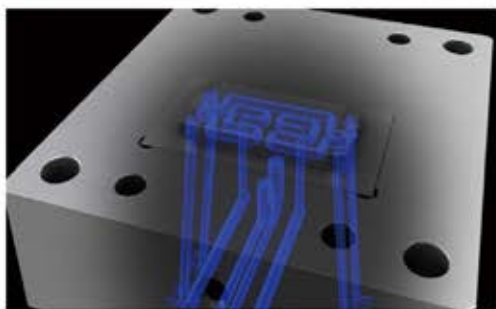


### 【模具與成型技術之發展趨勢】



專題主編：楊崇邠 應用顧問

- 3D水路設計之基本思路及方法
- MIM產品的設計觀念(上篇)
- 模具加工過程中的關鍵技術: 刀具監控
- MuCell微發泡射出成型工藝的模具設計
- ENGEL助Ypsomed以標準化達到更快成長



### 專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

#### 專題報導

- 面向新型黏合劑應用的freeformer
- 大面積電子束照射技術對模具鋼材實現快速拋光加工

#### 科技新知

- BASF不更改設計 也能優化氣輔射出椅子產品
- 汽車保險桿越做越薄的產品邏輯
- 變廢為「錶」! 帝斯曼創造淨化海洋污染的力量

#### 顧問專欄

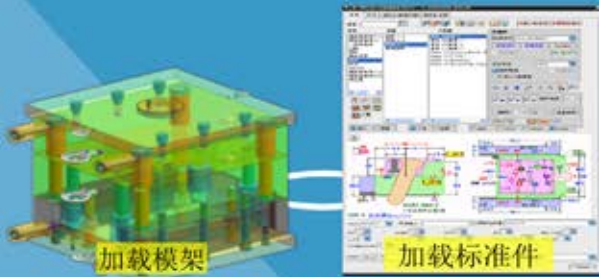
- 第48招【澆口位置與厚度篇】
- 錯的事不會因為用力做而變對
- MIM製程之介紹與應用

#### 產業訊息

- 【2021模具與成型智慧工廠技術研討會(Q1)】
- International PIM Seminar 2021「精密微量成型技術」研討會



- 模具設計
  - 模流分析
  - 科學試模
  - 模具製造
  - 成型生產
  - 模具保修
- 智能管理系統**



加载模架

加载标准件

**模具設計智能管理系統**



**模流分析智能管理系統**

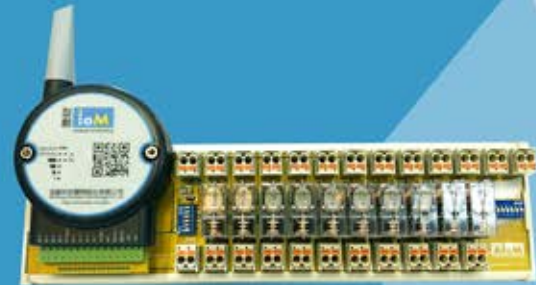


**模具製造智能管理系統**



**科學試模智能管理系統**

**掌握新世代智能工廠**



**跨廠牌射出機數據採集器**

**成型生產智能管理系統**



**模具保修智能管理系統**



<http://minnotec.com/aioM>

型創科技顧問股份有限公司/東莞開模注塑科技有限公司

台北辦公室：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

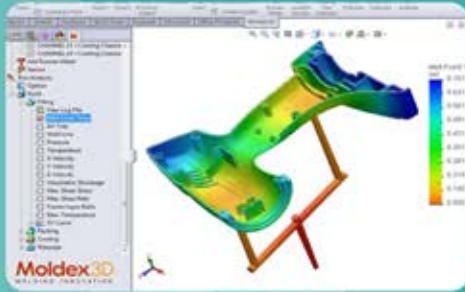
東莞辦公室：東莞市南城區元美路華凱廣場B座0508室

蘇州辦公室：蘇州市平江區人民路3110 號國發大廈1207

曼谷辦公室：46/7 Moo12 BDI Soi, Bangplee - Kingkaew Rd., Bangplee Yai, Bangplee, Samutprakarn Province 10540

# 先進模具與成型技術解決方案

- 先進模具設計
- 先進品質檢測
- 先進模具加工
- 先進保養維修
- 先進成型生產
- 整廠顧問服務



模具流道設計



EBM電子束表面改質/拋光



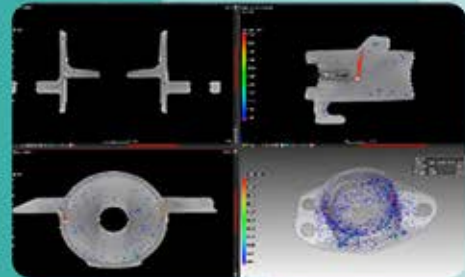
CAE模流分析技術



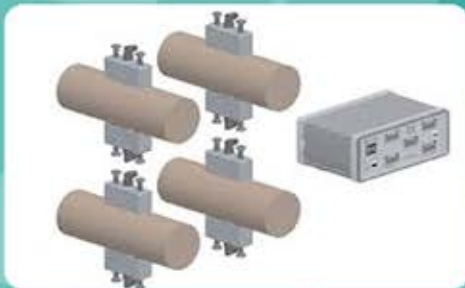
擴散焊接技術



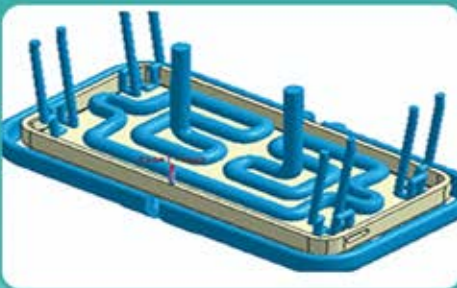
金屬3D列印技術



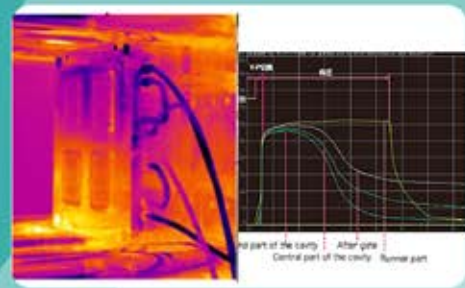
CT斷層掃描技術



鎖模力平衡度檢測



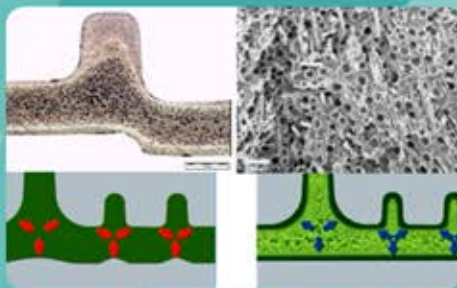
模具水路設計



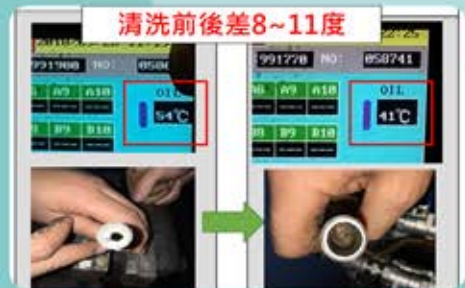
模具溫度/壓力檢測



微小精密成型技術



微細發泡成型技術



模具水路清洗保養技術



<http://minnotec.com/amt>

型創科技顧問股份有限公司/東莞開模注塑科技有限公司

台北辦公室：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

東莞辦公室：東莞市南城區元美路華凱廣場B座0508室

蘇州辦公室：蘇州市平江區人民路3110 號國發大廈1207

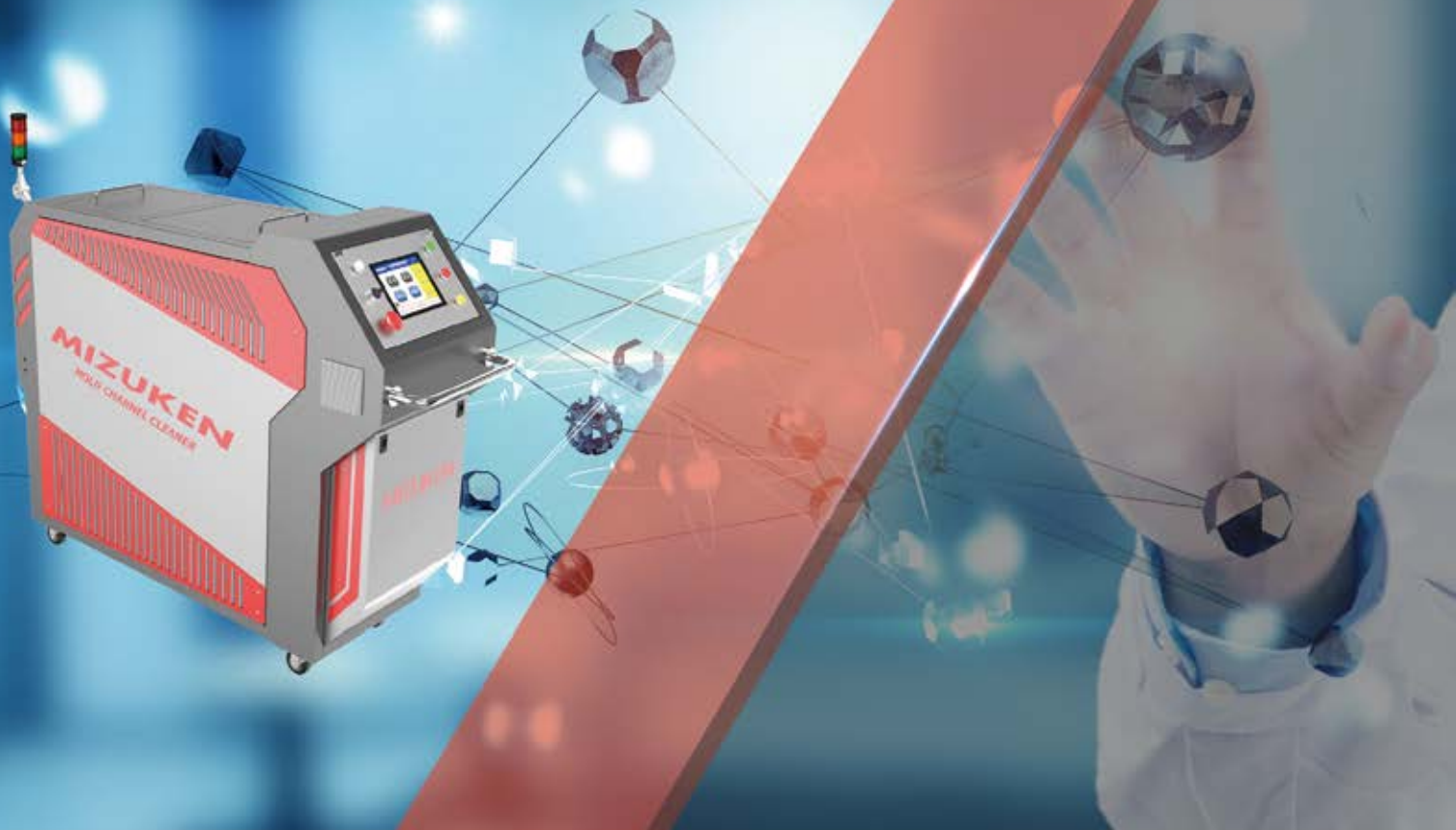
曼谷辦公室：46/7 Moo12 BDI Soi, Bangplee - Kingkaew Rd., Bangplee Yai, Bangplee, Samutprakarn Province 10540

廣告編號 2021-02-A01

# 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

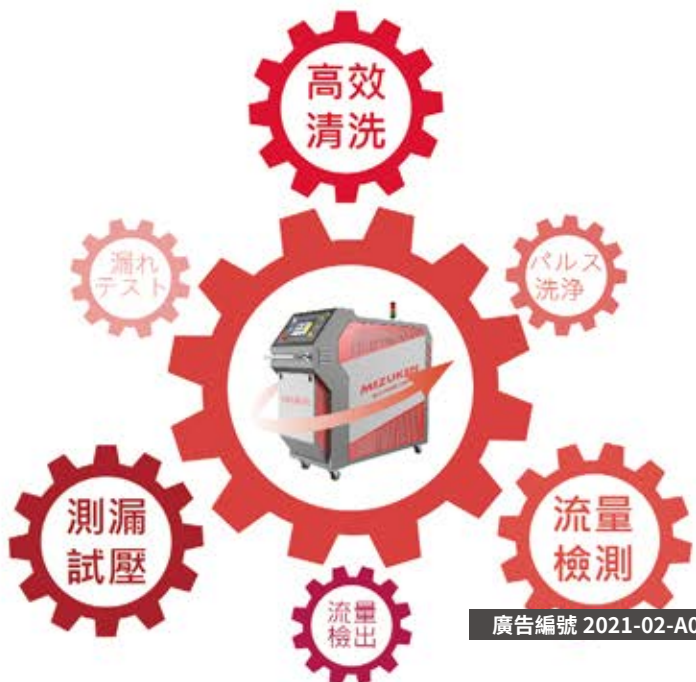
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

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：xuzl6666@163.com

網址：www.mizuken.com.cn



廣告編號 2021-02-A02

TEL 0769-81888697



優良的抗腐蝕性  
優良的拋光性  
優良的抗磨性  
優良的熱傳導性  
高強度及高硬度  
極優良的焊接性

提供各式板料  
及圓棒尺寸:

Dia. 12.5 mm  
Dia. 20.5 mm  
Dia. 25.4 mm  
Dia. 35 mm  
Dia. 60 mm

板材需求請來電詢問庫  
存尺寸

# MOLDMAX®

## 模具冷卻的好幫手 鈹銅合金

**MATERION MoldMAX HH®**

MATERION 鋼廠生產之 MoldMAX® 高性能合金熱傳導性為模具鋼的數倍之多，可用於醫療、食品、高精度模具之內嵌塊，增加冷卻速度，大幅降低您的 cycle time，增加生產效率。

### 材料特性

硬度	熱傳導係數(100°C)	熱膨脹係數
40HRC	130W/m · °C	17.5 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>



梧濟五業股份有限公司  
WU JII INDUSTRY CO., LTD.

獲美國 MATERION (美題隆) 鋼廠授權經銷

請洽梧濟各地銷售處:

台中總公司: 04-2359 3510

冷模廠: 04-2359 7381

泰山廠: 02-8531 1121

華晟: 02-2204 8125

台南廠: 06-2544 168

高雄廠: 07-7336 940

本洲廠: 07-6226 110

或來信洽詢:

[services@wujii.com.tw](mailto:services@wujii.com.tw)

廣告編號 2021-02-A03

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 Vito Tsai

編輯部

總編輯 蔡銘宏 Vito Tsai  
美術主編 莊為仁 Stanley Juang  
企劃編輯 林佩璇 Amber Lin  
簡恩慈 Elise Chien  
簡如倩 Sylvia Jian  
許正明 Billy Hsu

行政部

行政支援 林靜宜 Ellie Lin  
洪嘉辛 Stella Hung  
封旺弟 Kitty Feng  
劉香伶 Lynn Liu  
范馨予 Nina Fan  
邱于真 Jenny Chiu  
陳汝擘 Sharon Chen

技術部

技術支援 唐兆璋 Steve Tang 黃煒翔 Peter Huang  
劉文斌 Webin Liu 蔡承翰 Hunter Tsai  
張仁安 Angus Chang 游逸婷 Cara Yu  
楊崇邠 Benson Yang 葉庭璋 Danny Ye  
鄭富橋 Jerry Jheng 劉家孜 Alice Liu  
李志豪 Terry Li 詹汶霖 William Zhan  
劉岩 Yvan Liu 鄭向為 Nick Cheng  
張林林 Kelly Zhang 廖士賢 Leo  
羅子洪 Colin Luo 彭楷傑 Eason  
許賢欽 Tim Hsu 林振揚 Ali  
王海滔 Walk Wang  
羅偉航 Robbin Luo  
王文倩 Winnie Wang  
邵夢林 Liam Shao

專題報導

專題主編 楊崇邠 應用顧問  
特別感謝 SODICK、耀德講堂、中原大學智慧製造中心、  
Trexel Asia、型創科技、ENGEL、德商阿博格機械有限公司  
台灣分公司、科盛科技、威猛集團、金暘新材料、DSM、安  
科羅工程塑料、林秀春、林宜璟、邱耀弘

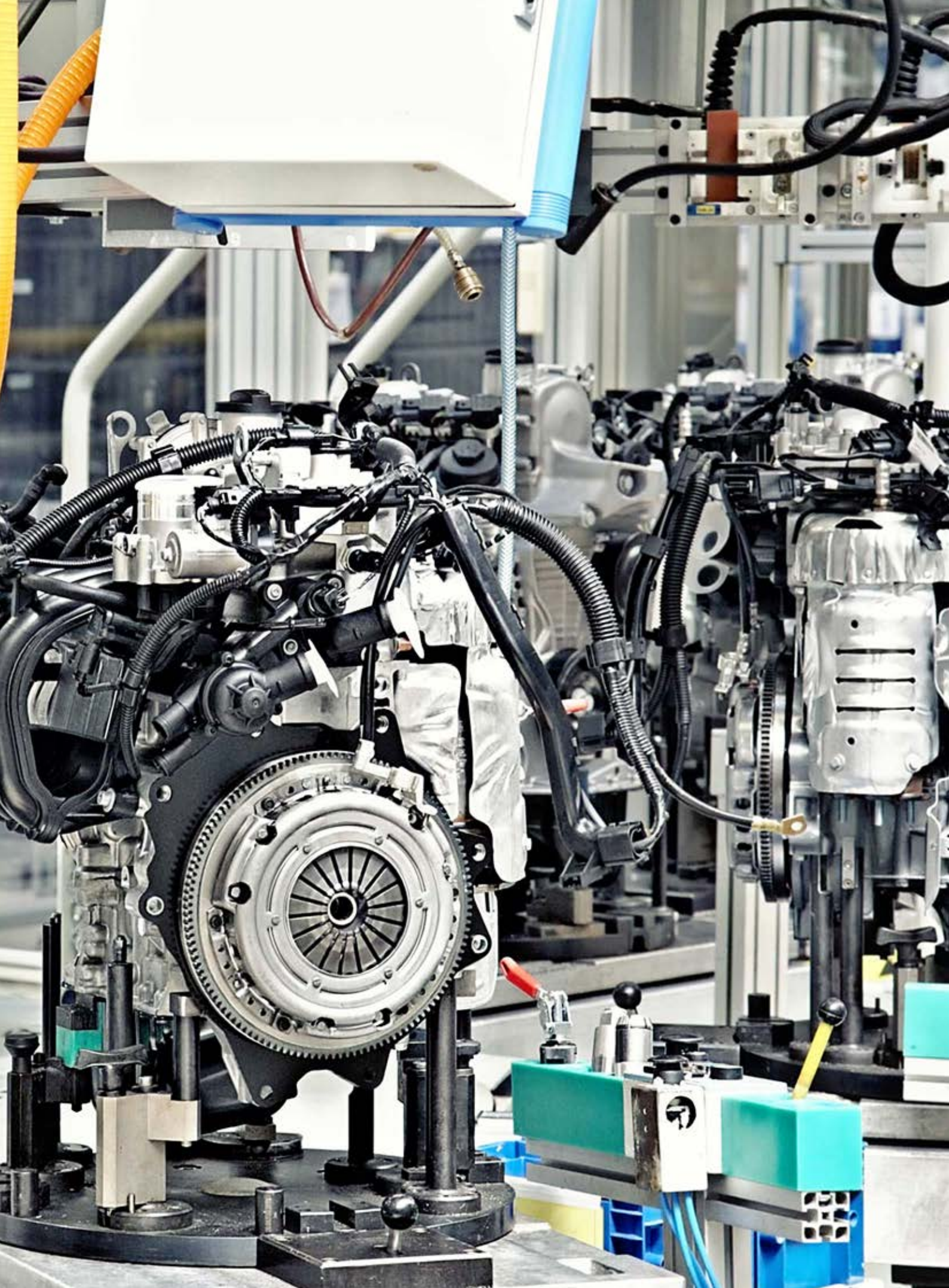
讀者專線 :+886-2-8969-0409

傳真專線 :+886-2-8969-0410

雜誌官網 :www.smartmolding.com

※【SMART Molding】雜誌是由 ACMT 協會發行，委託型創科技顧問(股)公司出版製作及訂閱等服務





## 廣告索引



型創 -----	P2-3(A01)
水研 -----	P4(A02)
梧濟工業 -----	P5(A03)
阿博格 -----	P37(A04)
Sodick -----	P43(A05)
科盛科技 -----	P53(A06)
IoM-IPS 智慧排程方案 -----	P71(A07)
IoM-OEE 機聯網方案 -----	P109(A08)
【3D 列印展】2021 徵展 -----	P113(A09)
【模具暨模具製造設備展】2021 徵展	P123(A10)
CPS21 general TC -----	P133(A11)
數位板雜誌宣傳 -----	P137(A12)
ivendor 科技聯盟 -----	P141(A13)
2021 模具與成型智慧工廠技術研討會	P146(A14)
新世代電子束 (EBM) 加工技術發表應用說明會與測試體驗	P147(A15)

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：[www.smartmolding.com](http://www.smartmolding.com)



ACMT 模具與成型雜誌 No. 042 2020/08

www.smartmolding.com/acmt

**SMART Molding Magazine**

**模具與成型智慧工廠雜誌**

ACMT SMART Molding Magazine

**【射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇】**

專題主編：唐光輝 ACMT副社長

本期內容包括：
 

- 數位化轉型之重要性與挑戰
- 臺灣射出成型工廠數位化轉型之現況與未來
- IT與OT在工廠數位化轉型中的角色
- 射成型工廠數位化轉型之成功要素

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 射成型工廠數位化轉型之重要性與挑戰
- 臺灣射出成型工廠數位化轉型之現況與未來
- IT與OT在工廠數位化轉型中的角色
- 射成型工廠數位化轉型之成功要素

科技新知：
 

- 射成型工廠數位化轉型之重要性與挑戰
- 臺灣射出成型工廠數位化轉型之現況與未來
- IT與OT在工廠數位化轉型中的角色
- 射成型工廠數位化轉型之成功要素

產業訊息：
 

- 射成型工廠數位化轉型之重要性與挑戰
- 臺灣射出成型工廠數位化轉型之現況與未來
- IT與OT在工廠數位化轉型中的角色
- 射成型工廠數位化轉型之成功要素

顧問專欄：
 

- 射成型工廠數位化轉型之重要性與挑戰
- 臺灣射出成型工廠數位化轉型之現況與未來
- IT與OT在工廠數位化轉型中的角色
- 射成型工廠數位化轉型之成功要素

ACMT 模具與成型雜誌 No. 041 2020/07

www.smartmolding.com/acmt

**SMART Molding Magazine**

**模具與成型智慧工廠雜誌**

ACMT SMART Molding Magazine

**【產業輕量化與無損檢測技術應用】**

專題主編：黃柏財 副教授

本期內容包括：
 

- 輕量化技術在汽車工業之應用
- 無損檢測技術在汽車工業之應用
- 輕量化技術在航空工業之應用
- 無損檢測技術在航空工業之應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 輕量化技術在汽車工業之應用
- 無損檢測技術在汽車工業之應用
- 輕量化技術在航空工業之應用
- 無損檢測技術在航空工業之應用

科技新知：
 

- 輕量化技術在汽車工業之應用
- 無損檢測技術在汽車工業之應用
- 輕量化技術在航空工業之應用
- 無損檢測技術在航空工業之應用

產業訊息：
 

- 輕量化技術在汽車工業之應用
- 無損檢測技術在汽車工業之應用
- 輕量化技術在航空工業之應用
- 無損檢測技術在航空工業之應用

顧問專欄：
 

- 輕量化技術在汽車工業之應用
- 無損檢測技術在汽車工業之應用
- 輕量化技術在航空工業之應用
- 無損檢測技術在航空工業之應用

ACMT 模具與成型雜誌 No. 040 2020/06

www.smartmolding.com/acmt

**SMART Molding Magazine**

**CAE 模具成型技術雜誌**

CAE 模具成型技術雜誌

**【高速3D列印的產業應用與發展】報導**

專題主編：謝正光 副校長 (臺灣科技大學)

本期內容包括：
 

- 3D列印技術之發展與應用
- 3D列印技術在汽車工業之應用
- 3D列印技術在航空工業之應用
- 3D列印技術在醫療工業之應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 3D列印技術之發展與應用
- 3D列印技術在汽車工業之應用
- 3D列印技術在航空工業之應用
- 3D列印技術在醫療工業之應用

科技新知：
 

- 3D列印技術之發展與應用
- 3D列印技術在汽車工業之應用
- 3D列印技術在航空工業之應用
- 3D列印技術在醫療工業之應用

產業訊息：
 

- 3D列印技術之發展與應用
- 3D列印技術在汽車工業之應用
- 3D列印技術在航空工業之應用
- 3D列印技術在醫療工業之應用

顧問專欄：
 

- 3D列印技術之發展與應用
- 3D列印技術在汽車工業之應用
- 3D列印技術在航空工業之應用
- 3D列印技術在醫療工業之應用

其他主題的模具與成型智慧工廠雜誌  
邀請產業界專家與企業技術專題  
每個月定期出刊！

ACMT 模具與成型雜誌 No. 039 2020/5

www.smartmolding.com/acmt

**CMM CAE Molding Magazine**

**CAE 模具成型技術雜誌**

**【東南亞模具產業發展趨勢】報導**

專題主編：洪仁安 ACMT 副社長

本期內容包括：
 

- 東南亞模具產業發展之現況與未來
- 東南亞模具產業發展之挑戰與機遇
- 東南亞模具產業發展之成功要素

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 東南亞模具產業發展之現況與未來
- 東南亞模具產業發展之挑戰與機遇
- 東南亞模具產業發展之成功要素

科技新知：
 

- 東南亞模具產業發展之現況與未來
- 東南亞模具產業發展之挑戰與機遇
- 東南亞模具產業發展之成功要素

產業訊息：
 

- 東南亞模具產業發展之現況與未來
- 東南亞模具產業發展之挑戰與機遇
- 東南亞模具產業發展之成功要素

顧問專欄：
 

- 東南亞模具產業發展之現況與未來
- 東南亞模具產業發展之挑戰與機遇
- 東南亞模具產業發展之成功要素

ACMT 模具與成型雜誌 No. 038 2020/4

www.smartmolding.com/acmt

**CMM CAE Molding Magazine**

**CAE 模具成型技術雜誌**

**【物聯網與先進模具成型技術】報導**

專題主編：謝富祥 ACMT 副社長

本期內容包括：
 

- 物聯網技術在模具工業之應用
- 先進模具成型技術之發展與應用
- 物聯網技術在模具工業之挑戰與機遇

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 物聯網技術在模具工業之應用
- 先進模具成型技術之發展與應用
- 物聯網技術在模具工業之挑戰與機遇

科技新知：
 

- 物聯網技術在模具工業之應用
- 先進模具成型技術之發展與應用
- 物聯網技術在模具工業之挑戰與機遇

產業訊息：
 

- 物聯網技術在模具工業之應用
- 先進模具成型技術之發展與應用
- 物聯網技術在模具工業之挑戰與機遇

顧問專欄：
 

- 物聯網技術在模具工業之應用
- 先進模具成型技術之發展與應用
- 物聯網技術在模具工業之挑戰與機遇

ACMT 模具與成型雜誌 No. 037 2020/3

www.smartmolding.com/acmt

**CMM CAE Molding Magazine**

**CAE 模具成型技術雜誌**

**【製造業的十年回顧：射出加工技術之發展】**

專題主編：莊國弘 博士

本期內容包括：
 

- 射出加工技術之發展與應用
- 射出加工技術在汽車工業之應用
- 射出加工技術在航空工業之應用
- 射出加工技術在醫療工業之應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：
 

- 射出加工技術之發展與應用
- 射出加工技術在汽車工業之應用
- 射出加工技術在航空工業之應用
- 射出加工技術在醫療工業之應用

科技新知：
 

- 射出加工技術之發展與應用
- 射出加工技術在汽車工業之應用
- 射出加工技術在航空工業之應用
- 射出加工技術在醫療工業之應用

產業訊息：
 

- 射出加工技術之發展與應用
- 射出加工技術在汽車工業之應用
- 射出加工技術在航空工業之應用
- 射出加工技術在醫療工業之應用

顧問專欄：
 

- 射出加工技術之發展與應用
- 射出加工技術在汽車工業之應用
- 射出加工技術在航空工業之應用
- 射出加工技術在醫療工業之應用



第一手的  
模具行業情報



最專業的  
模具技術雜誌



最豐富的  
產業先進資訊

[www.smartmolding.com](http://www.smartmolding.com)  
ACMT SMART Molding Magazine

# 目錄 Contents

14 龍祥塑膠——以變迎變，再創新契機

18 3D 水路設計之基本思路及方法

22 MIM 產品的設計觀念（上篇）

34 模具加工過程中的關鍵技術：刀具監控

44 大面積電子束照射技術對模具鋼材實現快速拋光加工

54 ENGEL 助 Ypsomed 以標準化達到更快成長

58 面向新型黏合劑應用的 freeformer

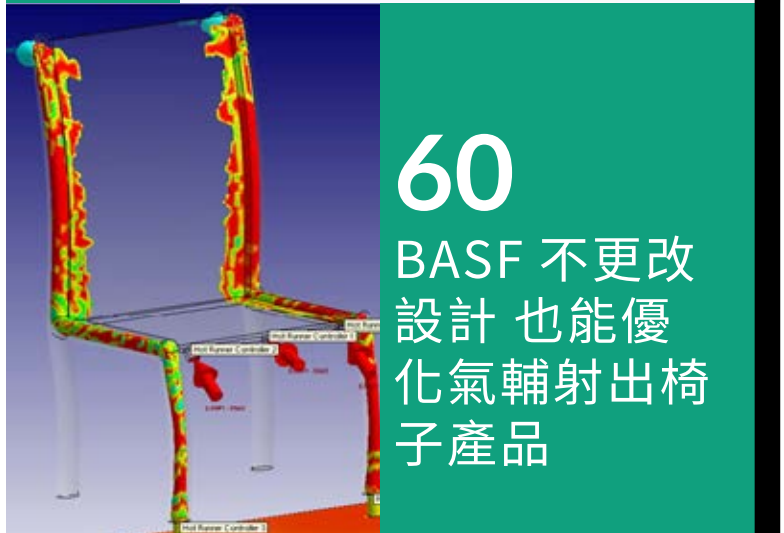
62 威猛巴頓菲爾新的集成生產單元，防止澆口料浪費並降低成本

64 汽車保險桿越做越薄的產品邏輯

66 變廢為「錶」！帝斯曼創造淨化海洋污染的力量

68 水輔成型工藝助力全球首款承載式塑料行李架

72 第 48 招【澆口位置與厚度篇】





76

- 82 MIM 製程之介紹與應用
- 86 2021 模具與成型智慧工廠技術研討會 (Q1)
- 87 International PIM Seminar 2021 「精密微量成型技術」研討會
- 89 3D 列印技術在數位牙科的研發與應用



### 模具與成型技術之 發展趨勢

「塑膠成型產業並非容易，必須把每項基本功都做扎實才會有好的產品品質、較低的生產成本和更快速的交期。本期再次探討每個階段的基本功，雖然涵蓋內容還無法全部滿足，但寄望以其精神再次彼此勉勵精進，為下一個高峰的來臨做好準備。」 ■



新登場!



數位版雜誌上線中!  
隨時隨地都能閱讀!



## 楊崇邇 應用顧問

### 經歷：

- ACMT 電腦輔助成型技術交流協會，專案經理
- 型創科技顧問有限公司，業務經理
- 科盛科技股份有限公司，經理
- 科盛科技股份有限公司，專任講師

### 專長：

- CAE 應用經驗，企業成功案例分析
- 台灣工廠 CAE 模流分析技術轉移經驗
- 射出成型電腦產品，模具設計
- CAD/CAE 技術整合應用
- 高分子加工技術

## 模具與成型技術之發展趨勢

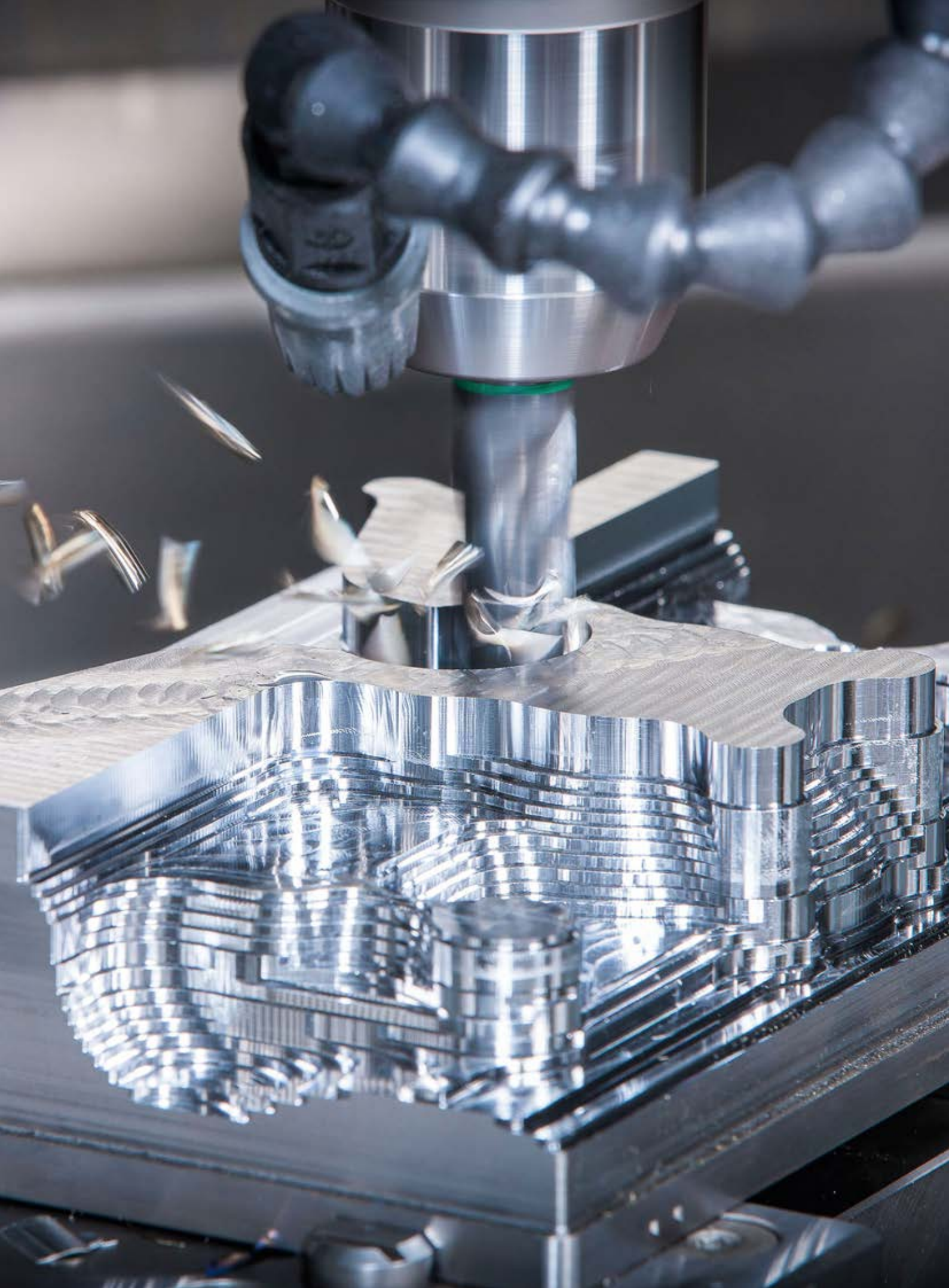
2020 年，市場受到新冠疫情影響停緩之下，產業界許多工廠對於大環境也是怨聲載道，雖然因此流失一些訂單，但並沒有因此而停擺，把握機會在逆勢時候投入【基本功】，當景氣復甦時即可快一步掌握機會掌握需求。而基本功離不開三個元素：「模具設計」、「模具加工」與「射出成型」。

品質是設計出來的，本於如此概念來進行模具開發，可以有效提升成功機率，縮短試模次數。其中，「溫度」、「速度」與「壓力」更是影響品質的三要素，關於溫度的控制，我們在意水路設計，一個好的水路設計可以有效將模具積熱帶走，改善翹曲變形和縮短成型週期；而速度和壓力則影響模穴充填飽滿和產品翹曲變形，可以透過氣體輔助製程 (MuCell) 來克服流長比過大，和射壓不足充填短射之問題。

當模具設計完成之後，事情並還沒有結束，因為就算是依圖施工，很多時候也會發生意外事情，例如：加工過程 CNC 是否因為刀具損毀而無法保持穩定和尺寸，有可能因為加工本身不穩而導致尺寸偏差！所以刀具監控成為一個必須注意的要點！又例如：產品脫模性不佳，或是塑膠沾黏等問題，此時就還得藉由特別的拋光技術來克服，因此我們特別介紹電子束加工給大家認識。

模具順利加工完成並且組裝起來之後，接著就是射出機的工作了，對於射出成型來說，占整體的品質控制其實約一成左右，換句話說在這有限的空間之內，目標是期望穩定的製程品質，和快速的生產速度。因此射出機才會有高速機 / 電動機 / 油電混合等等配置，再往製程控制面來看，還有智慧 V/P 切換技術，和重量監控機制。

從開始到結束，一個環節扣著一個，塑膠成型產業實際上並非容易，必須把每一個基本功做扎實才會有好的產品品質、較低的生產成本和更快速的交期。因此，本期再次探討每個階段的基本功，雖然涵蓋內容還無法全部滿足，但寄望以其精神再次彼此勉勵精進，為下一個高峰的來臨做好準備。祝福各位讀者 2021 一飛衝天！■



## ACMT 模具與成型產業

# 發現台灣競爭力



## 龍祥塑膠——以變迎變，再創新契機

### 臺灣模具與成型產業現況

近年來臺灣模具出口貿易面臨了被邊緣化的狀況，同時經濟不景氣導致消費緊縮，使得臺灣內部市場需求也大幅衰退。內憂外患的夾擊下，讓臺灣模具與成型產業已感受到不小的壓力，若內需持續疲弱、出口排擠持續擴大，臺灣模具產業勢必要尋求新的產業策略與轉型。

而當市場已有眾多的工廠與競爭同業下，位於新北市淡水區的龍祥塑膠股份有限公司（後簡稱龍祥塑膠）廠內近 20 臺射出設備的中小型廠房，能夠獲得客戶青睞持續接單而不被大環境擊倒的優勢在哪？祝祥程總經理（後簡稱祝總經理）表示龍祥塑膠透過深度的客戶服務及一條龍的生產方式，不論是在交期、品質上都十分重視客戶的信任，而在產品方面，則是以生命週期較長的产品做為主力，並以貿易跟代理海外訂單的方式，擴展歐美製造業版圖，事業觸角不斷的展開，不只做有把握的事情，而是做了就要有把握堅持到成功，領先佈局追求轉型發展。

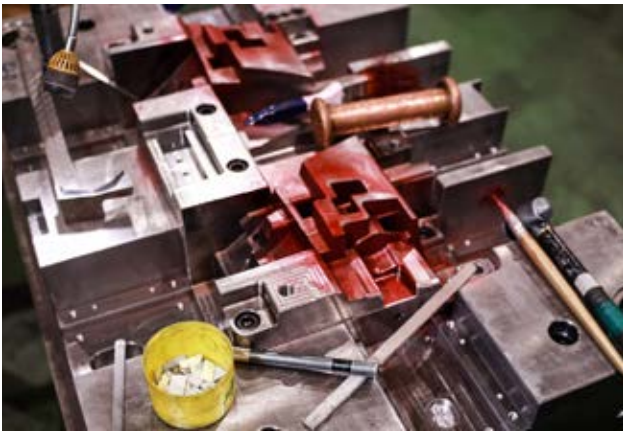


圖 1：現場模具組裝配合調整

### 從模具設計到塑膠成型技術

介紹龍祥塑膠，要從 1989 年 5 月成立的錡兵股份有限公司說起。錡兵鋼模由祝總經理的親戚所成立，廠址位於淡水，早在 30 年前模具製造產業在臺灣發展的很蓬勃，在當時從事模具設計、製造的學徒未來十分有前景，親戚也希望祝總經理來模具廠學習，但祝總經理有自己的一套看法，認為在模具設計跟塑膠射出是密不可分的，考量到模具與塑膠發展的品質與整體性的結合，故走出舒適圈在外學習塑膠射出成型的新技術。

在 1995 年，錡兵鋼模廠剛搬遷到現址時，祝總經理即在鋼模廠旁成立了龍祥塑膠股份有限公司。在當時尚未接到任何訂單時，就毅然決然投資 6 臺日本東芝 TOSHIBA 的射出機，他笑笑地說著：「總得先有車才能開始賣車吧！」一語帶過創業時的艱辛，顯出領導者的遠見、在創業上的氣魄，以及勇於嘗試新技術的求知欲，也奠定日後龍祥塑膠一條龍式生產的營運模式。

### 跨足多產業主攻生命週期長產品

龍祥塑膠的產品與服務，包含許多安規相關產品，如醫療檢測設備外殼、保全設備殼件及太陽能設備件、



圖 2：廠內安裝的射出設備稼働率可視化系統

後車燈罩等。祝總經理表示以臺灣產業看來，中小企業的工廠必須保持高靈活性的生產，不能侷限在特定產業完全投入，這樣模式之下雖然辛苦，但至少可以走出中小企業工廠自己的一條道路；而挑選生命週期長的产品為主也是工廠的核心價值，讓客戶開發的每件模具都能發揮最大的生產價值，減少開發成本，並與客戶建立長久的合作默契與關係。

以近期市場需求來看，客戶為了降低成本與提升生產效率，要求的生產流程從產品與模具的設計、3D 打樣、模流分析、開模到試模，完成成品量產後的量測與外觀後處理加工，最後再到組裝與出貨，一條龍式的服務。

除了生產效率之外，祝總經理在生產品質上也有所堅持，參觀廠內時看到了近 2 層樓高的設備（如圖 5），有別於現場其他加工機器，詢問後了解原來這臺設備是「合模機」，適用於模具完成或修改後合模時使用，方便使用者測試、校正、修模；在臺灣採購合模機這項設備的中小型工廠不到一成，但基於龍祥塑膠對於模具精度的堅持跟模具的保養維護，祝總經理認為這是必要的。「永遠想得比客戶多一點」，這也是龍祥塑膠目前最大的優勢與競爭力。



圖 3：祝總經理與廠內模具合影

## 製造業數位轉型的第一哩路

面對這幾年大陸製造業的低成本競爭，臺灣製造業逐漸被邊緣化，再加上 2020 年市場受到新冠疫情影響而停滯之下，產業界許多老闆對於大環境也是怨聲載道。儘管龍祥塑膠也因此流失一些訂單但並沒有因此而停擺，反而把握機會順勢投入「物聯網」即時監控管理，讓數位化轉型不再只是大型企業的優勢。

製造業的數位轉型工程看似很多很複雜，但其實不然。首先，可以從「射出機」稼動率可視化開始執行，蒐集製造過程產生的關鍵大數據，透過運算存取分析，即時呈現設備狀態、產能利用率及生產狀況，輕鬆做到生產可視化，無需動員額外人力即可掌握現場狀態，用機聯網科技快速掌握生產週期。

接下來，再以這樣的基礎朝即時生產做展開，把即時正確的數據收集回來，透過看板監控協助管理，由電腦輔助生產提升效率，不必多花人力去記錄。透過上述過程，便可以逐步實踐數位轉型。

## 直面環境劣勢，前瞻性投入與轉變

因為臺灣整體經濟與工廠規模較國外小，先天不足的劣勢與各大生產國的邊際成本自然無法比擬，在無法



圖 4：出貨前的品質管理檢查

硬碰硬的情況下，就必須走出差異化。除此之外，祝總經理也表示臺灣模具產業最大問題在於工廠技術人員的斷層問題，現在年輕人普遍排斥進入黑手產業，這是目前業界普遍面臨的危機，但對於兒子願意接手，二代對於產業感興趣而踏入產業也是龍祥塑膠轉變的一個契機。

面對新冠疫情，龍祥塑膠選擇正面迎擊繼續前進，在目前趨於保守的環境下，不僅逆勢操作投入了多臺先進設備機臺，也從內容經營管理下手去提升，同時於今年增設臺南廠採購多臺大噸數的射出設備，主動開發有別於以往的客戶群。除此之外，龍祥塑膠也增設海外業務部門，除了既有代理及貿易商的生意，也主動接洽海外訂單，提早為疫情之後的復甦做準備。

## 以變迎變才是企業永續經營之道

ACMT 這次很榮幸能採訪到龍祥塑膠股份有限公司。其工廠早期是以模具設計為主，而後祝總經理因早一步看到產業後續發展遂投入到塑膠成型領域。此外，在大環境蕭條時，更是積極應對投入數位轉型。

龍祥塑膠是大部分臺灣中小型模具與射出廠的縮影，以客戶需求為導向，在企業經營理念上秉持著服務、





圖 5：廠內的合模設備



圖 6：成品圖示

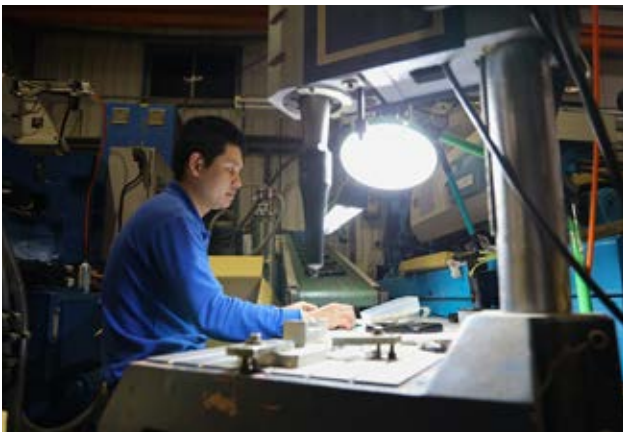


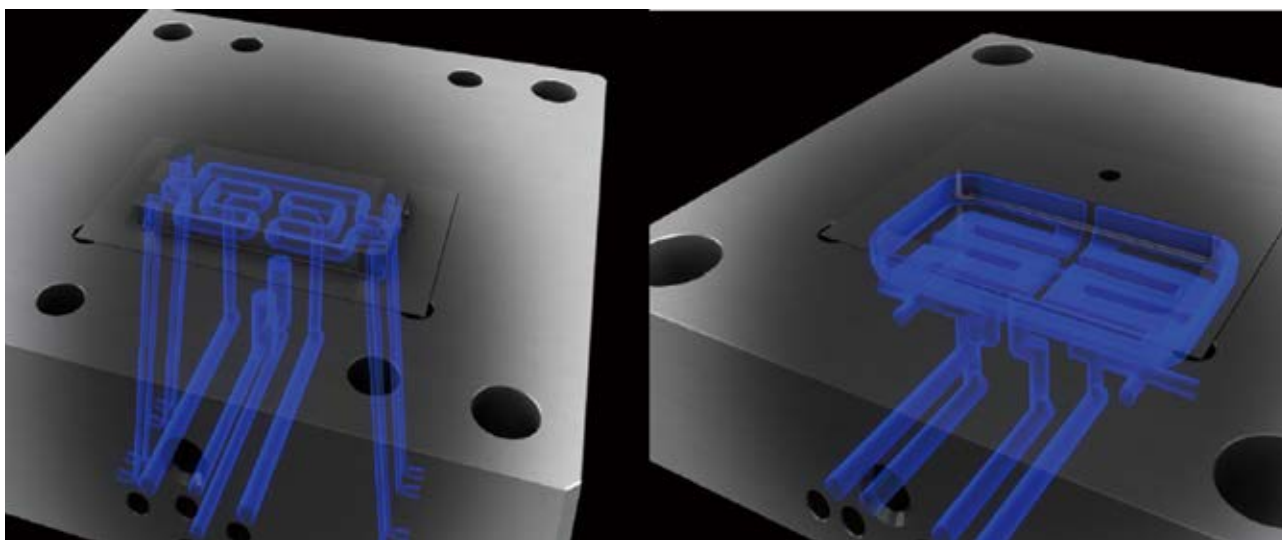
圖 7：剛射出的成品會先由現場人員進行初步品管



圖 8：流水線上的產品圖示

品質與交期準時，與客戶之間不只是買賣雙方，也共同進行技術的研發，是亦師亦友的夥伴。最令人印象深刻的是，在採訪時祝總經理也把握空檔，與同時來訪的型創顧問談論如何運用反壓射出的技術解決客戶的問題，對於新技術的渴望與應用，著實令人敬佩。由此可知，與客戶建立良好的信任關係是龍祥塑膠的經營之道。

龍祥塑膠助客戶找出問題、解決問題，並重新定義製造服務，最後導入物聯網進行即時監控管理，未來在公司成長之路必會有正向的突破發展。最後祝總經理在對臺灣製造業的喊話中提到：「企業要能永續經營，必須創造更多價值，走出不一樣的道路！」■



## 3D 水路設計之基本思路及方法

■ SODICK

### 前言

在我們使用金屬 3D 工藝列印模具時，3D 水路應該如何去設計，是一個我們首先需要解決的問題。在此，我們根據我們多年的應用經驗總結了一些基本思路和方法以供大家參考。

### 確認 3D 水路的設計範圍

因水路是針對成型產品實施冷卻，因此原則上只需在模仁中的產品範圍部分設計 3D 水路。非產品範圍的模仁配合部無需設計 3D 水路。

### 水路布局原則和方法

#### 原則 1：水路冷卻範圍盡量充分且均勻

不均勻和不充分的冷卻會導致產品冷卻不均，從而導致產品外觀和尺寸的缺陷。為避免產品外觀和尺寸出現缺陷，可採用下列方法：

1. 水路盡可能覆蓋所有需要冷卻的部位。
2. 水路距產品面距離保持一致，確保均勻的冷卻。

3. 水路間距保持一致。

4. 水路直徑保持一致。

#### 原則 2：水路流程長度盡量縮短

當水路流程越長，側壁對流速的削弱就越大，而水路的循環周期越長，也會使得換熱效率降低，進而影響水路的冷卻效果。為避免上述情形，可採用下列方法：

1. 減少多餘的水路布局及層數。
2. 流程較長的水路拆分成兩組。

#### 原則 3：水路的壓力盡量減小

截面只要有變化，就有壓力損失，速度也會下降。若水路中有低於 90 度的拐角，將會使水路流速大幅度縮減，削弱水路冷卻效果；而當水路中每增加一個拐角，就會增加一個局部阻力，進而降低水路流速，削弱冷卻效果。為避免冷卻效果被削弱，在進行水路布局時應注意下列幾點：

1. 水路拐角角度盡量大於 90 度。

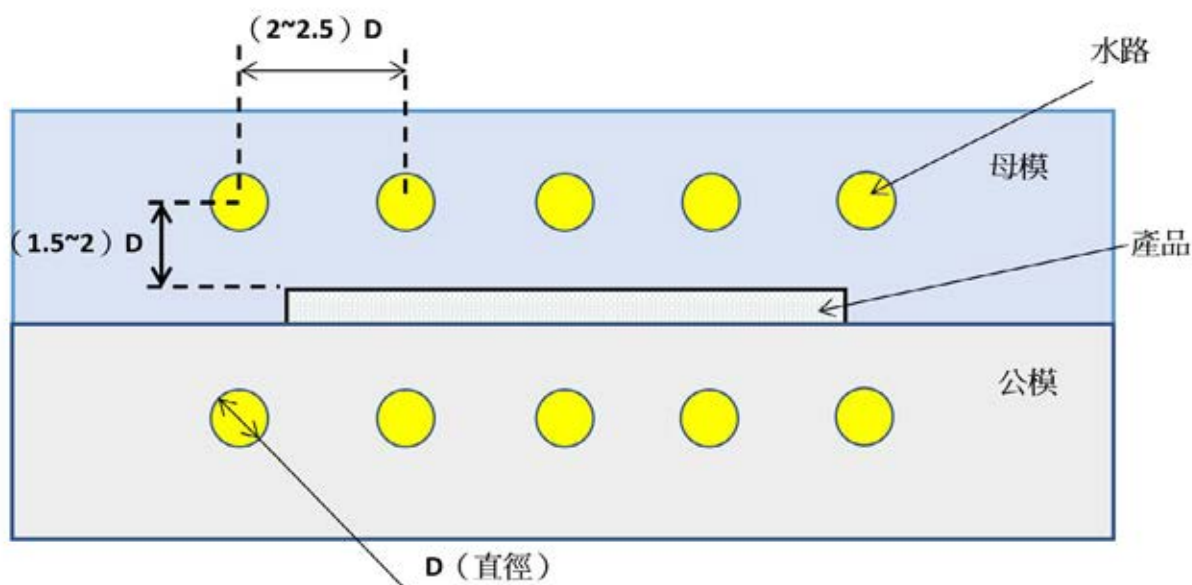


圖 1：提供參考用的水路尺寸設計參考標準

## 2. 水路拐角數量盡量縮減

### 原則 4：零件的列印成本盡量縮減

在實現同樣冷卻效果的前提下，盡量幫客戶縮減零件需要列印的體積，進而實現縮減零件列印時間和費用的目的。為達成縮減列印時間和費用之目的，我們可以僅在產品面處設計 3D 水路，而非產品處則盡量設置為傳統水路樣式。

### 水路布局構線方法：

我們實際設計水路時，通常是首先作出水路的中心線。水路的中心線的構線方法具體有以下三種。

#### 偏置曲線法

此方法主要應用於有大量頂針孔的 Core 模仁。由於水路需要繞開這些頂針孔位并和孔位保持相同的距離，所以我們利用偏移頂針的輪廓來製作出水路的中心線（見圖 2）。

#### 抽取曲面法

此方法主要應用於有大範圍曲面型產品面的模仁。製作水路中心線時，我們首先偏移出曲面的產品面，然後在偏移面上構線水路，以保證水路各個部位距產品的距離相同（見圖 3）。

#### 砍切法

為使水路的布局全面、均勻，將產品範圍均等的砍切成一個個平面，然後在這些平面上構線的方法（見圖 4）。

### 檢查

#### 水路是否連貫暢通？

水路設計過程中，可能會有斷線 / 錯位 / 片體殘留等情況存在，這些情況會導致實際列印完成的零件內部水路是不連通的 / 閉塞的，導致零件報廢。

#### 水路距模型內外壁距離是否均勻一致？

不均勻的水路布局會導致不均的產品冷卻收縮，導致

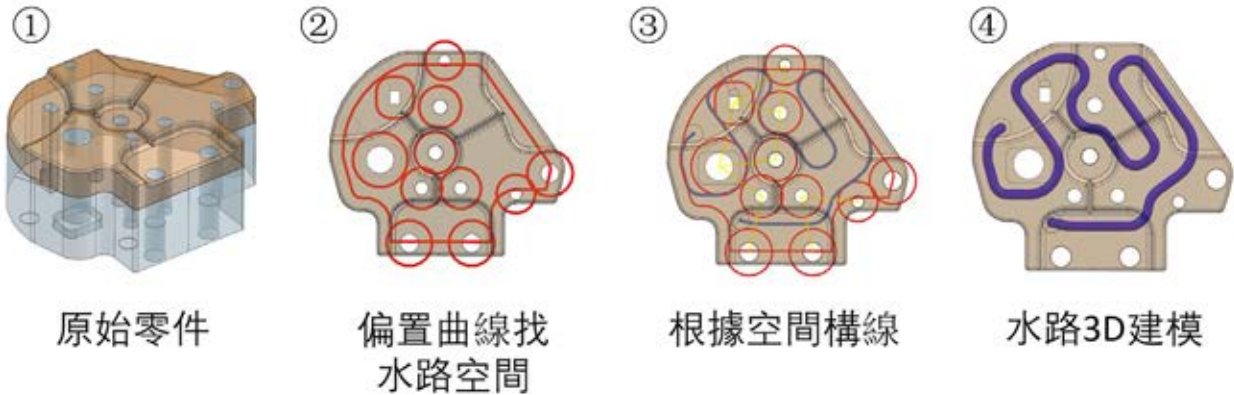


圖 2：偏置曲線法（圖片中的棕色標記面為產品面）

產品變形及外觀不良等問題。

### 水路的截面積是否一致？

水路的流量受限於水路內部最小的截面積。如局部截面積變小，會使整個水路的流量隨之減少，影響冷卻效率。

### 結語

3D 水路設計中需要考慮的問題還有很多，包括模仁的強度、水路截面的形狀等，此文側重介紹了基本的思路及幾種構線方法，希望能對大家面對模仁設計 3D 水路時有一個啟發的方向。■

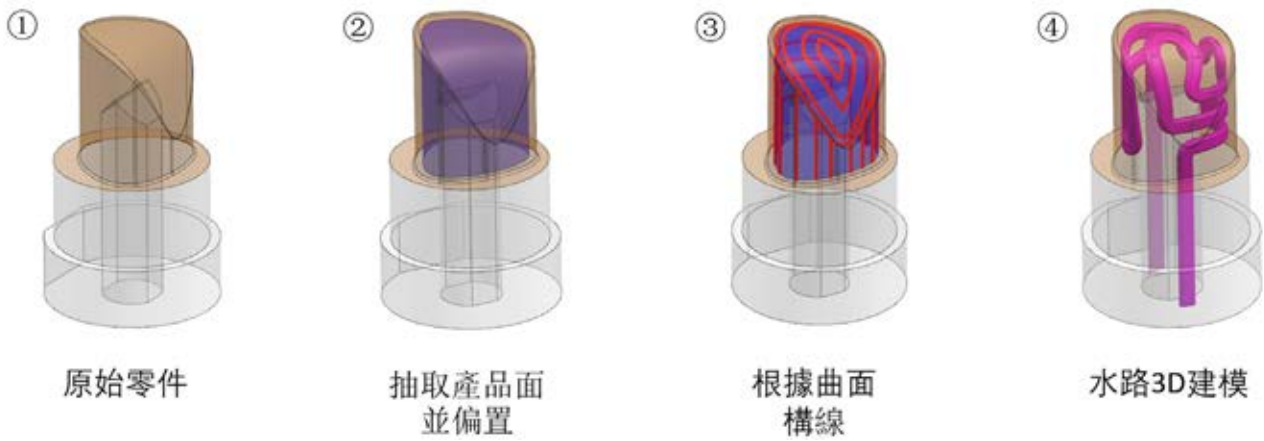


圖 3：抽取曲面法（圖片中的棕色標記面為產品面）

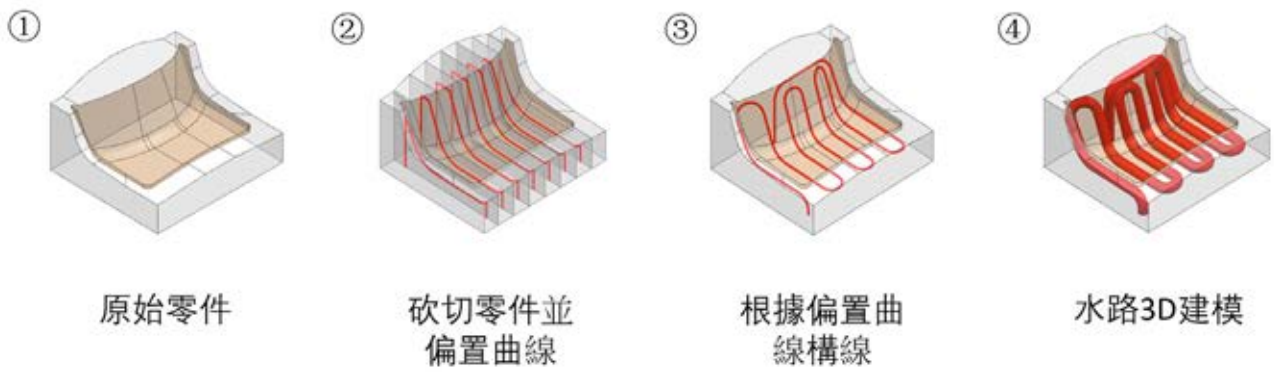
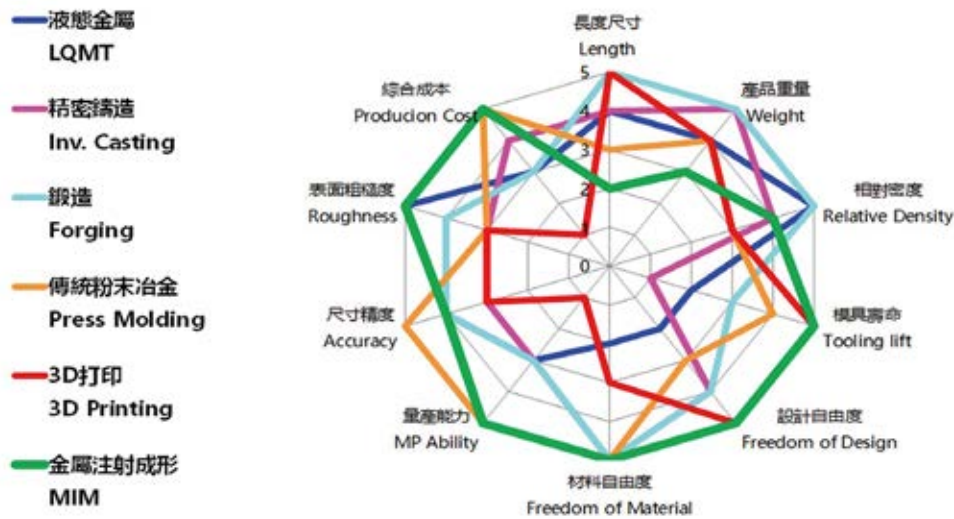


圖 4：砍切法（圖片中的棕色標記面為產品面）



## MIM 產品的設計觀念 (上篇)

■耀德講堂 / 譯者：邱耀弘 博士 & 趙育德 講師

### 譯者的話

文章由 Dr. Q 與趙育德 講師一同翻譯，翻譯文句因工程慣用語可能會與原文有些微的不同，當然，也包含圖形或是照片上的小部份增加或修改。對此，Dr. Q 會盡量使翻譯接近原來的意思。同時有部份工程圖參考自 [www.kinetics.com](http://www.kinetics.com) 以及 <https://micro-mim.eu> 並經過修改。我們也歡迎讀者協助修正文章中的錯誤。

### 前言

MIM 零件的幾何形狀可以完全的參考塑膠射出成型零件，具有很好的設計彈性。傳統的金屬加工技術的限制可以被忽略，MIM 可以遵循著原有傳統製程的零件外型，將數個零件組合成一個單一零件並發揮各個零件的功能，微型化產品減少組裝的困難並減少材料的重量。MIM 可提供量身訂作客制化零件具有正確的幾何形狀與機械性質。

當要製造小且複雜，且需要量大的金屬零件時，MIM

製程立即顯出優勢地位。簡單的來說，可以由零件加工的方法與次數來定義比較，通常 MIM 被設計用來取代一個必須經過 4 次或是更多加工道次以及反覆的夾持工作而製造出來的零件。請記住，每一道次的加工將會增加邊際成本（包括刀具與夾治具磨損、切除的廢料、定位的時間等），然而使用模具成型的 MIM 製程僅小幅度的增加，甚至沒有增加多少費用。文章首圖為一些金屬加工製程與 MIM 的性能比較。液態金屬製程並非新製程，早在 1960 年就已經問世，由於同利用壓鑄的方法以高壓注射成型，一直被拿來與 MIM 相提並論，很可惜因為商業上的專利限制和材料價格，這個技術始終沒有被大量的採用。

在圖 1 中，提供了某些加工過程與 MIM 的工藝步驟比較。如果零件需要許多上載 / 卸載才能完成最終形狀，當大數量生產時則存在此過程有較高的成本。而 MIM 卻因為能夠重複使用的模具而保持一個成本常態的結果。

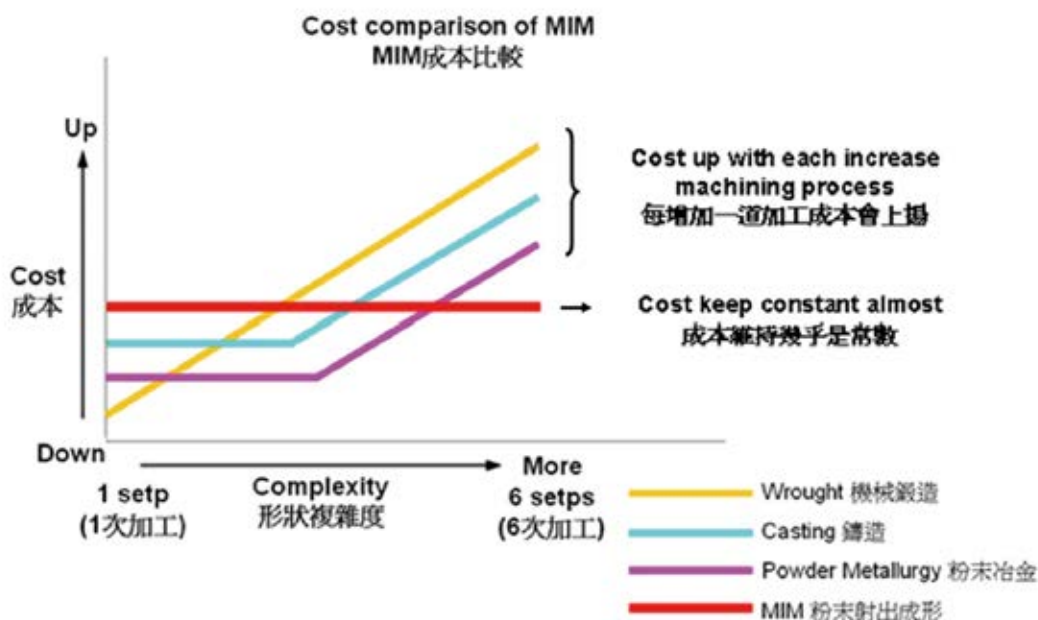


圖 1：顯示出幾個加工製造複雜零件的成本比較

圖 2 則是為首次接觸 MIM 製程的人提供一個簡略的概念，以便增進其對 MIM 製程之製造能力的瞭解，但這是基於訂單在超過至少每批次 10,000 件的狀況下。以下是一些關於 MIM 零件的通用準則（也是限制）：

#### 較不適合的零件

- 零件超過 100g 重
- 零件尺寸大於 100mm
- 零件肉厚超過 10mm
- 批量少於 5,000 件

#### 適合的零件

- 零件重量小於 50g
- 零件長度小於 30mm
- 零件厚度介於 0.5~5mm 之間
- 每年批量有 10K 至 100KK 件

利用 MIM 製程設計單一個零件來取代複雜的多零件組合是有效率的设计。圖 3 所示即為利用 MIM 製程將一個傳統的四件組合零件之設計轉換為一個單一零件

的概念。以原設計而言，共有四個零件需要購買，估計至少要花三個組裝與相對應的如零件的採購、交期追蹤、數量與倉儲等費用；在研發與製造工程端來說，單一零件可以減少組裝公差、作業時間和眾多令人煩厭的待處理檔案。結果顯示 MIM 零件的簡單性使整個零件更為堅固、成本更低，而且更接近原始設計的目的。圖 4 則是由 BASF 公司提供的另一個圖例（已經由作者修改）。

而圖 5 則表示了一個 MIM 零件特徵設計的總合說明，這是由日本粉末冶金協會 (JPMA) 在其教育資料網頁所公布的圖形特徵，非常清楚的表達了 MIM 採用模具生產的特徵設計優勢。

#### 產品肉厚

MIM 製程是以塑膠注射方式來成型零件的形狀，所以設計零件便推翻了傳統的金屬加工工藝。例如，傳統機械加工是切削材料以使形狀符合設計的最終要求，因此，設計工程師根據 MIM 這樣的設計優勢，可以

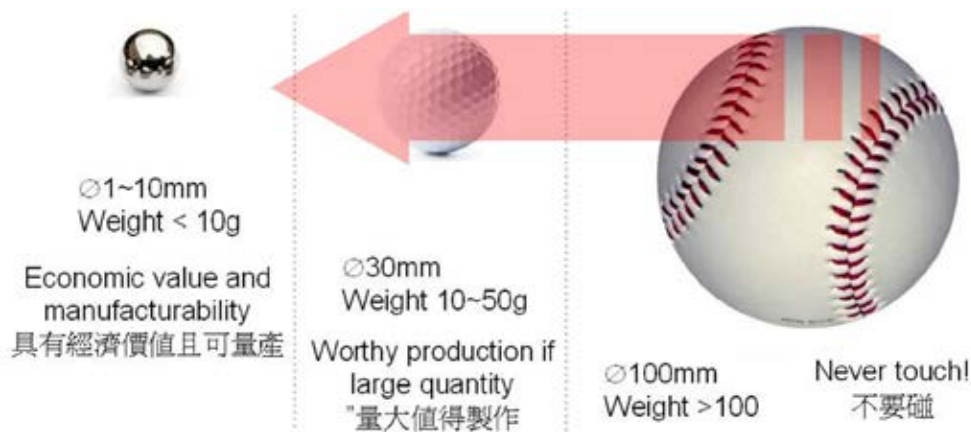


圖 2：由體積和重量來考慮 MIM 製造能力

很容易地製作一個有經濟基礎和那些不違反加工設計限制的決定。但機加工對於消除部分多餘材料以減少零件重量的考量將不會採用，因為這樣的設計將會增加機械加工的費用與工件停留於機臺上的時間。其實 MIM 這種以模具生產的方法也算是廣義積層製造的一種（空的模穴注入喂料複製出零件）。

換成以 MIM 來設計時，由於塑膠成型的技術，我們可以開始自由的執行設計，建立一個零件具有正確強度與最佳化的結構形狀，移除不需要的多餘材料（就是節省成本啦！），這也為 MIM 製程的執行與使用者提供了更多的優勢。MIM 製程需用到價格不菲的精細的粉末，所以只要能夠降低零件材料總重量，MIM 設計的過程必然不能放過這種降低成本的訴求。此外，在整個零件保持均勻的壁厚可以減少成型過程中發生缺陷的可能性，從而提高整體零件品質、外觀強度與尺寸公差，是 MIM 製程所能提供的優勢。

MIM 是可以製作不等肉厚的產品，包含一次成型或是經過二次加工。不過 MIM 應該要遵循著塑膠射出成型的特性。零件的肉厚越厚或是肉厚的變化很大，在注射過程的保壓、模溫以及模具結構的設計就有很多的要求。主要就是熱管理，如何控制注射完成後的生

坯均勻的冷卻固化，這必須要經過實際的經驗累積。不過因為時代的進步，模流分析軟件可以協助設計者把模具做好並且模擬製程。例如臺灣的 Moldex 3D 技術，可以有效解決不等肉厚的製程建議。

### 薄殼與除肉

如圖 6 所示為數個設計範例，以 MIM 設計削除不必要的肉而薄殼化成為等肉厚的零件。您可以標註那些厚截面區域所不必要的材料並對其進行刪除。薄殼除肉的方式可以平行或垂直於分模線，如圖 7 所表示，兩種形式的除肉方法，垂直除肉是循著分模線（剖面圖 A-A'）垂直方向進行去除動作，在分模線相對立另一邊也執行同樣的除肉動作，以形成模具中的入子 (Cores)；平行除肉則是沿分模線（剖面圖 B-B'）平行向去除，而形成模具中的滑塊 (Slides)，滑塊通常的移動方向是平行於分模線。增加一個滑塊便會使模具的費用變高且設計變為複雜，如果設計許可，採用垂直於分模線的除肉方法會是比較好的作法。

您發現了嗎？所有利用模具製造的產品幾乎都要求等肉厚的設計，為什麼？包含沖壓、鍛造、鑄造、壓鑄、塑膠射出等，主要來自於材料本身的熱膨脹收縮問題。從微觀角度而言，材料的變形會受到溫度變化而



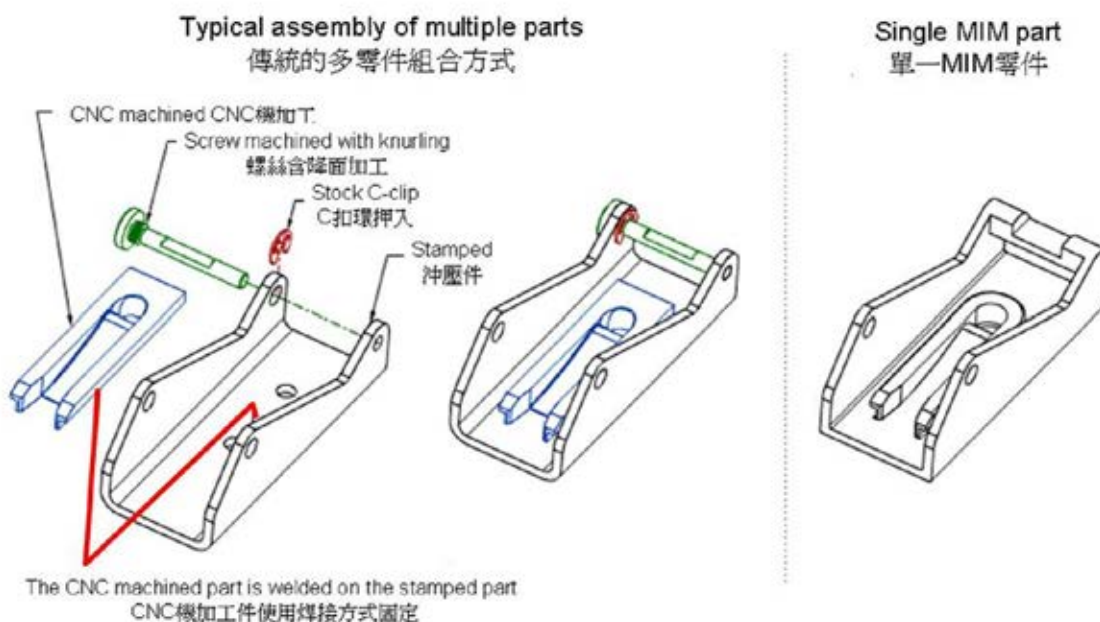


圖 3：以 MIM 設計整合零件的概念

發生。如果零件的肉厚不均，便會因為溫度作用導致不可預期的變形。當然，若能克服肉厚不均導致的變形，這種設計將有助於節省成本並且減輕零件重量。

需注意的是，當一個 MIM 零件進行除肉設計時，維持零件具有均勻的厚度是不二法門。再次提醒，在一個 MIM 零件，等肉厚的達成是維持產品精密性、更好的尺寸重複性與尺寸精確、低成本、提升產品的美感的好方法。若難以達成等肉厚的時候，則應盡量使變化較為平緩的發生，如圖 8 所示，傳統工法的肉厚變化設計也能適用於 MIM 的設計。

### 拔模斜度

MIM 的產品與塑膠射出成型產品被要求的項目有很大的不同，通常 MIM 射出僅要求小的拔模斜度。有兩個影響因素，第一，MIM 的喂料中含有高容量的固體金屬粉末，金屬的性質使可以使 MIM 生坯得以保持溫度直到射出成型完成以後的一段時間，因此，當完成射出成型後，塑膠零件的收縮會立刻發生在模具之內

(所以塑膠件會緊抓著模具表面，頂出的力量就必須加大，並且需要拔模斜度)，但 MIM 零件的冷卻收縮則是在脫離模具後的數分鐘才發生。如此使 MIM 的生坯在被頂出之前，它已經完成冷卻和收縮。第二，MIM 喂料的聚合物黏結劑也是一種潤滑輔助劑或是脫模劑，可以協助成型過程完成後脫離模穴。基於這兩個因素，較小的拔模斜度可以應用在 MIM 射出成型。圖 10 中展示了一些拔模斜度條件的說明。不過，我們強烈建議每一個邊至少都要有 0.5 的拔模斜度。

### 物件邊緣的倒角與圓角

以 MIM 製程設計的產品之邊緣具有倒角和圓角是該製程的優勢。在任何一個 MIM 零件中，邊緣的倒角與圓角扮演了幾個重要的角色，但不表示其他金屬製程可以接受。(意味著工程師如果有傳統的設計概念，一定要重新認識 MIM 設計的需求) 這兩個重要的動作也提供成型過程中的良率提升，包含以下的好處：改善零件強度、減少應力集中、美化那些有菱有角的零件。同時，對於模具的壽命延長也有顯著的成效。

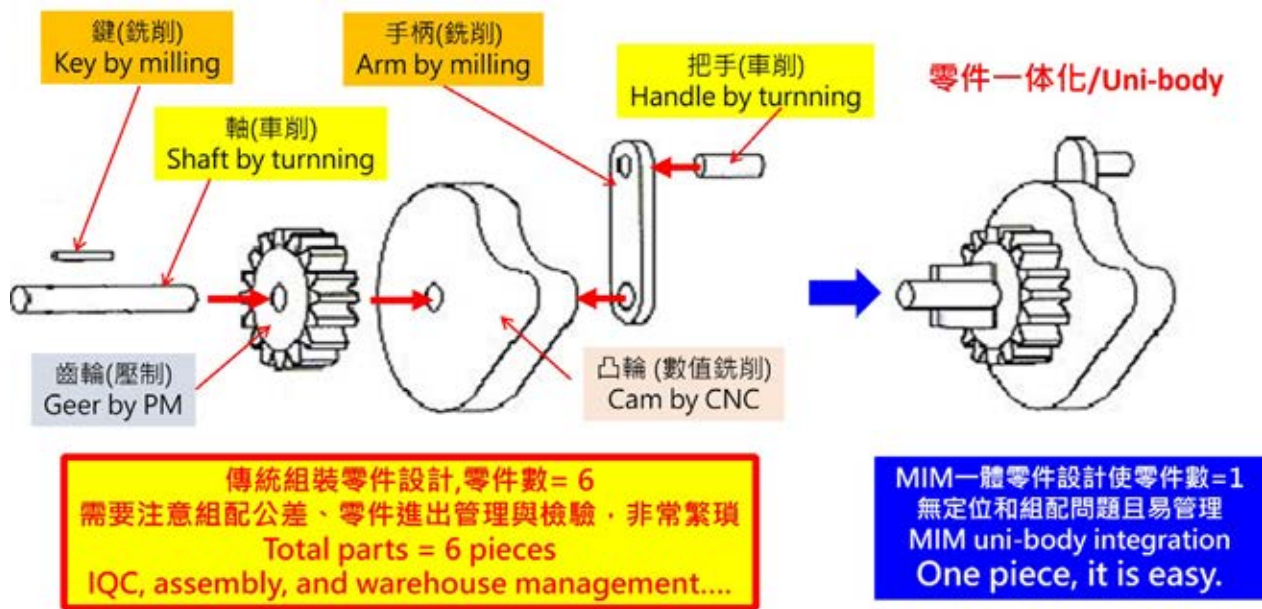


圖 4：以 MIM 設計整合零件的概念 (由巴斯夫公司提供的研究案例)

與塑膠射出相比，MIM 的材料或原料較脆。因此，在脫模（頂出）過程中，特別是在尖邊角的部位，更容易出現裂紋。這個鋒利的邊緣角不僅造成裂紋，而且由於金屬粉末分佈不均，導致機械性能較差。應用曲線或倒角以避免脫模（頂出）變形或不均勻的問題。如圖 11 左所表示。增加倒角還可以幫助避免鉤子結構的變形發生，如圖 11 右所示，但必須配合其他方式如增加肉厚來一起改善強度的不足。

依照慣例，物件邊緣的圓角半徑至少要大於 0.15mm。如果內圓角與外圓角半徑小於 0.15mm 的時候，模具的設計將會造成應力集中、強度降低的缺失。圖 12 解釋了一個節省模具成本的設計，並不是所有的零件的邊緣被倒角或圓角都是好事，適當的設計有助於簡化模具加工，因而降低模具成本並延長其壽命，也使產品良率增加。圖中顯示圓角化邊緣影響了模具的設計，如果不修改底面的圓角，則分模線（平面）將會落於零件底部稍微上方，使得模具的公母模都需要加工，分模線的毛邊在生產時也很難消除。圖中的左邊

設計就比較經濟，也有助於模具的製造、節省成本。所以對於分模線的落點要能夠參考證示線。

證示線，又稱投影線。所謂的證示線表示一個零件的一個維度，該線的構成是延伸自零件投影的邊緣所構成的轉角，也就是尺寸下標的定點位置，對於尺寸的定義就可以清楚的標示在圖面上（如圖 13 的標示）。不過真實的物體上可能看不到這條線，主要是被倒角或圓角化了。

### 孔洞與狹縫

零件上成型孔洞和狹縫對 MIM 製程來說是簡單的，因為 MIM 使用塑膠射出成型的設計與工藝。尤其對複雜的零件而言，這樣的工作對於零件並不需要支出額外的成本。同時，這樣的設計對於減重和等肉厚的好處也是此製程的優勢。

MIM 零件成型孔洞的成本取決於模具的設計困難度，主要是因為孔洞的方向，這也考驗模具的設計。圖 14

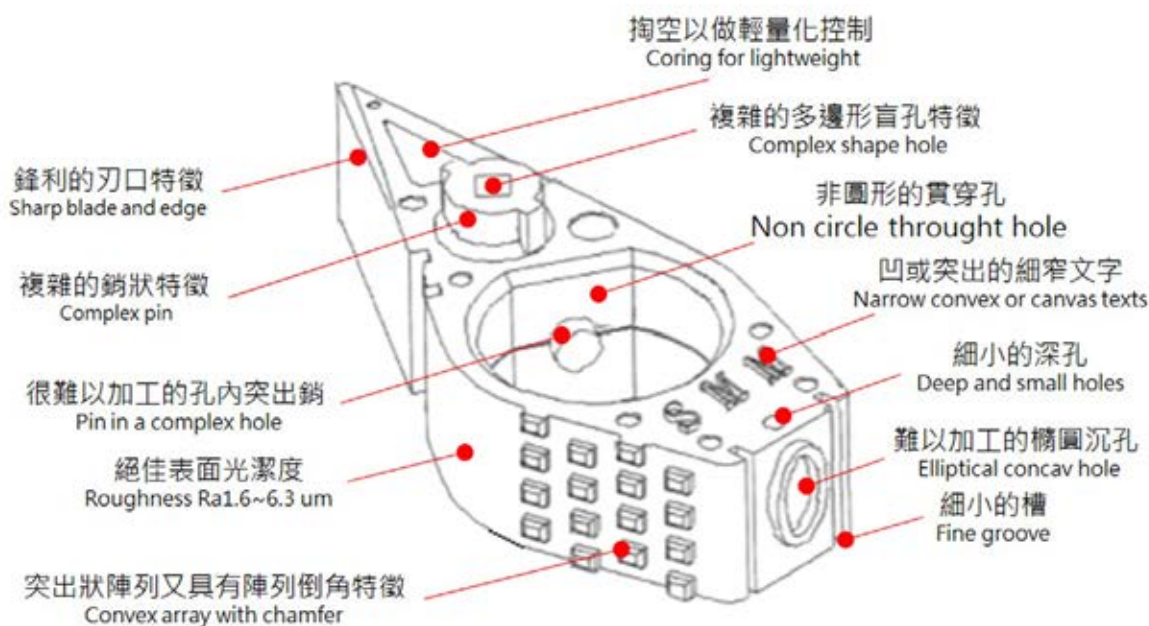


圖 5：表示了一個 MIM 零件特徵設計的總合說明，這是由日本粉末冶金協會 (JPMA) 所提供的案例

中展示了數種孔洞的形式，當孔洞的中心線與分模線 / 面垂直的時候，是比較容易成型的，利用固定的入子製作成銷或是柱就可以達成（但要注意拔模錐度），模具的成本就比較低；如果孔洞與分模面是平行的，雖然製作起來不難，但因為要用到滑塊或滑柱機構（這些機構在開模之前要先移動退出模穴），模具的成本就會比孔洞垂直於分模面上的貴。如果孔洞與分模面夾有角度時，設計是可行的，但是機構的複雜度與驅動機構的方法會導致該模具的維護必須經常執行（例如密封困難，就必須經常性的維修模具），成本自然就提高。

模仁與狹縫的相互交叉可以成型出更複雜的零件特徵。無論如何，當應用到這樣的交叉特徵時，模具的機構強度就必須要考慮到，圖 15 所示的兩個設計範例，在圖左邊 D 型的心形銷來製作具有交叉的孔洞，可以比較理想的達成密封且結構強度好的模具，因為兩個平面可以接合的非常好也比較容易加工，以及維修保養；但是圖右的設計就顯得麻煩了，由於兩

支交叉的結構密合處是一個曲面，雖然可以獲得圓形的孔洞，卻不容易完全密封，這也導致維修與保養的困難。「交叉的兩支銷或模仁，一定要設計具有一個平坦的接合面」是設計模具時盡可能不要違反的原則，以避免因為模仁或是銷的邊緣快速磨損，以及零件產生毛邊等，導致生產中斷、效能降低或是修毛邊的無謂工作，造成成本的上揚。

### 毛邊 / 飛邊與證示線

當設計一個 MIM 零件時，證示線的位置如果與分模線重合，則該位置就是最容易發生毛邊的地方，由於考慮到外觀與功能兩個主要因素，證示線落點的位置必須考慮到最小毛邊產生可能。由於 MIM 的喂料比起塑膠料來說，其黏度低導致流動性高容易造成毛邊，所以有關配合的機構平面都必須要求很精密，包括滑塊、入子或鑲塊以及分模面等。記住，MIM 毛邊如果沒有除去，由於喂料帶有大量的金屬顆粒，通常經過燒結之後會變成銳利的毛刺，要去除會更困難。

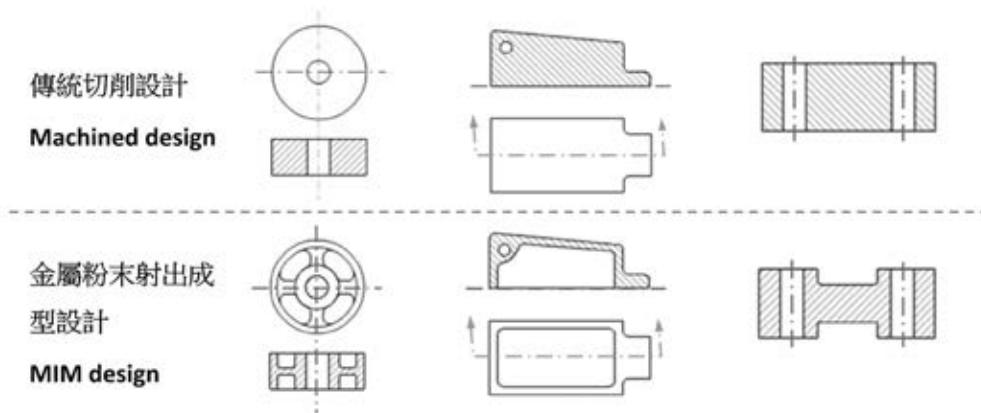


圖 6：MIM 設計削除不必要的肉成為等肉厚的零件

當模具內兩個互相配合的機構一定無可避免的產生證示線。無論是分模線剛好落在證示線上，還是一個心形銷密封在滑塊或模具上的其他特徵，射出的高壓會順著這兩件機構在產品表面形成一條看得到的證示線痕跡（注意，這裡的證示線痕跡不是指流痕或應力痕）。請往回看圖 12 右邊的圖案，典型的證示線落與分模線會重疊，圖中的案例，分模線剛好在圓角上使得一個明顯的證示線痕跡產生。證示線的痕跡可以透過二次處理的方式將之變小或去除，如同我們在物件邊緣的倒角與圓角那裡所討論到的論點，如果底部圓角實在沒有必要的時候，將分模線直接移到零件的底部，就不會有證示線痕跡的問題。滾筒研磨 (Tumbling, 將物件放於滾筒內，可以加入磨料或依靠零件自身的翻滾互相摩擦) 則可省去二次處理的程序，可以讓零件尖銳的邊緣自動產生小的圓角。但要避免零件互相撞擊產生的痕跡。

再好的模具設計如果沒有正確的維護和保養，毛邊總是會存在的，因為機構的接合面（滑塊、頂針、分模面等）密封絕對會有磨損的可能性。我們在設計零件的時候也要考慮模具的強度，也要思考如何減少毛邊的產生。一種可以減少毛邊的方法稱之為平面對平面 (“Flat-on-flat”) 的設計觀念，就是使模具內的機構

可以增進密封並強化結構。請往回看，圖 15 左右兩圖可充分的比較出來，在圖左邊 D 型的心形銷來製作具有交叉的孔洞，可以比較理想的達成密封且結構強度好的模具，因為兩個平面可以接合的非常好也比較容易加工、以及維修保養。但是圖右的設計就顯得麻煩了、由於兩支交叉的結構密合處是一個曲面，雖然可以獲得圓形的孔洞，卻不容易完全密封，這也導致維修與保養的困難。交叉的兩支銷或模仁，一定要設計具有一個平坦的接合面，設計模具時盡可能不要違反的原則，以避免模仁或是銷的邊緣快速磨損，零件產生毛邊，導致生產中斷效能降低或是修毛邊的無謂工作，造成成本的上揚。

如果可能，將證示線移動可以有效地減少毛邊的發生，不過有可能造成外觀或功能的失去，必須從兩者（減少毛邊或維持功能）中衡量哪一個比較適合。圖 16 所示就是一種有利的設計，巧妙的利用降面（小平面）方式處理一個具有外部倒鉤形狀的柱體零件，須確認這樣的輪廓不會影響其功能性（外圓的功能沒有配合要求，所以可以這樣設計），降面處理通常是一個很小的固定的寬度或深度，有助於減少大毛邊的發生，但以不影響功能為原則。

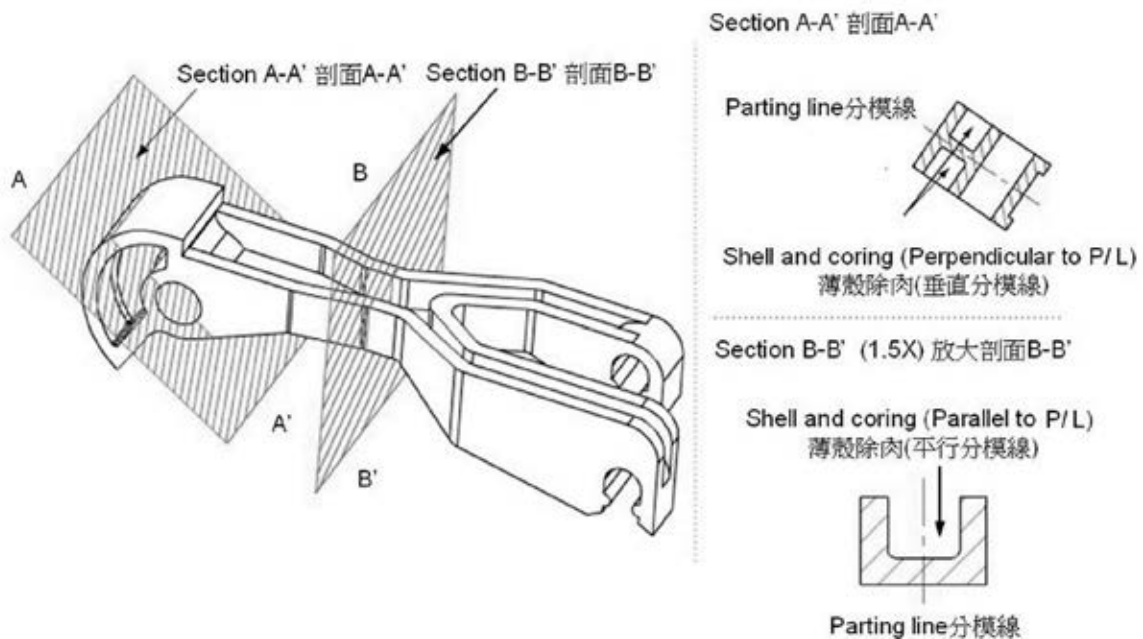


圖 7：MIM 零件除肉的要領（注意到分模線的位置）

## 結語

由於篇幅有限，本次僅能就 MIM 產品的部分設計觀念與需注意的事項進行介紹，其他尚未介紹到的內容，我們將其劃分為 MIM 產品的設計觀念（中篇）與 MIM 產品的設計觀念（下篇），並將刊登於接下來兩期的顧問專欄中與各位讀者分享。■

## 參考文獻

1. 主要文件來自該網站 ( 公司已經被併購 ) /Major document from [www.kinetics.com](http://www.kinetics.com), (2009)
2. 部分圖形來自日本微金屬注射成型公司 /Micro MIM Japan, Web site: <https://micro-mim.eu>, (2019), Some figure and picture from this company website.
3. 英國國際粉末注射成型雜誌 /Powder Injection Moulding International magazine is published by Inovar Communications Ltd, based in Shrewsbury, UK.

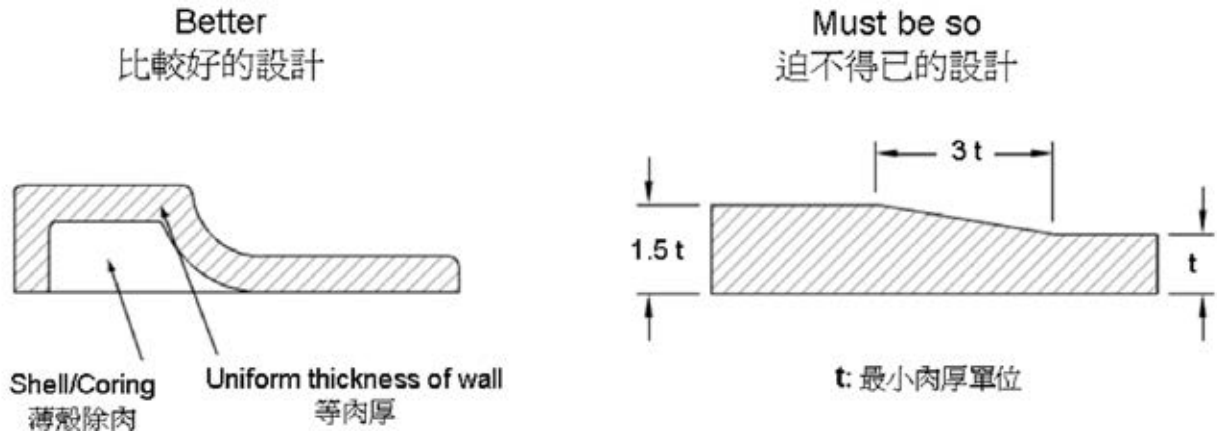


圖 8：不能除肉時的產品設計要領

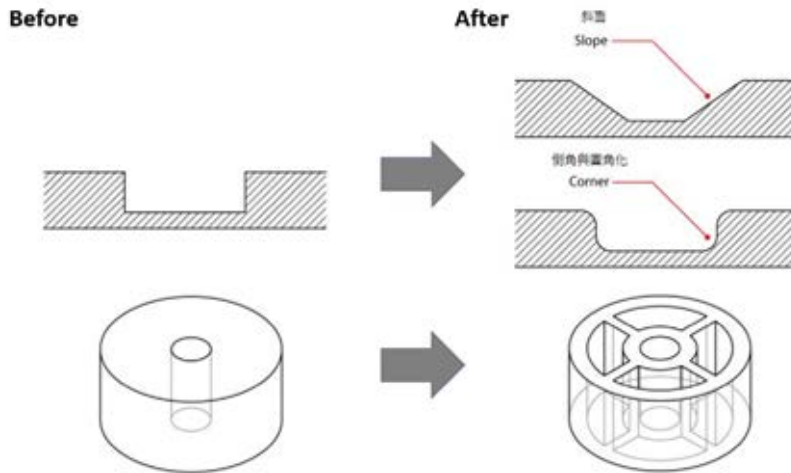


圖 9：顯示了一些 MIM 零件的削肉與減薄的建議

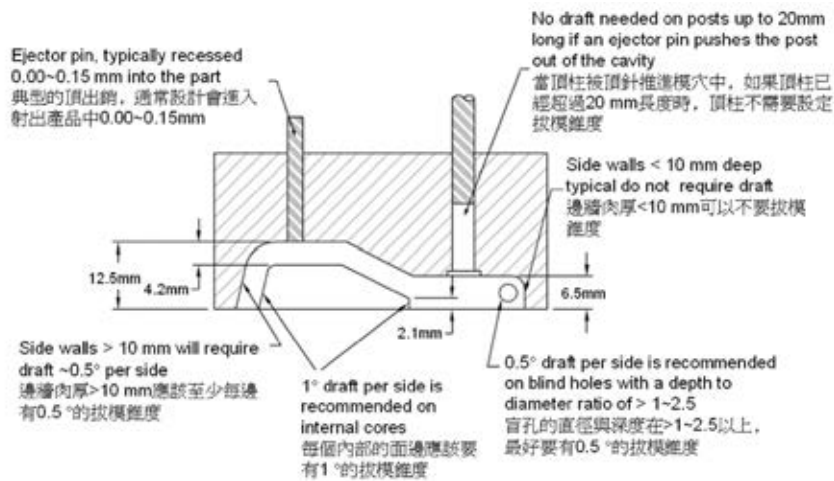


圖 10：一些拔模斜度條件的說明

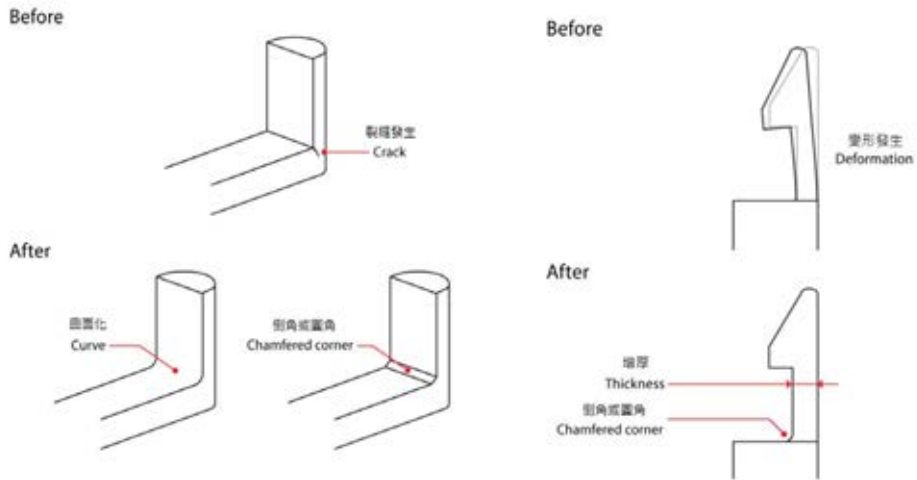


圖 11：增加圓角可以提升零件特徵的強度

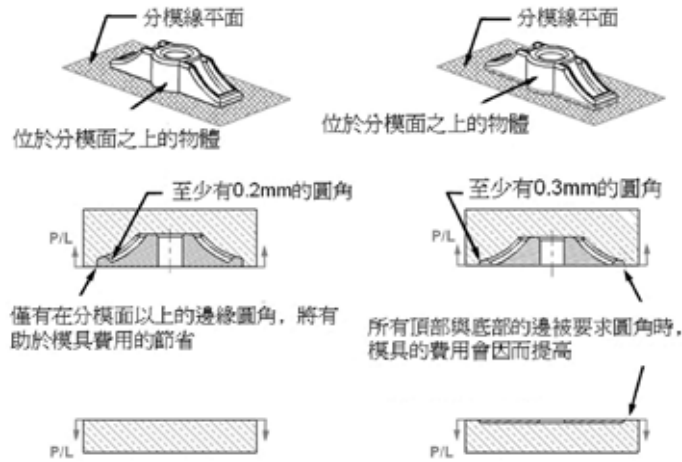


圖 12：修改模具分模線有助於降低成本，而且與圓角的定位有關係

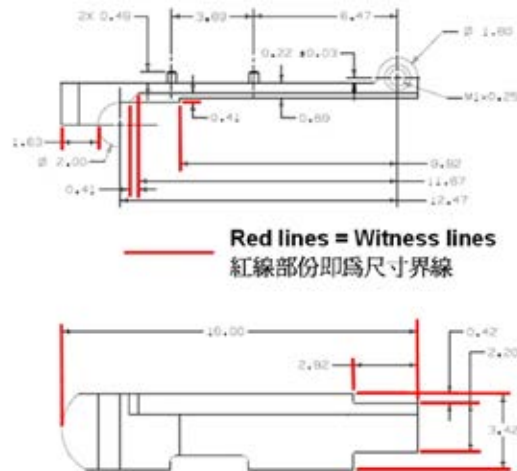


圖 13：證示線 = 投影線 = 紅色線部分

Hole produced by pin in cavity perpendicular to P/L

孔洞的產生是利用垂直於分模線且進入模穴的銷

Hole represents a significant mold cost and difficult core seal-offs issues

斜孔洞的設計是很困難密封且模具成本相對提高

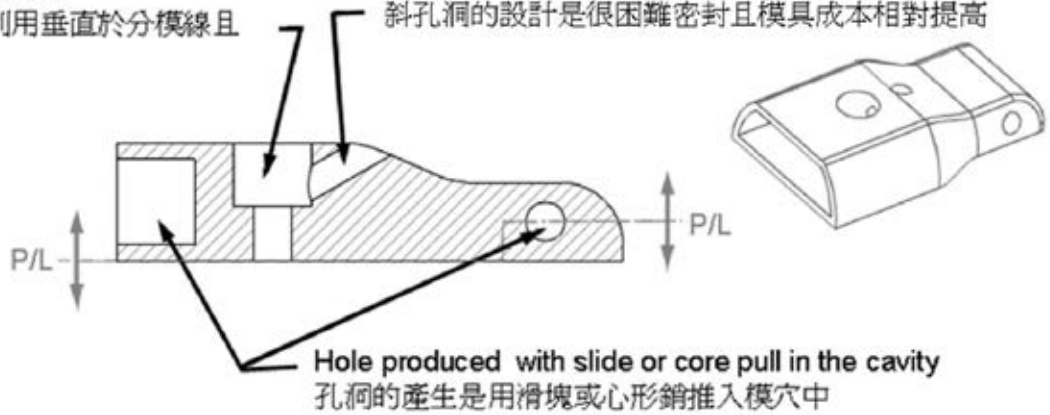


圖 14：MIM 零件孔洞產生的方式

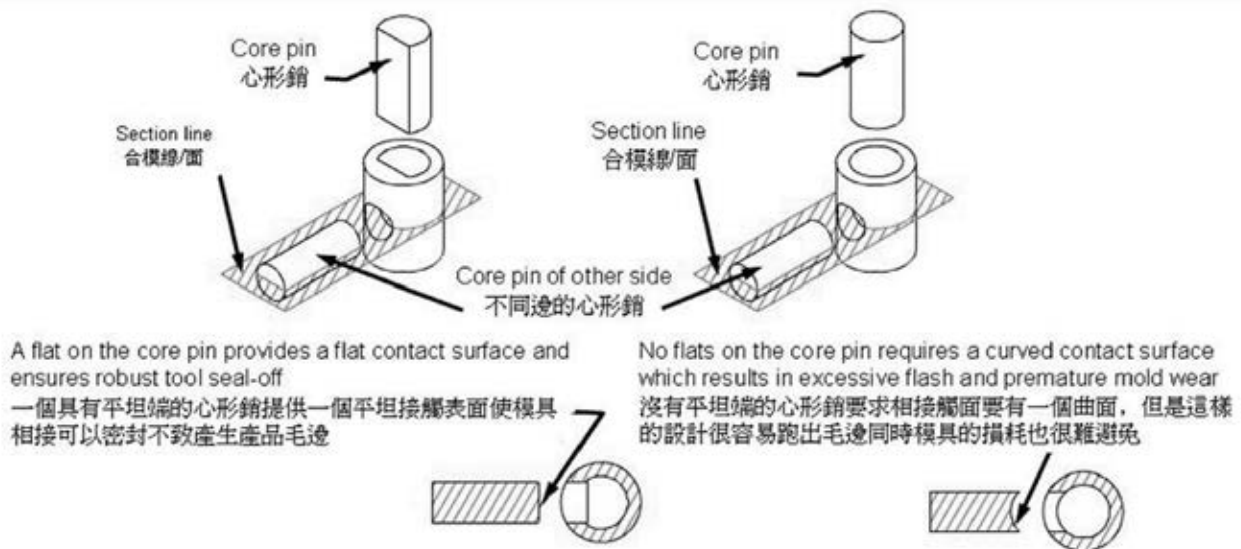


圖 15：孔洞成型的方向與模具設計的關係



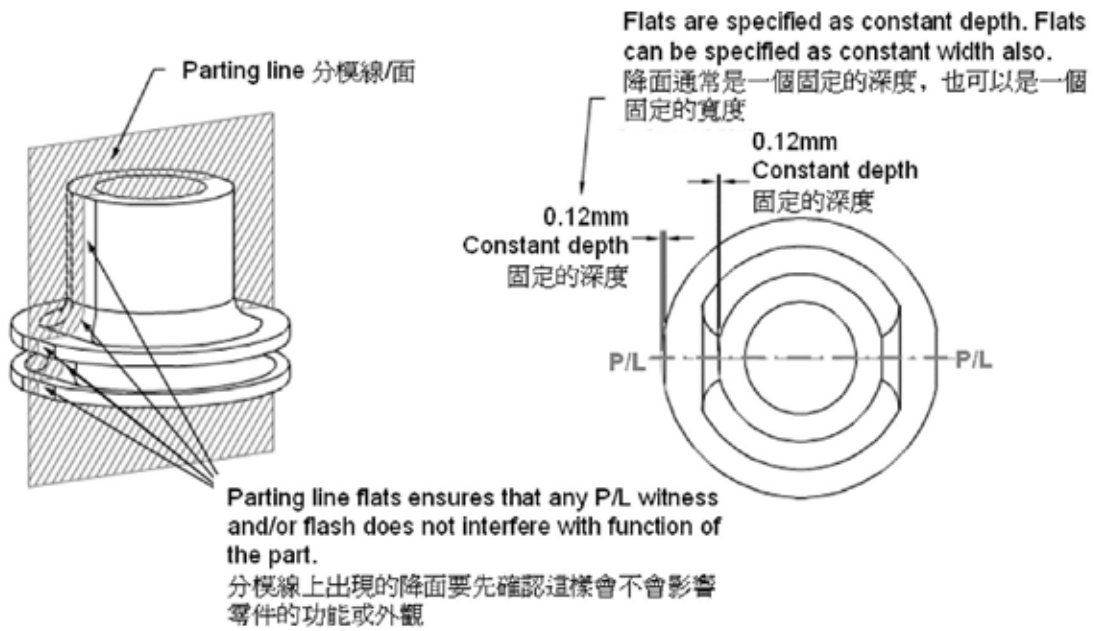
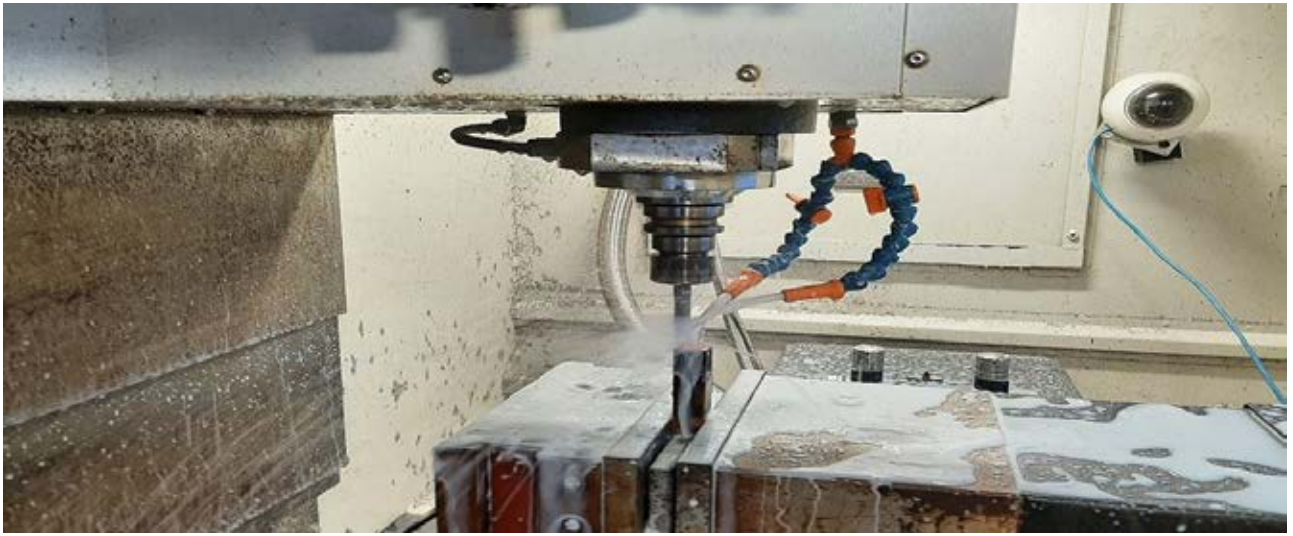


圖 16：在分模線上執行降面（小平面）設計避免毛邊發生在分模線上



## 模具加工過程中的關鍵技術：刀具監控

■中原大學智慧製造中心 / 魏福勝 助理教授

### 前言

在全球工業 4.0 革命的浪潮下，機械製造產業，除了追求生產效率提升以及降低生產成本、品質穩定外，近年來臺灣廠商紛紛尋求轉型，朝向智慧化生產，自動化、無人化發展，為了達成智慧化生產，加工智慧監控為重要項目。

在加工智慧監控中，刀具監控是其中一項關鍵技術。以切削加工為例，所有加工中都必須使用到刀具，最常發生的切削異常如刃口積屑 (Build-Up-Edge, BUE)、斷刀 (Cutter Breakage) 與 刀具磨耗 (Tool Wear)，都與刀具有關，而發生切削異常的原因有許多種，例如當切削條件選擇不適當時，容易發生刃口積屑、斷刀，導致工件及刀具毀損；此外，加工過程中隨著切削次數的累積，刀具會逐漸產生磨耗，若換刀過晚，會影響工件表面粗糙度、產品精度；若換刀時機過早，則易造成刀具成本提升與換刀時間增加，影響產能，因此，刀具磨耗中重要的是如何判斷出刀

具臨界壽命，以便選擇正確的更換刀具時機，還有如何避免切削異常也是提升加工效益的關鍵。

### 刀具監控

刀具切削異常監控方法，其中包括刃口積屑與斷刀監控，接著探討刀具磨耗之型態、各磨耗型態對臨界壽命的影響、切削異常定義，以及刀具臨界壽命定義，以振動訊號處理與暫態訊號分析法分析大量切削振動訊號，找到刀具臨界壽命發生時的訊號特性，歸納建立刀具監控法則，最後完成刀具切削異常診斷方法。

### 刃口積屑與斷刀

刃口積屑即是 BUE，產生原因通常是高速切削過程中進給速率過快，以及切削延伸性較高的工件材料（軟鋼、鋁、黃銅等）產生連續切屑時，切屑與刀刃間的摩擦過大，致使切屑熔著於刀刃之刀尖點，被加工材料受到加工硬化產生之變質硬化物質，包圍刀尖後取代刀尖進行切削之工作，持續增加刀刃口與工件表面的摩擦力，使得刃口處的產生積屑不斷累積，切削阻

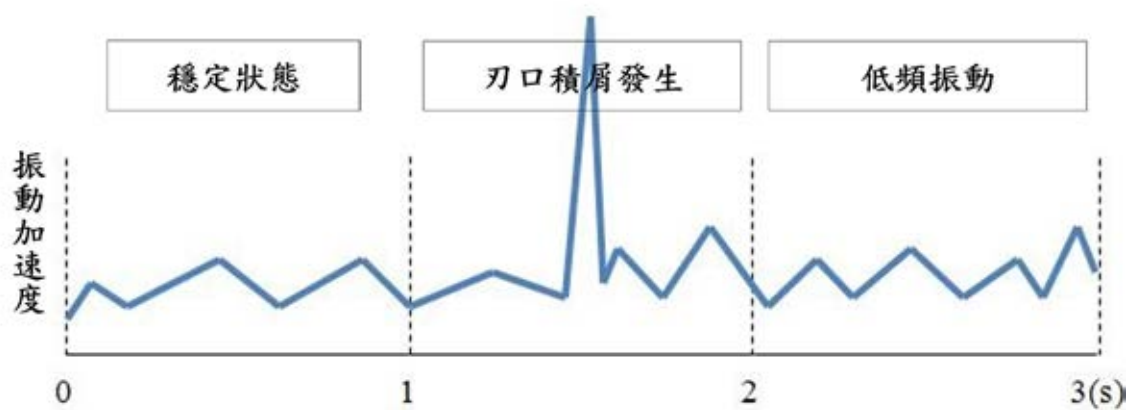


圖 1：刃口積屑訊號特性分析

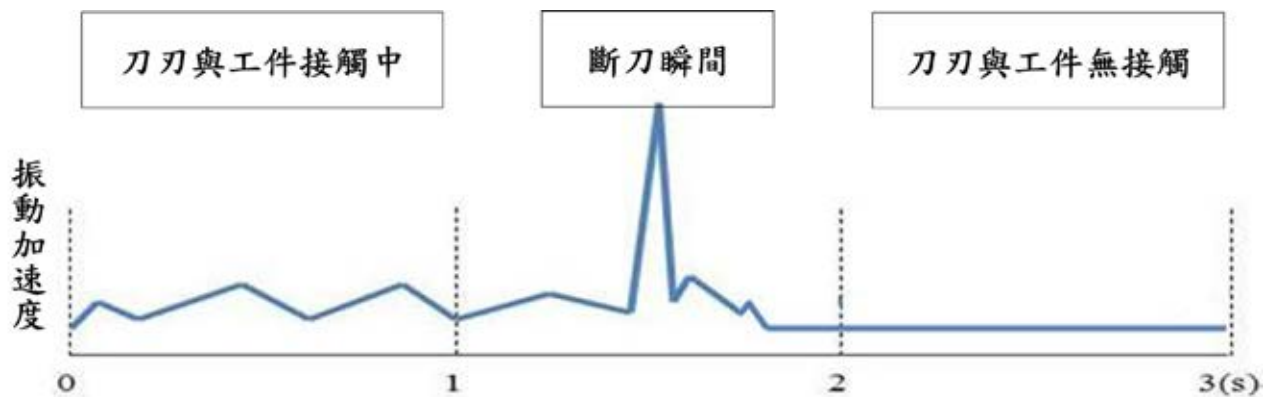


圖 2：斷刀訊號特性分析

抗不平衡增大因而發生切削異常振動，刃口積屑（如圖 1）導致工件表面精度降低並且造成刀具磨耗與主軸損壞。斷刀發生的原因，通常都是進給過快或者是發生撞機以及刀具壽命到達極限而導致。當斷刀發生時，若無法立即停機換刀，其最主要的影響，除會浪費時間之外，還會因為斷刀而導致成本的增加。

### 刀具臨界磨耗

從銳利的新刀使用到磨耗後需要被更換中間的時間，隨刀具使用次數上升，刀具磨耗沿著一趨緩的曲線上升，直到曲線開始加速往上升，此時為刀具理論壽命，接著曲線會開始加速上升亦即磨耗加速（如圖 3）。

一般而言，具有切削刃的刀具破壞型態可分為破裂

（崩裂與斷裂）與磨耗兩大類型，這兩大類型破壞通常都不會單獨存在，並且隨著切削條件、切削方式與加工材料的不同也會有所差異。

上述的刀具破壞機制，通常發生的部位在於刀面、刀腹及刀刃上，並以圓周凹陷痕跡的方式顯現其刀具的磨耗，這是由於刀具表面與加工材料間接觸且不停的摩擦，並產生很高的溫度，高熱流動的加工材料在刀具表面上侵蝕出一至數道凹槽，此種交互作用的結果，會加劇凹陷痕跡逐漸加寬加深。

在刀磨耗至某一定程度後，其磨耗速度會快速增加，之後很快就會不堪使用，此可視為刀具接近臨界壽命。研究定義達到  $VB=0.3\text{mm}$  時為刀具的臨界壽命。

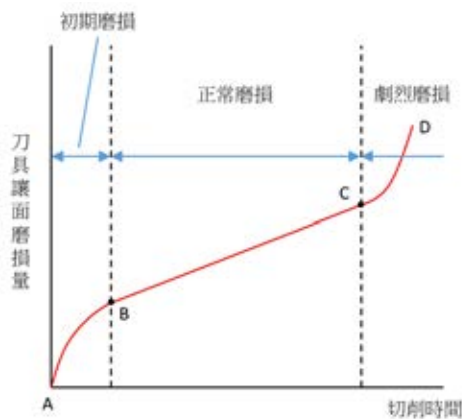


圖 3：刀具理論壽命圖

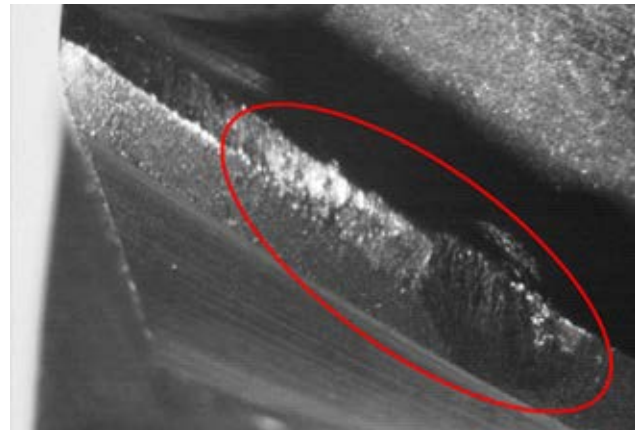


圖 4：刀具磨耗

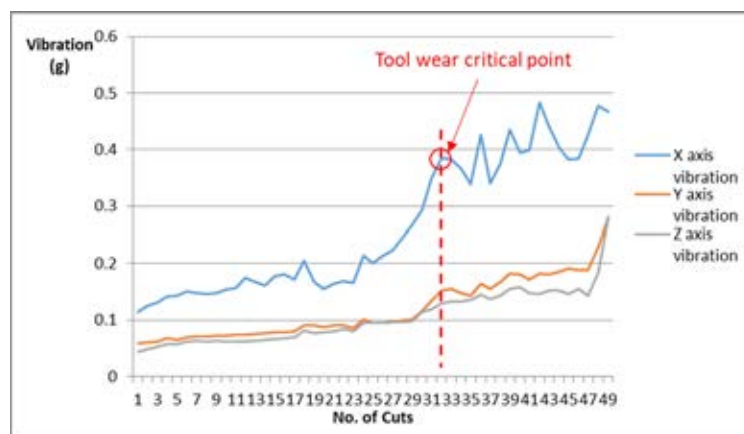


圖 5：A1 刀具銑削三軸方向振動量分佈圖

由驗證發現，臨界壽命發生後，一般可再切削若干次數之後就必須換刀，否則將嚴重影響工件精度。因此為了確保加工精度及刀具使用效益，要能即時診斷找出刀具的臨界壽命以作適時換刀處置。

### 實驗數據分析

為能採集分析刀具磨耗過程中振動訊號的變化，因此驗證過程設計使用至刀具臨界壽命觀察點，並持續至刀具損壞為止。由圖 5 可以得知，當刀具切削至第 23 筆時，X 軸振動開始有大幅的升高（由原本約 0.16g 升高至接近 0.4g）對照此時刀具磨耗情形（如圖 4），可確認刀具已發生大量磨耗，且達到臨界磨耗標準。

在此實驗裡得知，當刀具切削至 23 筆前的這段切削振動為相對穩定的狀態，振動值都落在 0.1g~0.2g 內。第 23 筆後振動值開始大幅提升接近 0.38g，在第 32 筆後振動值雖有上下跳動，但大多保持在接近 0.4g。

觀察本實驗可知，磨耗初期振動為相對穩定的成長，達到一定程度時其振動會顯著增加，磨耗後期（第 32 次後）因刀具已磨耗嚴重，振動雖有跳動但都維持一定的程度，故可將此定為臨界壽命點。■

康復  
照護 幫助

# 醫療技術

緩解病痛

悉心照料

關懷



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

廣告編號 2021-02-A04



## MuCell 微發泡射出成型工藝的模具設計

■ Trexel Asia / 鄭偉華 技術中心總經理

### 技術起源

MuCell 微發泡成型工藝的起源可以追溯到 1980 年代美國麻省理工學院 (MIT) 進行的開發活動。建立了有關塑膠零件中微孔結構形成的一些基本原理。1995 年美國卓細公司 (Trexel Inc.) 獲得了該技術的獨家許可，並繼續開發微孔發泡技術應用於押出、吹塑和射出成型塑膠零件的生產。

### 技術原理與特點

MuCell 微發泡射出成型工藝（以下簡稱 MuCell 工藝）是指在射出成型的循環中，把超臨界流體 (Supercritical Fluid, SCF) 狀態的物理發泡劑（氮氣  $N_2$  或者是二氧化碳  $CO_2$ ）在塑化過程中注入料筒內的塑膠熔融中，經過混煉及在塑化過程完成後，會產生出物理發泡劑與塑膠熔融的單相熔體（如圖 1）。隨著注射到模腔過程中的壓力釋放，通過在模腔內成核、成長及成型的階段，在塑件中形成微孔結構（如圖 2）。相對於實體射出成型工藝，MuCell 工藝已在

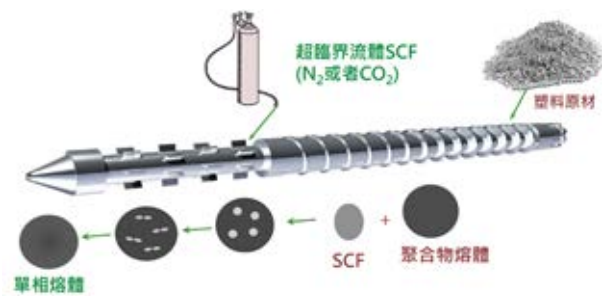
汽車行業、電子工業、消費用品等行業量產中特顯「降低成本」、「設計自由度高」、「可持續性高」、「投放市場快」等優勢（如圖 3）。

### 產品與模具設計

要加大 MuCell 工藝帶來的好處，在產品和模具設計上，建議考量一些基本要點（如表 1）。

### 產品壁厚

MuCell 工藝曾應用於壁厚 0.25mm 到 30mm 的產品。而 4mm 或以下壁厚為主的產品佔了大部分，主要原因是利用 MuCell 工藝以獲得成型週期優化的考慮。MuCell 工藝利用氣體膨脹來代替保壓，所以實體射出工藝中的保壓時間基本上是可以節省下來，但是當產品整體或局部壁厚超過 4mm 時，冷卻時間便需要延長，以確保產品在出模後不會出現因為氣體壓力而鼓出來（Post Blow 後吹破）的情況，而導致較長的成型週期。



**圖 1：超臨界流體 SCF 與聚合物單相熔體在塑化過程中的形成過程**

MuCell 工藝能改善物料的流動性，產品壁厚設計無需像實體射出成型工藝要增加厚度以便充填，而只需考慮功能上的需要。也可利用此特點進行產品薄壁化設計，以節省物料，達到更大輕量化目標。

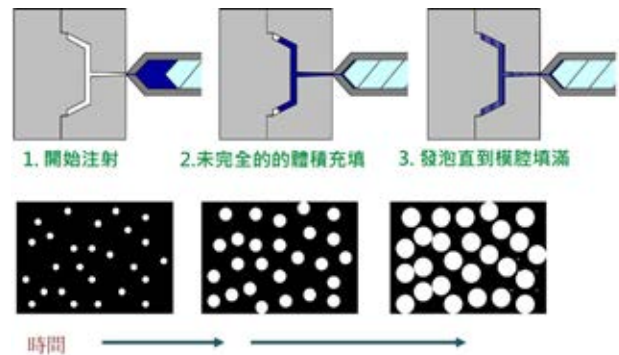
### 冷澆道與流道設計

MuCell 工藝可採用冷澆道或針閥式的熱流道的模具，但不能採用開放式熱流道（如圖 4）。

由於 MuCell 工藝利用泡孔成長來提供保壓，主澆道和流道的主要功能是負責進膠充填而非保壓，其尺寸通常可比實體射出成型的模具減少約 25%，而流道也儘可能地縮短，以提高在模腔內的發泡效果。這兩點都有助於塑膠用量的減少以及成型週期冷卻時間的縮短。而熱流道系統必須是針閥式控制的主要原因是為保持氣體與塑膠熔融混合物在注射前的壓力，以避免提早發泡以及材料從澆口處溢出。

### 澆口設計

其中，在澆口設計方面，分別需要考量到「流動長度與壁厚之比」、「流動平衡」與「進膠點設置在薄壁處」等三點要素。



**圖 2：微發泡射出成型——注射後的發泡過程**

### 流動長度與壁厚之比

在澆口數量及位置分佈方面，便需要考慮「流動長度與壁厚比」這個因素。流動長度與壁厚之比是從澆口到填充末端的距離除以標稱壁厚的簡單比較。此數值定義了同一物料的最大密度減少。隨著此數值的增加，可以實現的發泡量（減重）便會減少。原因是材料不會自然地流入模具型腔，而必須在壓力下推進型腔。隨著流動長度的增加，將材料推到模腔末端以及模腔中聚合物的壓力也會增加，而抑制泡孔成長。

另外，接近模具表面的聚合物的冷卻速率基本上不會隨壁厚而變化，無論零件的壁厚如何，實體皮層厚度都相對恆定。隨著零件壁厚的減小，泡孔芯層的厚度便會減小，而導致零件平均密度增加。圖 5 顯示了該比率的對減重影響。

### 流動平衡

進膠需要考慮流動平衡，尤其是多個澆口或者多個模穴的模具，進膠需要考慮流動平衡，以避免造成泡孔在充模過程中受到局部擠壓而影響整體減重。



圖 3：MuCell 工藝的四大優勢

#### 進膠點設置在薄壁處 (如圖 6)

進膠點盡可能設置在產品上比較薄的地方。在 MuCell 工藝上，薄壁處是標稱壁厚的 75% 或更小的區域。如果這些部分是在填充的末端，就會造成困氣，對材料發泡膨脹產生限制，在填充過程中，為了迫使材料進入這些薄的部分，必須增加材料上的壓力，這導致泡孔結構受到擠壓，達不到減重效果。

而在實體射出工藝中，進膠點一般設置在較大壁厚的區域，以使保壓得以施加從而減少產品在成型後的收縮；而 MuCell 工藝是無需施加保壓的，通過發泡便可輕易解決收縮的問題。

#### 排氣建議

良好的模具排氣有助於 MuCell 工藝的減重，與實體射出成型相比，MuCell 工藝的填充速度通常會較快。為避免困氣及導致材料在填充時壓力加大，便需有額外的排氣。一般來說，在充填末端的排氣深度可比實

體射出工藝加大 25% 到 50%。在一些較薄的筋位困氣位置，可通過模具鑲件或頂針進行排氣。

#### 模具冷卻

與實體射出成型一樣，良好的冷卻水路佈局有利於減少射出成型週期。特別在一些較難冷卻或者「熱點」位置（包括冷流道、冷流道澆口套，產品較厚的區域，較高的獨立型芯，較深的螺絲柱孔等），加強冷卻是必須的。

另外，值得一提的是，MuCell 工藝能改善物料的流動性，成型時所使用的模具溫度可比實體射出的低，這對縮短冷卻時間是有幫助的。

#### 案例分享

此案例是汽車把手飾條（如圖 7），若能在產品及模具設計中充分考慮 MuCell 製程的特性，可為用戶帶來更大的好處。在客戶原來的實體射出件中，由於要避免螺絲柱及筋位背面的縮印在裝飾表面浮現，主壁



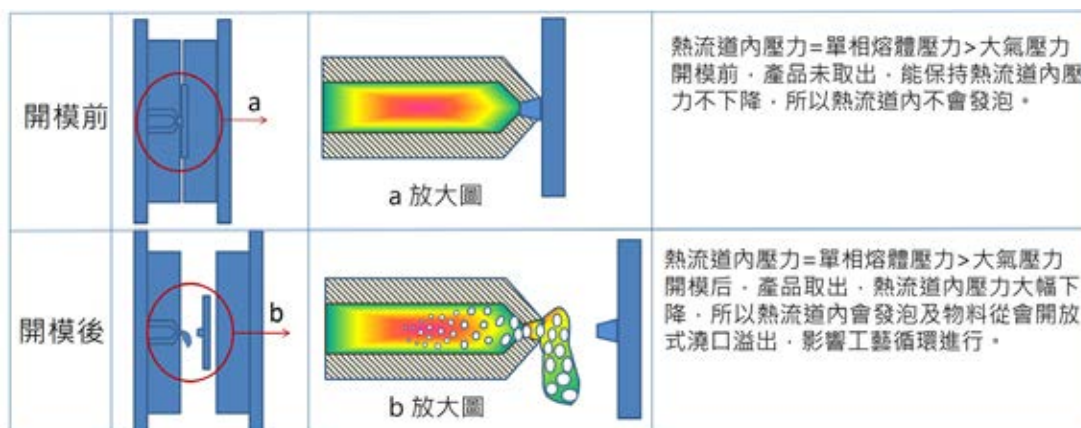


圖 4：開放式熱流道不適用於 MuCell 工藝

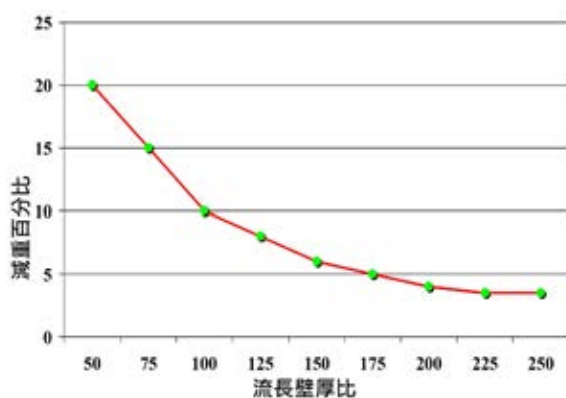


圖 5：減重與流長壁厚比的典型關係曲線

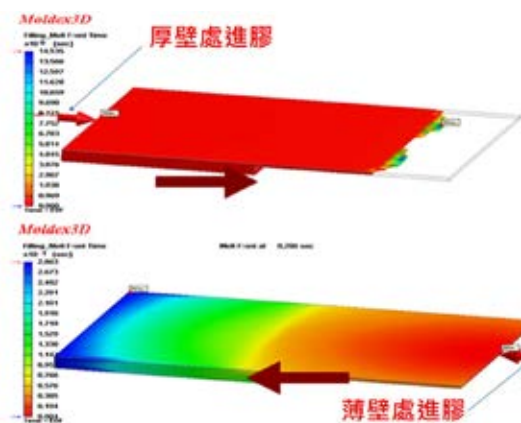


圖 6：MuCell 工藝在較薄壁處進膠對充填及減重有幫助

厚設計需要達到 2.8mm；而利用 MuCell 工藝的特性，則可將主壁厚設計減到 1.8mm，最後效果是發泡與產品的綜合減重達到了 40%。此外，因為壁厚優化以及 MuCell 工藝優化成型時的保壓，使成型週期節省也達到了 50%。另外，模具成本減少了 20%，這都是因為零件的螺絲柱結構及相應的模具結構變得更為簡化。由於物料的流動性獲得改善，在相同的產品流長，模具的澆口數目也由原來的 3 個改為 1 個。

## 總結

MuCell 微發泡成型技術已成功地被應用於各行各業、不同國家及地區、各種成型機的數以千計之產品中。更好的產品與模具設計將幫助用戶更好地利用該技

術。除了提高零件品質外，還可以提高生產效益（更短生產週期時間、更多物料節省）。本文簡述了該技術，並介紹了產品和模具設計的一些關鍵要點。Trexel 卓細公司在 MuCell 微發泡成型技術的產品和模具設計以及工藝優化方面積累了豐富專業知識，能全方位地支援用戶對該技術的應用。如有興趣了解更多 MuCell 工藝、應用或產品與模具設計，請聯繫 Trexel 卓細公司：sales.asia@trexel.com ■

產品壁厚	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 消除厚區域</li> <li>· 成型周期優化及物料節省</li> </ul>
冷流道系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 更短與更小</li> <li>· 成型周期優化及物料節省</li> </ul>
熱流道系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 針閥式</li> </ul>
進膠點	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 從薄到厚</li> <li>· 平衡充填</li> </ul>
排氣	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 充分排氣</li> <li>· 在充填末端，加大排氣</li> </ul>
冷卻	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 對熱點的合適冷卻</li> <li>· 成型周期優化及物料節省</li> </ul>

表 1：為加大 MuCell 工藝帶來的好處，在產品和模具設計上，應考量的基本要點



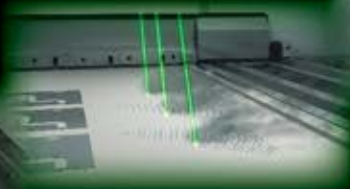
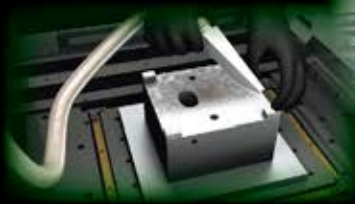
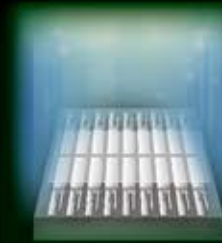
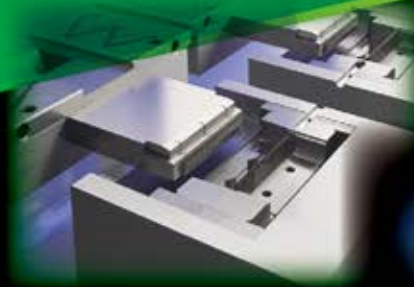
圖 7：本文案例「汽車把手飾條」的實體射出件與 MuCell 微發泡射出件之對照圖



Sodick

# 电子束 PIKA 面加工装置 EBM

PF300S



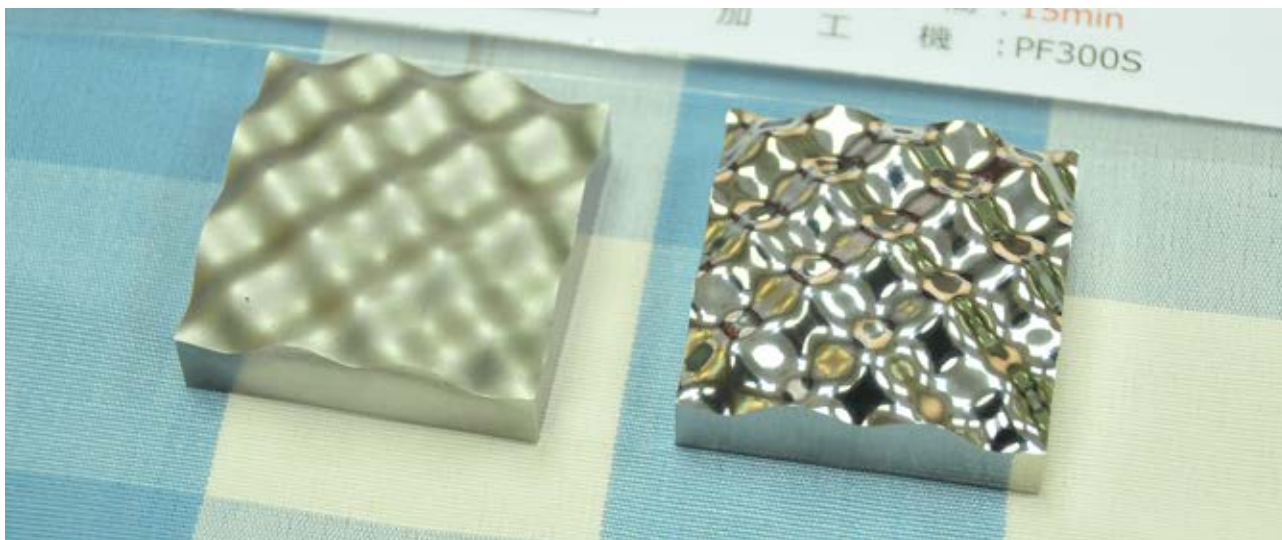
## 高速造形 金属 3D 打印机 LPM325



## eV-LINE OPM 模具专用单元制造系统 MR30

廣告編號 2021-02-A05





## 大面積電子束照射技術對模具鋼材實現快速拋光加工

■型創科技 / 劉文斌 技術總監

### 前言

近年來日本 SODICK 公司將已開發成熟的線性驅動系統應用於放電加工機床和加工中心而發展出許多精密加工設備，並且擴展到線性沖壓加工機與奈米加工機床等新型精密加工領域，在其主要應用的模具加工領域中持續推出全新的加工技術，其中大面積電子束加工技術對模具鋼材表面進行高速拋光加工即是一個代表性的創新技術。

EBM 電子束加工技術是將電能應用於模具精加工工序方案的一種劃時代的加工工藝。這種新加工技術不僅可以將模具鋼材表面以傳統人工手動拋光精加工的時間大幅降低，而且能使模具鋼材表面的品質獲得提升。

### EBM 電子束加工技術原理

傳統上電子束 (Electron Beam, EB) 加工技術是把電能通過聚焦集束，以高能型態來進行金屬穿孔等高速

加工。然而電子束金屬表面拋光技術則是將電子束不聚焦而使其極大面積化，藉由大面積化降低單位面積電能密度，以加速電子束為能量載體，與金屬材料表面相互作用時能量轉化效率將比雷射光束處理高出 70%~80%，並且是在一高度真空環境中進行照射，所以也沒有注入其他元素的問題，同時也可避免金屬氧化與污染等問題產生。

此電子束能量可使金屬表面極淺層 (約 3~5 $\mu\text{m}$ ) 區域瞬間熔化。脈衝式電子束照射時間僅為 2 微秒 ( $\mu\text{s}$ )。雖然金屬表面層被瞬間熔化，但工件主體部分仍處於低溫，所以熔化部分將可被迅速冷卻。其結果造成金屬表面將被非結晶化即非定型化。由於 EBM 照射程序是一種脈衝工藝，加熱 / 冷卻循環通常在 10 $\mu\text{s}$  以內發生，因此採用重複照射工藝條件可以使照射面逐漸達到精加工效果，若這一過程沿著整個金屬表面反覆進行照射就可以獲得非常光滑的金屬表面品質，多次照射並不會產生過大的重熔 / 再結晶區域，正因為

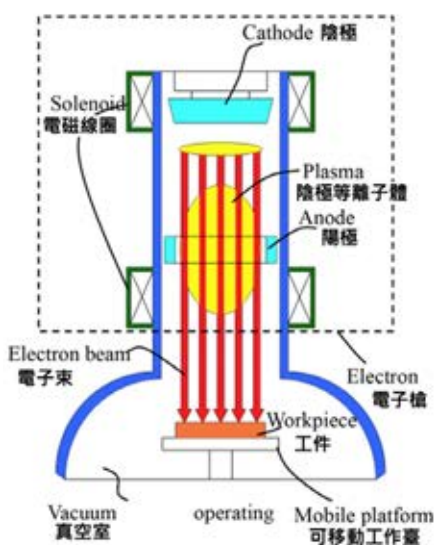


圖 1：左為 EBM 電子束照射加工裝置的構造；中間為 Sodick EBM 電子束照射加工設備 (PF-300S)；右為 EBM 電子束加工設備的加工室與加工工作臺

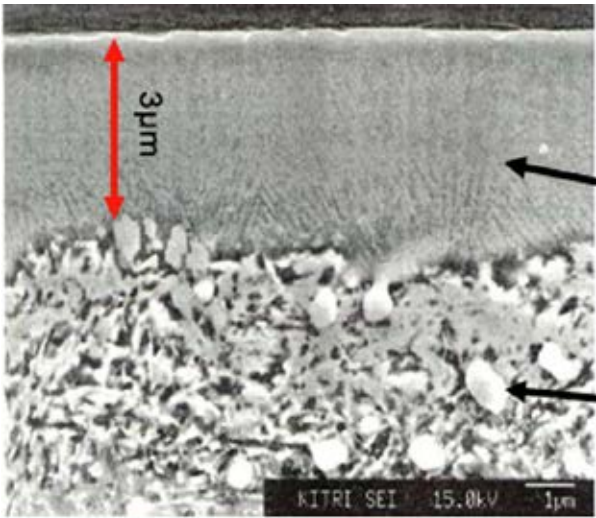
EBM 電子束照射具有此特性，所以適合應用於複雜結構的拋光製程，可保有工件的加工精密表面輪廓。

這個製程也是乾淨的，沒有物質浪費，不需要精確的程序條件設定，且製程是在真空中進行，所形成的非定形化金屬表面將難以產生氧化作用，即不易發生生鏽現象。在模具鋼材表面經過 EBM 電子束照射加工處理後將會在表面形成一層組織細膩，耐磨和耐腐蝕性能均有顯著提高的保護層。整個金屬鋼材表面改質層深度約在幾微米左右，並且強電流脈衝電子束表面拋光強化處理並沒有影響到基材的加工組織構型。

這種加工方法也許已經超出拋光範圍，是一種創新且具革命性的加工技術。EBM 電子束照射原理首先是利用電子槍內螺線管線圈產生磁場，在磁場的最大值強度下，一個脈衝電壓施加於陽極，電子將藉由彭寧 (Penning) 電離化效應被產生並向陽極移動，然後氬 (Ar) 原子與電子反覆式的碰撞而被電離離子化，在陽

極附近產生等離子體 - 電漿，在等離子體的最大強度下，一個脈衝電壓施加到陰極，等離子體中的電子被高電場所加速，高速電子與工件表面的高速撞擊將導致其加熱並迅速淬火。圖 1 為 EBM 電子束加工設備的示意圖，其中包含產生電子束的電子槍機構與可移動工作臺的真空加工室。EBM 脈衝式電子束加工技術具有以下優勢：

1. 使用加速電子作為能量輸入載體，不需要其他輔助材料的添加，處理過程在高度真空下完成，所以不會對處理表面產生污染。
2. 高能量高密度電子束在金屬表面薄層中集中加熱模式可以勝任具高熔點、強韌鋼材的表面高效拋光加工。
3. 瞬時微秒 ( $\mu\text{s}$ ) 脈衝式的熔化加工模式可以減少基體受熱，提高能量利用效率，同時避免基材因高溫產生加工變形。
4. 非接觸式照射加工方式和操作靈活的電子束源適合機械化、大面積的表面加工處理。



### 表面改質熔融層根據材料而變化

- SUS系>>鉻層
  - 超硬合金系>>鈷層
  - 其他系>>鉬層
- 根據金屬材料中包含的成分而變化

通過增加照射能量或增加照射次數，可以增加熔融層的厚度  
 正常加工條件下會形成厚度3~5µm的熔融層(表面改性層)

圖 2：EBM 電子束照射工件會在表面形成改質層，而不同鋼材種類，其改質層成份也會不同

5.照射後金屬表面改質層具有較細緻與耐蝕的顯微組織，可有效提高基材的表面性能。

EBM 電子束應用脈衝高能束技術進行強化複合處理拋光方法，符合自動化、高效、節能和環保等現代高技術的發展要求。

Sodick 電子束 PIKA 鏡面加工裝置 EBM ——“PF100S / PF300S”，一款以塑膠模具鋼材及電子、3C 及醫療領域產品模仁、PMMA 樹脂製品、鈦合金製品、陶瓷製品等材質作為對象，通過電子束照射來進行金屬表面改質的加工設備，EBM 電子束照射處理只會對照射面下約 3~5µm 左右表層厚度進行改質，並不會改變產品照射前的輪廓外型，能將照射材質表面改質為光滑表面。

另外，對於原材質出現的極小缺陷與裂痕，刮痕條紋等可以進行改善，產品具有提升防水性與耐腐蝕性等特性。同時也可以抑制樹脂成型時所產生的模垢，增

加模具使用壽命，以及提升產品品質穩定性與脫模性等優點。圖 2 顯示 EBM 電子束照射金屬工件表面會在表面形成 3~5µm 深度的表面改質重熔層，依照金屬鋼材種類不同，此重熔的表面改質層成分也會有所不同。

### EBM 金屬表面拋光技術於精密模具上的應用

在大面積電子束加工裝置中，在電子槍的陰極上施加極短週期時間的脈衝式高電壓 (25KV)，把所產生的電子通過等離子體而生成電流密度很高的電子束，利用該電子束來照射金屬工件而實施表面加工。這項加工技術的關鍵，是使電子束不聚焦而照射到某一固定大面積上。

目前 Sodick EBM 加工裝置的電子束直徑為 60mm，照射過程是在壓力控制室中進行，照射程序最初約 10 多分鐘週期時間內進行抽真空程序，之後在該氣密室中供應有壓力為 0.05Pa 左右的氬氣 (Ar) 惰性氣體，這種氬氣被用作為電子產生所需的等離子電漿和電

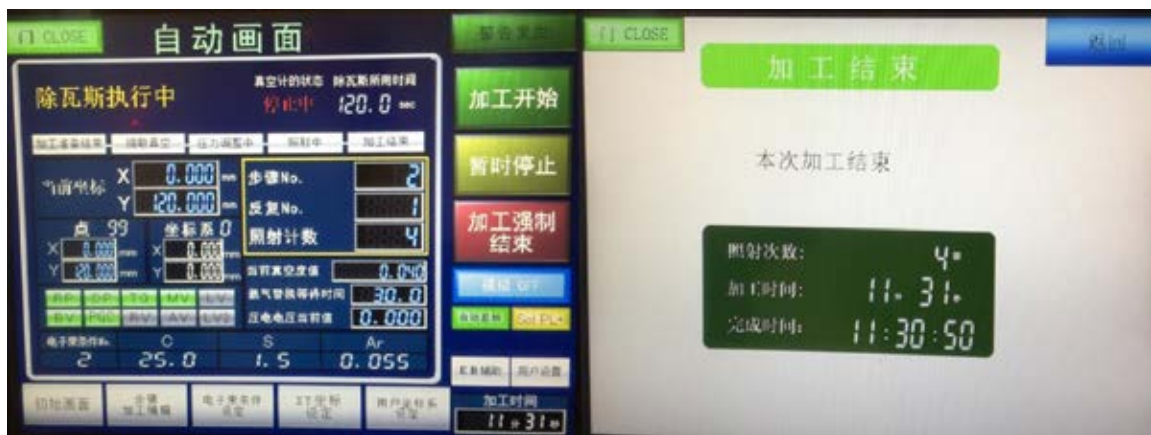


圖 3：Sodick EBM 電子束照射加工機的加工條件設定控制畫面

子束傳遞的介質，之後以每次脈衝時間為 2~3 微秒 ( $\mu\text{s}$ ) 的電子束進行照射，重複 30 次左右脈衝放電為 1 個照射行程，工件照射加工將反覆進行若干個照射行程。一般 EBM 照射加工需要至少 2 個以上的照程，且多以偶數次的照程設定來進行加工。一般照射能量密度  $<10 \text{ J/cm}^2$ ，電子束照射可達區域顯示比 60mm 直徑延伸得更遠，儘管能量密度在照射區域外明顯減小，而在直徑 60 毫米的範圍內，能量密度顯示出一致性。整個 EBM 電子束照射形成所花費的時間約 10~20 分鐘。

EBM 照射的最佳加工條件，受到金屬材質種類和加工工件形狀等因素影響，需要積累大量鋼材材質的加工經驗數據。藉由調整照射能量、照射距離與照射次數等加工參數來獲得最佳的工件表面品質。圖 3 是 Sodick EBM 電子束加工設備的控制畫面，藉由設定負極電壓 (C; KV)、螺線管電壓 (S; KV)、真空度 (氬氣壓力) (Ar; Pa)、照射次數等加工條件來進行工件的照射加工。

模具金屬鋼材的加工面，經常會有放電加工後殘留的梨皮面、銑削加工得到的切削面以及磨削面等，現在又增加了一種利用特殊電子束照射在金屬表面數分鐘

內就可以獲得鏡面的表面效果。實際 EBM 電子束照射加工的程序是首先把照射加工工件安置在真空加工空間中的工作臺之後，應用真空泵經 5~20min 左右的時間將工作室抽取到高度真空，再用電子束經過數分鐘照射即可完成。

當加工工件面積較大時，可使用工作臺在真空中移動，反覆進行照射來完成。由於該加工方法是應用電子束來照射進行的，所以利用特殊的能量控制就能將範圍較大的精密模具進行均勻加工達到所需求的表面粗糙度品質，此 EBM 電子束照射加工裝置是模具加工領域首創的劃時代加工技術。

模具製作中最終加工的拋光工序，從手工作業到自動機床已有很多加工方法，然而不管哪一種加工方法效率都很低，需要花費相當長的加工時間。EBM 電子束照射能在極短時間內完成精密拋光加工，所以此加工方法已受到業界高度關注。圖 4 至圖 6 分別顯示金屬放電加工表面、切削加工面與研磨加工面在經過 EBM 電子束照射處理前後的工件表面微觀結構型態與表面粗糙度量測數值的比較。由結果可以證實 EBM 電子束照射加工可以有效改善金屬表面粗糙度，提升表面光滑性，改善的程度是與金屬鋼材種類與照射加工前

## 經電子束能量照射後表面熔融之結果

• 面粗度28→3 $\mu\text{mRz}$

放電加工面

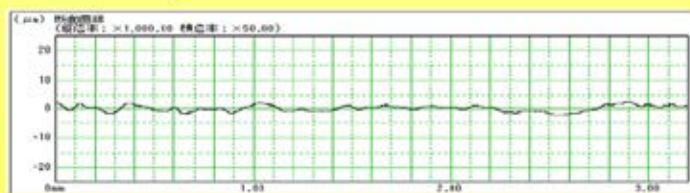
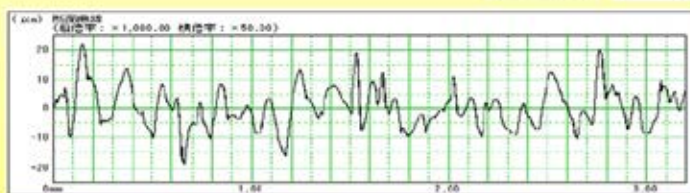


圖 4：金屬放電加工面經 EBW 電子束照射後，其表面熔融狀況與表面粗糙度改善效果

的工件表面品質有關。

EBW 電子束金屬鋼材表面改質技術可以有效改善工件表面粗糙度及提升表面光澤度，對於模具鋼材的加工效益包含快速表面拋光，提高鋼材表面品質。圖 7 是 STAVAX 鋼材經過 EBW 電子束照射加工，照射前後的表面光澤度與表面粗糙度的量測值比對，照射後金屬表面可以達到鏡面效果，表面均方根 (RMS) 粗糙度量測值也可以從 Rq23 降至 Rq4。圖 8 顯示金屬鋼材工件經過 EBW 電子束照射加工的工件表面品質，工件表面經過 EBW 電子束照射後可以達到鏡面效果，對於表面面型複雜或是較難以手工拋光加工的工件，EBW 電子束照射加工是一種極具優勢的加工方法。圖 9 是一面型複雜的 STAVAX 鋼材放電加工工件，利用 EBW 電子束照射加工進行表面拋光處理，整個 EBW 電子束照射程序總共花費 20 分鐘（包含工作室抽真空時間），工件表面粗糙度量測值也可以從 Ra1.3 $\mu\text{m}$  降至 Ra0.2  $\mu\text{m}$ ，可在極短加工時間內使工件照射拋光達到鏡面的高品質。

### 鏡面加工 (PIKA) 面的防銹效果

使用 Sodick EBW 電子束照射裝置進行模具鋼材表面的鏡面加工，與使用 Sodick 公司的主導產品放電加工機床進行的鏡面加工 (PIKA 加工)，此兩種加工工序在加工原理上是類似的，所以 Sodick 公司也把該 EBW 電子束加工所獲得鏡面稱為 PIKA 加工面。放電加工機床加工的 PIKA 面是由直徑數  $\mu\text{m}$  的放電凹坑累積構成的，所以加工大面積需要花費很長的時間；而使用 EBW 電子束照射可在面積上同時進行照射加工，因此加工速度可達到放電加工的數百倍。

由於一次電子束照射不足以獲得滿意的 PIKA 鏡面，所以需要根據工件的金屬材質與表面粗糙度通過若干次電子束照射來實現加工表面品質。使用 EBW 電子束照射加工可以改善金屬表面粗糙度，表面粗糙度數值可以減小到加工前的約 1/4 左右。另外由於 EBW 電子束照射加工過程的瞬時急熱急冷，可使金屬加工面形成非結晶化，所以可以進一步提高金屬表面的光澤度與抗銹蝕能力。因此提高工件的表面防鏽能力也



## 經電子束能量照射後表面熔融之結果

• 面粗度5→0.4 $\mu\text{mRz}$

切削加工面

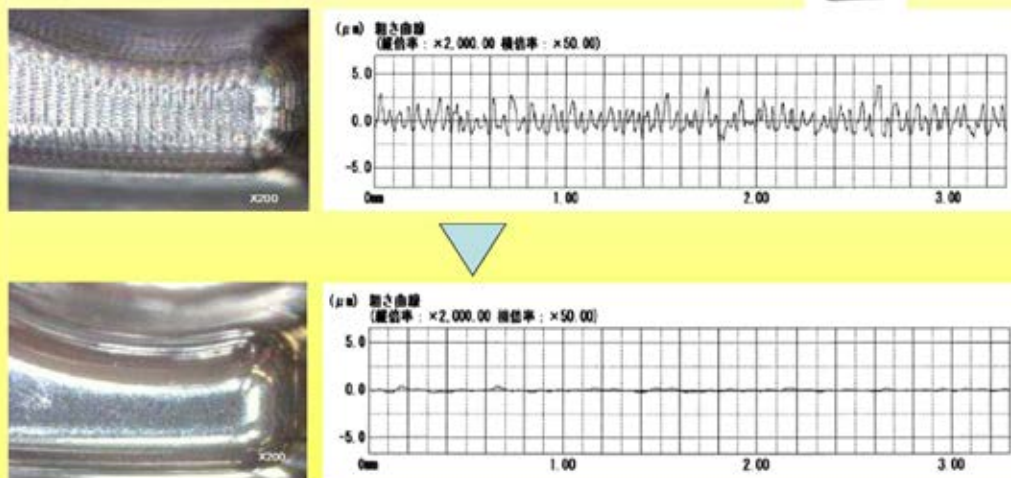


圖 5：金屬切削加工面經 EBW 電子束照射後，其表面熔融狀況與表面粗糙度改善效果

是 EBW 電子束照射加工的另一項優點。

從模具管理角度而言，模具一旦製作完成並上機結束生產使用後，一般都會存放到模具倉庫或模具架上。存放保管期間通常會經過一遍防鏽處理。在濕氣較重的放置環境中，若下次需要生產而調出模具時，往往會發現模具通體都已經出現生鏽狀況。所以對於模具表面不只是鏡面化的問題，對整個模具進行防鏽處理也是一項需要對應的技術。圖 10 顯示是將一件 SKD61 材質的工件進行 EBW 電子束照射加工處理，照片中工件樣品只照射上半面（不照射面只需以塑膠膠帶貼上使其不導電即可），照射後將工件長時期放置於大氣環境中，一年後觀察可以發現工件上半部有經過 EBW 電子束照射的區域仍保持著光澤面，而下半部未照射處理的區域已經有嚴重的生鏽現象產生。所以 EBW 電子束照射可以讓金屬工件表面提升防鏽性，同時對於射出模具鋼材經過 EBW 電子束照射處理，也可以改善模具鋼材的脫模性（離模性）與沾黏性。

EBW 電子束照射技術，對於沖壓模具而言，可以提高模具表面的光滑度，並減少料屑堵塞次數；對於塑料射出模具而言，可以提高射出產品的脫模性，縮短成型週期時間。這些 EBW 電子束照射技術的優點雖然對模具生產的塑件品質沒有直接關係，但是可以提高模具的生產率，也可以提高模具的附加價值。

EBW 電子束照射技術，主要應用於二維形狀表面的加工，但對於小尺寸直徑孔、狹槽、狹縫（深度 10mm 左右）也能獲得 PIKA 鏡面加工面。EBW 電子束照射技術是利用 XY 軸平面移動的工作臺進行加工，另外也可以利用迴轉治具來協助進行圓狀物的圓周照射加工。而最新發表的 EBW 電子束加工設備規格，則利用加裝 Z 軸的放電電極，可以用來進行深孔內部的 EBW 電子束照射加工。圖 11 是 Sodick EBW 電子束加工設備最新發表的加工功能，藉由在 Z 軸加裝一放電電極，則可以進行深孔內部表面的電子束拋光加工。

## 經電子束能量照射後表面熔融之結果

• 面粗度 $2.0 \rightarrow 0.5 \mu\text{mRz}$

研磨加工面

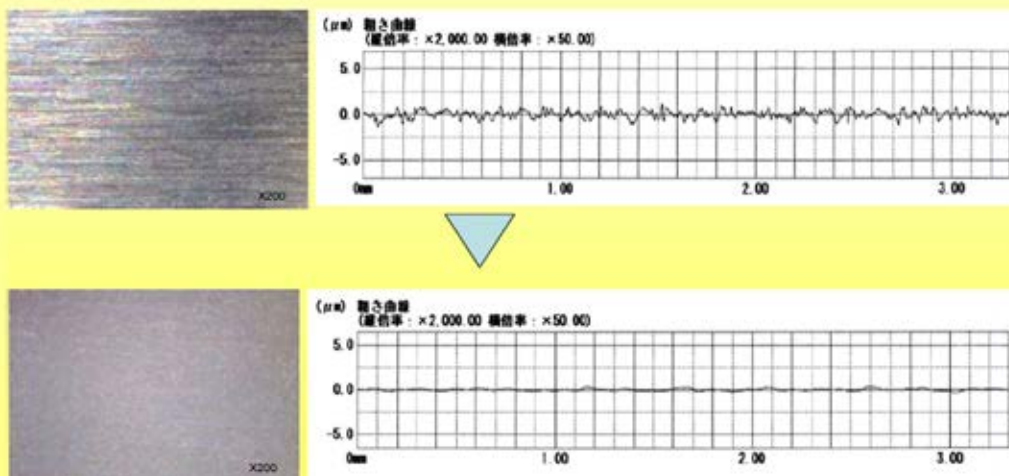


圖 6：金屬研磨加工面經 EBW 電子束照射後，其表面熔融狀況與表面粗糙度改善效果

### 超越傳統思維——由表面改善到改性

某模具製造廠廠長在了解 EBW 電子束照射技術後說：

「機床製造廠商在追求工件表面精度中把達到鏡面程度列為一個需要解決的課題，但塑件脫模性與鏡面化是兩個矛盾的要求。而防鏽處理是劃時代的，希望這種技術不只是追求表面粗糙度這一數字，還能同時解決模具在生產現場存在的問題。」而在看過圖 10 的案例後，我們可以發現「EBW 電子束照射技術」的確是一種既能「改善」金屬表面粗糙度，又能「改質」金屬表面防鏽性、脫模性的理想技術。■

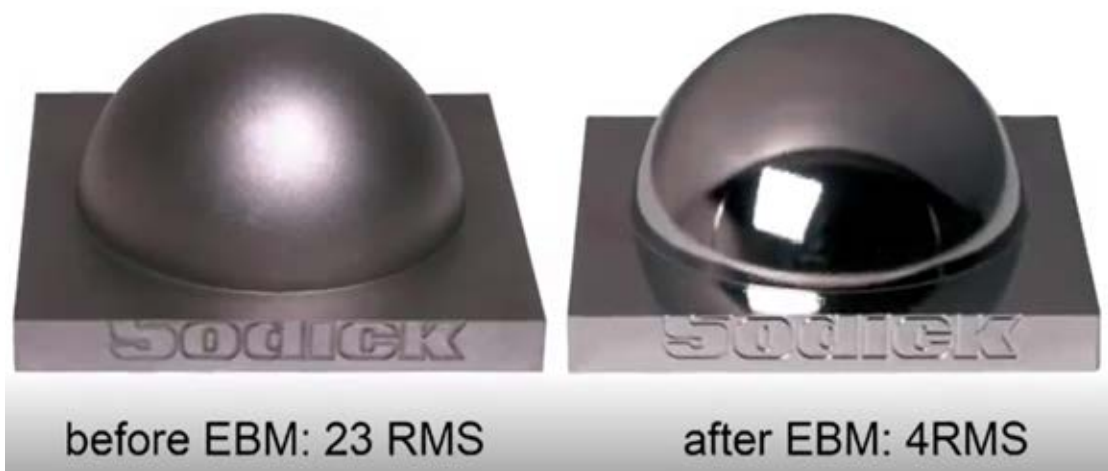


圖 7：金屬鋼材工件 EB 電子束照射加工前後比對

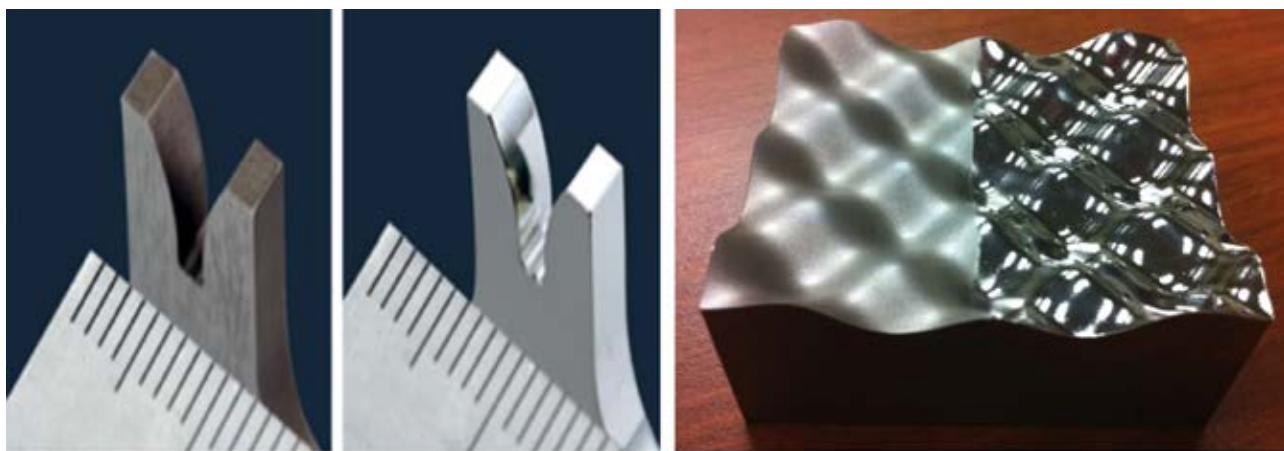


圖 8：金屬鋼材工件 EB 電子束照射加工前後比對

使用放電加工機加工的工件表面  
(AQ35L,備有SVC回路)



表面粗度測定 Ra : 1.3 $\mu$ m

加工材料：STAVAX  
EBM加工處理時間：20min

EB照射後工件表面



表面粗度測定 Ra : 0.2 $\mu$ m

圖 9：STAVAX 金屬鋼材工件經過 EB 電子束照射加工的前後比對

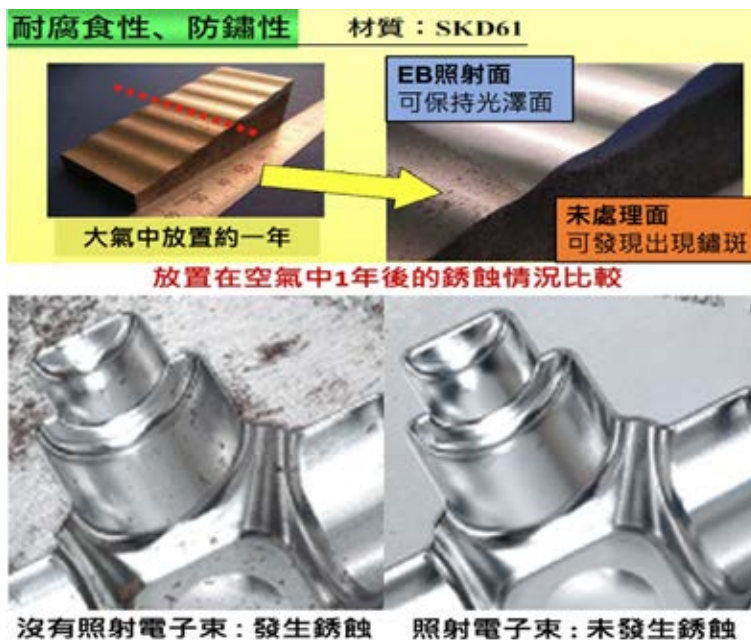


圖 10：EBM 電子束照射技術可以有效改善工件表面的防鏽性、脫模性與防沾黏

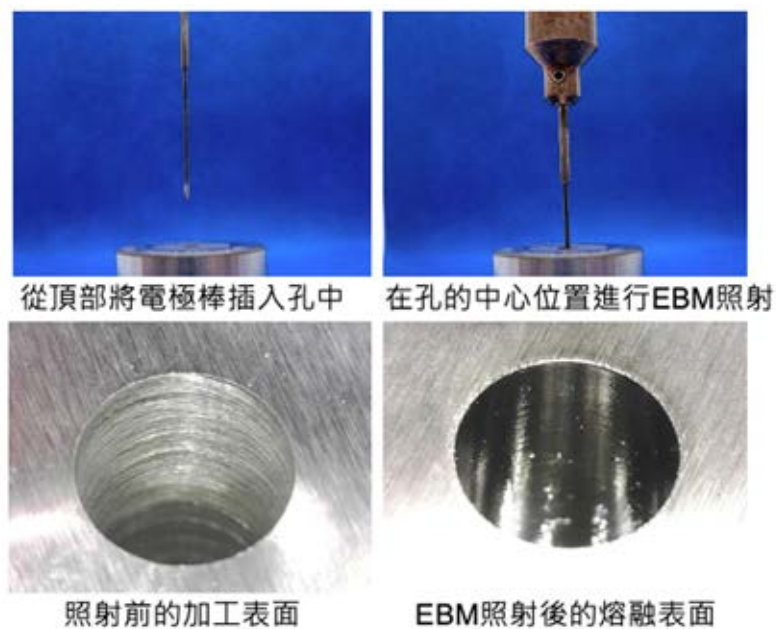


圖 11：加裝放電電極可進行深孔內部表面的 EBM 電子束照射加工

# Moldex3D

## 真實模擬 智能成型

Moldex3D是專為智慧設計和製造所打造的新一代塑膠模具成型模擬方案，用更真實的模擬分析，快速轉化洞察為行動，提升產品競爭力。透過Moldex3D模擬分析，產品工程師可以更完整地整合實體和虛擬世界，打造更真實的模擬情境，提升分析可靠度，縮短模擬和製造的距離。

### 標準射出分析方案

- 充填分析
- 保壓分析
- 冷卻分析
- 翹曲分析

### Moldex3D Studio

- 一站式平台和互動式使用者介面，提升模擬工作效率

### 多元的塑膠成型模擬模組

- 光學分析
- 黏彈性分析
- 纖維分析
- FEA/微觀力學介面
- 進階熱澆道分析(AHR)
- 3D實體水路分析





## ENGEL 助 Ypsomed 以標準化達到更快成長

■ ENGEL

### 前言

更高效率和安全性、更高靈活性和更快的工業化速度，在進一步全球擴張過程中，這些是 Ypsomed 統一生產流程的要點。ENGEL 的集成系統解決方案在醫療技術公司新的平臺策略中起著關鍵作用。

全球糖尿病患者人數每年以百分之九的速度增長。對於 Ypsomed（自我藥療注射和輸液系統的優質開發商和製造商）而言，這意味著銷量增加。該公司總部位於瑞士 Burgdorf，一直在繼續其全球擴張進程。最近，他們在德國北部 Schwerin 設立了一個全新的工廠，擁有 13,500 平方米的生產面積用於射出和組裝。Ypsomed 在全球各個駐地為大型知名製藥企業生產筆、自動注射器和泵系統，用於輸入胰島素等液體藥物。新產品的開發和生產過程在總部進行。這也是公司自己的模具製造和技術中心所在地，是新工藝在全球開始批量生產之前進行調試磨合的地方。

### 優勢是快速工業化

長期以來，全球的射出機械區由不同類型和品牌的機器組成。「這不再符合我們的擴張戰略。」Ypsomed 首席運營官 (COO) Frank Mengis 表示。因此在五年前就做出了標準化的決定。「新平臺策略的目標是進一步提高效率、安全性和品質，同時簡化我們的流程。」

「標準化正在發展成為醫療技術行業的趨勢，不僅僅是在大型企業中。」射出機製造商和系統解決方案提供商 ENGEL 醫療事業部負責人 Christoph Lhota 指出。「Ypsomed 就是一個示例。在很早的時候，我們就共同定義了所有規範乃至細節，對規範進行了深入研究，然後持續地實施這些規範。」

在此基礎上，迄今為止已為全球各地的 Ypsomed 駐地交付了 100 多臺全電動 ENGEL e-motion 射出機。鎖模力有所不同：800、1600 和 2800kN，但機器的其他方面都相同。在選擇選配件時，考慮了未來的情



**圖 1：“ENGEL compact cell” 在 K 2019 塑料與橡膠工業展上首次亮相，它包含所有自動化組件，比標準防護架窄得多（圖片來源：ENGEL）**

況。並非所有機器從一開始就使用了整個產品範圍。相反，其目標是避免隨後的改裝和與此相關的重新認證。這樣，平臺策略在運行過程中可節省大量的資金和時間。「每一個變更都可提高效率，這些變更不必通過變革管理來實現。」Lhota 表示。

「我們現在可以從全世界所有駐地預訂射出機生產，就好像是訂購現貨。」Mengis 說。「但優勢是快速工業化。所有新機器的認證計劃相同。這意味著我們可以將新機器和新工藝更快地投入批量生產。」

借助全電動 e-motion 高性能射出機，Ypsomed 確保高精度零故障生產。具競爭力的單位成本和射出件進一步無故障加工的重要前提條件。例如，一支筆由 11 到 15 個（具體取決於型號）全自動組裝的零件構成。

### 較小面積內的自動化設備

射出機啓動。同時，Ypsomed 也開始實施射出工藝自動化的標準化。「我們在射出機方面與 ENGEL 有非常好的合作經驗。我們是一支協作良好的團隊。」Mengis 強調。「所以我們決定選擇 ENGEL 作為我們的合作夥伴來實現射出工藝的自動化。」

e-motion 射出機現在配備了 ENGEL viper 線性機械手。此外，ENGEL 的新型 compact cell 也起著關鍵作用。在開發首次亮相於 K 2019 塑料與橡膠工業展的 compact cell 時，ENGEL 也依靠標準化。由於其標準化結構，新的自動化單元使各種自動化組件以及其他下游加工單元的集成特別容易。它包含所有組件，比標準防護架窄得多。

「在占地面積方面，compact cell 是有優勢的，」瑞士 Ypsomed 生產技術工藝經理 Marlon Trachsel 強調，「我們研究了 K 2019 塑料與橡膠工業展上的新解決方案，並立即看到了它能為我們帶來的優勢。」

### 統一的操作邏輯實現更可靠的工作

與機器一樣，所有 compact cell 的設計相同，以實現其靈活性。為了避免每次更換模具時必須改裝外圍設備，compact cells 為自由落體零件和借助 viper 機械手進行的軟放置都配備了所有必需的組件。產量以百萬計的自由落體零件（例如針托）通過傳送帶和三通道岔直接傳送到盒子中。compact cell 提供兩種不同尺寸的托盤用於殼體部件，後者由 viper 機械手從型腔中取下。盒子和托盤更換是自動進行的。



圖 2：在 K 塑料與橡膠工業展上，compact cell 通過生產醫療設備的殼體部件得到展示，並藉由雙組分工藝實現更短的周期時間（圖片來源：ENGEL）

儘管集成度很高，compact cell 仍可確保機器操作人員能隨時快速訪問模具室。打開 compact cell 時，盒子和托盤更換器被推到一側。用於散裝貨物和軟放置的加工單元彼此疊放排列。通過這種方式，compact cell 使自動化設備保持極其緊湊的狀態。「現在有五個生產單元的地方，在轉換到標準化自動化單元後將有六臺設備。」Trachsel 表示。特別是在潔淨室中，這顯著提高了成本效率。

通過 ENGEL 系統解決方案實施標準化的另一個優勢是整個生產單元的統一操作邏輯。ENGEL 的機械手和其他自動化單元完全集成到射出機的 CC300 控制系統中。這樣可以通過機器顯示屏調整和監控整個過程。生產人員不必為自動化而熟悉另一種控制理念。隨著生產過程日益複雜的趨勢，這一方面變得越來越重要。簡單的操作可降低錯誤風險，並更容易以恆定的高品質進行生產。

### 數位化推動伺服電動模具趨勢

在 K 2019 塑料與橡膠工業展上，compact cell 已通過一個醫療應用得到展示。在一臺 e-motion 射出機



圖 3：由於高度自動化，注射筆的生產對射出加工的精度提出了很高的要求（圖片來源：Ypsomed）

上生產了醫療設備的殼體部件。該應用的技術創新在於將射出過程分為兩個部分，其目的是實現更短的周期時間。由於因穩定性而無法減小筒形裝置的壁厚，因此只有雙組分工藝才有可能縮短冷卻時間以及周期時間。在采用 Hack Formenbau 的 Vario-Spinstack 技術的 8 腔模具（具有帶四個位置的垂直基準軸）中，首先由聚丙烯製成基體，第二個位置用於冷卻，第三個位置注入另一層聚丙烯。「總體而言，兩個薄層比一個厚層冷卻得更快。」Christoph Lhota 解釋道。在第四個位置，從與射出過程平行的封閉模具上取下零件，這對實現極短的周期時間提供了額外幫助。

雙組分精密模具在這個應用中完全以伺服電動驅動，其中使用 ENGEL 新開發的軟體。這確保抽芯等部件的伺服電動運動與液壓運動一樣得到控制。這樣用戶可以自行編程伺服電動運動，而無需額外資質。

通過軟體，ENGEL 為增加伺服電動模具的使用鋪平了道路。醫療技術處於這一趨勢的前沿。使用伺服電動模具的原因在於運動精度特別高，完全無油，以及數位化戰略的日益頻繁。「伺服電機為品質關鍵型





圖 4：醫療技術領域對伺服電動模具的需求強勁，其中一個推動因素是生產過程的數位化（圖片來源：ENGEL）

工藝參數的靈敏監控提供了更多可能性，以便能夠及早發現故障、停機和待處理的維護工作。」Hack Formenbau 管理合夥人 Gunnar Hack 解釋道。

在 K 2019 塑料與橡膠工業展上，Hack Formenbau 的 Moldlife Sense 系統展示了模具技術數位化的巨大潛力。與射出機的智慧輔助系統類似（例如 ENGEL 的 iQ weight control 或 iQ flow control），將來也有可能產生廢品或由於磨損而造成損壞之前，在模具上消除臨界狀態。

### 更充分地利用大數據和人工智慧的機遇

輔助設備和人工智慧越來越多地進入射出生產。如果說射出機和模具的系統領域目前仍然彼此分離，將來則有可能合併數據領域。

在 Ypsomed，這也是一個重要的話題。在這裡，標準化已經植根於數位化戰略。為了能夠更充分地利用大數據和人工智慧提供的機遇，Ypsomed 致力於將公司各個部門的 IT 系統越來越緊密地結合起來。「生成的數據量在增加，但數據的使用量卻沒有增加。」



圖 5：Ypsomed 正在擴大生產，最近更在 Schwerin 新建了一家生產廠，配備了全電動 ENGEL e-motion 射出機（圖片來源：Ypsomed）

Ypsomed 的 IT 經理 Uwe Herbert 在 2 月份的 ENGEL 醫療技術會議 med.con 上表示。「如果我們更好地利用這一潛力，我們可以進一步提高產品品質，同時提高生產過程的效率。」■



## 面向新型黏合劑應用的 freeformer

■德商阿博格機械有限公司台灣分公司

### 前言

全世界幾乎所有人都知道德莎品牌，並長期使用該品牌的膠帶——德莎透明膠帶。但是，大約有 75% 的自黏系統解決方案應用於工業。公司設在德國漢堡附近的諾德施泰特的總部，大約有 320 名員工從事研發工作。他們開發了用於智慧手機組件的壓敏膠，並研究了用 freeformer 進行積層製造所帶來的附加價值。

「起初，沒有人知道 freeformer 是否如塑料一樣可以用於黏合劑。這就是為什麼我們最初選擇租賃模式，並自 2019 年 6 月以來一直在我們的技術中心使用 freeformer 200-3X 設備的原因，」德莎技術和產品開發部門的弗蘭剋·維魯斯如此解釋道。「我們的重點是工藝開發和材料鑑定。試生產的結果令人鼓舞，我們很快將購買大型的 Freeformer 300-3X 設備。」

弗蘭剋·維魯斯和技術經理 曼努埃爾·本迪奇為自己設定了目標，即製造和改良在室溫下就具有黏性的天然

橡膠和合成橡膠，使其可用於工業添加劑的製造。為了能夠在 ARBURG（阿博格）塑料無模具列印機 (AKF) 中加工這些材料，必須進行重要的準備工作：我們的任務是找到可以將黏合劑製成顆粒的配方。為此，例如對表面進行輻照並使其物理失活。弗蘭剋·維魯斯總結道：「我們取得了快速而又巨大的成功，這是非常令人驚訝的。」freeformer 能夠極其精確且可再現地處理各種膠粒。

特殊之處在於，聚焦僅僅在一層或幾層上。對於某些產品，層厚度僅約 300 微米。因為較之於傳統塑料部件，使用 AKF 工藝生產需要完全不同的參數設置，所以必須制定自己的標準進行材料鑑定。

### 無模具新思路

曼努埃爾·本迪奇對此這樣說道：「非常規的思考和工作是我們完成整個項目的原動力。我們得到了 ARBURG（阿博格）的大力支持！同我們一樣，



**圖 1：德莎專家弗蘭克·維魯斯和曼努埃爾·本迪奇（左起）使用 freeformer 進行黏合劑加工**

freeformer 專家也在靈動的團隊裡工作。總會有人幫助我們開發具有建設性的、可執行性，以及極具創意的應用。這樣，我們可以在相同基礎上開發新的智慧解決方案，並建立試點項目。」

新材料配方以窄條形式進行「列印」來進行品質測試。第一次快速測試之後，用測試機以恆定的速度和剝離角度測量將黏合膜從各種表面（例如 ABS、玻璃或鋁）上剝離所需的力。如果將膠黏膜黏貼到紙張上，則可以無損地將其剝離並安裝在產品中。德莎專家認為，在所謂的智慧手機玻璃蓋成型過程中，積層製造的黏合劑產品的潛力很大。通常情況下，為了將玻璃蓋黏合到殼體上，需要準備一些指定了厚度且整面塗層的大號鈹件，並且在其兩側上沖壓出具有黏性的框架。

### 無廢料並且具有減震功能

AKF 工藝是一種更具可持續性，且更節省資源的替代方法。弗蘭克·維魯斯堅信：「這將讓我們能夠在產品中使用 100% 的黏合材料而不會造成浪費。」他還希望通過附加功能創造更大的附加價值：帶有泡沫層的方案具有減震作用，可確保玻璃不會很快破裂。也可以想到具有由 ABS 或 PLA 製成的中間層的三明治



**圖 2：膠黏劑測試條與 ABS 底板的附著力極佳，並已通過薄膜下拉快速測試予以證明**

結構膠帶，該中間層結構也可以加固膠帶。

AKF 工藝雖然比沖壓要慢得多，但可以節省模具用時間和工作量。因為需要的運輸路線、物流和進料系統比較少，所以整個過程也大大精簡。相反，可以將一個或多個 freeformer 直接集成到全自動生產線中。

### 幾何形狀可任意變化

除了可持續性，支持工業 3D 列印的另一個重要論點是使用三維模型的可行性：無需以預指定材料厚度工作，根據需要更改 AKF 組件的層厚度和幾何形狀——可以逐步加深。弗蘭克·維魯斯強調說：「這讓我們的客戶擁有了全新的設計自由度。」他的願景是讓德莎客戶自己將 freeformer 集成到他們的生產線中，然後直接在現場以量身定製的德莎完整系統解決方案，積層製造所需的黏合劑產品。■



## Moldex3D

科盛科技成立的宗旨在於開發應用於塑膠射出成型產業的模流分析軟體系統，以協助塑膠業界快速開發產品，降低產品與模具開發成本。公司英文名稱為 CoreTechSystem，意味本公司以電腦輔助工程分析 (CAE) 技術為核心技術 (Core-Technology)，發展相關的技術與產品。致力於模流分析 CAE 系統的研發與銷售超過二十年以上，所累積之技術與 know-how、實戰應用的經驗以及客戶群，奠定了相當高的競爭優勢與門檻。隨著硬體性價比的持續提高以及產業對於智能設計的需求提升，以電腦模擬驅動設計創新的世界趨勢發展，相信未來前景可期。



## BASF 不更改設計 也能優化氣輔射出椅子產品

■科盛科技

### 前言

本案例的產品為使用 BASF 纖維強化塑膠材料，利用氣體輔助射出成型製造的設計師椅子。然而在生產過程，發生氣體指紋效應，產品的強度因此減弱。因為椅子為設計師的作品，所以無法做設計變更，BASF 工程師只能透過優化製程參數，解決氣體輔助成型帶來的挑戰，兼顧產品強度和輕量化的需求。

### 面臨的挑戰與應對

本次案例面臨的主要挑戰分別為「氣體指紋效應」、「機械性質弱」，以及「不允許做設計變更」。對於上述提到的挑戰，BASF 工程師利用 Moldex3D 進行製程參數優化，改善氣體指紋效應。為了測試新的製程參數所生產的椅子，能符合原先規定的載重，工程師透過 Moldex3D 獲得重要的成型模擬資料，包含：氣體掏空處、翹曲的幾何以及纖維排向，以利提升 FEM 模擬的精準度。在 Abaqus 執行 FEM 分析後，結果顯示新的製程參數可以製造符合規定載重的椅子，滿足產品的輕量需求，同時也兼顧結構完整性。帶來的效益如下：

- 預測氣體指紋效應。
- 改善產品強度 60%。
- 滿足產品重量及載重需求。

### 案例研究

本案例中，BASF 用 Moldex3D 模擬氣輔成型製造的設計師椅子。BASF 所面臨的挑戰是椅面及椅背出現氣體指紋現象，此問題將可能導致承重後的結構損壞。由於產品是設計師椅，模具已製造且無法更改設計。因此為了讓椅子能夠達到規定的承重力，就必須進行製程參數優化。

原始設計的分析結果顯示，氣輔切換時產品肉厚和肉薄處中心點的溫度差異小於 2°C (圖 1)。換句話說，由於肉薄與肉厚處的流動阻力相近，因此氣體容易進入肉薄處 (造成指紋效應)。同理，當兩個區域的溫度差異較大時，氣體將不會進入肉薄區。因此若增加氣體延遲及充填、保壓時間，將可幫助製程優化。

BASF 嘗試以不同組合來優化製程，包括將充填時間增加至 6 秒，保壓時間增至 10 秒，氣體延遲時間增至 15 秒等。圖 2 為優化參數後的模擬結果，已成功將氣體掏空侷限在容許的區域。

優化設定之後，肉厚和肉薄處中心點的溫度差異轉變為 7 至 10°C (圖 3)，這意味著氣體將不會進入肉薄處，而是在較高溫 (肉厚) 的區域流動，因此區域具有較低的流動阻力之故。

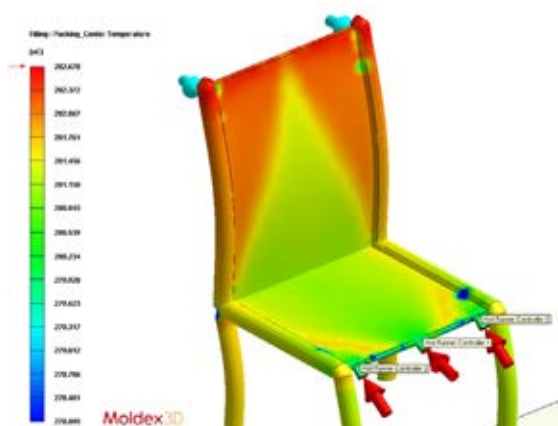


圖 1：中心點溫度的模擬結果

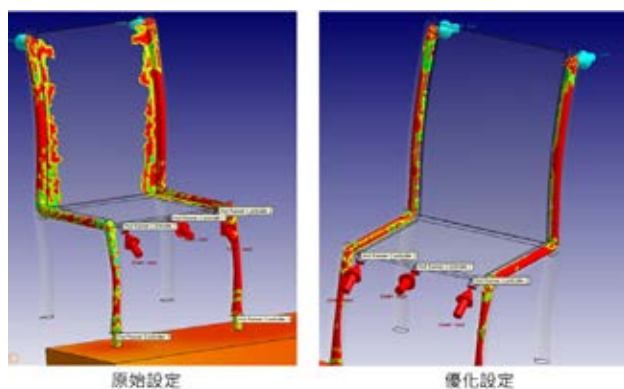


圖 2：參數優化前後的氣體掏空模擬結果

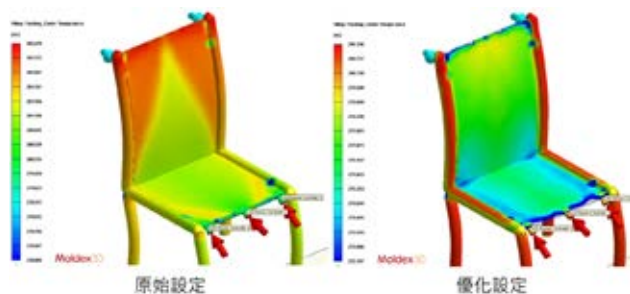


圖 3：原始優化設定後的中心點溫度差異

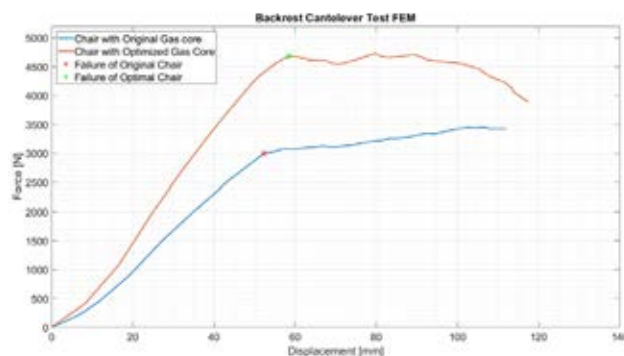


圖 4：以 Abaqus 進行產品位移和受力比較

Moldex3D 支援將模擬結果輸出至有限元素法 (FEM) 分析軟體，以進行結構模擬。在本案例中，BASF 以 Moldex3D 模擬結果驗證：原始設定條件下製造的椅子，輸出至結構分析軟體 Abaqus，其結果是不符合需求的。圖 4 顯示在椅子上施加力道至結構破壞的情形，結果顯示優化設定後，可承受的力道比原始設定高出了 60%。此外，優化設定後的椅子，在承受力道後變形的幅度也比原始設定高 11.5%。

## 結果

利用 Moldex3D 可以輕鬆模擬氣輔成型過程，進而執行優化結果。其中，中心溫度的模擬，對於氣輔製程而言更是實用。此外，藉由 Moldex3D FEA 介面也可

協助獲取後續 FEM 分析流程所需的資料，使其他結構分析軟體可以輕鬆讀取並處理導出的數據。■

## 威猛巴頓菲爾機械設備

威猛集團是全球塑料行業中，射出機、機械手以及周邊設備製造商的領導者，總部位於奧地利維也納，由威猛巴頓菲爾和威猛兩大主體組成。威猛集團在全球 7 個國家擁有 9 個製造基地，在全世界 34 個國家和地區有直屬分公司。作為先進的射出機製造商和工藝技術專家，威猛巴頓菲爾一直致力於市場地位的進一步擴展。作為模塊化設計的綜合的、現代化的射出技術提供商，威猛公司可滿足現在和將來的射出行業市場需求。威猛的產品包含機械手及其自動化系統、物料處理系統、除濕乾燥機、微型乾燥機、稱重式和體積式混料機、機邊粉碎機、模溫機、冰水機和模具除露機等。正因擁有如此廣泛的射出周邊設備，威猛可提供射出工業中，從獨立的工作單元到集成的整廠系統中，所有的塑料生產的解決方案。威猛集團旗下不同部門之間的整合，實現了各生產線的完全互聯，滿足了客戶對自動化設備和周邊設備之間無縫連接的日益增大的需求。



# 威猛巴頓菲爾新的集成生產單元，防止澆口料浪費並降低成本

■威猛集團

## 前言

威猛巴頓菲爾的 Ingrinder 生產單元為塑料澆口料的回收利用以及降低能源成本從而實現可持續生產提供了創新的解決方案。這是一款由射出機與斜臂式機械手、粉碎機和真空送料機構成的生產單元，粉碎機和斜臂式機械手被集成在射出機的 UNILOG B8 控制系統中。

## Ingrinder 解決方案

Ingrinder 解決方案是為 *EcoPower* 和 *SmartPower* 系列的小型射出機而設計，由於這些機器通常是搭載冷流道模具來使用，因此產生的澆口料在射出後要麼被廢棄，要麼進入回收系統。在 Ingrinder 生產單元上，一臺帶有可旋式驅動的威猛斜臂式機械手在射出過程中直接取出澆口料，然後通過集成在射出機機架中的頂出滑槽，將其送入一臺內置的、經過特殊改造的 G-Max 9 粉碎機內。威猛的真空送料機通過一個兩組分切換閥將回收料送到射出機的料斗中。這種威猛兩組分切換閥可通過預設來交替實現原料與回收料的上料，如此一來，這些材料就能在交替上料中充分混合，然後釋放到料斗中。

為了平衡由回收料引起的黏度波動，在射出機上應用了威猛巴頓菲爾的 HiQ Flow<sup>®</sup> 軟體包。利用 HiQ

Flow<sup>®</sup>，在注射階段檢測到的黏度波動可以在同一注射期間直接得到主動修正。為此，可計算出注射能量曲線在某一區間內的積分。以一個參考注射為基礎，即可根據當前注射的注射能修正切換點和保壓水平。

## Ingrinder 生產單元帶來的眾多優勢

- 將周邊設備集成到生產單元中，能夠以比採用非集成解決方案明顯更小的占地空間，為客戶提供 CE 認證的系統。根據機型，採用 Ingrinder 方案所節省的空间大約為 400 ~ 600 mm。
- 回收料在生產過程中得到混合。除了使用回收料節省成本外，採用吸濕材料還額外降低了成本，因為這種材料沒有時間吸收水分，因此當其在此循環周期內到達粉碎機時仍然保持乾燥狀態，在粉碎前無需重新乾燥。
- 利用 HiQ Flow<sup>®</sup> 應用軟體提高了加工的可靠性。
- 該生產系統能夠方便地擴展為配有附加的輔助設備和威猛 TEMI+ MES 解決方案的威猛 4.0 生產單元。

## 結語

Ingrinder 主要是針對鎖模力最高為 1100 kN 的 *EcoPower* 系列射出機和鎖模力最高為 900 kN 的 *SmartPower* 射出機而開發的，已從 2020 年秋季開始上市。

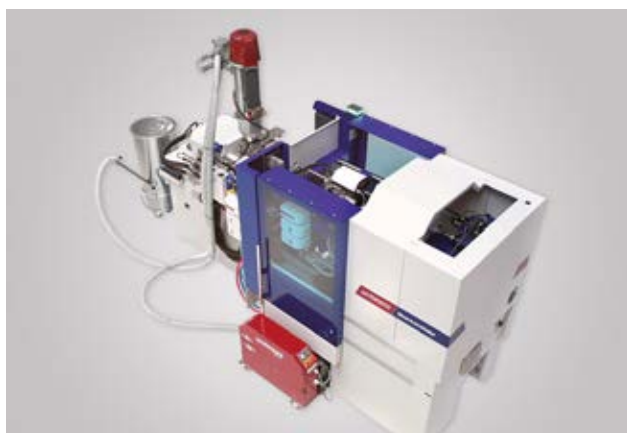


圖 1：配有斜臂式機械手、粉碎機和帶有真空上料機的 SmartPower 60 射出機



圖 2：斜臂式機械手正將澆口料送到粉碎機中



圖 3：集成的粉碎機特寫鏡頭



圖 4：SmartPower 60 可作為一個緊湊的 Insider 單元

為了向潛在用戶展示其亮點，威猛巴頓菲爾在該公司的 YouTube 頻道上發布了一個產品視頻，通過一臺伺服液壓射出機 SmartPower 60/210 展示 Ingrinder 生產單元。該機器演示了一款 PS 材質的帶蓋罐子的生產過程：一臺採用可旋式驅動的 WP50 斜臂式機械手將澆口料取出，並送到 G-Max 9 粉碎機中，利用 FEEDMAX S3 真空上料機將回收料送入料斗。■



## 金陽（廈門）新材料科技有限公司

金陽（廈門）新材料科技有限公司總部位於廈門，是一家專注於高分子複合材料研究與運營的科技型公司。產品涵蓋通用塑料、工程塑料、特種工程塑料、日化及包裝等領域，包括阻燃材料、碳纖維增強複合材料、高耐候材料、高導熱材料、可降解材料、包裝材料、離型材料等創新產品，為汽車、家電、家居、醫療衛生、電子電氣、建築環保、軌道交通、航空航天等行業提供創新材料解決方案。

## 汽車保險桿越做越薄的產品邏輯

■金陽新材料

### 前言

能源與環境就像天秤的兩端，人類一方面通過不斷獲取能源推動社會經濟發展，另一方面又想盡辦法減少能源對環境的破壞。汽車作為重要的石油消耗工具，通過降低車身重量，在減少能源消耗的同時，對於保護環境有著積極作用。汽車輕量化因此成為汽車節能減排的重要途徑，是汽車發展的主要趨勢之一。據美國能源部 DOE 研究表明，一輛轎車的自重每減少 10%，燃油消耗量就降低 6% -8%，CO<sub>2</sub> 排放降低 5%-6%。作為汽車輕量化發展的重要方向之一，汽車零部件的薄壁化設計水平已經成為衡量各汽車設計中心技術能力的一項重要指標。薄壁化技術帶來的好處顯而易見，它不僅能提升車輛操控性能，還能減輕整車重量，降低整車油耗，並縮短成型周期，降低生產成本。其中，汽車保險桿具安全性、功能性、裝飾性三大功能，是薄壁化技術應用的重要零部件之一，下面詳細講解它的優勢與特點。

### 薄壁化保險桿的三大優勢

#### 減少製件的收縮率

同種材料、不同壁厚製件的收縮率明顯不同，隨著壁厚減小，收縮率相應降低。收縮率降低有利於提高零部件尺寸穩定性，可減少零部件與車身裝配過程中出現的尺寸匹配問題，提升整車之質感。

#### 節約材料

薄壁化後，製品重量減輕，在滿足性能要求的前提下，單件使用材料減少，既能降低成本，又能節約材料。以保險桿為例，若原材料密度保持不變，壁厚由 3.0mm 減到 2.5mm，可實現減重 15%；從 3.0mm 減到 2.2mm，可實現減重 20% 以上。

#### 提高生產效率

壁厚越小，需要的冷卻時間也相應減少；同時，由於壁厚降低，模具型腔空間減少，需要材料具有更高的流動性以滿足快速填充要求。目前日系保險桿的生產周期為 40-50 秒 / 件，歐美則正在從 60 秒 / 件逐漸降低到 50 秒 / 件，中國保險桿的生產周期為 80-95 秒 / 件，薄壁化有利於縮小中國與歐美國家之間的差距。

### 薄壁化保險桿對材料的「三高」要求

由於保險桿的功能作用及其射出成型工藝特點，薄壁化保險桿所使用的改性 PP 材料必須滿足「三高」性能：分別為「高流動性」、「高模量」及「高韌性」。

#### 高流動性

壁厚減薄，材料充模過程中的流動空間減小、流動阻力變大，意味著以相同材料注滿薄壁型腔需要更大的壓力。為此，需要提高材料的流動性（即材料的熔融指數）。在不改變成型溫度和模具溫度的條件下，高





圖 1：輕量化因節能減排訴求，成為汽車發展主要趨勢之一

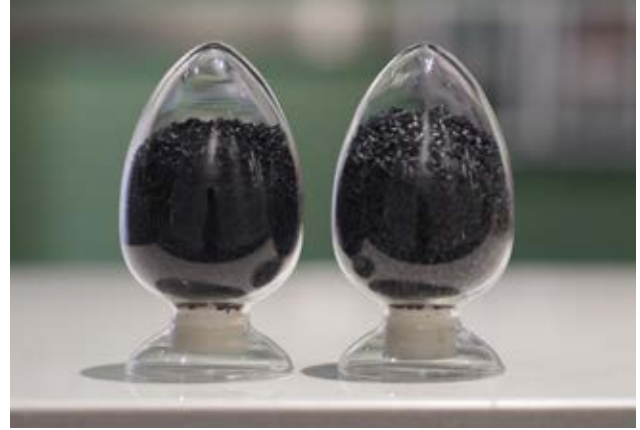


圖 2：薄壁化保險桿材料需具高流動性、高模量與高韌性

測試項目	測試方法	傳統保險桿材料	薄壁保險桿材料
密度 /g	GB/T 1033.1	1.05	1.05
熔融指數 /	GB/T 9345.1	15-20	> 35
拉伸強度 /	GB/T 1040.2	17	18
彎曲模量 /	GB/T 9341	1300-1500	> 2000
懸臂梁缺口衝擊強度 (23°C) /	GB/T 1843	> 30	> 35
懸臂梁缺口衝擊強度 (-30°C) /	GB/T 1843	> 3.5	> 4

表 1：保險桿傳統壁厚（壁厚 ≥ 3mm）和薄壁設計對材料的基本力學性能和流動性要求表

流動性能夠使材料在不提升射出壓力的同時快速地充滿模具型腔。材料流動性的提升減輕了由於壁厚減薄對射出壓力、成型溫度和模具溫度等條件的影響，同時還可以避免缺膠問題。

### 高模量

壁厚減薄會導致製品剛度下降。對此，一方面需要優化製品結構，引入加強支撐結構，以提高製品剛度；另一方面則要提高材料的模量，以彌補製品剛度的不足。如表 1 所示，傳統改性 PP 材料的彎曲模量為 1300-1500MPa，而薄壁改性 PP 材料的彎曲模量則要求 2000MPa 以上。

### 高韌性

汽車保險桿作為安全件，其作用是吸收和緩和外界的衝擊力，是防護車身前與車後部的重要安全裝置，在使用過程中可避免車身前後遭受直接碰撞。因此，無論是傳統保險桿還是薄壁保險桿，都要求材料具有較高的衝擊性能。但材料流動性增加會導致其衝擊性能下降，因此，在保證薄壁材料具有高流動性的同時，要重點關注材料的衝擊性能。

### 結語

目前金陽新材料研發的薄壁化保險桿材料，滿足「高流動性」、「高模量」、「高韌性」的性能要求，且已在多個中國主流車企之汽車產品中成熟運用。■



## 荷蘭皇家帝斯曼集團

荷蘭皇家帝斯曼集團以科學為立足之本，在全球範圍內活躍於健康、營養和材料領域。帝斯曼擁有生命科學和材料科學領域的專長，並運用兩者的獨特結合不斷推動經濟繁榮、環境改善和社會進步，為所有利益相關方創造可持續的價值。帝斯曼服務於食品 and 保健品、個人護理、飼料、醫療設備、汽車、塗料與油漆、電子電氣、生命防護，替代能源以及生物基材料等全球市場，提供旨在促進、保證和增強性能的創新解決方案。帝斯曼及其關聯公司約有 23,000 名員工，年淨銷售額約為 100 億歐元。公司已在泛歐阿姆斯特丹交易所 (Euronext Amsterdam) 上市。

## 變廢為「錶」！帝斯曼創造淨化海洋污染的力量

■帝斯曼工程塑料

### 前言

不論是遭遇遺棄，還是在捕撈過程中損壞，海洋中的漁網造成了巨大的環境問題。這些散落在海洋各處的漁網還有另一個名字——「幽靈網」。基於 The Ocean Cleanup 的問卷調查結果，太平洋垃圾中至少有一半是漁網。

根據聯合國糧食及農業組織 (FAO) 和聯合國環境署 (UNEP) 的調查，幽靈網在海洋生態系統中已存在了上百年。這些漁網一般都是以不可降解的合成材料製成，統計估算下來，它們可以在海洋中存在長達 600 餘年。每年，還有將近 64,000 噸的幽靈網被投入大海，造成海洋污染。上千萬的海洋生物因此無辜喪失生命，地球的「氧氣使者」珊瑚礁也因此受到破壞。

### 變廢為「錶」

兩名荷蘭企業家 Bernard Werk 和 Jorrit Niels 在為海洋污染發聲時看到了商機。他們基於此，創建了 Gyre SeaCleaner Watch——這款由海洋垃圾回收材料製成的手錶。

Werk 在觀看了 The Ocean Cleanup 創始人 Boyan Slat 的採訪並通過社交媒體瞭解了帝斯曼 Akulon® RePurposed 材料的用途後，想到了利用海洋垃

圾製作手錶的點子。隨後，他和 Jorrit 還看到了一篇有關 Starboard 公司的文章，一家使用 Akulon® RePurposed 製造衝浪板的公司。Akulon® RePurposed 正是回收利用印度洋「幽靈網」的材料方案。在讀完這篇文章後，兩位企業家馬上聯繫了帝斯曼，瞭解更多關於該材料的信息。

在得到樣品並詳細瞭解了材料方案後，Werk 和 Niels 認為 Akulon® RePurposed 是他們 42mm 的手錶外殼材料的絕佳選擇。這種回收材料不但堅固，且不易產生劃痕，也不會發生遇水溶解的情況——這正是該初創公司所需的高品質手錶外殼材料！另外，在過去兩年裡，帝斯曼不斷與 Gyre Watch 加深合作，協助並為 Gyre SeaCleaner 的研發提供建議。在不久的將來，錶帶也可能用 Akulon® RePurposed 製成。

### 更健康的海洋環境和更強大的社區

使用 Akulon® RePurposed 的 Gyre Watch 公司不單單是成為了為海洋發聲的先驅者，它還致力於幫助當地的漁民，並且將 5% 的營業額捐贈給了 Ocean Cleanup 組織。帝斯曼的供應商每年在印度收集約 2,000 噸漁網，有 300 多名員工服務於這一回收價值鏈中。這不僅為附近的社區創造了就業機會，也產生了積極的社會影響。



圖 1：Gyre SeaCleaner Watch 的手錶外殼以 Akulon® RePurposed 製成，而 Akulon® RePurposed 是回收利用印度洋「幽靈網」的材料方案，這種回收材料不但堅固，且不易產生劃痕，也不會發生遇水溶解的情況

## 回收利用的材料方案

Akulon® RePurposed 是一種通用且高性能的聚醯胺材料，其原材料是 100% 回收的聚合物，其中最多含有 70% 回收的聚醯胺 6，並用玻璃纖維增強。該材料解決方案擁有著全新的定義，並且被世界各地的顧客所簇擁。它可用於汽車、戶外動力設備、電子電氣設備、家具甚至包裝。

我們以保護環境為初心，把重點放在品質和性能之上，希望以此為環境和社會提供正能量。Akulon® RePurposed 將是您下一個產品設計的優選綠色材料。



帝斯曼助理小孫



## 關於安科羅工程塑料公司

安科羅工程塑料公司的成立至今已有超過 30 年的歷史。我們在複合塑料的領域累積了豐富的專業知識與經驗。自 1998 年起我們加入開德卓集團，並以自有品牌運作，銷售業績也逐年成長。目前我們每年有超過 20 萬噸的產能，我們專門研究創新應用的改性工程塑料，專為特定行業和應用設計方案。我們生產基地分布於德國、中國與巴西；而且我們具有遍布國際間的運作架構，可以提供從應用開發到物流支援的完整服務。為了應對快速變化的市場需求，我們使用與集團內部姐妹公司 (FEDDEM) 合作開發的全球標準化創新改性和擠出技術 (ICX)。

## 水輔成型工藝助力全球首款承載式塑料行李架

■安科羅工程塑料

### 前言

在汽車輕量化的趨勢下，近年來，主機廠和 Tier1 著手以塑代鋼，從零件的結構設計優化，使用輕量化材料和輕量化成型技術來為汽車減重和降本。輕量化材料的成型方式除傳統的射出、吹塑、擠出之外，還包括了水輔成型、氣輔成型、PST 工藝和微發泡技術。

水輔成型技術自 2012 年首次進入中國以來，至今已有八年時間，這八年來，在中國擁有水輔成型設備的零部件製造商翻了十倍，產品也從單一的發動機冷卻水管，發展至各種不同的汽車零件，覆蓋了動力總成、內飾和外飾，可謂是百花齊放。尤其是中國的汽車零部件製造商甚至走在世界前沿，通過水輔成型技術，將複雜的金屬零件紛紛替換成塑料，協助主機廠完成減重降本的目標。

### 全球首款水輔成型承載式塑料行李架上市

汽車行李架分為承載式和非承載式，非承載式行李架通常包角使用輕質塑料，中間是鋁合金或鋼材質，其作用主要是為了美觀與裝飾。而承載式行李架採用全鋁合金材質，其代表了該車的多功能性，通常可以承載超過 50kg 重量，可以放置自行車，滑雪板等重物，強化了 SUV 獨有的力量之美，使外出遊玩更為方便。

單根鋁合金承載式行李架的重量，根據車型的大小，通常在 1.5kg-2kg，整車一套重量在 3-4kg。鋁合金的密度為 2.7，高強度工程塑料的密度約為 1.5，在理想狀態下，以塑代鋼最高減重可達 40%。通過選用合適的塑料和工藝，在保證相同甚至更高承載力的同時，達到減重和降本，這是一項巨大的挑戰。

### 應用案例

在最新一代的現代 IX25 車型上，搭載了全球首款水輔成型承載式塑料行李架。這款行李架由創新型企業 MINTH 集團進行設計研發和生產，韓國現代起亞煙臺研究所進行零件和材料的可行性驗證和設計優化，德國 PME 公司提供水輔成型設備，德國安科羅 AKRO-PLASTIC 提供水輔成型原材料和技術支持，項目的成功離不開多方的緊密合作。

### 挑戰難點：專用於水輔成型的安科羅材料系列 高強度及優異的流動性能

傳統的水輔成型材料玻纖含量為 30%，而 30% 玻纖增強材料來替代金屬，無論在剛性還是強度上都差強人意。增加玻纖含量會使樹脂黏度變高，流動性變差，無論是傳統射出還是水輔成型，都會使成型變得困難。尤其是通過水輔成型實現中空結構的零件，玻纖含量越高，工藝窗口就越窄，水輔射出的難度也越高。



**圖 1：藉由水輔成型承載式塑料行李架達到汽車減重、降本之目的**

行李架的原材料採用安科羅 AKROMID® GF50 WIT，這是一款超高強度的尼龍材料，乾態下的拉伸模量達到 16700MPa，斷裂強度 235MPa，配合 ICX®-Technology 改性技術，賦予了材料極其優異的流動性能。

### 平滑的表面外觀

通常高玻纖填充的材料，表面外觀都不盡如人意，即使是優化後的工藝，零件表面也無法避免的出現浮纖，這會影響到零件的美觀，尤其是免噴塗的零件，優異的表面外觀能更有效的降本。

安科羅 AKROMID® WIT 和 GIT 系列規格，採用最先進的黑科技，即使是 50% 和 60% 高玻纖的材料，依然可滿足高光黑的要求，表面看不到任何浮纖。

### 提供更寬的工藝窗口

水輔成型的步驟為在熔膠射出之後，通過水輔射出，形成中空結構。水輔成型專用材料擁有比常規材料更低的結晶溫度，從而賦予零件更高的尺寸穩定性和更薄的壁厚。而更薄的壁厚，意味著節省用料，同時零件的重量又進一步降低了。



**圖 2：全球首款水輔成型承載式塑料行李架的成功離不開多方的緊密合作**

### 通過耐 UV 測試

汽車行李架作為外飾件，需要通過主機廠極其嚴苛的耐 UV 測試，其目的是為了再現陽光、雨水和露水所產生的破壞，用來評估材料在顏色變化、光澤、裂紋、起泡、催化、氧化等方面的變化。AKROMID® PA6 GF50 WIT 通過了 ISO 4892-2 老化測試、1200 小時的暴露測試。

### 我們的研發和技術支持能力

在 2018 年，集團收購了德國 M.TEC 工程設計服務解決商，其前身隸屬於德國亞琛大學旗下的 IKV 塑料研究所，使得安科羅在產品設計領域的解決能力，從原料選擇，產品概念設計及可行性分析、結構設計、電腦仿真模擬、生產技術和風險分析評估等設計產品設計開發的各個方面，為用戶提供全方位的支持。

位於德國安科羅 AKRO 總部的創新中心，近些年來投入了水輔成型，PST 等創新型工藝設備，未來也會繼續加大研發投入，以滿足中國市場對於輕量化創新材料的增長需求。■



圖 3：AKROMID® WIT 和 GIT 系列，即使是 50% 和 60% 高玻纖的材料，也可滿足高光黑要求

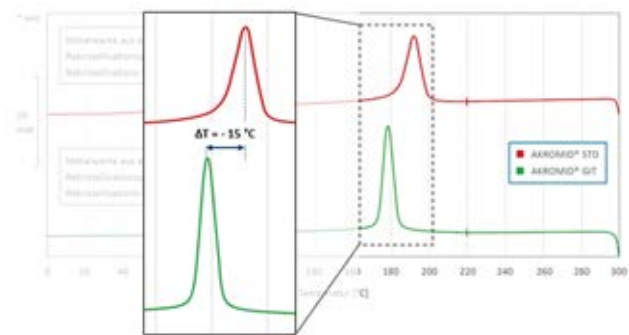


圖 5：水輔成型專用材料擁有比常規材料更低的結晶溫度，從而賦予零件更高的尺寸穩定性和更薄的壁厚

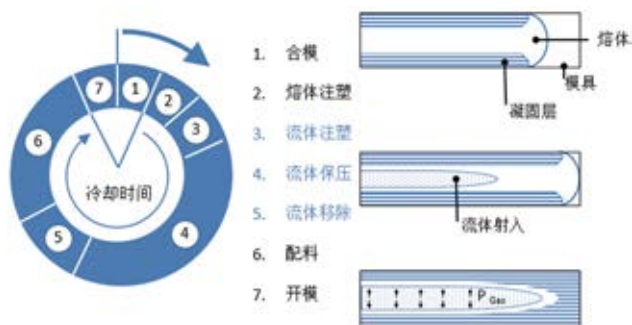


圖 4：水輔成型的步驟在熔膠射出之後，通過水輔射出，形成中空結構



圖 6：德國安科羅近年投入水輔成型、PST 等創新型工藝設備，未來也會繼續加大研發投入



### 實現智慧轉型，打造戰情管理



#### 介紹

面對市場訂單變化快速、少量多樣的需求，先進排程方案以塑膠製品為中心，將生產資訊整合並串連到生產計劃，提供彈性生產排程，解決繁瑣的人工規劃，讓企業追蹤預定生產狀況與實際生產結果，有效縮短交期及控管訂單。

#### 優勢

- 1 智慧指標** 串聯超過30種品牌，實現跨廠區跨品牌管理。
- 2 產能優化** 即時掌握成型週期、產量，避免交期落後
- 3 專業排程** 專為射出廠需求開發，符合實際應用流程
- 4 行動報工** 登錄換模任務及故障原因，減少閒置時間
- 5 數據分析** 多維度分析圖表，從不同角度突破生產瓶頸
- 6 定期報表** 自動報告產出寄送，快速聚焦異常問題點

廣告編號 2021-02-A07

型創科技顧問股份有限公司

[www.minnotec.com](http://www.minnotec.com)

地址：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

E-MAIL: info@minnotec.com TEL: +886-2-8969-0409

海外

· 東莞 · 蘇州 · 曼谷

未來據點

· 台中 · 高雄 · 寧波 · 廈門 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律賓 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多資訊



### 林秀春

- 科盛科技台北地區業務協理
- 科盛科技股份有限公司 CAE 資深講師
- 工研院機械所聘僱講師

#### 專長：

- 20 年 CAE 應用經驗，1000 件以上成功案例分析
- 150 家以上 CAE 模流分析技術轉移經驗
- 射出成型電腦輔助產品，模具設計 · CAD/CAE 技術整合應用



## 第 48 招、模流分析對斜齒輪的變形結果之影響因素解析【澆口位置與厚度篇】

■ Moldex3D/ 林秀春 協理

### 【內容說明】

此產品設計為凹型，由內、外兩圓所組成，並有肋條。由內圓邊界上三個片狀澆口進膠，外圓的直徑為 52mm，厚度為 2.8mm；而內圓直徑為 22mm，厚度為 1.5mm。因為在薄肉地區進料，從圖 10 保壓分析結果中的壓力分佈得知，壓力傳遞不佳，由 18Mpa 降到 1Mpa，並且由圖 11 的保壓溫度分佈結果與圖 12 的保壓體積收縮分佈結果中可看出明顯差異，圖 11 的 AA 剖面之內圓溫度為藍色 (100°C)，外圓溫度為紅色 (220°C)，內圓已低溫，但外圓仍高溫；圖 12 的保壓體積收縮分佈也是類似的結果，這些差異都是造成翹曲變形的主因。

### 案例分析

一般來說，在射出過程中「充填」屬於快速階段，讓塑料快速充滿模腔，直到近乎體積 98% 才會轉為保壓階段 (VP 切換點)。這是保護模具的機制，但是保壓階段即為慢速的流動 (將剩餘的 2~4% 體積繼續填入塑料)，塑料開始受模壁冷卻固化，密度增大且塑件逐漸成型。

其中，保壓階段會一直持續到澆口固化封口為止 (所以澆口尺寸大小也會影響保壓效果)；在充填過程中，

肉厚中心溫度為肉厚方向最高溫的區域，此緣於熱塑料不斷填入，對流效應使塑料維持高溫，但若經過薄肉地區因溫度熱傳下降快速，造成模穴內流動阻力增加，塑料不易流動造成上下壁厚固化狀況，致使中間可流動的區域越來越狹窄，此時會造成保壓傳遞不易，使塑料無法在模穴內充填得更為密實，造成局部地區有較高的體積收縮，容易使產品出現收縮變形。

### 結果與討論

在此案例中，透過模流分析的結果判斷產品的厚度設計需要調整改變 (內圓與外圓厚度對調)，但是產品可能還有結構強度的功能需要兼顧，所以澆口的設計與位置可以採另外方式，例如由外圓地區進膠，讓外圓區域先充填流動，由外部往內圓充填可以讓壓力傳遞順暢，並增加保壓效果，同時可以大幅改善由於溫度分佈與體積收縮分佈等差異造成的翹曲變形。有 Moldex3D 軟體的可以自己應用一下喔，記得用 BLM 網絡即可簡單快速比較設計的優缺點，讓好的設計掌握在你手中。■





圖 1：斜齒輪的產品幾何

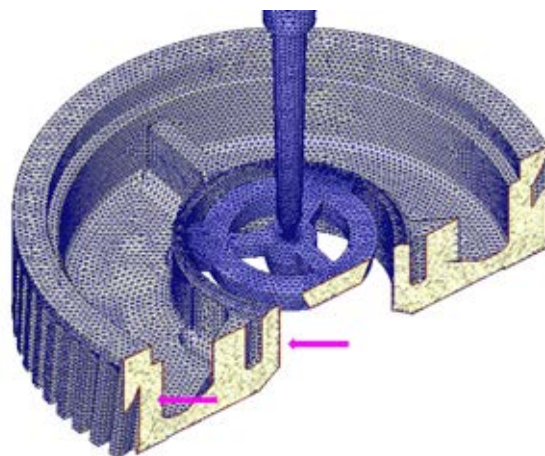


圖 2：斜齒輪的內外圓幾何精密網格剖面

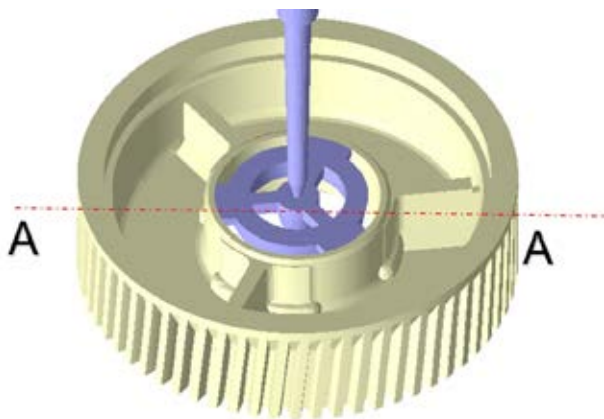


圖 3：AA 為分析結果剖面位置

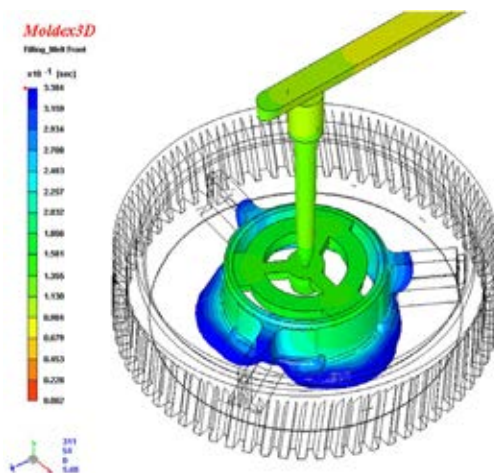


圖 4：由中心內圓三點片狀澆口進膠，流動波前

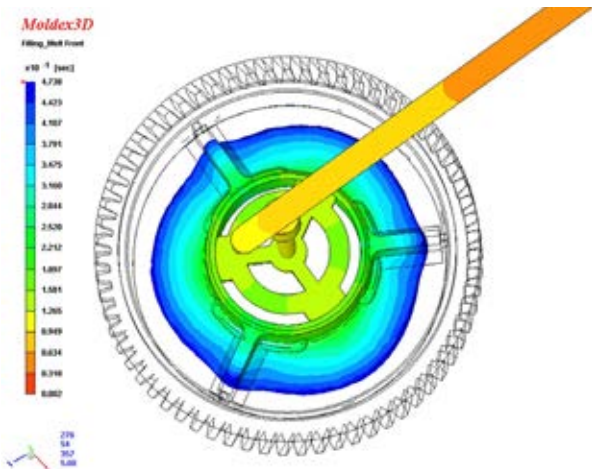


圖 5：由中心內圓三點片狀澆口進膠，流動波前

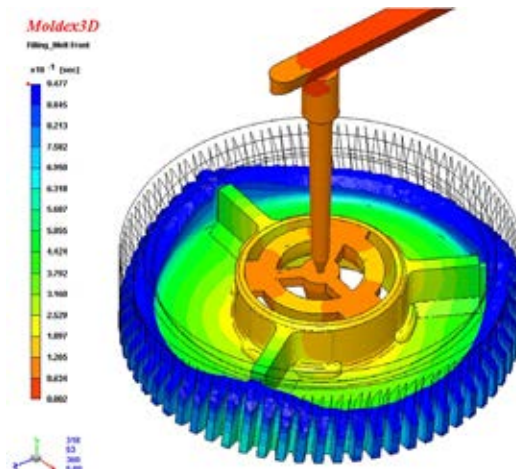


圖 6：由中心內圓三點片狀澆口進膠，流動波前

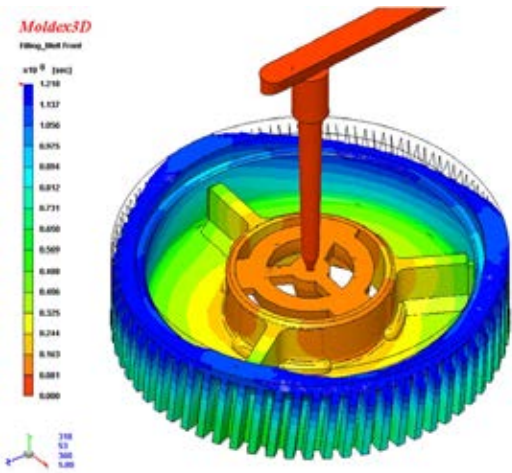


圖 7：由中心內圓三點片狀澆口進膠，流動波前

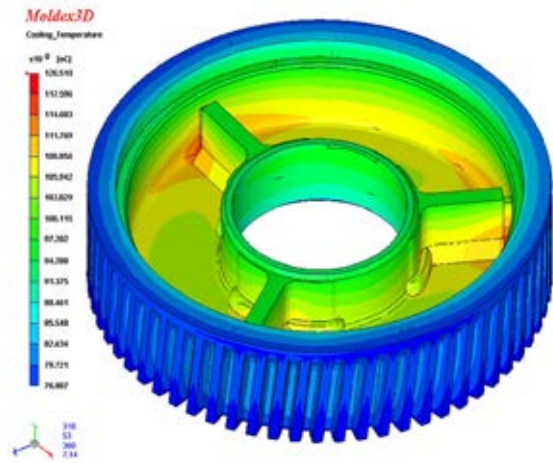


圖 8：冷卻分析的母模面溫度較高有積熱現象

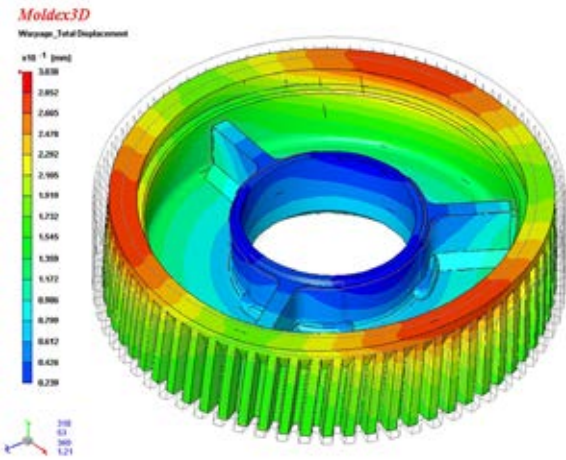


圖 9：翹曲變形為三角形內凹（因肋有頂住）

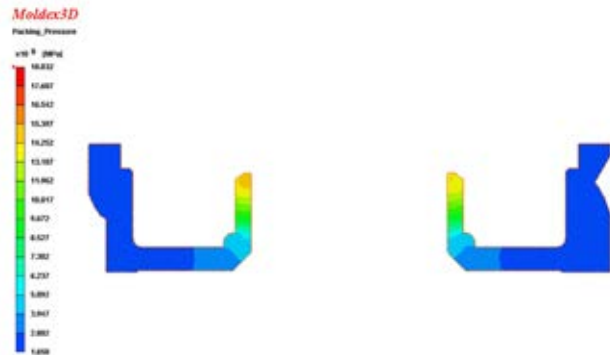


圖 10：AA 保壓壓力分佈剖面，由內往外傳遞不佳

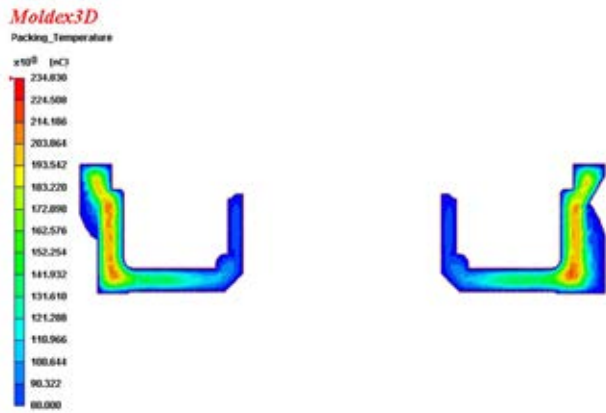


圖 11：AA 保壓溫度分佈剖面，內圓已低溫，外圓仍高溫

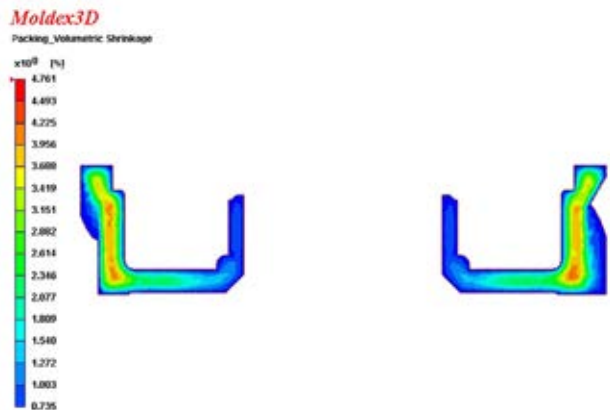


圖 12：AA 保壓體積收縮，內圓為低收縮，外圓仍為高收縮

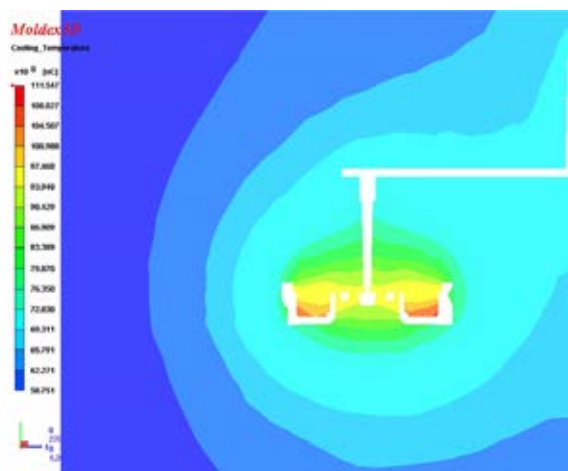


圖 13：公模與母模的模具內之溫度剖面，母模高溫積熱



圖 14：斜齒輪的變形結果



圖 15：本文案例——電動窗汽車塑膠斜齒輪

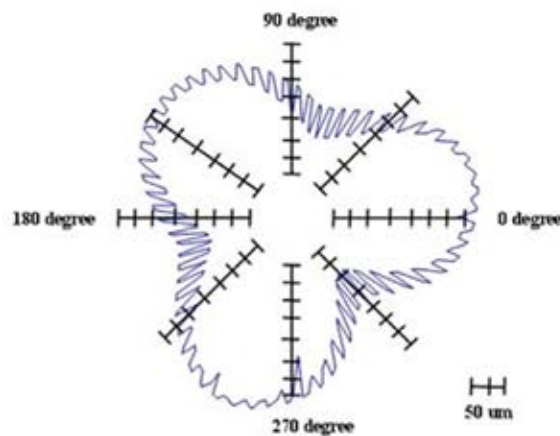


圖 16：Moldex3D 斜齒輪的真圓度量測



## 林宜璟 (JeffreyLin)

- 現任職於宇一企業管理顧問有限公司總經理
- 學歷：台灣大學商學研究所企管碩士、交通大學機械工程系學士
- 認證、著作及其他能力：
  1. 認證：DISC 認證講師 (2005 年受證)
  2. 著作：《為什麼要聽你說？百大企業最受歡迎的簡報課，人人都能成為抓住人心高手！》(木馬出版社出版)
  3. 緯育集團 (<http://www.wiedu.com>) 線上課程，「管理學院」「業務學院」內容規劃及主講者

## 錯的事不會因為用力做而變對：談判的實利、關係和時效

■宇一企管 / 林宜璟 總經理

### 方向比努力重要

請想像一個畫面，雖然對於住在都市的狗奴們而言不太容易。我小時候住花蓮的透天厝。我家養狗，用一泊一宿的方式養，也就是狗基本上回家過夜，吃一頓晚餐，然後其他時間就在外面隨便跑，反正該回家的時候就會回家。

有一天可愛的狗狗從外面咬了塊骨頭回來，然後滿心歡喜的把骨頭給我，像是要感謝我對牠的照顧。我當然對牠大加鼓勵，畢竟誰能拒絕這麼可愛的狗狗的好意呢？於是對牠狂拍狂抱給予鼓勵。然後呢？我當然把骨頭丟掉啊！哪一個正常人類，會保留狗從外面撿回來的骨頭呢？狗不知道你要什麼？雖然牠很用心的討好你。

「方向比努力重要」，心靈雞湯都是這麼說的。

### 錯的事不會因為用力做而變對

這跟談判有什麼關係嗎？有。我想說的是，當你代表公司去談判的時候，你就是那隻狗，而老闆是主人。最大的差別是，狗比你可愛得多。如果你咬一塊老闆不要的骨頭回來，狗會得到拍拍，而你則會被老闆狠踹兩腳。因為你帶回來的東西，完全不是老闆要的。

當然，在公司工作和公司的關係並沒有像狗和主人的關係這麼絕對啦！同時，我也絕對不是說拿人薪水的就是狗。我只是要用這麼一個極端的例子說明：「錯的事不會因為用力做而變對。」

我曾經在客戶採購部門的談判課程中分析過一個案例。該客戶的一個關鍵供應商，要改變對全球客戶的收款條件。要求客戶從原本的出貨後六十天付款變成三十天付款。負責這個客戶的採購同仁認為職責所在，寸土不讓，堅持要維持原本六十天的付款條件。談判持續了將近兩個月，毫無進展，而供應商因為貨很搶手，也根本不在乎，甚至揚言如果不能接受他們的條件的話就不出貨了。

仔細聽完學員們對案例的說明後，我問了幾個問題：

1. 公司一年跟這個供應商採購的金額是多少？
2. 目前公司的融資利率大約是多少？
3. 最重要的是，當付款條件從六十天變成三十天，也就是提早三十天付款，這樣子一年中產生的資金成本又是多少？

經過簡單的數學，還有在場財務部門學員的協助，第三題的答案很快便算出來了，大約是 60,000 新臺幣。

談判利害關係人		立場	利益
職稱	姓名		

**表 1：談判利害關係人分析表**

然後我請問學員，作為一家年營收數千億的公司，關於這 60,000 新臺幣，大家有什麼想法？

一陣沉默之後，坐在教室最後面很久的採購處長站出來說話了。她說：「我知道你們處理這件事情好一陣子了。我就想看看如果我都不出聲的話你們會怎麼做，但是聽到你們剛剛講的真的讓我想翻白眼。」

畢竟是不爽，所以她講得有點長。容我簡單整理如下：

1. 這個供應商變更收款條件，是全球性的政策調整，採購量比我們大得多的其他廠商也是一樣，我不認為再撐下去我們有什麼勝算。
2. 就像老師剛剛講的，你們這兩個月就在搞這 60,000 元，花在你們身上的薪水都比這還高得多了，值得嗎？
3. 與其在這個三十天的付款條件上跟他們糾結，不如想怎樣才能夠從他們那邊要到什麼其他對我們有價值的東西。比如更好的技術支援，或者行銷活動的配合，這才是我真正在乎的事情啊！

可愛的狗狗還在努力的想把骨頭咬回家，但牠並不知道主人不愛骨頭。所以談判前，請先想好兩件事情：

1. 這個談判的結果，會影響哪些人？也就是所謂的利

害關係人。

2. 對這些人而言，他們想要怎樣的談判結果？沿用之前專欄所提過的概念，也就是他們的「立場」跟「利益」分別是什麼？

若你願意的話，請在談判前先花點時間填一下表 1 這張表格，對於澄清自己的談判思路會有很大的幫助。

## 商務談判要的三个東西：實利、關係和時效

在商務談判中我們想要的東西基本上可以分成三類，分別是「實質的利益」、「加強的關係」與「快速的時效」，說明如下：

### 實質的利益

這最容易理解。談判後價格砍了多少，A 到什麼額外的贈品，都是實質的利益。

### 加強的關係

有時雖然沒有拿到什麼實質的好處，但是卻增加了對方對我們的好感，而這可能是巨大的收穫。歷史上有個「馮煖買義」的故事，可以很具體的說明這個概念。

孟嘗君是戰國時齊國的貴族，他門下有三千食客，他的食客當中有個名為馮煖的，平時看不出有什麼

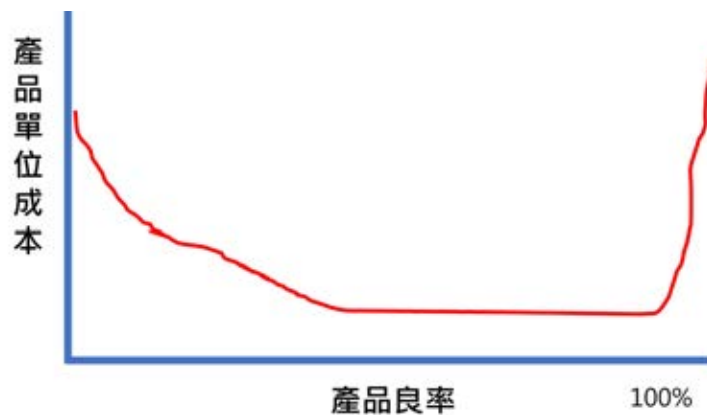


圖 1：在產品的良率和成本關係中，兩者通常有非線性的關係

本事，就是成天東晃西晃。有一次孟嘗君要他到封地「薛」去收租，臨走時馮煖問孟嘗君，收到那麼多錢，要我買些什麼東西回來嗎？孟嘗君說，你看我家裡缺什麼就買什麼好了。

馮煖到了薛地，看到當地的農人，勤勞刻苦，但生活窮困，實在付不出租金。馮煖就把大家的借據收來，一把火燒了，並說：「孟嘗君體諒大家辛勞，年歲不好，今年的租金全免了。」村民萬分感激孟嘗君的大恩，感謝聲不絕。

回到家裡，孟嘗君問他，買什麼回來了？他回答說，我看家裡什麼都不缺，就缺義，我就買「義」回來了。然後就把發生的事情說了一遍。孟嘗君想說少了一大筆錢，難免不高興，但想想也不是全沒有道理，也就沒有追究。

後來孟嘗君因為位高權重引起齊湣王的疑忌，就免去他相國的職務，孟嘗君只好返回封地薛。回去時百里之外，薛地的百姓扶老攜幼，歡迎他回故居。這時孟嘗君回頭對馮煖說：「先生為我買的義，今天終於看到了！」

如果不要說這麼久以前的歷史故事，那讓我們切換到現代企業的畫面。請問：「讓一家年營收千億公司的執行長對我們公司有好印象，以致願意在我們公司服務的範圍內，以我們公司當首選的供應商。」這個價值有多高呢？這樣子，應該更容易想像為什麼加強的關係可以是個重要的談判利益了吧？

### 快速的時效

請問如果你是業務，手上有一張在等客戶做最後決定的訂單。你知道如果你願意降價 10%，客戶會立刻下單；但是如果你堅持不讓，因為你賣的這項產品對客戶而言是必要的，所以估計再堅持一個月左右，最終客戶還是會下單。請問你覺得你的老闆會比較喜歡哪一個方案呢？這個問題的答案是「不一定！」

我曾經在外商公司擔任業務工作多年，每到結算年度業績就是一年最刺激的時候。以我當時工作的那家外商來說，結算年度業績有兩個特點：

1. 公司用的年是「財會年」而不是「日曆年」，也就是我們公司結算業績、核發獎金的時間和我們一般生活中的月曆不同。那時最緊張的月份不是每年的 12 月而是 10 月，因為業績目標跟業績計算都是從每年的 11 月 1 日到第二年的 10 月 31 日。當業



(圖片來源：Freepik.com)

務最最基本的就是千萬記住，你過的年和別人不一樣。

2.那個公司特別注重業務有沒有達標，有和沒有是天堂跟地獄之間的差別。如果部門業績沒有達標，哪怕達成率是 99%，老闆都會很不爽。因為他無法做到對總部的承諾。對！就是承諾，這公司最重視所謂的數字紀律，但如果有超過目標的話，這公司的獎金計算公式有一個加權因子，也就是超過目標之後的業績都會得到比例更高的獎金，而且超過的越多，獎金比例愈高。

所以回到剛剛那個問題，當這張訂單發生在 3 月跟發生在 10 月時，你的選擇應該會有所不同，而你也知道該怎麼選擇了吧？

## 商業敏感度：把企業裡的現象換成錢的能力

看到這裡一切好像都很合理，對吧？但是麻煩的事現在才要開始。「實利」、「關係」、「時效」這三個我們都想要，但是殘酷的現實是，這三者通常是衝突的，不可能讓我們要好要滿。

如果想要快點成交，或建立好感，通常要放一點實利出來；而為了守住實利，不是談判時間要拉長，就是

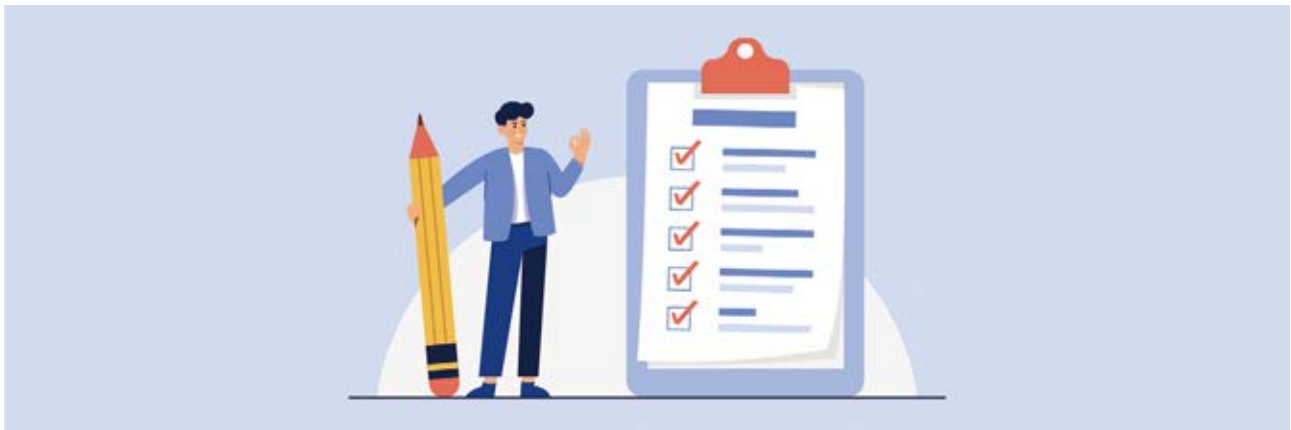
可能損害關係。然而，如果手上的談判籌碼足夠，的確也能用壓迫的方法讓對方無奈的快速就範，但這樣就很傷感情。所以當實利、關係、時效這三者衝突時要如何取捨呢？

這個問題有一個很簡單卻俗氣的答案，就是全都換成「錢」。如果你要我說得更具體的話，便是換成「未來三年的錢」。但這樣就出現兩個問題，分別是「為什麼要換成錢？」，以及「如何換成錢？」

## 為什麼要換成錢？

先說「為什麼要換成錢」，在我的經驗裡，企業要評估一個人的能力，特別是能否勝任高階職務時，常常出現一個能力指標，叫做「商業敏感度」(business sense)。究竟什麼是商業敏感度，一開始也讓我困惑。但我深入了解後，發現這觀念也不複雜。說白了，商業敏感度就是：把企業裡的現象換成錢的能力。

舉個例子來說，提高產品的良率是好事，但是如果一個生產部門把不良率的目標設為「0」這樣就好嗎？恐怕未必。因為產品的良率和成本通常有非線性的關係，白話文就是 100% 良率和 99% 良率，前者的單位成本可能比後者多得多。良率和成本的關係有可能便是如圖 1 所呈現的樣貌。



(圖片來源：Freepik.com)

所以技術的決策通常是「能不能」，而商業的決策通常是「值不值得」。能不能把良率做到 100% 是技術的問題，但是把產品良率做到 100% 到底值不值得，就是商業的決定了。

所謂的值不值得，當然就關係到決策時依據的價值觀。而不管你喜不喜歡，企業決策時最普遍被接受的價值觀就是「利潤」，或更直接的就叫做「錢」。所以如何判斷你在談判桌上搏命奮力談出來的成果，回到公司裡是會得到掌聲還是像狗狗咬回來的骨頭一樣被嫌棄呢？除了前面提過的運用利害關係人分析表之外，另外一個重要的方向就是把這些不同的方案間的實利、關係和時效都換成錢。這樣子從三個指標變成一個數字，就容易比較取捨了。

### 如何換成錢？

接下來談「如何換成錢」，實利一樣不用多做解釋，因為它本身通常就是錢，或是很容易變換成錢。比方降價對買方而言是直接少付錢。如果拿到爭取來的贈品，這個贈品市價多少，我們心中也大概會有個譜。

但是，關係和時效要如何換成錢呢？如果這問題漫無邊際的確很難想像，但放到一個三年時間的框架中，

就比較容易評估了。當然究竟該用幾年來思考這件事沒有固定標準。但實務上，三年的時間對企業而言是一個不至於短到急功近利，但也不會長到不切實際，或難以想像的時間。

一個客戶未來三年對我們所銷售產品的總需求有多大？我們可能在其中拿到多少比例的訂單？這個數字可以是決定我們該多麼重視這個客戶和我們關係的重要參考。

一個談判早一個月談完和晚一個月搞定，放在未來三年的時間裡來看，對我們公司的營運有什麼影響？如果公司的某產品因為這個談判而晚三個月上市，那麼這產品一個月的預估營收是多少？或是像剛剛我分享的在外商的經驗，因為一張訂單的即時入手，可能額外得到的業績獎金有多少？這些也都可以幫助我們決定時間的價值。

### 畢竟，錢永遠都很重要，但永遠都不是最重要

在談了這麼多後，關於錢，這裡還有幾個重要的提醒：

1. 把企業的現象換成錢，換算出的數字也許不會很精準，但不代表它沒參考價值。關鍵是它可以讓我們聚焦，也建立一個形成商務決策的共同語言。





(圖片來源：Freepik.com)

2. 這種能力的培養要配合認知能力的提昇和廣博的知識。這是一條漫長而無止盡的路，但是這樣的學習投資報酬率極高，絕對值得。
3. 談判就像人生所有其他的決策一樣，盡可能蒐集你能得到的「客觀」資訊，然後做一個符合你心中聲音的「主觀」決定。這個心中的聲音，可能是某個你重視而無可妥協的價值，甚至違反你原本用錢算出來的結果。如果是這樣的話，那就依循那個聲音吧！畢竟，談判的根本目的是經由溝通讓彼此的生活變得更美好。而要让生活美好，錢永遠都很重要，但永遠都不是最重要的。

而最後我要說的是，狗狗永遠都是最可愛的啦！不管牠沒帶或帶什麼回來，平安回來就好！■



### 邱耀弘 (Dr.Q)

- 廣東省東莞理工學院機械工程學院 / 長安先進製造學院副教授
- ACMT 材料科學技術委員會主任委員 / 粉末注射成型委員會副主任委員
- 兼任中國粉末注射成型聯盟 (PIMA-CN) 輪值主席
- 大中華區輔導超過 10 家 MIM 工廠經驗，多次受日本 JPMA 邀請演講

#### 專長：

- PIM(CIM+MIM) 技術
- PVD 鍍膜 (離子鍍膜) 技術
- 鋼鐵加工技術

## MIM 製程之介紹與應用

■耀德講堂 / 譯者：邱耀弘 博士 & 趙育德 講師

### 前言

在本期內容中，Dr. Q 將針對 MIM 製程以及該製程之應用進行介紹。其中文章由 Dr. Q 與趙育德 講師一同翻譯，翻譯文句因工程慣用語可能會與原文有些微的不同，當然，也包含圖形或是照片上的小部份增加或修改。對此，Dr. Q 會儘量使翻譯接近原來的意思。同時有部份工程圖參考自 [www.kinetics.com](http://www.kinetics.com) 以及 <https://micro-mim.eu> 並經過修改。我們也歡迎讀者協助修正文章中的錯誤。

### 什麼是 MIM?

金屬注射成型 (更正確來說是金屬粉末注射成型) 是一種「接近淨形」的製程，圖 1 為標準 MIM 流程圖，圖 2 (蠟基喂料系統) 與圖 3 (塑基喂料系統) 則顯示了不同的 MIM 製造流程圖。它被用來製作複雜度極高且至少是中量生產規模的金屬零件。

什麼是淨形零件？什麼是近淨形零件？零件經過一個製程後達到了尺寸精度與形狀的要求之後稱為「淨形」，可以直接被使用。「近淨形」則是零件經過這個製程後，仍需要再度經過小程度的加工 (譬如 MIM 零件的去毛邊、鑽孔攻牙等其他類似的二次加工)，才能達到尺寸精度與形狀的要求。

PIM 包含 MIM 和 CIM (陶瓷粉末射出成型) 兩個製程，將金屬或陶瓷粉末混合多種聚合物 (包含數種蠟、塑膠與活化劑，我們通稱這些聚合物為「助劑或黏結劑」)，並進行高剪力的混合。混合製程與揉麵團的過程類似。粉末包含：純金屬、重金屬 (如鎢)、合金、陶瓷，以及介金屬化合物 (如碳化鎢、碳化鈦)。

### MIM 的應用

MIM 是一個可以使用塑膠射出概念來設計組合零件，且性質接近鍛造產品的製程。由於 MIM 利用塑膠模具與成型技術的設計彈性，可以將幾種金屬材料的設計極限完全發揮。今日，MIM 金屬零件已經被廣泛的應用在包含：汽車燃料噴射系統、航空器的偵測系統 (高空惡劣環境偵測如：溫度、高度與空氣中氧氣濃度)、移動電話 / 手機、電子用散熱模組與熱管密封模組、電子連接器工具機零件、光纖接頭、噴霧嘴、硬式磁碟機、藥用容器與裝置、電動手工具、泵浦、外科醫療設備及運動器材。如圖 4 顯示了產品的應用範圍與技術的擴展可能。

有關 MIM 技術的拓展主要來自於兩個方向，一個是喂料與材料的技術拓展；另一個則是製程的拓展 (如圖 5)。把金屬材料與不同的黏結劑包含橡膠與塑膠

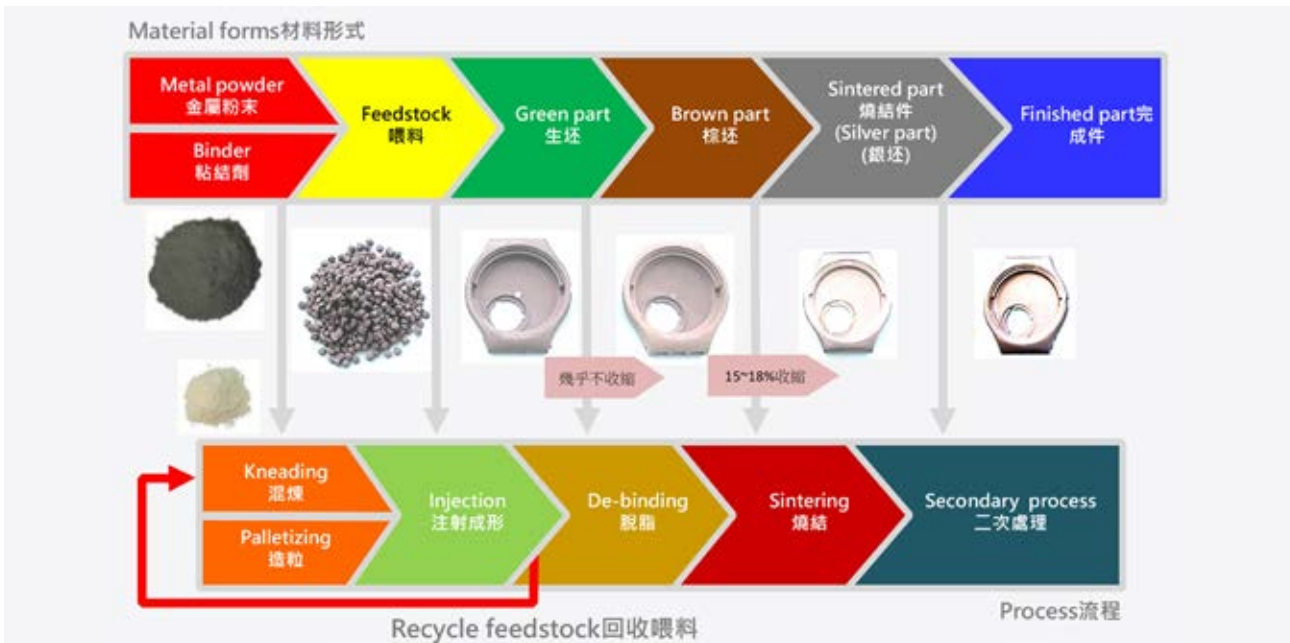


圖 1：標準 MIM 流程圖，神奇的是 MIM 產品有均勻的收縮特性

材料，這些材料混合均勻後經過注射並不需要燒結即可使用，因此在許多行業上有其優勢，例如用在汽車儀表上的指針配重塊、磁性的冰箱貼（軟膠體）以及用在電子的電感被動元件（硬膠體）；另一方面就目前最紅的積層製造技術，其中包含最精細的列印法是粉體床的黏結劑噴射法和最普及的材料押出法，利用 MIM 的喂料與黏結劑技術的擴展，把金屬生坯列印成型後經過如 MIM 製程的脫脂與燒結變成金屬零件。■

### 參考文獻

1. 主要文件來自該網站（公司已經被併購） /Major document from [www.kinetics.com](http://www.kinetics.com), (2009)
2. 部分圖形來自日本微金屬注射成形公司 /Micro MIM Japan, Web site: <https://micro-mim.eu>, (2019), Some figure and picture from this company website.
3. 英國國際粉末注射成形雜誌 /Powder Injection Moulding International magazine is published by Inovar Communications Ltd, based in Shrewsbury, UK.



圖 2：金屬粉末注射成型的流程圖，這是溶劑脫脂與熱脫脂的蠟基喂料系統

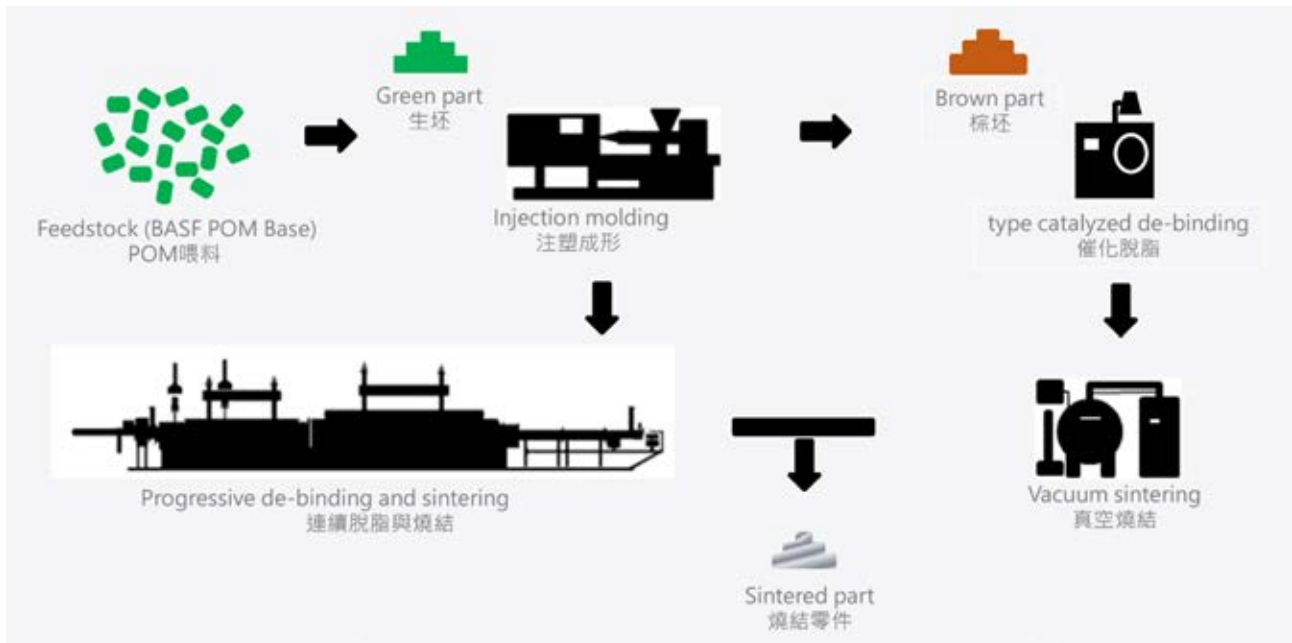


圖 3：顯示的是以塑基（聚甲醛）喂料系統的 MIM 流程圖。德國巴斯夫催化脫脂喂料是首個商用的酸催化解而脫脂的喂料



圖 4：適用於 MIM 產品應用的經典 8 項產品



圖 5：MIM 技術的拓展

# 2021 模具與成型智慧工廠技術研討會 (Q1)

主辦單位: ACMT 台灣區電腦輔助成型技術交流協會

活動場次: 2021/3/24(三) 台中、3/31(三) 高雄



ACMT 協會作為模具與成型產業全面性的趨勢及情報分享平台，而「2021 模具與成型智慧工廠技術研討會」則是 ACMT 協會針對該年度彙整產業界議題的年度成果分享。會議規模達到每場次 200 人，是華人全球模具與成型產業一大盛會。

隨著工業 4.0 浪潮的興起，如何重新以「智慧」重構整個產品開發與生產流程，已經是未來工業發展的重要趨勢以及現在進行式。本次研討會邀請到多位業界先進擔任講師，將圍繞著「智慧」議題，為各位帶來最全面的精彩內容。

本次活動將分為 1 個主會場，3 個分會場，其中在上午的主會場，我們將為各位與會者帶來「智慧射出成型最新發展與未來趨勢」、「工業 4.0 時代智慧製造

之數位分身與 T0 量產」、「智造新未來——模具、生產與檢測」、「塑膠射出工廠的數位轉型佈局」、「ACMT 射出機聯網相容性計劃 (ACMT)」，而在下午的 3 個分會場，我們則是將其主題分別劃分為第一分會場「智慧設計」、第二分會場「智慧生產」，以及第三分會場「智慧檢測」。其中三個分會場又將各自為各位與會者帶來 8 項議題。眾多精彩絕倫的演講內容，敬邀各位一同前來共襄盛舉。欲知更多活動資訊，請掃描下方 QR Code ！■



# International PIM Seminar 2021 「精密微量成型技術」研討會

主辦單位：德商阿博格機械有限公司臺灣分公司 (ARBURG)

會議地點：阿博格臺灣分公司

會議日期：2021/02/24(三) 09:30-17:00

地址：臺中市南屯區精科七路 11 號



**ARBURG**

## International PIM Seminar 2021 「精密微量成型技術」研討會

Micro Injection + Dynamic Heating. 微量成型與急冷急熱模溫技術

2021/02/24(三)台中

### Precise Micro-component Molding 精密 微量成型技術案

關於 PIM 應用技術，阿博格 (ARBURG) 一直是業界最多客戶信賴的品牌，也是您最穩健、可靠的合作夥伴；阿博格這次邀請德國 Cremer 與瑞士 Regloplas 向您介紹應用在 PIM 製程的關鍵技術，為您在臺灣優勢的電子、醫療、半導體、電動自行車等領先產業提早佈局。

### 活動介紹

本次由臺灣 ARBURG 阿博格機械公司舉辦的 International PIM Seminar 2021 「精密微量成型技術」研討會，邀集歐美原廠開發技術領域的重量級人

物來擔任演講者，讓所有與會者能夠直接與產業界的重量級人士及廠商面對面的交換市場經營策略。

在議題方面，ARBURG 除了將為各位與會者帶來德國最新粉末注射成型技術與 PIM 未來多元化的競爭市場分析外，還有如「歐洲 PIM 網路研討會的最新發展摘要」、「預合金粉與母合金粉對 8620 低合金鋼機械性質之影響」、「瑞士 Regloplas 急冷急熱應用提升品質與技術展示」、「德國克萊默電氣爐用於粉末冶金與 MIM 製程之脫脂及燒結的發展趨勢」等眾多不容錯過精彩議題。期待藉由此次研討會，使各位與會者對於產業的技術發展現況與市場的未來潛力能有更深一層的了解。■



# 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



### 【3D列印技術在數位牙科的研發與應用】



主編：江卓培 教授(臺北科技大學)

- 生醫用陶瓷三維列印技術開發
- 通過FDA認證的牙科3D列印牙材介紹
- 3D列印數位牙科材料應用
- 數位化牙科時代來臨，Formlabs 3D列印帶您共創雙贏



### 3D列印數位牙材的研發 | 3D列印數位牙材應用



隨著高齡化與少子化社會的來臨，牙齒保健與功能修復成為我們維持營養吸收與社交的重要一環，各國對於數位牙技的技術日漸重視，並投入經費進行相關技術的開發，期望能快速、準確、環保、生物相容，並有效的完成人們各式各樣的客製化牙體之需求，因此，數位牙技4.0應運而生。

數位牙技4.0包含了數位掃描與建模、數位材料、數位製造與數位診療等四大方向。本期雜誌以此為主題，帶領各位讀者一覽3D列印技術在數位牙科的研發與應用。

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  
簡如倩  
簡恩慈  
許正明  
徐心怡  
李知蓁

#### 專題報導

專題主編 江卓培 教授

#### 感謝合作單位

臺北科技大學大量客製化積層製造研究中心、陽明數位牙材、品印三維、台灣天馬科技、通業技研、科大科技、揚明光學、英特威、工研院雷射中心、臺北榮民總醫院、達爾文牙技所、德威國際口腔醫療體系



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

- 94 生醫用陶瓷三維列印技術開發
- 98 通過 FDA 認證的牙科 3D 列印牙材介紹
- 102 3D 列印數位牙科材料應用
- 106 數位化牙科時代來臨，Formlabs 3D 列印帶您共創雙贏
- 110 顛覆傳統的 3D 列印精準醫療，讓牙齒矯正更智慧
- 114 數位牙體技術的開發與未來應用
- 118 MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機於牙科之應用
- 124 CAD/CAM 在數位牙科的應用：淺談掃描、設計、製造與平臺
- 130 數位化牙科設計與製造
- 134 根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作
- 138 活動義齒支架的各種數位製程應用
- 142 3D 列印於數位牙科的應用





### 江卓培 教授（臺北科技大學）

#### 現職

- 臺北科技大學 機械系 教授
- 臺北科技大學 機電學院 機電學士班主任

#### 經歷

- 科大科技股份有限公司創辦人
- 臺灣塑性加工學會 副理事長

#### 專長

- 3D 列印、積層製造、光機電整合
- 金屬成型技術、數位牙體技術、生醫製造
- 有限元素數值分析、功能梯度材料開發

## 3D 列印技術在數位牙科的研發與應用

超前部署是科技開發滿足未來需求的指導方針，積層製造（或稱為三維列印）的技術開發之趨勢與成果也是如此。隨著高齡化與少子化社會的來臨，牙齒的保健與功能修復成為我們維持營養吸收與社交的重要一環，各國政府也投資經費在數位牙技的相關技術開發，期望能快速、準確、環保、生物相容，並有效的完成人們各式各樣的客製化牙體之需求；因此，數位牙技 4.0 孕育而生，它包含數位掃描與建模、數位材料、數位製造與數位診療等四大方向。

在臺灣，由於科技部積層製造專案的經費支持與各牙技所的努力轉型下，與數位牙技相關的創新公司與產品如競賽般的成立與上市，其中以三維列印技術導入數位牙技更是順利的完成了數位牙模、臨時假牙、手術導板、全口假牙、永久假牙、活動式假牙與隱形牙套的製作。在材料的選用上也包含了金屬、高分子與陶瓷；在設計軟體的支持下，也整合了逆向掃描的技術如牙模掃描與口內掃描等，是一跨領域的技術整合。

因此，本期專刊即以此為主題，邀請學術單位如臺北科技大學與工業技術研究院，數位轉型企業如德威國際口腔醫療體系、通業技研股份有限公司與揚名光學股份有限公司，新創公司如陽明數位牙材股份有限公司、科大科技股份有限公司、英特威股份有限公司與品印三維股份有限公司，以及數位牙技所的數位製造標竿公司——達爾文牙技所，另有三維列印進口商如天馬科技股份有限公司等，由於專刊的篇數有限，故以上發表文章的單位僅是臺灣從事相關研究的單位與販售相關產品的企業中的一部分，但卻也能說明臺灣將三維列印研發成果應用在數位牙科的現狀與未來發展，而在應用案例方面，我們也邀請到臺北榮民總醫院的何醫師為我們分享關於 3D 列印技術在根管治療臨床前訓練模型之應用。

除此之外，三維列印的特色是可以無模具化的客製化列印產品，但目前的發展趨勢已經發展為將眾多的客製化產品在同一產線進行列印，故衍生出大量客製化積層製造的商業行為需求，而為了因應這樣的技術發展情勢，臺北科技大學已成立大量客製化積層製造研究中心，且在教育部高教深耕計畫中獲得補助，進行將三維列印技術與物聯網、感測器以及加減製造技術的整合。■





燒結後3-unit氧化鋁牙橋



## 生醫用陶瓷 3D 列印技術開發

■臺北科技大學大量客製化積層製造研究中心

### 前言

近年賴於醫療技術蓬勃發展，人類平均壽命大幅的延長，全球社會也因此走向高齡化的人口結構，醫療需求也隨之大增，龐大的健保負擔已成為全球先進國家不得不重視的問題，為有效節省醫療資源，各國政府紛紛推動精準醫療與預防醫學以減少醫療資源對國家財政的負擔。

其中精準醫療的目的即是為個人量身打造專屬療程，透過分級制度減少不必要的醫療浪費，使用更全面的資料去分析病人的疾病成因及專屬的醫療方式，為了配合每位病人的生理特徵，客製化醫材的需求也會隨之增加。因此高度客製化的 3D 列印技術逐漸往生醫的方面發展，透過 CAD 建模與逆向建模等方式得出病患植體的數位模型，運用陶瓷與金屬材料結合 3D 列印技術作為醫療用人體植入物的生產方式，為 3D 列印之有利發展方向。

### 陶瓷材料於 3D 列印應用之特點

陶瓷是一種具有高硬度、耐高溫、化學穩定性好特性的無機材料，常見的陶瓷材料有  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ 、TiC、SiC、莫來石、磷灰石等。

從民生需求到工業應用皆能發現它的蹤跡，其高硬度特點可做為切削工具或研磨介質，强度高與耐高溫能作為引擎機構零件或成為阻熱鍍層，故常被用於航空科技。此外，其也因具有良好的化學穩定性而成為現今醫療領域的植體常用材料。

### 光固化陶瓷 3D 列印製程

在製程方面選用光聚合固化成型技術 (Vat Photopolymerization, VP)，其技術在列印精細度以及細節方面，在各項 3D 列印技術裡也是相對較高的。並搭配奈米等級的粉末及光聚合樹脂，依照一定的配方調製成具有良好流動性之漿料並透過雷射、紫外線光束、DLP 投影使漿料吸收能量後發生化學變化，進

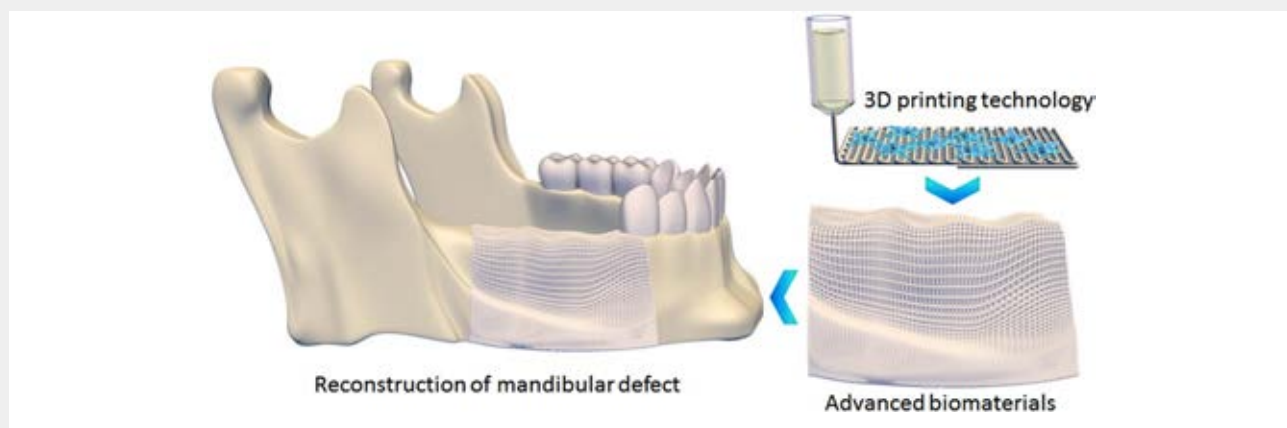


圖 1：透過材料擠製 3D 列印修復與重建下顎骨缺損的生物支架



圖 2：自行開發之陶瓷 3D 列印設備



圖 3：氧化鋯漿料製備方法示意圖

一步與聚合物單體產生化學連鎖反應生成高分子聚合物並固化堆疊成型。

### 光固化氧化鋯漿料調配

光固化氧化鋯漿料調配的方法，是將氧化鋯粉末、樹脂、光起始劑及氧化鋯球等，以特定比例置於 PE 材質的遮光瓶中，並藉由滾動式球磨機使漿料罐內之氧化鋯球滾動研磨與拋落的衝擊來達到上述材料的均勻混合如圖所示，球磨攪拌時間依漿料內的材料比例不同會有所增減，其調配流程如圖 3 所示。

### 生胚後處理

列印完成後將成型平板從料槽中取出，因漿料無添加

揮發性溶劑，故可將成型平板上面的殘餘漿料刮除並倒回料槽內重複利用。

### 燒結後處理

因為列印完成之陶瓷生胚內部氧化鋯粉體尚未結合，故需經過高溫燒結處理使粉體間的樹脂消失、體積收縮、緻密度上升，進而使整體強度提高。

### 應用實例

將陶瓷材料、3D 列印、生醫製造等知識整合，並應用於陶瓷元件之製造上，提供一創新且更具競爭力的可客製化低成本快速生產流程。提供產業界另一種陶瓷永久牙、生醫植入物或機械元件（如圖 9~12）的製



圖 4：氧化鋯球在球磨罐內的三種運動狀態示意圖



圖 5：生胚附著於成型板上



圖 6：列印成品

造方法，並以更具競爭力的價格販售本系統，降低臺灣廠商之設備成本，不須侷限於外國廠商的產品，提高臺灣產業界之競爭力，不僅如此，透過本系統的開發，更可將應用行伸至其他產業的製作等，多重的附加價值與應用。

### 結語

目前 3D 列印的技術業應用已逐漸到了成熟的階段，從最早期簡單的塑材列印，到如今已可進行工業級金屬列印及生醫領域的實際應用，陶瓷材料因其特性使得在醫療應用的領域上可以有很大發揮，再加上光固化技術的精準度也越來越高，以往較為複雜人體植入物醫材會花費許多時間與人力在製程上，現在透過 3D

列印的技術不但可以縮短整體製程時間，還可以讓產品具有一定的產出效率。憑藉著陶瓷良好的材料特性如光滑的表面、優良的力學性能以及生物相容性，結合 3D 列印的技術相信在未来一定能在醫療領域佔有一席之地。■

### 參考文獻

- [1].iang Zhang, Advanced Biomaterials for Repairing and Reconstruction of Mandibular Defects.2019
- [2].<https://kknews.cc/zh-tw/tech/e95264q.html>
- [3].David C. Ackland, A personalized 3D-printed prosthetic joint replacement for the human temporomandibular joint: from implant design to implantation,2017



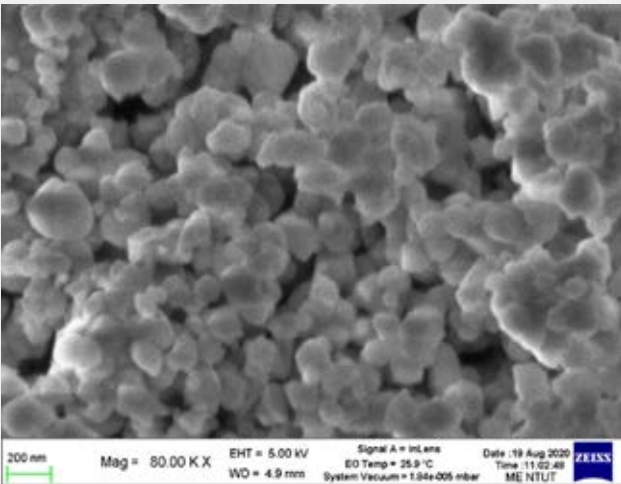


圖 7：氧化鋯燒結前 SEM 圖

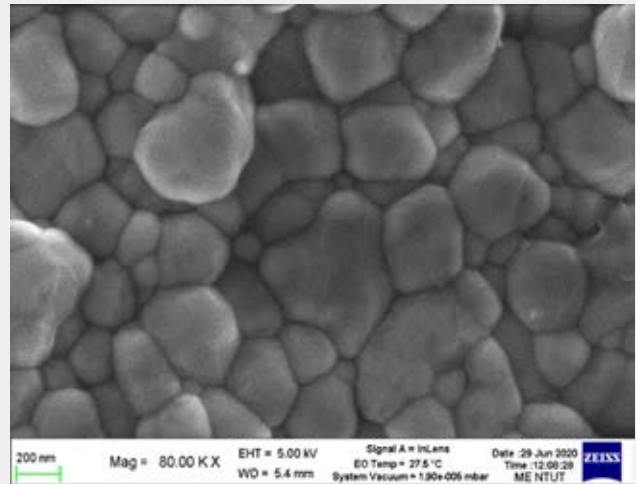


圖 8：氧化鋯 1530° C 燒結後 SEM 圖



圖 9：高溫燒結後牙橋



圖 10：高溫燒結後牙冠



圖 11：傘齒列印成品



圖 12：燒結後牙冠裝配於石膏模上圖



## 通過 FDA 認證的牙科 3D 列印牙材介紹

■陽明數位牙材 / 林元敏 博士

### 前言

近年來 3D 列印客製化成品成為牙科醫療的發展趨勢。牙科 3D 列印應用中比較常見的幾個臨床應用，包括 3D 列印應用莫過於製作手術導引板 (surgical guide)、臨時假牙 (temporary restorations) 與全口假牙 (full denture) 等。

在數位牙科時代的牙科治療流程，牙醫師或是牙技師可以用電腦設計假牙的外觀，並利用 3D 列印機列印，這樣可以減少治療時間。讓患者可以更快獲得假牙，恢復咀嚼功能。若假牙遺失或是破損，也可以更快得到替代品。有鑒於市場的需求，陽明數位牙材股份有限公司因此成立。陽明數位牙材是由陽明大學牙醫學系特聘教授李士元教授所領軍的科技部計畫「開發全口假牙之數位總體解決系統與成立新創事業」，並由陽明大學牙醫學系林元敏副教授負責材料開發的成果所衍生出來的新創公司，目前由蘇俊鳴先生擔任董事長，也是臺灣陽明大學育成中心的進駐企業。

陽明數位牙材長時間專注於牙科樹脂相關的研究與相關技術研發。陽明數位牙材股份有限公司專注於 3D 列印牙科材料的開發，目前上市的产品共有 3D 列印植牙導板材料，3D 列印臨時假牙材料，3D 列印全口假牙基底材料，3D 列印客製化牙托材料與 3D 列印牙科模型材料等等數種 (圖 1~ 圖 4)。

### 缺牙治療需求之增加

近年因醫療技術蓬勃的發展，人類平均壽命大幅度的延長，使臺灣以及許多先進國家社會結構趨向老化。根據統計結果顯示，臺灣目前已進入高齡社會 (老年人口率 >14%)。高齡族群中患有口腔咀嚼功能不完整的人口中，以局部缺牙甚至是全口無牙的樣態佔多數，不僅患者的外在美觀受到影響，咀嚼功能不佳的話，亦會改變患者日常飲食習慣，並影響營養攝取吸收。牙齒的咀嚼功能除了會影響消化道功能，咀嚼功能不佳的患者也常常引發吸入性肺炎，併發眾多後遺症，這使得社會上的相關醫療支出增加。



圖 1：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「AA temp 臨時假牙材料」，已通過 FDA、Brazil FDA 等認證

在缺牙治療方面，利用活動假牙裝置來復原缺牙的咀嚼功能，與植牙相比，對於多數高齡已退休之人的經濟而言較可負擔，因為治療總價相對低了很多。例如，單顆植牙約莫新臺幣 6 至 9 萬元不等，但全口治療共需植入 12 顆以上，故總價接近百萬。而全口活動假牙約莫新臺幣 8 萬元上下。除此之外，傳統活動假牙的製作上，需以牙技師手工製作，患者需時常往返診間進行比對、調整與試戴等，對患者、牙技師及醫師三方皆為負擔，總療程耗時約 30 個工作天才可完成裝戴，所造成的人力與時間成本非常高昂。

### 製作流程

於醫療器材的分類中，傳統臨時假牙與全口假牙兩者皆屬於二類醫材 (class II medical devices)，兩者都是由粉劑與液劑的形式包裝供售使用。粉劑的組成主要為：PMMA 粉末、玻璃粉末、過氧化二苯甲醯 (Benzoyl Peroxide) 起始劑、色素填料。液劑的成分包含：MMA 單體 (MMA, methyl methacrylate)、抑制劑、加速劑、交聯劑、增塑劑 (Plasticizer)。

於傳統製造流程中，必須使用高揮發性的液劑與粉劑結合，並攪拌揉捏塑形，或利用壓力機加壓成形，經



圖 2：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「BB base 假牙基底材料」，已通過 Brazil FDA 認證

過高溫煮聚，最後研磨拋光，才完成全口假牙成品。由於原料包含高濃度的溶液以及塑化劑，對於醫師及牙技師在使用過程中可能造成危害，若製作過程中未將液劑與粉劑充分混合反應，最終成品亦有可能釋放出未反應的化學物質，對配戴義齒的病患造成傷害。三維列印在臨時假牙與全口假牙在製程上，相較於傳統流程省去繁瑣的製作過程，透過 CAD (Computer Aided Design) 軟體便能設計義齒的結構與型態。如圖 5，利用 3D 列印來製作全口假牙，可以將假牙底座與牙齒分開列印，再使用光固化樹脂將兩者黏合。

三維列印全口假牙材料方面，雖然其成份排除傳統材料揮發溶劑和塑化劑的問題，三維列印醫材的材料與製作流程，仍需要被嚴格的標準化，若不如此，則列印出來的醫材，恐面臨光起始劑釋出以及最終強度不足的問題，影響患者權益甚鉅。陽明數位牙材生產之 BB Base 假牙基底材料：(BB Base 3D printing resin for denture base) 假牙基底材料，在經過標準的製作流程後，為具有生物相容性、高強度、高表面硬度、低收縮率的牙科樹脂。它可用於 DLP、SLA 以及 LCD 的 3D 列印機，包含 MiiCraft、Form 2、Phrozen 等知名廠牌 3D 列印機。適用於波長 385 nm 及 405 nm



圖 3：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「CC tray 個人牙托材料」，已通過 TFDA、Brazil FDA 等認證



圖 4：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「DD guide 植牙導板材料」，已通過 TFDA、CE、Brazil FDA 等認證



圖 5：左圖是單獨列印假牙底 (denture base) 的過程，而右圖為牙齒與假牙底相互黏合的成品

光源的光聚合式 3D 列印機。本產品目前已於 2020 年 8 月通過美國 FDA 二類醫療器材認證，並通過巴西 FDA 二類醫療器材認證（圖 6）。

除上述的 3D 列印全口假牙基底材料，陽明數位牙材生產之 AA Temp 臨時牙冠材料 (AA Temp 3D printing resin for temporary restorations)，也可在臨床上供臨時假牙所使用。本產品目前已通過美國 FDA 二類醫療器材認證，510(k) Number：K191590，以及巴西 FDA 二類醫療器材認證。預計 2021 上半年度取得臺灣 TFDA 二類醫療器材認證。AA temp 為具生物相容性、高強度、高表面硬度且低收縮率的牙科樹脂。

### 結語

因為陽明數位牙材是全臺灣第一個團隊，也是全世界少數的團隊通過 3D 列印臨時假牙與全口假牙基底材料的 FDA 二類醫材認證。也因此，陽明數位牙材於 2020 年獲得新創企業獎之殊榮。陽明數位牙材期許未來能研發出更多的 3D 列印牙材，能讓臺灣的本土牙材，在世界上爭取一席之地。■

本文智財權屬於陽明數位牙材股份有限公司

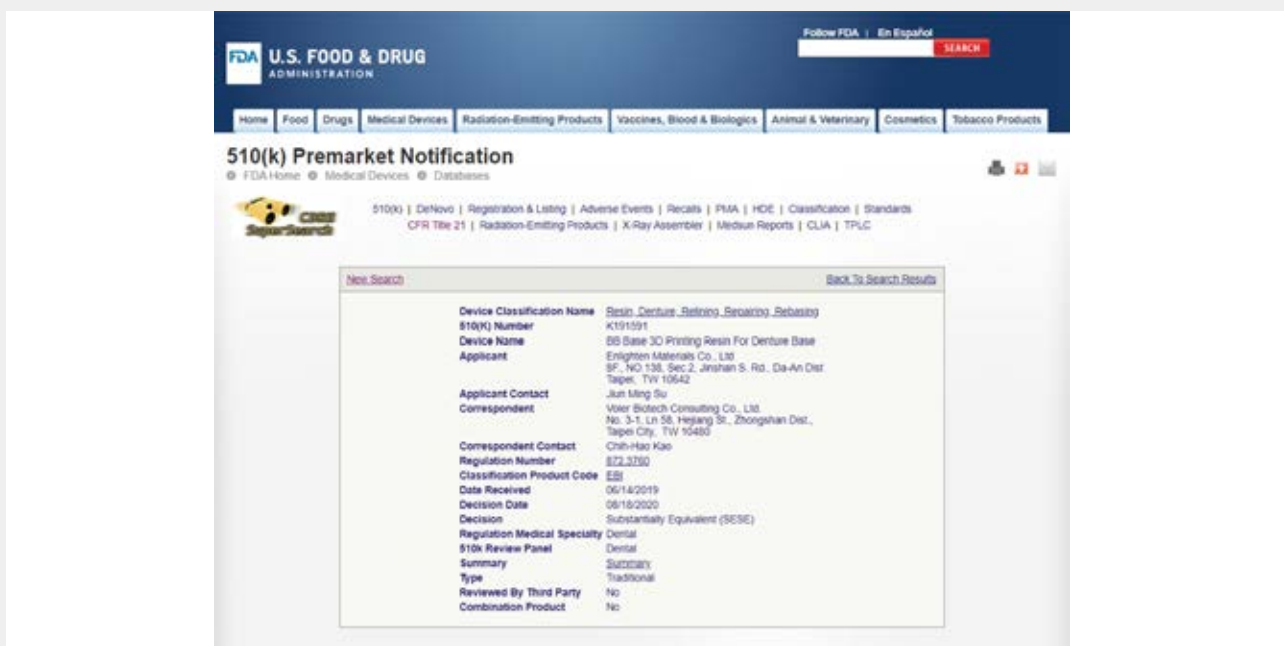


圖 6：陽明數位牙材的 BB Base 假牙基底材料已經通過美國 FDA 二類醫療器材認證

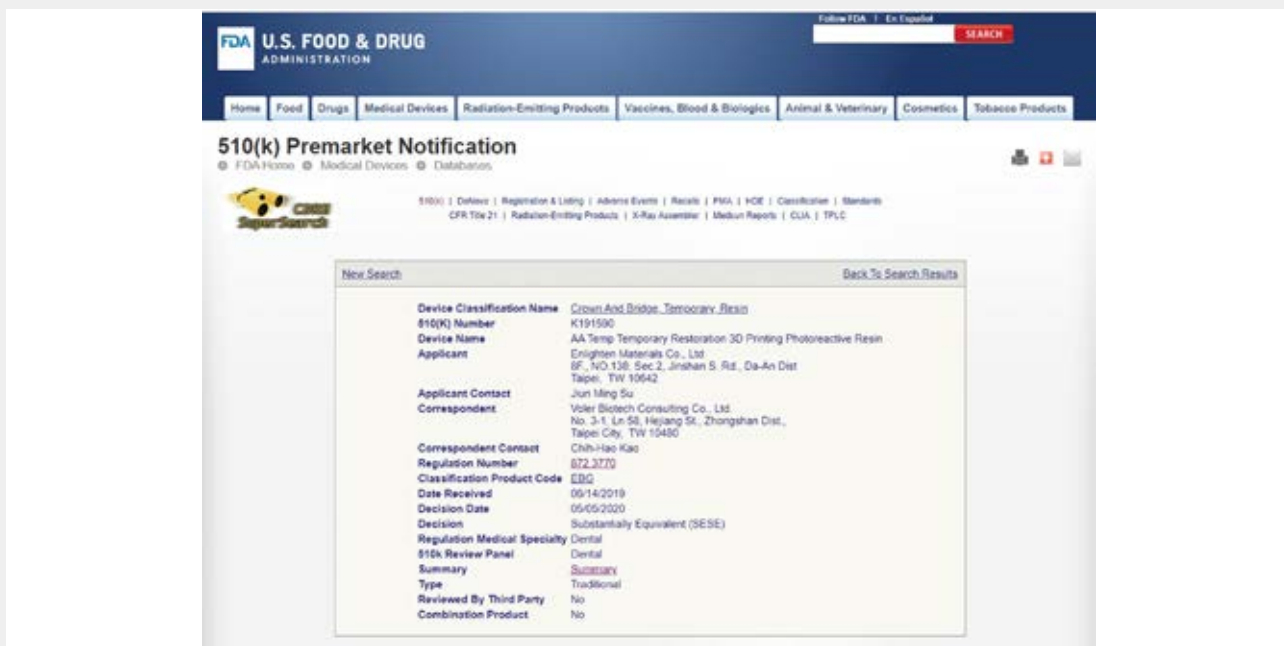


圖 7：陽明數位牙材 AA Temp 臨時牙冠材料已經通過美國 FDA 二類醫療器材認證



## 3D 列印數位牙科材料應用

■品印三維

### 前言

3D 列印機所使用於數位牙科的材料，市面上目前有幾款，牙冠用樹脂、模型用樹脂、導板用樹脂、活動牙床樹脂、蠟型樹脂、咬合板樹脂、隱形牙套樹脂與牙托樹脂，其中牙冠用樹脂、模型用樹脂、導板用樹脂，這三款樹脂在數位牙科的使用上最為大宗，以下介紹比較常用的這三款 3D 列印樹脂的應用

#### 牙冠用樹脂

列印出數位設計好的牙冠，一般應用在患者裝戴永久冠前的臨時牙冠，或是植牙完要塑牙肉形狀的客製化 healing abutment 上。

#### 模型用樹脂

應用於列印隱形矯正用的數位模型，或是當數位口掃檔沒有實體模型可合模時，會印製出數位模型。

#### 導板用樹脂

應用於列印植牙手術的手術植牙導引板或是牙肉切除

導引板。

### 數位 3D 製作流程

前面所提的幾款樹脂應用類型中，其 CP 值較高的有三種，第一種是臨時牙冠印製，第二種是製作隱形矯正模型，以及的三種則是製作植牙手術導引板，以下介紹一下臨時牙冠、數位矯正模型與植牙導板的製作流程。

#### 臨時牙冠

- (1) 取模，又分為數位與傳統取模。其中數位取膜是指使用口內掃描機掃描患者口腔來取得數位檔案，而傳統取模則是使用傳統矽膠印模的方式取得口腔模型，然後翻製出石膏後，再使用模型掃描機取得數位檔案。
- (2) 使用數位牙冠設計軟體設計出要印製的牙冠。
- (3) 將要印製的牙冠檔案，使用 3D 列印切層軟體排版切層後進行列印。

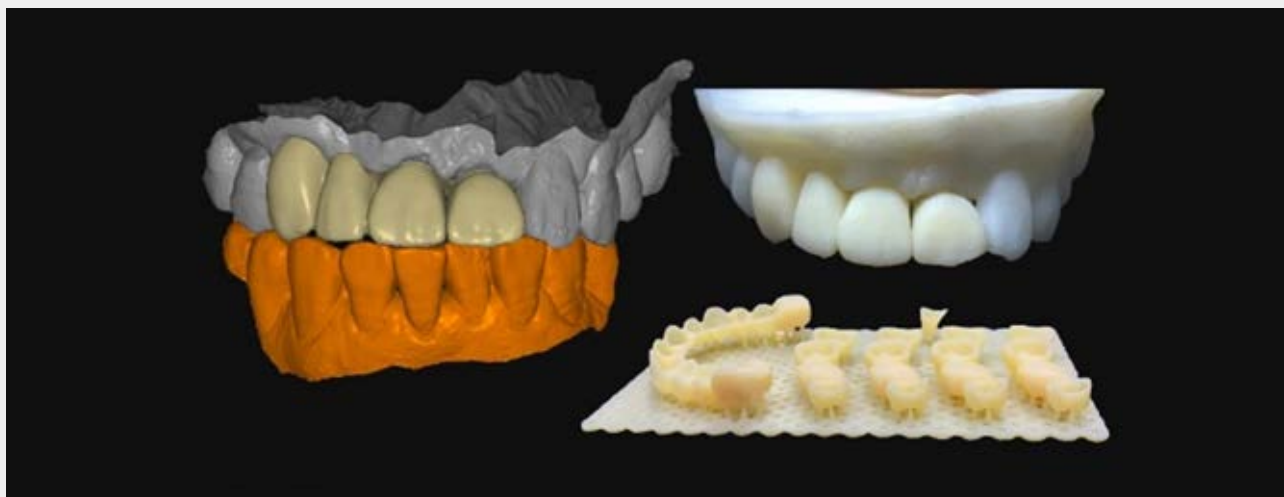


圖 1：臨時牙冠

使用 3D 列印機，可以大量生產臨時牙冠，節省掉不少的製作時間，其列印出來的臨時牙冠，不僅比手捏樹脂美觀，還能大幅減少製作時間，讓患者在更換永久牙以前也能有美觀的臨時牙使用。

### 數位矯正模型流程

- (1) 傳統或數位取模。
- (2) 規劃：這個步驟又可細分為三個流程。首先，使用數位矯正軟體先進行齒顎的分離；接下來，將齒顎分離好的模型進行矯正最終位置的排列；最後則是將牙齒初始位置到規劃最終位置之間進行步驟排序。
- (3) 輸出排序好步驟的數位模型檔案。
- (4) 使用 3D 列印切層軟體排版切層後，進行列印。

其列印出來的模型精細，模型後處理完後再進行膜片熱壓與裁切即可獲得隱形牙套。

### 植牙手術導引板流程

- (1) 傳統或數位取模。
- (2) CBCT 拍攝，取得患者 CBCT 影像資訊。
- (3) 規劃植體的擺放位置。

(4) 設計輸出植牙手術導引板。

(5) 使用 3D 列印切層軟體排版切層後，進行列印。

其列印出來的植牙手術導引板成品，可以幫醫師定位出植牙的方向，也能控制 Drill 使用深度，大幅提高手術成功率。

### 結論

一個好的 3D 列印數位牙科的成品，其成功關鍵除了材料特性的掌握外，專業的牙科專用切層軟體與操作的細節也會影響到列印的成敗，在此介紹 3D 數位牙科列印系統在操作上需要注意的事項。

### 切層軟體選擇需要注意

選擇專業的牙科切層軟體，可以針對不同的牙科產品去設定支撐接觸區的細度與密度，以及最佳的列印角度，不僅能讓牙齒解剖型態更清晰，也能大幅降低列印失敗的機率，此外還能調整掏空模型的厚薄度，還能讓模型中空更省料。

### 材料保存需要注意

- (1) 未使用完的樹脂需以不透光的罐子密封保存，3D 列印樹脂會與光反應，當樹脂被光線照射到，以

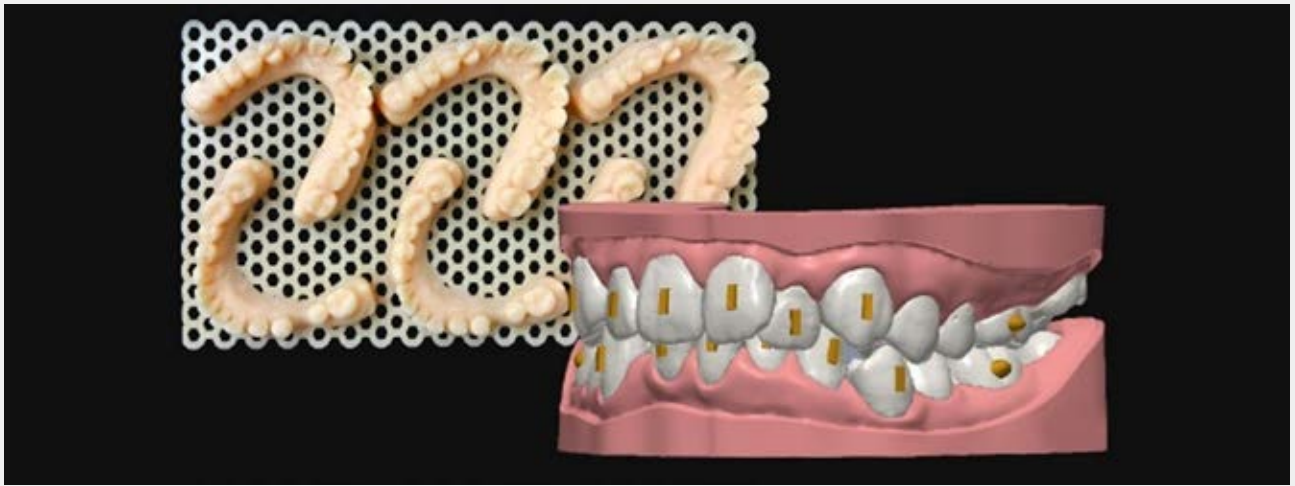


圖 2：數位矯正模型

及與大量的空氣接觸時會使樹脂變質。

- (2) 樹脂須放置於不會受潮的乾燥陰暗處，如果有防潮箱的配置可以大幅減少材料變質的機率。
- (3) 溫度控制，一般樹脂適合存放的溫度環境為攝氏 25~35 度，當樹脂低於 25 度時，樹脂的流動性會大幅降低，在列印時會因為材料的流動性降低，會造成列印出來的成品變形，如果室溫過低，建議開暖氣讓室溫維持於 25 度左右。
- (4) 列印前，要確認樹脂有攪拌均勻。

科診所或牙技所通常無法配置工程人員負責列印，所以選擇擁有牙科專業的服務團隊顯得更重要。欲知更多詳細資訊，請洽 [info.printin3d@gmail.com](mailto:info.printin3d@gmail.com) ■

### 3D 列印操作上需要注意的事項：

- (1) 確認列印物件在切層軟體內的支撐擺放是否足夠。
- (2) 列印前，確認料槽與面板有無殘渣。
- (3) 確認料槽內的膜片是否有破損或鬆弛。
- (4) 使用 LCD 的 3D 列印機，要定期注意 LCD 面板是否有損壞。
- (5) 確認放置 3D 列印機的環境溫度，當超過 35 度時，列印機容易過熱。

上述注意事項是購買列印系統後常遇見的問題，所以必須控管好每個環節才能得到最好的列印結果，但牙



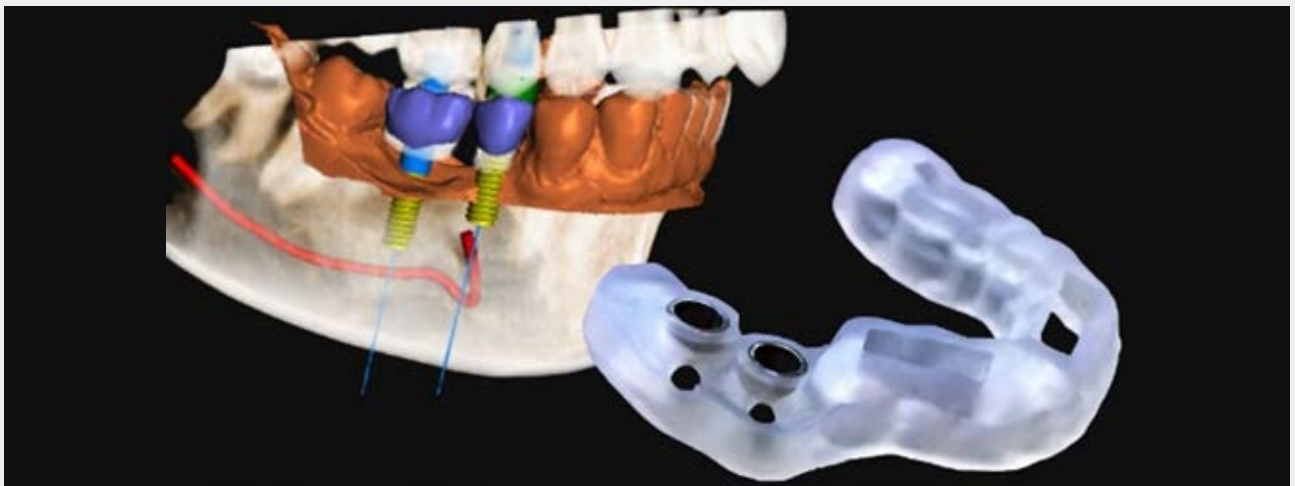


圖 3：植牙手術導引板

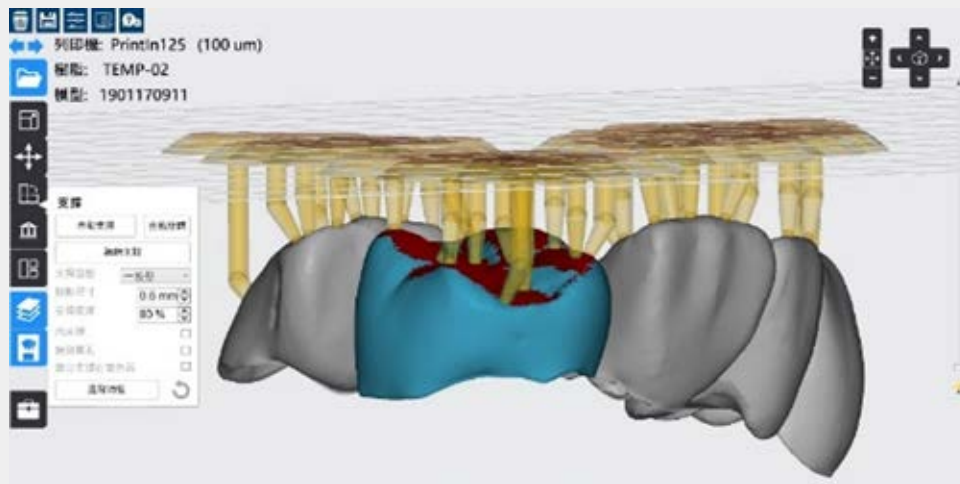


圖 4：牙科專用切層軟體



## 數位化牙科時代來臨，Formlabs 帶您共創雙贏

■台灣天馬科技 / 王葳淨 行銷企劃

### 前言

被稱為是「第三次工業革命」的 3D 列印可謂數位化的一大推手，許多產業透過 3D 列印加速產品的研發流程，以達到更好的成效，同時減低生產的時間與人力成本。目前 3D 列印可以應用的領域五花八門，不管是數位製造、數位醫療、模型創作，甚至是數位牙科也都沒問題。近年來由於牙科 3D 掃描、3D 列印與相關軟體的技術精進，許多牙科、牙技所紛紛投入「數位化」的行列，將 3D 掃描、列印等數位化工具導入牙科產業，也有許多醫療與牙科單位設置了 3D 列印中心。

### Formlabs LFS 低應力光固化技術，高品質牙科列印精準度

牙科產業正在進行數位化的變革，而 Formlabs 是走在最前端的。致力於成為數位牙科的「催化劑」，Formlabs 推出了全新專利研發的 LFS 低應力光固化機種—— Form3B/Form3BL。低應力雷射光固化技

術有別於一般的光固化設備，採單點雷射的高精準列印，且新開發的雷射模組確保了雷射光源的垂直性，並擁有彈性薄膜設計，確保列印出來的牙科產品擁有極高的準確度，也能達到良好的平滑度與透度，這是牙科診所 / 牙技所在列印牙科產品時所不可或缺的。此外，Form3B/Form3BL 更擁有獨特的智慧給料系統，可以自動偵測所需補料，並無管線設計，因此牙科診所或牙技所可以一次列印大批量的牙材，達到真正的關燈生產，帶來更方便的體驗。

### 3D 列印與環保的兼容並蓄，環境友善牙科 3D 列印設備

如前述，因導入 3D 列印，讓整個牙科診療的流程更加精準也更加順暢。由於列印出來的物件是要實際在診療流程中做即時應用，牙技師與牙醫師時常需要在牙技所或牙科診所中討論，並實際列印，因此列印機對於環境造成的影響是非常重要的—— Formlabs 設備分別通過了：



圖 1：目前 Formlabs 所開發的牙科 3D 列印材料已多達十種，並持續研發中

- Wifi 認證：分別通過 NCC 2.4G/5G 的 Wifi 認證，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。
- VOCs 低溢散認證：Formlabs 設備共檢測 36 個項目，並全數符合臺灣標準。
- 低噪音認證：列印時的聲功率為 51、聲壓位準為 38，均低於臺灣環保標準。

環保意識抬頭，友善的列印環境是非常重要的，同時卻也是許多 3D 列印設備所忽略的，有了通過認證的 3D 列印設備，放置在牙技所或牙科診所中做即時的批量列印，也不必擔心會有刺鼻的氣味或惱人的噪音——真正協助牙科產業提升效率，同時也可以安心地使用。

## 量「口」打造超多元牙科材料，提升診療效率與病患看診體驗

隨著數位牙科的逐步發展，Formlabs 也發展出了許多款的牙科可應用的材料，目前已經有十種這麼多，其中也包含了多款通過生物相容性認證的材料。目前 Formlabs 所開發的牙科用材料如下：牙模樹脂 (Model Resin)、快速樹脂 (Draft Resin)、生醫樹



圖 2：通過環保檢測的設備，可以安心地在診間列印使用

脂 (BioMed Amber Resin)、牙科 LT 樹脂 (Dental LT Clear Resin)、精密蠟模樹脂 (Castable Wax Resin)、臨時假牙樹脂 (Digital Dentures)、客製化托盤 (Custom Tray Resin)、Temporary CB Resin、永久牙冠樹脂 (permanent crown resin)、軟組織樹脂 (soft tissue starter resin)……等。以下簡述幾個牙科 3D 列印應用方式：

- 組合牙模：高度精確且可組裝替換的組合牙模，可讓醫師在診療前先行模擬臨床應用，也可以應用在牙科相關的教育上，提升整個診療流程的效率與精準度。
- 咬合板：透過牙科 LT 樹脂列印細緻、高度光學透明的咬合板，並通過生物相容性 Class II 認證，可與人體接觸 30 天。
- 牙冠與牙橋：透過精密蠟模樹脂可以列印高細緻度的牙冠與牙橋，再以脫蠟鑄造的方式翻鑄，即可生產金屬的牙冠與牙橋，並實際應用至患者身上。
- 手術導引板：以生醫樹脂列印手術導引板，能夠讓牙科手術更精準地進行，也更有效率。Formlabs 生醫樹脂通過生物相容性 Class I 認證，可與人體接觸 24 小時。
- 矯正模型：可透過快速樹脂一次列印大批量的矯正



圖 3：列印效果表面細緻且精準度高，提升醫師診療效果與病患的診療體驗

模型，省時又省力，接著可再透過真空吸附的方式生產透明牙套，簡單方便。

- 全口假牙：以假牙樹脂直接 3D 列印精確的全口假牙，可達到符合經濟效益的解決方案。

### 口掃、建模、牙科列印到臨床應用，一條龍流程通通搞定

因現階段軟硬體設備的快速精進與整合，結合口腔掃描設備、CAD/CAM 軟體與多元 3D 列印技術，再實施準確的消毒程序，只要幾個小時，即可透過從患者口腔取得的資訊生產牙科產品，並應用到患者診療上。台灣天馬科技結合 Shining 3D 口掃設備與 Formlabs 3D 列印設備，這樣一條龍的流程除了可以加速臨床醫師端的應用，更可以進一步融合不同的技術來客製化醫療產品。

此外，藉由海內外不同技術的發展與交流，能夠讓學生們及早接觸到新興科技，牙醫師與牙技師也可以透過再教育的方式去接觸到更多嶄新的技術，以優化現有的療程。



圖 4：全自動化後處理設備，自動清洗與二次固化，方便又簡單

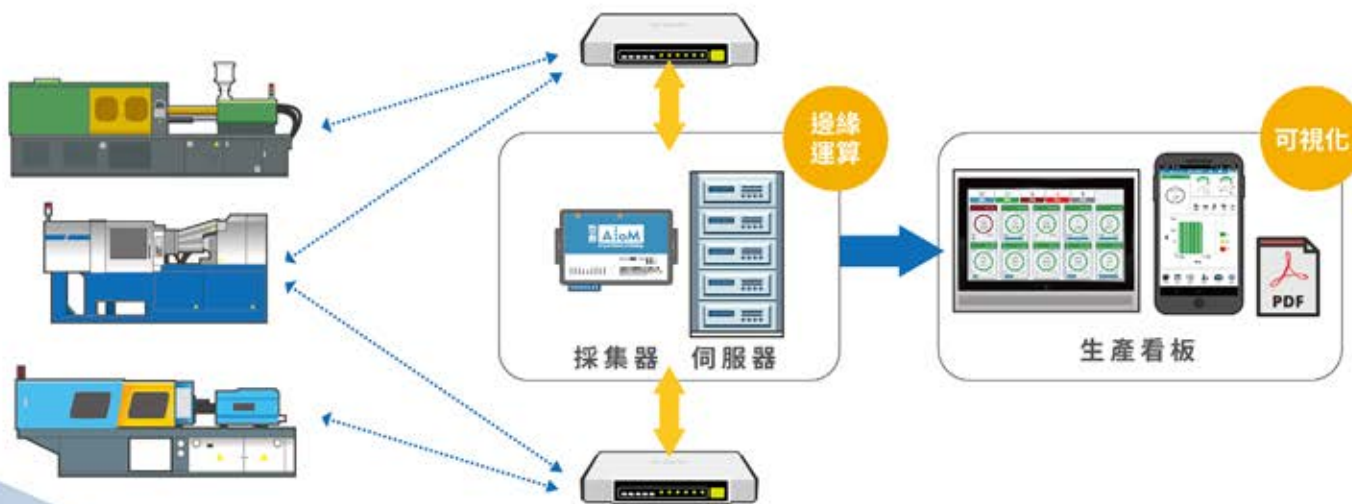


圖 5：可一次大批量列印牙科材料，節省人力、時間與金錢成本

### 結語

技術的進步日新月異，目前已經越來越成熟的牙科 3D 列印，可以加速牙科的數位化，協助牙醫師與牙技師解決更多問題，一方面可以達到更有效率的診療流程，也讓整體的醫療品質有所提升。藉由整合多元 3D 掃描與 3D 列印技術，可以開拓更多嶄新的研究、開發更多牙科醫療的可能性，增進人民醫療衛生福祉，也增強臺灣在國際牙科領域的競爭力。■

## 95%射出機相容，省錢省時



### 標準版介紹

透過IoT技術，進行全廠設備聯網及數據自動採集，可隨時隨地獲得全廠設備狀態資訊，即時掌握**生產週期**、**稼動率**、**異常閒置**、**穩定性**，邁向可視化工廠，讓科學數據成為企業強而有力的智慧資產，增加競爭力吸引更多客戶的青睞。

### 優勢

- 1 高度相容** 適用於95%廠牌射出機，實現全廠設備可視化
- 2 提升效率** 即時監控生產週期時間，發現過慢，當下處理
- 3 提升可動** 即時監控異常閒置，當下處理，降低浪費
- 4 維護容易** 系統維護容易，無須額外學習
- 5 快速上線** 針對產業進行標準化設定，經驗豐富，一週內上線
- 6 數位轉型** 工廠數位化轉型，增加接單率

廣告編號 2021-02-A08

型創科技顧問股份有限公司

[www.minnotec.com](http://www.minnotec.com)

地址：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

E-MAIL: info@minnotec.com TEL: +886-2-8969-0409

海外

· 東莞 · 蘇州 · 曼谷

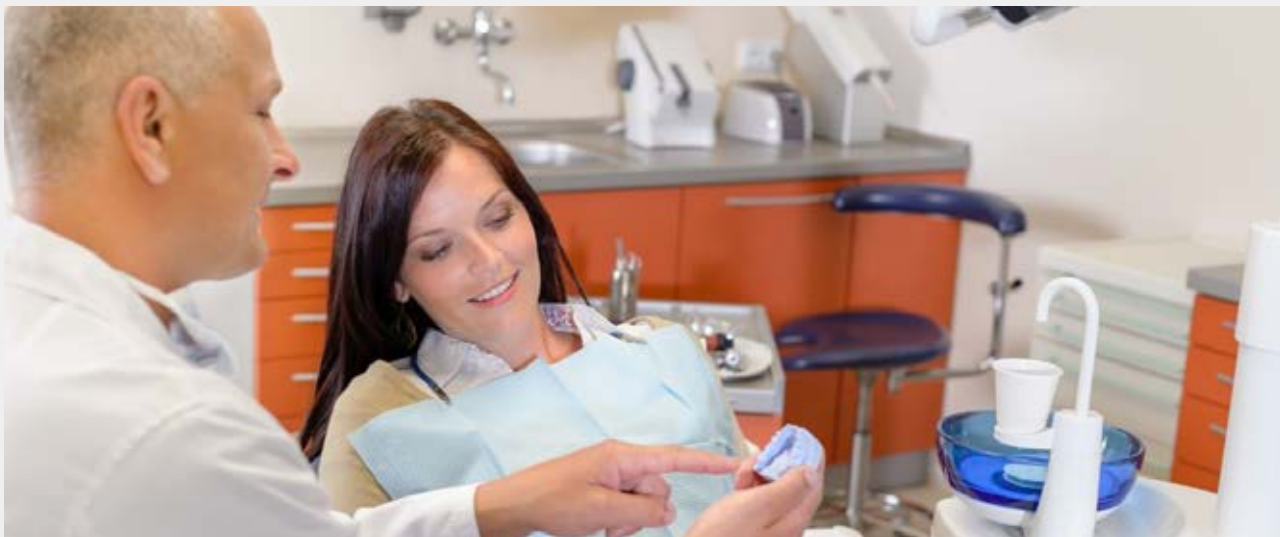
未來據點

· 台中 · 高雄 · 寧波 · 廈門 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律賓 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多資訊



## 顛覆傳統的 3D 列印精準醫療，讓牙齒矯正更智慧

■通業技研 / 蔡君婷 行銷經理

### MIT 3D 列印興起，轉型數位牙科無壓力

早期 3D 設備價格不菲外加材料綁定，且多半以國際大廠知名品牌為主；現今隨著民眾對牙齒保健的重視度日漸提高，又適逢 3D 列印技術專利到期，3D 數位化對於牙科產業已普遍應用，並轉型在地化客製發展，不僅硬體價格親民化、材料開放第三方參數，再搭配近年口內掃描機興起取代傳統印模，讓牙科診所開始轉型數位化，創造精準、快速及舒適等獨特性。

### MiiCraft Ultra 技術

採用 DLP 技術，高分辨率芯片解決方案，結合先進的光學系統設計製造的 3D 列印機，實現更快的列印速度和製作部件的精美細節。利用 UV 專用的光學微投影模組搭配數位光閥，經數位轉換後的立體圖片切片圖案，將 UV 光投影影像照射於待成型的光敏樹脂中，然後固化為實體物件，配合微步控制平臺及輔助離型系統，一層一層上拉堆疊成型，保持印刷精度並維持工業級性能。

### 縮減 3 成的工作時間與成本

憑藉 MiiCraft 3D 列印機臺三大優勢——「MIT 臺灣製造、光固化成型模型精準度佳、列印時間快速」，不論是模擬矯正後齒列或全口假牙美學，皆可透過 3D 列印製作原型讓醫生與病患之間進行雙向溝通。

此外，以打樣來說，透過以往 CAD/CAM 開模流程，打樣 1 公分正方體標準件，其使用的硬體設備小至車針、大至空壓機不等，耗時約 45 分鐘～1 小時，整體設備費用約百萬上下。使用 3D 列印機後，僅須電腦、3D 列印機臺，以及光固化劑耗材，成本門檻相對較低，可控制在 30 萬左右，而根據同樣標準件打樣，時間可控制在 15-20 分鐘（減少 30% 時間），精準度也不亞於加工車出來的物件。

### 以 3D 列印協作打造舒適、美觀的隱形牙套

位於臺中的「鎂鉑數位牙體技術所」（簡稱：鎂鉑），由具醫學工程背景的柯百俞院長領軍，偕同專業研發

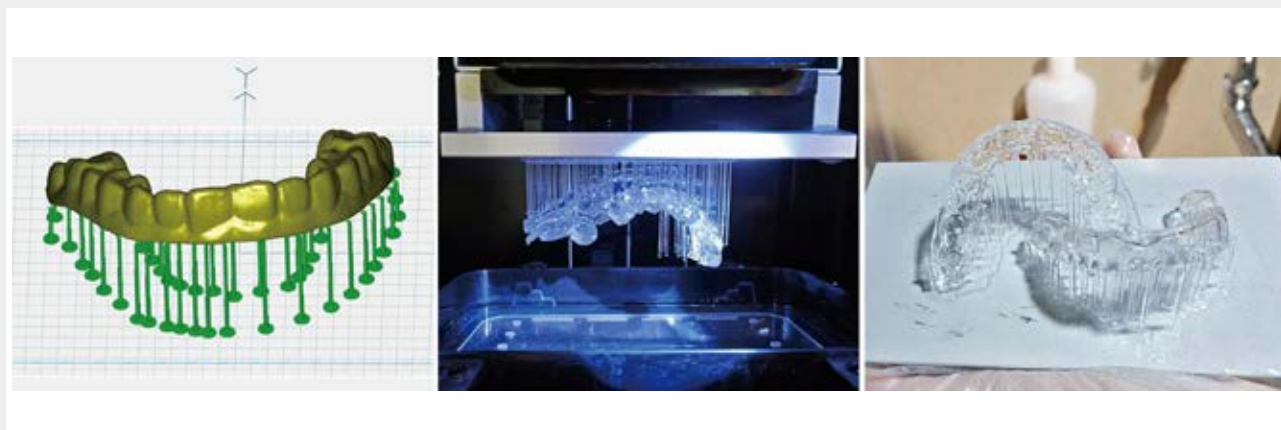


圖 1：透過 Miicraft 3D 列印隱形牙套（打樣），幾小時內即完成製作



圖 2：牙模及假牙 3D 樣品，可供外型確認 / 模型演示，增加與病患治療期間的溝通、減少醫療糾紛，並同步供真空成型來製作成品

人員及中興大學精密工程研究所共同合作研發，是全臺少數經軟、硬體整合後，通過衛福部認證的「隱形矯正裝置」。

未導入 3D 列印前，鑄鉑僅用虛擬動畫檔或 3D 視圖與患者進行溝通，對於未來治療後的口腔美感只能單憑想像，無法具體化呈現，若直接開模製造，又不符合經濟效益。傳統牙齒矯正方式即是在牙齒上黏上矯正器，再透過鋼線牽引，使牙齒慢慢拉回預期的位置。

3D 技術日益發展下，「隱形牙套」已成未來趨勢；鑄鉑透過數位掃描 3D 影像及 3D 列印協作溝通來確

認最終齒模，運用真空成型及首創 3D 雷射牙套切割設備，搭載專業牙體技術所做出的「隱形牙套」；其過程從研發、設計、製造皆在地化處理，可大幅降低人工誤差與成本，並提升產品製作速度與品質（一週內啟動隱形矯正療程，每兩周更換一副隱形牙套），為顧客量身打造兼具舒適、美觀、便利的隱形牙套。

### 結語

通業技研憑藉多年 3D 數位醫療打樣的經驗，與鑄鉑數位牙體技術所合作透過 3D 數位化科技顛覆傳統，讓矯正方式更加智慧，讓創新數位醫療服務走向國際化市場。■



圖 3：Miicraft 3D 列印機憑 MIT 臺灣製造、光固化成型模型精準度佳、列印時間快速，使牙科數位走向診所



圖 4：牙科材料除原廠的，亦開放第三方參數

傳統設計	數位化設計
需製作多組石膏模型，較佔空間，環境容易髒亂，灰塵較多	口內掃描機（掃描石膏模），數位化檔案方便管理，環境整潔較容易維護
人工切割石膏模型，有人為毀損可能	以軟體將數位資料做齒顎分離，簡單快速，同時產生後續自動化加工路徑
肉眼比對 2D 照片，準確度低	透過 3D 數位排牙，自動規劃牙齒移動
石膏模需人工不斷滴蠟、修整蠟，耗時費力	3D 列印排牙規劃結果，快速準確

表 1：隱形牙套矯正的傳統設計與數位設計之比較

Ultra 系列	Ultra 150	Ultra 125	Ultra 100	Ultra 80	Ultra 50
成型範圍 (mm)(LxWxH)	150 x 84.4 x 120	125 x 70 x 120	102 x 57.5 x 120	80 x 45 x 120	57 x 32 x 120
成型精度	78μm	65μm	53μm	41.5μm	30μm
分層厚度	5-200μm				
光源波長 (LED)	405/385/360 nm 購入系統前，請擇一波長				
機器尺寸	430 mm x 430 mm x 590 mm				
設備重量	37.5KG				
電源需求	100 – 240V AC, 2A, 50 Hz/60Hz				

表 2：MiiCraft 品牌 Ultra 系列提供多種尺寸機型





# 台灣3D列印暨 積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and  
Additive Manufacturing Show

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

**一鍵列印未來的模樣**  
Print Your Imagination

## 展出項目 / Exhibit Profile



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



**技術製造**  
Additive Manufacturing Technology



**應用軟體與相關系統**  
3D Software & System



**設計及其他代工服務**  
Design & Other Related Service



**積層製造耗材**  
3D Printing Components & Supplies

## 展出費用 / Exhibit Fee

攤位形式 Type of Booth (9m <sup>2</sup> )	定價(含稅) Price (Tax included)	早鳥價(含稅) Early Bird Discount (Tax included)
淨空地 Raw Space	NT\$49,350	NT\$46,200
標準攤位 Standard Booth	NT\$54,075	NT\$50,925

※2020.10.31前報名享早鳥價 / Early bird discount is available for registrations received on or prior to 31-Oct., 2020.

## 報名專線 / Contact us

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 / 楊子德先生 Mr. Harry Yang #107  
show@chanchao.com.tw

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



官方網站

廣告編號 2021-02-A09



## 數位牙體技術的開發與未來應用

■科大科技股份有限公司

### 前言

科大科技股份有限公司專注於開發數位牙體技術的開發，它包含數位掃描、數位設計，數位製造與數位臨床等技術的開發與整合，是一群對逆向掃描技術、3D 列印技術以及數位牙醫臨床訓練模型的設計等領域充滿熱忱的技術團隊所成立，主要研發核心技術有光投影取像模型重建技術、光固化聚合 3D 列印技術、多材料光固化 3D 列印技術、陶瓷漿料 3D 列印技術以及牙齒贖復元件列印等技術的開發，在超過 10 年以上的經驗累積與淬煉終於完成了桌上型牙模逆向掃描機、臨時假牙列印機、多材多色 3D 列印機、陶瓷漿料 3D 列印機與根管治療數位模型列印等的商業機，在 108 年 7 月 5 日創立公司。

公司的企業文化充滿數位化製造的熱情與跨領域技術整合的執著，並以陶瓷列印技術、全口假牙列印與數位臨床所需的客製化模型開發為未來十年的技術扎根方向。

### 數位牙技

數位牙技包含數位掃描、數位設計、數位製造與數位臨床。科大科技在成立之時即推出數位掃描系統，名為「牙模 3D 掃描器 (dental 3D scanner)」，其特色如圖 1 所示，可以透過手機的 APP 控制掃描器，並將創辦人與執行長首次在德國 FormNext 2019 會場參展所販售的「牙模 3D 掃描器 (dental 3D scanner)」上市，因掃描速度快、解析度高以及價格相對於知名大廠低廉，上市當天即獲得許多的訂單。

### Dental 3D Scanner 四大特色

由圖 2 可以得知 Dental 3D scanner 的特色為一按鍵完成掃描外、可以透過 QR code 獲得檔案掃描資訊、手機連結建檔與展示以及雲端儲存。

#### 一鍵掃處理

透過無線網路通訊連結移動設備如手機、筆電平板等，登入內部介面即可控制儀器立即掃描。

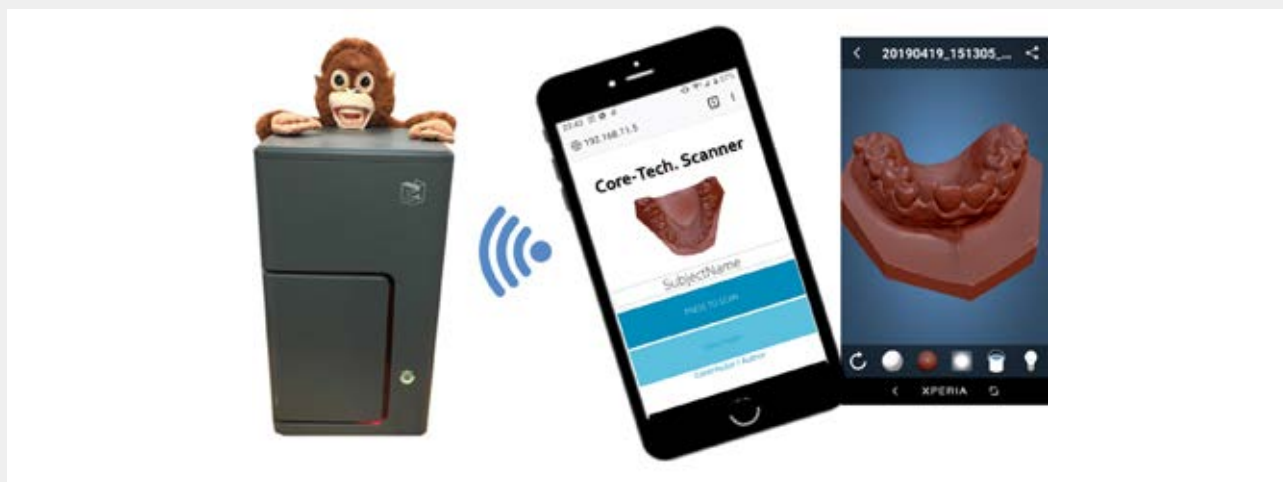


圖 1：牙模 3D 掃瞄器

### 簡易校正及維護

設備移動及歸位後僅需使用特有的校正版進行一鍵校正，亦可透過設備的 USB-C 接口連結外部螢幕等。

### 取得檔案方便

掃描完成後會即刻回傳圖檔至行動裝置。

### 簡易的操作控制

為使更多人能夠更加容易操作此設備，設計時便將操作方式與介面設計得極為簡易，功能卻也相當完善。

## 提供客製化服務的數位牙科模型大量 3D 列印與倉儲系統

由於數位透明矯正牙套一直是大量客製化設計與製造的市場，目前雖導入 3D 列印，但仍依賴人工安裝與卸下成型板、列印的數位模型再進行人工的後處理如清洗與後固化等工作，後續的人工程序耗工與耗時。

另一重點是因數位光投影處理技術無法提供大面積的投影列印，故無法一次列印數對矯正數位牙模型。因此，本公司所開發的技術主要以液晶光投影固化列印技術為基礎，結合數位自動排版、自動清洗、自動後

固化與自動倉儲的生產模式，可提供客製化牙齒數位矯正模型的自動化生產以滿足大量列印，並提供誤差比對與倉儲管理如圖 3 所示。各模組間可以獨立運用，也可以系統整合，結合感測器元件亦可以評估加工參數對誤差的影響，如圖 4 所示，本系統列印的精密度達 99%。

Fortune Business Insights 表示矯正市場在 2018 年的產值為 40.6 億美元，預計到 2026 年將達到 97.2 億美元。牙齒矯正需求的上升是因為數位取模與快速列印的技術快速提升所驅動，而採用透明牙套以達到美觀的目的也是推動市場需求快速提升的原因之一，在市場的驅動下，數位設計、數位製造與自動驗證已經成為矯正市場的標準工法，而本公司所開發的技術正符合此市場的需求。

### 系統用途多應用性

目前系統所應用的方向都是往數位牙體與贖復元件的領域進行，且專注在口腔牙科方面，像是手術導板、臨時假牙、口腔咬合板、全口假牙、齒列矯正等，目前業界這方面的應用較多為客製化且一次性的製作，所以單價成本會較高。使用本系統生產可以做一次大

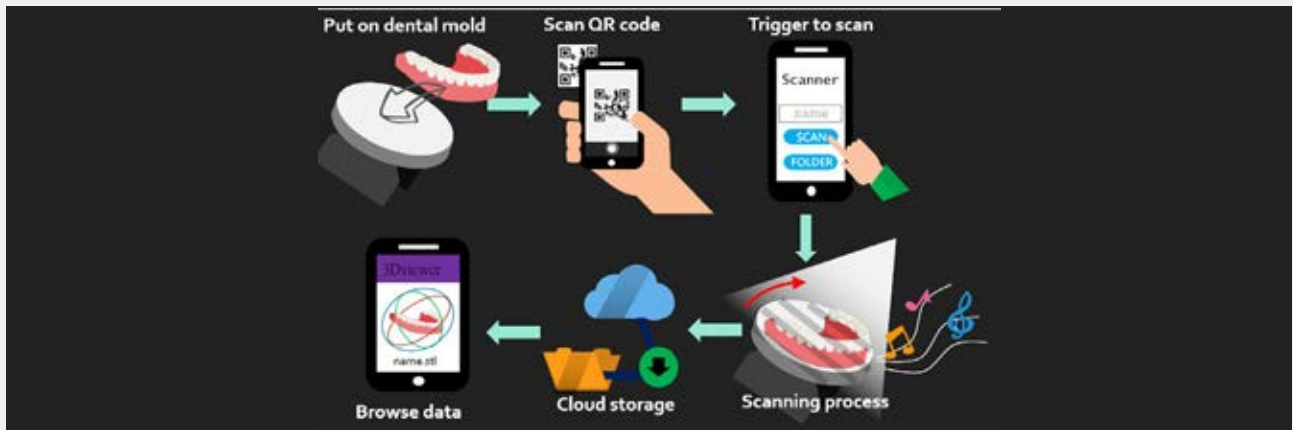


圖 2：牙模 3D 掃瞄器操作流程圖

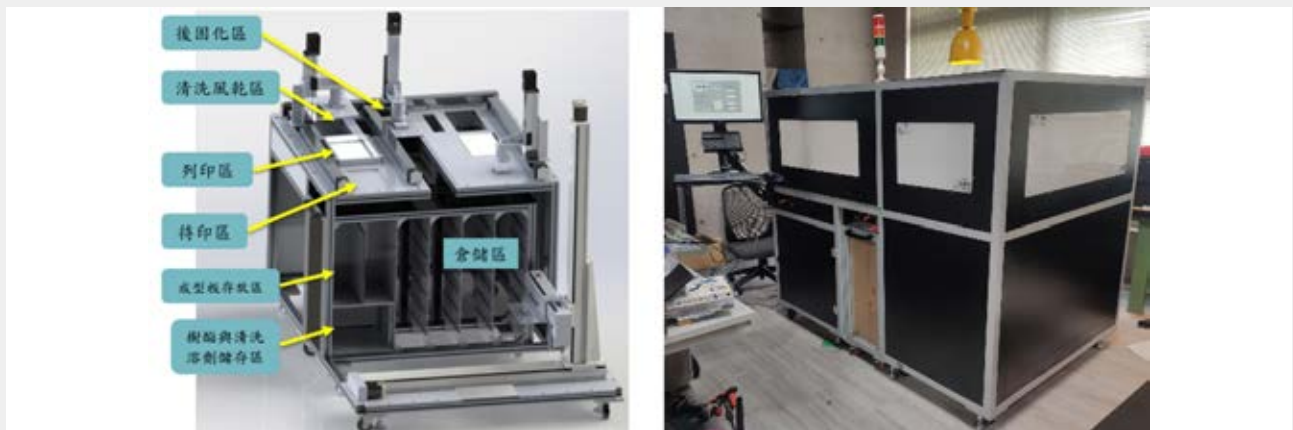


圖 3：大量客製化數位牙模自動化列印與倉儲系統圖

量的客製化生產，可以降低整體生產的成本。

藉由多材多色 3D 列印機印製客製化的牙根手術模型，自然牙的短缺造成根管治療醫師養成困難。本司為解決自然牙取得不易的困境，開發客製化自然牙仿體。它是據牙齒所拍攝之斷層掃描的醫學影像透過自行開發轉換軟體，可快速將醫學影像轉換為高解析度之 STL 檔案，並透過自行開發之多層次切層軟體，進行模型的重建與前處理，搭配多材多色 3D 列印機實際進行根管治療模型的列印製造，而為根管治療模型，在臨床應用上可供牙醫師在根管治療前，先進行手術模擬，以提高手術的成功率，因根管治療專科訓練中練習模型所需，在模型於生產列印模型需具備牙冠、

牙根及牙髓三大部分，而各部位的顏色及性質需求皆不同，故在生產上同樣具多色與多材的需求性，完成後則交回臨床醫師端，進行專業訓練的評估與測試。

### 結語

本公司除了提供數位牙技的產品外，也搭配已獲得 FDA 認證的生物相容性樹脂與機臺一起販售外、提供機臺租借、代客掃描與列印等的服務，更定期舉辦實作工作坊提供教育訓練與創客的討論平臺，使數位掃描、數位設計與數位製造的整合方案能應用於不同的領域而引領數位轉型。■

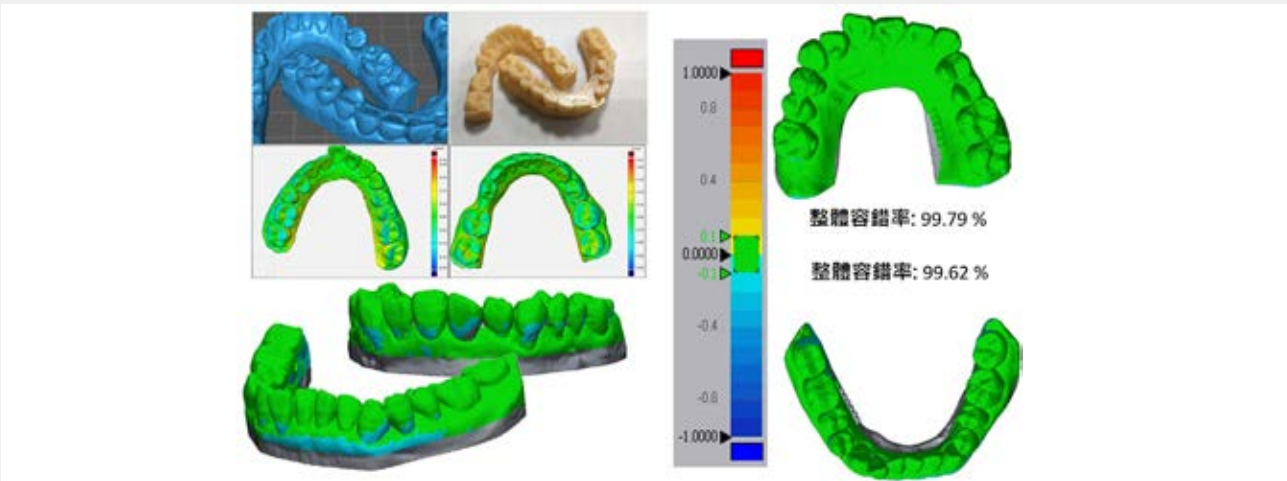


圖 4：列印精準度

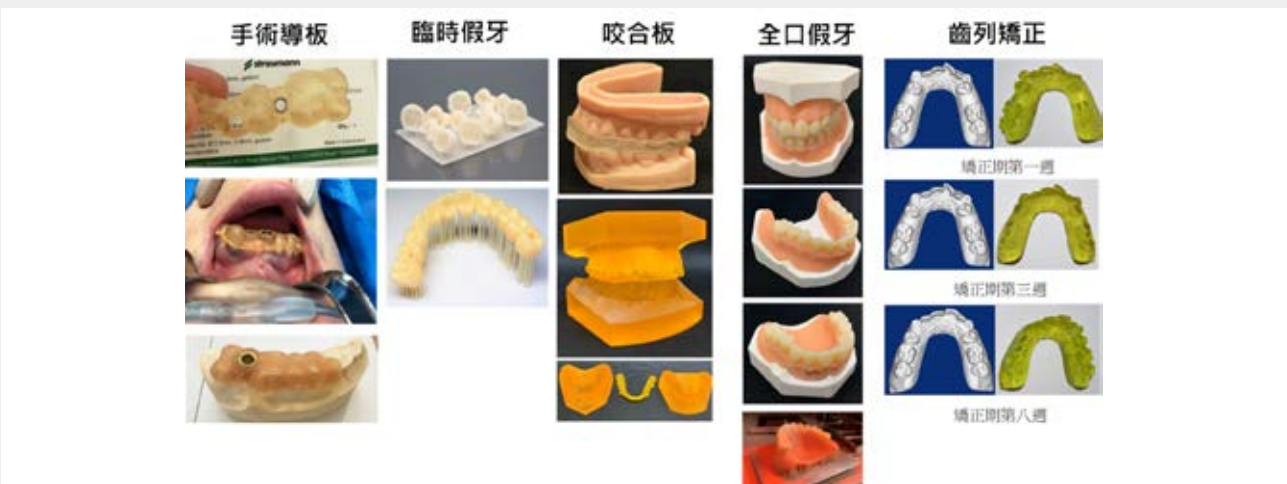


圖 5：系統用途多應用性



圖 6：客製化根管手術模型列印



## MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機於牙科之應用

■揚明光學

### 前言

牙科產品具有高度客製化特性，以往由師傅手工製作需要專業的技巧，費工耗時。使用 3D 列印的好處是檔案數位化可重複產出、精準度更高、比起傳統石膏模型製作生產速度更快。MiiCraft 為揚明光學 3D 列印團隊所創立的品牌，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，目前已有許多牙科用戶使用 MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機來實現數位牙科的好處。

### MiiCraft Prime 牙科應用

Prime 桌上型 3D 列印機可為中小型牙技廠與牙科診所，提供工業級高精度 3D 列印，快速產出多元的客製化牙科數位產品，縮短病患等待時間、提升治療的精準度。

#### 精準與穩定：口腔修復用的牙模應用

修復用的工作模型對於列印精度要求高，孔位與大小必須非常精準，使牙齒與工作牙模可以順利嵌合無間

隙。Prime 系列機臺的 XY 投影精度為 55 $\mu$ m/40 $\mu$ m，搭配均勻度智慧補償以及影像矯正演算法，列印品表面積精度均可達到 +100 微米以內。MiiCraft 目前所銷售的牙科客群中，相當大比例實際用於列印口腔修復的模型，顯示 Prime 在精準度與穩定性方面都有非常好的表現。

#### 開放材料：3D 列印隱形牙套應用

目前市面上的隱形牙套是由熱塑片壓到 3D 列印的牙模上成型，外國研發出可以直接列印的隱形牙套材料，列印成品與熱塑片一樣具有韌性，但這類材料特性較為黏稠，列印難度高，Prime 具有獨家主動式輔助離型技術與低離型力膠槽，可穩定連續的列印出 3D 隱形牙套、運動牙套、止鼾器、牙齦等軟性、有韌性的應用。

降低離型力的設計更有助於各式膠材的使用，包含牙模、臨時假牙、手術導板、可鑄造的支架、牙冠、牙



圖 1：Prime 桌上型 3D 列印機與修復工作模型

橋等皆可在一臺 Prime 上面完成列印，而且不限定使用 MiiCraft 提供的膠材，可產出最多樣化的牙科產品。

#### 操作流程簡易：列印速度快

使用 MiiCraft 提供的切片軟體（可兼容所有牙科 CAD 軟體輸出之 .stl），可對檔案進行自動排版、自動支撐等自動化及手動調整功能，完成後進行切片，並直接匯入到機臺進行列印，智慧化的軟體幫助使用者縮短列印前的前置準備時間。列印一盤全口牙模可在 20 分鐘內完成（一盤可以平放 3 個牙模），生產效率高。

#### MiiCraft Advance/Profession 牙科應用

Advance/Profession 直立型 3D 列印機是為量產應用打造的高精度 3D 列印機，列印幅面大，可快速產出多元的客製化牙科數位產品。

#### 一般 DLP 光固化列印機的 4 倍列印面積

將兩臺 DLP 光機並排投影，運用自行開發的影像融合演算法 (Image Stitching Algorithm)，達到最大的列印面積 25cm 長 x 23cm 寬，XY 平面分辨率達 125 $\mu$ m，相較於市面上 DLP 機型平均的列印大小落在 12cm 長 x 7cm 寬，MiiCraft Advance255 是一般 DLP 光固化列印機的 4 倍列印面積。一盤可產出 39 個（13 排）牙模，為牙技產業提升生產效率、實現客製化生

產，同時提供了更為經濟的打樣方式。

#### 列印品尺寸精準，實配性優良

MiiCraft Advance/Profession 系列核心光機投影的 XY 精度分為 30 $\mu$ m、65 $\mu$ m、100 $\mu$ m、125 $\mu$ m，可呈現非常細緻的列印品質。運用自行開發的影像矯正演算法 (Image Correction Algorithm)，對每個單一 pixel 進行校正，使列印品輸出可以達到  $\mu$ m 級的精密度，提供臨時假牙、金屬支架、隱型牙套等精準的搭配性。

#### 列印品中心與四角品質一致

將畫面分割為 144 格 (16 x 9)，輔以智慧補償，固化面的影像任一點均勻度可達近乎 100% 完美的能量均勻度，可避免整層曝光時，因角落能量低落或整面能量不均導致的列印缺陷。MiiCraft Advance/Profession 系列在支援大列印面積的同時，滿足列印品中心與四角品質一致，實現滿盤列印的高效率產出。

#### 自動排版與建立支柱

MiiCraft Advance/Profession 系列搭配 MiiUtility 軟體，軟體內建自動排版功能，主動計算列印平臺上可擺放最多的列印品數量與位置，免去使用者手動調整排版的時間；MiiUtility 軟體支援自動建立支柱功能，



圖 2：Prime 列印之隱形牙套與牙齦，具韌性及彈性的觸感

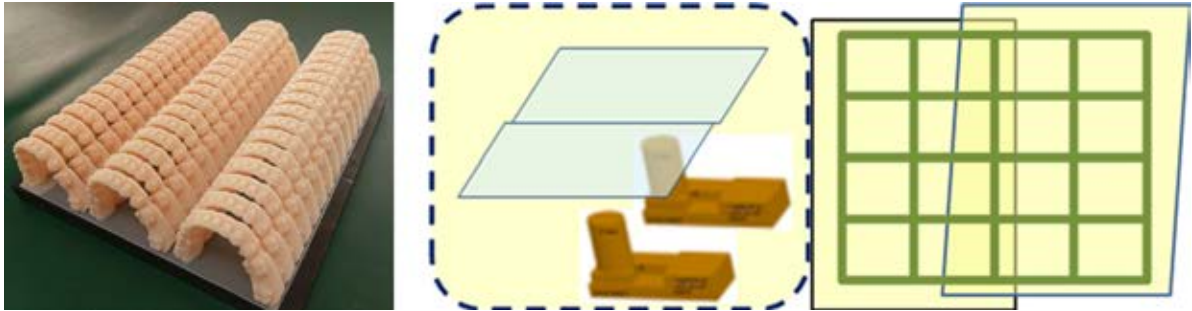


圖 3：Advance 透過雙光機投影列印之整盤牙模

可依列印模型結構不同，自動建立對應的支撐柱，提升使用效率與操作便利性。

### 多元的牙科材料選擇

MiiCraft Advance/Profession 系列的波長範圍介於 365~405nm 之間，適合市面上大多數光固化樹脂，可支援多元的牙科用膠及應用，如牙模、手術導板、維持器、臨時假牙等。此外，MiiCraft Advance/Profession 系列內建刮刀功能，可以幫助濃稠質感的膠更快回到水平液面，以利成型。

### 結語

近五年來，牙科在 3D 列印的產值呈現高度成長，

MiiCraft 也每年與時俱進推出新一代產品，並升級軟體功能，使列印出的牙科產品品質更加細緻、列印時間更快速、擴增牙科產品的應用，為牙科產業帶來更多突破進展。■





圖 4：臨時假牙、金屬支架、IBT(Indirect Bonding Tray) 精準的實配



圖 5：完美的能量均勻度能創造成功的滿盤列印



圖 6：MiiUtility 軟體功能齊全（自動排版、自動支撐、即時列印進度）

Prosthetics Model		OrthoModel		Cast		Gingiva	
BV005A Dental model caramel		keystone KeyOrthoModel caramel		BV011A Cast UHD Green		keystone KeyMask pink	
BV006 Dental model white		DETAx Freeprint model ivory, gray, sand, caramel		keystone KeyCast transparent purple		DETAx Freeprint gingiva gingiva	
BV008A Graphy 5-100M Gray, Peach and Beige		Dreve FotoDent model caramel		keystone KeyOrthoModel gray		DETAx Freeprint cast red	
Enlighten PP model purple		Dentona Optiprint model clear		DETAx Freeprint model T light blue		Dentona Optiprint cast red	
3DM DENT brown, ivory, gray		Dentona Optiprint match ivory		NextDent Model Ortho Beige		Dreve FotoDent gingiva pink	
		NextDent Model 2.0 Peach, White and Grey				NextDent Gingiva Mask pink	

圖 7：MiiCraft 3D 列印機牙科膠材與應用

Temporary	Denture	Aligner/Retainer	Tray	Guide
DETAx Freeprint temp AL A2, A3 CE Class IIa	DETAx Freeprint denture CE in progress	keystone KeySplint Hard clear FDA Class II	DETAx Freeprint tray green CE Class I	keystone KeyGuide clear FDA Class I
Enlighten AA TEMP A2 Certificate in progress	Enlighten BB base Certificate in progress	keystone KeySplintSoft clear FDA Class II	Enlighten CC tray blue TFDA Class I	DETAx Freeprint ortho clear CE Class I
NextDent C&B MFH BL, NL, N1.5, N2, N2.5, N3 and T1 CE Class IIa	Dreve FotoDent denture CE class IIa	DETAx Freeprint splint clear CE Class IIa	Dentona Optiprint try clear CE in progress	Dreve FotoDent drill guide clear CE Class I
Graphy TC-80DP FDA class1 / KFDA class2	NextDent Denture 3D+ Dark Pink, Light Pink, Opaque Pink, Red Pink and Translucent Pink	DETAx Freeprint ortho clear CE Class IIa	Dreve FotoDent tray green CE class I	Dentona Optiprint splint clear CE in processing
	Graphy TDD-80	Dentona Optiprint splint clear CE in progress	NextDent Tray in T10, T11, T12 CE Class I	Enlighten DD guide clear TFDA Class I
		Graphy TC8S-DAC FDA class1 / KFDA class2/CE class2	NextDent Tray in T10, T11, T12 CE Class I	NextDent SG orange CE Class I
				Graphy SG-100 Transparent clear FDA class1 / KFDA class2

圖 8：MiiCraft 3D 列印機牙科膠材與應用

**TAIMOLD** 台北國際  
2021

# 模具暨模具 製造設備展

TAIPEI INTERNATIONAL  
MOLD & DIE INDUSTRY FAIR

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

**模具4.0：智慧模造 未來成型**

*Molding 4.0 : Shape The Future of Industry*

## 展出項目 / Exhibit Profile



**塑橡膠及金屬模具**

Plastic, Rubber and Metal Mold



**刀夾具及測量工具**

Milling Cutter, Fixture and Measuring Instrument



**模具加工設備**

Molding Machine & Processing Equipment



**材料暨處理技術**

Mold Making Materials & Technology



**模具檢測及設計**

Mold Test & Design (CAD/CAM/CAE)



**周邊設備配備暨零組件**

Peripheral Equipment and Components

## 展出費用 / Exhibit Fee

攤位形式 Type of Booth (9m <sup>2</sup> )	定價(含稅) Price (Tax included)	早鳥價(含稅) Early Bird Discount (Tax included)
淨空地 Raw Space	NT\$49,350	NT\$46,200
標準攤位 Standard Booth	NT\$54,075	NT\$50,925

※2020.10.31前報名享早鳥價 / Early bird discount is available for registrations received on or prior to 31-Oct., 2020.

## 報名專線 / Contact us

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@chancho.com.tw



官網

廣告編號 2021-02-A10

主辦單位 Organizer:

台灣區模具工業同業公會 三維列印協會 台灣區電腦輔助成型技術交流協會 展昭國際企業股份有限公司



## CAD/CAM 在數位牙科的應用： 淺談掃描、設計、製造與平臺

■英特崙 / 白植全 總經理 & 林彥昆經理

### 前言

傳統製作固定義齒的方式是牙醫師在欲治療的牙齒做適當的修型後，使用彈性印模材印模、灌模翻成石膏模型、固定義齒臘型製作、包埋與脫蠟鑄造完成最後的贗復物。上述一連串的步驟在 1970 年代由 Dr. Duret 是第一個嘗試導入電腦輔助設計與製造 (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, CAD/CAM) 到牙科領域，他也是第一個透過掃描、設計與雕刻機來加工固定義齒。然而當時的 Dr. Duret 也承認要製作單顆義齒需要多位工程師協助，且耗時才能完成。事實上，當年在推廣上還是有很大的障礙，特別是精確度、設備價格與操作難度，在最近 10 年相關技術有很大的突破，諸如掃描與加工精確度的提升、相關設備軟體操作介面友善化與軟硬體價格逐漸合理化。特別是費用也較初期易於被牙醫師與牙技師接受。

同時，醫療技術的進步與人民生活品質的提升，大家

也開始意識到牙齒保健重要，不健康的牙齒除影響日常飲食外，更重要是將影響個人顏面美觀。常見的治療包含假牙保健、植牙與齒科矯正治療，治療不當會造成齙齒、牙周病外，還會影響咀嚼導致腸胃受損及臉型不對稱、歪臉等，也會導致發音不正確，有些人甚至引發自卑心理，造成人際關係低落等社交問題。

龐大醫療需求也帶來龐大市場商機，據 MarketsandMarkets Research 分析報告指出，全球牙科醫材市場 2019 產值達 279~340 億美元，並預測 2024 產值可達 387 億美元，年均複合成長率達 6.8%，其中贗復最為大宗，其次為矯正與植牙。此外，數位牙科更是上述相關治療的最大推手，可從 MarketsandMarkets Research 與 Allied Market Research 分析報告中得知口內掃描機與數位牙科醫學影像分別在 2024 與 2025 預計可達 5.5 億與 41 億，個別年均複合成長率分別為 10.7% 跟 9%，此數據足以顯示未來幾年數位牙科的需求將有爆炸性成長。



圖 1：數位牙科資料融合

另一方面，贖復具有最大的市場規模，特別是在亞洲與南美洲區域，這得歸功為數位科技的進步與人口增長的因素，其中數位科技包括 CAD/CAM 與積層技術。然而在這個市場中的數位科技採購卻有一些改變，例如從 TechNavio Analysis 分析報告中，2014-2019 全球牙科數位設備採購在技工所從 45.6% 降到 32.6%，診所椅旁則從 51.3% 成長到 67.4%，這樣的現象也讓我們可以從產品週期中了解到目前的技工所製造服務邁入了成熟期的末端，而椅旁製造則進入成長期。因此英特崙數位醫療研發團隊積極研發精密加工設備與醫療整合技術，把過去強調大量掃描與生產數位牙科的 CAD/CAM 與積層技術轉換成適合診所輕量與快速生產設備為主的解決方案，其中又以軟體可以提供贖復、植牙與矯正的客製化設計、規劃為主，並節省患者的來訪率來達到即刻給牙與臨床美學的目標。

### 口腔掃描機 & 臉部掃描機

現今牙科數位化的潮流盛行，口掃機幾乎已是每間牙科診所必備的數位設備之一，除了可以減少傳統印模材的使用，也可以透過數位掃描 3D 模型，結合其他數位軟硬體的应用，來輔助醫師提供患者更精準、更具有說服力的牙科治療方案，數位微笑設計 (Digital Smile Design, 簡稱 DSD) 就是一個很好的例子，當

醫師得到患者的微笑 2D 照片與 3D 掃描模型後，為了在與患者說明治療規劃時可以具體地視覺化其治療方案，讓患者可以更容易瞭解自己術前、術後的整體視覺感官，應運而生的臉部掃描機可以幫助醫師達到這個效果，透過臉部掃描機取得患者的 3D 微笑資料，與口掃機的 3D 牙齒模型疊合後，醫師即可提供患者術前預覽 3D 數位微笑設計的成果。英特崙的軟體與雲端即提供相關數位服務，讓醫師輕鬆整合、擁有一套完整的一站式數位牙科設備，運用上述兩套硬體，將 3D 檔案（包含臉部 3D 資料與 3D 牙齒模型）導入雲端 EZSmile 進行數位微笑設計，後續的產出透過假牙設計軟體 EZCAD 做客製化細節調整，並導出到列印機或是牙雕機進行製作，完善的系統與服務將協助醫師規劃治療方案效益最大化。

### 3D 列印

3D 列印，亦稱為積層製造 (Additive Manufacturing)，從 2012 年成為全球產業的熱門話題以來，各國政府與各行業希望找到可以發揮積層製造長處的產品運用。經過這幾年的發展，積層製造技術的運用呈現兩極化，不是技術層次太低，如熔融沉積法 (Fused deposition modeling, FDM)，製做出來的物品沒有工業化價值；就是技術層次太高，如選擇性雷射燒結

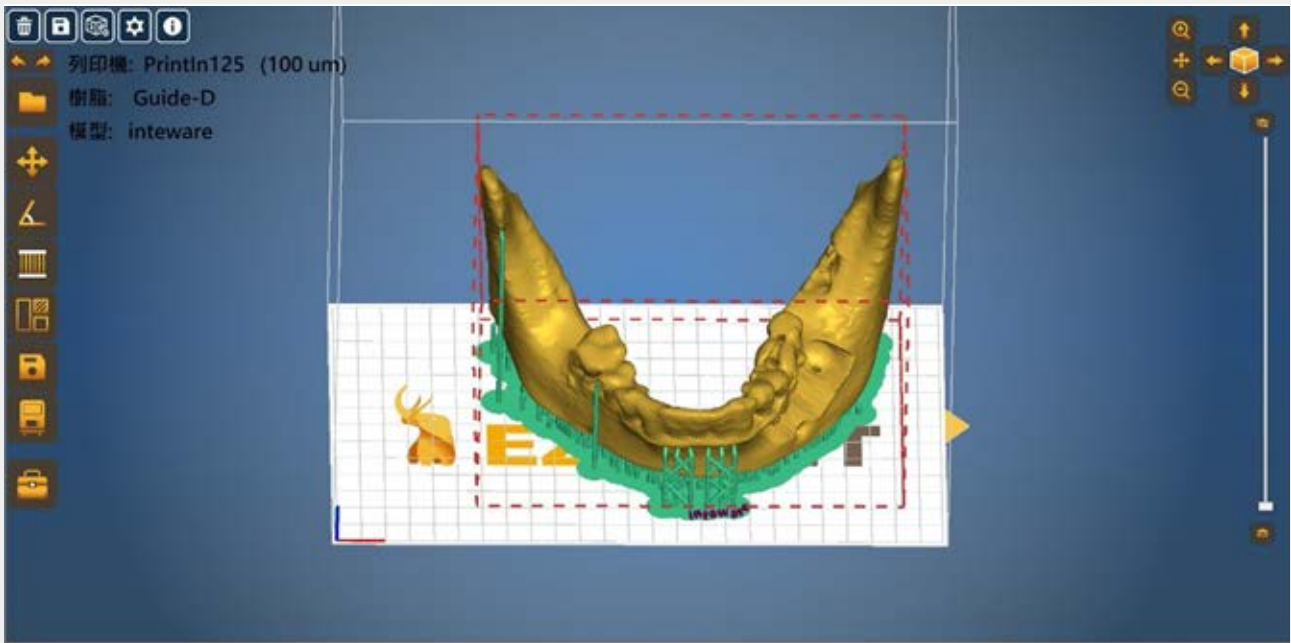


圖 2：3D 列印切層技術

(Selective Laser Sintering, SLS)，機臺太貴，無法普及。

光固化立體造型 (Stereolithography Apparatus, SLA) 在各式積層製造技術中，機臺屬於中價位。Gartner 的報告中，這項技術被歸類在「桶裝光樹脂固化機」(Vat Photopolymerization) 中，是該類的代表性技術，市場占有率僅次於第一名的「物質擠出成型機」。SLA 技術的一大特色是，其製成品的機械性能可依需求調整，因此其運用面也最為廣泛。光固化立體造型法的成功關鍵是數位模型正確角度擺放、適當支撐型態、密度與位置、模型切層影像像素補償與材料收縮補償，英特崙數位牙科解決方案串接設計軟體與切層軟體，可以無縫接軌上述成功的關鍵，讓列印的模型在有效率的時間下符合臨床精確度的需求。

## 數位牙科軟體

### 假牙

傳統假牙製作是使用石膏模型，如今可透過口內掃描

機取得患者口內資料，透過雲端傳送到牙體技術所（數位設計中心）進行設計，如牙冠、內冠或牙橋，也可解決即刻給牙與一日植牙等需求，並使用牙雕機與 3D 列印生產出牙齒。英特崙運用 AI 技術，以人工智慧運算模擬牙冠型態，自動生成內冠及牙冠，並提供簡單易用的設計流程，使用者可在最短時間內快速精確的完成假牙設計，並輸出設計檔進行後續加工。

### 植牙

植牙在近五十年已成為治療缺牙的一種成功選擇，主要的原因在於骨整合是一種可預期的治療方式，但是當植體植入點位置不理想時，會出現各式各樣的併發症，也影響復體的成功與預期效果。因此術前牙醫師透過英特崙解決方案來整合臉部掃描機、牙科電腦斷層掃描、口內掃描與數位規劃軟體進行符合美學且精確植體的位置、角度與深度的模擬與導版設計，最後利用 3D 列印成型手術導版。

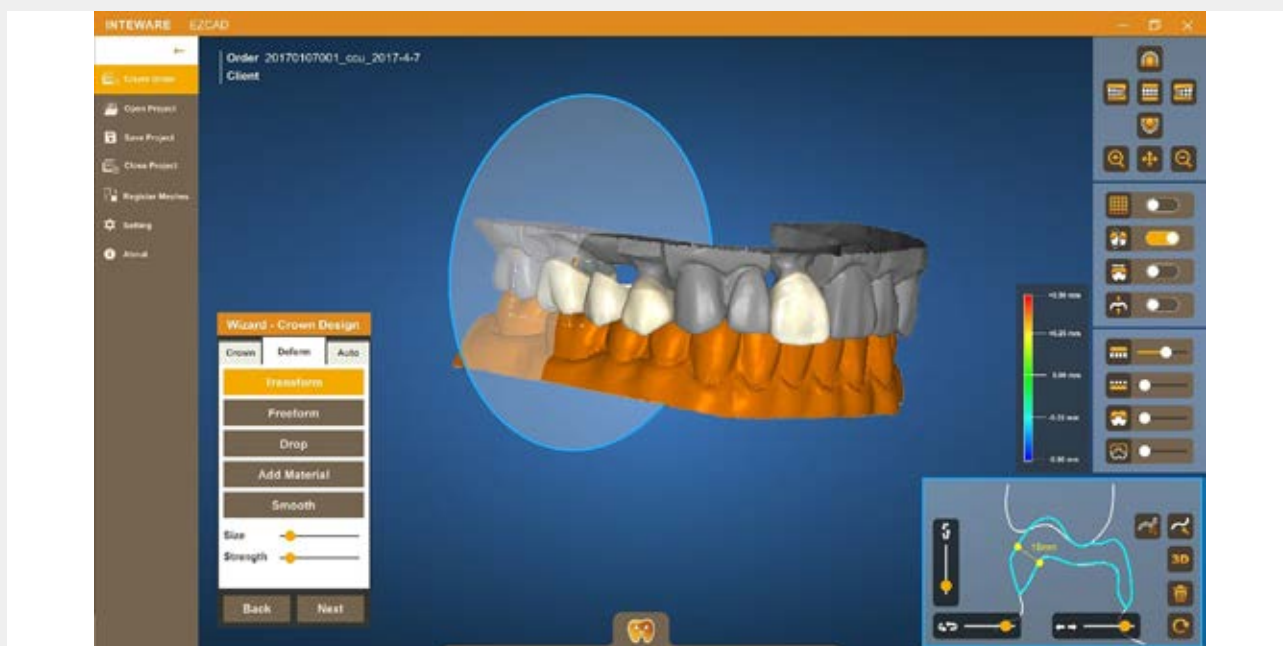


圖 3：數位假牙設計軟體

## 矯正

齒列矯正概分為兩大技術領域。傳統的方法是「類比式」的技術，矯正師使用鋼線 (fixed appliances)，依賴其「經驗與手藝」調整鋼線的相對張力，以進行齒列矯正。新的方法是「數位式」，牙醫師獲得病患的齒列資訊之後，透過排牙軟體規劃出每顆牙齒位移的過程，然後製作出一系列相對應的隱形牙套 (clear aligners)，交付給病患自行配戴以達到矯正目的。英特威開發的技術與產品屬於後者，提供美觀、使用方便的隱形牙套及其服務網路。

隱形牙套具備有美觀、彈性等治療優勢，因此快速的在美國青少年間風行。隱形牙套的矯正原理乃是藉由使用電腦技術規劃出牙齒每一個步驟的微量位移，再做出透明的壓克力套，透過擠壓原理讓牙齒移動。其缺點是僅適合輕微的矯正案例治療，特別適用於青少年的齒顎治療。然而全球數位矯正市場仍是處於一個起步的階段，每年市場仍然有 10% 以上的成長。

英特威自主研發數位隱形牙套製作與齒列矯正系統及其服務平臺之建立，其內容包含整合彩色口內掃描機、矯正專科醫師針對臨床經驗操作矯正規劃軟體、3D 列印數位模型，最後在熱壓成型最後的隱形牙套。另外可藉由數位雲端平臺，透過遠距集中數位設計，再透過網路直接推廣至牙醫診所來簡化醫師的負擔。

## 美學設計

現在人們對於微笑時的門面要求越來越高，一些媒體與公眾人物也一直強調牙齒美觀的重要，許多人到牙醫診所看診並非是為疾病，而是為美觀才來，市場也因為越來越多需求而出現與眾不同的產品。其中又以美白貼片為美學大宗，其概念為在牙齒的表面黏上一層貼片，常見的有陶瓷貼片與樹脂貼片，像是牙齒顏色、牙齒型態和大小都可以依照患者本身牙齒條件和顏色去做調整，可製作出每個患者客製化的樣貌。傳統製作流程為牙醫師先拍患者口內原始牙齒照片與利用口內掃描機掃描患者牙齒，依照患者提供的主述，請牙技師利用數位工具的方式模擬最適合患者的牙齒

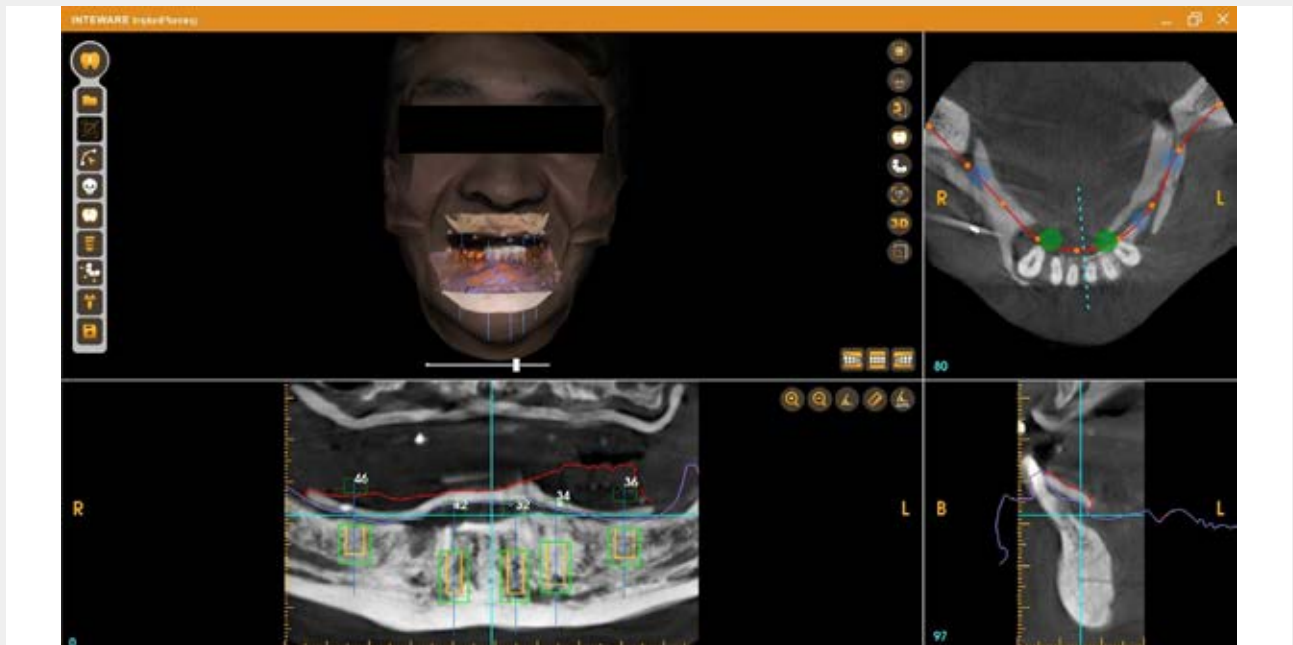


圖 4：美學植牙規劃

形狀，再請牙醫師與患者進行溝通討論，以製作出最適合患者的齒型與顏色。如今數位流程，牙醫師在資料取得後，即刻在患者面前使用軟體設計，待患者滿意設計的結果與模擬後，牙醫師可以選擇在院內直接製作或是寄出數位設計給牙技師製作。傳統製作方式為切削加工，現在則可透過 3D 列印技術，可以直接列印出樹脂貼片做為臨床使用。

#### 其他（口罩壓條）

2020 年疫情肆虐全球，為了有效控制疫情，口罩成為人人必備的外出裝備之一。對於口罩的使用是民眾最關心的議題之一，不外乎口罩的貼合度問題，由於目前市面上除了 N95 醫療用口罩可以緊密服貼於臉上之外，現今一般醫療用口罩仍有無法滿足人人都能適用、貼合於臉上的缺點，對此議題，英特威也因應研發出相對應模組，結合臉部掃描機，讓臉部掃描機不僅可以運用於數位微笑設計，更可以發揮其特點並用來製作口罩壓條，改善一般醫療用口罩不服貼的缺點。只要透過臉部掃描機、快速 1 秒拍照，即可取得

個人的 3D 臉部模型，此筆 3D 檔案也因而紀錄了個人的鼻型和雙頰特徵。當 3D 臉部模型匯入英特威設計軟體後，便可以快速製作個人專屬且服貼於個人臉部的客製化口罩壓條，設計完成的口罩壓條即可使用 3D 列印機列印出來，並套於口罩外，令口罩不僅可以按照個人的鼻型貼合、兩頰的口罩也更加緊密貼合於皮膚上，達到最佳的防疫效果。

#### 結論

數位牙科發展至今近 50 年，最早概念的發想是為減少傳統固定義齒複雜的製作流程，也減少患者看診次數，提供更好的醫療品質。透過掃描、設計與製造技術來達到上述的目的，贗復類是最早被使用，其中包括固定義齒與嵌體產品，透過上述相關技術發展，確實也為牙科帶來極大發展。但當時在推廣上還是有很大的障礙，特別是精確度、設備價格與操作難度，在近 10 年相關技術有極大突破，如掃描與加工精確度的提升、相關設備軟體操作介面友善化與軟硬體價格逐漸合理化。特別是費用也較初期易於被牙醫師與牙



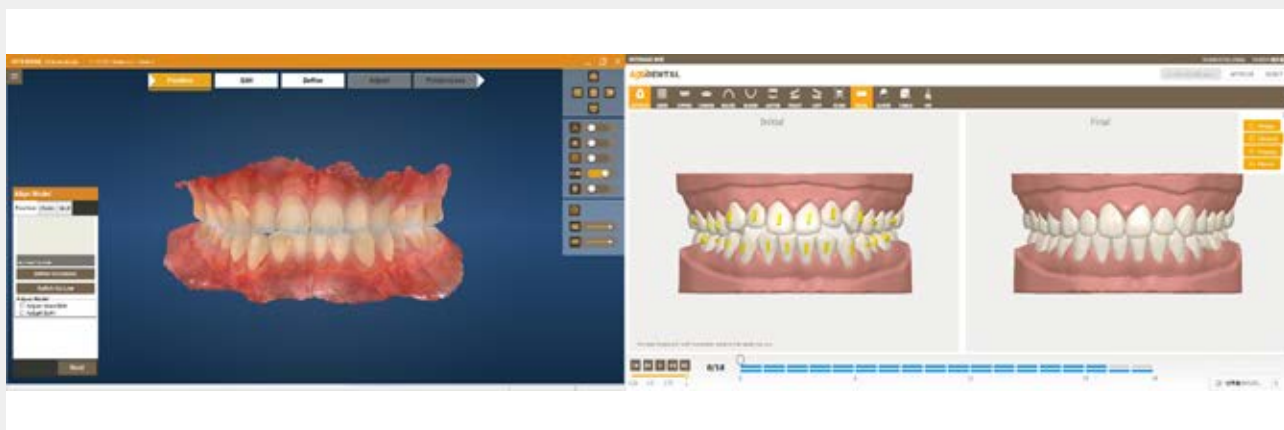


圖 5：隱形矯正規劃與雲端溝通平臺



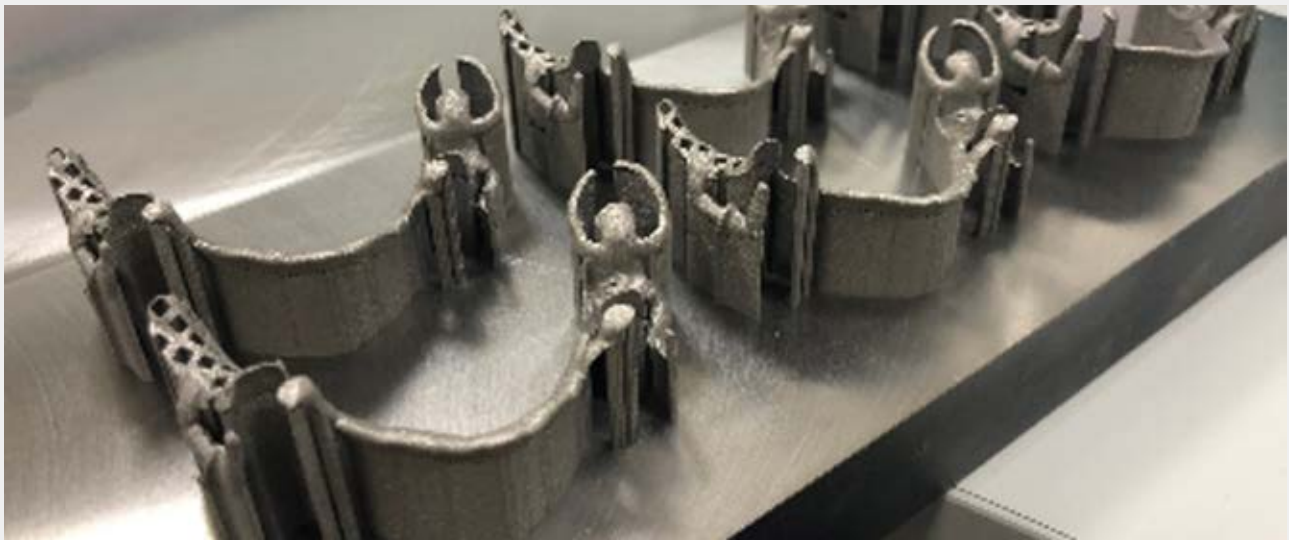
圖 6：3D 列印美白樹脂貼片

技師接受，故相關的研究與應用也延伸到植牙類的客製化支台齒與手術導版、矯正類的隱形矯正與美學。

未來可能發展的項目預期在口掃與臉掃可以取代電子面弓的資料收集方式；3D 列印會往高速連續列印方式與金屬列印發展；贗復類可以結合咬合力分析與虛擬咬合器來製作更貼近患者口內情況，甚至可以結合陶瓷列印技術，直接列印出牙冠與美白貼片；植牙規劃可以透過智慧植體擺放來簡化設計的流程；數位矯正規劃除了透過智慧排牙與貼片設計來簡化設計流程之外，更可結合患者電腦斷層的牙根與顎骨資料。除了上述各個品項技術改良的方向之外，透過雲端平臺，可以發展遠距數位設計中心。■



圖 7：3D 列印口罩壓條



## 數位化牙科設計與製造

■工研院雷射中心 / 蔡宗汶博士

### 簡介

活動式假牙 (Removable Partial Denture, RPD) 是一種簡單且具有成本效益的假牙，可用以修復牙科患者的缺牙，從而改善其生活品質。此類型治療對全世界數百萬患者的生活影響甚大；實際上，在北美和歐洲，超過 13% 的成年人口佩戴活動式假牙。一般而言，活動式假牙支架由鈷鉻 (Cobalt-Chromium, Co-Cr) 合金製成，因為它們具備低成本和較佳機械性能等特性，且具有良好的耐腐蝕性能和生物相容性。

### 傳統技術瓶頸

在傳統上，活動式假牙支架使用鑄造 (lost-wax, 失蠟) 技術製造，該技術已在牙科領域使用了一個多世紀。然而，鑄造技術是一種非常費力的手工製程，其涉及到利用蠟進行活動式假牙支架複製與活動式假牙支架模具製作，完成後再將熔化的金屬鑄造倒入模具中進行實際的活動式假牙支架製作。由於其複雜性，使得該技術的製作品質會與牙科技術人員的技能成熟

度息息相關。此外，通過鑄造技術生產活動式假牙支架不僅耗時且昂貴，且可能會有精度不佳導致成品不適用等狀況產生。

### 金屬積層製造於牙科應用之優勢

與傳統鑄造比較，金屬積層製造中的選擇性雷射熔化 (Selective Laser Melting, SLM) 是一種粉末床熔化過程，如圖 1 所示，其過程使用高能雷射以逐層的方式將金屬粉末熔化成 3D 實體物件。過程中，當雷射與粉末材料的表面相互作用時，雷射將粉體彼此融合，從而形成固體團塊。在形成一層金屬零件後，粉末床逐漸下降 (沿 Z 軸)，並用刮刀將表面上的粉體調平。在現有的層頂上依次建立新的層，直到完成該過程為止。目前 SLM 技術能夠產生幾乎 100% 的緻密度，且由於是 2D 逐層生成，因此可應用至不同領域的複雜形貌的製作。由此可知，在牙科技術中，SLM 製程可避免鑄造過程中的複雜程序，目前 EOS 德國 SLM 設備已可在 30 分鐘內構建標準活動式假牙支架。



圖 1：選擇性雷射熔融技術 [1]

### 數位化醫材設計

SLM 在醫療產品應用中，設計及製造的流程可區分為幾個階段，如圖 2 所示，在初期的設計準備階段 (Design Preparation) 中包含了從 CT/MRI 等資訊的擷取、轉檔，以及客製化的判讀，此過程主要由醫學影像軟體進行，目的是獲得產品的大致幾何外型輪廓。下一步則以結構優化軟體進行內部的仿生孔洞結構設計，此階段完成後，即可大致完成產品的設計草圖。

在完成幾何設計後將進一步進入 SLM 流程中的生產前準備，包含支撐結構與擺盤方式的設計，以及製造路徑的規劃與生成，完成後即可正式進入生產流程，流程如圖 3 所示。

然而目前臺灣大多數醫材廠缺乏醫學影像前處理以及自動生成客製化醫材產品的研發能量，且產品設計完成後於 SLM 製程中不易確認產品製造的風險與良率。因此近幾年來，工研院透過醫學影像處理技術結合智慧製造之精神，研發 SLM 產品製作風險評估之軟體 (ITRI AMSim)，以及最佳化拓樸結構產生模組等能量建置，可使醫材業者導入客製化 SLM 產品製作時的風險降至最低。

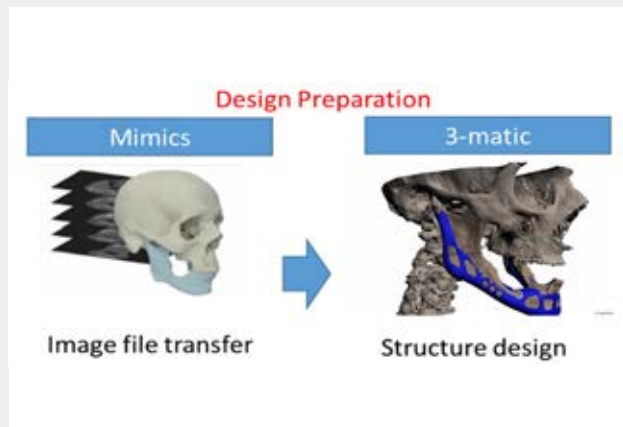


圖 2：初期的設計準備階段 [2]

### 結語

將上述數位化設計流程應用至客製化的活動式假牙支架製作，相關流程如圖 4 所示。有別於傳統設計方式，工研院可於設計完成後進行檔案列印前處理分析，目的為診斷設計檔案的製作風險點。在確認風險點後，製程人員可根據診斷結果進行製程的優化設計，例如支撐結構生成與風險點強化等調整，以達到如前所述製作時的風險降至最低以提高產品精度，並有利於產品上市時的品質管控。■

### 參考文獻

- [1].<https://www.designworldonline.com/what-is-direct-metal-laser-sintering/>
- [2].<https://www.theengineer.co.uk/jaw-strength-something-to-chew-on-from-additive-manufacturing/>

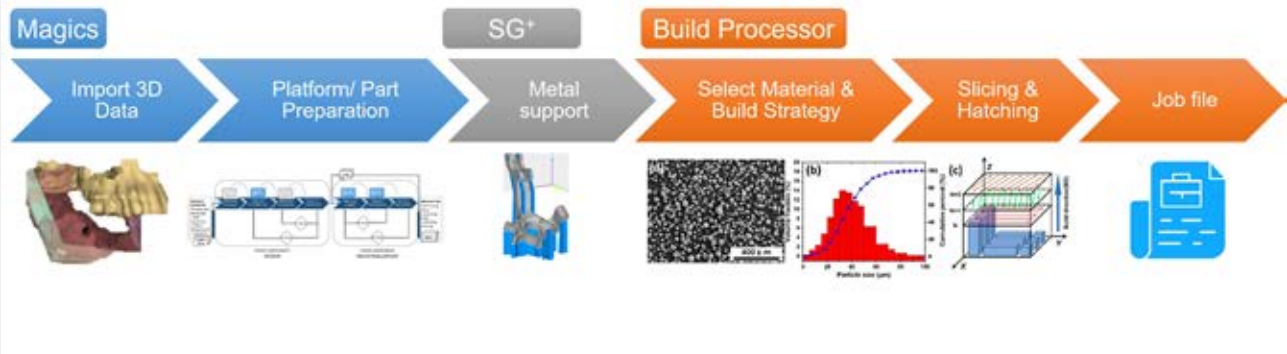


圖 3：積層製造產品設計流程



圖 4：數位牙材金屬積層製造生產流程



**Chinaplas® 2021**  
國際橡膠展

# 第三十四屆中國國際塑料橡膠工業展覽會

## 新時代·新動力·永續創新

# 2021.4.13-16

## 中國·深圳國際會展中心

- 350,000 平方米展會總面積
- 3,600+ 國際參展商
- 3,800+ 機械展品
- 90,000 平方米橡塑原材料展區



[www.ChinaplasOnline.com](http://www.ChinaplasOnline.com)

☎ 香港 (852) 2811 8897 | 新加坡 (65) 3157 3101 | 852) 9602 5262

✉ [Chinaplas.PR@adsale.com.hk](mailto:Chinaplas.PR@adsale.com.hk) | [www.adsale.com.hk](http://www.adsale.com.hk)

CHINAPLAS |

主辦單位



協辦單位



贊助單位



大會指定刊物及網上媒體



廣告編號 2021-02-A11



## 根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作

■臺北榮民總醫院 / 何怡青 主治醫師

### 前言

牙髓疾病的發生乃由於微生物感染牙髓腔內的根管系統所引發 [1]，當牙齒因為齲齒、外傷或牙周疾病等，造成牙髓發炎甚至壞死，需要進行根管治療。而根管系統因為形態上錯綜複雜，大多為彎曲而狹小的孔道，在不同個體間變異多，且結構上包覆於齒槽骨內，因此進行根管治療時需因應複雜的根管系統，憑藉牙醫師的經驗，清創感染源及發炎組織。

由於根管治療的過程中，因為肉眼無法看到根管系統，需仰賴 X 光片影像進行整個根管治療流程，因此牙醫師可能因為無法掌握根管系統導致治療失敗。根管治療包括以下三個步驟：髓腔開擴 (access open)、根管清創與修型 (cleaning and shaping)，及最後進行根管充填 (obturation)。這些步驟，都有賴操作者對於牙齒形態的掌握，因此根管治療臨床前訓練對於牙醫師的養成是十分重要的。

目前在根管治療訓練主要運用拔除的自然牙進行模擬操作，然而收集適用的自然齒耗費相當大的人力成本，且有感控上的疑慮，各牙齒缺乏解剖型態的一致性，導致學員無法有齊一的評分標準。目前除自然牙外，亦有市售的模型可供練習，但因成本太高無法大量購買，在牙醫教育中並不普及。藉由 3D 列印製作標準化的人造牙，具有標準化型態且可大量複製的特性，可使學生在接受評估時有一致性的標準，增加評分的公平性，並確保學習成效。

另外，人造牙可模擬各式牙體型態的變異，也提供學生豐富的操作練習機會。隨著 3D 列印技術成本的下降，應用數位建模和 3D 列印來輔助根管治療牙醫教育的可行性大為提升 [2][3]。本團隊藉由 3D 列印技術製作根管治療臨床前訓練模型以方便教學及操作。因為此技術由臺灣研發及製作，教學成本亦可降低。

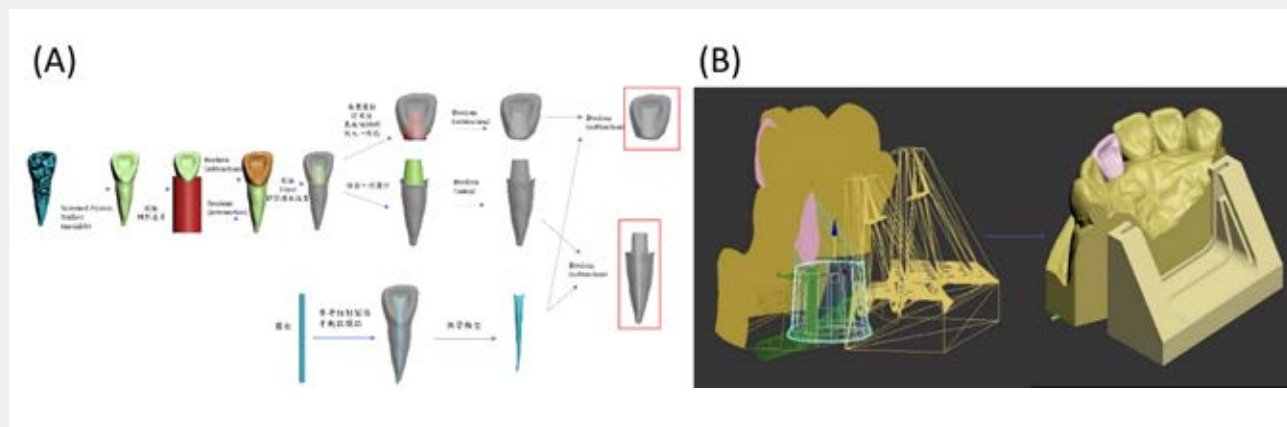


圖 1：根管治療臨床前訓練 3D 列印模型數位建模。(A) 牙齒數位建模流程；(B) 牙弓模型數位建模

### 根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作過程

根管治療臨床前訓練 3D 列印模型分為牙齒及牙弓模型兩部分，製作過程包含數位建模及 3D 列印兩部分進行。說明如下：

#### 數位建模

- 1. 牙齒：**先將模型牙齒以模掃機 (Open Technologies SMART, Rezzato, Italy) 進行掃描，取得牙齒及牙根外型檔案，使用 3D 繪圖軟體 (3DS MAX, AUTODESK, San Rafael, CA) 分為牙冠、牙齒及根管三個部分，進行根管及牙根外型的繪製及調整，如圖 1(A)。
- 2. 牙弓模型：**同樣使用模掃機 (Open Technologies SMART) 掃描標準牙弓模型外型，將 3D 列印牙齒的位置以 3D 繪圖軟體 (3DS MAX) 進行扣除後，使牙齒可正好卡入牙弓模型內，如圖 1(B)。此外，牙弓模型更設計有放置放射照片的插槽，以利拍攝根尖 X 光片可保持一定角度，另外牙根處設計有孔洞可以在治療中使用根管測量器進行根管長度測量。

#### 3D 列印

- 1. 牙齒：**列印牙冠的材料為 AA Temp(Enlighten

Materials, Taipei, Taiwan) 加入 8% 硫酸鋇；而牙齒部分因為根管治療需要，材料的放射線不透性經由不斷的改質與研發，使用材料為 DD guide (Enlighten Materials) 加入 10% 硫酸鋇。以數位光固化處理 (digital light processing, DLP) 3D 列印機 (MiiCraft Ultra 100, MiiCraft, Hsinchu, Taiwan) 分別列印牙冠與牙齒。牙冠及牙齒列印完成後，再使用牙科樹脂 ALIKE(GC America, Alsip, IL) 將牙冠與牙齒兩部分黏著。

- 2. 牙弓模型：**列印材料為 3D 列印線材 PLA(Spidermarker, Taoyuan, Taiwan)，以熔融沉積成型 (fused deposition modelling, FDM) 3D 列印機 (UP BOX+, Tiertime, Beijing, China) 進行列印。

根管治療用 3D 列印模型的製作成品牙齒及牙弓模型如圖 2(A)、(B) 及 (C)，根管治療過程中可方便將牙齒固定於牙弓模型內。牙弓模型更設計有放置放射照片的插槽，可依一定角度照射根尖 X 光片，牙根於根尖 X 光片清晰可判讀長度，根管治療過程包含照射初始根尖 X 光片、確定根管長度、確定主針長度及根管治療完成 X 光片如圖 2(D)。治療過程中也可使用根管長

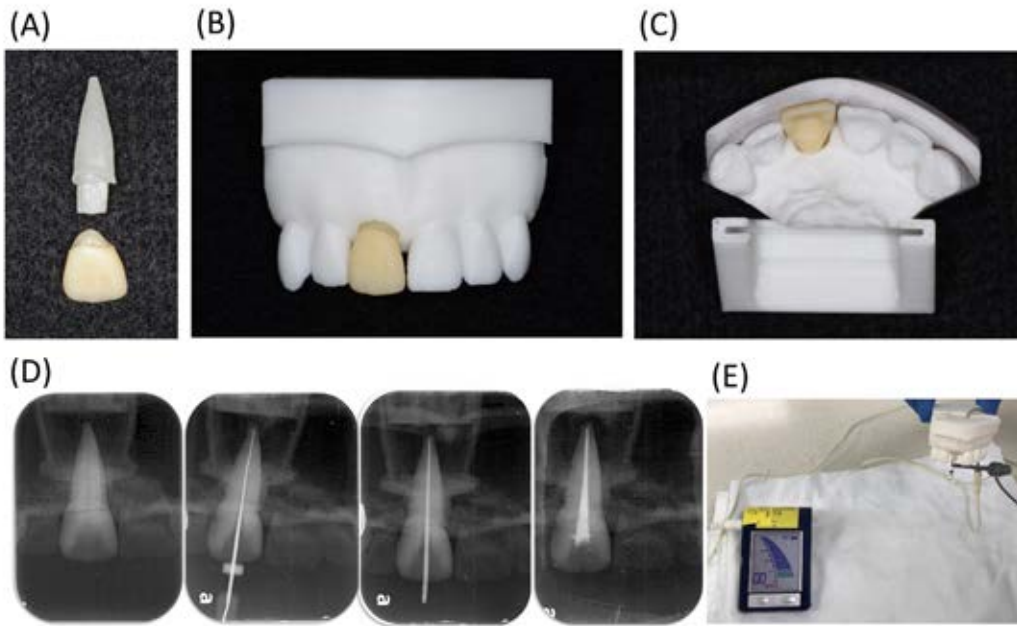


圖 2：根管治療臨床前訓練 3D 列印模型。(A)3D 列印牙齒；(B) 牙齒固定於牙弓模型之正面觀；(C) 牙齒固定於牙弓模型腭面觀；(D) 根管治療前中後之 X 光片；(E) 使用根管長度測量器

度測量器 (Root ZX mini, Morita, Saitama, Japan) 測量根管長度，放置生理食鹽水於牙根處的開口位置即可導電以進行測量，如圖 2(E)。

### 結論

利用 3D 列印的技術製作根管治療用 3D 列印模型，以因應根管治療不同學習需求，未來更可應用於牙醫師考試標準化的客觀結構式臨床技能測驗 (Objective Structured Clinical Examination, OSCE)。牙醫學系學生經標準化牙髓病治療的訓練過程，達到一定的學習成效，並利用 3D 列印的技術來客製化各種複雜型態牙齒，提供不同學習情境，重複練習以進行自主學習。對教學者而言，此新教具能增加教學之有效性，也能藉由學生學習成果提供教學者教學方向的調整，以達到雙向回饋的目標，因此本研究之根管治療用 3D 列印模型教育訓練值得在牙髓病學教育廣為推廣。■

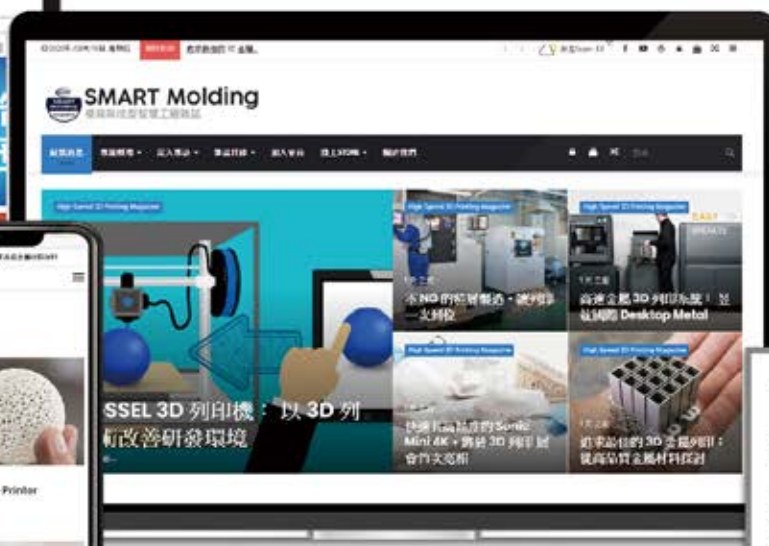
本文由何怡青醫師與陽明大學 李士元教授共同撰寫。





# 限時免費

— 超過500篇以上技術內容 全冊免費線上閱讀 —



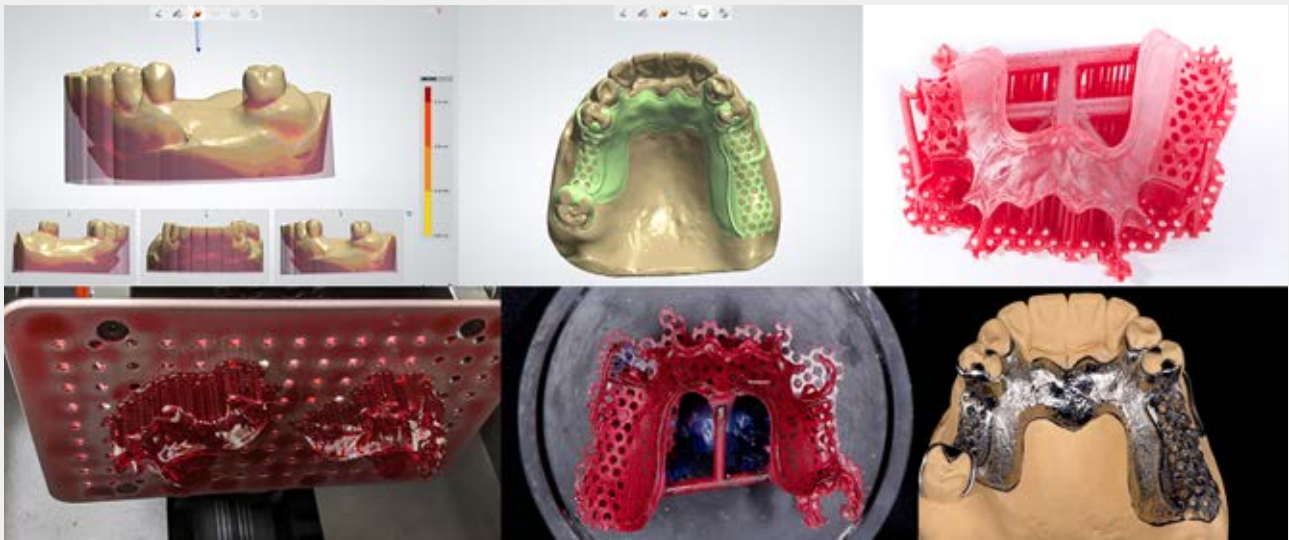
www.smartmolding.com



更多內容請上

## 內容特色

- 擴展橫向產業範圍增加【3D列印】、【粉末冶金】、【壓鑄模具】、【自動化】、【數位化轉型】、【智慧工廠】等領域。
- 每月內容涵蓋模具成型相關最新材料、技術、設備及應用案例，至2017年創刊已出版43期。
- 原創內容-針對台灣、華東、華南及東南亞地區的企業進行採訪報導，了解這些企業的成功經驗及競爭力。
- 邀請成型技術各領域行業專家擔任主編增加不同製程觀點。



## 活動義齒支架的各種數位製程應用

■達爾文牙技所 / 莊政洲 & 莊佳欣 & 蘇雅微

### 前言

隨著牙科數位化時代的來臨，其應用範圍也拓展到了活動義齒支架。傳統的製程是由脫蠟鑄造的方式，逐漸轉變為數位製作模式。透過 CAD/CAM 軟體直接設計製作活動義齒支架，或是三維列印 (3D printing) 的方式完成最終的成品，進而提高製程效率與精準度。

### 製作流程

本篇報告整理了幾種不同數位化製程，從中分析其時間與成本之差異，進而找出較適當之製程，藉此追求更高效率與品質。先修整好石膏模型或是口掃機的掃描檔案，使用掃描機與設計軟體 (3 Shape Dental System) 依以下步驟設計出活動假牙牙架 (framework) 的數位檔：設定置入途徑 (surveying)、填補倒凹 (blockout)、修正蠟型倒凹 (wax trimming)、緩壓設計 (retention grids)、設計主連接體 (major connector)、鉤子 (clasp)、槓 (bar)、與樹脂交界的完成線 (finishing line)、細雕型

態 (sculpt RPD)、添加 stopper (add tissue stop)、完成設計 (finish design)。以此設計好的 stl 數位檔為基礎，進行四種不同製程的生產，分別為「銑削 (CAM) 64 鈦金屬料盤 (disc)」、「雷射列印 (SLM) 64 鈦金屬粉末」、「銑削 (CAM) 蠟塊再包埋鑄造鈷鉻金屬」、「列印 (DLP) 光固化蠟型再鑄造鈷鉻金屬」，並比較其優缺點。

### 加工設備

銑削 64 鈦金屬和蠟塊的加工機 (CAM) 是 Xtcera 的 XMill-600 正五軸加工機 +98mm 圓盤夾具；列印 64 鈦金屬的列印機 (SLM) 則是漢邦科技的 HBD-150；列印蠟型的 3D 列印機臺 (DLP) 為黑格科技的 A2D 與其搭配的 375nm 波長的光固化漿料。

### 結果比較

#### 銑削 (CAM) 64 鈦金屬料盤 (如圖 1)

**優點：**原子鍵結強、精準性高、變形度低、材料有選



圖 1：銑削 64 鈦金屬料盤

擇性、組織面較為平滑、省人工。

**缺點：**成本高，倒凹部分難以突破機器限制而銑削不完整，機臺、刀具等費用高，花費時間多，銑一床牙架約需 4 小時，排版操作人員須經訓練並累積經驗。

#### 雷射 (SLM) 列印 64 鈦金屬粉末 (如圖 2)

**優點：**因自由度較高，可產出不同的設計或更複雜的形狀，體積小的設計會需要維持一定厚度，列印速度快，產生廢料較少，最省人工。完成精準度高。

**缺點：**成本最高，支撐擺放位置無法避開重要部位，去除支撐費時，金屬後固化及酸洗清潔較麻煩。

#### 銑削 (CAM) 蠟塊再鑄造鈷鉻金屬 (如圖 3)

**優點：**經濟，不需經過後固化處理，減少輕微變形的可能性，節省去除大量支撐的時間。

**缺點：**須額外加上支撐來避免鑄造時的微量變形，蠟塊銑削時間長，且加上鑄造，整體流程費時更長，倒凹部分難以突破機器限制而銑削不完整，材料相對強度較低，若產生鑄巢等鑄造常見問題，導致容易變形或斷裂。

#### DLP 列印光固化漿料蠟再鑄造鈷鉻金屬 (如圖 4)

**優點：**最經濟，自由度高，可產出不同設計或更複雜

的形狀，列印速度快，產生廢料少，花費金額少。

**缺點：**須額外加上支撐來避免鑄造時的微量變形，增加了鑄造後切除支撐時的工作量。鑄造時光固化蠟型難以完全燃燒是最大的困難點，燃燒後較難流出且留下殘渣無法排出，造成鑄造不完整，同樣也有鑄巢等鑄造常見問題。

#### 結論

數位化是現在的趨勢，考慮到各牙技所的設備、人員工作內容設定不同，實際應用上恐怕沒有所謂最好的製程，只有最適合的製程。因為每種製程所花費的時間、人力與材料成本皆相互影響，所以在選擇製程時，需清楚瞭解不同製程的特點，搭配自身工作場所最方便的模式，方能以最合適的製程去最大化的滿足醫師與病患之需求，利用數位化製程達到提升效率與提高品質的結果。臺灣牙技所規模較小，絕大部分牙技所沒有能力購買 SLM 的金屬 3D 列印設備，若以規模經濟而言，相信此製作方式將成為未來 5 年後活動假牙牙架製作的主流。也期望在牙科數位化的路程上，能漸漸發展出更有效率、更經濟實惠的材料與製程，讓牙技師的製作過程更便利快速又省力，也讓醫師和患者在臨床端能有更好的裝戴體驗。■

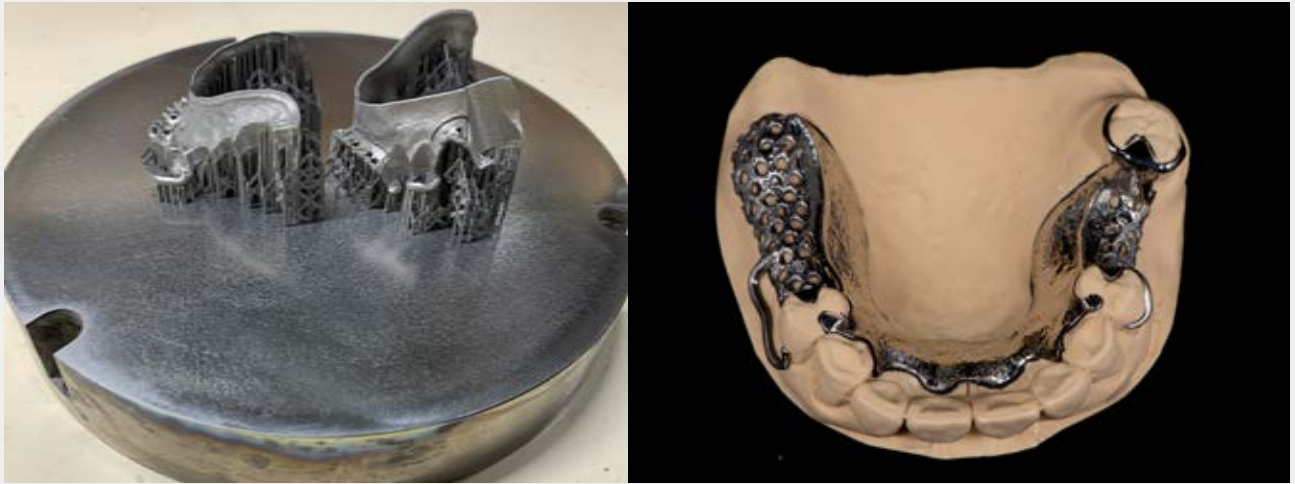


圖 2：雷射列印 64 鈦金屬粉末

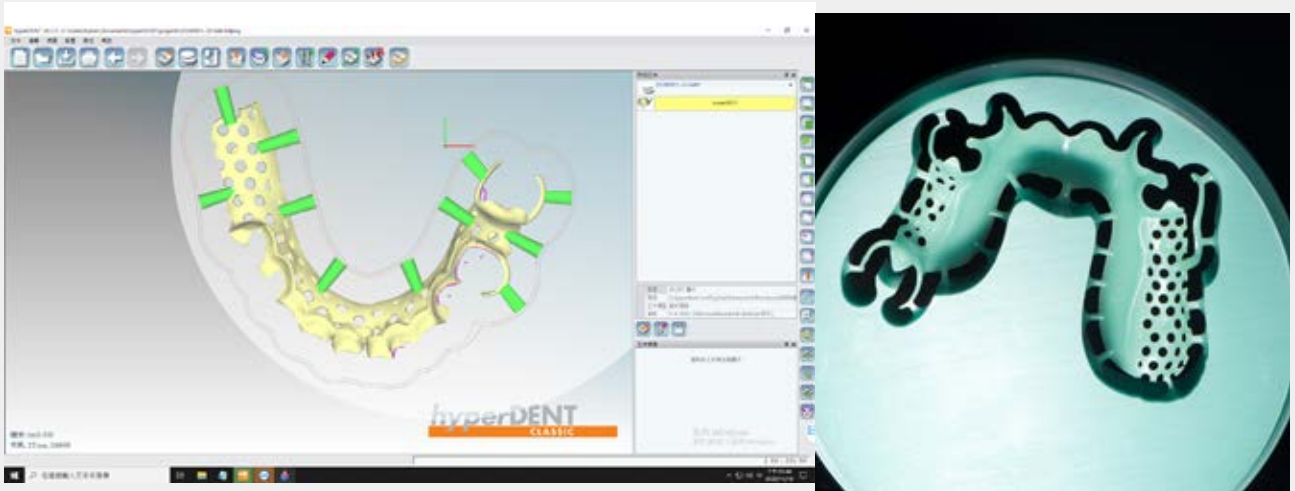


圖 3：銑削蠟塊再鑄造鈷鉻金屬



圖 4：列印光固化漿料蠟再鑄造鈷鉻金屬

## 全台首創 數位行銷領導品牌

專注科技業及製造業資訊共享平台



### 1 活動資訊曝光

進修課程刊登、研討會、展會  
活動等主題性數位行銷曝光

### 2 產品技術曝光

公司新品、新技術  
新代理資訊發佈推廣

### 3 業務資訊推廣

獨立業務資訊專區，可推廣自身所負責產品  
並且使用線上洽談功能媒合商機

### 4 文案行銷建構

新聞稿、專欄、腳本  
標語、企劃案

### 5 品牌形象設計

平面文宣品、產品DM、視覺  
公司LOGO、企業簡報公版

### 6 影音行銷方案

公司形象、產品形象、一般拍攝  
官方活動影片攝影及剪輯

## 新媒體曝光推廣 多元訪談影音趨勢



▲專業團隊採訪拍攝，邁向國際化。





## 3D 列印於數位牙科的應用

■德威國際口腔醫療體系 / 林佳萱 技師

### 前言

牙科數位化盛行多年，從使用口內掃描機（以下簡稱「口掃機」）取得患者口內影像、數位植牙規劃，到製作出假牙或其他牙科輔助工具，新科技的發展不僅為牙醫師、技師以及病患省去大把時間，高精準度的儀器生產製作亦帶給患者更加舒適完善的醫療。

傳統的製程中，利用印模材料以及石膏翻模來模擬患者口內的狀況時，總是要考慮各材料間的膨脹收縮，相互平衡才能達到完美的精準度。數位取模則是使用口掃機，無論是藉由拍照疊圖或者攝影的原理均能一比一忠實呈現口內環境，加上成熟的 3D 列印技術，補足傳統製程難以避免的人為誤差，所製作出的成品更臻完美。

### 數位模型在牙科設計的應用

數位模型在牙科的應用範圍相當廣。配合 3D 列印，不僅可以完全取代傳統以石膏作為模型的製程（以牙

冠、牙橋等贗復體為例，如蠟雕刻牙型、金屬鑄造、燒附陶瓷等多項工序皆可使用數位模型及設計軟體來完成，甚至達到更佳的效果）；而數位設計在隱形矯正、微笑曲線、手術導引板等需要模擬口內實境變化的製作上，其方便性及準確度更是石膏模型無可比擬的，加上有了即時畫面輔助，醫師和病患之間的溝通得以順暢無阻，達到以往所不能及的快速和精準。如圖 1 為微笑曲線設計的前後對比，微笑曲線為一種治療計畫。技師可根據患者所需的微笑制定高度美觀的贗復計畫。透過數位軟體的輔助，患者可即時看到術後的模擬，以利後續治療的進行。

### 數位取模的工作流程

牙科數位模型的取得方式一般來說可分為兩種。一是使用印模材印模後轉印成石膏模型，再利用掃描機將石膏模型轉換成數位檔案進行後續的製作（圖 2）；雖然是偏向傳統的方式，但在某些口內死角多，或是需要軟組織加壓後取模的病人身上，印模這個步驟還



圖 1：微笑曲線設計的前後對比

是有其方便性。另一種則是使用口掃機直接將口內影像轉換成數位模型，在一些以硬組織型態為主的案例上，像是牙冠、牙橋、或嵌體等，這樣的做法簡化了印模的步驟，降低材料轉換的誤差外，也讓資料的傳送更加簡單、有效率。

#### 使用口掃機進行掃描的步驟

- step 1：建立訂單；
- step 2：掃描（主要模型→對咬牙→取咬合）；
- step 3：檢查、傳送；
- step 4：數位設計；
- step 5：加工製造；
- step 6：裝戴。

### 3D 列印技術用於牙科案例

若數位模型是牙科數位化的第一步，那麼 3D 列印就是將牙科數位設計的概念具象化成產品呈現的關鍵。

#### 數位模型的列印

有了數位模型以及設計軟體，下一個重要步驟便是製造出成品。目前數位設計牙冠、牙橋、貼片等復體多使用切削的加工方式。

雖然使用數位模型不需要製作出實體模型即可完成復體的製作，但在某些較複雜的案例中（多顆前牙或

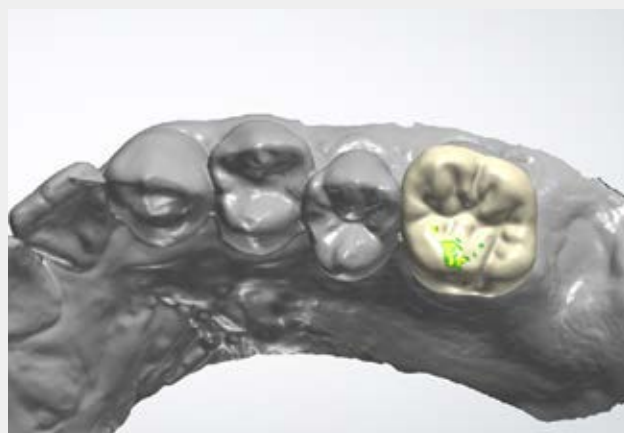


圖 2：嵌體的設計及咬點分布

是較小的嵌體），不少醫師仍希望先將數位檔案列印成實體模型（如圖 3、4），由技師先進行口外的試戴，確認置入途徑及邊緣密合度後，再交由臨床端進行後續的完成工作。有了這個重複確認的動作，可確保醫師進行的療程更加順暢。

#### 手術導引板的製作

在人工植牙方面，取得患者鼻翼到下巴區段的電腦斷層掃描影像，與數位模型一同輸入設計軟體中，重建患者面部的三維模型（包含外部的型態及內部的解剖構造），接著在軟體中進行手術規劃、模擬植體位置（圖 5），確認設計後即可輸出手術導引板（圖 6），輔助醫師進行植牙手術。

#### 隱形矯正

3D 列印在牙科中亦可應用於隱形牙套的列印。以前在製作過程中，醫師和技師往往需要來回修改、調整，才能完成令人滿意的治療，相當耗時。現在使用數位模型與矯正軟體，我們可以用模擬影像直接與患者解釋治療過程，討論預期的效果，配合快速精準的 3D 列印技術列印出客製化的透明隱形牙套，患者只需按照治療計畫配戴及更換牙套，即可達到矯正效果。



圖 3：前牙貼片

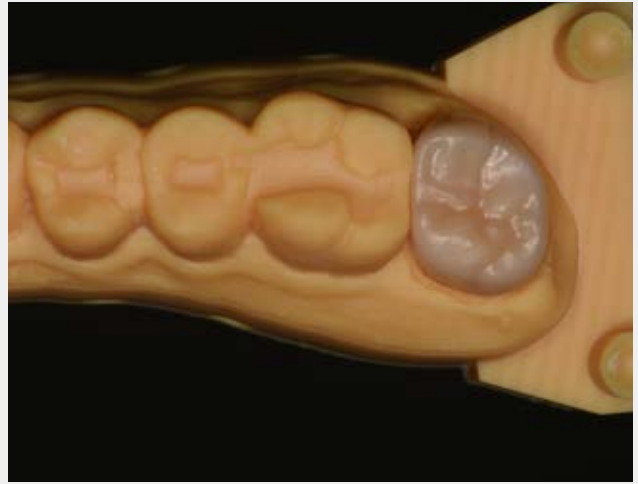


圖 4：數位檔案轉化成列印實體模型後試戴

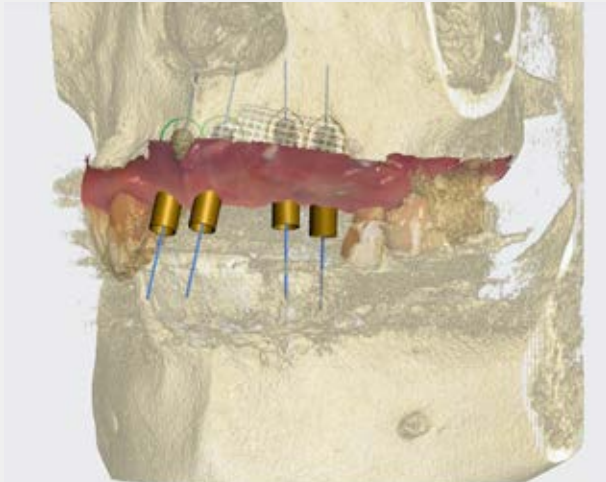


圖 5：進行植牙規劃

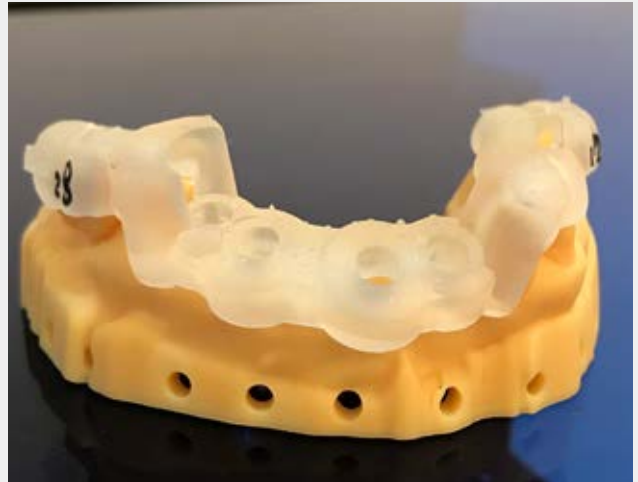


圖 6：手術導引版及 3D 列印模型之成品

### 3D 列印於牙科未來的發展趨勢

目前廣復牙科的最終產品中，數量佔最多數的當屬牙冠、牙橋。無論是臨時的樹脂假牙還是正式的全瓷冠，在數位牙科的製程中，這些多是採用 CAM 的方式，以減法的原理將料塊切削成型。這樣的方式雖然發展完整，加工速度也相當快，但在製作的過程中，不免因為切削這動作產出不少廢料。如今，3D 列印這種積層製造的技術發展越來越成熟，假牙的製造也不再讓切削機器專美於前，相信不久後 3D 列印的全瓷冠便能普及化，提供患者更多元的選擇。■



# 2021 新會員雜誌訂閱方案



## 【SMART Molding】雜誌介紹 |

全球華人最專業的模具與成型技術雜誌(ACMT會員月刊)

ACMT協會於2017年3月發行了《CAE模具成型技術雜誌》，將這些技術介紹與交流想法寫進雜誌，將之保存記錄下來，至今已發行40期。於2020年7月份將改版為《模具與成型智慧工廠雜誌》(SMART Molding Magazine)雜誌主題專注在報導射出成型產業相關之最新材料、技術、設備，以及應用案例等相關議題，並同步發行於臺灣、大陸、東南亞等地區。

**四大特色**

1. 每期挑選技術重點做主題報導
2. 專業顧問深入淺出講解
3. 產業界最新先進技術介紹
4. 報導企業競爭力特色



會員種類 會員權益	網路會員	普卡會員	銀卡會員	金卡會員
	免費	定價:NT\$360/年 優惠價:NT\$300/年	定價:NT\$3,600/年 優惠價:NT\$3,000/年	定價:NT\$3,960/年 優惠價:NT\$3,000/年
· 活動訊息電子報	✓	✓	✓	✓
· 閱讀電子雜誌	✓ (部分開放閱讀)	✓		✓
· 收到紙本雜誌			✓	✓
· 課程活動優惠 (限ACMT特定活動)		95折	92折	9折

### 會員訂閱資訊(請勾選填寫)

方案勾選	<input type="checkbox"/> 網路會員免費 <input type="checkbox"/> 普卡會員:NT\$300/年 <input type="checkbox"/> 銀卡會員:NT\$3,000/年 <input type="checkbox"/> 金卡會員:NT\$3,000/年		
收件者姓名	E-mail		
電話	(手機)	(公司)	
收件地址	□□□		
公司名稱	部門名稱		
統一編號	職務名稱		
備註	會員確認簽名: _____ 日期: _____		

### 付款方式 (ATM轉帳)

戶名:型創科技顧問股份有限公司

銀行名稱:台灣銀行板新分行 / 銀行代號: 004 / 銀行帳號:243-0010-10583

備註:1、匯款後請註明或來電告知帳號後5碼。2、匯費須自付手續匯費。

※【SMART Molding】雜誌是由ACMT協會發行,委託型創科技顧問(股)公司出版製作及訂閱等服務。  
※ACMT 協會保留變更及終止之權利

IT與OT X 設計解析 X 生產應用 X 檢測技術與其他應用

# 模具與成型智慧工廠 2021技術研討會

3/24 ㊟ 台中、3/31 ㊟ 高雄

## 熱烈報名中!

ACMT菁英會員/SMART Molding金卡會員免費



### 主會場

- 智造新未來 – 模具、生產與檢測
- 塑膠射出工廠的數位轉型佈局
- ACMT射出機聯網相容性計劃(ACMT)
- 智慧射出成型最新發展與未來趨勢
- 工業4.0時代智慧製造之數位分身與T0量產

### 第一分會場

## 智慧設計

### 第二分會場

## 智慧生產

### 第三分會場

## 智慧檢測

更多關於研討會事宜,歡迎來電洽詢!

諮詢: 簡小姐Sylvia Jian

傳真:+886-2-89690410

電話:+886-2-89690409#232

E-mail:sylvia.jian@caemolding.org





Sodick

# 新世代電子束(EBM)加工技術 發表應用說明會與測試體驗



主辦單位: 型創科技顧問公司

協辦單位: ACMT協會

活動名稱	新世代電子束(EBM)加工技術發表應用說明會與測試體驗
主辦單位	型創科技顧問公司(minnotec)
協辦單位	ACMT電腦輔助成型技術交流協會
會議日期	詳細日期請至QR內查閱
會議地點	中原大學智慧製造研發中心-中原大學知行領航館
會議費用	NT\$1,800 (ACMT菁英會員免費參加!!【每間單位限制兩位參加】)

## 使用EBM電子束加工特點

- 表面改質3~5 $\mu$ m
- 提升耐腐蝕性和脫模性
- 提升模具壽命去除生鏽
- 提升表面光潔度

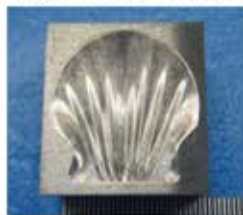
### 卓越的耐用性

放置於大氣環境, 經過1年後, 比較生鏽情況



### 貝殼形狀加工

提高表面光度, 節省手工拋光時間



### 瓶口精加工

短時間內可加工複雜的形狀, 大幅減少加工時間



廣告編號 2021-02-A15

更多關於【新世代電子束(EBM)加工技術發表會 操作和應用說明】事宜, 歡迎來電洽詢!  
黃小姐(Ariel) 電話: +886-2-8969-0409#25 E-mail: ariel.huang@minnotec.com4

### 【3D列印技術在數位牙科的研發與應用】



主編：江卓培 教授(臺北科技大學)

- 生醫用陶瓷三維列印技術開發
- 通過FDA認證的牙科3D列印牙材介紹
- 3D列印數位牙科材料應用
- 數位化牙科時代來臨，Formlabs 3D列印帶您共創雙贏



### 3D列印數位牙材的研發 | 3D列印數位牙材應用



隨著高齡化與少子化社會的來臨，牙齒保健與功能修復成為我們維持營養吸收與社交的重要一環，各國對於數位牙技的技術日漸重視，並投入經費進行相關技術的開發，期望能快速、準確、環保、生物相容，並有效的完成人們各式各樣的客製化牙體之需求，因此，數位牙技4.0應運而生。

數位牙技4.0包含了數位掃描與建模、數位材料、數位製造與數位診療等四大方向。本期雜誌以此為主題，帶領各位讀者一覽3D列印技術在數位牙科的研發與應用。