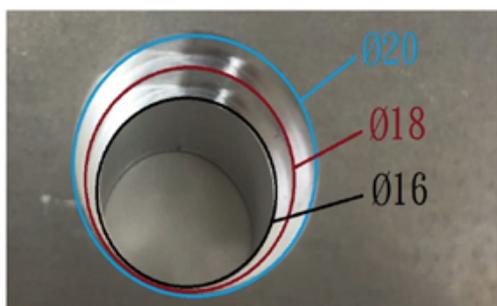


### 【智慧製造的發展與應用】



專題主編：魏福勝 ACMT印尼分會 會長

- AMR智慧整合 移動商機起飛
- 利用振動訊號預測CNC工具機螺桿故障
- 機器學習應用於CNC工具機溫升熱變形補償
- 第60招、體積收縮率與翹曲變形【設計觀念篇】
- 三大金屬粉末成型技術的現況和未來



### 專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

#### 專題報導

- AMR智慧整合 移動商機起飛
- 利用振動訊號預測CNC工具機螺桿故障
- 機器學習應用於CNC工具機溫升熱變形補償

#### 科技新知

- 流量測量與流量監測，實現極致的工藝穩定性
- 可持續發展：新一代電動自行車助力綠色出行
- 塑膠射出製程大解密——上集

#### 顧問專欄

- 第60招、體積收縮率與翹曲變形【設計觀念篇】
- 三大金屬粉末成型技術的現況和未來
- 談判心理戰術之「一致篇」

#### 產業訊息

- 乾冰清洗機在模具上的應用
- 奈米顆粒噴射(NPJ)金屬3D列印



### 從功能型射出機，邁向智慧型射出機

SMB智慧機上盒/塑膠製品業**第一名**

9件專利認證



聯網化

- ✓ 連結【機台數據】
- ✓ 全面提高工廠數據即時性與正確率

可視化

- ✓ 解析【關鍵數據】
- ✓ 提高生產效率

透明化

- ✓ 精煉【核心數據】
- ✓ 降低管理成本
- ✓ 簡化生產流程

#### 生產管理 (機台聯網)



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

#### 製程管理 (數據管理)



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

#### 品質管理



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

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

廣告編號 2022-01-A01

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

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

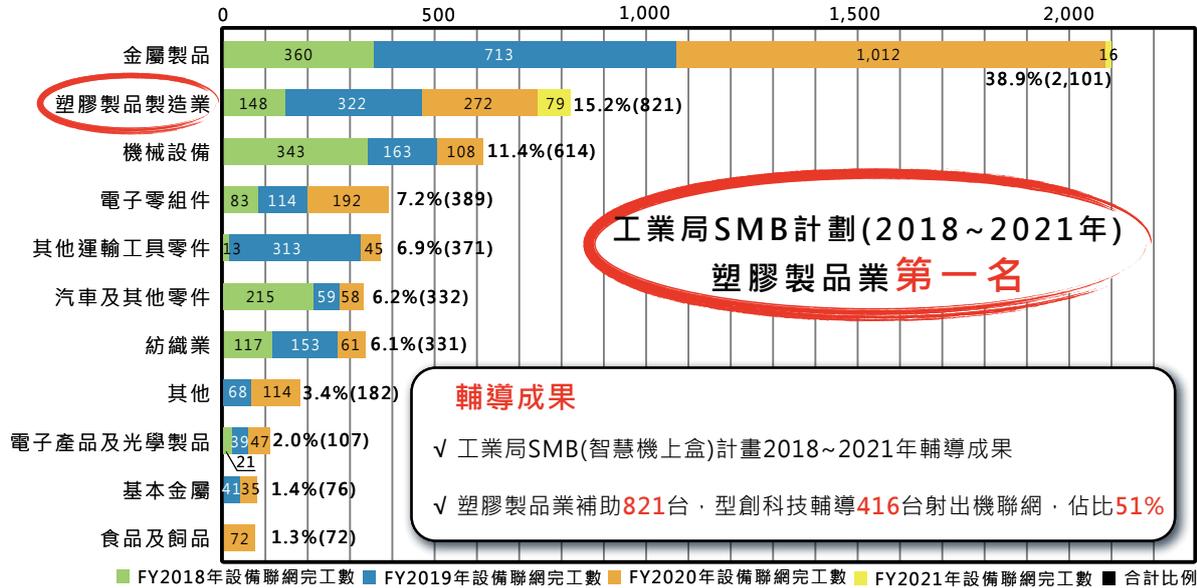
台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/iom





工業局SMB計劃(2018~2021年)  
塑膠製品業第一名

**輔導成果**

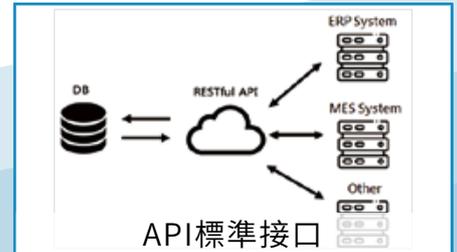
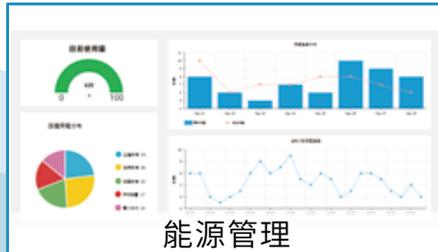
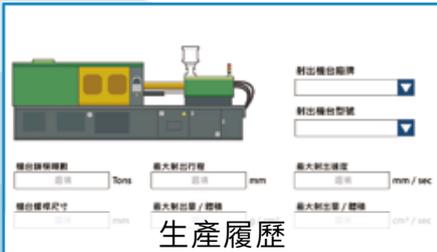
- ✓ 工業局SMB(智慧機上盒)計畫2018~2021年輔導成果
- ✓ 塑膠製品業補助821台，型創科技輔導416台射出機聯網，佔比51%

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

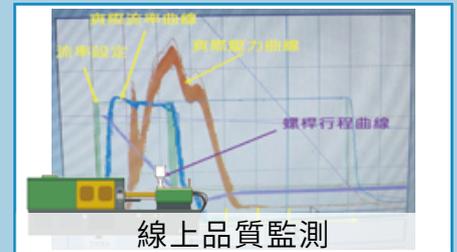
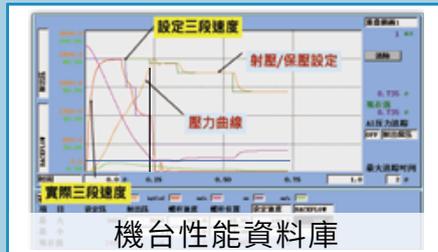
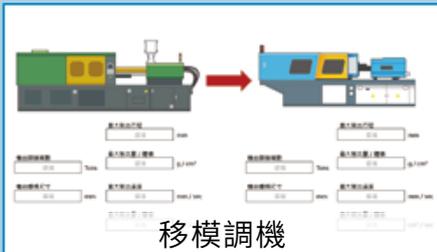
▶ IoM 生產管理(機台聯網)



▶ DoM 製程管理(數據管理)



▶ QoM 品質管理



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

廣告編號 2022-01-A02

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

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/iom



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

編輯部  
總編輯 劉文斌 Webin Liu  
執行主編 許正明 Billy Hsu  
設計排版 許正明 Billy Hsu

行政部  
行政支援 林靜宜 Ellie Lin  
封旺弟 Kitty Feng  
劉香伶 Lynn Liu  
范馨予 Nina Fan  
陳汝擘 Sharon Chen  
陳柏綦 Jean Chen  
陳俞靜 Sara Chen

技術部  
技術支援 唐兆璋 Steve Tang 簡辰峰 Jerry Jian  
張仁安 Angus Chang 邱薇臻 Vita Chiu  
楊崇邠 Benson Yang 方文彥 Wayne Fang  
李志豪 Terry Li 游子萱 Clara Yu  
劉岩 Yvan Liu 陳品維 Ryan Chen  
張林林 Kelly Zhang 詹汶霖 William Zhan  
羅子洪 Colin Luo 石明權 Henry Shih  
王海滔 Walk Wang 黃昱晴 Ariel Huang  
羅偉航 Robbin Luo 陳松筠 Rick Chen  
邵夢林 Liam Shao  
周詩芳 Mick Chou  
黃煒翔 Peter Huang  
劉家孜 Alice Liu  
彭楷傑 Eason Peng  
廖士賢 Leo liao

專題報導  
專題主編 魏福勝  
特別感謝 達明機器人、中原大學智慧製造中心、科盛科技、  
威猛集團、安科羅、龍成塑膠、型創科技、林秀春、邱耀弘、  
林宜璟

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)

※【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

# MIZUKEN®

## 多功能模具水路清洗機

### 多機能金型冷卻管洗淨機



功能說明 ▶  
機能說明



廣東水研智能設備有限公司

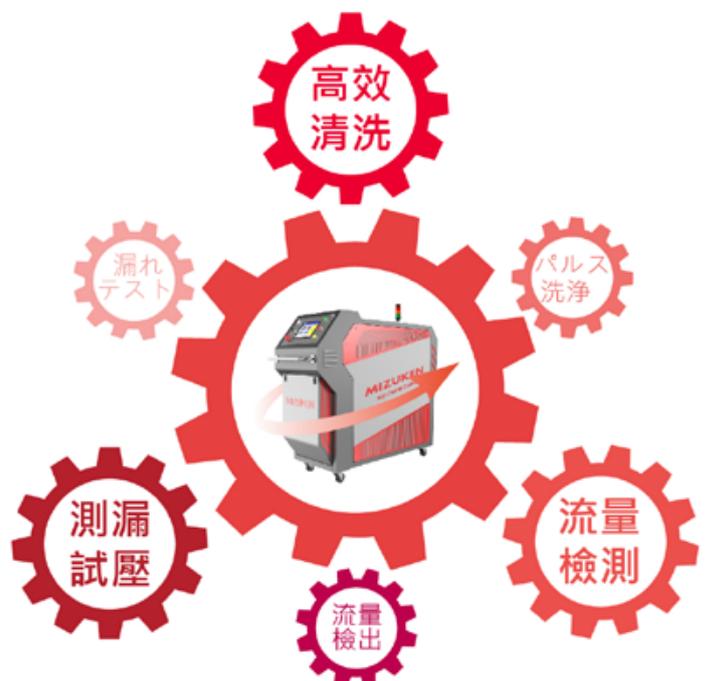
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

地址：廣東省東莞市虎門鎮雅瑤工業二路1號

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

郵件：joinhung@gmail.com

網址：www.mizuken.com.cn



廣告編號 2022-02-A03

TEL +886-938009549

## 廣告索引



型創 AIoM 智慧型射出機聯網方案 ---	P2(A01)
型創 AIoM 智慧型射出機聯網方案 ---	P3(A02)
水研 -----	P5(A03)
ARBURG -----	P9(A04)
ACMT 射出機聯網相容性計畫 -----	P17(A05)
科盛科技 -----	P23(A06)
數位版雜誌宣傳 -----	P35(A07)
型創 EoM 電力監測與節能解決方案 -A	P45(A08)
型創 EoM 電力監測與節能解決方案 -B	P53(A09)
型創 AToM 先進模具與成型技術 -----	P57(A10)
型創 TZoM 模具「T 零量產」顧問輔導	P61(A11)

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.044 2020/12  
www.smartmolding.com

**SMART Molding Magazine** 模具與成型智慧工廠雜誌  
ACMT SMART Molding Magazine

**【AI虛實整合：工業4.0時代的數位分身】**

專題主編：張國強 博士  
 高階工業工程師、台灣製造業協會理事  
 40餘年工業界、學術界及政府機關經驗  
 專長：智慧工廠、工業4.0、數位分身、  
 智慧製造、工業互聯網、  
 智慧工廠、智慧製造、工業4.0、數位分身

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 智慧工廠、工業4.0、數位分身  
 “工業4.0”與“工業互聯網”的關聯性  
 智慧製造與工業4.0的關聯性

**科技新知**  
 智慧工廠、工業4.0、數位分身  
 智慧製造與工業4.0的關聯性  
 智慧製造與工業4.0的關聯性

**產業訊息**  
 智慧工廠、工業4.0、數位分身  
 智慧製造與工業4.0的關聯性  
 智慧製造與工業4.0的關聯性

**顧問專欄**  
 智慧工廠、工業4.0、數位分身  
 智慧製造與工業4.0的關聯性  
 智慧製造與工業4.0的關聯性

ACMT 模具與成型雜誌 No.045 2020/11  
www.smartmolding.com

**SMART Molding Magazine** 模具與成型智慧工廠雜誌  
ACMT SMART Molding Magazine

**【模具成型產業的最新光學技術與應用】**

專題主編：陳俊毅 教授  
 TPU 3D打印光學設計專家  
 以光學原理為基礎，結合材料科學與光學技術  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用

**科技新知**  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用

**產業訊息**  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用

**顧問專欄**  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用  
 光學原理與光學技術在光學工程中的應用

ACMT 模具與成型雜誌 No.046 2020/10  
www.smartmolding.com

**SMART Molding Magazine** 模具與成型智慧工廠雜誌  
ACMT SMART Molding Magazine

**【LSR射出成型的產業應用與發展趨勢】**

專題主編：曾豐昌 教授  
 LSR之材料特性與成型技術  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 LSR之材料特性與成型技術  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**科技新知**  
 LSR之材料特性與成型技術  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**產業訊息**  
 LSR之材料特性與成型技術  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**顧問專欄**  
 LSR之材料特性與成型技術  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

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.043 2020/09  
www.smartmolding.com

**SMART Molding Magazine** 模具與成型智慧工廠雜誌  
ACMT SMART Molding Magazine

**【特殊高性能材料之介紹與相關應用技術】**

專題主編：劉文斌 技術總監  
 塑膠材料技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 塑膠材料技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**科技新知**  
 塑膠材料技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**產業訊息**  
 塑膠材料技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**顧問專欄**  
 塑膠材料技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

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：詹光輝 ACMT副社長  
 模具與成型技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 模具與成型技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**科技新知**  
 模具與成型技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**產業訊息**  
 模具與成型技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**顧問專欄**  
 模具與成型技術專家  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

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：黃冠財 副教授  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

**專題報導**  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**科技新知**  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**產業訊息**  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流

**顧問專欄**  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流  
 高階的學術與工業界之溝通與交流



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

## 專題報導 In-depth Coverage

12 AMR 智慧整合 移動商機起飛

14 利用振動訊號預測 CNC 工具機螺桿故障

18 機器學習應用於 CNC 工具機溫升熱變形補償

## 科技新知 Technology showcase

24 布達佩斯科技經濟大學利用 Moldex3D 縮短 80% 冷卻時間

28 流量測量與流量監測，實現極致的工藝穩定性

30 可持續發展：新一代電動自行車助力綠色出行

32 塑膠射出製程大解密——上集

## 顧問專欄 What experts say

36 第 60 招、體積收縮率與翹曲變形【設計觀念篇】

40 三大金屬粉末成型技術的現況和未來

46 不能改變事實就換個說法！——談判心理戰術之「一致篇」

## 產業訊息 Industry News

54 乾冰清洗機在模具上的應用

58 奈米顆粒噴射 (NPJ) 金屬 3D 列印



新登場!

數位版雜誌上線!  
隨時隨地都能閱讀!

The image shows a digital magazine cover displayed on a tablet and a smartphone. The cover features various articles and images related to mold technology. A QR code is positioned to the right of the devices, and a yellow banner with the text '新登場!' (New Arrival!) is in the top right corner. Below the QR code, the text '數位版雜誌上線! 隨時隨地都能閱讀!' (Digital magazine online! Read anytime, anywhere!) is displayed.

快速  
強勢品牌  
節約資源  
轉變觀念  
循環經濟  
環保材料  
回收

WIR SIND DA.

現在，請您轉變觀念，與我們攜手同行。我們可以因應包裝製造業的各種發展變化；不僅僅是速度快，還能節約資源，並保護環境，更為您的產品打造品牌優勢，這就是我們的 ALLROUNDER。邁向未來，攜手 ARBURG (阿博格)。  
[www.arburg.com/info/packaging](http://www.arburg.com/info/packaging)

**ARBURG**

阿博格



## 魏福勝 ACMT 印尼分會 會長

### 現職

- 中原大學機械工程學系 助理教授
- ACMT 印尼分會 會長

### 經歷

- 教育部菁英來臺留學辦公室

### 專長

- 智慧製造、工業 4.0 應用
- 人工智慧、物聯網、大數據分析

## 智慧製造的發展與應用

近年來，重大國家都在重視製造業轉型升級，製造業數位化、網路化、智慧化引起社會關注。學術和企業研究人員已經開發出兩種範式來描述製造業與先進資訊 / 網路技術的深度融合：智慧製造 (Smart Manufacturing / Intelligent Manufacturing)。

智慧製造的演進可以分為三個階段。第一階段，2000 年之前是數位製造——使用電腦支持機器和系統級操作，並使用一些決策樹專家系統。第二階段，2000 年之後是智慧製造，通過改進的數位模型，數位製造利用網路來適應動態環境和客戶需求。第三階段是 2020 年後的下一代智慧製造，利用機器學習 (Machine Learning)、大數據和物聯網來更好地整合人機系統。

智慧製造平臺可以整合跨越工廠、中心、企業和整個供應鏈的設計、產品、運營和業務系統。虛實整合系統 (Cyber-Physical System)、物聯網、傳感器和通信技術的應用，可以在製造的各個層面和階段擷取數據。此外，利用數據領域可幫助製造企業更好地預測和維護生產過程和系統，進而提高生產力。

智慧製造自動化執行製造功能，就好像熟練的人正在執行任務一樣。智慧製造系統利用人工智慧 (Artificial Intelligence) 技術來減少人類對製造運營和系統的參與和干涉。智慧製造將製造流程和系統與不同程度的機器智慧相結合，包括人工智慧支持的系統和人工智慧集成的系統。智慧製造的目標是通過整合先進的資訊技術、計算能力和人工智慧，在本地或全球建立自適應製造運營和系統。從數據驅動的智慧角度來看，智慧製造依賴於即時蒐集、分配、分析和利用來自工廠和整個產品生命週期的人、機器和流程的實時數據。智慧製造是製造中不同系統級別的人 - 網絡 - 實體系統的設計、構建和應用的組織原則。先進資訊技術使智慧製造能夠從數位製造向網路化製造發展，並朝著下一代邁進。

智慧製造系統應具備以下特點：

- 「適應」，是最重要的特徵之一，是在不影響目標的情況下適應動態環境的能力。
- 「自動化維護」，是在沒有人工干涉的情況下識別錯誤 / 故障並採取糾正措施的能力。
- 「學習和自我進步」，是智慧製造系統的一個關鍵特徵，是基於不斷更新的知識庫來改進系統的能力。這也



可以通過對現有知識進行試驗並評估其性能來觸發。

- **「自主性」**，是一種獨立性，是一種無需他人支持即可實現其目標的能力。
- **「通訊」** 允許子系統或組件通過生產報告、指示命令和啟動運營來進行合作。
- **「預測能力」**，是預測變化及其對系統性能的相關影響的能力。
- **「目標尋求」**，是根據任務和系統當前狀態創建、改進和更新目標的能力。
- **「創造力」**，是對智慧製造系統將創造新的理論、原則、預測等的期望。這種能力需要與系統組件的交互，以及高度的自主性。

下一代智慧製造是以人 - 網絡 - 實體系統為概念的數位化 - 網路化 - 智慧製造。下一代智慧製造考慮最新人工智慧技術與先進製造技術的深度融合。下一代智慧製造系統最基本特點是為網路系統增加強大的認知和學習能力，以提高學習能力和產生知識。為了提高製造系統的智慧化，應同時開發傳感、數位對映 (Digital Twin)、虛實整合系統 (Cyber-Physical System)、知識工程和深度學習等關鍵技術，以使其採用更加穩健、適應性、經濟和可持續。人與智慧機器之間應該有深度的融合與合作，而不是僅僅用機器代替人。■



## AMR 智慧整合 移動商機起飛

■達明機器人

### 前言

工業自動化的自動運輸需求不斷攀升，AGV (Automated Guided Vehicle) 自動導引車行之有年，廣泛運用在工廠和倉庫中，負責物料的裝載、卸載、移動、儲存和運送。隨著工業 4.0 時代來臨，智慧工廠需要更具彈性且快速導入的應用，於是出現以機械手臂結合自動導航搬運車的自主移動機器人 (AMR-Autonomous Mobile Robot)。

### 整合手、眼、腦、腳的智慧設備——AMR

AMR 是以機械手臂結合自動導引車，可使機械手臂具備自主移動能力，無限擴大工作範圍，加工或存取動作不再侷限於單一工作站。多部 AMR 在生產線來回穿梭進行多站工作，可大幅提升工作效率，適用於智慧製造少量多樣化的產線。AMR 所搭載的機械手臂關乎使用彈性，如內建視覺的達明協作機器人的 AMR，以機械手臂結合自動搬運車、機器視覺及電腦系統，等同於整合手、眼、腦、腳的智慧機械設備，為使用

者帶來高彈性有效率的解決方案。

當 AMR 使用達明機器人導入製造業等應用時，內建智慧視覺的「眼睛」能彌補自動導引車的行走誤差，並精準定位進行快速的取放任務，提高生產稼動率，無須額外整合視覺，降低整合的時間與費用。視覺定位檢測可透過 TM Landmark 快速複製，以臺灣半導體產業某客戶為例，廠內單層有 10 臺 AMR，需對應 108 個設備存取點 (loadport/stocker/E-rack)，手動教導點位需 24 個工作天，但是透過 TM 獨家專利 TM Landmark——跨手臂點位共用套件，快速複製點位，只需要 1 個工作天即可快速完成 108 個 loadport 的設定，效率提升數十倍，後續的站點維護也可大幅縮短時間。除此之外，當產線面臨人為的碰撞，或是天災地震的侵襲，皆可透過視覺定位檢測，快速恢復原先設定，避免長時間停機停線。以及當產線有變動時（例如：擴線 / 移線，製程設備更動），可達成快速部署，大幅度增加導入彈性與設備可利用率。



**圖 1：透過 TM 獨家專利 TM Landmark ——跨手臂點位共用套件，快速複製點位，只需要 1 個工作天即可快速完成 108 個 loadport 的設定，效率提升數十倍**

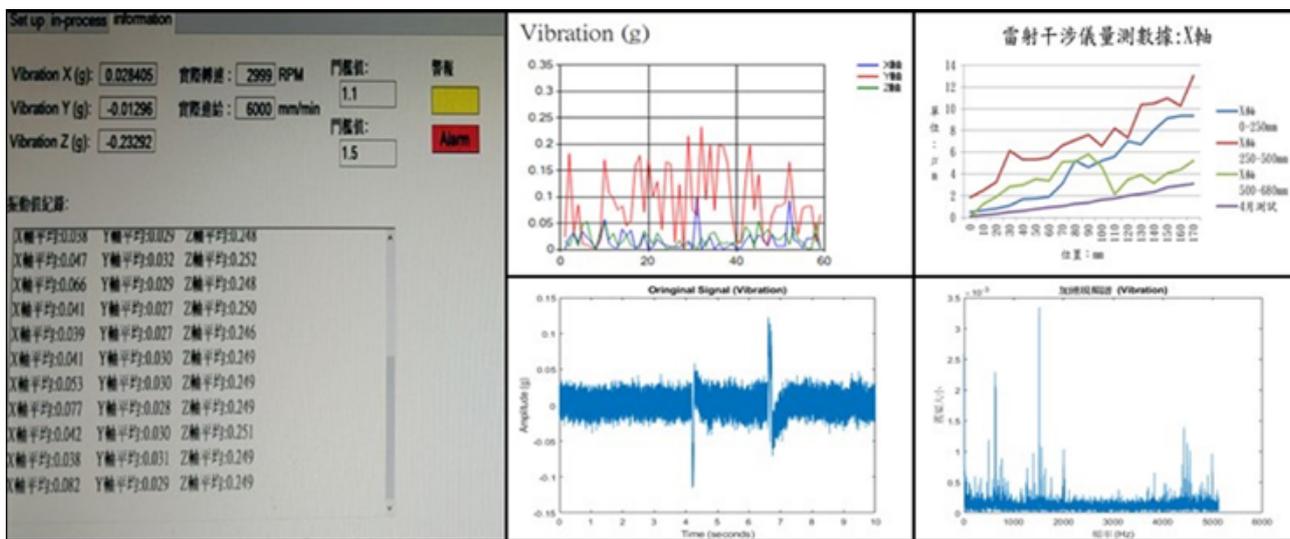
除了半導體大廠之外，臺灣知名航太產業龍頭的漢翔航空工業也積極導入 AMR 使用達明機器人的案例，除了複合材料零組件塗膠製程，及發動機零組件刻字檢測自動化之外，也使用多臺 AMR 進行大範圍廠區內材料的運送，以往人力從揀料到運送到工站，需耗費數十分鐘到一小時之久，透過 AMR 只需事先規劃送料排程產線上線前即可預先送達。除了「眼睛」之外，AMR 結合「大腦」也就是連接公司生產管理控制系統，可結合工單生產管理，確保不會有缺料的情形，除了定時派車運送產線材料之外，若是個別工站緊急調料，亦可透過平板電腦臨時下單派車補料，充分達成生產線各種需求。

AMR 在 2018 年的市場規模約為 2.6 億美元，而 2025 年將以 15.85% 的複合成長率成長至 7.4 億。倉儲與製造業生產線，是工業用 AMR 主要使用的區域。隨著物聯網、工業大數據分析應用等技術，正在翻轉供應鏈和物流之間的關係，在倉庫裡建立 AMR 為製造業之趨勢，透過 AMR 讓撿貨員能夠順利將物品運送到不同工站，取代以人力運送的方式，AMR 也是工業 4.0 下彈性製造的最佳代表。

## 結語

近兩年 COVID-19 疫情衝擊全球經濟，間接催化機器人技術與市場的快速發展。蓬勃發展的 AMR，是整合手、眼、腦、腳的智慧機械設備，與傳統的 AGV 相比，能做到精準定位上下貨、環境監測等工作，多元彈性的應用模式，大幅提升 AMR 的應用價值，除了製造業，未來不同產業也能看到 AMR 的身影，如醫院照護、環境清潔、餐飲業、倉儲物流業、零售通路業等。

■



## 利用振動訊號預測 CNC 工具機螺桿故障

■ 中原大學智慧製造中心

### 背景

在現代工業生產中，各種機械設備長期在高速、高溫、高壓、重負荷等惡劣條件下運行，其性能必然產生老化，導致設備故障。因此，機械旋轉部件的故障預測研究對於降低停機時間、保證產品品質、建立預防保養機制，提高生產效率有著極為重要的意義。一臺良好機臺，運轉初期，振動、聲音、溫度皆處於最佳狀態，隨著機件磨損或其他外在因素影響，異常徵兆隨即逐漸產生。近年來發展出依狀況基準的維修方式，藉由檢測儀器診斷設備運轉狀況，再執行必要之保養方式，稱為預知保養。此預知保養方式可提高維修效率，減少突發性異常停機損失，提供維護決策，降低減少維修保養費用。

技術診斷的經濟效益：(1) 經濟效益主要表現在減少事故、降低維修費用、減少維修時間、增加執行時間。據日本統計，在採用診斷技術後事故率減少 75%，維修費降低 25% ~ 50%。(2) 使用數值模擬方法，規

劃最佳保養策略，以提升設備維護保養成效。因設備發生故障時才進行更換，則會使正在執行中的作業停止，更會造成各相關作業、生產成本的增加。(3) 在已知機器設備之運作壽命分配下，利用軟體分析數值積分與運算程式，尋找最適當保養週期，以期達到總期望成本最小化之目標。

### 研究方法

故障診斷分析主要有訊號特徵擷取與診斷演算法的建立，包含頻域 (Frequency domain) 與時域 (Time domain) 為基礎診斷的二種方法。振動訊號圖 - 時間波形是以振幅對時間為座標的方式來表現振動訊號。透過傅立葉的想法，為使振動訊號變成較易診斷的訊號，而發展出將時間波形訊號經過快速傅立葉轉換 (FFT) 形成頻譜。

本研究的資料分析故障診斷演算法實作項目可分成下列三大部份：

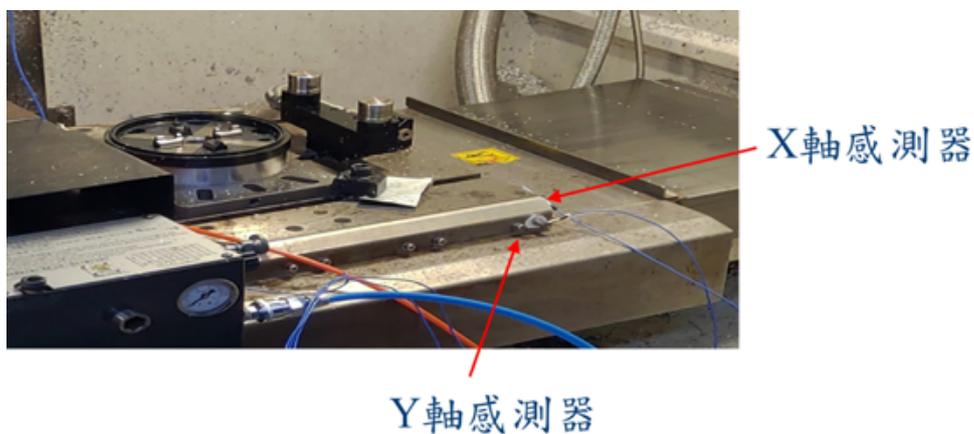


圖 1：安裝加速規位置及量測振動

- **傅立葉轉換與分析：**轉換頻率與振幅特徵，包含最大振幅、元件頻率等；
- **特徵統計與分析：**透過特徵統計來計算時域訊號與頻域訊號，包含中位數、分位數、百分率等；
- **數學計算與分析：**透過數學計算出均值或趨勢線斜率。

實驗採用 YTM-763 立式綜合切削中心機、PCB 振動加速規及 DAQ。CNC 平臺上安裝加速規位置及量測振動如圖 1。X 軸和 Y 軸螺桿分為 3 個區域如圖 2，將測請區分為 6 區塊。

## 實驗與驗證結果

除了診斷振動方法外，還必須有完善的診斷介面才能算是一個完整的振動監控系統。診斷人機介面，可分為「機臺連線設定」、「參數設定」與「振動監控」三部份。

第一部份，機臺連線設定主要是進行與控制器連線設定，包括控制器的 IP 與 port。此外，由於本系統可記錄切削訊號以提供後續參數優化，而現今工廠都有許多機臺同時進行，建立機臺 ID 可讓每次記錄的切削訊號能同時記下 ID，方便後續資料分析及後續作業

決策。  
第二部分，參數設定可輸入取樣頻率，取樣頻率與系統每秒擷取的取樣數目多寡有關，以及系統開始偵測的時間。

第三部分是顯示振動量，當操作人員按下測請後，介面會即時顯示三軸的振動訊號，並將振動訊號即時做快速傅立葉轉換，將振動記錄供後續系統振動判斷使用。

振動監控系統人機介面如圖 3 所示，可分成四個區域：第 1 區塊分別為 X、Y、Z 軸即時振動值顯示區；第 2 區塊為振動值紀錄，從這值也可看振動的趨勢；第 3 區塊為門檻值設定，門檻值分別「警告（Warning，黃色）」與「警報（Alarm，紅色）」；第 4 區塊為診斷區，若偵測到該振動條件在大於警告門檻值，會亮黃燈警示代表有磨耗但還可以續用；若磨耗更嚴重並振動值大於警報門檻值，會亮紅燈警示並建議進行後續保養或維修。

圖 4 為機臺使用 2418 小時量測記錄結果，來顯示 X 軸螺桿各區塊振動狀況。從圖 4 可看出左區與右區時

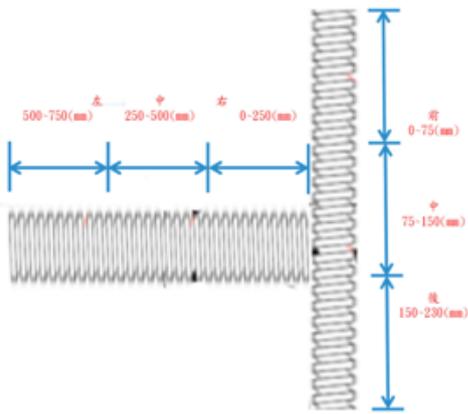


圖 2：XY 軸螺桿分區量測



圖 3：偵測振動人機介面

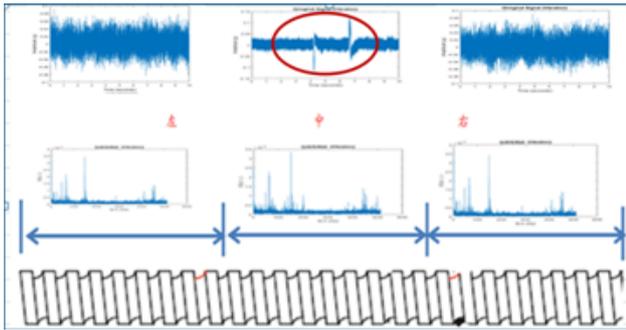


圖 4：機臺使用 2418h 振動測譜分析圖 -X 軸分析

域圖振幅正常，但中區時域圖有振幅之異常，代表這區螺桿發生了磨耗。為了驗證這種現象，採用了雷射干涉儀量測螺桿誤差比對。圖 5 為干涉儀量測 X 軸各區段誤差值，可看出在螺桿中區 (250~500mm) 振動值較大因為此位置常使用所以磨耗較大。此外，在中區振動值（紅色）發現有兩個位置 370~380mm 及 410~420mm 處誤差值較大，與振幅時域圖相同有 2 處異常。

結論

- 本研究完成一個設備預保系統雛型的實現，涵蓋上述機臺的故障狀態的分析預測診斷的示警機制。
- 設備預保系統雛形實作：建立機器感測訊號與機臺

雷射干涉儀量測數據：X軸

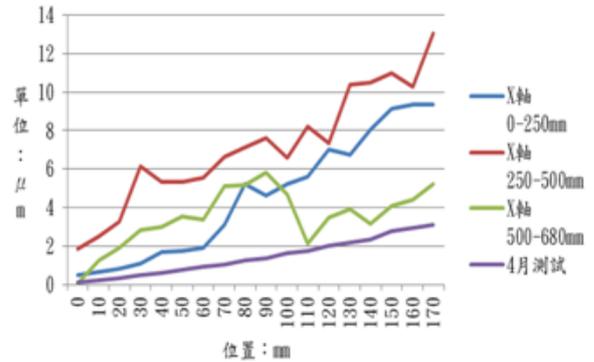


圖 5：干涉儀量測 X 軸各區段誤差值

故障預警的關聯性，其中振動參數是設備預保管控重要參數，可用於智慧化流程中作為線上監控的依據，作為預測該機臺異常或失效警示的設備預保系統。■



ACMT/OPCUA+

# ACMT 射出機聯網相容性計劃

解決不同廠牌設備通訊問題

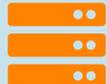
實現統一整合應用平台

落實工業轉型數位升級



## Level 0 數位化

建立規格及定義，確保OT系統與IT系統的資料一致性。



## Level 1 機台聯線

建立即時看板，產出平均故障／修復時間等管理報表。



## Level 2 可視化

遠端監控參數，確保生產過程符合規範，保存修改記錄。



## Level 3 透明化

監控過程各項實際值，追溯生產歷程，確保塑膠製品品質。



## Level 4 可預測

取得機台歷程數據，建立預測性維護；虛擬製品品質預測。



## Level 5 自適化

提高射出穩定性，即時全自動智慧射出塑膠製品。

### 創始會員

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



ACMT射出機聯網相容性計劃聯盟

廣告編號 2022-02-A05



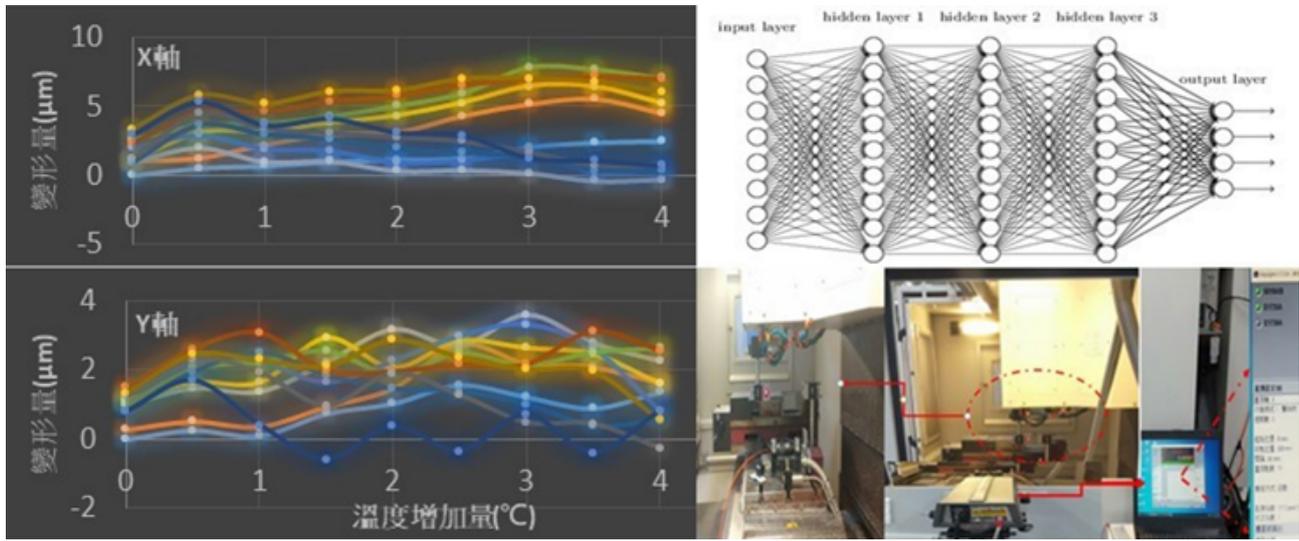
+886-2-8969-0409

新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

nina.fan@caemolding.org

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





## 機器學習應用於 CNC 工具機溫升熱變形補償

■ 中原大學智慧製造中心

### 背景

加工工具機需不斷朝向低成本、高精度、高速化及技術提升方向前進，而目前 CNC 加工工具機也不斷朝向高速化及高精度化發展，使得工具機在加工過程中溫升速度提升，溫升造成之變形與誤差影響機臺的精度也會相對明顯，溫升熱變形誤差佔工具機總體加工誤差 60-70%，如能作有效補償可大幅提升模具加工精度，高速化發展的主軸切削回轉數往往高於 2 萬轉/分以上，進給也可高達 120 公尺/分，在這些高轉速、高進給的情況下，工具機的溫升速度將提高，為了有效提高工具機精度的穩定性，將溫升熱變形所造成之誤差進行補償是對精度非常重要的一部分。

溫升熱變形不單只有機臺內部 CNC 加工機臺運作時所造成溫度變化與溫升熱變形所造成的誤差而已，當有著不同的室溫時，當時所建立的溫升熱變形模組並不能在各種不同室溫下有良好的補償，但在每個不同溫度時都去做溫升熱變形補償迴歸方程式，必然需要

花費非常多的時間在建立各個溫度的迴歸方程式，也不能利用以往的資料進行有效的預測。於是便開始研究是否能利用類神經網路訓練的方法將各種溫度套用在一個程式裡。

過去的溫升熱變形較難將環境溫度變化的影響考慮在內，為了提升溫升熱變形補償的準確性，可應用 Artificial Intelligence 人工智慧的方法將影響性考慮在內，如何將數據進行有效分析並結合 AI 人工智慧，使資料處理上有更有效的運用將是本研究的重點。

### 研究方法

溫升熱變形中，數據為線性可分離，故不需要使用太多層數便能夠擁有很好的訓練成果，故將隱藏層設置為 2 層，同時第一層與第二層設置相同的神經元數量能讓訓練上更容易成功，將同時調整神經元的數量並透過損失函數來比較神經元的數量所帶來的準確性。透過實驗量測建立當下環境溫度、各軸溫度感測器溫

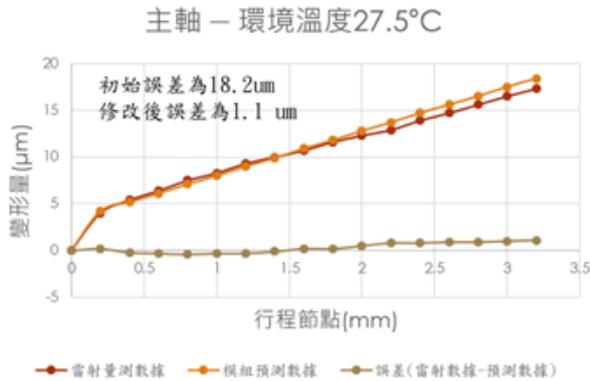


圖 1：主軸訓練數據分析

度變化與各行程節點變形量。

## 實驗與驗證結果

本次實驗驗證將分成三種實驗進行驗證。第一種實驗將驗證「模型預測之準確度」，在收集訓練模組時將收集資訊分為訓練數據與預測數據，透過訓練數據訓練類神經網路，並利用類神經網路進行收集數據外之預測，將類神經網路預測與實際收集數據進行比對來了解模型的預測能力。

第二種實驗為驗證「儀器補償功能」，主軸與伺服軸會用不同的方式進行補償，而此次實驗驗證能夠確認各軸之補償模式是否能夠將溫升熱變形所造成變形量進行良好的補償。

第三種實驗為「實際切削驗證」，實際切削驗證將使用大工件來增加加工行程，行程越長變形量越大，藉由觀察所切削之外形精度來檢視補償的有效性，實際切削將分為兩部分：X、Y 方向熱變形補償實切、Z 方向熱變形補償實切，並在不同的環境因素下進行切削，比較點與點間距離誤差來檢視補償的有效性。

圖 1 為主軸數據分析，橘色線段為類神經模組訓練所

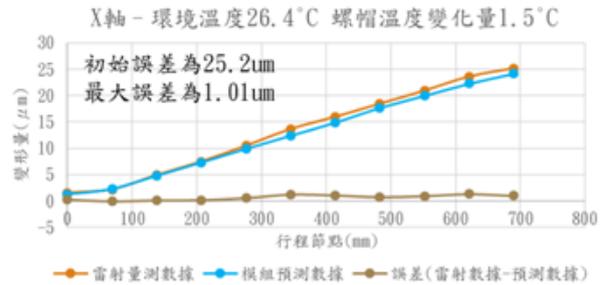


圖 2：X 軸訓練數據分析

預測之數據，紅色線段為雷射量測數據，主軸觀測溫度溫升 0°C 至 2°C 有較好的預測，誤差為 0.5 μm，2.2°C 至 3.2°C 預測最大誤差為 1.1 μm。圖 2 為 X 軸數據分析，橘色線段為類神經模組訓練所預測之數據，藍色線段為雷射量測數據，最大誤差為 1.01 μm。圖 3 為 Y 軸數據分析，藍色線段為類神經模組訓練所預測之數據，橘色線段為雷射量測數據，最大誤差為 1.8 μm。圖 4 為 Z 軸數據分析，藍色線段為類神經模組訓練所預測之數據，橘色線段為雷射量測數據，最大誤差為 1.3 μm。

## 實切驗證

實切驗證規劃使用材料為鋁之矩形工件，切削條件如表 1。如表 1 所示，對 X、Y 方向的實驗規劃為在初始冷機時，先在工件四個角落分別鑽四個直徑 16mm、深度 30mm 的圓孔。X 方向孔心相距 350mm，Y 方向孔心相距 150mm，由圖 5 三層圓孔圖可看出，圓孔總深度 30mm，擴孔時機為初始冷機時進行第一次擴孔。利用在不同切削深度及不同圓孔直徑下進行循環切削擴孔，由於主軸與伺服軸因溫升產生變形，因此從擴孔後圓心的偏移量可看出溫升變形的影響，及補償前後的差異。

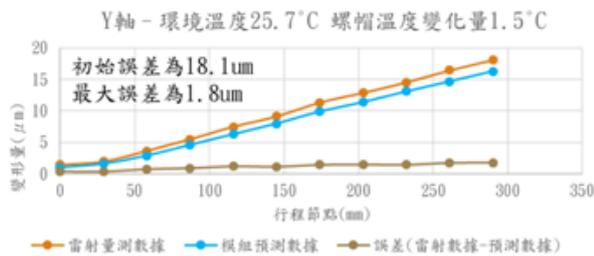


圖 3：Y 軸訓練數據分析

為方便三次元量測圓孔之圓心，實驗設計圓孔為三層不同深度之同心圓孔，使用直徑 10mm 之端銑刀對初始冷機時所鑽之圓孔進行循圓切削擴孔，依據擴孔順序，左下角為圓 1、右下角為圓 2、右上角為圓 3、左上角為圓 4，第一次擴孔完成後機臺進行 20 分鐘的溫升，四項實驗將分別切削，溫升完畢後進行四項實驗之實際切削進行第二次擴孔，圓孔深 8mm、圓孔直徑 18mm，依據擴孔順序，左下角為圓 5、右下角為圓 6、右上角為圓 7、左上角為圓 8。第二次擴孔完成後將機臺進行 20 分鐘的溫升，溫升完畢後進行第三次擴孔。圓孔深 8mm、圓孔直徑 18mm，依據擴孔順序，左下角為圓 9、右下角為圓 10、右上角為圓 11、左上角為圓 12，即完成 X、Y 方向熱變形補償實切。

表 2 為環境溫度 26°C 有補償時之距離比較，第一次銑孔孔 1~ 孔 2 之 X 距離為 349.988mm，第二次銑孔孔 5~ 孔 6 之 X 距離為 349.993mm，第三次銑孔孔 9~ 孔 10 之 X 距離為 349.996mm，將冷機時孔 1~ 孔 2 之 X 距離設為 0 相對於補償前孔 5~ 孔 6，補償後孔 9~ 孔 10。補償前孔 5~ 孔 6 誤差為 0.005mm，補償後孔 9~ 孔 10 誤差為 0.008mm；同樣第一次銑孔孔 2~ 孔 3 之 Y 距離為 149.978mm，第二次銑孔孔 6~ 孔 7 之

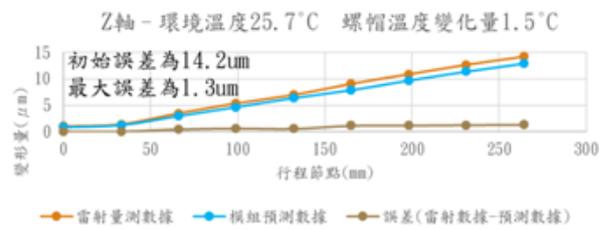


圖 4：Z 軸訓練數據分析

Y 距離為 149.983mm，第三次銑孔孔 10~ 孔 11 之 Y 距離為 149.986mm，將第一次銑孔孔 2~ 孔 3 之 Y 距離設為 0 相對於補償前孔 6~ 孔 7，補償後孔 10~ 孔 11。

表 3 為環境溫度 30°C 有補償時之距離比較。從表中可以看出冷機時孔 1~ 孔 2 之 X 距離設為 0 相對於補償前孔 5~ 孔 6，補償後孔 9~ 孔 10。補償前孔 5~ 孔 6 誤差為 0.011mm，補償後孔 9~ 孔 10 誤差為 0.013mm。

環境溫度 26.5°C -Z 方向有補償如表 4 所示，依據切削平面順序，分別有平面 1~ 平面 4，平面 1 為 z=0mm 之基準面，平面 2 為預定切削深度 z=-150µm，平面 2 實際切削為 -150µm，有 0µm 的誤差，平面 3 為溫升 20 分鐘後之切削平面，實際切削深度為 -116µm，與預定深度 -150µm 有 -10µm 之誤差，平面 4 為溫升 20 分鐘後之切削平面，實際切削深度為 -161µm，與預定深度 -150µm 有 -11µm 的誤差。

## 結論

- 透過類神經網路的建立來間接分析環境溫度對各軸各量測點位所影響之變形量，能夠預測不同方向因

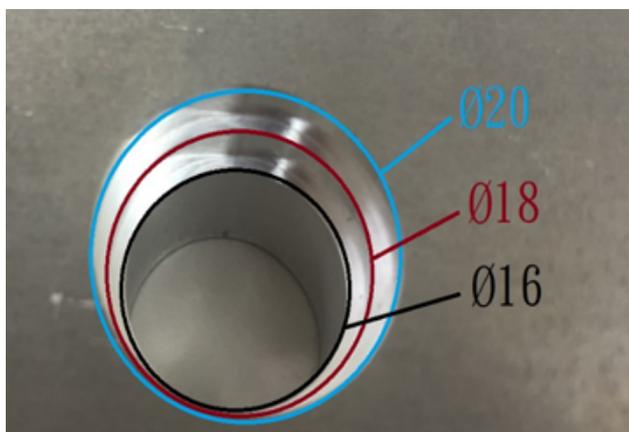


圖 5：三層圓孔銑銷圖

切削條件	
工件材料	鋁
工件尺寸(mm)	400x200x30
刀具材質	碳化鎢端銑刀
刀具直徑(mm)	10
刀刃數	3
轉速(rpm)	11600
進給(mm/min)	750

表 1：切削條件

XY方向-環境溫度26°C有補償距離誤差比較					
第一次循孔	孔1-孔2	X距離	349.988		
環境溫度26°C	孔2-孔3	Y距離	149.978		
	孔3-孔4	X距離	349.972		
	孔4-孔1	Y距離	149.965		與第一次循孔比較
第二次循孔	孔5-孔6	X距離	349.993	X距離	0.005
環境溫度26°C	孔6-孔7	Y距離	149.983	Y距離	0.005
	孔7-孔8	X距離	349.978	X距離	0.006
X軸溫升2.4°C	孔8-孔5	Y距離	149.967	Y距離	0.002
Y軸溫升1.4°C	孔9-孔10	X距離	349.996	X距離	0.008
第三次循孔	孔10-孔11	Y距離	149.986	Y距離	0.008
環境溫度26°C	孔11-孔12	X距離	349.982	X距離	0.01
X軸溫升3.3°C	孔12-孔9	Y距離	149.97	Y距離	0.005
Y軸溫升2.2°C					

表 2：XY 方向 - 環境溫度 26°C有補償距離誤差比較

溫升所造成之變形量。

- 實驗切削驗證 X、Y 方向變形量初始最大誤差為 0.042mm，補償後誤差為 0.01mm，改善 76.2% 以上；Z 方向變形量初始最大誤差為 -0.171mm，補償後誤差為 -0.021μm，改善 87.8% 以上。■

XY方向-環境溫度30°C有補償距離誤差比較					
第一次循孔	孔1-孔2	X距離	349.95		
環境溫度30°C	孔2-孔3	Y距離	148.983		
	孔3-孔4	X距離	350.01		
	孔4-孔1	Y距離	149.981		與第一次循孔比較
第二次循孔	孔5-孔6	X距離	349.961	X距離	0.011
環境溫度30°C	孔6-孔7	Y距離	148.989	Y距離	0.006
	X軸溫升2.6°C	孔7-孔8	X距離	350.019	X距離
Y軸溫升2°C	孔8-孔5	Y距離	149.989	Y距離	0.008
第三次循孔	孔9-孔10	X距離	349.963	X距離	0.013
環境溫度30°C	孔10-孔11	Y距離	148.991	Y距離	0.008
	X軸溫升3.6°C	孔11-孔12	X距離	350.024	X距離
Y軸溫升2.9°C	孔12-孔9	Y距離	149.992	Y距離	0.011

表 3：XY 方向 - 環境溫度 30°C有補償距離誤差比較

	環境溫度(°C)	主軸溫度增加量(°C)	Z軸溫度增加量(°C)	實際切削深度(mm)	預定切削深度(mm)	切削深度誤差(mm)
平面一	26.5	0	0	-0.004	Z=0	-0.004
平面二	26.5	0	0	-0.15	Z=-0.15	0
平面三	26.5	0.5	1.6	-0.16	Z=-0.15	-0.01
平面四	26.5	1	2.1	-0.161	Z=-0.15	-0.011

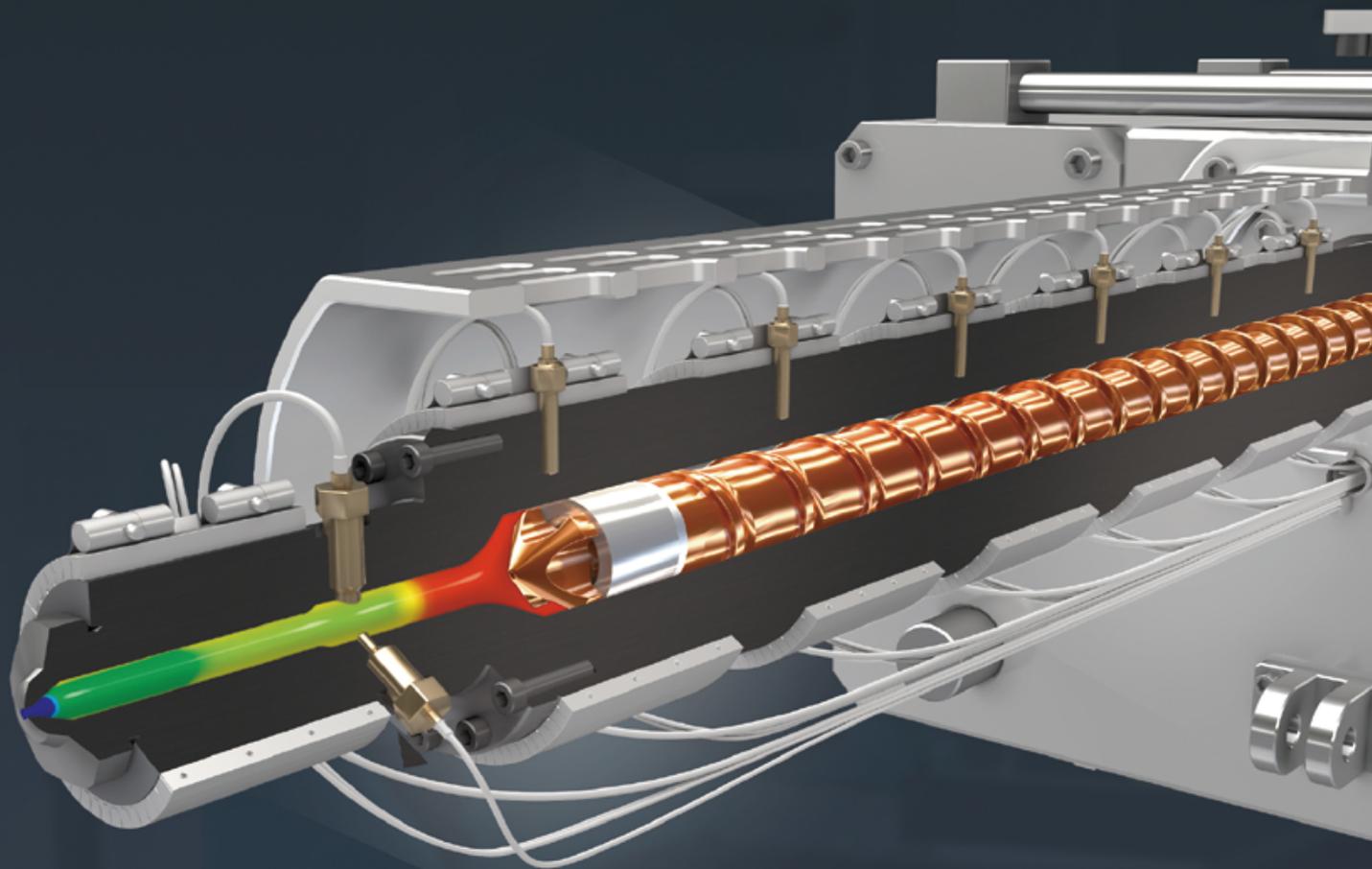
表 4：Z 方向 - 環境溫度 26.5°C有補償

# Moldex3D

## 虛實整合 數位分身

- 智慧製造 模流分析軟體新典範 -

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。



廣告編號 2022-02-A06  
[www.moldex3d.com](http://www.moldex3d.com)



### 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。



## 布達佩斯科技經濟大學利用 Moldex3D 縮短 80% 冷卻時間

■科盛科技

### 客戶簡介

- **客戶：**布達佩斯科技經濟大學
- **國家：**匈牙利
- **產業：**教育
- **解決方案：**Moldex3D Advanced 解決方案；流動分析模組 Flow、保壓分析模組 Pack、冷卻分析模組 Cool、翹曲分析模組 Warp、Designer BLM

布達佩斯科技經濟大學 (BME) 是匈牙利最大且最知名的科技大學。其機械工程學院則是全校最負盛名的學院，其中高分子工程學系更是歷史悠久。

### 大綱

射出成型中，品質不佳的冷卻系統會導致溫度分布不均，造成冷卻時間延長，以及翹曲增加；有銳角的冷卻水路更會提高應用上的難度。

冷卻水路的優化，過去需要耗費大量的資金和時間；但在導入 Moldex3D 後即可大幅改善這些問題、縮短優化流程，並減少資源的消耗。在本專案中，BME 團隊提出運用智慧成型以簡化工作流程的想法，並說明如何藉由冷卻優化流程節省製造時間。

該團隊試驗三種不同材質之模具嵌件（圖 1）、以及

用傳統方法及 Moldex3D 打造的冷卻水路（圖 2）。經過試驗不同組合（圖 3），順利選出最佳冷卻水路設計，從而縮短週期時間並減少翹曲。

### 面臨的挑戰與應對

本次案例面臨的主要挑戰分別為「傳統的冷卻水路設計，無法適當地冷卻車頂零件」、「冷卻不當時，冷卻時間會變長，連帶導致生產成本上升」、「冷卻不均勻會導致較大的翹曲」，以及「傳統方式的冷卻最佳化需要耗費大量資源」。

對於上述提到的挑戰，研究人員試驗了三種材質的模具嵌件，並分別搭配傳統及異型水路。Moldex3D 能幫助加快冷卻優化的速度、簡化作業，並降低成本消耗。透過 Moldex3D 可視化模穴內部的功能，BME 團隊得以檢驗溫度分布及冷卻效率。使用異型冷卻水路時，能均勻地進行冷卻、縮短週期，以及減少翹曲（圖 5、6）。帶來的效益如下：

- 冷卻時間縮短 80%；
- 材料用量從 5kg 減為 0kg；
- 減少能源用量；
- 翹曲減少 30%；
- 冷卻時間縮短 18%。

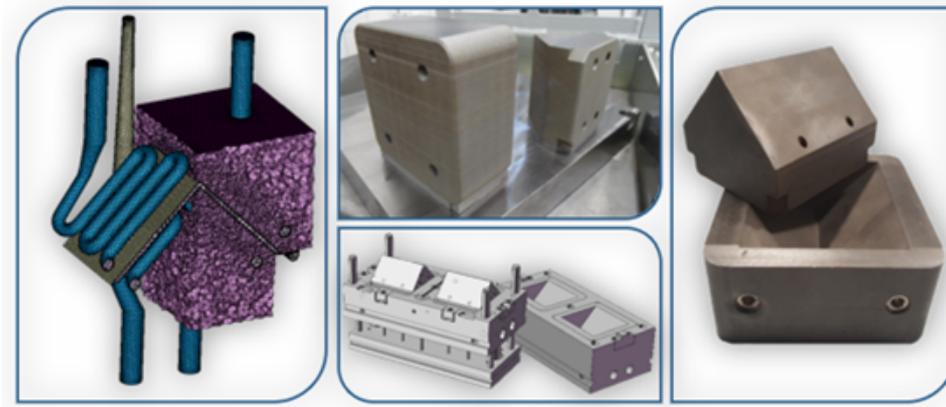


圖 1：不同材質的模具嵌件

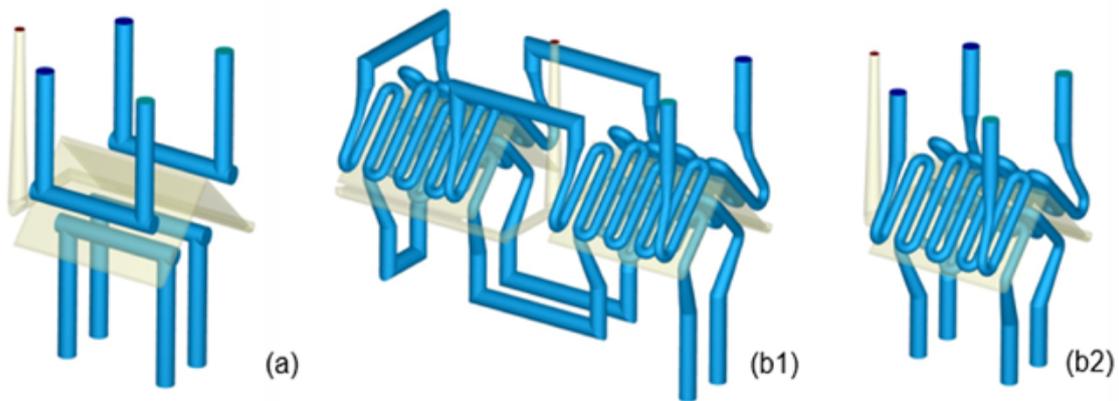


圖 2：(a) 傳統水路；(b) 異型水路，包括 (b1) 雙模穴及 (b2) 單模穴

## 案例研究

本專案目的為比較傳統水路與「智慧」水路設計的效率。BME 團隊透過實驗嘗試縮短成型週期並減少翹曲。首先以原始的成型參數進行模擬，結果發現產品翹曲後的形狀維持不變；在使用異型水路時，翹曲程度則較傳統的輕微。而 P20 嵌件的設計翹曲量最小；混和嵌件的翹曲量最大（圖 7）。

BME 團隊使用 GOM 光學量測儀來測量實際翹曲，如圖 8 所示。使用銅製水路的產品翹曲量最大，與模擬結果不同，原因應是實際上的冷卻時間較短（圖 9）。銅製嵌件冷卻外殼的速度很快，核心處溫度卻還是很高，因此產品頂出後會有較大的翹曲。

接著透過實驗來驗證設計。傳統與智慧水路的檢驗結果相同；實際上，用銅製嵌件可達到快速生產的目標，但產品卻會產生極大的翹曲。故 BME 團隊認為最佳的設計為混和模具嵌件，可達到最少的翹曲和最短的週期時間（圖 10）。透過 Moldex3D 的幫助，他們將整體的檢驗時間縮短四分之一，且減少資源消耗。

## 結果

相較於未使用 Moldex3D 的情形，BME 團隊在 Moldex3D 的輔助下，將冷卻時間縮減了 80%，將材料的使用從 5 公斤降至 0，並節省能源消耗。經過冷卻優化後，冷卻時間則縮短 18%，翹曲也成功降低了 30%。■

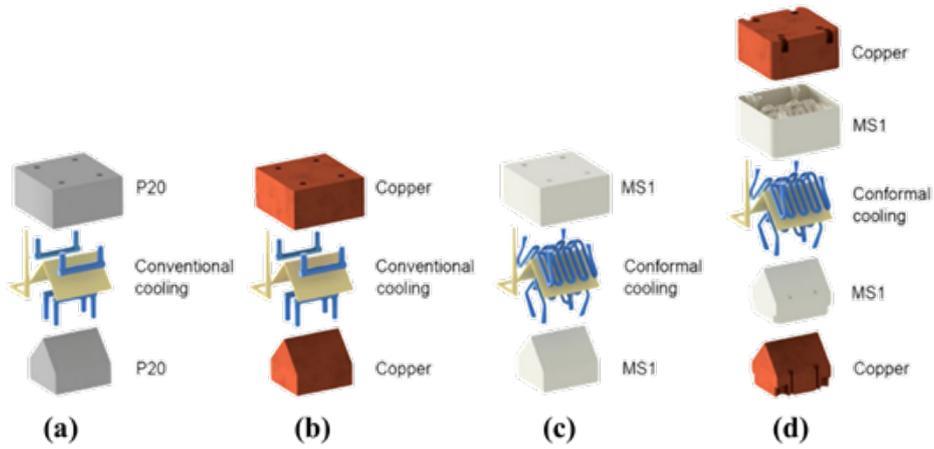


圖 3：用不同的模具材質與水路組合進行實驗。(a)P20 模具搭配傳統水路、(b) 銅製模具搭配傳統水路、(c) DMLS —— MS1 模具搭配異型水路、(d)Hybrid —— MS1 和銅複合模具，搭配異型水路

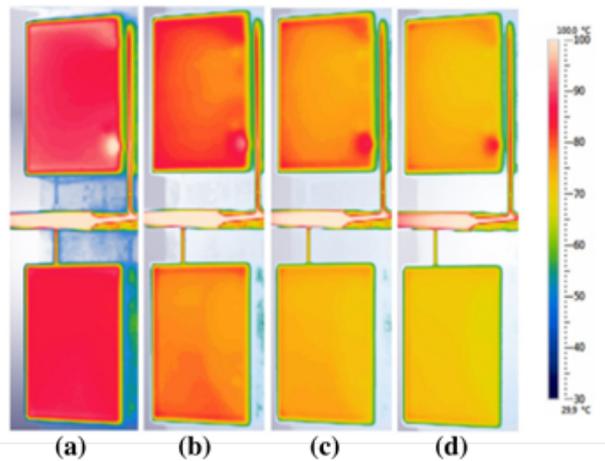


圖 4：圖為實驗中使用 DMLS 設計（上排）與 Hybrid 設計（下排）分別在冷卻 (a)4 秒、(b)5 秒、(c)5.5 秒及 (d)6 秒之後，於頂出時的溫度分佈

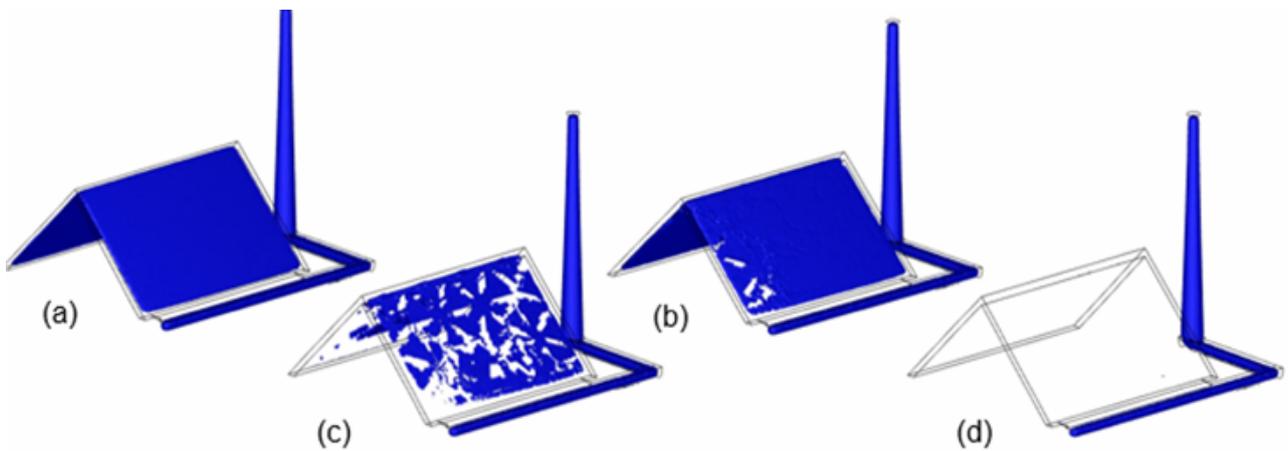


圖 5：模擬週期開始後，達到頂出溫度時的等值面。(a)  $t=9.95\text{ s}$ 、(b)  $t=10.95\text{ s}$ 、(c)  $t=11.95\text{ s}$ 、(d)  $t=12.95\text{ s}$

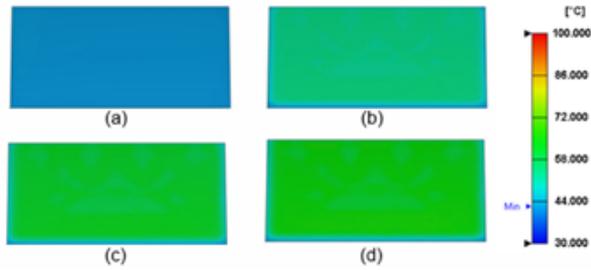


圖 6：模擬開模時的表面溫度。(a)  $t = 0\text{ s}$ 、(b)  $t = 1.5\text{ s}$ 、(c)  $t = 3\text{ s}$ 、(d)  $t = 4.5\text{ s}$

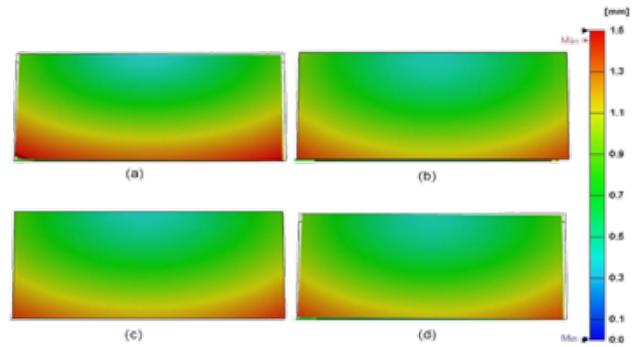


圖 7：模擬模具嵌件的翹曲結果——(a)P20、(b)銅製、(c) DMLS、(d)Hybrid

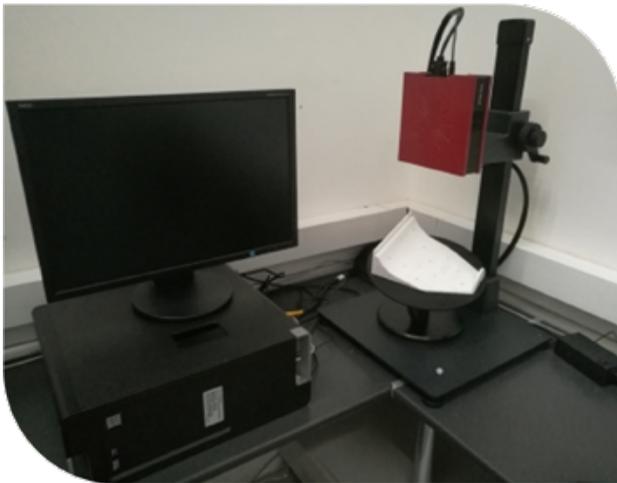


圖 8：GOM 光學量測儀

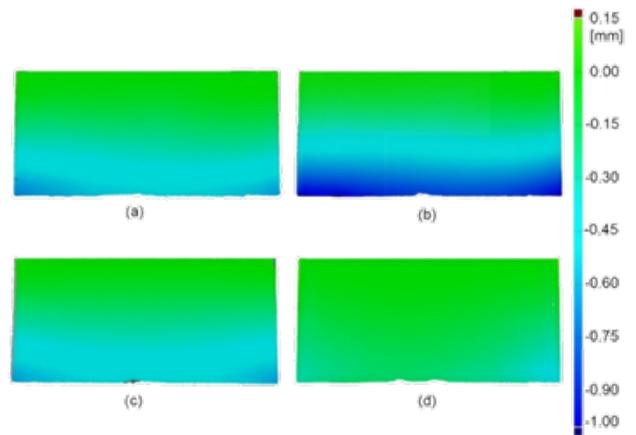


圖 9：實際測量不同嵌件的翹曲。(a)P20、(b)銅製、(c) DMLS、(d)Hybrid

Insert	Packing time [sec]		Total cooling time [sec]		Cycle time [sec]	
	Experiment	Simulation	Experiment	Simulation	Experiment	Simulation
P20	3	0.5 – 3.35	9.5	14.95	21.37	26.82
Copper	3	0.5 – 2.90	7.5	12.95	19.37	24.82
DMLS	3	0.5 – 2.95	9	13.95	20.87	25.82
Hybrid	3	0.5 – 2.80	8.5	12.95	20.37	24.82

圖 10：實驗及模擬結果對照



## 威猛集團

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之一，總部位於奧地利維也納。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，威猛集團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、水流量調節器、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。

## 流量測量與流量監測，實現極致的工藝穩定性

■威猛集團

威猛的歷史開始於四十多年前流量控制器的生產。當前，每臺射出機均配備一個或多個流量控制器，同時，隨著時間而持續改善的威猛設備很久以前就確立了行業標準。

—Zoran Bijelac

(Zoran Bijela 在維也納威猛技術公司溫度與流量控制設備技術銷售支援部任職。)

### 前言

最優化的頂尖流量控制設備是提高射出生產中工藝穩定性最重要的一個因素。通過與模具平行連接，這種設備可為使用者提供眾多優勢，如較高的流量和較小的泵磨損，同時也極其有利於節能。

### 發展的每一個環節

流量控制器是用作顯示數十年來廣泛的技術發展特別合適的一個案例。伴隨著威猛流量控制器幾十年來卓越的成名史，數位化 WFC（水流調節器）機型於 2010 年上市。

從此，其標配的內置串聯接口能夠直接在射出機控制系統的顯示螢幕上直觀顯示溫度和流量的參數值。公差設置和精密調節閥的使用共同確保了每個回路的最優化監測。一旦冷卻回路中出現任何不規律行為，便

會觸發公差報警，從而立即實施恰當的調整。這種方法為防止生產不良品提供了最佳的保護。

受 WFC 用戶主動反饋的結果激勵，毫無疑問也受到威猛捍衛領域內主導地位的決心驅使，「智慧化」水流調節器 FLOWCON plus 於 2015 年推出市場。

安裝在 FLOWCON plus 水流調節器回水管路的步進式電動閥可滿足自動調節的需求。一旦冷卻回路中的任何參數值超出了設定的公差範圍，FLOWCON plus 水流調節器將通過開啟或關閉相應的閥門自動開展必要的調整。只有在閥門已經完全開啟且設定值仍無法達到時，公差報警將被觸發。生產工藝將在製造出不良品之前就已經被中斷。採用 FLOWCON plus 水流調節器的射出機可利用該應用調節流量、回水溫度或閥位，也能夠實施  $\Delta t$  準則。此外，所有的參數值皆可得到檢索，方便與參考值進行比較。

但這些並非 FLOWCON plus 水流調節器的全部優點，該設備還可配置大量的選項。其中包含選配壓縮空氣清吹系統和單回路清吹功能，可在換模期間澈底乾燥每個冷卻回路。



圖 1：威猛冷卻水流量調節器持續的進一步改進，已經創造出越來越多精密的應用，從左至右為 110 系列（100 系列的改進版）、WFC 100、FLOWCON plus 和 WFC 120

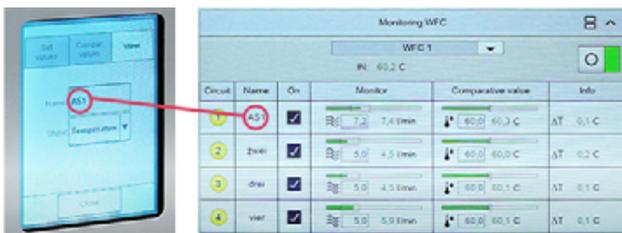


圖 2：左為 WFC 120 觸控螢幕展示視圖，右為威猛巴頓菲爾射出機控制系統上相應的視覺化視圖



圖 3：WFC 120 的安裝位置緊鄰威猛巴頓菲爾射出機上的模具

## 新款 WFC 120

威猛集團數十年的低溫控制設備研發工作中積累的經驗現在已經孕育出設備家族中最年輕的成員：WFC 120。

該裝置的設計建立在前代機型實際應用中所發現的情況的基礎上。WFC 120 緊鄰模具的定位可為射出機提供一些額外的優勢。更短的軟管、更低的壓降和更高的流量最終大幅降低了成本。

WFC 120 可配置 4~12 組回路，通過一個 3.5" 觸控式

螢幕進行操作。如果將該裝置安裝在射出機內部緊鄰模具的位置，可選配一個 5.7" 遠端控制板進行操作。WFC 120 可通過 CAN 通信協議在威猛巴頓菲爾射出機上直觀顯示和控制，其串聯接口亦可用於與其它品牌射出機進行通訊。■



### 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)。

## 可持續發展：新一代電動自行車助力綠色出行

■安科羅工程塑料

### 前言

可持續發展是既滿足當代人的需求，又不對後代人滿足需求的能力構成危害的發展。

就此，聯合國提出了 17 個具體目標以實現所有人更美好和更可持續未來的藍圖。聯合國可持續發展目標提出了面臨的全球挑戰，包括與貧困、不平等、氣候、環境退化、繁榮以及和平與正義有關的挑戰。這些目標相互關聯，旨在不讓任何一個人掉隊。

### 綠色出行

綠色出行無疑是當下最時尚的選擇，採用對環境影響較小的出行方式，既節約能源、提高能效、減少汙染，又益於健康、兼顧效率，包括選擇公共交通工具、合作乘車、環保駕車、步行、騎自行車等。

在綠色出行方式中，E-bike 電助力自行車便很受歡迎，其外形與傳統自行車類似，卻帶有電機助力，騎行時以人力踩踏為主，電機動力為輔。

越來越強大的電動機和越來越長的電池壽命讓電動車可以跑得更遠、用得更久，這樣的改變同樣對自行車車架提出了技術要求，需要其材料在剛度和耐用性上有更好的表現。

另一方面，為了便於使用和操作，輕量化始終是自行車不變的話題。基於以上要求，塑膠顯然是替代常規金屬材料的一個很好選擇。

### 與 V-Frame 聯合，減少碳足跡

2020 年，來自 VELOSION 旗下的品牌 V-Frames 成功驗證了通過半芳香尼龍 PA-CF40 加上流體成型工藝製造全塑膠骨架的可行性。

### 從原材料出發，實現綠色發展

安科羅與 V-Frame 專門針對該應用形式和加工工藝進行優化，共同開發了一種全新的碳纖維增強聚醯胺化合物 AKROLOY® PA CF Vframe。在此專案中，工程師團隊嘗試了多種不同材料，其填充纖維種類與含量均不同。安科羅提供的基於半芳香的尼龍、40% 碳纖維填充增強成為最優材料。相比傳統 60% 玻纖增強規格，碳纖維可以減輕 20% 的重量，並且提高 70% 剛性。

對於傳統生產工藝的鋁合金骨架，能減少 50% 的碳足跡，全塑骨架採用回收的碳纖維改性聚合物製造。

### 輕量化：最先進的三水路通道水輔工藝

傳統 E-bike 骨架通常有一根頂部支撐杆，起到平衡和穩定的作用。為使自行車更加輕巧靈活，V-Frame 的全塑骨架方案取消了頂杆設計，這種設計對於材料和



圖 1：該款全塑膠骨架不僅減輕 20% 重量、提高 70% 剛性，同時也減少了 50% 的碳足跡

工藝有著極其嚴苛的要求。傳統射出成型無法達到期望的剛度，而水輔成型工藝則能實現閉合的中空管狀結構以提供足夠的剛度。

安科羅 AKROLOY® PA CF Vframe 結合 WIT 水輔成型工藝，可獲得最高效的剛度和重量比，兼顧對於材料減輕重量和堅固可靠的要求。使用經過優化的材料和與之相容的工藝設計，生產出的自行車框架各項性能超越了傳統的焊接框架，其安全性也經由獨立測試標準認證。

E-bike 骨架的水輔成型有著巨大挑戰，工程師們首次嘗試並實現三條水路同時將熔體核心推出零件本體，這三條水路的體積流速必須分開控制且互不干擾。

環保、健康、可持續，安科羅致力於未來出行領域中，力爭資源持續發展，追求低碳環保出行！■



圖 2：為使自行車更加輕巧靈活，V-Frame 的全塑骨架方案取消了頂杆設計

## Contacts of AKRO-PLASTIC

### Germany

AKRO-PLASTIC GmbH  
Member of the Feddersen Group  
Thilo Stier  
Sales Director & Innovation Manager  
thilo.stier@akro-plastic.com

### China

AKRO Engineering Plastics (Suzhou) Co. Ltd.  
Member of the Feddersen Group  
Linda Xu  
Sales Director  
lindaxu@kdf.com.cn

### Southeast Asia

K. D. Feddersen Singapore Pte Ltd.  
Steven Luo  
Sales Director  
stevenluo@kdf-asia.com



HONOUR GLOW Trading Co., Ltd.  
樂榮貿易股份有限公司  
珀萊国际贸易有限公司  
AMBER LIGHT International Trading Co., Ltd.





## 龍成塑膠

龍成塑膠成立於台中地區，至今已累積三十年以上的製造經驗，代工過無數的產品，工廠面積佔地約六百坪，涵蓋射出廠區、組裝廠區，以及充足的倉儲空間。我們不只是塑膠射出廠，我們是產品代工專家。龍成的整合性代工服務，讓致力於生產變得更簡單，我們提供塑膠產品的開發、製造、加工、組立包裝等服務，以及整合複雜的製程及工序，一次打包客戶的所有需求。我們的代工產品有：音響喇叭、泵浦零件、家電及工業用品、透明類塑膠製品，以及文創產品等各種客製化的塑膠產品。

## 塑膠射出製程大解密——上集

■龍成塑膠 / 林義閔 工程師

### 前言

所謂的「塑膠射出成型」，指的是將原料加熱液化後，透過模具塑型，接著再冷卻固化成型。製程中的每一個環節都會影響最終成品的結果，這對於新手來說，有時候就像是個黑盒子，無法清楚地知道在這整段製程中，有哪些需要掌握的重點，這次就讓我們來解開塑膠射出成型生產製程的秘密吧！

塑膠射出製程的五大重點（如圖 1），分別為：

1. 塑膠原料的乾燥；
2. 機臺大小的選擇；
3. 模具的冷卻水路；
4. 射出參數的調整；
5. 首件檢查與量產。

### 塑膠原料的乾燥

多數的塑膠原料，都會有微量的水氣附著在原料的表面，當這些微量的水氣進入高溫的料管後，可能會影響到產品的「外觀」或「物性」，也可能造成射出不穩定的狀況，因此，大部分的塑膠原料在生產前，都需要經過一道乾燥的過程。而不同的塑膠原料，吸水率也有所不同。吸水率的差異來自於該原料化學式的「極性」高低，「極性」高的塑料，親水性佳，所以吸水率較高。相反的，「極性」低的塑料則不容易吸

水，甚至不需要烘料。

舉例來說（如圖 2），PA6 就是一種吸水率很高的塑料，所以在烘料設備上的要求程度也會比較高，一般來說如果要有比較穩定的生產良率，通常都會建議搭配除溼乾燥機來烘乾 PA 類的原料。也因為高吸濕的特性，因此 PA6 的原料包裝袋，大多需要使用鋁箔料袋來隔絕外在的水氣，而非使用紙質的料袋。而 PE 與 PP 屬於「非極性」，反而是親油性佳，就算需要烘料，所需要的時間也很短（1 小時），這也是為什麼一般業界都常說 PP 不太需要烘料的原因，如圖 3 所示。但如果原料經過染色重新造粒後，建議生產前還是簡短烘一下料，可以降低造粒中，過水冷卻時所殘留下來的極微量水氣。

較為常見的塑料乾燥設備有：「熱風乾燥機」與「除濕乾燥機」。

### 熱風乾燥機

「熱風乾燥機」是最常見且構造簡單的設備，主要由「風機」、「加熱管」、「乾燥桶」三個部件所構成，如圖 4 所示。這一類的設備，其乾燥效果容易受到環境中的溫度與濕度所影響，因為風機在進氣時，會直接抽取環境中的空氣，所以如果在梅雨季節時，因為



圖 1：塑膠射出製程的五大重點

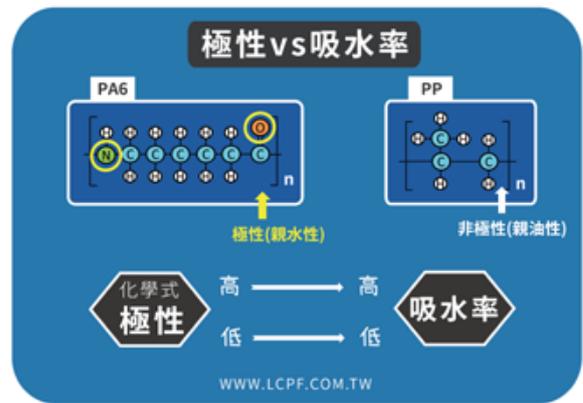


圖 2：原料的化學式極性與親水性的關係



圖 3：常見高吸濕與不吸濕的原料種類



圖 4：熱風乾燥機的簡易說明

空氣中的溼度高，所以會間接影響乾燥桶內的乾燥效率。較適合用在吸水率不高的原料上，像是 ABS 原料。但有時候也有例外，舉個例子來說，ABS 正常的烘料時間是 2 小時，如果空氣潮濕時，可能會需要到 3 小時。假設產品的重量大、吃料量快，會導致原料在下雨天時來不及乾燥完全，進而影響生產時的良率。

### 除濕乾燥機

另一種較好的乾燥設備則是「除濕乾燥機」，其乾燥的方式有很多種，像是「真空乾燥」、「蜂巢式轉輪」、「多段式轉輪」等，如圖 5 所示。它的乾燥能力比傳統的熱風乾燥機來得優異，不只乾燥時間較短，乾燥效果也比較好。常被應用在吸水率較高的 PA 或 PC

原料上。在圖 6 中整理了常見塑料的「乾燥時間參考表」，供各位參考。

### 機臺大小的選擇

不同的產品大小、重量、厚薄，所合適匹配的機臺規格也不同。一般來說，需要考量射出機的「鎖模力」、「料管」、「射壓」、「射速」等，以下只針對「鎖模力」的大小來進行說明：射出機的規格，大多會以該機臺的「鎖模力」來做初步的區分，像是我們常聽到的 50 噸、100 噸、200 噸的射出機，以 100 噸的射出機為例，就是指該射出機在進行塑料充填時，機座鎖模力可承受 100 噸的「模腔內壓」。

### 塑料乾燥設備 ② 除濕乾燥機



- ▶ 乾燥方式多元
  - 1、真空乾燥
  - 2、蜂巢式轉輪
  - 3、多段式轉輪
- ▶ 乾燥能力優異



WWW.LCPF.COM.TW

圖 5：除濕乾燥機的簡易說明

什麼是「模腔內壓」呢？我們在 YouTube 頻道的塑膠酷知識《射出成型穩定的關鍵—基本概念篇》中有提到，當塑料注入模具中，其「射膠壓力」需要大於「流動阻力」，而這兩者力量在抵抗的過程中，模具內部會形成很大的壓力，迫使模具的公模與母模分開，而這股壓力就是「模腔壓力」。為此，在選擇射出機的規格時，需要先計算該產品可能產生的模腔內壓，評估合適的鎖模力大小。其計算參考公式如下：以一個長 10 公分、寬 10 公分、高 2 公分、ABS 原料的產品為例，該產品的投影面積為 10X10=100 平方公分，而 ABS 的有效內壓值是：每平方公分為 0.35 噸，先假設修正係數為 1，則所需要的鎖模力為 100X0.35=35 噸。因此，該產品可能適合以 50 噸的機臺來生產。如圖 7 所示。

以上就是塑膠射出製程的前兩個重點，我們將在下集繼續說明另外三個重點（模具的冷卻水路、射出參數的調整、首件檢查與量產）。■

欲知更多詳細內容，請洽龍成塑膠官方網站 <https://www.lcpf.com.tw/>

### 原料乾燥時間參考表

塑膠原料	建議設備	乾燥時間(小時)	乾燥溫度(°C)
PP	熱風乾燥機	1-2	70-80
PS		1-2	70-80
ABS		2-4	80-100
POM	除溼乾燥機	2-4	80-100
PA		2-4	75-90
PC		2-4	110-120

WWW.LCPF.COM.TW 僅供參考，實際使用請向該材料廠商確認

圖 6：原料乾燥時間參考表

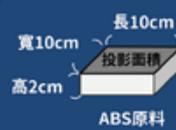
### 鎖模力計算公式

$$F_c = Ph \times At \times \text{修正係數}$$

鎖模力 內壓值 投影面積

計算 模腔內壓  
↓  
推算 鎖模力

計算公式



長10cm 寬10cm 高2cm  
ABS原料 投影面積

投影面積 10x10=100平方公分  
ABS有效內壓值 0.35噸/平方公分  
修正係數 = 1  
鎖模力 100x0.35=35噸

50噸機台

WWW.LCPF.COM.TW

圖 7：產品鎖模力的簡易計算公式

ACMT

SMART  
Molding  
Magazine

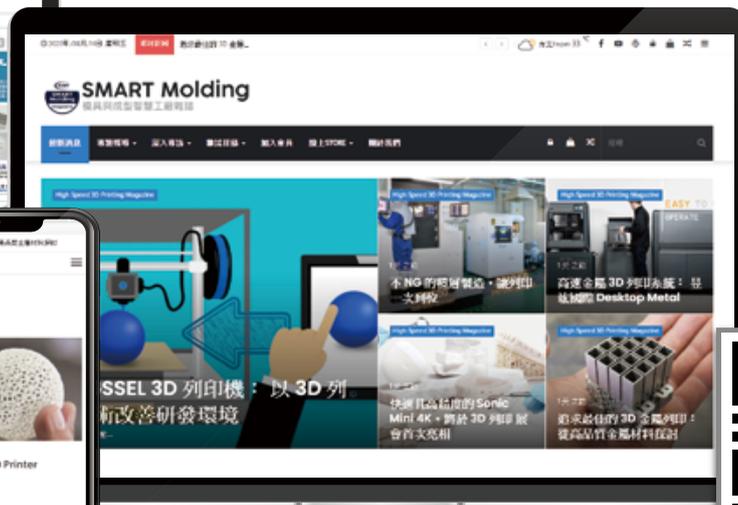
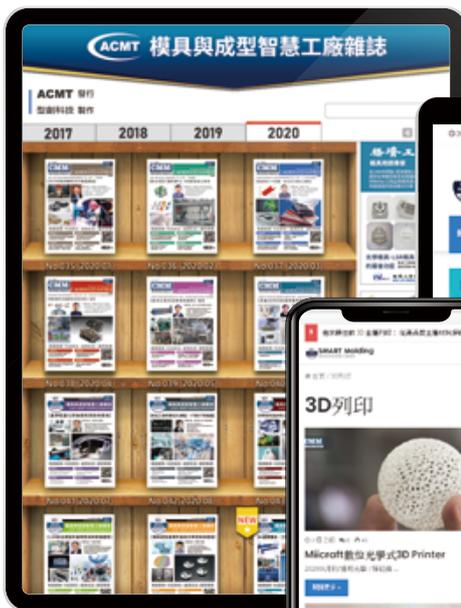
www.smartmolding.com

【SMART Molding】數位版雜誌  
全球華人最專業的模具與成型技術雜誌(ACMT會員月刊)



# 會員專屬

超過1,200篇以上產業技術內容與深入報導 —



www.smartmolding.com



## 內容特色

更多內容請上

- 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，2017年創刊至今已出版60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。



### 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 60 招、體積收縮率與翹曲變形【設計觀念篇】

■ Moldex3D / 林秀春 協理

### 【內容說明】

手機產品主要厚度：1.0~1.2mm；

手機產品長度：120mm；

手機產品寬度：70mm。

此種殼類產品，因強度需求，故在設計上，外側厚度都較厚，內側較為薄肉。因此流動速度方面，外側流動快速，而內側慢速；溫度分佈方面，外部溫度高，內側溫度較低，如圖 3~4 所示，因此造成外側體積收縮率分佈均大於內側，產品形成一圈高收縮率的分佈，所以翹曲變形為彎彎碟形方向，如圖 8、10、12 所示。

而問題在於本身結構設計中間一大孔洞，周圍高拉力，所以翹曲量值相對大，約 40~50 條或者 1~2mm，如圖 8、10、12 所示。根據分析結果，最有效果的設計方案就是局部進行厚度消除，可以有效改善翹曲變形。

### 塑膠產品的設計

充填過程的複雜性除了塑料物理性質隨成型的變化、產品本身幾何形狀的複雜、以及波前自由面流動的解析困難外，最主要的複雜性來自流動 - 熱傳 - 塑料物

性間的相互影響。因此接下來的內容將針對「脫模至應用階段的收縮」進行討論。

塑件脫模後不再受模具約束，屬於自由收縮階段。收縮來源為加工過程中之流動殘餘應力，以及塑件脫模溫度與使用環境溫度差所造成的熱應力。此類型產品的收縮應力 (shrinkage stress) 若足以克服塑件機械強度，將造成塑件變形 (distortion)；而若塑件外殼足以抗拒收縮應力，雖在外觀未發生明顯變形，但將於塑件內部產生收縮空洞，使塑件的最終機械性質受到影響，容易成為應力集中源 (stress risers)，並容易在外力作用下發生斷裂及破壞。

透過模擬分析，將可掌握相關影響的變形行為因素。

### 結果分析

體積收縮率的變化主要是由塑料的壓力 - 體積 - 溫度變化情形，塑料的 PVT 關係指的是塑料在加工過程中，在某溫度壓力下的體積變化情形。由於塑料的熱脹冷縮，塑料在壓力傳遞不足情形下（如保壓階段）具有可壓縮性 (compressibility)，因此塑料體積會隨加工過程中的溫度及壓力變化而改變。在厚的區域，若保壓不足將會造成較高的體積收縮。在脫模階段，



圖 1：手機產品介紹

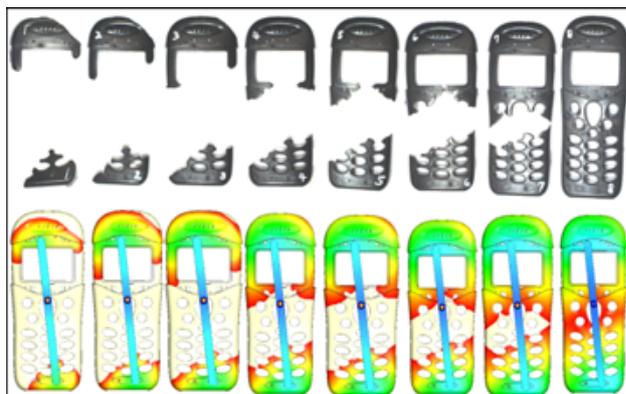


圖 2：產品短射與模流分析驗證

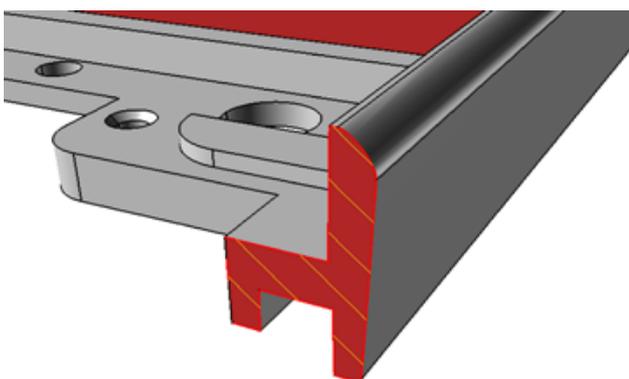


圖 3：產品外側流動快速，內側慢速

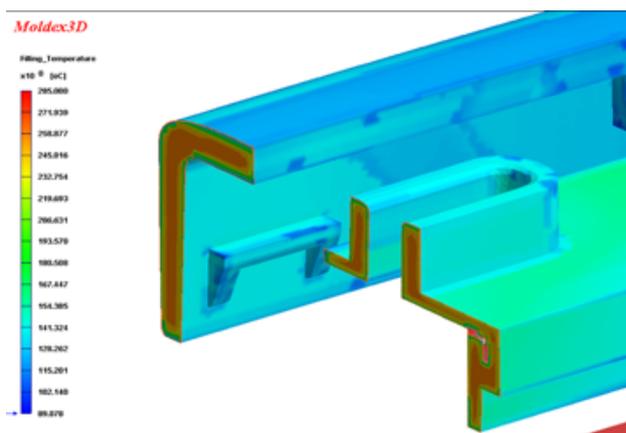


圖 4：產品外部溫度高，內側溫度較低

塑料溫度及壓力降至接近常溫常壓，體積亦會發生相對的收縮現象。因此塑料的 PVT 行為實是造成塑件收縮現象的根本因素。

肉厚較厚的區域，冷卻及保壓較為困難，所需冷卻時間較長，保壓效果較差。在脫模後仍保持局部高溫，持續冷卻。因此在局部肉厚較厚處，容易有局部收縮造成塑件產生凹痕或空洞。因此對於有肉厚變化的塑件，進澆位置選擇在較厚處可有利於保壓，即使肉薄處發生固化，仍可順利傳遞保壓壓力，改善收縮現象。

圖 7、9、11 為體積收縮率分佈。綠色代表塑件在脫模後，冷卻至室溫時 (25°C)，體積收縮率分布情形。

體積收縮率越大代表收縮越厲害，若分布不均代表塑件因收縮不均勻可能發生翹曲變形的問題。■

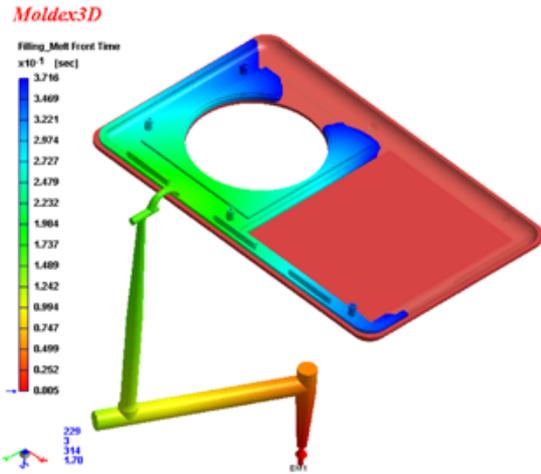


圖 5：流動波前

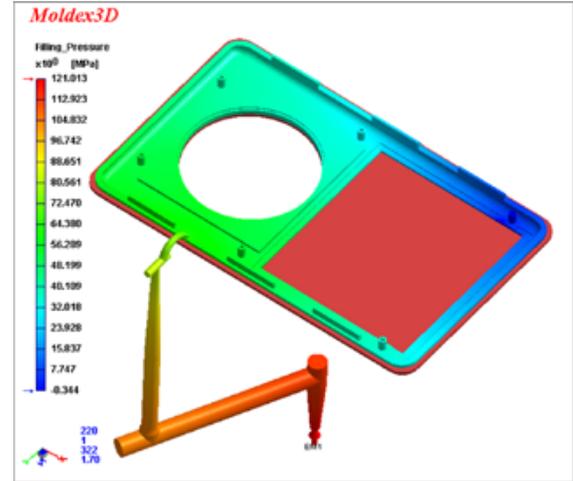


圖 6：流動波前

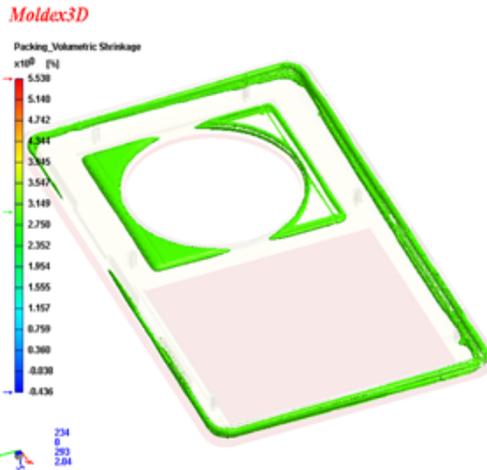


圖 7：體積收縮率分佈

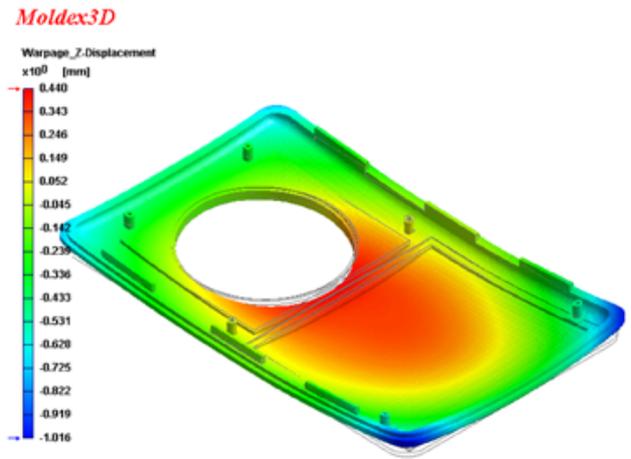


圖 8：翹曲變形

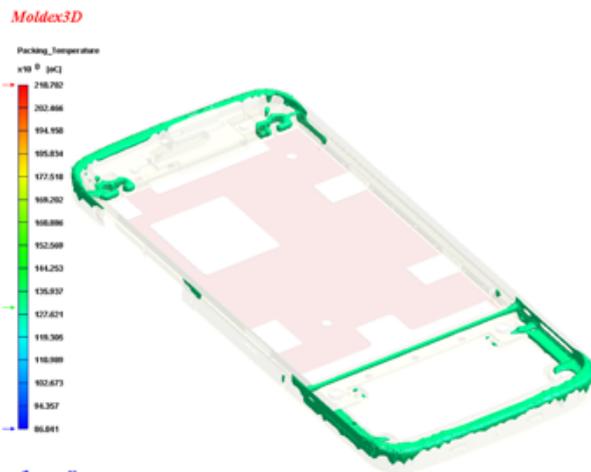


圖 9：體積收縮率分佈

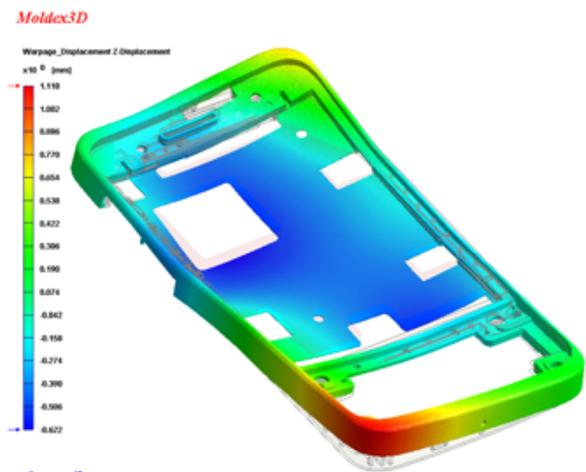


圖 10：翹曲變形



圖 11：體積收縮率分佈

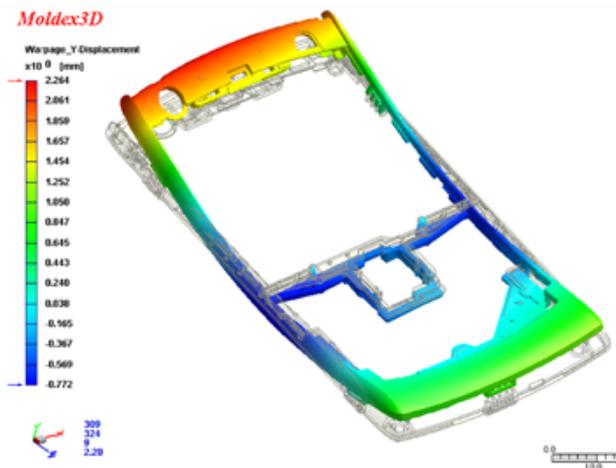


圖 12：翹曲變形

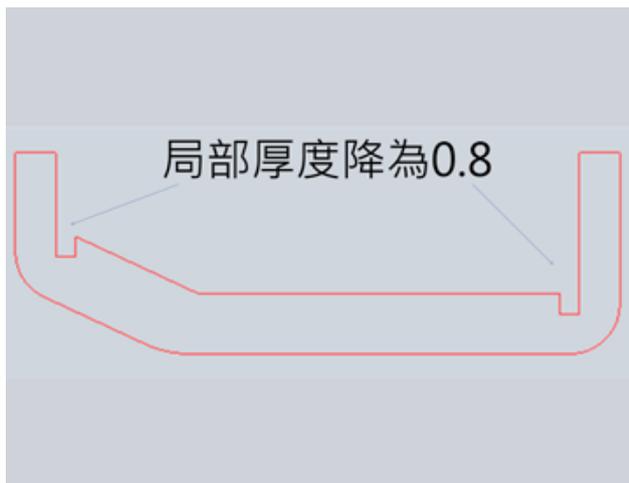


圖 13：產品局部厚度消除 1

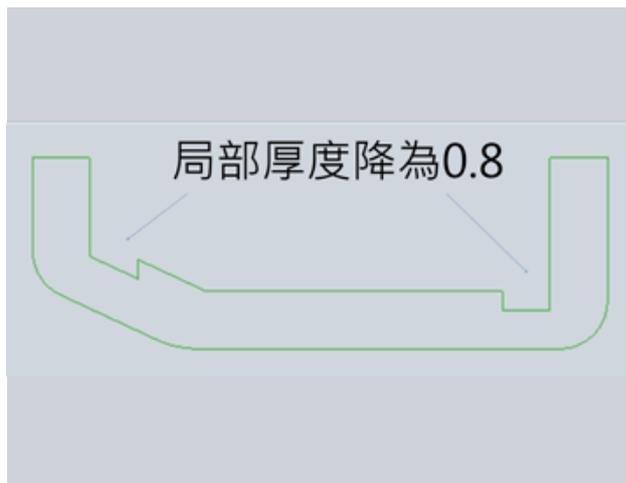


圖 14：產品局部厚度消除 2



圖 15：原始分析與變形驗證



圖 16：改善分析與變形驗證



### 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

## 三大金屬粉末成型技術的現況和未來

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

### 前言

終於，在 2021 年僅有二次隔離的狀態下（春節返臺後再返大陸工作，2020 年總共有六次三趟往返大陸和臺灣的隔離），在 12 月份最後兩天回到臺灣的酒店進行第 9 次的隔離，並預計在臺灣短暫停留於 2022 的春節某一天回到廈門完成第 10 次隔離。慶幸的是兩年下來奔波於大陸 / 臺灣 / 日本三地，都能夠全身而返，都是托各位讀者的福氣。接下來兩期，各位讀者可以看到 Dr. Q 的專欄都是在隔離狀態下寫的，滿滿的幸福與感恩。

### 全球三大金屬粉末成型技術

有了隔離的充裕時間，Dr.Q 終於能把三項令人較為注目的製程整理出來（如表 1），包含技術摘要與市場訊息，這三項技術分別為：

1. 傳統的粉末冶金壓製 (Powder Metallurgy or Pressing Molding, PM)
2. 金屬粉末注射成型 (Metal power Injection Molding, MIM)
3. 金屬積層製造 (Metal Additive Manufacturing, MAM)

接下來，Dr.Q 就來談談這三項技術的綜觀描述吧！

### 製造流程圖

PM 的應用已經有數百年的歷史，目前粉末壓製產品的最大銷售額都是用於汽車、各種搖擺機構的傳動元件、齒輪與半齒輪，豐富且廉價的材料選擇性讓 PM 成為金屬粉末技術最大宗的應用品，由於粉末和原材料的壓製方式限制了只能對 2~2.5D 造型製品，經過適當的後加工也能得到 2.5~3D 造型。PM 製品的尺寸精密度極高 (<+/- 0.1%)，製造流程圖如圖 1 所表示。

MIM 的應用在 Dr. Q 幾年的推廣相信讀者已經略知一二，自 1972 年迄今半世紀的歷史，藉由智慧手機和 3C 產品發展，MIM 製品大多被應用於這些電子產品上，主要還是 MIM 製品具有曲面造型且大多使用不鏽鋼等防鏽蝕材料，符合現代化隨身產品的要求。MIM 技術使其都有更新的材料設計出現，MIM 一體化 (Uni-body) 的優勢加上功能性的材料，MIM 業者能夠不斷的推陳出新使人們享受堅固耐用性高的小型金屬零件。圖 2 與圖 3 表示了 MIM 的製造流程。

比起 10 年前來說，積層製造已經開始改變製造業，但是不是那麼快速、也沒有那麼理想，尤其是金屬積層製造必須面對挑戰克服問題包含冶金知識仍舊是重點，也包含後加工和表面處理知識，也仍舊需要減法

三項技術之間的比較			
技術名稱	粉末壓製法(PM)	金屬粉末注射成型(MIM)	金屬增材製造(MAM)
使用粉末粒徑	100~200目(75~150um)	>500目(30um)	300~500目(35~55um)
粉末單價比	1	2.5~10	>15
粉末形狀(圓球度)	多邊形(0.4~0.6)	近似圓形(0.75~0.9)	圓形(0.9~1)
產品形狀	2~2.5D	3D	複雜中空/3D
尺寸精度(%)	~0.1%	0.2~0.5%	>2%
最小肉厚(燒結後)	1.5mm	0.01mm	0.5mm
表面粗糙度	Ra 10~15um	Ra 0.6~1.2um	Ra 5~10um
模具	一模一穴	一模多穴	不需要
生坯成形效率	快	中等	極慢
標準化原料/設備	有	有	無
工業標準化	MPIF 35	MPIF 35	無(ASTM F42是協會組織)

表 1：PM、MIM、MAM 三項技術之間的比較表

加工以達到產品的尺寸精度。我們使用金屬積層製造技術必須要改變設計理念，按部就班的學習。圖 4 為目前金屬積層製造的分類，過於複雜和繁多的技術導致標準難以統一，自然技術推廣就困難。

## 粉末冶金產業的數字

### 全球粉末原料製品

#### 1. 鋼鐵粉末產出 68 萬噸

- 49 萬噸用於粉末冶金壓製零件 (PM)，占 72%；
- 15 萬噸用於金剛石工具 / 軟磁材料，至少佔有 20%；
- 3 萬噸羰基體粉（用途廣泛），占 4.4%；
- 1.5 萬噸用於 MIM 零件，占 2.2%；
- 僅有少量應用於積層製造 (MAM)。

#### 2. 銅與銅合金粉末 5.8 萬噸

- 2.5 萬噸用於粉末冶金壓製零件，占 43%；
- 銅與銅合金大多用於熱管理零件，臺灣艾姆勒車電公司是目前全球最大燒結熱管理元件的公司。

### 推算粉末製品銷售總額（產品應用廣泛不易統計）

#### 1. PM 零件銷售總額不低於 200 億人民幣

- 鋼鐵零件約有 16.5 萬噸（包含 PM+MIM+MAM）；
- 銅與銅合金零件約有 1.2 萬噸；
- PM 應用的市場占比如圖 5 所表示。

#### 2. MIM 銷售總額不低於 95 億人民幣

- 大陸地區約 85~90 億元；
- 臺灣地區約 5~7 億元；
- MIM 應用的市場占比如圖 6 所表示。

#### 3. MAM 銷售總額約 2 億人民幣（數字難以統計）

- 已經由模型突破到產品；
- 隨型冷卻模具和製鞋模具、假牙三類為主力產品；
- 產品單價高但產值難以估計，大致應用的分佈如圖 7 所示。

## 未來展望與結論

2022 年是 COVID-19 病毒出現的第四年，疫情的情況

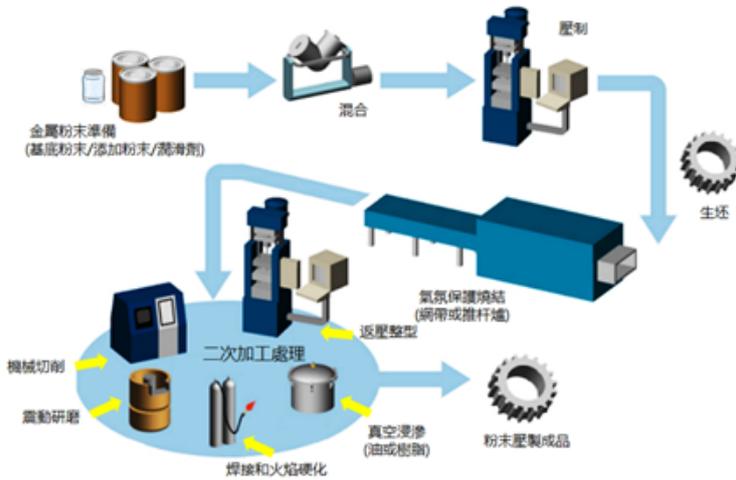


圖 1：粉末冶金壓製的流程圖

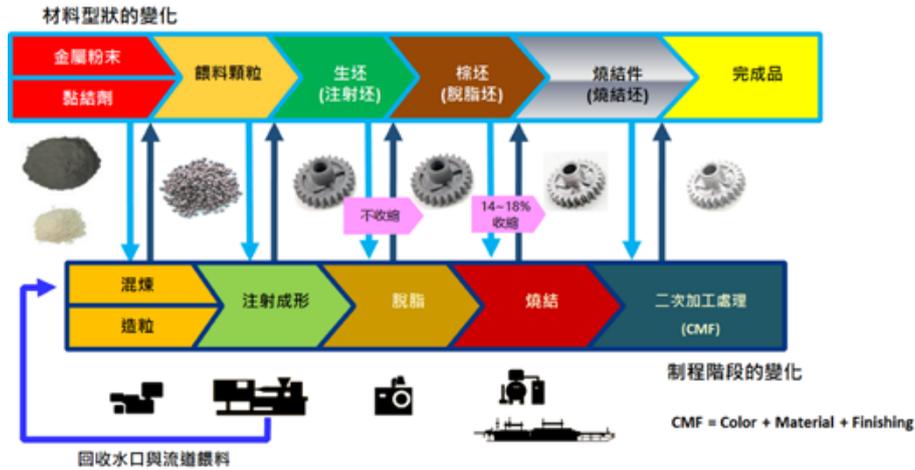


圖 2：金屬粉末注射成型的製造流程圖

仍舊嚴峻，Dr.Q 往返世界各地的機會減少，幸好因為網路系統發達，金屬製造技術與市場消息仍舊可以流暢的交換。金屬粉末冶金技術的推進仍舊如火如荼的進行，由於是在電動汽車（包含新能源汽車）的崛起，以及 5G 通訊時代裝備的升級，粉末冶金技術已經由機構零件開始滲透到電子被動元件上，由磁性材料的鐵基合金帶領，相信未來可以得到很好的成績。

不到 10 年，科技的進步是所有人類一起推進和共用結果的。■

Dr.Q 也再次鼓勵那些投入金屬積層製造的企業和工程人員們，唯有不斷的學習與改進，一個新技術才能落地生根，還需要持續的深耕推廣，畢竟 MAM 的應用

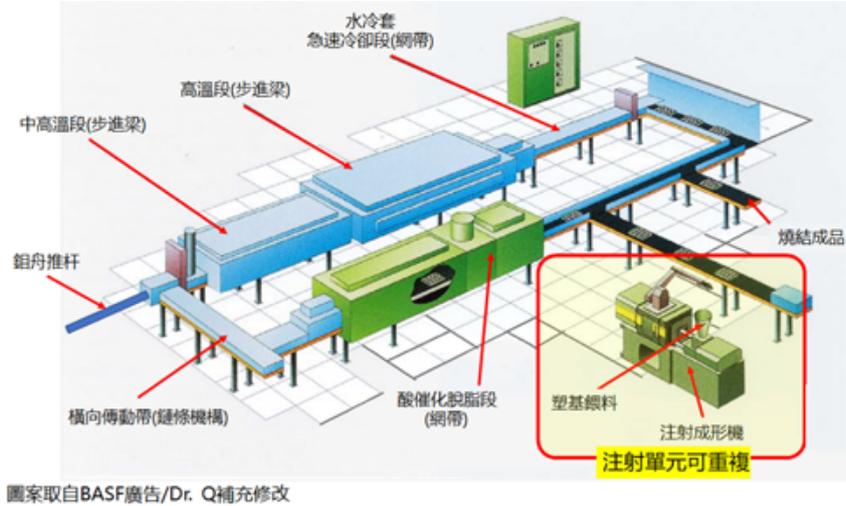


圖 3：理想的金屬粉末注射成型的製造流程圖

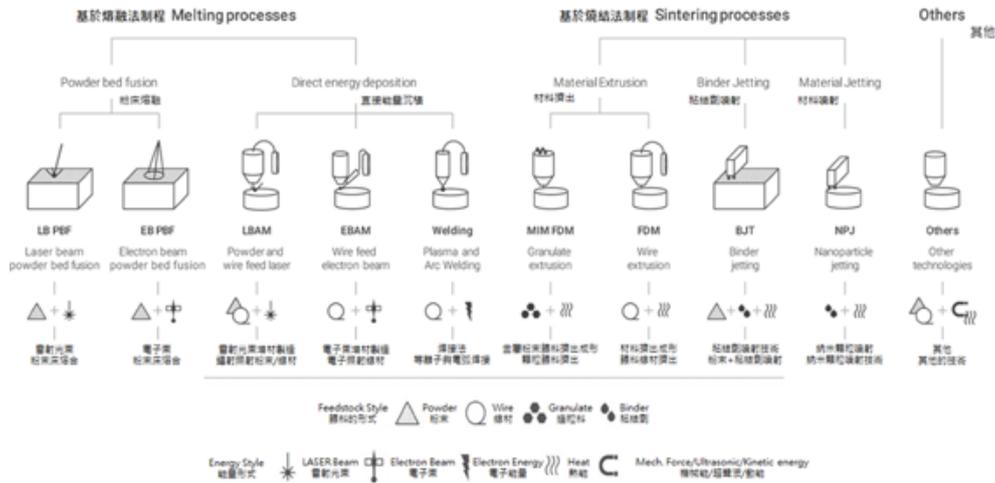


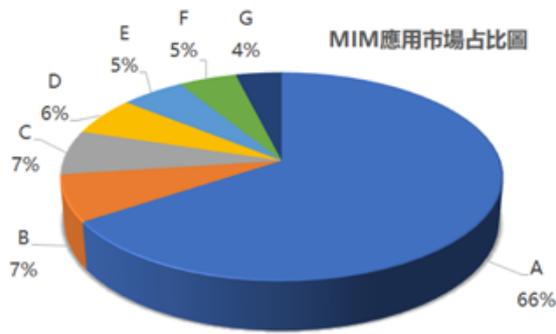
圖 4：目前使用在金屬增材製造的技術方式



## 齒輪與傳動機構是粉末壓制的大宗應用，尤其是交通工具

部分數位來自中國機械通用零部件工業協會粉末冶金分會

圖 5：PM 應用於零件市場的比例

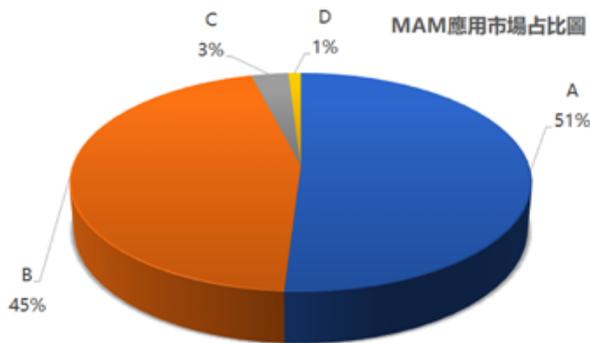


- A. 智能手機 (Apple為主要, 約有50/66比例)
- B. 汽車與交通工具
- C. 可穿戴設備 (正越來越多)
- D. 家用五金
- E. 其他
- F. 電腦/筆電 (疫情導致的在家辦公與學習用)
- G. 醫療器械

**3C產品仍占MIM應用大宗 A+C+D > 77%**

部分數位來自中國機械通用零部件工業協會粉末冶金分會

圖 6：MIM 應用於零件市場的比例



- A. 假牙 (尤其是鈦合金)
- B. 模具 (隨形水路、鞋大底模)
- C. 模型 (金屬零件、樣品)
- D. 其他

**由於後工序繁瑣，加上設備與材料分攤費用，市場打開不易**

部分數位來自中國機械通用零部件工業協會粉末冶金分會

圖 7：MAM 目前的市場應用分佈

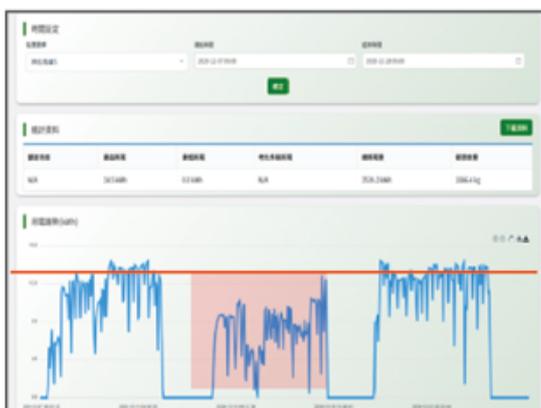
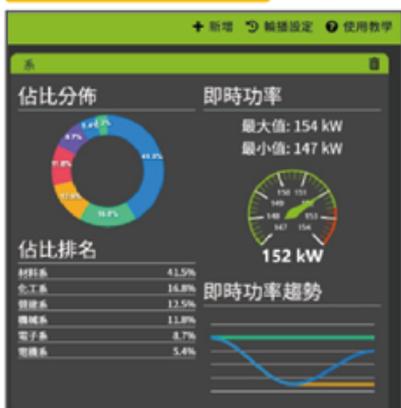
設計

開發

生產

保養維修

## 應用情形



## 服務方案

★方案設備規格如下。

用電監測設備



雲端監測平台



場域佈建安裝

## 設備規格

★若有其他需求可另行報價。

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

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可



服務據點  
台北·蘇州·東莞·曼谷  
+886-2-8258-9155

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



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

www.minnotec.com

廣告編號 2022-01-A08





## 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

# 不能改變事實就換個說法！——談判心理戰術之「一致篇」

■宇一企管 / 林宜璟 總經理

## 前言

之前我們提過談判的心理戰術有七大領域，分別是「比較」、「好感」、「一致」、「互惠」、「權威」、「稀少」、「社會保證」。上一篇談過了「比較」和「好感」，接下來這篇談「一致」。

## 人喜歡一致

人喜歡一致的人，也喜歡維持一致。人類有些行為被社會所肯定，我們稱之為「美德」。美德有很多，其中有很重要的兩個，第一是「誠實」，第二是「信用」。

關於誠實，有所謂「誠實是最上策」的金句。關於信用，某個人物因為「一路走來，始終如一」而被推崇。哪怕他一路走來的路你並不認同，但是光「始終如一」這四個字，就是一種肯定。但是到底為什麼誠實跟信用是美德呢？

其實誠實和信用的背後都是「一致」。所謂誠實是內外一致，我想的跟我講的一致；而信用是過去和現在一致。然後我們常把這兩個概念再合併成為「誠信」。所以當我們說一個人誠信的時候，具體來說就是這個人內外「一致」，前後「一致」。

那又為什麼「一致」會成為美德呢？我的看法是一致可以讓一個人容易被預測。如果你昨天的話今天就不算數，又或者你講的和你想的老是不一樣，我就無法預測你的行為。而一個不容易被預測的人就是一個難合作的人。相反的，好預測的人就好合作；而一個好合作的人當然就容易被社會接納。

如果依照 1991 年諾貝爾經濟學獎得主羅納德寇斯 (Ronald Coase) 的理論，也可以說，「一致」減少了社會整體的「交易成本」。

人脫離社會無法生存，而一個一致的人有更高的機率被社會接納，所以他的 DNA 比起不一致的人就更有機會傳遞下去。在人類的演化過程當中，這樣子的行為模式被一再強化，以致最後維持一致的行為幾乎成為一種本能，讓人類在很多時候不經思索，就是要維持一致。

以上是關於一致行為的社會角度。而一致行為也許還有一個更直接的生物性原因，就是「偷懶」。思考要耗費能量，而自然界裡能量很珍貴，能少用則少用，一致顯然比較省能量。



(圖片來源：Freepik.com)

上次這樣做可以，除非這次有充分的理由，否則就再做一次吧！這樣很省事。既然事實是這樣，如果不這麼說就還要傷腦筋找理由，所以誠實吧！這樣比較省力氣。

無論維持一致的原因是什麼，總而言之，這樣的本能在談判上很好用。一致在談判上的運用可以分成兩種狀況：

1. 「言行一致」；
2. 「得寸進尺」。

## 言行一致

雖然我們都遇過一些說話不算話的人，但是仔細想想，其實說話算話的人比例還是高得多。想想你叫外送的经验就好。雖然總難免有不準時的，但絕大多數還是依答應的時間送達，對吧？

總而言之，大多數的人還是希望自己能夠言行一致。或者換個講法，言行一致對絕大多數的人來說還是最可能的反應。

言行一致時，可以「先言再行」，也可以「先行再言」。但無論如何，兩者都要一致。

## 先言再行

「我們合作的這些年來，我一直認為您是個講理的人。我相信您也同意吧？」

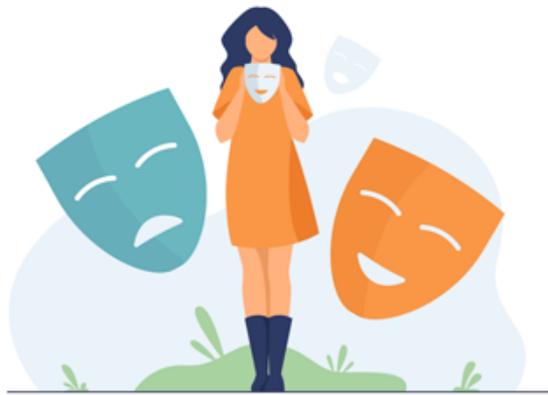
這個問題對方幾乎不可能不同意，除非他已經跟你翻臉。而他一旦先同意自己是個講理的人，只要你能提出雙方還可以接受的「理」，那麼順利往下談的可能性就會大幅提高。

如果你是一個參加標案，但自知注定是「陪標」角色的廠商，你有機會提高這次「陪標」的價值嗎？也許你可以這樣跟承辦人說。

「長官！這次的標案我會配合演出，演好演滿。但我只有個小小的請求，就是請您下次有相關的案子需求時，第一時間通知我，讓我能提早做準備。」

基於我們之前談過的「負面權」，他這時候很可能說好，因為你不玩的話就會流標。又基於言行一致的原則，他下次真的很可能第一時間給你新標案的資訊。

請注意，我這裡強調的是可能，而不是絕對。但是就像我們在之前的篇幅裡面提過的，談判本來就是在每



(圖片來源：Freepik.com)

一個環節當中，盡可能的提高打擊率，也就是提高有利於我方改變的機率。那麼積小勝為大勝，長期來看成果就非常可觀。

## 先行再言

這裡所謂的「言」，除了字面上「說了什麼話」的意思之外，還包含了自我內在的語言，也就是思想。

有個女婿跟岳母平常關係普通，不好不壞。有天女婿工作上表現不錯，得到老闆的大力讚賞，心想升官有望，心情特別舒爽。下班時偶然路過一家甜點店，想到晚上要陪老婆回娘家吃晚飯，因為心情很好，就順手買了岳母喜歡吃的甜點當作伴手禮。

岳母看到女婿今天這麼有心，也就特別的和顏悅色，那天晚餐吃得也就特別愉快。

過了一段時間又要去老婆娘家吃飯了，女婿想說上次既然有帶甜點，那麼這次就也再帶吧！然後又是一個愉快的晚餐。這麼反覆幾次，看岳母時帶岳母喜歡吃的甜點就成為慣例了。久而久之，不知不覺跟岳母的關係就真的變好了。

開始是偶發的行為，卻因為一致性的原因，最後影響到內心的狀態，進而改變觀點。

接下來要談個有點小岔題的內容，但是它可以幫助大家進一步理解一致性原理。我要說的是「心情」和「行為」的關係。

我們都有過因為內在心情而影響外在行為的經驗。比方心情不好就會想躲在家；開心的時候會手舞足蹈。但心理學還有個 motion creates emotion 的概念。意思就是反過來，行為也會影響心情。

要說明這個觀念最好的方法是請你現在跟我做一個實驗。首先請在心中想一件你曾經遭遇過，讓你很難過的事情。

接下來請低下頭，閉上眼。然後想想剛剛那一件曾讓你很難過的事情。請認真的想大約 10 秒鐘，然後評估現在心裡難過的程度。很難過給 5 分，不太難過給 1 分，2、3、4 分憑感覺給。

再接下來請睜開眼睛，然後下巴上揚，裝成一副有點欠扁的驕傲樣子。然後一樣在心中想著剛剛那一件曾



(圖片來源：Freepik.com)

讓你很難過的事情。請再評估一下你心中難過的程度，現在又是幾分呢？

包含我自己在內的多數人經驗，都是頭低下來，眼睛閉起來的時候比較難過。相信你也是吧？

所以結論就是，心情不好的時候要抬頭挺胸，也可以適當的逼自己微笑。然後你會發現心情自然也變比較好。有句話是這麼說的：“Fake it, till you make it.”

再回到主題，這個原理在談判的具體應用就是如果能讓對方先做出一個同意你的行為，那麼接下來他同意你意見的機率就會大幅提高。

下面我們來看一個行言一致的例子，並且從這個例子來討論談判時如何「得寸進尺」。

## 得寸進尺

1966 年心理學家 Jonathan Freedman 和 Scott Fraser 發表了一個研究結果。研究的對象是加州某社區的居民。如同多數的實驗一樣，居民被分成兩組實驗組和對照組。

研究人員請求兩組居民答應在他們庭院裝一個又大又醜的看板，上面寫著「小心駕駛」。

雖然是一個立意良善的看板，但是因為實在有礙美觀，所以對照組（以下稱為 A 組）只有 17% 的住家同意這個請求。

但是實驗組（以下稱為 B 組）同意出借庭院安裝看板的則高達 76%。發生了什麼事？

原來 B 組和 A 組的差別只是 B 組的家庭在兩個禮拜前有志工（實際上就是實驗人員），登門拜訪請屋主將一個大約 7.5 公分見方的小看板掛在庭院比較顯眼的地方。看板上寫著「當個安全駕駛」。

因為只是一個微不足道又完全符合社會道德的請求，所以幾乎所有的家庭都同意了。然後這些同意的家庭，在兩個禮拜之後就有高得多的比例，也願意掛上那個醜醜的大看板。

這實驗的結果很有意思吧？但是實驗沒有到此結束。更精彩又出人意外的是兩位學者又挑了另一群屋主（以下稱為 C 組），但稍微改變了一下實驗的內容。



(圖片來源：Freepik.com)

這群 C 組的屋主被詢問是否願意簽署一份「持續建設美麗加州」的連署活動。由於簽署的內容完全符合公眾利益，所以絕大多數的家庭也都簽署了。這群簽署同意書的家庭，在兩個禮拜之後一樣被請求安裝又大又醜的看板，而這次有將近半數的家庭都同意了。

從這個實驗我們發現：

1. B 組跟 A 組的對照顯示，人希望維持一致的自我形象。既然我都已經答應掛「當個安全駕駛」的小看板了，那表示我是一個重視駕駛安全的人。既然我是重視駕駛安全的人，只是因為看板有點大有點醜就拒絕，那不是自相矛盾嗎？為了避免這樣矛盾造成的不舒服，有很多人就接受了那個大看板。
2. C 跟 A 的差異顯示，雖然沒有表達我是支持「安全駕駛」的人，但是我簽署「讓加州變得更美好」，就表示我是熱心公益的人。既然我是熱心公益的人，那麼我好像不太應該拒絕掛這個雖然有點醜的大看板吧？C 組的結果雖然不像 B 組那麼好，但是一樣非常驚人。

上述這個實驗對談判的啟示就是，我們不但可以運用先行再言的方式來改變對方的心理狀況，還可以得寸進尺，擴大戰果。

## 運用一致原理的步驟

一致原理在談判上的操作，一樣要搭配之前提過的議題拆解。

### • 步驟一：

拆解談判的議題。如同之前篇幅所說過的，盡可能拆解到 30 個以上。

### • 步驟二：

從議題當中挑出幾個你判斷雙方看法應該會相同的。然後從牽涉利益最小的開始談起。

### • 步驟三：

如果順利的話，前面這幾個議題你們雙方應該很快就可以達成共識。

### • 步驟四：

接下來便可以開始談你覺得雙方可能會有歧見的議題了。

當然事情還是不會一切順利，但這時談這個棘手議題就多了一個助力。因為如果談到卡住的時候，我們可以鼓勵對方說：「你看！我們之前都可以達成協議啊！代表我們是可以好好談的合作伙伴。所



(圖片來源：Freepik.com)

以我們再一起來想想這個差異點，看可以怎麼處理吧！」

這樣一來，你會發現對方拍桌離開不跟你玩的機率大幅降低。

## 讓步時把先例變成特例

但是世事都有兩面。這樣維持一致的行為模式，有時候也會阻礙我們達到談判的目的，特別是需要雙方讓步的時候。

很多時候對方並不是不能讓。他真正擔心的是此例一開，那麼以後你就會要求比照辦理，沒完沒了。

同樣的我們也許也可以讓步，但是一樣怕造成日後不可收拾的後果。因為按照一致的原則，下次我們很難開口說：「這次不行就是不行！沒有理由。」

所以每次讓步都有一個巨大的隱藏成本，就是成為「先例」。單單這次讓步還可承受，就怕後續都要「一致」辦理，以致「先例」成為「慣例」，那就受不了了。

比方說這張訂單降個 20% 也還好，就當交個朋友。

但是如果以後每筆交易都要打 8 折，那可就承受不起。要拆解這個炸彈，有一個簡單的方法，就是「讓先例成為特例」。

舉個發生在我們身邊的例子。因為疫情的關係，去年有三倍券，今年又有五倍券。廠商配合這些券推出的行銷方案，通常尺度很大，下手很重。

為什麼廠商這麼做呢？原因之一當然是因為疫情的關係生意差，所以很缺業績。但另一個原因是，搭配這些三倍卷、五倍卷的行銷活動，不管力道有多大，都是跟三倍卷、五倍卷綁在一起。也就是日後沒有了這些卷，就不會有消費者要求比照辦理。

但是一般的行銷方案，萬一玩太大的話，就怕成為消費者認為理所當然的先例。而一旦有了先例之後，在心裡就會形成慣例。那麼這樣子的價格定位，可能就回不去了。

所以在談判時要讓步但又不想成為先例，造成後續的慣例，那就可以加上一個條件，讓他成為特例。同樣的如果你希望對方讓步，但是對方也擔心這一讓就成為先例，那麼你也可以幫對方解套，幫他找一個配套



(圖片來源：Freepik.com)

的條件，讓他的讓步成為一個特例。那麼他也就可以安心得的讓了。

最後再來一個例子。企業贊助的棒球隊得了總冠軍的時候，可以來一波大的促銷以增加買氣並提升形象，但是不用擔心會養刁消費者的胃口。因為球隊贏球是特例。

### 結論

- 人喜歡一致，也喜歡一致的人。運用一致的原理可以引導談判的方向。
- 人習慣言行一致，不管是先言再行，或是先行再言。以這樣的一致性為基礎，人有可能逐步被影響去做出本來沒打算做的事。
- 怕造成先例而成為慣例常是讓步的阻礙。這時加上一個特定條件使先例成為特例，就大有機會促成讓步。■

設計

開發

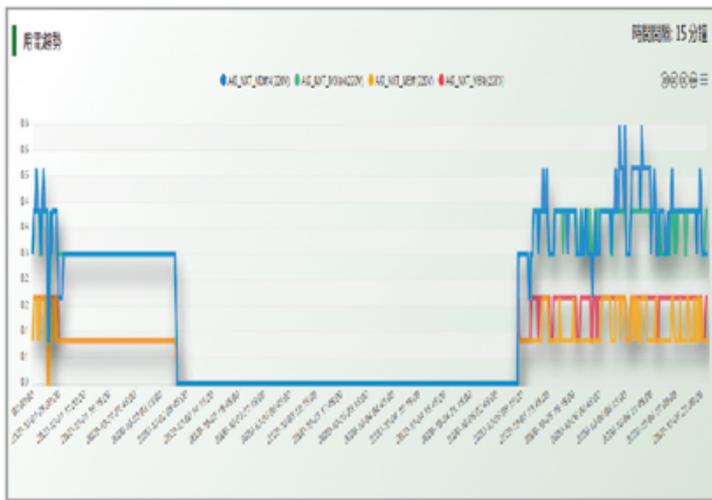
生產

保養維修

## 電力可視化, 能耗全掌握

ACMT輔導計劃節能管理方案  
(總電+6台設備)

限量10名 推廣方案 **15萬**



### 功能

即時監控與管理 數據整合與分析

### 優勢

無線安裝免停機 電池可自動回充  
 雲端平台新服務 跨設備整合資料

工廠電力



【即時監測】

【節能管理】

機台設備



【異常警告】

【保修管理】

企業經營



【數據分析】

【綠色經濟】

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可



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

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



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

🌐 www.minnotec.com

廣告編號 2022-02-A09



# 乾冰清洗機在模具上的應用

型創科技 / 王海滔 應用工程師

## 前言

隨著社會科學的進步，新材料和新技術的出現，各式產品走向複雜化與精細化。其模具成本高昂且經常含有細小零部件，例如：航太、光學電子、儀器儀錶。使用傳統的物理清洗和化學清洗方式已經不能夠滿足現代化生產的需求，不僅會損耗模具、成本增加，同時也會造成產品的品質良莠不齊，不能提供穩定的產品品質。而且拆卸清洗的過程較長，同時還有進行模具復位、環保等等一系列的後續問題。自動化製造業追求產品的品質與生產效率，因此模具清潔就成為各相關企業所關心之重點。近幾年新生的模具清洗專用乾冰清洗機，針對環保發展和客戶的潔淨度要求做出極佳的回應。

目前，除了模具相關行業，乾冰清洗機已被廣泛應用於食品、塗料、電力、印刷等領域。

## 乾冰清洗機的清洗原理

乾冰就是固態二氧化碳，在高壓和低溫條件下製備，其看起來像冰，但兩者的溫度和硬度等物理特性截然不同。在常溫常壓下，冰會慢慢融化變成水，但乾冰不會形成液態，而是立即膨脹體積變為氣體。

清洗系統通過高壓氣流將乾冰顆粒加速，經噴嘴衝擊到需要清洗的工件表面，當 -78 攝氏度的乾冰粒接觸到污垢表面後會產生脆化爆炸現象，從而使污垢收縮及鬆脫，隨之乾冰顆粒會瞬間氣化並且膨脹 800 倍，

產生強大的剝離力，將污垢油漬披鋒全部帶走。並且由於 CO<sub>2</sub> 揮發掉了，乾冰清洗過程中沒有產生任何二次廢物，需要清理的只有清除下來的污垢。

在上述清潔過程中主要涉及四個清潔原理：

### 1. 動能衝擊

高速的乾冰顆粒撞擊清潔表面，污染顆粒被強烈的物理衝擊去除。同時乾冰的顆粒硬度非常低（約 2~3Mhos），能夠保證不損壞模具表面。

### 2. 溫差效應

利用溫差的物理反應使不同的物質在不同的收縮速度下產生脫離，污染物受到冷凍後引起的剪應力，伴隨裂縫黏合力降低自然脫落。

### 3. 昇華膨脹

乾冰接觸污染物後瞬間昇華，體積劇烈膨脹，將被凍結的污染物撐散並被壓縮空氣帶走。

### 4. 化學效應

過程中大部分乾冰將氣化，在一定溫度和壓力下少數會重新化為液態二氧化碳，而液態二氧化碳作為無機溶劑能有效去除沉積在模具表面上的有機物。從表 1 中可以看出，液態二氧化碳有類似於如丙酮、異丙醇和 1,1,1 - TCA 的溶解度係數，表明其清洗劑功效。



圖 1：清洗中的模具

	SOLVENT SOLUBILITY (MPa <sup>1/2</sup> )
SOLID CO <sub>2</sub>	22-24
ACETONE	20.2
ISOPROPANOL	23.5
METHYLENE CHLORIDE	19.8
PERCHLOROETHYLENE	19.0
1,1,1 TCA	20.9
METHANOL	29.6
WATER	47.9

表 1：常見清潔劑溶解度對比



圖 2：乾冰清洗機臺

## 乾冰清洗機的優點

- 對污染物有強力的剝離能力；
- 不會損傷清洗表面；
- 能清洗到每個狹窄的清潔死角；
- 乾冰不含水且可溶有機物，對於線上的電氣設備，無需停機便可進行線上清洗；
- 無二次處理成本，乾冰無殘留物；
- 無需拆卸，節省時間；
- 延長設備壽命，通過清洗可及早發現損壞零件並進行更換。

## 乾冰清洗機的缺點

- 乾冰對濕度較為敏感，要控制好工作環境的乾燥程

度。尤其在清潔金屬時，溫度較低容易吸附空氣中的水汽，形成水滴。乾冰顆粒吸收到水分會變脆，將不能保證清潔硬度和導致清潔效果降低；

- 乾冰顆粒的成本高於水，工廠本身不容易製得，通常需要外購；
- 乾冰顆粒保存不易，需要提前訂購並存放於專用的乾冰盒子；
- 乾冰清洗機設備較為昂貴，機器主體加上新型空氣壓縮機成本將超過 10 萬元；
- 機器工作噪音約在 120dB，如公司對噪音有嚴格要求，則需慎重考慮。噪音是由空氣壓縮引起的，理論上噪音越大，清洗能力越強。

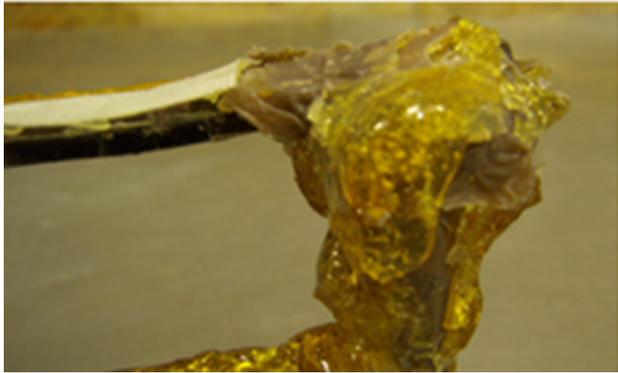


圖 3：乾冰清洗油漆

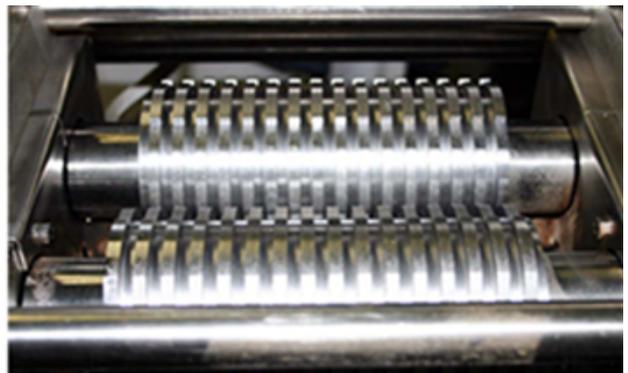


圖 4：乾冰清洗樹脂材料

## 結論

如塑膠模具，經常出現毛刺、碳化氣體層、脫模劑等附著不易清除。乾冰清洗機可幫助到我們快速去除模具的頑固污漬，在短時間內清洗到每一個角落，且不會損壞被清洗的物品，尤其是注重潔淨度的型腔表面。

此外，乾冰是通過高效利用工廠生產的副產品二氧化碳而製成的，所以它也是一種環保清洗劑。作為原料的液化二氧化碳氣體來源於工廠的反應回收和精煉（石油精煉、氨水生產等）。美國國家環境研究所 (National Institute of Environment) 對乾冰清洗技術評價為一項高度優先的環保「減碳技術」，可有效

減少製造過程中的廢物和副產品。由於通過捕獲一部分釋放到大氣中的二氧化碳來使用它，將不會增加排放，停止或生產乾冰都不會影響全球碳排放。■

## 參考資料

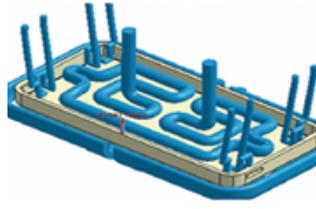
- [1].<https://www.tooice.net/news/hangyezixun/572.html>
- [2].<https://baike.so.com/doc/446673-472948.html>
- [3].圖 1 引用自 <https://www.tooice.net/news/hangyezixun/794.html>
- [4].圖 2、3、4 引用自 <https://www.tooice.net/news/hangyezixun/796.html>
- [5].表 1 引用自 <https://www.docin.com/p-173590154.html>
- [6].<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6641463/>

### 先進技術 - 高效節能

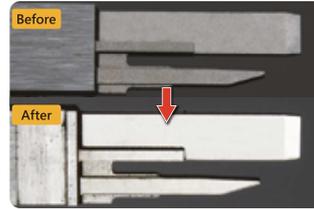
先進  
模具  
技術



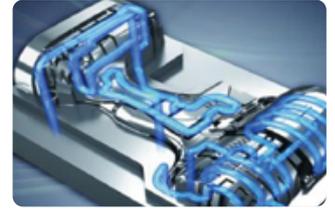
CAE模流分析技術



模具水路設計

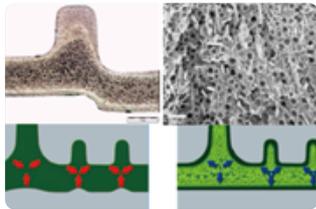


EBM電子束表面改質/拋光



金屬3D列印技術

先進  
成型  
技術



微細發泡成型技術



模具水路清洗保養技術



微小精密成型技術

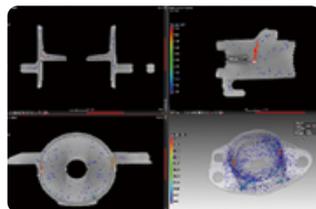


電力監測系統

先進  
檢測  
技術



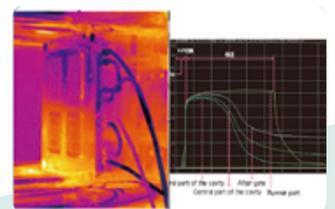
應力檢測



CT斷層掃描技術

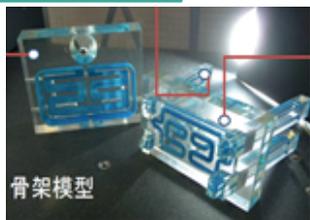


鎖模力平衡度檢測



模具溫度/壓力檢測

#### 成功案例 1



骨架模型

#### 金屬3D列印

有效地縮短模具冷卻時間，排除模內困氣，達到提高射出成型效率、改善塑件品質的目的。

#### 成功案例 2



Before

After

#### 新世代電子束加工技術【EBM】

提高表面粗糙度，節省手工拋光時間。

#### 成功案例 3



#### 微細發泡成型技術

藉由泡孔擴張來代替射出機保壓，降低體積收縮率，使壓力分佈均勻，減少翹曲變形。

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

廣告編號 2022-02-A10

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

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/atom-ch



# 奈米顆粒噴射 (NPJ) 金屬 3D 列印

型創科技 / 王海滔 應用工程師

## 前言

3D 列印技術正在快速改變傳統的生產方式和生活方式，作為戰略性新興產業，許多發達國家高度重視並積極推廣該技術。不少專家認為，以數位化、網路化、個性化、定制化為特點的 3D 列印技術為代表的新製造技術將推動第三次工業革命。金屬與陶瓷零件 3D 列印技術作為整個 3D 列印體系中最為前沿和最有潛力的技術，是先進製造技術的重要發展方向。各式各樣的新型列印技術也在不斷興起，為模具製造業提供更多設計可能性，本文將介紹奈米顆粒噴射技術 (Nano Partical Jetting，簡稱為 NPJ)，可用於製造陶瓷與金屬列印製件。

## NPJ 技術

奈米顆粒噴射 (NPJ) 技術是 XJet 公司於 2016 年首次公開的並取得專利的材料噴射 3D 技術。其工作原理與傳統的 2D 噴墨印表機的工作原理相似。噴墨印表機的工作原理是噴墨系統前後移動並將彩色墨水沉積在紙上 (2D)。而奈米顆粒噴射技術其實相當於用懸浮奈米粒子 (SNPs) 替換彩色墨水然後用列印平臺替換紙張 (3D)。

## NPJ 技術的工作原理

先將大分子金屬顆粒粉碎成奈米級顆粒，再往奈米金屬顆粒注入黏合劑，構成完整的列印墨水。在墨水中，金屬顆粒會以懸浮態 (SNPs) 均勻分佈。金屬以液體的形式裝入 3D 印表機後，使用特製的噴頭將墨水噴

出，同時噴射支撐材料。該過程在保持在 250° C 的加熱床上進行，這使得液體在噴射時蒸發，金屬顆粒被分散沉積到列印平臺進行相互黏結，隨後逐層噴射構建，層厚可小於 2 微米。在列印過程中液體會因為列印平臺的熱量而蒸發，生成的 3D 物件在其主體和支撐中只有少量黏合劑。

這種積層製造工藝與許多金屬 3D 列印工藝中所使用的粉末熔融工藝不同，能夠使用普通的噴墨列印頭作為工具，無需借助任何外力即可通過專門的技術融化去除支撐結構。因為是通過融化去除的，理論上可以無限添加支撐，給予設計師更大的自由。同時所得零件具有更高的細節，表面光潔度和準確性，在機械性能等各方面都幾乎可以與傳統的鑄造件一較高下。

該技術將金屬與陶瓷列印應用包括醫療行業的助聽器、手術工具、牙冠、牙橋和導鑽器；航空航太和汽車的耐高溫 and 耐摩擦零件；和用於電氣工業的感測器。

## 優缺點分析

NPJ 技術的優點條列如下：

- 製造零件尺寸更靈活、精度更高，能以高解析度（層厚度為 10 微米）和精度（±25 微米）實現超精細的細節；
- 列印環境需求較低，安全度高（無需惰性氣體，真空或壓力環境）；
- 材料更換方便，顆粒度可調節；



圖 1：NPJ 製成的不鏽鋼部件

- 材料利用率高，列印的零件可以回收，節約成本；
- 列印成品可直接使用，無需打磨等後處理；
- 支撐結構去除簡單。

然而缺點也十分明顯，目前的 NPJ 3D 印表機，基本上都是工業級需求才會使用這項技術。由於該技術剛開發不久，材料的選擇性和多樣性上相當有限（Xjet 目前支援使用 316L 不鏽鋼和兩種陶瓷材料（氧化鋯和氧化鋁）。同時設備性能穩定等各方面還需要提升，需要更多的後期開發升級。

## 結論

3D 列印的缺陷和局限性致使它與傳統加工方式有很大差距，而且這些缺陷是由 3D 的技術本質決定的，其實很難通過一般性的技術發展消除。因此金屬列印技術的發展與普及也一直受限，如材料設備昂貴、製品精度與性能較低、生產效率低等，令製造廠商對其高風險望而卻步。但 3D 金屬列印仍然有著傳統加工沒有的優勢，其設計週期短、造型更靈活、理論上設計成本低等，可以作為部分模具零件（如異型水路等特殊結構）很好的加工補充方式。相信積層製造與其他加工技術的結合發展，能煥發出不一的光彩，可應用於更多的領域。■



圖 2：NPJ 製成的陶瓷與金屬件

## 參考文獻

- [1].圖 1 引自 <https://www.additivemanufacturing.media/articles/am-101-nanoparticle-jetting-npj>
- [2].圖 2、3、4 引自 <https://v.qq.com/x/page/n3026o5p9ip.html>
- [3].表 1 引自 <https://www.3dprintingmedia.network/additive-manufacturing/am-technologies/what-is-nanoparticle-jetting/>
- [4].圖 5 引自 <https://youtu.be/SXgrDtd7aAg>



圖 3：XJet Carmel 1400 C



圖 4：噴射陶瓷 3D 印表機列印倉

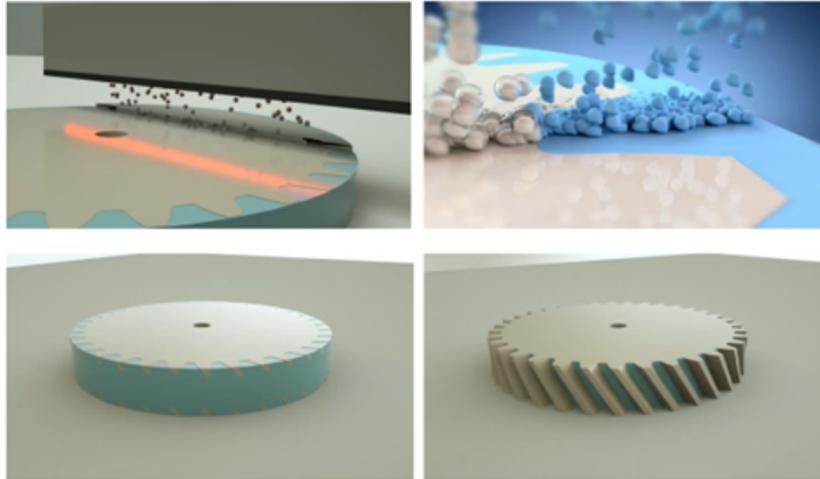


圖 5：金屬液體與支撐材料同時噴出，隨後被蒸發

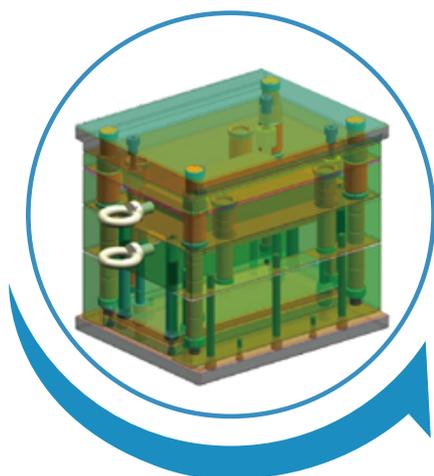
Model	Carmel 1400
Manufacturer	XJet
Price (approx.)	\$750,000
Technology	NanoParticle Jetting
Materials	Ceramics, Metals
Effective Build Volume	500 x 280 x 200 mm
Layer Thickness	10 μm

表 1：Carmel 1400 設備資訊

# 模具「T零量產」，實現智慧工廠

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

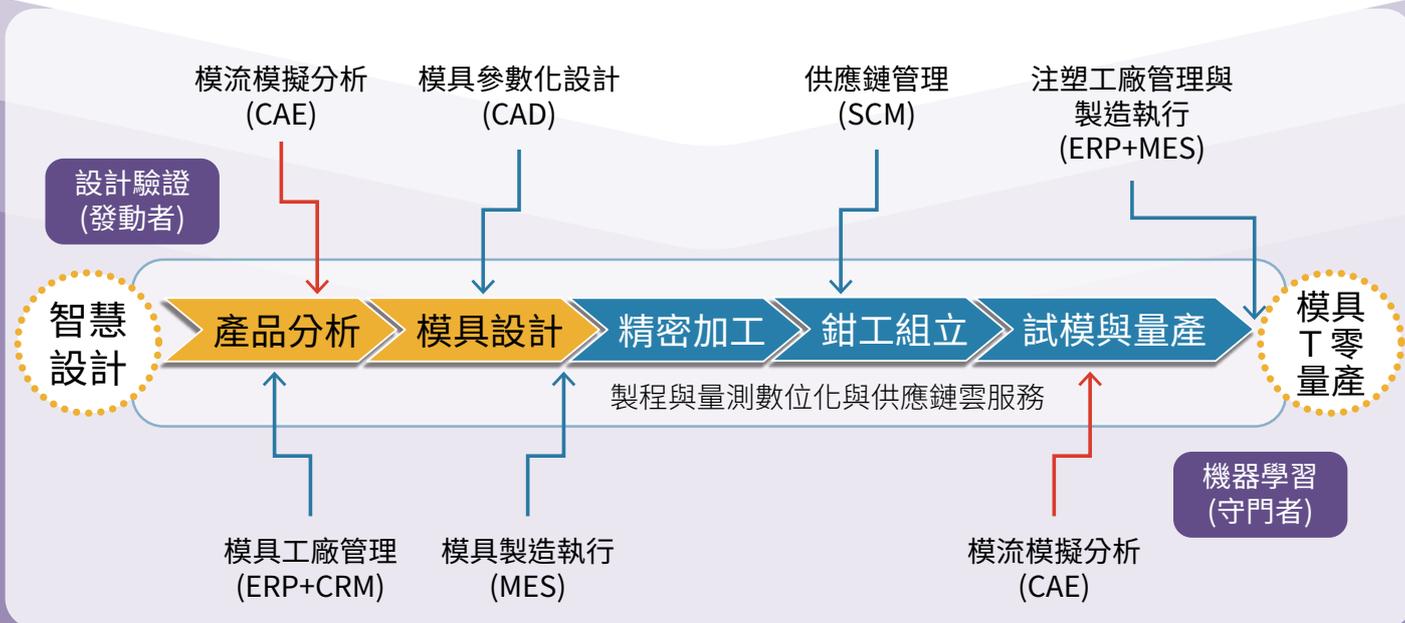
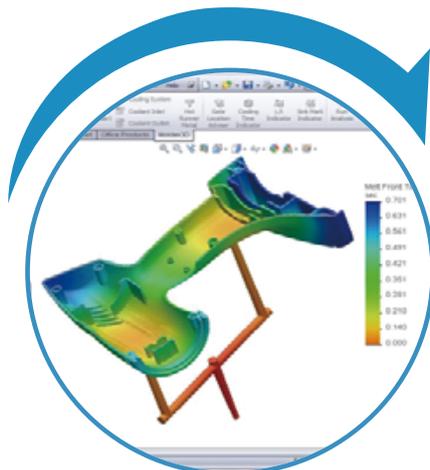
模具設計



科學試模



模流分析



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

廣告編號 2022-02-A11

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

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/tzom





# 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