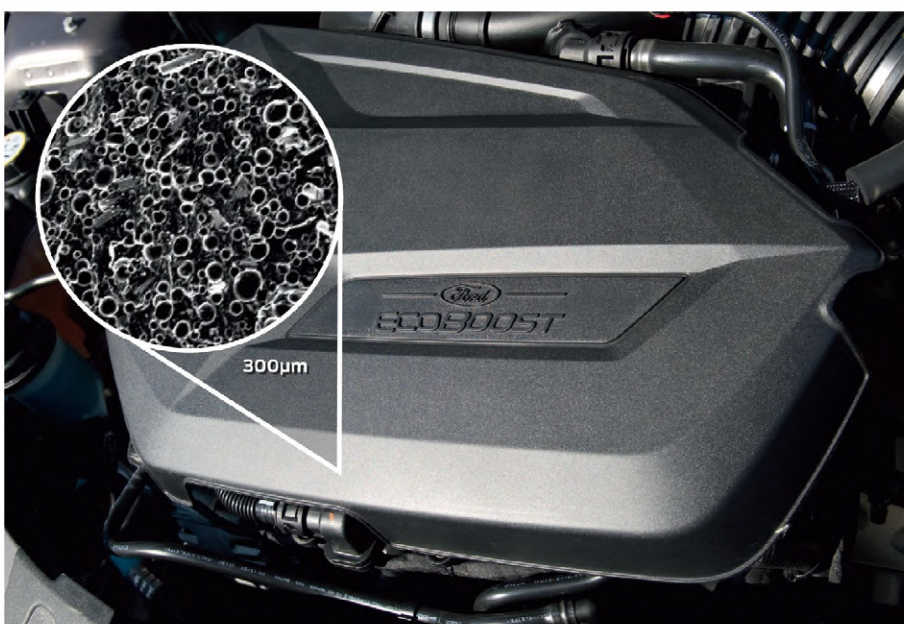
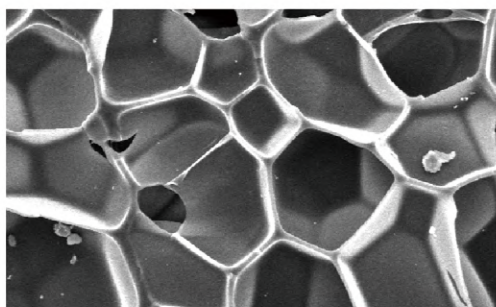


【微細發泡技術與實際應用】



專題主編：葉樹開 副教授(臺灣科技大學)

- 千百億精密實業——一步一腳印,走出自己的路
- 發泡視覺化技術及泡體成長模擬
- 實驗設計於超臨界流體發泡程序之應用
- 高性能螺絲針對化學發泡及長玻纖材料的加工解決方案



專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 化學發泡材料特性與量測
- 水中泡珠造粒技術
- MuCell微發泡技術在薄壁包裝行業的應用

科技新知

- 使塑膠模具開發效率飆升的必備神器
- 透過數位化轉型踏進智慧製造
- 高性能尼龍材料助推中國國產電動工具崛起

顧問專欄

- 第55招【P-V-T篇】
- 基於燒結法的粉末成型技術應用在積層製造之推進
- 順規則談;逆規則想——談判的可改變與不可改變

產業訊息

- 超高光、仿金屬膜外裝飾(OMR)製程
- 射出模具的標準化研究
- 輕量化發泡成型原料解決方案



數位轉型 · 面向產業革命

從功能型射出機邁向智慧型射出機

- 告別人工，自動採集生產數據
- 即時監控，掌握全場生產狀態
- 自動通報，及時排除異常情形

- √95%射出機相容
- √無線佈署，三天上線，維護容易
- √SMB智慧機上盒/塑膠製品業**第一名**
(工業局SMB計畫107~110年輔導期間)

<http://www.smartmachinery.tw/page/about/index.aspx?kind=199>



- 聯網化** √連結【機台數據】√【全面提高工廠數據的即時性與正確率】
- 可視化** √解析【關鍵數據】√【提高生產效率】√【提升成型品質】
- 透明化** √精煉【核心數據】√【降低管理成本】√【簡化生產流程】

專利：M604914.M612691 (IoM[®]為型創科技註冊商標)

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 2021-09-A01



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

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

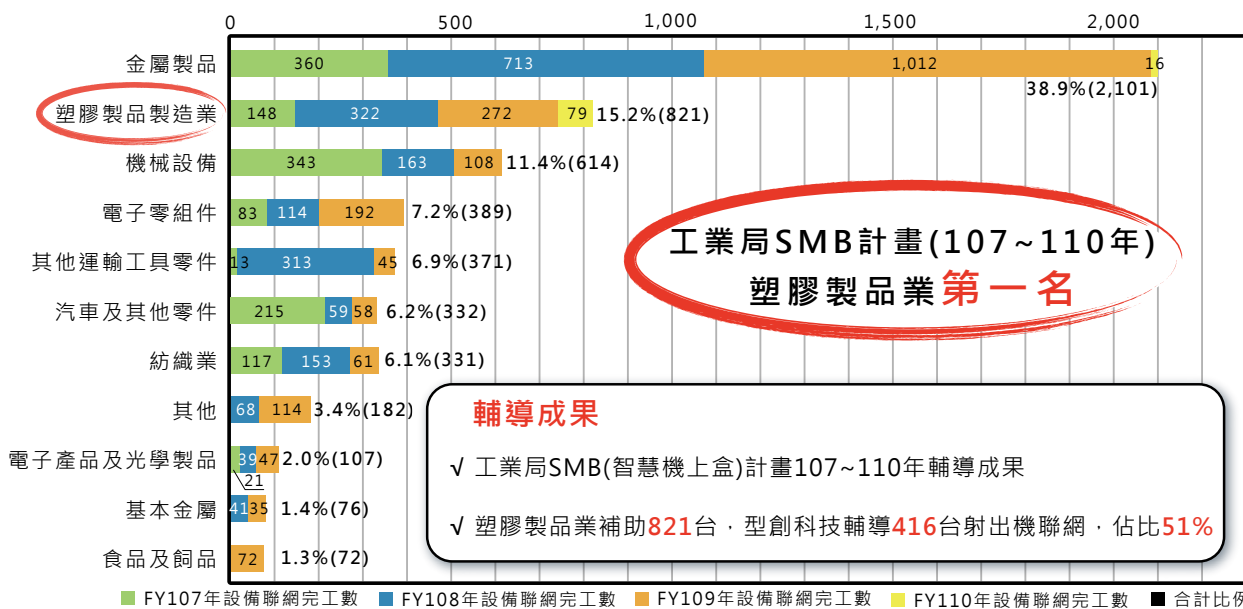
info@minnotec.com

http://minnotec.com/iom



依產業別統計(107~110)
(合計共5,396台)

自107年2月2日公布至110年2月28日
單位:(已申請之設備聯網台數)



工業局SMB計畫(107~110年)
塑膠製品業第一名

輔導成果

- ✓ 工業局SMB(智慧機上盒)計畫107~110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%

■ FY107年設備聯網完工數 ■ FY108年設備聯網完工數 ■ FY109年設備聯網完工數 ■ FY110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

成功故事 ①

北部小型廠
(醫療器材)
(10-20台)

產品

- 手持裝置
- 車用零配件
- 醫療器材

效益

- 提升稼動率5%
- 提升工作效率40%
- 提高產值30萬/月

成功故事 ②

中部小型廠
(手工具製品)
(10-20台)

產品

- 手工具
- 積木玩具
- 雙色埋入

效益

- 提升稼動率5%
- 提升工作效率75%
- 縮短排程時間33%

成功故事 ③

南部日系中型廠
(電子精密製品)
(40-50台)

產品

- 精密金屬沖壓
- 電子精密製品
- 繼電器插座

效益

- 提升稼動率8%
- 提升工作效率75%
- 故障排除時間縮短43%

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 2021-09-A02



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

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



http://minnotec.com/iom



梧濟五業

模具用鋼專家

自 1988 年開始，梧濟便投入模具鋼材的銷售，提供台灣模具業來自德國 Buderus 以及奧地利 Böhler 之高品質模具鋼，為不同客戶需求提供最適宜的技術解決方案。

請洽梧濟各地銷售據點：

台中總公司: 04-2359 3510
冷模廠: 04-2359 7381
華晟: 02-2204 8125
龜山廠: 03-3501 131
台南廠: 06-2544 168
高雄廠: 07-7336 940
本洲廠: 07-6226 110
Email: services@wujii.com.tw

鏡面拋光的王者-M333

來自奧地利百樂，極致表面追求之完美解答

良好的鏡面拋光除了拋光技術外，鋼材本身組織之均質化也極為關鍵。BÖHLER 百樂鋼使用先進煉鋼技術和革命性之合金成分，生產出拋光性、韌性、耐腐蝕性與熱傳導係數都超人一等之模具鋼材-M333。

使用 M333 可帶來之效益？

M333 優異之特性的綜合結果可確保生產成本降低，除了可以大大減少拋光至鏡面之拋光時間外，其優異之熱傳導性可大幅降低 cycle time，提升生產效率並降低成本。

M333 之特性

- 最佳鏡面拋光
- 絕佳的韌性和硬度平衡
- 耐腐蝕性佳
- 放電加工性佳
- 尺寸穩定性極佳
- 高熱傳導性進而提高產能 (降低 cycle time)

適合應用：

- 光學產業模具(鏡頭、護目鏡、隱形眼鏡等模具)
- 需鏡面拋光之 3C 用品模具
- 化妝品容器模具
- 車載鏡頭模具
- 須高透光性之醫療器材模具

梧濟工業針對高表面需求之產業，提供拋光建議，可有效減少拋光過程中產生之缺陷，歡迎來電索取型錄。



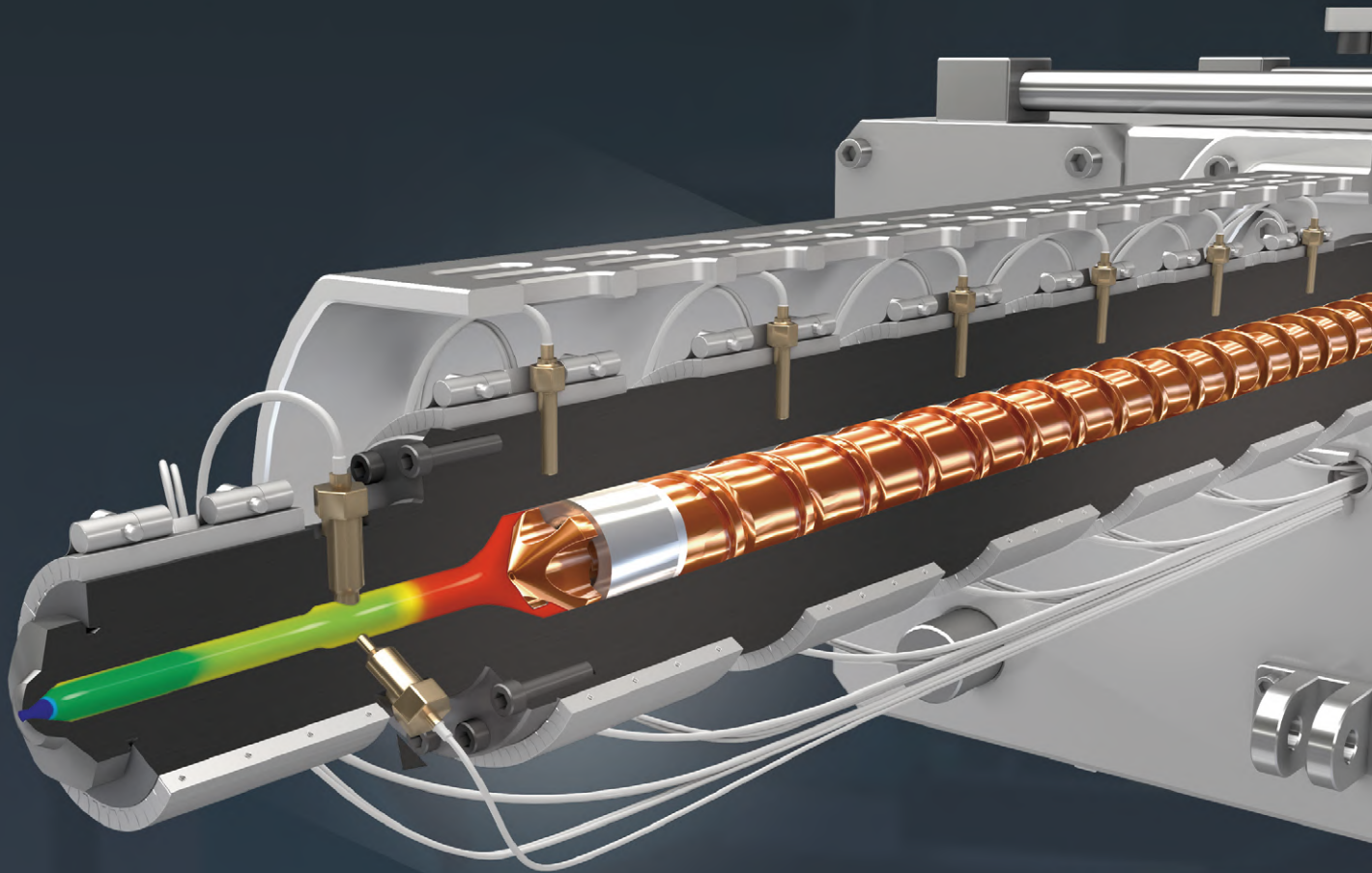
 梧濟五業股份有限公司
WUJII INDUSTRY CO., LTD.

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。



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
副主編 林佩璇 Amber Lin
美術主編 莊為仁 Stanley Juang
雜誌編輯 許正明 Billy Hsu
設計排版 簡恩慈 Elise Chien
許正明 Billy Hsu
數位行銷 簡如倩 Sylvia Jian

行政部

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

技術部

技術支援 唐兆璋 Steve Tang 廖士賢 Leo
張仁安 Angus Chang 彭楷傑 Eason
楊崇邠 Benson Yang
李志豪 Terry Li
劉 岩 Yvan Liu
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
黃煒翔 Peter Huang
游逸婷 Cara Yu
葉庭瑋 Danny Ye
劉家孜 Alice Liu
詹汶霖 William Zhan
鄭向為 Nick Cheng

專題報導

專題主編 葉樹開
特別感謝 臺灣科技大學、臺北科技大學、科盛科技、英太興業、合泰材料科技、金暘新材料、三帝瑪有限公司、千百億精密實業、KraussMaffei、Trexel、ENGEL、NTT DATA、林秀春、林宜環、邱耀弘

讀者專線 :+886-2-8969-0409

傳真專線 :+886-2-8969-0410

雜誌官網 :www.smartmolding.com

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

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

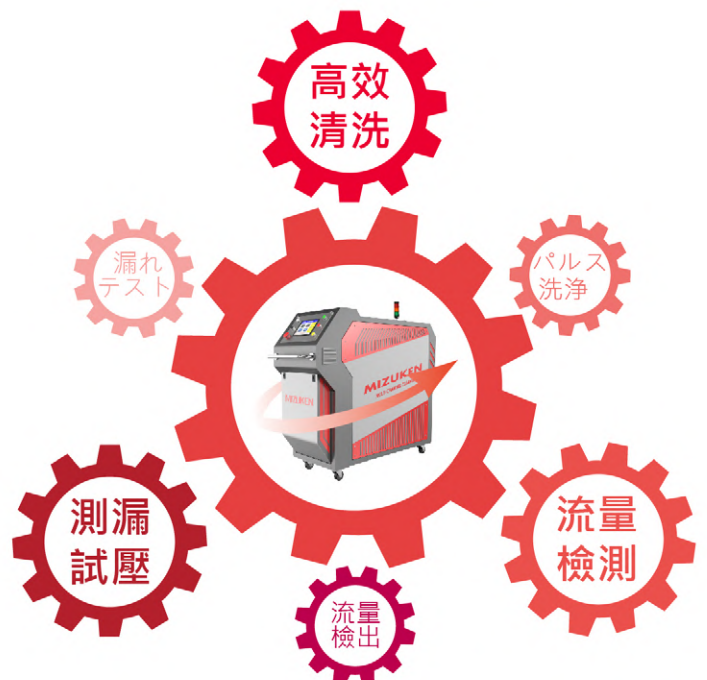
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

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 2021-09-A05

TEL +886-938009549

廣告索引



| | |
|--------------------------|-----------|
| IoT 智慧型射出機聯網方案 ----- | P2(A01) |
| IoT 智慧型射出機聯網方案 ----- | P3(A02) |
| 梧濟工業 ----- | P4(A03) |
| 科盛科技 ----- | P5(A04) |
| 水研 ----- | P7(A05) |
| IoT-IPS 智慧排程方案 ----- | P17(A06) |
| 上奇科技 ----- | P25(A07) |
| Sodick ----- | P29(A08) |
| 【模具暨模具製造設備展】2021 徵展 | P49(A09) |
| 數位版雜誌宣傳 ----- | P55(A10) |
| 【3D 列印展】2021 徵展 ----- | P59(A11) |
| 【物流展】2021 徵展 ----- | P65(A12) |
| 【Intelligent Asia】 ----- | P69(A13) |
| 電子束 EBM 加工技術發表應用說明會 | P73(A14) |
| 型創 EOM 電力監測與節能解決方案 -A | P77(A15) |
| 型創 EOM 電力監測與節能解決方案 -B | P83(A16) |
| 【T+A】2021 徵展 ----- | P100(A17) |

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 會員月刊(繁體版) No.046 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：張榮廷 博士

- 虛實融合之工業4.0發展
- “工業”與“智慧”的結合
- 智慧工廠的應用

Helix3D

INDUSTRIAL 4.0

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 智慧工廠的應用
- “工業”與“智慧”的結合
- 智慧工廠的應用

科技新知

- 智慧工廠的應用
- “工業”與“智慧”的結合
- 智慧工廠的應用

產業訊息

- 智慧工廠的應用
- “工業”與“智慧”的結合
- 智慧工廠的應用

顧問專欄

- 智慧工廠的應用
- “工業”與“智慧”的結合
- 智慧工廠的應用

ACMT 會員月刊(繁體版) 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：陳昭彰 教授

- TIR Lens之應用
- 光學設計與應用
- 光學設計與應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- TIR Lens之應用
- 光學設計與應用
- 光學設計與應用

科技新知

- TIR Lens之應用
- 光學設計與應用
- 光學設計與應用

產業訊息

- TIR Lens之應用
- 光學設計與應用
- 光學設計與應用

顧問專欄

- TIR Lens之應用
- 光學設計與應用
- 光學設計與應用

ACMT 會員月刊(繁體版) No.044 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：曾世昌 教授

- LSR之材料特性
- LSR之材料特性
- LSR之材料特性

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
- LSR之材料特性
- LSR之材料特性

科技新知

- LSR之材料特性
- LSR之材料特性
- LSR之材料特性

產業訊息

- LSR之材料特性
- LSR之材料特性
- LSR之材料特性

顧問專欄

- LSR之材料特性
- LSR之材料特性
- LSR之材料特性

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 會員月刊(繁體版) 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

- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性

科技新知

- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性

產業訊息

- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性

顧問專欄

- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性
- 特殊材料之特性

ACMT 會員月刊(繁體版) No.042 2020/08
www.smartmolding.com/asm

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

【射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇】

專題主編：唐兆璋 ACMT副社長

- 數位化轉型
- 數位化轉型
- 數位化轉型

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 數位化轉型
- 數位化轉型
- 數位化轉型

科技新知

- 數位化轉型
- 數位化轉型
- 數位化轉型

產業訊息

- 數位化轉型
- 數位化轉型
- 數位化轉型

顧問專欄

- 數位化轉型
- 數位化轉型
- 數位化轉型

ACMT 會員月刊(繁體版) No.041 2020/07
www.smartmolding.com/asm

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：黃招財 副教授

- 輕量化技術
- 輕量化技術
- 輕量化技術

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 輕量化技術
- 輕量化技術
- 輕量化技術

科技新知

- 輕量化技術
- 輕量化技術
- 輕量化技術

產業訊息

- 輕量化技術
- 輕量化技術
- 輕量化技術

顧問專欄

- 輕量化技術
- 輕量化技術
- 輕量化技術



第一手的
模具行業情報



最專業的
模具技術雜誌



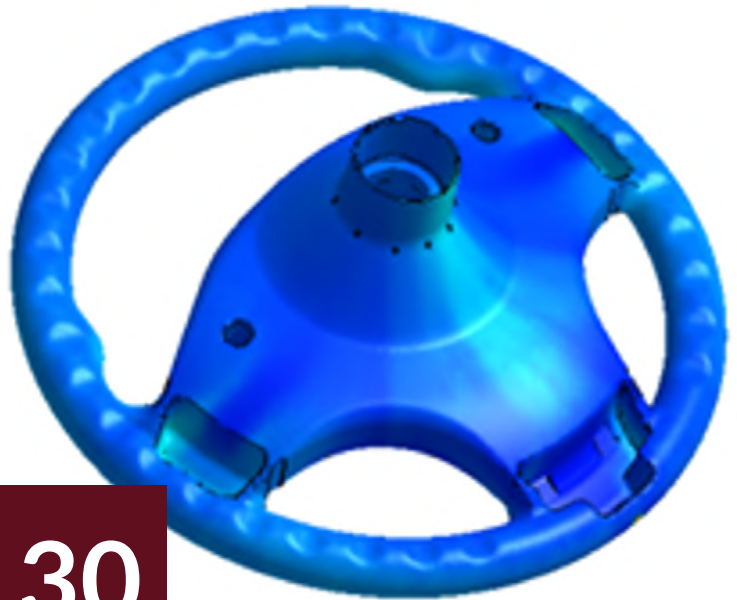
最豐富的
產業先進資訊

www.smartmolding.com
ACMT SMART Molding Magazine



目錄 Contents

- 14 千百億精密實業 —— 一步一腳印, 走出自己的路
- 18 發泡視覺化技術及泡體成長模擬
- 26 實驗設計於超臨界流體發泡程序之應用
- 34 高性能螺絲針對化學發泡及長玻纖材料的加工解決方案
- 38 MuCell 微發泡技術在薄壁包裝行業的應用
- 44 水中泡珠造粒技術
- 50 熱塑性發泡射出的新發展：發泡是可持續發展的基準線
- 56 使塑膠模具開發效率飆升的必備神器
- 60 透過數位化轉型踏進智慧製造
- 70 3D 環景掃描應用新趨勢，實體店面輕鬆上線！
- 74 第 55 招、塑膠製品的變形尺寸與材料精密量測儀【P-V-T 篇】
- 78 基於燒結法的粉末成型技術應用在積層製造之推進



30



66

高性能尼龍材料
助推中國國產
電動工具崛起





84

92 打破薄膜轉印裝飾極限：超高光、仿金屬膜外裝飾 (OMR) 製程

94 射出模具的標準化研究

96 輕量化發泡成型原料解決方案



微細發泡技術 與實際應用

「由於輕量化、節能節料與綠色科技等訴求，近年來熱塑性高分子材料發泡科技逐漸變成全球性的重要研究議題。而近年臺灣產業界也逐漸重視此方面的發展，因此本次特刊特別邀請相關技術的學界與業界先進，對此議題發表學界與業界的近期發展。」 ■



新登場!



數位版雜誌上線中!
隨時隨地都能閱讀!



葉樹開 副教授 (臺灣科技大學)

現職：

- 臺灣科技大學 材料科學與工程系 副教授

經歷：

- 臺北科技大學 化學工程與生物科技系 助理教授
- 俄亥俄州立大學 化學工程及生物分子工程學 博士後研究員
- Cellular Polymer 副主編 (SCI 期刊)
- 國際塑膠工程師學會 (SPE), Thermoplastic Materials and Foams 及 Additive Manufacturing SIG 子分項理事

專長：

- 高分子複合材料發泡技術
- 石墨烯 / 奈米發泡材料技術
- 天然纖維複合材料技術
- 剪切增稠流體技術

微細發泡技術與實際應用

感謝 ACMT 的支持與厚愛，讓敝人有機會擔任本期高分子發泡專題講座的專題主編，由於輕量化、節能節料與綠色科技的要求，近年來熱塑性高分子材料發泡科技逐漸變成重要的研究議題，近年的全球市場調查報告研究顯示，即便在新冠肺炎疫情肆虐的影響下，未來幾年內高分子發泡材料的市場成長率也穩居 5~7%。以一個總值超過千億美金的產業來說，如此的高速成長，自然吸引了產業界的大量投入。這樣的趨勢在每三年一次的德國 K 展當中即可看出，許多新推出的技術都與發泡技術（輕量化技術），以及材料回收應用相關。

由於發泡材料質輕、體積大，不易運送，因此生產的需求大量在地化，以全球市場而言，建築絕熱與汽車產業是規模最大的兩個市場，但以臺灣業者的需求而言，由於鞋業發達，熱塑性彈性體的射出發泡技術與泡珠在鞋材上的應用，是近年臺灣業者的重要關注議題。鞋中底製程以往長期以交聯的 EVA 發泡為主，基於循環經濟的需求，臺灣的產業界越來越重視此方面的發展。也因此本次特刊特別邀請相關技術的學界與業界先進，對此議題發表學界與業界的近期發展。

發泡的過程從過往到現在都是一個黑盒子，也因為情況太複雜不易解析。但隨著材料科技與計算機科學的不斷進步，以視覺化觀察方式搭配電腦模擬估計泡體的成長過程，目前也越來越重要，過去臺灣學界的幾位先進都曾發展過高分子加工視覺化設備，但較少發展發泡加工視覺化，因此敝人希望拋磚引玉在本期特刊中提出此議題，希望能引起臺灣業者重視。

由敝人所主持的高分子發泡聯盟承蒙科技部補助，目前已經邁向第四年，過去三年來，承蒙各位會員與科技部的支持，在疫情尚未發生前，陸續邀請多位國際塑膠工程師學會會士及著名學者來臺舉辦工作坊，包括 Chul B. Park 教授、Miguel Rodriguez 教授、Chris Macosko 教授、李紹唐博士、Stephane Costeux 博士、翟文濤教授來臺授課，一方面引進新知，另外一方面也協助臺灣業者技術成長。真心期望聯盟能持續扮演橋樑與技術引進者的角色，持續地提供臺灣業者新知，使業者的技術能持續在國際上保持領先。■



ACMT 模具與成型產業

發現台灣競爭力



千百億精密實業——一步一腳印，走出自己的路

緣起

早期臺灣經濟正在起飛時，1986年黃飛龍總經理的父親成立順旺企業社，投入多年來所學的技术，並致力於模具的開發與研究。後來因應當時射出成型產業多量少樣的產業趨勢，遂決定投入射出成型的領域中，於1995年創辦了千百億精密實業有限公司，並在與其他夥伴的商業合作下，將事業的重心逐漸從原本的模具開發與研究轉移到射出成型的代工，一步步地將公司發展至現在的規模。

發展過程的危機與應對

在轉型射出成型領域後，公司營運初期是以生產記憶卡、隨身碟等相關的薄件為主力業務。後來在大約2008年左右，隨著雲端系統在臺灣逐漸盛行，不論是個人還是企業都逐漸將資料轉移至雲端。過去，若需要儲存或傳輸資料時，都需要隨身攜帶如記憶卡或隨身碟等裝置才可進行；但現在，資料的傳輸與儲存，只需透過網路雲端系統便可以輕鬆地進行資料的儲存與傳輸，甚至其最大容量也遠大於記憶卡、隨身碟等儲存裝置。



圖 1：訪談中，黃總經理詳盡的介紹了公司緣起、核心精神，及未來目標。「精緻管理」是公司的核心精神之一，在有限的空間與資源下達到最大的產能與效益，是他們持續努力的方向

隨著資料存儲方式的改變，使得整體市場對於儲存裝置的需求，不如以往來得多。這對於當時以生產記憶卡、隨身碟等相關薄件為主力業務的千百億而言，無疑是一大打擊，加上當時剛擴建新廠房，使得情形更是雪上加霜。

在如此艱難的狀況下，黃總經理毅然決然地選擇回來承接家業，與父親共同面對困難。為了避免類似事件再次重演，黃總經理決定改變以往幫人代工的模式，一步一腳印地從認證，到系統研發，再到客戶開發，透過這一系列的變革為公司建立明確的定位，發展自己的產品與客源，並秉持著「優良的品質」、「讓客戶滿意」，以及「精緻管理」等三大宗旨為客戶服務。經過一番營運模式的變革以及在合作夥伴的幫助下，公司逐漸走出自己的路，也開發出自己的穩定客源。

公司核心競爭力

關於公司的核心競爭力，黃總經理認為可以分別從「產品層面」與「管理層面」來看。

產品層面

最初在建立公司定位時，基於未來的產品趨勢與成本考量，黃總經理決定走「精緻化路線」，以現有的規

模進行中小型尺寸的產品生產，朝小、薄、細緻的方向進行發展。至於產品方面，目前大多以手持穿戴裝置、被動元件、醫療元件等為主。

管理層面

在管理方面則是採取「精緻管理」的模式，以工業 3.5 為發展的近期目標，並朝工業 4.0 不斷邁進。同時，為了因應未來的少子化與缺工問題，公司也有進行一些設備的投資與研究，如全自動檢測設備、機械手臂、IoM，以及編寫半自動組裝的程式等，並透過這些設備與研究使公司的人力與資源得到最大程度地利用，同時透過 IoM 也能即時了解廠內的生產情形，針對產能進行最有效率的配置，藉此以較低的成本為客戶帶來優質且令人滿意的成果。

人才培育

人才培育與傳承部份，就如同業界所共同面對的問題「經驗較難進行全面且系統化的傳承」，然而比較幸運的是，公司中恰好各年齡層的師傅都有，十分利於經驗的傳承。培訓部份，可再細分為「內訓」與「外訓」，內訓方面，主要是透過刊登於公司內部網站的一些機臺操作與相關受訓課程的影片，以提升公司成



圖 2：公司中各年齡層的師傅都有，十分利於經驗的傳承

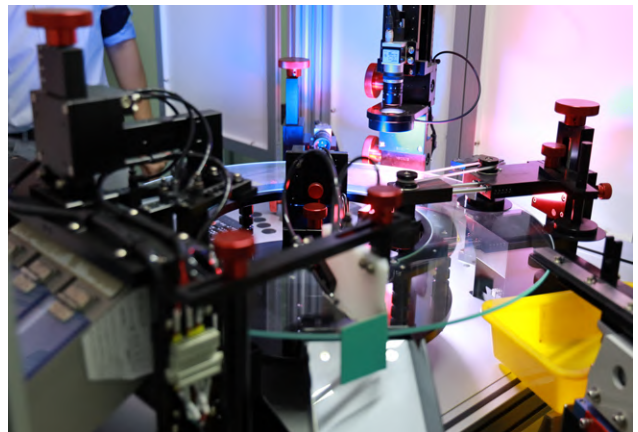
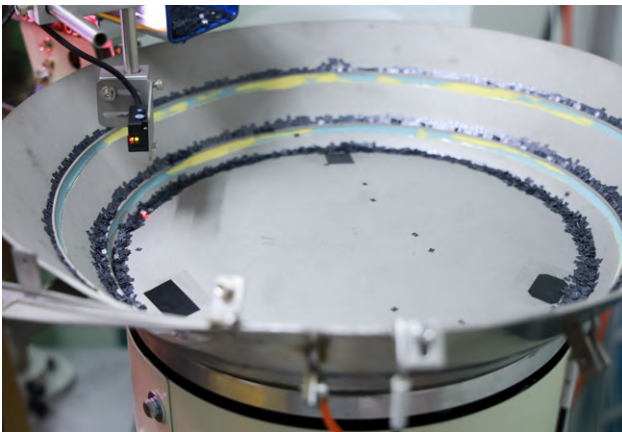


圖 3：透過自動全檢機檢測產品，可自動從中排除不良品

員對各自工作內容的掌握度；而在外訓方面，因為受限於時間與地點的限制，較難以實施。對此，目前也在積極找尋相關的線上課程，以便避免受制於實體課程的時間及地點，並進而達到人員培訓的效果。

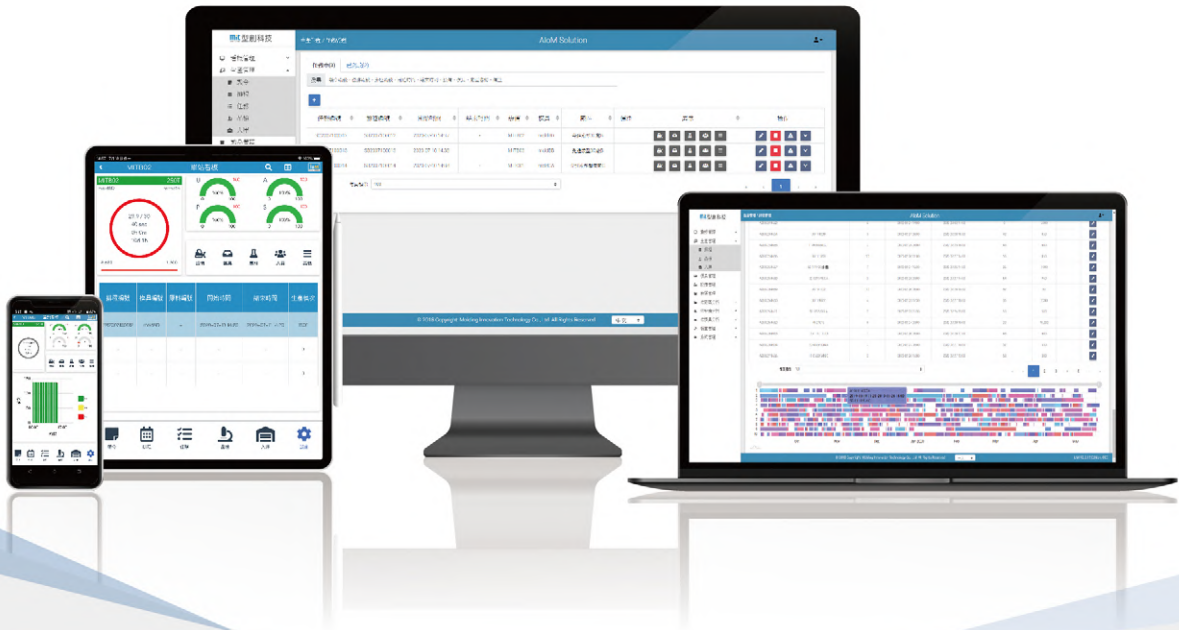
結語

相較於大陸或歐美地區而言，由於臺灣的內需市場相對較小，因此在發展上，必須發展出自己的特點，形成差異化，並且提高生產的彈性，才能更好地面對未來的挑戰。

而在現在的社會中，唯一不變的就是「變」，公司的經營猶如逆水行舟，不進則退。對此，公司目前的方

針是希望能夠在能力允許下，透過與客戶的合作與自我學習，從各種合作案例中與學習中不斷精進自身，夯實基礎，為多變的產業情況做好準備。■

實現智慧轉型，打造戰情管理



介紹

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

優勢

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

廣告編號 2021-09-A06

型創科技顧問股份有限公司

www.minnotec.com

地址：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

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

海外

· 東莞 · 蘇州 · 曼谷

未來據點

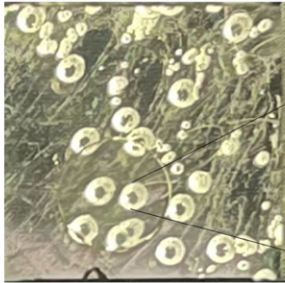
· 台中 · 高雄 · 寧波 · 廈門 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律賓 · 越南

型創 **SMART Molding**

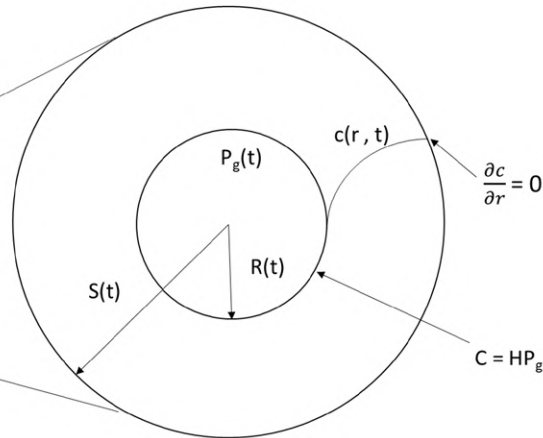


更多資訊

氣泡成長的模擬與觀察



氣泡成長模擬示意圖



發泡視覺化技術及泡體成長模擬

■臺灣科技大學 / 葉樹開 副教授

前言

發泡的過程可分為：(1) 氣體成核，(2) 氣泡成長，(3) 氣泡接觸破裂且發生聚併現象，(4) 高分子冷卻固化，氣泡停止成長 (如圖 1)[1]。在上述四個階段中，氣體成核階段牽涉到熱力學的同相或異相成核作用，氣泡成長與聚併階段則牽涉到高分子的表面張力與黏度，發泡劑 (氣體) 在發泡過程中滯留在高分子內的時間長短牽涉到質傳問題，而高分子冷卻固化過程則牽涉到熱傳問題，在連續式生產如押出、射出等高分子加工製程，必須考慮包括熱力學、流體力學、熱傳及質傳等相關的問題。因此，在模流分析中，如果能詳加考慮這些因素，並精進物理發泡的製程模擬精準度，對於物理發泡製程的改善，開模成本的降低，有莫大的貢獻。

從 1917 Lord Rayleigh 發表了第一篇有關泡體成長理論的文獻開始，關於泡體生長或破裂的研究發表迄今已經超過百年 [2]。研究學者至今對於泡體成長，

有許多相關的研究工作。迄今，學界與業界主要使用的模型仍然是 1980 年至 1995 年左右發展的 Amon, Arefmanesh 和 Shafi 三種模型進行修正 [3-7]，基於模型發展迄今已經超過 25 年，學界目前已經有相當的進展。

在高分子加工中，模擬必須要和實驗相結合，才會使得模擬有意義，從 1978 年 Han and Villamizar 提出視覺化發泡觀察以來 [8, 9]，研究者一直試著將視覺化觀察與模擬結果相結合，使得模擬工作更有意義，其中最著名的包括京都大學化工系 Ohshima 教授自 2001 年起進行從批式、押出到射出的一系列研究 [10-13] 以及後來由多倫多大學 Park 教授 2006 年起在批式以及射出發泡上的一系列研究 [14-18]，都希望能結合模擬與實驗觀察工作，使模擬更有意義。

其他國家早在 2001 - 2006 年間便已發展了批式發泡視覺化系統，在 2012 -2015 年間發展了射出成型發泡

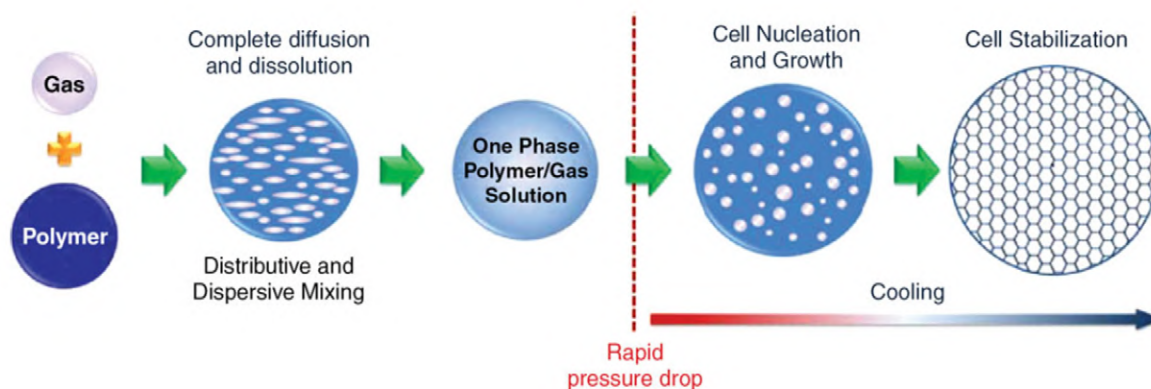


圖 1：泡體成核與成長示意圖

視覺化系統。過去雖然臺灣大學楊申語教授 [19]、長庚大學劉士榮教授 [20, 21] 及雲林科技大學曾世昌教授 [22] 曾經從事射出成型視覺化的觀察，但並非發泡實驗，中原大學鍾文仁教授與健行科大黃世欣教授的研究，初步觀察了氣體反壓對發泡噴泉流現象的影響 [23]（如圖 2）。因此建立射出發泡視覺化設備，並與模擬結合交互驗證，在提升臺灣業者競爭力上相當重要。

近年來，隨著臺灣產業界製造業的能力不斷增進，特別是鞋業的需求增加，臺灣在射出發泡成型上屢有創新，根據申請人擔任高分子發泡產學聯盟計畫主持人的觀察，臺灣業者因鞋業發達，應用面廣，在發泡射出成型的製程技術與模具專利上，目前幾乎居於全球領先的地位，若我們在模擬與觀測技術上有更突破的發展，可以協助臺灣業者創新路上更進一步。

結合發泡視覺化與模擬的研究進程

Han 等人的先期開發工作與早年研究

發泡理論模型的發展，實際上是先有視覺化設備，才開始發展驗證模型，早在 1978 年 Villamizar & Han [8, 9] 即是透過石英狹縫模頭觀察射出和押出發泡在等溫以及非等溫狀況下的泡體成長行為，隨後才有 Han &

Yoo 開始針對射出和押出的泡體成核與成長進行數值模擬 [3, 24]。Han & Yoo 的研究當中說明，成核是發泡中極重要的現象 [3]，也因此在此後的研究中，Han & Han 使用了光散射，觀察了高分子溶液與高分子熔體的成核，並且發展剪切修正成核理論 [25-27]。在 1990 年代以前，在高速攝影技術受限，且電腦計算速度遠不若今日的情況下 Han 等人的研究可以說是開創性的，並且證明了模擬與研究結合的重要性。

在早年研究中，常見的驗證方式，是開發透明模具，以攝影方式拍攝流動的波前影像，在氣泡自由膨脹的情況下，忽略聚併現象，直接透過質量均衡方式計算密度，包括 Amon [28, 29] 及 Arefmanesh [30-33] 模型都是如此處理，Ramesh 等人的研究中也是直接量測押出樣品的粗細回推膨脹倍率，進行模擬 [34]，但 2000 年後的觀察開始改變，希望能夠更準確直接預測單一氣泡的成長並且與模型進行驗證。

2000 年起的批式與押出視覺化研究

如前所述，日本京都大學 Ohshima 團隊和日本工業界合作發表了多篇關於視覺化發泡的研究。最早是 Tujimura 等人與京都大學 Ohshima 團隊合作，首次開發了日本版的押出視覺化設備 [10, 35]，並進行數

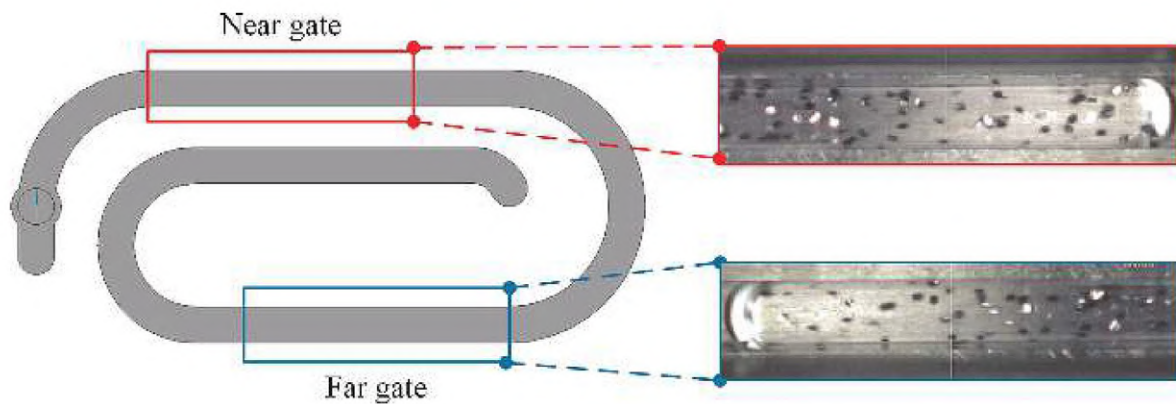


圖 2：鍾文仁教授與黃世欣教授發展的視覺化技術觀察圖示

值模擬。Taki[11, 36, 37] 利用視覺化批次發泡設備做實驗觀察，並比較 Han & Yoo、Shafi 和 Payvar 等模型與實際實驗的情形，此研究結果也是臺灣知名廠商——科盛科技 Moldex3D 軟體目前採用的發泡理論。

加拿大多倫多大學的 Park 團隊在視覺化發泡設備的研究技轉自京都大學團隊 [14]，Leung 等人隨後 [38, 39] 所建構的批次發泡視覺化設備開始觀察成核和成長並且使用 Arefmanesh model 進行模擬。Wong 優化設計的批式發泡視覺化系統如圖 3[15]。此設計的使用發泡槽體極小化，並且極大化的增加加熱與冷卻速率控制，以回饋因為洩壓造成的降溫問題。

根據 Wong 等人的文獻，視覺化系統的觀察槽詳細設計的細節如圖 4[15]。觀察槽主要由三塊藍寶石玻璃組成，高分子薄膜樣品被包覆在柱狀模具的頂端，外圍用鋼管漆上銀漆加速熱傳。達到快速升溫的效果，槽內體積極小，因此可以達到極高的洩壓速率。主要設計原理考慮到拆卸方便和易於觀察，因此上方採取模塊的方式以六角螺絲迫緊施壓，取出時鬆開螺絲即可，而下方採用壓縮螺母迫緊，為了避免藍寶石玻璃受壓破裂，中間採用了銅、鋁墊片、PTFE 迫緊環，和矽膠 O-ring。O-ring 和 PTFE 迫緊環會因為吸收氣

體而膨脹，剛好可以迫緊密封。而在發泡槽的四周分別是溫度計、壓力計、氣體出 / 入口。光源由發泡槽下方伸入，高速攝影機置於上方觀察發泡情形，所拍攝的圖形如圖 5 所示。

2010 年起的發泡射出成型視覺化研究

有別於 Han and Yoo 採取的方法是將高分子 / 化學發泡劑混合物射入玻璃模具的長流道中觀察泡孔，2010 年起的發泡視覺化射出成型研究當中，多半採用稜鏡的方式將影像導出，攝影，最早的研究當中，Mahmoodi 等人首度開發了射出成型的玻璃模具，裝置在射出成型機上，並且也與模擬相驗證 [40, 41]。隨後 2011 年 Ishikawa 也將視覺化設備應用至射出發泡成型製程中，並討論了 core back injection molding 對成核的影響 [12, 13]。東京大學 Yokoi 教授長年發展射出成型視覺化研究，在 2012 年也將此研究用在發泡上但並沒有結合模擬 [42]，2016 年 Shaayegan[18, 43-46] 集合了上述各家的特色，改善開發了射出視覺化模具，觀察不同製程及參數下，泡體成核成長的機制，模具設計略圖如圖 6 與圖 7[18]。

本研究主題是射出發泡領域開創性的進展，詳細的利用視覺化研究比較低壓射出、高壓射出、抽芯 (core

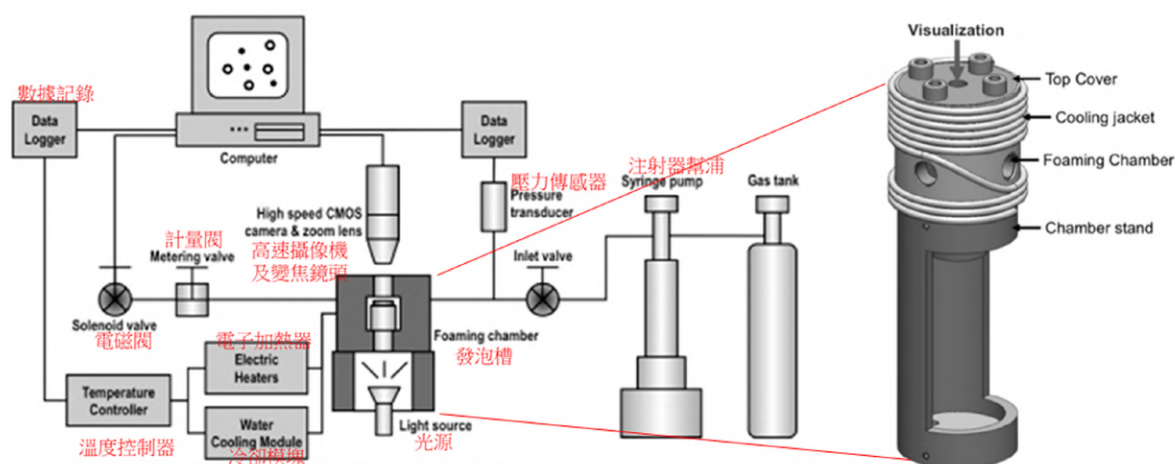


圖 3：發泡視覺化設備設計圖

back)、氣體反壓 (gas counter pressure) 等四大微發泡射出成型機制對於發泡成型的影響。並且做出結論，認為真正能射出完美泡體的微發泡射出必須是透過高壓射出將發泡劑重新溶回高分子中後，再透過抽芯方式一次開模，使得泡體同時開始成長，才能得到均勻的發泡體，避免短射造成的泡孔不均現象，其結論如圖 8。Jong 等人則在 2018 年發表了長流道模具並觀察氣體反壓對於噴泉流的影響 [23]，2019 年 Wang 則開始進一步將 Shaayegan 視覺化射出模具與模擬進行進行驗證，目前已經能更準確的驗證高壓射出的泡體成長行為 [47]。

在聚合物成型的製程當中，模具內的情形可以被視為一個黑盒子，泡體成長的動態行為就有如一個黑盒子，人們無法窺伺模穴內真實的狀況，僅能從最後成品的觀察了解泡體的情形，這對於泡體的動力學的了解無疑是很大的障礙。作者承蒙科技部的支持，通過批次發泡視覺化的建構計畫，透過此設備，我們對於學理的瞭解將不僅止於理論的學習，更可以將理論透過實際的觀察得到驗證，提升臺灣的發泡領域的理論基礎。在本文中受限於篇幅，我們僅將將兩種視覺化設備簡要回顧，目前聯盟以發展相關設備，預計在不

久的將來，可以透過該設備，提供臺灣業者更多的服務。■

參考文獻

- [1]. A. Wong, H. Guo, V. Kumar, C.B. Park, N.P. Suh, Microcellular Plastics, Encyclopedia of Polymer Science and Technology (2016) 1-57.
- [2]. L. Rayleigh, VIII. On the pressure developed in a liquid during the collapse of a spherical cavity, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science 34(200) (1917) 94-98.
- [3]. C.D. Han, H.J. Yoo, Studies on structural foam processing. IV. Bubble growth during mold filling, Polymer Engineering & Science 21(9) (1981) 518-533.
- [4]. P. Payvar, Mass transfer-controlled bubble growth during rapid decompression of a liquid, Int. J. Heat Mass Transf. 30(4) (1987) 699-706.
- [5]. M.A. Shafi, J.G. Lee, R.W. Flumerfelt, Prediction of cellular structure in free expansion polymer foam processing, Polymer Engineering & Science 36(14) (1996) 1950-1959.
- [6]. M.A. Shafi, R.W. Flumerfelt, Initial bubble growth in polymer foam processes, Chemical Engineering Science 52(4) (1997) 627-633.
- [7]. M.A. Shafi, K. Joshi, R.W. Flumerfelt, Bubble size distributions in freely expanded polymer foams, Chemical Engineering

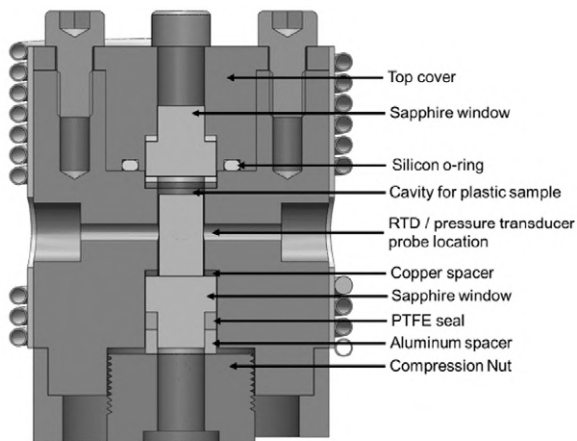


圖 4：視覺化發泡槽細部設計圖

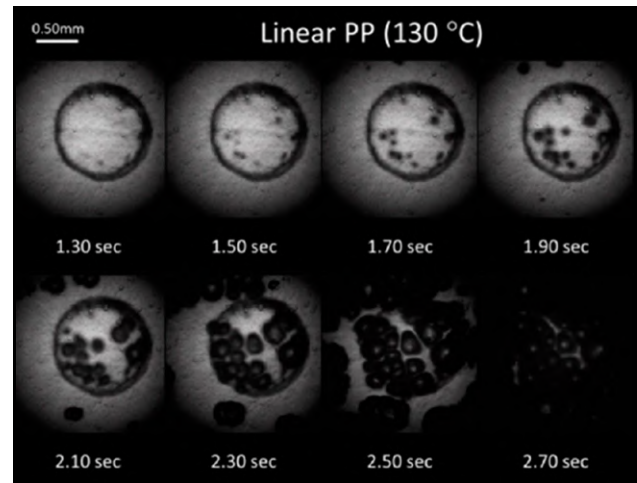


圖 5：批式視覺化設備拍攝到的泡體成核與成長

Science 52(4) (1997) 635-644.

[8].C.D. Han, C.A. Villamizar, Studies on structural foam processing I. The rheology of foam extrusion, Polymer Engineering & Science 18(9) (1978) 687-698.

[9].C.A. Villamizar, C.D. Han, Studies on structural foam processing II. Bubble dynamics in foam injection molding, Polymer Engineering & Science 18(9) (1978) 699-710.

[10].M. Shimoda, I. Tsujimura, M. Tanigaki, M. Ohshima, Polymeric foaming simulation for extrusion processes, Journal of Cellular Plastics 37(6) (2001) 517-536.

[11].K. Taki, T. Nakayama, T. Yatsuzuka, M. Ohshima, Visual observations of batch and continuous foaming processes, Journal of Cellular Plastics 39(2) (2003) 155-169.

[12].T. Ishikawa, M. Ohshima, Visual observation and numerical studies of polymer foaming behavior of polypropylene/carbon dioxide system in a core-back injection molding process, Polymer Engineering & Science 51(8) (2011) 1617-1625.

[13].T. Ishikawa, K. Taki, M. Ohshima, Visual observation and numerical studies of N₂ vs. CO₂ foaming behavior in core-back foam injection molding, Polymer Engineering & Science 52(4) (2012) 875-883.

[14].Q. Guo, J. Wang, C.B. Park, M. Ohshima, A microcellular foaming simulation system with a high pressure-drop rate, Industrial and Engineering Chemistry Research 45(18) (2006) 6153-6161.

[15].A. Wong, Y. Guo, C.B. Park, N.Q. Zhou, A polymer visualization system with accurate heating and cooling control and high-speed imaging, International Journal of Molecular Sciences 16(5) (2015) 9196-9216.

[16].A. Wong, C.B. Park, A visualization system for observing plastic foaming processes under shear stress, Polym. Test 31(3) (2012) 417-424.

[17].A. Wong, R.K.M. Chu, S.N. Leung, C.B. Park, J.H. Zong, A batch foaming visualization system with extensional stress-inducing ability, Chemical Engineering Science 66(1) (2011) 55-63.

[18].V. Shaayegan, L.H. Mark, A. Tabatabaei, C.B. Park, A new insight into foaming mechanisms in injection molding via a novel visualization mold, Express Polymer Letters 10(6) (2016) 462-469.

[19].S.Y. Yang, S.J. Liou, W.N. Liou, Flow visualization of the gas-assisted injection molding process, Advances in Polymer Technology 16(3) (1997) 175-183.

[20].Y.C. Wu, S.J. Liu, Flow visualisation of water assisted injection moulding process, Plastics, Rubber and Composites 34(5-6) (2005) 227-231.

[21].S.-J. Liu, Y.-C. Wu, Dynamic visualization of cavity-filling process in fluid-assisted injection molding-gas versus water, Polym. Test 26(2) (2007) 232-242.

[22].Y.-C. Chen, Y.-J. Liao, S.-C. Tseng, A.J. Giacomini, Core Deflection in Plastics Injection Molding: Direct Measurement, Flow Visualization and 3D Simulation, Polym.-Plast. Technol.

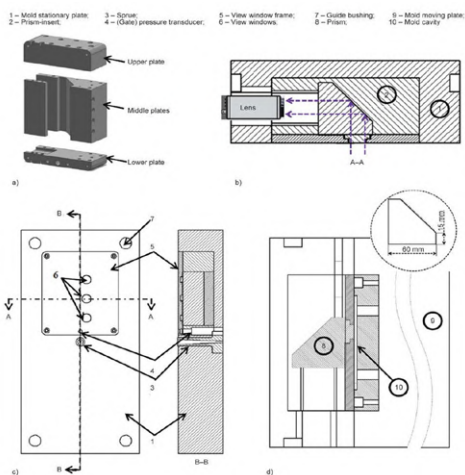


圖 6：Shaayegan 等人開發的發泡視覺化模具設計圖



圖 7：視覺化模具實際在射出機上的情形

Eng. 50(9) (2011) 863-872.

- [23].W.R. Jong, S.S. Hwang, C.C. Wu, C.H. Kao, Y.M. Huang, M.C. Tsai, Using a visualization mold to discuss the influence of gas counter pressure and mold temperature on the fountain flow effect, *Int. Polym. Process.* 33(2) (2018) 255-267.
- [24].H.J. Yoo, C.D. Han, Studies on structural foam processing. III. Bubble dynamics in foam extrusion through a converging die, *Polymer Engineering & Science* 21(2) (1981) 69-75.
- [25].J.H. Han, C.D. Han, A study of bubble nucleation in a mixture of molten polymer and volatile liquid in a shear flow field, *Polymer Engineering and Science* 28(24) (1988) 1616-1627.
- [26].J.H. Han, C. Dae Han, Bubble nucleation in polymeric liquids. I. Bubble nucleation in concentrated polymer solutions, *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics* 28(5) (1990) 711-741.
- [27].J.H. Han, C. Dae Han, Bubble nucleation in polymeric liquids. II. theoretical considerations, *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics* 28(5) (1990) 743-761.
- [28].M. Amon, C.D. Denson, A study of the dynamics of foam growth: Analysis of the growth of closely spaced spherical bubbles, *Polymer Engineering & Science* 24(13) (1984) 1026-1034.
- [29].M. Amon, C.D. Denson, A study of the dynamics of foam growth: Simplified analysis and experimental results for bulk density in structural foam molding, *Polymer Engineering & Science* 26(3) (1986) 255-267.

- [30].A. Arefmanesh, S.G. Advani, E.E. Michaelides, A Numerical Study of Bubble-Growth during Low-Pressure Structural Foam Molding Process, *Polymer Engineering and Science* 30(20) (1990) 1330-1337.
- [31].A. Arefmanesh, S.G. Advani, Diffusion-induced growth of a gas bubble in a viscoelastic fluid, *Rheologica Acta* 30(3) (1991) 274-283.
- [32].A. Arefmanesh, S.G. Advani, E.E. Michaelides, An accurate numerical solution for mass diffusion-induced bubble growth in viscous liquids containing limited dissolved gas, *Int. J. Heat Mass Transf.* 35(7) (1992) 1711-1722.
- [33].A. Arefmanesh, S.G. Advani, Nonisothermal Bubble-Growth in Polymeric Foams, *Polymer Engineering and Science* 35(3) (1995) 252-260.
- [34].S.T. Lee, C.B. Park, *Foam extrusion : principles and practice*, Second edition. ed., Taylor & Francis, Boca Raton, 2014.
- [35].I. Tsujimura, T. Murayama, T. Zenki, J. Ikeda, M. Ishida, H. Masuoka, A Study of Bubble Nucleation in Foam Extrusion Die, *Seikei-Kakou* 11(11) (1999) 937-944.
- [36].K. Taki, Experimental and numerical studies on the effects of pressure release rate on number density of bubbles and bubble growth in a polymeric foaming process, *Chemical Engineering Science* 63(14) (2008) 3643-3653.
- [37].K. Taki, T. Yanagimoto, E. Funami, M. Okamoto, M. Ohshima, Visual observation of CO₂ foaming of polypropylene-clay nanocomposites, *Polymer Engineering & Science* 44(6) (2004)

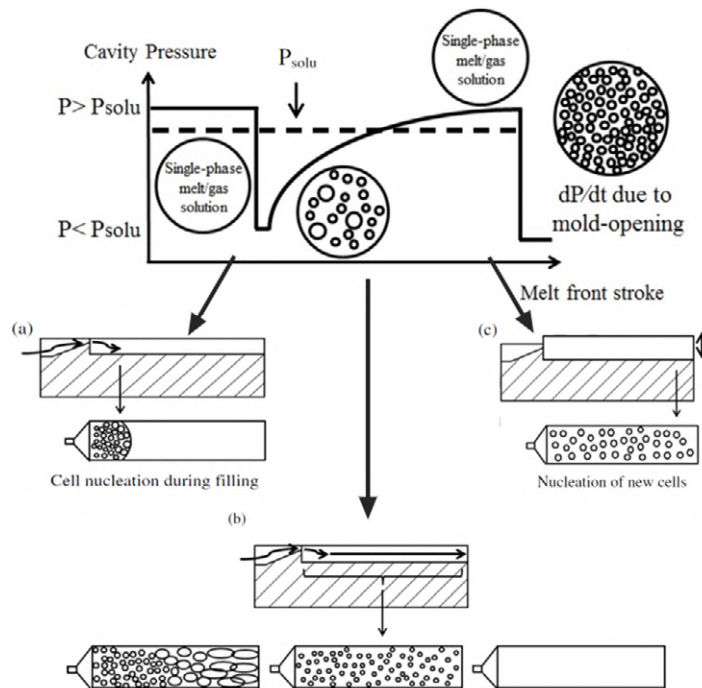


圖 8：Shaayegan 等人提出的成核與成長機制

1004-1011.

[38].S.N. Leung, C.B. Park, H. Li, Numerical simulation of polymeric foaming processes using modified nucleation theory, *Plastics, Rubber and Composites* 35(3) (2006) 93-100.

[39].S.N. Leung, C.B. Park, D. Xu, H. Li, R.G. Fenton, Computer simulation of bubble-growth phenomena in foaming, *Industrial and Engineering Chemistry Research* 45(23) (2006) 7823-7831.

[40].M. Mahmoodi, A.H. Behraves, S.A.M. Rezavand, M. Golzar, Theoretical and visual study of bubble dynamics in foam injection molding, *Polymer Engineering & Science* 50(3) (2010) 561-569.

[41].M. Mahmoodi, A.H. Behraves, S.A.M. Rezavand, A. Pashaei, Visualization of bubble dynamics in foam injection molding, *Journal of Applied Polymer Science* 116(6) (2010) 3346-3355.

[42].T. Yamada, Y. Murata, H. Yokoi, Visualization Analysis of a Multilayer Foam Development Process in Microcellular Injection Molding, *Int. Polym. Process.* 27(3) (2012) 299-309.

[43].V. Shaayegan, L.H. Mark, C.B. Park, G. Wang, Identification of cell-nucleation mechanism in foam injection molding with gas-counter pressure via mold visualization, *AIChE Journal*

62(11) (2016) 4035-4046.

[44].V. Shaayegan, C. Wang, F. Costa, S. Han, C.B. Park, Effect of the melt compressibility and the pressure drop rate on the cell-nucleation behavior in foam injection molding with mold opening, *European Polymer Journal* 92 (2017) 314-325.

[45].V. Shaayegan, G. Wang, C.B. Park, Study of the bubble nucleation and growth mechanisms in high-pressure foam injection molding through in-situ visualization, *European Polymer Journal* 76 (2016) 2-13.

[46].V. Shaayegan, G. Wang, C.B. Park, Effect of foam processing parameters on bubble nucleation and growth dynamics in high-pressure foam injection molding, *Chemical Engineering Science* 155 (2016) 27-37.

[47].C. Wang, V. Shaayegan, M. Ataei, F. Costa, S. Han, M. Bussmann, C.B. Park, Accurate theoretical modeling of cell growth by comparing with visualized data in high-pressure foam injection molding, *European Polymer Journal* 119 (2019) 189-199.



3D data courtesy of Vizua Heart of Bernard Werber

HP Multi Jet Fusion 工業3D高速列印解決方案

打造高品質零件的同時，達到生產效率和成本的最佳化

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



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




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



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

廣告編號 2021-09-A07

總代理

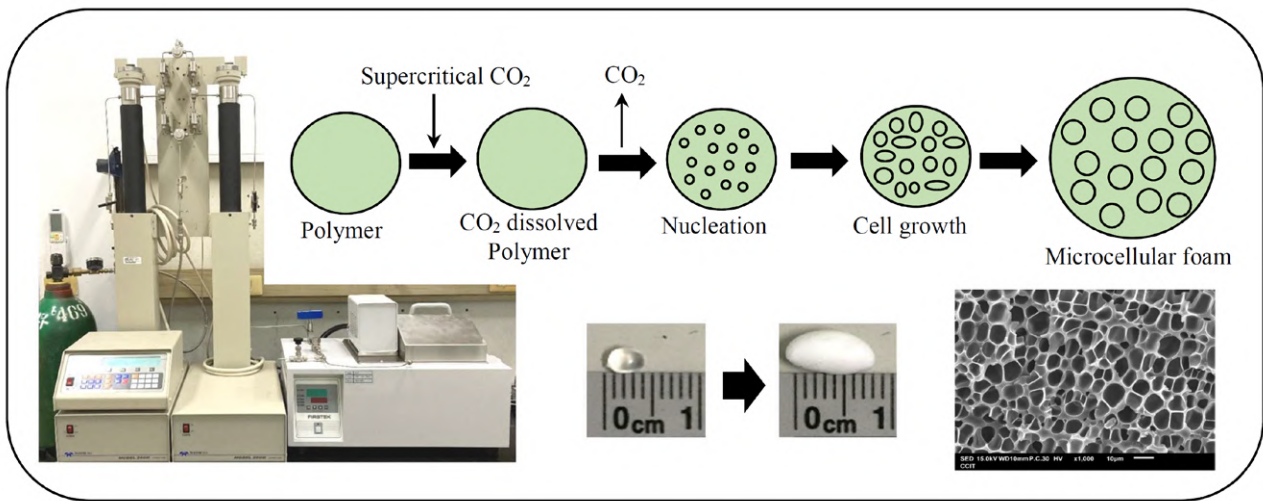
 上奇科技

業務代表 方聖中 0917-199-601

台北市內湖區瑞光路76巷33號3F www.grandtech.com.tw

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





實驗設計於超臨界流體發泡程序之應用

■臺北科技大學 化學工程與生物科技系 / 蘇至善 教授

前言

高分子發泡材料其結構內含有大量氣體微孔，使其具備低密度、優異隔熱性質、良好隔音效果、高比強度與耐衝擊等特點，已可廣泛應用於製鞋業、體育用品、保護性基材與組織工程支架等領域中。在高分子發泡材料製備過程中，發泡劑之選擇與設計是一關鍵，依照發泡劑之種類，又可區分為「化學發泡劑」與「物理發泡劑」兩類。前者為低分子量之無機或有機化合物，透過加工程序將其混摻入高分子基材中，再透過適當加熱使化學發泡劑分解為氣體釋出並產生孔洞。而物理發泡劑則是常壓環境下為氣體之物質，透過高壓條件下溶入高分子基材中，再經由後續降壓使其釋放而產生孔洞。

近年來，環保意識抬頭，超臨界流體 (Supercritical fluid)，尤其是超臨界二氧化碳，其具有不可燃、無毒、性質穩定、無殘留、高溶解特性且易達到臨界狀態等優點，是一極具發展潛力之物理發泡劑。超臨界流體，

即物質所存在之溫度與壓力高於其臨界溫度 (T_c) 與臨界壓力 (P_c) 時，所形成之流體相，其相區示意圖如圖 1 所示。在此狀態下之流體，具備氣體與液體之特性，可應用在萃取、反應、材料加工等操作中。透過超臨界流體發泡程序之操作參數設計，即可製備不同特性，例如不同膨脹比、泡孔尺寸與泡孔密度之高分子泡材，應用於不同領域中。而在參數效應探討與操作條件設計方面，實驗設計 (Design of experiments) 是一常見之策略，可系統性了解參數間之作用與交互影響程度，同時透過最適化流程，建立泡材性質與操作參數之關聯，可用於操作區間之設計，獲得特定物性之高分子發泡材料。

應用實例

在高分子發泡材料製備方面，選擇熱塑性聚氨酯 (Thermoplastic polyurethane, TPU) 做為目標基材，TPU 具備耐磨耗、彈性佳、耐低溫等優異性質，已被廣泛研究與應用。在本實例中，利用超臨界二氧化碳

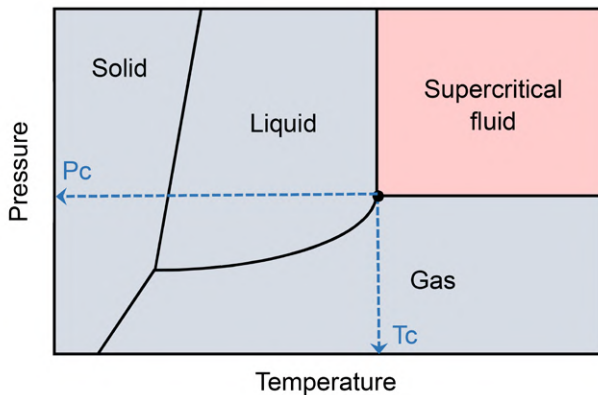


圖 1：物質相圖與超臨界流體相區

做為物理發泡劑，進行 TPU 泡材之製備，而本實例所採用之超臨界流體發泡裝置，其示意圖如圖 2 所示，由氣體鋼瓶 (1) 輸出之高壓二氧化碳，透過加壓系統 (2) 之加壓，通入浸入於恆溫油浴槽 (3) 中之高壓發泡槽組 (V1 至 V3)，利用加壓系統與恆溫油浴槽控制超臨界流體發泡之含浸壓力與含浸溫度，再經過一段含浸時間後，開啟高壓發泡槽之出口閥組進行洩壓發泡，所獲得之泡材再浸入一冷凍槽 (4) 中，穩定泡孔結構，獲得 TPU 泡材。本實例透過初步之篩選實驗，決定影響超臨界流體發泡操作之重要參數與區間後，使用回應曲面法 (Response surface method) 中之 Box-Behnken design (BBD)，進行操作參數之探討。Box-Behnken design 本質為一 3 水準之因子設計方法，即針對一選定之操作參數 (因子)，設計三種不同數值 (水準)，進行研究。BBD 之特色為能在較少之實驗數目下，獲得可靠資訊。舉例來說，針對完整之 3 水準 3 因子實驗系統，在不進行重複實驗下，共有 27 (3^3) 組實驗需要進行，而使用 BBD，僅需進行 13 組實驗即可獲得可靠資訊，進行回應曲面之建立。當 BBD 所設計之發泡實驗進行完成，即可選擇適當指標，作為目標函數，例如泡材膨脹比、泡孔尺寸或泡孔密度等，與所選擇之操作參數，例如含浸溫度、含浸壓力與含浸時間等進行關聯，利用適當數學方程

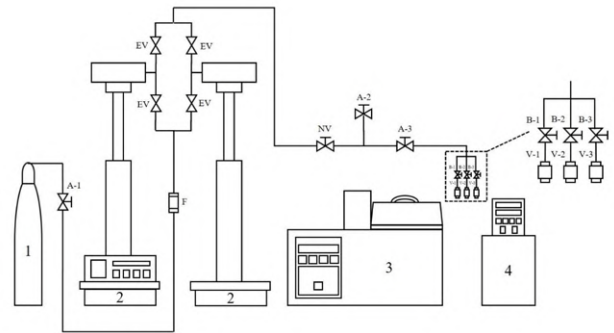


圖 2：超臨界流體發泡裝置示意圖

式，例如一階線性 (Linear)、二因子交互作用 (Two-factor interaction) 或二階 (Quadratic) 多項式模式進行關聯，並利用特定指標，例如缺適性 (Lack of fit)，決定最適合之模式，並由該模式建立操作參數之回應曲面。

圖 3 即是利用 BBD 方法，在二階多項式為最適模型下，針對超臨界流體發泡程序中之含浸溫度與含浸壓力，與所獲得 TPU 泡材之膨脹比、泡孔尺寸與泡孔密度所建立之回應曲面圖。由圖 3 可看出，可透過含浸溫度與含浸壓力之改變，獲得不同膨脹比、泡孔大小或泡孔密度之 TPU 泡材。除了建立回應曲面外，針對實驗設計所獲得之結果，亦可再進一步利用變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA)，了解因子之顯著性與驗證系統中是否存在交互作用效應。以泡材膨脹比為例，由 ANOVA 結果，配合統計檢定，發現相較含浸壓力，含浸溫度為一顯著因子，代表透過含浸溫度之調整，能更有效設計不同膨脹比之高分子泡材。

此外，透過實驗設計，亦能了解程序中是否存在交互作用效應。以泡孔密度為例，由 ANOVA 分析可發現，含浸溫度與含浸壓力間存在顯著交互作用效應，可由圖 3(c) 看出，當操作在低含浸壓力 (80 bar) 下，改變

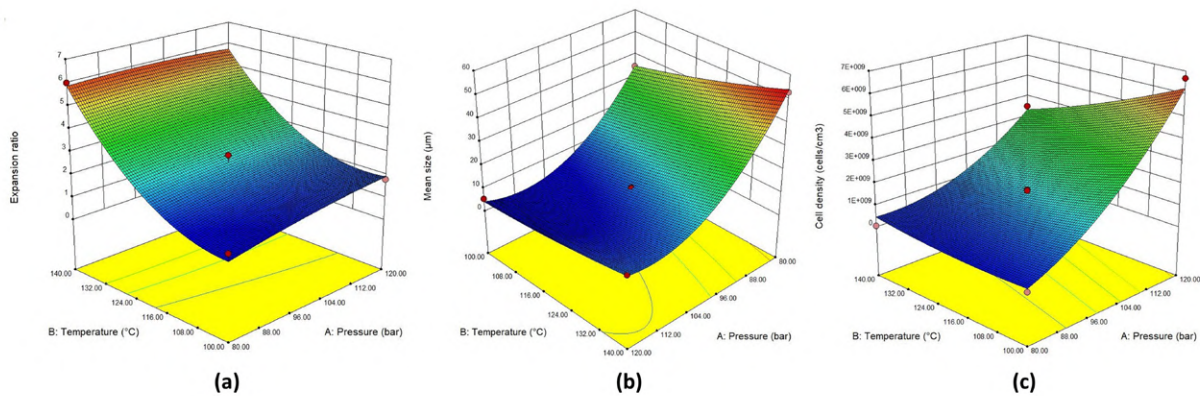


圖 3：利用 Box-Behnken design 實驗設計法建構超臨界流體發泡程序與操作參數之回應曲面，(a) 泡材膨脹比；(b) 泡孔尺寸；(c) 泡孔密度

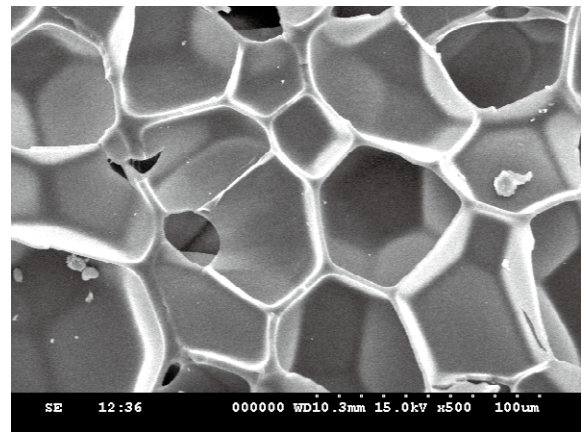
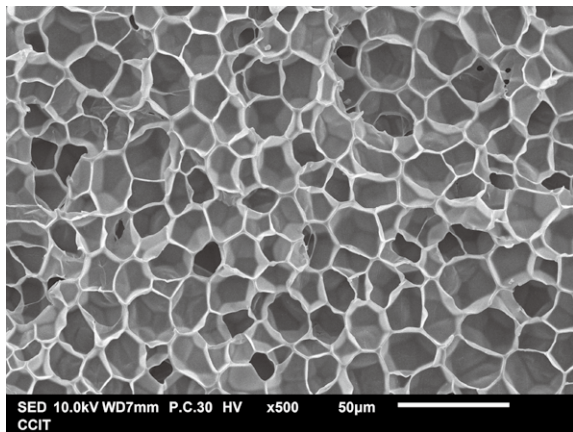


圖 4：由回應曲面方程式建立操作區間設計不同泡孔尺寸之高分子泡材

含浸溫度對泡孔密度幾乎無影響，但若操作在高含浸壓力 (120 bar) 時，含浸溫度的變化卻能顯著影響所獲得泡材之泡孔密度，代表欲控制泡孔密度，需要同時考慮含浸溫度與含浸壓力兩參數。除了解操作參數顯著性外，亦可利用實驗設計所獲得之回應曲面，選定特定泡材特性，進行操作參數之預測與設計，以圖 4 為例，若選擇泡孔尺寸為設計之目標函數，利用 BBD 所建立之回應曲面，可篩選獲得最大泡孔以及最小泡孔之實驗條件，並進行驗證實驗，驗證所設計之操作條件的確可獲得不同泡孔尺寸之 TPU 泡材，應用於泡材特性之設計。

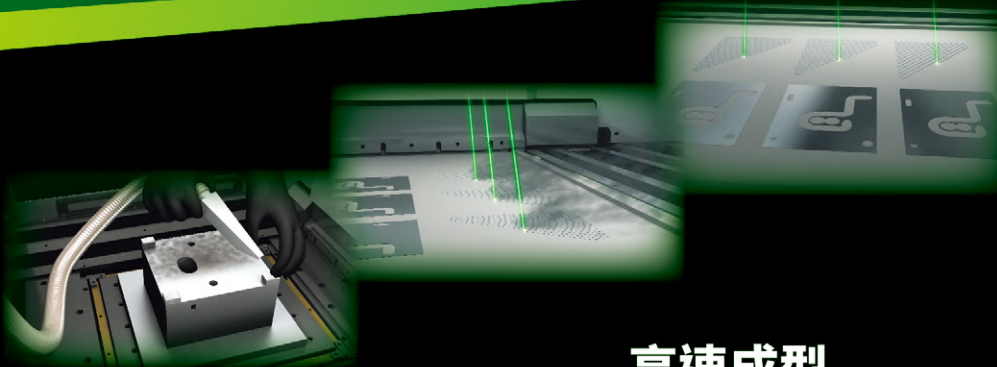
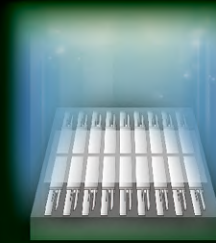
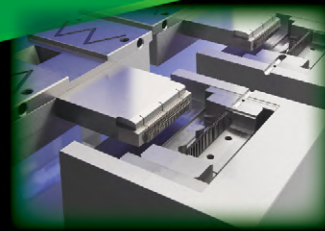
結語

在本文中，介紹實驗設計方法並舉一應用實例，利用超臨界二氧化碳作為物理發泡劑，針對高分子 TPU，進行操作參數效應之系統性探討，利用回應曲面之建立以及 ANOVA 分析，除能系統性了解操作參數對泡材特性之影響外，亦能了解程序中可能之交互作用效應。同時透過回應曲面之建立，能有效針對獲得特定泡材性質之操作區間進行預測，製備具有特定需求之泡材。■

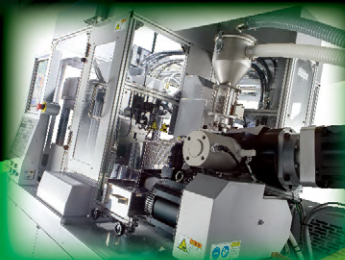
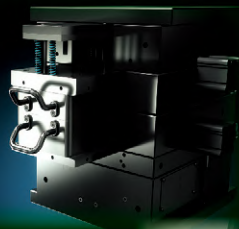
本研究感謝國防工業發展基金會之經費支持



電子束拋光PIKA
表面改質強化EBM
PF300S



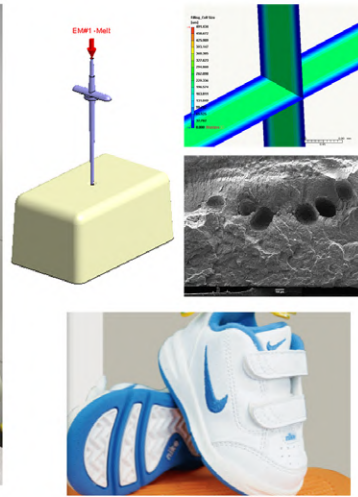
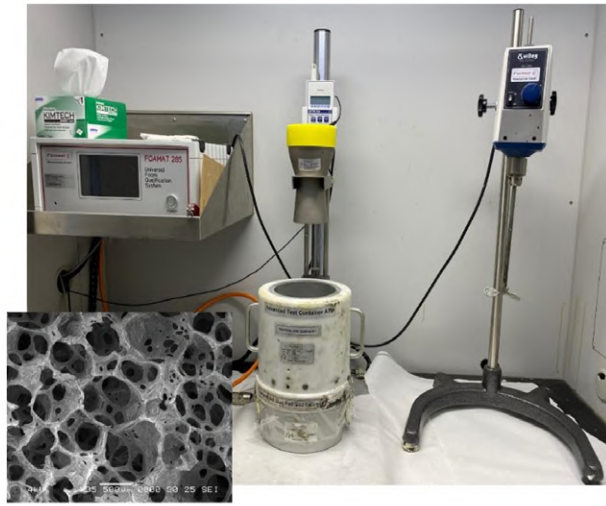
高速成型
金屬3D列印機
LPM325



eV-LINE OPM
模具專用自動生產單元系統
MR30

廣告編號 2021-09-A08





化學發泡材料特性與量測

■科盛科技 / 陳令珏 資深材料量測人員

發泡材料的市場需求與聚氨酯樹脂概述

為了減輕全球環境污染和溫室效應的影響，世界各國不斷研究輕量化技術，其中發泡 (foam) 材料引起了廣泛的研究。其原理是通過發泡技術降低樹脂（聚合物基體）的密度，基本可以實現輕量化與減少化石原料的使用。除此之外，氣泡結構會使產品具備一些特殊性能，例如重量輕、隔熱、吸音、減振等。目前主要的聚合物基材主要有聚氨酯 (PU)、聚苯乙烯 (PS)、聚乙烯 (PE) 和聚丙烯 (PP) 泡沫材料，其中 PU 和 PS 佔世界聚合物泡沫材料的市場消費量約 90%。

聚氨酯樹脂 (PU) 是種應用廣泛的材料，特別是在汽車行業、製冷行業、製鞋行業和醫療行業。聚氨酯樹脂主要由含 OH 基團的多元醇或聚醚和異氰酸酯組成。分子鏈可通過反應生長形成聚合物鏈並聚成交聯的網狀結構。聚氨酯發泡成型的基本過程是將多元醇、異氰酸酯和水混合並注入模穴。在射出階段，模穴通常不會被完全填充，剩餘空間通過發泡膨脹填充。在

這個過程中，聚氨酯由於化學反應而釋放出二氧化碳氣體，聚氨酯的黏度也因交聯反應而增加。同時，化學反應產生的放熱效應會提高模具的溫度，在較高的溫度下進一步將二氧化碳釋放到聚氨酯中。當模穴充滿聚氨酯泡沫或聚氨酯完全固化時，發泡過程完成。

PU 發泡的量測

PU 發泡的質量取決於它們的形成方式，使用適當的測量工具記錄發泡過程的參數很重要。在 Moldex3D 中的計算中，我們所需的 PU 材料特性會使用 FOAMAT 285 對 PU 材料進行量測。

圖 2 為 FOAMAT 285 的實體圖與各部件的講解圖，此系統能量測在發泡成型過程中相關物理參數的變化，其中包含：發泡的溫度變化、壓力、流動性、固化程度、發泡高度以及實驗中的重量損失（如圖 3 所示）。此系統之主機用於接收各個量測部件所測得的數據，並將數據整合傳送至電腦，系統配有電子天秤記錄異



圖 1：(a)PU 發泡；(b) 輕量化產品（PU 發泡）

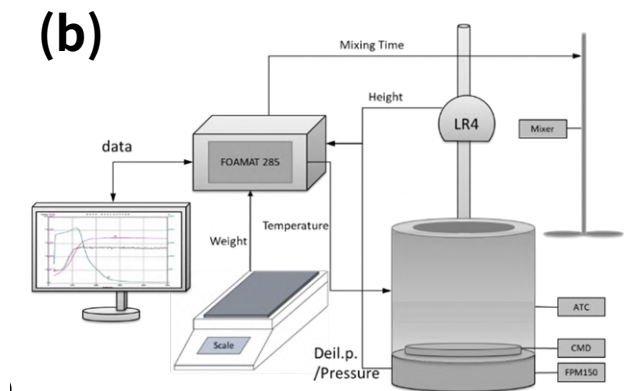


圖 2：(a)FOAMAT 285；(b)FOAMAT 285 各部件的講解圖

氰酸酯劑和多元醇劑的使用重量，以及記錄最後產品重量，之後可計算出發泡過程中的重量損失。

FOAMAT 285 中的溫控測試容器 (Advanced Test Container, ATC) 通過兩個溫控閉環來加熱底板和半圓柱形側壁，從而能精確控制聚氨酯成型的環境溫度，並且 ATC 中會插入溫度感測器，來量測材料的核心理溫度變化。

CMD(Curing Monitor Device, CMD) 則是用來偵測介電極化的變化來洞悉發泡中的電化學過程，進而監測泡沫的固化程度，透過介電常數介電極化的測量參數，可深入了解泡沫形成過程中發生的電化學過程。介電

極化本質上是由具有大偶極矩的鏈狀分子引起的，因為它們的極性末端 (OH, NCO)。鏈形成先於交聯反應，最終通過固化抑制所有偶極子遷移率。因此，介電極化值可揭示反應過程中的固化程度 (如圖 3)。

發泡量測與模擬結合

圖 4(a) 為 ATC 中最終泡沫高度的數值和實驗結果之間的比較，而圖 4(b) 則顯示模擬發泡高度的歷史曲線與量測最終高度的實驗結果作為對比。在這兩種情況下，模擬結果都與實驗相符。圖 5 顯示了溫度歷史曲線的實驗和數值結果的比較，由於 PU 反應是放熱反應，系統溫度隨時間升高。溫度模擬結果與實驗結果接近。

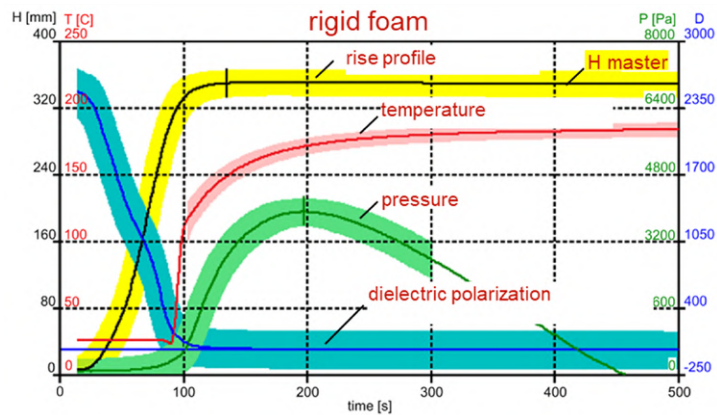


圖 3：FOAMAT 量測歷程圖

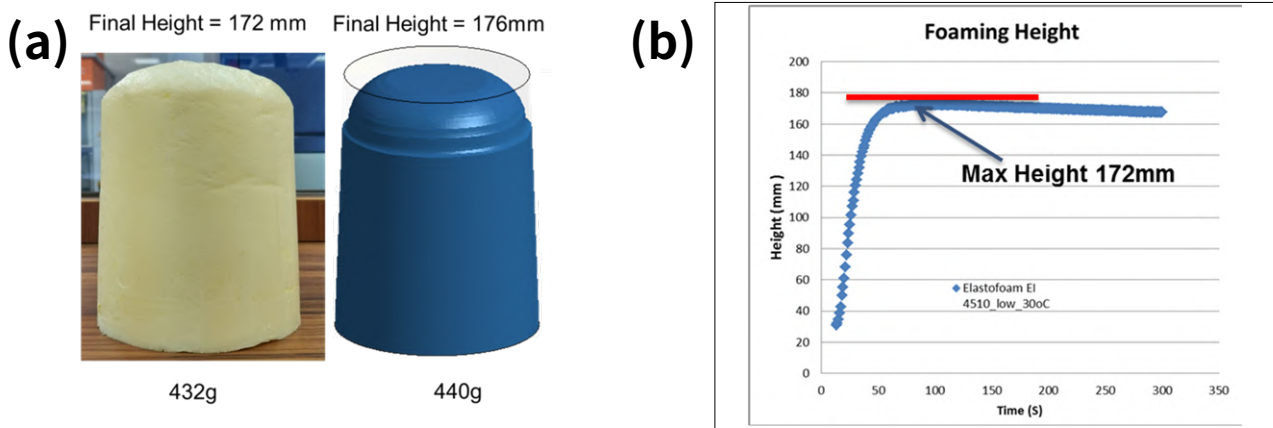


圖 4：(a)ATC 中最終發泡高度的實驗 (左) 和數值 (右) 結果的比較；(b) 模擬發泡與實驗中最大發泡高度的比較

汽車行業應用

我們將測得的 PU 材料參數輸入 Moldex3D 並搭配上模擬實際產品的模型，進行優化相關的設計和製程參數，如加熱棒設計、模具溫度設置、PU 劑量、排氣設計和設置等。

圖 4 顯示在模擬模穴內 PU 發泡的流動波前。首先，因重力熔融的聚氨酯會先沿模穴底部填充。當填充量達模穴的 35% 時，聚氨酯反應會釋放 CO₂ 氣體，聚合物黏度會因交聯反應而增加。同時，放熱反應的反應熱將被釋放以提高模穴的溫度。結果，越來越多的 CO₂ 氣體在相對較高的溫度條件下釋放到熔融態的聚合物中。最終，聚氨酯將發泡並完全填充模穴。

圖 5 顯示發泡聚氨酯的密度分佈。密度分佈可檢視發泡過程中的膨脹效應。發泡轉化率越高，產生的 CO₂ 氣體就越多，導致聚氨酯發泡的體積更大，密度更輕。

結語

在發泡產品的製程中因為泡體的大小、位置、密度和產生的體積膨脹率皆與材料特性息息相關，因此科盛科技材料實驗室近年致力於完善發泡材料的量測。並將量測的數據演算成材料特性參數，結合 Moldex3D 進行數值分析，可使客戶能更全面的了解自己的產品特性，亦可藉由軟體可視化的特點更精細且可量化的分析發泡製程。既能減少製程開發中的成本，同時可進行產品優化，以得到最符合自己的產品設計。■

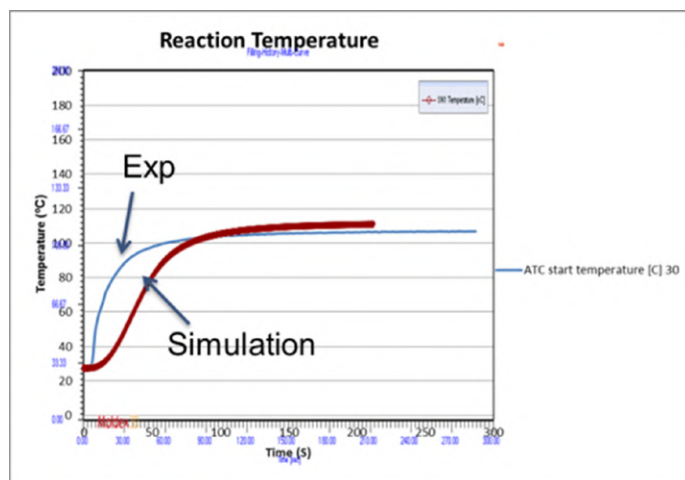


圖 5：溫度隨時間變化的實驗（藍線）和數值（紅線）結果的比較

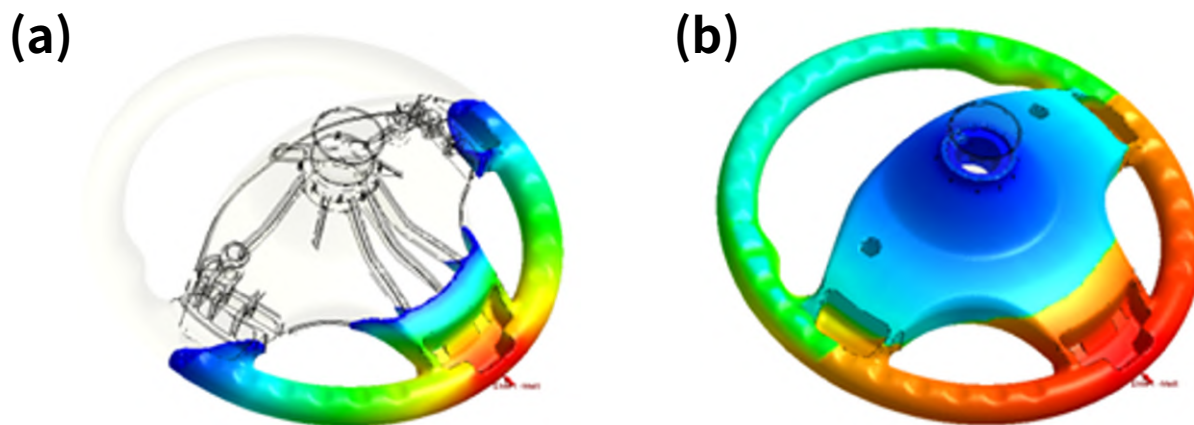


圖 6：(a) 射出結束（35% 部分填充）和 (b) 發泡結束時的流動波前

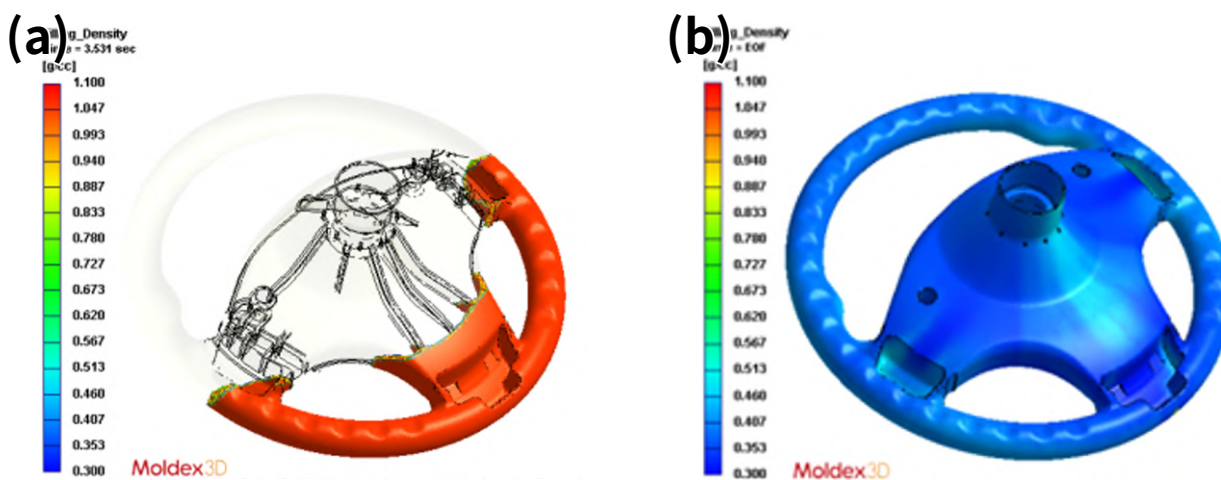
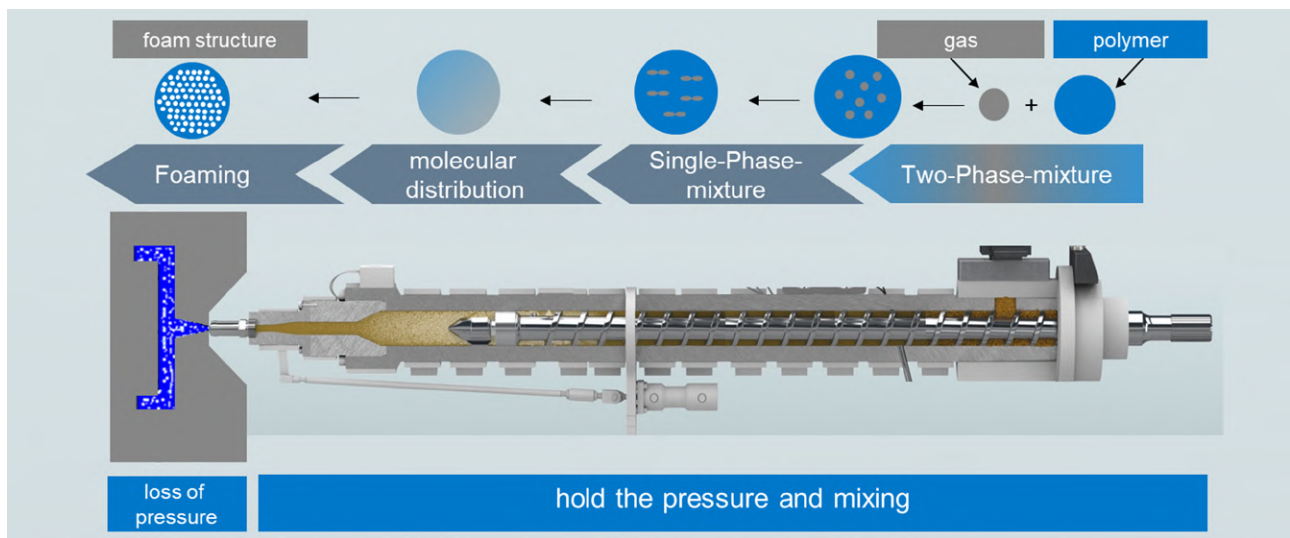


圖 7：(a) 射出結束時的密度分佈（35% 部分填充）和 (b) 發泡結束時的密度分佈



高性能螺桿針對化學發泡及長玻纖材料的加工解決方案

■ KraussMaffei / 劉濤 技術經理

前言

自 1925 年開發出首臺手搖式射出機開始，克勞斯瑪菲 (KraussMaffei) 一直致力於針對塑料材料的加工成型與技術開發；隨著塑料材料性能的提升以及結合諸多的創新技術，塑料的應用已經不侷限於常規認知範圍內；包括將發泡成型技術結合長玻纖材料的應用，在減重的同時極大的提高了塑料產品的適用範圍，甚至突破了原本屬於其它材料範疇的應用場景。當然，材料性能的提高以及創新技術的應用需要射出系統最強大的核心作為支持；克勞斯瑪菲 (KraussMaffei) 高性能螺桿 HPS-AT 針對化學發泡技術及特殊的長玻纖材料應用，在保證化學發泡技術效果的同時，玻纖完成分散並使得玻纖長度得到最大限度的保留。

長玻纖增強聚丙烯材料結合發泡技術的應用

化學發泡技術結合長玻纖材料應用

將發泡技術引入到塑料注射成型過程中，早在上個世紀六七十年代便有類似嘗試；發展至今，從化學發泡

劑到專用原材料的開發及應用，從失重計量與混合喂料系統，再到注射成型設備及開創性的加工技術；汽車行業正以更嚴苛的視角重新審視發泡技術的應用。這裡化學發泡劑以母粒形式混合使用，主流化學發泡劑包含小蘇打 (sodium bicarbonate) 與檸檬酸 (citric acid) 等組份，商業產品以 Clariant Hydrocerol® 系列為代表。考慮到此類發泡劑的正常工作溫度範圍，其多與聚烯烴類材料共同使用，如汽車行業中多為聚丙烯。化學發泡劑在塑化加工過程中分解出氣體，並通過背壓等工藝控制將產生出的氣體溶解到塑料熔體中並形成單相熔體，以備後續注射成型。在化學發泡的工藝控制過程中，是否能將有限的發泡劑 (2%-4%) 釋放出的氣體與塑料熔體混合均勻並使之溶解其中將直接影響產品泡孔結構及發泡均勻性。同時，對於大型製品如儀錶板骨架等，由於其安全氣囊區域需要通過爆破實驗；在減重的同時需要產品仍能保持一定強度。出於這些特殊考量，將長玻纖增強聚丙烯材料與化學發泡工藝相結合並配合克勞斯瑪菲 (KraussMaffei) 標



圖 1：長玻纖增強聚丙烯材料的發泡注射成型

誌性的開模壓縮 (Open compression molding) 與模板平行度控制技術來兼顧減重與產品強度的需求已成為業界的主流趨勢。

長玻纖材料特點

特別指出，長玻纖的引入能夠在保證強度的同時有效改善產品「吸收」能量的能力，使得體系呈現出「強而韌」的特性；這使得長玻纖材料（玻纖長度 10-13mm）在一些大型部件上的應用更加出色。相對「較長」的玻纖在樹脂基材中構成骨架般的網絡結構，進而對衝擊等外部撞擊有很好的吸能效果，這在化學發泡技術減重的同時保證了產品整體的性能。汽車行業中，除上文提到的儀錶板骨架以及安全氣囊骨架等；包括前端模塊、底護板、尾門模塊、門基板都可以看到長玻纖增強聚丙烯材料的應用如圖 1；主流的長玻纖材料包含線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers)，以及全浸潤法長纖粒料 (Fully impregnated long fiber granule)。其中針對廣泛應用的線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 材料加工顯得尤為重要。圖 2 中展示的由於粒子的中心是整束的玻纖被樹脂包覆，在後續的注射成型加工過程中如何將玻纖束打開及均勻分散到熔體中，又如何將玻纖的長度儘量保留成了影響最終產品性能的關鍵。長玻纖如果

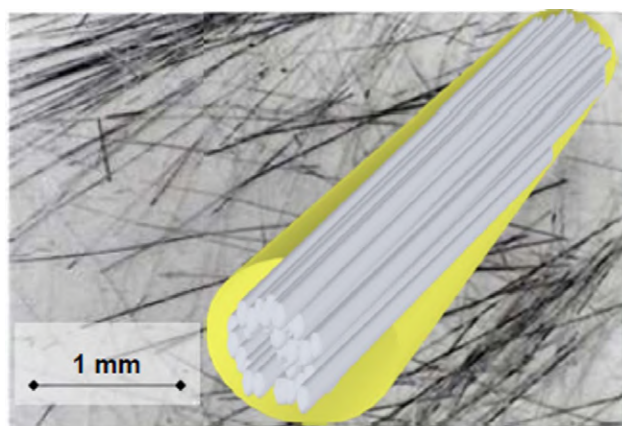


圖 2：線纜包覆法長玻纖粒料

團聚將不能有效起到支撐產品的骨架作用，並且有可能影響外觀品質；同時玻纖保留長度如果過短也將失去作為長玻纖材料應用的特殊性。其中當玻纖長度在 1-2mm 之上時明顯使得各項力學數據大幅提高。

在這裡需要指出，針對最終的玻纖保留長度是統計學意義上的概念。通常業界會通過「重均玻纖長度」的數值來描述最終的統計學結果，它有效的排除了極細微的玻纖對於結果的影響，同時突出有效玻纖長度範圍內的統計數據，這符合玻纖長度針對宏觀物理性能的影響趨勢。同時業內通常將「數均玻纖長度」作為基礎數據來參考。

高性能螺桿 HPS-AT 針對發泡技術及長玻纖材料的加工效果

HPS-AT 螺桿設計特點

作為射出機的核心部件，螺桿的研發、設計、製造一直是克勞斯瑪菲 (KraussMaffei) 的核心競爭力之一；通過對材料特性及工藝過程的深入研究開發出了 HPS 高性能系列螺桿，其中 HPS-AT 螺桿作為化學發泡技術及加工長玻纖材料的專用螺桿而被業界所熟知。圖 3 展示了 HPS-AT 螺桿的外形示意圖，其特點包含了額外的屏障線設計，用以保證螺桿在高效塑化過程中



圖 3：HPS-AT 螺桿外型示意圖

的熔體品質，既只有完美熔融的物料才可通過屏障線；螺桿計量段部分的分散元件保證了對於熔體進一步的分散與混合，使之達到最佳的均化效果；特殊的元件設計一方面可以將化學發泡劑產生的氣體與塑料熔體充分混合，同時能將上文提到的線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 中的玻纖束以更加柔和的方式「打開」並均勻分散於完美熔融的樹脂基材中。針對該材料在業界的實際應用，通常選擇 PP+60%LGF 規格再通過常規 PP 材料進行稀釋而達到不同玻纖含量的需要，同時整個喂料過程會匹配一定比例的化學發泡劑；HPS-AT 螺桿在保證長玻纖均勻分散與保留長度的同時也兼顧了對於熔融樹脂的塑化與均化，進而保證最終高品質的熔體質量。以上這些都使得其作為化學發泡技術與加工線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 最佳選擇的重要原因。

HPS-AT 螺桿應用效果

圖 4 展示了同等色母配比及加工條件下不同螺桿的混合效果。可以看到左圖為標準螺桿注射產品情況，右圖為 HPS 高性能螺桿的分散均化效果。顯然，右圖 HPS 高性能螺桿由於出色的元件設計使得顏色被均勻分散混合；而左圖標準螺桿混合效果較差，顏色分布極不均勻。特定案例中顯示，得益於 HPS 高性能螺桿



圖 4：標準螺桿 (左) 與 HPS-AT 螺桿 (右) 混合效果對比

出色的混合與均化效果，化學發泡劑使用量可有效減少 5-10%。（結果基於不同化學發泡劑牌號與產品情況會有差異）

另外，圖 5 展示了基於線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 的實際產品對比。從圖 5 左圖中可清晰看到，針對於標準螺桿而言其無法打開材料粒子中的玻纖束，使得玻纖在產品的部分區域產生團聚；而圖 5 右圖中展示的為通過 HPS-AT 螺桿加工產品的結果，其充分的將玻纖束打開並均勻的分散於產品的基材中。對於產品整體而言，玻纖束能夠被均勻分散是其討論機械強度與產品品質的前提，只有這樣長玻纖才能展現其作為增強材料的特殊性。

另外，長玻纖在產品中的最終保留長度作為最重要的指標一直受到業界的關注。通過對比實驗得到，HPS-AT 螺桿加工成型其玻纖重均長度保留值遠高於標準螺桿的情況，玻纖長度保留值提高了約 65%。而在針對特定項目的產品中進行了相應的分析，其中在 KM1600-12000MX 上生產汽車部件；選用高性能螺桿之 HPS-AT D-120mm；材料選用全球知名線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 品牌 PP+LGF20，工藝條件中配合適當的螺桿旋轉線速度與背壓設定；

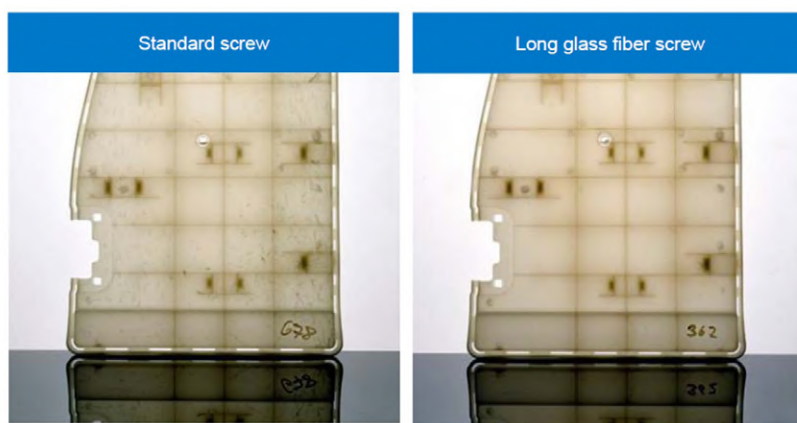


圖 5：標準螺桿與 HPS-AT 螺桿加工 PP+LGF 長玻纖材料在產品上的表現

測試結果顯示玻纖重均長度達到 4.31mm，其中大於 1.0mm 的玻纖數量占據檢測樣本總量的 83.6%；結果充分體現了 HPS-AT 螺桿針對於這種特殊長玻纖材料出眾的加工性能。目前在諸多化學發泡技術及長玻纖產品量產項目中 HPS-AT 螺桿都作為加工單元的核心備受業界認可。

結語

高性能螺桿 HPS-AT 完美應對化學發泡技術與線纜包覆法長纖粒料 (Wire-Coated Fibers) 的加工挑戰。在加工過程中不僅能將化學發泡劑分解出的氣體與塑料熔體充分混合，同時亦將玻纖束打開並均勻分散在樹脂基體中，最重要的是保證了最終產品中的有效玻纖長度；這使得在減重的同時將長纖材料的性能發揮的淋漓盡致。另外，該螺桿兼容 PP、PP talc、PP/EPDM、PC、PC/ABS、ABS、PC/PET 等材料的加工，滿足汽車及相關應用的需求。■

如需更多信息，歡迎訪問以下網站：www.kraussmaffeichina.com



MuCell 微發泡技術在薄壁包裝行業的應用

■ Trexel Asia / 唐錦榮 亞太區 執行董事

前言

自美國麻省理工學院發明 MuCell 微發泡成型技術至今，30 年以來，MuCell 微發泡成型技術已廣泛應用於全球，包括汽車，工業和消費類等多種行業。作為該技術的獨家許可，Trexel Inc.（美國卓細公司），一直致力研發和拓展此項技術的應用。包裝市場一直在快速增長，此文章將重點介紹 MuCell 在薄壁包裝領域上的最新應用。基於過去超過 10 年的包裝應用經驗，本文總結了 Trexel 在包裝方面的應用知識及 Trexel 為包裝應用開發的專用設備以及衛星式系統。

MuCell 微發泡工藝工作原理

MuCell 射出成型工藝是指在射出成型的循環中，把超臨界流體 (SCF) 狀態的物理發泡劑（氮氣 N_2 或者是二氧化碳 CO_2 ）注入料筒內的塑料熔融中，在塑化完成後，會產生出物理發泡劑與塑料熔融的單相熔體。隨著注射到模腔過程中的壓力釋放，通過在模腔內成核成長及成型的階段，在塑件中形成微孔結構。

薄壁包裝產品應用

MuCell 工藝可為薄壁包裝應用帶來一系列優勢，這些優勢包括射出壓力、產品重量（材料用量）、鎖模力及成型週期時間的減少。圖 3 及圖 4 是 2 個典型例子。

而根據我們的經驗，這些優勢尤其能在 0.6 至 1.2mm 壁厚以及流長壁厚比小於 300:1 的產品中最大程度地體現出來，達到更高的減重以及成型週期的減少。

發泡劑的選擇

氮氣 (N_2) 和二氧化碳 (CO_2) 均可以作為微發泡成型的發泡劑。在一般情況下，以氮氣作為發泡劑能帶來最大可實現的產品減重、最低鎖模力及隔熱改善的好處。但是如果材料黏度的降低是唯一的重點要求， CO_2 可以是一種選擇，主要原因是 CO_2 比起 N_2 在聚合物的熔解度更高，可在 MuCell 工藝上使用較高的氣量百分比，從而達到較佳的材料黏度降低。

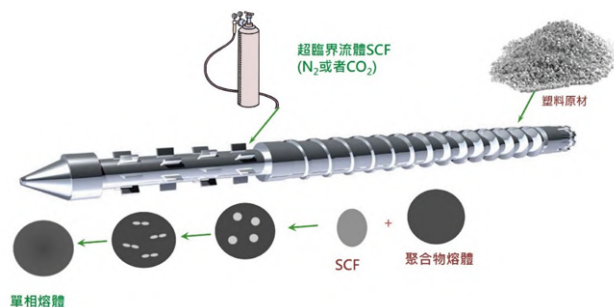


圖 1：超臨界流體 SCF 與聚合物單相熔體在塑化過程中的形成過程

CO₂ 從聚合物中遷移速度非常慢。在圖 5 的薄壁容器案例中，熔融塑料與 CO₂ 的混合物在充填到模腔時，由於壁厚比較薄的關係，熔融塑料與 CO₂ 會在模腔內一起冷卻凝固，使泡孔結構未能及時形成，成型出來都是透明容器。而且由於沒有泡孔結構，鎖模噸位以及零件性能也比較接近實體成型的零件。

從表 1 中可以看到，採用 CO₂ 的消耗量是 N₂ 的 3 倍，而且以 N₂ 作為發泡劑的整體效益平衡會較為理想。減重及鎖模噸位減少均為 CO₂ 的兩倍，而且成型週期時間也比較短。

隔熱性能

氮氣的另一個好處是泡孔結構能降低容器的導熱性能，使隔熱 / 保溫性能提高。圖 6 是其中一個例子。

而在一個 1000ml 貼標容器的例子中（如圖 7），以 N₂ 作為發泡劑使該產品重量減輕 5%，且容器的導熱係數降低了 15%。（如表 2 所示）

3D 貼標

MuCell 工藝的另一個獨特功能是能夠在特定的貼標產

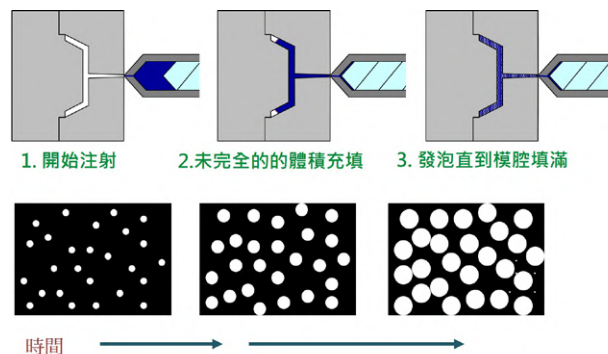


圖 2：微發泡射出成型——注射後的發泡過程

品表面上造成凸起或紋理層。在某些應用，貼標會在射出前放置在模腔內。貼標往往帶有黏附促進劑，當材料被注入模腔時，便會與貼標黏合，在出模時，貼標會完全黏附在產品上。在 MuCell 工藝中，任何殘留氮氣都會在短時間內從零件中遷移出來。

在一個模內貼標產品的案例中，貼標的某些區域塗有防止聚丙烯容器與貼標之間黏附的物質。當氮氣從該區域遷移時，會把該區域的貼標推出，造成產品上凸起的形狀，產生了獨特的包裝效果。在圖 8 的產品，可看到「Planta」的凸字效果。

節能及減少二氧化碳排放的貢獻

在德國的一項實驗中，對 MuCell 工藝與氣實體射出成型工藝的能耗進行了評估。在相同的時段內，實測兩者的用電量。在扣除 MuCell 氣體控制系統所需的動力（壓縮空氣）能耗後，結果是 MuCell 工藝比起實體射出成型工藝的總體能耗減少了 11%。相關的能耗差距，在按照德國政府在 2019 年發佈的用電量與二氧化碳排放量的關係數據進行轉化計算後，得出了每小時可減少 1.27 公斤的二氧化碳排放。以上實驗是在小型機器（280 噸射出機）上進行。對於更大噸位



| 6OZ (200ml) IML 乳酪杯子 |
|----------------------|
| 材料：PP · MFI 75 |
| • 鎖模力降低 15% |
| • 射出壓力降低 8% |
| • 減重 3% |
| • 均勻保壓 |
| • 能從薄壁處充填到厚壁處 |
| • 使用更小噸位的成型機臺 |
| • 減少模具損耗 |

圖 3：薄壁包裝應用 1



| 500g 人造牛油盒 |
|---------------------------------------|
| 材料：PP · MFI 70 |
| 模穴數目：4 |
| • 鎖模力降低 20% |
| • 射出壓力降低 20% |
| • 減重 20% (15%源自薄壁化設計 · 5%源自密度降低) |
| • 採用 StackTeck TRIM薄壁化設計 |
| • 流長比達到 400 : 1 |
| • 較低射出壓力->減小模芯偏移 |

圖 4：薄壁包裝應用 2

的機器，我們期望會有更大能耗節省。

在樹脂方面，假設一個 4 腔模具，每模射出重量為 108.6 gr 及週期為 6.5s 的應用，以 5% 物料 (PP) 節省來計算，一年便可以節省 25 公噸的塑膠原材，這相等於 50 公噸的二氧化碳排放。若是一個 8 腔模具，二氧化碳排放減小將會達到 100 公噸。另一方面，較輕的產品也會減小運輸過程中的碳排放。這些貢獻都與很多公司的環保政策不謀而合。

P 系列氣體控制系統

我們在較早前的一篇文章中提到，針對薄壁包裝市場，Trexel 專門設計了對應快速成型週期的氣體控制

系統，我們把此系統稱之為 P 系列，當中的 P 取自於 Packaging (包裝) 的第一個英文字母。P 系列氣體控制系統 (圖 9) 的設計是建基於我司久經考驗及非常可靠的 T 系列氣體控制系統，為了提供氣體注入的快速回應和計量準確性，我們有在系統軟體及硬體方面進行優化，其中包括了注氣計量方法及打氣頭設計。與 T 系列系統一樣，P 系列系統易於使用，只需要輸入兩個參數 (圖 10)，而且與射出機臺信號對接非常簡單。

衛星式微發泡系統

包裝行業通常涉及非常高的生產量。因此，預計生產需要投入多臺系統和涉及大量資本投資。隨著 MuCell



圖 5：MuCell 工藝透明塑料盒子（以 CO₂ 做為發泡劑）

| | 實體 | 1% N ₂ | 3% CO ₂ |
|--------------|----------|-------------------|--------------------|
| 零件重量 | 34.2 克 | 32.4 克 | 33.4 克 |
| 鎖模噸位 | 70 MT | 50 MT | 60 MT |
| 射出壓力 (峰值) | 1340 bar | 1120 bar | 1090 bar |
| 週期時間 | 7.0 秒 | 6.5 秒 | 6.75 秒 |

表 1：使用 N₂ 和 CO₂ 的成型對比



圖 6：具備良好隔熱保溫性能杯子

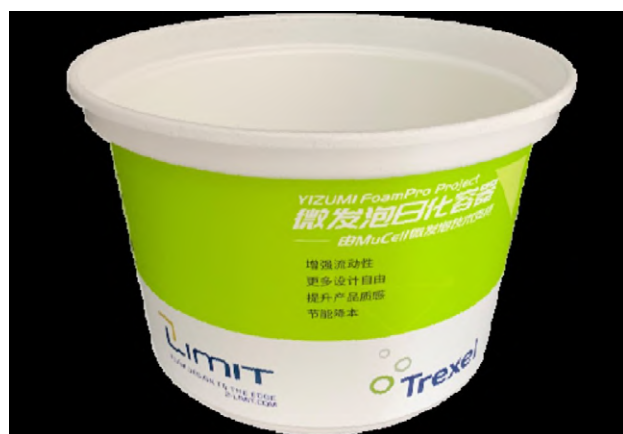


圖 7：MuCell 工藝製成的 1000ml 貼標容器（以 N₂ 做為發泡劑）

工藝技術的進步以及應用行業的逐漸廣泛，Trexel 開發出衛星式 MuCell 微發泡系統一系列的產品。衛星式 MuCell 微發泡系統採用中央 SCF (Supercritical Fluid, 超臨界流體) 供給系統和多臺的 SCF 衛星控制系統組合的方式，可以實現一臺 SCF 系統對應多臺射出機的 MuCell 工藝生產模式 (見圖 11)。

用戶可根據需要在設備引入時預留資源空間以便未來增加 MuCell 微發泡設備。相對一對一的微發泡設備組合，此系列產品可以為用戶節省採購設備的疊加投資。根據配置和實施情況，粗略的投資成本估算將節省 30% 到 60% (見圖 12)。微發泡設備組合可根據

用戶的生產現實情況作出配置以確保生產的可靠性、質量及連續性。

總結

MuCell 微發泡工藝已得到眾多製造行業和消費者的認可，已成功地應用於各行各業數以千計之產品中。除了提高零件尺寸精度，改善變形，提升產品功能性 (隔熱保溫、隔音降噪、3D 貼標)，節能及減少二氧化碳排放以外，還可提高生產效益 (更短生產週期時間、更多物料節省、更便捷的產品及模具設計)。採衛星式 MuCell 微發泡系統更可為用戶節省設備投資。

| | 實體 | 1% N ₂ |
|------------------------|-----------------|-------------------|
| 零件重量 | 54 克 | 51.6 克 |
| 密度 (零件與貼標 的綜合密度) | 0.865克/cc | 0.751 克/cc |
| 導熱係數 | 0.162 W / (m*K) | 0.138 W / (m*K) |

表 2：容器的導熱係數對比

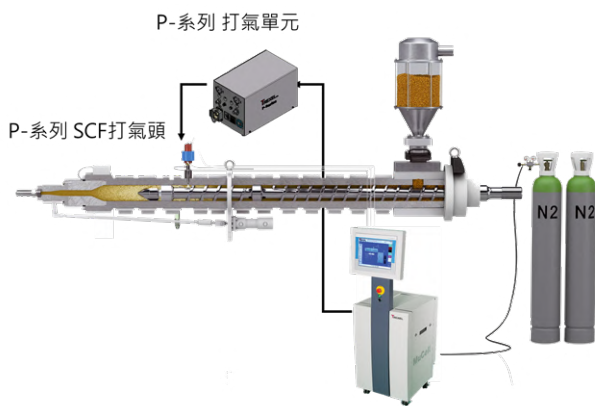


圖 9：P-系列 SCF 氣體控制系統

本文簡述了該技術的一些薄壁包裝最新應用和知識，以及為包裝應用開發的專用系統。Trexel 預期 MuCell 技術在包裝應用將得到進一步拓展，以及更廣泛及更深度的採用。Trexel 積累了豐富的產品和模具設計以及工藝優化方面的專業經驗，能全方位地支援用戶對該技術的包裝應用。■

如有興趣或問題請聯繫 Trexel 卓細公司：sales.asia@trexel.com



圖 8：在貼標上的 3D 凸字效果

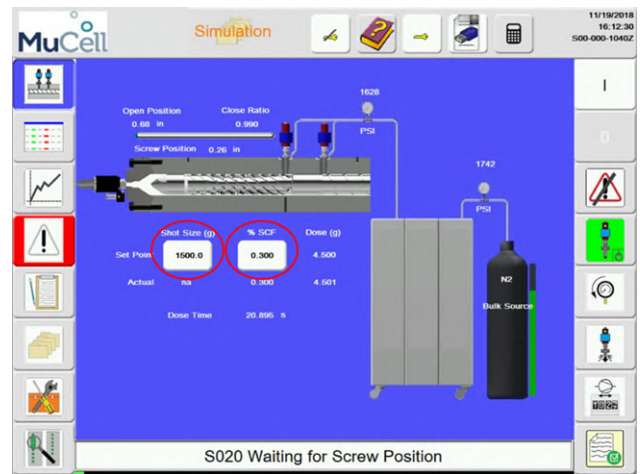


圖 10：P 系列系統簡易的工藝設置（只需輸入兩個參數）

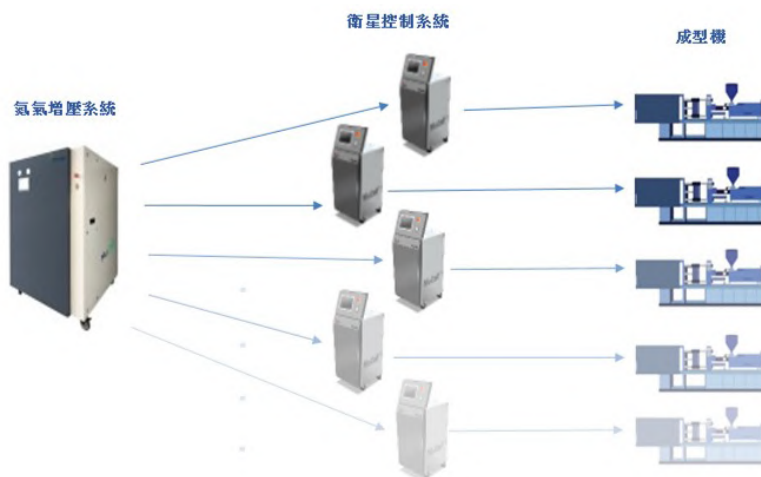


圖 11：衛星式 MuCell 微發泡系統

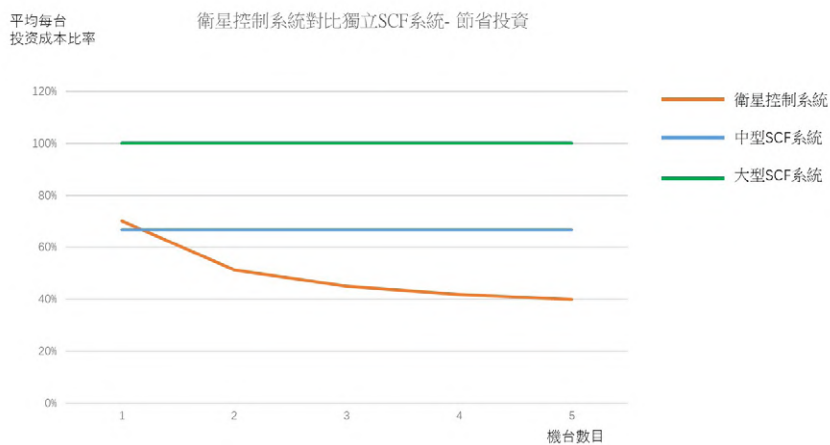


圖 12：衛星控制系統對比獨立 SCF 系統——節省投資



水中泡珠造粒技術

■英太興業 / 周延儒 總經理

泡珠材料簡介

多孔發泡材料一直是材料中極受重視的領域，根據結構型態，發泡材料有不同的應用，不僅在隔音、減重、絕熱，在生醫、光電、能源、航太材料上也有著極多樣化的用途，如此多樣化的用途使得發泡材料在各領域都能維持長期的成長動能，每年高分子的消耗量大約有 10% 是用於製造各種不同的高分子泡材。2019 年，全球高分子發泡市場規模達到 1013 億美元，預計全球高分子發泡市場將在近期到長期保持溫和增長，在 2020-2027 年分析期間的複合年增長率 (CAGR) 為 5.2%，到 2027 年可高達 1520 億美金 [1]。每年全球的高分子發泡材料市場成長，即高達 63 億美金左右，近年來高分子泡材與輕量化研究在近年來可說是達到了前所未有的黃金時期。

在發泡材料中，泡珠材料 (bead foam)，或又稱可膨脹發泡材料 (expandable foam) 在近年來越來越受重視，成長也越來越迅速，常見的泡珠產品包括聚

苯乙烯泡珠 (expandable polystyrene, EPS)、聚乙烯泡珠 (expandable polyethylene, EPE)、聚丙烯泡珠 (EPP)、以及熱塑性聚氨酯泡珠 (ETPU)[2]，以最大宗的 EPS 市場，2013 年 BASF 公司所推出的 ETPU 材料 Infinergy[®]，在市場上造成極大的轟動，目前 Adidas 已經使用 ETPU 作為鞋底，稱為 Boost 系列，不僅是 BASF，和 Adidas 的合作，Nike 也跟進進行了一系列將 ETPU 用在鞋材和運動器材上的研究，過去數十年來，在分子泡珠材料領域中，日本 JSP Corporation 和 Kaneka 著墨最深，而 BASF 在 ETPU 上取得的巨大成功，重新改寫了市場的趨勢，使得近來泡珠材料的研究在發泡領域成為重要的一門研究。

相較於傳統的加工方法如射出或押出發泡，泡珠材料有許多優勢，泡珠成型是所有可以產生高膨脹倍率 3D 發泡材料的唯一加工法 [3]。泡珠材料成型製程示意圖列於圖 1。泡珠材料成型製程稱為 steam chest molding，這個製程將發泡後的高分子珠粒以高溫蒸

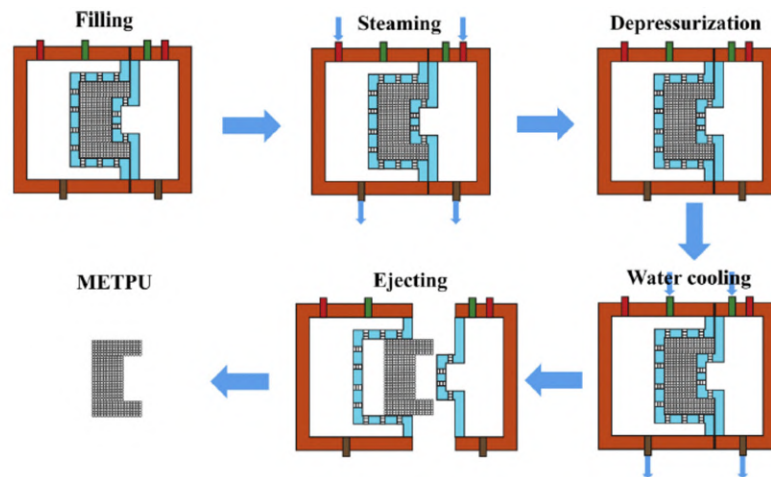


圖 1：steam chest molding 示意圖

氣進行黏合 (fusion)，冷卻後退模取出樣品。

高分子泡材的過程分為以下四個階段，(1) 形成發泡劑與高分子的混成物、(2) 泡體成核、(3) 泡體成長、(4) 氣泡聚併。泡珠製造的過程著重於形成發泡劑與高分子的混成物，而使用的過程才會牽涉到成核、成長與聚併。根據 Raps 等人撰寫的回顧論文 [2]，將泡珠製造過程分成三類，包括在懸浮聚合中加入發泡劑、押出造粒後以高壓槽灌注發泡劑，以及在押出發泡過程中灌注發泡劑，即水中造粒法。本公司過去長期在超臨界押出及水中造粒兩項技術有所涉獵，因此近年來開始跨入水中造粒技術，以下是有關水中切粒泡珠技術的相關回顧。

水中切粒法製造泡珠設備特論

水中切粒

大部分的塑膠造粒是將高分子熔體透模頭形成條狀之後，通過水槽冷卻成型，送入造粒機切粒，然而面對容易氧化需快速冷卻和黏度 / 熔體強度過低，容易拉斷的高分子時，必須要使用模面切粒 (die face cutting) 與水中造粒 (underwater pelletizing) 製備設備。此時押出機的模頭必須使用模盤 (die plate，圖

2)，並使用 pump 帶動旋轉刀頭 (blade) 將由模頭切下。珠粒浸入水中冷卻後，進入脫水裝置甩去水分後將珠粒排出 [4]。設備的概念較一般的切粒裝置複雜，且因為水中切粒像是個黑盒子，且設備昂貴，因此過去數十年來學界鮮少有人研究水中切粒設備。事實上水中切粒常見的問題包括部分模板洞口會因為水溫過低而堵塞，所切出來的粒子牽絲、變形、凹陷、成塊等等問題 (如圖 3)。Kast 等人在近年的文獻正式的使用了攝影系統對水中切粒進行了詳細的觀察和使用數學模擬切粒過程 [4]，而近年來也有學者加以研究如何加熱模板，以最佳化的設計加熱方式避免堵塞 [5]。

押出發泡

以物理發泡押出而言，押出機並不需進行太多改裝，僅需改變螺桿設計，並封閉抽氣口，即可注入發泡劑，連續發泡牽涉到的問題，較批式發泡複雜許多，例如：降低溫度會增加高分子的黏度，但因降溫增加發泡劑的溶解度，又會導致黏度降低，螺桿轉速快慢又會導致剪切稀化效應，也會改變黏度，黏度又牽涉到模頭的壓降速率，上述因素，都會交互影響且會改變最後的泡體結構，可以說是極其複雜。在眾多變因中，影響泡孔結構的最重要因子是壓降速率，高壓降速率可

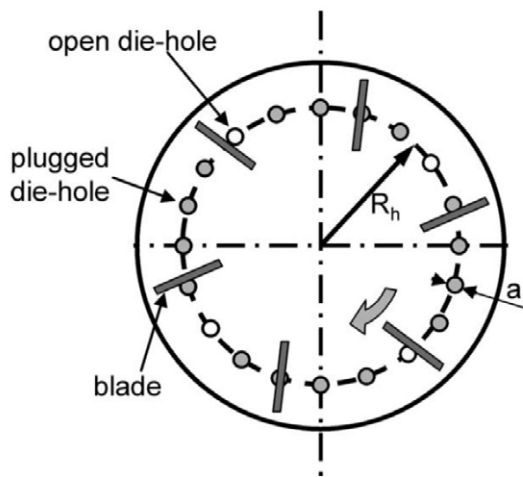


圖 2：水中切粒模板

以大幅降低 Gibbs Free Energy 而使得成核速率急速增加。

水中切粒法製備泡珠

雖然預膨脹法可以穩定的製備出雙熔峰，製程也相對穩定，然而對於製造泡珠材料而言，生產效率太低，以致產品價格居高不下。水中切粒發泡的連續式生產方式，可以大量的降低成本。水中切粒製程示意圖如圖 4，粒子在管中經歷冷卻、旋風分離脫水、烘乾後噴出至收集桶。由押出發泡部分的討論可知，單是押出發泡即牽涉到許多製程變數，而同時牽涉到押出發泡與水中切粒，情況更是複雜，一般來說水需要加壓以壓抑發泡劑釋出氣體。水中造粒法製備泡珠，除了要顧慮到押出發泡的所有加工因素之外，還要額外考量水溫、水壓還有旋轉刀頭的轉速 [8]，因此更為複雜。Han 等人 [9] 將發泡押出的各個交互因素列表，我們進一步再加入水中造粒押出的變因，進一步修正列表如下圖 5。Köppl 等人對水中造粒的各種加工實驗變因和材料黏度以 Polybutylene terephthalate(PBT) 為例，進行初步研究，研究結果發現，改變水壓會使得發泡粒子變長、泡孔變小。提高切刀轉速會使粒子變小，泡孔也變小。黏度越高，

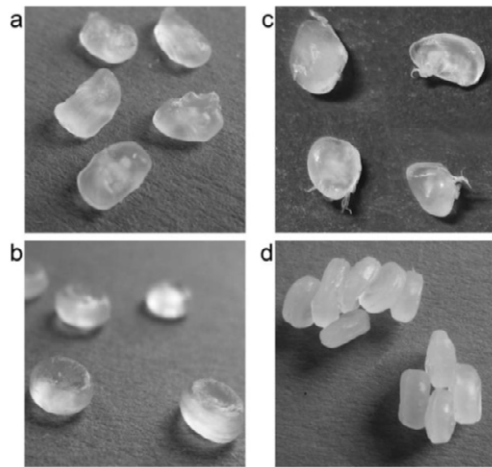


圖 3：粒子的牽絲、變形、凹陷及成塊問題

珠粒越小，泡孔越小。將二氧化碳注入量由 3% 拉高到 6%，不改變珠粒大小，反而導致泡孔結構破壞 [8]。

結語

本公司目前為臺灣少數開發水中發泡造粒技術的業者，並且與臺灣多家產、學、研單位互相配合生產泡珠顆粒，包括 PS、PP、PA、TPEE、TPU 均在本公司有相關實例，相關的泡珠材料外觀及顯微結構如圖 6。

泡珠製備是產品增值化的關鍵，和相同重量的未發泡產品相較之下價差甚至可達二十倍！可見發泡加工對產品的附加價值的提升有極大的幫助。英太在本領域的拓展，為臺灣原料業者帶來了新的契機與機會，在設備的開發上。也期望臺灣同業能對本土設備的開發予以支持，唯有設備本土化與自給自足，才能在生產製造技術上持續領先國際同業。■

參考資料

- [1]. Polymeric Foams Market Analysis, Trends, and Forecasts, Global Industry Analysts 2020.
- [2]. D. Raps, N. Hossieny, C.B. Park, V. Altstädt, Past and present developments in polymer bead foams and bead foaming technology, Polymer 56(0) (2015) 5-19.

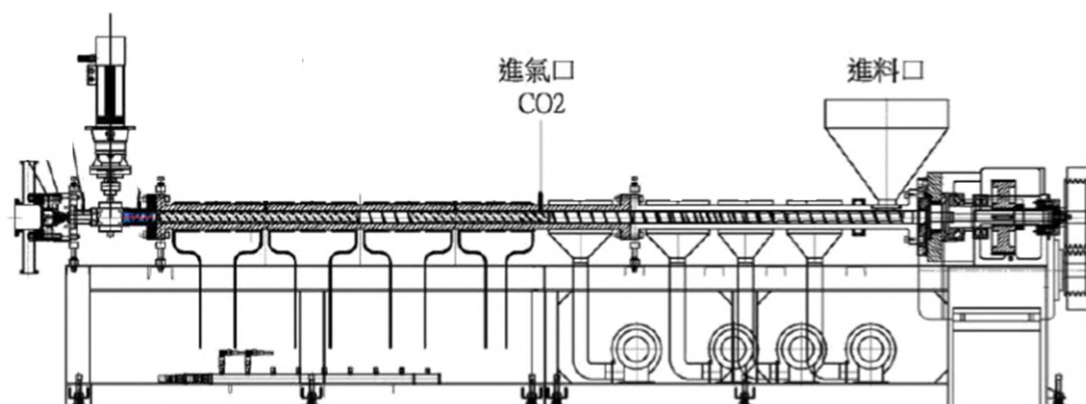


圖 4：英太興業開發之水中造粒設備示意圖

- [3].E.K. Lee, Novel Manufacturing Processes for Polymer Bead Foams, Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2010.
- [4].O. Kast, K. Geiger, E. Grünschloss, C. Bonten, Analysis of pellet shaping kinetics at the die opening in underwater pelletizing processes, Polymer Engineering and Science 55(5) (2015) 1170-1176.
- [5].B. Zhang, X. Liu, C. Bi, Extrusion uniformity optimization for shaping channel design in large-scale die-plate of underwater pelletizing, Applied Mechanics and Materials, 2013, pp. 562-566.
- [6].R.B. Allen, F.L. Sanford, One-step process for the production of expandable foam beads, Google Patents, 1989.
- [7].M. Eloo, B.R. Wright, R.G. Mann, M.J. Wayne, Method and apparatus for producing polymer pellets containing volatiles and/or volatile generating material, Google Patents, 2008.
- [8].T. Köppl, D. Raps, V. Altstädt, E-PBT - Bead foaming of poly(butylene terephthalate) by underwater pelletizing, Journal of Cellular Plastics 50(5) (2014) 475-487.
- [9].D.L. Tomasko, H.B. Li, D.H. Liu, X.M. Han, M.J. Wingert, L.J. Lee, K.W. Koelling, A review of CO₂ applications in the processing of polymers, Industrial & Engineering Chemistry Research 42(25) (2003) 6431-6456

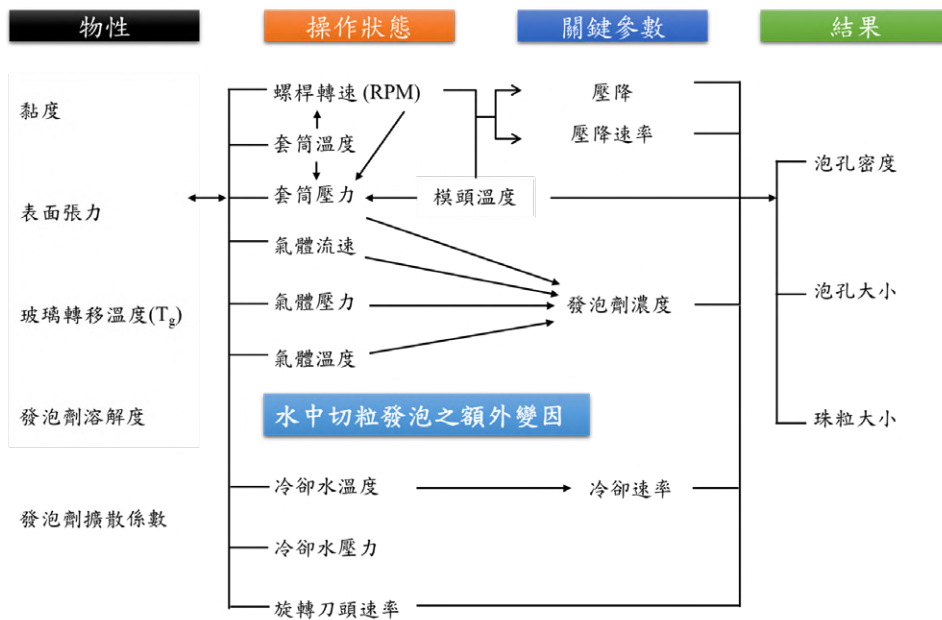


圖 5：影響超臨界流體發泡押出加工的各种變因

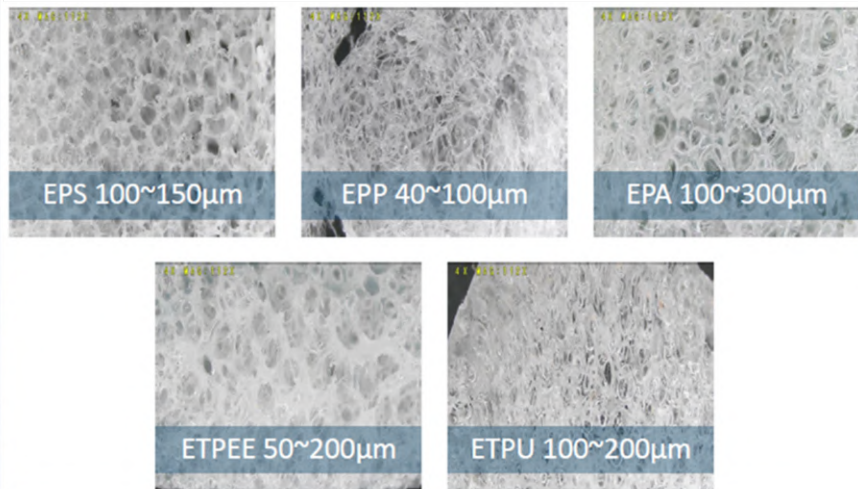


圖 6：英太的泡珠產品與顯微結構

TAIMOLD
2021

台北國際 模具暨智慧成型 設備展

Taipei Int'l Smart Mold &
Die Industry Fair

Dec 15 (Wed.) ▶ 18 (Sat.), 2021

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

智慧轉型 未來成型

Smart Molding Shape The Future of Industry



參觀登錄

展覽項目 / Exhibit Profile

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

同期展出 / Concurrent with

電動車模組化供應鏈主題館 | 電馭未來

Pavilion of Modular Supply Chain of Electric Vehicle

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

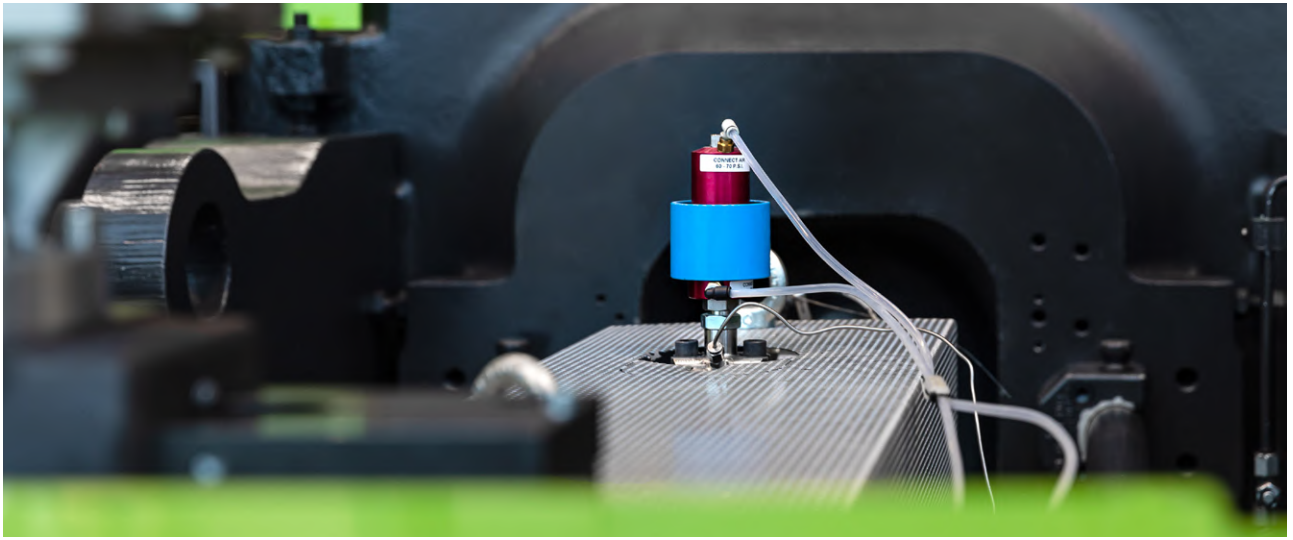
Intelligent Asia | 一站串聯智慧製造全環節

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

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



廣告編號 2021-09-A09



熱塑性發泡射出的新發展：發泡是可持續發展的基準線

■ ENGEL

前言

輕量化組件、節能加工或多個工藝步驟的融合可以納入一個全新的關鍵詞：可持續發展。在這方面大有可為的一項技術是熱塑性發泡射出。雖然已使用幾十年，但憑藉持續的開發工作，該工藝仍然具有很大的潛力。林茨約翰尼斯·開普勒大學聚合物射出技術和過程自動化研究所與 ENGEL 奧地利及 CHAES 能力中心一起，努力利用這一潛力。

ENGEL 以 foammelt 為名提供的熱塑性發泡射出 (TSG) 是射出中最傳統的特殊技術之一。TSG 工藝的商業化始於 1950 年代，最初主要是化學工藝。少量發酵粉被混合到熔體中，以避免組件上的縮孔 [1]。化學發泡劑的重要性有所增強，並產生了 1970 年代泡沫組件的首次量產 [2]。

今天，在物理 TSG 工藝（例如 Trexel 的 MuCell）中使用超臨界流體（主要是氮和二氧化碳）可以實現微

孔泡沫的生產（文章首圖）。憑藉特殊工藝技術，可以實現小於 100 μm 的泡孔直徑或超過 10⁹ 泡孔 /cm³ 的泡孔密度。這種泡沫形態特別在沖壓應用中具有優勢，因為細小的泡孔起著止裂器的作用 [3]。雖然射出過程中聚烯烴的發泡經歷了多年的發展，但仍有許多問題未得到解決。目前的發展涉及氣體引入的替代方案、塑化單元中的狀態以及工業 4.0 技術的使用等。

以高經濟效益充分利用潛力

發泡組件具有三層結構。多孔核心由兩個緊湊的覆蓋層包圍。這種結構已經具有優勢，因為材料和資源需求減少，可以實現較低的密度。TSG 工藝中典型的密度降低約為 10%，模具和工藝技術的新發展使（局部）密度降低可達 50% [4]，這凸顯該技術的輕量化結構潛力。可持續發展的另一個優勢是輕質結構組件有非常好的可回收性，因為夾層結構由單一材料構成。

關於發泡組件的機械性能，突出的是與未發泡組件相



圖 1：PFS 的幾何形狀確保施加氣體的熔體得到更好的均勻化處理（圖片來源：ENGEL）

比面積慣性矩增加，因此由於緊湊的中性纖維邊緣層的距離較大而增加了特定彎曲剛度。止裂特性改善了發泡組件的衝擊行為 [5]。除機械改進外，這些組件還有固有的功能，如隔音或隔熱等，無需其他加工步驟。

在工藝技術方面，組件成型過程中的均勻氣壓可最大限度地減少變形，從而提高形狀精確性。此外，氣體在加工過程中起著軟化劑的作用。根據氣體和濃度，材料黏度可降低達 50%，因此在某些情況下可以使用較小的機器。首先，正是這種生態效益使泡沫射出更加流行，特別是在當前能源政策發展的背景下。

另一方面仍存在挑戰，有待 TSG 工藝作為分布廣泛的技術突破來應對。一方面，因氣體引入聚合物熔體、組件成型過程中的模具運動（負壓印）或配料時對更複雜的壓力調節等，機械和工藝技術成本增加。另一方面涉及發泡組件的表面。因向熔融前沿的壓力降，該區域在射出過程中已形成第一個氣泡。排代流導致氣泡被輸送到冷模具壁並在那裡被剪切，這可能形成銀條紋。避免表面缺陷的方法，如變溫模具溫控或氣體背壓工藝，又與更高的成本和技術工作量相關。

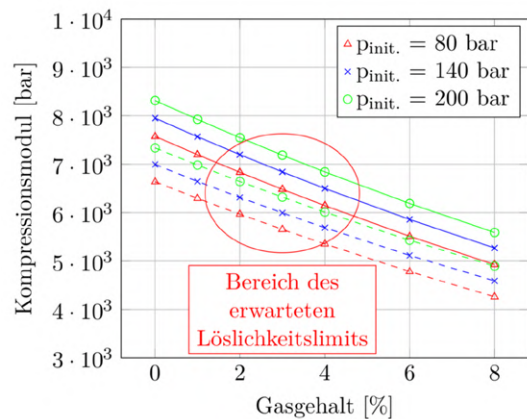


圖 2：理論準備工作的結果。隨著聚合物熔體中的氣體含量增加，混合物的壓縮模量減少（圖：JKU）

為了在具有較高經濟效益的情況下充分利用泡沫射出的潛力，需要更好地了解該技術的基本原理（特別是具體應用），並開發和測試新的工藝技術。這正是奧地利林茨約翰尼斯·開普勒大學聚合物射出技術和過程自動化研究所 (IPIM)、總部位於奧地利 Schwertberg 的 ENGEL AUSTRIA GmbH 以及同樣位於林茨的 CHAES GmbH 能力中心正在進行的工作。

確定溶解度極限的新方法

例如，聯合開發工作的重點之一是將氣體引入聚合物熔體中。氣體溶液是每個發泡過程固有的。用作發泡劑的氣體要麼以純物理形式添加，要麼作為母料熱分解的分解產物以化學方式直接在塑料熔體中產生。為獲得均勻的單相溶液，氣體必須在很短的時間內混合到熔體中。因此，ENGEL 提供一種專為物理泡沫射出開發的塑化螺桿（圖 1）。PFS（物理發泡螺桿）有一個螺旋剪切部分，在氣體引入前，塑料熔體已在這裡得到極好的均勻化處理，這對氣體的均勻分布有積極的影響。此外，螺桿幾何形狀使其可取消第二個止回閥。結合可改善耐磨性和耐腐蝕性的新的材料設計，特殊的幾何形狀提高螺桿的生產率和使用壽命。

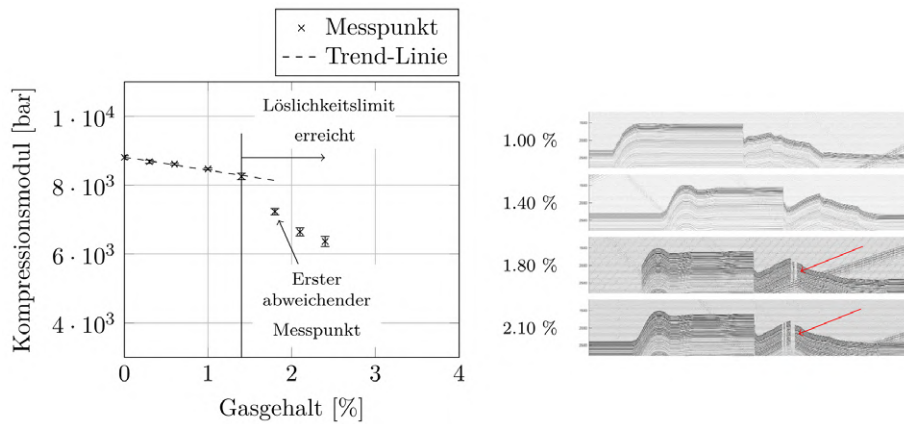


圖 3：壓縮模量測量示例。左圖曲線中的彎折表示已達溶解度極限。右圖為用於驗證的注射期間的超聲波測量（圖：JKU）

聚合物熔體在某些工藝條件下可吸收的氣體量用溶解度來描述。有許多方法可描述靜態形式的溶解度。主要方法是用所謂的磁懸浮天平，它有一個用於進氣的壓力室，與一個置於壓力室外的磁耦合天平相結合。

這種靜態測定的數據對於高動態泡沫射出過程的相關性可能受到質疑，因為任何形式的運動，特別是剪切過程，都被忽略了。此外，靜態溶解度測量的測量時間持續數小時，而射出過程只允許幾秒鐘至最多幾分鐘讓氣體進入聚合物熔體。科學文獻在談到剪切對氣體溶解度的影響時，描繪了不一致的畫面。一些作者認為剪切不會影響溶解度 [6]，而另一些作者則報告溶解度增加達到 40% [7]。這種差異使 IPIM 開發了一種新的測量方法，該方法能夠描述動態條件下（射出過程中內聯）的氣體溶解度。

理論準備工作的起點是 Sanchez-Lacombe 狀態方程式 (1)，用於描述 $p-v-T$ 行為 [8] 並作為聚合物氣體混合物壓縮模量 $K(2)$ 的進一步結果。

$$\rho^2 + \tilde{P} + \tilde{T} \left[\ln(1 - \tilde{\rho}) + \left(1 - \frac{1}{r}\right) \tilde{\rho} \right] = 0 \quad (1)$$

$$K = - \frac{\Delta p}{\Delta V} V_0 \quad (2)$$

隨著聚合物熔體中的氣體含量增加，混合物的壓縮模量減少（圖 2）。但是，無法描述可能的溶解度極限——聚丙烯中氮的靜態溶解度約為 2% 至 4% 具體取決於壓力和溫度 [9]。

因此在射出機上進行了試驗。壓縮模量表示壓力增加引起的體積變化。這種狀態也可以在螺杆前室產生，即射出過程開始時將安裝在塑化單元上的截流噴嘴保持短時間關閉，以壓縮材料。壓力增加和體積收縮可以通過機器內部的傳感裝置檢測和評估。這裡簡要概述以下思考步驟：氣體的壓縮模量比聚合物熔體低約 10 倍。只要氣體可以溶解在熔體中，就會適度降低混合物的壓縮模量。如果超過溶解度極限，氣體將作為單獨的、壓縮量更大的相存在，這將大幅降低混合物的壓縮模量。因此，當達到溶解度極限時，預計壓縮模量曲線將出現彎折。機器上的測量確認了這種特性（圖 3）。驗證：高氣體含量時的超聲波信號中斷表示有氣泡未溶解。一種以過程為導向的新的測量方法誕生了，它用於根據壓縮特性確定溶解度極限。

基於這種測量方法的最新認識消除了廣泛的誤解。在射出機上用氮和二氧化碳測量溶解度極限的過程中，

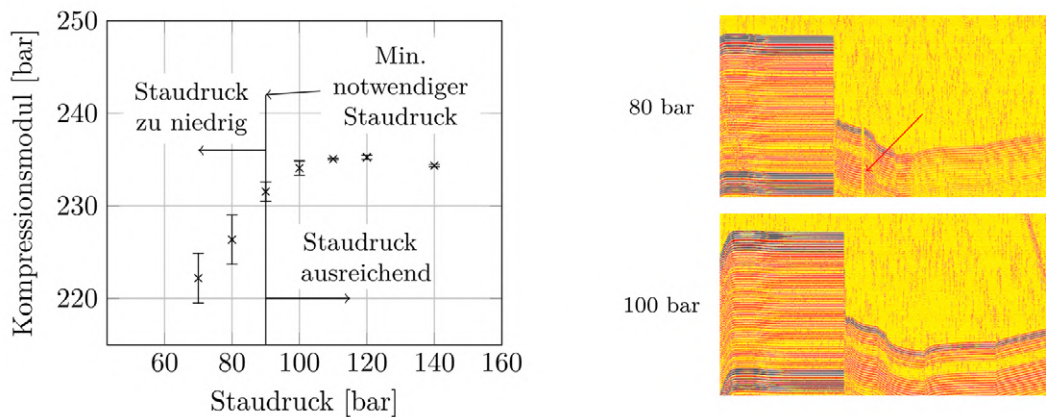


圖 4：使用 0.6% 氮時降低背壓的壓縮模量方法應用。在左圖中可以看到過低背壓時壓縮模量的下降。右圖為用於驗證的注射期間的超聲波測量（圖：JKU）

可以證明氣體並未完全溶解在塑料熔體中，而只是相當一部分精細分布。因此，這是由於在上述熔體和氣體之間非常短的相互作用時間內引入了強烈剪切力以產生盡可能均勻的塑料氣體混合物 [10]。

借助壓縮模量方法，不僅可以進行材料特性表達，還可以進行過程優化。特別具有經濟優勢的是背壓自動降低到技術上必要的最小值，從而顯著減少了磨損和能耗，並改善了輸送特性。這一發展基於這樣一種情況，即氣體在壓力過低的情況下不會溶解在材料中，因此是作為單獨的相存在。因此，在具有恆定氣體負荷的壓縮模量施加背壓時，預計曲線會再次急遽下降，這實際上可以在實驗中看到。超聲波測量也證實了這種方法（圖 4）。因此，壓縮模量被證明是過程優化和改進發泡技術中工藝理念的重要工具。

將來，射出機將能夠自動確定和設置所需的最小背壓。今天，智慧輔助已經是熱塑性泡沫射出的一個重要主題。iQ weight control 已成功應用於許多化學與物理 foammelt 和 MuCell 泡沫射出過程。這實現了更高的過程穩定性和恆定的組件重量。ENGEL 的 inject 4.0 程序軟體在泡沫射出中根據當前條件在逐次注射

中調整注射輪廓和轉換點，從而全自動且實時地補償批次波動和環境條件變化等外部影響。

借助人工智慧發泡

人工智慧 (AI) 為優化發泡工藝開拓了更大的潛力。具體而言，三個開發合作夥伴致力於利用卷積神經網絡優化 TSG 工藝中的組件表面。目的是為未知過程找到經過優化的過程設置，而無需執行複雜的系列試驗。

在 IPIM 開發和訓練的卷積神經網絡 (CNN) 如圖 5 所示。以目前的形式，可以將組件分配到其過程設置，從而就參數調整提出建議。組件影印的自動化應導致未來的自主優化機制。與設置參數關聯的情況下，將來系統能夠自動抵消與目標過程的偏差。

工藝、軟體和機器方面各種各樣的開發在實現充分利用可持續發展潛力的現代發泡技術的道路上邁出了重要的一步。這樣，TSG 工藝作為特殊技術聲譽日隆。

作者

• **Clemens Kastner 博士**：奧地利林茨約翰尼斯·開普勒大學聚合物射出技術和過程自動化研究所

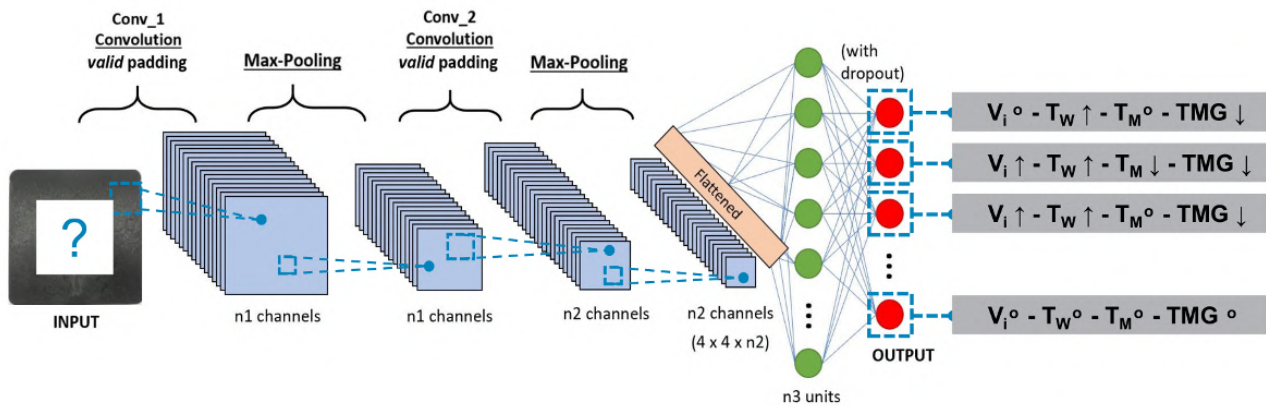


圖 5：人工智慧正在進入發泡射出。卷積神經網絡及其參數調整輸出圖示（圖：JKU）

(IPIM) 博士後和林茨 CHAES 能力中心項目負責人；
clemens.kastner@jku.at

- **工學碩士 Wolfgang Kienz**：位於奧地利 Schwertberg 的 ENGEL AUSTRIA 技術產品經理；
wolfgang.kienzl@engel.at
- **工學碩士 Eva Maria Kobler**：奧地利林茨約翰尼斯·開普勒大學聚合物射出技術和過程自動化研究所 (IPIM) 和林茨 CHAES 能力中心科研人員；
eva_maria.kobler@jku.at
- **Georg Steinbichler 教授**：聚合物射出技術和過程自動化研究所 (IPIM) 主任和林茨約翰尼斯·開普勒大學 I4.0 試驗工廠 LIT 工廠負責人；
georg.steinbichler@jku.at ■

參考文獻

[1].Altstädt, V. 和 Mantey, A.：熱塑性泡沫射出。慕尼黑：Hanser，2011

[2].Handsche, A. 和 Mitzler, J. (2012)。讓物理發泡變得很容易。塑料，10，151-156。

[3].Bledzki, A.K., Rohleder M., Kirschling H., Chate A. (2010)。微孔發泡聚碳酸酯的形態與切口衝擊強度之間的相關性。泡沫塑料期刊，46(5)，415-440。

[4].Heim H.-P. 和 Tromm M. (2016)。射出組件與功能梯度泡沫結構——程序和基本結果。泡沫塑料期刊，52(3)，299-319。

[5].Bureau, M. N. 和 Kumar, V. (2006)。高密度聚碳酸酯微孔泡沫的

斷裂韌性。泡沫塑料期刊，42(3)，229-240。

[6].Lee, S. T. (2004)。簡介：聚合物泡沫、機制和材料。聚合物泡沫：機制和材料，CRC-Press，Boca Raton，佛羅里達州，美國，第1章，第11-27頁。

[7].Chen, L., Sheth, H. Kim, R. (2001)。氣體吸收與填充聚合物系統。聚合物工程與科學，41，990-997。

[8].Sanchez, I. 和 Lacombe, R. H. (1978)。聚合物溶液的統計熱力學。大分子，11，1145-1156。

[9].Li, G. 等人 (2007)。“聚丙烯和乙烯/辛烯共聚物中氮和二氧化碳的溶解度測量”。刊於：應用聚合物科學雜誌 103，2945-2953。

[10].Kastner, C. 和 Steinbichler, G. (2020)。用於確定射出發泡中超臨界流動動態溶解度極限的新型測量方法的理論背景和自動化方法。聚合物工程與科學，60，330-340。

[11].Frisch, K.C.：“聚合物泡沫科技史”。刊於：大分子科學雜誌，A 部分：化學 15.6 (1981)，1089-1112。

[12].Joseph, R.：乳膠工藝實用指南。Smithers Rapra，2013。

[13].Munters, C.G. 和 Gudbrand, T.J.：“隔熱”。專利 US2023204A。1932。

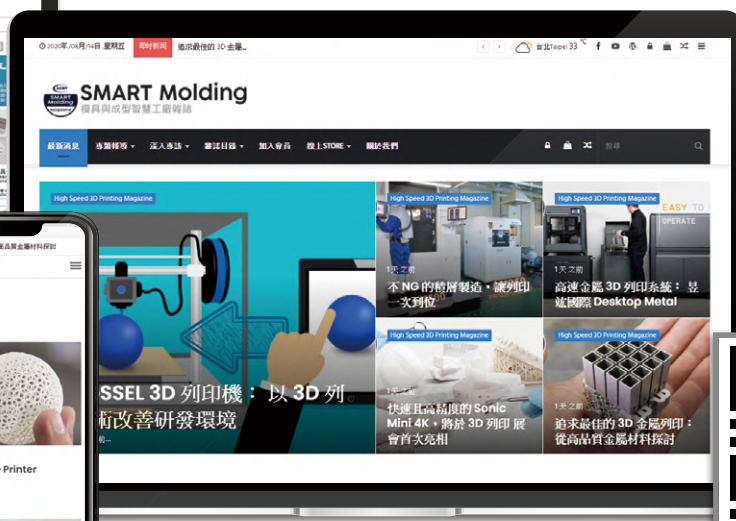
[14].Johnston, F.L. (du Pont)：“合成海綿狀材料”。專利 US2256483A。1941。

[15].Hamilton, G.M. (Callenders Cable & Const Co.)：“多孔聚乙烯生產的改進”。專利 GB573306A。1945。



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



更多內容請上

內容特色

- 擴展橫向產業範圍增加【3D列印】、【粉末冶金】、【壓鑄模具】、【自動化】、【數位化轉型】、【智慧工廠】等領域。
- 每月內容涵蓋模具成型相關最新材料、技術、設備及應用案例，2017年創刊至今已出版55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。



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。



使塑膠模具開發效率飆升的必備神器

■科盛科技產品處 / 簡錦昌 副總經理

前言

開發專案管理一直是塑膠射出成型模具開發流程中不斷精進的項目之一。開發過程中會經歷產品設計、模具設計、模具製造及現場試模等階段，各自對應到不同專業的團隊成員，以及不同的工作項目、工作指派和成果交付，最後使模具順利生產。如何把這完整的開發流程有效管理並紀錄下來，是個非常重要的課題。

一般的 PLM 系統可以用來管理上述的模具設計開發流程，但缺點是泛用的 PLM 系統通常很龐大，相對導入的成本較高；此外，也因為是泛用的系統，所以無法完全配合塑膠模具開發的標準流程使用。故若有針對塑膠模具開發流程量身設計的工作管理系統，將可提供更優質的工作流程管理、專案管理及人力資源管理。同時因應產業與企業環境的不同，所需的開發流程也會有所差異，因此也需要適度的自定義欄位和項目。

為塑膠模具開發流程量身設計的工作管理系統

基於這些需求，Moldex3D iSLM (intelligent Simulation Lifecycle Management) 提供了 Task Management 的功能，使用者可根據企業內部需

求來自定義不同的工作項目。系統中透過 work breakdown structure (WBS) 的方式，可將模具開發中需要進行的項目逐一展開（圖 1），每個工作子項都可以定義進行狀態、優先順序、指派人員、預計完成日期等。如此一來，即可清楚知道每套模具在過程中經歷哪幾個流程、每個流程花費多少時間。此外，工作交付的細節說明以及成果呈現等，都可以透過上傳文字、圖片或其他檔案以供即時檢視（圖 2），或透過系統將工作項目與專案成果間直接建立連結。

透過工作項目列表（圖 3），則可清楚得知每位同仁目前的工作進度，或是正在進行哪幾套模具的開發工作。同時也可了解各項工作預計完成的時間，以及工作當前已花費的時間等資訊。使用列表或行事曆檢視這些工作資訊，能輔助同仁進行工作分配，亦可讓管理者確實掌握工作進度，使整體工作流程更加順暢。

對於已經完成的工作項目，則可透過視覺化的柱狀圖表（圖 4），讓管理者快速得知團隊於各個月份中完成的專案類型與數量，從而得知整體開發進程是否符合預期。同時也能透過圖表確認每位同仁的工作完成率與貢獻度。這些確實的紀錄不只可以幫助往後的工作安排，對於人員的教育訓練及獎勵制度都是很好的依據。

| Information | Task | Archives | DFM | Mold Information | Moldex3D | Mold Tryout | Member |
|-------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Name | Status | Priority | Assign | Due Date | Description | |
| | ▼ DFM | New | = | | 11/12/2020 | | |
| | DFM-1 | In Progress | = | Jimmy Chien | 11/06/2020 | | |
| | DFM-2 | New | = | Jimmy Chien | 11/12/2020 | | |
| | Material Testing | Completed | = | Firzen Chan | 10/30/2020 | | |
| | ▼ CAE | New | = | | 11/06/2020 | | |
| | CAE-1 | In Progress | = | Jimmy Chien | 11/06/2020 | | |
| | ▼ Mold Tryout | New | = | | 11/24/2020 | | |
| | Mold-1 | New | = | Jimmy Chien | 11/24/2020 | | |
| | mold-2 | New | = | Kylo Chen | 10/31/2020 | | |
| | ▼ 產品檢測 | New | = | | 10/31/2020 | | |
| | test | New | = | Kylo Chen | 10/31/2020 | | |

圖 1：以 WBS 的方式將模具開發工作展開

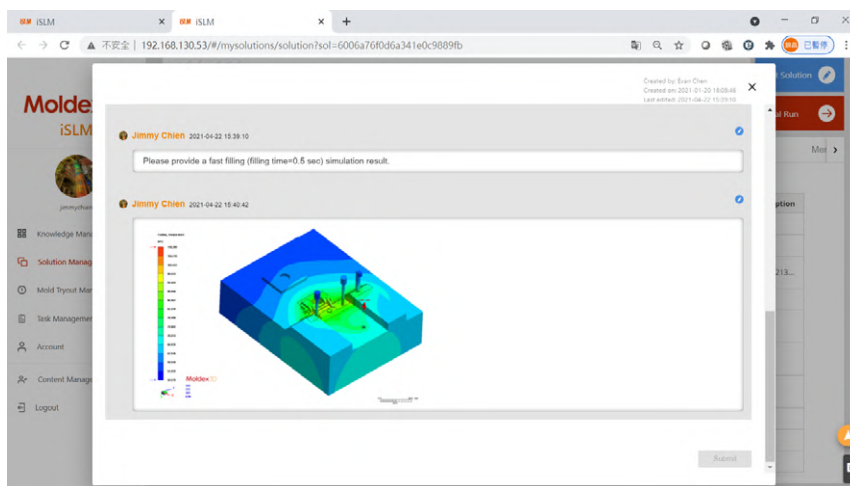


圖 2：可在每個工作項目記錄完整的任務需求，並交付文字或圖片

最後，高階管理人員也可以透過圖表呈現，看到企業內部正在開發中的每套模具的開發進度（圖 5），接著點擊展開詳細的開發流程，即可快速了解哪個環節遭遇瓶頸。若有未按時完成的工作項目，在此也會特別被標示出來。搭配前述個人工作項目的資訊，管理者就能迅速的調配人力。

結語

工作項目管理一直都是開發流程中的重點工作，好的工作管理系統可以幫助團隊更有效率的執行並紀錄工作內容，也提高團隊合作開發的效率，並成為公司企

業可保存的數據資產。這些歷史紀錄也可以作為未來新產品開發的重要參考依據。■

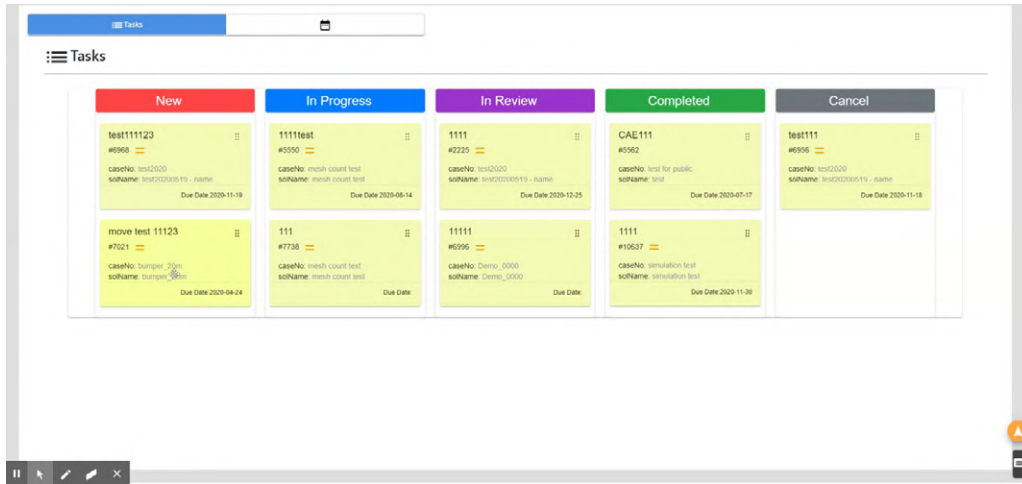


圖 3：透過列表方式呈現個人進行中的工作項目

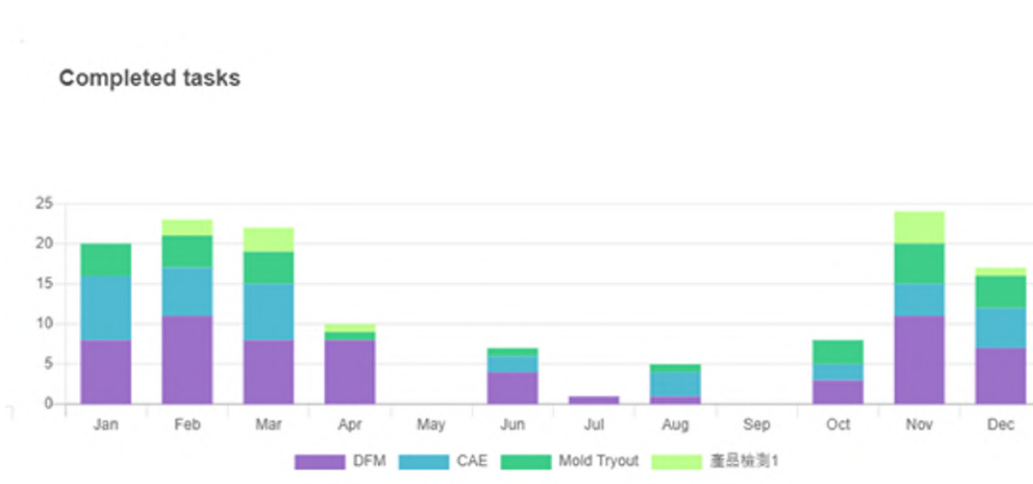


圖 4：柱狀圖呈現已經完成的項目數量

| Case # | Picture | Solution Name | DFM | CAE | Mold Tryout | 產品檢測1 |
|-----------------|---------|---------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|
| mesh count test | | mesh count test | Completed | In Progress | Completed | New |
| test for public | | test | Completed | Completed | Expired | Expired |
| test2020 | | test20200519 - name | Completed | Completed | Expired | Completed |
| bumper_20m | | bumper_20m | Completed | In Progress | In Review | Expired |
| demo_0000 | | Demo_0123 | Completed | Expired | In Progress | New |

圖 5：每套模具開發進度檢視



台灣3D列印暨 積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and
Additive Manufacturing Show

Dec 15 (Wed.) ▶ 18 (Sat.), 2021

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

化想像，為可能 *Print Your Imagination*

展出項目 / Exhibit Profile



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



醫療及生物列印
Medical and Biological Application



應用軟體與相關系統
3D Software & System



3D掃描及周邊服務
3D Scanning and Services



積層製造耗材
3D Printing Components & Supplies

參展報名 / Contact Sales

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

TEL: 02-26596000 Fax: 02-26597000

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

show@chanchao.com.tw



官方網站



參觀登錄

主辦單位 Organizer :

三維列印協會 台灣區模具工業同業公會 展昭國際企業股份有限公司

廣告編號 2021-09-A11



NTT DATA

NTT DATA 隸屬世界第三大電信企業 NTT 集團，為全球前 10 大數位轉型與創新商業應用的 IT 服務供應商、日本最大的資訊系統整合公司、財富世界 500 強第 55 名的 NTT 集團核心企業。隨著集團全球化進程的推進，NTT DATA 集團業務遍佈全球 50 多個國家和地區，全球擁有 13 萬 + 名員工，規模及實力位於全球 IT 行業前 10 名。在銀行、製造、零售等眾多領域中都有卓越的業績，營業額一直保持在日本國內八強之首。

「客戶第一 (Clients First)」、「精準前瞻 (Foresight)」、「團隊精神 (Teamwork)」是 NTT DATA 的核心價值觀，我們秉持著「運用 IT 技術改變世界」和「不斷革新 IT 技術」的雙重意志，在 IT 服務領域提供先進技術幫助客戶實現夢想，同時尊重多元化，提升創造力，建立一個全球化長期穩定的合作夥伴關係。

透過數位化轉型踏進智慧製造

■ NTT DATA

前言

NTT DATA Taiwan 成立於 2010 年，因應智慧製造浪潮興起，於 2017 年成立智慧製造發展中心，又稱為「Smart Manufacture Development Center (SMDC)」。

由技術總監趙山貴帶領具有豐富系統建置經驗的顧問群，協助各企業數位化轉型，打造各企業獨有的智慧工廠。NTT DATA 可提供全面性的智慧製造服務，舉凡從廠內基礎設備監控管理、機聯網、MES（製造執行系統）、AI 以及大數據等皆為可諮詢的領域。顧問們不僅擁有半導體、面板業、太陽能等產業的大型建廠或 IT 系統建置經驗，其他產業如紡織、製鞋、車燈、電子組裝業等也具有相關的實績案例。以科技業盛行的 CIM（電腦整合製造）系統整合概念為導入基本主軸，搭配不同的產業特質提供客製的解決方案。藉由推動智慧製造裡蘊藏的技術，讓製造業的生產模式從規模化、標準化逐步彈性化，更貼切終端客戶少量多樣的需求。

以協助某車燈製造大廠導入 MES 及機聯網為例。導入系統前，原先是由生管在白板上規劃每日機臺的排程。NTT DATA 顧問依據生管派工邏輯，在 MES 裡撰寫一套派工看板，將機臺負荷可視化與派工排程數位化，生管可藉此畫面完成派工，將花費數小時的手動作業縮短至半小時內即可完成；透過機聯網擷取射出

機臺生產參數，藉由目視化看板即時監控設備狀態，能快速排除機臺異常狀況，收集到的生產參數可用來查找異常真因，提高現場生產效率。

以電動機車組裝廠的案例來說，此客戶在建廠完成前即委託其他顧問公司導入 MES 完畢。但由於前期的系統需求訪談未做足充分溝通，後來工廠在量產時遇到系統設計與現行生產流程不吻合的問題：工件在生產途中遇到工程變更需要換線生產時，不能精確且快速更換下一批工單的零組件，導致換線工時過長，設備稼動率過低。面對這樣的情況，NTT DATA 顧問群透過優化 MES，提升整體設備效率 (OEE)，加上管控關鍵物料以及簡化換料流程，讓工程變更時不再需等待清線，排除耗時問題也降低換線的時間損耗。

智慧製造在 PCB 產品的切入點

發展智慧製造，5G 通訊網路是決定成效的關鍵之一。5G 高速高頻的特性，則需要更高階的 PCB 才能實現。一般說來，由於 PCB 本身產品結構較為複雜，從開立工單後，將 CCL（銅箔基板）投料到 panel（片），panel 上會有不同 strip（條），意味著同一片 PCB 板上可存在於不同產品別，在生產管理上普遍較有難度。面臨 PCB 製程的特性，某 PCB 大廠選擇 NTT DATA 顧問進行新廠規劃與系統建置，以維持市場上

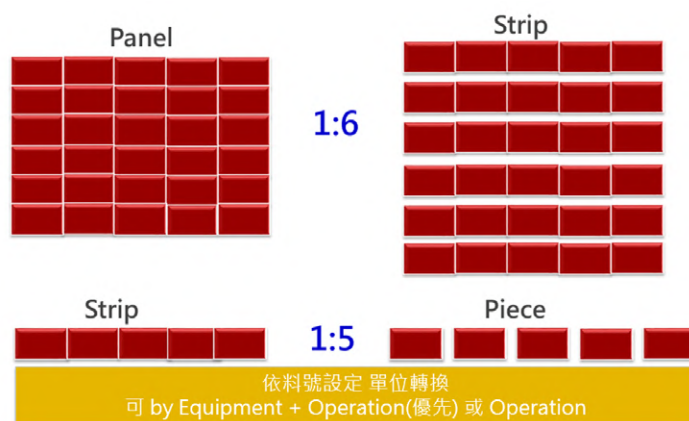


圖 1：在 PCB 從原物料的投入到成品的產出過程中，會經過三次的單位轉換：Panel、Strip、Piece。透過 MES 系統的設定，可串接 Panel、Strip、Piece 不同生產單位，建立完整的生產履歷

持續領先的競爭優勢。

此次的新廠規劃以發展 PCB 高端製程 (mSAP) 為主，透過 MES 設定的批號與子批號來控管每一片 strip、piece (小片) 的生產情況，可順利解決前面所述的生產管理不易的問題。MES 通稱「工廠的核心大腦」，專職管理在製品 (WIP) 的狀態，觸及範圍包含生產、品質、物料、設備、配方及派工等不同層面。

智慧化的 MES 發揮最大生產效益

與一般市售的 MES 不同，NTT DATA 的製造執行系統「EXC-MES」將系統模組化，客戶可針對本身需求依序導入模組，不需要一次全數導入而產生高額的費用。由物料管理模組整合物料，在生產過站時進行扣料，入庫自動建立成品或半成品。物料管理模組顧名思義也管理物料的使用期限，同時也控管安全存量，避免因為缺料造成產能停擺或延遲。品質管理模組包含統計製程管制 (SPC)，由 BC (Block Control，產線自動化控制系統) 或 EAP (Equipment Automation Program，機臺自動化程式) 自動上報設備數據給 MES。當數值違反管制上下限時，MES 會通知機臺，並進一步發出系統警報。

此次專案選用的 MES 還另搭配 EXC-MES 的 RMS (配方管理模組) 與 RTD (即時派工) 模組。RMS 主要用來管控機臺的生產配方，可確保現場人員使用的是正確配方，同時也可保存最佳配方 (Golden recipe) 的參數，並可對配方做版本管理。現場人員透過機臺設定配方參數，將設定好的參數傳送給 BC，再由 BC 發送參數到 RMS，RMS 會記錄配方名稱與參數。藉由 RMS 上傳機臺配方與配對產品序號，讓機臺可以自動下載及上傳新配方或既有配方參數，避免人工作業的錯誤。MES 可設定此產品相應的機臺、工作站以及配方名稱，同時 MES 也可下達指令給 RMS，將已記錄的配方名稱傳遞到機臺上給相對應的產品進行生產。

按常理來說，工廠裡的機臺每天不只生產一張訂單的貨，故每臺機臺都會被分配生產不同的訂單，如何設定好每個機臺該生產訂單的優先次序，以求將整體設備的稼動率及效率最大化，則需要 RTD (Real Time Dispatching) 這個模組才能實現。RTD 先安排好每臺設備每天該生產的訂單後，由 MES 發送指令給 MCS (Material Control System，物料搬送系統)，MCS 對 AGV (無人搬運車) 發送接收和搬送物料至機臺準備生產。產線缺料時，RTD 會通知 MES，由 MES

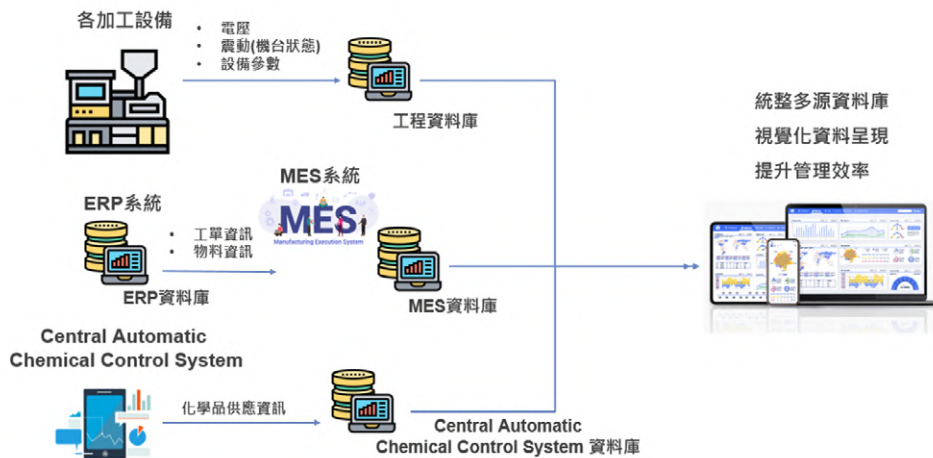


圖 2：決策平臺資訊流

發出搬運指令至 MCS，MCS 收到指令後則會驅使 (trigger)AGV 自動搬運，完工時則由 AGV 把貨品運送離開。RTD 搭配 MES 與 RMS 可達到產線自行運作不斷線。

可溝通的硬體才是「虛實整合」

由於此 PCB 建廠案是以智慧工廠為概念建置，為確保板廠核心系統與設備能進行雙向溝通，採購的設備皆需符合 2019 年發布的 PCB 通訊介面協定 (PCBECI)。因 MES 主管在製品的生產，若要設備與 MES 進行資料交換或傳送指令，則另外需要透過 BC 與 EAP 居中才能執行。BC 的特色是可混合不同設備生產，用於串接不同製程、檢查、搬運運輸設備等。在 PCB 產業，透過 MES 圖形化介面，將壓模、曝光、蝕刻、壓模等程序設定成一條子流程，採用于流程管理每一道工序。透過 BC 可得知每個批號在子流程中的生產狀況。EAP 則對應單一機臺，在每一批生產前後做測試，管制物料與控制機臺操作，收集完整的機臺狀況上傳至 MES。

在 mSAP 製程中，多種不同製程設備串接成一條生產線。MES 下達生產指示至 BC，BC 透過與 Master

PLC (可程式化邏輯控制器) 交握，執行設備控制及回傳資料進 MES。BC 依設備裝載埠、卸載埠的狀態進行生產管控。若裝載埠為 LDRQ (Load Request，加載請求) 時，BC 會向 MES 要求搬運新的卡匣；又如卸載埠為 UDRQ (Unload Request，卸載請求) 時，BC 會發送搬走卡匣的訊息給 MES。MES 串接 MCS、RMS 與 EAP 或 BC，可達到設備自動控制、配方上下載、自動採集設備參數與狀態、自動報工、上下料及自動搬運等。後續進一步分析收集的生產資料，可提升產品品質，改善生產流程，進而達到增進產品的良率。

在 CIM 系統專案建置框架下，透過底層的 BC 與 EAP，加上 RMS 收集產品或工序參數，結合 RTD 發出派工指令，MES 收集與彙整所有資料後，於企業決策平臺呈現工廠在製品的即時動態。

智慧自動化的核心，其實是製造執行系統、生產設備、搬運設備三者間的高度整合。此新廠建置主軸在於完成此三方的整合，由決策平臺呈現完整的生產動態，統一集中呈現企業內部分散的資料。透過決策平臺資料視覺化與多重維度交互展示資訊的特性，可規範或



圖 3：IDI+ 平臺整合機器學習流程，從資料的蒐集、資料前處理、模型訓練、模型佈署，各個環節皆已模組化，透過簡單的操作，即可完成模型的建立及佈署

協同企業內部大小事務流程，產線人員、現場主管至最高決策者都可掌握即時狀況，提升管理效率。

此次的新廠建置案，NTT DATA 顧問依據客戶需求量身打造不同類型的看板，如：生產進度追蹤看板、品質良率看板、設備狀態監視看板等。決策平臺可透過工程資料庫，取得各種設備的參數、電壓、或機臺狀態等；亦可以串接 MES 或 ERP 系統資料庫，擷取需要的工單資訊、物料資訊，進而清楚掌握物料狀態及目前工單的生產進度，確認目前的出貨排程。抑或透過 MES 資料庫擷取品質良率，查看目前不良率占比的主因，後續由製程人員查明不良品的成因，進而調整製程參數來降低不良品數量。

建廠完成後，生產上如何精益求精？

此次合作範圍著重於智慧製造的虛實整合，即整合系統（虛）與設備（實）兩者，創立出雙向溝通的方式。將生產過程最佳化，減少各種資源的浪費，降低生產成本。將生產過程透明化，管理階層可藉由決策平臺即時掌控現場情況，做出最適宜的調整。後續第二階段的實施範圍，建議可將主軸放在導入 AI 技術，將收

集到的生產數據進行影像瑕疵檢測，降低 PCB 產業常見的誤殺率。

AI（人工智慧）為將人製造出來的機器結合訓練完成的模型，能夠表現出人類般的智慧。隨著物聯網的蓬勃發展，資料的蒐集與取得變得較為容易。如何從眾多的資料，透過機器學習、深度學習進行模型訓練，成為現今相當熱門的議題。建立一個 AI 模型，從資料蒐集、資料前處理、模型訓練、至模型佈署，各個環節皆費時費力，且若沒有將該領域的專家知識融入 AI 技術，可能會導致 AI 模型的判斷失準，失去了導入 AI 技術的目的。

NTT DATA「IDI+」平臺，擁有將 AI 技術模組化、工具化，其低代碼 (Low-code) 的特性，大幅降低了 AI 的技術門檻，即使用戶不是 AI 技術人員也可透過平臺直接在介面上進行拖拉操作，完成模型訓練及佈署，大幅縮短人員學習時間。

「IDI+」平臺多工的模型訓練方式，可縮短模型的訓練時間。其容器化的管理方式，可將環境及模型快



圖 4：NTT DATA 總部位於日本東京，集團始建於 1967 年，原是日本電信電話公社 (NTT) 的資料通信部門。1988 年從日本電信電話公社獨立出來，並於 1995 年在東京證券交易所上市

速佈署至訓練主機以及邊緣設備。完善的備援 (High Availability) 機制，則可縮短停機時間，降低產線停擺的機率，維持產線的正常運作。其中內建多元的演算法，提供用戶視不同需求自行使用。此平臺的特性在於可整合其他種類的演算法，加上既有的模型會透過再訓練的方式提高判定的準確率，故平臺內建的演算法與模型會持續更新，AI 判定的準確度也會越來越趨近於用戶需求，協助用戶在生產面達到極高且穩定的效率。

智慧製造的最終效益

打造一座智慧工廠，其實如同實際建造一座工廠，是一步一步慢慢穩扎穩打而成。實施數位化轉型時，通常是請客戶優先列出想改善的部分，再根據客戶現有系統及管理情況匡列出每階段的範圍，採分階段的方式進行導入。若客戶目前只使用 ERP 系統管理，通常會建議客戶在第一階段，將主軸放在生產建模及生產履歷追溯。讓工單在執行時，可透明化生產狀態且同步收集機臺數據，由決策平臺即時顯示訂單生產情況及廠內庫存等。第二階段為優化生產流程：分析機臺的工程數據，或透過 AI 建立模型進行視覺缺陷檢測

等。第三階段則是生產流程智慧化，如透過大數據及 AI 進行設備預測保養，讓設備不停機。智慧製造在某些產業的應用甚至可以擴大達到不關燈工廠或者是無人工廠等。

智慧製造並不是只要擁有 AI 或大數據，只要一昧導入即可預期工廠的成本降低或是良率提升。事實上這些熱門的技術都僅為輔助工具，沒有微調與善用這些工具的特性，等於是英雄無用武之地。轉型成智慧工廠前，其實是先需要深入探究每家工廠的特質，即必須能辨識出每家工廠獨有的強項與弱點。尋找與梳理出客戶痛點的根源，再根據客戶預算選擇這些輔助工具，分階段循序漸進實施。由機器執行例行性或是危險性的工作，讓現場珍貴的人力可以進一步著手高附加價值的工作，工廠的人、機、料、法都能受到最妥善的運用，沒有一絲一毫的浪費，這也是企業為什麼要投入智慧製造最重要的理由。■



第26屆 台北國際

物流暨物聯網展

The 26th Taipei Int'l Logistics & IoT Exhibition



第3屆 台北國際

冷鏈科技展

The 3rd Taipei Int'l Cold Chain Technology Exhibition

2021

12.15 Wed. ▶ 18 Sat.

台北南港展覽館二館

Taipei Nangang Exhibition Center Hall 2

➤ 展出項目/Exhibit Profile



物流搬運車輛 / 特種車輛
Industrial Vehicles



輸送與倉儲設備
Conveyor & Sorter / Warehouse Equipment



包裝設備 / 容器與耗材
Packaging Systems & Equipment



條碼與辨識科技
Barcode & Identify Technology



倉儲 / 車隊管理系統
WMS Software & TMS Solutions



倉庫建材及設備零組件
Warehouse Building Material & Equipment Component



物流服務商
Logistics Service Provider & Outsourcing



IoT物聯網系統設備
Internet of Things (IoT) System & Equipment



冷库制冷與保溫工程
Refrigeration & Insulation Engineering in Cold Storage



保溫系統及材料
Insulation System & Materials



冷鏈倉儲與包裝設備
Cold Chain Warehousing & Packaging Equipment



冷鏈物流與配送服務
Distribution & Transportation Service for Cold Chain



冷鏈運輸車體及其制冷設備
Commercial Refrigerated Truck & Temperature Refrigeration Units



蓄冷與保冷設備
Accumulation of Cold & Cold Insulation Equipment



中央廚房與截切設備
Central Kitchen & Shredded Equipment



冷鏈週邊服務
Cold Chain Service

➤ 報名專線/Contact us

展昭國際企業股份有限公司
Chan Chao International Co., Ltd.
Tel: 02-26596000 / Fax: 02-26597000
王明慧小姐 / Ms. Akie Wang #123
E-mail: akie@chancho.com.tw



參觀登錄



官方網站

主辦單位 展昭國際企業股份有限公司

台灣全球商貿運籌發展協會

台灣物聯網協會

台灣冷鏈協會

承辦單位 物流技術與戰略雜誌社

廣告編號 2021-09-A12



金陽（廈門）新材料科技有限公司

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

高性能尼龍材料助推中國國產電動工具崛起

■金陽新材料

前言

1895年，德國研製出世界首臺直流電鑽，由此開啓了電動工具的歷史。一個多世紀以來，電動工具生產規模、產品功能不斷迭代升級，其主要製造基地也逐步轉移到中國大陸。數據顯示，目前全世界85%以上使用的電動工具由中國生產。

中國國產電動工具的崛起，離不開關鍵材料的創新。隨著電動工具的應用場景越來越豐富，電動工具小型化、輕型化、無繩化的趨勢愈加明顯，由此也使得高性能改性塑料成為電動工具機殼的首選材料之一。

第一代塑料機殼由聚酯樹脂模塑複合物製成，它們不僅比鋁輕，而且具有非常好的強度和電氣絕緣性。隨著技術的發展，熱塑性塑料逐漸取代聚酯樹脂模塑複合物，其中尤以尼龍最為突出，它成為電動工具機殼最理想的材料之一。

尼龍材料具有優異的耐動態負載強度，良好的電氣絕緣性能，突出的耐腐蝕性、耐溶劑性，良好的抗衝擊性以及連續使用耐高溫等優點，不僅實現了電動工具的雙重絕緣，而且保障了電動工具的使用安全性。

金陽推出全新高性能電動工具尼龍專用料

如今，電動工具機殼結構越來越複雜，壁厚要求越來越薄，金屬零件被合理地替代，軸承座的機械加工被取消，零件的尺寸要求更加精密，尺寸穩定性要求更為嚴格，成型週期進一步縮短，成本進一步下降。在此趨勢下，唯有研發出更高性能的尼龍材料才能滿足電動工具機殼需求。

依托獨特的產業鏈優勢，金陽新材料可提供從聚合到改性再到售後的定制化服務。針對下游電動工具生產商的需求，金陽推出了高性能電動工具尼龍專用料，包括BG30E和BG30T免水煮兩種解決方案，備受客戶青睞。

BG30E 電動工具尼龍專用料

BG30E 電動工具尼龍專用料具有以下性能優點：

1. 高強度、耐高溫，不變形。BG30E材料機械強度高，剛性好，抗衝擊性優異，可完美解決電動工具在切割、鑽孔、打磨時因衝擊和高熱導致的產品變形和開裂問題。
2. 易著色，光澤度高，可以根據需求自由配色，滿足多樣化的外觀要求。
3. 高流動，易射出成型，製件表面無浮纖。
4. 低收縮，尺寸穩定性好，滿足各類裝配需求。
5. 自潤滑，耐磨性能優異，耐疲勞。

|  | 性能 | 測試標準 | 測試條件 | 單位 | BG30E |
|---|------------|-----------------|-----------|-------------------|---------|
| | 收縮率 | Jinyoung Method | 23°C | % | 0.3-0.8 |
| | 拉伸強度 | ISO 527/2 | 50mm/min | MPa | 165 |
| | 彎曲強度 | ISO 178 | 2mm/min | MPa | 250 |
| | 彎曲模量 | ISO 178 | 2mm/min | MPa | 8000 |
| | 簡支梁缺口衝擊強度 | ISO 179/1 | 4mm, 23°C | KJ/m ² | 15 |
| | 簡支梁無缺口衝擊強度 | ISO 179/1 | 4mm, 23°C | KJ/m ² | 90 |
| | 熱變形溫度 HDT | ISO 75 | 0.45MPa | °C | 220 |
| 1.82MPa | | | °C | 210 | |

表 1：金陽 BG30E 性能

BG30T 免水煮電動工具尼龍專用料

由於尼龍易吸水，吸水後導致剛性下降、韌性提高，產品尺寸會發生變化，尤其在大氣含水量較高的地區，尼龍零件的尺寸和韌性穩定性受氣候影響較大。製品的尺寸精度是決定產品品質與可靠性的主要因素之一，因此，尼龍零件在進一步加工或裝配前會進行調濕處理，以保證其後期尺寸變化小。但是，調濕處理會增加生產成本和週期。

金陽免水煮電動工具尼龍專用料 BG30T，無需調濕處理即可保證尺寸穩定性，儲存空間能力得到解放，機殼射出成型或進一步加工後可直接進行裝配，並且保證了顏色的穩定性，同時降低了生產成本，縮短了生產週期，因此受到下游客戶的廣泛認可。

BG30T 電動工具尼龍專用料具有以下性能特點：

1. 免水煮，節約生產成本。
2. 低收縮，尺寸精密度高。
3. 韌性好，抗衝擊性能優異。
4. 易著色，可根據需求自由配色，且顏色穩定性高。
5. 加工溫度低，易射出成型，製件表面無浮纖。

結語

除了上述所提到的材料之外，金陽 PA6、PA66、PC/ABS 合金等多款電動工具用材料，已應用於中國國內知名電動工具生產商的产品。未來，金陽將繼續通過專業的配方優化改性和先進的製造技術，為更多客戶量身定制高品質的電動工具專用料。■

| | 性能 | 測試標準 | 測試條件 | 單位 | BG30T |
|---|------------|-----------------|-----------|-------------------|---------|
|  | 收縮率 | Jinyoung Method | 23°C | % | 0.3-0.6 |
| | 拉伸強度 | ISO 527/2 | 50mm/min | MPa | 150 |
| | 彎曲強度 | ISO 178 | 2mm/min | MPa | 230 |
| | 彎曲模量 | ISO 178 | 2mm/min | MPa | 7500 |
| | 簡支梁缺口衝擊強度 | ISO 179/1 | 4mm, 23°C | KJ/m ² | 25 |
| | 簡支梁無缺口衝擊強度 | ISO 179/1 | 4mm, 23°C | KJ/m ² | 90 |
| | 熱變形溫度 HDT | ISO 75 | 0.45MPa | °C | 210 |
| 1.82MPa | | | °C | 200 | |

表 2：金陽 BG30T 性能



圖 1：電動工具風扇



圖 2：電動工具鑽夾頭



圖 3：電動工具開關



圖 4：鋰電池外殼

一站串聯智慧製造全環節



智慧物流 冷鏈科技



機器人 自動化



智慧模具



3D列印



預先登錄參觀

Intelligent Asia

亞洲工業4.0暨智慧製造系列展

12.15-18, 2021 台北南港展覽館 1&2館 盛大展出



三帝瑪有限公司

三帝瑪 (3DMart) 致力引進世界各國的 3D 列印機，包含常見的熱熔堆疊 (FFF/FDM)、光固化列印 (SLA/DLP/LCD)、粉末列印 (SLS/MJF) 技術，不只是 3D 列印，同時拓展 3D 掃描、真空成型、雷射雕刻 (切割)、CNC 銑床、金屬 3D 列印等，技術整合應用相當多元；更從設備使用教學、技術指南，到效果實測，分享各產業源源不絕的應用實例，希望能讓臺灣用戶，快速掌握全球的科技新知！

3D 環景掃描應用新趨勢，實體店面輕鬆上線！

■三帝瑪有限公司 行銷團隊

前言

Matterport PRO2 3D 環景掃描器，擁有 134 百萬像素的高品質，搭配 Matterport Capture 室內環境 3D 掃描軟體；只需一鍵就能快速 3D 掃描各種空間大小，立刻生成高精度的 2D 平面圖、3D 虛擬空間，究竟帶來什麼虛實轉換的新應用？

室內設計免比稿，裝潢監工尺寸線上量

過去的展會裝潢或室內設計公司以電子信箱發送 2D 平面作品集為主，僅能透過虛擬合成圖或角度單一的照片推廣優勢，透過 3D 環景掃描，線上就能實際觀看，還能 360 度實際行走、了解動線規劃是否順暢，更能直接看到裝潢品質。

「鉑諾設計 Bono Design」提供海內外展會設計及室內裝潢，為三帝瑪公司量身規劃、設計展場攤位配置，透過 Matterport 環景掃描技術，即使展覽結束也能隨時重回展場！

沙發先生家居線上體驗館，參觀挑選免出門

電商品牌「沙發先生家居」自 2016 年成立以來，為世界各國傢俱品牌進行代工製作，除了提供線下體驗館，讓消費者親自感受每款沙發的特色，現在在家也能 360 度環景線上參觀，換家具不用出遠門！

透過 Matterport 環景掃描，可以線上遊走在沙發之間，相對 2D 照片更接近家具的真實樣貌，直接點選商品觀看詳細介紹及商品頁面，皆能透過遠端方式，了解商品品質並滿足逛街的慾望。

臺科大 3D 列印實作場，遠距授課全景實境

臺灣科技大學「材料科學與工程系」在疫情期間需遠距教學，以 Matterport 環景掃描技術做輔助，學生即使無法實際到場操作，也能感受到身歷其境的臨場感，360 度全景參觀完整空間。

飯店預訂全景導覽，虛擬實境進房看

台北漫步 MEANDER 1948 旅店，為了將旅館推廣給世界各地旅客，透過 Matterport 3D 環景掃描器，飯店房型不必單看照片選！

多樓層建築，房型 360 度全景導覽

旅店總共有四層樓，進入 Matterport 空間實境後，可以點選地上的 Mattertags 標示點，由樓梯往上參觀各樓層，體驗就像人在現場的真實感。

一般飯店訂房的方式是參考訂房網上的圖片，然而平面圖無法完整呈現每個角落，透過 3D 環景掃描，整棟飯店建築能以 360 度全景參觀，顧客可以自由選點



圖 1：Matterport Pro2 3D 環景掃描器 (<https://bit.ly/3s3HLwh>)



圖 2：Matterport 環景掃描 3D 列印展三帝瑪攤位 (<https://bit.ly/32i8GrK>)



圖 3：3D 環景掃描實地拍攝體驗館，在家也能了解真實的沙發全貌 (<https://bit.ly/3yr57OR>)

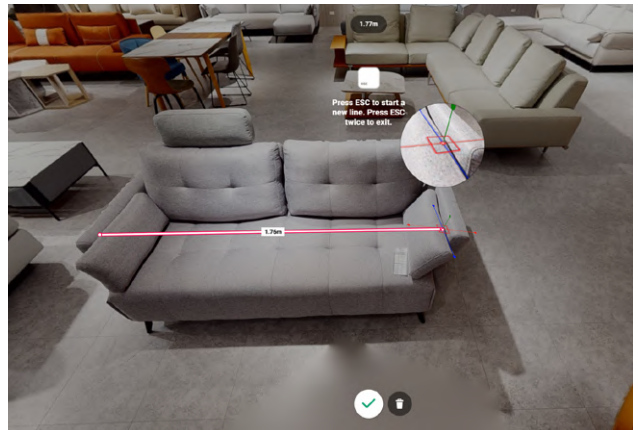


圖 4：當客人看到中意的沙發時，可點選尺標工具，馬上測量整體尺寸，評估自家的客廳大小是否適合擺放

移動，燈光氣氛、房間配置都可以有最直接的感受和了解。

結語

擁有 Matterport PRO2 3D 環景掃描器，只需一鍵就能快速、輕鬆取得高品質、高精度的 2D 平面圖、3D 虛擬空間，將你的空間與全世界串聯，立即聯絡我們瞭解更多 3D 列印設備詳細資訊。掃描右側 QR Code，週週科技新知報你知！■





圖 5：透過網路共享方式隨時使用，使教課說明更容易 (<https://bit.ly/2VuF1M3>)



圖 6：在實際抵達前，就能在網路上用 360 度全景實境參觀旅館內的每個角落 (<https://bit.ly/37501Mb>)

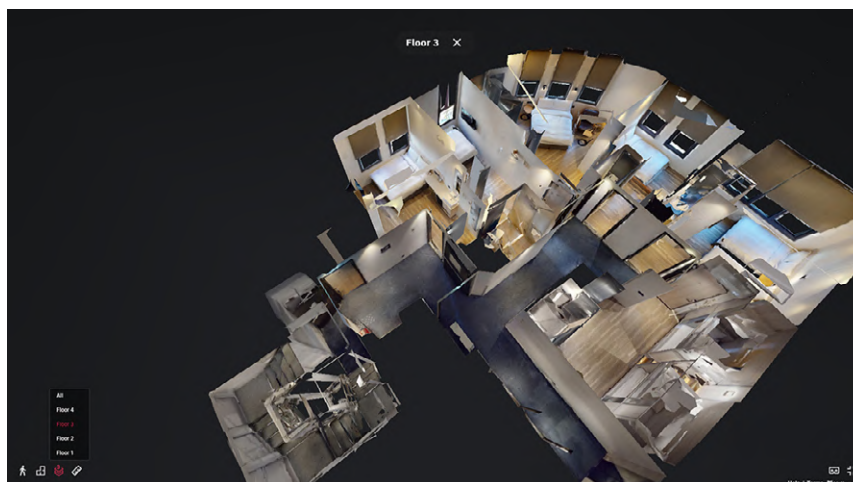
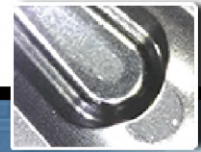


圖 7：顧客可以直接選擇要前往的樓層，快速導覽、找到想了解的房型，點選標註點中的訂房網址，馬上前往預訂



Sodick

新世代電子束(EBM)加工技術 發表應用說明會與測試體驗



主辦單位: 型創科技顧問公司

協辦單位: ACMT協會

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

使用EBM電子束加工特點

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

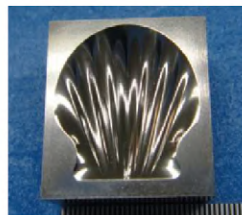
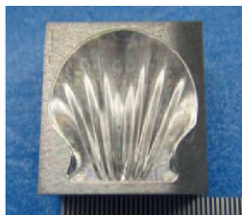
卓越的耐用性

放置於大氣環境，經過1年後，比較生鏽情況



貝殼形狀加工

提高表面光度，節省手工拋光時間



瓶口精加工

短時間內可加工複雜的形狀，大幅減少加工時間



更多關於【新世代電子束(EBM)加工技術發表會 操作和應用說明】事宜，歡迎來電洽詢！

黃小姐(Ariel) 電話:+886-2-8969-0409#25 E-mail: ariel.huang@minnotec.com

廣告編號 2021-09-A14



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
- 工研院機械所特聘講師

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 55 招、塑膠製品的變形尺寸與材料精密量測儀【P-V-T 篇】

■ Moldex3D/ 林秀春 協理

【內容說明】

模具加工的精度要求目前工具機的加工儀器搭配就可以得到很高的精度標準，模具精度可以輕鬆達到微米 (μm) 尺寸，但是經過射出機射出之後，塑膠製品生產脫模後的尺寸可能會有幾毫米或幾十條的變化，所以需要了解過程最終比較容易影響產品尺寸的問題就是「材料的特性」，因此工廠內部生產時也會進行材料性質檢測，因為目前大家已能了解掌握材料性質就容易掌握產品的品質與尺寸的控制。

- PVT 關係由於塑料的比容或密度是相狀態、溫度、壓力等的函數模式參數由實驗取得，塑料的 PVT 變化情形可利用 PVT 量測儀量測，並由數據求適取得 PVT 模式參數。
- PVT-6000 採活塞桿 (Piston) 方式檢測塑料之壓力、比容、溫度數據，量測時將料筒充滿所要測試的塑料，接著壓力會藉由活塞桿而傳導到塑料上。

量測方法可使用等壓 (isobaric) 或等溫 (isothermal) 方式，配合高精度光學尺感知活塞桿隨溫度、壓力變化而移動的位移，計算出塑料的比容變化。

塑料對壓力 - 體積 - 溫度三者之間的關係

射出成型為動態過程，塑料被加熱熔融至冷卻固化，

又受模穴被充填、保壓等高壓環境影響，瞬息萬變，產品尺寸不易控制。圖 2 為射出過程中各階段變化：

- **充填階段 (1~3)**：塑料到達熔融溫度，開始充填，模內壓力不斷累積。
- **保壓階段 (3~6)**：保持模內壓力，塑料溫度慢慢下降置固化溫度，模內壓力也慢慢下降至大氣壓力。
- **冷卻階段 (6~8)**：塑料溫度慢慢下降至室溫，體積不斷收縮直到完全固化。

PVT 數據可供 CAE 模流軟體精準分析射出製程重點

我們可根據儀器的重要特徵建立數位模型（稱之為「儀器數位分身」），如圖 1 所示。透過數值的分析，可將量測時的儀器內部狀況可視化，以協助儀器的設計。如加熱器的設計以及功率決定、量測 Sensor 的最佳擺放點、或冷卻氣流道的設計等。除此之外在量測過程中各套件的變化，如熱漲冷縮、變形量與量測補償量等均可透過儀器數位分身決定。透過此設計分析可以優化整個機臺設計，確保儀器在開發流程的測試與驗證各種設計方案，並避免未來開發與運作過程中所產生的問題，並進一步確保量測精度與效率。塑件厚度方向中心區域，屬於較無高分子鏈定向行為的區域。

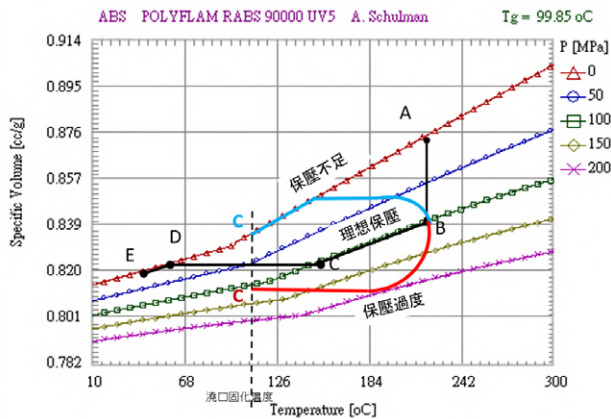


圖 1：塑料 PVT 特性，保壓對收縮影響

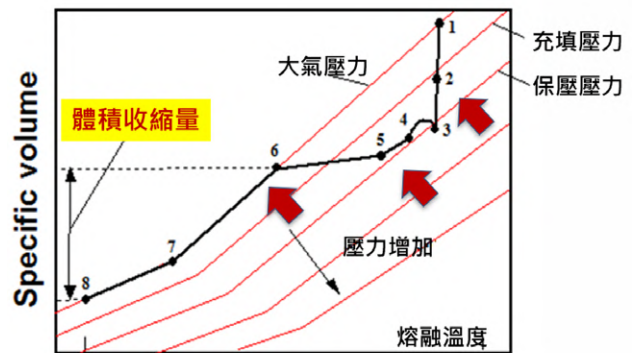


圖 2：藉由 PVT 特性，完整解讀塑料體積收縮變化行為



圖 3：PVT 量測儀器

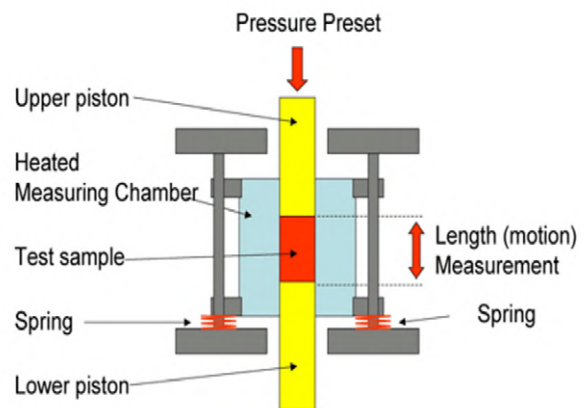


圖 4：PVT 量測儀，量測機制

材料數位分身建立

除了用於儀器在設計開發階段的設計、補償校正，數位分身亦可直接應用於量測過程。射出成型充填過程中最重要的性質為剪切黏度，而毛細管流變儀為目前最廣泛使用於量測於高分子流體剪切黏度的儀器。以此為例，我們定義出儀器實體模型的重要特徵結構，利用 Moldex3D 建立對應的數位幾何模型（圖 1）。並選擇適當的熔膠的流變、熱性質、PVT 等材料模型。經由 Moldex3D Solver 分析將儀器內部各位置的物理狀態可視化（如溫度、壓力、剪切率、剪應力等），有了詳細的物理量後即可對於與理想值有差異的量值做適當的修正。

結論

藉著材料數位分身的建立，除了可以評估材料本質特性（黏度、PVT、比熱、熱傳導係數等），亦可以得到在量測過程的狀態變化（壓力、流動應力、熱應力、溫度分佈）。材料數位分身除了可加強材料本質特性模型與參數的量測外，亦可將量測機臺的結構特性與量測過程（加工過程）考慮進來，形成完整的數位模型，不但可用來校正量測結果，提高量測數據精確度，還可成為未來材料開發與量測，甚至是開發新儀器設備的有力工具。■



圖 5：塑膠材料的專業書籍研究介紹

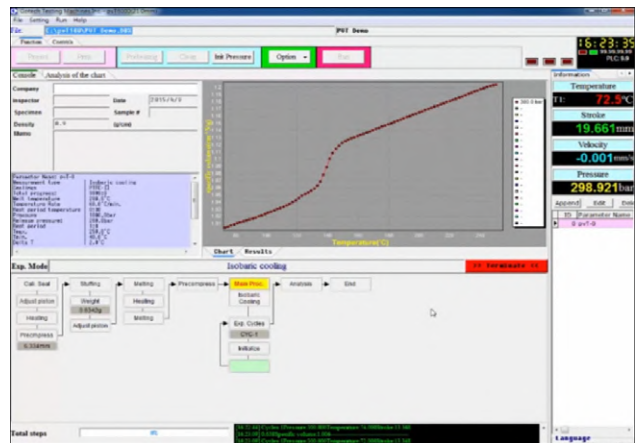


圖 6：PVT 量測儀軟體的顯示畫面

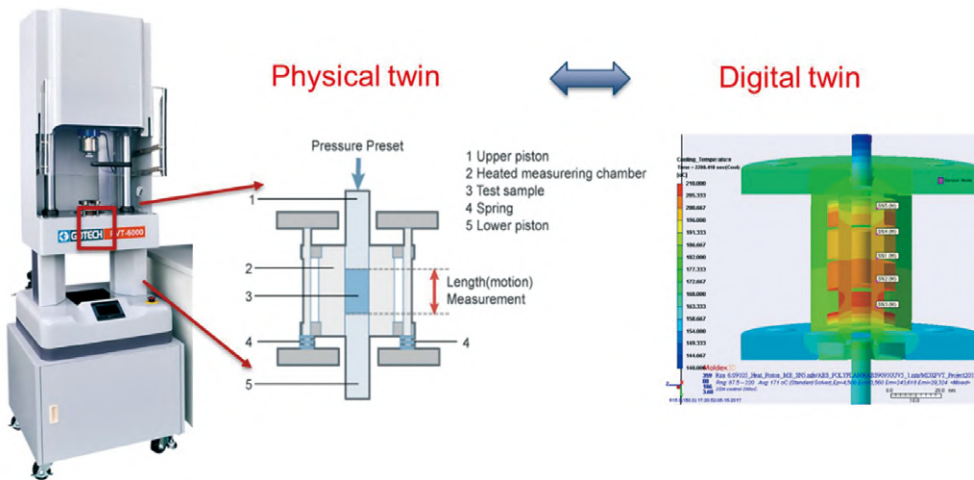


圖 7：PVT 量測儀實體分身與數位分身

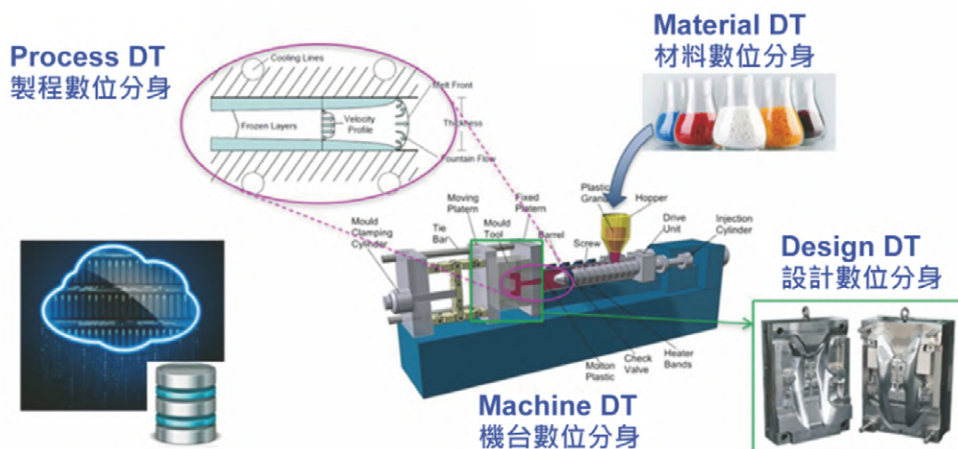


圖 8：CAE 利用電腦模擬與分析來協助診斷與開發之射出成型製程

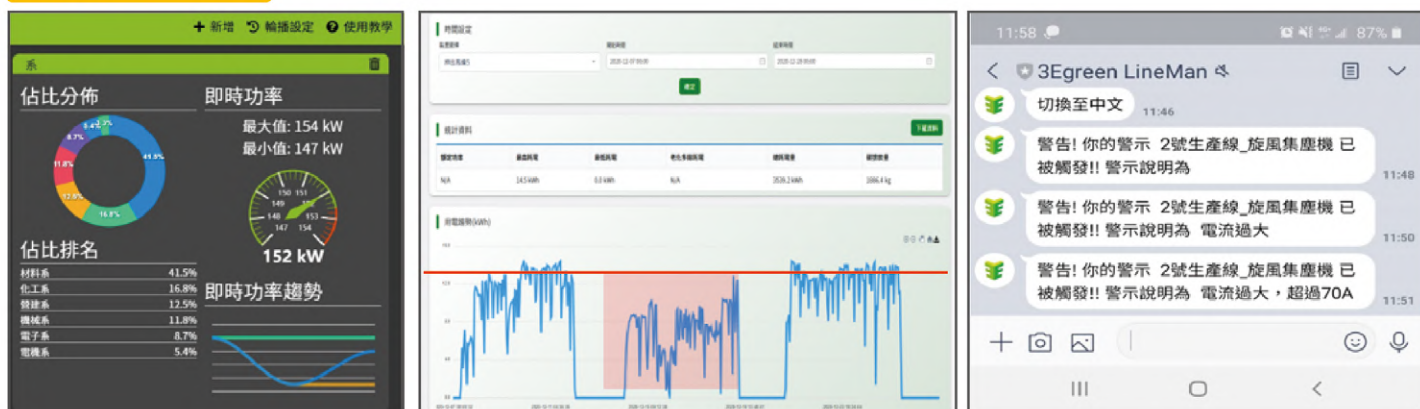
設計

開發

生產

保養維修

應用情形



服務方案

★方案設備規格如下。

用電監測設備



雲端監測平台



場域佈建安裝

設備規格

★若有其他需求可另行報價。

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

廣告編號 2021-09-A15

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





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

基於燒結法的粉末成型技術應用在積層製造之推進

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

工業發展的價值——數量化的產品

18 世紀英國出現工業革命，使原來以手工技術為基礎的工廠手工業逐步轉變為機器工業，工業才最終從農業中分離出來成為一個獨立的物質生產部門。對於當時的人類，工業發展帶給人們的好處便是以量化的產品，造福人們的生活與方便，因為以工業生產的各種產品，能夠維持其品質、規格化，舉個最簡單的例子來說：一個螺絲釘，在使用出現故障後仍可買到和上次一模一樣的產品來更換，不論什麼時候都有一定的庫存。一個小小不起眼的螺絲釘，這可是人類經歷幾千萬年積累的知識，來作為有效且價格低廉的緊固零件。我們不敢想像沒有工業化的年代生活，對吧？

就連我們所接受的教育，在西方工業革命初期就發現，工人必須接受訓練並要具有基礎的知識，準時上班和下班、定時休息與吃飯，還要有工程師協助工業產品製造的問題解決、技師操作複雜的設備等等，因此，工業化帶給人們有規律和紀律、成本和時間，以及標準化的模式。這一切的成功都在於——量化的產品。

我們來看看下列計算兩式： $1,000/1=1,000$ ； $1,000/10,000=0.1$

其中上式分子的 1,000 代表是加工過程模具成本，而分母 1、10,000 分別為產品製作的數量，結果可見的是分母數量越大，產品分攤模具的成本就越小。簡單，卻又有力的解釋了數量化對於工業產品的成本理解。對於工業產品的要求，包含：尺寸精度、幾何形狀、加工效率、材料選擇、物化性能、表面條件與處理等眾多的需求，所有的花費都被放在分子，而產品數量被放在分母，可想而知數量是成本與售價的最關鍵指標，這也正是今天積層製造所面臨的挑戰，如何走到一般數量需求龐大的工業產品之路。

熔融法與燒結法的對陣

現代化積層製造進入到金屬產品的主要材料是粉末，人們對金屬粉末的成型技術並不陌生，尤其是金屬粉末壓製 (Pressing Molding, PM) 和金屬粉末注射成型 (Metal-powder Injection Molding, MIM) 更是早已跟隨人類使用的器具，如汽車的引擎與各種機構、智慧型手機的各種零件。金屬粉能夠如流體一般流動進而填充模具穴固化成型，並且最終以無差別的固化能量一次性地進行大量產品的燒結，這也在金屬積層製造上開始出現革命性的區分。

因此以 HP、Exone、Digital Metal 與 Desktop Metal

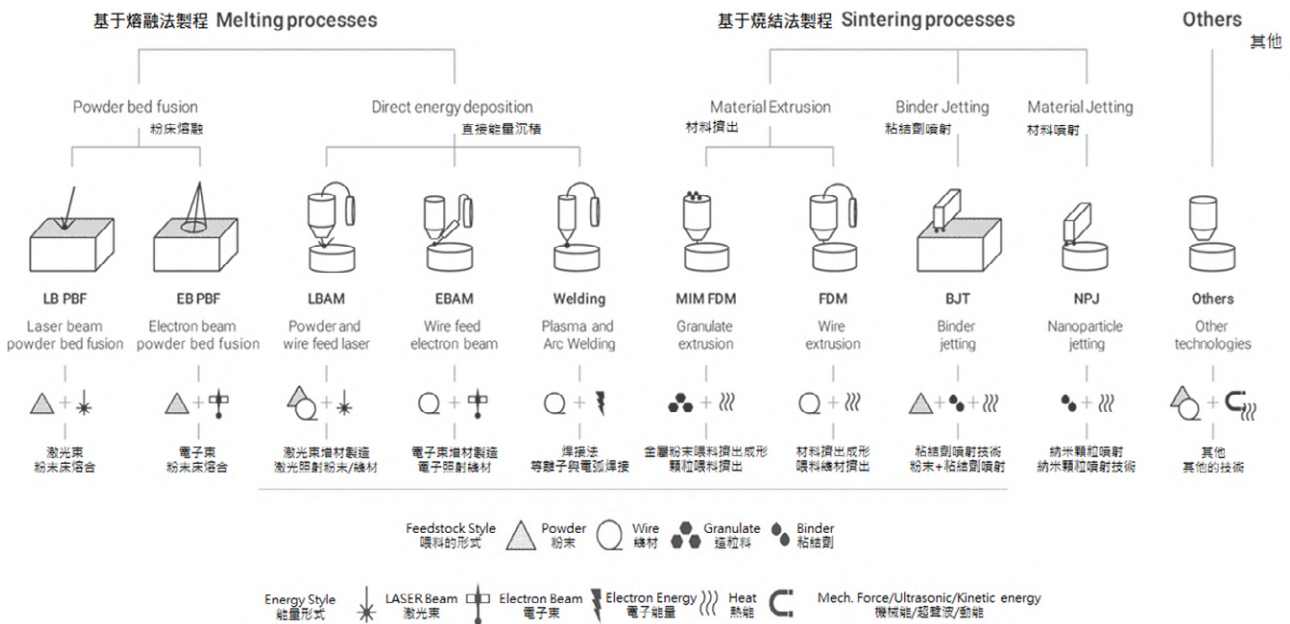


圖 1：基於熔融法和燒結法的積層製造技術的對陣（圖片來源：SLM Solutions Group AG Company Presentation 2018 Formnext）

四家為首，他們採用黏結劑噴射技術 (Binder Jetting Technology, BJT) 正開始在積層製造業界嶄露頭角，帶領金屬積層製造走到數量化的新領域，所使用的觀念和 PM、MIM 類似，在低溫低能量狀態下使產品形狀和尺寸定義完成，最終實施同步的高能量一起固化獲得最終產品。

當然首當其衝的便是行之有年的選區雷射熔融 (Selective LASER Melting, SLM) 技術，以熔融法 (Melting Process) 和燒結法 (Sintering Process) 在小型金屬零件產品的對陣上已經到了火熱地步，如圖 1 所示的兩大陣營火力展示。

雷射選區熔融法的缺陷

首先，我們要先瞭解 SLM 在目前的優勢是列印完成產品即接近 90% 完成度，只要進行去除支架（沒錯，粉末技術都需支撐克服重力的影響以及散熱路徑，積層製造仍舊只是近淨形加工）、尺寸與表面精修，看

起來是很完美的製造技術。如圖 2 所表示，雷射固化熔融法必須同時兼顧產品的輪廓定義和材料的固化，受限於雷射光斑的大小和功率限制，光斑不可能過大或過小 (~20um)，以避免產品輪廓過於粗糙（大光斑）或成型時間過長（小光斑）。

除了上述問題，還有的就是粉末顆粒的形狀和粒徑問題，如圖 3 所示。在 SLM 過程如果有的粉末顆粒過小，將導致其率先熔融造成雷射功率不足以熔化正確尺寸的顆粒，或是被機光進入導致飛濺到已經完成的表面，在下一個熔融程序形成缺陷；過大的粉末顆粒就更危險，雷射無法完全熔融該顆粒，導致形成孔洞的顆粒。

另外，由於粉末顆粒尺寸不平均產生飛濺之後留下的坑洞，在下一次的粉末鋪粉後形成凹陷區的粉末無法被下一道雷射所熔融，這也造成了列印過程中不可修復的內部缺陷，如圖 4 所表示，結果導致產品最後只

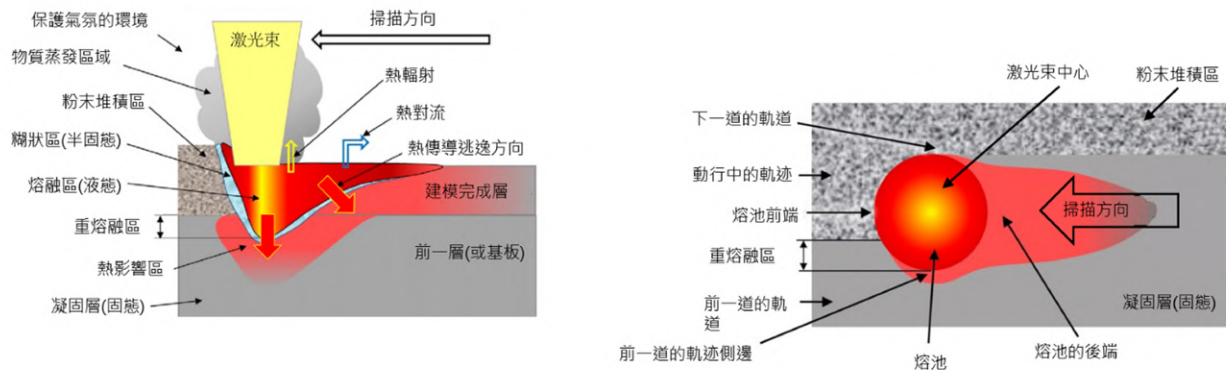


圖 2：(左) 雷射熔融法的側視圖；(右) 雷射熔融法的上視圖 (圖片來源：Pal, S.; Drstvensek, I. & Brajlj, T., “Physical Behaviors of Materials in Selective LASER Melting Process”)

能以昂貴的熱等靜壓 (Hot Isostatic Pressing, HIP) 程序來修復這樣的缺陷。

燒結法的優勢

雖然燒結法必須在積層製造的基本輪廓定義得到生坯再進行燒結，現有積層製造都是一次加工就要得到產品最終模樣，但燒結法必須第二次（脫脂）或第三次製程（燒結）才能完成，同時也因不好控制其收縮比而感到煩惱，部分使用者因此對其感到排斥。然而，在經過不到三年與現有金屬粉末成型技術相互交流之後，燒結法的積層製造開始在 100 件以內的产品市場攻城掠地，由於生坯成型的溫度低可以在同一工作流程進行多層的列印堆疊（主要是溫度低可以避免熱堆積造成的問題），減少重置時間的浪費，列印後處理的脫脂、燒結直接與粉末成型 (PM、MIM) 共用設備，同步無差別的加熱是一種節省能量的好作法，也使得金屬粉末可以使用更大的粒徑區間範圍，材料的成本大幅降低。如圖 5 展示目前金屬注射成型的製造工藝節省了大量的重置時間和能量的浪費。

積層製造在燒結法最為重要的在於粉末的核殼 (Core & Shell) 技術推進，由於使用的材料可以直接使用現

有金屬注射成型用的粉末，如圖 6 所示，利用黏結劑作為殼的技術把多數小顆粒粉末包覆成核，如此便可以降低大量的材料費用，更因為可以利用核殼的再製技術，基本上來說材料的利用率可以達到 99% 以上，比起熔融法必須犧牲 10~30% 的結塊和汙染的材料損耗，燒結法的優勢立見。

目前 Dr.Q 與臺灣科技大學的高速 3D 列印中心已經展開合作並有初步的成果，利用金屬粉末注射成型的喂料 (Feedstock) 混合技術已經成功的達成批量生產核殼式的積層製造用粉末（如圖 7 所示），除了輪廓定義是採用積層製造的方式（層到層），混粉、篩粉製糰、脫脂、燒結全部是以金屬注射成型現有的技術和設備來完成，預計未來在收縮比的計算上一旦完成結合，這將是積層製造走入數量化產品的一大進步。

未來，早已經在過去等我們前往探索

再先進的科技仍舊是以基本的數學和物理化學作為基礎，我們必須在一些細節上加以注意。積層製造要走得更加更遠，必須要摸索著老大哥們 (PM、MIM) 的技術路線，也能夠利用他們已經開闢好的蹊徑（脫脂、燒結與表面處理等工藝），一步一步地往前推進，市

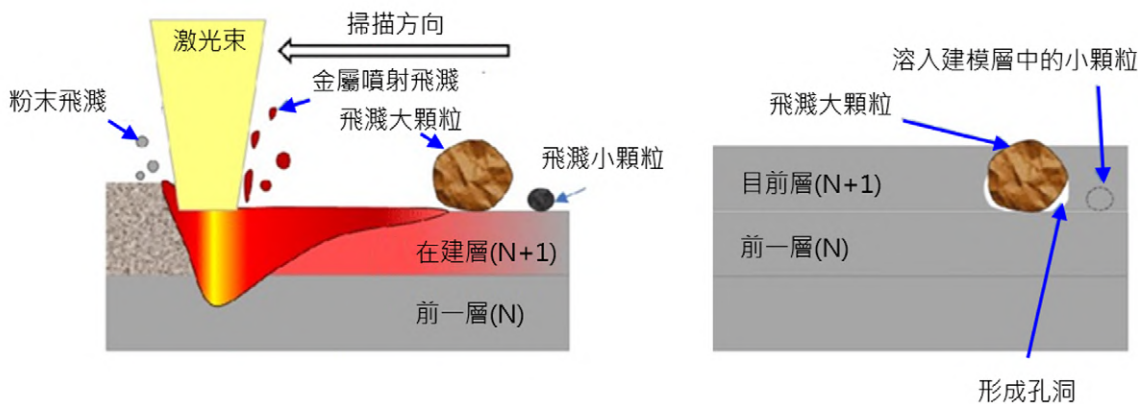


圖 3：粉末顆粒的形狀和粒徑問題，不夠圓滑且大或小的顆粒因為能量衝擊產生飛濺到已經完成的表面堆積，導致下一層列印雷射無法熔融造成許多缺陷。（圖片來源：Pal, S.; Drstvensek, I. & Brajljli, T., “Physical Behaviors of Materials in Selective LASER Melting Process”）

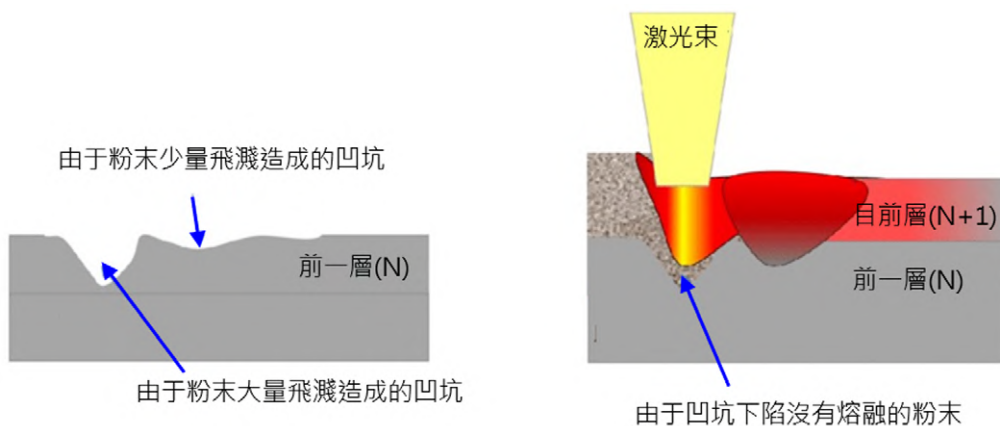


圖 4：由於金屬粉末顆粒大小不均勻導致的列印層缺陷（圖片來源：Pal, S.; Drstvensek, I. & Brajljli, T., “Physical Behaviors of Materials in Selective LASER Melting Process”）

場的需求背後是嚴格的挑戰——成本與性能，唯有能走往數量級的製造技術材可以被接受。Dr. Q 相信，積層製造必將走入一般百姓的應用之路，但前提是能夠快速的製造為數不少的產品，套句星戰電視劇曼達洛 (Mandalorian) 人的話：“This is the way.”（此乃正道）。■

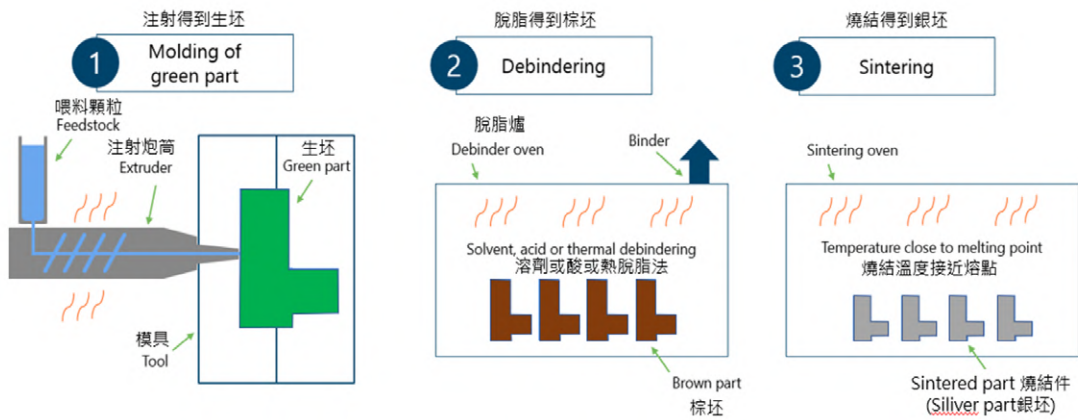


圖 5：金屬注射成型技術 (MIM) 對於燒結法積層製造是最接近且能共用脫脂、燒結設備 (圖片來源：SLM Solutions Group AG Company Presentation 2018 Formnext)

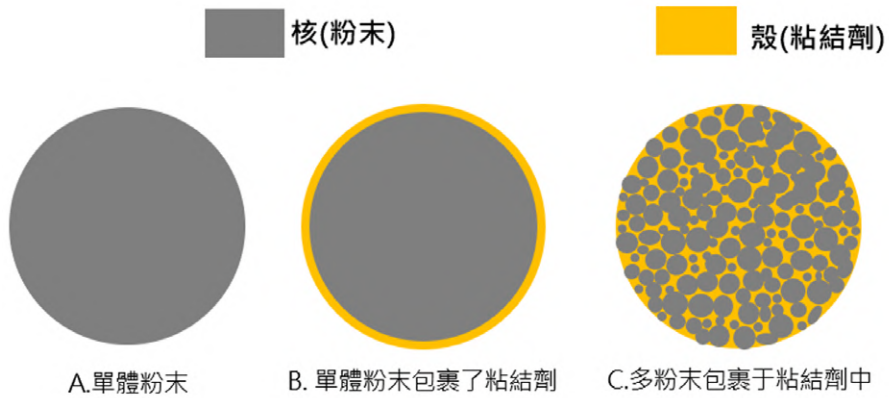


圖 6：核殼技術是以黏結劑作為包覆的殼將核（金屬粉末）黏結成糰。(圖片來源：Dr. Q)

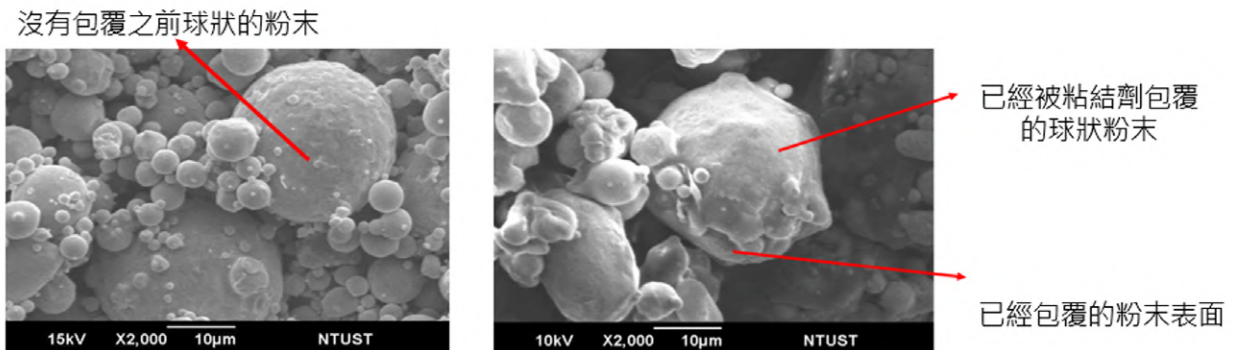


圖 7：核殼技術的實現 (圖片來源：臺灣科技大學 (NTUST) 高速列印中心 王奕瑄 碩士論文)

設計

開發

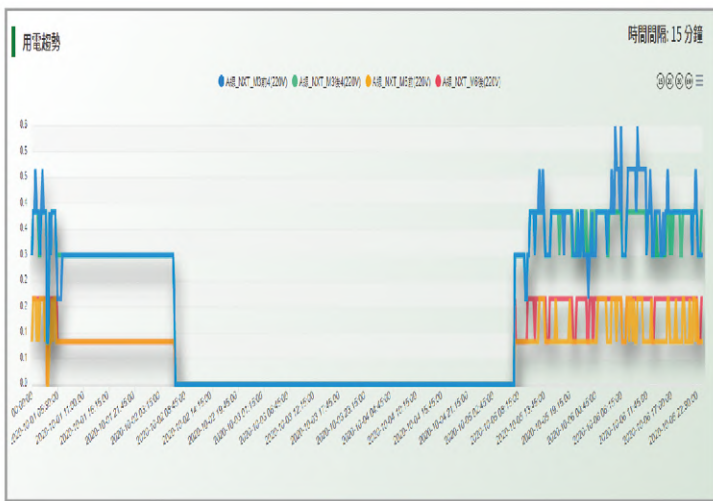
生產

保養維修

電力可視化, 能耗全掌握

ACMT輔導計劃節能管理方案
(總電+6台設備)

限量10名
推廣方案 **15萬**



功能



即時監控與管理



數據整合與分析

優勢



無線安裝免停機



電池可自動回充



雲端平台新服務



跨設備整合資料

工廠電力



【即時監測】

【節能管理】

機台設備



【異常警告】

【保修管理】

企業經營



【數據分析】

【綠色經濟】

廣告編號 2021-09-A16

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





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

順規則談；逆規則想——談判的可改變與不可改變

■宇一企管 / 林宜璟 總經理

前言

這篇談 PARTS 中的 R，也就是 rule，規則。先來看兩個情境：

情境一：你是採購

供應商的業務跟你說：「不好意思啊！我們公司規定的付款條件就是月結三十天，不能變的。」

情境二：你是業務

出門和客戶談判前，老闆跟你說：「客戶這次專案我們能接受的價格底限就是 3,000,000。如果客戶的價格不能在這以上，就不用浪費時間了」

請問這時候你會怎麼做呢？基本上有兩個方向。

第一個方向：

是接受月結三十天和 3,000,000 的這兩個限制條件，然後想辦法用其他方式達到目標。

第二個方向：

直接挑戰限制條件，因為改變這兩個限制條件就會改變談判的結果。

這裡的限制條件在我們的談判架構裡面就是規則：Rule，R。

規則影響結果

在談判的時候雙方都會有意識或無意識的遵循某些規則。遵循這些規則談判的結果就會被制約在某個範圍以內。但如果改變這個規則，談判就有新的可能。

比方在正常的商務談判裡面，都有一個不用特別強調，但是彼此都會遵守的規則，不違法，法律就是談判雙方的規則。但是談判真的不能違法嗎？如果是黑社會的大哥談判，要他們考慮守法的問題不是笑話嗎？我們不是黑道，我當然也沒有要鼓勵大家違法。只是要強調法律就是一種規則，遵不遵守這個規則，談判的方法和結果都會大不同。

再比方談判時對方給我們一個 deadline，也就是最後期限。這個最後期限其實也就是對方給的規則。接受這個最後期限，選項就有限；但如果改變最後期限，可能性就多了許多。

所以談判的時候，察覺所遵循的規則，並且適當的選擇遵守或改變規則，是談判成功的重要因素之一。

談判的不可改變與可改變

以下幾句話在我人生起伏中給我很大的力量跟安慰，



(圖片來源：Freepik.com)

在此和大家分享。

「請賜我寧靜，接受我無法改變的事；
請賜我勇氣，改變我能改變的事；
請賜我智慧，以分辨二者的不同。」

人生有些事是不能改變的，只能平靜接受。再親愛的人，也終有一天要離開我們。而有一天我們自己也會離開這個世界。這是任何人都無法改變的事情，只能平靜的接受。

但是在走到生命終點那刻之前，生命的品質是我們可以決定的。生活給我們許多束縛，但若有足夠的勇氣，加上耐性，我們還是有機會可以改變這些事情。我最喜歡的電影「刺激 1995」，說的就是在牢獄的困縛下，勇氣加耐性仍可以成就的美好，雖然那只是電影。

但是什麼時候該堅持？什麼時候該放棄？這不會有標準答案，也正是考驗智慧的真正挑戰。人生好難啊！

固執跟堅持有什麼差別？除了固執是負面，而堅持是正面的意思之外，我們還可以說：固執執著手段，而堅持執著目標。固執的人，不顧情勢改變，不計代價，硬要用同樣的方法達到目標。堅持的人則懷抱目標，

但手段可以因為時空的改變而改變，只要最後能完成目標。在人生和談判中都一樣，讓我們當個堅持而不固執的人吧！

但比起人生所需的大智慧，談判容易些。因為決定談判的「可改變」與「不可改變」有個清楚的標準：「你到底要從談判得到什麼？」即談判的目的。談判的目的在之前的篇幅中已經討論很多，這篇就不再多說。

這裡要強調的重點是，談判時要先確定桌上有哪些是「不可改變」？哪些又是「可改變」？並在談判過程中，視資訊和資源的變化，隨時檢視這些「可變」和「不可變」。

回來分析文章開始的兩個情境。

情境一：

如果你是採購，一開始可以先假設三十天的付款條件「可變」，然後嘗試各種方法去改變付款條件。但是到了某個階段，你發現對方真的很硬，而且不缺訂單，你再堅持下去的話，下場就是買不到貨。那麼這時候我們就必須回過頭來，「平靜」的接受這不可改變的三十天付款。



(圖片來源：Freepik.com)

情境二：

作為業務，你當然希望能夠拿到案子。你可以先把 3,000,000 當作只是老闆怕你隨便割地賠款先做的心理建設。然後在出門前多花一點時間，問老闆為什麼這麼堅持 3,000,000 這數字？他真正想要的又是什麼？也許 3,000,000 只是他的立場，他真正的利益是毛利要維持多少以上。或是他只是怕打壞行情，影響後續的案子（關於「立場」跟「利益」，請複習之前的文章）。經過這一番溝通之後，說不定在某些條件配套之下，老闆會接受 2,500,000 的價格。

再換個角度講，談判跟解數學方程式一樣，都有常數跟變數。差別只在於方程式裡面的常數跟變數很明確。而談判裡面的常數跟變數，常常會，也必須，隨著談判的進行而調整。

面對規則必備的兩態度

要在「可改變」和「不可改變」中遊刃有餘，要先建立面對規則的兩個基本態度：

1. 看出所依循的規則；
2. 認知規則只是目前的限制，不是不可改變的真理。

看出依循的規則理論上很容易，但實際上並不然。因

為人盲點。

先說個大象的故事。馬戲團裡剛出生的小象就被拴在一個小木樁上。從此它就被困在這半徑 2 公尺的小圓圈。即使小象曾經試圖逃脫，但是堅固的小木樁卻動也不動。小象日復一日用力拉扯，皮都磨破了，但是力氣就是太小，不得不放棄。

幾年過去小象長成大象。它的力氣早就能夠輕易拔掉木樁，但是它卻也早就沒想這麼做了。綁住大象的不是小木樁，而是它心中的放棄。

不只大象，人類也會發生同樣的狀況。心理學家稱這種現象「習得性無助 (learned helplessness)」。就是這樣的無助，讓我們在談判時，不自覺的接受了對方所設下不利於我方的「規則」。

再說個我親身經歷的例子。當時在策略規劃會議中跟客戶討論品質問題。這個客戶從事化工產業，為了節省成本，業界的做法會把廢棄的材料，也就是所謂的下腳料，混合到新的生產原料當中。這樣成本比較低，但品質也還在可接受的範圍。會議當中，客戶提出下腳料對新料的比例是 10%。出於職業性好奇心，我問



(圖片來源：Freepik.com)

了一個自認為很簡單的問題：「請問這個 10% 的比例是什麼時候？由誰根據什麼訂出來的？」。

然後接下來是一片尷尬的沉默。

那個會議的出席人員包含了從總經理到所有部門經理級的主管，而且年資都超過 10 年以上。但是沒有一個人回答得出來這 10% 是誰訂的？又是根據什麼原則訂出來的？這麼多年過去，大家就不知不覺的遵循 10% 這個數字。可以想像這些年技術以及客戶的需求都有很大的改變。但是 10% 卻在那裡，如恆星般的存在。

大家都常掛在嘴上的 SOP，算是組織裡最常見的一種規則了。但請注意以下這句關於 SOP 敘述的「時態」。

- **SOP**：所謂的 SOP，就是過去有人以當時的資源跟條件，認為那個時候那樣做很好，所以定下了程序，要後人比照辦理。

所以你發現了嗎？SOP 適合的是過去的時空。當條件改變的時候，當然 SOP 也就要與時俱進。SOP 不能天天改，否則就不叫 SOP。但是 SOP 也不能都不改，否則就是老舊不合時宜的束縛。

規則只是特定時空下做事的方法，它不是真理，它等待人們的挑戰與推翻。人生如此，談判更是如此。

處理規則必問的三問題

看出只是規則而不是真理之後，接著就要問能讓我們把規則這事料理得更好的三個問題。

1. 這規則誰訂的？
2. 改變這個規則的好處有沒有大於遵循這個規則？
3. 需不需要引入新的規則？

這規則誰訂的？

商業談判的時候，常會聽到「我們公司規定如何如何」這樣的句型。但是其實公司不會規定任何事情，因為「公司」只是法律上的一張營利事業登記證，毫無行為能力。必然是公司裡面有某個人，才會制定這些規則。再往下推，找到這個制定規則的人，就有可能改變規則。

公司不會訂下付款要月結三十天的規則。規定的人可能是財務經理，或是財務長，甚至總經理，或是另有其人。但無論如何，這個人就有改變規則的權力。找到這個人，跟他談，就有改變規則的可能性。



(圖片來源：Freepik.com)

改變這個規則的好處有沒有大於遵循這個規則？

嚴格來說，規則也不會對公司有利，而是對公司裡面的某些人有利。所謂的裡面有些人，可能是股東，可能是某些員工。所以如果能夠跟定規則的人一起討論改變規則能夠對哪些人帶來大於遵守規則的效益，那麼這個規則就有可能被推翻。

比方客戶規定某個電子零件必須能在 +60°C 到 -30°C 的溫度區間內正常運作。可你手上的產品偏偏只能夠在 +40°C 到 -20°C 之間。這時除了默默離開之外，另外的選項是問為什麼要對這零件定出這麼嚴苛的規格？還有規格又是誰制定的？也許當你跟制定這個規格的人深入討論之後會發現，這個規格是延續上次的專案。而以這次的使用環境來說根本不需要這麼高的規格。如果把規格規則改成我們的，成本就可以降低 30%。這樣，也許對方就願意考慮我們的提案了。

以下是談判時常見的規則。建議你把它當成一個檢查清單，在談判的時候刻意的用它來提醒自己，是不是不自覺的就被制約了？

- 雙方之前同意的規則；
- 過去的默契；
- 公司政策；

- 社會風俗文化；
- 法律；
- 期限；
- 合約；
- 能力。

你也許對最後一項的「能力」有些困惑。為什麼能力也是一種規則呢？因為能力也是一種限制條件，而凡是限制條件，就可以用規則的方式來處理。這一點會在後面的「規則帶來自由」中進一步詮釋。

需不需要引入新的規則？

有些時候，你發現談判雙方的爭執反而是因為沒有規則，那就可以考慮引進新的規則。

客戶說你們的產品品質不夠好。這時候如果回他：「不會啦！我們品質其實真的很好」，這樣就弱了。更有效的方式是，問他所謂的「品質」是根據什麼標準來判定的呢？

這個判定品質的標準可能是某個業界標準、或是之前雙方同意的文件。這時如果能有客觀第三方的規則，對於打破僵局特別有幫助。



(圖片來源：Freepik.com)

要引入新的規則通常也要引入新的人。這裡的「人」就是之前章節中所說的「P, player」。因為既有參與談判的人或是由於「習得性無能」，或是思考慣性，甚至面子問題，未必接受新的規則。加入新的人，則會加大適用新規則的可能性。

跟採購人員談判，對方說只要符合規格，最低價者得標，這是這案子的規則。如果要跟對方談長期的策略聯盟、共同行銷等，這些新的決策標準也許就不是採購人員所在乎的。這時候邀請關心公司全面、長期發展的高階主管參與，這個新的規則才能被重視。

所以要提醒的是 PARTS 這些談判變數不是各自獨立，相反的，彼此有複雜的連動關係。而我能夠給的就像是一張有系統的檢查表，讓大家更清楚的知道我們有哪些該考慮卻沒有考慮的因素？並思考這些因素能夠如何整合，最終為我們所用。

關於規則的進階思考：束縛帶來自由

通常認為規則會帶來束縛。但其實換個角度想，束縛也可以帶來自由。談判中善用這樣的自由能帶來美好的效果。束縛和自由乍聽起來是矛盾的概念。但用婚姻來做例子就清楚了。

婚姻也許是人類各種形式關係當中涉及層面最廣的一種，包含了法律上權利義務彼此的分擔與代理、子女的撫養、財產的分配等等。但它的核心出發點其實是對性行為訂下的規則。結婚之後，你只能跟對方上床，這是束縛。但是另一方面，在婚姻關係裡面，只要對方同意（這是關鍵前提），你就可以跟對方上床而不會有任何麻煩，這是自由。

具體來說，結了婚的政治人物被抓到和配偶以外的對象去摩鐵開房間，即使在通姦除罪化的今天，那也絕對還是個醜聞。但是如果我們發現一個政治人物跟配偶都老夫老妻了還會去摩鐵開房間，那記者應該會想請他們分享維持婚姻浪漫跟激情的秘訣。

規則帶來的自由對談判的影響表現在兩個方面：

1. 有了規則之後，就有名正言順不做什麼的自由；
2. 有了規則之後，就只好全力以赴去做能做的事。

分別說明如下：

有了規則之後，就有名正言順不做什麼的自由

有個客戶一直要你將某張訂單的交期從原本的三個月變成一個月，但你不願。在這個狀況之下，最可能達成目標的方法是證明你沒有能力。因為我真的沒有能



(圖片來源：Freepik.com)

力，所以我只能夠給你三個月的交期。這就是之前所說的，能力也可以是規則，規則就是限制，而且有時很好用。

但重點是如何讓對方認為你真的沒有能力呢？這可以分成實和虛兩個方向。

你可以給他看生產排程明細表，證明產線真的全滿，完全沒可能插單，這是實；而你也可以在他面前捶胸頓足說他是你最重要的客戶，只要做得到，過去有哪一次讓他失望的？只是這次真的沒辦法啦！這是虛。

有時候沒能力正是你的超能力。只要對方相信你沒能力，你就贏了。

有了規則之後，就只好全力以赴去做能做的事

說個大家都熟悉的成語典故，破釜沈舟。當年項羽帶兵救援鉅鹿。軍隊渡河後下令把渡河的船弄沉，打破煮飯的鍋子，燒掉駐紮的營地，只帶三天乾糧，表示打死不退的決心。最後終於打敗秦軍。

故事裡項羽加入新規則來減少選項。沒了船和鍋子，也就沒了撤退這選項，不能退就只好死命往前打。

雖然一般而言我們希望人生有更多選擇，但有時少一點選項未必不好。相信曾經和我一樣在大賣場面對數十種洗髮精而有選擇障礙的人，會同意這個看法。

曾經有個心理實驗，是讓受測者對所吃的巧克力味道評分。第一組吃 3 種巧克力，然後請他們針對其中風味最好的給分數。第二組給他們 10 幾種巧克力，其中也包含第一組吃的那 3 種，然後請從他們一樣從裡面選出風味最好的給分。實驗結果顯示，雖然實驗的巧克力價位品質都差不多，但第一組給的評分遠高於第二組。換句話說有選擇是好的，但是太多的選擇反而會讓你對選擇後的結果不那麼滿意。這也許某種程度可以說明為什麼有些男神女神等級的人物，最後婚姻卻未必美滿吧？

選擇少，只能努力做好能做的。巧克力選擇不多，就認真品嚐風味的美好。接受沒有比身邊這個更好的人了，就努力經營之間的關係。沒有退路的士兵，就拼命往前衝。

規則的「開」與「關」

在結束前，還有一個問題，一個重要的問題。就是如果我想解脫束縛時該怎麼辦？也就是我想從原本「因



(圖片來源：Freepik.com)

受限帶來的自由」又再轉變成「不受限的自由」呢？

原本因為客戶訂單的利潤不好，不想排在這麼前面生產。但是因為現在其他的客戶抽單，產能空出來了那怎麼辦？

關於規則最重要的觀念還是那句話：他只是個目前的限制條件，不是真理。所以規則可以開，規則也可以關。比方可以跟客戶說那天開生產會議，總經理聽到我給你們的交期之後當場大怒。爆氣的斥責我們說，這麼重要的客戶怎麼能夠給這樣的交期？所以我們當下其它的單都推開，以你為第一優先。一樣是引入一個新的人，導入一條新的規則。

所以規則「開」有開的原因，「關」有關的道理，只要言之成理，同時不忘搭配其他變數服用，就有強大的功效。

結語

跟人生一樣，談判關鍵的智慧是分辨什麼是可改變的？什麼是不可改變的？

跟人生不一樣，人生最終的目的究竟是什麼？可能窮盡

一輩子的探尋也沒有答案，但是談判的目的很明確，而且也必須明確。

看出所依循的只是規則而不是真理，需要跳脫既有框架的視角，也需要練習。

規則會帶來束縛，但是規則也會帶來自由。

規則影響談判結果。把規則的開關跟其他變數整合運用會帶來極大的效益。■

打破薄膜轉印裝飾極限： 超高光、仿金屬膜外裝飾 (OMR) 製程

合泰材料科技 / 林明輝 總經理

前言

合泰材料科技的 eGlorii 高光薄膜，是專為膜外裝飾 (OMR) 產業所開發的 Polyolefin 膜，可讓成品外觀，同時展現超高光澤、高延展及高硬度等特性，突破市售薄膜轉印技術在表面高光裝飾的瓶頸；亦可配合不同需求，客製不同產品。提供業界先進一個新的選項。

緣起

過去，傳統表面裝飾的主力製程，包括噴塗、電鍍、陽極處理、水轉印……等，在生產過程中，均需消耗極大能源，並伴隨大量的製程氣體或製程水排放。這些，在歐、美先進國家高舉「零碳排」的今日，迫使企業必須面對減廢的課題，已實質上大幅提高企業的環保處理成本；未來一旦減廢條例正式實行，環保議題更將進一步影響企業的競爭力，甚至生存空間。

在眾多表面裝飾技術種類中，薄膜裝飾製程兼具低耗能、低排放等特性，符合現行環保的大趨勢。在面對減碳條件日趨嚴格的潮流下，薄膜裝飾製程在過去數年已蓬勃發展，相關廠商包括日本 Nissha、Toray、DNP、布施真空、德國 Kurz、美國 3M、臺灣南亞、森田、愛元福……等。其中 Nissha 及 Kurz 在汽車裝飾膜市場佔有全球 80% 市占率。

技術核心

膜外裝飾 (OMD) 製程經多年發展，至今已廣泛被應用在包括汽車、3C、家電……等產業的表面塗裝，除了

環保訴求外，其最大的特色，在於新的設計圖案不斷被開發出來，尤其近年來，廠商推出的仿碳纖維針織、金屬髮絲、布面仿真、刺繡仿真、皮革仿真……等系列產品，不斷打破傳統製程限制，其擬真程度幾可亂真。

合泰材料科技於 2019 年始投入膜外裝飾薄膜 eGlorii 開發，作為以材料技術起家的產業後進者，一開始就選擇當時技術含量最高，市占率約 20%~30% 的高光薄膜為標的，搭配設備廠商及硬化劑廠的共同努力，開發出一系列超高光、仿金屬效果的裝飾膜，並將其作為合泰與合作夥伴的主力產品。

為達到在高曲度物件表面呈現高光澤特性，合泰與合作夥伴共同開發出 Polyolefin 高光裝飾專用原膜、高延展 UV 硬化劑、薄膜整平機、連續式真空轉印機等材料與設備。利用 eGlorii 薄膜，製造出兼具高光澤、高延展、高硬度的高光硬化層結構，採用真空薄膜轉印技術，均勻覆蓋在物件表面，此舉成功達成在曲面上，裝飾出高光的效果。

產品簡介

合泰材料科技高光轉印技術，可應用的範圍十分寬廣，小至小尺寸、小角度轉折如 3C 產品中的筆電、手機等，大至車用內飾件，相關的產品應用案例詳細說明如表 1。



圖 1：仿金屬感車用膜（圖中的筆是為方便讀者了解產品大小而放置的對照物）

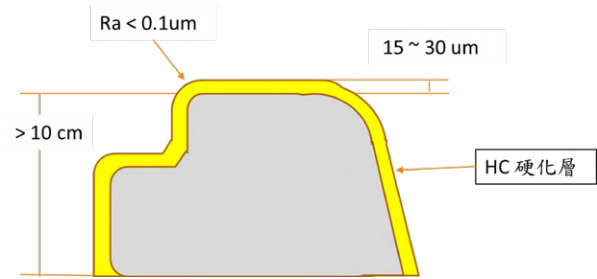


圖 2：採真空薄膜轉印技術，將 eGlorii 薄膜均勻覆蓋在物件表面，成功在曲面上裝飾出高光的效果

合泰材料科技高光轉印技術的相關產品應用案例

| (I) 高光鋁基板原色手機背蓋 | | (II) 鋼琴鏡面效果 | | (III) 高延展仿金屬裝飾膜 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 樣品與市售商品對照 | 近乎完美的小角度轉折 | 大曲度鋼琴鏡面效果 | 車用鋼琴鏡面膜 | 消光仿金屬膜 | 高光仿金屬膜 |
|  |  |  |  |  |  |

表 1：合泰材料科技高光轉印技術的相關產品應用案例

服務內容

合泰及合作廠商，提供客戶下列服務：

1. eGlorii 高高原膜銷售；
2. 高延展 UV 硬化劑、高延展仿金屬硬化劑銷售；
3. eGlorii 薄膜整平機開發；
4. 客戶樣品打樣；
5. 全製程技術轉移、設備開發；
6. 既有產線評估、新設產線規劃。■

欲知更多關於高光轉印技術的詳細資訊，請聯繫
mark.lin@minnotec.com



射出模具的標準化研究

型創科技 / 羅偉航 應用工程師

前言

在製造業中，隨著工業信息化水平的發展，不同類型模具的標準化、自動化生產技術開始出現。越是大的企業，生產的標準化程度越高。中國對於包裝消費如醫療製品、日常消費品方面的消耗是巨大的，因此也就需要相對應的射出模具進行產品大量的生產。因此射出模具標準化是塑膠製品生產的重要技術，只有做到設計、生產的標準化，才能滿足市場中不同企業多樣化的設計需求。

射出模具標準化發展的重要性

所謂的標準化，在國際上行業相關的看法為「標準化是確立和採用標準、規範、準則的創造性的有組織的活動」，那麼簡單來說，標準化就是為了得到全面的經濟效果而進行的有秩序的特定活動，制定且實施各項規則的過程，並以科學技術和實驗的綜合成果為依據，不斷的改善這一進程。

射出模具的標準化，是指模具設計標準化、模具生產以及管理維護的標準化。

- **模具設計：**模具標準件的使用讓工程師只需要針對不同的產品進行模仁的設計，而模架等其他零部件可使用標準件來組合。這樣不僅減少了需要設計的部件，還可以有效的減少設計工程師的設計時間，提高設計效率。
- **模具生產：**使用模具標準件首先可以保證模具品質

的穩定性，其次可以縮短加工時間，並且實際需要加工製造的部件只有模仁部分，其他部分直接使用標準件組合，可大大的減少加工設備的工作強度，提高加工設備的壽命。

- **管理維護：**標準件較完善的價格體系，能提高採購的效率，且庫存也比較容易管理。使用標準件的模具有較高的零件互換性，對於零件損耗所發生的故障，可直接用新的標準件進行快速更換。這樣可減少維修的費用以及縮短因故障而產生的誤工時間。

所以可見模具標準化的發展對於模具行業來說是非常重要的，不僅可節約設計時間，減少生產成本以及維護的成本，並且可以保證模具的生產品質。

中國射出模具標準化發展的現狀

目前中國的很多企業模具標準化的水平偏低，模具標準化體系與美國、德國、日本等發達國家相比存在比較大的差距。存在如標準件品種規格少、標準件的應用覆蓋率低、生產過程中標準化水平低等問題。

這裡最大的問題在於目前企業對建設模具標準化體系不夠重視，傳統的觀念根深蒂固，缺乏吸收新事物的觀念。其次是模具標準件的市場比較混亂，對於標準件沒有統一的參考標準，有的企業標準件根據國家標準，而有的則根據行業標準或者自己企業的標準，或是依據其他發達國家的標準等等。這將導致不同的企

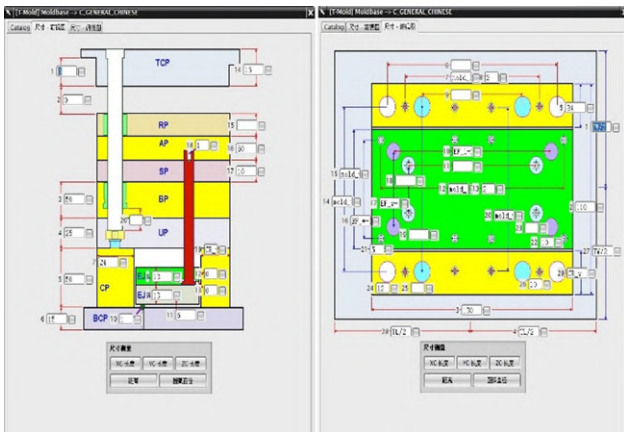


圖 1：模架參數化

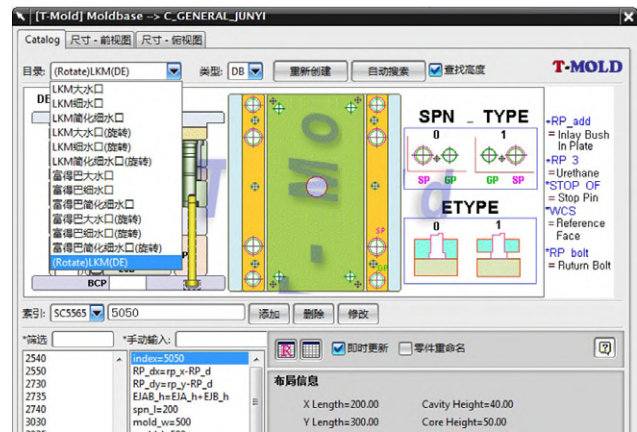


圖 2：標準件數據庫

業其生產所參考的標準不一，使得模具標準件生產企業的效益較差。

射出模具標準化體系構建

從以上分析可得出，射出模具的標準化建設可以縮短企業產品的生產週期，提高生產品質以及效率和生產管理的提升。近幾年來，中國對模具標準化的工作十分重視。並且對標準化工作的改革加大了力度。截至2016年3月，全國模具標準化技術委員會已制修訂現行模具國家標準100項，行業標準179項。而射出模具的標準化體系主要包括模具設計、生產及管理。

針對射出模具設計，進行模具尺寸的標準化。利用CAD/CAE/CAM軟體，進行不同種類、不同形式的射出模具設計，完成不同種類的模具框架（圖1）、尺寸的標準化，並且建立不同類型射出模具的數據庫（圖2），隨著數據庫的建立，模具設計的組合性會大大增加。針對不同類型的模具，只需選擇對應的數據庫進行模具框架、零件的組合即可達到快速設計的效果。

在射出模具生產的過程中，則對數據庫中的射出模具數據進行挑選、調用，並採購相對應的標準件。設計

人員只需要在模仁等關鍵的部分進行模具參數的調整，從而保證不同類型模具設計和生產的需求。

管理上可根據射出模具的標準化規範，選擇合適的模具生產流程，明確不同工作人員的生產任務，並對整個生產工序做出合理的協調和管理，從而實現生產模具、人員之間的科學配置。■

參考文獻

- [1].射出模具設計與製造標準化體系的研究，衡斌，《數字產業》
- [2].我國模具標準化工作現狀與發展趨勢，韓在偉，楊建生，《中國管理信息化》（2017.6）
- [3].我國模具標準化工作現狀與發展趨勢，王沖，《模具工業》（2016）
- [4].射出模具的標準化與自動化設計，楊菁，《工業生產》（2019.4）
- [5].模具標準化製造及模具標準件的發展，張清

輕量化發泡成型原料解決方案

資料來源：plasticstoday

前言

當前射出行業內主要有兩種常見技術，化學發泡與物理發泡。結合不同的技術與不同等級的發泡材料可以達到低至 0.3 g/cm^3 的密度水平。

該技術的好處包括：不需要昂貴的資本投資，因為它可以用於現有的機器；降低壓力要求意味著降低運行泡沫組件成本和更低的夾緊力可以使生產使用更小的機器，延長模具使用壽命；泡沫膨脹能夠膨脹到難以填充的薄壁區域，順利填充困難的模具，能避免出現凹痕或空洞；由於更快的冷卻，縮短了循環時間。

目前此技術已較為成熟，被應用於汽車、航空航天、建築和其他對輕質材料具有需求相關行業，若結合專業的發泡等級材料與設備，將有機會創造更多減重可能性。

Kraiburg TPE

Kraiburg 推出全球首款輕質 TPE，其開發特點是能夠在不使用泡沫的情況下生產密度非常低的熱塑性彈性體 (TPE)。一般 TPE 會使用到滑石粉作為填料以降低密度，而新型 Thermolast 牌號結合了 3M 提供的玻璃氣泡，密度在 0.7 到 0.9 g/cm^3 之間。新材料的目標應用包括汽車製造，電動工具和各種其他應用領域所需的極輕型組件等三條新產品線，可以生產密度非常低的 TPE。

為了進一步減少車輛的二氧化碳排放並提高燃油經濟性和新車型的適用範圍，汽車製造商一直在尋求極其輕巧的解決方案，特別是對於車內和車上未懸掛彈簧的重量。但是，更輕的重量和增加的移動性對於其他領域產品的市場成功也起著決定性作用，例如電動工具、航空、無人機、紡織品以及運動、休閒和戶外用品。

因此，經常使用包括 TPE 在內的可膨脹材料，但是它們需要嚴格的過程控制程序才能獲得均勻的表面質量而沒有表面起伏。相比之下，Kraiburg TPE 的玻璃氣泡基複合材料可以生產極輕的薄壁模製品，該模製品具有出色的表面並能夠承受機械載荷。

微小的中空玻璃氣泡由不溶於水的化學穩定的硼矽酸鹽玻璃製成。它們均勻地分散在 TPE 基質中，有助於提高尺寸穩定性。

新型輕質 TPE 可以使用成熟的射出機和擠出機經濟高效地進行處理。除了顯著減輕重量和非常均勻的表面外，它們還提供出色的壓縮永久變形值。生產廢料可以直接回收。

克萊堡 TPE 最初提供三種特定系列的世界首款此類 TPE：

- Thermolast K LW / UV (輕質 + 抗紫外線)，專門用於外部車輛部件。

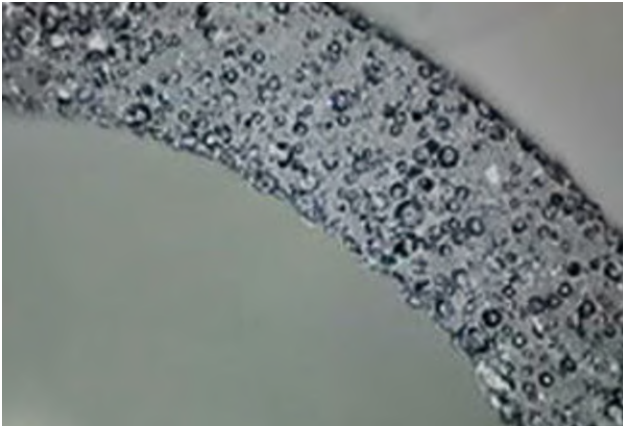


圖 1：發泡成型產品截面

- Thermolast K LW / CS / UV（輕質 + 增加壓縮永久變形 + UV 穩定性），具有出色的回彈性和對聚丙烯的黏附力，這使得該產品系列特別適合各種密封應用。
- Thermolast K LW / PA（輕質 + 對聚醯胺的附著力），也具有 HB 不燃性等級（符合 UL94）；例如，電動工具的理想選擇。

早前 3M 玻璃泡已作為各種「硬」熱塑性塑料中的減重填料通過了試驗和測試，目前是首次在 TPE 中使用此新型輕質技術，可開發出具備輕質結構和質量要求的配方，為 TPE 的商業應用打開了全新的市場。目前三款新的 Thermolast K 輕量化系列產品現已在全球發售。

ExxonMobil EPP

埃克森美孚 (ExxonMobil) 推出了一種新的可發泡聚丙烯 (PP) 級產品，該產品可輕鬆、經濟地進行加工，並且適用於大批量應用，包括食品和飲料包裝、工業包裝、建築產品和汽車零件。Achieve Advanced PP6302E1 是高熔體強度 (HMS) 等級，與標準 HMS PP 泡沫相比，可將產品剛性提高多達 30%，可顯著降低成本。



圖 2：發泡成型產品

從歷史上看，泡沫塑料的應用主要是非晶態聚合物，例如聚苯乙烯 (PS)、聚氨酯 (PU) 和聚氯乙烯 (PVC)。發泡聚丙烯是相對較新的技術，僅在 20 年前才被引入，由於成本較高以至於未獲得太大的商業吸引力。

但在早前瑞典、荷蘭、德國和丹麥的環境官員已宣布：根據歐洲化學法規框架計劃將限制所有 PFAS 化合物。這一計劃宣布前一天，一份文件列出了到 2030 年逐步淘汰大部分全氟和多氟烷烴化合物 (PFAS) 的計劃文件被提交給歐盟委員會，一周前，歐盟委員會建議為所有 PFAS 種類的化學品制定一個飲用水標準。近期更隨著麥當勞、漢堡王及 Wendy's 等主要快餐店的食物包裝中，發現有毒物質 PFAS（全氟烷基和多氟烷基物質）被報導出，可能會對人體健康造成影響。20 年 8 月初，美國食藥監局宣布，已經與三大食品包裝生產商達成協議，以逐步淘汰 PFAS。PS 泡沫（伴隨 VOC 和單體問題）以及基於紙和紙板的耐油脂包裝（例如可能包裹有全氟烷基物質和多氟烷基物質 (PFAS) 的快餐包裝紙）受到的監管越來越多，輕質泡沫 PP 被認為是可行的替代品之一。

埃克森美孚公司新型 Achieve Advanced PP6302E1 的使用價值，體現於客戶可以利用其挑戰現實，大大提

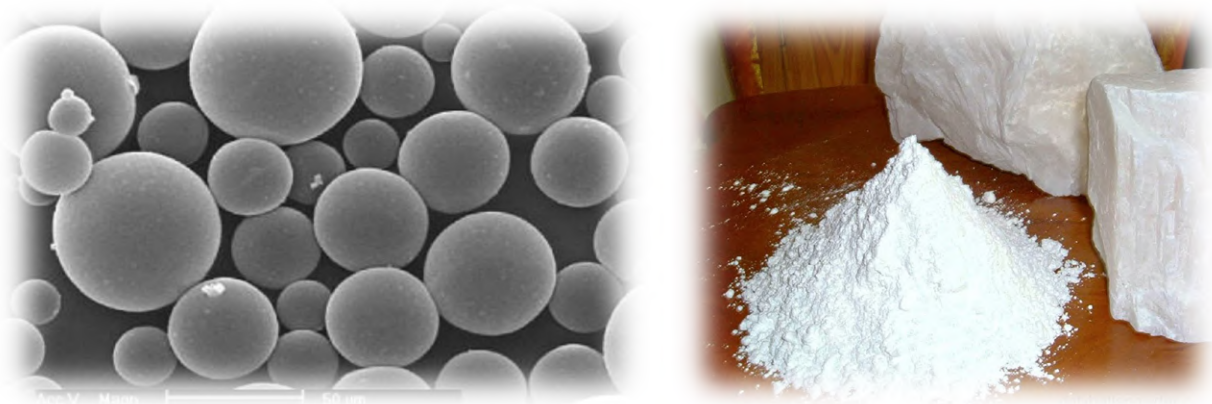


圖 3：玻璃泡（左）和滑石粉（右）

高了在大批量應用中生產輕質泡沫 PP 部件的可能性。

據報導，新的 PP 等級可以通過多種方式提供使用價值，從而消除了更多生產商的顧慮與取捨，並為可持續發泡的 PP 零件設定了新的標準。例如，它可以在現有的 PS 泡沫生產線上使用各種發泡劑進行處理，在提供產品完整性的同時減少材料使用量，進一步達到減重目的，並且可以在存在適當收集和回收設施的社區中進行回收。

隨著法規和可持續性目標及偏好的變化，食品包裝行業正經歷著從 PS 到 PP 的轉變，並且這一趨勢有望繼續。

在食品和飲料包裝中，例如肉盤、可微波加熱的碗 / 餐 / 托盤、翻蓋和杯子，Achieve Advanced PP6302E1 具有堅固性和價格適中的特點。即使在高溫應用中（例如在微波爐和洗碗機中），它也具有絕緣性能，持久的耐油脂性和防潮性。包裝可在運輸過程中保持產品內容溫度，並可以觸摸到舒適的表面。此外，微波性能的耐熱性仍然是一種趨勢。關鍵差異因素使 PP 成為比 PS 更有吸引力的選擇。

在工業包裝（例如盒子、分隔器和薄片）中，Achieve Advanced PP6302E1 具有韌性、溫度穩定性、防潮性和耐化學性，以及輕巧的安裝性。堅固耐用的包裝可以重複使用，非常適合替換瓦楞紙，以保護有價值的產品。

在建築產品（例如絕緣和混凝土接頭）中，Achieve Advanced PP6302E1 具有耐用性和靈活性，易於安裝。該產品在很寬的溫度範圍內均具有熱穩定性，並具有防潮性，以保持尺寸穩定性。隔音和隔熱性能創造了更加節能和舒適的環境。

在汽車零件（例如車頂蓋內襯、風道、地板襯裏）中，Achieve Advanced PP6302E1 具有很高的剛度，可以使汽車製造商在保持性能的同時減輕重量並提高燃油效率。泡沫結構還可以提供諸如隔熱和消聲等優點，以提供更舒適的乘坐體驗。

結論：輕量化是未來趨勢

近年來，由於環境問題、政府法規和消費者需求，汽車、航空航太、建築和其他相關行業對輕質材料的需求顯著增加。迄今為止，減輕重量的主要來源是金屬替代品，但這些機會正變得越來越少見。因此，工業



圖 4：泡沫 PP 包裝片材

正在尋找減輕重量的新方法，認識到許多小量的減重或多個部件可以構成一個大的整體以減少重量。到目前為止，熱塑性彈性體行業一直專注於將發泡作為輕量化的解決方案，本文介紹 2 種新型可發泡類材料，當它們結合在合適的應用場合時，不僅可以減輕重量，還可以節省成本和提高機械效益。■

參考資料

- [1].<https://www.plasticstoday.com/materials/foamable-pp-affordable-easy-processing-solution-automotive-packaging>
- [2].<https://www.plasticstoday.com/materials/glass-bubbles-lightweight-new-tpe-compounds>
- [3].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1674617162165275485>
- [4].https://bao.hvacr.cn/201912_2085370.html

台灣機器人與 智慧自動化展

Taiwan Automation Intelligence and
Robot Show

台北國際 自動化工業大展

Automation Taipei

2021.12.15 (三) - 18 (六)

台北南港展覽館一、二館



參觀登錄

徵展項目



智慧製造相關 Smart Manufacturing

• 工業自動化設備 • 工業機器人技術 • 智慧工廠(工業自動化軟體應用)



製造設備 Industrial Supply

• 五金工具 • 廠房設備 • 機床暨工具機設備



關鍵零組件 Key Components



AI人工智慧 Artificial Intelligence



智慧服務 Smart Services



服务型機器人 Service Robot

展覽報名

展昭國際企業股份有限公司
黃姝嫻 小姐#122、方強 先生#153
TEL:02-2659-6000
FAX:02-2659-7000
E-mail: automation@chanchao.com.tw
地址:114台北市內湖區港墘路185號3樓

大會贊助廣告

展昭國際企業股份有限公司
陳品穎 小姐#211
TEL:02-2659-6000
FAX:02-2659-7000
E-mail: sivasha@chanchao.com.tw



SMART Molding

模具與成型智慧工廠雜誌



2021年雜誌數位化轉型公告

因應媒體環境的改變，從紙本年代來到網路傳播時代，讀者閱讀習慣已有鉅大轉變。為了讓讀者能即時性、不受時間、地域限制，能第一時間掌握產業的前瞻動態與趨勢脈動！我們將全面升級「SMART Molding Magazine」線上品牌，未來將統整品牌資源、內容產出、團隊能量、社群媒體，做整體的重組安排，讓讀者能在SMART Molding Magazine 找到更全面的技術資源，我們也將有更多產業作者進駐，讓平臺內容更加豐富多元。

因應SMART Molding 雜誌的升級轉型，我們將從2021年11月起調整金卡會員服務，停止寄送紙本雜誌，並將金卡會員轉換成普卡會員的數位服務。後續將提供更優質且多元的服務內容，感謝各位金卡會員長期以來對SMART Molding Magazine的支持。

原金卡會員方案轉換為→普卡會員方案

SMART Molding經營團隊 敬上

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。

