建國科技大學
工業工程與管理系

102 學年度專題製作

3D 列印成型技術

3D Rapid Prototyping

IE99 日四 B-06

指導老師
吳章傑

製作學生
吳政益 99405129
林金漢 99405136
林佑烝 99405095
張景宏 99405708
龔上軒 99405090

中　華　民　國　1 0 3　年　5　月

建國科技大學 工業工程與管理系

專題製作口試委員會審定書

本系 102 學年度學生：吳政益、林金漢、林佑丞

張景宏、龔上軒

等員

所提專題題目：3D 列印成型技術

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：李[illegible]

林宗南

指導老師：吳章保

系主任：[illegible]

中華民國 103 年 5 月 29 日

摘　　要

目前各類機械加工成型機器對3D立體物件的加工總有其技術限制或成本考量。快速成型(RP)或3D列印技術發展的成熟度與普及性，可作為3D物件成型的另一種選擇。本專題著眼於快速成型對現今與為來產業有愈益重要影響，加以工管系已建構相關設計與製造軟硬體設備，擬藉專題的研討，綜合整理快速成型技術發展脈絡與現有軟體體設備的設計製造能量，提供工管系在創意與創新相關教學與研究可資運用的資源與工具。將3D繪圖軟體、轉檔程式與製造設備綜整為一自動化設計製造系統，提供專題或創新相關課程，將創新想法轉化為實體模型的實用工具。

關鍵詞：3D 印表機，快速成型，製造

Abstract

At present, all kinds of mechanical processing forming machine of 3D solid manufacturing has its technical limitations or cost considerations. Rapid Prototyping (RP) or 3D printing technology maturity and popularity, but as an alternative to the 3D manufacturing. This study focuses on Rapid Prototyping of today and to have more important influence for industry. Our department has set up facilities for design and manufacturing topics, provide the resources and tools on the use of some creativity and innovation related study. Set up an automated system involves 3D drawing software, converter and manufacturing equipments to provide the tools for innovation related courses.

Key words：3D Printer，Rapid Prototyping，Manufacture

目　　錄

摘要..... I
目錄..... V
圖目錄..... VI
表目錄..... X
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 專利分析與文獻回顧..... 3
2-1 專利分析..... 3
2-2 文獻回顧..... 6
2-3 PRP 3D TOUCH 單噴頭系統..... 16
第三章 3D 列印機成型技術..... 18
3-1 3D 列印機介紹..... 18
3-2 快速型機操作流程..... 44
第四章成型參數與實作..... 50
4-1 成型參數..... 50
4-2 成型實作..... 51
第五章 結論..... 60
參考文獻..... 61

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖 2
圖 2-1 中華民國專利資料檢索系統 3
圖 2-2 進入中華民國專利資料檢索系統 3
圖 2-3 進入中華民國專利資料檢索系統 4
圖 2-4 中華民國專利資料檢索系統 4
圖 2-5 專利管理地圖(件數/年分) 5
圖 2-6 專利管理地圖(件數/國家) 5
圖 2-7 專利管理地圖(件數/材料) 6
圖 2-8 立體光固化成型 7
圖 2-9 PLT2A4 成型圖 9
圖 2-10 PLT2A4 成型圖 9
圖 2-11 PA3200GF 尼龍圖 9
圖 2-12 PA3200GF 尼龍圖 9
圖 2-13 雷射燒結圖 11
圖 2-14 雷射疊層圖 11
圖 2-15 金屬粉末成型 13
圖 2-16 金屬粉末成型 13
圖 2-17 多色列印有彈性的物品 15
圖 2-18 方糖 3D 列印機 15
圖 2-19 快速成型材料技術趨勢圖 17
圖 2-20 快速成型層厚建立容量圖 17
圖 3-1 3D 列印機操作流程圖 18
圖 3-2 3D Touch 列印機主機 19
圖 3-3 工具箱工具列表 19
圖 3-4 電源裝置 20
圖 3-5 啟動裝置 20
圖 3-6 印刷板 21
圖 3-7 安裝印刷板 22
圖 3-8 安裝印刷板過程 22
圖 3-9 安裝印刷板過程 22
圖 3-10 移除印刷板過程 23
圖 3-11 移除印刷板過程 23
圖 3-12 安裝廢料回收盒 24
圖 3-13 安裝廢料回收盒 24
圖 3-14 安裝廢料回收盒 25

圖 3-15 調整螺絲 25
圖 3-16 開啟電源按鍵 26
圖 3-17 觸控面板簡介 26
圖 3-18 MOVE 28
圖 3-19 噴頭起始位置 28
圖 3-20 噴頭殘料清理 29
圖 3-21 印刷板高度調整 30
圖 3-22 印刷板高度調整面板操作 30
圖 3-23 噴頭與印刷板間距 10mm 31
圖 3-24 噴頭以 Y 軸方式移動 31
圖 3-25 噴頭以 X 軸方式移動 31
圖 3-26 以螺絲調整印刷板高度 32
圖 3-27 以目測法觀察 X 軸 32
圖 3-28 以目測法觀察 Y 軸 32
圖 3-29 噴頭與印刷板間距 2mm 33
圖 3-30 再次鎖緊調整螺絲 33
圖 3-31 Z-HIGH 35
圖 3-32 噴頭裝置和印刷板間距 35
圖 3-33 印刷板彈簧 35
圖 3-34 存取設定 36
圖 3-35 修整材料線 36
圖 3-36 線材及線材導管放置處 37
圖 3-37 線料放置處 37
圖 3-38 噴頭對應的線材 37
圖 3-39 如何裝填線料 38
圖 3-40 確認噴頭裝置與線材是否對應 38
圖 3-41 確認噴頭裝置順序 38
圖 3-42 鬆開並取下擠壓裝置 39
圖 3-43 擠壓裝置 39
圖 3-44 將線材放進噴頭裝置 39
圖 3-45 裝回擠壓裝置 40
圖 3-46 螺絲鬆緊調整 40
圖 3-47 線料位置調整 41
圖 3-48 噴頭溫度控制 41
圖 3-49 噴頭裝置轉速、溫度調整介面 42
圖 3-50 噴頭裝置成功出料 42
圖 3-51 調整擠壓裝置鬆緊 43
圖 3-52 快速成型機能量檢驗製造流程圖 44

圖 3-53 開啟 Solid Works.....45
圖 3-54 畫工作圖.....45
圖 3-55 另存 STL file.....46
圖 3-56 開啟 BfB Axon.....46
圖 3-57 選 Open stl File.....47
圖 3-58 選擇工作圖.....47
圖 3-59 選擇 Build.....48
圖 3-60 選擇 Download to SD card.....48
圖 3-61 插入成形機的隨身碟插槽.....49
圖 3-62 開始成型.....49
圖 4-1 10*10*10 長寬高.....51
圖 4-2 15*15*12 長寬高.....51
圖 4-3 方柱體工程圖.....51
圖 4-4 方柱體 3D 圖.....51
圖 4-5 長 10*半徑 10*高 10(MM).....52
圖 4-6 長 15*半徑 15*高 15(MM).....52
圖 4-7 圓柱工程圖.....52
圖 4-8 圓柱 3D 圖.....52
圖 4-9 直徑 10*高 10.....53
圖 4-10 直徑 20*高 10.....53
圖 4-11 圓錐工程圖.....53
圖 4-12 圓錐 3D 圖.....53
圖 4-13 半徑 20*高 10*內圓半徑 15.....54
圖 4-14 半徑 20*高 10*內圓半 0.5.....54
圖 4-15 內圓空心柱工程圖.....54
圖 4-16 內圓空心柱 3D 圖.....54
圖 4-17 車床樣品.....55
圖 4-18 車床樣品工程圖.....55
圖 4-19 車床樣品 3D 圖.....55
圖 4-20 螺絲接合件.....56
圖 4-21 螺絲接合件.....56
圖 4-22 螺絲工程圖.....56
圖 4-23 螺絲 3D 圖.....56
圖 4-24 水道成型.....57
圖 4-25 水道成型.....57
圖 4-26 成型上的瑕疵.....57
圖 4-27 成型上的瑕疵.....57
圖 4-28 試做水道最小寬度實品.....57

圖 4-29 水道工程圖 57
圖 4-30 接合件上蓋 58
圖 4-31 接合件底部 58
圖 4-32 接合件上蓋 58
圖 4-33 接合件底部 58
圖 4-34 接合件工程圖 58
圖 4-35 接合件 3D 圖 58
圖 4-36 接合件 59
圖 4-37 接合件 59
圖 4-38 接合件工程圖 59
圖 4-39 接合件 3D 圖 ..... **錯誤! 尚未定義書籤。**

表目錄

表 5-1 快速成型參數影響 60

第一章 緒論

1-1 研究動機

目前各類機械加工成型機器對 3D 立體物件的加工總有其技術限制或成本考量。快速成型(RP)或 3D 列印技術發展的成熟度與普及性，可作為 3D 物件成型的另一種選擇。目前由國內外產官學熱烈投入研發的趨勢，有逐步成為複雜幾何形狀 3D 物件製造技術與方法的主流之一。快速成型技術發展已經日趨成熟，可以將很多的不同專業領域的創意以最便捷與快速的加工方法呈現出具體創新的實體模型，對提升創新的實踐有正面意義。

本專題著眼於快速成型對現今與為來產業有愈益重要影響，加以工管系已建構相關設計與製造軟硬體設備，擬藉專題的研討，綜合整理快速成型技術發展脈絡與現有軟體體設備的設計製造能量，提供工管系在創意與創新相關教學與研究可資運用的資源與工具。

1-2 研究目的

3D 列印目前是產業界關注的一種快速成型技術，首先將物品設計圖轉換為 3D 加工程式數據，然後運用塑膠或金屬材料逐層堆積(列印)。也就是說若你擁有一台小型的 3D 印表機，你只需要在電腦中繪製出該物品的圖型，等一會兒你要的物品就可以被印(製造)出來。本專題的研究目的為：

一、 綜合整理快速成型技術的發展趨勢，提供欲瞭解快速成型技術者，一便捷的參考工具與資料。

二、完成系建置快速成型軟硬體設計與製造能量驗證，作為未來使用者對快速成型軟硬體的使用程序、製造參數設定與故障排除等之參考資料。

三、將 3D 繪圖軟體、轉檔程式與製造設備綜整為一自動化設計製造系統，提供專題或創新相關課程，將創新想法轉化為實體模型的實用工具。

1-3 研究流程

研究流程如圖 1-1 所示。

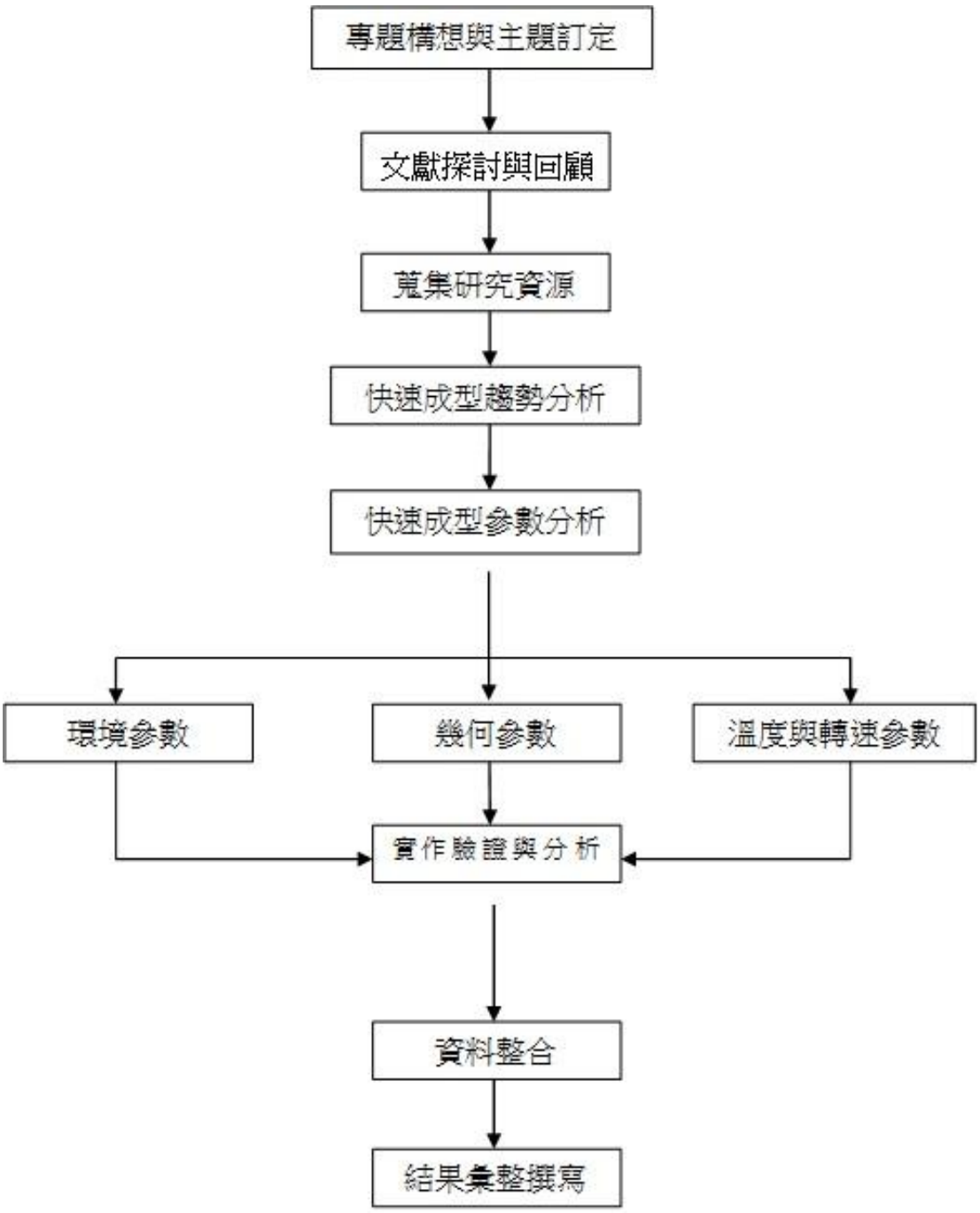


圖 1-1 研究流程圖

第二章 專利分析與文獻回顧

2-1 專利分析

2-1.1 專利檢索方法

1.首先在瀏覽器打上中華民國專利資料檢索系統如下圖 2-1 所示。

2.接著進入中華民國專利資料檢索系統後點選完整版進入如下圖 2-2 所示。



圖 2-1 中華民國專利資料檢索系統

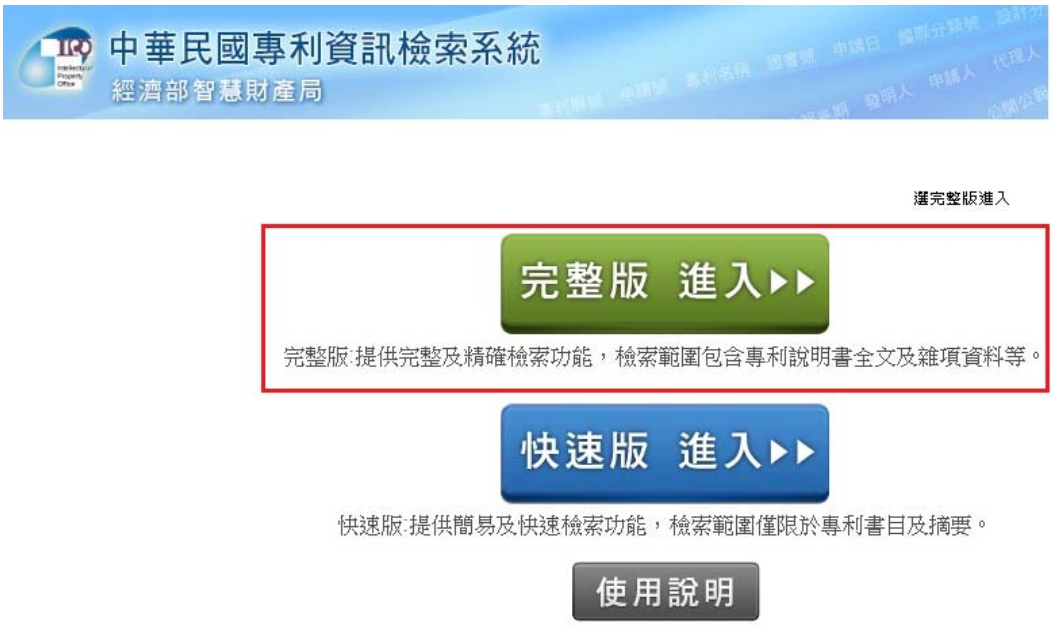


圖 2-2 進入中華民國專利資料檢索系統

3.然後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下圖 2-3 所示。

4.最後進入簡易檢索打上您要尋找的關鍵字即可開始搜尋(關鍵字：快速成型、RP、3D 列印・・・)如下圖 2-4 所示。



圖 2-3 進入中華民國專利資料檢索系統

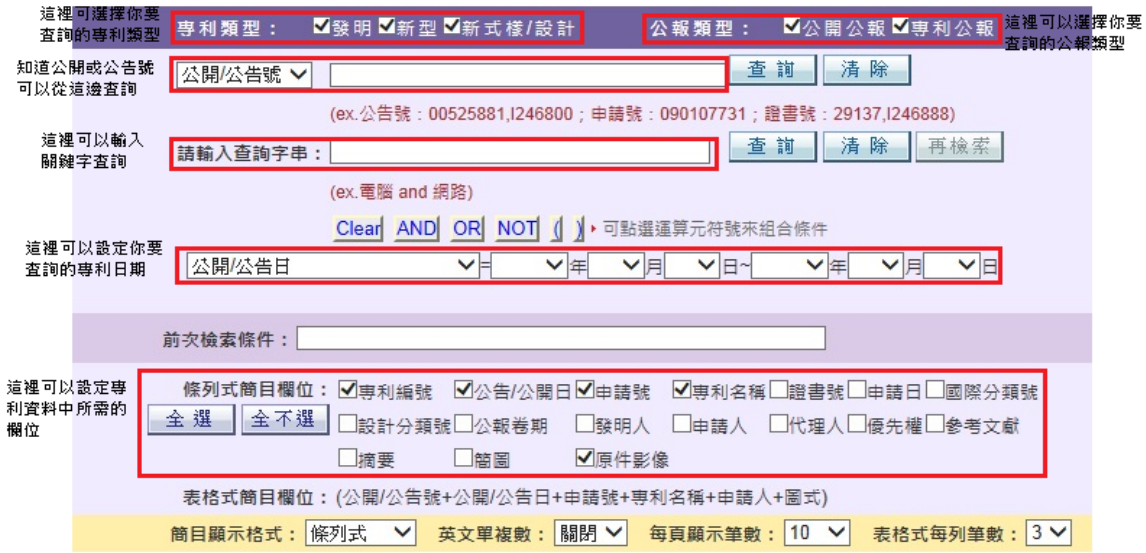


圖 2-4 中華民國專利資料檢索系統

2-1.2 專利管理地圖

RP 專利件數從 1999 年有開始上升的趨勢但從 2006 年到 2009 處於平穩狀態至 2010 年再度開始上升 2012 2013 年則是專利資料尚未核准所以無法放上來這如下圖 2-5 所示。

這些專利件數都是從台灣專利局所查其他國家只把機台賣給台灣並不把台灣當成競爭對手所以並不多來台申請專利如下圖 2-6 所示。

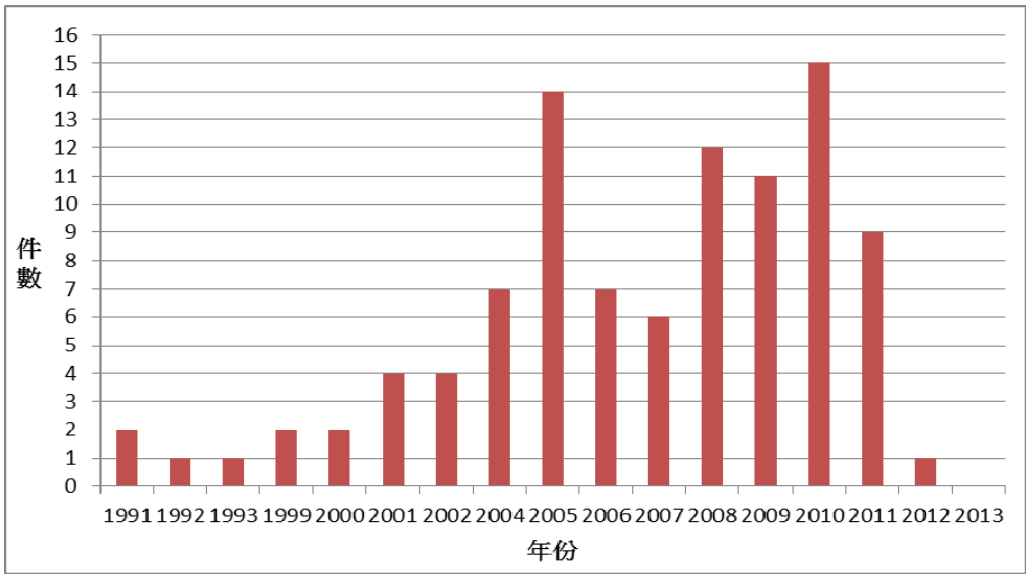


圖 2-5 專利管理地圖(件數/年分)

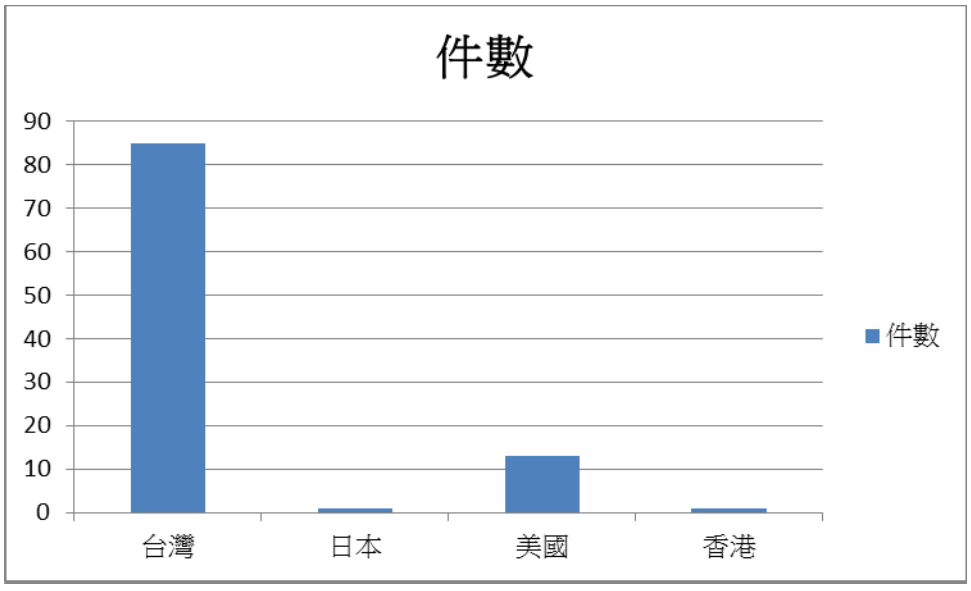


圖 2-6 專利管理地圖(件數/國家)

目前快速成型技術材料依然還是以塑膠類為主其他材料仍然較少使用如下圖 2-7 所示。

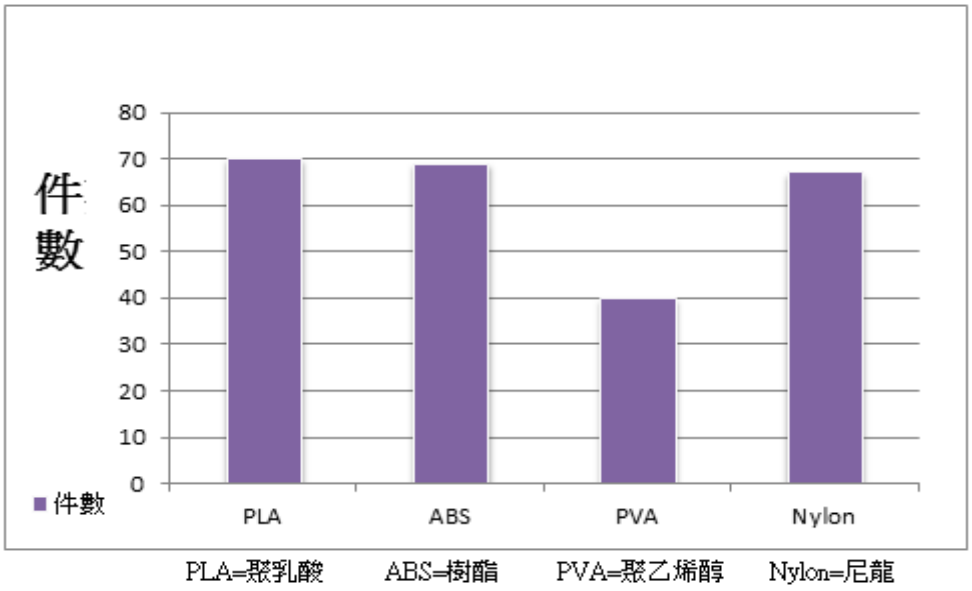


圖 2-7 專利管理地圖(件數/材料)

2-2 文獻回顧

2-2.1 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型（Rapid Prototyping & Manufacturing：RP）技術，突破了傳統的加工模式，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相結合，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型技術。快速成型技術對製造企業的模型、原型及成型件製造方式正產生深遠的影響。

RP 系統可分為兩大類：基於雷射或其它光源的成型技術，如：立體光造型（Stereo lithography：SL）、疊層實體製造（Laminated Object Manufacturing：LOM）、選擇性雷射燒結（Selected Laser Sintering ：SLS）、形狀沉積製造（Shape Deposition Manufacturing：SDM）等；基於噴射的成型技術，如：熔融沈積製造（Fused Deposition Modeling：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 2-8 所示。

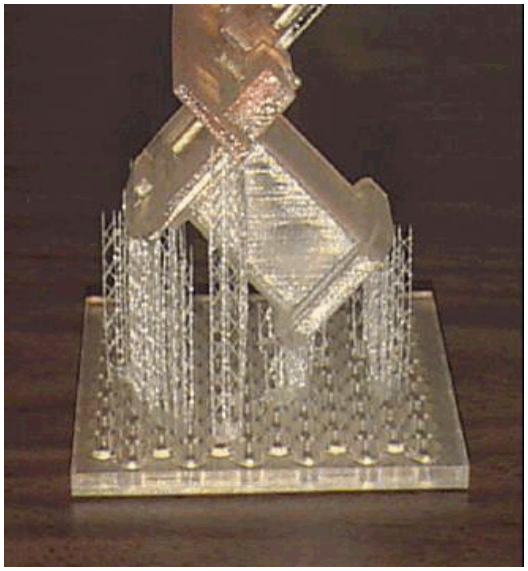


圖 2-8 立體光固化成型

一.快速成型起源(過去)

1979 年，東京大學的中川威雄教授利用分層技術製造了金屬沖裁模、成型模和注塑模。 20 世紀 70 年代末到 80 年代初，美國 3M 公司的 AlanJ. Hebert（1978 年）、日本的小玉秀男（1980 年）、美國 UVP 公司的 Charles W. Hull（1982 年）和日本的丸谷洋二（1983 年），各自獨立地首次提出了 RP 的概念，即利用連續層的選區固化製作三維實體的新思想。 Charles W. Hull 在 UVP 的資助下，完成了第 1 個 RP 系統 Stereo lithography Apparatus（SLA），並於 1986 年獲得專利，這是 RP 發展的一個里程碑。隨後許多快速成型概念、技術及相應的成型機也相繼出現。

二.快速成型技術應用及其市場(現在)

快速成型術已經廣泛應用於家電、汽車、航空航天、船舶、工業設計、醫療等領域。藝術、建築等領域的工作者也已開始使用 RP 設備。根據 14 個 RP 設備供應商和 43 個 RP 服務商的統計數據，所有 RP 模型的近 41%用於裝配和功能型零件；約 27%用於工程、工具製造、報價和投標；約 23%用於原型模具、金屬鑄造及模芯製造。隨著 RP 技術本身的發展和完善，其應用領域在不斷拓展。

截至 2001 年 7 月，全球共有 355 家 RP 服務機構，30 家設備製造商，12 家材料供應商， 35 家諮詢機構，14 家專門的軟件供應商，67 個教育及研究機構。分佈於全球 58 個國家的 RP 系統有 6755 台套。根據其中 6521 個系統的分佈情況統計出：北美（主要是美國）佔 45.3%，亞洲/環太平洋地區佔 28.6%，歐洲佔 24.6%，其它地區只佔 1.5%。近年來，採用 RP 設備最積極的地區是東亞（尤其是韓國、香港、新加坡）。

(一)快速成型技術的國外發展現狀

美國是世界上最重要的 RP 設備生產國，1999 年美國生產的 RP 設備佔全世界的 8l.5%，美國的 RP 發展水平及其趨勢基本代表了世界的 RP 發展水平及趨勢。

1..立體光造型

1999 年 3DSystems 公司推出 SLA27000 機型，掃描速度可達 9.52m/s，層厚最小可達 0.025mm。 AUTOSTRADE 公司（日本）開發了以 680nm 左右波長半導體激光器為光源的 RP 系統，及針對該波長的可見光樹脂。提供光固化樹脂的有瑞士 Ciba 公司、日本旭電化公司、美國 Dupont 公司等。

日本 Kira 公司 PLT2A4 成型機採用超硬質刀具切割和選擇性粘接的方法製作成型件，是屬於疊層實體製造如下圖 2-9 及 2-10 所示。



圖 2-9 PLT2A4 成型圖



圖 2-10 PLT2A4 成型圖

EOS 公司研製了 PA3200GF 尼龍材料，用其製作的零件具有較高的精度和表面光潔度如下圖 2-11 及 2-12 所示。



圖 2-11 PA3200GF 尼龍圖



圖 2-12 PA3200GF 尼龍圖

2.疊層實體製造

Helisys 公司研製出多種 LOM 工藝用的成型材料，可製造用金屬薄板製作的成型件。該公司還與 Dayton 大學合作開發基於陶瓷複合材料的 LOM 工藝。蘇格蘭的 Dundee 大學使用 CO2 雷射器切割薄鋼板，使用焊料或黏接劑製作成型。日本 Kira 公司 PLT2A4 成型機採用超硬質刀具切割和選擇性粘接的方法製作成型件。澳大利亞的 Swinburn 工業大學開發了用於 LOM 工藝的金屬 2 塑料複合材料。

3.選擇性雷射燒結

DTM 公司推出了系列 Sinterstation 成型及多種成型材料，其中 Somos 材料具有橡膠特性，耐熱、抗化學腐蝕，用該材料製造出了汽車上的蛇形管、密封墊等柔性零件。 EOS 公司研製了 PA3200GF 尼龍粉末材料，用其製作的零件具有較高的精度和表面光潔度。

4.熔融沈積製造

Stratasys 公司推出 FDM 系列成型機，可使用兩個噴頭同時造形，製作速度快。 1999 年推出使用熱塑性塑料的 Genisys 成型，並開發出水溶性支撐材料，解決了複雜及小型孔洞中的支撐材料難以去除的問題。

5.三維打印

美國的 Z Corp 與日本的 Riken Institute 於 2000 年研製出基於噴墨打印技術的、能製作出彩色原型件的 RP 設備。該系統採用 4 種不同的顏色能產生 8 種不同的色調，原型件可表現出三維空間內的熱應力分佈情況，切割開原型，即可發現原型內的溫度和應力變化情況，這對於原型的有限元分析尤其實用。荷蘭的 TNO 和德國的 BMT 也在研究 RP 彩色製造技術。

美國 Sanders Prototype Inc 的基於熱熔金屬噴射技術的 Pattern Master 是製作速度最快的 RP 設備之一。製作範圍為 300mm×150mm×220mm，用戶可實時製作原型、驗證設計，隨後即可得到成型件。成型件的表面精度為 0.08mm～0.16mm。

德國的 Generis Generative Systeme 於 2001 年推出基於噴墨打印的設備，先在每層沙（或蠟）上噴射黏接劑（平鋪），再選擇性噴射反應物，該設備的製作速度比其它選擇性雷射燒結設備快 10 倍以上。設備製作零件的範圍為 1.5m×0.75m×0.75m，製作速度為 0.008m3/h。

以色列的 Object Geometries 公司 2000 年底推出 3 維打印機系列的 RP 設備 2Quadra 建造零件尺寸為 270mm×320mm×200mm。 Quadra 用了 1536 個噴頭選擇性沉積樹脂，安裝在噴頭前後的紫外燈固化噴射出的液態樹脂。

三.開發概念模型機或台式機(未來)

目前，RP 技術向兩個方向發展：工業化大型系統，用於製造高精度、高性能零件；自動化的桌面小型系統，此類系統稱為概念模型機或台式機，主要用於製造概念原型。發達國家許多科研機構（如 IBM 公司）及教育單位（中等職業學校甚至中小學）已經開始購買此種小型 RP 設備，並極有可能進入家庭。美國通用汽車公司也計劃為其每位工程師配備一台此類設備。

採用桌面 RP 系統製造的概念原型，可用於展示產品設計的整體概念、立體型態佈局安排，進行產品造型設計的宣傳，作為產品的展示模型、投標模型等使用。

SL、LOM、SLS 等快速成型技術大多以激光作為能源，目前已有採用半導體雷射器、紫外燈等低廉能源代替昂貴雷射器的 RP 系統如下圖 2-13 及 2-14 所示。



圖 2-13 雷射燒結圖

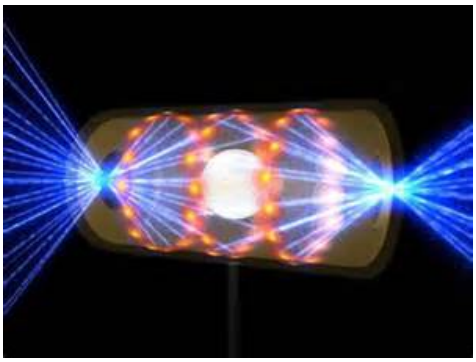


圖 2-14 雷射疊層圖

(一)開發新的成型能源

SL、LOM、SLS 等快速成型技術大多以激光作為能源，而激光系統（包括雷射器、冷卻器、電源和外光路）的價格及維護費用昂貴，致使成型件的成本較高，於是許多 RP 研究集中於新成型能源的開發。目前已有採用半導體雷射器、紫外燈等低廉能源代替昂貴雷射器的 RP 系統，也有相當多的系統不採用雷射器而通過加熱成型材料堆積出成型件。

(二)開發性能優越的成型材料

RP 技術的進步依賴於新型快速成型材料的開發和新設備的研製。發展全新的 RP 材料，特別是複合材料，如納米材料、非均質材料、其它傳統方法難以製作的複合材料已是當前 RP 成型材料研究的熱點。目前國外 RP 技術的研究重點是 RP 成型材料的研究開發及其應用，美國許多大學裡進行 RP 技術研究的科技人員多數來自材料和化工專業。

(三)研究新的成型方法與工藝

在現有的基礎上，拓寬 RP 技術的應用，開展新的成型技術的探索。新的成型方法層出不窮，如三維微結構製造、生物活性組織的工程化製造、激光三維內割技術、層片曝光方式等。對於 RP 微型製造的研究主要集中於：RP 微成型機理與方法、RP 系統的精度控制、雷射光斑尺寸的控制以及材料的成型特性等方面。目前製作的微零件僅是概念模型，並不能稱之為功能零件，更談不上微機電系統（MEMS）。要達到 MEMS 還需克服很多的問題，如：隨著尺寸的減小，表面積與體積之比相對增大，表面力學、表面物理效應將起主導作用；微摩擦學、微熱力學、微系統的設計、製造、測試等。

美國 POM 公司正在研製用雷射融化金屬粉末，能一次製作出質地均勻、強度高的金屬零件如下圖 2-15 及 2-16 所示。

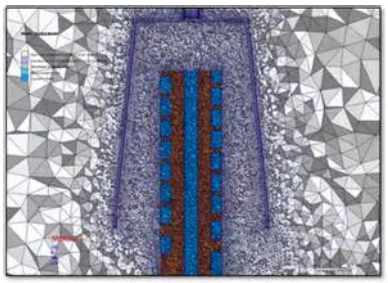


圖 2-15 金屬粉末成型

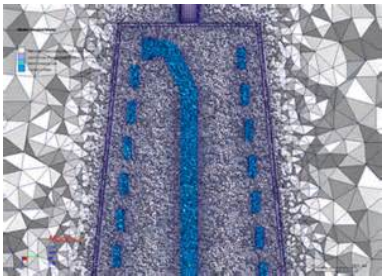


圖 2-16 金屬粉末成型

(四)集成化

生物科學、信息科學、納米科學、製造科學和管理科學是 21 世紀的 5 個主流科學，與其相關的五大技術及其產業將改變世界，製造科學與其它科學交叉是其發展趨勢。 RP 與生物科學交叉的生物製造、與信息科學交叉的遠程製造、與納米科學交叉的微機電系統等都為 RP 技術提供了發展空間。並行工程（CE）、虛擬技術（VT）、快速模具（RT）、反求工程（VR）、快速成型（RP）、網絡（Internet、Intranet）相結合而組成的快速反應集成製造系統，將為 RP 的發展提供用力的技術支持。

(五) RP 軟件

RP 軟件主要具備 CAD 模型數據處理及成型機控制功能，它對成型零件的精度、系統的性能等方面都有很大影響。幾乎每一套商用 RP 系統都有自己的 RP 軟件。因此，市場上的 RP 軟件多種多樣。表 1 中列出了功能較強、較為常用的幾種 RP 軟件。

但目前 RP 軟件系統還存在以下問題：

1. RP 軟件無標準化。絕大多數的 RP 系統開發商都開發與自己的 RP 系統相匹配的軟件系統，市場上 RP 軟件互不兼容，不同 RP 系統間相互交換數據非常困難。

2. RP 軟件二次開發難。目前的 RP 軟件都隨機安裝，用戶無法按照自己的具體要求進行二次開發。

3. 價格昂貴，功能單一。 RP 軟件的專業開發商提供的 RP 軟件價格都十分昂貴，多在 1 萬美元左右，而且僅限於數據處理模塊，大多只具備模型顯示、加支撐、切片、糾錯等基本功能，後續的成型機控制模塊則需用戶自行解決。

(六)國內 RP 技術的發展現狀

國內有多所高校自 20 世紀 90 年代初開始進行 RP 技術的研究開發。清華大學主要研究 RP 方面的現代成型學理論、SSM（Slicing Solid Manufacturing）、FDM 工藝，並開展了基於 SL 工藝的金屬模具的研究；華中科技大學研究 LOM 工藝，推出了 HRP 系列成型機和成型材料；西安交通大學開發出 LPS 和 CPS 系列的光固化成型系統及相應樹脂，CPS 系統採用紫外燈為光源，成型精度 0.2mm。

但 RP 技術在國內的應用還不十分廣泛，目前僅限於大型企業和少部分科研院所。國內已成立多家 RP 服務中心，開始應用 RP 技術開發新產品。

香港較內地 RP 技術起步較早，香港生產力促進局和香港科技大學、香港理工大學、香港城市大學等都擁有 RP 設備，但其重點是 RP 技術應用與推廣而不是研製 RP 設備。台灣大學擁有 LOM 設備，台灣各單位及軍方安裝多台進口 SL 系列設備。

目前國內在 RP 技術的研究應用上存在著研究隊伍比較薄弱，資金投入有限，應用普及範圍不夠，沒有統一協調的管理機制等缺陷。

(七)快速成型技術的發展趨勢

長期以來，不斷有一些學者和專家對 RP 的發展持觀望和懷疑態度，尤其是在 1998 年受全球經濟的不景氣所影響，RP 工業出現緩慢增長甚至某些方面為負增長。對此，Terry Wohlers 在其著述的《2000 年度全球快速成型及快速模具製造工業進展報告》中指出，RP 工業將會在未來幾年發生巨大的變化，主要體現在新技術、新工藝及信息網絡化等方面。【1】

2-2.2 3D 列印未來展望

一. 3D 列印潛力滲透進玩具產業，3D 列印龍頭 3D Systems 14 日宣布，將與全球第二大玩具商孩之寶(Hasbro Inc.)合作，共同開發如何利用 3D 列印技術製造兒童玩具。【2】

二. 3D 列印進入柔軟多彩時代，3D 列印大廠 Stratays 宣布旗下新款印表機 Objet500 Connex3，可以多色列印出具有彈性的物品，為業界首創。Objet500 Connex3 使用橡膠和塑膠做為列印的基本材料，能印製出多種硬度和透明度的成品。新 3D 印表機還可混合青紅黃等顏色，調配出多種色彩；列印成品一次最多能有 46 種顏色如下圖 2-17 所示。【3】

三. 3D 列印還有新用途，可以追查犯罪。美國新墨西哥州 Roswell 警局利用 Faro 3D 掃描機從各個角度記錄犯罪現場，製作 3D 模型，協助警方辦案。試用過新科技的員警表示，誤差僅有幾公厘。此一新科技可協助警方、法官、陪審團了解犯罪現場狀況，效果比傳統的拍照存證更好。【4】

四. 3D 列印現在甚至能印出食物「方糖 3D 列印機」，能印出紋路細緻，巧奪天工的糖雕，不論是幾何圖形、多面體，甚至是貝殼、裝飾品造型，都是能放入口中的甜蜜。它原理就是以酒精混合水作定型劑，讓它和糖粉融合在一起，等到酒精乾了揮發後，糖的結構就會異常堅固，ChefJet 可印出多種口味，像是香草、薄荷、酸蘋果、櫻桃與西瓜，甚至能換成巧克力列印如下圖 2-18 所示。【5】



圖 2-17 多色列印有彈性的物品



圖 2-18 方糖 3D 列印機

2-3 PRP 3D TOUCH 單噴頭系統

2-3.1 技術規格

外觀尺寸:約 W515*D515*H590(mm)

空機重量:約 37kg

成型尺寸:最大約 W230*D275*H210(mm)

成型速度:最快約 15mm3/s

最大功率:約 90W6A@15V

擠製溫度:最高約 280 度

容差:X-Y 軸約正負 0.2mm(200microns) Z 軸約 0.13mm(含)以下

擠製噴嘴:直徑 0.5mm

材料線徑:直徑 3mm

線材重量:1kg

使用材料:ABS 可選購白、黑、藍、綠、紅及黃色。聚乳酸 PLA 可選購自然色、藍色及紅色。

HDPE-High density polyethylene

LDPE- High density polyethylene

PP-Polypropylene

Upvc-Unplasticized polyvinylchloride【6】

2-3.2 技術定位

現在的發展趨勢一開始是由塑料再來換成鐵合金紙到最近出現了食品及生物科技上的應用如下圖 2-19 所示。

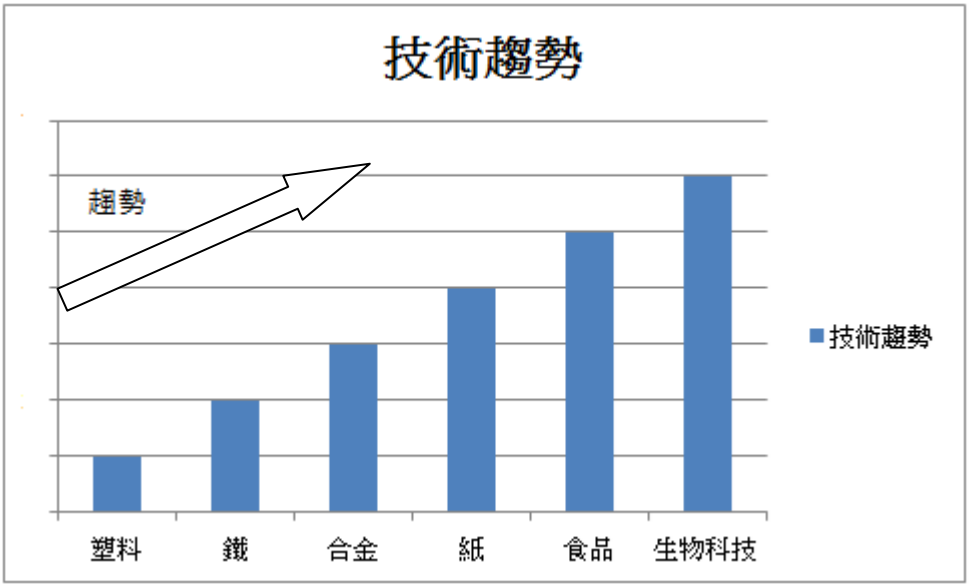


圖 2-19 快速成型材料技術趨勢圖

現在 3D 列印機的發展是層厚度越來越精密然後建立容量要越來越大工管系機種等級位置並不是在 0 而是以 1 億 mm 為基準而我們機種大概只有幾百萬 mm 的建立容量所以看起來很接近 0 如下圖 2-20 所示。

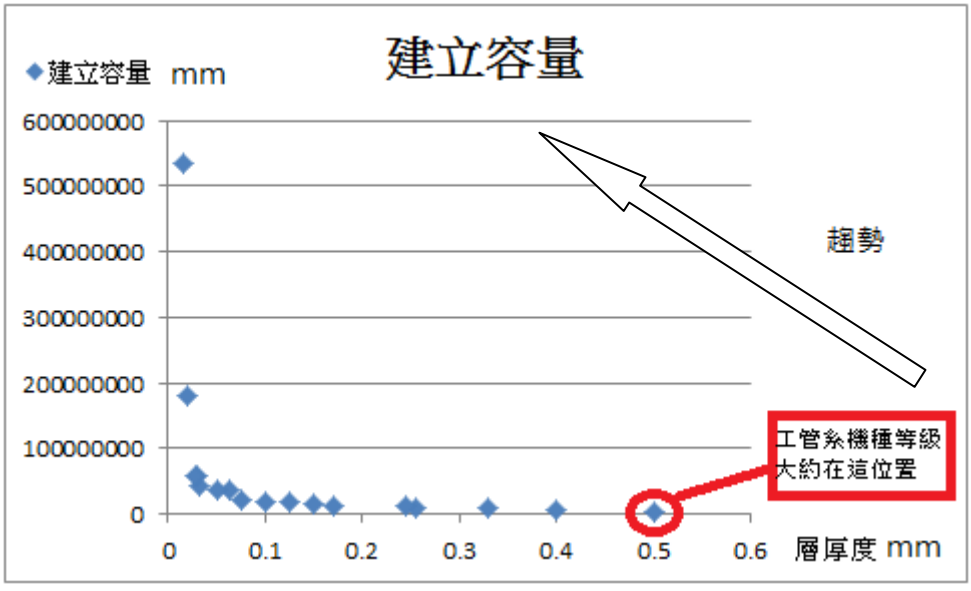


圖 2-20 快速成型層厚建立容量圖

第三章 3D 列印機成型技術

3-1 3D 列印機介紹

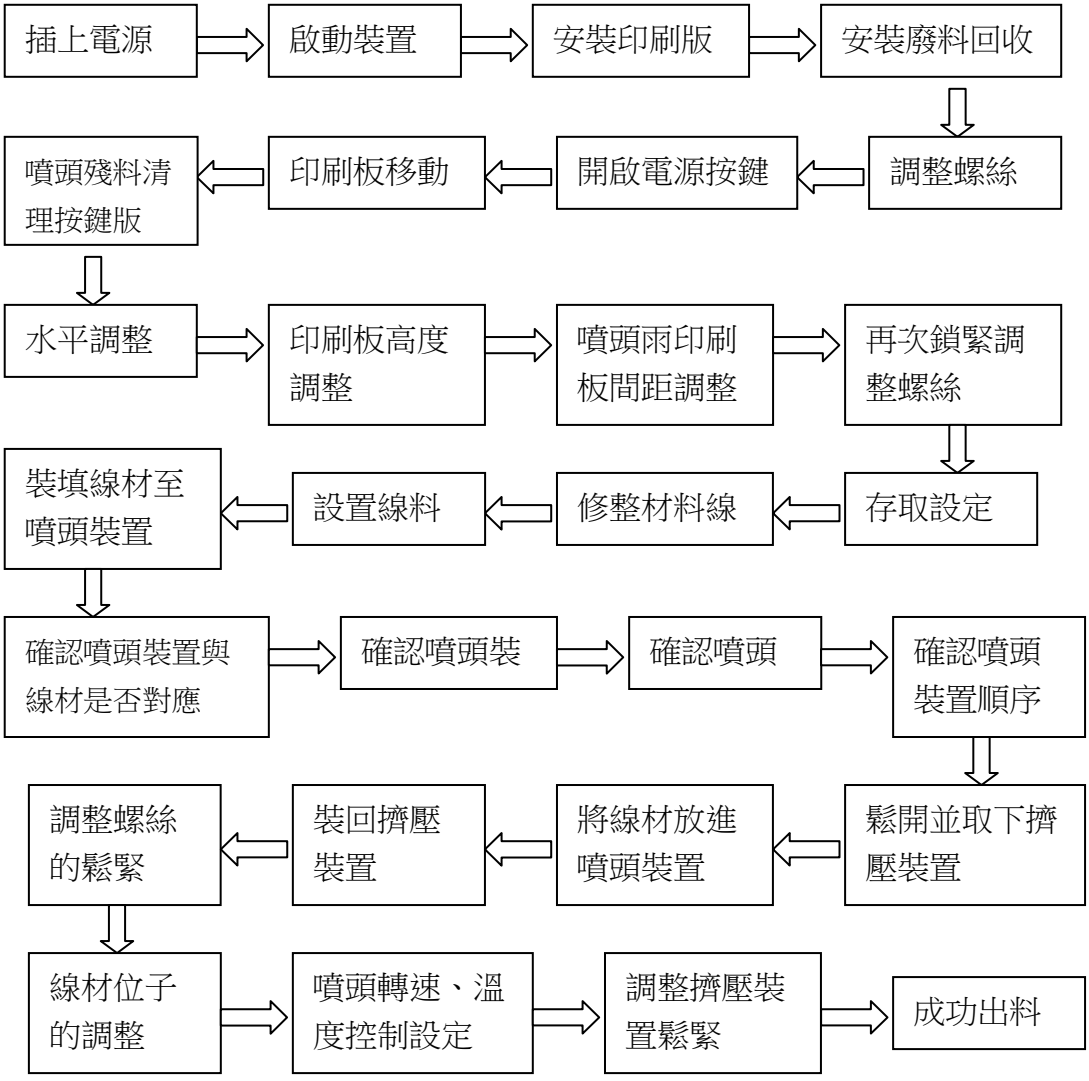


圖 3-1 3D 列印機操作流程圖

3-1.1 3D Touch 組成概觀

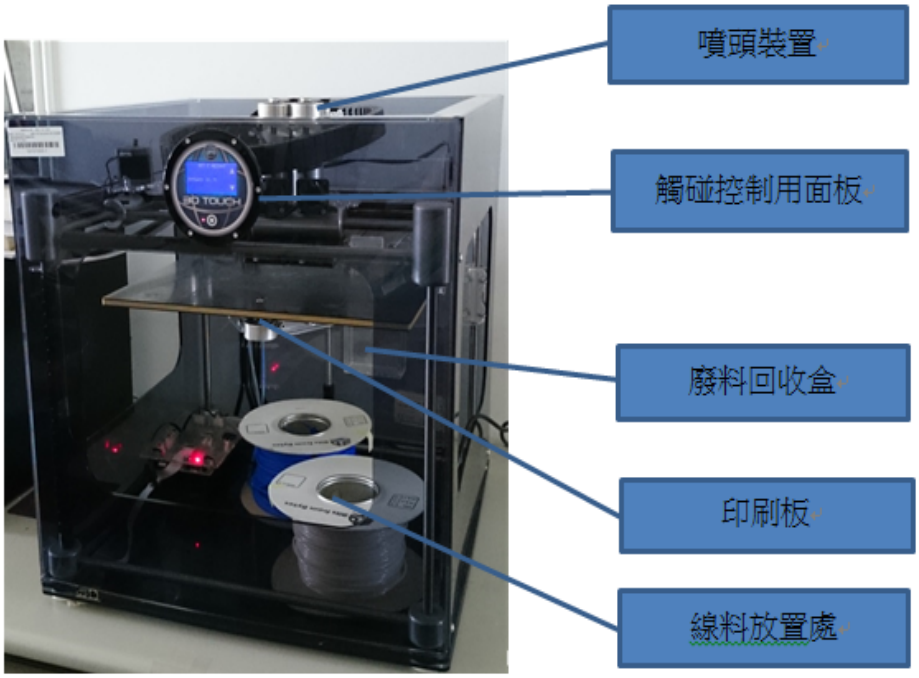


圖 3-2 3D Touch 列印機主機

3-1.2 PRP 3000 工具列表



圖 3-3 工具箱工具列表

3-1.3 啟動 PRP 3000

步驟 1 啟動裝置

接上底部的電源：提起或抬起裝置，將電源線接入底部電源裝置並且接上電源如圖 3-4 所示。



圖 3-4 電源裝置

測試啟動裝置：按住開機按紐約 3~5 秒之後放開，確定是否有出現開機畫面，之後點擊觸碰控制面板確定是否可以進入操作畫面如圖 3-5 所示。



圖 3-5 啟動裝置

步驟 2 印刷版安裝

接下來需要將印刷板放置於支撐臂上，在放置印刷板之前，請先使用工具箱中的模型移除工具清除印刷板上的殘留模型，並且將印刷板上的殘料清除，將印刷板清理乾淨如圖 3-6 所示。

安裝要注意使用模型移除工具移除印刷板上的模型時，請從模型底層盡量以平行印刷板的方式將模型從印刷板上慢慢鏟離，盡量避免敲擊或割傷到印刷板。

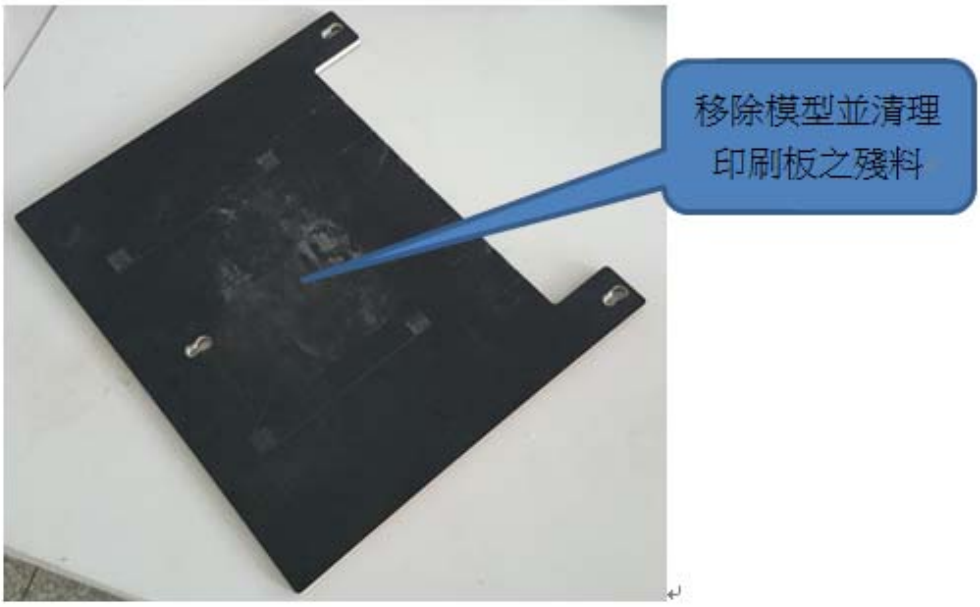


圖 3-6 印刷板

放置印刷板的三角支撐臂上有三個固定的螺絲，分別對應印刷版上的三個孔洞，請將印刷板的三個孔洞對應三個螺絲放入並且於印刷板上略為向下施力，將螺絲推到較小的孔洞中將印刷板固定住如圖 3-7 圖 3-8 圖 3-9 所示。

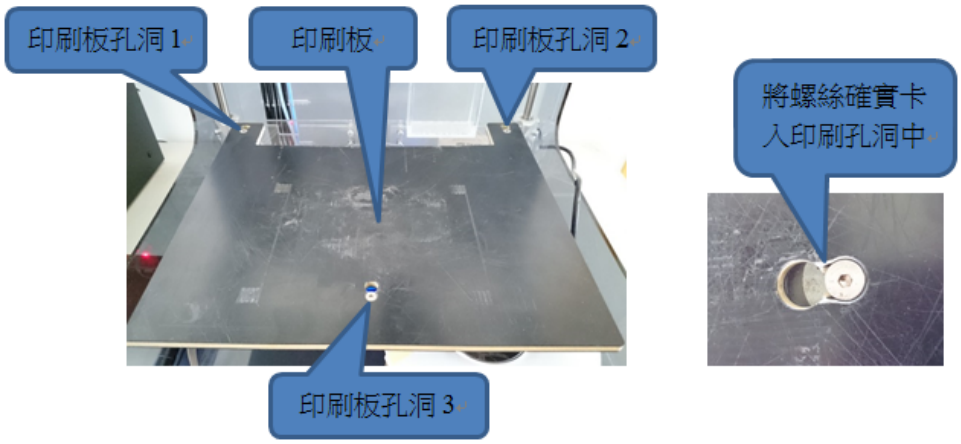


圖 3-7 安裝印刷板



圖 3-8 安裝印刷板過程

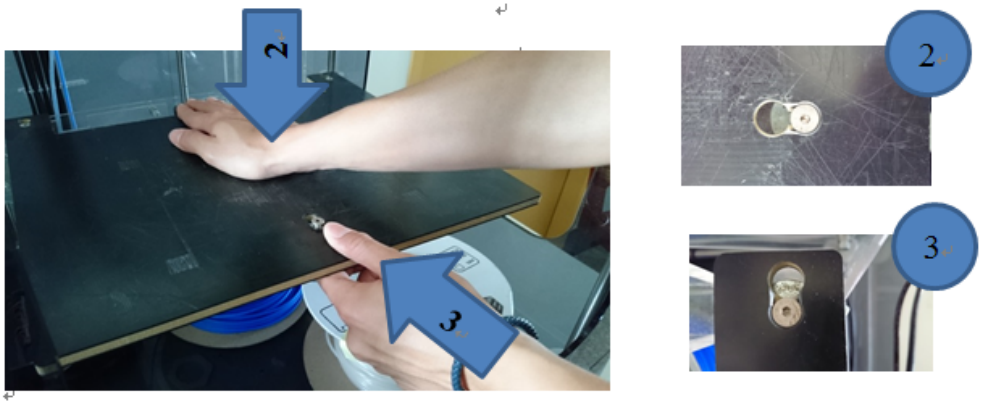


圖 3-9 安裝印刷板過程

需要將印刷板移除時，請先於印刷版上略為施力使印刷板往下沉，之後往前推，使螺絲移到較大的孔洞中，之後拿起印刷板，將其從三角支撐臂上移除如圖 3-10 圖 3-11 所示。

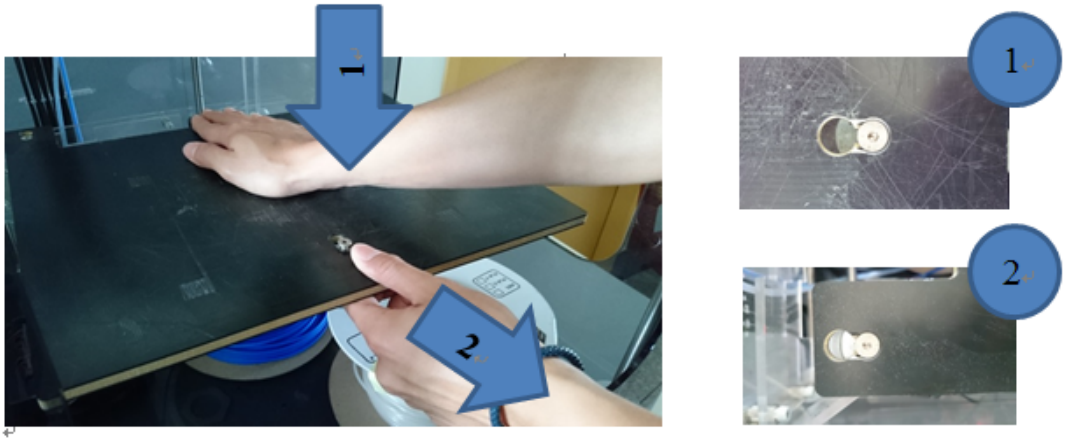


圖 3-10 移除印刷板過程



圖 3-11 移除印刷板過程

步驟 3 安裝廢料回收盒

固定好印刷板之後，接著則是需要放置廢料回收盒。裝置主體背部有三個橫向突出的金屬桿，請將廢料回收盒放置的三個孔洞對齊之後放置於此如圖 3-12 圖 3-13 所示。

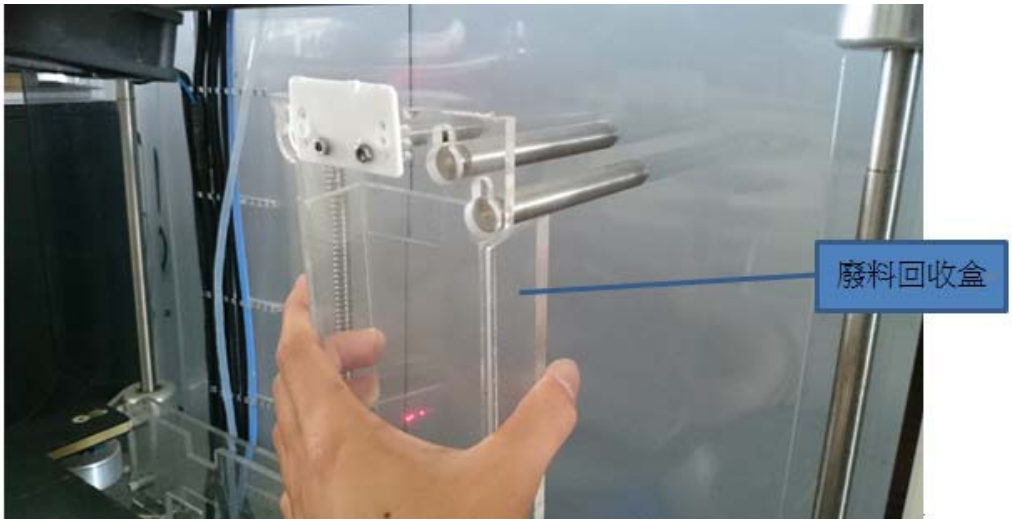


圖 3-12 安裝廢料回收盒

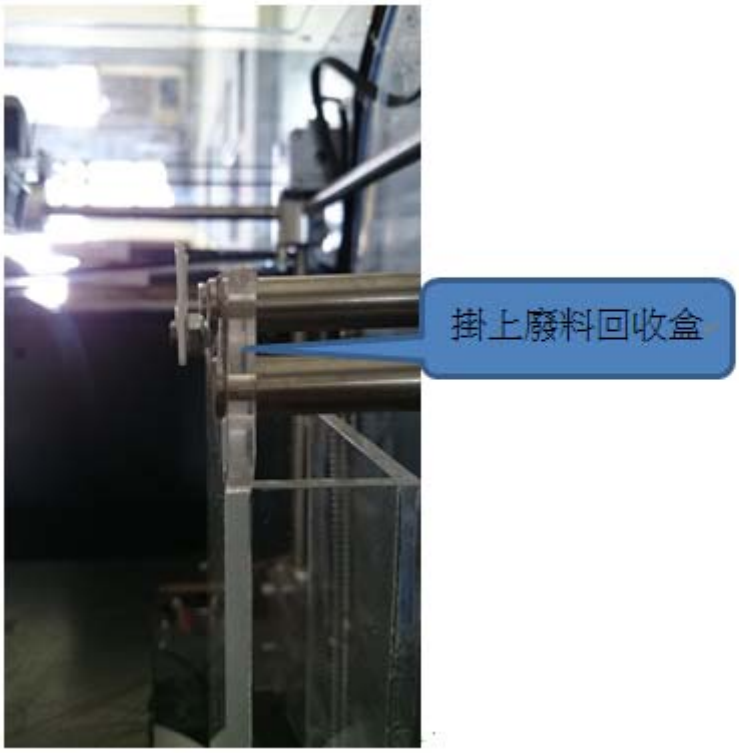


圖 3-13 安裝廢料回收盒

廢料回收盒上有一個塑膠刮板，這是用來將噴頭的多餘材料刮除之用。在此使用 2.5mm 的內六角螺絲起子調整刮板的高度，使噴頭裝置的出口處剛好經過刮板上方將多餘材料刮除，而不會因為刮板高度過高造成噴頭裝置和刮板碰撞，或者是過低而無法刮除多餘的材料放置。除了可以使用工具箱中的 2.5mm 的內六角螺絲起子從外層調整螺絲的鬆緊外，也可以從內層調整的螺絲的鬆緊，使刮板高度可以調整，對照參照孔洞可以知道調整了多少，也可以在此比較需要調整的高度如圖 3-14 圖 3-15 所示。

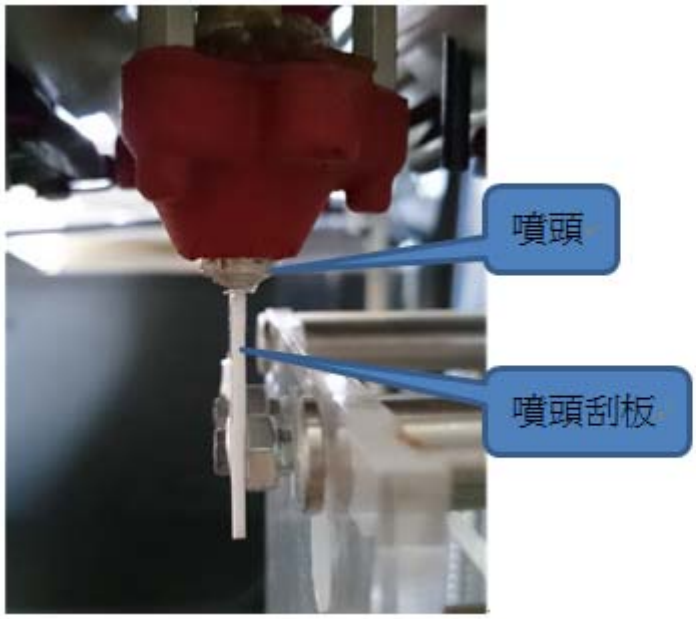


圖 3-14 安裝廢料回收盒

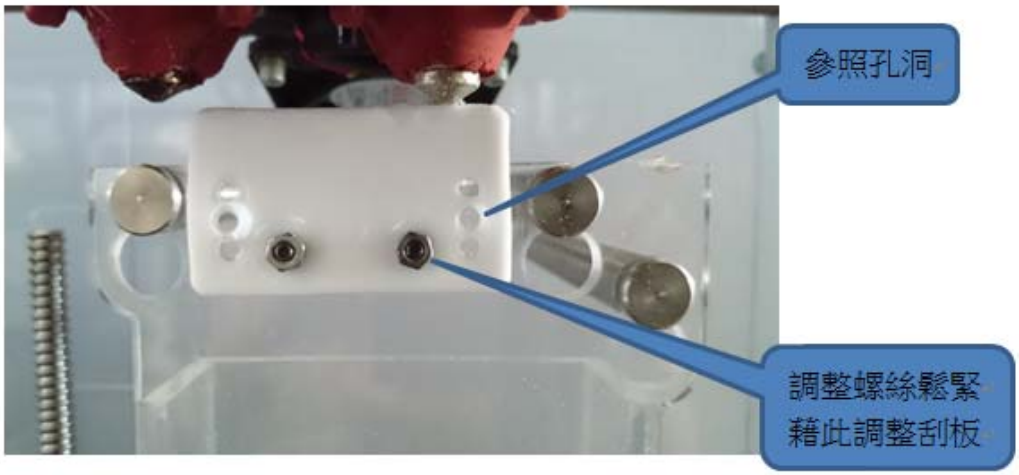


圖 3-15 調整螺絲

3-1 4 控制面板介紹

步驟一 開啟電源

按住開機按紐約 3~5 秒之後放開，確定是否有出現開機畫面，之後點擊觸碰控制面板確定是否可以進入操作畫面如圖 3-16 所示。

開啟時要注意當電源開啟時，不要對射出成型的噴頭裝置或任何一個裝置的步進馬達進行拆除或已外力移動，避免對裝置造成傷害。



圖 3-16 開啟電源按鍵

步驟二 觸控面板簡介

觸控面板的畫面中，可以觸碰上方的各個功能圖示，進入對應的功能操作畫面。畫面中一次只會出現三個功能圖案，如果需要選擇其他的功能圖案，可以點擊下方滑動軸中的箭頭圖案進行畫面的移動如圖 3-17 所示。

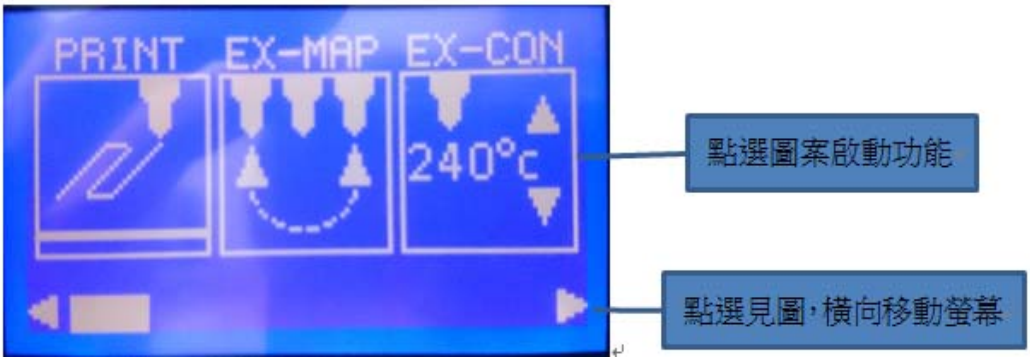


圖 3-17 觸控面板簡介

3-1.5 印刷板水平和噴頭間距調整

1. 座標系統

PRP3000 的座標系統是標準卡式(Cartesian)座標系統，使用 X、Y 和 Z 的單位都是公厘(mm)(1 英吋=2.54 公厘(mm))。PRP3000 會顯示噴頭的位置到小數點後兩位，例如：0.01mm(英吋則是到小數點後四位)。這個和被機器架構所影響的解析度(resolution)或絕對準確性(absolute accuracy)並不一樣。

2. 印刷板座標

我們可以將印刷板看作是一張座標圖紙，因此在印刷板上的每一個點都可以視作擁有一組 X-Y 座標，座標可以傳送給噴頭 X 軸何 Y 軸的起始座標點定義為 X=0 和 Y=0，位置是在印刷板的正中央。

從印刷板的(0，0)起始座標點來看，X 軸的正向(+)移動式指向中心點的右方移動。Y 軸的正向(+)移動式指向裝置的後方移動，可以看成是一個 X-Y 的座標圖示。例如:傳給機器前往座標點(X:50，(Y:50)的命令，出發點是在原點，這時噴頭會在 X 軸向右移動 50 公厘並且在 Y 軸向後移動 50 公厘。如果是相反情況的座標點(X:-50，Y:-50)，則是從原點在 X 軸上向左移動 50 公厘並且在 Y 軸上向前移動 50 公厘。

我們可以將 X 軸和 Y 軸的正(+)負(-)方向組合分成如下的四個四分之一圓周表示，已裝置本體後方定義為順時鐘 0 點(12 點)的方向:

X+，Y+:從裝置後方到右方，順時針 12 點到 3 點的位置

X+，Y-:從裝置前方到右方，順時針 3 點到 6 點的位置

X-，Y-:從裝置前方到左方，順時針 6 點到 9 點的位置

X-，Y+:從裝置後方到左方，順時針 9 點到 12 點的位置

另外，我們也可以在 Z 軸上移動印刷板和支撐臂，Z 軸是垂直通過 X 軸和 Y 軸的垂直線。對於 PRP3000 來說，將 Z=0 公厘的起始位置定義為印刷板的頂端剛好碰觸到噴頭，正向的 Z 軸移動代表將印刷板往下移動，例如:Z:+10 表示印刷板

向下移動 10 公厘，使得噴頭在印刷板的上方 10 公厘。負向的 Z 軸一棟則是代表將印刷板往上移動。

3.噴頭裝置&印刷板移動



圖 3-18 MOVE

瞭解裝置座標系統的定義後，現在要做的事情是在 MANUAL MOVE 模式中，控制印刷板和噴頭裝置進行移動，檢測是否可以正常平順的移動而不會有卡住或移動速度不正常之類的問題。在此可以藉由使用控制面坂 MANULA MOVE 模式測試裝置在所有軸線上的移動。注意，移動噴頭裝置以及印刷之前，請先確認以下兩件事，避免於操作途中造成裝置的毀損:

1. 印刷板有確實並且穩固的裝置於三角支撐臂上
2. 裝置緩衝物已確實取下

機著從主選單畫面中選取 MOVE 模式，進入之後可用左邊十字箭頭圖案，調整噴頭的前後左右位置，並且可用右邊的上下箭頭圖案調整印刷板目前高度如圖 3-18、圖 3-19 所示。

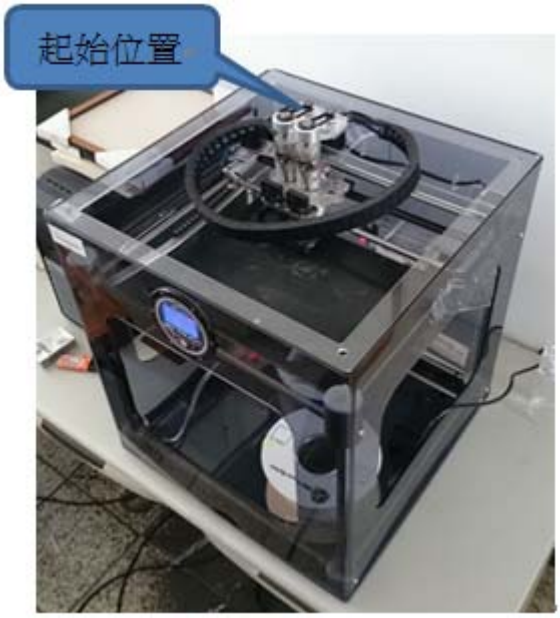


圖 3-19 噴頭起始位置

4.噴頭清理

在進行列印之前，為了在進行水平調整、噴頭調整以及列印測試時能夠正常運作，需要進行噴頭的清理如圖 3-20 所示。

首先觀察確認噴頭裝置的噴嘴附近是否已經清理乾淨並且沒有任何殘料。



圖 3-20 噴頭殘料清理

如果有噴嘴處有殘料或噴嘴周遭未清理乾淨，請依照以下步驟處理：

1.進入 move 模式，之後降低印刷板高度並且將噴頭裝置移動至中間，以容易對噴頭裝置進行處理為原則。

2.以不傷到噴頭裝置的輕微力道為準，清除噴頭裝置附近的 PLA 或 ABS 殘料，或者是附著上的灰塵與雜物如圖 3-20 所示

3.如果有殘料無法輕易清除，請勿用更大的力量應拔除，這時請點選 EX-CON 圖案進入 EXTRUDER CONTROL 模式(後面會說明此模式)，對噴頭進行加熱動作，之後以器具在不傷到噴頭裝置的情況下將殘料取除。注意：噴頭裝置進行加熱動作時禁止空手觸碰或是以任何易燃物質接觸或接近噴頭，溶解殘料時所使用的溫度對人體或易燃物而且都極為危險。

5.水平調整

如何設定印刷板的水平以及噴頭裝置和印刷板之間的間距，是影響成型模型品質以及進行噴頭調整的重要因素。在此首先調整印刷板的水平，調整水平時，主要是調整嵌入於印刷板三個孔洞的螺絲的鬆緊，藉此調整的高度和整體水平如圖 3-21 所示。

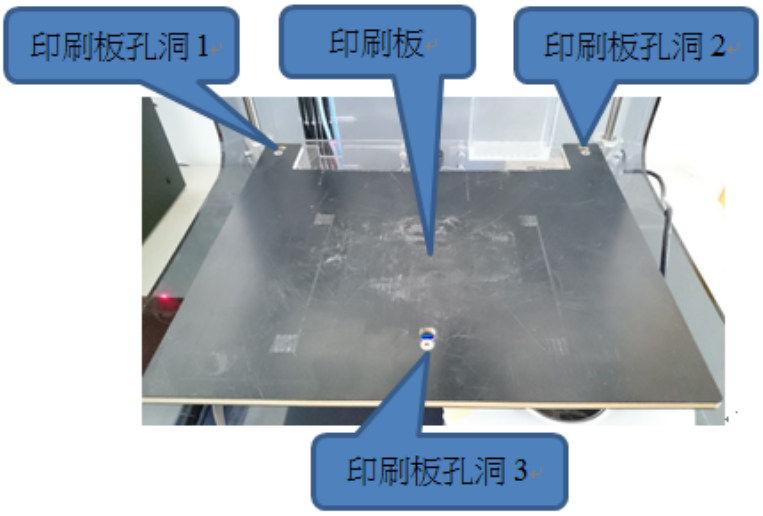


圖 3-21 印刷板高度調整

調整水平時，需要點擊 LEVEL 圖案進入 LEVEL BED 模式，在此模式可以使用順時鐘以及逆時鐘旋轉的圖示，讓噴頭裝置分別以逆時針和順時針放像在印刷板四個角落移動，右方的箭頭按鈕則是可以用於升高和降低目前印刷板的高度如圖 3-22 所示。

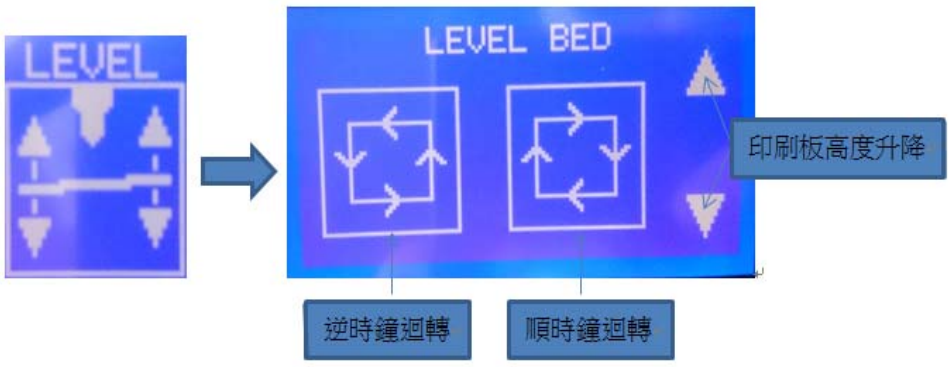


圖 3-22 印刷板高度調整面板操作

在 LEVEL BED 選項中，首先調整印刷板的高度，將近刷板和噴頭的距離大約調整到距離 10mm 左右，藉此進行初步的水平調整工作如圖 3-23 所示。

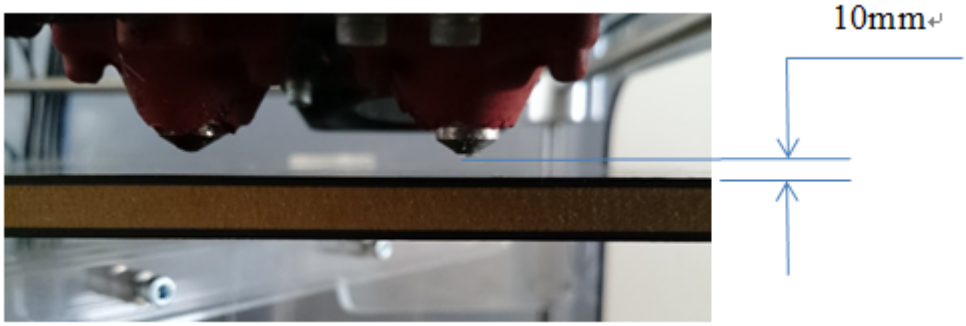


圖 3-23 噴頭與印刷板間距 10mm

調整高度之後，使用順、逆時針旋轉圖示讓噴頭裝置自動依序於印刷板四個角落之間移動，並且藉著觀看印刷板和噴頭之間的間距觀察印刷板是否水平如圖 3-24 圖 3-25 所示。



圖 3-24 噴頭以 Y 軸方式移動

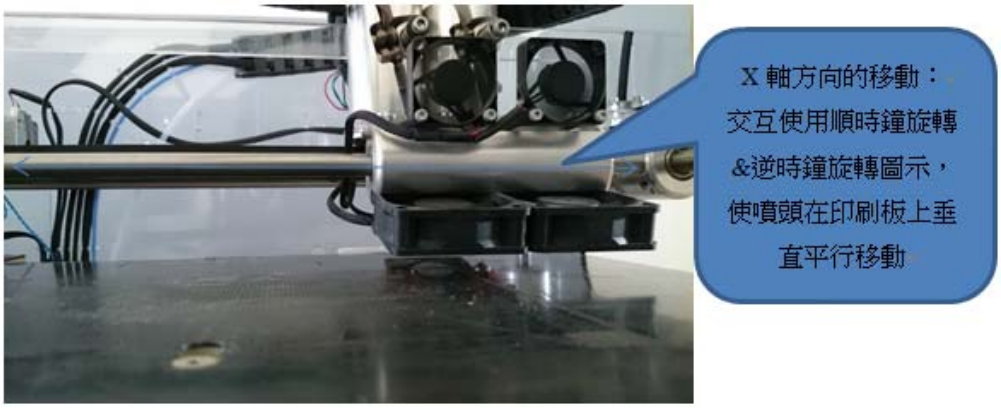


圖 3-25 噴頭以 X 軸方式移動

根據觀察的結果調整印刷板孔洞螺絲的鬆緊，藉此調整印刷板的水平。在進行印刷板孔洞螺絲的鬆緊調整前，請記得將下面的螺帽使用工具箱中的 8mm 螺絲板手放鬆三角支撐臂下方的螺帽如圖 3-26 所示。

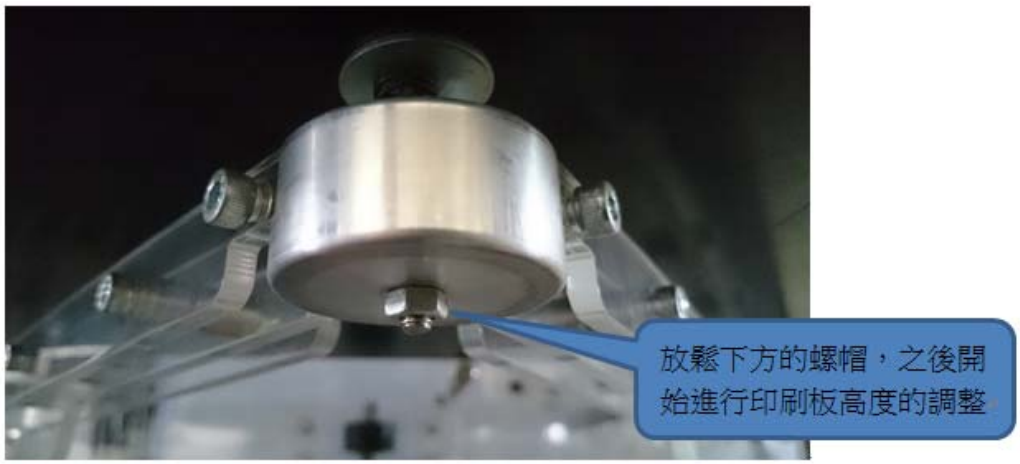


圖 3-26 以螺絲調整印刷板高度

調整之後分別從裝置前方觀看 X 軸方向的水平，以及從裝置左右兩方觀察 Y 軸的水平如圖 3-27 圖 3-28 所示。

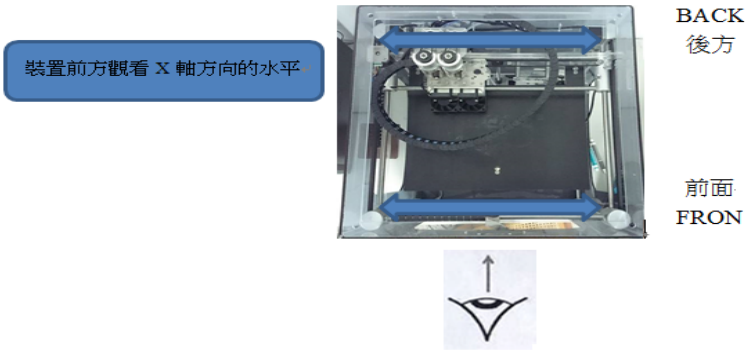


圖 3-27 以目測法觀察 X 軸

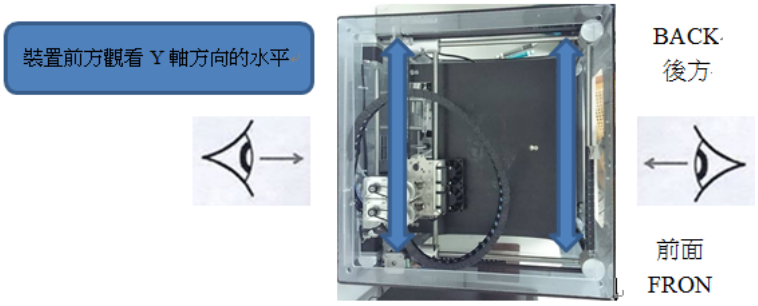


圖 3-28 以目測法觀察 Y 軸

將初步的水平調整工作進行完畢之後，接著再次調整印刷板的高度，於印刷板和噴頭裝置相距 2mm 時停止，之後再次以此距離進行較為精確的水平調整工作如圖 3-29 所示。



圖 3-29 噴頭與印刷板間距 2mm

在調整的時候須注意，請勿讓噴嘴部分接觸到印刷板，在噴頭裝置的移動過程中，如果噴嘴和印刷板接觸時，將會造成噴嘴和印刷板的損傷，所以第一次使用 10mm 的距離進行調整，第二次才使用更為接近的 2mm 進化調整。

使用 2mm 的間距於四個角落移動調整完間距之後，進入 MANUAL MOVE 模式將噴頭裝置移動到印刷板的中間，藉此確認印刷板中央的水平。

有時會因為印刷板的孔洞裝置時沒有裝好，或是印刷板長時間的使用相同區域以及拆卸和調整，造成印刷板出現略為彎曲的現象，因此需要移動到印刷板正中央進行確認。

調整完畢之後，請記得將各個三角支撐臂下方的螺帽再次鎖緊，之後按下控制面板下方的圓形功能鍵退出 LEVEL BED 選項如圖 3-30 所示。

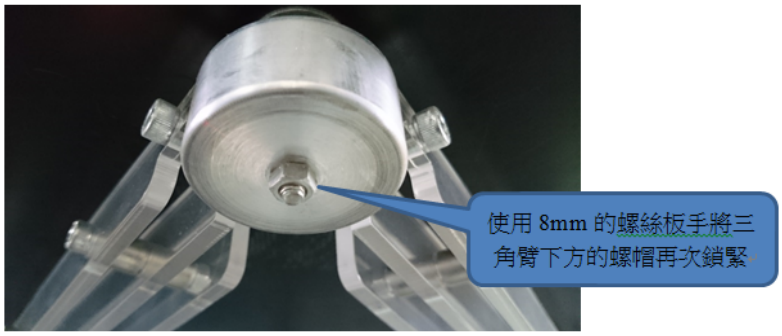


圖 3-30 再次鎖緊調整螺絲

6 印刷板&噴頭裝置間距調整

調整完畢印刷板的水平之後，接下來才可以進行印刷板和噴頭裝置的間距調整。

如果間距過近，有可能會使得印刷板的表面因為過於接近噴頭裝置而擠壓出凹痕，或者是使得噴頭裝置產生損毀，而且噴頭裝置本身也無法順利地移動。

如果將距離設定過遠，會造成噴頭裝置擠壓射出的線落到印刷板的模型時形狀變形或無法落到正確的位置上，也有可能在擠壓出來時，線本身產生彎曲而黏附到噴頭上。

一般來說，開始調整噴頭裝置跟印刷板之間得距離時，寧願離的比較遠也不要離的太近，避免對噴頭裝置和印刷板造成傷害，之後再進行微調。

所以，調整 Z 軸的高度時通常都會先設定為噴頭裝置和印刷板的距離略遠，之後再慢慢調近噴頭裝置和印刷板的距離，直到正確的距離，藉此提高列印模型時的可靠度，避免在列印成型模型時因為距離過遠或過近而造成模型列印失敗。

噴頭裝置和印刷板之間的距離應該調整成剛剛好可以將刮板插入的距離。

在開始進行間距的調整之前，請確認以下事項：

- 印刷板有正確並且確實的裝置於三角支撐臂上。
- 確認噴嘴處的清潔，確定沒有殘料或雜物。
- 確認印刷板為水平。

請從控制面板點選 Z-HIGH 選項。在進入 SET Z HEIGHT 模式，剛進入時，會進行一次 Home 的位置初始動作，之後會將噴頭裝置移動至印刷如圖 3-31 所示。



圖 3-31 Z-HIGH

在 SET Z HEIGHT 選項中，可以點擊觸控畫面上的上下箭頭符號升高或降低印刷板的 Z 軸 Home 的初始高度，在調整過成功，可以藉由模型移除工具進行確認，使印刷板和噴頭裝置的間距都可以碰觸到模型移除工具，但是模型移除工具仍然可以順暢地拿出而不會卡住的間距為基本。

調整高度時須注意勿調的過近而使得噴頭裝置擠壓到印刷板，此情況會使得印刷版孔洞下的彈簧受到擠壓而變形，並且將會造成噴頭裝置以及印刷板的損傷如圖 3-32 圖 3-33 所示。

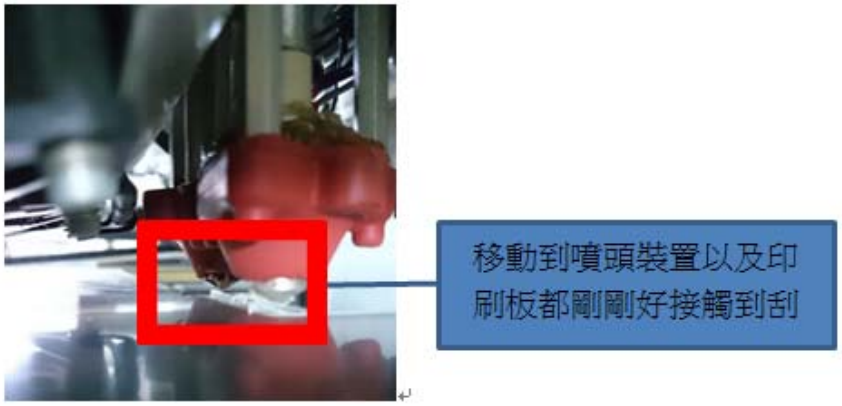


圖 3-32 噴頭裝置和印刷板間距

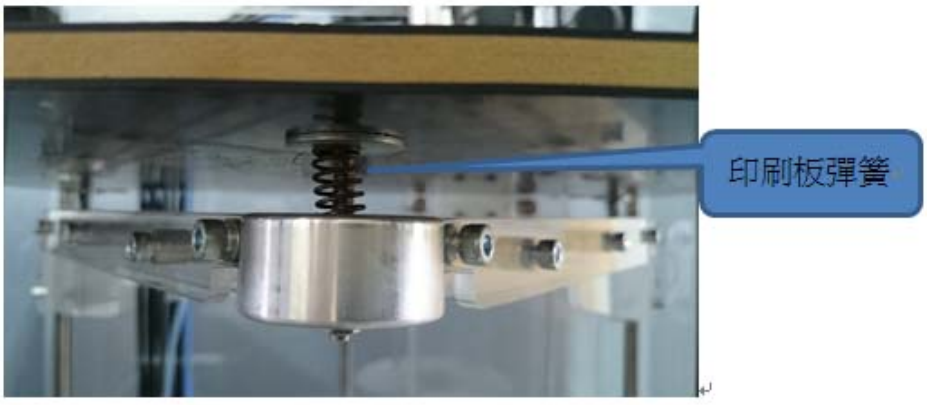


圖 3-33 印刷板彈簧

將間距調整完畢之後，按下觸控面板的圓形確認按鈕，並且於確認畫面中選取打勾符號，儲存目前印刷板 Z 軸的 Home 設定之後離開，這次儲存的設定值於關機後重開依然有效。如果不想儲存的話，則點選 X 按鈕取消此次設定如圖 3-34 所示。

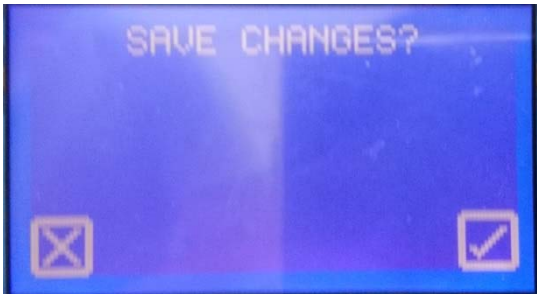


圖 3-34 存取設定

3-1 6 設置和裝填成型線料

1 事前準備工作

在將材料線放入材料導管前，為了避免使材料線在材料導管中卡住或線料的終端對於材料導管造成傷害。

1. 將材料線的前端以約略 45 度角的方式切成四邊形三角錐形狀如圖 3-35 所示。

2. 將線料放入材料導管中，感覺是否能平順地前進如圖 3-35 示。

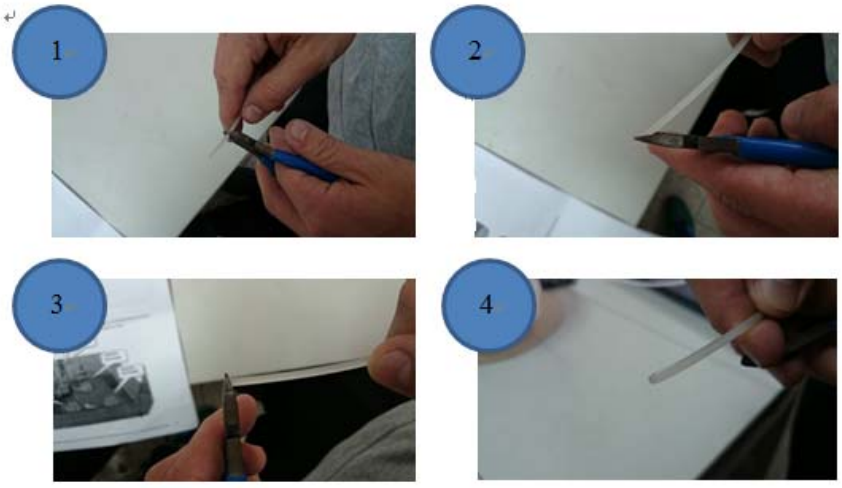


圖 3-35 修整材料線

2.設置線料

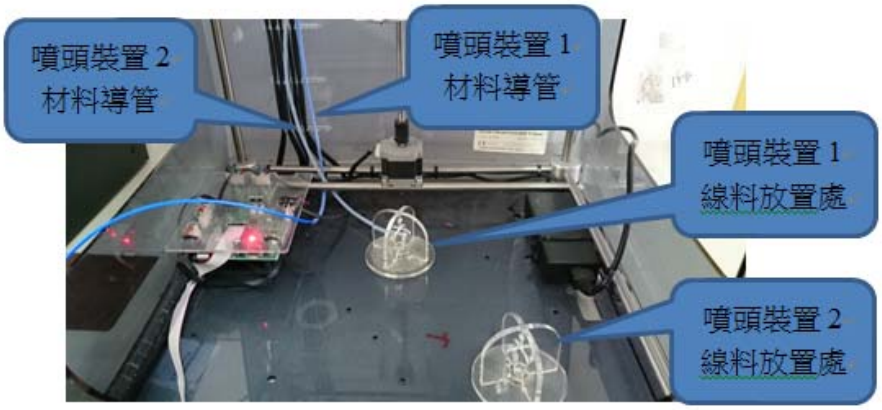


圖 3-36 線材及線材導管放置處

線料將會裝置於裝置本體底部的線料放置處，並且有對應不同噴頭裝置的材料導管，對應的順序是由左至右。將對應的線料放置於對應噴頭裝置的線料放置處如圖 3-36 所示。

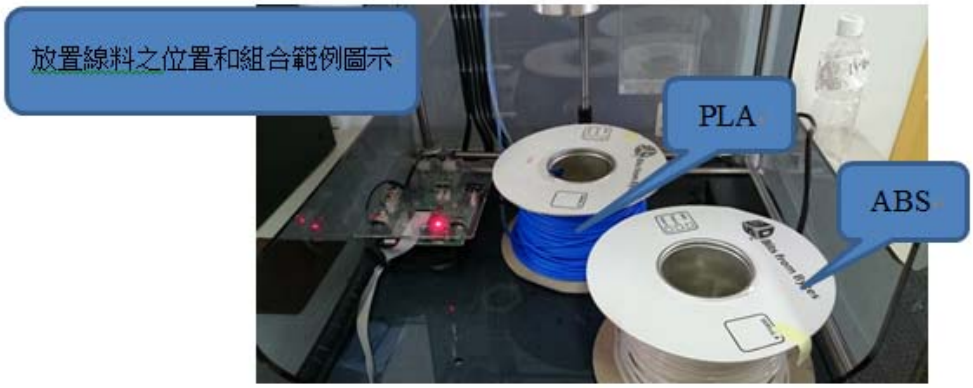


圖 3-37 線料放置處

如果單一使用時，可以對應模型目的選用 ABS 以及 PLA，如果需要同時使用雙噴頭時，建議噴頭裝置 1 使用 ABS 作為模型的主體列印，噴頭裝置 2 使用 PLA 作為支撐材，較能成功的列印出模型如圖 3-37 圖 3-38 所示。

使用噴頭裝置數量	噴頭裝置1對應	噴頭裝置2對應
1	ABS or PLA	
2	ABS	PLA

圖 3-38 噴頭對應的線材

3. 裝填線料至噴頭裝置

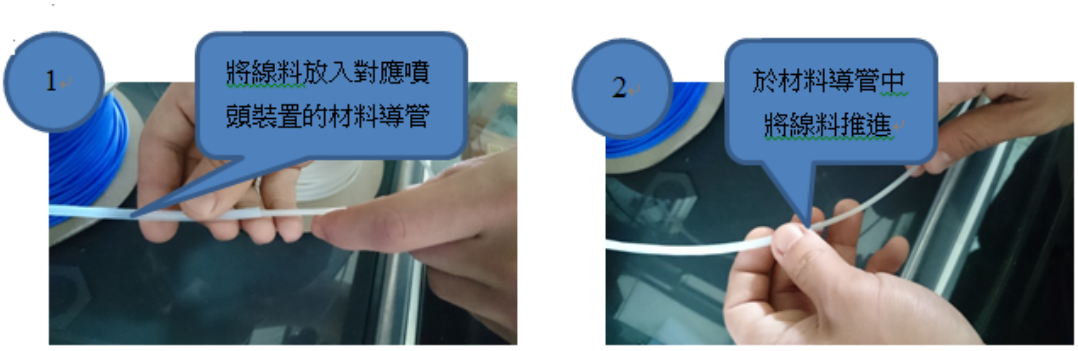


圖 3-39 如何裝填線料

設置好線料後，將其放入材料導管中，並且需要將擠壓裝置取下。將線料推進到噴頭裝置上方導管的出口處，在推進時要注意是否平順的前進，如果中途有卡住則要注意是否線料前端沒先切成三角錐形狀進行處理，或者是材料導管有損傷的問題。於材料導管將線料伸出時，請注意是否正確對應的噴頭裝置處如圖 3-39 圖 3-40 圖 3-41 圖 3-42 圖 3-43 圖 3-44 所示。



圖 3-40 確認噴頭裝置與線材是否對應

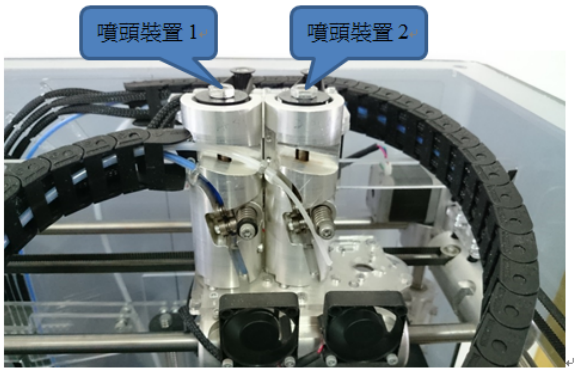


圖 3-41 確認噴頭裝置順序

設置好線料後，將其放入材料導管中，並且需要將擠壓裝置取下。將線料推進到噴頭裝置上方導管的出口處，在推進時要注意是否平順的前進，如果中途有卡住則要注意是否線料前端沒先切成三角錐形狀進行處理，或者是材料導管有損傷的問題。於材料導管將線料伸出時，請注意是否正確對應的噴頭裝置處如圖 3-39 圖 3-40 圖 3-41 圖 3-42 圖 3-43 圖 3-44 所示。

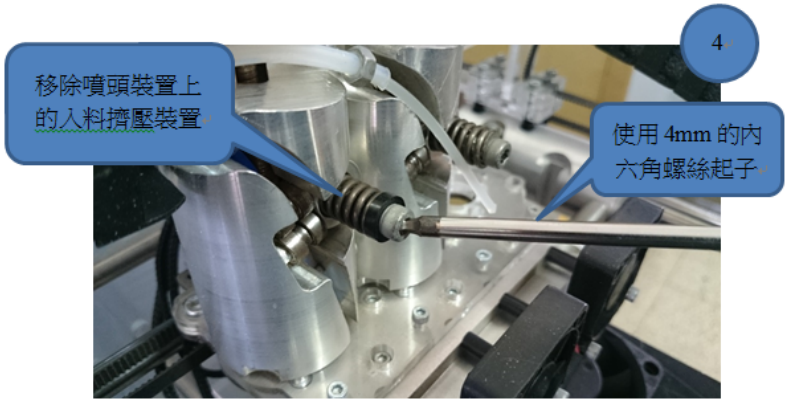


圖 3-42 鬆開並取下擠壓裝置



圖 3-43 擠壓裝置

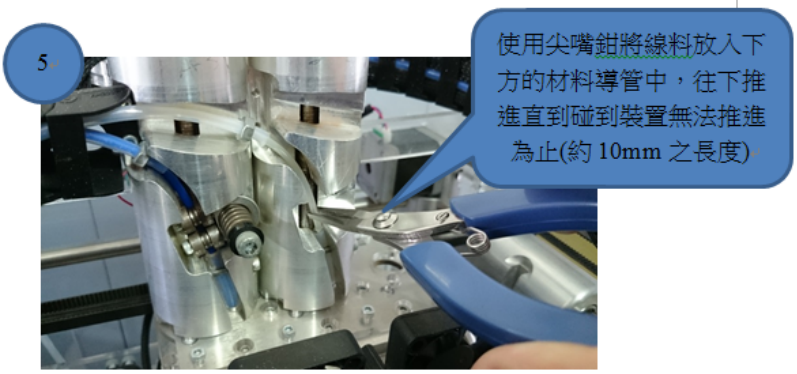


圖 3-44 將線材放進噴頭裝置

裝回擠壓裝置時須注意，將螺絲旋入到距離內部的滾軸裝置建議約 12mm 即可停止，但是實際使用時，可能需要視噴頭裝置的運作狀況進行調整，如果調的過緊將會使線料不易推出，如果太鬆則會無法進行自動入料動作如圖 3-45 圖 3-46 所示。



圖 3-45 裝回擠壓裝置

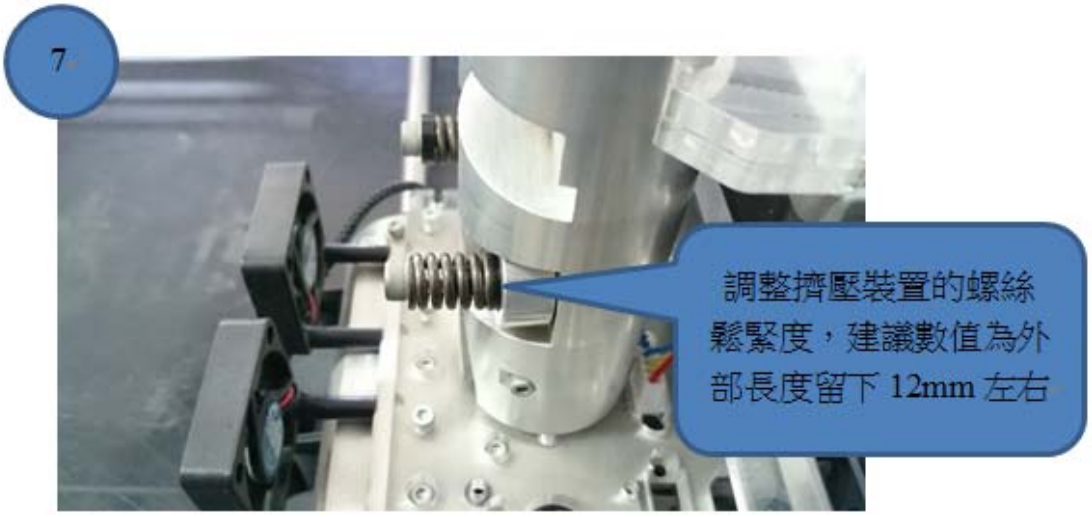


圖 3-46 螺絲鬆緊調整

最後確認線料位置是否位於擠壓裝置正中央，在進行微調如圖 3-47 所示。



圖 3-47 線料位置調整

4.線料使用測試

線料設置完畢之後，需要測試是否能正常使用線料進行成型動作，所以需要至 Extruder control 模式中進行測試，於觸控面板版上選取 EX-CON 圖案進入 Extruder control 模式如圖 3-48 所示。



圖 3-48 噴頭溫度控制

在此可以針對不同材料進行溫度設定，並且設定需要測試的出料速度，對於 ABS 材料的最高成型溫度為 260 度，PLA 則是 195 度。

首先設定 RPM 為 15，並且對應材料設定目標溫度，選取目標溫度時，除了使用右方的箭頭圖示增減數值之外，有可以再次觸碰對應噴頭的目標溫度位置，會自動將溫度提升到 195 度，再觸碰一次會提升到 230 度，可以進行一個跳躍式的數值調整如圖 3-49 所示。



圖 3-49 噴頭裝置轉速、溫度調整介面

如果擠壓裝置和線料設置成功，噴頭裝置到達目標溫度時，就會開始自動出料如圖 3-50 所示。

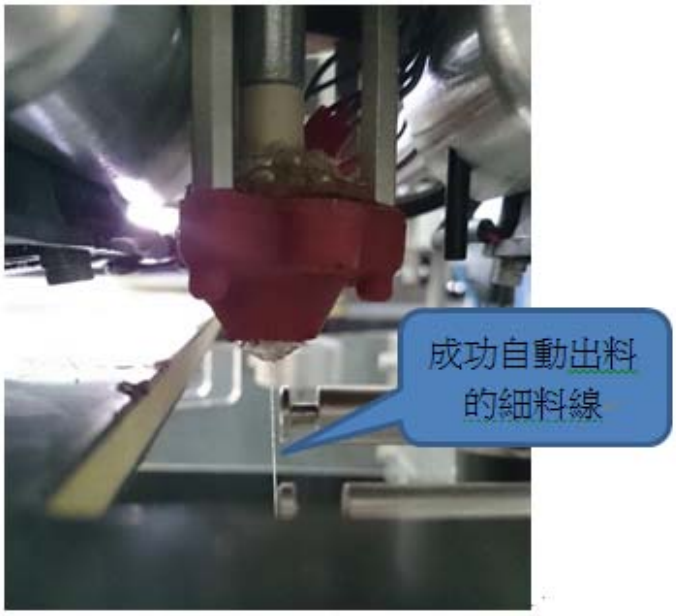


圖 3-50 噴頭裝置成功出料

如果無法順利自動出料時，先進行擠壓裝置的調整，調整擠壓裝置的鬆緊，並且觀察出料的情況，直到可以平順的自動出料為止如圖 3-51 所示。

如果發覺材料的流出會有遲滯或停止的現象發生，可以試著檢查擠壓軸承是否鎖的太緊，可以將其慢慢放鬆直到噴頭裝置正常的將材料擠壓射出。

如果發覺材料線並沒有在移動，則可以試著將擠壓軸承慢慢鎖緊，讓擠壓軸承的內部滾輪可以接觸到材料線並開始移動它。



圖 3-51 調整擠壓裝置鬆緊

可以成功出料之後，調整 RPM 為 40~50 使其自動出料約 3~5 分鐘，之後將 RPM 設為 0 並且使噴頭冷卻，之後進行噴頭的清理工作，去除殘料。

3-2 快速型機操作流程

1 快速成型機製造能量檢驗製造流程如圖3-52所示。

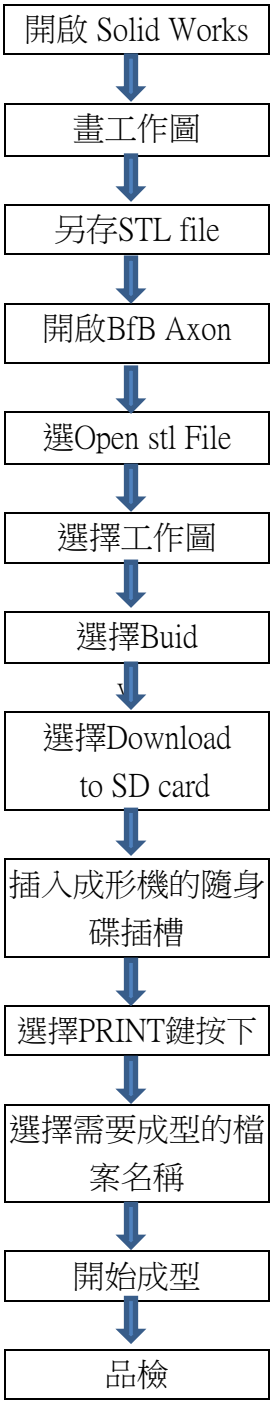


圖 3-52 快速成型機能量檢驗製造流程圖

開啟 Solid Works，如圖 3-53 所示。

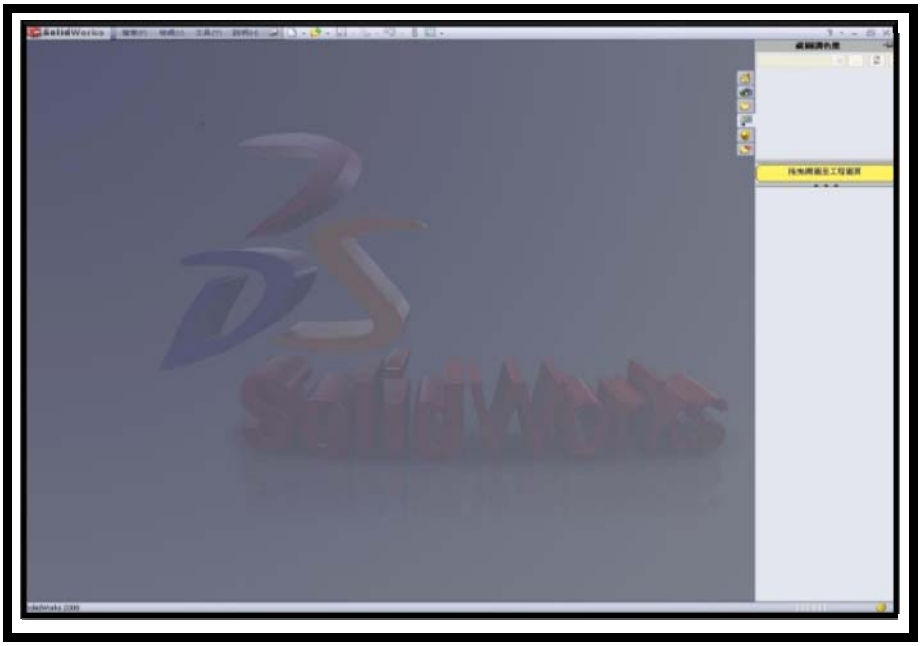


圖 3-53 開啟 Solid Works

畫工作圖，如圖 3-54 所示。

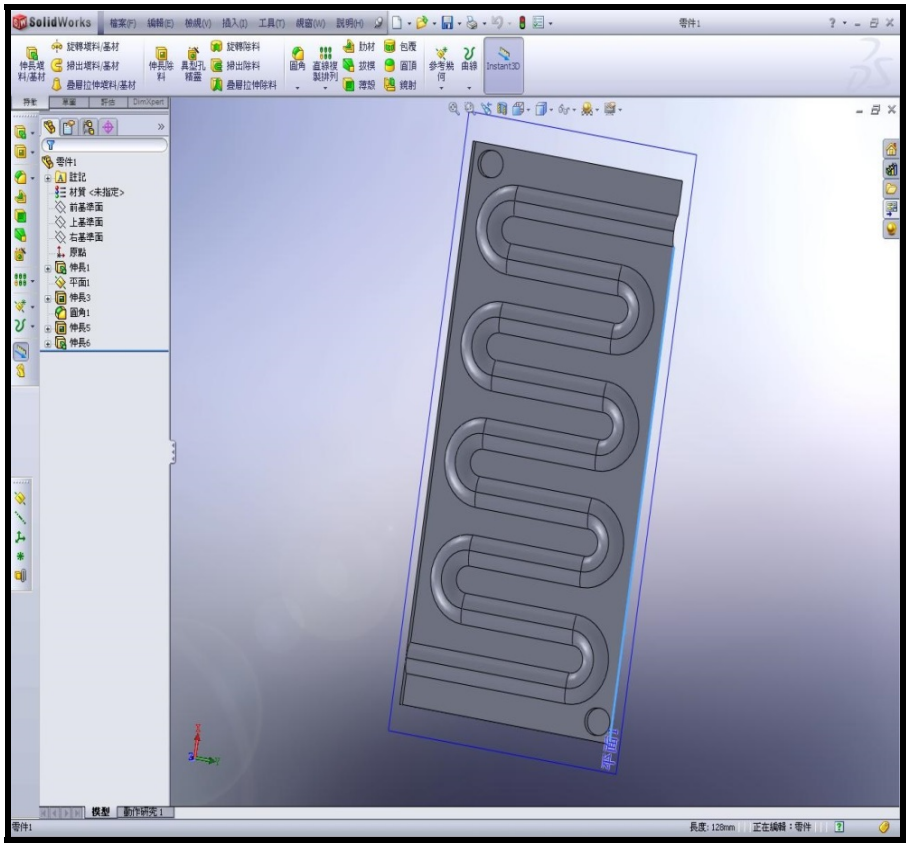


圖 3-54 畫工作圖

劃完工作圖結束時，一定要另存STL file才有辦法讓BfB程式所使用，如圖3-55所示。

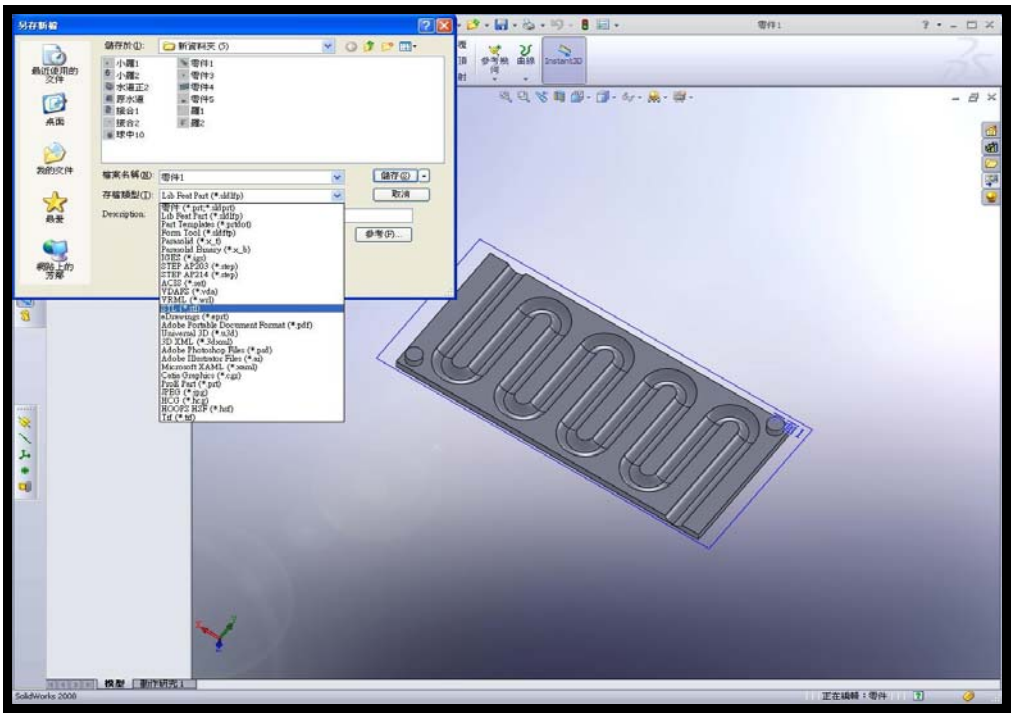


圖 3-55 另存 STL file

開啟BfB程式讓STL檔案可以載入，讓BFB程式去模擬RP成形的程式碼是否可以使用如圖3-56所示。

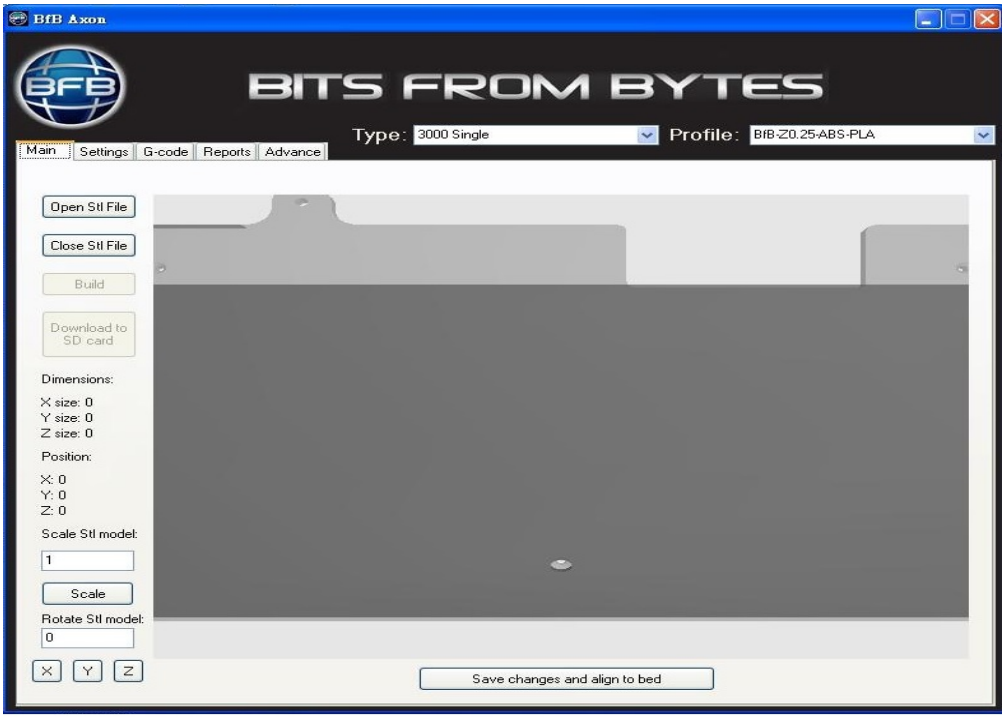


圖 3-56 開啟 BfB Axon

Open stl File 如圖 3-57 所示。

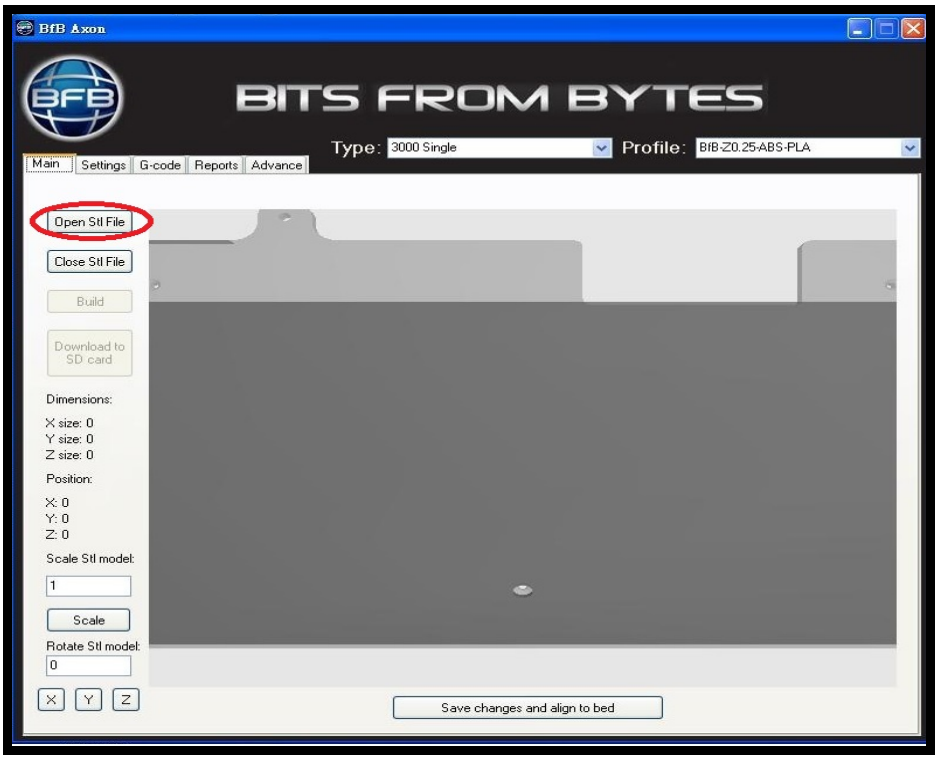


圖 3-57 選 Open stl File

選擇工作圖如圖 3-58 所示。

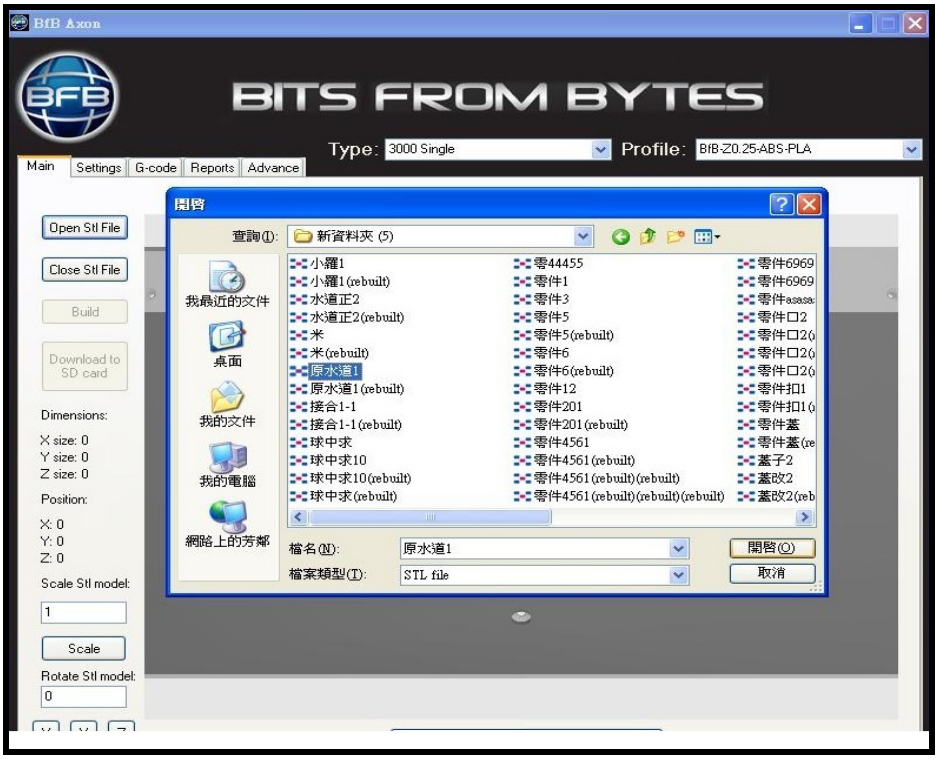


圖 3-58 選擇工作圖

選擇 Build 如圖 3-59 所示。

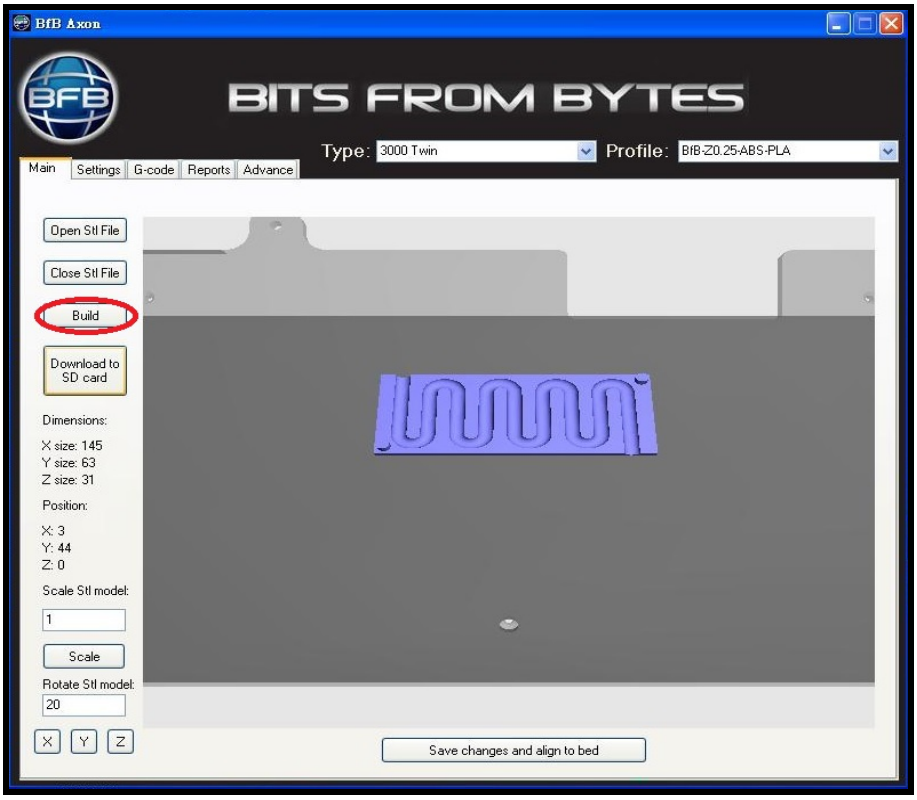


圖 3-59 選擇 Build

選擇 Download to SD card 如圖 3-60 所示。

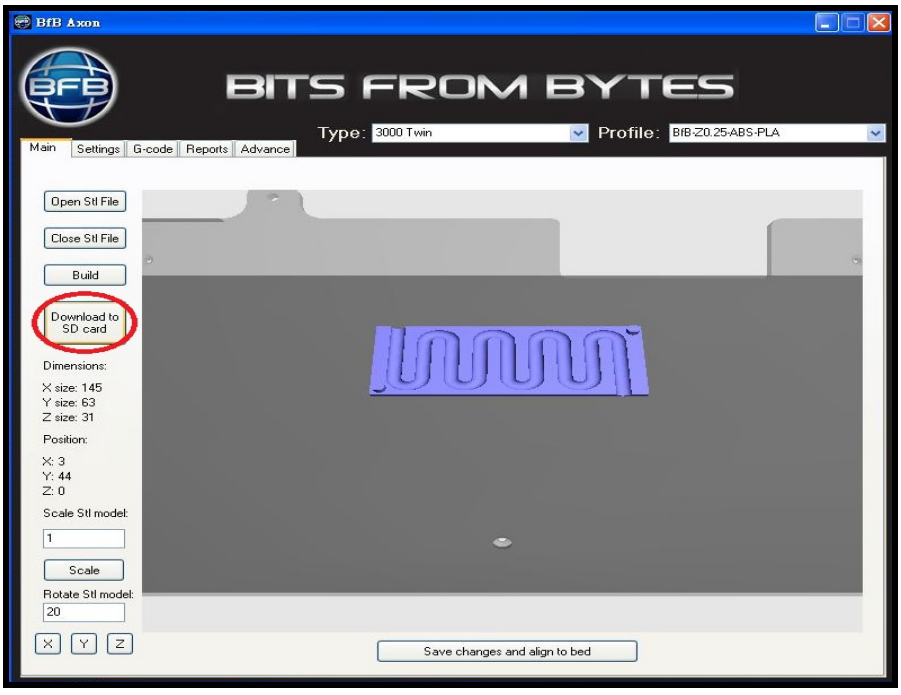


圖 3-60 選擇 Download to SD card

插入成形機的隨身碟插槽如圖 3-61 所示。

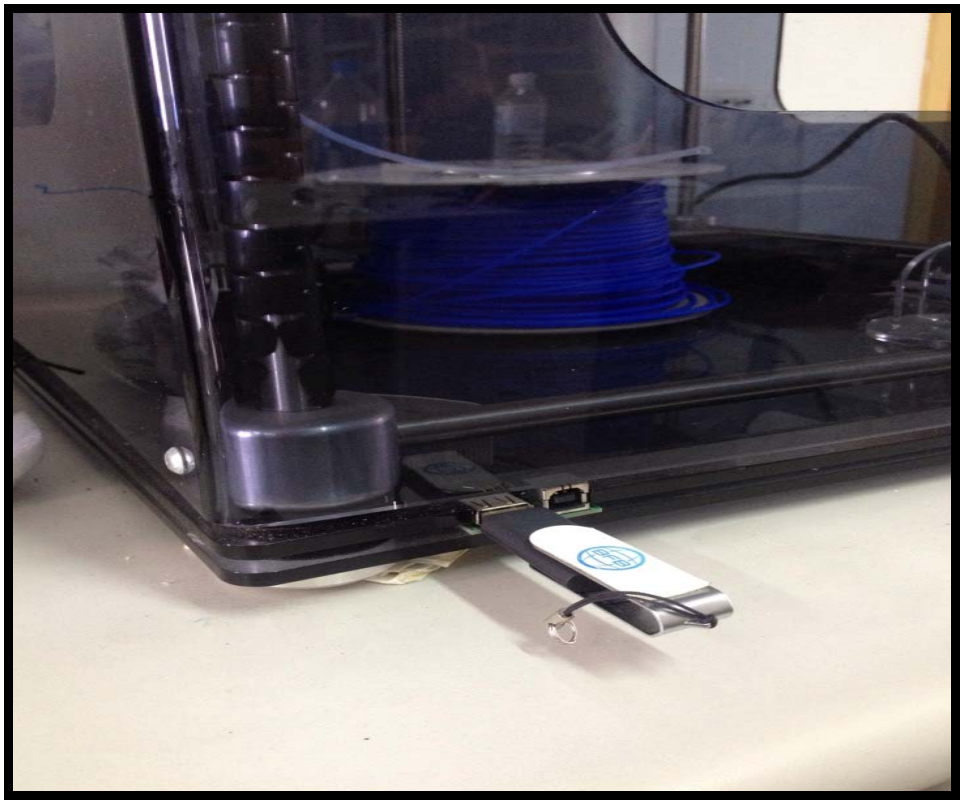


圖 3-61 插入成形機的隨身碟插槽

開始成型，如圖 3-62 所示。

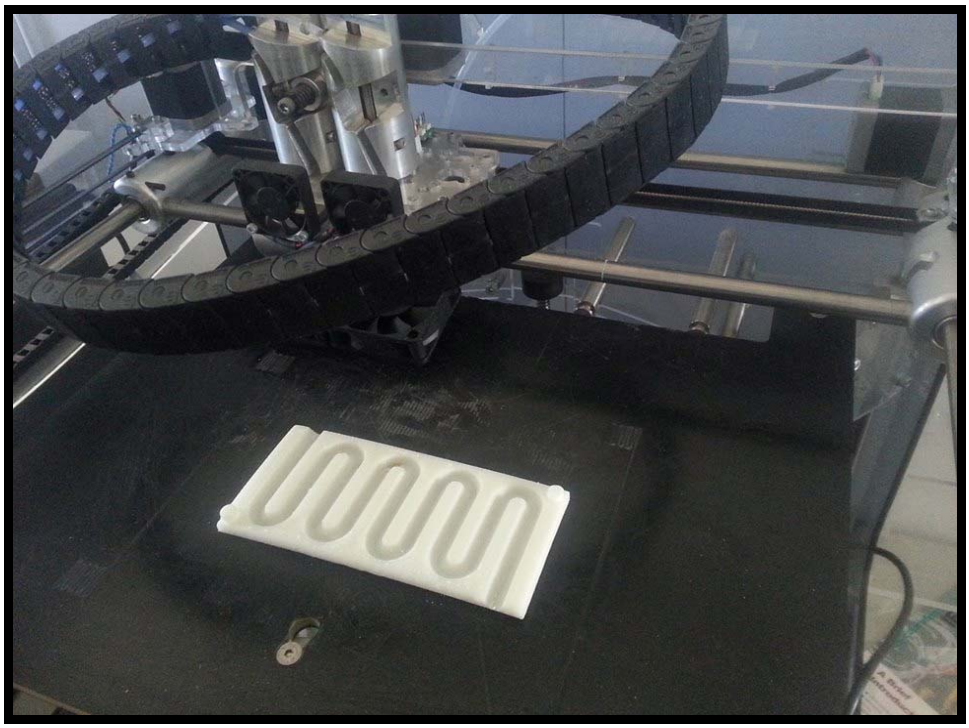


圖 3-62 開始成型

第四章 成型參數與實作

4-1 成型參數

本節是說明轉速、溫度、氣溫、幾何特徵對於成形的影響

1. 轉速：轉速對於成形的影響成形速度和出料的快慢，但出料快就等於材料射出的精實度，所以不建議調太快。
2. 溫度：溫度高低直接影響材料射出時是否具有黏著性隨著氣溫高低，所調的溫度也要跟著改變。
3. 氣候：如同射出溫度，氣溫高加熱溫度不用調太高，氣溫低加熱溫度就要跟著升高。
4. 幾何特徵:
   I. 圓:要使圓的真圓性高點首要調整成形板與噴頭的的距離要介於0.2~0.5 公分，這個距離的成形樣態最佳。
   II. 角:同上所說，要調整板距，使他的成形達到最佳化
   III. 弧:同圓所說，要調整板距，使他的成形達到最佳化
5. 成型角度:成型角度也有差異，例如倒的放他的支撐材會用的比較多，正放支撐材用的比較少，可以達到減少支撐材的耗損。

4-2 成型實作

1. 方柱體

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

幾何特徵：是顯示圖 4-1 及圖 4-2 的直角平坦度

實作心得：如圖 4-1 是測試的最小尺寸，外表有不平滑，於圖 4-2 是做大尺寸的方柱體如圖 4-3 是大方柱的長寬高，明顯看出表面成型平滑。由此可知方柱體越大越好做，10MM 的方柱的側面有些許的圓弧感，15MM 的就正常，所以最小範圍也是訂在 10MM，成形的完整度較佳，圖 4-4 是這個作品的最期望成行的樣貌。



圖 4-1 10*10*10 長寬高

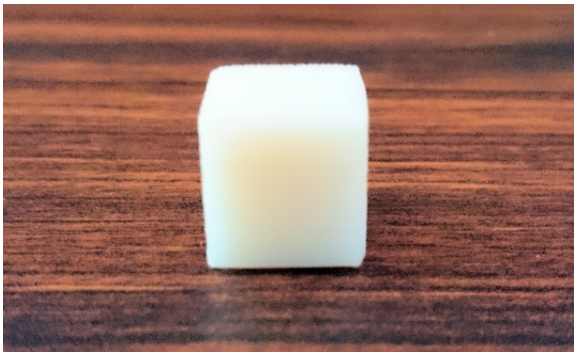


圖 4-2 15*15*12 長寬高

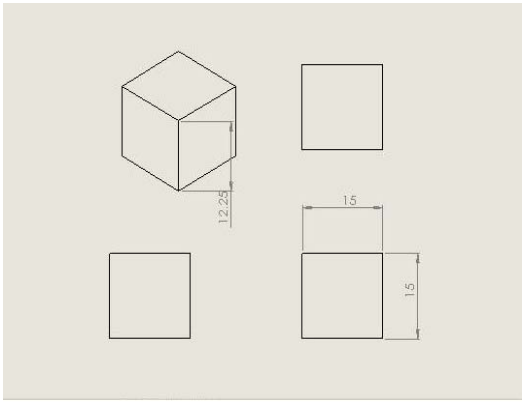


圖 4-3 方柱體工程圖

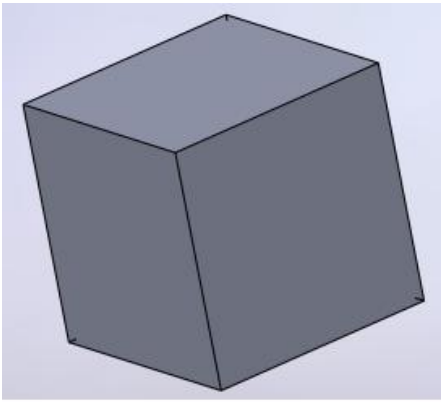


圖 4-4 方柱體 3D 圖

2. 圓柱體

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

幾何特徵：是顯示圖 4-5 及圖 4-6 的真圓性
實作心得：圖 4-5 成型的最小尺寸。外表真圓度不太完整。圖 4-6 是放大尺寸的圓柱體，明顯看得出來真圓度較佳。圓柱體同方柱體，，圓柱體如圖 4-5 至圖 4-6，10MM 的毛邊粗糙，15MM 的確平滑且真圓度高如圖 4-8 是大圓柱的尺寸圖，所以最小的尺寸範圍可以界定為 15MM 以上會較好成型且漂亮。圖 4-7 是這個作品的最期望成行的樣貌



圖 4-5 長 10*半徑 10*高 10(MM)

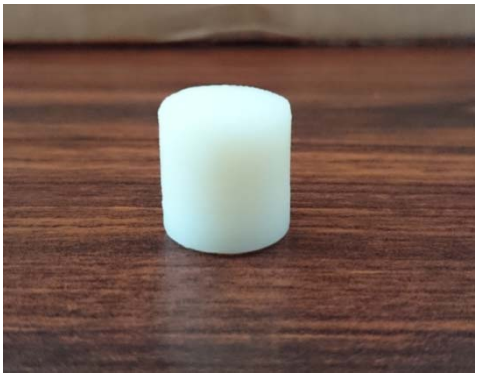


圖 4-6 長 15*半徑 15*高 15(MM)

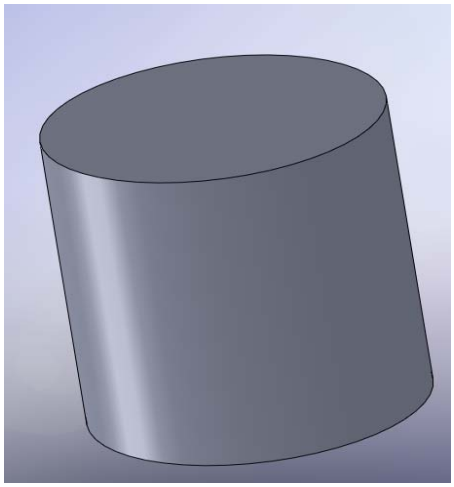


圖 4-7 圓柱工程圖

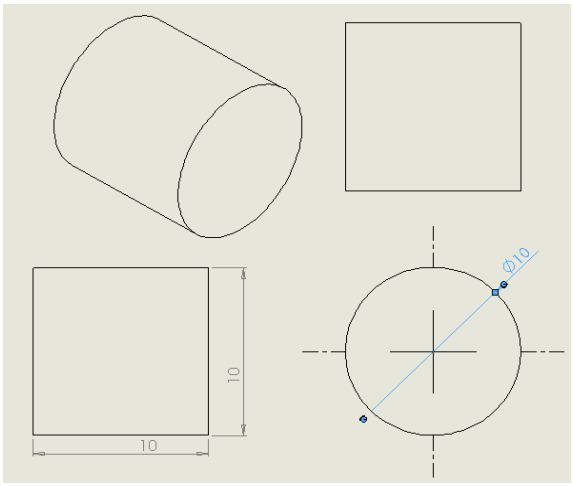


圖 4-8 圓柱 3D 圖

3. 圓錐體

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

幾何特徵：是顯示圖 4-9 及圖 4-10 錐尖在無支撐材所成形的堆疊效果。
實作心得：圓錐形如果尺寸較小無法成型如圖 4-9，所以建議底做 20MM 以上的較好成型如圖 4-10，但錐體本身還是看得出有些不平整，另外還可以試試從別的角度開始成型，由於時間不足所以這作品暫時空缺。如圖 4-11 是圓錐的尺寸圖，圖 4-12 是這個作品的最期望成行的樣貌。



圖 4-9 直徑 10*高 10



圖 4-10 直徑 20*高 10

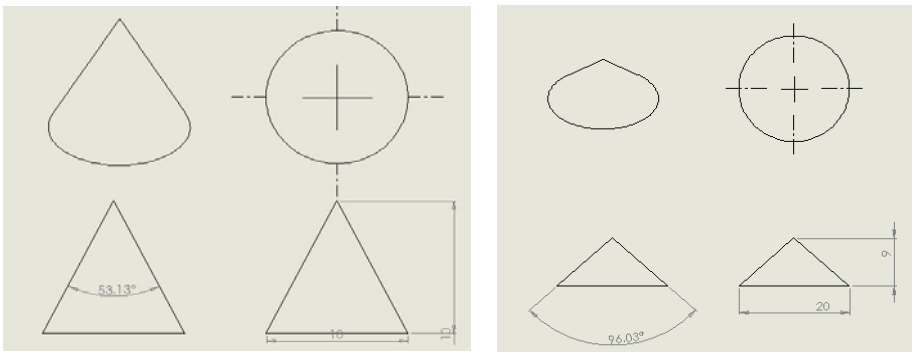


圖 4-11 圓錐工程圖

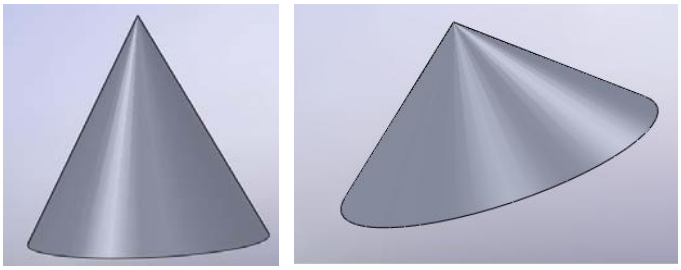


圖 4-12 圓錐 3D 圖

4. 空心圓柱體

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

幾何特徵：是顯示圖 4-13 及圖 4-14 外圓和內圓所成型的形太是否完美或有扭曲。實作心得：這實作項目是要呈現圓的肉厚以此成型機可以到多小，經過測量可以到 0.3MM 的尺寸，但內壁會有些不圓滑如圖 4-13。如圖 4-15 是空心圓的尺寸圖，圖 4-16 是這個作品的最期望成行的樣貌。

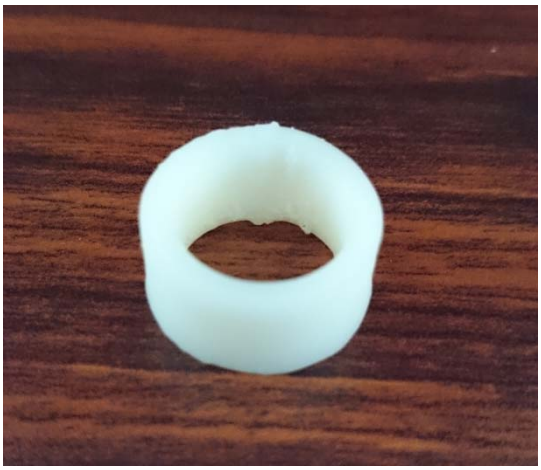


圖 4-13 半徑 20*高 10*內圓半徑 15



圖 4-14 半徑 20*高 10*內圓半 0.5

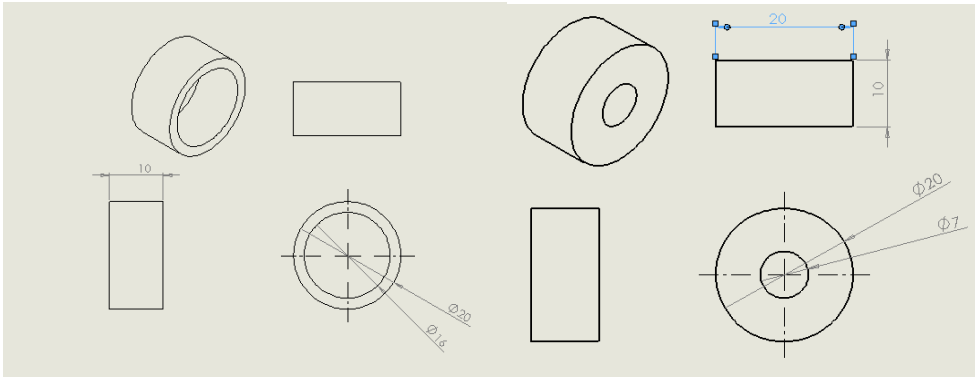


圖 4-15 內圓空心柱工程圖

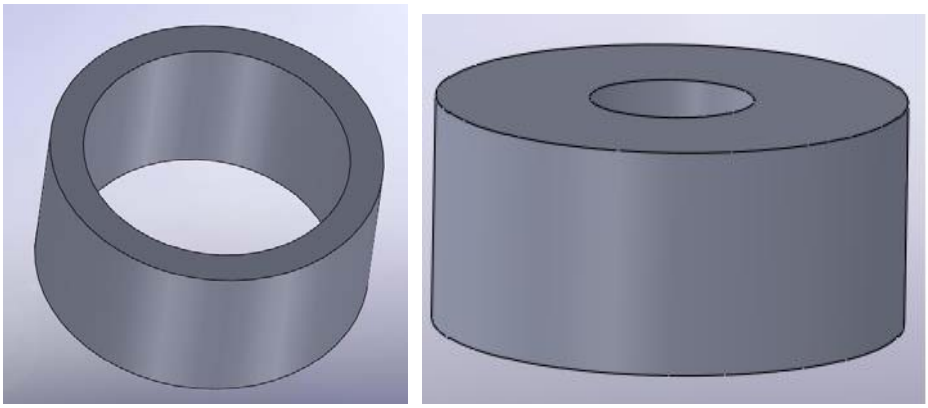


圖 4-16 內圓空心柱 3D 圖

5. 車床樣品

溫度：195 度

轉速：依原設定

顯示特徵：是顯示圖 4-17 在圓和長方形所成形距離的顯示
實作心得：如圖 4-17 仿車床的樣品，它可以做到 外四角形跟內圓間隙達 0.2MM 的精密程度，這是車床難以達到的數字，就算達到了也需要大量的經驗與技術跟機台的配合程度，但 3D 印表機卻可以輕鬆達到。如圖 4-18 是車床樣品的尺寸圖，圖 4-19 是這個作品的最期望成行的樣貌。



圖 4-17 車床樣品

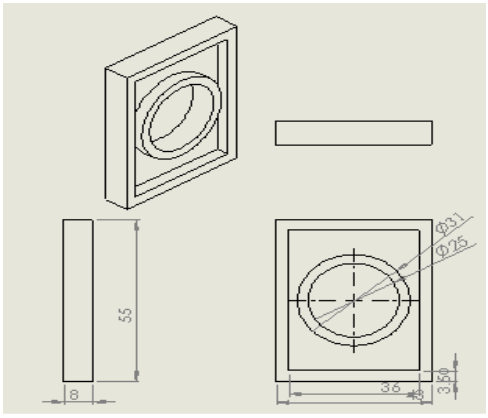


圖 4-18 車床樣品工程圖

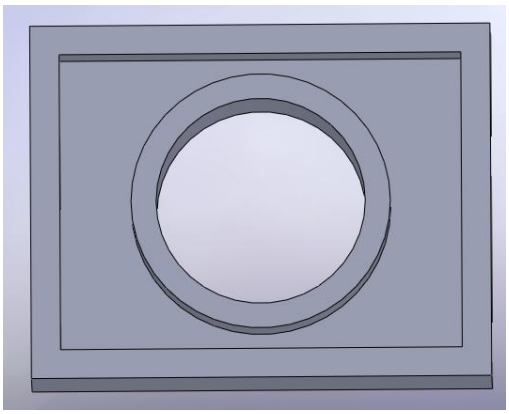


圖 4-19 車床樣品 3D 圖

6. 螺絲接合件

溫度：195 度

轉速：依原設定

顯示特徵：是顯示本機器對螺紋成型的產出能量如圖 4-20 及圖 4-21。

實作心得：如圖 4-20 和圖 4-21 是螺紋的接合件，可以用在一些怕導電或者腐蝕的機台上，特殊規格的螺絲可以看是否符合該廠商的需求，適合可以在大量生產。在成型的過程中遇到了些困難，就是那螺紋難以成功，最後經過一次次慢慢地修改，對螺紋間隙大小及螺帽根螺絲是否可以成功轉入都是經過一次次的失敗所得到的。如圖 4-22 是車床樣品的尺寸圖，圖 4-23 是這個作品的最期望成行的樣貌。

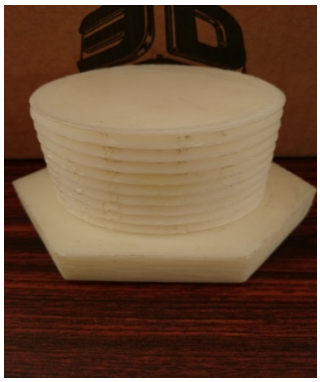


圖 4-20 螺絲接合件

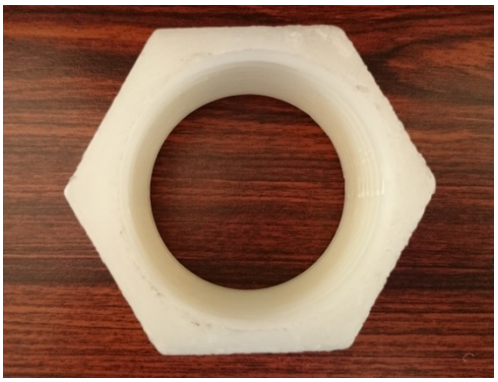


圖 4-21 螺絲接合件

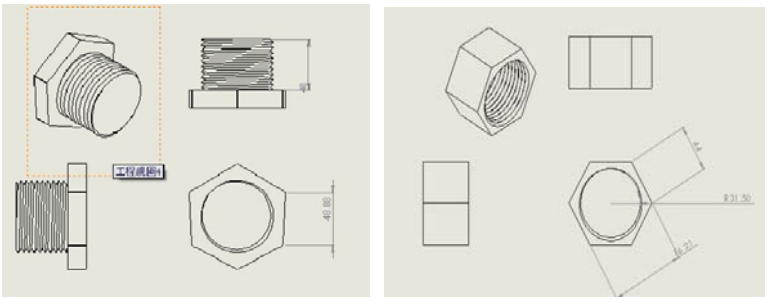


圖 4-22 螺絲工程圖

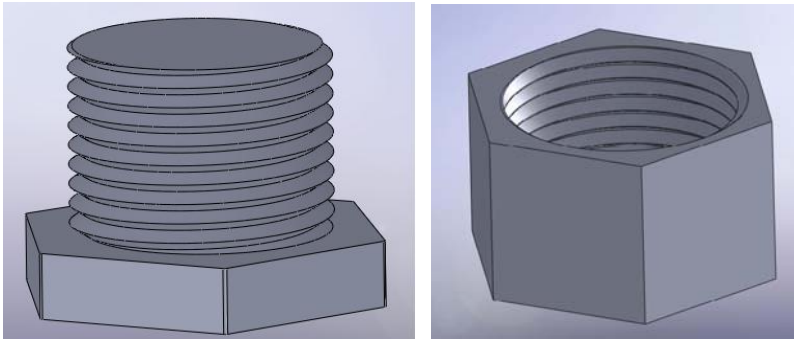


圖 4-23 螺絲 3D 圖

7. 水道成型

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

顯示特徵：是顯示水道的凹槽的深度及有沒有歪曲

實作心得：如圖 4-28 是做水道前所測試的溝槽，如圖 4-26 及圖 4-27 是成型上的瑕疵，成型結果不是說很完美如圖 4-24、4-25 所示，原因可能底座的材料沒有黏著性導致堆疊的失真。如圖 4-29 是車床樣品的尺寸圖

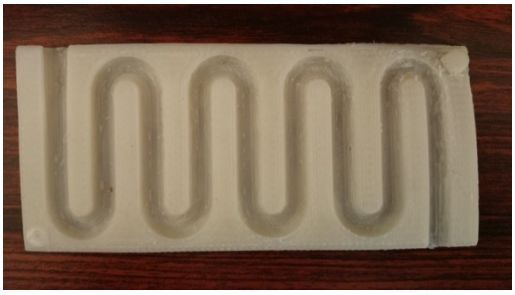


圖 4-24 水道成型

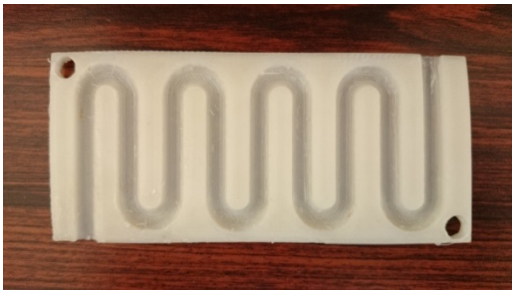


圖 4-25 水道成型

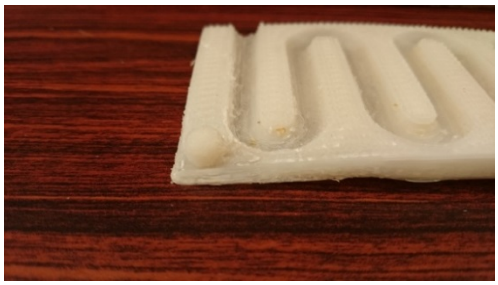


圖 4-26 成型上的瑕疵



圖 4-27 成型上的瑕疵



圖 4-28　試做水道最小寬度實品

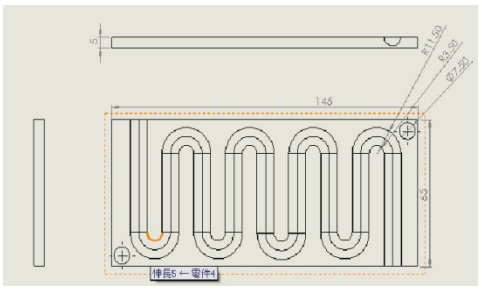


圖 4-29 水道工程圖

8. 接合件 1

溫度：195 度

轉速：依原廠設定

顯示特徵：是顯示上蓋和底部是否可以完全吻合

實作心得：在做底部時比較簡單量好尺寸跟軌道間的距離直接下去做沒什麼困難如圖 4-31、4-33 所示，但在做上蓋時因為測量上的問題導致現在無法呈現出來如圖 4-30、4-32 所示。如圖 4-34 是車床樣品的尺寸圖，圖 4-35 是這個作品的最期望成行的樣貌。

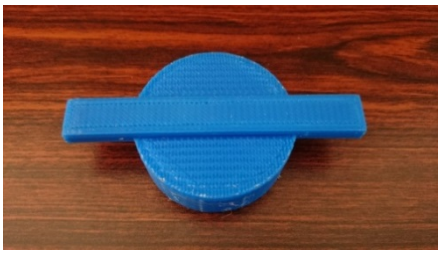


圖 4-30 接合件上蓋



圖 4-31 接合件底部



圖 4-32 接合件上蓋



圖 4-33 接合件底部

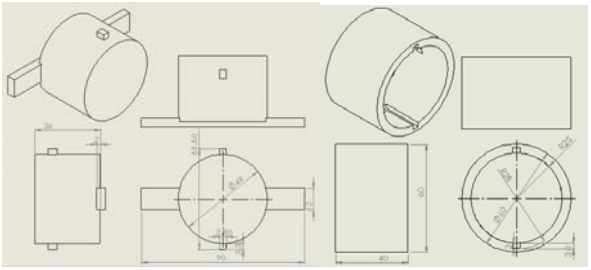


圖 4-34 接合件工程圖

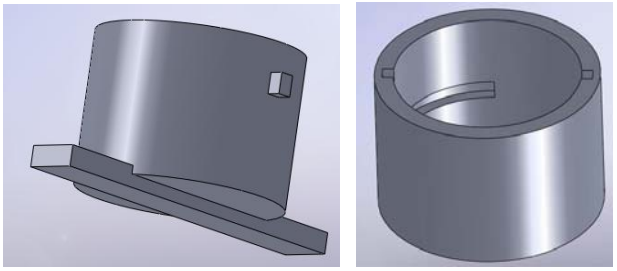


圖 4-35 接合件 3D 圖

9. 接合件 2

溫度：195 度

轉速：依原設定

顯示特徵：是顯示上蓋和底部是否可以完全吻合

實作心得：在做底部時比較簡單良好尺寸跟軌道間的距離直接下去做沒什麼困難，如圖 4-36、4-37 所示在做上蓋時因為測量上的問題導致現在無法呈現出來，圖 4-38 是這接合件的尺寸圖。



圖 4-36 接合件



圖 4-37 接合件

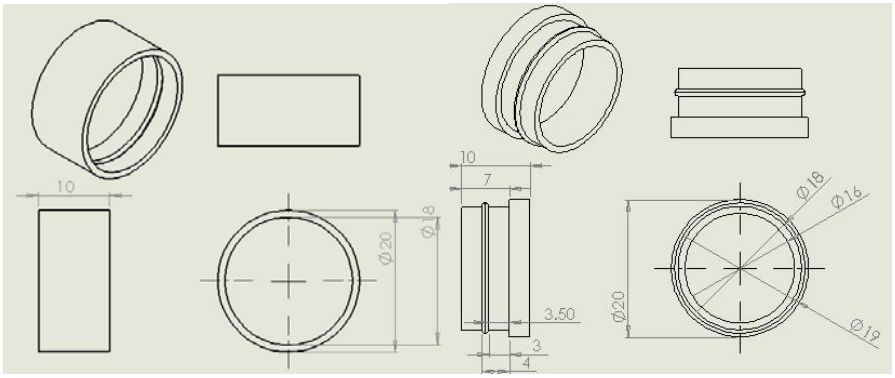


圖 4-38 接合件工程圖

第五章 結論

經本專題製作，完成以下工作

一、 綜合整理快速成型技術的發展趨勢，提供欲瞭解快速成型技術者，一便捷的參考工具與資料。

二、完成系建置快速成型軟硬體設計與製造能量驗證，作為未來使用者對快速成型軟硬體的使用程序、製造參數設定與故障排除等之參考資料。

三、將 3D 繪圖軟體、轉檔程式與製造設備綜整為一自動化設計製造系統，提供專題或創新相關課程，將創新想法轉化為實體模型的實用工具。

四、經專題研究對於快速成型機成型參數的影響整理如表 5-1 所示。

表 5-1 快速成型參數影響

環境參數	溫度與轉速參數	幾何參數
環境參數對於作品的成功與否很重要，如果氣溫過低，機台會顯示加熱溫度不足，就會停止動作，建議把溫度設定到 200 度以上較不會失敗。	溫度是控制材料是否可以融化的關鍵，需要配合氣溫來調整，當出現失敗動作時，請第一個注意溫度是否達到材料融化溫度，轉速對於作品的呈現影響力就比較小。	幾何圖形當然是越單純簡單的越好做，這台機器對於直角的或微彎的都行，只是對於微小又複雜的圖形無法呈現出來。

參考文獻

【1】天空部落格 fashiones 2009 年 11 月 16 日
http://blog.yam.com/fashiones/article/25282218
【2】嘉實資訊 MoneyDJ 2014 年 2 月
http://technews.tw/2014/02/17/3d-printing-toys-3d-system-hasbro-coproration/
【3】精實新聞 陳苓 2014 年 1 月 27 日
http://www.quamnet.com/newscontent.action?articleId=3395305
【4】精實新聞 陳苓 20141 月 27 日
http://www.quamnet.com/newscontent.action?articleId=3395305
【5】精實新聞 陳苓 2014 年 1 月 27 日
http://www.quamnet.com/newscontent.action?articleId=3395305
【6】皮托科技股份有限公司。創意工程快速成型機
http://www.pitotech.com.tw/show_product.php?btype=175&ltype=0&id=500
【7】皮托科技股份有限公司-快速成型機 3D Touch 中文操作手冊