

# 汽车前保险杠浇注系统优化及实施

徐振宇<sup>1,2</sup>

(1. 金华职业技术学院 机电学院,浙江 金华 321017;2. 台州黄燕模具有限公司,浙江 台州 318020)

**摘 要:** 注塑过程中,影响注塑结果的参数很多,难以完全凭经验来确定较优的浇注系统设计方案。采用 CAE 技术,在充分掌握注塑过程经验的基础上,建立 2 种汽车前保险杠浇注系统并进行模拟分析,得到填充情况、注射压力、锁模力及翘曲变形情况的数据。从这些数据可以预测出可能出现的注塑结果,进而对比分析 2 种浇注方案的优劣。结果显示,采用较优方案进行模具浇注系统加工并试模,可以得到与模拟分析一致的较优制品质量。

**关键词:** 前保险杠;CAE;浇注系统

**中图分类号:** TQ320.66;TP391.72

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2009)03-0281-04

## Optimization of front bumper runner system and its implementation

XU Zhen-yu<sup>1,2</sup>

(1. Mechanical and Electrical Engineering School, Jinhua College of Profession and Technology, Jinhua 321017, China; 2. Zhejiang Huangyan Mold Co., Ltd., Taizhou 318020, China)

**Abstract:** In the molding process, various factors may affect the final product. Therefore, it's difficult to determine which runner system design is better if simply based on man's experience. By employing the CAE technology and based on a full knowledge of the runner system, two front bumper runner systems have been established to go through a series of simulation analysis. Statistics of filling, injection pressure, clamping force and warpage have been obtained, from which possible outcome can be predicted and hence the two systems can be compared and analyzed to judge which is better. The results showed that the adoption of the better design can produce better quality products, which is in agreement with the simulation analysis.

**Key words:** front bumper; CAE; runner system

汽车保险杠是一款大型覆盖件产品,尺寸一般都超过 1 500 mm × 400 mm × 400 mm,模具结构复杂、用材好、制造成本昂贵。而其成形质量好坏直接影响到整车安装质量与外观和碰撞性能好坏。国内只有少数企业能够制造保险杠模具,而在这些企业

中,对大型塑料覆盖件类(保险杠)产品的模具,只能依据工程技术人员的经验,根据制品外观及翘曲变形控制量开设浇注系统反复试模,对于外观要求极高的保险杠产品,反复试模修配会给产品外观造成一定的破坏<sup>[1]</sup>。塑料模具的型芯和型腔一般采

用较好的钢材,为了增加在注塑过程中型芯和型腔的耐磨性,热处理硬度较高,一般 HRC 40 以上。因此重新修改浇注系统所面临的加工难度极大。在国外汽车配件生产商中,在模具设计之前,对于大型塑料覆盖件、重要结构件的注塑过程进行计算机辅助分析已经是一项必须要做的前期工作。这项 CAE 分析工作给企业带来了极大的经济效益。经过计算机模拟分析注塑过程,为浇注系统设计及注塑参数确定提供了可靠的依据。经过 CAE 分析后再进行模具设计及制造,产品一次注塑成功率达到 90% 以上。大大节省了试模周期和模具修配的成本,制品质量也得到保证。

### 1 浇注系统对产品质量的影响

在保险杠注塑中,为了提高生产效率及节约能源而采用热流道浇注系统。整个浇注系统对制品质量有很大的影响,特别是对模具生产中的注射压力、锁模力、熔接痕的形成及注塑后的冷却及翘曲变形都有重要的影响<sup>[2]</sup>。因此,只有合理确定浇注系统中浇口位置、数目及流道直径,才能保证熔接痕具有合理的形成温度,并且保证整个保险杠能够比较均匀冷却,从而减小制品成形后的翘曲变形。

## 2 CAE 环境下汽车前保险杠浇注系统优化分析

### 2.1 制品材料性能分析及前处理

汽车前保险杠是一款对外观要求极高的大型塑料件,所用材料为 Hipol X50 (PP),该种材料流动性一般,为了增加注塑后的强度,以玻璃纤维作为填料。材料性能如下:热导系数,0.181 W/(m·℃);顶出温度,125.0℃;比热容,2712 J/(kg·℃);不流动温度,142.0℃;推荐注射温度,180℃;推荐模具温度,40℃;许可剪切应力,0.25 MPa;许可剪切速率,100 000 1/s。

前保险杠尺寸为 1 600 mm×500 mm×300 mm,壁厚 3 mm,为了不影响安装,要求成形后翘曲变形量小于 9 mm,熔接痕形成温度在 160℃以上。为了进行计算机模拟分析,先在计算机中对保险杠三维数模进行有限元划分,为了既不影响迭代计算精度又能够缩短分析时间,故将三角网格平均边长定义在 10 mm 左右,划分后总网格数为 4 万左右。对于边角变形较大区域,将网格边长适当缩小,以提高分析运算的精度<sup>[3]</sup>。前保险杠网格划分后如图 1 所示。

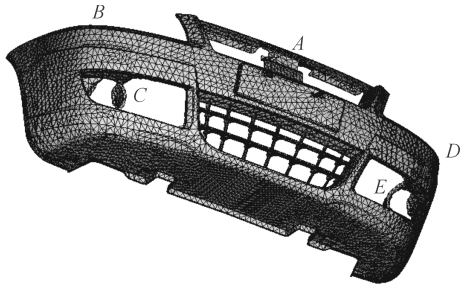


图 1 保险杠有限元网格划分图

Fig. 1 Finite element mesh division of bumper

根据保险杠的外观特点,设定 A、B、C、D、E 点为可能的浇口位置。分为 2 个方案进行,其中一个方案选择 A、C、E 作为浇口建立浇注系统,集中在 C、E 处为两侧进料。另一方案以 A、B、C、D、E 点作为浇口位置同时进料建立浇注系统。

由图 2 该种材料的 PVT 曲线可以看出,在注塑充模过程中,应使模具内压力上升到机器能够承受的高值,然后再沿 PVT 曲线使塑料件冷却。这样塑料件收缩小,能够较好地控制翘曲变形。

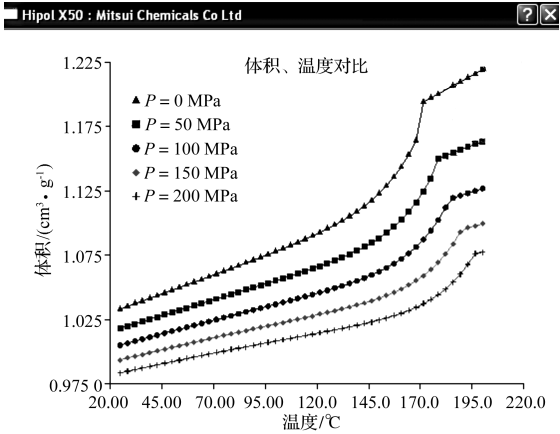


图 2 Hipol X50 (PP) 材料的 PVT 曲线

Fig. 2 PVT curve of Hiplo X50(PP)

### 2.2 方案 1 浇注系统下充型分析

选择 A、C、E 为浇口位置建立浇注系统,如图 3 所示。

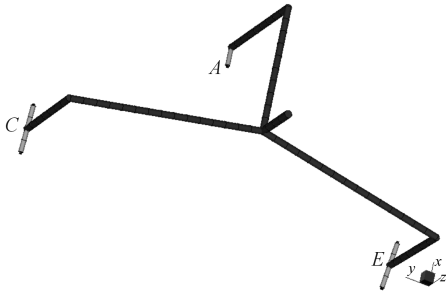


图 3 方案 1 浇注系统

Fig. 3 Runner system of option 1

图3中深色部分为热流道系统,材料始终处于熔融状态,热流道直径为18 mm;末端浅色部分为冷流道,流道直径为13 mm,采用扁平浇口,尺寸6 mm×3 mm。其中C、E亮点为上下侧同时进料。

鉴于前保险杠的外形,建立如图4所示的冷却系统,在所分析的2种方案中均采用该冷却系统进行注塑模拟分析。注塑工艺参数如下:模温,50℃;熔体温度,200.0℃;注射时间,7 s;保压压力为83,55,0 MPa,保压时间为3,5,6 s。

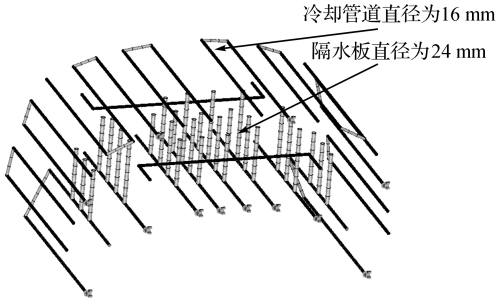


图4 冷却系统

Fig.4 Cooling system

注塑填充过程如图5所示,整个填充过程较均匀。

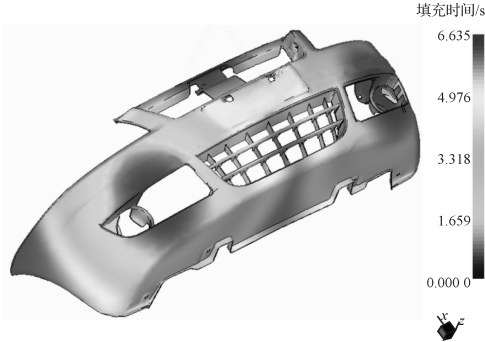


图5 方案1 填充过程

Fig.5 Filling process of option 1

由喷嘴的压力分布曲线(图6)可以看出,所需最大注射压力约为83 MPa。

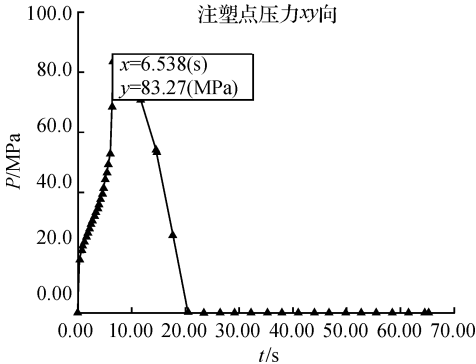


图6 方案1 注塑压力曲线

Fig.6 Injection pressure curve of option 1

填充完成后制品型腔压力下降均匀,压力从浇注口向制品最远处呈放射状下降,且降幅较小。

图7为锁模力分布曲线(在Moldflow分析模型中,锁模力单位固定设为吨(t)。图11同)。由分析可知,所需最大锁模力约为4 747 t,约合46 520.6 kN。锁模力太大,需增加浇口。

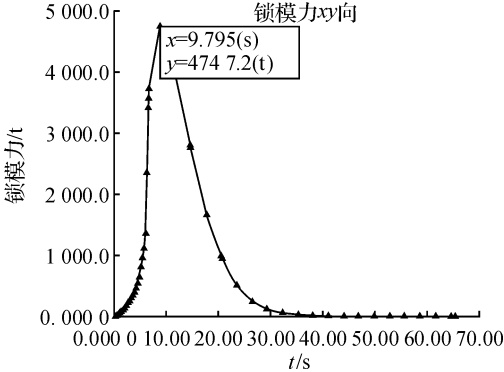


图7 方案1 锁模力曲线

Fig.7 Clamping force curve of option 1

2.3 方案2 浇注系统下充型分析

选择A、B、C、D、E点同时进料,建立如图8所示浇注系统。

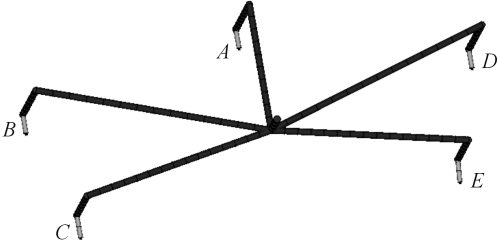


图8 方案2 浇注系统

Fig.8 Runner system of option 2

其中热流道直径为18 mm,冷流道直径为13 mm,浇口尺寸6 mm×3 mm。采用如下注塑参数:注射时间,6.3 s;保压压力78,52,0 MPa,保压时间2.6,4.5,6 s。未注参数与方案1同。从注塑结果来看,填充过程比较均匀(图9)。

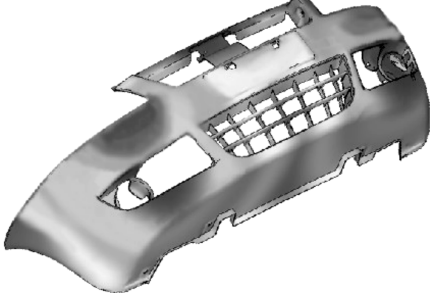


图9 方案2 填充过程

Fig.9 Filling process of option 2

如图 10 所示,喷嘴的压力曲线最大值为78 MPa。

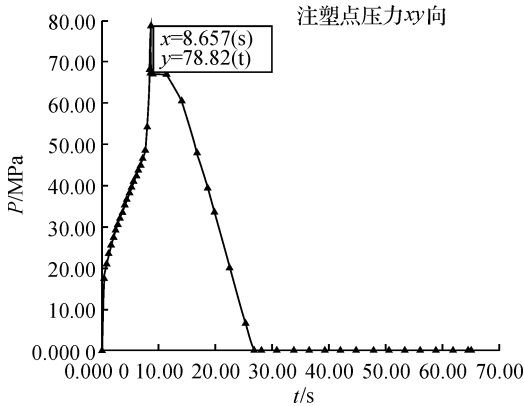


图 10 方案 2 注塑压力曲线

Fig. 10 Injection pressure curve of option 2

方案 2 中,填充完成后压力从浇注口向制品最远处呈均匀下降趋势,符合压力分布要求。如图 11 所示,所需最大锁模力约为 3 431 t,约合 33 623.8 kN。

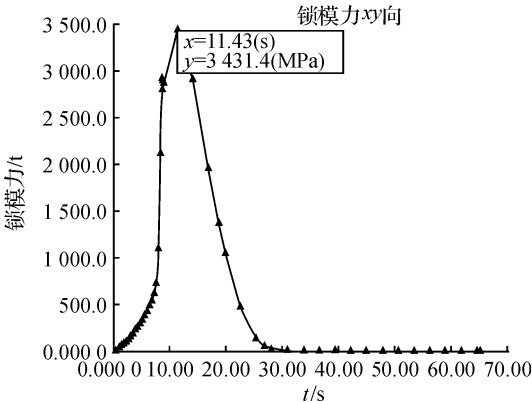


图 11 方案 2 锁模力曲线

Fig. 11 Clamping force curve of option 2

2.4 2 种方案对比分析

由注塑结果来看,注塑方案 2 能减小注射压力和大大减小锁模力,这样的结果能够有效减小塑件内部应力和翘曲变形量,能够有效减小注塑过程中模具型腔及模板承受的压力。

初步选择方案 2 进行翘曲变形分析及熔接痕形成温度分析。翘曲分析结果如图 12 所示。最大变形量为 7.15 mm。这个变形量可以通过安装矫正,不会影响产品外观,制品中熔接痕形成温度均高于 160 ℃,熔接痕具有足够的强度。因此,选择方案 2

浇注系统进行注塑比较合理。

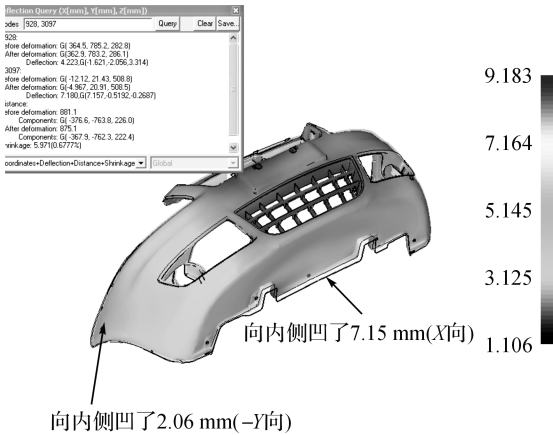


图 12 翘曲变形分析

Fig. 12 Warpage analysis

3 结 语

以计算机分析结果为参照,在模具中加工出冷却系统及浇注系统。采用海天天虹系列塑机,4 组液压中子装置(锁模力 33 000 ~ 60 000 kN)进行试模,得到的制品外观精美,无明显缩痕,最大翘曲量在 8 mm 左右,与 CAE 模拟分析结果十分吻合。因此运用 CAE 手段,在较熟练地掌握注塑环节中各个细节的情况下,能较真实地模拟出逼近真实的结果,可为企业带来巨大的经济效益。

参考文献:

[1] 褚建忠. 基于 CAE 环境下大型塑料托盘模具的浇注系统设计[J]. 塑料,2007,5(36):97-100.  
[2] 罗宇玲,曾亚森. 基于 MOLDFLOW 软件的熔接痕分析及优化设计[J]. 模具制造,2006(11):17-19.  
[3] 李伟. CAE 在汽车保险杠浇注系统设计中的应用[J]. 中国塑料. 2001,15(1):48-52.  
[4] 刘琼. 塑料注射 Moldflow 实用教程[M]. 北京:机械工业出版社,2008.  
[5] 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.  
[6] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2005.