

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.08.012

基于 Moldflow 的复印机转印支架热流道注塑方案对比研究^{*}刘朝福¹, 赵志鸿²

(1. 桂林电子科技大学信息科技学院, 桂林 541004; 2. 中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要: 针对某品牌复印机转印支架在生产中出现的缺料、缩水、翘曲等不良现象, 将原模具的两点进料热流道方案改为单点进料热流道方案, 并应用 Moldflow 软件对两种方案的熔体充填过程、模腔压力分布及塑料件的熔接痕质量、流动前峰温度、凝固情况和顶出时的体积收缩率等进行了比较和分析, 从理论上预测了新方案的可行性。经生产企业实际应用, 取得较好效果。

关键词: Moldflow; 复印机转印支架; 热流道; 注塑方案

中图分类号: TQ320.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)08-0050-04

Comparative Studies on Injection Molding Projects with Hot Runner for a Copier Bracket Based on Moldflow

Liu Chaofu¹, Zhao Zhihong²

(1. Institute of Information Technology of Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China; 2. CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract: According to the defects such as short filling, shrinkage, warpage and so on appeared during the injection molding process for a copier bracket, the injection molding project with double-point feeding hot runner was replaced by the project with single-point feeding hot runner. Then the differences of the two projects with the melt filling states, the pressure distribution at mold cavity and the weld lines qualities of the plastic parts, the temperature at flow front, the frozen layer fractions and the volumetric shrinkage when ejecting and so on were analyzed and compared by using Moldflow, the feasibility of the new project was predicted in theory. Finally, it was proved that the new project had better effect after the practical application in factories.

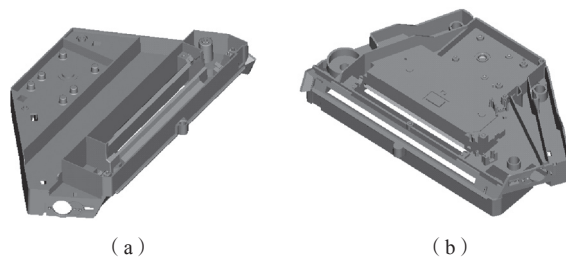
Keywords: Moldflow; bracket of copier; hot runner; injection molding project

转印支架是复印机的重要结构零件, 其结构较为复杂, 为了保证与其它零件的配合精度, 需要对制品尺寸进行精确控制。转印支架一般采用塑料通过注塑加工制造。由于塑料件的注塑成型过程是一个复杂的动态加工过程, 塑料件的成型温度、注射压力、注射速率等因素会对其质量产生重要影响^[1]。浇注系统是注射成型工艺设计中的关键环节之一, 其设计是否合理, 将直接影响塑料熔体的压力传递、充填流程、保压补料、制品内应力等, 从而影响塑料件的质量。

某转印支架生产企业在初期生产某品牌复印机转印支架时, 采用两个浇口进料的热流道注塑方案, 但在生产过程中出现了塑料件缺料、缩水、翘曲等不良现象, 为此, 企业委托笔者对注塑方案进行分析和改进。经过分析, 笔者提出了采用单点进料的热流道方案, 为了准确预测新方案的成型可行性, 应用 Moldflow 软件对转印支架的两种注塑方案的注塑过程进行了模拟, 并对模拟结果进行了对比研究, 将新方案用于实际生产, 取得较好结果。

1 转印支架的结构与原料

图 1 是某品牌复印机转印支架的结构, 其外形尺寸为 303 mm × 189 mm × 58 mm, 从外观和结构可以看出, 塑料件总体为一浅壳体状, 但其上面分布有难以成型的肋板、加强筋、凸台和柱子等, 因此塑料件的总体结构相对较为复杂。



a—塑料件正面; b—塑料件背面

图 1 转印支架

图 2 是转印支架的壁厚分布图。从图 2 可以看

^{*} 2010~2012 年度广西教育厅科研资助项目(201010LX126)

联系人: 刘朝福, 硕士, 主要研究方向为塑料成型工艺、成型设备及模具技术

收稿日期: 2012-06-14

出,转印支架大部分区域的壁厚较为均匀,基本壁厚为 2.6 mm,但有的区域较厚,可达 6.0 mm 以上(见图 2a),有的区域较薄,最薄处的壁厚仅为 0.6 mm (见图 2b)。

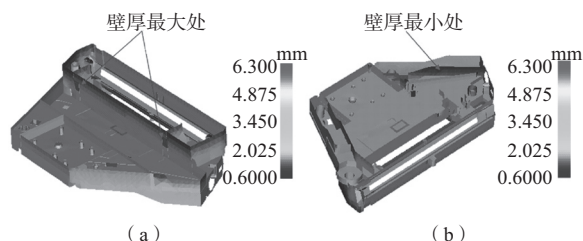


图 2 转印支架壁厚分布

转印支架的原料采用美国 GE 公司生产的聚苯醚 + 聚苯乙烯 + 40% 玻璃纤维 (PPE+PS+40%GF) 合金,该材料具有成本低、耐冲击、耐老化、高低温性能好、热变形温度高、刚度和硬度适宜、制品手感舒适等优点。其与注塑工艺有关的主要指标见表 1。

表 1 与注塑工艺有关的 PPO+PS+40%GF 的主要指标

项目	性能指标	项目	性能指标
熔体密度 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.227	熔体最高温度 / $^{\circ}\text{C}$	340
固体密度 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.365	模具最低温度 / $^{\circ}\text{C}$	50
最大剪切速率 / s^{-1}	50 000	推荐模具温度 / $^{\circ}\text{C}$	75
最大剪切应力 / MPa	0.45	模具最高温度 / $^{\circ}\text{C}$	100
熔体最低温度 / $^{\circ}\text{C}$	340	顶出温度 / $^{\circ}\text{C}$	110
推荐熔体温度 / $^{\circ}\text{C}$	275		

2 塑料件 CAE 分析的前处理

在对转印支架进行 CAE 分析的前期处理中,使用 Moldflow 有限元分析网格中的 Fusion (双层面网格)或 Midplane (中性层网格)进行分析,分析结果一致^[2]。使用 Fusion 分析时,取塑料件外表面的双层面网格,外表面形状与 3D 模型相同,前处理时间较短,但网格数目是 Midplane 分析的两倍以上,分析时间较长;使用 Midplane 分析时,取中性层网格,局部区域形状需做等效处理,前处理时间较长,但分析时间较短。结合转印支架结构和壁厚的分布情况,采用 Midplane 进行分析。在 Moldflow 软件中,通过对重叠与交叉单元修改、自由边的去除、未定向单元修正、大纵横比网格单元的修改等处理后,得到该塑料件的网格单元,如图 3 所示。

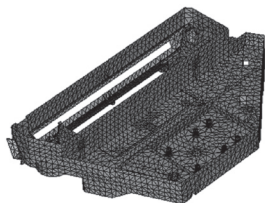


图 3 转印支架的中性层网格

3 方案对比分析

3.1 两种热流道方案对比

生产转印支架的注塑模具为单模腔模具,考虑到塑料件的结构较为复杂,可能存在充模困难、制品容易翘曲变形以及流道凝料浪费等问题,因此采用热流道浇注系统。热流道与普通流道的区别在于整个生产过程中,流道内的塑料始终处于熔融状态,没有流道凝料,可实现塑料件的无废料生产。由于采用针阀式喷嘴控制流道与模腔之间的通断,因此在塑料件上可以不留下明显的浇口痕迹,并能使用较大直径的浇口,从而可使塑料熔体更快地充满模腔,并进一步降低注射压力,有利于减小塑料件的翘曲变形^[3]。生产企业的原设计方案中,采用两点进料热流道方案(见图 4a),即浇口位置在塑料件背面对称分布。笔者经分析后,采用单点进料热流道方案(见图 4b),即浇口位置在塑料件背面中心处。两种方案中的热喷嘴规格一致,即浇口直径完全相同。

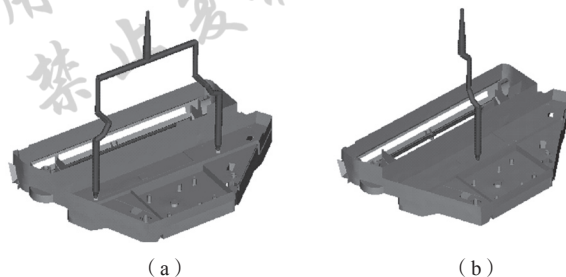


图 4 两种热流道方案

生产转印支架的注塑机在前期分析和设计中已经确定,其主要参数:螺杆直径为 58.0 mm,最大锁模力为 3500 kN,最大注射压力为 216.0 MPa,最大注射速率为 422.5 cm^3/s 。经前期研究,确定了转印支架的主要注塑工艺参数:模腔体积为 255.8 cm^3 ,熔体温度为 280 $^{\circ}\text{C}$,模具温度为 70 $^{\circ}\text{C}$,注射时间为 2.0 s。使用一段保压法,保压时间为 4 s,保压压力为 259.2 MPa。由于在注塑生产中,保压参数对塑料件最终质量的影响最为直接,经调试,设置转印支架的保压曲线如图 5 所示。在图 5 中,当保压压力分别为 259.2, 259.2, 0 MPa 时,对应的保压时间分别为 0, 4.0, 27.5 s。

3.2 熔体的充填对比

图 6 为两种热流道方案的熔体充填过程。塑料熔体在充填过程中,浇口附近是熔体最早到达的位置,其余部分则根据阻力的大小依次充填。评估充填质量的标准主要有两个:一是流动是否平衡,

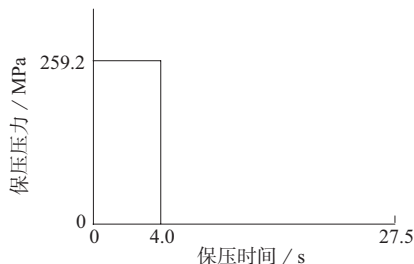
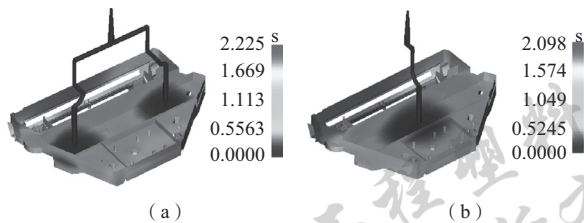


图5 保压曲线

二是各个参数是否超过塑料材料的许可值^[4]。如果模腔的某处比其它地方过早充满,会造成充填严重不均匀,将引起塑料件局部过保压,导致收缩不均匀,这是导致塑料件翘曲变形的主要原因之一^[5]。从图6可以看出,两种热流道方案的充填效果都比较均匀,但两点进料热流道方案比单点进料热流道方案的充填时间增加0.127 s,说明后者比前者的生产效率。



a—两点进料热流道方案; b—单点进料热流道方案

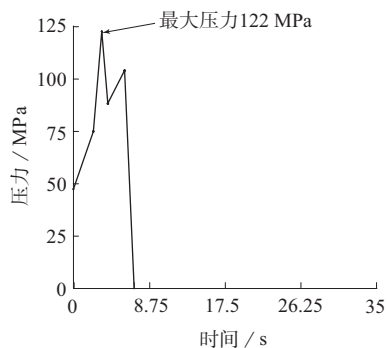
图6 熔体充填过程

3.3 浇口位置压力分布对比

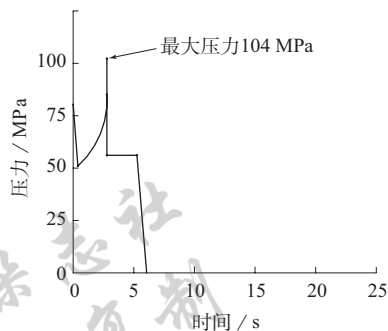
一般而言,当塑料熔体注入模腔后,浇口位置处的压力会持续增高,但如果在整个注塑过程中浇口位置的压力一直没有出现保压平台(保压平台通常出现在充模快结束时),则往往表明模腔内没有实现平衡充模^[5]。图7为两种注塑方案浇口位置的压力分布。从图7可以看出,两点进料热流道方案没有出现保压平台,说明该方案模腔内熔体的充填不平衡;而单点进料热流道方案在注塑过程的后半期出现一个明显的保压平台,表明模腔内的熔体在充填过程中是平衡充模。实现平衡充模是避免塑料件缺料最基本、最简单的方法。从图7还可以看出,两点进料热流道方案的浇口位置的最大压力为122 MPa,单点进料热流道方案的最大压力为104 MPa,说明在能耗方面,后者比前者好。

3.4 塑料件熔接痕对比

将塑料熔体充填时的前锋熔体温度与熔接痕分布情况结合起来,对比查看熔接痕形成时的温度,并将该温度与料筒中的熔体温度比较,根据两者的温度差可以判断熔接痕的质量。如果熔接痕形成时



(a)

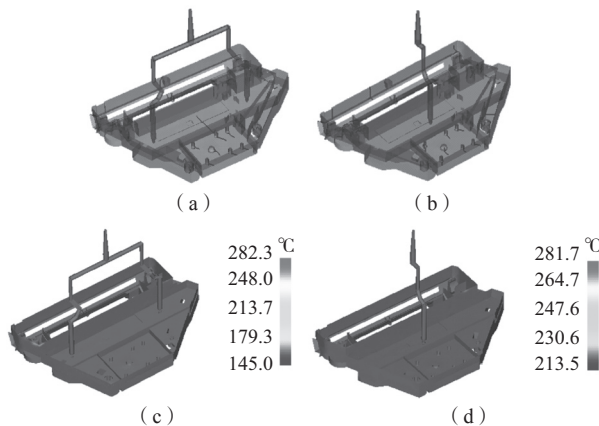


(b)

a—两点进料热流道方案; b—单点进料热流道方案

图7 浇口位置压力分布

的温差较小,则熔接痕比较细小、光顺;反之,则熔接痕比较粗大、毛糙。图8为两种热流道方案的熔接痕分布情况及前锋熔体温度对比。



a—两点进料热流道方案的熔接痕;

b—单点进料热流道方案的熔接痕;

c—两点进料热流道方案的前锋熔体温度;

d—单点进料热流道方案的前锋熔体温度

图8 熔接痕分布情况及前锋熔体温度

从图8可以看出,两种热流道方案产生的熔接痕数量及分布情况并没有明显的差别,但是两点进料热流道方案的熔接痕形成温度为282.3℃,与料筒中的熔体温度(280℃)比较,温度差为2.3℃;而单点进料热流道方案的熔接痕形成温度为281.7℃,与

料筒中的熔体温度(280℃)比较,温度差为1.7℃。虽然两种方案的温差都不是特别大,但两点进料热流道方案的温差(2.3℃)大于单点进料热流道方案的温差(1.7℃),因此后者的熔接痕更细小、光滑,即后者的塑料件表面质量好。

3.5 塑料件凝固情况对比

塑料熔体在冷却定型过程中,决定熔体是否完全定型的参考温度是熔体转变为固体时的转变温度,熔体在转变温度以下将处于凝固、定型状态。在 Moldflow 中,用凝固率表示塑料件在某处的冷却、定型情况,如果凝固率为100%(Moldflow 中用红色和数值1表示),则表示该处截面上的所有熔体已完全凝固、定型。一般来说,塑料件的凝固率需要达到95%以上进行开模顶出是比较安全的(避免开模顶出时造成制品变形过大)。图9为两种热流道方案的熔体凝固情况,从图9可以看出,某个时间段后,两种热流道方案的凝固状况极为相似(目测,98%左右的区域已凝固,两种热流道方案均有两个局部区域的凝固率仅为55%),但是,两点进料热流道方案的凝固时间为31.68 s,而单点进料热流道方案的凝固时间为31.23 s,后者比前者节省时间0.45 s,表明后者的生产效率稍高。

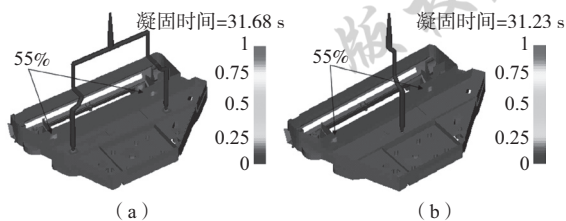


图9 塑料件凝固情况

3.6 塑料件顶出时的体积收缩率对比

理论上,整个模腔的收缩率应该均匀一致,但实际非常难以实现,一般通过调整保压曲线可以使收缩率均匀一些,以实现收缩平衡。图10为两种热流道方案的塑料件的体积收缩率。由图10可以看出,虽然单点进料热流道方案的最大收缩率(2.5%)

大于两点进料热流道方案的最大收缩率(1.5%),但单点进料热流道方案的最大收缩处位于浇口周围,可以通过延长保压时间予以改善;而两点进料热流道方案的最大收缩处远离浇口,无法通过保压得到改善。因此从体积收缩率方面考虑,单点进料热流道方案优于两点进料热流道方案。

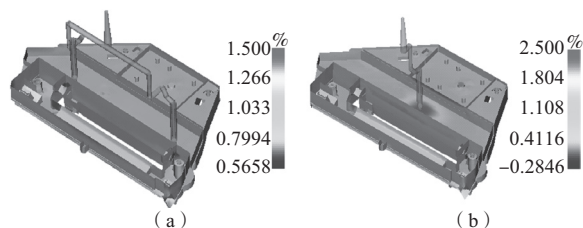


图10 塑料件的体积收缩率

4 结论

从熔体的充填情况、浇口位置的应力分布及塑料件的熔接痕质量、凝固情况、顶出时的体积收缩率等方面考察,单点进料热流道方案优于两点进料热流道方案。转印支架生产企业采用笔者提出的注塑方案对原模具进行修改、批量生产后,塑料件的废品率(造成废品的主要原因是缺料、缩水、熔接痕过大等)明显下降,日均废品率从原来的8.7%下降到3.2%;同时,经简单测算,新方案在生产中还降低了能耗。

参考文献

- [1] 孙晋,李永泉,李峰. 注塑成型工艺参数对汽车保险杠翘曲变形的影响研究[J]. 塑料工业,2011(5):49-53.
- [2] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [3] 董祥忠. 热流道技术—应用越来越广泛[J]. 国外塑料,2000(2):35-37.
- [4] [德]Stoekert K, Mening G. 模具制造手册[M]. 任冬云,等译. 北京:化学工业出版社,2003.
- [5] 吴梦陵,张珑. 基于 Moldflow 的汽车保险杠注塑方案对比研究[J]. 塑料工业,2009(4):35-38.
- [6] 陈立亮. 材料加工与 CAD/CAE/CAM 技术基础[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

杜邦推出玻纤增强 Zytel 尼龙树脂油底壳

由杜邦 Zytel 尼龙 66 (PA66) 树脂成型的油底壳模块,满足瑞典商用汽车制造商斯堪尼亚 (Scania) 对噪音、排放量和质量的新要求。质轻而性能依旧强劲的油底壳,属于模块的下半部,是斯堪尼亚新型欧 6 发动机采用的创新技术方案中的主要部分。

首次亮相的油底壳由热稳定性较高的玻纤增强 Zytel

PA66 制造。与原来的铝制部件相比,新材料的应用使部件减重 50% 以上,从而提高燃油经济性和降低排放。另外,油底壳利用塑料替代金属能够减少引擎噪音,有助达到欧 6 噪音排放标准。该材料的熔融粘度低,易填充,同时进料时间短,使成型周期随之变短。

杜邦还帮助斯堪尼亚优化油底壳的设计和生产工艺,特别是维持油底壳与发动机之间的密封性。(聚合网)