

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 盲用中文點字顯示方固定座改良與模具設計分析

### The Redesign and Mold Analysis of the Frame of the Chinese Braille Display Cell

計畫編號：NSC89-2614-E-032-009

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：葉豐輝 淡江大學機械工程研究所

#### 一、中文摘要

本研究計畫主要是改良盲用點字觸摸顯示器之點字顯示方固定座及其射出成型模具之加工參數對於其成型品之充填、保壓、冷卻及收縮翹曲之影響進行分析並改良模具設計。研究中主要是應用參數化軟體 Pro/Engineer 進行幾何模型的改良繪製；模流分析則應用 Moldex 軟體模擬分析。

研究中先針對試模成品進行問題分析，發現有短射、翹曲及表面瑕疵等不良問題，接而在符合設計要求和考量日後量產的前提下，應用田口法與模糊理論探討模具溫度、保壓時間、塑料溫度及射出壓力等加工條件改變對成型品充填之影響，並找出最佳的流動平衡條件，已有效解決盲用點字觸摸顯示器點字顯示方固定座試模成品所產生之短射、熔接線及表面流痕等問題，且改善收縮與翹曲等缺陷，對日後量產之品質、組裝和維修將有很大助益。

關鍵詞：盲用點字觸摸顯示器、點字顯示方固定座、模流分析、田口法、模糊理論。

#### Abstract

In this project, the influences of the Braille Cell frame's injection molding processing parameters on the products' filling, cooling and warpage will be studied. During the study, the computer aided design software, Pro/ENGINEER, will be applied for design. Then, the Moldex software will

be used for mold flow analysis.

Before the beginning of the redesign of the injection molding process, find the defects of original test specimens such as short shot, shrinkage and surface flaw is investigated, the test product was examined first for addressing defects. Thereafter, the effects of the injection molding processing parameter, such as molding temperature, pack time, melt temperature and injection pressure on the filling of the product are discussed by Taguchi Method and Fuzzy Theory. The optimal flow balance condition was then obtained. It is expected the defects such as short shot, welding line, shrinkage, warpage and flow mark can be eliminated.

Keyword : Braille Display, Braille Display Cell, Mold Flow Analysis, Taguchi Method, Fuzzy Theory.

#### 二、緣由與目的

台灣視障者由於各種因素的羈絆，無論就學領域或就業機會都比歐美日等先進的國家少了許多，我們進一步的發現其中主要原因之一就是在先進國家中視障者皆使用盲用電腦來輔助就學及就業，它確實是協助視障者解決生活與學習困難的最好工具。但由於價格昂貴、維修不易且未能與中文結合，無法確實發揮其功能而未能有實質上的造福視障者。

為解決價格昂貴及維修不易的問題，

淡江大學盲生資源中心於 1991 年向教育部申請開發盲用點字觸摸顯示器的研究計畫。淡江大學盲生資源中心所研發之「金點一號」盲用點字觸摸顯示器從 1996 年量產推廣至今，約有 1000 台遍布在全省各地，經視障者使用後的反應及建議，與淡江大學盲生資源中心不斷的研究，發現仍有些問題，如：點字顯示方顯示點力量不均、高低不平、機殼笨重及風扇散熱導致積塵等問題，有待加以改進。

由於盲用點字觸摸顯示器乃屬於攜帶型電子裝備之一，為有效增加盲用電腦的可攜帶性及確保其功能的完整，就必須設計符合“輕薄短小”原則的產品。盲用點字觸摸顯示器之主要元件為點字顯示方，其中又以其點字顯示方固定座如圖 1 所佔體積最大。因此在輕薄短小及生產成本等因素的考量下應採用具成型週期短、精密度高、量產成本低廉等特點的射出成型技術來生產點字顯示方固定座。

從 Lim 及 Kalyon 等人對於材料受熱過程和產品最終性質關係之研究結果顯示，密度分佈不均為形成收縮翹曲的主要原因，密度分佈是由冷卻速率、流動期間的壓力和熱應力歷程所控制。另根據 Greener 等人對於射出成型品收縮的研究指出，射出成型程序可分為兩階段：一為充填階段(Filling Stage)，主要是將塑料充填入模穴中，屬於融膠流體力學；另一階段為後充填階段(Post-Filling Stage)著重於材料的熱傳與可壓縮性，主要是補強充填過程後因材料或製程所產生的表面流痕及熔接線等成型缺陷。後充填過程比充填過程對於成型品品質的影響更大。為了確實消除收縮、翹曲、表面流痕及熔接線並掌握模擬分析的準確度及縮短模擬時間，本研究計畫將針對模具溫度、保壓時間、塑料溫度及射出壓力的設計變更進行探討，尋求點字顯示方固定座於射出成型時的最佳化條件，使日後量產順暢。

### 三、研究步驟

為有效縮短射出成型參數設計時間及

降低成本，並掌握有效之影響因子，本研究應用田口法(Taguchi Method)與模糊理論(Fuzzy Theory)進行點字顯示方固定座射出成型參數最佳化的探討。

#### (一)田口法

##### 1.訊號雜音比

由於品質特性之目標有所不同，訊號雜音比(Signal to Noise Ratio, S/N)可分為望小、望大和望目三種不同特性，本研究選定點字顯示方固定座整體尺寸之收縮值為該成形品的特性值，且由品質特性的分類可知該值具望小特性，其望小特性訊號雜音比 S/N ( $h$ ) 如式(1)所示：

$$h = -10 \times \log\left(\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n y_i^2\right) \quad (1)$$

$n$ ：實驗組實際完成實驗次數

$y_i$ ：每次實驗所得之特性值

##### 2.控制因子與水準值的選定

本研究採用塑料溫度、模具溫度、射出壓力和保壓時間以構成田口法的四個控制因子。塑料溫度設有三水準值溫度範圍從 166 起至 170 止，每 2 增量變化。模具溫度設有三水準值溫度範圍從 38 起至 42 止，每 2 增量變化。射出壓力設有三水準值分別為 222Mpa、225Mpa 及 227Mpa。保壓時間設有三水準值設定從 4sec 起至 5sec 止，每 0.5sec 增量變化。其詳細配置如表 1 所示。研究中採用了四個有三個水準值的控制因子，其自由度為： $4 \times (3-1) = 8$  的自由度，和內含一個隱藏交互作用的自由度為 1 的自由度，故選用 L9 直交表表 2 來進行分析，並分離各個因子的 S/N 值則可得各因子對於成型品品質的主效果回應表如表 3 所示。

##### 3.變異性分析

變異性分析(Analysis of Variance)以品質工程的觀點來看，是將變異分離以統計檢定的方式將加工條件對於品質的影響量化，並瞭解各個控制因子彼此間對於產品品質所造成的細微變異如表 4 所示，達成以較低的製造成本生產高品質且低價位成品的目標。

#### (二)模糊理論

模糊理論的應用相當廣泛，此理論能免去尋求射出成型特徵方程式上的不便，又能將經驗建立成模糊規則庫用來決策。

#### 1. 歸屬函數之選擇與模糊規則庫

本文中選用三角形的歸屬函數定義各模糊集，主要取其方便性，而以每個加工參數(塑料溫度、模具溫度、射出壓力、保壓時間)的上下限為邊界值。本研究模糊理論推論系統之模糊規則庫，主要是由田口法將各個控制因子排列組合所分析之經驗整合後所建構而成，以 IF ~ THEN 形式的規則表示出來，共有 81 條規則。

#### 2. 模糊推論機與解模糊化介面

模糊推論機(Fuzzy Inference Engine)和解模糊化介面(Defuzzification Interface)為模糊理論推論系統的核心，具有模擬人類思考決策、判斷能力，其運用模糊規則庫和模糊推論法進行推論。將推論所得到的模糊值轉換為明確的加工參數值，作為系統的輸入值。其方法有許多種，在本研究中採用重心解模糊化法(Center of Gravity Defuzzification)。

### 四、結果與討論

於分離出各因子之主效果後，可由回應表表 3，清楚判定點字顯示方較佳製程因子之水準組合為 A3B1C2D3，亦即射出成型參數設定成模具溫度為 38、保壓時間為 5sec、塑料溫度為 168 及射出壓力為 222Mpa 時為較適化之射出成型參數並進行模擬而得模擬結果如圖 2 所示，此時所獲得之點字顯示方整體尺寸收縮值為較小值 0.17943mm 如表 5 所示。

有鑑於田口法需做各個控制因子中的排列組合且所求得之值只能侷限於各水準值中之較佳值而不是整個加工範圍之最佳值。因此再應用模糊理論將各個控制因子建構出 81 條規則之模糊規則庫，以進行模糊推論分析，即可獲點字顯示方最佳射出成型參數組合為模具溫度為 38、保壓時間為 5sec、塑料溫度為 166 及射出壓力為 224Mpa 並進行模擬而得模擬結果如圖 3 所示，其整體尺寸收縮值為 0.172384mm 比

單一田口法結果更好如表 5 所示。

### 五、計畫成果自評

- (一) 有效的找出最佳匹配加工參數值，並能縮短嘗試錯誤的模擬時間，更有效的降低模具試模及修模的次數，相對地降低了產品生產成本及節省時間的目的。
- (二) 降低點字顯示方固定座的翹曲及收縮等問題後如圖 4 所示之改良品，使得盲用點字觸摸顯示器使用起來更加平順。

### 六、參考文獻

- [1] He, W., Zhang, Y. F., Lee, K. S., Fuh, J. Y. H. and Nee, A. Y. C. "Automated process parameter resetting for injection molding," *Journal of Intelligent Manufacturing*, 9(1), 17-27, 1998.
- [2] Tan, K. H. and Yuen, M. M. F., "Fuzzy multiobjective approach for minimization of injection molding defects," *Polymer Engineering and Science*, 40(4), 956-971, 2000.
- [3] Thomas Matthias Becker and Hanns-Ludwig Schmidt, "Data model for the elimination of matrix effects in enzyme-based flow-injection system," *Biotechnology and Bioengineering*, 69(4), 377-384, 2000.
- [4] Huang, Ming-Chih and Tai, Ching-Chih, "Effective factors in the warpage problem of an injection-molded part with a thin shell feature," *Journal of Materials Processing Technology*, 110(1), 1-9, 2001.
- [5] Chang, T. C. and Faison III, E., "Shrinkage behavior and optimization of injection molded parts studied by the Taguchi method," *Polymer Engineering and Science*, 41(5), 703-710, 2001.
- [6] 蔡春榮, "射出成型專家系統", 資訊零組件雜誌, 1994 年 5 月。
- [7] 國立清華大學化工系 CAE 研究室, "Moldex 專業技術手冊進階課程", 科盛科技, 1999 年。
- [8] 李景文、張清波, "最新品質管理理論/實務與應用", 泰勒出版社, 1999 年。

表 1：控制因子與水準值

控制因子	水準值一	水準值二	水準值三
模具溫度(°C)	42	40	38
保壓時間(sec)	5	4.5	4
塑料溫度(°C)	170	168	166
射出壓力(MPa)	227	225	222

表 2：L9 直交表之配置

實驗編號	因子 A	因子 B	因子 C	因子 D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

表 3：控制因子之主效果回應表

控制因子	因子之主效果(dB)			
	水準值一	水準值二	水準值三	主效果
A：模具溫度	38.6003	39.5387	42.0466	3.4463
B：保壓時間	42.7006	39.7611	37.724	4.97655
C：塑料溫度	37.724	41.9371	40.5245	4.21314
D：射出壓力	37.6059	40.1362	42.4436	4.8377

表 4：控制因子之變異性分析

控制因子	變異	自由度	變異數	變異數比	純變動	貢獻率
	SS	d.f	V	F	SS'	P%
A：模具溫度	2.1164	2	1.0582	23.3109	2.02557	15.226
B：保壓時間	4.1729	2	2.08646	45.9631	4.08213	30.685
C：塑料溫度	3.0654	2	1.53272	33.7645	2.97464	22.36
D：射出壓力	3.9033	2	1.95166	42.9934	3.81252	28.658
e：誤差	0.0454	1	0.04539			3.071
T：總和	13.303	9	6.62291			100

表 5：原始參數、田口法與模糊理論之結果比較

	原始參數	田口法	模糊邏輯
模具溫度(°C)	20	38	38
保壓時間(sec)	4.5	5	5
塑料溫度(°C)	180	168	166
射出壓力(MPa)	220	222	224
成品收縮量(mm)	0.24178	0.17943	0.172384

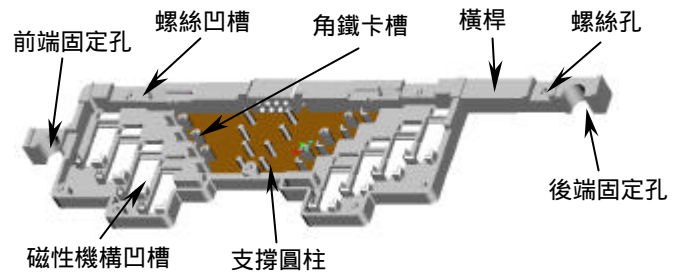


圖 1：盲用電腦點字顯示方之示意圖

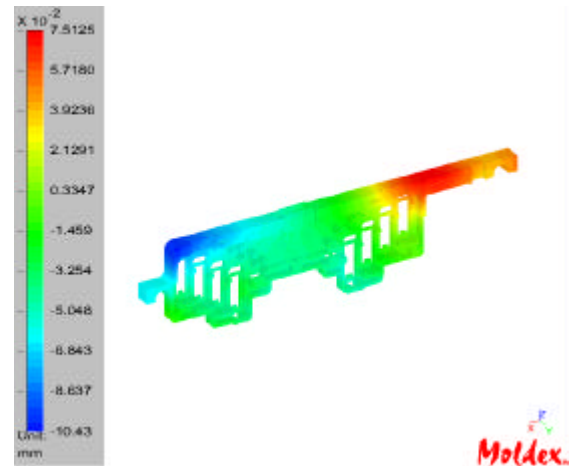


圖 2：田口法較適化之射出成型參數模擬結果

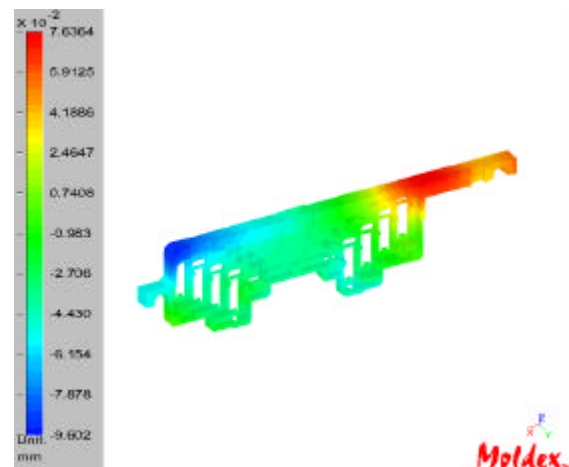


圖 3：田口法與模糊理論之射出成型參數模擬結果

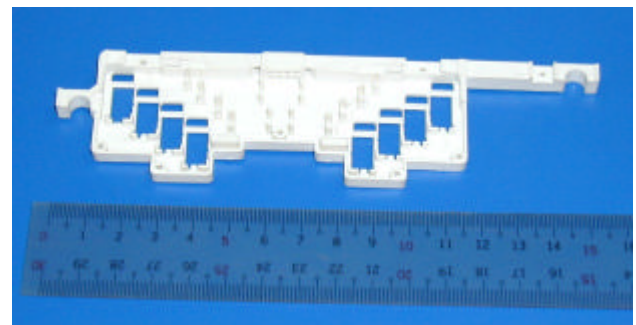


圖 4：盲用電腦點字顯示方之改良成型品