

基于阀式浇注技术的注塑件熔接痕控制^{*}

谭文胜^{1,2} 周建忠¹

(1. 江苏大学机械工程学院, 镇江 212013; 2. 常州工学院, 常州 213002)

摘要 通过对注塑件熔接痕形成机理的研究, 阐述阀式浇注技术对熔接痕的控制原理, 以注射成型某平板为例, 将其模具浇注系统的流道设计为热流道, 并采用阀式浇注, 采用 CAE 软件对充填过程进行模拟。结果表明, 采用阀式浇注技术对控制熔接痕取得了较好的效果。

关键词 注塑件 阀式浇注 熔接痕 CAE 模拟

熔接痕(线)是塑料注射成型常见的缺陷之一。熔接痕的存在会对注塑件产生潜在的致命缺陷, 随着人们对塑料制品质量的要求越来越高, 熔接痕的分析与研究也受到越来越多的重视^[1~4]。影响熔接痕形成的因素很多, 如何消除或避免熔接痕是设计者普遍关注的问题。熔接痕的形成依赖于模具设计、材料特征和工艺条件等因素, 材料特征主要包括松弛时间、结晶形态等; 工艺条件包括注射速率、模具温度、熔体温度、注塑压力等, 这些因素又是相互作用的, 对于不同的材料, 这些作用机理又不尽相同。其中注塑模浇注系统的浇口位置和数量设计往往起决定性作用。对于热流道浇口的结构设计与控制, 国内外已有了针对性的研究与应用^[5,6]。笔者通过对注塑件熔接痕形成机理的研究, 分析阀式浇注控制的特点, 基于 CAE 软件实现熔体充填模式的动态控制, 通过改变熔体的流动方向和流量, 达到消除或避免注塑件出现熔接痕的目的。

1 注塑件熔接痕形成机理和数值分析

1.1 形成机理

在注射成型过程中, 当模具浇注系统采用多浇口或型腔中存在孔洞、嵌件及制品外形变化较大时, 熔体在模具内会产生两个方向以上的流动而引起熔体分开再汇合形成熔接痕, 其形成过程如图 1 所示。

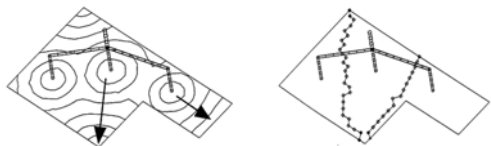


图 1 熔接痕的形成示意图

注塑件中存在熔接痕时, 不仅明显影响了制品的表面质量, 而且使得熔接痕处的力学性能远低于制品的其它部分, 其强度只有材料强度的 10% ~ 90%。因而熔接痕对制品力学强度影响的研究, 一直是塑料成型加工研究中一个相当活跃的领域, 许

多学者在这方面做了大量的工作。如冯良为等提出了喷泉遭遇流的模型, 分析了工艺参数对熔接痕结构和性能的影响; 余晓容等通过跟踪任意时刻的熔体前锋面位置来自动识别熔接痕的形成, 并探讨了熔接痕位置对强度的影响, 提出了一些改善熔接痕强度的方法。

目前, 人们主要通过两种途径来改善熔接痕区域的力学性能。一是改变注塑工艺参数, 主要包括温度(料温、模具温度)、压力(注塑压力、保压压力)及时间(注射时间、保压时间)等。此外, 那些影响塑化质量、温度和压力的工艺参数, 如预塑背压、螺杆转速、注射量和剩余料量等对制品质量也有不可忽视的影响。如何合理地选择注塑工艺参数是一个十分复杂的问题。二是通过优化模具设计来改变熔接痕性能, 主要手段包括: 通过调整浇口的位置、尺寸或降低注塑件厚度比, 将熔接痕置于低应力区和非外观区; 增大浇口和流道尺寸, 以减小流动时的约束, 使压力传输更容易, 从而改善熔接痕区域的力学性能。

1.2 充模过程中熔接痕形成的数学模型

根据塑料熔体在三维薄壁型腔内的流动特点, 塑料熔体属于带有运动表面的粘性不可压缩的非牛顿流体, 若忽略垂直于流动方向的速度分量, 可采用广义的 Hele-Shaw 流动模型来描述^[3]:

$$\frac{P}{x} - \frac{1}{z} \left(\eta \frac{u}{z} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{P}{y} - \frac{1}{z} \left(\eta \frac{v}{z} \right) = 0 \quad (2)$$

$$\rho_p \frac{T}{x} + u \frac{T}{x} + v \frac{T}{y} = K \frac{T^2}{z} + \eta \dot{\gamma}^2 \quad (3)$$

式中: u 、 v 分别是 x 、 y 方向的速度分量; P 、 T 、 ρ 、 c_p 、 η

^{*} 江苏省普通高校自然科学研究计划资助项目(05KJD460015)

收稿日期: 2006-03-21

分别是压力、温度、密度、比热容和剪切粘度; $\dot{\gamma}$ 为剪切速率。

考虑到塑料熔体的剪切变稀行为,粘度模型可采用与温度相关的参数 Cross 粘度模型表征。

对方程 (1) 积分并利用相应的边界条件可得到压力场求解的控制方程:

$$-\frac{1}{x} \left(S \frac{P}{x} \right) + \frac{1}{y} \left(S \frac{P}{y} \right) = 0 \quad (4)$$

式中: $S = \int_{\eta}^b \frac{z^2}{\eta} dz$, 为流通率, b 是型腔厚度。

由控制方程的数值求解可以得到任意时刻型腔内压力、温度、速度等物理量的分布,以及任意时刻熔体前沿的位置等。模拟结果表明,决定熔接痕位置及发展的主要因素是任意时刻熔体前锋面的位置及熔体前锋面的发展方向。

2 注塑模阀式浇注优化控制

目前,注塑模阀式浇注技术引起人们的高度重视,对于阀式浇口的控制已有大量的研究报道。阀式浇注技术是热流道浇口设计及控制方法的应用,是在原来热流道浇口处加上一个可以控制开、关的阀门装置,注塑时浇口的开和关根据具体要求决定其工作方式。注塑模浇注系统采用阀式浇注控制后,可通过浇口控制熔体的流动方向和流量,达到消除或避免熔接痕的目的。

2.1 阀式浇注的控制原理

热流道系统在设置阀门装置后,可对塑料熔体的充填过程加以控制,实现熔体充填过程的“动态”控制。应用注塑 CAE 技术,结合自动控制技术,通过控制系统控制阀门的动作、流体的速度和压力从而实现对注塑充填过程的优化控制,其原理如图 2 所示。

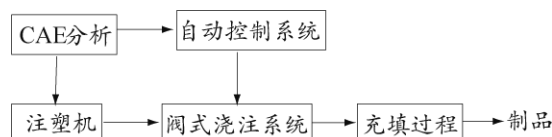
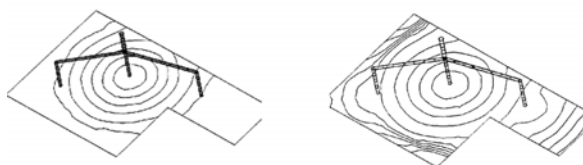


图 2 阀式浇注系统的控制原理示意图

图 3 是阀式浇注充填过程示意图。第一步先打开模具中间的浇口,使塑料熔体向两旁充填(见图 3a);当熔体到达其它浇口位置时,打开相应阀式浇口进行浇注,直至熔体到达模具型腔各处并注满(见图 3b)。

2.2 阀式浇注的控制特点

通过阀式浇口控制充填过程,使熔体按顺序注入注塑模型腔,能够控制熔体前锋面的流动方向一



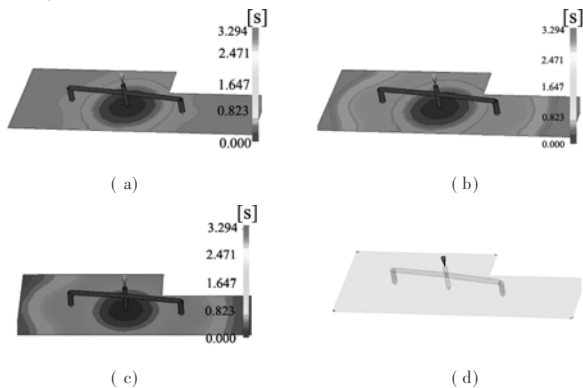
(a) (b)
a—打开模具中间的浇口; b—阀式浇口浇注

图 3 阀式浇注充填过程示意图

致,消除或避免形成多股不同流向的熔体汇合。从图 3 可以看出,各浇口之间的熔接痕已被消除,因而注塑件的强度和表面质量得到很大提高,同时,由于浇注是顺序控制的,注塑时的压力和熔体温度相对于普通浇口而言可降低许多,这样大型复杂和薄壁类制件注射成型就很容易实现,也可有效地避免浇注不足的问题。

3 实例模拟分析

应用上述方法将某平板注塑件的模具浇注系统流道设计为热流道,两侧浇口采用阀式浇口控制,阀式浇口采用自动方式打开,利用 Moldflow 软件分析熔体的充模行为,材料选用(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS),其密度为 1020 kg/m^3 ,等压比热容为 $2400 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$,传热系数为 $0.18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,粘度常数为 0.3523 ,结果如图 4 所示。



a、b、c—阀式浇注过程; d—充填结束

图 4 阀式充填过程模拟示意图

由图 4 可看出,采用阀式浇注技术实现了塑料熔体充填模式的动态控制,避免了类似图 1 的熔接痕,得到了理想的充填效果。实践表明,模拟结果均与实际相符。

4 结语

对于大多数注塑件而言,熔接痕是难以避免的,但通过对模具设计、制品结构及注塑工艺等不同环节采取相应对策,特别是应用阀式浇注技术,控制塑料熔体在模具中的流动方向,对熔接痕的形成实施

主动控制,并应用计算机模拟流动分析技术,对充填过程进行模拟,更有助于对熔接痕的位置与大小进行主动设计,甚至可以预测熔接痕的强度。据此修改制品或模具设计,可从根本上消除或大幅度减小熔接痕的影响,使制品外观及力学性能满足设计要求,进一步扩大注塑制品的使用范围。

参考文献

1 汪斌华,于杰,罗筑,等.注塑件熔合缝缺陷分析.工程塑料应用,2000,28(7):15

2 冯良为,岑运福,杨军,等.塑件熔接缝形成的理论研究.模具工业,2001(1):34
3 余晓容,刘春太,董斌斌,等.注塑制品熔接痕的自动识别.工程塑料应用,2003,31(4):17
4 冯良为,岑运福,杨军,等.充模过程熔接缝形成的数值模拟.塑料工业,2001(9):19
5 张卫忠,刘廷华.针阀式喷嘴及其在热流道注射模中的应用.模具工业,2002(7):46
6 谭文胜,周建忠.注塑模阀式浇注系统的浇口位置优化控制.模具技术,2005(4):38

CONTROL OF WELD MARKS OF PLASTIC PART BASED ON VALVE-INJECTION

Tan Wensheng^{1,2}, Zhou Jianzhong¹

(1. School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China;

2. Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213002, China)

ABSTRACT The control principle of valve-injection on weld marks is analyzed based on studying the forming mechanism of weld marks. The runners of mould gating system are designed to hot styles and they are controlled by valves with a injection molding panel as example, and the filling process is simulated by CAE software. The results show that the weld marks are well controlled by this method.

KEYWORDS injection molding part, valve-injection, weld mark, CAE, simulation

2006 年塑料橡胶行业展览会(部分)一览表

举办时间	展会名称	展会地点
2006 年 7 月 24 日 - 27 日	第八届中国青岛国际塑料橡胶工业展览会	青岛国际会展中心
2006 年 8 月 15 日 - 18 日	第九届亚太国际塑料橡胶工业展览会	北京中国国际展览中心
2006 年 8 月 23 日 - 26 日	2006 苏州国际橡塑胶及包装技术设备展览会	苏州国际博览中心
2006 年 8 月 25 日 - 27 日	2006 中国(济南)国际塑胶工业博览会	济南舜耕国际会展中心
2006 年 8 月 29 日 - 9 月 2 日	2006 第七届中国国际塑料、橡胶工业展览会	北京中国国际展览中心
2006 年 9 月 4 日 - 6 日	2006 中国国际复合材料展览会	上海世贸商城 3 楼东厅、4 楼
2006 年 9 月 5 日 - 7 日	第六届中国国际聚氨酯展览会	上海世贸商城 1 楼、3 楼西厅
2006 年 9 月 6 日 - 8 日	2006 环渤海(天津)塑料橡胶工业展	天津滨海国际会展中心
2006 年 9 月 8 日 - 11 日	2006 江苏昆山第十二届国际塑胶及包装工业展览会	昆山科技博览中心
2006 年 9 月 13 日 - 15 日	2006 中南地区塑料橡胶工业展览会	湖南省展览馆
2006 年 9 月 22 日 - 24 日	第六届中国塑料交易会	台州市国际会展中心
2006 年 10 月 13 日 - 15 日	2006 中国苏州国际塑料橡胶工业展览会	苏州高新国际会展中心
2006 年 10 月 14 日 - 16 日	2006 浙江瑞安机床设备及塑料机械展览会	瑞安体育中心
2006 年 10 月 25 日 - 28 日	中国西部国际橡塑及包装工业展览会	成都世纪新城国际会议展览中心
2006 年 10 月 25 日 - 28 日	2006 第七届苏州国际橡塑工业展览会	苏州国际博览中心
2006 年 10 月 26 日 - 28 日	2006 第三届天津国际橡塑工业展	天津滨海国际会展中心
2006 年 11 月 1 日 - 3 日	第九届常州国际橡塑工业展览会	常州国际展览中心
2006 年 11 月 6 日 - 9 日	第八届中国塑料博览会	余姚中国塑料城会展中心
2006 年 11 月 8 日 - 10 日	2006 长沙国际塑胶机械及包装机械展览会	长沙红星国际会展中心
2006 年 11 月 8 日 - 11 日	第八届东莞国际橡塑胶及包装展	广东现代国际展览中心(东莞厚街)
2006 年 11 月 8 日 - 11 日	第十四届华南国际塑胶展	广州国际会议展览中心
2006 年 11 月 16 日 - 18 日	2006 中国·南京橡塑工业及技术展览会	南京国际展览中心
2006 年 11 月 18 日 - 20 日	2006 中国大京九国际塑胶工业交易会	东莞常平会展中心
2007 年 1 月 11 日 - 13 日	东莞国际塑料、橡胶工业展览会	广东现代国际展览中心(东莞厚街)