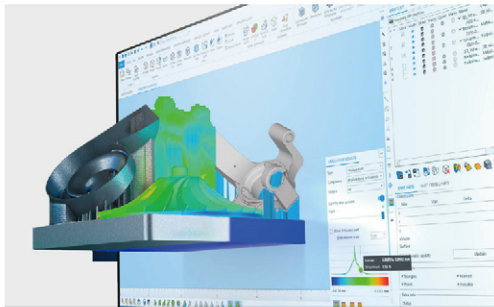
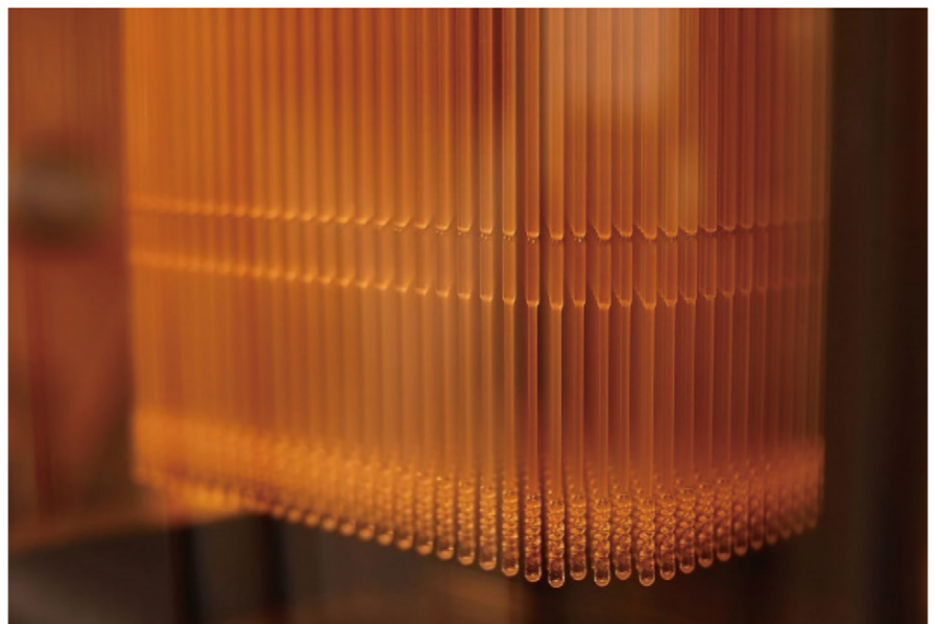
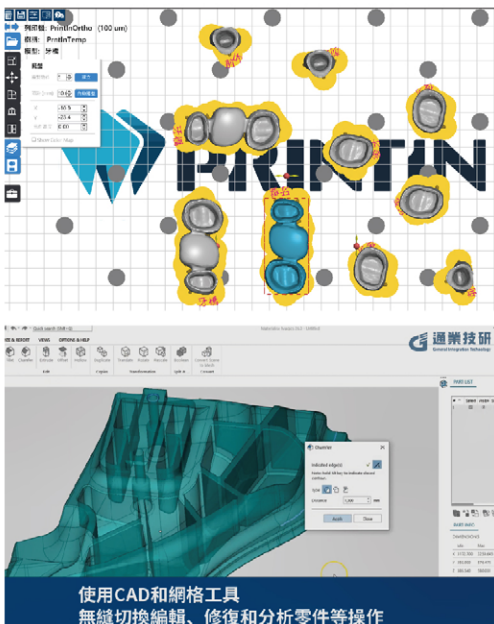


### 【3D列印前置處理與後處理技術應用】



主編：鄭正元 特聘教授 (臺灣科技大學)

- 利用牙科客製化智慧切層軟體解決繁瑣的前處理流程
- Materialise Magics邁向一體化設計
- AMT:HP 3D列印的後處理
- Postprocess 光固化零件後處理



## 3D列印前處理技術篇 | 3D列印後處理技術篇



因應積層製造系統的轉變，不論是透過前端切層建模優化，或是物件完成列印後的修整與均質處理，如何充分發揮結構與材料性能以有效率的滿足成品可應用性亦是當前發展的重點。而各式前處理演算與後處方法正發展的同時，更為人性化的操作設計也將簡化產品從概念到終端應用所需經歷的旅程。

本期雜誌以3D列印前置處理與後處理技術應用為主軸，邀請專家學者一同分享產學研與海內外對於3D列印前後處理的技術資訊。

### 從功能型射出機，邁向智慧型射出機

SMB智慧機上盒/塑膠製品業**第一名**

**9**件專利認證



聯網化

- ✓ 連結【機台數據】
- ✓ 全面提高工廠數據即時性與正確率

可視化

- ✓ 解析【關鍵數據】
- ✓ 提高生產效率

透明化

- ✓ 精煉【核心數據】
- ✓ 降低管理成本
- ✓ 簡化生產流程

#### 生產管理 (機台聯網)



- 模具管理
- 原料管理
- 機台管理
- 生產排程
- 維護保養
- 行動報工
- 效率分析

#### 製程管理 (數據管理)



- 設備聯網
- 成型條件
- 實際數據
- 能源管理
- 製程管制
- 成型履歷
- 預測指標

#### 品質管理



- 線上監測
- 模內壓力
- 視覺辨識
- 深度學習
- 人工智慧
- 設備標定
- 成型優化

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

mit 型創科技顧問股份有限公司  
minnotec MOLDING INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

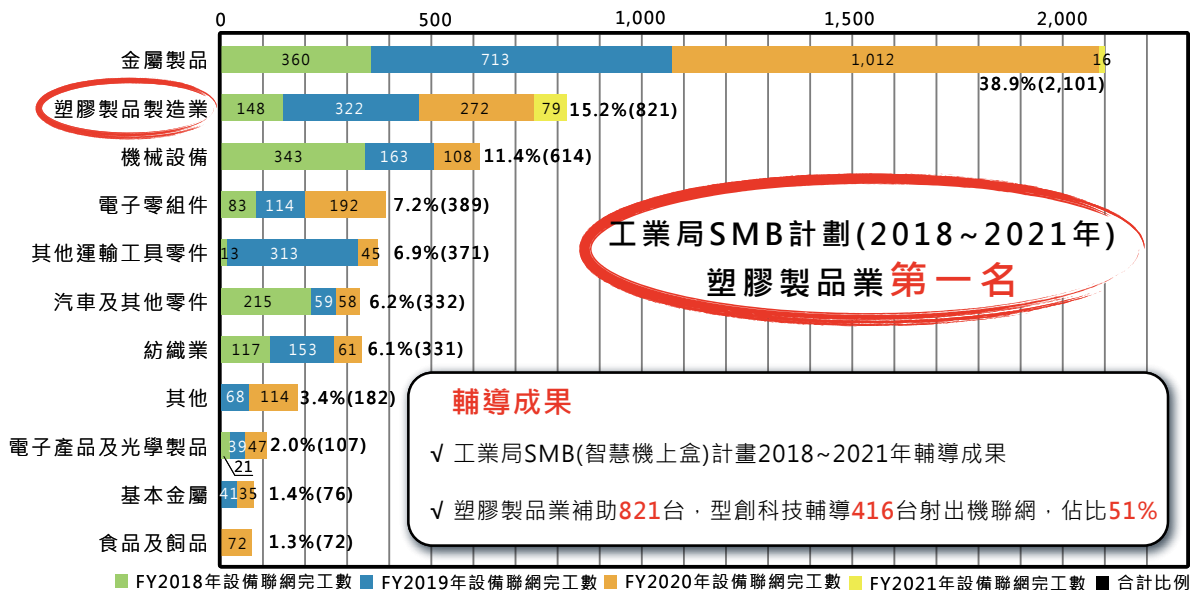
台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/iom



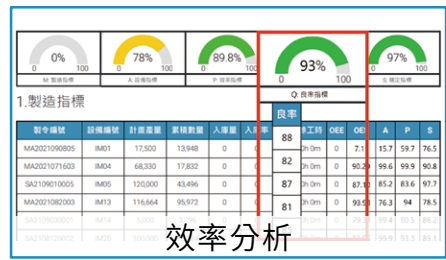
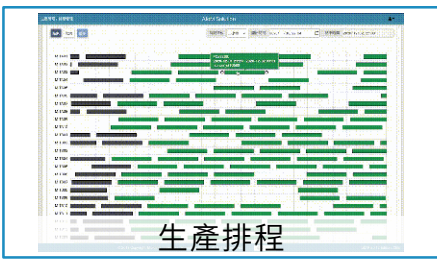
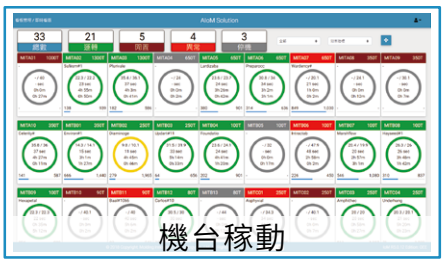


**工業局SMB計劃(2018~2021年)**  
**塑膠製品業第一名**

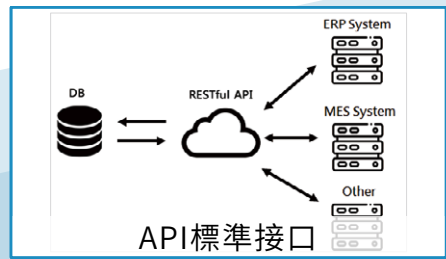
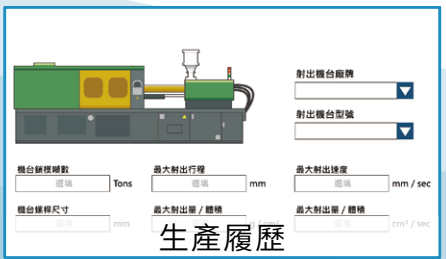
**輔導成果**  
 ✓ 工業局SMB(智慧機上盒)計畫2018~2021年輔導成果  
 ✓ 塑膠製品業補助821台·型創科技輔導416台射出機聯網·佔比51%

■ FY2018年設備聯網完工數 ■ FY2019年設備聯網完工數 ■ FY2020年設備聯網完工數 ■ FY2021年設備聯網完工數 ■ 合計比例  
資料來源:智慧機械推動辦公室

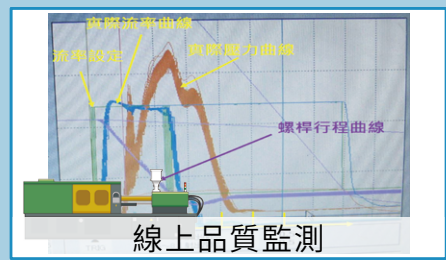
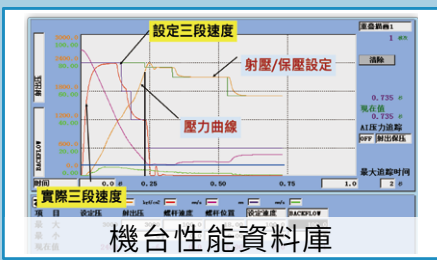
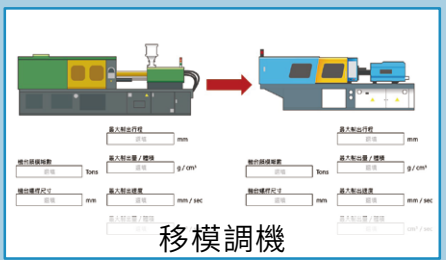
**IoM 生產管理(機台聯網)**



**DoM 製程管理(數據管理)**



**QoM 品質管理**



型創科技顧問團隊 30年模具與成型產業專業輔導經驗 SMB計畫塑膠製品業第一名

**mit** 型創科技顧問股份有限公司  
minnotec MOLDING INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.

服務據點 | 台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達 | 規劃中據點 | 台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

+886-2-8258-9155 | info@minnotec.com | https://minnotec.com/iom





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

執行主編 許正明  
企劃編輯 徐心怡  
劉書丞  
趙育德

#### 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、品印三維科技、通業技研



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：<https://www.smartmolding.com/>



# MIZUKEN®

## 多功能模具水路清洗機

### 多機能金型冷卻管洗淨機



功能說明 ▶  
機能說明



廣東水研智能設備有限公司

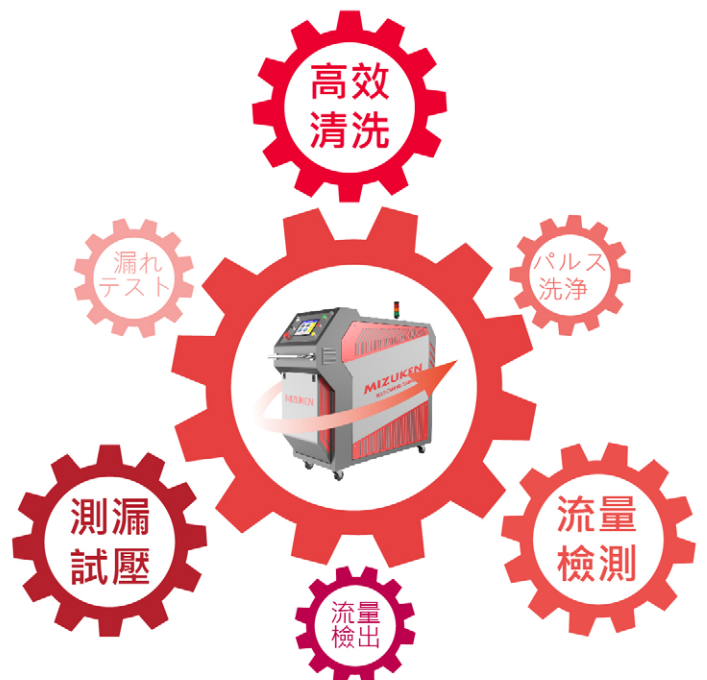
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

地址：廣東省東莞市虎門鎮雅瑤工業二路1號

No.1, Yayao Industrial Second Road, Humen Town,  
Dongguan City, Guangdong Province

郵件：joinhung@gmail.com

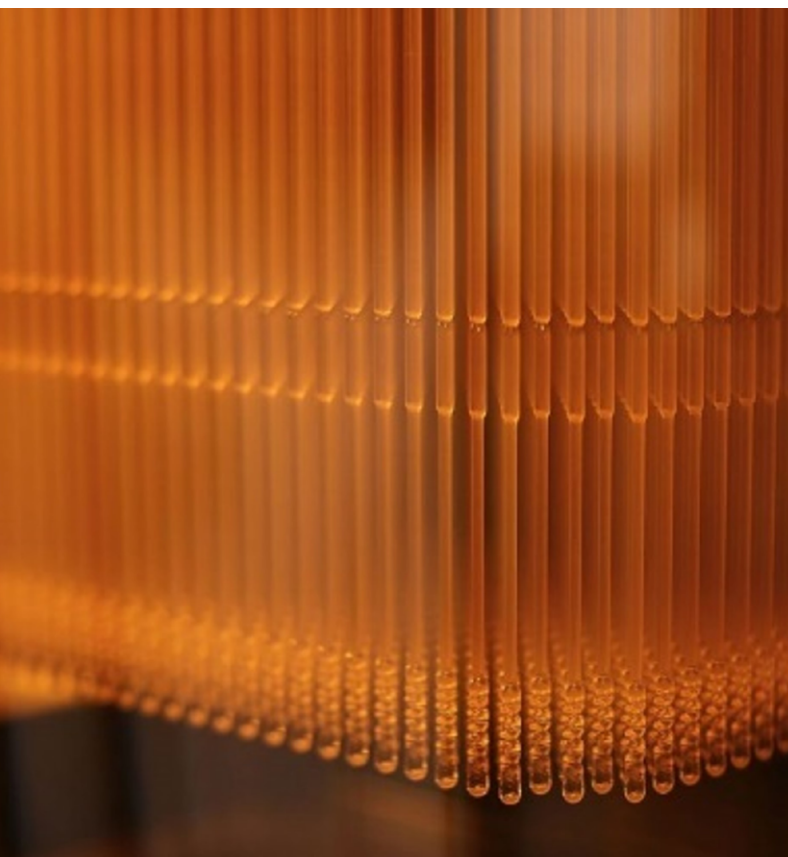
網址：www.mizuken.com.cn



TEL +886-938009549

# 目錄 Contents

- 08 主編前言
- 10 利用牙科客製化智慧切層軟體解決繁瑣的前處理流程
- 16 Materialise Magics 邁向一體化設計：實現 3D 列印前處理應用
- 22 AMT：HP 3D 列印的後處理
- 26 Postprocess 光固化零件後處理





康復  
照護 幫助

# 醫療技術

緩解病痛

悉心照料

關懷

2022年10月19-26日  
13 展館, A13 展台  
德國  
杜塞爾多夫

WIR SIND DA.

不管新冠肺炎期間或任何時刻，醫療技術的關鍵往往在於品質、精確和絕對純度 - 從防護設備、注射器、再到植入體，為了確保您的需求可以得到妥善的解決，ARBURG (阿博格) 的專家團隊將針對特定產品的注塑機和無塵室生產技術，為您提供全方位的專業支援；其中包括我們設備中的數據分析和後續的功能測試。

[www.arburg.com.tw](http://www.arburg.com.tw)

**ARBURG**

阿博格





## 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

# 3D 列印前置處理與後處理技術應用

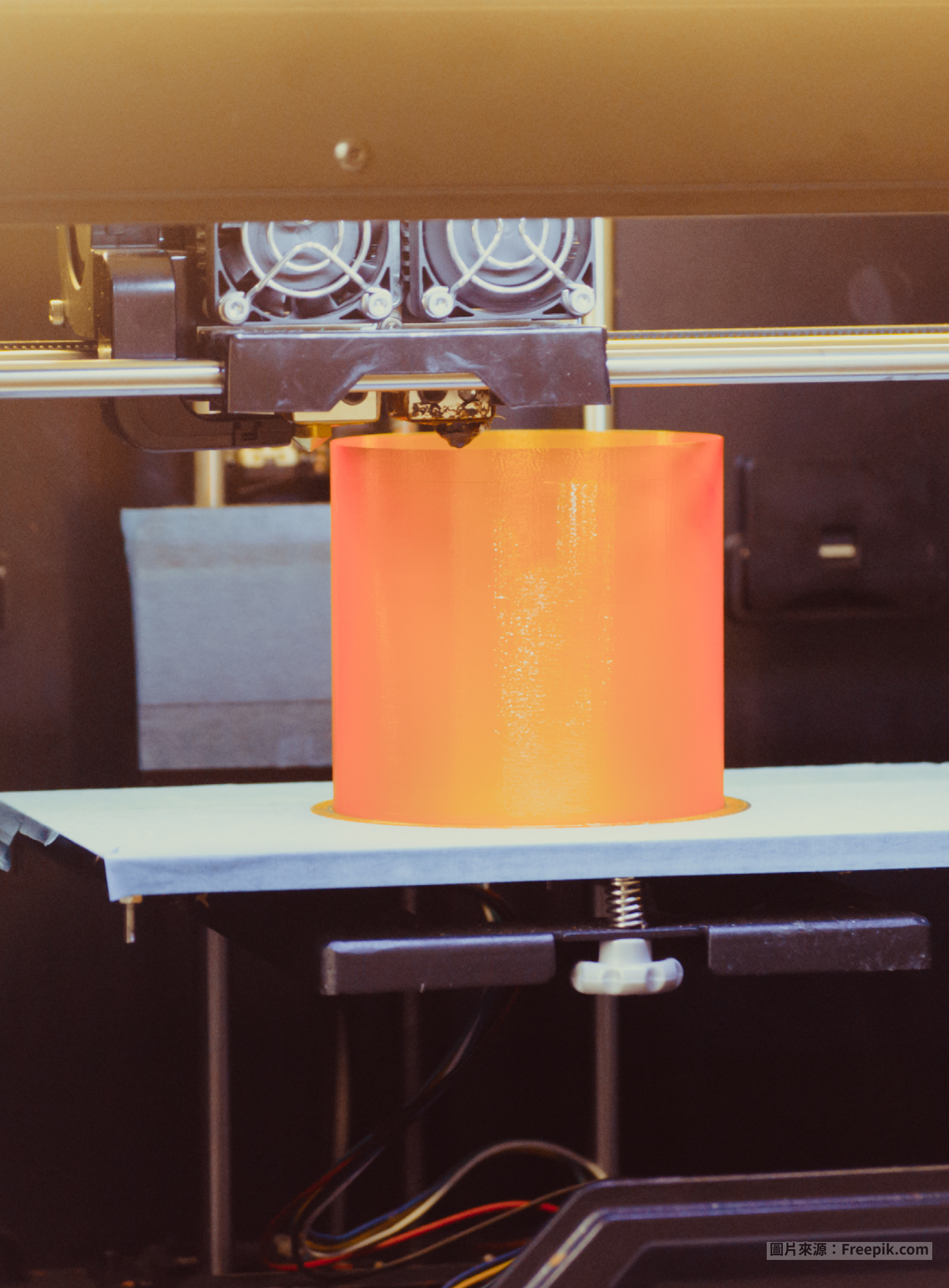
積層製造曾經只是一種作為快速原型設計的方案，而今已逐漸演化為具有高品質並可投入終端產品應用的製造工藝。積層製造市場經歷病毒大流行的影響，自 2020 年發生了轉折以後仍持續成長。根據美國 SmarTech Analysis 公司所發布的市場數據，積層製造在 2022 年第一季的市場總計約達 30 億美金，相較於 2021 年同季的 23.6 億美金提升了 27%。此外，Protolabs 公司收購的知名積層製造平台 Hubs 調查報告中，除了單純的快速打樣或輔助生產的間接夾治具用途外，近 30% 參與者表示 2021 年已將積層製造技術用於藝術作品與終端產品的生產，與 2020 年的 21% 相比可見積層製造作為終端產品應用接受度亦逐漸上升。

如今研發的積層製造系統越發快速，例如，Desktop metal 的金屬積層製造，HP 公司針對工程塑膠的多射流融合系統，與 EOS 公司所提出的百萬顆半導體雷射系統，皆是藉由數位化控制定義形貌與大面積或全域高能量供應，達到兼具精度、客製與產業量產需求。上一期的報導中主要提及了晶格化設計與材料的應用，可見除了高速積層製造系統的量產製造性外，仍需要一系列製程輔助以體現這些結構與材料的產業應用性能。

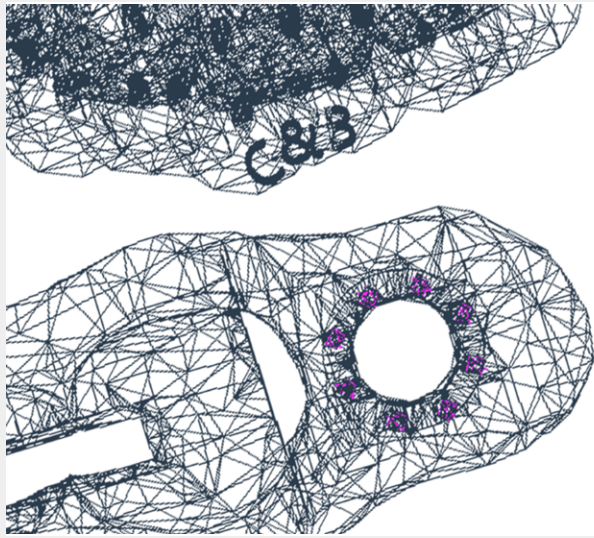
因應積層製造系統的轉變，不論是透過前端切層建模優化，或是物件完成列印後的修整與均質處理，如何充分發揮結構與材料性能以有效率的滿足成品可應用性亦是當前發展的重點。而各式前處理演算與後處方法正發展的同時，更為人性化的操作設計也將簡化產品從概念到終端應用所需經歷的旅程。

本期雜誌以 3D 列印前置處理與後處理技術應用為主軸，邀請專家學者一同分享產學研與海內外對於 3D 列印前後處理的技術資訊。■









## 利用牙科客製化智慧切層軟體解決繁瑣的前處理流程

■品印三維科技

### 前言

3D 列印近年在牙科數位化中快速發展，如何提升牙科人員的工作效率與列印成功率，一直以來都是數位化的核心之一。

尤其像牙科這樣，在大量製作不同客製化物件的情況下，所有參數條件都有可能影響到列印結果的好壞，許多的參數跟角度判斷，需要仰賴使用者大量的列印操作經驗，而根據使用者當下的狀況有可能產出較為不穩定的結果，以下我們對於臨時假牙的列印，做個詳細的介紹。當然，同樣的技術也可以應用在其他的牙科產品，例如手術導板、活動假牙、咬合板等。

### 從口掃到列印出好的臨時假牙

為得到精準的列印結果，從掃描開始需注意檔案的完整性，是否有破碎的網格或雜訊，以及 Margin 是否清楚，這些細節都會影響到我們後續列印出的臨時品質。

做牙冠設計時，我們會特別留意：「牙冠厚度」、「連接體的強度」、「咬合與鄰接關係」、「牙冠外型」、「牙冠鬆緊」，專業的牙技師都需掌握好以上的要素。

早期的 3D 列印切層軟體，大多數都是提供給工業用或是模型玩家為主去做使用的，這兩者有一個共通點，主要目的會是以打樣為主，使用者可以花上較多的時間，做參數或是模型的調整，得到最佳結果後，再使用最佳參數列印大量且相同模型。

而近年來 3D 列印逐漸被用於牙科市場，被當作生產的設備去做使用，與上述不一樣的是，牙科的列印屬於低重複性且需要高穩定性的大量生產需求，進而開始出現牙科專用的切層軟體，穩定的參數可以幫助我們節省時間以及降低失敗的機率，以下我們就針對列印的部分來詳加說明。



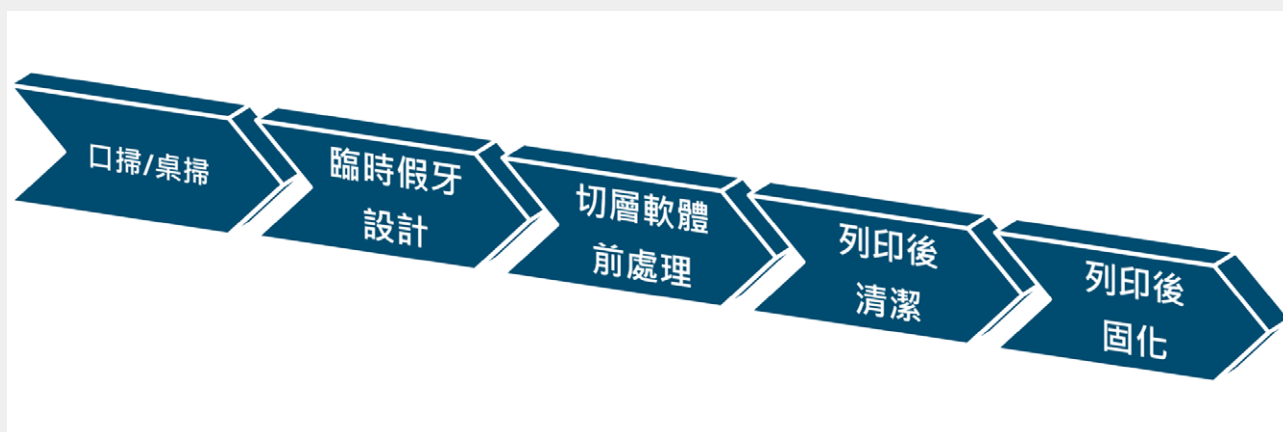


圖 1：從掃描到列印，列印臨時假牙完整流程

## 關於 3D 列印擺盤切層要注意的事項

首先將設計好的臨時假牙檔案載入後，需要做角度的調整與支撐的建立，通常以後牙來說較為簡單，只需考慮 Margin 的精度，且不要讓支撐碰到即可，但前牙的情況就不一樣了，若擺放的太垂直，雖然可以減少支撐的數量，但同時支撐越高會造成不穩定提升，而導致變形或晃動紋等等。

這邊來聊聊支撐參數，所有的列印參數都有其重要性在，每個參數的值都會相互影響，以大方向來說，若希望列印成品的後處理時間可以減少，則列印時的穩定性可能會降低，若以列印穩定性為考量，則會增加後處理的時間，以下就以筆者的列印經驗分為四個項目來做簡單的分享。

### 1. 支撐的密度

**密度偏少：**列印後方便移除，但列印成功率降低，咬合溝與特徵不明顯。

**密度偏多：**列印後難以移除，但列印成功率提高，咬合溝可能較為明顯。

### 2. 支撐接點的粗細

**接點太細：**列印後方便移除，但有可能抓不住牙冠導致列印失敗，會影響設計形態。

**接點太粗：**列印後難以移除，但列印成功率提高，會影響設計形態。

### 3. 底盤的大小

**底盤偏小：**列印時容易掉落，鏟下不方便。

**底盤偏大：**可擺放的牙冠數量減少，鏟下較為方便。

### 4. 擺放的間距

**間距太小：**根據不同的臨牙材料，流動性不同，可能導致列印物件不完整。

**間距太大：**可擺放的牙冠數量減少。

看完了以上說明，會不會讓大家覺得 3D 列印是一門高深的學問呢？尤其牙冠的形態百百種，要列印出好的成品必須了解材料的特性、列印機的特性、列印機的參數、列印成品的後處理方式，每一項都是會影響精度的要素，與傳統車機比起來，更需要仰賴操作人員的熟悉度與列印經驗，才能生產出好的列印結果，而人員的訓練也是一大成本。其實只要找到了適合我們的切層軟體，除了可以幫助我們節省時間外，還可以降低列印失敗的機率。

而目前市面上已經有智慧型的牙科專用切層軟體，使

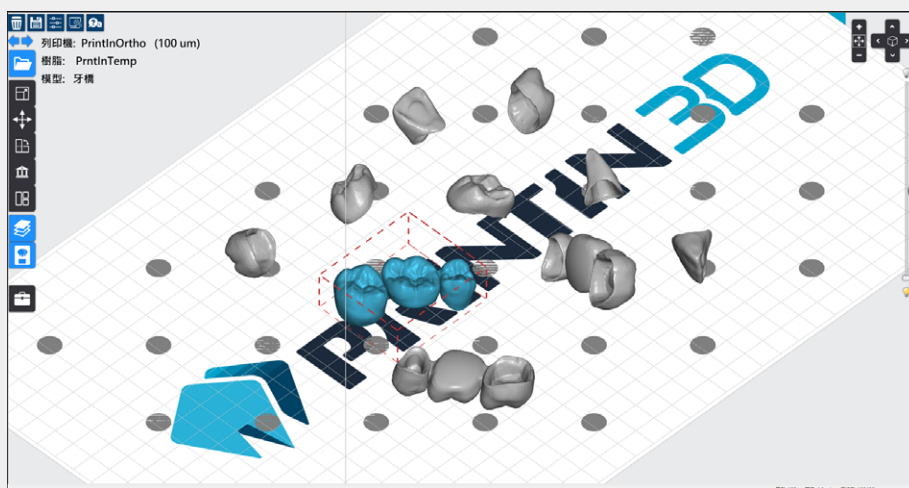


圖 2：不同的設計檔案，載入後牙冠會呈現不同角度

用各種牙冠形態的幾何學演算法做旋轉後建立支撐，計算出最佳的擺放角度，自動建立好支撐，同時也整合穩定列印的列印參數，讓沒有 3D 列印經驗的操作人員，在簡單學習之後可以用最簡單與最快的方式輕鬆上手，降低時間成本提升列印成功率。

### 關於 3D 列印後要注意的事項——清潔

當成品列印出來後，列印後清潔也是非常重要的，若清潔液沒有完全乾燥殘留在物件上，就有可能造成原本物件的尺寸改變或者發生不密合的狀況，且根據不同的臨牙材料特性，需搭配不同的清洗溶液，避免材料原本的強度被破壞。

而清潔方式會對物件造成什麼影響呢，目前最常見的除了震盪清潔以外，另外一種則是手動刷洗的方式，而列印後的成品是仰賴後固化前得到強度的，則建議使用軟毛刷避免變形或是牙冠破裂。

清潔的時間也有可能改變材料的特性，因為要將列印成品清潔乾淨，清潔液的特性必定會侵蝕樹脂材料本身，清潔過久有可能造成材料的強度被破壞，而達不到原本預期的材料強度，而相關的清潔時間參數則建

議向材料供應商確認好，若買了好的材料但製作出來的成品卻不理想，實為可惜。

### 關於 3D 列印後處理要注意的事項——後固化

一般我們對固化機的認知，有可能覺得並不是那麼的重要，殊不知在高精度的牙科界，後固化機就是影響列印成品精度的關鍵。

坊間偶爾會看到使用美甲機或者自製的燈條箱去做為後固化機的使用，若以模型玩家來說當然是沒有問題的，但牙科的使用者就有可能碰上因為光強度不夠，而固化不足的問題，這會讓原本好的臨時假牙料無法發揮其特性。

而專業的牙科固化機，除了會考慮到其照射角度，使用的波長及材料照射時所需的溫度，連光照時間也是十分重要的參數，尤其牙科使用生醫樹脂時，若要達到好的生物相容性及強度，所需的後固化條件也會相對嚴苛。

不知道各位讀者有沒有遇過，列印出來的成品原本配合都是密合的，但放了幾天之後居然變形了？為什麼

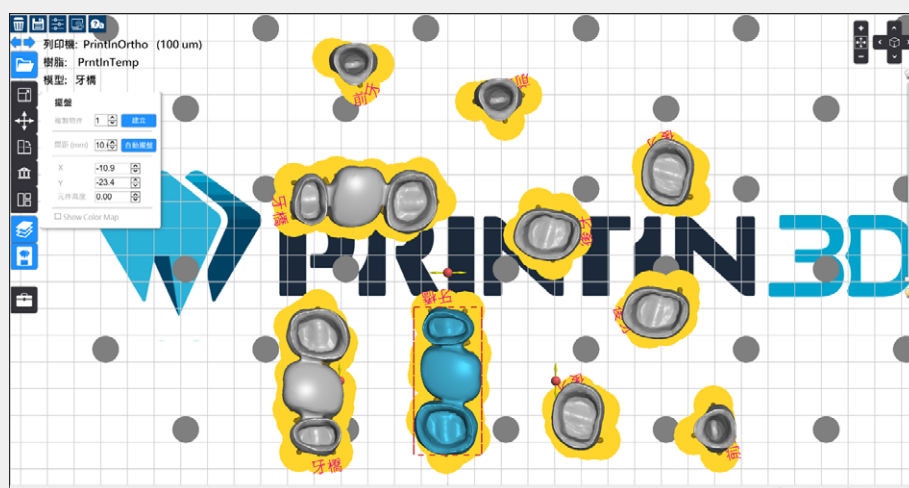


圖 3：以 10 個牙冠檔案為例，自動計算後的擺盤結果

會這樣呢？我該如何確保列印出來的穩定性？

舉例來說，我們會做後固化的目的，就是讓列印完成的樹脂反應程度達到 100%，為最穩定的狀態。當然這跟材料本身的特性有較大的關連性，因為後固化是採用短時間高強度的方式照射，光固化樹脂會在短時間內吸收高能量，而較好的光固化材料，在剛列印完成時，其反應程度已經到達約 80%~90%，在這個情況下，不論是要控制變形量或是精準度，都是較為容易達成的。若光固化樹脂的反應程度只有 50%~60% 的情況，在這個階段繼續吸收我們日常生活中的紫外光，繼續產生化學反應的可能性就會非常高，若想要控制好精準度，難易度將是一大挑戰。

而大部分的樹脂都會有些微的收縮特性，必須搭配穩定的後固化流程，列印精度必須控制在後固化之後，才有其意義，這也是為什麼，我們完整的列印流程必須包含後固化，這樣才可以為我們帶來穩定的成品品質。

## 結語

最後我們就以傳統 3D 列印切層軟體與牙科專用切層

軟體簡單做個比較（如表 1），實際操作列印擺盤的流程會耗費多少時間，表 1 以對於 3D 列印較為熟悉的操作人員，實測做時間統計，從載入不同角度且不同形態的牙冠檔案，建立支撐到擺盤切層輸出，所需的時間。

根據不同設計軟體的定位，設計出來假牙有可能在各種不同的座標軸，載入檔案時每一個 Case 都需旋轉至適合的角度，非常耗費使用者的時間，像牙科這樣每天需要做生產的行業，每天耗費非常多的時間去做旋轉擺放與切層，累積起來消耗了不少無形的成本。

更別說還有各種支撐的參數需要去做調整，牙冠的哪個位置接點適合粗一點？哪個位置的接點需要細一點？或者是哪邊的密度可以高一些？哪邊少一些可以節省一點樹脂材料？以上的條件若沒有一定的列印操作經驗，是沒有辦法做好的。

而切層軟體可以為使用者做些什麼？在前處理階段，若搭配牙科智慧型軟體演算法，在判斷各種幾何的牙冠形態後，幫助使用者判斷最佳的擺放角度，且同時建立符合容易後處理的支撐，降低使用者花費在列印



## 列印流程——臨時假牙

一般切層軟體		牙科專用切層軟體	
流程	所需時間	流程	所需時間
1. 載入牙冠	相同	1. 載入牙冠	相同
2. 旋轉模型 (一個)	8秒x10	2. 旋轉模型並建立支撐 ( 群組處理 )	20秒
3. 建立支撐 (一個)	1秒x10	( 已建立好支撐 )	0秒
4. 自動擺盤	相同	3. 自動擺盤	相同
花費時間差			
10組臨牙	90秒	10組臨牙	20秒
30組臨牙	<b>270秒</b>	30組臨牙	<b>45秒</b>

表 1：以 10 組、30 組臨時假牙為例，針對傳統 3D 列印切層軟體與牙科專用切層軟體進行簡單比較

前處理的時間，軟體也可以將此動作整合做批次處理，大量處理所有的 Case 以提升效率。

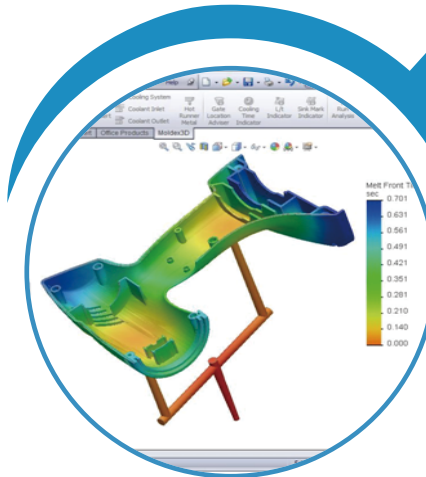
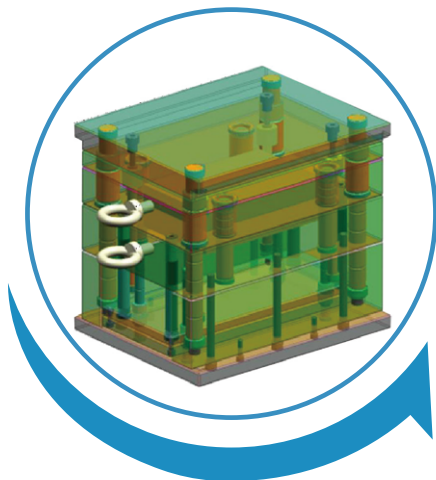
可以降低人為失誤的機率，同時也可以減少重工的可能性，是現在所有使用者都在追求的目標，我們期許 3D 列印在牙科可以越來越被廣泛的使用，且幫助使用者更輕易的上手。■

# 模具「T零量產」，實現智慧工廠

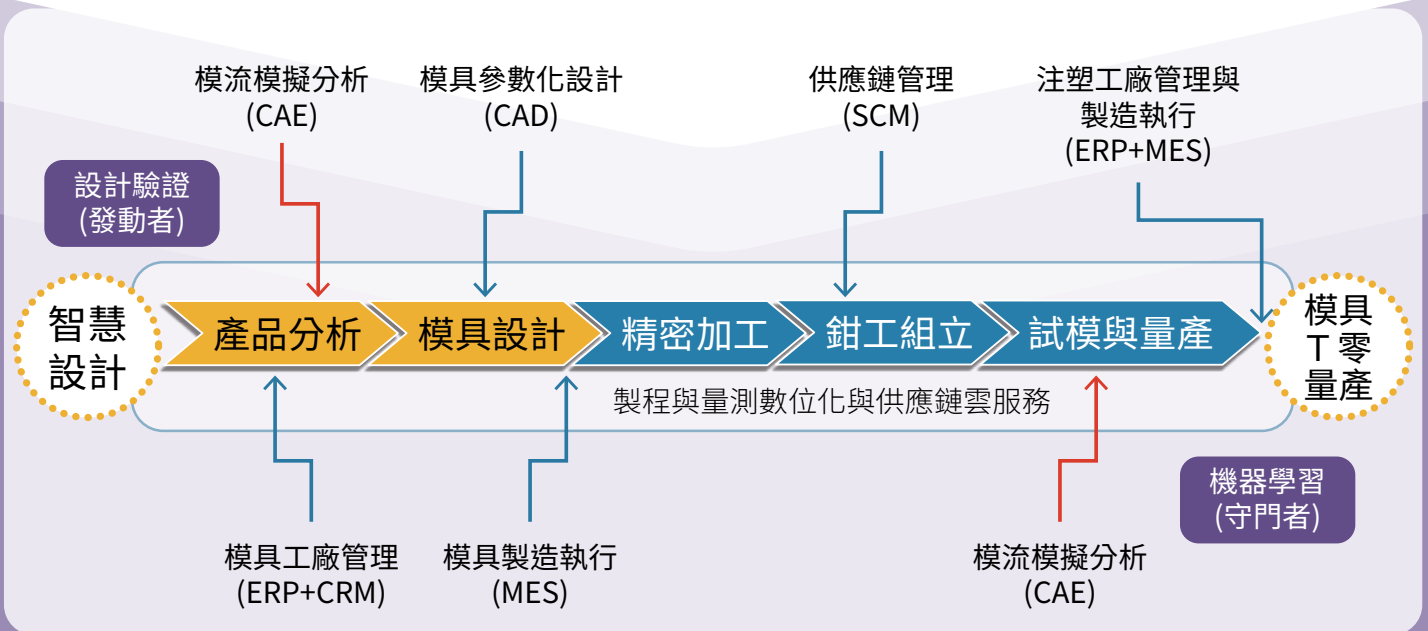
整合智慧設計、模流分析、科學試模、三合一工程師、材料量測和機台性能監測等，實現模具T零量產和成型高質量生產的終極目標。

模具設計

科學試模



模流分析



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

**mit** 型創科技顧問股份有限公司  
minnotec MOLDING INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

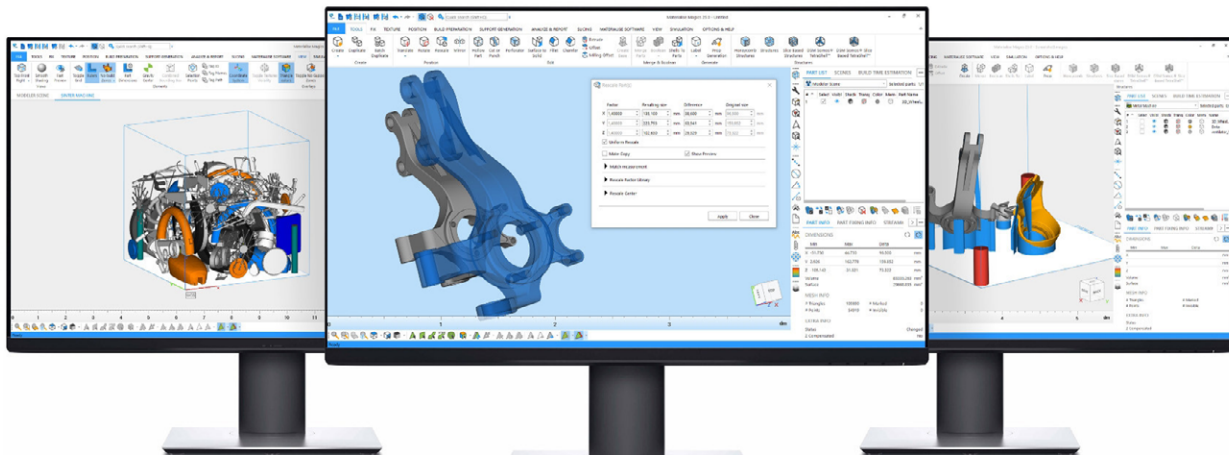
台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/tzom





## Materialise Magics 邁向一體化設計：實現 3D 列印前處理應用

■通業技研

### 前言

如果您有設計和列印 3D 模型的經驗，您就會知道從 CAD 轉換為 STL 後，其修復 STL 檔案的重要性。設計可能看起來很完美，但是當您開始列印它時，建構過程中可能會失敗。因此 Materialise Magics 可說是 3D 列印神奇魔術師，提供 STL 檔編輯、格式轉換、3D 列印破面 STL 修復，並能針對有問題的 STL 檔案快速修改。而同時 Materialise Magics 不只是 3D 列印模型修復軟體，更是 3D 數據預備處理軟體，專為工業領域打造，提供從創建設計、設計優化、資料準備到列印過程管理和品質監測的全套軟體系統。

### 關於 Materialise 及 Magics 軟體

Materialise 最初主要從事快速原型製作 (RP) 和積層製造 (AM) 領域的開發與研究，現在已發展成為 3D 列印和數位 CAD 軟體領域的市場領導者。30 年的市場與實踐經驗，採用多種技術的先進 AM 設施，這使得他們的軟體發展團隊逐漸成長為行業專家，掌握有關

AM 領域所有技術和瓶頸的第一手資料，提供適用於 AM 流程各個步驟（從設計到列印的部件）的軟體解決方案。

應用於工業領域的旗艦軟體產品 Materialise Magics 是目前業界領先的、應用極為廣泛的 3D 列印資料和平臺處理軟體，提供從導入（可直接導入絕大部分的 CAD 檔案）、修復（進行 STL 破面修補）、編輯（增強模型、切片結構）、列印準備（零件擺放、添加支撐）、導出（切片模組）以及質量控制（仿真模組），以確保 3D 列印成功率。

### 當 Magics 軟體變成 3D 列印神奇魔術師

3D 列印前我們最常遇到 STL 檔案錯誤，而 Magics 軟體能在同一介面下處理 STL 檔編輯、修復，甚至可直接與市場主流的 CAD 軟體相銜接（如 IGES、VDA、STEP、UG、Pro/E、CATIA V5、CATIA V6、Inventor 和 Solidworks 等），不需要在原 CAD 軟體中進行網





圖 1：Magics 提供從創建設計、設計優化、資料準備到列印過程管理和品質監測的全套

格轉換。

### 三大功能

#### · 修復 STL 檔案能力

可在不變動原始資料下迅速針對 3D 列印破面進行修復 STL 檔案錯誤，包含壁厚分析、合併殼體、切割 STL 檔案、開孔、拉伸、抽殼、修復反向三角網格、壞邊、補洞等 STL 修復，以避免 3D 列印失敗。

#### · STL 檔編輯設計能力

允許增加標籤、序號和中空零件，也可進行包含紋理應用、創建 STL 檔編輯網格結構、布林運算和高階切割功能。

#### · 支援多樣化檔案資料格式

Magics 軟體幾乎支援所有業界使用的 3D CAD 檔案格式，同時保有原始色彩資訊和對於原始資料的控制能力。

### 當 Magics 軟體變成 3D 數據預備處理大師

Materialise Magics 不只是 3D 列印模型修復軟體，更是 3D 數據預備處理軟體。無論是 SLM 金屬 3D 列印、SLA、DLP 光固化 3D 列印生或雷射燒結 3D 列印，擁

有自動生成支撐和 3D 自動擺放等先進的平臺工具，大幅提升 3D 列印成功率。以下是 Magics 模組中最常見的，可依造客戶需求額外選購。

#### 支撐生成模組 (SG、SG 及 Volume SG)

- **SG 樹脂零件**：對 SLA、DLP 3D 列印技術的零件自動生成支撐能力，減少列印失敗同時優化表面和零件品質。
- **SG+ 金屬零件**：對 SLM 金屬 3D 列印技術提供可定製的支撐類型參數，包括實體支撐或樹狀支撐，使零件能獲得理想的支撐結構和良好的熱傳導效果，以避免脫離或翹曲，繼節省時間，又提高質量。
- **Volume SG 模組**：對黏合劑噴射、FDM 3D 列印技術提供堅固的筏支撐，為脆弱薄壁增加穩定性、或者使零件可以輕鬆地從平臺上被抬起。

#### 燒節模組 (Sinter)

對 SLS、MJF、EBM 3D 列印技術提供燒節模組，讓您以可控的方式對自己的 3D 模型進行排版，同時優化列印高度、密度和體積分布。借用高級選項來保護小零件、指定非加工區域，在多平臺上自動計算零件最



圖 2：Magics 3D 數據預備處理軟體榮獲 2021 年度 3D 列印行業大獎中的最佳 3D 列印軟體

佳擺放方式，避免零件間的自鎖和碰撞，有效控制加工時間、高度和密度，大幅提升建模效率，同時降低加工壞件率。

### 結構模組 (Structures)

透過對零件內部快速生成輕量化結構，取代實體核心設計，不僅減輕重量、節省材料和加工時間，並提高零件質量，同時添加排料孔以便清除樹脂 / 粉末。

### 仿真模擬模組 (Simulation)

讓客戶在使用 SLM 技術金屬 3D 列印前預測可能存在的列印風險和零件缺陷，包括力學仿真、熱仿真（根據 3D 列印機和材料的不同進行校準），以便客戶了解以往的列印失敗案例。同時透過使用仿真來評估 AM 過程中的最佳零件方向，最佳方向可提供更好的零件質量（更少的變形、更低的殘餘應力、更好的表面質量等），有助於優化支撐並補償零件變形。

### 新版 Magics 26 將原生 CAD 工作流程嵌入

多年來，3D 列印行業一直在討論 CAD 還是 STL，哪一個是首選工作流程，而 Materialise 透過集成西門子的 Parasolid 技術，將兩種格式整合並推出版 Magics 26，添加原生 CAD 工作流程，在網格功能之上提供額外的工具集，這種可靠解決方案的強大組合將允許用戶繼續在 Magics 中迭代 CAD 設計，為用戶提供最佳的工作流程。

### Magics 26 的特色介紹

- 使用 CAD 和網格工具在零件的 STL 檔編輯、STL 修復和分析無縫切換；
- 利用平臺工作區的網格工具來準備列印；
- 快速生成功能更多、性能更強的樹狀支撐，以提高列印穩定性；
- 優化 EBM 堆疊帶有支撐的零件；
- 從軟體設計優化到 STL 檔編輯準備進行輕鬆切換，並完成諸如零件強化、創建圓角和添加孔等 STL 檔修改任務；

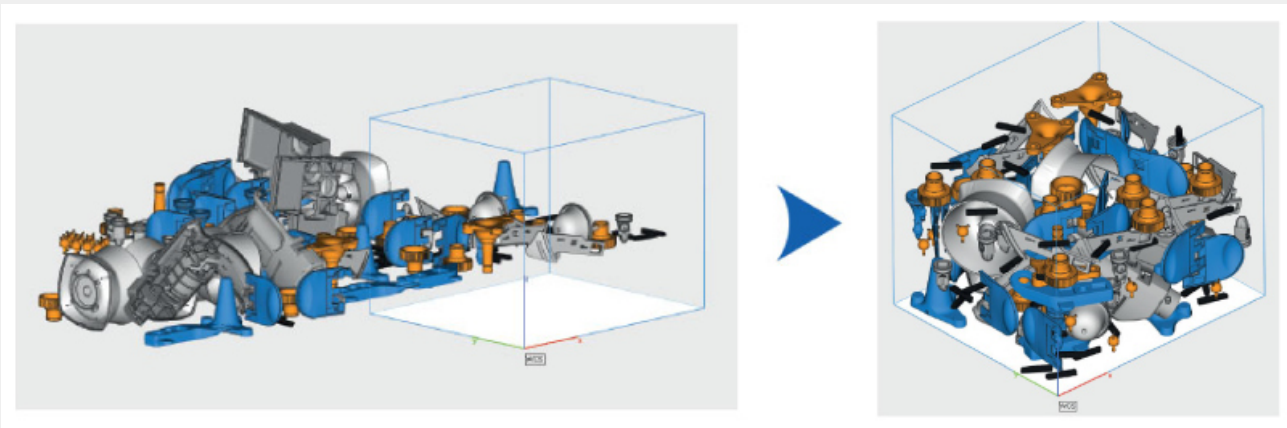


圖 3：Magics 軟體中的燒結模組提供智能、快速的 3D 擺放工具，優化列印高度、密度和體積分布

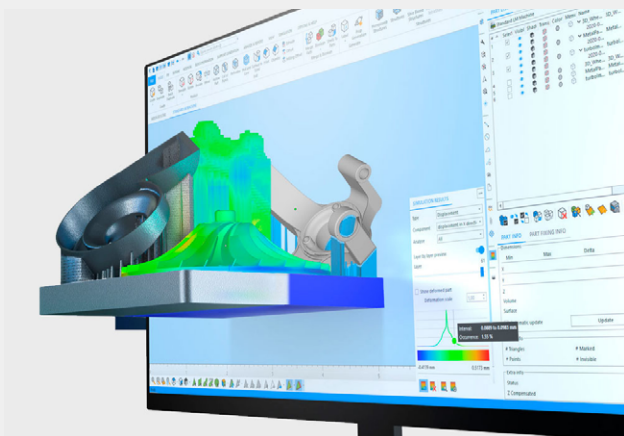


圖 4：新版 Magics 26 將原生 CAD 工作流程嵌入，為用戶提供最佳的工作流程

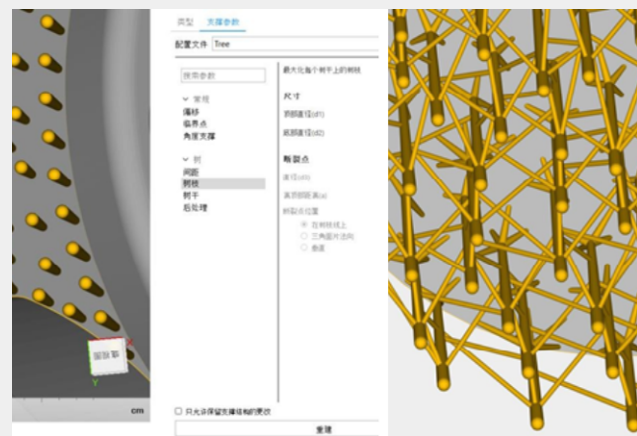


圖 5：新版 Magics 26 新功能將錐狀支撐與樹狀支撐進行整併，並且加強數狀支

- CAD 層面（級別）簡化與客戶在生產設計變更方面的溝通。■



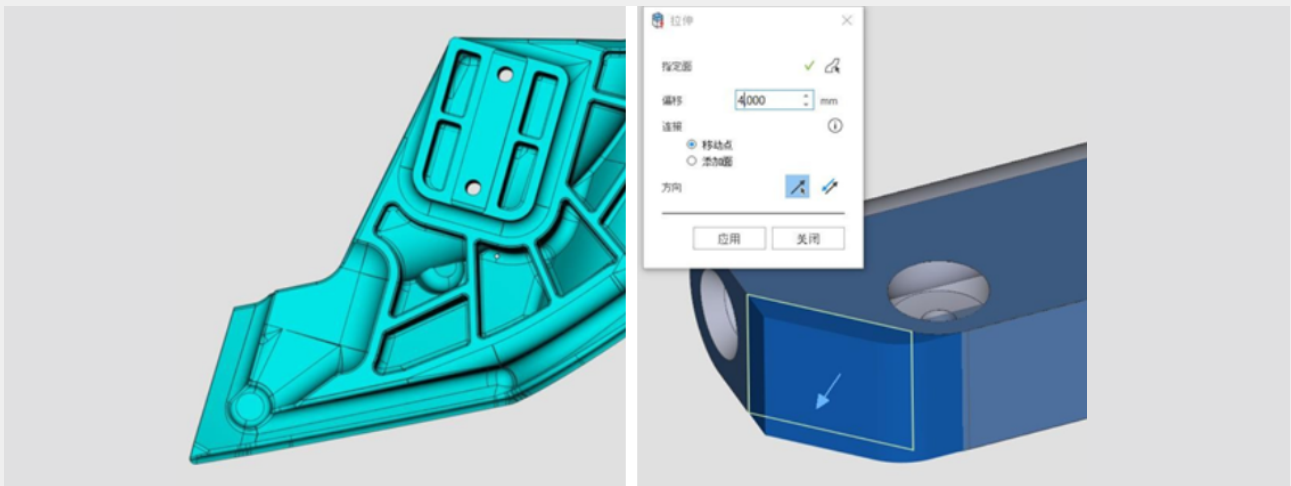


圖 6：新版 Magics 26 新功能 BREP 是一種將圖面以邊界和面來顯示的方法，首次導入 BREP 編輯功能，讓 CAD 圖減少反覆轉檔產生的錯誤，使用上更加靈活。運用 BREP 的編輯功能可將 CAD 圖進行薄殼、中空、挖孔、導角等功能，完成後也能匯出 STP 格式在 CAM/CAD 等軟體中使用

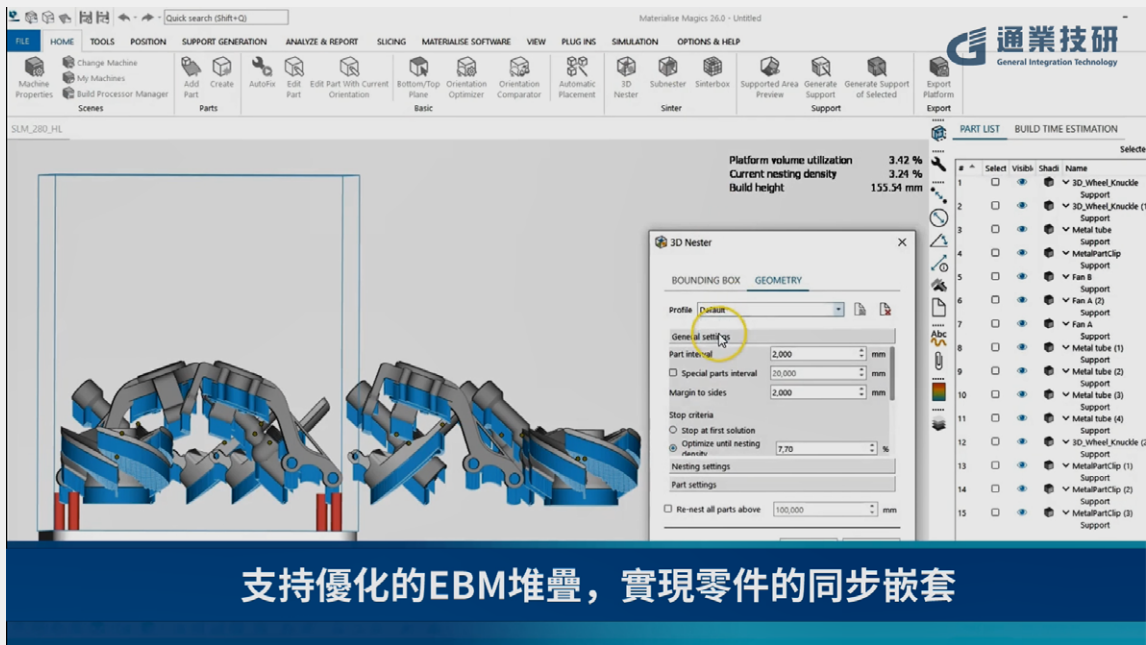


圖 7：新版 Magics 26 新功能加強自動排列功能，讓金屬機已經設置完支撐的模型可以在成型空間內立體擺放



ACMT/OPCUA+

# ACMT 射出機聯網相容性計劃

解決不同廠牌設備通訊問題

實現統一整合應用平台

落實工業轉型數位升級



常用參數共識 700+ 個



## Level 0 數位化

建立規格及定義，確保OT系統與IT系統的資料一致性。



## Level 1 機台聯線

建立即時看板，產出平均故障／修復時間等管理報表。



## Level 2 可視化

遠端監控參數，確保生產過程符合規範，保存修改記錄。



## Level 3 透明化

監控過程各項實際值，追溯生產歷程，確保塑膠製品品質。



## Level 4 可預測

取得機台歷程數據，建立預測性維護；虛擬製品品質預測。



## Level 5 自適化

提高射出穩定性，即時全自動智慧射出塑膠製品。

### 創始會員

- ACMT
- 盟立自動化
- 型創科技
- 工研院微系統中心
- 台中精機
- 工研院巨資中心



### ACMT射出機聯網相容性計劃聯盟



+886-2-8969-0409

新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

nina.fan@caemolding.org

<https://www.caemolding.org/opcuaplus/>





文章首圖來源請參 [1]

## AMT：HP 3D 列印的後處理

■高速 3D 列印研究中心 / 吳冠陞

### 前言

惠普 HP 開發的多射流熔融成型 Multi Jet Fusion (MJF) 是以熔融粉末並透過層層堆疊的方式成型，現今雖能完成複雜外型的列印，但其成品的表面容易因殘留的粉末造成些許的高低差與粗糙感，對於其在終端產品的應用性與美觀方面打了些折扣。表面品質包含粗糙度以及平滑度等衍生的議題皆有改善的空間，因此後續的後處理製程就至關重要。英國一家成立於 2017 年的積層製造技術公司，AMT(Additive Manufacturing Technologies)，研發生產用於 3D 列印的自動化後處理系統，並已與 HP 合作幫助推動 3D 列印的工業化。

### BLAST 蒸氣平滑技術

AMT 公司所開發的第一個系統為 PostPro3D，核心技術使用源自英國謝菲爾德大學先進積層製造中心所研發的邊界層自動平滑技術 Boundary Layer Automated Smoothing Technology，並將其技術商

業化為 BLAST™ (圖 1)。此方法使用自行研發的醫療有機無毒溶劑，將溶劑加熱形成蒸氣輸送至處理室中，當蒸氣在受控的壓力和溫度下與列印件材料接觸時，隨即在列印件上發生冷凝，使得 3D 列印件表面材料從固態溶解為液態並且流平，處理完畢的溶劑將回收至溶劑槽中。列印件方面，處理過後具有光澤平滑的表面，如圖 2 所示。

BLAST 方法具有去除表面孔隙和密封部件的能力，除了 HP 的 MJF 製程外，亦適用多種高分子 3D 列印技術，例如粉床熔融成型和材料擠製成型。對於粉末成型，可溶解消除零件表面未完全燒結的顆粒所帶來的粗糙感；而在擠製成型中，則具有填充層間間隙的自流平和修復效果。

### 處理性能

表面粗糙度方面，由 HP MJF 所列印的 PA12 樣本所量測的數據，得到經過化學蒸氣平滑處理的樣本，其





圖 1：PostPro3D 自動化後處理系統（左圖），使用 BLAST 技術（右圖）使列印件產生平滑表面 [2, 3]

表面粗糙度由平均 Ra 6.15 $\mu$ m 減少至平均 Ra 0.7 $\mu$ m，如圖 3 所示。在光學顯微鏡下的表面輪廓可以觀察出表面無明顯孔洞，而機械性質方面，斷裂伸長率則從未處理樣本之 20% 提升至處理過樣本之平均 26.3%。材料吸水性方面的量測中，經處理後的樣本由於其材料表面的孔洞減少、光滑的平面降低表面能，因此具有一定的防水性能（圖 4）。可使用材料方面與工業 3D 列印中常用的尼龍（PA6、PA11 和 PA12）、ULTEM、PMMA、TPU 和 TPE 等聚合物相容。

## 相關產品

### PostPro SF 系列

AMT 於 Formnext2021 中展示了下一代化學蒸氣平滑技術。新的自動化後處理系統，包含 PostPro SF50 和 SF100，可顯著減少耗材使用量並提高耗材回收效率。PostPro SF50 配備了 50 公升的處理室，是專為原型和一系列較小的尺寸零件所設計，適用於小批量生產與研究開發。PostPro SF100 則是專為大批量生產作使用，100 公升的處理室提高了處理方面的效率，同時也能降低零件成本。與 PostPro3D 相比，新一代的 PostPro SF 系統可將循環處理時間縮短約 25%。

### Depowdering 系列

在除粉方面，AMT 開發了一系列用於快速清潔 3D 列印件的自動除粉系統，PostPro DP 系列包含 PostPro DP、PostPro DP PRO 以及 PostPro DP MAX，三種系統皆配備可減少靜電的離子化裝置，還具備高效率分離噴砂介質和粉塵的旋風分離器，同時也具有高抽吸率的通風系統用於防止處理室內積聚灰塵並提高能見度。其中，PostPro DP 是較為經濟實惠的選擇，適用於小批量原型的除粉。PostPro DP PRO 則是適用於大批量生產。PostPro DP MAX 更是一款全自動二合一的除粉和噴砂系統，其採用連續滾帶技術並配置 63 公升的處理量，適用於大型零件以及連續自動化生產（圖 5）。

### 結語

本文介紹中，AMT 公司提出了一種自動化的後處理系統，其幫助積層製造在後處理方面更上一層樓。PostPro SF 後處理系統可以根據用戶的需求進行定制，從而應用在大批量的積層製造後處理，此外這項化學後處理通過了 ISO 10993-5、ISO 10993-1 和 ISO 10993-12 認證，意味著它們對細胞沒有毒性，將有機會被認證為醫療用途。未來，AMT 會持續推動積層製造產業化，除了設備方面的提升，同時還會推出全自

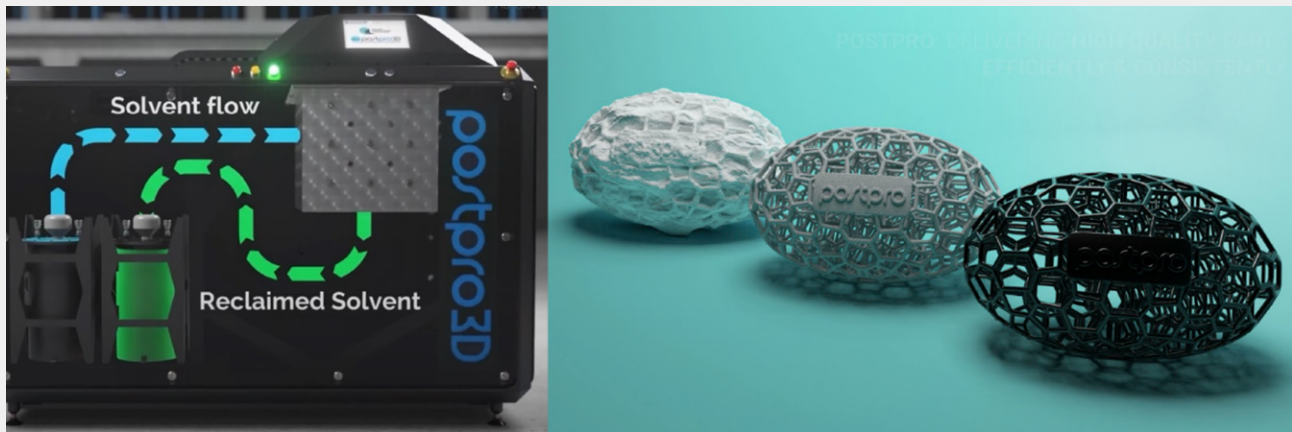


圖 2：左圖為 PostPro3D 的處理流程，藍色線、綠色線分別代表溶劑輸送至處理室與處理完回收途徑。右圖為 HP MJF 的 3D 列印樣品，依序為初始狀態（白）、噴砂處理（灰）與經過 BLAST 處理後（黑） [4]

動化的解決方案 DMS，為製造工作流程的每個階段提供全面、自動化的方法，其中包含除粉、平滑、著色和檢查，全部以數位化方式進行連接以確保端到端的工作效率。■

#### 參考資料

- [1]. “Home.” <https://amtechnologies.com/>
- [2]. “Smart to finish: AMT discusses its BLAST technology, sustainability & the impending launch of a new product - TCT Magazine.” <https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-news/smart-to-finish-amt-blast-sustainability-new-product/>
- [3]. “AMT PostPro3D Technology and BLAST Process Overview - YouTube.” [https://www.youtube.com/watch?v=0RwwXyhpwc&t=2s&ab\\_channel=AdditiveManufacturingTechnologiesLtd](https://www.youtube.com/watch?v=0RwwXyhpwc&t=2s&ab_channel=AdditiveManufacturingTechnologiesLtd)
- [4]. “AMT PostPro3D Machine Technology Operation Video - YouTube.” [https://www.youtube.com/watch?v=URuPZ80JEP&ab\\_channel=AdditiveManufacturingTechnologiesLtd](https://www.youtube.com/watch?v=URuPZ80JEP&ab_channel=AdditiveManufacturingTechnologiesLtd)
- [5]. “Whitepapers & Case Studies.” <https://amtechnologies.com/resources/>
- [6]. “AMT 在 Formnext 2021 上推出下一代 PostPro 表面處理化學蒸汽平滑系統 - 3D 打印行業.” <https://3dprintingindustry.com/news/amt-launches-next-gen-postpro-surface->

[finishing-chemical-vapor-smoothing-systems-at-formnext-2021-199668/](https://amtechnologies.com/finishing-chemical-vapor-smoothing-systems-at-formnext-2021-199668/)

- [7]. “Depowdering.” <https://amtechnologies.com/depowdering/>

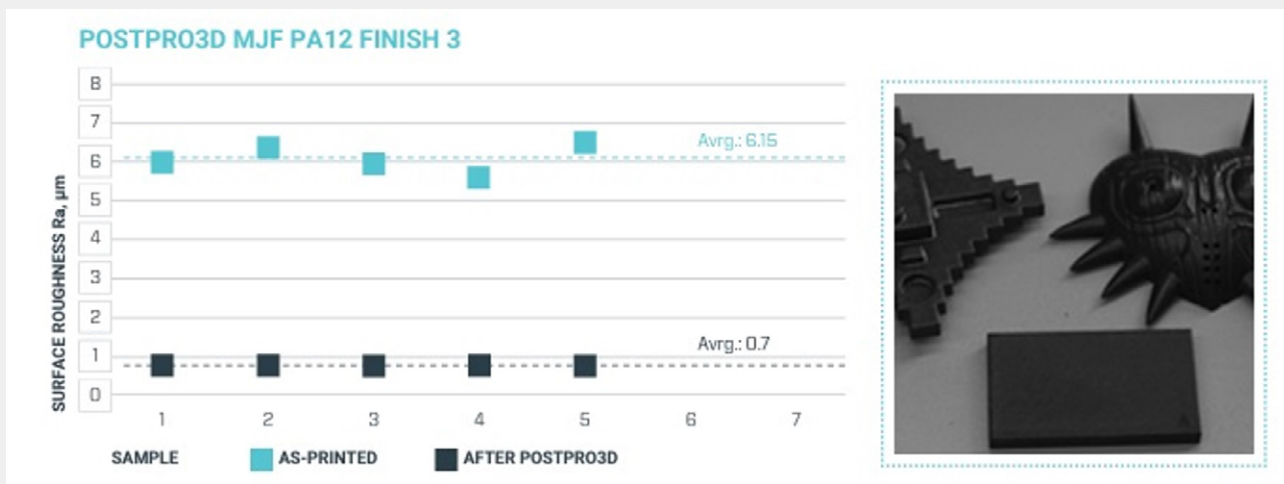


圖 3：表面粗糙度的量測數據，經化學蒸氣平滑處理後 Ra 值能降低至 1μm 以內 [5]

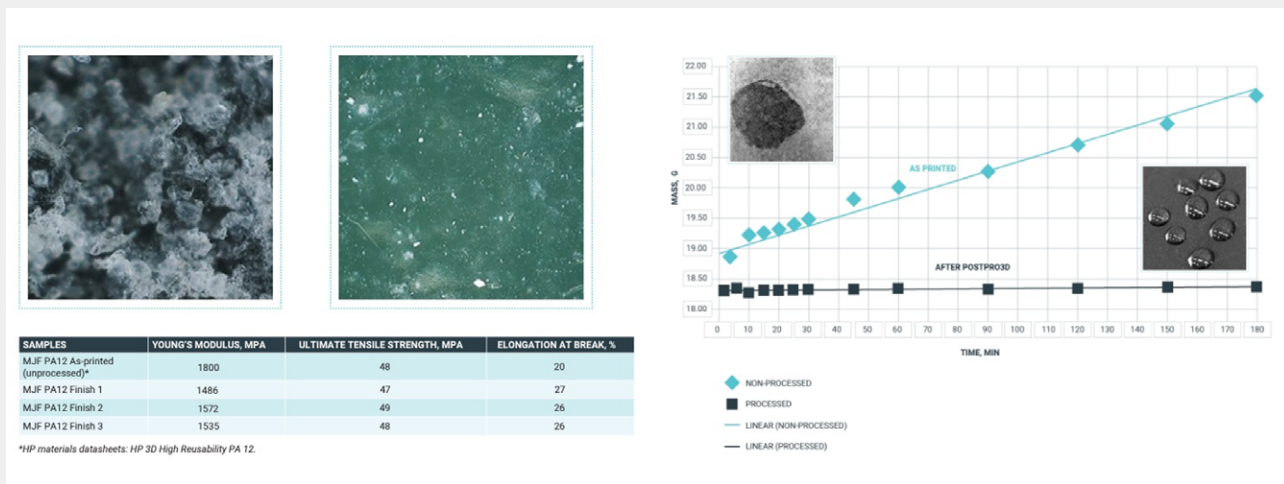


圖 4：左圖為光學顯微鏡下顯示出平滑的表面輪廓，在機械性質方面可觀察到斷裂伸長率有所提升。右圖為材料的吸水性測量，其因為平滑處理過後具有一定的防水能力 [5]



圖 5：左圖為 PostPro SF100 系統。右圖為 PostPro DP 系列的自動除粉系統 [6, 7]





## POSTPROCESSES 光固化零件後處理

■高速 3D 列印研究中心 / 蘇梓豪

### 前言

科技發展日新月異，積層製造已然成為一種新的製造方法，能夠完成傳統機械加工無法做到的結構，積層製造的七大製程中，又以光固化成形在展現成品細微特徵方面最為突出。雖然光固化製程可達到高精細度，但前提是須經過繁瑣的後處理製程，光固化成品列印完成後，需要即時以高純度酒精或異丙醇 (IPA) 等相關溶劑，將表面之殘留樹脂完全去除後才可進行後固化處理。如何在量產的過程中安全且有效率的移除多餘樹脂，後固化完成後要如何改善表面粗糙度，成為了一個很重要的項目。

### 表面樹脂移除

#### SVC 浸沒渦流空蝕技術

美國 PostProcess Technologies 公司運用自行研發的浸沒渦流空蝕技術 (Submersed Vortex Cavitation, SVC)，圖 1 為 PostProcess 公司開發之設備 DEMI，包含先後三個技術：浸沒、渦流以及空蝕。

#### · 浸沒

有別於市面上將成品浸泡在高濃度異丙醇溶劑內待其自然溶解；SVC 技術將列印件浸泡在其自研之較低濃度化學清潔劑內，此清潔劑可溶解模型表面未固化樹脂，而不影響本體。

#### · 渦流

配合上泵浦提供的渦流，讓浸泡在清潔劑中的列印件，能夠產生旋轉運動。此技術能夠確保漂浮的零件往下沉，下沉的零件往上漂浮，使列印件不會因為其密度或幾何形狀的不同，導致浸泡程度不同，確保零件均勻地浸泡在清洗槽中。

#### · 空蝕

為了更進一步優化溶解樹脂的過程，使用超音波以不同的頻率和振幅在清洗劑中產生壓縮波和膨脹波。此波動能在零件表面上形成微小的氣泡。當樹脂被清洗劑溶解時，這些氣泡會攪動表層的樹脂，



圖 1：PostProcess 設備－DEMI

從而加快溶解時間，作動方式如圖 2 所示。圖 3 為零件後處理前後之比較圖，可以看出設備能在不損壞零件和支撐結構下，將多餘的樹脂清除乾淨。

## 改善表面粗糙度

### SRF 懸浮旋轉力技術

由於積層製造是以層與層的堆疊來成形，表面會產生層紋路，從而導致表面粗糙度與平滑下降。PostProcess 公司所研發的懸浮旋轉力技術 (Suspended Rotational Force, SRF)，是一種以振動產生圓周運動，配合相對應的清洗劑以及研磨材料，可以確保每個零件皆均勻的受力，最大化零件的安全並改善表面品質，作動方式如圖 4 所示。圖 5 為 PostProcess 公司開發設備－RADOR，除了 SLA、CLIP 等列印技術的表面處理外，同時也能夠適用於諸如 FDM、PolyJet、SLS、MJF、金屬等列印產品。

### 合作與應用

美國 Print Parts 和 PostProcess Technologies 公司與紐約市合作，在 COVID-19 疫情高峰期，迅速為紐約市供應 3D 列印鼻咽拭子測試套件，並擴大了拭子的生產。採用 PostProcess 的設備以前，必須使用常見

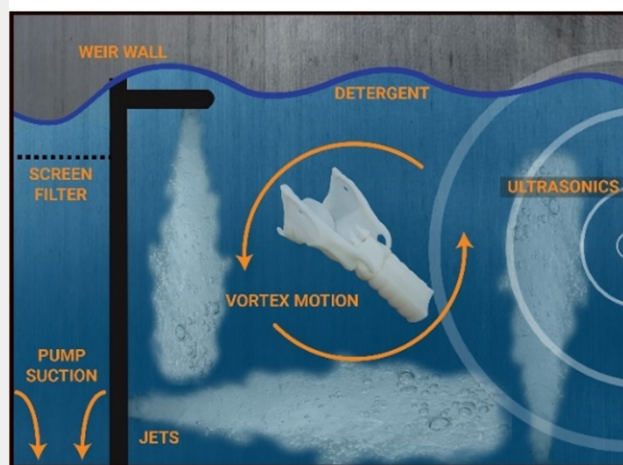


圖 2：SVC 技術作動示意圖

的 IPA 沖洗方法去除樹脂，每批拭子需要 20 多分鐘的時間清潔。而 PostProcess 的 DEMI 設備，透過軟體控制能夠處理多批拭子，過程只需浸泡 90 秒隨後快速 IPA 沖洗，將整體處理時間縮短了 5 倍，也因此夠達到每週十萬支鼻咽拭子的生產目標。圖 6 與圖 7 分別是大量生產之光固化鼻咽拭子以及其生產設備。

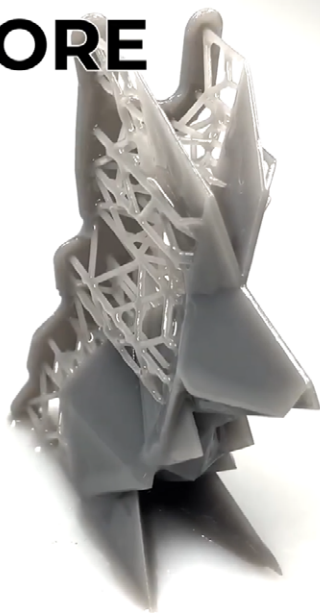
### 結語

PostProcess Technologies 所研發的設備，運用物理和化學方法完成光固化樹脂的移除，以及零件表面的平滑化處理，無疑為積層製造量產提供了更大的可實現性，列印成品的後處理不再是單純由人工實現，而是可以透過機器，實現了人工處理幾乎無法達到的一致性、更加快速且有效率。此外，其使用的低濃度清洗劑，相較於傳統的高純度溶劑，更好地解決對健康、安全和環境汙染問題。■

### 參考資料

- [1].<https://www.postprocess.com/>
- [2].<https://manufactur3dmag.com/postprocess-announces-innovation-of-the-most-advanced-3d-printed-sla-resin-removal-solution/>
- [3].<https://www.youtube.com/watch?v=rJqk0M0qJVQ>

**BEFORE**



**AFTER**



圖 3：左為清洗樹脂前，右為清理樹脂後

[4].<https://www.lino.gr/templates/images/White-Paper-Eliminating-Manual-Surface-Finish-MJF-3D-Printing-Solutions-2020.pdf>

[5].<https://manufactur3dmag.com/manhattan-based-print-parts-collaborates-with-postprocess-on-nyc-covid-contract/>



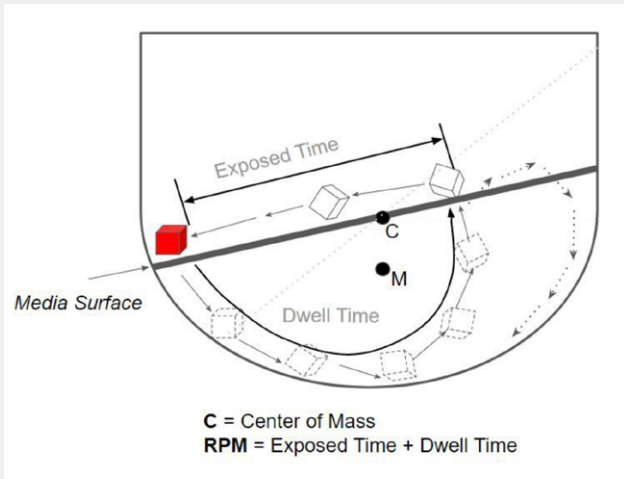


圖 4：SFR 技術作動示意圖 I



圖 5：PostProcess 設備－RADOR

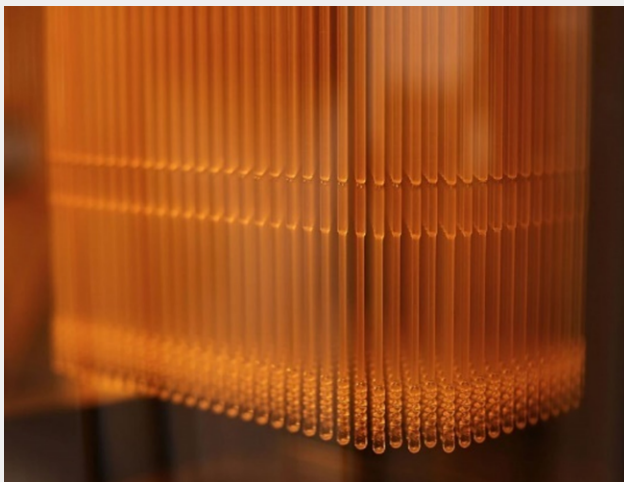


圖 6：光固化列印鼻咽拭子



圖 7：大量生產之光固化設備

# 型創應力偏光儀

✗ 產品外觀變形及翹曲

✗ 產品發生破裂、裂化、使用壽命縮短

✗ 產品後加工效果不佳

✗ 產品光學特性需求無法滿足



適用透明件



一目瞭然



即時檢測

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名



型創科技顧問股份有限公司  
MOLDING INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

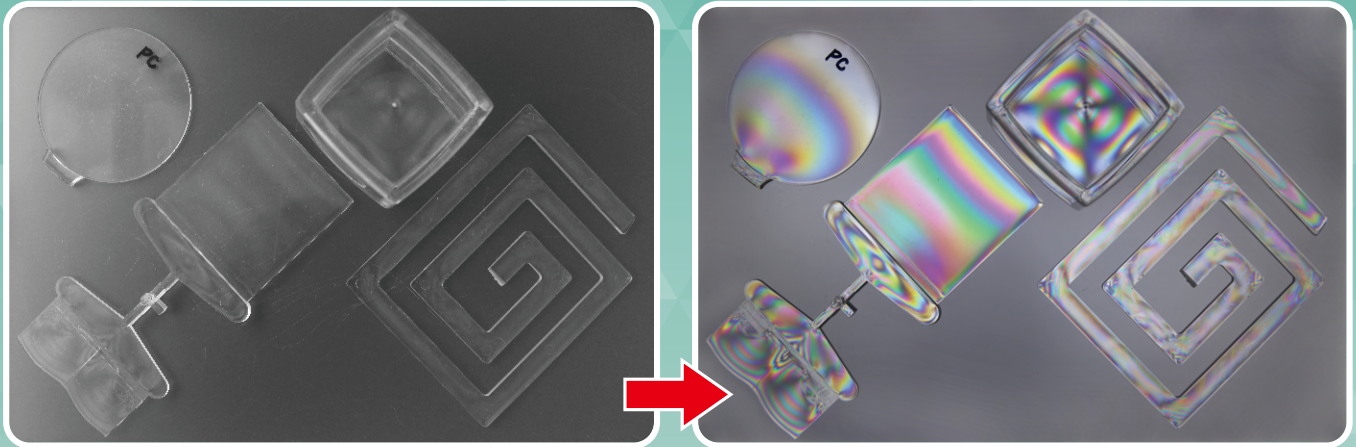
+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

<https://minnotec.com/sv/>



## 應力偏光儀觀測 實際畫面



### ▼ 應力偏光儀-簡介

穿透式應力偏光儀為一種非破壞性定性觀測的量測設備，是利用塑膠分子結構受應力作用下的雙折射率性質，來觀測塑件的光彈特性變化情形。只要將透明塑膠件或透光件產品或試片放置於觀測視窗內，藉由塑膠雙折射現象及光彈特性可將白色光源經由偏光片偏折後，形成可視覺觀測的彩色條紋，由所顯示的條紋形式與條紋密度，可以觀測塑膠件內部的殘留應力程度。

### ▼ 應力偏光儀-優勢

- 非破壞性穿透式偏光技術
- 直接觀察塑膠產品殘留應力分佈
- 背光式光源模組適用於各式透明塑件
- 手提式設計，重量輕盈，攜帶方便，可在成型機台旁即時使用

### ▼ 規格

尺寸:410(L)X280(W)X60(H)mm  
重量:3kg (淨重)  
電壓:100V~240V



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

**mit** 型創科技顧問股份有限公司  
minnotec MOLDING INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

<https://minnotec.com/sv/>







# 微射出成型 解決方案



ISO13485 認證

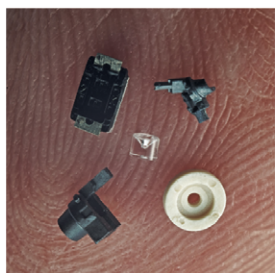


無塵室設備，符合Fed 209E  
( U.S. Federal Specification )  
100,000等級

# Micro Injection Molding

- 微射出成型
- 微射出成型機
- 微射出模具製造

映通 讓尖端科技成真



精微塑件代工



植入物醫療塑件代工



專業醫療級塑膠射出代工

映通擁有專業開發工程團隊

完整提供客戶從

**開發設計、打樣、開模、試製作、  
試量產、量產**

提供全方位解決方案



# 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。

