

【非常「鈦」，鈦合金是否能夠成為MIM主流？】



專題主編：邱耀弘 博士

- 國際會議凸顯鈦粉末燒結法的光明前景
- 射頻電漿體短流程製備微細球形鈦粉
- 引領鈦時代的先驅者：江蘇金物新材料有限公司
- 非常鈦：鈦時代的來臨，非常態的鈦與鈦合金
- 騎乘暴風：2020年大中華地區MIM的產業現況



專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導

- 迎接時代趨勢：鈦與鈦合金專用的燒結爐
- 快速、安全與環保：鈦與鈦合金的草酸催化脫脂
- 認識鈦與鈦合金

科技新知

- 威猛氣冷系統助吹塑成型
- 不只3D列印機，智慧製造更多元！
- 日本獨家高純度：球狀純鈦、鈦合金粉末

顧問專欄

- 第52招【多模穴數據採集篇】
- 談判和棒球：局數和球員

產業訊息

- 專家諮詢系統：高科技智慧射出成型產學聯盟
- 廣東汽車戰略性支柱產業集群發展現狀和對策研究
- 中國國內模具市場發展現狀及2021年發展趨勢



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 2021-06-A01

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

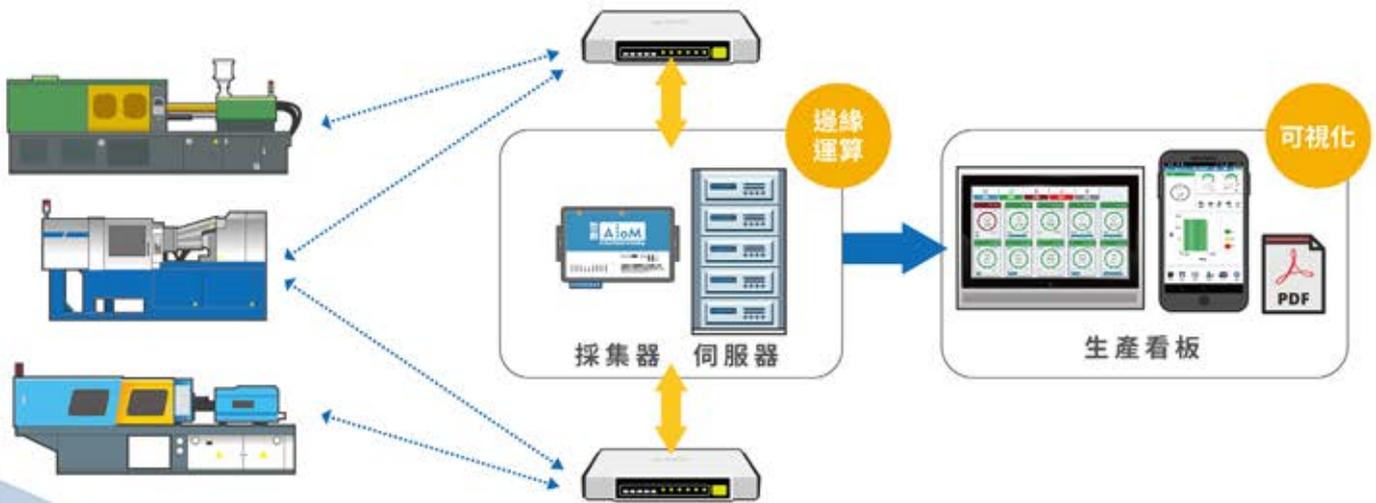
· 台中 · 高雄 · 寧波 · 廈門 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律賓 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多資訊

95%射出機相容，省錢省時



標準版介紹

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

優勢

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

廣告編號 2021-06-A02

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

可自動控制
以應用為導向
工藝穩定且節省空間

人性化
性能強勁

精確
多樣化應用
垂直



WIR SIND DA.

清晰明確：我們的垂直系列 ALLROUNDER V 和 T 在實踐中都可實現多樣化應用。為此，它們必須進行性能強勁的、工藝穩定且精確的生產。但是排在首位的必須是：人性化。ARBURG (阿博格) 實現了人與機器的完美搭配。

廣告編號 2021-06-A03

www.arburg.com.tw

ARBURG

阿博格

線切割規格板



縮短交期兼顧

品質的好選擇

查看尺寸:



梧濟線割板均經過高品質熱處理

梧濟工業使用法國 B.M.I 及德國 Schmitz 最頂尖的熱處理設備，為您提供最高品質的產品

梧濟切割板的熱處理工藝都來自鋼廠的技術數據及熱處理建議，確保線割加工時及使用中不會變形



ISO 9001

梧濟工業熱處理廠通過 ISO 9001 標準，確保每塊熱處理線切割板的品質

請洽梧濟各地銷售據點:

台中總公司: 04-2359 3510
冷模廠: 04-2359 7381
泰山廠: 02-8531 1121
華晟: 02-2204 8125
台南廠: 06-2544168
高雄廠: 07-7336 940
本洲廠: 07-6226 110

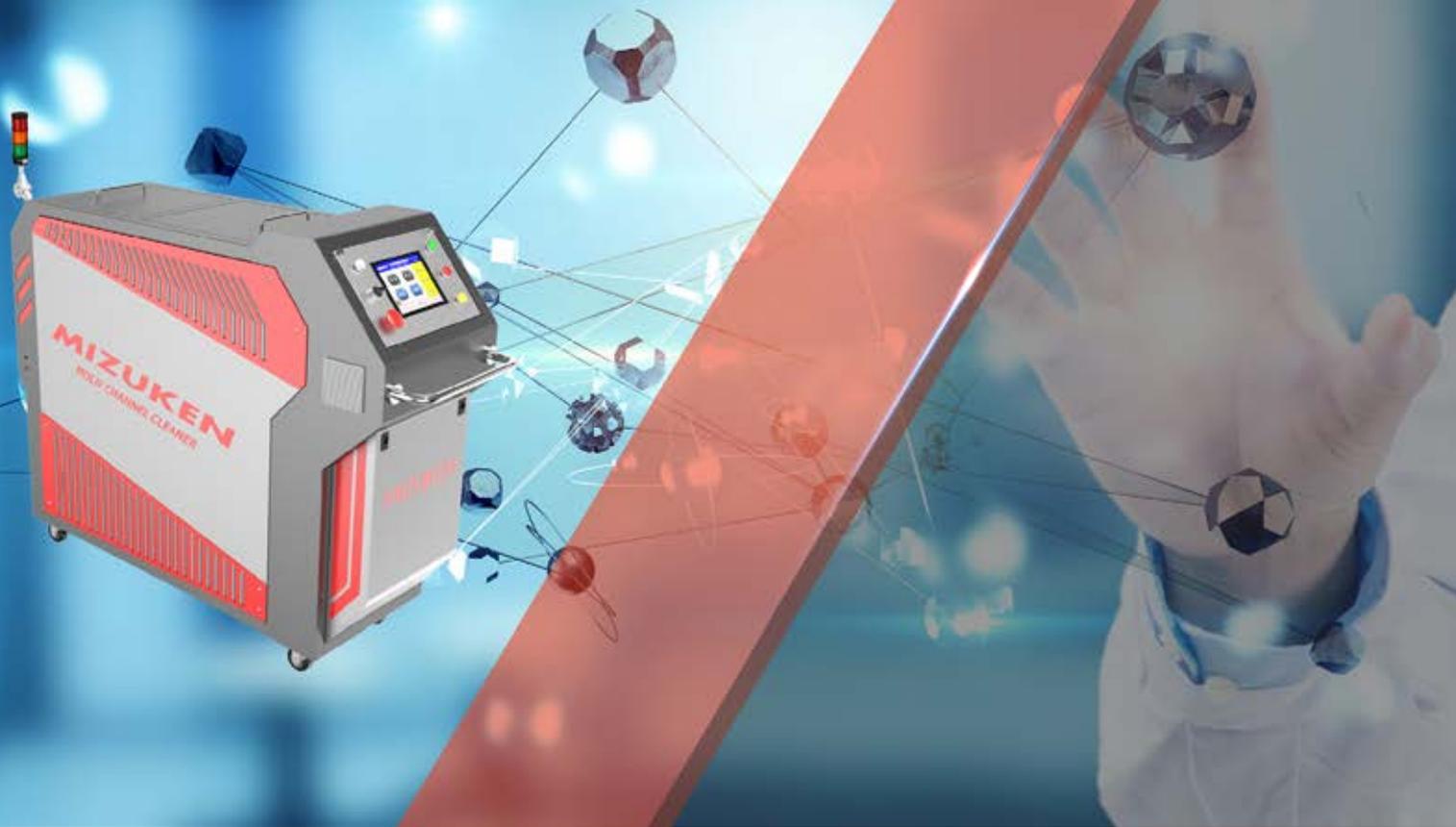
梧濟線切割規格板

| 鋼種 | 材質 | 對應材質 | 供貨硬度 | 特性 |
|---------|-----------------|--------------|----------------|---|
| 金屬沖壓下料用 | K105 | SLD SKD11 | 58-60 | - 尺寸變異性極小的高碳鋼高鉻鋼種，並具有良好的耐磨性 - K105 比 SKD-11 有更高的鎢含量，可提供更佳之硬度及耐磨性 |
| | K340 | 專利鋼種 | 59-61 | - 較微細的碳化物 - 高尺寸穩定性 - 抗黏著磨耗性高 - 成型深抽模 - 專用鋁、銅、不銹鋼的下料 |
| | S600 | SKH51 M2 | 62-64 | - 屬鎢鉻高速鋼，改善基地的紅熱硬度 - 具有優越的韌性與切削性 |
| | S390 P/M | ASP60 T15 | 65-67 | - 碳化物平均粒度 2-4 μ m - 高溫強度與耐磨耗性佳 - 用於高速高溫下薄板沖切 - 精密下料模具 |
| | S693 P/M | ASP23 M4 | 63-65 | - 高韌性 - 組織細微無偏析 - 適合高強度材料用之精密下料 - 精密下料模具 |
| 塑膠模用 | K329 | Viking | 52-54 56-58 | - 高強度、高耐磨性 - 提供二種硬度供客戶選擇 |
| | 2344 | SKD61 | 50-52 | - 高韌性 - 高熱傳導性 |

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

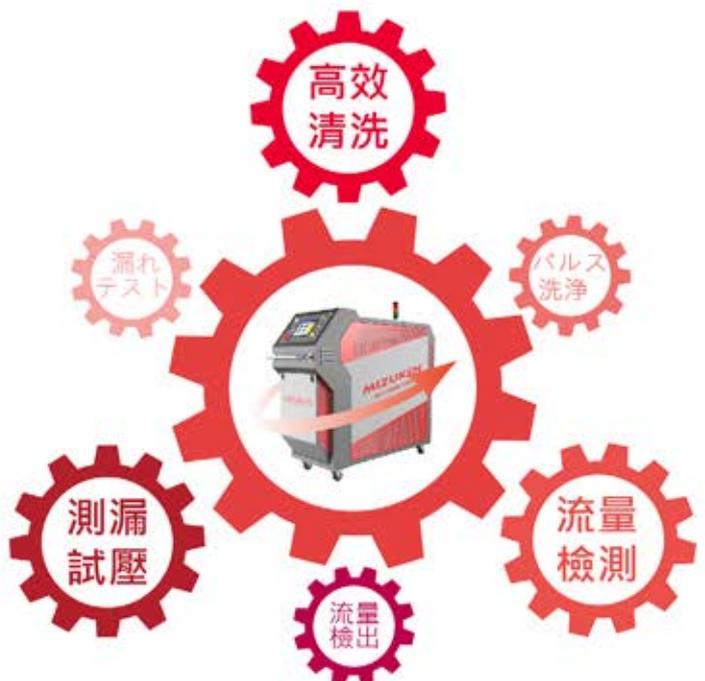
GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

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 2021-06-A05



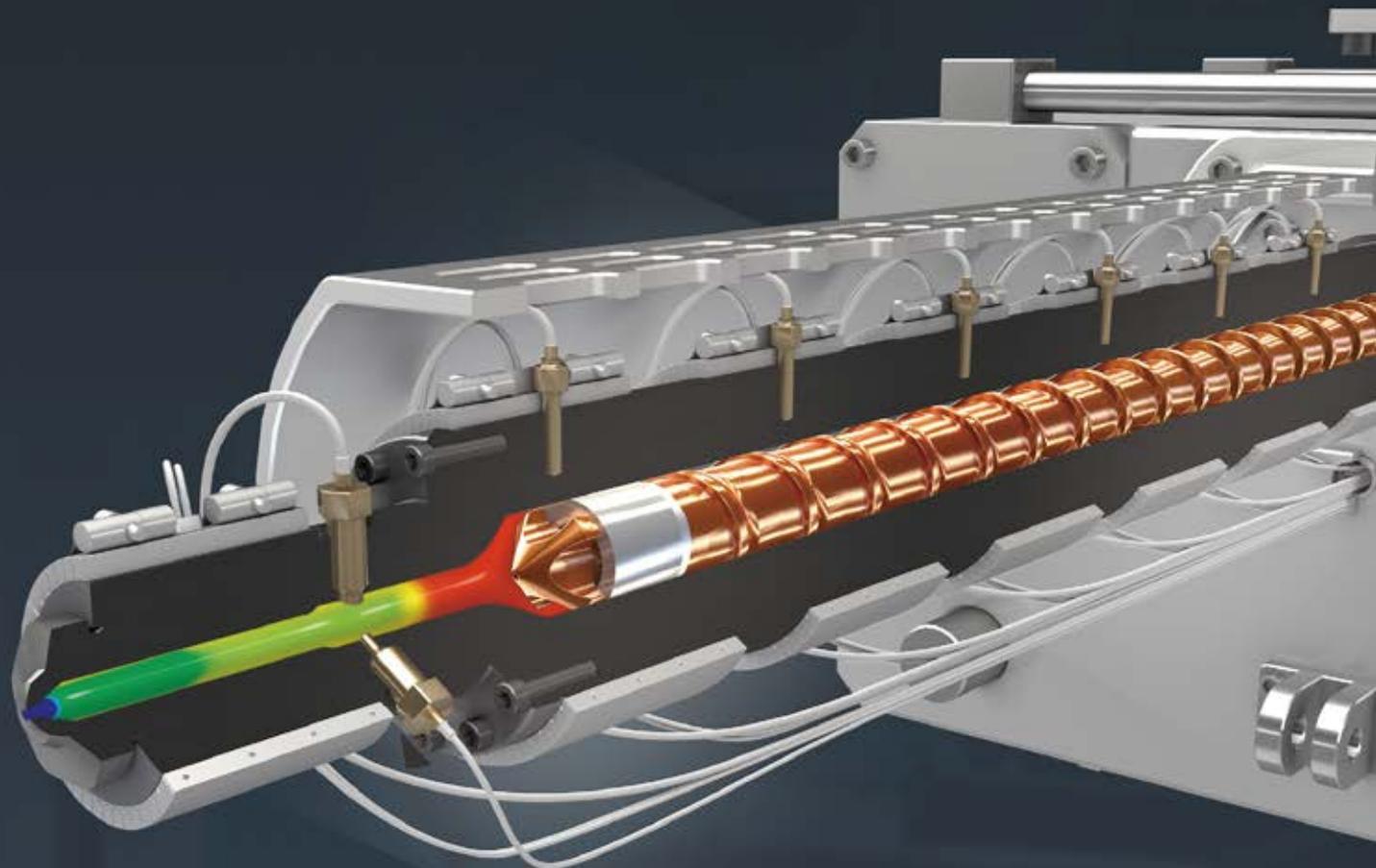
TEL +886-938009549

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
設計排版 簡恩慈 Elise Chien
雜誌編輯 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 詹汶霖 William Zhan
張仁安 Angus Chang 鄭向為 Nick Cheng
楊崇邠 Benson Yang 廖士賢 Leo
李志豪 Terry Li 彭楷傑 Eason
劉岩 Yvan Liu 林振揚 Ali
張林林 Kelly Zhang
羅子洪 Colin Luo
許賢欽 Tim Hsu
王海滔 Walk Wang
羅偉航 Robbin Luo
邵夢林 Liam Shao
黃煒翔 Peter Huang
蔡承翰 Hunter Tsai
游逸婷 Cara Yu
葉庭瑋 Danny Ye
劉家孜 Alice Liu

專題報導

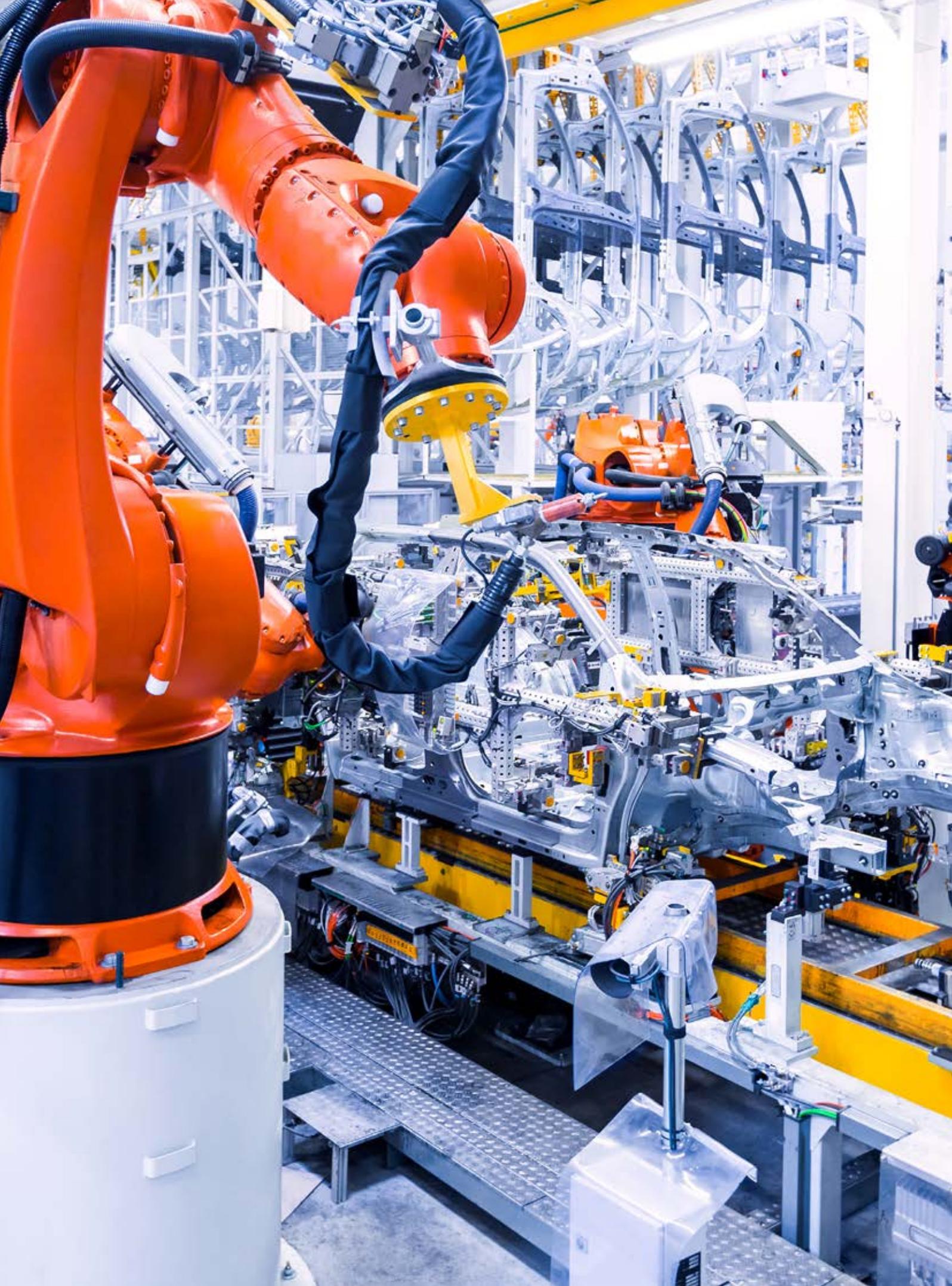
專題主編 邱耀弘
特別感謝 北京科技大學粉末冶金研究所、江蘇金物新材料有限公司、寧波恒普真空技術有限公司、星特爍科技有限公司、福建省智勝礦業有限公司、科盛科技、威猛集團、三帝瑪有限公司、溢井有限公司、林秀春、林宜環

讀者專線 :+886-2-8969-0409

傳真專線 :+886-2-8969-0410

雜誌官網 :www.smartmolding.com

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



廣告索引



| | |
|------------------------|----------|
| IoM-IPS 智慧排程方案 ----- | P2(A01) |
| IoM-OEE 機聯網方案 ----- | P3(A02) |
| 阿博格 ----- | P4(A03) |
| 梧濟工業 ----- | P5(A04) |
| 水研 ----- | P6(A05) |
| 科盛科技 ----- | P7(A06) |
| 型創 AMT ----- | P35(A07) |
| 型創 AioM ----- | P39(A08) |
| Sodick ----- | P49(A09) |
| 【模具暨模具製造設備展】 2021 徵展 | P53(A10) |
| 【3D 列印展】 2021 徵展 ----- | P63(A11) |
| 數位版雜誌宣傳 ----- | P73(A12) |
| 電子束 EBM 加工技術發表應用說明會 | P77(A13) |
| 型創 EOM 電力監測與節能解決方案 A | P83(A14) |
| 型創 EOM 電力監測與節能解決方案 B | P91(A15) |

出版單位：台灣區電腦輔助成型技術交流協會

出版地址：台灣 220 新北市板橋區文化路一段 268 號 6 樓之 1

讀者專線：+886-2-8969-0409

傳真專線：+886-2-8969-0410

雜誌官網：www.smartmolding.com

ACMT 模具與成型雜誌 No.044 2020/11
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：張明廷 博士

專中AI與工業4.0的應用與發展
特別設計AI與工業4.0的應用與發展
AI與工業4.0的應用與發展
AI與工業4.0的應用與發展

Industrial 4.0

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：AI與工業4.0的應用與發展
科技新知：AI與工業4.0的應用與發展
產業訊息：AI與工業4.0的應用與發展
顧問專欄：AI與工業4.0的應用與發展

QR Code

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

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

【模具成型產業的最新光學技術與應用】

專題主編：陳怡彰 教授

• 光學技術在模具成型產業的應用
• 光學技術在模具成型產業的應用
• 光學技術在模具成型產業的應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：光學技術在模具成型產業的應用
科技新知：光學技術在模具成型產業的應用
產業訊息：光學技術在模具成型產業的應用
顧問專欄：光學技術在模具成型產業的應用

QR Code

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

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

【LSR射出成型的產業應用與發展趨勢】

專題主編：黃登昌 教授

• LSR射出成型技術的應用與發展
• LSR射出成型技術的應用與發展
• LSR射出成型技術的應用與發展

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：LSR射出成型技術的應用與發展
科技新知：LSR射出成型技術的應用與發展
產業訊息：LSR射出成型技術的應用與發展
顧問專欄：LSR射出成型技術的應用與發展

QR Code

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

ACMT 模具與成型雜誌 No.043 2020/09
www.smartmolding.com

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

【特殊高性能材料之介紹與相關應用技術】

專題主編：劉文斌 技術總監

• 特殊高性能材料的介紹與相關應用技術
• 特殊高性能材料的介紹與相關應用技術
• 特殊高性能材料的介紹與相關應用技術

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：特殊高性能材料的介紹與相關應用技術
科技新知：特殊高性能材料的介紹與相關應用技術
產業訊息：特殊高性能材料的介紹與相關應用技術
顧問專欄：特殊高性能材料的介紹與相關應用技術

QR Code

ACMT 模具與成型雜誌 No.042 2020/08
www.smartmolding.com

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：吳光輝 ACMT副社長

• 射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇
• 射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇
• 射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇
科技新知：射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇
產業訊息：射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇
顧問專欄：射出工廠的數位化轉型：IT與OT的相遇

QR Code

ACMT 模具與成型雜誌 No.041 2020/07
www.smartmolding.com

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：吳冠輝 副總裁

• 產業輕量化與無損檢測技術的應用
• 產業輕量化與無損檢測技術的應用
• 產業輕量化與無損檢測技術的應用

專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

專題報導：產業輕量化與無損檢測技術的應用
科技新知：產業輕量化與無損檢測技術的應用
產業訊息：產業輕量化與無損檢測技術的應用
顧問專欄：產業輕量化與無損檢測技術的應用

QR Code



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

16 國際會議凸顯鈦粉末燒結法的光明前景

24 射頻電漿體短流程製備微細球形鈦粉

36 非常鈦：鈦時代的來臨，非常態的鈦與鈦合金

40 騎乘暴風：2020 年大中華地區 MIM 的產業現況

46 迎接時代趨勢：鈦與鈦合金專用的燒結爐

50 快速、安全與環保：鈦與鈦合金的草酸催化脫脂

54 認識鈦與鈦合金

64 抬頭顯示器反光板之蒸鍍治具模具及成型效率最佳化

68 威猛氣冷系統助吹塑成型

70 不只 3D 列印機，智慧製造更多元！

74 日本獨家高純度：球狀純鈦、鈦合金粉末

78 第 52 招
【多模穴數據採集篇】



60
鈦與鈦合金
用的燒結承
燒治具





84

92 專家諮詢系統：高科技智慧射出成型
產學聯盟

98 廣東汽車戰略性支柱產業集群發展現
狀和對策研究

104 中國國內模具市場發展現狀及 2021
年發展趨勢



非常「鈦」，鈦合金是否 能夠成為MIM主流？

「每個新材料年代的開啓，都需經歷一段辛苦和漫長的驗證。今天我們再度走到年代的十字路口，從接受 MIM 技術、使用鐵基材料到改變成不鏽鋼為主流材料應用，鈦與鈦合金時代已經出現並等待我們的進入。我們已經準備好了，跨起步！非常鈦，走進新時代！」 ■

新登場!



數位版雜誌上線中!
隨時隨地都能閱讀!



邱耀弘 博士

經歷

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

非常「鈦」，鈦合金是否能夠成為 MIM 主流？

還記得 1991 年這個時候，正值我等待研究生入學考試放榜的前夕，正準備踏入金屬粉末注射成形的學習圈裡，那個時候的不鏽鋼金屬粉末是鐵系金屬粉末的數倍價格，對於金屬材料的範疇只圍繞在鋼鐵材料打轉；到了 2001 年的這個時候，人類剛結束千禧年的驚魂，移動通訊的技術僅處在 1G 到 2G 的邊緣，MIM 技術在工業上的應用仍舊遠遠落後於壓鑄和脫蠟鑄造，曾經聽到的鈦與鈦合金，那是夢幻而遙不可及的金屬材料；直到 2011 年，我們開始經歷 MIM 技術大爆發，美國蘋果公司開始願意接受 MIM 技術並大量使用不鏽鋼材料。在此同時，他們也曾詢問了關於鈦與鈦合金應用的可能性，但那時這項材料仍存在許多不確定性。

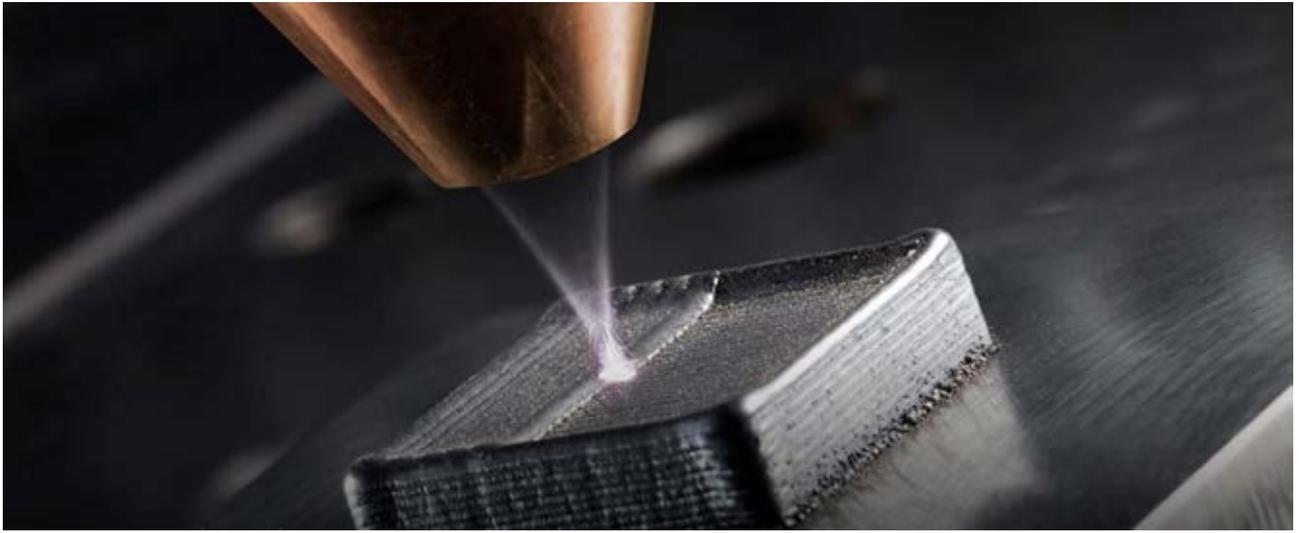
鈦與鈦合金因為比重小、强度高，過去一直都被認定是用在航太、航空的高級材料；因為與人體的親和性，在植入體方面的應用包含如人工骨骼替代、牙齒的齒根甚至齒冠；而由於鈦對於各種氣體都能反應，包含氧化、碳化、氮化而有不同的顏色變化，在真空鍍膜產業的使用也由來已久，那麼為何應用在 3C 產品時卻反而沒有多少成績呢？因為鈦與鈦合金粉末製程較為麻煩，鈦本身的活性很強，許多熔煉製粉必須採用坩堝盛裝熔融鈦合金，導致污染發生的可能。所幸在大陸的科研技術普及後，嶄新的噴粉手段已經可以克服噴粉的眾多問題，加上 MIM 技術與設備的升級，對於鈦與鈦合金的粉末製程已非難事，我們將該材料結合 3C 產品的設計，其中穿戴式電子裝置是最有可能實現。

今天，我們再度走到了年代的十字路口，猶如過去的每個十年一般，在新技術和新材料的路口掙扎，從接受 MIM 技術、使用鐵基材料到改變成不鏽鋼為主流材料應用，鈦與鈦合金時代已經出現並等待我們的進入，包含更合理的粉末售價、普及的燒結工藝和更好的製造裝備。不要猶豫，歷史記錄讓我們知道，MIM 工藝必須要從基礎的科學和原理瞭解做起，鈦與鈦合金並非新的材料，但是要能夠普及並且廣為世人接受，必須依靠整個行業的團隊行動。

每個新材料年代的開啓，都需要經歷一段辛苦和漫長的驗證，不過最開始的起步便是大量的粉末產出，大陸已經有三家能夠年產 300 噸以上鈦與鈦合金粉末製造公司，我們已經準備好了，跨起步！非常鈦，走進新時代！■



Photo credits: Rolls-Royce, Flickr



國際會議凸顯鈦粉末燒結法的光明前景

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

概要

由於 COVID-19 疫情的影響，2020 年是現代人類史上少見的大隔離，許多經濟和商業活動不得不停止，但先進技術的研究是不能暫停的，剛好可以藉這段時間閱讀一些重要技術前沿訊息。在國際粉末注射成型雜誌 (Powder Injection Molding International, page 61-74 Vol.13 No.4, December 2019) 對兩年一次的鈦粉末冶金和積層製造的國際會議 (PMTi2019，美國的鹽湖城) 的報導，分享給世人最新的鈦粉技術。前幾次會議則分別在澳大利亞的布里斯本 (PMTi2011)、紐西蘭的漢密爾頓 (PMTi2013)、德國的呂內堡 (PMTi2015) 和中國的西安 (PMTi2017) 等地舉辦。對那些參與鈦及鈦合金粉末加工從業人員而言，這是一個關鍵的國際活動。在 2019 的 9 月議事日程內演講和論文表明，鈦和鈦合金粉末燒結加工技術持續的發展，並能不斷地朝降低成本的方向邁進。

PMTi2019 (第五屆) 於 2019 年 9 月 24 日至 27 日在

美國鹽湖城猶他大學舉行，吸引約 140 名國際出席者，美國金屬粉末工業聯合會 (MPIF) 擔任會議贊助者。雖會議主題是鈦的粉末壓製 (PM) 為主，但關於積層製造且主要是雷射粉體床融合 (L-PBF) 的演講報告數量很高，反而關於傳統粉末冶金工藝的演講次數相對減少很多。雖圍繞積層製造業的炒作似乎已經平息，但在以 AM 為重點的演講中，諸如產品的重複性、失真、孔隙度和過程式控制等挑戰仍主導著討論；其他更成熟的如 MIM 技術之討論，仍在會議上受到矚目。

有趣的是，專門討論到 MIM 相關的演講在會議上相對較少，但關於「類似 MIM」的增材技術演講則增加很多，如金屬黏結劑噴射 (Binder Jetting, BJ) 和熔融絲製造 (Fused Filament Fabrication, FFF)，這些技術能夠生產單一或較小數量零件，無需使用模具。黏結劑噴射法被開發成一種生產技術，有助於零件的大量製造，而非只是用於製作少量產品原型——這些努力已被廣為宣傳，完整的生產系統包括列印的機器、脫脂

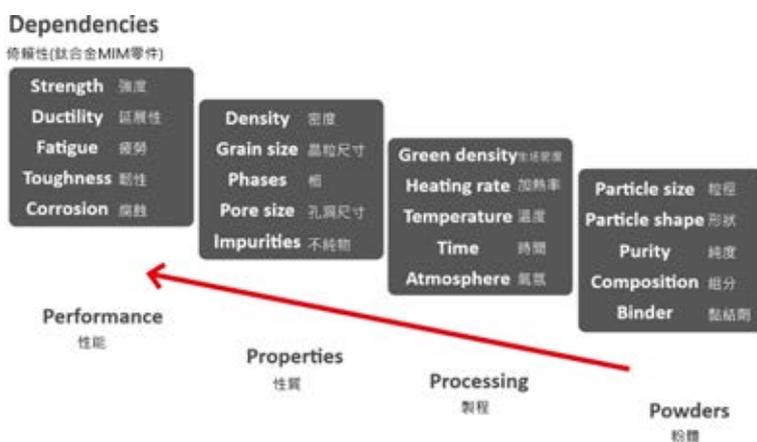


圖 1：燒結參數和 MIM 零件屬性之間依賴關係的基本原理圖

裝置和燒結爐現都已經可用（臺灣科技大學高速 3D 列印中心也將於 2021 年中完成 BJ 技術的設備建制）。燒結和使用由金屬粉末和黏結劑組成的喂料是非常有吸引力，現有存在許多不同 3D 列印的方法，其中一些過程實際上相當便宜如 FFF（把 MIM 的喂料作成絲材或小顆粒然後押出成型）。然而，並非所有這些技術都是專為鈦與鈦合金的加工而開發的，因為鈦燒結仍比較困難，且專業設備也很有限。

燒結法實現產品高機械性能的基本知識

美國加州聖地牙哥州立大學工程學教授、前工程研究副院長蘭德爾·德曼 (Randall German) 教授是全球 MIM 業界先驅，他在演講中全面介紹並特別注重粉末產品的孔隙度控制。他指出，低孔隙度通常是使零件具有良好的機械性能之最重要因素。他對使用預合金和混合元素粉末的 TC4(Ti-6Al-4V) 燒結進行了約 80 項研究，揭示了實現高燒結密度的基本配方：使用細小粉末顆粒，在高真空下環境 ($< 10^{-4}$ Pa) 提供好的生坯密度和燒結。但是，如圖 1 所示，許多處理參數和材料特性之間存在複雜的交互作用，尤其是在燒結 MIM 部件時，這導致機械性能方面的優化參數難以確定。此外，使用小粉末顆粒尺寸有引入高含氧量的風險，這可能會使得延展性顯著惡化。因此，在燒結鈦時，

正確控制雜質吸收（尤其是氧和碳）至關重要。

在他的演講的最後一部分，German 教授著重討論了為什麼幾乎不可能實現零孔隙度的原因。最後，German 教授的演講證實了每個研究者和從業人員在鈦燒結方面的總結經驗：「這是一個複雜過程，想要讓鈦燒結產品獲得所需的卓越機械性能，必須清楚地理解物理過程的重要性。」German 教授以最佳實踐的配方結束：鈦與鈦合金的燒結 MIM 件一定要從高密度生坯開始，燒結緩慢加熱，在高真空中並以低溫長時間保持。但僅倚靠真空燒結是不可能獲得 100% 的產品密度，整理如圖 2 所示。

顯微結構的調整

來自德國的元素 22 公司 (GmbH) 的約翰內斯·沙珀在演講中確認燒結 TC4 的一般方法。在 MIM TC4 中主要進行的微結構優化工作，通過在生產過程中應用設計特殊熱工藝來實現。這個想法是提供小且是一般球狀 α 顆粒，類似於典型的微結構的鍛造材料。這與從典型 MIM 處理中獲得的標準粗層結構形成鮮明對比。研究中，使用尺寸為 $\pm 25 \mu\text{m}$ 的細粉末，並在約 1000°C 的較低溫度下介於 α 和 β 相穩定溫度間進行燒結。Schaper 稱此過程為選擇性珠子燒結 (SBS)。

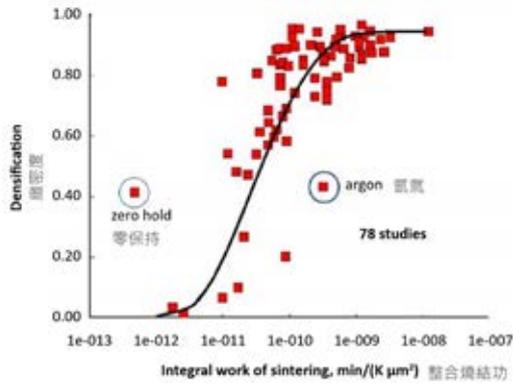


圖 2：在 TC4(Ti-6Al-4V) 燒結的 78 項研究之燒結結果統計圖，圖上描點說明單靠真空燒結技術無法把此合金燒到 100% 的緻密度。除非事後採熱等均壓 (HIP)

生成的微觀結構如圖 3 所示。有趣的是，通過這種方法實現了 99.8% 的高密度。疲勞測試（4 點彎曲）顯示，在 107 個週期為 640 MPa 時，有耐久性限制；這比在純 β 區域燒結的樣品至少高出 100 MPa。最終的拉伸強度達到 1000 MPa，斷裂伸長達到驚人的 20%，這對 TC4 來說有異常好的表現。

該演講再次說明了微結構的調整可以使產品機械性能提升，這是可以通過燒結控制來實現的。但須注意到鈦與鈦合金的 MIM 還是要經過複雜的後處理如 HIP、淬火再加上淬火後的時效處理才能與鍛造件抗衡。

低成本合金的開發——降低鈦產品生產成本

β 相鈦合金加工法則是由來自中國長春 吉林大學國際未來科學中心的奧雷斯特·伊瓦西辛和烏克蘭基輔的庫爾季莫夫金屬物理研究所的專家。在這裡，目的是在不降低機械性能的情況下降低合金的成本。研究物件包括 Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr(Ti-5553)、Ti-10V-2Fe-3Al(Ti-1023) 和 Ti-1Al-8V-5Fe(Ti-185) 以及 Ti-ZrNb 和 Ti-Zr-Nb-Ta 系統的醫療合金。

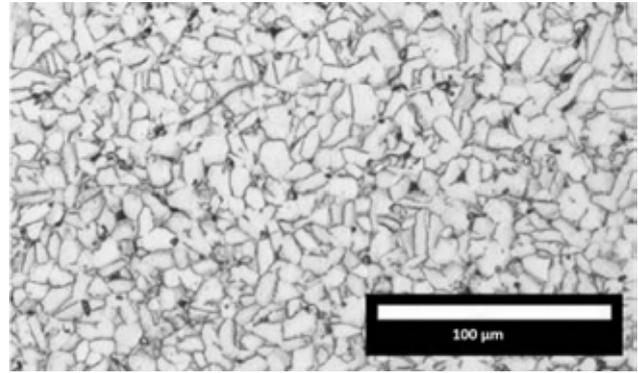


圖 3：在低溫下燒結后，TC4 中的微結構明顯優化成較小的顆粒（珠子狀）

伊瓦西辛的基本方法是使用氫化鈦 (TiH₂) 粉末和混合元素粉末和 / 或母合金粉末。實驗的工序為粉末混合、壓實和燒結。使用氫化鈦粉是一種目前相當流行的方法，因為它其中一個優點在於氫化物的脆性；粉末在壓榨過程中會被粉碎，形成新鮮表面，並形成高密度的生坯且被「鎖定」在固定的密度。此外，由於大量晶體缺陷的形成，在脫氫過程中啟用了快速擴散和燒結等機制。當然主要還是氫化鈦粉便宜。

這種粉末混合方法適用於 TC4 等合金，合金粉末體積低、製程溫度高（高 β 相轉變）。相反，β 相鈦合金的製程採用了合金粉末含量高、溶解緩慢、重元素擴散性慢，因此存在孔隙度風險的問題，這樣通常獲得化學不均勻性和相對較高的孔隙度的結果。此外，脫氫過程中 TiH₂ 和合金粉末不同的體積變化，是產生額外空隙或間隙的來源。

紐西蘭懷卡托大學的萊安德羅·博爾佐尼作了關於降低成本的進一步介紹。Bolzoni 指出，為提高鈦與鈦合金對於鋼鐵或鋁等其他金屬的競爭力，最終鈦零件的成本降低 30-50% 是必要的。作為紐西蘭商業、創

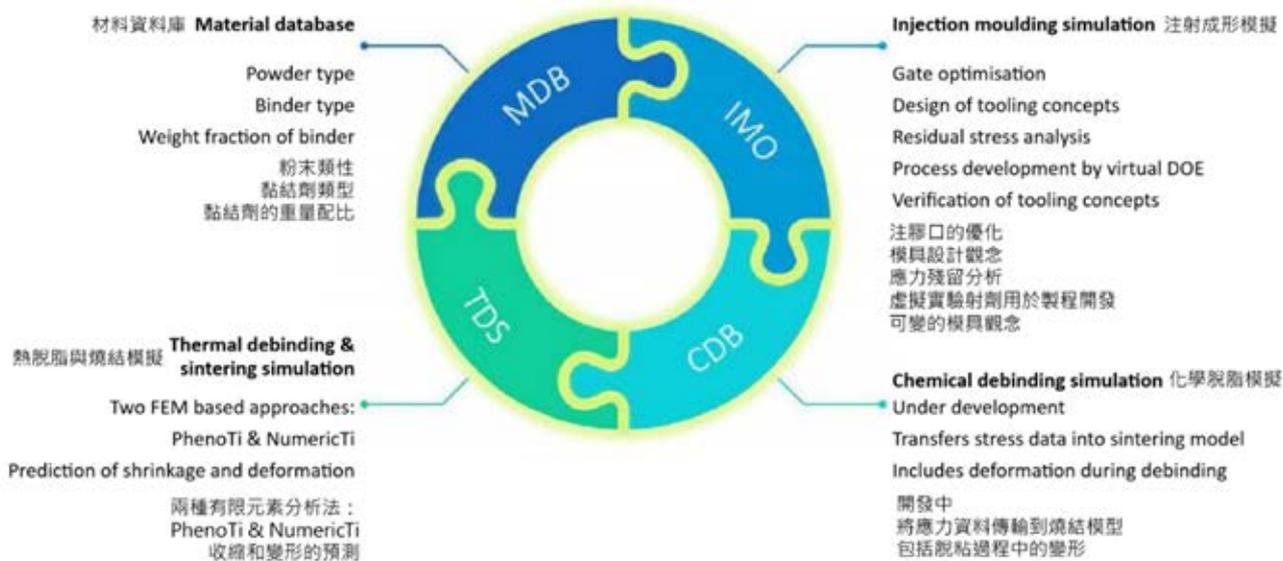


圖 4：MIM 模擬模組的方案

新和就業部贊助的紐西蘭鈦技術研究計劃的一部分，他的方法是使用盡可能便宜的元素開發新型鈦合金，並結合這一點開發具有低成本的生產工藝。他選擇這種組合是含鐵 β 相共析鈦合金和熱力學粉末固化法 (TPC)。此過程包括粉末混合、燒結或熱壓，以及通過押出、鍛造或滾壓進行最終的壓實。其目的是實現與鍛造合金相當的機械性能，但成本顯著降低。

Fe 穩定 β 相鈦合金的潛力比 Mo 高出約 2.5 倍。此外，Ti 中的 Fe 的溶解度相當高，並能提供廣泛的屬性控制。Fe 價格便宜，因其比鈦高 3-5 倍的擴散性而被公認為燒結輔助工具。Bolzoni 報告了一種通過緩慢分解貝氏體來製造奈米結構含鐵鈦合金的方法。這種情況下，在適當開發的熱處理過程中， α -Ti 和 TiFe 沉澱物在 β 相的矩陣中形成。

黑色鈦合金的 MIM

黑色鈦是鈦基合金的術語，含有大量鋇。表面經氧化過程後，形成的表面氧化物可以給零件帶來藍色或黑

色的表面。美國 Praxis 技術公司保羅·謝菲爾德介紹了一種適用於 MIM 加工的黑色鈦合金的研發狀況，與 Ti-6Al-4V 相比，使用黑色鈦的一個動機是其抗磨性顯著提高。這種黑色鈦的耐磨性可與塗有類似鑽石碳 (Diamond Like Coating, DLC) 的鈦相媲美，因此非常適合用於更換人工膝蓋或臀部。

他首先介紹現有的合金成分。通常，這些要嘛是二元合金的 Ti-Zr 或 β 相穩定的 Ti-Zr- α 相合金。在基本層面上，黑色鈦的局限性在於成本高、強度低，且經 PM 製程、熱處理、變黑時，存在性能變差的可能性。因此，此實驗的目標是開發一種適合客戶和 MIM 需求的新合金。

一般來說，傳統的 β 相穩定合金具有更好的性能。然而，由於變黑工藝的加熱處理，它們可能會失去強度，並降低合金熱處理對機械性能的提高能力。一種商用合金是 Ti-35Zr-10Nb，作為鍛造材料其 UTS 約為 1030 MPa (150 ksi)。在爐冷卻和發黑後，UTS 減



圖 5：以 MIM 喂料加工方案——AM 的建模成型方法變得非常靈活

少到 840 MPa。Sheffield 和他的同事希望將基於 α 相的 Ti-Zr 系統與 β 相穩定系統相結合，並創建具高耐磨性的新型 α/β 雙相合金，在變黑後仍保持良好的機械性能。

MIM 的模擬分析

正如本報告開頭所提到的，關於鈦合金 MIM 的介紹似乎正在緩慢減少，也許是因為這一技術現已處於正常商業生產階段。因此，基礎研究問題已經減少。然而，對於商業應用而言，預測注射成型過程中的喂料混合、收縮過程中的變形以及機械性能以及它們對加工參數的依賴，對於降低新產品的成本至關重要。元素 22 公司零件開發部的馬蒂亞斯·沙爾沃格爾介紹了他的公司在這一領域的活動。最終目標是提前類比整個 MIM 過程，縮短模具和工藝參數的開發時間如圖 4。

Scharvogel 介紹了元素 22 開發的兩個模組之應用，並用作商業建模包的子例程。PhenoTi 是一組虛構的材料參數，用於商業有限元方法 (FEM) 封裝進行燒結

類比；NumericTi 是預測收縮和變形熱點的子程式。Scharvogel 指出，模擬在公司中已經被用作降低成本和客戶諮詢的有用工具。他進一步強調高品質的實驗數據作為類比輸入的重要性，需全面和複雜的測試才能獲得有用和可靠的結果。例如，使用不同密度的各種樣品進行測試，以涵蓋整個實際公差範圍。

靈活性高的黏結劑基底燒結法

MIM 是一種成熟且躍動的技術，然而只有一個缺點就是需要模具，原型的製作或小批量的生產採用 MIM 製造成本高昂，且需要大量的開發時間。但若原型由其他工藝製造（如用 CNC 機加工法），則後期導入 MIM 生產會造成不同屬性或容差問題的高風險。目前，可觀察到 AM 產業界對於 MIM 喂料和燒結的技術越來越感興趣，但無需模具。在部分的演講中，都指出燒結法可實現均勻微觀結構的優點，這都是快速原型或小批量生產零件的必要特性。相比之下，雷射粉體床熔合 (L-PBF) 中使用的局部熔化會導致高度複雜的微觀結構以及零件內的應力，如圖 5 所示，喂料和



圖 6：(左) 由 FFF 用 Ti-6Al-4V 粉末所列印的演示齒輪組合（德國埃默里奧利奧化學有限公司開發的黏合劑系統，在元素 22 公司內進行脫脂和燒結）；(右) 使用傳統粉末注射成形齒輪的限制在於零件尺寸過小時，模具對於螺紋與協齒輪無法製做，只能製作正齒輪（右圖由 Dr. Q 拍攝）

燒結的使用使得生坯體在建模時不改變微觀結構的情況下，成型過程變得相當簡單。在演講中介紹了幾種成型技術，其中一些技術在聚合物添加劑製造領域廣為人知。例如，熔融絲製造 (FFF)，也稱為熔融沉積建模 (FDM)，這是一種用於簡單「家用」3D 列印機的標準工藝。

金屬喂料的細絲代替純聚合物已被成熟使用。列印後，零件經過的脫脂與燒結就像 MIM 過程是一樣。圖 6 顯示了由 TC4 製成的零件以 FFF 法生產的示例。

其他技術如複合押出建模 (CEM) 則可直接使用 MIM 喂料顆粒。在這裡，一個小押出機直接逐層「列印」零件，使每個細節成為可能，甚至可進行絲網列印以提升解析度。在圖 7 (左) 中，由細鈦粉末 ($= 22\mu\text{m}$) 製作出非常詳細的結構，引入另一種技術「光固化」，用以實現相當精細的細節，如圖 7 (右)。在這裡，使用充滿金屬粉末的光固化樹脂，零件逐層「列印」，並通過紫外光線硬化。這些工藝都適用於單件或小批量生產。黏結劑噴射技術是大批量生產的最大可能性，該原理類似雷射粉體床熔合 (L-PBF，但黏結劑

噴射的工作溫度低非常多)，因為它是粉末床工藝。然而，不是使用雷射融化粉末，列印頭被用來噴射黏結劑到粉末層並沾黏固化建模成型。列印積層完成後，零件與支撐的粉末被分離隨後脫脂和燒結。他還指出，並非所有這些技術都可得到足夠發展，當然商業化生產還是可能的。在許多情況下，仍有些問題如分層、孔洞、裂紋和過大的公差，這些與分層堆積有關。因此，需進一步的技術發展。此外，在大多數情況下，大多數系統並不正式提供鈦的加工，因為鈦的氧化是很容易地發生，也可能造成爆炸的風險。

在顆粒上以溶劑噴射的積層製造

來自瑞士西部應用科學和藝術大學的埃弗拉因·卡雷尼奧 - 莫利介紹了另一種基於黏結劑的 AM 技術，與黏結劑噴射相比，使用由粉末顆粒和黏結劑混合組成的顆粒不是使用單獨粉末。列印頭噴射溶劑，而不是黏結劑 (圖 8)。然後，顆粒中的黏結劑被溶劑所溶解，將相鄰的顆粒黏結在一起。列印後，進行通常的脫脂和燒結過程。這種技術的優勢在於低黏度的溶劑容易噴射，如果是黏結劑噴射高黏度的情況下，噴滴的大小和列印頭清潔是關鍵問題。此外，對粉末形態可接



圖 7：左是由鈦喂料絲列印製成的演示零件（德國德索斯頓弗法 IFAM）；右則是由鈦光固化列印製成的演示零件（由奧地利 Incus GmbH 製造，在德國元素 22 GmbH 上燒結）

受的範圍非常高，甚至可以使用不規則粉末，因為顆粒近似球面，具有更好的可擴散性。Carreio-Morelli 將該技術與 TiH_2 的處理相結合，以降低成本。他指出，在脫氫過程中，不僅只是氫化物，甚至元素氫發生都能夠與鈦粉表面的氧化物發生反應，形成水分子而蒸發。因此，可以降低含氧量。

顆粒由粉末、黏合劑和溶劑的濕混合製成，然後乾燥、銑削和篩分。圖 9 顯示了產生的顆粒之一。

喂料押出的工藝

最後，元素 22 GmbH 的 Johannes Schaper 提出了通過 MIM 喂料押出成型的可行性研究初步結果。其理念是提供一種低成本的方法，用於生產幾何形狀固定，如薄壁或多流明管或板狀或其他鈦合金的型材，這些鈦合金難以使用塑性變型加工，如 Ti-6Al-4V，由於這些合金不能是冷作變形的，因此必須作出相當重大的努力才能進行生產，包括去除氧化表面層。Schaper 和他的同事使用傳統押出機處理喂料，獲得如圖 10（左）顯示具有矩形橫截面的厚板材之製造；圖 10（右）則顯示現在由押出製造的各種型材。在直徑為 3mm 的管中實現壁厚小於 0.5mm 的板材厚度、

牆面厚度在 0.4mm 至 5mm 之間；在直徑小於 1mm 的管中實現了通道小於 1mm；導線直徑低於 1mm。

迄今為止，由於可用燒結爐的尺寸大小，生產的最大長度為 720mm。同樣，這項研究證實了粉末混合黏結劑的方法並經燒結的生產靈活性。Schaper 以機械測試結果結束了這個演講，結果顯示了押出件與 MIM 注射件相當的結果。

總結

PMTi2019 再次證明鈦合金粉加工為高度熱門主題，鈦金屬的優異性是不鏽鋼、鋁、鎂、鋅等合金無可匹敵。鈦的耐疲勞特性更是整個演講中提及最多的主題之一：這表明，航空航太和醫療設備等要求苛刻的應用領域仍然是主要目標。此會議的明確資訊是以燒結法製程成為鈦零件的關鍵製造方法，使用 MIM 相同的燒結工藝可將積層製造的雷射粉體床熔合 (L-PBF)、材料押出 (MEX & FFF)、黏結劑噴射法 (BJT) 整合在一起，成為鈦與鈦合金粉末產品的製造工藝。■

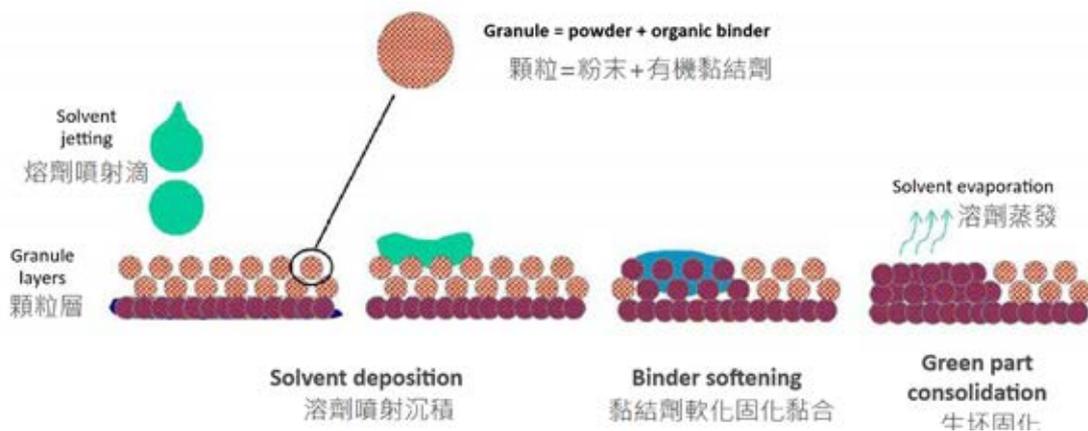


圖 8：顆粒溶劑噴射積層製造的原理圖

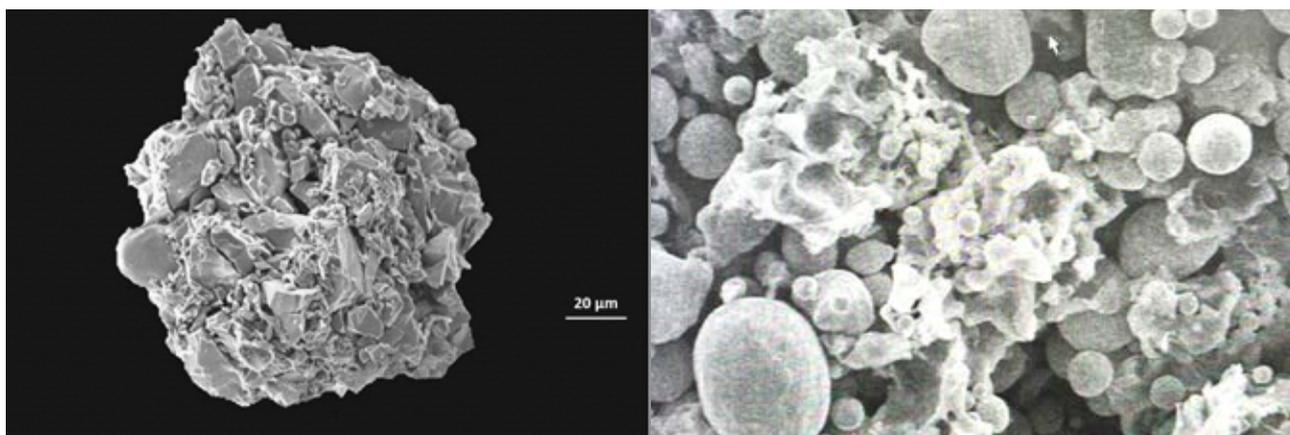


圖 9：左為由 TiH_2 粉末和聚合物黏結劑製成的顆粒；右為普通的氣霧粉末和聚合物黏結劑混合，可看出較圓的顆粒

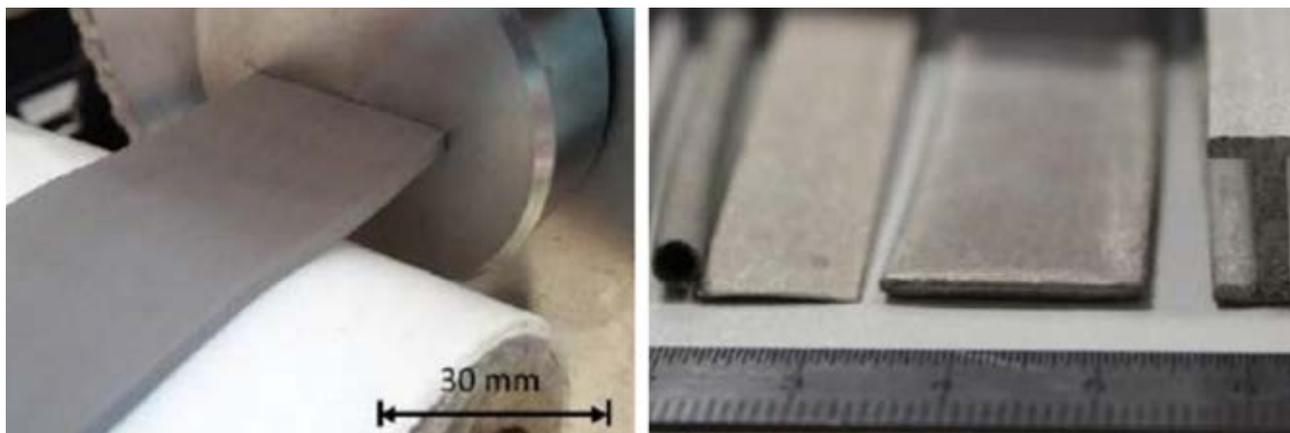
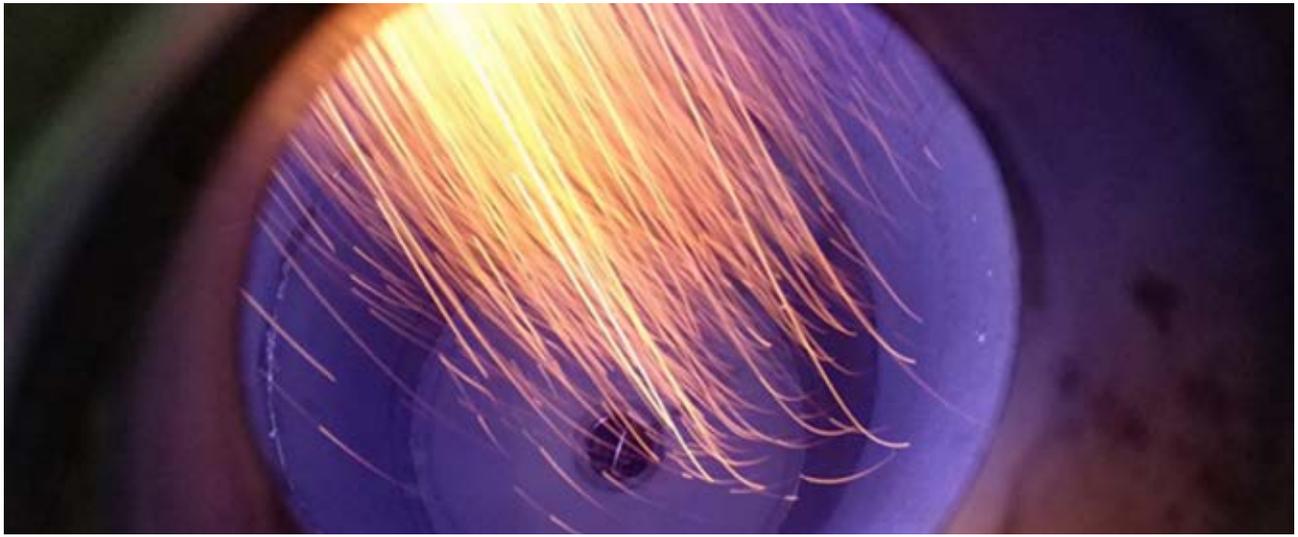


圖 10：左為使用 MIM 喂料押出製作的厚板；右則是利用材料押出的異型斷面型材



射頻電漿體短流程製備微細球形鈦粉

■北京科技大學粉末冶金研究所 / 郭志猛 所長

人物介紹

郭志猛 教授

1959年8月生於河北省望都縣。1982年畢業於北京鋼鐵學院粉末冶金專業；1982～1983年在桂林礦產地質研究院從事超硬材料科研工作；1986年在北京科技大學材料科學與工程系獲碩士學位並留校在粉末冶金教研室任教；1993年在北京科技大學粉末冶金專業獲博士學位；1994～1996年赴日本與東京工業大學聯合開展自蔓延高溫合成技術(SHS)的研究工作。現任北京科技大學粉末冶金研究所所長及反應合成與奈米材料學術梯隊負責人。

近年主講「粉末冶金原理」等課程，主要從事先進粉末冶金材料、功能材料、奈米材料的合成與製備及粉末冶金產品開發。主要研究方向為以下所述：

(1) 自蔓延高溫合成(SHS)：主要包括離心法製備陶瓷內襯鋼管(863項目)；SHS固定放射性核廢料(國家自然基金項目)；SHS製備Ti-Ni多孔

形狀記憶合金(生物醫用材料)等項目；

(2) 超細硬質合金工業化生產：(863項目、北京市自然基金項目)，包括奈米WO₃粉、奈米W粉、奈米WC粉的製備及超細硬質合金的製備；

(3) 金屬凝膠注模成型技術：包括多孔鈦人造骨(醫用材料)，不鏽鋼金屬凝膠注模成型技術以及大尺寸複雜形狀Nd-Fe-B磁場凝膠注模成型；

(4) 先進粉末冶金材料：包括超硬工具材料(金剛石及立方氮化硼工具)、金剛石工具用超細合金粉製備、奈米彌散強化材料(ODS奈米彌散強化銅、奈米彌散強化高溫合金)、鈦合金粉末；

(5) 表面熔覆技術：包括鎳基、鐵基、鈷基材料(與碳化物複合)多種方式的表面熔覆；

(6) 吸波材料：包括複合吸收型及具有寬頻吸波能力的雷達吸波材料；

(7) 磁性材料：高居里溫度稀土永磁及快淬永磁材料。

郭志猛教授立足應用、致力創新，已申請國家發明專



圖 1：郭志猛 教授近年主講「粉末冶金原理」等課程，主要從事先進粉末冶金材料、功能材料、奈米材料的合成與製備及粉末冶金產品開發

利 60 多項（已有 20 多項獲得授權）先後出版著作 4 部，在國內外雜誌及大型國際國內學術會議發表學術論文 80 多篇，學術論文被 SCI、EI、ISTP 收錄 40 多篇，並多次承擔國家 973、863 課題、國家自然科學基金、國防科工委以及橫向項目，獲國家科技發明四等獎一項、教育部科技進步二等獎一項，部級科技進步二等獎二項，享受政府特殊津貼。

摘要

本文簡單介紹以射頻電漿體短流程製備微細球形鈦粉的方法，屬於金屬精密粉末製備的技術領域。將氫化-脫氫技術與射頻電漿體熔融球化技術相結合，選取氫化鈦粉末為原料，所述氫化鈦粉末在高溫電漿體中吸熱並迅速分解脫氫，在脫氫過程中裂解、破碎生成微細鈦粉並完成球化。該方法直接通過電漿體處理使氫化鈦粉的脫氫與生成鈦粉的球化過程一步完成，實現短流程製備微細球形鈦粉。此法之優點在於將氫化-脫氫技術與射頻電漿體熔融球化技術相結合，縮短生產工藝流程、提高生產效率、降低生產成本。同時，製備出的球形鈦粉粒度細小、均勻，流動性好、球形度高、氧含量低，滿足金屬粉末注射成型、積層製造

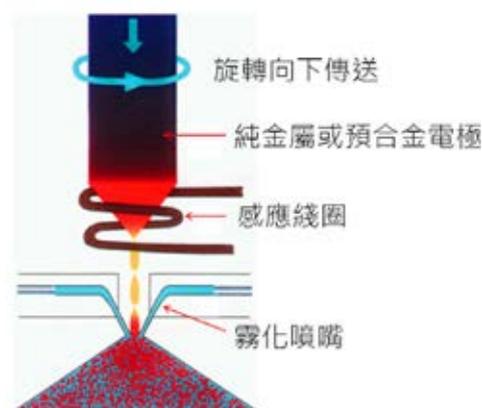


圖 2：鈦合金粉末獲得之電極感應熔化氣體霧化 (Electrode Induction Gas Atomization, EIGA) 法

粉體床成型和凝膠注模成型等技術工業生產的需要。

現況

鈦的化學活潑性是眾所周知，非常容易和氧、氮、氫、碳反應生成化合物。截至目前為止，仍沒有能夠直接盛放鈦液的坩堝，尤其是熔煉的溫度越高，與坩堝體的反應就更為劇烈（請見表 1 所示），一但溫度超過 1500°C 之後，鈦就會搶奪承燒板、坩堝等耐火材料的氧、碳元素，造成提煉的鈦中污染。鈦本身就是煉鋼行業常用的脫氧、脫碳劑的一種，所以要把鈦合金純化是相當的困難。熔煉鈦與鈦合金必須在高真空或高純惰性氣氛中進行，減少更多的雜質與反應物生成。

現在製造高純度的鈦與鈦合金粉末有下列幾種方法，基本的三種方式分別如下所述：

電極感應熔化氣體霧化 (EIGA) 法

原料鈦塊被加工成棒狀直接放置於感應線圈中加熱熔化，這種設計避免熔化過程中鈦與坩堝的接觸，避免污染，從而保持霧化粉末的純淨度，並且加熱速率快、加熱區間小，能耗低，設備可靠性高，如圖 2 所示。

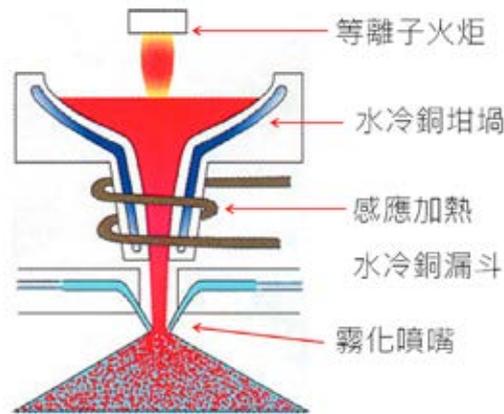


圖 3：鈦合金粉末獲得之電漿惰性氣體霧化 (Plasma Induction Gas Atomization, PIGA) 法

電漿惰性氣體霧化 (PIGA) 法

將原料鈦合金被製成預合金棒材，利用電漿弧熱在水冷銅坩堝中進行熔煉，水冷銅坩堝的底部與感應加熱漏嘴相連，該無陶瓷漏嘴系統將熔化金屬液體流入氣體霧化噴嘴進行霧化，以保證材料不與坩堝反應污染，如圖 3 所示。

電漿旋轉電極霧化 (PREP) 法

如圖 4 所示，將陽極金屬棒放置於高速旋轉的旋轉軸上，在逐漸接近鎢電極產生電漿熱弧作用下熔化鈦金屬棒，熔融金屬液滴在離心力的作用下沿切線方向上發散成小液滴，最終凝固球化成粉，整個過程在真空或惰性氣體保護氣氛下進行。

歸納目前鈦與鈦合金的精細粉末的製造方式如表 2 所示，這是目前已經投產得生產廠家現有的三種方法之描述。這三種方法的細粉收得率（50 μm 以下）較低是導致粉末產品價格高的主要原因，只適合在積層製造的大顆粒粉末等級（且必須過篩分級才能獲得 35~55 μm ），而用於金屬粉末注射成型（>40 μm ）就少的可憐，不過近年來已經在本所的研究單位突破了這些限制。

技術突破

如果要製作便宜的鈦粉末就必須掌握幾個原則：

- 起始原料的價格必須低；
- 保護氣氛必須要到位，使粉末可以自由飛行形成球體狀；
- 熔解熱能要足夠高。

根據上面三點要素，首先我們找到氫化鈦 (TiH_2) 粉可以滿足第一個選項，它來自海綿鈦放置在容器中，用氫氣排除管中的空氣後，將海綿鈦在純淨的氫氣流中於 350 ~ 400 $^{\circ}\text{C}$ 時進行加熱，然後通入過量氫氣後將產物在氫氣流中冷卻即可獲得灰色的氫化鈦粉末，這時的氫化鈦粉末顆粒大小不一且形狀不規則，不過獲得成本很低（大約每公斤在 20-30 美元）左右。氫氣可同時扮演兩個角色，形成電漿體並保護氫化脫氫粉製程不使氧氣進入、快速高溫加熱到達氫化鈦粉末分解溫度，使氫化鈦分解成氫氣和純鈦，純鈦粉在氫氣冷卻氣體中飛行球化後冷卻掉落，如圖 5 所示的示意圖，過程中氫化鈦粉裂解的氫氣被氫氣氣流排出。

圖 6 表示了工業化大量生產的爐體示意圖，圖中紅色方格表示的就是圖 4 的粉體進入並接受電漿體加熱的區域。氫化鈦在無氧、氫氣存在的條件下 620~720 $^{\circ}\text{C}$

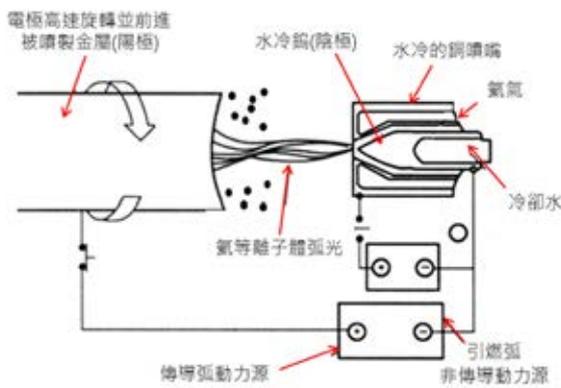
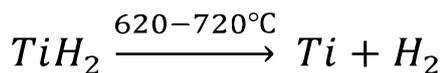


圖 4：鈦合金粉末獲得之電漿旋轉電極霧化 (Plasma Rotation Electrode Process, PREP) 法

發生如下分解反應：



成果

如文章首圖所示，為在設備窗口觀察氫化脫氫的過程，電漿氬爆的光線有如放烟火般耀眼，最終得到球形化的粉體是相當純淨的 100% 高球形度鈦粉末、高細粉收成率以及沒有空心、衛星粉的情形（如圖 7）。使用這種方法生產的無氧鈦化球形鈦粉後，使用於金屬粉末注射成型 (MIM) 與積層製造粉體床 (AM PBF SLS, SLM, EB, BJT) 技術的最終產品將可以使其氧含量控制在 1700~2500ppm，非常低的氧含量保證鈦的延展性無虞。如表 3 所示，氫化脫氫粉末經過篩分可獲得 MIM 與 AM 使用的起始粉末性能。

結語

鈦金屬已經由過去的太空競爭和軍用用途轉變到 5G 通信時代的應用，鈦金屬優異的性能更是能貼近人體並作為替代骨骼的低比重高強度材料，甚至可以長期植入人體中超過 20 年的使用，即使進入了麥肯錫公司所評估的最頂尖的金屬加工技術—— AM 和 MIM

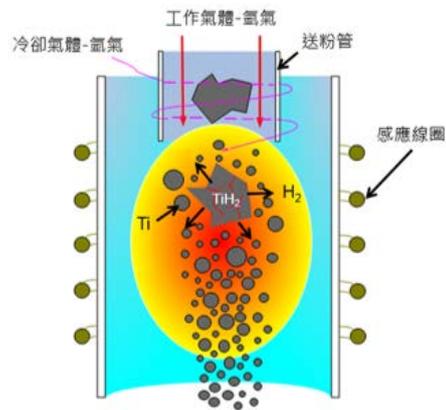


圖 5：氫化脫氫結合射頻電漿體球化技術，可製備低氧含量微細球形鈦粉並具較低起始成本與較高細粉收成率

製程，都少不了鈦材料的貢獻。我們深信，在本團隊的多年鑽研和努力的結果，終將使精密複雜的鈦金屬製品從高不可攀的價格步入平民化的時代，研究成果已經轉移給江蘇金物新材料有限公司，由我的弟子王海英博士在本月為大家介紹目前的量產成果和客戶的反饋。在未來的研究中，我們的團隊將會提供更多的金屬加工技術分享給各位讀者，謝謝大家！■

本篇文章由本期主編 邱耀弘 博士進行整理與彙總

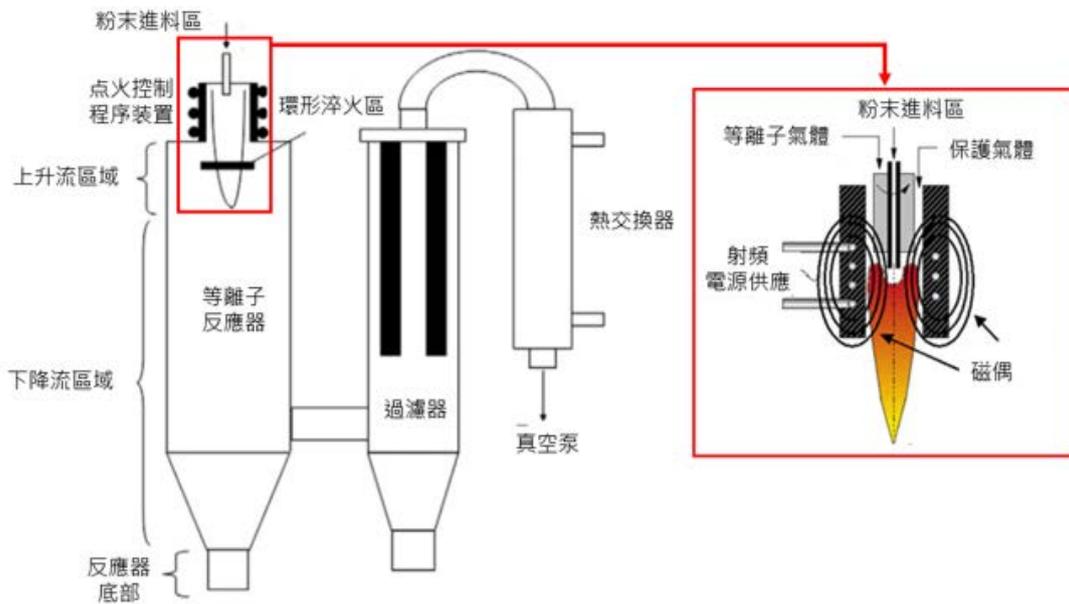
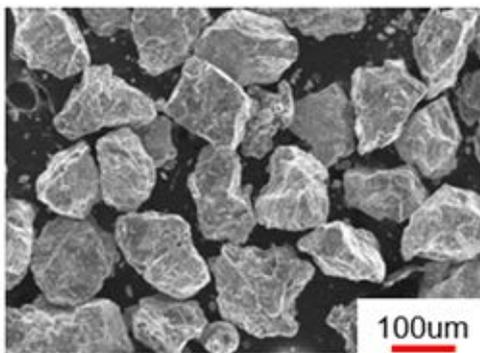
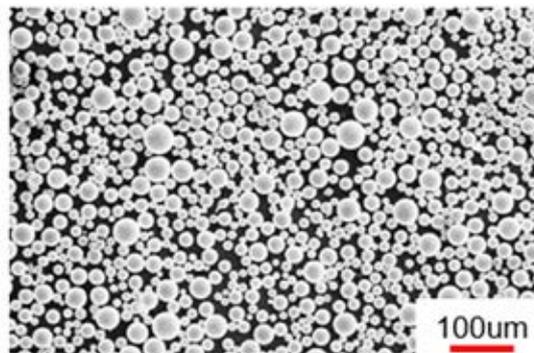


圖 6：射頻電漿體球化技術——要純化的氫化鈦粉投入進料區後通過高溫電漿區域，在短流程的上升流區域發生氫爆使粉體炸開成小碎片，隨後進入下降流區被電漿流高溫球化後降落在反應器底部收集而得到球型純化的鈦粉



氫化鈦顆粒



等離子體球化後的鈦粉

圖 7：(左) 起始的原料是較為低價的氫化鈦粉；(右) 經過氫化脫氫的球形鈦粉非常的純淨

| 耐火材料 | 熔點 /°C | 反應溫度和程度 | | |
|--------------------------------------|--------|---------|--------|--------|
| | | 1400°C | 1600°C | 1800°C |
| 剛玉 (Al ₂ O ₃) | 2015 | 無 | 微弱 | 劇烈 |
| 碳化矽 (SiC) | 2200 | 微弱 | 微弱 | 劇烈 |
| 鎂砂 (MgO) | 2800 | 微弱 | 微弱 | 劇烈 |
| 氧化鋯 (ZrO ₂) | 2677 | 無 | 微弱 | 劇烈 |

表 1：鈦與鈦合金對耐火材料在溫度範圍下的反應程度

| 製粉方式 | | 優點 | 缺點 | 生產廠家 |
|--------------------|--------------------------|--|--|--|
| 氣霧化法 | 電極感應熔 化氣體霧化 (EIGA) | 惰性氣體霧化法製備粉 末球形度較好，雜質含 量低，成分均勻性好。 | 粉末明顯存在衛星顆粒及空心粉 末，存在污染問題，熔池過熱度 不足，細粉率不足 30%。 | <ul style="list-style-type: none"> · GKN · Hoeganaes · 中航邁特 · 航天海鷹 |
| | 電漿惰性 氣體霧化 (PIGA) | | | |
| 電漿旋轉電極霧化 (PREP) | | 粉末粒度範圍窄，球形 度好，雜質含量低，與 氣霧化相比，PREP 不 需高速氣體流，因此無 空心及衛星顆粒產生。 | 需要預製電極，粉末顆粒的細化 依賴於電漿旋轉電極的轉速， 因此對設備的要求較高，一般 粉末粒度較粗，細粉率僅為 10- 20%。 | <ul style="list-style-type: none"> · 英國 LPW · 湖南頂立科技 · 西安賽隆 |

表 2：上述三種製造精細鈦粉方法優點、缺點、與生產廠家

| 製程 | 粒度 D ₅₀ (μm) | 粒度組成 | 松裝密度 (%) | 粉末形狀 | 氧含量 (ppm) |
|-----------------|----------------------------|------|-------------|------|--------------|
| MIM&AM PBF BJT | <40 | 正態分布 | >55 | 近球形 | <1500 |
| AM PBF SLS, SLM | 35-55 | 限制區間 | >55 | 近球形 | <1500 |
| AM PBF EB | 90~110 | 限制區間 | >55 | 近球形 | <1500 |

表 3：提供不同製程的氫化脫氫粉末性能



引領鈦時代的先驅者：江蘇金物新材料有限公司

■江蘇金物新材料有限公司 / 王海英 博士

人物介紹

王海英 總經理

北京科技大學材料科學與工程專業博士，現任江蘇金物新材料有限公司總經理。在北京科技大學師承郭志猛教授之粉末冶金專業學習多年，最早於 2000 年進行金屬粉注射成型 (MIM) 的研究工作，畢業後先後就職於安泰科技股份有限公司、松下電器（中國）有限公司等；2014 年開始從事鈦合金粉末冶金相關技術的研究，在氫化脫氫鈦粉的製備、粉末冶金方法製備鈦合金以及粉末冶金鈦合金的熱變形等方面進行了大量的深入研究工作，尤其在球形鈦合金粉末的製備技術上取得重大突破，聯合創立江蘇金物新材料有限公司，致力於積層製造 (Additive Manufacturing, AM) 和 MIM 用球形鈦合金粉末的生產和應用推廣。

程志駿 副總經理

上海交通大學機械工程與電子工程雙學士，上海交通大學 - 荷蘭商學院 MBA，中歐國際工商學院 EDP，現

任江蘇金物新材料有限公司副總經理，並肩負業務推廣與銷售責任。曾就職於微軟中國有限公司，日本索尼公司，擁有豐富的企業運營及管理經驗。熟悉工業產品的市場策略與營銷渠道推廣。

金石為開

所謂「道厚至金、德厚載物」，這是江蘇金物新材料有限公司的座右銘，鈦與鈦合金是金物新材料的主力產品之外，還包括高溫合金及高熵合金等金屬球形粉末的製備技術，為粉末冶金 (PM)、金屬粉末注射成型 (MIM) 以及積層製造粉體床 (AM PBF) 等技術的金屬製品提供精密金屬粉末的高新技術企業。金物新材料由中國城建集團、北京科技大學和江蘇中泰科技園的支持下，創新發展，以期建成中國國內最大的球形鈦合金、高溫高熵合金粉末生產基地。

公司擁有教授級、研究員級與博士為主的技術研發團隊（其中教授 5 人、研究員級高工 2 人、博士 8 人、



圖 1：江蘇金物新材料有限公司 王海英 總經理，致力於積層製造 (AM) 和 MIM 用球形鈦合金粉末的生產和應用推廣

在學與畢業研究生 20 餘人），金物新材料的團隊致力於粉末冶金相關技術及產品的研究開發與技術創新。即將在 2021 年規劃完成的第一期佔地 20,000 平方米廠房生產超過 100 噸鈦與鈦合金粉末，開創大中華地區首家大規模生產鈦與鈦合金粉末的高新企業，勇為鈦與鈦合金時代的先驅者。

成己成物 粉末產品

憑藉十數年的技術積累，我們為航空航天、生物醫療及工業市場提供穩定可靠的鈦合金球形粉末產品。客戶信賴我們的粉末產品，源於對江蘇金物優勢技術及可靠設備與流程管理的高度信任。金物獨有的聯合氣霧化技術 (Induction heating and plasma melting combined atomization, IPCA)，令獲得的粉末具有非常好的球形度和極少衛星球，以及極低的空心率。而製備過程中使用高純度氫氣霧化粉末，確保產品的低氧和氮含量。

金物新材料擁有大中華地區最齊全的球形粉末生產線與粉末產品，如圖 3 所列舉，包含下列數種材料：



圖 2：江蘇金物新材料有限公司 程志駿 副總經理，熟悉工業產品的市場策略與營銷渠道推廣，肩負業務推廣與銷售責任

- **鈦與鈦合金**：主要材質為純鈦 (TA1 與 TA2)、鈦 6 鋁 4 鈦 (TC4, Ti-6Al-4V grade 5 & grade 23)、TA15、TC11 等，並可根據客戶訂制要求生產專供其他鈦合金料；
- **鎳基合金**：主要材質為 Inconel 718 之球形粉末，其他鎳基合金還包括如 Inconel625、GH3536 等，並可根據客戶訂制要求生產專供其他鎳合金料；
- **鈷基合金**：主要材質為鈷鉻 (CoCrMo, CoCrW) 合金、鉻鈷鎳鐵 (Co40) 合金等，並可根據客戶訂制要求生產專供其他鈷合金料；
- **鋁基合金**：主要材質為鋁矽鎂 (AlSi10Mg)，其他鋁合金還包括如 AlSi7Mg、7075 等，並可根據客戶訂制要求生產專供其他鋁基合金料；
- **高熵合金**：主要材質為鐵鈷鎳鉻鉬 (FeCoNiCrMo)，其他高熵合金還包括如 FeCoNiCrAl、FeCoNiCrTi、FeCoNiCrCuTi 等，並可依客戶訂制要求生產專供其他高熵合金料；

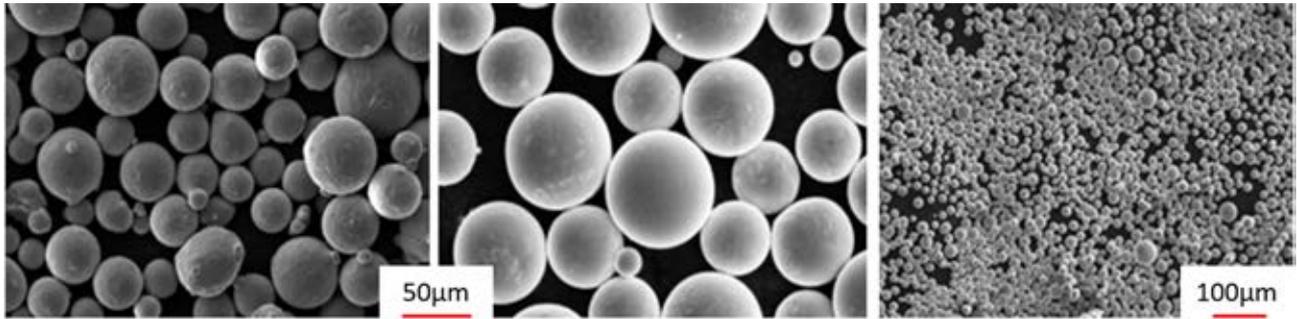


圖 3：左為鋁基合金的球形粉體；中為鈦合金 TC4 的球狀粉體；右為高熵合金的球狀粉體

· **鈦與鈦合金喂料 (MIM Extra®)**：專門提供金屬粉末注射成型使用，可以根據客戶的要求調配粉末裝載量。如圖 4 所表示的 MIM 喂料。

生產設備與工廠

金物新材料工廠的規劃極為簡單並注重安全環保，我們擁有大中華地區最先進的精細球形粉末量產設備，這些都是由金物新材料的研發團隊與北京科技大學郭志猛教授實驗室共同開發的新型裝備，減少對海外設備和技術的依賴，強調國產國用並不斷改進，真正落實大量生產精細球形粉末，協助客戶一起開發產品共同獲利。如圖 5 為部分生產與檢驗的設備，由於目前金物新材料生產的精細球形粉末在粒度細小的狀態下，隔離氧氣與遵循標準作業流程成為我們重要的紀律，我們非常專注在保障客戶使用的粉末料品質，甚至包含到客戶使用安全的考慮，經常邀請客戶前來廠內學習觀摩各種工業安全與技術教育。

產品應用範例

金物新材料現在提供的粉末產品最大宗是在鈦與鈦合金粉末的 MIM 應用，眾所周知的鈦與鈦合金的幾項材質優勢包含：

· 低比重，密度僅為 4.5g/c.c.，相比同性質接近的不

鏽鋼 316，在相同體積比下的重量僅有 56%；

· 高重量 - 強度比，在相同形狀（體積相同）的扣具產品，鈦合金展現的強度比不鏽鋼 316 更好，韌性和延展性更好；

· 耐化學腐蝕與高溫環境，生物相容性更是所有金屬中最佳，植入物在人體內可達 20 年之久。

但是鈦與鈦合金的難加工度使得新近的加工工藝看上以 MIM 生產技術為主來製作產品，並擴展到積層製造粉體床技術上。圖 6 為一些球形鈦與鈦合金粉末的終端產品展示。

誠摯歡迎

· 獲取 MIM 的應用方案服務，為企業客制更加符合製造要求的 MIM 喂料；

· 索取精細金屬粉末技術參數，提供所售各種金屬粉末的各項物理化學參數指標；

· 獲取售前與售後的技術服務，覆蓋您使用金屬粉末全過程的技術支援服務；

· 尋找製造端應用合作的支持，基於現有加工工藝挖掘更加高效低成本的解決方案。

江蘇金物新材料有限公司全體誠摯邀請臺灣同胞前來



圖 4：考慮鈦與鈦合金的操作安全，MIM Extra[®] POM 基喂料產品是業界可以如方便面打開即用的安全喂料。（左）MIM Extra[®] TC4 POM 基喂料；（右）經過注射成型並脫脂燒結後，在右端拋光的狗骨頭拉伸試棒

風光明媚的江蘇省泰州市的金物新材料作客，參加在 2021 年 6 月 17~19 日舉辦的第一屆「非常鈦」論壇，一起體會中華文化的名城揚州與泰州的江南建築，也來此享受創新科技的盛宴——鈦與鈦合金的技術之相關討論，共同前往時代前沿之路。如您的企業是在臺灣，想要瞭解更多有關江蘇金物新材料有限公司的產品訊息，除透過公司官方網站外，還可聯繫耀德技術諮詢有限公司，邱博士和 ACMT 都能與您作更深入的討論。■

本篇文章由王海英 博士與本期主編 邱耀弘 博士進行整理與匯總



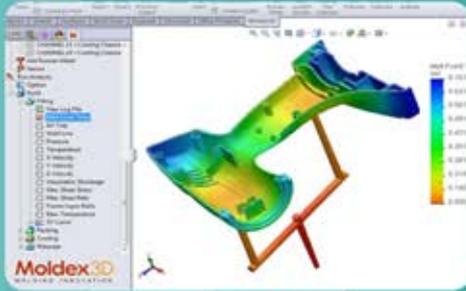
圖 5：金物新材料的部分生產與檢驗設備（由於生產的保密條例無法做更詳細的照片展示）



圖 6：德國 Element 22 GmbH 公司使用鈦與鈦合 MIM 工藝製造的產品。a 為工業零件；b 為醫療領域植入物及其他產品示例

先進模具與成型技術解決方案

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



模具流道設計



EBM電子束表面改質/拋光



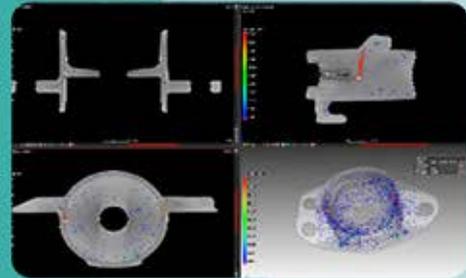
CAE模流分析技術



擴散焊接技術



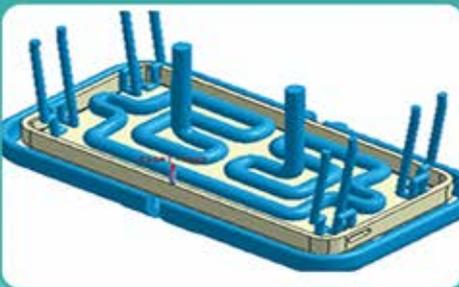
金屬3D列印技術



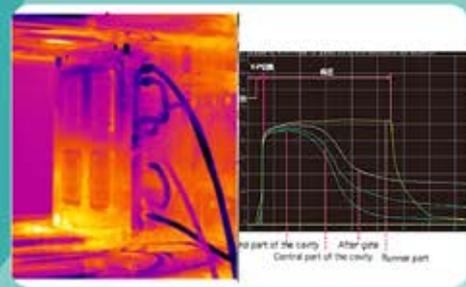
CT斷層掃描技術



鎖模力平衡度檢測



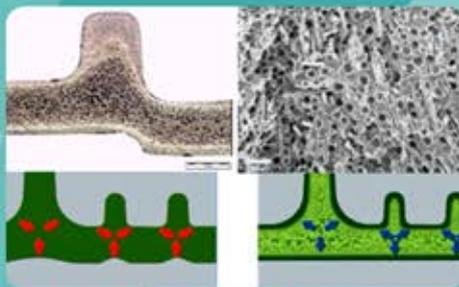
模具水路設計



模具溫度/壓力檢測



微小精密成型技術



微細發泡成型技術



模具水路清洗保養技術



<http://minnotec.com/amt>

型創科技顧問股份有限公司/東莞開模注塑科技有限公司

台北辦公室：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

東莞辦公室：東莞市南城區元美路華凱廣場B座0508室

蘇州辦公室：蘇州市平江區人民路3110 號國發大廈1207

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

廣告編號 2021-06-A08



非常鈦：鈦時代的來臨，非常態的鈦與鈦合金

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

鈦不平凡

MIM 產業經過半個世紀的努力，開始進入新的時代，主編認為「鈦」這個元素扮演著新時代起承轉合的角色，鈦與鈦合金會逐漸的進入原本都是不鏽鋼為主力的金屬粉末注射成型工業，替代一些不鏽鋼無法勝任的任務。一定不能輕忽鈦這個元素，它剛好是金屬中最親和人體且具理想比重的金屬材料，在常溫狀態下，鈦是很安定的，然而一旦處於高溫狀態 ($>150^{\circ}\text{C}$)，鈦的危險性就陡增。

鈦與鈦合金具有不平凡的時代任務，在上世紀中的美蘇太空競賽已經獲得實質的證明，把人類殺戮和軍事競賽的目的去除，鈦與鈦合金在能源節約和耐久度使用上是極為有貢獻的金屬，但因高溫的不穩定性使得加工過程成本很高是不爭的事實，因此粉末成型技術可以使鈦與鈦合金實現更好的加工效率，終將顯現鈦與鈦合金的不平凡。

安全的操作

對於鈦與鈦合金的操作免不了要先討論安全性的問題，為符合工業產品的複雜性和設計自由度的考量，強度高且韌性好的鈦與鈦合金必須要改用傳統金屬加工的方式，尤其是鑄造成型，在地球上沒有一種材料可以完美承接鈦金屬高溫熔化的金屬熔湯，因為鈦的高溫活潑性太高了，比起鎂、鋁、鋅等輕金屬熔化溫度都非常低。因此，粉末成型的技術便是最合適的加工選擇。

近代粉末成型分為三大類形：粉末壓製 (Pressure Molding, PM)、粉末注射成型 (Powder Injection Molding, MIM) 以及積層製造 (Additive Manufacturing, AM)。表 1 所示為三種粉末製程使用的粉末粒徑大小，特別注意到 MIM 與 AM 使用的粉末比較小，眾所周知較小的粉末體有較大的比表面積，因此接觸空氣時容易產生氧化，尤其是高溫的閃火點會導致瞬間高速氧化，也就形成爆炸的可能，尤其是低比重的金屬粉末

| 性質項目 | PM | MIM | AM |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------|
| 顆粒大小 (μm) | 75~150 | 0.1~45 | 35-55 |
| 材質限制 | 輕金屬可做，但是必須添加還原劑或適當的金屬元素抑制氧化 | | |
| 粉末相對圓球度要求 (Relative Roundness) | >0.4 近似等軸狀較好 | >0.7 近似球體 | >0.85 高球體度要求 |
| 材質硬度要求 | 軟質比較推薦 | 無限制 | 無限制 |
| 表面條件 | 粗糙可接受 | 略可粗糙 | 光滑無衛星粉 |

表 1：比較三種製程對於鈦與鈦合金粉末的性能要求

比較容易揚塵，所以對於鈦與鈦合金的粉末製程必須要謹慎的處理。

由於鈦與鈦合金中比較有硬度和強度的特性仍以鈦合金居多，因此如果要獲得低含氧量就必須採用等離子體高的溫度來快速溶解鈦合金，並藉由離心力由氣體吹出的做法，因此大多都是接近球體的粉末，經過篩選便可以供給 MIM 和 AM 使用，如圖 1 所示。

正因如此，以高剪切力的 MIM 和以雷射高能溶解的 AM 都會遭遇到高溫導致鈦與鈦合金劇烈氧化的機會，說明如下的安全法則：

- 自行調配鈦與鈦合金喂料時，烘烤溫度不建議超過 120°C，當混煉機溫度到達時，應先加入黏結劑使其微微融化，再行放入鈦與鈦合金粉末。由於粉末細小，在倒粉末時要小心緩慢傾倒；另一個方法是在低溫 (<60°C) 的時候進行低溫預拌，避免鈦與鈦金屬在 150°C 以上高溫接觸空氣；
- 注射成型在注射機炮筒內的材料因摩擦升溫過高，

注射到模穴內的瞬間會接觸殘留空氣，因而發生鈦與鈦合金的爆炸，或許因注射的高壓鎖模力相互抵消，故不會危害操作人，但模具卻會因而燒毀。有數家公司都曾有類似經驗，主要還是沒觀察炮筒內的溫度變化，當喂料溫度超過設定溫度太多 (>220°C) 就應立刻停止加溫，等降溫到設定溫度才可繼續注射。鈦與鈦合金喂料的使用紀律一定要有規律的執行，回收料的次數要記錄清楚以免黏結劑蒸發老化，導致粉末可能接觸空氣造成劇烈燃燒；

- 使用保護氣氛進行混煉以及 AM 製造，氬氣是最佳的氣體；不過建議保護氣體的壓力最好能大於 1.5 大氣壓力 (>150KPa)；
- 由於 AM 的處理通常在有氣體保護的粉體床內進行，當列印完成後，請靜置至整體列印件和粉體槽冷卻到低於 60°C 以下才可以進行除粉並取出工件。若在過於高溫時進行除粉，會導致殘餘粉末氧化而發生危險，也造成回收粉末的品質降低。

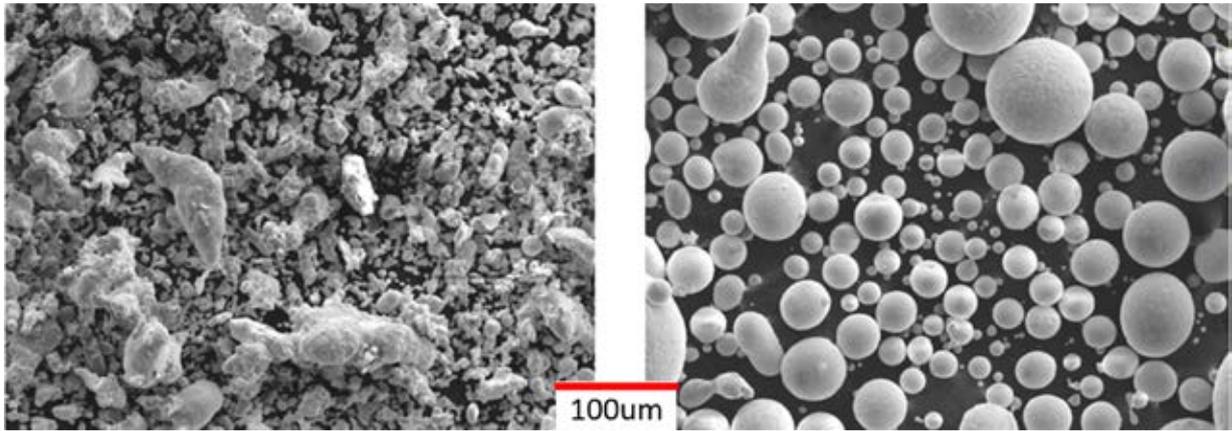


圖 1：左為水霧化不鏽鋼粉由於形狀不佳，必須特別調整才可給 MIM 使用；右則為球形鈦粉，很適合給 MIM 及 AM 使用（左圖為廣州有研粉體提供的不鏽鋼水霧化粉照片；右圖為江蘇金物新材料提供的球形鈦粉）

鈦與鈦的製品後加工

鈦與鈦合金產品不論是以熔鑄、鍛造、板金彎折、焊接、粉末壓製、金屬注射成型或是積層製造，當您完成以上製程而仍舊保持很好的低氧含量，那接下來的處理就比較安全，如下請參考：

- 切削與拋光作業需採濕法散熱，以免見到紅火的高溫並防止切屑起火；通常不建議使用乾式的做法去進行機加工或拋光，因為拋光產生的細粉混雜堆積在一起，就像路邊攤和大排檔的排風扇堆滿油漬，若長時間不清理便容易在高溫環境下著火，管理工作環境是重要的，不乾淨和陳年堆積導致任何材料都一樣具有危險，別把鈦和鈦合金污名化（大陸江蘇的昆山就曾有鋁合金和鎂合金工廠大爆炸）；
- 高溫熱處理反倒是安全，通常設備都具有良好的保護；熱處理獲得機械性能的提升是可能的，前提是前一製程的氧、碳或氮、氫含量要夠低，否則硬脆性是無法挽回的；
- 化學處理也相對安全，唯獨要注意的是對排放酸液之環保要求；
- 鈦與鈦合金都不容易電鍍，所以常被用作電解化學槽的支架和治具。變顏色必須以陽極法或是真空鍍膜，前提是要先進行拋光整平、拉髮絲、噴砂和蝕

刻等，最終以物理方式著色改變其色彩。

在低溫處理狀態下，鈦與鈦合金都類似不鏽鋼一樣。當然，產品設計師不要強調鈦與鈦合金的鏡面效果，那些鏡面都要鍍膜保護，鈦與鈦合金拋光後約一周就會黯淡失去光澤，這是表面氧化的必然結果。

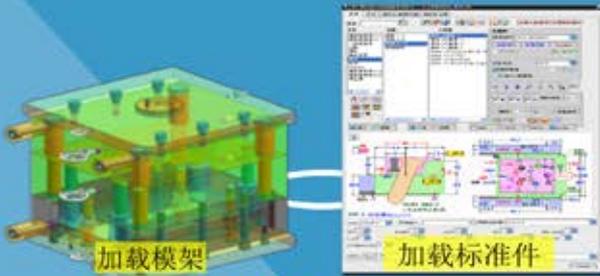
低價的鈦與鈦合金打開應用市場

什麼是低價的鈦與鈦合金，就精細的鈦合金球形粉末的每公斤單價應該落在 250 美金以內，純鈦甚至更低，若有氫化鈦粉的調配技術和細化能力，甚至可能得以將成本控制在 100 美元以內。這些在這 20 年以來是非常難以想像的，但隨設備和技術的創新，以及客戶端應用的打開，這將是大家共同的期待。

非常態的鈦與鈦合金有著不平凡的時代任務，關於鈦與鈦合金的安全性，只要大家遵循使用與作業的安全紀律法則，便不會造成任何問題，期待我們一起見證並迎接非常鈦的時代來臨！■

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

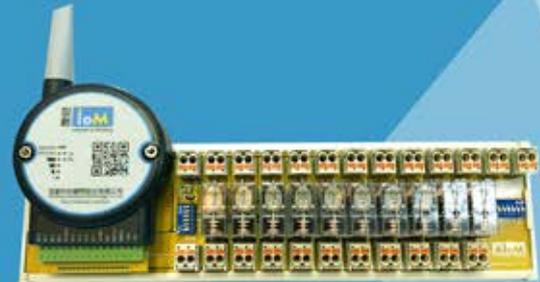
掌握新世代智能工廠



加載模架

加載標準件

模具設計智能管理系統



跨廠牌射出機數據採集器

成型生產智能管理系統



模流分析智能管理系統

| 序號 | 機號 | 產品號 | 開機日 | 110 |
|-------|------------|------------|----------------|------------|
| FM182 | 519797965 | | 2018-06-30 | 2018-09-27 |
| 工牌 | 計器號碼 | 計器狀態 | 最高狀態 | |
| 組立日期 | 2018/08/27 | 2018/08/31 | 2018/08/30 | 2018/08/31 |
| 機3D | 2018/08/31 | 2018/09/05 | 2018/08/31 | 未完成 |
| 機料 | 2018/08/31 | 2018/09/03 | 2018/08/31 | 2018/08/31 |
| 編序 | 2018/09/05 | 2018/09/13 | 未開始 | 未開始 |
| 2D零件圖 | 2018/09/06 | 2018/09/09 | 2018/08/31 | 2018/09/03 |
| 編序 | 2018/09/09 | 2018/09/18 | 未開始 | 未開始 |
| 零件加工 | 2018/09/09 | 2018/09/23 | 2018/09/04 | 未開始 |
| 模具組立 | 2018/09/23 | 2018/09/25 | 未開始 | 未開始 |
| 零件狀態 | 機號 | 狀態 | 日期 | 日期 |
| 機號 | AV1 | 機號 | 18/09/03 13:47 | 機號 |
| 機號 | ADMA1 | 機號 | 18/09/03 13:47 | 機號 |
| 機號 | 61 | 機號 | 18/09/03 13:50 | 機號 |
| 機號 | 61 | 機號 | 18/09/03 13:47 | 機號 |
| 機號 | 61 | 機號 | 18/09/03 21:00 | 機號 |

模具製造智能管理系統



模具維修智能管理系統



科學試模智能管理系統



<http://minnotec.com/aioM>

型創科技顧問股份有限公司/東莞開模注塑科技有限公司

台北辦公室：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

東莞辦公室：東莞市南城區元美路華凱廣場B座0508室

蘇州辦公室：蘇州市平江區人民路3110 號國發大廈1207

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

廣告編號 2021-06-A09





騎乘暴風：2020 年大中華地區 MIM 的產業現況

■耀德講堂 / 邱耀弘博士

不安與孤獨

2020 年恐怕是近代人類歷史上最奇怪的一年。除了世界大戰，沒有出現這種大多數國家長時間封閉國界，甚至在自己國家城市間進行封閉管制的情形，這全是由 COVID-19 冠狀病毒所引起。許多商務工作，甚至奧運會不得不暫停。Dr.Q 在 2020 年也經歷了 90 天（三次商業出行往返臺灣和大陸導致 6 次隔離）。這是人生最特別的經歷，我能感覺到自己是一隻「籠中鳥」被關在房間裡。每個人都真心希望這一流行病能盡快結束，說實話閉關時即使有電視、電腦和手機陪伴，也有時鐘告訴你時間的流動，但在狹小空間裡焦躁不安和孤獨真的令人非常不舒服。

言歸正傳，2020 年大中華區 MIM 產業的真實狀況到底如何？Dr. Q 認為讀者都十分關心 MIM 產業現況，畢竟大中華區是世界第一個疫情得到妥善控制。它代表人類迅速戰勝這一流行病的能力。MIM 行業是否受 COVID-19 嚴重影響？不，我們是騎乘風暴前行。

市場觀察

COVID-19 下的銷售額：創歷史新高

受 COVID-19 影響，大中華區（大陸和臺灣）僅前兩季受影響，因兩地疫情防控情況得到適當控制，7 月已顯示出 MIM 等許多行業的反彈上升趨勢。Dr. Q 和 CPMA（中國粉末冶金聯盟）秘書處於 2020 年底 12 月的估計，MIM 在 2020 全年的銷售額應該僅能維持 2019 年的水準，這主要原因擔心疫情的影響會導致總銷售額的下降。如圖 1 所示，估計 MIM 在大中華區的銷售數據，至少維持了市場銷售額度和樂觀水準。

實際在 2021 年 1 月的統計結果出人意料，大中華區前 20 家 MIM 大廠在大中華區累計超過 322 億元新臺幣（約合 75 億元人民幣），而其他 200 家 MIM 工廠的銷售額為 145 億元新臺幣（約 20 億元人民幣）。結果顯示 2020 年，我們獲得的數字超過 460 億元新臺幣（約 15 億美元）。根據統計結果，近 66% 的營業額來自 3C 產品，其中 85% 來自美國蘋果 (APPLE



圖 1：2020 年中大中華區（中國大陸 + 臺灣）的估計 MIM 銷售數據。我們失去了世界其他地區 2019 年的數據（ROW 是世界其他地方。此外，此圖修改自 PIM 國際發布 2019 年的資料）

Inc.) 和 H.V.O.M.（華為、維沃、歐珀和小米），毫無意外的。所有的數據都是歷史上最高的。因此，大中華地區的 MIM 產業並沒有受到疫情的影響，而且增長幅度不小。Dr. Q 相信這是因為互聯網所帶來的便利性，雖然人們無法滿足相互溝通的需求，但 MIM 零件的需求可以通過互聯網訂購與銷售，得以保持交付的順利進行。

平均每個月仍有一家 MIM 工廠成立

自 1972 年以來，MIM 技術逐漸為整個行業所熟悉。大中華區的各地方政府重視環境保護與限制，淘汰許多不合格的精密鑄造（包括脫蠟和重力法）和壓鑄廠的關係，MIM 工藝更環保，可以替代它們。此外，MIM 材料具有廣泛的應用，很多機械工程師都接受了 MIM 工藝，由於 MIM 材料可以替代傳統的鑄造和壓鑄的材料。這是大中華區每個月都有新 MIM 工廠建立的主要原因。

MIM 粉末與設備廠持續的忙碌

MIM 成長的第一點強力指標是粉末工廠產量的增加。目前，中國至少有 5 家 MIM 不鏽鋼粉末製造廠年產量可超過 2,000 噸，另有兩家煉鋼廠加入 MIM 粉末生產行列，即將投產年生產 10,000 噸的粉末。AM 的黏結劑噴射法將從這些 MIM 粉末供應商獲得優勢價格；第二點是 MIM 的設備製造商非常忙碌，包括原料混煉機、注射機、脫脂爐和燒結爐（連續式和批次真空爐），沒有因這一流行病而暫停服務，且每月的設備交付和現場安裝使設備製造商異常活躍。

新材料驅動 MIM 產業向前

MIM 零件將跟隨智慧手機和穿戴式裝置成為跟隨人類的機構零件，並深入人們的生活中。特殊功能包括無鎳、EMC（電磁相容性）、信號增益和散熱解決方案，推動 MIM 製造技術的向前邁進。除了德國 BASF 公司在市場上的新材料積極推出外，更多符合 MPIF 35 的行業標準材料也轉化為 MIM 工藝的粉末。例如，



圖 2：智慧手機的背面相機鏡頭保護蓋仍使用 MIM 零件。堅固、親和人體和 EMC 功能要求讓設計師選擇 MIM 零件。（華為喜歡用 MIM 316L；蘋果則喜歡 ASTM F75 作為鏡頭保護罩）

ASTM F75 (CoCrMo 合金) 是一種很好的代表。因為它具有無鎳、無磁性和高強度的特性，ASTM F75 已廣泛應用於智慧手機的鏡頭保護蓋，如圖 2 所示。先進的智慧手機攜帶 MIM 零件進入 5G 時代，以提升其性能。

新的黏結劑系統將配合新的催化脫黏劑——草酸呈現。只有這樣，才能滿足環境保護的要求，減少環境污染。還包括新的陶瓷粉末注射成形 (CIM) 系統，POM 黏結劑和草酸催化也使用在其製程改動上。氧化鋁、3Y 和 5Y 氧化鋯、氧化鐵（用於特殊電感器）等，甚至 5G 陶瓷濾波器（如鈦酸鎂鈣）也開始嘗試這種方法。

粉末壓製和積層製造也向 MIM 靠攏

MIM 已被公認為「近淨形」製程，在獲得燒結零件後，只要加上一些簡單的加工方法，就可達到我們的設計要求，並可進行大量的複製和批量生產，這滿足 3C 產品的要求。當傳統的粉末壓製行業意識到 MIM 產品的高密度成就時，採用 MIM 粉末的高性能粉末冶金 (HPM，由臺灣大學黃坤祥教授發明) 工藝也被用來製造更先進的齒輪零件，已成功地達到尺寸精度的要

求。MIM 的能力無疑促進了積層製造黏結劑噴射技術 (AM 的 BJT) 的可行性。我們相信在五年內，黏結劑噴射技術的普及可以贏得小於 1000 件的訂單。

筆記本電腦和平板電腦重新占回數量上風

APPLE 與 H.V.O. 2020 年中宣布的新型手機上市後，仍供不應求。除了用於鏡頭保護圈的 MIM 零件外，智慧手機和平板電腦還設計了 MIM 連接器充電頭、傳輸機構以及折疊式手機螢幕的鉸鏈。COVID-19 使家庭成員必須隔離而帶來大量的在線課程和辦公計畫，在筆記型電腦、平板電腦以及媒體通信的手機支架上帶來了 MIM 轉軸和鉸鏈的大幅度增加，這使得久違的筆記型電腦製造大城市（江蘇省蘇州市和廣東省東莞市）非常繁忙。所有 MIM 轉軸與鉸鏈的大型工廠都滿訂單，沒有疫情導致訂單的下降。圖 3 顯示了 MIM 零件用在 3C 設備上的鉸鏈裝配。

大中華區的 MIM 工廠分析

表 1 到表 3 為大中華地區前 20 家 MIM 工廠。這些公司的主要營業額來自蘋果和 H.V.O.M 的 3C MIM 零件，在汽車和醫療零件的 MIM 零件很少，一些軍事武器沒有在統計數據中。家用五金、電動工具、廚房工具等



圖 3：(a) 筆電上使用 MIM 製作的絞鏈延長螢幕開合的壽命；(b) 柔性屏智慧手機使用了美觀的 MIM 絞鏈總成設計；(c) 甚至藍芽耳機盒都使用了 MIM 的絞鏈設計

家庭應用的金屬件比 2019 年略有增加。

挑戰與機會

歷史是反映 MIM 行業的鏡子，2020 年之前 MIM 發生過什麼？通過以下步驟告訴讀者。

MIM 歷史事件

表 4 為 MIM 的相關歷史事件。Harry Brearley 先生發明不鏽鋼，這是我們的主要金屬系統。而且，MIM（北美、歐洲、日本和亞洲）的世界市場在 MIM 行業使用最多區隔最終變為北美、歐洲和亞洲，日本不再是一個特殊的部分。我們看到大中華地區成為最大的銷售金額地區。但最大的 MIM 工廠是印度的本地工廠。

粉末和喂料的轉變

MIM 為工程師提供各種工業應用材料。因此，材料的應用開闢了 MIM 市場，使更多具有優良性能的材料成為 MIM 粉末，這是一個良性的循環。蠟基喂料不鏽鋼已成為 MIM 的主要原料，而 MIM 產品採用鐵基原料，占 MIM 市場的近 75%。然而蠟基喂料幾乎已成為歷史，基於 POM 基的喂料已經取代了它。特別是 2014 年 BASF 專利到期後，中國有近 20 家喂料工廠投入。而且，甚至粉末製造商也開始喂料業務。

對於中國 MIM 產業的未來發展趨勢，粉末廠和原料製造商將逐步形成聯盟甚至合併。因為細粉的未來不僅在 MIM 領域，而且在積層製造、雷射熔覆，甚至非燒結產品（如電感器和磁鐵）的 3D 列印領域。為服務客戶，粉末廠還必須瞭解客戶的工藝技術。因此，粉末廠向喂料產品擴展並不是新鮮事了。

MIM 的新材料

2013 年後，不鏽鋼 17-4PH 受蘋果青睞，成為 MIM 市場最受歡迎的材料，取代不鏽鋼 304。BASF 的 P.A.N.A.C.E.A.® 不僅對人體沒有鎳過敏，而且具有低磁性，取代了不鏽鋼 316L。然而，複雜的燒結後熱處理最終讓 P.A.N.A.C.E.A.® 更換成 ASTM F75。只要人們接受的材料在特性上的優勢，粉末的價格就不是需要考慮的第一個因素。主要考慮是材料可以採用現有的 MIM 技術，並可以完成帶石墨熱場的真空脫結燒結爐。然而，氫和金屬熱場的使用往往具有挑戰性，而且長期難以實現，如鈦粉的 MIM 產品。

在中國大陸，銅、鎢、鎳、鈦及其合金的 MIM 產品也將在 2020 年受到重視。主要由於 5G 通信時代的需求和電動汽車的興起，這些高速信號傳輸和高電流導致

| 排名 | 工廠的能力 | 年產值 (NTD億) | 技術能力 (材料種) | 公司名字 | 所在城市 |
|-----|--|------------|------------|-------------|---------|
| 先進群 | <ul style="list-style-type: none"> ●每日燒結產能>10,000 L/日 ●高速公路/高鐵/機場都在附近 ●自有模具廠 ●至少擁有步進標連續爐>5條 ●APPLE AVL 與 EICC 已經認證 ●獨立棟的廠房 >3棟 ●氬氣使用與操作能力 ●IPO公開發行公司 (母公司或本身) ●自製喂料能力>50% | >50 | >6 | 精研科技 | 常州市與東莞市 |
| | | | | 富馳高科 | 上海市與東莞市 |
| | | | | 全德大 (富士康) | 廣州市 |
| | | | | 昶聯科技 (中南) | 廣州市 |
| | | | | 印度-MIM | 將轉入大陸投產 |

表 1：大中華區前 20 大工廠的分析——先進群

| 排名 | 工廠的能力 | 年產值 (NTD億) | 技術能力 (材料種) | 公司名字 | 所在城市 |
|-----|---|------------|------------|-------------|---------|
| 領先群 | <ul style="list-style-type: none"> ●每日燒結產能>5,000 L/日 ●高速公路/高鐵/機場附近至少二種 ●自有模具廠 ●至少擁有步進標連續爐>2條 ●APPLE AVL 與 EICC 已經認證 ●獨立棟的廠房 >2棟 ●氬氣使用與操作能力 ●即將IPO公開發行公司 (母公司或本身) ●自製喂料能力>30% | >10 | >4 | 安費諾 (銘赫) | 杭州市和曲靖市 |
| | | | | 中羅/澤耀科技 | 蘇州市 |
| | | | | 通達精密 | 廈門市 |
| | | | | 鑫迪科技 | 惠州市 |
| | | | | 新日興 | 新北市 |
| | | | | 兆利科技 | 新北市 |
| | | | | 艾利門特 | 深圳市 |
| | | | | 道益科技 | 合肥市 |
| | | | | 啟祥電子 (駿派) | 沈陽市 |
| | | | | 泛海統聯 | 深圳市 |

表 2：大中華區前 20 大工廠的分析——領先群

電路系統中的散熱和電磁干擾問題。高強度機構還必須解決複雜的形狀和特殊的幾何建模，這是 MIM 改變新材料使用的最大驅動力。因此，面對鑄造、加工、鍛造和沖壓技術的同步挑戰，甚至更新的液態金屬技術和積層製造，MIM 始終勝出。這也是大中華區擁有全球最多 MIM 工廠的主要原因。

結論

2020 年是人類應該反思的一年。隔離時間最長，移動距離最短，以及現代最暢銷的口罩，是令人難以置信的記錄年，我們很幸運，MIM 行業沒有被 COVID-19 擊倒或壓垮。全球人類必須一起參與後疫情時代的經濟復甦，MIM 產業應是第一要走起的。感謝前線醫護

人員的勇敢和艱辛，我們向那些不幸染疫的同胞和世界各地為疫情所苦的人們表示最衷心的不捨與思念。MIM 行業將堅定地迎接 2021 年的新挑戰。歡迎加入 MIM 團隊，我們和您都是一家人。■

| 排名 | 工廠的能力 | 年產值 (NTD億) | 技術能力 (材料種) | 公司名字 | 所在城市 |
|-----|--|---------------|---------------|----------|------|
| 穩定群 | <ul style="list-style-type: none"> ●Independent build of factory ●DIY Feedstock >20% ●每日燒結產能>5,000 L/日 ●高速公路/高鐵/機場附近至少一種 ●自有或委外模具廠可 ●至少擁有或規劃步進標連續爐>1條 ●獨立棟的廠房 >1棟 ●自製喂料能力>20% | >5 | >3 | 精科科技 | 嘉善市 |
| | | | | 成銘電子 | 東莞市 |
| | | | | 艾利佳科技 | 深圳市 |
| | | | | 華研科技 | 東莞市 |
| | | | | 安泰霸州特種粉業 | 霸州市 |
| | | | | 理成科技 | 蘇州市 |
| | | | | 吳方科技 | 蚌埠市 |

表 3：大中華區前 20 大工廠的分析——穩定群

| 年度 | 事件發生 | 人名或公司 | 地區與國家 |
|-----------|------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1900~1913 | 不鏽鋼的發明 | Harry Brearley教授 | 英國 |
| 1972 | 第一個MIM的專利發明 | Parmatech公司 | 美國 |
| 1975~1985 | 將MIM拓展到工業上應用 | R.M. German教授 | 美國 |
| 1980~1990 | 羰基鐵粉與喂料 | BASF | 德國 |
| 1990-2000 | MIM傳送到亞洲 | R.M. German教授與學生 | 日本/韓國/台灣/大陸 |
| 2000-2015 | 四大主要商業分隔區 | | 北美/歐洲/日本/亞洲 |
| 2000起 | 筆記本電腦與手機的應用/不鏽鋼開始取代其他材料成為MIM | NOKIA/Motorola/Black Berry | 北美/歐洲 |
| 2010起 | 智慧型手機開始使用MIM零件 | APPLE/H.V.O.M. | 全球各地 |
| 2015起 | 三大主要商業分隔地區 | | 北美/歐洲/亞洲 |

表 4：MIM 相關歷史事件



迎接時代趨勢：鈦與鈦合金專用的燒結爐

■寧波恒普真空技術有限公司 / 劉鵬 總工程師

人物介紹

劉鵬 總工程師

現任寧波恒普真空技術有限公司總工程師，專注管理「零」實驗室，曾任恒普真空的總經理、中國島津（寧波）有限公司副總經理，協助日本設備的國產化並成熟推廣。自 2011 年創立恒普真空技術，一路夙夜匪懈、披荊斬棘，如今在全球金屬粉末注射成形的燒結爐已達最高市占率，他率領的恒普真空技術團隊在全亞洲各地都有安裝的實績，甚至連日本都已經有銷售的實績，恒普的真空批次燒結爐創新使用的高架變壓器設計也成為其他競爭同業模仿的對象。誠實、正直、尊重每個客戶，以科技為基礎的創新是劉總工和恒普真空技術的座右銘。

恒普是誰？

寧波恒普真空技術有限公司是中國大陸主要燒結爐製造廠商之一，擁有完整而堅實的研發技術團隊，累積豐富經驗，滿足客戶所需，為客戶創造價值。自創立

以來，恒普真空技術的團隊秉持國產國造的精神，為全球的金屬粉末注射成形 (Metal-powder Injection Molding, MIM) 用燒結爐貢獻 10 年青春歲月，其中真空批次燒結爐的技術更已經做到國際領先水平，最新的步進梁 (Walking beam) 式連續催化脫脂燒結爐在中國國內已被廣泛使用，領先進口設備。

恒普真空技術除 MIM 用的燒結爐外，對於其他領域含硬質合金、金屬熱處理、非氧化物陶瓷燒結、晶體生長和半導體、實驗室小型化以及最前沿的積層製造 (Additive Manufacturing, AM) 等行業用爐或設備，具豐富的設計及製造經驗。在臺灣也有許多銷售實績，均能滿足客戶要求，2021 年 6 月將協助臺灣科技大學高速列印中心建置完成間接成形的真空脫脂燒結爐，一起與臺灣同胞為全球積層製造技術前沿而邁進。

技術的研究與開發

· 2019 年恒普真空技術的研發支出為 2570 萬人民幣；

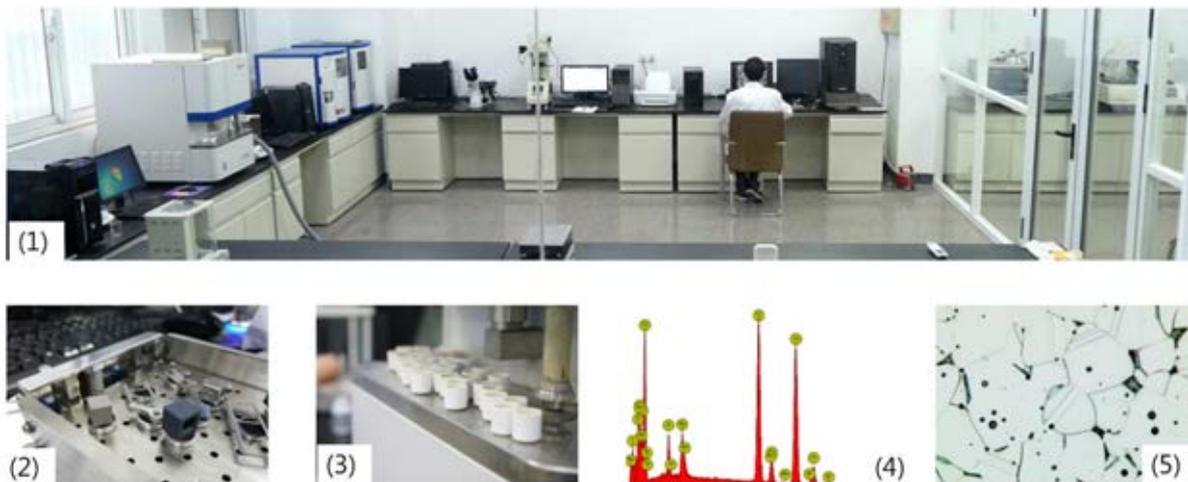


圖 1：(1)「零」實驗室部分景觀；(2)MIM 與 AM 燒結件的機械性能測試；(3) 高精密的碳硫分析；(4) 配合掃描式電子顯微鏡的螢光能譜分析找出微量元素成分；(5) 金屬產品必備的金相分析

恒普真空技術堅持每年將 10% 以上的銷售收入投入研發；

- 2020 年恒普有 70% 以上的員工為工程師；
- 截止 2019 年共有 89 個專利，60% 以上為發明專利；
- MIM 行業內的客戶其 60% 以上的產品檢測出自「零」實驗室。

零為起步

恒普真空技術在銷售多年燒結爐後遭遇許多客戶反饋的問題，最終決定在 2018 建立「零」實驗室，追求問題真相由「零」出發的精神，截至目前為止，「零」實驗室建置已經接近完成，如圖 1 所示的實驗室能力。目前，「零」實驗室的配置包含：

- 獨立實驗樓與多名專職材料分析專業工程師；
- 全系列檢測儀器，包含如掃描式電子顯微鏡與光譜成分分析 (SEM+EDS)、光譜成份分析 (ICP)、碳硫氧氮分析儀、自動金相製備與分析、材料萬能試驗機、全成份燒結氣體分析、全自動圖像尺寸測量儀等高階儀器；
- 全系列脫脂與燒結實驗室和實際設備輔助，真實量產狀況分析更準確；

· 新型的 3D 列印設備 (AM BJT/ 積層製造黏結劑噴射法)，協助積層製造的發展；

· 聘請多名美國、日本、德國、大中華行業內知名專家為顧問。

產品

由於恒普真空技術的產品線豐富，礙於篇幅的限制無法一一解釋說明，請上網查詢可更加詳細瞭解，產品可接受客製化預定但必須考慮交期和非標品的成本較高。基本產品區分為下列數項：

- 金屬粉末注射成形 (MIM) 燒結設備；
- 硬質合金燒結設備；
- 金屬熱處理設備；
- 積層製造的真空脫脂燒結設備；
- 非氧化物陶瓷燒結、晶體生長和半導體。

鈦與鈦合金專用的燒結爐

在金屬注射成形的應用上，鈦與鈦合金的氧化式無法可逆的用現有生產設備還原，除利用材料安全 (Material Safe) 保留表面與配合尺寸加工減少氧化層外，在製程的每一步驟要避免氧化條件的生成才是關

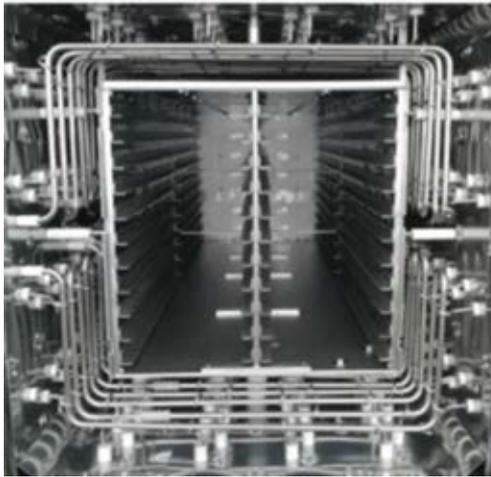


圖 2：（左）由耐高溫的金屬熱場 - 鉬與氧化鎳合金的內腔結構與加熱絲，使得鈦與鈦合金可以在真空純淨的環境下燒結成形；（右）恒普真空技術的精密金屬熱場真空脫脂批次燒結外觀

鍵。因此，在低氧含量的起始粉末和保護氣氛下的混煉、還原性草酸的催化脫脂或是浸泡式的溶劑脫脂之後，燒結這個階段就扮演了重要的控制關鍵步驟。

鈦與鈦合金可不只喜歡與氧結合，碳、氮、氫都是在不同溫度階段可與其反應的。首先，真空度要夠高且材料成分含氧量夠低以解決氧氣的問題，必須使用高密度的氧化鋯或氧化鋁板等承燒治具，足夠的脫脂率和避免使用石墨熱場的燒結內腔以避免碳的殘留，再來就是今天要提到的金屬熱場 - 鉬內腔結構的真空脫脂批次燒結爐，如圖 2 所表示。由於嚴格控制碳的殘留量必須以真空脫脂的效果配合氫氣或氫氣，完全脫除碳的干擾後，再進行氫燒保護粉末坯體到開始收縮，可改用高真空或是惰性氣體的保護來執行後續燒結到冷卻的階段。

對於金屬熱場的優勢，相信好多書籍和網上資料都提到，便不贅述於此。提醒眾讀者，使用這種精密昂貴的爐體必須考慮到保養維護和使用的紀律，尤其是昂貴的鉬合金在使用 18 個月後（每周至少 5 天）便需要檢驗更換甚至全面更新，取決於對爐子操作參數和

材料純淨度的控制。

實現專業技術的世界領先

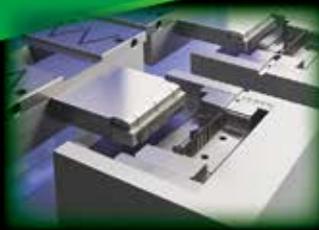
寧波恒普真空技術有限公司創立至今，一直堅持以創新和改變，不斷修正缺失並勇於推陳出新，打破以往專業燒結設備的「海外月圓」迷思，我們也虛心採用國際上知名品牌的控制器、零附件以及設計參考，但每一顆螺絲、每一根信號線和每一段控制程序，都是由恒普真空技術團隊一點一滴建立、測試而完善。

正如我們的安裝團隊一步一腳印服務，開拓了日本、印度和俄羅斯海外的客戶。對於臺灣客戶的需求，恒普真空技術也以最熱誠的心和最頻繁的走訪服務，來為臺灣同胞共同發展粉末成形技術而努力。疫情的隔離隔不了我們的服務，也撼動不了我們創新的決心，如臺灣讀者對於恒普真空技術的產品和燒結上的技術討論，我們和耀德技術諮詢有限公司有很好的互動，邱博士與 ACMT 都能夠協助您與我們來溝通，一起迎接時代趨勢——鈦與鈦合金產品的美好未來。■

本篇文章由本期主編 邱耀弘 博士進行整理與匯總



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 2021-06-A10





快速、安全與環保：鈦與鈦合金的草酸催化脫脂

■星特燦科技有限公司 / 駱接文 總經理

人物介紹

駱接文 總經理

現任深圳市星特燦科技有限公司總經理，華南理工大學材料加工工程系碩畢業。他領導的星特燦科技團隊發明的草酸催化脫脂爐，專用於 BASF 的 POM 的塑基喂料體系，減少製程有害物質排放，對本產業的貢獻巨大，這是他在學校畢業後多年工作經驗累積的成果所得，星特燦科技勇於創新也是來自這位年輕領導人的精神。

曾雄新 副總經理

現任深圳市星特燦科技有限公司副總經理。曾任職於南玻集團 - 深圳顯示器化學鋼化玻璃性能研發以及化學鋼化玻璃生產設備的研發工程師，由 2011 年轉業進入星特燦科技，從事 MIM/CIM 催化脫脂爐的設計、組裝與售後服務，經常往來於兩岸協助臺灣客戶排除問題，對於海外的印度和日本也都有裝機實績經驗，曾總的服務深得客戶的好評。

關於我們

相信臺灣同胞對星特燦 (SinterZone) 的品牌和曾副總並不陌生，若非疫情關係，星特燦科技有限公司的服務人員應該在臺灣為 MIM 企業忙碌的服務。公司和工廠同位於深圳市寶安區松崗街道沙浦社區沙二工業園 B 棟，於 2012 年成立並獲得「深圳市高新技術企業」、「國家高新技術企業」以及廣東省「專、精、特」企業號稱。公司始終堅持以人才為根本，以研發技術為導向，每年研發投入占公司收入 10% 以上，保持技術的創新，將公司打造成一個技術實力雄厚、核心競爭力強的催化脫脂爐、連續燒結爐專業製造廠商。

催化脫脂技術的研究和設備是公司的核心項目，由 2013 年至今星特燦催化脫脂爐已經連續多年占大中華地區出貨量之冠，目前的客戶市場占有率已達 70% 以上，是客戶公認的脫脂爐合作夥伴。公司近年推出的新型催化脫脂爐，適合於易腐蝕的金屬材料，如鈦、鈷、銅等純元素金屬和其合金，能有效的防止金屬生



圖 1：(左 1) 最新草酸系統催化脫脂爐 (400L)；(左 2) 草酸催化脫脂爐 (800L)；(右 2) 硝酸系統的傳統催化脫脂 (300L)；(右 1) 實驗室用的小型草酸催化脫脂批次爐

坯被氧化、腐蝕，可同時實現環保綠色的尾氣排放；而連續燒結爐自 2014 年開始投入研發至今，已開發出推板式連續燒結爐以及步進梁式連續燒結爐，這些連續爐已進行大量技術改進與創新設計，使連續燒結的穩定性更高、效率更好、能耗更低。

星特燦科技秉承著實事求是、腳踏實地的經營作風。在發展的各個階段一直保持著與市場需求緊密的配合，始終與時俱進，適應發展過程中各個階段的環境變化。在這個充滿機遇挑戰的新的歷史時期在這裡，我們將用信念、追求和執著開啓新的航程，乘風破浪，勇往直前，駛向我們的理想和目標。

創新技術

由硝酸邁入草酸

在粉末注射成形 (Powder Injection Molding, PIM) 領域的喂料創新始祖是德國 BASF 公司，但並不是所有金屬或是陶瓷材料都能夠套用這樣的聚甲醛 (POM) 配方，例如化學活潑性極高的鈦與鈦合金就是最明顯的例子，由於鈦易與氧、氮、氫、碳在不同溫度下結合的特性，我們必須謹慎的注意。眾所周知的硝酸 (Nitric acid) 是強烈的氧化型酸，在常溫下濃度高的硝酸具

有強烈的腐蝕和脫水能力，早期在 MIM 界使用高濃度硝酸經常發生各種意外，危及操作人員的安全，在硝酸催化脫脂爐排放的尾氣如果沒有經過適當的處理，對於環境的影響不小。

在金屬注射成形的應用上，易氧化的鈦、鈷、銅這三類純元素或合金材料最好能夠每一個製程都保持不與空氣接觸，尤其是硝酸是強氧化劑，易氧化金屬很容易與稀硝酸反應，造成氧化層後很難以處理。尤其是鈦與鈦合金，一但氧化，目前生產設備都不可能使其還原脫除氧氣，這是製造鈦與鈦合金產品的從業人員不能不注意的關鍵要素。

有鑒於上述問題點，星特燦科技團隊於 2014 年起開始研究還原型的草酸 (Oxalic acid)，並成為全球首創的草酸催化脫脂技術，克服草酸固體粉末的進給送料問題而開發出的專利「爐外分解草酸技術」，解決高濃度硝酸多年來引發的一連串工業安全與環保問題，這是領先全球的技術並造福 MIM 產業。不光如此，在自動化設計上用心得使得星特燦科技的設備能夠容易操作、安全無虞，幾乎每三個月便有更新和升級軟硬體，並能為客戶客制化的做出適合的設備。這是一家用心



圖 2：(左) 溶劑脫脂爐含有回收桶；(中) 推杆式氣氛保護連續燒結爐；(右) 步進梁 (Walking beam) 式氣氛保護連續燒結爐

在創新和研發改進的企業。

齊全的產品線

星特燦科技有限公司擁有大中華地區最齊全脫脂裝備，並投入連續式燒結爐，包含下列數種裝備（如圖 1、2 所示展品照片）：

- **酸催化脫脂爐**：分為硝酸 / 草酸 / 雙進酸（硝酸 / 草酸）系統，提供給 MIM/CIM 業界選用，目前有數種由大到小的批次型催化脫脂爐，甚至有實驗室桌上型的小催化脫脂爐，而連續式草酸催化脫脂爐也正研發中，預計將於 2021 年中上市。如圖 1 所示為酸催化脫脂爐機型；
- **溶劑脫脂爐**：許多 PIM 材料系統並不適合使用聚甲醛黏結劑系統（如粉末過細小、材料與酸產生分解反應等），傳統以溶劑為脫脂的介質仍舊需要，星特燦科技的溶劑脫脂爐設計是考慮到包含回收溶劑再使用的設計，對於排放的考慮也非常符合政府要求的環保法規；
- **推杆 (Push bar) 式氣氛保護連續燒結爐**：根據不同溫度和氣氛的設計適合大部分 PM/MIM/CIM/AM 的產品燒結；

- **步進梁 (Walking beam) 式氣氛保護連續燒結爐**：這是與歐洲常用的類似設計並經過適當的修改，符合華人體型和語言的操作且高效率。

保障工業安全、持續開發與創新

深圳星特燦科技有限公司由幾位來自廣東的客家夥伴一起創業至今，雖然僅有短短 10 年，但是憑藉著努力和持續創新，經歷數百次的極限測試破壞了無數的腔體，為客戶換來最佳的保障；日以繼夜的研究，開創人類 MIM 曆使用首創的固體草酸脫脂技術，改善並降低排放尾氣的危害，這是星特燦科技對社會安全和環境保護的承諾。

如果臺灣的同胞和讀者們對於星特燦科技想有更多的瞭解，歡迎上我們公司的網站或是以電子郵件進行更深入的討論，隨時歡迎您的光臨和討論，疫情只要減緩影響，您一定會看到我們的曾副總又忙碌地穿梭在臺灣各地為我們的客戶做最好的服務。■

TAIMOLD 台北國際
2021

模具暨模具 製造設備展

TAIPEI INTERNATIONAL
MOLD & DIE INDUSTRY FAIR

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

模具4.0：智慧模造 未來成型
Molding 4.0 : Shape The Future of Industry

展出項目 / Exhibit Profile



塑橡膠及金屬模具
Plastic, Rubber and Metal Mold



刀夾具及測量工具
Milling Cutter, Fixture and Measuring Instrument



模具加工設備
Molding Machine & Processing Equipment



材料暨處理技術
Mold Making Materials & Technology



模具檢測及設計
Mold Test & Design (CAD/CAM/CAE)



周邊設備配備暨零組件
Peripheral Equipment and Components

聯繫方式 / contact details

諮詢：莊先生 Stanley

電話：02-8969-0409#231

E-mail: stanley.juang@caemolding.org



官網

主辦單位 Organizer :

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

廣告編號 2021-06-A11



認識鈦與鈦合金

■耀德講堂 / 邱耀弘 博士

前言

主編在閱讀眾多文章後，覺得蘇明德 榮譽教授（嘉義大學應用化學系）的文章最淺顯易懂，依此編寫本文並經過修改內容。原始文章發表於臺灣科學發展雜誌第 426 期，2008 年 6 月。

起源

曾被賦予「未來的金屬」、「生物親和的金屬」、「陸海空的三用金屬」、「宇宙航行的金屬」等稱號，但你可能還不瞭解鈦到底是何方神聖。如果有人問：「造飛機是用什麼製造的？」你一定會立即回答：「鋁合金。」不錯，鋁合金在飛機製造歷史上確實立下了大功，直到現在還是許多飛行器的主要材料。不過，隨著飛機飛行速度的加快，由於摩擦生熱使飛機表面溫度不斷升高，這時不耐溫度的鋁合金就吃不消了，而用耐熱的不鏽鋼又使得整體設計加重，這可怎麼辦？別急，鈦和鈦合金可以解決這個問題。

鈦是化學週期表的第 22 號元素（第四週期過渡金屬元素，人類最常使用的金屬材料都在此附近），符號是 Ti。也許大家對鈦比較生疏，但是在地殼中的蘊藏量居週期表中的第 10 位，在金屬中次於鋁、鐵、鈣、鈉、鉀和鎂，它的主要礦物有鈦鐵礦（ FeTiO_3 ）、金紅石（ TiO_2 ）和組成複雜的鈦鈦鐵礦，著名的產區是在蘇聯和大陸熱河省灤平縣也有豐富的蘊藏量，河北省冀東一帶也有礦苗的發現，世界上已探明的鈦儲藏量約有一半分布在中國大陸。

如果沒有鈦元素，就算有製造 3 倍音速飛機的技術也沒有用。首先，介紹一下鈦如何被發現的。其實發現者相當不尋常，因為發現鈦的是一位神職人員——英國業餘礦物學家 葛瑞格 牧師，地點位於英國科沃爾郡（Cornwall）的一個偏遠村莊。葛瑞格 牧師分析他在孟納坎（Menaccan）教區附近發現的一粒黑色沙粒，他之所以覺得這粒沙子很奇怪是因為它會被磁鐵吸住，他盡其所能去分析並推測出它是由兩種金屬氧化物組



圖 1：（左）第一位發現氧化鈦的格瑞葛 牧師 (R.W. Gregor, 1761 – 1817)；（中）確認鈦元素的德國化學家 克拉普洛斯 (Klaproth, Martin Heinrich, 1743-1817)；（右）首位提煉純金屬鈦的亨特 (Matthew A. Hunter)

成的，其中之一是氧化鐵所以有磁性，但他無法知道另一種是什麼。他的科學素養只能讓他瞭解到這可能是某種尚未被人發現的金屬氧化物，他把這項發現呈報給英國皇家地質學會，另外寫了一篇論文發表在 1791 年的德國科學雜誌 *Crell's Annalen* 上。經過 4 年後，由德國化學家克拉普洛斯確認了是鈦元素，並以希臘神話中「泰坦 (Titans)」命名，這是希臘神話中曾經統治世界的巨人族中的一位成員名字命名為鈦 (Titanium)。發現者和確認者如圖 1 的手繪肖像。然而前面兩位都沒能將氧化鈦提純成為純金屬鈦，直到 1910 年美國化學家亨特才成功的利用置換法提煉出高純的鈦金屬。

提煉工藝與難點

在自然界中，鈦無法以純物質出現，而是以穩定的氧化物出現，而且鈦的金屬態能和氧、氮、碳等直接激烈地化合反應，以致純鈦很難從氧化礦石中提煉出來。從發現鈦元素到製出鈦純金屬，歷時一百多年的時間，而真正被利用到工業展現其真面目，已經是 1950 年代以後的事了。近代因為提煉方法的改善，產量大幅度地增加，也因而更顯露出鈦的原有性質之優異性。理論上製造純鈦的方法極為簡單，先從不純的

氧化物裡分開鐵，用氯處理得到一種揮發性的液體—四氯化鈦 ($TiCl_4$) 在密閉的鋼製反應室裡和鎂或鈉混合，因為鎂或鈉的化學活潑性比較大，便可以把鈦還原成金屬狀態。從反應過程中得到的純鈦，是一種海綿狀的金屬，以真空熔融後可以鑄造成錠。雖是如此，實際上在提煉中有很大的困難度。在加熱時很難控制好鈦，因為在高溫下鈦的活性特別大，會吸收空氣中的氧和氮以及其他物質中的碳，只要有 1% 的這些氣體，就完全毀壞了其鍛造的延展性，使鈦和浮石一樣脆弱。因此在製造過程中的每一個階段，必須和空氣隔離，或者是填以鈍氣（像氬或氫氣），或者在真空中進行。此外，在使用鎂還原四氯化鈦時，也另有困難，溫度如果不能調節在 $1600^{\circ}C$ ，鈦有可能溶解反應室的鐵金屬。

可是提煉溫度的調控是一件困難的事，因為這個反應會釋放巨量的熱，而鈦本身是熱的不良導體，除非是用減小反應室大小，熱才能來得及消散。這大概是每次產量限制在每批 125 公斤和鈦金屬昂貴的主要原因，除非採別種不同的方法。用精製過的海綿狀鈦鑄造錠塊，困難度就更高了，因為鈦在電爐裡熔融的時候，雖然可以用填充惰性氣體或真空的方法，不會使



圖 2：(左) 航空用渦輪引擎和其外罩；(中) 以 SLS-PBF (選擇性雷射燒結 - 粉體床融合技術) 的 3D 列印人工圖骨蓋修補受損的骨骼；(右) 利用斷層掃描建立顎骨的模型並加以 3D 列印的鈦合金人工骨骼 (圖片分別參考自波音公司、www.slate.com)

鈦吸收大氣中的氧和氮，但是無法避免鈦會溶解坩堝的內部材質，例如氧化鋁與氧化鎂材質，純鈦會奪走氧化物所含的氧，導致坩堝結構潰敗，造成其他元素污染了熔煉中的鈦金屬。另外，最近的研究指出：如果不太在乎有少量的碳在鈦裡面，精緻高純度的石墨坩堝勉強可以採用。但這樣會損傷鈦的延展性，提煉過程的雜質受到嚴格的限制。一旦鈦被鑄造成錠，往後就不需要保護在真空中了，用鍛造、熱軋、冷製、抽絲、製管等製程都沒有太大的困難。

鈦與鈦合金應用

雖然在 1300°C 以上時仍須用鋼料包裹，以隔絕和氮、氧的直接接觸，然而在常溫下，鈦是可以和其他金屬一樣地進行各種加工處理的。鈦的機械性質遠優於不鏽鋼，但是可以用同樣的加工裝置進行加工作業，在長時間加熱以後，鈦的表面會形成一層黑色極硬的殼，必須用碳化物的刀具才能磨掉它。不過在鑽削、切斷方面，鈦並不比不鏽鋼難搞。雖然如此，鈦在過去還是不能完全取代鐵、鋁的地位，原因是目前其生產成本仍比鐵或鋁高。此外，在鑄造、提純、機加工等方面，也有很多待克服的困難。在製備鈦合金時，

主要困難是在加熱到熔點以前要避免吸收大量的氧和氮，這嚴重會影響了合金的塑性和延展性。其次是熔融的鈦能和任何一種已知的坩堝用耐火材料起化學反應，因此需要用特殊方法製備鈦合金和製品，現在主要是用粉末冶金法，包含粉末壓製法、金屬粉末注射成形法和積層製造法來製作製品。

航太和航空飛行器與船艦

雖然鈦與鈦合金製品很難製造，但花費巨資提煉仍是很值得的。機器和儀器的設計師隨著飛機飛行速度的加快導致摩擦生熱使飛機表面溫度不斷升高，他們老早就盼望著有一種金屬或合金，具備一些重要的性能，如比重低、強度高、耐熱性高和抗腐蝕性強。

鈦的機械強度和鋼相近，密度比鋼小（鈦的密度是 4.54 g/cm^3 ，鐵的密度是 7.9 g/cm^3 ），可和多種金屬形成合金。鈦的抗拉強度不亞於不鏽鋼和優質航空鋁合金，鈦也能焊接、鍛造和熱處理；純鈦的機械強度是 80 kg/cm^2 ，用冷處理或製成合金的方法很容易提高到 110 kg/cm^2 ，是種新興的結構材料。鈦又具有一項重要特性，就是加熱到 537°C，仍能保持強度，而鈦合金更是可加熱到 650°C，並維持強度。



圖 3：（左）最早鈦金屬應用在手錶；（中）鈦合金的自行車；（右）鈦和鈦合金的高爾夫球杆的打擊片

鎂和鋁合金的強度當溫度到達 315°C 左右就已經急遽下降，而鈦卻能承受這種高溫且不降低本身機械強度。因此，在航空工業中被大量使用來製造噴氣引擎，以及飛機、火箭等的機體和零件，是航空器輕量化與安全的關鍵材料。1960 年代，美國建造一架造 SR - 71「黑鳥」號超音速噴氣式偵察機，飛行速率 3500km/hr 是音速的 3 倍，這種飛機機身的主要零件就是用鈦合金製造的。現在，鈦已在飛機製造業中站穩腳跟，民航客機的主要零件，從引擎、機翼、方向舵，甚至螺釘、螺帽和緊固件，到處都可以看到鈦的影子。據統計，美國每年生產的鈦有 75% 用於製造飛機的機體機構件和引擎零件，如圖 2 所示。

此外，鈦合金還是宇宙航空工程的必備材料，軍事用的飛彈、火箭的外殼，太空船的船艙、骨架和其他高壓容器，都要用鈦與鈦合金來製造。用鈦製造的液氧筒和液氫的燃料箱，能禁得起超低溫和高溫的反覆考驗，其他金屬材料則會發脆。太空航行在宇宙空間建設太空站、組裝設備時，鈦還被選做主要的結構材料，因為鈦在無氧環境下變得很容易焊接和切割。正因為鈦與鈦合金是製造飛機、火箭、太空船等絕佳材料，所以鈦被譽為「宇宙旅行用的金屬」是當之無愧的。

鈦是屬還原性很強的金屬，但因為其表面容易生成緻密、鈍性的氧化物薄膜，使鈦具有優良的抗腐蝕性，特別是對海水的抗腐蝕力很強。用鈦製造的輪船表面不用塗漆，在海水中浸泡也不會生鏽，因此鈦可以說具有極強的抗腐蝕性。化學家曾做過一對比試驗，把生鐵、不鏽鋼和鈦材料分別製成泵浦，故意注入腐蝕液並靜置 3 天后，生鐵就被銹蝕掉了；不鏽鋼則維持了 10 天；鈦則於半年後仍一切正常。因此在常溫下，鈦除了不易被稀酸、鹼液腐蝕外，對潮濕的氯氣和海水的耐腐蝕能力也很強，對海水的耐腐蝕能力可與大名鼎鼎的（白金）相媲美。正因把鈦與鈦合金在海水中泡上幾年仍能保持光亮，所以這是製造軍艦、輪船的理想材料。用鈦製造的潛艇、水翼船和快艇，不僅重量輕、航速快、載重大、使用壽命長，由於鈦與鈦合金不是磁性物質，用鈦製造的軍艦、潛水艇，不會被磁性水雷發現和跟踪。此外，還能抗深水壓力，例如鈦潛艇能在深達 4500 公尺的水下航行，這是一般鋼鐵製艦艇不能到達的深度。雖然鈦在常溫下不活潑，但在高溫時，能直接和許多非金屬或金屬生成填隙式化合物或合金。例如把鈦加入鋼水中用來脫氧、除氮和去硫，以改善鋼的性能，可使含鈦鋼堅韌而有彈性。鈦還造成一個歷史上的悲劇故事，鐵達尼號 (Titanic) 正是當時對鈦的崇拜和迷失，加入鈦元素的



圖 4：鈦與鈦合金對人體的親和度高，被用來製作餐具和食具（圖片來源：Keith Titanium）

鋼在當時沒有最好的熱處理方式，因此最後導致撞擊冰山船殼脆裂而沉沒於冰冷大海。

醫療上的人工植入物

1950 年代，外科醫師注意到鈦為修補斷裂骨骼的最佳材料，鈦與鈦合金的化學特性和生物相容性對醫學上的植入物結構算是第二個展現其強大性的應用，如圖 2 所示，近代以金屬積層製造 (Additive Manufacturing, AM) 的數種 3D 列印技術製造人工骨骼，在搶救意外受損、老化的骨骼結構之補強，是鈦與鈦合金對人類的另一大貢獻，甚至以鈦金屬粉末注射成形的人工牙根倚仗其高韌性而能使患者在植入後，恢復原來生活習慣，是極好的體驗。鈦是僅次於錳和鋁的化學活潑性，尤其在高溫下變得非常活潑，但在室溫時卻顯現出極大的鈍性，主要是外表有一層肉眼無法分辨的透明氧化物薄膜包覆，使其成為鈍性就像鋁和鎂在常溫時也一樣，隔離與其他物質繼續化學反應。鈦也不易被任意濃度的硝酸、硫酸、各種弱鹼性溶液所腐蝕，但能溶解在鹽酸、濃硫酸、王水和氫氟酸中，人體的體液剛好是弱酸液體，氧化的鈦不但能抵抗這弱酸狀態，血液中的骨骼細胞也很容易附著在氧化的鈦金屬表面生成新結構，低比重、高強度及生物相容性使鈦與鈦合金在醫學地位無法撼動。

由於鈦與鈦合金不會被體液侵蝕，也沒有毒性能夠和骨骼結合在一起，不會被身體排斥。髖骨和膝蓋的代用品、心律調整器、金屬骨板，以及供頭蓋骨破裂傷患使用的金屬頭蓋骨，都是用鈦金屬制的「蓋」不會被體液侵蝕、也沒有毒性能夠和骨骼結合在一起不會被身體排斥。正因為鈦與鈦合金在醫學上有著獨特的用途，可以用來代替損壞的骨骼，這種替代的骨骼猶如真的骨骼（密度接近、更高耐用）一樣，因此鈦也被稱為「生物親和的金屬」，加上近代電腦科學的進步以金屬積層製造的 3D 拓樸結構 (Topology structure) 設計，在有限度的隨著人體生長而變形適應在體內可長達 20 年，避免早期植入必須定期更換的多次開刀造成的痛苦。英國王儲查理王子因手肘斷裂，由英國諾丁罕大學附設醫院的外科醫師用鈦金屬板替他修補斷裂的肘骨；著名的機車賽車手巴裡辛恩 (Bary Shee) 在一次嚴重的賽車車禍中折斷好幾根骨頭，據說就是用鈦金屬製成的架子把斷裂的骨頭固定住並重建。鈦植入的成功要素是必須使用高純度的鈦金屬，並且要絕對乾淨。為了達到這個目的，必須使用電漿弧 (Plasma arc) 清除鈦金屬的表層原子，讓新的金屬層暴露出來後立刻氧化，身體組織會和這個氧化層緊密地結合在一起。



圖 5：鈦製作的真空鍍膜用靶材（圖片來源：龍特新材料）

民生用途

正因為鈦與鈦能夠耐硝酸和氯氣，化學工程師就用鈦與鈦合金來建構深海鑽油平臺，機構工程師也以鈦合金製造的腳踏車身與高爾夫球打擊片，集重量輕、強度大於一身的應用，更吸引了電子產品機構工程師把鈦與鈦合金用在 3C 產品上，增加了產品的附加價值。臺灣是全球自行車王國，輕量化的車體架構自然少不了鈦與鈦合金，可以減輕騎手體力消耗，高強度的結構保證車體、車輪的相對位置正常，在加速過程避免車體變形造成的阻力。

然而，如何以快速加工的技術完成電子商品短期間開發、迅速大量生產的節奏？自 2010 年走紅的金屬粉末注射成形 + 數值切削這個模式似乎也套用到鈦與鈦合金的生產上，眾人皆知塑膠注射的成品製造速度令人吃驚，金屬注射成形也是藉由這個優勢快速製造出成千上萬的金屬生坯，但是鈦與鈦合金的活潑性使得脫脂、燒結、後處理的無氧環境控制成為這個製程上的困難點，幸而在大陸粉末製造商與設備供應商的共同努力下，逐漸取得標準化的材料和設備，產品製造商能安全無虞的使用原料與設備產出品質良好的鈦與鈦合金製品。圖 3 為鈦與鈦合金於民生之應用。

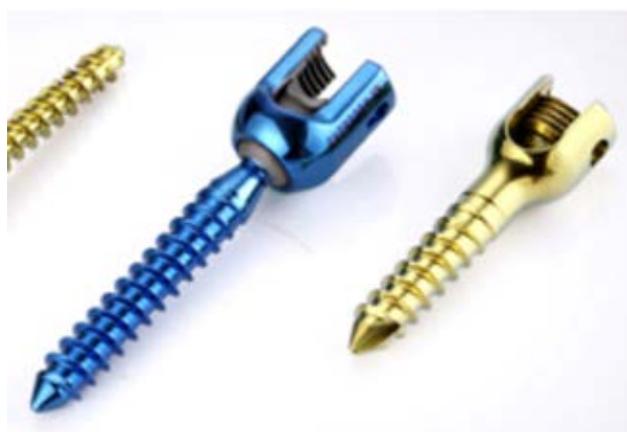


圖 6：陽極發色多彩的鈦合金骨釘產品（圖片來源：臺灣鏡鈦科技）

非金屬鈦的應用

鈦工業是從 1930 年代開始的，當時的油漆製造業者想找出可以取代白鉛的原料，於是找上二氧化鈦 (TiO₂)。二氧化鈦的英文名稱是 Titania，恰好是莎士比亞名劇中仙女女王的名字。這種化學品現在已經一種年產量 300 萬噸的大產業，二氧化鈦（俗稱鈦白）是世界上最穩定的白色物質，1 公克鈦白就可以把 450 平方公分的面積塗得雪白，它的遮蓋性大於鋅白，耐久性高於鉛白，是一種寶貴的白色常用顏料，如今已是世界上重要的顏料原料之一。鈦白不僅雪白，而且沾附性很強，不易起化學變化。特別可貴的是，鈦白無毒、不會褪色、有非常高的折光指數。

結語

時代考驗人類，人類創造時代，材料科技是重要的支撐角色，大多數的人對於鋼鐵材料熟悉，但是沉重的重量使得人們寄望找到一個輕量的高強度金屬，許多的電影大作都以鈦和鈦合金作為各類神秘角色使用的器具、盔甲、機器外殼等，滿足人們的各種幻想。隨著時代的進步，我們都能夠越來越瞭解鈦與鈦合金的特性，希望在有限的資源和無限的想像結合下，以材料科學為基礎開創更多美好的材料，造福人類社稷，這是主編輯和本期刊的共同祈願。■



鈦與鈦合金用的燒結承燒治具

■福建省智勝礦業有限公司 / 葉進聰 副總工程師

人物介紹

葉進聰 副總工程師

現任福建省智勝礦業有限公司副總工程師。專業從事特種陶瓷粉體生產和研發 15 年，積累豐富現場經驗。主持過多項省科技專項和科技重大項目，對特種陶瓷跨行業應用有較深入的瞭解。

李桂香 經理

現任福建省智勝礦業有限公司窯具事業部經理。專業從事耐高溫燒結承燒窯具的銷售和售後服務，人品信用好，有多年服務經驗，深得客戶信賴。

專業精密陶瓷製造者

福建省智勝礦業有限公司是一家專門製造精密陶瓷 (Fine and Advance Ceramic) 的公司，由製造陶瓷粉末開始便掌握自主技術，製作的產品包含工業用耐酸鹼陶瓷閥門與配件、耐高溫的半導體製程用治具、耐高溫燒結承燒治具、陶瓷刀具等，如圖 1 所示。智勝

礦業一直以來都未在大中華地區推廣，主編輯好不容易從企業訪談資料找到專業公司，他們在歐洲、美洲、日本等區域是以 JOHNCERA GROUP 品牌及網頁而知名於世，在全球的沃爾瑪 (WAL-MART) 及日本買到的氧化鋯陶瓷刀絕大部分是出自智勝集團的產品。

衆裏尋他千百度

出自南宋 辛棄疾的《青玉案·元夕》中的這段詞，相信大家朗朗上口。不過在智勝團隊中，我們對千百度的定義是指溫度，對於高溫在千百度之上的燒結過程，必須使用品質高的氧化物陶瓷才能通過耐高溫、長期使用的考驗，不變形且不釋放陶瓷材料自身元素污染爐體和燒結的產品。

智勝團隊的氧化物承燒板產品的燒結控制，都是在最佳熟成燒結溫度並保持最高溫度，關鍵便是承燒板的原料來自自製的陶瓷前驅物原料，精準控制高純度的氧化物成分，在化學替代得到氫氧化物顆粒極微細



圖 1：（左上）化學工業用的陶瓷閥門總成；（中上）大型氧化鋁陶瓷球閥；（右上）氧化鋯陶瓷工業零件；（左下）超高溫燒結的高密度氧化鋁與氧化鋯承燒板；（中下）高密度氧化鋁匣鉢；（右下）色彩豐富的氧化鋯陶瓷刀（圖片來自 JOHN CERA 自家產品照片）

小，最後賦予 1200° C 煨燒除氫，再經過嚴格的球磨細化至奈米級顆粒，以保證燒結熟成時氧化物的熟成晶粒小於 1 μ m，優點便是承燒板材不容易在高溫使用時產生變形。

十數年來憑藉智勝團隊的努力，已經通過日本客戶最嚴苛的要求，集團自己擁有從氯化物原料開始製作含乾壓、漿注、流延和陶瓷注射成形用的前驅物粉末 (Precursor powder)，因此可精確控制起始粉末的晶粒和粉體尺寸、添加物奈米級混合、以粉團造粒等參數，做出最高級的氧化鋁和氧化鋯陶瓷產品。尤其是以大流量化學工廠的酸鹼液體傳送，智勝團隊提供的大型氧化鋁閥零件是全球公認的高品質產品。

對付鈦與鈦合金以及沾黏性高金屬

尤其對於鈦與鈦合金和高碳高合金易沾黏在傳統陶瓷板的上面，因為鈦和鈦合金的奪氧性很高、而高碳和

高合金容易發生液相的擠出，對於一般使用的傳統氧化鋁物陶瓷板（95~99% 高純度），這些含有非常少量的孔隙卻是最令人擔心的，因為鈦和鈦合金在燒結過程中會產生奪氧的特性、而高碳高合金則會發生液相的沾黏，這些現象都會因為承燒板的孔隙而加劇。因此，我們建議客戶採用高密度與超高溫燒結的氧化鋁高純度板，以及微米正方晶體氧化鋯（外又稱為微晶鋯），這些超高密的陶瓷板便能夠阻止以上缺陷。同時，因為密度高使得表面不參與金屬還原反應，相對的變形度也變小，平整度大幅提高。

在圖 2 所示的幾個圖形是我們根據多年的經驗分享给大家，根據日本在燒結鈦的經驗上來說，雖然氧化鋁可以承受更高的燒結溫度（氧化鋁 >1650° C 下燒成；3Y 氧化鋯 ~1450° C 下燒成），但是鈦對氧化鋁的奪氧能力比鈦對氧化鋯的奪氧能力高，經過實際的驗證表現出氧化鋯承燒板與治具才是較好的結果，但是也要注

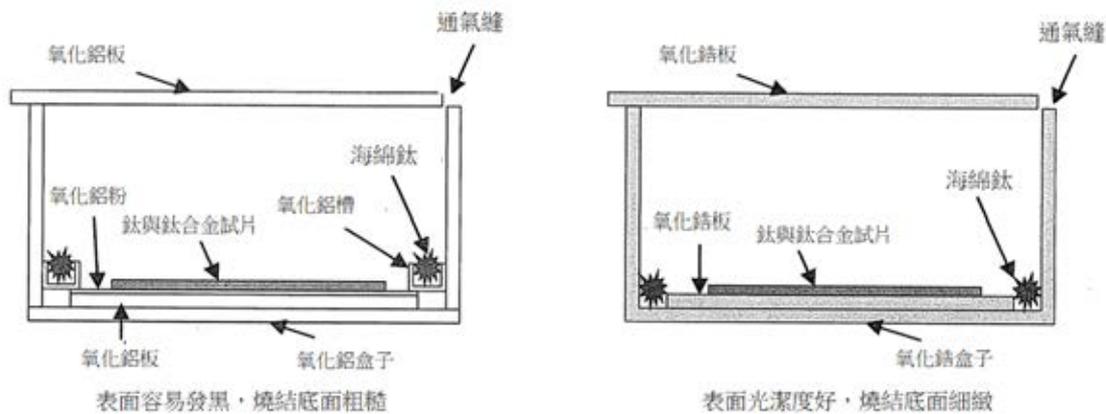


圖 2：(左) 氧化鋁的燒結承燒治具擺設法；(右) 氧化鋯的燒結承燒治具擺設法

意到有海綿鈦塊（2~3cm 的大塊海綿鈦）的協助，利用表面積帶的海綿鈦塊的多孔性和結構鬆散性，可以搶奪系統中多餘的氣體以減少鈦與鈦合金燒結過程的氣氛污染。這分享给各位讀者。

在智勝集團送交的合作廠商多次反覆實驗的結果，包括 1mm 和 3mm 的氧化鋁和氧化鋯平板經過石墨爐的數十次燒結，均表明了上述的結果，但是必須提醒親愛的客戶，智勝集團的陶瓷板價格是半導體廠的規格，希望您在使用這些高品質的陶瓷板過程一定要注意到維護和清潔的重要性，員工們必須愛惜性脆的陶瓷板，避免碰撞與急速冷卻（過高溫打開腔體使冷空氣進導致的爆破），精細和昂貴的陶瓷承燒板是經不起粗暴的操作。

誠摯歡迎

福建省智勝礦業有限公司有幸與許多全球產業領導者建立聯繫，當然有希望與臺灣同胞和客戶共同成長，並成為您們值得信賴的長期合作夥伴，我們為您提供最先進的陶瓷產品。由於智勝集團對先進的陶瓷、化學和礦物有著極大的興趣和全面的瞭解，這些高端製程使用的輔具產品開發有著獨立的想法，並註冊了許多相關專利。臺灣與福建省的地緣最接近，智勝集團

誠摯邀請臺灣客戶一起前來體會福建文化以及智勝的科技饗宴——精密陶瓷產品和應用。如您的企業是在臺灣，想要瞭解更多有關我們的產品訊息，除了透過網站外還可連系 ACMT 和耀德技術諮詢有限公司，邱博士和 ACMT 都能與您作更深入的討論。■

本篇文章由葉進聰 副總工程師與本期主編 邱耀弘 博士進行整理與匯總



台灣3D列印暨 積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and
Additive Manufacturing Show

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

一鍵列印未來的模樣
Print Your Imagination

展出項目 / Exhibit Profile



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



技術製造
Additive Manufacturing Technology



應用軟體與相關系統
3D Software & System



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



積層製造耗材
3D Printing Components & Supplies

展出費用 / Exhibit Fee

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

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

報名專線 / Contact us

展昭國際企業股份有限公司 Chan Chao International Co., Ltd.
TEL: 02-26596000 Fax: 02-26597000
林鈺婷小姐 Ms. Ivy Lin #192 / 楊子德先生 Mr. Harry Yang #107
show@chancho.com.tw

主辦單位 Organizer :

三維列印協會 台灣區模具工業同業公會 展昭國際企業股份有限公司



官方網站

廣告編號 2021-06-A12



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。



抬頭顯示器反光板之蒸鍍治具模具及成型效率最佳化

■科盛科技

前言

抬頭顯示器是車載市場中熱門的產品。顯示器的反光板較其他光學鏡片體型來的龐大和沉重，成型難度高，在最後一道製程蒸鍍時，治具在此就顯得相對重要。如何確保治具能發揮最大功能保護製品，減少蒸鍍時的不良率將是本案例的目標。

日芯科技團隊在模具設計前期即透過 Moldex3D 協助檢視及改善問題，確保治具的平整度，將變形量能降到最低，提升成型效率，降低模具成本及未來量產時的潛在風險。

面臨的挑戰與應對

本次案例面臨的主要挑戰分別為「產品平整度」，以及「降低開發成本」。對於上述提到的挑戰，日芯團隊藉由 Moldex3D 的模擬輔助，快速地了解並評估模具設計對產品平坦度的影響。日芯團隊應用 Moldex3D 分析多組主、副流道設計、灌點位置及水路設計方案，從中獲得最佳設計組合。此外，日芯工程師也使用 Moldex3D 量測結點曲線精靈評估產品變形量，確保產品平整度。同時，Moldex3D 模擬也能考量材料對變形量的影響，優化產品成型。帶來的效益如下：

- 改善產品平整度近 85%；

- 減少昂貴的修模及設計變更成本；
- 減少產品開發設計時間。

案例研究

本案例之治具產品分為本體及上蓋 (圖 1) 兩個組件，二者體積差異極大，且必須共模成型。決定治具設計後，日芯團隊首先預測可行的模具結構，包含兩版模及三版模的模型。分析包括各種流道及澆口設計 (圖 2)，並以量測節點來測量平坦度及收縮距離 (圖 3)。此分析目的是希望得到高效率的充填，以及可縮短週期、縮小產品變形的流動路徑方案。

根據平坦度及收縮距離結果，以及考量上蓋和下蓋必須共模成型，因此澆口設計上必須保留足夠的空間給上蓋。最後選擇的流道設計如圖 4 所示。接下來日芯團隊希望決定適合的冷卻水路設計。在進行多組不同的水路設計模擬後 (圖 5)，日芯發現水路對於產品平坦度及收縮距離的影響並不大。因此在考量模具結構的情形下，決定選擇 Run 16 作為最終的水路設計。

最後一個階段，則是要找出最合適的副流道方案，以使產品之上下蓋可共模成型。由於二者體積差異很大又必須互相嵌合，因此必須決定適當的澆口尺寸。治具的嵌合是利用分別位於上下蓋的三個軸和孔，如要

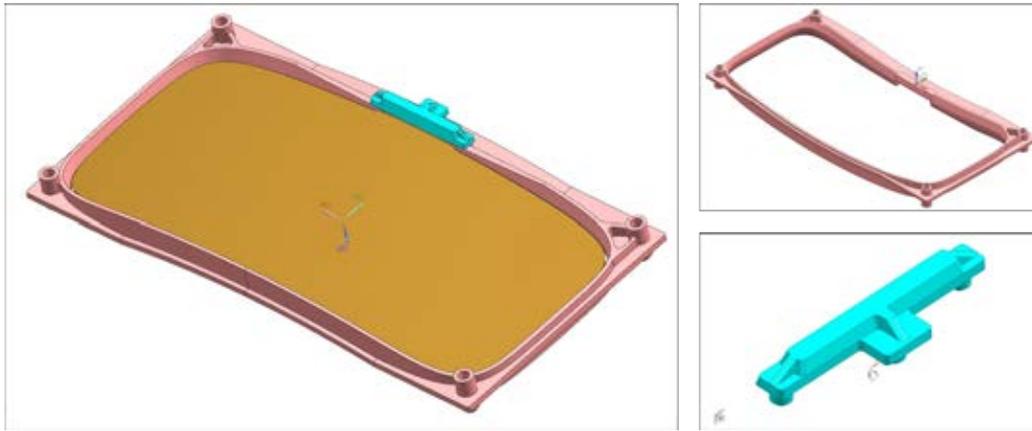


圖 1：本案例治具產品包括本體（右上）與上蓋（右下）兩個組件

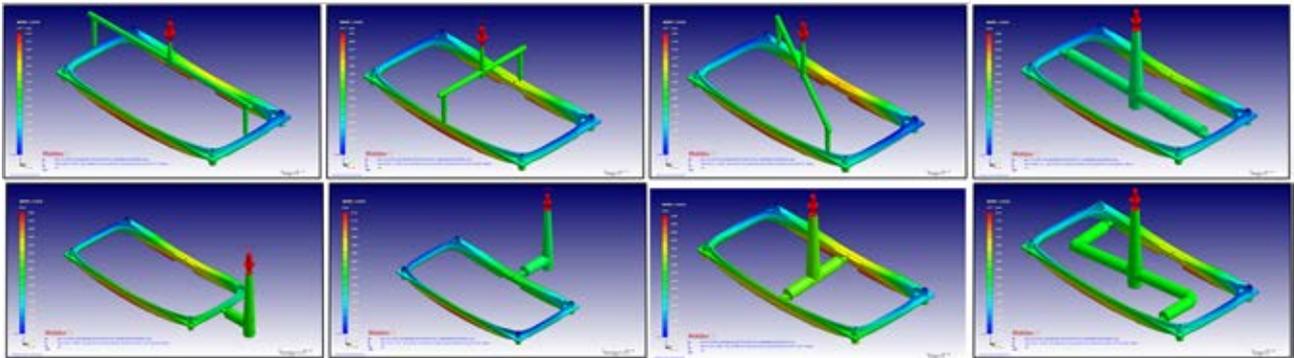


圖 2：不同的流道與澆口設計

達到其應有的功能性，相對的孔距離不能相差太多，故在兩個組件上都分別植入量測節點（圖 6）。

日芯團隊決定選擇 Run 29 作為上蓋的流道方案（圖 7）。此方案流道相對較細，模仁預留空間較多，試模後仍有機會依實際情形調整流道。最後是進行實際試模。經比較試模與 Moldex3D 分析結果，發現二者相當吻合，證明模擬的高度準確性（圖 8）。

結果

藉由 Moldex3D 的分析功能，日芯團隊得以快速且重點性的取得所需資訊及數據，並藉由交叉比對以獲得更符合產品功能需求的方案，減少模具設計的失誤、

產線的負擔，從而降低成本、提升產能。最重要的是，還能藉此驗證以往模具設計的經驗法則是否真的可行。■

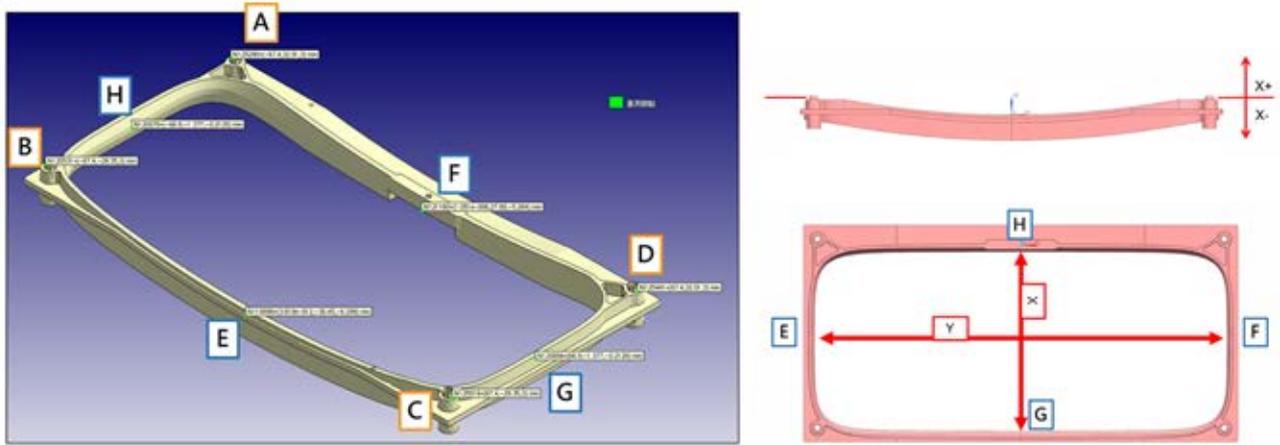


圖 3：以量測節點來測量平坦度（右上）及收縮距離（右下）

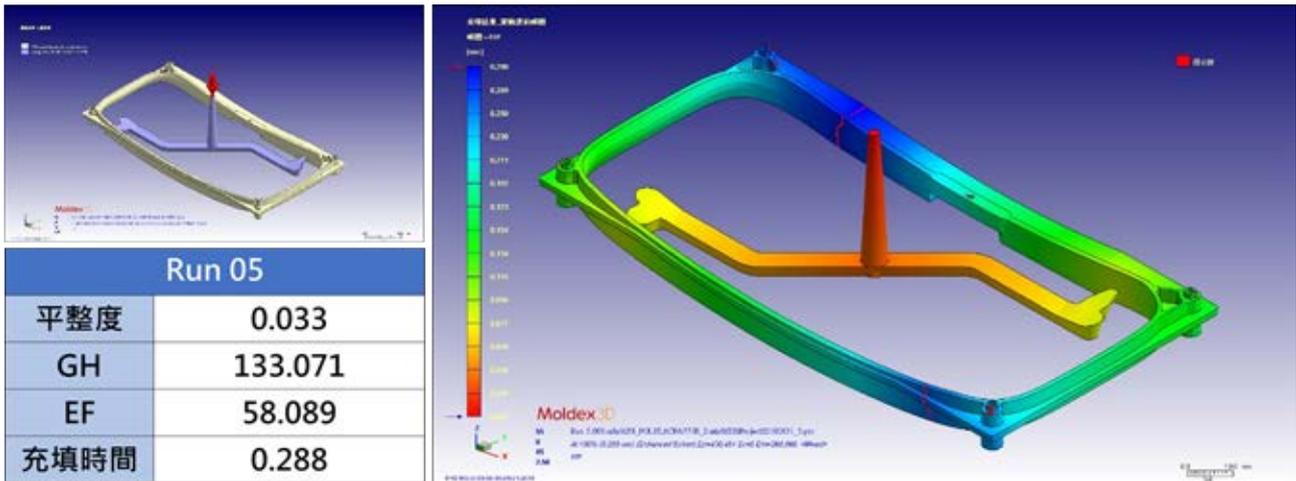


圖 4：最終決定的流道設計

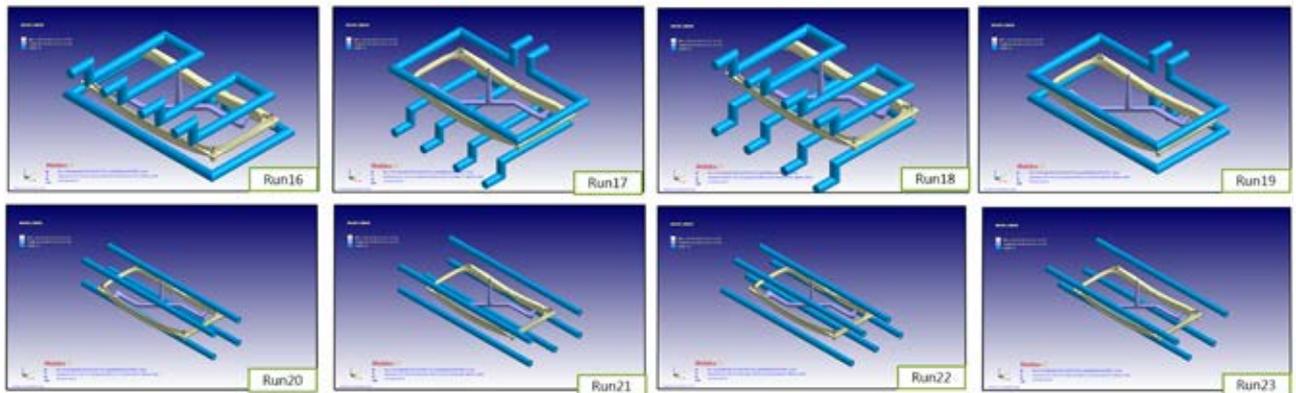


圖 5：不同的冷卻水路設計

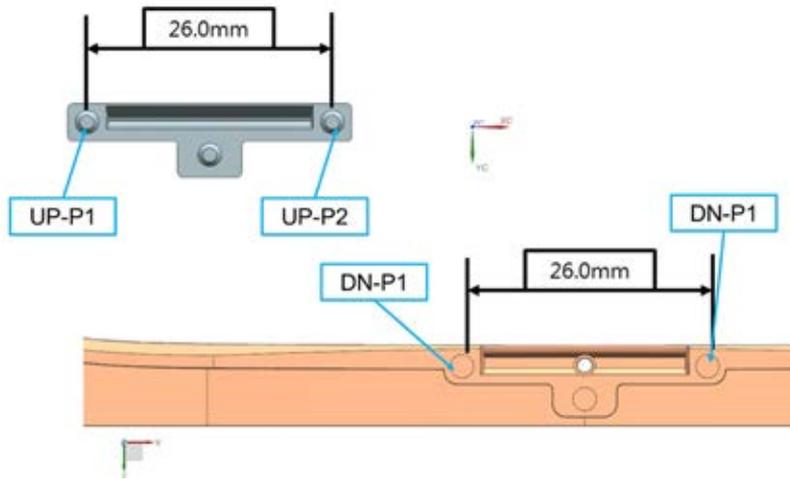


圖 6：量測節點位置

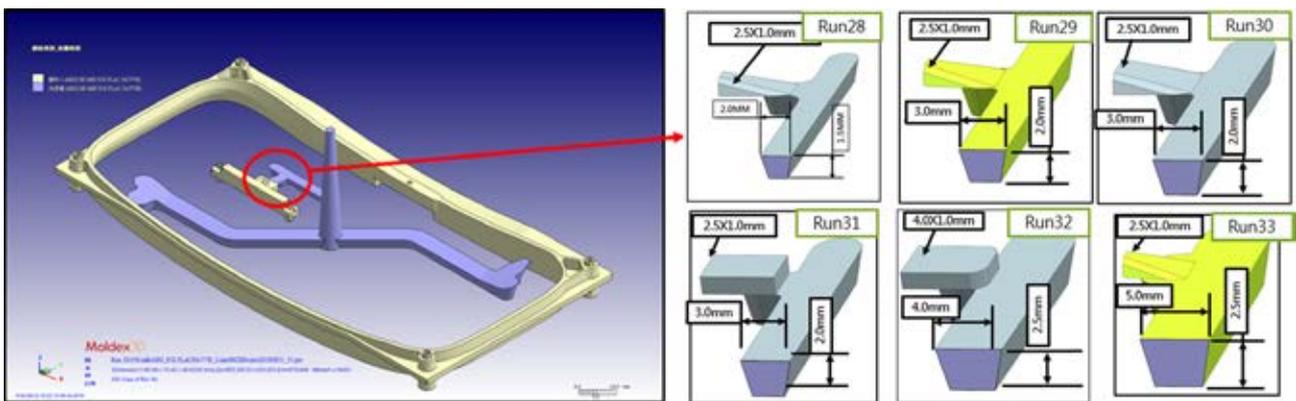


圖 7：上蓋的流道設計

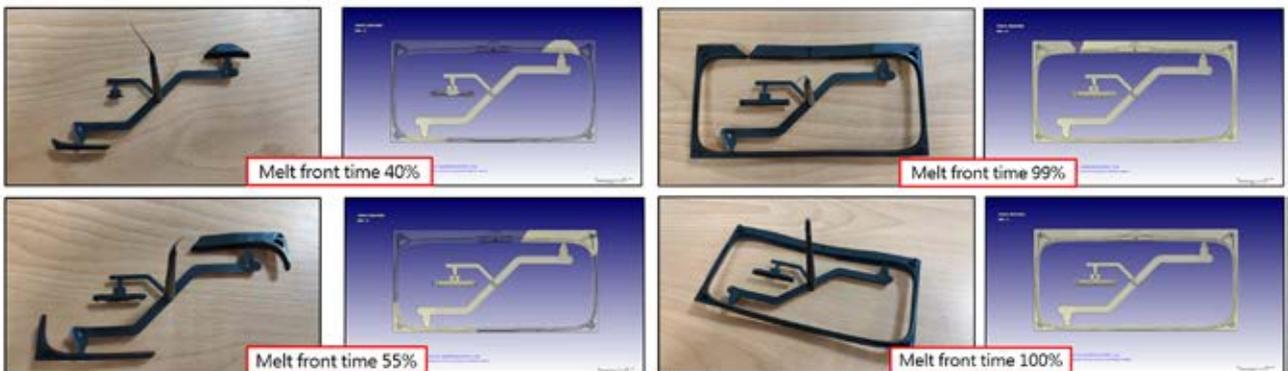


圖 8：實際短射結果與 Moldex3D 模擬結果比較



威猛巴頓菲爾機械設備

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

威猛氣冷系統助吹塑成型

■威猛集團

前言

威猛應用於吹塑成型領域的創新性內部氣冷系統 (IACS)，縮短冷卻週期，減少成品的應力，降低塑膠的結晶率。

在塑膠行業中所有的吹塑成型方法中，最嚴格的步驟之一就是塑膠零件的冷卻。為冷卻這一步驟選擇合適的技術可以獲得最佳的生產週期和原料節約。

普通塑膠零件冷卻法

在吹塑成型應用中，零件通常是使用注射的壓縮空氣，從內部將熱塑膠擠壓貼緊模具表面進行成型，接著僅通過水冷的方式沿著模具面進行冷卻。由於零件內外溫度的溫差大，這不僅會造成材料應力，也會造成更低效率的熱量轉移，這是因為熱量轉移只通過成型零件的外表面進行。

威猛內部氣冷系統 (IACS) 塑膠零件冷卻法

威猛內部氣冷系統 (IACS) 可帶來的完全不同之處在於「使用冷壓縮空氣對零件內表面冷卻通常可提高至少 15% 的產能」，憑此可在大多數情況下獲得更顯著的效益提升；此外，更低的材料應力可節省更多的材料，在減少達到成型零件 10% 重量的同時，也通過和之前一樣的滲透、滴落、和應力測試。經驗表明，這樣的內部氣冷系統的攤銷期遠小於一年。

威猛應用於吹塑成型的內部氣冷系統 (IACS) 的工作原理

所有的內部氣冷系統都是從壓縮空氣冷卻機開始。在這樣的情況下，這就意味著需使用威猛吹塑成型增壓機 (BMB)，用於製造約 5°C 的壓縮空氣；或是吹氣冷卻機 (BAC)，用於將壓縮空氣冷卻至約 -35°C。通過專門開發的吹氣閥塊 (BVBS) 的控制器可控制各種工藝，壓縮空氣氣流通過鑲針進入零件內部並隨後通過可控的排氣裝置排出零件內的壓縮空氣。每一種單獨零件在吹塑成型過程中使用這種冷卻方式都需要開發自己獨特的鑲針，這是因為每一種產品的內部建立氣流的精確分配是不同的，氣流分配、供應與排氣的平衡是非常重要的。

產能提高可達 50% 或者更多

吹塑成型增壓機 (BMB)

BMB 是出於某些特性的考慮專門開發的——現在是作為一款特色產品。該設備具有結構緊湊、經濟、免維護及操作簡便（使用高品質壓縮空氣）的特點。釋放空氣溫度總是高於冰點，因此不需要一套複雜的乾燥壓縮空氣的系統，也避免該系統中使用油的問題。唯一需要的就是 6-15bar 的壓縮空氣和充足的不超過 15°C 的冷卻過濾水的供應。吹塑成型增壓機有三種規格可供選擇，壓縮空氣量 160—600Nm³/h，通常可



圖 1：威猛應用於吹塑成型領域的創新性內部氣冷系統 (IACS)。左為吹塑成型增壓機 (BMB)；右側為吹氣冷卻機 (BAC)

以獲得 10%-35% 的產能提升。在大多數場合，這些緊湊型設計的設備可以直接安裝在吹塑機上，這樣保證輸送管路短，生產現場整潔。

諮詢服務。首先需要一個客戶系統需求的綜合審查，隨後每一個客戶會收到一份免費客製化的報價單，包含預計產能提升的評估。■

吹氣冷卻機 (BAC)

BAC 的設計要複雜的多。吹氣冷卻機也是需要適當的高品質壓縮空氣，壓力在 7-15bar 之間，含油量不超過 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，7bar 時露點值為 5°C （或更低）。這裡使用的分子篩也需要經常的維護。這樣的投資換來產量 15% 甚至超 50% 的提升。在某些情況下，吹氣和排氣時間甚至可以縮短至原來的 1/3。通過使用吹氣冷卻機，壓縮空氣流過內部的分子篩式乾燥機 (PAD)，並簡單地通過乾燥壓縮空氣再生。出風露點可達 -40°C ，避免系統內結冰。控制工藝的吹氣閥塊就是應用在如此低溫環境下設計的。和吹塑成型增壓機一樣，吹氣冷卻機也需要一組冷卻水，最高水溫 15°C ，壓力 3-8bar。威猛吹氣冷卻機配備一個集成的 FIT 控制器，是用於過程可視化和訪問所有相關設備數據的顯示屏。操作人員也可以保存數據，或使用專門的控制功能傳輸到其他生產設備。

結語

威猛集團專家可提供所有的內部氣冷系統的全範圍的



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！

不只 3D 列印機，智慧製造更多元！

■三帝瑪有限公司 行銷團隊

前言

在上期雜誌中，我們曾分享全球智能系統「研華科技 Advantech」透過 3D 列印在生產線的改革，每年能省下 1500 天、250 萬台幣的外包成本，提高測試、生產、包裝三大產線的工作效率。這次更將分享從電子製造業、食品加工、電玩產業如何利用新型設備快速製作、實際測試的開發歷程！

設備開發：3D 掃描轉實體

GiT 湛擎科技專精於電化學測量系統，客製電池量測、光學顯微影像、電化學反應及壓力裝置……等設備；為快速實現不同測試需求，近年來使用 3D 掃描技術來建立模型，透過 3D 列印實體提高測試與研發效率。

GiT 湛擎科技實際使用 3D 掃描各式電化學樣品，快速掃描物件每個角度，3D 掃描軟體在過程中能即時預覽、顯示掃描效果；該過程更受到【美的 in 台灣】電視節目採訪，推廣台灣新製造。

「使用 3D 列印機結合生產線，產品設計師無須專精電腦輔助製造 CAM，可直接運用 3D 列印軟體分析模型，完成提案製作。對於少量、客製化需求度高的產品開發，大幅降低人力、物力開發成本。」GiT 湛擎科技產品設計經理 陳泓明表示。

食品應用：仿真點心百變造型

知名法國甜點大師·艾莫里 (Amaury Guichon)，擅長設計極為寫實的造型甜點，結合真空成型技術，讓他擁有百變造型的客製化模具，得以實現源源不絕的創意。

首先將模型玩具或理想的造型物放入 FormBox 真空成型機，加熱塑型後就能獲得型態完全相同的模具；由於材料片通過 FDA 食品安全認證，可依照喜好注入巧克力、奶油等原料，脫模後就能一一拼裝完成仿真甜點！

除了能使用真空成型機以外，食品列印機的應用也逐漸擴大；例如：Mycusini 巧克力 3D 列印機，可以直接輸出立體的巧克力列印、Foodini Natural 食品列印機則能調配自製的半固態原料、如麵團、粉漿……等來客製化 3D 列印食物。

電玩體驗：虛擬到實體，電玩賽道三天誕生

2020 年是瑪利歐兄弟成立 35 週年紀念，來自西班牙的工程師為了向瑪利歐致敬，使用 3D 列印技術打造大型瑪利歐賽車場——彩虹衝刺賽道 (Mario Rainbow Road)。



圖 1：左為研華科技最新研發的互動式曲面螢幕；右為「研華科技」使用 3D 列印治具在產線實際的應用情形，資深工程師 林宏宇談到：「導入 3D 列印機讓治具的設計開發能與產線透過協作的方式快速並直接地滿足其使用需求。」



圖 2：GiT 港擎科技產品設計經理，使用 3D 掃描器及 360 度自動旋轉盤，建立一個零件電子檔平均只要 5 分鐘

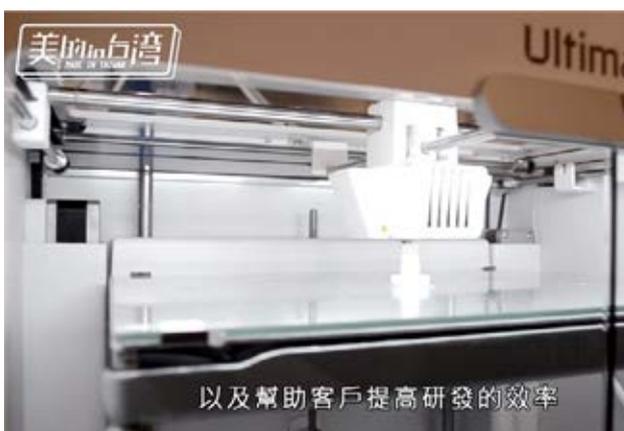


圖 3：使用 Ultimaker 工業級 3D 列印機，能列印高精度零件、組套件、凹槽結構

BCN3D 3D 列印機的獨立式雙噴頭，其中的「複製模式」成為最大助力，直接提高兩倍生產率；三小時 3D 列印即完成 48 個賽道拼塊，一天之內總共完成 1440 個彩虹拼塊，整個彩虹軌道只花 3 天就完工，讓桌機遊戲場景直接躍出螢幕！

結語

科技發展日新月異，無論在工業製造、食品加工或自動化領域，已有許多企業成功使用桌上型設備快速轉型，工業技術未來將更加親民，為各行各業創造更高效益。掃描右側 QR Code，週週科技新知報你知！■





圖 4：完全可食用的精緻甜點，以巧克力外殼及蛋糕餡為基底，仿真的造型既美味又豪華



圖 5：FormBox 經食安認證，可安全應用於食品產業



圖 6：Foodini Natural 能提高廚房效率、減少食物浪費



圖 7：BCN3D Sigma D25 3D 列印機，能同時 3D 列印兩個完全相同或左右對稱的物體



圖 8：彩虹賽道由 4,434 塊 3D 列印拼塊組成，分別在四面都有精準的接孔，可以和相鄰的拼塊連接

ACMT

SMART
Molding
Magazine

www.smartmolding.com

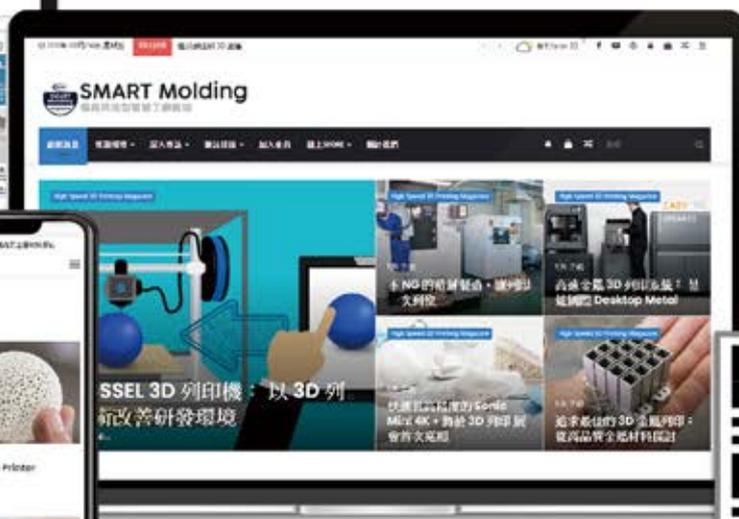
【SMART Molding】數位版雜誌

全球華人最專業的模具與成型技術雜誌(ACMT會員月刊)



限時免費

— 超過500篇以上技術內容 全冊免費線上閱讀 —



www.smartmolding.com



更多內容請上

內容特色

- 擴展橫向產業範圍增加【3D列印】、【粉末冶金】、【壓鑄模具】、【自動化】、【數位化轉型】、【智慧工廠】等領域。
- 每月內容涵蓋模具成型相關最新材料、技術、設備及應用案例，2017年創刊至今已出版51期。
- 原創內容-針對台灣、華東、華南及東南亞地區的企業進行採訪報導，了解這些企業的成功經驗及競爭力。
- 邀請成型技術各領域行業專家擔任主編增加不同製程觀點。

廣告編號 2021-06-A13



溢井有限公司

溢井有限公司於 1982 年創立，成立以不銹鋼、特殊鋼、模具鋼、軸承鋼等鋼鐵材料為發展基礎，內銷及外銷到世界各地。鑒於金屬粉末在未來工業應用如金屬 3D 列印、積層製造上將扮演舉足輕重的角色，本公司為「日本山陽特殊製鋼金屬粉末」之臺灣總代理，販售日本最高清淨度的山陽真空霧法金屬粉末。

可用於金屬 3D 列印，金屬粉末射出成形、熔射 / 冷、熱噴塗、焊接、硬焊、珠擊、馬達、灑射靶材，及電磁波吸收材等用途上。以及日本製高品質純鈦、鈦合金、鋁合金粉末，皆可對應。提供客戶製造出更優質的材料選擇及卓越服務。

日本獨家高純度：球狀純鈦、鈦合金粉末

■溢井有限公司

前言

擁有與骨骼相似的彈性係數，具備航空、太空、汽車工業等都需要的優質金屬疲勞強度及抗腐蝕的球狀純鈦及鈦合金金屬粉末，在各產業皆有廣泛的應用。

鈦粉特殊製程

- 原料端：製造海綿鈦
- 合金精煉 (Alloy refining) 與純化技術 (Purity control)
- 氣霧法 (Gas atomization)

日本從原料端（海綿鈦）開始製作，先以鈦礦石進行氯化過程 蒸餾精煉 真空分離鈦元素 海綿鈦。精煉過程中，將雜質元素包含「鐵、氧、氮、氫」去除，獨特的雜質去除技術，特殊製程將雜質控制在 1% 以下，使得其純鈦、鈦合金粉末純度高達 99% 以上。

鈦是高熔點活性金屬，很難有適當的耐火材（坩堝）來進行熔融，在進行粉末噴霧生產時，必須考慮到如何維持穩定的融湯流，且在坩堝底部的噴嘴形狀設計上，有一定的難度。此外，使用坩堝熔融鈦時，在高溫融湯和坩堝的接觸下，坩堝中的雜質，也會對鈦融湯的純度有所影響。

而日本使用獨家技術 IAP 法 (Induction melting gas atomizing process) 製程，因不使用坩堝，使鈦熔湯不與容器接觸的關係，確保粉末的純化 (Purity control)；並使用自家生產的高純度海綿鈦，取代一般使用鈦棒的方式熔融，經過高周波誘導線圈加熱使融湯滴下，再使用惰性氣體氬氣 (Argon) 進行高速霧化，霧化過程將金屬迅速熔融後固化，以獲得更好的球狀 (Spherical) 微觀結構組織。

而 IAP 法是從原料端的管控，並透過原料的連續供給、連續熔融、噴霧的最佳化條件下，量產出高品質純鈦及鈦合金粉末的製程。也是日本獨創的量產型製造設備，加上最高 QC 品質的製造追蹤其品質管控，純鈦和鈦合金粉末產品一致性高。

粉末的特性

球形狀、流動性佳、高純度、氧含量、氮含量低，因此在強度、韌性、延展性、耐腐蝕、高溫強度會更加優異，鈦粉為活性較高之金屬特性，因此在日本獨創的製程中，能夠保證其成份及低氧含量之需求。

粉末應用面

主要可應用於積層製造（金屬 3D 列印）、熱噴塗、冷噴塗、粉末冶金……等方面。

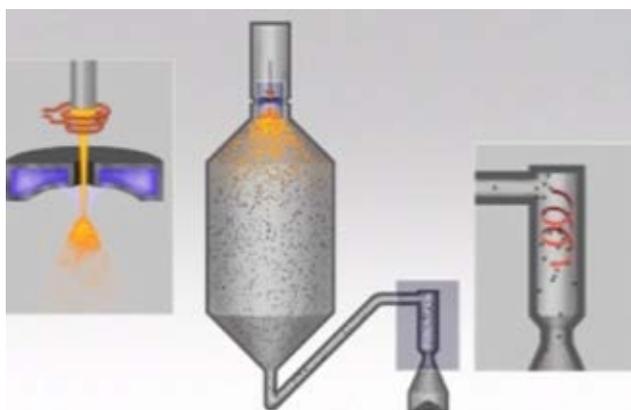


圖 1：IAP 法製程高速霧化法

工業用

鈦棒濾心，一般使用純鈦之金屬粉末為原料製程，鈦棒濾心適合分離含有剛性顆粒及黏度較低的溶液，像是化學工業溶劑、試劑、原料藥生產之過濾，鈦棒濾心容易清洗、使用壽命強，因為是純鈦之材料，化學穩定佳、耐酸鹼腐蝕、抗氧化性能佳。

金屬 3D 列印之積層製造：生醫

由於積層製造微加法技術，因此能夠針對需求之組織結構進行設計，可以利用孔隙率或控制表面粗糙來進行設計出適合植入的結構及符合細胞生長，以及骨的結合形式，有別於傳統的製程方式，積層製造之加法製程方法，不僅縮短複雜工件的製作工期，也能進行批量客製化，提升製造效率。

金屬 3D 列印之積層製造：航太

積層製造航太產業之零組件，大多都希望達到簡化設計，增加零組件之功能、材料之消耗之減少、降低重量及成本……等之效益。也因為是航太領域使用的零件，需具備輕量化、同時也具有高價值的零件（發動機渦輪、葉片），進行相關航太零組件修補，由於積層製造為加法製程，因此積層製造更能節省傳統製程上所消耗的貴重材料之成本。



圖 2：原料端——海綿鈦的製造

藉由積層製造航太零件，可以製造出消失性商源零件、高單價的工件以及複雜形狀的零組件，倘若要生產相關的新開發的工件、夾治具，也可透過積層製造製作，如果一來便能夠縮短模具製造的時間，生產時間縮短，節省製作成本。

目前已經有非常多積層製造之航太產業案例，如 NASA、Airbus 集團 APWorks、GE 公司、德國 MTU Aero Engines 公司、日本三菱重工、日本航空太空 JAXA……等。為了製造出輕量化結構，藉由設計以及積層製造製程，能將載重減少 45% 以上。

金屬 3D 列印之積層製造：汽車工業

目前 BMW 集團也導入積層製造，採用「拓撲優化」(Topology-Optimized) 之設計，讓列印出來的零組件在功能上以及形式增強，在強度上仍保有原本的特性，但相較傳統組件可以輕量約 50% 以上，如此一來，零件的輕量化，汽車的空間也更能讓使用者充分利用。

汽車零件，如渦輪增壓器、連桿等零組件採用鈦合金之材料，能大幅提升引擎反應速率以及燃油之效率，但是傳統的加工方式，會浪費過多鈦合金材料，因此

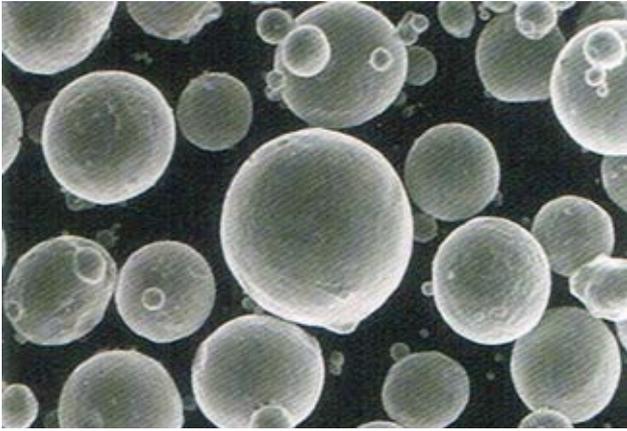


圖 3：球狀鈦合金粉末

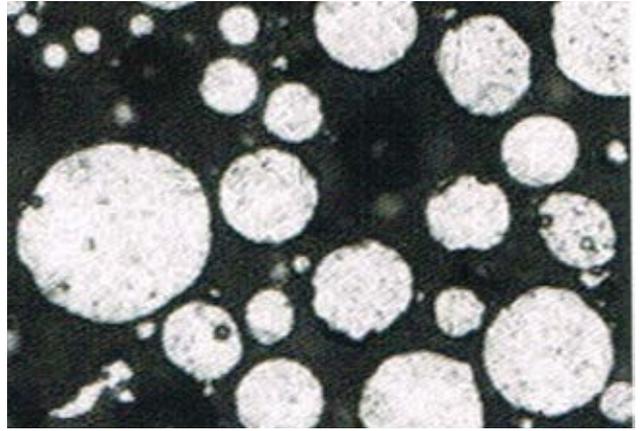


圖 4：球狀粉末斷面組織

Approach and Result

Sample production in three build orientations.

- Finished build job:
- Good surface quality
- No intermission of build job
- No abnormalities during build job
- No cracks in support

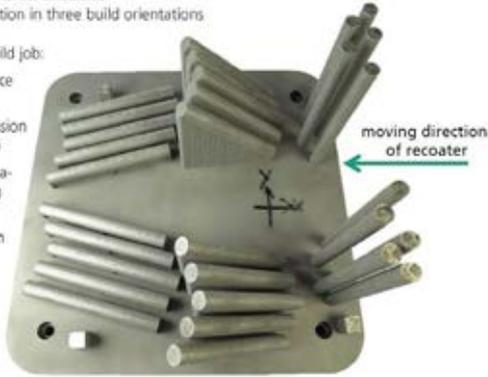


圖 5：日本鈦合金粉末的強度試片列印例



圖 6：金屬 3D 列印成型的鈦合金人工關節例

成本很高，很難被汽車產業採用，因為加法製程之積層製造技術，補足了汽車產業製作的優勢，能夠降低鈦合金零組件之生產成本。此外，燃油效率之提昇，也是汽車產業之重要目標，包含汽車引擎、渦輪增壓器、齒輪箱、熱交換器等。

結語

日本高機能鈦金屬粉末應用廣泛，製程通過 ISO 9001 認證以及 AS9100 認證，隨著新製程以及混合不同粉末的成型技術整合，未來鈦粉末的應用及前景是非常有發展性的。■



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





林秀春

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

專長：

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



第 52 招、模流分析數據快速在 iSLM 上找到設計優化的資料應用【多模穴數據採集篇】

■ Moldex3D/ 林秀春 協理

【內容說明】

現在是講求數據的時代，如何有效利用工具快速累計大量有效的數據，是公司成長的動能及競爭力。透過 Moldex3D 的 iSLM 模組進行知識庫大數據管理，可有效協助用戶大量累積電腦科學試模的數據，是設計、製造與現場生產的知識庫，效益非常顯著，請參考以下重點：

- 將成功與失敗的案例知識彙整成公司內部的經驗與傳承；
- 新人培訓可以快速有效率省時省力（系統建立完整易學易用）；
- 不管是工業幾點零，大數據都是公司內部必要的，也是未來的基本資訊；
- 現在人力吃緊新人不好找不好培訓的時代，利用正確工具可有效地幫公司省時省力創造競爭力；
- iSLM 以大資料驅動“T 零”量產，輔助智慧設計與工作流程管理，現在開始，效益看得到。

iSLM 為一智能模擬生命週期管理系統，能幫助設計與製造，有利於 CAE 從業人員克服種種挑戰。它是一個建於網頁的系統，可以讓多個團隊存取及搜尋資料，解決製程問題。

案例分析之結果與討論

本案例為 5cc 針筒 64Cavities 多模穴針筒的產品，在流道設計方面，其長度、尺寸上均採自然對稱設計，但因形成群組的流動差異，以及溫度、重量的微小差異，仍會出現產品品質不一致的問題。

透過模流分析發現，流動差異是由流道的剪切生熱分布不均所造成，在圖 4 可以看到流動有長短腳的現象，相差約 1mm。在此份分析中可以明確看到相關的統計圖資料，如圖 5 為每穴產品厚度的分佈，而透過圖 6 可知約 70% 的針筒之厚度落在 1.06mm 左右，這些數據將來可供公司的新進開發人員參考。

圖 7 為每穴產品溫度的分佈，而透過圖 8 可知約 36% 的針筒溫度分佈在 230°C 以上，40% 落在 210°C 左右，一般注射筒及推桿的材質為 PP/PE 塑膠材質，若射出溫度接近加工溫度，顯示該區域塑料流動性良好，熱塑料不斷流入補充熱量，熱對流效應明顯，而能使塑料保持高溫狀態，代表肉厚設計佳。此外，還可針對局部溫度低的區域重點檢視，提早預防短射與缺料的問題發生，建立現場的試模資訊，並將其數據載入 iSLM 模組快速累計可靠資訊。



圖 1：iSLM 為一智能模擬生命週期管理系統

由圖 9 可知每個模穴內產品澆口隨時間的流率變化，由曲線得知每穴的歷程不重疊一起，代表每穴產品是會有差異的。圖 10 則顯示每個模穴內產品隨時間的重量變化，可透過統計圖表檢查 64 穴的各穴產品重量比較，將尺寸可能會有變異的挑出來，確認其是否為不良品，並記錄下來，這些資料可以提前取得並即時反映相關的異常數據給團隊成員，除了可達到事前改善之外，將來還可以有利於用戶在現場時做出立即判斷。如果是提前找出可能的原因並發出預警，可以讓團隊能夠有充分的時間找到問題癥結。

圖 11 射嘴的壓力隨時間的變化，以此可以判斷 64 穴的模具需要多大的射出壓力，透過分析掌握真實機臺所需的數據，並輸入 iSLM 將獲得此模具模穴數的壓力參考，因這些數據經仿真與真實驗證過，所以參考價值相對高，可以讓人在調機時一次到位，不需浪費大量試模材料。圖 12 則是模具隨時間增長所需的鎖模力預估。■

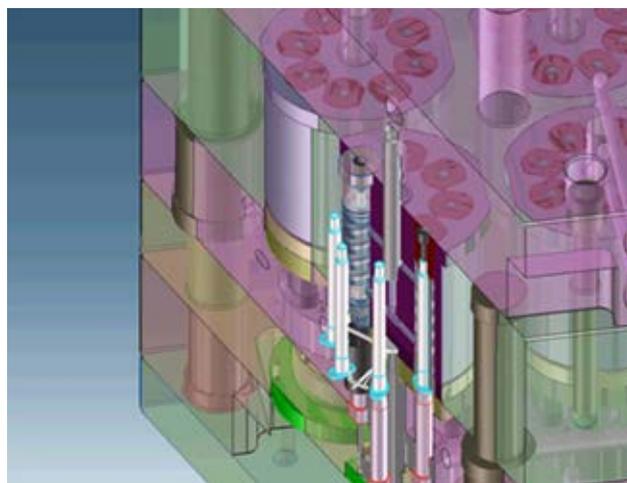


圖 2：模具與產品幾何結構

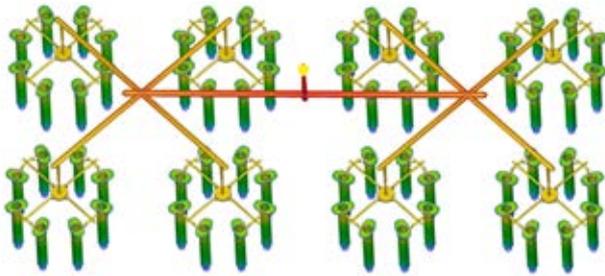


圖 3：一模 64 穴

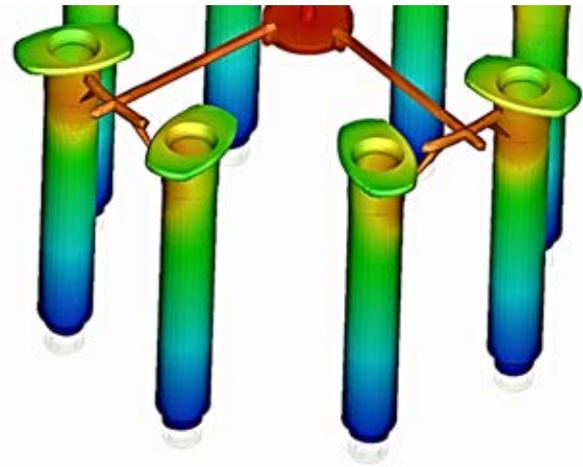


圖 4：對稱十字型流道設計，流動差異

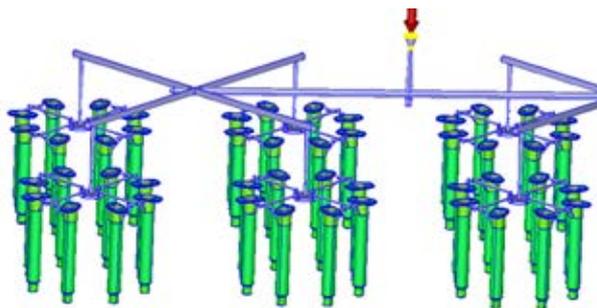


圖 5：每穴產品厚度的分布

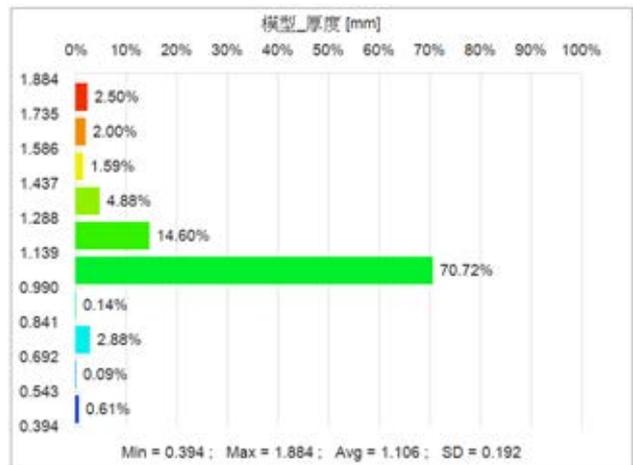


圖 6：產品厚度的統計分布

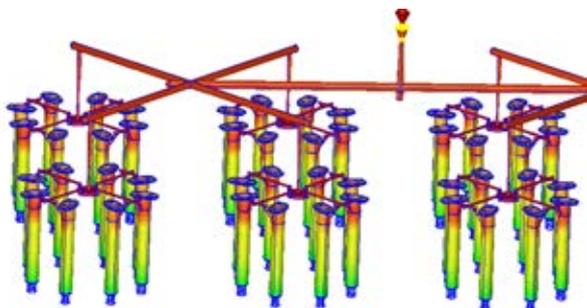


圖 7：每穴產品溫度的分布

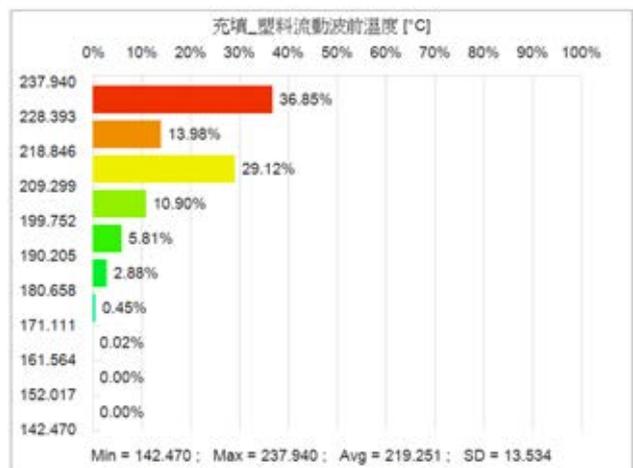


圖 8：產品溫度的統計分布

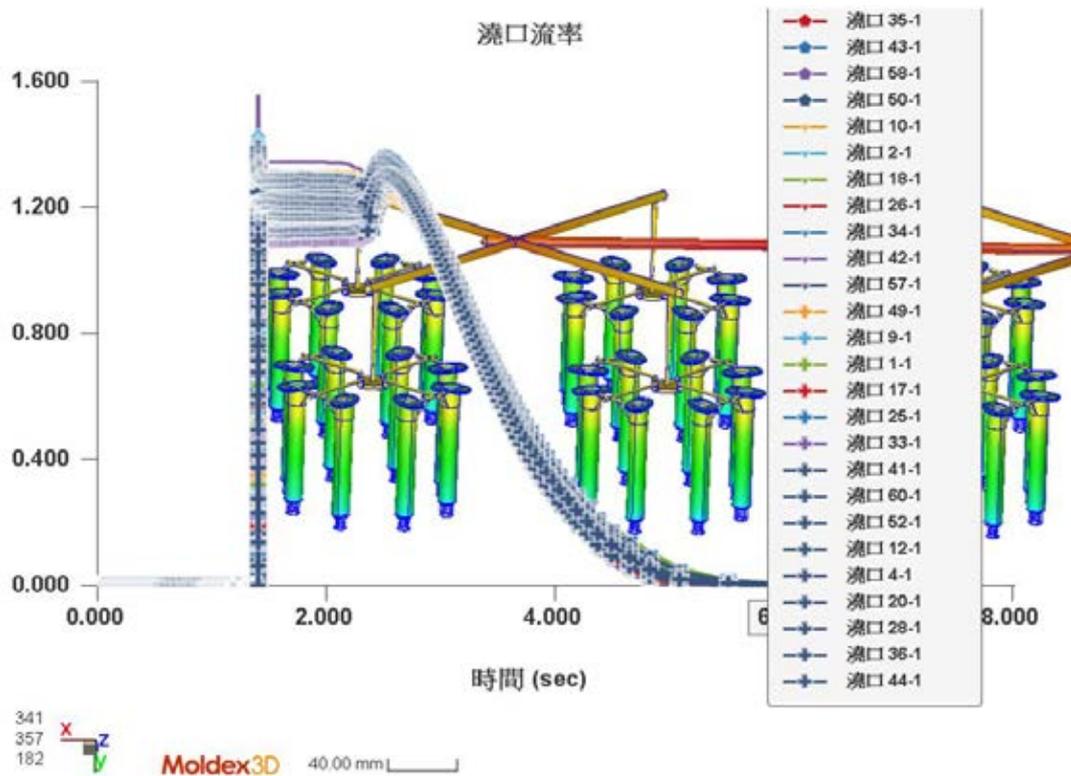


圖 9：每個模穴內產品澆口隨時間的流率變化

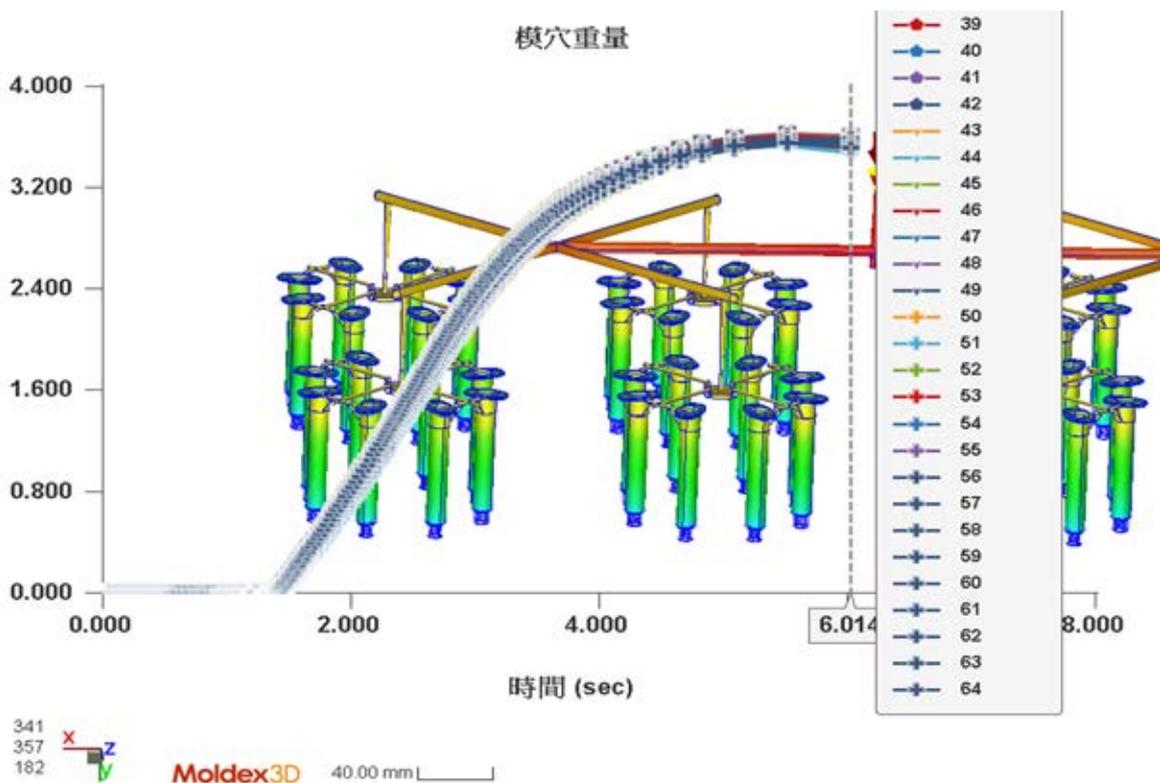


圖 10：每個模穴內產品隨時間的重量變化

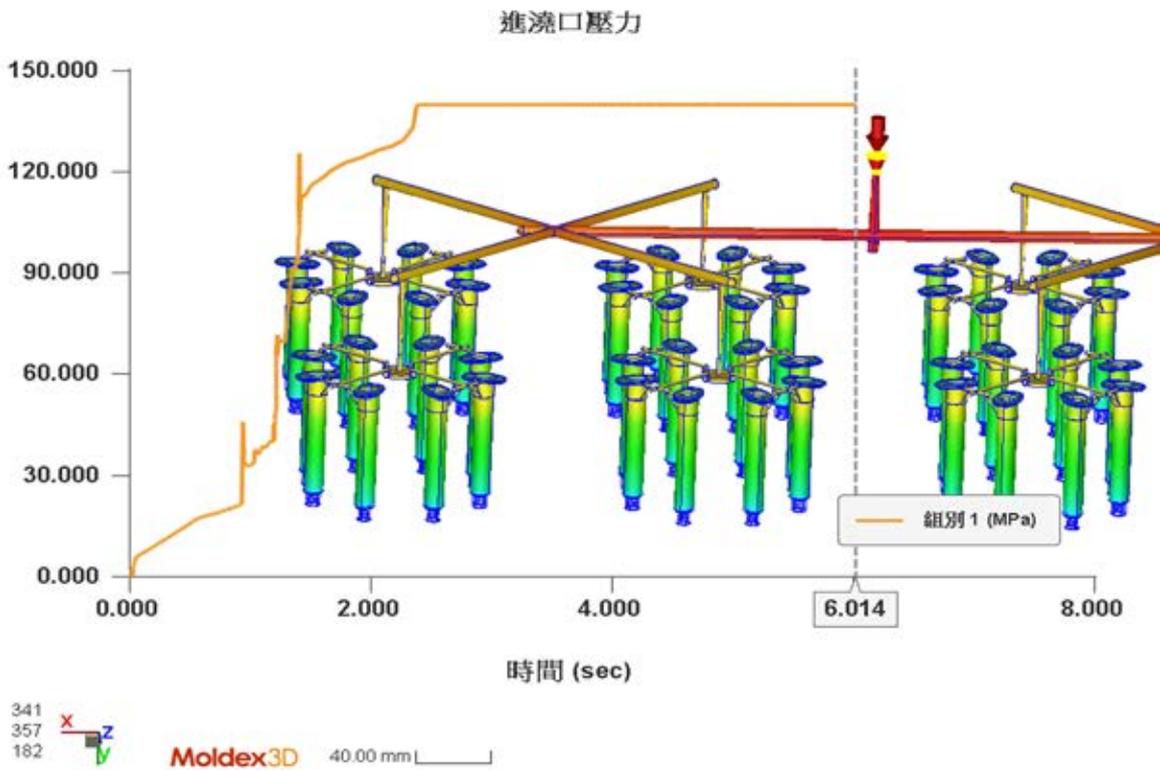


圖 11：射嘴的壓力隨時間的變化

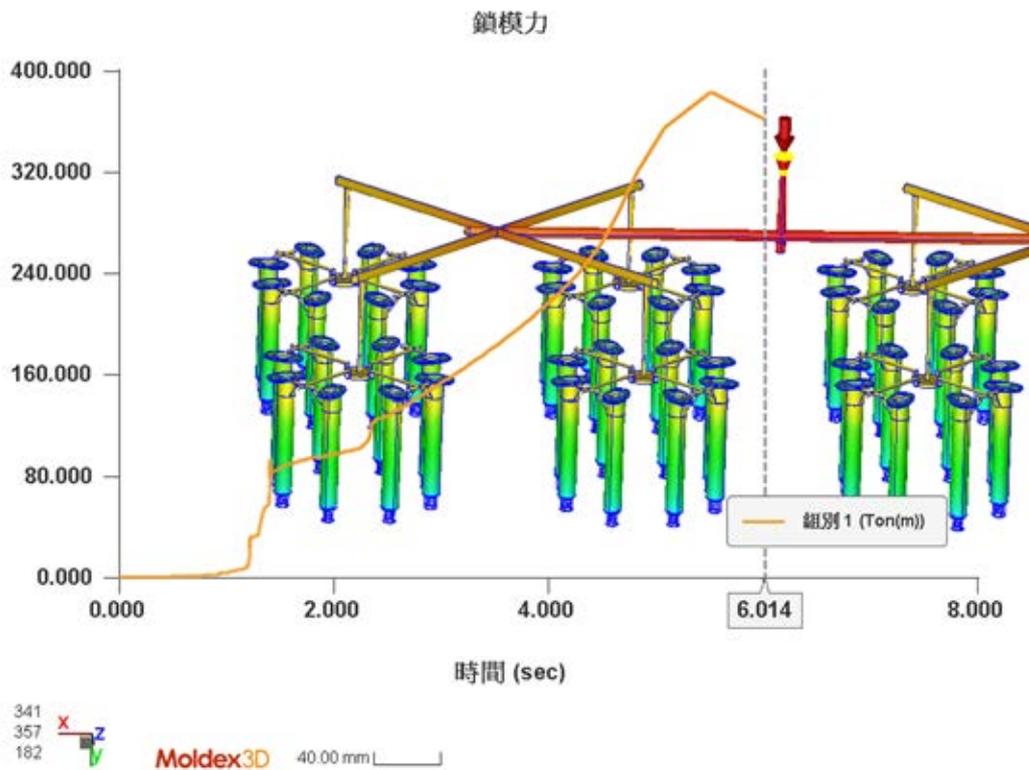


圖 12：模具所需的鎖模力預估

設計

開發

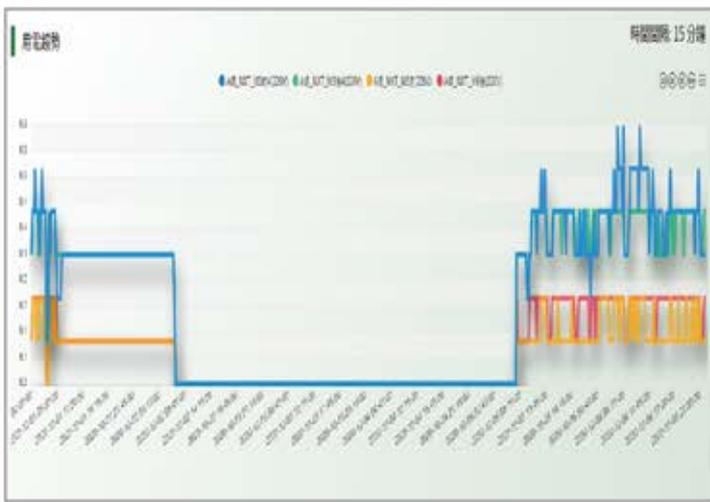
生產

保養維修

電力可視化, 能耗全掌握

ACMT輔導計劃節能管理方案
(總電+6台設備)

限量10名 推廣方案 **15萬**



功能

即時監控與管理 | 數據整合與分析

優勢

無線安裝免停機 | 電池可自動回充
雲端平台新服務 | 跨設備整合資料

工廠電力



【即時監測】

【節能管理】

機台設備



【異常警告】

【保修管理】

企業經營



【數據分析】

【綠色經濟】

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可



服務據點
台北·蘇州·東莞·曼谷
☎ +886-2-8258-9155

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



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

🌐 www.minnotec.com





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

談判和棒球：局數和球員

■宇一企管 / 林宜璟 總經理

談判和棒球

談判和棒球一樣，都有局數和球員；談判和棒球不一樣，因為局數和球員不一樣。

打棒球的雙方基本上都認為要打九局，如果提前結束，或者是延長，那是意外；而談判雙方各自認為要打的局數，可能差很多。而最後到底打了幾局，也常跟他們的原本預期差更多。

打棒球參賽的就只有兩支球隊的球員；而談判的時候，有時除了雙方之外，還有第三方，也許還有第四方。甚至有些時候這些第三方、第四方人根本不在現場，但是一樣會影響談判的結果。

這一篇我們要接著談的是影響談判之五大變數中的「player」，也就是參與談判的人。

局數

計劃談判的時候，要先有一個基本框架，就是這場談判預計打幾局。所謂的打幾局，具體來說就是我們跟對方有幾輪的對話。每一次對話參加的人可能都不一樣，但這幾局打完之後，我們想藉由談判來解決的爭紛，理論上就應該解決了。但是因為有些談判涉及雙

方的長遠關係，所以在決定談判策略的時候不能只以這幾局的維度來思考，而要放在更長更大的架構中。

「談判要打幾局」為什麼重要，跟以下兩點有關：

籌碼的配置

棒球場上教練原本認為只要打九局，所以到第九局時已經精銳投手盡出。沒想到一路打到十二局，那這樣哪一隊的牛棚深度夠，哪一隊的贏面就大。

談判也是一樣，你原本以為要結束了，也砸下所有的籌碼。沒想到比賽還沒結束，但你已經沒有子彈了，只能挨打。

不知道讀者們是否還記得我上一篇寫的一個「慘案」嗎？我跟某個客戶談判，我原本以為和對方的副總已經談到可以簽字回家了，沒想到最後卻殺出他們的總經理，硬生生的又砍我一刀，害原本已被砍到見肉的我，又被砍成見骨。我在見到這個總經理之前，因為以為是最終局了，所以放出我的全部籌碼，亮出我的底牌。但是當這個總經理出來的時候，我為了顧全跟他的關係，所以只好忍痛又加碼放送，而這多出來的讓步就是我預期之外的損失。



(圖片來源：Freepik.com)

時間的掌控（對照思考題一）

除了籌碼的配置外，還有我們之前說過的「時效」也是談判想要達到的目的之一。如果你有時間壓力，那麼打幾局，由誰先發，就有關鍵的影響。

球員

球局的安排會連結到球員的調度。所以談判和 player 有關的第二件事情就是參與談判人員的安排。商務談判中與談的兩個組織，參與的人除了通常會有位階高低之分以外，同時也會有不同功能別的人參與。這些人誰先上場，誰後上場，上場的時候怎麼打，都要費心考量。我們沒有辦法給出一個標準的套路，但是能給大家一些規劃時的參考準則。

團隊談判的角色分工

非洲有句諺語說：「It takes a village to raise a child.（以全村之力才能夠照養好一個孩子。）」同樣的，一場談判要談好，特別是商業上的談判，通常需要的是團隊，而不是一個人單打獨鬥。

談判團隊基本上有四種角色：「主談者」、「黑臉」、「白臉」、「把關者」。

1. 主談者

他負責擬定整場談判的目的、策略以及團隊成員的

組織分工還有協同運作。

要特別強調的是，他不見得戲份最多，甚至可能話最少。但他卻是「談判」這場大戲的編劇兼導演。所謂的編劇，是指由他訂出基本的談判主軸；而所謂的導演，則是指他要視情況彈性調整劇情跟調度資源。最後，他也為整場談判之成敗負責。

2. 白臉和黑臉（對照思考題二）

這兩個角色放在一起談，是因為這兩個角色常常搭檔演出。許多警匪片裡面都會出現類似以下的情節。

有個嫌犯被送到警察局裡面審訊。嫌犯吊兒郎當，審訊他的警察，看起來也不像好東西。一臉橫肉，像是有警察證的黑道。審訊的時候嫌犯態度惡劣，該說的不說，或是亂說。這時候偵訊他的警察翻臉了，對嫌疑人大吼大叫，甚至掏出槍威脅嫌犯。

就在嫌疑犯想著「完了，這次要倒大楣」的時候，偵訊室的門打開，進來另外一位警察。他拉住這位爆衝的警察，將他推到門外，然後關起門來，好聲好氣的對嫌犯說：「我這兄弟就是這副德行啦！他



(圖片來源：Freepik.com)

發起脾氣來是不管什麼規定、什麼法律的，但是我跟他不同，若你願意跟我好好合作，法律上該有的權益我都會保障你，甚至在適當的範圍內，我還可以放一點水。如果你不想被我兄弟摧殘，那你就跟我好好合作吧！」

通常這時候嫌疑犯的態度會軟化，開始願意吐露實情了。因為他最怕又落到那個凶神惡煞壞警察的手上。這便是典型「好警察，壞警察」的手法。好警察就是白臉，而壞警察則是黑臉。

黑臉的功能就是為對方帶來負面、不舒服的感覺；而白臉的功能，則是創造談判對手愉快的情緒。

為什麼要給對方不舒服的感覺呢？原因有幾個：

- (1) 在情緒壓力之下，特別是感到恐懼害怕時，容易屈服或是做出錯誤的決定。
- (2) 負面情緒讓對方不敢繼續探尋我們的底線，有助於保護我們的利益。

但是如果從頭到尾只給對方負面情緒，對方可能根本就不跟你談了。所以，這時候就需要有人出來當好人，爭取對方的信任跟好感，談判也才能繼續下

去。這時候就需要白臉。

還有一個常見的策略是黑臉先用「破」的方式，探出對方的底線。當對方以為談不下去的時候，再讓白臉去賣笑，重啟談判。這時候因為已經有黑臉打探回來的對方底線，我方就更好談了。

看到這一定會有讀者想問「那可不可以一人分飾兩角呢？」基本上不建議，因為這樣一來對方會覺得你人格分裂，二來會讓他更覺得其中有詐。

3. 把關者

「把關者」這個角色，做的就是「以公正客觀之名，行圖利己方之實」。扮演這個角色的人，他會跳出來說基於某些客觀的標準、規則或原理，他必須堅持某些立場。但其實這個堅持是對我方有利的。

常見的把關者大概有三種類型的人，分別是法務、財務和技術。

- (1) 法務人員可以說：「親愛的客戶，你們的要求我們完全理解，但是很遺憾，從法律的角度，我必須說我們這樣做是違法的。」
- (2) 財務人員可以說：「抱歉！我們是上市公司，



(圖片來源：Freepik.com)

這樣的方法，不符合主管機關的規定，我們不能這麼做。」

- (3) 技術人員可以說：「我們完全理解這個功能對你們重要，我們也真的很想配合。但是很不幸的，這個功能違反了物理學定律，所以我們真的做不到。」

剛剛這三種人員講的話，是真是假是另一回事。但更重要的是，當他們這麼說的時候，就把談判引導到一個不同的方向。而如果我方的「把關」有做足功課，這個方向應該是盤算過，對我們有利的。

第三方

接下來，我們來聊聊談判時既不屬於我方，也不屬於對方的第三方。第三方又可以分成兩類，第一類叫做「觀眾」，第二是「槓桿」。

1. 觀眾（對照思考題三 & 思考題四）

「觀眾」即是那些人在談判現場，但卻只露臉不出聲，也不做任何意思表示的人。

觀眾在談判現場究竟是好是壞並沒有一定的答案，但請仔細考量談判對手的個性、情境，還有我們的目的，再決定：

- (1) 談判的時候要不要有觀眾？
- (2) 如果要觀眾的話，誰適合當觀眾？

2. 槓桿

槓桿的意思就是你可以透過它來撬動某些事情，也可將談判引導至對我們有利的方向。

運用的槓桿可能人會在現場，但更常見的情況是，人根本不在現場。但是我們只要「召喚」他，提醒對方槓桿的存在，就有可能改變談判的結果。常見的槓桿有以下幾種：

(1) 社會大眾

依照虛構的三國演義，當年劉備三顧茅廬請諸葛亮出山的時候，諸葛亮一再拒絕。最後劉備搬出「先生不出，如蒼生何？」才讓諸葛亮點頭。這句話白話文的意思就是：「大哥！這已經不只是你要不要來我們蜀國上班的事情了。如果你不來上班的話，那些受苦受難的社會大眾，該怎麼辦哪？」先不管這段子是不是羅貫中瞎編出來的，但這就是一個典型的例子，抬出社會大眾的利益和觀感，以影響談判結果。



(圖片來源：Freepik.com)

(2) 客戶的客戶

這是銷售談判常見的策略。比方說客戶堅持要降某個品項的成本。如果你有做充分的準備，說不定可以這樣跟對方說。你說：「如果這樣子的話，我們勢必要降低某顆零件的規格。這樣子，會影響某某產品在某某功能方面的表現。而依據我們最近看到的那一份市場調查報告，消費者表示他們對於這個產品在這方面的表現是非常在意的。」

我們雖然不能夠確定對方的反應會是什麼？但是的確有機會影響對方的決定。

(3) 有更高的影響力的人

這些更高影響力的人可能是談判雙方的主管，也可能是主管機關，也可能是對方在乎的人。

- **談判雙方的主管：**「如果我們這樣做的話，我們董事長一定會把我踢出公司。」你可以說這時候你讓董事長當黑臉了，這也沒錯。但是無論如何，你就是召喚他出來幫你擋子彈。
- **主管機關：**「我上次跟主管機關開會的時候，他們很清楚的表示，他不能接受企業有這樣

的行為。」

- **對方在乎的人：**「不知道你有沒有想過，當你的孩子看到這樣的廣告時，他們會有什麼樣的感受呢？」

零和的棒球和雙贏的談判

談判有點像棒球。不過有一點是完全不一樣的，就是一場棒球賽中，贏家只有一方。你的贏就是我的輸，反之亦然。這是零和的遊戲。

但是如果我們好好運用談判的原理和技巧，的確有可能兩方都是贏家。因為畢竟什麼是談判呢？「透過溝通讓彼此生活變得更美好」。這裡有個關鍵字，就是「彼此」。而讓對的人來參與談判，是雙贏的重要起點。

問題與反思

思考題一

談判的兩方都有高階跟低階的人員。請問是先由高階的人員談，再交給階級比較低的人員接著談比較好？還是低階的人員先談，最後再由高階的人員出面拍板定案比較好呢？



(圖片來源：Freepik.com)

答案當然是不一定。但重點在於這兩種談法各有什麼利弊，說明如下：

1. 低階人員先談，好處是隨時可以破。談判進行中，兩方都可以職權不夠為理由，或是上層另有考量等原因結束談判。也因此，談判可能沒有結果，但談出不利的結果可能比較小。
2. 如果是高階的人員先談，那麼基本框架就已經定了。低階人員接手去談的時候，基本上沒有破局的選項，而且因為大方向已定，很容易就談出結果。但也因為沒有破的選項，有時候會出現頭洗了一半，只好硬撐下去的困境。

所以若「時效」是你在乎的談判目的，那應該讓高階先談，且在這情況下，局數不應該，也不會太多。

思考題二

就一個業務團隊來說，請問應該是第一線的業務扮演白臉，業務主管扮演黑臉？還是反過來呢？

答案當然還是不一定。說明如下：

1. 一般來說業務人員應該要當白臉。因為平常跟客戶見面最多的是他們。如果他們每次跟客戶見面，客戶都覺得不舒服或不愉快，誰想要見你呀？所以如

果客戶要求什麼好處，而公司不想給，那這時候業務人員可以把反對的責任，推給業務主管，以維持自己跟客戶的關係，但是又能夠減少公司的損失。

2. 但是相反的，如果跟客戶談判的時候想要拉高談判的層級，也就是想讓雙方更高階的主管出面來談，那這個時候就應該把面子做給業務主管，也就是讓業務主管當白臉，讓客戶知道讓步的甜頭，都是主管給的。因為主管出面總要帶伴手禮，這樣子見面時氣氛才會融洽。

思考題之三

一個年輕男子開車的時候跟別人碰撞了，請問這時候他女朋友在身邊跟沒有在身邊，他的反應會一樣嗎？

我想應該會不一樣。若女朋友在身邊的時候，他的反應可能會比較極端。

1. 比方說他可能會更想要表現出男子氣概，以致於態度比平常更強勢。
2. 但是他也可能為了保護女朋友，寧可息事寧人，所以會表現得比平常更低調。

到底會怎麼樣，要視情境而定，但是可以確定的是，應該會不一樣。



(圖片來源：Freepik.com)

思考題之四

業務跟採購經理談判，請問這時候採購經理的部屬，採購專員，在場對賣方比較好，還是比較不好？

答案當然還是不一定。但是如果採購專員在旁邊的時候，採購經理的表現一樣也會比較偏極端。

1. 他可能為了要證明他對供應商是非常有權威的，所以這個時候即使明明條件已經相當合理了，他還是要拿出大刀用力的再砍一下。
2. 但也可能他要表現出公司把供應商視同長期的合作伙伴。所以平常採購專員不敢放出來的好處，這時他反而很爽快的一口答應了。■

林宜璟「商務談判力」線上課程，誠意推出。課程傳送門請輸入下方網址或掃描 QR 碼！



https://ilearned365.com/negotiation_Jeffrey

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 2021-06-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



專家諮詢系統：高科大智慧射出成型產學聯盟



高科大智慧射出成型產學聯盟介紹

面對工業 4.0 勾勒的理想境界，產業期待及困惑混雜並存，各家企業無不思考如何在轉變契機中贏得先機，然而對於該全力朝哪一方向發展及如何優化所需智慧技術是模糊待論的。體察時代趨勢給企業帶來的不安及風險，尤其在當今產業環境瞬息萬變、趨勢口號百家爭鳴的時代，國立高雄科技大學射出成型研究團隊基於 20 年來在射出成型領域技術發展及研究之能量，於 2021 年正式籌組「智慧射出成型產學聯盟」，致力於輔導射出成型產業鏈上中下游企業能因應未來技術需求，協助產業同步升級，形成產業支持系統，以持續保有競爭力。

本聯盟提供三大技術服務主題，射出成型機械、智慧機械以及智慧製造（模具 - 成型），可提供技術詳參後述。服務對象分為一般會員、VIP 會員和榮譽會員，服務範疇涵蓋國內外產業市場之技術發展趨勢分析，

以電子刊物定期匯報國際研討會及展覽所見技術；邀請國際專家學者來臺演講，加速會員掌握國際脈動及技術發展趨勢；辦理客製化專業課程，提供在職人員進修，提升人員素質；辦理赴國外技術考察團，協助會員深度探索射出成型產業的先進技術，檢視自身營運規劃。本聯盟意圖整合廠商技術優化需求，提出一個簡單有效的全面升級提案，並運用聯盟網絡所持有的資源，讓所有會員獲益其中。

本聯盟朝三大方向進行營運：卓越精進、永續經營、人才加值。研究團隊專家學者憑藉所見，幫助廠商從近處著手優化既有技術，使其從精進中獲得更高效益並追求卓越；協助洞察風潮趨勢的本質，放眼下一步技術發展，並提出技術佈局建議以提升競爭力。我們熱切邀請國內外射出成型產業上中下游優質企業、法人單位、公會及個人加入，深信透過聯盟辦公室媒合，能讓廠商更容易從中找到對的資源。我們期盼投入的



圖 1：聯盟成員

各方都能在此平臺受益，取得共贏。預計可為聯盟會員帶來效益：加深人才板凳、技術升級國際化、整合射出成型產業鏈資源、促成跨域合作。

聯盟成員

聯盟發起成員（圖 1）有國立高雄科技大學機電工程系黃明賢教授、國立臺東專科學校動力機械科粘世智教授、國立高雄科技大學模具工程系張致遠教授、國立高雄科技大學資管系周棟祥教授、逢甲大學精密系統設計學士學位學程陳建羽教授、國立高雄科技大學機電工程系柯坤呈博士，發起成員們憑藉著研究能量將可有效推動聯盟運作，為聯盟成員帶來助益。

可提供技術能量

目前機械製造業產以現有精密機械基礎上朝智慧機械發展，具體內容涵蓋機器人、物聯網、大數據、虛實整合系統、感測器等。2011 年德國吹起工業 4.0 革命號角，以綜整思考製程的變異因素（能源、原料、人力等），提出智慧製造的概念與實踐方法。亦即，產業透過智慧技術的逐步開發，展開製造生產的嶄新局面，引入人工智慧之後，除了延續製造低成本高良率外，甚至還要能從未來必然的少量多樣訂單樣態中持

續獲利。

國內製造產業多數為中小型企業，如何在機臺老舊、員工凋零、新血青黃不接的窘境下生存更是燃眉之急。針對產業所在意的急緩難題，本智慧射出成型聯盟憑藉 20 餘年來積累的射出成型專業領域及對於開發前緣技術的研發能力，可協助解決產業眼下即刻的難題，並搶先規劃技術升級的長期研發方案，維持競爭力。研發團隊對於智慧技術中的大數據、虛實整合系統、感測器的運用有獨到見解，我們可提供具體技術涵蓋，射出成型模流分析、智慧化試模、成型曲線優化、AI 品質預測、成型品質監測控、適當鎖模力搜尋、再生塑料應用、節能感應加熱等。可提供技術內容及預期可排除難題逐一分述如下：

1. 智慧化機械

- (1) 智慧射出成型機之適當鎖模力搜尋技術（圖 2）：本技術以大柱應變規之感測資訊為基礎，並以自行設計適當鎖模力演算方法以預測在特定製程條件及射出熔膠條件下快速估算適當鎖模力設定條件。本方法可適用於所有射出塑料及射出成型設備，尤其針對高流動性材料更顯本技術應用價值。
- (2) 以鎖模力感測曲線特徵為基礎之智慧射出成型品

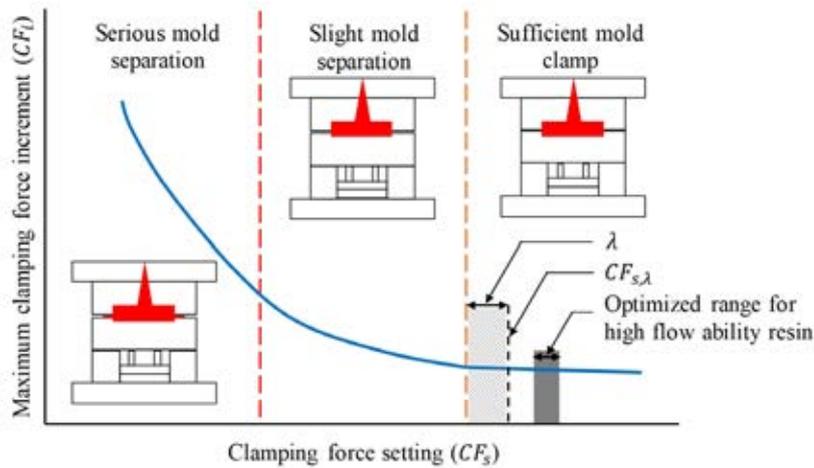


圖 2：鎖模力優化搜尋方法示意圖

質監控技術：本技術透過大柱應變感測器之感測資訊進行特徵萃取，並進行統計分析以獲悉製程變異狀態，進而回饋調整機臺製程參數以維持射出成品品質穩定性及一致性。本技術包含三個子技術：以鎖模力感測資訊為基礎之品質監測技術、以鎖模力感測資訊為基礎之適當射切保時機調整方法、以鎖模力感測資訊為基礎之智慧化品質監控制御技術。本技術具便利性，可有效並大幅提昇產業應用價值。

- (3) 智慧射出成型機智慧熔膠品質監測技術（圖 3）：由於射出成品品質受熔膠品質變異影響甚大，故本技術透過安裝於射出機及模具之壓力感測器以收集成型歷程壓力資訊，並以不同熔膠品質監測指標探討熔膠品質變異對射出成品品質影響。本技術除可完整解析射出成型過程熔膠品質變化對射出成品品質影響性外，更成功發展線上即時熔膠品質監測技術。
- (4) 五點肘節式鎖模單元尺寸最佳化設計分析：本技術利用基本的運動方程式及定義多目標目標函數，應用基因演算法計算最佳的五點式肘節機構設計尺寸，達到要求的機構性能。

2. 智慧化製程

- (1) 智慧化試模技術（圖 4）：智慧化試模技術：智慧化試模建立在科學試模的基礎之上，進行機械及模內熔膠感測數據之擷取、儲存與分析。與傳統試模相較，智慧化試模由傳統的機械參數調整進化為模內熔膠的成型曲線樣態調整，透過智慧化試模流程可得到一可成型良品之試模曲線，並以此做為將來移機量產及成型監測之基準。
- (2) 射出成形曲線之品質優化技術：透過智慧化試模已可將良品之成型曲線產出，作為移機量產之基準，但對量產時成形品質之穩定性則需要進一步的優化，而本技術之優化方法由傳統的參數變動實驗進化為成形曲線之調整，主要透過壓力峰值擾動及 V/P 位置成形曲線勻化等兩種方式獲得強健曲線，達到提高產品品質穩定性（良率）之目的。
- (3) 塑件品質即時預測技術（圖 5）：本技術透過模內熔膠及機械感測數據來解析射出成型過程的模內熔膠狀態，經由智慧化試模標準作業程序獲得合乎品質要求之試模曲線，建立各種成型曲線之特徵指標及預測模型之強度。通過此方法可有效經由品質指標運算來預測當模次塑件之各項品質

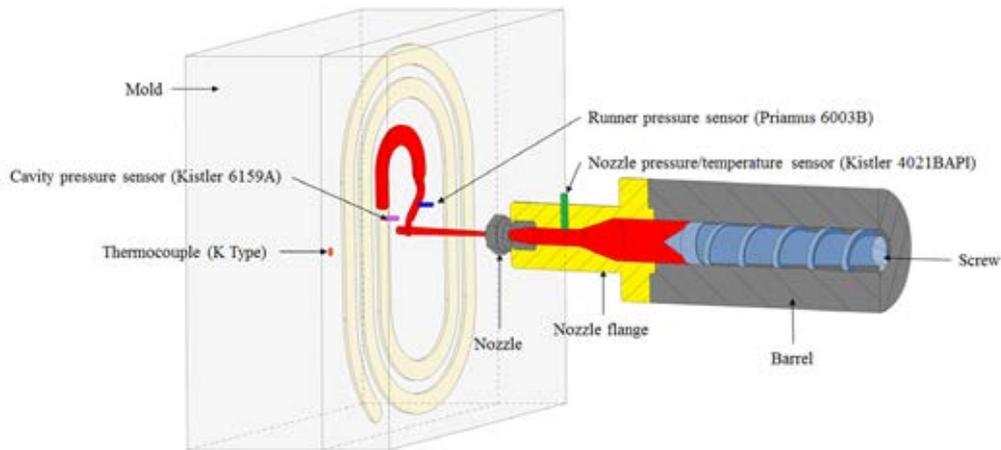


圖 3：熔膠黏度量測系統示意圖

數據，達到量產時射出塑件品質即時預測即時監控之目的。

克服以往感應加熱僅能應用於小型或平面射出成型模具的瓶頸。

3. 射出成型關鍵技術

- (1) 光學透鏡設計與精密成形：本技術藉由 CAE 技術進行光學設計、模具設計及成型參數的優化，以模擬手法取代實際模具試模開發所帶來的成本浪費，並可藉可視化的分析結果觀察各設計參數對於菲涅爾透鏡成品之應力殘留與微結構輪廓誤差結果的影響。
- (2) 多層射出成型技術：本技術應用於高厚薄比之高厚度凸透鏡片上，將鏡片分層射出降低射出厚度的方式，可有效降低鏡片的收縮變形與縮短鏡片的冷卻時間。
- (3) 模面快速感應加熱技術（大面積模面感應加熱技術、大面積曲形模面快速感應加熱系統）：本技術在閉模前將模具快速升溫，能使充填階段有較高的模具表面溫度，在冷卻階段又快速降低模具溫度，擁有高模面溫度卻能快速冷卻之兩項特點，可被廣泛運用於射出成型製程上。另外針對模面快速加熱之感應線圈進行優化設計，使其具備升溫速率快、均溫性佳與加熱範圍可控制為目標，

4. AI 品質預測技術

- (1) AI 幾何品質虛擬全檢技術：本技術提出一種多層感知器 (MLP) 神經網絡模型，該模型與品質指標結合在一起，可以對成品的幾何形狀進行快速和自動的預測。本技術開發之具體成就包含：以少量關鍵指標達到全面式品質預測效果、以人工智慧學習關鍵特徵，取代傳統工人智慧，減少人工判讀誤差、以無人化達到幾何品質，減少人力成本支出、以人工智慧品質檢測，可減少物件檢測之時間成品，提高整體效率。
- (2) AI 幾何品質數值虛擬預測技術：本技術以模內傳感技術擷取、記錄射出過程之高分子融膠歷程曲線，透過相關性分析、離群值分析和領域知識，發展與質量密切相關的指標參數。進而據以設計良品與不良品間的檢查區域，實際應用中僅需要判斷過渡產品，減少在線判斷的次數，成功為射出成型提出一種有效且實用的尺寸預測方案（圖 6），該方案可依少量關鍵指標達到全面式品質數值預測效果。

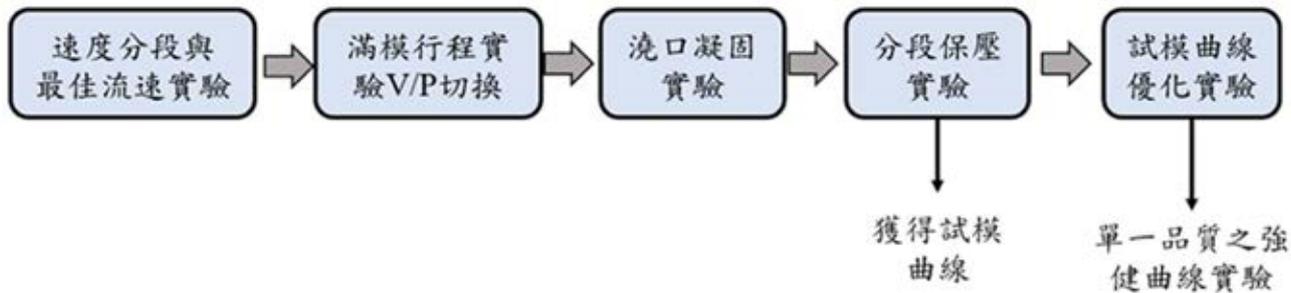


圖 4：智慧化試模之標準作業流程

聯盟服務項目

產學合作案、專利佈局及技術移轉、技術考察團、到廠技術鑑定、到廠輔導諮詢及追蹤、在職培訓課程、專家主題講座。■

聯盟聯絡窗口

- 國立高雄科技大學 智慧射出成型產學聯盟 徐珮瑜
專任助理
Tel: (+886)-7-6011000#32284
Mail: peiyu@nkust.edu.tw
- 國立高雄科技大學 機電工程系 黃明賢特聘教授
Tel: (+886)-7-6011000#32219
Mail: mshuang@nkust.edu.tw



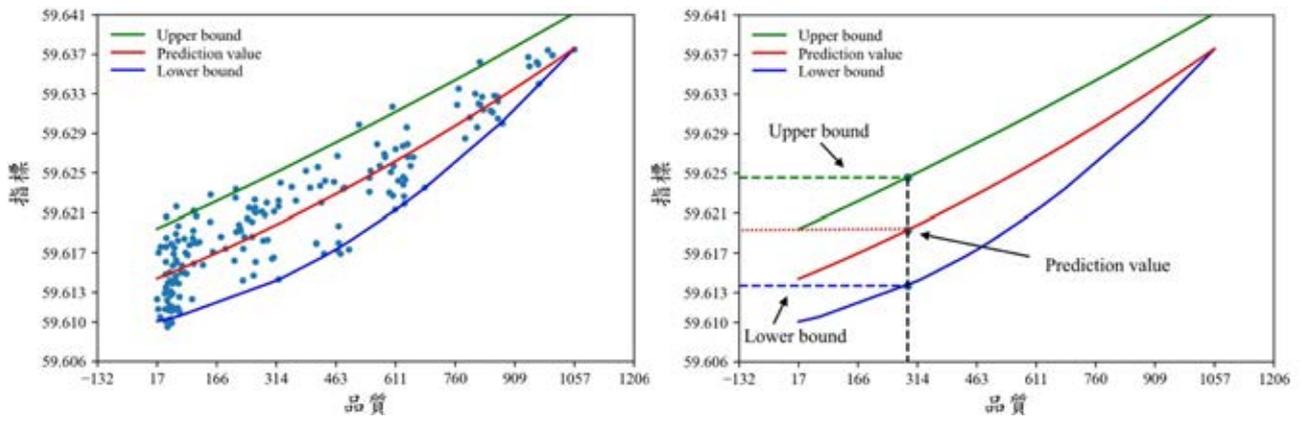


圖 5：塑件品質即時預測技術

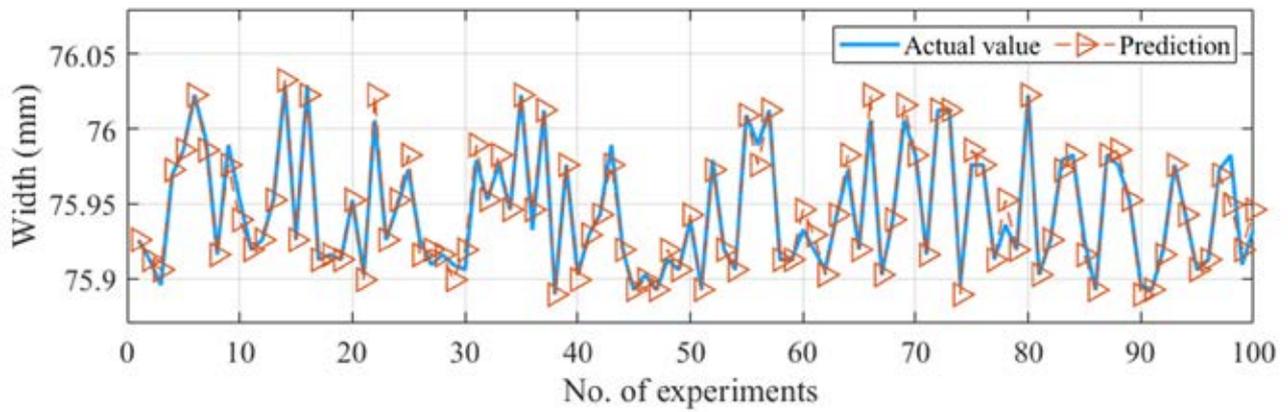


圖 6：尺寸預測之結果

廣東汽車戰略性支柱產業集群發展現狀和對策研究

資料來源：廣東省統計局

前言

汽車產業是廣東重要支柱產業之一。根據《廣東省發展汽車戰略性支柱產業集群行動計劃（2021-2025年）》（以下簡稱《行動計劃》）制定的工作目標，到2025年，全省汽車製造業營業收入要超過11,000億元，其中汽車零部件製造業營業收入突破4,500億元；汽車工業增加值超過2,000億元；汽車產量超過430萬輛，其中新能源汽車超過60萬輛。經初步測算，如果要達到《行動計劃》中制定的發展目標，2020-2025年汽車製造業營業收入年平均增速需達到4.6%，其中汽車零部件營業收入年平均增速需達到3.5%；汽車工業增加值年平均增速需達到2.1%；汽車整車產量年平均增速需達到5.5%，其中新能源汽車產量年平均增速需達到25.2%。從發展現狀看2020年前三季度，除汽車製造業營業收入超過目標增速外，其餘指標均存在一定差距，汽車產量特別是新能源汽車產量增速與目標增速差距較大。

全省汽車戰略性支柱產業集群發展基本情況 生產規模持續擴大，汽車產量居全中國第一

近年來，廣東汽車製造業企業數量和規模保持穩定增長。截至三季度末，全省共有規模以上整車製造企業27家，汽車零部件企業876家。隨著比亞迪、廣汽傳祺等自主品牌發展壯大，小鵬汽車、騰勢汽車、廣汽蔚來等新能源造車企業逐步發展，全省已形成日系、歐美系和自主品牌多元化產業發展格局，汽車產量連續三年居全中國首位。

一是總量占比較高，前三季度，廣東汽車產業完成工業總產值5,698.58億元，同比增長0.6%，完成增加值1,266.89億元，下降1.3%，分別占全部規模以上工業的5.6%和5.5%；二是戶均規模較大，前三季度，汽車產業企業戶均營業收入6.55億元，戶均規模是全省規模以上工業（1.84億元）的3.6倍；三是汽車產量在全中國占據重要地位，2019年全省汽車產量311.97萬輛，其中新能源汽車產量15.59萬輛，分別占全中國產量的12.2%和13.1%。2020年以來受疫情影響，汽車生產出現了一定程度的下滑，前三季度，全省共生產汽車210.70萬輛，同比下降5.1%，其中基本型乘用車（轎車）115.86萬輛，下降12.4%，運動型多用途乘用車（SUV）79.34萬輛，增長4.8%；新能源汽車11.15萬輛，下降2.3%。

產業聚集明顯，區域分布集中

從行業分布看，廣東汽車產業主要集中在汽車整車製造業和汽車零部件及配件製造業兩大行業。前三季度，汽車整車製造業完成工業總產值2,865.57億元，同比下降0.7%，汽車零部件及配件製造完成工業總產值2,613.70億元，下降1.0%，兩大行業工業總產值占汽車產業的96.2%，合計完成增加值1,224.81億元，占96.7%；其次是汽車用發動機製造完成工業總產值121.60億元、增加值22.54億元，占比分別為2.1%和1.8%，其餘行業占比明顯偏低。

從區域分布看，汽車產業主要集中分布在珠三角核心

| 行业名称 | 总产值 (亿元) | | | 增加值 (亿元) | 占比 (%) | 增长(%) |
|------------|-------------|-------|-------|-------------|-----------|-------|
| | | 占比(%) | 增长(%) | | | |
| 汽车制造业 | 5698.58 | 100.0 | 0.6 | 1266.89 | 100.0 | -1.3 |
| 汽车整车制造 | 2865.57 | 50.3 | -0.7 | 589.16 | 46.5 | -2.5 |
| 汽车零部件及配件制造 | 2613.70 | 45.9 | -1.0 | 635.65 | 50.2 | -2.6 |
| 汽车用发动机制造 | 121.60 | 2.1 | 157.9 | 22.54 | 1.8 | 153.3 |
| 汽车车身、挂车制造 | 53.42 | 0.9 | 7.9 | 12.09 | 1.0 | 7.9 |
| 改装汽车制造 | 43.59 | 0.8 | 10.5 | 7.35 | 0.6 | 13.8 |
| 电车制造 | 0.71 | 0.0 | -28.5 | 0.10 | 0.0 | -29.7 |

表 1：2020 年前三季度汽車產業分行業發展情況

區。前三季度，珠三角核心區完成增加值 1,265.77 億元，下降 1.8%，占全省汽車產業的比重高達 97.5%；其次是北部生態發展區，完成工業增加值 23.11 億元，增長 11.8%，占全省的 1.8%；沿海經濟帶占比明顯偏低，僅占 0.7%。從地市分布看，廣州是全省汽車產業占比最大的城市，前三季度實現增加值 837.61 億元，下降 2.2%，占全省的比重高達 64.5%，其次是佛山，實現增加值 174.43 億元，增長 4.4%，占全省的 13.4%；其他較大的市還有深圳市（89.97 億元）、東莞市（37.04 億元）、惠州市（36.43 億元）等。

營業收入實現增長，利潤總額同比下降

前三季度，廣東汽車產業實現營業收入 6,274.86 億元，同比增長 4.7%，高於全部規模以上工業 7.4 個百分點；實現利潤總額 369.04 億元，下降 8.7%，降幅大於全部規模以上工業 6.3 個百分點；實現稅金總額 216.53 億元，下降 0.6%，降幅小於全部規模以上工業 7.8 個百分點。

分行業看，汽車整車製造業實現營業收入 3,329.52 億元，增長 10.4%，拉動汽車產業營業收入增長 5.2 個百分點；汽車發動機製造業實現營業收入 343.61 億元，

增長 38.1%，拉動增長 1.6 個百分點；汽車零部件及配件製造實現營業收入 2,499.43 億元，下降 4.7%，是汽車產業中下降影響最大的行業。從稅金總額看，汽車整車製造實現稅金總額 148.27 億元，占汽車產業比重高達 68.5%，增長 3.9%，是拉動增長最大的行業。（見表 4）

龍頭企業發展好於行業平均水平，行業集中度較高

前三季度，汽車產業集群百強企業（按營業收入排序）合計完成工業增加值 1,070.11 億元，同比增長 2.0%，高於整個汽車產業平均水平 3.3 個百分點，占汽車產業集群的 84.5%；實現營業收入 5202.13 億元，增長 8.9%，高於汽車產業平均水平 4.2 個百分點，占汽車產業集群的 82.9%。

分行業看，百強企業中汽車整車製造業總產值、營業收入和利潤總額占比最高，分別占百強企業的 62.3%、63.7% 和 49.6%，總產值和營業收入同比均有所增長，分別增長 4.1% 和 11.3%，利潤總額下降 4.1%；汽車用發動機製造業企業總產值和營業收入增速最高，分別達 30.0% 和 38.1%；汽車零部件及配件製造業平均從業人數最多，達 10.33 萬人，占全部百

| 地 区 | 工业总产值 (亿元) | | 增加值 (亿元) | | |
|-----|---------------|--------|-------------|--------|--------|
| | | 增长 (%) | | 占比 (%) | 增长 (%) |
| 全 省 | 5698.58 | 0.6 | 1266.89 | 100.0 | -1.3 |
| 广州市 | 3719.16 | 2.2 | 837.61 | 64.5 | -2.2 |
| 佛山市 | 729.82 | 5.8 | 174.43 | 13.4 | 4.4 |
| 深圳市 | 500.99 | -10.6 | 89.97 | 6.9 | -3.9 |
| 东莞市 | 151.93 | -15.4 | 37.04 | 2.9 | -15.2 |
| 惠州市 | 128.32 | 1.3 | 36.43 | 2.8 | -0.4 |
| 中山市 | 112.18 | -3.7 | 28.55 | 2.2 | -5.5 |
| 肇庆市 | 89.97 | 10.3 | 26.25 | 2.0 | 16.0 |
| 江门市 | 87.98 | -8.9 | 23.92 | 1.8 | -11.0 |
| 珠海市 | 55.15 | 5.5 | 11.59 | 0.9 | -2.3 |
| 清远市 | 25.72 | 12.4 | 9.94 | 0.8 | 10.6 |
| 汕头市 | 25.10 | -11.4 | 5.20 | 0.4 | -12.8 |

表 2：2020 年前三季度分地市汽車產業發展情況 (Part1)

強企業的 51.3%。(見表 5)

從發展歷程看，汽車產業發展結構相對穩定

2018-2020 年前三季度，廣東汽車產業分行業中看，汽車整車製造業和汽車零部件及配件製造業占比較大，兩個行業合計增加值占比雖有所下降，但總體波動不大，而汽車用發動機製造業占比不斷增加。其中汽車零部件及配件製造業增加值占比已超過廣東汽車產業的一半，從 2018 年 (50.2%) 開始，占比不斷提高，在 2020 年一季度達到最大值 56.0%，隨後逐漸下降到 50.2%，與 2018 年占比持平；汽車整車製造業的占比在波動中有所下降，從 2018 年的 47.9% 下降到 2020 年一季度 41.1%，隨後提升到 2020 年前三季度的 46.5%；汽車用發動機製造業占比提升最快，從 2018 年不到 0.1%，提升到 2020 年上半年的 1.9%，前三季度稍稍回落到 1.8%。

汽車戰略性支柱產業集群發展的問題和困難

當前廣東汽車產業發展與目標有一定差距

根據《行動計劃》目標，2019 年全省汽車製造業實現營業收入 8,404.78 億元，其中 2019 年全省汽車零部件及配件製造業實現營業收入 3,664.38 億元，與發展

目標分別相差 2,595.22 億元、835.62 億元。根據《行動計劃》目標測算的平均增速，2020 年前三季度，汽車產業營業收入同比增長 4.7%，高於目標平均增速 0.1 個百分點，汽車零部件及配件製造業營業收入下降 4.7%，與目標平均增速相差 8.2 個百分點，差距較大。

2019 年，全省汽車產業完成增加值 1,768.35 億元，與目標相差 231.65 億元。2020 年前三季度，全省汽車產業增加值下降 1.3%，與目標平均增速相差 3.4 個百分點。前三季度，汽車和新能源汽車產量分別下降 5.1% 和 2.3%，與根據發展目標測算的平均增速分別相差 10.6 個和 27.5 個百分點。

行業發展下行壓力較大，企業盈利水平有待提升

一是產業發展速度逐年下滑，2018 年，廣東汽車產業增加值同比增長 7.4%，2019 年增速到達谷底，下降 2.3%，2020 年前三季度稍有回升，但仍然為負增長，下降 1.3%，總體發展呈下行態勢；二是行業虧損面擴大，2018 年末，汽車產業虧損企業數為 108 家，虧損面僅為 13.0%，2019 年末擴大了 5.2 個百分點，達 18.2%，2020 年 9 月末，企業虧損面進一步擴大，

| 地 区 | 工业总产值 (亿元) | | 增加值 (亿元) | | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|--------|
| | | 增长 (%) | | 占比 (%) | 增长 (%) |
| 梅州市 | 19.01 | 24.1 | 4.75 | 0.4 | 22.3 |
| 云浮市 | 16.03 | 22.7 | 4.54 | 0.4 | 20.1 |
| 韶关市 | 12.61 | -5.1 | 2.97 | 0.2 | -5.3 |
| 揭阳市 | 11.32 | 7.2 | 2.33 | 0.2 | 5.4 |
| 湛江市 | 5.14 | -2.9 | 1.70 | 0.1 | -4.5 |
| 河源市 | 4.11 | 5.0 | 0.90 | 0.1 | 3.3 |
| 汕尾市 | 3.84 | -52.2 | 0.36 | 0.0 | -52.9 |
| 阳江市 | 0.21 | -70.4 | 0.05 | 0.0 | -70.9 |
| 茂名市 | 0.00 | — | 0.00 | 0.0 | — |
| 潮州市 | 0.00 | — | 0.00 | 0.0 | — |
| #珠三角核心区 | 5575.49 | 0.6 | 1265.77 | 97.5 | -1.8 |
| 沿海经济带 | 45.61 | -13.8 | 9.64 | 0.7 | -11.5 |
| 北部生态发展区 | 77.48 | 13.1 | 23.11 | 1.8 | 11.8 |

表 3：2020 年前三季度分地市汽車產業發展情況 (Part2)

虧損企業數為 252 家，虧損面達 26.3%；三是盈利能力下降，2020 年前三季度，汽車產業平均營業收入利潤率為 5.9%，比全省規模以上工業平均水平 (6.2%) 低 0.3 個百分點，低於上年同期 (6.7%) 0.9 個百分點；四是資產負債率提高較快，2020 年前三季度，汽車產業平均資產負債率為 62.6%，比上年提高 2.9 個百分點，高於全省平均水平 6.2 個百分點。

產業結構急需轉型升級，自主品牌競爭力不足

一是汽車產量增速逐年下降，2018 年同比基本持平，2019 年下降 3.1%，2020 年前三季度下降 5.1%；二是汽車整車製造業中新能源整車製造業占比逐年下降，由 2018 年的 10.1% 下降到 2020 年前三季度的 7.8%；三是核心技術存在壁壘，急需破解「卡脖子」難題。廣東汽車產業主要採取中外合資發展模式，缺乏核心技術，對發動機、變速箱等關鍵零部件和車規級 MCU、IGBT 芯片等高端核心組件進口依賴度較高，存在「卡脖子」技術難題；四是自主品牌競爭力不足，據廣東省汽車行業協會統計，2019 年自主品牌乘用車產銷分別下降 27.1% 和 23.9%，市場份額回落 4.6 個百分點，市場占有率較低。

促進汽車產業集群發展的對策建議

加大對行業龍頭企業的扶持，促進產業加快發展

一是加強對整車生產企業的扶植力度，提高全省整車生產企業的市場競爭力和生產規模，通過整車企業發展，帶動上下游汽車關聯產業如汽車零部件、發動機等產業的發展；二是積極引進一批世界一流、實力雄厚的汽車製造企業落戶廣東，重點圍繞電動車、汽車零部件及配件等產業發展，進一步做大全省汽車產業「蛋糕」，提高在全中國的汽車產業市場份額；三是鼓勵現有汽車生產企業向電動化、智慧化等方向發展，積極布局、投資汽車產業未來發展方向，搶占市場先機。

積極開發新型產品，促進消費市場需求

當前全省汽車生產企業面臨產量下降、經濟效益下滑、市場競爭加劇的現狀。但與此同時，汽車消費逐步向三四線城市、農村地區滲透，不少家庭正在購買第二台車，汽車需求總量仍較大，汽車生產企業要積極把握當前汽車消費趨勢變化，及時推出符合市場預期和消費心理的車型，積極擴展新的消費市場，滿足市場對各檔次車型的需求，同時加強企業內部管理，提高生產能力利用率，進一步降低企業各項費用支

| 指标名称 | 营业收入 | | 利润总额 | | 税金总额 | |
|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | 1-本月 (亿元) | 增减 (%) | 1-本月 (亿元) | 增减 (%) | 1-本月 (亿元) | 增减 (%) |
| 汽车制造业 | 6274.86 | 4.7 | 369.04 | -8.7 | 216.53 | -0.6 |
| 汽车整车制造 | 3329.52 | 10.4 | 153.33 | -5.5 | 148.27 | 3.9 |
| 汽车零部件及配件制造 | 2499.43 | -4.7 | 187.83 | -10.0 | 63.21 | -9.8 |
| 汽车用发动机制造 | 343.61 | 38.1 | 25.54 | -8.5 | 3.60 | 18.0 |
| 改装汽车制造 | 61.85 | -0.5 | 1.34 | -1.5 | 0.55 | -45.0 |
| 汽车车身、挂车制造 | 27.93 | -23.1 | 1.09 | -74.5 | 0.84 | -16.8 |
| 低速汽车制造 | 7.09 | -6.0 | -0.28 | 55.6 | 0.01 | -125.0 |
| 电车制造 | 5.43 | 282.4 | 0.17 | -666.7 | 0.06 | 20.0 |

表 4：2020 年前三季度汽車產業主要效益指標情況

出，提高盈利能力。政府要積極支持穩定和擴大汽車消費的同時，切實減輕企業負擔。各級政府要按照中央的部署和要求，抓好促進汽車消費政策措施的落實，開展新一輪的汽車下鄉和以舊換新，細化政策指引，加大財政支持力度，進一步擴大汽車消費；積極落實中央和省有關減輕實體經濟負擔的各項政策紅利，降低汽車製造業稅負和各項成本。

加大研發投入，大力發展自主品牌

一是依托全省基礎雄厚的電子信息產業優勢，積極布局、發展新能源、智慧網聯汽車等新興汽車領域發展，加大研發投入，引領產業未來發展方向。二是充分利用廣東作為汽車生產和消費第一大省份的優勢，積極鞏固全省汽車產業重點企業在傳統汽車領域的領先地位，並發揮好汽車產業集群發展優勢，同步帶動汽車零部件發展。三是大力扶持、發展自主品牌，鼓勵並推動高校、科研院所與行業骨幹企業深入合作，共同突破產業鏈上的關鍵技術難題，培育具有技術創新優勢的零部件、智慧出行等自主品牌企業。■

文章轉載自廣東省統計局，並取得作者與局領導之授權

| 行业名称 | 工业增加值 (亿元) | 增速 (%) | 营业收入 (亿元) | 利润总额 (亿元) | 平均用工人数 (万人) |
|------------|---------------|-----------|--------------|--------------|----------------|
| 合 计 | 1070.11 | 2.0 | 5202.13 | 312.67 | 20.11 |
| 汽车整车制造 | 643.32 | 2.7 | 3316.31 | 155.16 | 8.76 |
| 汽车零部件及配件制造 | 353.36 | -2.7 | 1508.16 | 130.22 | 10.33 |
| 汽车用发动机制造 | 65.06 | 28.7 | 343.61 | 25.54 | 0.68 |
| 改装汽车制造 | 6.22 | -15.5 | 26.33 | 1.04 | 0.29 |
| 汽车车身、挂车制造 | 2.15 | -9.9 | 7.73 | 0.71 | 0.06 |

表 5：2020 年前三季度汽車產業百強企業主要指標情況



圖 1：2018-2020 年前三季度廣東汽車產業集群分行業增加值占比

中國國內模具市場發展現狀及 2021 年發展趨勢

數據及資料來源：國家統計局、海關總署

前言

2020 年，是不平凡的一年。在疫情的影響下，各行各業都受到了不同程度的衝擊。受到中美貿易戰的持續影響，模具製造業的銷售業績已經比往年有所下滑，而今年受新冠肺炎的爆發，對以出口為主要收入的企業無疑是雪上加霜。中國對疫情進行了有效的控制並在下半年開始已經全面復工復產。2020 年，注定是一條曲折的路，下面我們將回顧近年來中國國內模具市場的現狀，並且分析模具行業在 2021 年的發展趨勢。

模具製造業概述

模具產業定義

模具是指工業生產上用以射出、吹塑、擠出、壓鑄或鍛壓成型、冶煉、沖壓等方法得到所需產品的各種模子和工具。模具主要通過成型材料物理狀態的改變來實現物品外形的加工。因此模具行業素有「工業之母」的稱號。

中國國內模具產業鏈

中國的模具行業發展比較晚，從二十世紀七十年代末才開始起步。隨著現代化工業的發展以及政府的大力支持下，產業的規模以及技術水平都有所提升，但與工業較為先進的國家相比，中國仍存在較大的差距。模具行業作為現代工業的基礎，模具技術涉及非常廣泛的領域，如汽車、3C 產品、機械、家電、航空航天等領域。

中國塑膠製品行業發展現狀

根據數據顯示，2017 年中國塑膠製品行業規模企業的利潤總額為近年最高，高達 1,798.06 億元，而 2018 年開始，受中美貿易戰的影響，經濟有所下滑，模具行業的收入也隨之下降。而在 2020 年底，經過了一整年疫情影響底下，2020 年度的模具行業規模企業利潤總額為 1,681.6 億元。

而近年來，中國模具行業通過技術引進、消化吸收和再創新，實現了製造工藝快速提升，模具企業的專業化生產能力大幅增強。根據海關信息統計顯示，2019 年中國模具出口金額達到 62.46 億美元，而 2019 年中國模具進口金額為 19.39 億美元，同比下降 9.37%。

在所有模具類型中，塑料橡膠模具是中國最大的模具進出口品種。數據顯示，2019 年中國塑料橡膠模具出口金額達到 39.67 億美元，占同期模具進出口總額的比例超過 60%，反映出了中國汽車模具和家電模具產品在全球具有較強競爭力。塑料橡膠模具進口金額為 8.70 億美元，占模具進口總額的比例超過 44.89%，表明中國塑料橡膠模具還存在較大的進口替代空間。

疫情之下塑機及橡膠塑料製品業現狀

2020 年由於疫情的關係，大量的防疫用品如口罩、醫療器具需求急劇上升，從而也導致了中國國內塑機行業的銷量上漲。



圖 1：规模以上塑膠製品業利潤總額（數據來源：國家統計局）

根據國家統計局的數據顯示，2020 年前 3 季度的 484 家規模以上塑機企業產量為 258,595 台，同比下降 14%，營業收入 622.79 億元，同比增長 19%；營業成本 471.54 億元，同比增長 15%；利潤總額 70.97 億元，同比增長 52%。

從數據上看，雖然塑機產量有所下降，但企業的營業成本增加，利潤上漲，代表了塑機市場由於需求上漲從而導致塑機價格上漲。

同時在全球範圍內進行的居家隔離辦公以及防疫物品需求增長的情況下，橡膠及塑料製品的銷量也有所上漲。根據國家統計局的數據顯示，2020 年規模以上的工業企業中，橡膠及塑料製品業的營業收入為 24,763.3 億元，同比下降 1%；營業成本為 20,542.9 億元，同比下降 3%；利潤總額為 1,681.6 億元，同比增長 24.4%。

模具行業發展困境

缺乏專業人才

模具人才培養週期長，在這個技術密集、資金密集的產業，能夠掌握和運用新技術的人才非常少，在一定程度上制約了行業發展。模具行業是一個需要理論

加實踐經驗結合的行業，一位合格的模具工程師，需要有良好的專業知識基礎，再加上長期的積累經驗才行。目前行業的現狀為擁有理論知識的年輕人很難堅持下來積累經驗，而經驗豐富的師傅卻缺乏理論知識，故使得當前的市場人才短缺。

產品標準化程度不高

模具標準化，設計生產採用標準件，可大幅提高模具設計效率以及生產品質。在如今追求高品質高效的市場中，成功的企業一定有自己企業內部的一套標準。而許多觀念落後的企業，其產品標準的制定存在一定程度滯後，不利行業持續健康發展。由於缺少產品標準，或標準過時，標準體系在規範市場、推動技術進步和產品發展方面的作用受限，未能引導企業生產出種類齊全、品質精良的產品，導致無序競爭，導致中低端模具產能過剩，高端模具仍需從國外進口。

CAD/CAE/CAM 普及低

CAD/CAE/CAM 是面向製造的工程設計技術群中的核心技術，是提高企業產品自主開發能力和產品品質的重要手段。對於模具企業來講，全三維 CAD 設計可有效提高模具設計的效率與品質，而 CAE 軟體則可協助分析產品、模具設計的合理性並預測問題，以此減少



圖 2：2015-2019 年中國模具進出口額（數據來源：海關總署）

試模次數。目前仍有許多企業使用傳統的二維模具設計，這將影響到企業的設計能力和生產能力，而且競爭力和效益也會受到影響。

2021 年中國國內模具行業發展趨勢

中國模具銷售收入以出口為主，由於中美貿易戰以及疫情的影響，中國模具製造行業受到了較大的影響，雖然全球疫情尚未穩定，但中國疫情已基本控制住，因此 2021 年的模具產業可轉外銷為內銷，促進內循環，預計 2021 年模具行業銷售收入將會有所反彈，呈上升趨勢。

模具設計智慧化

當前企業在模具設計上最大的問題是設計週期長、效率低。而且設計方式不統一，品質難以保障。而中國國內實力較強的企業目前已實現模具設計標準化、數位化、自動化。將企業內部的模具設計操作流程、設計標準、加工工藝標準化；對企業內部的標準件進行數據化，建立內部數據庫；根據設計的規則，數據庫的建立實現設計自動化。未來將根據大數據分析，自動識別出設計要素，利用軟體實現智慧設計。



圖 3：2015-2019 年中國塑膠模具進出口額（數據來源：海關總署）

雷射快速成型技術應用於模具製造

與傳統成型工藝相比，雷射快速成型技術具有原型的複製性、互換性高；製造工藝與製造原型的幾何形狀無關；加工週期短、成本低，一般製造費用降低 50%，加工週期縮短 70% 以上，高度技術集成，實現設計製造一體化，是模具的理想成型工藝。目前已有雷射薄片疊層製造技術 (LOM)、選擇性雷射熔化技術 (SLM) 等雷射成型工藝成功應用於模具製造。雷射快速成型技術在家電行業、汽車模具製造中具有廣闊的應用前景，是模具成型工藝的重要發展方向之一。

管理信息化

管理信息化主要目的為減輕企業管理人員的工作量以及提高企業管理的工作效率。將企業內部的信息集成，推動模具企業不斷地向準時製造和精益生產的方向發展。隨著現代管理技術的進步，許多先進的信息化管理工具，包括企業資源管理系統 ERP、製造執行系統 MES、產品生命週期管理 PLM 等先進的信息化管理工具在模具企業不斷得到應用。通過流程優化、資源的高效利用和執行強化，提高模具生產效率和企業管理效率，使生產更加精準高效。■

2021 新會員雜誌訂閱方案



【SMART Molding】雜誌介紹 |

全球華人最專業的模具與成型技術雜誌(ACMT會員月刊)

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

四大特色

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



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

會員訂閱資訊(請勾選填寫)

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

付款方式 (ATM轉帳)

戶名:型創科技顧問股份有限公司 銀行名稱:台灣銀行板新分行 / 銀行代號: 004 / 銀行帳號:243-0010-10583

備註:1、匯款後請註明或來電告知帳號後5碼。2、匯費須自付手續匯費。

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

※ACMT 協會保留變更及終止之權利

ACMT協會 聯絡窗口:林佩璇 Amber | E-mail:amber.lin@caemolding.org

Tel:+886-2-8969-0409#236 | Fax:+886-2-8969-0410



掃 QR Code 線上加入

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。

