

模具異型水路設計 與模具水路保養及水質管理

唐兆璋 / Steve Tang



ACMT簡介

緣起

- 成立於2004年,源自於台灣清華大學化工系CAE研究室。

成立宗旨

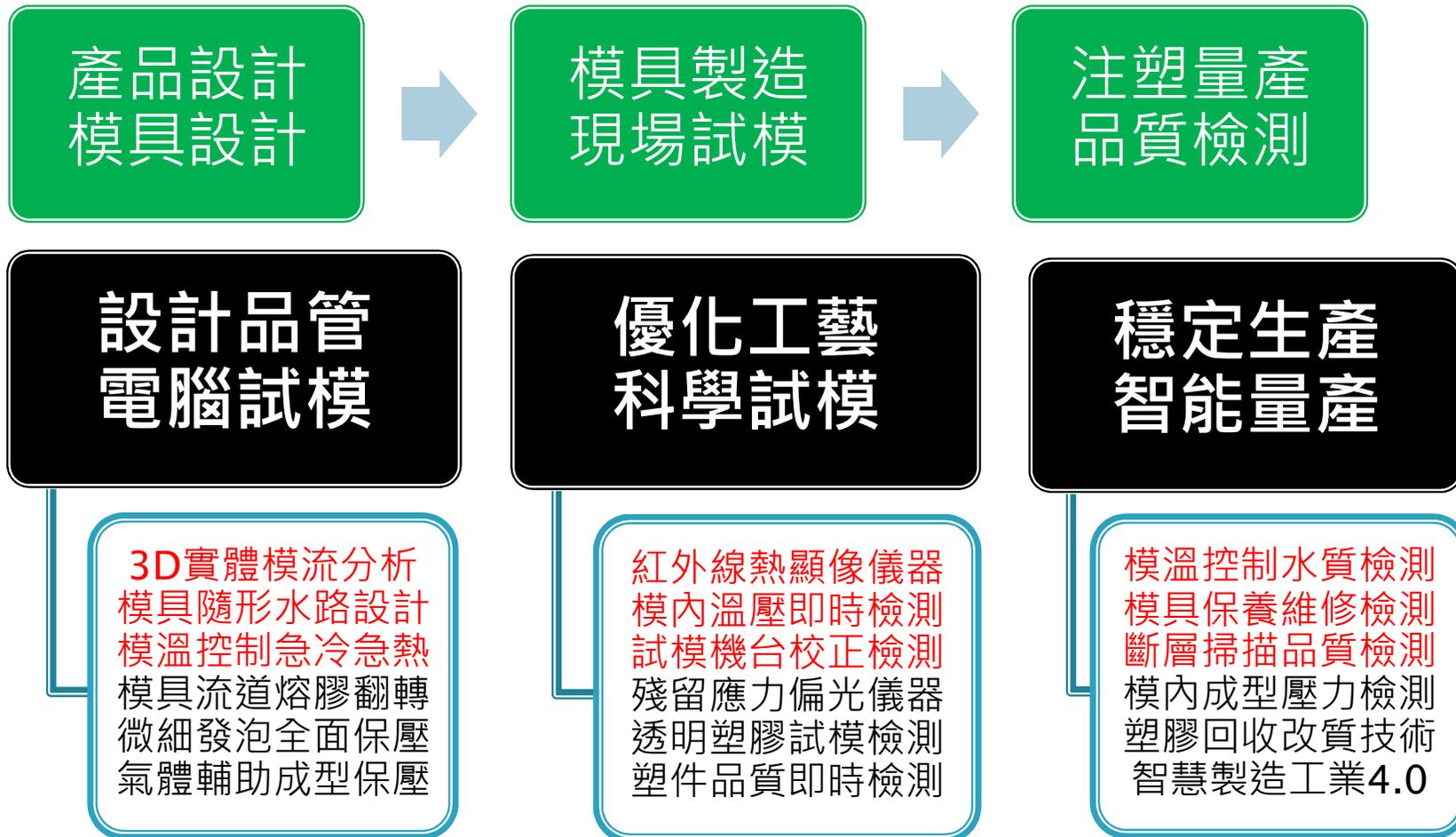
- 建立專業的成型技術交流平臺，促進產學合作最新技術交流。
- 推廣最新的成型技術解決方案，提供專業成型技術培訓課程。
- 結合國內外相關單位建立聯盟，進行產業技術交流國際合作。

培訓中心介紹

- 臺北總部：新北市板橋區文化路一段268號6樓之一（田明文化大樓）
- 臺北培訓中心：新北市板橋區文化路一段268號6樓之一（田明文化大樓）
- 臺北技術中心：新北市板橋區四川路二段58號（亞東技術學院）
- 東莞辦公室：東莞市南城區元美路8號B座508室（華凱廣場）
- 東莞培訓中心：東莞市南城區元美路8號B座1203室（華凱廣場）
- 東莞技術中心：東莞市長安鎮沙頭南區貓山東路99號（東莞理工學院）
- 蘇州培訓中心：蘇州市平江區人民路3188號C座1609室（萬達廣場）



ACMT【先進模具-智能成型】技術服務平臺



人才培訓認證 / 大數據知識庫



唐兆璋 (Steve Tang) 個人介紹

- 現職：
 - 型創科技顧問股份有限公司 副總經理
 - 台灣區電腦輔助成型技術交流協會 副秘書長
- ▶ 學歷：
 - 中原大學 機械工程學系博士班 (在學)
 - 勤益科大 材料與化學工程研究所碩士
 - 臺北科大 化學工程技術系學士
- ▶ 經歷
 - 1994-2005年在清華大學張榮語研究室擔任研究助理，及科盛科技擔任專案經理，長時間涉足各種製程的模流分析超過500件，輔導不同產業的工程顧問及諮詢超過50家，並且為【IMD模流分析的FMC修正分析方法】專利的發明人。
 - 2005-2015年在龍生工業(光寶集團)擔任研發處長，負責動態模溫控制，薄膜裝飾(IMR, IMF, OMD)，及真空濺鍍(EMI, VM, NCVI)等新技術導入及量產；從機構設計、材料及設備評估、模具開發、到量產優化，參與300餘套的開發案。
 - 2015加入ACMT協會，致力於推廣歐美最新的成型技術及解決方案，提供專業成型技術及培訓課程，結合國內外相關單位，進行產業技術交流及國際合作，並擔任科學試模的培訓講師及諮詢顧問等工作。

開發實績：200套動態模溫控制模具



筆記本後殼(PC+50%GF, 2013)



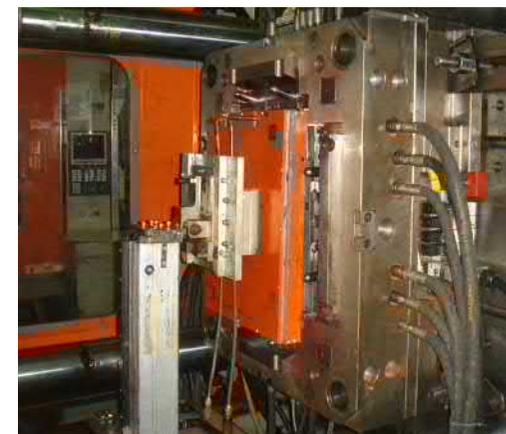
筆記本前框(PC+20%GF, 2007)



鍵盤框架(PC+PMMA, 2011)



LCD螢幕前框(PC+ABS, 2010)

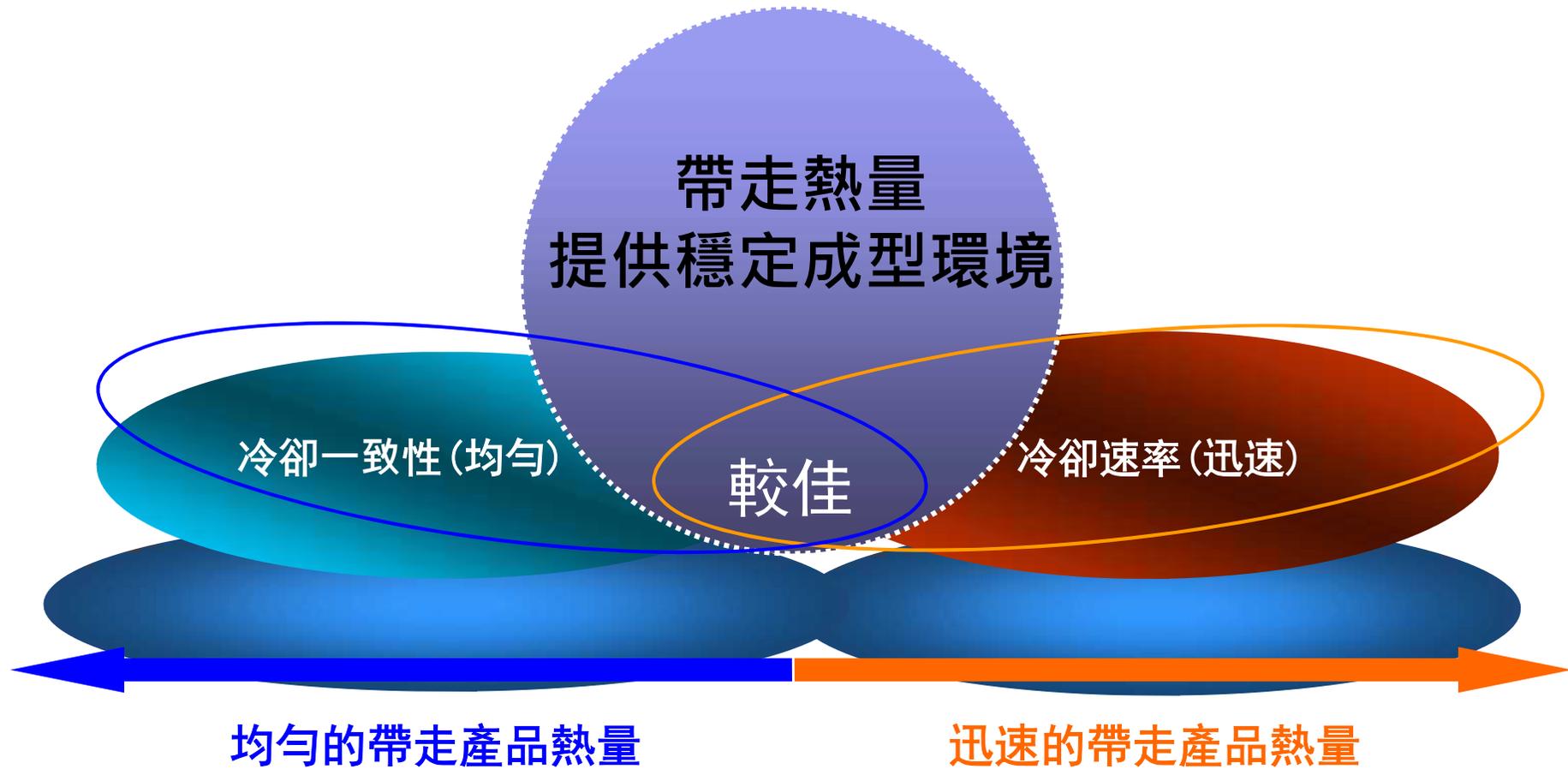


感應加熱模溫控制系統(220KW)

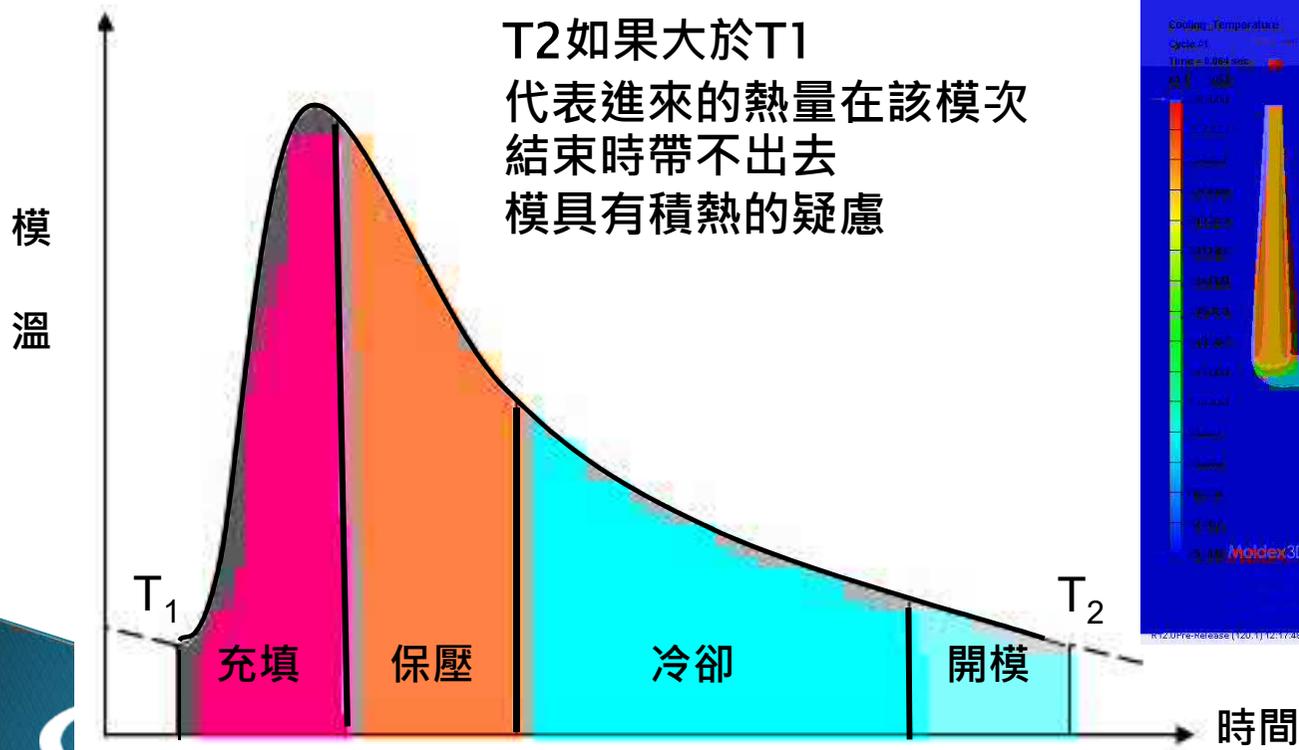
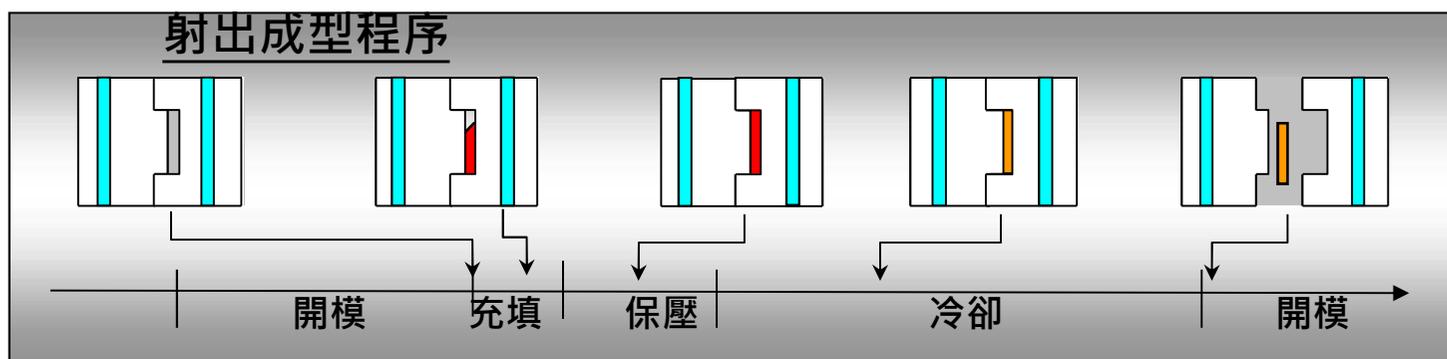
模具異型水路的设计原则



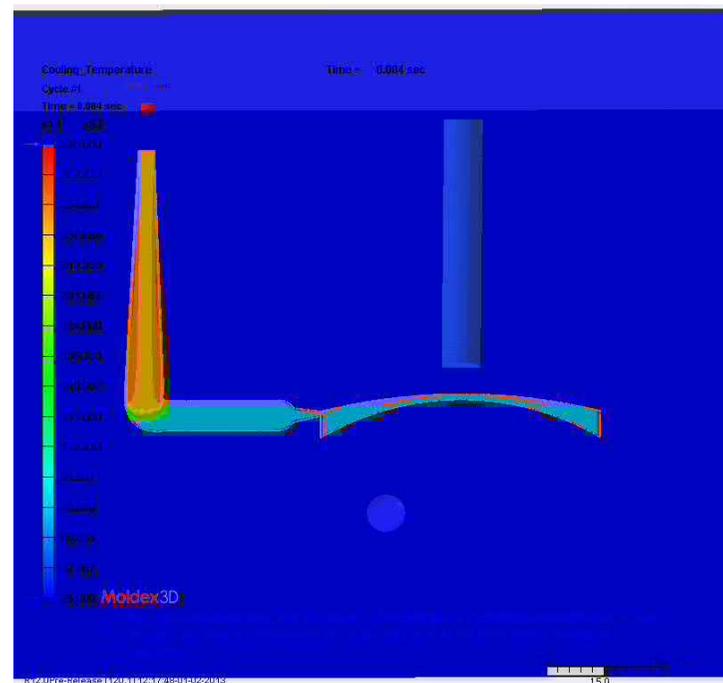
設計模具冷卻系統關鍵考慮因素？



單一成型週期內的模溫變化

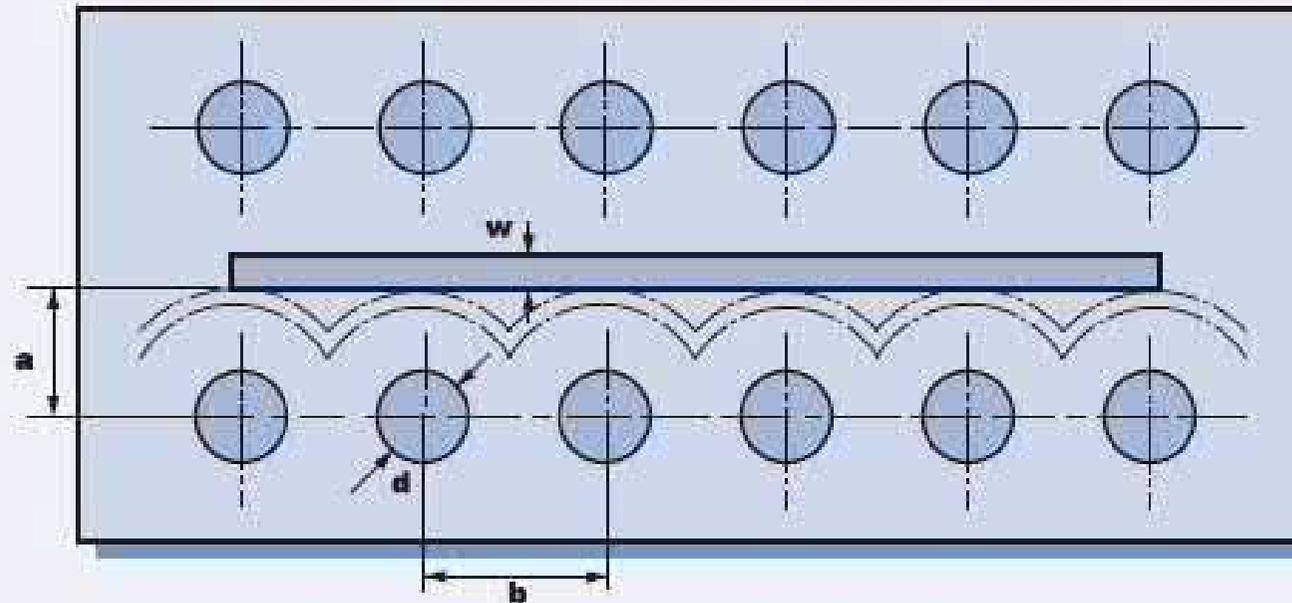


T2如果大於T1
代表進來的熱量在該模次
結束時帶不出去
模具有積熱的疑慮

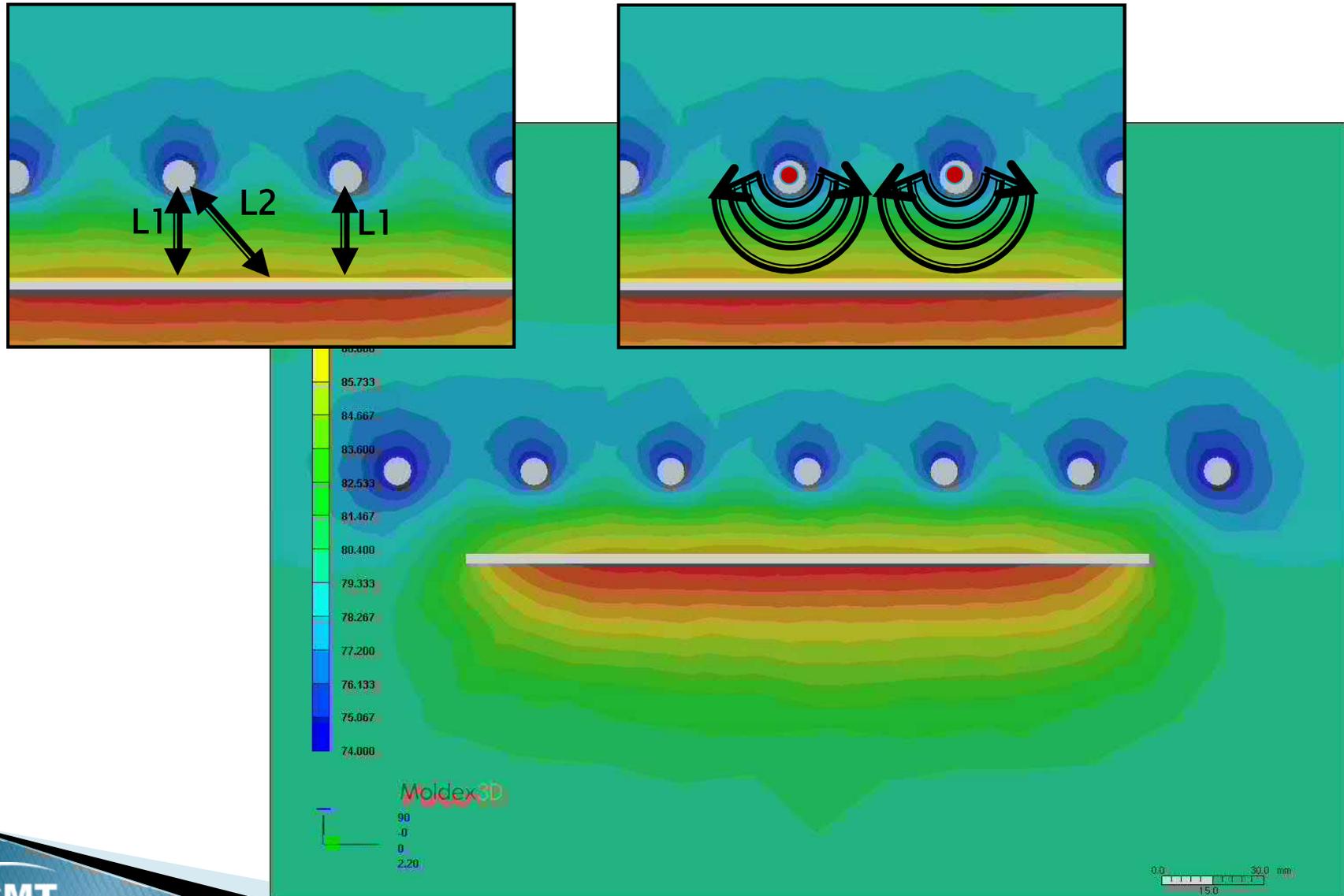


冷卻系統設計概念

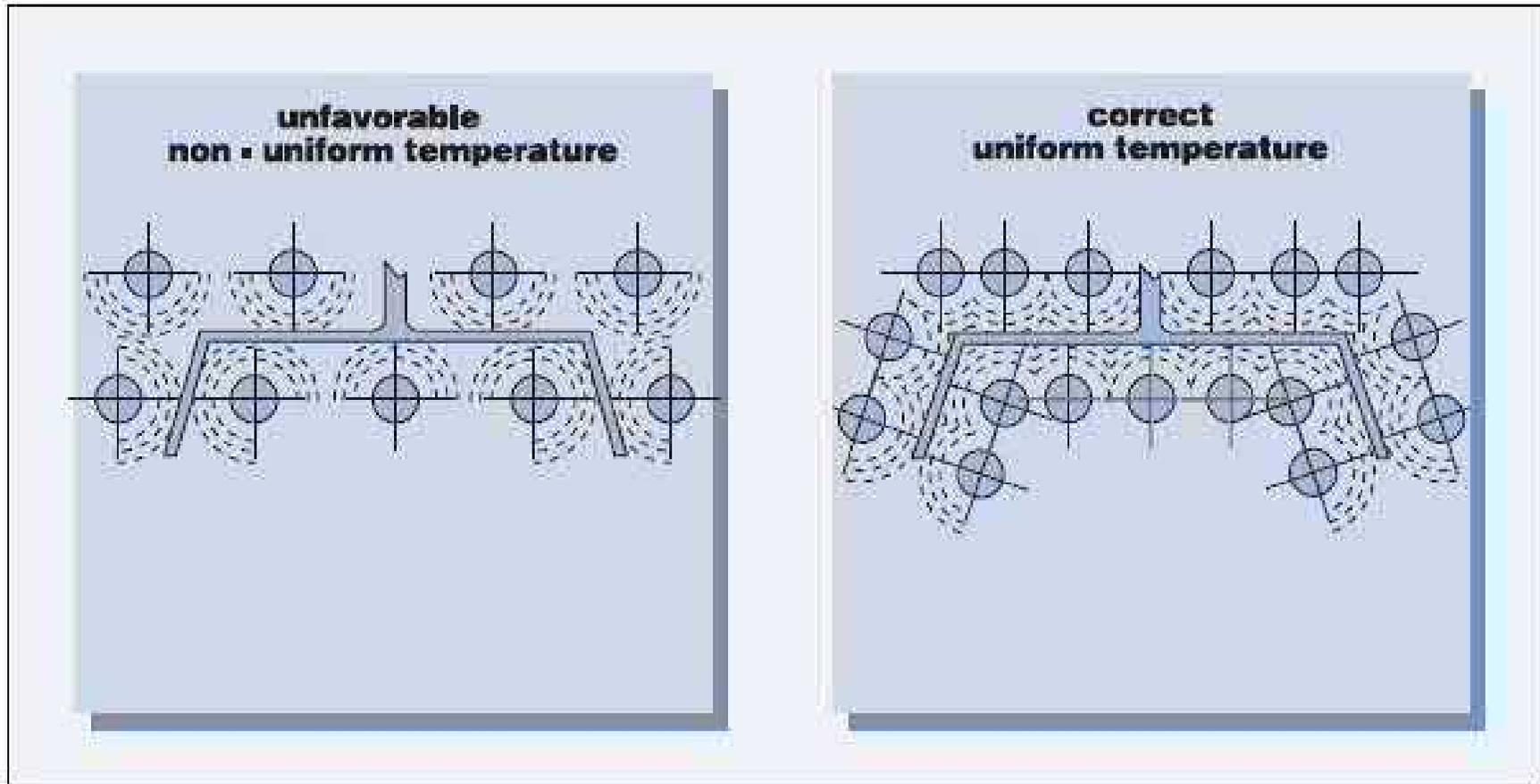
"w"	"d"	"a"	"b"
<i>wall thickness of the product</i> mm (in)	<i>diameter of the cooling channels</i> mm (in)	<i>center distance with respect to mold cavity</i>	<i>center distances between cooling channels</i>
2 (0,08)	8-10 (0,31-0,40)		
2-4 (0,08-0,16)	10-12 (0,40-0,47)	1,5-2d	2-3d
4-6 (0,16-0,24)	12-14 (0,47-0,55)		



冷卻系統設計概念

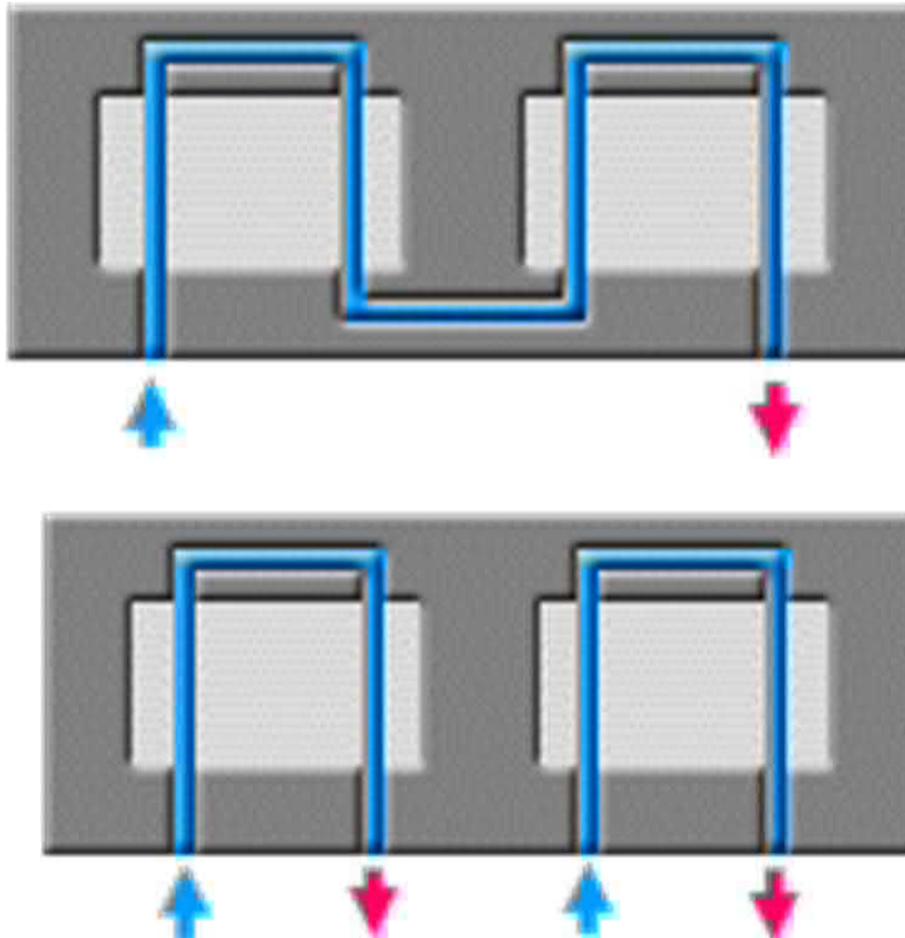


冷卻系統設計概念



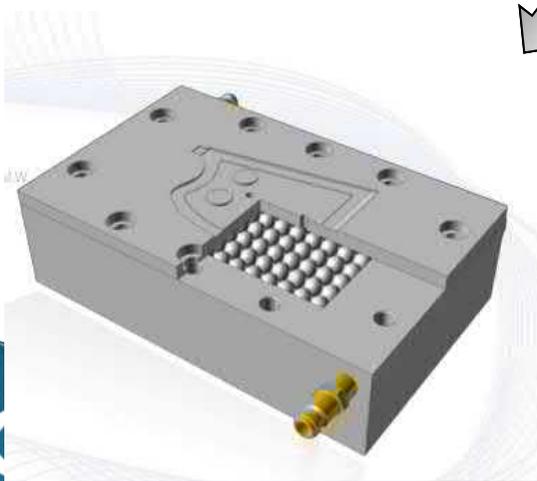
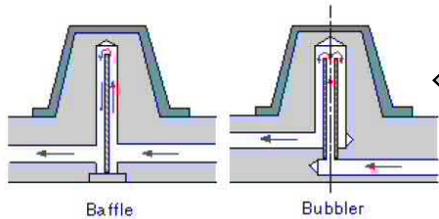
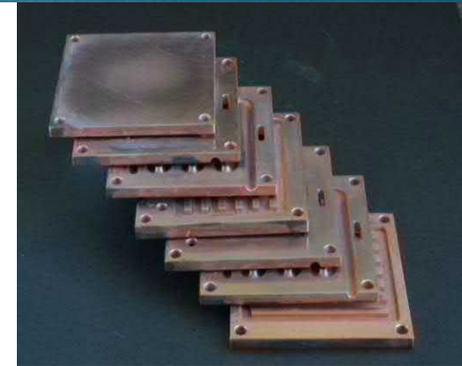
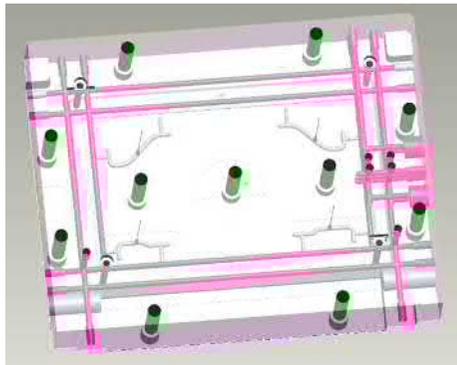
Core and Cavity mold Temperature difference should not exceed 10°C for parts that require tight tolerance.

冷卻系統設計概念

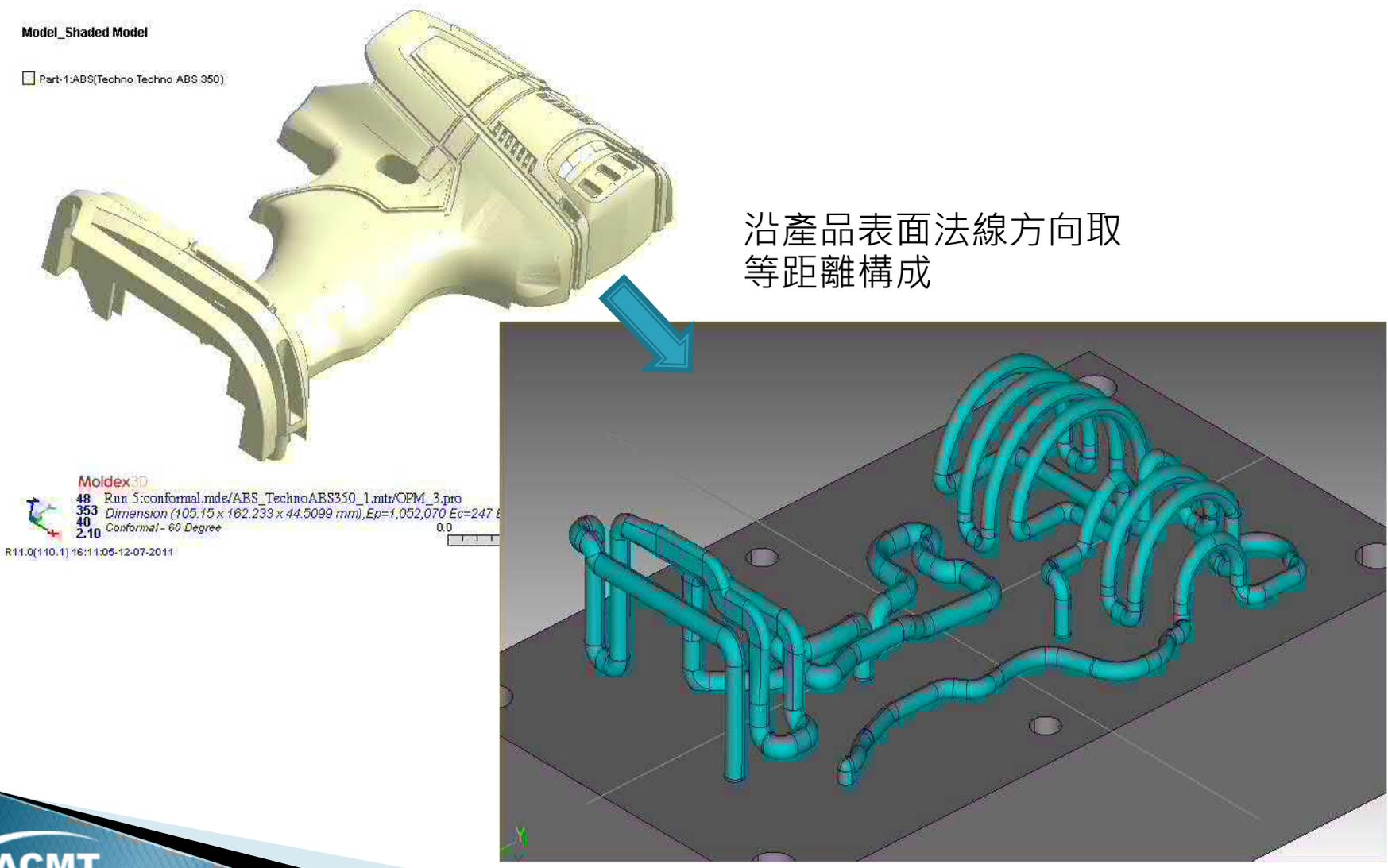


If the difference between inlet and outlet temperature of a long serial circuit is greater than 3°C . The serial circuit should be split in to two.

異形水路的製造方法



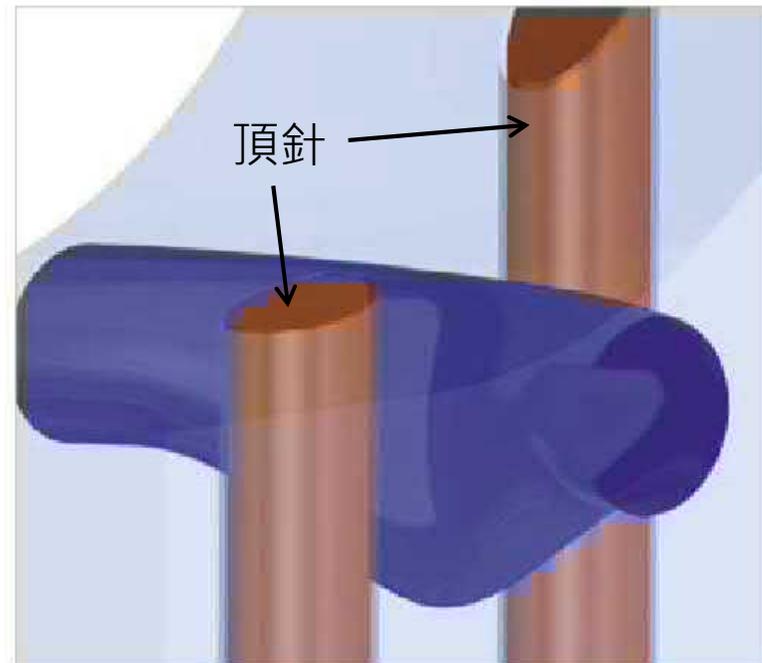
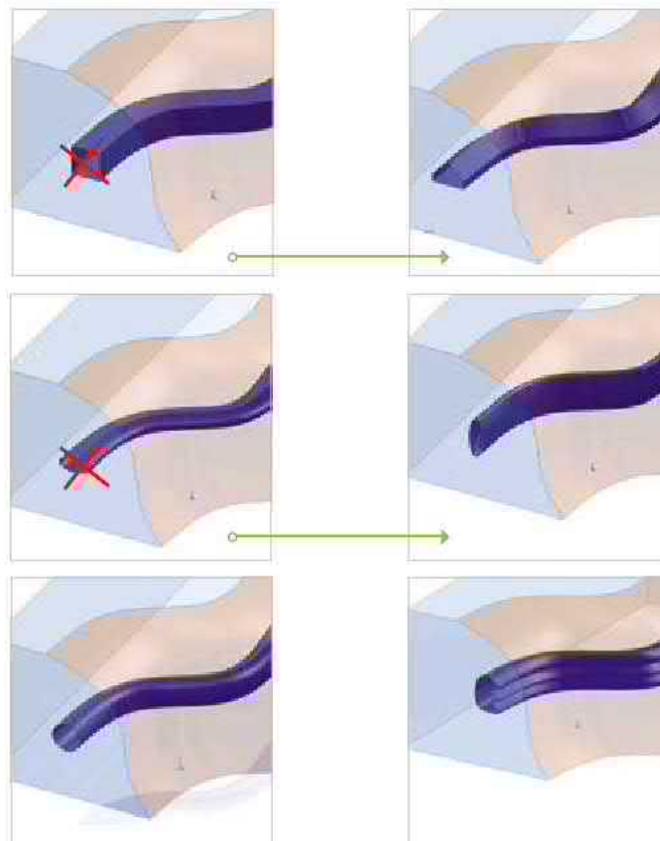
3D列印的水路設計一



沿產品表面法線方向取
等距離構成

3D列印的水路設計二

重要:水路設計除了以散熱較果為主要考量外，還要考慮模具設計的干涉性如熱澆道、頂針等的位置。



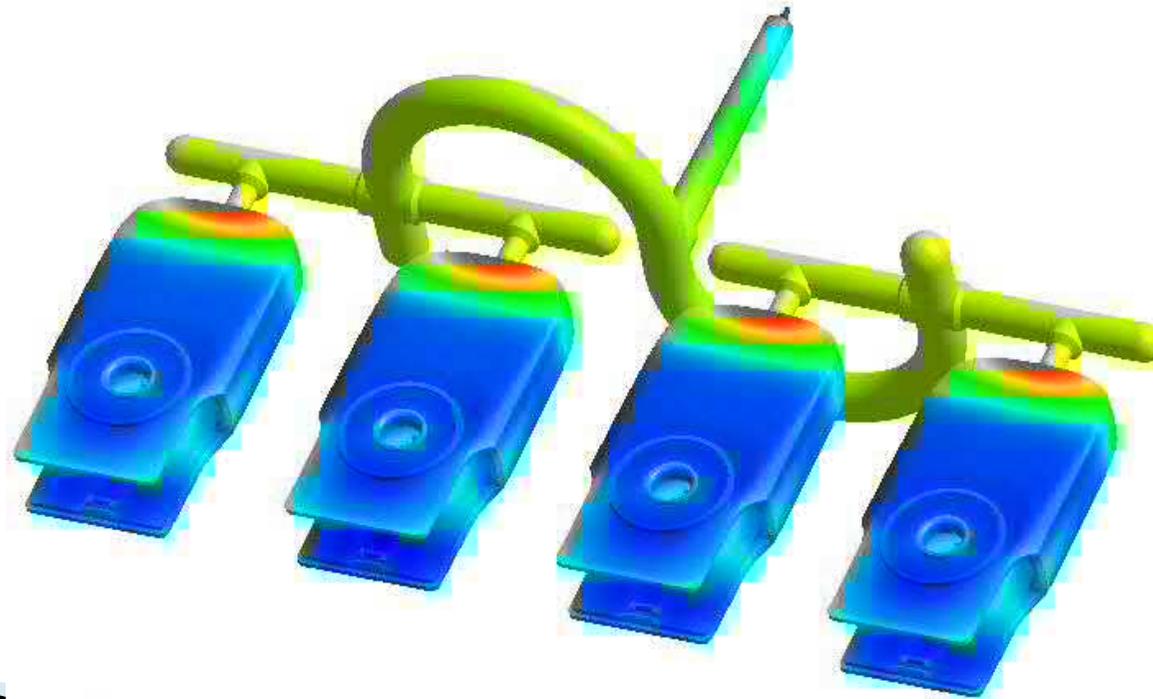
Source: EOS whitepaper, Siegfried Mayer (EOS GmbH)

USB儲存裝置 的異型水路模流分析設計



產品描述

Item name	Item data
Part dimension	109.96 x 9.04 x 38.35 (mm)
Mold dimension	220.00 x 220.00 x 180.00 (mm)
Cavity(Part) volume	8.09352 (cc)
Cold runner volume	3.95061 (cc)



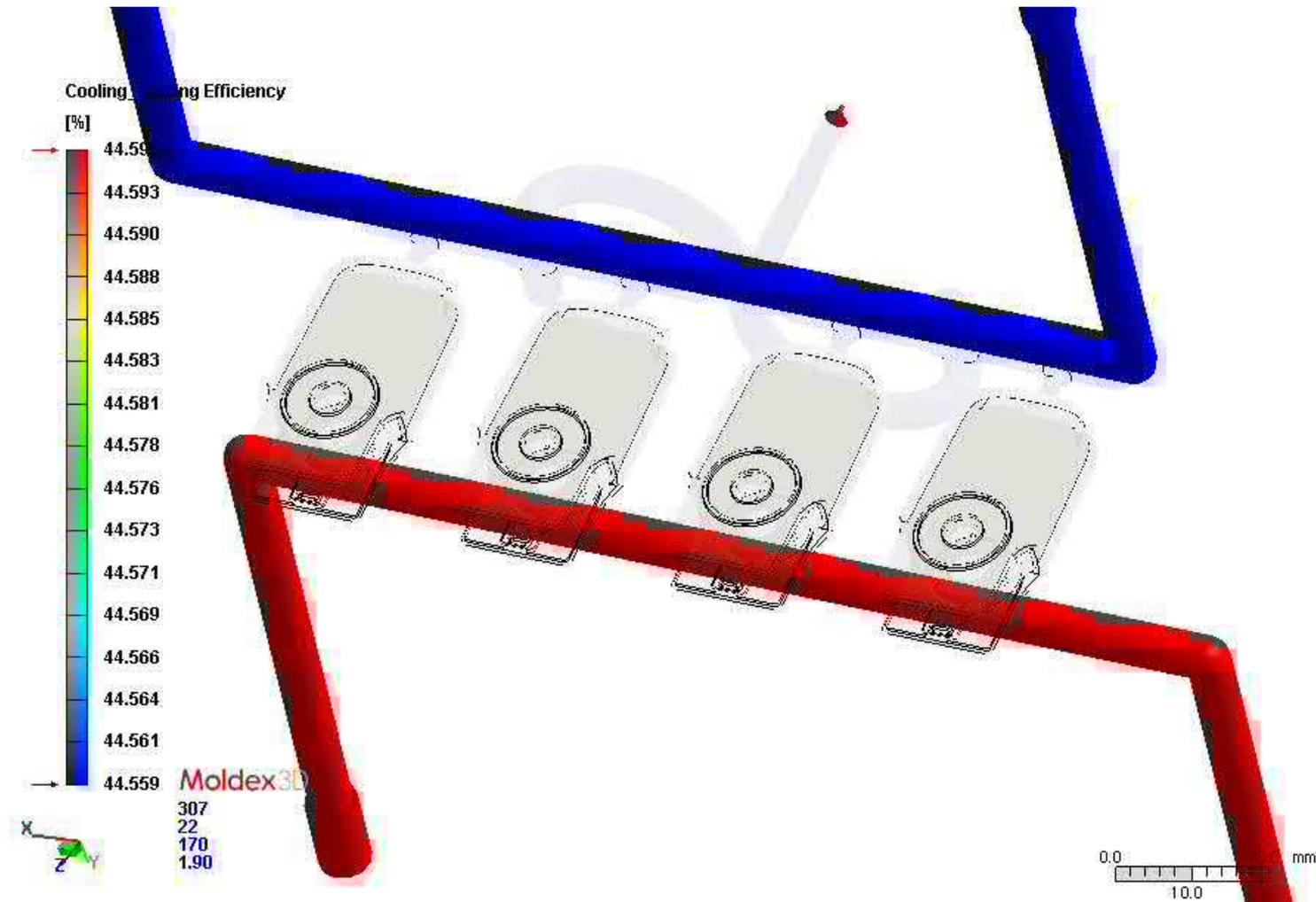
分析重點說明

- ▶ 為大量生產之產品，原始的成型週期為 **30秒!**
- ▶ **只需要小小的模具加工成本,讓產能加加加**
- ▶ 透過異型水路來降低成型週期為**20秒!**

縮短1/3的時間!

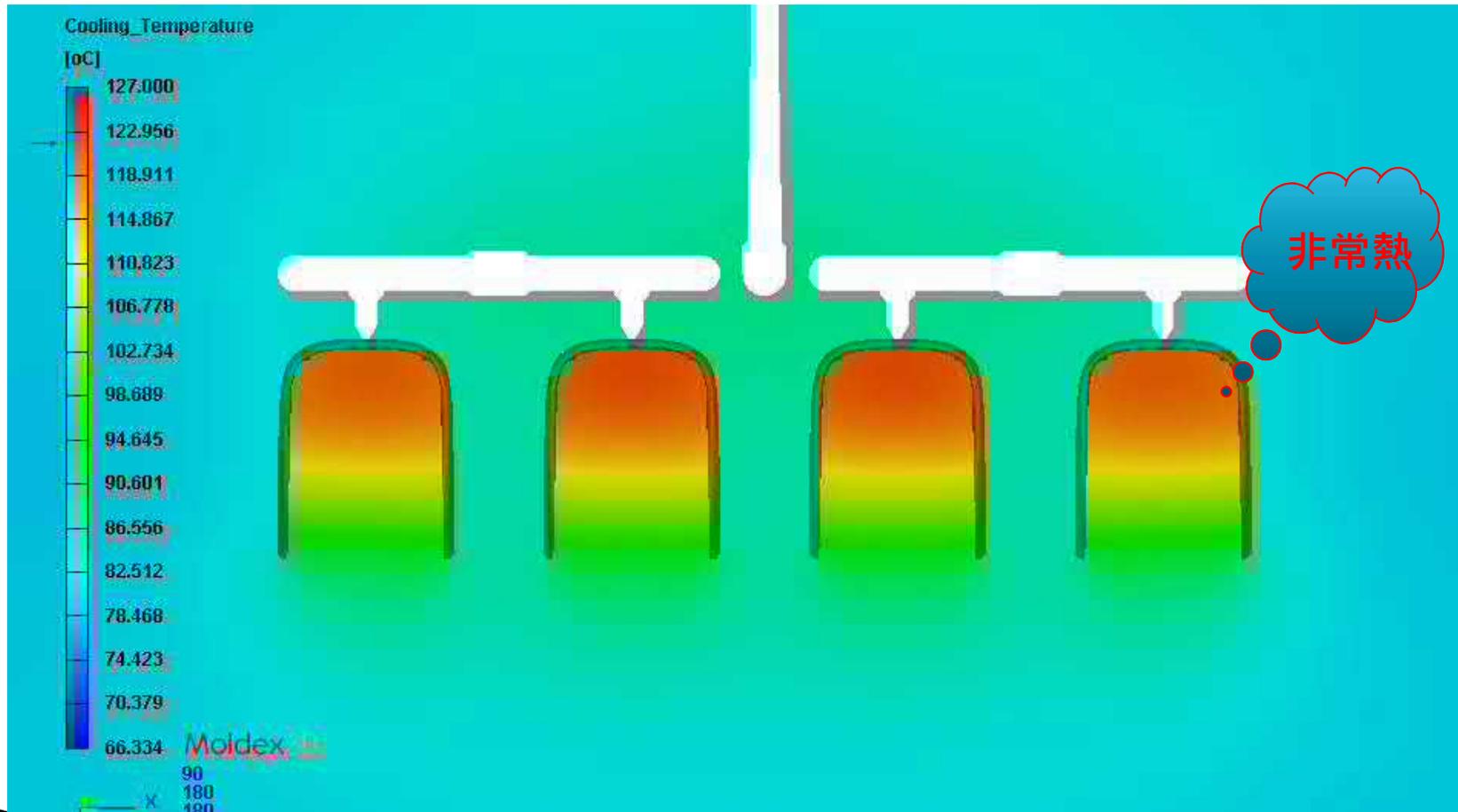
- ▶ 藉由各方技術整合得以實現
 - 射出成型穩定生產
 - 異型水路設計和製作
 - 模流分析評估效能
 - 模具開發整合

原始水路設計



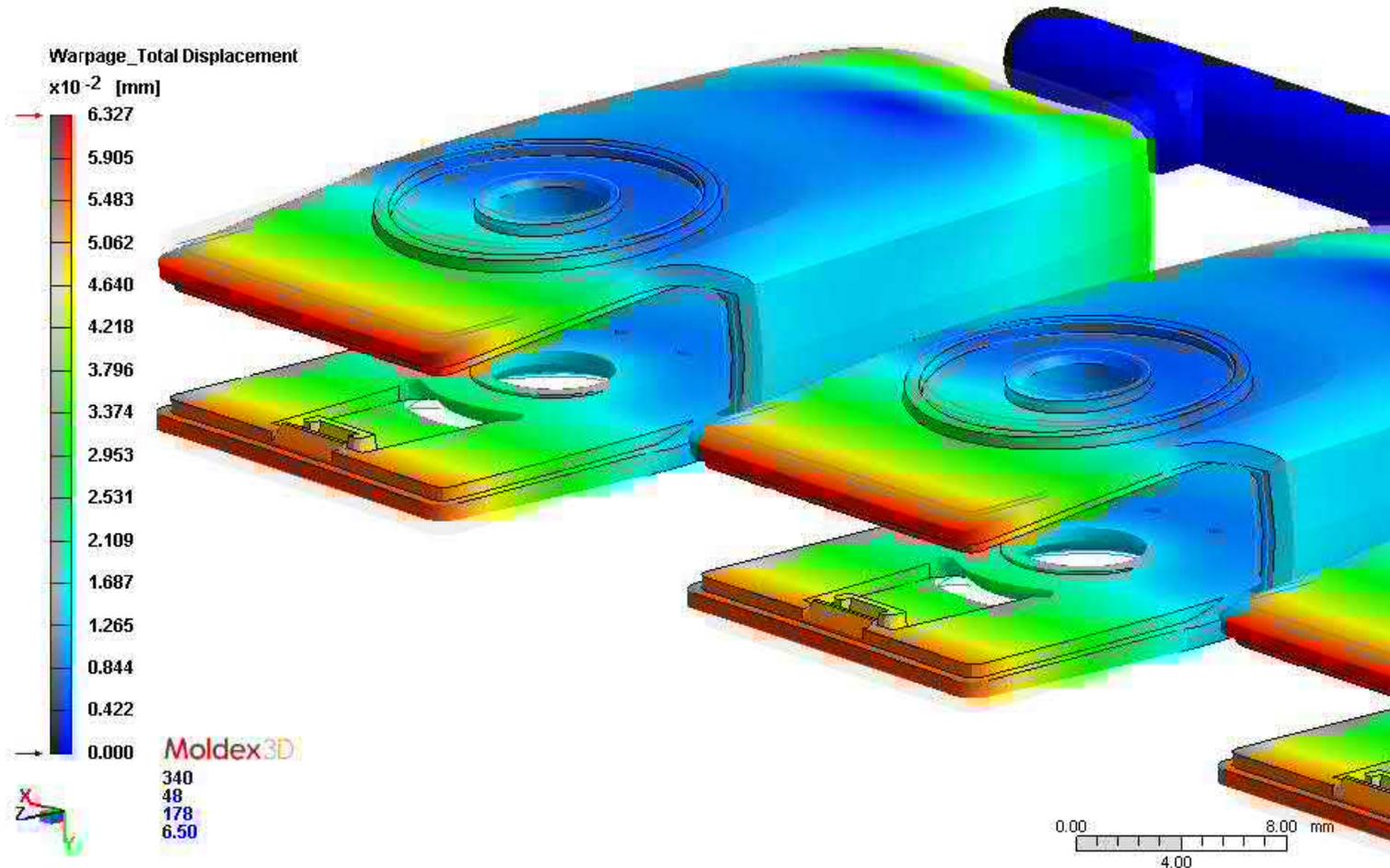
公模面的積熱問題

傳統水路 sensor temperature history公模穴127度C,積熱嚴重不容易散熱



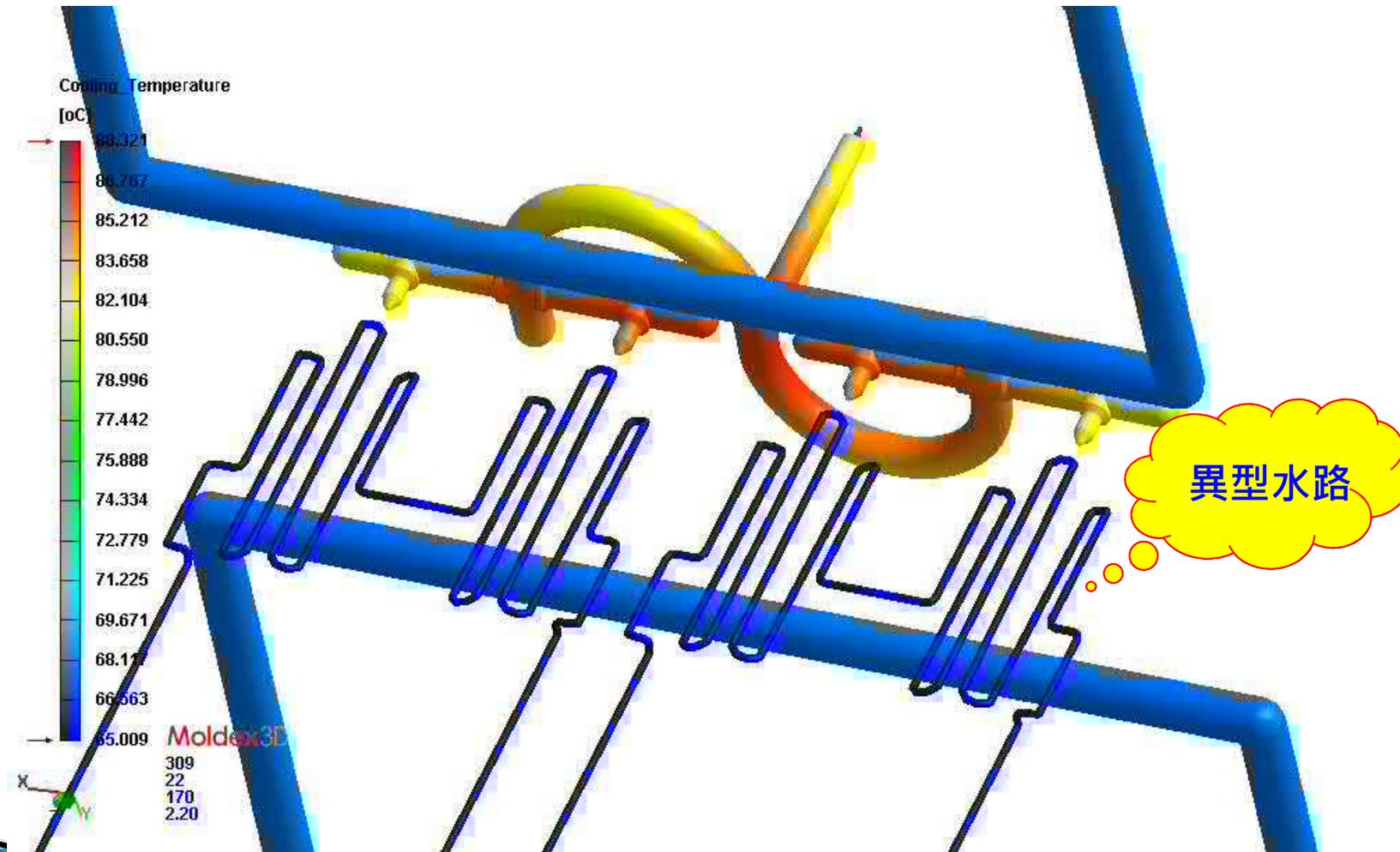
產品翹曲變形問題

Warpage_6.3條(0.06mm)



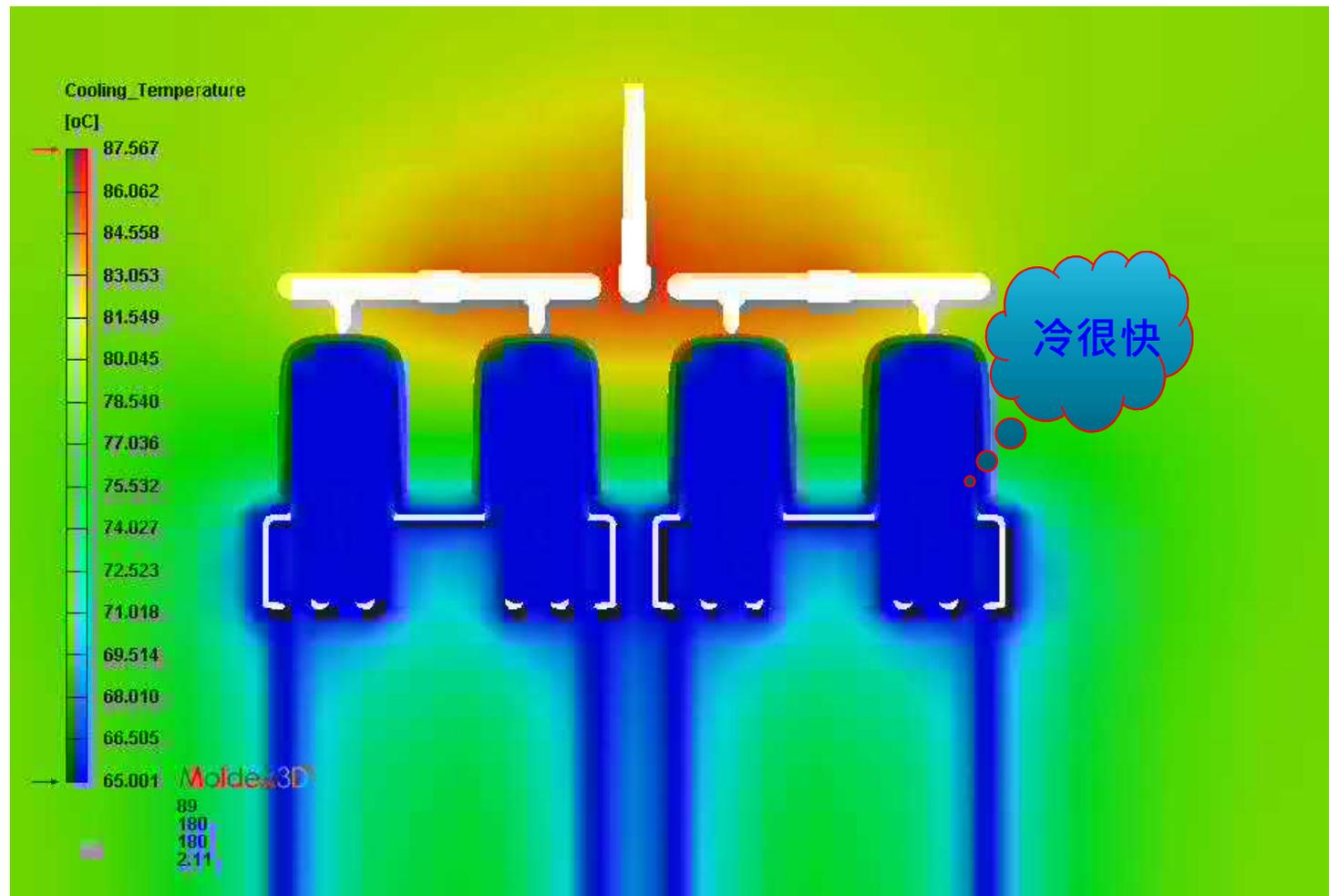
公模異型水路分佈

- ▶ 異型水路冷卻分析的溫度分佈_公模面65度C



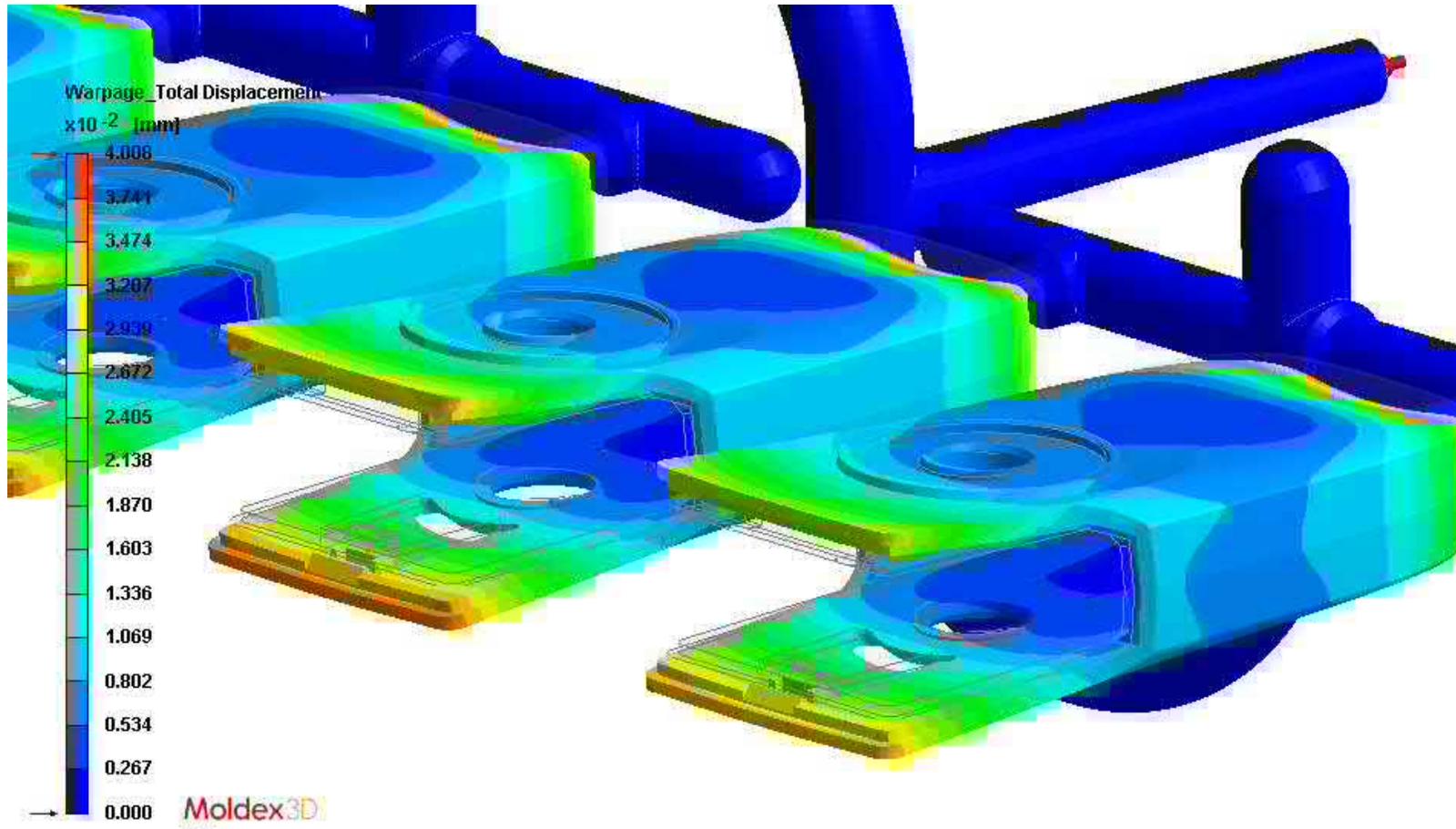
公模面溫度大幅下降

- ▶ 異型水路 sensor temperature history公模穴65度C



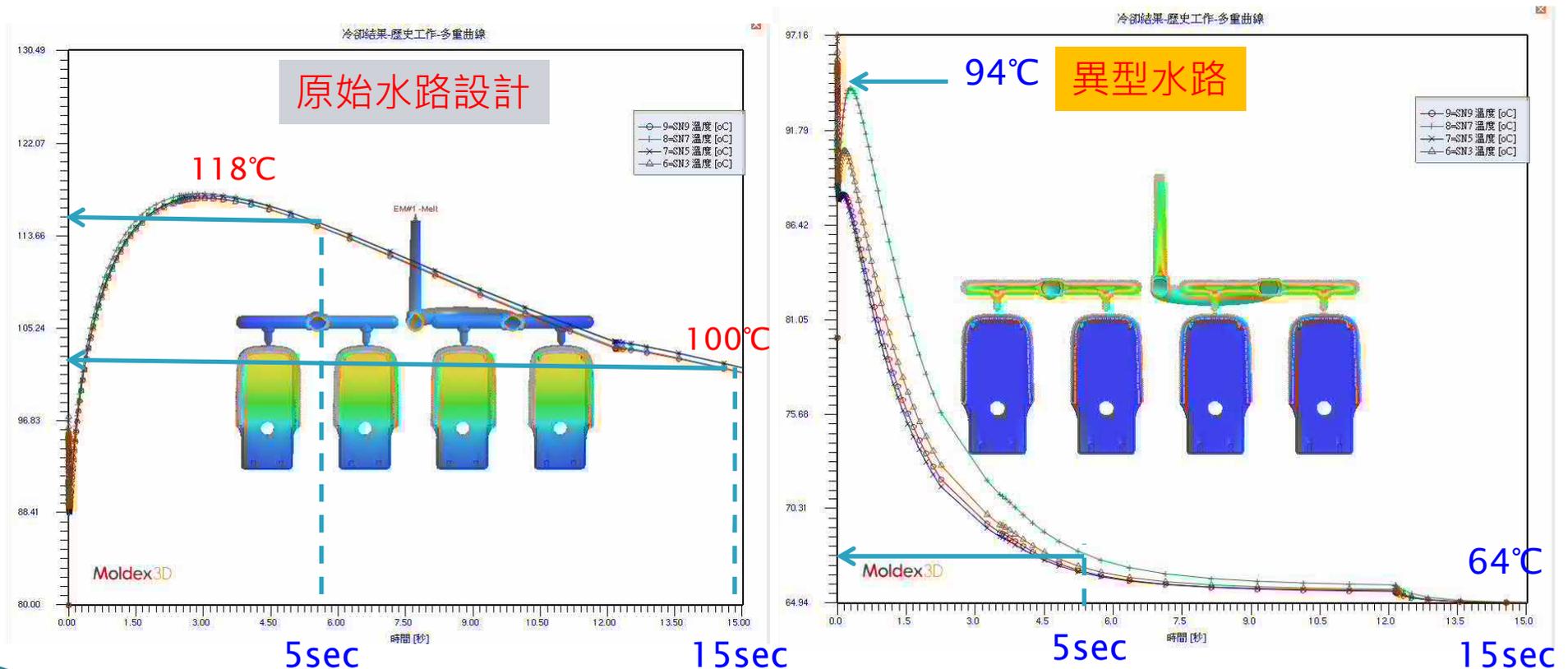
翹曲變形反向

- ▶ Warpage_3.5條(0.035mm)

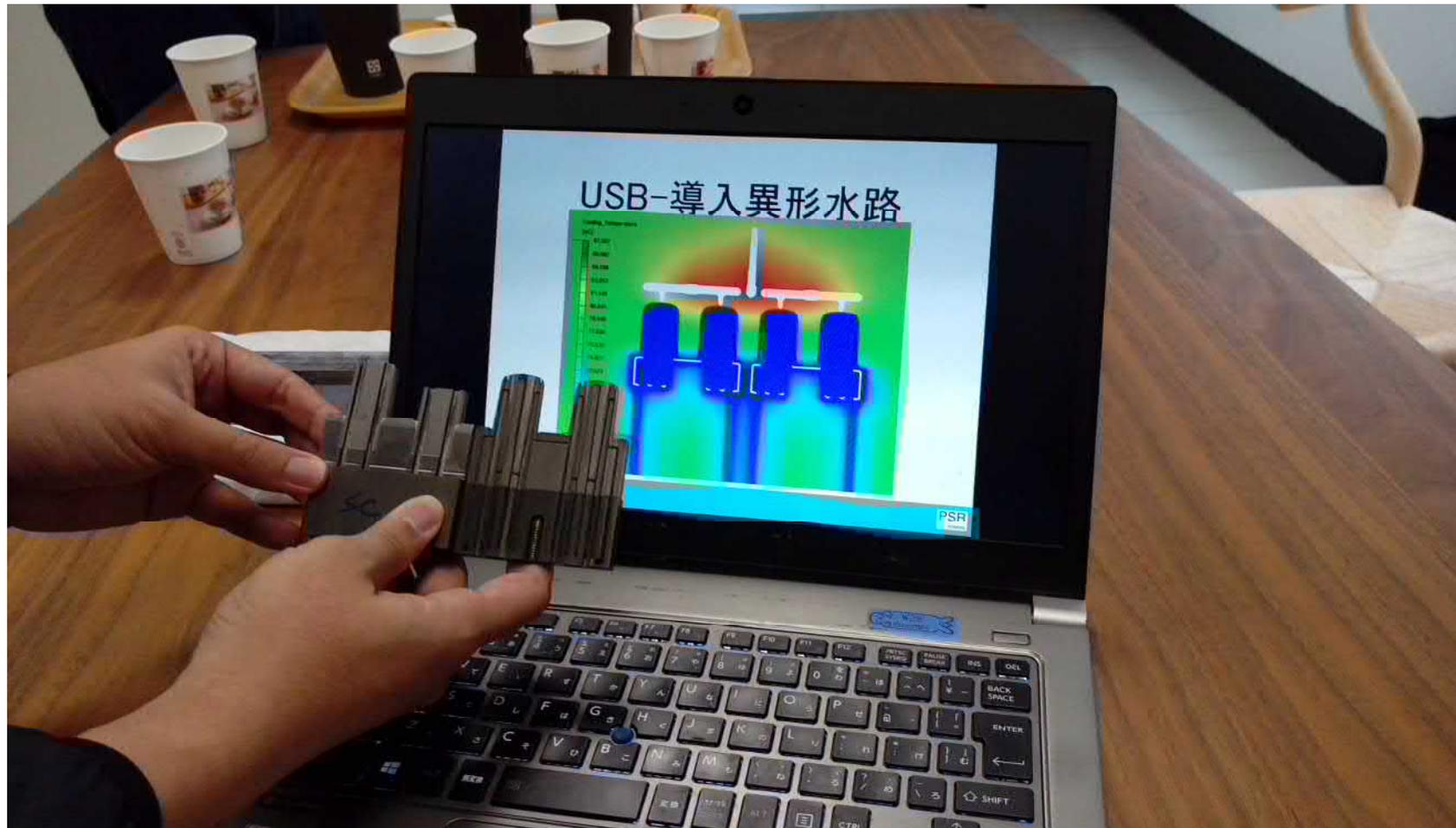


異型水路設計評估

- ▶ 比較2組設計的 冷卻時間VS溫度的感測圖
- ▶ 使用異型水路可以不到 **5秒** 將溫度降可到**70度C**以下



3D打印模仁與模流結果的比對



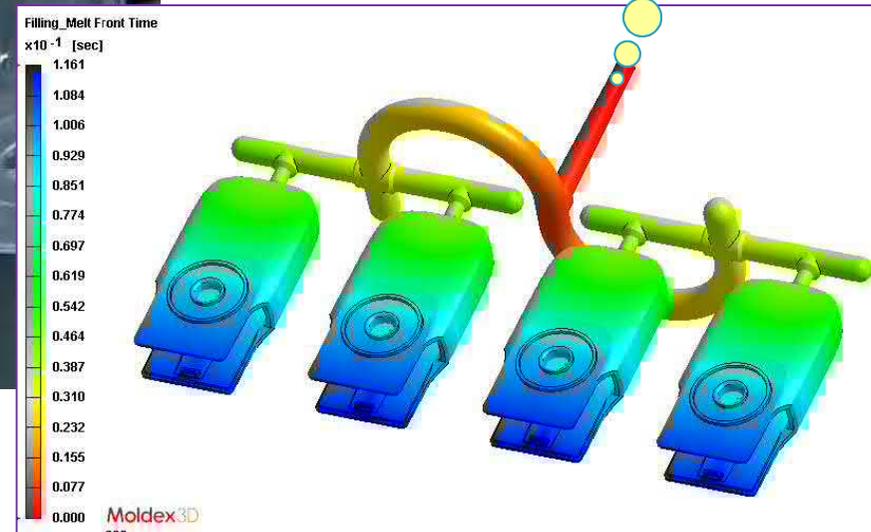
現場試模實況

- ▶ 原始水路設計冷卻時間約**17~18秒**。
- ▶ 異型水路冷卻時間降到**7秒!**



面臨的跳戰

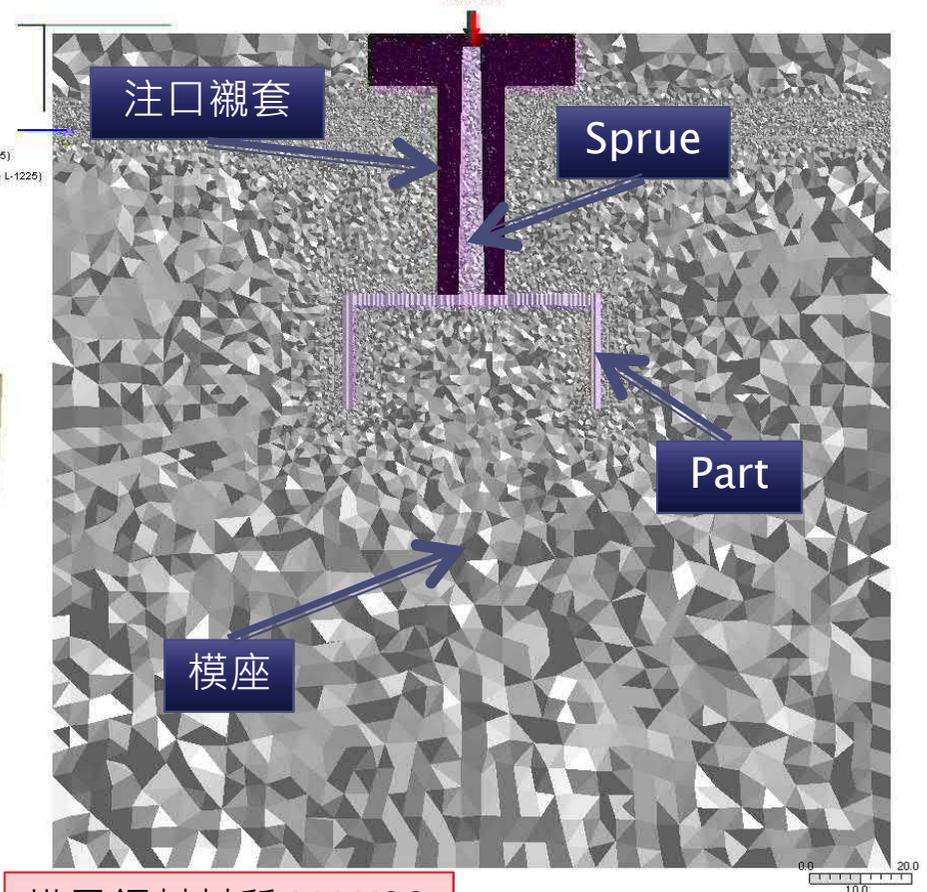
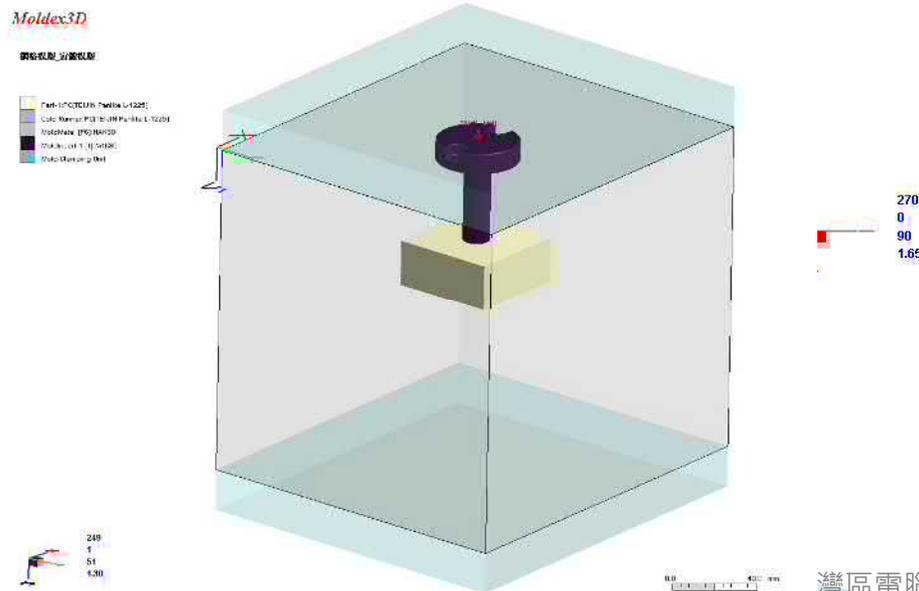
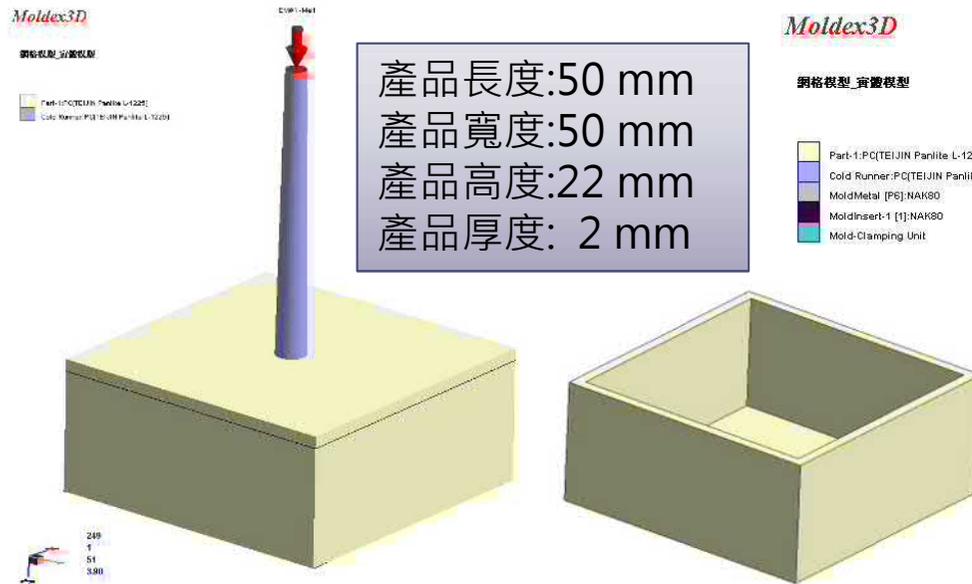
- ▶ 如果再將冷卻時間降到7秒以下，會發生流道太軟無法順利脫模的情況。
- ▶ 產品雖然可以瞬間冷卻，但是流道卻跟不上，澆口套冷卻似乎是未來整合的技術重點了！



澆口套(灌嘴) 的異型水路模流分析設計



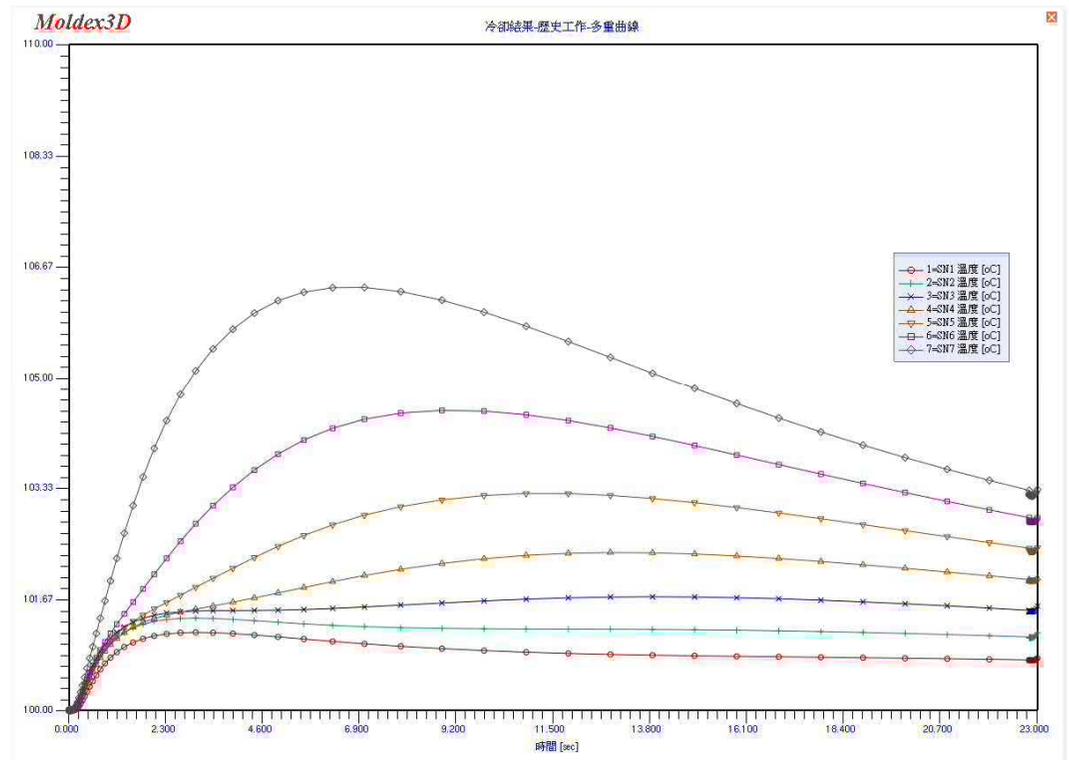
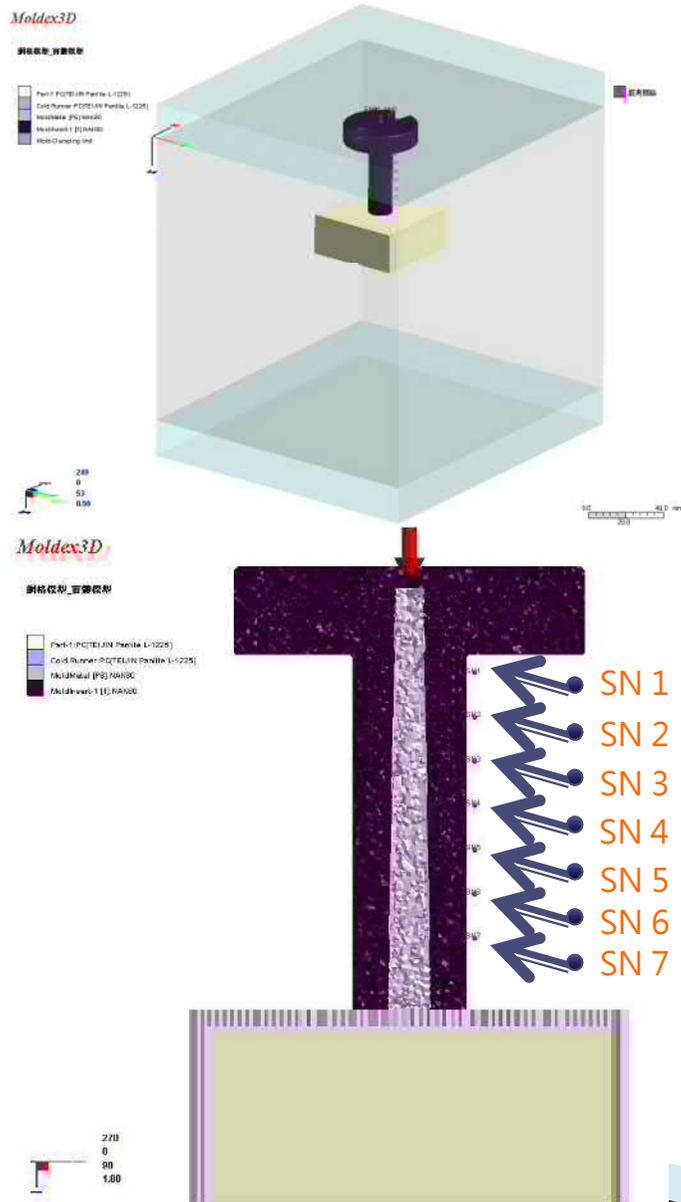
傳統注口襯套無水路設計



模具鋼材材質:NAK80
產品材料:PC
材料頂出溫度:135°C
模具溫度:100°C
冷卻時間:15s

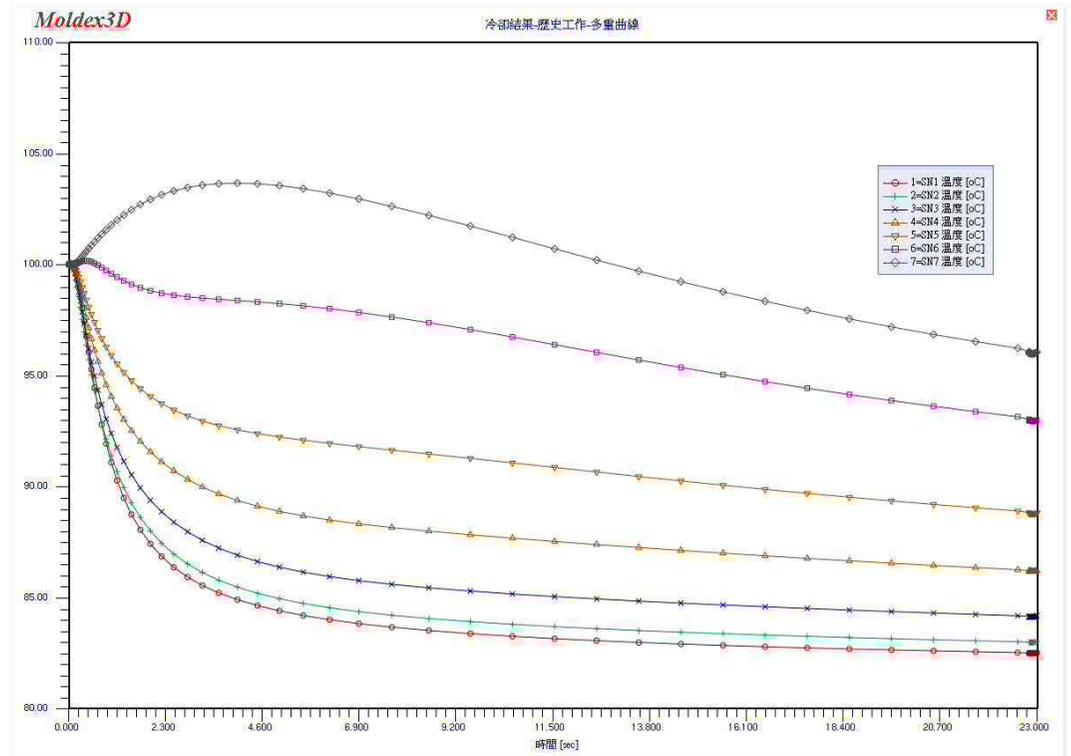
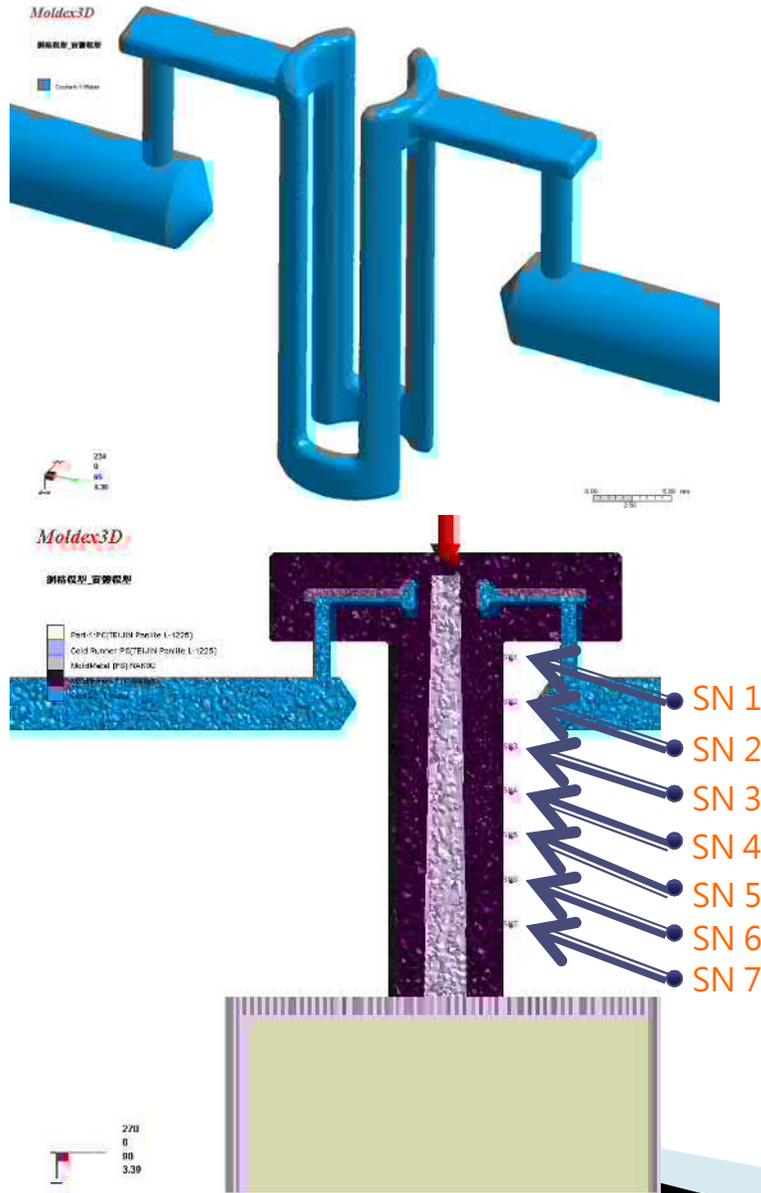
傳統設計組別

傳統注口襯套無水路設計



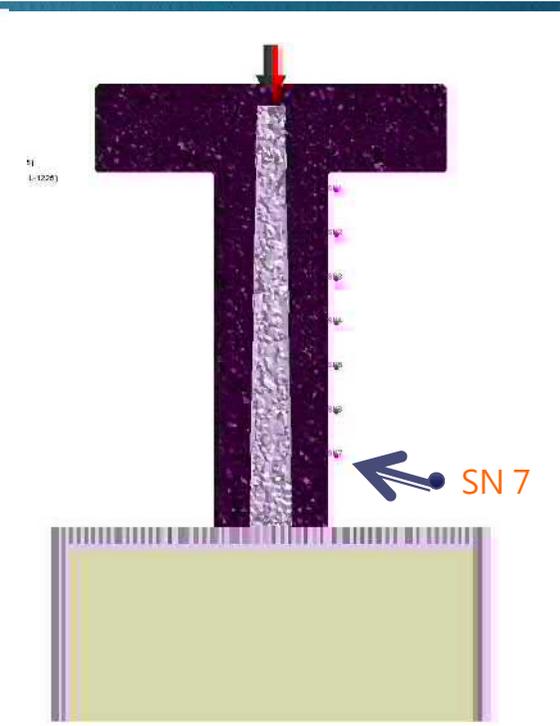
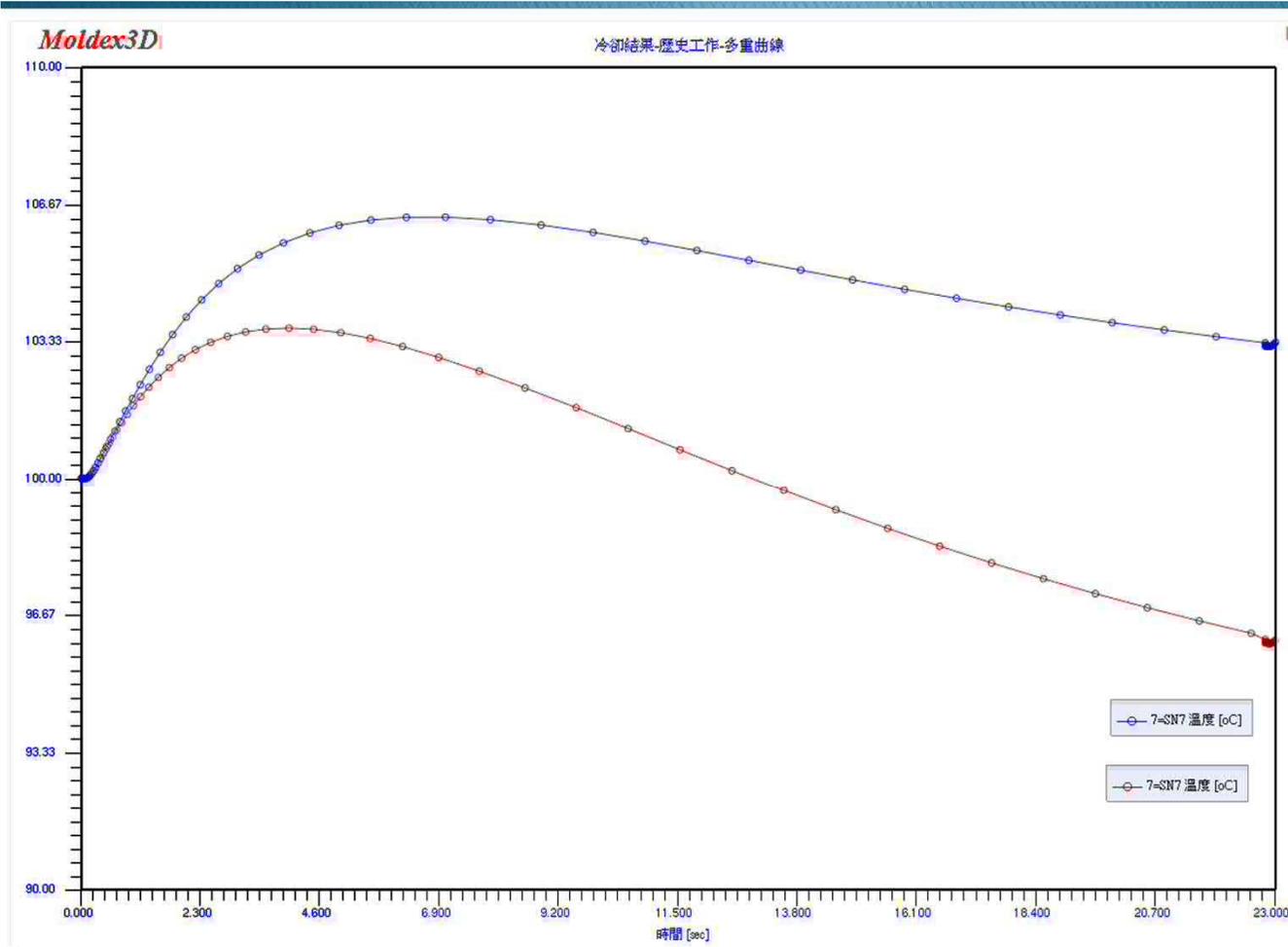
襯套外側模壁吸收來自於塑膠流動時所傳遞的熱量，由 SN1~SN7 可發現所吸收的溫度均超過原始模溫 100°C，因傳統灌嘴內無冷卻水路設計，因此流道溫度散熱速度慢，容易導致成型週期時間拉長的問題。

注口襯套隨形水路設計



透過注口襯套內增加隨形水路設計，可迅速且均勻吸收流道內熱量，減少整體成型週期拉長的問題。

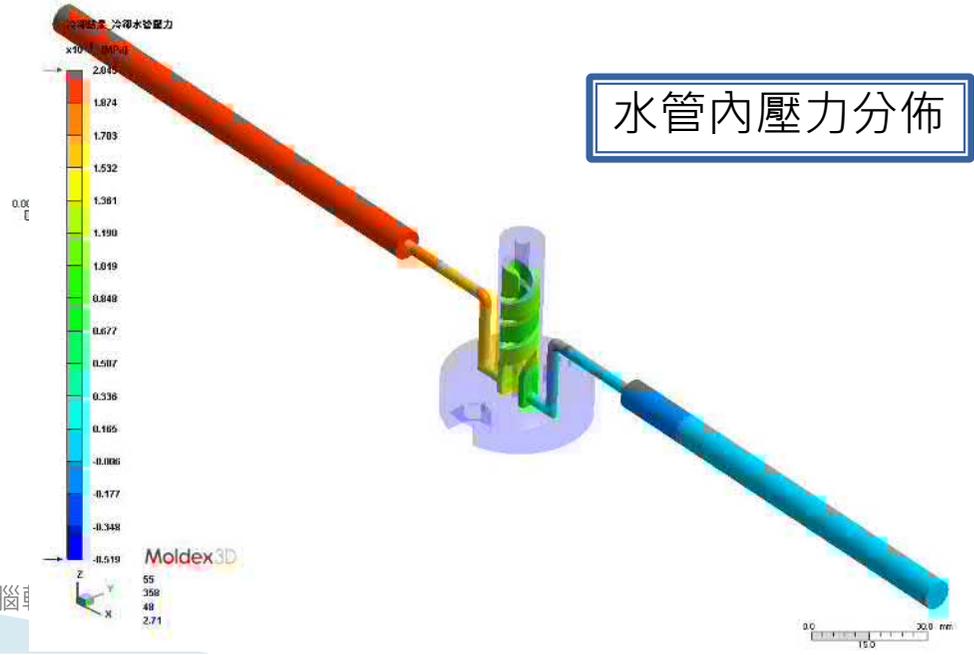
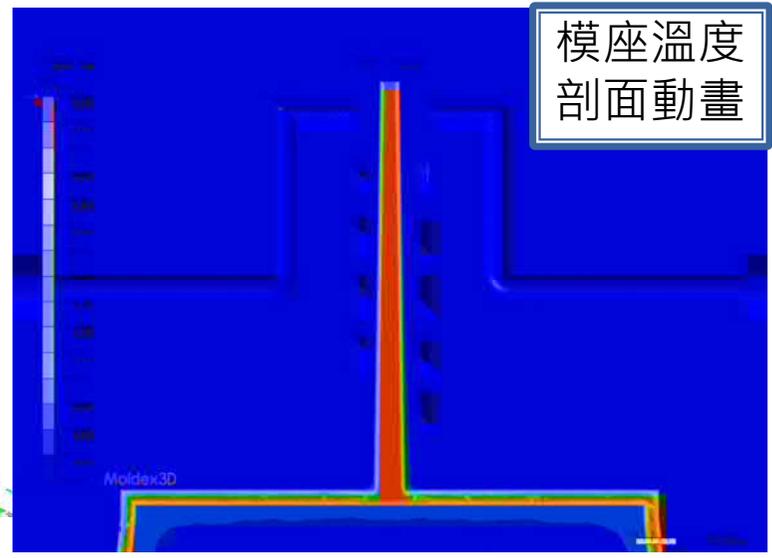
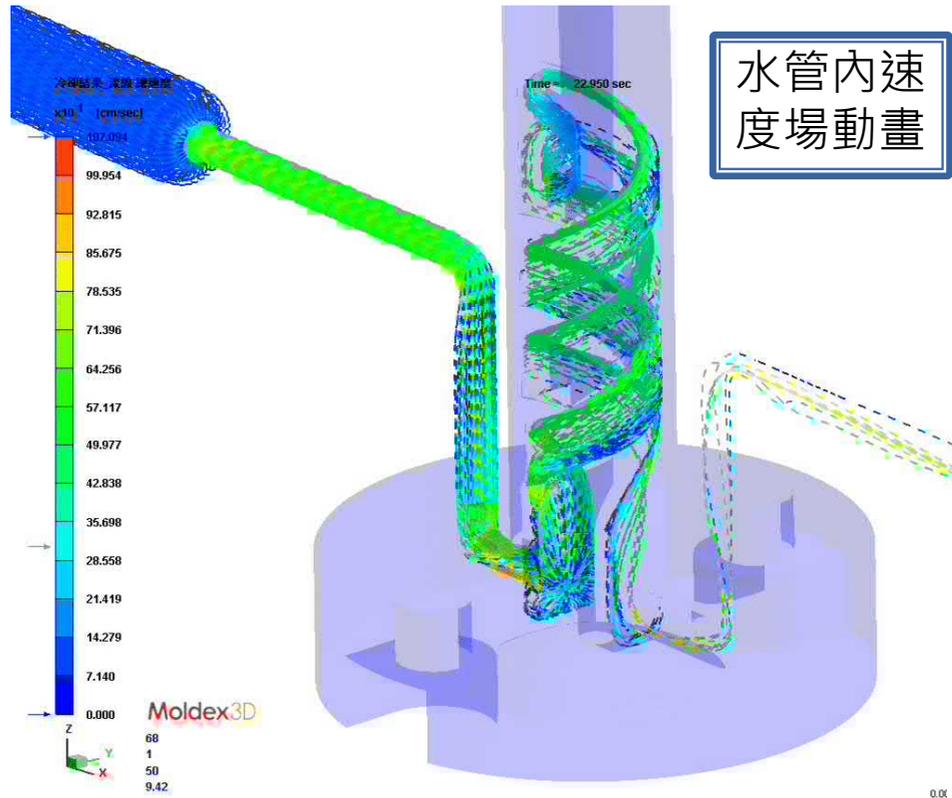
組別數據比較



- 注口襯套無水路設計
- 注口襯套隨形水路設計

雖然注口襯套靠近澆口外緣處沒有隨形水路環繞，但此部分的熱量仍能透過上方襯套內水路傳遞，因此SN7位置上，模具溫度傳遞速率仍較傳統式襯套迅速，減少料頭冷卻時間，進而使成型週期縮短。

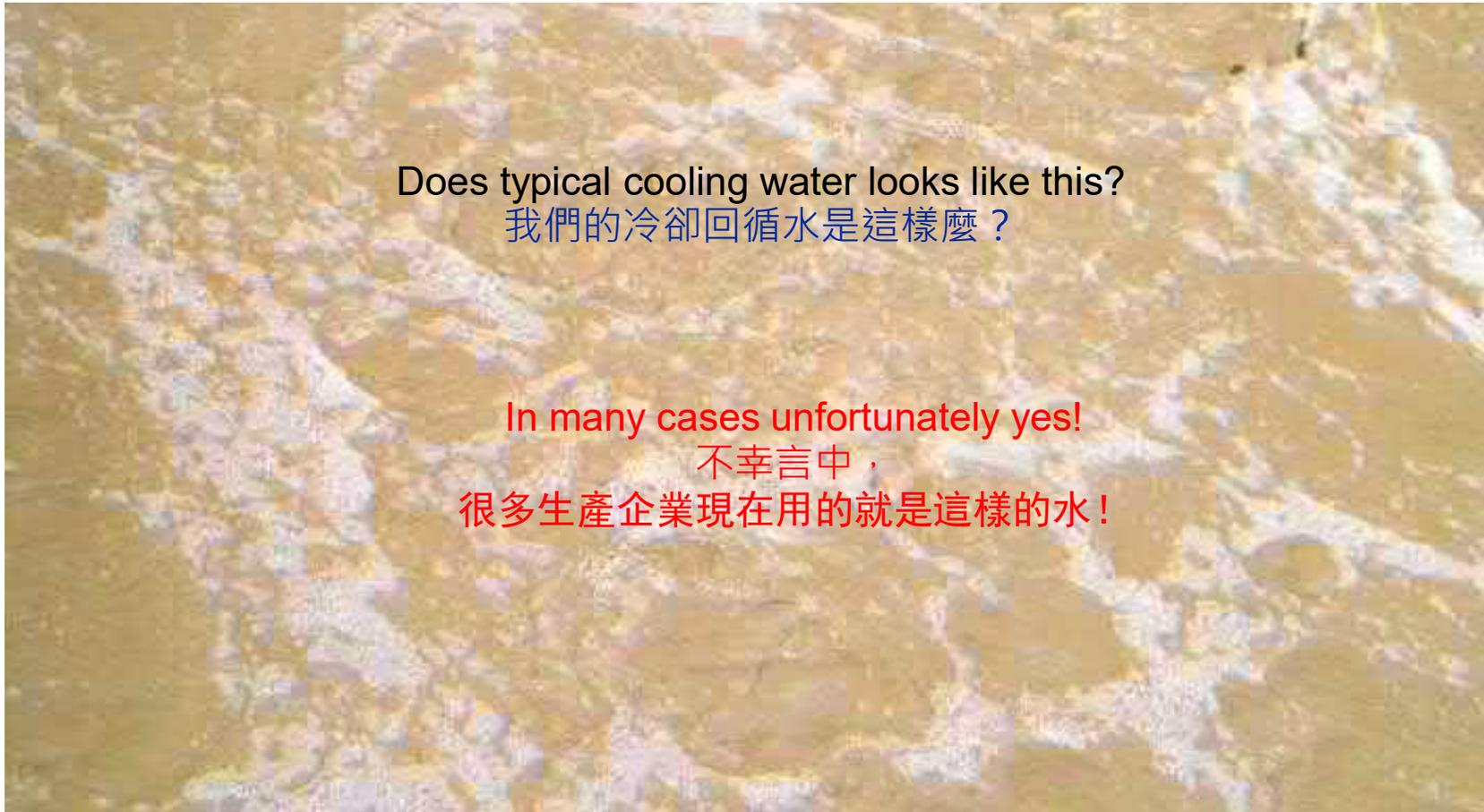
注口襯套隨形水路螺旋設計



模具異型水路 的模具水路保養及水質管理



冷卻回循水的現況



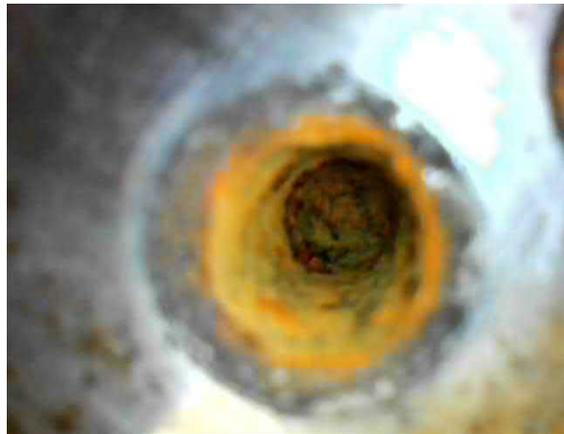
模具水路現況

Cooling Channel Preview

傳統水路 Normal Cooling Channel

直徑8mm左右
Dia. about 8mm

多直角，
容易堆積水銹水垢
Lots of sharp edges,
easy for rust and
calcification



隨型水路 3D printed Cooling Channel

直徑2mm左右
Dia. about 2mm

表面光潔度較差，
容易結水銹水垢甚
至徹底堵塞
Rough surface,
easy for rust and
calcification or
even blocking.

模具水路水銹水垢對於注塑工藝的影響

Disadvantage of rusty cooling channel in Injection Molding Process

直接影響 - 導熱差
Direct disadvantage - Bad heat transfer



冷卻時間延長
Longer heating/cooling time



產品變形嚴重
Distortion of parts



多模穴不平衡
Unbalance in cavities

間接影響 Indirect disadvantage

生產效率下降，生產成本上升
Lower productivity, higher cost

WSC-Unit水系統清洗裝置

WSC-Unit Water System Cleaning

由德國Buchem公司
及Rumass研發
WSC系列
水系統清洗產品

Developed by
Buchem//Rumass



清洗案例 1 Case Study 1

清洗前 Before



使用2年後的模溫機，開放式水塔
2 year TCU with open water
tower



清洗後 After



清洗案例 2 Case Study 2

使用5年後的模溫機，水質較好
5 year TCU with good water
quality



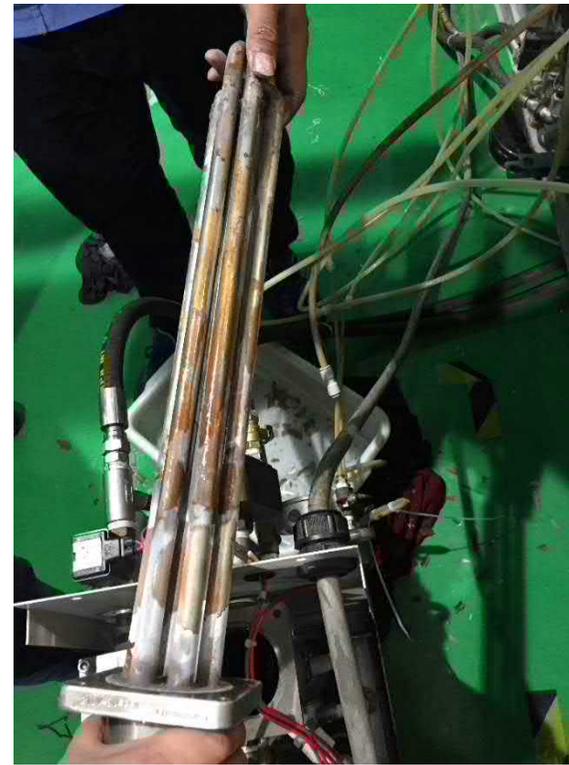
加熱棒以及加熱桶結
垢嚴重，厚度約
1mm。



清洗案例 2 Case Study 2



WSC系統過濾罐內水鈣雜質



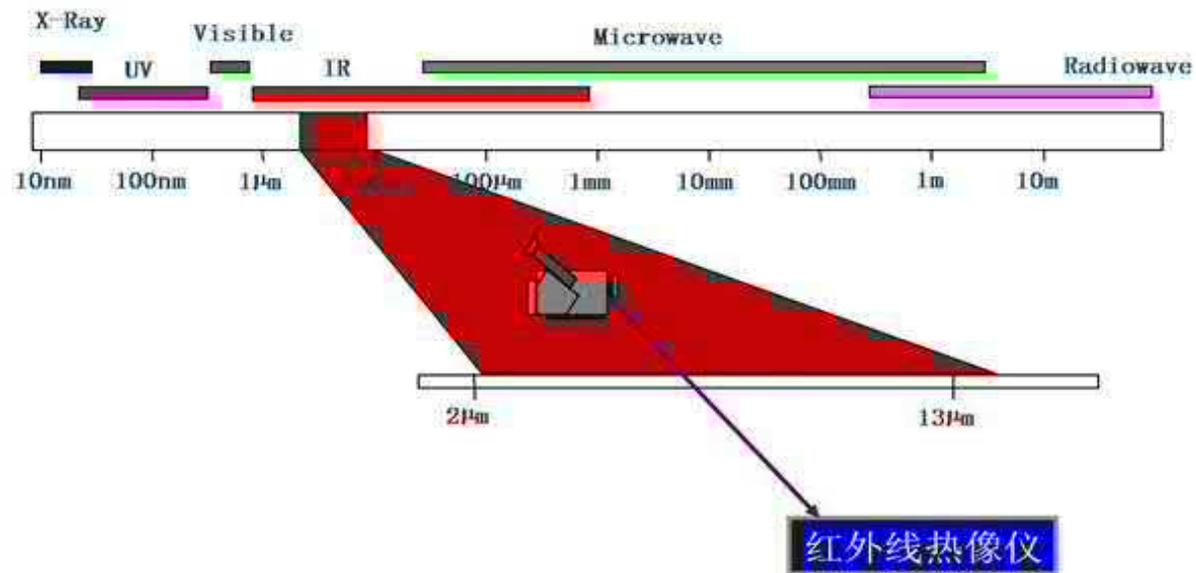
加熱棒以及加熱桶內大量水鈣和水銹溶解，金屬恢復原本外觀。

異型水路模具 的熱像溫度及流量監控

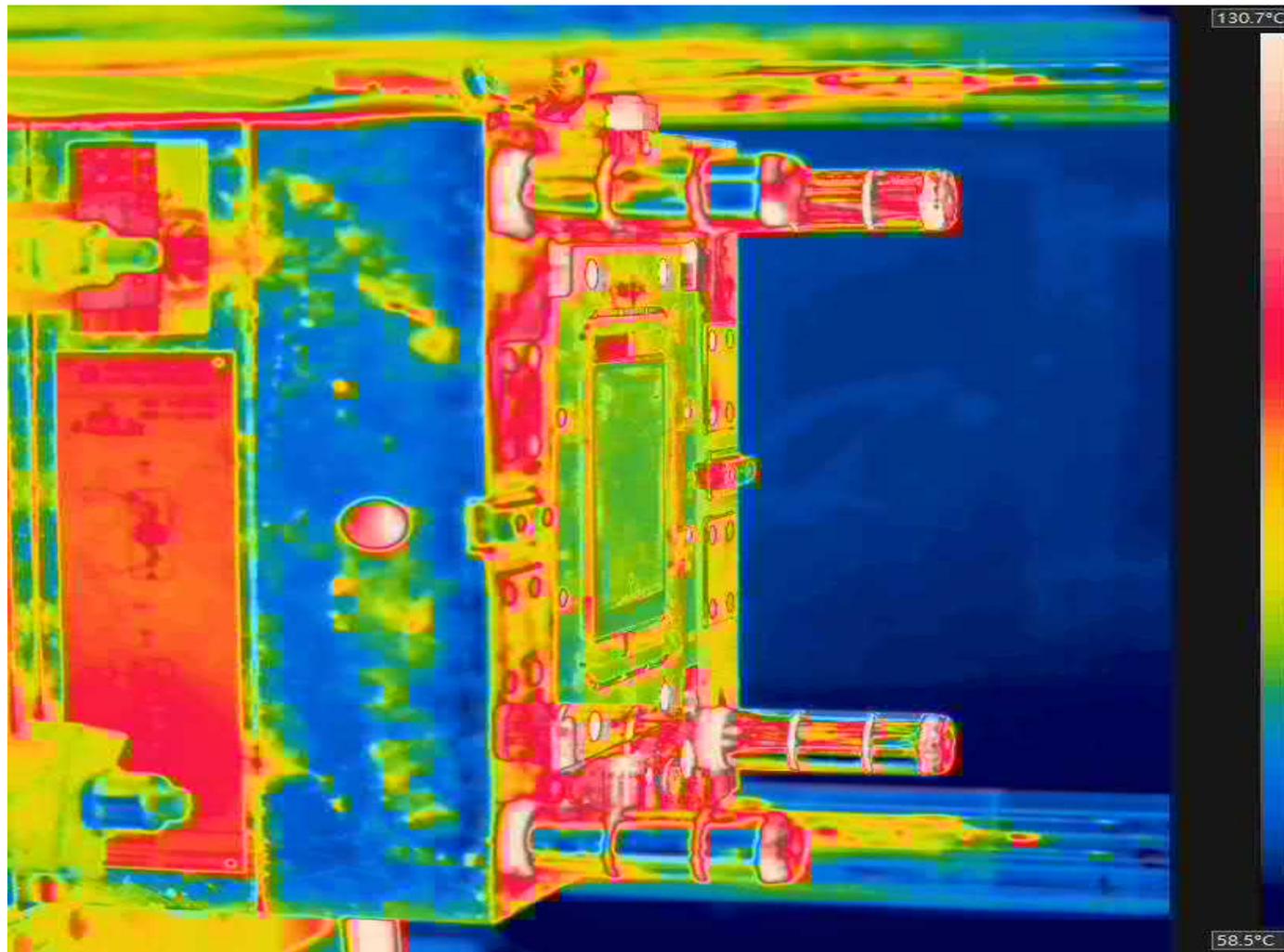


紅外線熱像儀原理

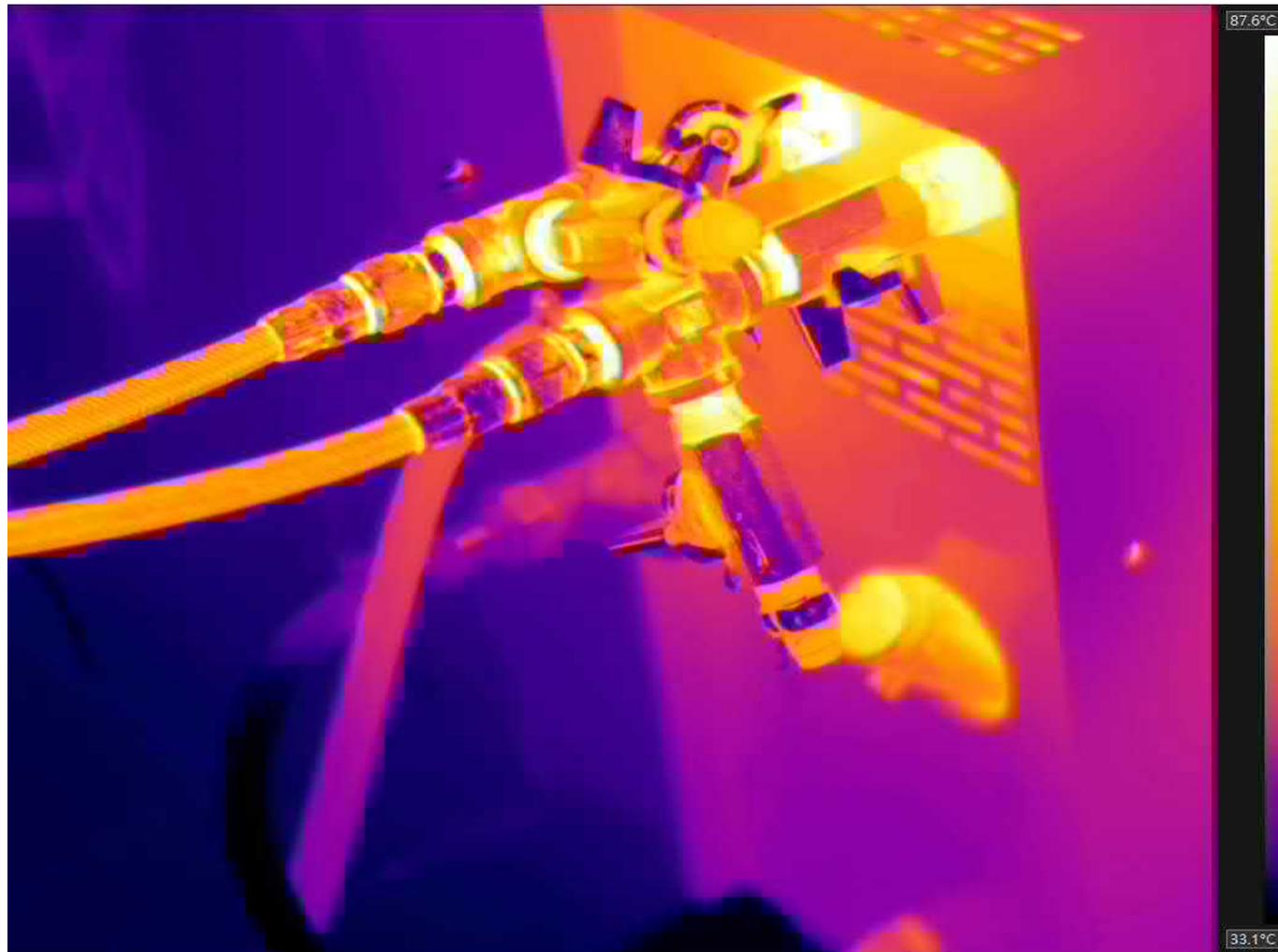
- ▶ 所有溫度在絕對零度（約 -273°C ）以上的物體，都會因自身的分子運動而產生紅外線輻射熱。紅外線熱像儀能將這些人眼無法看到的輻射能量轉換為電訊號，並以各種不同的顏色來顯示出不同溫度的分佈，使整個溫度分佈狀態以可視圖像顯示出來。如有溫度異常則預示著可能有故障的產生，使檢測工作精準、簡單快捷。



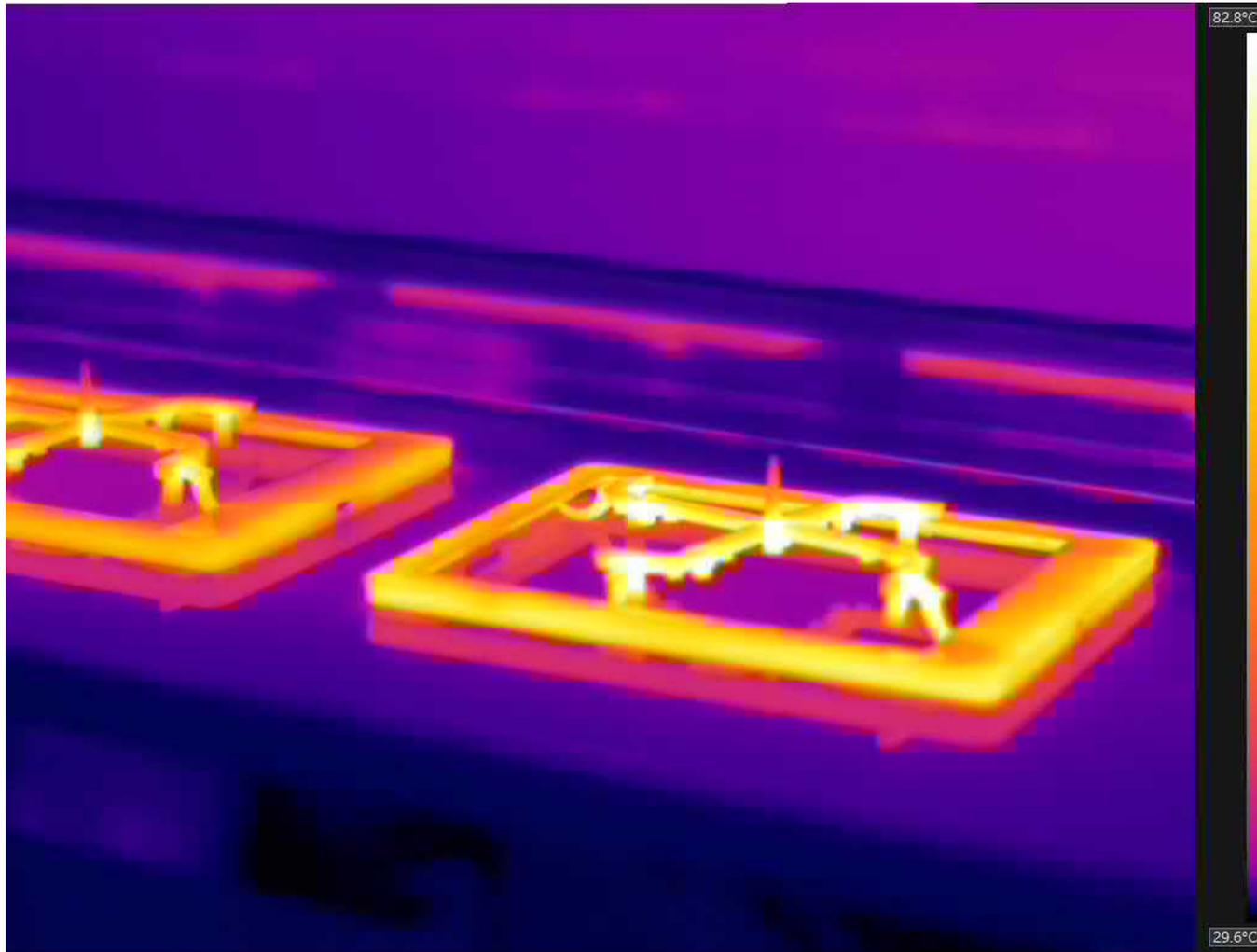
模具表面的溫度



模具水路的溫度



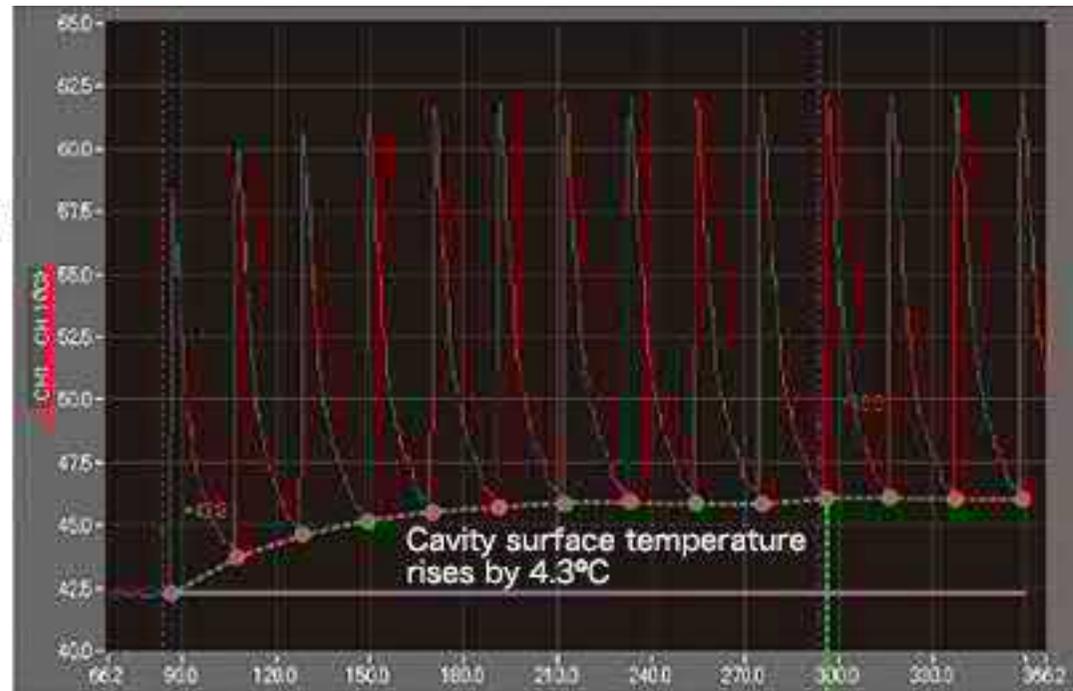
塑膠製品的溫度



模仁表面溫度量測系統

<Molding conditions>

Size of molded : 70×40
product
Resin : PP
Temperature
setting of the
temperature
controller : 40°C
(Cartridge heater)



The surface temperature rises by 4.3°C from 42.3°C to 46.6°C over the first 10 shots, then the cavity temperature stabilizes.

Check if the temperature difference between the temperature setting of the temperature controller and the nearest point to the cavity is between 2.3°C and 6.6°C.

模具內部測量系統



Cavity Pressure



Flow-Front
Velocity



Melt
Temperature



Flow-Front
Detection



Cavity Surface
Temperature

可視化科學試模及品質管理

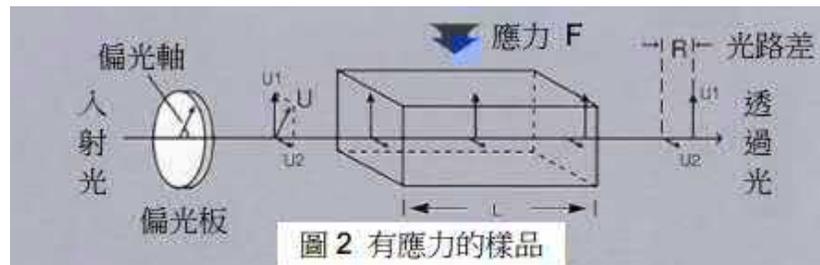
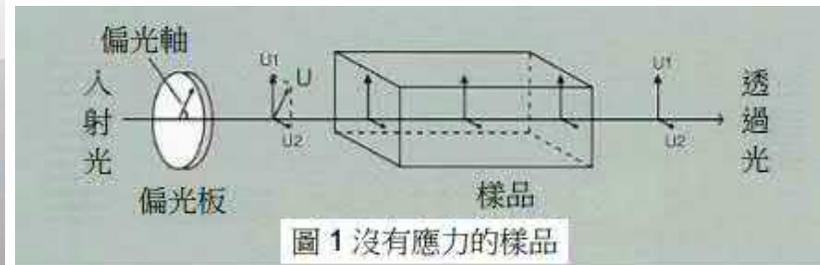


www.caemolding.org

臺灣區電腦輔助成型技術交流協會 Association of CAE Molding Technology

殘留應力檢測技術

- ▶ 殘留應力量測設備又稱應力偏光儀，日本的名稱為歪檢查器，是用於檢測透明物質中應力狀況的設備；射出成型過程中溫度及壓力的劇烈變化，外觀問題（如結合線）與殘留應力產生變成不可避免的缺陷。殘留應力除了影響尺寸精度，也會在二次加工上發生問題。

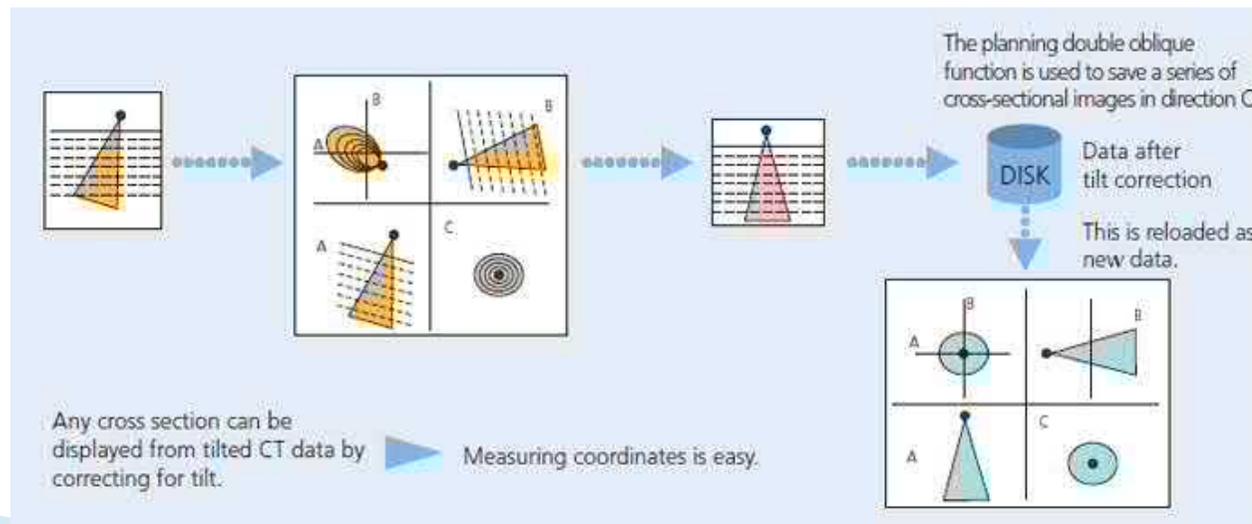


殘留應力的定性分析

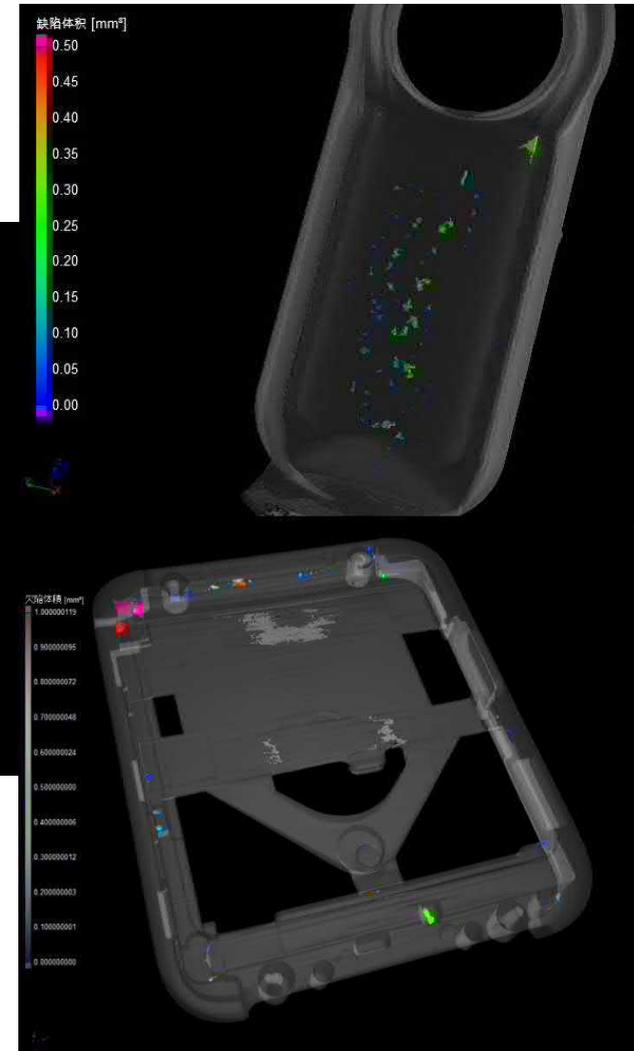
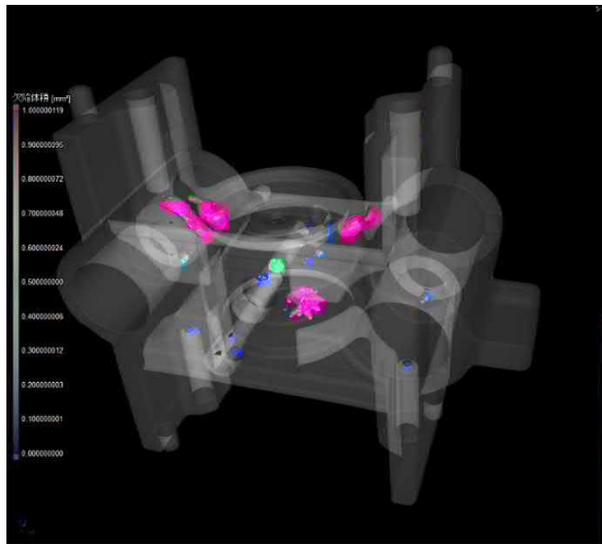


CT-Scan / X-Ray實現製品驗證

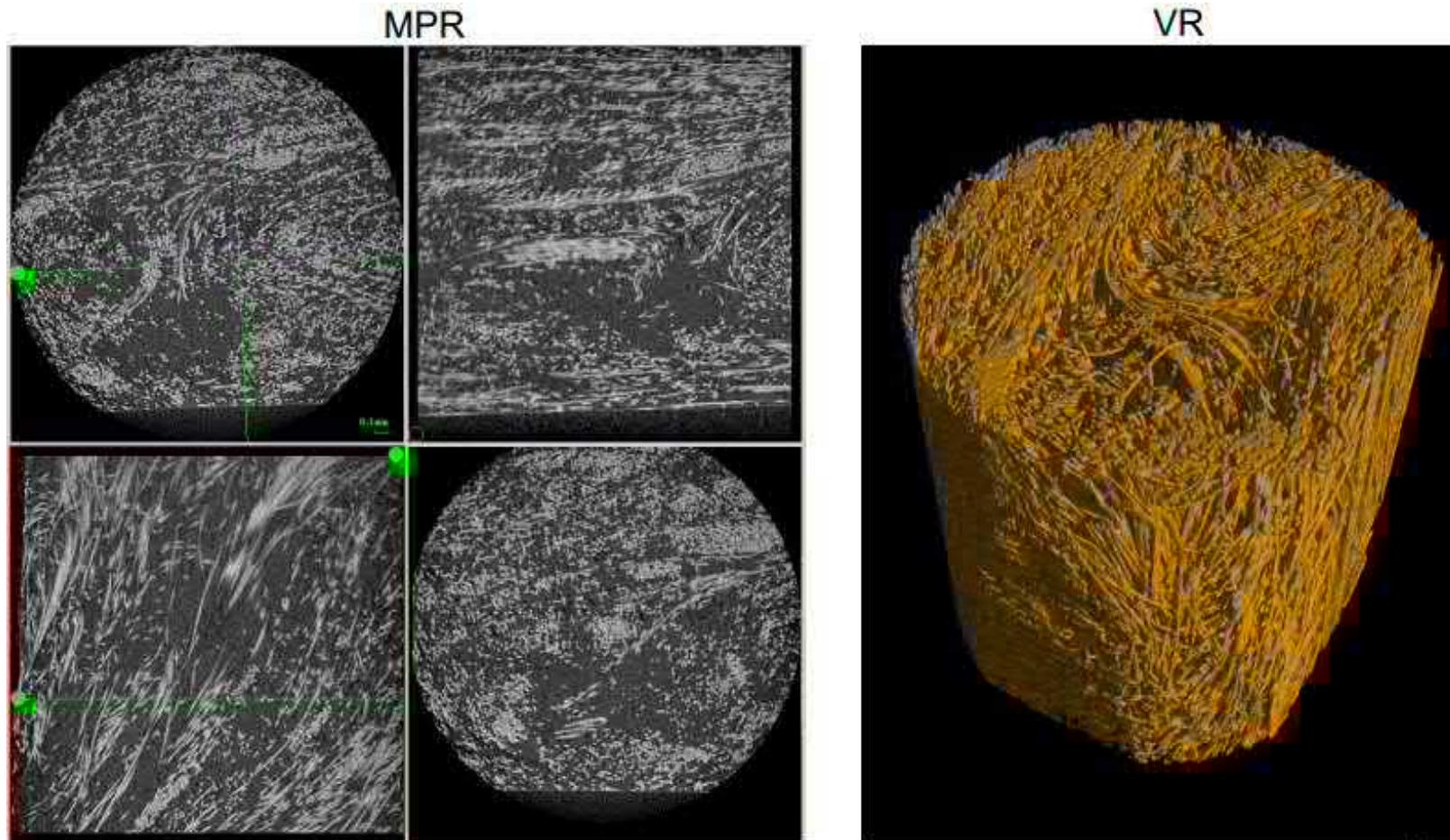
- 工業用3D電腦斷層掃描(CT)是採用穿透式X-Ray影像檢測(工業用X光機)的方式，以斷層掃描技術對產品進行非破壞檢測(NDT or NDE)的最佳選擇，除了能準確地顯現檢測物體內部的3D立體結構，也能夠提供檢測物體內部的物理或力學等特性，例如鍛造的裂紋或裂痕位置及尺寸、氣孔的分佈位置與大小比例、鑄造結構的型狀及精確尺寸、檢測物體內部的雜質及分佈等。



製品的內部孔洞及缺陷分析

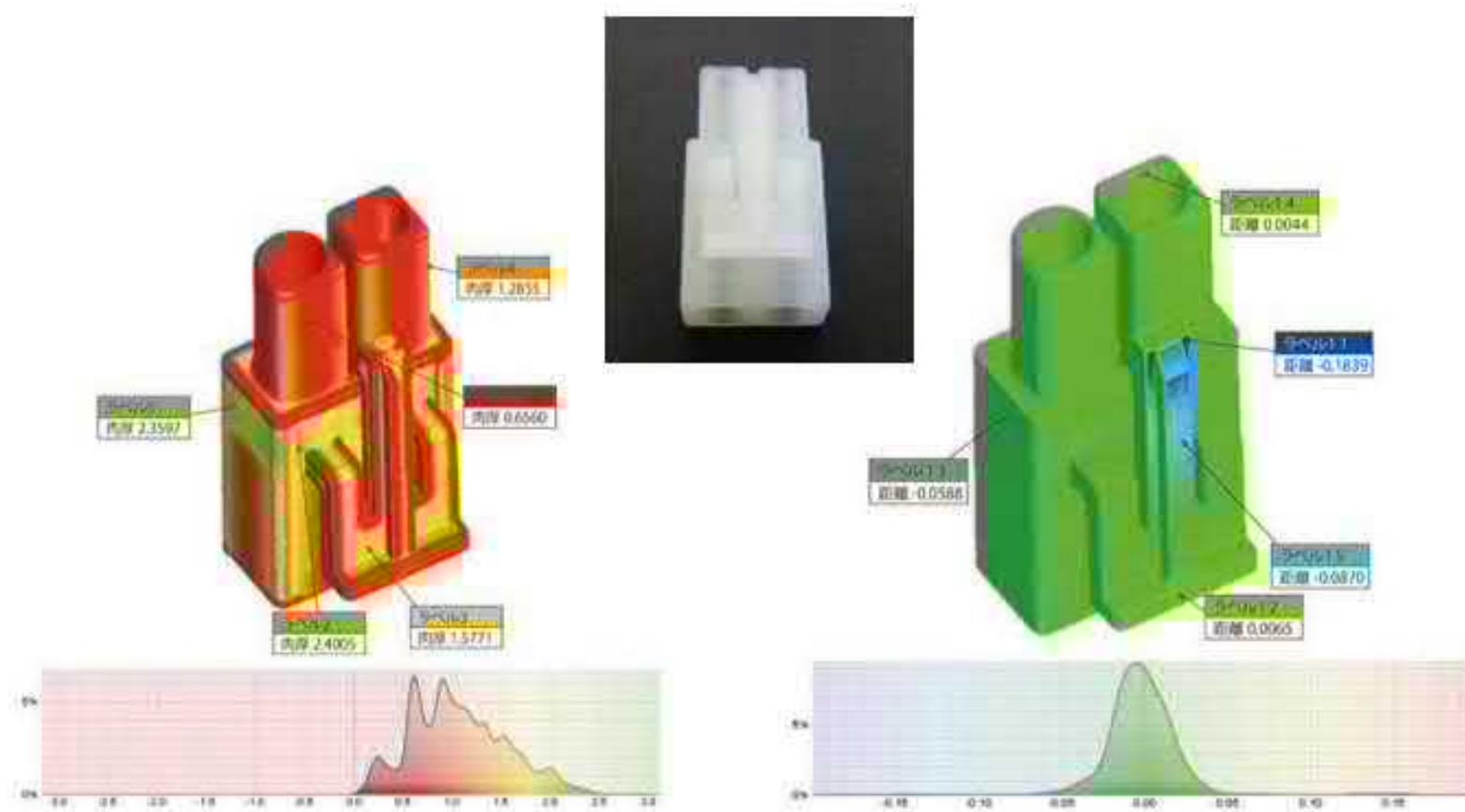


CFRP的纖維配向



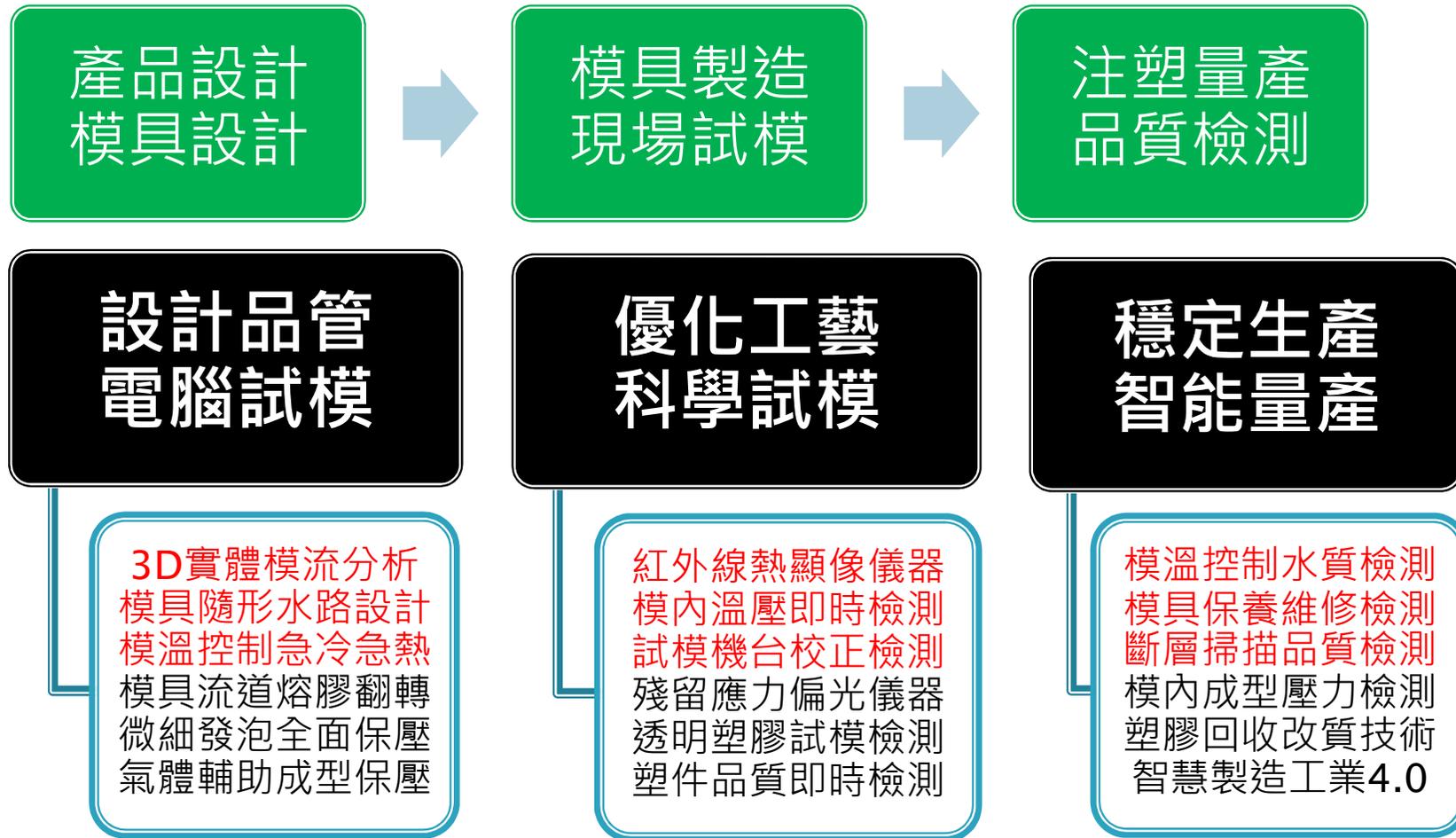
視野約2.7mm

連接器的厚度分析及製品比對



厚度分佈

ACMT【先進模具-智能成型】技術服務平臺



人才培訓認證 / 大數據知識庫



謝謝指教

<http://www.caemolding.org>

steve.tang@caemolding.org



www.caemolding.org

臺灣區電腦輔助成型技術交流協會 Association of CAE Molding Technology