

【非常「钛」，钛合金是否能够成为MIM主流？】



专题主编：邱耀弘 博士

- 国际会议凸显钛粉末烧结法的光明前景
- 射频等离子体短流程制备微细球形钛粉
- 引领钛时代的先驱者：江苏金物新材料有限公司
- 非常钛：钛时代的来临，非常态的钛与钛合金
- 骑乘暴风：2020年大中华地区MIM的产业现况



专题报导 | 科技新知 | 产业信息 | 顾问专栏

专题报导

- 迎接时代趋势：钛与钛合金专用的烧结炉
- 快速、安全与环保：钛与钛合金的草酸催化脱脂
- 认识钛与钛合金

科技新知

- 威猛气冷系统助吹塑成型
- 不只3D打印机，智能制造更多元！
- 日本独家高纯度：球状纯钛、钛合金粉末

顾问专栏

- 第52招【多模穴数据采集篇】
- 谈判和棒球：局数和球员

产业信息

- 专家咨询系统：高科技智能注塑成型产学研联盟
- 广东汽车战略性支柱产业集群发展现状和对策研究
- 中国国内模具市场发展现状及2021年发展趋势



实现智慧转型，打造战情管理



介紹

面对市场订单变化快速、少量多样的需求，先进排程方案以塑胶制品为中心，将生产资讯整合并串连到生产计划，提供弹性生产排程，解决繁琐的人工规划，让企业追踪预定生产状况与实际生产结果，有效缩短交期及控管订单。

优势

- 智慧指标** 串联超过30种品牌，实现跨厂区跨品牌管理
- 产能优化** 即时掌握成型周期、产量，避免交期落后
- 专业排程** 专为注塑厂需求开发，符合实际应用流程
- 行动报工** 登录换模任务及故障原因，减少闲置时间
- 数据分析** 多维度分析图表，从不同角度突破生产瓶颈
- 定期报表** 自动报告产出寄送，快速聚焦异常问题点

广告编号 2021-06-A01

型创科技顾问股份有限公司

www.minnotec.com

地址：新北市板桥区文化路一段268号6楼之1

E-MAIL: info@minnotec.com TEL: +886-2-8258-9155

海外

· 东莞 · 苏州 · 曼谷

未来据点

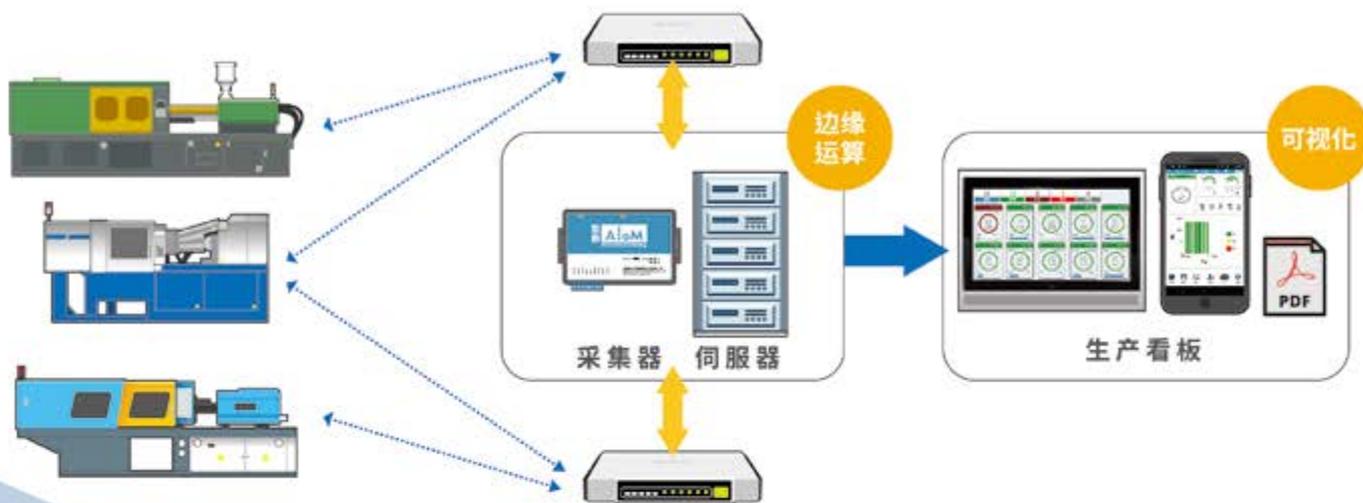
· 台中 · 高雄 · 宁波 · 厦门 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律宾 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多资讯

95%注塑机相容，省钱省时



标准版介绍

透过IoT技术，进行全厂设备联网及数据自动采集，可随时随地获得全厂设备状态资讯，即时掌握生产周期、稼动率、异常闲置、稳定性，迈向可视化工厂，让科学数据成为企业强而有力的智慧资产，增加竞争力吸引更多客户的青睐。

优势

- 1 高度相容** 适用于95%厂牌注塑机，实现全厂设备可视化
- 2 提升效率** 即时监控生产周期时间，发现过慢，当下处理
- 3 提升机动** 即时监控异常闲置，当下处理，降低浪费
- 4 维护容易** 系统维护容易，无须额外学习
- 5 快速上线** 针对产业进行标准化设定，经验丰富，一周内上线
- 6 数位转型** 工厂数位化转型，增加接单率

广告编号 2021-06-A02

型创科技顾问股份有限公司

www.minnotec.com

地址：新北市板桥区文化路一段268号6楼之1

E-MAIL: info@minnotec.com TEL: +886-2-8258-9155

海外

· 东莞 · 苏州 · 曼谷

未来据点

· 台中 · 高雄 · 宁波 · 厦门 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律宾 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多资讯

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。

www.arburg.com.tw

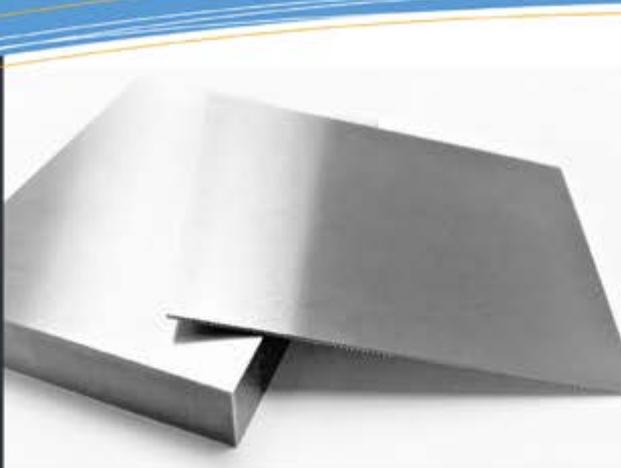
廣告編號 2021-06-A03

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 有更高的鎢合金量，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机

多机能金型冷却管洗净机



功能说明 ▶
机能说明



广东水研智能设备有限公司

GUANGDONG MIZUKEN INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

地址：广东省东莞市虎门镇雅瑶工业二路1号

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

邮件：xuzl6666@163.com

网址：www.mizuken.com.cn 广告编号 2021-06-A05



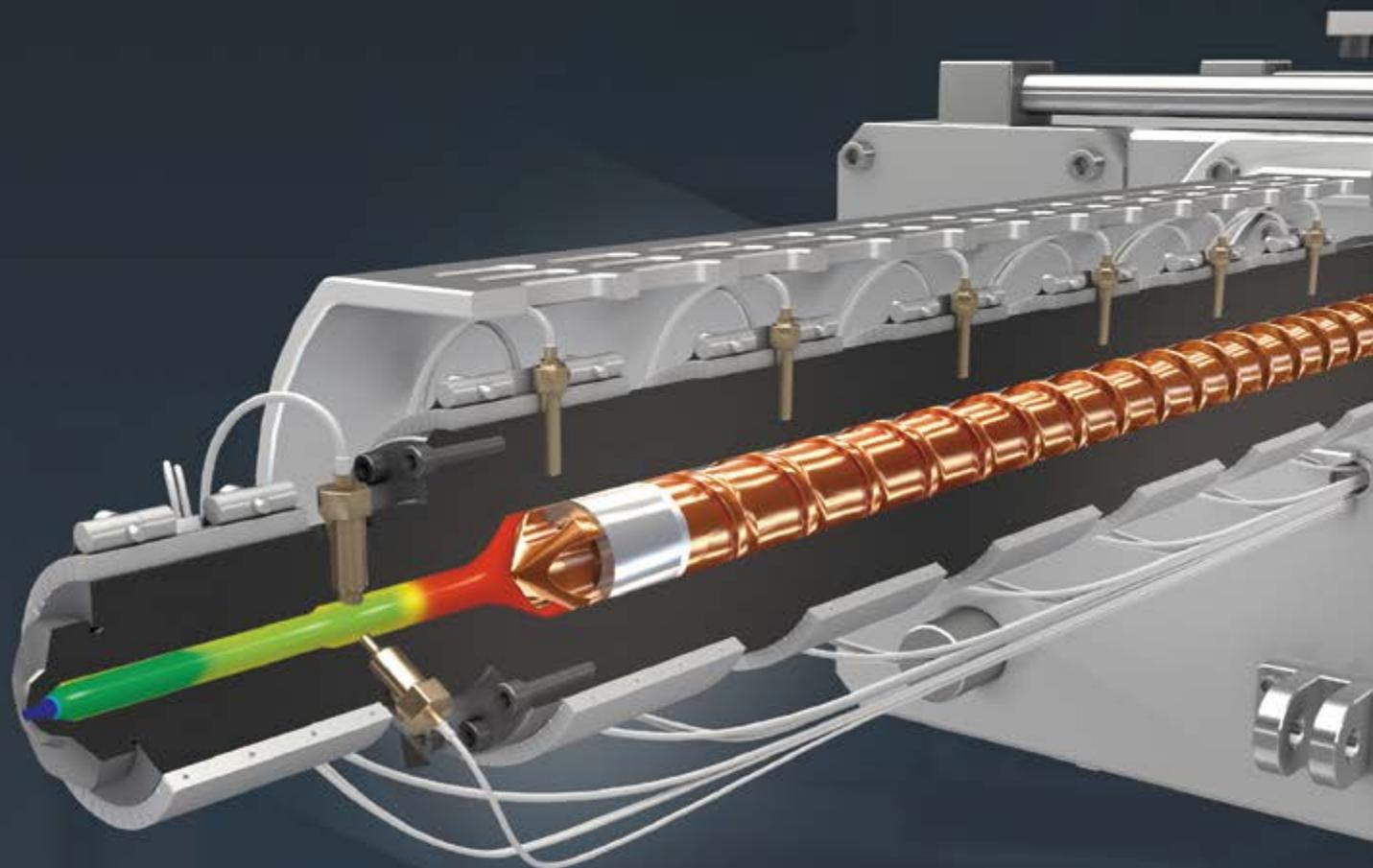
TEL 0769-81888697

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。



发行单位 台湾区电脑辅助成型技术交流协会
制作单位 型创科技顾问股份有限公司
发行人 蔡铭宏 Vito Tsai

编辑部

总编辑 刘文斌 Webin Liu
副主编 林佩璇 Amber Lin
美术主编 庄为仁 Stanley Juang
设计排版 简恩慈 Elise Chien
杂志编辑 许正明 Billy Hsu
数位行销 简如倩 Sylvia Jian

行政部

行政支援 林静宜 Ellie Lin
洪嘉辛 Stella Hung
封旺弟 Kitty Feng
刘香伶 Lynn Liu
范馨予 Nina Fan
陈汝晔 Sharon Chen

技术部

技术支援 唐兆璋 Steve Tang 詹汶霖 William Zhan
张仁安 Angus Chang 郑向为 Nick Cheng
杨崇邠 Benson Yang 廖士贤 Leo
李志豪 Terry Li 彭楷杰 Eason
刘岩 Yvan Liu 林振扬 Ali
张林林 Kelly Zhang
罗子洪 Colin Luo
许贺钦 Tim Hsu
王海滔 Walk Wang
罗伟航 Robbin Luo
邵梦林 Liam Shao
黄炜翔 Peter Huang
蔡承翰 Hunter Tsai
游逸婷 Cara Yu
叶庭玮 Danny Ye
刘家孜 Alice Liu

专题报导

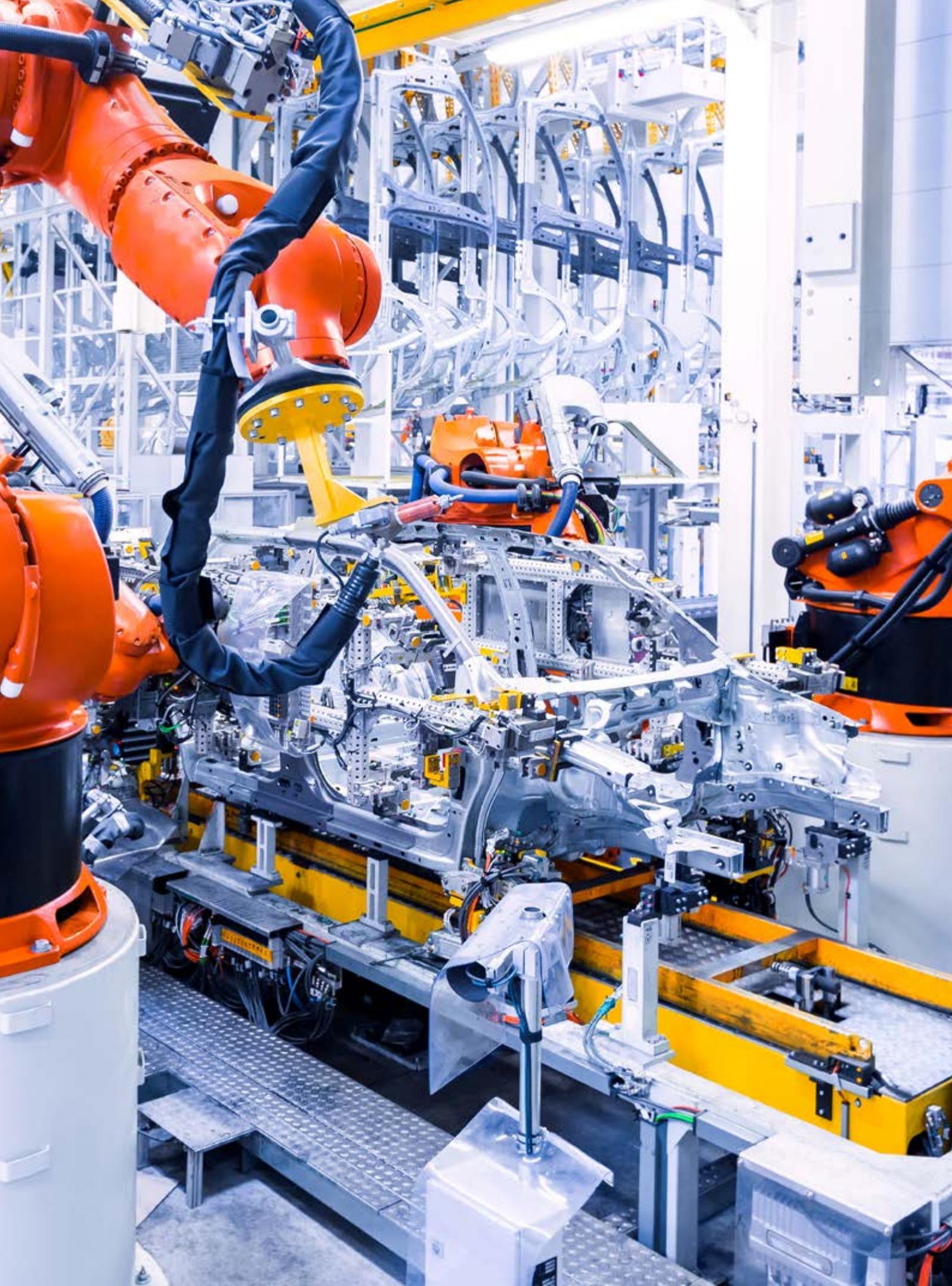
专题主编 邱耀弘
特别感谢 北京科技大学粉末冶金研究所、江苏金物新材料有限公司、宁波恒普真空技术有限公司、星特烁科技有限公司、福建省智胜矿业有限公司、科盛科技、威猛集团、三帝玛有限公司、溢井有限公司、林秀春、林宜璟

读者专线 :+886-2-8969-0409

传真专线 :+886-2-8969-0410

杂志官网 :www.smartmolding.com/asmm

※【SMART Molding】杂志是由 ACMT 协会发行，委托型创科技顾问(股)公司出版制作及订阅等服务



广告索引



IoM-IPS 智慧排程方案 -----	P2(A01)
IoM-OEE 机联网方案 -----	P3(A02)
阿博格 -----	P4(A03)
梧济工业 -----	P5(A04)
水研 -----	P6(A05)
科盛科技 -----	P7(A06)
型创 AMT -----	P35(A07)
型创 AioM -----	P39(A08)
Sodick -----	P49(A09)
【模具暨模具制造设备展】 2021 征展	P53(A10)
【3D 打印展】 2021 征展 -----	P63(A11)
数字版杂志宣传 -----	P73(A12)
电子束 EBM 加工技术发表应用说明会	P77(A13)
型创 EOM 电力监测与节能解决方案 A	P83(A14)
型创 EOM 电力监测与节能解决方案 B	P91(A15)

出版单位：台湾区电脑辅助成型技术交流协会

出版地址：台湾 220 新北市板桥区文化路一段 268 号 6 楼之 1

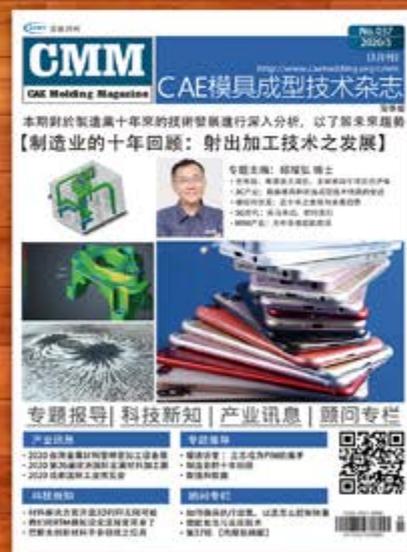
读者专线：+886-2-8969-0409

传真专线：+886-2-8969-0410

杂志官网：www.smartmolding.com/asmm



其他主题的模具与成型智慧工厂杂志
邀请产业界专家与企业技术专题
每个月定期出刊!



第一手的
模具行业情报



最专业的
模具技术杂志



最丰富的
产业先进资讯

www.smartmolding.com
ACMT SMART Molding Magazine



目录 Contents

16 国际会议凸显钛粉末烧结法的光明前景

24 射频等离子体短流程制备微细球形钛粉

36 非常钛：钛时代的来临，非常态的钛与钛合金

40 骑乘暴风：2020 年大中华地区 MIM 的产业现况

46 迎接时代趋势：钛与钛合金专用的烧结炉

50 快速、安全与环保：钛与钛合金的草酸催化脱脂

54 认识钛与钛合金

64 抬头显示器反光板之蒸镀治具模具及成型效率最佳化

68 威猛气冷系统助吹塑成型

70 不只 3D 打印机，智能制造更多元！

74 日本独家高纯度：球状纯钛、钛合金粉末

78 第 52 招
【多模穴数据採集篇】



60
钛与钛合金
用的烧结承
烧治具



84

- 92 专家咨询系统：高科大智能注塑成型产学研联盟
- 98 广东汽车战略性支柱产业集群发展现状和对策研究
- 104 中国国内模具市场发展现状及2021年发展趋势



非常「钛」，钛合金是否能够成为MIM主流？

「每个新材料年代的开启，都需经历一段辛苦和漫长的验证。今天我们再度走到年代的十字路口，从接受 MIM 技术、使用铁基材料到改变成不锈钢为主流材料应用，钛与钛合金时代已经出现并等待我们的进入。我们已经准备好了，跨起步！非常钛，走进新时代！」 ■



新登场!



数字版杂志上线中！
随时随地都能阅读！



邱耀弘 博士

经历

- 昆山耀德企业咨询有限公司 首席讲师
- ACMT 材料科学技术委员会主任委员 / 粉末注射成形委员会副主任委员
- 兼任中国粉末注射成形联盟 (PIMA-CN) 轮值主席
- 大中华区辅导超过 10 家 MIM 工厂经验，多次受日本 JPMA 邀请演讲

专长

- PIM(CIM+MIM) 技术
- PVD 镀膜 (离子镀膜) 技术
- 钢铁加工技术

非常「钛」，钛合金是否能够成为 MIM 主流？

还记得 1991 年这个时候，正值我等待研究生入学考试放榜的前夕，正准备踏入金属粉末注射成形的学习圈里，那个时候的不锈钢金属粉末是铁系金属粉末的数倍价格，对于金属材料的范畴只围绕在钢铁材料打转；到了 2001 年的这个时候，人类刚结束千禧年的惊魂，移动通讯的技术仅处在 1G 到 2G 的边缘，MIM 技术在工业上的应用仍旧远远落后于压铸和脱蜡铸造，曾经听到的钛与钛合金，那是梦幻而遥不可及的金属材料；直到 2011 年，我们开始经历 MIM 技术大爆发，美国苹果公司开始愿意接受 MIM 技术并大量使用不锈钢材料。在此同时，他们也曾询问了关于钛与钛合金应用的可能性，但那时这项材料仍存在许多不确定性。

钛与钛合金因为比重小、强度高，过去一直都被认定是用在航天、航空的高级材料；因为与人体的亲和性，在植入体方面的应用包含如人工骨骼替代、牙齿的齿根甚至齿冠；而由于钛对于各种气体都能反应，包含氧化、碳化、氮化而有不同的颜色变化，在真空镀膜产业的使用也由来已久，那么为何应用在 3C 产品时却没有多少成绩呢？因为钛与钛合金粉末制程较为麻烦，钛本身的活性很强，许多熔炼制粉必须采用坩埚盛装熔融钛合金，导致污染发生的可能。所幸在大陆的科研技术普及后，崭新的喷粉手段已经可以克服喷粉的众多问题，加上 MIM 技术与设备的升级，对于钛与钛合金的粉末制程已非难事，我们将该材料结合 3C 产品的设计，其中穿戴式电子装置是最有可能实现。

今天，我们再度走到了年代的十字路口，犹如过去的每个十年一般，在新技术和新材料的路口挣扎，从接受 MIM 技术、使用铁基材料到改变成不锈钢为主流材料应用，钛与钛合金时代已经出现并等待我们的进入，包含更合理的粉末售价、普及的烧结工艺和更好的制造装备。不要犹豫，历史记录让我们知道，MIM 工艺必须从基础的科学和原理了解做起，钛与钛合金并非新的材料，但是要能够普及并且广为世人接受，必须依靠整个行业的团队行动。

每个新材料年代的开启，都需要经历一段辛苦和漫长的验证，不过最开始的起步便是大量的粉末产出，大陆已经有三家能够年产 300 吨以上钛与钛合金粉末制造公司，我们已经准备好了，跨起步！非常钛，走进新时代！■



Photo credits: Rolls-Royce, Flickr



国际会议凸显钛粉末烧结法的光明前景

■耀德讲堂 / 邱耀弘 博士

概要

由于 COVID-19 疫情的影响，2020 年是现代人类史上少见的大隔离，许多经济和商业活动不得不停止，但先进技术的研究是不能暂停的，刚好可以藉这段时间阅读一些重要技术前沿讯息。在国际粉末注射成型杂志 (Powder Injection Molding International, page 61-74 Vol.13 No.4, December 2019) 对两年一次的钛粉末冶金和增材制造的国际会议 (PMTi2019，美国的盐湖城) 的报导，分享给世人最新的钛粉技术。前几次会议则分别在澳大利亚的布里斯班 (PMTi2011)、纽西兰的汉密尔顿 (PMTi2013)、德国的吕内堡 (PMTi2015) 和中国的西安 (PMTi2017) 等地举办。对那些参与钛及钛合金粉末加工从业人员而言，这是一个关键的国际活动。在 2019 的 9 月议事日程内演讲和论文表明，钛和钛合金粉末烧结加工技术持续的发展，并能不断地朝降低成本的方向迈进。

PMTi2019 (第五届) 于 2019 年 9 月 24 日至 27 日在

美国盐湖城犹他大学举行，吸引约 140 名国际出席者，美国金属粉末工业联合会 (MPIF) 担任会议赞助者。虽然会议的主题是钛的粉末压制 (PM) 为主，但关于增材制造且主要是激光粉末床融合 (L-PBF) 的演讲报告数量很高，反而关于传统粉末冶金工艺的演讲次数相对地减少很多。虽然围绕增材制造业的炒作似乎已经平息，但在以 AM 为重点的演讲中，诸如产品的重复性、失真、孔隙度和过程式控制等挑战仍主导着讨论；其他更成熟的如 MIM 技术之讨论，仍然在会议上受到瞩目。

有趣的是，专门讨论到 MIM 相关的演讲在会议上相对较少，但关于「类似 MIM」的增材技术演讲则增加很多，如金属粘结剂喷射 (Binder Jetting, BJ) 和熔融丝制造 (Fused Filament Fabrication, FFF)，这些技术能够生产单一或较小数量零件，无需使用模具。粘结剂喷射法被开发成一种生产技术，有助于零件的大量制造，而非只是用于制作少量产品原型——这些努力已

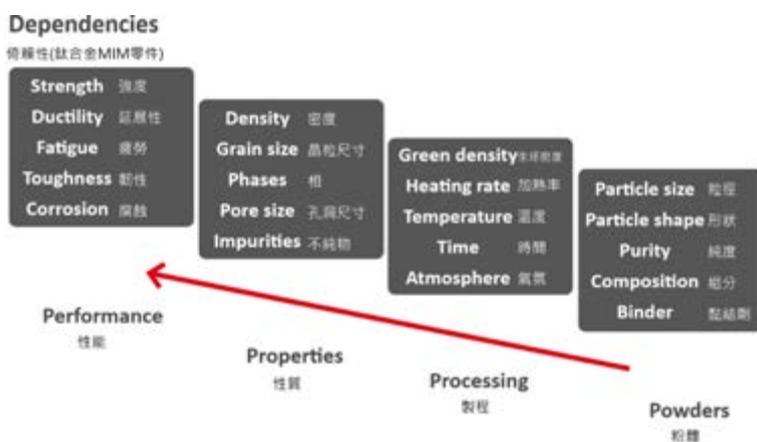


图 1：烧结参数和 MIM 零件属性之间依赖关系的基本原理图

被广为宣传，完整的生产系统包括打印的机器、脱脂装置和烧结炉现都已经可用（台湾科技大学高速 3D 打印中心也将于 2021 年中完成 BJ 技术的设备建制）。烧结和使用由金属粉末和粘结剂组成的喂料是非常有吸引力，现有存在许多不同 3D 打印的方法，其中一些过程实际上相当便宜如 FFF（把 MIM 的喂料作成丝材或小颗粒然后挤出成型）。然而，并非所有这些技术都是专为钛与钛合金的加工而开发的，因为钛烧结仍比较困难，且专业设备也很有限。

烧结法实现产品高机械性能的基本知识

美国加州圣地牙哥州立大学工程学教授、前工程研究副院长兰德尔·德曼 (Randall German) 教授是全球 MIM 业界先驱，他在演讲中全面介绍并特别注重粉末产品的孔隙度控制。他指出，低孔隙度通常是使零件具有良好的机械性能之最重要因素。他对使用预合金和混合元素粉末的 TC4(Ti-6Al-4V) 烧结进行了约 80 项研究，揭示了实现高烧结密度的基本配方：使用细小粉末颗粒，在高真空下环境 ($< 10^{-4}$ Pa) 提供好的生坯密度和烧结。但是，如图 1 所示，许多处理参数和材料特性之间存在复杂的交互作用，尤其是在烧结 MIM 部件时，这导致机械性能方面的优化参数难以确定。此外，使用小粉末颗粒尺寸有引入高含氧量的风险，

这可能会使得延展性显著恶化。因此，在烧结钛时，正确控制杂质吸收（尤其是氧和碳）至关重要。

在他的演讲的最后一部分，German 教授着重讨论了为什么几乎不可能实现零孔隙度的原因。最后，German 教授的演讲证实了每个研究者和从业人员在钛烧结方面的总结经验：「这是一个复杂过程，想要让钛烧结产品获得所需的卓越机械性能，必须清楚地理解物理过程的重要性。」German 教授以最佳实践的配方结束：钛与钛合金的烧结 MIM 件一定要从高密度生坯开始，烧结缓慢加热，在高真空中并以低温长时间保持。但仅倚靠真空烧结是不可能获得 100% 的产品密度，整理如图 2 所示。

显微结构的调整

来自德国的元素 22 公司 (GmbH) 的约翰内斯·沙珀在演讲中确认烧结 TC4 的一般方法。在 MIM TC4 中主要进行的微结构优化工作，通过在生产过程中应用设计特殊热工艺来实现。这个想法是提供小且是一般球状 α 颗粒，类似于典型的微结构的锻造材料。这与从典型 MIM 处理中获得的标准粗层结构形成鲜明对比。研究中，使用尺寸为 $\pm 25 \mu\text{m}$ 的细粉末，并在约 1000°C 的较低温度下介于 α 和 β 相稳定温度间进行

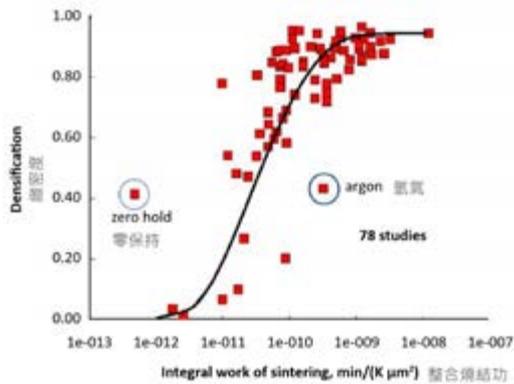


图 2：在 TC4(Ti-6Al-4V) 烧结的 78 项研究之烧结结果统计图，图上描点说明单靠真空烧结技术无法把此合金烧到 100% 的致密度。除非事后采热等均压 (HIP)

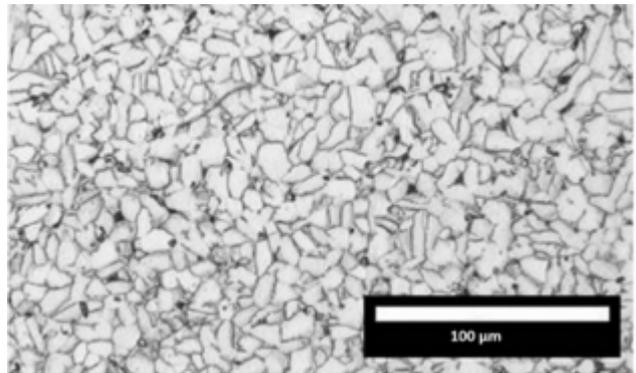


图 3：在低温下烧结后，TC4 中的微结构明显优化成较小的颗粒（珠子状）

烧结。Schaper 称此过程为选择性珠子烧结 (SBS)。生成的微观结构如图 3 所示。有趣的是，通过这种方法实现了 99.8% 的高密度。疲劳测试（4 点弯曲）显示，在 107 个周期为 640 MPa 时，有耐久性限制；这比在纯 β 区域烧结的样品至少高出 100 MPa。最终的拉伸强度达到 1000 MPa，断裂伸长达到惊人的 20%，这对 TC4 来说有异常好的表现。

该演讲再次说明了微结构的调整可以使产品机械性能提升，这是可以通过烧结控制来实现的。但须注意到钛与钛合金的 MIM 还是要经过复杂的后处理如 HIP、淬火再加上淬火后的时效处理才能与锻造件抗衡。

低成本合金的开发——降低钛产品生产成本

β 相钛合金加工法则是来自中国长春 吉林大学国际未来科学中心的奥雷斯特·伊瓦西辛和乌克兰基辅的库尔季莫夫金属物理研究所的专家。在这里，目的是在不降低机械性能的情况下降低合金的成本。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 系统的医疗合金。

伊瓦西辛的基本方法是使用氢化钛 (TiH_2) 粉末和混合元素粉末和 / 或母合金粉末。实验的工序为粉末混合、压实和烧结。使用氢化钛粉是一种目前相当流行的方法，因为它其中一个优点在于氢化物的脆性；粉末在压榨过程中会被粉碎，形成新鲜表面，并形成高密度的生坯且被「锁定」在固定的密度。此外，由于大量晶体缺陷的形成，在脱氢过程中启用了快速扩散和烧结等机制。当然主要还是氢化钛粉便宜。

这种粉末混合方法适用于 TC4 等合金，合金粉末体积小、制程温度高（高 β 相转变）。相反， β 相钛合金的制程采用了合金粉末含量高、溶解缓慢、重元素扩散性慢，因此存在孔隙度风险的问题，这样通常获得化学不均匀性和相对较高的孔隙度的结果。此外，脱氢过程中 TiH_2 和合金粉末不同的体积变化，是产生额外空隙或间隙的来源。

纽西兰怀卡托大学的莱安德罗·博尔佐尼作了关于降低成本的进一步介绍。Bolzoni 指出，为提高钛与钛合金对于钢铁或铝等其他金属的竞争力，最终钛零件的成本降低 30-50% 是必要的。作为纽西兰商业、创

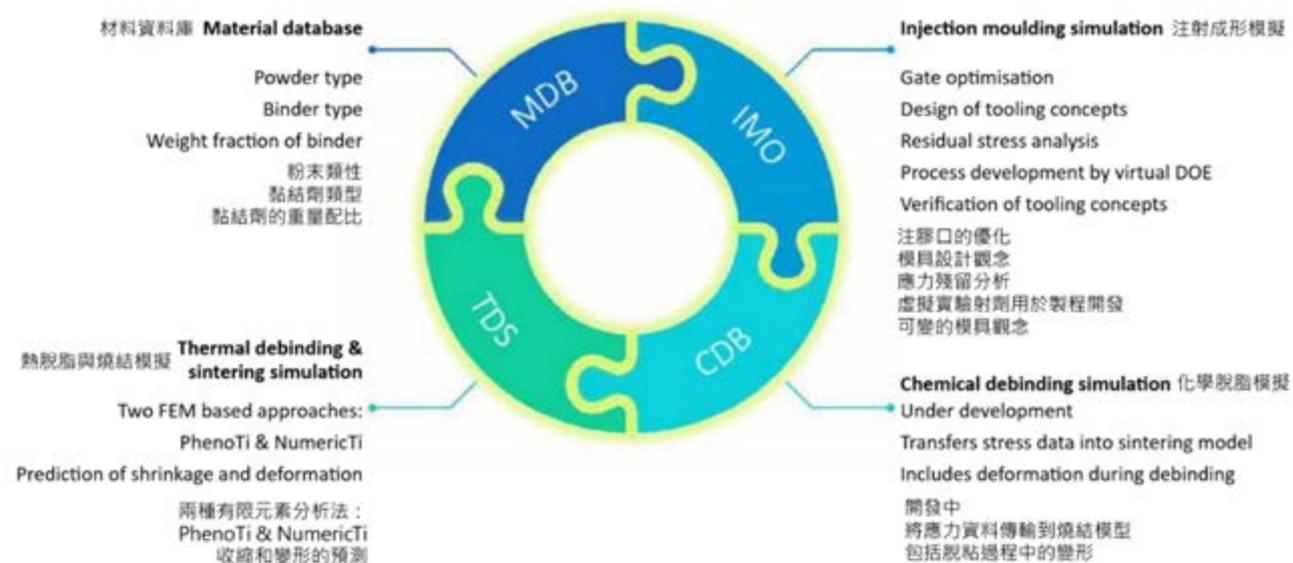


图 4：MIM 模拟模组的方案

新和就业部赞助的纽西兰钛技术研究计划的一部分，他的方法是使用尽可能便宜的元素开发新型钛合金，并结合这一点开发具有低成本的生产工艺。他选择这种组合是含铁 β 相共析钛合金和热力学粉末固化法 (TPC)。此过程包括粉末混合、烧结或热压，以及通过挤出、锻造或滚压进行最终的压实。其目的是实现与锻造合金相当的机械性能，但成本显著降低。

Fe 稳定 β 相钛合金的潜力比 Mo 高出约 2.5 倍。此外，Ti 中的 Fe 的溶解度相当高，并能提供广泛的属性控制。Fe 价格便宜，因其比钛高 3-5 倍的扩散性而被公认为烧结辅助工具。Bolzoni 报告了一种通过缓慢分解贝氏体来制造纳米结构含铁钛合金的方法。这种情况下，在适当开发的热处理过程中， α -Ti 和 TiFe 沉淀物在 β 相的矩阵中形成。

黑色钛合金的 MIM

黑色钛是钛基合金的术语，含有大量锆。表面经氧化过程后，形成的表面氧化物可以给零件带来蓝色或黑

色的表面。美国 Praxis 技术公司保罗·谢菲尔德介绍了一种适用于 MIM 加工的黑色钛合金的研发状况，与 Ti-6Al-4V 相比，使用黑色钛的一个动机是其抗磨性显著提高。这种黑色钛的耐磨性可与涂有类似钻石碳 (Diamond Like Coating, DLC) 的钛相媲美，因此非常适合用于更换人工膝盖或臀部。

他首先介绍现有的合金成分。通常，这些要么是二元合金的 Ti-Zr 或 β 相稳定的 Ti-Zr- α 相合金。在基本层面上，黑色钛的局限性在于成本高、强度低，且经 PM 制程、热处理、变黑时，存在性能变差的可能性。因此，此实验的目标是开发一种适合客户和 MIM 需求的新型合金。

一般来说，传统的 β 相稳定合金具有更好的性能。然而，由于变黑工艺的加热处理，它们可能会失去强度，并降低合金热处理对机械性能的提高能力。一种商用合金是 Ti-35Zr-10Nb，作为锻造材料其 UTS 约为 1030 MPa (150 ksi)。在炉冷却和发黑后，UTS 减



图 5：以 MIM 喂料加工方案——AM 的建模成型方法变得非常灵活

少到 840 MPa。Sheffield 和他的同事希望将基于 α 相的 Ti-Zr 系统与 β 相稳定系统相结合，并创建具高耐磨性的新型 α/β 双相合金，在变黑后仍保持良好的机械性能。

MIM 的模拟分析

正如本报告开头所提到的，关于钛合金 MIM 的介绍似乎正在缓慢减少，也许是因为这一技术现已处于正常商业生产阶段。因此，基础研究问题已经减少。然而，对于商业应用而言，预测注射成型过程中的喂料混合、收缩过程中的变形以及机械性能以及它们对加工参数的依赖，对于降低新产品的成本至关重要。元素 22 公司零件开发部的马蒂亚斯·沙尔沃格尔介绍了他的公司在这一领域的活动。最终目标是提前类比整个 MIM 过程，缩短模具和工艺参数的开发时间如图 4。

Scharvogel 介绍了元素 22 开发的两个模组之应用，并用作商业建模包的子例程。PhenoTi 是一组虚构的材料参数，用于商业有限元方法 (FEM) 封装进行烧结

类比；NumericTi 是预测收缩和变形热点的子程式。Scharvogel 指出，模拟在公司中已经被用作降低成本和客户咨询的有用工具。他进一步强调高品质的实验数据作为类比输入的重要性，需全面和复杂的测试才能获得有用和可靠的结果。例如，使用不同密度的各种样品进行测试，以涵盖整个实际公差范围。

灵活性高的粘结剂基底烧结法

MIM 是一种成熟且跃动的技术，然而只有一个缺点就是需要模具，原型的制作或小批量的生产采用 MIM 制造成本高昂，且需要大量的开发时间。但若原型由其他工艺制造（如用 CNC 机加工法），则后期导入 MIM 生产会造成不同属性或容差问题的高风险。目前，可观察到 AM 产业界对于 MIM 喂料和烧结的技术越来越感兴趣，但无需模具。在部分的演讲中，都指出烧结法可实现均匀微观结构的优点，这都是快速原型或小批量生产零件的必要特性。相比之下，激光粉体床熔合 (L-PBF) 中使用的局部熔化会导致高度复杂的微观结构以及零件内的应力，如图 5 所示，喂料和



图 6：（左）由 FFF 用 Ti-6Al-4V 粉末所打印的演示齿轮组合（德国埃默里奥利奥化学有限公司开发的粘合剂系统，在元素 22 公司内进行脱脂和烧结）；（右）使用传统粉末注射成形齿轮的限制在于零件尺寸过小时，模具对于螺旋与协齿轮无法制做，只能制作正齿轮（右图由 Dr. Q 拍摄）

烧结的使用使得生坯体在建模时不改变微观结构的情况下，成型过程变得相当简单。在演讲中介绍了几种成型技术，其中一些技术在聚合物添加剂制造领域广为人知。例如，熔融丝制造 (FFF)，也称为熔融沉积建模 (FDM)，这是一种用于简单「家用」3D 打印机的标准工艺。

金属喂料的细丝代替纯聚合物已被成熟使用。打印后，零件经过的脱脂与烧结就像 MIM 过程是一样。图 6 显示了由 TC4 制成的零件以 FFF 法生产的示例。

其他技术如复合挤出建模 (CEM) 则可直接使用 MIM 喂料颗粒。在这里，一个小挤出机直接逐层「打印」零件，使每个细节成为可能，甚至可进行丝网打印以提升解析度。在图 7（左）中，由细钛粉末 ($= 22\mu\text{m}$) 制作出非常详细的结构，引入另一种技术「光固化」，用以实现相当精细的细节，如图 7（右）。在这里，使用充满金属粉末的光固化树脂，零件逐层「打印」，并通过紫外光线硬化。这些工艺都适用于单件或小批量生产。粘结剂喷射技术是大批量生产的最大可能性，该原理类似激光粉末床熔合 (L-PBF，但粘结剂

喷射的工作温度低非常多)，因为它是粉末床工艺。然而，不是使用激光融化粉末，打印头被用来喷射粘结剂到粉末层并沾粘固化建模成型。打印积层完成后，零件与支撑的粉末被分离随后脱脂和烧结。他还指出，并非所有这些技术都可得到足够发展，当然商业化生产还是可能的。在许多情况下，仍有些问题如分层、孔洞、裂纹和过大的公差，这些与分层堆积有关。因此，需进一步的技术发展。此外，在大多数情况下，大多数系统并不正式提供钛的加工，因为钛的氧化是很容易地发生，也可能造成爆炸的风险。

在颗粒上以溶剂喷射的增材制造

来自瑞士西部应用科学和艺术大学的埃弗拉因·卡雷尼奥 - 莫利介绍了另一种基于粘结剂的 AM 技术，与粘结剂喷射相比，使用由粉末颗粒和粘结剂混合组成的颗粒不是使用单独粉末。打印头喷射溶剂，而不是粘结剂 (图 8)。然后，颗粒中的粘结剂被溶剂所溶解，将相邻的颗粒粘结在一起。打印后，进行通常的脱脂和烧结过程。这种技术的优势在于低粘度的溶剂容易喷射，如果是粘结剂喷射高粘度的情况下，喷滴的大小和打印头清洁是关键问题。此外，对粉末形态可接



图 7：左是由钛喂料丝打印制成的演示零件（德国德累斯顿弗法 IFAM）；右则是由钛光固化打印制成的演示零件（由奥地利 Incus GmbH 制造，在德国元素 22 GmbH 上烧结）

受的范围非常高，甚至可以使用不规则粉末，因为颗粒近似球面，具有更好的可扩散性。Carreio-Morelli 将该技术与 TiH₂ 的处理相结合，以降低成本。他指出，在脱氢过程中，不仅是氢化物，甚至元素氢发生都能够与钛粉表面的氧化物发生反应，形成水分子而蒸发。因此，可以降低含氧量。

颗粒由粉末、粘合剂和溶剂的湿混合制成，然后干燥、铣削和筛分。图 9 显示了产生的颗粒之一。

喂料挤出的工艺

最后，元素 22 GmbH 的 Johannes Schaper 提出了通过 MIM 喂料挤出成型的可行性研究初步结果。其理念是提供一种低成本的方法，用于生产几何形状固定，如薄壁或多流明管或板状或其他钛合金的型材，这些钛合金难以使用塑性变形加工，如 Ti-6Al-4V，由于这些合金不能是冷作变形的，因此必须作出相当重大的努力才能进行生产，包括去除氧化表面层。Schaper 和他的同事使用传统挤出机处理喂料，获得如图 10（左）显示具有矩形横截面的厚板材之制造；图 10（右）则显示现在由挤出制造的各种型材。在直径为 3mm 的管中实现壁厚小于 0.5mm 的板材厚度、

墙面厚度在 0.4mm 至 5mm 之间；在直径小于 1mm 的管中实现了通道小于 1mm；导线直径低于 1mm。

迄今为止，由于可用烧结炉的尺寸大小，生产的最大长度为 720mm。同样，这项研究证实了粉末混合粘结剂的方法并经烧结的生产灵活性。Schaper 以机械测试结果结束了这个演讲，结果显示了挤出件与 MIM 注射件相当的结果。

总结

PMTi2019 再次证明钛合金粉加工为高度热门主题，钛金属的优异性是不锈钢、铝、镁、锌等合金无可匹敌。钛的耐疲劳特性更是整个演讲中提及最多的主题之一：这表明，航空航太和医疗设备等要求苛刻的应用领域仍然是主要目标。此会议的明确资讯是以烧结法制程成为钛零件的关键制造方法，使用 MIM 相同的烧结工艺可将增材制造的激光粉体床熔合 (L-PBF)、材料挤出 (MEX & FFF)、粘结剂喷射法 (BJT) 整合在一起，成为钛与钛合金粉末产品的制造工艺。■

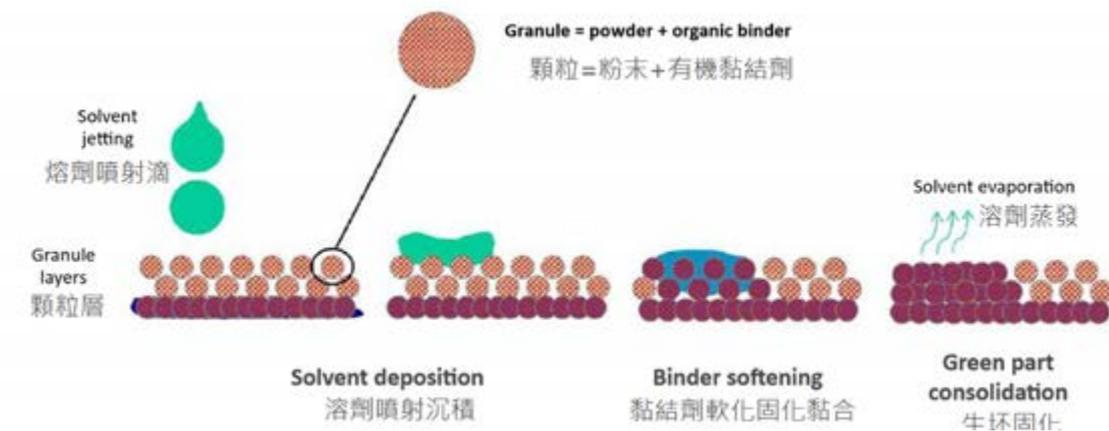


图 8：颗粒溶剂喷射增材制造的原理图

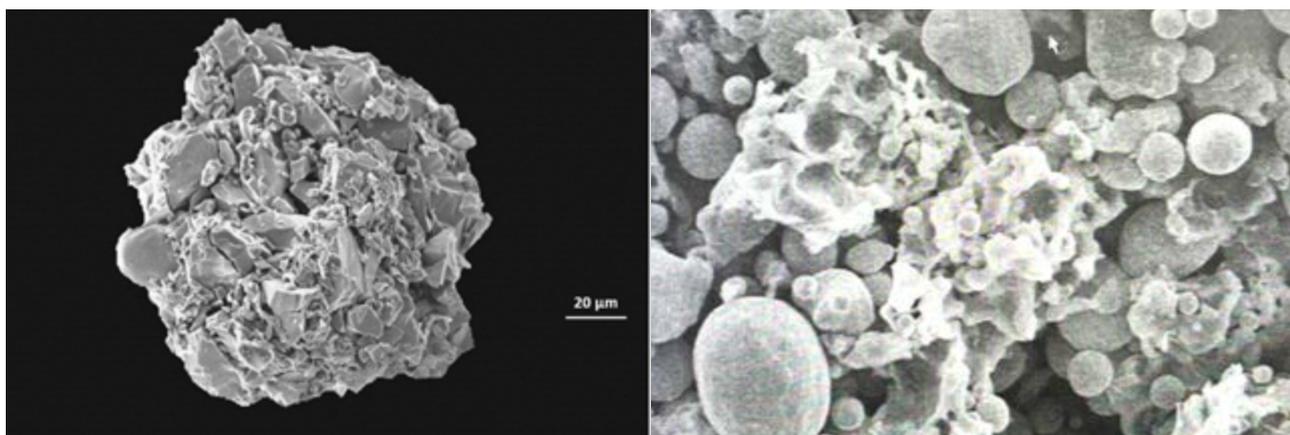


图 9：左为由 TiH_2 粉末和聚合物粘結剂制成的颗粒；右为普通的气雾粉末和聚合物粘結剂混合，可看出较圆的颗粒

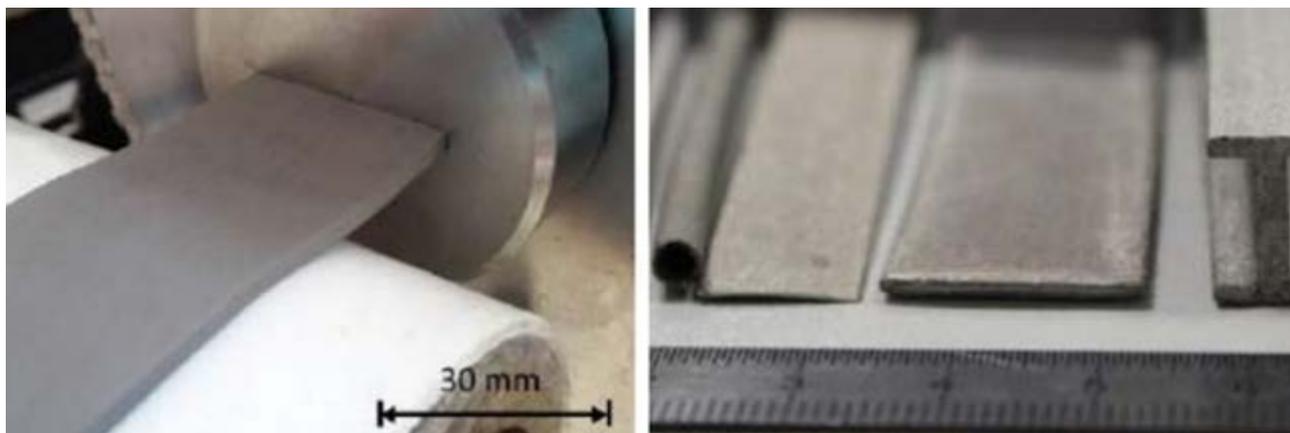
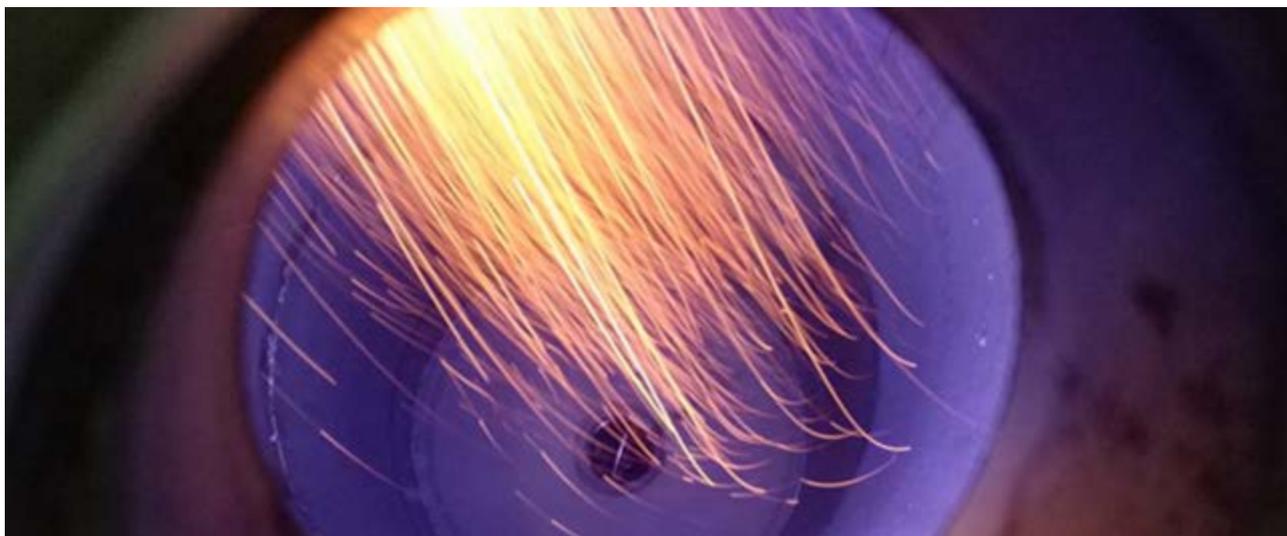


图 10：左为使用 MIM 喂料挤出制作的厚板；右则是利用材料挤出的异型断面型材



射频等离子体短流程制备微细球形钛粉

■北京科技大学粉末冶金研究所 / 郭志猛 所长

人物介绍

郭志猛 教授

1959年8月生于河北省望都县。1982年毕业于北京钢铁学院粉末冶金专业；1982～1983年在桂林矿产地质研究院从事超硬材料科研工作；1986年在北京科技大学材料科学与工程系获硕士学位并留校在粉末冶金教研室任教；1993年在北京科技大学粉末冶金专业获博士学位；1994～1996年赴日本与东京工业大学联合开展自蔓延高温合成技术(SHS)的研究工作。现任北京科技大学粉末冶金研究所所长及反应合成与纳米材料学术梯队负责人。

近年主讲「粉末冶金原理」等课程，主要从事先进粉末冶金材料、功能材料、纳米材料的合成与制备及粉末冶金产品开发。主要研究方向为以下所述：

(1) 自蔓延高温合成(SHS)：主要包括离心法制备陶瓷内衬钢管(863项目)；SHS固定放射性核废料(国家自然科学基金项目)；SHS制备Ti-Ni多孔

形状记忆合金(生物医用材料)等项目；

(2) 超细硬质合金工业化生产：(863项目、北京市自然科学基金项目)，包括纳米 WO_3 粉、纳米W粉、纳米WC粉的制备及超细硬质合金的制备；

(3) 金属凝胶注模成型技术：包括多孔钛人造骨(医用材料)，不锈钢金属凝胶注模成型技术以及大尺寸复杂形状Nd-Fe-B磁场凝胶注模成型；

(4) 先进粉末冶金材料：包括超硬工具材料(金刚石及立方氮化硼工具)、金刚石工具用超细合金粉制备、纳米弥散强化材料(ODS纳米弥散强化铜、纳米弥散强化高温合金)、钛合金粉末；

(5) 表面熔覆技术：包括镍基、铁基、钴基材料(与碳化物复合)多种方式的表面熔覆；

(6) 吸波材料：包括复合吸收型及具有宽频吸波能力的雷达吸波材料；

(7) 磁性材料：高居里温度稀土永磁及快淬永磁材料。

郭志猛教授立足应用、致力创新，已申请国家发明专利



图 1：郭志猛 教授近年主讲「粉末冶金原理」等课程，主要从事先进粉末冶金材料、功能材料、纳米材料的合成与制备及粉末冶金产品开发

利 60 多项（已有 20 多项获得授权）先后出版著作 4 部，在国内外杂志及大型国际国内学术会议发表学术论文 80 多篇，学术论文被 SCI、EI、ISTP 收录 40 多篇，并多次承担国家 973、863 课题、国家自然科学基金、国防科工委以及横向项目，获国家科技发明四等奖一项、教育部科技进步二等奖一项，部级科技进步二等奖二项，享受政府特殊津贴。

摘要

本文简单介绍以射频等离子体（台湾称为电浆体）短流程制备微细球形钛粉的方法，属于金属精密粉末制备的技术领域。将氢化-脱氢技术与射频等离子体熔融球化技术相结合，选取氢化钛粉末为原料，所述氢化钛粉末在高温等离子体中吸热并迅速分解脱氢，在脱氢过程中裂解、破碎生成微细钛粉并完成球化。该方法直接通过等离子体处理使氢化钛粉的脱氢与生成钛粉的球化过程一步完成，实现短流程制备微细球形钛粉。此法之优点在于将氢化-脱氢技术与射频等离子体熔融球化技术相结合，缩短生产工艺流程、提高生产效率、降低生产成本。同时，制备出的球形钛粉粒度细小、均匀，流动性好、球形度高、氧含量低，

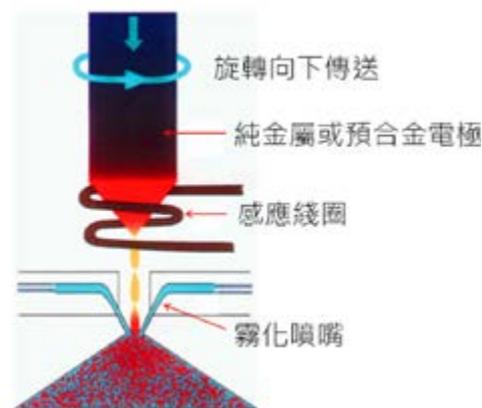


图 2：钛合金粉末获得之电极感应熔化气体雾化 (Electrode Induction Gas Atomization, EIGA) 法

满足金属粉末注射成型、增材制造粉体床成型和凝胶注模成型等技术工业生产的需要。

现况

钛的化学活泼性是众所周知，非常容易和氧、氮、氢、碳反应生成化合物。截至目前为止，仍没有能够直接盛放钛液的坩埚，尤其是熔炼的温度越高，与坩埚体的反应就更为剧烈（请见表 1 所示），一旦温度超过 1500°C 之后，钛就会抢夺承烧板、坩埚等耐火材料的氧、碳元素，造成提炼的钛中污染。钛本身就是炼钢行业常用的脱氧、脱碳剂的一种，所以要把钛合金纯化是相当的困难。熔炼钛与钛合金必须在高真空或高纯惰性气氛中进行，减少更多的杂质与反应物生成。

现在制造高纯度的钛与钛合金粉末有下列几种方法，基本的的三种方式分别如下所述：

电极感应熔化气体雾化 (EIGA) 法

原料钛块被加工成棒状直接放置于感应线圈中加热熔化，这种设计避免熔化过程中钛与坩埚的接触，避免污染，从而保持雾化粉末的纯净度，并且加热速率快、加热区间小，能耗低，设备可靠性高，如图 2 所示。

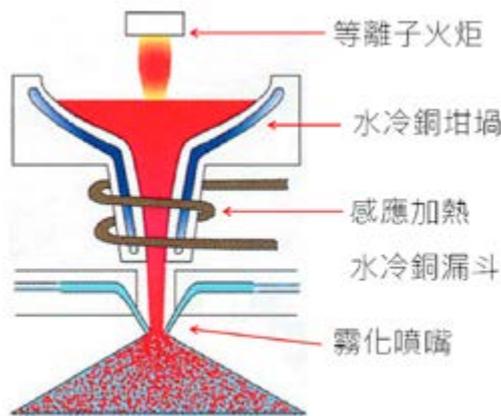


图 3：钛合金粉末获得之等离子惰性气体雾化 (Plasma Induction Gas Atomization, PIGA) 法

等离子惰性气体雾化 (PIGA) 法

将原料钛合金被制成预合金棒材，利用等离子弧热在水冷铜坩堝中进行熔炼，水冷铜坩堝的底部与感应加热漏嘴相连，该无陶瓷漏嘴系统将熔化金属液体流入气体雾化喷嘴进行雾化，以保证材料不与坩堝反应污染，如图 3 所示。

等离子旋转电极雾化 (PREP) 法

如图 4 所示，将阳极金属棒放置于高速旋转的旋转轴上，在逐渐接近钨电极产生等离子热弧作用下熔化钛金属棒，熔融金属液滴在离心力的作用下沿切线方向上发散成小液滴，最终凝固球化成粉，整个过程在真空或惰性气体保护气氛下进行。

归纳目前钛与钛合金的精细粉末的制造方式如表 2 所示，这是目前已经投产得生产厂家现有的三种方法之描述。这三种方法的细粉收得率（50 μm 以下）较低是导致粉末产品价格高的主要原因，只适合在增材制造的大颗粒粉末等级（且必须过筛分级才能获得 35~55 μm ），而用于金属粉末注射成型（>40 μm ）就少的可怜，不过近年来已经在本所的研究单位突破了这些限制。

技术突破

如果要制作便宜的钛粉末就必须掌握几个原则：

- 起始原料的价格必须低；
- 保护气氛必须要到位，使粉末可以自由飞行形成球体状；
- 熔解热能要足够高。

根据上面三点要素，首先我们找到氢化钛 (TiH_2) 粉可以满足第一个选项，它来自海绵钛放置在容器中，用氢气排除管中的空气后，将海绵钛在纯净的氢气流中于 350 ~ 400 $^{\circ}\text{C}$ 时进行加热，然后通入过量氢气后将产物在氢气流中冷却即可获得灰色的氢化钛粉末，这时的氢化钛粉末颗粒大小不一且形状不规则，不过获得成本很低（大约每公斤在 20-30 美元）左右。氩气可同时扮演两个角色，形成等离子体并保护氢化脱氢粉制程不使氧气进入、快速高温加热到达氢化钛粉末分解温度，使氢化钛分解成氢气和纯钛，纯钛粉在氩气冷却气体中飞行球化后冷却掉落，如图 5 所示的示意图，过程中氢化钛粉裂解的氢气被氩气流排出。

图 6 表示了工业化大量生产的炉体示意图，图中红色方格表示的就是图 4 的粉体进入并接受等离子体加热的区域。氢化钛在无氧、氩气存在的条件下

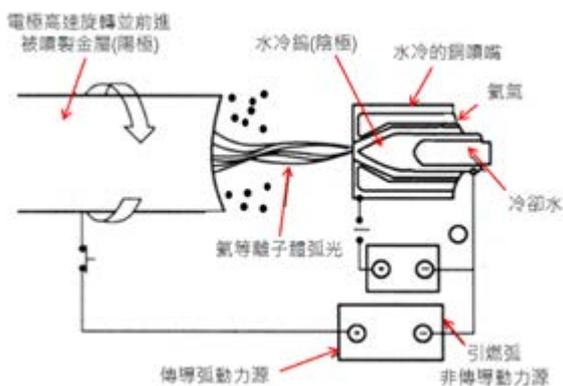


图 4：钛合金粉末获得之等离子旋转电极雾化 (Plasma Rotation Electrode Process, PREP) 法

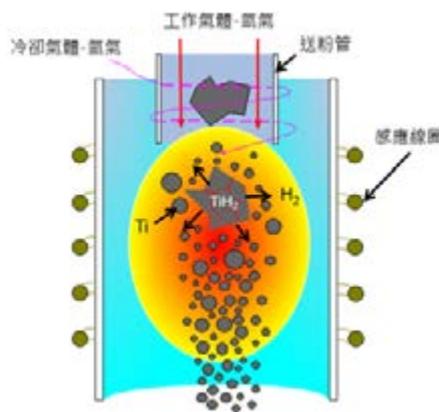
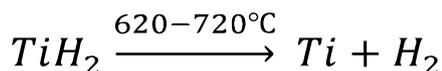


图 5：氢化脱氢结合射频等离子体球化技术，可制备低氧含量微细球形钛粉并具较低起始成本与较高细粉收成率

620~720°C发生如下分解反应：



成果

如文章首图所示，为在设备窗口观察氢化脱氢的过程，等离子氢爆的光线有如放烟火般耀眼，最终得到球形化的粉体是相当纯净的 100% 高球形度钛粉末、高细粉收成率以及没有空心、卫星粉的情形（如图 7）。使用这种方法生产的无氧钝化球形钛粉后，用于金属粉末注射成型 (MIM) 与增材制造粉体床 (AM PBF SLS, SLM, EB, BJT) 技术的最终产品将可以使其氧含量控制在 1700~2500ppm，非常低的氧含量保证钛的延展性无虞。如表 3 所示，氢化脱氢粉末经过筛分可获得 MIM 与 AM 使用的起始粉末性能。

结语

钛金属已经由过去的太空竞争和军事用途转变到 5G 通信时代的应用，钛金属优异的性能更是能贴近人体并作为替代骨骼的低比重高强度材料，甚至可以长期植入人体中超过 20 年的使用，即使进入了麦肯锡公司所评估的最顶尖的金属加工技术—— AM 和 MIM

制程，都少不了钛材料的贡献。我们深信，在本团队的多年钻研和努力的结果，终将使精密复杂的钛金属制品从高不可攀的价格步入平民化的时代，研究成果已经转移给江苏金物新材料有限公司，由我的弟子 王海英博士在本月为大家介绍目前的量产成果和客户的反馈。在未来的研究中，我们的团队将会提供更多的金属加工技术分享给各位读者，谢谢大家！■

本篇文章由本期主编 邱耀弘 博士进行整理與彙總

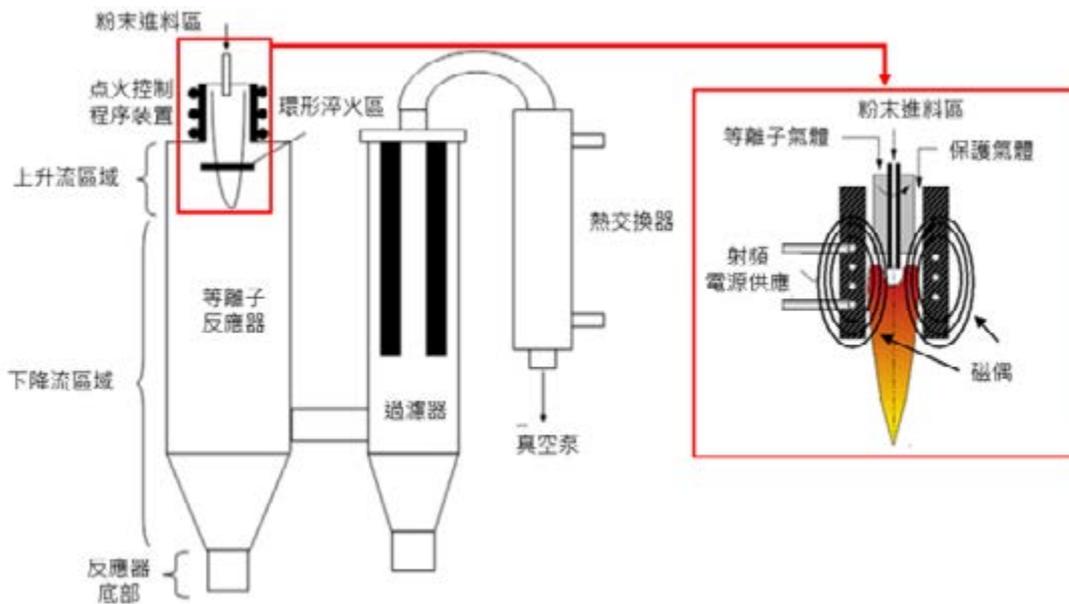
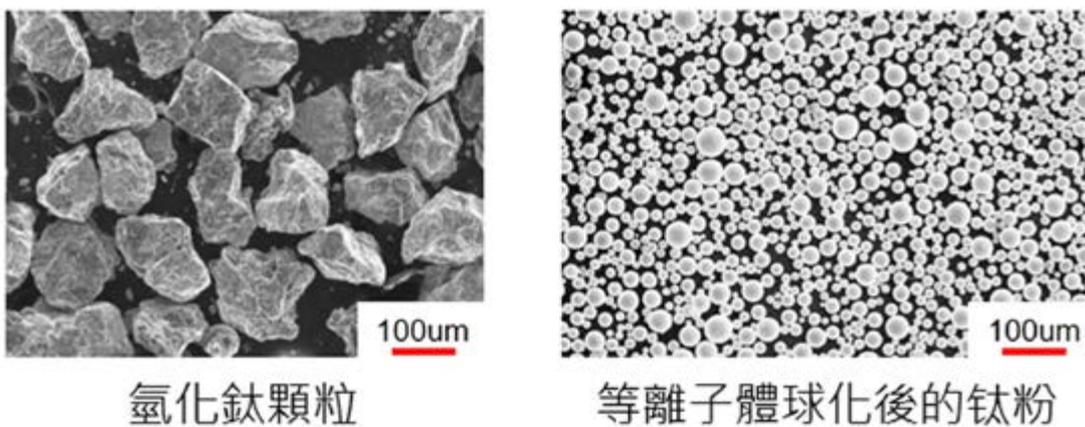


图 6：射频等离子体球化技术——要纯化的氢化钛粉投入进料区后通过高温等离子区域，在短流程的上升流区域发生氢爆使粉体炸开成小碎片，随后进入下降流区被等离子流高温球化后降落在反应器底部收集而得到球型纯化的钛粉



氢化钛颗粒

等離子體球化後的钛粉

图 7：（左）起始的原料是较为低价的氢化钛粉；（右）经过氢化脱氢的球形钛粉非常的纯净

耐火材料	熔点 /°C	反应温度和程度		
		1400°C	1600°C	1800°C
刚玉 (Al ₂ O ₃)	2015	无	微弱	剧烈
碳化硅 (SiC)	2200	微弱	微弱	剧烈
镁砂 (MgO)	2800	微弱	微弱	剧烈
氧化锆 (ZrO ₂)	2677	无	微弱	剧烈

表 1：钛与钛合金对耐火材料在温度范围下的反应程度

制粉方式		优点	缺点	生产厂家
气雾化法	电极感应熔 化气体雾化 (EIGA)	惰性气体雾化法制备粉末球形度较好，杂质含量低，成分均匀性好。	粉末明显存在卫星颗粒及空心粉末，存在污染问题，熔池过热度不足，细粉率不足 30%。	<ul style="list-style-type: none"> · GKN · Hoeganaes · 中航迈特 · 航天海鹰
	等离子惰性 气体雾化 (PIGA)			
等离子旋转电极雾化 (PREP)		粉末粒度范围窄，球形度好，杂质含量低，与气雾化相比，PREP 不需高速气流，因此无空心及卫星颗粒产生。	需要预制电极，粉末颗粒的细化依赖于等离子旋转电极的转速，因此对设备的要求较高，一般粉末粒度较粗，细粉率仅为 10-20%。	<ul style="list-style-type: none"> · 英国 LPW · 湖南顶立科技 · 西安赛隆

表 2：上述三种制造精细钛粉方法优点、缺点、与生产厂家

制程	粒度 D ₅₀ (μm)	粒度组成	松装密度 (%)	粉末形状	氧含量 (ppm)
MIM&AM PBF BJT	<40	正态分布	>55	近球形	<1500
AM PBF SLS, SLM	35-55	限制区间	>55	近球形	<1500
AM PBF EB	90~110	限制区间	>55	近球形	<1500

表 3：提供不同制程的氢化脱氢粉末性能



引领钛时代的先驱者：江苏金物新材料有限公司

■江苏金物新材料有限公司 / 王海英 博士

人物介绍

王海英 总经理

北京科技大学材料科学与工程专业博士，现任江苏金物新材料有限公司总经理。在北京科技大学师承郭志猛教授之粉末冶金专业学习多年，最早于 2000 年进行金属粉注射成型 (MIM) 的研究工作，毕业后先后就职于安泰科技股份有限公司、松下电器 (中国) 有限公司等；2014 年开始从事钛合金粉末冶金相关技术的研究，在氢化脱氢钛粉的制备、粉末冶金方法制备钛合金以及粉末冶金钛合金的热变形等方面进行了大量的深入研究工作，尤其在球形钛合金粉末的制备技术上取得重大突破，联合创立江苏金物新材料有限公司，致力于增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 和 MIM 用球形钛合金粉末的生产和应用推广。

程志骏 副总经理

上海交通大学机械工程与电子工程双学士，上海交通大学 - 荷兰商学院 MBA，中欧国际工商学院 EDP，现

任江苏金物新材料有限公司副总经理，并肩负业务推广与销售责任。曾就职于微软中国有限公司，日本索尼公司，拥有丰富的企业运营及管理经验。熟悉工业产品的市场策略与营销渠道推广。

金石为开

所谓「道厚至金、德厚载物」，这是江苏金物新材料有限公司的座右铭，钛与钛合金是金物新材料的主力产品之外，还包括高温合金及高熵合金等金属球形粉末的制备技术，为粉末冶金 (PM)、金属粉末注射成型 (MIM) 以及增材制造粉体床 (AM PBF) 等技术的金属制品提供精密金属粉末的高新技术企业。金物新材料由中国城建集团、北京科技大学和江苏中泰科技园的支持下，创新发展，以期建成中国国内最大的球形钛合金、高温高熵合金粉末生产基地。

公司拥有教授级、研究员级与博士为主的技术研发团队 (其中教授 5 人、研究员级高工 2 人、博士 8 人、



图 1：江苏金物新材料有限公司 王海英 总经理，致力于增材制造 (AM) 和 MIM 用球形钛合金粉末的生产和应用推广

在学与毕业研究生 20 余人），金物新材料的团队致力于粉末冶金相关技术及产品的研究开发与技术创新。即将在 2021 年规划完成的第一期占地 20,000 平方米厂房生产超过 100 吨钛与钛合金粉末，开创大中华地区首家大规模生产钛与钛合金粉末的高新企业，勇为钛与钛合金时代的先驱者。

成己成物 粉末产品

凭借数十年的技术积累，我们为航空航天、生物医疗及工业市场提供稳定可靠的钛合金球形粉末产品。客户信赖我们的粉末产品，源于对江苏金物优势技术及可靠设备与流程管理的高度信任。金物独有的联合气雾化技术 (Induction heating and plasma melting combined atomization, IPCA)，令获得的粉末具有非常好的球形度和极少卫星球，以及极低的空心率。而制备过程中使用高纯度氩气雾化粉末，确保产品的低氧和氮含量。

金物新材料拥有大中华地区最齐全的球形粉末生产线与粉末产品，如图 3 所列举，包含下列数种材料：



图 2：江苏金物新材料有限公司 程志骏 副总经理，熟悉工业产品的市场策略与营销渠道推广，肩负业务推广与销售责任

- **钛与钛合金**：主要材质为纯钛 (TA1 与 TA2)、钛 6 铝 4 钒 (TC4, Ti-6Al-4V grade 5 & grade 23)、TA15、TC11 等，并可根据客户订制要求生产专供其他钛合金料；
- **镍基合金**：主要材质为 Inconel 718 之球形粉末，其他镍基合金还包括如 Inconel625、GH3536 等，并可根据客户订制要求生产专供其他镍合金料；
- **钴基合金**：主要材质为钴铬 (CoCrMo, CoCrW) 合金、钴铬镍铁 (Co40) 合金等，并可根据客户订制要求生产专供其他钴合金料；
- **铝基合金**：主要材质为铝硅镁 (AlSi10Mg)，其他铝合金还包括如 AlSi7Mg、7075 等，并可根据客户订制要求生产专供其他铝基合金料；
- **高熵合金**：主要材质为铁钴镍铬钼 (FeCoNiCrMo)，其他高熵合金还包括如 FeCoNiCrAl、FeCoNiCrTi、FeCoNiCrCuTi 等，并可依客户订制要求生产专供其他高熵合金料；

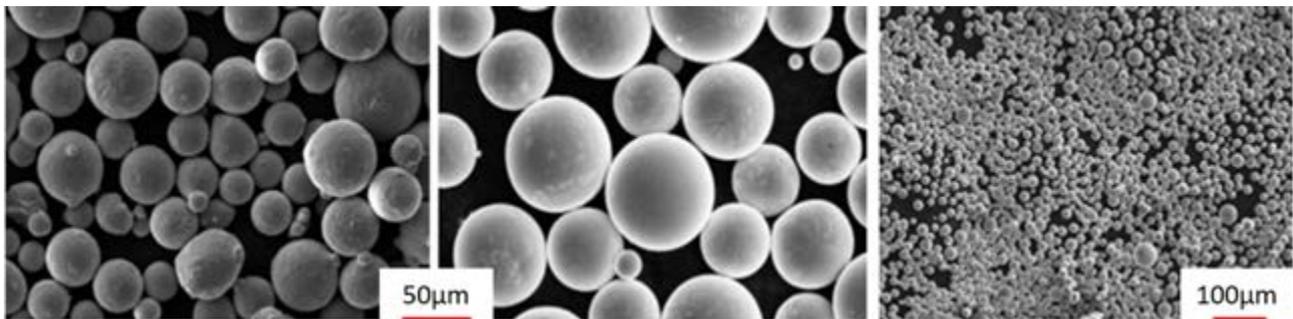


图 3：左为铝基合金的球形粉体；中为钛合金 TC4 的球状粉体；右为高熵合金的球状粉体

- **钛与钛合金喂料 (MIM Extra®)**：专门提供金属粉末注射成型使用，可以根据客户的要求调配粉末装载量。如图 4 所表示的 MIM 喂料。

生产设备与工厂

金物新材料工厂的规划极为简单并注重安全环保，我们拥有大中华地区最先进的精细球形粉末量产设备，这些都是由金物新材料的研发团队与北京科技大学郭志猛教授实验室共同开发的新型装备，减少对海外设备和技术的依赖，强调国产国用并不断改进，真正落实大量生产精细球形粉末，协助客户一起开发产品共同获利。如图 5 为部分生产与检验的设备，由于目前金物新材料生产的精细球形粉末在粒度细小的状态下，隔离氧气与遵循标准作业流程成为我们重要的纪律，我们非常专注在保障客户使用的粉末料品质，甚至包含到客户使用安全的考虑，经常邀请客户前来厂内学习观摩各种工业安全与技术教育。

产品应用范例

金物新材料现在提供的粉末产品最大宗是在钛与钛合金粉末的 MIM 应用，众所周知的钛与钛合金的几项材质优势包含：

- 低比重，密度仅为 4.5g/c.c.，相比同性质接近的不

锈钢 316，在相同体积比下的重量仅有 56%；

- 高重量 - 强度比，在相同形状（体积相同）的扣具产品，钛合金展现的强度比不锈钢 316 更好，韧性和延展性更好；
- 耐化学腐蚀与高温环境，生物相容性更是所有金属中最佳，植入物在人体内可达 20 年之久。

但是钛与钛合金的难加工度使得新近的加工工艺看上以 MIM 生产技术为主来制作产品，并扩展到增材制造粉体床技术上。图 6 为一些球形钛与钛合金粉末的终端产品展示。

诚挚欢迎

- 获取 MIM 的应用方案服务，为企业定制更加符合制造要求的 MIM 喂料；
- 索取精细金属粉末技术参数，提供所售各种金属粉末的各项物理化学参数指标；
- 获取售前与售后的技术服务，覆盖您使用金属粉末全过程的技术支援服务；
- 寻找制造端应用合作的支持，基于现有加工工艺挖掘更加高效低成本的解决方案。

江苏金物新材料有限公司全体诚挚邀请台湾同胞前来



图 4：考虑钛与钛合金的操作安全，MIM Extra[®]POM 基喂料产品是业界可以如方便面打开即用的安全喂料。（左）MIM Extra[®] TC4 POM 基喂料；（右）经过注射成型并脱脂烧结后，在右端抛光的狗骨头拉伸试棒

风光明媚的江苏省泰州市的金物新材料作客，参加在 2021 年 6 月 17~19 日举办的第一届「非常钛」论坛，一起体会中华文化的名城扬州与泰州的江南建筑，也来此享受创新科技的盛宴——钛与钛合金的技术之相关讨论，共同前往时代前沿的之路。如您的企业是在台湾，想要了解更多有关江苏金物新材料有限公司的产品讯息，除透过公司官方网站外，还可联系耀德技术咨询有限公司，邱博士和 ACMT 都能与您作更深入的讨论。■

本篇文章由王海英 博士与本期主编 邱耀弘 博士进行整理与汇总



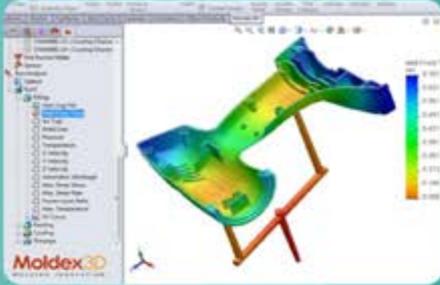
图 5：金物新材料的部分生产与检验设备（由于生产的保密条例无法做更详细的照片展示）



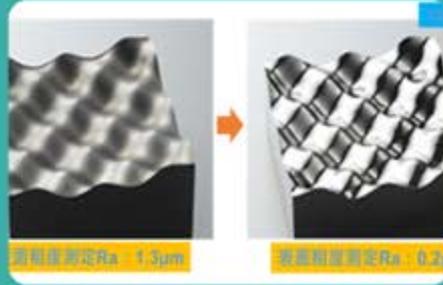
图 6：德国 Element 22 GmbH 公司使用钛与钛合金 MIM 工艺制造的产品。a 为工业零件；b 为医疗领域植入物及其他产品示例

先进模具与成型技术解决方案

- 先进模具设计
- 先进质量检测
- 先进模具加工
- 先进保养维修
- 先进成型生产
- 整厂顾问服务



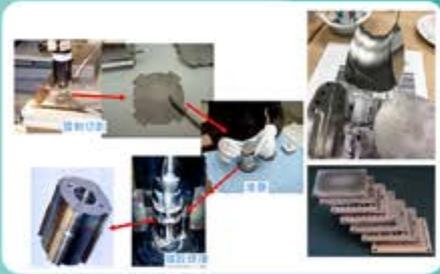
模具流道设计



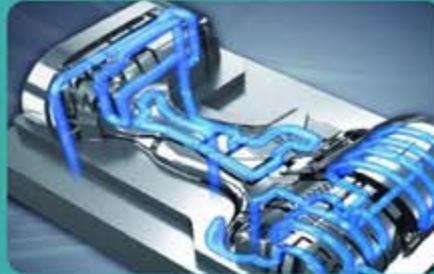
EBM电子束表面改质/抛光



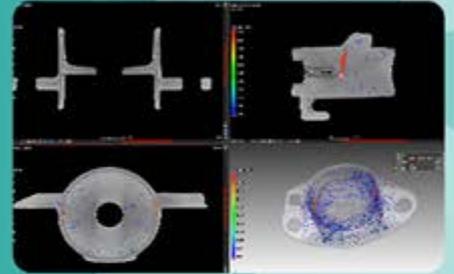
CAE模流分析技术



扩散焊接技术



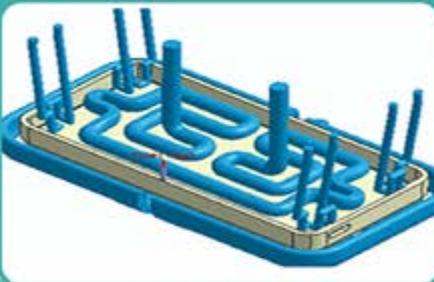
金属3D列印技术



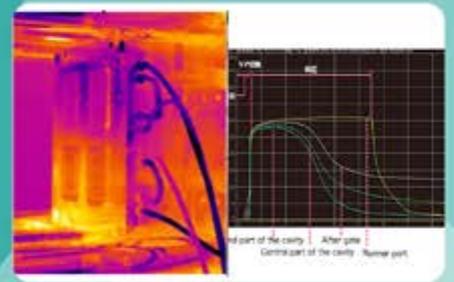
CT断层扫描技术



锁模力平衡度检测



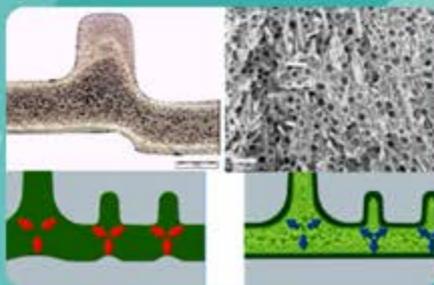
模具水路设计



模具温度/压力检测



微小精密成型技术



微细发泡成型技术



模具水路清洗保养技术



<http://minnotec.com/amt>

型创科技顾问股份有限公司/东莞开模注塑科技有限公司

台北办公室：新北市板桥区文化路一段268号6楼之1

东莞办公室：东莞市南城元美路华凯广场B座0508室

苏州办公室：苏州市平江区人民路3110号国发大厦1207

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

广告编号 2021-06-A07



非常钛：钛时代的来临，非常态的钛与钛合金

■耀德讲堂 / 邱耀弘 博士

钛不平凡

MIM 产业经过半个世纪的努力，开始进入新的时代，主编认为「钛」这个元素扮演着新时代起承转合的角色，钛与钛合金会逐渐的进入原本都是不锈钢为主力的金属粉末注射成型工业，替代一些不锈钢无法胜任的任务。一定不能轻忽钛这个元素，它刚好是金属中最亲合人体且具理想比重的金属材料，在常温状态下，钛是很安定的，然而一旦处于高温状态 ($>150^{\circ}\text{C}$)，钛的危险性就陡增。

钛与钛合金具有不平凡的时代任务，在上世纪中的美苏太空竞赛已经获得实质的证明，把人类杀戮和军事竞赛的目的去除，钛与钛合金在能源节约和耐久度使用上是极为有贡献的金属，但因高温的不稳定性使得加工过程成本很高是不争的事实，因此粉末成型技术可以使钛与钛合金实现更好的加工效率，终将显现钛与钛合金的不平凡。

安全的操作

对于钛与钛合金的操作免不了要先讨论安全性的问题，为符合工业产品的复杂性和设计自由度的考量，强度高且韧性好的钛与钛合金必须要改用传统金属加工的方式，尤其是铸造成型，在地球上没有一种材料可以完美承接钛金属高温熔化的金属熔汤，因为钛的高温活泼性太高了，比起镁、铝、锌等轻金属熔化温度都非常低。因此，粉末成型的技术便是最合适的加工选择。

近代粉末成型分为三大类形：粉末压制 (Pressure Molding, PM)、粉末注射成型 (Powder Injection Molding, MIM) 以及增材制造 (Additive Manufacturing, AM)。表 1 所示为三种粉末制程使用的粉末粒径大小，特别注意到 MIM 与 AM 使用得粉末比较小，众所周知较小的粉末体有较大的比表面积，因此接触空气时容易产生氧化，尤其是高温的闪火点会导致瞬间高速氧化，也就形成爆炸的可能，尤其是低比重的金属粉末

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：比较三种制程对于钛与钛合金粉末的性能要求

比较容易扬尘，所以对于钛与钛合金的粉末制程必须要谨慎的处理。

由于钛与钛合金中比较有硬度和强度的特性仍以钛合金居多，因此如果要获得低含氧量就必须采用等离子体高的温度来快速溶解钛合金，并藉由离心力由气体吹出的做法，因此大多都是接近球体的粉末，经过筛选便可以供给 MIM 和 AM 使用，如图 1 所示。

正因如此，以高剪切力的 MIM 和以激光高能溶解的 AM 都会遭遇到高温导致钛与钛合金剧烈氧化的机会，说明如下的安全法则：

- 自行调配钛与钛合金喂料时，烘烤温度不建议超过 120°C，当混炼机温度到达时，应先加入粘结剂使其微微融化，再行放入钛与钛合金粉末。由于粉末细小，在倒粉末时要小心缓慢倾倒；另一个方法是在低温 (<60°C) 的时候进行低温预拌，避免钛与钛金属在 150°C 以上高温接触空气；
- 注射成型在注射机炮筒内的材料因摩擦升温过高，

注射到模穴内的瞬间会接触残留空气，因而发生钛与钛合金的爆炸，或许因注射的高压锁模力相互抵消，故不会危害操作人，但模具却会因而烧毁。有数家公司都曾有类似经验，主要还是没观察炮筒内的温度变化，当喂料温度超过设定温度太多 (>220°C) 就应立刻停止加温，等降温到设定温度才可继续注射。钛与钛合金喂料的使用纪律一定要有规律的执行，回收料的次数要记录清楚以免粘结剂蒸发老化，导致粉末可能接触空气造成剧烈燃烧；

- 使用保护气氛进行混炼以及 AM 制造，氩气是最佳的气体；不过建议保护气体的压力最好能大于 1.5 大气压力 (>150KPa)；
- 由于 AM 的处理通常在有气体保护的粉体床内进行，当打印完成后，请静置至整体打印件和粉体槽冷却到低于 60°C 以下才可以进行除粉并取出工件。若在过于高温时进行除粉，会导致残余粉末氧化而发生危险，也造成回收粉末的质量降低。

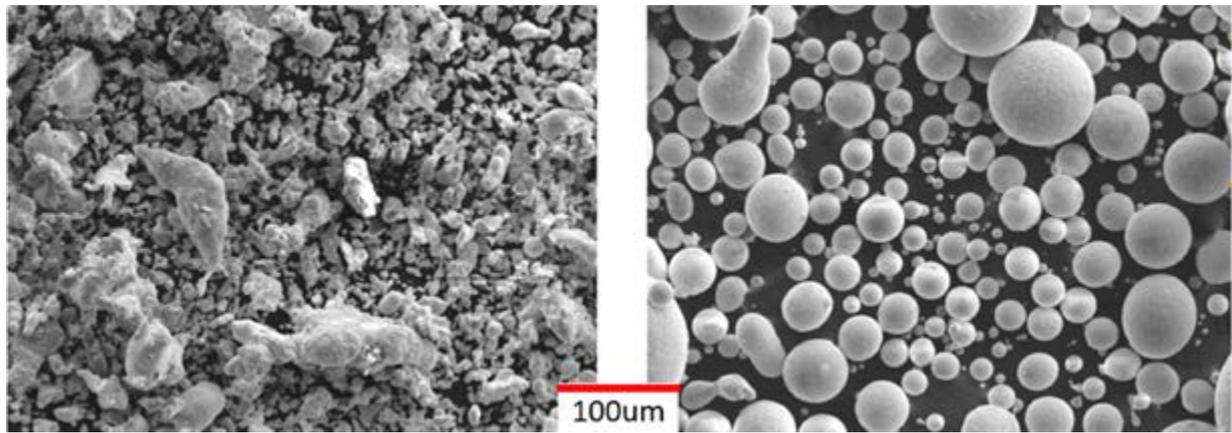


图 1：左为水雾化不锈钢粉由于形状不佳，必须特别调整才可给 MIM 使用；右则为球形钛粉，很适合给 MIM 及 AM 使用（左图为广州有研粉体提供的不锈钢水雾化粉照片；右图为江苏金物新材料提供的球形钛粉）

钛与钛的制品后加工

钛与钛合金产品不论是以熔铸、锻造、板金弯折、焊接、粉末压制、金属注射成型或是增材制造，当您完成以上制程而仍旧保持很好的低氧含量，那接下来的处理就比较安全，如下请参考：

- 切削与抛光作业需采湿法散热，以免见到红火的高温并防止切屑起火；通常不建议使用干式的做法去进行机加工或抛光，因为抛光产生的细粉混杂堆积在一起，就像路边摊和大排档的排风扇堆满油渍，若长时间不清理便容易在高温环境下着火，管理工作环境是重要的，不干净和陈年堆积导致任何材料都一样具有危险，别把钛和钛合金污名化（大陆江苏的昆山就曾有铝合金和镁合金工厂大爆炸）；
- 高温热处理反倒是安全，通常设备都具有良好的保护；热处理获得机械性能的提升是可能的，前提是前一制程的氧、碳或氮、氢含量要够低，否则硬脆性是无法挽回的；
- 化学处理也相对安全，唯独要注意的是对排放酸液之环保要求；
- 钛与钛合金都不容易电镀，所以常被用作电解化学槽的支架和治具。变颜色必须以阳极法或是真空镀膜，前提是要先进行抛光整平、拉发丝、喷砂和蚀

刻等，最终以物理方式着色改变其色彩。

在低温处理状态下，钛与钛合金都类似不锈钢一样。当然，产品设计师不要强调钛与钛合金的镜面效果，那些镜面都要镀膜保护，钛与钛合金抛光后约一周就会黯淡失去光泽，这是表面氧化的必然结果。

低价的钛与钛合金打开应用市场

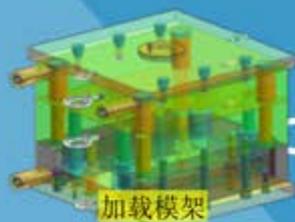
什么是低价的钛与钛合金，就精细的钛合金球形粉末的每公斤单价应该落在 250 美金以内，纯钛甚至更低，若有氢化钛粉的调配技术和细化能力，甚至可能得以将成本控制在 100 美元以内。这些在这 20 年以来是非常难以想象的，但随设备和技术的创新，以及客户端应用的打开，这将是大家共同的期待。

非常态的钛与钛合金有着不平凡的时代任务，关于钛与钛合金的安全性，只要大家遵循使用与作业的安全纪律法则，便不会造成任何问题，期待我们一起见证并迎接非常钛的时代来临！■

- 模具设计
- 模具制造
- 模流分析
- 模具保修
- 科学试模
- 成型生产

智能管理系统

掌握新世代智能工厂

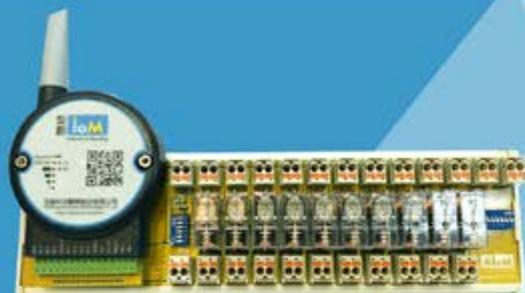


加载模架



加载标准件

模具设计智能管理系统



跨厂牌射出机数据采集器

成型生产智能管理系统



模流分析智能管理系统



模具保修智能管理系统



模具制造智能管理系统



科学试模智能管理系统



<http://minnotec.com/aioM>

型创科技顾问股份有限公司/东莞开模注塑科技有限公司

台北办公室：新北市板桥区文化路一段268号6楼之1

东莞办公室：东莞市南城元美路华凯广场B座0508室

苏州办公室：苏州市平江区人民路3110号国发大厦1207

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

广告编号 2021-06-A08





骑乘暴风：2020 年大中华地区 MIM 的产业现况

■耀德讲堂 / 邱耀弘博士

不安与孤独

2020 年恐怕是近代人类历史上最奇怪的一年。除了世界大战，没有出现这种大多数国家长时间封闭国界，甚至在自己国家城市间进行封闭管制的情形，这全是由 COVID-19 冠状病毒所引起。许多商务工作，甚至奥运会不得不暂停。Dr.Q 在 2020 年也经历了 90 天（三次商业出行往返台湾和大陆导致 6 次隔离）。这是人生最特别的经历，我能感觉到自己是一只「笼中鸟」被关在房间里。每个人都真心希望这一流行病能尽快结束，说实话闭关时即使有电视、电脑和手机陪伴，也有时钟告诉你时间的流动，但在狭小空间里焦躁不安和孤独真的令人非常不舒服。

言归正传，2020 年大中华区 MIM 产业的真实状况到底如何？Dr. Q 认为读者都十分关心 MIM 产业现况，毕竟大中华区是世界第一个疫情得到妥善控制。它代表人类迅速战胜这一流行病的能力。MIM 行业是否受 COVID-19 严重影响？不，我们是骑乘风暴前行。

市场观察

COVID-19 下的销售额：创历史新高

受 COVID-19 影响，大中华区（大陆和台湾）仅前两季受影响，因两地疫情防控情况得到适当控制，7 月已显示出 MIM 等许多行业的反弹上升趋势。Dr. Q 和 CPMA（中国粉末冶金联盟）秘书处于 2020 年底 12 月的估计，MIM 在 2020 全年的销售额应该仅能维持 2019 年的水准，这主要原因担心疫情的影响会导致总销售额的下降。如图 1 所示，估计 MIM 在大中华区的销售数据，至少维持了市场销售额度和乐观水准。

实际在 2021 年 1 月的统计结果出人意料，大中华区前 20 家 MIM 大厂在大中华区累计超过 322 亿元新台币（约合 75 亿元人民币），而其他 200 家 MIM 工厂的销售额为 145 亿元新台币（约 20 亿元人民币）。结果显示 2020 年，我们获得的数字超过 460 亿元新台币（约 15 亿美元）。根据统计结果，近 66% 的营业额来自 3C 产品，其中 85% 来自美国苹果 (APPLE



图 1：2020 年大中华区（中国大陆 + 台湾）的估计 MIM 销售数据。我们失去了世界其他地区 2019 年的数据（ROW 是世界其他地方。此外，此图修改自 PIM 国际发布 2019 年的资料）

Inc.) 和 H.V.O.M.（华为、维沃、欧珀和小米），毫无意外的。所有的数据都是历史上最高的。因此，大中华地区的 MIM 产业并没有受到疫情的影响，而且增长幅度不小。Dr. Q 相信这是因为互联网所带来的便利性，虽然人们无法满足相互沟通的需求，但 MIM 零件的需求可以通过互联网订购与销售，得以保持交付的顺利进行。

平均每个月仍有一家 MIM 工厂成立

自 1972 年以来，MIM 技术逐渐为整个行业所熟悉。大中华区的各地方政府重视环境保护与限制，淘汰许多不合格的精密铸造（包括脱蜡和重力法）和压铸厂的关系，MIM 工艺更环保，可以替代它们。此外，MIM 材料具有广泛的应用，很多机械工程师都接受了 MIM 工艺，由于 MIM 材料可以替代传统的铸造和压铸的材料。这是大中华区每个月都有新 MIM 工厂建立的主要原因。

MIM 粉末与设备厂持续的忙碌

MIM 成长的第一点强力指标是粉末工厂产量的增加。目前，中国至少有 5 家 MIM 不锈钢粉末制造厂年产量可超过 2,000 吨，另有两家炼钢厂加入 MIM 粉末生产行列，即将投产年生产 10,000 吨的粉末。AM 的粘结剂喷射法将从这些 MIM 粉末供应商获得优势价格；第二点是 MIM 的设备制造商非常忙碌，包括原料混炼机、注射机、脱脂炉和烧结炉（连续式和批次真空炉），没有因这一流行病而暂停服务，且每月的设备交付和现场安装使设备制造商异常活跃。

新材料驱动 MIM 产业向前

MIM 零件将跟随智能手机和穿戴式装置成为跟随人类的机构零件，并深入人们的生活中。特殊功能包括无镍、EMC（电磁相容性）、信号增益和散热解决方案，推动 MIM 制造技术的向前迈进。除了德国 BASF 公司在市场上的新材料积极推出外，更多符合 MPIF 35 的行业标准材料也转化为 MIM 工艺的粉末。例如，



图 2：智能手机的背面相机镜头保护盖仍使用 MIM 零件。坚固、亲合人体和 EMC 功能要求让设计师选择 MIM 零件。（华为喜欢用 MIM 316L；苹果则喜欢 ASTM F75 作为镜头保护罩）

ASTM F75 (CoCrMo 合金) 是一种很好的代表。因为它具有无镍、无磁性和高强度的特性，ASTM F75 已广泛应用于智能手机的镜头保护盖，如图 2 所示。先进的智能手机携带 MIM 零件进入 5G 时代，以提升其性能。

新的粘结剂系统将配合新的催化脱粘剂——草酸呈现。只有这样，才能满足环境保护的要求，减少环境污染。还包括新的陶瓷粉末注射成形 (CIM) 系统，POM 粘结剂和草酸催化也使用在其制程改动上。氧化铝、3Y 和 5Y 氧化锆、氧化铁（用于特殊电感器）等，甚至 5G 陶瓷滤波器（如钛酸镁钙）也开始尝试这种方法。

粉末压制和增材制造也向 MIM 靠拢

MIM 已被公认为「近净形」制程，在获得烧结零件后，只要加上一些简单的加工方法，就可达到我们的设计要求，并可进行大量的复制和批量生产，这满足 3C 产品的要求。当传统的粉末压制行业意识到 MIM 产品的高密度成就时，采用 MIM 粉末的高性能粉末冶金 (HPM，由台湾大学黄坤祥教授发明) 工艺也被用来制造更先进的齿轮零件，已成功地达到尺寸精度的要

求。MIM 的能力无疑促进了增材制造粘结剂喷射技术 (AM 的 BJT) 的可行性。我们相信在五年内，粘结剂喷射技术的普及可以赢得小于 1000 件的订单。

笔记本电脑和平板电脑重新占回数量上风

APPLE 与 H.V.O. 2020 年中宣布的新型手机上市后，仍供不应求。除了用于镜头保护圈的 MIM 零件外，智能手机和平板电脑还设计了 MIM 连接器充电头、传输机构以及折叠式手机萤幕的铰链。COVID-19 使家庭成员必须隔离而带来大量的在线课程和办公计划，在笔记型电脑、平板电脑以及媒体通信的手机支架上带来了 MIM 转轴和铰链的大幅度增加，这使得久违的笔记型电脑制造大城市（江苏省苏州市和广东省东莞市）非常繁忙。所有 MIM 转轴与铰链的大型工厂都满订单，没有疫情导致订单的下降。图 3 显示了 MIM 零件用在 3C 设备上的铰链装配。

大中华区的 MIM 工厂分析

表 1 到表 3 为大中华地区前 20 家 MIM 工厂。这些公司的主要营业额来自苹果和 H.V.O.M 的 3C MIM 零件，在汽车和医疗零件的 MIM 零件很少，一些军事武器没有在统计数据中。家用五金、电动工具、厨房工具等

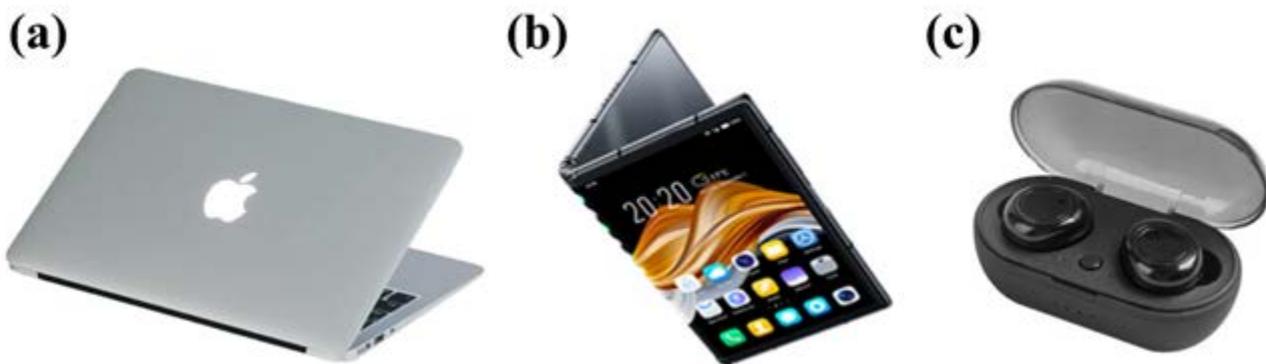


图 3：(a) 笔电上使用 MIM 制作的绞链延长萤幕开合的寿命；(b) 柔性屏智能手机使用了美观的 MIM 绞链总成设计；(c) 甚至蓝牙耳机盒都使用了 MIM 的绞链设计

家庭应用的金属件比 2019 年略有增加。

挑战与机会

历史是反映 MIM 行业的镜子，2020 年之前 MIM 发生过什么？通过以下步骤告诉读者。

MIM 历史事件

表 4 为 MIM 的相关历史事件。Harry Brearley 先生发明不锈钢，这是我们的主要金属系统。而且，MIM（北美、欧洲、日本和亚洲）的世界市场在 MIM 行业使用最多区隔最终变为北美、欧洲和亚洲，日本不再是一个特殊的部分。我们看到大中华地区成为最大的销售金额地区。但最大的 MIM 工厂是印度的本地工厂。

粉末和喂料的转变

MIM 为工程师提供各种工业应用材料。因此，材料的应用开辟了 MIM 市场，使更多具有优良性能的材料成为 MIM 粉末，这是一个良性的循环。蜡基喂料不锈钢已成为 MIM 的主要原料，而 MIM 产品采用铁基原料，占 MIM 市场的近 75%。然而蜡基喂料几乎已成为历史，基于 POM 基的喂料已经取代了它。特别是 2014 年 BASF 专利到期后，中国有近 20 家喂料工厂投入。而且，甚至粉末制造商也开始喂料业务。

对于中国 MIM 产业的未来发展趋势，粉末厂和原料制造商将逐步形成联盟甚至合并。因为细粉的未来不仅在 MIM 领域，而且在增材制造、激光熔覆，甚至非烧结产品（如电感器和磁铁）的 3D 打印领域。为服务客户，粉末厂还必须了解客户的工艺技术。因此，粉末厂向喂料产品扩展并不是新鲜事了。

MIM 的新材料

2013 年后，不锈钢 17-4PH 受苹果青睐，成为 MIM 市场最受欢迎的材料，取代不锈钢 304。BASF 的 P.A.N.A.C.E.A.[®] 不仅对人体没有镍过敏，而且具有低磁性，取代了不锈钢 316L。然而，复杂的烧后热处理最终让 P.A.N.A.C.E.A.[®] 更换成 ASTM F75。只要人们接受的材料在特性上的优势，粉末的价格就不是需要考虑的第一个因素。主要考虑是材料可以采用现有的 MIM 技术，并可以完成带石墨热场的真空脱结烧结炉。然而，氢和金属热场的使用往往具有挑战性，而且长期难以实现，如钛粉的 MIM 产品。

在中国大陆，铜、钨、镍、钛及其合金的 MIM 产品也将在 2020 年受到重视。主要由于 5G 通信时代的需求和电动汽车的兴起，这些高速信号传输和高电流导致

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	將轉入大陸投資

表 1：大中华区前 20 大工厂的分析——先进群

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
				中耀/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)	瀘陽市
				泛海統聯	深圳市

表 2：大中华区前 20 大工厂的分析——领先群

电路系统中的散热和电磁干扰问题。高强度机构还必须解决复杂的形状和特殊的几何建模，这是 MIM 改变新材料使用的最大驱动力。因此，面对铸造、加工、锻造和冲压技术的同步挑战，甚至更新的液态金属技术和增材制造，MIM 始终胜出。这也是大中华区拥有全球最多 MIM 工厂的主要原因。

结论

2020 年是人类应该反思的一年。隔离时间最长，移动距离最短，以及现代最畅销的口罩，是令人难以置信的记录年，我们很幸运，MIM 行业没有被 COVID-19 击倒或压垮。全球人类必须一起参与后疫情时代的经济复苏，MIM 产业应是第一要走起的。感谢前线医护

人员的勇敢和艰辛，我们向那些不幸染疫的同胞和世界各地为疫情所苦的人们表示最衷心的不舍与思念。MIM 行业将坚定地迎接 2021 年的新挑战。欢迎加入 MIM 团队，我们和您都是一家人。■

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：大中华区前 20 大工厂的分析——稳定群

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 相关历史事件



迎接时代趋势：钛与钛合金专用的烧结炉

■宁波恒普真空技术有限公司 / 刘鹏 总工程师

人物介绍

刘鹏 总工程师

现任宁波恒普真空技术有限公司总工程师，专注管理「零」实验室，曾任恒普真空的总经理、中国岛津（宁波）有限公司副总经理，协助日本设备的国产化并成熟推广。自2011年创立恒普真空技术，一路夙夜匪懈、披荆斩棘，如今在全球金属粉末注射成形的烧结炉已达最高市占率，他率领的恒普真空技术团队在全亚洲各地都有安装的实绩，甚至连日本都已经销售实绩，恒普的真空批次烧结炉创新使用的高架变压器设计也成为其他竞争同业模仿的对象。诚实、正直、尊重每个客户，以科技为基础的创新是刘总工和恒普真空技术的座右铭。

恒普是谁？

宁波恒普真空技术有限公司是中国大陆主要烧结炉制造厂商之一，拥有完整而坚实的研发技术团队，累积丰富经验，满足客户所需，为客户创造价值。自创立

以来，恒普真空技术的团队秉持国产国造的精神，为全球的金属粉末注射成形 (Metal-powder Injection Molding, MIM) 用烧结炉贡献 10 年青春岁月，其中真空批次烧结炉的技术更已经做到国际领先水平，最新的步进梁 (Walking beam) 式连续催化脱脂烧结炉在中国国内已被广泛使用，领先进口设备。

恒普真空技术除 MIM 用的烧结炉外，对于其他领域含硬质合金、金属热处理、非氧化物陶瓷烧结、晶体生长和半导体、实验室小型化以及最前沿的增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 等行业用炉或设备，具丰富的设计及制造经验。在台湾也有许多销售实绩，均能满足客户要求，2021 年 6 月将协助台湾科技大学高速列印中心建置完成间接成形的真空脱脂烧结炉，一起与台湾同胞为全球增材制造技术前沿而迈进。

技术的研究与开发

· 2019 年恒普真空技术的研发支出为 2570 万人民币；

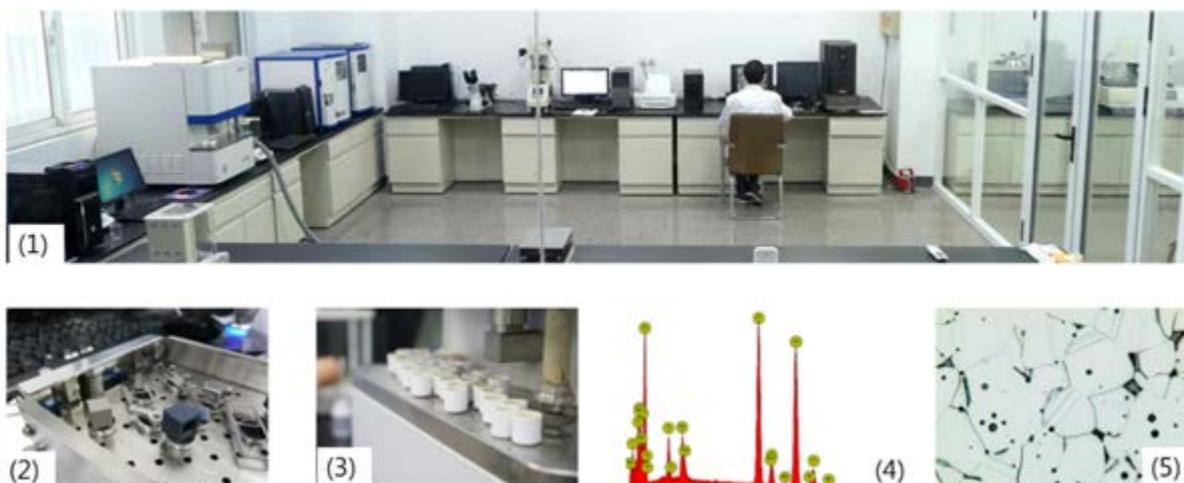


图 1：(1)「零」实验室部分景观；(2)MIM 与 AM 烧结件的机械性能测试；(3) 高精密的碳硫分析；(4) 配合扫描式电子显微镜的荧光能谱分析找出微量元素成分；(5) 金属产品必备的金相分析

恒普真空技术坚持每年将 10% 以上的销售收入投入研发；

- 2020 年恒普有 70% 以上的员工为工程师；
- 截止 2019 年共有 89 个专利，60% 以上为发明专利；
- MIM 行业内的客户其 60% 以上的产品检测出自「零」实验室。

零为起步

恒普真空技术在销售多年烧结炉后遭遇许多客户反馈的问题，最终决定在 2018 建立「零」实验室，追求问题真相由「零」出发的精神，截至目前为止，「零」实验室建置已经接近完成，如图 1 所示的实验室能力。

目前，「零」实验室的配置包含：

- 独立实验楼与多名专职材料分析专业工程师；
- 全系列检测仪器，包含如扫描式电子显微镜与光谱成分分析 (SEM+EDS)、光谱成份分析 (ICP)、碳硫氧氮分析仪、自动金相制备与分析、材料万能试验机、全成份烧结气体分析、全自动图像尺寸测量仪等高阶仪器；
- 全系列脱脂与烧结实验室和实际设备辅助，真实量产状况分析更准确；

· 新型的 3D 打印设备 (AM BJT/ 增材制造粘结剂喷射法)，协助增材制造的发展；

- 聘请多名美国、日本、德国、大中华行业内知名专家为顾问。

产品

由于恒普真空技术的产品线丰富，碍于篇幅的限制无法一一解释说明，请上网查询可更加详细了解，产品可接受客制化预定但必须考虑交期和非标品的成本较高。基本产品区分为下列数项：

- 金属粉末注射成形 (MIM) 烧结设备；
- 硬质合金烧结设备；
- 金属热处理设备；
- 增材制造的真空脱脂烧结设备；
- 非氧化物陶瓷烧结、晶体生长和半导体。

钛与钛合金专用的烧结炉

在金属注射成形的应用上，钛与钛合金的氧化式无法可逆的用现有生产设备还原，除利用材料安全 (Material Safe) 保留表面与配合尺寸加工减少氧化层外，在制程的每一步骤要避免氧化条件的生成才是关

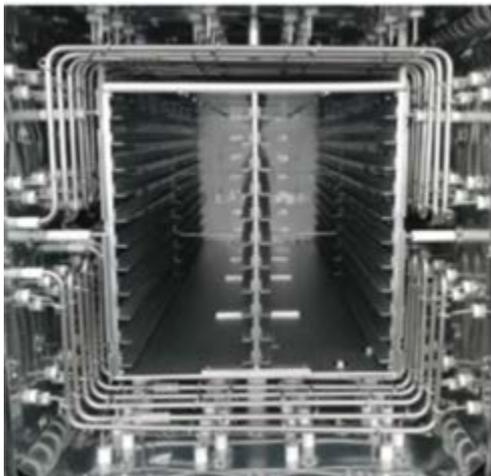


图 2：（左）由耐高温的金属热场 - 钼与氧化钨合金的内腔结构与加热丝，使得钛与钛合金可以在真空纯净的环境下烧结成形；（右）恒普真空技术的精密金属热场真空脱脂批次烧结外观

键。因此，在低氧含量的起始粉末和保护气氛下的混炼、还原性草酸的催化脱脂或是浸泡式的溶剂脱脂之后，烧结这个阶段就扮演了重要的控制关键步骤。

钛与钛合金可不只喜欢与氧结合，碳、氮、氢都是在不同温度阶段可与其反应的。首先，真空度要够高且材料成分含氧量够低以解决氧气的问题，必须使用高密度的氧化锆或氧化铝板等承烧治具，足够的脱脂率和避免使用石墨热场的烧结内腔以避免碳的残留，再来就是今天要提到的金属热场 - 钼内腔结构的真空脱脂批次烧结炉，如图 2 所表示。由于严格控制碳的残留量必须以真空脱脂的效果配合氦气或氢气，完全脱除碳的干扰后，再进行氢烧保护粉末坯体到开始收缩，可改用高真空或是惰性气体的保护来执行后续烧结到冷却的阶段。

对于金属热场的优势，相信好多书籍和网上资料都提到，便不赘述于此。提醒众读者，使用这种精密昂贵的炉体必须考虑到保养维护和使用的纪律，尤其是昂贵的钼合金在使用 18 个月后（每周至少 5 天）便需要检验更换甚至全面更新，取决于对炉子操作参数和

材料纯净度的控制。

实现专业技术的世界领先

宁波恒普真空技术有限公司创立至今，一直坚持以创新和改变，不断修正缺失并勇于推陈出新，打破以往专业烧结设备的「海外月圆」迷思，我们也虚心采用国际上知名品牌的控制器、零附件以及设计参考，但每一颗螺丝、每一根信号线和每一段控制程序，都是由恒普真空技术团队一点一滴建立、测试而完善。

正如我们的安装团队一步一脚印服务，开拓了日本、印度和俄罗斯海外的客户。对于台湾客户的需求，恒普真空技术也以最热诚的心和最频繁的走访服务，来为台湾同胞共同发展粉末成形技术而努力。疫情的隔离隔不了我们的服务，也撼动不了我们创新的决心，如台湾读者对于恒普真空技术的产品和烧结上的技术讨论，我们和耀德技术咨询有限公司有很好的互动，邱博士与 ACMT 都能够协助您与我们来沟通，一起迎接时代趋势——钛与钛合金产品的美好未来。■

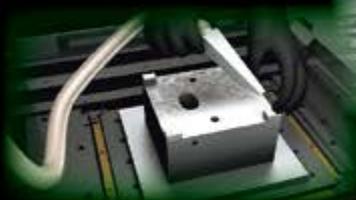
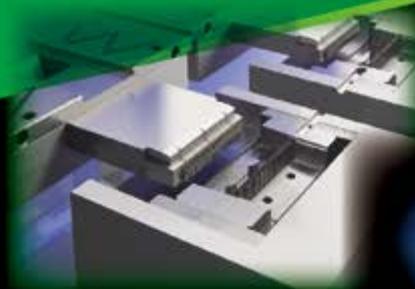
本篇文章由本期主编 邱耀弘 博士进行整理与汇总



Sodick

电子束 PIKA 面加工装置 EBM

PF300S



高速造形 金属 3D 打印机 LPM325



eV-LINE OPM 模具专用单元制造系统 MR30

广告编号 2021-06-A09





快速、安全与环保：钛与钛合金的草酸催化脱脂

■星特烁科技有限公司 / 骆接文 总经理

人物介绍

骆接文 总经理

现任深圳市星特烁科技有限公司总经理，华南理工大学材料加工工程系硕毕业。他领导的星特烁科技团队发明的草酸催化脱脂炉，专用于 BASF 的 POM 的塑基喂料体系，减少制程有害物质排放，对本产业的贡献巨大，这是他在学校毕业后多年工作经验累积的成果所得，星特烁科技勇于创新也是来自这位年轻领导人的精神。

曾雄新 副总经理

现任深圳市星特烁科技有限公司副总经理。曾任职于南玻集团 - 深圳显示器化学钢化玻璃性能研发以及化学钢化玻璃生产设备的研发工程师，由 2011 年转业进入星特烁科技，从事 MIM/CIM 催化脱脂炉的设计、组装与售后服务，经常往来于两岸协助台湾客户排除问题，对于海外的印度和日本也都有装机实绩经验，曾总的服务深得客户的好评。

关于我们

相信台湾同胞对星特烁 (SinterZone) 的品牌和曾副总并不陌生，若非疫情关系，星特烁科技有限公司的服务人员应该在台湾为 MIM 企业忙碌的服务。公司和工厂同位于深圳市宝安区松岗街道沙浦社区沙二工业园 B 栋，于 2012 年成立并获得「深圳市高新技术企业」、「国家高新技术企业」以及广东省「专、精、特」企业号称。公司始终坚持以人才为根本，以研发技术为导向，每年研发投入占公司收入 10% 以上，保持技术的创新，将公司打造成一个技术实力雄厚、核心竞争力强的催化脱脂炉、连续烧结炉专业制造厂商。

催化脱脂技术的研究和设备是公司的核心项目，由 2013 年至今星特烁催化脱脂炉已经连续多年占大中华地区出货量之冠，目前的客户市场占有率已达 70% 以上，是客户公认的脱脂炉合作伙伴。公司近年推出的新型催化脱脂炉，适合于易腐蚀的金属材料，如钛、钴、铜等纯元素金属和其合金，能有效的防止金属生



图 1: (左 1) 最新草酸系统催化脱脂炉 (400L); (左 2) 草酸催化脱脂炉 (800L); (右 2) 硝酸系统的传统催化脱脂 (300L); (右 1) 实验室用的小型草酸催化脱脂批次炉

坯被氧化、腐蚀，可同时实现环保绿色的尾气排放；而连续烧结炉自 2014 年开始投入研发至今，已开发出推板式连续烧结炉以及步进梁式连续烧结炉，这些连续炉已进行大量技术改进与创新设计，使连续烧结的稳定性更高、效率更好、能耗更低。

星特烁科技秉承着实事求是、脚踏实地的经营作风。在发展的各个阶段一直保持着与市场需求紧密的配合，始终与时俱进，适应发展过程中各个阶段的环境变化。在这个充满机遇挑战的新的历史时期在这里，我们将用信念、追求和执着开启新的航程，乘风破浪，勇往直前，驶向我们的理想和目标。

创新技术

由硝酸迈入草酸

在粉末注射成形 (Powder Injection Molding, PIM) 领域的喂料创新始祖是德国 BASF 公司，但并不是所有金属或是陶瓷材料都能够套用这样的聚甲醛 (POM) 配方，例如化学活泼性极高的钛与钛合金就是最明显的例子，由于钛易与氧、氮、氢、碳在不同温度下结合的特性，我们必须谨慎的注意。众所周知的硝酸 (Nitric acid) 是强烈的氧化型酸，在常温下浓度高的硝酸具

有强烈的腐蚀和脱水能力，早期在 MIM 界使用高浓度硝酸经常发生各种意外，危及操作人员的安全，在硝酸催化脱脂炉排放的尾气如果没有经过适当的处理，对于环境的影响不小。

在金属注射成形应用上，易氧化的钛、钴、铜这三类纯元素或合金材料最好能够每一个制程都保持不与空气接触，尤其是硝酸是强氧化剂，易氧化金属很容易与稀硝酸反应，造成氧化层后很难以处理。尤其是钛与钛合金，一旦氧化，目前生产设备都不可能使其还原脱除氧气，这是制造钛与钛合金产品的从业人员不能不注意的关键要素。

有鉴于上述问题点，星特烁科技团队于 2014 年起开始研究还原型的草酸 (Oxalic acid)，并成为全球首创的草酸催化脱脂技术，克服草酸固体粉末的进给送料问题而开发出的专利「炉外分解草酸技术」，解决高浓度硝酸多年来引发的一连串工业安全与环保问题，这是领先全球的技术并造福 MIM 产业。不光如此，在自动化设计上用心使得星特烁科技的设备能够容易操作、安全无虞，几乎每三个月便有更新和升级软硬件，并能为客户客制化的作出适合的设备。这是一家用心



图 2：（左）溶剂脱脂炉含有回收桶；（中）推杆式气氛保护连续烧结炉；（右）步进梁 (Walking beam) 式气氛保护连续烧结炉

在创新和研发改进的企业。

齐全的产品线

星特烁科技有限公司拥有大中华地区最齐全脱脂装备，并投入连续式烧结炉，包含下列数种装备（如图 1、2 所示展品照片）：

- **酸催化脱脂炉**：分为硝酸 / 草酸 / 双进酸（硝酸 / 草酸）系统，提供给 MIM/CIM 业界选用，目前有数种由大到小的批次型催化脱脂炉，甚至有实验室桌上型的小催化脱脂炉，而连续式草酸催化脱脂炉也正研发中，预计将于 2021 年中上市。如图 1 所示为酸催化脱脂炉机型；
- **溶剂脱脂炉**：许多 PIM 材料系统并不适合使用聚甲醛粘结剂系统（如粉末过细小、材料与酸产生分解反应等），传统以溶剂为脱脂的介质仍旧需要，星特烁科技的溶剂脱脂炉设计是考虑到包含回收溶剂再使用的设计，对于排放的考虑也非常符合政府要求的环保法规；
- **推杆 (Push bar) 式气氛保护连续烧结炉**：根据不同温度和气氛的设计适合大部分 PM/MIM/CIM/AM 的产品烧结；

- **步进梁 (Walking beam) 式气氛保护连续烧结炉**：这是与欧洲常用的类似设计并经过适当的修改，符合华人体型和语言的操作且高效率。

保障工业安全、持续开发与创新

深圳星特烁科技有限公司由几位来自广东的客家伙伴一起创业至今，虽然仅有短短 10 年，但是凭借着努力和持续创新，经历数百次的极限测试破坏了无数的腔体，为客户换来最佳的保障；日以继夜的研究，开创人类 MIM 历史使用首创的固体草酸脱脂技术，改善并降低排放尾气的危害，这是星特烁科技对社会安全和环境保护的承诺。

如果台湾的同胞和读者们对于星特烁科技想有更多的了解，欢迎上我们公司的网站或是以电子邮件进行更深入的讨论，随时欢迎您的光临和讨论，疫情只要减缓影响，您一定会看到我们的曾副总又忙碌地穿梭在台湾各地为我们的客户做最好的服务。■

TAIMOLD
2021

台北國際

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-A10



认识钛与钛合金

■耀德讲堂 / 邱耀弘 博士

前言

主编在阅读众多文章后，觉得苏明德 荣誉教授（嘉义大学应用化学系）的文章最浅显易懂，依此编写本文并经过修改内容。原始文章发表于台湾科学发展杂志第 426 期，2008 年 6 月。

起源

曾被赋予「未来的金属」、「生物亲和的金属」、「陆海空的三用金属」、「宇宙航行的金属」等称号，但你可能还不了解钛到底是何方神圣。如果有人问：「造飞机是用什么制造的？」你一定会立即回答：「铝合金。」不错，铝合金在飞机制造历史上确实立下了大功，直到现在还是许多飞行器的主要材料。不过，随着飞机飞行速度的加快，由于摩擦生热使飞机表面温度不断升高，这时不耐温度的铝合金就吃不消了，而用耐热的不锈钢又使得整体设计加重，这可怎么办？别急，钛和钛合金可以解决这个问题。

钛是化学周期表的第 22 号元素（第四周期过渡金属元素，人类最常使用的金属材料都在此附近），符号是 Ti。也许大家对钛比较生疏，但是在地壳中的蕴藏量居周期表中的第 10 位，在金属中次于铝、铁、钙、钠、钾和镁，它的主要矿物有钛铁矿 (FeTiO_3)、金红石 (TiO_2) 和组成复杂的钒钛铁矿，著名的产区是在苏联和大陆热河省滦平县也有丰富的蕴藏量，河北省冀东一带也有矿苗的发现，世界上已探明的钛储藏量约有一半分布在中国大陆。

如果没有钛元素，就算有制造 3 倍音速飞机的技术也没有用。首先，介绍一下钛如何被发现的。其实发现者相当不寻常，因为发现钛的是一位神职人员——英国业余矿物学家 葛瑞格 牧师，地点位于英国科沃尔郡 (Cornwall) 的一个偏远村庄。葛瑞格 牧师分析他在孟纳坎 (Menaccan) 教区附近发现的一粒黑色沙粒，他之所以觉得这粒沙子很奇怪是因为它会被磁铁吸住，他尽其所能去分析并推测出它是由两种金属氧化物组



图 1：（左）第一位发现氧化钛的格瑞葛 牧师 (R.W. Gregor, 1761 – 1817)；（中）确认钛元素的德国化学家 克拉普洛斯 (Klaproth, Martin Heinrich, 1743-1817)；（右）首位提炼纯金属钛的亨特 (Matthew A. Hunter)

成的，其中之一是氧化铁所以有磁性，但他无法知道另一种是什么。他的科学素养只能让他了解到这可能是某种尚未被人发现的金属氧化物，他把这项发现呈报给英国皇家地质学会，另外写了一篇文章发表在 1791 年的德国科学杂志 *Chemische Annalen* 上。经过 4 年后，由德国化学家克拉普洛斯确认了是钛元素，并以希腊神话中「泰坦 (Titans)」命名，这是希腊神话中曾经统治世界的巨人族中的一位成员名字命名为钛 (Titanium)。发现者和确认者如图 1 的手绘肖像。然而前面两位都没能将氧化钛提纯成为纯金属钛，直到 1910 年美国化学家亨特才成功的利用置换法提炼出高纯的钛金属。

提炼工艺与难点

在自然界中，钛无法以纯物质出现，而是以稳定的氧化物出现，而且钛的金属态能和氧、氮氢、碳等直接激烈地化合反应，以致纯钛很难从氧化矿石中提炼出来。从发现钛元素到制出钛纯金属，历时一百多年的时间，而真正被利用到工业展现其真面目，已经是 1950 年代以后的事了。近代因为提炼方法的改善，产量大幅度地增加，也因而更显露出钛的原有性质之优异性。理论上制造纯钛的方法极为简单，先从不纯的

氧化物里分开铁，用氯处理得到一种挥发性的液体—四氯化钛 ($TiCl_4$) 在密闭的钢制反应室里和镁或钠混合，因为镁或钠的化学活泼性比较大，便可以把钛还原成金属状态。从反应过程中得到的纯钛，是一种海绵状的金属，以真空熔融后可以铸造成锭。虽是如此，实际上在提炼中有很大的困难度。在加热时很难控制好钛，因为在高温下钛的活性特别大，会吸收空气中的氧和氮以及其他物质中的碳，只要有 1% 的这些气体，就完全毁坏了其锻造的延展性，使钛和浮石一样脆弱。因此在制造过程中的每一个阶段，必须和空气隔离，或者是填以钝气（像氩或氦气），或者在真空中进行。此外，在使用镁还原四氯化钛时，也另有困难，温度如果不能调节在 $1600^{\circ}C$ ，钛有可能溶解反应室的铁金属。

可是提炼温度的调控是一件困难的事，因为这个反应会释放巨量的热，而钛本身是热的不良导体，除非是用减小反应室大小，热才能来得及消散。这大概是每次产量限制在每批 125 公斤和钛金属昂贵的主要原因，除非采别种不同的方法。用精制过的海绵状钛铸造锭块，困难度就更高了，因为钛在电炉里熔融的时候，虽然可以用填充惰性气体或真空的方法，不会使



图 2：（左）航空用涡轮引擎和其外罩；（中）以 SLS-PBF（选择性激光烧结 - 粉体床融合技术）的 3D 打印人工图骨盖修补受损的骨骼；（右）利用断层扫描建立颞骨的模型并加以 3D 打印的钛合金人工骨骼（图片分别参考自波音公司、www.slate.com）

钛吸收大气中的氧和氮，但是无法避免钛会溶解坩埚的内部材质，例如氧化铝与氧化镁材质，纯钛会夺走氧化物所含的氧，导致坩埚结构溃败，造成其他元素污染了熔炼中的钛金属。另外，最近的研究指出：如果不太在乎有少量的碳在钛里面，精致高纯度的石墨坩埚勉强可以采用。但这样会损伤钛的延展性，提炼过程的杂质受到严格的限制。一旦钛被铸造成锭，往后就不需要保护在真空中了，用锻造、热辗、冷制、抽丝、制管等制程都没有太大的困难。

钛与钛合金应用

虽然在 1300°C 以上时仍须用钢料包裹，以隔绝和氮、氧的直接接触，然而在常温下，钛是可以和其他金属一样地进行各种加工处理的。钛的机械性质远优于不锈钢，但是可以用同样的加工装置进行加工作业，在长时间加热以后，钛的表面会形成一层黑色极硬的壳，必须用碳化物的刀具才能磨掉它。不过在钻削、切断方面，钛并不比不锈钢难搞。虽然如此，钛在过去还是不能完全取代铁、铝的地位，原因是目前其生产成本仍比铁或铝高。此外，在铸造、提纯、机加工等方面，也有很多待克服的困难。在制备钛合金时，

主要困难是在加热到熔点以前要避免吸收大量的氧和氮，这严重会影响了合金的塑性和延展性。其次是熔融的钛能和任何一种已知的坩埚用耐火材料起化学反应，因此需要用特殊方法制备钛合金和制品，现在主要是用粉末冶金法，包含粉末压制法、金属粉末注射成形法和增材制造法来制做制品。

航天和航空飞行器与船舰

虽然钛与钛合金制品很难制造，但花费巨资提炼仍是很值得的。机器和仪器的设计师随着飞机飞行速度的加快导致摩擦生热使飞机表面温度不断升高，他们老早就盼望着有一种金属或合金，具备一些重要的性能，如比重低、强度高、耐热性高和抗腐蚀性强。

钛的机械强度和钢相近，密度比钢小（钛的密度是 4.54 g/cm^3 ，铁的密度是 7.9 g/cm^3 ），可和多种金属形成合金。钛的抗拉强度不亚于不锈钢和优质航空铝合金，钛也能焊接、锻造和热处理；纯钛的机械强度是 80 kg/cm^2 ，用冷处理或制成合金的方法很容易提高到 110 kg/cm^2 ，是种新兴的结构材料。钛又具有一项重要特性，就是加热到 537°C ，仍能保持强度，而钛合金更是可加热到 650°C ，并维持强度。



图 3：（左）最早钛金属应用在手表；（中）钛合金的自行车；（右）钛和钛合金的高尔夫球杆的打击片

镁和铝合金的强度当温度到达 315° C 左右就已经急速下降，而钛却能承受这种高温且不降低本身机械强度。因此，在航空工业中被大量使用来制造喷气引擎，以及飞机、火箭等的机体和零件，是航空器轻量化与安全的关键材料。1960 年代，美国建造一架造 SR - 71「黑鸟」号超音速喷气式侦察机，飞行速率 3500km/hr 是音速的 3 倍，这种飞机机身的主要零件就是用钛合金制造的。现在，钛已在飞机制造业中站稳脚跟，民航客机的主要零件，从引擎、机翼、方向舵，甚至螺钉、螺帽和紧固件，到处都可以看到钛的影子。据统计，美国每年生产的钛有 75% 用于制造飞机的机体构件和引擎零件，如图 2 所示。

此外，钛合金还是宇宙航空工程的必备材料，军事用的飞弹、火箭的外壳，太空船的船舱、骨架和其他高压容器，都要用钛与钛合金来制造。用钛制造的液氧筒和液氢的燃料箱，能禁得起超低温和高温的反复考验，其他金属材料则会发脆。太空航行在宇宙空间建设太空站、组装设备时，钛还被选做主要的结构材料，因为钛在无氧环境下变得很容易焊接和切割。正因为钛与钛合金是制造飞机、火箭、太空船等绝佳材料，所以钛被誉为「宇宙旅行用的金属」是当之无愧的。

钛是属于还原性很强的金属，但因为其表面容易生成致密、钝性的氧化物薄膜，使钛具有优良的抗腐蚀性，特别是对海水的抗腐蚀力很强。用钛制造的轮船表面不用涂漆，在海水中浸泡也不会生锈，因此钛可以说具有极强的抗腐蚀性。化学家曾做过一对比试验，把生铁、不锈钢和钛材料分别制成泵浦，故意注入腐蚀液并静置 3 天后，生铁就被锈蚀掉了；不锈钢则维持了 10 天；钛则于半年后仍一切正常。因此在常温下，钛除了不易被稀酸、碱液腐蚀外，对潮湿的氯气和海水的耐腐蚀能力也很强，对海水的耐腐蚀能力可与大名鼎鼎的（白金）相媲美。正因把钛与钛合金在海水中泡上几年仍能保持光亮，所以这是制造军舰、轮船的理想材料。用钛制造的潜艇、水翼船和快艇，不仅重量轻、航速快、载重大、使用寿命长，由于钛与钛合金不是磁性物质，用钛制造的军舰、潜水艇，不会被磁性水雷发现和跟踪。此外，还能抗深水压力，例如钛潜艇能在深达 4500 公尺的水下航行，这是一般钢铁制舰艇不能到达的深度。虽然钛在常温下不活泼，但在高温时，能直接和许多非金属或金属生成间隙式化合物或合金。例如把钛加入钢水中用来脱氧、除氮和去硫，以改善钢的性能，可使含钛钢坚韧而有弹性。钛还造成一个历史上的悲剧故事，铁达尼号 (Titanic) 正是当时对钛的崇拜和迷失，加入钛元素的



图 4：钛与钛合金对人体的亲和度高，被用来制作餐具和食具（图片来源：Keith Titanium）

钢在当时没有最好的热处理方式，因此最后导致撞击冰山船壳脆裂而沉没于冰冷大海。

医疗上的人工植入物

1950 年代，外科医师注意到钛为修补断裂骨骼的最佳材料，钛与钛合金的化学特性和生物相容性对医学上的植入物结构算是第二个展现其强大性的应用，如图 2 所示，近代以金属增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 的数种 3D 打印技术制造人工骨骼，在抢救意外受损、老化的骨骼结构之补强，是钛与钛合金对人类的另一大贡献，甚至以钛金属粉末注射成形的人工牙根倚仗其高韧性而能使患者在植入后，恢复原来生活习惯，是极好的体验。钛是仅次于锰和铝的化学活泼性，尤其在高温下变得非常活泼，但在室温时却显现出极大的钝性，主要是外表有一层肉眼无法分辨的透明氧化物薄膜包覆，使其成为钝性就像铝和镁在常温时也一样，隔离与其他物质继续化学反应。钛也不易被任意浓度的硝酸、硫酸、各种弱碱性溶液所腐蚀，但能溶解在盐酸、浓硫酸、王水和氢氟酸中，人体的体液刚好是弱酸液体，氧化的钛不但能抵抗这弱酸状态，血液中的骨骼细胞也很容易附着在氧化的钛金属表面生成新结构，低比重、高强度及生物相容性使钛与钛合金在医学地位无法撼动。

由于钛与钛合金不会被体液侵蚀，也没有毒性能够和骨骼结合在一起，不会被身体排斥。髌骨和膝盖的代用品、心律调整器、金属骨板，以及供头盖骨破裂伤患使用的金属头盖骨，都是用钛金属制的「盖」不会被体液侵蚀、也没有毒性能够和骨骼结合在一起不会被身体排斥。正因为钛与钛合金在医学上有着独特的用途，可以用来代替损坏的骨骼，这种替代的骨骼犹如真的骨骼（密度接近、更高耐用）一样，因此钛也被称为「生物亲合的金属」，加上近代计算机科学的进步以金属增材制造的 3D 拓扑结构 (Topology structure) 设计，在有限度的随着人体生长而变形适应在体内可长达 20 年，避免早期植入必须定期更换的多次开刀造成的痛苦。英国王储查理王子因手肘断裂，由英国诺丁罕大学附设医院的外科医师用钛金属板替他修补断裂的肘骨；著名的机车赛车手巴里辛恩 (Bary Shee) 在一次严重的赛车车祸中折断好几根骨头，据说就是用钛金属制成的架子把断裂的骨头固定住并重建。钛植入的成功要素是必须使用高纯度的钛金属，并且要绝对干净。为了达到这个目的，必须使用电浆弧 (Plasma arc) 清除钛金属的表层原子，让新的金属层暴露出来后立刻氧化，身体组织会和这个氧化层紧密地结合在一起。



图 5：钛制作的真空镀膜用靶材（图片来源：龙特新材料）

民生用途

正因为钛与钛能够耐硝酸和氯气，化学工程师就用钛与钛合金来建构深海钻油平台，机构工程师也以钛合金制造的脚踏车身与高尔夫球打击片，集重量轻、强度大于一身的的应用，更吸引了电子产品机构工程师把钛与钛合金用在 3C 产品上，增加了产品的附加价值。台湾是全球自行车王国，轻量化的车体架构自然少不了钛与钛合金，可以减轻骑手体力消耗，高强度的结构保证车体、车轮的相对位置正常，在加速过程避免车体变形造成的阻力。

然而，如何以快速加工的技术完成电子商品短期间开发、迅速大量生产的节奏？自 2010 年走红的金属粉末注射成形 + 数值切削这个模式似乎也能套用到钛与钛合金的生产上，众人皆知塑胶注射的成品制造速度令人吃惊，金属注射成形也是藉由这个优势快速制造出成千上万的金属生坯，但是钛与钛合金的活泼性使得脱脂、烧结、后处理的无氧环境控制成为这个制程上的困难点，幸而在大陆粉末制造商与设备供应商的努力下，逐渐取得标准化的材料和设备，产品制造商能安全无虞的使用原料与设备产出质量良好的钛与钛合金制品。图 3 为钛与钛合金于民生之应用。



图 6：阳极发色多彩的钛合金骨钉产品（图片来源：台湾镜钛科技）

非金属钛的应用

钛工业是从 1930 年代开始的，当时的油漆制造业者想找出可以取代白铅的原料，于是找上二氧化钛 (TiO_2)。二氧化钛的英文名称是 Titania，恰好是莎士比亚名剧中仙女女王的名字。这种化学品现在已经一种年产量 300 万吨的大产业，二氧化钛（俗称钛白）是世界上最稳定的白色物质，1 公克钛白就可以把 450 平方公分的面积涂得雪白，它的遮盖性大于锌白，耐久性高于铅白，是一种宝贵的白色常用颜料，如今已是世界上重要的颜料原料之一。钛白不仅雪白，而且沾附性很强，不易起化学变化。特别可贵的是，钛白无毒、不会褪色、有非常高的折光指数。

结语

时代考验人类，人类创造时代，材料科技是重要的支撑角色，大多数的人对于钢铁材料熟悉，但是沉重的重量使得人们寄望找到一个轻量的高强度金属，许多的电影大作都以钛和钛合金作为各类神秘角色使用的器具、盔甲、机器外壳等，满足人们的各种幻想。随着时代的进步，我们都能够越来越了解钛与钛合金的特性，希望在有限的资源和无限的想象结合下，以材料科学为基础开创更多美好的材料，造福人类社稷，这是主编辑和本期刊的共同祝愿。■



钛与钛合金用的烧结承烧治具

■福建省智胜矿业有限公司 / 叶进聪 副总工程师

人物介绍

叶进聪 副总工程师

现任福建省智胜矿业有限公司副总工程师。专业从事特种陶瓷粉体生产和研发 15 年，积累丰富现场经验。主持过多项省科技专项和科技重大项目，对特种陶瓷跨行业应用有较深入的了解。

李桂香 经理

现任福建省智胜矿业有限公司窑具事业部经理。专业从事耐高温烧结承烧窑具的销售和售后服务，人品信用好，有多年服务经验，深得客户信赖。

专业精密陶瓷制造者

福建省智胜矿业有限公司是一家专门制造精密陶瓷 (Fine and Advance Ceramic) 的公司，由制造陶瓷粉末开始便掌握自主技术，制作的产品包含工业用耐酸碱陶瓷阀门与配件、耐高温的半导体制程用治具、耐高温烧结承烧治具、陶瓷刀具等，如图 1 所示。智胜

矿业一直以来都未在大中华地区推广，主编辑好不容易从企业访谈资料找到专业公司，他们在欧洲、美洲、日本等区域是以 JOHNCERA GROUP 品牌及网页而闻名于世，在全球的沃尔玛 (WAL-MART) 及日本买到的氧化锆陶瓷刀绝大部分是出自智胜集团的产品。

众里寻他千百度

出自南宋 辛弃疾的《青玉案·元夕》中的这段词，相信大家朗朗上口。不过在智胜团队中，我们对千百度的定义是指温度，对于高温在千百度之上的烧结过程，必须使用质量高的氧化物陶瓷才能通过耐受高温、长期使用的考验，不变形且不释放陶瓷材料自身元素污染炉体和烧结的产品。

智胜团队的氧化物承烧板产品的烧结控制，都是在最佳熟成烧结温度并保持最高温度，关键便是承烧板的原料来自自制的陶瓷前驱物原料，精准控制高纯度的氧化物成分，在化学替代得到氢氧化物颗粒极微细



图 1：（左上）化学工业用的陶瓷阀门总成；（中上）大型氧化铝陶瓷球阀；（右上）氧化锆陶瓷工业零件；（左下）超高温烧结的高密度氧化铝与氧化锆承烧板；（中下）高密度氧化铝匣钵；（右下）色彩丰富的氧化锆陶瓷刀（图片来自 JOHNCERA 自家产品照片）

小，最后赋予 1200° C 煅烧除氢，再经过严格的球磨细化至奈米级颗粒，以保证烧结熟成时氧化物的熟成晶粒小于 1 μ m，优点便是承烧板材不容易在高温使用时产生变形。

十数年来凭借智胜团队的努力，已经通过日本客户最严苛的要求，集团自己拥有从氯化物原料开始制作含干压、浆注、流延和陶瓷注射成形用的前驱物粉末 (Precursor powder)，因此可精确控制起始粉末的晶粒和粉体尺寸、添加物奈米级混合、以粉团造粒等参数，做出最高级的氧化铝和氧化锆陶瓷产品。尤其是以大流量化学工厂的酸碱液体传送，智胜团队提供的大型氧化铝阀零件是全球公认的高质量产品。

对付钛与钛合金以及沾粘性高金属

尤其对于钛与钛合金和高碳高合金易沾粘在传统陶瓷板的上面，因为钛和钛合金的夺氧性很高、而高碳和

高合金容易发生液相的挤出，对于一般使用的传统氧化铝陶瓷板（95~99% 高纯度），这些含有非常少量的孔隙却是最令人担心的，因为钛和钛合金在烧结过程中会产生夺氧的特性、而高碳高合金则会发生液相的沾粘，这些现象都会因为承烧板的孔隙而加剧。因此，我们建议客户采用高密度与超高温烧结的氧化铝高纯度板，以及微米正方晶体氧化锆（外又称为微晶锆），这些超高密的陶瓷板便能够阻止以上缺陷。同时，因为密度高使得表面不参与金属还原反应，相对的变形度也变小，平整度大幅提高。

在图 2 所示的几个图形是我们根据多年的经验分享大家，根据日本在烧结钛的经验上来说，虽然氧化铝可以承受更高的烧结温度（氧化铝 >1650° C 下烧成；3Y 氧化锆 ~1450° C 下烧成），但是钛对氧化铝的夺氧能力比钛对氧化锆的夺氧能力高，经过实际的验证表现出氧化锆承烧板与治具才是较好的结果，但是也要注

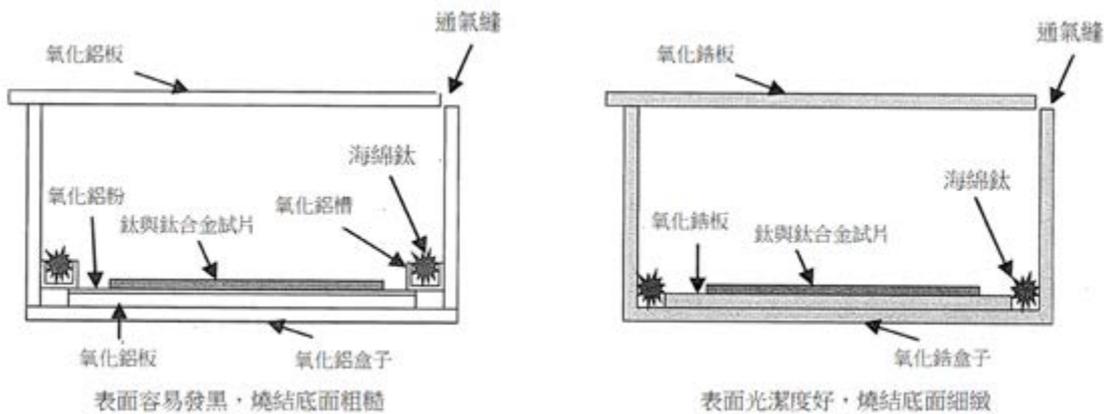


图 2：（左）氧化铝的烧结承烧治具摆设法；（右）氧化锆的烧结承烧治具摆设法

意到有海绵钛块（2~3cm 的大块海绵钛）的协助，利用表面积带的海绵钛块的多孔性和结构松散性，可以抢夺系统中多余的气体以减少钛与钛合金烧结过程的气氛污染。这分享给各位读者。

在智胜集团送交的合作厂商多次反复实验的结果，包括 1mm 和 3mm 的氧化铝和氧化锆平板经过石墨炉的数十次烧结，均表明了上述的结果，但是必须提醒亲爱的客户，智胜集团的陶瓷板价格是半导体厂的规格，希望您在使用这些高质量的陶瓷板过程一定要注意到维护和清洁的重要性，员工们必须爱惜性脆的陶瓷板，避免碰撞与急速冷却（过高温打开腔体使冷空气进导致的爆破），精细和昂贵的陶瓷承烧板是经不起粗暴的操作。

诚挚欢迎

福建省智胜矿业有限公司有幸与许多全球产业领导者建立联系，当然有希望与台湾同胞和客户共同成长，并成为您们值得信赖的长期合作伙伴，我们为您提供最先进的陶瓷产品。由于智胜集团对先进的陶瓷、化学和矿物有着极大的兴趣和全面的了解，这些高端制程使用的辅具产品开发有着独立的想法，并注册了许多相关专利。台湾与福建省的地缘最接近，智胜集团

诚挚邀请台湾客户一起来体会福建文化以及智胜的科技盛宴——精密陶瓷产品和应用。如您的企业是在台湾，想要了解更多有关我们的产品讯息，除了透过网站外还可连系 ACMT 和耀德技术咨询有限公司，邱博士和 ACMT 都能与您作更深入的讨论。■

本篇文章由叶进聪 副总工程师与本期主编 邱耀弘 博士进行整理与汇总



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 / 楊于德先生 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-A11



Moldex3D

科盛科技成立的宗旨在于开发应用于塑胶注塑成型产业的模流分析软体系统，以协助塑胶业界快速开发产品，降低产品与模具开发成本。公司英文名称为 CoreTechSystem，意味本公司以电脑辅助工程分析 (CAE) 技术为核心技术 (Core-Technology)，发展相关的技术与产品。致力于模流分析 CAE 系统的研发与销售超过二十年以上，所累积之技术与 know-how、实战应用的经验以及客户群，奠定了相当高的竞争优势与门槛。随着硬体性价比的持续提高以及产业对于智能设计的需求提升，以电脑模拟驱动设计创新的世界趋势发展，相信未来前景可期。



抬头显示器反光板之蒸镀治具模具及成型效率最佳化

■科盛科技

前言

抬头显示器是车载市场中热门的产品。显示器的反光板较其他光学镜片体型来的庞大和沉重，成型难度高，在最后一道制程蒸镀时，治具在此就显得相对重要。如何确保治具能发挥最大功能保护制品，减少蒸镀时的不良率将是本案例的目标。

日芯科技团队在模具设计前期即透过 Moldex3D 协助检视及改善问题，确保治具的平整度，将变形量能降到最低，提升成型效率，降低模具成本及未来量产时的潜在风险。

面临的挑战与应对

本次案例面临的主要挑战分别为「产品平整度」，以及「降低开发成本」。对于上述提到的挑战，日芯团队藉由 Moldex3D 的模拟辅助，快速地了解并评估模具设计对产品平坦度的影响。日芯团队应用 Moldex3D 分析多组主、副流道设计、灌点位置及水路设计方案，从中获得最佳设计组合。此外，日芯工程师也使用 Moldex3D 量测结点曲线精灵评估产品变形量，确保产品平整度。同时，Moldex3D 模拟也能考量材料对变形量的影响，优化产品成型。带来的效益如下：

- 改善产品平整度近 85%；

- 减少昂贵的修模及设计变更成本；
- 减少产品开发设计时间。

案例研究

本案例之治具产品分为本体及上盖 (图 1) 两个组件，二者体积差异极大，且必须共模成型。决定治具设计后，日芯团队首先预测可行的模具结构，包含两版模及三版模的模型。分析包括各种流道及浇口设计 (图 2)，并以量测节点来测量平坦度及收缩距离 (图 3)。此分析目的是希望得到高效率的充填，以及可缩短周期、缩小产品变形的流动路径方案。

根据平坦度及收缩距离结果，以及考量上盖和下盖必须共模成型，因此浇口设计上必须保留足够的空间给上盖。最后选择的流道设计如图 4 所示。接下来日芯团队希望决定适合的冷却水路设计。在进行多组不同的水路设计模拟后 (图 5)，日芯发现水路对于产品平坦度及收缩距离的影响并不大。因此在考量模具结构的情形下，决定选择 Run 16 作为最终的水路设计。

最后一个阶段，则是要找出最合适的副流道方案，以使产品之上下盖可共模成型。由于二者体积差异很大又必须互相嵌合，因此必须决定适当的浇口尺寸。治具的嵌合是利用分别位于上下盖的三个轴和孔，如要

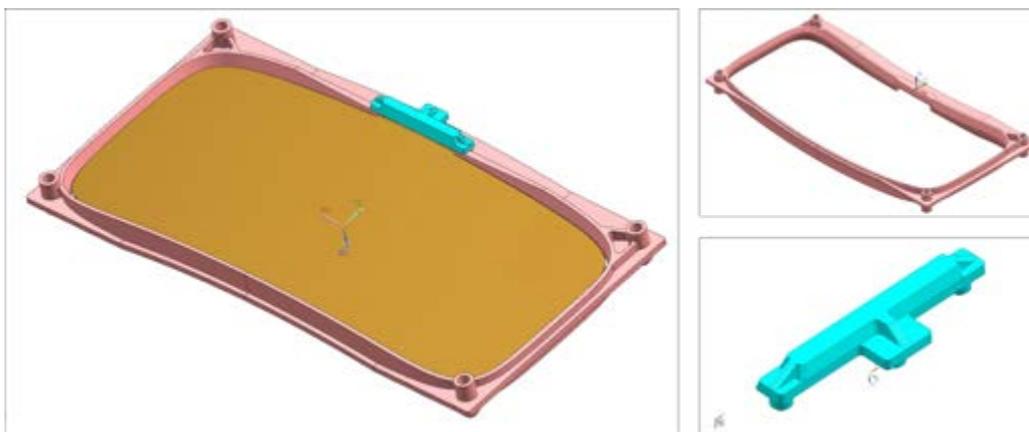


图 1：本案例治具产品包括本体（右上）与上盖（右下）两个组件

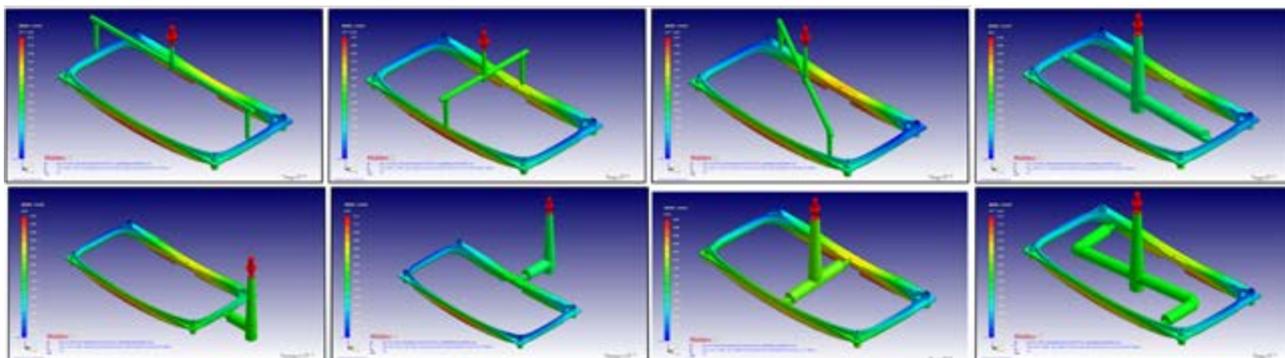


图 2：不同的流道与浇口设计

达到其应有的功能性，相对的孔距离不能相差太多，故在两个组件上都分别植入量测节点（图 6）。

日芯团队决定选择 Run 29 作为上盖的流道方案（图 7）。此方案流道相对较细，模仁预留空间较多，试模后仍有机会依实际情形调整流道。最后是进行实际试模。经比较试模与 Moldex3D 分析结果，发现二者相当吻合，证明模拟的高度准确性（图 8）。

结果

藉由 Moldex3D 的分析功能，日芯团队得以快速且重点性的取得所需资讯及数据，并藉由交叉比对以获得更符合产品功能需求的方案，减少模具设计的失误、

产线的负担，从而降低成本、提升产能。最重要的是，还能藉此验证以往模具设计的经验法则是否真的可行。■

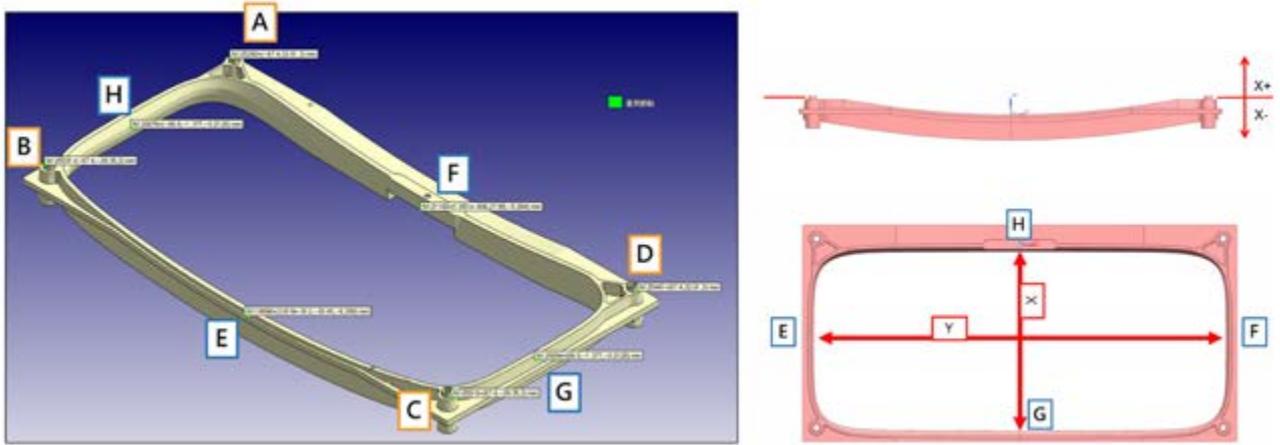


图 3：以量测节点来测量平坦度（右上）及收缩距离（右下）

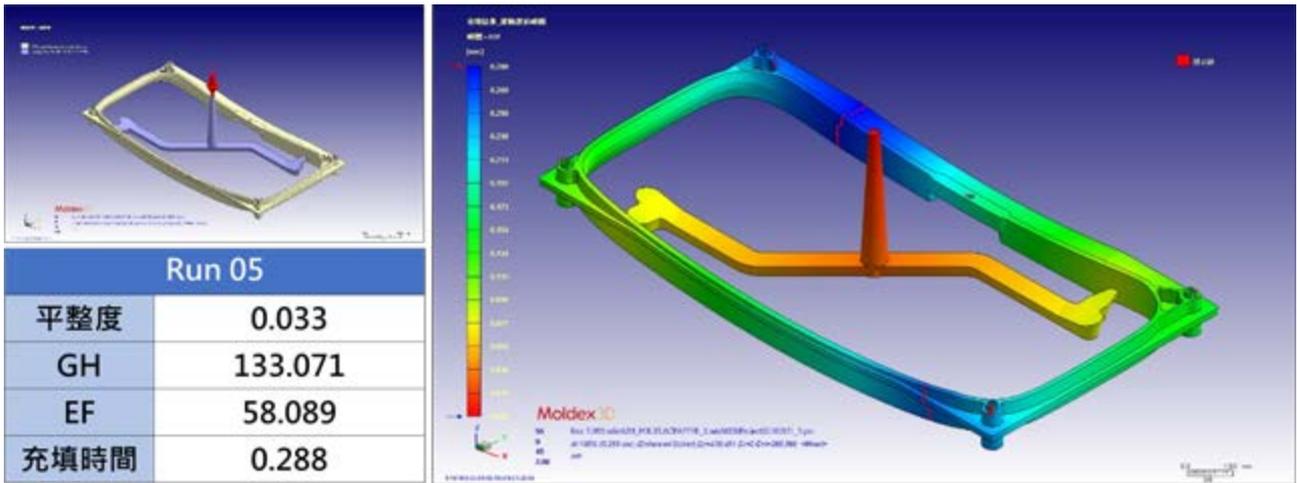


图 4：最终决定的流道设计

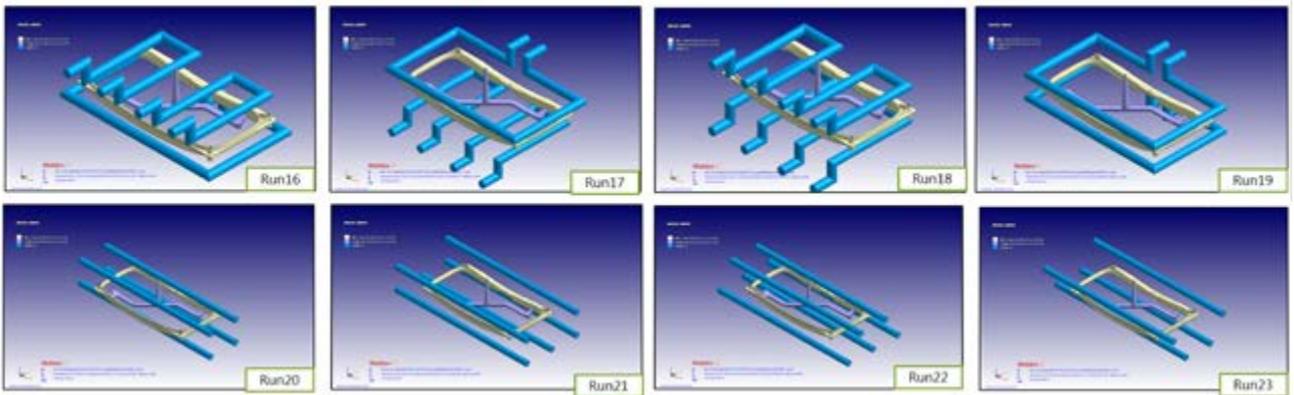


图 5：不同的冷却水路设计

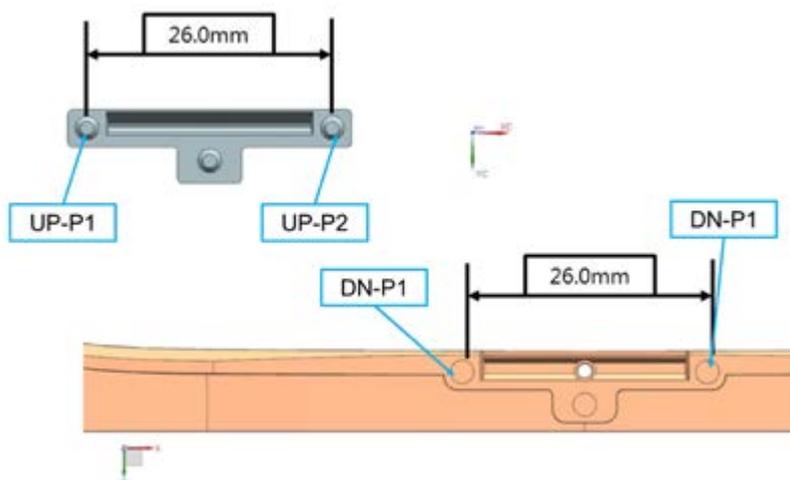


图 6：量测节点位置

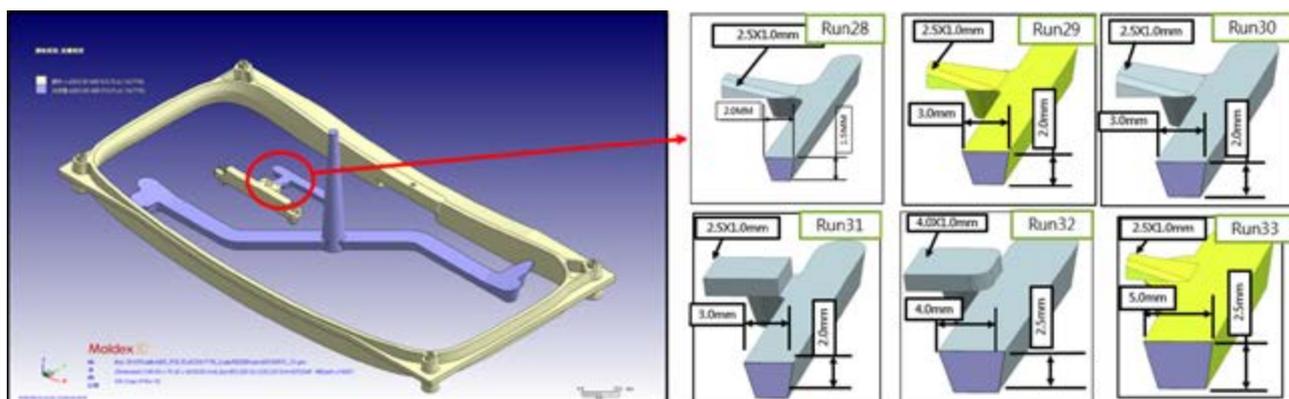


图 7：上盖的流道设计

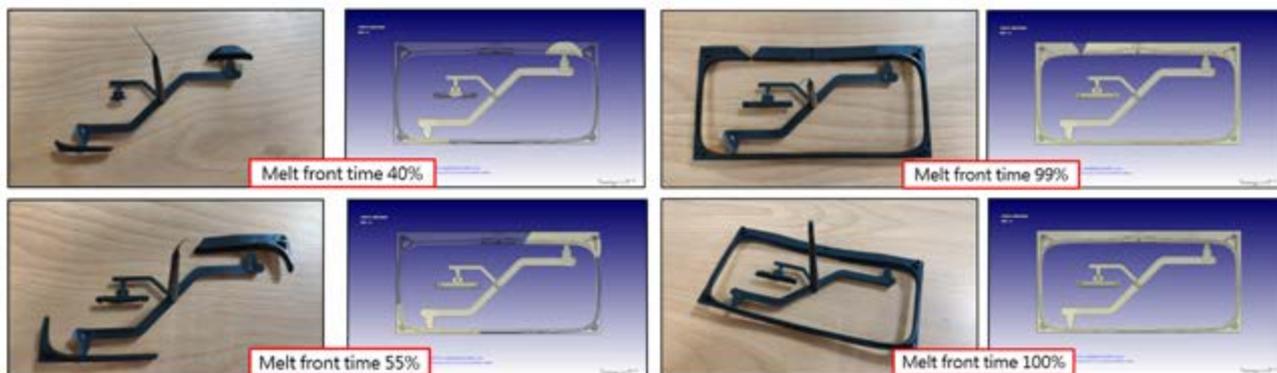


图 8：实际短射结果与 Moldex3D 模拟结果比较



威猛巴顿菲尔机械设备

威猛集团是全球塑料行业中，注塑机、机械手以及周边设备制造商的领导者，总部位于奥地利维也纳，由威猛巴顿菲尔和威猛两大主体组成。威猛集团在全球 7 个国家拥有 9 个制造基地，在全世界 34 个国家和地区有直属分公司。作为先进的注塑机制造商和工艺技术专家，威猛巴顿菲尔一直致力于市场地位的进一步扩展。作为模块化设计的综合的、现代化的注塑技术提供商，威猛公司可满足现在和将来的注塑行业市场的需求。威猛的产品包含机械手及其自动化系统、物料处理系统、水流量调节器、除湿干燥机、微型干燥机、称重式和体积式混料机、机边粉碎机、模温机、冰水机和模具除露机等。正因拥有如此广泛的注塑周边设备，威猛可提供注塑工业中，从独立的工作单元到集成的整厂系统中，所有的塑料生产的解决方案。威猛集团旗下不同部门之间的整合，实现了各生产线的完全互联，满足了客户对自动化设备和周边设备之间无缝连接的日益增大的需求。

威猛气冷系统助吹塑成型

■威猛集团

前言

威猛应用于吹塑成型领域的创新性内部气冷系统 (IACS)，缩短冷却周期，减少成品的应力，降低塑胶的结晶率。

在塑胶行业中所有的吹塑成型方法中，最严格的步骤之一就是塑胶零件的冷却。为冷却这一步骤选择合适的技术可以获得最佳的生产周期和原料节约。

普通塑胶零件冷却法

在吹塑成型应用中，零件通常是使用注射的压缩空气，从内部将热塑胶挤压贴紧模具表面进行成型，接着仅通过水冷的方式沿着模具面进行冷却。由于零件内外面的温差大，这不仅会造成材料应力，也会造成更低效率的热量转移，这是因为热量转移只通过成型零件的外表面进行。

威猛内部气冷系统 (IACS) 塑胶零件冷却法

威猛内部气冷系统 (IACS) 可带来的完全不同之处在于「使用冷压缩空气对零件内表面冷却通常可提高至少 15% 的产能」，凭此可在大多数情况下获得更显著的效益提升；此外，更低材料应力可节省更多的材料，在减少达到成型零件 10% 重量的同时，也通过和之前一样的渗透、滴落、和应力测试。经验表明，这样的内部气冷系统的摊销期远小于一年。

威猛应用于吹塑成型的内部气冷系统 (IACS) 的工作原理

所有的内部气冷系统都是从压缩空气冷却机开始。在这样的情况下，这就意味着需使用威猛吹塑成型增压机 (BMB)，用于制造约 5°C 的压缩空气；或是吹气冷却机 (BAC)，用于将压缩空气冷却至约 -35°C。通过专门开发的吹气阀块 (BVBS) 的控制器可控制各种工艺，压缩空气气流通过镶针进入零件内部并随后通过可控的排气装置排出零件内的压缩空气。每一种单独零件在吹塑成型过程中使用这种冷却方式都需要开发自己独特的镶针，这是因为每一种产品的内部建立气流的精确分配是不同的，气流分配、供应与排气的平衡是非常重要的。

产能提高可达 50% 或者更多

吹塑成型增压机 (BMB)

BMB 是出于某些特性的考虑专门开发的——现在是作为一款特色产品。该设备具有结构紧凑、经济、免维护及操作简便（使用高质量压缩空气）的特点。释放空气温度总是高于冰点，因此不需要一套复杂的干燥压缩空气的系统，也避免该系统中使用油的问题。唯一需要的就是 6-15bar 的压缩空气和充足的不超过 15°C 的冷却过滤水的供应。吹塑成型增压机有三种规格可供选择，压缩空气量 160—600Nm³/h，通常可



图 1：威猛应用于吹塑成型领域的创新性内部气冷系统 (IACS)。左为吹塑成型增压机 (BMB)；右侧为吹气冷却机 (BAC)

以获得 10%-35% 的产能提升。在大多数场合，这些紧凑型设计的设备可以直接安装在吹塑机上，这样保证输送管路短，生产现场整洁。

吹气冷却机 (BAC)

BAC 的设计要复杂的多。吹气冷却机也是需要适当的高质量压缩空气，压力在 7-15bar 之间，含油量不超过 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，7bar 时露点值为 5°C （或更低）。这里使用的分子筛也需要经常的维护。这样的投资换来产量 15% 甚至超 50% 的提升。在某些情况下，吹气和排气时间甚至可以缩短至原来的 $1/3$ 。通过使用吹气冷却机，压缩空气流过内部的分子筛式干燥机 (PAD)，并简单地通过干燥压缩空气再生。出风露点可达 -40°C ，避免系统内结冰。控制工艺的吹气阀块就是应用在如此低温环境下设计的。和吹塑成型增压机一样，吹气冷却机也需要一组冷却水，最高水温 15°C ，压力 3-8bar。威猛吹气冷却机配备一个集成的 FIT 控制器，是用于过程可视化和访问所有相关设备数据的显示屏。操作人员也可以保存数据，或使用专门的控制功能传输到其他生产设备。

结语

威猛集团专家可提供所有的内部气冷系统的全范围的

咨询服务。首先需要有一个客户系统需求的综合审查，随后每一个客户会收到一份免费定制化的报价单，包含预计产能提升的评估。■



三帝瑪有限公司

三帝瑪 (3DMart) 致力引进世界各地的3D打印机,包含常见的热熔堆叠 (FFF/FDM)、光固化打印 (SLA/DLP/LCD)、粉末打印 (SLS/MJF) 技术,不只是3D打印,同时拓展3D扫描、真空成型、激光雕刻(切割)、CNC铣床、金属3D打印等,技术整合应用相当多元;更从设备使用教学、技术指南,到效果实测,分享各产业源源不绝的应用实例,希望能让台湾用户,快速掌握全球的科技新知!

不只 3D 打印机,智能制造更多元!

■三帝瑪有限公司 行销团队

前言

在上期杂志中,我们曾分享全球智能系统「研华科技 Advantech」透过 3D 打印在生产线的改革,每年能省下 1500 天、250 万台币的外包成本,提高测试、生产、包装三大产线的工作效率。这次更将分享从电子制造业、食品加工、电玩产业如何利用新型设备快速制作、实际测试的开发历程!

设备开发: 3D 扫描转实体

GiT 湛擎科技专精于电化学测量系统,客制电池量测、光学显微影像、电化学反应及压力装置……等设备;为快速实现不同测试需求,近年来使用 3D 扫描技术来建立模型,透过 3D 打印实体提高测试与研发效率。

GiT 湛擎科技实际使用 3D 扫描各式电化学样品,快速扫描物件每个角度,3D 扫描软件在过程中能即时预览、显示扫描效果;该过程更受到【美的 in 台湾】电视节目采访,推广台湾新制造。

「使用 3D 打印机结合生产线,产品设计师无须专精计算机辅助制造 CAM,可直接运用 3D 打印软件分析模型,完成提案制作。对于少量、客制化需求度高的产品开发,大幅降低人力、物力开发成本。」GiT 湛擎科技产品设计经理 陈泓明表示。

食品应用: 仿真点心百变造型

知名法国甜点大师·艾莫里 (Amaury Guichon), 擅长设计极为写实的造型甜点,结合真空成型技术,让他拥有百变造型的客制化模具,得以实现源源不绝的创意。

首先将模型玩具或理想的造型物放入 FormBox 真空成型机,加热塑型后就能获得型态完全相同的模具;由于材料片通过 FDA 食品安全认证,可依照喜好注入巧克力、奶油等原料,脱模后就能一一拼装完成仿真甜点!

除了能使用真空成型机以外,食品打印机的应用也逐渐扩大;例如: Mycusini 巧克力 3D 打印机,可以直接输出立体的巧克力打印、Foodini Natural 食品打印机则能调配自制的半固态原料、如面团、粉浆……等客制化 3D 打印食物。

电玩体验: 虚拟到实体,电玩赛道三天诞生

2020 年是玛利欧兄弟成立 35 周年纪念,来自西班牙的工程师为了向玛利欧致敬,使用 3D 打印技术打造大型玛利欧赛车场——彩虹冲刺赛道 (Mario Rainbow Road)。



图 1：左为研华科技最新研发的互动式曲面萤幕；右为「研华科技」使用 3D 打印治具在产线实际的应用情形，资深工程师 林宏宇谈到：「导入 3D 打印机让治具的设计开发能与产线透过协作的方式快速并直接地满足其使用需求。」



图 2：GiT 港擎科技产品设计经理，使用 3D 扫描器及 360 度自动旋转盘，建立一个零件电子档平均只要 5 分钟

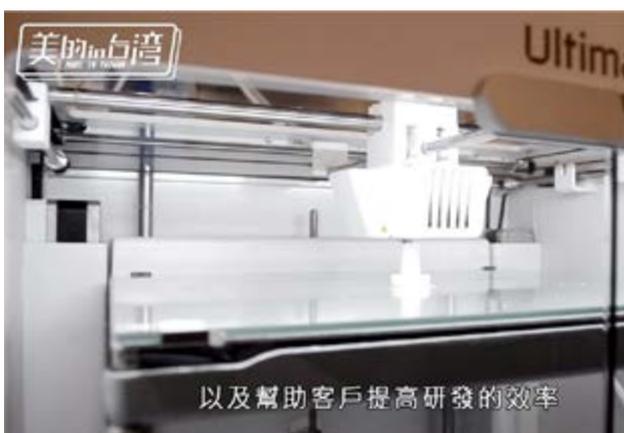


图 3：使用 Ultimaker 工业级 3D 打印机，能打印高精度零件、组合件、凹槽结构

BCN3D 3D 打印机的独立式双喷头，其中的「复制模式」成为最大助力，直接提高两倍生产率；三小时 3D 打印即完成 48 个赛道拼块，一天之内总共完成 1440 个彩虹拼块，整个彩虹轨道只花 3 天就完工，让桌机游戏场景直接跃出萤幕！

结语

科技发展日新月异，无论在工业制造、食品加工或自动化领域，已有许多企业成功使用桌上型设备快速转型，工业技术未来将更加亲民，为各行各业创造更高效益。扫描右侧 QR Code，周周科技新知报你知！■





图 4：完全可食用的精致甜点，以巧克力外壳及蛋糕馅为基底，仿真的造型既美味又豪华

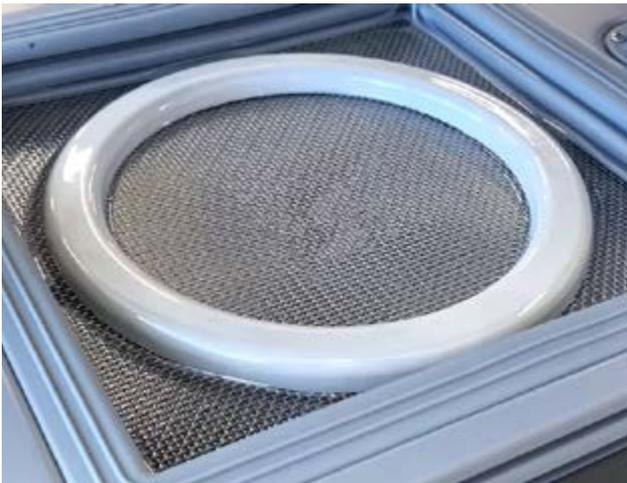


图 5：FormBox 经食安认证，可安全应用于食品产业



图 6：Foodini Natural 能提高厨房效率、减少食物浪费



图 7：BCN3D Sigma D25 3D 打印机，能同时 3D 打印两个完全相同或左右对称的物体



图 8：彩虹赛道由 4,434 块 3D 打印拼块组成，分别在四面都有精准的接孔，可以和相邻的拼块连接

ACMT

SMART
Molding
Magazine

www.smartmolding.com

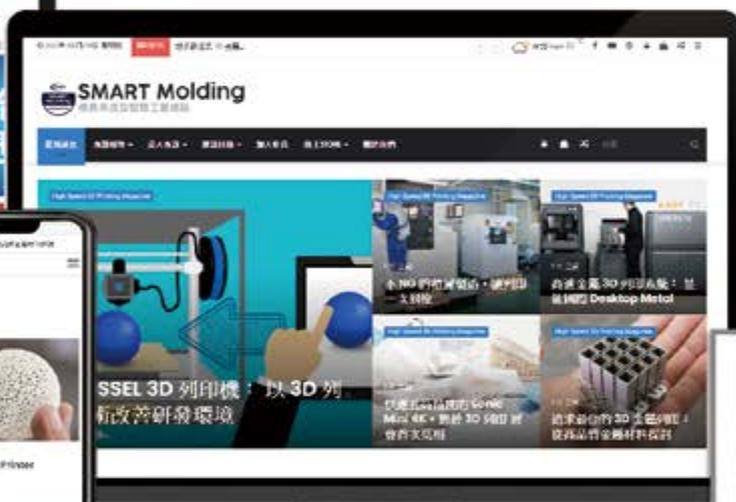
【SMART Molding】线上杂志

全球华人最专业的模具与成型技术杂志(ACMT会员月刊)



限时免费

— 超过500篇以上技术内容 全册免费线上阅读 —



www.smartmolding.com/cn



内容特色

更多内容请上

- 扩展横向产业范围增加【3D打印】、【粉末冶金】、【压铸模具】、【自动化】、【数位化转型】、【智慧工厂】等领域。
- 每月内容涵盖模具成型相关最新材料、技术、设备及应用案例，2017年创刊至今已出版51期。
- 原创内容-针对台湾、华东、华南及东南亚地区的企业进行采访报导，了解这些企业的成功经验及竞争力。
- 邀请成型技术各领域行业专家担任主编增加不同制程观点。



广告编号 2021-06-A12

协会公众号



溢井有限公司

溢井有限公司于 1982 年创立，成立以不锈钢、特殊钢、模具钢、轴承钢等钢铁材料为发展基础，内销及外销到世界各地。鉴于金属粉末在未来工业应用如金属 3D 打印、增材制造上将扮演举足轻重的角色，本公司为「日本山阳特殊制钢金属粉末」之台湾总代理，贩售日本最高纯净度的山阳真空气雾法金属粉末。

可用于金属 3D 打印，金属粉末注射成型、熔射 / 冷、热喷涂、焊接、硬焊、珠击、马达、溅射靶材，及电磁波吸收材等用途上。以及日本制高质量纯钛、钛合金、铝合金粉末，皆可对应。提供客户制造出更优质的材料选择及卓越服务。

日本独家高纯度：球状纯钛、钛合金粉末

■溢井有限公司

前言

拥有与骨骼相似的弹性系数，具备航天、太空、汽车工业等都需要的优质金属疲劳强度及抗腐蚀的球状纯钛及钛合金金属粉末，在各产业皆有广泛的应用。

钛粉特殊制程

- 原料端：制造海绵钛
- 合金精炼 (Alloy refining) 与纯化技术 (Purity control)
- 气雾法 (Gas atomization)

日本从原料端（海绵钛）开始制作，先以钛矿石进行氯化过程 蒸馏精炼 真空分离钛元素 海绵钛。精练过程中，将杂质元素包含「铁、氧、氮、氢」去除，独特的杂质去除技术，特殊制程将杂质控制在 1% 以下，使得其纯钛、钛合金粉末纯度高达 99% 以上。

钛是高熔点活性金属，很难有适当的耐火材（坩埚）来进行熔融，在进行粉末喷雾生产时，必须考虑到如何维持稳定的融汤流，且在坩埚底部的喷嘴形状设计上，有一定的难度。此外，使用坩埚熔融钛时，在高温融汤和坩埚的接触下，坩埚中的杂质，也会对钛融汤的纯度有所影响。

而日本使用独家技术 IAP 法 (Induction melting gas atomizing process) 制程，因不使用坩埚，使钛熔汤不与容器接触的关系，确保粉末的纯化 (Purity control)；并使用自家生产的高纯度海绵钛，取代一般使用钛棒的方式熔融，经过高周波诱导线圈加热使融汤滴下，再使用惰性气体氩气 (Argon) 进行高速雾化，雾化过程将金属迅速熔融后固化，以获得更好的球状 (Spherical) 微观结构组织。

而 IAP 法是从原料端的管控，并透过原料的连续供给、连续熔融、喷雾的最佳化条件下，量产出高质量纯钛及钛合金粉末的制程。也是日本独创的量产型制造设备，加上最高 QC 质量的制造追踪其质量管控，纯钛和钛合金粉末产品一致性高。

粉末的特性

球形状、流动性佳、高纯度、氧含量、氮含量低，因此在强度、韧性、延展性、耐腐蚀、高温强度会更加优异，钛粉为活性较高之金属特性，因此在日本独创的制程中，能够保证其成份及低氧含量之需求。

粉末应用面

主要可应用于增材制造（金属 3D 打印）、热喷涂、冷喷涂、粉末冶金……等方面。

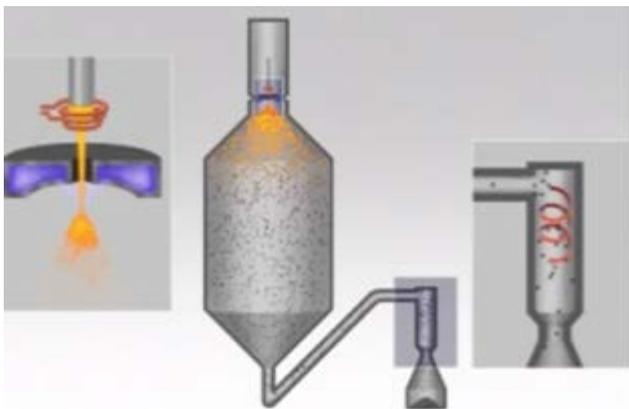


图 1：IAP 法制程高速雾化法

工业用

钛棒滤心，一般使用纯钛之金属粉末为原料制程，钛棒滤心适合分离含有刚性颗粒及粘度较低的溶液，像是化学工业溶剂、试剂、原料药生产之过滤，钛棒滤心容易清洗、使用寿命强，因为是纯钛之材料，化学稳定佳、耐酸碱腐蚀、抗氧化性能佳。

金属 3D 打印之增材制造：生医

由于增材制造微加法技术，因此能够针对需求之组织结构进行设计，可以利用孔隙率或控制表面粗糙来进行设计出适合植入的结构及符合细胞生长，以及骨的结合形式，有别于传统的制程方式，增材制造之加法制程方法，不仅缩短复杂工件的制作工期，也能进行批量客制化，提升制造效率。

金属 3D 打印之增材制造：航太

增材制造航太产业之零组件，大多都希望达到简化设计，增加零组件之功能、材料之消耗之减少、降低重量及成本……等之效益。也因为航太领域使用的零件，需具备轻量化、同时也具有高价值的零件（发动机涡轮、叶片），进行相关航太零组件修补，由于增材制造为加法制程，因此增材制造更能节省传统制程上所消耗的贵重材料之成本。



图 2：原料端——海绵钛的制造

藉由增材制造航太零件，可以制造出消失性商源零件、高单价的工件以及复杂形状的零组件，倘若要生产相关的新开发的工件、夹治具，也可透过增材制造制作，如果一来便能够缩短模具制造的时间，生产时间缩短，节省制作成本。

目前已经有非常多增材制造之航太产业案例，如 NASA、Airbus 集团 APWorks、GE 公司、德国 MTU Aero Engines 公司、日本三菱重工、日本航空太空 JAXA……等。为了制造出轻量化结构，藉由设计以及增材制造制程，能将载重减少 45% 以上。

金属 3D 打印之增材制造：汽车工业

目前 BMW 集团也导入增材制造，采用「拓扑优化」(Topology-Optimized) 之设计，让打印出来的零组件在功能上以及形式增强，在强度上仍保有原本的特性，但相较传统组件可以轻量约 50% 以上，如此一来，零件的轻量化，汽车的空间也更能让使用者充分利用。

汽车零件，如涡轮增压器、连杆等零组件采用钛合金之材料，能大幅提升引擎反应速率以及燃油之效率，但是传统的加工方式，会浪费过多钛合金材料，因此

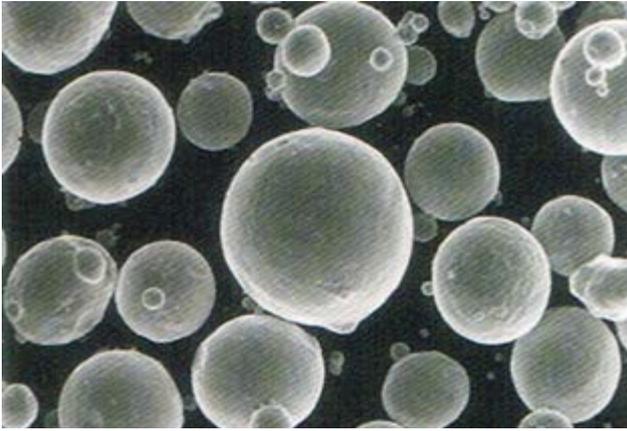


图 3：球状钛合金粉末

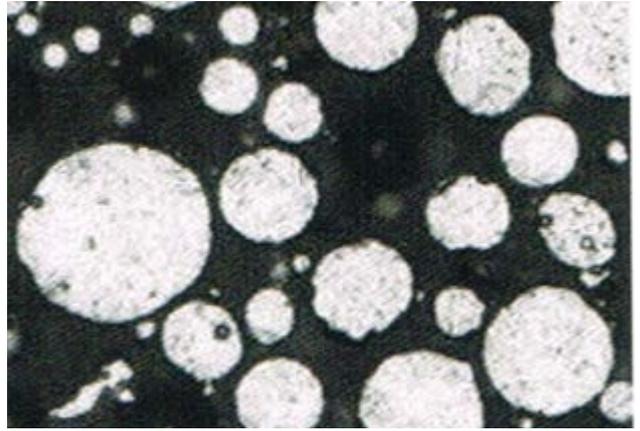


图 4：球状粉末断面组织

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

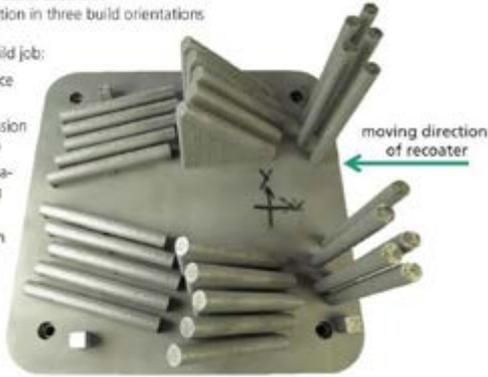


图 5：日本钛合金粉末的强度试片打印例



图 6：金属 3D 打印成型的钛合金人工关节例

成本很高，很难被汽车产业采用，因为加法制程之增材制造技术，补足了汽车产业制作的优势，能够降低钛合金零组件之生产成本。此外，燃油效率之提升，也是汽车产业之重要目标，包含汽车引擎、涡轮增压器、齿轮箱、热交换器等。

结语

日本高机能钛金属粉末应用广泛，制程通过 ISO 9001 认证以及 AS9100 认证，随着新制程以及混合不同粉末的成型技术整合，未来钛粉末的应用及前景是非常有发展性的。■



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



廣告編號 2021-06-A13

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

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



林秀春

- 科盛科技台北地区业务协理
- 科盛科技股份有限公司 CAE 资深讲师
- 工研院机械所特聘讲师

专长：

- 20 年 CAE 应用经验，1000 件以上成功案例分析
- 150 家以上 CAE 模流分析技术转移经验
- 注塑成型计算机辅助产品，模具设计 · CAD/CAE 技术整合应用



第 52 招、模流分析数据快速在 iSLM 上找到设计优化的资料应用【多模穴数据采集篇】

■ Moldex3D/ 林秀春 协理

【内容说明】

现在是讲求数据的时代，如何有效利用工具快速累计大量有效的数据，是公司成长的动能及竞争力。透过 Moldex3D 的 iSLM 模组进行知识库大数据管理，可有效协助用户大量累积计算机科学试模的数据，是设计、制造与现场生产的知识库，效益非常显著，请参考以下重点：

- 将成功与失败的案例知识汇整成公司内部的经验与传承；
- 新人培训可以快速有效率省时省力（系统建立完整易学易用）；
- 不管是工业几点零，大数据都是公司内部必要的，也是未来的基本资讯；
- 现在人力吃紧新人不好找不好培训的时代，利用正确工具可有效地帮公司省时省力创造竞争力；
- iSLM 以大资料驱动“T 零”量产，辅助智能设计与工作流程管理，现在开始，效益看得到。

iSLM 为一智能模拟生命周期管理系统，能帮助设计与制造，有利于 CAE 从业人员克服种种挑战。它是一个建于网页的系统，可以让多个团队存取及搜寻资料，解决制程问题。

案例分析之结果与讨论

本案例为 5cc 针筒 64Cavities 多模穴针筒的产品，在流道设计方面，其长度、尺寸上均采自然对称设计，但因形成群组的流动差异，以及温度、重量的微小差异，仍会出现产品质量不一致的问题。

透过模流分析发现，流动差异是由流道的剪切生热分布不均所造成，在图 4 可以看到流动有长短脚的现象，相差约 1mm。在此份分析中可以明确看到相关的统计图资料，如图 5 为每穴产品厚度的分布，而透过图 6 可知约 70% 的针筒之厚度落在 1.06mm 左右，这些数据将来可供公司的新进开发人员参考。

图 7 为每穴产品温度的分布，而透过图 8 可知约 36% 的针筒温度分布在 230°C 以上，40% 落在 210°C 左右，一般注射筒及推杆的材质为 PP/PE 塑胶材质，若注塑温度接近加工温度，显示该区域塑料流动性良好，热塑料不断流入补充热量，热对流效应明显，而能使塑料保持高温状态，代表肉厚设计佳。此外，还可针对局部温度低的区域重点检视，提早预防短射与缺料的问题发生，建立现场的试模资讯，并将其数据载入 iSLM 模组快速累计可靠资讯。



图 1：iSLM 为一智能模拟生命周期管理系统

由图 9 可知每个模穴内产品浇口随时间的流率变化，由曲线得知每穴的历程不重叠一起，代表每穴产品是会有差异的。图 10 则显示每个模穴内产品随时间的重量变化，可透过统计图表检查 64 穴的各穴产品重量比较，将尺寸可能会有变异的挑出来，确认其是否为不良品，并记录下来，这些资料可以提前取得并即时反映相关的异常数据给团队成员，除了可达到事前改善之外，将来还可以有利于用户在现场时做出立即判断。如果是提前找出可能的原因并发出预警，可以让团队能够有充分的时间找到问题症结。

图 11 射嘴的压力随时间的变化，以此可以判断 64 穴的模具需要多大的注塑压力，透过分析掌握真实机台所需的数据，并输入 iSLM 将获得此模具模穴数的压力参考，因这些数据经仿真与真实验证过，所以参考价值相对高，可以让人在调机时一次到位，不需浪费大量试模材料。图 12 则是模具随时间增长所需的锁模力预估。■

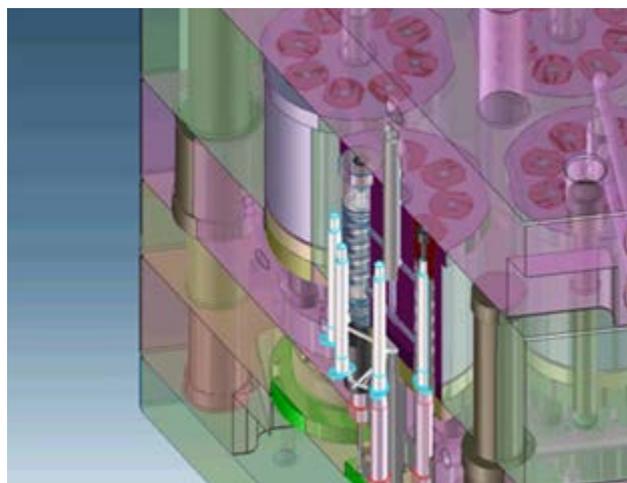


图 2：模具与产品几何结构

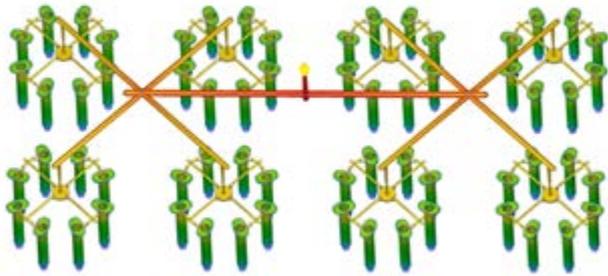


图 3：一模 64 穴

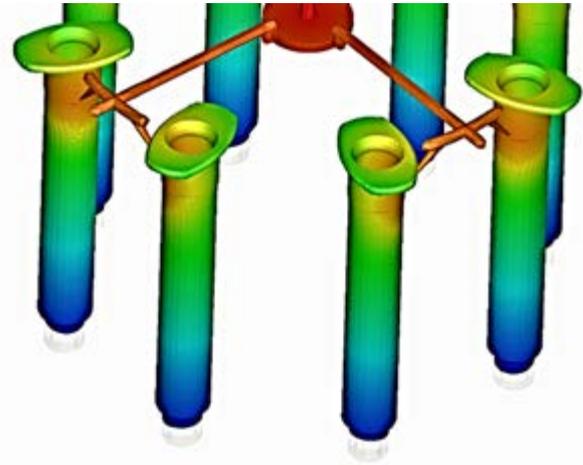


图 4：对称十字型流道设计，流动差异

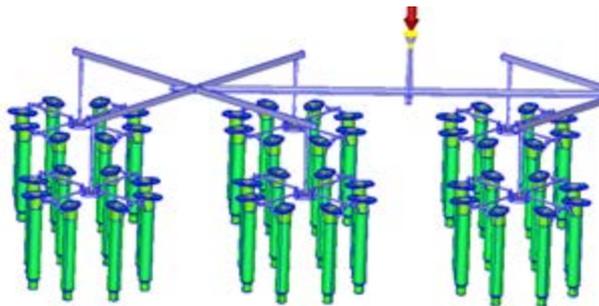


图 5：每穴产品厚度的分布

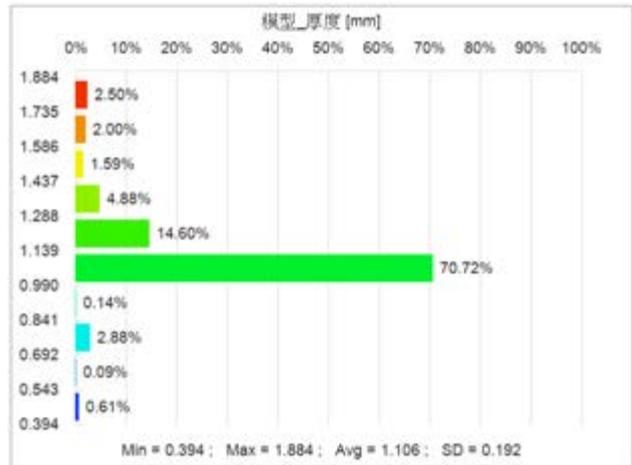


图 6：产品厚度的统计分布

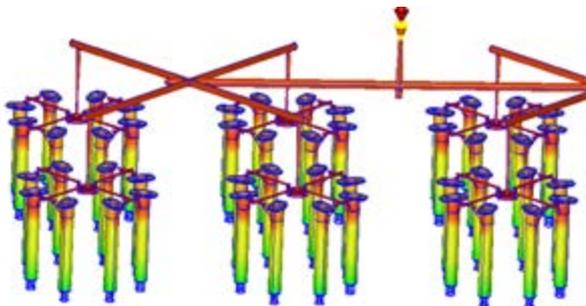


图 7：每穴产品温度的分布

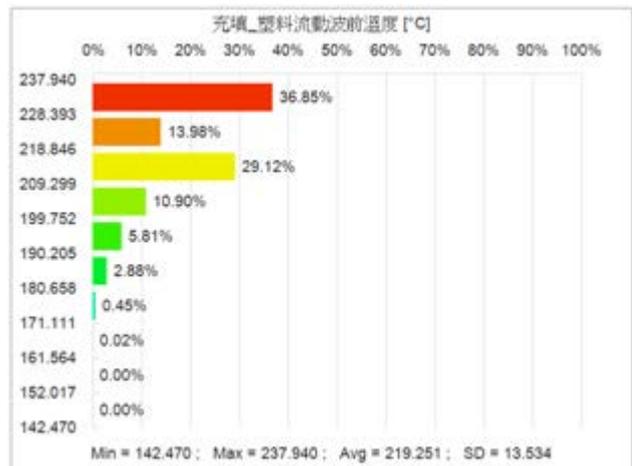


图 8：产品温度的统计分布

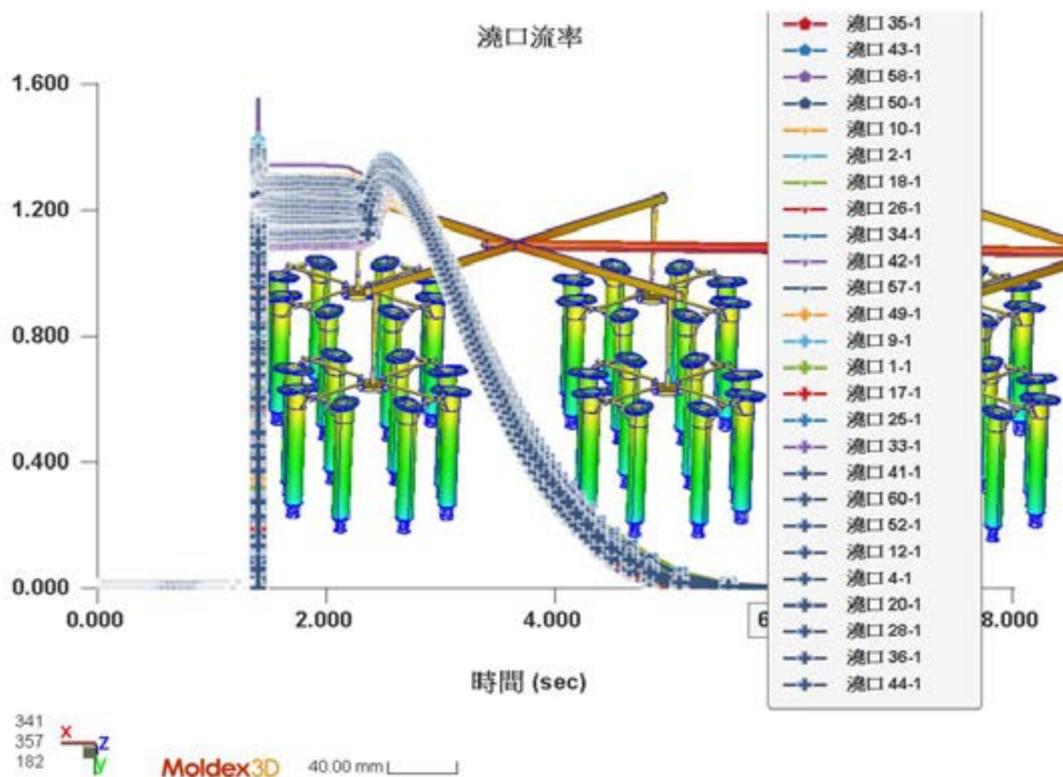


图 9：每个模穴内产品澆口随时间的流率变化

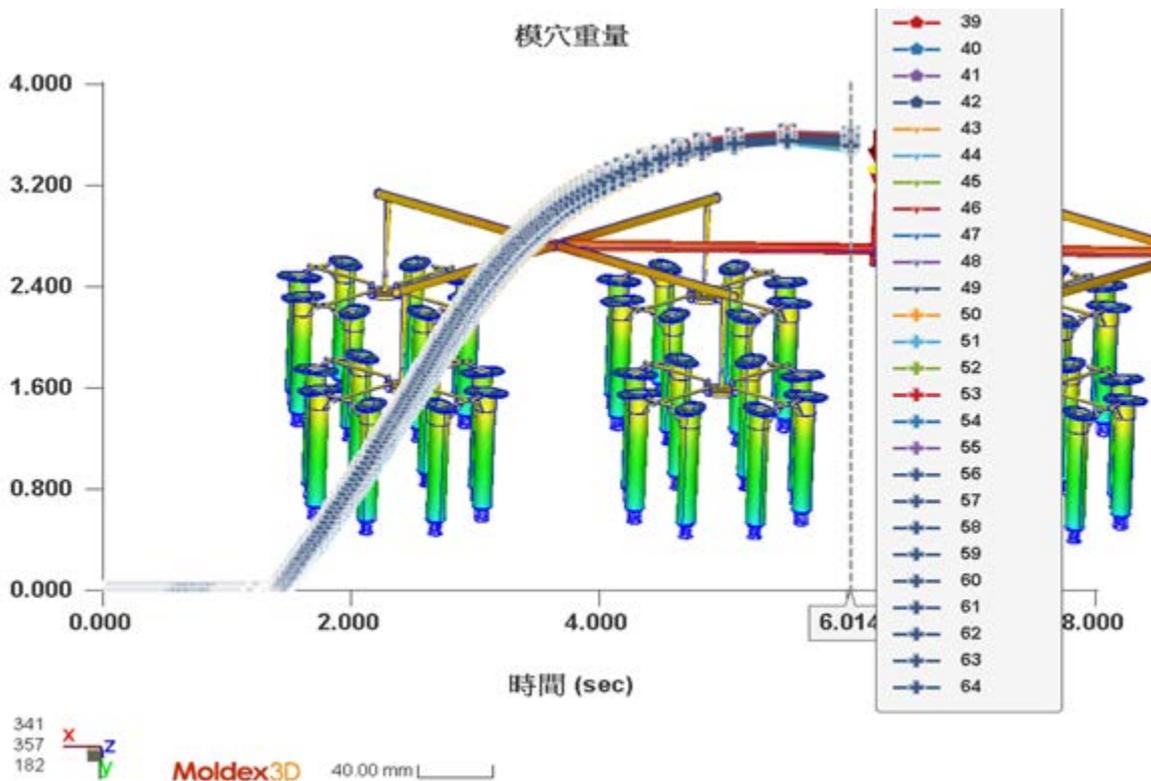


图 10：每个模穴内产品随时间的重量变化

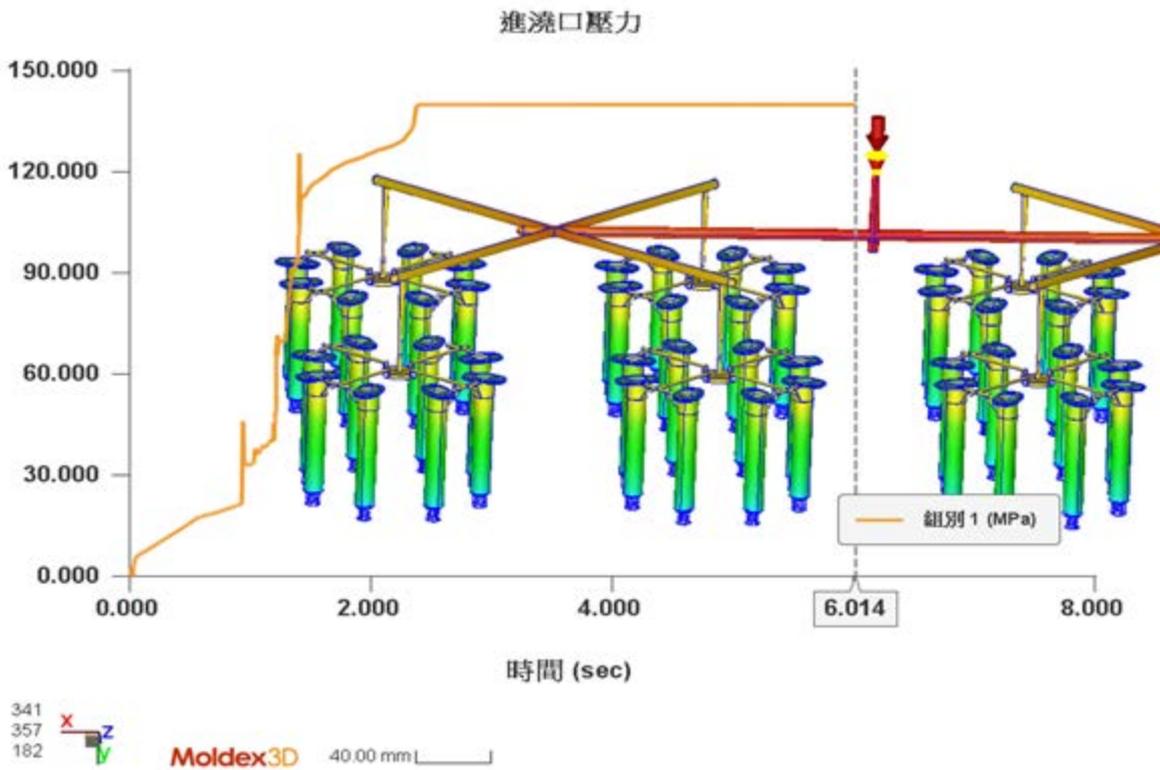


图 11：射嘴的压力随时间的变化

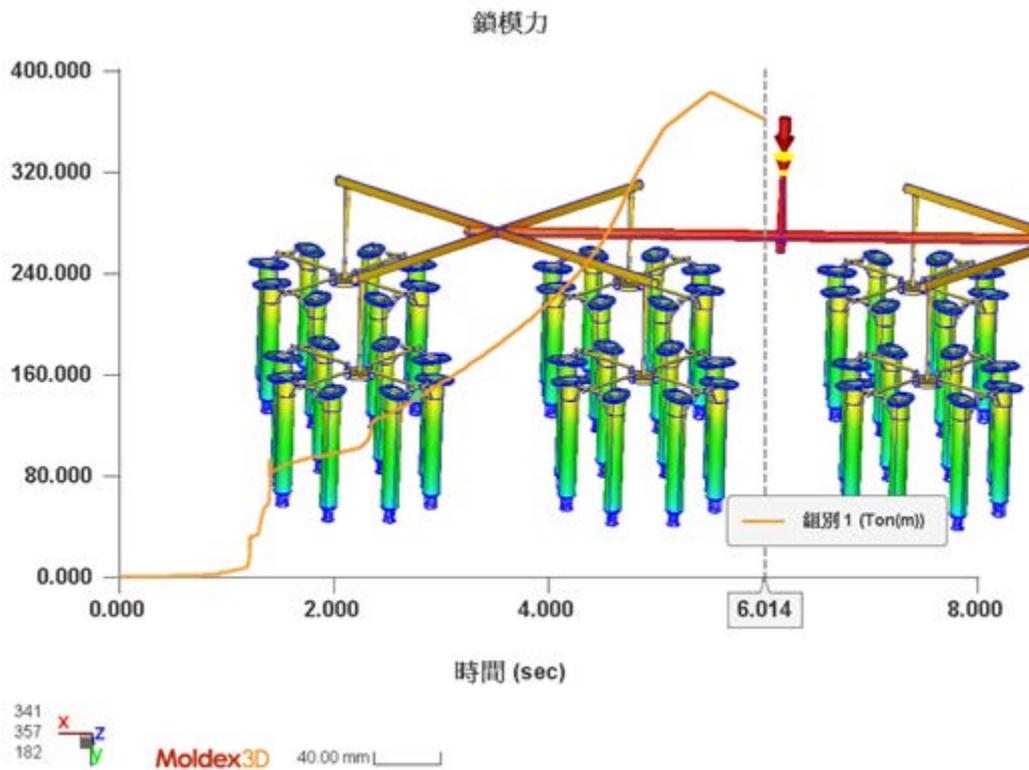


图 12：模具所需的锁模力预估

設計

開發

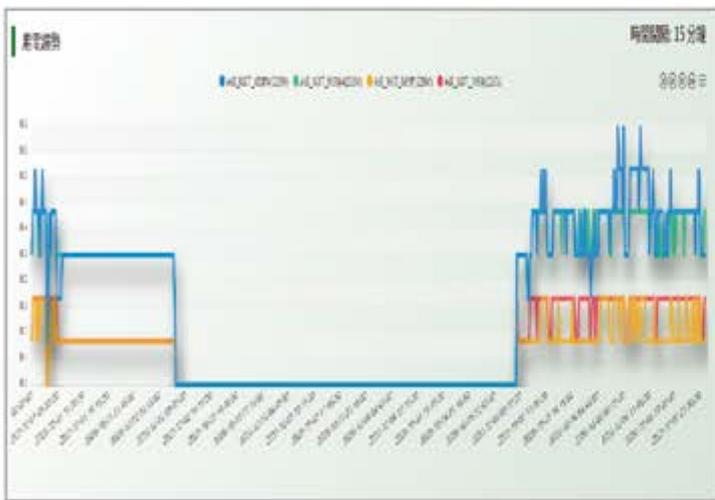
生產

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

展綠科技
3egreenserver

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

mit
minnotec

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

🌐 www.minnotec.com





林宜璟 (JeffreyLin)

- 现任职于宇一企业管理顾问有限公司总经理
- 学历：台湾大学商学研究所企管硕士、交通大学机械工程系学士
- 认证、著作及其他能力：
 1. 认证：DISC 认证讲师 (2005 年受证)
 2. 著作：《为什么要听你说？百大企业最受欢迎的简报课，人人都能成为抓住人心高手！》(木马出版社出版)
 3. 纬育集团 (<http://www.wiedu.com>) 线上课程，「管理学院」「业务学院」内容规划及主讲者

谈判和棒球：局数和球员

■宇一企管 / 林宜璟 总经理

谈判和棒球

谈判和棒球一样，都有局数和球员；谈判和棒球不一样，因为局数和球员不一样。

打棒球的双方基本上都认为要打九局，如果提前结束，或者是延长，那是意外；而谈判双方各自认为要打的局数，可能差很多。而最后到底打了几局，也常跟他们的原本预期差更多。

打棒球参赛的就只有两支球队的球员；而谈判的时候，有时除了双方之外，还有第三方，也许还有第四方。甚至有些时候这些第三方、第四方人根本不在现场，但是一样会影响谈判的结果。

这一篇我们要接着谈的是影响谈判之五大变数中的「player」，也就是参与谈判的人。

局数

计划谈判的时候，要先有一个基本框架，就是这场谈判预计打几局。所谓的打几局，具体来说就是我们跟对方有几轮的对话。每一次对话参加的人可能都不一样，但这几局打完之后，我们想藉由谈判来解决的争辩，理论上就应该解决了。但是因为有些谈判涉及双

方的长远关系，所以在决定谈判策略的时候不能只以这几局的维度来思考，而要放在更长更大的架构中。

「谈判要打几局」为什么重要，跟以下两点有关：

筹码的配置

棒球场上教练原本认为只要打九局，所以到第九局时已经精锐投手尽出。没想到一路打到十二局，那这样哪一队的牛棚深度够，哪一队的赢面就大。

谈判也是一样，你原本以为要结束了，也砸下所有的筹码。没想到比赛还没结束，但你已经没有子弹了，只能挨打。

不知道读者们是否还记得我上一篇写的一个「惨案」吗？我跟某个客户谈判，我原本以为和对方的副总已经谈到可以签字回家了，没想到最后却杀出他们的总经理，硬生生的又砍我一刀，害原本已被砍到见肉的我，又被砍成见骨。我在见到这个总经理之前，因为以为是最终局了，所以放出我的全部筹码，亮出我的底牌。但是当这个总经理出来的时候，我为了顾全跟他的关系，所以只好忍痛又加码放送，而这多出来的让步就是我预期之外的损失。



(图片来源：Freepik.com)

时间的掌控（对照思考题一）

除了筹码的配置外，还有我们之前说过的「时效」也是谈判想要达到的目的之一。如果你有时间压力，那么打几局，由谁先发，就有关键的影响。

球员

球局的安排会连结到球员的调度。所以谈判和 player 有关的第二件事情就是参与谈判人员的安排。商务谈判中与谈的两个组织，参与的人除了通常会有位阶高低之分以外，同时也会有不同功能别的人参与。这些人谁先上场，谁后上场，上场的时候怎么打，都要费心考量。我们没有办法给出一个标准的套路，但是能给大家一些规划时的参考准则。

团队谈判的角色分工

非洲有句谚语说：「It takes a village to raise a child.（以全村之力才能够照顾好一个孩子。）」同样的，一场谈判要谈好，特别是商业上的谈判，通常需要的是团队，而不是一个人单打独斗。

谈判团队基本上有四种角色：「主谈者」、「黑脸」、「白脸」、「把关者」。

1. 主谈者

他负责拟定整场谈判的目的、策略以及团队成员的

组织分工还有协同运作。

要特别强调的是，他不见得戏份最多，甚至可能话最少。但他却是「谈判」这场大戏的编剧兼导演。所谓的编剧，是指由他订出基本的谈判主轴；而所谓的导演，则是指他要视情况弹性调整剧情跟调度资源。最后，他也为整场谈判之成败负责。

2. 白脸和黑脸（对照思考题二）

这两个角色放在一起谈，是因为这两个角色常常搭档演出。许多警匪片里面都会出现类似以下的情节。

有个嫌犯被送到警察局里面审讯。嫌犯吊儿郎当，审讯他的警察，看起来也不像好东西。一脸横肉，像是有警察证的黑道。审讯的时候嫌犯态度恶劣，该说的不说，或是乱说。这时候侦讯他的警察翻脸了，对嫌疑犯大吼大叫，甚至掏出枪威胁嫌犯。

就在嫌疑犯想着「完了，这次要倒大楣」的时候，侦讯室的门打开，进来另外一位警察。他拉住这位爆冲的警察，将他推到门外，然后关起门来，好声好气的对嫌犯说：「我这兄弟就是这副德行啦！他



(图片来源：Freepik.com)

发起脾气来是不管什么规定、什么法律的，但是我跟他不同，若你愿意跟我好好合作，法律上该有的权益我都会保障你，甚至在适当的范围内，我还可以放一点水。如果你不想被我兄弟摧残，那你就跟我好好合作吧！」

通常这时候嫌疑犯的态度会软化，开始愿意吐露实情了。因为他很怕又落到那个凶神恶煞坏警察的手上。这便是典型「好警察，坏警察」的手法。好警察就是白脸，而坏警察则是黑脸。

黑脸的功能就是为对方带来负面、不舒服的感觉；而白脸的功能，则是创造谈判对手愉快的情绪。

为什么要给对方不舒服的感觉呢？原因有几个：

- (1) 在情绪压力之下，特别是感到恐惧害怕时，容易屈服或是做出错误的决定。
- (2) 负面情绪让对方不敢继续探寻我们的底线，有助于保护我们的利益。

但是如果从头到尾只给对方负面情绪，对方可能根本就不跟你谈了。所以，这时候就需要有人出来当好人，争取对方的信任跟好感，谈判也才能继续下

去。这时候就需要白脸。

还有一个常见的策略是黑脸先用「破」的方式，探出对方的底线。当对方以为谈不下去的时候，再让白脸去卖笑，重启谈判。这时候因为已经有黑脸打探回来的对方底线，我方就更好谈了。

看到这一定会有读者想问「那可不可以一人分饰两角呢？」基本上不建议，因为这样一来对方会觉得你人格分裂，二来会让他更觉得其中有诈。

3. 把关者

「把关者」这个角色，做的就是「以公正客观之名，行图利己方之实」。扮演这个角色的人，他会跳出来基于某些客观的标准、规则或原理，他必须坚持某些立场。但其实这个坚持是对我方有利的。

常见的把关者大概有三种类型的人，分别是法务、财务和技术。

- (1) 法务人员可以说：「亲爱的客户，你们的要求我们完全理解，但是很遗憾，从法律的角度，我必须说我们这样做是违法的。」
- (2) 财务人员可以说：「抱歉！我们是上市公司，



(图片来源：Freepik.com)

这样的方法，不符合主管机关的规定，我们不能这么做。」

- (3) 技术人员可以说：「我们完全理解这个功能对你们重要，我们也真的很想配合。但是很不幸的，这个功能违反了物理学定律，所以我们真的做不到。」

刚刚这三种人员讲的话，是真是假是另一回事。但更重要的是，当他们这么说的时侯，就把谈判引导到一个不同的方向。而如果我方的「把关」有做足功课，这个方向应该是盘算过，对我们有利的。

第三方

接下来，我们来聊聊谈判时既不属于我方，也不属于对方的第三方。第三方又可以分成两类，第一类叫做「观众」，第二是「杠杆」。

1. 观众 (对照思考题三 & 思考题四)

「观众」即是那些人在谈判现场，但却只露脸不出声，也不做任何意思表示的人。

观众在谈判现场究竟是好是坏并没有一定的答案，但请仔细考量谈判对手的个性、情境，还有我们的目的，再决定：

- (1) 谈判的时候要不要有观众？
(2) 如果要观众的话，谁适合当观众？

2. 杠杆

杠杆的意思就是你可以透过它来撬动某些事情，也可将谈判引导至对我们有利的方向。

运用的杠杆可能人会在现场，但更常见的情况是，人根本不在现场。但是我们只要「召唤」他，提醒对方杠杆的存在，就有可能改变谈判的结果。常见的杠杆有以下几种：

(1) 社会大众

依照虚构的三国演义，当年刘备三顾茅庐请诸葛亮出山的时候，诸葛亮一再拒绝。最后刘备搬出「先生不出，如苍生何？」才让诸葛亮点头。这句话白话文的意思就是：「大哥！这已经不只是你要不要来我们蜀国上班的事情了。如果你不来上班的话，那些受苦受难的社会大众，该怎么办哪？」先不管这段子是不是罗贯中瞎编出来的，但这就是一个典型的例子，抬出社会大众的利益和观感，以影响谈判结果。



(图片来源：Freepik.com)

(2) 客户的客户

这是销售谈判常见的策略。比方说客户坚持要降某个品项的成本。如果你有做充分的准备，说不定可以这样跟对方说。你说：「如果这样的话，我们势必要降低某颗零件的规格。这样子，会影响某某产品在某某功能方面的表现。而依据我们最近看到的那一份市场调查报告，消费者表示他们对于这个产品在这方面的表现是非常在意的。」

我们虽然不能够确定对方的反应会是什么？但是的确有机会影响对方的决定。

(3) 有更高的影响力的人

这些更高影响力的人可能是谈判双方的主管，也可能是主管机关，也可能是对方在乎的人。

- **谈判双方的主管：**「如果我们这样做的话，我们董事长一定会把我踢出公司。」你可以说这时候你让董事长当黑脸了，这也没错。但是无论如何，你就是召唤他出来帮你挡子弹。
- **主管机关：**「我上次跟主管机关开会的时候，他们很清楚的表示，他不能接受企业有这样

的行为。」

- **对方在乎的人：**「不知道你有没有想过，当你的孩子看到这样的广告时，他们会有什么样的感受呢？」

零和的棒球和双赢的谈判

谈判有点像棒球。不过有一点是完全不一样的，就是一场比赛，赢家只有一方。你的赢就是我的输，反之亦然。这是零和的游戏。

但是如果我们好好运用谈判的原理和技巧，的确有可能两方都是赢家。因为毕竟什么是谈判呢？「透过沟通让彼此生活变得更美好」。这里面有个关键字，就是「彼此」。而让对的人来参与谈判，是双赢的重要起点。

问题与反思

思考题一

谈判的两方都有高阶跟低阶的人员。请问是先由高阶的人员谈，再交给阶级比较低的人员接着谈比较好？还是低阶的人员先谈，最后再由高阶的人员出面拍板定案比较好呢？



(图片来源：Freepik.com)

答案当然是不一定。但重点在于这两种谈法各有什么利弊，说明如下：

1. 低阶人员先谈，好处是随时可以破。谈判进行中，两方都可以职权不够为理由，或是上层另有考量等原因结束谈判。也因此，谈判可能没有结果，但谈出不利的结果可能比较小。
2. 如果是高阶的人员先谈，那么基本框架就已经定了。低阶人员接手去谈的时候，基本上没有破局的选项，而且因为大方向已定，很容易就谈出结果。但也因为没有破的选项，有时候会出现头洗了一半，只好硬撑下去的困境。

所以若「时效」是你在乎的谈判目的，那应该让高阶先谈，且在这情况下，局数不应该，也不会太多。

思考题二

就一个业务团队来说，请问应该是第一线的业务扮演白脸，业务主管扮演黑脸？还是反过来呢？

答案当然还是不一定。说明如下：

1. 一般来说业务人员应该要当白脸。因为平常跟客户见面最多的是他们。如果他们每次跟客户见面，客户都觉得不舒服或不愉快，谁想要见你呀？所以如

果客户要求什么好处，而公司不想给，那这时候业务人员可以把反对的责任，推给业务主管，以维持自己跟客户的关系，但是又能够减少公司的损失。

2. 但是相反的，如果跟客户谈判的时候想要拉高谈判的层级，也就是想让双方更高阶的主管出面来谈，那这个时候就应该把面子做给业务主管，也就是让业务主管当白脸，让客户知道让步的甜头，都是主管给的。因为主管出面总要带伴手礼，这样子见面时气氛才会融洽。

思考题之三

一个年轻男子开车的时候跟别人碰撞了，请问这时候他女朋友在身边跟没有在身边，他的反应会一样吗？

我想应该会不一样。若女朋友在身边的时候，他的反应可能会比较极端。

1. 比方说他可能会更想要表现出男子气概，以致于态度比平常更强势。
2. 但是他也可能为了保护女朋友，宁可息事宁人，所以会表现得比平常更低调。

到底会怎么样，要视情境而定，但是可以确定的是，应该会不一样。



(图片来源：Freepik.com)

思考题之四

业务跟采购经理谈判，请问这时候采购经理的部属，采购专员，在场对卖方比较好，还是比较不好？

答案当然还是不一定。但是如果采购专员在旁边的时候，采购经理的表现一样也会比较偏极端。

1. 他可能为了要证明他对供应商是非常有权威的，所以这个时候即使明明条件已经相当合理了，他还是要拿出大刀用力的再砍一下。
2. 但也可能他要表现出公司把供应商视同长期的合作伙伴。所以平常采购专员不敢放出来的好处，这时他反而很爽快的一口答应了。■

林宜璟「商务谈判力」线上课程，
诚意推出。课程传送门请输入下方
网址或扫描 QR 码！



https://ilearned365.com/negotiation_Jeffrey

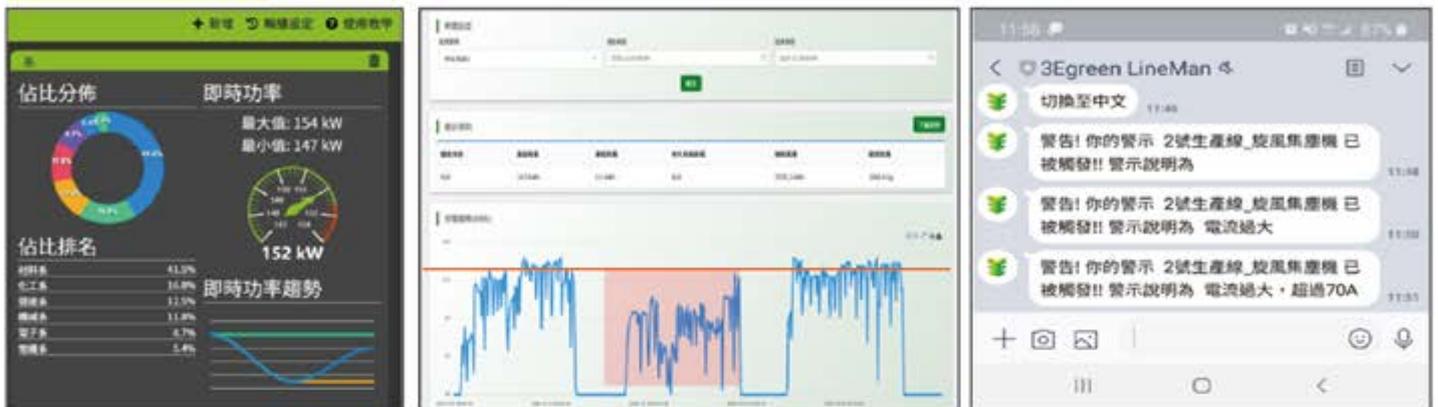
設計

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-A15

型創科技顧問團隊



30年模具與成型產業專業輔導經驗



國內外眾多企業認可



服務據點
台北·蘇州·東莞·曼谷
☎ +886-2-8258-9155

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



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

🌐 www.minnotec.com



专家咨询系统：高科大智能注塑成型产学联盟



高科大智能注塑成型产学联盟介绍

面对工业 4.0 勾勒的理想境界，产业期待及困惑混杂并存，各家企业无不思考如何在转变契机中赢得先机，然而对于该全力朝哪一方向发展及如何优化所需智能技术是模糊待论的。体察时代趋势给企业带来的不安及风险，尤其在当今产业环境瞬息万变、趋势口号百家争鸣的时代，高雄科技大学注塑成型研究团队基于 20 年来在注塑成型领域技术发展及研究之能量，于 2021 年正式筹组「智能注塑成型产学联盟」，致力于辅导注塑成型产业链上中下游企业能因应未来技术需求，协助产业同步升级，形成产业支持系统，以持续保有竞争力。

本联盟提供三大技术服务主题，注塑成型机械、智能机械以及智能制造（模具 - 成型），可提供技术详参后述。服务对象分为一般会员、VIP 会员和荣誉会员，服务范畴涵盖海内外产业市场之技术发展趋势分析，

以电子刊物定期汇报国际研讨会及展览所见技术；邀请国际专家学者来台演讲，加速会员掌握国际脉动及技术发展趋势；办理客制化专业课程，提供在职人员进修，提升人员素质；办理赴外国技术考察团，协助会员深度探索注塑成型产业的先进技术，检视自身营运规划。本联盟意图整合厂商技术优化需求，提出一个简单有效的全面升级提案，并运用联盟网络所持有的资源，让所有会员获益其中。

本联盟朝三大方向进行营运：卓越精进、永续经营、人才增值。研究团队专家学者凭借所见，帮助厂商从近处着手优化既有技术，使其从精进中获得更高效益并追求卓越；协助洞察风潮趋势的本质，放眼下一步技术发展，并提出技术布局建议以提升竞争力。我们热切邀请海内外注塑成型产业上中下游优质企业、法人单位、公会及个人加入，深信透过联盟办公室媒合，能让厂商更容易从中找到对的资源。我们期盼投入的



图 1：联盟成员

各方都能在此平台受益，取得共赢。预计可为联盟会员带来效益：加深人才板凳、技术升级国际化、整合注塑成型产业链资源、促成跨域合作。

联盟成员

联盟发起成员（图 1）有高雄科技大学机电工程系黄明贤教授、台东专科学校动力机械科粘世智教授、高雄科技大学模具工程系张致远教授、高雄科技大学资管系周栋祥教授、逢甲大学精密系统设计学士学位学程陈建羽教授、高雄科技大学机电工程系柯坤呈博士，发起成员们凭借着研究能量将可有效推动联盟运作，为联盟成员带来助益。

可提供技术能量

目前机械制造业产以现有精密机械基础上朝智能机械发展，具体内容涵盖机器人、物联网、大数据、虚实整合系统、感测器等。2011 年德国吹起工业 4.0 革命号角，以综整思考制程的变异因素（能源、原料、人力等），提出智能制造的概念与实践方法。亦即，产业透过智能技术的逐步开发，展开制造生产的崭新局面，引入人工智能之后，除了延续制造低成本高良率外，甚至还要能从未来必然的少量多样订单样态中持

续获利。

台湾制造产业多数为中小型企业，如何在机台老旧、员工凋零、新血青黄不接的窘境下生存更是燃眉之急。针对产业所在意的急缓难题，本智能注塑成型联盟凭借 20 余年来积累的注塑成型专业领域及对于开发前缘技术的研发能力，可协助解决产业眼下即刻的难题，并抢先规划技术升级的长期研发方案，维持竞争力。研发团队对于智能技术中的大数据、虚实整合系统、感测器的运用有独到见解，我们可提供具体技术涵盖，注塑成型模流分析、智能化试模、成型曲线优化、AI 质量预测、成型质量监测控、适当锁模力搜寻、再生塑料应用、节能感应加热等。可提供技术内容及预期可排除难题逐一分述如下：

1. 智能化机械

- (1) 智能注塑成型机之适当锁模力搜寻技术（图 2）：本技术以大柱应变规之感测资讯为基础，并以自行设计适当锁模力演算方法以预测在特定制程条件及注塑熔胶条件下快速估算适当锁模力设定条件。本方法可适用于所有注塑塑料及注塑成型设备，尤其针对高流动性材料更显本技术应用价值。
- (2) 以锁模力感测曲线特征为基础之智能注塑成型质

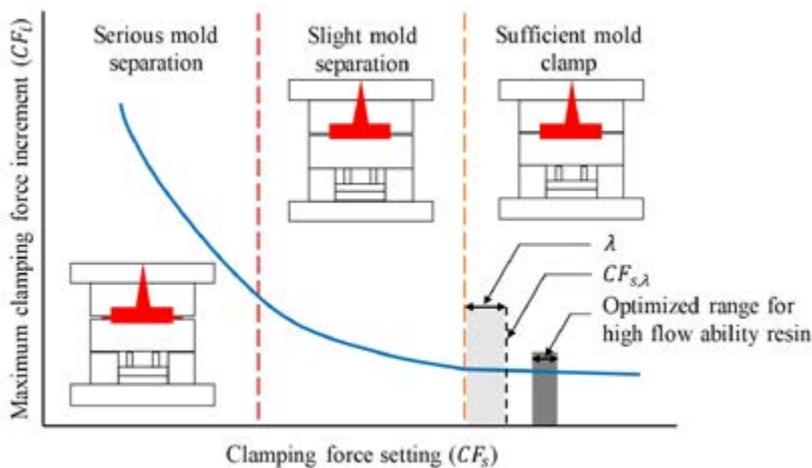


图 2：锁模力优化搜寻方法示意图

量监控技术：本技术透过大柱应变感测器之感测资讯进行特征萃取，并进行统计分析以获悉制程变异状态，进而回馈调整机台制程参数以维持注塑成品质量稳定性及一致性。本技术包含三个子技术：以锁模力感测资讯为基础之质量监测技术、以锁模力感测资讯为基础之适当射切保时机调整方法、以锁模力感测资讯为基础之智能化质量监控制御技术。本技术具便利性，可有效并大幅提升产业应用价值。

- (3) 智能注塑成型机智能熔胶质量监测技术（图 3）：由于注塑成品质量受熔胶质量变异影响甚大，故本技术透过安装于注塑机及模具之压力感测器以收集成型历程压力资讯，并以不同熔胶质量监测指标探讨熔胶质量变异对注塑成品质量影响。本技术除可完整解析注塑成型过程熔胶质量变化对注塑成品质量影响性外，更成功发展线上即时熔胶质量监测技术。
- (4) 五点肘节式锁模单元尺寸最佳化设计分析：本技术利用基本的运动方程式及定义多目标目标函数，应用基因演算法计算最佳的五点式肘节机构设计尺寸，达到要求的机构性能。

2. 智能化制程

- (1) 智能化试模技术（图 4）：智能化试模技术：智能化试模建立在科学试模的基础之上，进行机械及模内熔胶感测数据之撷取、储存与分析。与传统试模相较，智能化试模由传统的机械参数调整进化为模内熔胶的成型曲线样态调整，透过智能化试模流程可得到一可成型良品之试模曲线，并以此做为将来移机量产及成型监测之基准。
- (2) 注塑成型曲线之质量优化技术：透过智能化试模已可将良品之成型曲线产出，作为移机量产之基准，但对量产时成型质量之稳定性则需要进一步的优化，而本技术之优化方法由传统的参数变动实验进化为成型曲线之调整，主要透过压力峰值扰动及 V/P 位置成型曲线匀化等两种方式获得强健曲线，达到提高产品质量稳定性（良率）之目的。
- (3) 塑件质量即时预测技术（图 5）：本技术透过模内熔胶及机械感测数据来解析注塑成型过程的模内熔胶状态，经由智能化试模标准作业程序获得合乎质量要求之试模曲线，建立各种成型曲线之特征指标及预测模型之强度。通过此方法可有效经由质量指标运算来预测当模次塑件之各项质量

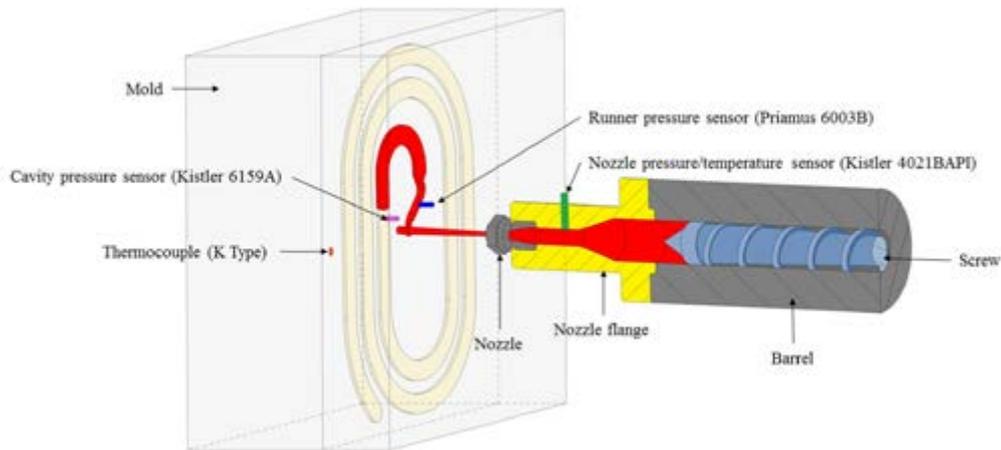


图 3：熔胶粘度量测系统示意图

数据，达到量产时注塑塑件质量即时预测即时监控之目的。

克服以往感应加热仅能应用于小型或平面注塑成型模具的瓶颈。

3. 注塑成型关键技术

- (1) 光学透镜设计与精密成型：本技术藉由 CAE 技术进行光学设计、模具设计及成型参数的优化，以模拟手法取代实际模具试模开发所带来的成本浪费，并可藉可视化的分析结果观察各设计参数对于菲涅尔透镜成品之应力残留与微结构轮廓误差结果的影响。
- (2) 多层注塑成型技术：本技术应用于高厚薄比之高厚度凸透镜片上，将镜片分层注塑降低注塑厚度的方式，可有效降低镜片的收缩变形与缩短镜片的冷却时间。
- (3) 模面快速感应加热技术（大面积模面感应加热技术、大面积曲面模面快速感应加热系统）：本技术在闭模前将模具快速升温，能使充填阶段有较高的模具表面温度，在冷却阶段又快速降低模具温度，拥有高模面温度却能快速冷却之两项特点，可被广泛运用于注塑成型制程上。另外针对模面快速加热之感应线圈进行优化设计，使其具备升温速率快、均温性佳与加热范围可控制为目标，

4. AI 质量预测技术

- (1) AI 几何质量虚拟全检技术：本技术提出一种多层感知器 (MLP) 神经网络模型，该模型与质量指标结合在一起，可以对成品的几何形状进行快速和自动的预测。本技术开发之具体成就包含：以少量关键指标达到全面式质量预测效果、以人工智能学习关键特征，取代传统工人智能，减少人工判读误差、以无人化达到几何质量，减少人力成本支出、以人工智能质量检测，可减少物件检测之时间成品，提高整体效率。
- (2) AI 几何质量数值虚拟预测技术：本技术以模内传感技术撷取、记录注塑过程之高分子融胶历程曲线，透过相关性分析、离群值分析和领域知识，发展与质量密切相关的指标参数。进而据以设计良品与不良品间的检查区域，实际应用中仅需要判断过渡产品，减少在线判断的次数，成功为注塑成型提出一种有效且实用的尺寸预测方案（图 6），该方案可依少量关键指标达到全面式质量数值预测效果。

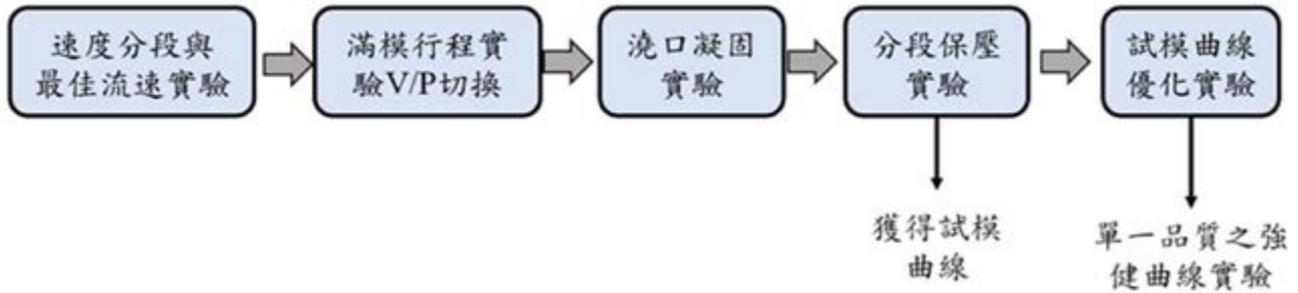


图 4：智能化试模之标准作业流程

联盟服务项目

产学合作案、专利布局及技术移转、技术考察团、到厂技术鉴定、到厂辅导咨询及追踪、在职培训课程、专家主题讲座。■

联盟联络窗口

- 高雄科技大学 智能注塑成型产学联盟 徐佩瑜 专任助理
Tel: (+886)-7-6011000#32284
Mail: peiyu@nkust.edu.tw
- 高雄科技大学 机电工程系 黄明贤 特聘教授
Tel: (+886)-7-6011000#32219
Mail: mshuang@nkust.edu.tw



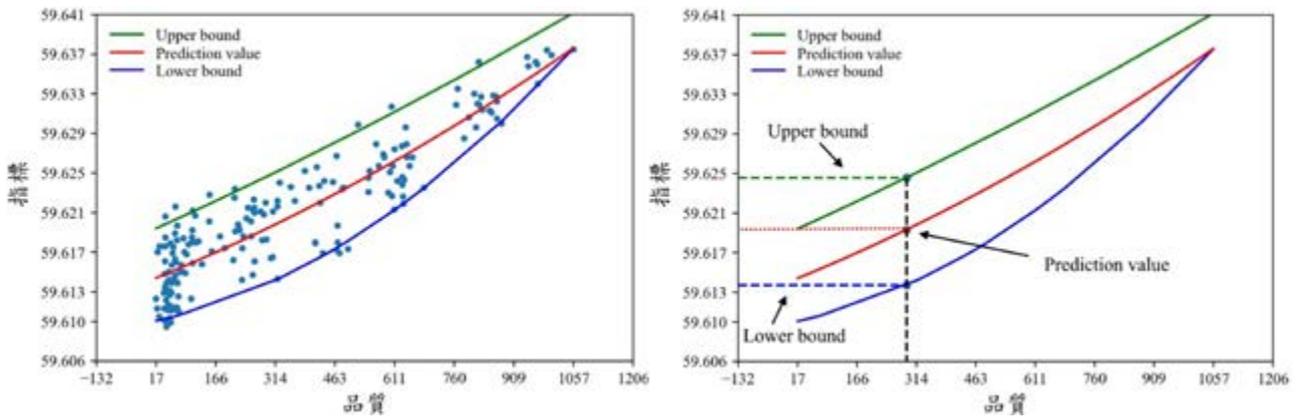


图 5：塑件质量即时预测技术

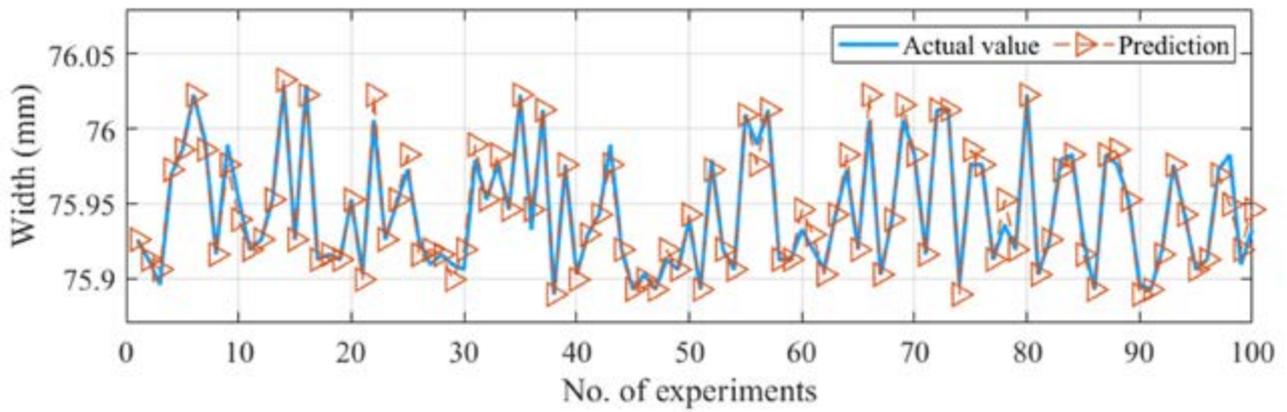


图 6：尺寸预测之结果

广东汽车战略性支柱产业集群发展现状和 对策研究

资料来源：广东省统计局

前言

汽车产业是广东重要支柱产业之一。根据《广东省发展汽车战略性支柱产业集群行动计划（2021-2025年）》（以下简称《行动计划》）制定的工作目标，到2025年，全省汽车制造业营业收入要超过11,000亿元，其中汽车零部件制造业营业收入突破4,500亿元；汽车工业增加值超过2,000亿元；汽车产量超过430万辆，其中新能源汽车超过60万辆。经初步测算，如果要达到《行动计划》中制定的发展目标，2020-2025年汽车制造业营业收入年平均增速需达到4.6%，其中汽车零部件营业收入年平均增速需达到3.5%；汽车工业增加值年平均增速需达到2.1%；汽车整车产量年平均增速需达到5.5%，其中新能源汽车产量年平均增速需达到25.2%。从发展现状看2020年前三季度，除汽车制造业营业收入超过目标增速外，其余指标均存在一定差距，汽车产量特别是新能源汽车产量增速与目标增速差距较大。

全省汽车战略性支柱产业集群发展基本情况 生产规模持续扩大，汽车产量居全中国第一

近年来，广东汽车制造业企业数量和规模保持稳定增长。截至三季度末，全省共有规模以上整车制造企业27家，汽车零部件企业876家。随着比亚迪、广汽传祺等自主品牌发展壮大，小鹏汽车、腾势汽车、广汽蔚来等新能源造车企业逐步发展，全省已形成日系、欧美系和自主品牌多元化产业发展格局，汽车产量连续三年居全中国首位。

一是总量占比较高，前三季度，广东汽车产业完成工业总产值5,698.58亿元，同比增长0.6%，完成增加值1,266.89亿元，下降1.3%，分别占全部规模以上工业的5.6%和5.5%；二是户均规模较大，前三季度，汽车产业企业户均营业收入6.55亿元，户均规模是全省规模以上工业（1.84亿元）的3.6倍；三是汽车产量在全中国占据重要地位，2019年全省汽车产量311.97万辆，其中新能源汽车产量15.59万辆，分别占全中国产量的12.2%和13.1%。2020年以来受疫情影响，汽车生产出现了一定程度的下滑，前三季度，全省共生产汽车210.70万辆，同比下降5.1%，其中基本型乘用车（轿车）115.86万辆，下降12.4%，运动型多用途乘用车（SUV）79.34万辆，增长4.8%；新能源汽车11.15万辆，下降2.3%。

产业聚集明显，区域分布集中

从行业分布看，广东汽车产业主要集中在汽车整车制造业和汽车零部件及配件制造业两大行业。前三季度，汽车整车制造业完成工业总产值2,865.57亿元，同比下降0.7%，汽车零部件及配件制造完成工业总产值2,613.70亿元，下降1.0%，两大行业工业总产值占汽车产业的96.2%，合计完成增加值1,224.81亿元，占96.7%；其次是汽车用发动机制造完成工业总产值121.60亿元、增加值22.54亿元，占比分别为2.1%和1.8%，其余行业占比明显偏低。

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 年前三季度汽车产业分行业发展情况

从区域分布看，汽车产业主要集中分布在珠三角核心区。前三季度，珠三角核心区完成增加值 1,265.77 亿元，下降 1.8%，占全省汽车产业的比重高达 97.5%；其次是北部生态发展区，完成工业增加值 23.11 亿元，增长 11.8%，占全省的 1.8%；沿海经济带占比明显偏低，仅占 0.7%。从地市分布看，广州是全省汽车产业占比最大的城市，前三季度实现增加值 837.61 亿元，下降 2.2%，占全省的比重高达 64.5%，其次是佛山，实现增加值 174.43 亿元，增长 4.4%，占全省的 13.4%；其他较大的市还有深圳市（89.97 亿元）、东莞市（37.04 亿元）、惠州市（36.43 亿元）等。

营业收入实现增长，利润总额同比下降

前三季度，广东汽车产业实现营业收入 6,274.86 亿元，同比增长 4.7%，高于全部规模以上工业 7.4 个百分点；实现利润总额 369.04 亿元，下降 8.7%，降幅大于全部规模以上工业 6.3 个百分点；实现税金总额 216.53 亿元，下降 0.6%，降幅小于全部规模以上工业 7.8 个百分点。

分行业看，汽车整车制造业实现营业收入 3,329.52 亿元，增长 10.4%，拉动汽车产业营业收入增长 5.2 个

百分点；汽车发动机制造实现营业收入 343.61 亿元，增长 38.1%，拉动增长 1.6 个百分点；汽车零部件及配件制造实现营业收入 2,499.43 亿元，下降 4.7%，是汽车产业中下降影响最大的行业。从税金总额看，汽车整车制造实现税金总额 148.27 亿元，占汽车产业比重高达 68.5%，增长 3.9%，是拉动增长最大的行业。（见表 4）

龙头企业发展好于行业平均水平，行业集中度较高

前三季度，汽车产业集群百强企业（按营业收入排序）合计完成工业增加值 1,070.11 亿元，同比增长 2.0%，高于整个汽车产业平均水平 3.3 个百分点，占汽车产业集群的 84.5%；实现营业收入 5202.13 亿元，增长 8.9%，高于汽车产业平均水平 4.2 个百分点，占汽车产业集群的 82.9%。

分行业看，百强企业中汽车整车制造业总产值、营业收入和利润总额占比最高，分别占百强企业的 62.3%、63.7% 和 49.6%，总产值和营业收入同比均有所增长，分别增长 4.1% 和 11.3%，利润总额下降 4.1%；汽车用发动机制造业企业总产值和营业收入增速最高，分别达 30.0% 和 38.1%；汽车零部件及配件

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车产业发展情况 (Part1)

制造业平均从业人数最多，达 10.33 万人，占全部百强企业的 51.3%。（见表 5）

从发展历程看，汽车产业发展结构相对稳定

2018-2020 年前三季度，广东汽车产业分行业中类看，汽车整车制造业和汽车零部件及配件制造业占比较大，两个行业合计增加值占比虽有所下降，但总体波动不大，而汽车用发动机制造业占比不断增加。其中汽车零部件及配件制造业增加值占比已超过广东汽车产业的一半，从 2018 年 (50.2%) 开始，占比不断提高，在 2020 年一季度达到最大值 56.0%，随后逐渐下降到 50.2%，与 2018 年占比持平；汽车整车制造业的占比在波动中有所下降，从 2018 年的 47.9% 下降到 2020 年一季度 41.1%，随后提升到 2020 年前三季度的 46.5%；汽车用发动机制造业占比提升最快，从 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%。

汽车战略性支柱产业集群发展的问题和困难

当前广东汽车产业发展与目标有一定差距

根据《行动计划》目标，2019 年全省汽车制造业实现营业收入 8,404.78 亿元，其中 2019 年全省汽车零部件

及配件制造业实现营业收入 3,664.38 亿元，与发展目标分别相差 2,595.22 亿元、835.62 亿元。根据《行动计划》目标测算的平均增速，2020 年前三季度，汽车产业营业收入同比增长 4.7%，高于目标平均增速 0.1 个百分点，汽车零部件及配件制造业营业收入下降 4.7%，与目标平均增速相差 8.2 个百分点，差距较大。

2019 年，全省汽车产业完成增加值 1,768.35 亿元，与目标相差 231.65 亿元。2020 年前三季度，全省汽车产业增加值下降 1.3%，与目标平均增速相差 3.4 个百分点。前三季度，汽车和新能源汽车产量分别下降 5.1% 和 2.3%，与根据发展目标测算的平均增速分别相差 10.6 个和 27.5 个百分点。

行业发展下行压力较大，企业盈利水平有待提升

一是产业发展速度逐年下滑，2018 年，广东汽车产业增加值同比增长 7.4%，2019 年增速到达谷底，下降 2.3%，2020 年前三季度稍有回升，但仍然为负增长，下降 1.3%，总体发展呈下行态势；二是行业亏损面扩大，2018 年末，汽车产业亏损企业数为 108 家，亏损面仅为 13.0%，2019 年末扩大了 5.2 个百分点，

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车产业发展情况 (Part2)

达 18.2%，2020 年 9 月末，企业亏损面进一步扩大，亏损企业数为 252 家，亏损面达 26.3%；三是盈利能力下降，2020 年前三季度，汽车产业平均营业收入利润率为 5.9%，比全省规模以上工业平均水平 (6.2%) 低 0.3 个百分点，低于上年同期 (6.7%) 0.9 个百分点；四是资产负债率提高较快，2020 年前三季度，汽车产业平均资产负债率为 62.6%，比上年提高 2.9 个百分点，高于全省平均水平 6.2 个百分点。

产业结构急需转型升级，自主品牌竞争力不足

一是汽车产量增速逐年下降，2018 年同比基本持平，2019 年下降 3.1%，2020 年前三季度下降 5.1%；二是汽车整车制造业中新能源整车制造业占比逐年下降，由 2018 年的 10.1% 下降到 2020 年前三季度的 7.8%；三是核心技术存在壁垒，急需破解「卡脖子」难题。广东汽车产业主要采取中外合资发展模式，缺乏核心技术，对发动机、变速箱等关键零部件和车规级 MCU、IGBT 芯片等高端核心组件进口依赖度较高，存在「卡脖子」技术难题；四是自主品牌竞争力不足，据广东省汽车行业协会统计，2019 年自主品牌乘用车产销分别下降 27.1% 和 23.9%，市场份额回落 4.6 个百分点，市场占有率较低。

促进汽车产业集群发展的对策建议

加大对行业龙头企业的扶持，促进产业加快发展

一是加强对整车生产企业的扶植力度，提高全省整车生产企业的市场竞争力和生产规模，通过整车企业发展，带动上下游汽车关联产业如汽车零部件、发动机等产业的发展；二是积极引进一批世界一流、实力雄厚的汽车制造企业落户广东，重点围绕电动车、汽车零部件及配件等产业发展，进一步做大全省汽车产业「蛋糕」，提高在全中国的汽车产业市场份额；三是鼓励现有汽车生产企业向电动化、智能化等方向发展，积极布局、投资汽车产业未来发展方向，抢占市场先机。

积极开发新型产品，促进消费市场需求

当前全省汽车生产企业面临产量下降、经济效益下滑、市场竞争加剧的现状。但与此同时，汽车消费逐步向三四线城市、农村地区渗透，不少家庭正在购买第二台车，汽车需求总量仍较大，汽车生产企业要积极把握当前汽车消费趋势变化，及时推出符合市场预期和消费心理的车型，积极扩展新的消费市场，满足市场对各档次车型的需求，同时加强企业内部管理，提高生产能力利用率，进一步降低企业各项费用支

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 年前三季度汽车产业主要效益指标情况

出，提高盈利能力。政府要积极支持稳定和扩大汽车消费的同时，切实减轻企业负担。各级政府要按照中央的部署和要求，抓好促进汽车消费政策措施的落实，开展新一轮的汽车下乡和以旧换新，细化政策指引，加大财政支持力度，进一步扩大汽车消费；积极落实中央和省有关减轻实体经济负担的各项政策红利，降低汽车制造业税负和各项成本。

加大研发投入，大力发展自主品牌

一是依托全省基础雄厚的电子信息产业优势，积极布局、发展新能源、智能网联汽车等新兴汽车领域发展，加大研发投入，引领产业未来发展方向。二是充分利用广东作为汽车生产和消费第一大省份的优势，积极巩固全省汽车产业重点企业在传统汽车领域的领先地位，并发挥好汽车产业集群发展优势，同步带动汽车零部件发展。三是大力扶持、发展自主品牌，鼓励并推动高校、科研院所与行业骨干企业深入合作，共同突破产业链上的关键技术难题，培育具有技术创新优势的零部件、智能出行等自主品牌企业。■

文章转载自广东省统计局，并取得作者与局领导之授权

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 年前三季度汽车产业百强企业主要指标情况



图 1：2018-2020 年前三季度广东汽车产业集群分行业增加值占比

中国国内模具市场发展现状及 2021 年发展趋势

数据及资料来源：国家统计局、海关总署

前言

2020 年，是不平凡的一年。在疫情影响下，各行各业都受到了不同程度的冲击。受到中美贸易战的持续影响，模具制造业的销售业绩已经比往年有所下滑，而今年受新冠肺炎的爆发，对以出口为主要收入的企业无疑是雪上加霜。中国对疫情进行了有效的控制并在下半年开始已经全面复工复产。2020 年，注定是一条曲折的路，下面我们将回顾近年来中国国内模具市场的现状，并且分析模具行业在 2021 年的发展趋势。

模具制造业概述

模具产业定义

模具是指工业生产上用以注塑、吹塑、挤出、压铸或锻压成型、冶炼、冲压等方法得到所需产品的各种模子和工具。模具主要通过成型材料物理状态的改变来实现物品外形的加工。因此模具行业素有「工业之母」的称号。

中国国内模具产业链

中国的模具行业发展比较晚，从二十世纪七十年代末才开始起步。随着现代化工业的发展以及政府的大力支持下，产业的规模以及技术水平都有所提升，但与工业较为先进的国家相比，中国仍存在较大的差距。模具行业作为现代工业的基础，模具技术涉及非常广泛的领域，如汽车、3C 产品、机械、家电、航空航天等领域。

中国塑胶制品行业发展现状

根据数据显示，2017 年中国塑胶制品行业规模企业的利润总额为近年最高，高达 1,798.06 亿元，而 2018 年开始，受中美贸易战的影响，经济有所下滑，模具行业的收入也随之下降。而在 2020 年底，经过了一整年疫情影响底下，2020 年度的模具行业规模企业利润总额为 1,681.6 亿元。

而近年来，中国模具行业通过技术引进、消化吸收和再创新，实现了制造工艺快速提升，模具企业的专业化生产能力大幅增强。根据海关信息统计显示，2019 年中国模具出口金额达到 62.46 亿美元，而 2019 年中国模具进口金额为 19.39 亿美元，同比下降 9.37%。

在所有模具类型中，塑料橡胶模具是中国最大的模具进出口品种。数据显示，2019 年中国塑料橡胶模具出口金额达到 39.67 亿美元，占同期模具进出口总额的比例超过 60%，反映出了中国汽车模具和家电模具产品在全球具有较强竞争力。塑料橡胶模具进口金额为 8.70 亿美元，占模具进口总额的比例超过 44.89%，表明中国塑料橡胶模具还存在较大的进口替代空间。

疫情之下塑机及橡胶塑料制品业现状

2020 年由于疫情的关系，大量的防疫用品如口罩、医疗等器具需求急剧上升，从而也导致了国内塑机行业的销量上涨。



图 1：规模以上塑胶制品业利润总额 (数据来源：国家统计局)

根据国家统计局的数据显示，2020 年前 3 季度的 484 家规模以上塑机企业产量为 258,595 台，同比下降 14%，营业收入 622.79 亿元，同比增长 19%；营业成本 471.54 亿元，同比增长 15%；利润总额 70.97 亿元，同比增长 52%。

从数据上看，虽然塑机产量有所下降，但企业的营业成本增加，利润上涨，代表了塑机市场由于需求上涨从而导致塑机价格上涨。

同时在全球范围内进行的居家隔离办公以及防疫物品需求增长的情况下，橡胶及塑料制品的销量也有所上涨。根据国家统计局的数据显示，2020 年规模以上工业企业中，橡胶及塑料制品业的营业收入为 24,763.3 亿元，同比下降 1%；营业成本为 20,542.9 亿元，同比下降 3%；利润总额为 1,681.6 亿元，同比增长 24.4%。

模具行业发展困境

缺乏专业人才

模具人才培养周期长，在这个技术密集、资金密集的产业，能够掌握和运用新技术的人才非常少，在一定程度上制约了行业发展。模具行业是一个需要理论

加实践经验结合的行业，一位合格的模具工程师，需要有良好的专业知识基础，再加上长期的积累经验才行。目前行业的现状为拥有理论知识的年轻人很难坚持下来积累经验，而经验丰富的师傅却缺乏理论知识，故使得当前的市场人才短缺。

产品标准化程度不高

模具标准化，设计生产采用标准件，可大幅提高模具设计效率以及生产质量。在如今追求高质量高效的市场中，成功的企业一定有自己企业内部的一套标准。而许多观念落后的企业，其产品标准的制定存在一定程度滞后，不利行业持续健康发展。由于缺少产品标准，或标准过时，标准体系在规范市场、推动技术进步和产品发展方面的作用受限，未能引导企业生产出种类齐全、质量精良的产品，导致无序竞争，导致中低端模具产能过剩，高端模具仍需从国外进口。

CAD/CAE/CAM 普及低

CAD/CAE/CAM 是面向制造的工程设计技术群中的核心技术，是提高企业产品自主开发能力和产品质量的重要手段。对于模具企业来讲，全三维 CAD 设计可有效提高模具设计的效率与质量，而 CAE 软件则可协助分析产品、模具设计的合理性并预测问题，以此减少

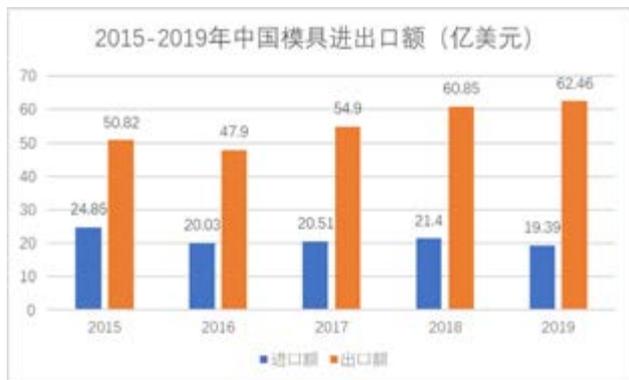


图 2：2015-2019 年中国模具进出口额（数据来源：海关总署）

试模次数。目前仍有许多企业使用传统的二维模具设计，这将影响到企业的设计能力和生产能力，而且竞争力和效益也会受到影响。

2021 年中国国内模具行业发展趋势

中国模具销售收入以出口为主，由于中美贸易战以及疫情的影响，中国模具制造行业受到了较大的影响，虽然全球疫情尚未稳定，但中国疫情已基本控制住，因此 2021 年的模具产业可转外销为内销，促进内循环，预计 2021 年模具行业销售收入将会有所反弹，呈上升趋势。

模具设计智能化

当前企业在模具设计上最大的问题是设计周期长、效率低。而且设计方式不统一，质量难以保障。而中国国内实力较强的企业目前已实现模具设计标准化、数字化、自动化。将企业内部的模具设计操作流程、设计标准、加工工艺标准化；对企业内部的标准件进行数据化，建立内部数据库；根据设计的规则，数据库的建立实现设计自动化。未来将根据大数据分析，自动识别出设计要素，利用软件实现智能设计。



图 3：2015-2019 年中国塑胶模具进出口额（数据来源：海关总署）

激光快速成型技术应用于模具制造

与传统成型工艺相比，激光快速成型技术具有原型的复制性、互换性高；制造工艺与制造原型的几何形状无关；加工周期短、成本低，一般制造费用降低 50%，加工周期缩短 70% 以上，高度技术集成，实现设计制造一体化，是模具的理想成型工艺。目前已有激光薄片叠层制造技术 (LOM)、选择性激光熔化技术 (SLM) 等激光成型工艺成功应用于模具制造。激光快速成型技术在家电行业、汽车模具制造中具有广阔的应用前景，是模具成型工艺的重要发展方向之一。

管理信息化

管理信息化主要目的为减轻企业管理人员的工作量以及提高企业管理的工作效率。将企业内部的信息集成，推动模具企业不断地向准时制造和精益生产的方向发展。随着现代管理技术的进步，许多先进的信息化管理工具，包括企业资源管理系统 ERP、制造执行系统 MES、产品生命周期管理 PLM 等先进的信息化管理工具在模具企业不断得到应用。通过流程优化、资源的高效利用和执行强化，提高模具生产效率和企业管理效率，使生产更加精准高效。■

2021 新会员杂志订阅方案



【SMART Molding】杂志介绍 |

全球华人最专业的模具与成型技术杂志(ACMT会员月刊)

ACMT协会于2017年3月发行了《CAE模具成型技术杂志》，将这些技术介绍与交流想法写进杂志，将之保存记录下来，至今已发行40期。于2020年7月份将改版为《模具与成型智慧工厂杂志》(SMART Molding Magazine)杂志主题专注在报导射出成型产业相关之最新材料、技术、设备，以及应用案例等相关议题，并同步发行于台湾、大陆、东南亚等地区。

四大特色

1. 每期挑选技术重点做主题报导
2. 产业界最新先进技术介绍
3. 专业顾问深入浅出讲解
4. 报导企业竞争力特色



会员种类	网路会员	普卡会员	金卡会员
会员权益	免費	定价:RMB¥79 /年	定价:RMB¥799/年
	浏览大部分网站内容	电子杂志全阅读(1年)	电子杂志全阅读(1年)
	电子杂志(部分阅读)	第一手最新产业讯息	纸本杂志(1年/12期)
	相关活动电子报	活动讯息电子报	年度会员大会名额
	X	普卡会员专属折扣	杂志技术讲座名额
	X	会员专属活动	会员专属活动

会员注册方式與付款方式

人民币付款

账户公司名称:东莞开模注塑科技有限公司

开户银行:招商银行股份有限公司 东莞南城支行

银行帐号:769905646810907



扫码注册会员 ACMT 公众号

※【SMART Molding】杂志是由ACMT协会发行,委托型创科技顾问(股)公司出版制作及订阅等服务。

※ACMT 協會保留變更及終止之權利

ACMT協會 聯絡窗口

东莞:
服务专线:+86-769-2699-5327 刘小姐 Lynn Liu
电子邮箱:lynn.liu@caemolding.org

苏州:
服务专线:0512-67282278 王文倩 Winne
电子邮箱:winnie.wang@minnotec.com



掌握最新注塑成型产业 ACMT菁英俱乐部会员

提供会员更完整、更专业的服务、结合更完整的组织系统与服务，线上线下实体整合会员，加入会员既可享有多项超值服务



更多资讯请扫二维码进入会员专区