

细长型塑料件翘曲控制成型工艺优化与应用

Optimization and Application of Warpage Control Process for Slender Plastic Parts

单伟校

Weixiao Shan

杭州鸿世电器有限公司, 中国·浙江 杭州 311402

Hangzhou Honshi Electric Appliance Co. Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311402, China

【摘要】论文就细长型塑料件翘曲控制成型工艺进行研究和探讨,以微波炉拉手为例,并且作为研究对象,建立塑料件模型,使用多因素正交实验方式对塑料件注塑成型的过程进行仿真有限元分析,同时,获取在不同工艺技术下翘曲变形量的参数。论文阐述的实验方法是基于 Minitab 极差分析法,从而分析出正交实验中各种因子对翘曲变形量的影响,从而确定出塑料件翘曲变形控制的最佳工艺方案,通过模拟实验表明,将翘曲成型工艺方案进行优化,可有效的限制翘曲变形的概率,从而解决了微波炉拉手翘曲变形所产生的缺陷问题。

【Abstract】This paper researches and discusses the warping control forming process of slender plastic parts. Take microwave oven handles as an example and as a research object, establish a plastic parts model and use a multi-factor orthogonal experiment method to simulate the plastic injection molding process meta-analysis. At the same time, the parameters for warpage deformation under different process technologies are obtained. The experimental method described in this paper is based on Minitab's range analysis method to analyze the influence of various factors in the orthogonal experiment on the amount of warpage deformation, so as to determine the optimal process plan for warpage control of plastic parts. The optimization of the warping process scheme can effectively limit the warping deformation probability, thereby solving the defects caused by the warpage deformation of the microwave oven handle.

【关键词】注塑成型;翘曲控制;工艺优化

【Keywords】injection molding; warpage control; process optimization

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i7.866>

1 引言

塑料件注塑成型是一个相对比较复杂的过程,其中,对塑料件翘曲变形的控制是一重大难题,翘曲变形量的幅度和大小对塑料件的外观以及质量有着极大的影响,在塑料件的安装过程中,也会与其他零件不相兼容。塑料件在成型过程中,受到设计、模具、工艺,等因素的影响和制约,各个因素的不确定性导致塑料件翘曲变形的概率较大,并且难以控制。由于模具和相关设备的调整成本相对较大,于是通过优化注塑工艺方法来控制翘曲变形等问题格外重要。

2 塑料件的工艺分析

图 1 是某公司所生产的微波炉拉手,零件的尺寸为 370mm*20mm*20mm,材料壁厚为 2.5mm,微波炉拉手的外形呈细长状,需要与其他零件进行配合使用。在微波炉拉手的生产过程中,采用的是性价比较高、性能较好的 ABS 塑料 PS757^[1]。该微波炉拉手在注模成型试验中,出现了较大的翘曲变形情况。由于此现象的产生,导致了微波炉拉手的生产进度受阻,并且质量无法保证。

3 塑料零件 CAE 分析模具的设计

为了使微波炉拉手能够正常生产,避免其报废或维修。以

该企业微波炉拉手注塑模具结构作为参照,从而进行 CAE 分析模具设计,从而得到合理的验证,微波炉拉手属于塑料件,同时也属于外观件,塑料件的生产中往往会注意到在手握区域不可以出现浇口痕迹,对塑料件的外观及质量有着极高的要求。需要保证塑料件注塑填充的饱和度要高,并且要质地均匀,以此来保障塑料零件的质量。同时为了实现微波炉拉手自动化生产,浇注系统在设计时,使用了潜伏浇口,从塑料件的底部进行填充^[2]。为了使微波炉拉手的冷却效果有所保障,冷却系统会采用三组直径为 12mm 的冷却水路布置在塑料零件的外形上,从而提高冷却率。图 2 所示的就是微波炉拉手塑料件 CAE 的分析模型。



图 1 塑料件 3D 模型图



图2 CAE分析模具

按照该企业最初的塑料件注塑成型工艺方案,结合 Minitab 验证,微波炉拉手塑料零件 CAE 模具分析的合理性。如图 3 所示,在拉手填充过程中,波前流动的温度分布较为均匀,是塑料温度的控制范围之内,以此来确保塑料零件填充质量,微波炉拉手的填充时间为 1.43s。在填充过程中,没有出现填充不足的现象,填充的效果比较理想,熔接痕主要分布在微波炉拉手塑料零件的下面,并非手握区域。气穴的位置分布在微波炉拉手的柱位和卡口位。所以,可以使熔接痕和气穴不会影响到外观^[9]。在改模具的结构设计中,熔接痕和气穴已经加强排气,可以对熔接痕和气穴的现象实现进一步改善。经过以上分析,可以得知通过 CAE 分析模型,对微波炉拉手进行浇筑冷却是十分合理的,可以对翘曲变形量有效的控制,从而提高注塑成型工艺的精确度。

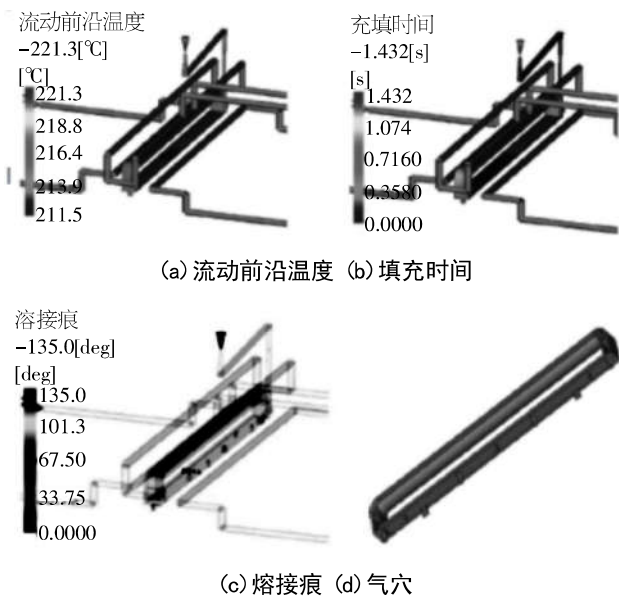


图3

4 注塑成型工艺优化的分析

在塑料件生产应用方面,对塑料件产品的成本、性能以及工艺进行优化,正交实验是极其高效和简单的方法。在保证塑料模具设计和塑料件填充结构设计上,采用正交实验方案,去研究材料熔体的温度、模具的温度、压力值等其他各类因素,

对塑料件成型工艺参数与翘曲变形的影响,从而对其生产工艺进行优化,并且可以筛选出最佳的成型方案。

4.1 正交实验因子设计和实验

正交实验可以分析塑料零件在注塑过程中受到的影响,以及塑料零件翘曲变形的工艺参数,并且可以通过正交性实验中,选择出具有代表性的注塑成型工艺参数。来为实验因子的正交实验提供前提条件^[9]。如表 1 所示,A 代表熔体温度,B 代表模具温度,C 代表注塑时间,D 代表保压压力,E 代表保压时间,以上各类参数作为正交实验因子。

表1 正交试验设计因子级水平

水平	因子				
	A/°C	B/°C	B/s	D/mpa	E/s
1	215	50	1.0	60	15
2	225	60	1.2	70	20
3	235	70	1.4	80	25
4	245	80	1.6	90	30

在正交实验表的设置过程中,可以使用手动设置方法,虽然该实验属于简单实验,但是仍存在着较大的问题,并且有极高的出错概率,因此文章使用 Minitab 数据统计分析软件进行正交实验表的设置,之后根据正交实验表中对,塑料品注塑成型工艺参数,进行组合 Minitab 进行仿真实验,从而得到在不同注塑工艺条件下会得到不同的翘曲变形量参数。

4.2 数据分析

在正交实验中,应用 Minitab 软件可以分析出数据模型的实验结果和极差参数。图 4 是对数据模型的有效性分析,残差在途中的真实值一般是分布在两侧,并没有明显的规律,此实验结果符合正态分布和波动的要求。同时也说明了数据模型分析的有效性。

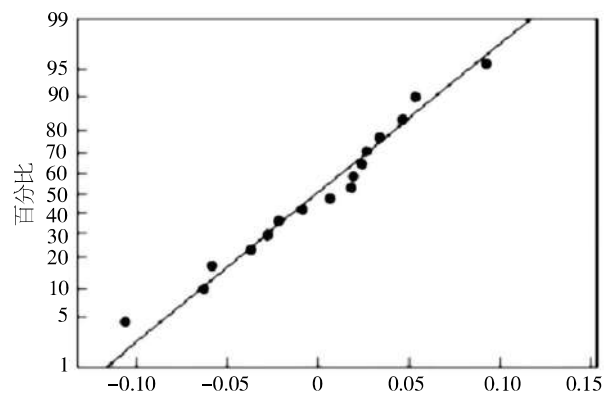


图4 残差正态图

从表 3 的排序中可以知道,翘曲变形量的因子排序为 DBACE,从中可以得知,保压压力在翘曲变形量中会产生最大影响,其他的影响因素可以以此排为模具温度、熔体温度、注塑时间、保养时间^[9]。同时,可以从图 5 和图 6 中分析得知,因子对应的翘曲最小值时方案进行注塑成型,塑料零件的翘曲

变形值为最小,由此可以推测出控制翘曲变形量的最佳方案。

表 2 均值响应表

水平	A/°C	B/°C	C/s	D/mpa	E/s
1	1.521	1.672	1.565	1.705	1.558
2	1.635	1.602	1.558	1.594	1.584
3	1.622	1.589	1.613	1.580	1.603
4	1.584	1.500	1.626	1.484	1.161
次值	0.114	0.171	0.068	0.221	0.058
排序	3	2	4	1	5

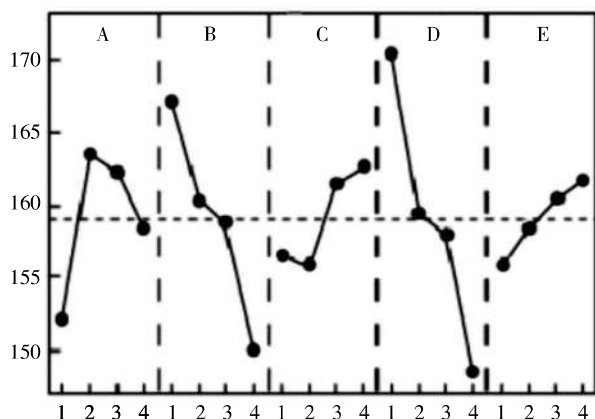


图 5 均值主效应图

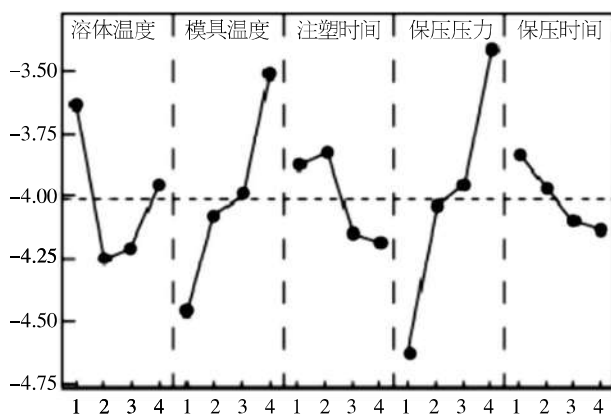


图 6 信噪比主效应图

5 结果验证

为了使翘曲控制获得最大的准确性,在塑料的生产过程中应采取最佳的工艺方案。用预测方案所制定的工艺参数来进行仿真实验,由此可以得到微波炉拉手的一些相关参数。同时,可以获取微波炉拉手的最大翘曲变形量。如图 7 所示,相比于上文表 2 中的最大翘曲变形量有着极大程度的降低,降低幅度为 29.7%。

在微波炉拉手实验和生产中,应制定和选择最佳成型工艺方案,并且要进行,多次试模注塑成型实验,以此检测塑料零件在进行再进行翘曲变形测量时的稳定性。经过本次测量,可以得到以下结果,微波炉拉手塑料零件照比之前的生工艺有着较大的提升,将翘曲变形最大值控制在 12.mm 以内,在此

之前,没有进行工艺优化的微波炉拉手塑料件翘曲变形最大值为 1.683mm,相较于两者,不难看出,经过优化后的塑料件要比优化前塑料件在各个方面都占据着一定的优势,并且可以满足该零件在市场和客户中所要求的 1.5mm 最大翘曲变形值的范围之内,如图 8 所示,在经过优化后的微波炉拉手,外观光滑细腻,翘曲现象几乎不存在,并且外观质量也有所保证,在之后的装机实验过程中以及客户体验上,均以证明其工艺方案的合理性。

变形,所有因素:
变形比例因子=1.000

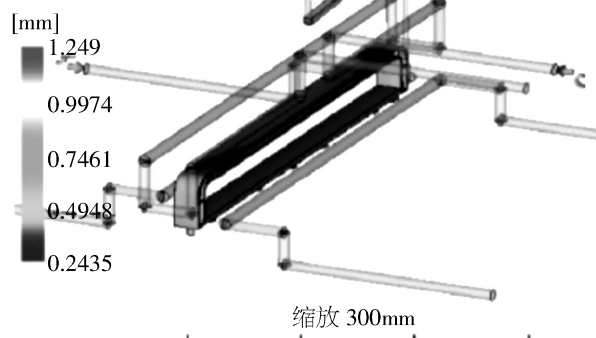


图 7 优化后翘曲变形分析结果

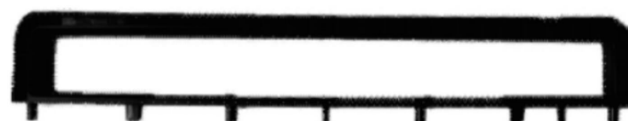


图 8 优化后的塑料件图

6 结语

通过论文的研究,可以得出塑料硬件在翘曲变形控制上获取到了最佳方案,有效的改善了塑料件的翘曲变形的概率和大小,从而提高了塑料件的生产质量,极大降低了塑料件在生产过程中的报废机率。另外,可以使塑料件在今后的使用中延长使用寿命,降低了更新模具所带来的成本,从而对塑料件的开发与生产带来了积极作用。

参考文献

- [1]李天羿,马超.工艺参数对热塑性聚氨酯改性聚甲醛塑料在盐酸中催化分解率的影响[J].机械工程材料,2018,42(05):59-62.
- [2]张昌青,靳少龙,杨黎东,刘雄波.ABS 塑料与 Q235 钢异种接头电阻点焊工艺与力学性能的研究[J].热加工工艺,2018,47(07):30-33.
- [3]王剑锋,迟宏宵,刘建雄,周建,马党参.热处理工艺对塑料模具钢 10Ni₂Cr₂MnCuMoVA1 组织和性能的影响 [J]. 钢铁研究学报,2018,30(01):59-65.
- [4]刘彩文,姚梦龄.科研与塑料成型工艺与设备课程实验教学相结合的探索[J].中国现代教育装备,2018, 13(01):42-43.
- [5]胡邓平,王树勋,张宁,伍先明,陈裕和.基于电动圆弧抽芯的塑料花洒注塑工艺分析及模具创新设计[J].塑料科技,2017,45(01):81-84.