

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.02.012

电视机小后壳注射成型工艺的优化设计

陈昌乾¹, 刘斌¹, 王桂林²

(1. 华南理工大学聚合物成型加工工程教育部重点实验室, 聚合物新型成型装备国家工程研究中心, 广州 510641;

2. 弗伦克热流道科技有限公司, 广东顺德 528305)

摘要: 以某品牌的电视机小后壳为研究对象, 采用 Taguchi 方法进行注射成型模拟分析, 研究了阀浇口开启时刻、熔体温度、模具温度、保压压力、保压时间等工艺参数对翘曲量和熔接线的影响。选取 5 个工艺参数为变量因素, 利用 Moldflow 2012 软件按正交表进行模拟分析实验。通过综合分析, 得到了以翘曲量和熔接线为优化目标的最优工艺参数组合, 在实际生产时, 为其成型工艺参数的选取提供一定的指导。

关键词: 注射成型; 工艺参数优化; 热流道; 时序控制; 翘曲变形; 熔接线

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)02-0051-04

Optimization Design of TV Deputy Shell Injection Molding Process Parameters

Chen Changqian¹, Liu Bin¹, Wang Guilin²

(1. The Key Laboratory of Polymer Processing Engineering of Ministry of Education, National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China; 2. Frenk Hot Runner Technology Co. Ltd., Shunde, Guangdong, 528305, China)

Abstract: A TV deputy shell was taken as an research object, Taguchi techniques were used to arrange injection molding simulation experiments for studying the effect of the sequence valve opening time, melt temperature, mold temperature, packing pressure and packing time process parameters on the warpage and weld lines. Selecting these process parameters as variable factors, Moldflow software was used for orthogonal table simulation. Through the comprehensive analysis, the optimal combination of process parameters based on warpage and weld lines were gained to provide guidance for selecting the actual process parameters.

Keywords: injection molding; parameter optimization; hot runner; sequence control; warpage; weld line

随着科学技术的进步和生产制造水平的提高, 人们对塑料制品的质量提出了更高的要求, 汽车、家电等大型塑料件通常结构复杂, 成型时充模困难, 容易造成多种缺陷, 严重地影响了塑料件的外观质量和使用性能。翘曲变形和熔接线作为主要缺陷, 不仅严重地影响着塑料件的外观和装配精度, 还会使塑料件的力学性能降低^[1-3]。热流道注射成型工艺在节约原材料、改善塑料件外观质量和力学性能等方面具有明显的优势, 是注射成型工艺发展的一个热点方向。热流道系统根据喷嘴结构的不同可分为开放式系统和针阀式系统。对于多浇口注射成型, 为了获得更好的填充效果, 需合理地启闭喷嘴, 因此, 在针阀式喷嘴的基础上又开发出了一种时序控制注射成型技术^[4-5]。

采用针阀式热流道系统, 以电视机后壳的注射成型工艺为研究对象, 旨在研究各工艺参数对塑料件的翘曲变形和熔接线的影响, 从而得到以翘曲量

和熔接线为优化目标的最优工艺参数组合。

1 分析模型的建立

图 1 为某品牌电视机小后壳的分析模型。该后壳尺寸为 651 mm × 380 mm × 67 mm, 壁厚最大处为 2.5 mm, 最小处为 1.2 mm, 共划分为 130 041 个表面三角形网格单元, 匹配率为 89.2%, 符合模流分析要求。该塑料件有较多的网孔, 除网孔部分外, 要求表面光洁美观、无熔接线等缺陷, 成型后满足一定的力学性能要求, 且不能有较大的翘曲变形。该塑料件的成型材料为 BASF 公司生产的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS), 其推荐成型工艺参数为: 模具温度 40 ~ 60 ℃, 熔体温度 220 ~ 270 ℃, 顶出温度 105 ℃, 最大剪切速率 60 000 s⁻¹。

实验前, 先打开阀浇口 1, 进行填充模拟, 然后

联系人: 刘斌, 博士, 教授, 主要研究方向为模具 CAD/CAE/CAM 和材料成型装备及数控技术

收稿日期: 2014-11-12

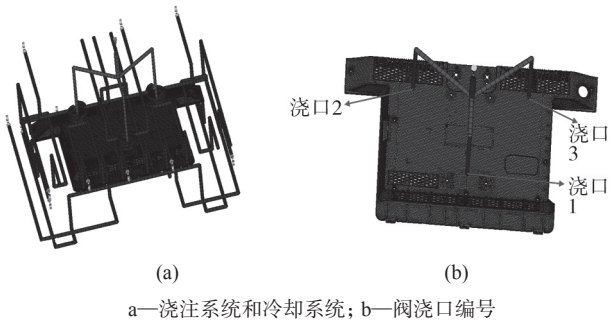


图 1 电视机小后壳分析模型

根据填充时间查出熔体到达阀浇口 2,3 的时刻为 1.7 s,并以此时刻为依据设置阀浇口 2,3 开启时刻。在正式模拟实验时,先打开阀浇口 1 进行填充,阀浇口 2 和 3 根据设定时间同时打开进行填充,注塑时间为 30 s 时,保压冷却结束,关闭所有阀浇口。

2 实验设计与优化

2.1 正交表设计和工艺参数设定

运用 Moldflow 软件模拟电视机小后壳的实际注射成型过程,并对模拟实验的数据结果进行分析。该电视机小后壳属较大体积的塑料件,在实际生产过程中容易产生翘曲变形和熔接线,可以采取一些措施,将其影响降至最低^[6-7]。

模拟分析实验选用对其翘曲和熔接线影响最为重要的 5 个因素:阀浇口开启时刻(A)、熔体温度(B)、模具温度(C)、保压压力(D)、保压时间(E)进行最优水平配置实验,根据 Moldflow 材料库中推荐的工艺参数范围设计 4 个水平,设计的实验因素和水平表如表 1 所示。

表 1 实验因素和水平表

实验水平	实验因素				
	A/s	B/℃	C/℃	D/MPa	E/s
1	1.6	220	40	50	6
2	1.7	237	46	55	8
3	1.8	253	53	60	10
4	1.9	270	60	65	12

2.2 结果分析和优化

本模拟分析实验中,因为熔接线是非数量指标,所以无法直接得出各因素对实验指标的影响程度,也无法对结果分析计算。为此,现采用评分法^[8],即通过观察来评判熔接线的明显程度和长短,进而对熔接线外观打分:熔接线长而明显为 2 分;熔接线较长为 4 分;熔接线变短为 6 分;熔接线明显变短、变细为 8 分;熔接线基本消失为 10 分。按照正交表 $L_{16}(4^5)$ 的安排,依次在 Moldflow 中设置好工艺参数并进行模拟分析,然后把结果填入表 2 中。

表 2 Taguchi 正交实验表和实验结果

实验编号	实验因素					实验结果	
	A	B	C	D	E	翘曲量/mm	熔接线外观评分
1	1	1	1	1	1	4.395	2
2	1	2	2	2	2	4.169	2
3	1	3	3	3	3	3.379	4
4	1	4	4	4	4	3.168	6
5	2	1	2	3	4	4.190	4
6	2	2	1	4	3	4.503	4
7	2	3	4	1	2	3.416	6
8	2	4	3	2	1	3.188	6
9	3	1	3	4	2	3.448	8
10	3	2	4	3	1	2.948	8
11	3	3	1	2	4	4.406	8
12	3	4	2	1	3	3.933	8
13	4	1	4	2	3	3.659	10
14	4	2	3	1	4	3.945	10
15	4	3	2	4	1	3.032	10
16	4	4	1	3	2	3.950	6

对正交实验结果进行均值分析,求出各个因素在不同水平下的信噪比,填入表 3 中,然后根据因素水平与均值的关系做出折线图,如图 2 所示,以便直观地反映出各工艺参数对翘曲量和熔接线的影响。

极差的大小反映了实验因素在实验范围内的变化导致的实验指标数值变化的大小,极差越大,则该因素对实验结果的影响越大^[9]。从表 3 可以看出,对于翘曲量,各因素极差的大小顺序为 $C > E > D > B > A$,即在所选因素中,模具温度的变化对翘曲量的影响最大,保压时间次之,熔体温度变化对其影响又比保压时间小,阀口 2,3 打开的时刻的影响最小;对于熔接线,各实验因素极差的大小顺序为 $A > C > E > B > D$,即阀口 2,3 打开时刻对熔接线的影响最大,其它因素的影响大小依次类推。

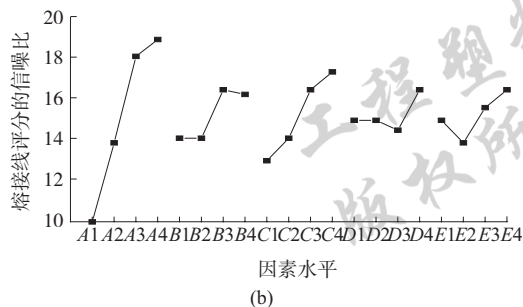
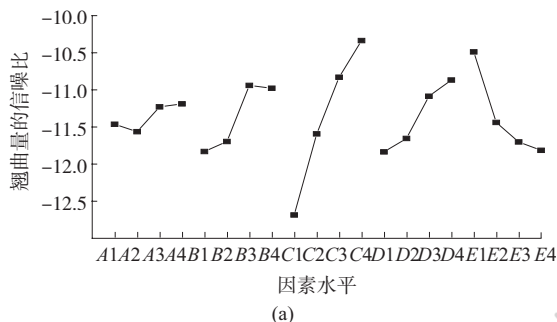
根据图 2 显示,当只考虑翘曲量时,最优的成型工艺参数组合为 A4B3C4D4E1;当只考虑熔接线时,最优的成型工艺参数组合为 A4B3C4D4E4。单独分析优化目标时,最终的优化结果并不一致,这就需要根据因素的影响主次综合考虑,最终确定出最优工艺参数。

两组优化方案中,只有因素 E 的最优水平不一样,在此,只需对因素 E 进行讨论,对于翘曲量,在所选因素中保压压力为第二大影响因素,而对熔接线来说,其信噪比均值的极差与熔体温度相近,均是较次要因素,因此优先考虑翘曲对因素 E 的水平的选取。综合上述分析,确定最终工艺参数组合为:

A4B3C4D4E1。

表3 翘曲量和熔接线评分的信噪比均值反映表

信噪比 均差		实验因素				
		A	B	C	D	E
翘曲量	K1	-11.463	-11.831	-12.686	-11.836	-10.489
	K2	-11.564	-11.696	-11.593	-11.655	-11.439
	K3	-11.229	-10.940	-10.830	-11.086	-11.702
	K4	-11.189	-10.978	-10.336	-10.868	-11.815
	R	0.375	0.891	2.35	0.968	1.326
熔接线 评分	K1	9.911	14.031	12.922	14.911	14.911
	K2	13.802	14.031	14.031	14.911	13.802
	K3	18.062	16.417	16.417	14.427	15.536
	K4	18.891	16.188	17.297	16.417	16.417
	R	8.98	2.386	4.375	1.99	2.615



a—工艺参数对翘曲量；b—工艺参数对熔接线平衡

图2 工艺参数对优化目标的影响趋势

2.3 最优工艺参数组合的验证

根据综合分析后的最优工艺方案,利用 Mold flow 2012 软件进行模拟分析,实验结果如图3和图4所示。

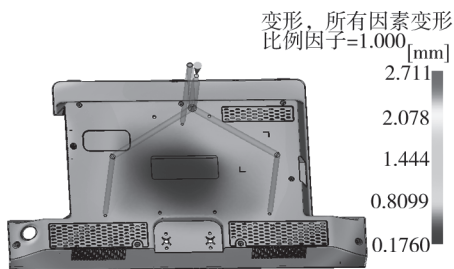


图3 优化工艺参数下的翘曲量

从图3可以看出,优化工艺参数后的制件翘曲量仅为2.711 mm,比正交实验中的最小值2.948 mm降低了0.237 mm;从图4可以看出,制

件表面的熔接线基本消失,实验结果符合客户要求。

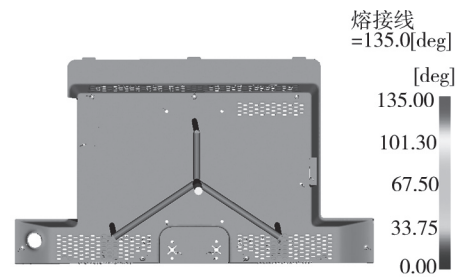


图4 优化工艺参数下的熔接线

3 结论

针对某品牌电视机小后壳的注射成型工艺参数进行正交模拟分析得出:

(1) 在本实验所研究的工艺范围内,以翘曲量和熔接线为优化目标的最优工艺参数组合为阀口2,3打开的时刻为1.9 s,熔体温度为253℃,模具温度为60℃,保压压力为65 MPa,保压时间为6 s,经 Moldflow 模拟验证,效果良好;

(2) 在时序控制的注射成型过程中,后续浇口的开启会造成注塑压力的波动,上一个浇口的填充末端会有滞留。适当延迟浇口开启时间,可以保持流动前沿的一致性,减小料流前锋的相互挤压,有利于熔体的相互融合,从而减小或消除熔接线的产生;

(3) 同时以翘曲和熔接线为优化目标,通过对各因素对优化目标影响大小的综合分析,能够确定出同时满足两个优化目标的最优注射成型工艺参数组合,为获得高质量的塑料件提供参考。

参考文献

- [1] 曾亚森,何和智. 基于翘曲的注射成型工艺参数优化组合[J]. 高分子材料科学与工程,2009,25(6):163-166.
Zeng Yasen, He Hezhi. Optimal combination of injection molded process parameter based on warp[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2009, 25(6):163-166.
- [2] 沈洪雷,刘峰. 基于 CAE 热流道注塑件翘曲变形的研究[J]. 工程塑料应用,2014,42(4):62-65.
Shen Honglei, Liu Feng. Study on the warpage of injection molded parts injected by hot runner based on CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(4):62-65.
- [3] 孙寿云,王辉. 基于 MPI 二次开发及正交试验的注塑制品熔接线性质的优化设计[J]. 模具技术,2012(1):15-19.
Sun Shouyun, Wang Hui. Optimization design of properties of weld line for injection-molded part based on secondary development of MPI and orthogonal methods[J]. Die and Mould Technology, 2012(1):15-19.
- [4] 党玉春,刘泓滨,丁清国. 热流道顺序控制技术在大型注塑模中

- 的应用[J]. 塑料, 2013, 42(4): 67-70.
- Dang Yuchun, Liu Hongbin, Ding Qingguo. Application of sequential control technology in large injection mold hot runner[J]. Plastics, 2013, 42(4): 67-70.
- [5] 沈洪雷, 刘峰. 热流道计算机辅助工程 (CAE) 在洗衣机面板成型中的应用[J]. 高分子材料科学与工程, 2013, 29(10): 175-178.
- Shen Honglei, Liu Feng. Application of hot runner computer aided engineering (CAE) in washing machine panel molding[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2013, 29(10): 175-178.
- [6] 夏江梅. 基于 Moldflow 及时序进胶技术的熔接线缺陷改善[J]. 塑料工业, 2011, 39(12): 49-51.
- Xia Jiangmei. Improvement of weld lines based on moldflow and sequential injecting technology[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(12): 49-51.
- [7] 杨露露. 基于数值模拟技术的热流道阀式顺序注塑模优化设计[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2011.
- Yang Lulu. Optimum design for order valve injection mold based on numerical simulation[D]. Qingdao: Qingdao University of Science & Technology, 2011.
- [8] 朱成兵, 李金国, 刘红. 基于顺序阀的塑料制件注塑工艺的多目标优化设计[J]. 现代塑料加工应用, 2013, 25(4): 40-43.
- Zhu Chengbing, Li Jinguo, Liu Hong. Multi-objective optimization design molding process of plastic parts based for injection on sequence-valve[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2013, 25(4): 40-43.
- [9] 李云雁, 胡传荣. 试验设计与数据处理 [M]. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- Li Yunyan, Hu Chuanrong. Experiment design and data processing[M]. 2nd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.

吉林省可降解塑料制品产能预计将超过 5 万 t

为了解决禁塑过程中出现的新问题, 推进替代产品供需衔接, 促进产销平衡, 近日, 吉林省禁塑供需衔接会在长春举办。省直、市(州)、县(市)相关部门, 13 家可降解塑料制品生产企业, 80 多家商贸流通企业参加衔接会。

自吉林省 2015 年 1 月 1 日“禁塑令”实施以来, 生产企业、商业用户积极响应, 社会各界广泛参与, 形成了较好的开局势头。

随着市场需求的不断扩大, 吉林省符合省地方标准, 具备生产能力的企业不断增加。目前, 吉林省已有 13 家可降解塑料制品生产企业, 其中, 8 家企业已报备生产能力信息, 其余 5 家企业正在加紧建设, 项目全部建成达产后, 吉林省可降解塑料制品的产能预计将超过 5 万 t。

同时, 为了进一步增强市场监管力度与科学性, 吉林省建立了禁塑工作联席会议制度, 及时有效地解决禁塑工作进程中出现的各种问题; 在禁塑的监管方面, 截至 2015 年 1 月 15 日, 全省工商系统共出动执法人员 14 821 人次, 检查各类市场主体 87 700 户, 签订禁塑承诺书 1 万余份, 取缔无照经营塑料袋、塑料餐具的经营单位 125 家, 下架封存不合格塑料袋、塑料餐具 2 652 kg。

省发改委副主任说, 目前, 他们正在不断完善各项工作措施, 实现可生物降解塑料制品品项全覆盖, 提升产品质量, 降低产品成本尽快完成产品替换。

吉林省将加快组织建设塑料制品追溯监管平台, 实现塑料制品的在线数据监管。针对拒不整改, 顶风违规的生产企业、商贸流通企业及个人, 将坚决依法予以处罚, 并适时向社会公开曝光。

(中国吉林网)

除聚烯烃外全球塑料供应仍过剩

IHS 化学公司最新的分析报告显示, 聚乙烯和聚丙烯的产能预计将进一步增长, 其它塑料产品市场仍将维持供应过剩的状态。亚太、中欧、中东和南美地区众多经济转型国家

的快速发展, 将成为聚乙烯和聚丙烯消费的主要增长引擎。

(慧聪塑料网)

克劳斯玛菲推出新型 MX 系列超高锁模力注塑机

随着 MX 5500 的推出, 机械生产商克劳斯玛菲已经实现了一个新的里程碑。这是克劳斯玛菲自成立以来推出的最大注塑机, 锁模力高达 5 500 t。

这家总部位于德国慕尼黑的塑机供应商与 Weber 公司密切合作, 制造了庞大的 MX 5500-75000 / 75000 注塑机, 成功为其提供系统解决方案。自 2014 年 10 月以来, Weber 利用这台机器为全球市场制造大容量垃圾箱。为了扩大产能, 确保灵活性, Weber 还购置了另一台大型机器: MX 4500-75000。

Weber 需要两台大型注塑机来生产容积为 660~1 100 L 的垃圾箱, 并需要购买新的模具。Weber 总经理 Helmut Guntermann 解释道, 大容积垃圾箱的制造需要用到大型模具。高注射量和较长的流动路径要求机器具备很高的锁模力。新注塑机的锁模力至少必须达到 4 500 或 5 500 t。克劳斯玛菲的新设备符合他们的要求, 为他们提供了一个最佳选择。

对于使用 150 t 重型模具的加工业务, 这款大型注塑机是最佳配置, 具备可靠的加工性能。克劳斯玛菲指出了该注塑机的一些细节, 比如机床的坚固设计, 模具固定压台以及延长并加宽的滑瓦。

MX 系列大型注塑机的主要特征是配备了克劳斯玛菲研发的液压机机械动力双压板合模装置。注塑机的设计非常紧凑, 生产速度很快, 而且对维护的要求较低。

克劳斯玛菲工程设计总监 Klaus Wimberger 说道, MX 系列的优点还在于其高熔体质量和极佳的注射量稳定性。

MX 5500 和 MX 4500 新型注塑机都额外配备了自动化解决方案, 尤其值得一提的是一个 LRX 1000 线性处理单元(左右行程达 3 000 mm)。

(中塑在线)