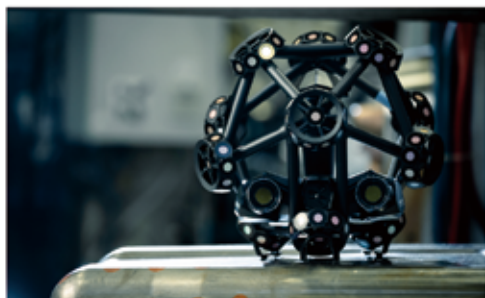
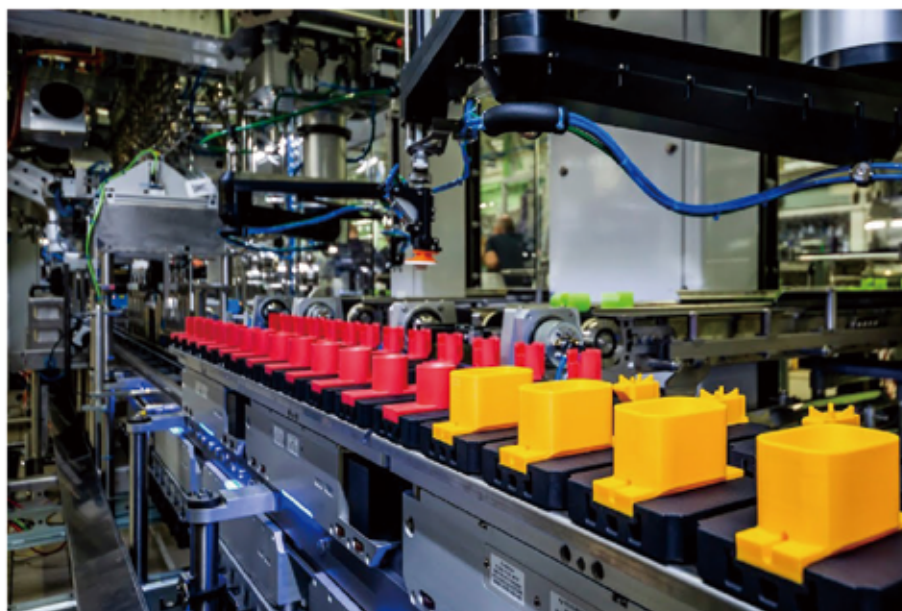


### 【3D列印技術的工業應用與相關展會報導】



主編：鄭正元 教授 (臺灣科技大學)

- 高速3D列印研究中心與技術介紹
- 高速積層製造
- 晶格設計最佳化
- 3D列印的後處理製程
- 台灣3D列印暨積層製造設備展報導



### 3D列印技術工業應用 | 3D列印展會報導



時至今日，3D列印已擺脫過去只能打樣及少量製造之形象，並逐漸轉變為新一代工業革命「工業4.0」及「智慧製造」的重要技術指標之一，不僅是機械製造技術的進步，甚至到材料、光電及資訊，遠至後續的創新應用及商業行銷服務等都被囊括在內，成為一種創新的數位製造「模式」。

高速3D列印研究中心與ACMT協會共同推出【高速3D列印技術雜誌】，本期創刊號將報導3D列印技術於工業上的應用，並且針對此次參加2020台灣3D列印暨積層製造設備展的參展商進行搶先的技術報導。

發行單位 台灣區電腦輔助成型技術交流協會  
製作單位 型創科技顧問股份有限公司  
發行人 蔡銘宏

#### 總編輯

蔡銘宏 理事長  
鄭正元 教授

美術主編 莊為仁  
企劃編輯

林佩璇  
簡恩慈  
許正明  
徐心怡  
李知蓁

#### 技術支援

葉雲鵬 助理教授  
許啟彬 助理教授

#### 專題報導

專題主編 鄭正元 教授

#### 特別感謝

高速 3D 列印研究中心  
台科大機械工程系 碩一 學生 劉紹麒、謝子瑜、錢啟文

#### 感謝合作單位

普立得、通業技研、揚明光學、實威國際、中佑精密、茂太科技、三遞、邁雅設計、可成生物、台灣天馬、三帝瑪溢井、普羅森、昱竝國際、工研院雷射中心、美洛克工業



出版單位：台灣區電腦輔助成型技術交流協會  
出版地址：台灣 220 新北市板橋區文化路一段 268 號 6 樓之 1

讀者專線：+886-2-8969-0409

傳真專線：+886-2-8969-0410

雜誌官網：<http://www.caemolding.org/cmm>



# 目錄 Contents

## 3D 列印技術的工業應用

- 98 高速 3D 列印研究中心與技術介紹
- 100 高速積層製造技術
- 106 晶格設計最佳化
- 112 3D 列印的後處理製程
- 116 台灣 3D 列印暨積層製造設備展報導

## 3D 列印展會報導

- 120 3D 列印：為您省時省錢的絕佳選擇
- 122 穩定、高速且多功能的新款 CMM 掃描儀 MetraSCAN BLACK 即將亮相
- 123 MiiCraft Prime 150110 系列高精度光固化 3D 列印機
- 124 3D Systems Figure4：負擔得起的極速體驗
- 125 高品質的球型金屬粉末處理技術：「氣霧化製程」

- 126 BigRep PRO：專業的工業等級 3D 列印設備
- 127 S200 旗艦型設備帶您航向矽膠產業新藍海
- 128 MY YARD 打造書桌創業時代
- 129 突破性技術：可調整彈性模數的可燒性多孔結構
- 130 多元尺寸我都要，萬眾矚目的 Formlabs 強勢登場
- 131 全球製造拚轉型，開發速度是關鍵
- 132 追求最佳的 3D 金屬列印：從高品質金屬材料探討
- 133 快速且高精度的 Sonic Mini 4K，將於 3D 列印展會首次亮相
- 134 高速金屬 3D 列印系統：昱竝國際 Desktop Metal
- 135 不 NG 的積層製造，讓列印一次到位
- 136 KINGSSEL 3D 列印機：以 3D 列印技術改善研發環境
- 137 KINGSSEL 3D 列印機：以 3D 列印技術改善研發環境





## 鄭正元 教授（臺灣科技大學）

### 現職

- 臺灣科技大學 機械工程系特聘教授
- 臺灣科技大學高速 3D 列印研發中心主任

### 經歷

- 台科三維科技公司創辦人兼法人董事
- 中國工程師學會 傑出工程教授獎

### 專長

- 雷射加工、3D 列印、積層製造
- 光機電工程學、光機電化整合技術
- 研發管理：專利佈局分析與競爭者專利分析
- 跨領域整合

## 3D 列印附刊前言

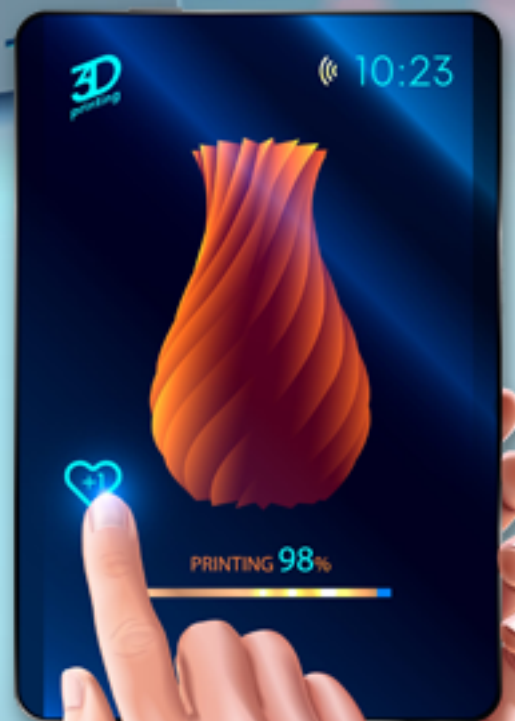
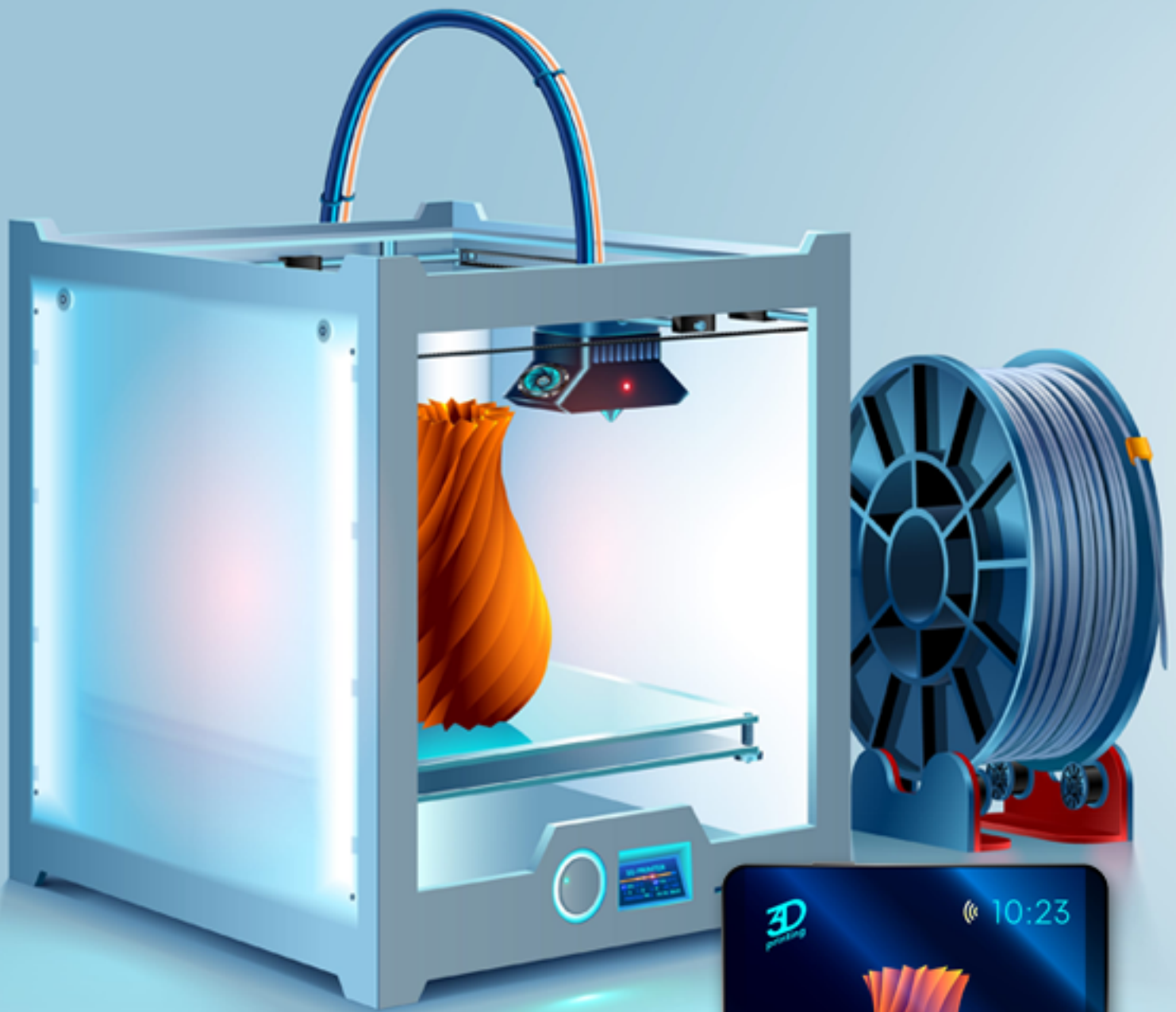
本次附刊主要是針對 3D 列印技術於工業上的應用，最重要的 3D 列印優勢是減少重量後仍保持一定機械強度的表現，此優勢除了可以節省成本，更可以縮短產品製造時程，並增加設計的多樣性。3D 列印產品若需具有特殊力學的特性，就必須使用晶格結構的設計，在此應用上有許多優點如能減輕產品重量並確保材料擁有高比強度及剛度，此方法已被應用於許多工業中，如汽車、航太工程，生物醫學等，並達到材料機械性質的改善。

以生醫骨科醫學應用於人工骨骼開發為例，除需增進細胞的生長外，更重要的是有效減低骨骼重量並滿足整體的生物力學之需求，特殊晶格結構具有較小的應力及應變的優勢，也能減少傳統高楊氏係數實心植入物所造成應力遮蔽效應的骨折或崩塌之問題，透過高度生物相容之材料搭配特殊晶格結構設計，使該人工植入物之生物及力學特性，與活體骨骼組織匹配，以達到植入骨融合之目的。以運動鞋應用為例，運動鞋鞋底需有適當之彈性與能量吸收性質，3D 列印無法在高分子材料內部產生大量微細泡孔，因此必須利用鞋底內部特殊晶格結構的設計，經 3D 列印後產生所需要的彈性與能量吸收性質，才能符合運動鞋鞋底功能要求。

另外，本次也透過此附刊介紹 2020 年的台灣 3D 列印暨積層製造設備展，本次展覽於今年 8/19-22 舉行，約 46 間廠商參與本次展覽，參展廠商除積層製造相關設備及零組件、積層製造的耗材外，也有相關應用軟體之廠商參展，並有不同技術製造的廠商共襄盛舉，除了產業界的各廠商參與外，學界也有數單位在展場中分享其研究成果，如台灣科技大學的高速 3D 列印中心等。

3D 列印在工業中的幫助並非取代，而是希望能產生 enable/power 的作用，從最早期簡單塑材列印，到現在已可進行工業級金屬列印，以工業級金屬列印為例，傳統卡鉗是以鑄鐵製造，但高溫下強度不夠且加工不易，法國知名車廠布加迪 (Bugatti) 以鈦合金金屬 3D 列印技術生產製造旗下 Chiron 車種上的新型煞車卡鉗，不但縮短新型卡鉗開發時程，並達到輕量化省油的功能。未來將可利用 3D 列印快速客製化的優勢，幫助企業在短時間內從設計、過渡原型到產品的開發，使得未來製作零件使用工業級金屬 3D 列印就能得以現實。其次在模具產業更是如此，如異形（隨形）水路模具，在以往傳統加減法加工是做不到的，現在利用 3D 列印則可達成此種創新應用之可能性 (enable/power)。■







## 高速 3D 列印研究中心與技術介紹

■ 高速 3D 列印研究中心

### 簡介

隨著技術的不斷推進，3D 列印不再只是過去的快速打樣，已經成為全球推動「工業 4.0」及「智慧機械」的重要技術之一，涵蓋了機械、光電、材料及資訊，至後端創新應用及商業服務等，為一種創新製造模式，使得傳統製造方式邁入高客製化量產數位製造技術的時代。

對此，臺灣科技大學也在教育部「高等教育深耕計畫」的支持下，成立了「高速 3D 列印研究中心」，整合產學研單位先進 3D 列印製造技術與材料，開發兼具高速及精度之快速客製化量產製造技術，建立 3D 列印科技研究重點特色，培育高速 3D 列印科技人才，推廣高速 3D 列印技術與協助產業數位升級，並積極參與跨國合作計畫，打造世界一流研究中心，帶動具全球競爭力之快速數位製造技術，提昇臺灣之競爭力。接下來我們將在下方內文中為各位介紹高速 3D 列印研究中心的重點研究技術與材料。

### 高速 3D 列印技術

近年來隨著積層製造技術發展成熟，越來越多的產業開始將積層製造技術應用於功能性產品的直接生產製造應用上，然而現行積層製造製程與設備仍面臨許多挑戰，如高生產率、大面積、精度、表面粗度、支撐設計、產品輕量化等。在射出成型技術中，是將材料提供及模具定義而達成大量快速生產的目的，而所謂「高速 3D 列印技術」是指將材料圖案成形及能量提供控制分開，將可達到高速與高精度的數位製造技術，在 3D 列印技術中以黏著劑噴印成型法及光固化樹脂成型法可透過高速多噴嘴或數位光源定義成形位置精度，高熱能或紫外光能快速使材料於所定義位置成形的優勢，甚至極高功率雷射直接快速沉積，並於單一機臺完成，兼具自動化及功能性材料選擇的效能與優勢，達到高速度與高精度之數位製造方法。

此外，未來發展「高客製」並非僅是完全是字面上之大量客製化之意義，而是最重要之快速因應市場之低



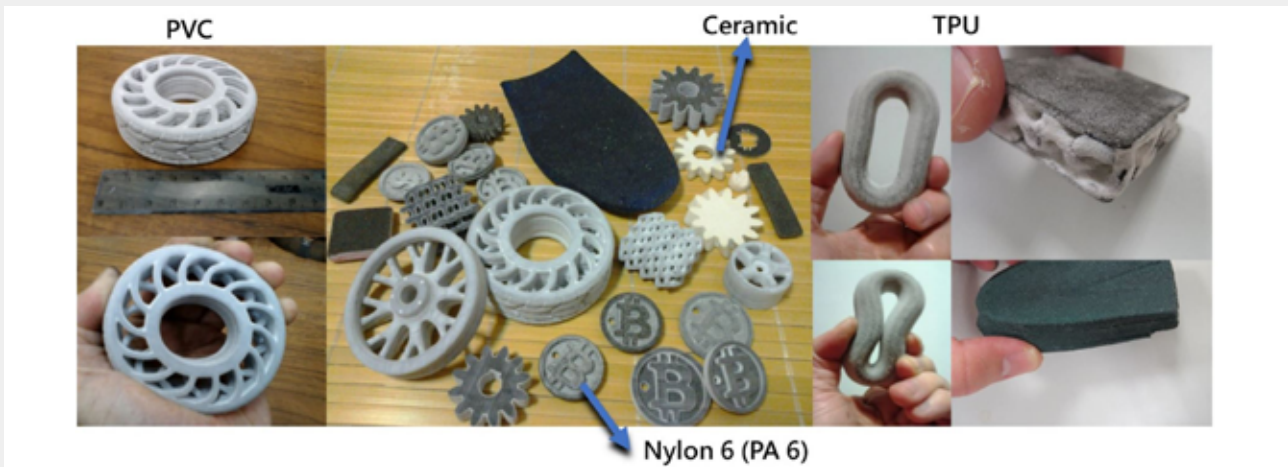


圖 1：高速 3D 列印應用材料（圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心）

庫存的生产製造技術，故亦需要發展數位量產製造技術。本高速 3D 列印研究中心以現代「高客製量產化 3D 列印製造技術」為學理基礎，協助先進 3D 列印製造與材料技術，建立產業大數據資料庫，並以兼具速度與精度之惠普公司 (HP) 高速 3D 列印多射流熔融 (Multi jet Fusion) 技術以及光固化 3D 快速列印技術實際列印產品，並可比現有製造技術之更快速的量產製造技術。

### 高速 3D 列印材料

在材料領域及金屬材料領域發展具備高精度及高速度之數位 3D 列印技術是目前產業所急需之技術，由於現有應用於高分子材料領域之三維列印技術大致有 fused deposition modeling (FDM)、laminated object manufacturing (LOM)、digital light processing (DLP)、stereolithography (SLA)、three dimensional printing (3DP)、selective laser sintering (SLS)、selective laser melting (SLM) 等方式，以市售 3D 列印商品而言，FDM、DLP 與 SLA 等三種方式是最常使用於高分子材料三維列印之方法。然而這三種技術發展至今並無法有效達成兼具高精度及高速度之數位塑膠三維列印生產需求，因此僅能提供塑膠產品打樣需求，以量產需求而言尚有很大技術發展空間。

本中心掌握 3D 列印所需高分子材料（如圖 1）製造關鍵技術、3D 列印製程所需相關熱觸媒墨水關鍵配方與製程技術、3D 列印製程所需高分子粉體黏著劑配方、高速 3D 列印可見光敏樹脂材料技術，擁有國際水準數位塑膠製造技術所需高分子粉末及樹脂研發標準製程，使促使國內高分子原料製造商成為國際 3D 列印高分子原料供應商，並掌握 3D 列印設備中關鍵核心零組件製造技術及穩健拓樸優化技術以計算任意受力結構體的大尺度最優拓樸與尺寸設計，配合國產自製高分子材料粉體進行應用產品相關零配件 3D 列印生產，為國產高速 3D 列印設備發展建立厚實基礎。

### 3D 列印場域

本中心相關 3D 列印儀器及設備空間建置如圖 2，包括有惠普 (HP) 多射流熔融高速 3D 印表機 4200、多彩高速 3D 印表機 580、Sinterit Lisa 1 SLS 3D Printer、Project 3510 HD Max 3D SYSTEMS、高階 3D 列印機臺 Object 30 Pro Stratasys、SL3D 列印機、LCD 光固化 3D 列印機、可攜型 3D 列印機臺 NTUST Smart Phone type-Visible light resin/DLP type-UV resin、彩色 3D 印表機、Uprint SE Plus FDM 3D printer、Stratasys、高階 3D 列印機臺、立體食物 3D 印表機、基礎型 3D 印表機、Sinterit powder sieve、3D 掃描

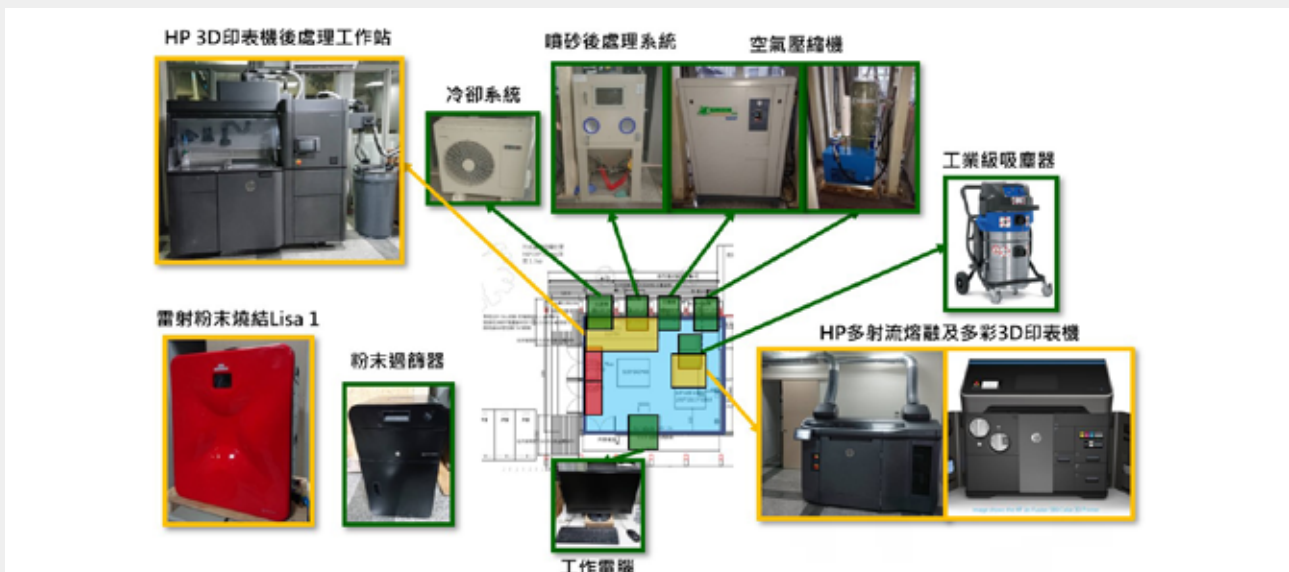


圖 2：高速 3D 列印研究中心場域與設備建置 (圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心)

器、高單價手持式 3D 掃描器、3D 雕刻機 (CNC) 等，其中惠普 (HP) 多射流熔融快速 3D 印表機是透過獨特研發之多射流熔融技術 (Multi Jet Fusion, MJF)，依不同之噴墨元件製作全彩 3D 零組件，其中一個元件主要負責噴射列印材料而形成物件實體，另一個噴墨元件負責噴塗、上色和融合，使部件獲得所需要的強度和紋理。擁有 30,000 噴墨原件，以 10,000 Hz 的速度，每秒可噴塗 3 百萬的噴墨點，每一噴墨點約 40-50 微米，透過創新研發新材料的應用，大大加速創新零組件之開發及製作、列印成品如圖 3。

### 高速光固化樹脂成型技術

另一可達高速 3D 列印的技術為光固化樹脂成型法，過去其列印所使用之光固化樹脂具有黏滯性，早期是以上照式光源提供能源列印，每層光固化樹脂經雷射光源照射後固化，此時列印平臺再下降一定高度，由於液體表面張力會使樹脂產生不平整表面，無法填平欲加工的下層加工層。

為解決此問題，使用深降法 (Deep Dip)，將平臺下降多一點，使樹脂填滿後再上升至欲加工的高度，之後再破壞表面張力，列印下一程序，但此方法所使用之

樹脂昂貴，列印時須大量提供，加上上述列印程序所需的時間而無法達到高速列印的需求。而改以下照式光源提供能量方式列印，可改善以往製程上往復移動的時間、機構設計複雜、光固化樹脂保存問題與材料浪費等問題，所以現今桌上型光固化製造法主要都使用下照式光固化樹脂成型，但此方式在光照過樹脂後，樹脂由液體變成固體時會附著在成型平臺底部的透明平板或玻璃上，因此會產生黏著的問題；此外，過去使用的光源主要以雷射光提供能量，提供加速固化的雷射光或成型光源，並非完全照射到樹脂完全硬化，而是先照出指定輪廓及路徑固化；雷射光源掃描路徑需 XY 兩軸，單層所需掃描路徑的時間也無法縮短。

因此為了更進一步提高列印的速度，改以數位光源 (如 Digital Light Processing (DLP) 或手機光源) 提供能量，此光源為平面式光源，其列印平臺僅需控制單一 Z 軸，且發光成本也較雷射光源來得低，故使用 DLP 或手機光源之 3D 列印技術將大幅降低機器成本，縮短列印的時程，形成未來桌上型高性能低價格之主要技術，也符合未來智慧機械 - 數位製造的需求。本中心目前已開發出列印單層 20 釐米，每層列印 0.1 秒，每小時可列印 20 公分的光固化 3D 列印機臺，如圖 4。





圖 3：惠普 (HP) 多射流熔融高速 3D 列印成品與應用 (圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心)

### 輕量化晶格結構設計 3D 列印應用

在工業應用上，最明確的 3D 列印優勢是列印減少重量後仍保持一定機械強度的表現，此關鍵優勢可以節省成本，縮短產品製造時程，並增加設計的多樣性。晶格結構在 3D 列印產品設計上具有特殊力學特性，許多的優點如能減輕產品重量的能力確保材料的高比強度和剛度，已被用於許多工業工程中應用如汽車、航太工程，生物醫學等應用及材料機械性質的改善。

以運動鞋應用為例，為滿足運動鞋在進行高速運動時，鞋子可提供運動員反彈及緩衝的功能，運動鞋鞋底需有適當之彈性與能量吸收性質。傳統運動鞋鞋底利用發泡成形之製程，使得如 PU、EVA、TPU 等高分子材料內部具有大量微細胞及微細孔，以達到鞋底對反彈及緩衝的功能需求。然而 3D 列印無法在高分子材料內部產生大量微細胞孔，因此必須利用鞋底內部特殊晶格結構的設計，經 3D 列印後產生所需要的彈性與能量吸收性質，才能符合運動鞋鞋底功能要求。

以生醫骨科醫學應用為例，在人工骨骼開發上，除了需要增進細胞的生長外，有效減低骨骼重量並滿足整體的生物力學的需求也是開發的重點，特殊晶格結構

具有較小的應力及應變的優勢，透過高度生物相容之材料搭配特殊晶格結構設計，使該人工植入物之生物及力學特性，與活體骨骼組織匹配，以達到植入骨融合之目的，並減少傳統高楊氏係數實心植入物所造成應力遮蔽效應的骨折或崩塌之問題。此外，3D 列印不僅限於生物醫學應用的細胞結構設計，而且還進行了比較均勻密度和可變密度孔結構的機械性能。目前研究成果發現以 Vintiles 晶格結構較蜂蜜網狀結構強度相近，材料使用較少，其單一密度與變異密度晶格結構最佳化。

### 結語

3D 列印的優勢，包括材料加法製造、擁有更高的材料使用率、不需要模具、可以製造結構複雜的物件、內部特徵及結構客製化、增加產品設計彈性，更容易開發過去傳統製造無法達成的應用發展。

近幾年來，3D 列印技術無論是在生活消費品、汽車、醫療、航太、工業、國防、食品等領域都有非常大的發展及應用。目前全球與 3D 列印應用相關設備、材料市場規模達 20 多億美元，若透過這種新 3D 列印數位製造技術完成的零組件與產品，價值可能更高達數

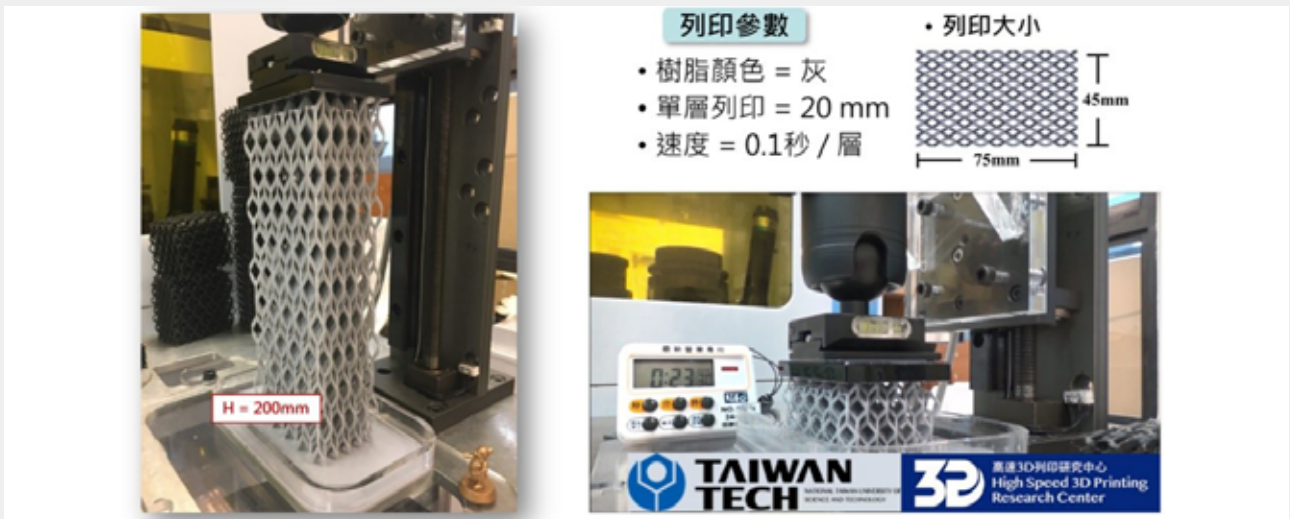


圖 4：高速光固化 3D 列印機臺（圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心）



圖 5：晶格結構設計 3D 列印於運動鞋之應用（圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心）

百億美元。此外，隨著越來越多企業、個人使用 3D 列印零組件與產品，將創新應用的思維導入，市場規模也將有大幅度的成長。對此，高速 3D 列印研究中心也積極整合各方資源，強化產學研鏈結、開發高速 3D 列印技術，並設立教育部 3D 列印產業碩士專班，培育產業級 3D 列印高階人才，以響應這股時代趨勢。

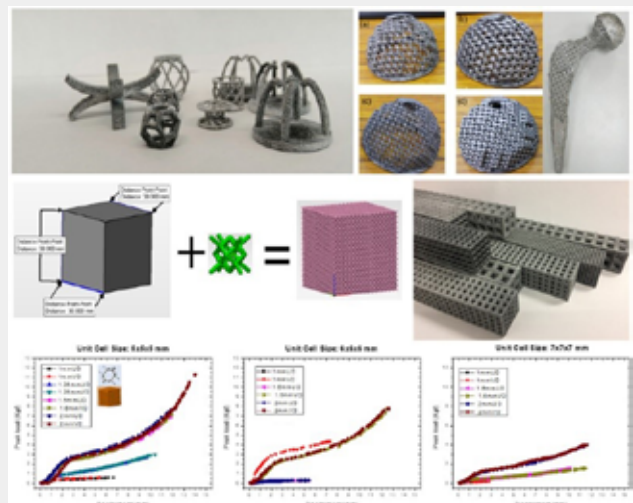


圖 6：晶格結構設計 3D 列印於人工骨骼植入物之應用（圖片來源：臺科大高速 3D 列印研究中心）



# DLP High Speed 3D Printer

200mm/h



## Stunning printing details (Plus DLP6.8)

Utilize superior high resolution UV light engine (4.1M pixels) to realize stunning details, smooth surface while having big printing size.

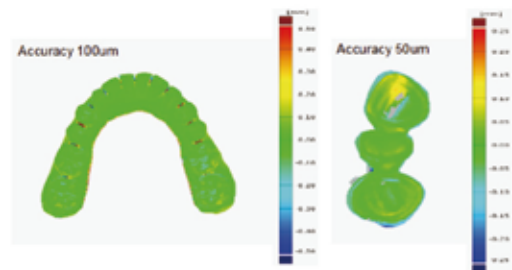


## Robust and Durable for 24 hours production

Utilize industrial grade superior UV optics & engine to promise stable operation and printer's long lifespan.

## High Precision

Built in image optimization technology to achieve +/-1 pixel tolerance.

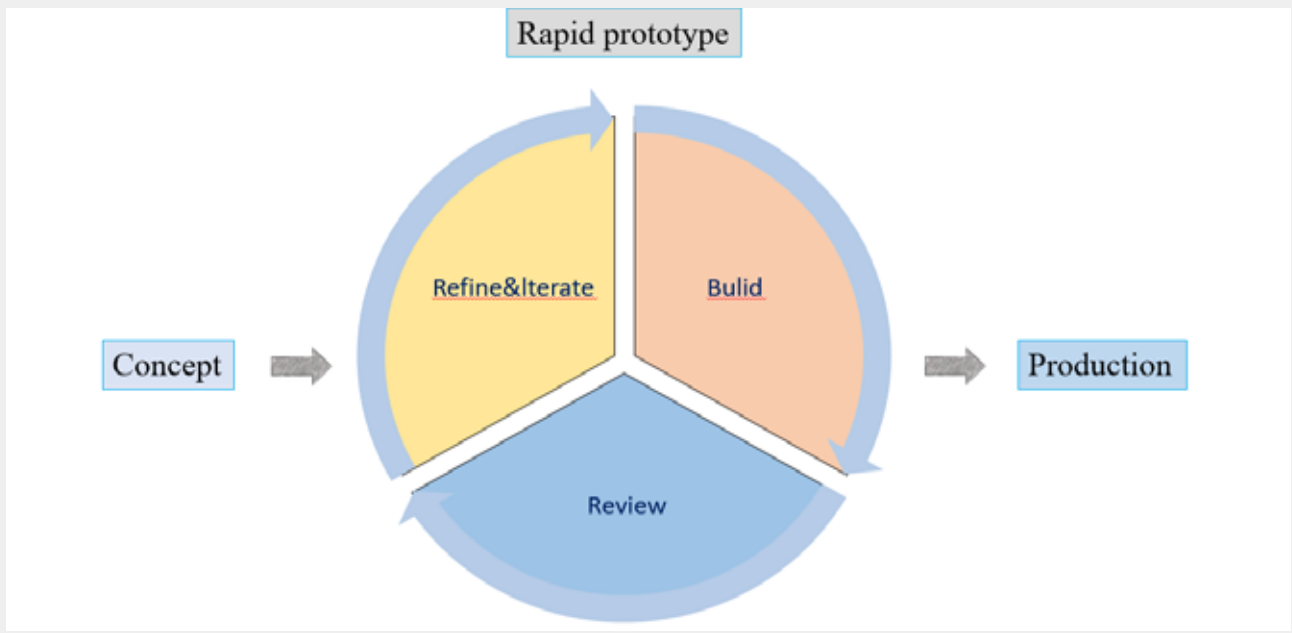


100% in 100um tolerance

## Process simple and fast

Built in software to help 3D model preparation and monitor the printing process. Easy to change build platform and exchange resin tank.





## 高速積層製造技術

■高速 3D 列印研究中心 / 劉紹麒

### 前言

高速積層製造之源頭可追溯到所謂的射出成型 (Injection moulding) 技術，射出成型屬於使用模具的成型方法之一。這種方法會透過將合成樹脂（塑膠）等材料加熱並融化，送入模具後再使其冷卻的方式進行目標成型。如圖 1 所示，達成圖案型貌與能量分開的製程，以模具定義圖案型貌、加熱裝置定義能量，由於過程看起來類似使用注射器送入液體，所以被稱為「射出成型」。

這邊以 100 公尺賽跑來闡述圖案形貌與能量分開以達高精度及速度的要點，在賽跑時，跑者不需要顧慮何處為 100 公尺的終點線，只需要拼命往前衝，終點線由他人進行標示，且跑者一定是經過終點線才減速，但若今天跑者需準確的停在 100 公尺處，在到達終點前就必須開始減速，則會導致速度下降，這個例子裡的跑者就是能量化，而標示終點線的人便是圖案型貌（精度），兩者分開才能夠達到高速的這一目的，否

則就得犧牲掉精度或速度其中一項。

3D 列印與積層製造已開始出現複合式的技術。其中有以高功率光纖雷射燒結粉末，再結合 CNC 維持工件精度，稱為「加減法積層製造加工法」。另外也可使用噴印方法，目前工業上主要以光固化的 CLIP 技術、HP 及 Desktop Metal 的粉床式噴印技術為高速積層製造的主流技術。

### 高速光固化 3D 列印技術

光固化 3D 列印的發展起源於使用雷射的 SLA 技術，此技術運用雷射光點做為能量來固化樹脂，並同時藉由雷射來掃描圖檔每層的形貌，層層堆疊後得到 3D 物件。而 DLP/LCD 技術差異只在光源的不同，其高速的原理都一樣使用 CLIP，主要 DLP 擁有相較 LCD 更強的光源以達更快固化速度，燈可為可見光波段或是紫外光波段，取決於應用的層面。而其形貌的定義則是由光罩來顯示圖檔每層的圖形，使光固化列印朝向



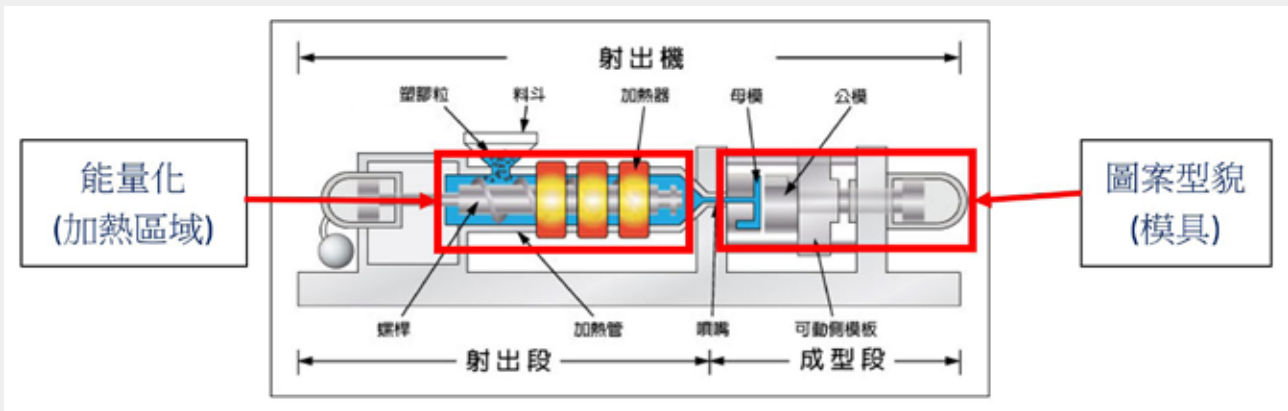


圖 1：射出成型示意圖 [2]

面成型發展，也藉著形貌與能量定義的分離使列印效率與速度提高。其 CLIP 技術便為現今使光固化製程達到高速的主要原因。

### 連續列印 CLIP

連續列印最早是於 2006 年由 EnvisionTEC 發布的專利中所提出，如圖 2 所示，其做法是使用上照式光固化技術，其光源可以是 DLP/LCD 或其他投影裝置，列印過程中 Z 軸會不斷往下降，其過程可能是均速也可能是變速度下降，取決於每層的固化時間可能不同導致，而為保持樹脂液面永遠保持在同一水平位置，使用液面感應裝置，並搭配自動添加樹脂裝置，使液面不會因固化後而產生凹陷狀導致列印失敗。而到了 2015 年，Carbon3D 才使用其 CLIP 技術，如圖 3 所示，使下照式光固化能夠達到連續列印，其做法主要是以死區的概念使固化層與樹脂槽底部間形成一不固化液態層，使樹脂回流及列印分離力得到解決。列印速度可達 500mm/hr，相較於其他技術的列印速度數據如圖 4 所示。

### 連續列印限制

連續列印雖能大幅加快列印速度，但其仍有需改進的限制，每個連續列印技術皆可能有其特殊限制，但最常見的限制即樹脂的回流問題。樹脂回流問題限制列印的連續實體面積大小，使實心物體的連續列印容易

失敗。因樹脂無法流進物件中心，使列印時物件中心一直無液體流入，若繼續列印則會使此真空區域愈變愈大，進而使底材受真空吸附力而拉起。

而為解決此問題，可藉由添加更多樹脂，透過較多的樹脂所形成的壓力差使樹脂流入固化層所形成的真空區域；另一做法則是降低 Z 軸抬升速度或使 Z 軸抬升後有個等待時間，讓樹脂能夠回填。但這些做法還是無法完全解決樹脂回流問題，因此可看到市面上大部分採連續列印技術的廠商，都傾向於列印空孔、網狀結構，如圖 5 所示，主要是這種結構能使樹脂更容易流入固化區域，且固化區域旁本身就有需多為固化的樹脂能夠進行填補，這種類似流道的概念使網狀結構能相對容易進行連續列印。

### 多噴嘴燒融技術：塑膠

#### 多射流熔融 (Multi-Jet Fusion, MJF)

該技術由惠普 HP 公司開發，如圖 6 所示。利用成熟的熱泡式噴頭配合頁寬式 (Page Wide) 的技術將噴頭併接，主要粉末材料為 PA11、PA12 和 TPU，並以墨水做為熱觸媒 (Fusion Agent) 噴印一平面圖案於已鋪平之粉末上後開啟紅外光進行加熱，藉由熱觸媒中的碳黑吸取紅外光的能量，使粉體完全加熱熔化，故可以製作強度非常高的零件，且開發出了精細劑 (Detailing Agent) 噴印在平面圖案之外圍，使得外圍

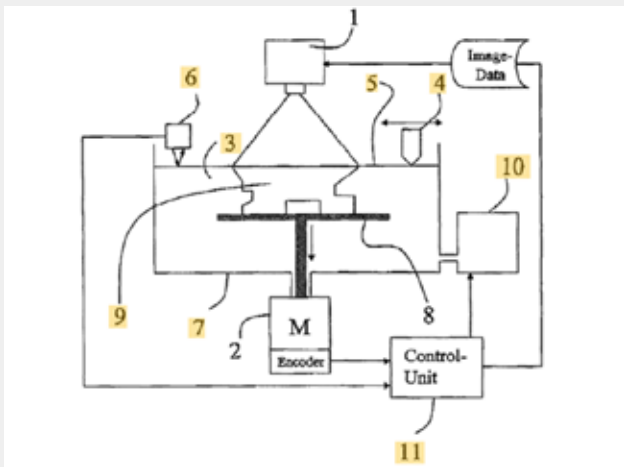


圖 2：EnvisionTEC 連續列印專利 [3][4]

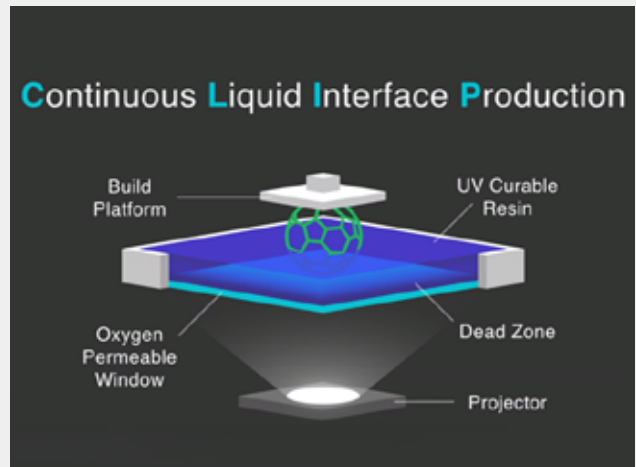


圖 3：CLIP 技術 [5]

粉末不易因熱傳導造成部分粉末燒熔；讓精度得以提升，解決過去快速燒結技術上所遇到的熱傳遞問題。

#### • HP-MJF 系列機臺能力介紹

專為製造業、產品開發、設計業打造的工業級量產型 HP 3D 列印機，擁有下列三個特性：

1. 製作最佳機械特性的工程級熱塑性配件及外裝。
2. 加快設計週期，短時間完成創造、測試及量產。
3. 列印高硬度精密配件，並維持最佳機械特性。

#### • HP 3D 列印機卓越穩定的配件品質

以完美的尺寸準確度，生產功能配件，呈現最佳機械特性。HP Multi Jet Fusion 技術，可在 30 分鐘內列印出一個鍊環。鍊環重量為 0.25 磅，可提舉 10,000 磅。

#### • 突破性的生產力

HP 3D 列印機，每秒於每一英吋的作業區，可產生 3 千萬滴粉末，大大突破傳統，比以往 3D 列印機快將近 10 倍的速度。3 分鐘可列印 1000 個齒輪，如圖 7 所示。HP Multi Jet Fusion 3D 列印技術以突破性的速度，達到一流水準的配件品質，其市面上量產品如圖 8、9 所示。

#### 聚合物噴射 (PolyJet)

PolyJet 列印技術與傳統的噴墨印表機類似，由噴頭將微滴光敏樹脂噴在列印底部上，再用紫外光層層固化。其製程就是屬於光固化成型的其中一種，特點在於其使用多噴嘴的壓電噴頭技術，與 HP 同屬多噴嘴的燒結技術，由以色列 Objet 公司開發。PolyJet 3D 列印技術具有快速加工和原型製造的諸多優勢，甚至能快速、高精度地生成具有卓越的精緻細節、表面平滑的零件。因此 PolyJet 技術應用廣泛，在航空航天、汽車、建築、軍工、商業品、消費品、醫療等行業具有很好的應用前景。其列印成品如圖 10、11 所示。

#### • Objet-Polyjet 系列機臺能力介紹

**1. 超凡速度：**對製造業來說，生產速度決定部件的成本效益。作為當前 3D 列印中速度最快的其中之一，PolyJet 技術不僅能在幾個小時內生產多個部件，且產品開發團隊能在幾天內快速收到回饋和修改，列印速度可達 14mm/hr。

**2. 多材料精確製造：**支援多種類型材料結合使用，為先進原型和概念模型提供更廣泛的外觀、觸感和功能模擬，以達到最精美的效果。如 Agilus30™ 系列模擬熱塑性柔性材料、柔韌性極高，類似玻璃的透明材料進一步增強外觀效果，而數位 ABS Plus 模擬用於最終產品的工程級塑膠。



圖 4：CLIP 速度與其他 3D 列印技術比較 [6]

**3. 具有低成本優勢：**由於 PolyJet 列印的零件幾乎沒有可見的臺階紋；顏色鮮豔，無需後期處理或精加工；可噴射多種材料，無需裝配，大幅縮短交付時間，節省更多成本。因此，PolyJet 3D 列印技術是種成本相對較低的原型製作方式。

### 多噴嘴燒融技術：金屬

#### Production System™ 高速噴印式金屬積層製造

Production System 是 Desktop Metal 用於批量生產高分辨率金屬零件最快的 3D 列印系統。Production system 採單通道噴射 (SPJ) 技術，使金屬零件製造速度能比現有的雷射金屬 3D 列印系統還快 100 倍，其列印速度可達 12000 cm<sup>3</sup>/hr。金屬 3D 列印量產由黏著劑噴射和單程噴墨技術發明者創建的 Production System™ 可提供與傳統製造方法競爭所需的速度、質量和單件成本。這是大規模印刷金屬零件的最快方法，其商業量產品如圖 12、13 所示。

#### HP metal jet

有先前 HP-MJF 系列塑膠量產的噴印技術，HP 進而發展成對金屬做噴印燒結的高速金屬積層製造機臺，唯獨尚未正式發售，Metal Jet 3D 金屬列印機的運作方式如下：先在機床上鋪上一層薄薄的金屬粉末，隨後一排噴嘴掃過這層薄粉末撒下微小的黏合劑滴、基

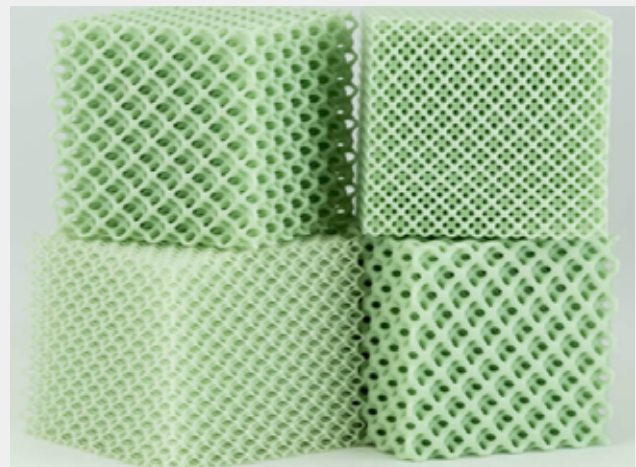


圖 5：網狀結構列印樣品，出自高速 3D 列印中心

本上就是可黏合金屬的膠水；當完成一個金屬層後，會再依原型設計樣式，重複同樣動作進行下一層金屬黏合。以列印機最大可製尺寸 430x320x200 mm 估算，完成一個成品約需 4~5 個小時。列印機的體積像素 (voxel) 非常高，最小可測量金屬元素僅 20x20x50 μm，相較之下，人類頭髮的直徑約在 17~181 μm。其設備外觀如圖 14 所示。■

#### 參考文獻

- [1] 標題圖參考自 <https://www.lumitex.com/blog/rapid-prototyping>
- [2] [http://www.cctl.com.tw/news\\_detail.asp?nid=13](http://www.cctl.com.tw/news_detail.asp?nid=13)
- [3] <https://envisontec.com/>
- [4] <https://kknews.cc/zh-tw/science/gyej3y.html>
- [5] <https://3dprinting.com/news/carbon3d-reaches-incredible-3d-printing-speeds-with-clip/>
- [6] <https://kknews.cc/tech/x5a94lg.html>
- [7] <https://kknews.cc/zh-tw/tech/rzjpk3v.html>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=VXntl3ff5tc&t=165s>
- [9] <https://www8.hp.com/us/en/printers/3d-printers/products/multi-jet-fusion-4200.html>
- [10] <http://www.caemolding.org/cmm/polyjet-3dprint/>
- [11] <http://3dprinting.com.tw/app/products/detail/73>
- [12] <https://www.desktopmetal.com/products/production>
- [13] [https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000542116\\_DXE0ZUG72JJJMK5Y22J7Y](https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000542116_DXE0ZUG72JJJMK5Y22J7Y)



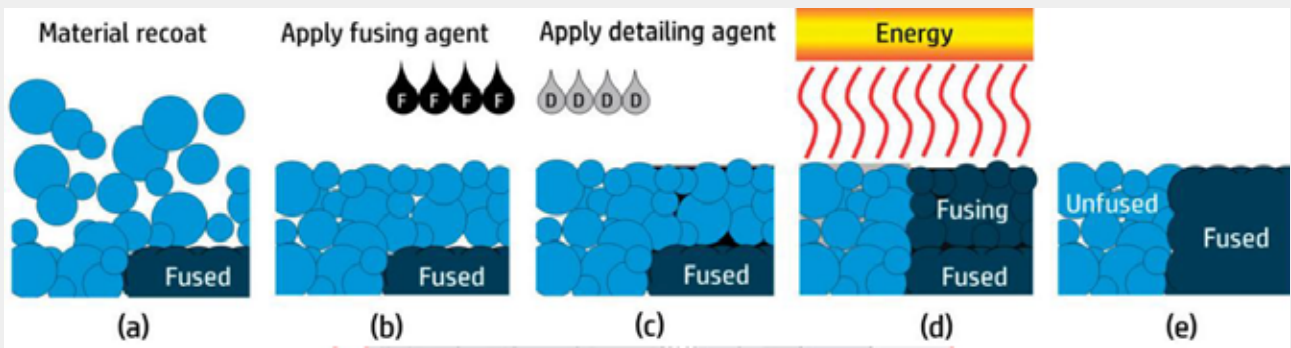


圖 6：多噴嘴燒熔技術成型原理 [7]



圖 7：產量數據 [8]



圖 8：(a) 防疫治具（3D 列印加入防疫行動印製短缺的物件）；(b) 量產眼鏡框架 [9]

Data courtesy <sup>6</sup>		Data courtesy <sup>11</sup>	Data courtesy <sup>13</sup>	
<b>HP 3D High Reusability PA 11<sup>7</sup></b>	<b>HP 3D High Reusability PA 12<sup>3</sup></b>	<b>HP 3D High Reusability PA 12 GB<sup>12</sup></b>	<b>ESTANE® 3D TPU M95A<sup>14</sup></b>	<b>Vestosint 3D Z2773 PA 12</b>
Ductile, <sup>8</sup> quality parts	Strong, low cost, <sup>10</sup> quality parts	Stiff, dimensionally stable, quality parts	High rebound and low abrasion resistance	Certified for HP Jet Fusion printers. <sup>19</sup> Multi-purpose affordable thermoplastic material for strong parts.

圖 9：PA11、PA12、TPU 列印組件 [9]



圖 10：Polyjet 牙科組件 [11]



圖 11：Polyjet 耐高溫材料 [11]



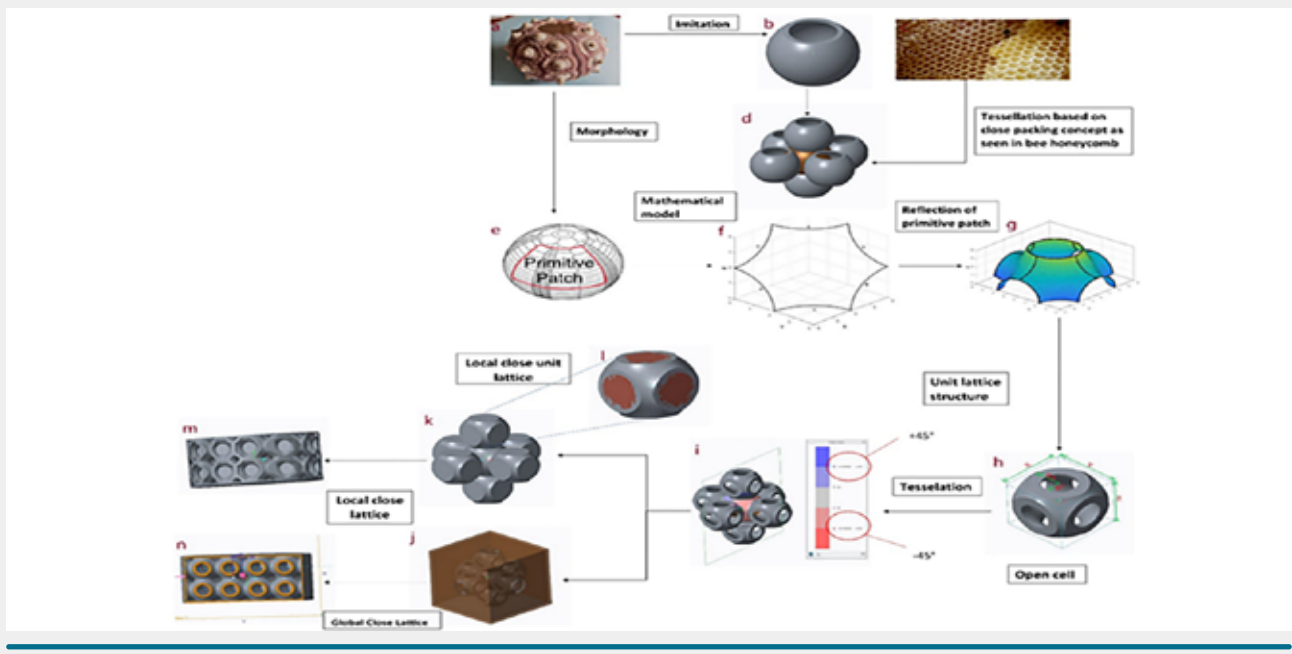
圖 12：BMW 葉件 [12]



圖 13：奧迪定制燈具 [12]



圖 14：Metal Jet 外觀 [13]



## 晶格設計最佳化

■ 高速 3D 列印研究中心 / 謝子榆

本文作者為 Aamer Nazir , Ajeet Kumar , 由台灣科技大學 高速 3D 列印研究中心 謝子榆翻譯。

### 前言

目前普遍被用來進行蜂巢結構設計是「單位晶格設計方法」，因其可以簡單的表現出幾何特徵和進行分析；從結構設計的角度來看，產生蜂巢結構的最簡單方法即為在三軸上複製單位晶格。目前有許多種設計單位晶格的方法，例如隱式表面方法、基元方法和拓撲最佳化方法等；並根據應用需求來選擇單位晶格的類型和形態，除了自行設計之外，商業軟體（例如 Materialise、Autodesk Netfabb 等）也有提供單位晶格拓撲資料庫，如圖 1 所示。

### 封閉式蜂巢結構

自然的蜂巢結構可分為兩種，分別為開放式蜂巢結構以及封閉式蜂巢結構。在自然界中，軟木、輕木和樹葉擁有封閉式蜂巢結構，也可以在發泡的鋁材中發現，如圖 2 所示；而骨頭則具開放式蜂巢結構。在設

計方面，封閉式結構比開放式更為複雜。

### 封閉式蜂巢結構設計原理

- (1) 利用開放式晶格達到所需的機械性質，再利用薄壁將其封閉做為補強。
- (2) 在一個單位晶格中，晶格之表面相較於晶格邊緣通常佔較多體積，因此晶格表面將會決定主要的機械性質。樹葉等天然材料、聚合物和玻璃皆為此種情形。

### 蜂巢結構設計步驟

晶格結構的設計主要遵循下列三個步驟，如圖 3 所示，將於後面內容介紹：

- (1) 以應用為考量的單位晶格設計；
- (2) 進行最佳化的參數選擇；
- (3) 單位晶格結構的填充。

### 以應用為考量的單位晶格設計

設計單位晶格從決定邊界尺寸開始，即立方體之 X、



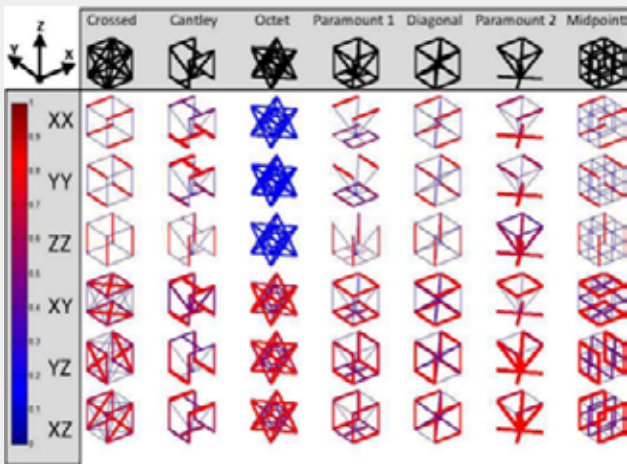


圖 1：由軟體提供的單位晶格資料庫 [2]

Y、Z 邊長；其尺寸大小可以根據應用需求變化；在此邊界範圍內，桁架或平面根據設計要求形成相連或相交，以組成單位晶格的拓撲結構。單位晶格可以透過下列三種方式進行設計：

- **基元設計**：以幾何基元組成單位晶格，再將其組成蜂巢結構，即為基元設計方法。此方法主要以簡單幾何基元進行布林運算 [4]。
- **隱式設計**：隱式的表面表示方法，晶格的表面由數學式進行定義 [4]。
- **仿生設計**：取材自大自然並將其應用於設計中，即為仿生科學的概念；舉凡蜂窩、泡沫、小梁骨、貝殼、海膽和木材皆為自然界的蜂巢結構，由於其結構形態，它們呈現出良好的機械性質 [5]。

### 進行最佳化的參數選擇

接著根據作用在蜂巢結構上的負載性質，選擇用於晶格結構最佳化的參數，如圖 3(b) 所示，桁架直徑“d”即為最佳化參數。負載的性質可分為重力負載、壓縮、拉伸、扭轉、彎曲和剪切等，如圖 4 所示，甚至為不同負載的組合；其次，因施加的方向不同可以再分為單軸、雙軸或以流體方式等；負載持續的時間也為其中一項參數，如不同的應變率、疲勞和振動等。設計

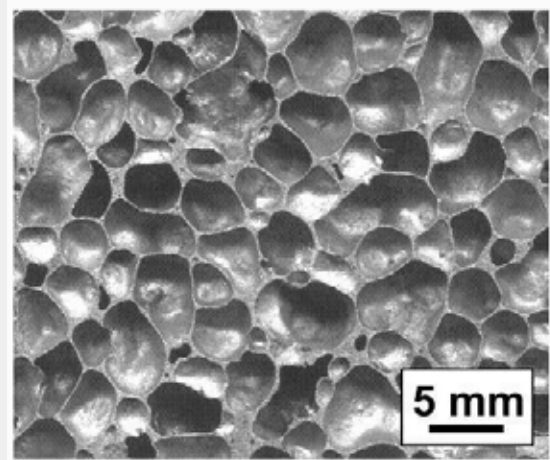


圖 2：鋁發泡體之封閉式結構 [padtinc.com]

者可以透過「負載類型」、「受力方向」和「應用周期」等三類資訊，準確地定義負載條件 [6]。

### 單位晶格結構的填充

為了形成完整的晶格結構，接下來必須決定單位晶格在所需空間中之排列方式，可分為周期性填充、隨機填充，如圖 5 所示。

**週期性填充**：可以在自然界中的蜂窩發現，每個晶格以相鄰兩邊接觸的方式堆疊，如圖 5(a) 所示。

**隨機填充**：為利用基礎函數產生，由函數內部指定其隨機分佈之狀態，並非以多邊形（或多面體）的方式堆疊形成，如圖 5(b) 所示，通常使用 Voronoi 圖表示。

### 晶格結構設計範例

挫曲現象為造成蜂巢狀結構被破壞的主要原因，因此在進行晶格設計時，針對晶格的形狀和尺寸進行最佳化，可以顯著的改善挫曲行為，使其輕量化的同時具備所需的機械性質。這些最佳化的晶格設計，如圖 6 所示，可應用於負重相關的輕量化航太支架中，對於具有較高的高寬比且容易發生挫曲破壞的零件是一項非常重要的貢獻。

在仿生設計方法中，利用海膽能夠有效地傳遞壓縮力

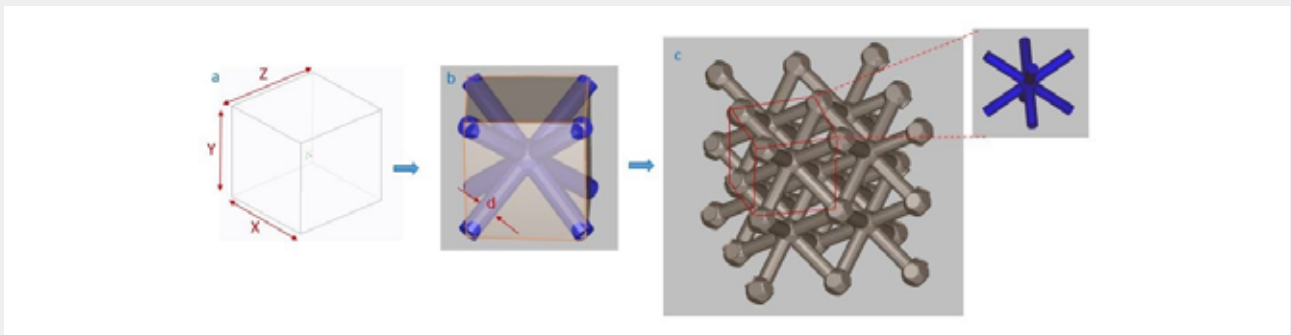


圖 3：晶格結構的設計步驟，(a) 假想的邊界範圍；(b) 單位晶格的形態為 BCC 結構，而“d”是桁架直徑；(c) 在空間中填充單位晶格 [3]

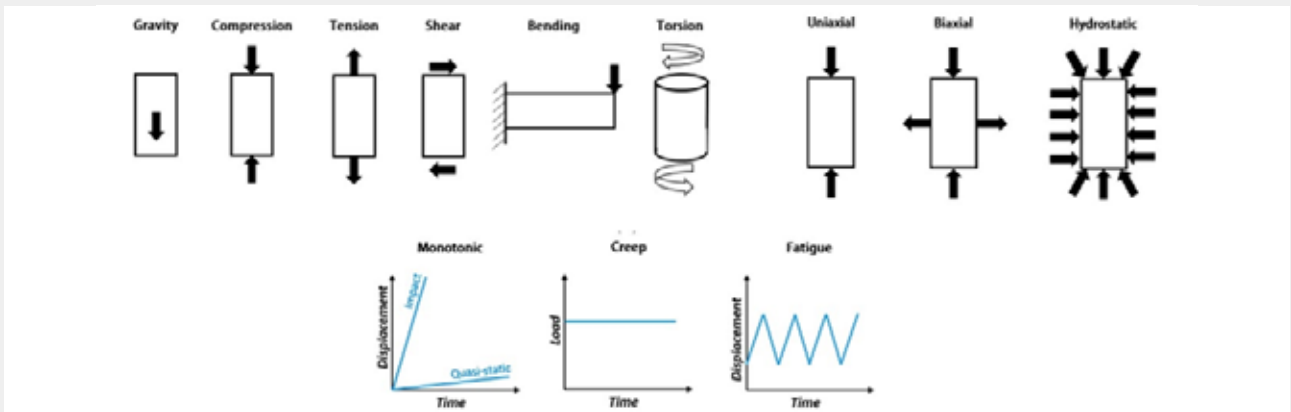


圖 4：不同的負載性質 [5]

的特性為發想，根據其外型設計一種新式殼形之封閉式晶格結構。透過材料擠製成型製程，使用 TPU 材料以無支撐的方式製造，可以減少後處理時間使製程更快速且有效率。如圖 7 所示，封閉式晶格可以再細分為局部封閉與整體封閉；如圖 8 所示，不同尺寸之開放式、局部封閉式、整體封閉式以及蜂巢狀結構，受擠壓時產生的應變將表現在不同位置；局部封閉式的剛性幾乎與整體封閉式晶格相同，但是大幅高於蜂巢結構 46%，如圖 9 所示，因封閉式晶格是以曲面組成，較一般蜂巢狀結構具有最佳的防挫曲效果，因此能夠呈現高剛性。

### 結語

在積層製造領域中，蜂巢結構在輕量化設計扮演著重要角色，本文介紹了各種類型的蜂巢結構、設計方法以及實際案例。期望設計者能夠利用不同的設計方

法，得到符合需求的蜂巢結構，以發揮積層製造的最大效益。■

### 參考資料

- [1] 標題圖引自 Kumar, A., Collini, L., Daurel, A. and Jeng, J.Y., 2020. Design and Additive Manufacturing of Closed Cells from Supportless Lattice Structure. Additive Manufacturing, p.101168.
- [2] Nguyen J, Park S, Rosen D (2013) Heuristic optimization method for cellular structure design of light weight components. Int J Precis Eng Manuf 14:1071–1078. <https://doi.org/10.1007/s12541-013-0144-5>
- [3] Kumar, A., Jeng, J.Y., Thesis(PhD) - Biomimetic design of open and closed cell from supportless lattice structure for energy absorption, NTUST, 2020
- [4] Tao, Wenjin, and Ming C. Leu. "Design of lattice structure for additive manufacturing." 2016 International Symposium on Flexible Automation (ISFA). IEEE, 2016.
- [5] D. Bhate, C.A. Penick, L.A. Ferry, C. Lee, Classification and

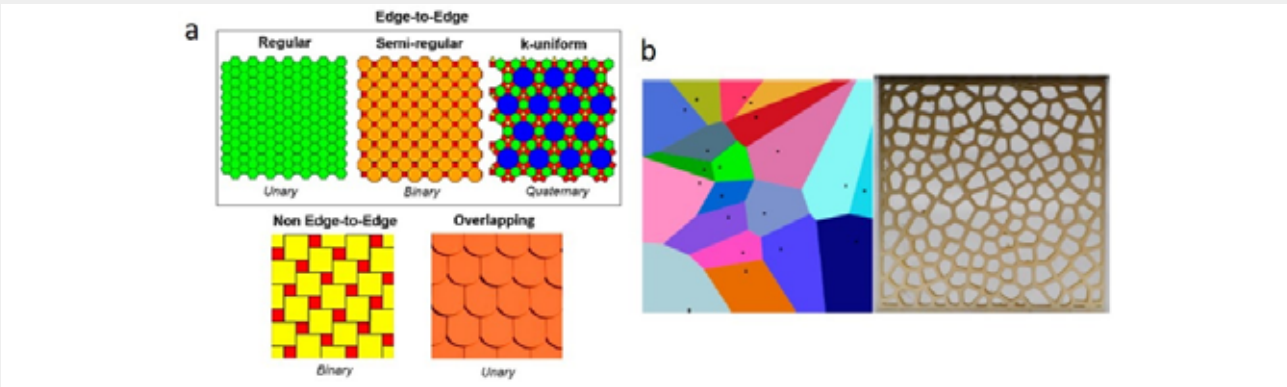


圖 5：填充類型分為 (a) 週期性填充，以及 (b) 可於 voronoi 結構中發現之隨機填充 [6]

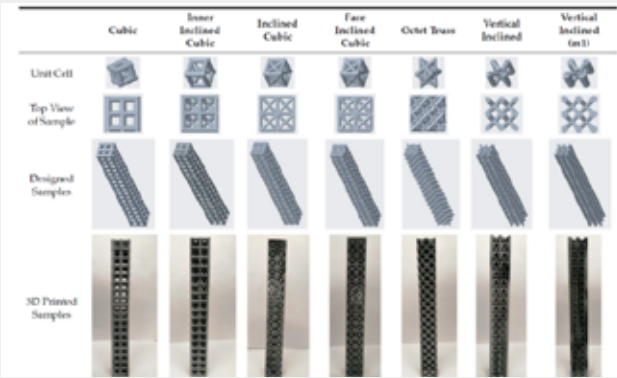


圖 6：預防挫曲之最佳化晶格設計 [7]

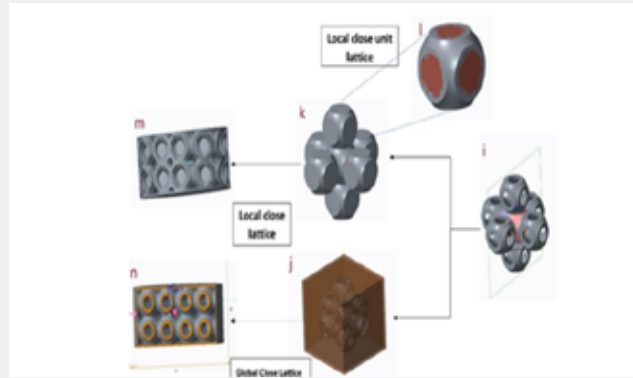


圖 7：以海膽外殼為發想之局部與整體封閉式晶格結構 [1]

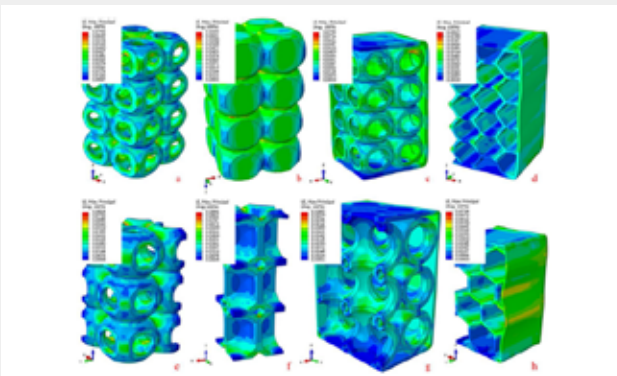


圖 8：不同形式與尺寸的晶格結構受擠壓之應變分布 [1]

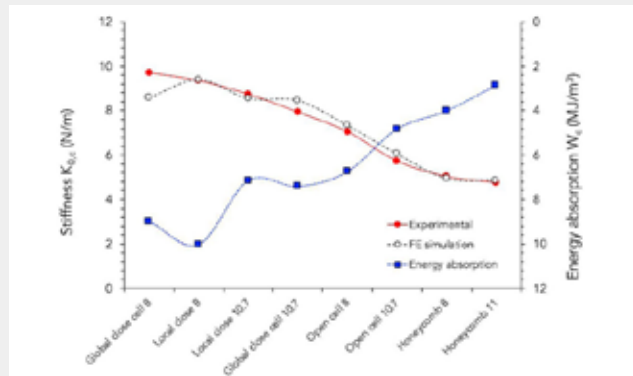


圖 9：有限元素分析與剛性實驗結果以及每單位晶格之能量吸收比較 [1]

Selection of Cellular Materials in Mechanical Design : Engineering and Biomimetic Approaches, Designs. 3 (2019) 19. doi:10.3390/designs3010019.

Fabricated Using Additive Manufacturing. Materials 2019, 12, 3539.

- [6] Nazir, Amer, et al. "A state-of-the-art review on types, design, optimization, and additive manufacturing of cellular structures." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 104.9-12 (2019): 3489-3510
- [7] Nazir, A.; Arshad, A.B.; Jeng, J.-Y. Buckling and Post-Buckling Behavior of Uniform and Variable-Density Lattice Columns





## 3D 列印的後處理製程

■ 高速 3D 列印研究中心 / 錢啟文

### 前言

本文主要是介紹積層製造之後處理技術，不論是金屬或塑膠材料的列印成品，雖然能完成大致上的外型，但在表面粗糙度與平滑度上，仍然有改善空間。由於積層製造的製程是以層層堆疊的方式來塑形，所以層厚將會影響列印的精細度，但是就算每層厚度再薄，表面還是會有些微凹凸不平，無法完全平滑，所以需要進行後處理來改善其表面粗糙度，除此之外還有機械性質的改善，使積層製造的後處理更多樣且重要。

### 去除支撐

在積層製造列印後常需要移除支撐材，對於擠製成型技術可以將支撐材分為可溶與不可溶兩種材料，可溶性為可溶於水或特定化學溶劑的材料，如 PVA 和 HIPS，可使支撐材溶解於溶劑中，僅留下主體建構的零件；不可溶性材料如 PLA、ABS、Nylon 和 PC，此類支撐材常用手動工具（尖嘴鉗和美工刀等）或水切割器去除，圖 1 為去除支撐材前後之差異。對於材料

噴印成型去除支撐材，可依照支撐材料的不同，例如蠟支撐材，會利用烘箱在一定溫度下將蠟燒融以去除支撐。

此外在移除支撐材的技術上有 PostProcess Technologies 公司所開發的 SVC 技術，這項技術是利用渦流產生可控制的泵做動以移除支撐材，超聲波在不同頻率下吸收聲波以在洗滌劑中產生壓縮和膨脹，使每個零件都能漂浮在洗滌劑中，確保其均勻暴露於洗滌劑與超聲波產生的氣流中，作動方式如圖 2 所示。而此技術的要素有洗滌劑、渦流泵方案和可變超聲波 AUTOMAT3D™ 軟體。圖 3 為 PostProcess 公司使用 SVC 技術所開發之設備 DEMI。

### 表面光滑處理

#### BLAST™ 製程

以 AMT 公司運用 BLAST™ 製程，是一種平滑熱塑性聚合物表面的自動化後處理解決方案，使用自行研發的



圖 1：左為去除支撐材前，右為去除後 [2]

醫療有機無毒溶劑，將其加熱成蒸汽對列印件進行處理，運作原理如圖 4 所示，將溶劑加熱成蒸氣後運送至處理腔室中，待處理完成後，再送至回收溶劑槽中，腔室溫度為 70°C，處理時間約 120 分鐘內完成。圖 5 為 AMT 公司開發之設備 PostPro3D，適用於多種塑膠材料，圖 6 為列印件處理前後之差異，可觀察出圖右處理後零件表面光滑許多，表 1 為後處理前後表面粗糙度與機械性質的改變，處理後表面粗糙度由 6.56 $\mu\text{m}$  減少至平均 1.15 $\mu\text{m}$ ，斷裂伸長率增加約 248%。

### 懸浮旋轉力 (SRF) 技術

PostProcess Technologies 公司運用自行研發的懸浮旋轉力 (SRF) 技術，為一種以振盪產生水平或垂直圓周運動，由複合材料、磨料和流體混合物組成的腔室，保持最佳振福、最大化停留時間和平衡其重力以保持零件的安全，作動方式如圖 7 所示，圖 8 為 PostProcess 公司所開發之設備 Rador，適用於所有金屬與塑膠的列印製程。圖 9 為使用 Rador 機臺後處理前後的表面 SEM 圖，可看出圖右的表面平滑許多，圖 10 為使用 Rador 機臺後處理隨著時間增加，表面粗糙度可改善約 6-10 $\mu\text{m}$  的粗糙度。

### 消除應力

積層製造後處理除上述介紹的去除支撐與表面光滑處理外，還有消除應力，因零件在逐層列印時，不均勻的加熱和冷卻會產生內部應力，導致零件翹曲甚至

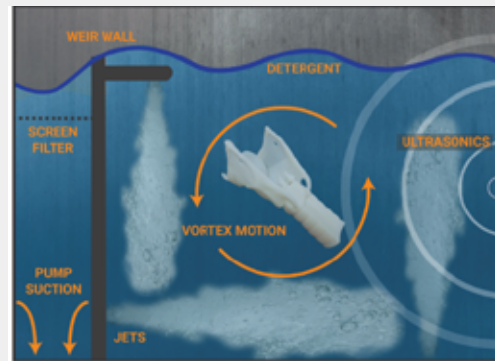


圖 2：SVC 作動示意圖 [3]

破裂，所以必須在烘箱或真空爐中進行熱處理以消除應力，如圖 11 所示，而塑膠材料熱處理溫度通常在玻璃轉換溫度與熔點間，可使內部晶體結構重新組織，形成更大的晶粒，以改善零件機械性質，圖 12 為零件在各溫度下進行熱處理拉伸強度的變化，可看到 PLA、PETG、ASA 和 ABS 幾種材料在退火溫度 100°C 開始明顯的增加拉伸強度，有效改善機械性質。

金屬材料列印的成品經過熱處理（熱等靜壓 HIP）可以去掉殘留的內部微孔，如圖 13 所示將金屬列印件放於真空爐中熱處理，使列印成品達到更高的密度，以改善零件的微觀結構和機械性質。而熱處理可能會影響零件的尺寸，因此通常會在熱處理後進行機械加工來修改尺寸，如圖 14 所示。

### 結語

上述所介紹的為三種常見的積層製造後處理需求，分別是支撐材的移除、表面光滑處理，以及應力消除，除了我們常見的處理方式外，各公司也研發出自家的後處理技術，如 AMT 和 PostProcess Technologies 等公司，運用物理和化學的方法來完成支撐材的移除與零件表面的光滑處理，使後處理技術更加完整且成熟，然而如果能在表面處理之外，也改善列印零件的機械性質，達到更好的強度，將能使後處理技術有更大的發展。■



圖 3 : PostProcess - DEMI[4]

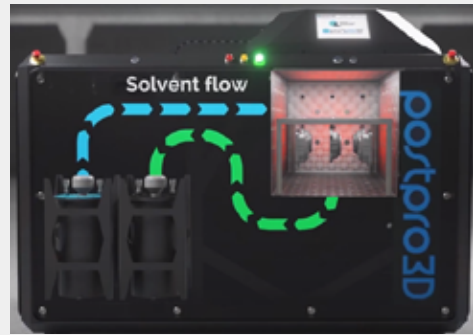


圖 4 : PostPro3D 作動示意圖 [5]



圖 5 : PostPro3D[6]



圖 6 : 左為處理前零件，右為處理後零件 [7]

· Finish	表面粗糙度(μm)	斷裂伸長率(%)	降伏應力(Mpa)	最大拉伸應力(Mpa)	楊氏模數(Mpa)
未處理	6.56	67	49	50	1603±17
PP3D Finish I	1.45	248	50	55	1556±34
PP3D Finish II	1.23	227	49	56	1582±30
PP3D Finish III	0.78	238	49	57	1552±37

表 1 : 後處理前後機械性質變化

#### 參考資料

- [1] 標題圖引自 <https://www.3dnatives.com/en/optimize-post-processing-3d-printing-expert-advice-220820195/#!>
- [2] <https://www.postprocess.com/wp-content/uploads/2018/04/Blog-Images-3-FIX-01.png>
- [3] <https://www.postprocess.com/2019/08/the-building-blocks-of-svc-technology/>
- [4] <https://www.postprocess.com/product/demi-support-removal/>
- [5] <https://3dprintingindustry.com/news/additive-manufacturing-technologies-four-pillars-of-sustainability-159204/>
- [6] [https://www.youtube.com/watch?v=URuPZ80JEPA&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=URuPZ80JEPA&feature=emb_title)
- [7] <https://www.nanjixiong.com/thread-138491-1-1.html>
- [8] <https://www.postprocess.com/wp-content/uploads/2020/02/White-Paper-Eliminating-Manual-Surface-Finish-MJF-3D-Printing-Solutions-2020.pdf>
- [9] <https://www.postprocess.com/product/rador-surface-finishing/>
- [10] [https://blog.prusaprinters.org/how-to-improve-your-3d-prints-with-annealing\\_31088/](https://blog.prusaprinters.org/how-to-improve-your-3d-prints-with-annealing_31088/)
- [11] <https://www.industrialheating.com/articles/94448-vacuum-heat-treating-of-3d-printed-components>
- [12] <https://www.additivemanufacturing.media/blog/post/postprocessing-steps-and-costs-for-metal-3d-printing>



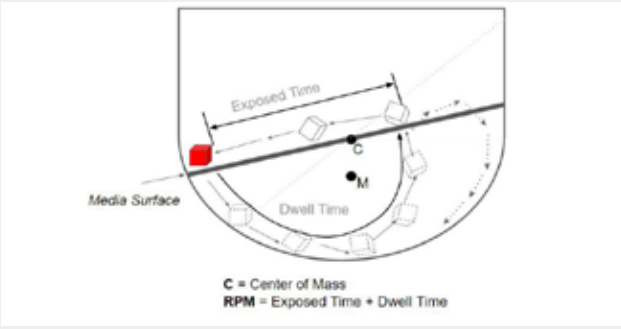


圖 7：SRF 技術作動示意圖 [8]



圖 8：PostProcess - Rador[9]

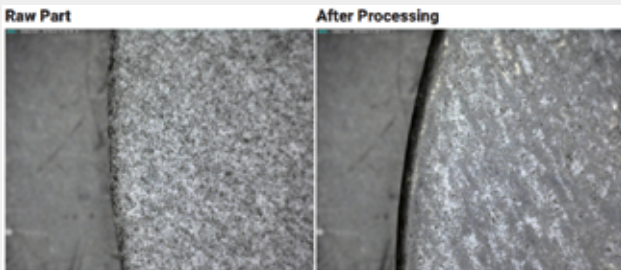


圖 9：左為處理前，右為處理後 [8]

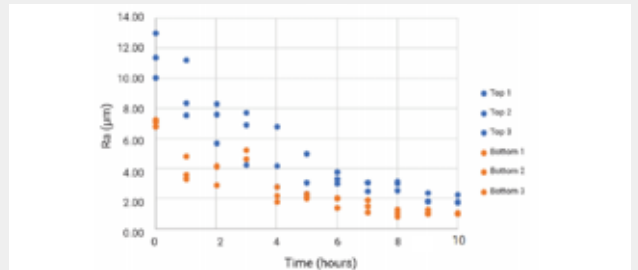


圖 10：處理後表面粗糙度的變化 [8]



圖 11：將零件置於烘箱中熱處理 [10]

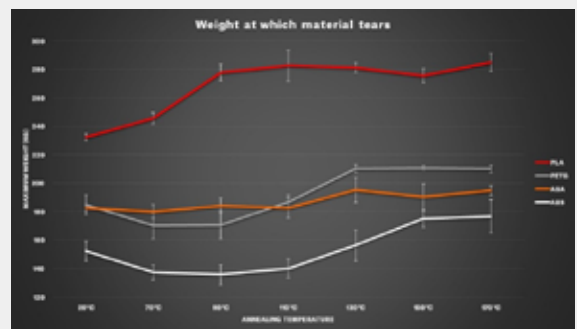


圖 12：材料經過各溫度熱處理後拉伸強度的變化 [10]



圖 13：將零件置於真空爐中熱處理 [11]

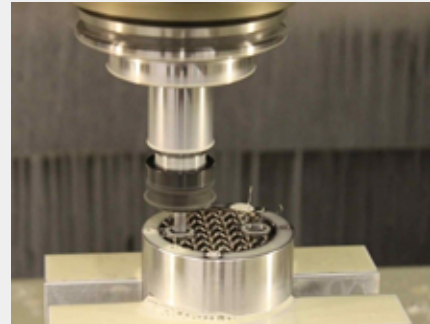
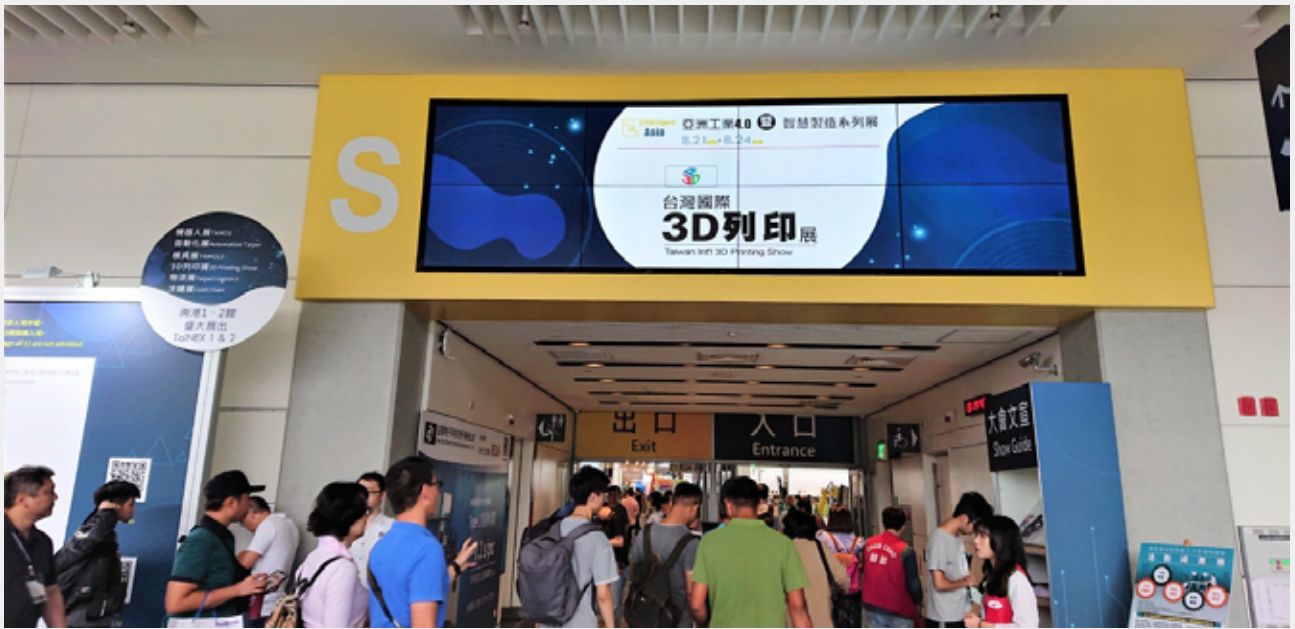


圖 14：機械精加工後處理零件 [12]



## 台灣 3D 列印暨積層製造設備展報導

■ ACMT

### 3D 列印技術的角色轉變

時至今日，3D 列印已擺脫過去只能打樣及少量製造之形象，並逐漸轉變為新一代工業革命「工業 4.0」及「智慧製造」的重要技術指標之一，不僅是機械製造技術的進步，甚至到材料、光電及資訊，遠至後續的創新應用及商業行銷服務等都被囊括在內，成為一種創新的數位製造「模式」。3D 列印又被稱積層製造，其優勢如同字面上的意思，能夠以材料進行加法製造，讓材料擁有更高的使用率，且具有可進行結構複雜、形狀多樣、內部特徵客製化等優點，能夠達到過去傳統加工難以望其項背的應用及發展。

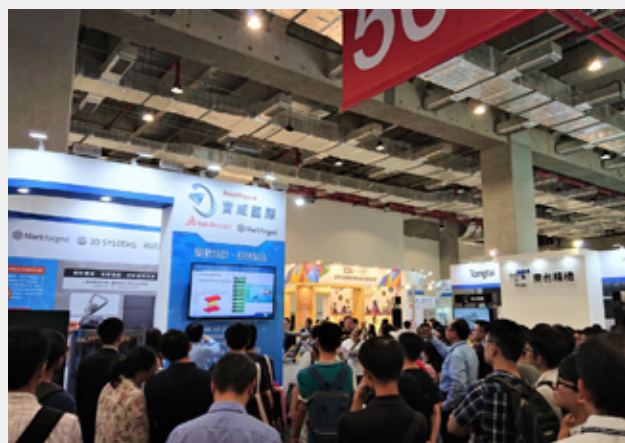
說到 3D 列印技術，就不得不提世界各地的 3D 列印技術相關展會，如德國 Formnext、美國 Rapid.Tech、上海 TCT Asia、日本國際增材製造及 3D 列印展等，而台灣也有舉辦 3D 列印技術的相關展會——台灣 3D 列印暨積層製造設備展，接下來將針對台灣 3D 列印暨積層製造設備展進行介紹。

### 台灣 3D 列印暨積層製造設備展

台灣 3D 列印暨積層製造設備展是台灣唯一兼具工業及商業型 3D 列印設備及材料展會，其展覽內容除原本強勢展出主題如工業應用及精密模具等，近年更是納入醫療應用、精品設計與自造者文創等項目，提供不同行業及領域使用者一個最完整的機臺採購平臺。展會自 2017 年獨立展區後，每年展出規模皆穩定成長，而在 2019 年將展出區域移至南港二館後，雖受限於場館區域限制，但使用攤位數卻仍比 2018 年成長近 8%，可見各廠商對此展會之重視。

今年的 8/19（三），展會將於台北南港展覽館 2 館盛大開幕，活動一連舉辦 4 天，開放參觀時間從每天早上 9 點半到下午 5 點，今年展會聚齊 40 多間的知名廠商參展，展出項目包含積層製造設備暨零組件、應用軟體與相關系統、積層製造耗材、技術製造，以及其他如產品 ID 工業設計、RD 機構設計、模具設計等相關服務。





## 結語

隨 3D 列印技術應用領域愈來愈廣，如航太、生醫、工業、汽車、生活消費品及食品等，我們可發現 3D 列印已悄悄進入我們的生活。3D 列印產業除機臺及材料，若加上後續的應用組件及產品，其內涵及附加價值可能高達數百億美元，其未來發展前景清晰可見，而接下來的文章中，我們邀請許多參展商，並針對他們即將在展會中展出的創新技術或設備進行報導，提供各位讀者最快最新的第一手資訊！■





### 普立得科技

普立得科技成立於 2004 年，專注於工業級 3D 列印與 3D 掃描逆向工程，並提供 3D 列印掃描的代工整合服務，為世界 3D 列印權威 Stratasys 正式代理，同時也代理德國 3D 掃描機知名品牌 Zeiss。普立得科技在台灣地區設有 3 個區域辦事處，大陸地區設有 8 個區域辦事處，截至目前銷售超過 900 套設備。

普立得科技的 3D 列印/3D 掃描技術正在改變和加快亞洲地區設計和製造的發展。3D 列印技術的出現是對生產方式的一種革新，客製化的特性能夠為複雜設計降低成本，同時也能提供更低成本的零部件，使企業降低成本、獲取更高利潤。

## 3D 列印，為您省時省錢的絕佳選擇

■ 普立得科技

### 適合辦公室環境的 Stratasys J55 全彩 3D 列印機

自始至終掌控設計過程。從快速概念模型到高品質高保真模型，適合辦公室使用的 Stratasys®J55™ 3D 列印機能將設計師的產值最大化。J55 外型小巧、無異味、超靜音的特性，讓它成為適合在安置在辦公室環境的全彩 3D 列印機。同時富有成本效益、超高列印品質以及容易使用的特性，有 J55 在的辦公室只會讓人覺得「真是太方便了！」

### 讓設計成為現實，你的 idea 由 J55 實現

從完善產品到應用在課堂上學到的概念，無論多少設計想法，J55 均可實現。J55 採用旋轉式列印平臺，具有出色的表面光潔度和列印品質，擁有多材料功能以及可用於工業和機械設計的材料配置。J55 旨在提供一致、穩定的性能，其無需機械校準，擁有「準備列印」模式，可在不間斷的情況下實現各種創意。

### 在 100°C 溫度下列印真正的 ABS 材料：Makerbot Method 3D 列印機

Method 為新一代桌上型 3D 列印平臺，可提供具有高級工程材料的製造級零件。Method 特有的恆溫加熱艙能保證列印成品的品質以及耐用性。MakerBot 材料選擇多樣，包括真正的 ABS、ASA、Nylon CF、PC-ABS、SR-30，另有 MakerBotLABS 支援的開放材料平臺可供選擇，這些列印出來的零件、樣品都能直接使用。

Makerbot 有著 Stratasys 的工業 3D 列印技術支持，能使用可溶支援材料 SR-30，不僅可做出各種複雜零件，精度品質也是相當可靠。容易操作的使用者介面，讓新丁也能透過 Method 的自動化工作流程輕鬆上手。■



圖 1：J55 占用辦公室的空間更小，產量更高



圖 2：Method 循環加熱室能控制溫度以維持高品質的列印



### 通業技研

通業技研專注 3D 領域近 30 年，致力於臺灣跨產業 3D 列印、3D 掃描與 3D 軟體全方位的整合應用，協助廠商於產品開發週期導入合適的 3D 工具，目前已為多家企業翻轉傳統製程，縮短產品開發週期創造效益，如豐泰企業、國瑞汽車、裕隆汽車、台達電子等皆為我們的客戶。

## 穩定、高速且多功能的新款 CMM 掃描儀 MetraSCAN BLACK 即將亮相

■通業技研 / 蔡君婷 經理

### 手持 3D 掃描器興起

近年手持 3D 掃描器興起，「操作簡單」讓企業引進設備後免擔心人力養成問題，設備重量輕、掃描速度快具高精度，手持 3D 掃描技術從「結構光」發展至「雷射」（光源分為：白、紅至藍光等）。

通業技研代理 Creaform 3D 雷射掃描因產品本身擁有多項認證與專利技術，如 ISO 9001、ISO 17025、CE、ROHS、WEEE 等，更連續五年榮獲紅點產品設計大獎，其靈活的掃描移動範圍，減少掃描死角問題，協助優化生產效率進而降低成本，因此憑藉「精度、速度、認證及可靠度」立即造成市場購入風潮及高詢問度，甚至連續兩年拿下「Creaform VP's Pick 最佳銷售獎」及「Strategic Partner」最高榮譽金牌獎。

### 5 大優勢奠定 Creaform 雷射掃描地位

Creaform 3D 雷射掃描造成熱銷的 5 大優勢：

- (1) 不用事先在工件上進行消光噴粉動作；
- (2) 使用簡單易操作；
- (3) 可掃描各式各樣材質零件，如黑色塑件 / 鑄零件模具 / 具高光亮面的外觀件；
- (4) 具有藍 / 白光掃描精度以直覺式掃描實現各種表面和紋理的細緻尺寸測量；
- (5) 堪稱全世界最快的 3D 掃描設備。

通業技研今年 7 月於線上發表新款 MetraSCAN Black 系列，8 月將在 3D 列印展對外開放預約展示排程，最快於 9 月進行客戶端到府 Demo 試做服務。■



圖 1：新款 MetraSCAN Black 系列 無須消光噴粉及貼點印  
可掃描黑色塑件 / 鑄零件模具 / 高光亮面的外觀件



圖 2：新款 MetraSCAN Black 系列具 15 條藍光雷射十字  
線、精度高達 0.025mm



## 揚明光學

揚明光學於 2002 年成立於新竹科學園區，2007 年一月於台灣證券交易所掛牌上市。專注於研發設計、生產製造各式光學模組及光學零組件，為國內第一家自行投入開發「光學引擎之關鍵零組件大廠」。完整掌握光學鏡片、鏡頭、模組、設備、模具領域設計、製造、組裝等技術。垂直整合光學製程，依據多樣的光學需求提供客製化的整合服務方案 (Total Solution)。立足光學產業尖端，不斷推出創新的光學產品運用於 3D 列印積層製造、行動投影、智慧監控、機器視覺、擴增實境 (AR)、虛擬實境 (VR)、車載應用、無人商店等讓人類世界更加多樣性的創新應用領域持續研發。MiiCraft 為揚明光學 3D 列印團隊所創立的 brand，運用核心數位光學技術，提供客戶整合積層製造、列印材料、應用軟體的最佳 3D 列印體驗，可以達到高精細度、高可靠度、高產出的工業等級的 3D 列印機，廣泛應用在工業、醫療、創新等領域，行銷於世界各國。MiiCraft Profession 系列 Industrial 3D Printer 更榮獲 2020 台灣精品獎金質獎的肯定 (<http://www.mii-craft.com>)。

# MiiCraft Prime 150/110 系列高精度光固化 3D 列印機

■揚明光學

## 前言

隨光固化 3D 列印機在珠寶與牙科應用愈趨成熟，使用者對列印精度的要求也隨之提高。揚明光學運用核心數位光學技術，將光固化 3D 列印機精度再提升 30%，推出桌上型高精度 MiiCraft Prime 系列，適合珠寶、牙科、微流道與小型工業零件等應用。

## MiiCraft Prime 系列技術亮點

### 優異的 UV 光學性能

MiiCraft Prime 系列搭載揚明光學專為 UV 光源設計之 4 百萬畫素 UV DLP 光機，擁有超高精度 (XY 40um~50um)、優異的 UV 光效能輸出、輔以智慧補償方式達到近乎 100% 完美的能量均勻度，可避免整層曝光時因角落能量低落或是整面能量不均勻導致的列印缺陷。同時開發影像矯正演算法 (Image Correction Algorithm)，對每個單一 pixel 全都做校正，使列印品輸出可以達到 um 級的精密度。

## 獨家主動式輔助離型技術

MiiCraft Prime 系列具獨家主動式輔助離型技術，在列印微結構時降低變形、斷裂的風險，並能打印各種黏稠度高、困難離型的工業光固化材料，以及各種軟韌性質的光固化材料，大幅增加列印成品的軟硬度選擇。對一般性的列印也有加速列印的效果，使列印速度達到以往的 2 倍速度。

## 結語

MiiCraft Prime 系列可賦予珠寶模型更好的細節、更細的孔洞、表面光滑無痕的呈現。牙科之假牙與工作牙模、各種工業零件組配皆能完美地嵌合，甚至需求間隙小於 0.2mm 之小型工業零件組配也能輕鬆駕馭。欲知更多詳細資訊，請洽 [nina.chen@youngoptics.com](mailto:nina.chen@youngoptics.com) ■



圖 1：MiiCraft Prime 150/110 系列高精度光固化 3D 列印機

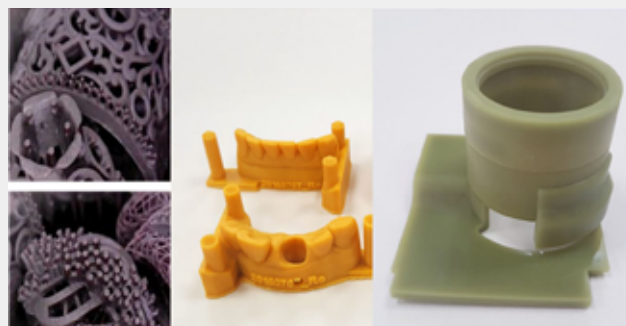


圖 2：MiiCraft Prime 系列列印之珠寶、牙模、工業零件





### 實威國際

實威國際成立於 1997 年，從 CAID、CAD、RP、RE、CAE、CAM 到 PDM，提供業界完整的軟硬體及顧問服務解決方案。豐富的輔導經驗，搭配品質卓越的產品，以及資深技術團隊的諮詢及訓練課程，至今在臺灣及大陸地區已經輔導超過 10,000 個企業與教育單位，完全針對客戶的需求提供完整的解決方案，協助客戶提昇競爭力。

實威國際一向秉持客戶成功至上的信念，積極投入專業人力建構完整的服務體系，創下了廣大 CAD/CAM 市場佔有率，是唯一可提供兩岸服務的最大 CAD/CAM 系統整合顧問服務公司。總公司設立於台北內湖，目前服務據點包含了新竹、台中、台南、高雄、天津、蘇州、上海、寧波、廈門、東莞，未來將繼續在大陸重要城市建立據點，以期能就近提供最快速的服務給廣大的客戶群。

## 3D Systems Figure4：負擔得起的極速體驗

■實威國際 / 陳世玲 工程師

### Figure4 列印機帶來的優勢

美國 3D 列印大廠 3D Systems 近期推出進階的多功能 Figure 4 Standalone，是可進行多工整合的 3D 列印平臺，生產效能比其他 3D 列印系統高出 15 倍，相較傳統零件製造及產品開發營運，能省逾兩成之成本。下方針對 Figure4 的 4 大優勢進行介紹：

#### 快速生產率

實現同日完成循環性功能原型與超高速小批量生產。進階版本的系統 Figure 4 Standalone 以工業級耐用性和服務提供高品質和準確性，以高級服務交換模型和 3D Connect™提供更好的主動及預防性支援。

#### 操作簡易

Figure 4 Standalone 操作簡易，以 3D Systems 先進軟體 3D Sprint™從直觀的操作介面進行檔案預備、編輯、列印和管理，可輕鬆進行材料手動更換，再以獨立機臺進行模型後處理，即可得到高品質完整模型。

#### 產品等級材料

Figure 4 Standalone 以多種堅固、具產品等級材料創造高解析度表面光滑區和結合機械特性的零件。Figure 4 Standalone 簡單快速的材料更換模式，讓您隨時可在同台 3D 列印機上，改變驗證功能的樣品製作，或符合生產需求的應用（如圖 2）。

#### 廣泛的材料選擇

可用於 Figure 4 產品等級的材料，有剛性（硬質）材料、耐久型材料、類橡膠材料，和逾 300°C 的耐高溫材料、鑄造和模具專用材料，以及通過國際測試認證的生物相容性材料等，共 13 種不同材質，可依不同需求採多種不同材料完成需要製作的零組件。

#### 結論

Figure4 具多種材料選擇性，且能大幅提升生產速度，縮短設計流程，提高客戶收益，是實威國際引進 Figure4 的最大目標。欲知更多資訊，歡迎參考 <http://www.swtc.com/cht/index.php>。■



圖 1：3D System Figure4 列印機



圖 2：Figure4 多種材料列印的樣品



### 中佑精密

中佑精密材料前身為嘉鋼(2067)新材料事業處，成立於2015年1月，致力於雷射積層製造用金屬合金粉末的研發，成功量產多種積層製造用金屬合金粉末。除了3D列印粉末，亦開發多項高階金屬合金粉末，應用領域涵蓋模具、消費性電子產品、光電、汽車工業、生醫與航太等產業。2020年初進駐南科-高雄園區，斥資新臺幣2億元建立約4,000坪新廠，同時取得ISO9001品質管理系統認證，可年產600噸金屬粉末。

## 高品質的球型金屬粉末處理技術： 「氣霧化製程」

■中佑精材

### 前言

中佑精密材料是高品質氣霧化球型金屬粉末的製造專家，目前已成功量產包含鎳基超合金 718、鐵基不鏽鋼 316L、模具鋼 18Ni300 及符合 ISO10993 的生醫認證之鈷鉻鉬 (ASTMF75) 與鈦鋁鈮合金 (ASTMF3001) 粉末等逾 30 種 3D 列印用的金屬合金粉末。2020 年更導入金屬 3D 列印設備，提供客戶從高品質粉末成分、粒徑、材料設計、驗證到 3D 列印參數最適化一條龍式產業模式發展，以在地化自主粉末搶攻 3D 列印商機。

### 高效能真空金屬粉末氣體霧化技術

真空氣體霧化技術，在高真空環境下，透過氣分盤系統，輔以高壓惰性氣體，將金屬熔湯擊碎成微細液滴，使其快速凝固成為具有高真圓度、高堆積密度、高純度低氧含量以及良好的粉末流動性之金屬粉末。真空氣體霧化設備中的氣分盤系統，是掌握金屬粉末生產

效率與品質的關鍵。中佑精材在氣體分盤系統的研發能量領先業界，可針對不同產品及不同粒徑規格，導入專用氣分盤系統，以降低粉末衛星現象，達到高品質及高效率的粉末量產。

### 客製化金屬粉末優勢

中佑精材是臺灣唯一可提供客製化量產金屬粉末的公司，可在粉末的化學成份、粉末粒徑及粉末特性上為客戶量身打造，以符合產品應用的最大效益。今年更結合臺灣鞋業大廠合作開發應用於鞋用模具的 3D 列印高強度鋁合金與高耐蝕不鏽鋼粉末，亦與多家醫材合作試製開發特殊 3D 列印醫材用金屬合金粉末，為臺灣高附加價值產業提供高品質金屬粉末來源。欲知更多詳細資訊，請洽 [kimwang@cymaterials.com.tw](mailto:kimwang@cymaterials.com.tw) ■

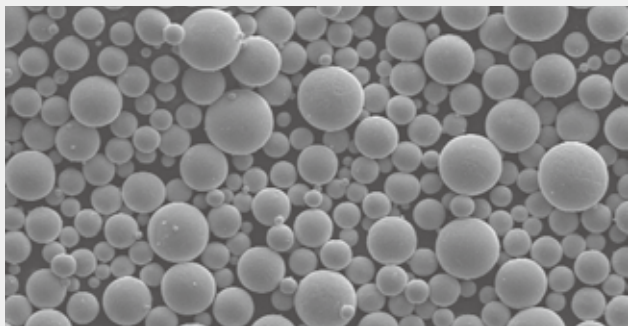


圖 1：球型金屬粉末圖



圖 2：真空金屬粉末氣體霧化設備



### 茂太科技

茂太為專業德國及荷蘭 3D 列印設備的代理商，其所代理的德國 voxeljet 快速列印積層設備，顛覆耗材昂貴的既有概念，相較於其他同業，僅需十分之一材料成本即可製作，降低生產成本，且產品精度可媲美雷射等級。以 3D 列印取代開模，既快速又省成本，且修改彈性大。茂太引進德國 FDM 技術雙噴頭 bigrep ONE 大型 3D 列印設備，列印尺寸為 1,005 x 1,005 x 1,005mm，適用產品快速製模，選用多種材料，適合各種產業及大型工業。Blackbelt 3D 列印機是茂太另一個展示重點，該機配備 0.4、0.6、0.8mm 三種列印頭，列印尺寸為 340 x 340mm，最大特色可列印長度無限，可生產各種工業長型零件，以及電影業或角色扮演所使用的長形道具。

## BigRep PRO：專業的工業等級 3D 列印設備

■茂太科技

### 兼具速度和精密的 BigRep PRO

BigRep PRO 是兼具速度和精密的德製工業型 3D 列印設備，其承接了獲得包括 2018 年德國品牌獎、2018 年德國創新獎和 2016 年德國設計獎等多個獎項的 BigRep ONE 和 STUDIO 3D 列印設備之優勢，展現出更顯著的變革與成長。六大特點介紹如下：

#### 建置平臺：大尺寸列印

工業級大型 3D 列印設備，具一立方米列印範圍，可列印大型工業物體，實現無數種應用可能性。

#### 列印床：半自動整平

裝有聚酰亞胺箔的加熱列印床在列印過程中能夠提供最佳的附著力。再結合感應式感測器，即可實現列印床的半自動整平。

#### MXT 技術：實現速度與精度

具卓越速度和精度的印量控制技術 (MXT) 是 PRO 的特徵之一。此先進印量控制技術可對材料沉積進行最終控制，使用戶能在每種應用中實現最高品質。

### CNC 系統：Bosch Rexroth 技術

全新的 Bosch CNC 控制系統使 PRO 成為從頭到尾控制整個列印過程的理想設備。Bosch 系統被廣泛應用於汽車業，可確保 BigRep 工業級設備獲得最大響應速度，準確性和閉迴路控制，並具有出色的連接性。

### 線材溫濕度控制空間：工業材料相容性

具有線材濕度控制機制，PRO 為工業級材料的列印提供最佳環境。空氣循環扇確保了空間中溫度均勻，且可存放最多四捲線材。

### 封閉式外殼：保護列印空間

封閉金屬外殼可確保最佳溫控，玻璃門可提供最佳列印視野，而 PRO 與標準通風系統的兼容性也進一步提高了安全性，使其成為工業環境中 3D 列印的最佳實踐範例。欲知更多詳情，請洽 [microsys@ms7.hinet.net](mailto:microsys@ms7.hinet.net) ■

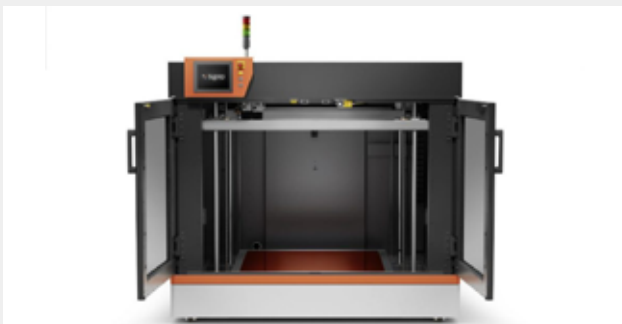


圖 1：列印尺寸可達 1020(x) x 970(y) x 980(z)mm



圖 2：MXT 印量控制技術實現速度和精度





### 三遞有限公司

三遞有限公司是一個矽膠 3D 印表機設備商，在 2015 年由兩位美國史丹佛大學畢業的台灣青年所共同創立，奠基於兩位創辦人機械以及材料的背景加上於美國矽谷的業界經驗，三遞研發出業界第一個矽膠 3D 列印技術 FAM 技術，其中文為流體積層製造技術，FAM 技術是針對 RTV 以及 LSR 矽膠所開發的 3D 列印技術，也是目前最早商業化的矽膠 3D 列印技術。三遞的所有機型均搭載 FAM 技術，目前有 S050、S100、S200 等三個機型，S050 為經濟型機種，S100 為專家型機種，S200 為旗艦型機種，主要的差異在於設備精度、列印範圍、以及材料選擇。

## S200 旗艦型設備帶您航向矽膠產業新藍海

■三遞有限公司

### 高度性價比的 LSR 3D 印表機：S200

矽膠主要分為 RTV 矽膠、HTV 矽膠，與 LSR 矽膠三種，而 LSR 矽膠應用在近十年有極顯著的成長，越來越多高階消費電子、醫療器材、生活用品捨棄 HTV 改採 LSR 矽膠，主因在於 LSR 矽膠的機械性質佳、生物相容性優異，且量產性較好。但 LSR 矽膠產品的缺點是模具費用較高，動輒幾十萬台幣，導致打樣成本相對昂貴。如何以最低價格與最短時間完成 LSR 矽膠產品打樣，成為企業能否爭取到量產訂單的關鍵。目前市面上的同類型設備中，S200 具有高度的性價比。

### 實現打樣與量產的無縫接軌

3D 列印目前一大困境在於多數 3D 印表機所列印的材料無法被其他量產製程使用，導致 3D 列印樣品所能提供設計者的評估面向受限。三遞與世界前三大矽膠供應商合作研發 S200 專用的 LSR 矽膠 SIL50，SIL50 還能用於矽膠射出成型機，一料兩用。打樣時，用

S200 矽膠 3D 印表機；量產時，則用射出成型機，因打樣與量產使用同款矽膠，故在樣品階段就能獲得完整的評估，助業者爭取訂單。

### S200 的規格與特色

關於供料系統，為因應每個料管超過 100 公斤的壓力，我們設計特殊的料管、活塞與活塞環。運動系統部分，我們降低主軸的荷重來減少慣性引起的震動，以提高列印精度，Z 軸的重複定位精度是  $\pm 0.02\text{mm}$ ，XY 軸的精度是  $0.04\text{mm}$ 。所有功能性板件或零件均使用日本進口精平鋁板，並以 CNC 加工而成。S200 除搭載日本進口的感測器進行噴頭高度自動校正外，更搭載三遞自主研發的軟體 FAMufacture。材料、軟體、機構的一條龍研發，成就 S200 堅實的產品力。欲知更多資訊，請洽盧先生 [michaellu@sandraw.com](mailto:michaellu@sandraw.com) ■



圖 1：S200 旗艦型矽膠 3D 印表機（45 度角視圖）



圖 2：S200 旗艦型矽膠 3D 印表機（前視圖）



### 邁雅設計

MY YARD 成立於 2018 年，主要有感於傳統規模製造模式過於僵化，難以協助青年在創業過程當中之製樣或少量生產需求；且現行各種製造工具機不但體積大、價格高，操作介面亦非常過時，存在明顯的世代落差。所以 MY YARD 計畫重新設計各種桌上型智慧工具機，賦予小型化、智慧化特徵與時尚外觀，並將其推向青年創業市場，以加速傳統製造轉型，持續往個人化、精緻化方向發展。此外，考慮到分散式的製造型態將環境產生衝擊，環境保護刻不容緩。所以 MY YARD 亦將持續導入使用各種環保材料，將環保意識透過設備推廣過程落實於青年創業市場。

## MY YARD 打造書桌創業時代

■邁雅設計

### 前言

臺灣有許多實力雄厚的技術達人，造就許多知名企業，不過產業型態卻逐漸僵化，對新生代創業家產生極大限制。假使今天一個創業者僅需製造少量產品，一般加工廠很難進行開模製作。而大型機具不僅昂貴、體量巨大，操作困難且缺乏機動性，相當不便。

### 書桌創業從 FORMART 智慧真空成型機開始

為打造適合新世代自造者的產品，MY YARD 用自身多年設計經驗融入多項專利獨創設計，打造全世界第一臺智慧真空成型機「FORMART」，讓瀕臨失傳的木雕神像到奇趣的面具翻模，從造型奇趣的汽車模型到爭奇鬥豔的造型蛋糕，讓許多千奇百趣的產品，在「FORMART 智慧真空成型機」幫助下重煥新生。

FORMART 內建全球最完整的「塑膠板資料庫」不論是幼教學習、學生實驗到專業用戶，都能輕鬆製作出

高規格的產品。FORMART 配備工業級「碳纖維石英加熱管」，加熱速率是一般機型的 3 倍。獨家搭載「塑膠板除濕」功能，可透過光學感測器自動辨識塑膠材質，進而自動控制除濕溫度，使完成品能達到不起氣泡瑕疵的唯美精細外觀。不論 3D 列印設計或模土塑造，任何實物僅需透過「真空成型機」的真空壓模後，腦中再天馬行空的創意都能馬上被複製出來。

### 將環保理念落實到「書桌創業」環節中

為避免用於壓模的塑膠板丟棄時造成廢料污染，MY YARD 也為此開發環境友善、符合食品應用的易回收型環保塑膠板，讓所有的創業者都能以最安全的材料實現創意，同時兼顧環保要求。欲知更多詳細資訊，請洽 [emerson.shih@myyardtech.com](mailto:emerson.shih@myyardtech.com) ■



圖 1：臺灣新創公司 MY YARD 打造書桌創業時代



圖 2：不論是幼教還是學生實驗到專業用戶都能輕鬆上手



### 可成生技

可成生物科技，創立於2016年3月，位於高雄路竹科學園區內。為結合產、官、學、研、醫跨領域經驗之經營研發團隊所組成。台灣第一家符合ISO13485的醫療級積層製造GMP工廠，目前透過前瞻科技與運用全球前端成型技術（雷射積層製造 SLS Additive Manufacturing），及相關製程專利技術，專門為醫材大廠進行醫療特殊器械、骨科植入醫材設計製造，期許成為提昇傳統骨整合至骨融合的國際化先進醫材生產服務平臺。

## 突破性技術：可調整彈性模數的可燒性多孔結構

■可成生技 / 黃曉穎 產品經理

### 可成生技取得「可調整彈性模數的可燒性結構」發明專利

全台灣第一家榮獲 ISO13485、GMP 的金屬積層製造廠家——可成生技，於 2020 年取得「可調整彈性模數的可燒性多孔結構」之發明專利，這項發明預計將有助於大幅度地提高列印後高延伸率和疲勞的機械性質，並讓其富含彈性與強度，堪稱是骨科醫材中的重大突破！

### 促進骨細胞生長深度，提供病患更好的選擇

除上述提到的優點之外，關於「可調整彈性模數的可燒性多孔結構」技術，經過體外試驗及相關文獻證實，該技術可促進骨細胞生長深度達 5mm，並將骨整合層次提高至骨融合的癒後效果，讓醫材植入物成為人體骨骼的一部份，提供相關醫療需求之病患，有更好的選擇。

### 結語

可成生技在創新醫材領域的研發不遺餘力，透過結合 3D 列印金屬雷射的製程，運用其設計自由度高及曲面多樣化的特性，可以進行複雜性孔洞結構的規劃，並且藉由鈦合金親骨性的特質，讓血管與骨細胞長入結構內，能夠大幅度增加植入物的穩定度。

此外，關於「可調整彈性模數的可燒性結構」這項特殊技術，在全球，僅有二家公司有能力設計；而在亞洲地區，目前則只有可成生技具備這樣的能力，欲知更多詳細資訊，請洽 [webservice01@ingrows.com](mailto:webservice01@ingrows.com) ■

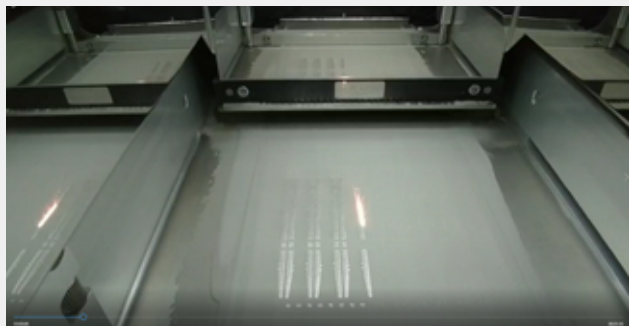


圖 1：雷射金屬粉末列印實拍



圖 2：可成 Ingro's 頸椎椎間融合器





### 台灣天馬科技

台灣天馬科技成立於 1995 年，為 Formlabs 台灣獨家代理商。客戶服務遍及學校及企業等，商譽卓著，風評優異，並且熱心公益，曾多次舉辦公益課程及活動，更積極推動產學合作與資源交流。

由於 3D 列印技術的開放普及，以及象徵第三次工業革命的數位製造興起，台灣天馬科技為因應許多教育單位及開發人員對於 3D 列印的不同需求，提供最完善的 3D 列印解決方案，致力於產品創新、品質管理、研發管理及銷售追蹤，提供了全方位綜合服務。除提供產業最佳數位解決方案外，更連結設計師、創客、設備 / 材料商及學術單位等各方資源，滿足客戶需求並達成共贏目標，也希望能成為具示範指標之優良 3D 列印廠商。

## 多元尺寸一次滿足，Formlabs 強勢登場

■台灣天馬科技

### 多款尺寸 3D 列印機一次滿足，最齊全的 3D 列印解決方案！

這次 3D 列印展中，Formlabs 的台灣獨家代理商——TEAMA 台灣天馬科技將帶來一系列最吸睛的設備，除廣受使用者好評的 Form 3，還有大家期待已久的「Form 3L」！搭載全新 LFS 低應力光固化技術，特色包含專利研發的雷射模組與彈性成型槽等，大幅提升列印精度、透度與平滑度。還有嶄新的輕觸支撐材讓支撐材一扭就斷，以及遠端列印等方便功能。Form 3L 更是一次擁有兩個雷射模組並可裝兩倍的材料，成型空間五倍大！讓您不管大物件還小物件，都能完美成型！

### 全自動化絕佳體驗：智能給料、繁中切片軟體、貼心後處理設備

Formlabs 設備擁有智能給料系統，自動偵測補料，

真正達到「關燈生產」；繁中版切片軟體免費下載，自動幫您擺放物件與生成支撐材；此外，還有貼心的後處理設備「自動清洗機」與「溫控光固機」，可大幅縮短後處理時間，將時間用在創新產品研發上！

### 超過 20 種材料有夠多！優良品質不必多說！

Formlabs 陸續又研發出多款新的材料，從一般樹脂、工程樹脂如高韌性、高強度、耐高溫、彈性、柔性樹脂等；醫療樹脂如牙模與生醫樹脂等；還有特殊樹脂如蠟模樹樹脂、DIY 彩色套件等，通通都有！

### 環保意識正抬頭，Wifi 認證我們有！

Last but not least，Form 3 通過 NCC 2.4G 與 5G 的 Wifi 認證，讓使用者能夠更安心，不必擔心 wifi 的低功率射頻所產生的電磁波造成精密儀器影響，也不會對人體造成危害！欲知更多詳細資訊，請洽 [formlabs@teama.com.tw](mailto:formlabs@teama.com.tw) ■



圖 1：透過 Form 3、Form 3L 與後處理設備 Form Wash、Form Cure，給您最完整的 3D 列印解決方案

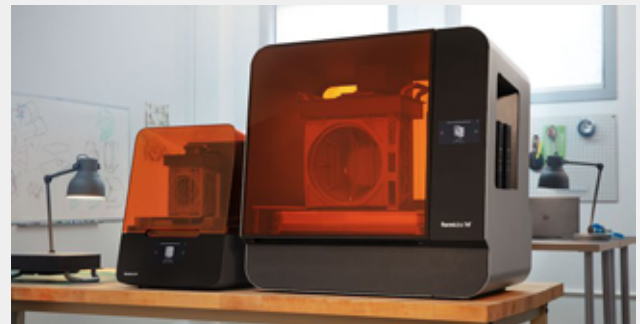


圖 2：大型 3D 列印機 Form 3L 搭載雙雷射系統、雙卡匣智能給料，給您大型的細緻列印體驗



### 三帝瑪有限公司

三帝瑪 (3DMart) 引進世界各地的高品質 3D 列印技術，讓台灣用戶快速掌握全球最新科技，除三種常見的 FDM、SLA、SLS...等列印形式，更包含 3D 掃描器、真空成型、CNC 銑床及雷射加工、機械手臂...等。

我們擁有最完善的售後服務，樂於分享專業又實用的免費資源，官網提供設備介紹、使用教學、應用實測...等資訊，同時為客戶篩選品質。本次將展出多達 10 種以上多樣設備，三帝瑪不只是 3D 列印，更擁有最新科技及桌上型製造工具。

## 全球製造拚轉型，開發速度是關鍵

■三帝瑪有限公司

### 後疫情時代的轉型契機

在 2020 年初爆發的 Covid-19 肺炎病毒影響全球經濟，與此同時危機也帶來新的轉機，由於企業主轉向網路銷售，快速原型及新品開發的速度也成為搶下市場大餅的關鍵，為了讓台灣用戶能夠快速了解 3D 列印應用的效益，下方為部分技術的應用案例：

### 包裝工廠，自由產線

舒伯特公司 (Gerhard Schubert GmbH) 在包裝工廠中加入 3D 列印技術，從食品飲料、藥品、化妝品到技術產品，搭配各式盒子、托盤、紙箱或透明袋進行包裝；3D 列印能快速重製零件，改良工具的交期從傳統製造的數週縮短為數小時，大幅節省開發成本。

### 防疫神器，支援前線

在新型冠狀病毒 (COVID-19) 當前，使用 3D 列印、雷射切割、真空成型等技術，也能自製防疫神器；從隔

離面罩、手臂免握門把、醫用呼吸器、濾淨口罩都能做，3D 列印科技不但能支援醫療技術，疫情當前也即刻救援，為世界出力！

### 冠軍車隊，致勝關鍵

荷蘭 F3 方程式賽車冠軍車隊 —— 阿默斯福特 (Van Amersfoort)，使用 3D 列印技術製作各種夾具、治具，再使用 3D 列印工具來生產賽車用金屬零件；團隊在兩天內以低成本、高效率的完成所有零件，機械師更因為使用 3D 列印工具，大幅提高工作效率、也提高維修工程品質！

以上應用分享只是冰山一角，我們也將持續開拓更多技術，例如：3D 掃描、真空成型、雷射切割雕刻、CNC 銑床加工、機械手臂等相關領域，提供給您的不只是 3D 列印。欲瞭解更多資訊，請洽 [client@3dmart.com.tw](mailto:client@3dmart.com.tw) ■



圖 1：以 Ultimaker 3D 列印工具，提高作業穩定度、效率



圖 2：3D 列印工具讓一款設備能同時處理不同產品



### 溢井有限公司

溢井有限公司於1982年創立，鑒於金屬粉末在未來工業應用如金屬3D列印、積層製造上將扮演舉足輕重的角色，本公司為「日本山陽特殊製鋼金屬粉末」之台灣總代理，販售日本最高清淨度的山陽真空霧法金屬粉末。可用於金屬3D列印，金屬粉末射出成型、熔射/冷、熱噴塗、焊接、硬焊、珠擊、馬達、濺射靶材，及電磁波吸收材等用途上。此外，還有日本製高品質純鈦、鈦合金、鋁合金粉末，提供客戶製造出更優質的材料選擇及卓越服務。

## 追求最佳的 3D 金屬列印： 從高品質金屬材料探討

■溢井有限公司

### 序

日本山陽特殊製鋼的高優質粉末，已廣泛應用於3D金屬列印的異型水路模具、航太、醫療、馬達產業等。經雷射急熱熔融與急冷凝固而成的成型品，選用優質的金屬粉末材料，是影響成型品之關鍵因素。

### 精準控制合金比例

在成份比例上，只要有些許的誤差，就會嚴重影響粉末本身之特性，以3D列印之磁性粉末(FeSiAl)為例：如圖1為山陽磁性粉末(FeSiAl)成份偏析(穩定)。此外，各元素的成份比例和粉末的導磁率有顯著之關係(如圖2)，若將Fe、Al、Si等元素成份控制精準，就能使材料的導磁性更佳、偏析及不純物抑制到最低。而日本山陽能確實掌握合金成份內各元素的成份比例。

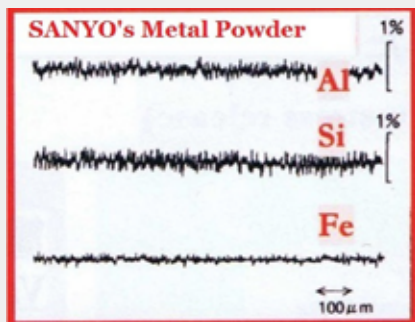


圖 1：以山陽磁性粉末 (FeSiAl) 為例的粉末成份偏析圖

### 高品質金屬粉末特性

粉末特性與列印成品有極大之關聯性，包含(密度、強度、壽命、成品穩定度)。

- 高球度、粒徑分布佳→鋪、供粉順→高填充密度
- 高純度、成份穩→不純物、偏析少→參數好控制
- 低含氧量→抑制氣體排放(無雜質)

### 金屬粉末類型

不鏽鋼 420J2、316L、模具鋼(18Ni300)，鎳基超合金鋼 718、625，鈷鉻鉬合金 (ASTM F75)、高導磁率磁性粉末、鈦合金 Ti6Al4V、鋁合金 (Scamallo) 等皆能對應。

### 結語

日本山陽有最大 2 噸級到最小 2 公斤級的霧化設備，因不斷投入研發，金屬粉末延伸至 3D 列印異型水路模具、磁性馬達產品、冷、熱噴塗、熔射、珠擊等客製化粉末，可滿足使用者的最高品質需求。■

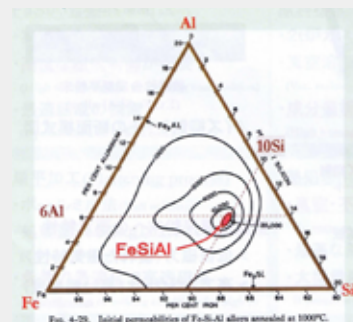


圖 2：FeSiAl 合金的導磁率等高線



# 快速且高精度的 Sonic Mini 4K，將於 3D 列印展會首次亮相

**■普羅森科技**

## LCD 3D 列印機掀起革命

相比於傳統 DLP 技術，LCD 3D 光固化技術列印效果不僅媲美工業級列印機，產品使用壽命和列印速度更是大幅提升，加上使用容易、價格親民的優勢，LCD 3D 列印除原先用於牙材、珠寶戒臺的製作之外，現在也逐漸被大眾市場所接受。其中 Phrozen LCD 3D 列印機更是具有多項認證，以及自力研發技術，將有助於加速 LCD 3D 列印的大眾化。Phrozen LCD 3D 列印技術的四大優勢介紹如下：

### 率先導入單色黑白 LCD 面板

除提高速度外，更延長 LCD 壽命至 2000 小時，比他廠 600~700 小時的使用壽命，提升近三倍。

### ParaLEDTM 平行光系統

陣列式 LED 使發射光源趨近平行光，增加 LED 光源穿透 LCD 的效率，大幅提高列印的速度和品質。

### 雙線軌、滾珠螺桿的 Z 軸設計

採用加寬加厚的鋁合金 CNC 當結構主件、搭配滾珠

螺桿和雙線性滑軌，輔以滾珠軸承，能夠確保列印時的直線性與承載力道。

### 一鍵生成輕鬆操作

透過軟體計算輔助，設計師可以輕鬆地畫上輔助支撐，大幅縮短新手入門的陣痛期。

## 最新的 Sonic Mini 4K 將於展會開放體驗

普羅森將於 8 月推出最新的 Sonic Mini 4K，其精細度已達 35 μm（業界平均為 50 μm），PPI 更是達到 722（業界平均為 500），以及每層一秒的成型速度，堪稱業界最快最精準的 3D 列印機，迅速將概念設計成型，最大化設計師產值。此外，這臺設備也將在今年 3D 列印展會上首次登場，歡迎大家前來體驗。欲知更多詳細資訊，請洽 [sales@phrozen3d.com](mailto:sales@phrozen3d.com) ■



圖 1：透過獨家研發的技術和多項認證，列印出來的成品有著媲美工業級的精準度



圖 2：普羅森 LCD 光固化 3D 列印技術被大量應用在牙材製造上



### 昱竝國際

昱竝國際已超越工業 4.0 的新紀元，利用全球最高速度金屬 3D 列印創新技術將台灣工業提升到更高水平的機會。這將我們的業務從我們在削減製造 (SM) 方面的專業知識擴展到一種新的高潛力的增材製造 (AM) 與金屬 3D 列印，不久的將來會徹底改變當前的製造流程。

金屬 3D 列印將釋放製造的可能性，並將其擴大到以前傳統製造工藝無法實現的領域。昱竝國際透過將削減製造 (SM) 和增材製造 (AM) 結合在一起，使我們的客戶擁有未來長遠的眼光，從而以更具創新性的製造工藝生產出更具創意的產品。這不僅將改變工業的製造方式，也將改變產品的研發設計方向。

## 高速金屬 3D 列印系統： 昱竝國際 Desktop Metal

■ 昱竝國際

### 前言

Desktop Metal 系統分為 Shop System™ 金屬粉末黏著劑噴射成型 3D 列印系統、Studio System™ 金屬 3D 列印系統與 Fiber™ 連續纖維複合材 3D 列印機。

### 列印快速且兼具精度的 Shop System™

全球最快列印速度 Shop System™ 可輕鬆導入到現有加工車間環境中，且能快速生產用於製造、工具、汽車、消費、電子和船舶等行業的最終用途金屬部件。Shop System™ 黏著劑噴射技術能以比雷射燒結系統快十倍以上列印速度完成金屬零件。每 6-12 小時可列印一批複雜可堆疊的金屬零件，不需列印支撐，每天可列印達數百上千個接近最終形狀金屬零件。

不只列印速度全球最快，金屬零件表面粗糙精細度也是全球最佳，Shop System™ 是最高解析度的金屬粉末黏著劑噴射成型 3D 列印系統，噴射黏著劑尺寸每

滴 16μm，1600 本體單向 DPI，且每秒可分配多達 6.7 億滴黏著劑。對比其他系統，Shop System™ 表面粗糙精細度提升約 33%。

### 適用於辦公室內的 Studio System™

Studio System™ 是全球第一個適用於辦公室內的金屬 3D 列印解決方案，不僅為產業帶來新突破，也解決金屬 3D 列印中大部分採雷射燒結和金屬粉末的損失問題，並可安全使用於辦公室內環境裡。不同於其他廠牌金屬 3D 列印機，此系統不需第三方設備或特殊設施，只需連接電源和網路。

### 可提供高強度零件的 Fiber™

全球唯一搭載微米自動化連續纖維放置技術 (μAFP) 的複合材料 3D 列印機，讓桌上型列印機也能產出全球最高強度 3D 列印複合材零件。欲知更多詳細資訊，請洽 sales@brusat.tech ■



圖 1：左為昱竝國際 Desktop Metal 列印系統產品，右為辦公室型 Studio System 金屬 3D 列印系統示意圖



### 工研院

工業技術研究院為臺灣積層製造技術研發推手，雷射中心於2012年起始金屬積層製造技術研發，建立臺灣積層製造產業群聚，引領臺灣從材料、設備、製造到應用產業發展，並協助產業投入特色產品設計輔導與試量產，2013完成臺灣自主第一臺金屬積層製造設備AM250，至今陸續完成AM100與AM500標準設備，並將自主設備導入積層製造試量產場域中，2017成立路竹金屬積層製造醫材示範場域，協助產學研投入醫材相關特色產品開發與量產，近年來亦成功研發積層製造軟實力，導入模擬到智慧化分析診斷技術縮短產業投入時間與提高產品品質，十年磨一劍持續協助臺灣建立積層製造產業。

## 不 NG 的積層製造，讓列印一次到位

■工研院雷射中心積層創新部 / 林得耀 經理

### 前言

積層製造可用於複雜形貌、內部流道與結構、多件一體成型等少量多樣的金屬產品製造，應用於模具、生醫、汽機車、航太到高效能工業零組件開發。工研院除已建立台灣自主化積層製造設備與材料外，近年來更投入製造智慧化技術，朝一次到位的精準、穩定與零缺陷的金屬零件設計與積層製造技術軟體開發，以突破材料端、使用者、製造者、製程端與設備端之列印瓶頸，並縮短跨產業切入學習曲線，加速擴散產業應用。

對此，工研院成功開發智慧化積層不 NG 製造技術，除從微觀製程預測來收斂製程參數，縮短新材料參數開發時間外，智慧化的熱應力模擬協助預測產品製作可行性，未來並可提供最佳化支撐設計，大幅縮短產品新創試誤時間。

此外，智慧化監控具可視化分析診斷技術與遠端多資訊整合控制功能，可搭配自主積層製造設備銜接未來數位製造工廠，加速產業以積層製造開發創新特色產品及競逐少量多樣客製化量產龐大市場商機。欲知更多詳細資訊，請洽 [dylin@itri.org.tw](mailto:dylin@itri.org.tw) ■

### 積層製造不 NG，遠端智慧化數位生產

金屬積層製造技術原理從粉末鋪層到逐層燒熔堆疊成型，產業應用瓶頸在於不熟悉技術限制與缺乏相關製造經驗，尤其是加法製程熱應力殘留與支撐建立，其次產品重現性與製作速度為產品量產的最大疑慮。

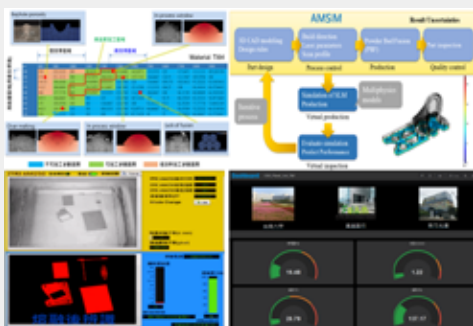


圖 1：工研院積層製造智慧化技術



圖 2：工研院積層製造試量產場域





### 美洛克工業

美洛克工業為減速機與 3D 列印設備專業研發製造商，是扎根臺灣多年的在地企業。於 2012 年投入 3D 列印的產業研發以及生產製造。期間內，研發多項 3D 列印專利技術並獲得肯定。促進 3D 列印產業的發展，榮獲 SBIR 產業研究計畫，及其他相關設計獎項等殊榮。

致力將台灣企業導入 3D 列印技術提高產品開發效率，同時在教育方面也不遺餘力，積極推廣 Maker 教育，在本公司對產品與服務品質的堅持與要求，產品銷售已遍佈到東南亞各國，身受國際市場上的佳評與喜愛。

## KINGSSEL 3D 列印機： 以 3D 列印技術改善研發環境

■美洛克工業

### 前言

一開始 3D 列印技術只應用在醫療工程，後因能簡化傳統工藝的多道工序，加上其設計的自由性，現今已深入教育、大型工程、傳產等專業領域。3D 列印可印出傳統工藝所無法做到的細緻產品，大幅節省生產時間、物料成本，並縮短研發時間，加速社會發展。

### 突破研發困境，縮短 80% 研發時間

在 3D 列印尚未普及前，研發打樣是使用減法製作，將大塊物料經過裁切、打磨等多道手續，再經過修整後形成樣品，越是小型且精細的樣品，技術層面就越困難，動輒數月的打樣，使研發環境更加艱辛、漫長。華爾街日報報導：「使用傳統製作方式的製造商，時常面臨大量的滯銷庫存，以輕薄為主的鏡架舉例，當生產一副鏡架的原料，最終有 75% 會成為廢料丟棄。」更遑論汽車零件、手工具等行業。

若採用 3D 列印，則鏡架的生產能達到近乎零廢料的生產，不只環保，也使得製作時間大幅縮短 80%。

### KINGSSEL 3D 列印機之優勢

3D 列印可輔助傳統 CNC，改善傳統製作不足的地方。例如，物料的使用將更加精準有效，且 KINGSSEL 3D 列印機只要有模型檔案便能產出，不須額外加工，也不用技術人員隨時在側。此外，還能使用多種材質進行列印，讓商品在研發階段時，便能快速決策樣品材質，並進行初步的打樣測試，使原本技術性高、高門檻條件的工作，也可輕易達成。

美洛克工業為臺灣在地企業，能提供完整的整機教學與即時售後服務，並提供有興趣的企業 1 次免費打樣的機會！欲知更多詳細資訊，請洽 [info@kingtec-tw.com](mailto:info@kingtec-tw.com)。■



圖 1：透過 3D 列印內部零件達到輕量化



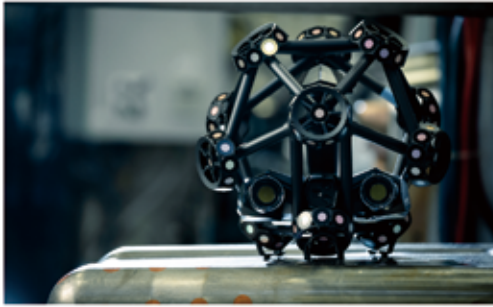
圖 2：我們有完整產品線，從個人使用到大型工業級 3D 列印機，高精度、高穩定性，適用各種不同領域

HS 3D PRINTING

# 高速3D列印技術雜誌

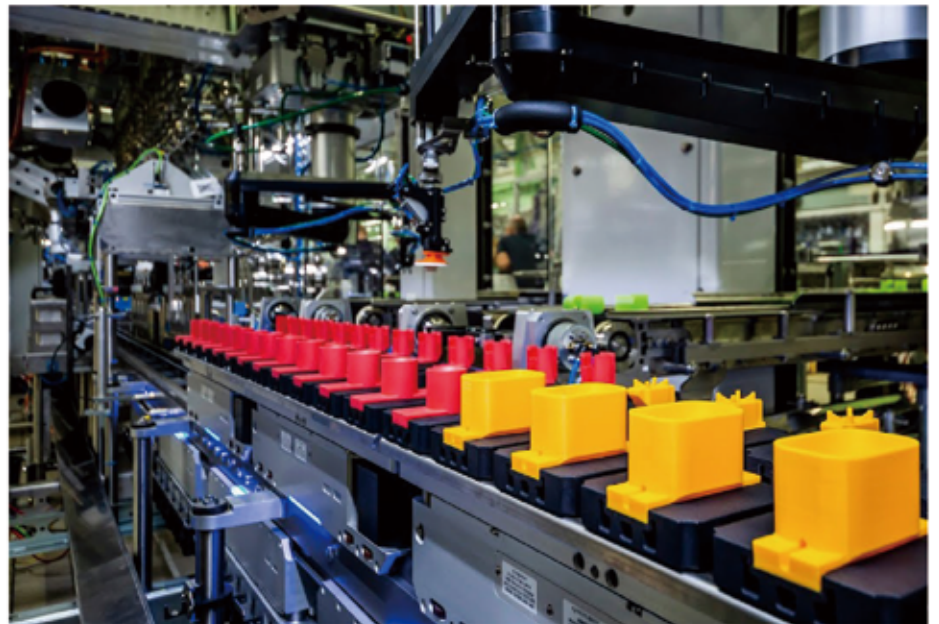
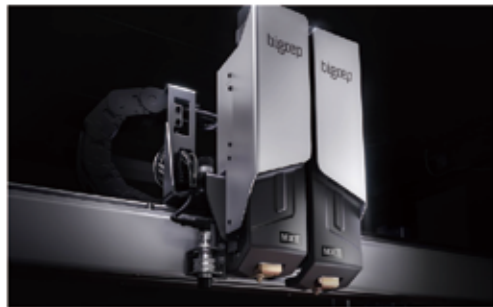
## High Speed 3D Printing Magazine

### 【3D列印技術的工業應用與相關展會報導】



主編：鄭正元 教授 (臺灣科技大學)

- 高速3D列印研究中心與技術介紹
- 高速積層製造
- 晶格設計最佳化
- 3D列印的後處理製程
- 台灣3D列印暨積層製造設備展報導



## 3D列印技術工業應用 | 3D列印展會報導



時至今日,3D列印已擺脫過去只能打樣及少量製造之形象,並逐漸轉變為新一代工業革命「工業4.0」及「智慧製造」的重要技術指標之一,不僅是機械製造技術的進步,甚至到材料、光電及資訊,遠至後續的創新應用及商業行銷服務等都被囊括在內,成為一種創新的數位製造「模式」。

高速3D列印研究中心與ACMT協會共同推出【高速3D列印技術雜誌】,本期創刊號將報導3D列印技術於工業上的應用,並且針對此次參加2020台灣3D列印暨積層製造設備展的參展商進行搶先的技術報導。