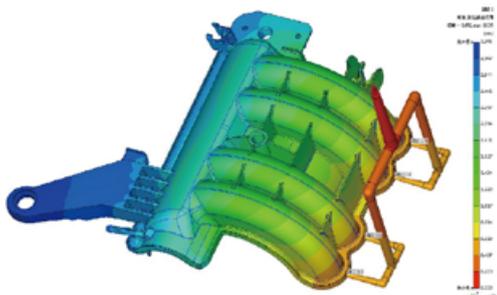


【第38屆高分子加工國際研討會之技術回顧】



專題主編：黃明賢 特聘教授(高雄科技大學)

- PPS-38國際研討會: Modeling and simulation 論文摘要心得分享
- 射出成型智慧低碳技術發展趨勢
- 熱塑性彈性體物理發泡技術的應用、機會與挑戰
- 第78招、【評估塑膠製品品質控制篇】



專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- Modeling and simulation 論文摘要心得分享
- 射出成型智慧低碳技術發展趨勢
- 熱塑性彈性體物理發泡技術的應用、機會與挑戰

科技新知

- Shape成功優化汽車車頂機匣零件翹曲問題
- 巴斯夫創邁思便攜式近紅外光譜解決方案
- 科思創發表全新Desmopan®UP TPU系列產品

顧問專欄

- 第78招、【評估塑膠製品品質控制篇】
- 近十年MIM的產品應用Part VI: 高爾夫球桿頭配件
- 好主管的可預測性

產業訊息

- 關於塑膠材料在射出成型中需要注意的因素
- 廢舊混合塑料常見分選技術
- 2023德國國際粉體及散裝固體加工工業展



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 2023-08-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

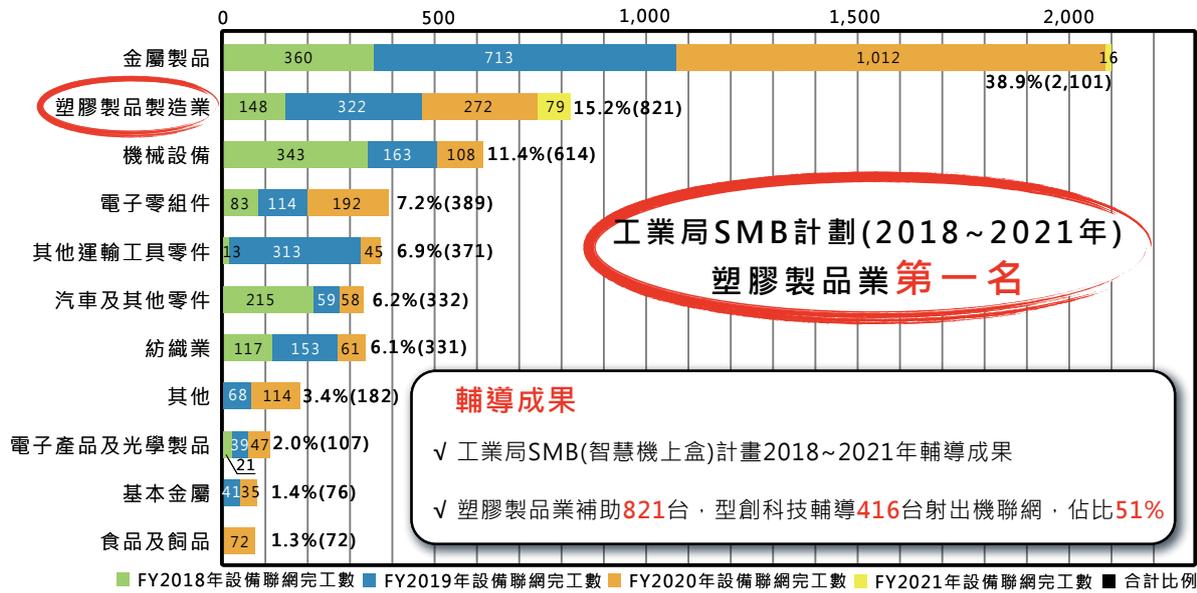
台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+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

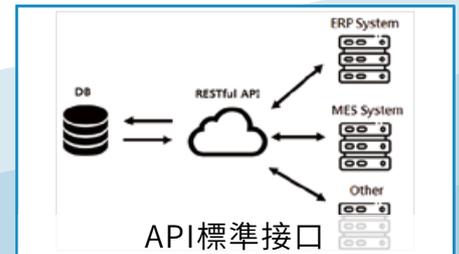
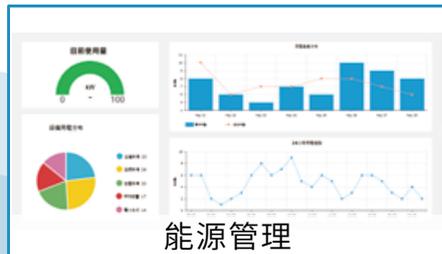
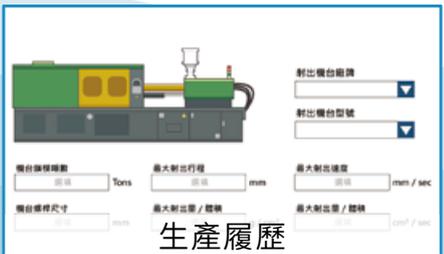
- ✓ 工業局SMB(智慧機上盒)計畫2018~2021年輔導成果
- ✓ 塑膠製品業補助821台·型創科技輔導416台射出機聯網·佔比51%

■ 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

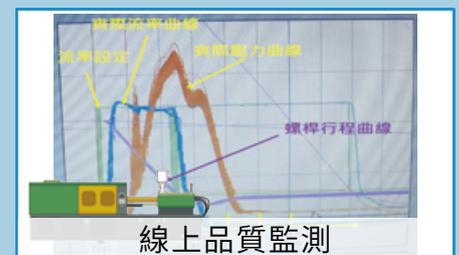
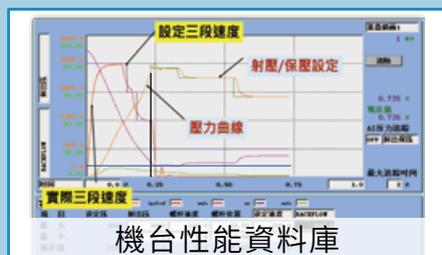
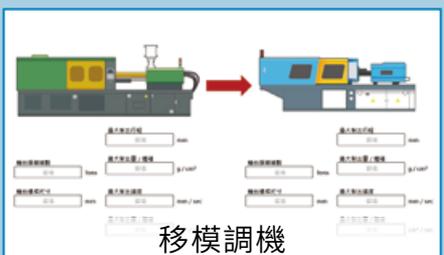
▶ **IoM 生產管理(機台聯網)**



▶ **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 2023-08-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
陳汝擘 Sharon Chen
陳柏蓁 Jean Chen
陳俞靜 Sara Chen
何凱琳 Karin He
陽 敏 Mary Yang

技術部
技術支援 唐兆璋 Steve Tang 于翔 Bernard Yu
張仁安 Angus Chang 尹睿璇 Knify
楊崇邠 Benson Yang 詹汶霖 William Zhan
李志豪 Terry Li
張林林 Kelly Zhang
羅子洪 Colin Luo
王海滔 Walk Wang
羅偉航 Robbin Luo
邵夢林 Liam Shao
劉家孜 Alice Liu
彭楷傑 Eason Peng
邱薇臻 Vita Chiu

專題報導
專題主編 黃明賢
特別感謝 高科大智慧射出成型產學聯盟、逢甲大學、台灣
科技大學、科盛科技、BASF、科思創、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

※【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

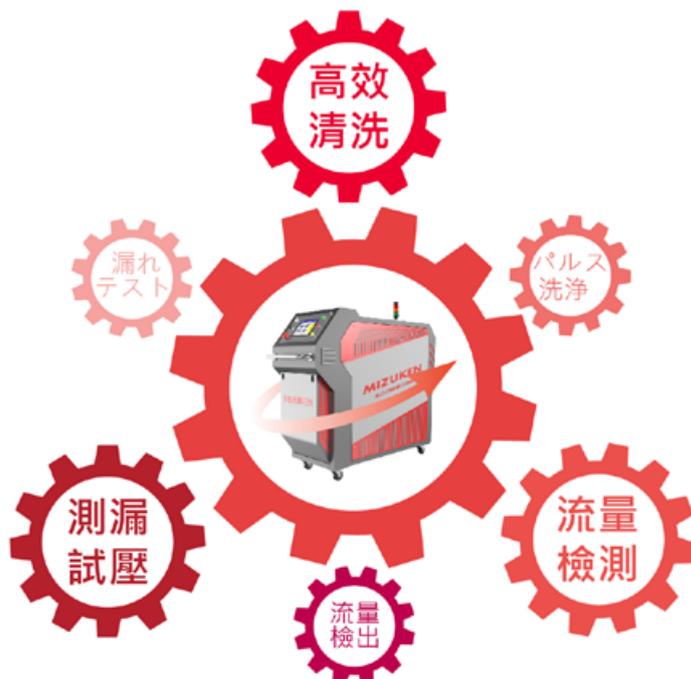
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

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 2023-08-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)
型創 TZoM 專業顧問輔導 -----	P21(A05)
型創應力偏光儀 -----	P26(A06)
數位版雜誌宣傳 -----	P49(A07)
型創 AToM 先進模具與成型技術 -----	P50(A08)
冠理科技 -----	P51(A09)
優伶科技 -----	P57(A10)
映通——微射出成型解決方案 -----	P60(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

ACMT 模具月刊 第 044 期
www.smartmolding.com 2020/12

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：張國裕 博士

- 具中台工業數位分身與製造
- 數據驅動 AI 決策 專家與 AI 輔助設計
- 具數位分身與智慧製造
- 數位分身與 AI 輔助製造

專刊內容：工業 4.0 時代的數位分身
具數位分身與 AI 輔助製造
具數位分身與 AI 輔助製造

專刊內容：工業 4.0 時代的數位分身
具數位分身與 AI 輔助製造
具數位分身與 AI 輔助製造

專刊內容：工業 4.0 時代的數位分身
具數位分身與 AI 輔助製造
具數位分身與 AI 輔助製造

專刊內容：工業 4.0 時代的數位分身
具數位分身與 AI 輔助製造
具數位分身與 AI 輔助製造

ACMT 模具月刊 第 044 期
www.smartmolding.com 2020/11

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：陳昭彰 教授

- T-Beam 之光學化光學控制
- 3D 光學測量技術在模具製造
- 光學測量技術在模具製造
- 光學測量技術在模具製造

專刊內容：T-Beam 之光學化光學控制
3D 光學測量技術在模具製造
光學測量技術在模具製造

ACMT 模具月刊 第 044 期
www.smartmolding.com 2020/10

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 之射成型與製造
- 高透明 LSR 射成型之應用
- 高透明 LSR 射成型之應用
- 高透明 LSR 射成型之應用

專刊內容：LSR 之射成型與製造
高透明 LSR 射成型之應用
高透明 LSR 射成型之應用

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 模具月刊 第 043 期
www.smartmolding.com 2020/09

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

- 高性能材料之介紹
- 高性能材料之介紹
- 高性能材料之介紹
- 高性能材料之介紹

專刊內容：高性能材料之介紹
高性能材料之介紹
高性能材料之介紹

專刊內容：高性能材料之介紹
高性能材料之介紹
高性能材料之介紹

專刊內容：高性能材料之介紹
高性能材料之介紹
高性能材料之介紹

專刊內容：高性能材料之介紹
高性能材料之介紹
高性能材料之介紹

ACMT 模具月刊 第 042 期
www.smartmolding.com 2020/08

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：董廷輝 ACMT 副社長

- 數字化轉型與工廠
- 數字化轉型與工廠
- 數字化轉型與工廠
- 數字化轉型與工廠

專刊內容：數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠

專刊內容：數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠

專刊內容：數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠

專刊內容：數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠
數字化轉型與工廠

ACMT 模具月刊 第 041 期
www.smartmolding.com 2020/07

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：黃紹財 副教授

- 輕量化技術之介紹
- 輕量化技術之介紹
- 輕量化技術之介紹
- 輕量化技術之介紹

專刊內容：輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹

專刊內容：輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹

專刊內容：輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹

專刊內容：輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹
輕量化技術之介紹



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
ACMT SMART Molding Magazine



目錄 Contents

專題報導 In-depth Coverage

12 PPS-38 國際研討會：Modeling and simulation 論文摘要心得分享

18 射出成型智慧低碳技術發展趨勢

22 熱塑性彈性體物理發泡技術的應用、機會與挑戰

科技新知 Technology showcase

28 Shape 成功優化汽車車頂機匣零件翹曲問題

32 巴斯夫創邁思便攜式近紅外光譜解決方案現場一鍵分揀塑料和紡織品材質

34 科思創彰化廠啟用新產線 發表用於汽車、風電產業表面保護膜的全新 Desmopan®UP TPU 系列產品

顧問專欄 What experts say

36 第 78 招、以塑代鋼的汽車零件應用【評估塑膠製品品質控制篇】

40 近十年 MIM 的產品應用 Part VI：高爾夫球桿頭配件

44 好主管的可預測性

產業訊息 Industry News

52 關於塑膠材料在射出成型中需要注意的因素

54 廢舊混合塑料常見分選技術

58 2023 德國國際粉體及散裝固體加工工業展



新登場!

數位版雜誌上線中!
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 the magazine's content. 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 '數位版雜誌上線中! 隨時隨地都能閱讀!' (Digital magazine online! Read anytime, anywhere!) is displayed.

康復
照護 幫助

醫療技術

緩解病痛

悉心照料

關懷

10 YEARS
1923-2023
OF THE HEHL COMPANY



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

ARBURG

阿博格



黃明賢 特聘教授 (高雄科技大學)

現職：

· 高雄科技大學 機電工程系 特聘教授

經歷：

· 美國威斯康辛大學麥迪遜分校機械工程學系 博士
· 堯茂光學(股)公司 法人董事
· 高雄第一科技大學國際事務處國際長
· 精密機械研發中心、富強鑫精密工業(股)公司 技術顧問

專長：

· 射出成型
· 系統動力與監控
· 智慧機械

第 38 屆高分子加工國際研討會之技術回顧

台灣是一個地狹人稠、自然資源相對匱乏的島嶼，這裡住著一群吃苦耐勞、努力打拼的人群，雖然對外貿易是自始至今必要的生存手段，先民靠著拚搏與智慧，蕞爾小島屢在國際間創造經濟奇蹟。盤點在這一座科技島上，有著無數個隱形冠軍的行業，靠著人才、技術、經驗、與不怕失敗的精神是存活的不二法門。在兒時，我們常聽到：無數的老闆隻身帶著一只皮箱，操著破爛的英文行走展覽會場、世界各個角落，他們能帶回訂單，撐起廠房的一片天；更汲取重要的觀念，改變自己，讓自己的事業與世界接軌，跟上商場變化的腳步！

面臨國際競爭、少子化、低碳化、智慧化的演進，險惡的生存環境從來沒有缺席過，各行各業的能人也從來沒有畏懼過，因為只要持著虛心學習的信念，就有機會即時蛻變。為此，以塑膠加工業而言，過去專業人士常參與的德國 K SHOW、美國 NPE、日本 IPF、中國廣州展、台北塑膠設備展等，更延伸至美國 ANTEC 研討會 (Annual Technical Conference)，進一步吸取成型知識與技術的源頭，以便迎頭趕上。

註：

美國塑膠工程師協會 (SPE) 所主辦 Annual Technical Conference (ANTEC)，是全球塑膠界最重要的新知與技術發表的國際研討會，每會期接獲全球各地專家學者投稿約 1,500 篇，遴選約 500-600 篇發表。不同於一般的學術研討會，匯集來自全球塑膠業頂尖的公司、學術界與研究單位專業人士，分享與交流彼此的知識、經驗與技術，SPE-ANTEC 無庸置疑是全球塑膠工程領域最具代表性與規模之學術與技術研討的殿堂。

高分子加工年會 (PPS) 為學術界所熟知，但在業界就相對陌生了許多，PPS 是高分子加工協會 (Polymer Processing Society) 的年度盛事。該協會起源於 1982 年 3 月，乃在美國俄亥俄州 Akron 大學成立。其目的是為國際高分子加工界的工程師和科學家提供研究成果互動與展示的平台，以促進理論發展和技術創新，至今已舉辦 38 屆，其重要性不言而喻。有鑑於此，本專題藉在瑞士舉行的 PPS-38 為題，邀請參與此次研討會的台灣學者，分享他們的所見所聞，所謂知己知彼，在此特別感謝幾位教授在百忙中撥空整理的心得，透過他們的紙筆，可以瞭解目前國際在高分子加工的材料性質、改質、回收、生醫等應用，以及新的加工技術發展，藉以此以饗讀者。■



圖：研討會精彩集錦



會場縮時影片



展會訪談影片



PPS-38 國際研討會：Modeling and simulation 論文摘要心得分享

■淡江大學 化學工程與材料工程學系 / 黃招財 教授

前言

第 38 屆高分子加工學會國際研討會 (38th International Conference of the Polymer Processing Society, 簡稱 PPS-38)，已經於 2023 年 5 月 22-26 日於瑞士 St. Gallen 舉行。此次國際研討會議在由 EMPA Material Science and Technology 主辦，並由 Dr. Rudolf Hufenus 擔任主席。整個會議大約蒐集 700 篇口頭報告及壁報刊登，超過 750 人註冊參加，參加國別超過 45 個國家，其中台灣的發表投稿文章共 16 篇，在亞洲國家中，排名第 5，前 4 位為印度、日本、土耳其、中國，會議熱烈地開場，如文章首圖所示。再者，口頭報告共分成 21 項分項（如圖 1 所示）。

Modeling and simulation 論文摘要分享

此次本人很幸運有機會參與此研討會 Modeling and simulation（建模與模擬）小組之籌辦委員，在此小組口頭報告共蒐集 54 篇投稿摘要，其中從圖 2 可知

Modeling and simulation 在研討會的分量，相關之文章編號，如圖 3 所示。此處就針對此等投稿摘要，以及部分現場聽講之心得，為大家進行初步解析。首先從表 1-1~1-4 可以了解在今年 PPS-38 Modeling and simulation 領域中，全球高分子加工的專家大概在進行哪些研究。具體來說，相關研究以射出成型 (injection molding)、押出成型 (extrusion)、吹瓶成型 (blow molding)、螺桿分析 (extruder or screw analysis)、雙螺桿分析 (twin screw analysis)、分子模擬 (molecular dynamics)、特徵方程式的提出與應用 (constitutive equation)、3D 列印 (3D printing)、產品生命週期管理 (Product Lifecycle management, 簡稱 PLM / Life cycle assessment, 簡稱 LCA)，以及其他項目。此處我們特別將螺桿（包括：押出製程之 extruder 與射出製程之 screw）獨立成另外一項，加以說明。

針對射出成型 Modeling and simulation 之研究，

S01	Injection molding and molds	S08	Polymer blends and alloys 241	S15	Biopolymers 472
S02	Rubber and elastomers	S09	Nanotechnology 257	S16	Additive manufacturing 527
S03	Fibers and films	S10	Polymerization and synthesis 285	S17	Medical applications 584
S04	Foams and membranes	S11	Modeling and simulation 295	S18	Polymers at surfaces and interfaces 606
S05	Polymer composites	S12	Polymer recycling 359	S19	Microplastics 622
S06	Mixing and compounding	S13	Functional additives and reactive processing 421	S20	Soft robotics 635
S07	Morphology and structural development 216	S14	Rheology and characterization 438	S21	Powder bed fusion

圖 1：在本次會議中，口頭報告共分成 21 項分項

除了著重於傳統射出製程與成品優化以外 (S11-149, S11-167, S11-401, S11-479, S11-480)，有些文章透過 in-mold annealing (模內退火) 效應導致 PP 材料之微結構 (micro-structure) 變化，進而影響它的型態 (morphology) 變化與產品特性 (S11-90, S11-602)；再者，有些研究者探討射出成品之生命週期管理與評估 (S11-672, S11-041)。另外，也有探討高分子材料之循環經濟分析預測 (S11-117)、脫模力與其機制探討 (S11-231)；再來，也有一些研究著重於射出成品內在微結構變化之預測與驗證，包括：物理發泡機制的新進模擬技術 (S11-180)；熔膠流動與纖維排向之耦合效應預測 (S11-358)；另外，有一篇很有意思，主要探討如何透過新型輕型和緊湊型噪聲和振動解決方案來找尋合適的製造工藝，但也遭遇許多問題 (S11-255)。再者，針對押出成型 Modeling and simulation 之研究，許多專家除了針對傳統整合 solid transport, polymer melting, and melt flow 的變化利用模擬分析進行探討 (S11-60, S11-099)；也有著重於冷卻機制的模擬 (S11-687)；異型押出產品之模擬分析 (S11-620)；

衣架型平板模頭模擬技術 (S11-442)；多層共押製程模擬預測 (S11-569)；生質材料之押出發泡製程模擬分析 (S11-595) 等等，加以深入研究。

另外，有關吹瓶成型 Modeling and simulation 之研究，主要著重於傳統上瓶胚與成品之厚度 (S11-475)，如何能透非接觸式技術加以掌握 (S11-142)；瓶身在高分子材料固化過程如何建立拉引效應 (tube die-drawing) 之影響 (S11-455)；如何透過 glass-rubber model 掌握射拉吹效應；以及利用 3D 列印進行旋轉模頭 (spiral die) 之製備，改善因零件組裝或是流道精度不足問題 (S11-305, S11-306)。再者，有許多篇文章著重於螺桿 Modeling and simulation 之研究，其中包括：探索如何掌握高分子熔膠內添加物之分散特性之分析預測 (S11-398, S11-450, S11-539)；探討材料特性與製程參數如何影響螺桿之能量耗損 (S11-338)；深入探討混鍊元件之混鍊效能 (mixing efficiency) 模擬 (S11-447)；以及特殊雙波浪 (double wave) 混鍊元件之效能模擬 (S11-462)；還有一篇特別

Symposia assignments	Tuesday May 23			Wednesday May 24			Thursday May 25			Friday May 26	
Room	10:15-12:20	13:45-15:30	16:00-17:20	10:15-12:20	13:45-15:30	16:00-17:20	10:15-12:20	13:45-15:30	16:00-17:00	10:00-12:05	13:45-15:10
Sulzer Chemtech	Soft robotics			Microplastics			Mixing & compounding			Morphology & structural development	
Bodensee	Polymers at surfaces&interfaces						Biopolymers				
St. Gallen	Medical applications			Polymer blends & alloys			Injection molding & molds				
Bruker AXS	Polymer recycling										
Angst+Pfister	Additive manufacturing										
EMS-Chemie	Polymer composites										
Olma	Nanotechnology						Fibers & films				
Monosuisse	Foams & membranes			Polymerization&synthesis			Rubber & elastomers				
Mettler Toledo	Powder bed fusion			Additives & reactive proc			Rheology & characterization				
Empa	Modeling & simulation										

資料來源: <https://www.pps-38.org/program-at-a-glance>

圖 2：PPS-38 國際研討會中口頭報告內容—— Modeling and simulation 口頭演講行程

針對射出系統之止逆環 (non-return valve) 效能進行模擬預測 (S11-459) 等等。

再來，也有許多文章利用分子模擬 (MD) 探討高分子加工相關議題 (S11-545, S11-519) 以外，還包括：利用 MD Monte Carlo 技術探討熱固型高分子 (thermoset) 材料之回收與再加工特性 (S11-681)；利用 CMMC(coupled matrix-based kinetic Monte Carlo) 模擬技術追蹤高分子材料在回收程序中相關的降解反應 (S11-117)；應用 MD 探索高分子加工程序與材料結構之關係 (S11-190)，特別著重於濕 - 熱 - 機械 (hygro-thermo-mechanical) 特性關係等等。另外，針對雙螺桿程序模擬，除了傳統著重於混鍊效能、壓降與能耗剖析雙螺桿機理以外 (S11-556, S11-597)，也有幾篇文章探討雙螺桿與特殊應用，其中包括：探討同向旋轉嚙合雙螺桿押出系統如何應用於新型藥物製劑之製備，主軸試探討藥物分子如何分散在聚合物基質中 (S11-166)；也有許多篇文章著重於特徵方程式 (Constitutive) 的提出、修正與應用 (S11-680)，其中包括：回顧並探討 K-BKZ 數學模型提出 60 年的現況 (S11-297)，此模型與連續方程式及實驗之差異，並分享一些 K-BKZ 數學模型應用之成功案例；應用 extended generalized Newtonian fluid (GNF-X)

constitutive equation 特徵方程式預測纏繞的線性和分支型高分子之拉伸流動行為等等 (S11-123)。根據上述簡要資訊，基本上只有非常簡短的概要資訊，離真正理解仍有很長距離，未來各位讀者如果有興趣，可以持續追蹤 PPS-38 的正式論文發表。

結語

最後，個人也擔任一場 Modeling and simulation 小組演講主持人，透過幾篇文章之發表中，除了看到每一位演講者都使出渾身解數嘗試分享他們團隊的研究成果外，也看到歐盟及歐洲許多國家都非常願意支持學術界進行基礎的學理與模擬研究，即使初步看起來他們的研究並非很高深，有些看起來簡單初淺，有些原理與應用好像已經在產業界進行許久，但他們仍使勁投資與支持。透過這種支持與提攜年輕世代，核心能力才有機會逐漸建立並且茁壯。希望不久的未來，我們的政府與環境也能多重視 Modeling and simulation 在高分子加工領域上。■

Modeling and simulation之文章編號

Schedule	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9	Room 10
Tue 10:15	S20-699	S18-047	S17-136	S12-020	S16-005	S05-045	S09-030	S04-212	S21-108	S11-060
Tue 10:40	S20-137	S18-013	S17-010	S12-698	S16-014	S05-022	S09-016	S04-036	S21-128	S11-078
Tue 11:00	S20-214	S18-243	S17-023	S12-019	S16-032	S05-056	S09-040	S04-043	S21-084	S11-041
Tue 11:20	S20-316	S18-248	S17-051	S12-025	S16-072	S05-098	S09-067	S04-087	S21-088	S11-050
Tue 11:40	S20-346	S18-264	S17-152	S12-027	S16-076	S05-103	S09-100	S04-102	S21-015	S11-099
Tue 12:00	S20-241	S18-324	S17-181	S12-028	S16-089	S05-111	S09-168	S04-105	S21-129	S11-104
Tue 13:45	S20-675	S18-320	S17-348	S12-021	S16-053	S05-049	S09-138	S04-213	S21-629	S11-090
Tue 14:10	S20-525	S18-325	S17-184	S12-048	S16-097	S05-360	S09-194	S04-165	S21-209	S11-680
Tue 14:30	S20-660	S18-350	S17-437	S12-057	S16-164	S05-201	S09-257	S04-228	S21-269	S11-142
Tue 14:50	S20-695	S18-395	S17-470	S12-140	S16-171	S05-119	S09-290	S04-249	S21-444	S11-166
Tue 15:10	S20-696	S18-513	S17-331	S12-141	S16-113	S05-557	S09-327	S04-275	S21-329	S11-597
Tue 16:00	S20-722	S18-636	S17-512	S12-160	S16-210	S05-223	S09-368	S04-287	S21-481	S11-167
Tue 16:20	S20-701	S18-654	S17-536	S12-172	S16-217	S05-260	S09-421	S04-349	S21-592	S11-189
Tue 16:40	S20-702	S15-024	S17-594	S12-710	S16-225	S05-270	S09-571	S04-385	S21-692	S11-190
Tue 17:00	S20-381	S15-074	S17-624	S12-198	S16-627		S09-558	S04-420	S21-697	
Wed 10:15	S19-495	S15-055	S08-488	S12-156	S16-143	S05-391	S09-529	S04-353	S13-310	S11-149
Wed 10:40	S19-038	S15-052	S08-139	S12-203	S16-239	S05-272	S03-083	S04-452	S13-080	S11-231
Wed 11:00	S19-199	S15-071	S08-202	S12-242	S16-253	S05-283	S03-112	S04-487	S13-157	S11-238
Wed 11:20	S19-351	S15-073	S08-319	S12-246	S16-266	S05-323	S03-126	S04-494	S13-206	S11-244
Wed 11:40	S19-377	S15-017	S08-451	S12-250	S16-300	S05-332	S03-127	S04-497	S13-302	S11-255
Wed 12:00	S19-446	S15-092	S08-574	S12-690	S16-158				S13-321	S11-397
Wed 13:45	S19-640	S15-224	S08-496	S12-676	S16-340	S05-394	S03-054	S10-153	S13-689	S11-297
Wed 14:10	S19-522	S15-096	S08-578	S12-628	S16-304	S05-354	S03-066	S10-528	S13-309	S11-305
Wed 14:30	S19-547	S15-134	S08-581	S12-262	S16-313	S05-359	S03-145	S10-007	S13-526	S11-306
Wed 14:50		S15-161	S08-609	S12-273	S16-614	S05-376	S03-408	S10-116	S13-650	S11-317
Wed 15:10		S15-178	S08-658	S12-274	S16-671	S05-532	S03-491	S10-684	S13-573	S11-338
Wed 16:00	S06-003	S15-211	S01-029	S12-276	S16-347	S05-008	S03-235	S10-284	S14-162	S11-358
Wed 16:20	S06-033	S15-229	S01-034	S12-312	S16-559	S05-406	S03-277	S10-583	S14-261	S11-398
Wed 16:40	S06-044	S15-258	S01-059	S12-723	S16-423	S05-415	S03-282	S10-630	S14-035	S11-401
Wed 17:00	S06-622	S15-281	S01-064	S12-366	S16-413	S05-708	S03-617	S10-646	S14-663	S11-687
Thu 10:15	S06-065	S15-251	S01-114	S12-399	S16-271	S05-575	S03-091	S02-183	S14-226	S11-454
Thu 10:40	S06-315	S15-267	S01-082	S12-330	S16-464	S05-428	S03-291	S02-009	S14-061	S11-442
Thu 11:00	S06-396	S15-279	S01-085	S12-562	S16-477	S05-429	S03-292	S02-046	S14-109	S11-447
Thu 11:20	S06-407	S15-693	S01-110	S12-386	S16-560	S05-473	S03-322	S02-081	S14-118	S11-450
Thu 11:40	S06-587	S15-293	S01-133	S12-409	S16-499	S05-527	S03-372	S02-146	S14-122	S11-455
Thu 12:00	S06-187	S15-355	S01-169	S12-296	S16-506	S05-417	S03-373	S02-555	S14-159	S11-459
Thu 13:45	S07-037	S15-633	S01-120	S12-426	S16-523	S05-582	S03-520	S02-236	S14-345	S11-602
Thu 14:10	S07-093	S15-374	S01-170	S12-410	S16-661	S05-643	S03-433	S02-185	S14-163	S11-462
Thu 14:30	S07-216	S15-389	S01-176	S12-453	S16-509	S05-544	S03-436	S02-192	S14-188	S11-475
Thu 14:50	S07-230	S15-412	S01-200	S12-461	S16-515	S05-548	S03-222	S02-205	S14-219	S11-479
Thu 15:10	S07-299	S15-419	S01-218	S12-476	S16-538	S05-679	S03-155	S02-308	S14-613	S11-480
Thu 16:00	S07-352	S15-474	S01-298	S12-485	S16-191	S05-553	S03-531	S02-314	S14-263	S11-519
Thu 16:20	S07-434	S15-542	S01-307	S12-535	S16-486	S05-402	S03-561	S02-403	S14-265	S11-537
Thu 16:40	S07-001	S15-545	S01-362		S16-384	S05-570	S03-669	S02-439	S14-533	S11-539
Fri 10:15	S07-458	S15-564	S01-363	S12-107		S05-639	S03-549	S02-280	S14-467	S11-681
Fri 10:40	S07-516	S15-546	S01-365	S12-342		S05-579	S03-593	S02-441	S14-634	S11-556
Fri 11:00	S07-540	S15-611	S01-367	S12-568		S05-580	S03-565	S02-460	S14-341	S11-569
Fri 11:20	S07-551	S15-612	S01-378	S12-371		S05-610	S03-682	S02-502	S14-380	S11-595
Fri 11:40	S07-588	S15-615	S01-379	S12-606		S05-626	S03-686	S02-505	S14-469	S11-620
Fri 12:00	S07-621	S15-619	S01-411	S12-678		S05-645	S03-648	S02-591	S14-511	S11-672
Fri 13:45	S07-177	S15-670	S01-616							
Fri 14:10	S07-635	S15-652	S01-435							
Fri 14:30	S07-653	S15-665	S01-510							
Fri 14:50	S07-703	S15-095	S01-601							

圖 3 : PPS-38 國際研討會中口頭報告內容——參與 Modeling and simulation 之投稿文章編號 (資料來源 : <https://www.pps-38.org/scientific-program>)

	General	Micro-morphology	PLM/LCA (Life Cycle Assessment)	pVT	Polymer Circularity / recycling	Physical foaming	Material proeprty
Injection molding	5	2	2	1	1	1	0
Extrusion	5	0	0	0	0	0	0
Blow molding	3	0	0	0	0	0	0
Extruder (Screw)	1	0	0	0	0	0	0
Molecular Dynamics	1	0	0	0	3	0	1
Twin screw	3	0	0	0	0	0	0
Constitutive Equation	3	0	0	0	0	0	0
3D printing	1	0	0	0	0	0	0
Products	0	0	1	0	0	0	0
Thermo-forming	0	0	0	0	0	0	0
Others	5	0	0	0	0	0	0
Total	27	2	3	1	4	1	1

表 1-1：PPS-38 國際會議中 Modeling and simulation 小組口頭報告論文摘要彙整與分析

	Demolding	Vibro-acoustic	3D printing	Flow-fiber coupling	Mult-scale	Bio-/Pharmaceutical	Particle tracking
Injection molding	1	1	0	1	1	0	1
Extrusion	0	0	0	0	0	1	0
Blow molding	0	0	1	0	0	0	0
Extruder (Screw)	0	0	0	0	0	0	0
Molecular Dynamics	0	0	0	0	0	0	0
Twin screw	0	0	0	0	0	1	0
Constitutive Equation	0	0	0	0	0	0	0
3D printing	0	0	0	0	0	0	0
Products	0	0	0	0	0	0	0
Thermo-forming	0	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1	2	1

表 1-2：PPS-38 國際會議中 Modeling and simulation 小組口頭報告論文摘要彙整與分析

	Multi-layer	Mixer efficiency	Dispersion	Bonding strength	Non-return valve	Double wave
Injection molding	0	0	0	0	0	0
Extrusion	1	0	0	0	0	0
Blow molding	0	0	0	0	0	0
Extruder (Screw)	0	2	1	0	1	1
Molecular Dynamics	0	0	0	0	0	0
Twin screw	0	0	0	0	0	0
Constitutive Equation	0	0	0	0	0	0
3D printing	0	0	0	0	0	0
Products	0	0	0	1	0	0
Thermo-forming	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0
Total	1	2	1	1	1	1

表 1-3：PPS-38 國際會議中 Modeling and simulation 小組口頭報告論文摘要彙整與分析

	Subtotal		Subtotal
Injection molding	17	Constitutive Equation	3
Extrusion	7	3D printing	1
Blow molding	4	Products	2
Extruder (Screw)	6	Thermo-forming	0
Molecular Dynamics	5	Others	5
Twin screw	4		
Total : 54			

表 1-4：PPS-38 國際會議中 Modeling and simulation 小組口頭報告論文摘要彙整與分析



射出成型智慧低碳技術發展趨勢

■高科大智慧射出成型產學聯盟 & 逢甲大學 / 陳建羽 副教授

前言

隨著射出成型技術逐步邁向智慧化，在射出成型過程整合感測技術以提供相關製程數據，隨即透過統計分析以解析感測數據與射出成型品質相關性，以達致線上品質監控目的 [1-5]。近期更整合人工智慧演算技術，將所獲取感測資訊進行大數據分析及機械學習等，以期在成型過程可即時預測射出成品品質 [6,7]，並及早為其變異作出決策，相關技術發展在近趨成熟之際解決日漸嚴峻的缺工問題。

然而，塑膠原料大量使用逐漸造成環境負擔，在近年隨著全球對永續發展和環境保護意識提高，塑膠射出成型產業正積極尋求綠色及環境永續的解決方案，今年 5 月於瑞士所舉辦國際高分子加工年會 (PPS-38) 亦聚焦回收再生塑料物性量測與分析、減碳技術及環境永續等議題進行探討，其中，回收再生塑料使用是重要量產減碳策略，亦是相對可行之環境汙染解決方案，同時提升環境永續發展 [8,9]，然而，因回收再生

塑料與新料之間的熔膠品質差異，導致射出量產成品品質不穩定及其與新料成品間的差異，是故如何有效整合近年所發展的智慧射出成技術，使其協助產業升級為低碳化射出成型品質監控技術，以期達致減碳 / 零碳量產之目標已成為致關重要的技術發展方向。

本文將簡介智慧化品質監控技術在回收再生塑料射出成型過程之應用，以克服其對量產射出成品品質影響，並實現射出成品品質一致性。

回收再生塑料 / 二次料對射出成品品質影響

回收再生塑料 (recycled polymer) 及二次料 (regrind polymer) 皆為新料 (virgin polymer) 歷經一次以上加工過程使用所產生的廢料，其中，品質相對較好且較不受汙染的一級回收塑料 (來源如：生產後料骨、下料腳、不良品等) 最受製造業者喜愛，亦是目前最常使用的回收料，然而，因其受加工歷程的溫度、壓力、剪切應力等因素影響，故相對新料在微觀分子鏈長

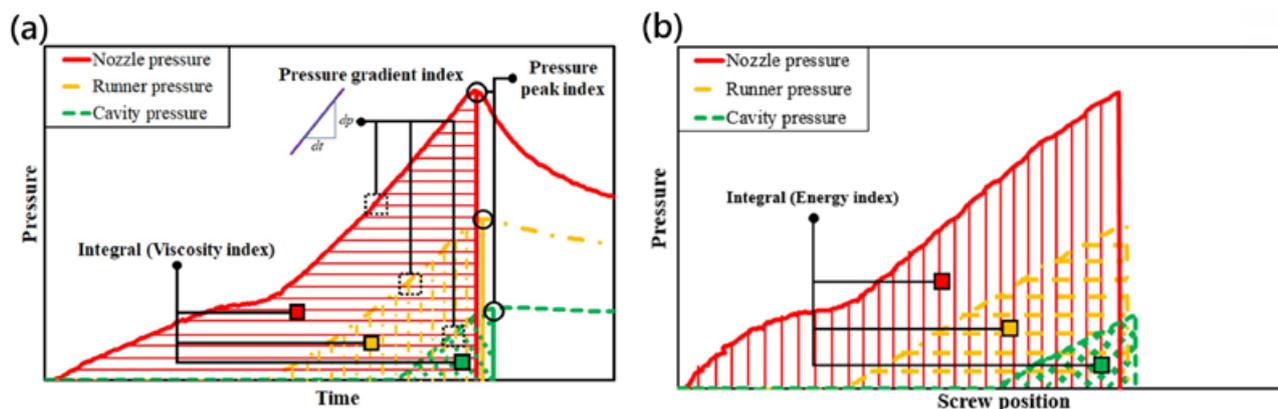


圖 1：不同感測位置之感測壓力曲線及品質指標示意圖 [2]

度、分子量分布形態等略有差異，從而導致巨觀流變性質差異，因此使用回收再生塑料及二次料在射出成型過程會形成與新料不同的流動行為，從而導致不同射出成品品質表現（如：成品重量、收縮行為、尺寸精度、機械性質、光澤度等）。

感測資訊重要性

由於射出成型熔膠在模內流動行為彷彿黑箱，而透過安裝於機台、流道或模穴內部感測器可量測射出成型歷程熔膠壓力、溫度及流速等變化，隨即透過高分子加工學理知識，將所得感測數據轉換為熔膠品質變異之估算，從而可分析射出成品品質變動以達致線上即時射出成品品質監測目的，其中，至關重要的第一哩路即因應射出成品品質分析需求而在感測曲線上所萃取不同感測品質特徵（圖 1），除藉此可獲悉特定感測品質特徵所代表不同射出成品品質意義外，在回收料使用過程，亦可藉此觀察新料與回收料射出成型在品質表現的差異，以此作為後續智慧化技術發展之基礎。

智慧化品質監控技術在回收再生塑料射出成型過程之應用

智慧品質監控技術是近來在射出成型領域最為重要技術發展方向，其有效克服因熔膠品質差異所致射出成

型品質變異，並達致成品品質一致性；就回收料使用而言，智慧品質監控技術更為提升品質重要的解決方案之一，在回收料射出成型過程，透過感測資訊分析回收料熔膠品質變化，進而透過即時的製程參數調整實現量產品質一致性，以此克服回收料所致品質變異問題，並使智慧化品質監控技術發揮極致工藝表現。

智慧品質變異預警系統

基於上述智慧品質監控系統，在獲悉感測品質指標與射出成品品質間相關性後，進而可定義量產成品品質之規格及控制上下限，以作為品質異常之報警閥值，一旦在量產過程偵測到射出成品品質超出控制線即自動發出警報以提醒生產管理者進行及時處置，如此即可避免不良品重複生產以減少廢品產生。

數據分析和人工智慧結合

相對智慧品質監控系統，人工智慧技術在射出成型應用仍處開發階段，但可預期地針對射出成型特定目的或需求可透過機械學習或深度學習等方式，對射出成型所收集的數據進行分析，從中獲悉數據特徵與預先指定任務間之規則或相關性，從而實現不同的智慧射出成型技術；就目前技術發展進程而言，多半透過感測數據上所萃取之品質特徵與射出成品品質進行類神



(圖片來源：Freepik.com)

經網路模型訓練，並將訓練完成之模型應用於量產過程進行品質預測。

資料庫建立與追蹤

在射出成型過程，除了透過感測數據進行線上即時品質監控及品質預測等目的外，每一模次感測數據及曲線是代表射出成品品質表現，換言之，透過量產過程所蒐集批次成型曲線是足以代表該批成品品質差異最好的方法，並可連同成品相關檢測數據作為生產履歷以提供使用者參考；另一方面，對量產過程感測數據的持續收集與整理可建置完整產品品質資料庫，記錄回收再生塑料的不同批次間使用、相應成品品質表現及製程參數和品質控制措施等，這有助於追蹤和分析成品品質變異原因，並根據歷史數據進行改進，進而提高產品品質一致性。

結語

PPS 國際研討會舉辦迄今已 38 年，是高分子科研領域年度重要盛事，會議議題亦指出未來技術發展趨勢，換言之，其可視為高分子科學與技術發展之風向球。由本屆議題內容歸納可知回收再生 / 二次料使用是未來促進零碳排永續塑膠射出成型發展重要一環，如何以感測技術結合高分子領域學理知識發展獨具特

色之減碳生產技術至關重要，換言之，在因應相關減碳量產需求所需智慧化品質檢測、監控及預測等技術發展過程，基於高分子領域知識以判讀感測曲線所代表在射出成型過程熔膠流動行為之物理意涵，進而萃取相關感測品質特徵以發展射出成品品質檢測、監控及預測等技術將是實踐低碳量產並具備更高品質及生產效率之永續目標。■

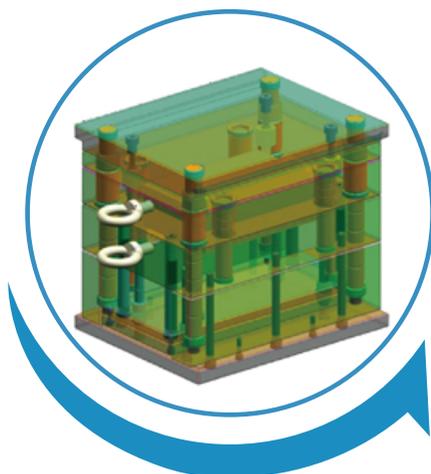
參考文獻

- [1].Y. Zhang, T. Man, S. Huang, H. Gao, D. Li, Int. J. Adv. Manuf. Technol., 83, 2483 (2016).
- [2].J.Y. Chen, K.J. Yang, M.S. Huang, Int. J. Heat Mass Transfer, 122, 681 (2018).
- [3].J.Y. Chen, C.C. Tseng, M.S. Huang, Adv. Polym. Technol., 2019, 3720127 (2019).
- [4].J.Y. Chen, J.X. Zhuang, M.S. Huang, Polymer, 213, 123332 (2021).
- [5].T. Ageyeva, S. Horváth, J.G. Kovács, Sensors, 19, 19163551 (2019).
- [6].K.C. Ke, M.S. Huang, Polymers, 13, 13030353 (2021).
- [7].J.C. Chen, G. Guo, Y.H. Chang, Int. J. Interact. Des. Manuf., 17, 1265 (2023).
- [8].J.G.B. Derraik, Mar. Pollut. Bull., 44, 842 (2002).
- [9].K. Hamad, M. Kaseem, F. Deri, Polym. Degrad. Stab., 98, 2801 (2013).

模具「T零量產」，實現智慧工廠

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

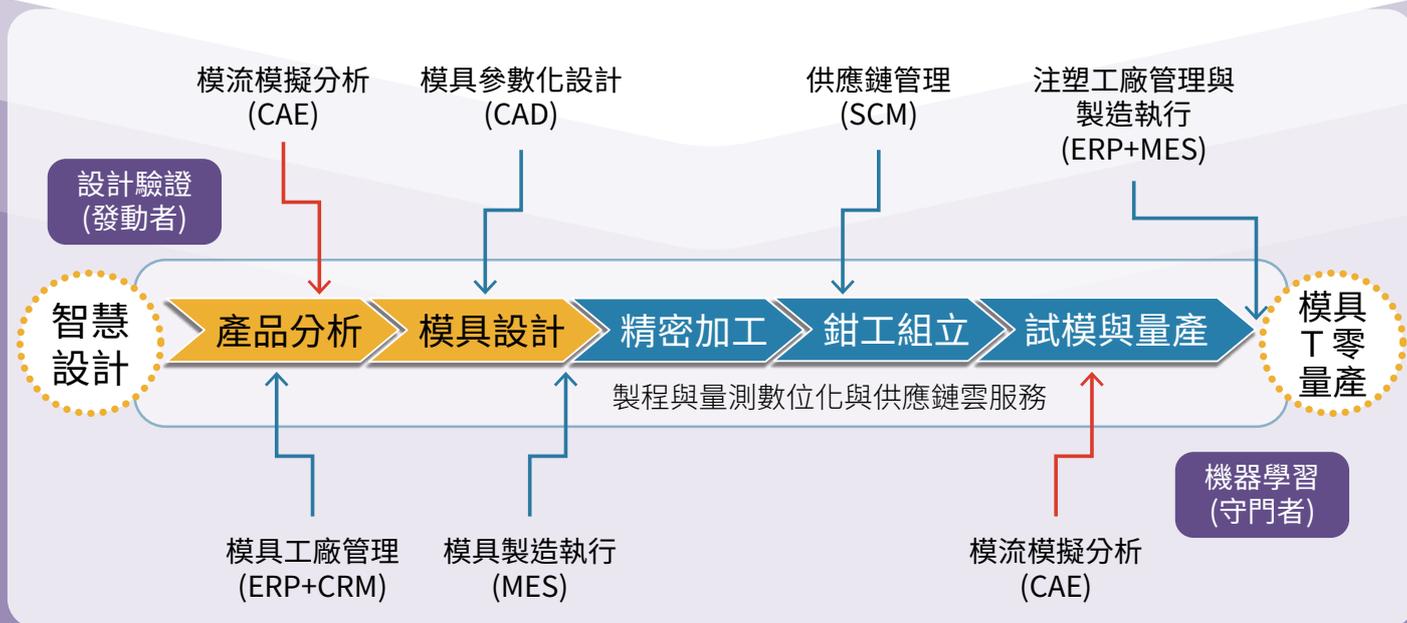
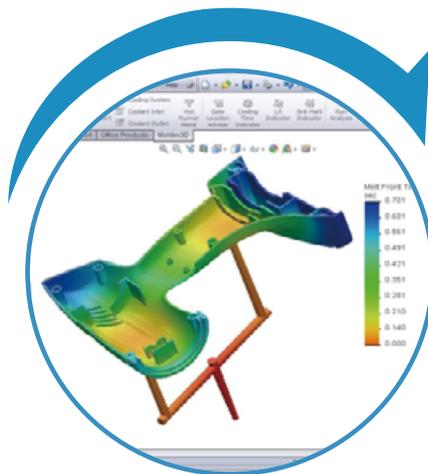
模具設計



科學試模



模流分析



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

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

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/tzom

廣告編號 2023-08-A05





熱塑性彈性體物理發泡技術的應用、機會與挑戰

■台灣科技大學 材料科學與工程系 / 葉樹開 教授

前言

熱塑性彈性體因為具有可回收、高回彈的特性，近年來受到工業界大量的重視。在台灣和亞洲地區，特別是鞋業，熱塑性彈性體被視為是可以解決鞋材回收的重要材料，在此文中我們會簡單的介紹與回顧熱塑性彈性體發泡目前的應用、機會與技術上的挑戰。

過去軟質發泡材料通常由交聯型 PU 和 EVA 作為主要的材料，特別是在鞋材的應用上 EVA 因為價格便宜，是應用於交聯化學發泡主要材料。然而由於高分子交聯後不可回收，近年來在市場上越來越受到挑戰。熱塑性彈性體在此情況下，原本被列為重要的替代選項，然而因為未經交聯材料的熔體強度較差，加工時容易發生發泡後收縮等問題，讓業者望之卻步，時至今日已經有許多技術上的突破，因此在本文中我們會概述目前的技術現狀。

泡珠技術的發展

泡珠技術過去常用在生產 EPS 也就是俗稱的保麗龍材料，技術的重點在於以批示方法生產發泡粒子，並且將發泡粒子灌入模具後以熱蒸氣黏合（如圖 1），在 2010 年 BASF 開發出批式方法製造泡珠，並且使用了這個方式製備鞋中底 [1]，首次突破了熱塑性彈性體製備鞋中底的限制。自此開始，除了 TPU 之外，其他類型的熱塑性彈性體，如熱塑性聚酯彈性體 (TPEE)、尼龍基的聚醚彈性體 (PEBA)，也都積極切入此一市場。

以泡珠方式製備熱塑性彈性體的主要優勢是設備價格便宜，行業進入障礙較低。然而泡珠製程仍須面對生產速度較慢以及生產泡珠後材料容易收縮的問題。另外一個主要的挑戰是泡珠製程相較於傳統高分子加工製程如射出，較為繁瑣，材料需要經過 2-3 次工法才會成形。

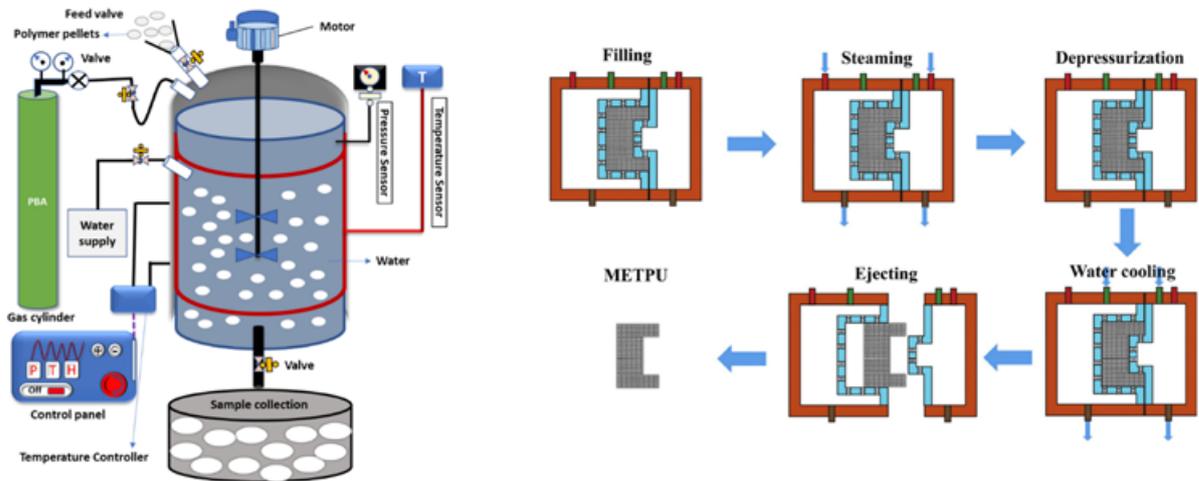


圖 1：泡珠製程與成形示意圖 [2, 3]

熱壓發泡成型技術

熱壓交聯發泡技術在過去並不少見，在硫化橡膠技術中加入化學發泡劑即可達到發泡的效果。同樣的概念可以用在熱塑性彈性體的物理發泡上，圖 2 是本技術的示意圖 [2, 4]。發泡系統由一個熱壓機組成，樣品放入模具後密封加壓，一旦材料飽和平衡後，模具迅速開啟洩壓，使得樣品開始膨脹，這樣的方法可以得到彈性體的發泡板材，目前這樣的做法可以用於生產板狀的運動器材，或是瑜珈墊。鞋材也有業者使用這樣的方式，將鞋中底的形狀透過人工方式由板材上切下。

和泡珠技術相同，熱壓發泡的特色是設備相對便宜，在勞力較為便宜的地區，這樣的製程具有明顯的優勢。由鞋中底材料需要由板材上裁切可知熱壓發泡的主要缺點是不能生產形狀較為複雜的材料。不論是熱壓或是泡珠技術都屬於批式發泡的範疇，而熱塑性彈性體在批式發泡中相對較低的發泡溫度是一個很大的優勢。由於熱塑性彈性體多半由硬鏈段和軟鏈段高分子組成，這種特性產生較寬的熔化吸熱，使得大多數熱塑性彈性體可以在遠低於其熔點的溫度下發泡。例如 TPU 通常在 130~150°C 就可以發泡。除了節能的

優勢之外，較低的發泡溫度更可以解決材料因高溫發生的降解問題。

射出成型發泡技術

前面提到的兩種製程都不容易實現連續生產以及自動化的目標，射出成型是高分子加工中最成熟的工藝，並且射出成型的自動化生產技術目前已經非常成熟，然而因為熱塑性彈性體發泡後容易收縮，彈性體的材料複雜穩定性等問題過去在開發上一直有困難，大約三年前，台灣的業者使用氮氣做為發泡劑，在此領域有了明顯的突破 [5-7]。

最具代表性的突破是鉅鋼機械發展的 Nexcell [8] 以及隨後天崗精機和富強鑫與 Trexcell 公司聯合開發的 Gentrex [9]。其中 Nexcell 技術的概念如圖 3 所示。目前本技術因為製程可以自動化、產生的產品可回收和符合未來的環保技術需求，已經受到全球鞋業極大的矚目，也因此使得這個技術成為產業的兵家必爭之地，不僅是鞋材，在其他的產業應用上，有各式各樣的可能性。然而射出成型機的機台製造與開發成本遠較批式發泡高，因此對資本額較低的業者具有一定的進入障礙。

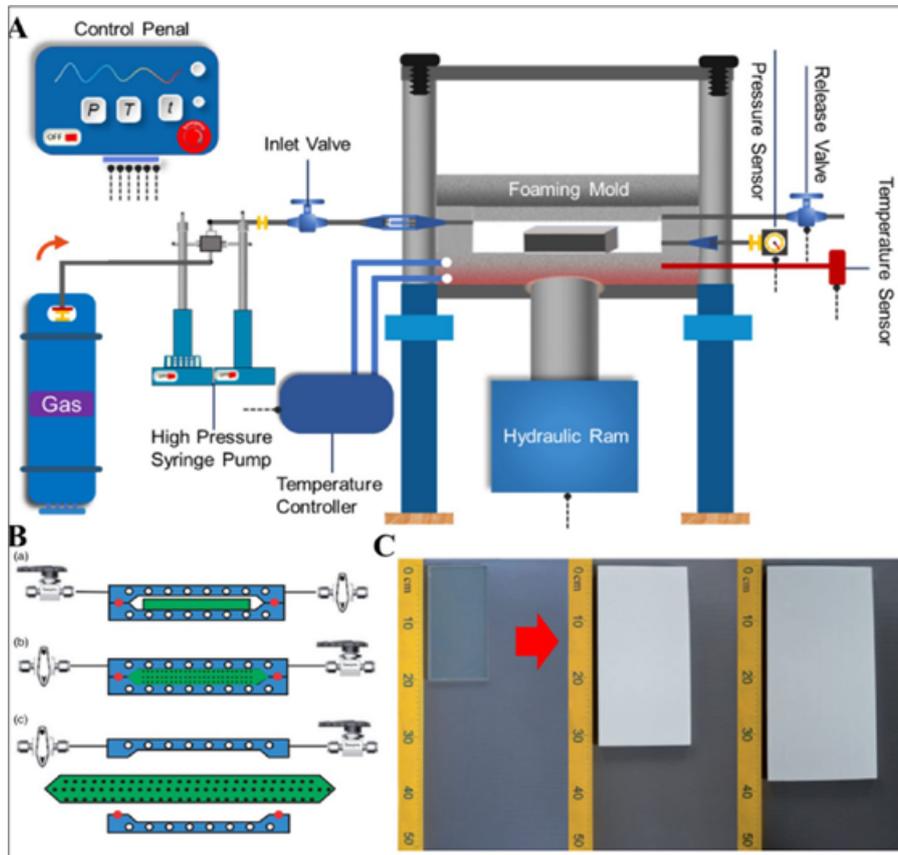


圖 2：熱壓成型發泡示意圖 [2, 4]

發泡射出成型的機制與批式發泡不同。由於射出是一種基於熔融加工的技术，高分子必須完全熔融，而熱塑性彈性體完全熔融的溫度通常在 210° C 以上。不僅因為溫度會造成熔體的流變行為可能與批式發泡過程有很大不同；而且射出成型過程中產生的高剪切力，對特定材料的發泡行為也有明顯的影響。目前最大的挑戰可由鞋技中心發表的這個專利大致說明 [10]。圖 4(a) 為 TPEE 彈性體射出成型製備的發泡體，圖右為批式發泡製備的發泡體。可以發現射出成型發泡的樣品具有明顯的開孔泡結構。產生這樣的結構極可能是材料因為高分子在高剪切速率下造成的剪切變稀效應連帶的使得材料的拉伸黏度一併下降造成破泡，可見在高分子材料科技上仍然有些挑戰。個人相信不久的將來，隨著全球各大材料廠的努力，會有明顯的突破。

參考文獻

- [1]. F. Prissok, F. Braun, Foams based on thermoplastic polyurethanes, US Patent Number US11292886B2
- [2]. W. Zhai, J. Jiang, C.B. Park, A review on physical foaming of thermoplastic and vulcanized elastomers, *Polymer Reviews* 62(1) (2022) 95-141.
- [3]. D. Raps, N. Hossieny, C.B. Park, V. Altstädt, Past and present developments in polymer bead foams and bead foaming technology, *Polymer* 56 (2015) 5-19.
- [4]. X. Jiang, L. Zhao, L. Feng, C. Chen, Microcellular thermoplastic polyurethanes and their flexible properties prepared by mold foaming process with supercritical CO₂, *Journal of Cellular Plastics* 55(6) (2019) 615-631.
- [5]. F. S. Chen, Mechanism for mixing supercritical fluid and polymer raw material melt US Patent No 10913189 B2
- [6]. F. S. Chen, Y. C. Lee, L. H. Yeh, C. H. Chen., Molding device and injection molding method thereof, US 20230059719.
- [7]. L. H. Yeh, C. H. Chen, Injection molding method, US Patent No

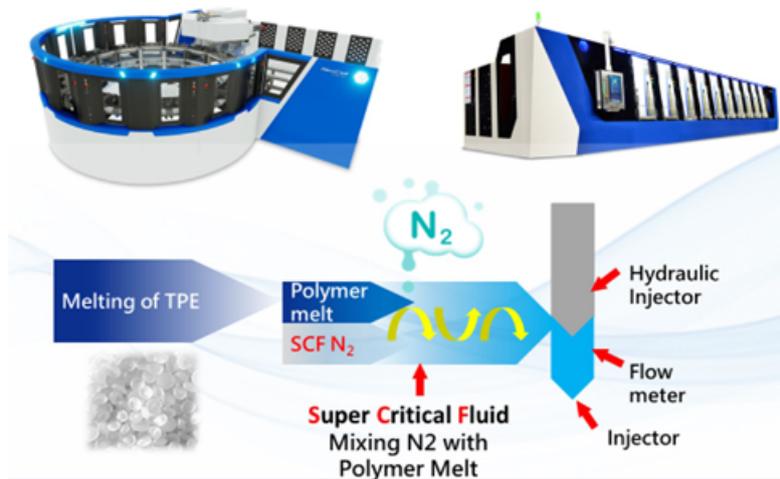


圖 3：超臨界流體物理發泡示意圖 [8]

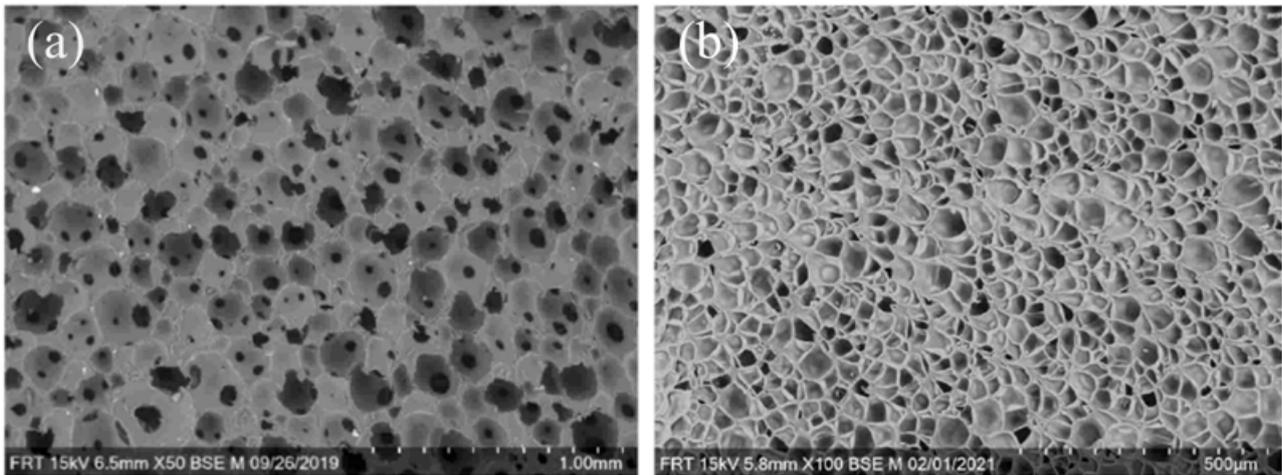


圖 4：射出成型 (a) 和批式發泡成形 (b) 製備的發泡體 [10]

11628606B2.

[8].Nexell, Nexell Technologies. Available from: <https://nexell.tech/en>.

[9].FCS, FCS, and TK Developed "GENTREX," Achieved the New Milestone of Net-Zero Carbon Emissions for Footwear Industry. Achieved The New Milestone of Net-Zero Carbon Emissions for Footwear Industry. 2023; Available from: <https://www.fcs.com.tw/en/news-FCSandTK-established-the-brand-GENTREX.html>.

[10].吳政穎、呂婉婷、吳効峰、張建豐，一種具減震性之熱塑材料及其發泡製程 TW202235506A

型創應力偏光儀

✗ 產品外觀變形及翹曲

✗ 產品發生破裂、裂化、使用壽命縮短

✗ 產品後加工效果不佳

✗ 產品光學特性需求無法滿足



適用透明件



一目瞭然



即時檢測

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

廣告編號 2023-08-A06



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

服務據點

台北·東莞·蘇州·泰國曼谷·印尼雅加達

規劃中據點

台中·台南·寧波·廈門·馬來西亞·菲律賓·越南



+886-2-8258-9155



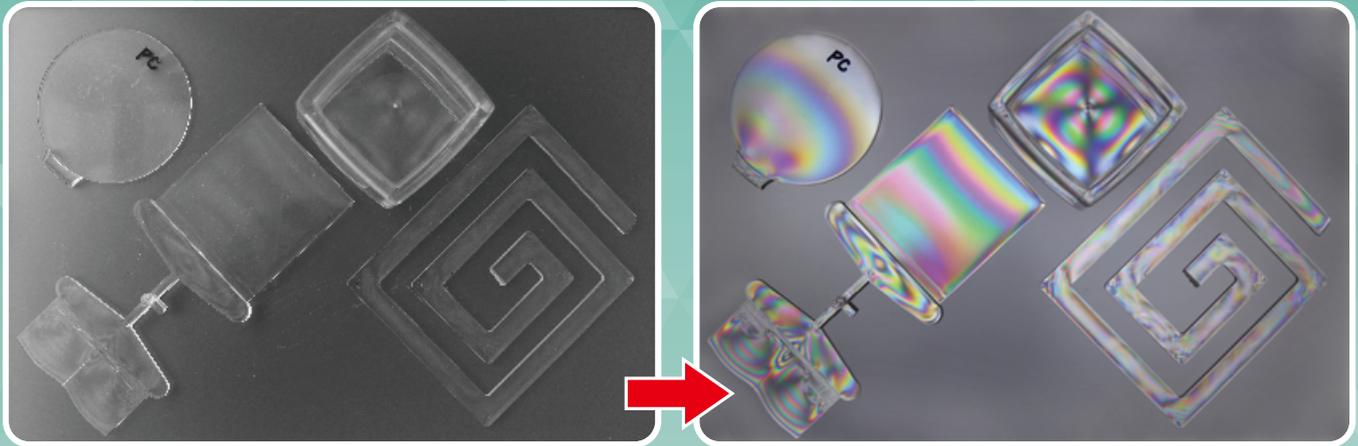
info@minnotec.com



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



應力偏光儀觀測 實際畫面



▼ 應力偏光儀-簡介

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

▼ 應力偏光儀-優勢

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

▼ 規格

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



型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

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

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

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





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。



Shape 成功優化汽車車頂機匣零件翹曲問題

■科盛科技 技術支援處 / 賀資閔 工程師

客戶簡介

- 客戶：NetShape / Shape Corp
- 國家：印度
- 產業：汽車
- 解決方案：Moldex3D Professional、Designer
BLM、Fiber

Shape Corp 不但是碰撞能量管理系統以及先進的輓軋成型技術領域的全球領袖，且是北美洲地區最知名的汽車保險杆製造商。Shape 也為辦公家具、農業及醫療保健行業提供產品和服務。作為全球唯一提供從設計、測試到生產以及其他服務的一條龍式保險桿系統供應商，Shape 為全球不斷變化的市場提供創新、輕量、高品質及高成本效益的解決方案。

大綱

為了因應現代科技對減重的需求，汽車製造業將大多數的鋼製零件替換成塑膠製零件。但塑膠件製造的一大問題是因尺寸及厚度而引發的翹曲。因此 Shape Corp 採用以反變形技巧為基礎的製程及方法重新設計零件，以求減少翹曲。Moldex3D 解決方案能從軟體將逆模型匯出，以預測並解決翹曲，並可讓模具製造者補償模具中不可避免的變形情況。Shape 的產品如圖 1 所示。

面臨的挑戰與應對

本次案例面臨的主要挑戰分別為「減少間隙內的翹曲及零件組裝的填隙公差」及「幾何特徵的翹曲超過容許範圍」。

對於上述提到的挑戰，因產品有修改限制，能減少翹曲的範圍非常有限。因此 Shape 選擇將零件預先反翹曲一個比例，以減少整體翹曲。帶來的效益如下：

- 降低機台噸數；
- 避免裝配時發生問題；
- 減少翹曲；
- 改進整體產能。

案例研究

本案例主要目的是解決車頂機匣零件的翹曲問題，此產品對成品尺寸精度有特定要求，有多個位置需和其他零件進行組裝，如圖 2 組裝圖所示。

首先，在原始設計的組別中，Z 方向位移處的翹曲結果，顯示正向翹曲約 8 毫米，負向翹曲約 14 毫米。總位移處的翹曲則約 2.52 到 15.20 毫米，如圖 3 所示。透過輸出模擬翹曲模型在 Rhino 中進行交叉驗證，比較原始 CAD 模型與模擬後產品翹曲模型距離約 14.35 毫米，如圖 4 所示。

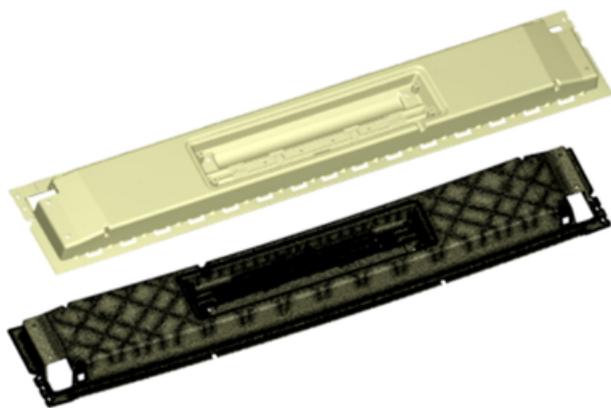


圖 1：車頂機匣零件



圖 2：成品組裝圖

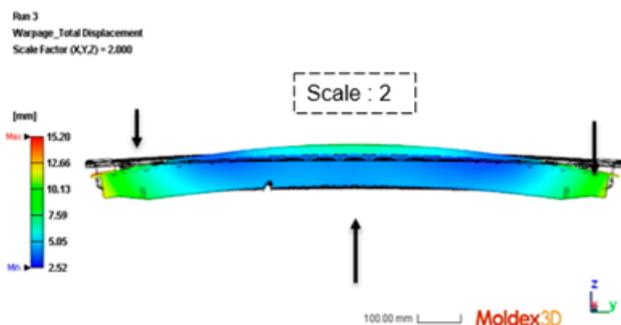


圖 3：原始設計總位移



圖 4：原始 CAD 模型與模擬之翹曲模型疊圖比較

接下來，根據 Moldex3D 的翹曲分析結果，以反轉翹曲方式進行模具補償，來進行幾何的設計變更，修正翹曲問題。流程如下：將 Moldex3D 變形後模型導出，並於 Inceptra 軟體中將 STL 檔案轉換為 STEP 檔案，接著在 Inceptra 反轉翹曲方向並匯出模型，如圖 5 所示。最後再於 Moldex3D 以相同成型條件進行分析。

反變形模型的分析結果如圖 6 所示，總位移處的翹曲約 2.19 至 12.85 毫米，與原模型之翹曲趨勢及量值相似。

最後，藉由模型輸出，將原始與反變形模型之翹曲前後進行疊圖。如圖 7 所示，黃色為原始零件模型，

綠色為模擬之翹曲模型，藍色為利用模擬之反翹曲模型，洋紅色為反翹曲模型模擬後的結果。實際製程亦成功利用了反變形技術解決產品的翹曲問題，將 18 毫米的翹曲量減少至 3 毫米，如圖 8 所示。

此外，圖 9 為模擬與實際產品的驗證比對，可見實際產品的包封、流動波前等皆與模擬結果有高度相近。

結果

Shape 利用 Moldex3D 模擬結果來檢測並減少零件的整體翹曲，以滿足設計標準。透過驗證研究，讓 Shape 在第一次試驗 (T0) 即可生產合格的零件，並減少因模具和工具返工而產生的大量時間和成本。■

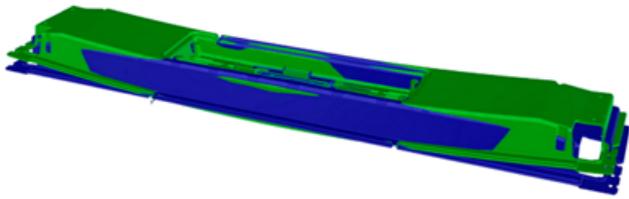


圖 5：綠色部分為 Moldex3D 導出之翹曲模型；藍色部分為反變形模型

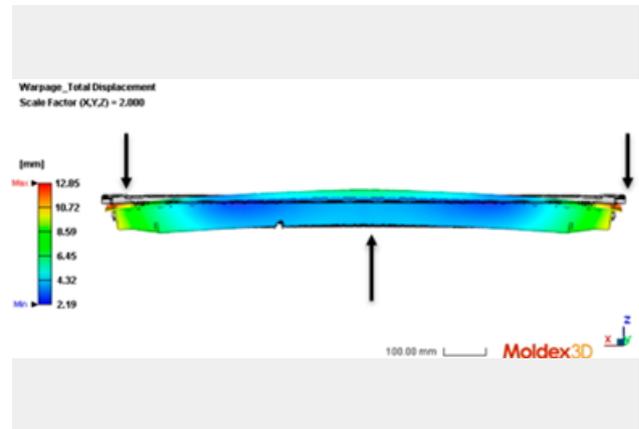


圖 6：反變形設計總位移（放大兩倍）

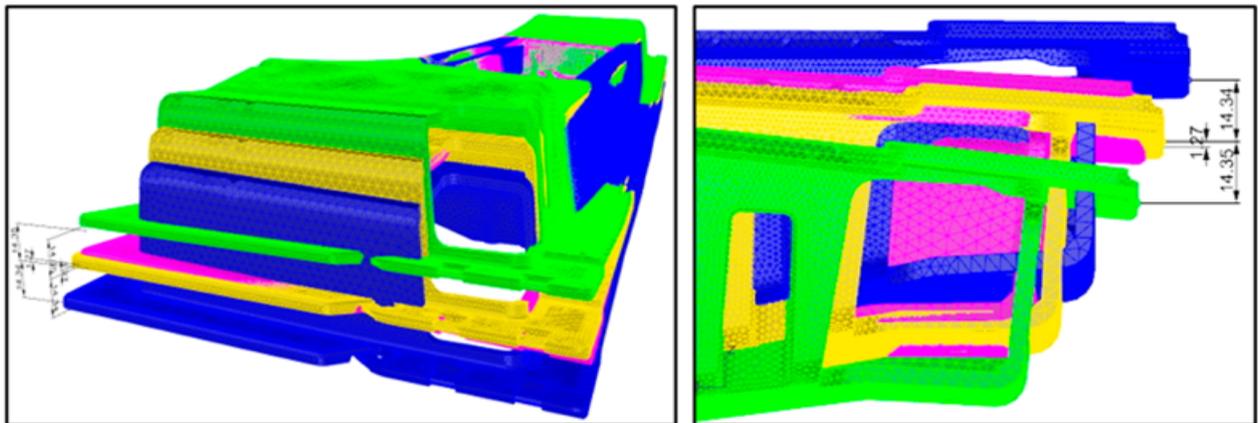


圖 7：原始模型與反變形模型之翹曲前後疊圖

資料來源

[1]本文經科盛科技授權後刊登，引自 https://ch.moldex3d.com/blog/customer_success/warpage-optimization-of-automotive-car-roof-cartridge-part/

本篇文章經科盛科技授權後轉載。



圖 8：原始設計與反變形技術之翹曲比較

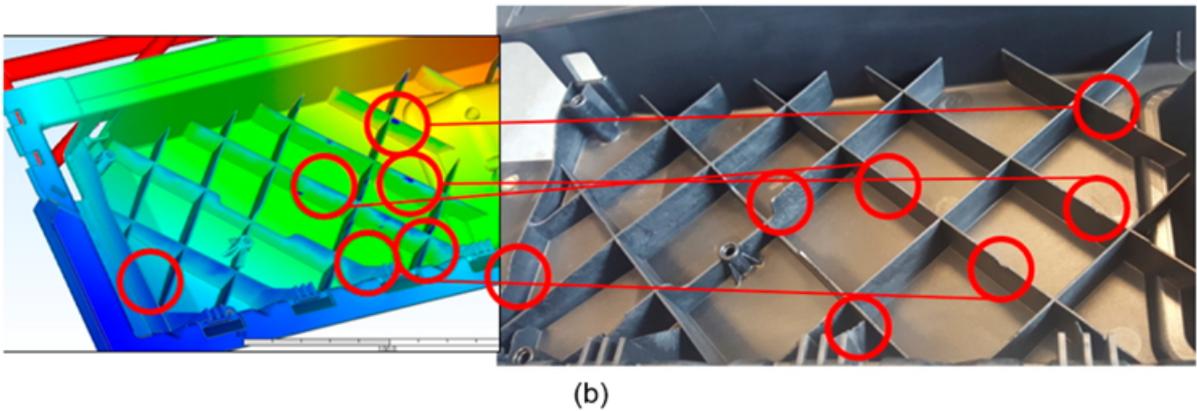
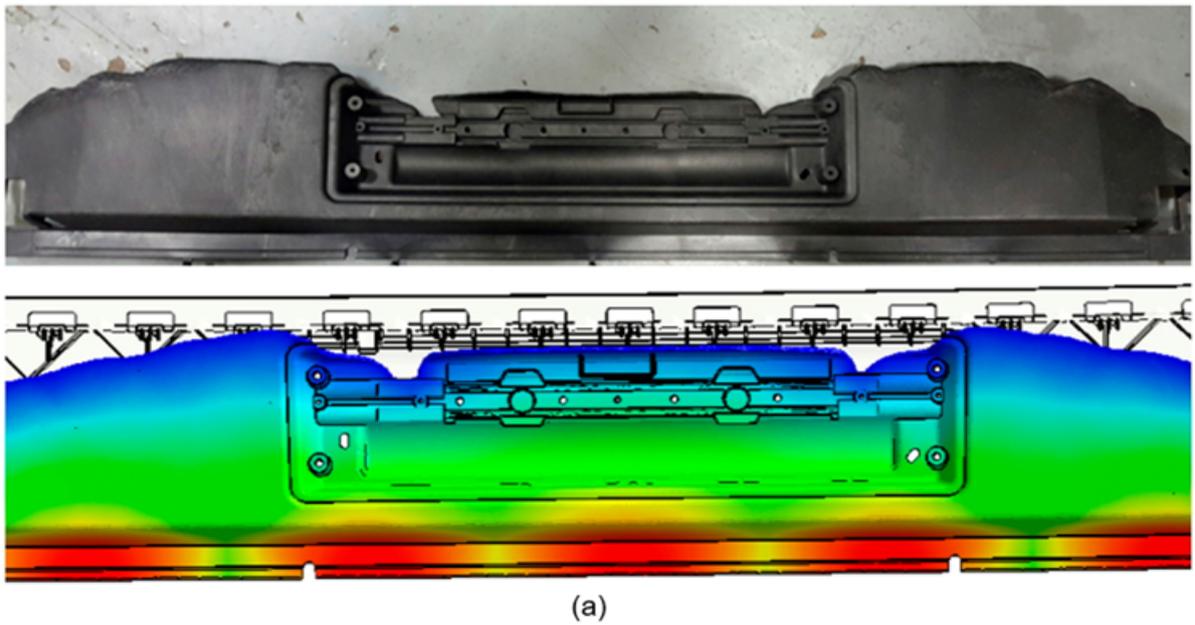


圖 9：比對模擬與實際產品的 (a) 流動波前、(b) 包封



巴斯夫

在巴斯夫，我們創造化學新作用——追求可持續發展的未來。我們將經濟上的成功、社會責任和環境保護相結合。巴斯夫在全球擁有超過 111,000 名員工，為幾乎所有國家、所有行業客戶的成功作出貢獻。我們的產品分屬六大業務領域：化學品、材料、工業解決方案、表面處理技術、營養與護理、農業解決方案。2021 年巴斯夫全球銷售額 786 億歐元。巴斯夫的股票在法蘭克福 (BAS) 證券交易所上市，並以美國存托憑證 (BASFY) 的形式在美國證券市場交易。欲瞭解更多信息，請訪問：www.basf.com。

巴斯夫創邁思便攜式近紅外光譜解決方案現場一鍵分揀塑料和紡織品材質

■ BASF

- 巴斯夫創邁思® 便攜式近紅外光譜解決方案能實現隨時隨地一鍵分揀塑料材質多達 30 多種
- 新推出紡織品材料檢測解決方案，高效分選廢棄紡織品來料 15 多種

巴斯夫歐洲的全資子公司，生物特徵識別領域和移動近紅外 (NIR) 光譜技術的領航者創邁思 trinamiX 在深圳舉行的 CHINAPLAS 2023 國際橡塑展上，展示便攜式近紅外光譜檢測——現場一鍵分揀塑料類別以及紡織品材質識別的解決方案。該解決方案是移動硬體設備、數據分析和客戶門戶網站服務的組合，用戶可以通過其解決方案建立定制化的深入分析和報告。創邁思的解決方案可幫助整個循環經濟價值鏈中的客戶提升廢物流的分類效率，這是回收過程中的關鍵一步。

作為領先的移動光譜技術解決方案供應商，創邁思的近紅外光譜檢測解決方案，只需一個按鈕，即可實現超過 30 多種塑料材質的現場即時檢測和識別，以及 15 種紡織品材料識別，大大提升了循環經濟產業在初篩和分揀階段的工作效率。

創邁思的塑料解決方案的範圍從包括 PE、PP 和 PVC 在內的經典聚烯烴到 ABS 或 PA 等技術塑料。新推出的紡織解決方案支持用於服裝、家具紡織品表面、家

居用品等多種紡織等級選擇，包括棉、羊毛、絲綢和尼龍 6/6.6，還可以識別最常見材料類型的紡織品混合物。

作為循環經濟的推動者，創邁思旨在讓移動近紅外光譜解決方案為循環經濟行業創造更高的回收價值和再生效益。到目前為止，創邁思已與全球各地不同的行業客戶和社會組織進行合作，共同開發新的循環商業模式，構建和完善高效可靠的廢料收集、分類和回收體系。

「隨著我們的便攜式近紅外光譜解決方案的持續推廣，當大型工業解決方案不適用時，我們期待為中國的企業帶來靈活便捷的材料識別技術。」創邁思大中華區紅外業務市場開發總監楊羽軒表示，「我們看到創邁思的便攜式近紅外光譜解決方案會在中國乃至整個亞洲的循環經濟產業充滿潛力，無疑我們的解決方案會為中國實現有效的可持續發展轉型添磚加瓦。」

關於創邁思便攜式近紅外光譜解決方案

創邁思便攜式近紅外 (NIR) 光譜解決方案將高性能的便攜式硬體設備、強大的數據分析軟體和豐富的化學材料知識的共同結合。近紅外光譜是一項經過驗證的技術，創邁思已將其轉化為可用於現場分析的便攜形



圖 1：創邁思® 便攜式近紅外光譜解決方案能實現隨時隨地一鍵分揀塑料材質多達 30 多種

式的解決方案，並依賴於基於雲的數據處理，確保解決方案的持續性發展，並且無需更換硬體。

巴斯夫創邁思®

巴斯夫創邁思致力於開發先進尖端的生物特徵識別和移動近紅外 (NIR) 光譜解決方案，用於消費電子產品和工業設計領域。公司的產品使人類和機器能夠更好地捕捉數據，以幫助瞭解我們周圍的世界。這不僅有助於優化決策效率，而且可提高生物識別的安全性。創邁思創建於 2015 年，總部位於德國路德維希港，是巴斯夫歐洲 (BASF SE) 的全資子公司。2021 年創邁思® 在中國深圳正式以巴斯夫（中國）有限公司深圳分公司的身份成立亞洲地區總部。創邁思® 在全球擁有 220 多名員工，擁有 370 多項專利和專利申請。■





科思創

科思創是全球領先的高品質聚合物及其組分的生產商之一。藉由創新的產品、技術和方法，公司在眾多領域幫助促進永續發展和提高生活品質。科思創在全球範圍為交通、建築、生活以及電子電器等重要行業的客戶提供服務。此外，科思創聚合物還應用於運動休閒、化妝品和健康等領域，以及化工行業本身。科思創致力於實現全面循環，目標於 2035 年實現氣候中和（範圍 1 和 2）。2021 財年，科思創銷售額達到約 159 億歐元。截至 2021 年底，科思創在全球擁有 50 家生產基地，約 17,900 名員工（按全職員工計算）。欲瞭解更多資訊，請瀏覽 www.covestro.com

科思創彰化廠啟用新產線 發表用於汽車、風電產業表面保護膜的全新 Desmopan®UP TPU 系列產品

■科思創

- 新產線在台灣啟用，生產車漆保護膜等級的高功能 TPU
- 產品將供貨全球市場
- 以 Desmopan®UP 為品牌名，提供基於 TPU 的全新 PPF 解決方案
- 持久保護車輛原漆，擁有高度耐受性、適應力及出色質感
- 此系列亦可應用於風機葉片及智慧型裝置的螢幕表面防護

德國材料製造商科思創繼 2019 年於台灣彰化廠進行產能擴增後，2023 年 5 月 18 日正式宣佈其 2022 年宣告的投資案——全新車漆保護膜 (PPF) 等級熱塑性聚氨酯 (TPU) 產線於彰化廠上線。在該車漆保護膜用 TPU 產線擴增典禮上，科思創也同步發表了新 TPU 系列 Desmopan®UP，品名中的 UP 表示極致防護 (Ultimate Protection) 之意。這系列擁有出色的質感美學、高耐受性與適應力，使車輛原漆能抵禦外在惡劣環境的影響，除汽車產業之外，這項材料也能應用在風機葉片、智慧裝置的螢幕表面防護。

科思創熱塑性聚氨酯事業部全球負責人 Andrea Maier-Richter 博士表示：「對客戶或 TPU 市場來說，科思創不僅是材料供應商的角色，更是能與之攜手開發新

解決方案的合作夥伴。我們積極與客戶及整個價值鏈合作來激發 Desmopan®UP 系列的潛能，以因應日益成長的汽車、風機等核心產業需求。」

全球車漆保護膜 (PPF) 市場預計至 2030 年將呈穩定成長，其中，亞太區的市場規模最為巨大，中國大陸市場亦預期為該區域成長的主要動能。同時，北美及歐洲市場也呈現穩健增長態勢。

這類型材料市場升溫源自於消費者日漸重視汽車的外觀美感。TPU 因其品質、表面質感及貼合度的表現，被廣泛認為是車漆保護膜 (PPF) 功能性的指標材料，而科思創則是全球供應車漆保護膜原料 TPU 的大廠之一。

科思創熱塑性聚氨酯事業部亞太區負責人 Lisa Ketelsen 表示：「我們非常開心能啟動新產線的運轉並發表新 TPU 系列 Desmopan®UP，來滿足亞太甚至是全球市場對高功能車漆保護膜的需求成長。這也完美示範科思創致力以創新、突破現有挑戰的高功能解決方案來服務客戶。且我們在產線當地（彰化廠）亦配置了研發中心，能進一步與客戶共同發展更多新系列。」



圖 1：應用於漆面保護膜的熱塑性聚氨酯，如圖所示用於保護汽車車漆，將在臺灣彰化基地的新產線上生產

車漆保護膜的功能表現取決於原料及配方上的斟酌，科思創在配方及先進的製造科技上投入多年心力研發，以打造出這項用於車漆保護膜 (PPF) 的新 TPU 系列 Desmopan®UP 解決方案，其卓越的抗 UV 能力、抗水解性與抗化學性，搭配優異的透光率，可確保車漆保護膜的耐久性、防水及抗衝擊能力，同時能輕鬆且快速地運用在各種複雜的車體設計及表面。

台灣科思創總經理溫凱登博士表示：「這是繼 2019 年擴廠後，科思創再度加碼投資彰化廠，也顯示了科思創對台灣的重視。我們很開心看到台灣彰化廠除了是科思創的生物基 TPU 生產基地外，也提供車漆保護膜等級 TPU，並出貨至全球市場。」台灣科思創彰化廠亦於今年三月取得 GMP 認證，進一步拓展產品應用範圍，可向全球供應符合 GMP 標準、滿足食品接觸和健康護理需求的 TPU 產品。■



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 78 招、以塑代鋼的汽車零件應用 【評估塑膠製品品質控制篇】

■ Moldex3D/ 林秀春 協理

【內容說明】

對於化油器式或節氣門體汽油噴射式發動機，進氣歧管指的是化油器或節氣門體之後到氣缸蓋進氣道之前的進氣管路。它的功用是將空氣、燃油混合氣由化油器或節氣門體分配到各缸進氣道。

本文內容以「進氣歧管」為案例，生產材料採用 PA66 + 33% 玻璃纖維。

產品尺寸

- **主要厚度**：2.25 mm，最厚 5.0 mm（如圖 4 黃色區）
- **產品長度**：300 mm
- **產品寬度**：270 mm
- **產品高度**：90 mm

Original Process

- **填充時間**：3.0 Sec
- **熔體溫度**：290 °C
- **模具溫度**：80 °C

以塑代鋼的優越性

採用塑膠生產進氣歧管的優點是成本較低，質量較輕（減重節能）。因 PA 塑料的熱傳導性比鋁金屬低，燃油噴嘴和進入的空氣溫度較低。不僅可以改善熱啓

動性能，同時冷啓動時可以一定程度避免管內熱量快速散失，而且用塑料進氣歧管內壁光滑，可以大量減小空氣流動阻力，從而改善發動機的性能。

成本方面，塑料進氣歧管與鋁金屬在材料費基本持平，但是塑膠射出快速，品質穩定且良率高；相對鋁金屬毛坯鑄造品質良率低，加工人力費用耗費高，因此用塑料替代鋁金屬的生產成本可以有效降低 20%-30%。

進氣歧管的材質要求

耐高溫

發動機缸蓋溫度可達 130~150°C。因此，要求塑料進氣歧管材料能承受 180°C 的高溫。

高強度

塑料歧管安裝在發動機上，要承受汽車發動機振動負荷，所以除塑料本身還加上 33% 玻璃纖維以增加塑膠強度。

尺寸穩定性

進氣歧管與發動機的連接尺寸公差要求很嚴格，所以針對塑膠件的變形預測也相當的重要。



圖 1：塑膠生產進氣歧管圖

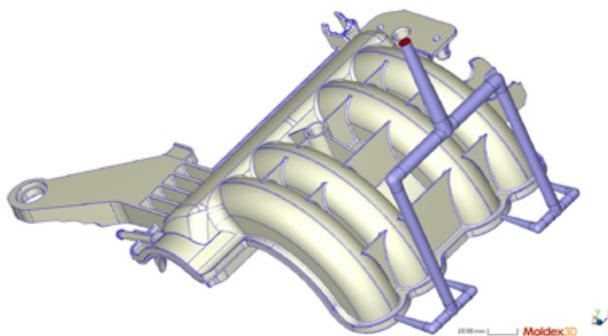


圖 2：塑膠模具產品流道與澆口圖

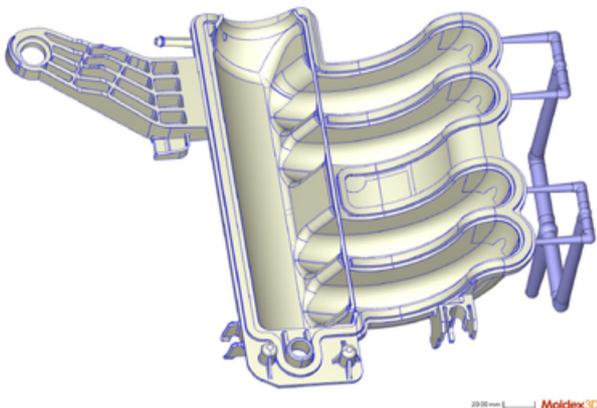


圖 3：塑膠模具產品流道與澆口圖

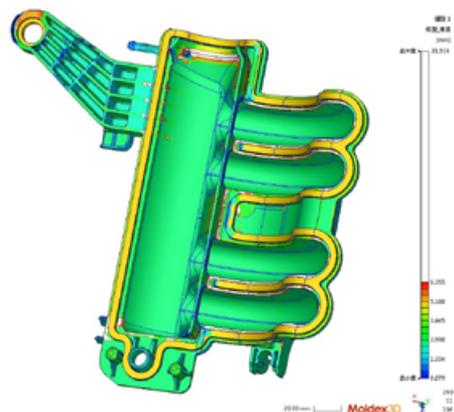


圖 4：塑膠產品厚度分佈設計 (2.5~5.0mm) 圖

化學穩定性

塑料進氣歧管在工作時會直接接觸汽油和防凍冷卻液，汽油是很強的溶劑，冷卻液中的乙二醇也會對塑料性能產生影響，因此，對於塑料進氣歧管材料的化學穩定性要求很高，都需要經過嚴格測試才能在惡劣的環測下確保使用的安全。■

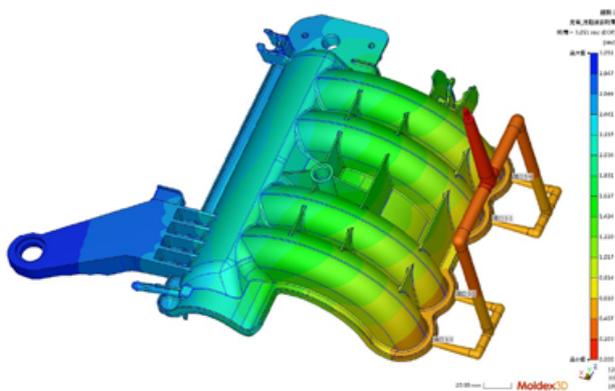


圖 5：塑膠產品流動波前圖

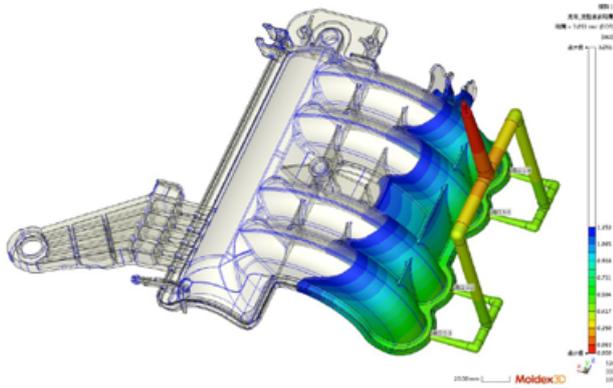


圖 6：塑膠產品流動波前圖

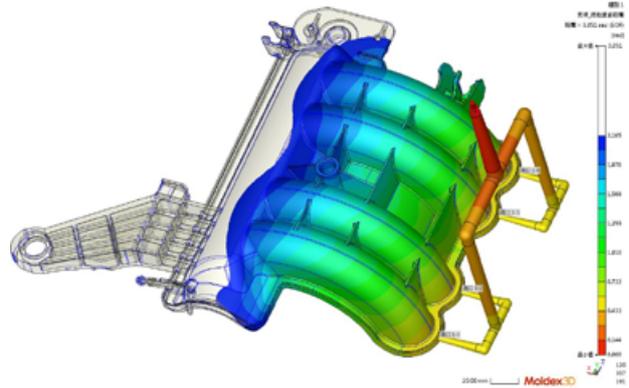


圖 7：塑膠產品流動波前圖

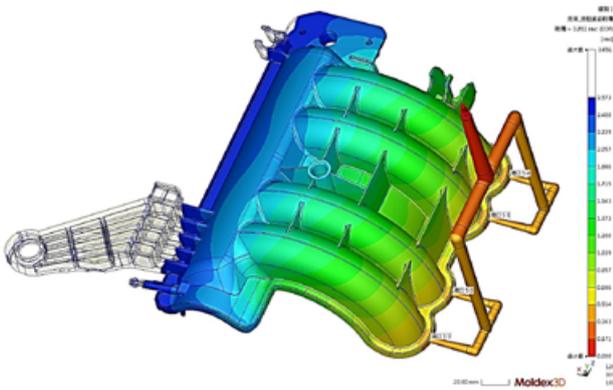


圖 8：塑膠產品流動波前圖

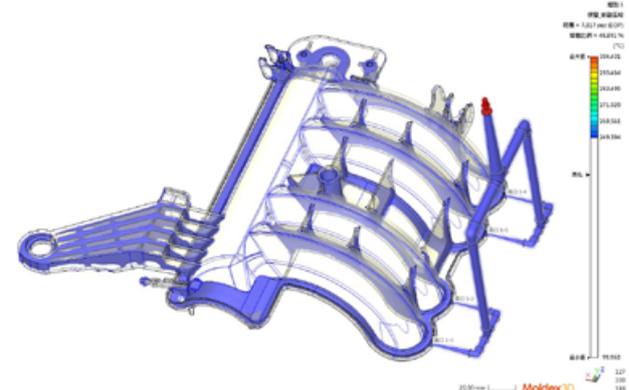


圖 9：保壓結束熔膠在高溫區域分布

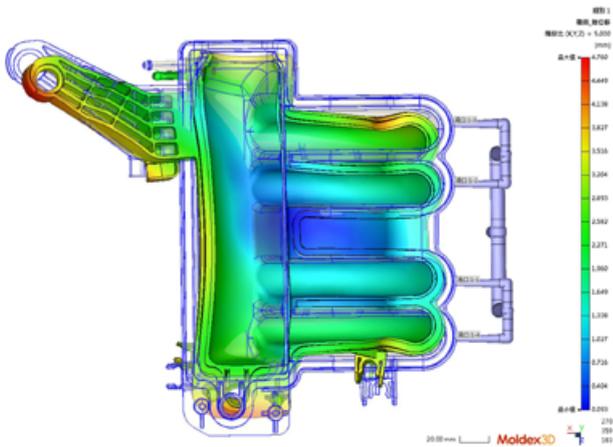


圖 10：塑件的純體積收縮 5 倍變形狀況

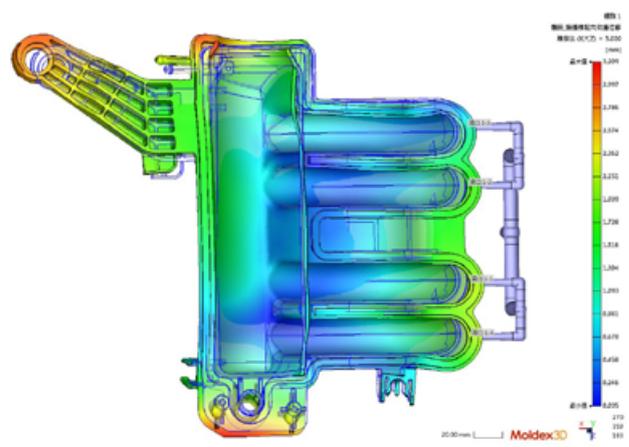


圖 11：塑件的 +33% 玻纖 5 倍變形狀況

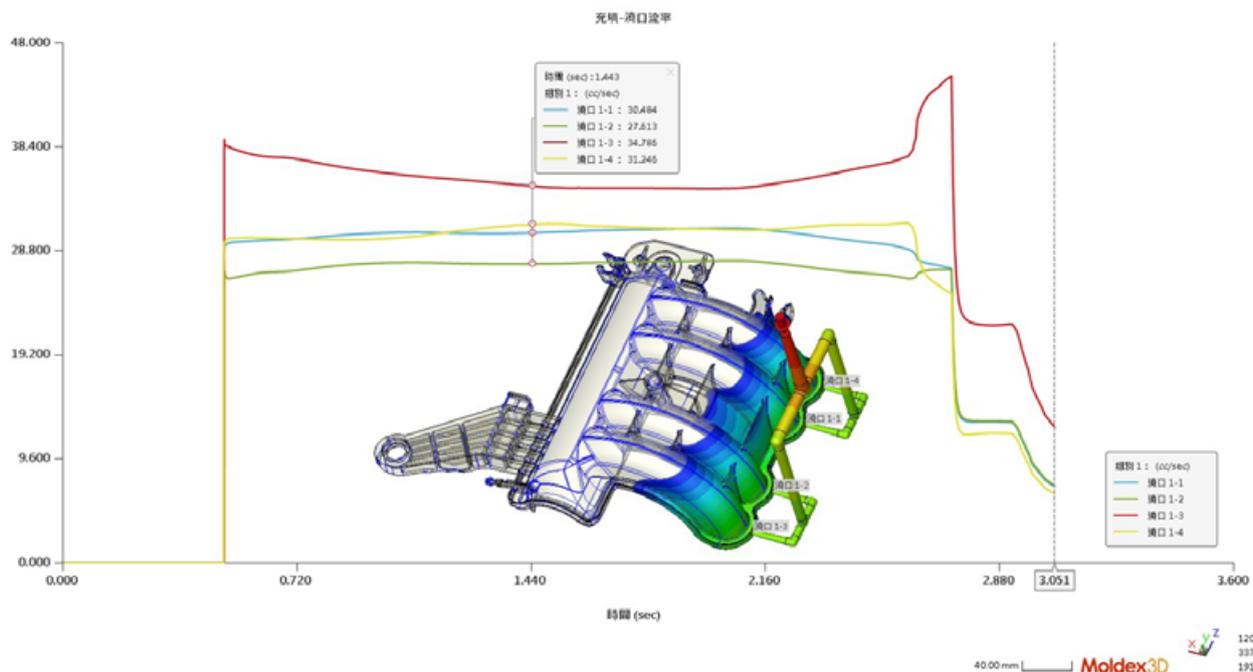


圖 12：塑膠產品每個澆口的流率曲線圖

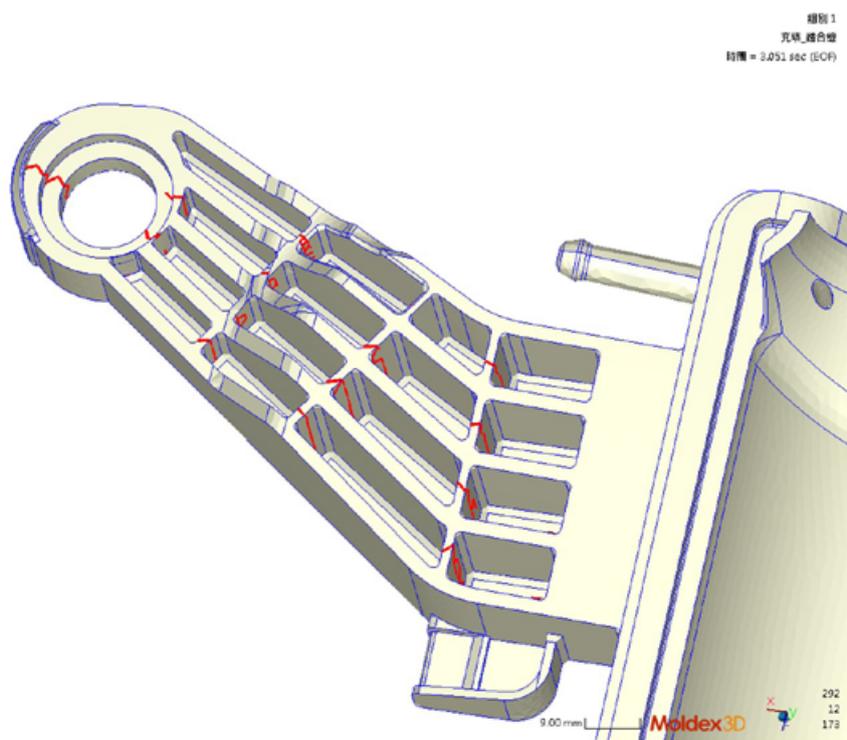


圖 13：結合線發生位置可能影響強度，厚度可以再更新修正設計



邱耀弘 (Dr.Q)

- 耀德技術諮詢有限公司 首席講師
- ACMT 材料科學技術委員會主任委員 / 粉末注射成形委員會副主任委員
- 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

近十年 MIM 的產品應用 Part VI： 高爾夫球桿頭配件

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

楔子

有道是：「若想得知識，臺下十年功；讀者要輕鬆，請花十分鐘」，來看看 Dr. Q 接下來連續數個月的系列專欄報告，充實一下金屬注射成型 (MIM) 產品的知識。專欄內容會盡量把文字縮減，並放入精彩的圖片，最後會在 Dr. Q 的 2023 年 11 月做一個總結。這些產品的內容包含以下：「Part I. 轉軸」、「Part II. 縫紉機配件」、「Part III. 菜刀與指甲刀」、「Part IV. 治具與工具」、「Part V. 高檔品牌包的扣件與標牌」、「Part VI. 高爾夫球桿頭配件」、「Part VII. 齒輪」。

Part VI. 高爾夫球桿頭配件

在 1972 年 MIM 工藝發明之後，金屬零件可以被如塑膠射出一樣的製作出來，這引起金屬加工與塑膠製業的不小震驚與騷動！隨著 MIM 技術的推廣與時俱進，尤其是最近十年 (2012-2022) 在移動通訊的電子產品助攻之下，MIM 技術和產品能見度大幅提高，且盛況空前。今天要談的對 MIM 工藝而言是用來作為運動工具的零件——高爾夫球桿頭配件，這仍是利用 MIM 成型具有複雜幾何形狀的能力，同時改變材料取用比重 (密度)、機械性能的綜合考慮，並且能夠搭配設計美學，目前高爾夫球具界已經逐漸接納 MIM 工藝製作球頭配件，甚至有可能被定義為一個標準的流

程，Dr. Q 將隨後說明。

設計理念

高爾夫球是一個有趣且時尚的運動，正是起源自 1456 年的蘇格蘭，高爾夫其實是四個英文字的首字母組合 (Green, Oxygen, Light, Friendship, GOLF)。這種沒有劇烈肢體碰撞、強大急促行動的運動，球員們必須藉由自己的高爾夫球具來打擊一顆小白球，並準確地打入距離甚遠的目標球洞作為競技，算是一種比較紳士與淑女的運動。一把高爾夫球具的構成如圖 1 所表示。眾所周知，一套高爾夫球具包含不同功能的數支球桿，Dr. Q 對高爾夫球並沒有深入的研究，因此不去討論高爾夫球的知識，主要還是針對金屬粉末注射成型技術製作高爾夫球桿頭的部分。

最早的高爾夫球桿頭的材料是用木頭製作，由於木頭的產地和加工者的手藝，還有逐漸更遠更寬闊的比賽場地，隨著世代的規則演進逐漸導入其他材料製作，並且隨著運動科技的進步允許使用不同的比重材料搭配來做為桿頭，以下列舉製程與材料的搭配，如表 1 所表示。其中部分可調整配重的高爾夫球頭是由三個組件組合，球頭本體、打擊面以及調整重心的配重螺

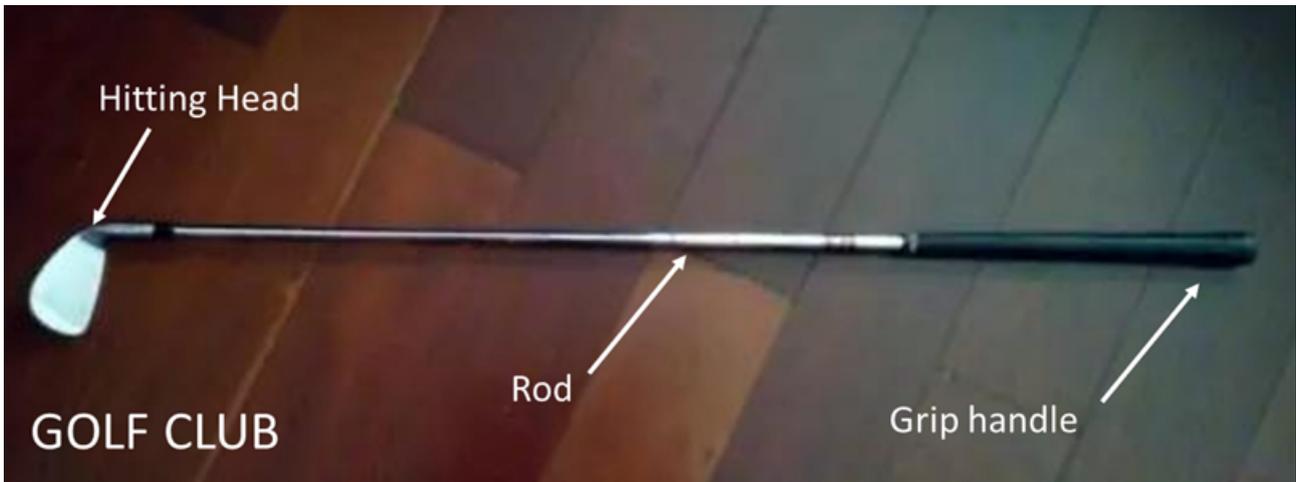


圖 1: 高爾夫球具 (Golf Club) 包含三個部分，打擊頭 (Hitting head，以下簡稱桿頭)、桿 (Rod)、握把 (Grip handle)。(本圖由 Dr. Q 翻拍修改)

釘，如圖 2 所表示。

看到表 1 中黃色底的文字就可以清楚的發現，原來我們所認識的 MIM 和 PM (傳統粉末押製與燒結，Powder Metallurgy of “Press and Sinter”) 早已經應用到高爾夫球頭上了。設計的理念在於：

- 高爾夫球頭在球桿揮擊的過程有空氣阻力的影響，球員必須根據自己的揮擊動作選用適合的球具，因此每一個球具廠家都會有一套屬於自己的球頭設計並「符合」空氣動力學，使球頭能準確打擊小白球且使之飛行更遠；
- 由於球頭重量並沒有限制，但為了增加打擊甜點區，故意做大打擊面並使之設計呈中空狀，以防止球員受傷；又希望局部位置加厚，以利打擊過程球頭能不變形足夠輸出揮擊的力量；
- 打擊片的角度必須經過設計，甚至要訂製配合專業球員；
- 在允許的範圍下設計不同材質的打擊片鑲嵌在球頭上；
- 可利用配重螺釘調整球頭重心方便訓練時使用；
- 還要兼顧美觀與時尚，不是所有人球技都很好，但

球具要搶眼、高尚並有貴重感；

- 運動場地為自然界，必須要考慮鹽水、雨水、草地、砂的環境因素，必須抵抗腐蝕和生鏽的可能性；
- 價格和成本要合理的性價比。

最終在約 10 年前 (2010 年起)，高爾夫球頭設計師們發現 MIM 工藝可以均能滿足上述要求條件，並能夠製作出與傳統鑄造 (Casting)、精密鑄造、鍛造 (Forging) 或是壓鑄法 (Die casting，液態金屬的製程) 媲美甚至性能更佳的高爾夫球頭。

範例說明

圖 3 為網頁上輸入「MIM GOLF CLUB」便可以找到的品牌高爾夫球具的廣告，並且直接註明該球頭的成型工藝便是採用我們熟悉的金屬粉末注射成型 (MIM)，其中該公司更是直接把 MIM 設計成商標的一部分。各位讀者也能夠在網路上搜尋介紹此產品的影片，並且重溫 MIM 工藝流程的影片。影片關鍵字為 MIM, process, Golf, Club 輸入 Youtube 找尋，以下網址表示 www.youtube.com/watch?v=9h_v5x9XHfk。

高爾夫球頭			
材質屬	製作工藝	可選材質 (常規)	比重
木材	木製品手工切削	硬質且高密度木材	0.85-1.2
金屬	翻砂鑄造	傳統球墨鑄鐵	7.5-7.8
	精密鑄造 (失蠟法) ^[1]	不鏽鋼(304/316)	7.9-8.9
	鍛造	不鏽鋼(304/316)、鈦合金(TC4)	4.5-8.0
	金屬粉末注射成型(MIM)	不鏽鋼(304L/316L)	7.9-8.0
	液態金屬成型(LQMT) ^[2]	鋁鉛錫銅鈮等合金	5.6-7.0
高爾夫球頭配件			
名稱	製作工藝	可選材質	比重
打擊面	鍛造/粉末成型與燒結技術	硬質合金(WC, TiC, W-Ni-Fe) / 陶瓷 (氧化鋯 ZrO ₂) ^[3]	4.5-18.5
配重螺釘	粉末成型與燒結技術	高比重合金(W-Ni-Fe, W-Ni-Cu)	17-18.5

註解：

[1]. 精密鑄造 (Investment casting, 又稱為熔模鑄造) 或稱為脫蠟鑄造 (台灣稱法)、失蠟鑄造 (大陸稱法), 英文則是 Lost wax casting。

[2]. 液態金屬成型 (Liquid metal technology, LQMT) 是近年來的新材料, 有來自美國/韓國/新加坡/大陸的團隊發明不同材質, 但以大陸實際量產最多。

[3]. 氧化鋯 (Zirconia, ZrO₂ 二氧化鋯) 是陶瓷中比重(5.9-6.0)高的高硬度陶瓷, Dr. Q 的博士論文主題材料實踐便是氧化鋯製作高爾夫球頭的打擊片。

表 1：高爾夫球桿頭的製作與材料

Dr. Q 並不在此重新敘述 MIM 工藝的優勢, 但是部分讀者可能會問 Dr. Q 這麼大的體積和重量 MIM 能夠燒得出來? 產品不會龜裂還是變形? 別忘記, 本次 Dr. Q 是帶來跳脫 3C 產品零配件輕、薄、短、小, 而是考慮如何製作較為重、厚、長、大的高爾夫球頭, 在前幾期的專欄也有說到 3C 產品使用的厚重夾具, 高爾夫球頭的挑戰顯然又比那一期的更為巨大。

對於 MIM 的挑戰在於以下數點：

- 大件、大體積且重的高爾夫球頭的脫脂與燒結空間, 必須考慮成本效益, 可能一爐擺不下幾個, 比起 3C 產品的零配件 MIM 製品差異很大;
- 注射、脫脂、燒結的參數也有重大改變, 必須經過多次驗證和測試;
- 尤其在擺排生坯開始熱製程, 由於受到重力和摩擦力的影響, 陶瓷治具的設計經驗佔有很重要因素, 並不是擺得越多越好, 而是要考慮燒結良率的提升;
- 對於注射坯黑痕的掌握一定要有對策, 因為外觀可能需要拋光、標牌直接製作在表面, 過度的缺陷會

導致二次加工的成本提高, 甚至報廢燒結產品;

- 業務訂單的來源盡量找到品牌方, 當然也可製作標準品給白牌高爾夫球具廠商, 取決於價格問題;
- 注意外形的專利, 接收圖紙必須簽訂免責權以免碰觸專利仿冒等問題。

Part VI. 小結

對於高爾夫球具而言, MIM 工藝並不需要針對薄件特徵結構, 但是厚件、裝飾性外觀與功能性表面對於業者是新的挑戰, 失敗率或許會令人心驚, 因為一個球頭製品很有可能超過數百克重, 但是 MIM 工藝在取代高爾夫球頭傳統工藝顯然是無庸置疑, 大中華地區的 MIM 優勢可結合全球最大高爾夫球具製造地 (台灣 75%+ 大陸 15%), 或許是 MIM 在後智能手機時代的另一個明燈產業, 我們一起關心並邁步向前。■



GOLF CLUB HEAD

圖 2：高爾夫球頭的組成包含球頭本體、打擊面 (Hitting face) 以及配重螺絲 (Screw with balancer)，本圖引用自 <https://ping.com/en-us/clubs/fairways/g430-max> 並經 Dr. Q 修改，本圖商品並非以 MIM 工藝製作

Cobra King MIM Classic Grind Wedge



圖 3：在網路商店中販售的 MIM 工藝製作的高爾夫球頭，製造公司並將 MIM 製作成為商標的部分表明採用金屬粉末注射成型完成，照片引用自 www.globalgolf.com/golf-clubs/1053711-cobra-king-mim-classic-grind-wedge



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

好主管的可預測性

■宇一企管 / 林宜璟 總經理

好主管的特質：可預測性

怎樣才能成為一個好主管？這是一個重要但模糊，而且常引起爭議的問題。我先簡單說結論，然後再詳細推論。

- **結論：**在「知識經濟」中，好主管的重要特質是「可預測性」。
- **關鍵字：**「知識經濟」和「可預測性」。

接下來詳細說明推論，「怎樣才能成為一個好主管」這個議題有兩個層面。

- 第一個層面是：如何定義好主管？
- 第二個層面是：怎麼的條件才能造就一個好主管？

第一個層面，好主管的定義

如同許多社會科學的概念難有一致的定義，「好主管」也不例外。但如果我在這裡把「好主管」定義為「能領導團隊創造長期績效的主管」，我希望你能接受。這裡的關鍵詞是「長期」和「績效」。

為組織創造績效是主管的天職。有些主管很受部屬愛戴，但是團隊績效不好。以我的標準，他們就只是受歡迎的主管，但並不是好主管。

另一方面，有些主管用威脅利誘、或其它操弄人心的方式可以壓榨出短期績效，但終究煙花短暫，禁不起時間試煉。所以績效的前面要加上「長期」這兩個字。

長期也表示這個主管和團隊成員的關係不會太差。否則團隊成員會因為不堪其擾而頻繁離職，而這樣的鬆散的團隊是不會有長期績效的。

確定以上第一個層面後，第二個層面的討論才有基礎。那為什麼「可預測性」是好主管的重要特質呢？有證據嗎？

為什麼主管的可預測性重要？

先說還真的有證據，雖然有點薄弱。不過我也沒打算寫學術論文，只是想分享自己實務的管理心得，所以這個證據應該還有點參考價值。

證據來自於幾年前我在網路上看到一個對 Google 員工的調查。這個調查發現 Google 員工心目中的好主管，有一個令人驚訝的無聊特質，這個特質就叫做「可預測性」。我後來花了一些時間嘗試找出關於這個研究的進一步資料，但是沒有具體的結果，所以就放棄了。所以這個調查的真實性，我沒有辦法保證。但是



(圖片來源：Freepik.com)

無論如何，這調查結果跟我自己對於管理的經驗跟理念一致。所以我借用這個調查結果切入好主管的特質的這個議題。(有興趣的讀者可以用「google 領導力」和「可預見性」當關鍵字在網路上蒐尋，可以找到一些資料。)

為什麼可預測性是重要的？原因就在那句電影「侏羅紀公園」裡，大家耳熟能詳的台詞，「生命會找到出口」。

有兩位都非常傑出的企業家，一位是奇美實業的許文龍先生，一位是蘋果電腦的創辦人賈伯斯。關於這兩位企業家，想請問大家三個問題：

- 這兩位企業家你比較欣賞誰？
- 你比較願意為誰工作？
- 1 和 2 的答案一致嗎？

不管你的答案是什麼，我相信只要你了解自己，並對這兩位企業家也有些基本了解，以上 3 題都不難回答。

許文龍先生的經營理念是「企業就是員工的家」。奇美實業是幸福企業，在這裡工作的員工享有如在家裡

一樣的溫暖與照顧。但是既然是一家人，有些事情就不能太計較。不能單純就事論事，必須多包容體諒。對於績效不佳的員工，也會一再給予機會。畢竟是家人，除非萬不得已，不該逐出家門。

光譜的另外一端就是員工眼中如暴君般的賈伯斯了。他個人的魅力不用多說。在他身邊工作需要承受巨大的壓力，但也享有高成就感和高報酬。至於如果績效不好的話呢？那你就立刻滾吧！

這兩家公司的長期績效都非常好。那誰是比較好的主管呢？我認為兩個人都是。因為他們都有穩定可預測的行為模式。加入這兩家企業的人，在加入的時候就知道他們將要面對怎樣的管理環境。自認不合適的，就會自行退散。

但試想如果有一天許文龍和先生和賈伯斯交換靈魂會發生什麼事呢？不用說，那絕對是慘劇。全公司的同仁無所適從，不知道該怎麼做事了。

為什麼皇上要天威難測？

既然這樣子，那為什麼在宮廷劇裡面常有句話叫「天



(圖片來源：Freepik.com)

威難測」呢？如果好主管必須要有可預測性，那麼皇上為什麼要搞得大家都猜不出他的心思呢？

這就牽涉到我們在一開始的結論裡提到的另外一個關鍵字，「知識經濟」了。

在知識經濟裡，團隊成員最重要的不是聽命行事，他必須按照自己的專業，發揮創意並做出獨立判斷。因為在知識工作者的專業領域裡，他的主管極可能沒有他懂。官大學問大，在知識工作裡並不適用。

所以知識經濟中重要的是團隊成員的腦袋，而不是手腳。可預測性可以讓這些聰明的腦袋盡情發揮。因為規則清楚，所以他們知道怎樣做最好，「生命會找到出口」。

但在極權專制的朝廷裡，有兩個原因使得天威必須要難測。

首先對皇帝來說，治國的 KPI 並不是人民的滿意，而是永久執政。確保政權穩固才是他最重要的績效指標。你說民主國家的政黨不也是為了執政嗎？當然

是，但是在民主政體中，人民滿不滿意就等於能不能執政。而在帝王體制裡，人民的滿意和政權的穩定不必然有關，至少短期而言不太有關。我的意思是歷史告訴我們，如果長期讓人民過得太糟的話還是會造反。但是一般而言，韭菜是很認命的。所以要持續執政的重點，不是讓人民滿意，而是不要太不滿意。

另一方面，天威難測可以使得人民心生恐懼，增加造反的障礙。「沒有什麼感受能像恐懼那樣，澈底奪走人的行動力和思想力」，Edmund Burke 是這麼說的。

其次除非外患內亂等特殊狀況，皇上並不需要聰明的腦袋。也就是正常情況下，皇上不希望臣民是知識工作者，他更希望大家乖乖聽話就好。論語有句「民可使由之，不可使知之」。意思就是「只要讓老百姓按照政府指引的道路走，沒必要讓他們知道為什麼？」

你說孔子這樣太不尊重人民了。也許！不過孔子是在二千五百多年前寫下這句話的，那時的人絕大多數是文盲，更別談什麼知識了。所以用現代的角度來評斷孔老先生應該也不公平吧？



(圖片來源：Freepik.com)

還有一句話宮廷劇中也常出現，「將在外，君命有所不受」。意思就是皇上也知道，真要將領這種知識工作者發揮實力時，也要放手，不能多加干預。

但是只要外患內亂一結束，皇上最要緊的事情就是收回兵權，再次確保這些聰明的腦袋乖乖聽話。這方面長眼的將領如郭子儀、曾國藩就安全下莊；沒搞清楚如韓信，就人頭落地。

總而言之，天子的權威還是最重要的啦！而難測會讓權威更厚實，所以當皇上的都愛。

岔題一下，好主管的可預測性，也可以用來說明制度對於經濟發展的重要。

商人是最靈活的生命。所以只要有明確的遊戲規則，哪怕這個規則不公平合理，但只要規則穩定，結果可預測，商人就會找到生命的出口。甚至有學者做過研究，一個經濟體即使賄賂橫行，但只要賄賂的結果是穩定可預測的，都比規則模糊有利於經濟發展。我當然不是說賄賂是好事，我是要強調可預測性在經濟發展的重要性。

和有工作經驗團隊成員的約法三章

所以延續可預測性這個主軸，對於加入我團隊有經驗的團隊成員，會在一開始就跟他們約法三章。這約法三章包含三點：

- 你是有經驗的知識工作者，所以我對你沒有「to do list」，只有「don't do list」。不能做的事我會告訴你，其它沒說不能做的，請你盡情自由發揮。
- 我講的就是我想的，不清楚你就問。所以請你不要猜，因為猜很貴。如果我說沒有問題，就是沒有問題，不會有沒說出來的其它層意思。如果我對你的工作有想法，我也一定會讓你知道。
- 我不喜歡碎碎唸。如果有一天我發現我要在你身邊碎碎唸，我們才能夠把事做好，那我會覺得換人比較快。

上述方法對我很有用，希望對你也有參考價值。

當然上述這三點是對有經驗的團隊成員，如果是新手就不適用。所謂「情境式領導」，就是針對團隊成員不同狀況給予不同的領導方式，因為他們的需求不同。至於什麼是情境式領導，那就要等有機會再另外寫一篇來討論了。不過不管情境如何不同，只要是知



(圖片來源：Freepik.com)

識工作，他們都需要主管的可預測性。

結語

如果你帶領的是一個知識工作者的團隊，那你不一定要溫柔，你也不一定要比團隊成員厲害，但你要讓你的團隊成員可以預測你的行為，然後他們會找到生命的出口。

單只有可預測性不足以造就一個好主管，但可預測性卻是知識工作團隊好主管的普遍特質。

當然，如果你領導的不是知識工作者，天威難測那一套可能還是可以玩一下。

可是以現在人類經濟狀況而言，即使還有什麼工作不是知識工作，應該也不多了。而且，我確定一定會愈來愈少。■

「PARTS談判思維」Line社群

- 讓你生活變得更美好



ACMT

SMART
Molding
Magazine

www.smartmolding.com

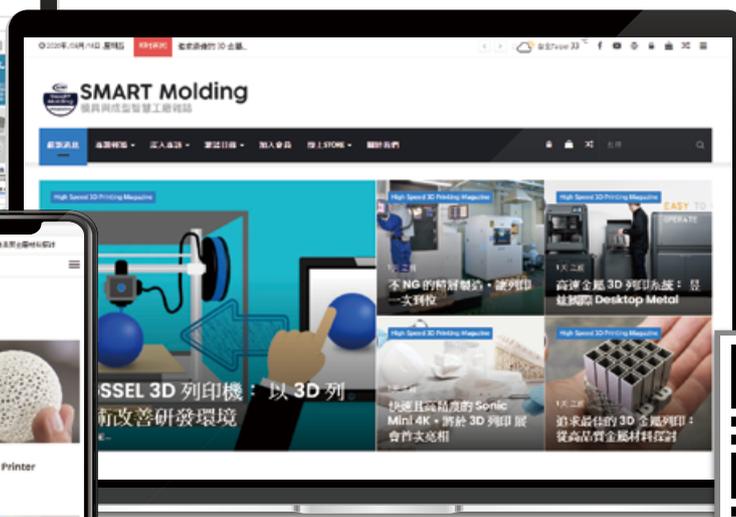
【SMART Molding】數位版雜誌

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78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。

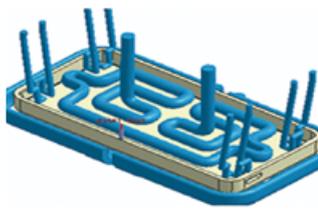
廣告編號 2023-08-A07

先進技術 - 高效節能

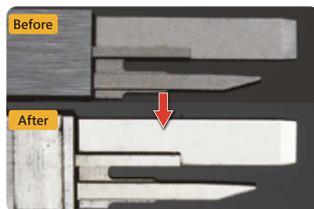
先進
模具
技術



CAE模流分析技術



模具水路設計

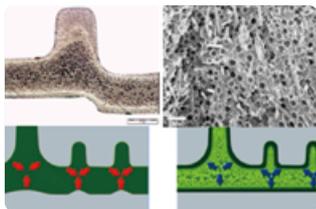


EBM電子束表面改質/拋光



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

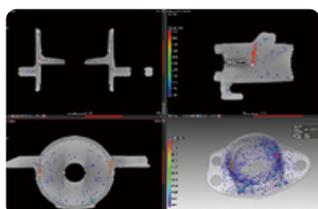


電力監測系統

先進
檢測
技術



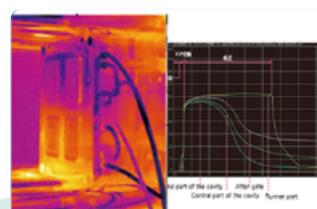
應力檢測



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】

提高表面面粗度，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。

廣告編號 2023-08-A08

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



SMB計畫塑膠製品業第一名

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

服務據點

台北 · 東莞 · 蘇州 · 泰國曼谷 · 印尼雅加達

規劃中據點

台中 · 台南 · 寧波 · 廈門 · 馬來西亞 · 菲律賓 · 越南

+886-2-8258-9155

info@minnotec.com

https://minnotec.com/atom-ch



ERP System 雲端 ERP 擴充企業版圖



集研發、諮詢、銷售、實施和服務於一身，解決客戶各個面向的問題，擁有五千多家成功客戶的經驗，帶領客戶與時代並進。致力於自動化的研發，並納入了**內稽內控**和**防錯防漏**的管理思想，更專精於製造產業，不斷採用VPN、條碼、雲端等新技術，並推出月租的銷售模式，讓企業降低成本開銷，使我們ERP軟體的優勢更加突出，為國內外眾多中小企業所喜愛。



MES製造執行系統

建立亞洲工業4.0標準，符合亞洲企業設備多樣化、彈性生產、供應鏈整合的特性。



ERP 企業資源規劃

跨國雲端ERP，前中後台營運數位化，創造全新的價值，增加市場的競爭力。



工業網際網路系統

整合平臺設備機聯網連結到MES系統與戰情看板，完善解決DT、OT、IT資訊整合。



BI 商業智慧

企業數據整合，準確快速的提供資訊與決策依據，有效協助企業業務經營決策。



AI人工智慧

AI 技術開發與運用。產銷優化、品質確保、智慧保養、工安環保、降低成本五大面向。



ESG節能減碳

ESG為一種衡量指標，涵蓋環境、社會、公司治理(ESG) 三大面向，朝向碳中和實踐。

廣告編號 2023-08-A09

聯絡我們
02-2999-1801



冠理科技股份有限公司

關於塑膠材料在射出成型中需要注意的因素

型創科技 / 羅偉航 應用工程師

引言

射出成型是一種常見的製造工藝，而塑料在該過程中扮演著至關重要的角色。本文將探討塑料在射出成型中的幾個關鍵因素，包括塑料含水率、回收料添加比例、材料填充物、溫度以及料筒內滯留時間。深入瞭解這些因素對成型過程的影響，有助於優化生產效率並提高成品質量。

含水率對射出成型的影響

來含水率是塑膠材料中水分含量的度量，它對射出成型具有顯著影響（圖 1）。高含水率可能導致成型過程中產生氣泡和產生空洞的問題，從而降低成品的質量。水分的存在還會降低材料的熔融溫度和黏度，影響流動性。因此，在射出成型前，確保塑膠材料的適當乾燥對於獲得良好的成型結果至關重要。

回收料添加比例的影響

回收料是從廢料、廢棄塑膠製品中回收再利用的材料。添加回收料可以降低成本並減少對環境的影響。然而，回收料的添加比例對成型過程和成品質量具有重要影響。較高的回收料添加比例可能會導致材料的物理性能下降，如強度和耐熱性的降低；材料的黏度下降，容易發生流延、毛邊等問題。因此，需要在平衡成本和性能之間做出權衡，並進行適當的測試和調整，以確定最佳的回收料添加比例。

材料填充物對成型的影響

填充物是被添加到塑膠材料中的固體顆粒或纖維，用於增加材料的剛性、強度和耐熱性。在射出成型中，填充物的選擇和添加比例對成型零件的性能和外觀有重要影響。例如，玻璃纖維填充料可以提高強度和剛性，但可能導致表面粗糙度增加。因此，在選擇填充物時，需要綜合考慮材料性能、外觀要求和成本效益。

溫度對成型過程的影響

溫度是射出成型中的一個關鍵參數，對材料的熔融、流動和冷卻過程都有直接影響。過高或過低的溫度都可能導致成型缺陷，如翹曲、收縮和縫合線等。因此，確保適當的料溫以及溫度分佈的均勻性至關重要。此外，不同類型的塑膠材料對溫度的敏感性也不同，因此需要根據具體材料的特性進行調整（圖 2）。

料筒內滯留時間對成型的影響

材料在射出機料筒中停留的時間。它對材料的熔融和穩定性有影響，尤其是對熱敏感性材料。較長的滯留時間可能導致材料的熱降解和變質，從而影響成型品質。一般塑料的滯留時間建議不超過 5 分鐘。因此，控制料筒內滯留時間並根據材料的特性進行調整是確保穩定成型過程的關鍵。

總結

塑膠材料在射出成型中扮演著至關重要的角色，它們的含水率、回收料添加比例、材料填充物、溫度和料

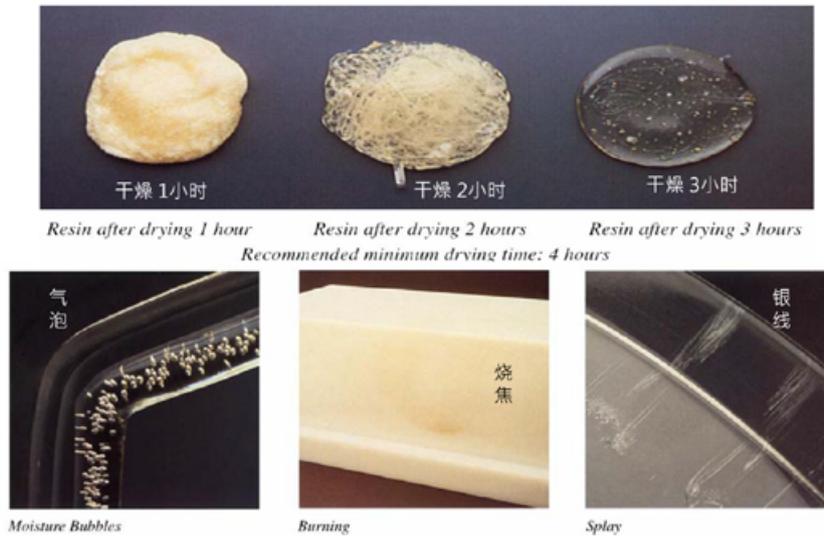


圖 1：塑膠不同含水率的差異

Material	Melt Temp. (°C)	Suggested Melt Temp. (°C)	Mold Temp. (°C)	Suggested Mold Temp. (°C)	Transition Temp. (°C)
ABS	200~270	230	50~80	60	105
PA12	230~300	255	70~110	80	190
PA6	230~300	255	70~110	80	185
PA66	270~320	290	70~110	80	235
PBT	220~280	250	40~80	60	200
PET	280~330	300	80~120	100	220
PC	280~330	305	70~110	70	144
PE-HD	180~280	220	20~70	40	105
PE-LD	180~280	220	20~70	40	90
PMMA	240~280	250	40~80	60	100
POM	180~235	205	50~90	70	130
PP	200~280	230	20~70	40	135
PPE	260~320	280	70~110	80	155
PS	180~280	230	20~70	50	100
PVC	160~220	190	20~70	40	80
SAN	210~270	230	50~80	60	100

圖 2：常見塑膠的溫度建議

筒內滯留時間等因素都會對成型過程和成品質量產生影響。在射出過程中，通過控制和調整這些因素，可以優化生產效率、降低成本並提高成品的質量和性能。因此，深入瞭解塑膠材料的特性，並合理地應用於射出成型中，對於塑料製品製造行業具有重要意義。■

廢舊混合塑料常見分選技術

型創科技 / 王海滔 應用工程師

前言

經濟合作與發展組織 (OECD) 的一份新報告顯示，全球塑料垃圾的產生量持續增加，每年超過 4.6 億噸流入環境中，混合的後垃圾只有 9% 被成功回收。從源頭上落實垃圾分類、回收、再造，可大幅度提升回收效率。

在射出生產過程中，不管是自動化、半自動化還是人工操作流程，都會不同程度的產生漏料、混料等現象，由此就會產生多種材料混合廢料。由於無法分離聚合物，幾乎所有熱塑性塑料最終都流入土壤、海洋或焚化爐中。塑料在焚化過程中會產生粉塵濃煙以及釋放出有毒氣體，給環境造成很大的汙染，若採用填埋處理，塑料在土壤中需要很長的時間才能降解，因此給土地也造成嚴重汙染。而流入海洋的塑料，更是會嚴重破壞生態環境，危害到生物生存。

而採用塑料分離技術可以有效地對各種塑料進行分類回收再利用，不但可以減輕環境汙染的壓力，還可以對各種有限的塑料資源進行回收利用。塑料生產和加工過程廢棄的塑料，其品種單一，沒有汙染和老化，更適合單獨收集和處理。

破碎和分選方法

一般根據其性質選用合適的破碎機，採用比重法、靜電法、浮游選礦法、磁力法、篩分法、風力法、顏色分離法、X 射線分離法、近紅外線分離法等多種方法

將廢塑料進行破碎和分選。下面挑選常見幾種分選方法進行簡要說明原理。

比重法

對於雜質較少的塑料混合料，比重分選法是成本較低的好選擇，常應用於 ABS、ABS/PC、PP、PS、PE、PET 等。以多種塑料及粉塵的混合料為例，其分離原理為：

- 將多種塑料及粉塵的混合料由風機下料口倒入，利用對氣流的阻力和重力形成的合力差，先將粉塵與塑膠混合料分離；
- 在水池中注入清水，倒入去粉塵的塑料混合料並充分攪拌後靜置，利用塑料與溶液之密度差形成的沉浮特性，先分離密度小於水的塑膠浮出，用甩乾機甩乾；
- 再通過加入密度調劑，逐步使密度不同的材料上浮後撈出，用甩乾機甩乾；
- 一般根據塑膠的密度選擇密度調劑，如分離密度大於水的混合料則使用工業鹽或氯化鈣，而分離密度小於水的混合料則使用酒精進行中和。

靜電分選法

靜電分選一般針對無金屬雜質的混合塑料，包含 ABS、PS、PP、PE、PO、PPO、PET、PVC、尼龍等進行大批量精密分選，其優勢在於分選精度高、乾燥式分離、能穩定保障再造粒子的純度與產量等。其分離原理為：

- 先對塑料混合料進行計量與加熱除濕，在保證乾燥



圖 1：垃圾回收理念

的狀態下輸送至攪拌系統摩擦，利用介電常數的不同使塑料帶上不同的電荷；

- 然後進行靜電分選系統，篩選出成品塑料入成品倉，部分二次分選物料則回流循環分選；
- 剩餘的雜質會定期送至雜料倉。

溫度分選法

溫度分選法常見為「熔點分選」及「脆化溫度分選」。

- **熔點分選**：是利用塑料的不同熔融溫度來分離，適用於混合熔點差異較大的塑料。其分離的原理為將塑料混合料放置傳送帶上，逐步通過不同溫度級別的加熱室中。在此過程中，融化的塑膠將熔化附著在傳送帶上，最後通過機械收集。
- **脆化溫度分選**：是利用各種塑料不同的脆化溫度，將混合料進行有選擇性地脆化粉碎，實現塑料分離。適用於聚氯乙烯與聚乙烯混合物的分離，因聚氯乙烯的脆化溫度為 -41°C ，而聚乙烯的脆化溫度在 -100°C 以下。此外，還可以用於聚氯乙烯和 PET 瓶的分離。
- **應用舉例**：分離聚氯乙烯與聚乙烯混合料：先將混雜料投入冷卻器中，冷卻至 -50°C ，然後送入粉碎機

中粉碎，因聚氯乙烯脆化而被粉碎，再進行篩選，使與未粉碎的聚乙烯分離。

近紅外線分選法

利用近紅外線處理技術，近紅外線具有識別有機材料的功能。其分離原理為：採用近紅外線光譜特徵波長識別廢塑料技術，通過近紅外光過濾器識別塑料，然後根據待回收的塑料片的組份，依次將標準塑料片進行破碎處理，利用近紅外光譜裝置獲取每種破碎後的標準塑料片的近紅外光譜數據，然後進行塑料的分類選別。

這種方法雖然比較簡單，處理的速度比較快，但是近紅外線在利用光譜識別分選時，容易受到各種熱源、光的干擾，紅外穿透力差，分辨準確性較低。

總結

回收的手段在不斷發展，目前更是有美國的學者團隊研究出使用「溶劑定向回收和沉澱」工藝分離塑料中的聚合物，而且分離出的材料還能製造新的材料，回收多層塑料效益最高達 40%。期待團隊早日攻克溶液

名稱	簡寫	熔點(°C)	脆化溫度(°C)
聚甲醛	POM	165-175	125
聚乙烯	PE	120-136	100
聚氯乙烯	PVC	150-200	70
聚丙烯	PP	148-176	102
改性的聚苯乙烯	ABS	120	86
聚苯乙烯	PS	120	85
聚醯胺	PA	215-260	65
聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET	225-235	70
聚对苯二甲酸丁二醇酯	PBT	225-235	66

圖 2：部分熱塑性塑料熔點與脆化溫度（僅供參考）

功效、成本和對環境影響的平衡，造福人類，保護地球環境。

全球已有近 90 個國家和地區出臺了控制或者禁止一次性不可降解塑料製品的相關政策和規定。禁塑正在成為全球保護環境的共識和共同舉措，回收廢塑料不失為從根源上減少污染的有效方法之一。■

參考資料

- [1]. 經濟合作與發展組織 (OECD) 《全球塑料展望：到 2060 年的政策情景》 <https://www.oecd.org/environment/global-plastic-waste-set-to-almost-triple-by-2060.htm>
- [2]. 黎士煜學術論文《車用塑料摩擦高壓靜電分選荷電機理及運動特性研究》 <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10674-1018715144.htm>
- [3]. 合肥美亞光電技術公司專利《一種雙紅外在線塑料材質分選裝置》 https://wenku.baidu.com/view/3beecf29af51f01dc281e53a580216fc710a5329.html?_wks_ =1689067490741
- [4]. 福清福捷塑膠公司專利《塑膠混合材料的分離方法》 https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=f1bf4d7b1dd8bb75a36bfc20580e7753&site=xueshu_se

- [5]. 分析 9 種廢塑料分選技術特性 <https://www.mining120.com/tech/show-htm-itemid-107195.html>

圖片來源

- [1]. 圖 1 引 用 自 https://www.freepik.com/free-vector/garbage-recycling-isometric-design-concept_6169370.htm



優份科技

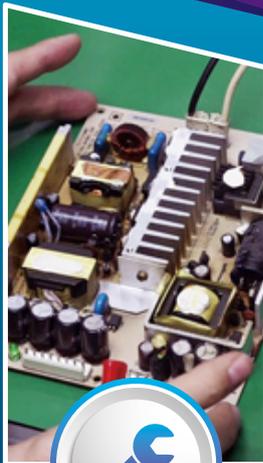
給你最優的品質與服務

以專業資訊相關軟硬體、機房建置及各類軟體研發設計，
並配合多家廠商，引進多項戶外防水電子產品與戶外裝備。

優份科技提供AOI(自動光學檢查)設備計畫、客製化設計、專案開發、
專業技術顧問諮詢、高精密儀器與設備銷售等服務，大至一台精密的設備，
小至一個微小的零件，為客戶提供最高品質的商品。



產品銷售



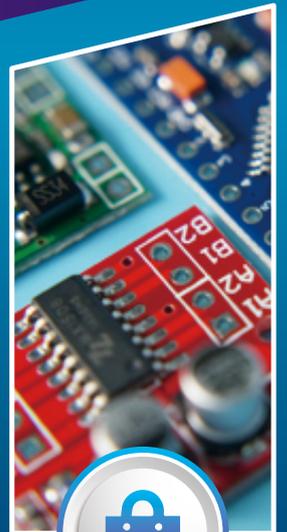
設備維修



設計



顧問諮詢



零物件銷售

優份科技有限公司

廣告編號 2023-08-A10

電話:03-5500557

E-mail:yoe@yoetech.com.tw

地址:新竹縣竹北市中和街219號

2023德國國際粉體及散裝固體加工工業展



主辦單位：Nürnberg Messe GmbH
舉辦日期：2023年9月26日至9月28日
活動時間：09:00 AM~6:00 PM (最後一日
參觀至5:00 PM)
展覽地點：德國紐倫堡國際展覽中心
活動網站：<https://www.powtech.de/en>

展會介紹

展會反映了機械加工技能和設備的最前沿發展技能，供給一個瞭解多職業的共同視角，諸如玻璃、建築材料、造紙、化工、製藥、化學、礦業和食品等。展會的專業觀眾現場尋求在破壞、篩分、混合、運送、給料、顆粒成型的立異技能。

展品範圍

- 粉體器械及工藝：粉碎型、雜體合類、分開離去類、篩選分開、過濾、燒開、釀粒、壓塊、乾燥、熱處理製備、化學法製備。
- 散料輸送設備及相關配件：泵閥門體、送風箱體、計量原料、卸貨送料、散料輸送、倉儲設備、煨燒車間、壓縮機、冷卻器、泵、反應釜。
- 測量控制自動化技術：顯示器、壓力計、流量計、物位元儀、材料檢驗設備、程序控制、控制儀錶、粉體測試，自動化系統等。

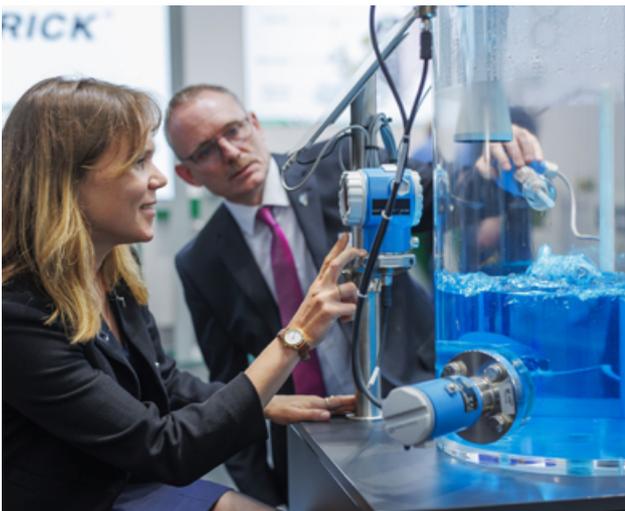
作為機械加工技術的領先貿易展覽會，POWTECH 概

述了一系列行業的創新：化學品和製藥、陶瓷和玻璃、非金屬礦物（礦井和採石場）、食品和飼料以及環境和回收利用。您不僅會在參觀者中找到最終用戶，機器和設備製造商也在積極尋找最新的組件、系統和合作機會。

參與 POWTECH 的 5 大理由

靜電分選一般針對無金屬雜質的混合塑料，包含 ABS、PS、PP、PE、PO、PPO、PET、PVC、尼龍等進行大批量精密分選，其優勢在於分選精度高、乾燥式分離、能穩定保障再造粒子的純度與產量等。其分離原理為：

- **國際化**：在機械加工技術領域，POWTECH 是全球最大和最國際化的行業平台，用於從粉末、顆粒、散裝固體和液體製造優質產品的工藝。823 家參展商，其中 39% 是國際參展商，14,131 名專業觀眾，其中 40% 來自國際。
- **專注於粉體、顆粒和散裝材料技術**：從細奈米顆粒到粗陶器，這是唯一一次全面展示散裝固體處理特



圖：歷屆展會精彩集錦（引用自 POWTECH 官網，<https://www.powtech.de/en>）

殊功能的活動。

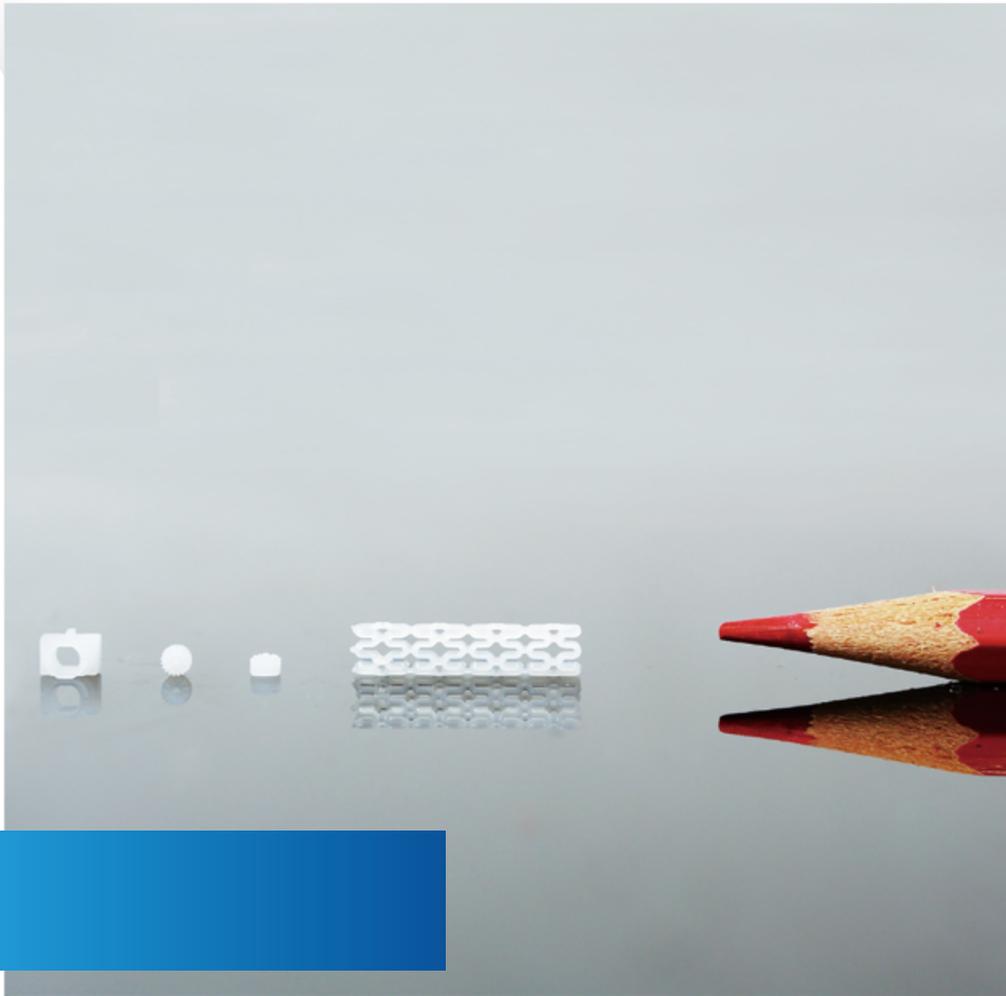
- **為最重要的工業部門提供一個平台：**在這裡，您可以接觸到來自以下領域的工藝技術人員和工程師、散裝材料專家、生產經理、科學家以及工藝和項目工程師：化學品、藥品、食物 & 飼料、建築和非金屬礦產行業、玻璃 & 陶瓷、工程和工廠建設及組件、回收與環境。
- **無與倫比的訪客質量：**親自了解工程師之間的會議和討論的專家和專業深度。在這裡，您將與有具體問題和深刻專業理解的專業觀眾聚在一起，這在 2019 年的參展商中得到了證實：95% 的參展商達

到了他們最重要的目標群體。94% 的參展商建立了新的業務關係。

- **動態展品和體驗技術：**破碎、過濾、混合、輸送、計量或壓實方面的創新，在其他任何活動中都沒有展示和展示如此多的機器、技術和大型展品。■



映通股份有限公司
ANNTONG IND. CO., LTD.



微射出成型 解決方案



ISO13485 認證



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

廣告編號 2023-08-A11

Micro Injection Molding

- 微射出成型
- 微射出成型機
- 微射出模具製造

映通 讓尖端科技成真



精微塑件代工



植入物醫療塑件代工



專業醫療級塑膠射出代工

映通擁有專業開發工程團隊

完整提供客戶從

開發設計、打樣、開模、試製作、
試量產、量產

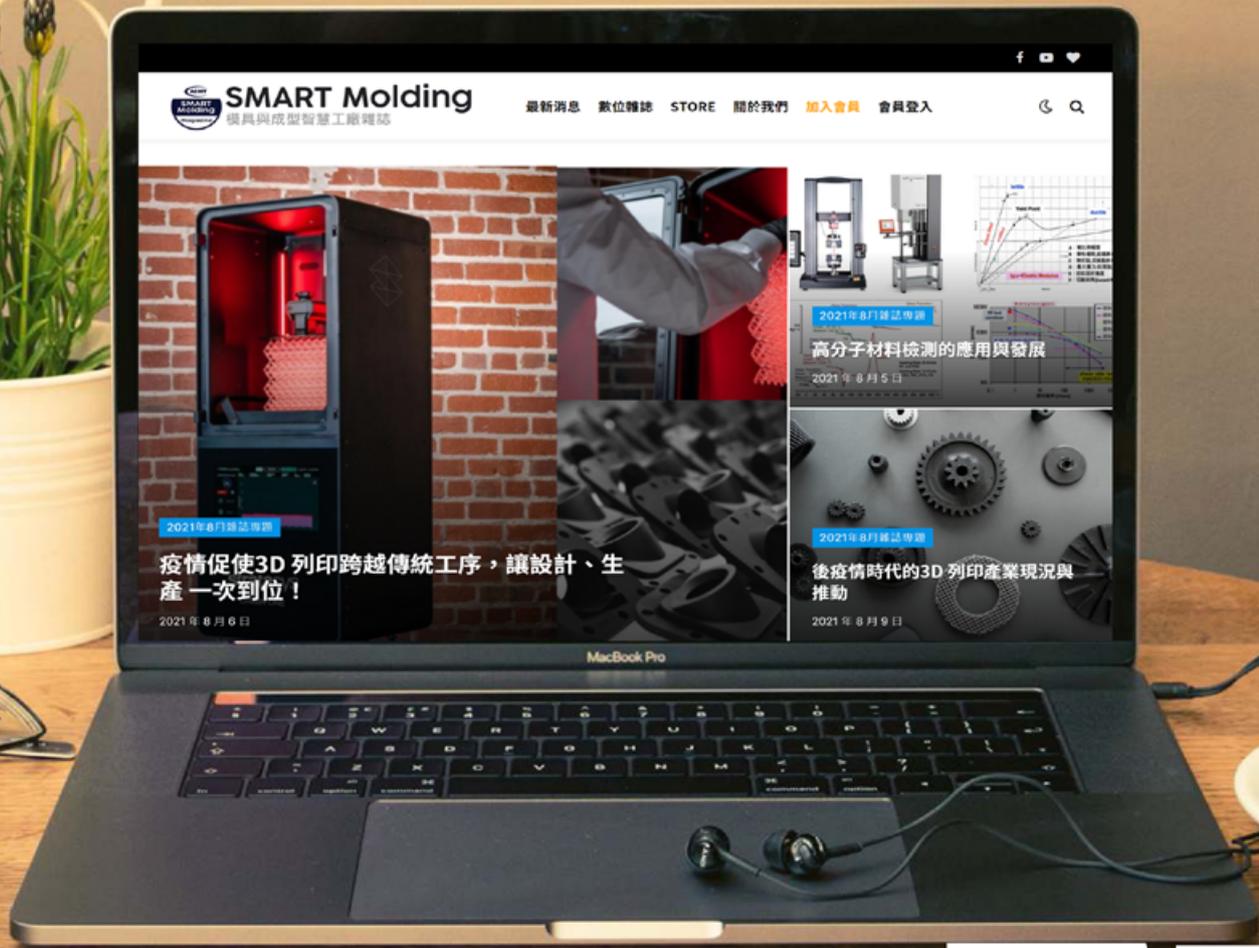
提供全方位解決方案



訂閱SMART MOLDING MAGAZINE

掌握每月最新射出成型產業技術報導

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



更多資訊請掃QRCode進入會員專區