

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.04.014

基于 CAE 热流道注塑件翘曲变形的研究

沈洪雷, 刘峰

(常州工学院机电工程学院, 江苏常州 213002)

摘要:以某塑料抽屉为例,运用 Moldflow 软件分别以单因素法和正交法分析各参数对注塑件翘曲变形的影响趋势和程度。数据显示,注塑件翘曲变形随模具温度和熔体温度的增加而增大,保压压力、保压时间在一定范围内随其增大而减小。同时可知,保压时间对注塑件翘曲变形的影响最大,模具温度次之,保压压力再次之,熔体温度最小。根据分析结果对该注塑件成型工艺参数和模具冷却系统进行了优化,降低了翘曲变形量,达到了较为理想的效果。

关键词:热流道;注塑件;翘曲变形;计算机模拟;参数优化

中图分类号:TQ320.66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2014)04-0062-04

Study on the Warpage of Injection Molded Parts Injected by Hot Runner Based on CAE

Shen Honglei, Liu Feng

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213002, China)

Abstract : A plastic drawer was taken for an example, the single factor method and orthogonal method were respectively used to analyze the influence trend and degree of various parameters on warpage of the injection molded part by using Moldflow software. The experimental datas show that when the mold and melt temperature increase, the warpage increases, and when the packing pressure and packing time increase within a certain range, the warpage decreases. The order of the effect degree on the warpage is : packing time>mold temperature>packing pressure>melt temperature. According to the analysis results, the process parameters and the cooling system of the mold are optimized, so that the warpage is decreased, the ideal result is reached.

Keywords : hot runner ; injection molded part ; warpage ; computer simulation ; parameter optimization

对于注塑件,翘曲变形是其常见的问题,尤其对于大尺寸注塑件,翘曲变形几乎不可避免,而变形的程度也直接影响到其尺寸精度和配合要求,因此,也常作为衡量注塑件质量的重要指标之一。影响注塑件翘曲变形的因素很多,主要体现在以下几方面^[1]: (1) 注塑件壁厚、尺寸、形状及结构等,主要考虑因上述因素导致的各处收缩不均。(2) 注塑件所选原材料,主要考虑其结晶性及填料等的取向。(3) 成型工艺条件,工艺参数的调整和优化是成型过程中解决注塑件质量问题的首选手段,也是最经济的方法。(4) 模具的结构设计,除了浇口设计外主要考虑冷却系统的布置,能否保证塑料件各处冷却均匀和收缩一致。前两个因素主要由注塑件的应用场合及用户性能要求而定,一般不会轻易调整和更改,因此,更多的还是通过调整成型工艺条件以及优化模具结构来改善塑料件的翘曲变形^[2-3]。

笔者以某透明抽屉为例,其外形图如图1所示,研究了其翘曲变形。首先选择注射成型工艺参数为研究对象,运用 Moldflow 软件分别以单因素法和正

交法分析各参数对塑料件翘曲变形的影响趋势和程度^[4-6],然后根据分析结果,结合冷却系统对塑料件注塑工艺进行优化。



图1 塑料件外形图

1 总体方案

注塑件外形尺寸为 446 mm × 342 mm × 262 mm,弯曲壁厚 3.5 mm,上端口部厚 2.0 mm,其余壁厚基本均匀约 3.0 mm,局部最厚处为 4.5 mm。外表面要求光洁美观,无瑕疵、凹痕等缺陷,成型后具有一定力学性能要求,塑料件边缘不能

联系人: 沈洪雷, 硕士, 副教授, 主要从事模具 CAD/CAE 教学研究

收稿日期: 2014-01-11

有较大的变形,材料为聚苯乙烯(PS)。根据塑料件的具体要求,采用一模一腔、塑料件底部单点热流道系统来成型。通过初步成型模拟,在塑料件的四壁边缘和塑料件底部浇点附近出现较大的翘曲变形,最大达到2.8 mm。

2 单因素法模拟分析

单因素法即分别单个改变某一参数(即设置多个水平值),而其它参数保持不变,来考察各参数对

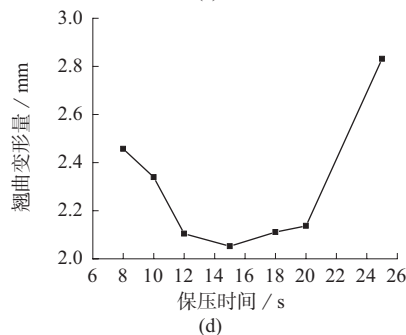
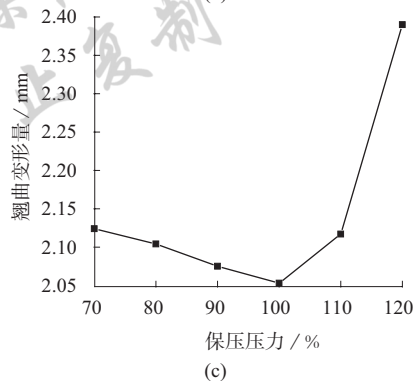
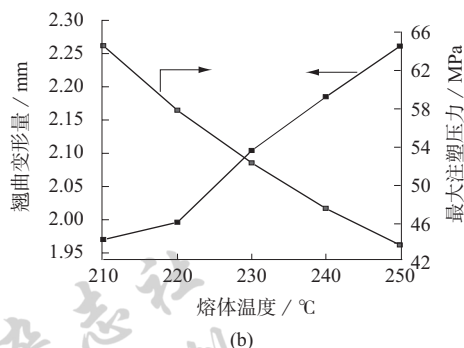
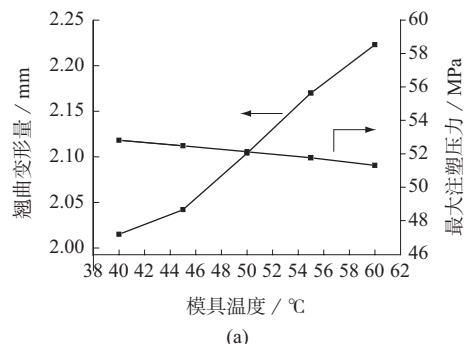
实验结果影响趋势的方法。在注射成型工艺条件中,选择模具温度、熔体温度、熔体流速、保压压力、保压时间、冷却时间作为分析对象,来考察各参数对塑料件翘曲变形的影响,基础实验工艺参数为:模具温度为50℃;熔体温度为230℃;熔体流速(注塑机最大注射速率的百分数)为100%;保压压力(注塑压力的百分数)为80%;保压时间为12 s;冷却时间为20 s。实验1改变模具温度分别为40, 45, 50, 55, 60℃,其它采用基础实验工艺参数;实验2的熔体温度分别设为210, 220, 230, 240, 250℃,其它采用基础实验工艺参数;实验3的熔体流速分别设为70%, 80%, 90%, 100%, 120%,其它采用基础实验工艺参数;实验4的保压压力分别设为70%, 80%, 90%, 100%, 110%,其它采用基础实验工艺参数;实验5的保压时间分别设为8, 10, 12, 15, 18, 20, 25 s,其它采用基础实验工艺参数。

通过分析,实验1, 2, 4, 5得到相应参数对注塑件总变形量的影响趋势见图2,而实验3和实验6的总变形量分别为2.233 mm, 2.104 mm。

(1) 由图2a和图2b可知,随着熔体或模具温度的增加,注塑件翘曲变形量均会增加,主要是因为温度高,熔体在注塑压力和保压压力传递作用下,分子链更容易解缠而使熔体黏度降低有利于流动,因此降低了注塑压力。同时,在冷却过程中分子链解缠形成的更多取向也更易被定型,因而造成更多的内应力,使翘曲变形更严重。

(2) 图2c反映出随着保压压力的增加,塑料件翘曲变形量先减小,但当压力超过最大注塑压力时,变形量反而大大增加,这是因为压力过大造成分子链过度取向产生内应力而导致。一般成型中,保压压力不会超过注塑压力,因此认为变形量基本随着保压压力的增加而减小。

(3) 图2d显示随着保压时间的延长,注塑件翘曲变形量逐渐减小,但到一定程度后反而变大,这主要是因为保压的初始阶段,随着保压压力的作用,



a—实验1; b—实验2; c—实验4; d—实验5

图2 趋势曲线

提高了注塑件的致密度,减小其变形,但随着保压压力的持续长时间作用,使分子链的取向因得不到适当的松弛被冷却保留下来形成一定的内应力,从而使变形量增加。

(4) 注射速率和冷却时间的变化对注塑件翘曲变形的影响很小,实验中几乎可以忽略。但由于本模拟实验中冷却时间是从保压结束后计算的,而实

际上冷却总时间是包含了保压过程的时间,因此冷却总时间对翘曲变形量也存在一定的影响。

3 正交法模拟分析

由单因素法实验结果可知,在一定的范围内,模具温度(A)、熔体温度(B)、保压压力(C)及保压时间(D)均对注塑件翘曲变形产生一定的影响,运用正交法中 L_9 表讨论这4个因素对注塑件翘曲变形的影响程度,以便抓住主要因素进行工艺调整和优化。利用上述分析结果,在一定范围内对该4个参数分别设定3个水平值来进行实验,具体数值如表1所示。

表1 实验工艺参数值

水平	A/℃	B/℃	C/%	D/s
1	40	215	20	9
2	50	230	22.5	12
3	60	245	25	15

经过模拟并将结果进行相关计算,得到表2所示结果。

表2 模拟结果

序号	A/℃	B/℃	C/%	D/s	翘曲变形量/mm
1	1	1	1	1	2.430
2	1	2	2	2	2.049
3	1	3	3	3	1.917
4	2	1	2	3	2.195
5	2	2	3	1	2.392
6	2	3	1	2	2.222
7	3	1	3	2	2.090
8	3	2	1	3	2.116
9	3	3	2	1	2.361
I	6.396	6.715	6.768	7.183	
II	6.809	6.557	6.605	6.361	
III	6.567	6.500	6.399	6.228	
R	0.138	0.071	0.123	0.318	

注: I、II、III分别表示1、2、3水平模拟结果的总和,R表示极差。

从表2的计算结果可以看出,4个参数的极差顺序为: $R_4 > R_1 > R_3 > R_2$,即表示保压时间的长短对塑料件翘曲变形的影响最大,模具温度次之,保压压力再次之,熔体温度的影响最小。

4 优化方案和模拟结果

通过以上分析可知,在工艺调整时,首先考虑优化极差较大的参数如保压时间,而对于其它极差较小的模具温度、保压压力、熔体温度,可结合生产工艺、效率等多个方面加以综合考虑选取^[6-8]。对于该塑料件,根据上述原则和影响趋势,选择如表3所示工艺条件,模拟得到最大翘曲变形量为1.883 mm。

在Moldflow成型模拟中,塑料件翘曲变形主要因为收缩不均(除了塑料件厚薄不一致以外,也有

表3 工艺参数值

模具温度/℃	熔体温度/℃	保压压力/%	保压时间/s
40	220	95	15

冷却不均造成的)、分子链(及纤维)取向及冷却不均3方面。塑料件模拟结果显示,收缩不均为主要因素,因此从以下2方面考虑:

(1) 在模具结构中优化冷却系统的设计,因为冷却水道布局直接决定着塑料件的冷却和收缩的均匀性。由于塑料件4壁外侧均有侧凸凹,模具结构上4壁外侧用滑块侧抽成型。塑料件内部凹处一侧需用整体式斜推块来成型,故型芯由2部分组成,这样可以方便地利用外滑块、型芯及内斜推块均匀设置水道,具体布局经优化后温差为0.88℃,冷却系统布局如图3所示。

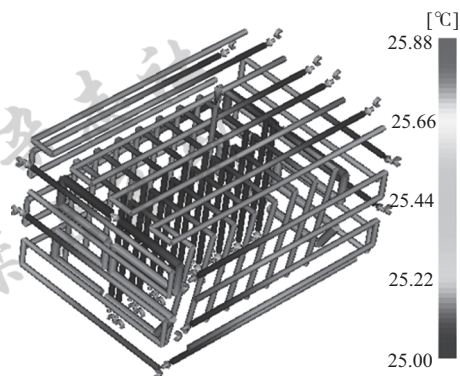


图3 冷却系统布局

(2) 成型过程中优化保压,通过优化采用如图4所示的保压曲线,经模拟得到的翘曲变形量最大值为1.636 mm,符合塑料件的使用要求。

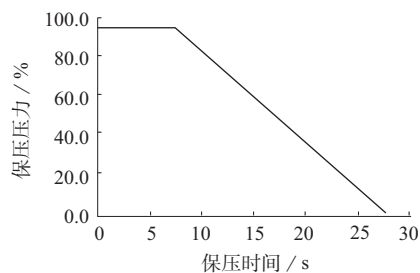


图4 保压曲线(保压压力为注塑压力的百分数)

5 结论

通过上述定量的试验分析,得到了在热流道成型中工艺参数对注塑件翘曲变形的影响大小,保压时间对注塑件翘曲变形的影响最大,模具温度次之,保压压力再次之,熔体温度最小。根据分析结果对该注塑件成型工艺参数和模具冷却系统进行了优化,降低了翘曲变形量,其值为1.636 mm,符合注塑件的使用要求。由于塑料件在成型过程中受到的影响因素较多,不可避免地会存在一定的翘曲变形,目

前也出现如用人工神经网络、多点约束、预变形补偿等方法来研究和优化塑料件翘曲变形^[1,9],不管采用何种措施,只要充分了解成型条件对熔体流动特性的影响,分子链取向对塑料件翘曲变形、收缩等状态的影响机理,就可以有针对性地通过适当的方法和手段进行优化,将塑料件翘曲变形量控制在一定的范围内。

参考文献

- [1] 赵苗,辛勇. 注塑制品翘曲变形的研究进展[J]. 中国塑料,2012,26(4):66-69.
Zhao Miao, Xin Yong. Research progress in warpage of injection molded parts[J]. China Plastics, 2012, 26(4):66-69.
- [2] Gao Yuehua, Wang Xicheng. Surrogate-based process optimization for reducing warpage in injection molding[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2009, 209(3):1 302-1 309.
- [3] 李飞. 基于CAE的解决空调器大面积塑件翘曲变形的的设计优化[J]. 塑料工业, 2012, 40(7):44-48.
Li Fei. CAE-based ameliorative design for solving warpage on big plastic veil of air-condition[J]. China Plastics Industry, 2012, 40(7):44-48.
- [4] Gao Yuehua, Turng L S, Wang Xicheng. Process optimization and effects of material properties on numerical prediction of warpage for injection molding[J]. Advances in Polymer Technology, 2008, 27(4):199-216.
- [5] Hakimian E, Sulong A B. Analysis of warpage and shrinkage properties of injection-molded micro gears polymer composites using numerical simulations assisted by the Taguchi method[J]. Materials & Design, 2012, 42:62-71.
- [6] Zhou Huamin, Wang Zhiyong, Li Jianhui, et al. A surface model-based simulation for warpage of injection-molded parts[J]. Polymer Engineering & Science, 2012, 51(4):785-794.
- [7] Liu Fen, Zhou Huamin, Li Dequin. Numerical simulations of residual stresses and warpage in injection molding[J]. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2009, 28(5):571-585.
- [8] Sánchez R, Aisa J, Martínez A, et al. On the relationship between cooling setup and warpage in injection molding[J]. Measurement, 2012, 45(5):1 051-1 056.
- [9] Shi Huizhuo, Xie Suming, Wang Xicheng. A warpage optimization method for injection molding using artificial neural network with parametric sampling evaluation strategy[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, 65(1-4):343-353.

我国从天然油脂中开发出节能保温材料

中国林业科学研究院林产化学工业研究所近日透露,由中国林业科学研究院林产化学工业研究所利用废弃油脂、木本油脂和松脂等非食用天然油脂,成功地开发出生物质节能保温材料——聚氨酯泡沫塑料。

此方法生产出的聚氨酯泡沫塑料不仅质量指标达到石化产品水平,还减少了对石油化工原料的依赖,同时解决了我国目前生物质聚氨酯节能保温材料生产过程中产品与技

术单一、生产运行稳定性差、产品质量不达标和阻燃性较差等问题,并获得江苏省科技进步二等奖。

据报道,天然油脂是丰富的可再生资源,由其合成的高分子材料和化学品一般都具有较好的生态性能。如松脂,就是我国天然再生资源,目前全国松林面积约有1 300亿m²,年可采脂量200万t以上,松香产量约80万t/a,居世界第一位。用此方法生产节能保温材料既经济又环保。

(环球聚氨酯网)

优惠销售 2000~2013年中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国合成树脂供销协会加工与应用分会为了配合2000~2013年先后召开的中国工程塑料复合材料技术研讨会,共编辑、出版了14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,现以优惠价格(含邮费)销售,欢迎订购。

1. 2000~2013年中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》,优惠价380元/套。

2. 2000~2013年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集光盘,优惠价260元/盘。本光盘除收录上述14本《论文集》的全部内容外,还包括约2 700人次的会议代表通讯录。

邮局汇款

收款单位:山东济南市田庄东路3号杂志社

邮 编:250031

电 话:(0531)85878223 85878057 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>