

# 模流分析輔助塑膠化妝品包裝容器設計修正之研究

劉守宣、林朝源

E-mail: 9510725@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

隨者流行風潮與社會環境的轉變，人們對於化妝品的需求可說是與日俱增，因此也為傳統的塑膠包裝容器供應商帶來新的商業機會，若能因應市場需求提供質高精良、附加價值高的塑膠化妝品包裝容器，對於企業的轉型與升級將會有很大的幫助。電腦輔助射出成形的使用，對於塑膠包裝容器產品的設計與製造確實有相當大的幫助，但礙於CAE軟體的昂貴，及工程師的養成不易，卻是常讓廠商對於電腦輔助模流分析技術之引進望之卻步的主因；製造商雖可仰賴經驗豐富的試模工程師對新開發之塑膠產品模具進行試模工作，但對於產品設計過程中可能產生影響射出成形之問題卻難以事先預防，也常因此而造成事後模具不必要的修護，嚴重影響開發進度及成本浪費，甚至對商譽造成難以彌補之損失，而另一方面傳統射出成形試模方式之困擾，更有難以將知識作系統化傳承之缺點產生，對公司資源之浪費影響甚鉅。因此本研究將以電腦輔助模流分析”Moldex3D”軟體為工具，結合電腦輔助設計”CATIA”軟體的使用，將CAD與CAE之技術整合，描述如何運用模流分析技術於塑膠化妝品包裝容器的設計修正與應用。

關鍵詞：化妝品，射出成形，模流分析，CAD，CAE

## 目錄

目錄封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	ABSTRACT	v	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xiv	第一章 緒論	1	1.1 研究背景	1	1.2 研究動機	2	1.3 研究目的	3	1.4 研究範圍與限制	4	1.5 研究方法與流程	4	1.6 名詞詮釋	6	第二章 模流分析技術與文獻探討	8	2.1 前言	8	2.2 塑膠射出成形	8	2.3 模流分析理論基礎	11	2.4 C A E 之統御方程式	12	2.5 模流分析結果之判圖要點	16	2.6 Moldex3D模流分析軟體的發展	19	2.7 文獻探討	20	第三章 塑膠材料選用與成品設計	23	3.1 前言	23	3.2 塑膠材料	23	3.3 塑膠材料於化妝品容器使用之特性	25	3.4 常見於化妝品容器所應用之塑膠材料	26	3.5 以壓克力為本體之化妝品容器應用簡介	38	3.6 化妝品容器成品設計之要點	42	第四章 模流分析作業流程	46	4.1 前言	46	4.2 Moldex3D之Shell及Solid模組選用	47	4.3 Moldex3D-Mesh軟體之主要操作流程	48	4.4 Shell分析模組之前處理流程	49	4.5 Solid分析模組之前處理流程	58	第五章 實例模流分析探討	66	5.1 前言	66	5.2 壓克力乳液瓶上蓋實例分析	66	5.3 壓克力乳液瓶本體實例分析	73	5.4 壓克力霜瓶上蓋實例分析	76	5.5 壓克力霜瓶中片實例分析	81	第六章 結論與未來展望	84	6.1 結論	84	6.2 未來展望	85	參考文獻	86	圖目錄	圖1-1 塑膠產品設計與分析之流程整合模型	5	圖2-1 典型螺桿式射出成形機與模具關係之結構示意圖	10	圖2-2 射出之成形週期	10	圖2-3 熔融塑膠於模穴內之流動情形	12	圖2-4 能量方程式概念圖示	14	圖3-1 高密度聚乙烯之應用產品（上山採藥化妝水）	27	圖3-2 低密度聚乙烯之應用產品（蜂膠潔手露）	28	圖3-3 PE本色之塑膠原料	28	圖3-4 聚丙烯容器（雪芙蘭防晒乳液）	29	圖3-5 PP本色之塑膠原料	30	圖3-6 聚苯乙烯容器（雪芙蘭滋養霜）	31	圖3-7 ABS塑膠原料	32	圖3-8 PET產品（斯儂恩卸妝油）	33	圖3-9 PET仿瓷產品，透明上蓋為AS（克堤滋養系列）	33	圖3-10 PET藍色塑膠原料	34	圖3-11 PETG化妝品容器（詩芙儂化妝露）	35	圖3-12 以PMMA為主體設計的化妝品容器	36	圖3-13 PMMA塑膠原料	36	圖3-14 壓克力乳液瓶	39	圖3-15 壓克力乳液瓶細部結構分解	40	圖3-16 壓克力霜瓶	41	圖3-17 壓克力霜瓶細部結構分解	41	圖3-18 產品轉折處之R角應用	44	圖3-19 化妝品容器脫模角之設計方法	44	圖3-20 產品肉厚決定與澆口關係	45	圖4-1 模流分析之作業流程	47	圖4-2 Moldex3D-mesh主要操作流程	49	圖4-3 Shell分析於CAD軟體中先進行之相關設計	50	圖4-4 Shell分析由Moldex3D-mesh軟體匯入IGES檔案	50	圖4-5 Shell分析之邊緣面檢查	51	圖4-6 Shell分析之產生表面mesh網格	52	圖4-7 Shell分析之表面網格檢查無Overlapping	52	圖4-8 Shell分析之FEM表面網格修整良好狀態	53	圖4-9 Shell分析之定義屬性完成FEM模型	54	圖4-10 匯出Shell分析所需mesh檔	56	圖4-11 Moldex3D軟體中匯入Shell分析網格檔	56	圖4-12 Shell分析於Moldex3D軟體中設定材料選擇	57	圖4-13 Shell分析於Moldex3D軟體中設定成形條件	57	圖4-14 Solid分析於CAD軟體中先進行之相關設計	58	圖4-15 Solid分析由Moldex3D-mesh軟體匯入IGES檔案	59	圖4-16 Solid分析之邊緣面檢查	59	圖4-17 Solid分析之產生表面mesh網格	60	圖4-18 Solid分析之表面網格檢查無Free Edge	61	圖4-19 Solid分析之表面網格檢查無Overlapping	61	圖4-20 Solid分析之FEM元素修整至良好網格狀態	62	圖4-21 Solid分析之流道及本體屬性設定	63	圖4-22 Solid分析之流道實體網格	63	圖4-23 Solid分析之本體實體網格	64	圖4-24 Solid分析之水道實體網格	65	圖5-1 壓克力乳液瓶上蓋	67	圖5-2 乳液瓶上蓋，蓋頂2mm設計之60%~90%流動波前圖	68	圖5-3 乳液瓶上蓋，蓋頂3mm設計之60%~90%流動波前圖	68	圖5-4 乳液瓶上蓋，蓋頂5mm設計之60%~90%流動波前圖	69	圖5-5 乳液瓶上蓋，蓋頂2mm設計之剪切應力圖	70	圖5-6 乳液瓶上蓋，蓋頂3mm設計之剪切應力圖	70	圖5-7 乳液瓶上蓋，蓋頂5mm設計之剪切應力圖	71	圖5-8 乳液瓶上蓋，蓋頂2mm設計之包封產生位置圖	71	圖5-9 乳液瓶上蓋，蓋頂3mm設計之包封產生位置圖	72	圖5-10 乳液瓶上蓋，蓋頂5mm設計之包封產生位置圖	72	圖5-11 壓克力乳液瓶本體	73	圖5-12 壓克力乳液瓶本體，C-C斷面融膠流動時間分布	74	圖5-13 壓克力乳液瓶本體，B-B斷面融膠流動時間分布	75	圖5-14 壓	
--------	-----	-----	-----	------	----	----------	---	----	----	----	-----	-----	---	-----	-----	--------	---	----------	---	----------	---	----------	---	-------------	---	-------------	---	----------	---	-----------------	---	--------	---	------------	---	--------------	----	------------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	----------	----	-----------------	----	--------	----	----------	----	---------------------	----	----------------------	----	-----------------------	----	------------------	----	--------------	----	--------	----	------------------------------	----	----------------------------	----	---------------------	----	---------------------	----	--------------	----	--------	----	------------------	----	------------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-------------	----	--------	----	----------	----	------	----	-----	-----------------------	---	----------------------------	----	--------------	----	--------------------	----	----------------	----	---------------------------	----	-------------------------	----	----------------	----	---------------------	----	----------------	----	---------------------	----	--------------	----	--------------------	----	------------------------------	----	-----------------	----	-------------------------	----	------------------------	----	----------------	----	--------------	----	--------------------	----	-------------	----	-------------------	----	------------------	----	---------------------	----	-------------------	----	----------------	----	--------------------------	----	-----------------------------	----	--------------------------------------	----	--------------------	----	-------------------------	----	---------------------------------	----	----------------------------	----	--------------------------	----	------------------------	----	-------------------------------	----	---------------------------------	----	---------------------------------	----	------------------------------	----	---------------------------------------	----	---------------------	----	--------------------------	----	--------------------------------	----	----------------------------------	----	------------------------------	----	-------------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	---------------	----	---------------------------------	----	---------------------------------	----	---------------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------	----	-----------------------------	----	----------------	----	------------------------------	----	------------------------------	----	---------	--

克力乳液瓶本體,A-A斷面融膠流動時間分布 76 圖5-15 壓克力霜瓶上蓋 77 圖5-16 霜瓶上蓋,蓋頂2mm設計之60%~90%流動波前圖 78 圖5-17 霜瓶上蓋,蓋頂3mm設計之60%~90%流動波前圖 78 圖5-18 霜瓶上蓋,蓋頂4mm設計之60%~90%流動波前圖 79 圖5-19 霜瓶上蓋,蓋頂2mm設計之包封產生位置圖. 79 圖5-20 霜瓶上蓋,蓋頂3mm設計之包封產生位置圖. 80 圖5-21 霜瓶上蓋,蓋頂4mm設計之包封產生位置圖. 80 圖5-22 壓克力霜瓶中片. 82 圖5-23 壓克力霜瓶中片, 主體厚度與翹曲關係圖. 83 表目錄 表2-1 常用之塑料可容許剪切率大小 18 表3-1 工程上常見之泛用塑膠分類 24 表3-2 工程上常見之工程塑膠分類 25 表3-3 常用聚乙烯之分類特性比較 27 表3-4 93年常用化妝品包裝容器塑膠原料價格參考均價表 38 表3-5 常用塑膠原料之標準肉厚 43 表4-1 Moldex3D之網格元素定義說明 54 表5-1 壓克力霜瓶中片, 主體厚度與翹曲關係 83

## 參考文獻

參考文獻 1. <http://www.nist.gov/iges/> 2.詹世良, "模流分析對塑料射出成形之研究", 國立台灣科技大學機械工程研究所碩士論文, 2004。 3.鄭穎聰, "鏡片射出成形分析與模具設計", 國立高雄應用科技大學模具工程研究所碩士論文, 2004。 4.蔡俊欽, "導光板光學設計及製程之最佳化研究", 國立高雄應用科技大學模具工程研究所碩士論文, 2004。 5.蔡明宏、楊文禮, "幾何平衡流道系統的流動不平衡問題與模具流道設計最新專利技術", 今日塑膠期刊, pp.55~P61, 2003。 6.蔡本中、許嘉翔, "應用智慧型CAE模流分析技術進行塑膠射出成型條件最佳化", 今日塑膠期刊, pp.34~P37, 2003。 7.徐政裕、林秀春、許瑞傑, "氣體輔助射出製成應用模流分析" 加速開發之探討, 今日塑膠期刊, pp.35~P43, 2003。 8.淺見高、賴耿陽, "亞克力塑膠原理與實用", 復漢出版社印行, 1999。 9.蔡銘宏、謝再新、王創茂, "真實3D CAE模流分析", 電腦繪圖與設計雜誌, 第211期, pp.26~P30, 2005。 10.梁琬蓉, "微射出成型參數對縫合線強度之影響", 私立大葉大學機械工程研究所碩士論文, 2004。 11.邱政文, "研發手札:CAE的理論基礎", 塑膠e學苑, 第11期, 2002。 12.張榮語, "射出成型模具設計-材料特性", 高立圖書公司, 2001。 13.張永彥, "實用塑膠模具學", 全華科技圖書, 2004。 14.科盛科技, "CAE模流分析技術入門與應用", 全華科技書, 2004。 15.歐陽渭成, "射出模具設計詳解", 全華科技圖書, 2001。 16.蔡毓斌、楊尚霖、李諺鳴, "CAD/CAE軟體在同步工程的應用", 模具技術資訊, 第81期, pp.7~P14, 2001。 17.奇美實業股份有限公司網站, <http://www.chimei.com.tw> 18.I. S. Dairanieh, A. Haufe, H. Mennig, "Computer Simulation of Weld Lines in Injection Molded Poly (Methyl Methacrylate)", Polym neering and Science, Vol.36, NO.15, pp.2050~2057, 1996 19.Ming-Chih Huang, Ching-Chih Tai "The effective factors in the warpage problem of an injection-molded part with a thin shell feature", Journal of Materials Processing Technology, 2001 20.Rosato, Donald V.ed., "Injection molding handbook", Kluwer Academic Publishers, 1999 21.Rong-Yen Chang, "A Novel-Dimensional Analysis of Polymer Injection Molding", ANTEC, 2001 22.Rong-Yen Chang, "Three-Dimensional Insert Molding Simulation In Injection Molding", ANTEC, 2004