



Moldex3D
MOLDING INNOVATION

PIM 模具設計品管的關鍵技術與先進製造技術

電腦試模技術應用在模具成型問題解析與解決方案

2015-12-15

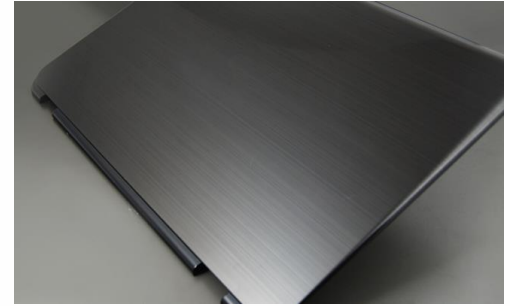
蔡銘宏 Vito Tsai

科盛科技大中華區 總經理

臺灣區電腦輔助成型技術交流協會 秘書長

金屬材質的吸引力

- > 當產品在功能需求上有特殊要求時，例如：
 - 高強度
 - 高導熱性
 - 高導電性
 - 耐耗性、耐熱性
 - 高穩定性
- > 金屬材質的產品不論在質感上或者功能需求上，都有著塑膠材質難以取代的特點與吸引力。
- > 金屬製品的傳統製法是將金屬或合金加熱熔解，燒鑄成鑄錠或直接鑄成鑄件；鑄錠需經鍛、軋、擠等塑性加工，再經切削研磨等機械加工才能成為有用產品。



粉末射出成型簡介

粉末射出成型(Powder Injection Molding, PIM)

- > 泛指將粉末以注塑方式加工成型
- > 是一種結合**粉末冶金**和**射出成型**的技術，突破傳統粉末冶金的產品型狀與強度限制，突破壓鑄成型的強度限制，突破沖壓模成型的材料流動限制，突破精密鑄造的量產限制及車削件的高成本限制。
- > 主要應用
 - 金屬粉末射出成型(Metal Injection Molding, MIM)
 - 陶瓷粉末射出成型(Ceramic Injection Molding, CIM)



金屬粉末射出成型(Metal Injection Molding, MIM)

- > 金屬粉末射出成型(Metal Injection Molding, MIM)是一項結合**塑膠射出成型、高分子聚合物化學、粉末冶金技術及金屬材料科學**的革命性新技術，由美國加州ParmaTech公司於1973年發表。
- > 其技術利用超微金屬粉末與結合劑，經過混合、混煉及造粒等工程製成射出成型原料，透過高精密特製模具成型為生胚，再經脫臘燒結等程序快速製造高密度、高精度且形狀複雜的金屬零件。最後依照產品功能及規格需求，必要時進行第二加工，例如熱處理、表面處理等。



金屬粉末射出成型產品應用領域



手機零組件



光通訊產業零組件



平板電腦零組件



平板電腦零組件



平板電腦零組件



生醫產業零組件



筆記型電腦零組件



PDA零組件



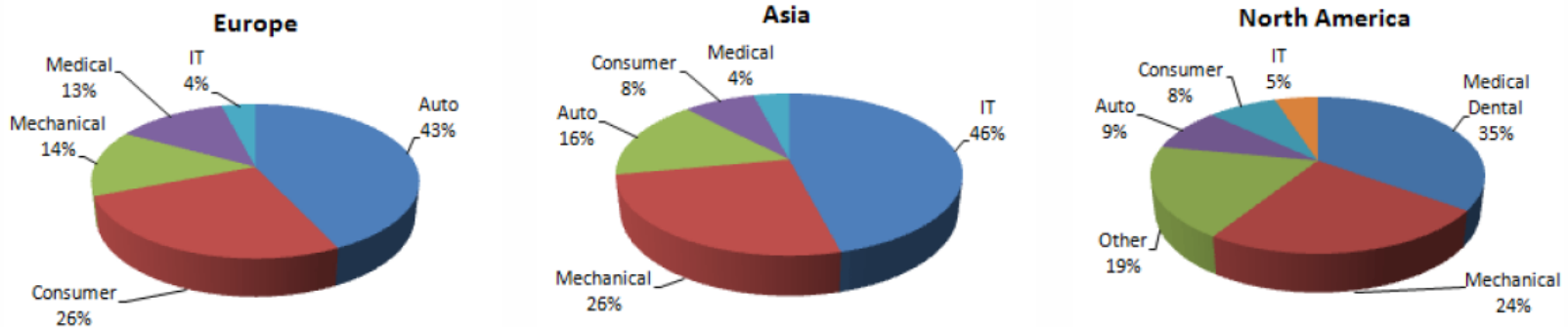
筆記型電腦零組件



耳機零組件

英國BCC調查MIM市場

- > MIM market has grown from \$ 382 million USD in 2004 to \$985 million USD in 2009. **Further the market is estimated to be about \$1.5 billion USD in 2012 by BCC Research, with continued double digit growth expected through 2019.**
- > >2012年全世界MIM市場有15億美金, 到2019年將會超過30億美金
 - 歐洲是著重汽車業, 亞洲是IT, 北美是生醫與機械

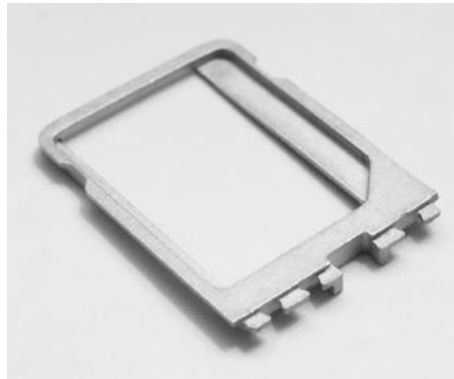


- See more at:

http://www.piminternational.com/what_is_metal_injection_moulding/introduction_to_metal_injection_molding_MIM_PIM#sthash.1w8SN8d2.dpuf

Apple gives Metal Injection Molding (MIM) a boost with its new Lightning connector

- > 2011 to present: The Apple Lightning connector
 - Apple's new Lightning connector system, featured on the recently launched iPhone 5 and iPad mini, has given the international Metal Injection Molding (MIM) industry a substantial boost thanks to its use of this advanced manufacturing process.
- > 2012 to present: SIM tray for one-piece smartphones.
- > 2013 to present: Wearable devices and smartwatches.



Complexity and volume for small-size parts

- > MIM process is an effective way to produce complex and precision-shaped parts from a variety of materials.

Typical MIM components



See more at: <http://rockleighindustries.com/metal-injection-molding-mim.html>

金屬粉末射出成型製程原理

為什麼要使用MIM?

> MIM技術優點

– 複雜成型

- MIM提供較大的自由度，可設計複雜的小型精密零件。

– 強度提升

- MIM提高產品的強度與可靠度。

– 精密度高

- MIM零件可達到95%~99.5%緻密度，公差優於 $\pm 0.3\%$ 。

– 大量生產

- MIM產品可以一模多穴的方式達到有效量產。

– 成本降低

- MIM可將多種組裝件合併設計成單體零件，大幅降低組裝及人工成本。

– 表面細緻

- MIM運用粒徑 $<20\mu\text{m}$ 的粉末，可達表面精細度 $<Ra5$ 。

– 材料廣泛

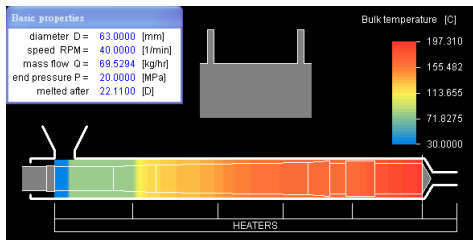
- 幾乎所有能被製成粉末的材料皆可在MIM製程中使用。

塑膠加工製程之主流

> 塑膠加工程序

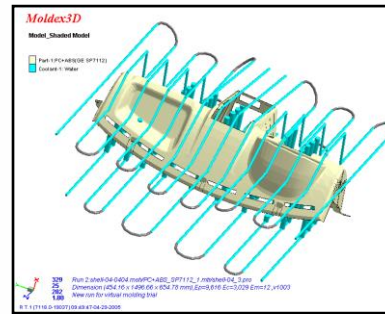
- 傳統上，開發如同黑盒子般，其成果如同藝術品

螺桿

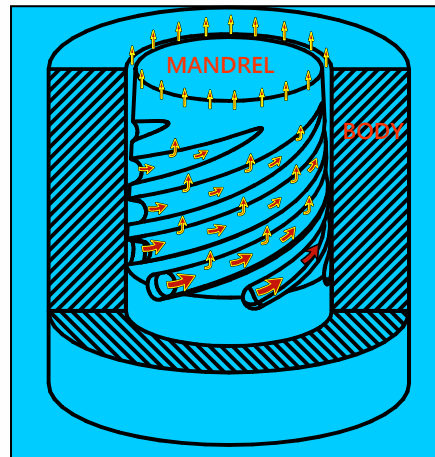


其他技術

射出成型

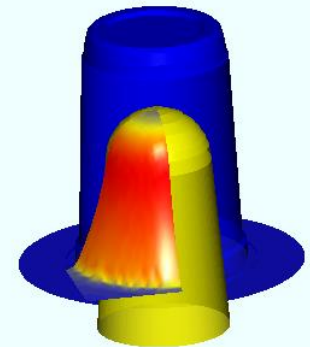


押出成型

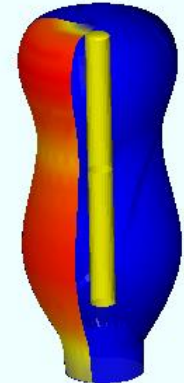


其他技術

熱塑成型



吹塑成型



PIM產業面臨挑戰點



人員養成
經驗傳承
不易

材料特性
掌握不易

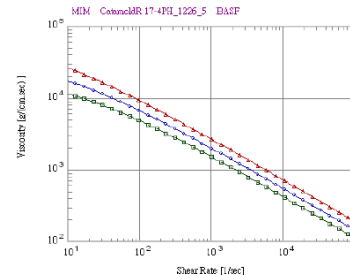


Fig. 8 The black lines are visible on the real green part

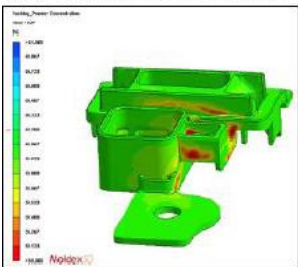


Fig. 9 Powder concentration distribution prediction

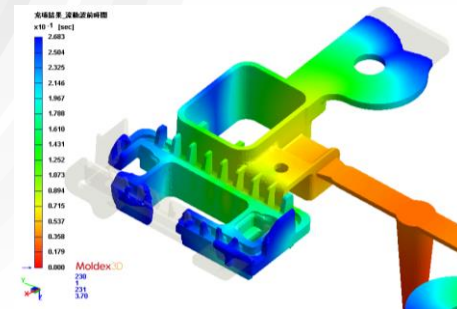
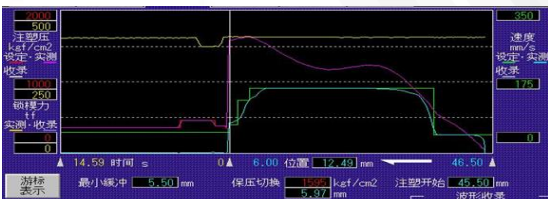
成型品質瑕疵
的有效預測與
解決方案

如何決定
適當的
模具設計

Moldex3D
MOLDING INNOVATION

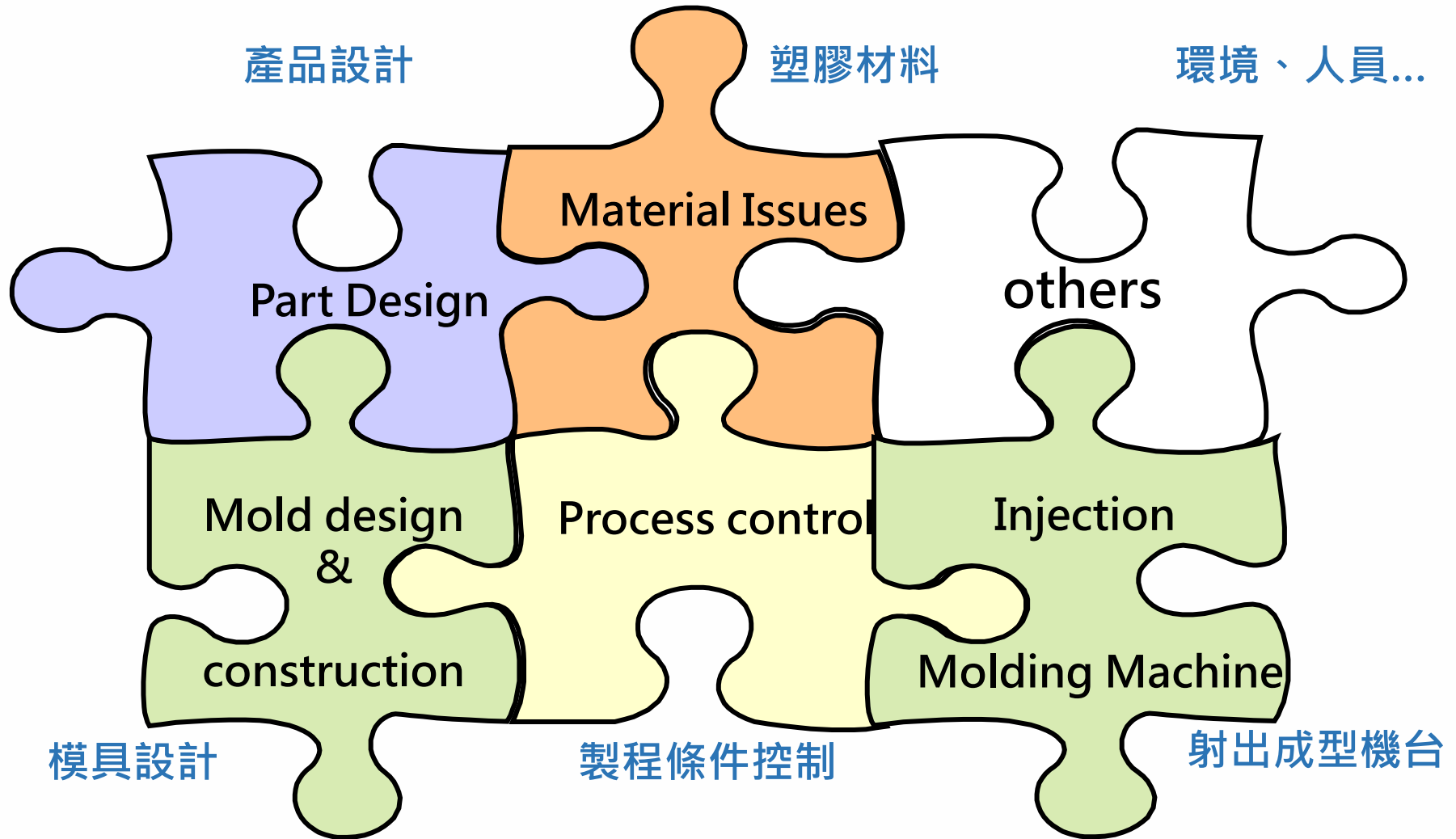
如何調整
合適的注塑
工藝參數

缺少合適
產品設計
驗證工具



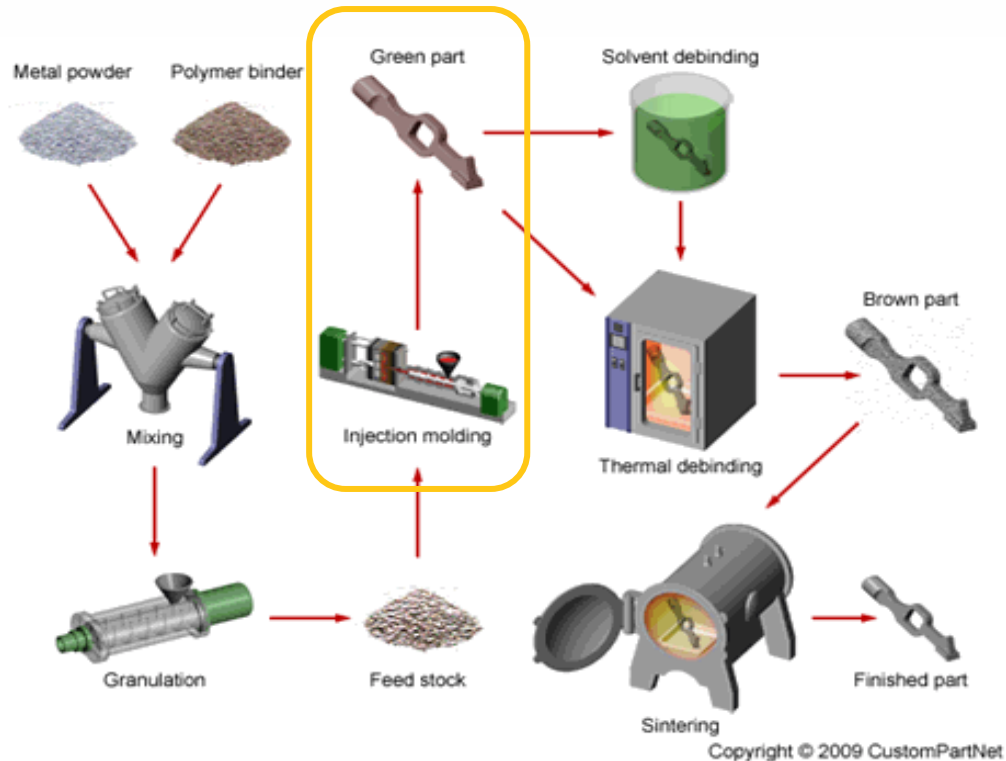
Moldex3D

影響射出成型產品開發之主要因素



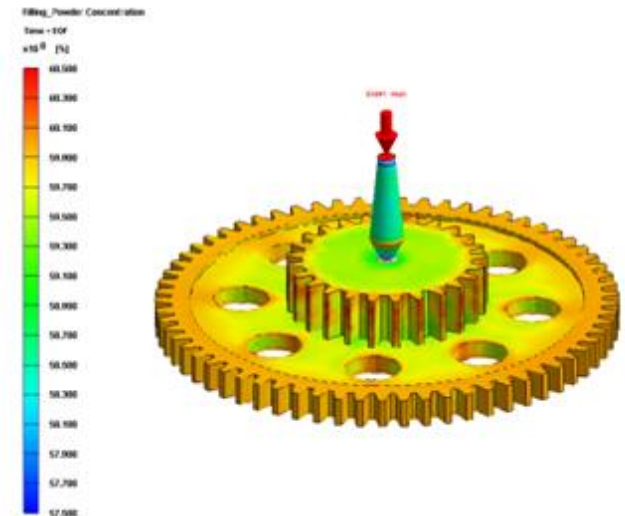
Moldex3D粉末射出成型

- > 從塑膠到金屬射出成型產業技術持續不斷的在擴展。
- > Moldex3D PIM模組支援粉末成型製程中**生胚的射出成型階段**。



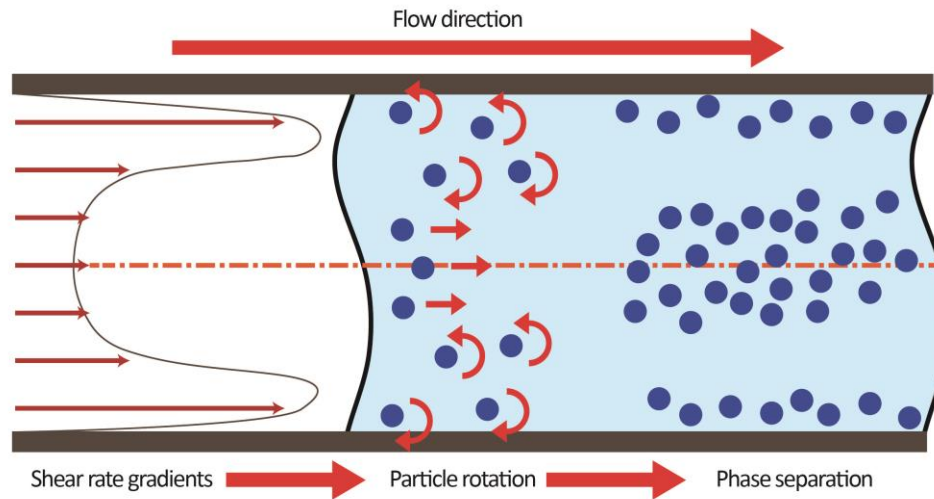
Moldex3D粉末射出成型

- > 涵蓋流動到翹曲的分析結果
- > 支援金屬粉末射出成型
- > 可預測粉末濃度
- > 配置粒子追蹤技術
- > 支援平行計算
- > 支援eDesign與實體(Solid)網格專案

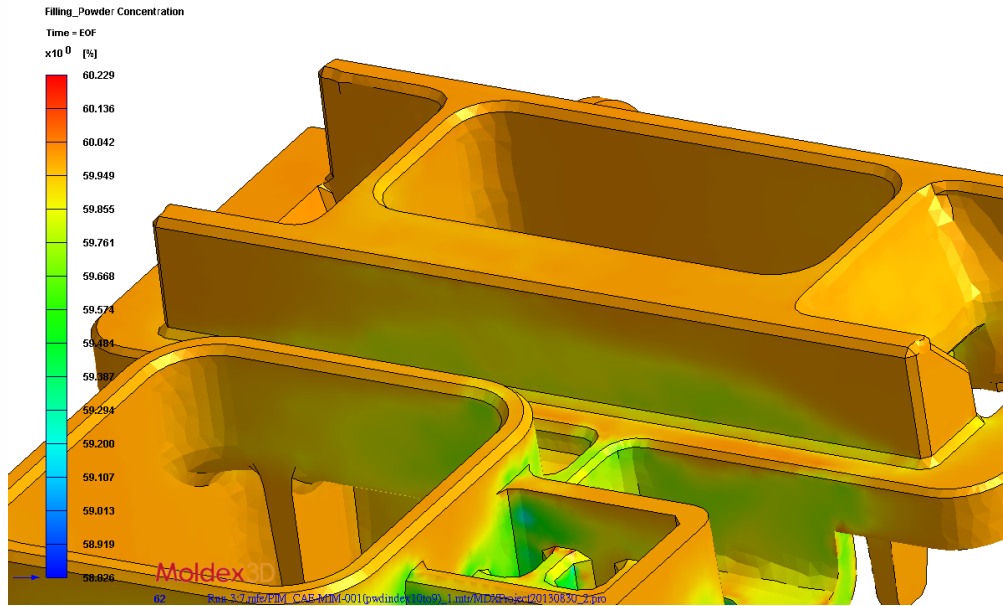


粉與膠的相分離現象 (Phase Separation)

- > 粉末與黏著劑產生**相分離**是生胚最常見的問題。
- > 相分離又稱剪切誘發粒子遷移現象(Shear-induced Particle Migration)：
 - 由於在壁緣處具有**最大剪切率**，故會產生**較低的粉末濃度**；反之，在流動中心處因**剪切率較小**，則會產生**較高的粉末濃度**。

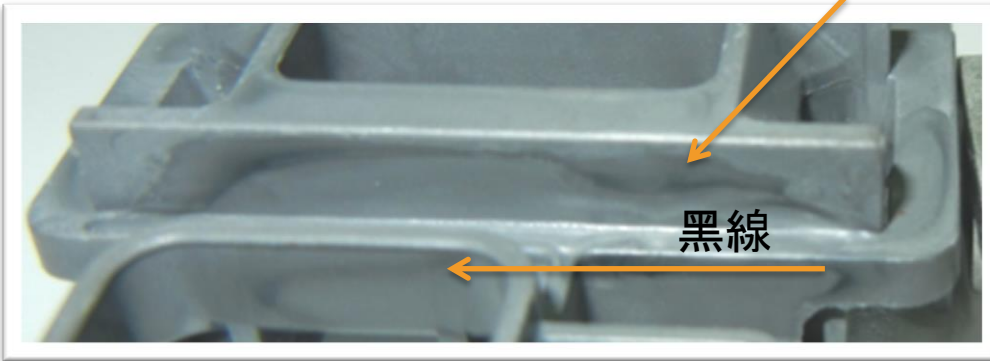


黑線的形成



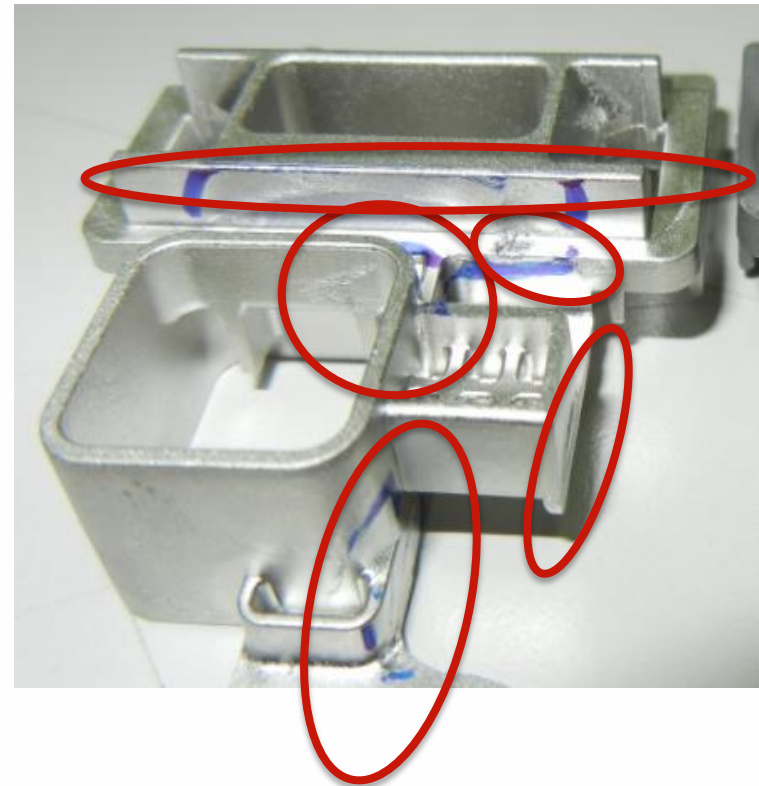
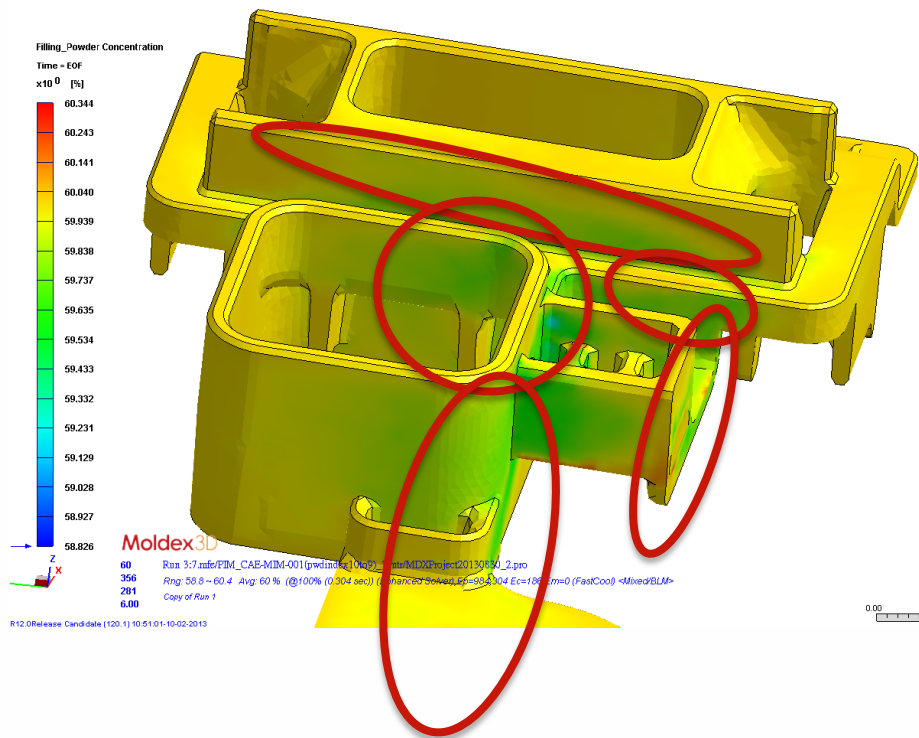
黑線

黑線

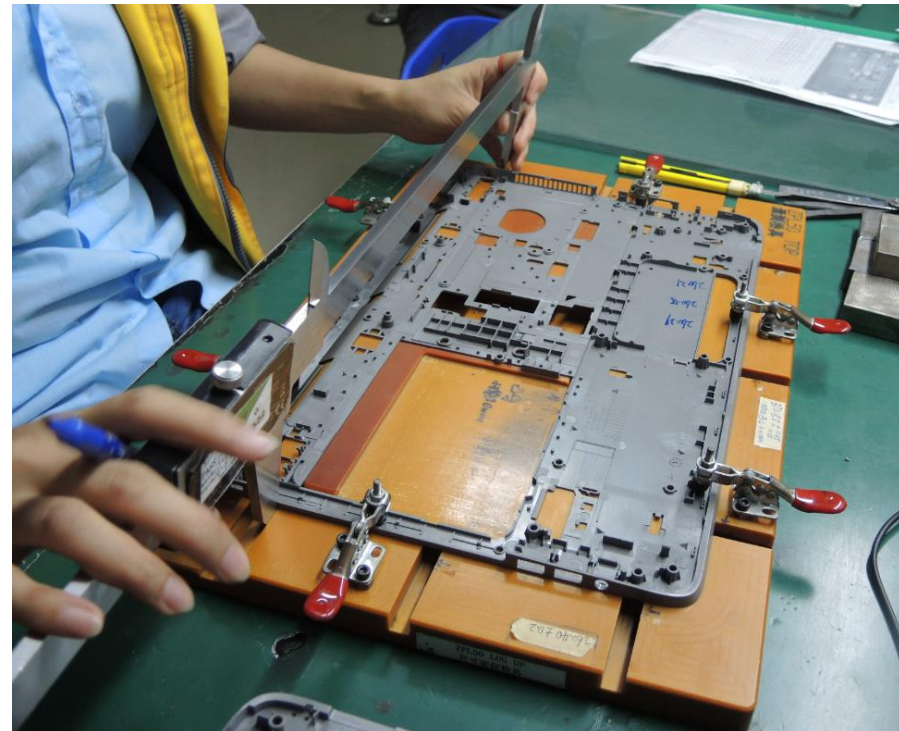
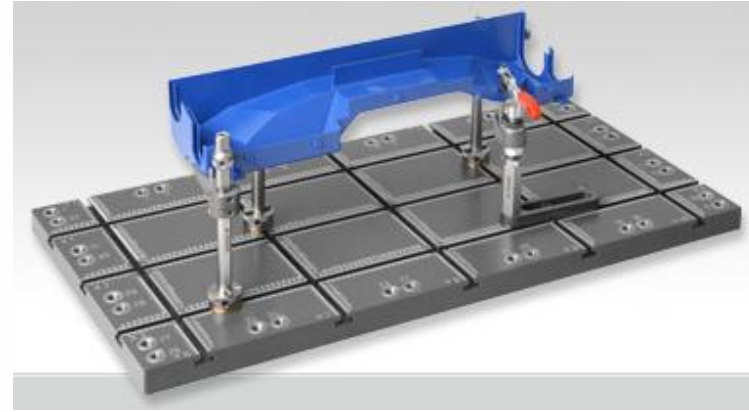


A Comparison with practical MIM part

- > Low powder concentration is most possible to be black lines .



生產製造品管/出貨品管



常見出貨檢驗項目

- 外觀檢驗
- 尺寸檢驗
- 特性/功能性檢驗
- 壽命檢驗
- 抗衡檢驗
- 包裝檢驗

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

計畫緣起

> 【生產製造品管】

- 如果有問題的產品流出工廠，將會造成對客戶的困擾，進而對公司產品的信譽造成極大的傷害，最後可能還必須收回已出貨的產品，並導致公司極大的損失。因此**工廠對生產製造品管絕對嚴格把關。**

> 【模具設計品管】

- 模具設計大都依賴過去的經驗來進行設計，至於設計案是否能夠順利射出成型生產，也是依賴過去的經驗來進行判斷，“設計品管”工作卻沒有一套嚴格的標準流程來協助進行設計品質控管，因此**模具設計品管工作的落實將會是未來模具競爭力的成功關鍵。**

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

計畫緣起

> 【過去的困境】

- “**溝通品質**” 誤差
 - 發包單位與產品設計, 模具設計單位的溝通缺乏有效的平台
 - 由於“表達不清楚”與“認知不完整”造成各單位的資訊誤差
 - 經常需要到“現場試模”時才能發現各方面認知的差異
- “**設計品質**” 管控
 - 缺乏有效的“量化工具”來協助確認設計品質的管控
 - 大都依賴資深工程師的經驗判斷
- “**經驗累積**” 不易
 - 缺乏有效模式確認成功的經驗加以累積.
 - 師徒式的“經驗傳承”, 模具開發效率不易提昇

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

訓練目標

- > 建立【**高效率的溝通平台**】
 - 提供設計理念的表達平台, 量化問題解析推演的過程
 - 提供虛擬的電腦試模平台, 尋求問題解決方案的共識
- > 建立【**有系統的設計品管**】
 - 過濾明顯不當的模具設計, 可降低現場修模試模次數
 - 提供模具的設計品管流程, 量化品質管理的關鍵指標
- > 建立【**模具開發經驗知識庫**】
 - 有系統的知識建立, 累積試模經驗能量
 - 有系統的經驗傳承, 提昇模具開發效率

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

訓練目標

- > 改善品質
 - 驗證主要設計參數合理性 (產品肉厚, 結構性能..)
 - 控制尺寸精度與穩定性 (收縮與翹曲控制)
 - 潛在問題排除 (流動不平衡, 結合線, 逃氣位置設計)
- > 降低成本
 - 有效降低成型周期時間 (最佳化冷卻系統設計)
 - 有效節省材料使用 (最佳化結構效能與塑膠用量比)
 - 有效減少試模次數與修模成本
- > 提高產能
 - 有效建立多模穴量產系統
 - 最佳成型視窗與參數評估
- > 人員培訓與經驗傳承
 - 短時間內可迅速累計大量的試模經驗
 - 快速有效率的留下Know Why及Know How經驗培訊新進人員使經驗傳承源源不絕

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

認證專案區分

“CAE應用工程師”

- > 身份：
 - CAE工程人員
- > 職責：
 - 電腦試模分析執行
 - 電腦試模DFM報告撰寫
 - 可能參與試模/DFM檢討
- > 能力著重
 - 做：做的正確
 - 寫：寫的精闢
- > 需要具備能力
 - 專案分析執行能力
 - 電腦試模分析結果應用
 - 電腦試模報告製作能力
 - 分析差異修正能力

“CAE專案工程師”

- ▶ 身份：
 - 專案管理人員
- ▶ 職責：
 - 電腦試模DFM報告撰寫
 - DFM會議檢討
 - 參與試模檢討
- ▶ 能力著重
 - 寫：寫的精闢
 - 說：說的要點
- ▶ 需要具備能力
 - 電腦試模分析結果應用
 - 電腦試模報告審查能力
 - DFM報告檢討能力
 - 現場試模檢討能力

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

認證等級

> 培訓項目

- 射出成型知識
- 電腦試模報告
- 現場試模能力
- 成型改善方案(四級)
- 成型專案管理(五級)

> 認證等級

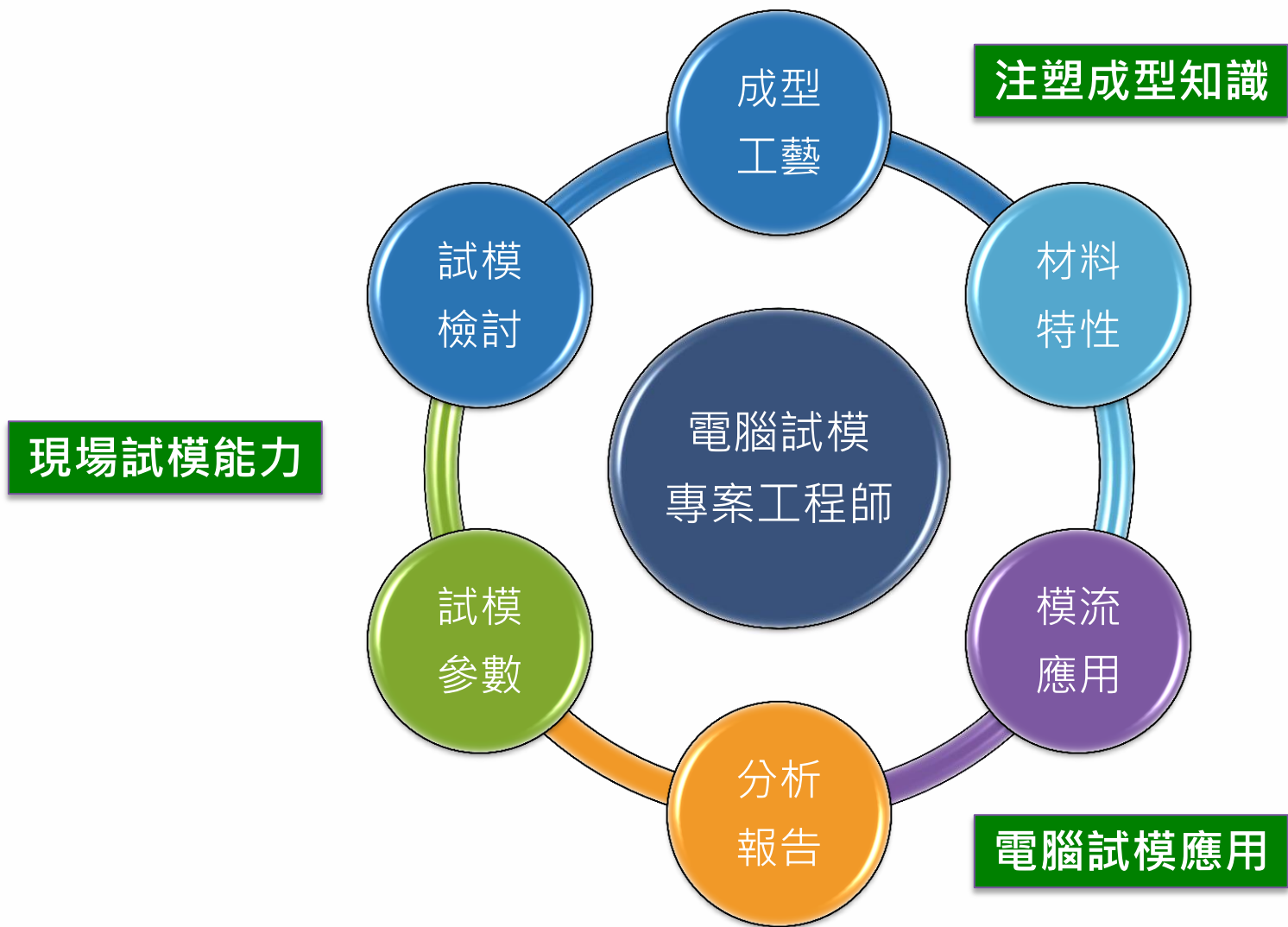
- 一級：理解射出成型知識、具備基本CAE操作能力
- 二級：應用射出成型知識、理解現場試模成型條件
- 三級：具備現場試模討論、電腦試模判讀簡報能力
- 四級：熟練射出成型知識、具備成型改善方案能力
- 五級：精通射出成型知識、具備成型專案管理能力

> 認證方式

- 採分科目培訓與考核，認證證書上註明各科目認證級別

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

認證培訓科目



【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

認證等級

認證內容		第一級	第二級	第三級	第四級	第五級
注塑成型知識	注塑成型工藝理論	理解	掌握	應用	熟練	精通
	塑料加工物性條件	理解	掌握	應用	熟練	精通
電腦試模應用	電腦試模簡報會議	理解	掌握	應用	熟練	精通
	電腦試模分析結果	理解	掌握	應用	熟練	精通
現場試模能力	現場試模成型參數	理解	掌握	應用	熟練	精通
	試模問題檢討能力	理解	掌握	應用	熟練	精通

【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫

認證等級分級制度

▶ 培訓認證分級制

等級	射出成型知識			電腦試模應用			現場試模能力					
		1	2	3		1	2	3		1	2	3
培訓	基礎射出成型機構造	◎	◎	◎	eDesign實作	◎			現場試模實習	◎	◎	◎
	射出成型工藝理論與應用	◎	◎	◎	電腦試模概論介紹	◎	◎	◎	試模參數初估		◎	◎
	成型響應曲線理論與應用		◎	◎	電腦試模結果應用技巧	◎	◎	◎	現場試模調機演練		◎	◎
	基礎塑料分類與介紹	◎	◎	◎	電腦試模方案設變邏輯思考技巧		◎	◎				
	常見材料特性掌握與應用	◎	◎	◎	電腦試模DFM簡報實做		◎	◎				
	基礎材料特性量測理論與應用		◎	◎	電腦試模DFM報告演練		◎	◎				
認證	成型理論學科測驗	◎	◎	◎	eDesign術科測驗	◎				現場知識基礎測驗	◎	◎
認證	材料特性學科測驗	◎	◎	◎	模流分析報告口試	◎			現場試模參數調機		◎	◎
					電腦試模DFM簡報		◎	◎				
					電腦試模DFM簡報口試		◎	◎				
	能力	射出成型流程認知	◎	◎	◎	模流軟體基本操作	◎	◎	◎	現場試模流程認知	◎	◎
能力	理解射出成型工藝理論		◎	◎	電腦試模流程理解	◎	◎	◎	試模表單參數估算		◎	◎
	掌握射出成型工藝理論與應用			◎	理解電腦試模結果應用概念	◎	◎	◎	試模參數調整邏輯能力			◎
	理解基礎材料分類與特性	◎	◎	◎	掌握電腦試模結果判讀應用概念		◎	◎	試模誤差原因理解		◎	◎
	掌握常見材料使用特性與應用			◎	電腦試模問題檢討能力			◎	試模誤差修正能力			◎
					DFM模流報告製作能力		◎	◎				
					DFM模流報告檢討能力			◎				

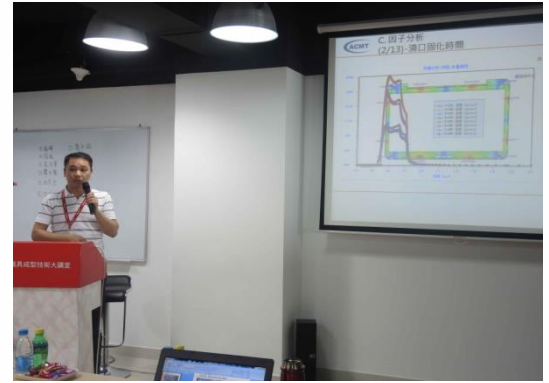
【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫 上課情形



【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫 考試時間



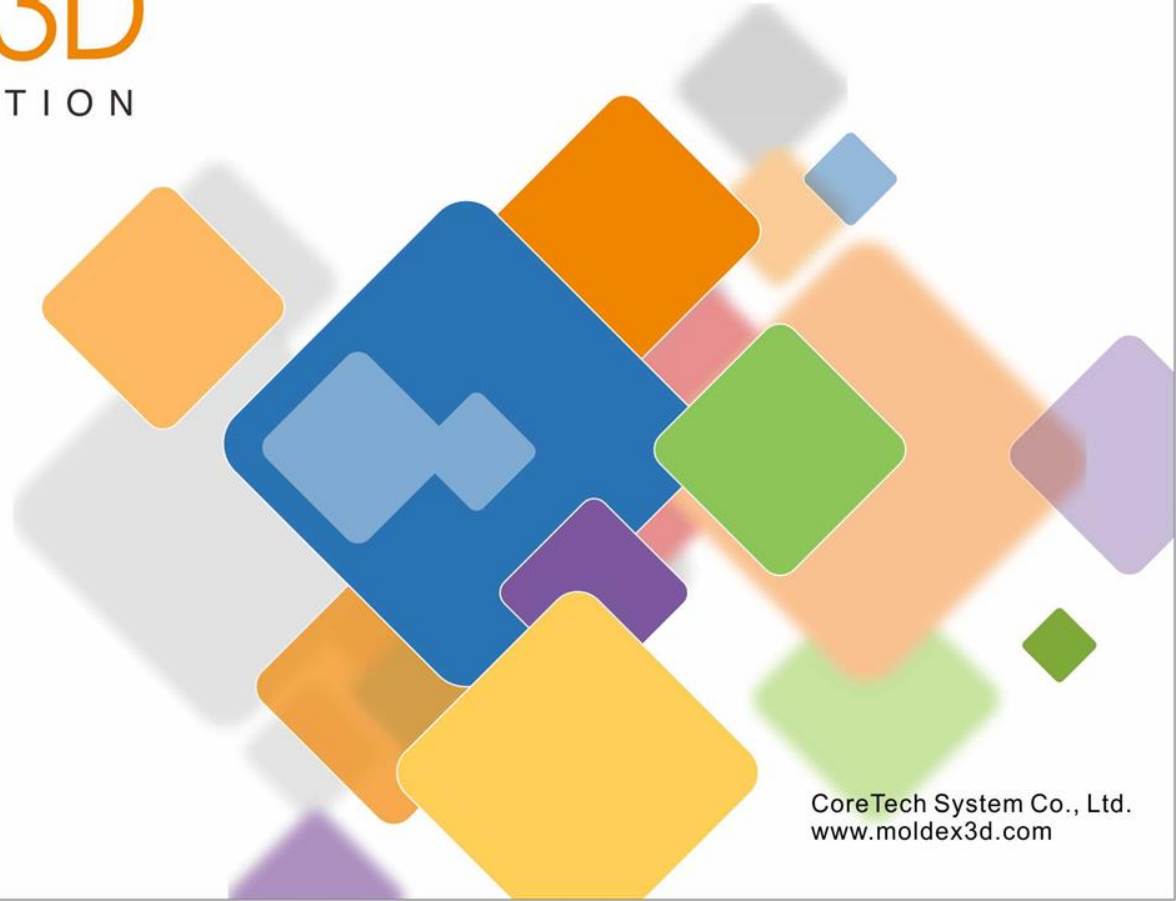
【電腦試模專案工程師】培訓認證計畫 期末報告





Moldex3D

MOLDING INNOVATION



CoreTech System Co., Ltd.
www.moldex3d.com