

第七章 結論與建議

7.1 結論

產業界中生產塑膠成品的的方法，以射出成型為最主要，成型件表面常見的缺陷，會影響到產品的生產品質，產品開發時若能從射出成型製造條件的觀點，充分利用資訊以確認設計結構、模具設計開發、模具製造加工等，將可降低生產成本及增進產品的競爭力，本論文嘗試改進以往師徒經驗傳承及試誤的舊程序，希望從塑件射出成型的模流分析、模擬的技術、結合電腦輔助工程(CAE)的應用，整合塑膠射出成型、產品的設計與結構強度的驗證，進而模擬塑膠模具的澆道設計，成型塑膠條件的匹配性與選用，找出射出成型製程參數組合的優化，使產品的品質能獲得保證、有效率地改進產業的競爭性。

針對塑膠射出成型常見的缺陷問題，並以澆注口壓力最低與成型件的翹曲、變形量最小者，為研究分析探討的主題。在第二章中曾對塑膠材料與射出成型機、塑膠材料選用、流變學探討等做深入探討與分析。在第三章中曾對其成因深入探討，要改善成品的品質，須掌握成型設備、塑膠材料、成型製程、模具製造等因素。在產品設計及模具發展後，射出成型條件的選擇，關係整個射出成型製程作業，是非常重要的關鍵因素，但常見製程條件的錯誤選擇，導致成品發生縮水、凹陷、毛邊、變形、短射等問題。引起這些問題的主要原因，在於射出成型製程條件的設定不良，無法將成品的品質標準要求，被量產製造出來。因此第四章中曾探討射出成型的參數控制。在產品結構設計、塑膠材料選用、射出成型製程與設備選定、模具開發設計與製造之後，選定適當的射出成型操作條件，諸如射出速度、充填時間、射出壓力、熔膠溫度、模具溫度、保壓壓力、以及冷卻時間等參數的控制就成要點。射出成型操作條件的選擇，由製程加工觀點來看，讓熔膠在模具流動穩定順暢，反映在射出澆注口的壓力為最低，除可避免上述問題外，可節省射出成型加工機能源的消耗，並以澆注口壓力最低，其成型品的翹曲、變形等為最小，故品質最優。

為了成型問題能有系統且快速有效率的被分析，並找出解決的對策，在第五章探討了CAE 模流分析技術的應用。經比較市面上電腦輔助工程的軟體，本研究選定Moldex 3D - Flow 為模流分析的工具，並以無線通訊產品橋接器(Access Point)外殼為例，模擬探討熔膠在模具充填過程中，受製程操作條件與模具流道設計參數的影響。在模具未正式開模前，先行檢討產品設計的缺失，依據缺失項目做設計改善，以符合品質標準要求，提高產品生產效率並降低研發、製造、生產、檢驗等成本，為使現場實務與CAE 模擬分析同步化，在選定塑膠材料、模具、與射出機台後自動轉換成加工條件參數。

射出成型製程有許多控制參數，為了優化這些多維變量，第六章提出利用實驗設計

法(Taguchi Methods)，結合了 CAE 電腦輔助工程應用的『Moldex3D 模流分析』軟體，期能以較少的實驗次數，快速得到塑件射出成型製程參數最優化的組合。仍以無線通訊產品橋接器(Access Point)外殼為例，先行模擬設定塑膠射出成型製程參數範圍，能使熔膠完全充填模穴，再藉由對系統特性的瞭解，來決定射出成型製程參數範圍，運用田口實驗設計法的直交表配置合適作業參數組合，以愈容易成型的所需澆注口壓力與成型品的翹曲、變形量等最低者，為品質最優為判斷因子(準則)，再經由 Moldex3D 進行模擬，最後依模擬所得之觀測值，計算出射出成型製程的射出壓力與成型品的翹曲、變形量等最低者來做深入的分析，決定最優製程參數組合。

模擬實驗中經由第六章多維變量的射出成型製程優化的分析探討，最優化的製程條件組合為：流道設計 A (塑料灌點在底端)、塑膠材料(奇美/ABS/ PA757)、充填時間(0.5sec)、熔膠溫度(240°C)、模具溫度(55°C)，經由 Modex3D 軟體模擬實驗結果，其目標值以澆口射出成型壓力與成型品的翹曲、變形量等最低者為最佳製程條件選擇，分別與 8 組製程條件參數比較後，此目標值為較優化選擇，模擬實驗證明此製程條件組合，對塑膠射出成型件的翹曲、變形量等缺陷問題改善有助益，能達到改善塑膠射出成型件產品的穩健性的需求。

本研究主要以 Moldex3D 軟體模擬及田口實驗設計法為主，若能以真實的塑膠射出成型的實際狀態來進行實驗過程，無論對於軟體模擬及田口實驗的計算方法的驗證，或者對成型製程條件模擬參數的調整，應能有更正確與快速的助益。

綜合上述模擬分析結果，塑膠射出成型製程條件的安排，除考慮各設計參數優化的應用，在產品設計及模具射出成型(含模具設計與製造)等兩部份，給予參數設定再進行實驗規劃，透過直交表配置方法，找出較優的設計參數。利用實驗設計法，找出品質之較優化參數組合，統計各設計參數的值，證明各設計參數的相互影響關係，找出製程的優化條件。利用 CAE 模流分析與實驗設計法來分析，找出較優塑膠射出成型製程條件，可讓設計者瞭解在產品設計、模具設計、射出成型、與品質檢測時，要如何來調整各產品的設計，與射出成型製造參數的關係，以較優的產品設計與製程條件，讓製造(程)容易、品質穩定與得到優化的製程參數，來驗證產品設計與模具設計，以縮短產品開發設計的時程，提高產品的製造品質與精確度。

7.2 建議

目前模流分析模擬實驗分析所得的研究成果，皆利用電腦輔助工程分析軟體(Moldex3D)中包含的模流分析的四大部份：如 Flow (充填)、Pack (保壓)、Cool (冷卻)、Warp (翹曲)等功能，進行模擬熔膠流動波前的方式找出成型件的翹曲、變形量等缺陷問題點，以改善原始成品件設計不良的發生。

本模擬實驗中，因充填時間很短的緣故，成型時若能掌握成品件各區域充填時間與壓力差的比較，就更能瞭解模流分析的真實性與製程條件變化的差異性；因此在未來期望能夠以隨著充填時間、塑料溫度、成型時間、模具溫度等，在成型件各區域壓力值與產品零件成型品質零件的變化，且繼續朝向成型模擬的分析，以得到更進一步的製程條件與實際成型的結果。

未來在模擬的實驗過程中，可加入成型模具等相關條件的安排，使得模擬可以更為接近成型的實際的狀態；若能將模流分析所做模擬實驗比對實際成型件的品質差異，將得到兩者相互間的差異處數值，使得成型製程條件參數選定更為接近真實性。

