

Isight 整合 Moldex3D 模流最佳化案例研究

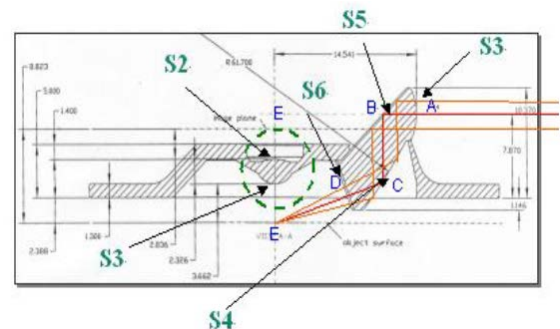
隨著 CAE 技術的發展，使用 CAE 工具追求更高品質的成品是現今的普遍趨勢，因此快速尋覓出最佳參數組合進行 CAE 分析將是日後的決勝點，特別是需要較長 CAE 計算時間的精密 CAE 分析，越快取得最佳參數趨勢意味著縮短產品開發時程，降低開發成本。最佳化工具 Isight 的導入能將傳統 CAE 分析提升至更高的層次，過去必須使用人工從多組分析結果中判別優化參數趨勢，反覆調整設計參數後再進行下一次的分析以逼近目標，以上這些繁瑣的流程現在可用 Isight 取代，設定優化目標與控制因子後，由 Isight 自動執行 CAE 疊代優化分析，得出最佳設計參數組合，提高分析效率之外，也降低人工判斷與操作過程中可能衍生出的疏失與誤差。

Moldex3D 為全球塑膠射出成型產業中的 CAE 模流軟體領導品牌，以最先進的真實三維模擬分析技術，幫助全球各產業使用者，模擬各種複雜製程，解決各種塑膠產品設計與製造問題。Isight 最佳化能夠協助 Moldex3D 用戶更快找到合適成形參數，免去多次試誤所浪費的時間，降低修改模具設計的成本，為了展示 Isight 導入 Moldex3D 模流分析的效益，選定光學滑鼠透鏡做為結合模流分析與最佳化的示範案例。

光學滑鼠透鏡位於滑鼠底部，如圖一所示，主要是由稜光鏡和圓形透鏡共同組成，稜光鏡將發光二極管發射的光線折射至滑鼠底部，做為光線輸出。而圓形透鏡則相當於攝影機的鏡頭，它負責將反射圖像的光線聚焦到光學引擎底部的接收孔中，扮演光線輸入的角色，圖二說明光線路徑如何經過透鏡折射最後被光學感應器收集。

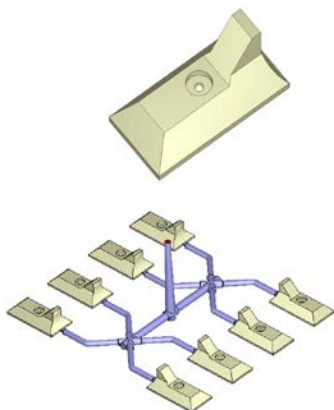


圖一 光學滑鼠透鏡



圖二 光線經由透鏡折射路徑

透鏡的品質會影響光線傳輸的精度，如果透鏡品質不佳，感應器就無法得到清晰影像，因此如何調配成形參數使透鏡成形的尺寸精度提高是這個案例主要課題。圖三是一模八穴的光學滑鼠透鏡，為增加網格解析度並降低計算負擔採用 1/4 模型，選擇成形條件中的充填時間、保壓時間、料溫與最大保壓壓力做為控制因子，品質因子則是剪切應力分佈、最終總變形量和體積收縮率分佈，優化的目的是找出兼具最小剪切應力分佈、最小總變形量且避免過保壓的成形參數。



光學滑鼠透鏡				
長	寬	高	厚度	體積
30 mm	15 mm	11 mm	3.5 mm	1.51 cc

圖三 光學滑鼠透鏡與流道配置

剪切應力越小可避免殘留應力衍生出的雙折射問題，雙折射會使原本應該清晰的影像變得模糊；最小總變形量是避免成品外觀誤差造成像差問題。一般來說提高保壓時間與保壓壓力其實就能夠得到較小的總變形量，但會造成過保壓問題，也就是體縮率最小值會小於零，因此額外加上體縮率限制做為品質因子，避免過度保壓。

控制因子的離散設定如表一所示，一開始為了擴大參數趨勢的廣度，因此設定較大的參數間距進行最佳化，採用 MOST 最佳化演算法，最佳化的疊代歷程紀錄如圖四所示，Isight 根據 Moldex3D 起始組完成了後續 20 組的疊代即完成最佳化分析，評估出最佳的參數組別為第 13 組並以綠底顯示，該組的成形參數為：充填 1.5 秒，料溫 290°C，保壓壓力 100MPa，保壓時間 5 秒，在表一以紅框顯示。表二整理了最佳組與起始組的品質因子比較，結果顯示 Isight 最佳化所找出的最佳參數組能有效改善前面所設定的三項品質因子目標，尤其是最終總變形量這項改善了 60%，同時減輕過保壓問題，圖五在相同尺度下顯示起始組與最佳組最終總變形量結果，可清楚比較最佳化後的透鏡變形量有顯著的改善，尤其是在中央圓形透鏡區域。

控制因子	起始值	離散值
充填時間 (s)	1	0.5, 1, 1.5, 2
料溫 (°C)	290	270, 290, 310
保壓壓力(MPa)	200	50, 100, 150, 200, 250, 300
保壓時間 (s)	5	3, 4, 5, 6, 7

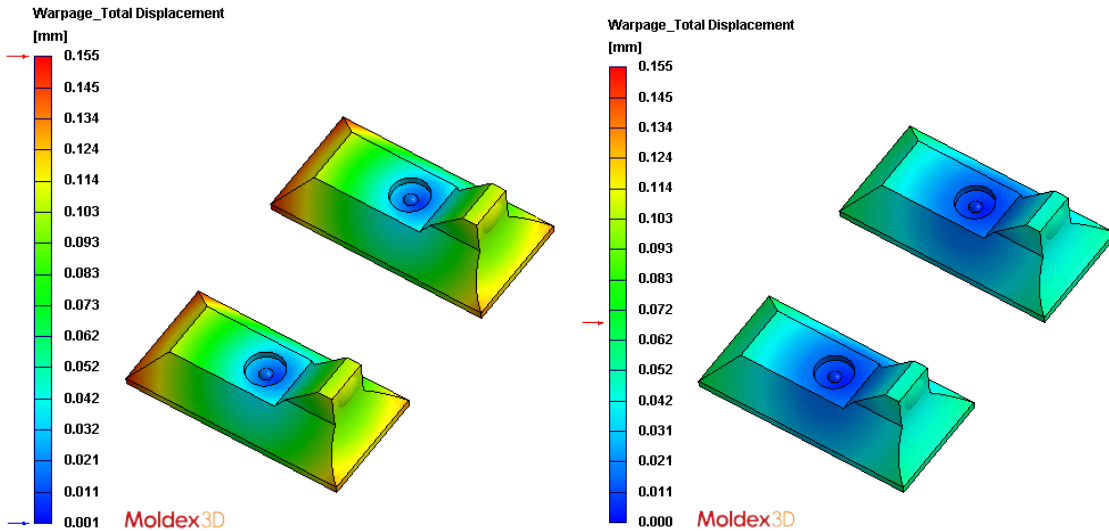
表一 控制因子設置，紅框為最佳化成形參數

Run Path	Iteration	FullTime	ModTemp	PackFrac	PackTime	Packing_Steel/Distribution_Max	Packing_Volume/Change/Distribution_Min	Warpage_FuelTech/Displacement_Max	Design Feasibility	Objective and Penalty
1	1	1.0	290.0	200.0	5.0	4.3480	-4.4631	0.13453	9	8.7739
1	2	1.5	290.0	200.0	5.0	4.1824	-4.4634	0.16127	9	8.6135
1	3	1.0	290.0	200.0	5.0	4.0156	-4.463	0.14941	9	8.4395
1	4	1.0	290.0	200.0	5.0	4.3548	-4.4518	0.24145	7	9.8817
1	5	1.0	290.0	200.0	6.0	4.7600	-4.4595	0.15480	7	8.1794
1	6	1.0	290.0	150.0	5.0	4.1074	-3.3555	0.05785	9	7.4026
1	7	1.5	290.0	150.0	5.0	4.0245	-3.3532	0.05143	9	7.2427
1	8	1.0	290.0	150.0	5.0	4.1042	-3.3551	0.05590	7	7.3161
1	9	1.0	290.0	200.0	5.0	4.3480	-4.4631	0.13453	7	8.7739
1	10	1.0	290.0	150.0	6.0	4.4167	-3.3516	0.053844	7	7.6303
1	11	1.0	290.0	50.0	5.0	6.9356	-0.35956	0.16099	7	7.682
1	12	1.0	290.0	100.0	5.0	4.3656	-2.1307	0.06608	9	6.3738
1	13	1.5	290.0	100.0	5.0	4.1545	-2.1303	0.03071	9	6.1549
1	14	1.0	290.0	100.0	5.0	4.3466	-2.1293	0.06626	7	6.3526
1	15	1.0	290.0	150.0	5.0	4.1074	-3.3555	0.05785	7	7.4026
1	16	1.0	290.0	100.0	6.0	4.3991	-2.1274	0.06795	7	6.4937
1	17	1.0	290.0	50.0	5.0	6.9306	-0.35956	0.16099	7	7.682
1	18	1.0	290.0	100.0	5.0	4.3636	-2.1307	0.06608	7	6.3738
1	19	1.0	290.0	50.0	5.0	6.9356	-0.35956	0.16099	7	7.682
1	20	1.0	290.0	100.0	5.0	4.3656	-2.1307	0.06608	7	6.3738
1	21	1.5	290.0	100.0	5.0	4.1545	-2.1306	0.06002	8	6.1549

圖四 最佳化分析歷程紀錄

	優化目標	起始組	最佳組	改善率 %
剪切應力最大值 (MPa)	越小越好	4.4	4.15	5.7
最終總變形量最大值 (mm)	越小越好	0.15	0.06	60
體積收縮率最小值 (%)	越接近 0 越好	-4.5	-2.1	53.3

表二 品質因子結果



圖五 最終總變形量比較，左邊為起始組，右邊為最佳組