建國科技大學
工業與服務管理系

104 學年度專題製作

產品設計發展流程自動化研究–建模工具與 3D 列印機的應用
Product design and development process automation research-Application of modeling tools and 3D printing machine

IE101 日四 A-03

指導老師
吳章傑

專題學生
陳秉豐 101405001
藍上清 101405024
許佑任 101405027
葉國平 101405031
黃昱超 101405059

中　華　民　國　1　0　5　年　5　月

建 國 科 技 大 學　工 業 與 服 務 管 理 系

專題製作口試委員會審定書

本系 104 學年度學生：葉國平、藍上清、黃昱超

許佑任、陳秉豐

等員

所提專題題目：產品設計發展流程自動化研究-建模工具與

3D 列印機的應用

合於大學生畢業資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：

指導老師：

系 主 任：

中 華 民 國 105 年 6 月 1 日

摘要

隨著時代的進步，3D 列印的應用越來越廣泛，從傳統的工業到醫療業、食品業、航太業都有 3D 列印的蹤跡。本專題研究是站在一位操作者的角度來使用 3D 建模、3D 掃描器以及 3D 列印機。因為在原廠的操作說明書裡的內容太過於制式化，導致一開始剛接觸 3D 列印、建模及掃描的初學者，不太了解說明書裡內容的意思而在操作上遇到一些瓶頸與盲點。本專題運用重排、合併、與簡化解決這些操作流程中的盲點，並與原版操作說明書加以彙整，做出一套屬於初學者也能快速了解並且可快速使用的操作說明流程。本專題研究成果顯示，建模工具包括掃描器與電腦繪圖軟體，及 3D 列印機的整合，產品由構想到具體成形的自動化設計、與驗證達到縮短產品開發過程的效益。另本專題產出的使用說明書，可使沒有 3D 列印背景的人，按照說明書上的步驟可以順利列印出成品。

關鍵詞：3D 列印、3D 掃描器、建模、自動化

Abstract

With the progress of the times, the traditional industry includes medical industry, food industry and aerospace industry has 3D printing trail. This study is standing on a user's view to the use of 3D modeling, 3D scanners and 3D printing machine. Because the original operating instructions too regularization, causing came into contact with 3D printing, scanning and modeling for beginners, do not understand the meaning of the contents of the instructions encountered some bottlenecks and blind spots in the operation. This study used the technologies of rearrangement, combination and simplification to solve these problems, and with the original operating instructions were compared, so that beginners can quickly understand and use the software and hardware content. This study reveals that modeling tools including scanner and computer aided graphics software and 3D printing machines, automated product design from concept to real model, and verification to shorten the product development process. Using the instructions produced by this study, even no 3D printing backgrounds, follow the steps of instructions, the model can be printed successfully.

Keywords: 3D printing, 3D scanners, modeling, automation.

目錄

摘要.....ii

Abstract..... iii

目錄.....v

圖目錄.....vii

表目錄.....xvii

第一章緒論.....1

1-1 研究動機.....1

1-2 研究目的.....1

1-3 研究流程.....2

第二章文獻回顧與專利分析.....3

2-1 文獻回顧.....3

2-2 專利分析.....9

2-3 3D 列印未來展望.....12

第三章 3D 建模.....14

3-1 水龍頭零件.....15

3-2 3D 建模注意事項.....27

3-3 轉檔.....27

第四章 3D 掃描與使用說明.....33

4-1 掃描用於保存古代文化.....34

4-2 甚麼是 3D 掃描器.....36

4-3 手持式 3D 掃描器介紹：Sense 3D scanner 39

4-4 Helio s 3D scanner 3D 快速人體掃描系統 41

4-5 NextEngine 3D 掃描儀使用裝配、使用說明 43

第五章 3D 列印操作說明書 74

5-1 3D 列印機介紹(Witbox) 75

5-2 3D 列印機操作說明(Witbox) 76

5-3 3D 列印機介紹(Robox) 88

5-4 3D 列印機操作說明(Robox) 90

第六章說明書的實用性 94

6-1 說明書的比較 94

6-2 3D 掃描使用者實測 94

6-3 3D 列印使用者實測 95

第七章結論與建議 97

參考文獻 98

圖目錄

圖 2-1 立體光固化成型 4

圖 2-2 FDM（熔融沉積成型） 5

圖 2-3FDM（熔融沉積成型） 5

圖 2-4 LOM（層狀物體製造） 6

圖 2-5 DLP（數位光處理） 6

圖 2-6 SLA（立體平版印刷） 7

圖 2-7 膠水固化噴印 7

圖 2-8 SLS（選擇性雷射燒結） 8

圖 2-9 SLM（選擇性雷射熔化） 9

圖 2-10 中華民國專利資訊檢索系統 9

圖 2-11 進入中華民國專利資料檢索系統 10

圖 2-12 進入中華民國專利檢索系統 10

圖 2-13 中華民國專利資料檢索系統 11

圖 2-14 3D 專利地圖(件數/年分) 12

圖 2-15 3D 列印線材使用程度 12

圖 2-16 3D 列印的齒模 13

圖 2-17 3D 列印全比例渦輪推進引擎模型 13

圖 2-18 3D 列印造型巧克力 14

圖 3-1 閥體草圖 16

圖 3-2 閥體成形 16

圖 3-3 螺旋線(內) 16

圖 3-4 螺旋線(外) 16

圖 3-5 內螺紋草圖 17

圖 3-6 外螺紋草圖 17

圖 3-7 內螺紋掃出完成 17

圖 3-8 外螺紋掃出完成 17

圖 3-9 圓柱體草圖 17

圖 3-10 圓柱體成形 17

圖 3-11 六角形螺帽草圖 18

圖 3-12 六角形螺帽成形 18

圖 3-13 除料草圖 18

圖 3-14 除料完成 18

圖 3-15 外螺旋線 19

圖 3-16 外螺紋草圖 19

圖 3-17 外螺紋掃出完成 19

圖 3-18 彎管草圖 20

圖 3-19 掃出草圖 20

圖 3-20 掃出填料 20
圖 3-21 除料草圖 21
圖 3-22 除料完成 21
圖 3-23 除料草圖 22
圖 3-24 除料完成 22
圖 3-25 閥芯草圖 22
圖 3-26 閥芯成形 22
圖 3-27 六角柱體草圖 22
圖 3-28 六角柱體成形 22
圖 3-29 外螺旋線 23
圖 3-30 外螺紋草圖 23
圖 3-31 外螺紋掃出完成 23
圖 3-32 六角柱體草圖 24
圖 3-33 六角柱體成形 24
圖 3-34 閥蓋上層草圖 24
圖 3-35 閥蓋上層成形 24
圖 3-36 內螺旋線 25
圖 3-37 內螺紋草圖 25
圖 3-38 內螺紋掃出完成 25
圖 3-39 內六角柱體草圖 26

圖 3-40 手把草圖步驟一 26
圖 3-41 手把草圖步驟二 26
圖 3-42 手把草圖步驟三 26
圖 3-43 手把成形 26
圖 3-44 手把環狀複製成形 27
圖 3-45 儲存檔案介面 27
圖 3-46 閥箱 28
圖 3-47 閥芯 28
圖 3-48 閥蓋 28
圖 3-49 手把 29
圖 3-50 整列印的品質介面 29
圖 3-51 選取支撐材介面 30
圖 3-52 選取網狀底座圈數界面 31
圖 3-53 選取列印材料介面 31
圖 3-54 儲存於記憶卡介面 33
圖 4-1 利用現代成像技術顯示出他們的骨骼、面貌等細節。 34
圖 4-2 考古學家正在使用掃描技術，產生 3D 物體的切面圖 35
圖 4-3 罹難者的脊骨、肋骨以及盆骨照片透過軟體骨骼將以不同顏色顯示 35
圖 4-4 墨西哥塔巴斯科州拉文塔遺址發掘的石雕做 3D 掃描後的成果 36
圖 4-5 座標測量機 37

圖 4-6 非接觸式掃描 38

圖 4-7 利用手持式掃描器掃描物體 39

圖 4-8 3D 快速人體掃描 42

圖 4-9 設定底座轉動時間(秒數).....42

圖 4-10 USB 線及電源線 43

圖 4-11 電源線安裝在電源輸出插座及掃描器背面 44

圖 4-12 將 USB 線安裝在掃描器上 44

圖 4-13 將夾物桿安裝並鎖入自動定位儀上 45

圖 4-14 圓盤介紹 45

圖 4-15 固定圓盤螺絲、圓盤臂鎖緊夾物桿 46

圖 4-16 底座介紹 47

圖 4-17 將自動定位儀連接線裝上掃描器 47

圖 4-18 NextEngine 3D 掃描儀 48

圖 4-19 使用粉末加以覆蓋以減少光反射 53

圖 4-20 物體固定、設置完成 53

圖 4-21 啟動軟體點選掃描鍵，掃描文件名稱會顯示在螢幕上黃色區域 54

圖 4-22 框選掃描物體 55

圖 4-23 選擇 360 度掃描 55

圖 4-24 點選掃描鍵開始掃描 56

圖 4-25 如上圖所示 360 度掃描在進行中。 56

圖 4-26 點選打磨鍵 (Polish) 進入修飾控制板.....56
圖 4-27 點選修剪鍵(Trim) 進入修剪控制板.....57
圖 4-28 工具選擇欄.....58
圖 4-29 點選修剪鍵(Trim) 剪掉要去除的紅色部分.....59
圖 4-30 點選打磨鍵 (Polish) 打開打磨控制板.....60
圖 4-31 點選研磨鍵 (Buff) 打開研磨控制板.....60
圖 4-32 研磨工具欄.....60
圖 4-33 研磨設定窗口.....61
圖 4-34 打開供對齊的雙窗口.....62
圖 4-35 放置圖釘以利對齊.....62
圖 4-36 完成對齊及接合.....63
圖 4-37 固定物體頂部.....63
圖 4-38 點選 Scan 開始掃描設定.....64
圖 4-39 使用組掃描掃描頂部.....64
圖 4-40 置放三枚圖釘以對齊並結合三個組掃描面.....65
圖 4-41 頂部的組掃描可以彌補掃描物件缺失的頂部面數據。.....65
圖 4-42 三圖釘對齊.....66
圖 4-43 修剪頂部面下緣重複的部分.....66
圖 4-44 把掃描物放置在轉盤上然後讓底部面向掃描器，打開掃描設定畫面....67
圖 4-45 組掃描設定.....67

圖 4-46 三個的圖釘把底部組掃描面與 360 度掃描面及頂部掃描面對齊接合 68
圖 4-47 完整的掃描模型已經結合完成 68
圖 4-48 混合模式版面 69
圖 4-49 設定混合公差值 69
圖 4-50 按混合鍵 (Fuse) 開始混合 70
圖 4-51 混合完畢 70
圖 4-52 完整的掃描模式 71
圖 4-53 網狀掃描模式 71
圖 4-54 存檔畫面 72
圖 5-1 3D 列印機(正面) 76
圖 5-2 3D 列印機結構介紹(後面) 76
圖 5-3 開機介面 76
圖 5-4 開機介面 77
圖 5-5 列印板下面的螺絲位置 77
圖 5-6 最初畫面 78
圖 5-7 選取畫面 78
圖 5-8 選取功能介面 78
圖 5-9 步驟等候 79
圖 5-10 調整第一顆螺絲間距 79
圖 5-11 步驟等候 79

圖 5-12 調整第二顆螺絲間距 80
圖 5-13 步驟等候 80
圖 5-14 調整第三顆螺絲間距 81
圖 5-15 步驟等候 81
圖 5-16 間距的再次確認 81
圖 5-17 最終確認 82
圖 5-18 線材支撐架 82
圖 5-19 支撐架裝好 82
圖 5-20 手動裝料 82
圖 5-21 線材裝好 83
圖 5-22 線材與支撐架裝好 83
圖 5-23 注意圓圈處 83
圖 5-24 功能選取介面 84
圖 5-25 功能選取介面 84
圖 5-26 線材入料 84
圖 5-27 線材加熱 85
圖 5-28 讓線材吐料 85
圖 5-29 線材吐料 85
圖 5-30 功能選取介面 86
圖 5-31 選取檔案 86

圖 5-32 功能選取介面 86

圖 5-33 功能選取介面 87

圖 5-34 退出線材 87

圖 5-35 線材降溫 87

圖 5-36 拉出線材 88

圖 5-37 列印機(正面).....88

圖 5-38 列印機(背面).....89

圖 5-39 列印機(側面).....89

圖 5-40 電腦控制介面 90

圖 5-41 裝線材 91

圖 5-42 印前準備 91

圖 5-43 開始列印 91

圖 5-44 手動退料 92

圖 5-45 電腦退料 92

圖 5-46 線材降溫 93

圖 6-1 掃描前鏡頭設定 94

圖 6-2 進行縫補拼接過程 94

圖 6-3 拼接完檢查 95

圖 6-4 拼接完成對照圖 95

圖 6-5 操作者入料實測 95

圖 6-6 操作者放線材實測 95

圖 6-7 操作者調整水平實測 96

圖 6-8 操作者使用線捲實測 96

表目錄

表 4-1 接觸式掃描優缺點 37

表 4-2 非接觸式優缺點優缺點 38

表 4-3 3D 掃描的用途 39

表 4-4 手持式掃描器的使用特點 41

表 4-5 Helio s 3D scanner 3D 優缺點 42

表 4-6 性能參數 48

表 4-7 對照表 49

表 4-8 各掃描面敘述 50

第一章 緒論

1-1 研究動機

隨著時代的進步，3D 列印的應用越來越廣泛，從傳統的工業一直到醫療業、食品業、航太業都有 3D 列印的蹤跡，因為 3D 列印機不在像以前那麼高的價位，導致 3D 列印機越來越普遍，許多人都想學習如何操作 3D 列印機。本專題研究動機如下：

1.工業界近年來最熱門的話題，就屬 3D 列印最具代表性。

2.在工業革命的時代，3D 列印趨勢逐漸成熟。

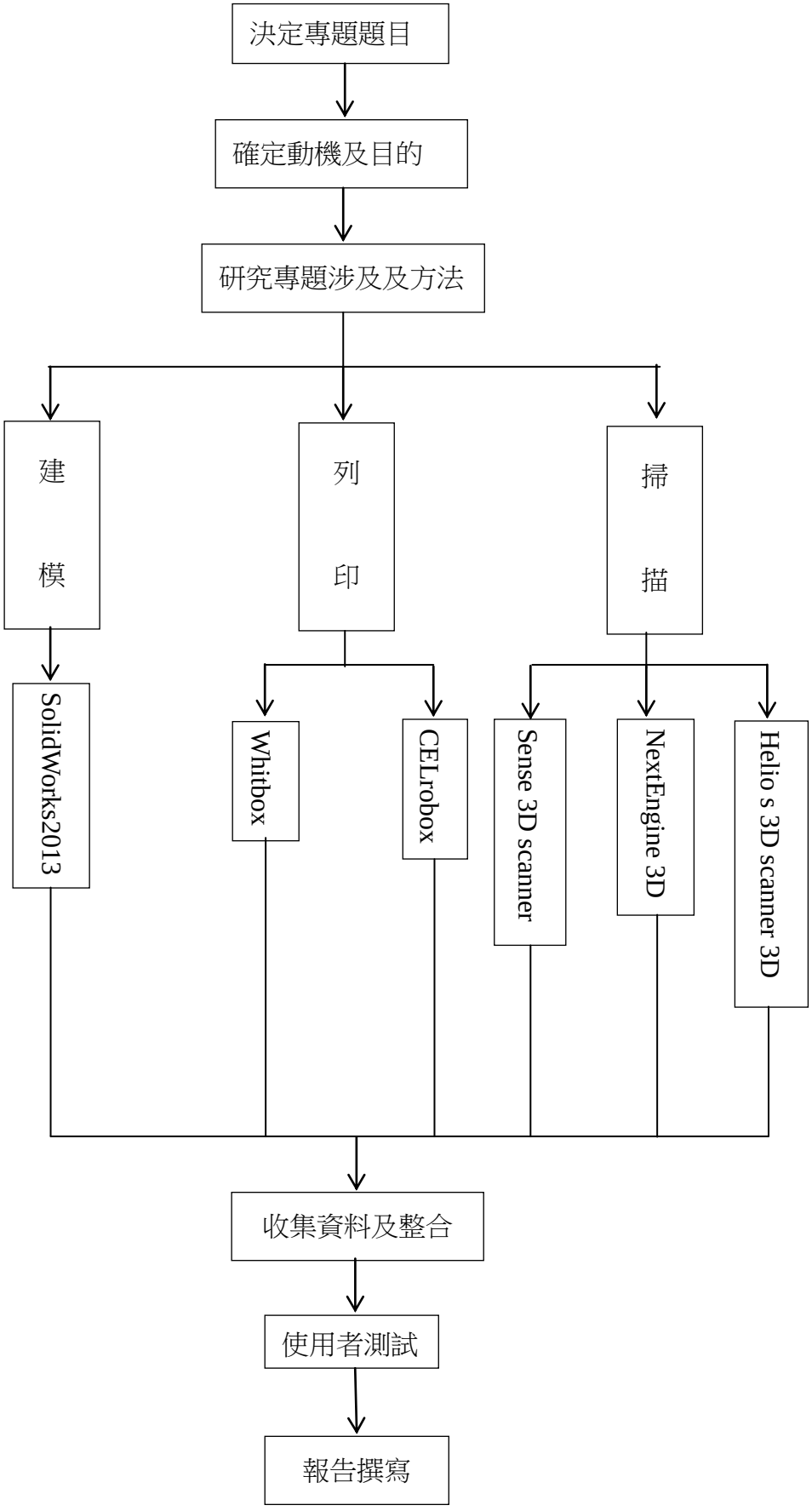
3.3D 列印對人類未來的生活帶來不凡影響。

4.3D 列印技術的快速性、便利性以及客製化的潛力發展相信會越來越好。

1-2 研究目的

本專題研究是以一位操作者的角度來使用 3D 建模、3D 掃描器以及 3D 列印機，因為在原廠的操作說明書裡的內容太過於制式化，導致一開始剛接觸 3D 列印、建模及掃描的初學者，不太了解說明書裡內容的意思而在操作上遇到一些瓶頸，所以就將說明書的內容操作一遍，而在操作過程中發現一些操作上的盲點，進一步的解決這些操作流程中的盲點，所以本專題將所發現盲點的解決辦法以及原版操作說明書加以彙整，做出一本屬於基本初學者能快速使用並可快速了解的操作說明書。

1-3 研究流程


決定專題題目
確定動機及目的
研究專題涉及及方法
建模
列印
掃描
SolidWorks2013
Whitbox
CELrobox
Sense 3D scanner
NextEngine 3D
Helio s 3D scanner 3D
收集資料及整合
使用者測試
報告撰寫

第二章 文獻回顧與專利分析

2-1 文獻回顧

2-1.1 技術發展趨勢

20 世紀 80 年代末、90 年代初發展起來的快速成形（Rapid Prototyping & Manufacturing：RP）技術，突破傳統的加工模式，是近 20 年製造技術領域的一次重大突破。它與科學計算可視化和虛擬現實等技術結合，為設計者、製造者與用戶之間提供了一種可測量、可觸摸的新手段。快速真空成型可以自動、快速、直接、精確地將設計思想轉化為具有一定功能的原型或直接製造零件（模具），有效地縮短了產品的研發週期，是提高產品質量、縮減產品成本的有力工具。它的核心是基於數字化的新型成形技術。快速成型技術對製造企業的模型、原型及成形件製造方式正產生深遠的影響。

RP 系統可分為兩大類：基於雷射或其他光源的成型技術，如：立體光造型（Stereo lithography：SL）、疊層實體製造（Laminate Object Manufacturing：LOM）、選擇性雷射燒結（Selected Laser Sintering：SLS）、形狀沉積製造（Shape DepositionManufacturing：SDM）等；基於噴射的成型技術，如：熔融沉積製造（Fused Deposition Modelong：FDM）、三維打印製造（Three Dimensional Printing：3DP）等。

RP 的系統分為兩大類雷射和噴射的成型技術立體光固化成型是屬於雷射的成型技術所製造出來的如圖 2-1 所示



圖 2-1 立體光固化成型

一.3D 列印起源(過去)

「積層製造」或也被稱為「加法製造」(Additive Manufacturing) 的這種快速成型製造技術，早在 1986 年就已經正式出現，並被少數大規模經濟型態的企業所應用。其實最早出現的 3D 列印技術，嚴格說來似乎是比 1986 年還更早的 1980 年，當時的名稱是叫做「快速打樣」技術。這種實作進程被認為是一種在製造業界研發過程中，能以更快速、更省成本的方式製造出產品原型，因此被稱為「快速打樣」。當時是以一種簡稱 SLA 的「光固化立體造型」技術取得專利權。該項專利是由一位名叫「查爾斯.何 (Charles Hull)」的歐美人士取得。隨後許多 3D 列印的概念、技術及相應的機器也相繼出現。

二.3D 列印技術應用及其市場(現在)

3D 列印技術在近年來快速崛起，不只因為透過 3D 列印可以做出以往無法製造的複雜造型，3D 列印更可以節省許多製造過程中的耗材，而且製作相當迅速。除了現在比較常見的特殊幾何的列印手法，應用在燈具或家具等，3D 列印技術在近日發展越來越廣泛且特別，可以列印比基尼、機關槍彈匣、甚至是列印出自己的家，隨著 3D 列印技術本身的發展和完善，其應用領域在不斷拓展。

3D 列印主要應用領域包含消費產品產業、汽車產業、醫療服務業、教育產業、航太業、工業機械領域等。因為應用領域的不同，使用 3D 列印技術的方式也不一樣。塑膠成品部分主要運用於產品的打樣，而金屬成品主要運用在航太、機械、汽車工業中設計複雜的零件。近年來，3D 列印技術也在國內被重視，並致力推動產業技術轉型升級。

三.3D 列印的七大成型技術【8】

1. FDM（熔融沉積成型）

FDM（Fused Deposition Modeling）又稱 FFM（Fused Filament Fabrication）首先將使用的材料加熱到一定的溫度後，形成半熔融狀態，將材料擠出在平面的架子上後迅速回復成固態。如此反覆進行堆疊作業，即可印出立體物件。FDM 印表機，經常只有 1 個噴頭，只能列印單色物件，也沒有額外的支撐材料，支撐部分就用列印密度較低的成型材料代替，如圖 2-2、2-3 所示。



圖 2-2 FDM（熔融沉積成型）

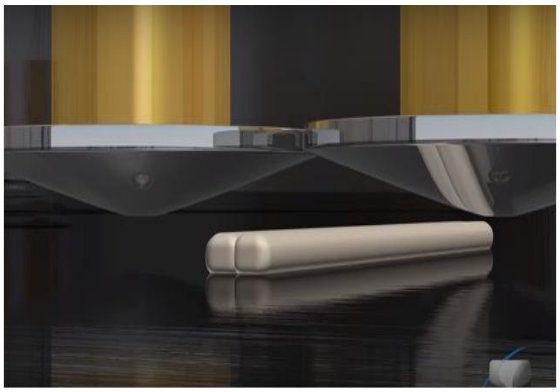


圖 2-3FDM（熔融沉積成型）

2.LOM（層狀物體製造）

LOM（Laminated Object Manufacturing）的印製過程相當類似點陣式印表機的列印方式，點陣式印表機利用撞針打到色帶上，色帶再打到紙上將墨轉印；而 LOM 則是將色帶換成塑料薄膜、撞針替換成雷射或刀具，利用雷射或刀具將塑料薄膜切成所需形狀，再一層層使用膠水黏貼，堆出立體物件，如圖 2-4 所示。

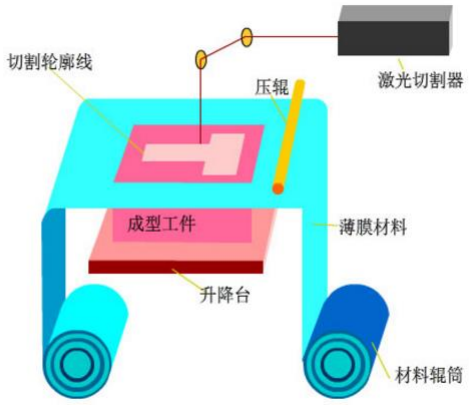


圖 2-4LOM（層狀物體製造）

3. DLP（數位光處理）

DLP（Digital Light Processing），又稱 FTI（Film Transfer Imaging），利用德州儀器的 DLP 投影技術，將切片後的一片片圖案照射在光固化樹脂上，一層做完後就將物件稍微提高，再次投射下一層的圖案，如此反覆堆疊就會形成物件，如圖 2-5 所示。

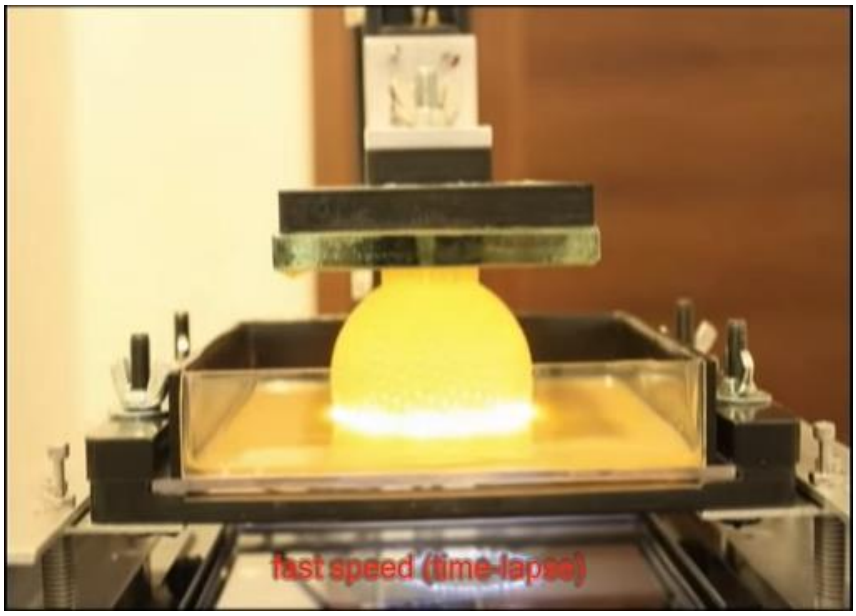


圖 2-5DLP（數位光處理）

4.SLA（立體平版印刷）

SLA 身為第一種實用化的快速成型方式，其列印方式和 DLP 類似。利用雷射（最初為紫外線，現在發展成任何高能量光束皆可）照射光固化樹脂後形成 1 片硬質切片，接著將模型往樹脂內部沉浸，再用雷射照射硬化下一層。與 DLP 不同的是，DLP 在製造過程中將物件逐步拉出光固化樹脂，而 SLA 是逐步的將物件沉入光固化樹脂，兩者使用的光源也不相同，DLP 使用燈泡照射，而燈泡的亮度會因為時間而逐漸變弱，須注意光照強度問題，如圖 2-6 所示。



圖 2-6SLA（立體平版印刷）

5.膠水固化噴印（Plaster-based 3D printing）

Plaster-based 3D printing 也可稱為 Powder bed and inkjet head 3D printing，翻成中文就是膠水固化噴印或其他類似的名稱。首先在平台上鋪上薄薄的粉，利用印表機噴頭噴出膠水，將所需的部分黏著在一起；接著再往上鋪 1 層粉，再度噴出膠水將粉末黏著。最終膠水四周未被噴到的粉末被吸走回收再利用，被膠水黏住的部分就會是立體物件，如圖 2-7 所示。



圖 2-7 膠水固化噴印

6.SLS（選擇性雷射燒結）

將 3DP 的膠水換成雷射，將粉末內部的黏合劑加熱到一定溫度之後，便會黏著在一起，即是 SLS（Selective Laser Sintering），使用的材料從塑料到金屬粉末皆可，如圖 2-8 所示。



圖 2-8 SLS（選擇性雷射燒結）

7.SLM（選擇性雷射熔化）

將 SLS 的雷射功率再加高，就會是 SLM（Selective Laser Melting）或稱作 DMLS（Direct Metal Laser Sintering）。這種 3D 列印技術主要的材料以金屬為主，將金屬粉末以高能量雷射加熱到變成液態，便可和附近的材料融合在一起，機械強度很不錯，幾乎和開模澆鑄產品相同，列印出來後即可直接使用，如圖 2-9 所示。



圖 2-9SLM（選擇性雷射熔化）

2-2 專利分析

2-2.1 專利檢索方法

1.首先在瀏覽器上打上中華民國專利資料檢索系統，如圖 2-10 所示。【7】

2.接著進入中華民國專利檢索系統後點選完整版進入，如圖 2-11 所示。



圖 2-10 中華民國專利資訊檢索系統



圖 2-11 進入中華民國專利資料檢索系統

3.進入中華民國專利資料檢索系統完整版後點右上方專利檢索選取簡易檢索，如圖 2-12 所示。

4.最後進入簡易檢索打上您要搜尋的關鍵子就可以開始搜尋(關鍵字：RP、3D 列印、快速成形等等的關鍵字)如圖 2-13 所示。



圖 2-12 進入中華民國專利檢索系統



圖 2-13 中華民國專利資料檢索系統

2-2.2 專利地圖

3D 列印專利件數從 2009 年開始上升，在 2014 年開始專利數量開始快速增加，並且在 2015 年突然急遽增加讓當年 3D 列印的專利數量達到 165 件之高，如圖 2-14 所示。

目前 3D 列印技術材料依然是以塑膠類為主，其中塑膠類以 PLA 跟 ABS 為主，其他材料的列印經驗也持續在增加中，如圖 2-15 所示。

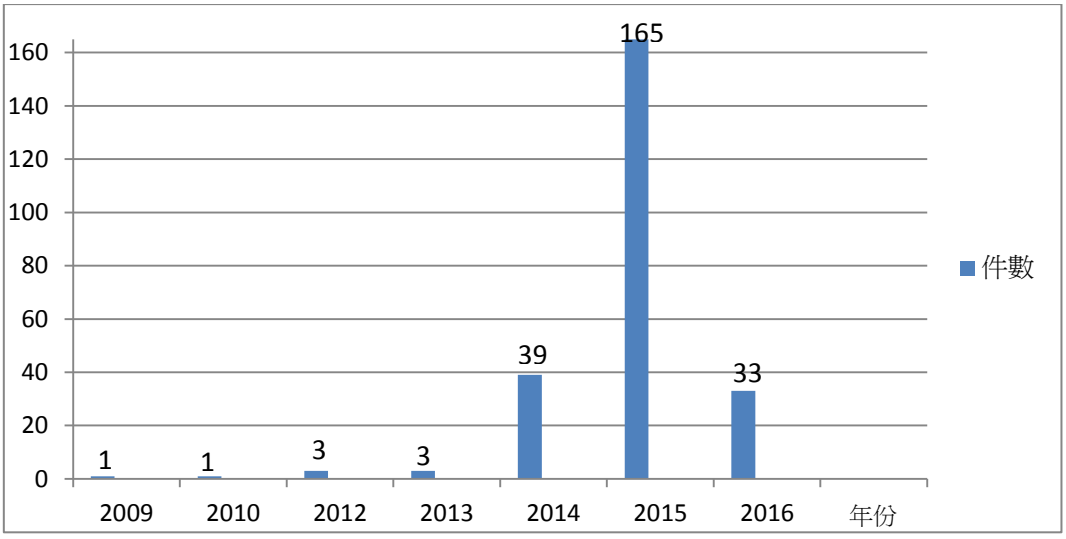


圖 2-143D 專利地圖(件數/年分)

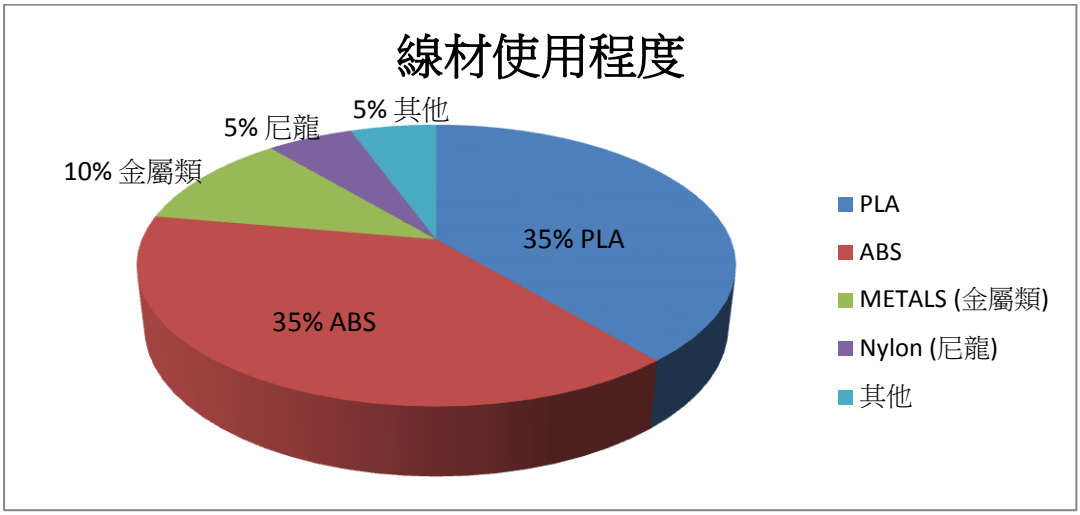


圖 2-153D 列印線材使用程度

2-33D 列印未來展望

現在的 3D 列印越來越發達，運用的領域也是越來越廣大，從一般工業用到醫學業食品業以及航太業等等，都可以用到 3D 列印，而醫學業運用的 3D 列印也很多，例如醫療機械的設計開發，還有人體的器官以及人工關節的原型製作，也有很多專科如顱外科、骨外科，神經外科、口腔外科、整形外科和頭頸外科等都開始應用快速成形技術，幫助外科醫生進行教學，診斷，手術規劃等工作圖 2-16 所示。在航太業也有運用到很多，例如宇航工程師依靠專利 Fused Deposition Modeling (FDM) 技術實現原型製作、加工和部件製造。FDM 相容 ULTEM 9085 等高性能熱塑塑膠，可製造夾具、固定裝置、檢測計和最終用途飛行器部件。航空航太工業的設計師們早已將 FDM 用於概念模型製作和原型製作。NASA 工程師使用3D 印表機列印來構建下一代探測車，以支援人類對未知領域如小行星和火星等的探索，如圖 2-17 所示。【10】



圖 2-163D 列印的齒模

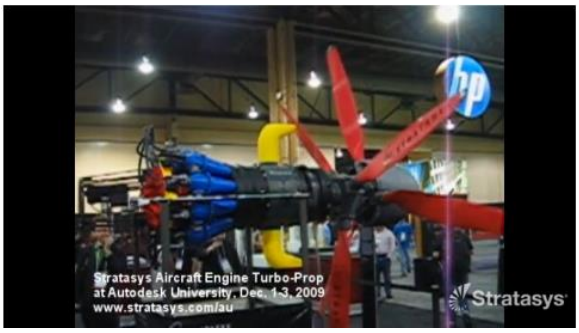


圖 2-17 3D 列印全比例渦輪推進引擎模型

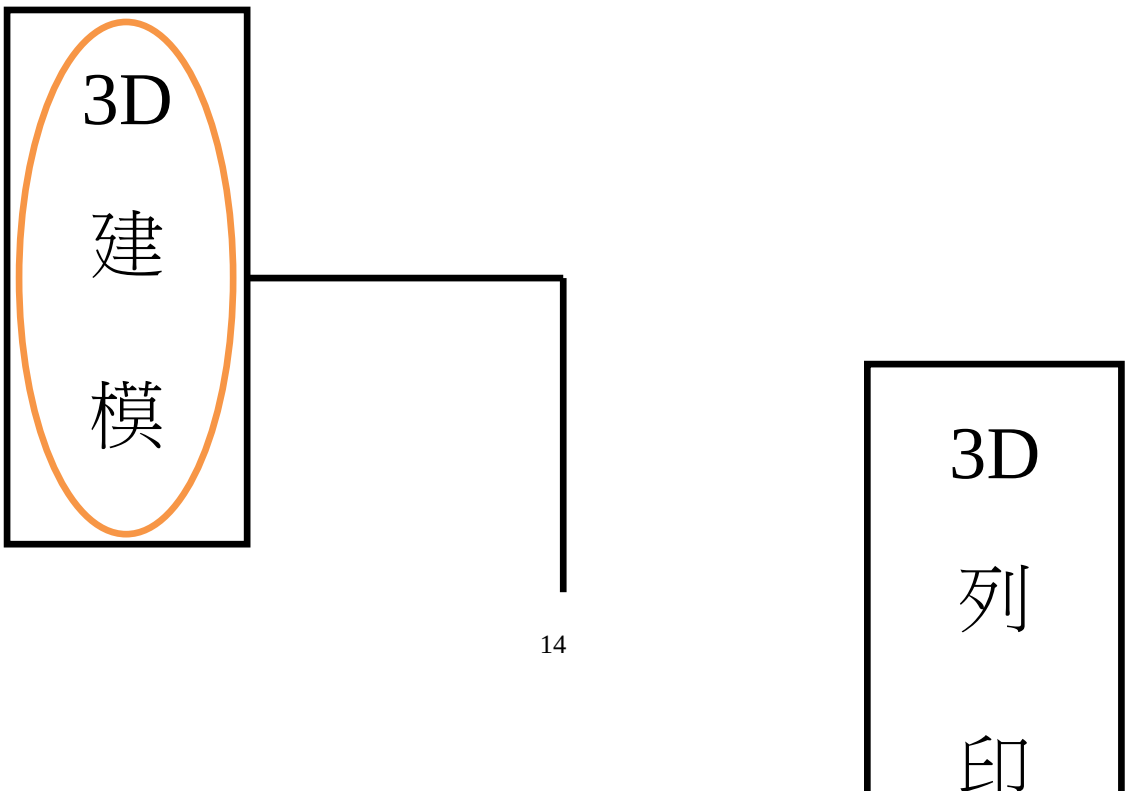
在食品業方面，3D 列印也是有辦法印出來的，只是應用在甜點方面，2011 年，3D 列印技術的應用擴展到食品加工領域。英國研究人員開發出世界上第一台 3D 巧克力印表機，這是 3D 食物印表機的雛形。之後，西班牙的一家創業公司開發出名為 Foodini 的 3D 食品印表機，才正式完善 3D 食物印表機的功能。在中國在 3D 食物列印技術方面，也是奮起直追。有一個家公司生產了一種專業無門檻的巧克力 3D 印表機，可以讓每一個人成為巧克力 3D 列印美食家。接下來，還會開發以糖粉和麵糊為原料的 3D 食物印表機，讓 3D 食物印表機真正成為「21 世紀的微波爐」。到目前為止，可以成功列印出 30 多種不同的食品，主要有六大類：糖果（巧克力、杏仁糖、口香糖、軟糖、果凍）；烘焙食品（餅乾、蛋糕、甜點）；零食產品（薯片、可口的小吃）；水果和蔬菜產品（各種水果泥、水果汁、蔬菜水果果凍或凝膠）；肉製品（不同的醬和肉類品）；奶製品（乳酪或酸奶）。連美國 NASA 也要投資數美元來研發可以列印披薩的 3D 印表機，以改善宇航員的膳食水平。 3D 食物印表機可列印的食物從孩子到老年人的都有，甚至在未來 3D 食物列印技術還可以利用全新的食材，如藻類、甜菜葉及昆蟲這些可持續的資源提取營養物質，做成非傳統食品，這也許可以緩解全球糧食不足的難題，如圖 2-18 所示。【9】

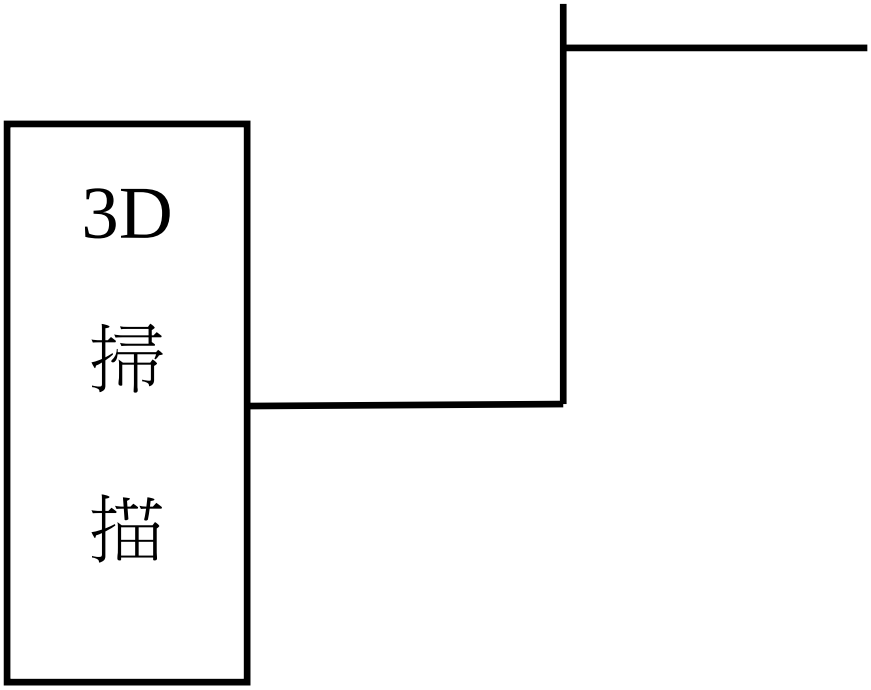


圖 2-183D 列印造型巧克力

原本要價動輒數百數千萬（較低階入門款也要數十或上百萬）元新台幣的 3D 列印機，就在最近這短短幾年內，售價急劇下降到幾乎人人都能付擔得起 — 大約三萬元不到或甚至更低的價格即可 DIY 自製一部能以塑膠材料成型且品質尚可的桌上型入門款機種 — 由如此已然的事實上來說，這場革命的第一波攻勢其實早已獲得全面勝利並成功登陸全球各大洲，而且仍在越漸加速的漫延滲入一般家庭與個人消費者大眾之中。這些個人消費者早晚也終將一個個搖身一變成為「自造者」。如此「消費者」也可以是「製造生產者」，也許就合稱為「產消者」。於是「製造業」將不再由少數規模經濟壟斷；由此便不難想見接下來的「自造者運動」很可能會以一種「魅力實在無法擋」之壓倒性攻勢，擄獲佔據越來越多人自小喜愛 (或夢想著自己能) 自創、自造的最初衷之真心。

第三章 3D 建模





本專題以水龍頭的 3D 建模為演練標的，使用的建模軟體為 Solidworks 2013，主要將水龍頭分成閥箱(與閥蓋構成閥體，其構成的密閉結構目的為阻止水滲出閥體)、閥芯(為水龍頭的心臟，決定水龍頭的壽命與出水量)、閥蓋(與閥箱構成閥體，其構成的密閉結構目的為阻止水滲出閥體)、手把(控制閥芯改變出水量)。

3-1 水龍頭零件

3-1.1 閥箱

1.前基準面建立草圖，用草圖工具列的直線、圓畫出所需的形狀並標註尺寸，用特徵工具列的旋轉填料，將其成形，如下圖 3-1、3-2 所示。

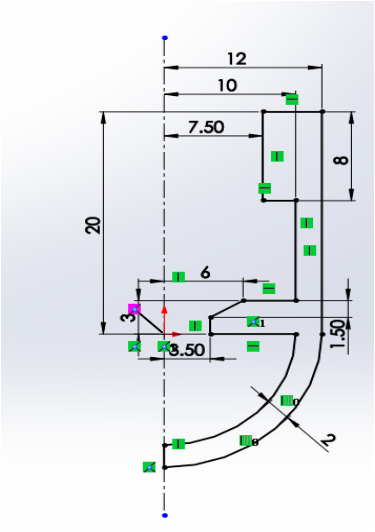
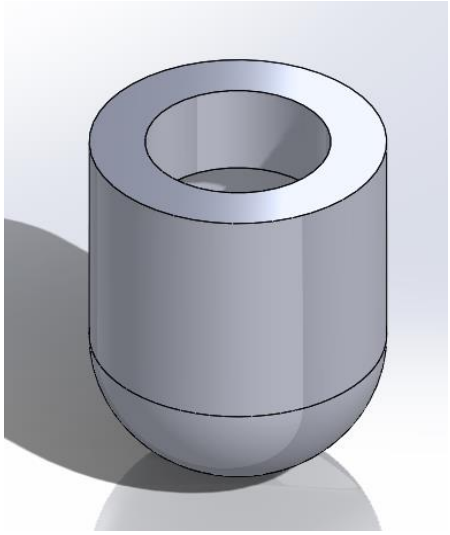
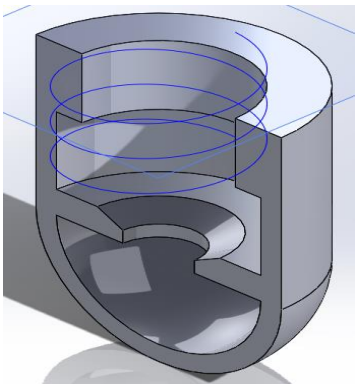
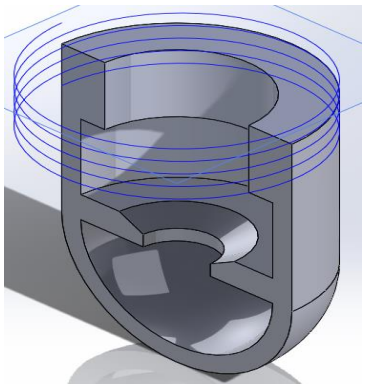


圖 3-1 閥體草圖


圖 3-2 閥體成形

2.將上基準面向上偏離出一個基準面，於該基準面上建立兩張草圖，用參考圖元分別將內圓、外圓標示出來，利用曲線工具列的螺旋線，畫出內圓與外圓所需的螺旋線，如下圖 3-3、3-4 所示。


圖 3-3 螺旋線(內)


圖 3-4 螺旋線(外)

3.在前基準面建立兩張草圖，畫出內圓螺紋、外圓螺紋所需的牙深，如下圖 3-5、3-6 所示。

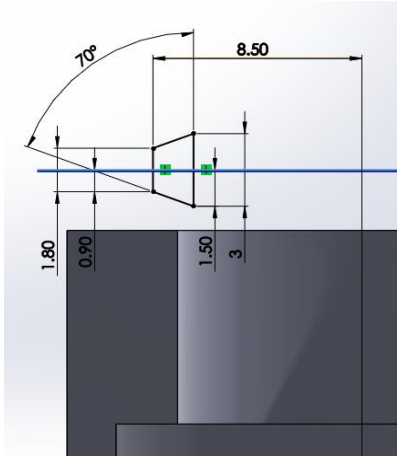


圖 3-5 內螺紋草圖

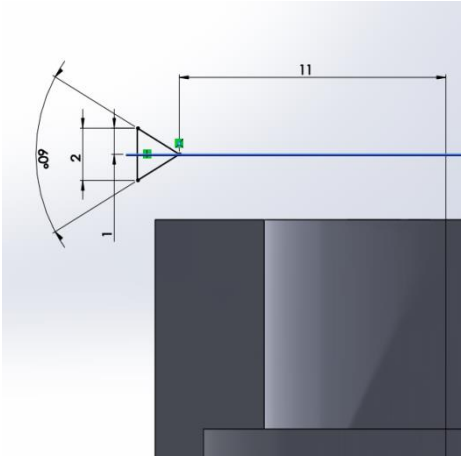
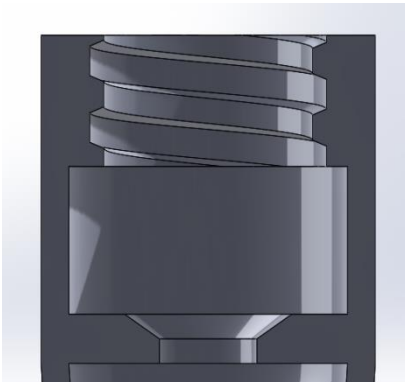
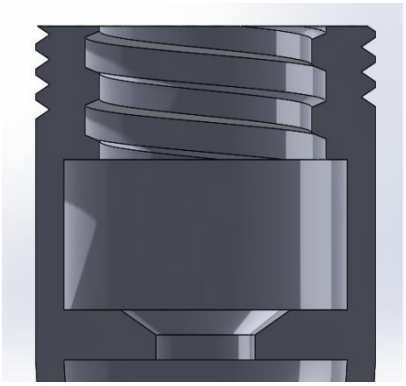


圖 3-6 外螺紋草圖

4.用特徵工具列上的掃出除料，掃出內、外螺紋，如下圖 3-7、3-8 所示。


圖 3-7 內螺紋掃出完成


圖 3-8 外螺紋掃出完成

5.右基準面建立草圖，用草圖工具列的圓畫出所需的大小並標註尺寸，用特徵工具列的伸長填料，將其成形，如下圖 3-9、3-10 所示。

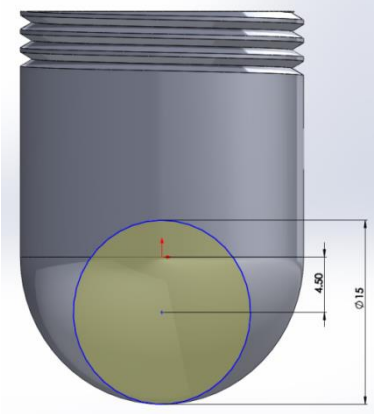


圖 3-9 圓柱體草圖


圖 3-10 圓柱體成形

6.右基準面偏離出一個基準面，於該基準面上用草圖工具列的多邊形畫出一個六角形，接著用特徵工具列的伸長填料，將其成形，如下圖 3-11、3-12 所示。

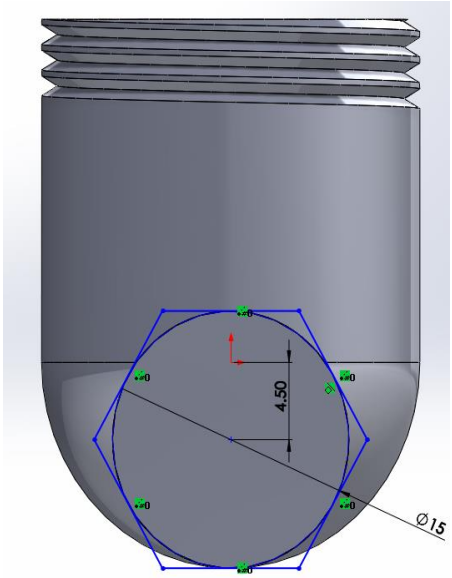


圖 3-11 六角形螺帽草圖

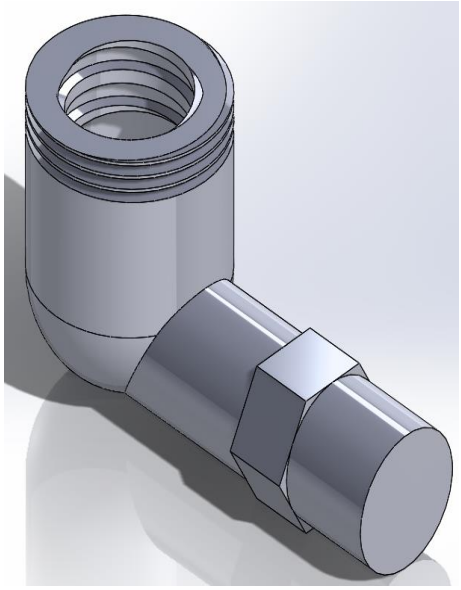


圖 3-12 六角形螺帽成形

7.於步驟 1 所繪製的物體表面上，建立一個草圖，用草圖工具列上的圓畫出所需的大小並標註尺寸，用特徵工具列的伸長除料，挖出一個孔，如下圖 3-13、3-14 所示。

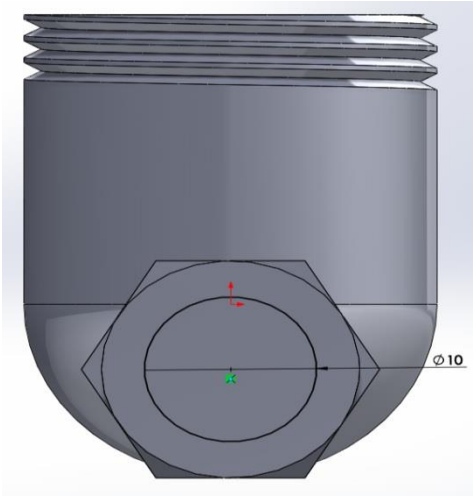


圖 3-13 除料草圖

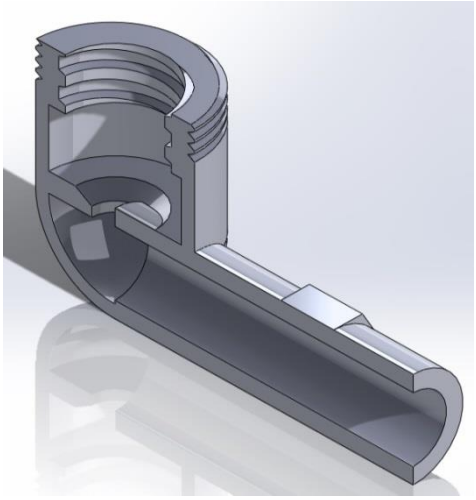


圖 3-14 除料完成

8.將右基準面偏離出一個基準面，於基準面上建立草圖，用參考圖元將外圓標示出來後，用曲線工具列的螺旋線，畫出所需的螺旋線，如下圖 3-15 所示。

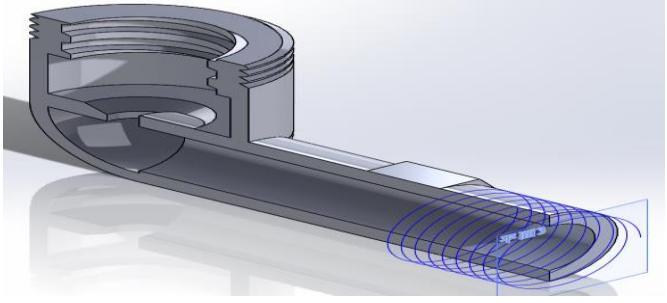


圖 3-15 外螺旋線

9.在前基準面建立草圖，畫出該螺紋所需的牙深後結束草圖，如下圖 3-16 所示。

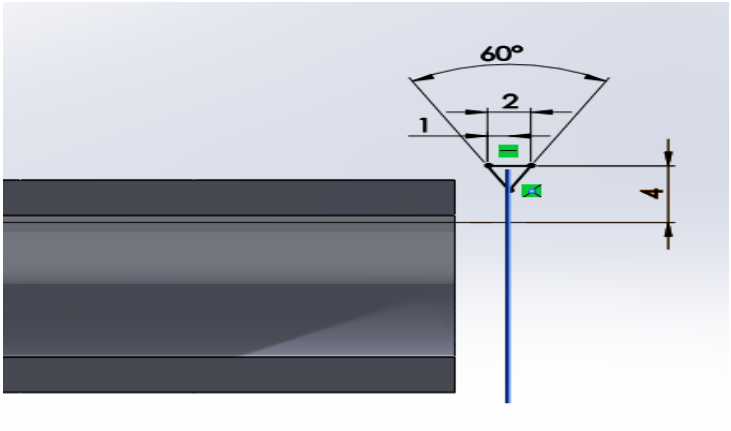


圖 3-16 外螺紋草圖

10.用特徵工具列上的掃出除料，掃出該螺紋，如下圖 3-17 所示。

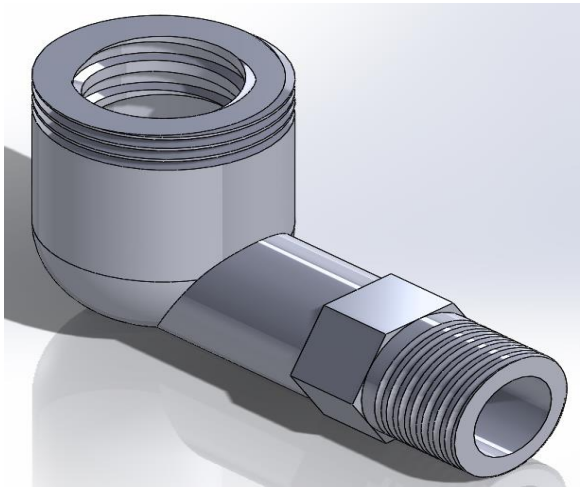


圖 3-17 外螺紋掃出完成

11.前基準面建立 3D 草圖，用草圖工具列的直線畫出所需的引線，如下圖 3-18 所示。

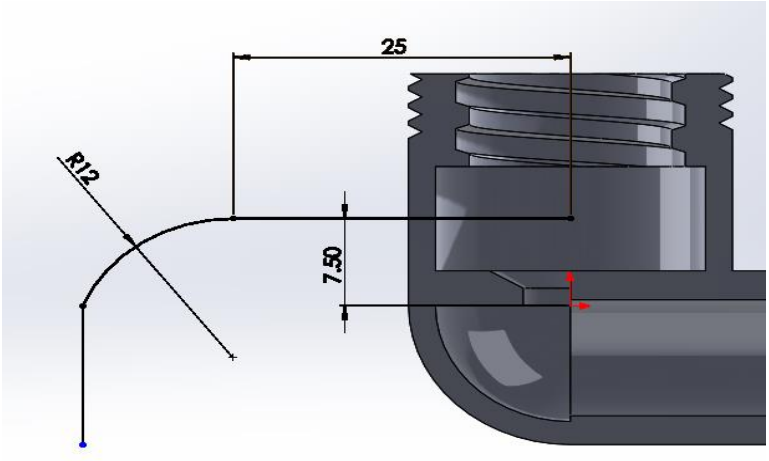


圖 3-18 彎管草圖

12.右基準面建立草圖，畫出所需要圓的大小並標註尺寸，如下圖 3-19 所示。

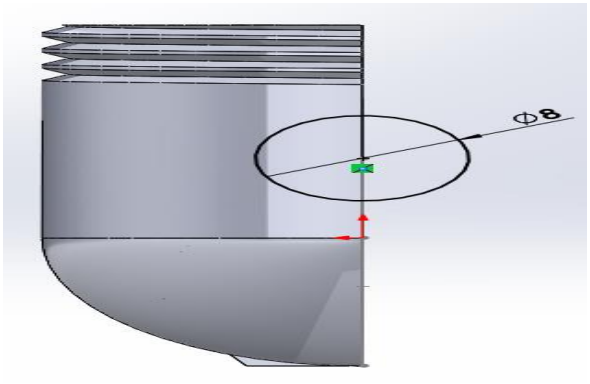


圖 3-19 掃出草圖

13.利用特徵工具列的掃出填料，將水龍頭的彎頭成形，如下圖 3-20 所示。

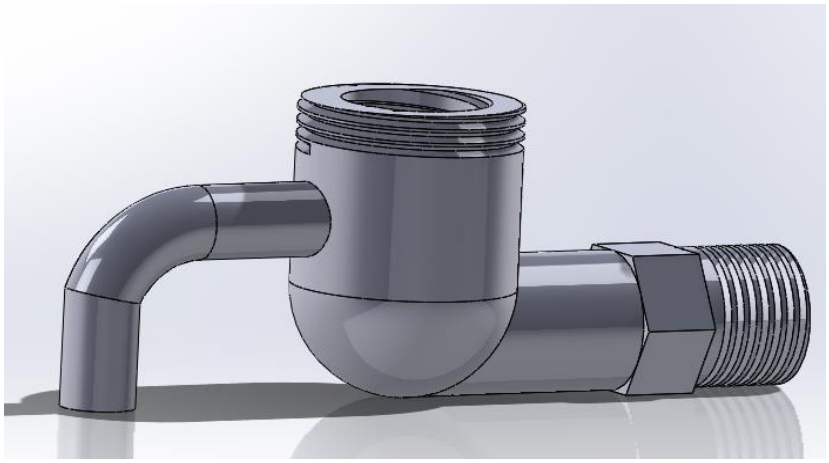


圖 3-20 掃出填料

14.右基準面建立草圖，畫出所需要圓的大小並標註尺寸，如下圖 3-21 所示。

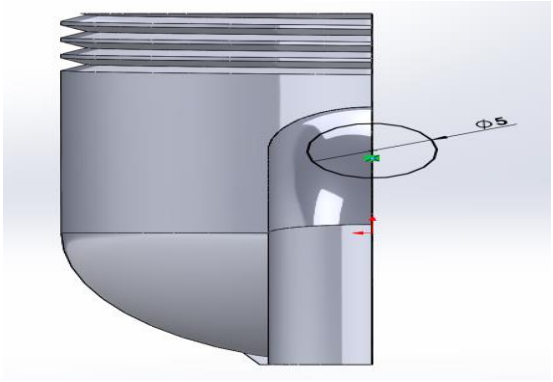


圖 3-21 除料草圖

15.利用特徵工具列的掃出除料，將水龍頭的彎頭挖空，如下圖 3-22 所示。

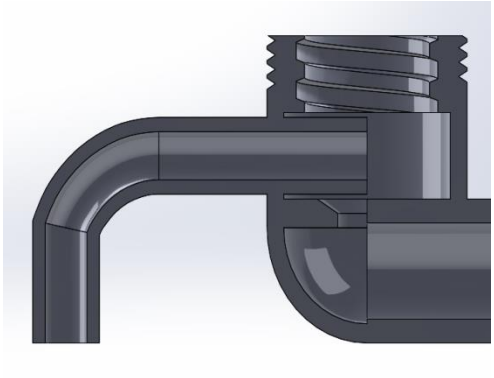
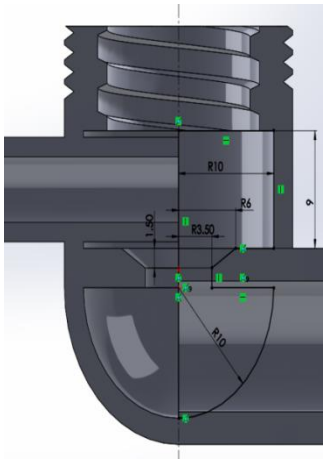


圖 3-22 除料完成

16.前基準面建立草圖，用草圖工具列的直線、圓畫出所需的形狀並標註尺寸，用特徵工具列的旋轉除料，將內部多餘的部分清除，如下圖 3-23、3-24 所示。



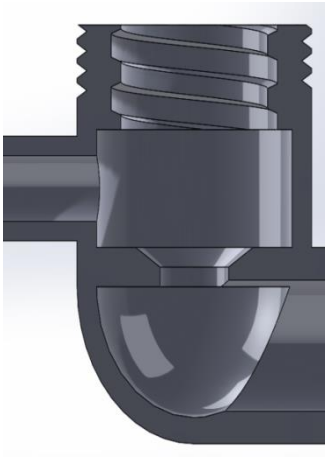


圖 3-23 除料草圖

圖 3-24 除料完成

3-1.2 閥芯

1.前基準面建立草圖，用草圖工具列的直線繪出所需的形狀並標註尺寸，接著用特徵工具列的旋轉填料，將其成形，如下圖 3-25、3-26 所示。

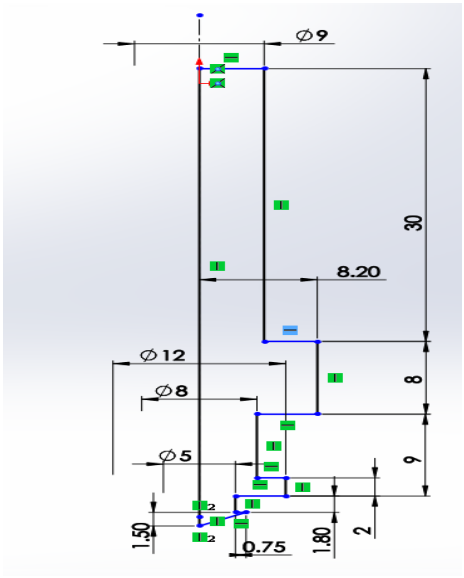


圖 3-25 閥芯草圖

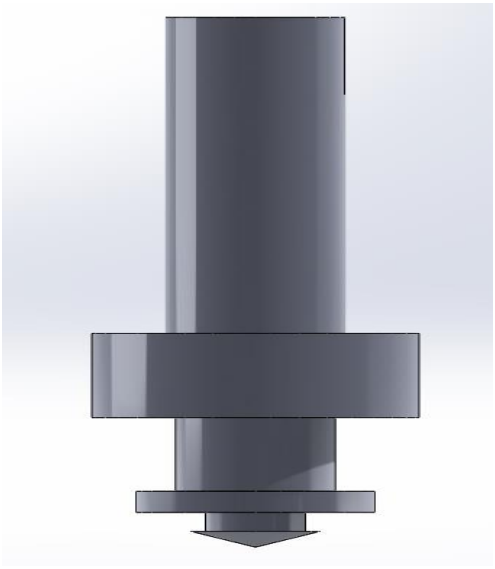


圖 3-26 閥芯成形

2.物體的上方建立草圖，用草圖工具列的多邊形畫出一個六角形，接著用特徵工具列的伸長除料(向外除料)，將其成形，如下圖 3-27、3-28 所示。

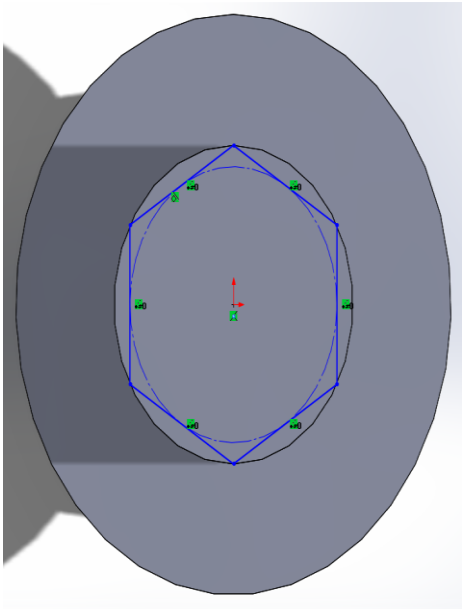


圖 3-27 六角柱體草圖

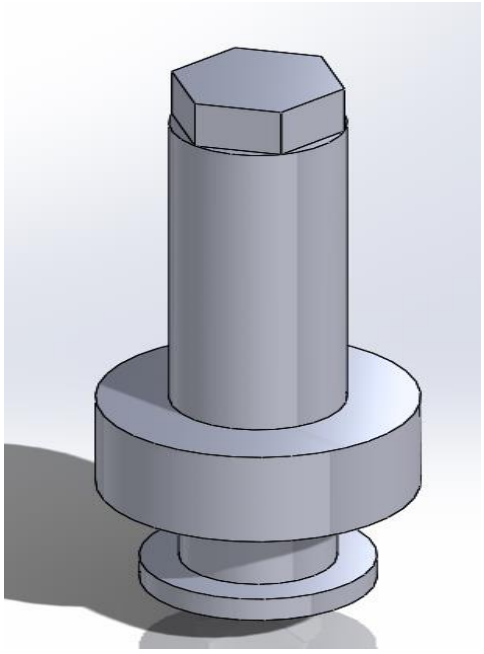


圖 3-28 六角柱體成形

3.於該平面向上偏離出一個基準面，基準面上建立草圖，用參考圖元將圓標示出來後，用曲線工具列的螺旋線，畫出所需的螺旋線，如下圖 3-29 所示。

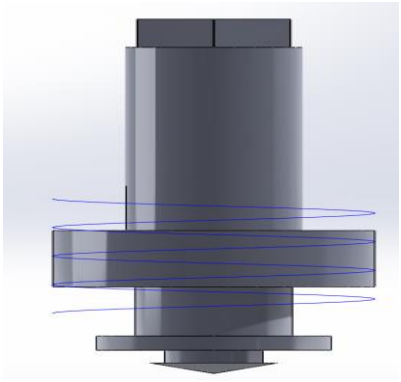


圖 3-29 外螺旋線

4.前基準面建立草圖，畫出該螺紋所需的牙深後結束草圖，如下圖 3-30 所示。

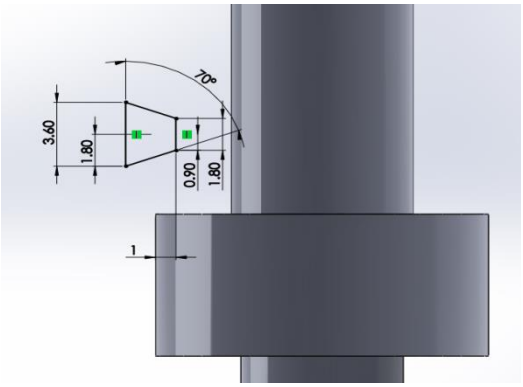


圖 3-30 外螺紋草圖

5.用特徵工具列上的掃出除料，掃出該螺紋，如下圖 3-31 所示。

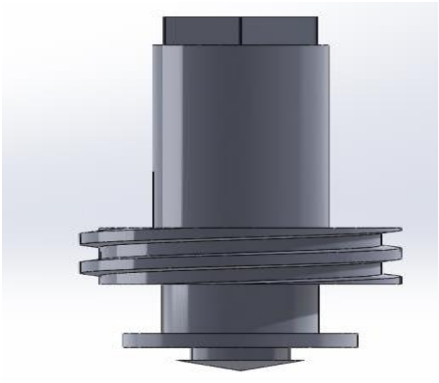


圖 3-31 外螺紋掃出完成

3-1.3 閥蓋

1.上基準面建立草圖，用草圖工具列的多邊形畫出所需的大小並標註尺寸，接著用特徵工具列的伸長填料，將其成形，如下圖 3-32、3-33 所示。

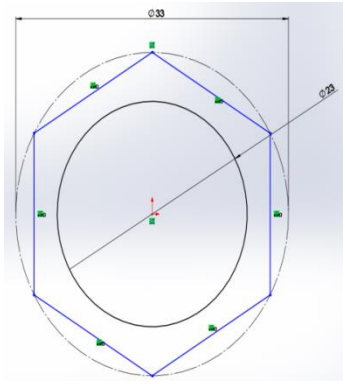


圖 3-32 六角柱體草圖

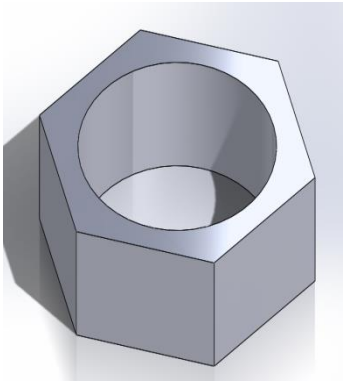


圖 3-33 六角柱體成形

2.前基準面建立草圖，用草圖工具列的直線畫出所需的形狀並標註尺寸，接著用特徵工具列的旋轉填料，將其成形，如下圖 3-34、3-35 所示。

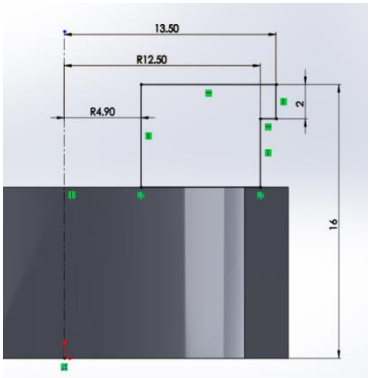


圖 3-34 閥蓋上層草圖

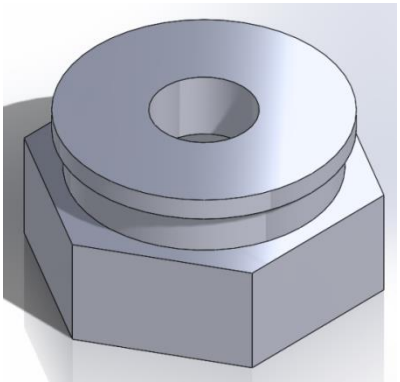


圖 3-35 閥蓋上層成形

3.於上基準面向下偏離出一個基準面，於基準面上建立草圖，用參考圖元將圓標示出來後，用曲線工具列的螺旋線，畫出所需的螺旋線，如下圖 3-36 所示。

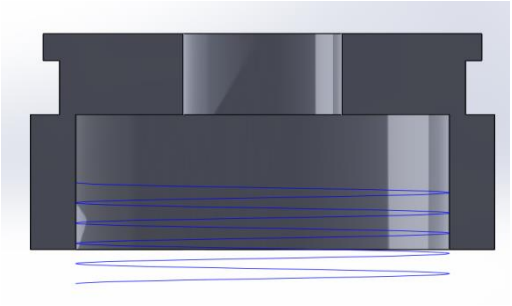


圖 3-36 內螺旋線

4.前基準面建立草圖，畫出該螺紋所需的牙深後結束草圖，如下圖 3-37 所示。

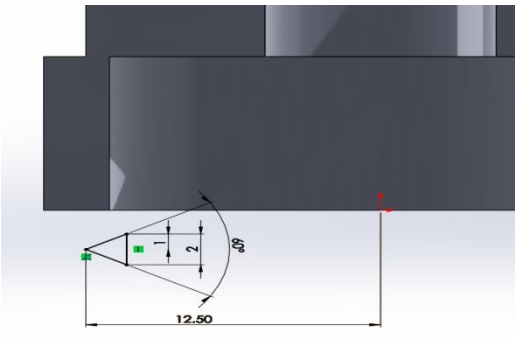


圖 3-37 內螺紋草圖

5.用特徵工具列上的掃出除料，掃出該螺紋，如下圖 3-38 所示。



圖 3-38 內螺紋掃出完成

3-1.4 手把

建模過程：

1.上基準面建立草圖，用草圖工具列的圓與多邊形畫出一個圓、一個六角形並標註尺寸，接著用特徵工具列的伸長填料，將其成形，如下圖 3-39 所示。

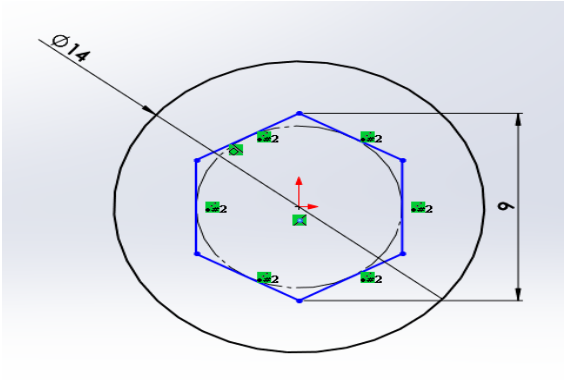


圖 3-39 內六角柱體草圖

2.前基準面偏離出三個基準面，在基準面上建立草圖，分別畫出所需的圓並標註尺寸後，用特徵工具列的疊層拉伸，將其成形，如下圖 3-40、3-41、3-42、3-43 所示。

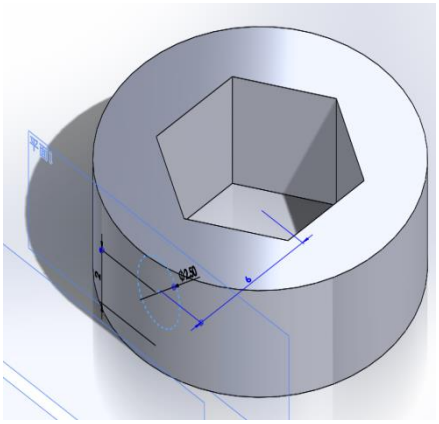


圖 3-40 手把草圖 步驟一

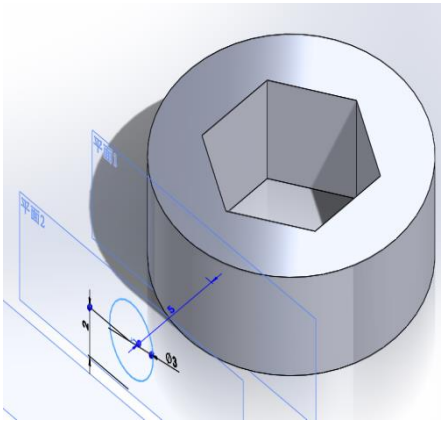


圖 3-41 手把草圖 步驟二

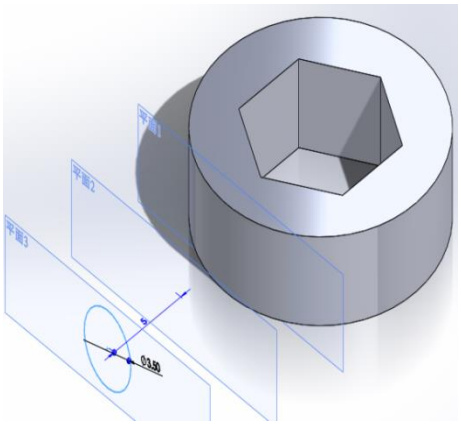


圖 3-42 手把草圖 步驟三

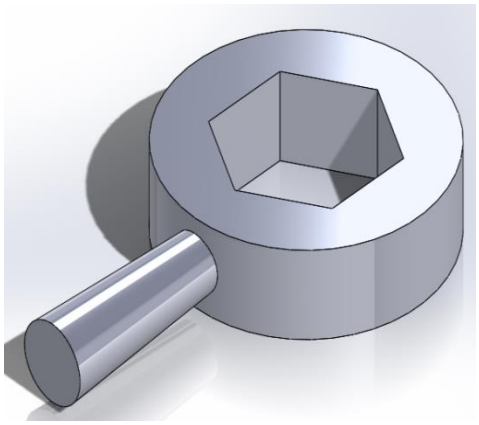


圖 3-43 手把成形

3.將步驟 2 的圖用特徵工具列的環狀複製排列，複製成 4 個 360 度的形體，如下圖 3-41 所示。

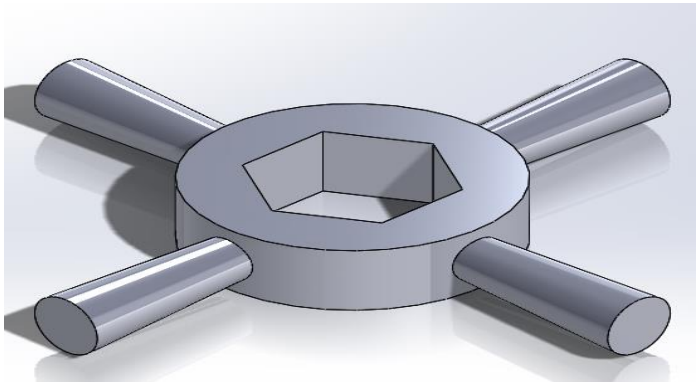


圖 3-44 手把環狀複製成形

3-2 3D 建模注意事項

由以上建模演練，整理出以下建模注意事項：

1.閥箱前面的彎頭，要使用〝3D 草圖〞畫出引線才可掃出成形。

2.螺紋之間的配合要預留公差。

3.建模完成後，將檔案儲存為預設副檔名(SLDPRT)，後續可做修改)；並另存新檔為 STL 檔(以利 Cura 讀取，Cura 是一種 3D 列印的切片軟體)

3-3 轉檔

3-3.1 建模完成後，將檔案儲存成 STL 檔(預設為 SLDPRT 檔)，如下圖 3-45 所示。

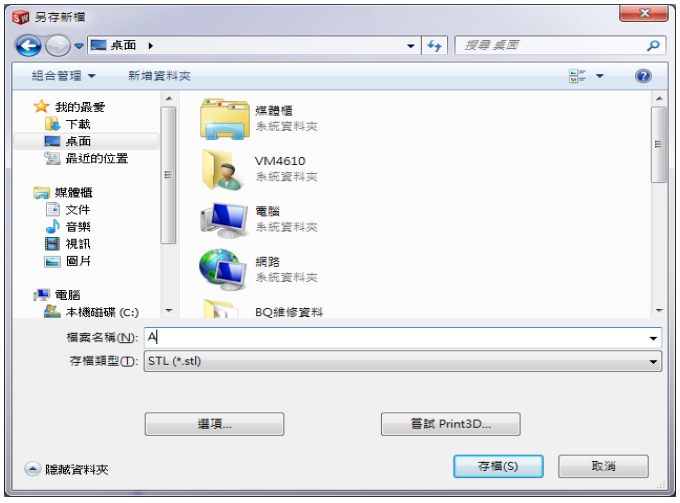


圖 3-45 儲存檔案介面

3-3.2 使用 Cura 讀取模型檔

閥體，如圖 3-46 所示。

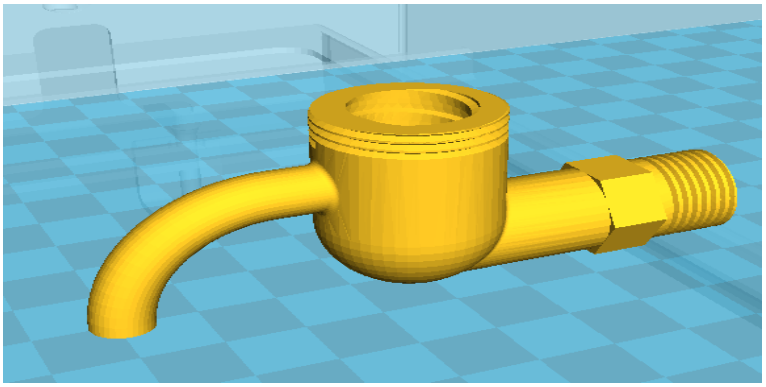


圖 3-46 閥箱

閥芯，如下圖 3-47 所示。

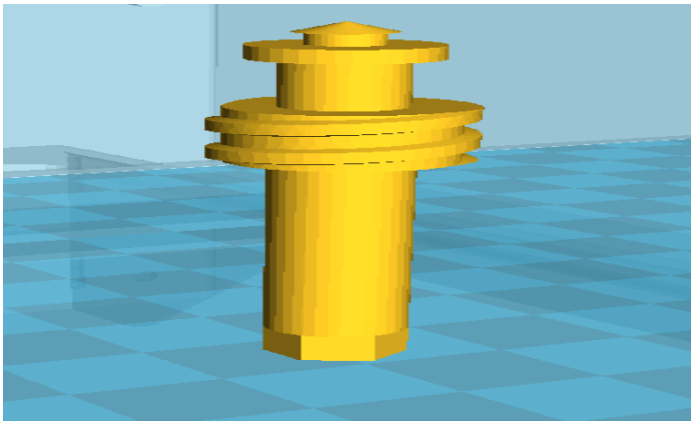


圖 3-47 閥芯

閥蓋，如圖 3-48 所示。

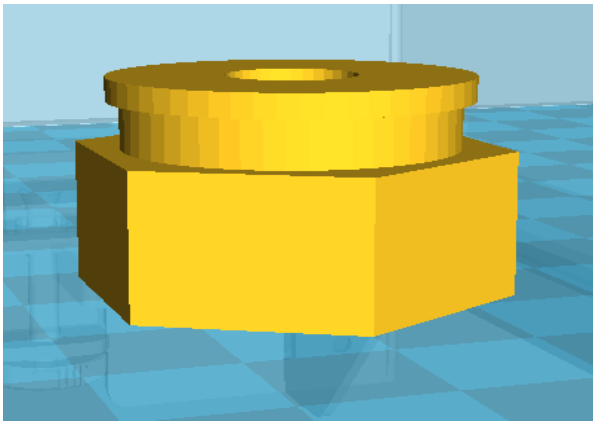


圖 3-48 閥蓋

手把，如圖 3-49 所示。

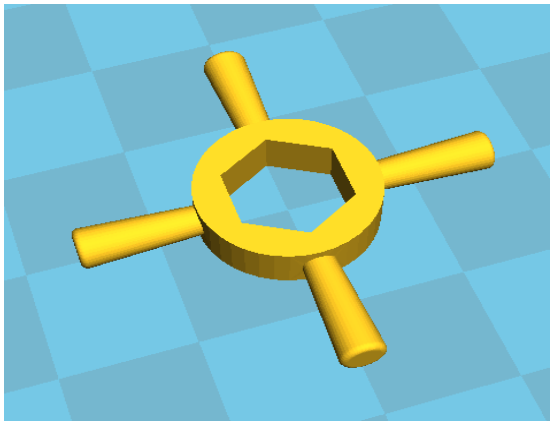


圖 3-49 手把

3-3.3 可於左側調整列印的品質，如下圖 3-50 所示。

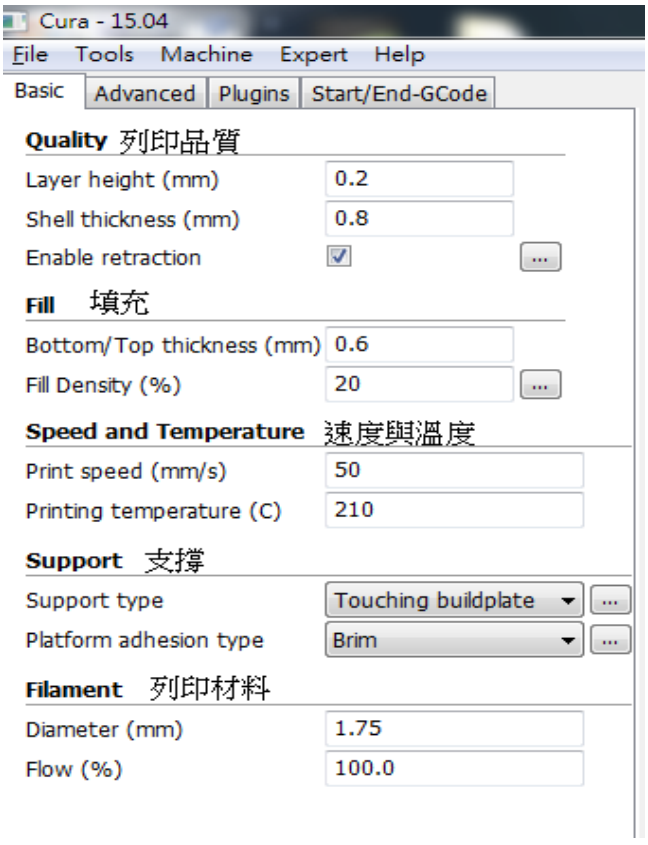


圖 3-50 整列印的品質介面

列印品質(Quality)

層厚：這是最影響列印品質的設置，普通品質可設置為 0.2mm，高品質設為

0.1mm。降低列印品質可以提升列印速度。

壁厚：通常需要結合噴嘴孔徑設置成相映倍數，這個參數決定了邊緣的走限次數和厚度。

開啟回抽：當在非列印範圍移動噴頭時，適當的回抽絲能避免多餘的擠出和拉絲在高級設置面板中有更多相關設置。

填充(Fill)

底層／頂層厚度：這個參數控制底層和頂層的厚度，通過層厚和這個參數計算須列印出的實心層的數量，這個數值應是層厚的倍數。讓這個參數接近使用者設定壁厚，可以讓模型強度更均勻。

填充密度：列印實心物體需設置為 100%，空心物體設置為 0%。通常使用 20% 填充率，這個參數不會影響物體的外觀，一般用來調整物體的強度。

速度與溫度(Speed and Temperature)

列印速度：MostFun 列印速度最快可達 150mm/s，為獲得更好呃列印品質，建議列印速度設為 80mm/s 以下，列印速度的設置要參考很多因素，可以根據實際情況調試修改。

列印溫度：列印時的噴頭溫度。PLA 通常設置為 210℃，ABS 通常設置為 230℃。

支撐(Support)

支撐類型：通常使用 Touching buildplate 建立支撐，選擇 None 不會建立支撐，如下圖 3-51 所示。

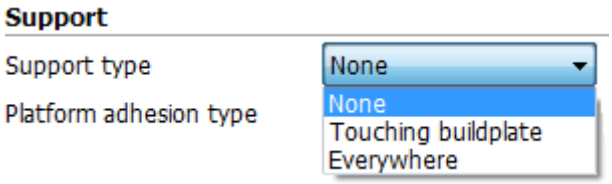


圖 3-51 選取支撐材介面

黏附平臺：Brim 會在模型底邊周圍增加數圈薄層，推薦使用這個選項，Raft 會列印模型前列印一個網狀底座，如圖 3-52 所示。

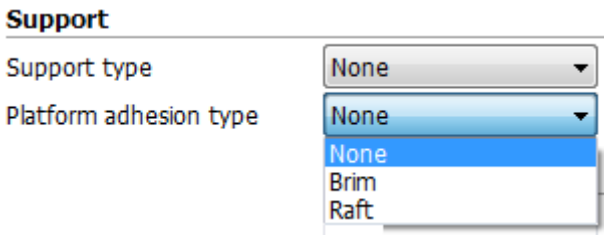


圖 3-52 選取網狀底座圈數界面

列印材料(Filament)

直徑：耗材的直徑，請儘量精確。如果不能確定這個數據，那麼需要一些調校，更低的數據會有更多的料擠出，而更高的數值會有更少的料擠出。

流量：流量補償，最終擠出量是設定的擠出量乘上此百分比的值。

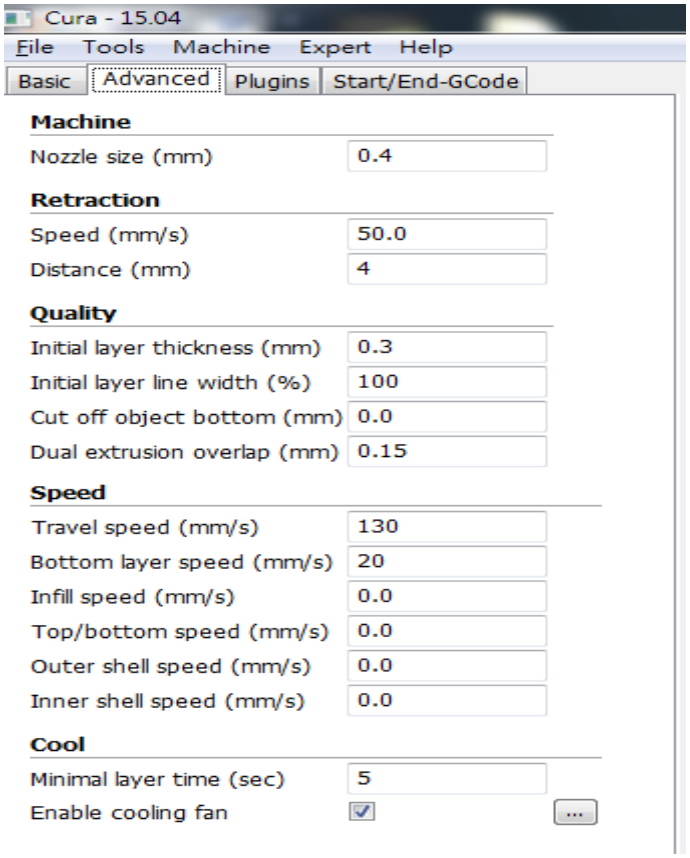


圖 3-53 選取列印材料介面

機器(Machine)

噴嘴孔徑：噴嘴尺寸是相當重要的，它會被用於計算走線寬度、外壁走線次數和厚度。

回抽(Retraction)

回抽速度：設定較高的速度能達到較好的效果。但是過高的速度可能會導致斯

的磨損。

回抽長度：設置為 0 時不會回抽，在 MostFun Sail 設置為 3mm 時效果比較好。

列印品質(Quality)

初始層厚：較厚的底部能使材料和列印平臺黏附的更好。設置為 0.0 則使用層厚作為初始層厚度。

初始層線寬：下沉進平臺的部份不會被列印出來。當模型底部不平整或者太大時，可以使用這個參數，切除一部分模型再列印。

底層切除：下沉進平臺的部份不會被列印出來。當模型底部不平整或者太大時，可以使用這個參數，切除一部分模型再列印。

兩次擠出重疊：添加一定的重疊擠出，這樣能使兩個不同的顏色融合的更好。

速度(Speed)

移動速度：此移動速度指非列印狀態下的移動速度，建議不要超過 150mm/s，否則可能造成電機丟步。

底層速度：這個值通常會設置的很低，這樣能使底層和平臺黏附的更好。

填充速度：當設置為 0 時，會使用列印速度作為填充速度。高速列印填充能節省很多列印時間，但是可能會對列印品質造成一定消極影響。

外殼速度：當設置為 0 時，會使用列印速度做為外殼速度。使用較低的列印速度可以提高模型品質，但是如果外殼和內部的列印速度相差較大，可能會對列印品質有一些消極影響。

內壁速度：當設置為 0 時，會使用列印速度做為內壁速度。使用較高的列印速度可以減少模型的列印時間，需要設置好外殼速度、列印速度、填充速度之間的關係。

冷卻(Cool)

每層最小列印時間：再列印下一層前留一定時間讓當前層冷卻。如果當前層會被很快列印完，那麼印表機會適當降低速度，以保證有這個設定時間。

開啟風扇冷卻：在快速列印時開啟風扇冷卻是很有必要的。

3-3.4 輸出至記憶卡或隨身碟中，即可至 3D 列印機上列印，如圖 3-54 所示。

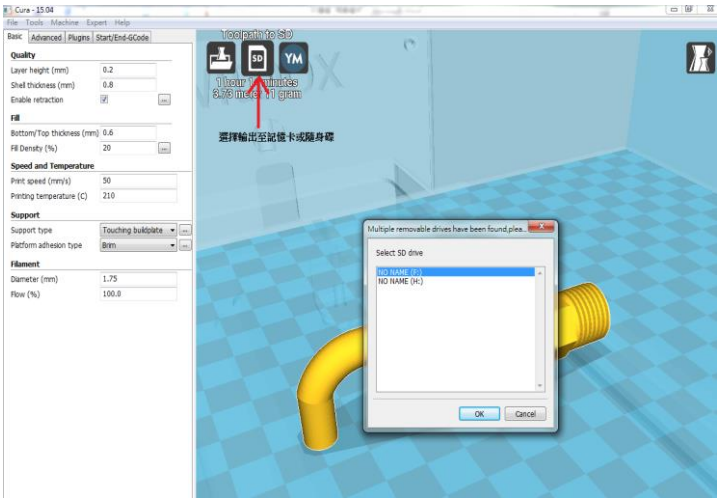
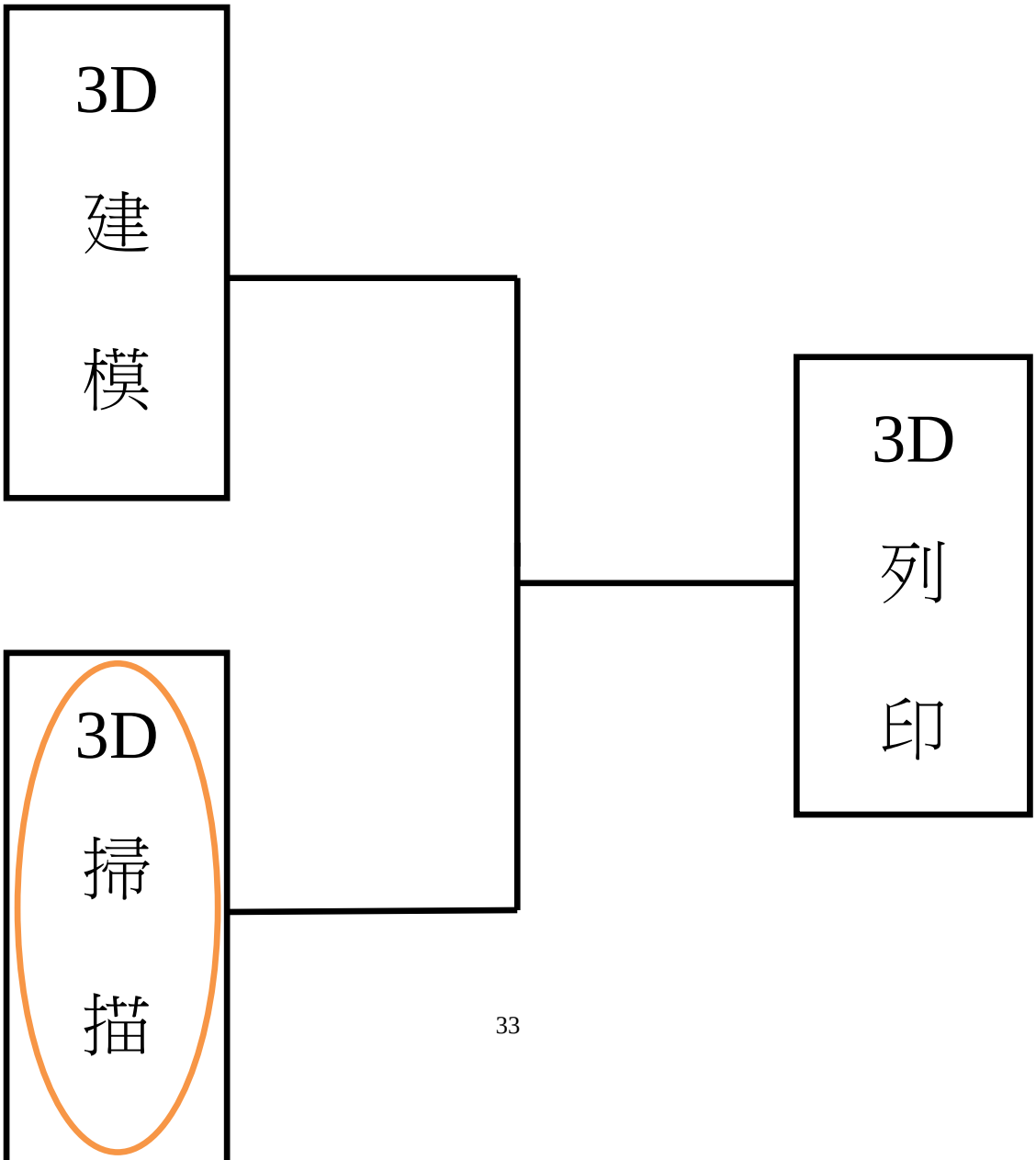


圖 3-54 儲存於記憶卡介面

第四章 3D 掃描與使用說明



4-1 掃描用於保存古代文化

學者們終於成功用 3D 掃描出火山爆發時的龐貝古城罹難者遺體，還原了火山灰底下的真相【2】。西元 79 年，羅馬龐貝古城被維蘇威火山猛烈噴發的火山岩漿吞沒，這場 1900 多年前的恐怖災難，考古學家們對 86 具龐貝遇難者遺骸進行了電腦斷層 CT 掃描，利用現代成像技術顯示出遺體的骨骼、面貌等細節，經過努力，把罹難者死前驚恐的樣子完全呈現，如圖 4-1、4-2 所示。



圖 4-1 利用現代成像技術顯示出遺體的骨骼、面貌等細節。



圖 4-2 考古學家正在使用掃描技術，產生 3D 物體的切面圖

這已經成為檢查考古遺迹的常用方法，曾被用於研究埃及木乃伊。這種手持式掃描儀可讓掃描位置更為精準以及用來辨認石膏中遇難者的面部特徵如圖 4-3 所示。

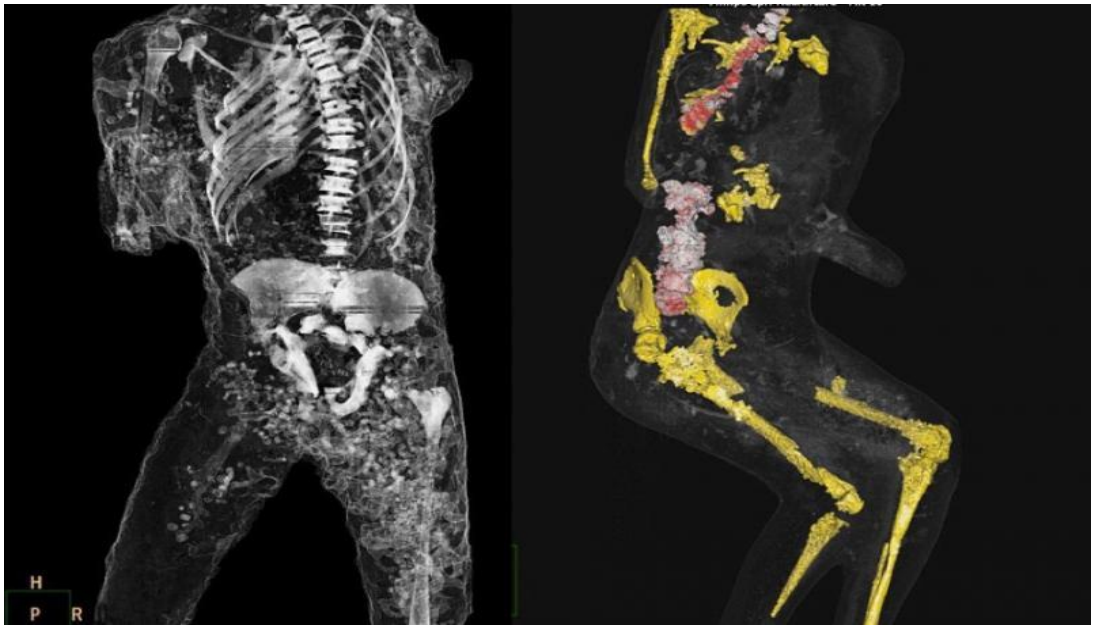


圖 4-3 罹難者的脊骨、肋骨以及盆骨照片透過軟體骨骼將以不同顏色顯示

南佛羅里達大學的兩位博士 Travis Doering 和 Lori Collins 正在改變田野考古學的方法，以及文物在課堂上的運用方式，如圖 4-4 所示。【3】

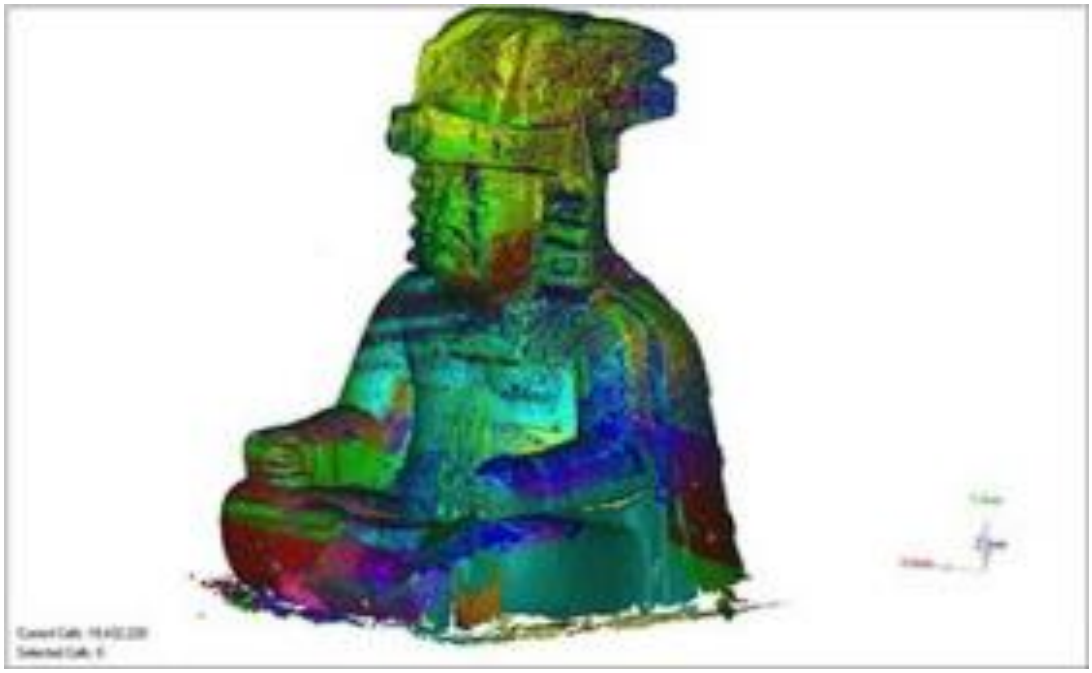


圖 4-4 墨西哥塔巴斯科州拉文塔遺址發掘的石雕做 3D 掃描後的成果

學者仔細地對文物進行 3D 掃描，沒有挖掘、挪動和破壞任何東西。透過研究，就能以虛擬方式來到遠方大陸的考古現場看到文物。

學者運用雷射掃描機和照相技術保護重要的遺跡，同時進行記錄和分析，墨西哥塔巴斯科州的拉文塔遺址就是一例。

拉文塔遺址是約西元前 900 年到 400 年間前哥倫布時代的祭祀中心，存有無數巨大的巨石頭像和其它巨石遺跡，要完全記錄會相當困難。

因此兩位博士 Doering 和 Collins 就以 3D 資料的形式加以記錄，這樣一來貴重的遺跡即可永久保存，不會腐蝕、毀壞及風化。

4-2 甚麼是 3D 掃描器

3D 掃描器分為接觸式與非接觸式，後者又可分為主動掃描（active）與被動掃描（passive），而兩者都是經由掃描獲取物體的立體訊息經由數位化已達到能使電腦顯示出來的儀器，此項技術可應用在材質處理與製造、工業與工程製造、娛樂、逆向工程，使用可見光影像達成重建的方法又稱做基於機器視覺（vision-based）的方式，是今日機器視覺研究主流之一，如圖 4-5 所示。

註：機器視覺是配備有感測視覺儀器（如自動對焦相機或感測器）的檢測機器以下有接觸式與非接觸式的說明。



圖 4-5 座標測量機

接觸式：接觸式三維掃描儀透過實際觸碰物體表面的方式計算深度，如座標測量機（CMM, Coordinate Measuring Machine）即典型的接觸式三維掃描儀，此方法相當精確，常被用於工程製造產業，然而因其在掃描過程中必須接觸物體，待測物有遭到探針破壞損毀之可能，因此不適用於高價值物件如古文物、遺跡等的重建作業。

此外，相較於其他方法接觸式掃描需要較長的時間，現今最快的座標測量機每秒能完成數百次測量，而光學技術如雷射掃描儀運作頻率則高達每秒一萬至五百萬次。

表 4-1 接觸式掃描優缺點

優點：	缺點：
1.有較高的準確性與可靠性	1.價格昂貴
2.配合軟體使用，可快速並準確的測量基本的幾何形狀	2.探頭易被測物磨損 3.測量速度慢，檢測受到限制

	4.測量時，探頭會有些微的變形，造成誤差 5.會有動態誤差產生



圖 4-6 非接觸式掃描

非接觸式：主動式掃描是指將額外的能量投射至物體，藉由能量的反射來計算三維空間資訊。常見的投射能量有一般的可見光、高能光束、超音波與 X 射線，如上圖 4-6 所示。

表 4-2 非接觸式優缺點優缺點

優點：	缺點：
1.可進行快速的量測。 2.對物體的表面不會有損傷。 3.容易操作，能夠讓使用者容易上手。	1.非接觸式不太有什麼缺點。

非接觸式已經成為現在 3D 掃描的主流，接觸是為較老一點的 3D 掃描方法，由上可知，非接觸式不太有什麼缺點，大幅的改進了接觸式的遺憾。

文化資產更可透過 3D 掃描可將各種物件進行記錄，小至各種文物、藝術品，大至歷史建築、街區建築甚至整體都市環境都可以透過掃描數位化，作為文化資產上之應用，可分為以下幾種用途，如表 4-3 所示。

表 4-33D 掃描的用途

1.紀錄樣貌
2.未來修復之依據
3.實體複製

4-3 手持式 3D 掃描器介紹：Sense 3D scanner

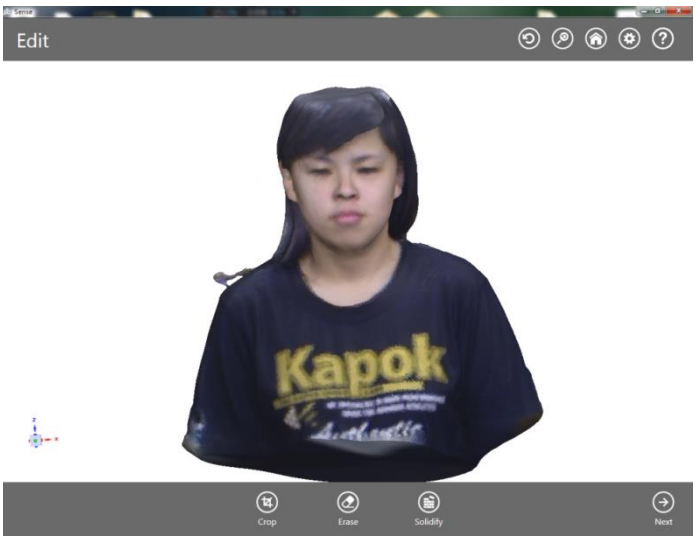


圖 4-7 利用手持式掃描器掃描物體

Sense 需要通過 USB 線連接 PC 來使用。這款設備還可以和 Windows 8 平板協作。更多的兼容性正在開發當中，就目前來講，在掃描時必須帶著自己的筆電

或者是平板，而這樣做不僅會帶來不小的負擔，同時 USB 線還很容易會在移動的時候纏在掃描物上，如圖 4-7 所示。

在二代產品中，3D Systems 可以加入無線支持或者是內存卡槽，不過額外的電池也將增加設備的重量。開啟軟體並連接 Sense 之後，它會問說“想要掃描什麼？”問題的下方提供了“人”和“物體”兩個選項，並配以基本的標誌，除了上面這些東西之外，整個屏幕基本上是空的。選擇“人”之後，軟體會問打算掃描頭部還是整個身體。而在物體掃描這一邊，需要選擇掃描物體的大小程度，包括小（書，筆記本，足球），中（吉他，輪胎，手提箱），和大（桌子，摩托車，沙發）。

在選擇之後，就可以開始掃描了。但如果選錯了，軟體中沒有返回選項，如果繼續掃描（結果可能會出錯），只能徹底關掉軟體再重新打開。

就像軟體一樣，掃描的過程也非常直接。點擊屏幕上的“開始掃描”後，軟體會倒數三二一。由於機身上沒有物理按鍵，一手拿著平板一手拿著掃描儀可能會比較麻煩。掃描小物體有點困難，在展示小物體的掃描時，這應該會讓使用者清楚地了解到這方面的限制。

在測試當中，在掃描 10 英寸以下高度的物體時會遇到一些問題，首先掃描儀在精確識別視圖掃描的實體時會遇到困難。當 Sense 發生偏移時，軟體會顯示出“丟失跟蹤”的提醒，如果出現這個問題，就需要把最後掃描的內容與攝像頭目前看到的地方對齊，物體越小，結果就越差。

因為在偏移之後，很難再回到準確的距離。被掃描的物體在掃描時必須靜止不動。這對於靜物和成人來說沒什麼問題，但如果是寵物的話，可能會比較麻煩因難以控制，此外，Sense 並不知道何時去停止掃描，所以必須自行判斷。當認為掃描完成之後，點擊“下一步”按鍵，隨後軟體就會開始處理收集到的數據。

修飾：

編輯功能可以擦除掉人工效果和固化，更棒的是，可以在這裡旋轉圖片，從而讓使用者了解到自己拍攝的圖像擁有多高的完成度。如果發現任何多餘的地方，可以使用擦除鍵來進行修飾。增強工具則能夠提供更為細緻的修改。透過它，可以讓粗糙的紋理變得順滑，也可以去除掉不需要的部分。

除了固化工具之外，這些編輯工具並不會給掃描圖像帶來任何巨大的改變。3D Systems 在維持簡潔性上面做得非常不錯,此外如果打算進行大量的糾正和修改,可以將圖像存儲為 STL 或 PLY 格式。

基本上是採取有線的設計，需要透過 USB 2.0 和電腦（或 Windows 平板）相連、搭配專用軟體才能運作，作業系統需要是 Windows7 或 Windows 8；掃描的距離是 0.35cm–3m，深度影像的解析度是 240x320（因為是直立的）。可以掃描的物體 volume 大小是從 0.2 x 0.2 x 0.2m 到 3 x 3 x 3m，掃描完後的模型三角形數量大約會是 20,000 –40,000 左右，可以輸出成 STL 和 PLY 的格式。(在作業系統和掃描物體的大小方面的限制，主要應該是軟體的關係）由於這款掃描器基本上應該是為了搭配該公司的 3D 印表機而設計的，所以掃描結果可以簡單地使用該公司的軟體來做處理。

使用上，是有不能在強烈紅外線光源的環境下使用的限制；也就是說，不能在戶外、陽光下使用，這點算是技術上先天性的限制了。

基本上這個掃描器應該算是比較適合直接拿在手上,因焦距沒辦法離物體太遠。

表 4-4 手持式掃描器的使用特點

1.快速掃描後，直接透過雲端連接 Cubify Printer 進行列印。
2.能夠使用軟體具有快速剪裁、自動修補，讓使用者能輕鬆上手。
3.可從複雜的背景中自動目標辨識，大大提高掃描作品完整度。
4.有最通用的掃描範圍，可自動優化設置對象大和小。
5.能夠隨心所欲、自由創作。

4-4 **Helio s 3D scanner 3D** 快速人體掃描系統

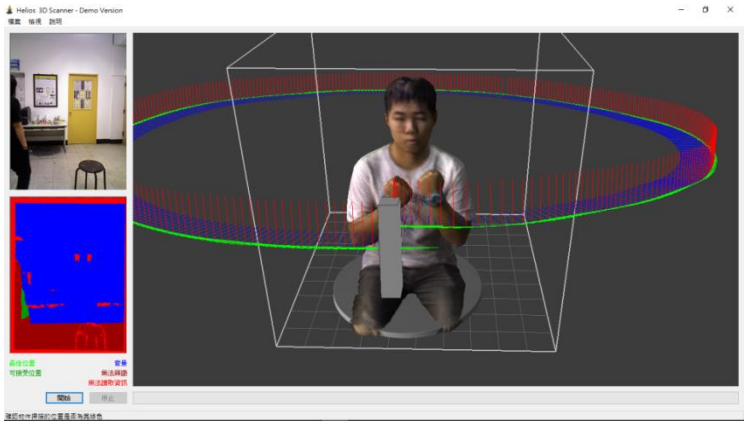


圖 4-8 3D 快速人體掃描

使用說明：

設定底座(如圖 3-9)轉動時間(秒數)架設掃描鏡頭設定完成後，開啟軟體，按下掃描鍵三二一開始掃描，掃描過程模特需靜止不動待轉盤歸回原位，完成掃描，如圖 4-8、4-9 所示。



圖 4-9 設定底座轉動時間(秒數)

表 4-5Helio s 3D scanner 3D 優缺點

優點：	缺點：
1.只需要花費 15 秒就可以完成 360 度掃描。【4】 2.簡單架設，輕輕鬆鬆完成拍照。 3.可用於婚紗、旅遊景點、博物館、科學館等…。 4.無須修改就可以直接 3D 列印。 5.有許多格式的儲存模型例如，PLY.STL 或 VRML。	1.掃描過程中如有晃動將會造成模型成型模糊。 2.須仔細調整鏡頭角度，使鏡頭照射能夠在清晰範圍內。

6.可快速掃描一個人或寵物 3D 模型。 7.可儲存(VRML,OBJ)等 3D 圖檔。	

4-5 NextEngine 3D 掃描儀使用裝配、使用說明

4-5.1 掃描器裝配

根據以下四個基本步驟去裝配您的掃描器：

1.連接掃描器與電腦。

2.裝配自動定位儀與夾物器。

3.安裝 ScanStudio 軟體。

4.連接自動定位儀至掃描器。

以下敘述每個步驟的程序。

3-5.2 連接掃描器與電腦

1.從盒子裡拿出 USB 線及電源線，如圖 4-10 所示。



圖 4-10 USB 線及電源線

2.將電源線安裝在電源輸出插座及掃描器背面，如圖 4-11 所示。



圖 4-11 電源線安裝在電源輸出插座及掃描器背面

3.將 USB 線安裝在掃描器背面及您電腦上的 USB 接口，如圖 4-12 所示。

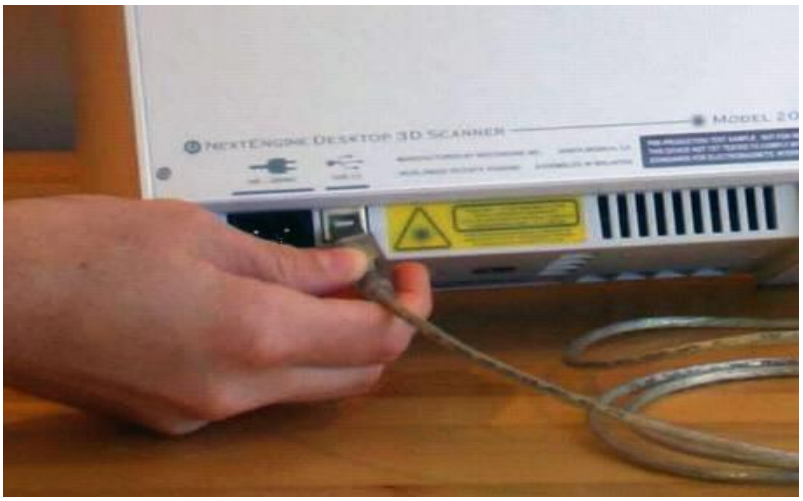


圖 4-12 將 USB 線安裝在掃描器上

4-5.3 裝配自動定位儀與夾物器

1.把夾物桿安置並鎖入在自動定位儀上四個槽口的其中一個，如圖 4-13 所示。

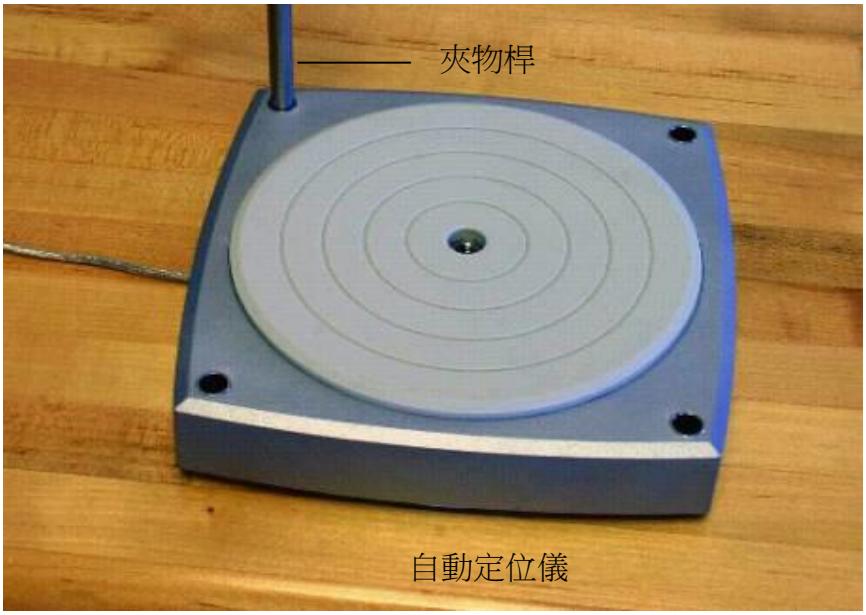


圖 4-13 將夾物桿安裝並鎖入自動定位儀上

2.把附圓盤的軸套置在桿上。根據需求的高度，把圓盤後的螺絲鎖緊固定，圖 4-14 所示。

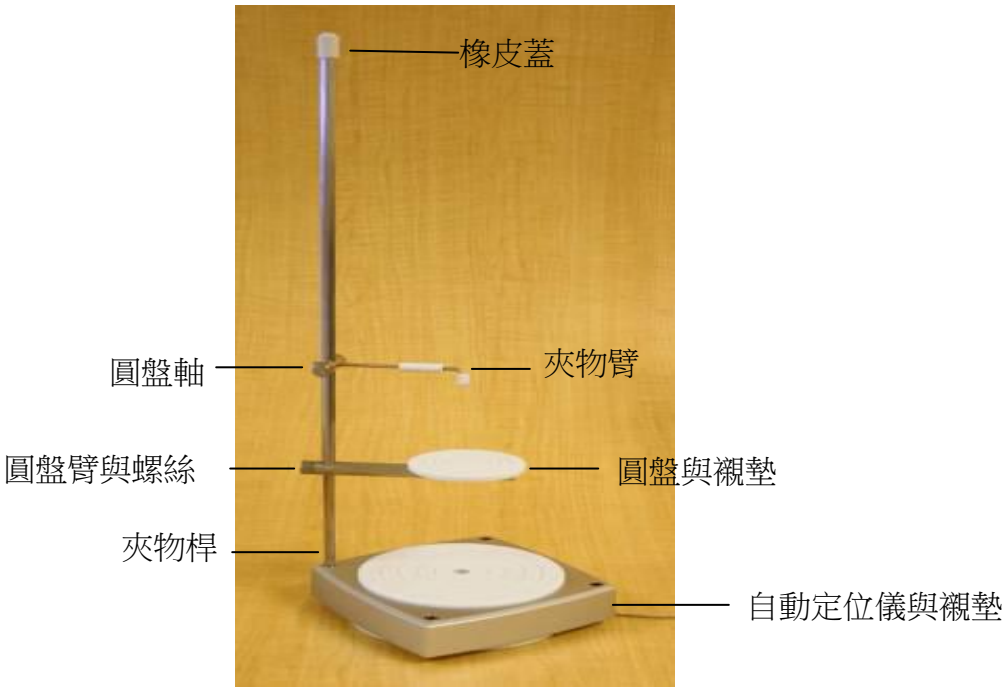


圖 4-14 圓盤介紹

3.套置夾臂在軸上然後根據需要的高度擰緊螺絲以固定位置。把橡皮蓋套在軸的頂部。

4.固定圓盤螺絲後，利用圓盤臂把夾物器桿鎖緊，如圖 4-15 所示。



圖 4-15 固定圓盤螺絲、圓盤臂鎖緊夾物桿

4-5.4 安裝 ScanStudio 軟體

可以在 NextEngine 網站下載 ScanStudio 安裝程序（www.nextengine.com/Start）。光盤裡的安裝軟體供特殊狀況下使用，例如當您在沒有連線網絡的情況下裝置您的掃描器。

1.首先拔掉連接您電腦的 USB 接口的 USB 線。

2.在 ScanStudio 網頁，選擇並按綠色的“GET”按鍵以下載 ScanStudio 軟體。

3.您的網站瀏覽器會提示您下載選擇：

如果是 google 瀏覽器，按“下載”。

如果是 IE 瀏覽器，按“運行”。

如果是火狐，按“保存”。當儲存完畢，按“打開”。

4.下載完畢後，根據畫面安裝指示。

5.ScanStudio 會開啟及提醒您為您的掃描器及軟體註冊。

6.重新把 USB 連接線連接掃描器及電腦上的 USB 接口。

7.會有小視窗提示您有新硬件設備連線。

8.選擇“是”及按“下一步”。

9.選擇自動安裝“自動安裝軟體（推薦）”及按“下一步”。

10.當安裝完畢後，按“完成”。

4-5.5 連接自動定位儀至掃描器

掃描器實際上安裝了兩套掃描系統，兩組鏡頭及兩套鐳射模組。每個高精準光學模組負責各別的掃描距離範圍。

根據您要掃描的物體的體積及解析度，您可以選擇適合的距離範圍。

使用近距式（微距）拍攝小物件及精緻的細節（約手提電話大小）。

使用遠距式（WIDE）拍攝大物件（約鞋盒大小）。

1.利用收納在自動定位儀底部的連接線的槽口以決定近距式（MACRO）或遠距式（寬），如圖 4-16 所示。

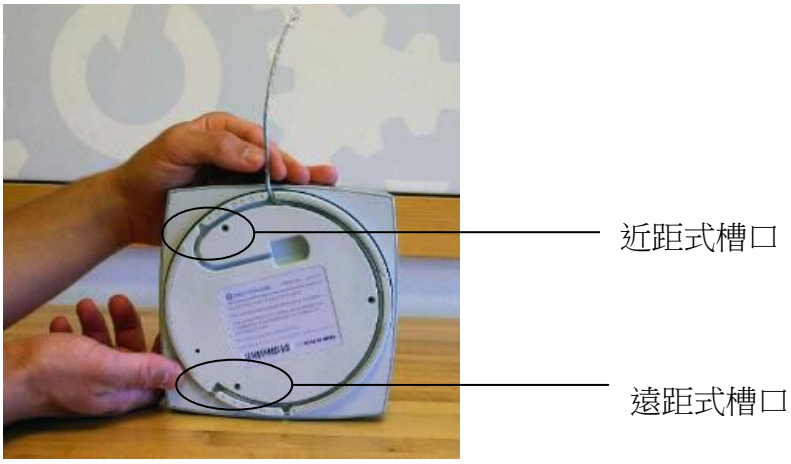


圖 4-16 底座介紹

2.把自動定位儀連接線安裝在掃描器的前面，如圖 3-17 所示。



圖 4-17 將自動定位儀連接線裝上掃描器

3.把自動定位儀設置在掃描器的正中前及根據連接線設定距離可以用尺來測量距離。測量掃描器的前面至掃描物的表面來確定是否在掃描距離內：

理想的近距式距離（微距）：16.5 厘米

理想的遠距式距離（廣角）：46 厘米

掃描器捕捉不到超越設定距離範圍外的掃描物體的影像：

近距式距離範圍（MACRO）：15 厘米-23 厘米

遠距式距離範圍（廣角）：35 厘米-56 厘米

此系統的價格僅僅為同類產品的十分之一。這不是單單一個便宜的 3D 掃描儀。這是一個更好的但花費較少的掃描儀，且不需要花費額外的時間來編輯，曲面數據非常清晰，甚至可以直接使用掃描儀數據，此掃描儀使用激光陣列進行平行掃描，能夠得到較高的數據與準確度，如圖 4-18 所示。



圖 4-18 NextEngine 3D 掃描儀

以下有介紹 NextEngine 性能、以及軟體支持並描述如何使用 NextEngine 三維掃描器將物體數位化的基本步驟，可以將這些步驟想像成基本工具，如何應用要取決於待掃描物體的具體特徵，當熟悉這些步驟後，將會知道怎麼利用各種方式去掃描形形色色各種特別形狀的物體。結尾部分會作使用總結。【1】

性能參數：

表 4-6 性能參數

掃描對象大小	沒有限制。掃描對像大於掃描區域的可以通過提供的軟體來拼接。
掃描區域	13cm x 10cm(微距模式) ，35cm x

	26cm(廣角模式) 。
掃描密度	在對象曲面上的掃描精度達到 2.5 萬點/cm2（微距模式），3500 點/cm2（廣角模式）。
貼圖分辨率	微距模式下物體表面為 400DPI ，廣角模式下為 150DPI 。
空間精度	± 0.127mm（微距模式），± 0.381mm（廣角模式）。
掃描速度	每秒鐘處理 5 個萬點。平均每個小平面花 2 分鐘。
典型數據大小	通常小物體掃描之後，進行採集和優化處理，最終是 20 多萬個點。
工作環境	桌面使用時需要在普通的辦公室燈光下，不需要暗房或特殊的環境要求。

軟體支持：

表 4-7 對照表

ScanStudio HD	該軟體用來進行掃描，拼接，合併，操作 3D 模型，高性能的 OpenGL3D 查看器
SolidWorks 集成	可直接 SolidWork 的內部掃描（Office 2007），點擊切換掃描和設計。
數據輸出格式	掃描數據可以輸出以下網格文件格式：STL、OBJ、VRML、XYZ、U3D 和 PLY 文件。
文件大小	通常的模型大小在 20MB，根據 10 個掃描面來估計。
ScanStudio HD	點雲轉換網格工具，驅動掃描儀並生

	成 3D 網格模型。（標準隨機自帶）
ScanStudio HD PRO	2X 速度，4X 原始點雲，提供大物體（58 厘米*43 厘米）模式。（額外購買）
ScanStudio CAD TOOLS	點雲轉換 NURBS 工具，添加曲面和樣條曲線加速 CAD 建模。（額外購買）
RapidWorks	點雲到 CAD 工程建模工具。創建具有特徵結構的實體模型。（額外購買）

註：點雲是指透過 3D 掃描器所取得之資料型式，掃描資料以點的型式記錄，每一個點包含有三維座標，有些可能含有色彩資訊（R,G,B）或物體反射面強度。

點雲數據除了具有幾何位置以外，還有強度（Intensity）信息，強度信息的獲取是雷射掃描儀接受裝置採集到的回波強度，此強度信息與目標的表面材質、粗糙度、入射角方向，以及儀器的發射能量，雷射波長有關。點雲也是逆向工程中通過儀器測量外表的點數據集合。【11】

4-5.6 其他說明

在掃描過程中，掃描器會先拍攝物體面向掃描器的那一面。紋理掃描使用裝置在掃描器的上部和底部的白光以拍攝逼真的表面細節，幾何掃描使用排列四組激光陣列捕捉物體的外觀型狀。然後對齊及融合各個角度的掃描結果以構建一個完整的模型，如表 4-8 所示。

掃描面：

表 4-8 各掃描面敘述

360 度掃描	這一種掃描會自動旋轉放置於自動定位儀之上的掃描物體，掃描特定間隔角度以得到整個圓周。通常這是建立一個完整模型的第一個步驟。缺省的是六等分—掃描器在掃描物件第一面後，接著轉動物件 360/6 = 60°，再掃描、再轉動，然後重複到完成。

	可以在設定窗口選擇更多或更少掃描等分。
組掃描	這一種方式首先會掃描物體面向掃描器的那一面，然後轉動自動定位儀再掃描左右兩個相鄰間隔面。通常這是彌補 360 度掃描所遺漏的頂部及底部面的掃描方式。掃描的左右間隔面位置可以確保有足夠的涵蓋面與已經掃描的物體面作對齊接合。
單面掃描	顧名思義，這一種方式只掃描物體面向掃描器的那一面，這是只需要物體的單面數據。 同時也可以用以補缺掃描物體的特殊形狀面或較隱秘角度的位置，或針對某些不需要組掃描就可以對齊結合的數據。

保存模型：

安裝 ScanStudioCORE 時，軟體會建立一個名叫“My 3D”文件夾在”我的文件夾”裡。開始新的掃描及第一次存檔時，ScanStudio 會為那些掃描數據建立另一個新文件夾在原來的文件夾裡。這些文件夾的名稱已預設為，“3D_Scan_1,”、“3D_Scan_2,”等順序。

掃描文件夾內存有各種必須的操作檔案：

scn 文件用以管理全部的掃描數據以組合成模型。在 ScanStudio 裡保存模型時，就是保存為 scn 文件。大體而言，此文件及以下提起的 NZIP 文件是需要注意的，其他各類型的文件則會由 ScanStudio 自動管控。jpg 文件是每次掃描的表面紋理的影像數據。raw 文件是每次掃描時包含的雲點的幾何運算數據。Thumbnails 的副文件夾包含那些顯示在 ScanStudio 的圖像界面的略圖影像。

NZIP (.zip) 文件是包含 scn 文件及全部參考文件的壓縮檔。可以在 ScanStudio 的保存選擇裡建立 NZIP 文件。NZIP 文件可以有效確保轉移模型資料從一台電腦至另一台時不會遺漏任何必要的文件。

例如，如果 scn 文件不能找到相關的 jpg 文件，就不能看到紋理圖像，scn 文件包含了幾何數據，所以不需要 raw 文件來呈顯幾何圖像。只需要高解析圖像做再加工時才需要 raw 文件，而這些文件也全都包含在 NZIP 文件裡。

當模型保存為新文件名時，將另建一個 scn 文件在文件夾裡(相關的 jpg 及 raw 文件將不會復製或變更)。保存個別版本的模型文件有助於備份修剪或修飾前的模型資料。這些個別版本的 scn 文件也將幫助記錄在 ScanStudio 裡嘗試過的各種不同技巧與使用歷史。

掃描物體，將根據以下步驟進行：

1. 裝配掃描器與目標物體
2. 執行 360 度掃描
3. 修飾 360 度掃描數據
4. 對齊 360 度掃描數據
5. 執行組掃描以獲得頂部掃描數據
6. 對齊頂部掃描數據
7. 對齊頂部掃描數據與 360 度掃描數據
8. 修剪頂部掃描數據
9. 執行組掃描以獲得底部掃描數據
10. 對齊底掃描部數據與模型
11. 融合掃描數據
12. 模型數據輸出 (選擇性)

3-5.7 裝配掃描器與目標物體

1.根據步驟架設掃描器，電腦，自動定位儀及夾物器等。

2.利用自動定位儀的近距式的連接線槽口去設置目標在近距式掃描的正確距離。(參考 4-5.5)。

3.對於有光澤表面的目標體，可使用粉末筆里的粉末加以覆蓋以減少反射，如圖 4-19 所示。



圖 4-19 使用粉末加以覆蓋以減少光反射

4.初始設置圖如下，如圖 4-20 所示。



圖 4-20 物體固定、設置完成

4-5.8 執行 360 度掃描

1.啟動 ScanStudio 然後按掃描鍵(Scan) 開始掃描。掃描文件命名會顯示在黃色工具欄裡，如圖 4-21 所示。【6】

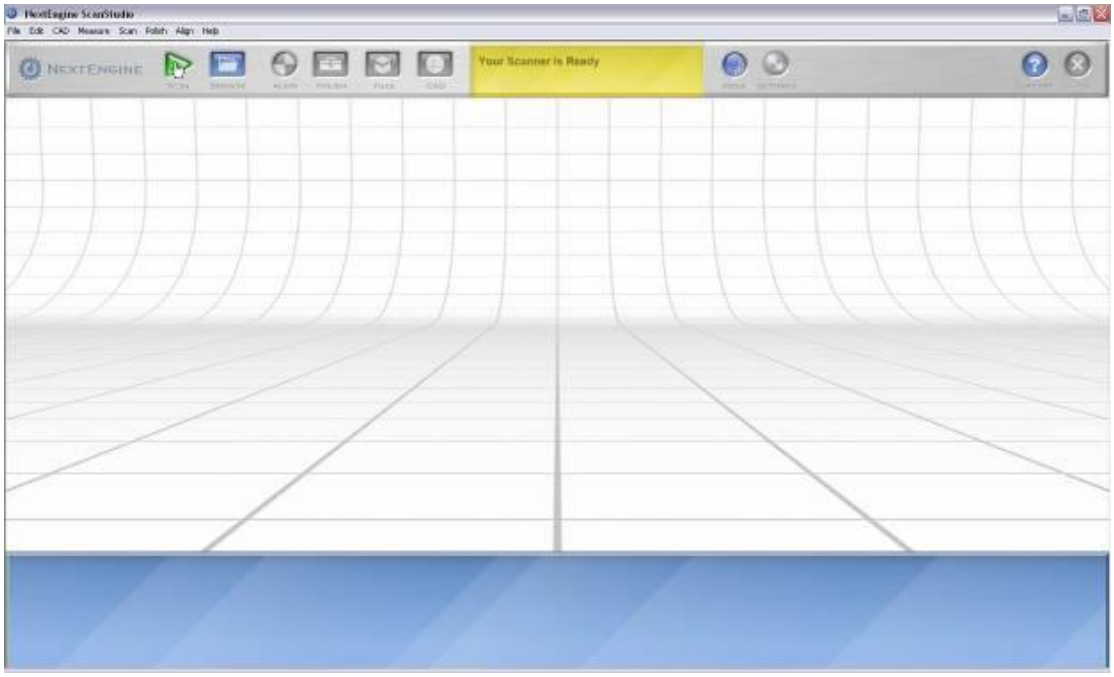


圖 4-21 啟動軟體點選掃描鍵，掃描文件名稱會顯示在螢幕上黃色區域

2.利用掃描設定畫面裡的實況觀景窗調整目標(點擊在所需位置上，然後拖拉矩形框選中要掃描的物體)，如圖 4-22 所示。

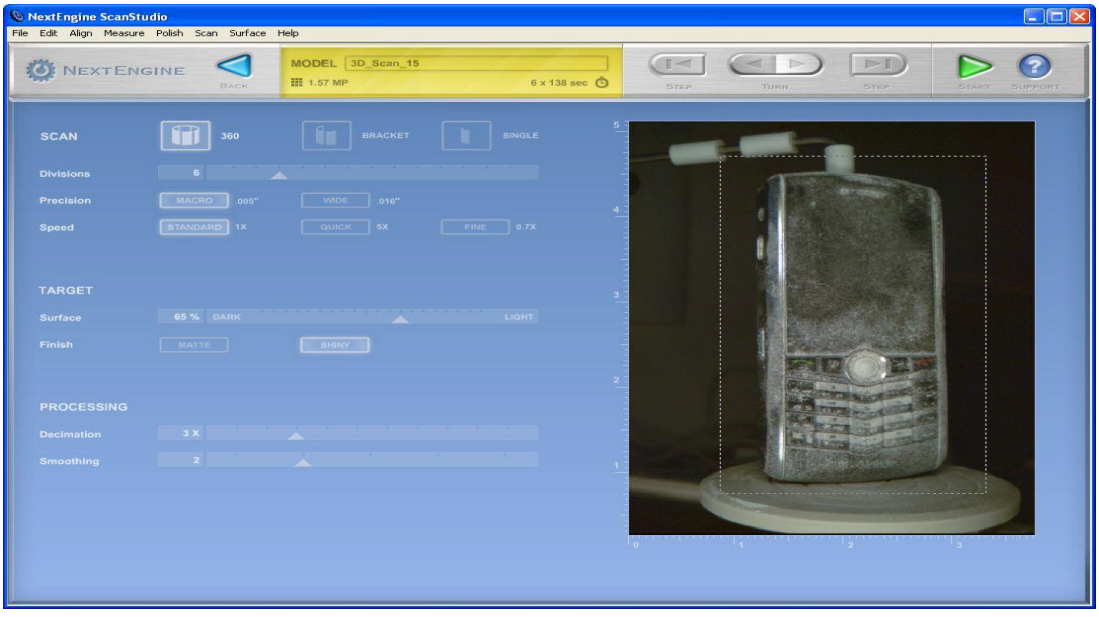


圖 4-22 框選掃描物體

3.如下圖設定選擇 360 度掃描，具體條文可以參考本章末尾部分有關摘要及解釋，如圖 4-23 所示。



圖 4-23 選擇 360 度掃描

4.按 Scan 掃描鍵開始掃描，如圖 4-24、4-25 所示。

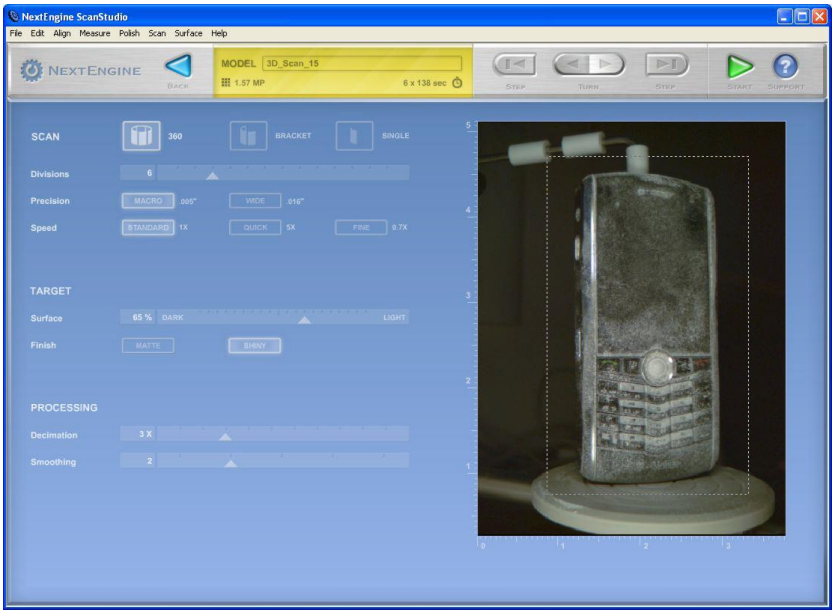


圖 4-24 點選掃描鍵開始掃描

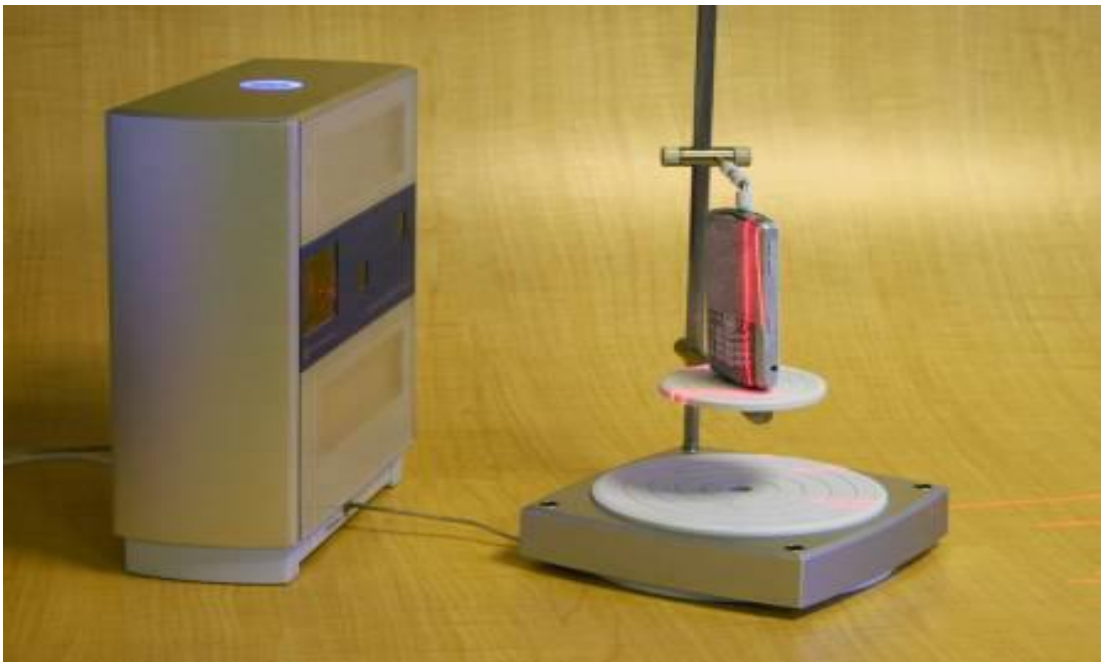


圖 4-25 如上圖所示 360 度掃描在進行中。

4-5.9 修飾 360 度掃描數據

1.當完成第一個面掃描後，在記錄下一個掃描面時可以同時開始修剪掃描出來的數據，首先點選打磨鍵 (Polish) 已進入修飾控制板，如圖 4-26 所示。

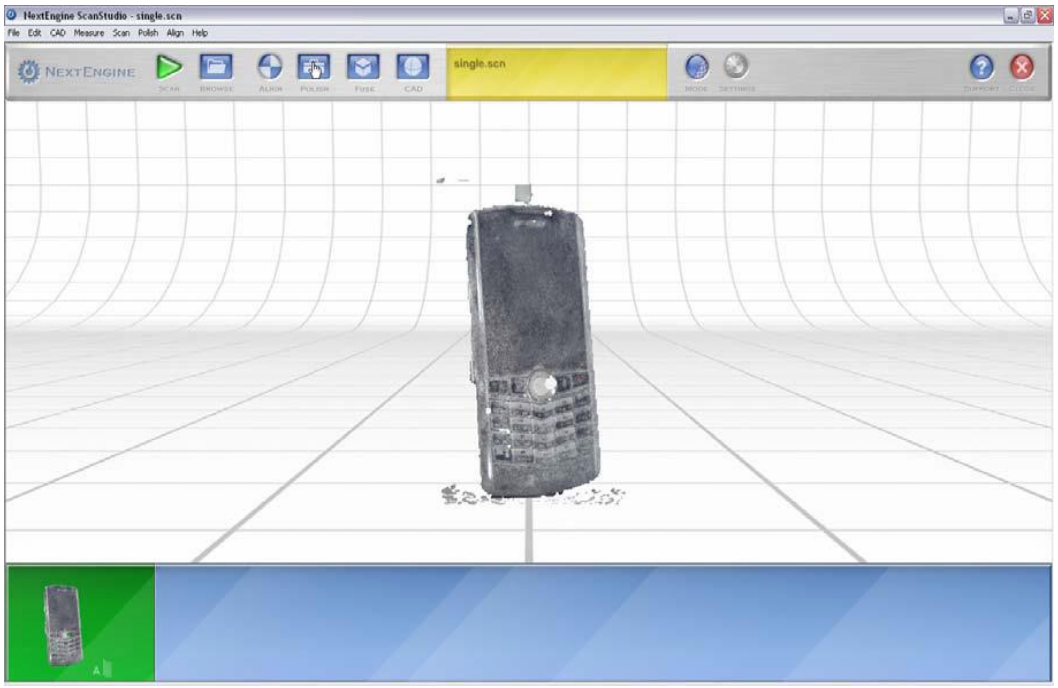


圖 4-26 點選打磨鍵 (Polish) 進入修飾控制板

2.然後點選修剪鍵(Trim) 進入修剪控制板，如圖 4-27 所示。

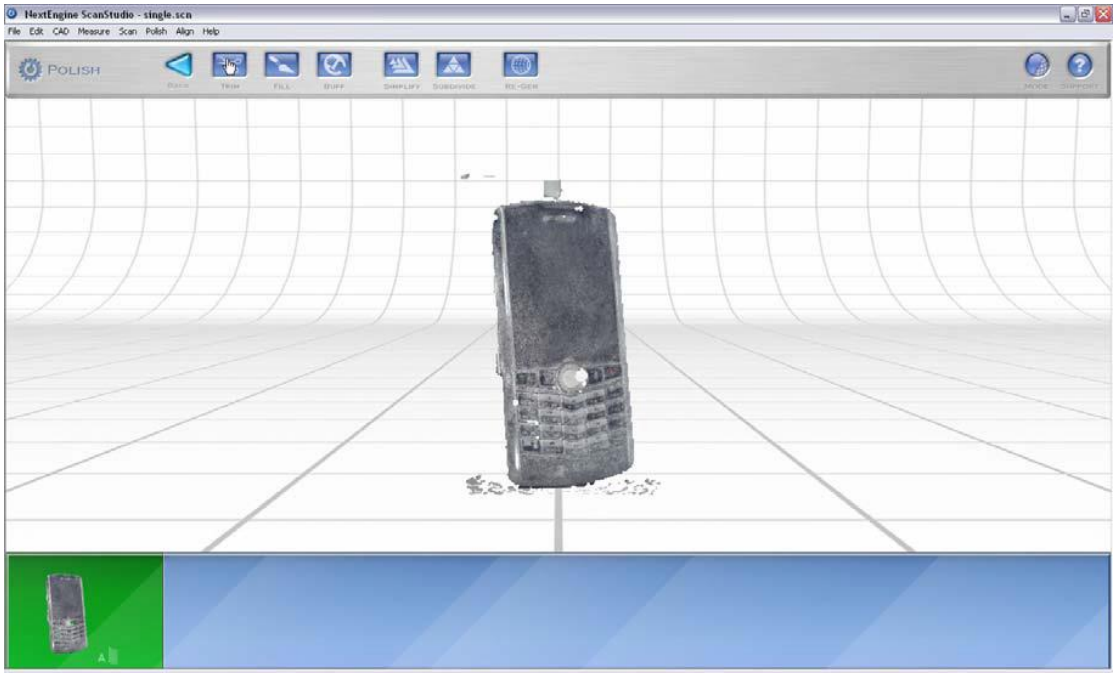


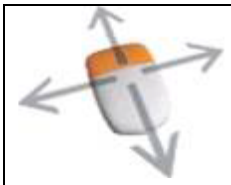
圖 4-27 點選修剪鍵(Trim) 進入修剪控制板

3.在修剪物體前，首先點選那些要去除的部分。(這包括夾物器桿與自動定位儀襯墊的部分範圍，剩下的整體留待對齊。) 而如何選擇要修剪部分的步驟則記載在模型定位及塗繪修飾部分。

4-5.10 旋轉縮放掃描模型，如表 4-9 所示。

表 4-9 滑鼠的移動

	希望掃描模型在軸線上旋轉，可以按著鼠標的左鍵然後根據所要的方向滑動。
	假如要縮放，首先按著鼠標的右鍵，然後往自己的方向滑動以拉近圖像作細部檢察，或把鼠標往前滑動以拉遠做整體觀察。

	如果要平移模型觀察，可以同時按著鼠標的左右鍵然後根據所要的方向滑動。

希望掃描模型在軸線上旋轉，可以按著鼠標的左鍵然後根據所要的方向滑動。

假如要縮放，首先按著鼠標的右鍵，然後往自己的方向滑動以拉近圖像作細部檢察，或把鼠標往前滑動以拉遠做整體觀察，如果要平移模型觀察，可以同時按著鼠標的左右鍵然後根據所要的方向滑動。

4-5.11 塗繪修剪部位

建議在修剪前為模型另建新文件名並保存(以防誤刪一些需要的部分)。當進入修剪控制板後，在視窗畫面上會出現下列的工具選擇欄，如圖 3-28 所示。



圖 4-28 工具選擇欄

選擇顯示為紅色，可以使用鼠標為要選擇的部分塗上紅色。首先確定在工具欄上的加號被選中(在工具欄的右邊“+”)。這表示要添加選擇的部位。如果點選減號(工具欄的“-”)，選擇的部位則會恢復原來的狀態，可以選擇修改誤選的部位。(如果希望選擇全部部位，那可以點選工具欄的”ALL”按鍵)在工具欄上的加符號“+”選中情況下，點選圓圈或正方形圖示的按鍵，把鼠標轉換成相符的圓形或方形圖標，圖標也同樣呈現紅色，移動鼠標至需要部位點擊左鍵選擇需要去除的部分。

要注意的是，被選中的部分會延伸至整個模型的後面，包括在可看見的表面之下的所有部分，可以調整模型的角度以幫助區分哪些需要選中的部分，可以點選指標鍵(在工具欄的最左邊)，把鼠標變換為定位控制模式(轉動，縮放及平移)。

在調整可視角度後選擇圓形或方形圖標，繼續高亮選中要修剪掉的部分，

提示小技巧：如果使用的是智能鼠標(中間附有滾輪的鼠標)可以在圈繪時點按著滾輪，調整模型。接著只要放開滾輪就可以恢復原來的選擇模式。

4-5.12 修剪選擇部位

點選修剪鍵(Trim) 剪掉要去除的紅色部分(選擇要圈繪的型態)。也可以選擇在全部圈繪後執行修剪或即時對剛圈繪的部分執行修剪功能，如圖 4-29 所示。

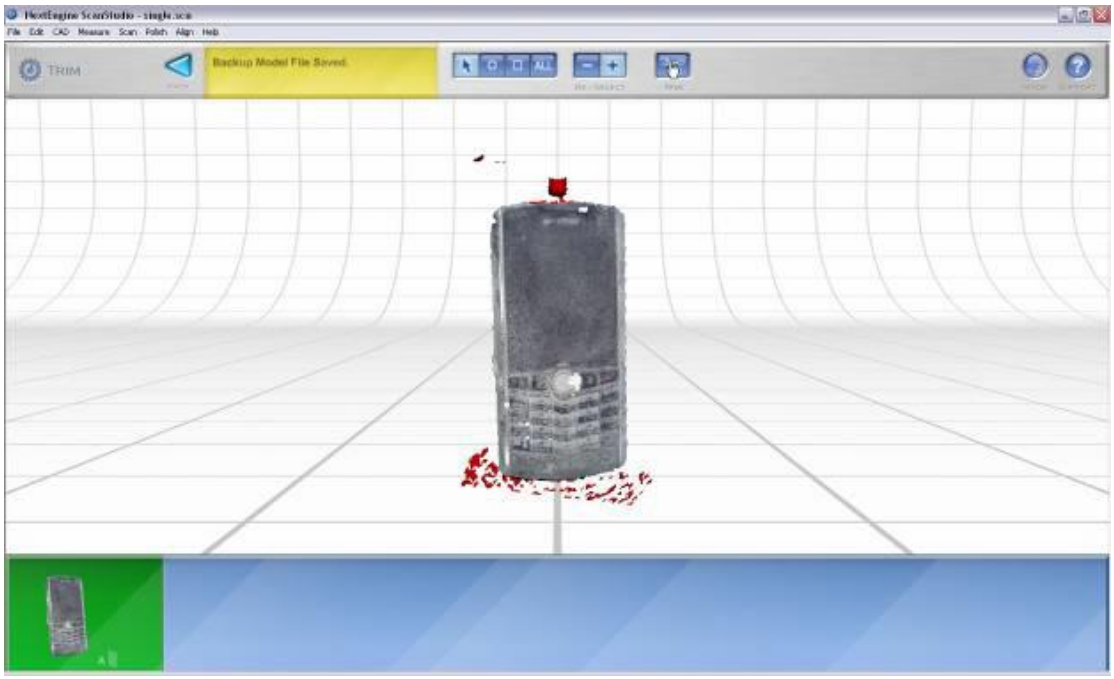


圖 4-29 點選修剪鍵(Trim) 剪掉要去除的紅色部分

當 360 度掃描的每一面都完成後，一個相對應的小圖像會出現在畫面底部的藍色區域裡。可以根據上面敘述的步驟在主畫面依序修飾每一面掃描圖像。只要點選小圖像就可以把那一面的掃描圖像顯示在主畫面裡。

4-5.13 研磨 (修飾) 掃描數據

研磨功能是打磨工具裡的另一項功能，研磨可以減少數據裡的干擾部分，在幾何面裡的模型原來表面應該是平滑的，利用研磨這個功能可以讓選擇的表面部位更平滑，同樣建議在研磨修飾前為模型建立新文件名並保存(以防誤刪一些需要的部分)。

1.在主畫面點選打磨鍵 (Polish) 打開打磨控制板，如圖 4-30 所示。

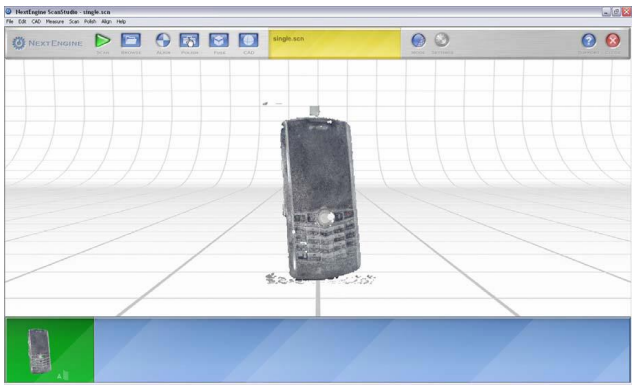


圖 4-30 點選打磨鍵 (Polish) 打開打磨控制板

2.然後再點選研磨鍵 (Buff) 打開研磨控制板，如圖 4-31 所示。

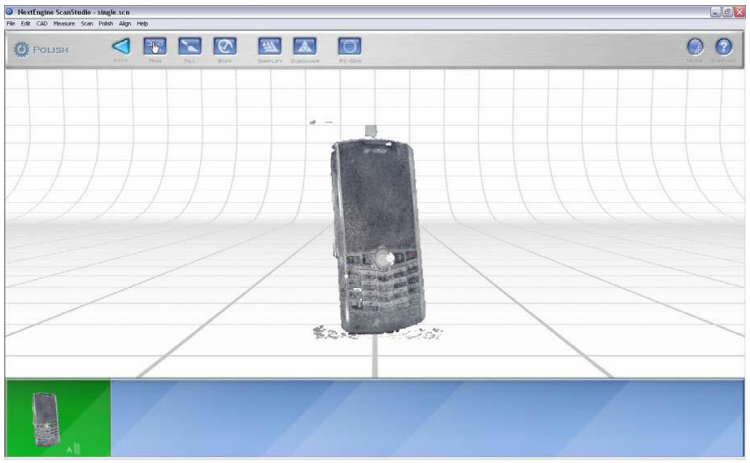


圖 4-31 點選研磨鍵 (Buff) 打開研磨控制板

3.與修剪選項同樣的工具列裡會顯示研磨工具欄，如下圖 4-32 所示，之後就可以使用同樣的方式選擇要研磨的模型部位(參考 4-5.11 部分)。



圖 4-32 研磨工具欄

4.當圈繪所選擇的部位後，點選在工具欄右邊的研磨鍵 (Buff) 打開研磨設定窗口，如圖 4-33 所示。

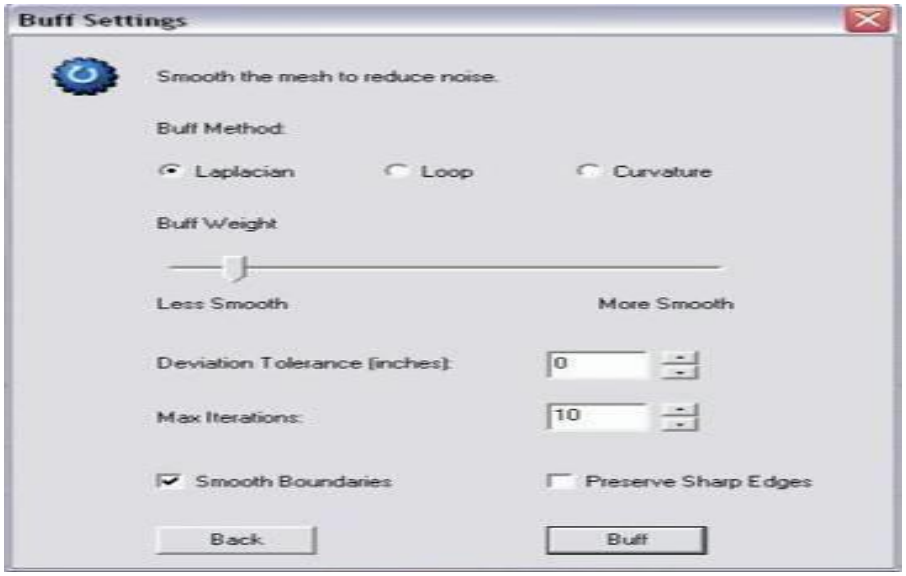


圖 4-33 研磨設定窗口

5.要確認哪種研磨方式 (Buff Methods) 比較適合模型，最好的辦法就是嘗試然後檢驗研磨後的结果。

Buff Weight 的移動鍵是讓使用者選擇修飾的平滑度。

Deviation Tolerance 是輸入平滑度的誤差值。

如果要求讓邊緣頂點周圍的洞孔更平滑可以點選 Smooth Boundaries 選項。

如果要求保留邊緣細節的鮮明輪廓可以點選 Preserve Sharp Edges 選項。

6.當完成研磨窗口裡的選項設定後，點選在窗口右下邊的研磨鍵 (Buff) 開始執行研磨程序。

4-5.14 對齊 360 度掃描數據

完成修飾 360 度掃描後，就可以開始對齊步驟

1.點選對齊鍵 (Align)打開供對齊的雙窗口，如圖 4-34 所示。



圖 4-34 打開供對齊的雙窗口

2.三個圖釘分別會出現在個別窗口的右上邊。(必須在藍色區域及綠色區域裡各有一個掃描圖面才會出現這些圖釘)，如圖 4-35 所示。

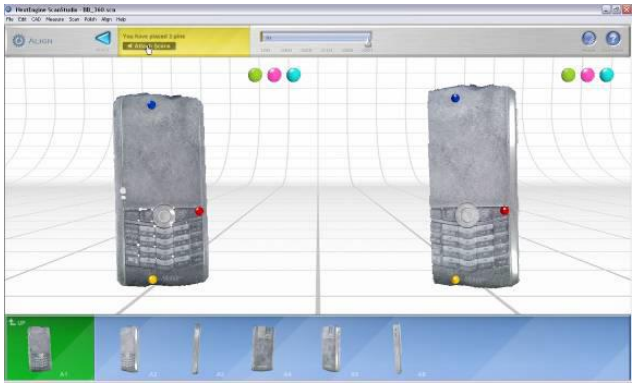


圖 4-35 放置圖釘以利對齊

3. 留意兩個掃描圖表相似部分的特徵

4.然後拖拉一枚圖釘置放在其中一個掃描圖位置上(也可以在掃描圖位置上利用雙點擊把圖釘置放在表面上)當置放圖釘在掃描圖上時，畫面會自動變焦推近，就可以準確的置放在位置上。

5，然後在另一個窗口的掃描圖的相同位置上，重複以上的步驟放置相同顏色的圖釘。

6.要變焦拉遠圖像，可以按著鼠標的右鍵然後往前滑動，或簡單在掃描圖上雙點擊鼠標右鍵。

7.重複以上第四至第六步驟放置最少三枚圖釘。當然也可以追加多一些圖釘以加強對齊的準確度。

8.釘好那些圖釘後，點選在黃色工具欄的“Attach Scans 附加掃描”。

9.所有 360 度掃描圖將根據圖釘的配對，來做對齊接合。在黃色工具欄右邊的精準度，儀表會計量對齊進行度，並顯示黃色以表示對齊過程在進行中。當儀表轉綠色後即表示對齊完畢，同時“Model Aligned 模型保持一致”會出示在黃色工具欄裡。可以拖曳儀表指針去調整對齊的準確度。(拖曳到左邊以加快對齊速度，而拖曳到右邊則求更精確的對齊)。

10.當掃描略圖從綠色區域移到藍色區域，這表示它們已經完成對齊及接合。可以點選右邊的模式鍵（Mode）觀看網狀模式。然後點選在左邊退出鍵（Back）退出對齊功能，如圖 4-36 所示。

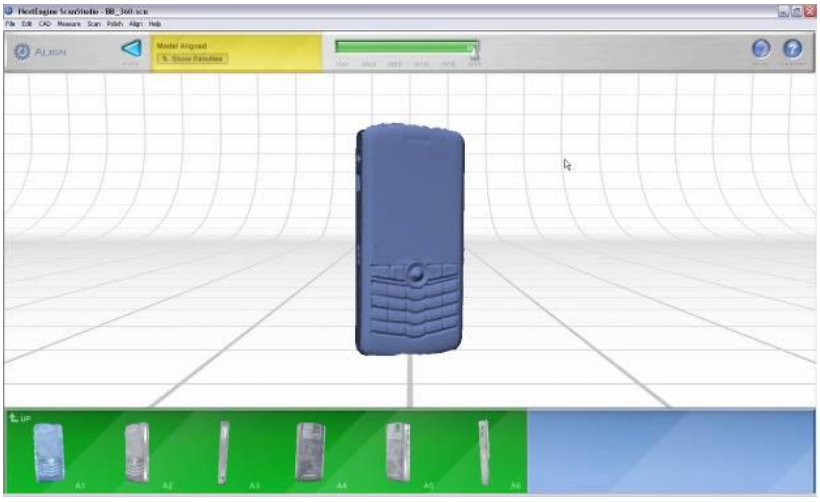


圖 4-36 完成對齊及接合

4-5.15 執行組掃描以獲得頂部掃描數據

現在掃描圖像已經對齊接合，接著就可以開始掃描物件的頂部及底部。

1.掃描物件頂部的設定如下圖 4-37 所示。

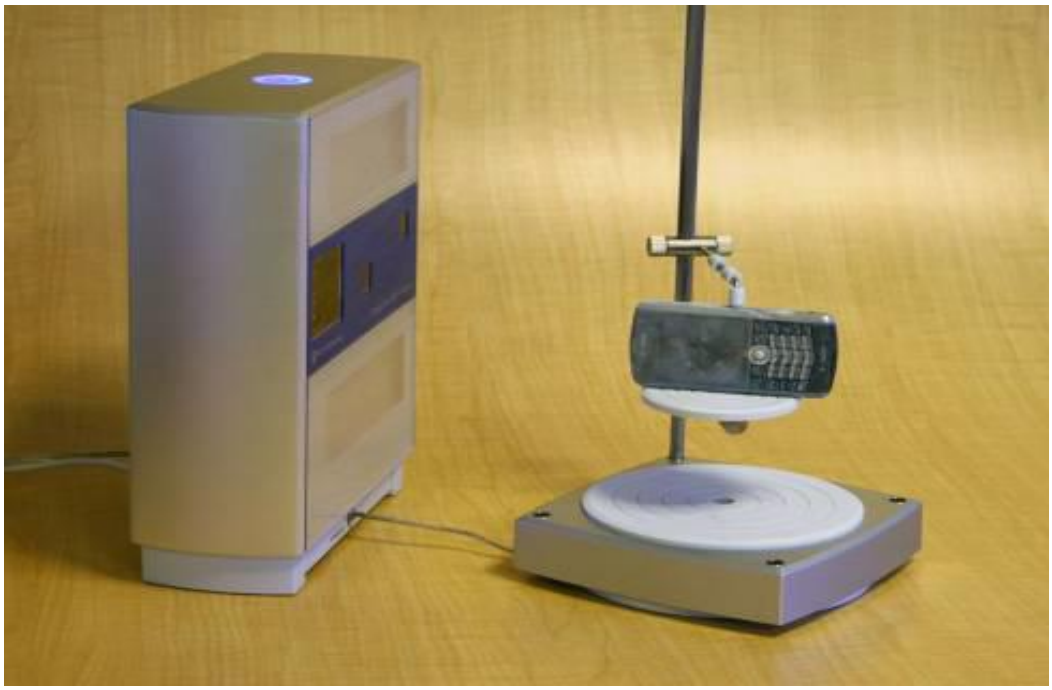


圖 4-37 固定物體頂部

2.點選“Scan”鍵開始掃描設定，如下圖 4-38 所示。

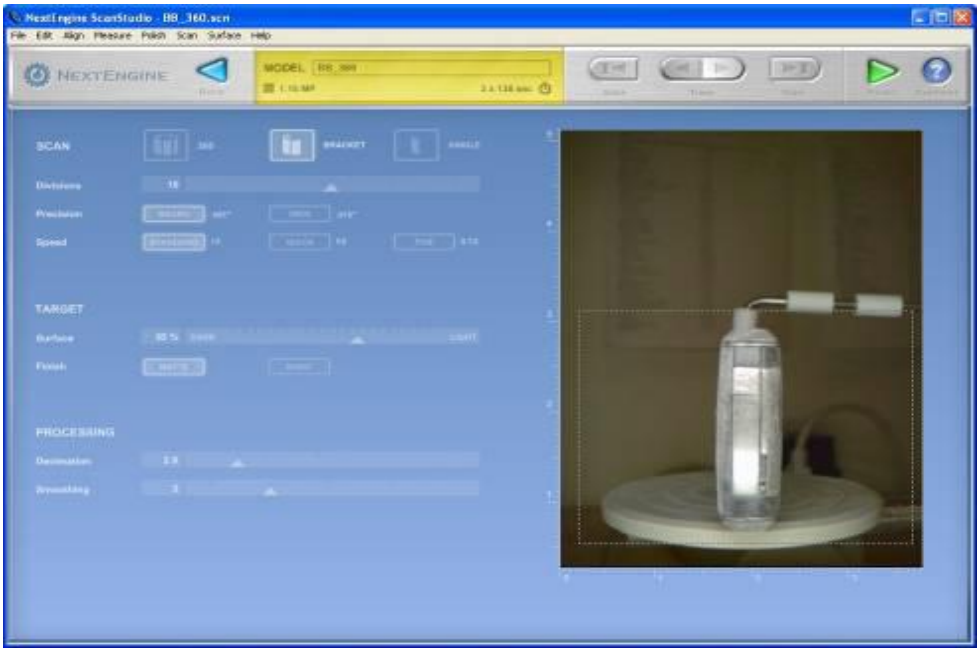


圖 4-38 點選 Scan 開始掃描設定

3.利用組掃描頂部，組掃描會捕捉三個圖面(即當前的可視圖面，然後左右各一個圖面)，這是確保可以涵蓋之前的 360 度掃描圖像作對齊接合組掃描的設定如下，如圖 4-39 所示。



圖 4-39 使用組掃描掃描頂部

4. 根據 3-5.9 部分的步驟去修飾三個頂部掃描面(選擇在對齊之前或之後作修飾)。

4-5.16 對齊頂部掃描數據

依照 4-5.14 部分置放三枚圖釘以對齊並結合三個組掃描面，如下圖 4-40.4-41 所示。

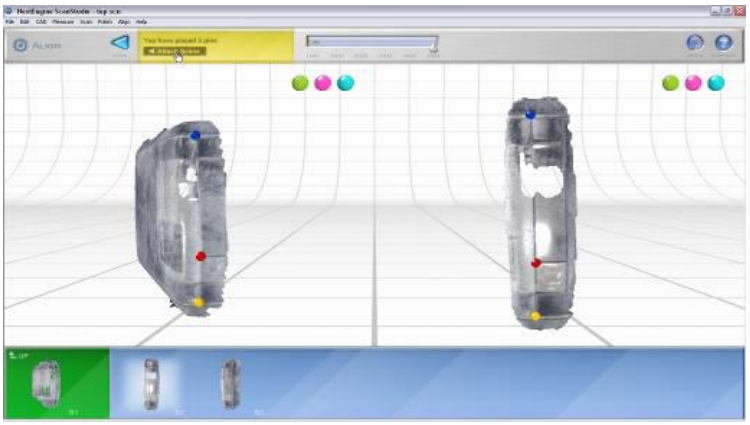


圖 4-40 置放三枚圖釘以對齊並結合三個組掃描面

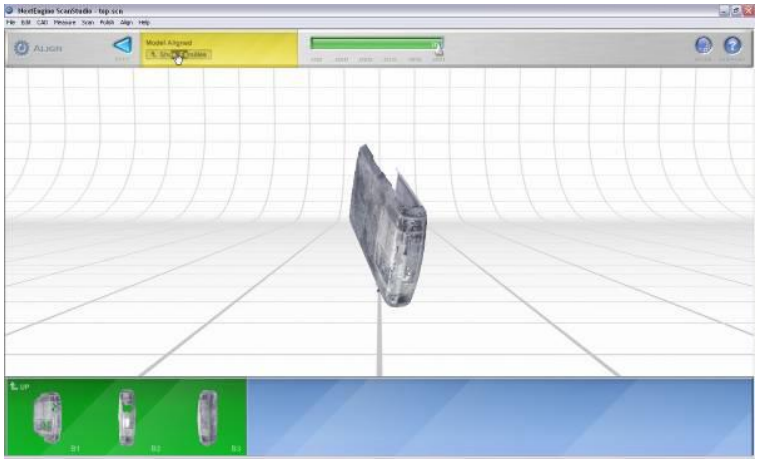


圖 4-41 頂部的組掃描可以彌補掃描物件缺失的頂部面數據。

4-5.17 對齊頂部掃描數據與 360 度掃描數據

現在置放另三個圖釘以對齊頂部的組掃描圖像與 360 度掃描圖像，如下圖 4-42 所示。

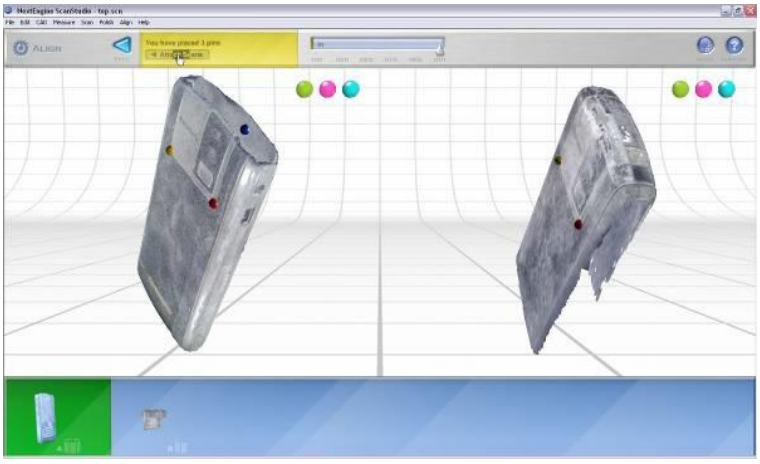


圖 4-42 三圖釘對齊

當兩個掃描圖像對齊並接合後，點選退出鍵(Back) 離開對齊控制板。

4-5.18 修剪頂部掃描數據

在上面的對比畫面裡，將會看到頂部的組掃描面包含部分 360 度的掃描面，進入修剪功能控制板(經由打磨功能面，4-5.9 描述)，然後修剪頂部面下緣重複的部分，如圖 4-43 所示。

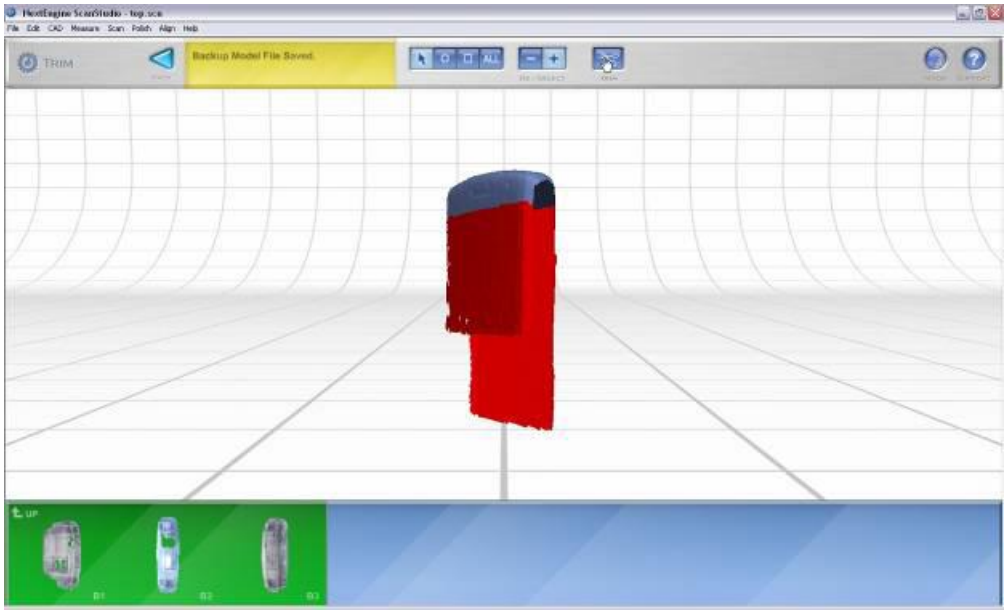


圖 4-43 修剪頂部面下緣重複的部分

4-5.19 執行組掃描以獲得底部掃描數據

1. 同樣在 4-5.17 部分設定頂部掃描的方式，首先把掃描物放置在轉盤上然後讓底部面向掃描器。

2. 同樣像 4-5.8 部分，點選在主畫面的掃描鍵(Scan) 打開掃描設定畫面如圖 4-44 所示。

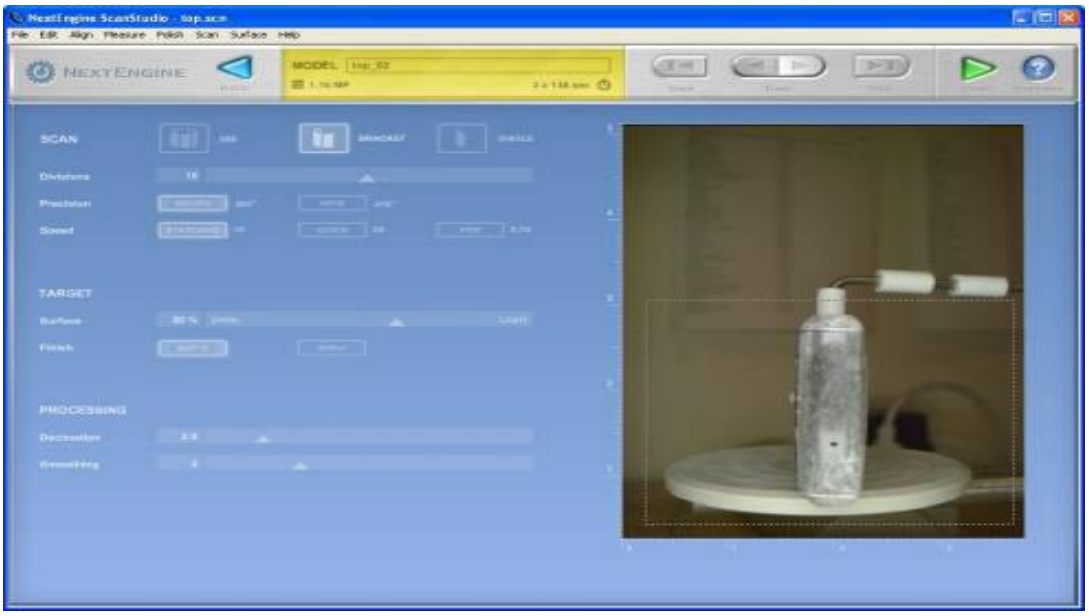


圖 4-44 把掃描物放置在轉盤上然後讓底部面向掃描器，打開掃描設定畫面

3.同樣選用組方式掃描底部。組掃描的設定如下，如圖 4-45 所示。

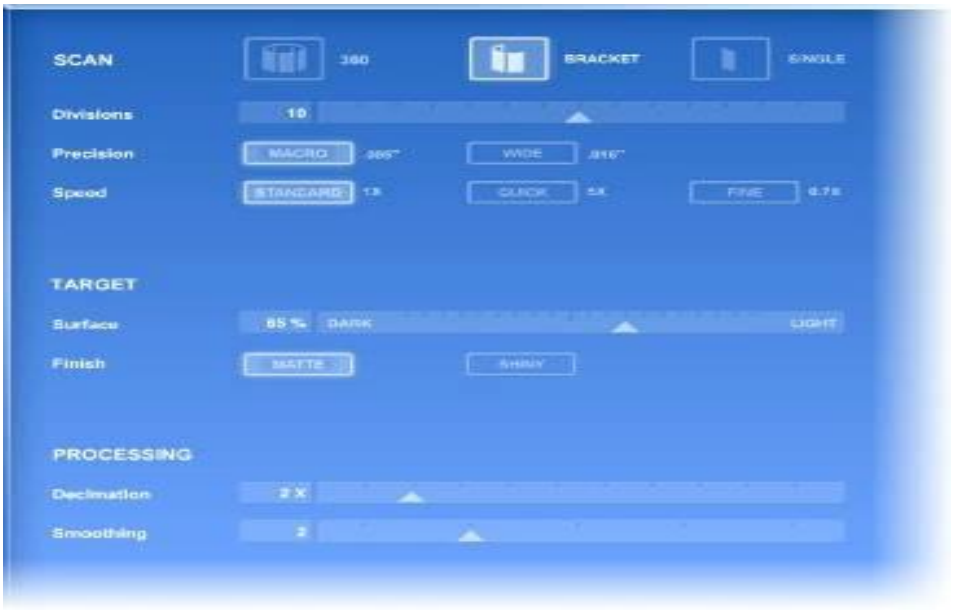


圖 4-45 組掃描設定

4. 根據 4-5.9 部分的步驟去修飾三個底部的掃描面。

5. 根據 4-5.9 部分的步驟去對齊三個底部的掃描面(可以選擇在對齊之前或之後作修飾)。

4-5.20 對齊底掃描部數據與模型

現在置放三個或更多的圖釘把底部的組掃描面與 360 度掃描面及頂部掃描面作對齊接合，如圖 4-46 所示。

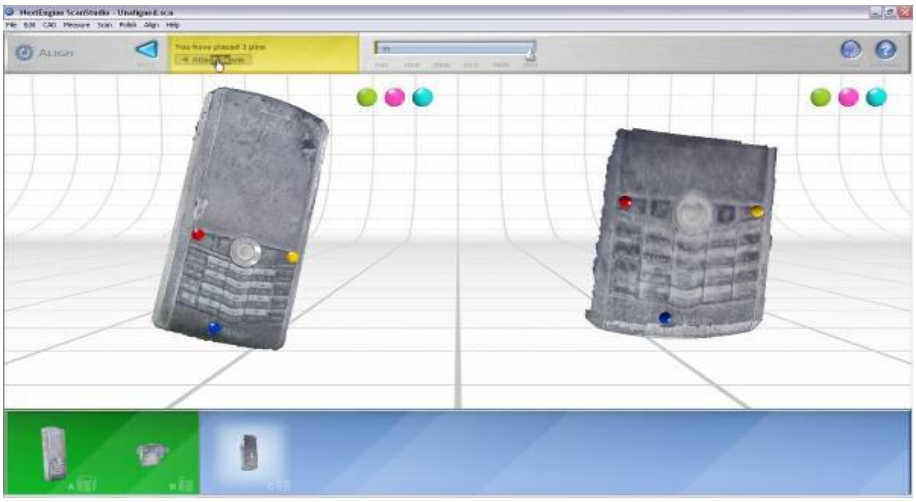


圖 4-46 三個的圖釘把底部組掃描面與 360 度掃描面及頂部掃描面對齊接合

完整的掃描模型已經結合完成，可以點選在右邊的模式鍵(Mode) 檢視網線模式，然後點選在左邊的退出鍵(Back) 離開對齊控制板，如圖 4-47 所示。

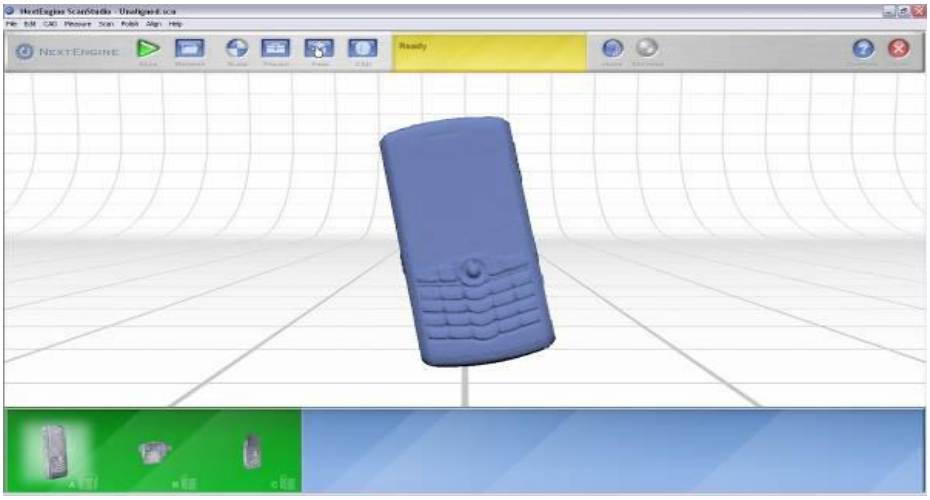


圖 4-47 完整的掃描模型已經結合完成

4-5.21 融合掃描數據

融合功能把結合後的掃描面混合成一個乾淨，嚴密的模型，並消除所有重疊部分。

1.按混合鍵 (Fuse) 進入混合模式版面，如圖 4-48 所示。

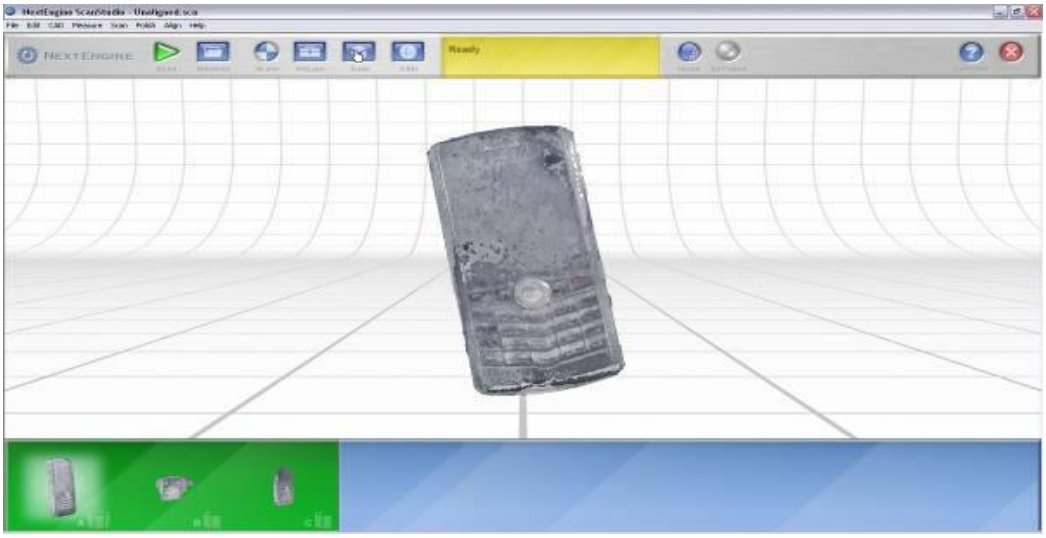


圖 4-48 混合模式版面

2.在混合模式版面，使用簡化移動鍵去設定混合公差值，如圖 4-49 所示。

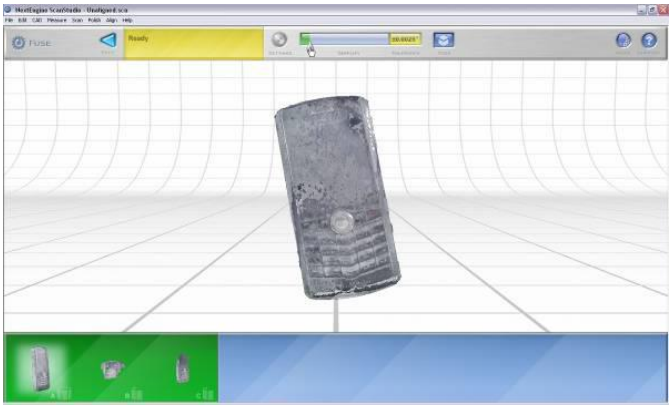


圖 4-49 設定混合公差值

3. 按混合鍵 (Fuse) 開始混合模型，如圖 4-50 所示。

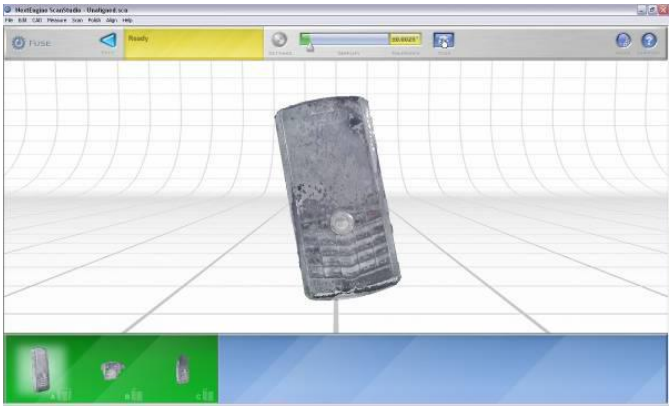


圖 4-50 按混合鍵 (Fuse) 開始混合

4. 混合完畢後，您會得到一個完整模式，並保存為 scn 文件擋，結構模式如圖 4-51 所示。

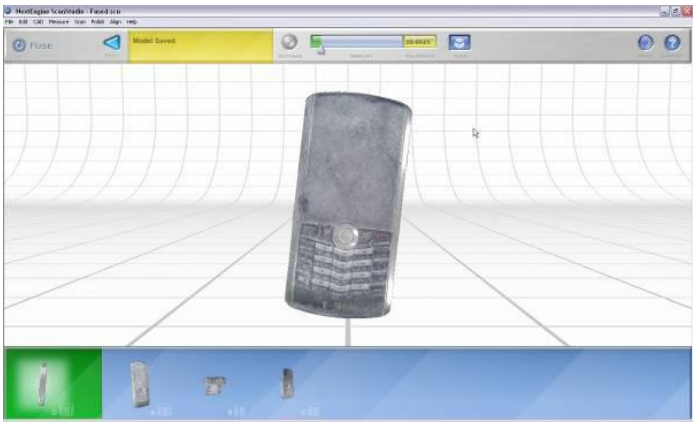


圖 4-51 混合完畢

5.完整掃描幾何模式如下圖所示，如圖 4-52 所示。

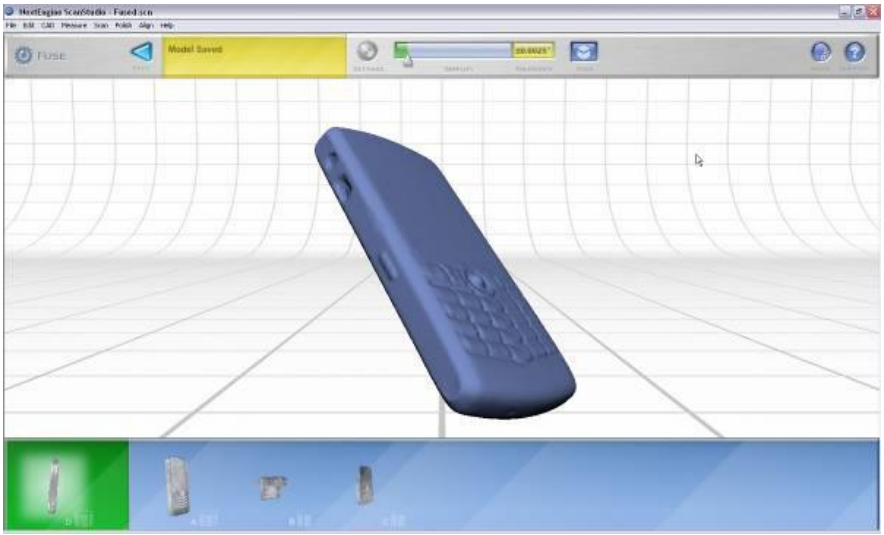


圖 4-52 完整的掃描模式

6.網狀模式如下圖所示。混合後會把重疊部分移除及呈現一個完成漂亮的網狀圖像。按返回鍵(Back) 退出混合功能版面，如圖 4-53 所示。

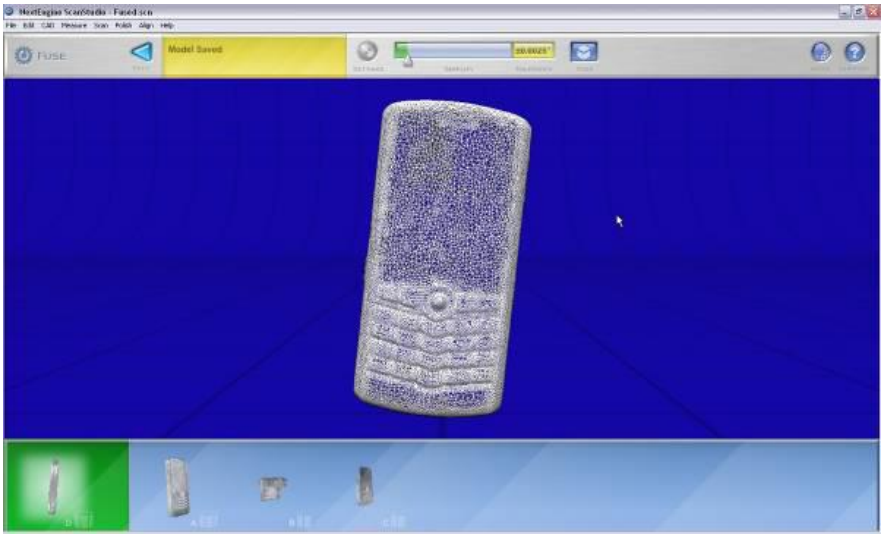


圖 4-53 網狀掃描模式

4-5.22 模型數據輸出 (選擇性)

ScanStudio CORE 軟體允許將檔案保存成以下文件格式。

NZIP：包含 scn 及 jpg(建議不要儲存該格式，將會無法修改)參考格式的壓縮文件檔。

VRML：VRML 是文本文件，包含三維多邊形的頂點和邊緣以及表面顏色與圖像的紋路結構，vrml 文件包含 wrl 文件檔及 jpg 文件檔，wrl 文件檔指向相的 jpg 文件檔。因此，兩個文件檔必須存放在相同文件夾裡，如果.jpg 文件檔遺失或想更改其文件檔名稱，那三維模型將不會顯示其圖像的表面紋理。

OBJ：obj 文件檔適用於保存三維圖像的表面描繪，由三角形或更高階的多邊形構成。obj 文件檔也直接相關 jpg 文件檔。因此，兩個文件檔也必須存放在相同文件夾裡。如果 jpg 文件檔遺失或更改其文件檔名稱，三維模型將不會顯示其圖像的表面紋理。

SCN：原有的 ScanStudio 文件檔規格，scn 文件檔直接相關 jpg 文件檔。因此，兩個文件檔必須存放在相同文件夾裡，如果 jpg 文件檔遺失或更改其文件檔名稱，三維模型將不會顯示其圖像的表面紋理。

STL：stl 文件檔利用網格描述三維物體表面的幾何構造而不帶顏色信息，紋理或其他 CAD 模型的材料特性。stl 文件檔可以有 ASCII 或二進制格式，若存為該格式將不好修飾。

PLY：多邊形文件檔(ply)以多邊形集合和低分辨率的紋理覆蓋來保存圖像物體。

U3D：用於非工程應用中表達和共享三維數據。

XYZ：記錄點的坐標及三維線條的簡單文件檔。

根據以下步驟輸出模型：

1.在 ScanStudio 窗口的項目欄裡選擇 File > Save 然後 Save As 窗口會彈現，如圖 4-54 所示。

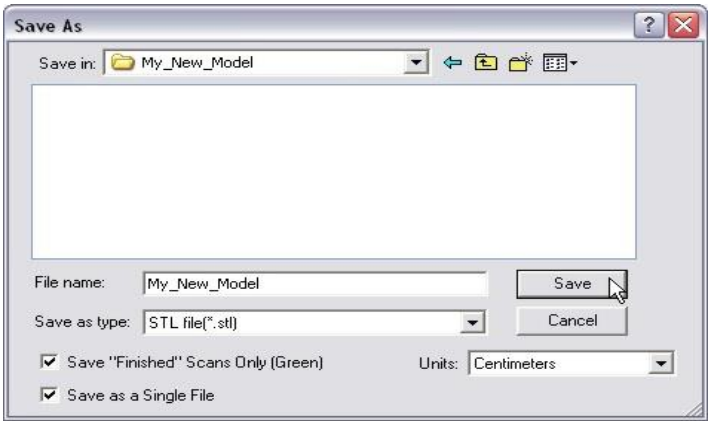


圖 4-54 存檔畫面

2. 在 Save as type 欄裡選擇文件檔格式。

3. 在 Save in 欄裡選擇要輸出檔案的保存位置。

4. 在 File name 欄裡建立新的文件檔名稱。

5. 點選 Save 以輸出文件檔或 Cancel 取消操作。

4-5.23 條目總結

1.物體預備

表面準備：附加粉末或塗料以幫助數據記錄。

對齊預備：在物體表明附註記號以幫助對齊。

2.掃描設定：

單面掃描(Single)：單面掃描一個看見的物體面約兩分鐘。

360 掃描：根據設定掃描間隔面的數量執行 360 度掃描。

組掃描(Bracket)：一個正面掃描及掃描鄰接的左右面。

區域(Divisions)：決定 360 度掃描的間隔面數。或在組掃描決定鄰接左右面的掃描角度，(360º 度除以間隔數等於掃描的間隔角度。)

精密度(Precision)：

MACRO：近距離掃描(5~8 英寸) 精準度約 0.005 英寸或 0.125 毫米，最大可視指定區域約 4 英寸乘於 6 英寸。

WIDE：近距離掃描(15~19 英寸) 精準度約 0.015 英寸或 0.400 毫米，最大可視指定區域約 10 英寸乘於 12 英寸。

速度（Speed）

標準(Standard)：每個掃描約兩分鐘（標準數據）

快速(Quick)：每個掃描約二十五秒（簡化數據）

精緻(Fine)：每個掃描約三分鐘（強化數據）

觀景窗及可視指定區域（Viewfinder and Region of Interest（ROI)）：

可掃描區域只限於觀景窗範圍及合適景深內的任何物體。也可以使用鼠標拖曳並點選可視指定區域。

3.目標設定

Surface：根據物體的表面質地設定鐳射曝光，0%是黑暗色系物體而 100%是明亮色系物體。

Finish：表示物體本身擁有粗糙或亮滑表面。

4.處理設定

Decimation：簡化數據以減少網線里的三角數量。1x 是原始或最密集的記錄數據，提高 Decimation 將簡化掃描細膩度也同時降低文件檔大小。

Smoothing：簡化或去除掃描中的干擾，如晃動等。

5.對齊

3 圖釘：對齊指南工具，以放置三枚或更多的圖釘來對齊兩個分開在不同畫面的任何個別或組合後的掃描圖像。

轉盤：當執行 360 度掃描或組掃描時候。在掃描組合裡的另外兩個鄰接面的掃描圖上，放置三個或更多的圖釘以供對齊。轉盤的轉軸位置可用於推算其他掃描面的對齊。

自動：必需預先把轉盤位置設定及對齊某 360 度掃描或組掃描。會根據得出的對齊信息去自動推算及對齊新的掃描模型，無需額外手動置放圖釘。轉盤位置在最初對齊後就不可以再任意移動。

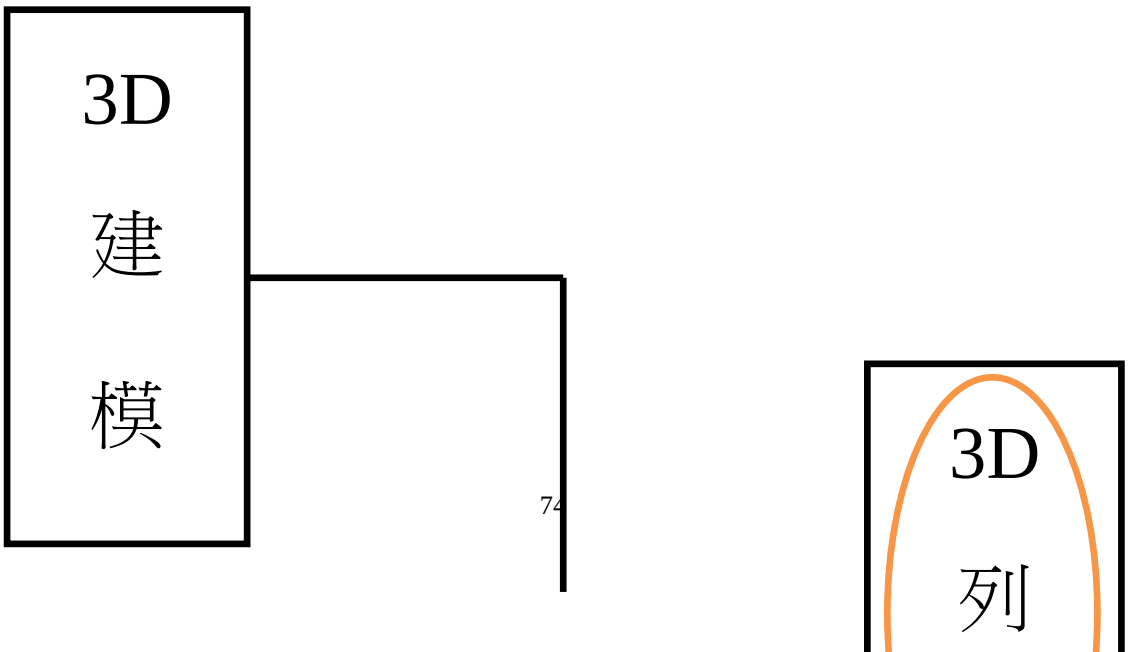
6.合併：消除重疊的網格及掃描面以塑造一個完整的網線模型。

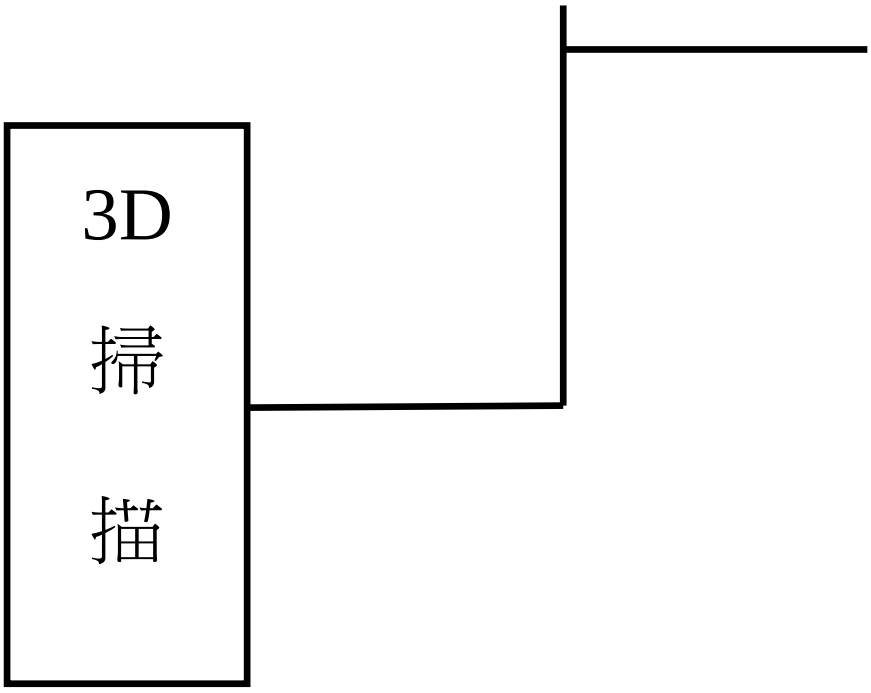
重新網格化：對原網格進行重新網格化以求模型無錯及密封。

7.簡化：智能簡化網格。去除不必要的三角型網格以降低文件大小同時保留模型的細膩度。

8.混合：以上三種功能的組合，以加速操作及更方便使用。

第五章 3D 列印操作說明書





5-1 3D 列印機介紹(Witbox)

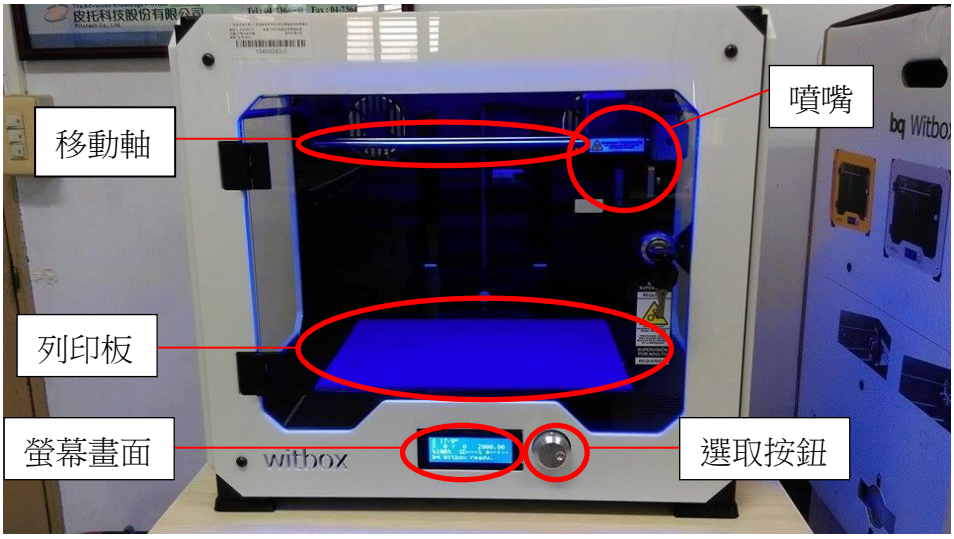


圖 5-1 3D 列印機(正面)

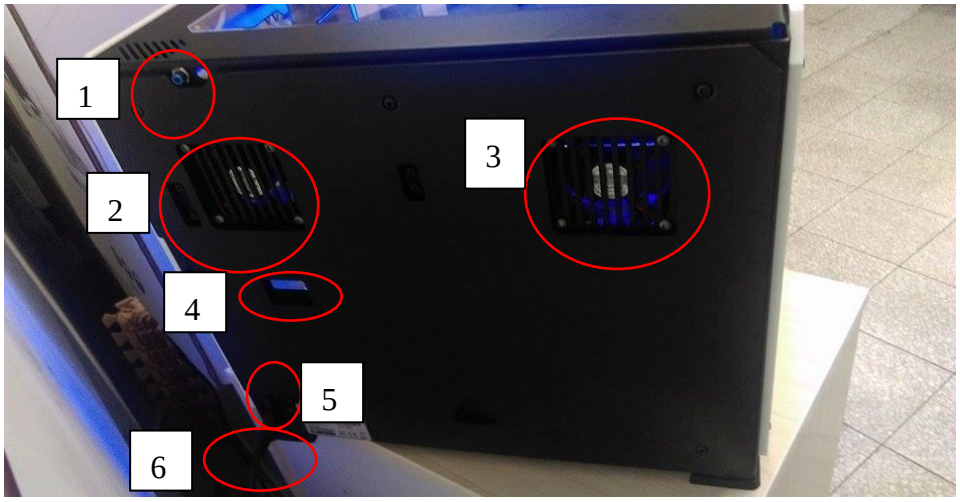


圖 5-2 3D 列印機結構介紹(後面)

說明：

1.線材孔。

2.風扇。

3.風扇。

4.線材支撐架孔。

5.電源開關。

6.電源線。

5-2 3D 列印機操作說明(Witbox)

1.開機介面如圖 5-3、5-4 所示。【5】

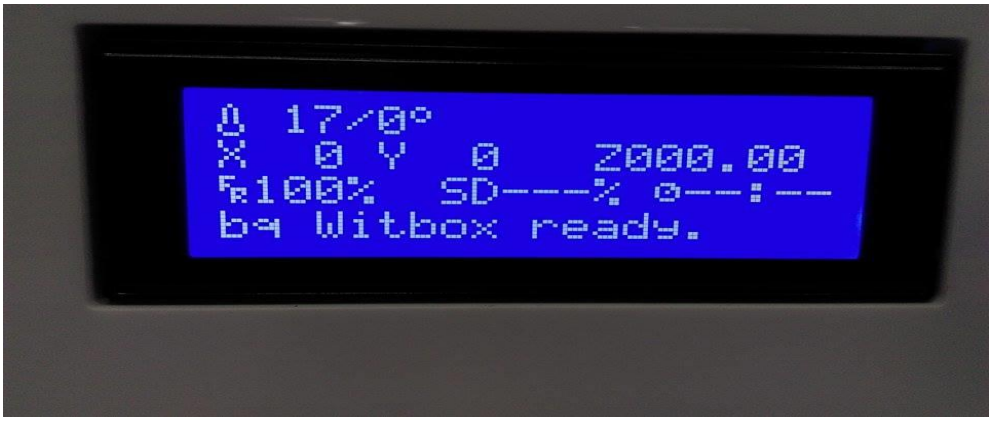


圖 5-3 開機介面



圖 5-4 開機介面

說明：Print from 是選取要列印的檔案。

Control 是設定進料退料跟噴嘴和列印版的位置。

FW info 是看這個 RB 的版本。

1.第一步驟先調整列印版與噴嘴中間的距離:

說明:首先先在噴嘴跟列印版上中間放一張 A4 大小的紙張，再利用圖中圈起的三顆螺絲調整噴嘴與列印板之間的距離，如圖 5-5 所示。

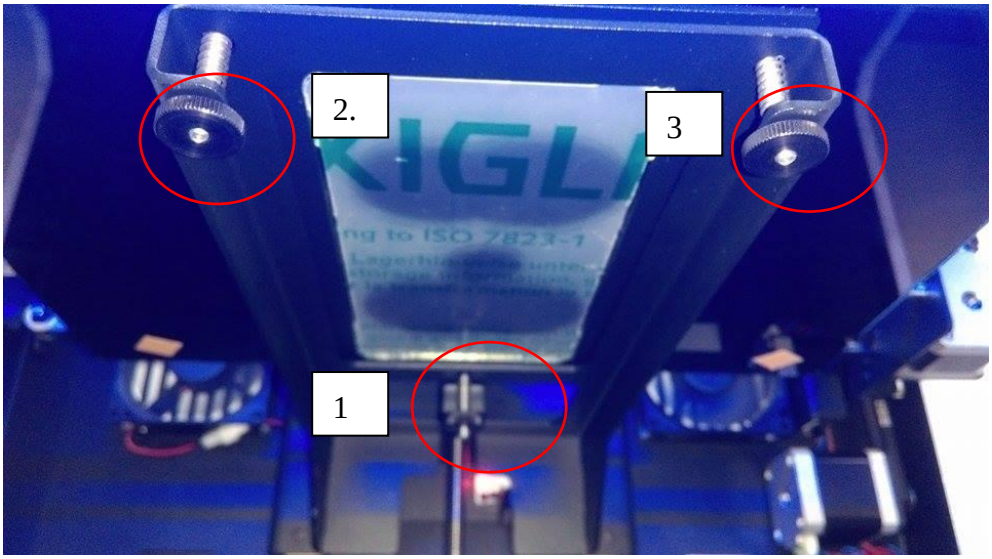


圖 5-5 列印板下面的螺絲位置

說明：這是最初畫面按一下進入功能選單，如圖 5-6 所示。

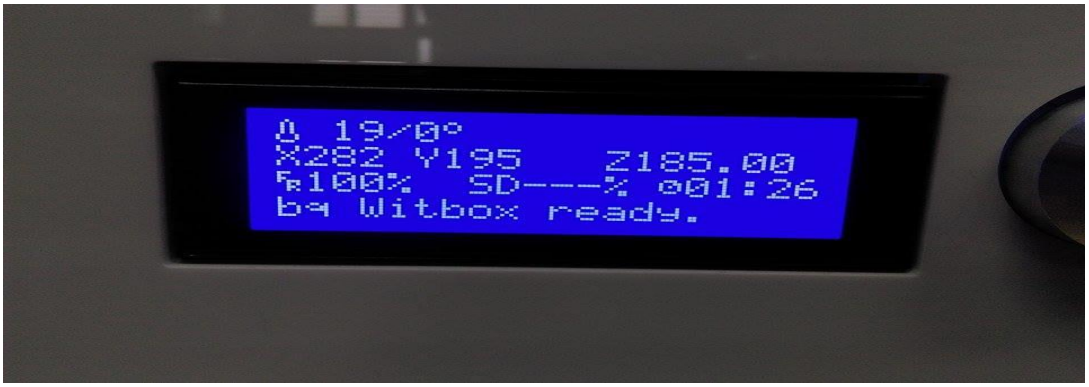


圖 5-6 最初畫面

說明:先從紅色圈起來的按鈕按一下進入選取畫面,選取 Control 進入功能選單，如圖 5-7 所示。



圖 5-7 選取畫面

說明：選取 Level plate 調整列印版的間距，如圖 5-8 所示。



圖 5-8 選取功能介面

說明：再按一次進行下一個步驟，如圖 5-9 所示。



圖 5-9 步驟等候

說明：調整第一顆螺絲，順時鐘轉是緊、逆時鐘轉是鬆，如圖 5-10 所示。

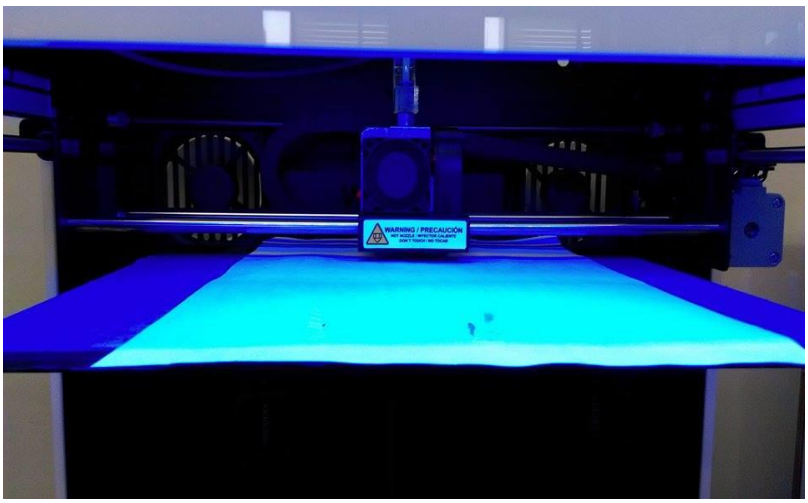


圖 5-10 調整第一顆螺絲間距

說明：再按一次進行下一個步驟，如圖 5-11 所示。



圖 5-11 步驟等候

說明：調整第二顆螺絲，順時鐘轉是緊、逆時鐘轉是鬆；還要拉看看，只必需市緊緊的但還可以抽動，如圖 5-12 所示。

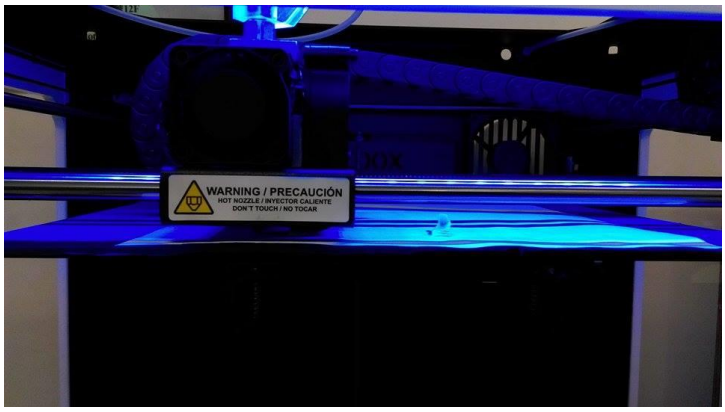


圖 5-12 調整第二顆螺絲間距

說明：再按一次進行下一個步驟，如圖 5-13 所示。



圖 5-13 步驟等候

說明：調整第三顆螺絲，順時鐘轉是緊、逆時鐘轉是鬆；還要拉看看，只必需市緊緊的但還可以抽動，如圖 5-14 所示。

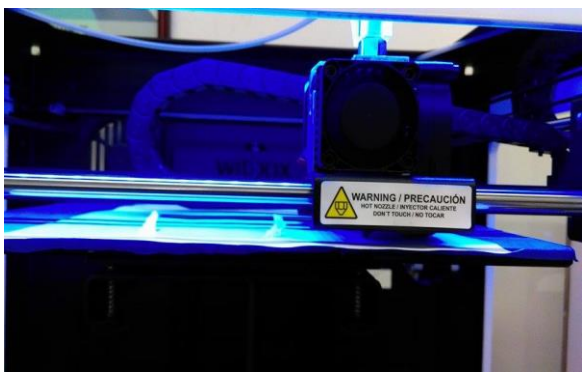


圖 5-14 調整第三顆螺絲間距

說明:再按一次進行下一個步驟，如圖 5-15 所示。



圖 5-15 步驟等候

說明:三顆螺絲調整完之後拉拉看紙張是否可以拉的動，拉不動跟很鬆都屬於間隙過大需要重新調整，如果有摩擦的感覺代表間隙剛剛好差不多，如圖 5-16 所示。

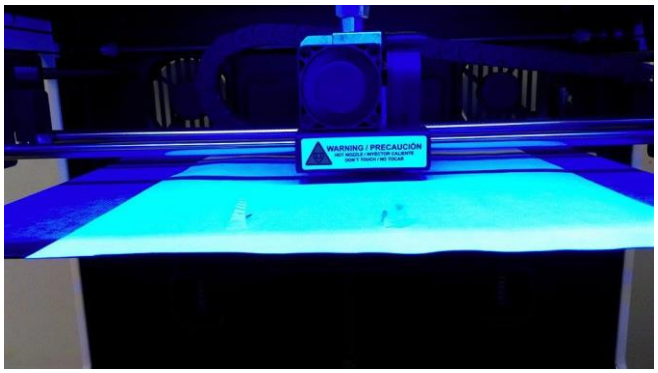


圖 5-16 間距的再次確認

說明：再按一次完成，如圖 5-17 所示。

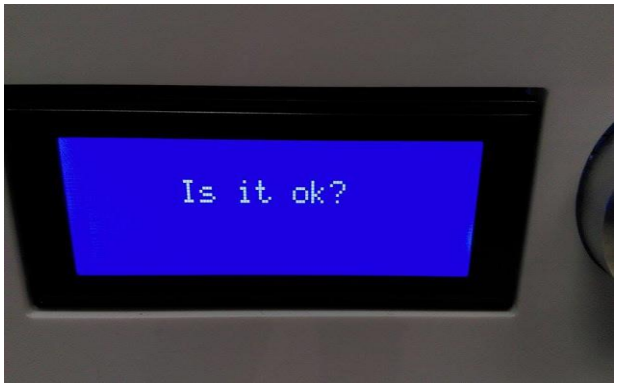


圖 5-17 最終確認

3.在 3D 列印機後面放上線材支撐架以及裝料步驟如下

說明：這是線材與支撐架，如圖 5-18 所示。



圖 5-18 線材支撐架

說明：先把線材支撐架放好，之後把線放在線材支撐架上，把線材放入機台中，如圖 5-19、5-20 所示。



圖 5-19 支撐架裝好

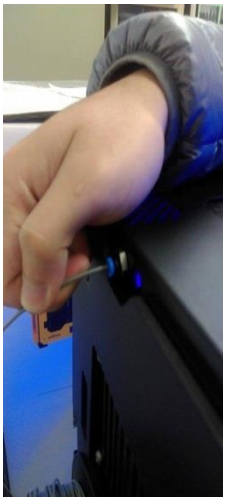


圖 5-20 手動裝料

說明：線頭必須剪成斜的，目的是為了讓線材更好卡卡在噴嘴，如圖 5-21、5-22 所示。



圖 5-21 線材裝好

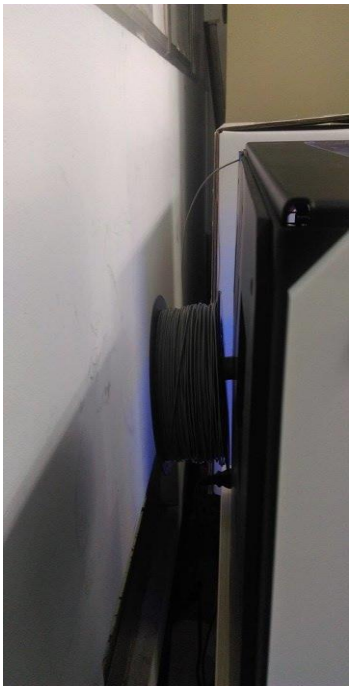


圖 5-22 線材與支撐架裝好

(1)入料：

說明:用手按壓圖中圈圈的按鈕再把線材往前推聽到ㄎㄧㄚ得聲音即可放手；如果沒辦法卡住的話把線拉出來在重剪，如圖 5-23 所示。

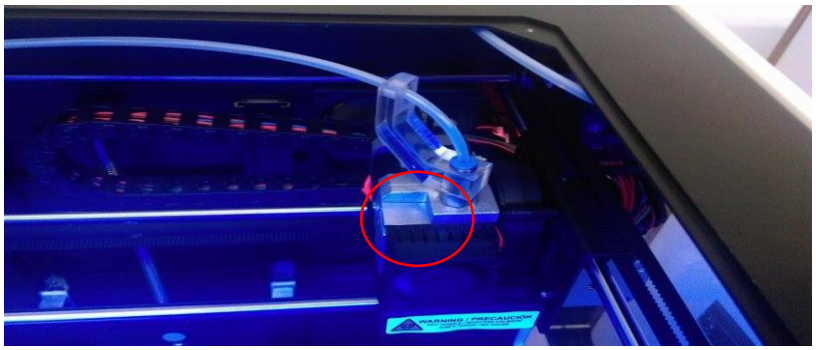


圖 5-23 注意圓圈處

(2)把線材加熱：

說明：一樣先從紅色圈起來的按鈕按一下進入選取畫面，選取 Control 進入下一個步驟，如圖 5-24 所示。



圖 5-24 功能選取介面

說明： 選取此功能進入下一個步驟，如圖 5-25 所示。



圖 5-25 功能選取介面

說明：點取圖中 Load 線材加熱進料，如圖 5-26 所示。



圖 5-26 線材入料

說明：線才開始加熱至 220 度，如圖 5-27 所示。



圖 5-27 線材加熱

說明：選取此功能讓線材吐料，如圖 5-28 所示。



圖 5-28 讓線材吐料

說明：線材加熱至 220 度之後會先吐一點料出來，如圖 5-29 所示。

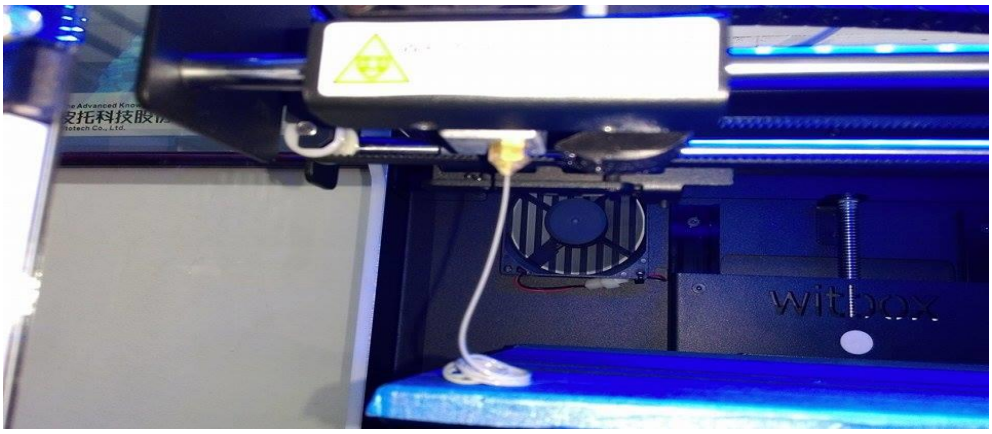


圖 5-29 線材吐料

(3)開始列印:

說明：點取圖中 Print form SD 選要列印的檔案，如圖 5-30 所示。



圖 5-30 功能選取介面

說明：此圖為可以列印的檔案名稱，如圖 5-31 所示。

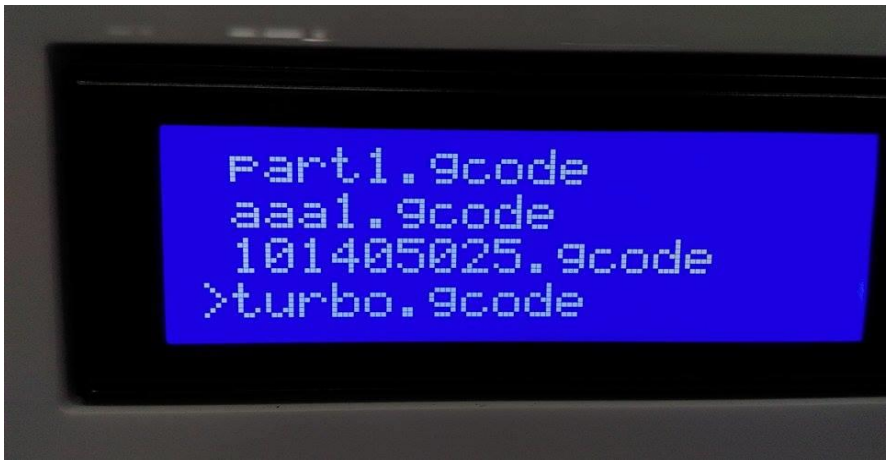


圖 5-31 選取檔案

(4)退料：

註：列印完成後，如果沒有要繼續印列印的話，要把線材退料步驟如下

說明：選取 Control 進入下一個步驟，如圖 5-32 所示。



圖 5-32 功能選取介面

說明：選取此功能進入下一個步驟，如圖 5-33 所示。



圖 5-33 功能選取介面

說明：點取圖中 Unload 進行退料，並同時加熱吐出剩餘殘料，如圖 5-34 所示。



圖 5-34 退出線材

說明：線材開始加熱使剩餘的殘料吐出，如圖 5-35 所示。



圖 5-35 線材降溫

說明：當剩餘的殘料吐完，會回到這個畫面，再來就是把線材拉取出來收好，如圖 5-36 所示。



圖 5-36 拉出線材

最後步驟：等機台冷卻至 40 度以下時，就可以把機台關掉了。

5-3 3D 列印機介紹(Robox)

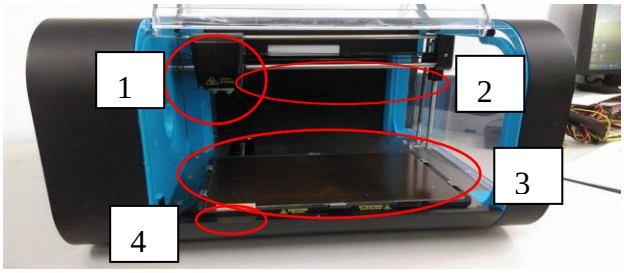


圖 5-37 列印機(正面)

說明：1.列印嘴噴頭一個 0.3MM 一個 0.8MM

2.移動軸

3.列印板

4.刮料板，如上圖 5-37 所示。

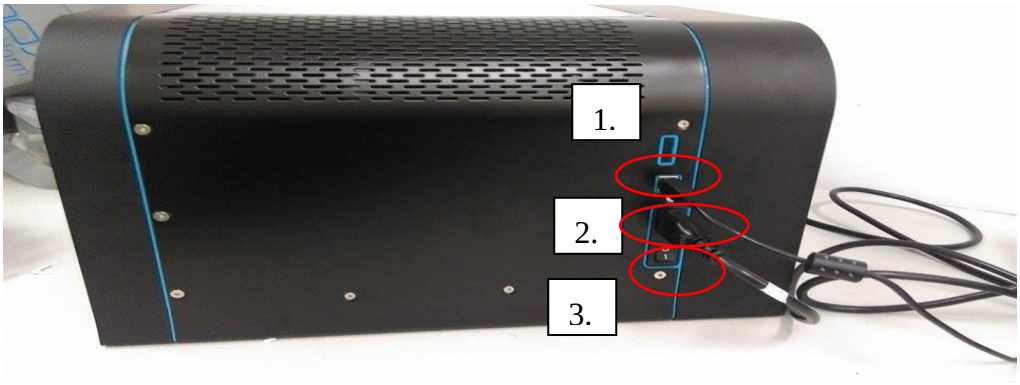


圖 5-38 列印機(背面)

說明：

1.跟電腦連接的線

2.電源線

3.電源開關，如上圖 5-38 所示

說明：因為列印噴嘴有兩個孔所以這裡有兩個入料的孔，但是也只能放一個線材而已，如下圖 5-39。



圖 5-39 列印機(側面)

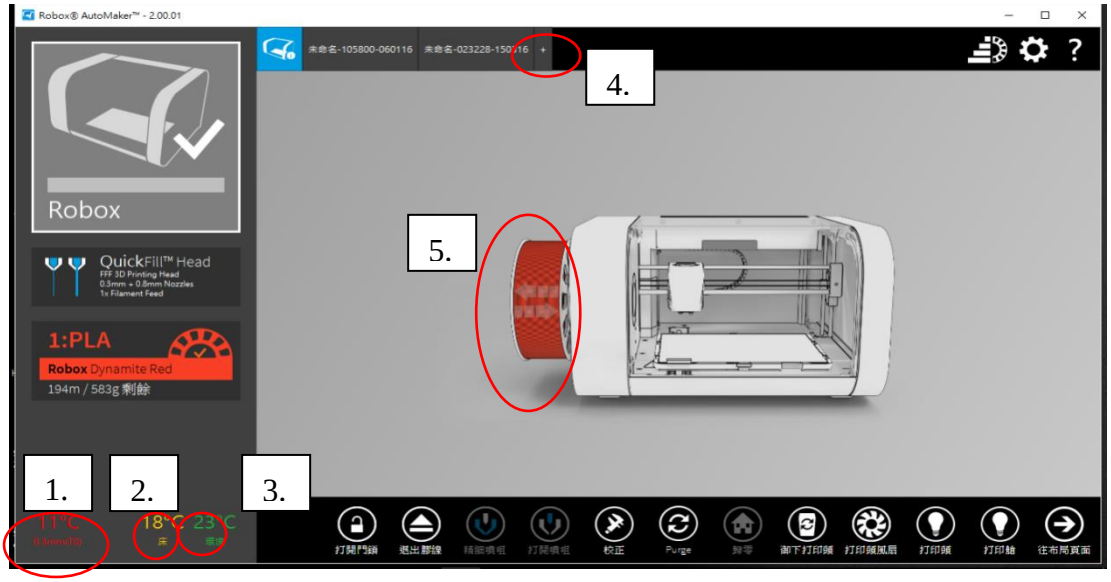


圖 5-40 電腦控制介面

說明：1.噴嘴的溫度

2.列印板的溫度

3.列印機內的溫度

4.新增模型

5.線材的顏色，如上圖 5-40 所示

5-4 3D 列印機操作說明(Robox)

1.裝上線材，步驟如下

說明：因為有兩個入料孔組員通常都先把線才裝入 1 號孔(上面的孔)，如圖 5-41 所示。



圖 5-41 裝線材

2.選擇列印模型

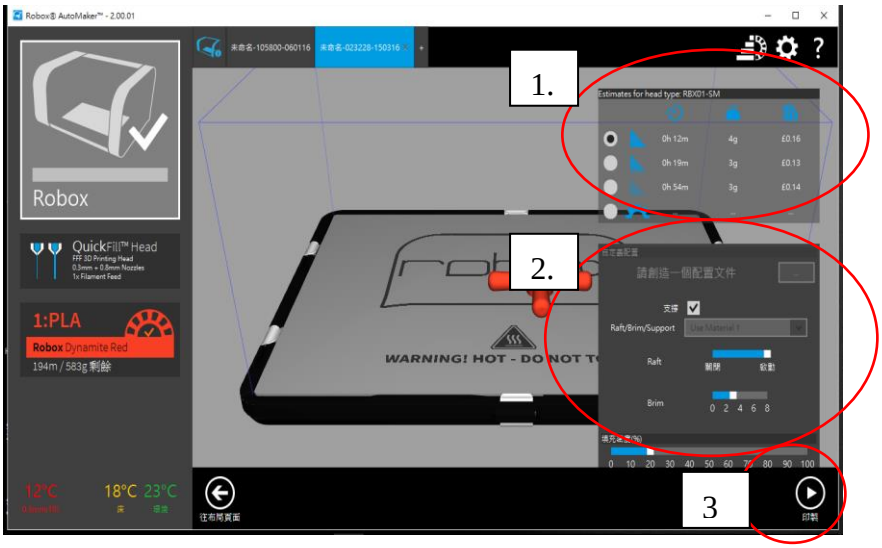


圖 5-42 印前準備

說明：1.可以調整列印的紋路粗細度也可以幫忙計算所需的時間和重量跟話費的線材價錢

2.可以調整是否要有支撐材以及支撐材填充的密度

3.開始列印，如圖 5-42 所示

3.開始列印

說明:在開始列印時機器便會開始加熱噴嘴跟列印板並且告訴使用者還有多少時間會完成，如圖 5-43 所示。



圖 5-43 開始列印

4.退料

按住線材中間的按鈕

說明：按住線材中間的按鈕大概 3 秒機會會開始讓噴嘴降溫，降溫完會自動把線材退出，如圖 5-44 所示。



圖 5-44 手動退料

利用電腦軟體控制

說明：點選圓圈中的按鈕使機台開使運做退線材，如下圖 5-45。

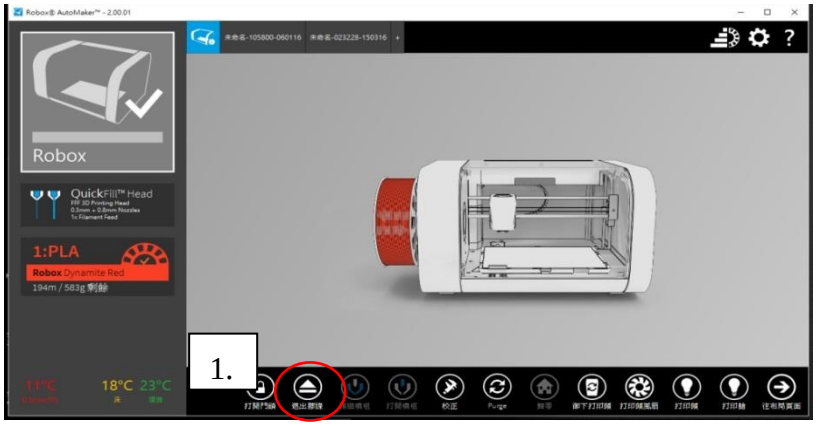


圖 5-45 電腦退料

說明：機器會開始降溫至 140 度然後會自動退出線材，如圖 5-46 所示。

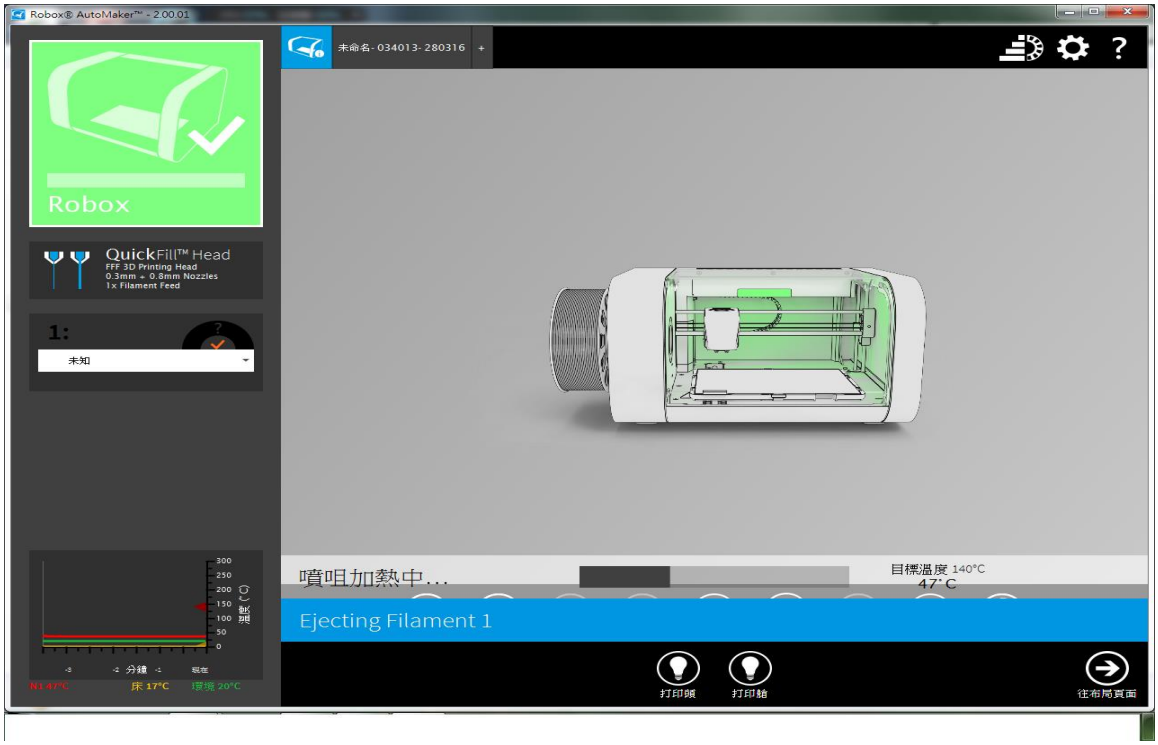

Robox® AutoMaker™ - 2.00.01
Robox
QuickFill™ Head
FFF 3D Printing Head
0.3mm + 0.8mm Nozzles
1x Filament Feed
1:
未知
未命名-034013-280316
噴咀加熱中...
目標温度 140°C
47°C
Ejecting Filament 1
打印頭
打印艙
往布局頁面

圖 5-46 線材降溫

第六章 說明書的實用性

6-1 說明書的比較

原廠說明書：1.制式化的規格

2.條列式的步驟

3.時常出現一些模糊地帶

專題說明書：1.站在使用者的角度

2.步驟清楚

3.圖文相稱

6-23D 掃描使用者實測

(圖 6-1、6-2、6-3、6-4)為沒接觸過 Nextengine 3D 掃描儀使用者的操作測試

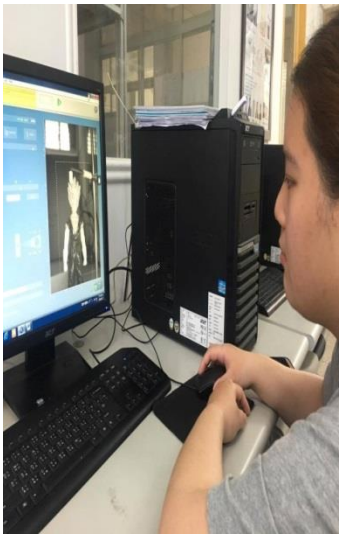


圖 6-1 掃描前鏡頭設定

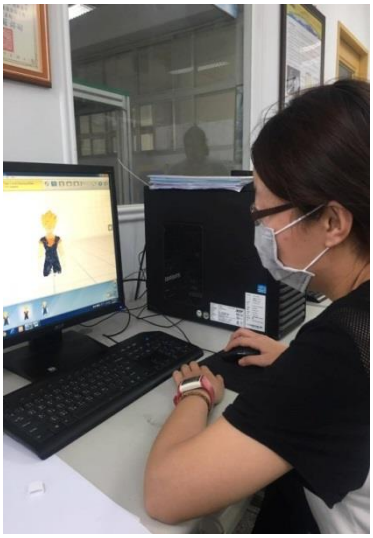
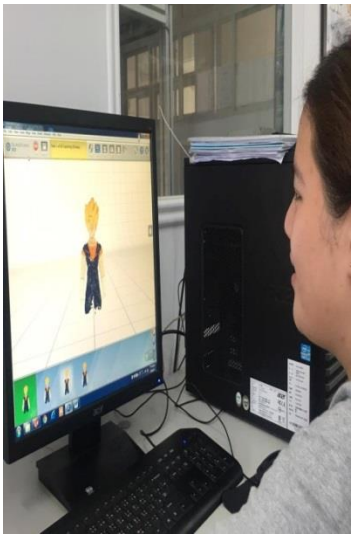


圖 6-2 進行縫補拼接過程



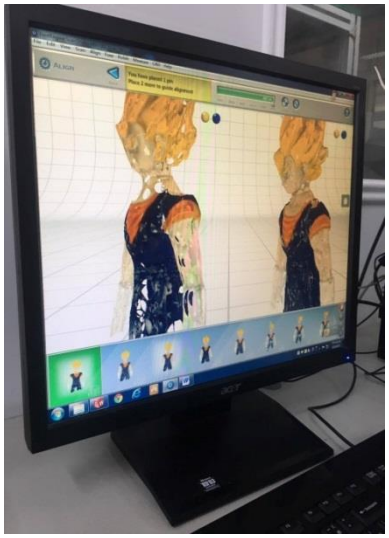


圖 6-3 拼接完檢查　　圖 6-4 拼接完成對照圖

操作時容易出錯的地方

1.頂部掃描縫合後容易出現縫合部位錯誤

2.修剪不需要用到的部位時會修剪到本體

3.掃描前必須確定有框選到掃描物體

4.反光太嚴重的物體，掃描不太出來

5.完整掃描需要多一點的耐心、時間等待掃描完成

6.掃描器圓盤根夾物臂要固定好，以免物體掉落影響掃描

7.室內燈光不能夠太亮，否則會影響物體掃描結果。

6-3 3D 列印使用者實測

圖(6-5、6-6、6-7、6-8)沒接觸過 3D 列印的使用者的操作測試

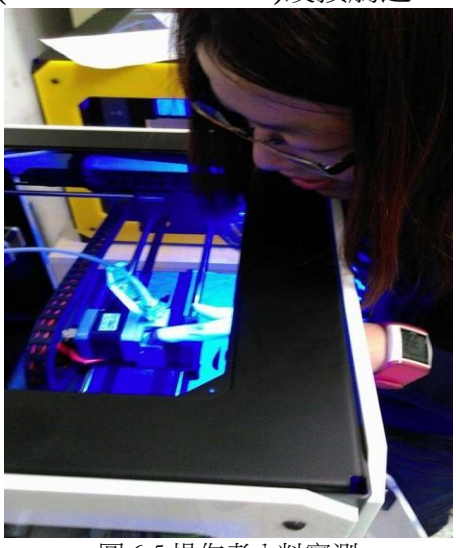


圖 6-5 操作者入料實測

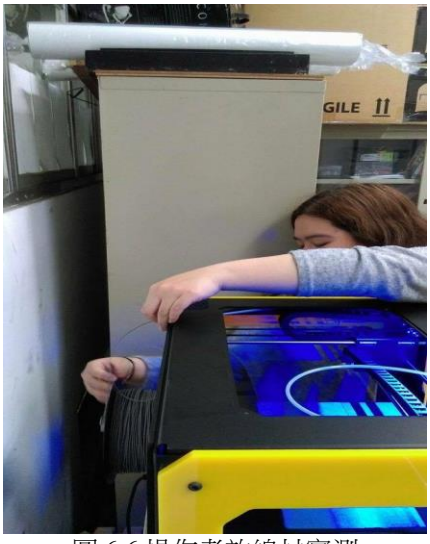


圖 6-6 操作者放線材實測



圖 6-7 操作者調整水平實測

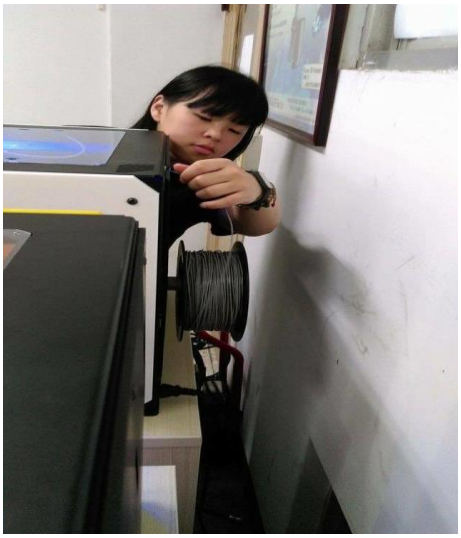


圖 6-8 操作者使用線捲實測

操作時容易出錯的地方，整理如下：

1.調整列印板與噴嘴之間的間距抓不準

2.線材有時卡不進去噴嘴裡

3.線材支撐架安裝的方法

4.CELrobox 使用時線材會插錯孔

5.CELrobox 退料降溫時有時會故障

第七章 結論與建議

本專題研究是為了讓初學者能夠快速上手 3D 列印，從建模、掃描到列印的各流程中了解列印物件的一整套流程，以下為本專題的貢獻：

一、3D 建模

1.利用系上所購入的繪圖軟體 Solidworks 可以完整的繪畫出想列印的物品。

2.利用本專題的操作說明書，可以很快上手繪圖軟體 Solidworks。

二、3D 掃描

1.從精密到大型物件的掃描，本專題建置可簡易上手的操作說明書。

2.本專題分析各個掃描器的應用，可以依據物件幾何特徵，選擇最適合的掃描軟/硬體工具。

3.Nextengine 掃描器具有高精度掃描達 25000 點/平方公分，可擷取小型物件的複雜幾何外型為目前轉盤僅可做平面 360 度旋轉，對頂面與底面無法掃描須另做處理，建議可增購翻轉機構方便對整體外型掃描。

三、3D 列印

1.研究室購入兩種列印規格的機台，可以依據列印物品的大小使用不同規格的機台。

2.本專題說明書建置完成可以讓初學者輕鬆的上手。

3.3D 列印需有 3D 建模與成行方位的經驗，以提升列印的成功率本研究以 PLA 環保塑料為素材，未來可再補充其他材料的列印經驗值，可令本系 3D 列印的能量再序延伸。

本專題從建模、掃描到列印，有詳細的說明以及機台操作的步驟，希望可以對未來初學者可以快速上手，也可以在之後的教學課程有所幫助。

參考文獻

1.專業 3D 列印採購網

http://www.woi3d.com.tw/ProductContent.aspx?ID=33&CID=33

2.TEEPR 趣味新聞 學者終於成功用 3D 掃描出火山爆發時的龐貝遺體，真實還原了石頭底下的真相

http://www.teepr.com/329797/killianhuang/%E5%AD%B8%E8%80%85%E7%B5%82%E6%96%BC%E6%88%90%E5%8A%9F%E7%94%A83d%E6%8E%83%E6%8F%8F%E5%87%BA%E7%81%AB%E5%B1%B1%E7%88%86%E7%99%BC%E6%99%82%E7%9A%84%E9%BE%90%E8%B2%9D%E9%81%BA%E9%AB%94%EF%BC%8C%E7%9C%9F/

3.MAKE：TAIWAN 運用 3D 技術讓歷史復甦

http://www.makezine.com.tw/make2599131456/3d24

4.皮托科技股份有限公司

http://www.pitotech.com.tw/show_product.php?btype=177&ltype=0&id=573

5.Witbox 原版操作說明書

6.NextEngine 原版操作說明書

7.中華民國專利資訊檢索系統

http://twpat.tipo.gov.tw/

8.電腦王 3D 印表機的 7 大成型技術

http://www.techbang.com/posts/18161-3d-printer-technology-talk

9. 吃貨福音食品 3D 列印：讓我們把美食列印出來

http://news.sina.com.tw/article/20150919/15189632.html

10.普立德科技 3D 列印意味著更快的創新和更可靠的飛行 迅速實現想法。

http://www.3dprinting.com.tw/2014/industries/aerospace.asp

11.李家宇，《3D 都市尺度雷射掃描在建築數位典藏之應用－以新竹縣北埔鄉、竹東鎮及大台北地區為例》，台北：台灣科技大學建築研究所博士論文，2012。