

基于正交试验及 MoldFlow 模拟优化扶手盖板注塑工艺

赵佳峰 狄金叶

(中国海洋大学青岛学院机电工程系, 胶州 266300)

摘要 以某汽车扶手盖板为研究对象,综合评价了多个工艺参数对注射翘曲变形的影响。通过正交试验法,并基于 MoldFlow 注射模流动分析软件,分析最佳浇口位置,获取试验数据,研究试验范围内各工艺参数对翘曲的影响,从而获得最优工艺参数组合。

关键词 工艺参数 翘曲 Moldflow 正交试验

翘曲变形是指制品脱模后形状偏离了模具型腔的形状,它是塑料制品常见的缺陷之一。翘曲是由收缩变化而引起的,所有的产品在成型时都会发生收缩,所以产品都会发生翘曲。问题是翘曲量是否超出产品的设计要求。Moldflow 把翘曲变形的原因主要归结为以下 3 点:①冷却不均;②收缩不均匀;③取向的影响。采用 Moldflow 的 MPI/Warp 分析模块可以准确预测产品的翘曲变形量。通过研究引起翘曲变形原因,提出相应的解决方案:①优化塑料制品结构设计;②修改模具结构(包括浇注系统、冷却系统、顶出系统);③调整工艺参数;④选用较小收缩及收缩均匀的材料。

笔者以某汽车扶手盖板为例,利用 MoldFlow 的 MPI/Warp 分析模块对该制件注射工艺进行翘曲模拟分析,通过正交试验设计,优化工艺参数减小翘曲变形量,为某工厂作为参考。

1 制件结构及工艺分析

图 1 所示为汽车扶手盖板制件及网格示意图,外形尺寸约 300 mm × 85 mm × 65 mm,大部分壁厚较为均匀,为 2.5 mm 左右,两端壁厚较大达 5 mm 左右,故在两端端部成型时易翘曲。该制件材料为丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯 (ABS), MoldFlow 推荐的工艺参数范围为:最低熔体温度 225℃,最高熔体温度 265℃,最低模具温度 40℃,最高模具温度 80℃。

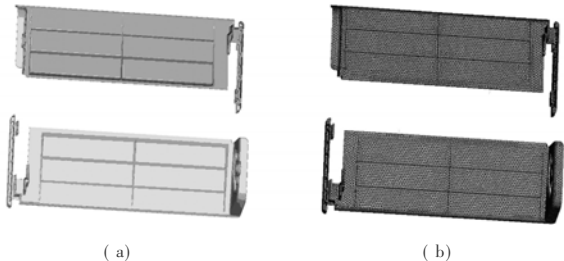


图 1 扶手盖板制件及网格示意图

2 模型前处理

将模型从 UG 导入到 HyperMesh6.0,去除圆角曲面简化模型,划分网格,导入到 MoldFlow6.0。网格划分如图 2 所示,网格匹配率 90.8%。设置浇注系统(扇形浇口、冷流道类型)和冷却系统(冷却管道直径 8 mm,采用 25℃ 水冷却,其入口雷诺数为 10000)。有限元分析模型如图 2 所示。

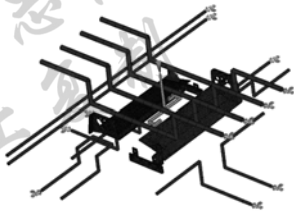


图 2 有限元分析模型

3 正交试验设计

3.1 正交试验工艺参数

正交试验设计是利用正交表来安排与分析多因素试验的一种设计方法。它挑选部分有代表性的试验因素水平组合进行试验,通过对这部分试验结果分析了解全面试验情况,确定出各个试验参数对试验目标的影响度大小,从而调节影响最大的试验参数取得更好的试验结果,同时获得各个试验参数最佳水平组合。影响制件注射成型后翘曲变形量大小的主要工艺参数有保压压力(A)、保压时间(B)、模具温度(C)、熔体温度(D)、注射时间(E)、冷却时间(F)。每个因素取 3 个水平,如表 1 所示。

根据表 1 因素和水平设置模拟试验正交表,考察 6 因素 3 水平对制件注射翘曲变形量的影响,所有不同的试验条件共有 36 个,通过正交表安排试验,只需要做 27 次试验,试验目的是找到各个工艺因素对翘曲量影响程度的顺序,最后得到最佳因素

表 1 试验因素水平表

项目	水平		
	1	2	3
A ¹⁾ / %	85	87.5	80
B / s	8	9	10
C / ℃	40	60	80
D / ℃	225	245	265
E / s	0.68	0.80	0.92
F / s	15	20	25

注: 1) 占注塑压力比例。

组合。

3.2 模拟试验及结果

在进行翘曲分析之前, 先完成对冷却、充填和流动的优化, 再对制件进行翘曲分析。分析类型设置为常用的冷却 - 流动 - 翘曲(CFW) 组合。由于本

次试验是6 因素 3 水平单指标的正交试验, 可以选用矩阵 L27(36) 正交试验表安排试验, L27(36) 的试验表及正交试验结果(均值、极差) 见表 2。

以因素的水平值为横坐标, 以同一水平的翘曲量平均值为纵坐标, 得出因素水平变化趋势如图 3 所示。从图 3 也可以看出, 影响翘曲的最大因素为模具温度, 其次为保压压力、保压时间、注射时间、熔体温度、冷却时间和 A ×B。因此解决翘曲问题时, 可以在成本所接受的范围内着重选择收缩小且收缩均匀的料, 尽量提高模温和保压压力。从表 2 很明显可以看出, 最优的方案为: 保压压力为注射压力的 95%, 保压时间 10 s, 模具温度 80℃, 熔体温度 265℃, 冷却时间 20 s。

表 2 试验结果分析表

项目	A	B	A ×B	A ×B	C	D	E		F					翘曲量	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.974	
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.659	
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.669	
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2.947	
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2.596	
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2.486	
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2.947	
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2.573	
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2.376	
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3	3	3.001	
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	1	1	2.979	
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	2	2	2.647	
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	2	2	2.989	
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	3	3	2.703	
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	1	1	2.564	
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	1	1	2.989	
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	2	2	2.652	
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	3	3	2.517	
19	3	1	3	2	1	3	2	1	1	2	1	2	2	3.048	
20	3	1	3	2	2	1	3	2	2	3	2	3	3	3.097	
21	3	1	3	2	3	2	1	3	3	1	3	1	1	2.929	
22	3	2	1	3	1	3	2	2	2	3	3	1	1	3.009	
23	3	2	1	3	2	1	3	3	3	1	1	2	2	3.08	
24	3	2	1	3	3	2	1	1	1	2	2	3	3	2.649	
25	3	3	2	1	1	3	2	3	3	1	2	3	3	3.002	
26	3	3	2	1	2	1	3	1	1	2	3	1	1	3.069	
27	3	3	2	1	3	2	1	2	2	3	1	2	2	2.581	
k1	2.692	2.8892	2.7998	2.8011	2.9895	2.8713	2.8179	2.7796	2.7931	2.8366	2.764	2.8312	2.8312	主次顺序: C、A、B、D、 E、F、A ×B	
k2	2.7823	2.7803	2.812	2.8068	2.8231	2.774	2.735	2.7949	2.7651	2.7874	2.8191	2.7877	2.7877		
k3	2.9404	2.7451	2.8029	2.8068	2.602	2.7693	2.8618	2.8402	2.8564	2.7907	2.7953	2.7953	2.7953		
极差 R	0.2484	0.1441	0.0122	0.0057	0.3875	0.102	0.1268	0.0606	0.0913	0.0492	0.0551	0.0435	0.0435		
优水平	A1、B3、C3、D3、E3、F2														
优组合	A1、B3、C3、D3、E3、F2														

4 结论

(1) 通过 Moldflow 的 MPI/Warp 分析结果可知,

对翘曲影响最大的工艺因素为模具温度, 其次为保压压力、保压时间、注射时间、熔体温度、冷却时间和

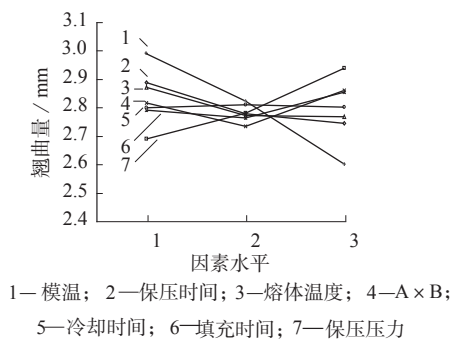


图3 因素水平变化趋势图

保压压力 × 保压时间。

(2) 通过工艺参数调整可以从一定程度上降低

翘曲,但是有限的,在还不能满足实际的情况下需要考虑改变制件设计或模具设计来降低翘曲。

参考文献

- [1] 黄钢华,张益华,鲁世红,等. Moldflow 翘曲分析在注塑模中的应用[J]. 塑料制造, 2008(8): 49-52.
- [2] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析技术基础[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [3] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [4] 王卫兵. Moldflow 中文版注塑流动分析[M]. 北京:清华大学出版社, 2008.
- [5] 刘健. Moldflow 在塑件翘曲分析中的应用. 模具工业, 2007, 33(2): 4-7.

SIMULATION AND OPTIMIZATION OF ARMREST LAP PRODUCTION PROCESS BASED ON ORTHOGONAL EXPERIMENT AND MOLDFLOW

Zhao Jiafeng, Di Jinye

(Mechanical College, Qingdao College of Ocean University of China, Jiaozhou 266300, China)

ABSTRACT Taking the car's armrest lap for the object study, the influence of a number of process parameters on warpage of injection was comprehensively evaluated. By orthogonal test method, and based on MoldFlow injection mold flow analysis software, the best gate location was analyzed, test data was accessed, the effect of process parameters on warpage within the test scope was re-searched, the optimal combination of the parameters was obtained.

KEYWORDS process parameters, warpage, MoldFlow, orthogonal experiment

优惠销售 2000 ~2011 年中国工程塑料加工应用技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国工程塑料工业协会加工应用专委会为了配合 2000 ~2011 年先后召开的中国工程塑料加工应用技术研讨会共编辑、出版了 12 本《论文集》。其内容涉及工程塑料及通用塑料的合成与改性、加工、应用、测试、模具、设备新技术,以及文献综述、评论等,突出了我国工程塑料行业发展规划、热点分析。现尚有部分《论文集》,以及应广大读者要求加工制作的论文集光盘,以优惠价格(含邮费)销售,欢迎订阅。

1. 《论文集》, 优惠价为 300 元/套, 单册价格如下:

《2011 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 369 页, 50 元/册;

《2010 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 371 页, 45 元/册;

《2009 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 40 元/册;

《2008 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 35 元/册;

《2007 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 343 页, 30 元/册;

《2006 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 346 页, 25 元/册;

《2005 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 338 页, 20 元/册;

《2004 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》,

论文 100 篇, 正文 337 页, 20 元/册;

《2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 105 篇, 正文 373 页, 20 元/册;

《2002 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 20 元/册;

《2001 年中国工程塑料加工及模具技术研讨会论文集》, 论文 80 篇, 正文 270 页, 20 元/册;

《2000 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 339 页, 20 元/册。

2. 论文集光盘, 优惠价为 200 元/盘。

本光盘除收录上述 12 本《论文集》的全部内容外, 还包括约 2400 人次的会议代表通讯录。

凡需购买《论文集》或论文集光盘的读者, 请尽快办理邮购手续。汇款时请注明“论文集”或“论文集光盘”。

邮局汇款

收款单位: 山东济南市天桥区田庄东路 3 号杂志社 邮编: 250031

电话: (0531) 85878057 85878223 85878278

传真: (0531) 85947355

银行汇款

户名: 中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行: 济南市工商银行经十一路支行

帐号: 1602001229014425546

网上订购 <http://www.epa1973.com>