

共注成型芯层熔体前沿突破研究^{*}

钟序光 孙 懋 张效迅 柳和生 周国发
(南昌大学环境与化学工程学院,南昌 330029)

摘要 在塑料共注成型中,芯层熔体前沿突破是导致废品的主要原因,其成型机理至今尚未弄清。为此就聚合物流变性能参数和工艺参数对芯层熔体前沿突破的影响进行了实验研究和数值模拟,建立了聚合物流变性能参数、工艺参数与芯层熔体前沿突破的规律性关系,并结合流变学理论揭示了其影响机理。

关键词 共注成型 数值模拟 流变性能 工艺参数 前沿突破

近几年国外在塑料加工成型行业兴起了一种先进的新型成型技术——共注成型,它主要应用在汽车、电子、包装、光学、机械、家具等行业^[1]。共注成型具有巨大的发展潜力,但其熔体流动过程极复杂,属于多相分层流动,流动机理涉及多相分层流动、未知的移动边界和边界条件、复杂的几何形状、粘性包围及界面不稳定性等诸多问题^[2],流动充模机理至今尚未完全弄清楚。因此,共注成型熔体流动的研究相当困难,目前,对共注成型流动机理的研究都是采用简化的Hele-shaw模型。

根据瑞典 R. Selden 的研究,共注成型的制品质量如芯壳层材料层厚分布、前沿形貌等,与材料的流变性能和工艺参数等因素有关^[3]。如果材料和工艺参数选择不当,芯层熔体的流动速度可能大于壳层熔体的流动速度,芯层熔体会穿透壳层熔体,造成熔体前沿突破而产生废品。芯层熔体前沿突破是导致废品的主要原因,但目前有关熔体前沿突破的研究却相当缺乏。因此,笔者对共注成型芯层熔体前沿突破进行了实验研究和数值模拟,着重研究了材料流变性能和工艺参数对芯层熔体前沿突破的影响,总结其影响规律,并结合流变学理论,揭示了其影响机理。

1 实验结果与数值模拟结果对比

笔者对共注成型芯层熔体前沿突破做了少量的实验,由此得出了一些规律,为了得到事半功倍的效果,在此基础上,采用 Moldflow 软件进行数值模拟,进一步研究芯层熔体前沿突破的机理。

1.1 模型及材料

实验采用 150 mm×60 mm×10 mm 的矩形薄板,浇口位于薄板正中央。其材料和工艺参数见表 1。

1.2 结果对比

数值模拟与实验结果对比见表 2,第 1 组芯层熔体前沿突破曲线见图 1(由于几何形状对称,取 1/4 的曲线)。在芯层熔体的相对穿透深度为 1 时,芯层熔体前沿突破壳层熔体前沿,裸露到壳层熔体外表面,即产生芯层熔体前沿突破现象。

由图 1 可知,第 1 组数值模拟结果的最大误差为 15.63%,结合第 2~5 组数值模拟结果,发现芯层熔体的相对宽度和相对穿透深度的误差都在目前国内外数值模拟公

表 1 材料及工艺参数

材料		芯壳层材料 粘度比 R	温度/℃			延迟时间/s	壳层熔体预 填充量/%
			壳层 熔体	芯层 熔体	模壁 温度		
LLDPE	ABS	0.445	260	260	50	95	70
LLDPE	ABS	0.445	260	260	60	60	85
LDPE	ABS	1.555	260	260	55	50	70
LDPE	HDPE	5.473	260	260	45	80	80
LDPE	HDPE	5.473	260	260	45	130	70

表 2 数值模拟结果与实验结果对比

序号		芯层熔体 相对宽度	芯层熔体相对 穿透深度	相对误差/%		突破状况
				相对宽度	相对深度	
1	数值模拟 实验结果	0.7210 0.7119	1 1	1.278	0	突破
2	数值模拟 实验结果	0.6507 0.8136	0.6159 0.7794	20.02	20.98	未突破
3	数值模拟 实验结果	0.8038 0.8868	0.8651 0.8382	9.360	3.209	未突破
4	数值模拟 实验结果	0.7037 0.8070	0.6053 0.6667	12.80	9.210	未突破
5	数值模拟 实验结果	0.7897 0.7895	0.8369 0.8145	0.038	2.750	未突破

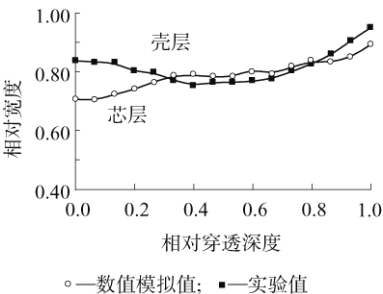


图 1 第 1 组芯层熔体前沿突破的曲线

认的误差范围之内,在一定程度上可以认为数值模拟结果与实验结果基本吻合。

^{*} 国家自然科学基金资助项目(20274016)、江西省自然科学基金资助项目、江西省教委科技攻关项目、教育部回国留学基金资助项目

2 材料流变性能对芯层熔体前沿突破的影响

2.1 数值模拟模型和条件

采用 1.1 数值模拟模型。数值模拟所用材料: 壳层为 LLDPE Dowlex 2045A, 芯层为 ABS Terluran GP-22。

材料的流变性能主要体现在粘度上, 而粘度又随剪切速率和温度的变化而变化。笔者采用七参数的 Cross-WLF 本构方程

$$\eta = \frac{\eta_0}{1 + \frac{\eta_0 \cdot \dot{\gamma}^{1-n}}{\tau}}, \quad \eta = D_1 \cdot e^{\left[\frac{-A_1 \cdot (T-T_g)}{A_2 + (T-T_g)} \right]}$$

选取剪切速率为 1000 s⁻¹时, 计算材料在各注射温度下的粘度, 并用芯层材料的粘度值与壳层材料的粘度值之比 *R* 来描述芯壳层材料粘度值的相对大小。数值模拟的条件见表 3。

表 3 粘度比变化时数值模拟工艺参数

项 目	数 值
壳层预填充量 /%	70
芯层熔体注射温度 /℃	260
壳层熔体注射温度 /℃	260
模壁温度 /℃	45
注射速率 /cm ³ · s ⁻¹	40
延迟时间 /s	0
保压时间 /s	5

为避免工艺参数之间的相互影响, 固定工艺参数, 变化 Cross-WLF 本构方程中的 *D*₁ (材料在某参考温度下的零剪切粘度) 来改变两种材料的粘度, 从而改变芯壳层材料粘度比 *R*, 研究 *R* 对共注成型芯层熔体前沿突破的影响规律。

2.2 粘度比 *R* 对芯层熔体前沿突破的影响

图 2 的模拟结果反映了芯壳层熔体粘度比对芯层熔体前沿突破的影响规律。图 2 表明, 芯壳层材料中固定一种材料的粘度改变另一种材料的粘度, 其对芯层熔体前沿突破的影响规律基本相同, 只是熔体前沿突破时芯壳层材料的临界粘度比不同。当固定 ABS(芯层) 的熔体粘度而改变 LLDPE(壳层) 的熔体粘度时, 增大壳层材料的粘度, 粘度比 *R* 减小, 造成熔体前沿突破的趋势增大, 突破临界粘度比 *R* 为 0.1606; 当固定壳层的熔体粘度而改变芯层的熔体粘度时, 减小芯层材料的粘度, 粘度比 *R* 减小, 熔体前沿突破趋势增

大, 突破临界粘度比 *R* 为 0.1125。

图 3 是芯层熔体相对穿透深度和相对宽度与粘度比 *R* 的关系。由图 3 可看出, 随着粘度比 *R* 的减小, 芯层熔体的相对宽度减小, 而相对穿透深度则增大, 但粘度比 *R* 小到一定程度时, 芯层熔体将穿破壳层熔体, 即产生熔体前沿突破现象, 在曲线上有一个明显的拐点, 即熔体前沿突破的临界点。当粘度比 *R* 小于临界粘度比时, 则会出现熔体前沿突破, 形成废品。这一模拟结果与实验结果相吻合, 也与 Young^[4]、P. Somnuk 等^[5] 的实验结论相吻合。对于不同材料, 由于流变性能不同, 芯层熔体前沿突破的临界粘度比也不同。固定芯层的粘度而改变壳层的粘度, 熔体突破时粘度比 *R* 的临界点为 0.1606, 如图 3 a 曲线上的 A 点; 固定壳层的粘度而改变芯层的粘度, 熔体突破时的临界粘度比为 0.1125, 如图 3b 曲线中的 B 点。

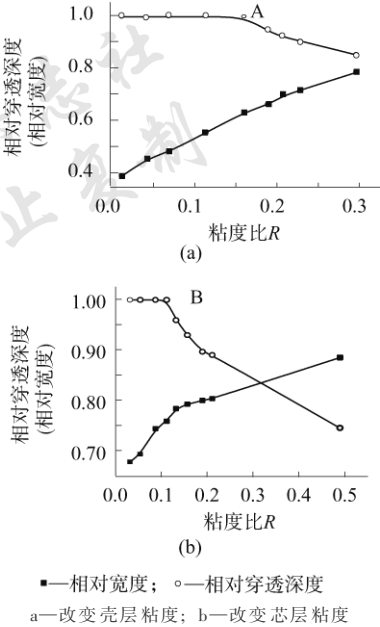
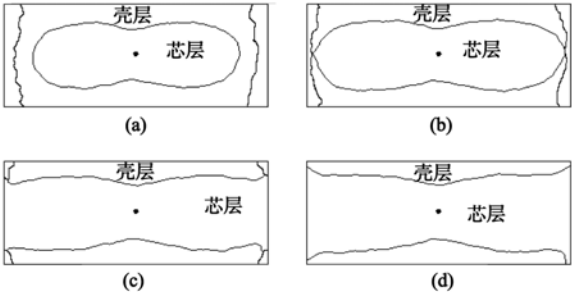


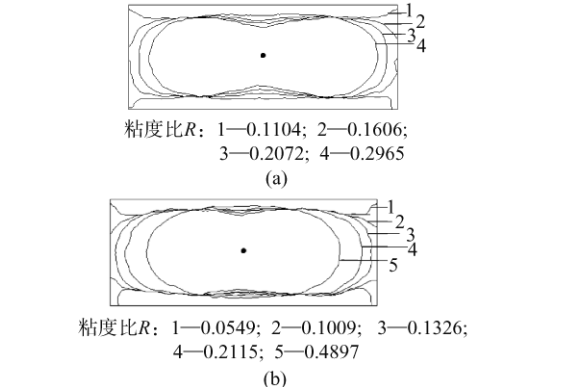
图 3 芯层熔体相对穿透深度和相对宽度与粘度比 *R* 的关系

图 4 是粘度比 *R* 为 0.1140 时, 熔体突破前后的填充过程。从填充过程来看, 在图 4a 中, 芯层熔体前沿追赶壳层熔体前沿, 但未突破; 在图 4b 中, 芯层熔体前沿刚好赶上壳层熔体前沿; 在图 4c 中, 芯层熔体突破壳层熔体; 在图 4d 中, 填充完毕。



填充时间 *t*: a—2.03 s; b—2.14 s; c—2.25 s; d—2.30 s

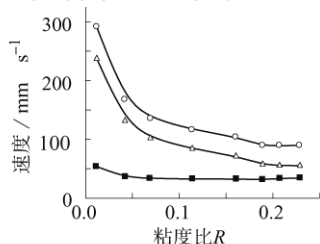
图 4 粘度比 *R* 为 0.1140 时, 熔体前沿突破过程图



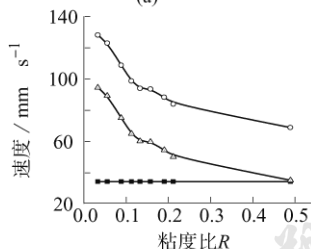
a—固定芯层粘度改变壳层粘度; b—固定壳层粘度改变芯层粘度

图 2 芯壳层熔体粘度比对芯层熔体前沿突破的影响

为了揭示熔体前沿的移动状况和突破过程,笔者对突破前芯壳层熔体前沿的速度作了分析。对于不同的粘度比 R , 熔体突破的时刻不同,对于本数值模拟,填充时间在 1.80 ~ 1.91 s, 芯层熔体均未突破且接近于突破时刻,因此,选取该填充时间段内芯壳层熔体前沿的平均速度和它们之间的相对速度作为分析依据。图 5 是填充时间 1.80 ~ 1.91 s 芯壳层熔体前沿的速度与粘度比 R 的关系图。



(a)



(b)

■—壳层熔体平均速度; ○—芯层熔体平均速度;

△—芯壳层熔体相对速度

a—改变壳层材料的粘度; b—改变芯层材料的粘度

图 5 芯壳层熔体前沿速度与粘度比 R 的关系

图 5 表明,芯层熔体前沿的平均速度和芯壳层熔体前沿的相对速度受粘度比 R 的影响较大,而壳层熔体前沿的平均速度则变化不大。芯壳层的粘度比减小,芯层熔体前沿平均速度增大,芯壳层熔体前沿的相对速度也增大,芯层熔体前沿很容易追上壳层熔体前沿,造成熔体前沿突破。

从聚合物加工流变学观点看,产生这种现象可能有这样的原因:粘度作为材料流变性能的一个重要参数,极大地影响着熔体的流动。增大壳层熔体的粘度时,芯壳层熔体的粘度比 R 减小,对于芯层熔体而言,其流动的阻力增大,芯层熔体能推动的壳层熔体减少,这样芯壳层熔体前沿流动面积则减小。由于采用恒流率控制,熔体流率与熔体前沿流动面积、流动速度之间应满足下式:

$$Q = AV$$

式中: Q ——熔体流率, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

A ——熔体前沿流动面积, m^2 ;

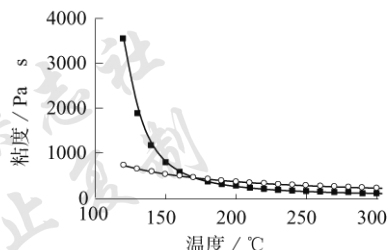
V ——熔体流动速度, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

由上式可知,采用恒流率控制,当芯层熔体前沿流动面积减小时,芯层熔体流动速度必然增大;对于壳层熔体而言,壳层熔体前沿流动面积始终是模腔的横截面,是个定值,因此,壳层熔体前沿的流动速度是不变的,图 5b 很好地证明了这一点。这样导致芯壳层熔体前沿的相对速度增大。相应地减小了芯层的熔体粘度,芯壳层熔体粘度比 R 也减小,即

增大了芯壳层熔体粘度差,熔体流动阻力增大,前沿流动面积减小,流动速度增加,芯壳层熔体前沿相对速度增大,容易导致芯层熔体前沿突破。因此,随着粘度比 R 的减小,芯层熔体前沿的平均速度增大,而壳层熔体的速度固定,必然会增大芯壳层熔体前沿的相对速度,粘度比 R 越小,相对速度就越大,到达一定程度,芯层熔体前沿必然会赶上壳层熔体前沿,造成前沿突破。由此可见,聚合物加工流变学分析结果与实验结果和数值模拟结果相吻合。

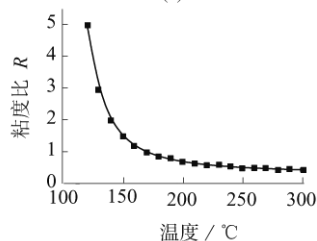
3 温度对芯层熔体前沿突破的影响

在共注成型过程中,温度也是一个非常重要的参数,就材料本身的流变性能而言,粘度是温度的函数,粘度对温度的变化比较敏感。图 6 是在剪切速率为 1000 s^{-1} 时,壳层 LLDPE、芯层 ABS 的粘度及两者的粘度比 R 随温度的变化趋势。



○—ABS; ■—LLDPE

(a)



(b)

a—粘度与温度关系曲线;

b—芯壳层材料粘度比 R 与温度的关系曲线

图 6 材料的粘度和粘度比随温度变化的曲线

3.1 数值模拟工艺参数

LLDPE、ABS 两种材料在 260°C 时的粘度比 R 为 0.4897, 不在突破点附近,难以找到熔体前沿突破时温度的临界点,为了能更敏感地反映出温度对芯层熔体前沿突破的影响,人为地把芯层熔体的粘度降低,使芯壳层熔体的粘度比 R 靠近突破临界点 0.1125,本数值模拟把芯层材料的 D_1 调到 5.5×10^8 ,粘度比 R 为 0.1575。表 4 为温度变化时数值模拟的工艺参数。

3.2 注射温度对芯层熔体前沿突破的影响

3.2.1 壳层熔体注射温度

当固定芯层熔体的注射温度,改变壳层熔体的注射温度时,数值模拟结果如图 7、图 8 所示。由图 7 可知,降低壳层熔体的注射温度,芯层熔体的相对穿透深度增加,芯层熔体前沿突破的趋势增大。

由图 8 可以看出,固定芯层熔体的注射温度时,随着壳层

表 4 温度变化时数值模拟工艺参数

注射温度 /℃		模壁温度 /℃	注射速率 / $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	预填充量 /%	延迟时间 /s	保压时间 /s
壳层熔体 (LLDPE)	芯层熔体 (ABS)					
120 ~260	260	50	40	70	0	5
260	160 ~300					
140 ~300		50	20	70		
260		20 ~100	20	69		

熔体注射温度的降低, 芯层熔体的相对穿透深度增加, 芯层熔体前沿突破的趋势也增大, 当注射温度降低到一定程度后, 芯层熔体前沿突破了壳层熔体前沿, 产生废品。

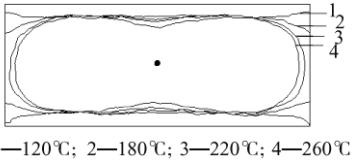


图 7 壳层熔体注射温度与芯层熔体前沿突破界面形貌的关系

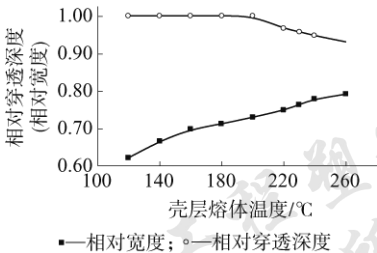


图 8 壳层熔体注射温度对芯层熔体前沿突破的影响

结合材料的流变性能(图 6), 从聚合物加工流变学的观点看, 当固定芯层熔体的注射温度时, 随壳层熔体注射温度的降低, 壳层熔体的粘度增大, 芯壳层熔体的粘度比 R 减小; 由图 5 可知, 芯壳层熔体前沿的相对速度则增大, 壳层熔体的注射温度越低, 芯壳层熔体的粘度比 R 越小; 芯壳层熔体前沿的相对速度越大, 造成芯层熔体前沿突破的趋势就越强。因此, 减小壳层熔体的注射温度, 容易造成芯层熔体前沿突破。

3.2.2 芯层熔体注射温度

当固定壳层熔体的注射温度, 改变芯层熔体的注射温度时, 数值模拟结果如图 9、图 10 所示。由图 9、图 10 可知, 芯层熔体的注射温度升高, 芯层熔体的相对穿透深度增大, 当温度增大到一定程度, 芯层熔体前沿就会突破壳层熔体前沿产生芯层熔体前沿突破。反之, 随着芯层熔体注射温度的降低, 芯层熔体的相对穿透深度减小, 芯层熔体前沿就更不容易突破壳层熔体前沿。

究其原因, 当固定壳层熔体的注射温度时, 芯层熔体的

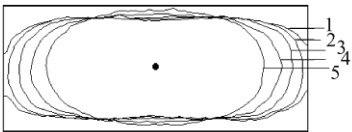


图 9 芯层熔体注射温度与芯层熔体前沿突破界面形貌的关系

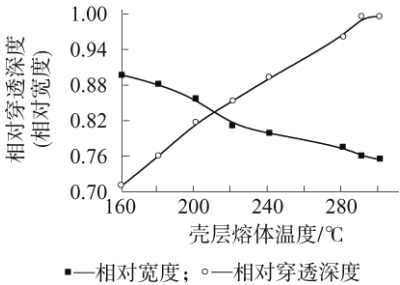


图 10 芯层熔体注射温度对芯层熔体前沿突破的影响

粘度随芯层熔体注射温度的降低而增大, 芯壳层熔体的粘度比 R 增大; 由图 5 可见, 芯壳层熔体的相对速度则减小, 芯层熔体前沿就不易赶上壳层熔体前沿, 一般不会出现芯层熔体前沿突破; 反之, 增大芯层熔体的注射温度, 芯层的熔体粘度减小, 芯壳层熔体的粘度比 R 减小, 两种熔体前沿的相对推进速度增大, 达到一定程度时就会出现芯层熔体前沿突破。芯层熔体的注射温度和壳层熔体的注射温度对芯层熔体前沿突破的影响趋势恰好相反。增大芯层熔体的注射温度或者减小壳层熔体的注射温度, 则容易造成芯层熔体前沿突破。

3.2.3 芯壳层熔体的注射温度同时改变

当芯壳层熔体以相同的注射温度注射时, 对于不同材料, 其影响规律不同, 取决于材料对温度的敏感性。若芯层材料对温度的敏感性强于壳层材料, 若提高注射温度, 则芯层熔体的相对穿透深度增大, 一般更容易造成芯层熔体前沿突破; 若壳层材料对温度的敏感性强于芯层材料, 注射温度对芯层熔体前沿突破的趋势刚好相反。本数值模拟结果如图 11 和图 12 所示。

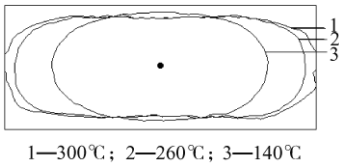


图 11 芯壳层熔体以相同注射温度注射时, 芯层熔体界面形貌随注射温度的变化趋势

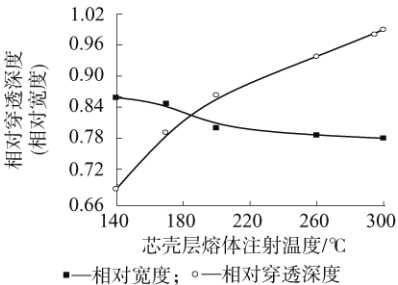


图 12 芯壳层熔体以相同注射温度注射时, 注射温度对芯层熔体前沿突破的影响

从图 12 可以清晰地看到, 芯层熔体的相对穿透深度随注射温度的升高而增大, 当注射温度超过 300 °C 时, 芯层熔体前沿就穿透了壳层熔体前沿, 产生芯层熔体前沿突破。这表明芯壳层熔体以相同的注射温度注射时, 若芯层材料对温

度的敏感性强于壳层材料,提高注射温度,芯层熔体的相对穿透深度增大,一般更容易造成芯层熔体前沿突破。

从材料的流变性能(图6)来分析,当温度升高时,虽然壳层LLDPE和芯层ABS的熔体粘度都降低,但芯层ABS的粘度对温度的敏感性要强于壳层LLDPE的粘度对温度的敏感性,即芯层ABS的粘度变化占主导地位,因此,在温度升高时,芯壳层材料的粘度比 R 减小,芯壳层熔体前沿相对推进速度增大,更容易造成芯层熔体前沿突破。反之,如果壳层材料的温度敏感性强于芯层熔体的温度敏感性,其温度影响趋势刚好相反。分析结论与数值模拟结果相一致。

3.3 模壁温度对芯层熔体前沿突破的影响

模壁温度影响的模拟结果如图13和图14所示。从图13得知,模壁温度降低,芯层熔体的相对穿透深度增大,容易出现芯层熔体前沿突破现象。

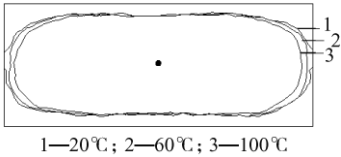


图13 芯层熔体在不同模壁温度下的前沿形貌

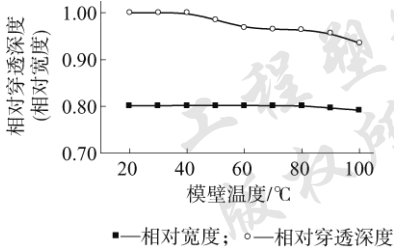


图14 模壁温度对芯层熔体前沿突破的影响

从图14来看,随着模壁温度的降低,芯壳层熔体前沿相对推进速度增大,这是因为模壁温度降低,壳层熔体冷却速度加快,壳层熔体的粘度随之增大,芯壳层熔体的粘度比 R 减小;由图5可知,芯壳层熔体前沿间的相对速度增大,更容易发生芯层熔体前沿突破现象。反之,模壁温度提高,壳层熔体的冷却速度变慢,壳层熔体的粘度减小,芯壳层熔体的粘度比 R 增大,则不易出现芯层熔体前沿突破现象。

4 预填充量对芯层熔体前沿突破的影响

在共注成型的工艺参数中,壳层熔体的预填充量也是一个重要的影响因素,它直接影响制品的成本、性能和质量等。

4.1 数值模拟工艺参数

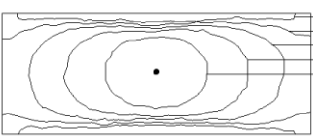
表5给出了壳层预填充量变化时的数值模拟工艺参数。

表5 壳层预填充量变化时数值模拟工艺参数

项 目	参 数
芯层熔体注射温度/℃	260
壳层熔体注射温度/℃	260
模壁温度/℃	50
壳层熔体预填充量/%	95~50
注射速率/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	40
延迟时间/s	0
保压时间/s	5

4.2 数值模拟结果

根据表5的参数,将芯壳层熔体粘度比 R 降到0.1575,壳层熔体的预填充量从95%开始以5%依次递减直到50%,采用恒流率控制,进行数值模拟,其影响分别见图15和图16。结果表明,壳层熔体预填充量减少时容易产生芯层熔体前沿突破。随着壳层熔体预填充量的减少,芯层熔体相对宽度和相对穿透深度均增大,当相对穿透深度增大到一定程度时便会产生芯层熔体前沿突破。



1—55%; 2—65%; 3—75%; 4—85%; 5—95%

图15 芯层熔体前沿界面形貌随壳层熔体预填充量的变化趋势

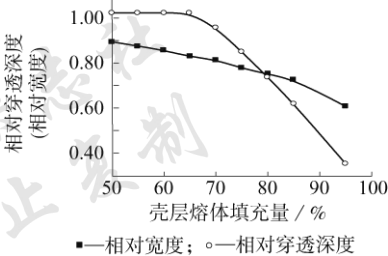


图16 芯层熔体预填充量对芯层熔体前沿突破的影响

从芯壳层熔体前沿之间的距离来考虑,当减少壳层熔体的预填充量时,芯壳层熔体前沿之间的初始距离减小,在相同的条件下,距离越短,芯层熔体前沿就越容易追上壳层熔体前沿而造成突破。本数值模拟中,出现芯层熔体前沿突破的壳层熔体预填充量临界点为65%;当壳层熔体的预填充量小于65%时,则出现十分明显的芯层熔体前沿突破现象。

5 延迟时间对芯层熔体前沿突破的影响

顺序共注成型的延迟时间是指在注射完壳层熔体后到开始注入芯层熔体的时间间隔。在顺序共注成型过程中,延迟时间也是影响芯层熔体前沿突破的主要因素之一。

5.1 数值模拟工艺参数

表6列出延迟时间变化时数值模拟的工艺参数。

表6 延迟时间变化时数值模拟工艺参数

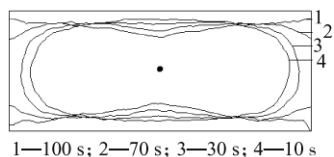
项 目	参 数
芯层熔体注射温度/℃	260
壳层熔体注射温度/℃	260
模壁温度/℃	50
壳层熔体预填充量/%	70
注射速率/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$t = 0.32 \sim 0.9 \text{ s}$ $t = 1 \sim (T - 1) \text{ s}$ $t = T \text{ 时刻}$
延迟时间 T/s	10~100
保压时间/s	5

注: t —填充时间; T —延迟时间。

5.2 数值模拟结果

在本模拟中,为了产生延迟时间,采用熔体变流率控制,延迟时间从10 s增至100 s,模拟结果如图17、图18所示。

结果表明, 延迟时间增加容易产生芯层熔体前沿突破现象。



1—100 s; 2—70 s; 3—30 s; 4—10 s

图 17 芯层熔体前沿界面形状随延迟时间的变化趋势

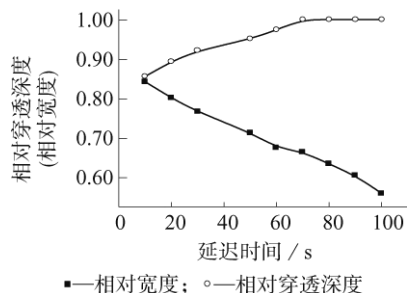


图 18 延迟时间对芯层熔体前沿突破的影响

从图 18 可以看到, 随着注入芯层熔体延迟时间的增加, 芯层熔体的相对穿透深度增大, 芯层熔体前沿突破的趋势也就越大, 当延迟时间超过某一临界值时, 就会产生芯层熔体前沿突破现象。

从材料流变性能来看, 随着延迟时间的增加, 壳层熔体在模腔中的停留时间延长, 壳层熔体温度降低幅度增大, 壳层熔体的粘度随之增大, 芯壳层熔体的粘度比 R 减小, 结合图 5 可知, 芯壳层熔体前沿的相对速度增大, 则容易产生芯层熔体前沿突破现象。在本数值模拟中, 延迟时间的临界值为 70 s, 延迟时间超过 70 s 时, 就会出现芯层熔体前沿突破现象。

6 结论

(1) 共注成型中, 如果芯壳层熔体前沿的相对速度很大, 芯壳层熔体前沿的距离会越来越小, 芯层熔体前沿很容易突破壳层熔体前沿, 出现芯层熔体前沿突破现象。

(2) 影响共注成型芯壳层熔体前沿界面形状和前沿突

破的主要因素是芯壳层熔体的粘度比 R 。减小粘度比 R , 芯层熔体前沿突破趋势增加; 一旦芯壳层熔体的粘度比 R 小于某一临界值, 则会出现芯层熔体前沿突破现象, 而临界粘度比取决于材料的流变性能。

(3) 降低壳层熔体的注射温度, 提高芯层熔体的注射温度, 容易造成芯层熔体前沿突破。芯层熔体的注射温度和壳层熔体的注射温度对芯层熔体前沿突破的影响趋势相反。

(4) 同时改变芯壳层熔体的注射温度, 如果壳层熔体对温度的敏感性强于芯层熔体对温度的敏感性, 降低注射温度, 一般更容易造成芯层熔体前沿突破; 反之, 如果芯层熔体对温度的敏感性强于壳层熔体对温度的敏感性, 提高注射温度, 芯层熔体前沿很容易穿透壳层熔体前沿, 造成芯层熔体前沿突破现象。

(5) 降低模壁温度, 一般容易出现芯层熔体前沿突破现象。

(6) 壳层熔体预填充量减少, 容易产生芯层熔体前沿突破现象。

(7) 增加延迟时间, 芯层熔体前沿突破的趋势增大。

参考文献

- 1 周国发, 柳和生, 何成宏, 等. 共注成型层厚分布影响因素. 高分子通报, 2001(1): 41
- 2 周国发, 柳和生, 何成宏, 等. 共注成型充模流动数值模拟研究. 中国塑料, 2001(12): 63
- 3 Selden R. Co-injection molding: Effect of processing on material distribution and mechanical properties of sandwich molded plate. Polymer Engineering and Science, 2000, 40(5): 1165
- 4 Young Sai S, White Jamples L. A basic experimental study of sandwich injection molding with sequential injection. Polymer Engineering and Science, 1980, 20(12): 798
- 5 Somnuk P, Amith G F. Experiment study of simultaneous co-injection molding process. The Plastic Institute, ANTEC, 1995. 760

STUDY ON THE BREAKTHROUGH OF THE CORE MELT FRONT FOR THE CO-INJECTION MOLDING

Zhong Xuguang, Sun Mao, Zhang Xiaoxun, Liu Hesheng, Zhou Guofa

(College of Environmental & Chemical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330029, China)

ABSTRACT The melt front breakthrough of the core is the main cause of forming waster in the co-injection molding. The initiating mechanism of the front breakthrough is lack of understanding, therefore, the experimental study and numerical simulation on the effect of the polymer rheological parameters and process parameters on the melt front breakthrough of the core are implemented. The relation between each parameters and the front breakthrough is established. And the initiating mechanism of the melt front breakthrough is disclosed in the opinion of the rheological theory.

KEYWORDS co-injection molding, numerical simulation, rheological property, process parameter, front breakthrough

新加坡研制出医用纳米透明薄膜

新加坡生物工程和纳米技术研究院最近利用纳米技术成功研制出一种有助于患者伤口愈合的透明薄膜。

据报道, 这种特殊薄膜不仅能促进伤口附近细胞生长,

加快伤口愈合, 而且还能使患者看见伤口愈合情况。这种薄膜对温度极为敏感, 伤口愈合后, 患者只需用冰袋或冷水降温, 就会很容易撕下薄膜, 而且不会损害刚刚愈合的伤口。目前已申请专利, 估计产品会在一两年后面市。(张永兴)