

轿车后保险杠裙围凹陷变形原因探析与解决方案

曹 亮

[麦格纳斯太尔汽车技术(上海)有限公司武汉分公司, 武汉 430056]

摘要 对轿车后保险杠塑料裙围开发过程中的所有环节进行研究, 尝试用 CATIA 软件进行产品优化及模具改进, 同时优化注塑工艺参数, 并采用 Moldflow 软件对改进效果进行数值模拟, 找到了一种经济有效的解决收缩变形的途径。

关键词 后保险杠裙围 注射成型 收缩变形 CATIA Moldflow 产品优化 数值模拟

塑料的注射成型工艺已应用比较成熟, 相关理论也比较完善, 但汽车用塑料件有其独特的特点, 即在新车型的开发过程中, 任何质量缺陷都要求在最短的时间内找到最经济快捷的解决方式。某轿车后保险杠的裙围注塑后产生图 1 所示凹陷收缩变形, 导致装配时后保险杠的间隙较大(实测间隙 3~4 mm, 质量要求为 0 间隙)。

笔者现对该塑料件开发过程中的所有环节进行研究, 尝试用 CATIA 软件进行产品优化及模具改进, 同时优化注塑工艺参数, 并采用 Moldflow 软件对改进效果进行数值模拟。

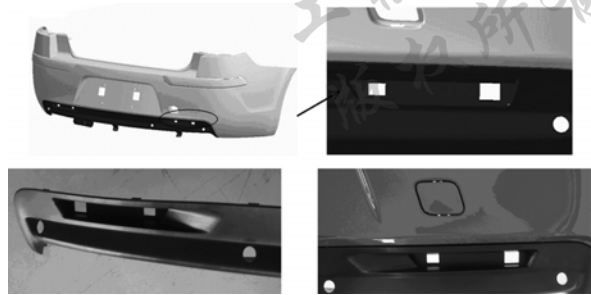


图 1 后保险杠塑料裙围凹陷收缩变形

1 聚合物成型基础分析

1.1 材料取向

由于塑料大分子会沿熔胶流动方向排列, 冷却时产生蜷曲作用, 因此根据浇口位置及流动方向不同, 塑料件在流动方向和垂直方向会发生不同的收缩变形。通常, 研究模具设计中的浇口位置、数量、截面大小来分析塑料件的取向方向、取向分布和取向程度, 进而判断塑料件收缩大小与均匀性。

1.2 结晶

在成型加工过程中, 较低的熔体温度和注塑压力及合适的冷却速度影响着塑料大分子的规整排列, 从而影响着结晶度, 防止产生内应力不均而变形。一般而言, 可通过对料筒温度进行监控、增加模腔表面温度监控点等措施来优化塑料熔体温度和冷

却速度。

1.3 不均匀收缩

塑料件的不均匀收缩是由熔胶的状态及冷却不均造成的。熔胶的流动状态决定着分子取向性及后续的冷却顺序, 而模具的冷却系统造成塑料件正反面各部位的温度差异。通常使用 CATIA 软件查看模具设计的浇注系统与冷却系统、进浇数量、流动距离等, 并使用 Moldflow 软件来分析温度和压力分布。

1.4 应力不均

塑料件在模腔内冷却时, 由于受模腔限制, 不能完全自由地均一收缩, 会产生残余应力, 从而造成塑料件发生收缩变形。通过 Moldflow 软件的模拟分析, 可以找出温度、压力、体积收缩等方面的差异来预测应力不均对塑料件变形的影响。

2 产品结构分析

图 2 示出裙围结构及壁厚尺寸。从图 2 可以看出, 该裙围设计的壁厚基本均匀, 约为 3 mm, 左右对称, 拱形设计, 符合避免翘曲收缩的准则。

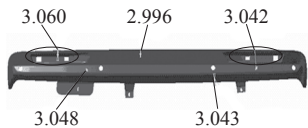


图 2 裙围壁厚

由图 2 还可看出, 裙围结构中不存在筋板、浮雕等, 但圈线部位存在质量不均衡和局部贮热量差异等风险, 易产生冷却不均收缩。可以使用 CATIA 软件对此区域的结构进行优化, 来消除热聚集; 或增设加强筋, 提高强度和刚度, 抵抗变形。

3 模具结构分析

3.1 浇口的位置、形式、数量及 Moldflow 分析

图 3 为浇口位置填充分析结果。从图 3 可以看

出,此裙围模具设计中有4个浇口,呈直线式排列,其中圈线的深色部位表示熔胶最后注入,该区域冷却速度较慢。

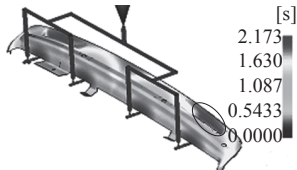


图3 浇口位置

图4示出浇口形式。此浇口偏小,加大浇口的宽度有利于提高进浇速度,缩短图3中深色圈线部位的冷却时间。

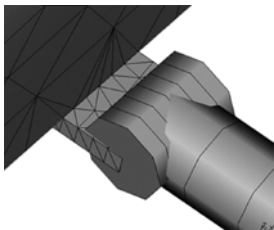


图4 浇口形式

3.2 模具冷却系统与塑料件温差分析

图5为模具冷却系统,垂直的大箭头连同深色管是进胶管,横向深色管为冷却水管,浅色纵向较粗的管道是出水管。

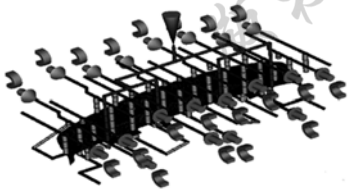


图5 模具冷却系统

图6为根据图5的模具冷却系统而模拟的浇注温度 Moldflow 分析结果。图6中圈线的浅色部位温度较低(分别为211、219℃),与其它部位的温差达11℃,将造成塑料件的冷却收缩不均。

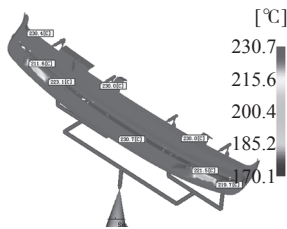


图6 浇注温度的 Moldflow 分析结果

3.3 塑料件压差分析

图7是 Moldflow 软件分析的模腔压力分布结果,其中深色部位(缺陷部位)压力分别为10.77、

6.03 MPa,与其它部位的压差较大(达14 MPa),这种差异将造成塑料件内应力不均而产生变形。

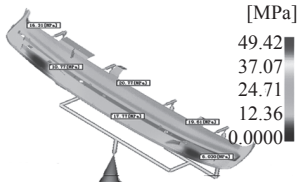


图7 模腔压力分布

4 结合聚合物成型原理的改进方案与验证

4.1 优化注塑工艺参数方案

注塑件缺陷解决的优先原则——首先要尝试优化注塑工艺参数。根据分析,尝试了均匀提高模温、注塑压力与速度,优化熔体温度,提高保压压力与保压时间,延长冷却时间等措施,但收效甚微,缺陷没有改善。

4.2 定型工装整形

由于轿车塑料件的开发时间紧迫,临时措施是必要的,图8是用木制胎具制作的定型工装,用于塑料件出模的强制定型,并采用水冷的方式加速冷却,但此方案仅能作为临时措施改进这个缺陷,不能进行工业化,且定型周期较长,浪费冷却水。

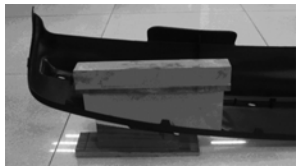


图8 定型工装整形

4.3 浇口位置重设方案

图9为浇口位置重设方案。图9中上部的图片展示的是4个浇口在中间呈直线式排列;下部的图片展示的是两个浇口在中间,另两个浇口被移到左右两侧,这种浇口优化的方案更改了浇口的布局,优化了压力分布和材料取向,使得左右两侧与中间三个方向上的收缩变形大致相同。

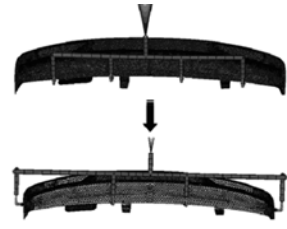


图9 浇口位置重设方案

图10为浇口位置优化前后的 Moldflow 收缩分析结果。从左侧浇口位置优化前的 Moldflow 收缩分析结果可以看出,塑料件的凹陷变形量为1.1280 ~

2.230 mm,右侧浇口位置优化后的变形量为 0.5159 ~0.7643 mm,效果较好。但由于此模具采用热流道技术,修改成本较高,故没有将此方案工业化,仅留作最后的备选方案。

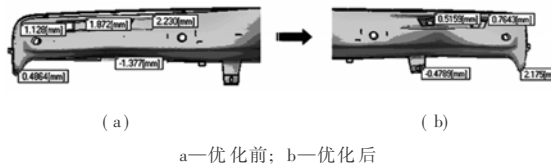


图 10 浇口位置优化前后的 Moldflow 收缩分析结果

4.4 消除材料取向的方案

图 11 为消除材料取向的方案。图 11 中箭头所指部位已经使用 CATIA 软件进行了切料处理,在熔胶流动方向上进行减料,目的是阻断材料取向,使熔胶绕流,消除材料取向带来的凹陷收缩力。试验证明,此方案有效解决了凹陷变形的缺陷,具有工业化的可行性,成本周期较理想。

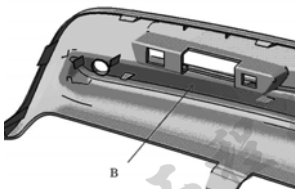


图 11 消除材料取向方案

4.5 消除局部过热方案

图 12 为消除局部过热方案。图 12 中 3 处圈线部位的壁厚已经使用 CATIA 软件进行减料处理(减料 1.5 mm),目的是消除局部过热现象。在前述分析中,此部位冷却速度较慢,减料后可以将塑料件从上到下分为三部分,这样在后续的冷却过程中就不会产生较大的收缩应力而造成凹陷变形。此方案的试验也取得了较好的效果,但考虑模具加工难度与成本周期,仅作为备选方案。

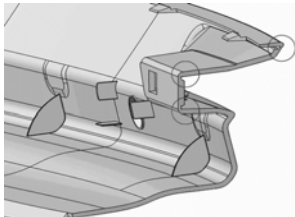


图 12 消除局部过热方案

4.6 模具反变形补偿方案

图 13 为模具反变形补偿方案。从图 13 可以看出,塑料件的圈线部位已经使用 CATIA 软件并根据缺陷规律被向上凸出变形处理,即将模具型腔加工

成凸出曲面(凸出 3.5 mm 左右),从而中和注塑后的收缩凹陷变形。由于试验验证难度比较大,此方案仅通过 Moldflow 分析得出的结论较好,没有作为工业化方案。

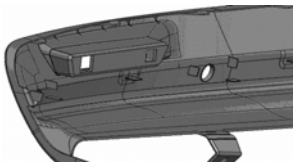


图 13 模具反变形补偿方案

4.7 增设加强筋方案

图 14 为增设加强筋方案。图 14 中 5 处白色部位是使用 CATIA 软件增设的加强筋,目的是提高塑料件的强度与刚度,抵御凹陷变形。试验发现,此方案有一定的改善效果,但不能彻底消除缺陷,考虑成本较低,决定将此方案与消除材料取向的方案结合在一起实施。

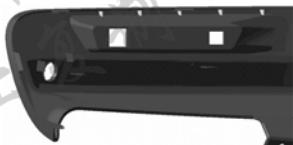


图 14 增设加强筋方案

5 结语

在改进塑料件的凹陷收缩变形缺陷时,如果浇口位置、模具结构已经固定,优化注塑参数对缺陷的改善效果不明显;行之有效的途径是根据聚合物成型原理对产品与模具结构设计进行优化,结合工业化成本与生产周期,合理选择最佳方案。

参考文献

[1] 金日光,华幼卿.高分子物理[M].北京:化学工业出版社,2005:48-50.

[2] 马德柱,何平笙,徐种德,等.高聚物的结构与性能[M].北京:科学出版社,2003:114-115.

[3] 熊小平,张增红.塑料注塑成型[M].北京:化学工业出版社,2005:16-23.

[4] 刘来英.塑料注塑成型[M].北京:机械工业出版社,2005:174-184.

[5] 周冲鲁.长条形注塑件翘曲变形的研究[J].工程塑料应用,1992,20(3):32-35.

[6] 黄强.注塑件翘曲变形的数值模拟及变形补偿研究[D].大连:大连理工大学,2007:11.

[7] 付永峰.汽车薄壳注塑件翘曲变形及注塑工艺优化研究[D].武汉:武汉理工大学,2007:20.

[8] 田学军.注塑制品成型收缩的分析及对策[J].塑料工业,2008,36(5):70-71.

[9] 申长雨,李海梅,高峰,等.注塑制品的翘曲变形分析[J].中国塑料,1997,7(2):60-64.

[10] 李万兴.注塑制品翘曲变形及避免措施[J].工程塑料应用,1989,17(1)27-28.

[11] 郭志英,李德群.注塑制品翘曲变形的研究[J].塑料科技,2001(1):22-24.

[12] 张翅飞,胡广洪,印雄飞.注塑件变形分析[J].塑料,2003,32(4):58-60.

[13] 汪琦.注塑塑料制品的收缩特性[J].现代塑料加工应用,1994,6(5):48-52.

ANALYSIS AND SOLUTION FOR SHRINKAGE DEFORMATION OF SEDAN
PLASTIC REAR BUMPER SKIRT

Cao Liang

[Wuhan Branch of Magnasteyr Automotive Technology (Shanghai) Co. Ltd., Wuhan 430056, China]

ABSTRACT The overall taches of developing sedan plastic rear bumper skirt were studied. CATIA was adopted to improve the product and mould structure and the injection molding parameters were optimized. The improvent effect was simulated by Moldflow soft-ware. The effective and economical approach to solve the shrinkage deformation was found.

KEYWORDS rear bumper skirt, injection molding, shrinkage deformation, CATIA, Moldflow, product optimization design, numerical simulation

和氏璧化工东莞办事处隆重开幕

2009 年 10 月 13 日,和氏璧化工东莞办事处隆重开幕,这是该公司化学品分销业务在全国渠道建设方面的第 31 个办事处,该办事处的成立也是和氏璧化工华南地区业务发展的一大里程碑。对此,和氏璧化工总裁认为,东莞办事处的成立是该公司全国发展策略的缩影。面对目前还不明朗的国内外经济环境,该公司利用当地办事处就近服务客户,快速响应客户需求,实施对细分战略市场精耕细作的发展方针。

广东省东莞市,在珠三角乃至全国,长期都保持着制造业的传统老大地位,一直以来都是化工原料分销市场的必争之地。和氏璧化工东莞办事处座落于东莞市万江区,靠近广深高速出口,与珠三角的的交通枢纽中心东莞总站几步之遥;总体占地面积近 3000 m²,该基地的建成使得该公司能够为客户提供一个整合型的一体化供应网络。在中国,和氏璧化工正快速成长为覆盖网络最为全面的化工贸易企业之一。近期随着宁波、杭州、大连、郑州、东莞等新办事处的相继落成,和氏璧化工拥有自主研发中心的合资工厂——常熟市和氏璧化工新材料有限公司也在 2009 年 9 月奠基启动。

和氏璧化工计划在近期以每百亿产值的工业集中地建立当地办事处,就近服务客户。基于这些原因,和氏璧化工还将进一步在国内建立更多的办事处。

(和氏璧)

特色防伪塑料包装瓶研制成功

近日,石家庄神威药业包装有限公司应用自主开发的两项专利防伪技术研制生产出特色塑料包装瓶。这两项独创的专利防伪技术分别为“温致变色”和“光致变色”技术。如果将采用“温致变色”技术的塑料包装产品放入热水中,包装瓶就会迅速改变颜色,取出后又会很快恢复原来颜色。采用“光致变色”技术的塑料瓶放在光下照射,可以达到相同效果;这两项防伪技术都属于国际首创。这两项技术可广泛用于药品、化妆品、食品等固态、液态产品的包装。该技术的

首批产品已经出口马来西亚。

(中聚网)

赢创展示新着色系统在塑料领域应用

在近日举行的 2009 德国国际塑料加工展览会上,赢创展示了其产品在塑料着色上的极大灵活性。在此次展会上,赢创展示出两种不同的着色系统: Polytrend ColorInfusion 和 Polytrend ColorInfusion Plus,即使用基础色浆给塑料制品着色的“色浆注射离线系统”及“色浆注射在线系统”。

“色浆注射离线系统”凭借专门研发的液体着色体系和自动准确的颜色调配设备,能够使客户在不需预先操作的情况下自行调配所需要的颜色及用量。而“色浆注射在线系统”从另一方面代表了离线系统的逻辑延伸,可以直接将调配好的颜色混合均匀并直接注入塑料加工机械中。与传统的着色系统相比,“色浆注射在线系统”能够使得在生产过程中进行颜色的调整变得容易,并且颜色转换比较快。

(中聚网)

日本将发泡树脂吹气成型技术用于汽车

在第四十一届东京车展上,已用于丰田汽车全面改进的“Alphard”及同时追加配置的“Vellfire”后部空调管的发泡树脂吹气成型技术吸引了众多目光。据悉,这种空调管连接有 4 个吹气成型部件,将冷气从后部空调机送入吹风口。添加发泡材料的时间是用 CO₂ 或者 N₂ 吹气成型之前,当软化后的筒状树脂流下时。

空调管因中间有冷气通过而容易凝结水珠。后部空调管沿着顶棚设置,因此凝结水珠之后,顶棚会滴水,容易造成重大索赔事故。所以,以前除了采用聚氨酯类隔热材料之外,还需要为空调管缠上很厚的吸水海绵。由于气泡会产生隔热效果,发泡树脂的热传导率比较低,外侧温度不容易降低。这样,可省去隔热材料及吸水材料,从而有助于降低成本。另外,还可节省为实现密封及隔音效果而粘贴的薄膜。

该项技术今后还会在仪表板内的配管中采用。另外,可实现轻量化也是采用该技术的原因之一。

(色母粒)