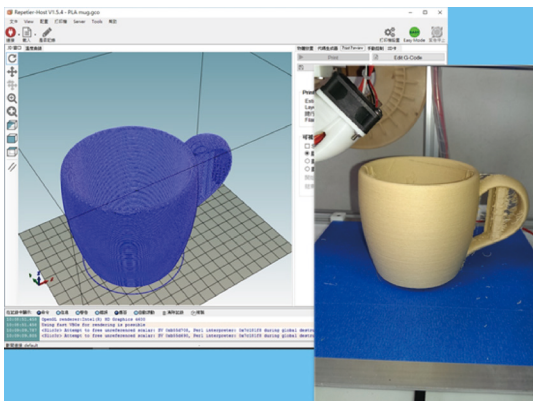


木質材料在3D列印線材上的應用

◎文、圖/林業試驗所森林利用組·塗三賢 (asan@tfri.gov.tw)

3D列印(3D Printing)屬於快速成形技術的一種，它是一種以數位模型檔案為基礎，運用塑料或粉末狀金屬等可粘合材料，透過逐層堆疊累積的方式來構造物體的技術(即「積層造形法」)，能任意製作出複雜形狀或是結構細微的模型，捨棄傳統使用切削加工的種種限制，免除以手工製作模型容易失真的狀況，更重要的是，無需高價的模具製作費用，也能減少模型製作的時間。

根據Wholers Associates市調指出，個人用3D列印設備，2010的供貨量為5,000多臺，2011年成長至23,000臺。3D列印設備的全球市場，2011年產值(產品+服務)為17.14億美元，較2010年之13.25億美元，年複合成長率約30%，預估2015年達37億美元，2019年全球產值更將達到65億美元，為2011年的4倍產值。在2013年2月美國總統歐巴馬在國情咨文演講中，提議投資10億，建立15家製造業創新研究所，第一個研究所將專注於3D列印技術，



3D列印能任意製作出複雜形狀或是結構細微的模型，免除以手工製作模型容易失真的狀況，也能減少模型製作的時間。

首期投資達3,000萬美元。中華經濟研究院認為，3D列印技術革新生產流程，大幅縮短設計到製造之間的步驟，並可做出傳統製造方法無法達成的複雜幾何形狀。未來製造業者更可能把工廠規模縮小，並分散至各國主要市場，提供即時、平價，且迎合各市場口味的產品。

3D列印製程

常見的3D列印製程主要有以下幾種：

- (1) 擠壓沉積型：包括熔融沉積成型(FDM)或熔絲製造(FFF)，主是使用熱塑性塑料(例如，PLA、ABS樹脂、HIPS、尼龍)、HDPE、食用材料、橡膠等等材料，將材料加熱至半熔融狀態並在平臺上擠出，將材料一層又一層由下往上堆疊在支撐材料上，最後硬化成型，這種技術是最常見的3D列印技術，價格也最低，是目前市面家用3D列印機的主流型式。
- (2) 顆粒材料結合型：在材料顆粒床上先融合部分材料，將其放入工作區，加入另一層顆粒材料，重複上一個過程，直到一個完成的部件被生產出來。這一過程使用未融合的材料作為媒介來支撐懸掛的或材質較薄的膏體，減少了生產過程中臨時輔助支撐材料的使用，過程中還會使用雷射來將液體的媒介燒結。顆粒材料結合型3D列印包括了選擇性雷射燒結(SLS)技術、直接金屬雷射燒結(DMLS)技術，或是分層使用高能量雷射使粉末完全融化，產生出高密度材料的選擇性雷射熔化(SLM)技術，主要應用在工業上。

(3) 光聚合型：包括數位光源處理(DLP)和立體光刻(SLA)技術，DLP技術利用投影功能，將一層層圖片照射在光固化樹脂上，逐層堆疊製造出成品，成品的細緻度較高，但材料較昂貴、硬度偏低。立體光刻(SLA)技術類似DLP，同樣以光固化樹脂為材料，但是透過雷射一層層掃過液態的光固化樹脂使其硬化成型，再讓硬化的部分下移，重複硬化製成以覆蓋先前的液態光固化樹脂。與DLP的差別在於DLP是逐步將模型拉出樹脂，而SLA則是往下沉澱。SLA的成品同樣具備細緻特色，且透過雷射掃射可快速製造大型物件，光固化樹脂成本較高也是同樣的缺點。

3D列印機的材料

有一些機構以及公司正在努力開發一般家庭負擔得起的3D列印機，擠壓沉積型是目前市面上較常見的家用3D列印機的成型方式，所使用的材料普遍為ABS塑膠和PLA塑膠。

ABS是丁二烯與苯乙烯的共聚物，是一種常用的塑膠材料，同時也是3D列印非常好的材料選擇。為什麼它可以如此的廣泛被接受且應用呢？除了它是可以承受被擠壓模製外，ABS材料非常廉價，並可以回收再利用，唯一較不足的是，需要2公斤的石油才能生產1公斤的ABS塑料，同時，在3D列印時ABS塑料所產生的異味，也是它的缺點之一。

PLA(聚乳酸)塑膠則是一種使用玉米澱粉為原料的環保型塑料，完全由天然成分製成，符合食品級和生物分解的標準。PLA塑膠條通常在190~220°C左右的溫度下，可以很穩定的列印且釋放出無毒，並且像煎餅的氣味。當列

印成品冷卻時，PLA材質的高穩定性，相較於其它材質，成品是較平坦且緊貼於列印機床的。它也可以很容易重新加熱，例如用打火機或熱風槍來修復、彎曲或連接任何部位。由於PLA溫度控制要求非常高，目前市面有許多不同的家用3D列印機廠商，所開發出來的機臺因為具有特有擠出噴頭機構與控制元件，均需要搭配使用專用的3D列印專用PLA線材，以避免列印會堵塞噴頭而故障。

3D列印用的PLA線材除了可以加入色料，使它具有不同顏色外，近年來，隨著3D列印越來越流行和普及，有許多生產PLA線材的公司，也開始嘗試在PLA線材的基礎上加入其他材料，賦予列印線材有不同的面貌，例如加入碳纖維粉末，利用碳纖維度高、重量輕、耐熱度高及膨脹率低等的特質，強化PLA線材的強度，或者加入石膏或礦石粉末，讓線材具有石質的外觀，甚至也可以加入石墨烯(Graphene)、奈米碳管等導電材料製作成可導電的線材，用於印製自行設計的電子組件，像是電位器(可變電阻)、LED



3D列印用的線材除了色料外也可以加入其他材料，賦予成品不同的面貌，左邊的杯子是由加入木粉材料的PLA線材所印出。



將木質廢棄物加工成木粉與PLA材料混練變成3D列印機使用的PLA/木粉纖維環保線材，可以賦予成品有木頭的質感。

電路、電容式觸摸傳感器等等。

木質材料在3D列印線材上的應用

由於3D列印用的PLA線材可以混合不同的材料，讓它產生不同的特性面貌，因此，把木質材料應用在3D列印線材上，是一個新的方向，可以增加3D列印的多元應用。本所森林利用組以近年來在木粉纖維與PLA材料混練的基礎技術，與財團法人塑膠工業技術發展中心研發團隊的PLA/纖維複合材料改質技術技術平臺，結合混練加工等技術，將木質廢棄物加工後，再與PLA材料混練，變成3D列印機使用的PLA/木粉纖維複合材料環保線材，並利用開源軟體與機構設計能量，設計組裝一臺3D列印機，進行PLA/木粉纖維複合材料環保線材研製與機械傳動控制技術、高分子流變控制、列印操作軟體上的



3D列印使用的列印線材可以有各種不同的材質。

整合開發，克服PLA/木粉纖維複合材料物性與流動性的改變對熔融層積成型精度與連續性，讓這些木質廢料資源通過3D列印技術重新回到人們的日常生活中，使人們可以看到木質廢料另一個回收價值。♻️