

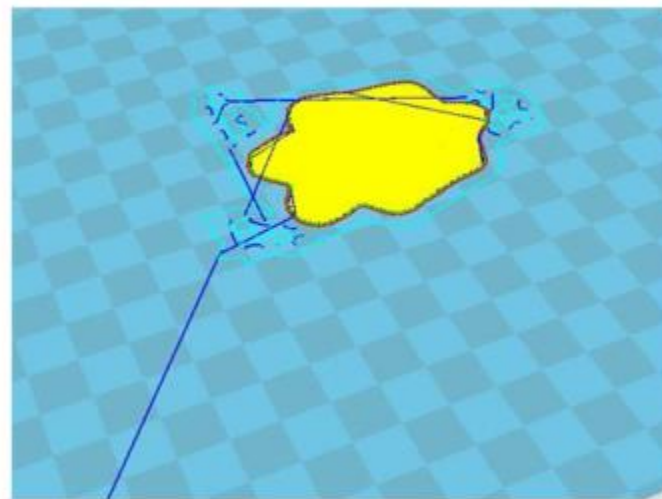
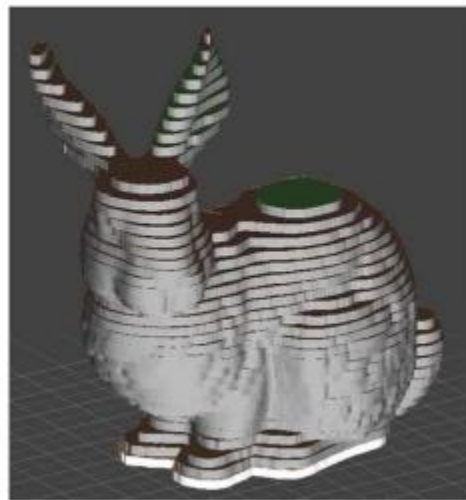
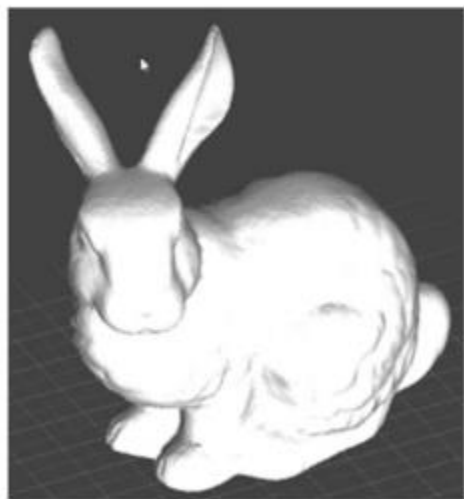
3D列印基本概念與 CR-10的操作

明志國小資訊組長 田俊龍老師

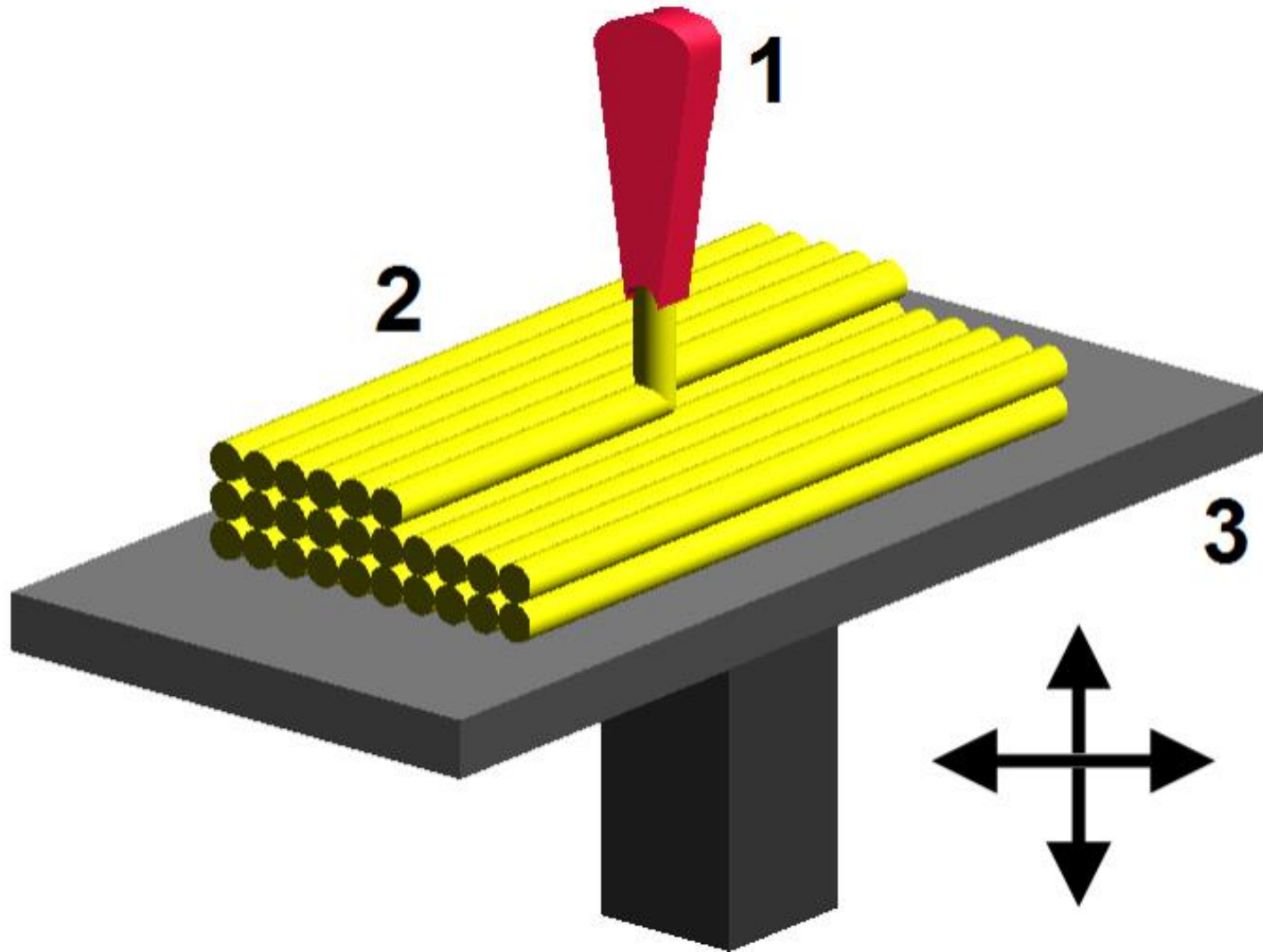


3D列印的工作原理

- 將3D模型分割成數個切片，印表機將印製切片，並堆放在前一個切片上，切片堆疊後形成立體物件。
- 1983年，美國 Charles Hull 發表商用3D列印技術 (Stereolithography, SLA)，也首次提出 3D 列印模型 STL 格式。
- 以前，3D列印稱為快速成型 (Rapid Prototyping, RP)。
- 2009年，美國材料試驗協會正式命名積層製造 (Additive Manufacturing, AM)。



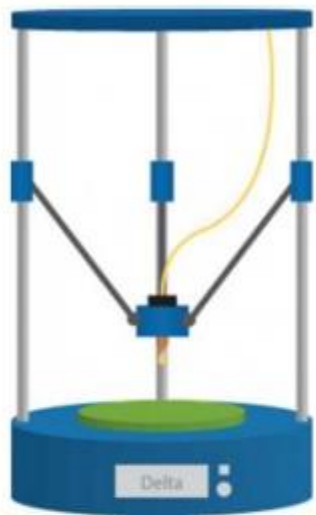
平價3D Printer的原理



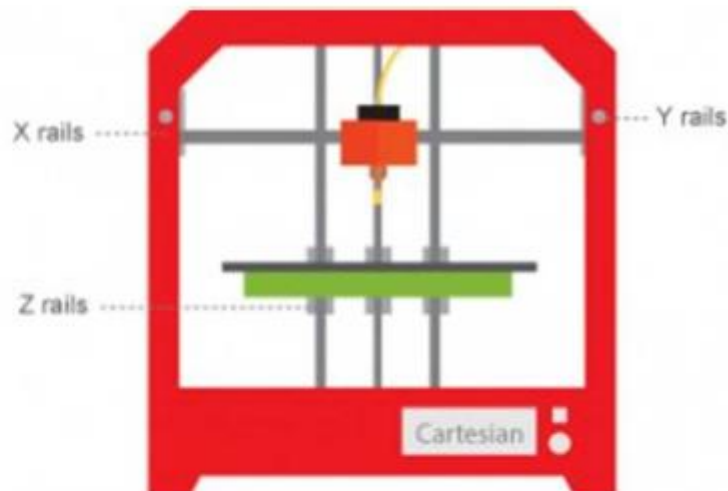
天價3D Printer的成品



3D列印機主要機型介紹



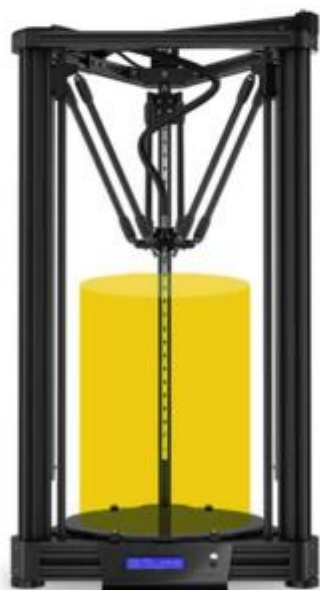
Delta 機型



Cartesian 機型



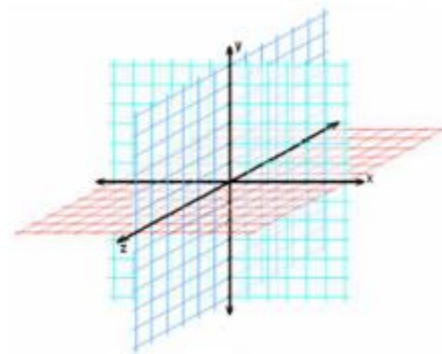
Delta成型範圍



ATOM 2.0



Traditional 3D Printer



XYZ空間

3D列印常用建模軟體介紹

繪圖/輔助設計/建模軟體



網頁線上建模



Tinkercad



3DTin



Smoothie-3D



SculptGL

網頁線上圖庫



MakerBot Thingiverse



訂製相片燈罩



3D列印的材料介紹

塑料列印材料

ABS

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene, 丙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物) 是由石油提煉出的化合物，是一種高強度、韌性佳且易於加工的熱塑性高分子材料，材料低廉且可以回收再利用，是常見的工業塑膠。

ABS 彈性較 PLA 佳，也可比 PLA 承受更高的溫度，列印溫度在 245°C 左右，列印時會釋放味道臭且有輕微毒性的氣體，因此列印環境必須空氣流通。列印精細度較 PLA 佳，而且列印後，可以用砂紙研磨成光滑表面。

但 ABS 不抗 UV，成品不適合過度日曬。由於 ABS 不耐溶劑，因此須避免長期暴露於諸如芳香族、酮類、酯類等溶劑中，但也因為此特性，故可以用粘著劑修補斷裂成品。

ABS 可以透過添加其他物質而改變其性質，例如添加聚碳酸酯 (Polycarbonate, PC) 的 PC-ABS 可以提高 ABS 的韌性及耐溫能力，可以承受更高的衝擊力。

PLA

PLA (Polylactic Acid, 聚乳酸纖維) 由玉米澱粉和甘蔗衍生物混合而製成，於自然界中可生物分解，是環保型塑料。其材質堅硬、抗 UV 但易碎裂，列印溫度約在 220°C 左右，列印時散發甜味，不會釋放有毒物質，適合列印可盛放食品的器皿。但仍應注意其染色顏料是否具毒性。

PLA 列印成品表面較 ABS 粗，且較不易用砂紙磨光。但成品容易加熱，若斷裂時，可直接用熱風槍加熱黏合。



看懂3D Printer的重要規格

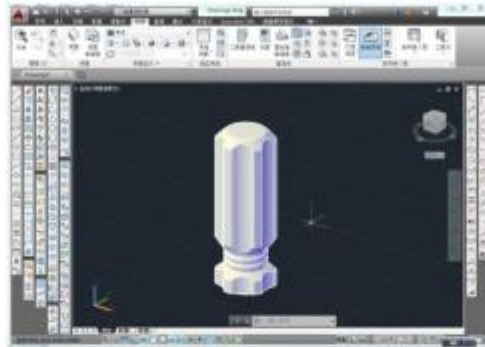
- 工作範圍：200 mm x 200 mm x 200 mm
- 可印線材：ABS、PLA
- 線材直徑：1.75mm、3mm
- 最小列印層高：0.06 mm
- 最高列印速度：180 mm/s
- 最高空程速度：250 mm/s
- 最高擠出溫度：275
- 噴嘴直徑：0.4 mm
- 檔案格式：STL、OBJ



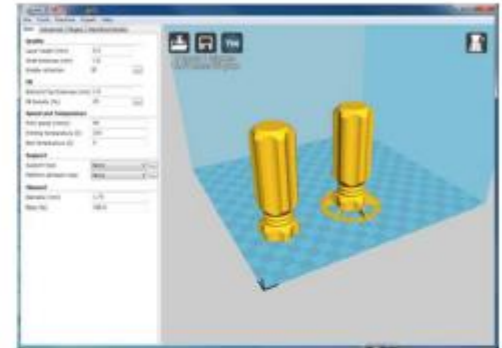
3D列印流程示意圖



3D 模型構想



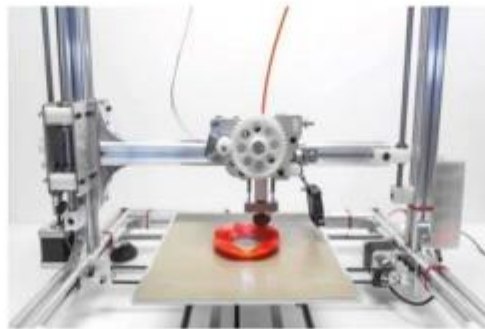
3D 建模繪圖
(匯出成 STL 檔)



切片軟體處理



轉成 G-Code



進行列印



列印完成品

3D列印軟體操作介紹

G-Code 簡介

G-Code (RS-274)，是最為廣泛用於數控 (Numerical Control, NC) 的程式語言，有多種版本，主要在計算機輔助製造中用於控制自動控制工具機，也稱為 G 程式語言。在 Reprap 3D 列印機的機械運動控制中，遵循 NIST RS274NGC G-Code 標準，但也有一些 3D 列印機發展出只能用於自家的專用 G-Code，因此僅針對 NIST RS274NGC G-Code 加以說明。

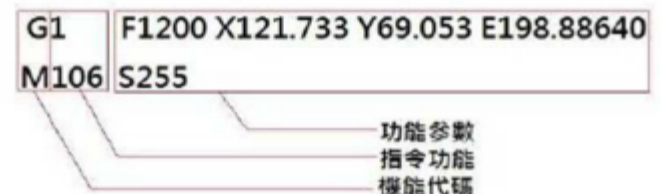
G-Code 由 MIT Servomechanisms Laboratory 於 1950 年實行，利用英文字母、數值及符號組成命令，是一種有限制類型 (Limited Type) 的語言，缺乏結構如判斷式及 Loop 等；在 G-Code 中每一行命令中，不同的英文字母分別代表不同的機能類別或涵義，請參考表 A1；指令中字母後所帶的數字則是代表該機能指令，執行各種功能及動作，之後為該指令參數，如圖 A2 所示。

在 3D 列印所使用的 G-Code 中，最常使用的機能為：告知機器外部執行何種動作的“G”預備機能及內部系統設定及動作的“M”輔助機能，而根據研究中統計發現由切層軟體所產生的 G-Code，所會用到的機能指令包含“G”預備機能及“M”輔助機能只有 11 項，其中以“G1”可控移動指令佔大多數佔 98.96%。

表 A1：G-Code 指令參數表

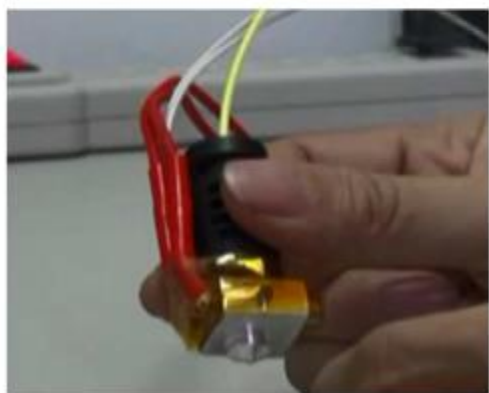
Letter	Meaning
Gnnn	預備機能，標準G-Code命令。
Mnnn	輔助機能，Reprap定義命令。
Tnnn	選擇工具，Reprap中代表選擇擠出頭。
Xnnn	X 座標
Ynnn	Y 座標
Znnn	Z 座標
Ennn	出料擠出長度 (單位 mm)
Fnnn	進料速度 (單位 mm/min)
Snnn	命令參數
* nnn 代表一個整數	

圖 A2：G-Code 指令架構



3D列印軟體操作介紹

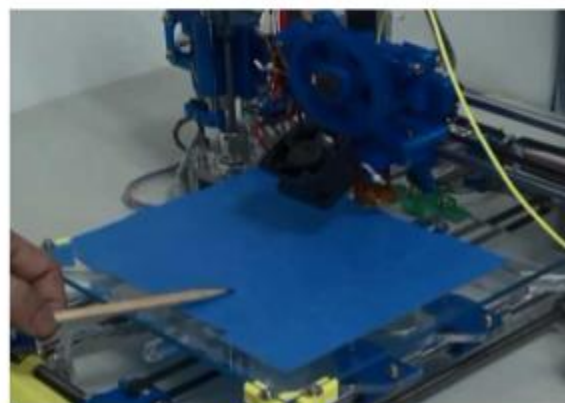
不能不知道的3D列印用語



J-Head 加熱頭



PLA & ABS 線材

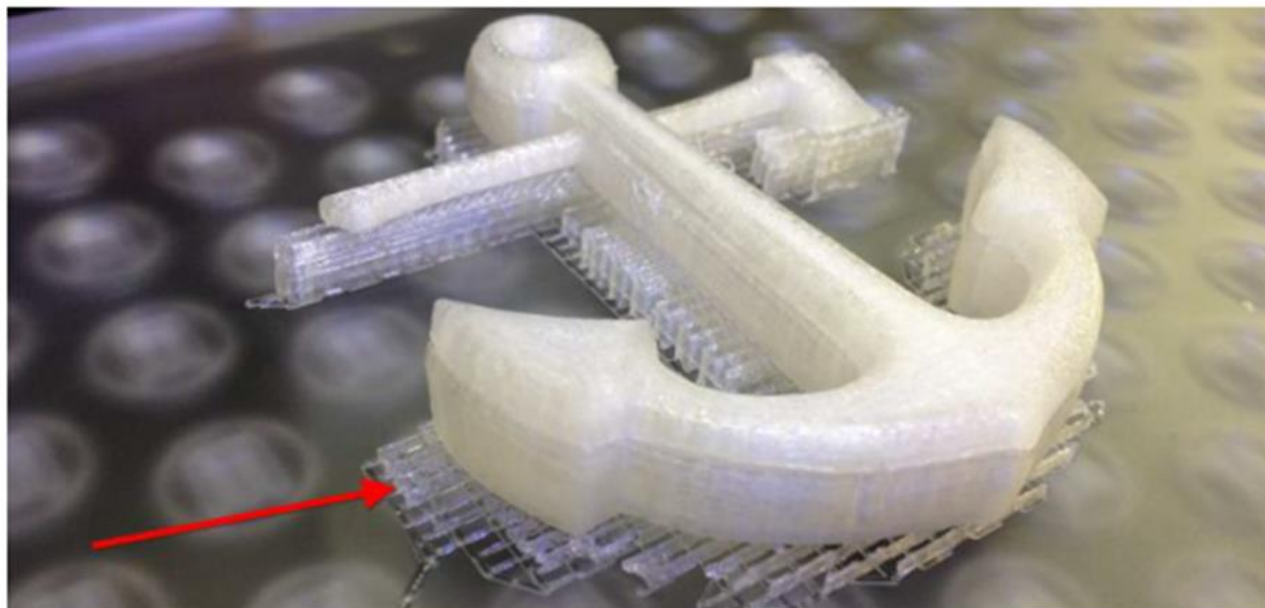


列印平台

- ◆ 線材直徑 (Filament Diameter)
- ◆ 噴頭直徑 (Nozzle Diameter)
- ◆ 列印層高 (Layer Height)
- ◆ 擠出溫度 (Extrude Temperature)
- ◆ 列印平台大小 (Print Bed Size)

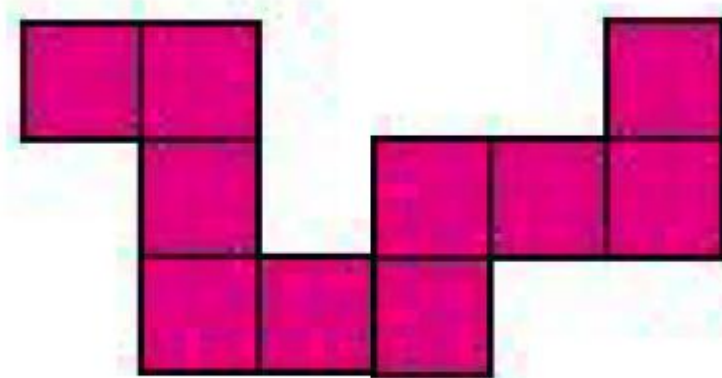
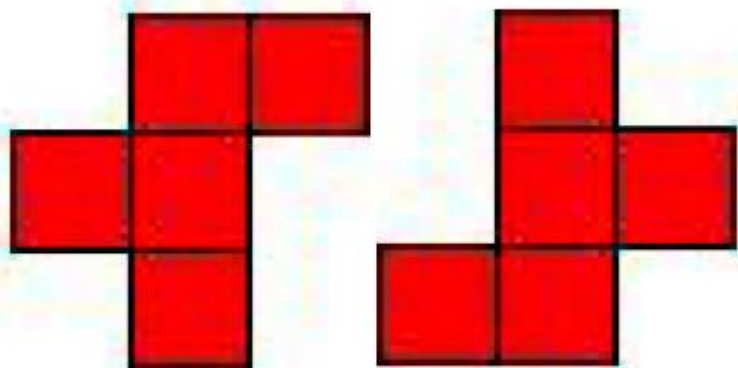
棧板 (raft)

- 加強底層穩固性
- 平台不平整的緩衝
- 缺點：可能會難拆、傷到本體
- 好朋友：膠帶和口紅膠



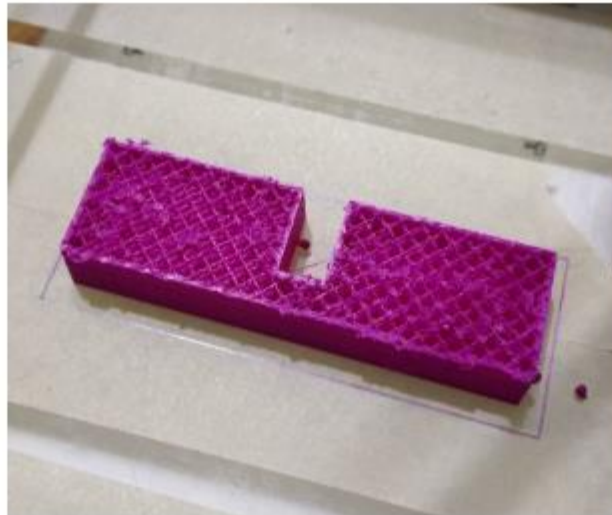
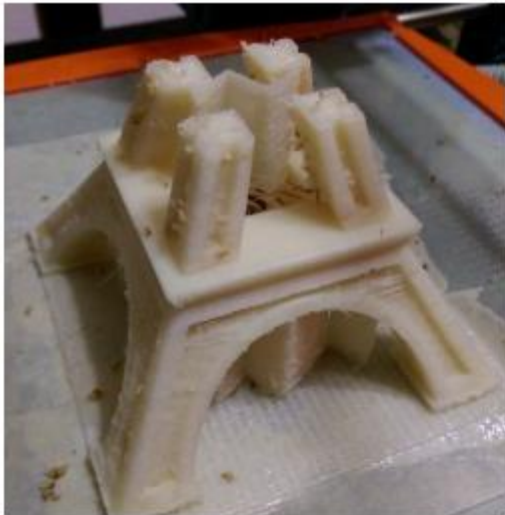
支撐 (support)

- 愈少愈好
- 調整模型放置的角度，向上發展45度以內
- Autodesk meshmixer



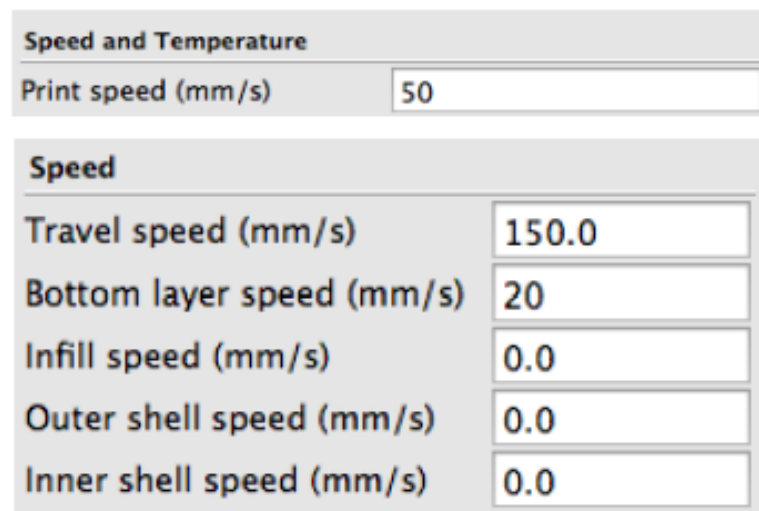
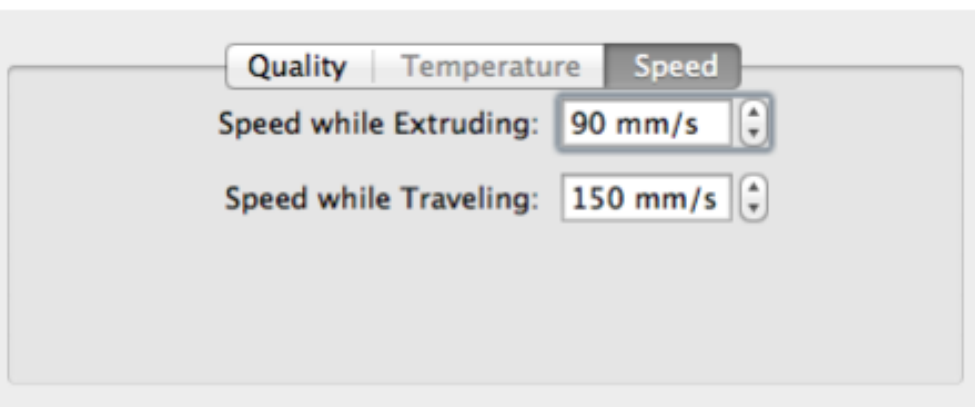
溫度 (temperature)

- 溫度太高：出料過軟、線料氣泡、線料焦黑
- 溫度太低：出料不順、黏著力低、結構鬆散
- PLA：220、ABS：250
- 每次線材的最佳溫度不同，往下隔5度測試



列印速度 (speed)

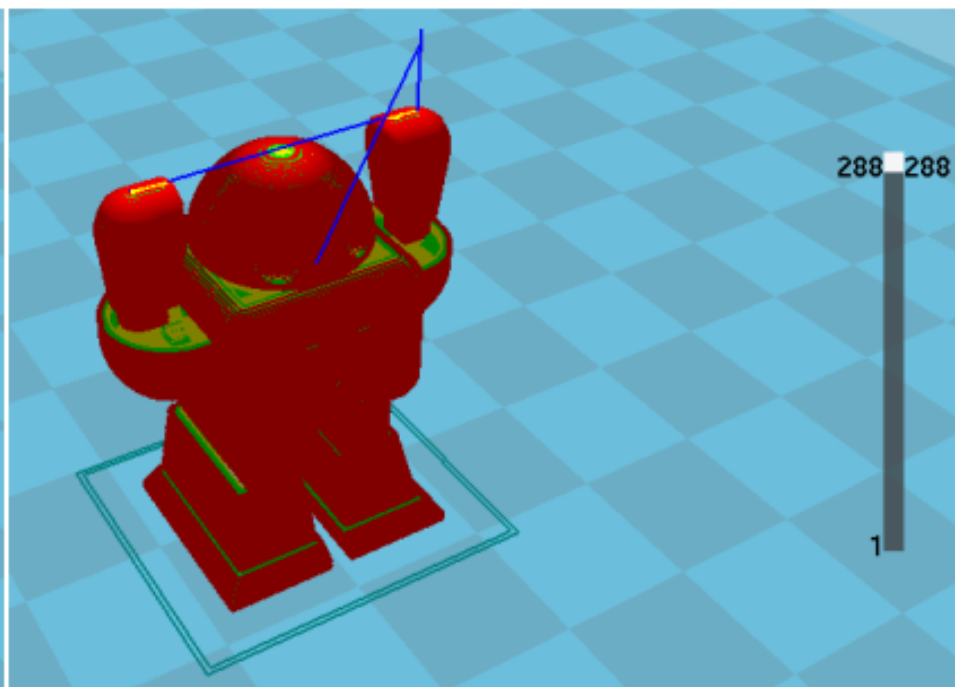
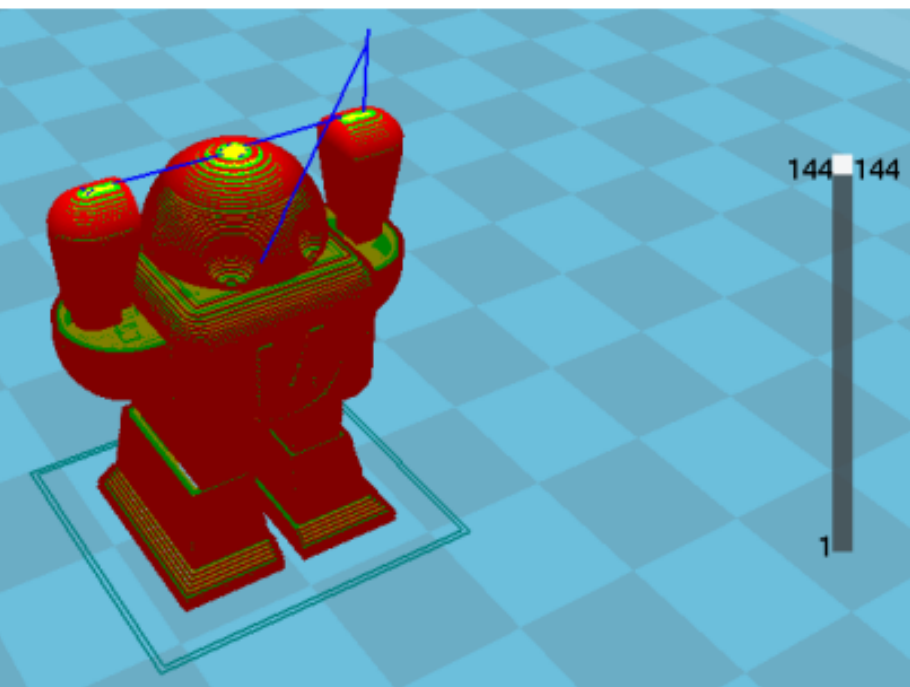
- 愈慢愈精准，尤其是直角
- 愈慢愈堅固
- Travel speed 是空程速度，可在允許範圍加快
- 部分軟體還可以分別設定不同區域的列印速度



層高 (layer height)

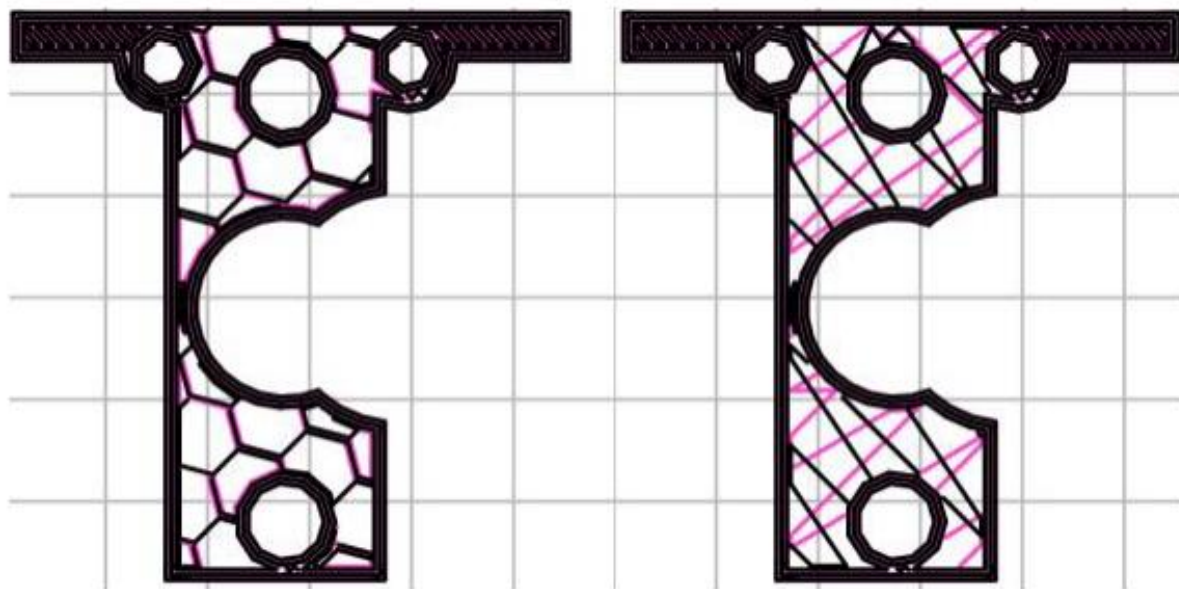
精細度

完成時間



內部填充率 (infill, fill density)

- 節省材料
- 支撐上層結構
- 強化模型應力
- 公仔可低於10%、機構20%以內即可



外層厚度 (shells, thickness)

- 參考模型向上成長的角度
- 參考內部填充率設定
- 有的是設定「層數」，有的是設定「尺寸」

Quality | Temperature | Speed

Infill: 20%

Number of Shells: 3

Layer Height: 0.15 mm

Quality

Layer height (mm) 0.2

Shell thickness (mm) 0.8

Enable retraction

Fill

Bottom/Top thickness (mm) 0.6

Fill Density (%) 20



列印步驟：將**MICO-SD**卡金手指朝上放入**SD**卡插槽中



列印步驟：打開後方紅色電源，

一、接通電源，開機之後看到的螢幕主界面

噴嘴溫度（上：目標溫度 下：當前溫度） 熱床溫度

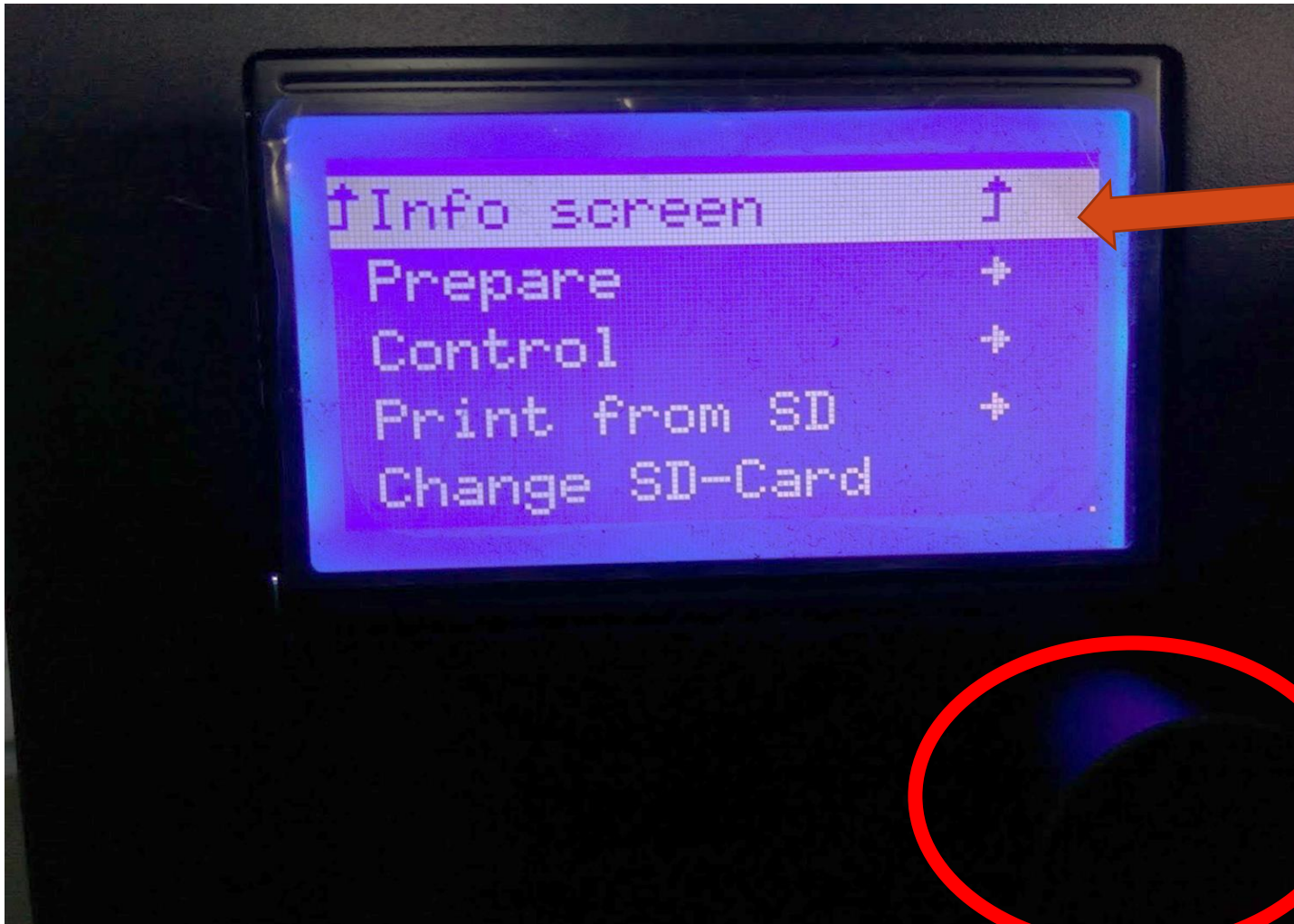


打印速度

風扇
速度

打印時間
及進度條

按一下右下方旋鈕，會出現以下畫面：

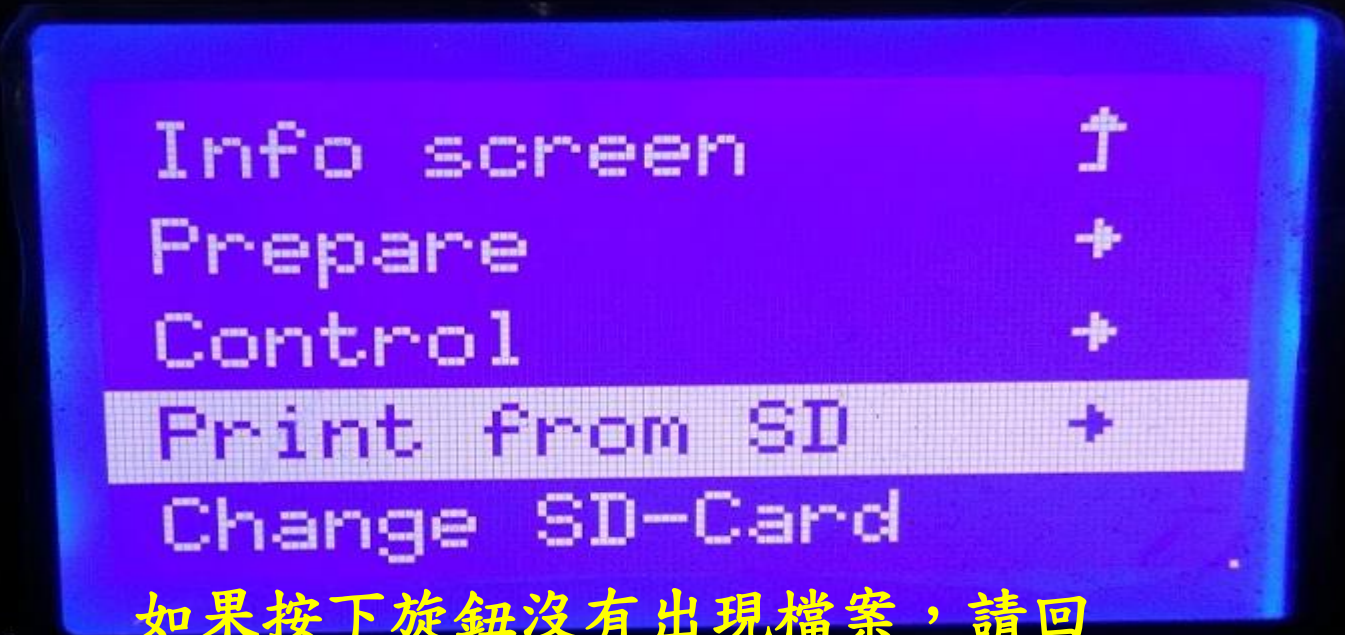


回主畫面

旋鈕位置



順時針旋轉旋鈕，選擇**PRINT FROM SD**後，按下旋鈕。

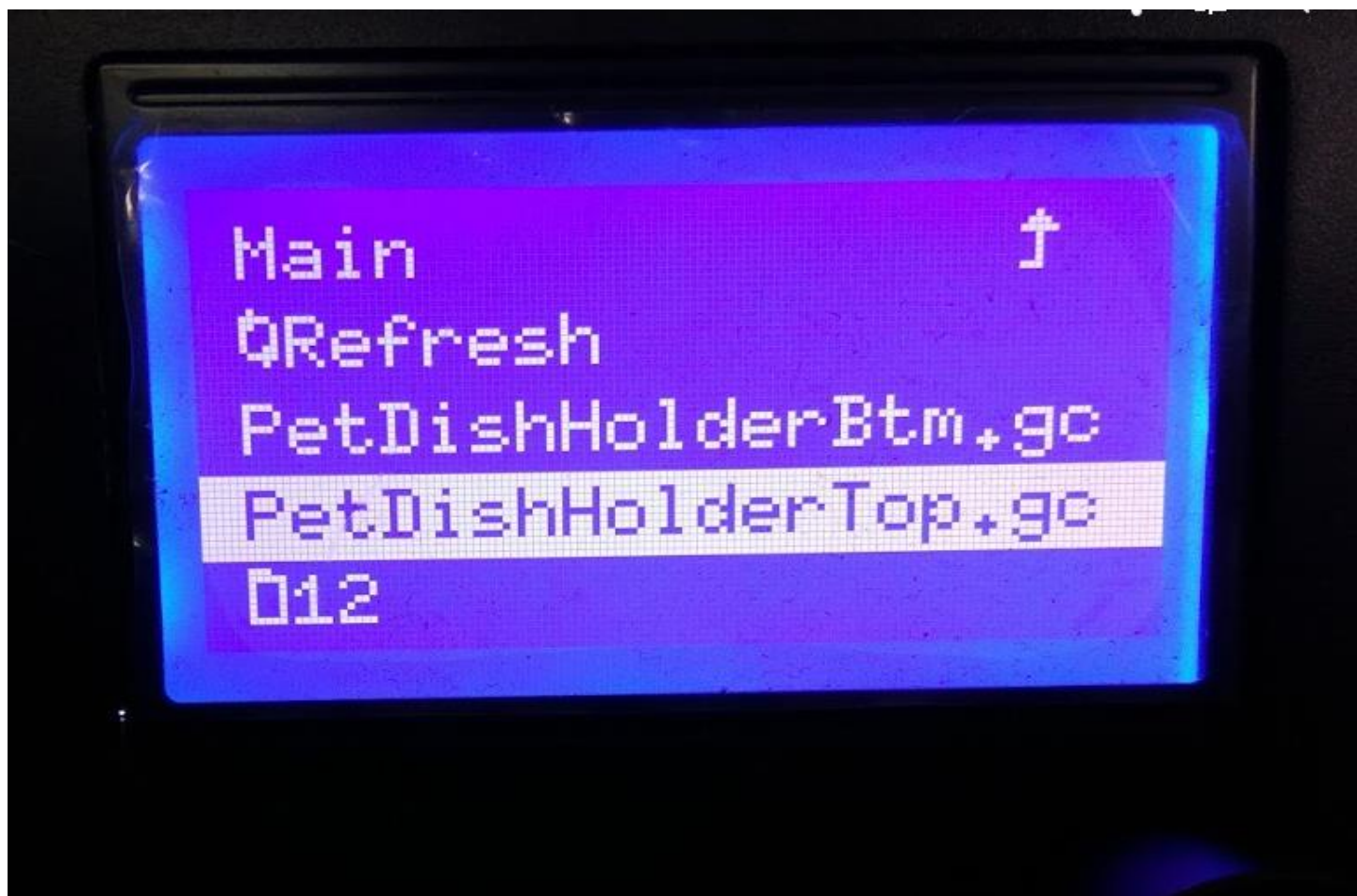


Info screen ↑
Prepare +
Control +
Print from SD +
Change SD-Card ↑

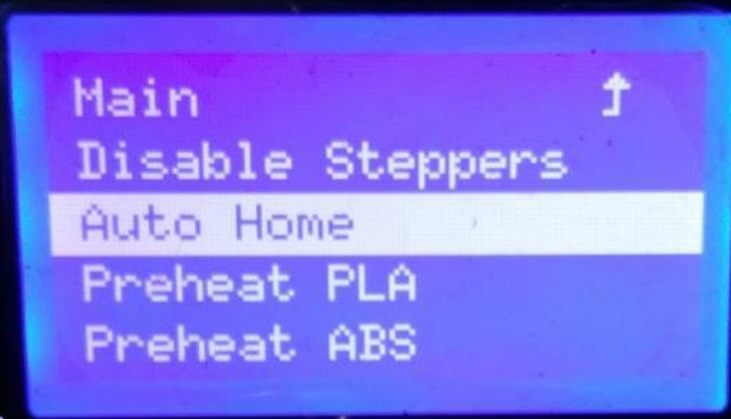
如果按下旋鈕沒有出現檔案，請回
上頁選擇**change SD-Card**刷新



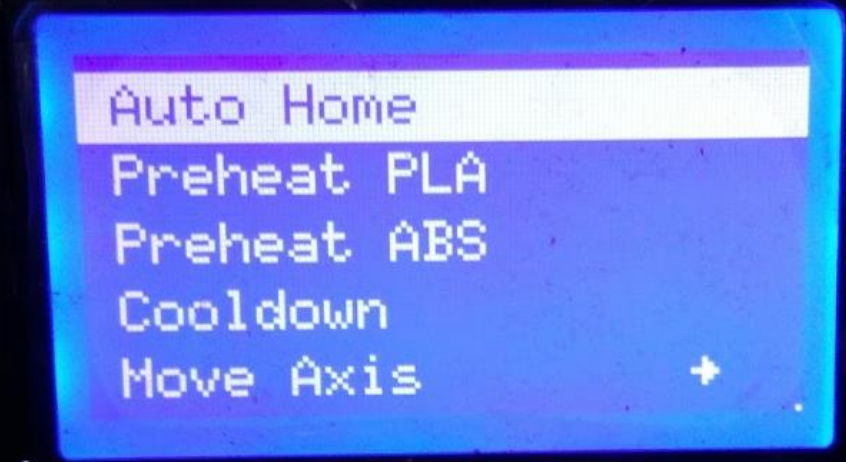
用旋鈕選擇作品，按下即開始列印。



常用 **prepare** 的功能說明



Main ↑
Disable Steppers
Auto Home
Preheat PLA
Preheat ABS



Auto Home
Preheat PLA
Preheat ABS
Cooldown
Move Axis →



LCD 屏注解

prepare 菜单项目功能说明

主菜单注解：

1. 准备：**prepare**

关闭步进驱动 点击之后电机可以自由转动，一般用作回零之后

手动滑动喷头调平

自动回原点 喷头回到坐标原点 **Auto home**

预热 PLA 加热喷头和热床到 pla 材料合适的打印温度 **preheat PLA**

预热 ABS 加热喷头和热床到 abs 材料合适的打印温度 **preheat ABS**

降温 可以冷却喷头和热床 **cooldown**



CR-10 列印注意事項

- 列印中，如果有任何狀況，請先關閉電源，機器停止後，以手搬動列印平台及步進器，再移除有問題的作品，噴頭溫度很高，請小心勿碰到。移除作品後，再打開電源，進入prepare 點選auto home將噴頭歸位。
- 列印完成後，要取出作品時，請先將電源關閉，再移動列印平台與步進器至適合位置，然後再取出作品。
- 如要更換線材，請先預熱噴頭到材料所需的溫度進入prepare 選擇 preheat PLA 或preheat ABS。

