



3D 列印你的夢想

3D 印表機這個詞彙出現以前，更常被人們所提及的是快速成型（RP，Rapid Prototyping），從英文直接翻譯就得知，這是在正式開模大量生產之前所製造的樣品，用於校驗最終設計是否有問題。在 1980 年代，美國和日本的研究者開始紛紛製造出能夠實作快速成型的機器，其中最著名的就是美國 Charles W. Hull 所提出的 SLA（Stereolithography Apparatus）立體平板印刷技術，同時也建構出目前快速成型經常使用的 .stl 檔。

切層、堆疊、加法製造

3D 列印的原理其實相當簡單，也就是目前我們使用的印表機 3D 版，將印出來的紙張層層堆疊，就會有個立體 3 維的形狀跑出來。如果將目前的印表機墨水替換成噴出後即可硬化固定的材質，再把噴頭從原本的 2 維移動（噴墨頭左右移動視為 X 軸、紙張饋紙視為 Y 軸），改為 3 維移動（加入噴墨頭高度的 Z 軸），就是目前 3D 印表機的基礎原理。過往我們在列印報告時，會先在文書編輯軟體或是相片編輯軟體內將內容填好，按下列印後印表機即會以一條一條的方式在紙張上噴出墨水，最終吐出成品。3D 列印也是如此，先在電腦中繪製完畢想要列印的 3D 物體，再送入切層軟體中輸出 G-code（工業製造中所使用的語言，內含控制機器移動的參數或相關指令），此 G-code 即可控制 3D 印表機印出所繪製的物體。3D 印表機接收到 G-code 之後，便會把噴頭吐出的東西繪製成 1 個平面，接著再一個個地讓平面堆疊上去，即可形成 3D 立體的成品。

3D 成型的分類

前段簡易說明了 3D 印表機的成型原理，但其實在實作上卻有許多不同的分野，從材質到固化方式皆有不同，以下分為幾個部分介紹。

FDM（熔融沉積成型）

FDM（Fused Deposition Modeling）又稱 FFM（Fused Filament Fabrication），名稱不同主要是為了避開專利問題，其核心技術是相同的。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。在比較高階的機器中，藉由多個噴頭和列印材料，可列印出多色物件，甚至是將支撐材料和成型材料分開，由於支撐材料只是提供物件在列印中途的支撐，因此強度不需太高，以方便移除為主。但在一般的消費市場的 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。

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。此種製造方式相較 FDM，可做出實心物體（FDM 因為列印速度和省料的關係，物件內部通常不是實心的，而是利用不同的結構保持表面完整，就像蜂巢一樣），列印速度也比較快一些，可惜此種製造方式的廢料較多，越接近印表機的列印極限大小，才會比較划算。

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。DLP 所製造的立體物件精細度相當不錯，不用打磨即可立即販售，但是光固化樹脂的硬度受到許多變因影響，未顯影的光固化樹脂也會因為時間推移慢慢變硬無法使用，加上耗材比較貴的關係，適合製作模型、玩具等強調表面精細度不強調硬度的產品，或是翻模使用。在消費市場和 FDM 算是互補的技術，想要機械強度用 FDM、想要表面精細度就找 DLP。

SLA（立體平板印刷）

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。

3DP（3D 列印）

3DP（3D Printer）也可稱為 Plaster-based 3D printing 或 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。也因為其成型方式類似噴墨印表機，所以在成形時能夠在白色粉末上噴出 CMYK 彩色的膠水，因此成型後的物件可帶有顏色，僅需將其表面塗上 1 層保護漆封住表層和增加顏色對比。

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。SLS 和 SLM 的不同點在於 SLS 的溫度比較低，材料也比較多元，而 SLM 的溫度比較高，適合金屬材料製造。如果把 SLM 的雷射換成電子束，就會變成 EBM（Electron Beam Melting），但 EBM 需要預熱金屬粉末和在真空下製造，因此適合以一些容易氧化的金屬（鈦）做為材料。