

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.02.002

基于 Moldflow 的安全帽注塑模的优化设计

孙龙宇, 游晓红

(太原科技大学 材料科学与工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:为了获得更好的制品,文中运用 Moldflow 软件对单双浇口进行流动模拟分析,预测填充的平衡性、熔接痕的位置及数量、翘曲变形。通过比较分析结果,确定最佳的浇口位置和数量,从而减少试模次数,获得最佳的制品,用于指导实际生产,获得最大经济效益。

关键词:注射模;优化设计;Moldflow 软件;浇口

中图分类号:TQ320.66

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)02-0005-04

Optimization Design of Safety Helmet Injection Mold Based on Moldflow

SUN Longyu, YOU Xiaohong

(School of Materials Science and Engineering, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In order to obtain better products, Moldflow software was used for simulation analysis of single and double gate flow, prediction of filling balance, weld line location and quantity and warping deformation. By comparing the results of the analyses, the optimal gate location and quantity was determined, and the number of test mode was reduced and the best products were obtained. It was used to guide the actual production and obtain the maximum economic benefit.

Key words: injection mold; optimization design; Moldflow software; gate

采用注塑 CAE 技术可以解决注塑成型过程中的问题,主要体现在产品设计、模具设计和注塑成型等不同的生产过程中。注塑模具设计 CAE 系统的分析计算是为了评价设计方案,以便获得改善方案的信息和依据,是改进产品、提高设计水平和质量的重要手段^[1]。文中运用 Moldflow 软件对安全帽进行了填充、翘曲分析,比较单双浇口对填充时间、熔接痕及翘曲对制品质量的影响,从而选择出合理的浇口数量,对制品的实际生产进行指导。

1 注塑成型分析

1.1 产品总体模型分析

图1为安全帽模型,其最大外形尺寸为65.2 mm×70.5 mm×25.8 mm,平均壁厚为1.8 mm,要求产品外表面光洁,不能有浇口残痕。产品材料为ABS,缩水为1.005%^[2]。Moldflow 软件推荐其成型工艺参数为:模具表面温度60℃,熔体温度245℃。

图2为产品的网格划分模型,采用双层面的三角形网格。其三角形最大纵横比为7.895,网格匹配率

为91.5% > 85%,满足分析要求。

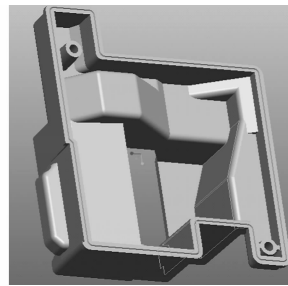


图1 安全帽模型

Figure 1 Helmet model

1.2 浇注系统设计

该产品外观不能有浇口残痕且四侧有配合的要求,故选用潜伏式浇口,该浇口的优点在于进胶的位置选择在产品内表面以及侧壁的非分模线处,脱模后浇口位置的切口平整,无需后加工^[3-4]。根据注射机能力,采用一模一腔的方式。

1.2.1 最佳浇口位置分析

浇口开设的位置对塑件的成型性能及成型质量影

收稿日期:2013-10-10;修回日期:2013-12-25

作者简介:孙龙宇(1988),男,山西洪洞人,硕士研究生,主要研究方向为塑形成型工艺与模具设计。E-mail:532015078@qq.com

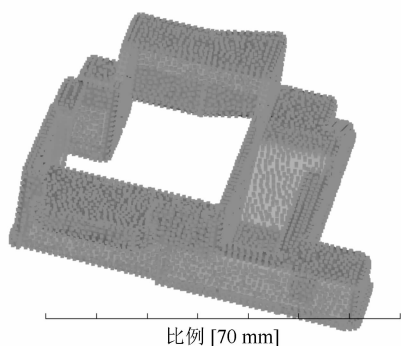


图2 安全帽网格划分

Figure 2 Helmet mesh

响很大,因此,合理选择浇口的开设位置是提高塑件质量的一个重要设计环节^[5]。选择浇口位置时,需要综合考虑各方面因素,如塑件结构、工艺特征、成型的质量要求、塑料熔体在模内的流动状态及成型工艺条件等^[6]。

运用 Moldflow 软件对安全帽的浇口位置分析结果见图3,图中深色部分为浇口匹配性好的区域。浇口设置在此区域,制品质量容易保证。

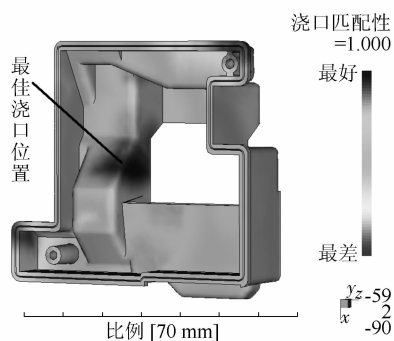


图3 浇口位置分析

Figure 3 Gate location analysis

1.2.2 浇注系统设计

浇注系统设计合理与否对塑件的性能、尺寸、内在质量、外在质量及模具的结构等有较大影响^[7]。对于安全帽的浇注系统,见图4。其中,主流道始端直径为4 mm,末端直径为7 mm,流程为87.5 mm。分流道直径为5 mm,为了得到更好的制品,现分2组数据进行分析:①单浇口,始端直径为4 mm,末端直径为1 mm,流程为8 mm;②双浇口,尺寸为 $\varnothing 4 \text{ mm} \times \varnothing 1 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$, $\varnothing 4 \text{ mm} \times \varnothing 1 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 。

1.3 冷却系统设计

冷却系统的设计要尽量保证塑件收缩均匀,维持模具热平衡;浇口处要加强冷却,降低入水与出水的温

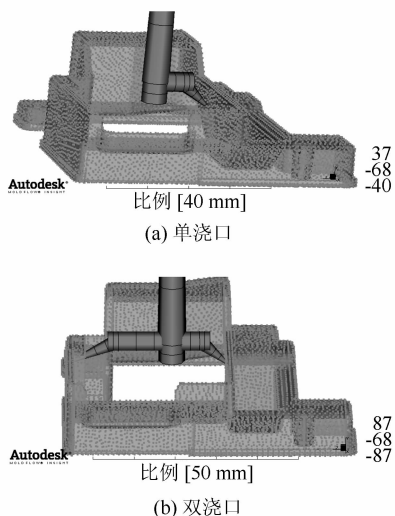


图4 浇注系统

Figure 4 Gating system

差;冷却水通道要避免接近塑件的熔接痕部位。冷却通道离胶壁既不能太远也不能太近,距离太远影响冷却效果,距离太近影响模具的强度,通常其边距为10~18 mm^[8]。对于安全帽的结构,设计了上下2条水路,为了更好地冷却浇口位置及内侧壁,加设了挡板水路,以达到冷却时高效、均一的效果。其冷却系统设计如图5所示。其中深色水路为直冷式,直径为6 mm,浅色水路为挡板式,直径为8 mm^[9]。

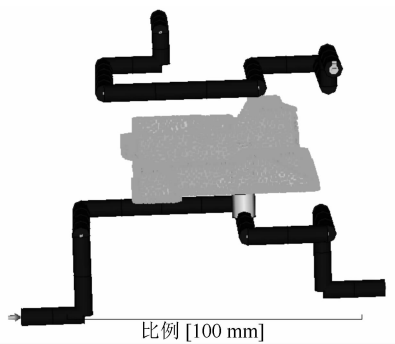


图5 冷却系统

Figure 5 Cooling system

1.4 填充过程分析比较

Moldflow 软件能模拟塑料熔体从开始进入模型直至充满模腔的整个过程,从而分析熔体在模腔内的流动行为,判断模具结构、浇注系统、工艺参数等是否合理^[10]。

1.4.1 充填时间

对安全帽的充填时间模拟如图6所示,其分析结果如表1所示。

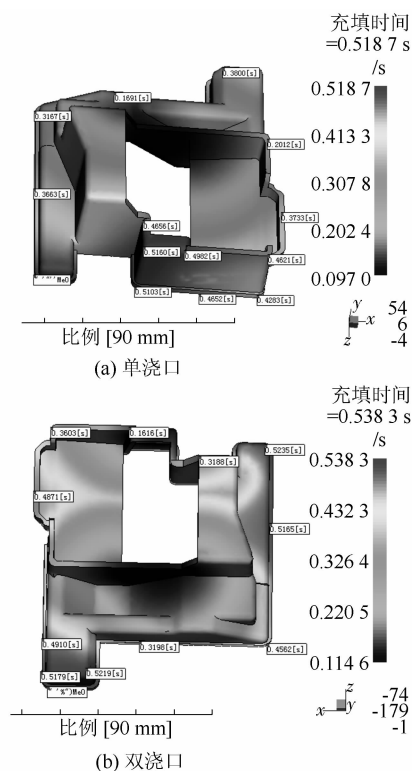


图 6 填充时间分析结果

Figure 6 Analysis of filling time results

表 1 $v-p$ 转换点的填充时间分析

Table 1 Analysis of filling time results

类型	发生时间/s	充填率/%	锁模力/kN	压力/MPa	充填完成时间/s
单浇口	0.51	99.03	36.0	33.33	0.52
双浇口	0.53	99.00	38.6	30.11	0.54

可以看出,2 组浇注系统在填充 $v-p$ 转换点由速度控制转换为压力控制的发生时间、充填率、锁模力、压力及充填完成时间上相差不多,但双浇口会增加模具的复杂性。

1.4.2 熔接痕

对安全帽熔接痕的分析结果如图 7,从图中可以看出单浇口熔接痕主要出现在制品边缘、转角及孔洞附近。而双浇口熔接痕不但在制品边缘、转角、孔洞附近出现,还会在两股料流汇合的地方出现两条明显的熔接痕,这对制品的质量有很大的影响。

1.5 翘曲分析比较

在注塑过程中,当冷却不均匀、收缩不均匀、分子取向不一致时会产生翘曲。通过翘曲分析可以模拟塑件成型过程,对成型结构的翘曲变形进行预测,减少失误,从而确定改进方案和措施^[11]。安全帽的翘曲分析结果如图 8 及表 2。

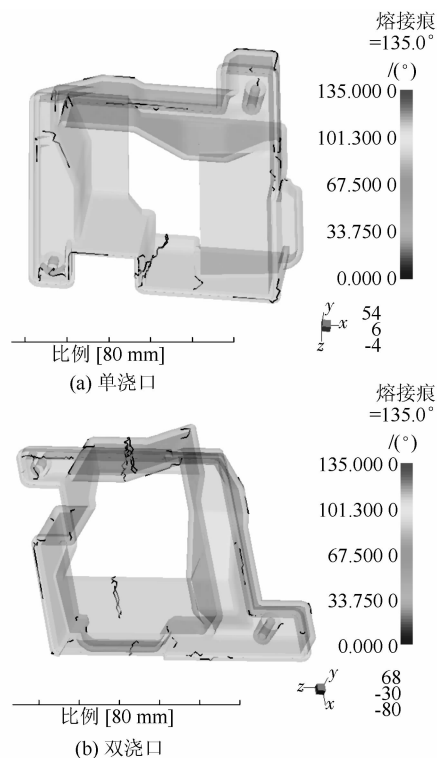


图 7 熔接痕分析结果

Figure 7 Analysis of weld line results

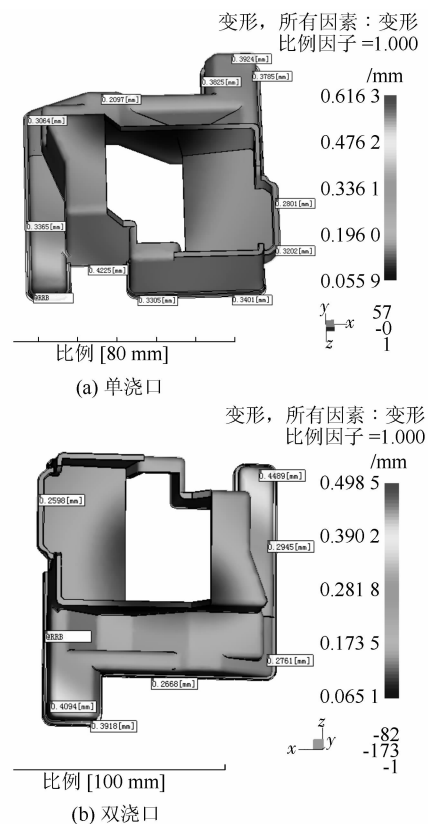


图 8 翘曲分析结果

Figure 8 Analysis of warping results

表2 翘曲分析结果
Table 2 Analysis of warping results

类型	长度方向/ mm	宽度方向/ mm	高度方向/ mm	总变形/ mm
单浇口	0.525 4	0.392 7	0.161 7	0.616 3
双浇口	0.362 6	0.390 2	0.153 5	0.498 5

可以看出,在宽度方向和高度方向上,单双浇口对制品翘曲的影响相差无几,但在长度方向上,单浇口引起的变形要大于双浇口所造成的影响。

2 结论

1) 在填充时间及填充平衡性上,选择单浇口要优于双浇口。

2) 随着浇口数量的增加,熔接痕也会增加,质量不易保证。因此在满足制品要求的情况下,浇口数量尽量少。

3) 对安全帽而言,双浇口产生的翘曲要小于单浇口。

4) 综合所分析的因素,在实际生产过程中,在制品合理误差范围内,选择单浇口比较合理。这对类似安全帽制品的生产有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 陈艳霞,陈如香,吴盛金. Moldflow 2010 完全自学与速查手册: 模拟分析·成本控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [2] 单岩,王蓓,王刚. Moldflow 模具分析技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 蒋红伟,姜少飞,李吉泉,等. 基于 Moldflow 的多组件塑料喷头的模具设计[J]. 轻工机械, 2013, 31(1): 4-8.
- [5] 申长雨,余晓容,王利霞,等. 塑料注塑成型浇口位置优化[J]. 化工学报, 2004, 55(3): 448-449.
- [6] 翟明,顾元宪,申长雨. 注射模浇口数目和位置的优化设计[J]. 化工学报, 2003, 54(8): 1144-1145.
- [7] 钟皓东,邓益民. 基于 Moldflow 的浇口位置分析对熔接痕的影响[J]. 轻工机械, 2007, 25(1): 25-26.
- [8] 张晓陆. Moldflow 软件在冷却分析中的应用[J]. 模具工业, 2009, 35(2): 57-60.
- [9] 洪慎章. 实用注塑成型及模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [10] 黄娜斌,江波,李翱. 基于 CAE 技术对注塑制品流动模拟及缺陷分析[J]. 塑料, 2007, 36(4): 101-102.
- [11] 刘健. Moldflow 在塑件翘曲分析中的应用[J]. 模具工业, 2007, 33(2): 7-9.

(上接第4页)

品设计和加工中仍然有实际意义。

3) Cross-WLK 模型描述了黏度与剪切速率、温度、压力的相关性,二次多项式模型描述了黏度与剪切速率、温度的相关性。在高注射压力的生产中, Cross-WLK 模型和二次多项式模型计算出来的翘曲模拟结果相差比较大,通过和实际产品的比较,可以知道 Cross-WLK 模型适合用于表达 ABS PA-747 的黏度。

4) 在进一步验证有限元分析结果的基础上,可以针对构件和工艺过程提供脱模后工件的翘曲变形的可靠设计,从而对工件和模具的设计作出选择和修正。对于塑料加工行业,这一技术在时间上和成本上都有重要意义,也是长期的努力目标。如果进一步对注塑工艺进行优化,选择最优的工艺参数,效果将会更好,这些方面需要深入研究。

参考文献:

- [1] 谈桂春,吕召胜,赵志鸿. 2010 年我国工程塑料加工技术进展[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(5): 96-102.
- [2] 谷净巍,杨慎华,寇淑清,等. 注射成型中塑料熔体充填流动的黏

度模型研究[J]. 模具工业, 2002(11): 13-15.

- [3] 李海梅,刘永志,申长雨,等. 注塑件翘曲变形的 CAE 研究[J]. 中国塑料, 2003, 17(3): 53-58.
- [4] DENG Y M, LAM Y C, TOR S B, et al. A CAD-CAE integrated injection molding design system[J]. Engineering with Computers, 2002, 18(1): 80-92.
- [5] DENG Y M, LAM Y C, BRITTON G A. Towards automatic shape modification in injection-moulded-plastic-part design [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006, 28(5/6): 495-503.
- [6] 李吉泉,李德群,郭志英. 塑件翘曲度及其计算方法[J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24(6): 1-4.
- [7] 左大平,张益华,芮玉龙. Moldflow 模拟结果的精度分析[J]. 模具技术, 2006(3): 3-7.
- [8] 王乾. 基于 Moldflow 的电机盖注塑成型分析[J]. 轻工机械, 2012, 30(3): 9-12.
- [9] 刘春太,陈静波,王利霞,等. 注射成型过程中非牛顿塑料熔体的黏度模型[J]. 中国塑料, 1997, 11(1): 48-52.
- [10] KOSZKUL J, NABIALEK J. Viscosity models in simulation of the filling stage of the injection molding process [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 157(2): 183-187.