

CMM

CAE Molding Magazine

CAE模具成型技術雜誌

本期【塑膠注塑材料】深入分析,了解趨勢

【塑膠注塑材料】最新應用與發展



專題主編: 劉文斌 ACMT技術總監

- 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)塑料的基本性質
- 防火劑,難燃劑(Flame Retardants)
- 塑膠光學-特定注塑成型塑膠光學元件
- 塑膠的耐熱性質(Heat resistance of Plastics)
- 塑膠材料的特性與選用



專題報導 | 科技新知 | 產業訊息 | 顧問專欄

產業訊息

- 巔峰匯聚,智造起航
- 2018年美國國際塑料展覽會 (NPE)
- 新世代模具與成型工廠規劃與管理

專題報導

- 塑膠材料的特性與選用
- 新型熱塑性聚氨基甲酸酯 (TPU)
- 護衛用電安全的熱門材料-改性PBT

科技新知

- 借助CAE工具改善相機鏡頭外殼真圓度
- 巴斯夫剖析2017年汽車色彩市場
- 盤點中國改性塑料發展動向與趨勢

顧問專欄

- 塑膠材料的收縮與翹曲 (二)
- 點石成金 冷擠壓招財進寶
- 從A到A+?然後呢?然後他就倒掉了!



ISSN 2521-0300



9772521030002

02



如何正确选择 塑胶模具钢

全球最具规模的模架及钢材供应商

● 香港



● 河源



● 杭州



● 日本



● 台湾



● 馬來西亞



集团总公司：龙记五金有限公司（香港）
地址：香港新界沙田安群街1号京瑞广场2期15楼A室
电话：(852) 2341 2321
传真：(852) 2343 0990
电邮：lkmsales@lkm.com.hk

台湾龙记金属制品股份有限公司
地址：台湾台中县大雅乡民生路三段267巷28号
电话：(886) 04-2568 1155
传真：(886) 04-2568 1160
电邮：lkmt@lkmtw.com.tw

龙记官网
www.lkm.com.cn

塑胶模具的品种规格多，形状复杂，对型腔表面的要求高，制造难度大，因而选材前需对各因素进行综合分析，我们认为需要考虑的因素包括：

模具材料的特性

如强度、韧性、耐磨性、耐蚀性、可焊性、淬透性、可氮化性、抛光性、蚀纹性等。

模塑材料的特性

如塑料是属于热塑性还是热固性，塑胶中是否有添加大量增强剂，塑胶是否对模面有腐蚀性等。

模具的设计和尺寸

模具的结构越复杂，尺寸越大，对模具材料的韧性要求就越高。

模具的表面要求

塑胶模具的表面光洁度按美国SPI标准被分为12级，并归为四个大类：

类别	表面光洁度	抛光物料
A类	镜面	通常采用钻石膏进行抛光
B类	光面	通常采用砂纸进行抛光
C类	半光面	通常采用油石进行抛光
D类	常规面	通常进行喷砂处理，不同类型的模具材料所能达到的表面要求是不同的

模具的使用寿命

随着模具的成型周期和塑胶件的质量要求不同，模具在使用过程中产生的正常磨损程度亦不同，美国塑胶工业学会将400t或以下注塑机的模具分成五个级别：

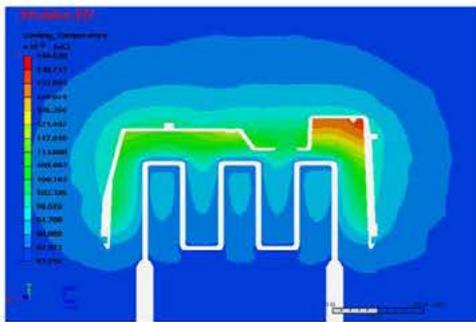
级别	模具成型周期数	用途	要求
101型	100万模次	用于极高产量的产品	模腔及其他配件等硬度 \geq HRC48
102型	50万-100万模次	用于高产量的产品	模腔表面硬度 \geq HRC48 其他功能配件应做热处理
103型	10万-100万模次	用于中产量的产品	模腔表面硬度 \geq HB300
104型	最高可达10万模次	用于低产量的产品	定模可用退火态模具钢或铝合金
105型	少于500模次	用于生产有限数量的产品	模具材料要求低，价格也应尽量便宜 可选择铸钢材料或环氧树脂

模具的失效模式

塑胶模具发生的主要失效形式包括塑性变形、开裂、腐蚀，磨损和抛光及蚀纹等表面缺陷，模具的早期失效与模具材料特性，模塑材料特性，模具设计，模具的表面要求和使用寿命等因素环环相扣，息息相关。了解模具在不同工作条件下的失效形式并找出行之有效的预防措施，有利于正确地进行模具选材。

模具选材的重要标准不应当是材料的初始成本，而是寿命周期成本或成本效益。一般情况下，选用性价比高，最适合模具要求的模具材料，成本效益才会提高！尤其是对于那些维修艰难的模件或一旦失效会造成重大事故的模件，有远见的公司一定会认识到寿命周期成本对长期经济效益的价值，不会只考虑初始成本低的选材方案，唯有规范使用模具钢，才是现今竞争激烈的行业背景下中国模具业生存与进步之道。我们作为模具材料供应商，将竭诚与您一起追求最佳的解决方案。

Professional knowledge and resources provider of
global projects in
Plastics/Molding/Tooling innovation and solutions.



- *International tooling and production development with professional project management.
- *Source pool of quality-first and long-term-partnership tool and production suppliers.
- *Advanced tool design, tool manufacturing and molding process technologies.
- *International machines, equipment and innovative solution systems.
- *International solution-consulting and problem-solving.
- *Shop floor performance and technology up-grade solutions.
- *International training program development, localization and conduct.

HOCO[®] 昊科

让注塑·更轻松



微信公众平台
WeChat platform



手机官网
Mobile website

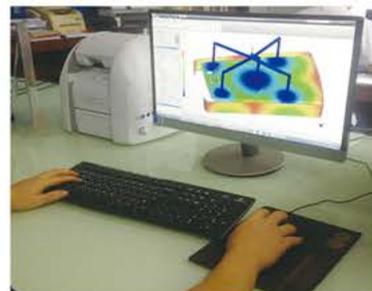


昊科小程序
Small program

全方位热流道系统解决方案提供商

Full-range solution provider for hot runner systems

昊德天下·科耀世界



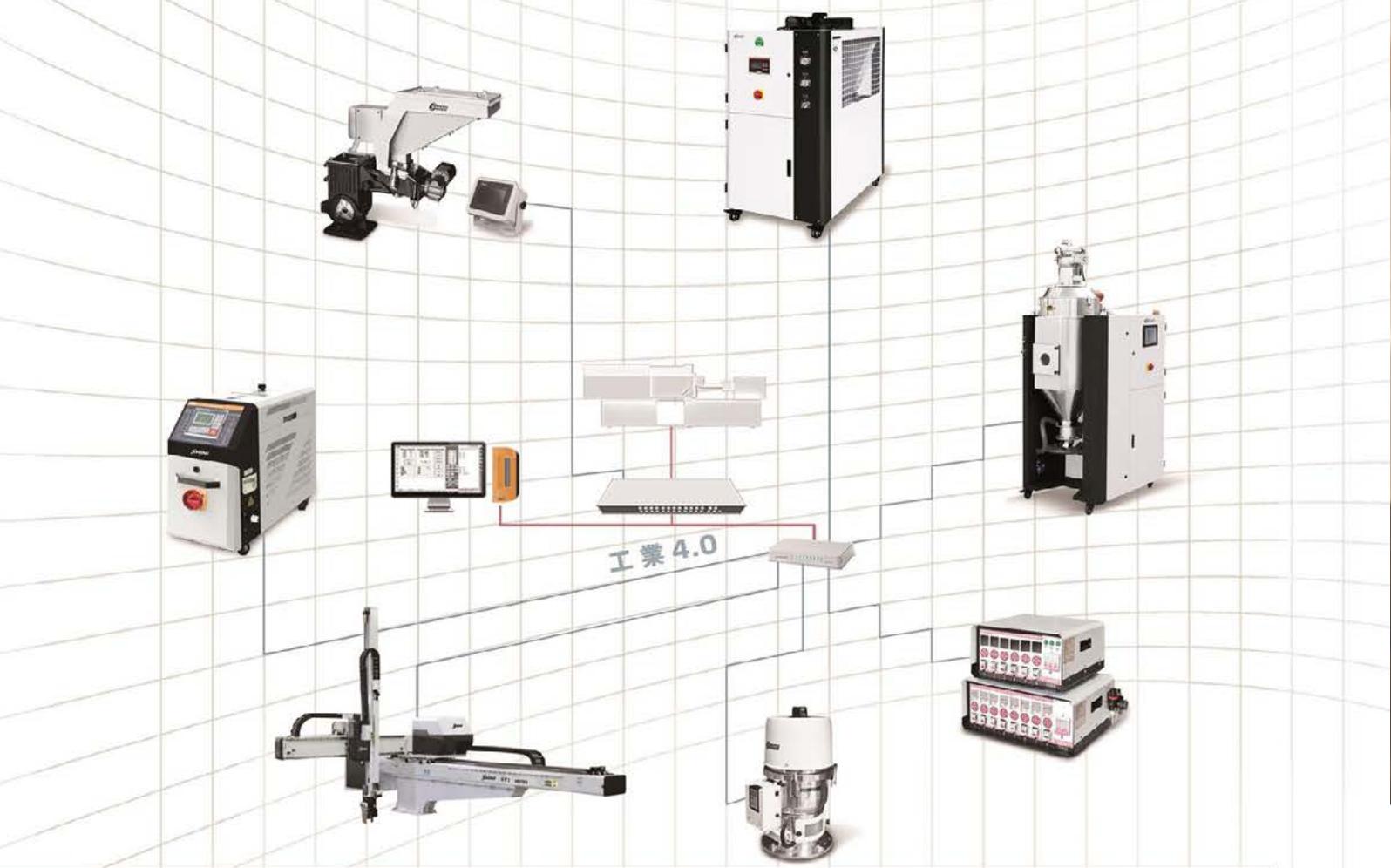
昊科实业（香港）有限公司
Hot-Link Industrial (H.K.) Company Limited

东莞市昊科热流道系统有限公司
Dongguan Hot-Link Hot Runner Systems Co.,Ltd

全国统一咨询电话：4008313105
24小时服务热线：13649820990 张生
电话：0769-81516909 / 0769-81516919
传真：0769-85560809
咨询QQ：4008313105
邮箱：info@hot-link.com.cn
地址：东莞市虎门镇南栅第一工业区健民路10号厂房

National Unification Advisory Tel.: 4008313105
24 hours service hotline : 13649820990 Mr.Zhang
Tel: 0769-81516909 / 0769-81516919
Fax: 0769-85560809
QQ: 4008313105
E-mail: info@hot-link.com.cn
Add: 10#,1st Lane,Jan Ming Road,Nan Ce First Industrial Park ,
Hu Men Town Dong Guan City.

广告编号 2018-02-A02



以用戶友好為原則，技術創新為手段， 實現成型輔助設備與上位機的網絡通信。

信易始終堅持技術創新。如何讓先進的注塑成型技術滿足客戶需求，一直是注塑成型者的追求。不僅放在“產品本身”，更是放在“客戶需求”。信易從產品的標準、精緻、實用、人性化上著手，使得客戶更容易操作。sLink基於Modbus TCP/RTU通訊協議，友好的人機介面能帶給客戶更直觀的感受，與上位機通訊，實現集中監控，提升客戶使用價值，確保結果符合客戶期望。



W 2183
7~11 5月



Simple Solution

广告编号 2018-02-A03

Shini Group

+86 800 999 3222 +886 0800 000 860 shini.com



液態矽膠 (LSR) 針閥式系統



汽車配件



運動器材



3C 防水用品



醫療用品



兒童用品



日常生活用品

系統優點



直接進澆

彈性化模具設計，產品不需二次加工剪料頭



無料頭

減少材料浪費，降低成本



模組化設計

安裝快速，維護簡單



單穴、多穴應用

提高生產效率，增加產能

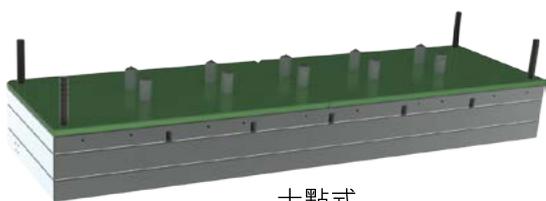
冷嘴尺寸規格

(mm)

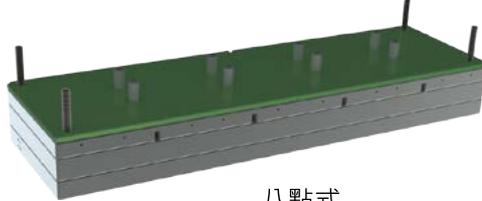
型號	本體直徑	腔體直徑
CVRT - 10	Ø 12.7	Ø 14
CVRT - 20	Ø 20	Ø 22
CVRT - 30	Ø 38	Ø 40

模組化設計

搭配模組化(cold deck)設計，幫助客戶降低成本，增加生產效率。



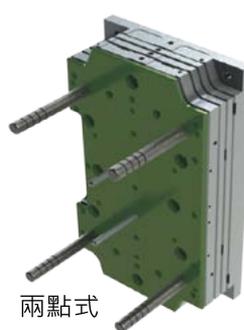
十點式



八點式



單點式

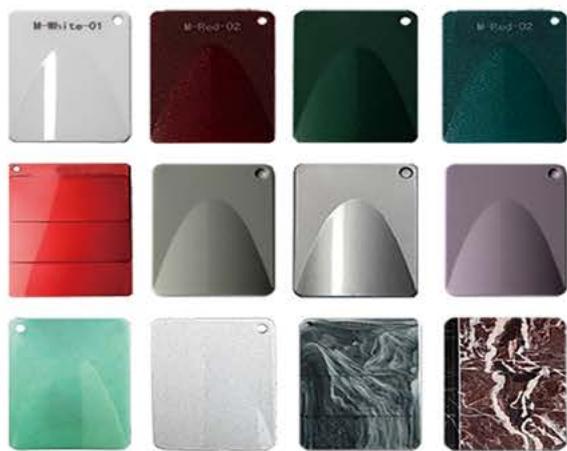


兩點式



四點式

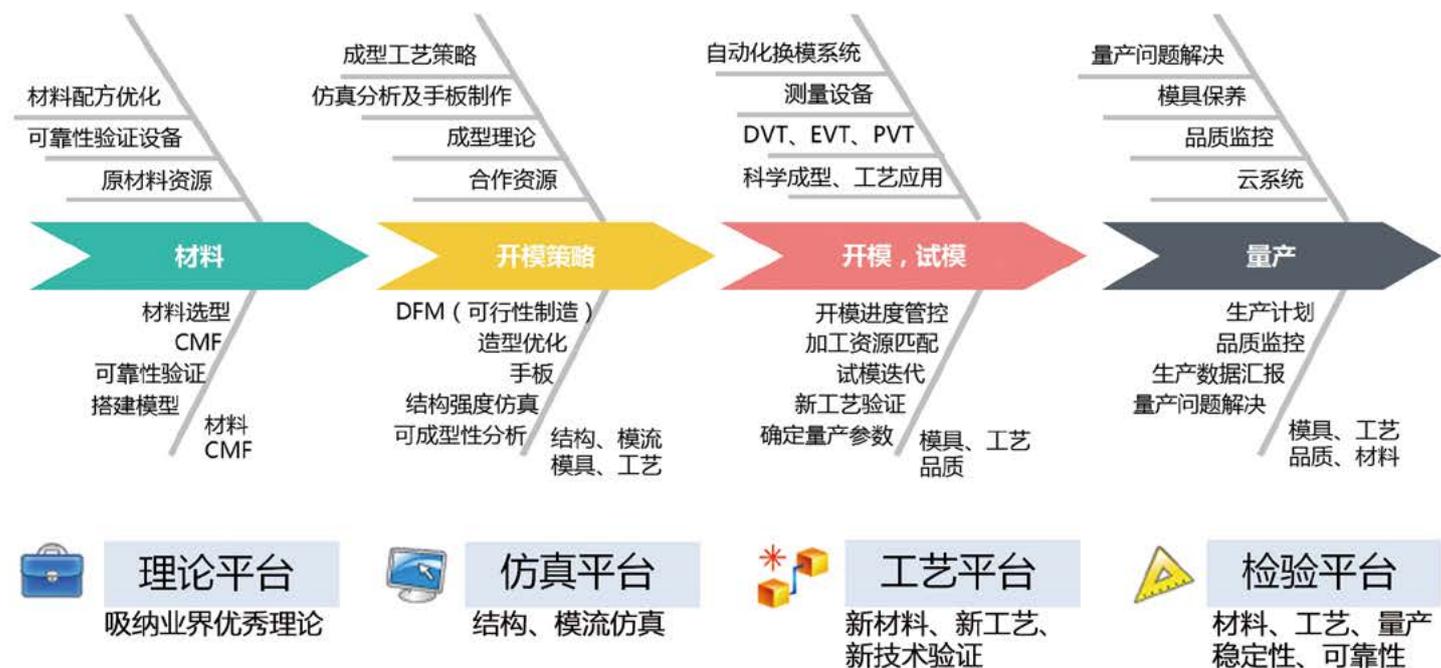




科学试模

基于科学试模的半成品解决方案

同益股份立足材料应用解决方案，建设科学试模工程中心。从材料选择、颜色样板库建立、产品结构、模具设计、新工艺验证等，以科学试模体系整套解决方案服务客户。在手机新工艺、美学塑胶、微细发泡方向成功解决客户行业难题，为客户提供半成品交付等多种服务。



深圳市前海同益科技服务有限公司
 深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室
 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司)

深圳市前海同益技术研发有限公司
 深圳市前海深港合作区前湾一路鲤鱼门街一号
 前海深港合作区管理局综合办公楼A栋201室
 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司)

高端材料研究公司
 ADVANCED MATERIALS RESEARCH INC
 美国纽约

中高端化工及电子材料一体化解决方案

公司作为中高端化工及电子材料一体化解决方案提供商，与全球多家500强化工巨头供应商达成战略合作关系。在工程塑料、弹性体塑料、手机油漆、电子材料等方面已具备成熟的技术能力、高效的供应链能力及深厚的产品应用研发能力，与国内多家品牌客户展开合作，成功将材料应用于移动终端、家电、LED照明等细分市场产品的零部件、功能件、结构件或外观件的制造中。

致力于材料、应用工艺、工业4.0的长足发展， 寻求与以下领域的企业展开资本合作，携手共进：

■ 属于手机、家电、LED照明、新能源汽车及动力电池、无人机、AR/VR等产业链细分领域

■ 经营产品为以下一类或多类：

- 材料类：工程塑料、胶水、金属、膜片、电子材料、玻璃
- 工艺技术类：先进部件或精密模具特殊成型，如注塑领域的开发与技术研究，给客户
提供特殊效果及轻量化的解决方案
- 工业4.0—设备与自动化：先进设备或基于塑胶生产环节的自动化产线，如注塑自动化、
智能工厂等

■ 分销企业或研发企业或集分销与研发于一体的企业

■ 处于成长期或成熟期



深圳总部

深圳市宝安区宝安中心区兴华路南侧荣超滨海大厦B座3楼
电话：0755-27872397 27872396
传真：0755-27780676
<http://www.tongyiplastic.com>
E-mail:hr@tongyiplastic.com

苏州子公司

苏州创益塑料有限公司
苏州工业园区星海街16号金樱创业园3楼D座
电话：0512-62925877
传真：0512-62925677

北京子公司

北京市世纪豪科贸有限公司
北京市朝阳区成寿寺路134号院4号楼0317室
电话：010-56298192
传真：010-87211490

深圳麦士德福

MOULD-TIP®

www.mould-tip.com

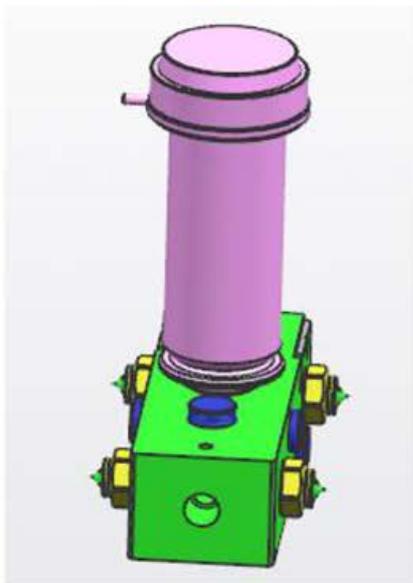
关于麦士德福

创立于1999年的麦士德福，始终以客户需求为导向，以技术研发为核心，逐步发展成为一家集热流道，模具，注塑为一体的专业制造商，公司总投资5000万人民币，工厂总占地面积30000平方米，现有热流道事业部、P&C薄壁模具，盖子模具和医疗模具事业部、注塑事业部，ERP管理软件事业部等。在国内有28个办事处，产品覆盖全国，并远销欧美，澳洲，东南亚，中东等37个国家和地区，目前，已在海外设立十余个服务点；凭借不断革新的技术实力与完善的ERP管理体系，麦士德福赢得了全球的青睐。

在近年重点发展的模具领域，大量引进德国，瑞士，日本等先进设备，确保高精度，高生产效率。专注于多腔叠层的日化与食品包装类以及医疗包装模具的研发与制作，日化方面的多腔叠层模具，以及模内合盖技术在行业内领先，薄壁方面从之前的单腔模，发展到2+2，4+4甚至4+4+4的三叠模具，在国内独占鳌头；医疗方面更成功开发出96腔，144腔和288腔全热流道模具。合作伙伴：蓝月亮，立白，威露士；伊利，麦当劳，李锦记；威高，四药，洪达

MOULD-TIP侧进胶热流道系统在产品中的应用

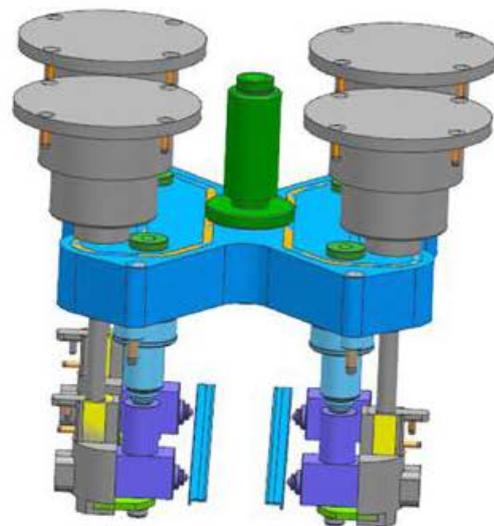
简单来说就是用热流道胶口从侧面进胶，把原来只能用冷胶口才能实现的技术，现在用热流道胶口代替.实现了在产品表面不允许有胶口的难题。侧进胶全热流道系统相对于传统结构的全热流道结构相对比较复杂，有很强的技术含量



1.分流块形式(开放)



2.爪子形式(开放)



3.针阀形式成功案例分享

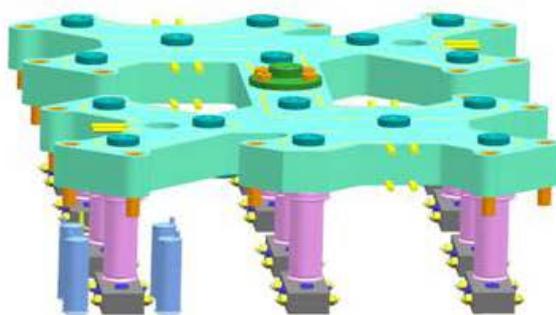
成功案例分享:

产品名称:针筒

材料:PP

模穴:48穴

热流道系统: MF-12P



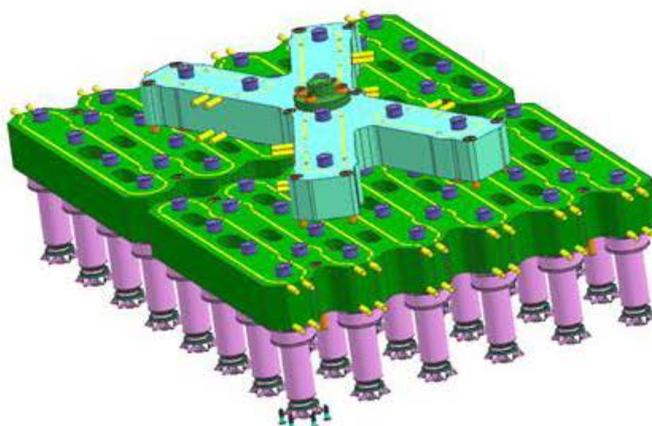
案例2:

产品名称:韩式针座

材料:PP

模穴:144穴

热流道系统: MF-24P



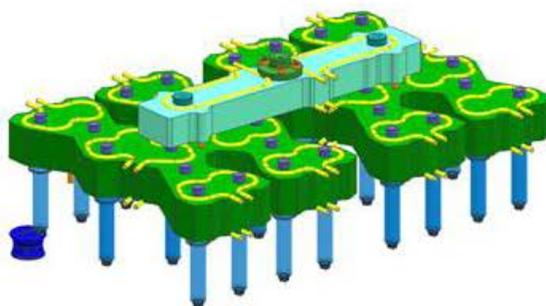
案例3:

产品名称:牛奶外盖

材料:PP

模穴:24穴

热流道系统: MF-24P



UNITEMP[®]

Switzerland hot runner

汽车热流道解决方案

P & C
Packaging and Caps

包装与医疗解决方案

MOULD-TIP[®]

Switzerland Technology

计算机周边解决方案



ACMT協會/會員月刊

發行單位 電腦輔助成型技術交流協會
型創科技顧問公司
發行人 蔡銘宏 Vito Tsai

編輯部
總編輯 蔡銘宏 Vito Tsai
美術主編 莊為仁 Stanley Juang
企劃編輯 林佩璇 Amber Lin
劉家妤 Anna Liu

行政部
行政支援 邱筱玲 Betty Chiu
林靜宜 Ellie Lin
洪嘉辛 Stella Hung
封旺弟 Kitty Feng
陽敏 Mary Yang
劉香伶 Lynn Liu

技術部
技術支援 唐兆璋 Steve Tang
劉文斌 Webin Liu
蔡明宏 Hank Tsai
楊崇邠 Benson Yang
鄭富橋 Jerry Jheng
李志豪 Terry Li
劉岩 Yvan Liu
張林林 Kelly Zhang
羅子洪 Colin Luo

專題報導
專題主編 劉文斌 Wenbin Liu

特別感謝 Moldex3D、麥士德福、查鴻達、SPE 北京、EOS、FUTABA、金暘、CPRJ、BASF、長華塑膠、大東樹脂、林秀春、邱耀弘、陳震聰、劉文斌、林宜璟



出版單位：電腦輔助成型技術交流協會
出版地址：台灣 220 新北市板橋區文化路一段 268 號 6 樓之 1
讀者專線：+886-2-8969-0409
傳真專線：+886-2-8969-0410
雜誌官網：<http://www.caemolding.org/cmm>

CAE模具成型技术杂志 No. 001 2017/03

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【专题报导】深入分析，了解趋势
【金属3D打印技术】在模具成型之应用

专题主编: 金欣 总经理(开思网/创想智造)

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏

CAE模具成型技术杂志 No. 002 2017/04

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【PIM先进技术】深入分析，了解趋势
【PIM先进技术】在模具成型之应用

专题主编: 郑保弘 博士(ACMT)

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏

CAE模具成型技术杂志 No. 003 2017/05

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【Chinaplas 2017】橡塑大展深入分析，了解趋势
【Chinaplas 2017】橡塑大展深入报导

专题主编: ACMT 协会 副秘书长

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏

其他主题的CAE模具成型技术杂志
邀请产业界专家与企业技术专题
每个月定期出刊!

CAE模具成型技术杂志 No. 004 2017/06

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【智能制造技术】深入分析，了解趋势
【智能制造技术】工业4.0深入报导

专题主编: 陈耀庭 ACMT 主任委员

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏

CAE模具成型技术杂志 No. 005 2017/07

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【最新注塑成型发展与应用】深入分析，了解趋势
【最新注塑成型发展与应用】专题深入

专题主编: 刘文成 ACMT 主任委员

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏

CAE模具成型技术杂志 No. 006 2017/08

GMM CAE Molding Magazine

CAE模具成型技术杂志

本期【最新精密检测技术发展与应用】深入分析，了解趋势
【最新精密检测技术发展与应用】专题

专题主编: 李志坚 ACMT 项目经理

ACMT 中国模具工业协会
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

科技新知
全球模具技术最新趋势
智能制造设计手段
模具制造最新技术突破

ACMT 高峰论坛
2017 国际模具技术高峰论坛
ACMT 青年委员会
ACMT 2017 年度颁奖典礼

产业讯息
• Chinaplas 2017 展会内容回顾
• 3D打印工业应用趋势
• Chinaplas 2017 年度颁奖典礼

顾问专栏
• 从开思网到创想智造
• 模具生产智能制造
• LED之注塑模具成型智能制造

专题报导 | 科技新知 | 产业讯息 | 顾问专栏



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.caemolding.org/cmm
CAE Molding Magazine

廣告索引

龍記集團 -----	P2-3(A01)
昊科實業 -----	P5(A02)
信易電熱 -----	P6(A03)
映通股份有限公司 -----	P7(A04)
同益股份 -----	P8-9(A05)
麥士德福 -----	P10-11(A06)
NPE2018 美國橡塑膠大展 -----	P52(A07)
Chinaplas2018-----	p74-75(A08)
Moldex3D-----	P110-111(A09)
深圳市創想製造科技有限公司 -----	P113(A10)



出版單位：電腦輔助成型技術交流協會

出版地址：台灣 220 新北市板橋區文化路一段 268 號 6 樓之 1

讀者專線：+886-2-8969-0409

傳真專線：+886-2-8969-0410

雜誌官網：<http://www.caemolding.org/cmm>



目錄 Contents

專題報導

20 丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物 (ABS) 塑料的基本性質簡介

24 防火劑, 難燃劑

28 塑膠光學 - 特定注塑成型塑膠光學元件

34 塑膠的耐熱性質

40 塑膠材料的特性與選用

44 新型熱塑性聚氨酯甲酸酯 (TPU) 介紹

48 護衛用電安全的熱門材料——改性 PBT

54 2018 阿博格德國最新先進技術考察團

56 KraussMaffei 德國先進成型技術研討會 2018 花絮報導

58 太平洋高分子大會開幕 近千名科學家點贊廈門

62 巔峰彙聚, 智造起航

70 好書推薦: 智能製造之路: 數字化工廠



77



63

巔峰彙聚, 智造起航



28



74 打造模具企業從工業 1.0 到工業 4.0

78 庫卡 KUKA 使用 Makerbot 開發機械手臂

80 EOS 宣佈公司亞太區 領導層變動及拓展 計劃

88 长纤维增强聚丙烯复合 材料的发泡工艺研究

90 盤點中國改性塑料 發展動向與趨勢



106 塑膠材料的收縮與 翹曲 (二)

108 點石成金 冷擠壓 招財進寶

110 讓感動成為行動的 顧問歷程



塑膠注塑材料

目前中國在塑料工業與現代製造產業已佔有重要地位，對於塑料的加工技術增進與塑料的消耗能力都持續在增長。未來短期的十年塑料技術發展與應用市場，主要還是在中國；所以國際上主要的塑料廠商也都把研發與生產主力聚焦在中國。 ■

超值優惠!

**加入菁英會員
免費獲得一年
12期月刊!**





劉文斌 技術總監

- 型創科技顧問股份有限公司 - 技術總監
- ACMT-CAE 科學試模培訓認證委員會主任委員
- 經歷
- 科盛科技股份有限公司 (Moldex3D)- 技術顧問 / 大中華區技術總監 / 技術研發部技術協理 / 技術服務部經理 / 專案經理
- 工業技術研究院 (ITRI) 化學工業研究所 (UCL) - 研究員 (工研菁英)
- 台灣區中空協進會 - 技術顧問
- 台灣新竹大華科技大學 - 兼任講師
- 多家業界公司技術顧問與技術授課講師
- 專長
- 高分子塑膠材料、高分子檢測技術、高分子復合材料、合膠混練配料技術
- 塑膠押出、射出成型加工技術 • 成型加工模具、螺桿及製程設計
- 連續複合押出發泡成型技術 • 超臨界流體微細發泡成型技術
- 微小精密射出成型加工技術

塑膠注塑材料

前言

最近幾年來世界經濟景氣形勢並沒有明顯地改善，全球製造業也都籠罩在一股低迷的氣氛中；所幸在中國適時發揮經濟能力，新的製造中心與消費市場已經成形，目前中國在塑料工業與現代製造產業已佔有重要地位，對於塑料的加工技術增進與塑料的消耗能力都持續在增長。未來短期的十年塑料技術發展與應用市場，主要還是在中國；所以國際上主要的塑料廠商也都把研發與生產主力聚焦在中國。近年來我們看到非常多的指標性塑料廠商都在進行整併與體質調整，例如 2015 年陶氏化學與杜邦宣布合併成為陶氏杜邦 (DowDuPont) 公司，成為全球最大的化工公司；蘇威 (Solvay) 併購了法國的 Rhodia；而巴斯夫 (BASF) 於去年又購買了 Solvay 的 PA 塑料事業部門；巴斯夫 (BASF) 之前也將 Styrolution 的股份賣給 INEOS 公司；另外許多著名的料商近年來也進行公司組織的變動，例如 Ticona 恢復公司名稱為賽拉尼斯 (Celanese)；原先 Bayer 塑料公司改組成為科思創 (Covestro)；Dow 塑料公司組織調整後稱為盛禧奧 (Trinseo) 等；塑料大廠的組織調整，主要目的都是希望更專注在各自領導的產品上，以增加產品在市場的主導權與獲利；在塑膠材料的使用與技術開發上，因應各



國政策與產業要求；有幾個方向是塑料未來發展的重點；首先是塑料的回收再利用的環保議題，這部分已經看到了生質性塑料的開發，天然纖維的添加與塑料改質訴求，全生物分解性塑料的推廣應用等；再則是高功能性塑料的開發與應用，藉由塑料的配方調整與改質，讓塑料具備高強度，高剛性，高功能性（例如高耐熱，高導熱，高導電，抗靜電，高耐電壓）等塑料；塑料在各應用產業上也有不同的發展方向；例如在汽車產業上的應用，近年來除了成功地進行以塑代鋼的產品設計開發外，相關長纖或連續纖維預浸材 (prepreg) 補強塑料的應用汽車部件越來越多，輕量化省能源的產品與加工製程設計也持續看到新的發展，以及塑料的化學物質揮發量 (VOC) 標準制定與要求，都對於車載應用的塑料市場建立了新的應用規範；另外在電子電器產品上的塑料應用，則是有新的難燃測試規範與有害物質 RoHS 2.0 新版的檢測標準建立，也使電子電器產業的應用塑料組成配方中，例如難燃劑，熱安定劑，抗氧化劑，塑化劑，加工助劑等塑料添加劑都有新的應用要求與新規格產品問世，所以對於新塑料，新添加劑組成與配方都需要持續加以關注。■





丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物 (ABS) 塑料的基本性質簡介

■ ACMT

關於 ABS 塑料

ABS 塑料是一種三元組成的共聚合物，中文名為“丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物”，英文名稱為 Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(簡稱 ABS)，化學分子結構式如 (圖 1) 所示。

此三種成份在 ABS 塑料中所佔的比例約為 20/30/50；ABS 塑料為非結晶性塑料，ABS 的玻璃轉移溫度約為 90°C，一般較低溫的熔融加工溫度約為 175~180 °C 左右。ABS 的微觀結構是屬於兩相繫統，其中苯乙烯 - 丙烯腈共聚物 (SAN) 為連續相，而丁二烯則為彈性體的分散相。ABS 共聚物中的三個成份分別提供 ABS 塑料的不同特性，丙烯腈 (acrylonitrile) 主要提供了耐化學性與熱穩定性；丁二烯 (butadiene) 提供了韌度與衝擊強度；苯乙烯 (styrene) 則提供了硬度與可加工性。只要改變 ABS 中三個組成成份的比例、或是利用不同的聚合方法、或是分散相顆粒的尺寸或型態不同，就可藉由聚合方法的控制來生產出一系列具有不同衝擊強度、流動

特性的 ABS 等級塑料；例如增加丁二烯的組成比例，則其衝擊強度物性會提升，但是 ABS 的硬度和流動性則會降低，同時機械強度和耐熱性也會變差。

橡膠態分散相中彈性體的顆粒大小與顆粒大小分佈，對 ABS 塑料的性能包括強度、韌度和光澤度等都有重要影響，較大橡膠顆粒可以增加 ABS 韌度，但是會降低 ABS 塑料的光澤度。在硬質連續相中與分子量相關的分子鍊長度大小，對 ABS 塑料的性質也有顯著影響，一般分子鍊長度越長，在物性上所表現的耐衝擊強度及伸長率性質會越好，但流動性會變差；硬質 SAN 連續相與橡膠分散相的比率，也將影響 ABS 塑料的熔融流動性與耐衝

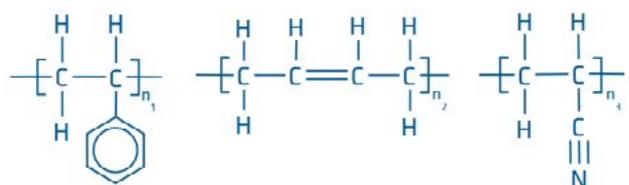


圖 1：化學分子結構式

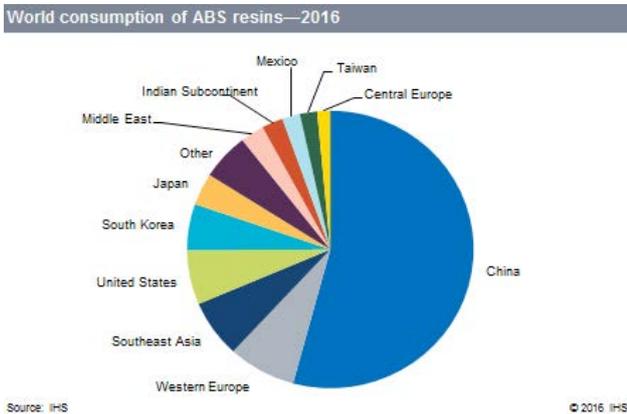


圖 2：ABS 塑料消耗量已佔全球用量的一半以上

擊性能間的平衡，橡膠成份含量越高，ABS 塑料的耐衝擊物性及韌性將越高，但流動性將變差。ABS 塑料是一種性質表現相當平均的塑料，在應用上相當普遍，是工業界上經常被使用在機座或殼件上。

ABS 塑料為無毒本色呈微黃色，在比較寬廣的溫度範圍內具有較高的衝擊強度，熱變型溫度較 PA、PVC 為高，尺寸安定性不錯，成型收縮率約在 0.4%~0.8% 範圍內，若有玻纖補強的充填 ABS 等級成型收縮率可以降低到 0.2%~0.4%，而且纖維補強等級 ABS 塑料的塑化後收縮率極低。

ABS 具有良好的成型加工性，射出件的表面光澤度高，且具有良好的表面塗裝性和染色性，也可進行電鍍後加工呈現多種色澤。ABS 尚具有良好的摻混性，可和多種塑膠混料摻合成塑膠共混物或合金 (blends)，例如 PC/ABS、ABS/PC、ABS/PVC、PA/ABS、PBT/ABS 等，使摻混料具有新的性能和新的應用領域，ABS 若與 PMMA 摻混可製成透明 ABS，透光率可達 80%。

ABS 雖未列入五大泛用工程塑料之列 (因其 HDT=80°C 左右，未超過 100°C)，但是 ABS 的玻纖補



圖 3：從汽車儀表板、內飾板到後保桿及電錶箱都使用了 ABS 塑料

強等級塑料的耐熱溫度就可以達到 100°C 以上，所以也有人將 ABS/GF 塑料列入工程塑膠行列中；ABS 塑料的使用量遠遠超過五大工程塑料中任何一種塑料。1998 年全世界的消耗量已達到 342.7 萬噸，1998 年在中國的消耗用量達到 114 萬噸，已佔全球 ABS 總用量的 33%。至 2016 年中國的 ABS 產能已佔全球產能的三分之一以上，ABS 塑料消耗量已佔全球用量的一半以上。

一、ABS 塑料的應用領域

由於 ABS 塑料具有綜合性的優越性能以及良好的成型加工性，所以在常見的塑料應用領域中都可以發現到 ABS 塑料的應用，簡要介紹如下：

1、汽車產業

汽車產業中有許多零件是使用 ABS 塑料或是 ABS 合金塑料所製造的，汽車中每輛車所使用的 ABS 塑料可以達到約 11kg，是汽車上經常使用到的塑料種類，其他常見的塑料則有 PA、PP 等。2000 年中國汽車產業中所使用的 ABS 塑料用量達到 3.5 萬噸，預測到 2010 年，汽車產業所使用的 ABS 用量可以達到 6 萬噸的水準。汽車中使用 ABS 塑料的主要代表性零組件有像儀表板有的車種是使用 PC/ABS 塑料，有的車種



圖 4：辦公室機器設備、玩具產品



圖 5：家用電器產品

儀表板表面會包覆著 PVC/ABS 薄膜；另外車內的內裝件、裝飾件等也大量使用 ABS 塑料，例如手套箱、雜物箱、置物箱等常見使用耐熱級 ABS 塑料製成；另外車門上下飾條、飾板，水箱罩飾板等也常見使用 ABS 塑料。

2、辦公室機器設備 (圖 4)

辦公室機器設備如電話機、話筒、影印機、傳真機、印表機、電腦機殼、文件資料等儲存箱盒等資訊產品，此類產品一般均要求需具有美感的外觀與良好的觸感與質感，一般會選用 ABS 塑料來製作，以符合外觀、強韌與尺寸安定性的要求。

3、家用電器產品 (圖 5)

由於 ABS 塑料具有高光澤度和易成型性的特點，且成型後具有低的後收縮率，所以在家用電器和小家電產品中更被廣泛的應用。例如電視機殼架、大尺寸電視顯示器的前後殼等，一般會使用 ABS 防火等級的塑料來成型。另外如家用傳真機、電話機、音響機座、DVD/VCD 等機殼，也大都是使用 ABS 塑料；其他家用電器如冰箱、洗衣機、冷氣機、吸塵器、電風扇等等，大部分的機殼都是使用 ABS 塑料。廚房器具如洗碗機、咖啡機等等也常常使用到 ABS 塑料。

4、玩具產品 (圖 4)

許多漂亮的玩具、遊戲機、組合式的智力開發玩具也可使用 ABS 塑料來製作，此外通訊產品、廣播產品、資訊產品等，如 MP3、相機、手機、錄音筆、外接式硬碟等等產品，都有 ABS 塑料應用的場合。

二、ABS 的射出成型加工技術

1、ABS 塑料的除濕乾燥要求 (圖 6)

ABS 是吸濕性的塑料，在室溫下，24 小時就可吸收約 0.2%~0.35% 的水分，雖然所吸收的水份不至於造成對 ABS 產品機械性能的大幅降低，但是在射出時如果 ABS 熔膠的含水率超過 0.2% 時，ABS 射出件的表面外觀品質將會有較大影響。所以對於 ABS 塑料進行成型加工時，一定要要求先進行預乾燥程序，而且乾燥後 ABS 塑料的含水率應低於 0.2% 以下。

2、模具溫度設定：模溫一般控制在 60~90°C，但較佳使用的模溫設定條件為 60°C，若加工 ABS 玻纖補強等級塑料則模具溫度條件設定應取用較上限條件。

3、射出壓力條件：ABS 塑料射出壓力條件一般控制在約 1500bar(150MPa) 以下，而在保壓階段保壓壓力可設定在約 750bar(75MPa) 左右

Grade	Drying Temperature (°C)	Permitted Residual Moisture Content (% weight)	Drying Time (h)		
			Circulation dryer (50% fresh air)	Fresh air dryer (high speed)	Dried air system
ABS	80	< 0.15	4~6	3~4	2~3
耐熱ABS PC/ABS	90	< 0.05	4~8	3~4	2~4

圖 6：ABS 塑料的除濕乾燥要求

塑料等級	熔膠溫度 (°C)	模具溫度 (°C)	加工溫度條件 (°C)			
			進料段	壓縮段	計量段	噴嘴段
ABS	230~260	60~80	180~210	210~240	215~240	220~240
耐熱 ABS	240~260	60~80	200~220	220~240	230~260	240~260
PC/ABS	260~280	60~80	220~240	240~260	250~280	260~280

圖 7：不同等級 ABS 塑料所建議的熔膠料溫條件不同

4、噴嘴、流道、澆口設計上的考量

由於 ABS 塑料的黏度 PS 為高，所以 ABS 塑料的成型模具流道設計上應使用較大的圓形或梯形流道或澆口，較適用的冷流道模具的流道尺寸，直徑應為 6~8mm，或同等的梯形流道。半圓形流道並不適用於 ABS 塑料。ABS 塑料適用於多種模具，包括熱澆道、無流道等型式，如採用熱流道模具，流道直徑可介於 12~15mm，澆口可採用針點型式，薄膜型式，潛伏式型式和扇型澆口型式。模具應在流動末端適當位置設計排氣溝，以避免 ABS 熔膠產生燒焦現象。

5、射出速度、射出壓力、塑化背壓壓力

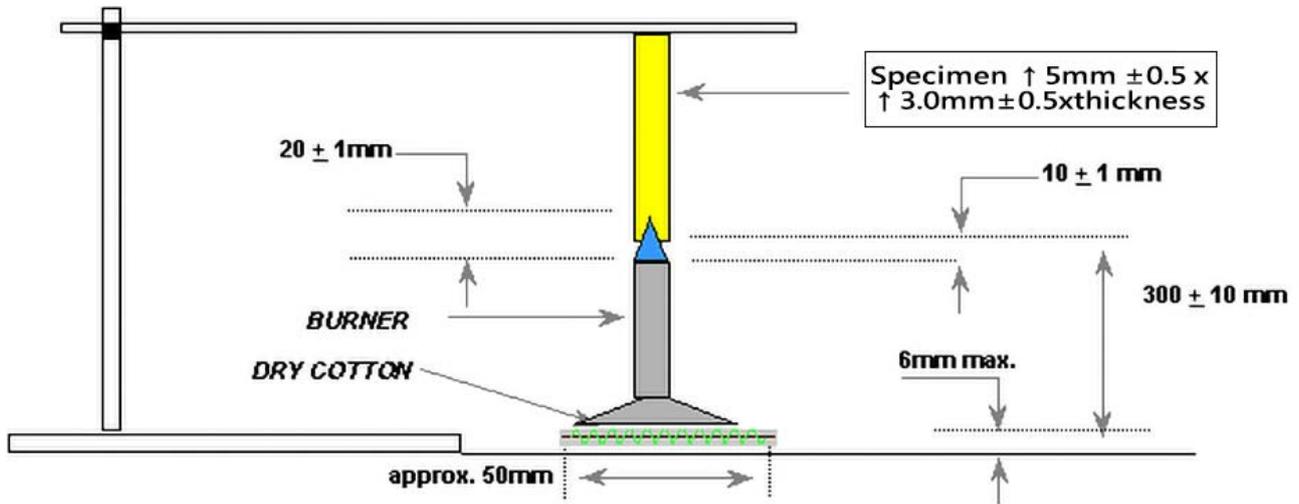
一般 ABS 塑料成型採用中到高速的射速設定，且一般以多段射速設定條件來進行射出成型，但是對於 ABS 防火難燃等級塑料，射出成型需以慢速來進行充填，此是避免過快射速會造成局部剪切升溫而容易使熔膠發生高溫劣解；耐熱等級 ABS 塑料可使用較快速射出（可減少內部應力），射出壓力約在 1500bar(150MPa) 左右，飽壓壓力設定值可以低些。塑化背壓壓力控制越低越好，常用的背壓條件約為 5bar(0.5MPa)，背壓最高設定值可以達到約 15bar(1.5MPa)，螺桿前進速度宜採用慢速，一般不超過 0.55~0.65m/s。

6、熔膠溫度 (圖 7)

不同等級 ABS 塑料所建議的熔膠料溫條件不同，如 ABS/PVC，阻燃級 ABS 塑料其熔膠溫度會建議低於一般 ABS 塑料，而耐熱等級 ABS 塑料或是較高溫級的 PC/ABS 摻混塑料與 ABS/SMA 摻混塑料就需要較高的熔膠溫度；電鍍級 ABS 塑料也需要有較高的熔膠料溫。

7、料管內停留時間

在 265°C 溫度下，ABS 熔膠在料管中停留時間建議不要超過 5~6 分鐘，若溫度為 280°C 條件時，則 ABS 熔膠在料管中的停留時間就不超過 2~3 分鐘，一般 ABS 塑料料溫不建議超過 250°C，若 ABS 熔膠溫度過高極容易發生髮泡現象。若生產過程中發生需要停機處理時，應先把料管溫度調降至 120°C，並將料管中 ABS 熔膠射光，重新開機時也需要利用一般 ABS 塑料清理料管。有些 ABS 射出件在頂出時並沒有發現異樣，但卻可能會在儲存期內發現產生褐色或黃色條紋，這有可能是由於料管過熱或是熔膠在料管中滯留時間過長所引起。■



防火劑，難燃劑 (Flame Retardants)

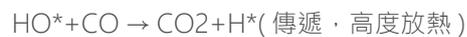
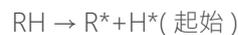
■ ACMT

簡介

由於塑料是高分子合成有機材料，組成中主要是含量比例極高的碳與氫成分；因此塑料有機高分子是具可燃性的。對於電子電器，建築，家具，汽車運輸等產業的產品應用上，塑料必須滿足強制性的法規規範或是自願性規格中規定的阻燃要求。阻燃性塑料的目標是可以提高塑料的難燃程度並降低火焰蔓延速度。

聚烯烴 (Polyolefins) 主要成分是碳與氫元素，是易燃性塑料，會在空氣中燃燒產生高熱與潔淨的火焰，隨後融化使熔融膠料滴下或流動。聚烯烴的易燃特性歸因於長鏈飽和烴的分子結構，其在高熱裂解溫度下容易使分子鏈斷裂，產生高度揮發性的低分子量飽和或不飽和碳氫化合物，其隨後在預燃階段和火焰階段發生了自由基反應和氧化反應。通過將塑料材料加熱到其分解點來起始燃燒；維持燃燒過程所需的三個關鍵來源是點火源 (ignitionsource)，燃料 (fuel) 和氧氣 (oxygen)。燃燒循環可以通過隔離任何上述來源 (如下圖三角形所示) 來

停止。燃燒形成了許多可燃性分解產物，例如烴氫化合物，氫和一氧化碳等。



可燃性氣體與氧氣的反應是一種放熱反應，當熱能超過吸熱熱解反應時，就會啟動火焰的生成與傳遞程序。阻燃劑的作用就是在抑制燃燒產生，甚至壓制燃燒傳遞過程。阻燃劑依據其性質可以區分為物理性作用或是化學性作用。

物理性作用 (Physical Action)

通過冷卻：添加劑將基材冷卻至低於燃燒溫度的溫度 (例如 ATH) 通過形成保護層：形成一固體或氣體的保護層，

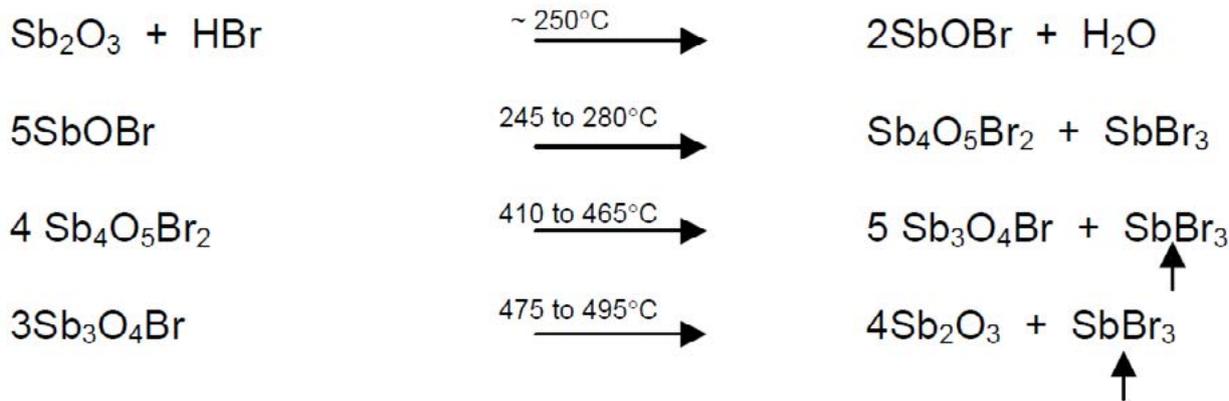


圖 1：三鹵化銻和各種氧鹵化銻作為諸如 HCl 或 HBr 的自由基攔截物質

藉以排除或阻絕燃燒過程所需的氧氣（例如磷化合物）通過稀釋：來自添加劑所產生的惰性氣體，藉以稀釋固相和氣相的燃料比例（例如氫氧化鋁）

化學性作用 (Chemical Action)

氣相反應：燃燒的自由基機制被中斷，放熱反應被停止。系統冷卻（例如鹵素系統阻燃劑）

固相反應：藉由在聚合物表面形成碳質層（例如含磷化合物阻燃劑）

阻燃劑的種類

阻燃劑分為兩類：

添加型阻燃劑（與塑料基材藉由機械式攪拌混合），一般熱塑性塑料大多是使用添加型阻燃劑；

反應型阻燃劑（利用化學反應鍵結到塑料分子結構上），反應型阻燃劑一般是使用在熱固性塑料

應用於熱塑性塑料的四大類添加型阻燃劑分別為：

- ➔ 鹵代化合物 (Halogenated Compounds)
- ➔ 磷化合物 (Phosphorus Compounds)
- ➔ 金屬氧化物 (Metallic Oxides)
- ➔ 無機填料 (Inorganic Fillers)

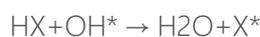
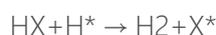
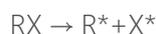
含鹵素阻燃劑 (Halogen Flame Retardants)

含鹵素阻燃劑的阻燃效率性以 $F < Cl < Br < I$ 的順序增加。在實際產業應用上含氟及含碘的阻燃劑並不使

用，主要是因為這兩類型阻燃劑在阻燃程序上並無法有效干擾燃燒過程；氟會和碳原子強烈鍵結，碘和碳僅能鬆散附著；反而是含溴化合物阻燃劑是最有效的阻燃劑。

阻燃作用模式 (Mode of Action)

通過聚合物中的化學鍵的斷裂形成的氫基 (H^*) 和羥基 (OH^*) 自由基，其具有高能量並且將用作燃燒過程的燃料。這種自由基反應機構發生在氣相中，可被含鹵素阻燃劑所中斷。當鹵素與自由基產生反應將造成燃燒放熱過程停止，系統冷卻降溫，可燃性氣體的供應減少並且最終完全被抑制。因此阻燃劑系統的效率不僅取決於溴的含量，還取決於與溴相結合的分子形式；阻燃劑系統的化學性質決定了它何時開始捕獲高能自由基。



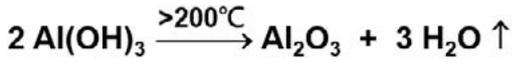
通過一系列反應形成的 X^* 自由基能量較低。

含溴阻燃劑 (Bromine-containing Flame Retardants)

溴可以在阻燃劑中以脂肪族系統或芳香族系統的方式結合；含溴與脂族類型結合的阻燃劑其阻燃效果較

ATH 與 MDH 無機難燃劑的反應機制

Aluminium Hydroxide: 1051 J/g



Magnesium Hydroxide: 1316 J/g

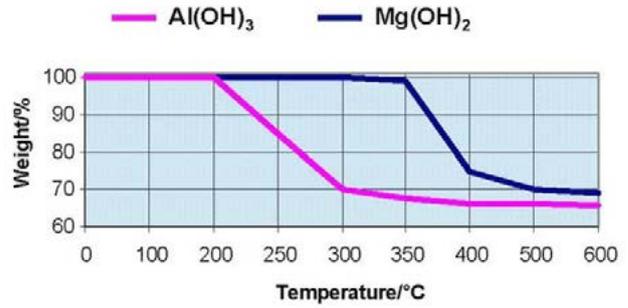
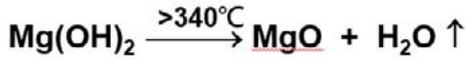


圖 2：MDH- 氫氧化鎂的作用方式與氫氧化鋁相似，但氫氧化鎂的分解溫度高於 300°C

佳，然而較不穩定；然而含溴與芳香族類型相結合的阻燃劑，由於有較高的熱穩定性而被廣泛使用。

含氯阻燃劑 (Chlorine-containing Flame Retardants)
含氯阻燃劑有氯化烴形式或氯化脂環族形式；含氯阻燃劑價格較便宜並且具有良好的光穩定性，但是一般需要添加較高比例添加量才能達到所需的阻燃性。與含溴阻燃劑相比，含氯阻燃劑熱穩定性較差，對設備的腐蝕性較強。

鹵素 / 銻協同作用 (Halogen/Antimony Synergism)
三氧化二銻 (Sb2O3) 自身不顯示阻燃作用；但是三氧化二銻與含鹵素化合物一起作用時將顯示出良好的阻燃協同效果。

在 2008 年開始實施的 PoHS 法規中，已明確規範十八種必須排除的有害物質，第一類群組即為溴系耐燃劑，包括六環溴十二烷 (HBCDD) 與 PCB 中最常用的四溴丙二酚 (TBBPA) 等。在歐盟的 RoHS 規範要求下，國際間已陸續訂定無鹵塑料產品的相關使用限制法規，無鹵素的材料導入已經成為國際間各大廠家下一階段的綠化目標。

含磷阻燃劑 (Phosphorous-containing Flame Retardants)

含磷基阻燃劑可以有機的，無機的或磷元素的成分。它們可以在蒸氣相或凝聚相中，或者有時在兩相

中都活化。磷氧化物和磷酸酯一般可以在氣相中起作用而形成磷氧自由基 (PO*)，此磷氧自由基 (PO*) 可以終止高度活性的火焰傳遞自由基 (OH* 和 H*)。在凝聚相的阻燃機構是由於阻燃劑熱形成磷酸而產生的，例如磷酸或多聚磷酸。這些酸則可作為脫水劑的功能，可以改變聚合物的熱降解並促進焦炭的形成。

無機阻燃劑 (Inorganic Flame Retardants) 氫氧化鋁 (Aluminum Hydroxide)

ATH- 氫氧化鋁 Al(OH)3 是目前使用最廣泛的阻燃劑。因為其成本低且易於添加入塑料，氫氧化鋁在 180~200°C 的溫度範圍內開始分解，在吸熱反應中轉化為氧化鋁

氫氧化鎂 (Magnesium Hydroxide)

MDH- 氫氧化鎂的作用方式與氫氧化鋁相似，但氫氧化鎂的分解溫度高於 300°C

硼酸鋅 (Zinc Borate)

含硼化合物通過吸熱及逐步釋放水以及通過形成玻璃狀塗層來保護塑料基材 - 可燃性測試 (Flammability Tests)

UL94 垂直燃燒測試 (UL-94 Vertical Burning Test)

一個長條試片，尺寸規格為 5" x 1/2" x 厚度 1/8" 或 1/16" 垂直安裝在不通風的測試平台上；燃燒器在樣

品下固定 10 秒鐘進行燃燒測試後移除，並且計時試片持續燃燒的時間；五個樣本重複進行可燃性測試；另需注意記錄任何滴垂的火點是否引燃位於試片下緣下方 12 英寸的外科用棉花。

- 類似測試標準：ASTMD3801 · IEC707 · ISO1210
- 距離試片下緣下方 305mm(12") 處，鋪設厚度 6mm(50mm x 50mm) 藥用棉花
- UL94V-0 標準：燃燒火焰須在 10sec 內熄滅，且滴垂不會引燃棉花
- UL94V-1 標準：燃燒火焰須在 30sec 內熄滅，且滴垂不會引燃棉花
- UL94V-2 標準：燃燒火焰須在 30sec 內熄滅，而滴垂會引燃棉花

難燃測試等級分類：

94V-0

- ➔每次點火後，試片燃燒均不得持續超過 10 秒以上
- ➔沒有試片本會燒到夾持夾具上
- ➔沒有試片會滴垂並點燃棉花
- ➔在第二次移除測試火焰後沒有試片可以持續燃燒超過 30 秒

94V-1

- ➔每次點火後，試片均不得有超過 30 秒的燃燒
- ➔沒有滴垂
- ➔沒有試片會燒到夾持夾具上
- ➔沒有試片會有超過 60 秒的餘輝

94V-2 ➔與 V-1 相同的標準，但允許試片滴垂並點燃樣本下方的干燥手術棉花

耗氧指數 (Limiting Oxygen Index · LOI)

在氧氣和氮氣的混合物中以氧氣體積百分比表示的氧氣的最小濃度，將剛好支持在室溫下最初燃燒材料的氧氣最小比例；依據 ASTM D2863(ISO4589) 測試標準

方法進行測試，是藉由控制燃燒環境來測量材料的相對可燃性；耗氧指數是表示塑膠材料進行燃燒時，其所需要空氣中最低氧氣含量，以能有效維持燃燒進行；LOI 值是指材料能維持燃燒 3min 或維持 50mm 長度之燃燒，所需最低之氧氣含量；LOI 值愈高表示此材料較不易維持燃燒。

UL-181- 本項測試方法是用於製造符合美國國家消防協會標準的空氣管道和空氣接頭系統，用於安裝空調和通風系統。

UL-214- 此項測試方法是編織物與薄膜的火焰傳播測試標準。通常測試結果的報告讀數是顯示材料被燒焦的長度數據；將測試材料於成型方向與垂直成型方向的兩個方向上裁切尺寸為 2¾" × 10" 的標準試樣 (兩方向各 5 個試片)，之後各別進行小火焰燃燒測試 (火焰高度為 1½")；另外大火焰燃燒測試，試片尺寸為 5" x 30" ~ 84"，而測試火焰高度為 11"；測試是在試品底部點燃火焰 12 秒後火焰被移除，試片的燒焦長度進行測量及記錄

E-84

這項燃燒或火災測試標準是對應於應用於暴露在外的建築材料表面，例如牆壁和天花板的表面燃燒行為。該測試方法的目的是通過觀察沿著樣品的火焰蔓延情況，來確定材料的相對燃燒行為。試片的火焰蔓延情況與煙霧密度數據被測試紀錄，然而這兩種測量之間不一定有必然的相關性。

MOTORVEHICLESAFETYSTANDARD302

本標準規定了機動車輛乘員艙內使用材料的耐燃性能要求。美國聯邦標準規定，樣品為 100mmx356mmx 厚度；如用於車輛上，除非厚度超過 12.7mm，在這種情況下，試驗樣品被減少到 12.7mm，測試時不得在其表面上燃燒，也不得傳播火焰；燃燒速度超過 4 英寸 / 分鐘；每個汽車製造商 (福特，通用和克萊斯勒) 都有自己的測試標準。■



塑膠光學 - 特定注塑成型塑膠光學元件

■ ACMT

大綱

由於光電產業產品需要複雜的光線掌握處理部件才能達到理想與需求的光學效果，因此近來應用精密塑膠光學元件的需求已變得越來越重要。聚合物光學可被認為是允許多種類型設備的成功開發的重要啟用技術。聚合物光學與其玻璃替代品的區別在於能夠在經濟的基礎上將光學表面與安裝特徵相結合。

由於熱塑性塑料和注塑成型加工技術兩者自身的獨特性質，所以要求在製造過程的各個階段，從部件設計到原型打樣再到最終的製造生產，都需採取嚴謹的方法。當設計團隊（通常是由光學設計與機構設計工程師所組成）能夠深入了解整個製造過程，並與此領域專精的生產製造廠商相互緊密合作與配合，將可以達到最好的產品開發結果。

產品應用型態

基本上任何需要光學元件或光學組件的應用產品，無論

是成像，掃描，光檢測還是一般照明等等，都是可以選用塑膠光學元件；所以塑膠光學的潛在應用領域相當大，且應用市場還在不斷地成長塑膠光學元件可以在超市條碼掃描機（激光掃描儀和2D讀取器），生物識別安全系統以及許多不同類型的生醫醫療應用（作為一次性元件和診斷設備的部件）產品上找到它的應用。塑膠光學元件還用於文件掃描儀和先進的實驗室設備，例如光譜儀和潔淨室顆粒計數器等。隨著應用產品的不斷增加，塑膠光學元件也可以在電信通訊產品中找到，此領域常常應用於表面微結構產品，例如微陣列透鏡鏡片（microlens）和光學繞射元件（diffractiveopticalelements）等。塑膠光學元件也經常應用在不斷成長的LED照明應用領域。

其他應用案例包括用於近眼顯示器的成像系統。塑膠光學元件常常用於個人電腦周邊設備，例如視頻會議相機和顯微鏡，以及光盤和DVD播放器以及智能手機等消費類設備中。

材料	PMMA	COP	COC	PC	PS	polyester	PEI	玻璃 N-BK7 (參考)
熱膨脹係數(CTE) ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	60	60	60	68	50	72	58	7.1
工作容許溫度($^{\circ}\text{C}$)	85	135	150	120	75	125	170	>400
吸水率(%) (24小時浸泡)	0.3	<0.01	<0.01	0.2	0.1	0.15	0.25	-
比重	1.18	1.02	1.02	1.25	1.05	1.22	1.27	2.51

圖表 1：一般常用塑膠光學材料的機械性質

如上所述，由於應用上的廣泛性與彈性，造成了塑膠光學材料相對於競爭的玻璃材料在光學元件的設計或解決方案上更具有關鍵性的優勢；例如塑膠光學材料有較輕的重量，有較佳的機械與光學特徵整合能力，以及可以通過更經濟有效率的注塑成型工藝來重複生產非球面，或自由曲面和其他複雜幾何表面的光學元件。所以了解所使用的塑膠光學材料的特性與製造方法對於光學元件設計者就相當重要。

熱塑性光學塑料

主要的塑膠光學成型材料有聚丙烯酸 (PMMA)，聚苯乙烯 (PS)，聚碳酸酯 (PC)，環狀烯烴聚合物 (COP，日本 Zeon 化學 - 商品名 Zeonex®，Zeonor®)，環狀烯烴共聚物 (COC，Topas Advanced Polymers 公司 - 商品名 Topas®) 等。另外還有其他特種樹脂例如 Ultem® (聚醚酰亞胺或 PEI，由 Sabic 製造) 和聚酯類樹脂 (例如由 Osaka Gas Chemical 製造的 OKP-4 和 OKP-4HT) 等。以上這些塑料都是熱塑性塑料，這意味著它們可以重複加工使用，可以反復加熱和冷卻。這類熱塑性塑膠光學材料與光學級熱固性塑料不同；熱固性塑料一旦固化後，就無法再次熔化重複加工使用。從這些塑膠光學材料的製造商官網或公開發行的塑料型錄上，可以查詢相關塑料的機械性能與光學特性等數據資料。光學設計工程師需要了解這些材料在

所有應用環境中的表現行為，以便他們能夠提出合適的產品設計解決方案。圖表 1 和表 2 提供了常用塑膠光學材料的重要光學和機械性能數據。

機械性能

熱膨脹 (Thermal Expansion)- 塑膠光學塑料的熱膨脹係數 (Coefficient of Thermal Expansion, CTE) 大約比玻璃大了一個數量級。當在設計一個光學系統而此系統預期需要在一個非常寬的溫度範圍條件下進行操作和使用，那材料的熱膨脹特性就是一個非常重要的設計考慮性質；如果該光學系統在溫度變動下無法重新調焦或對焦，則必須考慮應用其他技術來實現光熱穩定性並確保光學性質不會隨著溫度變化而發生過大變動最高工作溫度 (Maximum Operating Temperatures)- 與玻璃相比，大多數熱塑性光學塑料具有相當低的玻璃化轉變溫度 (Tg)。常用的塑膠光學塑料從聚苯乙烯 (PS) 和壓克力 (PMMA) 的玻璃轉移溫度 (Tg) 約 80~90 $^{\circ}\text{C}$ ，到聚碳酸酯 (PC)，COC (Topas®)，COPs 和一些聚酯光學塑料，玻璃轉移溫度約 130 $^{\circ}\text{C}$ ；一些特定的聚合物有較高的玻璃轉移溫度，例如 Grilamid TR® (EMS 生產的一種透明性聚酰胺) 玻璃轉移溫度 (Tg) 約 160 $^{\circ}\text{C}$ ；Ultem® (Sabic PEI) 的玻璃轉移溫度 (Tg) 約為 217 $^{\circ}\text{C}$ 。

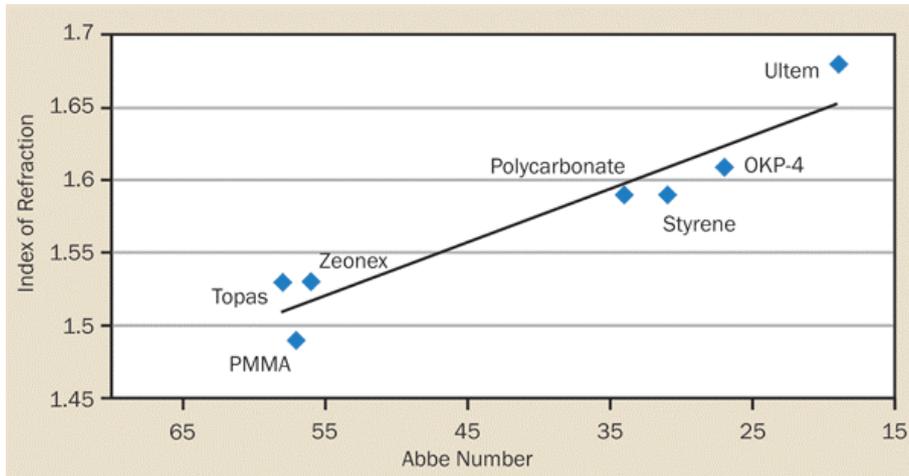


圖 1：常用光學熱塑性塑料的折射率 (Index of Refraction) 與阿貝數 (Abbe Number) 之間的關係

吸水率 (Water Absorption)- 大多數熱塑性塑料 (除 COP 和 COC 塑料外) 都會吸收水分，這會導致由這些光學塑料製成的任何光學元件發生尺寸上的變化。例如聚丙烯酸 (PMMA) 會在 24 小時內吸收約 0.3% 的水分。但是在同一時間內 (24hrs) COP 或 COC 塑料可能僅會吸收約 0.01% 的水。重量 (Weight)- 對於給定的體積，塑料比玻璃的重量更輕。由於這種特性由熱塑性光學塑料成型的光學元件重量將會小於相應的玻璃光學元件。而且熱塑性塑料可以提供更高的耐衝擊強度 (對於聚碳酸酯等更具韌性的材料尤其顯著)。

光學性能

折射率 (Index of Refraction) 與阿貝數 (Abbe Number)- 塑膠光學塑料與玻璃相比，可用的折射率範圍較窄。聚丙烯酸 (PMMA) 和 COP 塑料，其折射率分別約為 1.49 和 1.53，光學特性表現比較接近冕牌玻璃型態 (Crown Glass) (阿貝值約在 50 附近)。另一方面如圖 1 所示，聚苯乙烯 (PS) 和聚碳酸酯 (PC) 的光學特性行為則比較接近燧石 (Flints) (阿貝值約在 30~35 之間) 折射率約為 1.59。折射率隨溫度的變化 (dn/dt)- 塑料的折射率會隨著溫度改變而呈現較大的變化；熱塑性塑料 dn/dt 數值相當大 (約為玻璃的 20 倍)，

且為負值 (即隨著溫度升高而折射率下降)。透光率 (Transmission)- 大多數透明塑膠光學材料在光譜的可見光部分寬帶 (~400 至 650nm) 內具有高透明度 (高透光率)。例如聚丙烯酸 (PMMA) 和一些 Zeonex® 等級塑料的透光率約為 92%。而聚碳酸酯 (PC) 和聚苯乙烯 (PS) 塑料則具有稍低的透射率約為 89%；然而 Ultem® (Sabic PEI) 在近紅外區具有良好的透光率，但是其並不適用於可見光區寬帶的產品應用，因為它會吸收可見光譜的藍光部分。

雙折射率 (Birefringence)- 光學系統可以容許的雙折射率量值是一個重要的設計考慮參數，此項設計參數要求應該在產品製造過程的早期就需要與製造廠商進行討論。一些塑膠光學塑料，例如聚碳酸酯 (PC) 和聚苯乙烯 (PS)，由於材料的先天性質，造成這些塑料在成型後就具有相當高的應力程度；光學元件的雙折射量值可能會由於不良的光學部件設計和 / 或模具上較差的澆口位置設計而更加嚴重。表 2 歸納了不同塑膠光學塑料特有的應力量值程度。由於雙折射率較難以進行測量，因此使用 0 至 10 的定性評分系統來進行標定。在這個尺度上 0 是最低的應力量值程度，而 10 是最高應力量值程度。

材料	PMMA	COP	COC	PC	PS	polyester	PEI	玻璃 N-BK7 (參考)
折射率 (D-Line 89.2nm)	1.49	1.53	1.53	1.585	1.59	1.61	1.68	1.52
阿貝數 (Abbe Number)	58	56	58	34	31	27	19	64
折射率隨溫度變化 dn/dt (10 ⁻⁵ /°C)	-105	-101	-101	-107	-140	-130	-	3
可見光區透光率(%)	92	92	92	89	88	90	50	91
雙折射率(應力值) (0至10定量評定)	4	2	2	7	10	2	-	1

圖表 2：一般常用塑膠光學材料的光學性質

成型製造程序

注塑成型加工製程可以復制球面 (spherical) · 非球面 (aspheric) 和自由曲面 (free-formsurface) 並可以與產品組裝特徵相結合，此加工製程是成本經濟效率最高的加工方法。注塑成型加工製程主要有兩個重要部分：(1) 模具與 (2) 注塑機。模具 (Mold)- 用於製造塑膠光學元件的模具具有三個主要特徵：(1) 模穴內部細節 (cavitydetails) · (2) 光學嵌入模仁件 (opticalinserts) 和 (3) 支撐模穴與嵌入件的外殼 (thehousingthatholdsthecavitiesandinserts)。使用塑膠光學元件的一個關鍵優勢是能夠將光學和機構特徵組合到一個平台中。根據所考慮的機構特徵的性質，模具本身將會衍生額外的複雜程度。

模具是建立在最後部分的負面。例如，如果最終的光學鏡片是具有凸面結構，則模具上的光學嵌入模仁部分將會是凹面結構的。光學零件的機構特徵必須進行調整，以便在成型過程完成後部品可以方便移出。現今大多數光學嵌入模仁都是由非鐵系的不銹鋼金屬合金所製成的，這些模仁合金鋼材經過鑽石研磨拋光等工序轉化為最終的嵌入模塊。這使得最終的光學元件部品將具有非常高的光學精度。在成型過程中所有熱

塑性光學塑料當在進行冷卻時都會產生收縮。一般而言塑料的收縮率大約是 0.5 到 0.6%。所以在註塑光學模具的尺寸設計階段時，就需要將塑料的收縮量值考慮進來，這是非常重要的設計環節。採用最先進的數控式車床 (CNC) 技術來製造光學嵌入模仁，可以確定性地創立軸上和離軸的非球面以及自由曲面光學元件。這項技術還允許光學成型廠商在初始成型試驗完成後，靈活地調整嵌入模仁的收縮量值。

注塑成型機 (TheMoldingMachine)- 光學注塑成型機是由固定模板，可動模板，鎖模單元與註塑單元所組成。將模具放置於注塑機台的鎖模單元中，一半安裝在固定模板上，另一半安裝在可動模板上。塑膠粒從進料筒送入註塑單元的料管內進行塑化，最後形成熔融狀態的熔膠流體而被注塑進入成型模具內。在註塑過程中鎖模單元機構將模具的公母模塊緊密壓在一起，隨著塑料熔膠在模具內冷卻進行固化，熔膠依照模具內公母模仁的表面構型，而形成最終的光學元件。冷卻結束後模具被打開，並將光學元件產品連接流道系統整個被頂出而脫離模具，最後流道系統被裁切移除，就完成光學部件產品的注塑生產。

表3. 典型的注塑成型光學元件的成本變動因素和精度公差限制			
特徵	低成本 → 高成本		
	焦距精度要求(%)	±5	±2
曲率半徑精度要求(%)	±5	±2	±0.5
解析能力(條紋)	10	5	1
偏心公差容許度(條紋/10mm)	4	2	1
表面刮痕/挖痕	80/50	60/40	40/20
中心厚度精度要求(mm)	±0.1	±0.05	±0.01
鏡緣直徑精度要求(mm)	±0.1	±0.05	±0.01
同心度精度要求(mm)	0.1	0.05	0.02
中心與邊緣的厚度比	01:01	03:01	05:01
表面粗糙度(\hat{A}_{RMS})	>75	60	40

圖表 3：典型的注塑成型光學元件的成本變動因素和精度公差限制

光學注塑成型技術可以以高度的重複性和精準性來重複再現性生產光學元件。之所以能夠達到精密重複性生產，主要是取決於注塑成型機台的精度與穩定性，以及模具本身的加工精度。模具結構的公差要求通常會比其生產的部件所要求的公差更嚴格。因此一個有經驗的光學元件注塑成型者應該能決定成型模具如何來製造與加工。如果光學元件在注塑機台上的加工方式存在不確定性，則模具可以製作成“安全性鋼材”。即是模具上的試作尺寸將製作比部件的最終尺寸來的較小，一旦進行了初始注塑成型試驗後，就可以讓模具製造商來進行非常細微的模具尺寸調整；產品部件的幾何形狀，部件尺寸大小，塑料與鋼材的選用，整體模具設計，澆口設計方案和一系列加工程序問題，都對於最終產品的品質扮演著重要決定性的作用。在某些情況下，可以藉由通過建立多模穴的模具設計來達到經濟的量產規模；使用多模穴模俱生產時，每個成型週期都會生產更多個光學元件產品。

塗層 (Coating)- 塑膠光學元件可以利用物理氣相沉積方式來進行表面塗層。塑膠基材上的塗層是在較低的溫度下實施，與施用於玻璃基材的塗層相比較，塑膠的表面塗層耐久性會較差。塗層技術可以針對各種塑

膠基材並指定反射型，抗反射型，光束分光器和導電塗層等等不同的應用。抗反射塗層可以是多層結構(平均表面反射率在 450~650nm 範圍內小於 1%) 或單層 MgF₂(在 450~650nm 範圍內平均表面反射率大約為 1.5%)。銀的反射塗層以及鋁和金的保護塗層和強化塗層都是經常被廣泛應用的，也可用於製造鏡片的第一和第二表面層。

在某些情況下可以在金屬塗層上再施加保護性外塗層以提高耐磨性。另外也可以將硬質塗層施加到塑膠光學元件上。最初開發硬化塗層是為了保護聚碳酸酯(PC)的眼鏡鏡片毛胚。目前已經開發了此類型的其他配方硬化塗層，並應用在不同類型的塑料基底上進行硬化塗層。另外也可以將疏水性和防霧塗料塗層到不同塑膠基材上。

事前需要考慮的注意事項

對於塑膠光學元件成型加工廠商而言，逐案處理每個加工項目並考慮到所有影響的變數是相當重要的；在表 3 中我們根據公差對最終產品成本的影響，總結了一些與公差有關的規則；以下作為與光學產品成型加工廠商進行討論的起點。

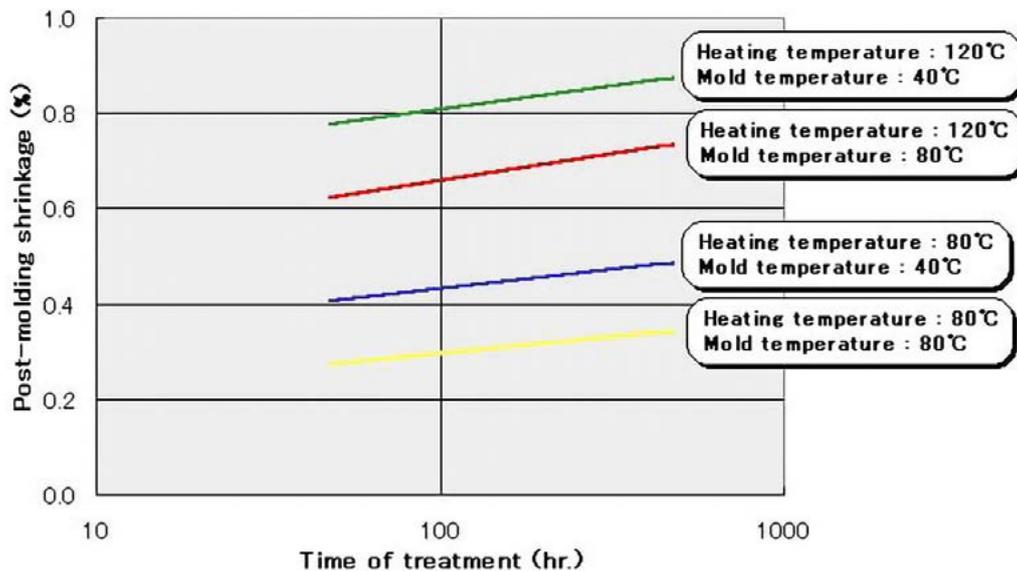
以下各點是作為與光學產品成型加工廠商進行討論的初始項目

- ➔ 考慮光學元件或光學系統將使用或應用的工作環境。是否光學系統必須在極端溫度或高濕度的環境下被工作運行 (或維持聚焦) ?
- ➔ 光線偏極化 (偏光) 是否是關注議題 ?
- ➔ 光學元件產品的需求時間點是甚麼時候 ?
- ➔ 產品是否需要原型打樣 ?
- ➔ 您要求生產中需要的數量是多少 ? 你應該考慮使用多模穴模俱生產嗎 ?
- ➔ 光學形式是產品的基本規格 ; 產品成型的理想形狀是幾乎均勻的肉厚分佈。
- ➔ 光學元件整體設計應盡可能對稱以優化模具中的熔體流動形式。應避免產品設計形成劇烈的彎月形、雙凸形和雙凹形狀等。有時設計兩個具有較均勻肉厚的光學元件組件，會比去設計一個具有較大厚度且劇烈表面變化的單一光學元件來的更洽當。
- ➔ 光學元件厚度的極端變化將會導致不均勻的流動特性 ; 大尺寸的、粗厚件的或不均勻厚度的光學元件可能都需要進行詳細的三維模流和冷卻分析，來模擬在成型過程中元件部品如何被填充，以及如何進行冷卻收縮。這個 CAE 模流分析通常要在設計階段的初期就要開始進行。
- ➔ 厚度較薄的光學元件具有較少的收縮補償問題和較短的成型週期時間，轉換成成本較低的部件。
- ➔ 具有較厚橫截面的光學元件不僅需要增加成型週期時間，而且在保持較高的光學表面面形精度要求上，也會面臨更大的挑戰。
- ➔ 由於平坦表面在模具內進行冷卻時會有下陷內沉的趨勢，所以應盡可能在光學元件的兩側添加一個支撐表面。

選擇正確的光學注塑成型加工廠商

我們會建議光學設計師最好與一位全面了解工程問題的光學注塑成型廠商進行合作。盡可能提早地讓光學注塑成型廠商參與整個產品開發過程。參觀注塑成型加工廠商的製造工廠，藉以評估其能力是否能符合設計師所訂定的程度需求。另外重要的是要認識到，生產的零部件精度不會比成型加工的模具精度更好。然而單憑良好的模具並不能保證良好的部件產品將被成型製造出來。對塑膠光學成型工藝的全盤了解，是生產精密塑膠光學元件的驅動因素。光學注塑成型廠商應具有各種光學形式和塑膠加工的經驗。

注塑成型加工廠商必須具備有內部量化評定能力，來對其生產的光學元件進行所有必要的測量測試。可以肯定地說，你不能製造你無法衡量與判斷好壞的產品。製造精密塑膠光學元件是一項高度專業化的全方位整合技術，此項技術需要具備精深的光學設計知識，模具製造技術，最先進的模具加工能力和光學量測測試專業知識等。本文中概述的設計考量因素將可提供給設計人員一些設計工作上的基本知識，以加速成功開發開精密塑膠光學元件。■



塑膠的耐熱性質 (Heat resistance of Plastics)

■ ACMT

關於塑膠耐熱性質

通常我們會詢問某種材料的耐溫程度高不高？耐熱性好不好？可以抵擋到溫度幾度？或是某種材料是否適合在高溫工作環境中使用等等？這些問題都是跟塑膠材料的耐熱性質有關，塑膠的耐熱性質主要是跟塑膠材料的種類、組成元素、分子結構、分子鍵結、結晶性程度、無機添加物或補強物的種類與含量等有關。本文將會介紹一些塑膠材料的耐熱性質資訊與注意事項。

由材料物性表中可以看到很多項與塑料的熱性質有關的數據，一般塑膠材料的耐熱性質可以概略區分為下列兩種情況：

- (1) 是指塑膠材料在溫度變化情況下（例如昇溫條件），可以瞬間達到的某個溫度點數據，例如軟化點溫度、熱變形溫度、熔化溫度、閃火點溫度等。
- (2) 則是指塑膠材料在某一特定溫度下，可以長時間或經常使用的熱性質，例如塑膠的連續使用溫度等。熱性質是與塑膠材料的熱老化特性有關。所以依照塑膠

材料的熱性質，在選用材料或在評估材料的應用場合時就需要考慮兩點：例如要評估在 100°C 條件時，就要考慮在 100°C 環境下，塑膠產品是否會有軟化或變形的情況發生，另外也要考慮在 100°C 環境下，產品在其使用壽命期間（例如使用壽命 10 年），在產品使用上是否會造成材料的老化或是破壞發生。

例如在評估塑料的耐熱性質時，經常使用一種測試方式稱為荷重熱變形溫度 (Deflection Temperature under Load, DTUL) 或稱為熱變形溫度 (Heat Deflection Temperature, HDT)，此種塑膠的熱變形溫度量測，主要是在觀測塑料在荷重情況下所能短時間忍受的耐熱程度。荷重熱變形溫度 (DTUL) 的測試方法可以參考最後的量測程序介紹。

根據塑膠材料的物性表，例如 Polyplastics 的 Copolymer POM_Durcon M90-44 材料的負荷變

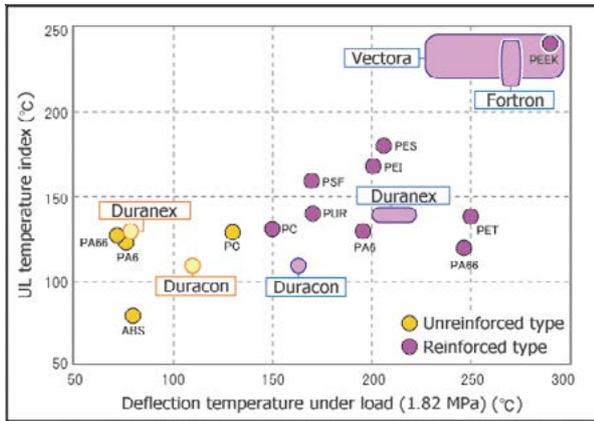
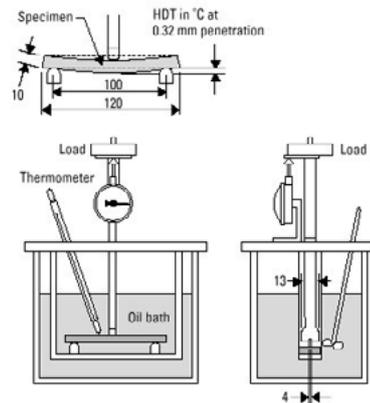


圖 1: 塑料荷重熱變形溫度 (DTUL) 與 UL 溫度指數之間關係

形溫度 DTUL 溫度值為 95°C (1.8MPa,ISO75-1,2) · 或負荷熱變形溫度 HDT 溫度值為 110°C (1.82MPa, ASTM D648)。由這支材料的熱性質數據來判斷，並不表示這支材料在低於 95°C 的任何使用環境下都可以安全使用，因為有可能在低於 95°C 的使用環境下，其使用壽命並不長；另外也不是表示這支材料瞬間溫度到達 95°C 或以上溫度時，材料就絕對無法使用；因為也有可能在荷重較小的條件下，這支材料在高於 95°C 的環境下，還可以正常使用。另外甚至比 95°C 溫度低的使用環境下，因為塑料的使用條件改變，或是可容許的變形量值更小，也會造成可使用的溫度上限向下降的情況發生。

另外在考慮塑料的耐熱性質時，除了需要考慮使用環境的溫度限制 (尤其是使用溫度上限) 外，還要考慮塑膠件的產品使用壽命。塑料的這種長期性耐熱特性評估的指標數據，常見的有 UL 溫度指數 (UL Temperature Index)，所謂 UL 溫度指數是指塑料產品在某一使用溫度條件下，可以長期連續使用，一般是要求可以連續使用 10 萬小時 (約 11.4 年)，而材料物性只能下降至原先物性的 50%，這個長期可使用溫度是為 UL 溫度指數。而材料被要求須保有在一半數據以上的物性，主要有被分為電氣性質、耐衝擊性



Specimen size:
A standard bar 5" x 1/2" x 1/4" is used for ASTM
ISO edgewise testing uses a bar 120mm x 10mm x 4mm
ISO flatwise testing uses a bar 80mm x 10mm x 4mm

質以及機械物性 (拉伸強度) 等，UL 溫度指數則依照是哪種性質分別來表示。一般材料的使用溫度越高，塑料的老化劣解行為會越加速，所以也會大幅縮短塑料可允許的使用工作週期 (產品的使用壽命)。具有較高荷重熱變形溫度 (DTUL) 的塑料，一定也同樣具有較高的 UL 溫度指數嗎？可以下圖觀察到其之間的一些關係。

由 (圖 1) 觀察塑料的重熱變形溫度 (DTUL) 與 UL 溫度指數之間的關係並不是完全相關的，此兩種塑料溫度指標是完全不一樣的。一般而言塑料的長期耐熱溫度特性 (UL 溫度指數) 會依照塑料種類不同，而比較會維持穩定的固定值。然而即使是同一種塑料種類，玻纖補強等級的塑料通常會比純料有較高的荷重熱變形溫度 (DTUL)，這是因為加纖等級塑料會有較高的彈性模數 (elastic modulus)。由此可見，塑料的耐熱性質必須去考慮許多影響的因素，上述的荷重熱變形溫度 (DTUL) 與 UL 溫度指數只是一種評估塑料耐熱溫度

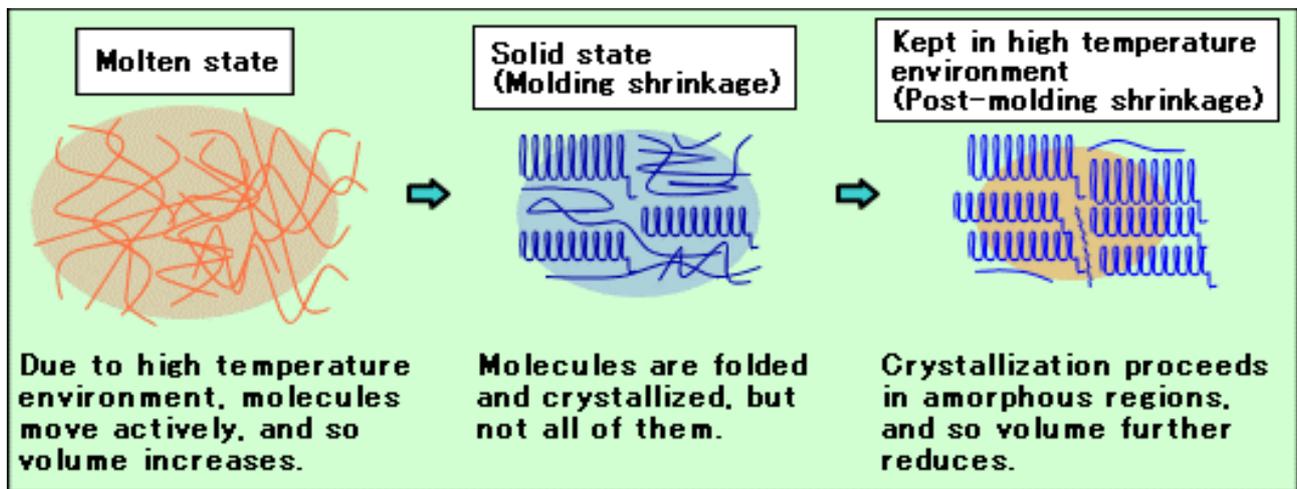


圖 2: 成型後收縮現象的圖式解說

的指標，由於各種塑料產品的使用環境使用條件皆不同，所以必須根據各種情況來考慮塑料的耐熱性質。

荷重熱變形溫度的量測

➔ 定義

依照 ASTM D648 (或 ISO 75) 標準方法測試，材料的熱變形溫度可用來判斷在高溫時塑料外型及尺寸變形之抵抗能力；是藉由將材料於短時間升溫到高溫，觀測其剛性受溫度之影響；將測試試片放置於簡單兩點支撐上，並於跨度中心以規定量的荷重集中壓置在試片上，再將試片浸入溫度以固定速率升溫的油浴中。在跨度中心的試片變形量達到 0.25mm 時 (ISO 為 0.32mm) 的溫度定義為荷重下的撓曲溫度 - 熱變形溫度 (HDT 或 DTUL)。

➔ 設備

浸入式油浴槽內充滿矽油並配備以下裝置。攪拌器，溫度計，加熱器和溫度控制器，溫控器可以控制油浴槽的溫度以每分鐘 2°C 的升溫速度增加。支撐桿支撐點和壓桿荷重點的半徑為 3.2 毫米。

➔ 測試方法

試片的形狀和尺寸大小以及測試方法將依照 ASTM D-648 標準所規範。荷重條件有兩種 (1) 低

表面應力為 66psi (0.45MPa); (2) 高表面應力為 264psi (1.82MPa)

➔ 注意事項 (圖 3)

此量測數據是利用簡單的測試標準試片進行測試的結果。因此這些數據並不完全符合實際的產品模型或厚度或實際產品複雜輪廓，所以應該僅作為塑料耐熱溫度數據的參考。

塑膠退火製程 (Annealing Process of Plastics)

關於塑膠成形品尤其是塑膠射出件，有時為了要改善產品的尺寸安定性或消除成形時的殘留應力，會進行退火 (annealing) 的製程。然而退火製程所需要考慮的重點，例如成形品脫模取出後，需要隔多久時間較適合進行退火製程，以及退火製程的加工條件 - 如退火溫度、退火的時間等，都將會影響退火製程的效果。本技術文件將介紹退火製程的適當方法以及一些正確的成形條件重點。

尺寸安全性的改善

何謂後收縮 (Post-molding Shrinkage)

結晶性塑膠 (ex. POM & PBT...) 當塑化加工時，由高溫熔融態 (molten state) 降溫冷卻固化時，結晶性塑膠

塑料種類/等級 (Resin Grade)	後收縮率 量值	成型品尺寸 (Molded Product)	成型條件 (Molding Condition)	靜置條件 (Heating Condition)
POM (Duracon M90S)	0.31%(FD) 0.30%(TD)	120mm正方形平板 板厚2mm 側澆口4*2t (side gate of 4mm-w x 2mm-t)	料管溫度200°C 模具溫度60°C 保壓壓力60MPa	溫度100°C 時間24 hr
POM (Duranex 3300)	0.1%(FD) 0.03%(TD)	120mm正方形平板 板厚2mm 側澆口4*2t (side gate of 4mm-w x 2mm-t)	料管溫度310°C 模具溫度60°C 保壓壓力60MPa	溫度80°C 時間2 hr
PPS (Fortron 1140Al)	0.01%(FD) 0.03%(TD)	80mm正方形平板 板厚2mm 側澆口4*2t (side gate of 4mm-w x 2mm-t)	料管溫度310°C 模具溫度150°C 保壓壓力60MPa	溫度150°C 時間2 hr
LCP (Vectra A150B)	0.0%(FD) 0.1%(TD)	80mm正方形平板 板厚3mm 側澆口4*2t (side gate of 4mm-w x 2mm-t)	料管溫度300°C 模具溫度140°C 保壓壓力59MPa	溫度150°C 時間3 hr

FD: 流動方向(Flow direction) TD: 垂直流動方向(Transverse direction)

圖表 1: 一些代表性塑料的成型後收縮量值

的分子鏈上部分區域會規則地定向排入結晶晶格內，此將會造成在這些結晶區域產生高度分子緊密堆積的現象，因此結晶性塑膠在冷卻後將會有較大的體積收縮，這種體積減少的程度可以用一般的成型收縮率 (moldingshrinkage) 來表示。塑膠材料是由高分子長鏈結構所組成，高分子材料的組成結構，會因為分子長度與分子間互相糾結的程度而影響到分子的運動。

高分子結晶性材料的可結晶區域所佔的比例，是無法像金屬材料一樣約可達到約 100% 的程度，所以更正確的說法是所謂結晶性塑膠應該稱之為半結晶性塑膠 (semi-crystallineresin)，結晶性塑膠的微觀結構中，整體除了具有可結晶 (crystalline) 的區域外，還有不能形成結晶的區域，此稱為非結晶 (amorphous) 區域所共同組成，常見結晶性塑膠中可結晶區域所佔的比例 (或稱為結晶度 -crystallinity) 一般約為 30~50%，結晶度較高的塑膠，例如 POM、PTFE 等結晶度可以達到 70~80% 左右。

結晶度的大小是由塑膠分子鏈結構所決定，塑膠分子鏈主鏈的長短、主鏈上的分子組成結構、側鏈官能機



圖 3: 退火程序

的大小及長短、分子主鏈上柔軟區段的長短、分子主鏈的可旋轉、可曲折、可運動的難易程度等等... 都會影響到塑膠材料可產生結晶區域的量值。另外塑膠要形成結晶區域還有一項重要的影響因素，那就是結晶速率。當塑膠分子結構要規則定向地排入結晶區域，一定需要時間讓分子鏈可形成結晶的部位轉動調整到適當組態，才能順利納入規則的結晶區域中；因此如果降溫速率過快，部分分子鏈結構來不及轉動到適當位置就被低溫條件凍住，那所產生的結晶區域就會較少，但是此現象是因為降溫過快造成分子鏈來不及排入結晶晶格中，一旦後續有能量提供給塑膠分子鏈結構時，還是可以讓分子鏈有能量來進行調整其組態，讓可產生結晶的區域繼續形成定向規則的結晶。

這種成型後原先非結晶的區域，因為環境溫度的升高，而使得分子鏈獲得足夠動能來進行組態調整，最終將分子鏈排入規則晶格中所造成的體積收縮現象，稱之為成型後收縮 (post-moldingshrinkage)。對於非結晶性材料而言，因為微觀結構是高分子鏈相互糾結的雜亂結構，並無法產生規則定向結晶，所以一般而言非結晶性材料的成型收縮率較小，成型冷卻後的體

積收縮變化也較小；如果非結晶性材料塑化成形時，利用瞬間冷卻條件進行定型，一般而言非結晶性料的體積收縮量值會比結晶性材料來的小，成型後如果再將環境溫度升溫，讓材料分子結構有足夠動能進行組態調整，則非結晶性材料的成型後收縮現象也會較不嚴重，後收縮量值也會比結晶性材料來的小。

射出件的成型後收縮大小程度是和射出的成形條件有關，尤其是和模溫條件有絕對關聯。對於結晶性材料如果使用較低模溫冷卻較快，則模內收縮會較小但成型後收縮可能會較大，反之，使用較高模溫則模內收縮會較大但成型後收縮會較小。另外成品的後收縮也和射出產品成形後在使用上的環境溫度有關。下圖二表示成型時模溫條件分別為 40°C 及 80°C 冷卻的射出產品，成形後分別在 80°C 及 120°C 溫度環境下加熱靜置一定時間後的成形後收縮率。由圖中可以看出模溫越低的成型品，在靜置溫度越高的環境中，其成形後收縮率會越大。

(首圖) 為 Post-molding shrinkage of POM Duracon M90-44 (平板試片 Plaque of 50 50 1mm with a pin gate of 1mm dia. at the center)

對於不同種類、不同等級的塑料其成形後收縮率量值也會有所差異，下表中列出一些代表性塑料的後收縮率量值數據，可供參考。

改善尺寸安定性—如何決定退火製程最佳的退火溫度及時間條件一般要改善射出產品的尺寸安定性或穩定性，也就是如何去減少射出成品的成形後收縮率，常用的方法有下列兩種方式：

(1)、盡量使用成形高模溫條件

在射出成形過程中盡量使用足夠高的模溫條件，因為如果在成形過程中模溫條件足夠高，則可以加速促進

塑料結晶化作用，使塑料冷卻後可以產生較完全的結晶化作用，如此也可以減少成形後收縮的產生。一般而言如果成形過程中所使用的模溫設定條件溫度高於成形品的使用環境溫度，那幾乎所成形的射出件成品不需要再經過退火程序。

(2)、應用退火程序

所謂退火程序 (annealing process) 是一種塑膠見常使用的後加工製程，其方法是將成形塑膠件在使用前，先放置或是通過一個高溫的環境中一段時間，使塑膠件在退火程序中的高溫環境與高溫作用時間下，塑膠微觀分子鏈獲得足夠動能，可以促進塑膠分子鏈去進行一些組態的調整，例如原先來不及排入晶格的分子鏈，因為退火程序由外界導入的熱能可以使分子鏈有了足夠動能而開始去運動，分子鏈可以去翻轉、轉折，使分子鏈調整到最適當位置而排入晶格位置，這種塑膠件成形後再利用退火程序，使結晶性塑料的結晶度提高的現象，就是常見的成形後收縮製程。

此結晶性材料經過退火程序，將迫使成品再產生成形後收縮，之後成品的尺寸就相對更穩定了 (成品在應用上尺寸就較不會有變異)，另外退火程序也可以使分子鏈組態去重新調整，可以使成形後存在分子鏈之間的殘留應力消除掉，所以常見對於塑膠件成形後表面需要噴塗需要電鍍的產品，常常需要經過退火製程，讓成品表面因為高剪切作用而使表面分子鏈產生過度定向排列的現象，藉由退火來使分子鏈鬆弛重排，消除表面應力而改善表面的附著性。

如上所述，射出件產品的成形後收縮率量值，會隨著產品使用的環境溫度增加而增加，但會隨著在成形時所使用的模溫條件溫度增加而後收縮率減少，所以退火程序所使用的溫度條件 (退火溫度)，需要根據最終

產品所使用的環境溫度來調整。一般而言，退火溫度以高於產品使用的環境溫度約 10~20°C 為適合，例如產品的使用環境溫度為 80°C 時，退火溫度的設定可以建議以 90~100°C 為適。雖然一般是建議高於使用的環境溫度約 20°C，但就退火效果而言，還是可以高於此一建議溫度範圍。然而使用過高的退火溫度條件，可能會造成一些像材料脫色 (discoloration) 問題、成品變形率過大問題、翹曲嚴重等問題，所以退火溫度的設定還是不宜過高。

退火程序的時間一般建議約在 3 小時左右，對於厚度較薄成品或是成形時使用較高模溫條件的成品，一般退火時間可以不用到 3 小時。所以為避免退火程序使用過長時間影響生產經濟成本，可以進行一系列實驗，按照不同退火時間條件作用下，分別來量測實際的產品尺寸，以確定必要且足夠的退火作用時間。另外對於進行退火程序的時間點，一般在任何時間點進行退火程序，其實是沒有太大的差別的，成形後立即退火或是放置若干天之後再進行退火程序其實效果是相同的。

退火程序需要考慮的事項

(1)、玻璃纖維補強等級塑料應注意異方向性

玻纖補強塑料在退火程序中產生的成形後收縮現象，也跟模內成形收縮一樣，是具有異方向性的。此成形後收縮的異方向性，會受到成形品的厚度、澆口位置以及澆口形狀所影響。

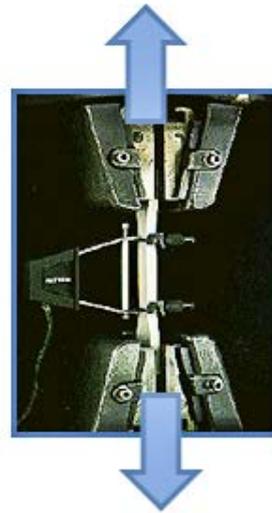
(2)、有金屬嵌入件的成品不建議進行退火

對於有金屬嵌入件的射出成品一般是強烈建議避免進行退火程序，因為退火動作容易損壞金屬嵌入件成品的性能以及縮短成品的使用壽命。對於金屬嵌入件成品進行退火程序時，所誘發的成形後收縮，容易在合

膠線 (weld-line) 位置上產生破裂，也容易在金屬嵌入件與塑膠的界面上因應力鬆弛現象而產生間隙。

(3)、過度的退火

基本上不適合進行過高溫度或過長時間的退火程序，因為過度的退火過程容易造成材料的變色、脫色、劣化、裂解或是成品表面起泡等現象。建議對使用的材料與退火成品進行實際的退火實驗與收縮後的尺寸量測，從而找出最佳的退火加工條件。■



塑膠材料的特性與選用

■長華塑膠 / 伊志鴻

摘要

塑膠材料的特性選用，必須搭配著設計應用，本篇文章主要討論塑膠材料的測試，以及部分添加劑添加後對塑膠材料造成的物性改變方向，本文編排順序依照材料物性表測試排序。

分別探討項目為：

- 機械特性—拉伸測試
- 衝擊特性—衝擊測試
- 溫度特性—熱變形；長時間工作溫度；玻璃轉化溫度；熱傳導。
- 物理特性—比重；模收縮率；表面硬度；摩擦力。
- 光學特性—光穿透；光反射；IR 遮蔽；藍光遮蔽；光擴散。

機械特性 - 拉伸測試

- 拉伸測試主要測試結果以以下幾項數據顯現。
- TensileStress(拉伸應力) · yld(降伏點) · Typel(試片規格 1) · 50mm/min(拉伸速度)

- TensileStress(拉伸應力) · brk(斷裂點) · Typel(試片規格 1) · 50mm/min(拉伸速度)
- TensileStrain(拉伸應變 or 拉伸伸展) · yld(降伏點) · Typel(試片規格 1) · 50mm/min(拉伸速度)
- TensileStrain(拉伸應變 or 拉伸伸展) · brk(斷裂點) · Typel(試片規格 1) · 50mm/min(拉伸速度)
- TensileModulus(拉伸模量 or 楊式係數) · 50mm/min(拉伸速度)

1. 材料被固定夾持後，機具會使用固定的速度往上拉。
2. 拉伸時材料會抵抗拉力，所以會有反作用力。
(實際紀錄的數值為反作用力)
3. 曲線代表承受固定力量 (Y 軸) 時的變形量 (X 軸) 。或是被拉長到固定變形量 (X 軸) 時需要的力量 (Y 軸) 。
階段 1. 在材料達到降伏點前 (Yld) ，力量與變形量會是一個固定斜率 (直線) 。此線段的斜率就是楊式係數，或是拉伸模數。

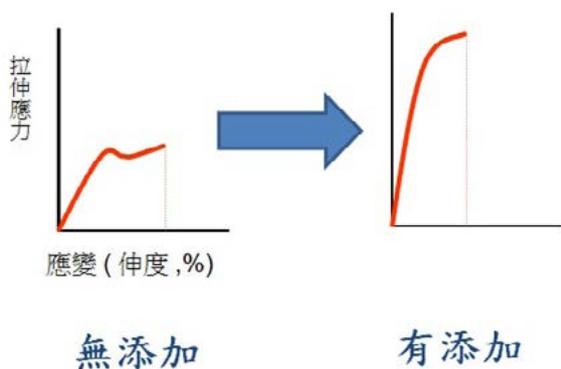


圖 1: 添加物的種類有樹種，如玻璃纖維；碳纖維；雲母片 ..Etc

階段 2。當力量或是變形量超過降伏點 (Yld) 時，材料會產生永久變形，此時將力量放掉材料無法回彈回原點。(0.2% 的永久變形)

階段 3。當過了降伏點，持續拉伸，材料會變形 (試片變長)，因此力量會往下掉 (某些材料較明顯)，或是因為試片面積變小承受的力量變小，直到試片破裂。此測試通常用於評估材料的是否能夠承受足夠的力量不變形，或是不會因拉伸而破裂。

使用填充物雖會讓拉伸應力變高，但是延展性卻會變得非常差，楊式係數變高。添加物的種類有樹種，如玻璃纖維；碳纖維；雲母片 ..Etc。

衝擊特性—衝擊測試

Izod impact 測試已經是比較材料耐衝擊性的標準，一般多以在試片上做“缺口 (notched)”之試片的測試結果作為參考。此試驗會將標準尺寸的試片夾在測試夾具上，讓擺錘以鐘擺方式落下擊斷試片，並以撞擊後擺錘擺蕩的角度計算撞擊時能量損耗多少，即材料受衝擊所吸受的能量

測試的顯示數值如下所示

Izod Impact, notched(缺口), 23°C(常溫) 865 J/m(單位)
Izod Impact, notched(缺口), -30°C(低溫) 774 J/m(單位)
(此兩數值比較可以比較出材料在低溫下的衝擊保有性)

Izod Impact(衝擊測試), unnotched(無缺口), 23°C(溫度 23°C-常溫)
Izod Impact(衝擊測試), notched(有缺口), 23°C (溫度 23°C-常溫)
(此部分可以比較材料在有缺口時是否缺口敏感性)

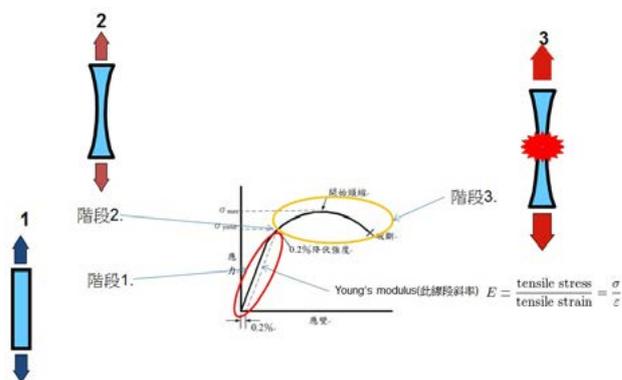


圖 2: 測試為三個階段

溫度特性

溫度特性—熱變形；長時間工作溫度；玻璃轉化溫度；熱傳導。講到溫度特性需要將熱塑性塑膠材料再細分為非結晶性塑膠 (amorphous)，以及結晶性塑膠 (crystalline polymer)。其中最大的差異在於 Tg 以及 Tm 的差異。

Tg 點：通常用於非結晶性材料，有明確的 Tg 點。結晶性材料則因上一次的冷卻狀態會直接影響 Tg 點，在結晶性材料的 Tg 點會移動，因此一般不談結晶性材料的 Tg。

非結晶性塑膠 (amorphous) 的材料特性

- 化學性敏感高 · 適度耐熱溫度
- 衝擊強度較高 · 較低模收縮率
- 均勻物性

非結晶性材料 :PC ; M-PPO ; PEI ; PC/ABS...

非結晶性材料的溫度測試排列

溫度	Relative Temp Index(RTI)	長時間工作溫度	- UL-746B	*1
低	HDT	熱變形溫度	- ASTM D648	
↓	Vicat Softening Temp	維卡軟化溫度	- ASTM D 1525	*2
↓	Molding Temp	成型溫度		
高	Degradation Temp	降解溫度		

*1: RTI 有三種測試，有時會介於 HDT 上下。

*2: 維卡軟化點測試的結果與 Tg 點較接近，可將為卡軟化點近視同為 Tg。



圖 3: 衝擊試驗機

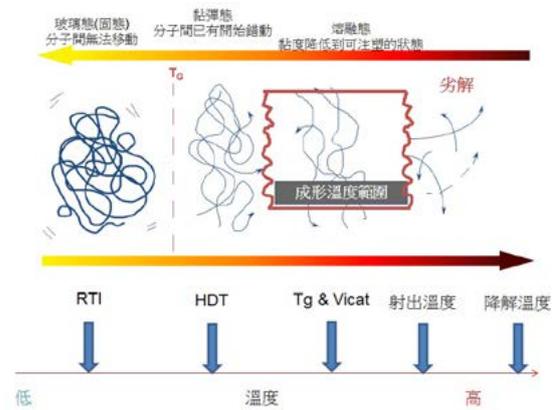


圖 4: 非結晶性材料的溫度測試排列

結晶性 (crystalline polymer)

- 抗化學性較高
 - (每種塑膠基材還是有不同的酸鹼抗性)
 - 缺口效應敏感 · 模收縮率較大
 - 耐疲勞性 · 耐磨耗性
- 結晶性材料 :PBT ; PPS ; POM...

結晶性材料的溫度測試排列

溫度 低 ↓ 高	Relative Temp Index(RTI) HDT Vicat Softening Temp Melt Temp Molding Temp Degradation Temp	長時間工作溫度 熱變形溫度 維卡軟化溫度 熔融解溫度 成型溫度 降解溫度	-UL-746B *1 -ASTMD648 -ASTM D 1525
-------------------	--	---	--

*1:RTI 有三種測試，有時會介於 HDT 上下

提高耐溫特性，添加填充物，或是其他基材或是物質合金 (Alloy):

A: 添加填充物: 玻璃纖維，碳纖維，雲母...

B: Alloy: PEI 或其他耐溫性較高的基材

* 添加填充物的方式，在結晶性材料的耐溫性提升效果會優於非結晶性材料。

導熱係數 (Thermally conductive)

導熱係數為特殊應用，應用於熱傳導部件，一般塑膠材料為熱的絕緣體要達到熱傳遞效果，目前只能添加填充物。填充物類別: 金屬粉，陶瓷粉。

物理特性

1. 比重高低:

低比重材料: 用於輕量化設計，或是省錢。

高比重材料: 用於需要讓產重量更重。

比重的增加有兩種方式:

1-1. Alloy 比重較高的基材。

1-2. 添加填充物: GF, CF, 或是金屬粉末。

比重的減低有材料或是製程方式可以達成:

發泡劑，或是使用 MuCell。

MuCell 是一項專利，必須要搭配成型機台使用。

2. 模收縮率:

- 模收縮率: Flow 方向 → 因有條狀物支撐收縮，此方向的收縮率會較小; XFlow 方向 → 某些填充物在 XFlow 方向的支撐雖沒有 Flow 方向的體積大，但是還是會降低一部分的收縮率。

模收縮率的變化會引起做變形或翹曲，模收縮率越低，變形的可能性越低。

非結晶性材料: flow & Xflow 收縮率差異不大。

結晶性材料: 因有分子配向性，:flow & Xflow 差異較大。

填充物

2-1. 條狀: 玻璃纖維，碳纖維，Flow 方向 → 因有條狀物支撐收縮，此方向的收縮率會較小。

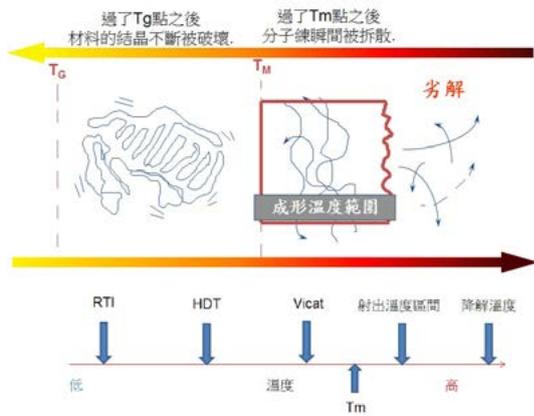


圖 5: 結晶性材料的溫度測試排列

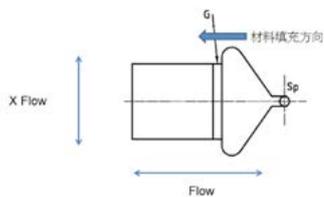


圖 6: 模收縮率

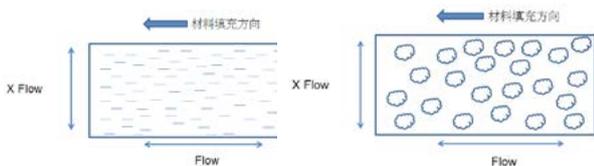


圖 7: 條狀填充物及片狀填充物

X Flow 方向→填充物在 X Flow 方向的支撐雖沒有 Flow 方向的體積大，但是還是會降低一部分的收縮率。

2-2. 片狀：雲母片

2-3. 球狀：玻璃珠

3. 表面硬度：材質本身的表面硬度，此部分通常使用 Allow 硬度較高的基材，或是改變分子煉結的方式。

4. 摩擦係數：材質本身的摩擦力，有分“動摩擦”與“靜摩擦”兩種。

3 & 4 合稱為材料本身的耐磨耗性 ..

光學特性

1. 光穿透：光的穿透性，一般為基材本身的特性。光學特性之一“穿透”材料物性表中以“LightTransmission”描述。指材料法線穿過物質的比率。

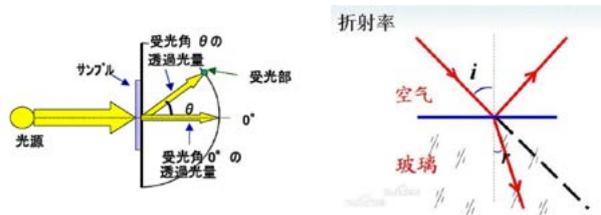


圖 8: 左：穿透的測試模式 右：折射率的說明

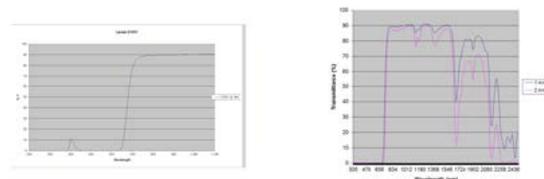


圖 9: 左 高通 右：帶通 - 目前的較多運用於遙控器，遮蔽自然的可見光避免誤動作造成乾擾，雷射熔接的穿透零件

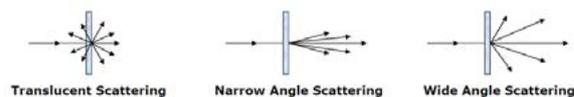


圖 10: 光擴散的模式

2. 光學特性之一“ 折射 ”：當光折射的角度接近 90 度時，反射的數值接近反射 (Reflectance)，衍伸的另一個功能為遮光。在材料的應用中，最常使用的添加劑為 TiO_2 。

3. 光學特性之一“ IR 遮蔽或穿透特性 ”：利用材料添加物造成不同的波段遮蔽以及穿透，類似濾波器，可分成高通；低通；帶通目前的較多運用於遙控器，遮蔽自然的可見光避免誤動作造成乾擾。雷射熔接的穿透零件。

4. 光學特性之一“ 擴散 ”用於光均勻分佈的用品，如 LEDLens，燈管，球泡燈殼，希望光源能夠均勻的散照在更大的角度。■





世界在改變，我們在創新 新型熱塑性聚氨基甲酸酯 (TPU) 介紹

■大東樹脂化學股份有限公司 / 行銷企劃處

公司簡介

大東樹脂化學創立於 1955 年，為台灣第一家鞋用接著劑品牌廠，創立以來持續追求研發創新，深耕產品關鍵技術，憑藉著專業力與誠信度，位居全球專業化工的領導品牌。

大東樹脂在經營團隊的創新求變與多角化經營策略下，努力地將研究成果轉化成國際化的產品，至今發展出四大產品線，皆已獲得國際品牌客戶的認證及信賴。

1. 接著劑產品—環保型水性膠，包括 PU 膠、CR 膠、NR 膠、水性處理劑、熱熔膠 PUR 等，是目前全球鞋用接著化學品的領導品牌，客戶包括 Nike、adidas。
2. 塑化產品—自主研發 AS、ABS 及 TPU 等熱塑性材料，TPU 具備耐磨、耐撕裂、及耐低溫曲折等特性，同時擴展至熱塑性強化複合材料，產品系列規格完整。
3. 乾膜產品—與美商杜邦 (DuPont) 策略合作，發展 3C 製程專用的干膜及光阻產品，成為全球電子通訊用化學品的專業供應商。

4. 特殊化學產品—專注於特殊接著、高分子加工、UV 固化、薄膜塗佈、樹脂合成等核心化學，開發應用於綠色能源、電子、光電、通訊、醫療產業等之特殊材料與化學品。

大東樹脂化學重視環境生態保育，打造安全第一的工作環境，以堅實研發團隊為後盾，自許為綠色材料科技的開創先鋒，大東樹脂化學將持續強化綠色產品的研發及應用，並且與客戶共同提升產品的環保性與安全性。

Structure of thermoplastic Polyurethane

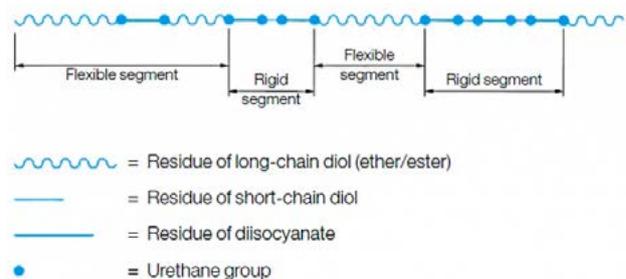


圖 1: TPU 樹脂的主要 3 種組成成份

加工方式	市場應用產品
射出級	汽車零件、機器零件、電子配件、運動鞋飾片、鞋材大底、滾輪、穿戴式裝置、玩具、運動護具、特殊包覆件、3C 保護套、動物耳標、玩具等。
押出級	電線電纜、管材、薄膜、環保皮革、薄板、織物、服飾膠釘、肩帶等。
吹塑級	容器瓶、消防水帶、運動鞋氣墊、玩具等。

圖表 1：市場 TPU 應用產品

新型熱塑性聚氨基甲酸酯

TPU 樹脂係由三種主要成份所組成，包括二異氰酸鹽 (Diisocyanate)、短鏈二元醇 (或二胺類) 和長鏈聚醚或聚醚二醇 (Polydiol)，以線性加成聚合方式反應生成具有結段 (Segment) 結構之聚合物。TPU 分子結構中含有 -NH-COO- 官能基團，長鏈的二元醇和異氰酸酯成份構成了軟段，短鏈的二元醇和異氰酸酯成分構成了硬段。結構如示意圖 (圖 1)，其優異性能包括有：

1. 優異的耐磨 & 抗撕裂：TPU 的 Taber 磨耗值為 0.5~0.35mg，是塑料中最低的。
 2. 拉伸強度 & 伸長率：TPU 的拉伸強度是天然橡膠和合成橡膠的 2~3 倍。
 3. 耐油、耐汽油性能：TPU 的耐油性能優於丁腈橡膠。
 4. 耐低溫性、耐候性、耐臭氧性能：優於天然橡膠和合成橡膠。
 5. 醫療衛生性：TPU 具有生物相容性和低細胞毒性。
 6. 硬度範圍：TPU 硬度範圍可達 Shore-A40~Shore-D80，具有高負載的支撐力和良好的吸振效應。
- TPU 產品通常都是粒狀的熱可塑性材料，其加工方法

有射出、押出、壓延、吹塑、模壓、紡絲等方式，其中以射出成型和押出成型的應用約佔 70 % 以上；另外 TPU 還可用來製造彈性纖維、合成皮革樹脂、接著劑，用途極為廣泛，是新一代的明星材料。可應用範圍如 (圖表 1)

大東樹脂化學的 TPU 樹脂年產能約 9,000 噸，新型的產品包括超透明級、熱熔膠級、透濕防水級，以及高級薄膜等特殊規格，其中最特殊的為高強度工程級規格 (Engineering Grade TPU)，工程級 TPU 具有極佳的機械性能，以及高耐熱、高透明 (90%)、耐溶劑等優異特性，主要用於復合材料、工程材料、汽車材料以及生醫材料等高階市場。工程級產品規格如下表 (表 2)，工程級 TPU 的高韌性表現如 (圖 2)，在耐熱性及食品安全的應用如 (圖 3)。

另外一項創新產品是生質型 TPU (Bio-based TPU)，其在聚合製程中所使用的單體原料，有 25% 以上是來自植物，且性能與使用石油合成的 TPU 相似，同樣具有優異的韌性、機械強度、耐磨耗、耐溶劑等，是可持續再利用的環境友善材料。目前的規格及相關應



圖 2: 工程級 TPU 的高韌性表現

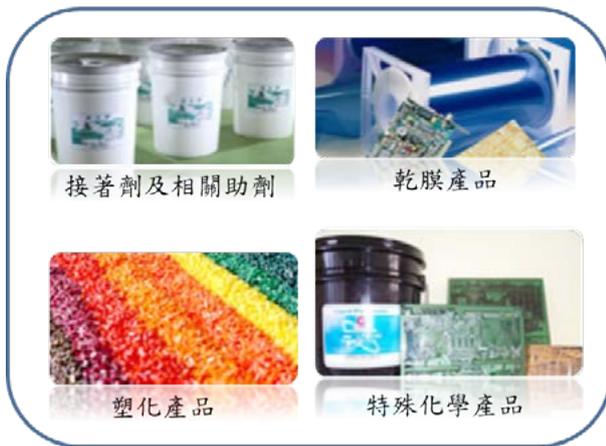


Hot Water Cap: 8201

Feeding Bottle: 8301

圖 3: 工程級 TPU 在耐熱性及食品安全的應用

公司主要四大產品系統



用有：薄膜型－運動用品、生活日用品，吹膜型－透濕防水、醫療用品、運動服，射出型－工業零件、鞋材、汽車配件，熱熔膠型－鞋材、運動配件。

大東樹脂重視創新與綠色科技，致力於研發關鍵技術，朝向減少石油合成原料的使用，並積極開發低污染、低耗能之清潔製程，以及高性能、高附加價值的新產品，不斷為客戶創造新的競爭力。對綠色環保的努力堅持，正是大東樹脂的企業價值。



國際認證

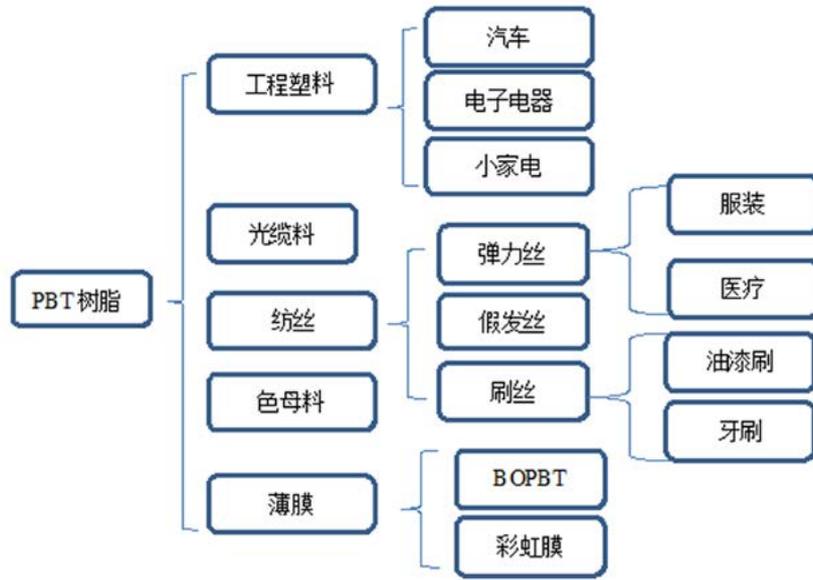
OHSAS18001 安全衛生管理系統驗證

ISO14001 環境管理系統驗證

ISO9001 品牌管理系統驗證

RoHS 認證 ■

公司網址：<http://www.greco.com.tw/>



護衛用電安全的熱門材料——改性 PBT

■金陽新材料

前言

電，已經變得和水、空氣一樣，成為人類生活不可或缺的一種能源。無論是居家生活，還是上班工作，人們時時刻刻幾乎都離不開電。用電安全也因此變得至關重要。作為最堅韌的工程熱塑材料之一，改性 PBT（聚對苯二甲酸丁二酯）因其出色阻燃、耐高溫等性能，廣泛應用於電子電器、家電、汽車等領域，是名副其實的用電安全“衛士”。

PBT 主要應用領域

PBT 是增長速度超過市場平均增長水平的工程塑料之一，其中約三分之一主要被用於汽車製造、電氣工程與電子產業（如：外殼、插座等），以及通用應用等方面。與其它工程熱塑性塑料相比，PBT 的年增長率高於平均水平，約為 7%，這使其成為經濟上很吸引人的一類材料。這也促使改性塑料生產商從技術上研究這種材料的深層次發展、控制客戶成本效益可能性的原因之一。

1.PBT 的結構與性能

PBT 的分子結構如圖所示，從分子結構可以看出，PBT 大分子為線型結構，結構規整，重複結構單元中有活動困難的苯環和極性的酯基，由於苯環和酯基間形成了一個共軛體系，使分子剛性較大，減小了分子鏈的柔曲性、溶解性和吸水性。極性酯基、羰基的存在，增大了分子間作用力，使分子間靠得緊密，分子鏈剛性加強。高溫下，酯基使其易於水解而發生斷裂，從而影響聚合物的性能。結構單元中還有 4 個非極性亞甲基 $-(CH_2)-$ ，較 PET 多 2 個，分子鏈的柔曲性增加，排列更加規整，因此材料結晶能力高於 PET，在低溫下結晶速度快，易於成型加工。PBT 的溶解度參數為 $10.8(J/cm^3)^{1/2}$ ，與許多塑料相接近，所以其共混的範圍比較廣泛。

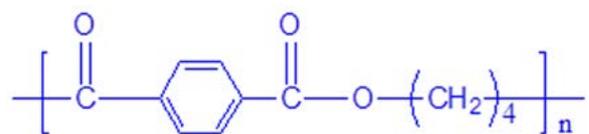


圖 1：PBT 的分子結構



圖 2：LED 燈外殼

另外，PBT 的分子鏈末端含有羥基或羧基，其容易與環氧、酸酐、羧基或羥基等發生化學反應，在共混時可以與含有這些官能團的增韌劑更好地混合，與增韌劑的界面粘合性增強，從而達到更好的增韌效果。

PBT 樹脂具有優良的力學性能、良好的耐候性、低吸濕性、具有良好的電絕緣性、非晶態聚酯有良好的光學透明性等，但 PBT 仍存在一些不足，其缺口衝擊強度低、阻燃性不高、熱變形溫度較低、高溫下尺寸穩定性差、具有各向異性。結合 PBT 優良的性能，針對其不足，對 PBT 的改性成為擴大 PBT 使用範圍的重要手段。

2.PBT 的改性及產品應用

PBT 種類繁多，在實際應用領域，大部分的 PBT 都需要經過改性，才能滿足相應的要求。PBT 的改性主要分為：阻燃 PBT、玻纖增強阻燃 PBT、玻纖增強 PBT、PBT 共混合金。改性 PBT 材料主要應用於電子電器領域中如繼電器外殼及繞線軸、燈殼燈座、插座、光纖接頭等，汽車製造領域中如接線盒、點火系統零件、外門把手等。

以下介紹幾款 PBT 主要產品與要求：

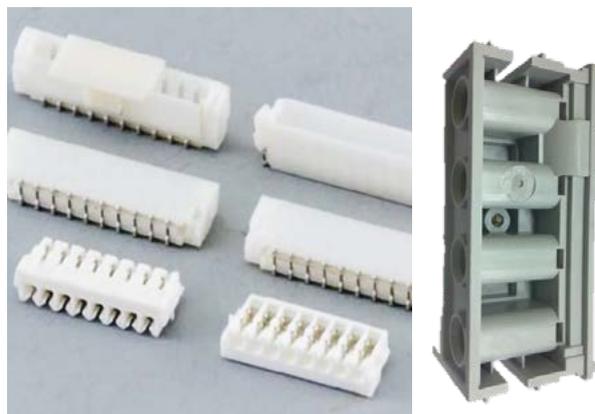


圖 3：接插件 / 國家電網專用的端子

(1) LED 燈或節能燈外殼

在照明行業中，燈殼大部分使用的是增強阻燃 PBT 材料，其外觀要求色澤通透或者遮光、表面光潔、無浮纖，性能要求阻燃 3.2mm 或 1.6mm 阻燃 V0、耐高溫、耐黃變效果好、機械性能良好，易於加工。

針對客戶的需求，金暘研發的燈殼產品分為色澤通透的增強阻燃 PBT 產品 (TG15EX、TG25EX、TG30EX 等) 和遮光 PBT 產品 (TGM20EX)，其中遮光 PBT (TGM20EX) 可根據客戶要求，遮光程度達到 0.8mm 產品厚度不透光。以上兩類產品均可用於全塑照明產品外殼和塑包鋁照明產品外殼，產品如圖 2 所示。其中用於塑包鋁照明產品的材料，可滿足客戶終端產品於 -30°C ~120°C 高低溫循環測試 200 次 ~500 次。

(2) 接插件

電子接插件產品主要以 30% 玻纖增強阻燃材料為主，也有 15% 玻纖增強或不增強阻燃的材料。金暘就電子接插件產品推出了 TG30EX 和 TG15EX 兩款材料，其性能滿足阻燃級別 3.2mm 或 1.6mmV0，強度和韌性高，可經受多次插入和拔出。外觀要求光澤好，無明顯浮纖，產品如圖 3 所示。



圖 4：散熱風扇 / 汽車大燈

(3) 國家電網用端子
國家電網專用的端子主要為 30% 玻纖增強阻燃材料，金暘開發了兩款相應的產品，分別為 TG30EX-4U 和 TG30EX-6U，其性能符合國家電網對端子產品的材料要求，即灼熱絲可燃性指數 GWF1960°C，強度與韌性高，外觀以 PANTONE4U 和 6U 顏色為主。

(4) 電腦散熱風扇
電腦散熱風扇因 CPU 的表面溫度可達 130~140°C，因此要求材料能夠長期耐受高溫工作條件，同時因直接接觸金屬線圈，材料也需具備較高的阻燃性能。此外，散熱風扇需要通過嚴格的動平衡測試，所以材料需要良好的流動性、尺寸穩定性。金暘推出用於散熱風扇的 30% 玻纖增強阻燃 PBT 材料 TG30EX，該產品阻燃級別為 1.6mmV0，具有優良的流動性和尺寸穩定性，滿足材料高溫條件使用要求。

(5) 繼電器
繼電器內的線圈軸一般要求材料具有良好的絕緣性、高耐熱性、高阻燃性、高流動性、高剛度。可適用材料有酚醛樹脂、PBT、PA6、PET。PBT 材料流動性好，結晶速度快，耐熱性高，因此用於尺寸小、形狀複雜的產品都有較大的優勢。金暘針對繼電器內的線

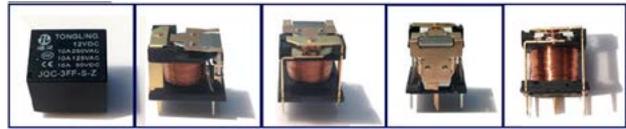


圖 5：繼電器



圖 6：光纖接頭

圈軸產品推出 30% 玻纖增強阻燃 PBT 材料，牌號為 TG30WX，阻燃可達到 0.35mmV0，已有 UL 黃卡。

(6) 光纖接頭
光纖接頭類型多，接頭材料主要為工程塑料，有利於插拔方便，安裝密度高，但其尺寸小、製件薄、長期與電接觸，因此產品對材料的流動性、韌性、阻燃性和尺寸穩定性有較高的要求。金暘對此開發出阻燃 1.6mmV0、韌性高、流動性好的 TG15EX 產品，制得的產品尺寸穩定，可經受多次插拔。

(7) 汽車用材料
汽車製造領域中，改性 PBT 主要應用在如汽車保險桿、汽車大燈燈飾圈、汽車傳動器齒輪盒、馬達外殼等。如用於汽車大燈燈飾圈的 PBT 材料要求耐溫好、流動性好、易成型。金暘推出兩款適用於汽車大燈燈飾圈產品 TM20E 和 TM00E。TM20E 為礦物填充 PBT/PET，產品適用於有底塗的汽車大燈燈飾圈和反射鏡等，具有高耐熱、優良的機械性能和表觀效果。TM00E 為免底塗 PBT，具有良好的加工性能、高光澤、低析出的表觀效果，所注塑的產品達到高光潔的表面效果，無需噴底漆直接真空鍍鋁。■



ACMT先进模具成型 自动化技术考察团

2018/3/21 华东(上海、吴江)





NPE 2018

美國橡塑膠大展

2018/5/7-11 美國,奧蘭多市(Orlando)



掌握最新注塑成型產業 ACMT菁英俱樂部會員

提供會員更完整、更專業的服務、結合更完整的組織系統與服務，線上線下實體整合會員，加入會員既可享有多項超值服務



2018 Arburg Technology Workshop Program 阿博格德國最新先進技術考察團



每年春天在ARBURG (阿博格) 技術節上，國際的塑料行業都會齊聚在勞斯博格。大約有來自超過50個國家的7000名參與者，參加了一流展會的性能展示。給您一個行業盛會的印象！以生產效率和工業4.0為重點，ARBURG (阿博格) 通過大約50件展品、高效舞台和專業售後服務領域，展示了全球塑料加工業的注塑工藝、增材製造工藝和工業4.0的概覽。還展示了全新產品、創新應用和工藝以及自動化和客戶定制的交鑰匙解決方案。還提供了專家講座和公司參觀。

2018年世界主要工業國家都邁向工業4.0，除了是一個口號以外，每家廠商也開始在思考自己內部提升的可能性，不過往往會碰到一個問題，工業4.0到底要如何進行，自身又是在哪個階段呢？為了滿足這些大哉問，相約走一趟德國，看看他們的自動化整合方案。■

活動名稱：2018阿博格德國最新先進技術考察團

主辦單位：德商阿博格機械有限公司台灣分公司(Arburg)

協辦單位：ACMT電腦輔助成型技術交流協會(ACMT)

活動日期：2018/03/11(日)~03/18(日)-【八天五夜】

活動地點：德國、瑞士

住宿酒店：全程入住高級酒店

台灣出團：每位NT\$88,500(含小費)

單人房追加NT18,000/人

台灣諮詢：林小姐(AmberLin)+886-2-89690409#23

活動網址：http://acmt-app.com/arburl2018_tday/



ARBURG

ACMT



德國射出成型與自動化科技之旅

時間：2018年3月11日~18日(8天5夜)

地點：德國、瑞士

主辦：台灣Arburg

名額：30人

2018阿博格德國最新先進技術考察團

2018 Arburg Technology Workshop Program



主辦單位: KEMMA 克瑪機械有限公司 協辦單位: ACMT協會、型創科技顧問公司

KraussMaffei 德國先進成型技術研討會2018花絮報導

2018 德國先進成型技術研討會

2018 德國先進成型技術研討會在 2 月 7 日舉辦，工業 4.0 正在顛覆整個橡塑行業生產方式，為應對這前所未有的變革，克勞斯瑪菲集團 (KraussMaffei Group) 攜其品牌公司克勞斯瑪菲 (KraussMaffei)、克勞斯瑪菲—貝爾斯托夫 (KraussMaffei Berstorff) 和耐馳特 (Netstal)，共同推出塑料 4.0 之新技術解決方案。此場由 KraussMaffei 克勞斯瑪菲、KEMMA 克瑪機械有限公司主辦，ACMT 協會、型創科技顧問協辦的「德國先進成型技術研討會 2018」於 2/7 日在帝寶工業鹿港總部舉辦；這場德國先進成型技術研討會，不僅是 KraussMaffei 首場亞洲巡迴研討會，亦為領先行業優化解決方案。會中精心策劃相關議題如下：PX & CX- 應用於醫療無塵室的小型機台、德國 LSR- 光學元件成型及與異料結合應用方案、2KM-LSR 精準量測與供料技術、光學鏡片成型及產程優化方案、EAS- 快速換模技術 - 提高機台使用率及，德國 Plastics 4.0- 高效智能生產解決方案等。■





精彩回顧



太平洋高分子大會開幕 近千名科學家點贊廈門



展會名稱：第 15 屆太平洋地區高分子大會

展會時間：2017 年 12 月 11 日

展會地點：海濱之城廈門

官方網站：<http://www.ppc15.org/>

展會介紹

2017 年 12 月 11 日，第 15 屆太平洋地區高分子大會（PPC-15）睽違 18 年後再次回到中國大陸。美麗的海濱之城廈門，來自全球 30 多個國家的近千名高分子領域的學術泰斗、專家學者、技術精英再度聚首，共話高分子前沿科學和技術發展。太平洋地區高分子大會作為最負盛名的系列國際學術會議之一，由太平洋地區高分子聯合會主辦，該組織致力於促進環太平洋地區各個國家高分子學科學術團體之間的交流與合作。首次大會於 1987 年在日本東京舉行，距今已經 30 年。

“藝術是一個人的事，科學是一群人的事。這意味著藝術可以獨自表演，而科學需要互動與合作。”太平洋地區高分子聯合會主席張希院士在開幕致辭時強調，此次會議旨在促進高分子科學和技術合作。

本屆大會議題涵蓋了高分子科學與工程的主要領域，參會嘉賓對高分子材料自我修復、降解、可再生等前

沿科學領域展開深入研討。中國科學院院士、北京大學周其鳳教授，中國科學院院士、香港科技大學唐本忠教授，中國科學院院士、中科院化學所李永舫研究員，美國工程院院士、Akron 大學程正迪教授、日本京都大學 YoshikiChujo 教授、韓國首爾大學 KookheonCHAR 教授、新加坡南洋理工大學胡曉教授等 800 餘名中外高分子學者和學生出席了會議。

“作為業內最有影響力的會議，PPC 大會見證了中國自 1991 年首次參會以來高分子產業的蓬勃發展。”周其鳳院士說。中國經濟的發展離不開科技創新。高分子新材料作為國家戰略性重點產業，有著巨大的市場和廣闊的前景，其中發展的關鍵是科技創新。本次大會受到了包括金錫、BASF、玲瓏輪胎等眾多國內外知名企業的關注。廈門市作為本次會議的舉辦地，近年來在新材料產業取得了快速發展，形成一批具有較大經濟規模的新材料品種和企業，培育出一批具有較



圖 1：會議現場



圖 2：獲獎者合影

高國際影響力的新材料企業，形成了以高分子及功能橡膠、鎢材料、鋁箔、光電信息材料等十多個品種為主導的新材料產業集群。作為金暘集團旗下的核心成員企業，金暘（廈門）新材料科技有限公司是廈門新材料產業快速發展與科技創新的一個縮影。金暘在模式創新與技術創新方面的獨到理念和豐碩成果，得到與會專家的高度評價。正如金暘集團楊清金董事長所說，我們期待聯合全世界高分子領域的技術精英，共同推動中國乃至全球新材料產業的發展。



圖 3：張希教授致辭

2017 年是特殊而重要的一年，中國加速進入科技創新的新時代，科技進步成為增強我國經濟創新力和競爭力的關鍵因素。第 15 屆太平洋地區高分子大會在中國的成功召開，對於集全球智慧為中國科技創新出謀劃策，尋找中國科技進步的新動力，以及推動中國新材料領域技術和產業發展，具有積極的推動作用。■



圖 4：周其鳳教授致辭



聚焦3C製造，SIMM機器人展 3月帶你走進自動化魅力世界！



展會名稱：第 19 屆深圳國際機械製造工業展覽會

展會時間：2018 年 3 月 29 日 -4 月 1 日

展會地點：深圳市福田區福華三路 - 深圳會展中心

官方網站：www.simmtime.com/index.htm

展會介紹

中國是全球 3C 製造業中心，產能居於全球首位。近些年 3C 行業固定資產投資增速遠超行業增速，在人口紅利逐漸消失的情況下，自動化成為行業增長的關鍵驅動力。隨著 3C 產品的更新換代周期越來越快，高速、高精度、柔性化的 3C 設備由於其快速的更換需求而表現出越來越強的消費屬性。基於此，深耕精密加工製造業的深圳機械展暨深圳國際機器人及工廠智能化展覽會（RSE），將於 2018 年 3 月 29 至 4 月 1 日期間進一步升級展覽內容，傾力打造 3C 智造專題展館，以持續助力 3C、電子製造產業鏈智能化改造的落地實施。本屆深圳國際機器人及工廠智能化展覽會將以 3C 製造、汽車及零部件製造工廠智能化改造為主線，集中展示智能生產線與工業物聯網、協作機器人應用與 3C 智能工作站、非標自動化設備、智能物流與智能包裝、智能焊接與打磨等領域解決方案，觀眾可在現場體驗各領域最新產品及解決方案，先人一步獲取行業最新趨勢信息及創新解決方案，體驗當前自動化發展的前沿製造技術。

國內外頂尖機器人品牌紛紛加入

SIMM 深圳機械展暨深圳國際機器人及工廠智能化展經過多年運作，已成為華南地區首屈一指的機器人及自動化展覽會。RSE2018，工業機器人四大家族發那科、安川加入；川崎、那智、愛普生、東芝、優傲、瑞森可、華數機器人、配天、廣數機器人、福士、松慶等機器人品牌和集成商多年來連續參展；安川美的、天機機器人、清華同創等品牌新秀紛紛亮相，形成了華南地區品牌影響力最大、涉及機器人品牌數量最多的自動化展會。

工業機器人應用方案海量展示

本屆展會針對華南 3C、電子行業最新市場需求，集中展示眾多的智能生產線、工業物聯網及柔性製造系統、協作機器人，機器人工作站（裝配、測試、焊接、打磨、搬運、噴塗、分揀、三維掃描等）、機器視覺系統及方案、機器人功能部件、工裝夾具、智能物流

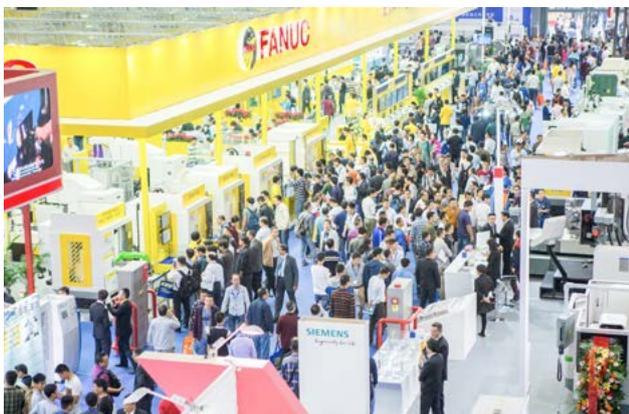


圖 1：現場工業機器人應用方案海量展示

技術方案與供應鏈，全力打造機器人一站式交流平台。其中，在智能生產線與工業物聯網方面，眾企業紛紛展示最新的應用成果：愛普生機器人 3C 智能生產線，華數機器人 3C 精密零件及模具智能製造產線，橙子自動化 3C 精密裝配生產線，吉蘭丁天機算智能製造系統平台 +MPD，華航唯實機器人打磨拋光生產線等。

而 3C 智能工作站將成為令人矚目的關注點：發那科、安川、川崎、那智、愛普生、華數、配天、廣數、泰達等品牌機器人企業針對華南地區 3C 智能化改造的需求，在裝配、測試、焊接、打磨、搬運、噴塗、分揀、三維掃描等方面帶來精心準備的解決方案。另外協作機器人將展示最新其獨特的應用價值：發那科、優傲協作機器人、瑞森可智能協作機器人“Baxter”、“Sawyer”、多套川崎雙手腕定位機器人“duAro”，與人共存的革新突破在 3C 領域集成方案、珞石協作機器人將與您現場互動，為您帶來人機協作的完美體驗。

豐富的展覽內容

除了工業機器人應用專區外，2018RSE 展區現場還設有：傳動、運控、非標自動化、智能物流等多個專區，



圖 2：智能生產線與工業物聯網

豐富的展覽內容，滿足企業自動化升級改造一站式採購需求。傳動專區，SKF、NSK、THK、IKO、施耐博格、上銀、銀泰、亞特蘭、永紘、綠的等代表展商將展示各自最新產品和應用方案；博世力士樂、基恩士、多摩川、發格、台達、研華寶元、固高、雷賽、研控等運控行業的品牌展商將一一亮相；譽璽、精品日興、速動、艾威圖等鎖螺絲代表展商，拓勁、誠必達、博榮、艾克斯、亨力、潤鼎、昕芙旋雅、三同、璞石、伯川等振動盤代表展商將帶來非標設備的解決方案；而今天國際、卡迪斯、西斯特姆、易庫、博世力士樂、銳拓等智能物流代表展商，將作為深圳國際機器人及工廠智能化展覽會最新推出的物流展區代表性企業，為製造業同仁展示智能物流的前沿應用。■

巔峰匯聚，智造起航



展會名稱：第 19 屆深圳國際機械製造工業展覽會
展會時間：2018 年 3 月 29 日 - 4 月 1 日
展會地點：深圳市福田區福華三路 - 深圳會展中心
官方網站：www.simmtime.com/index.htm

展會介紹

第 19 屆深圳國際機械製造工業展覽會 (SIMM2018) 將於 3 月 29 日——4 月 1 日在深圳如期舉行。展會以“升級產業優勢，融合未來製造，創造智慧價值”為主題，來自世界各地的製造技術供應商將展示如何高效地讓生產企業實現生產的精細化、數字化、智能化，為各領域向智能製造邁進帶來更多的選擇。作為中國南方製造裝備領域規模最大、技術含量最高、涉及品類最廣的專業展覽會，SIMM2018 得到包括 20 多個國家和地區的 1200 多家國內外企業的積極響應，使用深圳會展中心全部 9 個展館，展覽總面積達 11 萬平方米。觀眾可以在展會現場親自體驗金屬切削機床、金屬成形機床、機器人及自動化應用、激光加工技術、增材製造、工業測量、刀具工具等環節的最新應用，先人一步獲取行業趨勢信息及創新解決方案，體驗當今最前沿的生產製造技術。

特色展區，深度解讀

本屆展會針對華南優勢產業，特別推出 3C 製造、汽車

製造、精密加工等主題展覽展示，深度解讀行業之中各環節生產企業在變革浪潮下的發展之道。其中面對當前手機行業中全面屏、玻璃 / 陶瓷機身、5G 天線、屏下 / 屏內指紋等大量新挑戰，SIMM 將從金屬結構件製造、薄金屬板材加工、石墨加工、3D 玻璃加工、陶瓷加工、生產自動化等各手機製造細分領域入手，打造 3C (手機) 零部件加工主題展示，帶來相關領域最頂級的設備供應商及最前沿的加工製造技術。而針對汽車製造領域，SIMM 也整合優勢資源，結合汽車輕量化、新能源動力電池及充電樁、汽車零件精密化加工及智慧工廠等方面多樣化、個性化、高效化、智能化的製造要求，集中展現汽車核心部件切削及成形技術、汽車模具與材料、自動化應用、質量控制等內容，突出智能製造解決方案。

2017 年深圳機械展首次推出精密加工專題展區，受到行業企業的一直好評，SIMM2018 將在上一年基礎



圖 1：智能製造成為新一輪工業革命的核心

上擴大精密加工專區規模，專門開闢出一個獨立的展示區域，集中呈現精密加工製造技術在高端製造業中的應用，為更多優秀加工企業提供優質的展示交流平台，向世界展示正在崛起的中國精密加工新力量。

智能製造深入發展

在“工業 4.0”的大時代背景下，智能製造成為新一輪工業革命的核心，同時也是本屆展會的焦點。聚焦全球高端製造裝備，體現智能製造、工業互聯網等領域前沿趨勢及研發成果，本屆展會雲集了全球眾多的智能化技術及產品，全面展示多品種個性化的應用解決方案。這些新技術、新工藝、新模式與當前產業升級的需求密切相關，為企業的不斷突破提供了新的發展基礎和條件。

現場的西門子、三菱電機、海克斯康、GF 加工方案、馬扎克、通快、大族等機床工具企業帶來的產品和技術普遍帶有智能化的特徵，這些裝備大多具有先進的網絡技術、強大的通信功能及靈活兼容的開放性軟件，實現了設備由“生產機器”到“智造單元”的轉變。而發那科、川崎、那智、愛普生、台達、研華寶元、基恩士、博世力士樂等企業也將集中展現其在智能製



圖 2：SIMM2018 將集中呈現精密加工製造技術在高端製造業中的應用

造領域的核心技術。各大企業帶來的系統解決方案，以實際案例展示了智能製造技術在不同領域的應用。

專業論壇開啟頭腦風暴

除了現場全球行業翹楚帶來的最新技術和產品之外，高端的會議論壇活動亦是 SIMM 的另一焦點所在，數十場專業的會議論壇及相關活動將在 SIMM2018 展會上同期舉行。於去年 SIMM 展中取得熱烈反響的“品質中國”系列高峰論壇今年將繼續舉行，預計國務院參事張綱及中車、華為、美的等國內領先製造企業相關負責人將應邀出席主講，嘉賓們將圍繞製造企業面臨的質量形勢和問題，帶來對質量基礎建設的多角度解讀。而“第五屆智能製造及機器人應用技術主題論壇暨”、“2018 精密零件及模具智能製造論壇”將是本屆展會的另外兩場焦點論壇。其中“機器人應用論壇”將針對智慧工廠落地實施、運動控制、汽車輕量化、3C 家電製造、智能物流等行業熱點帶來多項議題，發掘行業技術動向。而“精密零件及模具智能製造論壇”將從零件加工、模具加工、機器人應用、增材製造、智能集成與品質提升等六大方向詮釋當前精密製造的發展趨勢，整合技術應用及產業價值鏈。歡迎親臨 SIMM2018，發現更多智造動態！■

The Plastics Show - NPE 2018

2018年美國國際塑料展覽會



主辦單位：美國塑料工業協會 (SPI)

舉辦日期：2018年5月7日 - 10日

展覽地點：Orange County Convention Center

舉辦週期：三年一屆

官方網站：<http://www.npe.org/>

展會介紹

美國國際塑料展覽會 (NPE) 是美國規模最大、歷史最悠久的塑料展覽會，也是世界第二大塑料行業盛會。從1946年開始，每三年舉行一屆，時至今日 NPE 在參展商、展覽面積、規模、力求參觀者人數等方面均保持穩步增長。美國國際塑料展覽會 (NPE)，由美國塑料工業協會 (SPI) 主辦。

該協會 (SPI) 成立於 1937 年，是美國第三大製造行業協會。美國塑料工業協會 (SPI) 的會員來自整個塑料行業的供給鏈，包括加工商、機械和設備製造商以及原材料供給商。全美塑料行業員工人數多達 110 萬，年發貨量將近 3,790 億美元。

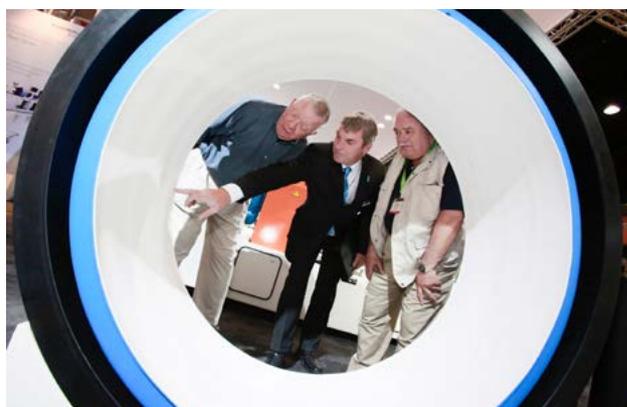
NPE2015 將在佛羅里達州奧蘭多市舉行，為來自中西部的參觀者節省達 19% 的旅費，並吸引更多拉丁美洲和加勒比海地區的買家參與，為參展商帶來更大的效益。

NPE2015 回顧

NPE2015 於 4 月日在佛羅里達州奧蘭多市舉行，上屆 NPE 展覽會的規模遠遠超過了 NPE2012，吸引的美國境外參展商和觀眾數量創下了歷史新高，其中包括來自拉丁美洲有史以來規模最大的參觀團。NPE2015 共有 2085 家參展商，其中 40% 是美國境外的企業。該屆展會吸引了 65,359 名觀眾，其中 26% 是來自世界各地。中國是國際參展商數量最多的參展國：共有 410 家中國參展企業，佔參展商總數的 19%。

市場信息

NPE2015 作為全球最大的塑料貿易展及會議，將覆蓋從加拿大到智利這片價值 6,000 億美元的廣闊塑料市場。有近 40,000 家塑料加工企業服務於這一市場。整個大區域中規模最大的塑料工業分佈在美國。在 2011 年，17,000 多家美國定制加工企業和自主加工企業發運的商品總價值高達 3,800 億美元。另有 850 億



美元的出貨量來自為國內外塑料加工企業提供加工機械、原料、工具、軟件和其他資源的美國企業。美洲發展最快的塑料工業分佈在拉丁美洲。預計從現在到 NPE2015 期間這整個地區的國內生產總值 (GDP) 年均增長率為 4%，這一增長率將超過世界其他地區的平均值。雖然拉丁美洲國家的總人口數為 6 億 (接近美國總人口數的兩倍)，但人均塑料製品消費量卻低於美國和加拿大，具有巨大的未來增長潛力。NPE 作為西半球最大的塑料行業展覽會，不但為你打開 4000 億美元的北美市場，還提供與來自美洲、歐洲和亞洲的塑料行業企業貿易機會。

展覽亮點

你必須親眼看到這一切。運行機器淨面積超過 100 萬平方米，新產品演示，激動人心的創新和新興技術。全球 2,000 多家領先的供應商和設備製造公司展示他們最好的新解決方案。十一個行業和過程特定的技術區加上國際展館強調了行業中現在正在發生的趨勢。

1. 3D/4D 打印區域，3D/4D 內的演出讓您可以直接從數字文件中探索三維和四維原型，模具組件以及成品部件背後的趨勢和技術。

2. 商業和金融區，您的業務將受益於在商業和金融區花費的時間，您可以在這裡與在出版，教育，研究，

交通，銀行，軟件開發，諮詢等領域為塑料行業服務的公司見面。

3. IDSA 設計中心，IDSA 設計中心將為塑料行業提供設計服務，設計技術和設計軟件的公司。這是創意經常產生並首先被帶入生活的地方。隨著設計對於形式，功能，形象和可持續性如此重要，這些公司可以幫助您進入產品開發的關鍵階段。

4. 醫療部件加工區，醫療零件加工區將採用醫療器械和診斷方面的塑料，包括塑料材料和塑料加工公司。

5. 模具製造區，參觀模具製造區，參觀行業最新的產品。專門從事高速，大批量生產的公司可以從零件模具設計師，製造商，製造商等等中獲取資源。

6. 國際館，千萬別錯過國際展館，您可以在不離開美國的情況下走向世界。NPE 與塑料行業協會和全球外部貿易組織建立了長期的合作關係，致力於塑料和製造業的卓越表現。■

打造爆紅 集客力

成功新創企業都在用的
19種行銷密技

打造爆紅集客力： 成功新創企業都在用的19種行銷密技

前言

對於《打造爆紅集客力》這本書，我並不陌生，早在2016年掀起一陣有關流量成長駭客（Growth Hacking）的風潮之前，我就拜讀過本書的原文版，也認識了蓋布瑞溫伯格（Gabriel Weinberg）與賈斯汀梅爾斯（Justin Mares）這兩位身兼創業家與作家身分的高手。

蓋布瑞溫伯格是搜尋引擎 DuckDuckGo 的創辦人兼執行長，這款搜尋引擎標榜「不會窺探你的隱私」，儘管推出後未能立刻對 Google、Bing 等主流搜尋引擎產生衝擊，但根據統計，單單在2015年就產生了超過30億次的搜尋，顯見也的確吸引了許多重視個人隱私的用戶。雖然 DuckDuckGo 並未讓蓋布瑞一夕致富，但卻讓他有機會可以深入了解一款產品該如何營運，甚至是如何運用集客力（Traction）來吸引消費者。而賈斯汀梅爾斯也身手不凡，曾經是兩家新創公司的創辦人以及 Exceptional 軟體公司（已被 Rackspace 收購）的前任收益管理總監，在產品營運與流量成長領域聲譽卓著。根據兩位作者的見解，企業如果想要獲得集客力，可以

將產品或服務開發分成以下三個階段：第一階段：做出人們想要的東西，第二階段：將該產品推廣給想要的人，第三階段：讓公司成長。

永續經營的事業

對於企業而言，每一個階段會專注於不同的事情上，因為在不同時期，顯著成長的意義都不一樣。在第一階段，重點在於獲得能證明產品有足夠集客力的那些客群。進入第二階段之後，重點在於得到足夠客源來獲得穩定發展的動力。最後，第三階段的重點則在於增加營收，擴大行銷管道，並且打造出能夠永續經營的事業。我特別認同兩位作者所提到的一個觀點，那就是：製造不出產品未必會讓創業者失敗，但是大部分的創業者卻會因為產品得不到消費者持續青睞（traction）而失敗。因此，這本書對我的意義，不只是學習使用19種管道建立客戶群，更能夠透過兩位作者的現身說法，理解到如何持續地成長並獲得新的客



作者 Gabriel Weinberg

戶。當然，書中蒐集的大量案例，也讓我更深入理解集客力的奧妙。舉例來說，現在已經被 Amazon 收購的 Zappos，就是一家志在創造出最佳顧客體驗的網路鞋店。一般公司行號都把客服當成處理客戶抱怨的工具，但 Zappos 卻把客服當成一種行銷投資；當 Zappos 的平均顧客電話時數比較高時，該公司並不會認為這是不好的狀態，因為這可能代表客服團隊正在妥善運用所需的時間達成最好的成果。

再舉一個例子，知名的雲端儲存服務 Dropbox，也深諳集客力行銷的魅力。好比他們鼓勵用戶推薦新的用戶加入，只要推薦成功就會贈送雙方額外的空間做為獎勵。此外，該公司之前也曾經舉辦過類似的年度 Dropquest 比賽，只要順利完成該項線上尋寶智力挑戰賽的參賽者，都能夠獲得該公司的線上表揚，並得到 Dropbox 相關獎品以及成為免費的終身 Dropbox 會員。根據統計，他們在舉辦第一年的比賽時，幾乎有 50 萬人成功完成了比賽，此舉不但對公司的品牌形象有很大的挹注，也增加了很多的新用戶。

回饋顧客，使品牌效應更顯著

「回饋顧客」這種非典型公關宣傳手法，不但更能持續，也更有系統性。這是表達「盡情款待顧客」的簡

易方法，目標仍是獲得更多的公關宣傳，但是，倘若你無法藉此獲得媒體曝光，你的顧客仍然會很開心，品牌也會更？而有力、更能引起共鳴，就能大幅增加口耳相傳的效應。我們請 reddit 及 Hipmunk 的創辦人亞歷克西斯·歐海寧談談：他用了哪些手法讓顧客深愛他的公司。在他發布了旅遊網 Hipmunk 不久後，他向最先在推特提到 Hipmunk 的幾百人寄出了免費的行李箱吊牌及手寫的感謝信函。那些吊牌既實用又可愛，有許多開心的早期顧客對於擁有一隻陪伴他們旅行的花栗鼠感到無比興奮，因此又帶來更多的推文及照片。同時，Hipmunk 也提供其他免費贈品（T 卹、貼紙以及親筆感謝函）來回饋顧客。

亞歷克西斯在 reddit 也用了同樣手法。在早期，他會贈送繪有 reddit 外星人吉祥物的 T 卹。他也會親自寄電子郵件給用戶，感謝他們願意花時間瀏覽。他想盡一切辦法，讓早期用戶感到自己成為該社群的一部分是受到感謝的。這樣的故事在 reddit 早期的記者會新聞稿中成為核心重點，有非常顯著的品牌效應。好的顧客服務極為罕見，因此只要你努力讓顧客開心，他們很有可能基於這一點便大力為你的好產品進行正面宣傳。Zappos 便是擁有絕佳客服的典範之一。■



智能製造之路：數字化工廠

內容簡介

隨著工業物聯網、大數據和雲計算等技術在製造業的蓬勃發展與廣泛應用，各國紛紛推出了以智能製造為核心的製造業發展計劃，如德國“工業 4.0”戰略，美國“再工業化”戰略與“中國製造 2025”等。德國“工業 4.0”描繪了智能製造是製造業的未來願景，提出人類將迎來以生產高度數字化、網絡化、機器自組織為標誌的第四次工業革命。

“中國製造 2025”提出要以推進智能製造為主攻方向，從而實現中國製造業由大變強的歷史跨越。“工業 4.0”與“中國製造 2025”殊途同歸，目標均是建立一個高度靈活的個性化和數字化的智能製造生產模式，支持面向物聯網服務的虛擬數字和物理世界的無縫銜接，從而實現分佈異構環境下企業製造資源與應用服務高度協同與交互。我國產業界、學術界積極投入智能製造研究，提出各種智能製造理論、智能製造發展路徑。智能製造的定義、內涵、特徵逐漸清晰，人們也逐漸聚焦到智能

製造實踐中，並認識到數字化工廠是智能工廠的必由之路。本書在梳理當代智能製造理論，智能製造定義、內涵、特徵的基礎上，重點依據同濟大學中德工程學院“工業 4.0- 智能工廠實驗室”與“西門子數字化工廠”所用的關鍵技術研究與實踐經驗，探討數字化工廠的構成與解決方案，希望能為業內人士，專家學者在建設數字化工廠的過程中提供啟示與幫助。

當前趨勢

當前，人類在技術革命領域不斷開拓創新，大數據、雲計算、物聯網以及務聯網 (InternetofService) 等技術得以成熟應用，工業自動化、數字化的水平不斷提高，這些都悄然孕育著一場新的工業革命。2013 年年底，德國正式發布“工業 4.0 戰略計劃”，破曉了第四次工業的晨光。作為老牌工業發達國家，德國一直致力於引領全球工業發展的步伐，因此“工業 4.0”的發佈在全球範圍內引起了極大的反響。繼德國



圖 1：中國製造 2025 年目標

之後，美國、英國、日本等世界主要工業發達國家均出台了一系列國家政策以支持本國工業發展，應對新一輪工業革命所帶來的挑戰。我國政府通過統籌兼顧國內外環境，提出了實施製造強國“三步走”戰略，並於 2015 年 5 月由國務院頒佈出台了指導未來工業發展第一個十年計劃“中國製造 2025”，力爭在十年內躋身世界製造強國行列。儘管各個國家在製定相應戰略政策時，由於各自工業基礎和發展環境的不同，其戰略側重點有所區別，然而智能製造卻一直作為未來工業發展的主旋律備受重視。

重要變革時期

在這一工業發展的重要變革時期，中德兩國政府高度重視合作共贏，包括兩國重要領導的高層互訪，雙邊政府性文件的出台。中德雙方在關於未來工業發展的道路上已經具備了良好的、廣闊的平台。為了更好地對接國際形勢，積極推動我國智能製造的發展，同濟大學充分利用對德合作優勢，繼德國“工業 4.0”計劃發布不到一年，與相關德國企業共同建立了“工業 4.0- 智能工廠實驗室”。一方面，作為教育部“智能製造 / 工業 4.0”師資培養基地，為我國智能製造產業培養了大量的人才。另一方面，作為智能製造關鍵技術研究的重要基地，為我國智能製造相關企業提供了有效的技術支持和驗證平台，在國內外產生了廣泛

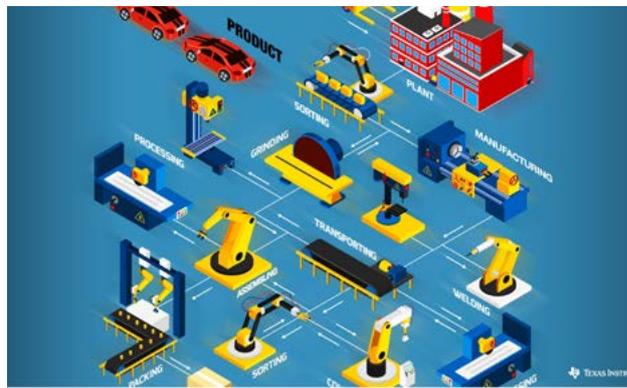


圖 2：智能製造整合

且積極的影響。西門子 (Siemens) 作為德國大型跨國公司，一直致力於服務全球工業發展。自進入我國以來，不斷拓寬業務領域，並以優異的品質和領先的技術水平，確立了領先的市場地位。作為“工業 4.0”的發起者和倡導者之一，西門子在“工業 4.0”的發展過程中始終處於領軍地位，先後建成了德國安貝格數字化工廠和成都數字化工廠，作為通往未來智能製造的先驅試點，引起了全球製造業的高度關注。同濟大學與西門子在智能製造領域也已開展了廣泛的合作，從中德雙方的角度審視“工業 4.0”和智能製造，為我國的工業發展道路打開一扇啟迪的窗戶。

結論

本書從智能製造環境下的理論研究、產品生命週期、製造運營管理、全集成自動化、系統集成等五個方面對智能製造進行深入分析和探討，最終以典型案例形像地描述了我國智能製造企業在發展道路上的優勢和不足，對理解和分析智能製造具有前瞻的理論價值，對企業開展智能製造的實施與改造具有重要的指導意義！■



電腦輔助成型技術交流協會

電腦輔助成型技術交流協會 (Association of CAE Molding Technology 協會) 的前身，是國立清華大學 CAE 研究室全球資訊網社群，全球性格局的技術交流協會，為產業界提供資訊與技術的交流服務。協會獲得產業界高度的肯定與無數的支持，目前已有一萬多名的網路會員。並擴展橡膠產業趨勢，強化模具產業，學界創新發展與技術升格，專業顧問解說，顧問二十年塑膠產業技術輔導經驗，能現場診斷問題並協助解決，全程提供技術講解，可獲得立即性互動諮詢服務，達到最好的學習效益與世界接軌。

新世代模具與成型工廠規劃與管理

■ ACMT

工業 4.0 製造業創新經營模式

德國率先提出了以工業 4.0(Industry4.0) 為口號的高科技戰略計劃。IBM 全球電子產業總監 JohnConstantopoulos 分析，這個計畫的目的，是將製造業推向數位化及智慧化，大幅優化現有的製造模式，帶領製造業從人為控制的程序轉移到全自動運作。自德國發起了這個概念，美國、日本、韓國、中國、台灣...每個國家也陸續推出了各自版本的工業 4.0 計畫。在全球擁有廣大製造業客戶基礎，同時也仍是半導體與高階系統製造廠商的 IBM，對工業 4.0 的發展藍圖，也勾勒出一個完整的架構，幫助企業了解工業 4.0 在不同層面的發展方式，及每個層面能為企業創造的效益。

工業 4.0。改變的不只是自動化！

許多人認為，工廠智慧化，人的角色會被取代。工業 4.0 戰略有八個工作專案，其中有三個在談技術的發展，其他五個都在談教育的改變。工業 4.0 是邁向未來製造必經的旅程，企業應依自己的策略目標選擇階段性實踐方案，與時俱進達到工業 4.0。第一步要做的，就是決定要投入工業 4.0 的規模，並且可以分為三類：

第一類是工廠 / 企業內優化

(M2BIntra-Factory/EnterpriseOptimization)，即是如何在數位化價值鏈的前提下打造智慧工廠，智慧化連結所有

生產設備與系統，建立雲端與大數據平台，運用自動化控制來管理相關的設備及生產流程。

第二類是企業間價值鏈整合

(B2BValueChainIntegration)，透過供應鏈數位化的互聯，形成端到端的價值鏈，有利於資訊的傳遞和交流，藉由先進的預測分析，提高生產效率與增加應變能力。

第三類是點對點價值網路創造

(P2PValueNetworkCreation)，以軟體定義製造，不同的企業透過雲端互連形成點對點價值網路，進而促成新的商業模式，降低少量多樣的個性化生產成本，滿足消費者求新求變的需求。

建立企業精實專案管理流程

工業 4.0 自動化產線規劃與實踐，必須包含：需求立項·技術檢討·設計方案·工單處理·開發製造·內部測試·出廠檢驗·交貨運輸·到廠裝機·現場調適·驗收生產·售後服務，以上十二個項目。當客戶有特定產品的需求，訊息將能夠直接從客戶下單採購的那一刻起，便直接被送到工廠端，自動化設備依照需求的緊急程度、獲利程度，設備使用率等等資料來進行生產計劃的排程，而生產過程中收集的資訊，不僅可用於改善生產線，更

智慧製造企業資訊化之完整佈局地圖

<以MES為核心·五大系統互聯互通·提升企業經營效益>



29

圖 1：智慧製造企業資訊化之完整佈局地圖

可以作為未來研發的參考。軟硬融合、數據與生產相互協作、自動化邁向數位化，這便是工業 4.0 的核心，也是物聯網得以實現的基礎，更是製造業邁向第四次工業革命的轉型道路。

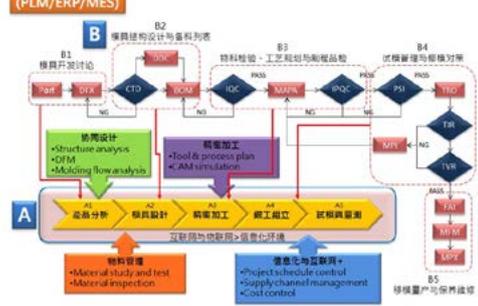
未來智慧工廠已經拉開序幕

新興模具工廠的建置因需投入大量資金支出且技術創新速度快，市場有高度的不確定性及技術門檻；重新開創模具工廠，技術層次高且製程複雜、市場集中度高、大者恆大、價格決定市場大小、產品生命週期短、產業結構是否完整為產業競爭優勢之一、產品之良率、品質選擇為企業競爭的關鍵因素、必鬚面臨國際性競爭及產業景氣循環的挑戰。正因為上述特性使得模俱生產工廠於建廠時期需投入龐大資金，由營建階段至試產到正式量產都期望以最快速度完成，故廠房之規劃設計與施工往往重迭進行以節省工期，如何完善的管理土木工程與廠務系統之介面、縮短建廠時間、降低成本、維持施工品質與落實工安管理，使模具廠房快速的投入生產，為廠房興建階段營建管理之首要目標。

結論

工廠更進一步升級，工業 4.0 的虛實化整合、物聯網、智能設備與機器人的應用，會導致製造管理的需求與現

模具研發製造 -- 全面流程數位化管理體系 (A+B 產業管理模型)



32

圖 2：模具研發製造 -- 全面流程數位化管理體系

況不同，而建構在工業 4.0 的應用平台上也不盡相同。智慧製造的應用理應是由上而下因應不同中高階主管的決策需求而規劃，而係統資料收集與實際作業是由下而上因應適用性、便利性而設計，再來決定該應用哪些資、通訊及作業端的技術。對於企業智慧製造規劃應用，建議可以先從整體投資效益分析上去決定應該先哪個面向實施，分別以智慧生產、智慧設備與綠色生產及智慧行銷面向所帶來的效益來評估與規劃最後衍生出模具製造技術迅速發展，已成為現代製造技術的重要組成部分。■

(完整的工業 4.0 工廠規劃與管理課程，請參加 <http://www.caemolding.org/acmt/cml/la070/>)
講師陳震聰 - ACMT 模具 & 智能製造委員會 - 主任委員



張磊

- 現任崑山市倍智信息諮詢顧問有限公司總經理
- 畢業於深圳大學工程技術學院機械電子專業

在美資台資公司任模具系統產品及實施主管，15年產業經驗；
有十年以上產品規劃、項目實施和管理經驗；
發表過多篇行業技術管理論文，部分被收錄到ACMT（電腦輔助成型技術交流協會）期刊中。

打造模具企業從工業 1.0 到工業 4.0 步驟及案例分享

■ 倍智信息 / 張磊

前言

模具企業是典型的面向訂單的單件多品種生產型企業。由於訂單的隨機性、產品的多樣性、設計製造的經驗依賴性、變更的頻繁性、試修模的不確定性等，導致模具的生產情況復雜多變，整個生產過程難以得到有效管理和控制，所以管理信息化也被推到了一個新的高度。現有的一些市售軟件很難滿足模具企業生產管理的上述要求。根據模具行業的特點結合市場現有的主流系統（包括ERP、MES、APS、PDM、WMS等），尋求更有效的信息化解決方案。簡單分析介紹了工業4.0的發展，同時將此概念聚焦到模具行業，通過分析模具傳統的流程表單式管理到系統化管理，分享模具企業如何一步步從紙本作業，走向數位化及智慧化，最終走向工廠的智慧化。

MES 製造執行系統

MES(Manufacturing Execution System) 製造執行系統是一套面向製造企業車間執行層的生產信息化管理系統。MES可以為企業提供包括製造資料管理、計畫排程管理、生產調度管理、庫存管理、品質管理、人力資源管理、設備管理、成本管理、專案看板管理、生產程序控制、底層資料集成分析、上層資料集成分解等管理模組，為企業打造一個紮實、可靠、全面、可行的製造協同管理平台。

CRM 客戶關係管理系統

CRM(Customer Relationship Management) 客戶關係管理系統，利用資訊科學技術實現市場行銷、銷售、服務等活動自動化，使企業能更高效地為客戶提供滿意、周到的服務，以提高客戶滿意度、忠誠度為目的的一種管理經營方式。企業活動面向長期的客戶關係，以求提升企業成功的管理方式，其目的之一是要協助企業管理銷售循環：新客戶的招徠、保留舊客戶、提供客戶服務及進一步提升企業和客戶的關係，並運用市場行銷工具，提供創新式的個人化的客戶商談和服務，輔以相應的資訊系統或資訊科技如資料探勘和資料庫行銷來協調所有公司與顧客間在銷售、行銷以及服務上的互動。

CRM 與 ERP 的區別

I. PLM 是用來管理所有與產品相關信息（如零部件信息、配置信息、圖文檔信息、結構信息、許可權信息等）和所有與產品相關流程的技術；II. ERP 是對企業和製造有關的所有資源和過程進行統一管理的技術，側重於製造領域物流的管理，其代表功能有：主生產計畫、物料需求計畫、採購需求計畫，財務系統管理、庫存管理等。III. PLM 的目標是期望通過對產品資料或流程的有效管理，從設計源頭控制產品品質，實現“開源”、“生錢”，降低直接成本，提供企業的研發能力，縮短產品

模具工業4.0



圖 1：模具工業 1.0 到工業 4.0 的發展圖

生命週期，進而提高企業的核心競爭力；IV. ERP 的目的是“節流”、“省錢”，希望通過對於企業資源的有效管理，降低間接成本，提高製造能力。V. PLM 系統宣導的是創新，是以產品的研發為中心，目標是加快盈利的速度，在產品和流程兩方面促進創新，以“傑出”的產品快速佔領市場；VI. ERP 系統強調的是控制，是由管理可見性的需求來驅動，並控制對財務有影響的企業活動來實現的。

模具開發流程與技術盲點

模具廠是一個技術密集度很高的地方，從 CAD、CAM 到各種加工技術，CNC、EDM、線切割還包括測量技術，同時還包含著所有的成型技術。如何建立成型的條件？如何進行報價？整個項目進程的管理？如何進行品質控制？這是一個複雜的行業，包含著很多的技術和內容。如何把流程管理好，如何實現軟體自動化結合，如何與專業知識相結合，還有包括集成所有的 IO 以及監控部分，管理所有的機器，這樣才能形成智能製造。

智能模具製造系統

智能製造，從專案開始，到成型試模，包含了很多的東西，很重要的一部分就是虛實結合，工業化和信息化的融合。其重點在於，如果我們開始不從模型開始控制，

傳統資訊化之完整佈局地圖

以ERP為核心平臺，將CRM系統、PLM系統、APS系統、MES系統、SCM系統、OEE系統等圍繞ERP系統實現緊密集成，驅動ERP系統的深化應用。



圖 2：傳統資訊化之完整佈局地圖

就沒有辦法把整個工廠的管理做起來，也無法將自動化轉化為現實。從 CAD 模型開始到無紙化：CAD 建模的時候，就給每一個 CAD 模型以不同的加工精度要求、表面粗糙度要求，在進行 CAPP 製程設計時，把所有的製程工藝信息添加到了 CAD 模型中，一個一個環節傳遞下去，可以減少一些重複工作的需要，同時把需要銜接的部分，通過這個系統自動達成，這就是構思這個軟體平台的原因。■

(完整的模具工業 4.0 內容與課程

請參加 www.caemolding.org/acmt/cml/la066/)

講師 - 張磊

崑山市倍智資訊諮詢顧問有限公司 總經理

新展馆 新突破



Chinaplas® 2018
国际橡塑展

第三十二届中国国际塑料橡胶工业展览会

智能制造·高新材料·环保科技

汇聚亚洲领先橡塑展

2018.4.24-27

中国·上海·虹桥·国家会展中心

- 展会面积340,000平方米
- 4,000家中外展商
- 4,200+台机械展品
- 14个国家及地区展团



预先登记
优惠入场



CHINAPLAS
国际橡塑展

www.ChinaplasOnline.com

www.中国橡塑展.com

广告编号 2018-02-A08



ADSALE 雅式



EUROMAP
European Plastics and Rubber Machinery

CPRJ 中国塑料橡胶
China Plastic & Rubber Journal
AdsaleCPRJ.com

CPRJ
China Plastic & Rubber Journal

协办单位

赞助单位

大会指定刊物及网上媒体



深圳 电话: 86 755-8232 6251 传真: 86 755-8232 6252 电邮: vispro@sz.adsale.com.hk

上海 电话: 86 21-5187 9766 传真: 86 21-6469 3665 电邮: visitor@sh.adsale.com.hk

雅式橡塑网: www.AdsaleCPRJ.com

雅式集团: www.adsale.com.hk



立即加入行业微信群

庫卡 KUKA 使用 Makerbot 開發機械手臂



前言

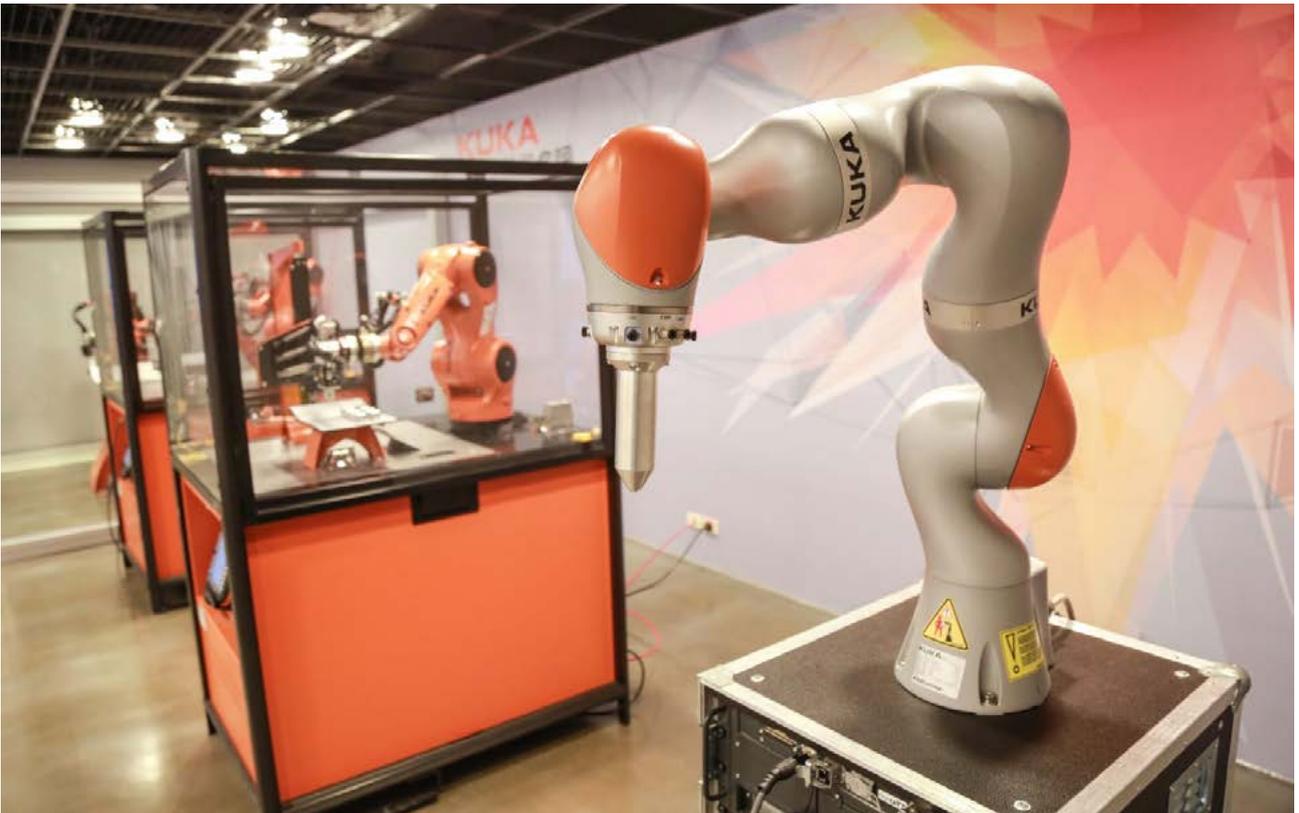
2018年2月10日，德國機器人和自動化公司庫卡 KUKA 正在使用 MakerBot3D 打印機，為其六軸機器人手臂系統定制最終用途“手”和其他零件。庫卡表示，3D 打印正在幫助公司實現其智能工廠目標。作為機器人、機械臂領域的全球龍頭企業，在其研發中已經離不開 3D 打印機。MakerBotReplicatorZ18 已經有四年左右的歷史了，但這並不意味著製造業的一些大公司還沒有使用流行的 FDM3D 打印機。其中一個名字是庫卡，這家被中國人收購的德國自動化系統和工廠機器人製造商，全天候使用 Z18 製造機器人手臂的原型和最終使用部件。

在一個新的視頻中，庫卡的工作人員解釋他們如何在奧格斯堡的開發和技術中心使用 3D 打印。一種應用是製造最終由金屬加工的零件的塑料原型，而 FDM 打印機也被用於為庫卡的 AutomatedItemPIQ 系統製造更輕質的零件。“一旦我們向製造金屬部件的供應商提供模型和數據，我們就開始 3D 打印機器人零件，”庫卡製造工程部門負責人 SörenPapsdorf 解釋道。“因為我們可以用 1:1 比例打印的組件來完成這個發展階段。”Papsdorf 說，庫卡的 MakerBot3D 打印機每天幾乎工作 24 小時，其中一些部件需要大尺寸的打印。總的來說，這家德國機器人公司說，增材製造在經營方式上有很大的不同，將來只會越來越多地使用，因為它會創造全自動的智能工廠設備。庫卡公司應用工程主管 OtmarHonsberg 說：“我認為，如果沒有 3D 打印，我們就不會像現在這樣成功。”

關於 KUKA

「智慧工廠不等於關燈工廠，未來五年最重要的是『彈性』。」全球前三大工業機器人製造商庫卡集團 (KUKA) 全球首席銷售長 MartinKuhnhen 認為，過去大家想到機器人，會想到關燈工廠 (darkfactory)，工廠關燈、人離開讓機器人工作，但現在智慧工廠的新趨勢是人機協同，讓人類跟機器人相輔相成，依據需求調節人力與機器人的比例，讓工作更有彈性。總部位於德國的庫卡集團，2016 年全年營業額超過 30 億歐元 (約新台幣 980 億元)，在全球 26 個國家都設有分公司。

過去，庫卡的工業機器人多應用在汽車行業和大量生產領域，現在也開始進入汽車業以外的其他領域，特別是食品、塑膠、金屬加工、電子、醫療技術和娛樂業等新應用。談智慧工廠，協作機器人是新趨勢工業機器人在落實工業 4.0 中扮演重要角色，而人機協同機器人將是未來的新趨勢。「協作不是取代人類的工作，而是增加『人』的生產力。」以組裝生產線為例，機器人可以幫人做的事就包括幫忙取零件、節省取件時間；或是在安裝某個零件時，需要確保維持一定的力道，人跟機器合作，相輔相成的表現是更好的，未來幾乎所有產業都會被機器人、自動化影響。「未來 5 到 10 年，我覺得智慧工廠有一個重點是彈性。」彈性，指的除了是裝置的安裝與調校時間之外，還有人類與機器人的「溝通」方式。過去我們透過軟體跟機器人溝通，現在的趨勢變成人類透過展示、牽引，讓機器人自動記住他要做什麼事情，相對可以節省很多人力以及訓練上的成本。■



EOS 宣佈公司亞太區領導層變動及拓展計劃



前言

EOS 部署亞太區人事與業務拓展，以積極把握工業 3D 打印日益普及的市場趨勢，新加坡，2018 年 2 月 9 日——金屬和高分子材料工業 3D 打印的全球技術領導者 EOS 近期宣布了亞太區三位新領導上任事宜及業務拓展計劃，以全力滿足市場對增材製造的強勁需求。EOS 首席執行官兼企業管理發言人 Adrian Keppler 博士表示：“工業 4.0 為增材製造的發展帶來的巨大機遇，也大大提振了亞太地區增材製造的應用。在航空航天、汽車、醫療和快消等將技術精度和結構工程的卓越性作為首要目標的行業，我們已經可以看到客戶對增材製造這一技術的強勁需求。因此，我們非常高興能夠擴大我們的全球業務範圍，尤其是在亞太地區，並擴大我們的領導團隊以開拓這一市場需求。”

亞太區領導層調整與任命

EOS 任命吳承軒 (Jack Wu) 先生為亞太區銷售總監，自 2017 年 11 月生效。吳承軒先生將常駐新加坡，負責主導銷售業務，並拓展在核心市場，包括新加坡、中國、印度、韓國、日本的客戶群體。吳承軒先生早前於 2010 年起任職 EOS 大中華區總經理，在此期間，他領導中國團隊在上海設立辦公室，並為 EOS 中國市場的整體運營發揮了至關重要的作用。隨著吳承軒先生的調職，葉泊沅先生於 2017 年 11 月加入 EOS，常駐上海並擔任 EOS 公司大中華區總經理一職。

葉泊沅先生在科技行業積累了超過 15 年的經驗，涉獵於產品設計、仿真和智能製造等多個領域。EOS 之前，他曾在製學網、LMS 公司和 Altair 公司擔任重要管理職位。

在日本，EOS 任命了 Yasuaki Hashizume 為日本分公司總經理，由其帶領日本團隊並主導 EOS 日本的業務運營。Yasuaki 在增材製造行業擁有超過 12 年的工作經驗。在加入 EOS 之前，他曾擔任日本 NTT 數據工程系統株式會社（簡稱 NDES）的總經理，在 NDES 參與發展日本增材製造市場方面發揮了重要作用。EOS 亞太區高級副總裁胡賢文先生 (Terrence Oh) 補充道：“我們亞太地區的客戶正在隨著第四次工業革命的浪潮進行技術轉換，而我們則致力於借助增材製造戰略和生產來加速這一進程。我們也希望在這過程中的每一個階段都能參與其中，從幫助客戶建立內部的增材製造能力到實現短時間內交付高質量的產品或生產綠色環保的備用件。通過我們內部的諮詢分支——“增材思維”部門，我們希望進一步加強增材製造對客戶的價值，並確保他們處於應用先進技術的最前沿。”

團隊擴充及辦公空間擴大

增材製造的不斷升級將繼續推動這項技術在各地區的快速應用。到 2018 年第三季度，全球增材製造市場預計將達到超過 37 億美元；到 2025 年第三季度，這一數值預計將超過 157 億美元 [1]。在亞太地區，這一市場的複合年增長率預計將達到 18.6%，其中中國市場的佔比將超過 70% [2]。為了幫助企業構建自己的增材製造能力，EOS 通過與 NDES 合作，將其專業知識以及產品與服務帶到了日本。位於橫濱的 EOS 和 NDES 將為該國增材製造領域提供進一步拓展的銷售、維護工程和諮詢服務。EOS 日本分公司目前有三名員工，將與主要客戶合作提供“增材思維”服務，以提升企業在識別和開發增材製造應用程序方面的競爭優勢。胡賢文先生表示：“根據世界經濟論壇發布的《2018 年生產的未來就緒度報告》，日本已經準備好在先進製造業及智能工廠的崛起中成為一大獲益方。該國一直被視為亞太地區在技術進步方面的領軍勢力之一。據觀察，日本的製造業和醫療健康行業對於工業 3D 打印技術的需求呈持續上升狀態。我們認為這是一個進入日本市場的最佳時機，而我們幫助在日本增材製造持續快速發展的過程中架起專業技術的橋樑。”

該報告同樣提及了新加坡也有望成為受益於先進製造業的關鍵市場之一。為配合新加坡“智慧國”計劃下的製造產業變化與發展，EOS 擴大了新加坡團隊，以更充足的資源配置來滿足客戶的訴求。EOS 新加坡於 2017 年 4 月遷至新的辦公點和技術中心。新辦公室是以前的三倍，可容納更多的 3D 打印設備和技術配備，以支持不同行業客戶的增材製造需求。同樣地，在中國，EOS 自 2013 年成立以來，已經從 4 名員工擴大到 32 名員工，專注於助力客戶加強創新能力和關鍵技術。此外，在新的一年裡，EOS 亦計劃擴充印度團隊和當地辦公空間，並將持續探索“增材思維”諮詢服務的進一步發展。■

為何發展增材製造技術原因 (上)



前言

作為現代化高科技行業的一大代表，3D 打印（或稱增材製造）自問世以來便一路“高歌猛進”，快速躋身全球最熱門的製造技術的行列。如今，增材製造在各大領域的應用可謂是達到了“火熱”的程度，無論是企業、高等院校還是醫療機構，設計師以及創客，無不驚嘆增材製造技術為其產品的發展和創新所創造的巨大價值。那麼，我們為什麼要發展增材製造？增材製造的優勢以及特色具體有哪些？它究竟為各行各業具體創造了哪些價值？

增材製造發展的背景環境

自 2008 年國際金融危機以來，以美國、歐盟為代表的西方發達國家開始積極尋找擺脫經濟危機的方法，並重新審視實體經濟和虛擬經濟之間的關係。這些發達國家紛紛調整經濟發展戰略，提出“再工業化”概念，希望通過重振製造業來拉動經濟復甦，保持發達國家在核心科技領域的優勢，重塑國家競爭力。以美國為例，2009 年以來先後製定出台了《重振美國製造業框架》、《製造業促進法案》、《先進製造夥伴（AMP）計劃》和《先進製造業國家戰略計劃》，如圖 1 所示，從國家戰略層面提出加快創新、促進美國先進製造業發展的具體建議和措施。2012 年 3 月，奧巴馬宣布實施投資 10 億美元的“國家製造業創新網絡”計劃（NNMI），遴選出製造領域 15 項前沿性、前瞻性的製造技術，並建立製造業創新中心，全面提升美國製造業競爭力。同年 4 月，增材製造技術（也被稱為 3D 打印）被確定為首個製造業創新中心；8 月，總投入達 7000 萬美元的國家增材製造創新中心（National Additive Manufacturing Innovation Institute）在俄亥俄州小城揚斯頓市剪彩成立。作

為首個“樣板示範”中心，國家增材製造創新中心是由產業界、學術界、聯邦政府及州政府三方成員共同組成的公—私合作聯盟，致力於增材製造技術和產品的開發，並成為新技術研究、開發、示範、轉移和推廣的基礎平台。目前，中心成員已超過 84 家，其中包括波音、通用電氣、霍尼韋爾、3M、3DSystem、Stratasys、阿勒格尼技術、拜耳材料科學等全球知名公司，卡內基 - 梅隆大學、阿克隆大學、MIT 林肯實驗室等全球知名研究機構，以及美國宇航局、能源部、教育部等美國政府部門。由此可見，增材製造不單單被認為是一項新興技術，它同其他先進製造技術一起承載了美國重振製造業的希望，是美國實現先進製造業國家戰略的技術保障。奧巴馬總統在 2013 年和 2014 年的國情咨文演說中均談到了增材製造的重要性，他指出“3D 打印可以革新我們幾乎任何東西的製造方法”，“我們現在有機會在下一輪高技術製造業崗位競爭中戰勝其他國家。我們已經在羅利和揚斯敦開始運行高技術製造業中心（國家增材製造創新中心），把商業和研究型大學聯繫起來，幫助美國引領世界先進技術的發展。”

發展增材製造的意義

為什麼增材製造受到設計者、製造者和消費者的關注？

增材製造是融合了計算機輔助設計、材料加工與成形技術，以數字化模型文件為基礎，通過軟件與數控系統將特製材料逐層堆積固化，製造出實體產品的製造技術。它與傳統的，對原材料進行切削、組裝的加工模式不同，是通過材料累加的原理，從無到有地製造產品的新型技術工藝。也正是由於增材製造的這種技術特點，使得它受到全球的廣泛關注，將有可能給傳統的製造業帶來一系列深刻的變革。

第一，新的生產模式。作為一種“無需工具”的數字化製造技術，增材製造將有可能改變某些產品的生產模式，給企業和消費者帶來巨大的經濟和社會效益。目前大型工廠的生產需要眾多的機器、大量專業設計與加工技術人員才能實現。而對於增材製造來說，設計師將不需在工廠工作，在家中就可以把設計好的數字化文件發送到網絡上，客戶通過文件下載，利用 3D 打印機製造出符合需求的產品。這將實現生產模式的根本變革，從傳統製造業的批量化、規模化、標準化製造轉變為定制化、個性化、分佈式製造。

第二，新的設計理念。由於增材製造技術是通過層層堆積的方式來進行生產，可以製造出形狀高度複雜的產品。這使得過去受到傳統加工方式的約束，而無法實現的複雜結構製造變為可能。這將大大簡化產品設計，提高零部件的集成度，加快產品開發週期。例如對於航空航天領域來說，可以通過優化產品的幾何形狀來降低零部件重量，以此改進強度 - 重量比，降低燃料消耗。還可以通過多種材料局部區域的組分調節，實現單一零件的多功能化（即零件的不同部位實現不同的力學性能），以滿足實際需求。同時，由於不涉及熔煉、鍛造、機加工等工序，增材製造可以使產品的研發週期縮短了 30%-50%，明顯縮短產品的開發成本與週期。

第三，新的商業模式。隨著數字技術的發展，增材製造與互聯網結合起來還將使得消費者直接參與到產品生命週期當中，從最初的設計過程、到生產製造、再到後期產品的維修，並藉助網絡實現數字化文件的共

享和交易。這大大規避了傳統製造業和零售業的價值鏈，刺激了新的產品設計模式、銷售商業模式和供應鏈管理模式的產生，使相關企業受益。消費者的參與一方面將大幅度提升企業的創新能力與研發實力，使創新邊界得以延伸，另一方面使產品更容易適應市場需求，降低業務風險。

第四，實現個性化產品製造。由於具有“自由設計”和“無需工具”的優點，增材製造將使得商業化個性製造成為可能，從運用 X 線電子計算機斷層掃描 (CT) 和核磁共振成像 (MRI) 掃描數據打印出百分百符合患者需求的植入物，到個性化的消費品如鞋子、珠寶和家庭用品。隨著科技的進一步發展，利用增材製造技術還可以直接打印活體組織，製造出符合人體需求的人工器官，實現人工器官的再造將給現代醫學帶來一次革命性的變革。

第五，順應綠色經濟發展模式。相對於利用切削機床對毛坯進行加工的“減材製造”，增材製造減少了原材料的使用量，降低了對自然資源和環境的壓力。此外，增材製造還可大大壓縮供應鏈，使得傳統的離岸經濟模式得以改變。它將允許在靠近消費區域的地點進行同步生產，實現分佈式製造。這將顯著地削減將量產商品從生產地運送到消費地所消耗的大量能源，對當地經濟、環境和消費者都頗具益處。

增材製造可以給我們帶來什麼？

增材製造最初只是用於原型件製造，經過多年的發展，其應用領域已經開始拓展到電子、汽車、醫療、工業及商用機器、航空航天等眾多行業。據《WohlersReport2013》發布的信息，2012 年增材製造全球產值為 22.04 億美元，比 2011 年的 17.14 億美元增長 28.6%。預計 2015 年產業規模將翻番達到 40 億美元。雖然增材製造技術在近幾年得到了快速的發展，但根據業內人士分析，目前此技術的市場滲透率仍然不足 8%。一部分原因是由於此項技術的認知度不足，但更重要的是此項技術目前還面臨一些技術瓶頸，限制了其更大規模的應用。如果可以突破這些瓶頸，那麼此項技術的市場滲透率將達到 92%，其產值將在 2020 年超過 1000 億美元。對比之下，目前全球航天產業年產值約為 3300 億美元。由此可見，作為一種高附加值的製造業經濟，增材製造將有可能成長為一個龐大的產業，在中國未來經濟發展中發揮重要作用。目前，這項技術已經在航空航天、醫療器械和創意行業等領域實現了小規模應用，並開始向其他行業拓展。與之相關的儀器裝備、材料生產、軟件開發及創意設計等行業也將迎來重大的市場機遇。除此之外，增材製造還具有其他方面的戰略價值。

第一，增材製造可提升製造業發展水平，增強國家先進製造技術的國際競爭力。雖然我國製造業規模已經位居世界第一，但總體上大而不強。隨著製造業逐步實現數字化，個性化需求逐漸增多，新的變革正在悄然到來。這意味著一些傳統工廠將逐漸消失，生產製造將從大型、複雜、昂貴、冗長的工業過程中分離出來。部分高附加值產品的生產方式將像圍圈一樣又繞回到了原點，從大規模生產轉回到個性化生產。生產目標將不再是追求規模經濟，而是更快更靈活的生產。這一轉變將有可能導致新興市場的一些生產崗位重新回到發達國家手中。另外，增材製造和傳統製造工藝的結合將可促進產業升級。例如，機械零件製

造所用的複雜模具就可以通過增材製造技術生產。德國 EOS 通過此技術生產的一款產品，成本降低了近 85%，生產週期降低了 50%，有力的促進了複雜磨俱和機械零件製造技術的進步。因此，面對發達國家實行的“製造業復興計劃”，積極發展以增材製造為代表的先進製造業技術，帶動傳統製造業實現轉型升級，推動我國由製造大國向製造強國的轉變，是鞏固我國全球製造業第一大國地位的戰略需要。

第二，增材製造可以降低貴重資源的消耗，實現稀缺材料和其他資源的高效利用。由於增材製造採用堆積方式實現產品製造，超過 90% 的原材料可以回收再利用，此技術具有節料、節能、環保的特點。這對於一些大量應用於國民經濟和國防工業的稀缺資源來說，具有重要的戰略意義。例如在航空航天領域，為實現零件的高性能，需要大量使用鈦合金和鎳基合金等昂貴的戰略材料。而這些材料的加工十分困難，傳統的鍛造工藝會切削產生大量難以再利用的廢屑，造成巨大的原材料浪費。如 F22 戰機的鈦合金框重量為 144kg，但其原始鍛件質量高達 2980kg，材料利用率僅為 4.8%。運用增材製造技術，可以把高性能金屬零件的材料利用率大幅度提高，節約 2/3 以上的昂貴原材料。

第三，增材製造將在未來實現“活體”打印，催生生物醫療行業發生變革。增材製造技術最具開創性、革命性意義的應用是進行人體組織的“活體”打印。目前，全球器官移植的需求量巨大，僅美國就有 11.4 萬人等待合適的器官配對，每年有超過 6600 名患者在等待中過世。利用 3D 打印技術，則可以使用患者的細胞製作“活體組織”，用於器官移植解決此問題。雖然道路十分漫長，但前景非常令人期待。設計和製造有生命的人體組織，甚至是人體器官已經成為生命科學前沿研究中的重點方向，其發展和應用正在催生一個新的學科——再生醫學。未來 20 年內，再生醫學的年產值將突破 5000 億美元，替代常規的生物材料成為生物醫用材料產業的主體。因此，發展增材製造不僅可以促進我國生物醫藥產業快速健康的發展，而且對提高國民健康水平也具有重大意義。

第四，增材製造可激發的新型設計理念、生產方式和商業模式，將創造更加卓越的價值鏈體系形成。增材製造不僅是一種先進的製造技術，它還將對現有的設計理念、生產方式和商業模式產生衝擊，使得製造和設計被整合成為“精益設計”模式。這不但會影響製造業本身，還將改變經濟發展的模式和我們的生活方式。增材製造將使得製造過程的複雜性降至最低，而通過精益設計提高製造的靈活度將成為產業發展趨勢。面向製造的設計與面向裝配的設計理念將逐步為人接受，並成為行業領軍企業實現創新之道的模式。這種變化恰恰迎合了信息技術快速發展的趨勢，如 iTunes 等數碼產品的興起盤活了傳統的音樂和影視產業，淘寶等電子商務的崛起激活了大眾消費潛能釋放一樣，增材製造將有可能實現大量現有產品的數字化文件（3D 模型文件）授權和交易。未來，隨著互聯網的愈發普及，人聯網、物聯網、服務網的大融合所產生的“智慧工廠”將取代傳統封閉性的製造模式，即充分利用信息通信技術和網絡空間虛擬系統，實現製造的智能化。■



Moldex3D

科盛科技成立的宗旨在於開發應用於塑膠射出成型產業的模流分析軟體系統，以協助塑膠業界快速開發產品，降低產品與模具開發成本。公司英文名稱為 CoreTechSystem，意味本公司以電腦輔助工程分析 (CAE) 技術為核心技術 (Core-Technology)，發展相關的技術與產品。致力於模流分析 CAE 系統的研發與銷售超過二十年以上，所累積之技術與 know-how、實戰應用的經驗以及客戶群，奠定了相當高的競爭優勢與門檻。隨著硬體性價比的持續提高以及產業對於智能設計的需求提升，以電腦模擬驅動設計創新的世界趨勢發展，相信未來前景可期。



借助 CAE 工具改善相機鏡頭外殼真圓度

■ Moldex3D

前言

要獲得良好的拍照品質，光學相機鏡頭外殼必須達到適當的尺寸精度，包括真圓度等。本案例中的相機鏡頭外殼使用纖維強化材料所製造，其真圓度問題有待改善，必須從檢驗各項製程條件變化來著手，因此中原大學團隊導入 Moldex3D 來進行優化製程設定。首先以 Moldex3D 進行流動和纖維分析，接著在翹曲分析結果中發現產品的真圓度不佳，此結果的準確度也透過實驗驗證。模擬結果顯示，提高模溫可改善真圓度；但添加玻璃纖維後，纖維的排向會造成產品不均勻收縮，而導致真圓度變差。為了減少纖維對產品真圓度的影響，中原大學調整了纖維添加量、修改流道系統設計，並進行模擬驗證。最後透過 Moldex3D 的模擬，找到了最佳的纖維量和流道設計，明顯改善了產品真圓度。

挑戰相機鏡頭外殼真圓度不佳，會導致拍照圖像變形。玻璃纖維無法如預期中的提高尺寸精度，反而使真圓度變差。解決方案以 Moldex3D 探究製程條件的影響，並據此修改產品設計以改善真圓度。效益了解各項製程條件如何影響產品真圓度。透過澆口位置的變更，改善了超過 35% 的真圓度。案例研究本案例目的為找到最佳的製程條件組合，以改善相機鏡頭外殼產品 (圖 1) 的真圓度。在利用 Moldex3D 優化各項製程條件之後，中原大學團隊必須找出塑料中玻璃纖維的最適合含量。

使用者可以透過 Moldex3D 評估不同的製程條件，達到產品設計優化，且不須耗費過多的人力和成本。本案例中，原本預期塑料中添加的玻璃纖維能夠幫助降低產品收縮，達到較佳的真圓度。然而在實際情況中，添加纖維強化塑料常常無法提高尺寸精度，甚至可能造成反效果。Moldex3D 模擬結果顯示，產品的纖維排向呈現 Z 軸方向，會造成體積不均勻收縮，對真圓度也會產生不良影響。(圖 2) 為 Moldex3D 的模擬分析與實驗結果對照，二者呈現高度一致性，顯示添加纖維會使真圓度變差。

關於 CAE

模流分析最早僅被運用於診斷塑膠產品設計，協助解決生產問題；如今已進化至被工業界廣泛運用於進行產品與模具開發前期的設計、驗證與優化，在



圖 1：纖維排向與塑料流動方向相同 (Z 軸方向)

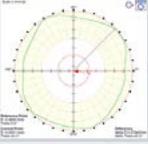
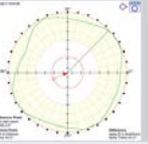
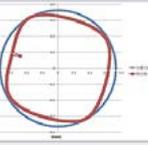
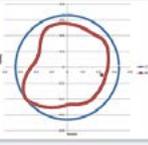
	PC	PC+30%GF
Experimental Result		
Roundness	98.8 μ m	160.96 μ m
Simulation Result		
Roundness	114.16 μ m	259.19 μ m

圖 2：模擬和實驗結果都顯示纖維會使產品真圓度變差

大多數企業的設計生產流程中扮演不可或缺的角色。這段演變的過程中，全 3D 的產品與模具設計 CAD 軟體的普遍應用當居首功，而自動化的網格產生工具更是功不可沒。早期分析人員往往需要花費數小時甚至數日的時間處理模型、建立網格，才能開始展開分析工作。現在有了全自動的 eDesign 與 BLM(Boundary Layer Mesh) 網格產生技術，已可實現單鍵生成網格，甚至修改產品時同步更新網格的理想。

因此標準的模流分析工作已逐漸從專業 CAE 分析師轉移到模具設計師，甚至更上游的產品設計師身上。產品設計與模具設計師也已習慣倚賴模流分析軟體來決定澆口位置、平衡流道設計、優化水路配置、解決翹曲問題等等。許多公司甚至已著手將模流分析核心嵌入公司內部的設計導引平台，實現每件產品均經過模流分析自動檢驗射壓上限、收縮量與翹曲變形量的設計品管理。同時配合內部私有云的電腦叢集平行運算，大幅縮減計算時間，提升反應速度。

關於 Moldex3D

Moldex3D 為全球塑膠射出成型產業中的 CAE 模流軟體領導品牌，以最先進的真實三維模擬分析技術，幫助全球各產業使用者，解決各種塑膠產品設計與製

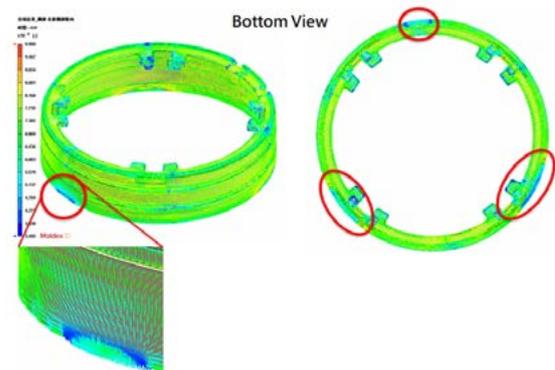


圖 3：纖維排向與塑料流動方向相同 (Z 軸方向)

造問題，縮短產品上市時程，達到產品利潤最大化。Moldex3D 完整提供設計鏈各個階段所需要的不同分析工具。eDesign 系列則是一套完整的產品與模具設計工具，方便模具設計者在模具加工前快速進行驗證。Professional 以及 Advanced 則是高階的塑膠射出成型工程分析與優化軟體，對各種先進製程均提供深入完整的分析功能。■

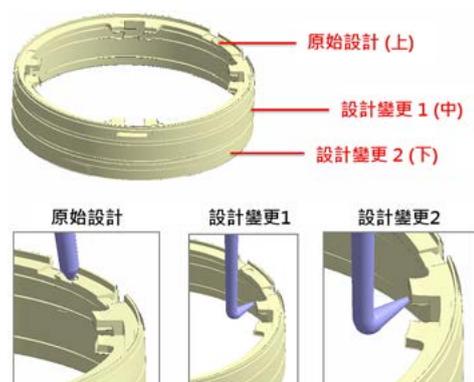


圖 4：設計變更了三個澆口位置



SPE 北京分會 (Society of Plastics Engineers)

協會的目的是推動與塑料相關科學及工程知識的發展。SPE 是世界上最大的、知名度最高的塑料行業協會。這裡是全球近 16000 位塑料行業人士的“家”。70 多年來，我們已為那些想提高自己專業知識和技能的塑料行業人士提供技術信息、培訓、網絡、及知識共享等服務。不管你在塑料行業中扮演什麼角色 -- 從學生到退休 -- SPE 是你職業生涯中的一部分。

長纖維增強聚丙烯複合材料的發泡工藝研究

■資料來源：SPE 北京分會

前言

新型注塑技術可以降低加工過程中纖維斷裂的程度和纖維沿流向排列程度。儘管聚丙烯 (PP) 是最廣泛使用的塑料之一 (由於其密度低、易於加工、軟化溫度高並且成本低)，但由於其機械性能相對較差，從而使得其應用受到一定的限制。因此，常常使用玻璃纖維 (GF) 來增強 PP 基體，以低成本實現良好的拉伸強度和模量、剛度、耐衝擊性、耐化學性和熱穩定性。事實上，以這種方式結合 PP 和 GF 在汽車和建築等行業越來越受歡迎。迄今為止，縱橫比小於臨界值 200 的短玻璃纖維 (SGF)，在聚合物複合材料行業已經被普遍用於增強材料。然而近年來，長玻璃纖維 (LGF) 增強 PP 材料在聚合物工業中每年增加 30%。

GF-PP 複合材料

注塑成型是 GF-PP 複合材料最常見的製造技術之一，因為它能夠快速製造複雜幾何形狀的零件。因此，注塑成型的 GF-PP 複合材料的力學性能多年來備受關注，一般認為 GF 增強 PP 部件的力學性能主要受長度、長度分佈、纖維取向、GF 和 PP 基體之間的界面粘合以及 GF 和基體材料的固有機械性能等因素影響。研究表明，發泡技術可以減少 GF-PP 成型件中纖維斷裂的數量，並有助於避免 SGF-PP 部件中的纖維磨損。然而，幾乎所有以前的研究都集中在 SGF 增強的聚合物基體上，發泡技術是否同樣適用於 LGF 增強複合材料還不清楚。

因此，在我們的工作中，我們有動力去探索各種提高 GF-PP 複合材料力學性能的發泡方法。例如，我們先前已經研究了加工工藝對 PP/ 低密度聚乙烯共混物的機械性能和發泡結構的影響。我們發現通過仔細選擇注塑加工參數，可以使複合材料的韌性有顯著的提升。作為先前研究的拓展，我們在新工作中研究了不同發泡技術對 GF-PP 複合材料纖維長度和纖維取向的影響。具體而言，我們研究了傳統注塑成型 (CIM) 和發泡注塑成型 (FIM) 各種不同的加工條件，來製備具有不同初始原料長度 (即 LGFs 和 SGFs) 的 LGF 增強 PP 複合材料樣品。

結論

作為我們實驗的一部分，我們進行了拉伸試驗以測量我們的複合材料的機械性能 (例如，強度、模量和斷裂應變)。我們的研究結果表明，樣品的殘餘纖維長度和力學性能之間有著密切的關係，這兩者在很大程度上受加工條件的影響。我們還發現，LGF 增強 FIM 樣品表現出最佳的纖維長度和纖維長度分佈 (即產生最好的機械特性)。此外，相比 CIM 樣品，這些樣品沿著纖維方向顯示出更低的纖維取向度。我們的研究結果還表明，在 LGF 增強複合材料中存在氣泡可能有助於減少纖維斷裂量。

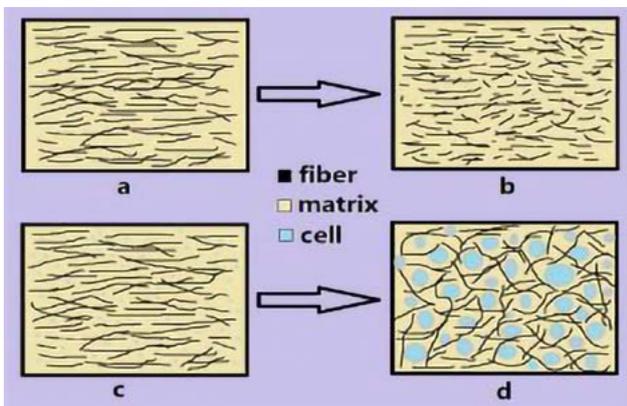


圖 1：模型說明了氣泡對通過常規注塑

我們認為這個發現有兩個可能的原因。首先，發泡劑和新產生的泡沫可以起到增塑劑或緩衝墊的作用。換言之，LGF 增強 PP 複合材料中氣泡的存在降低了熔體的粘度並改善了流動性。這又降低了聚合物基體中的剪切應力，從而減少了纖維斷裂的發生。其次，注塑成型工藝的保壓階段是能夠顯著影響纖維斷裂程度的重要步驟。也就是說，保壓階段的變化會導致 CIM 和 FIM 樣品中不同的纖維長度分佈。

在 CIM 的常規保壓過程中，使用高壓將熔融的複合材料注入空腔中，然後將模腔保持在恆定壓力以填充空腔的剩餘體積並補償填充材料的收縮。LGFs 的破壞主要發生在這個保壓階段，所以保壓壓力會顯著影響纖維斷裂。相比之下，在 FIM 中，填充材料填充到模具中的保壓主要取決於氣泡生長膨脹的效果。因此，由於相對較小、均勻的壓力和剪切速率，纖維的損傷可以被最小化。

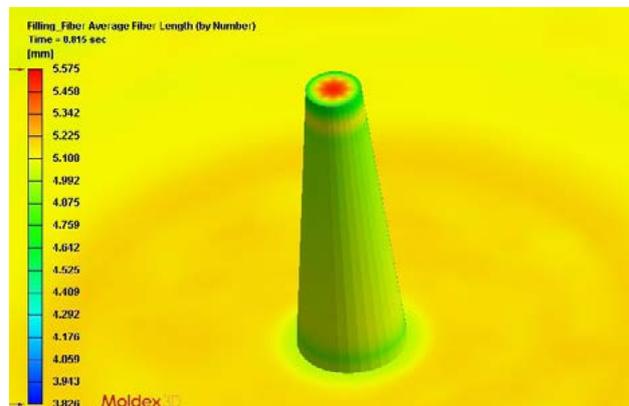


圖 2：利用 Moldex3D 工具進行分析

文章来源

作者信息 -Ying-Guo Zhou

School of Materials Science and Engineering, Jiangsu University of Science and Technology; Ying-Guo Zhou is an associate professor. He received his PhD from Zhengzhou University, China, in 2009. His research is focused mainly on advanced polymer processing technology and numerical simulation of polymer processing. ■



中國塑料橡膠 CPRJ

《中國塑料橡膠 CPRJ》、《CPRJ 國際版》和 AdsaleCPRJ.com 是亞洲第一國際橡膠展 -CHINAPLAS 大會指定媒體，擁有超過 600,000 位優質讀者，已為中國和全球橡膠業服務 35 年。我們的多媒體服務平台通過印刷雜誌、網絡媒體、研討會及社交平台，為業界人士提供全方位行業資訊和獨家見解，將您的產品技術和服務資訊更便捷、更全面地傳播給全球橡膠業買家，全面推動您的品牌影響力。

盤點中國改性塑料發展動向與趨勢

■資料來源：CPRJ 中國塑料橡膠

前言

塑料填充改性是近年來塑料工業中發展最快的新行業。目前中國汽車、家電、通信、高檔工具等對改性塑料的需求量較大。消費升級、市場拉動，國民經濟快速增長，新材料、新技術不斷出現，通過改性可使塑料的功能化、輕量化、環保化的優勢得到充分展現，這些都將帶動對改性塑料的大量需求。改性塑料是以改善或提高塑料物理性能為目的，通過共混、填充、增強、共聚、交聯等方法對通用塑料和工程塑料進行改性，從而達到目的。塑料填充改性是近年來發展最快的塑料工業中的新行業。隨著塑料工業的飛速發展，填充母料已不再單一的應用為填充材料，人們通過更先進的工藝從開煉、密煉的生產方式，加入無機材料、化學助劑等多種材料後凸現出各自的特點和共性，進而採用雙螺桿擠出機、三螺桿擠出機進行混煉擠出，已成為人們改善塑料製品特殊性能的重要途徑和方法。

應用需求量大

目前中國汽車、家電、通信、高檔工具等對改性塑料的需求量較大。首先是汽車實現輕量化，又要達到應用要求，而單一樹脂難以實現應用要求，塑料改性已成為不可或缺的重要技術與材料。2017 年，中國汽車總產量達到 2901.54 萬輛，對改性塑料的需求量超過 500 萬噸，並且呈現快速增長態勢。中鋼集團馬鞍山新材料有限公司研製的中空玻璃微珠，密度 0.28g/cm³~0.6g/cm³，

加入 PA、PP、PC、ABS 等樹脂中，物理性能提高的同時，密度明顯降低。其次是家電行業。目前，各種家電產品中有許多塑料零部件替代了金屬零部件，對各種塑料的年需求量和對改性塑料的需求量兩位數增長，並在逐年遞增。中節能集團江西新材料有限公司研製成功微細石英粉應用於塑料、橡膠，降低磨耗 10%、提高衝擊密度、絕緣性和化學穩定性。

各種改性塑料在通訊行業中的應用優勢凸現，筆記本電腦外殼、底板，手機等零部件大都使用改性塑料。如 ABS/ 碳纖維、PA/ 碳纖維、PP/ 碳纖維、樹脂 / 矽微粉等材料，這類新的高強度塑料功能材料已逐漸替代金屬材料。寧波博利隆複合材料科技有限公司李志剛高工潛心研究碳纖維 / 樹脂多種材料，應用在筆記本電腦、汽車、智能機械等行業，被稱為“隱形冠軍”。隨著各種電動工具絕緣性、阻燃性、輕量化等方面的要求不斷提高，塑料改性可以使其功能得到改善或提高，從而達到產品的應用要求。採用南京金來旺塑料技術有限公司研製的改性劑，可降低無機粉體吸油值 10% 以上，提高塑料製品光澤性、韌性和衝擊強度。

改性塑料在鐵路、軍工、醫用、航天等方面的應用越來越廣泛。人造器官、人工骨關節及耐高溫、耐老



圖 1：改性塑料在汽車上大有用武之地

化、高強度的功能改性塑料對高科技的快速發展起到了積極作用。廣州金發科技股份有限公司生產的 PP、PA、ABS、PS 與滑石、矽灰石、雲母及矽酮粉、碳纖維等多種複合改性材料，已應用於汽車、醫療、軍工等行業。

生物基塑料是新型生物降解材料，以可再生的植物類資源中提取的可完全降解的原料聚合而成，廢棄後可以在自然環境中降解消納，從而減少對環境的污染，稱為綠色塑料。生物基塑料在生物醫藥、綠色醫療器材、汽車裝飾、電子電器及一次性日用品等方面具有非常廣闊的市場發展前景。生物基塑料通過改性、填充、發泡等加工工藝，可提高材料的性能，降低生產成本，擴大應用領域。中科院寧波材料研究所朱錦研究員深入研究了聚乳酸的改性與應用。廣州碧嘉材料科技有限公司生產的聚乳酸改性、發泡、3D 打印、注塑、片材等專用料，使聚乳酸耐熱溫度超過 100°C，降低材料成本，擴大了市場應用領域。

改性塑料發展現狀 - 填充改性

填充母料是以降低生產成本為主要目的，大都採用價格低廉、來源廣泛的無機粉體或工業廢物做為填充材

料，並加入適量的助劑和合成樹脂生產而成。重質碳酸鈣填充母料是塑料工業中應用較廣泛的填充改性材料，生產廠家遍及全國各地，年產量超過 500 萬噸。天津玉泉工貿有限公司採用共混、擠出、造粒環保生產工藝製成顆粒狀母料，產品主要應用在吸塑、注塑、壓延等烯烴類塑料製品中，已成為降低塑料製品生產成本、改善產品性能、擴大應用領域的重要措施和手段。

福建東南新材料有限公司研製的 PLA/CaCO₃ 包裝薄膜，添加鈣粉 50% 以上，降低了原料成本，也有利於丟棄後的製品完全自然降解。輕質碳酸鈣廣泛應用於聚氯乙烯管材、異型材、板材等產品中，廣東東莞市澳達化工有限公司研製的功能改性劑應用於 PVC 製品中，可提高衝擊強度 60%、伸長率 200%，增加填充材料的用量，改善塑料製品的收縮率及外觀效果等。近年來，輕鈣在生產過程中耗能高、污染大，受到國家環保政策的限制，有很多塑料製品逐漸用重質碳酸鈣替代輕質碳酸鈣。

改性母料

改性母料是在填充母料基礎上發展起來的新的改性材



圖 2：塑料填充改性是近年來塑料工業中發展最快的新行業

料。在樹脂中加入玻璃纖維、滑石粉、雲母、矽灰石、硫酸鋇、高嶺土等無機材料，或在加工中添加具有特殊性能的合成樹脂或助劑，如：抗老化劑、抗氧劑、阻燃劑等助劑或 POE、EVA 等，這些複合材料在應用中發揮不同材料的功能特性。如汽車保險槓、儀錶盤、汽車內裝飾件等，採用 PP+ 滑石粉，具有提高衝擊強度、改善彎曲模量、降低收縮率、降低車輛撞擊造成的剛性損失等優點。

大連環球科技股份有限公司研製的樹脂 / 矽灰石 / 矽酮粉改性母料，用於汽車發動機周邊和大燈支架等塑料零部件，可改善物理性能，提高塑料製品熱變形溫度 40%~ 60%。河北金天塑膠新材料有限公司生產的鋼塑熱熔膠、相容劑等產品，用於金屬 / 木粉 / 礦料 / 塑料多元複合材料，改善不同材料的相容性，提高力學性能。

功能改性

塑料中加入石墨烯、矽酮粉、稀土、氫氧化鎂、金屬微細粉（銀、銅、鋅等）等各種不同材料，通過改性技術使產品指標提升，阻燃性、耐老化、耐高低溫等物理性能得到改善，還可實現導電、抗菌、絕緣、增

強等特殊性能，已在主要耐用塑料產品市場上佔有一席之地。中廣核俊爾新材料有限公司是國內著名的高性能改性工程塑料研發製造企業，主要產品有改性尼龍、改性聚碳酸酯、改性聚酯、改性聚烯烴、熱塑性連續纖維複合材料和特種工程塑料，應用於工業電器、汽車、電子、建築材料、新能源、航空和核電等領域，多項產品出口到歐美等國家。北京中聯建誠建材有限公司薛明生高工多年研究的樹脂 / 鋁合金雙層硬結皮微發泡木紋戶外運動地板，具有榫卯結合、拆裝、移動方便、無毒無味、環保等優點，符合美國 ASTM F2772-11 和國標 GB/T 19995-2 的標準要求，是新一代綠色環保運動場地新地板。

多元複合改性

浙江省餘姚市匯合塑化有限公司研製的碳纖維 / 合成樹脂 / 功能助劑的多元複合改性材料，用於石油鑽探工程、飛機、家電等零部件。多元複合改性主要通過將塑料“合金化”方法，將塑料與一種或多種無機材料、高分子材料、化學助劑等，通過共混、接枝、嵌段等形式組合在一起，使各組分的性能相互取長補短，構成一種兼具多種優良性能的塑料材料，從而達到提高性能和多功能化的目的。這些材料“合金”在高科技工業中使用後，具有品質輕、強度高、性能優等特點，成為航空、航天、汽車、鐵路、機械零部件、醫用材料等方面的新型功能材料。

中北大學材料科學與工程學院主要研究方向是塑料的高性能化與功能化，研究成功的尼龍阻燃複合材料，採用尼龍 / 無機材料 / 氫氧化鎂、銻酸鈉和硼酸鋅複合改性，阻燃性能達到 V-0 級，環保效果明顯、耐熱性提高，應用於電子、電器及軍工產品。

特殊改性

在特種塑料中加入不同的功能材料或助劑，使價格昂貴的特種塑料既保持原有的特性，又具有特殊的功能，適應多種產品的市場應用。如聚苯硫醚 (PPS)、聚酰亞胺 (PI)、聚醚醚酮 (PEEK)、聚砜 (PSF) 和液晶聚合物 (LCP) 等高性能樹脂，加入碳纖維、石墨烯、液晶高分子、稀土等不同材料，具有電性能好、耐高溫、尺寸穩定和特殊的阻燃性、耐放射性、耐化學性及機械性能，這些改性後的新材料在電子電器、汽車、家電、航空、石油化工以及火箭、宇航等尖端科技領域具有越來越重要的應用領域。重慶可益榮新材料有限公司研發並批量生產的尼龍 / 液晶高分子、尼龍 / PC 複合改性材料用於汽車、軍工等方面，取得令人滿意的效果。

改性塑料發展趨勢 - 無機材料納米化

無機材料在塑料中得到廣泛應用，無機材料的功能隨著粒度的超細化而逐漸凸現，利用無機納米粉體改性後的塑料具有很多獨特性能，給塑料工業的發展帶來新的發展機遇。無機納米粒子可以賦予塑料新的功能，改善塑料的耐老化性、阻燃效果，提高熱變化溫度、耐磨耗性能等。如用 5% 的有機蒙脫土改性 PA6 的熱變形溫度可以提高 1.5 倍；PET 中加入納米粘土後大幅度降低材料的氣體透過率，比純 PET 的氧透過率小 100 倍。塑料中的無機納米粒子加入量較小，一般為 3%~5%，複合材料的密度與原來樹脂相比幾乎不變或增加很小，也沒有因填料過多導致其他性能下降的弊端。

化學助劑高效化

開發新型高效助劑成為改性塑料的重要發展方向，改性塑料涉及的助劑除了塑料加工常用的助劑，如熱穩定劑、增塑劑、紫外吸收劑、成核劑、抗靜電劑、分

散劑和阻燃劑等外，增韌、阻燃、增效、合金相容 (介面相容) 等高效、多效功能助劑對改性塑料也是非常關鍵的。通常一些助劑的種類和品質對改性塑料的某些性能和成本起著關鍵作用，尤其在新的增韌劑、阻燃增效劑、合金相容劑對實現工程塑料高性能化及特種工程塑料低成本化等方面意義重大。

改性塑料環保化

隨著人們的環保意識增強、環保法規日趨嚴格，塑料的可再生利用、環境可消納性、可生物降解、無毒、無味、無污染等保護環境的理念已融入改性塑料的設計與製造過程中，要注重能源資源的節約和合理利用，研製開發無污染、全降解、可循環再生利用的綠色環保型改性塑料產品成為新熱點。改性塑料是不同行業的融容聯姻，應關注和重視生產技術的改進與提高，注重多元複合材料、多種工藝技術的理論與實踐研究推廣。特別是在綠色生物助劑的研究生產應用、特殊功能材料批量生產 (如碳纖維、液晶高分子、石墨烯等)、無機礦物粉體的選擇、納米級材料分散應用及表面改性處理等方面的工藝技術，應引起行業、企業、專家的高度關注，為中國塑料工業綠色環保低碳發展作出貢獻。

中國改性塑料產業發展迅速、競爭激烈，在技術攻關、產品應用研究方面尚存在著不可忽視的短板，應加強與國外同行業的技術交流，加大與國際名企的合作，加快改性塑料向高精尖方面發展。國外塑料製品重視產品耐久性、功能性、回收性，而中國塑料製品將成本與價格作為首要條件，不但影響了應用效果，還給自然環境帶來難以解決的困難，特別是在農用塑料、包裝薄膜等方面尤為突出，已引起政府與行業的高度關注。 ■



BASF 巴斯夫

無限可能·無限機遇·BASF 是一家全球領先的化工公司·擁有最頂尖的團隊·旨在為 BASF 的客戶開發智能解決方案·創造可持續發展的未來·150 年來·巴斯夫始終致力於創造化學新作用·BASF 將經濟上的成功·社會責任和環境保護相結合

巴斯夫剖析 2017 年汽車色彩市場

■資料來源 BASF

前言

中國上海—2018 年 2 月 9 日—巴斯夫塗料部日前發布《巴斯夫汽車外飾塗料色彩報告》，對 2017 年全球汽車市場的色彩分佈情況進行了分析。從全球來看，白色在所有細分領域遙遙領先，以接近 40% 的市場份額繼續保持首選顏色的地位不變；並與黑色、灰色和銀色等其它中性色共同佔據市場主流。在彩色中，藍色和紅色的份額不相上下，棕色緊隨其後。從全球汽車細分市場來看，車型越小，色彩越鮮豔。隨著銷量的增長和車型的不斷豐富，運動型多用途車 (SUV) 對色彩趨勢產生了很大影響。雖然黑色與白色仍是主流色，但紅色、藍色、尤其還有棕色亦漸流行，這與 SUV 這類強勁車輛的銷量增長和車型的多樣化的發展預期相呼應。

藍色和灰色色系在歐洲市場的地位進一步穩固

2017 年歐洲地區色彩報告相關數據顯示，中性色仍然最受歡迎：去年約 78% 的汽車為白色、黑色、灰色或銀色，依然延續了以往的色彩趨勢。在中性色中，灰色的比例提高到 19%，與黑色旗鼓相當。這主要得益於灰色色系的日益豐富。灰色共擁有超過 100 種的色度，在所有色調中僅次於藍色位列第二。巴斯夫塗料部汽車色彩設計歐洲、中東和非洲地區負責人 MarkGutjahr 表示：“灰色會讓人聯想起混凝土和玻璃，是最能代表城市顏色的色彩。灰色的市場份額在過去幾年裡快速增長。從淺灰、中灰到深煙灰，灰色的種類十分豐富，因此其市場表現非常搶眼。”在彩色中，藍色繼續引領潮流。雖然其整

體市場份額始終穩定保持在 10% 左右，但在彩色色彩中的比例大幅提高——正如巴斯夫塗料部色彩設計師所預測的那樣，2017 年，歐洲每生產兩部彩色新車，其中一部即為藍色，這也體現在在最新的色彩趨勢裡湧現出一大批新的藍色色調。擁有近 130 種不同色度的藍色，在色彩豐富性方面可謂首屈一指。

北美市場青睞具有特殊效果的中性色色域

2017 年北美色彩報告指出，在創新顏料技術的推動下，北美市場對閃光與閃亮等特殊效果的需求不斷增長。這使得各種顏色的品種更加豐富，白色、黑色和銀色 / 灰色等中性色在北美地區尤其受到青睞。即使在高速發展的電動車市場，消費者也更傾向於中性色——雖然在電動車發展初期，灰色 / 銀色比白色和黑色更受歡迎。現在越來越多的廠商開始把色彩美學與功能性相結合進行綜合考量，比如哪些色彩能更易被傳感器檢測到就變得至關重要；巴斯夫將繼續關注這方面的趨勢。

巴斯夫色彩設計北美區卓越小組設計負責人 PaulCzornij 表示：“我們的趨勢研究顯示，以黑白灰為主的中性色色域仍然佔據重要地位。因此，這些色域的創新至關重要。我們希望以獨特的方式去發現能夠概括客戶品牌內涵的色彩，幫助他們重新定義汽車外觀。”藍色和紅色領跑北美區彩色色系。藍色不僅



圖 1：汽車顏色分析選擇

適用範圍廣，而且可通過明度、飽和度和色相變化獲得極為豐富的色度。從分析來看，橙色等其它色彩也開始嶄露頭角。這些顏色迎合消費者的不同喜好，提供了更多個性化的選擇。

展現個性的亮紅色和經典色在亞太區市場繼續流行

2017 年亞太區色彩報告顯示，亞太區機動車數量不斷增加，同時不同地區之間存在著巨大差異；在這些因素的驅動下，亞太區汽車塗料市場的發展迅猛。白色在整體汽車塗料市場的使用率達到 49%，成為亞太地區最受歡迎的顏色。這主要是因為，在亞太區的文化背景下，消費者更容易把白色與“純淨”、“智能先進科技”等正面形象聯繫起來。因此，過去幾年裡，白色汽車的銷量增長強勁。除白色外，棕色也備受青睞——特別在中型 SUV 市場更是如此。在亞太區市場，白色——尤其是珍珠白——和棕色被定位為散發著奢華氣質的時尚色彩，因而頗受歡迎。亮紅色作為搶眼且非常個性化的顏色，在亞太汽車市場的彩色系裡非常流行。通常而言，汽車如果是紅色的話，更容易吸引別人的注意，這在亞太區的成熟市場裡是一個非常重要的因素。

趨勢預測和創新色彩理念

巴斯夫塗料部發布的《巴斯夫汽車外飾塗料色彩報



圖 2：汽車塗漆概念性的搭配

告》旨在分析全球汽車市場的色彩分佈情況，與每年發布的《汽車色彩趨勢報告》互為補充。後者側重於影響未來汽車市場的色彩趨勢，前者則著眼於當前市場情況，主要參考上一年的數據。過去幾年裡，色彩種類極大豐富，為創新色彩方案提供了全新的可能。因此，巴斯夫與整車廠密切合作，創造獨特的外觀和觸感，彰顯汽車品牌精髓。目前汽車使用的幾百種顏色中，除各種獨特效果的選擇外，塗料的功能性也日益重要。例如，具備溫度管理功能的塗料能夠減少汽車錶面的熱量積聚，防止車內溫度升高，從而減少空調使用，降低油耗，延長電動車續航里程，因此有助於推動未來可持續交通的發展。

關於巴斯夫

在巴斯夫，我們創造化學新作用——追求可持續發展的未來。我們將經濟上的成功、社會責任和環境保護相結合。巴斯夫在全球約有 114,000 名員工，為幾乎所有國家、所有行業客戶的成功作出貢獻。我們的產品分屬五大業務領域：化學品、特性產品、功能性材料與解決方案、農業解決方案、石油與天然氣。2016 年巴斯夫全球銷售額約 580 億歐元。巴斯夫的股票在法蘭克福 (BAS)、倫敦 (BFA) 和蘇黎世 (BAS) 證券交易所上市。欲了解更多信息，請詢洽：www.basf.com。



林秀春

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

專長：

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



第 11 招、流道設計對產品翹曲影響之 LED 路燈篇 ~ 【塑膠收縮不均與翹曲】

■ Moldex3D/ 林秀春

第 11 招 LED 路燈篇 - 產品故事說明

成品尺寸：長 120 · 寬 40 · 高 8(單位 mm)

成品厚度：平均厚度 0.8~2.5(mm)

澆道系統：冷澆道塑膠材料：PMMA

分析焦點

產品散熱系統皆採用向下散熱設計，燈具本體上蓋部日久經落塵堆積後，散熱性能完全不受影響，以確保產品之壽命期。周圍溫度一旦高達 50°C 時，其係統設計必需將點燈 LED 之接合面溫度 T_j 散熱至 95°C，低於最高溫度規格 125°C 下，維持 30°C 安全區域，則 LED 壽命始可保有 40、000H 以上推算壽命。變型尺寸要求在 0.2mm 以下，LED 路燈依據本規範之道路設置參數條件進行模擬，須滿足 (1) 模擬照度均勻度 ≥ 0.33 ；(2) 模擬平均照度 $\geq 10lx$ 或依採購單位指定之道路照明需求 (LED 路燈技術規範 - 經濟部能源局)

應用方法：利用 CAE 分析預先了解塑料在模穴的流動如圖所示每個區域的厚薄差異不同，模穴內流動的差異也很大，在流動不平衡與體積收縮不均都會影響變形方向與變形的尺寸，透過分析可以找到較佳的設計、得到明確的結果。

實際說明

圖 1 LED 路燈圖示，圖 2 流道設計二板模與三板模；

圖 3 模流分析結果比較表；圖 4、5、6、7 為二板模模穴流動與產品局部溫度剖面、圖 8、9、10 三板模塑料流動波前與澆口貢獻度與變形比較。■



圖 1：LED 路燈圖示

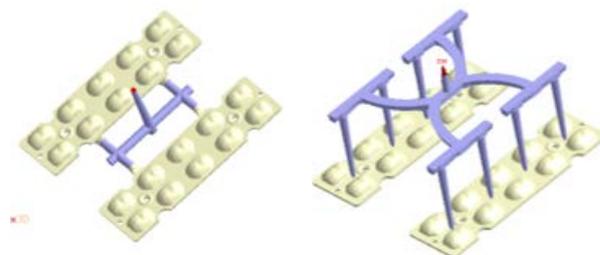


圖 2：LED 路燈流道設計二板模與三板模

	二板模2澆口	三板模4澆口
流動平衡	70%	90%,流動平衡性佳
包封現象	有	有
結合線	有	有
壓力	70MPa	80MPa
翹曲量值	0.28~0.46mm	0.12~0.16mm

圖 3：模流分析結果比較表

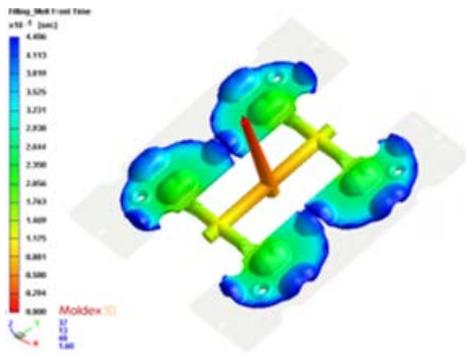


圖 4：二板模模內的流動波前

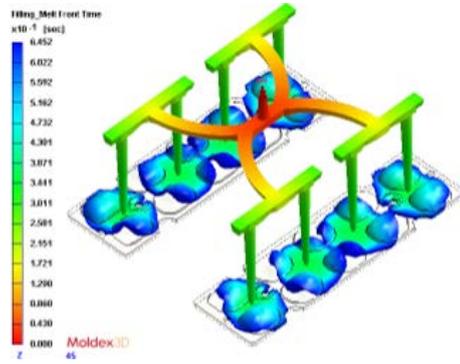


圖 8：三板模流動波前

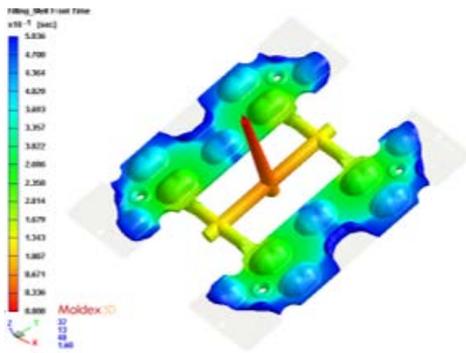


圖 5：二板模模穴的流動波前

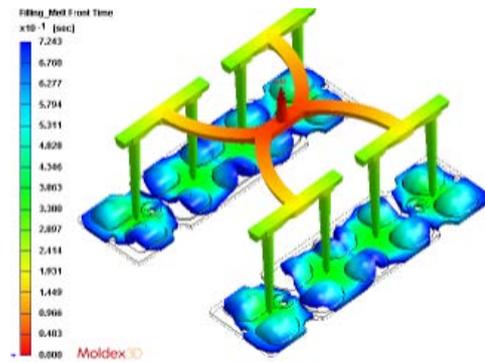


圖 9：三板模的流動波前

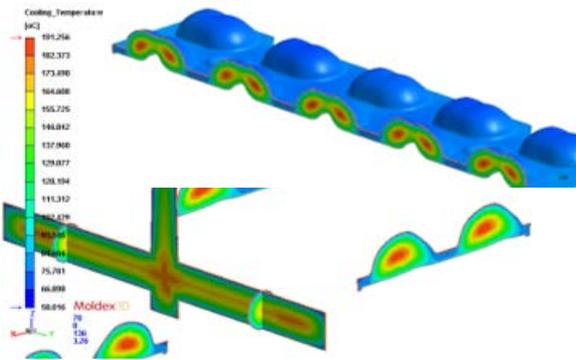


圖 6：成品剖面溫度

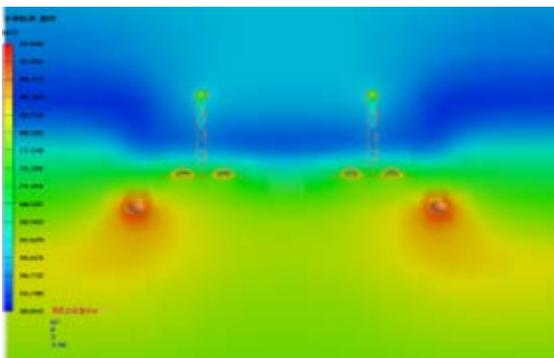


圖 7：模具溫度剖面圖示

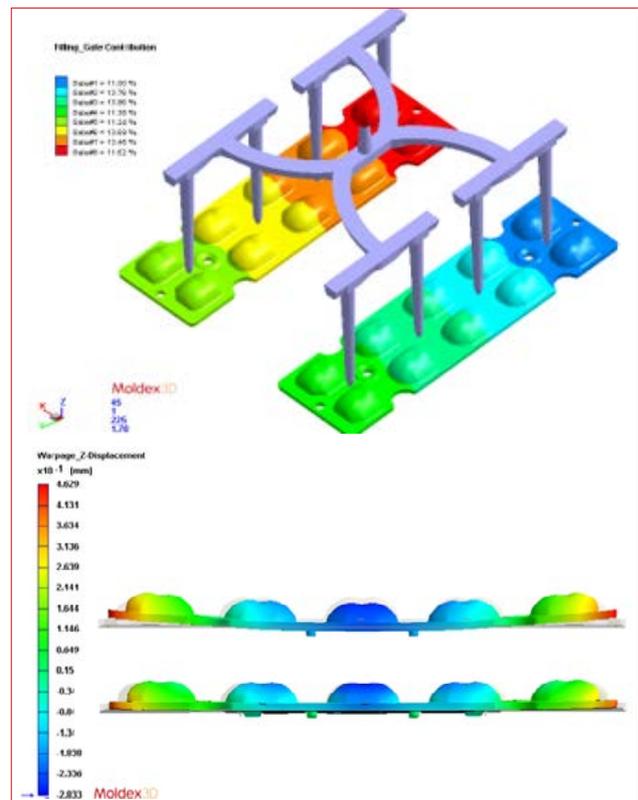


圖 10：模流分析產品的變形趨勢與量值



邱耀弘 (Dr.Q)

- 廣東省東莞理工學院機械工程學院 / 長安先進製造學院副教授
 - ACMT 材料科學技術委員會主任委員 / 粉末注射成形委員會副主任委員
 - 兼任中國粉末注射成形聯盟 (PIMA-CN) 輪值主席
 - 大中華區輔導超過 10 家 MIM 工廠經驗，多次受日本 JPMA 邀請演講
- 專長：
- PIM(CIM+MIM) 技術
 - PVD 鍍膜 (離子鍍膜) 技術
 - 鋼鐵加工技術

Introduction of ASTM CoCrMo Alloy ASTM F75 鉻鉬合金的簡介

■ ACMT/ 邱耀弘

前言

2016 年美國 AXXXE 公司邀請台耀科技的黃坤祥教授研究以 ASTM F75 這支材料作為手機上的零件，原本僅被應用在醫療植入物的神秘材料就浮出檯面成為 MIM 材料最新的明星，應用在蘋果手機的鏡頭圈部位。因此大家都在問，F75 是什麼材料？什麼樣的性質讓 F75 得以被最高端手機看上？能不能夠像在 2012 年的沉澱硬化不銹鋼 (17-4PH) 成為 AXXXE 的雷霆連接器 (Lightening connector) 的主力材質，甚至被我國應用到手機卡托 (SIM Tray)？那麼，一起來看看 Dr. Q 為大家收集到的材料信息。

解密

新材料設計要求：

- 材料應用零件 - 手機高速變焦鏡頭圈；
- 無磁性，如同鋅合金或是鈦合金；
- 不生鏽就像不銹鋼 316L 等級；
- 必須能使用 MIM 注射與燒結技術，取代板金沖壓焊接 (有縫造成電磁波洩漏、兩倍厚度位置空間不足、焊點凸包與脫落問題等)；
- 高強度，可熱處理並滿足 HR35 以上，以確保平整度；
- 價位能低於 Panacea，沒有專利限制的問題。

A 公司提出如上要求，有沒有能夠採用粉末注射成形 (Powder Injection Molding)，燒結後完全不帶磁性 (如

鋁、銅或鈦)，又能夠有高強度、耐腐蝕以及合理價位的金屬呢？原來，這些要求被提出後，熟悉粉末冶金材料的黃坤祥教授便協助客戶搜尋而找到這樣一支材料，CoCrMo 合金對於粉末冶金而言是 ASTM F75 的粉末牌號，而在過去則是以司太立 (Stellite) 稱之，所以 Dr. Q 就不難找到並理解這支材料，F75 是人工合成的系列材料，其中以 Stellite 6 最接近電子行業的要求，不過請大家注意到 Stellite 6 是鈷鉻鎢 (CoCrW) 以鎢為主添加，ASTM F75 則是以鉬為添加劑 (Mo)。各位讀者可以在網上以 Stellite 為關鍵詞搜尋，就會看到許多的資料。

爭議

在醫療器材上的植入物應用，由於人類對鎳 (Nickel, Ni) 金屬元素過敏漸漸增加，雖然合金化後的 ASTM F75 的鎳含量低於 1% (主要因為鎳鈷共生，全球鈷的產出是與鎳同源，鎳礦中含有鈷，純化後的鈷要完



圖 1：Hip stem implant 髖關節植入體



圖 2 : Arcam EBM system 以 F75 製作的人工關節植入物

全無鎳成本增加很多) , 但仍需注意到最新的歐洲與國際對於鎳釋放的標準 , 在此提醒工程設計上要注意到。

MIM 專用料哪裡買 ?

不用擔心 , ASTM F75 已經可以在國內買到量產的 MIM 專用粉末材料 , 目前已石家莊利德粉末國內為最大宗粉末量產與供貨商 , 請見以下信息 :

- 供貨商 : 石家莊利德粉末材料有限責任公司
- 地址 : 石家莊市趙縣 www.lidepowder.com
- 郵件 : lidepowder@gmail.com
- 材料牌號 : ASTM F75 CoCrMo Alloy 鈷鉻鉬合金
- 每月產能 : 常態供應目前 5 噸 , 可增加至 10 噸以上
- 詳細規格 : 請簽訂保密協議後由聯繫窗口提供 , 樣品申請與報價亦請與聯繫窗口聯繫 , 當然國內有找到很多供貨商都可以噴制 ASTM F75 , 例如安泰霸州特種粉業、湖南恆基、廣州科學院等等 , 僅是中試的噴出樣品粉 , 但相信在未來 , 將有更多的粉末商投入量產。隨後 , Dr. Q 為大家找到幾篇數據 , 算是比較完整的描述 , 如下幾段所述。

Arcam EBM system 公司的 F75 CoCrMo 英文介紹 Section1.Properties of Arcam F75 CoCrMo alloy 性質

1.1 General characteristics 通用特性

Cobalt-based alloys have been used in demanding applications for as long as investment casting has been available as an industrial process. Arcam's Electron Beam Melting technology competes directly with investment casting and is a viable choice for manufacturing complex parts in cobalt-based alloys. The majority of investment castings made from the cobalt super alloys are cast in an open atmosphere. With Arcam's Electron Beam Melting process the vacuum atmosphere provides a controlled environment and enables superior material properties in the manufactured parts. CoCrMo alloys are widely used for medical prosthetic implant devices. The alloys are especially used where high stiffness or a highly polished and extremely wear-resistant material is required. CoCrMo alloys are the materials of choice for applications such as knee implants, metal-to-metal hip joints and dental prosthetics.

鈷基合金早已被廣泛的應用在苛刻的領域 , 過去是以熔融鑄造來作為可工業化的製程。Arcam 公司的電子束熔煉將和鑄造技術成為直接競爭的對手 , 在鈷基

	Arcam ASTM F75*	ASTM F75 Required
Chromium, Cr	28,5%	27–30%
Molybdenum, Mo	6%	5–7%
Nickel, Ni	0,25%	<0,5%
Iron, Fe	0,2%	<0,75%
Carbon, C	0,22%	<0,35%
Silicone, Si	0,7%	<1%
Manganese, Mn	0,5%	<1%
Tungsten, W	0,01%	<0,2%
Phosphorus, P	0,01%	<0,02%
Sulphur, S	0,005%	<0,01%
Nitrogen, N	0,15%	<0,25%
Aluminium, Al	0,05%	<0,1%
Titanium, Ti	0,01%	<0,1%
Bor, B	0,006%	<0,01%
Cobalt, Co	Balance	Balance

* Typical

圖表 1：材料中含的鈷和鉻 (Co, Cr) 都是低蒸氣壓材料易在燒結過程蒸發，計算密度：熱等靜壓 (HIP)>8.29 g/cc (MIM 燒結有孔隙可能低於此數字)

合金製造成複雜零件的另一個可行性的選擇。大多數鈷基超合金鑄造的熔融鑄造都是在開放的大氣氣氛中進行鑄造，但 Arcam 公司的電子束熔煉過程是在真空環境下，提供了可控制的環境並使加工零件材料性能更優越。鈷鉻鉬合金廣泛的用於醫療用植入物裝置，尤其適用於高硬度或高拋光、極耐磨材料的合金。鈷鉻鉬合金的應用程序如膝關節植入物的首選材料，金屬對金屬關節和口腔修復中的配件。

Cobalt alloys also play an important role in the performance of aero- and land-based gas turbines. While vacuum cast nickel alloys predominate in the hot sections of modern aero turbine engines, cobalt alloys are routinely specified for particularly demanding applications such as fuel nozzles and vanes for industrial gas turbines. Arcam ASTM F75 is a non-magnetic CoCrMo alloy exhibiting high strength, corrosion resistance, and excellent

wear resistance. It is widely used for orthopaedic and dental implants. Highly polished components include femoral stems for replacement hips and knee condyles. Other cobalt medical implants include acetabular cups and tibial trays. In all cases, but especially in hip components, material quality is imperative as parts are heavily loaded and subject to fatigue.

鈷合金的性能在航空和陸上燃氣輪機中也起著重要的作用，雖然真空鑄造鎳合金在現代航空渦輪發動機的耐熱部件中佔有主導地位，但鈷合金通常被指定用於工業氣體渦輪機的燃料噴嘴和葉片等特別苛刻的應用場合。Arcam 公司的 ASTM F75 是一種非磁性的鈷鉻鉬合金，具有高強度、耐腐蝕、耐磨的特性，廣泛的應用於骨科和牙科植入體，以及高度拋光的部件包括股骨柄置換關節和膝關節，其他還有鈷醫療植入物包括髌臼杯和脛骨托盤。

		Arcam, as-built* 剛3D打印後	Arcam, after heat treatment* 熱處理之後	ASTM F75-07, required
Rockwell Hardness	洛式硬度 RC	47 HRC	34 HRC	25–35 HRC
Tensile Strength, Ultimate	拉伸極限強度		960 MPa 140,000 psi	655 MPa 95,000 psi
Tensile Strength, Yield	拉伸屈服強度		560 MPa 80,000 psi	450 MPa 65,000 psi
Elongation at Break	延伸率	Not applicable	20%	>8%
Reduction of Area	斷面縮小率	Not applicable	20%	>8%
Fatigue limit, Rotating Beam Fatigue	疲勞極限(負載狀態)		>10 million cycles at 610 MPa (90 ksi)	

* Typical

ASTM F75 的標準規範要求水準

圖表 2 : Arcam ASTM F75 與 ASTM F75 的機械性能比較表

在所有情況下，特別是在腕關節部件，材料質量是很重要的，因為這些植入物零件是承受重負荷和反復的疲勞。

幾何形狀，並且製作隨形冷（冷卻水路接近產品的表面），進一步提高模具的使用壽命和提高生產率，以及零件和其表面的質量。

1.2 Special characteristics 特性

The Arcam ASTM F75 CoCr alloy is also suitable for Rapid Manufacturing of production tools for injection molding of plastic parts. The high hardness of the material and the excellent material qualities allow polishing components to optical or mirror-like finishes, and ensures long tool life. Tools can be built with complex geometries, and the conformal cooling channels further enhance the tool's life and increase productivity, part and surface quality. Arcam 公司的 ASTM F75 CoCrMo 合金也適用於塑料件的注塑生產用的高速注射用模具，其高硬度的材質和優良的材料質量可允許拋光組件達到光學或鏡面等級，並確保模具的壽命。這些模具可以製作成複雜的

1.3 Applications 應用

CoCrMo is typically used for: 鈷鉻鉬合金的典型應用

- Gas turbines 燃氣輪機
- Orthopaedic implants 整形外科植入物
- Dental implants 牙科植入物

1.4 Powder specification 粉末規格

The Arcam ASTM F75 CoCr alloy powder for EBM is produced by gas atomization and the chemical composition complies with the ASTM F75 standard's specification. The particle size is 45–100 microns. This limitation of the minimum particle size ensures safe handling of the powder. Please refer to the Arcam MSDS (Material Safety Data Sheet) for

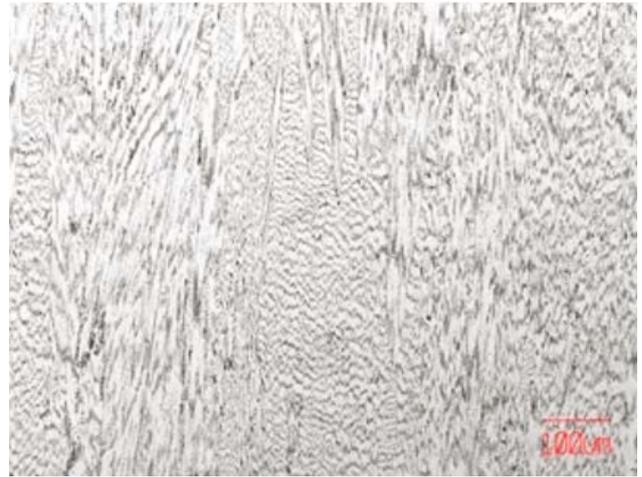


圖 3:As-built microstructure, etched cross-section along the Z-direction
剛完成沉積後的零件 Z 方向截面的微結構；左 50x(紅色尺標顯示 200um)、右 100x(紅色尺標顯示 100um)

more information about the handling and safety of the Arcam ASTM F75 CoCr alloy.

Arcam 公司的 ASTM F75 CoCrMo 合金粉末是採用氣體霧化和化學成分符合 ASTM F75 標準規格生產的來做為電子束沉積使用的，粉末的顆粒大小為 45 - 100 微米 (μm)，最小顆粒尺寸的限制保證了粉末的安全處理 (過小的粉末有塵暴危險)。請參閱 Arcam 公司的 MSDS(材料安全數據表) 關於 Arcam ASTM F75 CoCrMo 合金的處理和安全的更多信息。

1.5 Chemical composition 化学成份

如圖表 1 有關 Arcam ASTM F75 與 ASTM F75 的比較表，注意到餘量是鈷元素。

1.6 Mechanical properties 機械性能

如圖表 2 有關 Arcam ASTM F75 與 ASTM F75 的機械性能比較表

Section 2. Post process 後處理

2.1 Sintering by MIM 採用金屬注射成形

推薦使用 POM 餵料系統，並採用酸催化脫脂，由於

CoCrMo 三元合金對於碳的敏感性，一定要確保脫除粘結劑乾淨，並嚴格控制碳含量不能超標以防止尺寸變異以及性能變差；但碳含量過低硬度也會跟著不夠，強度變差，燒結曲線的設定建議不要跑到高真空段太久。燒結最高溫度建議至少要在 1250~1300°C 範圍內，並有至少 3 小時以上的保溫以增加材料的緻密度。由於大中華區的燒結爐條件不盡相同，Dr. Q 無法精確告知各位正確的燒結條件，但是處理過 BASF Panacea 這支材料的廠家，應該就不陌生燒結的參數變動，注意到緻密化的最高燒結溫度甚至要到達 6 小時以確保 MIM 件密度到位，請注意！

2.2 Heat treatment 熱處理

The following heat treatment program is recommended.

經過 3D 打印的產品必須採用下列兩種熱處理方式

1.If necessary, the Hot isostatic pressing (HIP) in a shared cycle, with the following parameters: – 1200 °C – 1000 bar argon – 240 minutes.

如果有必要，熱等靜壓是一個增加密度的製程，請按照：1200°C，1000mba，氬氣保壓 240 分鐘。

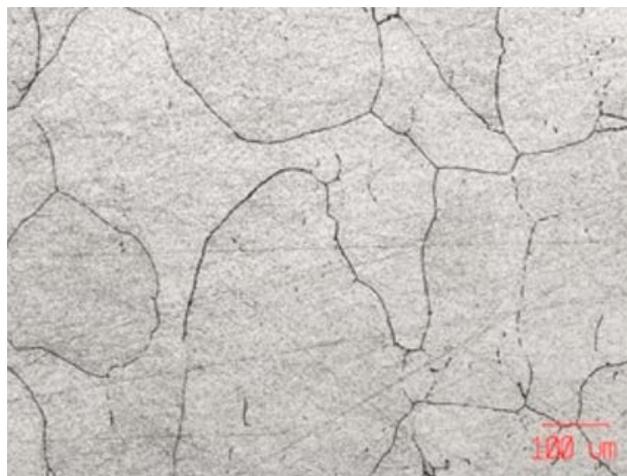
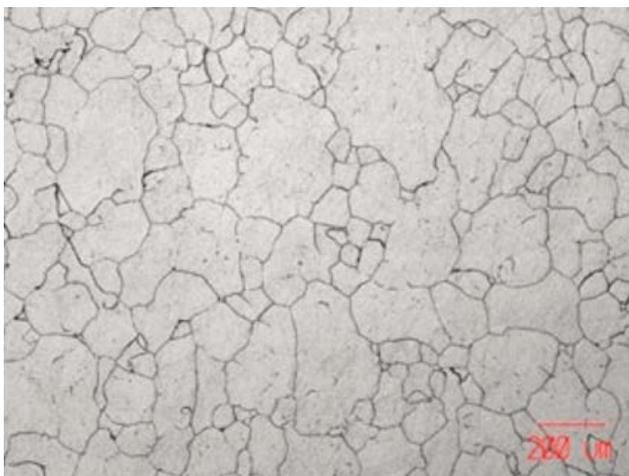


圖 4:Microstructure after HIP+HOM, etched cross-section along the Z-direction, 經熱處理後的零件 Z 方向截面的微結構；左 50x(紅色尺標顯示 200um)、右 100x(紅色尺標顯示 100um)

2.Homogenisation (HOM) heat treatment, with the following parameters: – 1220 ° C – 0.7–0.9 mbar argon – 240 minutes. As rapid quench rate as possible, from 1220 ° C to 760 ° C in 8 minutes maximum. The purpose is to dissolve carbides and improve the isotropy of the microstructure, reducing the brittleness of the as-built EBM material. (MIM, Metal-powder Injection Molding also follow the HOM treatment after sintered)

均質化熱處理 (HOM) 請按照下列參數：1220°C，0.7~0.9 mba，氬氣保壓 240 分鐘；然後急冷由 1220°C 到 760°C，必須在 8 分鐘內。這種急速冷卻的目的是為了防止溶解到基底的碳聚集並改善顯微結構的均質性，減少由於 EBM 材料因打印沉積的不均勻現象（金屬粉末注射成形亦採用此工藝處理）

2.3 Machining 切削

Parts manufactured in the EBM process feature good machinability. Parts produced using the Arcam EBM process demonstrate excellent results when using any conventional machining process.

The excellent properties displayed by the parts manufactured with EBM allow polishing of the parts to a mirror or optical finish for use in dies and other applications requiring a superior surface finish.

3D 沉積的 F75 有很好的切削性能，零件可以採用傳統的機械加工來移除材料。同時也允許拋光到達鏡面或光學等級的光滑表面。（當然必須經過 HIP 消除內部孔隙後，這和 MIM 零件的先天缺失是一樣的，3D 打印和沈積方式都有這樣的分層與孔隙）

2.4 Microstructure Manufacturing 微觀結構

CoCrMo parts with EBM results in fully dense parts without weld lines in the material before or after heat treatment (HIP+HOM). The as-built material consists of elongated grains containing carbide precipitation. Heat treatment transforms the microstructure into an isotropic structure with a substantial reduction of visible carbides.

如果沒有經過熱處理和調質處理 (HIP+HOM)，以電子束沉積的 3D 打印方式的 F75 零件的顯微結構可以很輕易的觀察到具有層狀結構，這是因為碳沉積在晶

界的位置。熱處理可以改變這種不均勻的現象使碳重新溶解到結構中。

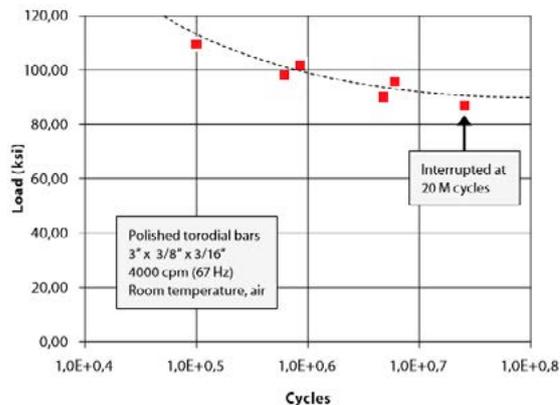
The images below show the typical microstructure before and after heat treatment (HIP+HOM). The as-built material has elongated grains in the build direction (Z). It contains a high density of carbides that result the high hardness of the as-built material.

以下微觀結構是未經熱處理以及熱處理之後，在 Z 方向的顯微結構變化，碳含量較多的地區顯示出較高的硬度。

HIP+HOM completely transforms the microstructure into an isotropic state. The carbides are dissolved, leading to the increased ductility and reduced hardness demonstrated in the after the heat treatment specifications. There is no porosity in the as built or in the HIP+HOM material.

經過熱等均壓與均質處理後顯微結構轉變成為均勻狀態（等軸晶體），碳重新溶解到基體晶粒中使得零件脆性降低而延展性變好，這裡也看不到有任何的孔洞。■

RBF S/N diagram in ksi units



RBF S/N diagram in MPa units

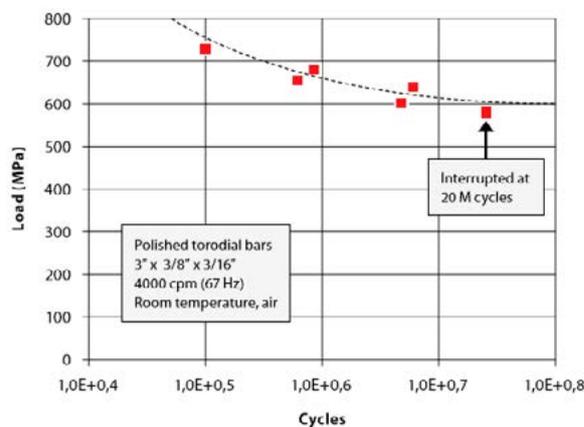


圖 5: Arcam ASTM CoCr F75 Rotating Beam Fatigue Test 耐疲勞測試的標準；上圖為公制 MPa；下圖為美製 KSI

直线电机驱动 精密金属3D打印机

OPM350L

满足大型化、多样化的需求
 利用并行模式(parallel mode)大幅提升造型速度
 运用材料自动排出自动供应装置(*)连续自动运作

单工序铣削

单工序铣削加工为Sodick新推出的一种全自动加工方法。可用激光照射金属粉末使其熔融，之后再旋转刀具连续进行至最后加工。尤其是在制造塑料成形品的模具时，仅需要一台本设备即可制造3D冷却管和深肋条等部份的复杂形状。

 高速造型、切割时间缩短
 材料自动排出自动供应装置

通过新的加工形态（并行模式）高速控制单一台激光器，让多处同时造型成为可能。此外，根据造型的3D形状，激光的积层次数与刀具切削加工的平衡性进行最佳化，也大幅缩短了切削加工时间。而新开发的金属粉末材料自动排出自动供应装置(Material Recovery System: MRS、选配)，实现连续运作。

 自主研发数控装置
 及专用CAM

采用本公司自主开发、制造的新型计算机数控装置“LN4RP”，且搭载自主研发及制造的高性能直线电机。运用CAD设计3D散热管内置模具，并通过CAE进行树脂温度模拟。设计出的CAD数据读取至专用CAM“OS-FLASH”转成数控程序后，即可使用OPM350L一站式完成模具制造的工序。



节能 可回收 保护地球 免维护 使用环保材质

绿色环保

※图片设备包括了材料自动排出自动供应装置 (MRS: 选配)。



劉文斌

- 現職型創科技股份有限公司技術總監
- 曾任職 Moldex3D 大中華區技術總監
- 多家業界公司技術顧問與技術授課講師

專長：

- 高分子塑膠材料、檢測技術、複合材料、合膠混練配料技術
- 塑膠押出、射出成型加工技術
- 成型加工模具、螺桿及製程設計、連續複合押出發泡成型技術

塑膠材料的收縮與翹曲 (二)

■ ACMT/ 劉文斌

纖維補強塑料

纖維補強塑料由於其纖維具有高度纖維排向效果，所以此材料射出件也會因纖維排向造成不同方向具有不同的特性。對於一無補強材添加的純料塑料及一有纖維補強的塑料，在相同產品設計下相互比較其翹曲方向，不難發現可能對於相同射出件會產生出完全相反的翹曲趨勢，如 (圖 1) 所示。

冷卻效率對產品翹曲的影響

整體產品具有不均勻冷卻 (局部位置的冷卻速率與大部分區域不同) 或是產品厚度方向具有不對稱性的冷卻，都會造成產品有不一致的收縮量，同時也會衍生出翹曲問題。所以經常會發現產品在冷卻後開模頂出會有嚴重的翹曲現象。

一般射出件成品的翹曲原因

一般射出件成品的翹曲原因可以分為：(a) 成品整體的冷卻不均勻，例如產品局部位置的冷卻過快或過慢，尤其常見的是冷卻水路設計上水管的排列疏密度或冷卻效率差異，也會造成產品整體的冷卻不均勻現象。(b) 針對局部位置如果成品厚度方向上具有不對稱性的冷卻，也會造成厚度方向的收縮量值不同，而衍生出翹曲現象。

產品厚度參數對產品翹曲的影響

射出產品的厚度越大其收縮量值會越大；由於大部份射出件的厚度都不是均勻的，所以沒纖維補強塑料的產品大部分的翹曲問題，可能都是來自產品厚度的不均勻性所造成。另外產品厚度的不均勻性，也會影響到產品的冷卻速率或是結晶程度的差異。高結晶程度會伴隨著較高的體積收縮量，而較慢的冷卻速率通常可以有較高的結晶度，所以產品在厚度上的差異，往往就會因為其冷卻速率不同，而造成結晶性材料的結晶化程度不同，進而衍生收縮量值不一致而最後形成產品的翹曲現象。

成品幾何形狀不對稱性對產品翹曲的影響

成品的幾何形狀如果具有不對稱性的設計，將會造成

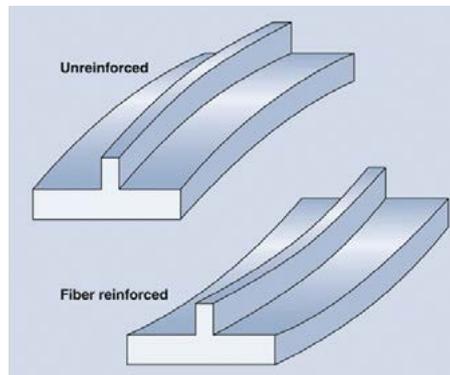


圖 1: 未補強材料與纖維補強材料對射出件產品翹曲的影響

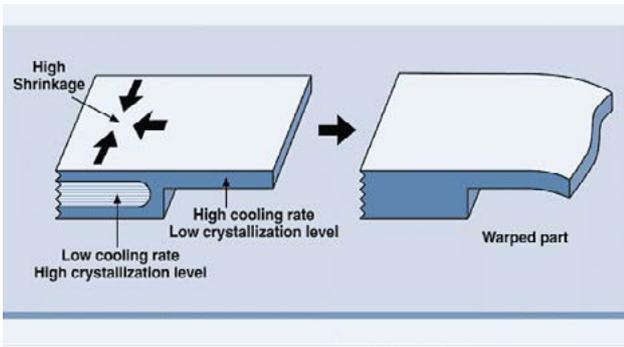


圖 2: 不同厚度將影響產品的冷卻與結晶而造成翹曲

產品容易發生不均勻的冷卻現象，所以也會因為局部的不同收縮量，而造成產品容易發生翹曲問題。例如一平板產品其背面具有數目很多的補強肋 (rib) 設計，或是補強肋都設計在特定單方向上，此種設計的產品就很容易發生翹曲問題。在圖中的補強肋設計上，因為在補強肋的內側肋牆位置很難去設計冷卻水路，所以在此位置是屬於冷卻效果較差的區域。冷卻效果不良將會造成此區域會有較高的收縮量，所以會導致如下圖右邊所顯示的翹曲趨勢。

翹曲現象的形成原因

翹曲現象的形成原因，主要是射出件產品的不同區域，產生了不一致的收縮量值。對於產品厚度的變化、不均勻的模溫分佈、由成品厚度較薄區域充填到較厚區域以及射出充填所產生的分子定向及纖維補強材的定向效果都會影響射出件產品的翹曲變形。塑膠材料在射出成行加工過程中進行冷卻固化時將會產生收縮現象，而整體射出成品的收縮變化將會造成射出產品的翹曲及變形。影響射出產品翹曲的因素有模具的冷卻效果、定向效果、保壓效果及成品的厚度變化。不均勻的模具冷卻效果，將會造成產品不同區域的收縮速率不同，進而所產生的收縮量值也不同。而纖維補強塑料一般會表現，在垂直流動方向上的收縮量值會大於流動方向的收縮量值的趨勢。不均勻的纖維定向

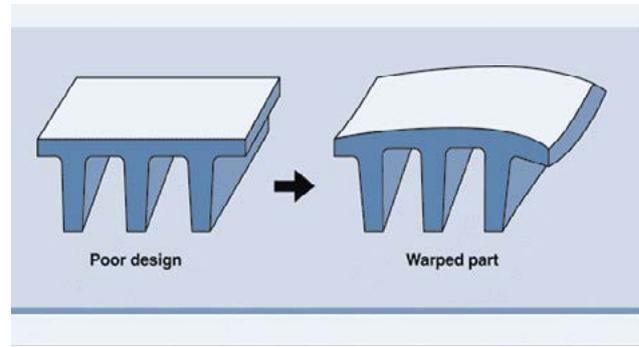


圖 3: 不良的補強肋設計所造成的翹曲問題

將導致在成品中產生不同的收縮量。成品中較厚區域的收縮量值會高於成品中厚度較薄的區域，且較厚區域因為冷卻速率慢，相對的持續的保壓效果也有限。所以相對較厚區域的保壓效果不足也會使較厚區域的收縮量值更大。要減少射出產品的翹曲現象，可藉由下列注意事項調整來達成：

- ⇒ 射出產品的厚度設計要盡量均勻
- ⇒ 模具的冷卻水路設計要能均勻冷卻產品
- ⇒ 對於產品的彎角或導角部位其內側的冷卻水路設計需仔細考慮的
- ⇒ 加纖塑料成品的澆口位置選定，以使纖維在產品長度方向產生均勻纖維定向排列为佳
- ⇒ 澆口設計要適當，澆口的大小及厚度設計要有利於飽壓作用的傳遞
- ⇒ 對於必須有厚度差異設計的射出件，射出澆口位置應選擇在產品的較厚區域

參考資料

1. <http://www.bayermaterialssciencenafta.com/checklist/shrinkage.html>
2. <http://www.bayermaterialssciencenafta.com/checklist/warpage.html>
3. http://www.dsm.com/en_US/html/dep/Warpage.htm。■



查鴻達

- 蘇州天智美 董事長
- KK-mold 總工程師
- 老查做模一千零一招作者·江蘇省模具協會專家顧問
- 江蘇常州模具協會技術顧問·長三角模具城總工程師

熟悉大型模具工廠的一切事物，有豐富的管理經驗和領導能力。親自設計或指揮生產的模具總數超過 10000 套。對模具理論研究有一定的成績，曾經獲一次全國優秀論文獎二等獎，一次三等獎，並獲得 6 項國家專利。獨立設計和指揮生產任何高難度，高精，複雜的塑料模，壓鑄模，冷沖模。熟悉 3D 產品設計，三維立體造型，數控加工中心編程，高難度模具設計、試模和產品檢測，熟悉注塑機，壓鑄機，沖床。

點石成金 冷擠壓招財進寶

■查鴻達

前言

經過 1970 年上海滬西工人俱樂部那次“胯下之辱”，我下了狠心，非要將冷擠壓技術研究透不可。我將那事情講給我老爸聽，他皺了皺眉，一句話也沒有說，只是一個人悶喝了二瓶“綠豆燒”。從第二天開始，通過他的朋友和我高中的班主任李老師（當時民盟上海地區負責人），收集了國內外能夠找得到的所有有關“金屬冷擠壓”的資料，我便發瘋般地學習。那時候，我們能夠做的，也只有如此了。我父親是上海一個工廠的技術廠長，他單位的一台 500 噸的油壓試樣機好像成了我的私人玩具。當時全國都在“抓革命”，像我這樣如痴如醉地學習技術的青年人，（還要有學習的條件）不知道有幾個。那段時間我真的是得益匪淺。所以，我這本書中的很多模具案例都是和“金屬冷擠壓”有點關係的。我心中有一個傻傻的想法，我總有一天，我要利用我學好的“冷擠壓”技術，賺成捆的錢，砸在那個可惡的“看門狗”和他的主人的臉上。

（我那時年輕，很衝動的）1972 年的一天，父親寫信告訴我，他有一個朋友在無錫東湖塘鄉下的一個小塑料鈕扣廠裡。有一些鈕扣的注塑模具，一直搞得不太滿意，產品是軍大衣上的鈕扣，（當時很流行的）叫我去看看。我馬上趕到那裡，一看，好簡單的模具結構，主要問題就是定模搞不光亮。產品出來不漂亮，沒有市場競爭力。他們工廠全是做塑料鈕扣的，有些是帶花的，

有些 ABS 的鈕扣還要表面電鍍裝飾鉻。很多模具都是一模出 16 個的，而 16 個型腔都是人工一個一個雕出來的，從理論上講，每一腔是不可能一樣的。當時的加工條件，要搞得漂亮，確實是很困難的，我想，我學了這麼多的“金屬冷擠壓”知識，終於可以鍛煉一下了。

開發過程

我回常州後，立刻動手做軍大衣鈕扣模具的冷擠壓的夾具。借了別廠的 200 噸的油壓機來進行試驗。因為從來也沒用真正的實戰過，做試驗都是一個一個地進行的。因為他們的模具是一模出 16 件的，所以我做了一個非常漂亮的沖頭（Cr12MoV），型面拋光拋得和鏡子一樣光亮。準備了一塊做 16 腔模的凹模，材料是用的 45 號鋼，還精心製作了一塊有 16 個導向孔的導向板。始料未及的是，壓第一個孔還可以，壓第二個孔的時候就發現凹模的四周翹了起來。壓第三個孔的時候，整個凹模已經非常嚴重地變形了。連導向孔的位置都“跑”了。第一次試驗就這樣失敗了。我頓時感到像天旋地轉一樣。好像那個可惡的“看門狗”在對著我得意地哈哈大笑。我可不是一個輕易言敗的人，失敗是成功之母，好好總結經驗教訓，再來過！事實上我失敗了好多次才搞定的。原因是“卸荷穴”沒有掌握好，並且也不可以幾個同時壓。

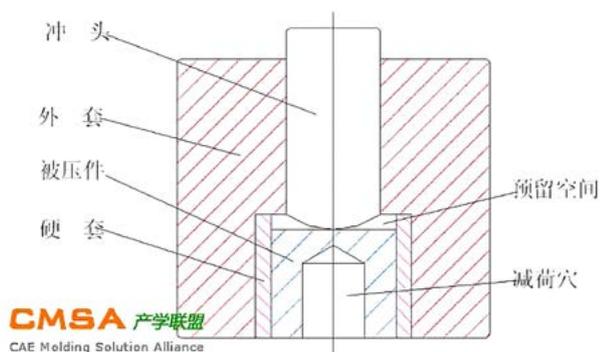


圖 1: 冷擠壓夾具的簡圖

只能一個一個壓好了以後鑲到定模板裡去。壓成功的型腔要準確地鑲嵌到模板中也有非常高的要求，被壓的零件其實四面八方都已經變形了，用什麼來做基準呢？通過多次的試驗後知道，基準一定就是型腔本身。但是怎麼才能夠將型腔鑲件的外圍加工到與型腔的造型一致呢？（同心度）後來我想到了一個好的辦法，就是將沖頭的柄做得比較長，大概 120 毫米。用車床的三爪卡盤夾緊沖頭，用百分錶分前、後二道找準，再將型腔鑲件的型面貼在沖頭上，和壓的時候一樣。再用車床的尾架的活動頂尖頂住這個被壓好的鑲件。然後用 502 膠水將沖頭和鑲件粘住，用比較鋒利的車刀將鑲件的外圍車出來，特別要注意的是，吃刀量千萬不能太大，假如鑲件和沖頭一打滑，鑲件就廢掉了。（因為軍大衣的鈕扣的型腔是圓的，假如非圓的形狀就沒關係）

本來以為用沖頭直接向下壓就可以了，其實不然，學問可大了，下面簡單總結幾條，供大家參考。1、沖頭的硬度最好是 HRC62。（材料：Cr12MoV）要有良好的導向和拔出機構，造型面要盡量光。2、沖頭和被壓件之間要有一層薄薄的油膜，不能有太多的油，因為油在密封的情況下再怎麼壓，也佔一定的空間，使得壓出來的形狀不準確。並且產生麻點。3、被壓件的設計，必須留出金屬流動的預留空間和減荷穴。



圖 2: 冷擠壓夾具

4、沖頭在從被壓件中取出之前，可利用導向部分做基準來加工被壓件的裝配基準。

結論

具體細節很多，各位可翻查“冷擠壓手冊”。（當時可沒有）我將做好的軍大衣鈕扣模具的定模鑲件送到無錫那家廠，試模出來的產品的表面象鏡子一樣，光可鑑人。廠長和書記以及廠裡的師傅個個都是讚不絕口。後來他們在東湖塘街上的飯店裡擺了一桌請我，我一看，哇，這麼多菜，我出娘肚子也沒有見過，一問多少錢，我的天，60 元，是我 3 個月的工資。在我年輕單純的心靈裡投下了一個“原子震撼彈”。原來學好了模具可以這樣的。可能叫“原動力”吧？不怕各位笑話，我當時為了做試驗方便，省得老往上海跑，自己還做了一個最最簡單的壓力機。雖然很老土，但也是我的一段歷史，那東西現在還在，那時我每個月的工資才 20 元。他們除了材料費和加工費外，一下子按當時無錫模具工的最高工資（每月 70 元）給了我 3 個月的工資。共 210 元。那一年我單為該廠就做了 20 多套，賺了 4000 多元錢，後來他們附近的幾個鈕扣廠也叫我幫忙，一下子賺了 2 萬多。在七十年代可是一個大數字。真是點石成金啊。哈哈。（真的是小人得志啊！）。■



林宜璟 (JeffreyLin)

- 現任職於宇一企業管理顧問有限公司資深顧問
- 學歷：台灣大學商學研究所企管碩士、交通大學機械工程系學士
- 認證、著作及其他能力：
 1. 認證：DISC 認證講師 (2005 年受證)
 2. 著作：《為什麼要聽你說？百大企業最受歡迎的簡報課，人人都能成為抓住人心高手！》(木馬出版社出版)
 3. 緯育集團 (<http://www.wiedu.com>) 線上課程，「管理學院」「業務學院」內容規劃及主講者

從 A 到 A+? 然後呢? 然後他就倒掉了!

■宇一企業 / 林宜璟

前言

今天要講的是一個結論可能是對的，但是推論過程是錯的的故事。

大約 10 幾年前吧！台灣的商業界有一本非常流行的經典叫做從“A 到 A+”（請參考圖 1）(From good to great)。這本書裡面有很多發人省思的管理觀點，比方：第五級的領導人，先找對的人再決定做什麼事，刺獨原則等。比較遺憾的是這些當時被稱為 A+ 的公司後來的發展都很掉漆。很多不但沒有維持 A+，甚至變成 C，有些甚至根本倒閉消失了。所以作者後來又寫了一本“為什麼 A+ 巨人也會倒下”，有點想要替自己自圓其說的味道。

這兩本書的第一本絕對是全球狂賣數百萬本，第二本賣得應該也不錯。儼然一時顯學。很可惜不管你認不認同書裡的結論，但是作者導出這些結論的方法卻是錯的。

我當年讀台大商學研究所的時候，有門「投資學」的課。老師為了增進我們學習效果，舉行了一個模擬投資比賽。就是每個學生學期一開始都有一筆同樣的虛擬資金，每星期我們要做投資決策，把這些資金分配到不同的投資標的，學期結束前再結算每個人的投資績效，結果我名列前茅。因為這個比賽結果占學期成績相當的比重，所以我投資學的成績也因此很好。

但是這真的代表我很擅長投資嗎？從我這輩子到目前的投資績效看來顯然不是。我當時想的是反正又不是拿真

的錢，富貴險中求，就賭他一把吧！所以我的資金全部重壓投機性高的股票。剛好運氣不錯，那一陣子的股市走大多頭，所以投資報酬率當然就出類拔萃了。

在那一場投資競賽中，我的績效就是所謂的 A+ 的超前段班了。如果你分析我的投資策略就會得出一個結論！：想要當 A+ 就要用力大買投機股。但這顯然是錯的！因為用力買投機股的人有更大一堆是血本無歸。贏家跟輸家用的策略其實完全一樣，但我們只分析贏家就得出結論，並且把他奉為最高指導原則。

"從 A 到 A+" 提出的很多理論，其實都很符合我自己原有的價值觀，我也真心希望他們都是對的。但現在看起來，他們即使沒有錯，預測力也非常薄弱。更重要的是，這樣“只看贏家不問輸家”的分析方法，幾乎天天出現在我們看到的媒體報導中。專家學者分析成功的企業，成績優異的學生，還有經濟發展好的國家，然後得出無數看似擲地有聲的建言。但這一切可能都建立在危險又錯誤的邏輯。

向贏家取經的研究模式並非一無可取，但是由此得來的藥方，在服用之前請先斟酌療效並檢視自我體質。否則別人的肉，可能是自己的穿腸毒藥。

這世界真正會害死你的，不是你知道你不知道的，而是你不知道你不知道的。

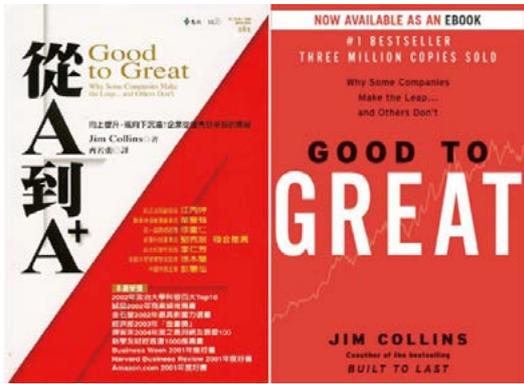


圖 1：商業界經點書籍 - 從A到A+? 然後呢? 然後他就倒掉了!

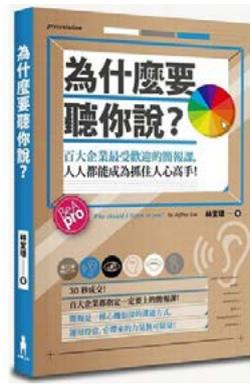


圖 2：林宜璟先生著作書籍

作者介紹

林宜璟，1987年畢業於台灣交通大學機械工程系，1989年獲得台灣大學商學研究所的企管碩士學位。擅長銷售、團隊領導及人際溝通等領域。「企業的補習班老師」是對自己半玩笑性質的描述。但是從這個定位出發，他將課程緊密連結到工作，用實際工作案例直接提升學員的「解題」能力。理論基礎紮實，但絕不空談學理。

設計課程時，他能提供貼近客戶需求的客制化方案，期望讓每一個培訓課程成為一個小型的顧問案。講授課程時，則給予學員完整觀念與分析架構的同時，盡可能結合學員的親身經驗，讓學員有系統、循序漸進的去體會、印證講授內容。更進一步，則希望課程中所討論出來的結果，是下課後立刻可以運用到工作上的。要達到以上的效果，講師豐富的實務經驗是關鍵。

作者的經歷涵蓋汽車業的銷售及售後服務。另外在消費性電子，網際網路，大型電腦主機及工業電腦等領域，也有深入的體會。高階營運主管的歷練，則使他能以更宏觀的角度，剖析企業的行為及策略，常能為學員帶來耳目一新的啟發。

■經歷：宇一企業管理顧問有限公司資深顧問、欣揚電腦股份有限公司總經理、艾訊股份有限公司營運副總經理 / 業務副總經理、昇陽電腦(Sun Microsystems)資深業務經理、英特連(香港)有限公司總經理、惠普科技(Hewlett-Packard, HP)PC暨周邊事業處經銷業務經理、

福特六和汽車公司(Ford)營銷處業務部營運規劃經理、營銷處業務部資深地區業務經理 / 營銷處零件服務部地區經理、裕隆企業集團總管理處專員。

授課經歷：台灣積體電路、聯發科技、宏碁科技、華碩電腦、鴻海科技、台灣微軟、惠普科技、仁寶電子、思科中國(Cisco)、微星科技、鼎新電腦、精英電腦、啟碁科技、揚明光學、和碩聯合科技、台灣飛利浦、士林電機、奇菱光電、友達光電、科盛科技、明碁電通、日月光集團、晶元光電、台灣戴爾(Dell Taiwan)、創見科技、中國松下集團、上海英業達集團、奇美電子(佛山)、台達電子、友訊科技、和艦科技(蘇州)、龍芯中科(北京)、趨勢科技、中國NEC集團、精誠資訊集團、台灣西門子、德州儀器、佳能半導體、緯創資通、明基材料、裕隆日產汽車、中部豐田汽車、三陽工業、匯豐汽車、納智捷汽車。

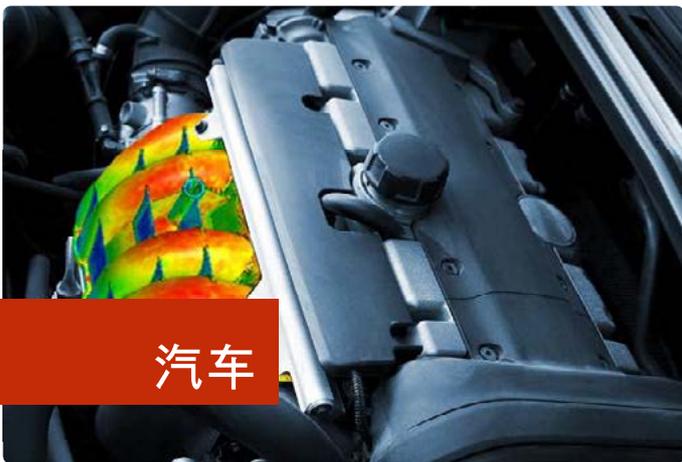
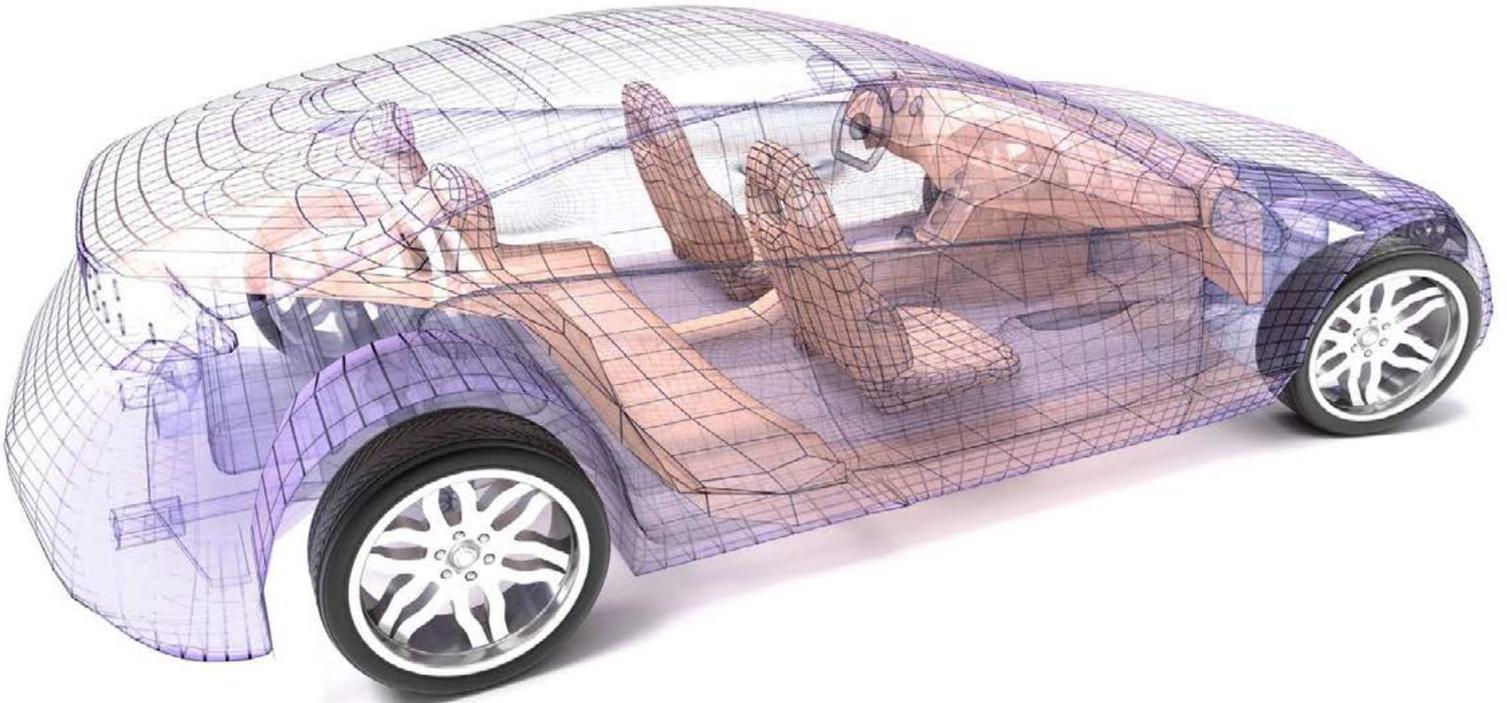
■認證、著作及其他能力：

1. 認證：DISC 認證講師 (2005年受證)
2. 著作：《為什麼要聽你說？百大企業最受歡迎的簡報課，人人都能成為抓住人心高手！》(請參考圖2)(木馬出版社出版)(著作介紹：<http://www.books.com.tw/products/0010566510>)
3. 緯育集團(<http://www.wiedu.com>)線上課程，「管理學院」「業務學院」內容規劃及主講者■

Moldex3D

CAE模流分析领导者 智慧制造幕後推手

好奇各产业大牛如何收服市场、掳获消费者的心吗？
因为他们都选用 Moldex3D 验证产品及模具设计！



汽车

外装/内装：

浇口引起之缝合线和包封问题。

- > 提前侦测缝合线和包封位置，优化浇口数量和位置。
- > 预先验证射出制程引起的残留应力和材料异向性问题。
- > 找出引发翘曲收缩主因，提供改善塑件和模具设计的方向，优化操作条件。

引擎盖下零件：

添加玻璃纤维的塑料成型品，尺寸公差与变形是成功与否的关键。

- > 观察熔胶成型过程和纤维排向，检视尺寸变形提升精密度。
- > 将纤维排向所导致的不等向性机械性质与残余应力导入结构分析软件。
- > 模拟中空塑件，使用者可采用科学方法来验证不同制程参数。

车灯：

必须无缝合线、尺寸精准和高透明性；
掌握多色成型的变因及加热均匀性。

- > 观察与优化热塑性和热固性塑料的流动波前，检视成型周期与变形问题。
- > 改善热塑性塑料模具冷却水路配置和热固性塑料模具加热系统的设计。
- > 预测第二射熔胶与第一射塑料的接口温度变化与剪切应力。



消费性产品

多材质射出成型产品：

不同材料有不同的热性质，如何控制翘曲量以维持产品尺寸稳定性，是多材质射出成型产品的一大挑战。

- > 采用Moldex3D Flow/ Pack/ Cool/ Warp/ MCM 来分析收缩和翘曲的成因，提供用户零件、模具设计和制程优化的深入见解。



电子

计算机组件：

- > 连接器生产者通常需要花费心力在缝合线和产品平整度问题；LCD面板业者则需要快速变模温技术和异型水路技术来创造附加价值。

家电用品：

- > 大型家电用品，常会遭遇成型外观问题。这类模具也经常采用热浇道和时序阀浇口控制设计，以避免出现缝合线、降低锁模力。Moldex3D 可以轻易模拟此类问题，协助预测并解决成型的困难。

手持装置：

- > 常使用嵌件成型和双料射出成型等复合成型技术，常遭遇缝合线、翘曲和短射等问题。透过 Moldex3D 独特的多材质成型 (MCM) 网格自动产生技术，可大幅降低设计验证和变更之间的时程！

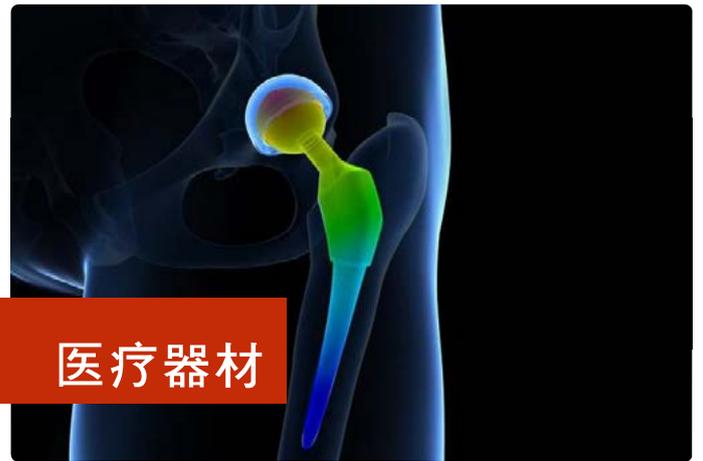


光学

光学组件：

因残留应力，各式镜片都有双折射问题。导光板和光盘片的尺寸控制和翘曲问题。

- > Moldex3D Advanced可以分析尺寸变异和翘曲主因，提供产品设计修改或是制程参数优化建议。
- > Moldex3D Viscoelasticity 模块检视不同阶段因流动残留应力，助于优化制程条件。
- > 采用Moldex3D Optics 模块，从热影响和流动残留应力中检视光弹条纹图像，找出双折射的起因。
- > 利用 Moldex3D ICM 模块探索射出压缩制程中，光学组件的光学性质，进而优化设计和压缩参数。



医疗器材

医疗器材：

在时间和成本因子限制下，克服多模穴成型的充填平衡及组装件精密度等问题是一大挑战。

- > Moldex3D 提供塑料医疗器材产业，完整的塑料射出模拟解决方案，包含：充填、保压、冷却和翘曲等分析。Moldex3D 擅长发现问题和提供最佳解决方案，为客户缩短上市时程和确保最佳产品质量，创造更多价值。

扫一扫，了解更多产业信息！

www.moldex3d.com

[mail: mkt@moldex3d.com](mailto:mkt@moldex3d.com)





CAE Molding Magazine

ACMT 協會/會員月刊



【加入會員即贈送雜誌】

CAE 模具成型技術雜誌-申請表

姓名	<input type="checkbox"/> 先生 <input type="checkbox"/> 小姐 <input type="checkbox"/> 個人 <input type="checkbox"/> 公司		
公司名稱			聯繫電話
部門			職稱
收書地址	□□□ (城市：)地址：		
E-mail			
收據資料	公司抬頭		
	統一編號		

我同意此個人資料得以運用於本協會並【作為相關活動聯繫及通知】。

加入會員即贈送雜誌：

- ACMT 菁英會員+贈送 12 期雜誌(會員優惠價：RMB¥800/NT\$3,000/年)
 - ACMT+SPE 超級菁英會員贈送 12 期雜誌(聯名會員優惠價：RMB¥1,380/ NT\$5,380/年)
- (以上推廣至 2018 年止·ACMT 協會保留變更及終止之權利。)

確認簽名：_____



CAE 模具成型技術雜誌：

台灣地區：

諮詢：林小姐 Amber Lin

電話：02-8969-0409 #23

信箱：amber.lin@caemolding.org

網址：<http://www.caemolding.org/acmt/member/>

大陸地區：

諮詢：陽小姐 Mary Yang

電話：+86-769-2699-5327

信箱：mary.yang@caemolding.org

创想智造3D打印网 (www.24Maker.com) 是“开思网”旗下专注于数字化快速制造的云服务平台, 致力于为客户提供顾问级的在线3D打印解决方案。我们基于20多年的产品开发与模具制造经验, 自主开发的在线3D打印系统, 独有的一键上传功能, 可以一次上传所有需要3D打印的模型, 即时报价, 自助下单, 最快24小时交货。让3D打印更好的助力产品开发, 快速完成外观评估、结构验证、样品制作、手板模型、小批量生产。

- ◇ 塑料材料包括: 光敏树脂、透明树脂、高精度树脂、尼龙、尼龙+玻纤、红蜡等;
- ◇ 金属材料包括: 模具钢、不锈钢、铝合金、钛合金等;
- ◇ 行业应用领域: 消费电子、珠宝首饰、注塑模具、工业自动化、医疗、汽车、航空航天等;

1

上传产品

- ◇ 设置单位, 选择材料
- ◇ 选择文件, **提交**上传
- ※ 一次可以上传所有需要 3D 打印的 STL 格式模型文件, 多文件建议使用 ZIP 压缩, 上传更快速



上传模型

单位: **毫米 mm** | 厘米 cm | 英寸 in

材料: 白色光敏树脂(类ABS) - 精度0.05-0.1 [最高性价比, 1天交货]

文件: **选择上传 STL 3D 图**
可多选, 多个图形建议使用ZIP压缩

提交

关于材料选择和具体交期等问题请与我们联系:
联系人: 方经理
手机: 138 2366 9639 (微信)
QQ: 38868777 [QQ交谈](#)

2

智能报价

- ◇ 点击左侧方框可加载3D模型
- ◇ 核对模型信息, **加入购物车**
- ※ 可以单个或批量操作: 重选材料、重设单位、加入购物车



模型列表	收起/展开
 <p>模型名称: 铁塔 [编辑] 文件名称: Eiffel_Tower_mini.STL 轴向尺寸: 2.000 x 2.000 x 4.500 cm³ 模型重量: 5 克 ≈ 1.30 g/cm³ x 0.990 cm³</p>	<p>分析日期: 2016-1-6 21:23 文件大小: 300.67 KB 模型材料: 白色光敏树脂(类ABS) - 精度0.05-0.1 模型价格: 20 元/件</p> <p>更多 重选材料 加入购物车</p>
 <p>模型名称: 烛台 [编辑] 文件名称: tealight_02.stl 轴向尺寸: 7.249 x 7.812 x 5.000 cm³ 模型重量: 185 克 ≈ 1.30 g/cm³ x 142.049 cm³</p>	<p>分析日期: 2016-1-6 21:24 文件大小: 318.64 KB 模型材料: 白色光敏树脂(类ABS) - 精度0.05-0.1 模型价格: 740 555 元/件</p> <p>更多 重选材料 加入购物车</p>

3

在线下单

- ◇ 进入购物车页面
- ◇ 核对模型信息 (体积、材料、数量), 确认无误点击**去结算**
- ※ 可以在购物车调整模型数量、删除模型、勾选/取消等操作



已选模型 3 件, 重量 195 克 总计(不含运费): 799.00 595.00 元 去结算
<input checked="" type="checkbox"/> Eiffel_Tower_mini 2016-1-6 21:23
<input checked="" type="checkbox"/>  铁塔 4.00 5 g <input type="text" value="2"/> 40.00 删除 模型体积: 0.990 cm ³ 模型材料: 白色光敏树脂(类ABS) - 精度0.05-0.1 (1.30 g/cm ³)
<input checked="" type="checkbox"/> tealight_02.stl 2016-1-6 21:24
<input checked="" type="checkbox"/>  烛台 4.00 185 g <input type="text" value="1"/> 740.00 删除 模型体积: 142.049 cm ³ 模型材料: 白色光敏树脂(类ABS) - 精度0.05-0.1 (1.30 g/cm ³)
<input checked="" type="checkbox"/> 全选

4

交付货品

- ◇ 进入结算页面
- ◇ 填写收货地址, 选择支付方式
- ◇ **确认提交订单**, 进入支付页面
- ◇ 等待加工完成, 顺丰物流配送



1. 收货地址

方立国 深圳市三迪科技有限公司 广东省深圳市宝安区西乡街道宝安桃花源创新科技园主楼418室 13823669639 [编辑]

添加收货地址

2. 支付方式

在线支付(不要发票) 比率: x 1.00

订单详情

确认提交: [添加服务条款及隐私](#) [模型 3 件, 重量 195 克](#)

模型打印属微利服务, 不同材料有各自最低收费标准及包邮价格, 不足额需补交附加费用和运费;
当前包邮或运费策略均指收货地址在国内大陆地区, 港澳台及国外区域收货, 快速费用到付;
模型打印涉及支撑材料及后处理等工序, 不同材料有各自最低计价重量及交货周期;
特殊模型(如超长、局部结构尺寸细小等)、金属材料、同一订单多种材料打印请先联系我们;
正常情况下, 支付订单款项后一个工作日内将安排上机加工;
加工时间受模型复杂程度影响, 加工检验完成 12 小时内安排发货;
货运时间受快递公司投递速度影响;

附加 0.00 元
运费 0.00 元
运费 0.00 元
优惠 185.00 元
总计应付 **595.00 元**

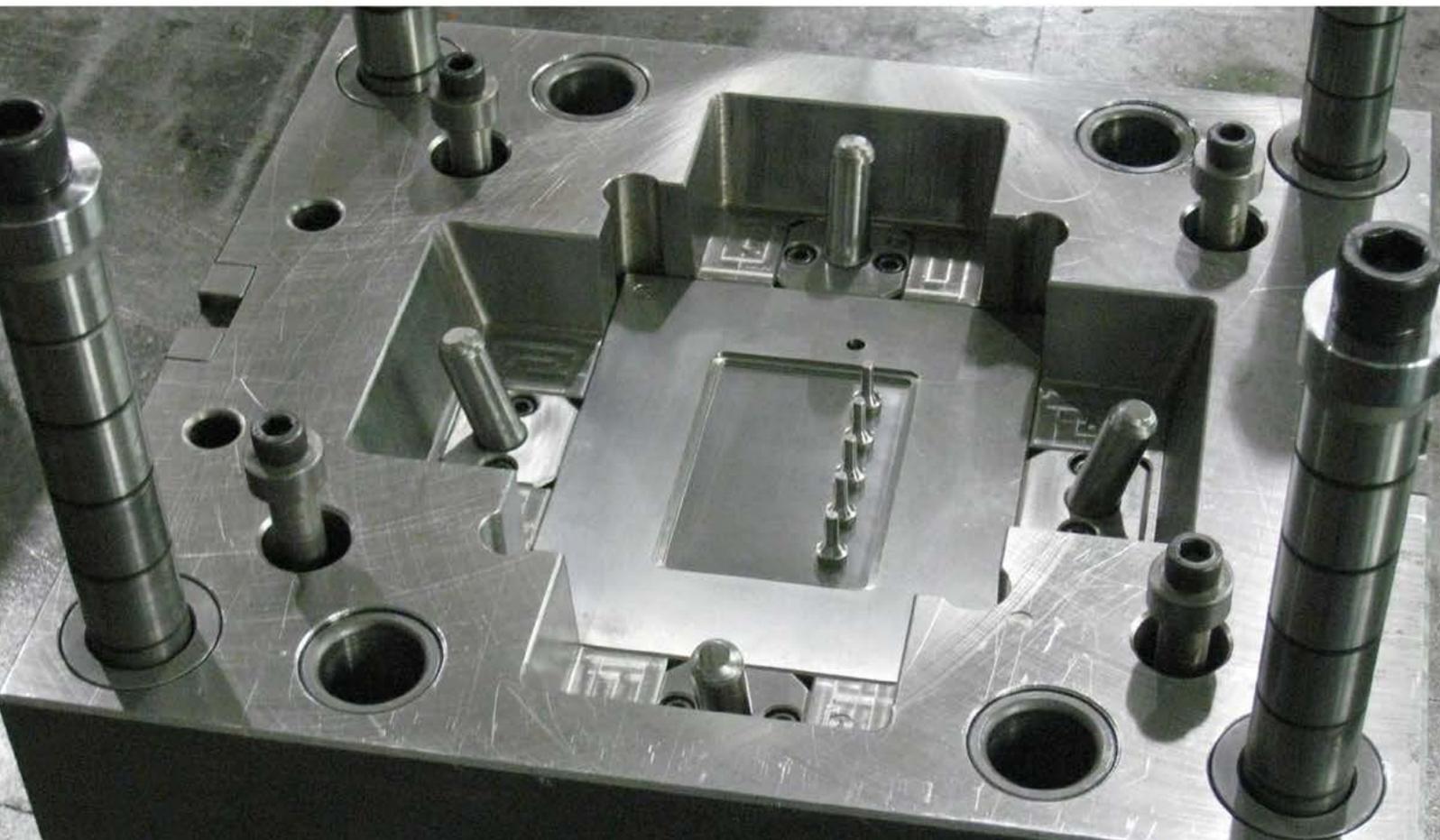
[确认提交订单](#)

联系我们

关于3D打印的材料、工艺, 要求等, 请咨询在线专家顾问, 我们竭诚为您服务。
深圳市创想智造科技有限公司
地址: 深圳市宝安桃花源科技创新园主楼418室 联系人: 方立国 (技术顾问)
邮箱: fangliguo@icax.cn 电话: 138 2366 9639 (微信) QQ在线服务: 3886 8777

广告编号 2018-02-A10





科學試模
解決方案



先進成型
解決方案



隨形水路
解決方案



精密檢測
解決方案

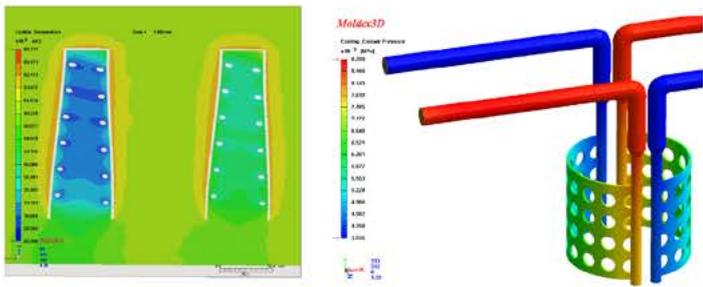


科學試模 解決方案

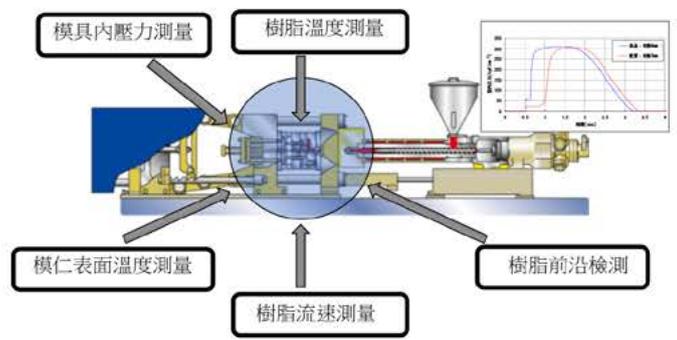
科學試模實現注塑工藝的優化控制方法，以提供更短的成型週期，更高的生產良率，和更穩定的注塑程序。模具內部的塑料流動行為才是決定製品質量的關鍵，而不是購買昂貴的設備。對於許多公司來說，實現電腦試模及科學試模使利潤急劇增加，並挽救了許多面臨倒閉的企業。科學試模不是行業的流動語言，而是一種趨勢，正在改變著引塑業發展的更好。

隨形水路 解決方案

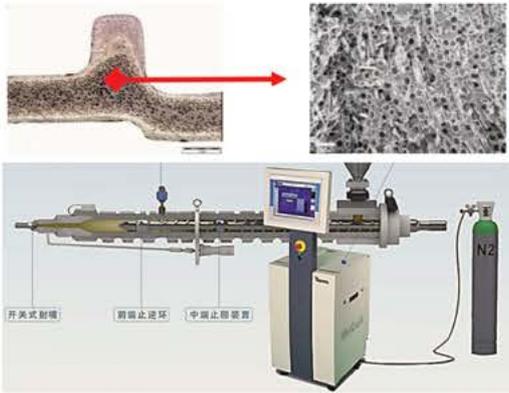
隨著形水路因幾何形狀複雜度遠高於傳統水路，因此加工較困難。但若採用激光金屬粉末燒結技術時，就沒有加工上的限制。異型水路除了能提供良好的散熱效率，使冷卻週期得以降低外，因為模溫差降低，一些缺陷如翹曲與凹痕能夠有效避免，因此產品品質能更加提。



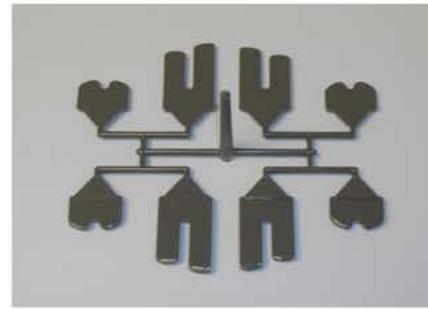
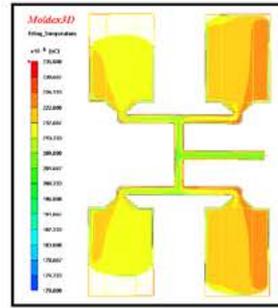
Moldex3D模流分析解決方案



模內壓力等信號測量解決方案



微發泡射出成型的整合解決方案

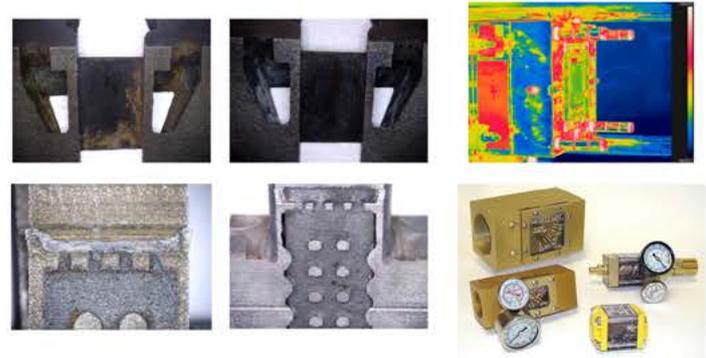


自然的“不平衡”

MeltFlipper熔膠翻轉解決方案



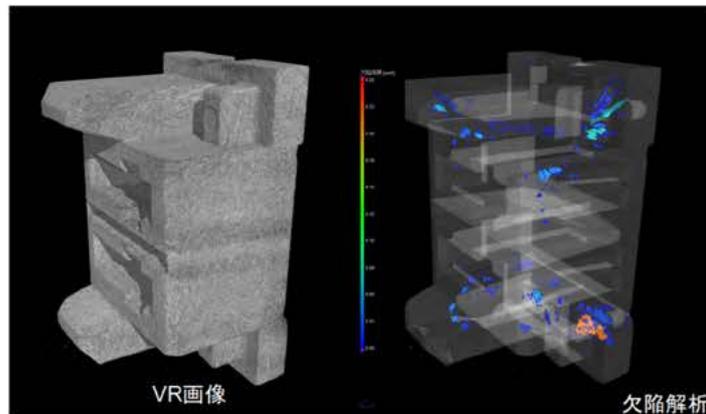
金屬打印及擴散焊接設備導入



異型水路保養及在線檢測技術



有害物質(ROHS)檢測解決方案



X-Ray斷層掃描檢測解決方案

ACMT 菁英俱樂部會員

原價: RMB ¥ 960 / NT\$ 3,600
優惠價: RMB ¥ 800 / NT\$ 3,000

1. 獲取CAE模具成型技術雜誌 (1年份12期)
2. ACMT主辦活動課程1次免費 (限CML系列)
3. ACMT舉辦交流活動優惠折扣
4. 技術電子文件及視頻影音資料
5. ACMT塑料加工解決方案折扣
6. 華人最大的橡塑模具社團交流



報名網址: <http://www.caemolding.org/acmt/member>

ACMT + 美國SPE聯名會員 (SPE Professional Member)

原價: RMB ¥ 2,100 / NT\$ 8,100
限定優惠價: RMB ¥ 1,380 / NT\$ 5,380

(2017年12月31日止, ACMT協會保留變更及終止之權利)

1. 獲取25,000篇技術文件 (線上資料庫)
2. 紙本SPE塑料工程雜誌 (1年10期)
3. 全球40多場SPE會議折扣
4. 優惠價格訂閱SPE科技期刊
5. 與全球15,000位菁英進行交流

