

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.07.013

空调转接头的注塑工艺参数优化

曾巍¹,周细枝^{1,2},钱应平^{1,2},刘丹¹,程成¹

(1. 湖北工业大学机械工程学院,武汉 430068; 2. 武汉市精密模具工程技术研究中心,武汉 430068)

摘要:以空调转接头塑料制品为例,结合正交实验,以翘曲量为评价指标,研究模具温度、熔体温度、保压压力、保压时间等注塑工艺参数对制品翘曲变形的影响,运用极差法对正交实验结果进行分析,得到各工艺参数对翘曲变形影响的主次程度,最终获得最优工艺参数组合,即模具温度 60℃,熔体温度 240℃,保压压力 35 MPa,保压时间 15 s,在此工艺组合下的翘曲量为 0.0921 mm。

关键词:极差法;注塑工艺参数;正交实验;翘曲

中图分类号:TQ320.66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2014)07-0053-04

Injection Molding Process Parameters Optimization of Air Conditioning Connector

Zeng Wei¹, Zhou Xizhi^{1,2}, Qian Yingping^{1,2}, Liu Dan¹, Cheng Cheng¹

(1. School of Mechanical Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;

2. Wuhan Precision Mold Engineering Technology Research Center, Wuhan 430068, China)

Abstract: Taking air conditioning connector plastic products as an example and the warpage value as evaluation index, combined with orthogonal experiment, the effects of injection molding process parameters such as mold temperature, melt temperature, holding pressure, holding time on the warpage of the products were studied. Orthogonal experimental results were analyzed by the range method and the primary and secondary effects of the process parameters on the warpage were gained. Finally the optimal combination of the process parameters is obtained, which is that the mold temperature is 60℃, the melting temperature is 240℃, the holding pressure is 35 MPa and the holding time is 15 s. The warpage value under the optimal combination of the process parameters is 0.0921 mm.

Keywords: range method; injection molding process parameter; orthogonal experiment; warpage

随着近代工业的高速发展及塑料制品的广泛应用,传统的模具设计周期已不能满足市场的需求,如何能在短周期内设计出合理的、满足客户要求的模具,这是所有企业都必须面对的一个难题。Moldflow 软件分析能有效地预判模具设计的合理性,并能对塑料制品质量进行可靠分析,缩短设计周期,提高生产效率。

翘曲变形是塑料制品常见成型缺陷之一,由于制品在成型过程中内部应力分布不均匀,使制品的形状偏离了模具型腔的形状。导致产品翘曲变形有 3 大主要原因:收缩不均匀、冷却不均匀和分子定向。它不仅会影响到制品的外观质量,还会对制品的力学性能造成影响。

根据以往生产经验可知,注射时间、熔体温度、保压时间、保压压力、冷却时间、模具温度等均会对塑料制品的翘曲变形产生影响。这些因素之间相互关联,他们对翘曲变形的影响不是独立的,因此想要

降低塑料制品翘曲变形量就必须综合考虑多个因素的同时作用。对于这类问题,一般采用正交试验设计来解决^[1-2]。

1 方案设计与分析

1.1 制品结构分析与网格划分

所研究的塑料制品为空调转接头,其模型图如图 1 所示。该制品外形轮廓为大的半圆柱连通小圆柱的薄壁壳体,大圆柱直径 70 mm,小圆柱直径 30 mm,制品高 50 mm,厚度为 2 mm。位于制品外侧有 3 个突出部分,其中两个突出部分位于制品下方两侧,另一个突出部分即为上部的小圆柱,用于与其它零件拼合连接。所用材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料,根据成型工艺的要求,应尽量使制品各部分壁厚均匀,不能有明显的熔接痕和气泡,最大

联系人:周细枝,副教授,主要研究方向为塑性加工技术及模具 CAD 和 CAE

收稿日期:2014-05-26

翘曲量控在 0.1000 mm 以下^[3]。

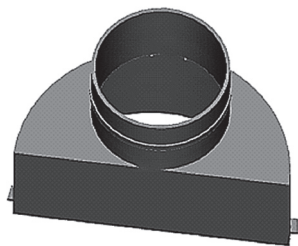


图1 产品模型图

将 STL 格式模型导入 Moldflow 软件之中,选择双层网格格式,采用网格边长 2.2 mm 进行模型网格划分并修复。经查询网格统计,如图 2,三角形单元 4852 个,节点 2426 个,无自由边、无多重边、无配向不正确单元、无相交、完全重叠单元,最大纵横比 5.9,平均纵横比 1.83,匹配百分比 93.7%,网格质量较好,可进行填充、保压、翘曲分析。

1.2 最佳浇口位置

浇口的位置会直接影响到塑料熔体在模具型腔中的流动情况,同时与塑料成型后的缺陷产生有密切关系^[4]。利用 Moldflow 软件分析出最佳浇口区域为小圆环与大圆环连接处,为了保证塑料制品外表面的质量,将点浇口设置在小圆环内部,其中浇注系统与冷却系统均按系统默认值设计^[5],如图 2 所示。

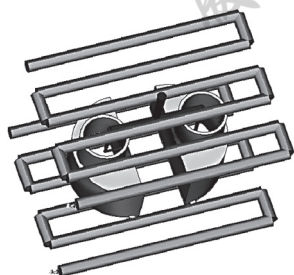


图2 浇注系统与冷却系统示意图

2 实验设计与优化

2.1 正交表设计

选取影响翘曲变形的 4 个主要工艺参数作为试验因素,分别为模具温度(A)、熔体温度(B)、保压压力(C)、保压时间(D)。每个因素取高、中、低 3 个水平,根据有关资料^[4-5]选择的具体水平值见表 1。

表1 实验因素与实验水平

水 平	因 素			
	A/℃	B/℃	C/MPa	D/s
1	55	220	25	15
2	60	230	30	20
3	65	240	35	25

2.2 结果分析与优化

所进行的正交实验是一个 3 水平 4 因素实验,选择 $L_9(3^4)$ 的正交表格式^[6-9],具体安排及实验结果见表 2,对结果的极差分析见表 3。

表2 正交实验安排及结果

实验序号	实验因素				翘曲最大值/mm
	A	B	C	D	
1 [#]	1	1	1	1	0.1222
2 [#]	1	2	2	2	0.1168
3 [#]	1	3	3	3	0.0986
4 [#]	2	1	2	3	0.1094
5 [#]	2	2	3	1	0.0968
6 [#]	2	3	1	2	0.1128
7 [#]	3	1	3	2	0.1026
8 [#]	3	2	1	3	0.1152
9 [#]	3	3	2	1	0.1049

表3 极差分析表

因 素	K_1	K_2	K_3	R
A	0.11253	0.10633	0.10757	0.00620
B	0.11140	0.10960	0.10543	0.00597
C	0.11674	0.11037	0.09933	0.01740
D	0.10797	0.11073	0.10773	0.00300

注:表中 K_i 分别表示对应因素在 i 水平下翘曲结果的平均值; R 为各因素不同水平下平均值的最大值最小值之差。

由表 3 可知,因素 C 的 3 水平下平均指标值的最大值与最小值之差最大,这说明保压压力对试验指标的影响程度最大。同理可知,模具温度对试验指标的影响程度次之,再次为熔体温度,保压时间对试验指标的影响程度最小。

图 3 为各因素的水平对翘曲量的影响。由图 3 可知,随着因素 A 水平的提高,翘曲量先减小再增加,在 A2 时出现了最小值;随着因素 B 和 C 水平的提高,翘曲量均单调递减,且分别在 B3 和 C3 时出现了最小值;而随着因素 D 水平的提高,翘曲量先增加后减小,且在 D1 和 D3 的值相差不大。因此可能有两种优化工艺参数组合,分别为 A2B3C3D1 和 A2B3C3D3。

2.3 优化结果检验

两种方案下翘曲变形的模拟结果如图 4 和图 5 所示。

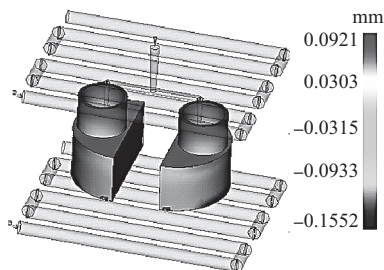
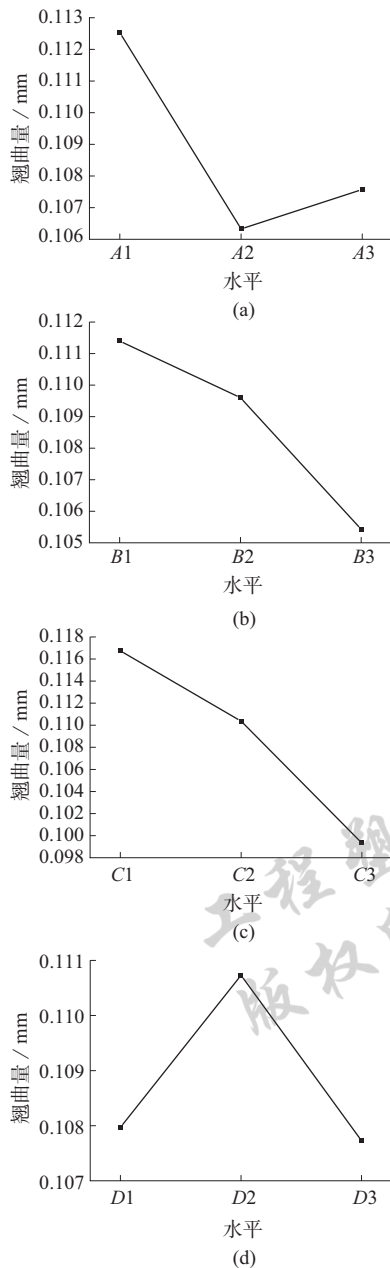


图4 工艺组合 A2B3C3D1 翘曲变形模拟结果



a—A 因素; b—B 因素; c—C 因素; d—D 因素

图3 各因素水平对翘曲量的影响

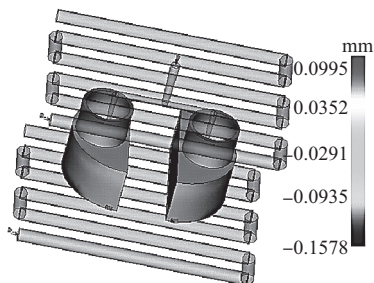


图5 工艺组合 A2B3C3D3 翘曲变形模拟结果

由图4和图5可见, A2B3C3D1 和 A2B3C3D3 的工艺参数组合下制品的翘曲量分别为 0.092 1,

0.099 5 mm。两种方案的翘曲量均较小,但工艺参数组合 A2B3C3D1 的结果要好一些,因此获得的最佳工艺参数组合为:模具温度 60℃,熔体温度 240℃,保压压力 35 MPa,保压时间 15 s。在最佳工艺参数下的翘曲量相比表2中最高的翘曲量 0.122 2 mm,降低了 24.63%。

3 结论

通过正交实验,合理设计实验次数,再结合极差法分析研究不同成型工艺参数对空调转接头翘曲变形的影响程度,得到了最优工艺组合,即模具温度 60℃,熔体温度 240℃,保压压力 35 MPa,保压时间 15 s,在此工艺组合下的翘曲量为 0.092 1 mm。

参考文献

- [1] 贺华波. 基于正交实验的旋盖产品成型工艺参数优化设计[J]. 工程塑料应用, 2009, 37(4): 35-37.
He Huabo. Design optimization of turning lid molding processing parameters based on the orthogonal experiments[J]. Engineering Plastics Application, 2009, 37(4): 35-37.
- [2] 陈魁. 实验设计与分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
Chen Kui. Experimental design and analysis[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005.
- [3] 孙玲. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
Sun Ling. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.
- [4] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
Qu Huachang. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2005.
- [5] 王乾. 基于 Moldflow 的插座面板注塑成型分析与优化[J]. 塑料, 2012, 41(1): 113-115.
Wang Qian. Analysis and optimization of injection molding for socket panel based on moldflow[J]. Plastics, 2012, 41(1): 113-115.
- [6] 李云雁, 胡传云. 试验设计与数据处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
Li Yunyan, Hu Chuanyun. Experimental design and data processing[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011.
- [7] 关志杰, 卢军. 基于正交试验和 Moldflow 的注塑制品表面质量成型工艺优化设计[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(8): 36-38.
Guan Zhijie, Lu Jun. Optimization design of technological parameters for surface quality of injection molding product based on moldflow and orthogonal experiment[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(8): 36-38.
- [8] 覃巴芝, 冯义胜, 李兴浩, 等. 基于 Moldflow 与正交试验的平板

薄壁塑件注射工艺参数优化设计[J]. 塑料, 2013, 42(4):58-60.

Qin Sizhi, Feng Yisheng, Li Xinghao, et al. Optimization design of technological parameters of thin-tablet walled plastic parts injection molding based on moldflow and orthogonal experiment[J]. Plastics, 2013, 42(4):58-60.

[9] 王晓娜, 张亚军, 庄俭, 等. 基于正交试验的微泵成型工艺参数优化设计[J]. 塑料, 2010, 39(5):76-78.

Wang Xiaona, Zhang Yajun, Zhuang Jian, et al. Optimum design of process parameters for micro-pump in micro injection molding based on the orthogonal experiment[J]. Plastics, 2010, 39(5):76-78.

氟塑料需求日渐升温

据中国氟塑料加工专业委员会专家分析,未来 5~10 年,我国极有可能成为世界氟塑料制品(特别是低端产品)的生产基地,对国内企业而言,当务之急是及时调整经营策略,提高自身优势以立足市场。目前,氟塑料需求日渐升温,在电缆市场中如鱼得水。

氟塑料已在我国国民经济中的多个领域扮演重要角色。电线电缆方面,氟塑料主要应用于耐高温补偿导线、耐高温信号线、以太网用线、工业用耐高温电力与控制电缆、轨道交通机车用耐高温电力与控制电缆、高温加热电缆等。

据了解,目前在电线电缆行业中常用的氟塑料主要有聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物、四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物等。随着电线电缆行业的不断发展,特种行业对耐高温电缆需求的日趋旺盛,氟塑料需求将有较大的增长。据不完全统计,过去的 3 年,耐热和耐高温电缆每年以大于 15% 的速度增长。

近几年国外大批与氟塑料制品加工相关的企业相继进入我国,由于国外先进企业拥有高度自动化的生产设备和高水平的管理机制,使得他们的产品在我国的市场份额将逐步扩大,这势必会对国内现有的加工企业造成冲击。

在分析氟塑料行业发展现状时,业内专家认为存在问题不少。表现在聚四氟乙烯半成品偏多,多数企业产品雷同,高技术含量、高附加值产品少。多数企业还延续 20 世纪七八十年代的加工工艺,专业技术人员严重缺乏,企业对新产品、新工艺的开发缺乏投入。

另外,由于知识产权保护不力,造成不合理竞争,大多数氟塑料加工设备只是在旧设备的基础上进行翻版改造,很难加工高技术含量的产品。特别与国外企业形成鲜明对比的是,对售后服务认识不足是国内氟塑料加工企业普遍存在的问题。

企业没有技术力量和足够的资金支持进行售后服务,无法形成良好的信息反馈渠道,很难开发高性能、高附加值的终端产品。为此,专家提醒国内企业,应该正视存在的问题,尽快弥补不足,从而获得更大收益。(中塑机网)

绿色塑料包装发展状况引人关注

环境问题是我国 21 世纪面临的最严峻挑战之一,保护环境是保证经济长期稳定增长和实现可持续发展的基本国家利益。随着人们环保意识的不断增强,无公害和环境友好的包装更受广大消费者们的青睐。因此绿色包装便由此诞生。

绿色包装是在传统包装下发展起来的新理念,它是对生

态环境和人类健康无害且能重复使用或再生和符合可持续发展的包装,是解决环境污染严重的必然选择,也必将是以后包装行业的趋势。绿色包装材料不仅要卫生、环保,还要具备包装应有的功能和性能。

由于全球性的金融危机风暴的冲击,世界各国工业生产发展的增长速度有所减缓。但由于世界包装工业实行了强强联合、跨国合作等举措,使世界包装行业有了新发展,包装材料、包装产品平稳增长,包装新材料、新工艺、新技术、新产品不断涌现,塑料包装仍保持了较高的增长速度。

(1) 新型聚酯包装独领风骚。世界上引人注目的聚羧二甲酸乙二醇酯(PEN)是一种新型聚酯包装材料。由于 PEN 的分子结构与 PET 相似,以羧环代替苯环, PEN 比 PET 具有更优异的阻隔性,特别是阻气性、防紫外线性、耐热性更为优良。不久的将来, PEN 定会大量进入包装领域,引发 PET 之后的又一次包装革命。

(2) 新型降解塑料受关注。随着国际环境标准 ISO14000 实施,新的降解塑料备受关注。德国 BASF 公司推出了品牌为 ECOHEXD 的脂肪族二醇与芳香族二羧酸聚合的降解聚酯树脂,可用于薄膜生产。据介绍,西欧降解塑料市场年需求量为 20 000 t,主要应用领域为堆肥袋、垃圾袋、地膜、复合纸、快餐包装容器和饮料杯等方面。

(3) 大力发展茂金属塑料。茂金属聚烯烃即是以茂金属配位化合物为催化剂进行烯烃聚合反应所制得的聚合物。茂金属塑料具有许多优点,诸如好的光泽、高的熔体强度及薄膜稳定性,适用于食品包装、医药包装、收缩薄膜及卫生用品等方面。

(4) 医用新包装格外喜人。近几年来,与人们健康密切相关的医用塑料包装引人注目。

绿色包装的理念有两个方面的含义:一个是保护环境,另一个就是节约资源。这两者相辅相成,不可分割。其中保护环境是核心,节约资源与保护环境又密切相关,因为节约资源可减少废弃物,其实也就是从源头上对环境的保护。

(慧聪塑料网)

恒润多基复合材料基地将投产

由河北省枣强县恒润集团投资 23 亿元的多基复合材料基地建设目前正在紧张施工中,1.2 km 的生产线蔚为壮观,不久将正式投入生产。

据了解,多基复合材料管道具有质轻、流量大、寿命长等特点,广泛应用于滩涂和海底工程。该项目已列入国家 863 计划,是国家科技部重大科技支撑项目。投产后年产复合材料管道 1 500 km,产值 20 多亿元。(慧聪塑料网)