

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.08.014

基于正交试验的空调面板翘曲变形工艺参数优化

杜婉婉¹, 夏玉峰¹, 陈邦华¹, 杨运成², 袁长锋², 姚小兵²

[1. 重庆大学材料科学与工程学院, 重庆 400030; 2. 格力电器(重庆)有限公司, 重庆 400039]

摘要:以影响空调面板的3个工艺参数——熔体温度、模具温度及保压压力为设计变量,翘曲变形量为目标函数,利用正交试验,选用3因素5水平进行试验方案设计,利用Moldflow软件对各方案进行有限元分析,得到最佳工艺参数组合为:熔体温度270℃、模具温度60℃、保压压力70 MPa。结果表明,在最佳工艺参数组合下,空调面板的最大翘曲变形量由优化前的2.667 mm减少到1.032 mm。将最佳工艺参数组合应用于实际生产,产品的翘曲变形得到显著改善。

关键词:翘曲变形; 空调面板; 正交试验; 工艺参数

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)08-0063-03

Optimization of Process Parameters of Warpage Deformation of Air Conditioner Panel Based on Orthogonal Test

Du Wanwan¹, Xia Yufeng¹, Chen Banghua¹, Yang Yuncheng², Yuan Changfeng², Yao Xiaobing²

[1. Institute of Material Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Gree Electric Appliances(Chongqing) Co. Ltd., Chongqing 400039, China]

Abstract: Taking melt temperature, mold temperature and packing pressure which could influence the quality of air conditioner as the design variables, warpage deformation of air conditioner panel as the objective function, an orthogonal experiment project with three factors and five levels was designed, then finite element analysis for each project was made with Moldflow software, the combination of optimal process parameters are that the melt temperature is 270℃, the mold temperature is 60℃ and the packing pressure is 70 MPa. The results show that, under the combination of optimal process parameters, the maximum warpage deformation after optimization of air conditioner panel reduced from 2.667 mm(before optimization) to 1.032 mm. The combination of optimal process parameters is applied to actual production, the warpage deformation of air conditioner panel is ameliorated significantly.

Keywords: warpage deformation; air conditioner panel; orthogonal test; process parameter

在进行注塑成型时,翘曲变形是塑件常见的缺陷之一。翘曲变形在影响塑件外观的同时,也对其使用性能造成很大影响^[1]。对于已定型产品,塑料的种类和塑件的结构是不能改变的,而改变模具是一项费时费力的工程,因此,在实际生产中,多数通过改变工艺参数来减少塑件的翘曲变形。许多学者对众多工艺参数对塑件翘曲变形的影响以及影响程度进行了深入研究^[2-6]。蒋章雷等^[2]研究了充填压力、熔体温度、保压时间、模具温度对翘曲变形的影响,认为熔体温度对翘曲变形的影响显著。付士军^[5]研究认为,保压压力对塑件的翘曲变形影响最为显著,并且模具温度也对塑件的翘曲变形起着关键作用。王梦寒等^[6]研究了不同的保压方式对塑件翘曲变形的影响。基于以上研究,笔者在有限元模

拟的基础上结合正交试验,对影响空调面板翘曲变形的模具温度、熔体温度和保压压力3个参数进行分析。

1 塑件有限元处理

1.1 模型导入及网格划分

利用三维造型软件UG建立空调面板的三维模型,将建好的模型转化为STL格式后,导入到Moldflow中进行网格划分。划分结果显示共有63 628个网格单元,31 778个连接节点,匹配率为94.9%。通过Moldflow中的建模工具创建了流道。空调面板塑件模型及流道如图1所示。

联系人: 杜婉婉, 硕士, 从事塑性成型原理和模具技术方面的研究

收稿日期: 2013-05-21

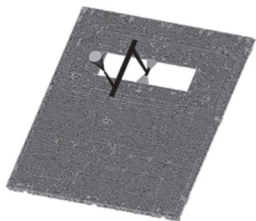


图 1 空调面板塑件模型及流道

1.2 工艺参数范围确定

塑件所用材料为聚丙烯(PP),牌号为 Polyfort FIPP MKF 4025,制造商为美国舒尔曼公司。PP 适宜的成型工艺参数范围为:模具温度为 40~60℃,推荐值为 55℃;熔体温度为 230~280℃,推荐值 255℃。保压压力一般取充填和保压转换时压力的 60%~100%,本研究取 70~90 MPa。

1.3 有限元模拟

根据 PP 的工艺参数推荐值对塑件进行翘曲变形分析,结果如图 2 所示。

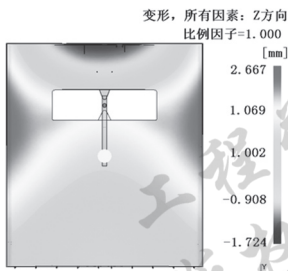


图 2 PP 工艺参数推荐值对塑件翘曲变形的影响

由图 2 可知,采用推荐值会使空调面板的两侧产生约 2.667 mm 的翘曲变形量。该翘曲变形量不仅影响面板的外观,也将导致面板无法与空调其它部件进行理想的装配,致使生产中产生大量废品。

2 试验设计

2.1 正交试验

以模具温度(A)、熔体温度(B)及保压压力(C)为 3 因素,每个因素设置 5 个水平,如表 1 所示。

表 1 试验因素的水平设置

因素	水平				
	1	2	3	4	5
A/℃	40	45	50	55	60
B/℃	230	240	250	260	270
C/MPa	70	75	80	85	90

根据表 1 设计,正交试验采用 3 因素、5 水平试验表,结果如表 2 所示。

2.2 正交试验结果分析

利用极差分析法分析各因素对翘曲变形的影响程度,结果如表 3 所示。

表 2 $L_{25}(5^3)$ 正交试验方案与模拟结果

试验号	A	B	C	翘曲量/mm
1	40	230	70	1.922
2	40	240	75	1.859
3	40	250	80	1.770
4	40	260	85	1.532
5	40	270	90	1.399
6	45	230	75	1.908
7	45	240	80	1.746
8	45	250	85	1.563
9	45	260	90	1.442
10	45	270	70	1.735
11	50	230	80	1.669
12	50	240	85	1.581
13	50	250	90	1.454
14	50	260	70	1.776
15	50	270	75	1.541
16	55	230	85	1.552
17	55	240	90	1.442
18	55	250	70	1.805
19	55	260	75	1.619
20	55	270	80	1.364
21	60	230	90	1.421
22	60	240	70	1.793
23	60	250	75	1.658
24	60	260	80	1.421
25	60	270	85	1.285

表 3 正交试验数据极差分析结果

指标	A	B	C
K_1	1.696	1.700	1.593
K_2	1.679	1.684	1.604
K_3	1.610	1.650	1.636
K_4	1.556	1.558	1.609
K_5	1.516	1.465	1.615
极差 R	0.180	0.374	0.043

极差 R 值越大,表示对应的因素对目标影响越大,反之越小。由表 3 可以看出,3 个因素对塑件翘曲变形的影响程度依次为: $B > A > C$,即熔体温度>模具温度>保压压力。

因素水平与塑件翘曲变形量趋势图如图 3 所示。

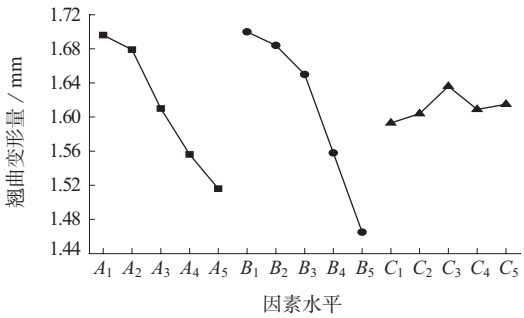


图 3 因素水平与塑件翘曲变形量趋势图

由图 3 可知,翘曲变形量最小的工艺参数分别为 A_5, B_5, C_1 ,即最优工艺参数组合为 $A_5B_5C_1$,对应

的模具温度为 60℃、熔体温度为 270℃、保压压力为 70 MPa,此时塑件的翘曲变形量最小。

2.3 优化结果分析

利用 Moldflow 软件对模具温度为 60℃、熔体温度为 270℃、保压压力为 70 MPa 条件下的塑件进行模拟分析,结果如图 4 所示。

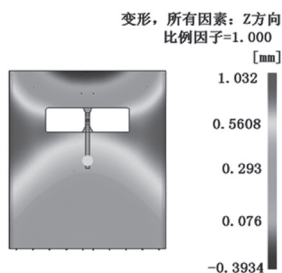


图 4 优化工艺参数对塑件翘曲变形的影响

由图 4 可知,在优化工艺参数下,塑件的最大翘曲变形量为 1.032 mm,与图 2 的最大翘曲变形量 2.667 mm 相比,减少了 61.3%。将优化后的工艺参数应用于空调面板的实际生产中,产品的翘曲变形现象得到明显改善。

3 结论

利用正交试验和有限元模拟相结合的方法,对影响空调面板翘曲变形的因素——熔体温度、模具温度及保压压力 3 个工艺参数进行了模拟分析,结果表明,熔体温度对空调面板翘曲变形的影响最大,其次是模具温度和保压压力,得到最佳工艺参数。将该工艺参数值应用于实际生产中,明显改善了空调面板的翘曲变形。

参考文献

- [1] 郭志英,梁书云,张宜生,等.聚苯乙烯平板翘曲变形的实验研究[J].中国塑料,2000,14(10):43-47.
Guo Zhiying, Liang Shuyun, Zhang Yisheng, et al. Experimental research of warpage of polystyrene Plate[J]. China Plastics, 2000, 14(10):43-47.
- [2] 蒋章雷,孙文雷.基于正交试验的注塑制件翘曲变形模拟分析[J].机械设计与制造,2010(12):222-223.
Jiang Zhanglei, Sun Wenlei. Warpage simulation analysis of injection parts based on the orthogonal test[J]. Machinery Design & Manufacture, 2010(12):222-223.
- [3] 申长雨.注塑成型模拟及模具优化设计理论与方法[M].北京:科学出版社,2009.
Shen Changyu. The design theory and methods of injection molding simulation and mold optimization design[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [4] 狄金叶,褚忠,王凡龙,等. Moldflow 在汽车置物箱翘曲变形分析中的应用[J].模具工业,2010,36(1):47-50.
Di Jinye, Chu Zhong, Wang Fanlong, et al. Application of Moldflow technology in analysis of the warpage of automotive storage box[J]. Die & Mould Industry, 2010, 36(1):47-50.
- [5] 付士军.注射模工艺参数对塑件翘曲量的影响及优化[J].机械设计与制造,2012(2):244-246.
Fu Shijun. Influence and optimization of process parameters on warpage of injection part[J]. Machinery Design & Manufacture, 2012(2):244-246.
- [6] 王梦寒,杨海,王艳丽,等.基于空调面板收缩优化的分段保压曲线研究[J].工程塑料应用,2012,40(9):40-43.
Wang Menghan, Yang Hai, Wang Yanli, et al. Research on step-change packing based on the shrinkage optimization of air-conditioner-panel[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(9):40-43.

德瑞克凝聚最新工业技术的电子拉力试验机研制成功

不久前,耗时近一年,历经反复研究论证、反复试制,济南德瑞克仪器有限公司宣布凝聚最新工业技术的 LDSG 系列电子拉力试验机研制成功,并批量投入市场。

LDSG 系列电子拉力试验机与传统拉力试验机的主要区别是,独家采用最新航空铝材机壳,强度高、耐磨、耐划痕、耐用;引入汽车外观流线设计理念,动感、新颖,引领试验机时尚;采用滚珠丝杠,传动平稳、精确;采用进口伺服电机,噪音小,控制精确高。该系列电子拉力试验机定位高端市场,是按国家标准规定,融合现代工业设计理念和微处理技术的一种新型高精度智能型试验机,配置大液晶显示,具有标准中包含的各种参数测试、转换、调节、显示、记忆、打印等功能。

LDSG 系列电子拉力试验机将于 2013 年 9 月 3~6 日在上海新国际展览中心举办的第八届中国国际工程塑料工业展览会上举行新产品新闻发布会!德瑞克展位号为 2 号馆

905 展位,敬请新老用户莅临指导!

(志)

克劳斯玛菲推出低发泡聚乙烯泡沫封盖

泡沫封盖主要用于配有螺旋盖的包装瓶、包装盒和包装罐,而市场对泡沫封盖的需求正渐渐呈增长趋势。总部位于德国汉诺威的克劳斯玛菲-贝尔斯托夫(KraussMaffei Berstorf)公司称,该公司新推出的 Schaumex ISO-PAC 泡沫挤出生产线生产由低发泡聚乙烯泡沫制成的封盖。

单螺杆 Schaumex 挤出机把所有工艺步骤都结合在一台机器上,并在最后冷却阶段注入起泡剂。当使用二氧化碳作为起泡剂时,这些步骤显得更为重要。二氧化碳起泡剂通过一种特殊的注射系统注入挤出机机筒的中段。注射点之后的加工段配备了一个流体温度控制装置,利用起泡剂来冷却熔融物。

克劳斯玛菲-贝尔斯托夫公司的泡沫挤出生产线项目经理称,已向亚洲和东欧的客户售出了四条 Schaumex 生产线。(工程塑料网)