

CAE在解决风扇类产品缺陷中的应用

本文针对风扇类产品在注塑成型后普遍存在的动平衡及碎裂问题进行研究，通过Moldflow和Ansys软件的模拟分析，找到缺陷产生的根本原因，并在软件分析的基础上，通过对产品及模具的优化，以解决相关问题，从而提高了风扇类产品的质量。

一、前言

动平衡与碎裂是影响风扇产品性能与寿命的主要因素之一，动平衡超差将造成机器震动、噪音及过度磨损，缩短机器的工作寿命；风扇碎裂则直接导致机器报废，甚至发生安全事故。本文探讨风扇类产品动平衡超差及碎裂的问题，并将找出的解决方案提供参考。

二、动平衡缺陷产生的原因及解决方法

风扇动平衡的本质是要求产品各个位置的密度保持相同，或者不同密度区域呈对称分布，这样当风扇高速旋转时，产品在不同方向能够得到相同的离心力，运转比较稳定；反之，如果产品各位置的密度不相同，将造成密度大的位置产生的离心力较大，风扇由于受力不均将产生过大震动，严重时甚至发生碎裂。

1. 动平衡缺陷产生的原因

通常，风扇类产品都是采用三板模具结构，如图1所示，理论上能够保证产品充填平衡。但是产品在注塑成型时发现，尽管通往模具各型腔的浇注系统的尺寸完全一致，各进浇口实际填充速度却不相同，这使得浇注系统出现明显的流动不平衡现象（如图2所示），导致风叶产品中各部分质量不均匀，从而引起动平衡超差。

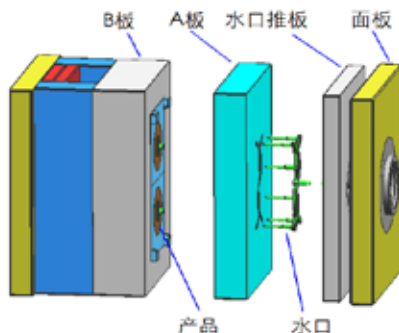


图1 三板模具结构示意图



图2 浇注系统流动不平衡现象

2. 产生动平衡缺陷的原因分析

浇注系统的流动不平衡造成了产品中各个位置的密度不均，使得产品的动平衡超差，所以解决好浇注系统的流动平衡，产品的动平衡就可迎刃而解。

运用Moldflow进行充填过程模拟分析，可以预测充填不平衡的现象，如图3、4所示。通过对剪切速率的分析可以看出，流道中靠近转角位置a、b截面的剪切速率值明显大于位置c，如图5所示。

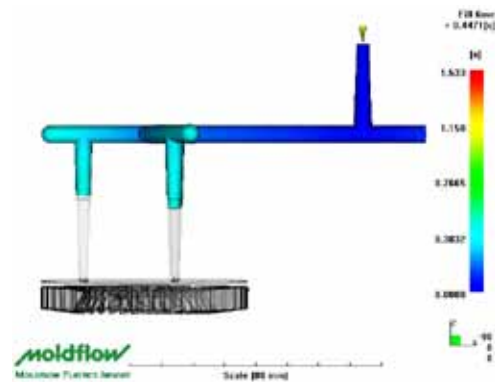


图3 浇注系统充填不平衡现象

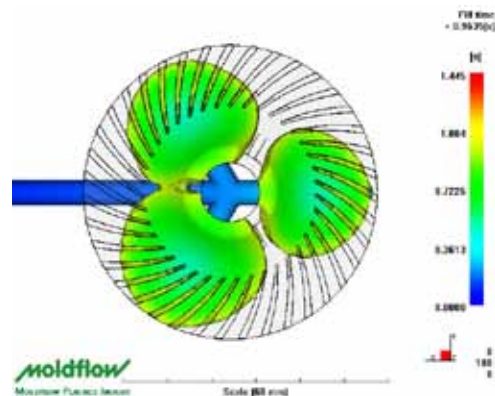


图4 产品充填不平衡现象

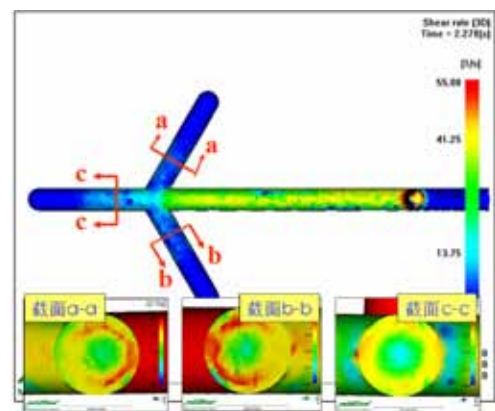


图5 三板模浇注系统剪切速率

由于靠近转角位置的剪切速率较大，熔胶温度因剪切生热而升高，使得这一位置熔胶的流动性较好，导致a、b两侧熔胶速度快过c，从而产生充填不平衡现象。

3. 动平衡超差问题的解决方法

针对风扇动平衡超差的根本原因，我们试用一种新型模具结构——四板模，如图6所示，即在水口推板与面板之间增加一块拉料板，通过改变浇注系统形式，有效地解决了剪切对流动不平衡带来的影响。

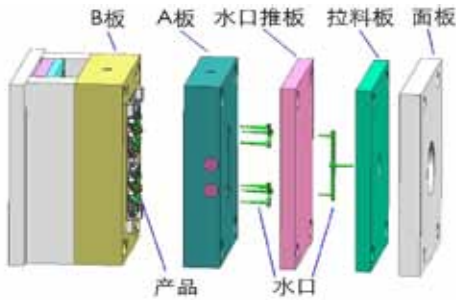


图6 四板模具结构图

如图7所示，在四板模结构中，熔胶从分流道a进入到分流道b时，在三个分流道b处所产生的剪切速率一致，熔胶流动性也保持一致，从而保证了流动的平衡。Moldflow的模拟显示了相近的结果，如图8、9所示，剪切速率结果如图10所示。

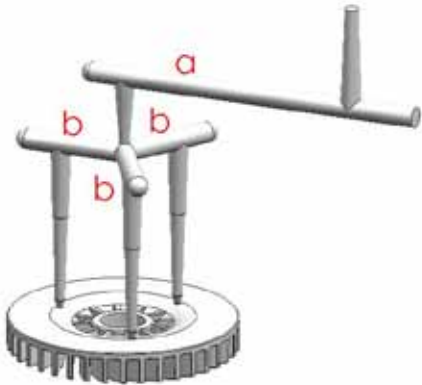


图7 四板模浇注系统图



图8 浇注系统流动平衡

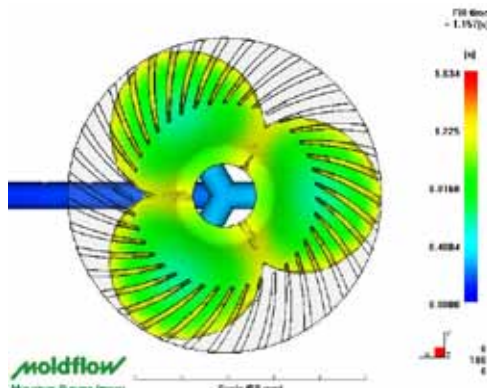


图9 产品流动平衡

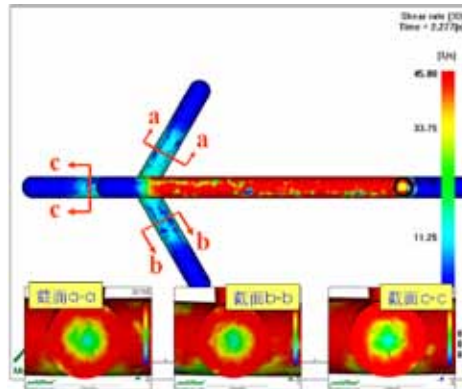


图10 四板模浇注系统剪切速率图

4. 实际效果

通过试模验证，四板模具结构能够保证充填平衡，如图11、12所示，从根本上解决了风扇产品动平衡超差的问题。



图11 四板模浇注系统



图12 四板模产品充填情况

三、风扇碎裂的原因及解决方法

碎裂是风扇类产品严重的失效形式，如图13所示。行业内通常认为碎裂的原因是受动平衡超差、塑胶融合性的影响，但是，当动平衡问题得以解决，并通过注塑工艺的调整使塑胶融合性明显改善后，风扇断裂往往还是发生。为了弄清碎裂产生的原因，采用Moldflow软件与Ansys软件联合分析的方法，模拟风扇真实工作条件的受力状态，找出问题的症结。

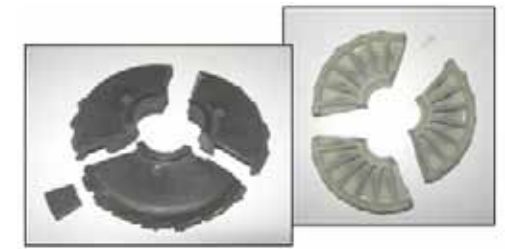


图13 风扇碎裂失效形式

1. 碎裂产生的原因

通过Moldflow软件与Ansys软件的联合分析，将Moldflow软件的计算结果作为Ansys软件的初始条件，在计算产品失效形式时能够将产品内应力的影响考虑在内，从而使得分析结果更加准确，联合分析方式如图14所示。



图14 Moldflow与Ansys的联合分析方式

先对风扇产品进行Moldflow分析，得出产品的网格模型、残余内应力及翘曲结果，如图15所示。

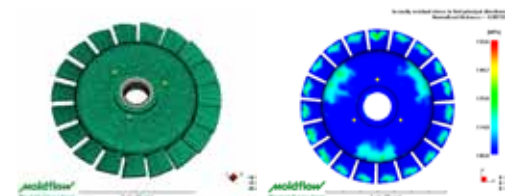


图15 风扇产品网格模型及产品残余应力状态图

将得出的产品内部残余应力结果作为Ansys模拟风扇真实工作环境下应力分布的初始条件。图16为分析出的风扇产品应力分布图，可以看出风扇叶片根部及中心轂处的轮辐根部所产生的应力值已经远大于材料的许用应力(allowable stress)值，意味着风扇产品将可能在这些部位产生开裂。

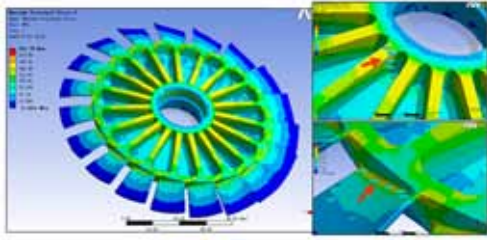


图16 载荷下的风扇产品应力分布图

通过以上分析，提出的解决方案是增加产品转角内圆角半径，这样能够减少转角部位的应力集中，使得产品的应力值低于材料的许用水平，从而防止产品的碎裂。

将风扇叶片根部以及中心毂处的轮辐根部的转角内圆角半径与壁厚的比值由先前的20%加大到50%，修改前后的模型对比如图17所示，再应用修改后的模型进行Moldflow软件与Ansys软件的联合分析。转角内圆角半径增加后，产品的叶片根部及中心毂处的轮辐根部的应力值明显低于材料的许用应力，如图18所示。

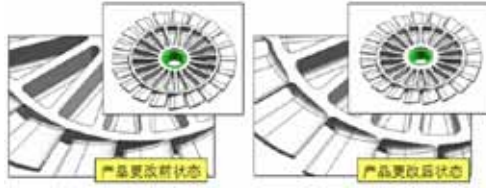


图17 模型更改前后效果对比

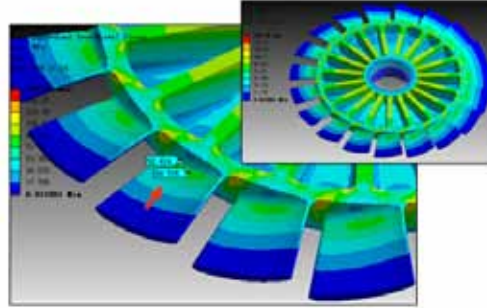


图18 模型修改后产品应力分布图

3. 实际效果

将产品转角内圆角半径优化后，试模和装机测试，未产生碎裂的情况，现正常量产的产品如图19所示。



图19 产品转角内圆角半径优化后的注塑成型产品

四、结论

通过Moldflow软件与Ansys软件的联合分析，将Moldflow软件的计算结果作为Ansys软件的初始条件，在分析风扇类产品碎裂失效时，能够将注塑成型产品的残余应力考虑在内，使得分析结果更加可靠，得以帮助找出失效的主要原因，进而找出相应的解决方案。

欧特克软件(中国)有限公司
100004
北京市建国门外大街1号
国贸大厦2座2911-2918室
Tel: 86-10-6505 6848
Fax: 86-10-6505 6865

欧特克软件(中国)有限公司
上海分公司
200122
上海市浦东新区浦电路399号
Tel: 86-21-3865 3333
Fax: 86-21-6876 7363

欧特克软件(中国)有限公司
广州分公司
510613
广州市天河区天河北路233号
中信广场办公楼7403室
Tel: 86-20-8393 6609
Fax: 86-20-3877 3200

欧特克软件(中国)有限公司
成都分公司
610021
成都市滨江东路9号
香格里拉中心办公楼1507-1508室
Tel: 86-28-8445 9800
Fax: 86-28-8620 3370

欧特克软件(中国)有限公司
武汉分公司
430015
武汉市汉口建设大道700号
武汉香格里拉大饭店439室
电话: 86-27-8732 2577
传真: 86-27-8732 2891