

空调室外机网罩的注塑模拟分析及应用

吕 迅¹ 金杨福² 厉 淦¹

(1. 浙江工业大学机械制造及自动化教育部重点实验室, 杭州 310032; 2. 浙江工业大学化工与材料学院, 杭州 310032)

摘要 空调室外机网罩结构复杂,采用传统的注塑模具设计方法存在试制时间长、成本高等问题。而采用 CAE 技术可有效地节省设计时间和成本。笔者应用 Moldflow 分析软件对空调室外机网罩进行注塑模拟分析以得到最佳的模具设计方案,并据此进行了注塑模具设计与制造。试模结果表明,模具的浇口位置和数量对注塑制品的外观质量起着决定性的影响。

关键词 注射成型 CAE Moldflow 空调

注射成型是塑料成型的有效方法之一,它可以一次成型各种结构复杂和尺寸精密的塑料制品。由于注射成型具有成型周期短、生产率高、成本低廉和易于实现自动化生产等优点,因此它在塑料加工行业中占有非常重要的地位。在注射成型生产中,由于塑料熔体的流动性能差别很大,制品和模具的结构千变万化,工艺条件各不相同,成型缺陷也各式各样,仅凭有限的经验公式和简单的设计准则难以对这些因素做出全面的理解和把握^[1-4]。目前,大多数企业只有通过试模才能知道模具设计是否可行。这中间不但涉及到人力、物力的消耗和设备的损耗,而且拖延了模具的交货期。应用 CAE 分析技术,可以在模具开始设计之前分析模具型腔中熔料的流动、保压和冷却过程,计算制品的应力分布,并预测制品的翘曲变形情况^[5-6]。笔者运用 Moldflow 软件对空调室外机网罩进行注塑模拟分析,以选择最佳的注射成型方案,并据此进行试模验证。

1 注塑模拟分析

1.1 制品材料分析

图 1 是空调室外机网罩的三维造型图。该制品的主要特点是中心部分有许多环状的风栅。制品材料为聚丙烯(PP)(Borealis OPP S A, PX0030),该 PP 材料的 PVT 曲线如图 2 所示,其推荐的 PP 成型加工参数如表 1 所示。该制品的质量要求是,前表面应光滑,不能有熔接痕、银丝、气泡、内应力、划痕、

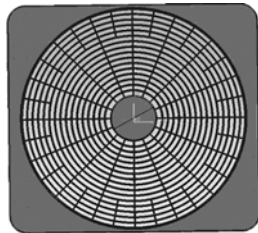


图 1 空调室外机网罩造型图

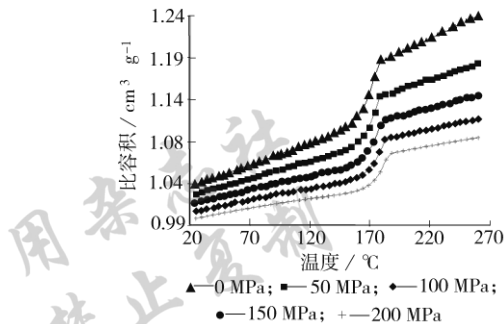


图 2 材料成型 PVT 曲线

表 1 推荐的 PP 成型加工参数

项 目	数 值	项 目	数 值
热变形温度 / °C	130	最大裂解温度 / °C	300
最大剪切应力 / MPa	0.25	最大剪切速率 / s ⁻¹	100000
模具温度 / °C	40	材料温度 / °C	230

油污等缺陷。其制造要求是:采用点浇口进料,分型面必须设在加强筋的中间位置。

1.2 CAE 分析软件和网格处理软件

网格划分质量的好坏是获得良好 CAE 分析结果的前提。此外去掉制品上对分析结果影响很小的特征如小孔、倒圆角等,可以提高网格质量。网格线的长度一般是制品厚度的 2 ~3 倍。该制品的厚度为 2.3 mm,因此,划分的网格线长度取 6 mm 较为适宜。采用网格划分质量较佳的 Hypermesh 软件进行网格划分,并在此基础上采用 Moldflow 软件进行分析。

1.3 分析方案

由注塑模拟分析可知,当浇口位置处于制品的正中央时效果最佳,如图 3 所示。但在制品中央设置点浇口必定会留下料疤,这与制品表面的光滑要求相矛盾,所以在该位置设置浇口的方案是不可行的。

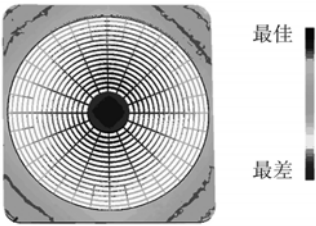
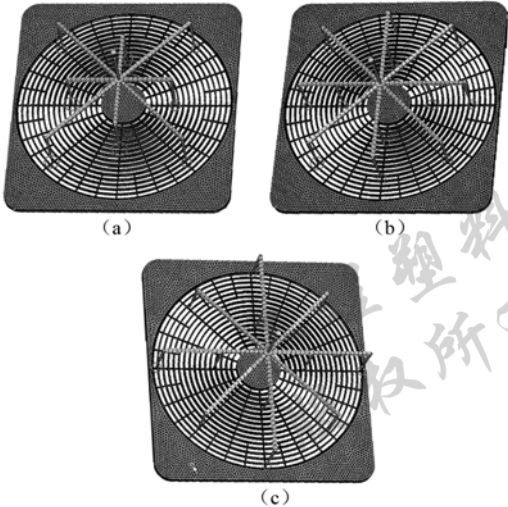


图3 最佳浇口位置图

根据制品设计要求和模具设计经验,选用图4所示的3种浇口位置方案作为分析对象。方案Ⅰ、方案Ⅱ和方案Ⅲ的浇口数量分别是8、12和12。方案Ⅱ和方案Ⅲ的浇口数量虽然相同,但浇口位置不同,方案Ⅲ的4个浇口是在方案Ⅰ的4个浇口位置上延伸而成的。



a—方案Ⅰ; b—方案Ⅱ; c—方案Ⅲ

图4 3种浇口位置方案

2 模拟分析结果与讨论

空调室外机网罩的注射和冷却分析结果如表2所示。

表2 分析结果

项 目	方案Ⅰ	方案Ⅱ	方案Ⅲ
注射时间 /s	4.02	4.15	4.29
冷却时间 /s	24.61	35.31	35.32
注塑压力 /MPa	78.08	51.99	52.96
气穴	存在	存在	存在
熔接痕	存在	存在	存在

2.1 注射时间和冷却时间

由表2可知,在3种方案中,方案Ⅰ的注射时间和冷却时间之和是最短的。由于较短的注射时间和冷却时间有利于缩短成型周期,因此方案Ⅰ最好。

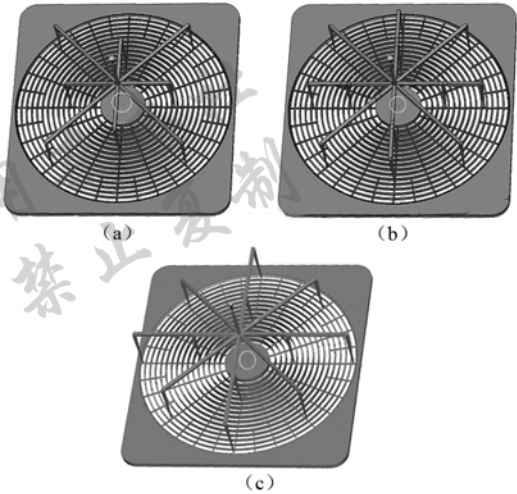
2.2 注塑压力

从表2可知,方案Ⅰ的注塑压力最高,方案Ⅱ和

方案Ⅲ的注塑压力较低,但较为接近。较低的注塑压力有利于制品的充模成型,因此方案Ⅱ和方案Ⅲ较好。

2.3 气穴现象

气穴是指因熔体前沿汇聚而在塑料件内部或模具型腔表层形成的气泡。图5所示为气穴分析结果。图5中许多红色小斑点为气穴产生的位置(印成黑色看不出来,下同)。而在制品中心位置的气穴由于会影响制品表面外观,应采取措施予以消除;出现在加强筋位置的气穴对制品外观影响很小,可以不必理会;而出现在制品边缘位置的气穴因处于分型面位置,由于排气作用,成型时会自然消失。



a—方案Ⅰ; b—方案Ⅱ; c—方案Ⅲ

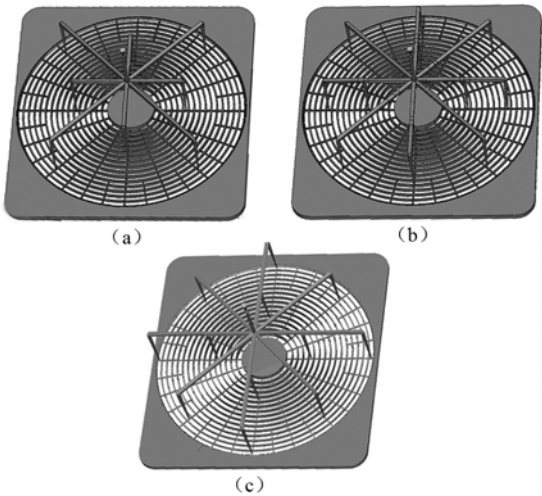
图5 气穴现象

2.4 熔接痕

熔接痕是制品注塑过程中两股以上的熔体相汇合所产生的细线状缺陷。它也会影响制品的外观质量和力学性能。熔接痕的分析结果如图6所示。图6中红色线条表示熔接痕出现的位置。从图6可见,方案Ⅰ、方案Ⅱ和方案Ⅲ的熔接痕都出现在网罩的加强筋上,熔接痕出现在这些部位对制品外观的影响很小,因此可以接受。

2.5 模拟分析结果

通过对空调室外机网罩注射时间、冷却时间、注塑压力、气穴和熔接痕的分析比较可知,方案Ⅰ具有注射时间、冷却时间短的优点,但存在注塑压力太大的缺点。方案Ⅱ、方案Ⅲ的注射时间和冷却时间均比方案Ⅰ长,但注塑压力要小。在注塑加工时一般都希望减小注射时间以缩短生产周期、提高生产效率,因此优选方案Ⅰ的8点注射浇口设计,但设计时



a—方案 I；b—方案 II；c—方案 III
图 6 熔接痕

留有 12 点注射浇口的空间余量, 这样在需要修改时只需多加 4 个浇口就可以满足设计要求。

3 制品试模

3.1 注塑设备

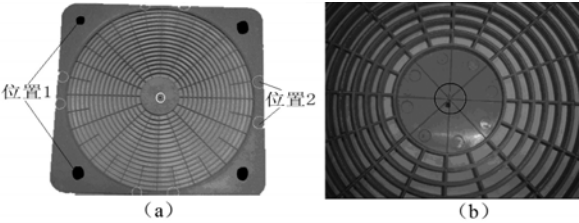
注塑设备采用宁波海天股份有限公司的 HTF750B 型注塑机, 其主要技术参数见表 3。

表 3 注塑机主要参数

主要参数	数值	主要参数	数值
螺杆直径/mm	100	注射容量(理论)/cm ³	3 464
注射量/g	3 118	注塑压力/MPa	184
注射速率/g·s ⁻¹	696	塑化能力/g·s ⁻¹	96.9
注射行程/mm	970		

3.2 试模制品的缺陷

图 7 所示为方案 I 试模的制品。从图 7 可以看出, 该试模制品存在的 3 个缺陷为: ①中间部分产生黑色烧焦现象; ②在位置 1 处等部位有发白现象; ③在位置 2 处等部位出现不光滑的小圆圈现象。



a—正面; b—背面

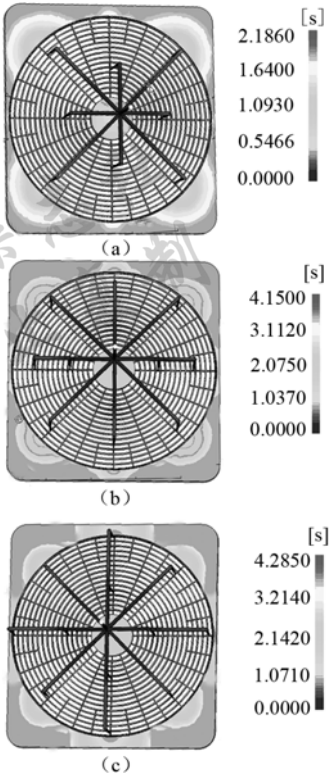
图 7 采用方案 I 试模成型的制品

3.3 解决方案

图 7 中缺陷①产生的原因是, 当熔体向制品中间流动汇聚时, 由于在该位置不能排气, 造成气体不断受压缩而引起温度不断升高, 最终将熔体烧焦。解决的办法是在该位置增设顶杆装置, 利用顶杆的

间隙进行排气。
图 7 中缺陷②产生的原因是顶杆面积太小而顶出力太大引起的。解决的措施是加大顶杆直径并增加制品的厚度。

图 7 中缺陷③是由于两股以上熔体在汇合前流动距离过长、各股熔体因温度下降过大造成的。解决的措施是增加浇口数量。图 8 示出 3 种方案的流动状态。由图 8 可以看出, 若采用方案 II, 也会出现方案 I 同样的问题。若采用方案 III, 则可以避免缺陷③的现象。



a—方案 I；b—方案 II；c—方案 III
图 8 3 种方案的流动状态

图 9 为采用方案 III 试模成型的制品。由图 9 可见, 制品质量完全达到了设计要求。



图 9 采用方案 III 试模成型的制品

4 结语

通过对空调室外机网罩面的注塑模拟分析, 比较了注射时间、冷却时间、气穴位置和熔接痕位置等

参数得出较佳的模具设计方案,然后通过试模检验注塑制品的外观质量。结果表明,浇口的位置和数量对注塑制品的外观质量有着决定性的影响。

参考文献

[1] 罗佳烽,肖小亭,蔡伟明,等.轿车前保险杠注塑过程模拟分析[J]. 机电工程技术,2007,36(5):13-16.
[2] 刘庆辉,刘斌. Moldflow 软件在手机外壳模具设计中的应用[J]. 塑料科技,2007,35(8):78-82.

[3] 黄先,董祥忠,莫健华.汽车仪表板注塑模具的 CAE 优化分析与设计[J]. 中国机械工程,2006(S1):176-179.
[4] 刘建雄,吴正宇,陈泽民.塑料注射模成型缺陷及预测[J]. 昆明理工大学学报,2006,31(2):40-47.
[5] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析基础[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
[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.

APPLICATION AND INJECTION MOLDING SIMULATION FOR AIR CONDITIONING GUARD

Lü Xun¹, Jin Yangfu², Li Gan¹

(1.The MOE Key Laboratory of Mechanical Manufacture and Automation, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China;
2.College of Chemical Engineering and Material, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

ABSTRACT The structure of air conditioning guard is quite complex, so traditional injection mold design needs long time and high cost. By using CAE system in mold design, design time and cost can be saved effectively. This paper introduce the application of Moldflow in injection molding simulation of air conditioning guard. The mold testing results show that the gate location and gate numbers on air trip play a decisive impact on the quality of injection molding part.

KEYWORDS injection molding, CAE, Moldflow, air conditioning

鞍山君利工程塑料有限公司

鞍山君利工程塑料有限公司是股份制企业,生产以工程塑料为主的改性材料。由教授级高级工程师、中国塑料加工工业协会专家委员会专家赵文聘负责生产技术。可为用户提供增强、增韧、复合、阻燃、环保阻燃、抗静电、耐磨、塑料合金类系列改性工程塑料。公司竭诚为用户“量身订做个性化需求的产品,为客户创造价值”。公司宗旨:信誉第一;质量第一。

欢迎新老客户前来指导、合作!

- 改性品种: PA66、PA6、PP、PE、ABS、AS、HIPS、POM、PC、PC/ABS、PBT、PET、PVC 等系列改性塑料。
- 适用行业: 家电、汽车、机械、铁路、纺织、石油化工、煤矿、农业等。

经 理: 徐长旭 13604228259, xuchangxu315@163.com
总 工: 赵文聘 13804910274, zhaowenpin315@163.com
地址: 辽宁省鞍山市千山区旧堡 邮编: 114041
电话: 0412-2326259 传真: 0412-2326256

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告,如读者需要查询更详细的资料或了解情况,请填好《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料,以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品,我社将帮助您联系,以保证产品质量,争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No. _____

读者姓名 _____ 单位 _____

通讯地址 _____ 电话 _____ 邮政编码 _____

欲获得《工程塑料应用》_____年第_____期第_____页 _____

广告中有关 _____ 的详细资料。

如空位不够,请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031