

基于 UG-CAE 软件的轮罩工艺分析

杨光 杨灿 张驰

(上海大学; 上海交通大学机械与动力学院)

摘要: 本文以汽车轮罩成型过程为对象, 以注塑流动原理、CAE 有限元分析和数值模拟等理论为支撑, 以 UG 与模流分析软件 Moldflow 为工具平台, 对轮罩塑料成型过程进行数据模拟与数据分析, 这些数据与有效结果可为生产实践提供参考。

关键词: 有限元分析 运动仿真 UG 轮罩

1 引言

有限元分析和仿真是目前比较重要的科学研究方法, 具备许多优势, 如直观、便捷、高效、参数化和低成本等, 因此在理论模拟分析和实际加工生产, 以及实验研究中具有非常重要的地位。目前市场上仿真软件层出不穷, 多种多样, 不同模块的功能也逐步完善。Moldflow 是一种便捷且行之有效的仿真工具, 是针对塑件注射成型过程进行仿真分析的软件, 软件操作界面灵活, 与 UG 的接口良好。该软件将产品成型过程作为分析对象, 以产品在注塑过程中的材料流动原理、数据有限元和数值模拟等理论为支撑, 在数据准确性方面具有优势, 模拟结果与数据可为生产实践提供重要参考。在多年的实际应用中, 软件不断地修补更新, 数据的准确性较高。

笔者以汽车轮罩成型过程作为研究对象, 首先运用 UG 软件对汽车轮罩进行三维实体造型, 从产品的基本形状和尺寸入手, 对部件模具进行前期的初步设计, 并完成基础的数据分析, 确保结构合理性。然后, 利用 Moldflow 软件进行模拟分析和仿真, 通过对数据的分析与比较, 适当对汽车轮罩的模具进行改进, 在设计过程中发现模具和成型工艺等方

面存在的问题, 从而修改设计方案, 有效降低生产成本, 提高制品质量, 缩短生产周期, 为生产出质量完美的产品作前期准备。

在实际操作过程中, 笔者利用 Moldflow 软件, 对轮罩的初步设计方案进行浇口定位、流动、冷却、翘曲和气泡等方面的仿真模拟和数据分析, 预测轮罩浇筑状态下的流动、保压和冷却过程, 并根据分析结果和显示图谱, 预测轮罩在模具生产过程中可能存在的缺陷。针对轮罩在熔接痕、收缩变形和外形设计方面的缺陷, 有针对性地提出解决办法与设计修改建议。同时, 利用软件判断最佳浇口位置, 进行浇口位置的优化设计与改进, 调整轮罩的熔接痕大小和位置。借助 Moldflow 的成型工艺模块判断最佳成型工艺条件, 减小收缩变形量, 并利用对图谱曲线的优化设计, 将数据调整到最佳状态。

笔者合理选择注塑成型方法, 结合材料性能分析, 通过对塑件工艺性的分析和模具生产条件、制造水平的掌握, 制定成形工艺卡。在制定成形工艺卡后, 开始进行模具的结构设计。其中模具的结构设计过程包括: 型腔的数目和位置的确定, 模具的总体结构形式设计, 动模及定模成形零件尺

收稿日期: 2016 年 5 月 9 日

寸的确定，浇注系统形式及尺寸的确定，脱模方式的确定，调温及排气系统的确定，以及模架选择等。

在完成以上各步骤后，便开始绘制模具的结构草图，根据具体尺寸校核注塑模具及注塑机的有关尺寸，并对工艺参数进行核定和计算。之后进行初步的审查，对所存在的问题进行确定和修正，然后绘制模具总装配图，按装配图绘制成型零件及所有需要加工的零件工作图，同时考虑零件的加工工艺。

在本文中，笔者主要介绍塑件的成形工艺分析，模具结构形式的确定，分型面位置的确定，浇注系统的形式和浇口的设计，成形零件的结构设计和计算，模架的确定和标准件的选用，合模导向机构的设计，脱模推出机构的设计等内容。

2 轮罩的前期数据分析

为了更准确地反应产品的实际工况，并提高产品设计的合理性，首先要对产品的结构作一些前期分析。

- (1) 产品外形尺寸分析，通过产品分析出产品尺寸：450mm×350mm×250mm，整个产品的体积为 450cm³。
- (2) 产品壁厚诊断，从图 1 看出产品壁厚分部情况，通过软件对产品进行厚度分析，产品最薄处是 1.718mm，最厚处是 1.865mm，整个产品均厚为 1.8mm，可以看出主导部分均在 1.8mm 左右，整个产品壁厚的范围在 1 ~ 2mm 内。从而判断出产品为均厚，并对极值部位进行修改。

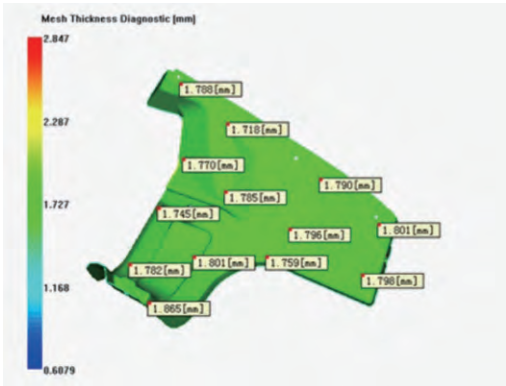


图 1

- (3) 产品材料分析，从图 2 看出，产品整体材质为 PP，图中展示了产品在 190 ~ 250℃ 温度下，产品的流变性变化图谱。

- (4) 产品网格划分分析，从图 3、图 4 得出产品网格划分结果。从网格质量统计结果分析，网格三角形面片数

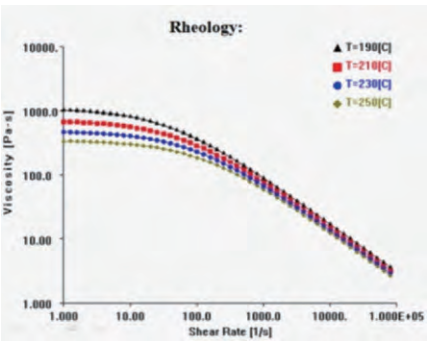


图 2

量是 44810，网格节点数是 22385 个，连接区域有 2 个，面积是 4993.7cm²，产品网格最大的长宽比小于 10，符合要求，网格平均长宽比为 2.21，也符合基本要求，最小长宽比是 1.16，整个网格的匹配度达到 90.4%，反比例百分比是 85.2%，整体划分的网格是符合分析要求的。



图 3

Entity counts:			
Triangles:	44810		
Connected Nodes:	22385		
Connectivity regions:	2		
Area:			
Surface Area:	4993.7	cm ²	
Volume:			
Triangle:	444.678	cm ³	
Aspect Ratio:			
	Max	Average	Min
	10.0	2.21	1.16
Edge details:			
Free edges			0
Manifold edges			67215
Non-manifold edges			0
Orientation details:			
Elements not oriented			0
Intersection details:			
Element intersections			0
Fully overlapping elements			0
Match percentage:			
Match percentage			90.4%

图 4

- (5) 产品浇口位置分析。从图 5 得出轮罩产品采用左右件注塑，可以节约成本。通过软件分析，根据塑件的形状结构，分析出最佳的交口位置，并绘制流道的形状与位置、

大小等。该产品使用一模两腔的设计方案，运用阀式浇口，产品的浇口位置采用四处直浇口，浇口直径 5mm。分析结果比较适合实际要求，大面流速均匀。笔者通过软件模拟，绘制出合理的流道，为进一步的分析作数据参考，同时根据数据来判断位置是否合理。



图 5

3 轮罩浇注分析的数据

在 Moldflow 环境中，运用模流分析软件实现对所选制件在注塑成型过程中的浇口、填充、流动、冷却和翘曲分析，以此来确定制件的最佳成型工艺方案，并对不合理的因素进行不断修正，为工程实际生产提供合理的工艺设置依据，减少因工艺引起的制件缺陷，有助于降低实际生产成本，提高生产效率。

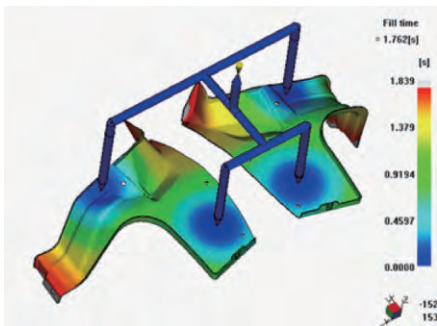


图 6

(1) 产品浇注时间分析。图 6 展现了浇注时间，整个产品填充时间为 1.745 秒，从等值线可以看出部分时间是相等的。可以发现产品在浇注过程中溶液的变化情况图谱，经过图谱分析，整个产品的填充时间是 1.839 秒，离浇口最远的位置时间最久，填充的样本是均匀过渡，比较稳定，没有出现分布不均的问题。

(2) 产品的填充压力变化。从图 7 看出浇注时产生的填充压力：流道压力分部，当部分体积填充在 98.51% 时，

产生的压力在 25mPA 左右。整个产品的压力差在 2mPA 范围内，这一结果显示了注塑时的压力分布，相对比较匀称，符合设计思路。通过在模具内的流动路径，在填充阶段结束压力分配相对均匀合理。

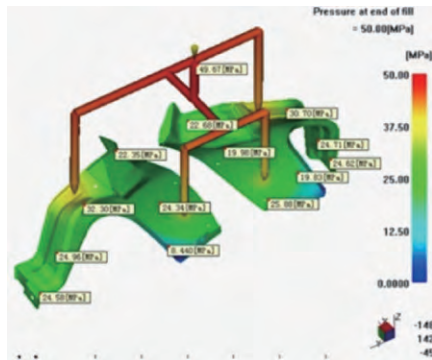


图 7

(3) 产品填充后的温度变化。从图 8 看出，浇注填充结束时产生的温度图谱，温度从 209℃ 到 215℃ 范围。散装温度是速度加权平均温度时，聚合物是流动之和的简单平均温度时，流量停止。在这个范围内，浇注填充过程中，模具设计的理想情况是温度均匀分布。

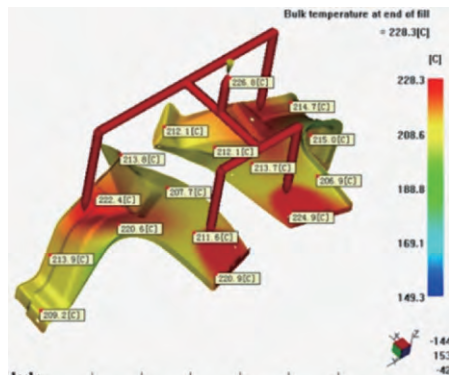


图 8

(4) 产品气穴熔接痕的变化图谱，图 9 模拟气穴与熔接痕的位置，针对产品模拟位置来确定模具修改方案，对产品进行合理修正以避免气穴与熔接痕的产生，并通过填充、保压、冷却和开模等模拟，推算制品成型周期，预测是否出现缺胶或短射现象。该产品的气穴有一两处，在分型面位置出现的气穴可以忽略，因为分型面处排气效果较优，而其他部位的气穴应通过加强排气系统的设置来改善。分析证明，熔接痕较少，比较符合产品设计要求。

(5) 产品熔接痕的变化图谱。图 10 高亮多色的区域

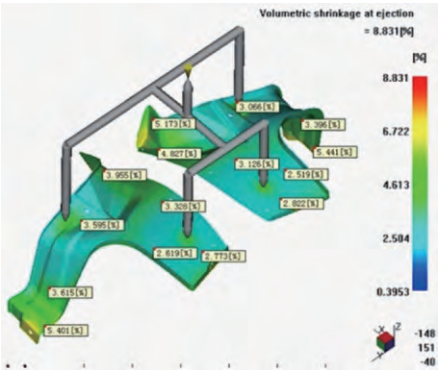


图 9

是焊缝可能出现的地方。如果焊缝线的角度小于 135 度，焊缝线可能由人的眼睛看到，焊接线可能会导致结构问题，并且它们也可能导致部分视觉缺陷。但是，一些焊接线是不可避免的，所以需要依靠加工条件和焊缝位置来判断焊缝是否具有较高的质量，焊接线的强度受焊缝线形成的温度影响。焊接线位置处的流动前沿温度接近熔温，则焊缝的强度足够。

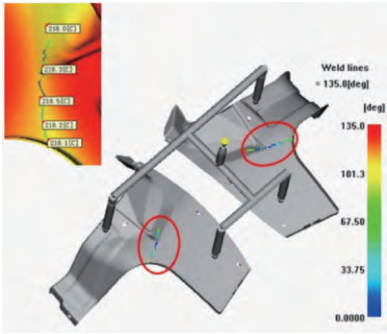


图 10

(6) 产品注射后容积的变化图谱。观察图 11 的颜色分布，颜色过渡是均匀的收缩。相邻表面的体积收缩率之间的差异小于 3%，则该产品收缩均匀。从颜色看，相邻表面深度差异小于 3%，引起变形的主要原因是不同收缩率，可以通过提高模温来改善该问题。

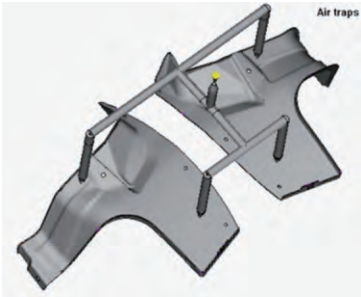


图 11

通过对比分析不同冷却、不同收缩、不同分子取向所引起的翘曲变形量及变形位置和面积，来确定引起变形的主要原因。这样可以判断产品设计的合理性，为实际产品的生产提供数据理论依据。

通过图谱分析，得到辅助设计最佳浇注系统，并通过流动分析图谱可以帮助我们获得最佳保压阶段的设置，从而尽可能地降低由保压引起的产品收缩和翘曲等质量缺陷。

而通过冷却分析图谱的结果，可以判断制件冷却效果的好坏，根据冷却效果还可以计算出冷却时间的长短，确定成型周期。而翘曲分析则是为了进一步检查制件最终成形后的尺寸合格情况，通过各个方向上的偏差，来检查前面的流动和冷却条件设置的合理程度。

4 轮罩浇口位置参数不同比较分析

(1) 熔体流动前沿温度比较，从图 12 和图 13 分析得出，前者熔体流动前沿温度 Case 1: 7℃，后者 Case 2: 9.2℃，产品外观面温差 Case 1: 7℃，Case 2: 9.2℃。

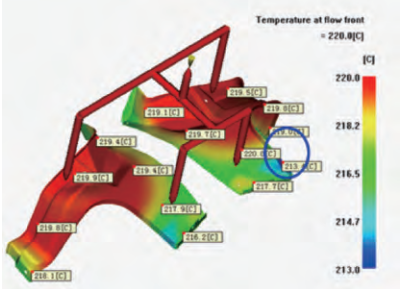


图 12

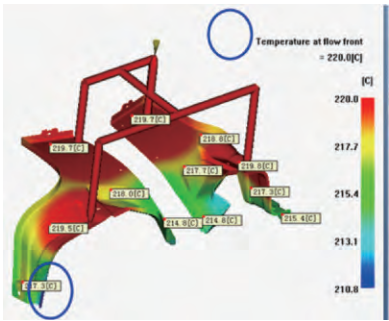


图 13

(2) 熔体剪切速率和最大剪切速率的比较。从图 14 和图 15 得出 Case 1: 752851/s，Case 2: 348071/s。产生最大时刻 Case1: 1.745s，Case2: 1.777s。产品 95% 的剪切速率 Case1: 26390 (1/s)，Case2: 28273 (1/s)。产生最大时刻 Case1: 1.745s，Case2: 1.777s。

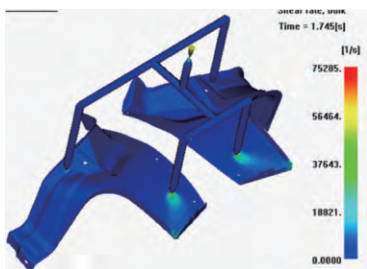


图 14

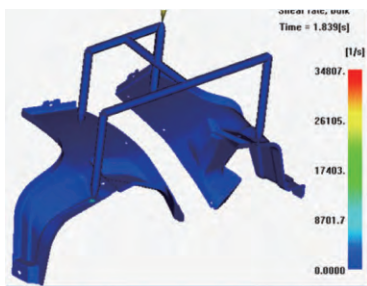


图 15

(3) 熔体不同方向上的变形比较 (如图 16、图 17 所示)。

Case 1: 每个节点的冷却变形不相同, 最大的变形量是 2.868mm, 最小的变形量是 0.0111mm, 透明部分为原始形状, 比例系数为 1, 通过观察可以看出第一种情况最迟到达的位置在产品弯角的最低处。

Case 2: 每个节点的冷却变形不相同, 最大的变形量

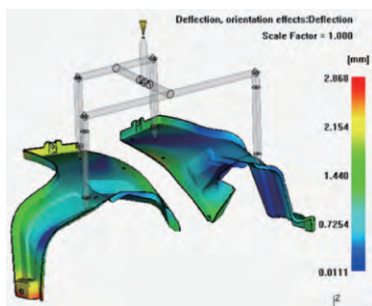


图 16

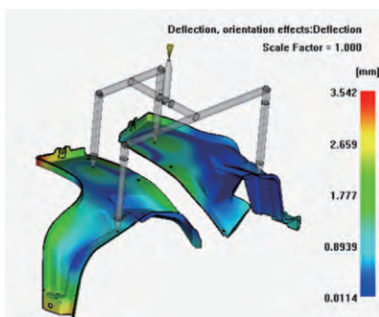


图 17

是 3.542mm, 最小的变形量是 0.0114mm, 透明的为原始形状, 比例系数为 1, 最迟到达的位置在产品的弯角。

(4) 熔体冷却时间比较。测量从一开始达到喷射温度的时间。

Case 1: 整体产品冷却的时间为 14.23s, Case 2: 整体产品冷却的时间为 13.78s。由冷却时间分析结果看出, 优化方案相对于初始方案, 制品冷却凝固时间由 14.23s 缩短到 13.78s。

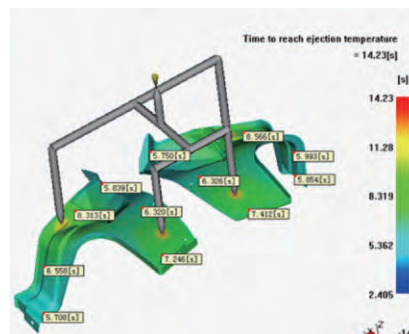


图 18

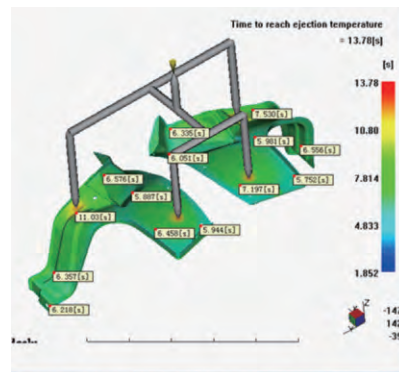


图 19

5 结语

本课题首先运用 UG 对汽车轮罩进行三维实体造型, 对部件模具进行前期的初步设计和数据分析, 接着运用 Moldflow 软件进行模拟分析和仿真, 通过对数据的分析与比较, 适当对汽车轮罩的模具进行改进, 在设计过程中发现制品结构和模具、成型工艺等方面存在的问题, 从而修改设计方案, 有效降低生产成本、提高制品质量和缩短生产周期。在实际生产中, 设计师的主要目标是提高生产效率, 要求设计师在设计时力求结构简单, 并保证其精度要求, 最终需要设计结构合理、精度稳定和表面质量高的注塑模具。IM