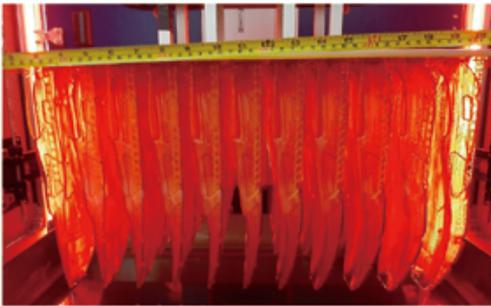


### 【後疫情時代下的3D列印技術發展與展會報導】



主編：鄭正元 特聘教授 (臺灣科技大學)

- 光固化技術發展——Carbon 3D的合作與創新
- 東台積層製造於疫情時代之應用及趨勢
- 具耐高溫強度與耐腐蝕鋁鎳銅合金的問世
- 進軍批量化的高速光固化技術
- 不只有3D列印，全方位技術最前線！



## 3D 列印技術發展篇 | 3D 列印展會報導篇



2021年末，正處於一個獨特、快速變化的時期，半年前臺灣疫情爆發之初為防堵疫情擴散而迅速進入三級警戒狀態。所幸在開放施打疫苗並且回到二級警戒後，被封鎖許久的人們再次對創新、令人興奮的事物展現出渴望。

在上一期季刊中我們提到，新冠疫情使國際間出現各種物料供應中斷的長期性破壞，這個現狀加速傳統製造產業朝向分散地點、小批量、在地化的靈活性製造理念發展。而本次專題以「後疫情時代下的3D列印技術發展與展會報導」為題，邀請到積層製造廠商為讀者們帶來更多精彩內容。

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 特聘教授

美術主編 莊為仁  
企劃編輯 許正明  
徐心怡  
劉書丞

#### 專題報導

專題主編 鄭正元 特聘教授

#### 感謝合作單位

高速 3D 列印中心、東台精機、昱竝國際、圓融金屬粉末、  
三帝瑪、台灣天馬科技、實威國際



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

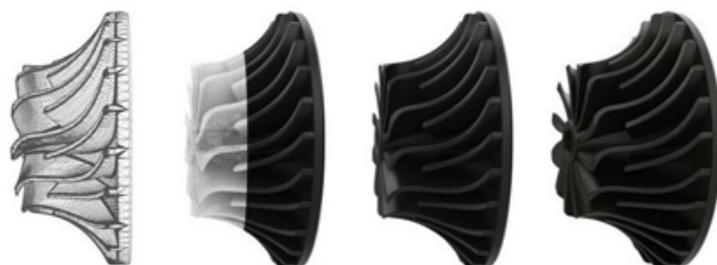
雜誌官網：<http://www.caemolding.org/cmm>

# 目錄 Contents

- 6 光固化的技術發展—— Carbon 3D 的合作與創新
- 10 東台積層製造解決方案於疫情時代之應用及趨勢
- 12 為什麼金屬 3D 列印要使用 Binder Jetting 金屬粉末黏著劑噴射系統？
- 16 跳脫框架，具耐高溫強度與耐腐蝕鋁鎳銅合金的問世
- 20 高速 3D 列印中心——進軍批量化的高速光固化技術
- 24 不只有 3D 列印，全方位技術最前線！
- 28 Formlabs SLS 3D 列印機 Fuse 1，為您帶來數位製造新風貌
- 32 引領複合 3D 列印的製造業新未來—— Markforged X7



1 Design ..... 2 Reinforce ..... 3 Print ..... 4 Use





## 鄭正元 特聘教授（臺灣科技大學）

### 現職

- 臺灣科技大學 機械工程系 特聘教授

### 經歷

- 臺灣科技大學高速 3D 列印研發中心 主任
- 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

# 後疫情時代下的 3D 列印技術發展與展會報導

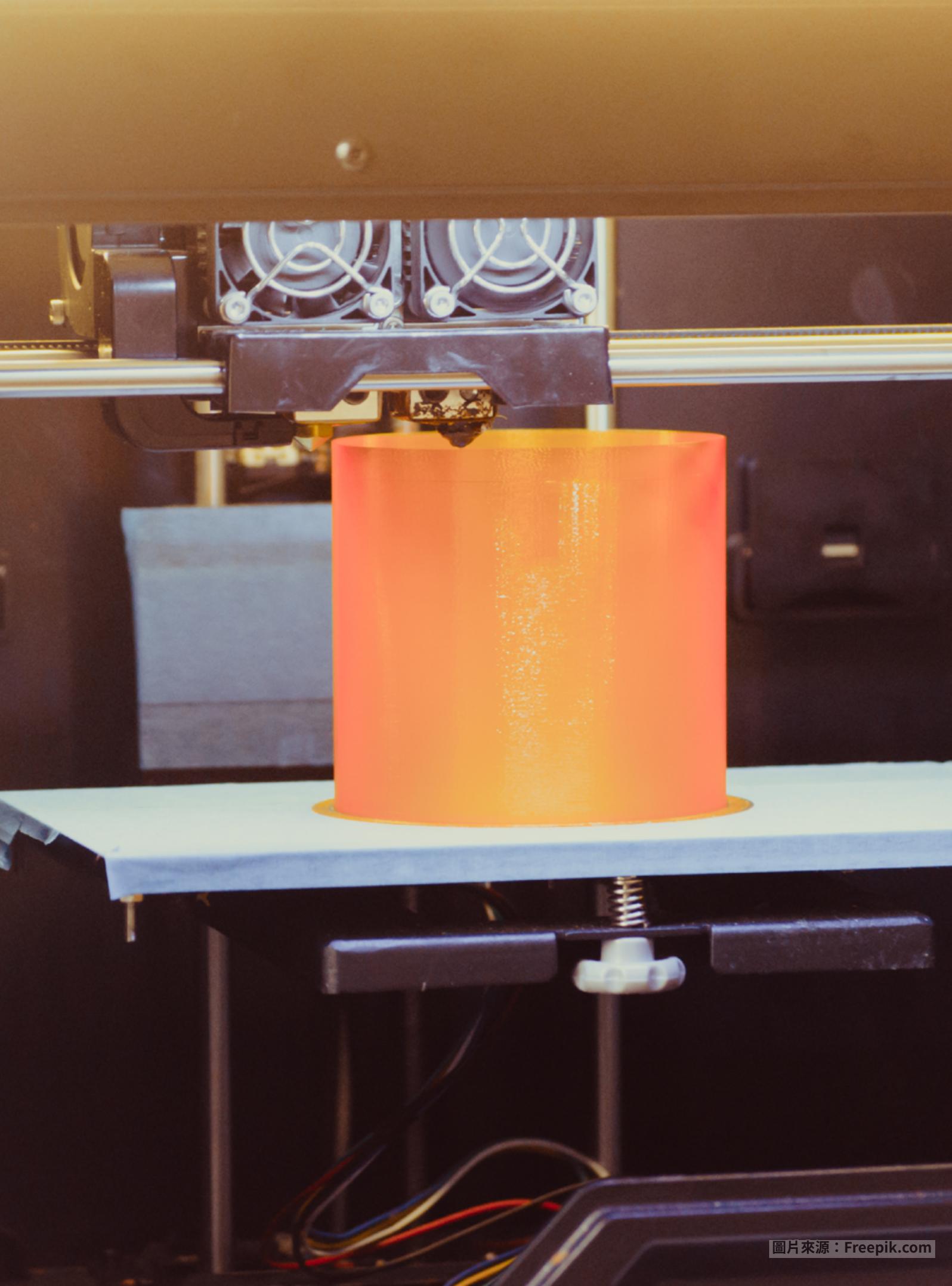
2021 年末，正處於一個獨特、快速變化的時期，半年前臺灣疫情爆發之初為防堵疫情擴散而迅速進入三級警戒狀態。本該熙攘的街巷裡人潮消散，取而代之的是緊張和肅殺，諸多會議、活動包含教育必須改由線上平臺進行，實在不便。所幸在開放施打疫苗並且回到二級警戒後，被封鎖許久的人們再次對創新、令人興奮的事物展現出渴望。

在上一期中我們提到，新冠疫情使得國際間出現各種物料供應中斷的長期性破壞，這個現狀加速傳統製造產業自原本單一供應鏈，朝向分散地點、小批量、在地化的靈活性製造理念發展。乘著這波浪潮，積層製造藉由共享設計、異地分散製造的投入不僅減輕臨時防護配件生產上的負擔，也讓更多的醫師與醫療器材產業逐漸重視積層製造提高醫療效率的能力。

撰寫報導的當下正值德國法蘭克福 / 美因河畔舉辦 Fromnext 積層製造大展，該展在防疫措施上採用德國的 2G 原則，允許已接種疫苗的康復者和已接種者參與。本次國際標準組織 ASTM International 在展會中宣告收購 3D 列印顧問公司 Wohlers Associates。作為 3D 列印情報先驅，Wholers Report 自 1995 年推出以來，年度發行的報告以大量數據為基礎圍繞設備的定價、應用和生產，至今 Wholers 2021 整合共計 345 家服務商、設備商與其他貢獻者的數據，可以期待該組織的分析如何為積層製造捕捉更大的挑戰與機遇。除了各公司軟體、設備、服務、材料推陳出新外，也不乏如 Desktop 收購 ExOne 公司等，廠商大規模整併的消息近期也頻頻發布。

此外，近期研討會所探討的項目，正持續推動可發揮積層製造優勢的 DfAM，例如功能晶格結構、拓樸設計；因應批量化生產的高速積層製造模式，如何快速完成物件後處理；以及為積層製造制定標準等議題數量也正在成長。

今年度 Intelligent Asia 亞州工業 4.0 暨智慧製造系列展集結了中國、日本、美國、奧地利、瑞士、德國、新加坡等國，12/15-18 將在南港展覽館盛大舉辦。本期專題以「後疫情時代下的 3D 列印技術發展與展會報導」，邀請到積層製造廠商一同分享。■





## 光固化的技術發展—— Carbon 3D 的合作與創新

■臺灣科技大學 高速 3D 列印中心 / 蘇柏彰

### 前言

光固化成型技術作為目前熱門的 3D 列印技術，在多數創客族群能接受的範圍中所列印的成品有極高的細緻度，主要有 SLA、DLP、LCD 等系統在市面廣泛的利用，各大公司不斷精進設備的列印速度與精度，而光固化設備也因應工業批量客製化需求朝向各大面積的系統發展。在疫情爆發初期的衝擊下國際間乃至各國內之間許多防護具的零配件供應鏈遭到截斷，在本地生產的需求提高與光固化成品的質量讓人們更加意識到這項技術的價值。

### 設備的解析度改善

各光固設備化公司為了精進列印精度而不斷改良提高影像顯示的解析度。

### SLA 方面

全球知名的 SLA 光固化 3D 列印機廠商 Formlab，推出大型的 SLA 機種，Form3L。其聚焦的雷射光斑尺寸來到 85 microns，即便是 33.5 x 20 x 30 cm 的大成

型空間也能透過其精密的雷射達到高精度的大型光固化 3D 列印。

### LCD 3D 方面

早期的 2K 顯示面板正逐步導向 4K 甚至是更高解析度的 8K 面板，Phrozen 在疫情期間推出了 Sonic Mega 8K 的 15 吋 MONO LCD 光固化 3D 列印機。不只列印面積更大，在採用 8K 螢幕的同時，解決使用同為 4K 但尺寸更大的螢幕帶來的解析度下降問題，也更進一步地將解析度提高到 43 $\mu$ m，實現更佳的光型表現。

### 樹脂材料優化

不論是 SLA 亦或是 LCD 的光固化 3D 列印機，我們都可得知在光源的表現方面，精細度是越來越好。為了能夠實際表現出高精細度，各家廠商也推出專為高精度列印機所使用的樹脂，更準確的成型、減少過曝等可能導致列印尺寸偏差的問題產生。同時工程、運動、牙科領域也分別發展出其獨特的性能。



圖 1：與 Aptiv 合作開發中的連接器蓋



圖 2：與 Riddell 合作設計 Diamond 的頭盔

### 成型速度提升

在光固化成型速度的發展上，Carbon 3D 曾在 TED 演講中推出了其專有的 CLIP，Continuous Liquid Interface Production，連續液面生產技術。我們知道對於光源由下朝上照射成型的技術而言，皆需令列印物件沉浸於充滿樹脂的槽中，光將透過樹脂槽底的膜，使夾在其與成型物件之間的樹脂凝固成型。在此期間，凝固的樹脂不可避免的與槽底薄膜產生黏結力，為了防止物件損壞，這使得光固化技術中有大量的時間耗費脫膜中。CLIP 技術利用氧氣抑制自由基生長的原理，使用透氧薄膜成功抑制樹脂聚合，使得列印過程中物件與槽底之間形成未固化的死區，緩解黏著力對物件成型面所帶來的拉拔障礙而大幅縮短了列印的週期，學術界也參考這項技術持續進行抑制拉拔力的研究。

近年設備基本架構發展已趨於穩定，朝向列印精度與材料功能上發展之餘也積極拓展合作機會，將光固化的應用逐漸引入人們的生活之中。

### 合作應用領域

#### 汽車領域

與福特汽車合作中，一家全球技術公司 Aptiv 負責為福特 Super Duty 卡車設計和生產拖車牽引連接器蓋，以保護電氣連接器免受惡劣環境的影響。拖車牽引連接器帽需要滿足汽車行業的標準工程和質量要求——特別是 USCAR-2 和 ISO 9000 認證以保證電線連接器免受外部元件的影響，並在 105 攝氏度時保持密封，成功達成認證並縮短產品生產週期的 50%。

#### 運動、消費性領域

除了在總部建立一系列 DLS™ 生產工廠與 adidas 品牌一同顛覆運動鞋產業外，也和 Riddell 合作在場上運動服護具上的設計、工程和製造方面取得開創性的成果，訂製合身的尺寸搭配可吸收衝擊的晶格結構，以發揮最先進的保護和性能。

#### 牙科領域

不僅用於早期的鑄造模型，光固化樹脂已被用於製造義齒、牙齦護罩等，根據 Dental Labs 在 2020 年的 NADL 3D 列印調查中，評估了 3D 列印機的使用率、與競爭品牌與設備的每日平均列印時數。Carbon 已

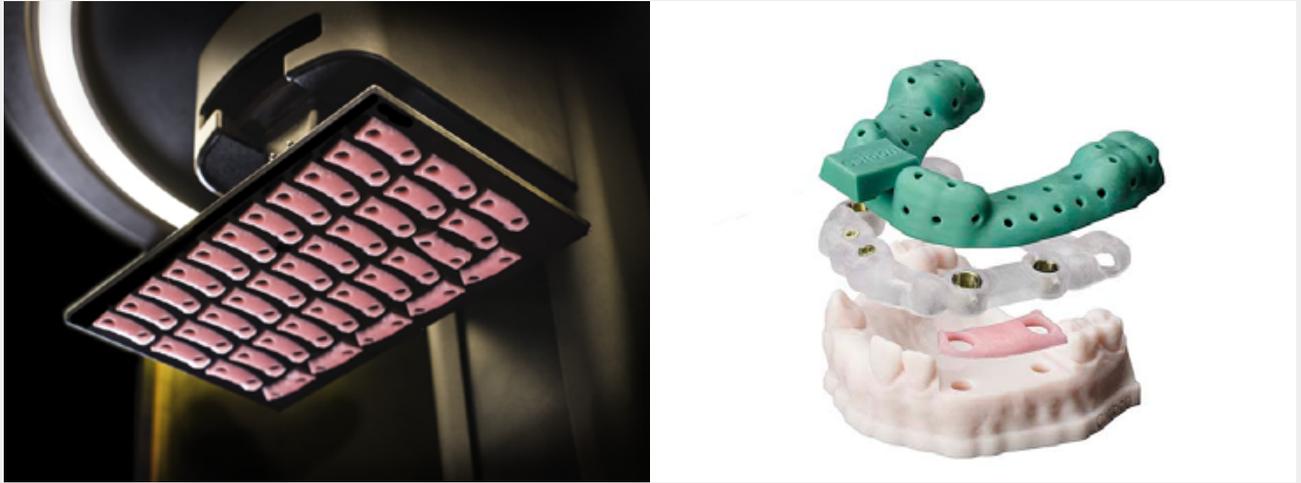


圖 3：DREVE FOTODENT® 牙齦及完整組件

連續兩年在淨推薦值、最受歡迎、最可靠、最高每日平均列印時數中等項目中被評測為第一。■

#### 參考資料

- [1].部分內容參考自 <https://www.carbon3d.com/>
- [2].文章首圖引自 <https://www.carbon3d.com/resources/dls-101/value-of-subscription-for-3d-printer/>
- [3].圖 1 引自 <https://www.carbon3d.com/resources/case-study/serial-products-in-16-weeks-an-aptiv-fast-radius-success-story/>
- [4].圖 2 引自 <https://www.carbon3d.com/resources/case-study/case-study-how-oechsler-went-from-design-to-serial-production-of-riddell-helmet-liners-in-100-days/>
- [5].圖 3、圖 4 引自 <https://www.carbon3d.com/materials/fotodent-gingiva/>

# 一站串聯智慧製造全環節



智慧物流 冷鏈科技



機器人 自動化



智慧模具



3D列印



預先登錄參觀

## Intelligent Asia

亞洲工業4.0暨智慧製造系列展

12.15-18, 2021 台北南港展覽館 1&2館 盛大展出

廣告編號 2021-Q4-A01



## 東台積層製造解決方案於疫情時代之應用及趨勢

■東台精機 / 林柏志 副理

### 前言

2020年以來，新冠肺炎 (Covid-19) 突然來襲，為防止疫情擴散，各國實施嚴格防疫規定，企業配合政府訂立相關防疫措施，希望減緩病毒傳播速度；儘管祭出嚴格手段，病毒傳播速度仍超出預期，感染民眾越來越多，醫療量能逐漸耗盡，生醫產業面臨嚴峻的挑戰。正因如此，意外地加速高科技及數位化技術發展，多數企業因疫情產線閒置，轉而投入使用 3D 列印生產醫療配件，並透過網路將設計資料分享至全世界。

### 數位智造軟實力，3D 列印醫療配件助防疫

數位智造浪潮下，藉由 3D 列印、數位化工具透過網路、社群協作等方式，快速迭代產品設計開發。東台集團深厚的研發能量，投入研發多項與金屬有關之 3D 列印技術之設備，包含：粉床式雷射熔融、雷射能量沉積、砂模膠合，並推出 AMP、AMH、AMS 三系列設備。AMP 系列設備開發係基於粉床式雷射熔融技術，採用雷射的高精準掃描，確保列印出來的產品

具有良好準確度。疫情期間，感染新冠肺炎之重症患者使用之呼吸器零件嚴重短缺，有義大利工程師正是透過該技術來製造呼吸器閥門救助患者，在廠商無法及時供應情況下，可謂是及時雨緩解燃眉之急。另外，東台集團內歐洲子公司 PCI 也利用 3D 列印技術製造口罩鬆緊調整器與醫療面罩之框架，於疫情期間幫助歐洲抗疫第一線醫療人員保護自身健康。

### 3D 列印秀潛力，客製化醫療器材成趨勢

3D 列印有所見即所得之特色，不受產品形狀或結構的約束，使得設計不再需要向製造妥協，任何天馬行空的設計都有被實現的可能，激發人們重新思考產品設計。近幾年，隨著技術精進、設備價格愈來愈經濟實惠，大幅降低了入門門檻，應用領域更加多元，尤其在航太、汽車和生醫產業應用也逐年增加，以金屬 3D 列印來製造更輕量且強度更好的零件為最大優勢。這次疫情造成突如其來的醫材需求缺口，恰好運用 3D 列印快速原型及彈性製造等優勢彌補，也加速推動醫



圖 1：東台子公司 PCI 以 3D 列印技術助醫療人員保護健康

材產業對 3D 列印技術的應用。

目前 3D 列印醫材應用範圍有 4 類：「手術導引器具」、「術前模擬用模型」、「矯正用輔具」及「植入物」，前兩者已應用於臨床上；醫療輔具也隨著 3D 列印技術進步而蓬勃發展；植入物則因必須長期存在於人體中，需要驗證其對人體安全性，有別於傳統的加工方式，骨科植入物剛性太強造成應力遮蔽效應，容易增加再次手術的機率，3D 列印則可為個體差異上提供客製化方案，根據病患身體數據訂製設計並製造相應仿生結構，既擁有好的結構強度、表面特性又能適合骨細胞增生加速癒合，在未來骨科植入物市場佔重要地位。美國 FDA 目前核准醫材產品大部分亦為骨科植入物及牙科類產品，使用之材料也受到嚴格把關，以鈦合金、純鈦及鈷鉻合金這類生物相容性佳之合金居多，採用之 3D 列印技術則多為粉床式雷射熔融技術，東台的 AMP 系列設備正是基於此技術發展，也已經於相關骨科植入物上驗證製造可行性，使用之材料也與 FDA 所認證相符。

### 總結

3D 列印發展數十年，截至今日已是相當成熟的技術，

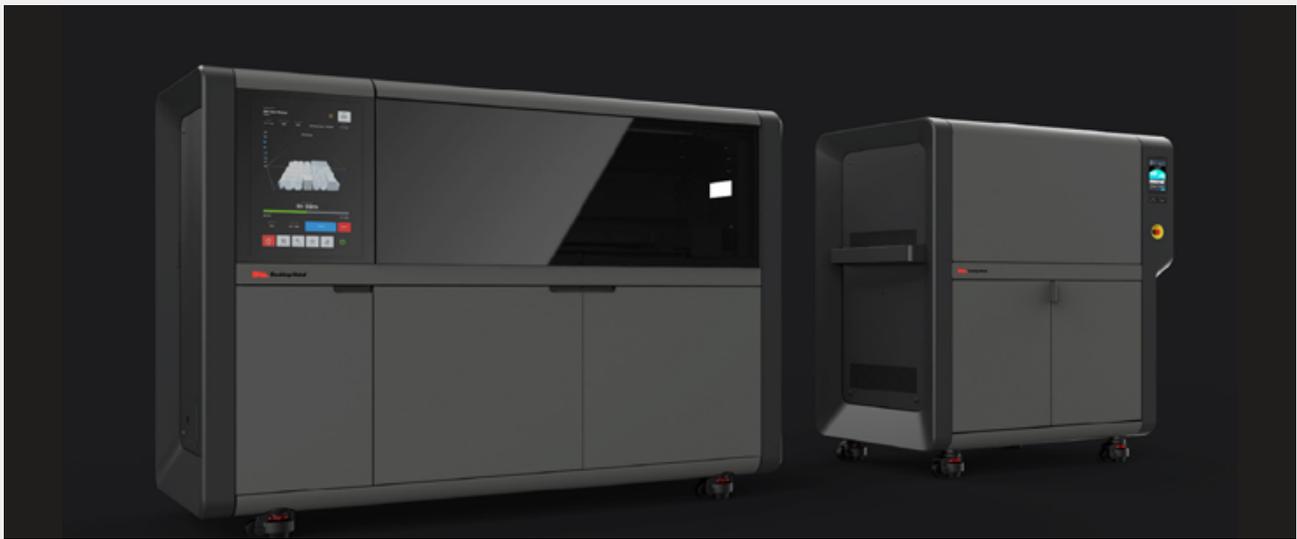


圖 2：AMP 系列設備，左為 AMP-160；右為 AMP-250



圖 3：3D 列印醫材應用，左為髌白元件；右為人工關節

也一直是未來數位化醫療趨勢內不可或缺的一塊，礙於相關法令制定緩慢、從業人員對其了解不足及每一例產品客製化差異性難以控管，植入物應用 3D 列印的發展速度一直不如預期。但是隨著外國通過臨床實驗之案例逐漸增加，一再印證客製化 3D 列印確實能良好相容於患者構造，也促使法規制定逐漸加快腳步，使其不再是遙不可及的目標。未來將有更多成功案例運用 3D 列印於臨床上協助醫師解決問題，結合大數據及 AI 技術達到精準醫療，增進人民福祉並帶動技術持續精進、提升產業附加價值。■



## 為什麼金屬 3D 列印要使用 Binder Jetting 金屬粉末黏著劑噴射系統？

■昱站國際

### 前言

藉由積層製造進行最終用途零件的大規模生產、大量客製化具有無須模治具製造的優勢，Shop System 和 Production System 有望啟動製造業的革命，Desktop Metal 稱之為積層製造 Additive Manufacturing 2.0。

### 生產速度

這兩個系統的關鍵核心都是黏著劑噴射技術，此技術使得積層製造能夠透過提供多項優勢來與傳統的生產製程方式相互競爭——其中最主要的優勢是此製程的速度。

由於它們的噴頭技術類似於噴墨型列表機（與數百萬臺家用列表機裡的噴頭形式相同）噴頭的構造，因此黏著劑噴射 3D 列印機生產零件的速度比雷射粉末床熔合系統還要快上約 100 倍。

黏著劑噴射系統的製造速度使得其製造成本可以與鑄

造和鍛造等傳統生產方式來有效比較，但這只是眾多優勢之一。

### 零件複雜性

如其它傳統 3D 列印系統所擁有的優勢，黏著劑噴射系統也提供了以下優勢，從設計幾何複雜的零件（包括內部特徵和水路流道）到進行衍生式設計，以及組裝件整合等。

正是以上這些特點和黏著劑噴射系統提供的生產速度，讓大家得以看到也期待積層製造 2.0 的潛力。

### 零件精細度

除了能快速和製造複雜形狀的零件外，黏著劑噴射系統還能製作出擁有極佳精細度的零件。

Shop System 的原始解析度為 1600 dpi，是市面上解析度最高的 Single Pass 黏著劑噴射系統，每秒可產



圖 1：電剪刀片

出多達 6.7 億滴的黏著劑。這種精細度可輕易的製作出如圖 1 的電剪刀片，通常要以傳統製程方式製作出如此精細的零件需要非常昂貴的模治具。

同時，Production System 將 1600 dpi 解析度和小至 50  $\mu\text{m}$  的層高設定與獨特的單向 Single Pass 噴射系統相結合，該系統可快速地利用噴頭每次來回建構零件。如圖 2 顯示的手錶錶冠，一次可列印 1200 個，單件成本僅約 1.06 美金。

### 免模具

與其它 3D 列印的方法一樣，黏著劑噴射系統無須仰賴使用模具便能輕易的進行客製化生產。

與其它方法不同的是，黏著劑噴射系統還可以進行批量生產，這意味著製造商可以一次列印許多不同版本的零件，最終能有效的降低零件製作成本。

### 簡易的後處理

另一個黏著劑噴射系統的優勢是列印完成後的後處理製程。對於許多雷射燒結的系統，列印完後的第一步通常是耗時數小時的後處理，加工移除掉焊接在列印構建板上的支撐結構。



圖 2：手錶錶冠

相較之下，黏著劑噴射成型的零件是由列印槽中的鬆散粉末進行支撐的，無需進行耗時的支撐移除後處理。少了支撐結構還允許我們一次列印製作更多的零件，如圖 3 中 Shop System 的例子，將生產的零件數量最大化，最終有助於降低每個零件的製作成本。

### 堅固的零件

由黏著劑噴射系統製作出的零件最重要的特徵之一是零件都是各向同性的，意思是零件的所有方向都有著相同的堅固性。

對於 3D 列印零件來說，結果並非總是如此。因為它們是逐層構建列印出的，所以有些零部件的結構（取決於列印方法）在一個方向上可能比另一個方向更強。為了彌補這種差異，工程師必須考量零件列印的方向，以確保機械應力對於結構較弱的軸向的影響力降到最低。

相比之下，黏著劑噴射零件從燒結爐取出後能達到完全緻密，機械性能達到甚至超過 MIM 產出的零件。這種優勢使設計人員和工程師能夠以最適合其需求的方式設計和列印零件。

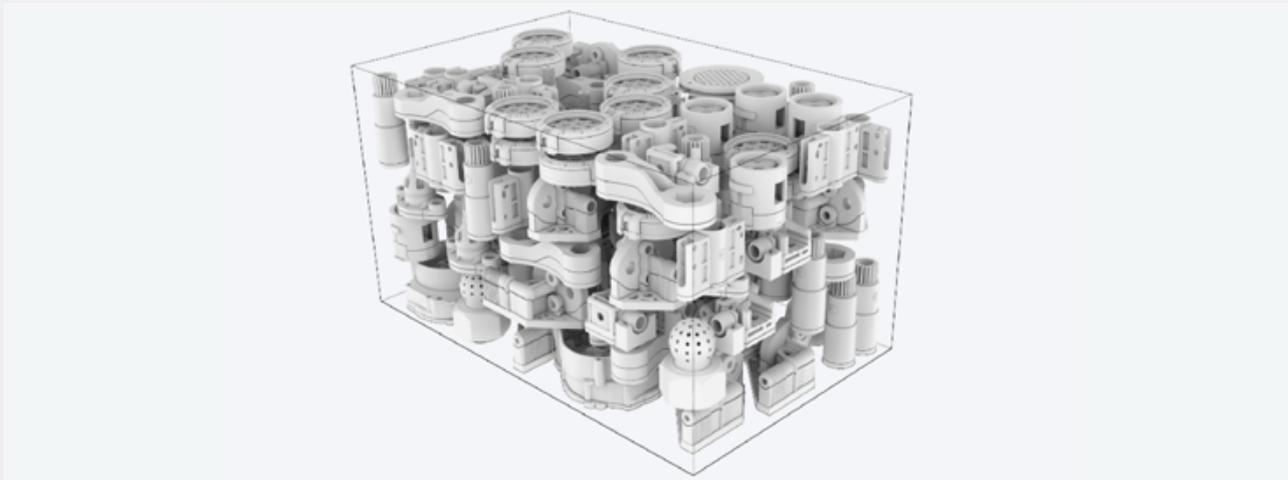


圖 3：批量快速生產



圖 4：大量生產金屬 3D 列印系統產線

### 具吸引力的成本結構

黏著劑噴射系統的製程也改變了整體成本的佔比，佔傳統製造最大的成本占比是人力和材料成本。相較之下，黏著劑噴射系統使用的材料較便宜，但設備成本較高，尤其是除粉相關的設備和所需的人力成本。

由於黏著劑噴射系統生產速度更快，產能更高，因此製造商能夠快速地將設備成本攤銷於產量中。在人力成本方面，隨著自動化技術的不斷發展，成本將會降得更低。

### 結論

透過投資黏著劑噴射系統，製造商最終可以預期看到從最初節省的材料成本以及生產效率和速度到最終人力成本的降低。

然而，黏著劑噴射系統的影響力似乎不只是在製造端而已。此系統是推動積層製造 2.0 茁壯的關鍵技術，目前正處於顛覆傳產製造業的邊緣，它將很快的改變我們日常使用很多產品的製造方式。■

欲知更多詳細資訊，請洽 [sales@brusat.tech](mailto:sales@brusat.tech)



# 台灣3D列印暨 積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and  
Additive Manufacturing Show

Dec 15 (Wed.) ▶ 18 (Sat.), 2021

台北南港展覽館二館 Taipei Nangang Exhibition Center, Hall 2

化想像，為可能 *Print Your Imagination*

## 展出項目 / Exhibit Profile



積層製造設備暨零組件  
Additive Manufacturing Equipment



醫療及生物列印  
Medical and Biological Application



應用軟體與相關系統  
3D Software & System



3D掃描及周邊服務  
3D Scanning and Services



積層製造耗材  
3D Printing Components & Supplies

## 參展報名 / Contact Sales

展昭國際企業股份有限公司 Chan Chao International Co., Ltd.

TEL: 02-26596000 Fax: 02-26597000

林鈺婷小姐 Ms. Ivy Lin #192 / 楊于德先生 Mr. Harry Yang #107

show@chanchao.com.tw



官方網站

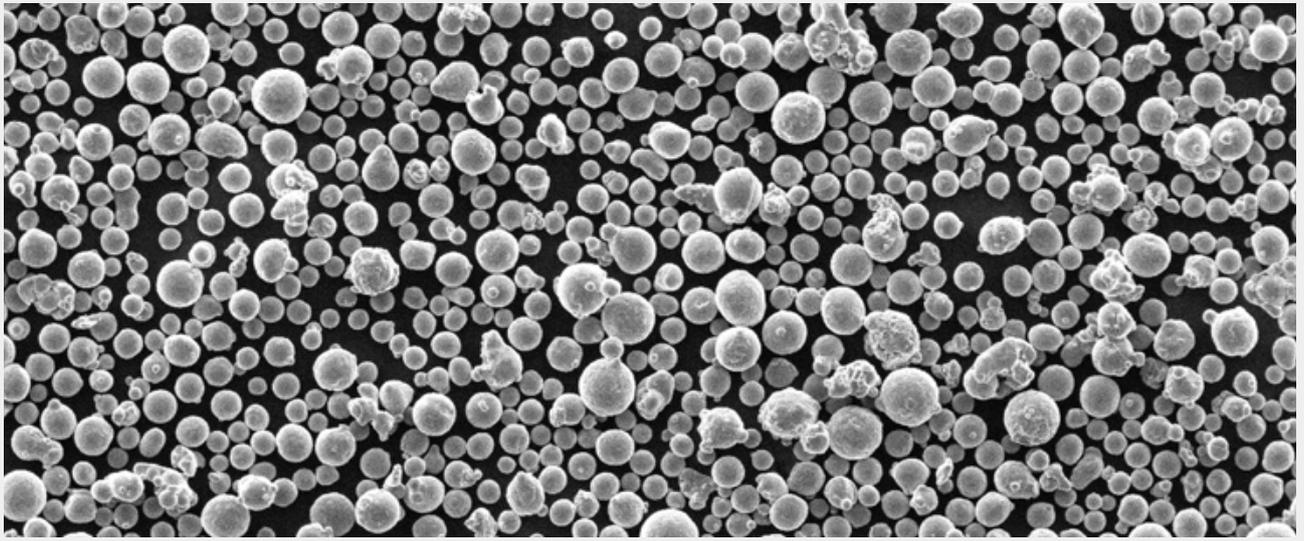


參觀登錄

主辦單位 Organizer :

三維列印協會 台灣區模具工業同業公會 展昭國際企業股份有限公司

廣告編號 2021-Q4-A02



## 跳脫框架，具耐高溫強度與耐腐蝕鋁鎳銅合金的問世

■圓融金屬粉末 / 賴冠良 業務副理

### 前言

近幾年在歐、美地區，金屬列印國際市場的需求日漸普及，儼然已成為新型態的工業製造選擇，甚至許多的應用產品早已使用多年。衍伸而來的是在合金粉末材料性能的追求與日俱增。許多國際廠商更以材料合金設計做為主要營業項目，只求滿足高端工業產品的使用需求。本次的 2021 台灣 3D 列印暨積層製造設備展中，圓融公司將帶來自主研發的專利鋁合金粉末材料，讓各位讀者們能在第一時間認識到從未見過的高性能鋁合金材料。

### 關於圓融的歷程

圓融金屬粉末公司專職於高品質球型金屬粉末的生產製造，專門供應在積層製造產業上使用。圓融的技術團隊透過專利核心氣體霧化技術來打造出獨一無二的氣噴金屬霧化設備，使金屬粉末可媲美國際金屬粉末製造大廠。

圓融公司成立於 2016 年，該年度圓融正式向國立成功大學簽訂技術轉移案，透過承襲航太系 - 王覺寬教授的專業球化製粉技術，以及母公司欽揚科技與安集科技的能量注入，圓融正式投入生產高品質球型金屬粉末。

### 鋁合金粉末材料的專家

引不諱言，優異的列印品質，源自絕佳的粉末特性，藉由航太品質管理系統 AS9100D 認證，圓融公司在每一個生產與檢驗的環節都為客戶進行完整的把關，讓客戶深感安心。

身為一家新創小型企業，必須要走出自己獨樹一格的道路。當時國際上，最熱門也最普遍的應用當屬不鏽鋼粉末，各國大型粉末製造商與貿易商，紛紛快速投入資源在此領域。我們如何透過有限的資源與國際大廠競爭呢？答案是，我們有精實研發基礎與獨到的前瞻觀點。



圖 1：圓融公司自行設計之氣霧化合金粉末量產設備

經過多次的研討，確信往後的趨勢必然會走向輕量化。換言之，積層製造相較既有的減法製程在輕量化的設計上，儼然往前跨了一大步，而下一步，則在於材料的選用了。

鋁合金密度相對不鏽鋼金屬僅有三分之一，對環保法規越來越嚴格的全球汽車市場而言，輕量化代表著減少碳排放，對電動車市場輕量化大大提升了車輛的續航力。考量電動車輛的電池模組扣件以及冷氣散熱鋁歧管，除了需要輕量化及耐高溫強度之外，特別是電池電解液（氫氟酸）洩漏會腐蝕扣件，以及冷媒液流通的歧管都需要具備抗腐蝕能力，因此高耐熱性能、耐腐蝕鋁合金無疑是個極具吸引力的關鍵材料。

### 走向客製化鋁合金設計的道路

創立後的第一位客戶，是透過國際展覽認識的新加坡國立研究單位，當時他們研究的是 6000 系列與 7000 系列鋁合金如何在選擇性雷射熔融製程 (Selective Laser Melting) 中，避免熱裂 (Heat Crack) 的產生。我們透過熔煉鋁合金過程中添加稀土元素，與控制合金元素形成穩定金屬間化合物 (intermetallic compound) 等，生產出符合客戶期待的母合金粉末。

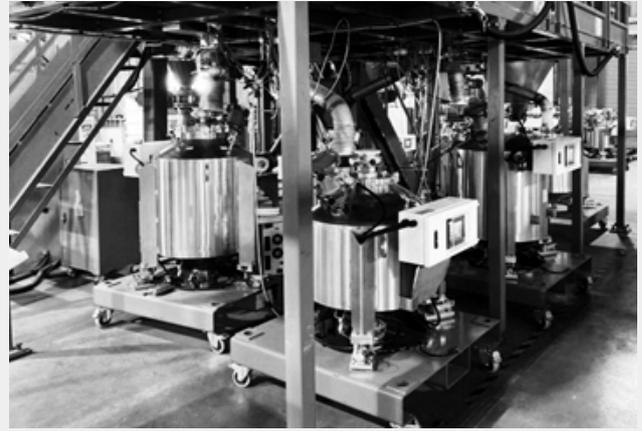


圖 2：粉末的製造流程皆在惰性氣體與濕度及氧含量控制環境下與外界隔離，確保粉末品質

藉由這次的經驗，也開啟了圓融在客製化鋁合金粉末上的專業度與實力，也使得國際知名的材料廠商找上門，希望藉由合作，成為其亞洲的生產基地。

### 追求更具競爭力的鋁合金材料

眼前國際上知名的鋁鎂鈦、鋁鈦鈦等高強度材料，均是圓融生產製造材料選項。但鑒於這些高強度鋁合金一來在生產層面需要支付原廠高比例的智財權利金、二來身為創新者追求更卓越的材料機械性能，圓融於 2020 年取得高強度耐熱鋁鎳銅合金臺灣發明專利，並協同國立成功大學 - 材料系洪飛義教授合作，分析積層製造後鋁鎳銅合金的材料特性、顯微組織、熱處理條件與機械性能驗證等等，其研究成果刊載於國際高點數期刊：合金與化合物雜誌 (Journal of Alloys and Compounds)。圓融公司專屬的鋁鎳銅合金，不屬於任何商用牌號，值得注意的是，該合金的高溫強度表現，堪稱世界第一。

### 結語

除了有系統建立鋁鎳銅合金高溫及腐蝕機制之外，為符合實際車輛行進振動的負荷，也建立積層製造鋁鎳銅合金的疲勞壽命，目前公司研發實績可提供車輛載



圖 3：鋁鎳銅粉末實際進行選擇性雷射燒熔列印驗證



圖 4：鋁鎳銅成品進行均質化處理，金相微結構組織變化

	抗拉強度(MPa)	降伏強度(MPa)	延展性(%)	硬度(HRF)
選擇性雷射熔融後 (未經任何後處理)	725	578	3.1	104
均質軟化後 (延性提升)	550	380	10.1	95
300°C高溫條件	336	321	4.8	N/A

表 1：鋁鎳銅合金，透過選擇性雷射燒熔製成標準測試件後機械強度分析

具應用參考，亦可導入全鋁車架的設計平臺，並逐步邁向軍工產業。

此外，為了拓展鋁鎳銅合金粉末的應用，圓融公司與成功大學及粉末冶金大廠再次締造紀錄，突破數十年來鋁合金粉末冶金的製程門檻，建立高性能鋁合金的燒結暨熱處理應用技術。圓融公司多元高階經營的量能，不單獲得大家的肯定，也讓全世界看見臺灣。

本次展會中，圓融公司也將帶來其他如鈦合金可供應用於航太與生醫領域等材料，以及銅合金等具備高導電與高導熱之特性材料。除鋁合金粉產品外，我們也力求滿足不同領域客戶的應用需求，期盼臺灣有更多

業者能共同學習與交流。展覽期間，歡迎各位讀者至 S718 展位共同探討更多鋁鎳銅合金的應用可能性。■



3D data courtesy of Vizua Heart of Bernard Werber

## HP Multi Jet Fusion 工業3D高速列印解決方案

打造高品質零件的同時，達到生產效率和成本的最佳化

- 滿足最終零件應用需求
- 大幅縮短新產品上市週期
- 最大化設備上線率和批量生產
- 高達 80% 的剩餘粉末重複利用率
- 無須支撐，適合結構複雜之零件生產
- 實現創新設計的無限可能性



Part sample printed with HP 3D High Reusable PA 11.  
Data courtesy of Sigma Ingegneria



Headrest printed with HP JF 5200 3D and  
BASF Ultrasint™ TPU01. Automotive.



Sunglasses printed with HP JF 4200 3D and  
HP 3D HR PA 12 - Data courtesy of Breezm.  
Final part - customized. Consumer Goods.

總代理



上奇科技

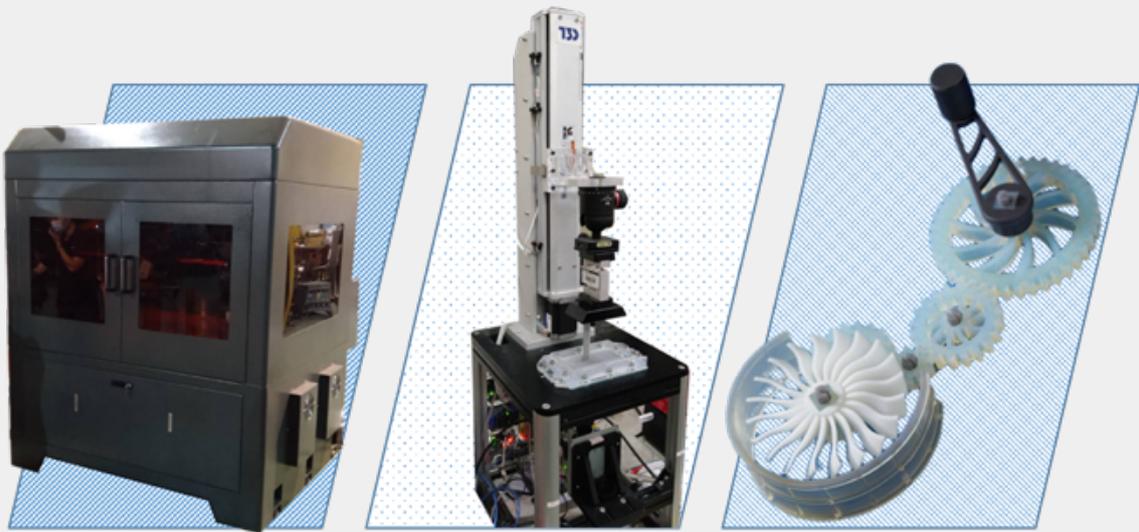
業務代表 方聖中 0917-199-601

台北市內湖區瑞光路76巷33號3F [www.grandtech.com.tw](http://www.grandtech.com.tw)

TEL : 02-8792-3001 FAX : 02-8792-3002



廣告編號 2021-Q4-A03



## 高速 3D 列印中心——進軍批量化的高速光固化技術

■臺灣科技大學 高速 3D 列印中心

### 前言

積層製造產業在疫情時代的催化下加速導向工業化量產需求，其自由的造型可塑性，從醫療器材的呼吸器、面罩架、鼻咽拭子或醫用轉接器等，皆可見 3D 列印的相關應用，其中更以鼻咽拭子最具代表性，透過符合 FDA 安規之列印用材料可於 2 小時內列印 400 支拭子，提供龐大的市場需求。在此次台灣積層製造設備大展本中心與 T3D 台科三維公司合作，首次展示因應工業需求而開發的三種高速生產技術：「液晶式大面積光固化列印技術」、「極低分離力薄膜」與「高速成型光敏樹脂」。以提供積層製造的量產解決方案，大幅提升生產效率。

### 液晶式大面積光固化列印技術

光固化 3D 列印技術發展初期，列印面積均不大，多以珠寶鑄造模具或者齒科模具等較小型的列印物為列印對象。隨著積層製造技術的發展，各式 3D 列印機廠商逐漸開始以更大的列印面積為機臺發展方向。可

列印面積的放大在積層製造技術中有兩項主要優點：

- **可列印尺寸更大的單一零件**：使得 3D 列印的零件比起以往的牙模、戒指等小型物品，可以轉為列印大型設計家具或是機械大型部件等零件。
- **提高單位時間，小零件的列印生產量**：更大的成型面積，可以使得單位時間內列印出更多的相同零件，達到量產的目的。

但增加列印面積，不論是 SLA，DLP 或者是 LCD 形式的光固化 3D 列印機都具有一定的技術挑戰存在。目前市售較常見的大型光固化 3D 列印機，依照成型方式大概分為以下三種：

- **SLA 光 固 化**：335X200X300mm，Formlabs (Form3L) 大尺寸光固化 3D 列印機；
- **DLP 光 固 化**：255X235X190mm，揚明光學 (MIICRAFT) Advance 255；
- **LCD 光 固 化**：200X125X200mm，Phrozen Sonic XL 4k 2022。

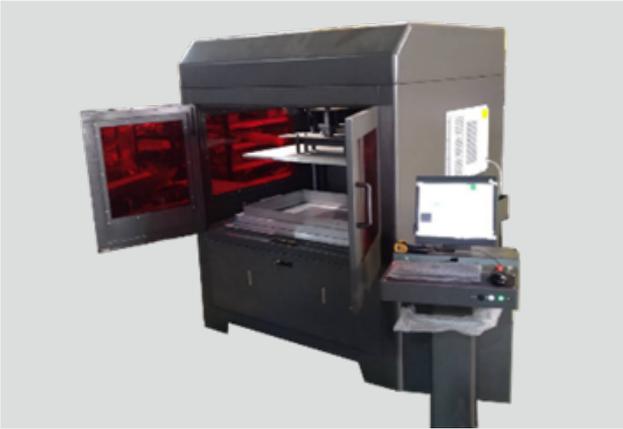


圖 1：台科大 32 吋可見光光固化商業機

但不論是哪種 3D 列印機，最大的成型長度也很難超過 400mm。目前高速列印中心成功開發 31.5 吋的超大型 LCD 光固化 3D 列印機，擁有 689.4X392.85X500mm 的成型空間，約為 Form3L 的 6 倍成型體積，4 倍的成型底面積。以鞋模為例，可以列印最大 39 隻 42 碼的鞋底模具。以此看來大面積的 3D 列印可以大幅加快單次列印的生產量，是光固化 3D 列印的發展重點之一。

### 極低分離力薄膜

臺灣有許多廠商投入下照式光固化技術，其中也有廠商對於超高速這項技術投入研發，而臺灣的研發單位對於高速下照式光固化列印技術亦給予正向的肯定，認為這項技術將有望成為全球推動「工業 4.0」及「智慧機械」的重要技術之一。

下照式光固化技術在積層製造中有著最佳的列印精細度，然而現行設備在提高生產率上仍面臨挑戰，提高生產率最顯著的方法就是提升列印速度，但速度的提升總受限於列印層脫離樹脂槽底的拉應力問題，因此現今還是大多應用於小面積尺寸的客製化列印。

發展高速下照式光固化技術，不僅能達到大量客製



圖 2：滿版列印固化鞋模

化，讓使用者能快速拿到成品，也能隨時因應市場變化達到降低庫存，不論是用在產品原型的製造或者是在模具的生產，都能大幅縮減時間，也等於成本的降低，達成生產中各方面的效率提升。

為解決下照式光固化列印之拉應力問題，達成高速下照式光固化技術，本中心研發製作了超疏滑薄膜改善拉應力的產生，藉著低表面能薄膜降低硬化光敏材料的黏附，並由穩定劑維持低表面能的結構，完成低表面能薄膜達到超疏水與疏油界面，並可達成網狀物件的連續穩定列印，能達到每分鐘 1.5 公分的列印速度。

### 高速成型光敏樹脂

為降低 LCD 面板在光固化列印時的損耗，我們開發了可見光 3D 列印機及適配的可見光樹脂。該樹脂具有低黏度、低氣味、固化快速等特點，與我們的可見光 3D 列印機同時使用時，精度可媲美紫外線光源的 3D 列印機，解決了一般可見光 3D 列印機普遍精細度不佳的缺點。同時因流動性佳，可進行大面積 3D 列印而不會因回流問題而需要過長的列印時間。此外，該樹脂於室內自然光下仍有一定程度的穩定性，因此無需於完全無光的環境下操作，僅需稍暗的環境即可。

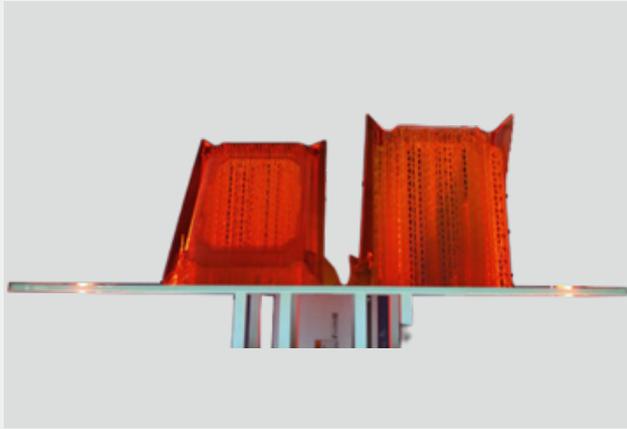


圖 3：大面積列印電腦機殼

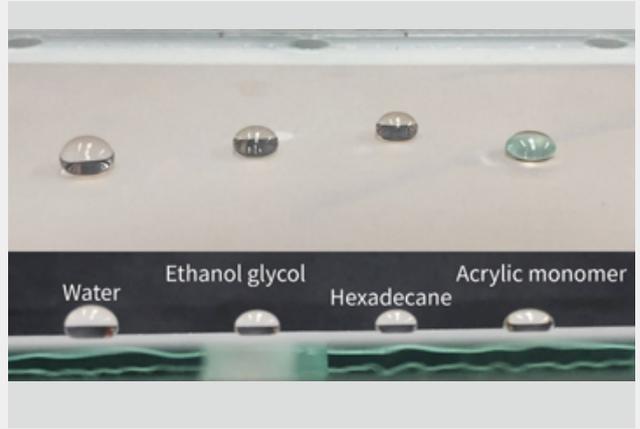


圖 4：超疏水及低分離力薄膜

另外，我們也開發了紫外光源 3D 列印機的高速樹脂，該樹脂同樣具有低黏度、低氣味、固化快速等特點，於  $1\text{mW}/\text{cm}^2$  的紫外線光源下便可達到每小時 7-10 公分的列印高度。該樹脂固化後可與離型膜快速分離，同時因流動性極佳，可有效縮短成型平臺移動以及等待樹脂回流的時間，每 100 微米的固化時間也僅需 2 秒左右，使得整體列印時間大幅縮短，增加每單位時間的產量。此樹脂可用於常見的 LCD 3D 列印機臺，無需使用特殊機臺。

### 結語

本文僅介紹部份的技術內容，歡迎有興趣的讀者於展會期間前來做進一步的了解，未來我們將繼續整合以上三種高速列印技術，以期能於產業中實際的應用，讓生產過程能確實的達成客製化數位製造與適量製造，降低供應鏈的囤貨壓力，也間接降低生產成本。

■

**TAIMOLD**  
2021

# 台北國際 模具暨智慧成型 設備展

Taipei Int'l Smart Mold &  
Die Industry Fair

Dec 15 (Wed.) ▶ 18 (Sat.), 2021

台北南港展覽館二館 Taipei Nangang Exhibition Center, Hall 2

**智慧轉型 未來成型**  
Smart Molding Shape The Future of Industry



參觀登錄

## 展覽項目 / Exhibit Profile

-  **塑橡膠及金屬模具**  
Plastic, Rubber and Metal Mold
-  **模具加工設備**  
Molding Machine & Processing Equipment
-  **模具檢測及設計**  
Mold Test & Design (CAD/CAM/CAE)
-  **刀夾具及測量工具**  
Milling Cutter, Fixture and Measuring Instrument
-  **材料暨處理技術**  
Mold Making Materials & Technology
-  **周邊設備配備暨零組件**  
Peripheral Equipment and Components

## 同期展出 / Concurrent with

### 電動車模組化供應鏈主題館 | 電馭未來 Pavilion of Modular Supply Chain of Electric Vehicle

本次以整車智造為發想，凝聚國內外頂尖供應鏈業者，共同打造「電動車×智慧製造」的指標平台，駕馭電動車產業未來的無限可能！

### Intelligent Asia | 一站串聯智慧製造全環節

An one-stop exhibition including all production process of smart manufacturing

從產品初期開發設計、快速打樣所使用的3D列印，到投入大量生產前開發模具的智慧成型技術，再以自動化與機器人串聯整廠設備及整合系統，最後由物流與冷鏈科技完成產品製造的最後一哩路。



廣告編號 2021-Q4-A04



# 台灣3D列印暨積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and Additive Manufacturing Show

2021/12/15 三 — 12/18 六 09:30 AM~05:00 PM  
最後一日04:00PM結束

台北南港展覽館 二館 4樓 攤位S908  
台北市南港區經貿二路2號

官網申請免費入場



## 不只有 3D 列印，全方位技術最前線！

■三帝瑪有限公司 行銷團隊

### 前言

2021 台灣 3D 列印暨積層製造設備展即將於 12 月盛大舉行，今年我們將帶給您更多豐富的技術設備，其中包含 Ultimaker 3D 列印機、Matterport 環景掃描器、Snapmaker 三合一 3D 列印機、光纖金屬打標機、Peel 3d 掃描器、FLUX 雷射雕刻機……等多樣機器。在本篇文章中，我們會挑選將於展會中展出的技術設備進行介紹。

### 阿里山賓館山林美景，360 度全景線上訂房！

臺灣嘉義的「阿里山賓館」，是全臺海拔最高的度假飯店，主要由「百年歷史館」、「現代館」兩棟高樓建築組成，房型有豪華、歐式、和洋式、總統級……等種類可供選擇；透過 Matterport 環景掃描，旅客實際抵達飯店前，便可直接在線上以 360 度全景虛擬實境進房參觀，挑選想要入住的房型。

### 實境互動，現場訂房

客製化的「Mattertags 標記點功能」，飯店業者可依

照各房型設定，使用者在參觀環景掃描空間時，選定想入住的房間後，點選標記點即可直接前往飯店官網訂房；透過 Matterport 環景 3D 掃描，體驗創新、有趣互動的訂房模式，同時大幅提升宣傳效益！

### 高樓分層顯示

阿里山賓館最高有 9 層樓，在 Matterport 環景掃描空間中，可以遠景模式或是俯視角度來瀏覽空間，可以單選一層空間顯示，選擇指定樓層時，其他樓層會顯示半透明，樓層之間不會互相擋住，可以清楚看見每樓層的空間配置。

### 蔡司鏡片光學製造，量「機」訂做超精準

引領全球的光學製造商「蔡司鏡片 ZEISS」，遍布領域從微晶片、半導體、眼科、牙科……等產業，多年來更是生產各種工業用的光學顯微鏡，非常講究儀器的精度，誤差值只容許控制在百分之一毫米以內。

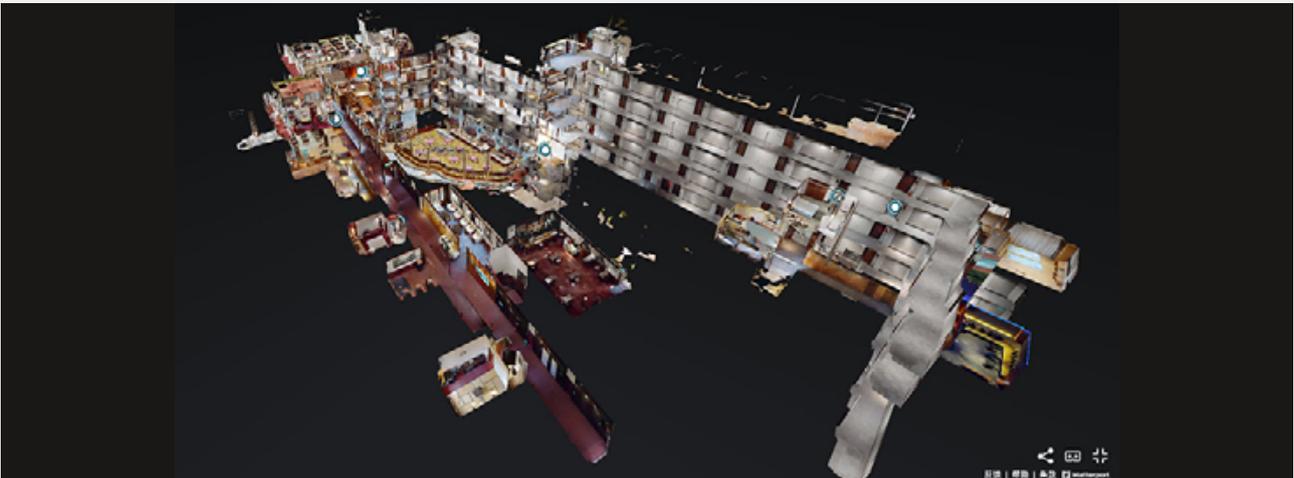


圖 1：Matterport 環景空間可以 360 度遠景模式，清楚看到所有樓層的空間規劃

### 複製生產、穩定統一

蔡司生產的每臺機器都會經過光學對準、測量，並且需要使用支架和調節螺絲進行對齊，而每臺設備的結構不同、需要的對齊方式也都不一樣；為了確保每款設備對應的零件都能準確對齊，蔡司企業曾嘗試動用大量員工來手動作業，但他們也發現這樣的製作方式，不管是成品效果、時間與人力等成本，都不是長久之計。

「手動方式調整儀器的效果很不穩定，我們嘗試了很多方式，最後透過 3D 列印技術，得到最有效的方法。」運營經理·約翰 (Johannes Grimm) 興奮的說。

### 量「機」訂做客製化

3D 列印各式功能性的工具，除了可以精準對齊每臺設備的零件，也能確保光線會沿著正確的方向準確的傳播、感測；滿足了所有客戶的要求，與其說是為客戶客製化，不如說是為每個設備量「機」訂做！

### 節省成本超乎想像

自從有了 3D 列印的各種工具，不但簡化安裝設備的流程、節省大量成本的同時也方便客戶使用；透過使

用 3D 列印對齊工具，客戶只需要鎖上幾顆螺絲，就能簡單的更換重要的零件，將零件完美的對準。

### Peel 3D 全彩掃描器：精度再飆高，魔獸霸氣崛起！

Peel 2 CAD-S 3D 掃描器是款內建有彩色掃描系統、附有功能齊全的專用軟體，不僅可以直接掃描出物件的原色，且不需裝外掛配備白光光源；簡單搭配 360°轉盤，自由旋轉捕捉最精細的細節。

使用 Peel 3d 手持式 3D 掃描「魔獸世界－杜洛坦」複雜的細節，3D 列印模型尺寸高達 29 x 21 x 22cm，只花 20 分鐘就可完整捕捉，全彩精細掃描，一鍵操作超簡單；3D 掃描會影響光照結果的物件，例如：黑色布料、透明玻璃、金屬反光……等，可搭配 AESUB Orange 3D 掃描噴粉，顯像劑會自動消失免清潔。

### Wisely 金屬雷射打標，精美花紋旋轉雕！

Wisely 光纖雷射打標機，採用 JPT LP 高品質雷射光源，可以在大多數金屬和塑料上進行黑白打標，或是在不鏽鋼、鈦等金屬上進行彩色打標；適用材料從金、銀、銅、不鏽鋼、鋁等各種金屬材料甚至非金屬材料，



圖 2：蔡司團隊測量每臺機器上的角度，並使用 Ultimaker 3D 列印機製作對齊工具、光學轉接板固定工具；使用的 3D 列印線材選擇從各種塑料、尼龍、碳纖維到金屬，種類非常豐富

是臺全能型的金屬雷射雕刻機。

適合製作的物件種類從電路板、電機齒輪、精密設備、各式刀具、汽車零配件等工業用品，到鑰匙圈、拉鍊、……等生活用品，雷射打標的應用範圍非常廣泛。

### 花瓣巧克力甜點，無限複製小量生產

國際甜點師·庫里 (Philip Houry) 是倫敦 Harrods 百貨公司的御用糕點廚師，將創新技術帶入烹飪廚房，使用 Mayku 全新的 Multiplier 真空壓力成型技術，設計一款經典的巧克力花朵甜點，並在初步設計完造型後，快速完成小量生產。

搭配專用的真空成型材料片，設定機器開始加熱，加熱到一定的溫度時，注塑片會因受熱開始軟化下垂，此時只要將把手下壓開始真空塑型，每 5 分鐘就能製作一個客製化模具，並且只需再重複放入真空成型材料片，就能無限複製造型完全相同的花瓣模具。

傳統客製化模具會需要 8-12 週前製準備，生產一個模具平均需要 37,000 元的成本費用；使用真空成型技

術製作甜點模具，不須外包且可以使用最低成本、最短時間內，測試任何設計想法，以傳統外包訂製模具來說，基本上需要 12 週的時間，這次以庫理的應用實例來看，在 48 小時內即可將創意變成成品。

### 結語

文章中所介紹的內容僅是此次展示內容的冰山一角，我們將在展會中展示更多豐富的技術設備，邀請您前來共襄盛舉，期待與您在展覽會場上相見，一起碰撞科技新火花！有興趣參加本次展會的讀者，可掃描下方 QR 碼，連結至三帝瑪官網了解入場資訊。■



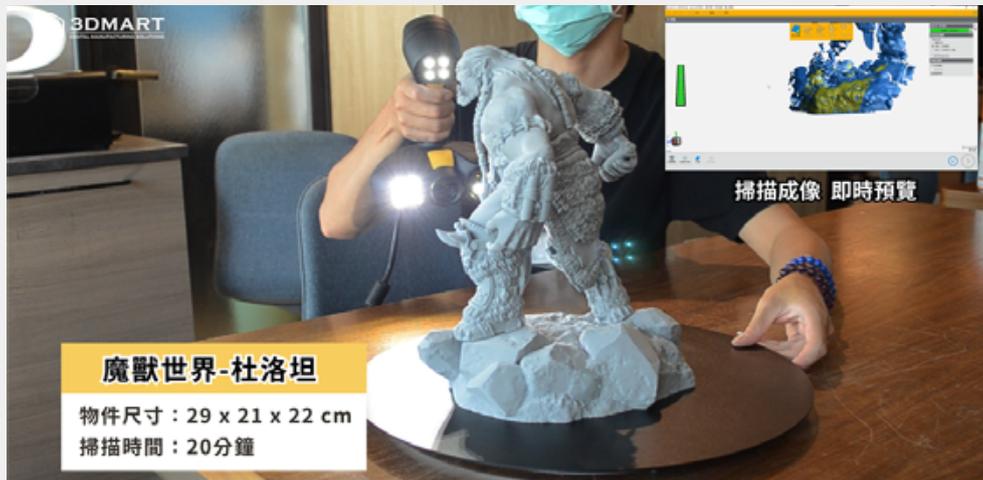


圖 3：Peel 3D 掃描器體積小巧、方便攜帶，適合掃描各種大小的物件，節省使用者的作業時間

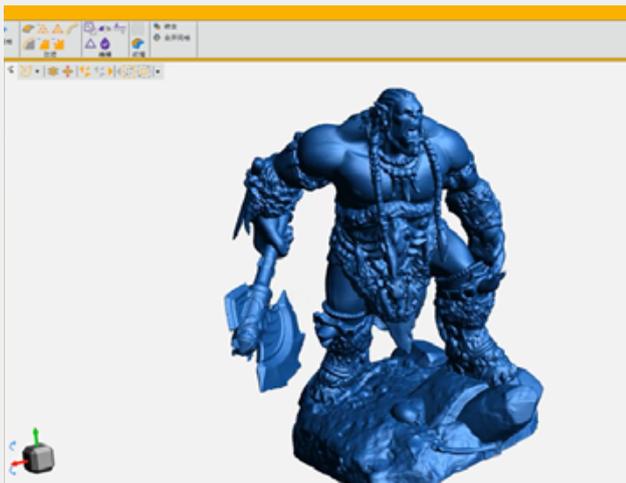


圖 4：完成 3D 掃描的魔獸模型，殺傷力霸氣還原



圖 5：使用不鏽鋼圓柱進行金屬雷射雕刻



圖 6：使用 3D 列印機製作花瓣模型，再以真空機製作模具



圖 7：Multiplier 桌上型壓力成型機有兩倍吸力、成型尺寸



## Formlabs SLS 3D 列印機 Fuse 1，為您帶來數位製造新風貌

■台灣天馬科技 / 徐品蓁 行銷企劃

### 前言

隨著 3D 列印技術發展成熟，應用領域也愈發多元，像是工業、醫療、教育、珠寶等，都能見到 3D 列印的蹤跡。台灣天馬科技致力於提供最專業的 3D 列印設備及最完善的售後服務，是國際知名品牌 Formlabs 在台的獨家代理商，也因應開發人員及教育單位的不同需求，提供 3D 列印全方位服務，滿足客戶需求。

今年台灣天馬將於 2021 台灣 3D 列印暨積層製造設備展中展出 Formlabs 最新機款「尼龍燒結技術 3D 列印機 -Fuse 1」，以下將為各位讀者介紹 Fuse 1 的特色及應用。

### Formlabs 最新 SLS 3D 列印機 Fuse 1 亮麗登場

Formlabs 於今年推出首臺選擇性雷射燒結 (Selective Laser Sintering, SLS) 3D 列印機 Fuse 1 及粉末回收系統 Fuse Sift，使用尼龍粉末燒結技術，搭載高轉換效

率的「摻鏡光纖雷射」與專利研發技術「表面盔甲技術」(Surface Armor)，讓用戶獲得更穩定的列印品質與更堅固的物件表面。

尼龍粉末燒結技術是一種將粉末鋪平，持續加熱至 200 度後，以雷射光燒結層層堆疊列印的技術。此技術以未燒結的尼龍粉末作為物件支撐，故擁有無需生長支撐材的優勢，且適合列印活動式物件如護具、卡扣、及晶格結構……等複雜設計。

Formlabs 一直以來對於人體健康與環境保護都十分重視，Fuse 1 在運轉時，通過國家室內空氣品質標準，其中包含甲醛、TVOC、PM2.5、及 PM10……等揮發性有機物測試，列印中不會產生有害氣體。另外，也配有完善的粉末回收系統，除了能將舊粉末過濾後重複使用，還可自動化混合新舊粉、自行選擇刷新比例，減去繁雜的手動混合程序，不僅環保不浪費，更能以最低耗損帶來最高產值。



圖 1：Fuse 1 與粉末回收系統 Fuse Sift 組合是 Formlabs 今年推出的最新機種

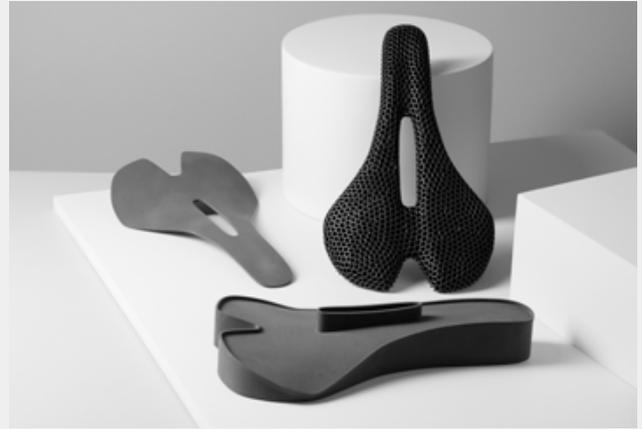


圖 2：Fuse 1 可列印複雜設計物件，且兼具高韌性、高耐力及耐高溫的物件特質

### 低成本、高質量 Fuse 1 利於客製生產

美國義肢製造商 Partial Hand Solutions 致力於為不同年齡層製造客製、舒適的義肢。工作初期，創始人馬修·米克斯 (Matthew Mikosz) 為了增加義肢的尺寸與功能性，他會將射出模具工作外包給廠商。但外包物件一次僅能提供五種尺寸，且需兩週時間才能取件，種種限制無法即時滿足患者需求。

因此隨著技術發展，馬修開始嘗試各種 3D 列印技術，包括光固化 (Stereolithography Apparatus, SLA)、熱熔堆積 (Fused Deposition Modeling, FDM)……等，最終透過 SLS 3D 列印機 Fuse 1，搭配粉末回收系統 Fuse Sift 的組合，為客製化義肢開發了新的可能性。

目前馬修已經能夠以 Fuse 1 取代他的射出模具外包工作，其中最核心的兩項優勢，是其高效的工作流程，以及產製的高質量零件為企業生產卓越的客製產品。在製作零件時，馬修首先將檔案放入切片軟體 PreForm 中做準備，將 Fuse 1 準備好後便可開始列印，最終透過 Fuse Sift 進行後處理以及後續組裝。整個過程馬修只需一臺 Fuse 1 列印機就可獨自一人在短時間內製作出高品質的物件，他表示：「為一個完整

的列印過程等待兩天，遠勝於我用數星期來等待射出模具外包工作。」

根據馬修的說法，Fuse 1 尼龍粉末燒結物件有四個主要優點：低材料成本、高設計自由度、高生產與回收量、經過驗證的最終用途材料。例如，在義肢裝配設計上，馬修就以尼龍燒結技術取代碳纖維，如此一來不但能以更經濟實惠的方式製作物件，又能維持插槽的質量與功能，為患者需求進行調整客製。

馬修曾為一個 10 歲男童設計兒童用的肘部和肩膀，其中配備的滑輪和棘輪也透過 Fuse 1 尼龍粉末列印而成。馬修表示，搭配 Fuse Sift 使用可以輕易將隙縫中的剩餘粉末清除，「我喜歡 Fuse 1 跟 Fuse Sift 這個組合，總體而言，我給它滿分。」

### 高效率列印體驗 效果媲美射出模具技術

尼龍燒結這項可與傳統製造工藝媲美的機械性射出模具技術，深受工業與研發部門的喜愛。Tessy Plastic 是一家美國的塑膠產品製造公司，服務於醫療、製藥、消費品工業，Tessy Plastic 團隊配備各種技術的 3D 列印機，而今年他們添購 SLS 3D 列印機 Fuse 1 以解



圖 3：Fuse 1 協助美國義肢製造商 Partial Hand Solutions 高效生產高品質的客製化義肢

決 SLA、聚合物噴射 (Polyjet) 和 FDM 技術所不能及。

Tessy Plastic 的研究與開發工程師布萊恩·安德森 (Brian Anderson) 表示，過去在原型製作時，若客戶中途提出調整需求，工廠就必須製造新的模具，導致零件生產時間延遲。但布萊恩有次以 Fuse 1 列印一組新的滑輪系統取代新模具的運作，使用三週後，該滑輪的外觀與功能仍運作順利、完好如初，「列印出的滑輪系統內側有非常精緻的齒條，可以很牢固的從核心支撐住模具。」爾後，Fuse 1 為 Tessy Plastics 列印多個快速週轉的零件作為最終用途物件，不延誤物件生產時間。

對 Tessy Plastic 而言，Fuse 1 協助進行產品開發和功能性物件，並減少生產的停機時間。後續 Tessy Plastic 也透過 Fuse 1 列印了風扇護罩、扭力扳手、機械手臂末端工具等物件，布萊恩表示：「Fuse 1 的列印成本相較於我們其他 3D 列印機是最低的價格，這項投資非常值得。」

### 結語

Formlabs SLS 3D 列印機 Fuse 1 以及 Fuse Sift 粉末

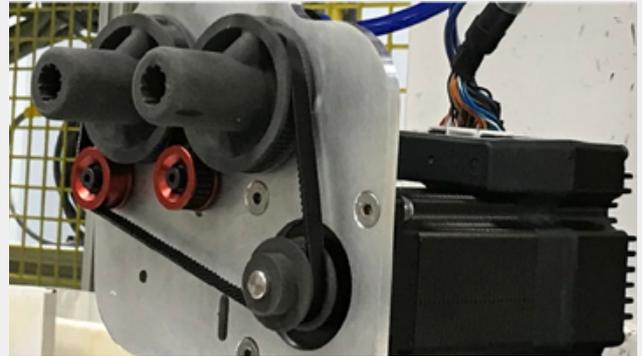


圖 4：透過 Fuse 1 列印的滑輪系統外觀功能與射出模具成品相同，製程卻大幅減少

回收系統，專為研發者設計，讓您全心投入設計，輕鬆參與設計到生產即用的製程。Fuse 1 實現高性能且經濟實惠的 SLS 3D 列印機，無論是產品開發、原型製作、工具製造又或是醫療設備製作，Fuse 1 都能解決您的問題。若想了解更多，歡迎在 2021 台灣 3D 列印暨積層製造設備展期間至台灣天馬科技股份有限公司攤位洽詢，或至官網參考，將有專人為您服務。■

設計

開發

生產

保養維修

## 應用情形



## 服務方案

★方案設備規格如下。

用電監測設備



雲端監測平台



場域佈建安裝

## 設備規格

★若有其他需求可另行報價。

型號	規格	數量	備註
CM00-00 (電池式)	0.3A~50A (線徑10mm)	18	6台主要運轉設備 (6台×三相)
CM04-01 (充電式)	3A~350A (線徑35mm)	3	工廠總用電監測
GW06-00	BLE轉wifi 2.4G	4	與RP+GW08規格擇一 ★數量依場域實際通訊狀況調整
RP01-01 (搭配GW08) GW08 (搭配RP01)	BLE轉Sub-1G Sub-1G轉wifi 2.4G	4 (各2)	與GW06規格擇一 ★數量依場域實際通訊狀況調整

廣告編號 2021-Q4-A05

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可



服務據點  
台北·蘇州·東莞·曼谷  
☎ +886-2-8258-9155

規劃中據點  
台中·台南·寧波·廈門·印尼·馬來西亞·菲律賓·越南  
✉ info@minnotec.com



型創科技顧問股份有限公司  
Molding innovation technology Co., Ltd

🌐 www.minnotec.com





## 引領複合 3D 列印的製造業新未來—— Markforged X7

■實威國際 設備工程部 / 蔡秉勳

### 前言

在 3D 列印領域裡的 FDM，通常都是使用便宜且低強度的 PLA、ABS 等等材料，只能做產品的打樣。而 Markforged 可以列印出連續的碳纖維增強零件，強度與機械加工鋁一樣強，並且可以實際使用，能夠以新的方式將複合材料整合利用到工作流程中。列印零件可以廣泛用來作為工具和夾具，如機械手臂末端的固定夾具……等。（圖 1）

在本篇文章中，筆者要為各位讀者介紹的是即將於這次 2021 台灣 3D 列印暨積層製造設備展中進行實機展示的「Markforged X7」。

### Markforged X7 連續纖維增強技術，創造高強度工業應用

Markforged 使用了連續碳纖維作為素材，這是 X7 機型的真正優勢所在，可以利用列印出來的碳纖維零件代替傳統的金屬零件，因為可以實現和金屬般的強

度。另外還可以使用連續長絲製造 (CFF) 技術把材料鑲嵌在熱塑性的塑膠裡面，在列印時透過擠出的熱塑性塑膠內的第二個噴頭鋪設連續的高強度纖維（例如碳纖維、玻璃纖維或 Kevlar），增強纖維構成列印件的主體，產生堅固和耐用的效果。（圖 2）

### 使用碳纖維材料的優勢

Markforged 發現短碳纖維含量合適時，短碳纖維填充線材可有極高的表面平整度。短碳纖維填充線材通常由重量分佈均勻的 5% 至 35% 的碳纖維粉組成。這些纖維粉屬於短纖，是從纖維束中磨碎或切碎而來，尺寸範圍從直徑 5-10 微米到長度 50-250 微米。在使用短碳纖維填充線材列印時，材料擠出過程的流動性一致，使材料在印刷方向上整齊且平均，而這也意味著抗拉強度和抗彎強度的提高。主要好處分別為下列三項。

- **邊緣增加強度 / 剛性**：直接轉化為更強更硬的零件；
- **熱穩定性提高**：碳纖維具有熱膨脹係數低的特性，可以幫助減少在印刷過程中翹曲。此外，也有助於

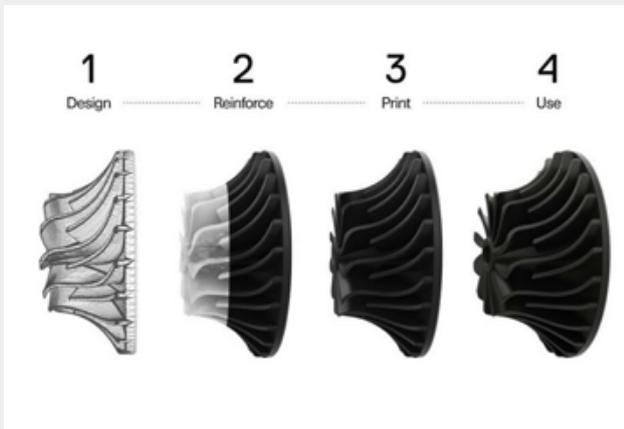


圖 1：Markforged 列印的流程

列印部分在熱環境中抵抗變形；

- **更大的列印零件精度：**在機械和熱穩定的特性，將增加碳纖維填充部件，比其未填充的對應物具備更佳尺寸精度。（圖 3）

### Onyx 材料與雙噴頭列印的方法

作為一種新型高強度碳纖維混合尼龍材料，它將尼龍的堅韌性和耐用性與符合材料的尺寸穩定性和高強度相結合，能在複合式列印時具有高強度、韌性和耐化學性。（圖 4）

Markforged 所開發的碳纖維雙噴機，利用尼龍與短碳纖維材料的混合使列印物件大幅增強。這樣的混合材料同時彌補了尼龍硬度不足與碳纖維過脆且韌性不足的問題，以雙噴頭的技術生產出高強度的複合材料，而這種混合列印方式，利用如碳纖維或高硬度材料包覆尼龍材料一來可以減少列印成本，二來兩種材料的優缺點補償，此種應用主要可以用在實際量產物件與高強度需求物件。

### 3D 列印黑科技的 Eiger 雲端列印管理——Markforged Blacksmith

Blacksmith 提供一些功能，可以增強自動化製造過



圖 2：可使用的多樣性材料選擇

程。這些功能包括：

- **印表機校準：**通過雷射測微儀掃描 OEM 認證的工件以實現校準，從而實現印表機的一致性和掃描精度。
- **列印並掃描零件：**Eiger 專利智慧掃描演算法創建一個集成的掃描路徑和資料點雲。
- **分析資料：**Blacksmith 將在列印的過程中測得的點雲與設計檔進行比較，生成零件的詳細誤差並覆蓋在初始的 stl 上。
- **生成報告：**Eiger 通過誤差分析以及使用者設定的公差極限，比較同一零件的不同列印品，並總結列印品質。（圖 5）

### Markforged: Hangar One Avionics 成功案例分享

團隊需要為 Cessna 飛機製造一個中控臺，位於飛行員和副駕駛座位之間的部件。該團隊沒有採用較慢且昂貴的傳統加工，而是使用了 Markforged。

結果，他們不僅在創紀錄的時間內列印了控制臺，還增加了更多的配件，包括兩個杯架、一個飛行員按鍵的控制板、控制手把、USB 充電器和緊急開關。控制臺及其附加功能是使用 Onyx FR 列印的，Onyx FR 是

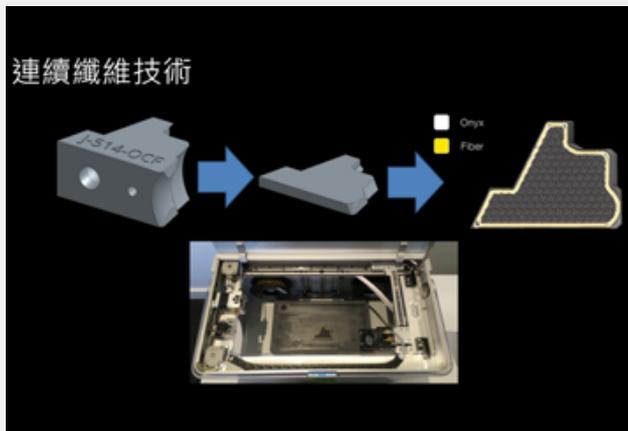


圖 3：連續纖維技術流程圖與實體圖

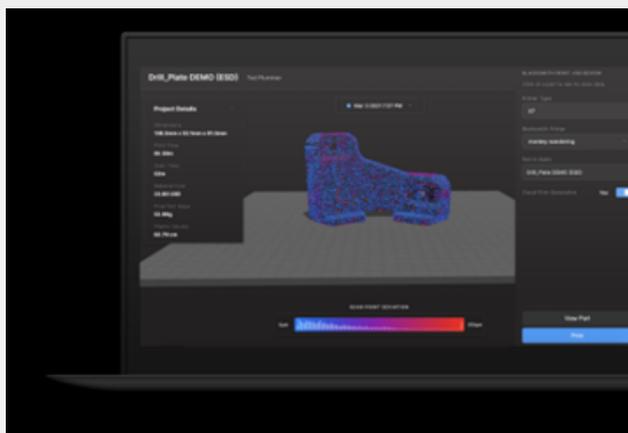


圖 5：Blacksmith 簡易操作卻具備強大功能的平臺

一種經過認證的 UL 94V-0 級阻燃尼龍混和短碳纖維 3D 列印材料。該團隊選擇採用 3D 列印而不是傳統方法，大幅縮短了機械加工的時間。（圖 6）

## 結語

X7 是 Markforged 最先進的工業複合 3D 列印機，具有第三代纖維增強系統，使用 Markforged 的全系列複合基礎材料和連續纖維進行列印。機器能在幾小時內而不是幾週內就可拿到工業級零件，使工程師和設計師從根本上改善生產過程。

此外，也配置了精密加工的硬體、先進的感測器和獨特的軟體驅動，具有業界領先的準確性和可靠性。目

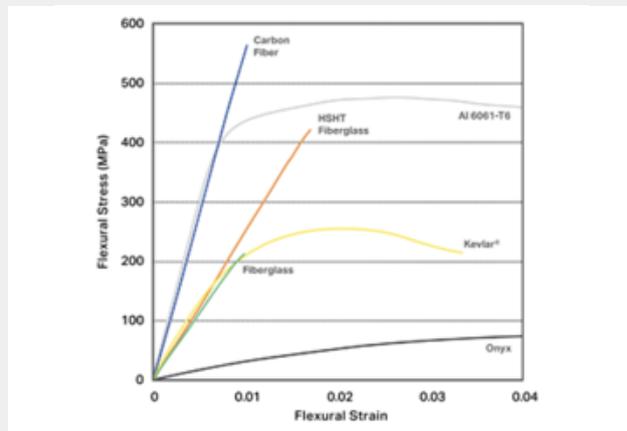


圖 4：Markforged 各種材料與鋁的應力 - 應變曲線



圖 6：於航空領域設備實際應用

前，只有 Markforged 工業 3D 列印機可提供微米級的雷射掃描以進行閉環校準，能夠可靠地製造具有 50 $\mu$ m 且表面光潔的零件。

除了本文中所介紹的 Markforged X7，在本次的台灣 3D 列印暨積層製造設備展中，我們也將展出如多樣化的 3D 列印成品、3D Systems 列印機、3D 掃描設備 ScanTech、Artec 與 UR 機械手臂……等精彩技術內容。非常歡迎有興趣的讀者前來實威國際的攤位參觀，現場感受碳纖維 3D 列印成品的強度。■

設計

開發

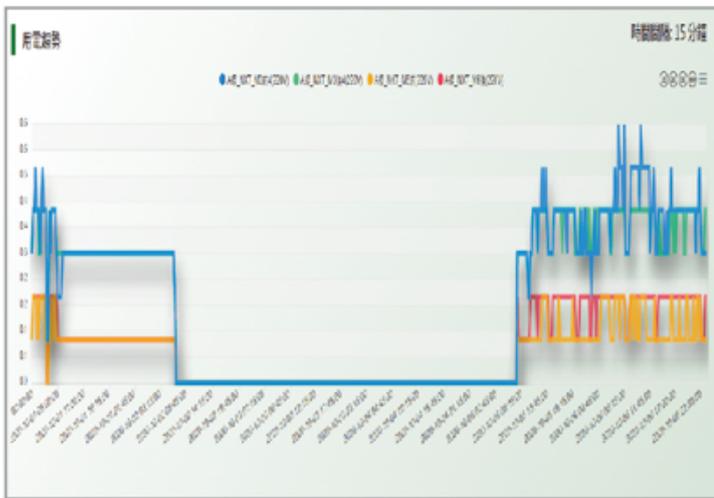
生產

保養維修

## 電力可視化, 能耗全掌握

ACMT輔導計劃節能管理方案  
(總電+6台設備)

限量10名 推廣方案 **15萬**



### 功能

即時監控與管理 數據整合與分析

### 優勢

無線安裝免停機 電池可自動回充  
 雲端平台新服務 跨設備整合資料

工廠電力



【即時監測】

【節能管理】

機台設備



【異常警告】

【保修管理】

企業經營



【數據分析】

【綠色經濟】

廣告編號 2021-Q4-A06

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可

展綠科技  
3egreenserver

服務據點  
台北·蘇州·東莞·曼谷  
☎ +886-2-8258-9155

規劃中據點  
台中·台南·寧波·廈門·印尼·馬來西亞·菲律賓·越南  
✉ info@minnotec.com

mit  
minnotec

型創科技顧問股份有限公司  
Molding innovation technology Co., Ltd

🌐 www.minnotec.com





# 訂閱SMART MOLDING MAGAZINE

## 掌握每月最新射出成型產業技術報導

SMART MOLDING MAGAZINE每月定期提供最新產業訊息、科技新知，並規劃先進技術專題報導。讓您輕鬆掌握每月最新射出成型產業技術報導，且同時享有多種會員專屬優惠。



更多資訊請掃QRCode進入會員專區