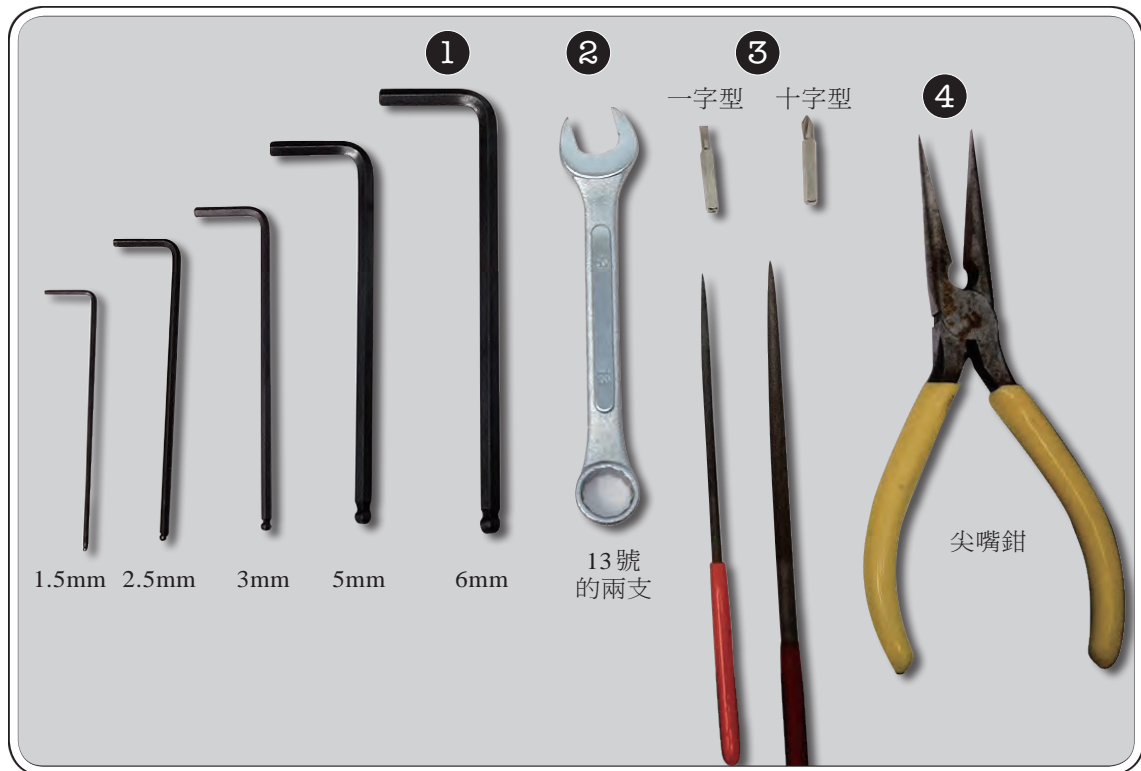


1.1 | 工具

基本的組裝工具不需要花大錢，有些甚至在家裡塵封已久的工具箱中就可以找到了。

工具清單



1. 內六角扳手

1.5mm
2.5mm
3mm
5mm
6mm

2. 外六角扳手：

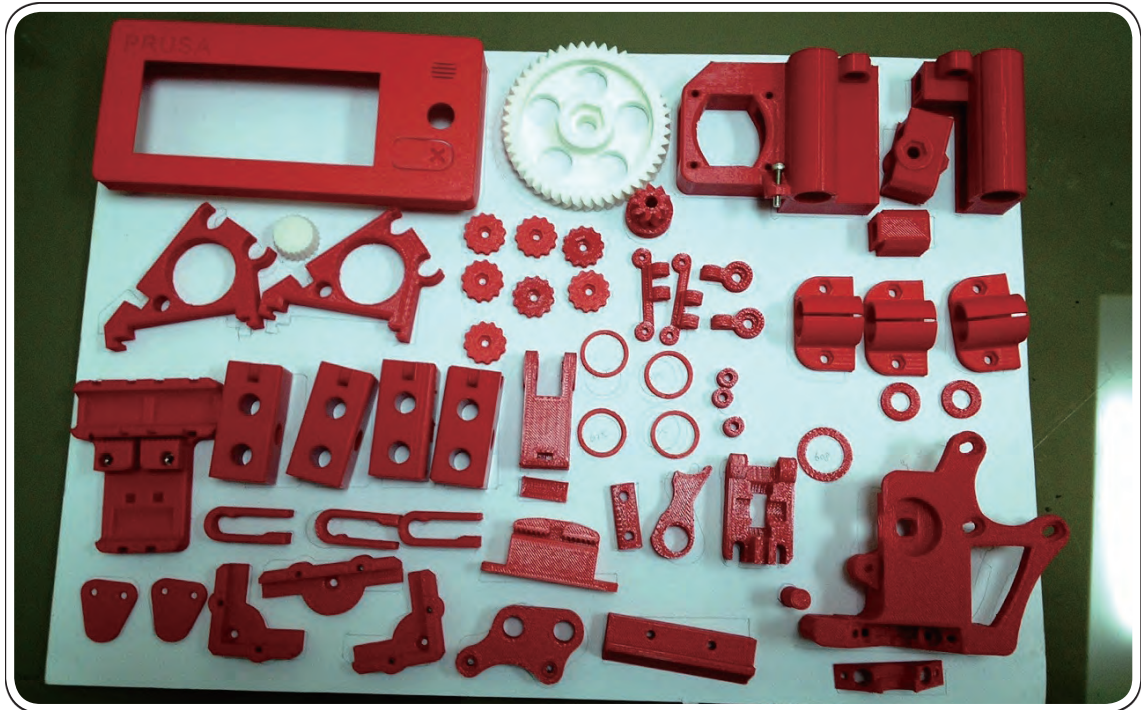
13號的兩支

3. 螺絲起子：一字型，十字型

4. 尖嘴鉗

以上是基本簡易工具，但是如果是像筆者從零開始，在DIY過程中會遇到很多狀況，甚至是進階到自行修改設計且升級機器，這時候基本工具會不敷使用，下面列出我常用的工具，如果您也是對DIY有愛的人，準備一套齊全的好工具，將會讓你的效率大幅提昇喔！

2.1.7 列印機構件



- 這些列印機構件，已經經過了無數次的修改、微調模型、修改設計，且升級/最佳化來達成好組裝、好微調的目的。全部的零件列印約耗時 1.5 天，使用的材料約 350 克。反覆驗證這些「列印機構件」的耐用程度是最花筆者時間的，而且我堅持至少要測試超過 500 小時以上，才會提供給朋友們使用。

2.2 | 電機

2.2.1 主控板



- 採用 Arduino MEGA 2560 當做主控板，這塊電路板一樣也是開源 (Open Source) 的，原始線路圖都有公開，大家都能生產，也可以販售，所以很短的時間就風行全球，被應用在很多設備上，像最近也是很熱門的「多旋翼空拍機」。

時以上的檔案，最好不要使用電腦USB連接印表機進行列印，否則，只要USB傳輸不穩定，或是電腦當機，就會造成列印失敗。

4.2 | 3D 模型檔案

由於現在3D列印非常熱門，所以各家3D繪圖軟體幾乎都有支援輸出「.STL」檔案格式。就算軟體沒有內建，也都能透過「外掛模組」來輸出.STL檔。萬一「.STL檔案」中的模型有「破面」需要修復時，可以用「netfabb」這套免費軟體來做修復的動作，netfabb下載網址：<http://www.netfabb.com>。



TIPS

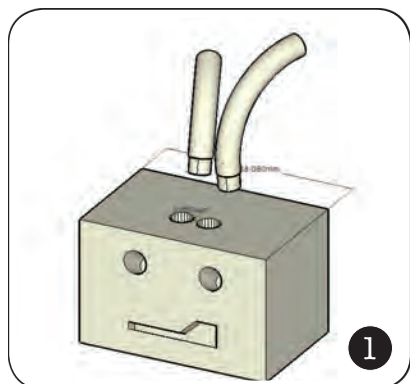
▼ 什麼叫做「破面」

所謂的「破面」指的就是一個3D模型，有些曲面沒有形成「封閉狀態」，通常切片軟體都會提出警告，或是用顏色標示出有問題的地方，如果面積太大就容易造成列印失敗，如果面積很小，有時候只是列印時會出現一些小細絲，挫刀磨一下就可以了。「3D模型的破面」有時是一個大工程，所以不是所有切片軟體出現的警示訊息都一定要處理的。

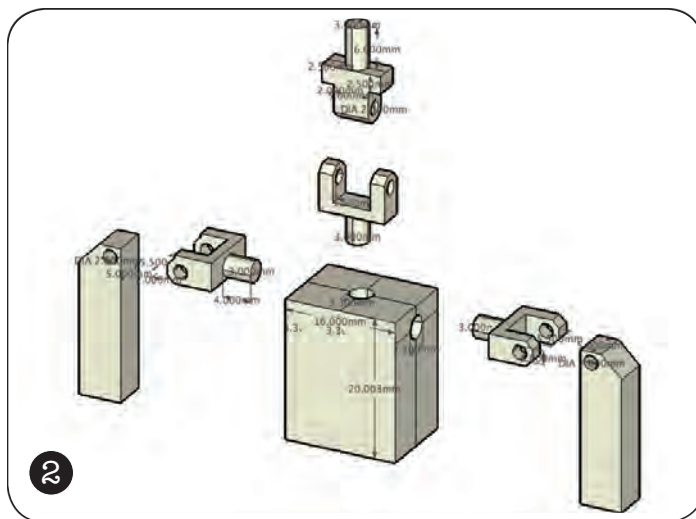
讀者們可以在列印的過程中去觀察印表機的移動路徑，另外也可以使用免費的「G-Code Viewer」先觀察移動的軌跡，筆者最常用的G-Code Viewer是網頁版的，只要將G-Code檔案拖曳到網站(<http://gcode.ws>)即可，這個網站也會根據你的G-Code內容計算出列印時間、線材使用的長度。

4.3 | 切片軟體

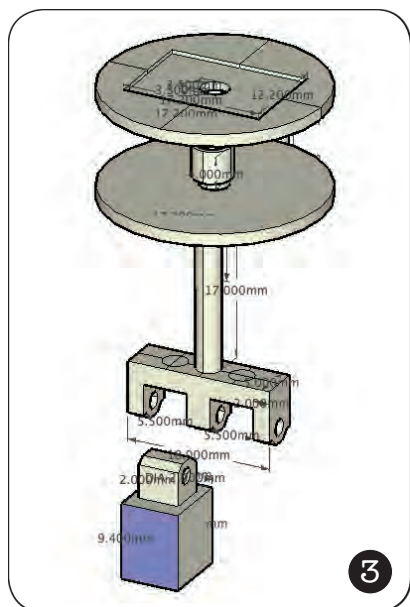
切片軟體(Slicer)種類非常多，常見的有ReplicatorG、Slic3r、KISSlicer。除此之外，還有很多選擇，您可以Google搜尋關鍵字「Slicer gcode」找到適合自己的需求，切片軟體各有優缺點，要針對您列印的模型型態、應用場合來決定，目前還沒有一款切片軟體能夠滿足所有作品的使用條件，有的是免費，有的要付費。就好比電腦的作業系統，有些人用Windows，有些人用Mac OS一樣，各有其優點和條件，端看您的需求，所以多方嘗試和研究，找出您自己最合適的切片軟體。目前筆者用最多的就屬「Slic3r」和「KISSlicer」了，這兩套切片軟體的優缺點，簡單列表說明如下：



1



2



3

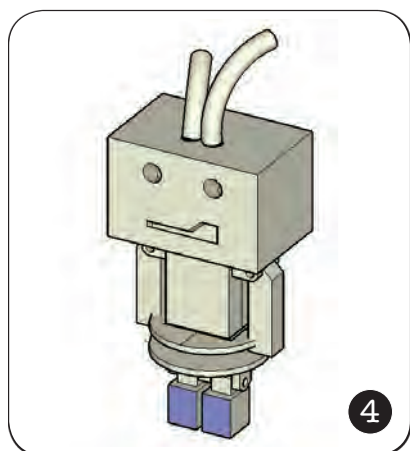
① 頭部和 PLA 進料管（天線）。

② 脖子，身體，手臂關節。

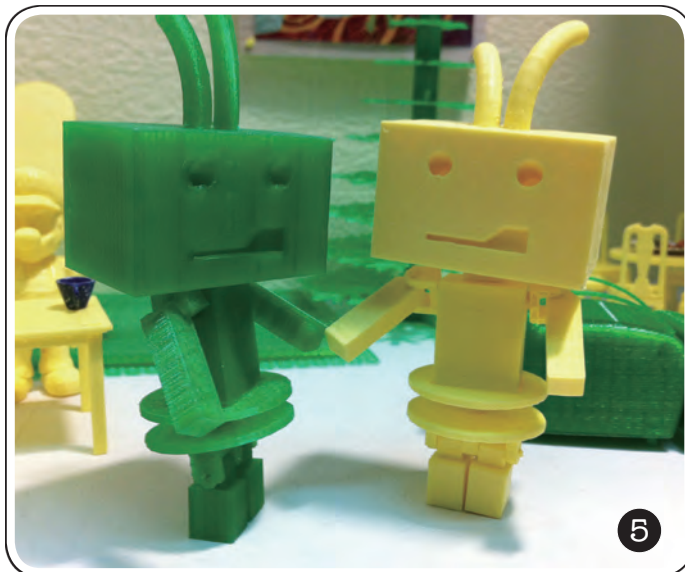
③ PLA 線軸（裙子）、臀部、腿。

④ 斜式圖。

⑤ 列印組裝完成。

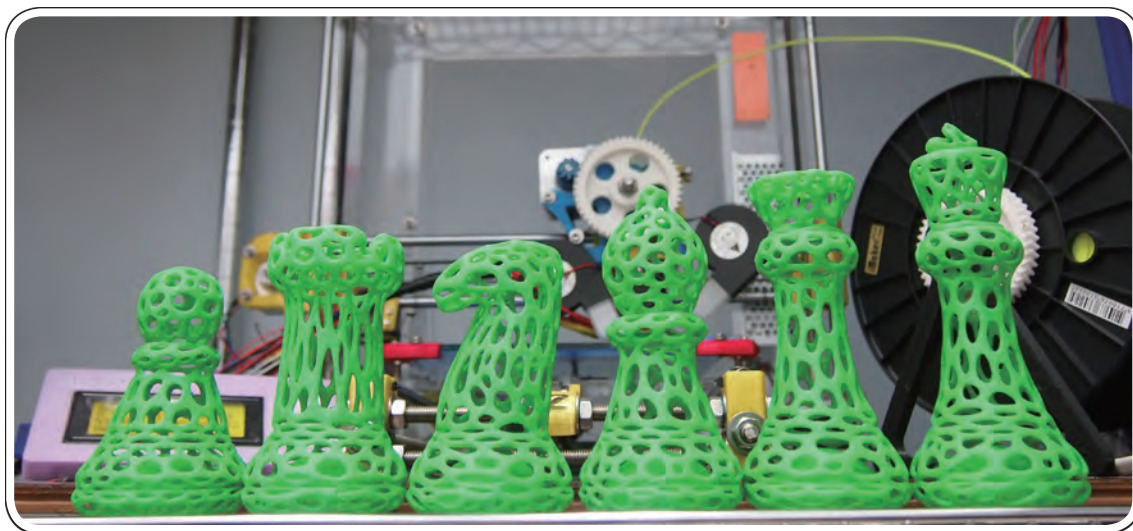
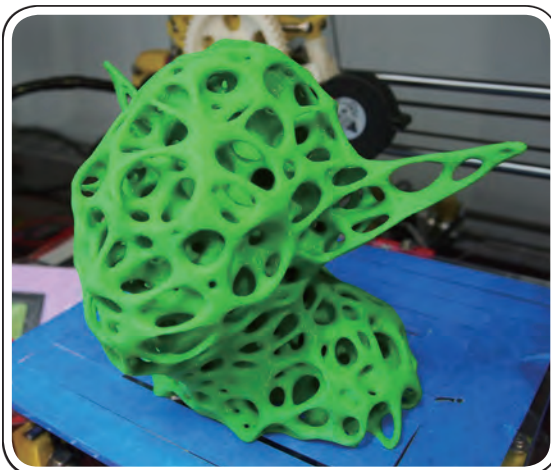
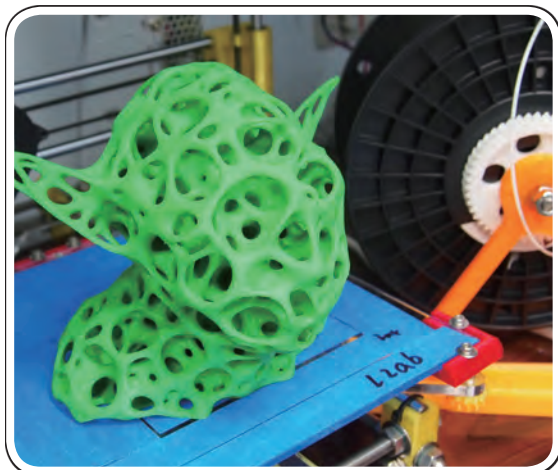


4



5

5.4 | 尤達大師 (Yoda) & 西洋棋子—「魚網版」



電影《星際大戰》的影迷一定對這位尤達大師不陌生。像這種「魚網版」的作品最難的地方在於：切片軟體的「倒抽」參數是否和溫度、列印速度相匹配，如果設定的不好，會在每個洞之間留下很多俗稱「牽絲」或「蜘蛛絲」的「絲」，那就不好看了。如果您是使用 J-head 噴頭，可以在倒抽參數中的倒抽長度設定 5mm，速度設定 10mm/s 這樣印出來就不會牽絲了；如果是使用英國 E3D 噴頭，參數設定建議為：倒抽長度設定 2mm，速度設定 20mm/s。使用 1.75mm PLA 的線材，將會有很好的列印品質，至於列印溫度，則必須視你的線材供應商提供的參考數據了。

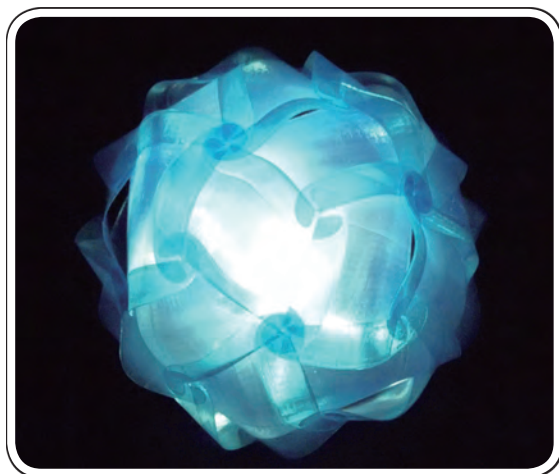
5.5 | 藝術燈罩

這個燈罩的原始設計是來自丹麥的公司，IQ light (<http://www.iqlight.com>)，是一片一片組合而成的，台灣有人在販售，市面上買到的大多數是用塑膠片或紙片為材質，筆者使用3D印表機列印出一片一片的素材，再組合而成。



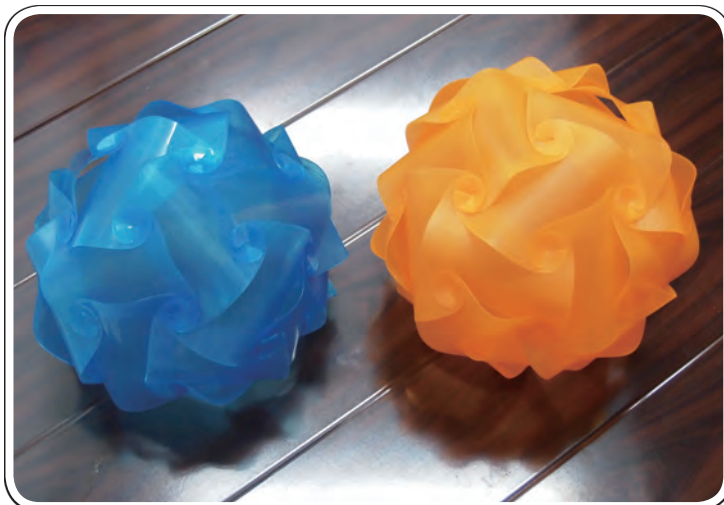
TIPS

特別聲明：一定要尊重智慧財產的設計作品，我們使用3D印表機能夠輕易複製，但是絕對不要有任何商業販售的行為，不僅觸法，也是對原創者的不尊重，本範例僅作為列印技術的研究，絕無任何製造販售等違法行為，也請大家注意，使用3D列印「合法複製」的問題。



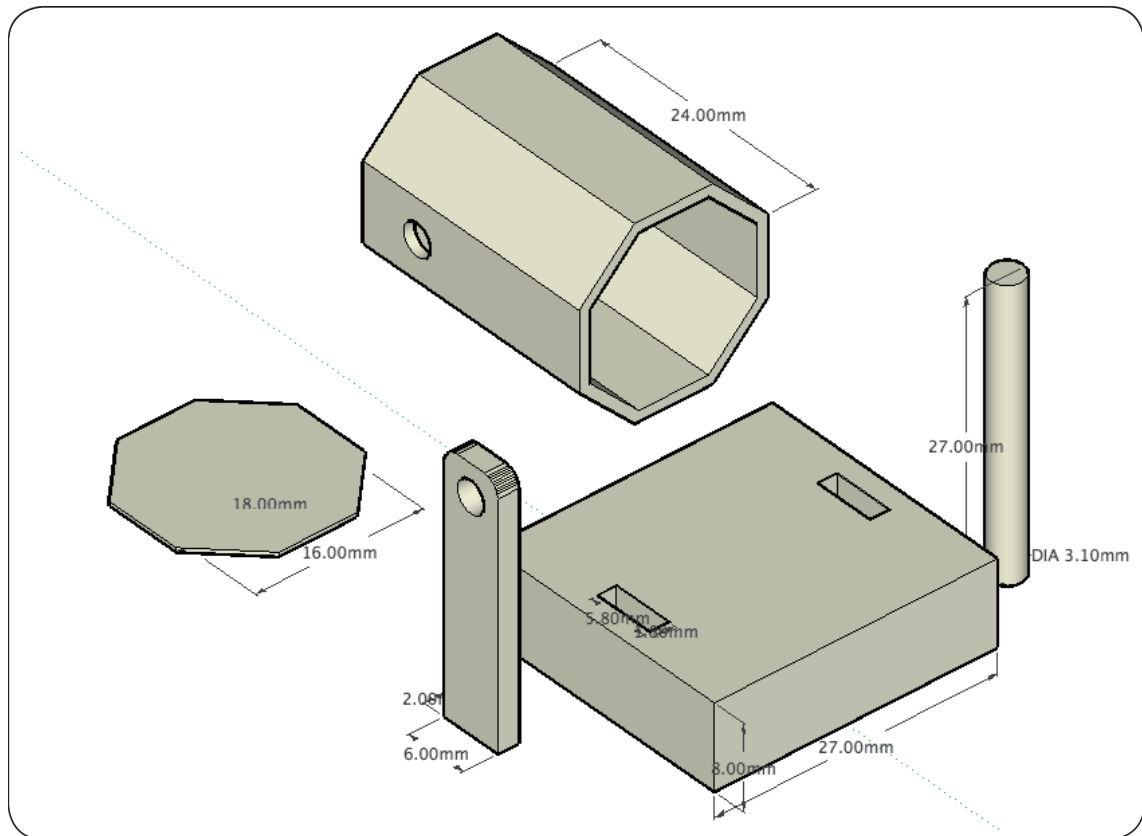
- ⊕ 中間放置「不會發熱」的LED燈，因為PLA的溶點低，不能用會發熱的燈具。

- ⊕ 不同顏色可以營造不同的氛圍，也可以交叉複合各種顏色。



5.9 | 探照燈

LED 線路都自行焊接這樣才比較能符合設計燈具的尺寸，當然也可以在電子材料行買到現成的 LED 燈，但是這有違 Maker 的精神。能自己動手做的，就要自己 DIY 囉！



⊕ 用3D建模軟體 SketchUp 畫的模型。

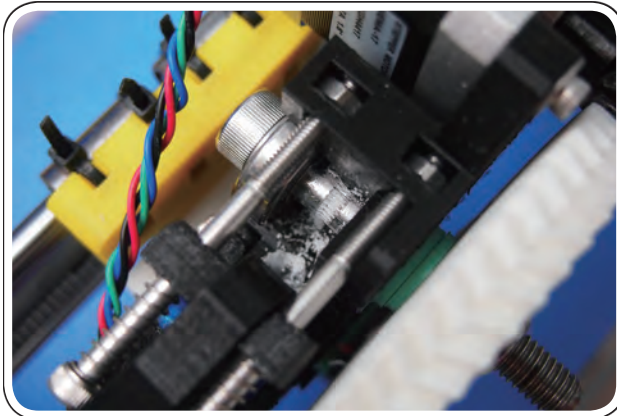


⊕ 列印出全部的零件。

6.1 | 噴嘴堵塞，斷料怎麼辦？

造成噴嘴堵塞、斷料的原因很多，列舉如下：

- 長時間列印「喉管」沒用風扇散熱。
- 灰塵，毛髮，異物跟著線材進入到「噴嘴」中。
- 線材線徑品質不良，超過 1.75mm，太粗卡在進料管子的路徑中。
- 列印溫度不足，速度太快。各家線材廠商都有自己的「最佳列印溫度，速度」，如果匹配不好，也會造成噴嘴堵塞。
- 線材受潮、脆化。無法保持一定的「彈性」，導致進料時會發生「拉斷」，擠出不均勻的現象。



- ⊕ F. 進料機構出狀況：擠出齒卡了線料的「屑屑」，導致「咬合力」變差，擠出線材時發生「打滑」。



TIPS

G. 線捆轉動不夠滑順。筆者列印作品的時間都很長，所以都會幫線捆穿上「溜冰鞋」，因為如果線捆轉動滑順，可以減少進料時，擠出馬達的負擔，不會發生「硬拉」的現象，也能讓列印出來的作品品質更好。

- ⊕ 筆者第一版的「溜冰鞋」使用「尼龍軸承」防止線捆偏移。



6.9 | LCD 沒畫面，或是畫面只有「方塊」沒文字

一般造成的原因有兩種：一種是自己修改「韌體」程式時，設定的 LCD 種類不對，我的套件中使用的是「REPRAP_DISCOUNT_SMART_CONTROLLER」，另外就是 LCD 的兩條排線插反了，對調就會正常了。

6.10 | 擠出機的小齒輪打滑

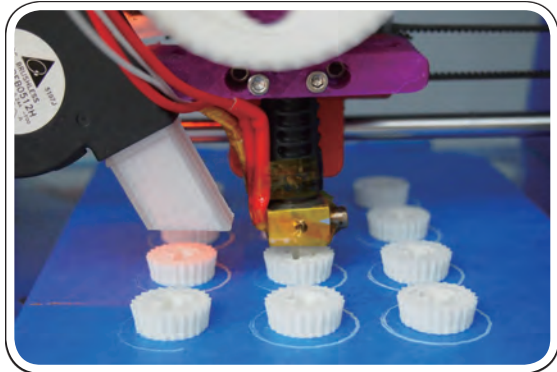
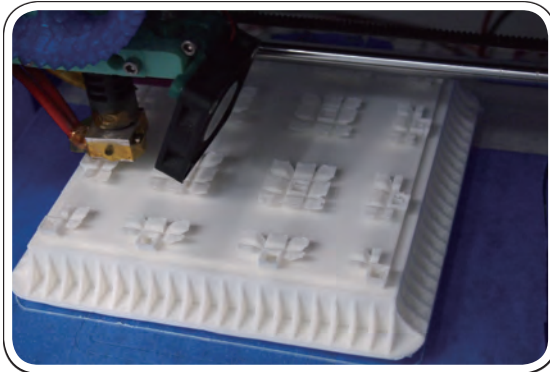
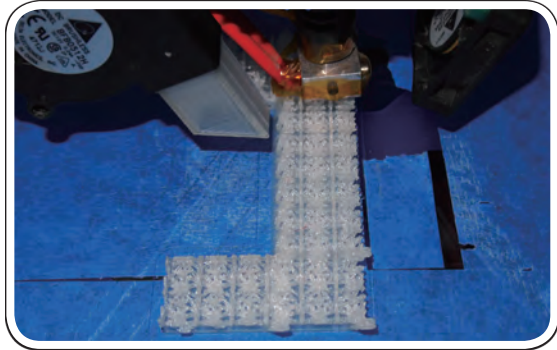
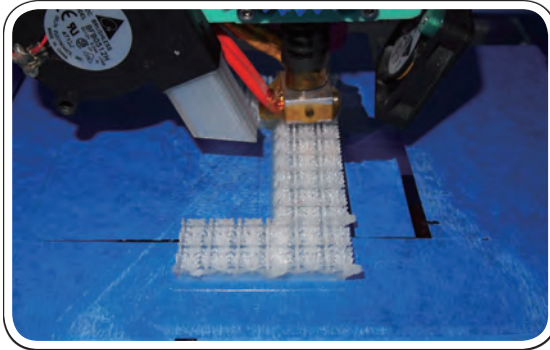


- 轉出在小齒輪內的「止付螺絲」，點一些「螺絲膠」就可以避免螺絲鬆脫打滑了，筆者也會做個記號，用簽字筆在小齒輪和馬達軸上劃個「一字」。

6.11 | 列印作品「位移」、「走山」

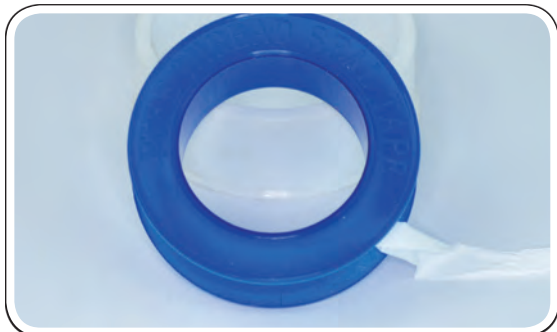
只有少部分發生這個問題是來自「馬達驅動器 A4988」無法供應馬達所需的電流，造成馬達扭力不足。大多數的「位移」、「走山」現象來自於列印過程由於噴嘴長時間在小範圍內擠出 PLA，當溫度過高時，PLA 會收縮捲曲造成凸起，如果這個「凸起塊」很大，而且在噴嘴移動的路徑上，噴嘴撞到的時候可能會發生卡住，皮帶打滑，就會形成「位移」，所以在列印平台設計使用「彈簧」就是要減少這個現象造成「位移」的發生機率，真的發生噴嘴撞到的時候，列印平台會下沉，避免皮帶打滑，但是最好的解決方案是加強「冷卻風扇」，讓擠出的 PLA 立刻降溫。

6.13 | 列印作品會「牽絲」？



- 在 5.4 節已經說明過倒抽參數的設定方式，列印「艾菲爾鐵塔」最能夠看出倒抽參數是否正確，因為全部都是小柱子，噴頭不斷來回移動，每個位置都擠出一小點線材，如果倒抽參數設定的不好，就不會有照片中的效果。

6.14 | 噴頭會漏，怎麼辦？



- 在喉管外纏上「鐵弗龍止洩帶」。
(照片中白色的位置)

- 一般水電五金材料行都可以買到。

7.1 | 免費列印模型下載

美國免費模型檔案下載：<http://www.thingiverse.com>

截至筆者截稿前，網站中的模型數量已經突破 30 萬個了，下載前請務必注意創作者的「版權聲明」，有些不能拿來做商業行為喔！這個網站的類型比較適合直接下載列印，大多數都是經過列印後分享原始模型檔案的全球玩家。但也是有地雷的（列印不出來、模型有各種奇怪問題…等）。筆者剛接觸的時候，練習列印的模型都是來自這個網站，同時我也分享一些作品給全世界的人下載列印，您可以在網站中搜尋作者：「tommylin」並點擊頭像，就可以看到我的作品了。

7.2 | 免費工業機械設計模型下載

工業/機構設計居多的免費模型下載：<https://grabcad.com/home>

這個網站的模型，更多的是一些機構設計，工業設計的原創，對於機械設計有愛的人可以來挖寶，相信可以得到很多啟發，大多數的作品無法直接拿來列印，下載原始設計檔，再自己分割/拆分部位/處理過後再轉成 .STL 檔案，這樣才能列印漂亮，其中筆者當時選了這網站比賽第一名的作品：<https://grabcad.com/library/alpha> 自己花了很多功夫列印測試，做出來後分享給原創作者 omega 他非常喜歡，也有把我的分享圖片加到他的作品說明中。



+ ALPHA 座艙蓋打開。



+ ALPHA 組裝完成（關閉座艙蓋）。

結語 開啟人生不同的視野，一切先「做」再「說」

筆者至今一直都不斷的努力學習各種不同領域的專業知識，話說～「隔行如隔山」，機械、電子、軟體、韌體、材料這五大技術領域，要能在短時間內都精通，還真不是一般人能做到的，筆者完全是「自學」，加上「Google老師」一路摸索，至今能列印出一些還可以的作品，但是難免在一些專業術語，專業知識上產生一些自學的認知偏差導致有所錯誤，還望各界給予批評和指導，我也一直保持著虛心學習的態度，期許自己不斷的成長，希望您在看完這本書後，能夠建立一些自信心，不怕困難的親自動手做一些東西，有任何的問題，都歡迎來社團詢問，尤其是這台3D印表機的穩定性和列印品質，經過了筆者開班授課超過9個梯次，已經超過120多位的學員，還有很多很多購買套件的朋友，和我自己組裝了8台機器在工作室中，每天24小時列印著，結論就是「物超所值」，和筆者人生第一台的美國機相較之下，自己DIY的3D印表機，花費更少的金錢，列印出來的作品一點也不遜色。

滿滿的熱情和興趣一直陪伴筆者一直研究升級相關的技術，也將教學持續延伸到臉書的社團中，和大家一起學習和成長所謂的「教學相長」形容的真是貼切，希望能夠啟發更多的人，為更多的人開啟人生另一扇窗，也算是我對社會的一點小小貢獻，最後也要感謝一路支持相挺的朋友們，給我實質和精神上的鼓勵與支持，繼續貢獻分享我用生命做的每一件事情，希望能夠盡自己一份小小的力量，帶給社會更多「正面的能量」，感謝一路有你的陪伴，謝謝。

特別感謝

徐姿君 (Angel Hsu)
劉世嘉 (Sega Liu)
林佩瑾 (Peichin Lin)
Robert Luo
鄭鴻旗
Lawrence Lee
Ted Hung (Fablab.Taipei)
黃昭益
碁峰資訊