

明新科技大學 97 校內專題研究計畫成果報告

IMR 射出成型製程之研究 Study on The Process of IMR Injection Molding

計畫類別：整合型計畫 個人計畫

計畫編號：MUST-97-機械-06

執行期間：97 年 3 月 1 日至 97 年 9 月 30 日

計畫主持人：黃德坤

共同主持人：黃文昌

計畫參與人員：麥舜期

計畫參與人員：廖偉廷

處理方式：除涉及專利或其他智慧財產權外得立即公開，
唯必要時本校得展延發表時限。

- 可立即對外提供參考
(請打√) 一年後可對外提供參考
兩年後可對外提供參考

執行單位：明新科技大學機械系

中 華 民 國 97 年 10 月 30 日

中文摘要

模內裝飾(In-Mold Decoration, IMD)射出成型技術是現行表面裝飾工藝中，最具發展性的技術之一，而模內轉印(In-Mold Roller, IMR)射出成型則是其中最具自動化生產性之製程。其具有表面質感多樣化與耐磨耗等特性，可增進產品附加價值。模內轉印製程困難點在於模具設計與製程參數會對油墨沖刷(wash out)現象產生影響，然而目前於學術上很少有針對射出成型結合模內轉印製程做出有系統之研究。

本研究中，選用厚度0.05mm之模內轉印薄膜，利用長寬各100mm與厚度2.5mm之平板試片，針對不同射出率(90、100和110 ccm/s)、模具溫度(50、60和70°C)與熔膠溫度(240、250和260°C)成型試片，並以精密量測儀器與附著力測試法，對於油墨沖刷位移現象以及塑料與印刷油墨之結合性做量測比較。另以實驗搭配超臨界微細發泡(MuCell)射出成型技術與傳統模內轉印射出製程比較，藉以探討加入超臨界微細發泡製程對油墨沖刷現象及塑料與印刷油墨結合性之影響。

研究結果顯示，油墨沖刷位移量會隨射出率、模具溫度以及熔膠溫度的增加而呈現增加趨勢。且接近澆口處，沖刷位移量最大；隨著量測點逐漸遠離澆口，位移量逐漸降低。另外在結合性量測結果顯示，隨著射出速率增加、模具溫度以及熔膠溫度降低，印刷油墨脫落面積會隨之提昇，但油墨脫落面積數值在各參數變化下皆不顯著，最大值僅於0.4%以內，顯示印刷油墨與塑膠件間之結合性良好。搭配超臨界微細發泡製程時，由於黏度降低，剪切率下降，會使得沖刷量測結果小於傳統模內轉印製程。本研究之結果，可提供相關業者於模內轉印製程參數設計上之參考依據。

關鍵詞：模內裝飾、模內轉印、沖刷位移、超臨界微細發泡射出成型

Abstract

In-Mold Roller (IMR) injection molding is the most commonly used In-Mold Decoration technology for ink transfer. IMR is easily automated. It not only decorates but can govern surface feel and wear-resistance characteristics which add product value. The trouble with the IMR process is ink washout, that is when the polymer melt flow distorts the printed pattern. Mold design and molding process parameters govern ink wash out. However, there is no academic research on ink wash out.

Here, we used a 0.05mm thick membrane for IMR ink transfer. We varied the injection rate (90, 100 and 110 ccm/s), and the mold (50, 60 and 70°C) and melt (240, 250 and 260 °C) temperature, to mold and decorate 100mm square plates, each 2.5mm thick. Than measured the ink wash out displacements and adhesion. We also used microcellular foaming to suppress ink wash out and to improve adhesion.

We found that ink wash out displacement increases with injection rate, mold temperature and melt temperature. Near the gate, we find the most displacement. We also found that adhesion decreases with the injection rate, but improves with mold and melt temperatures. We quantified this using fall off area measurements. We find that microcellular foaming significantly suppresses wash out.

Keyword: In-Mold Decoration, In-Mold Roller, ink transfer, washout , washout displacement, Microcellular injection molding, MuCell

目錄

中文摘要	.. I
英文摘要	.. II
目錄	.. III
表目錄	.. IV
圖目錄	.. V
一、前言	.. 1
二、研究設備	.. 1
1. 實驗模具	.. 2
2. 實驗印刷模	.. 2
3. 射出機	.. 2
4. 實驗塑料	.. 2
三、研究方法	.. 2
1. 模內裝飾印刷模製程	.. 3
2. 模內預成型製程	.. 3
3. 模內貼標製程	.. 3
4. 模內轉印製程	.. 3
5. 數據量測	.. 4
四、結果與討論	.. 5
1. 印刷圖樣線段曲率變化量測	.. 5
2. 附著力量測	.. 6
五、結論	.. 7
1. 印刷圖樣線段曲率變化量測結論	.. 7
2. 附著力量測結論	.. 8
參考文獻	.. 9

表目錄

表 1 奇美實業 PC540 產品物性表	10
表 2 實驗參數設定	10
表 3 射出率變化線段曲率半徑量測數據	10
表 4 模具溫度變化線段曲率半徑量測數據	10
表 5 熔膠溫度變化線段曲率半徑量測數據	11
表 6 射出率影響油墨脫落量測數據	11
表 7 模具溫度影響油墨脫落量測數據	11
表 8 熔膠溫度影響油墨脫落量測數據	11

圖目錄

圖 1 實驗成品工程圖	12
圖 2 實驗成品澆口工程圖	12
圖 3 實驗模具-公模側	12
圖 4 實驗模具-母模側	13
圖 5 實驗印刷薄膜-格狀樣式實品圖	13
圖 6 德國 ARBURG 420C 射出成型機	13
圖 7 SELOGICA 控制器操作介面	14
圖 8 奇美 PC/ABS 樹脂 PC-540 加工溫度建議值	14
圖 9 模內預成型製程示意圖 (Bayer)	14
圖 10 模內預成型射出成型製程示意圖 (Bayer)	14
圖 11 模內貼標食品包裝領域成品圖 (Netstal)	15
圖 12 模內轉印製程相關設備。左上為成圖；右上為轉印薄	15
圖 13 射出成型前印刷薄膜量測圖像	15
圖 14 曲率變化量測示意圖	16
圖 15 射出率影響線段曲率變化量比較圖	16
圖 16 模具溫度影響線段曲率變化量比較圖	16
圖 17 熔膠溫度影響線段曲率變化量比較圖	17
圖 18 射出率影響印刷圖樣脫落面積量測比較	17

一、前言

塑膠產品功能要求趨向多元化，如強度、耐化學性、防電磁波(EMI)性、耐磨抗刮等性質，皆已成為產品基本需求與考量點。傳統表面裝飾技術（電鍍、網版印刷、噴塗等），其圖案文字易脫落或對環境造成污染，在現今世界皆已重視環保意識與綠色科技的情形下，傳統裝飾技術設計、性能以及成本等皆有其限制，相較之下，模內裝飾射出成型，可達到改善與突破，不僅顏色多樣性變化，且可使成型自動化生產，增進效率，降低成本，更可避免溶劑或揮發物所造成之環境汙染，但因在生產過程中油墨沖刷現象不利於生產效率，且對產品之良率造成極大影響，所以對成型製程參數之考量，變得更為重要。

目前於學術上於模內預成型製程較有研究資料，很少有針對射出成型結合模內轉印製程做出有系統之研究。在模內轉印製程中，由於厚度薄膜僅0.05mm，印刷塗層更僅只有0.012mm至0.015mm，因此對於剪切率之影響效應將更為顯著。

本研究之目的為研究模內轉印(IMR)射出成型製程中，模具溫度、熔膠溫度與射出速度，對於塑料與薄膜之結合性以及印刷油墨沖刷之影響性。並以模內轉印製程搭配超臨界微細發泡(MuCell)射出成型案例與傳統模內轉印射出製程比較。

二、實驗設備

1. 實驗模具

實驗模具為 $100 \times 100 \times 2.5$ mm平板試片（圖1）模具，澆口尺寸厚度從流道至成品為3 mm至1 mm之不等厚度（圖2）。公模（可動模）模穴外圍共有十支定位針（圖3），而在母模（固定模）上有相對應之十個定位孔（圖4）。將印刷有定位點之薄膜固定於模具定位針上，取代昂貴的定位、薄膜捲取等系統。

2. 實驗印刷模

本研究之實驗印刷薄膜，採用森田印刷廠股份有限公司印製之薄膜，共有兩種樣式，圖樣皆為100×100 mm，印刷有十個定位孔：一為格狀樣式，目的於測試沖刷位移變化量；另一薄膜為金屬色樣，目的於應用附著力測試方法，測試油墨與塑料結合性。

3. 射出機

本研究中所使用之射出成型機為德國ARBURG 420C射出成型機（圖6），控制單元為ARBURG原廠所開發的SELOGICA控制器（圖7），SELOGICA控制器具有32位元微處理器系統，採用閉迴路控制系統，具有圖形化的控制程序編成，在圖標幫助下可對機器循環進行圖形化的編成，可以提高機器操作的自由度。射出成型機的螺桿直徑為35 mm，機器是使用油壓系統作為驅動單元，同時搭配蓄壓器，最高的射出率可達128 cm³/sec，最大熔膠射出量為 139 cm³，最大射壓為2500 bar，最大鎖模力為100 ton。

4. 實驗塑料

為了增加PC在產品的耐衝擊性，加入ABS樹脂進行摻合，可形成同時具有高剛性及高耐衝擊性之新材料。一般用於電腦外殼及附件、手機外殼及附件等高科技產品。

本研究使用之塑膠原料為奇美PC/ABS樹脂，型號PC-540，屬於防火耐熱等級，不含鹵素的難燃材料。主要應用在筆記型電腦外殼、雷射印表機等部品。材料之比重為1.18，成型收縮率為0.4~0.6%，玻璃轉換溫度約在108℃。產品加工條件方面，乾燥溫度與時間為90℃下約4小時；熔膠溫度介於230-260℃之間，不可高於270℃；模具溫度為40-70℃（圖8）。在射出週期中不可將熔膠長期停留在加熱管中，避免熔融塑料產生裂解；表3-1為產品物性表。

三、研究方法

1. 模內裝飾薄膜印刷製程

印刷主要是指透過印版將液體或粉末移轉到所指定的物體上，並使介質硬化且黏附其上的一種製程。印刷的方法依版面的不同，主要可分為凸版、平版、凹版、網版等方式，由於印刷物的材質不同，所需要使用的油墨、印刷和乾燥的條件也各有不同。印刷機的壓版方式，除網版印刷之外，大致上分為三種：平壓式、圓壓式、滾壓式。印刷所用的油墨是由色料、舒展劑、輔助劑所組成。色料有可溶於水或油的染料，也有不溶性的沈澱顏料。顏料式的色料並不溶解於舒展劑中，而是呈混合的狀態。舒展劑是色料的宿主，主要有兩大作用：一是承載色料，並賦予流動性以運送色料；另一個目的是在印刷後，能夠迅速乾燥，形成一層墨膜，將色料附著於待印材料上。輔助劑是為了提高印墨的可印刷度而加入，如乾燥劑、潤滑劑、氧化劑、亮光油、抗腐蝕劑等。

2. 模內預成型製程

模內預成型(In-Mold Forming, IMF)製程，是先將油墨印刷在一層厚度約0.18 mm薄膜(film)上，材質為PC或PET，經過預成型(forming)之後，置於射出機台上，靠著模具定位機構定位，在模內與塑膠基材一同成型。整個製程可分為薄膜印刷、薄膜預成型、薄膜裁切、薄膜置入模具定位後射出成型成品等四階段(圖9)。模內預成型射出成型製程如(圖10)所示。

3. 模內貼標製程

模內貼標(In-Mold Label, IML)的應用範圍可由技術性產品延伸至食品包裝物(圖11)。成型時以機械手臂等裝置於模腔內置入欲貼合薄膜，並同時取出一模次之成品。通過真空或靜電荷，標貼可以裝在模具內。但並非所有膜狀標貼的處理都可以依靠靜電荷，標貼固定方法必須針對每種用途而被分別研究。一般而言，模內貼標可被用於待裝飾的物品，但薄膜的複雜性(形狀)有其限制作用，如方形容器，可以裝飾所有五個面或是三個面，後者為一種低成本的選擇，因為薄膜的消耗量降低。

4. 模內轉印製程

模內轉印(In-Mold Roller, IMR)製程，整合化工、油墨、製版、蒸鍍、精密模具及成型，模內轉印製程是先以滾桶印刷方式，將薄膜印製成一捲以捲膜器

(roller)方式運送，再將製作好之薄膜搭配薄膜捲取系統的送箔器(feeder) 以及特殊設計之模具進行射出成型（圖 12），成型時，隨著模具打開，週期結束，油墨將轉移到成品上，薄膜與油墨分離，而後薄膜捲取至下一定位點，進行下一次週期之射出成型製程。將模內轉印薄膜定位於模具上，以不同模具溫度、熔膠溫度、射出率成形成品。參數設定以 A 組為 90 ccm/s、100 ccm/s、110 ccm/s 三種射出率；B 組為 50°C、60°C、70°C 三種模具溫度；C 組為 240°C、250°C、260°C 三種熔膠溫度（表 2）以料溫 250°C，模溫 60°C，射出率 110 ccm/s 為實驗對照組別。下列為參數選擇之考量依據：

(1) 射出率：

以最高 110 ccm/s 射出率為基準，向下各遞減 10 ccm/s，即為 90 ccm/s、100 ccm/s、110 ccm/s 三種射出率。

(2) 模具溫度：

奇美實驗生產之 PC-540 塑料，建議模具溫度為 40-70°C，實驗參數選擇 50°C、60°C、70°C 三種模具溫度。

(3) 熔膠溫度：

PC-540 塑料，建議熔膠溫度為 230-260°C，實驗參數選擇 240°C、250°C、260°C 三種模具溫度。

實驗過程中，每一組參數成型十個成品，選取其中五件量測所需結果。

5. 數據量測

本研究之實驗數據量測，分為精密影像量測以及附著力測試法量測，其中精密影像量測分為印刷圖樣曲率變化量測以及沖刷位移量量測。由於射出成型前印刷薄膜量測圖像（圖 13）與射出成型後油墨沖刷量測圖像（圖 14）並不易以肉眼觀查

(1) 印刷圖樣曲率變化量測

印刷圖樣曲率變化量測主要目的為觀察從近澆口處至遠澆口處線段之曲率變化。由於本研究使用之精密量測系統，其最小放大倍率為 14 倍（圖 13），相當於拍攝 10×8 mm 之面積，因此需將成品分數次拍攝後再經由軟體編輯拼構成所需整體放大圖樣。

(2) 沖刷位移量量測

沖刷位移量共分兩階段量測，第一階段，比較不同製程參數下，近澆口之六條線段最大沖刷量；第二階段，比較不同製程參數下，近澆口之六條線段各取三點構畫相對位移變化量圖形

四、結果與討論

對於不同模具溫度、熔膠溫度以及射出速度等參數，測量不同製程條件下，薄膜與塑料之結合性以及印刷油墨沖刷變化量趨勢比較，將實驗結果說明如下。

1. 印刷圖樣線段曲率變化量測

(1) 射出率影響線段曲率變化量測比較

A組之線段曲率變化量量測數據平均值（表3），A1組為射出率90 ccm/s，A2組為射出率100 ccm/s，A3組為射出率110 ccm/s，A組之模具溫度為60°C，熔膠溫度為250°C。

本研究中，線段曲率半徑愈大，代表量測之線段愈接近直線，相對的，曲率半徑愈小，代表量測之線段沖刷影響愈大。由A組射出率影響線段曲率變化量比較圖形（圖15）可見，L1-L6各線段，線段曲率半徑皆呈現增加趨勢，即沖刷位移隨著近澆口端至遠澆口端漸趨變小。藉由線段曲率比較可得知線段曲率半徑隨著射出率(90-110 ccm/s)增加而變小，即印刷圖樣線段沖刷位移將量增加。

(2) 模具溫度影響線段曲率變化量測比較

B組之線段曲率變化量量測數據平均值（表4），B1組為模具溫度50°C，B2組為模具溫度60°C，B3組為模具溫度70°C，B組之射出率為110 ccm/s，熔膠溫度為250°C。

由B組模具溫度影響線段曲率變化量比較圖形（圖16）可見，L1-L6各線段，曲率半徑皆呈現增加趨勢，沖刷位移隨著近澆口端至遠澆口端漸趨變小。藉由線段曲率比較可得知線段曲率半徑隨著模具溫度(50-70°C)增加而變小，即印刷圖樣線段沖刷位移於高模具溫度將較低模具溫度更加明顯。

（3）熔膠溫度影響線段曲率變化量測比較

C組之線段曲率變化量量測數據平均值（表5），C1組為熔膠溫240°C，C2組為熔膠溫度250°C，C3組為熔膠溫度260°C，C組之射出率110 ccm/s，模具溫度為60°C。

由C組熔膠溫度影響線段曲率變化量比較圖形（圖17）可見，L1-L6各線段，曲率半徑皆呈現增加趨勢，沖刷位移隨著近澆口端至遠澆口端漸趨變小。藉由線段曲率比較可得知線段曲率半徑隨著熔膠溫度(240-260°C)增加而變小，量測結果和模具溫度有相似的趨勢，即印刷圖樣線段沖刷位移高熔膠溫度將較低熔膠溫度更加明顯。

2.附著力量測

附著力測試方法，通常僅以等級區分圖樣脫落比例，並無法具體量化數據，因此本研究使用精密量測系統所拍攝之圖像，匯入autocad軟體之中，於油墨脫落處建構曲線或方塊，再計算其脫落總面積，進而與原始區域做量化數值之比較。

下列分別以A組射出率、B組模具溫度以及C組熔膠溫度等參數量測比較印刷圖樣脫落面積趨勢。

（1）射出率影響印刷圖樣脫落面積量測比較

A組之量測數據與其平均值（表6），模具溫度為60°C，熔膠溫度為250°C，A1組為射出率90 ccm/s，A2組為射出率100 ccm/s，A3組為射出率110 ccm/s。由A組射出率影響圖樣脫落面積比較圖形（圖18）可見，隨著射出率的增加(90-110

ccm/s)，圖樣脫落面積隨之增加。射出率較高(110 ccm/s)的情形下，沖刷位移現象較明顯，薄膜之些微變形會使熔膠與印刷油墨之結合效果變差，圖樣平均脫落面積0.1369%。反之，若射出率較低(90 ccm/s)的情形下，沖刷位移現象較不明顯，因此熔膠能較為有效的與印刷油墨之結合層黏合，圖樣平均脫落面積僅0.0674%。

(2) 模具溫度影響印刷圖樣脫落面積量測比較

B組之量測數據與其平均值(表7)，射出率110 ccm/s，熔膠溫度為250°C，B1組為模具溫度50°C，B2組為模具溫度60°C，B3組為模具溫度70°C。由B組模具溫度影響圖樣脫落面積比較圖形(圖19)可見，隨著模具溫度的增加(50-70°C)，圖樣脫落面積隨降低。模具溫度較低(50°C)的情形下，成品之表皮冷凝層會因熔膠冷卻較快，因此熔膠波前與印刷油墨之結合層黏合效果將會較差，圖樣平均脫落面積0.3363%。反之，若模具溫度較高(70°C)的情形下，油墨受較高溫度熱能，可以與熔膠更充分的結合，圖樣平均脫落面積僅0.0905%。

(3) 熔膠溫度影響印刷圖樣脫落面積量測比較

A組之量測數據與其平均值(表8)，射出率110 ccm/s，模具溫度為60°C，C1組為熔膠溫度240°C，C2組為熔膠溫度250°C，C3組為熔膠溫度260°C。由C組熔膠溫度影響圖樣脫落面積比較圖形(圖20)可見，隨著熔膠溫度的增加(240-260°C)，圖樣脫落面積隨之降低。熔膠溫度較低(240°C)的情形下，熔膠會冷卻較快，因此熔膠波前與印刷油墨之結合層黏合效果將會較差，圖樣平均脫落面積0.3413%。反之，若熔膠溫度較高(260°C)的情形下，油墨受較高溫度熱能，可以與熔膠更充分的結合，圖樣平均脫落面積僅0.1113%。

五、結論

研究中製程參數對於模內轉印射出成型製程之影響性，將實驗所得之結果做一結論。並提供未來相關之研究方向建議。

1. 印刷圖樣線段曲率變化量測結論

隨著射出率、模具溫度以及熔膠溫度等製程參數增加，線段曲率半徑皆呈現增加趨勢，沖刷位移隨著近澆口端至遠澆口端漸趨變小。藉由曲率比較可得知曲率半徑隨著射出率、模具溫度及熔膠溫度增加而變小，即印刷圖樣沖刷位移現象於高射出率、高模具溫度、高熔膠溫度時最為明顯，且愈近澆口處，曲率愈小，沖刷位移愈大。

在搭配MuCell超臨界微細發泡製程下，由於MuCell成型與傳統製程相比，黏度降低，剪切率下降，因此模內轉印結合MuCell製程與傳統模內轉印製程比較，線段曲率半徑較大，沖刷現象較小。

2. 附著力量測結論

量測結果顯示，隨著射出率增加、模具溫度以及熔膠溫度降低，圖樣脫落面積隨會隨之提昇。但各參數變化下印刷圖樣脫落面積數值都很小，因此以油墨與塑膠件之結合性而言，都有相當好的結合性。

使用MuCell製程於模內轉印薄膜上，並不會使附著力有大幅下降之趨勢，附著力之差異，也小於0.2%以內，因此，若考量運用模內轉印於大型外觀件時，MuCell將可以是一個很好的選擇製程，不僅可以節省塑料使用，更可改善產品翹曲變形。

在環保意識抬頭及歐盟環境法規ROHS等規範確切推動實行下，不僅是MuCell製程可供許多產品應用，相信未來也將會有更多省料節源之製程與模內轉印薄膜結合，成就實用性與美觀性，面對即將來臨之綠色科技時代，模內轉印射出成型技術，將更值得深入探討與研究！

參考文獻

1. Y. SEIICHI, “Apparatus for molding patterned product and method of molding patterned product”, US5989480, 1999.
2. S. Lee, E. Tan, “Film insert mold decorating for injection molded parts”, 2002短期密集訓練（二）『微成型與微特徵模具加工技術』之二, 2002.
3. B. Merki, “The opportunities of multi-component injection moulding”, Netstal News, no. 42, 2002, pp.4-5.
4. T. Robers, “Attractive product design generates increased sales”, Netstal News, no. 49, 2006, pp.4-5.
5. A.C-Y Wong, K.Z. Liang, “Thermal effects on the behaviour of PET films used in the in-mould-decoration process involved in plastics injection moulding”, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 63, 1997, pp.510-513.
6. J.C. Love, V. Goodship, “In-Mould decoration of plastics”, Rapra Review Report146, Rapra Technology Limited, 2002.

表 1 奇美實業 PC540 產品物性表

特性	試驗法	單位	PC-540
燃燒性	UL 94	-	1/16"V-0 1/12"5VB
引張強度	ASTM D-638	50mm/min	600
IZOD 衝擊強度	ASTM D-256	kg-cm/cm	53
軟化點	ASTM D-1525	°C	108
流動係數	ASTM D-1238	g/10min	22

表 2 實驗參數設定

組別		射出率 (ccm/s)	模具溫度 (°C)	熔膠溫度 (°C)
A	1	90	60	250
	2	100	60	250
	3	110	60	250
B	1	110	50	250
	2	110	60	250
	3	110	70	250
C	1	110	60	240
	2	110	60	250
	3	110	60	260

表 3 射出率變化線段曲率半徑量測數據 (單位: mm) 模具溫度: 60°C; 熔膠溫度: 250°C

組別	射出率 (ccm/s)	L1	L2	L3	L4	L5	L6
A1	90	554.777	715.712	842.151	951.899	1116.392	1325.251
A2	100	449.944	610.498	686.273	725.715	844.874	1064.780
A3	110	363.782	487.7577	598.991	645.148	800.920	960.943

表 4 模具溫度變化線段曲率半徑量測數據 (單位: mm) 射出率: 110ccm/s; 熔膠溫度: 250°C

組別	模具溫度 °C	L1	L2	L3	L4	L5	L6
B1	50	385.684	504.714	653.230	720.508	910.342	1026.324
B2	60	363.782	487.757	598.991	645.148	800.920	960.943
B3	70	338.851	442.946	519.566	605.491	647.274	828.246

表 5 熔膠溫度變化線段曲率半徑量測數據 (單位: mm) 射出率: 110ccm/s; 模具溫度: 60°C

組別	熔膠溫度°C	L1	L2	L3	L4	L5	L6
C1	240	539.282	782.790	887.101	981.461	1170.457	1514.618
C2	250	363.782	487.757	598.991	645.148	800.920	960.943
C3	260	320.059	403.218	449.514	485.952	542.242	621.162

表 6 射出率影響油墨脫落量測數據

組別		射出率 (ccm/s)	模具溫度 (°C)	熔膠溫度 (°C)	脫落面積 (%)
A	1	90	60	250	0.0674
	2	100	60	250	0.1113
	3	110	60	250	0.1369

表 7 模具溫度影響油墨脫落量測數據

組別		射出率 (ccm/s)	模具溫度 (°C)	熔膠溫度 (°C)	脫落面積 (%)
B	1	110	50	250	0.3363
	2	110	60	250	0.1369
	3	110	70	250	0.0905

表 8 熔膠溫度影響油墨脫落量測數據

組別		射出率 (ccm/s)	模具溫度 (°C)	熔膠溫度 (°C)	脫落面積 (%)
C	1	110	60	240	0.3413
	2	110	60	250	0.1369
	3	110	60	260	0.1113

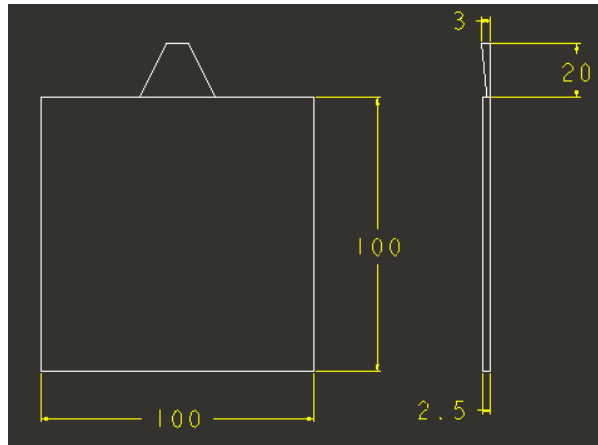


圖1 實驗成品工程圖 (單位: mm)

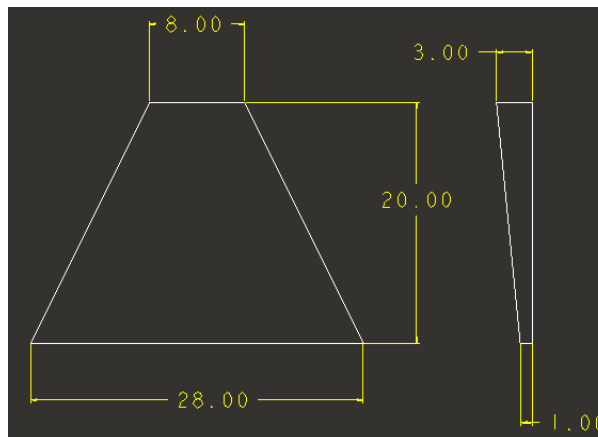


圖2 實驗成品澆口工程圖 (單位: mm)



圖3 實驗模具-公模側圖

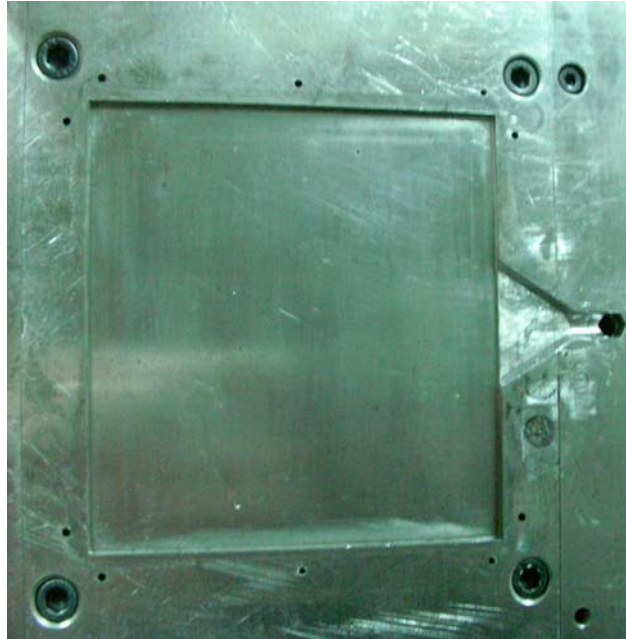


圖 4 實驗模具-母模側

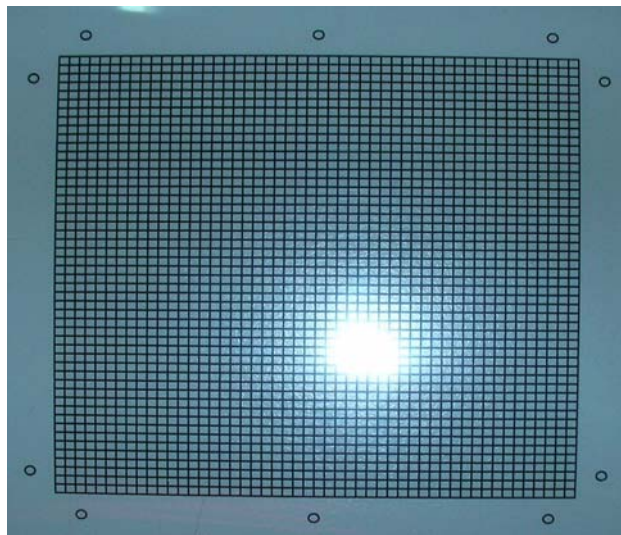


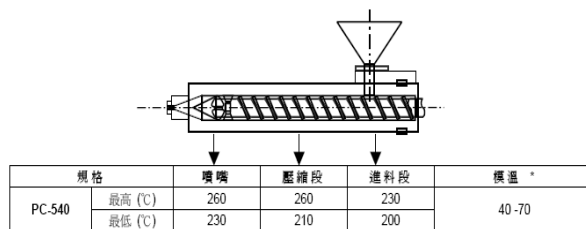
圖 5 實驗印刷薄膜-格狀樣式實品圖



圖 6 德國 ARBURG 420C 射出成型機



圖 7 SELOGICA 控制器操作介面



- * 隨下列條件而變動
- a) 成型品肉厚
 - b) 冷卻迴路設計
 - c) 澆口、澆道設計

圖 8 奇美PC/ABS 樹脂PC-540 加工溫度建議值

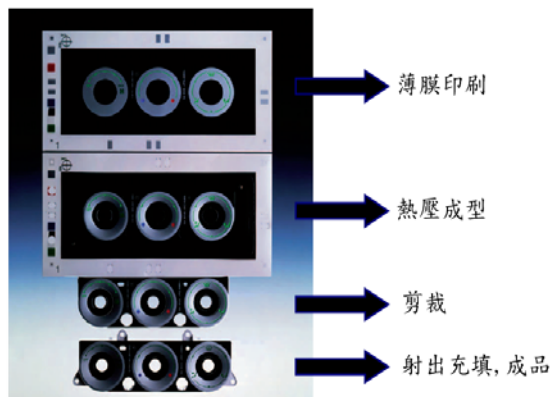


圖 9 模內預成型製程示意圖 (Bayer)

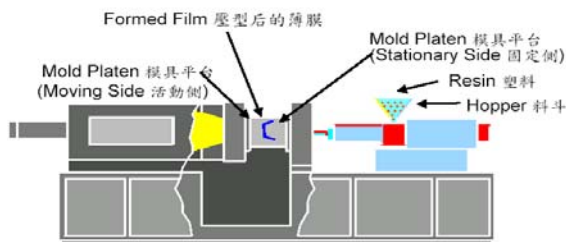


圖 10 模內預成型射出成型製程示意圖 (Bayer)



圖 11 模內貼標食品包裝領域成品圖 (Netstal)



圖 12 模內轉印製程相關設備。左上為成圖；右上為轉印薄

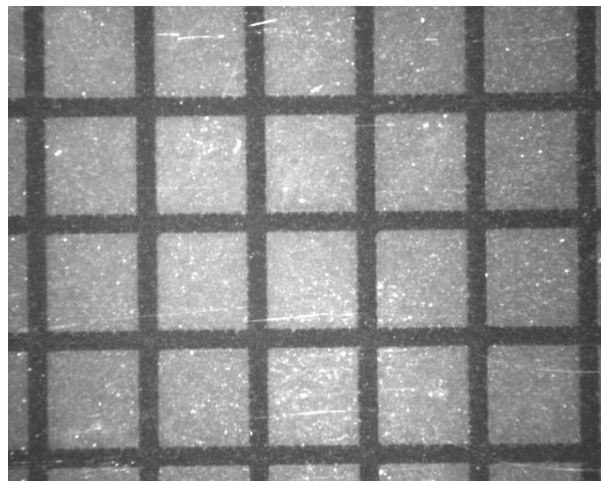


圖 13 射出成型前印刷薄膜量測圖像 (放大倍率：14 倍)



圖 14 曲率變化量測示意圖

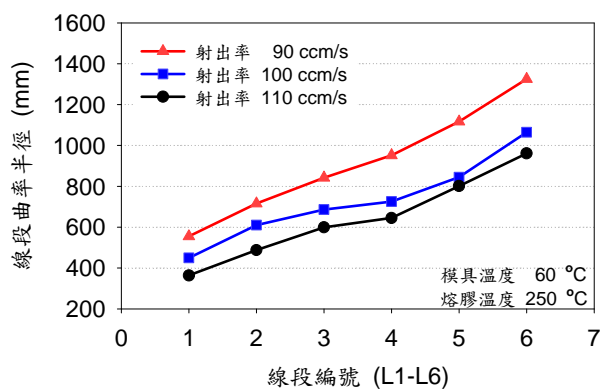


圖 15 射出率影響線段曲率變化量比較圖

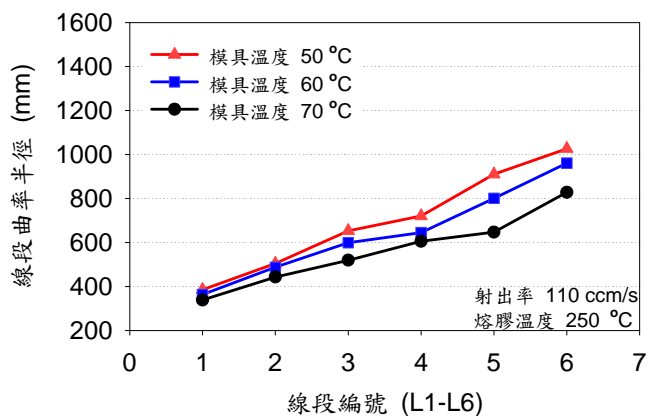


圖 16 模具溫度影響線段曲率變化量比較圖

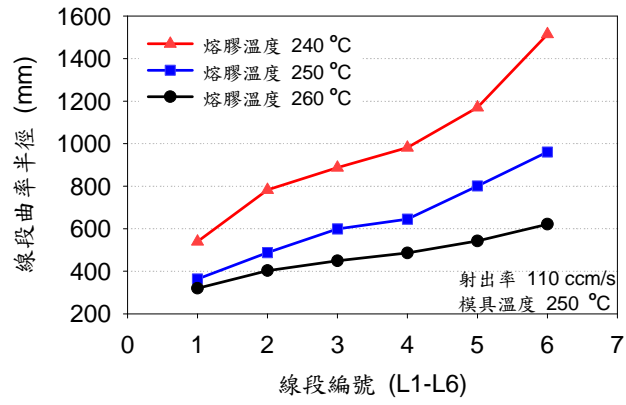


圖 17 熔膠溫度影響線段曲率變化量比較圖

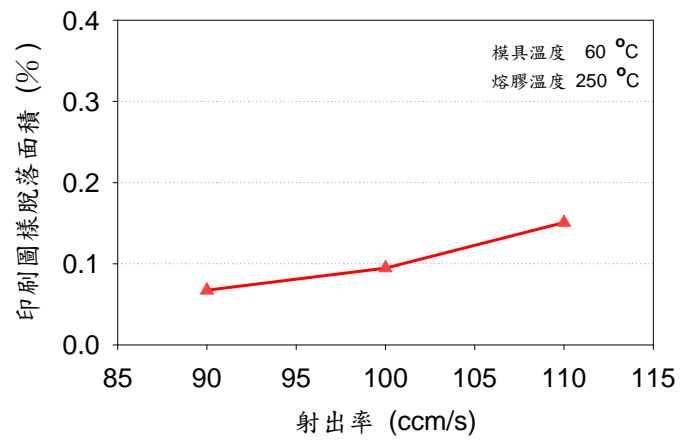


圖 18 射出率影響印刷圖樣脫落面積量測比較

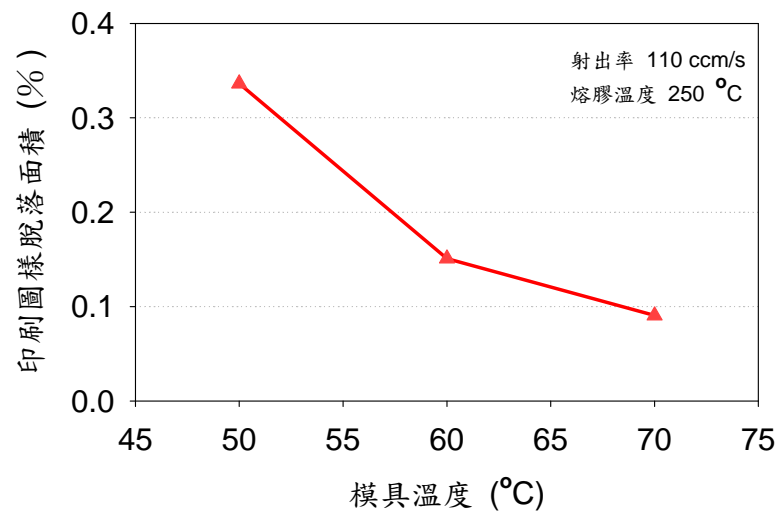


圖 19 模具溫度影響印刷圖樣脫落面積量測比較

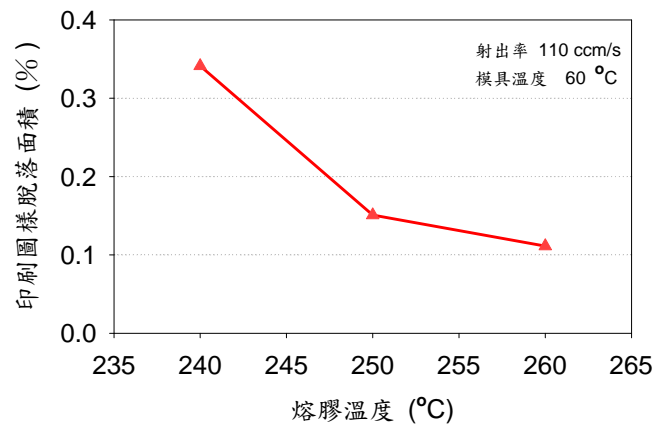


圖 20 熔膠溫度影響印刷圖樣脫落面積量測比較

明新科技大學 97 年度 研究計畫執行成果自評表

計畫類別： <input type="checkbox"/> 任務導向計畫 <input type="checkbox"/> 整合型計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 個人計畫 所屬院(部)： <input checked="" type="checkbox"/> 工學院 <input type="checkbox"/> 管理學院 <input type="checkbox"/> 服務學院 <input type="checkbox"/> 通識教育部 執行系別：機械系(中心) 計畫主持人：黃德坤 職稱：副教授 計畫名稱： IMR 射出成型製程之研究 計畫編號： 計畫執行時間：97年3月1日至97年10月31日					
計畫執行成效	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">教學方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 使學生了解先進模內轉印射出製程技術。 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 提昇電腦輔助工程分析(CAE)分析技術於傳統流變之誤差，以完成微流道產品射出製程最佳化分析。 3. 其他方面之具體成效： 提供相關業者於模內轉印製程參數設計上之參考依據。 </td> </tr> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">學術研究方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/>已發表 <input checked="" type="checkbox"/>預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/>否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否 請說明衍生項目：_____ _____ </td> </tr> </table>	教學方面	1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 使學生了解先進模內轉印射出製程技術。 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 提昇電腦輔助工程分析(CAE)分析技術於傳統流變之誤差，以完成微流道產品射出製程最佳化分析。 3. 其他方面之具體成效： 提供相關業者於模內轉印製程參數設計上之參考依據。	學術研究方面	1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input checked="" type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 請說明衍生項目：_____ _____
教學方面	1. 對於改進教學成果方面之具體成效： 使學生了解先進模內轉印射出製程技術。 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： 提昇電腦輔助工程分析(CAE)分析技術於傳統流變之誤差，以完成微流道產品射出製程最佳化分析。 3. 其他方面之具體成效： 提供相關業者於模內轉印製程參數設計上之參考依據。				
學術研究方面	1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 計畫名稱：_____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input checked="" type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱：_____ 發表期刊(研討會)日期：____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 請說明衍生項目：_____ _____				
成果自評	計畫預期目標：實驗搭配超臨界微細發泡(MuCell)射出成型技術與傳統模內轉印射出製程比較，藉以探討加入超臨界微細發泡製程對油墨沖刷現象及塑料與印刷油墨結合性之影響。 計畫執行結果：油墨沖刷位移量會隨射出率、模具溫度以及熔膠溫度的增加而呈現增加趨勢。且接近澆口處，沖刷位移量最大；隨著量測點逐漸遠離澆口，位移量逐漸降低。另外在結合性量測結果顯示，隨著射出速率增加、模具溫度以及熔膠溫度降低，印刷油墨脫落面積會隨之提昇，但油墨脫落面積數值在各參數變化下皆不顯著，最大值僅於0.4%以內，顯示印刷油墨與塑膠件間之結合性良好。				

其它具體成效：

模內轉印製程而言，學界礙於製程設備門檻以及業界技術壟斷情形下，對於研究之進行並不容易，本研究以不同模具溫度、熔膠溫度與射出率探討油墨沖刷現象以及塑膠與薄膜結合性差異，隨著研究成果展現，未來研究方向，塑料與薄膜之結合性，最重要之影響因素變為結合層之設計，此方面為業界之技術機密，因此若欲對塑料與薄膜之結合性做更進一步之探討，需確實掌握結合層與印刷油墨等特性。