別量測後，再經過點資料複合的程序，將多組量測資料合而為一。

在不同次量測時，兩組量測資料的系統往往無法設為一致，導致於資料無法整合。因此，在量測時，必須提供座標轉換的基準，之後再進行座標轉換，將一組資料之座標系統轉換成另一組資料之座標系統，使各次量測的資料可結合於一起，此項技術稱座標重整。

三球對三球的座標校正方法，運用座標轉換的原理，由三個球的量測資料決定座標轉換關係，再將兩組量測資料的座標系統轉為一致。三球對三球法使用三個基準球為座標轉換的依據，量測物件需黏貼三個基準球，並與各次量測同時量測。



兩組不同的點資料

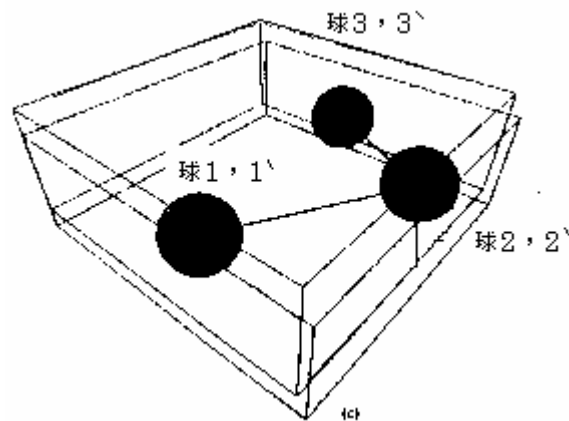


圖 2-1 三球對三球座標系統重整

圖 2-1 所表示的為三球對三球座標系統複合法的原理，由各個基準的量測資料求得球心位置，共有三個球心，用以建立一區域座標系統。再組量測資料共用三個標球，因此各區域性座標系統都是建立在該物件相同的地方。經由座標轉換將其中一座標系統轉換成另一座標系統，可將兩組點資料座標結合為一。

第三節 量測機具

量測機具感測方式可分為接觸式與非接觸式兩種方式，一般而言，接觸式的量測範圍較大，其可達到的精度亦較高，但速度緩慢，非接觸式量測時間很短，但其範圍精度較小，有關於接觸式與非接觸式掃描機特性及其優缺點。一般而言，若工作為小型件，且表面高度起伏變

化不大，對精度要求不高，或有許多一般探頭很難進入極小圓角之凹槽、凹線，則適合採用非接觸式。此外，柔軟件表面硬度之工件，則一定要使用非接觸式探頭。高精度之掃瞄(0.03mm)以下，則以接觸式較為實用，尤其在品質管制上則應以接觸式為佳。有些非接觸式感測頭也可達到此種精度，但是成本往往遠超過於接觸式，所以成本效益不佳，因此逆向工程以非接觸式較佳，雖精度不像非接觸式高，但其快速獲取物體表面大量點資料，以方便於曲面重建。理論上使用非接觸式感測頭，可以無需後段資料處理而進行以掃瞄資料直接作成 NC 刀路，直接加工，而接觸式感測須克服刀具半徑補正問題，故一定需要後段之資料處理。

(一) 接觸式與非接觸式量測系統之優缺點

(1) 接觸式掃瞄儀

優點：

1. 準確性及可靠度高。
2. 與工件的反射性無關。
3. 適合做一般基本幾何形狀之量測。

缺點：

1. 使用特殊夾治具導致較高量測費用。
2. 探頭易因接觸力而造成磨耗。
3. 操作不當易造成工件表面精度及量測探頭的損壞。
4. 量測速度慢。
5. 部分量測受制於工件的表面形狀。
6. 需做探針球頭半徑補正。
7. 量測時探頭的接觸力因探頭尖端部分與被測件之間局部變形而受到影響。
8. 探頭觸發機構的慣性及時間延遲而造成探頭有超越 (Overshoot) 的現象發生。
9. 較軟或是不可接觸之工件無法量測。

(2) 非接觸式掃瞄儀

優點：

1. 不必做探頭半徑補正。
2. 量測速度非常快速。
3. 軟工件、薄工件、不可接觸的高精密工件可以直接量測。

缺點：

1. 量測精度較差。
2. 容易受顏色即曲率之限制。
3. 容易受環境光線及雜質影響，雜訊較高。
4. 幾何形狀的量測有困難。
5. 使用 CCD 焦距會影響精度，工件外型變化大有失焦問題。
6. 工件表面粗糙度會影響量測結果。

(二) 接觸式與非接觸式量測設備之比較

量測設備有所不同，大致上分為接觸式與非接觸式，因量測方式及感測器上的差異，將會影響點資料。

表 2-1 量測設備之比較

	掃描循跡專用機	3 次元量床	雷射掃描儀
量測方式	接觸式	接觸式	非接觸式
感測器	類比壓電元件	開關元件	光電元件
接觸壓力	20~30g	150g 以上	無
量測精度	小於 50 μm	1 μm	10 μm 100 μm
電子尺解析度	5 μm		100 150 μm
機台結構	空氣軸承內	空氣軸承	一般滾珠軸承

	花崗石台面 AC 伺服系統	花崗石台面	一般鋁製平台 AC 伺服或步進系統
量測速度	140 點 / sec	人力控制	1000 12500 點 / sec
工件材質	接觸壓力 容許的材質	硬質材質	不限
前置作業	校正基準面 設定座標系統	同左	需噴白漆 無基準點
量測死角	球頭半徑限制面交接 處之尖角	同左	光學陰影處 光學焦距變化區
誤差	均勻	隨曲面變化大	部分失真

第四節 點資料之處理

近年來逆向工程在模具設計製造的應用上，受到廣泛的重視。由於雷射掃瞄技術在量測上的大量應用因而加速了點資料的擷取，所以量測所得的點資料也相對的增多，由此所建立的曲面誤差也將較小，然而由於掃瞄所得的點群資料相當龐大，一般 CAD 的系統受到電腦記憶體的限制以及掃瞄時資料點受到外在影響而伴隨雜訊等因素往往造成處理上的困難。另一方面、因為雷射掃瞄技術起步較晚，所以對於量測點資料處理的方法也不多。

在逆向工程的點資料量測過程中，常因各種因素而造成點資料不完美，這些原因部分包括：

- 1 .工件表面粗糙度影響。
- 2 .加工不恰當，造成工件表面的波浪形狀或局部凹凸。
- 3 .量測系統本身有不可抗拒的限制。例如，探針的感測不夠靈敏，不能作球半徑補正。
- 4 .工件表面形狀變化太過劇烈。

這些因素所造成點資料的不完美情形，包括：

- 1 .點資料不正常振盪與跳動。
- 2 .局部區域會因點資料缺乏而跳點。
- 3 .不適當的凸起與凹陷。

不同的點資料結構必將承襲對應量測系統的特性及優點，面對不同的點資料結果，處理方式也將大異其趣。運用雷射掃瞄儀所量測出來的點資料相當密集且複雜，這種點資料經過適當

的處理，濾除不必要且過密的點資料後，很適合來產生 NC 碼。相反地，用掃描循跡專用機所瞄出來的點資料，沿襲著接觸是量測方式的特點，不僅精確度高，而且具有截面輪廓的特性，可沿著不同的向來量測，亦可根據曲面的特徵做特別角度的量測。由於其資料結構相當規則，所以在使用上也較具有彈性，可經由點、線、面的程序來建構曲面模型，於物件的表面特徵的表現將會有比較好的效果。

掃描循跡專用機其點資料所具有截面輪廓的特性，可以使原本為 3D 的點資料簡化為 2D 來處理，也使處理的程序及運算過程大為簡化，增加效率之餘也降低了問題的困難度。亦由於可根據曲面的特徵做特定角度的量測，對於曲面特徵的描述較為真實，有助於對特別區域點資料特性探討。

（一） 前處理作業

前處理包含了點資料的掃描、平滑化及量測資料點等，對於不同的量測方法所取得的點資料之間的差異。不同的點資料結構之間必將承襲相對應量測系統的特性及優缺點，面對不同的點資料結構，處理方法也大不相同。

（1）掃描點資料的重整

由於雷射光掃描時易受物體表面反光的影響而造成資料的散失，因此我們必須將點資料重新調整分配以達到較均勻分布，使得在從事曲面重建的時候，能夠得到較平滑的曲面。一般我們可利用內插法在較大的相鄰兩點之間將資料做內插，然而此種作法若相隔之資料點距離過大，點資料將無均勻分配，所重建的曲線也可能有所失真，因此我們改採插補法將點資料重新排列，使資料點均勻的配在曲線上。

（2）資料點取點

資料點編輯是當使用者發現所掃描的點資料密度過高時，可以將資料點減少以加速資料處理的速度，相反的，亦可取資料點的數目來補足資料點不足的現象。資料點重新取點的方法一般來說有以下幾種：

1. 平均取點法。
2. 倍率法。

3. 間距法。
4. 弦線偏差法。
5. 插補法。

(3) 資料點平滑化

**對雷射掃瞄領域而言，由於所量測的點精度並
高，尤其在量測特殊的幾何形狀如
凹面、或是易反光的工件時，資料
點的雜訊較大，點資料的平滑化將
有助於雜訊的去除。平滑化的方法
一般而言有三種：**

1. 中值法
2. 平均法
3. 高斯法

(4) 掃瞄點資料的分隔

由於點資料十分的龐大，因此通常我們會將其分隔成幾個部分來進行處理，以節省處理點資料的時間。分隔時我們利用使用者界面，操作滑鼠將所分隔的區域圈選出來所示，我們利用簡單的判斷式來做分隔的依據，當資料點達到滿意的判斷式時，即可將資料點分隔出來。

(5) 掃瞄點資料的重組

分割成的區域依內邊界的方向做資料重組以利曲面重建。首先我們將需要做方向重整的掃瞄點資料沿著所需重整的範圍以滑鼠選起來，通常是沿著工件的幾何特徵來做重組的

區分，以所圈選的線條做此範圍的邊界，並逐一與掃描點群與空間的交點做交集，之後我們利用所交集的資料分以 B-spline 曲線予以擬合。再將所擬合曲線內資料點重建曲面。將所建立完成的曲面再與掃描點資料做交集，此時所交集的點資料應依照曲面的方向予以重新組合。

(6) 掃描點資料亂點濾除

由於雷射掃描量測易受到空氣中的灰塵影響而產生額外的亂點，而這些資料點並不屬於量測工件本身，如果不予去除，在重建曲面時便會將這些亂點含入，而造成重建曲面的錯誤。

(7) 特徵粹取

特徵萃取是依工件的幾何形狀將工件曲面上的幾何特徵從掃描點資料中粹取出來。特徵粹取可分為幾何特徵形狀的粹取如：圓、圓錐、球面等及邊界的界定，為了達成雷射掃描點的分隔，將著重於邊界線的尋找，並以此做為分隔曲面的基礎來源之分割成不同的區域，以輔助掃描點資料的分隔，利於曲面重建。

(二) 後處理作業

量測若出現雜訊，這時可以使用消除雜訊的功能來消除雜訊，有的曲面較為平滑，則可以將資料點做適當程度的篩減，可避免資料點過多所造成表面有抖動的現象。曲面的編修則可

以藉由特徵曲線的建立將曲面建立再將曲面做連結,後處理亦包括曲面品質的分析和圖檔的轉換及應用,藉由曲面的分析則可以了解曲面的平滑度及精細度,也可以了解是否在允許的公差範圍,經由圖檔轉換及應用則可以處理不同的工作。

對複合曲線而言 Bezier、B-Spline 較適合處理平坦的點資料,對於不平坦的曲面則會有局部平坦或是扭曲的現象,而 Nurbs 曲線則對不平坦的表面會有較佳的效果。

曲線原理簡介：

(1) Bezier 曲線：

對於造形的設計和變化有相當大的彈性,其方程式如下：

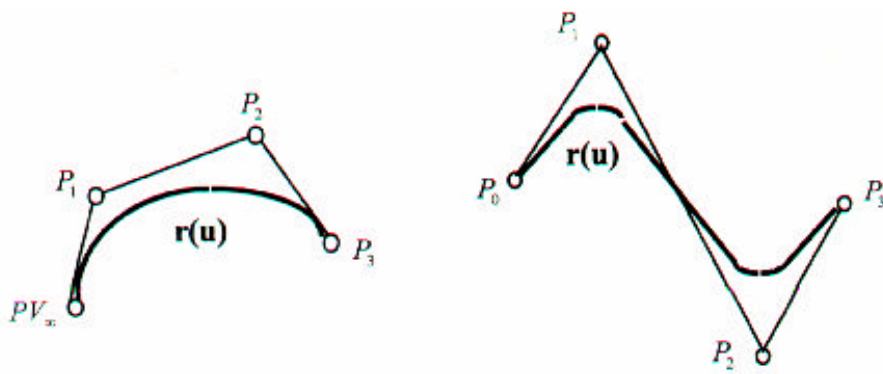
$$C(u) = \sum_{i=0}^n B_{n,i}(u) P_i \quad (0 \leq u \leq 1)$$

具有下列之優點：

1. 控制多邊形：曲線之形狀可任意操控。
2. 曲面披覆：利於處理曲線相交。
3. 首尾控制點與曲線端點重合：複合曲線利於被建立。

缺點：

缺少區域性控制,也就是缺少局部修改的能力。



Bezier curve

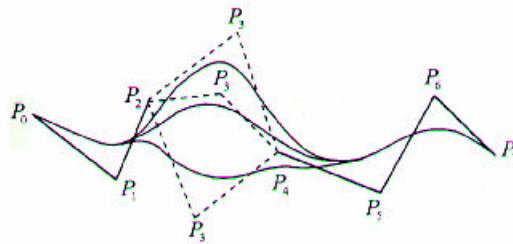
圖 4-1 Bezier curve

(2) B-Spline 曲線：

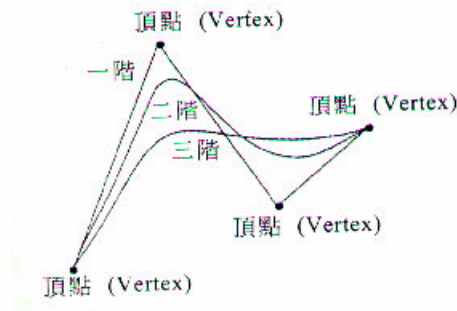
由於 Bezier 曲線缺乏對局部控制的能力、故有了 B-Spline 曲線、其方程式如下：

$$C(u) = \sum_{i=0}^n N_{i,p}(u) P_i$$

而在 B-Spline 基函數之定義中，當控制點改變時，只會影響部分的曲線、使其有較好的局部控制性，此外階數愈大、曲線將愈偏離其控制點、而控制點愈多，則會使得曲線愈接近其控制點。



控制點對曲線的局部影響



階數對曲線的影響

圖 4-2 B-Spline

而 B-Spline 具有下列之特點：

1. 良好之區域控制性
2. 控制點多邊形
3. 凸面披覆特性

(3) NURBS 曲線：其方程式如下：

$$C(u) = \frac{\sum_{i=0}^n N_{i,p}(u) w_i P_i}{\sum_{i=0}^n N_{i,p}(u) w_i} = \sum_{i=0}^n R_{i,p}(u) P_i$$

當加權值為 1 時，而內部又沒有節點存在時，有理函數變為 Bezier 基函數，成為 NURBS 函數的特例，因此對 NURBS 函數於言，改變加權值與內部節點時，便可與 B-Spline、Bezier 相容，其特性於資料交換中是很重要的。

而曲線之擬合之通式則為：

$$c(u) = \sum_{i=0}^n f_i(u) P_i \quad u \in [0, 1]$$

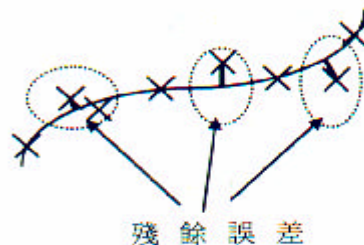
若以差補法來進行曲線的擬合則曲線須通過量測的每個資料點，如下圖所示：



以插補的方式進行曲線擬合

圖 4-3 插補法

而若以近似法來進行曲線的擬合則曲線不必通過量測的每個資料點、如下圖所示：



以近似法來進行曲線擬合

圖 4-4 近似法

第五節 曲線與曲面建立

由量測儀所得到的點資料來建立曲面的方式一般可以分為兩種：一種是以近似的方式、另一種是以插補的方式來將順序的點資料建立成為曲面，以下我們分別就這兩種方法做一介紹：

(1) 近似法 (approximation)

(2) 以近似法來重建曲面，首先必須先指定一個容許誤差值 (tolerance)，並在 U、V 方向建立控制點的起始數目，以最小平方法來擬合出 (fit) 一個曲面後將量測之點投射到曲面上並分別求出點到面的誤差量，控制誤差量至指定的容許誤差值內以完成曲面的建立，如果量測的資料很密集或是指定的容許誤差很小，則運算的時間會相當的久。以近似法來擬合曲面的優點是擬合的曲線不需要通過每個量測點，因此對於量測時的雜訊將有抑除的作用，綜合以上所述，使用近似法的時機通常是量測的資料點多且含入雜訊較大的情況下。

(3) 插補法 (interpolation)

以插補的方式來進行曲面的建立，則是將每個截面的點資料，分別插補得到通過這些點的曲線，再利用這些曲線來建立一個曲面。以插補的方式進行曲面資料建立，其優點在於得到曲面一定會通量測之點資料，因此如果資料量大的話，所得到的曲面更近似於原曲面模型，然而也因為如此，如果量測時點資料含大量的雜訊則在重建曲面時大量的雜訊將被含入而產生相當大的誤差。綜合以上所述，以插補法來重建曲面較佳的使用時機是對於資料量少且所含入雜訊較小的點群資料。

由以上的討論中，我們可以知道對於少量的點而言，我們可以使用插補法來得到一較近似的曲面，然而對於如雷射掃瞄所得到的大量資料點若以插補法來重建曲面，則有以下的缺點：

1. 在掃瞄時所夾帶的量測雜訊與誤差將隨著曲面的建立而被包含在曲面之中。
2. 插補法的控制點資料並不會因著曲面的建立而大量的減少。

因此對於掃瞄點資料而言，由於點資料量大以近似法來重建曲面將會較插補法節省控制點的儲存空間，而且對於掃瞄時所滲入的誤差有抑除的效果，然而，以近似法來建立曲面，卻會耗費大量的電腦記憶體及較多時間在曲面的計算上，因此我們在建立曲面的過程中應配合所量測得的資料點數目及精度來決定曲面重建所使用的方法。

第六節 線框架構、表面與實體模型

早期的 CAD 系統是以設計 2D 平面圖為主。使用者使用這些繪圖系統來開發他們需要的圖形，並獲得高品質的圖形文件。但畢竟是這些早期系統的最基本的功能，而這些 2D 圖形通

常表現的是 3D 物體，所以早期的 CAD 系統不可能描述 3D 實物,因此使的使用者不敢確定，儲存資料檔案裡的 2D 資料是否正確。

目前許多 CAD 系統已有能力處理 3D 物體。將可允許設計者在電腦上直接開發一個 3D 物體模型，以取代 2D 圖形。藉由電腦可以產生等角視圖，透視圖及物體的詳細特寫觀察視圖。

目前表示 3D 物體的方法有 3 種，如下：

- (1)線框架構 (Wire-frame modeling)
- (2)表面模型 (Surface modeling)
- (3)實體模型 (Solid modeling)

(一) 線框架構

目前大多數的 CAD 或 CAD/CAM 軟體，繪圖依然是採用線框架構的表示方式，如 AUTOCAD，CADkey，SURFCAM 等均是。主要是顯示圖形速度快，存圖空間佔用少等所致，但它主要是以線條來表示物體之邊緣，故會有些缺點，如：容易混淆及圖形表示易誤解其真實之形狀。

(二) 曲面模型

複雜曲面在模具工業、航空工業、汽車工業中用的很多，在目前以 wireframe 方法繪製 3D 圖形的系統中，複雜曲面多用縱橫交錯的網格線條 (mesh) 表示表面曲度性質，可稱之為模型 (Surface Modeling)，而這些曲面模型，依其建立的方式不同又可分為下列幾種：

1. 平面曲面 (Plane surface)

此曲面是最簡單的曲面，為一平的表面。

2. 規則曲面 (Ruled surface)

此曲面為一線性曲面，其建立必需要用兩條邊界曲線，然後於兩條曲線間利用線性內插方式建立曲面。

3. 旋轉曲面 (Revolution of Surface)

此曲面是一軸對稱的曲面，若物你外形是軸對稱，則用此方法來表示曲面最佳。其建立必須先要有一條輪廓曲線，及一條旋轉軸，則可依指示之旋轉角度而建立此曲面。

4. 平行曲面 (Tabulated surface)

此曲面是藉由輪廓線，並指定突出方向而建立的曲面。

5. 貝吉爾曲面 (Belzer Surface)

此曲面是近似於一組輸入點，它與以上的曲面不同，因為它是一個合成曲面，其只能全面控制曲面。

6. B 仿曲面 (B-spline Surface)

此曲面是由近似或內插一組輸入資料而得之曲面，它也是合成曲面與 Bezier 曲面相似，但它可以局部控制曲面。

7. 昆式曲面 (Coons Patch)

由 4 條邊界所構成之曲面，此或稱為庫式曲面。

8. 導圓曲面向 (Fillet Surface)

於兩個相交曲面間建立一導圓面，稱之導圓曲面，此應為 B 仿曲面之型式。

9. 補正曲面 (Offset Surface)

利用一存在之曲面，設定一補正值及補正側邊後，所建立出之曲面，稱之補正曲面。

(三) 實體模型

實體模型有兩種基本表示法：

(1) 邊界表示法

(2) 構成實體幾何法

1. 邊界表示法 (Boundary Representation, B-Reps)

使用者必須在螢幕上畫出物體的外框或邊界，使用者必須描繪出物體的各种視面，這樣指定點、線、面的連接關係以及實體側的立體表現法就稱為邊界表示。

2. 構成實體幾何法 (Constructive Solid Geometry, CSG)

此法可讓使用者用立方體、球、圓柱及圓錐等立體模型結合成另一物體，最常用的圖形資料庫為布林 (Boolean) 函數。

以上兩種中，邊界表示法其輸入資料較 CSG 麻煩，但是由於形狀資料直接以數值提供，故除能表示於顯示器外，還具有將其資料作其它應用之優點。

CSG 具有在定義形狀時較不易出錯及資料簡潔的優點，但因為是由 CSG 的資料依據定義來行集合運算等之圖形計算才能獲得實際的幾何形狀，故應用上較麻煩。

實體模形是未來模型表示法的趨勢，因為不僅表示逼真，而且可作體積、重心、材料性質、應力分析、等之計算。

第七節 快速原型系統

逆向工程系統配合快速原型 RP (Rapid Prototyping)系統是未來製造業的趨勢，快速原型顧名思義是一種在短時間內即能製作出所需要雛型的技術。快速原型的技術改善了傳統式製程並節省昂貴的模具製作費用，快速原型系統可製作出任意複雜形狀或是細微機構之雛型，完全擺脫切削加工的限制，克服手工模型易失真的缺失這對於製造加工而言是一項重大的突破。其原型可用來確認設計、功能測試、組裝測試了解零件間的干涉情況，能及時在設計上作適當的調整。所以說妥善運用 RP 的技術，結合逆向工程可以獲致縮短開發期、降低開發成本等效率，企業的競爭力將大為提升。

RP (Rapid Prototyping) 系統簡介

RP 中文譯為快速原型、快速造型，主要是指運用某些特殊設計，能夠快速製作雛型。此種技術可以將設計與原型加以連結，也就是可以將設計者的概念在電腦中建立模型，並利用 RP 機器以層層堆疊的方式迅速製作出雛型。RP 系統必須與 3D CAD 結合，由 3D CAD 經過切片 (slicing)，編譯 RP 機器辨識之機械碼，將 2D 堆疊至 3D，快速製造雛型。

(一) RP 系統的優點

1. 任何無論多複雜的形狀都非常容易成型。
2. 任誰因無機器各部動作干涉問題，對操作者無熟練要求。
3. 即刻因無需準備工具夾具等，可立即開始加工。
4. 自動加工過程完全自動化，可完全無人運轉。
5. 安靜無加工噪音，振動，無大量切屑。

6. 可在短時間內製作模型，交貨快，費用省。

RP 的分類有下列四種：

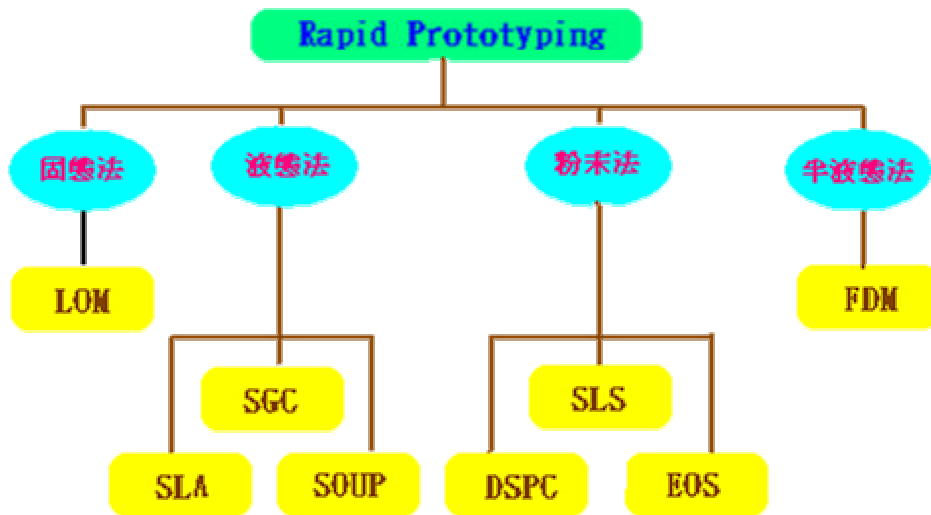


圖 7-1 RP 的種類

(1) 固態法：

LOM

Helisys 的 Laminated Object Manufacturing (LOM) 系統，其加工原理透過二氧化碳氣體雷射或鐳固體雷射，依據工件截面的外圍輪廓 (profile)，切割被覆熱熔性黏結劑 (Heat-Activated Adhesive) 的薄片材料，如紙、塑膠、金屬薄片和布等，面外部的材料須切割成小塊 (Tile)，以便清除，而層與層之間需用滾輪加熱加壓，以使黏結劑受熱而結合工件。

(二) 液態法：

1. SLA

此方法是以雷射光或紫外線照射光硬化樹脂來達到成型的目的。3D Systems 的 SLA (Stereo Lithography Apparatus) 此種方法是最早商業化且佔有率最大的系統，其加工原理乃使液態光敏聚合物以紫外線 (UV) 來掃描，因而產生聚合硬化成薄薄一層，然後升降台下降再上升，使欲加工位置之表面上再覆蓋一層樹脂，用刮板將液面刮平後等待其呈水平，再以雷射光掃描，使與上一層能緊密結合，如此循環至產生 3D 工件。

2. SOUP

此類方法是以雷射光或紫外線照射光硬化樹脂達到成型的目的。CMET 的 SOUP (Solid Object Ultraviolet Plotter) 此機型在全世界 RP 市場佔 3%，但在日本卻佔 54% (1995 年 10 月)，主要原因之一是由於與 SLA 專利衝突而無法廣泛銷售於歐美國家。

加工原理與 SLA 類似，不同點在於升降台的控制與刮板的做動方式，例如 SOUP 之升降台不需要像 SLA 機器要 "up-and-down" 來披覆樹脂，如此可節省加工時間。第二個差類是 SOUP 所提供的軟體在建構 RP 件時，有 X, Y, Z 三軸 offset 補償之功能並可做加工模擬。

3. SGC

Cubital 的 SGC (Solid Ground Curing) 此種與 SLA, SOUP 不同之處在於其能量是以「面」來加到工件上，而 SLA, SOUP 是以「點」來加到工件上。成型原

理，一為影像成形區，原理類似影印機，不同的是，不需要硬化的區域則鋪上一層碳粉以阻止 UV 光透過，等照射後再將碳粉清掉等待下一次再鋪上碳粉；另為模型成長區，當上一層鋪上一層樹脂後，將所要之處照射硬化，剩餘未硬化之樹脂再以吸盤吸回，之後再經鋪臘(鋪臘是補未硬化之樹脂被吸回所留下之空間，其功能是在做支撐用)、冷壓、銑平、又回到第一步驟，兩個交會於曝光區，等整個工件完成後，工件是被埋在固體臘裡面。此機器最大之優點是生產快速、加工空間大(20X14X20inches)且不用建構支撐，其代表機型為 Solider5600 與 Solider4600。但以此機器製作，必須每次批量生產以降低製作費用。

- (a) 樹脂填充
- (b) 紫外光照射硬化
- (c) 吸取未硬化樹脂
- (d) 吸取未硬化樹脂
- (e) 臘冷壓硬化
- (f) 面銑刀銑粗

(三) 粉末法：

1. SLS

DTM 公司的 SLS (Selective Laser Sintering) 工作原理類似 SLA，主要不同是將 photocurable Resin 換成粉末狀之熱塑性材料或金屬粉末與黏結劑混合之材料。加工原理是將粉末由儲存桶送出一定之量，再以滾筒將送出之粉末在加工平

臺上鋪上一層，然後以雷射光加工掃描所要之部位，使材料融化並燒結在一起，之後再以同樣之方法鋪一層粉末，如此循環直到結束，工作完成時，整個工件是埋在粉末內。此種製程其中一項優點是不用建構支撐，而缺點是在後處理時因清理工件會造成粉末飛揚而危害人體健康。

由於此種方法可快速地產生金屬模具或電極頭，可解決目前傳統方法加工時間漫長與工件幾何形狀上限制之缺點，是一個非常有潛力的機型，也是目前 RP 機器中能直接產生金屬件最成熟之機型。

2. DSPC

此種方法是以粉末為基材，包括了熱塑性粉末、陶瓷粉末與金屬粉末，代表機型有 DTM 公司的 SLS(Selective Laser Sintering)與 Soligen 公司之 DSPC(Direct Shell Production Casting) 及德國的 Electro Optical System (EOS) 公司。

Soligen 公司之 DSPC (Direct Shell Production Casting) 原理亦類似 SLS，但不同的是，材料是陶瓷粉末，同樣地也是先在工作台上鋪上一層粉末，再利用加工頭噴出黏結劑到所需要之處，加工頭可由 1 支到 128 支，視工件需要而定，且每支都能獨立運作，最早所用的是 11 支噴嘴。工件完成後必須再經過燒結，燒結分成兩階段，第一階段將溫度加到 100℃，使殼模內無水分，第二階段再將其升溫到 700℃ -800℃，使其充分硬化，之後就可取出而倒入金屬融液，待金屬液冷卻，敲破殼模即可得到成品，與傳統精密鑄造比較起來可節省大量之時間。

DSPC 結合了精密鑄造與 CNC 加工於一身，因為它不需製作模具來射臘型，

也不需沾漿淋砂，更不需要脫臘之步驟，是一部快速產生金屬件之專用機器，缺點是在於殼模內部之表面粗糙度仍不理想。

3. EOS

德國 Electro Optical System (EOS) 公司也是以直接使用高功率燒結製作金屬原型的技術，最近 Electrolux Rapid Development 機構，也藉著 EOS 系統，利用青銅合金來燒結原型，並利用 Epoxy 來滲入原型件內的孔隙，來增加強度。

EOS 的 RP 機器有很多系列: 分別為 STEREOS 系列使用光硬化樹脂 EOSIN M 系列使用金屬粉末、EOSIN P 系列使用 polyamide 粉末、EOS S 系列 (利用一種稱 Croning Sand 的粉末，此種粉末是包有 binder 的 silica sand，可直接製作砂模) 此種粉末是一種由低熔點和高熔點所混合而成的粉末，當雷射光照射到低熔點金屬，其會熔化而達到使粉末結合成型的目的 (故其並無把 Binder 燒掉的手續) ; 最大的不同就在最後的部份，在 DTM 是在 1120C 下利用滲銅來充填粉末與粉末之間的空隙；而在 EOS 中並不做滲銅的工作，取而代之的則是在 160C 的溫度下做滲樹脂 (Infiltrating with epoxy resin) 的工作；由於此緣故所以如果和 DTM 比較起來它將有低熱應力 (thermal strain) 和低變形的優點；但是由於所滲的是樹脂，所以最後所得到的成份組織是類似金屬樹脂模的組織成份，故其模具之熱傳導性及模具壽命就並不如 DTM 來的高，但其產量可達 5000 件之射出件沒有問題。

(四) 半液態法：

FDM

Stratasy 公司之 FDM(Fused Deposition Modeling)其原理是以加熱頭熔化熱塑性材料，將其加熱至熔點溫度上方約 1 ，當材料融化被擠出後，立刻凝固並黏結在所要之處，如此一層一層堆疊至工件完成，其加工頭由 X-Y 軸移動之機器手臂所控制，材料之供給以兩輥輪來送進，而工件是建立在海綿狀之物體上，所以取下工件非常容易，因此沒有 SLA 製程須將工件由升降平台小心翼翼地分離之問題。

第三章 使用設備

第一節 接觸式掃瞄儀

型號：PICZA 3D Scanner



圖 3-1 接觸式掃瞄儀



圖 3-2 Dr . PICZA 軟體

表 3-1 接觸式掃瞄儀規格表

PICZA 3D Scanner	
最大掃瞄範圍	X 152.4 mm× Y 101.6 mm× Z 40.65 mm
最大掃瞄物體重量	400 g (0.9 lbs.)
感應器	Roland Active Piezo Sensor (R.A.P.S.)
掃瞄方式	Contacting, mesh-point height-sensing

掃瞄間距	(Dr. PICZA) X-Y plane: 0.05 to 5.00 mm (selectable in steps of 0.05 mm) Z-axis direction: 0.025 mm
可輸出的格式	DXF、VRML、STL
傳輸介面	Serial (RS-232C)
噪音範圍	Standby mode: under 24 dB (A) Scanning mode: under 40 dB (A) (According to ISO 7779)
外觀尺寸	(W × D × H) 350 mm × 380 mm × 310 mm
重量	8 kg (17.6 lbs.)
工作溫度	5-40 deg. Celsius (41-104 deg. Fahrenheit)
工作濕度	35 - 80 % (no condensation)
配備	Dr. PICZA for Windows95, MODELA PLAYER for Windows95, AC adaptor, clay, PIX-3 user's manual

第二節 快速原型系統

型號：CPS-250



圖 3-3 CPS-250 快速原型機

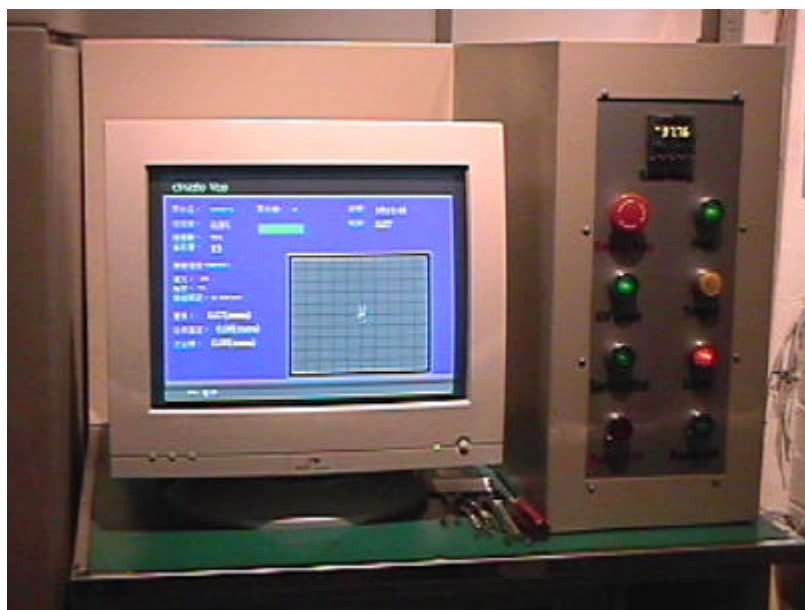


圖 3-4 CPS-250 使用介面

表 3-2 CPS-250 規格表

CPS-250 快速原型機	
外型尺寸	成型室部分：800×860×1520 mm 控制櫃部分：760×800×1500 mm
電源	220 V AC 50 Hz
最大功率	1.8 KW
加工精度	正負 0.2 mm
加工範圍	250×250×300 mm
最大掃描速度	200 mm/s

第三節 影像式工具顯微鏡

型號：ZOOM SCOPE ZS-2010



圖 3-5 影像式工具顯微鏡
ZOOM SCOPE ZS-2010



圖 3-6 輪廓量測應用程式

表 3-3 ZOOM SCOPE ZS-2010 規格表

影像式工具顯微鏡 ZOOM SCOPE ZS-2010	
測量範圍	X 軸 200 mmY 軸 100 mmZ 軸 100 mm
工作檯面	350 ×250 mm
解析度(X、Y 軸光學尺)	0.001 mm
精 度	$U1=(3+6L/1000 \text{ um})$
X、Y、Z 軸驅動	手動
照明光源	台下投影，環型光纖表面照明 15 V、150 W W
倍率範圍	28 180 倍 ZOOM 放大倍率
十字線	電子式十字線產生器(可自動尋邊)
底座材質尺寸	花崗石 450 ×450 mm
光學尺微處理器	電子式
Camera	1/2" 彩色 CCD Y/C 垂直水平分離輸出
螢 幕	彩色高解析度專業級螢幕
電源需求	110/220 VAC 50/60 Hz 5A
移動方式	定柱式

第四節 Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER 主要的功能在於進行參數化的實體設計，它所提供的功能整合了實體設計、曲面設計、產品組合、工程圖製作、模具設計、電路設計、裝配管線設計、鈹金設計、鑄造設計、加工製造、逆向工程、有限元素分析等眾多功能模組。

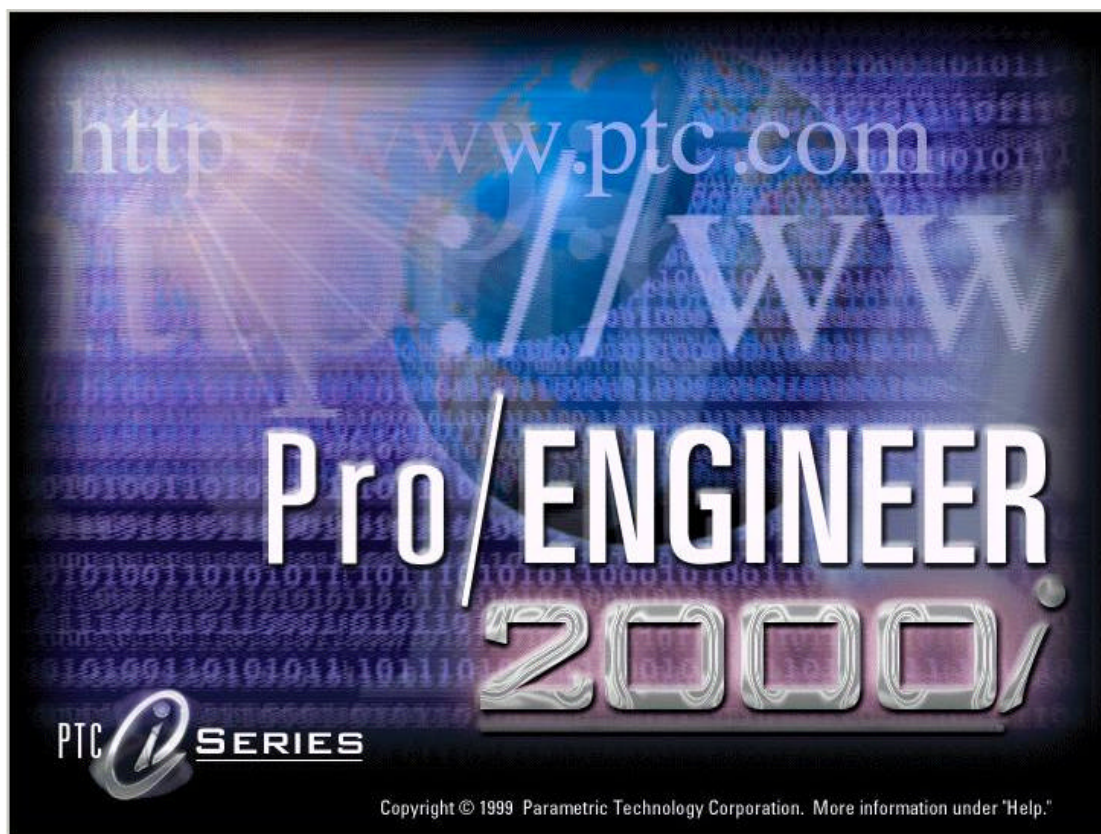


圖 4-7 Pro/ENGINEER 2000i

表 3-3 系統需求 Windows

硬體名稱	最低需求	建議配備
處理器	Pentium 233	Pentium 350 以上
記憶體	64MB	128MB 以上
硬碟空間	500MB	最好 1GB
顯示器	15 吋	17 吋以上
顯示卡	提供 Open GL	Winfast L2300、 Winfast3100、

		OxyGen402
MOUSE	三鍵滑鼠	
作業系統	Windows 95/98	Windows NT4.0
其他	光碟機一台	

第四章 Kitty 飾品盒製作過程

Hello Kitty 飾品盒製作過程主要在於利用掃瞄系統取得 Hello Kitty 玩具之曲面，應用 CAD 軟體做設計變更，建立起 Hello Kitty 飾品盒的 Model，透過檔案的轉換、切層軟體處理分層輪廓，經由 RP 系統製作快速模型，最後以工具式影像顯微鏡做 2D 輪廓檢測，確認外型輪廓變形量即發生處。



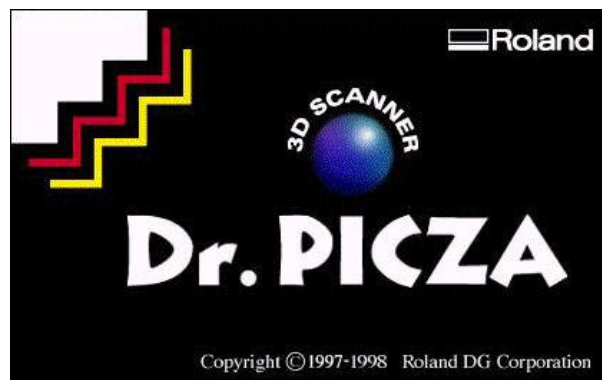
圖 4-1 原型件

第一節 點資料之取得

掃描過程（接觸式）

型式：PICZA 3D Scanner

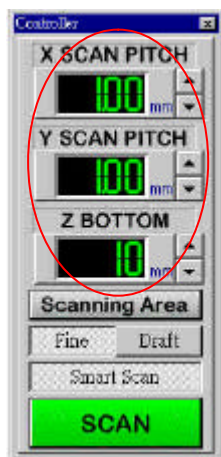
1. 打開電腦及 PICZA 3D Scanner 的電源。
2. 進入 PICZA 3D Scanner 的應用程式。



- 將準備掃描之工件安置於 PICZA 3D Scanner 之工作平台上方 10 mm。



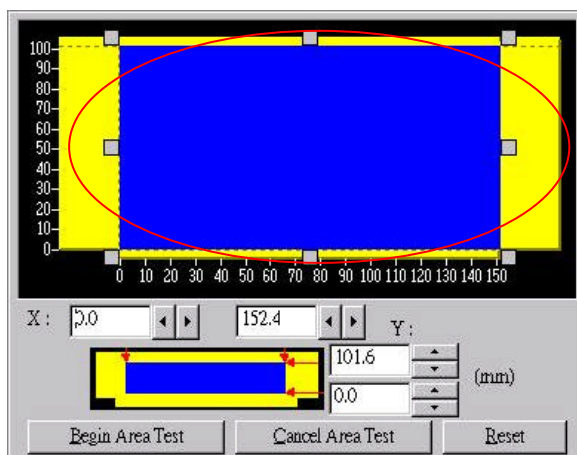
- 設定掃描間距（依原型件大小而改變 PITCH）。



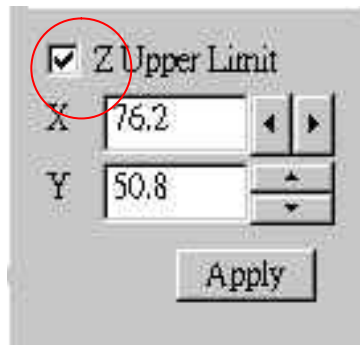
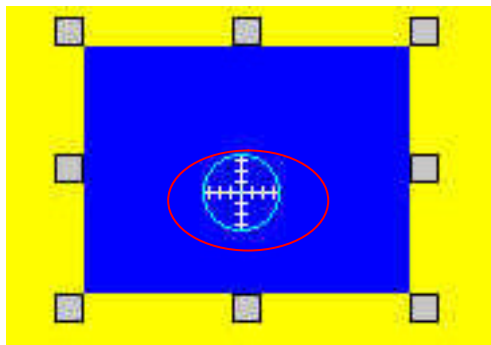
X 軸 Pitch	0.25 mm
Y 軸 Pitch	0.25 mm
Z Bottom	24 mm

- 設定掃描區域。

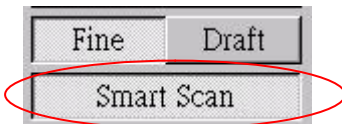
Scanning Area



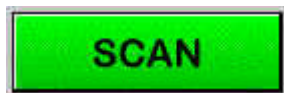
6. 設定掃描工件最高點處。 Z Upper Limit



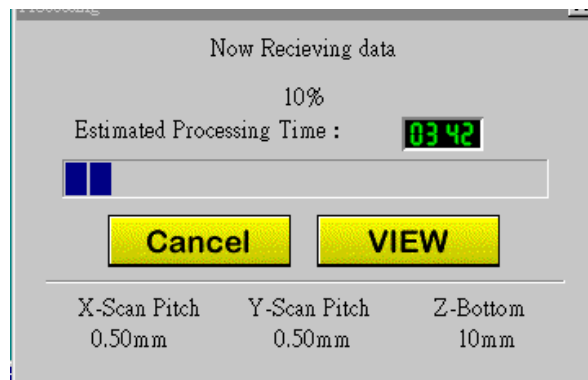
7. 選擇 Smart Scan。



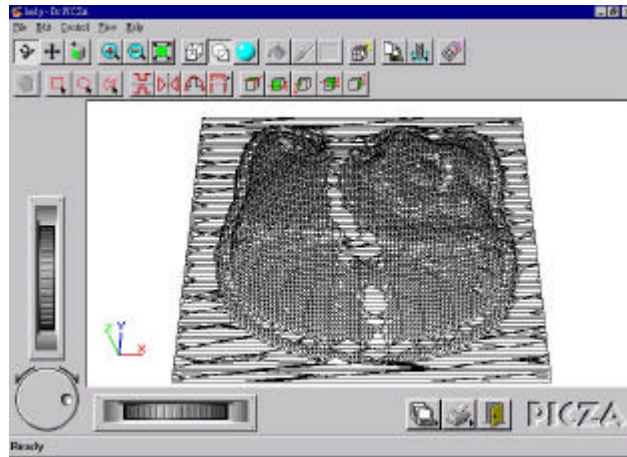
8. 點選 Scan。



9. 掃描進行中。



10. 取得點資料檔案 * PIX

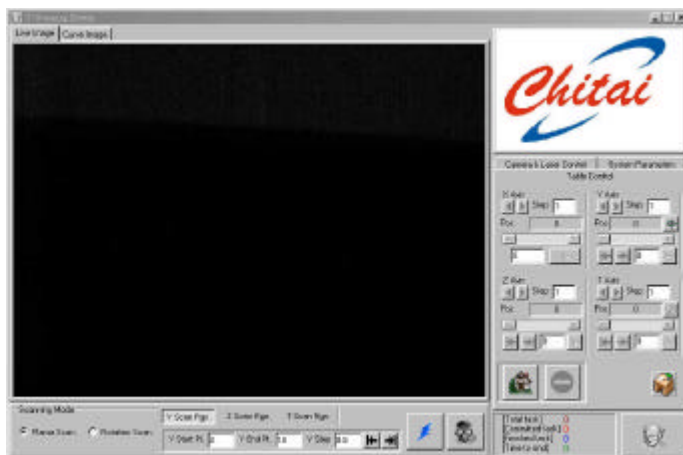


11. 另存新檔。

掃瞄過程（非接觸式）

型式：雷射 3D Scanning Machine

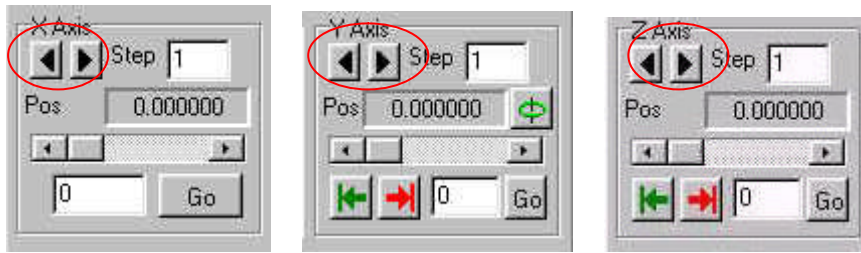
1. 打開電腦及 3D Scanning Machine 的電源。
2. 進入 3D Scan Now 的應用程式。



3. 將準備掃瞄之工件均勻上色。
4. 將準備掃瞄之工件放置於黑色平板中間處。
5. 點選控制面板上原點復歸的指令。



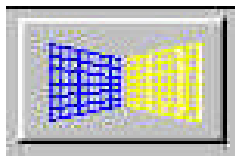
6. 先移動 X、Y、Z 軸至適當位置。



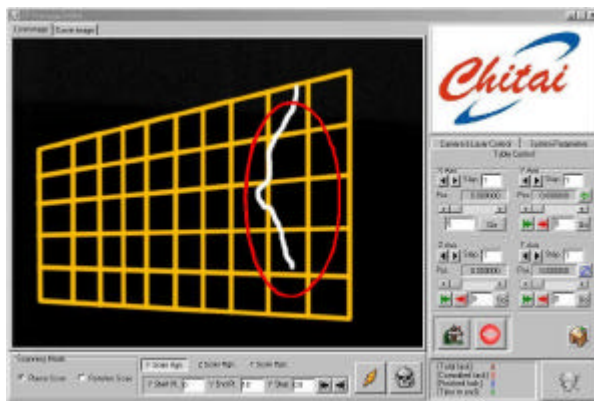
7. 打開雷射光源。



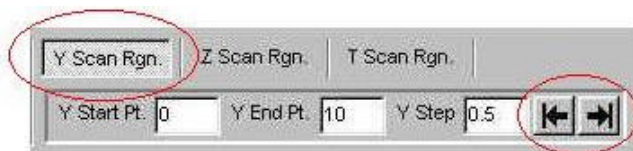
8. 開啟網格選項



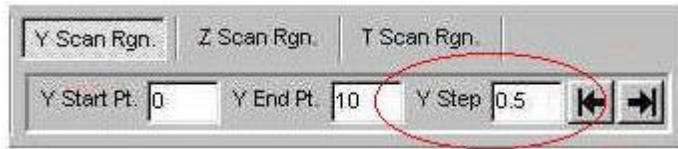
9. 曲線移動至最高點處，移動 X 軸使曲線落在前三格的網格內。



10. 設定 Y 軸左右移動範圍。



11. 設定掃描 Y 軸間距。



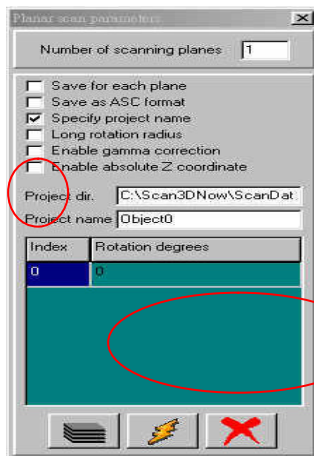
12. 設定 Z 軸最低點。



13. 點選開始掃描選項，輸入檔名。



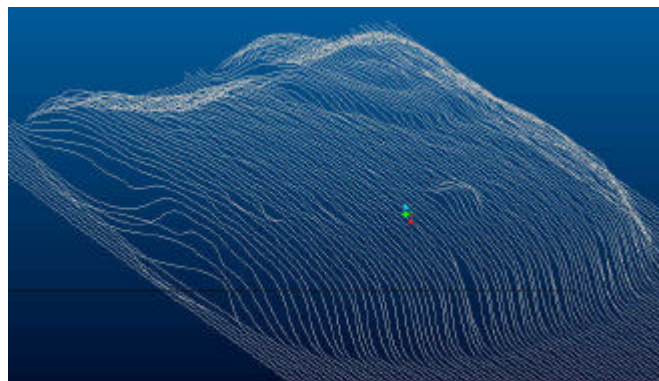
14. 點選掃描選項，輸入檔名。



15. 開始掃描。

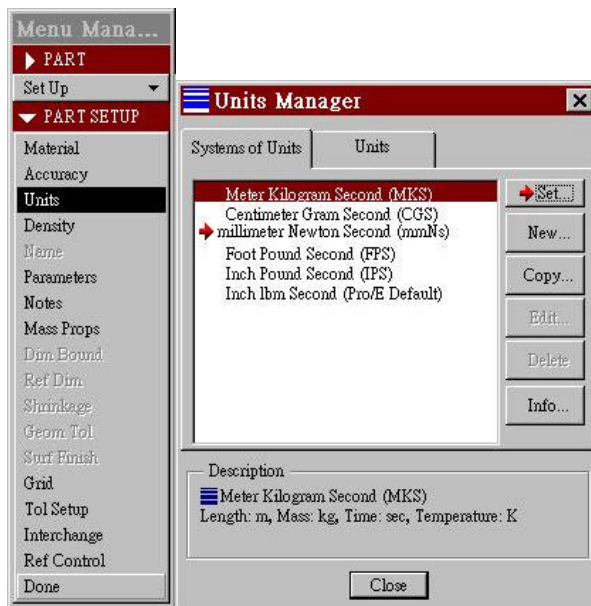


16. 存檔，取得點資料檔案 * SCN



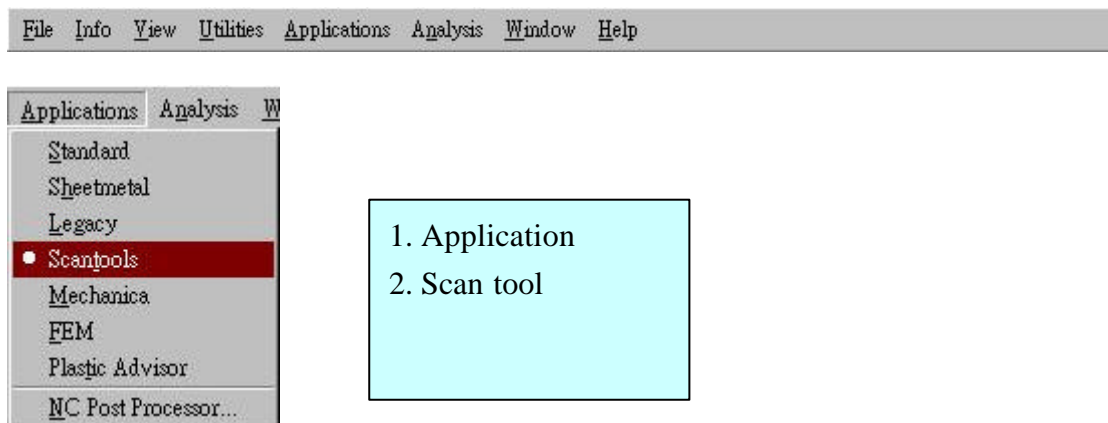
掃描所得之點資料

2. 設定單位。



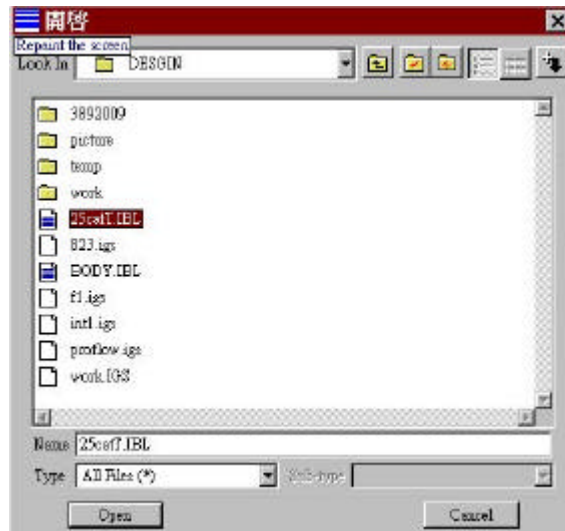
1. Menu Manager
2. Set up
3. Units
4. 選擇mm Ns
5. Set
6. DONE

3. 選擇應用模式。



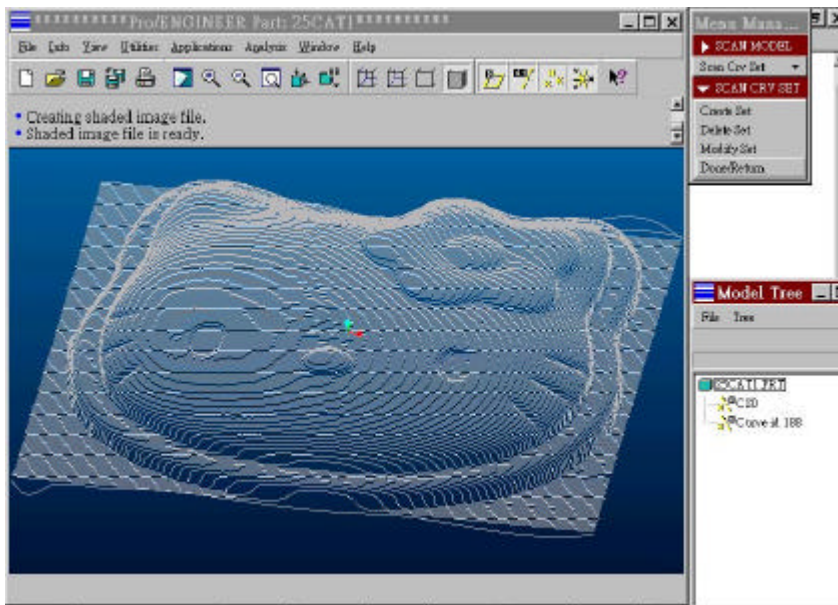
1. Application
2. Scan tool

4. 進入點模式，匯入新的點資料



1. SCAN MODEL
2. Scan Crv Set
3. Create Set
4. Low Density
5. Create
6. 選取*.ibl 檔

5. 檔。



6. 設定基準面 (Datum Planes)



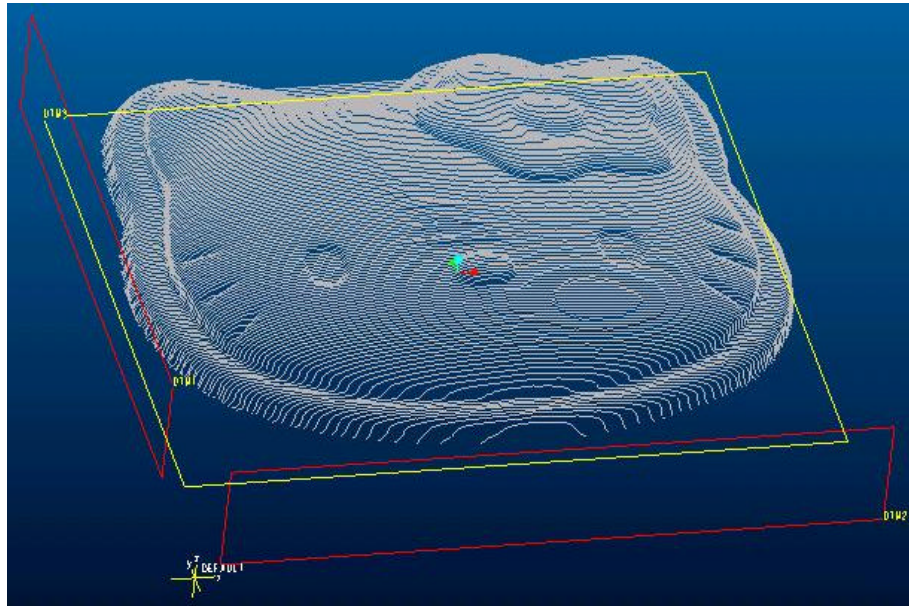
1. Feature
2. Create
3. Datum
4. Offset Planes
5. Done

7. 編輯修改點資料。

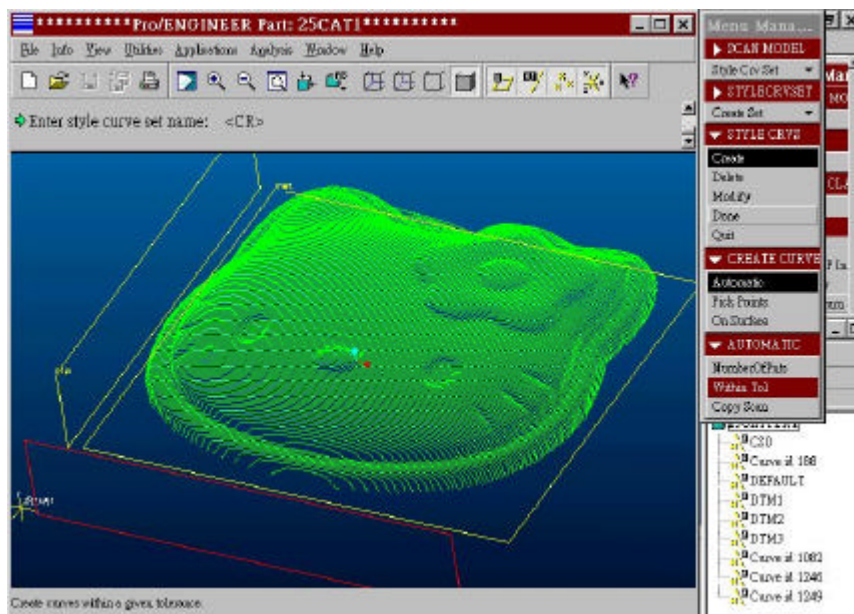


1. Scan Crv Set
2. Modify Set
3. 點選群點資料
4. Regroup Pts
5. Sparate
6. 選擇選項
7. 點選線段
8. Done

8. 修改刪除不必要的點資料。

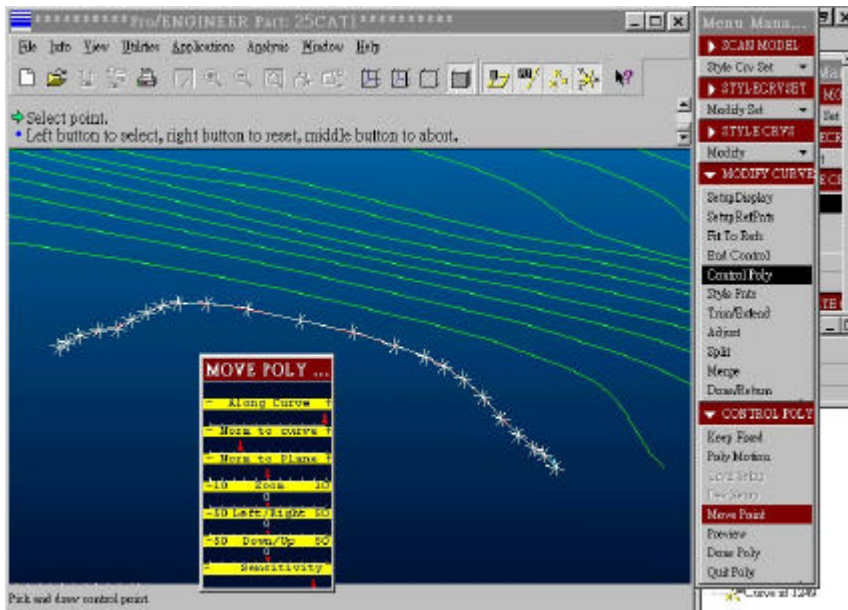


9. 建立曲線 (Create Curve)



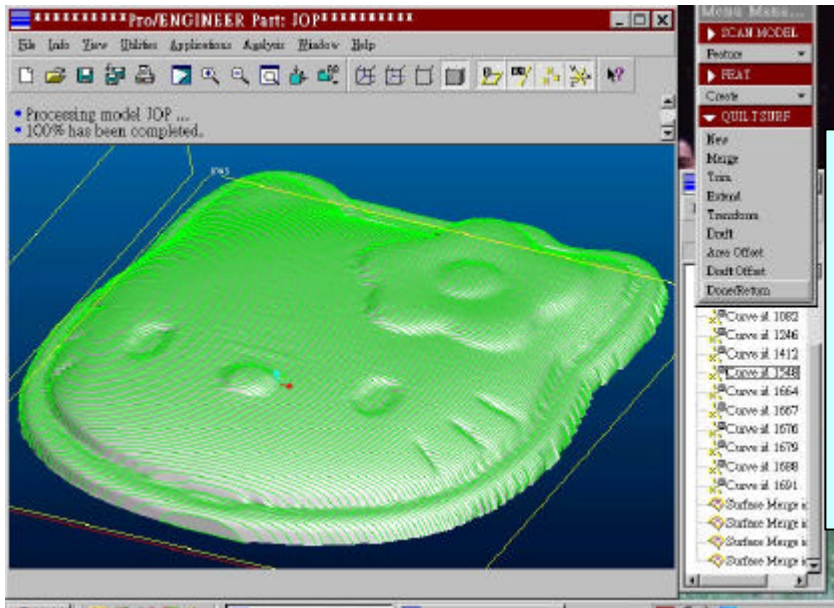
1. SCAN MODEL
2. Style Crv Set
3. Create
4. Enter curve name
5. 選擇選項
6. 選取群點資料
7. Done

10. 修改曲線 (Modify Curve)



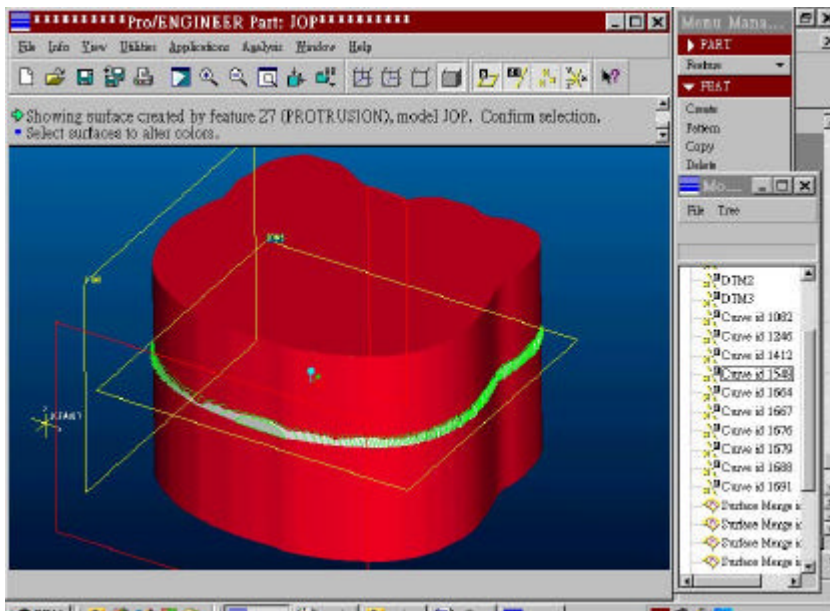
1. Style Crv Set
2. Modify
3. Pick
4. 選擇修改選項

11. 建立曲

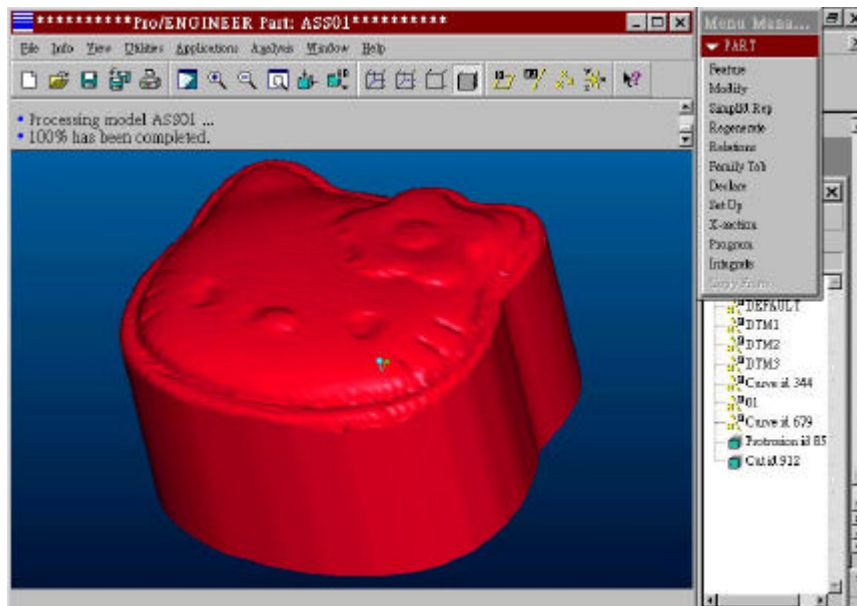


1. Scan Model
2. Style Surface
3. Create
4. 選擇類型
5. 選取 curve
6. Done

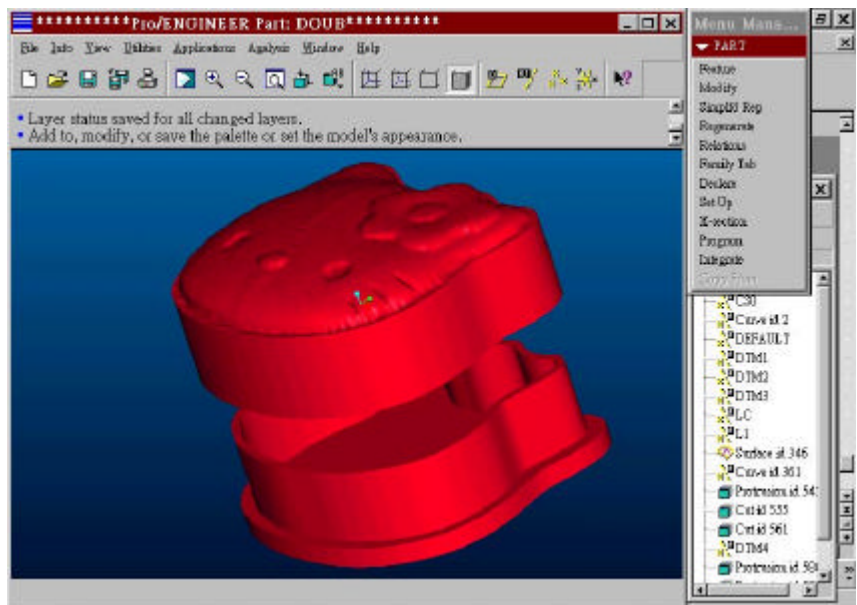
12. 建立外型實體

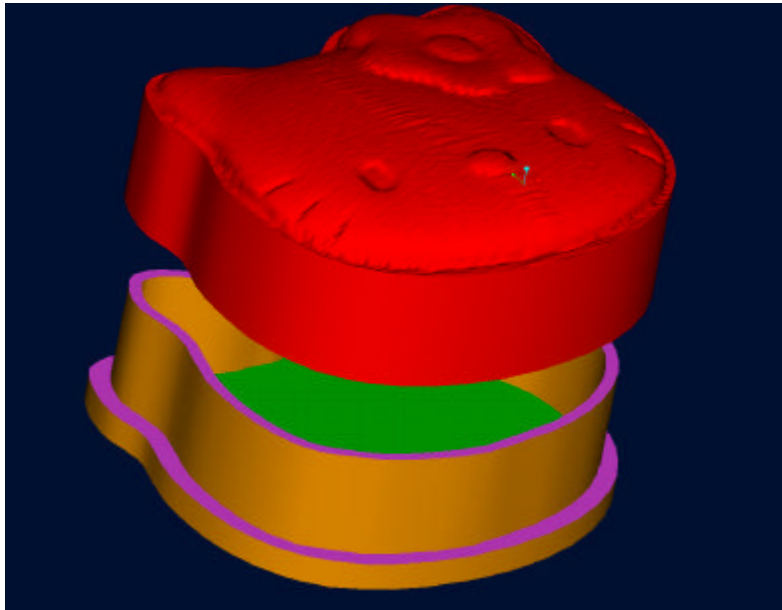


13. 使用曲面切割外型實體建立曲面



14. 可做設計變更（建構 Kitty 飾品盒）



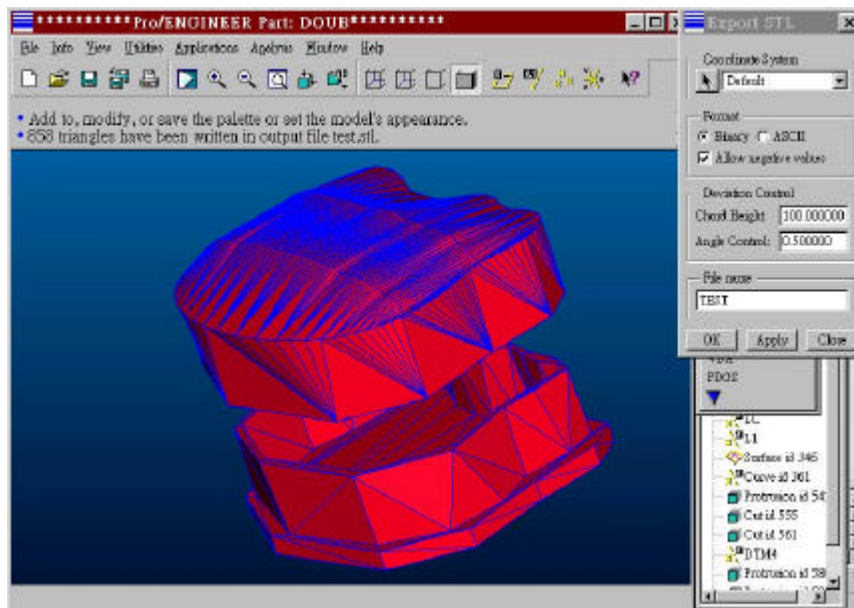


設計變更 CAD Model
Hello Kitty 飾品盒

匯出檔案

實體模型建立完成後，可以藉著軟體檔案匯出（Export）的功能，進行轉檔的工作，目的為提供給其他軟體可開啟之模式。可匯出 IGES、STL、SET、STEP、VDA、VRML、3DPAINT、PDGS、ECAD2 等檔案格式。

輸出 STL 檔，供 RP 使用

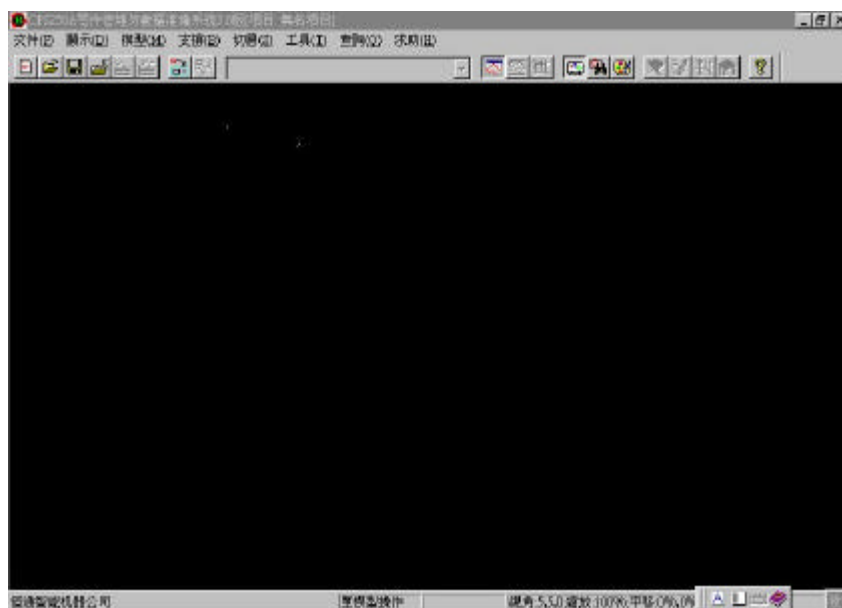


1. File
2. Export
3. Model
4. 選擇匯出檔案

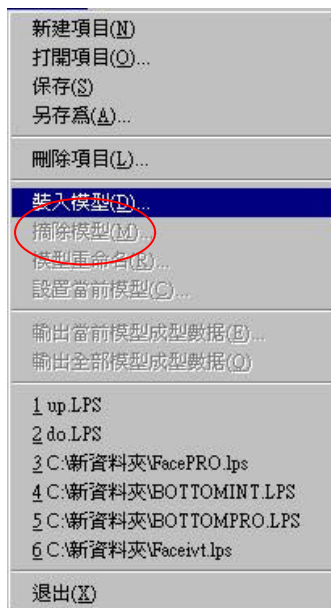
第三節 切層處理

操作步驟：

1. 開啟 CPS 切層軟體應用程式。

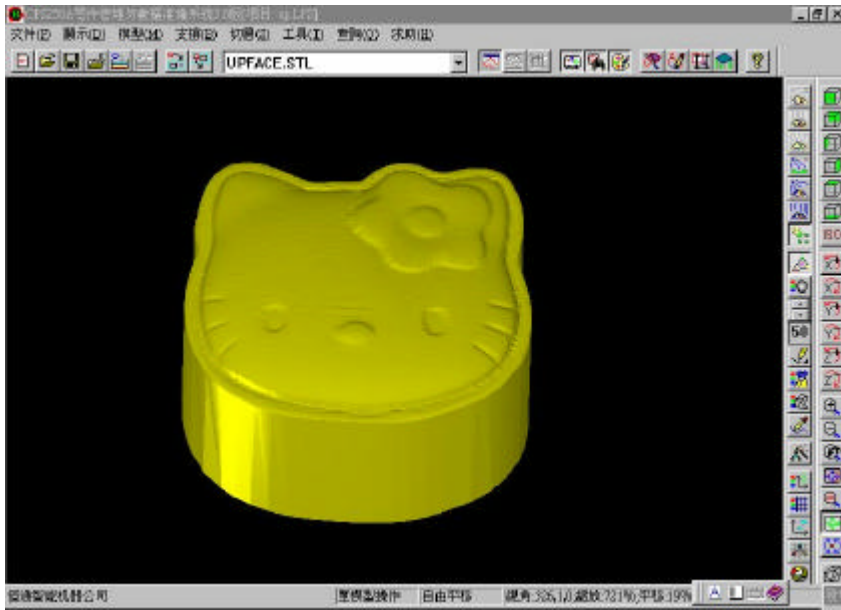


2. 載入模型。



3. 開啟 STL 檔。



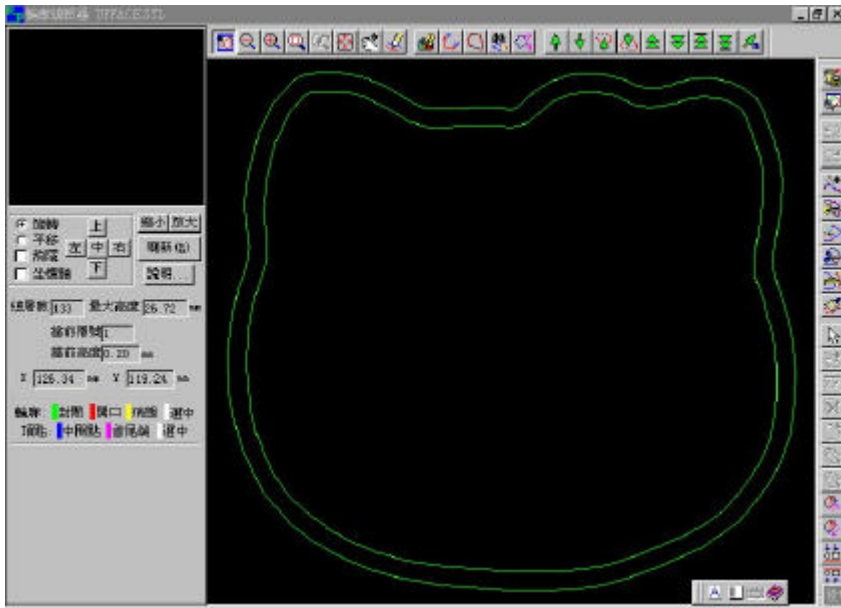


4. 當前模型分層。



5. 輪廓編輯。





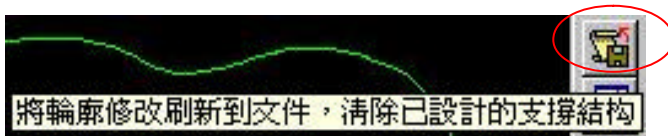
6. 檢視所有層的狀態。



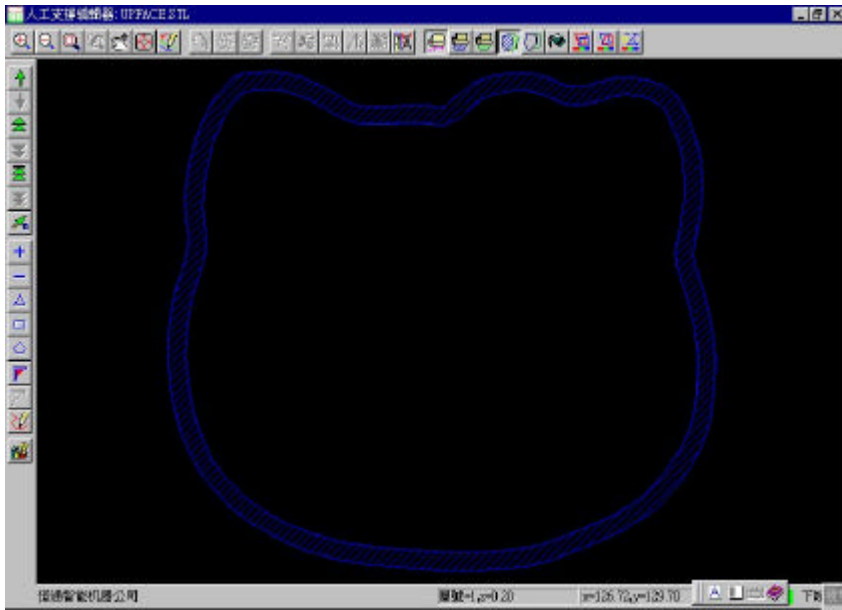
7. 去除輪廓細小部分。



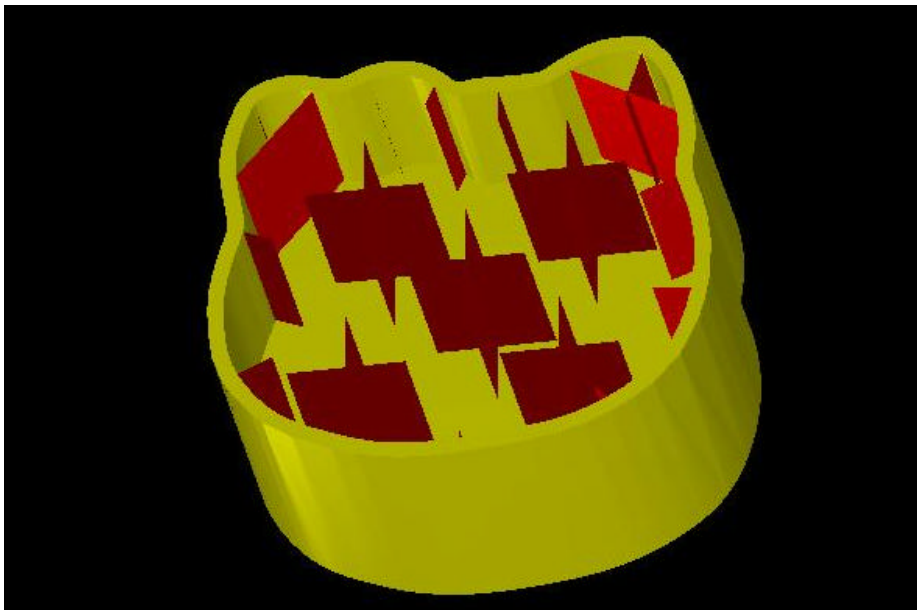
8. 儲存輪廓檔。



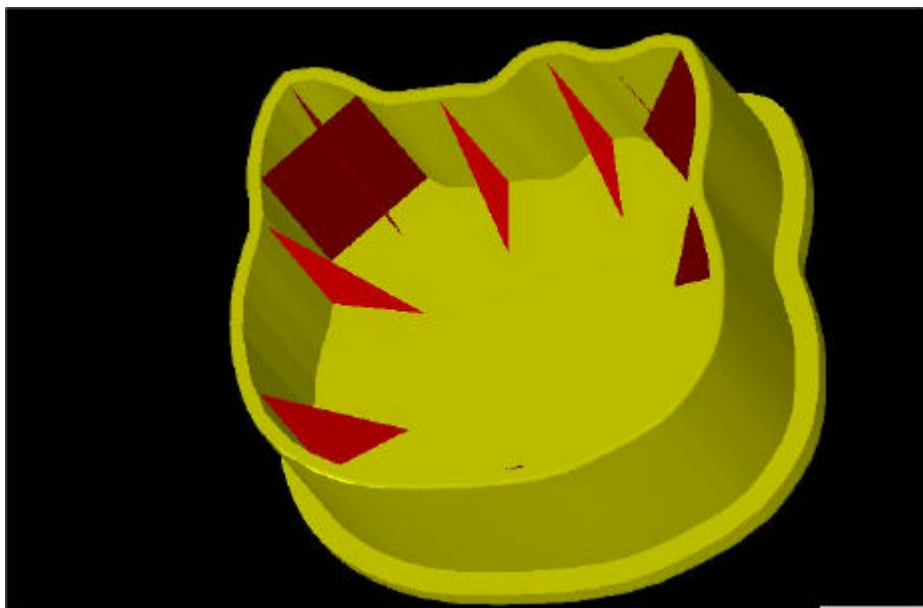
9. 人工支撐編輯器。



10. 建立支撐。

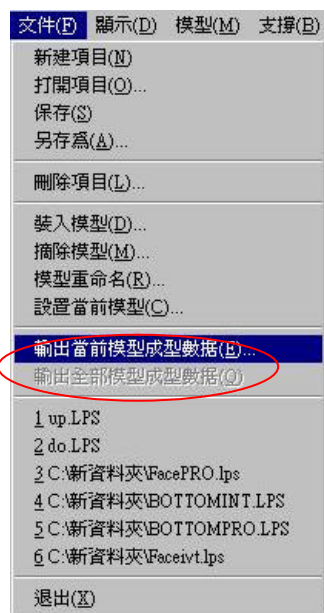


上蓋



下座

11. 輸出 RP 機器使用的檔案 (*.par、*.sup、*.slb)





第四節 快速原型加工（液態法）

型式：CPS-250

1. 打開總電源開關。
2. 打開 Control box Power On switch。



3. 開啟電腦。
4. 按下 Heat switch，加熱至工作溫度約 40（一小時左右）。



5. 按下 Sever Control switch,



6. 按下 UV Lamp switch,



7. 按住 Trigger 按鈕，直到聽見”吱”的聲音（約十分鐘後光源穩定，進行加工）。



8. 電腦進入 DOS 模式下。

9. 將 *.SLB *.PAR *.SUP 三個檔案複製至 C:\CPS250 目錄下。

10. 執行 C:\CPS250\CPS250 (Enter), 進入應用程式。



11. 到【手動操作】下進入【點動】移動托板，使托板略高於液面。

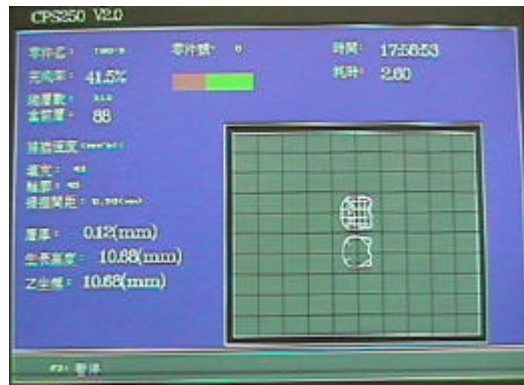


12. 到【文件功能】下，選擇【加載】，移動游標選取檔案。

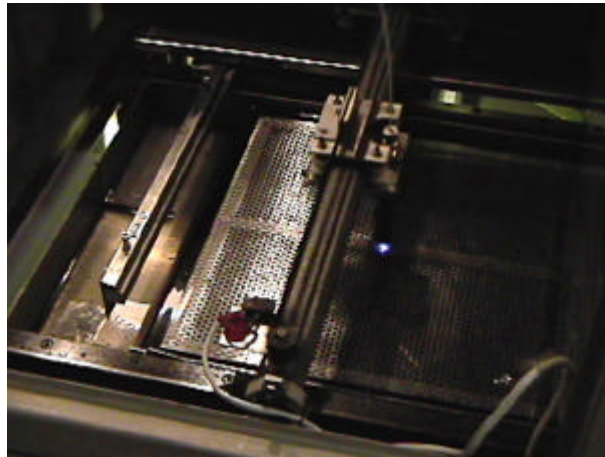
13. 可到【機器選項】下更改機器參數設定。



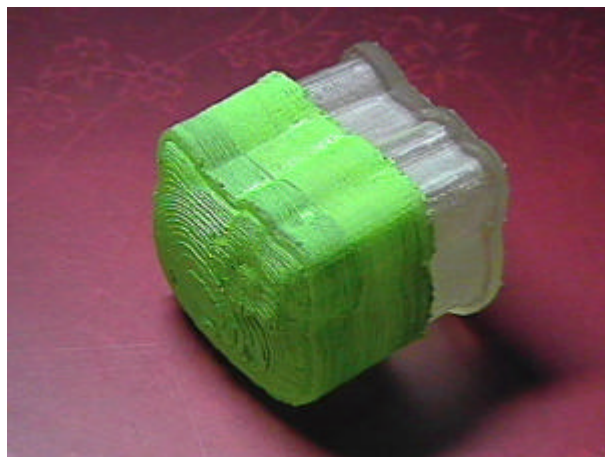
14. 到【製作監控】下，點選【Y】開始製作。



15. RP 件完成後，從托板取下。
16. 紀錄各種數據。
17. 使用酒精清洗乾淨。
18. 用小刀去除支撐及基礎支撐。
19. 在太陽下曝曬二 三日，使之完全硬化。

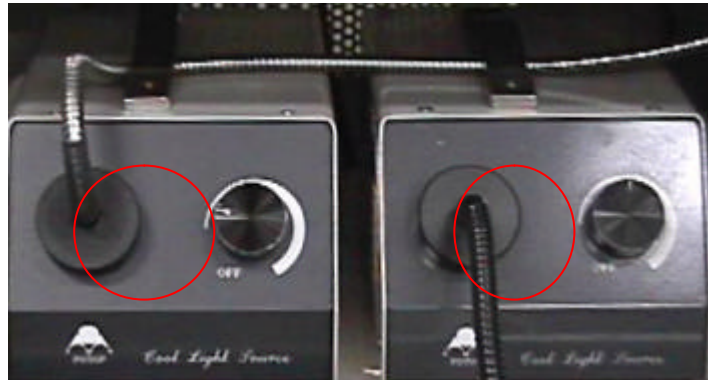


RP 加工過程



第五節 2D 誤差分析比對

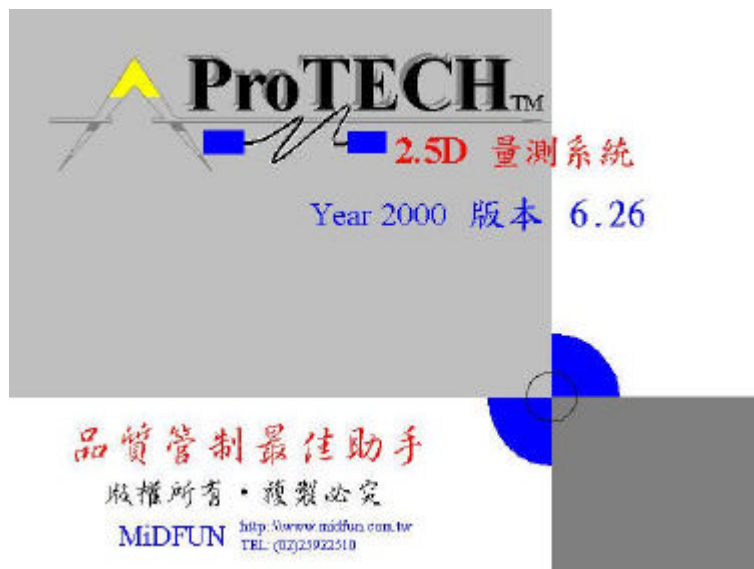
1. 開啟影像式工具顯微鏡。
2. 打開螢幕及光纖光源。



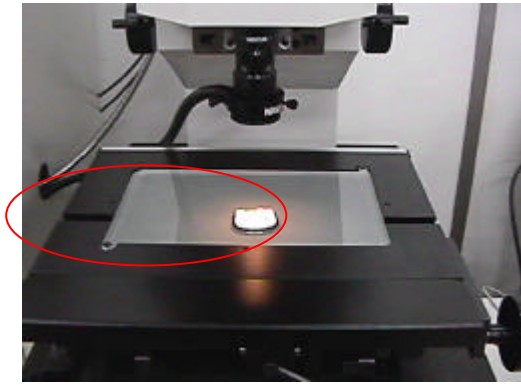
3. 打開十字線產生器。



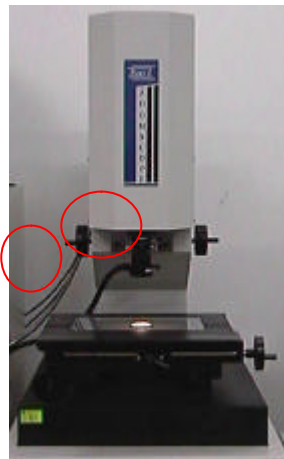
4. 進入應用程式。



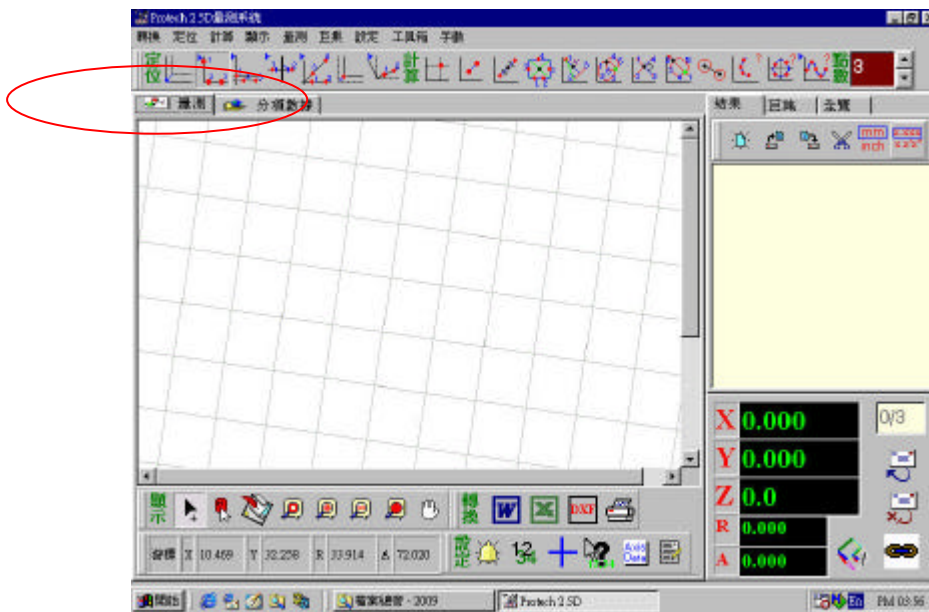
5. 將原型件置於工作平台上



6. 調準焦距與倍率。



7. 在想要量測的輪廓上取點，設定 X 與 Y 軸。

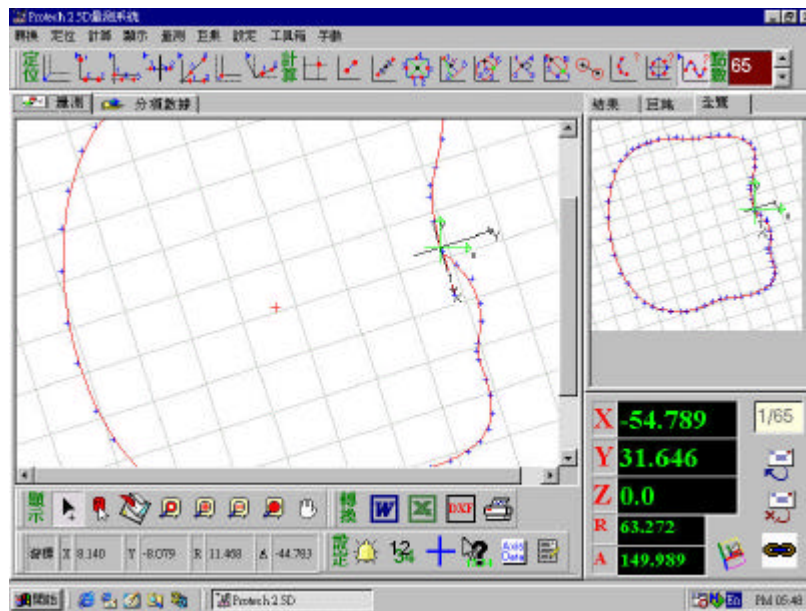


8. 設定曲線種類、平滑度及取的點數。

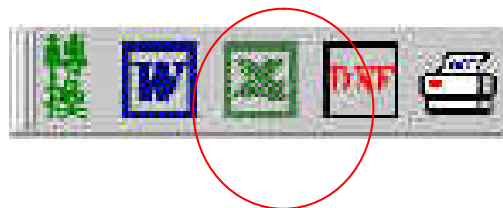




9. 使用十字產生器來輔助取得輪廓曲線。



10. 匯出檔案轉成 DXF 格式。

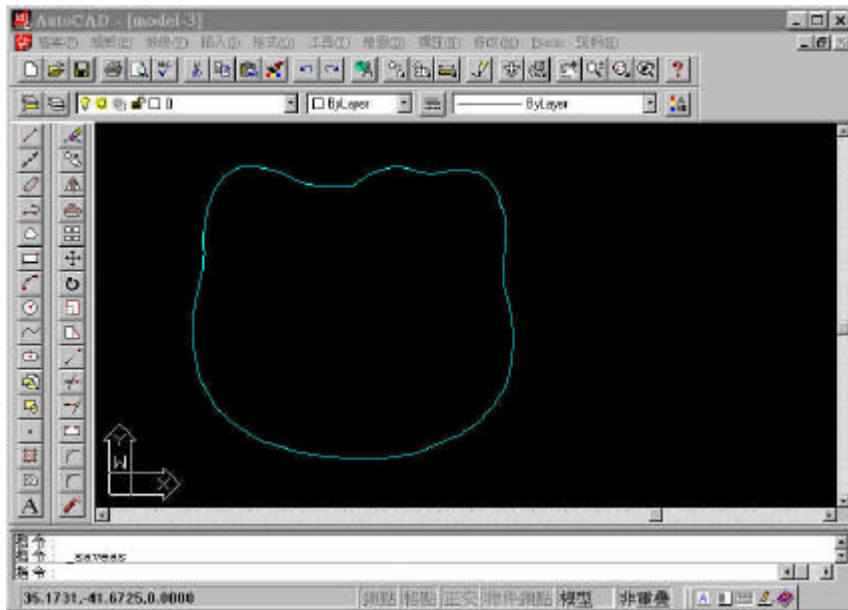


11. 取得原型件輪廓資料。

12. 將 RP 件根據以上步驟操作。

13. 取得 RP 件輪廓資料。

14. 將原型件與 RP 件的資料，藉由 CAD 軟體的分析功能，可以測得曲線長度、相對位置及輪廓面積，有了以上的數據可清楚知道誤差值及發生處。



```

命令: area
:第一點>/物件(O)/加(A)/減(S): 0
選取物件:
面積 = 1371.4612, 長度 = 138.2497

命令: list
選取物件: 找到 1 個
選取物件:
      LWPOLYLINE  圖層: 0
              空間: 模型空間
              顏色: 4 (cyan)  線型: BYLAYER
              處理碼 = E9
      開放
      固定寬度 0.0000
      在點 X= 0.0000 Y= 0.0000 Z= 0.0000
      在點 X= 1.9893 Y= 1.3376 Z= 0.0000
      在點 X= 3.4084 Y= 1.9819 Z= 0.0000
      在點 X= 4.5022 Y= 2.2560 Z= 0.0000
      在點 X= 5.3934 Y= 2.3458 Z= 0.0000
      在點 X= 6.1632 Y= 2.3291 Z= 0.0000
      在點 X= 6.8553 Y= 2.2453 Z= 0.0000
      在點 X= 7.4795 Y= 2.1218 Z= 0.0000
      在點 X= 8.0269 Y= 1.9812 Z= 0.0000
      在點 X= 8.4898 Y= 1.8423 Z= 0.0000
      在點 X= 8.8729 Y= 1.7190 Z= 0.0000
      在點 X= 9.1954 Y= 1.6192 Z= 0.0000
      在點 X= 9.4850 Y= 1.5465 Z= 0.0000
      在點 X= 9.7678 Y= 1.5011 Z= 0.0000
      在點 X= 10.0610 Y= 1.4827 Z= 0.0000
  
```

分析數據

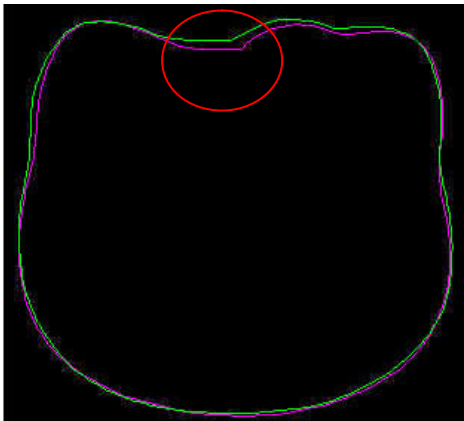
應用影像式工具顯微鏡所取得之 2D 輪廓資料, 取其面積、位移量等數據, 加以整合分析。

1. 原型件與 RP 件 (上蓋) 比較

	面積	周長	最大偏移量	面積差	相似率
原型件	1385.2524 mm ²	138.8319 mm	0.749 mm	17.4302 mm ²	98.75 %
RP 件	1402.6826 mm ²	138.2832 mm			



最大偏移量發生處



紫紅色—原型件之輪廓

草綠色—RP 件上蓋之輪廓

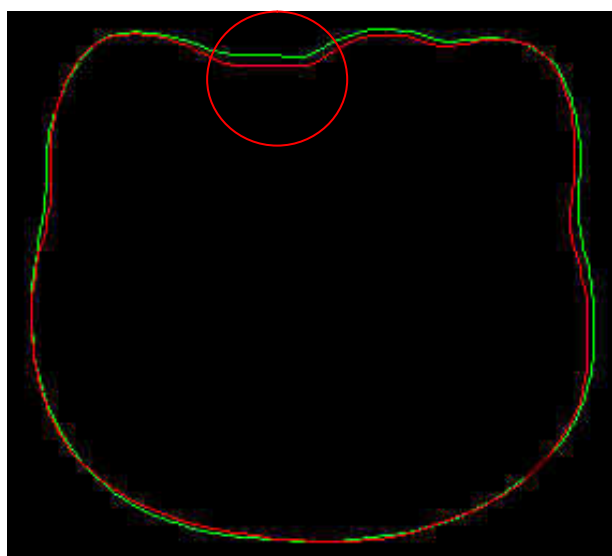
輪廓曲線之比較

2. RP 件（上蓋）與 RP 件（底座）比較

	面積	周長	最大偏移量	面積差	相似率
上蓋	1402.6826 mm ²	138.2832 mm	0.7375 mm	31.2214 mm ²	97.77 %
底座	1371.4612 mm ²	138.2497 mm			



最大偏移量發生處



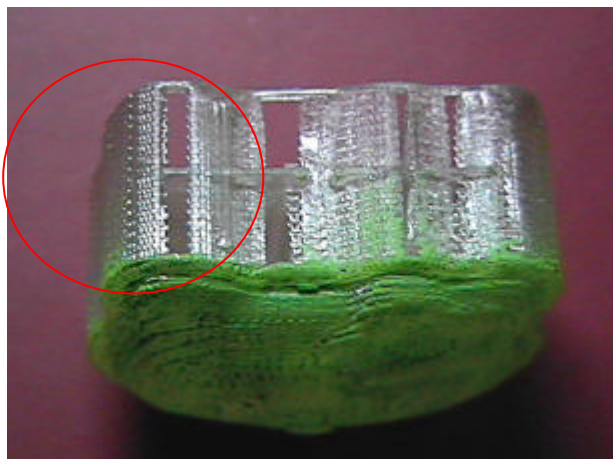
草綠色—RP 件上蓋之輪廓

紅 色—RP 件底座之輪廓

輪廓曲線之比較

第六節 誤差產生現象及原因

在製作快速原型之過程中遭遇許多問題發生，使得 RP 件的建立出現失敗品，應用影像式工具顯微鏡分析 2D 輪廓，則發現誤差。誤差產生現象及原因如下所示。



RP 件塌陷處
(原因：支撐不足、掃描速率過快)



RP 件過於粗糙
(原因：PITCH 過大)



以不同間距所成型之 RP 件
(左 0.07 mm , 右 0.2 mm)

可能造成誤差產生原因如下：

1. 掃描儀器精度問題
2. 點資料是否正確
3. 材料收縮
4. 弧度太大
5. 支撐不足
6. 機器選項參數設定問題
7. 成型時間
8. 量測問題
9. CAD 模型建立錯誤
10. 工作環境溫度

第五章 結 論

本次專題研究內容主要針對模具發展趨勢所做的一份製造流程,未來產品本身將面臨少量多樣化的考驗,如此一來,快速的將模具製造出來便是一項重點。

在製作過程中接觸式掃描來說精確性高但是時間長,而非接觸式掃描時間雖然快,但是易受到空氣中灰塵及光線的影響,導致曲線波動大。

在 CAD 方面上選擇 Pro/E 2000i 來作為建立曲面的工具,Pro/E 具有強大的曲面及分析方面的功能,但是在市面上極難找到有關於 Scan tool 及分析模組方面的參考書籍。

快速原型件的製作上,分層的厚度值導致輪廓線未封閉或是病態的產生,支撐的設立將影響 RP 件是否塌陷或收縮變形,機器參數的設定也將影響 RP 件,紀錄各種參數的製作結果便是一種經驗參考,可方便往後 RP 件的製作。粉末式快速原型機是一種較為簡單的機型,不需要支撐、不必考慮變形,但是粉末容易吸入體內,危害人體。

在誤差分析比對中,量測資料藉由分析軟體的功能,得到長度、面積及相對位置等關係,以便於我們來推斷誤差產生處,如此一來再去修改圖檔、機器參數或切層厚度等各種影響誤差的因素,使我們能得到更精準的成品。

未來可以考慮引進快速模具(RT),藉由 RP 件來製造快速模具,快速模具可少量生產(主要是當樣品)製造成品出來後,確認完成後便可製造鋼模大量生產。有了以上的各種設備也將大大地提升學生對模具製作的興趣,也可以降低模具製造過程中試模的成本,成本的降低便是提高產品競爭力的一種方法。

參考文獻

1. 精密量具及機械檢驗【文京 86.12】姜俊賢、高進鎰 編著。
2. 精密量具及機械檢測【文京 85.5】孫寶興等 編著。
3. 逆向工程技術及應用【高立 88.4】范光照、姚宏宗、章明、許智欽 編著。
4. 逆向工程系統技術及應用【高立 88.3】張仲卿 編著。
5. PRO/ENGINEER (2.0 版) 零件設計 (上)【高立 88.3】林清安 編著。
6. PRO/ENGINEER (2.0 版) 零件設計 (下)【高立 88.3】林清安 編著。
7. 精通 PRO ENGINEER CAD~進階篇【松崗 88.8】邱協政、林政忠、楊瑞雄、陳建州 編著。
8. 東南技術學院逆向工程實驗室網路資源
【<http://140.129.131.62>】
9. 系統操作手冊

附 錄

工作分配表

項次	姓 名	主 要 工 作	備註
----	-----	---------	----

1	葉威宏	原型件之搜集	
2	葉威宏	相關資料之搜集	
3	葉威宏	掃描原型件取得點資料	
4	葉威宏	建立、編修曲面	
5	葉威宏	建立 3D Model	
6	葉威宏	分析原型件曲面與圖檔曲面之誤差	
7	葉威宏	應用切層軟體建立 RP 切層檔	
8	葉威宏	使用快速原型機製作 RP 工件	
9	葉威宏	掃描 RP 工件取得點資料	
10	葉威宏	分析原型件曲面與 RP 工件曲面之誤差	
11	葉威宏	撰寫專題報告	
12			
13			
14			

預定甘梯圖

工作項目 與進度	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	備註
原型件搜集	■										
掃描原型件取得 點資料		■	■								
編修曲面			■	■	■	■					

