

塑膠技術工程師之先進塑膠科技及管理運作方法專業發展計劃
Professional Development Programme on Advanced Plastic Technologies
& Management Methodologies for Plastics Engineers

國際先進塑膠科技會議及各研習班 International Advanced Plastics Technology Conference & Workshops



紀要 Proceedings



Society of Plastics
Engineers Hong Kong
塑膠工程師學會 - 香港分會



Hong Kong
Productivity Council
香港生產力促進局

此紀要乃屬由香港特別行政區政府工商及科技局專業服務發展資助計劃撥款資助，「塑膠技術工程師之先進塑膠科技及管理運作方法專業發展計劃」的其中一本刊物。
(項目小組成員) 在此刊物上表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不代表香港特別行政區政府、工商及科技局及專業服務發展資助計劃評審委員會的觀點。

This Proceedings is one of the publication of the project "Professional Development Programme on Advanced Plastic Technologies & Management Methodologies for Plastics Engineers" which is funded by Professional Services Development Assistance Scheme.

Any opinions, findings, conclusions or recommendations expressed in this material (by members of the Project team) do not reflect the views of the Government of the Hong Kong Special Administrative Region, Commerce, Industry and Technology Bureau, or the Vetting Committee for the Professional Services Development Assistance Scheme.

塑膠技術工程師之先進塑膠科技及 管理運作方法專業發展計劃

前言

隨著香港與內地簽訂更緊密關係安排，香港製造商將面對更多挑戰，但商機亦隨之而增加。爲了提升本地製造工程師之先進塑膠加工技術知識及能力，從而支持本地塑膠加產品製造商抓緊 CEPA 商機，塑膠工程師學會-香港分會及香港生產力促進局成功向香港特別行政區政府工商及科技局專業服務發展資助計劃申請撥款資助，推行一名爲「塑膠技術工程師之先進塑膠科技及管理運作方法專業發展計劃」的項目。

此項目旨在爲香港塑膠業人員提供相關塑膠、模具技術及管理方法的最新資訊，提升塑膠工程師的專業知識和水平，讓他們能夠爲長遠發展而裝備自己。

上述項目包括一個大型的國際塑膠科技會議及多個技術研習班，邀請了來自歐洲、美國、日本及香港的專家發表演說。已於去年 11 月底舉行之塑膠科技會議及本年初之多個研習班，得到業界大力支持，反應踴躍。有關是項活動之會議及技術研習班之講義，現已重新輯錄成本紀要出版。

你們的支持令此項目得以成功舉行，我們深表感謝！

希望大家以後繼續支持香港的塑膠業、塑膠工程師學會 – 香港分會及香港生產力促進局塑膠科技中心

塑膠工程師學會-香港分會主席

羅世平先生

香港生產力促進局塑膠科技中心

李利民先生

簡介

近年，中國本土的工業急速發展，為香港塑膠業帶來激烈競爭。而各地客戶對產品品質、價格及交貨期的要求越來越嚴峻，本港製造企業必須不斷提升本身技術水平及能力，隨時面對新挑戰，把握新機遇。為協助本地業界持續引進最新的技術及系統，並培訓技術人員，提升他們的工程及技術知識水平，以改善企業的整體生產能力，及維持相對內地及其他地區之競爭優勢，塑膠工程師學會-香港分會與香港生產力促進局向香港特別行政區政府工商及科技局專業服務發展資助計劃申請撥款資助，推行一名為「塑膠技術工程師之先進塑膠科技及管理運作方法專業發展計劃」的項目。

是項專業發展計劃邀請到超過 10 位來自歐洲、日本及香港著名科技研究所、技術支援機構及顧問公司的專家，來港於下列活動內，與參加者分享他們的經驗，以及講解塑膠業及其他相關工業的新機遇、最新的製造科技與管理系統，從而協助參加者面對不同的挑戰。

於項目進行期間，先後舉辦多項活動。

包括：

- 國際先進塑膠科技綜合研討會 (2004 年 11 月)
- 應用於汽車零部件之先進注塑技術研習班 (2004 年 11 月)
- 先進塑膠表面裝潢、流體輔助注塑及發泡成型技術研習班 (2004 年 11 月)
- 高速、高精密及微加工技術研習班 (2005 年 1 月)
- 先進模內裝潢技術研討會 (2005 年 2 月)
- 塑膠注射成型缺陷分析及問題解決研習班 (2005 年 4 月期間多個晚上)

本紀要將輯錄是項專業發展計劃所舉辦的活動內，發表之塑膠及模具技術與管理技巧，紀要的內容涵括下列各項：

- 最新塑膠工業及加工技術發展的概述
- 優質微注塑及微型模具製造
- 多件注塑及疊架模具技術
- 先進微細放電加工及線切割技術
- 創新產品及技術開發項目管理
- 模內裝潢技術的最新發展
- 應用三維電腦模擬分析技術
- 注塑缺陷分析及系統化問題解決技巧
- 塑膠產品製造之快速模具技術
- 應用於汽車零部件之先進注塑技術
- 流體輔助注塑及發泡成型技術
- 高速及微加工技術
- 等等

目錄

	頁數
活動一：國際先進塑膠科技綜合研討會	1
“塑膠工業及加工技術發展的概述”	1 - 20
由德國IKV技術研究所塑膠成型技術部主管Hendrik Wehr博士主講	
“優質微注塑及微型模具製造之秘訣”	21 - 27
由日本Tecona有限公司創辦人及總裁Kiyoshi Ueno先生主講	
“科技 – 增加生產力關鍵”	28 - 34
由德國Ferromatik Milacron Maschinenbau公司技術應用經理Joerg Dassow博士主講	
“先進微細放電加工及線切割技術”	35 - 55
由瑞士Agie Charmilles公司專業技術中心經理Gilles Laforge先生主講	
“創新產品及技術開發項目管理”	56 - 63
由德國TEC'n ECO顧問公司董事總經理Jurgen Schoon先生主講	
“模內裝潢技術的最新發展”	64 - 71
由德國庫爾茲(遠東)有限公司經理洪藝林先生主講	
“應用三維電腦模擬技術進行填充、冷卻及翹曲變形分析的概念及個案”	72 - 79
由韓國Moldflow公司經理Steve Kang先生主講	
“先進塑膠物料發展及應用”	80 - 85
由杜邦中國有限公司技術業務顧問劉宇健先生主講	
“注塑缺陷分析及系統化問題解決技巧”	86 - 93
由香港生產力促進局首席顧問李國強先生主講	
“塑膠產品製造之快速模具技術”	94 - 100
由香港生產力促進局顧問源堯鑒博士主講	
活動二：應用於汽車零部件之先進注塑技術研習班	101-141
由德國Ferromatik Milacron Maschinenbau公司技術應用經理Joerg Dassow博士主講	
活動三：先進塑膠表面裝潢、流體輔助注塑及發泡成型技術研習班	142-219
由德國IKV技術研究所塑膠成型技術部主管Hendrik Wehr博士及開發研究組主管Oliver Groenlund先生主講	
活動四：兩天高速、高精密及微加工技術研習班	220-251
由日本東芝機械株式會社精密機器部部長百地武先生主講	
活動五：先進模內裝潢技術研討會	252-268
由拜耳材料科技(中國)有限公司亞太區技術經理 Alan Kwok先生、技術服務經理(CAE) Eric Tan先生及區域經理(行業創新) Marina Lee小姐主講	
活動六：塑膠注射成型缺陷分析及問題解決研習班	269-283

活動一：國際先進塑膠科技綜合研討會

在現今的消費市場，客戶對質優價廉，而且新穎時尚的產品之需求不斷增加，這亦成為世界各地的塑膠產品製造商所面對的一種新挑戰。為了迎接此挑戰，並為適應市場的轉變而作好準備，應用創新的加工技術及管理技巧，實在是提高生產效率、成本效益以及優化產品質素的不二法門。

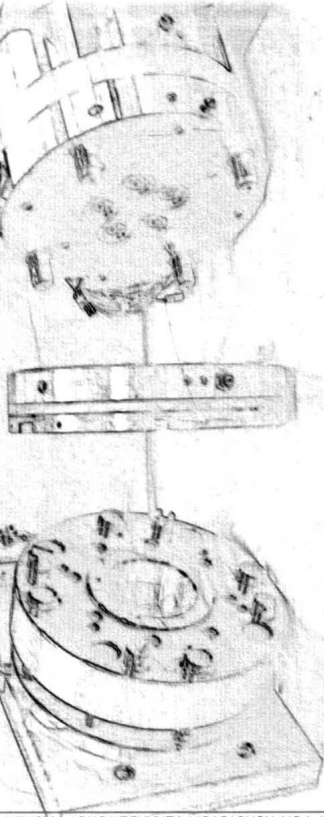
本綜合研討會中，邀得10多位來自歐洲、日本及香港著名科技研究所、技術支援機構及顧問公司的專家，與參加者分享他們的經驗，以及講解塑膠業及其他相關工業的最新製造科技，包括微注塑、流體輔助注塑、多件注塑、微細加工、模內裝潢及快速模具技術等，並講解創新產品及技術開發項目管理技巧，從而協助本港廠商面對不同的挑戰。

“塑膠工業及加工技術發展的概述”

由德國IKV技術研究所塑膠成型技術部主管Hendrik Wehr博士主講

先進成型技術的現在與將來研究發展

未來的產品外形－



Dr.-Ing. Hendrik Wehr

International Advanced Plastics Technology Conference 2004, 26. November, Hong-Kong

創新－確保公司市場地位的主要策略

- 目前的處境：
- 現實情況：
- 障礙：
- 錯誤觀念：
- 要維持現有的市場地位，只可以比別人更早發展素質性能更佳的新產品和(或)減低生產成本
 - 開發成本太高，開發時間太長，開發過程沒有保障
 - 一般公司只考慮在生產及開發過程中節省成本所獲得的短期經濟效益，而忽略了在過程中去以更有系統的方法去開發新產品之能力

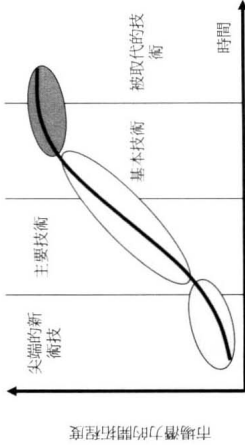
歐洲注塑成型工業的主要技術需求

因為塑膠注塑成型工業是一種技術主導的行業，業內的競爭大多為技術發展上的競賽。

塑膠加工工業正面臨著市場上趨向高質素及複雜的產品之挑戰，因此須要採納及應用新的技術及物料，以：

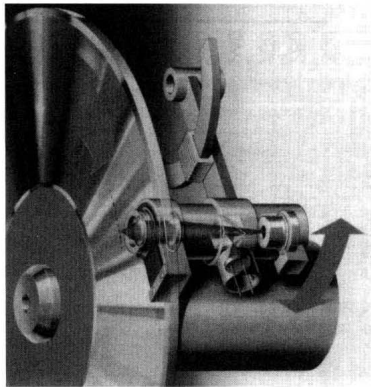
- 開拓新市場及產品
- 改善生產過程中的成本
 - 縮短周期時間
 - 減少加工工序 (加工工序的結合)
- 節省時間，從而減少產品開發的成本
 - 直接加工製造
 - 利用工序模擬工具

生產技術的生命周期



指標	開發	發展	成熟	晚期
技術的可發展潛能的不明確性	高	中	低	很低
技術開發的投資	中 (基本原理)	最多 (應用)	少 (實行合理化)	很少 (調校)
所採用的發展形態	科學化	以應用作主導	以應用作主導	以成本作主導

創新的例子 壓縮光碟(CD)



原理: 在凹槽儲存資料

要求:

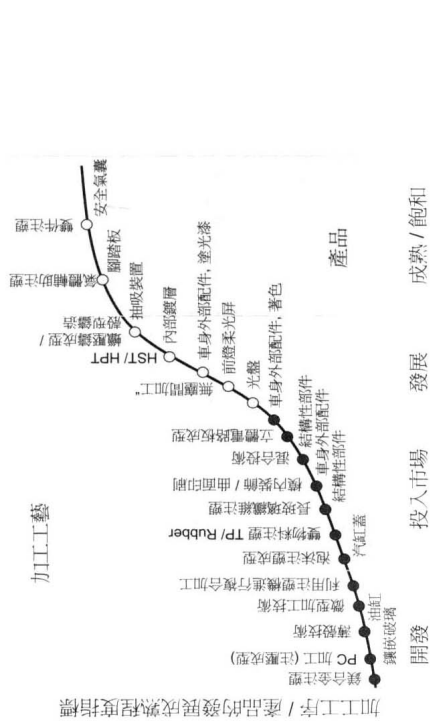
- 透明物料
- 具經濟效益的生產工序
- 注塑成型過程中加上壓痕
- 沒有收縮
- 份子排序沒有定向
- 生產周期短

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG – AACHEN



5

在技術生命周期中各種特別的注塑技術的分類



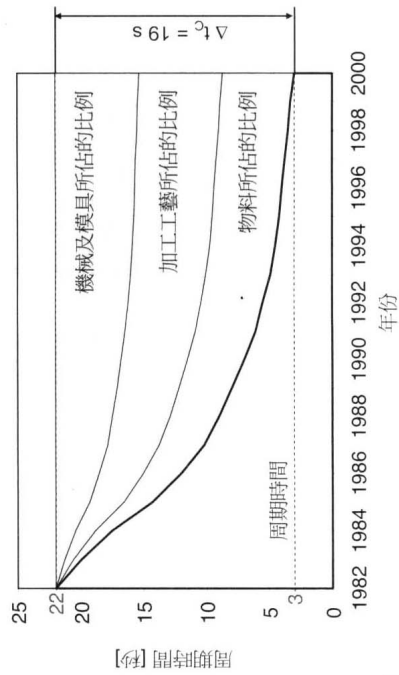
INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG – AACHEN



[Burklic, Krauss-Maffei]

7

技術的優化 壓縮光碟(CD)



INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG – AACHEN



6

加工工藝的趨勢

- 微型注塑成型
- 高填充成份複合物的注塑成型
- 水轉助注塑技術
- 特別的注塑成型工藝的結合
- 泡沫注塑成型
- 模具技術 (ITM)
- 模擬 加工工序

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG – AACHEN



8

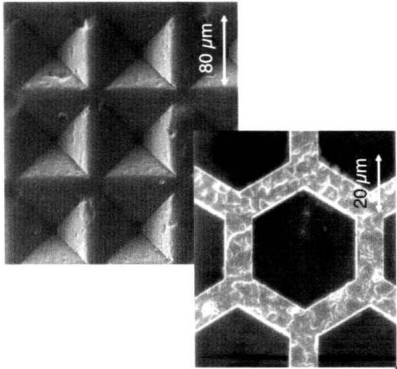
具有微細結構的產品的注塑成型

- 情況

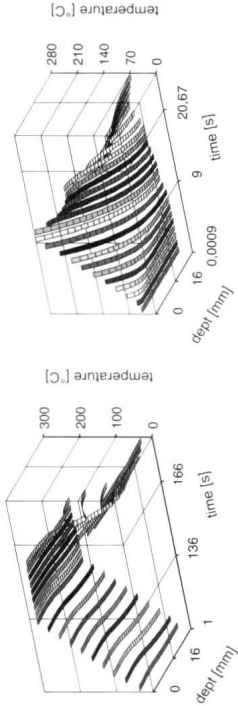
 - 結構性表面提供不同的功能，如：
 - 不吸水的特性
 - 減少流動阻力
 - 導光...
 - 微細結構的尺寸需要特別的加工及模具技巧及設備才可製造出來
- 目標

 - 適用於不同的塑料及構造的微型結構性表面的注塑成型技術
 - 機遇及障礙
- 方法

 - 新的模具概念
 - 動態模具溫度控制



利用外部加熱系統後的模溫之模擬過程

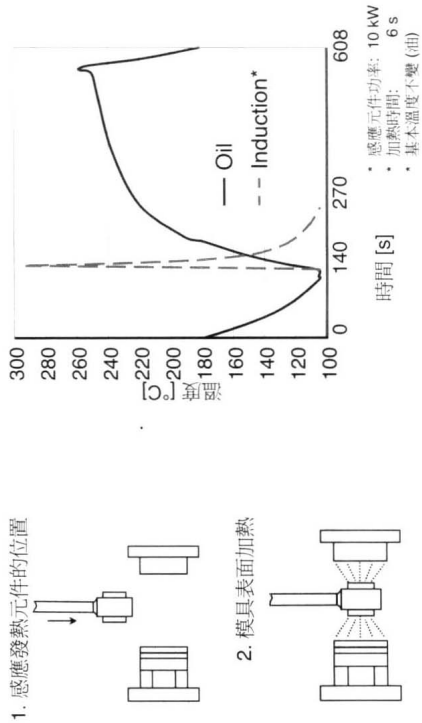


- 內部的加熱：

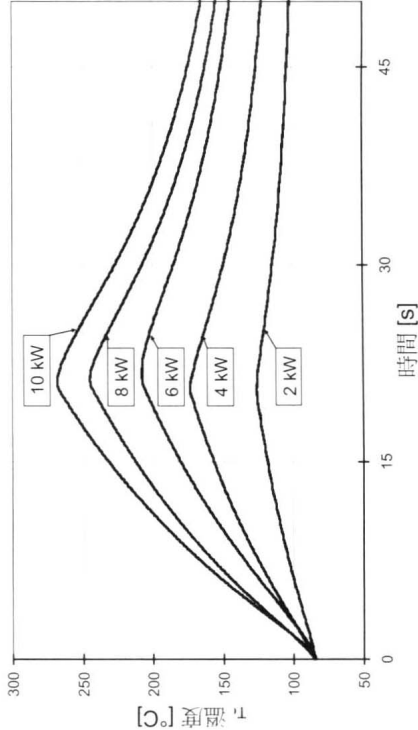
 - 因模具的容積大，令加熱及冷卻時間都較長
 - 不需額外的移動時間
- 外部的加熱：

 - 可局部控制模腔表面的溫度
 - 需額外的移動時間

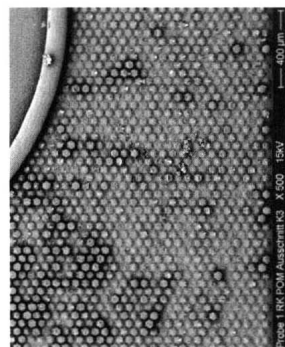
內部加熱系統(熱油加熱) 與外部加熱系統(感應發熱元件) 的溫度變化



依賴發電功率的溫度分佈 ($t_{Heat} = 20s, \varnothing_M = 80^{\circ}C$)

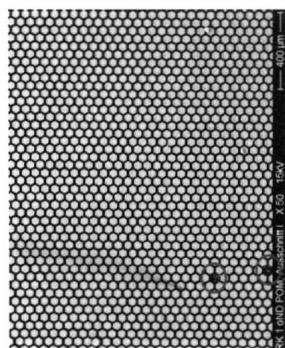


利用感應加熱和沒有利用感應加熱的重覆精準性 (LiGA - 模腔)



沒有額外的加熱

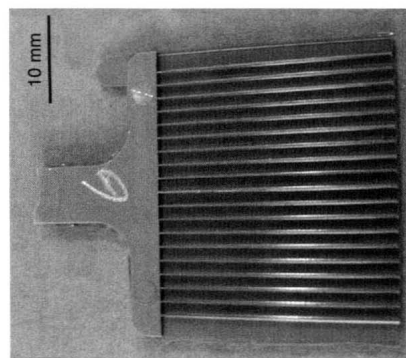
- 不能將柱狀結構注塑成型出來
縫隙: $40\text{ }\mu\text{m}$,
結構高度: $100\text{ }\mu\text{m}$



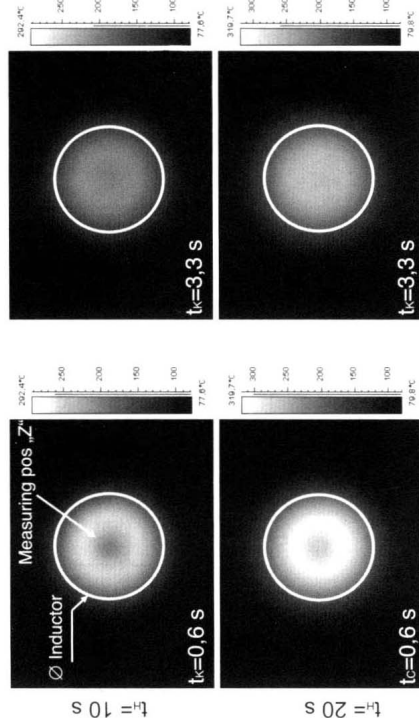
利用額外的加熱

- 注塑成型精準度高
- 柱狀結構間的距離: $2.5\ \mu\text{m}$
- 根據不同的物料會出現不同程度的脫模問題

利用高填充含量的複合物進行薄壁注塑技術



INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG - AACHEN

加熱10秒和20秒後的表面溫度分佈 ($P_{Gen} = 10 \text{ kW}$)

利用高填充量的複合物進行薄壁注塑技術



開始的情況

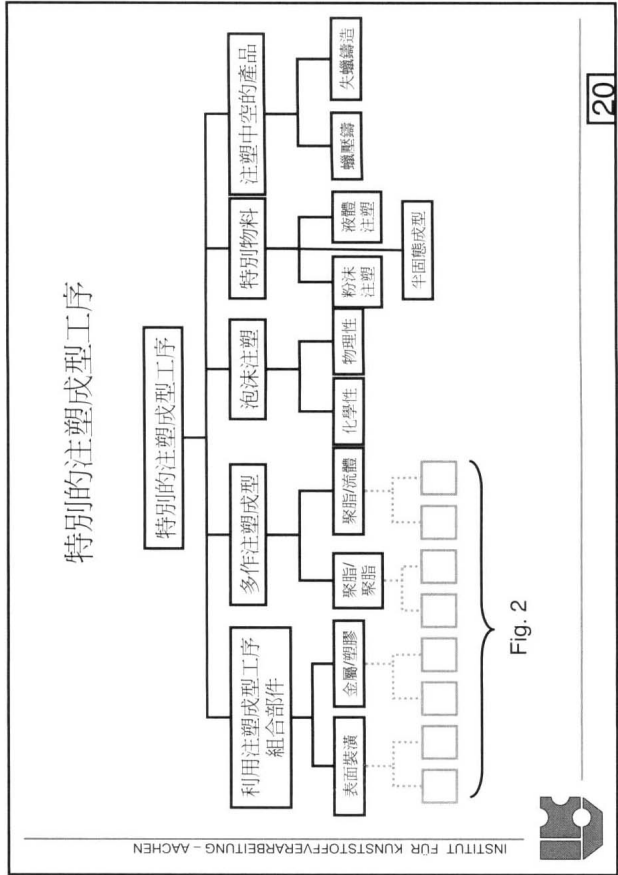
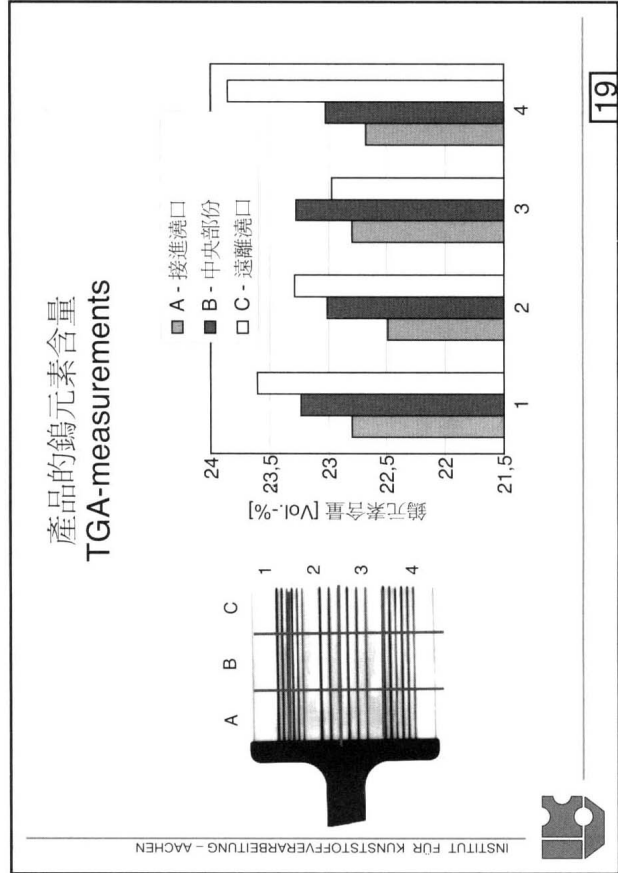
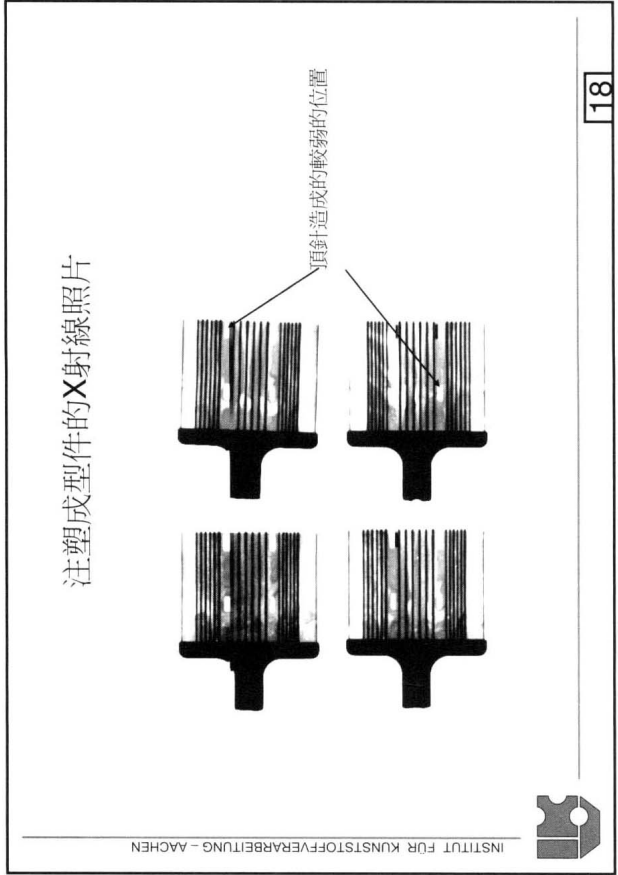
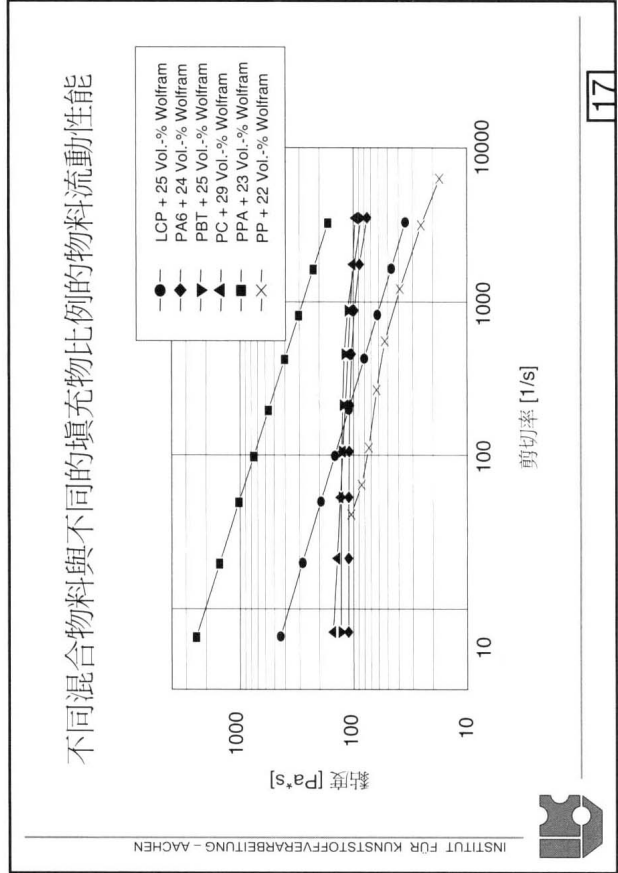
- X射線探測器的金屬防散射柵
- 要求：降低重量和成本

目 標

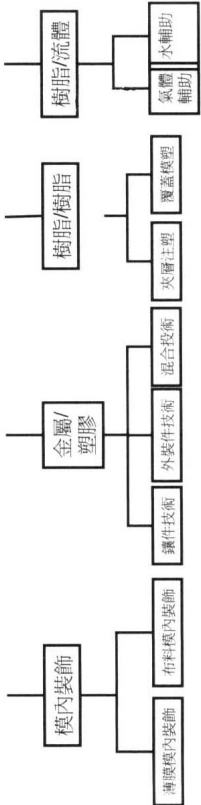
- 利用填充塑料—金屬以外另一選擇
- 利用注塑成型技術生產 (壁厚為 $150\text{ }\mu\text{m}$ 或以下)
- 尺寸精確度高、填充物分佈平均

方法

- 可行性研究：合適的基材與填充物材料
- 加工序分析及優化
- 動態的模具溫度控制



特別的注塑成型工序 2



水輔助注塑 (WIT)

開始的情況

- 水輔助注塑是根據氣體輔助注塑的概念衍生出來的技術，用作生產中空製品
- 縮短冷卻時間
- 可實現較大的產品尺寸

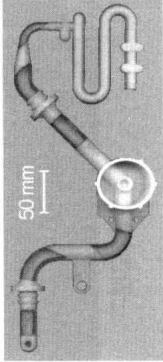
目標

- 改善中空注塑件的性能，如內部的表面質素和同心度

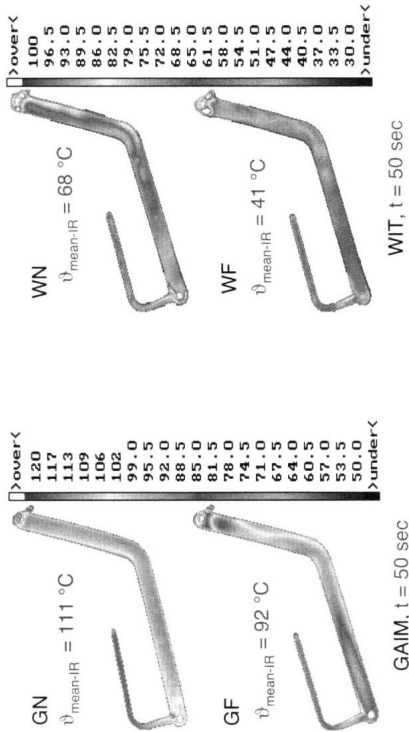
方法

- 實現並應用不同的加工參數
- 利用不同的模具、不同的工藝(GAIM和WIT) 來研究加工工序及物料

作實例示範的注塑件：
複雜的管道
配有綜合的功能性元件
以滿足後排膠的工藝生產出來



脫模後的紅外線熱能分佈影像



WIT 注塑件的pre-series工業應用

Opel [GM] Agila 冷卻水管



[Polytec Thermoplast, PME, Schulman]

Volvo 門柄



[Witte Velbert, Krauss-Maffei, PME, Schulman]



特別的注塑工序的結合 夾層注塑 + 流體輔助注塑

情況

- 生產長的中空管的技術之所有潛能尚未完全開發
- 流體輔助注塑技術並不適用於所有熱塑性塑料

目標

- 提升功能性密度，如：管道內有擴散屏障
- 表層物料的選擇與流體輔助注塑技術的適用性沒有關係

方法

- 夾層注塑和流體輔助注塑的系統化的組合

夾層注塑 + 流體輔助注塑

水輔助注塑

夾層注塑 + 水輔助注塑

夾層注塑與欠注塑工序的結合

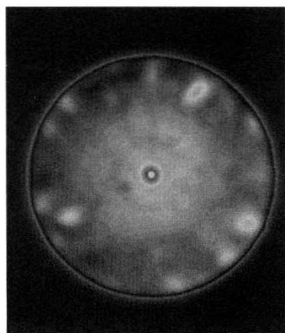
泡沫注塑成型 - 結構性泡沫的性能 -

- 一般性能:**
- 減輕產品重量 / 節省物料
 - 減少收縮及翹曲變形
 - 隔音及隔熱能力較強
 - 防止凹痕產生
 - 降低注塑壓力
 - 可縮短周期時間
 - 較高的機械性能與重量比例
- 物理性流體發泡劑的加工:**
- + 相對化學發泡劑，可獲得較大的發泡效果
 - 需要較多的努力以掌握加工情況

結構性泡沫的性能

一般性能:

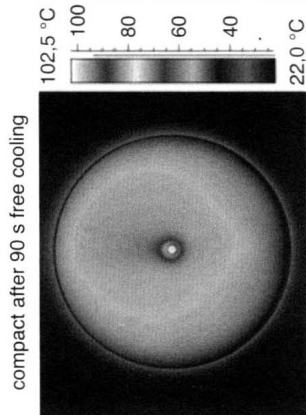
- 減輕產品重量 / 節省材料
- 減少收縮及變形
- 改善機械性能
- 減少生產成本
- 降低污染
- 可縮短週期時間



實心

 $T_{mCP} = 240\text{ }^{\circ}\text{C}$

發泡

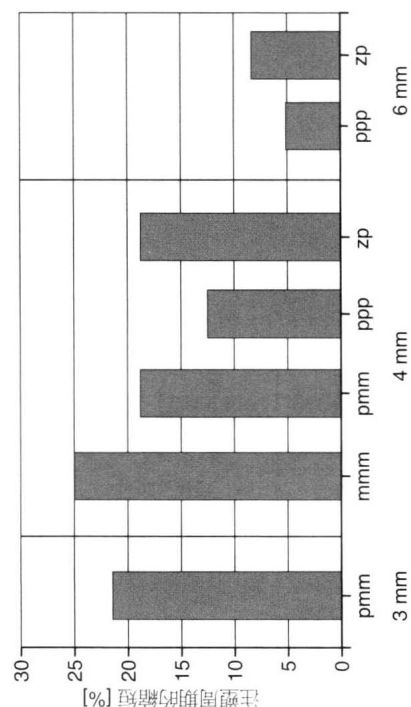
 $T_{mp} = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

compact after 90 s free cooling

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG – AACHEN

29

注塑周期的縮短



[%] 主頻周期的縮短

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG - AACHEN

31

泡沫注塑成型 - 結構性泡沫的性能 -

一般性能:

- 減輕產品重量 / 節省物料
- 減少收縮及翹曲變形
- 隔音及隔熱能力較強
- 防止凹痕產生
- 降低注塑壓力
- 可縮短周期間時間

物理性流體發泡劑的加工:

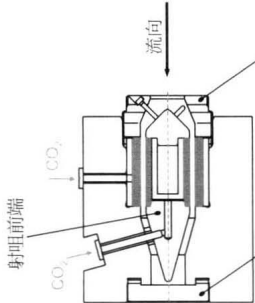
- + 相對化學發泡劑，可獲得較大的發泡效果
- 需要較多的努力以掌握加工情況

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG - AACHEN

32

利用物理性發泡劑作泡沫注塑成型加工

- 情況
- 物理性發泡劑的加工處理需要較複雜的機械裝置技術
 - 建立的工序所涉及的範圍廣泛
- 目標
- 物理性發泡劑的注射及利用最少的機械動作令發泡劑在塑料內平均分佈
 - 打入新市場的較快及較便宜的途徑
 - 適用於傳統的注塑機
 - 簡單快捷的裝配



連接混合組件及針形射咀 連接塑化熔膠組件

利用物理性發泡劑作泡沫注塑成型加工

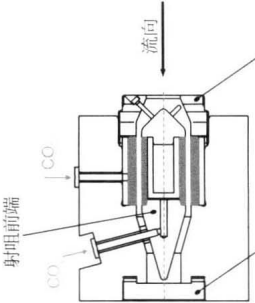
- 情況
- 物理性發泡劑的加工處理需要較複雜的機械裝置技術
 - 建立的工序所涉及的範圍廣泛
- 目標
- 物理性發泡劑的注射及利用最少的機械動作令發泡劑在塑料內平均分佈
- 方法
- 利用注射射咀直接加入氣體
 - 利用環形空隙放大面積與體積的比例
 - 從兩個理狀結構注入流體
 - 利用混合組件
 - 獨立於機器的概念



Optifoam™ system, Sulzer Chemtech

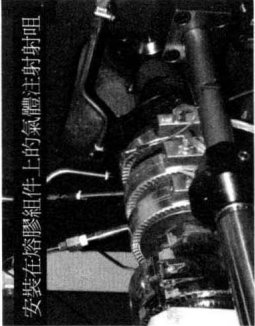
利用物理性發泡劑作泡沫注塑成型加工

- 情況
- 物理性發泡劑的加工處理需要較複雜的機械裝置技術
 - 建立的工序所涉及的範圍廣泛
- 目標
- 物理性發泡劑的注射及利用最少的機械動作令發泡劑在塑料內平均分佈
- 方法
- 利用注射射咀直接加入氣體
 - 利用環形空隙放大面積與體積的比例
 - 從兩個理狀結構注入流體
 - 利用混合組件
 - 獨立於機器的概念



連接混合組件及針形射咀 連接塑化熔膠組件

於IKV內的實驗裝置 (Aachen, Germany)

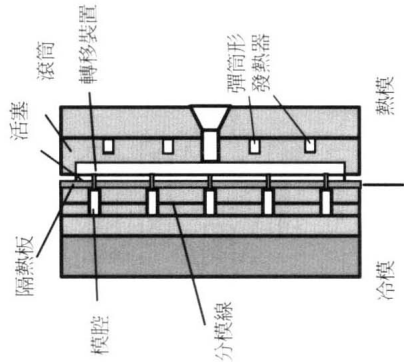


IKV於K2004展示的項目
- 工程發泡-

IKV 透過與其他公司合作研發的一個複雜、創新的應用例子展示熱塑性塑料發泡注塑成型的最新進展。



熱塑性塑料的注塑轉移成型技術 (ITM)

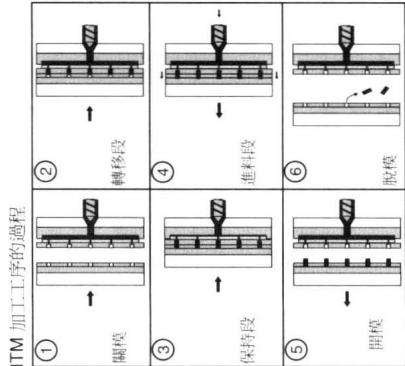


- 情況
- 利用熱流動系統於模腔平衡的問題，可令物料有時間停留
 - ITM加工工序可帶來優點，但目前只用作加工交鍵物料
- 目標
- 將ITM技術轉移到加工熱塑性塑料
- 方法
- 製造一套首版模具
 - 分析 ITM加工工序
 - 比較 ITM技術與運用熱流動的注塑成型技術
 - 發展沒有流道的生產工序



熱塑性塑料的注塑轉移成型技術 (ITM)

- 情況
- 利用熱流動系統於模腔平衡的問題，可令物料有時間停留
 - ITM加工工序可帶來優點，但目前只用作加工交鍵物料
- 目標
- 將ITM技術轉移到加工熱塑性塑料
- 方法
- 製造一套首版模具
 - 分析 ITM加工工序
 - 比較 ITM技術與運用熱流動的注塑成型技術
 - 發展沒有流道的生產工序



注塑轉移模具



