

POM 捏合机桨叶排列对聚合反应的影响研究

张雪生

(上海蓝星聚甲醛有限公司, 上海 201419)

摘要 研究了聚甲醛(POM)聚合用捏合机的桨叶排列方式对 POM 聚合效果的影响。通过对捏合机桨叶排列方式的调整,提高了 POM 生产的转化率,降低了 150 μm 粒径以下聚合物的含量,稳定了 HO 曲线,从而改善了 POM 的聚合效果。

关键词 捏合机 桨叶排列 转化率 聚合效果

聚甲醛(POM)是一种性能优良的工程塑料,在国外有“夺钢”、“超钢”之称,具有类似金属的硬度、强度和刚性,在很宽的温度和湿度范围内都具有很好的自润滑性、良好的耐疲劳性,并富于弹性,此外它还有较好的耐化学药品性。POM 以低于其它许多工程塑料的成本,正在替代一些传统上被金属所占领的市场。但是,由于聚合反应条件的变化,可能会导致 POM 成品粒子的各项物理性能波动较大^[1]。

POM 的聚合反应是在捏合机中进行的,捏合机的设备状态对聚合反应的转化率和反应效果有着重要的影响。其中捏合机的桨叶组合是设备最重要的一个方面,因此笔者采用捏合机进行不同的桨叶组合,研究了不同的组合对 POM 聚合效果的影响。

1 捏合机

笔者所使用的 POM 聚合捏合机是由日本 KURIMOTO 公司制造的,其主要设备参数为:螺杆直径 500 mm、长 5000 mm、长径比为 10,共分 6 段,转速为 6 ~ 60 r/min。

1.1 啮合桨叶组合

该捏合机有 4 种类型的桨叶,包括进料螺旋型(FS 型)、平板型(F 型)、反向螺旋型(RS 型)和反向螺旋型(RH 型)^[2]。随机安装的捏合桨叶排列如表 1 所示。

表 1 捏合桨叶的排列方式

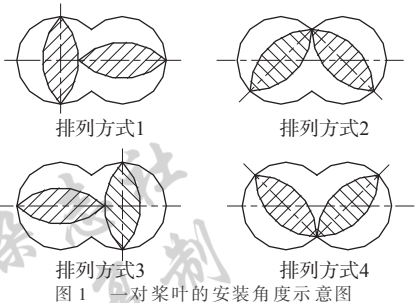
类型	FS 型				F 型					RS 型	
排列方式	1	3	1	3	1	2	3	4	1~4 重复 5 段	1	3

表 1 中各数字代表一对桨叶的安装角度,如图 1 所示。F 型桨叶即是依 1→2→3→4→1 次序安装,相邻桨叶之间角度为 45°。

1.2 捏合机工作特点

该捏合机具有以下工作特点:

(1) 捏合桨叶可以改变。这样可根据应用和目的选择最适宜的捏合桨叶排列方式,从而有利于控



制停留时间和物料的轴向压力分布。

(2) 一对捏合桨叶和螺杆转动,同时捏合桨叶的末端和该轴的螺杆刮擦另一捏合桨叶的末端及另一个轴的桨叶的外表面,末端也能刮擦筒体的内壁,保持一定的清洁。这样就能避免捏合块和桨叶的外表面和筒体内表面粘附物料。

(3) 一对捏合桨叶在垂直于两轴的壁面内转动,物料就会在捏合桨叶产生的压缩和拉伸下发生体积变化,而且也会在轴向运动的作用下进行全面的捏合。

(4) 自清洁作用能有效地输送物料,降低停留时间和提高捏合效果。

(5) 在筒体之间和每根轴上的捏合桨叶之间的剪切作用能提高捏合效果、混合效果和分散效果。

1.3 捏合机聚合效果评价因素

(1) 转化率

转化率是反映聚合效果的直接因素,较高的转化率可以降低企业生产成本,从而提高企业的市场竞争力。

(2) 150 μm 粒径以下聚合物含量

反应聚合物的粒径分布能够反映聚合反应效果,当粒径为 150 μm 以下的聚合物粉料的质量分数在 15% 以内时,下游工序的挤出机才能正常运

行;而当 150 μm 粒径以下的聚合物粉料的质量分数在 20% 以上时,挤出机的扭距就会出现较大的波动,同时运行负荷要比正常时小得多。

(3) HO 曲线

HO 代表聚合物粉料的不稳定末端基含量,该末端基在挤出过程会分解成甲醛或甲醛的聚合物,造成 POM 粒子的各项分析指标和力学性能不在控制范围内^[3]。实际生产运行中当 HO≤1.5% 时,下游设备的运行才能稳定,产品质量才能合格。

2 存在问题和解决方案

2.1 捏合机工作现状

实际生产中,在使用该捏合机过程中,多出现转化率较低的现象,只有 62% 左右;150 μm 粒径以下的聚合物的质量分数在 20% 左右,基本处于分界点处,严重影响了下游工序设备的稳定运行;HO 曲线基本分布在 1.5% 左右,这就造成产品质量波动较大,实际运行中产品的合格率也较低。

2.2 捏合机改进方案

根据捏合机工作特点,结合生产经验,对捏合机桨叶排列进行了不同组合,并在生产中进行了实践,共采用了两种组合方案。

(1) 方案一

改变捏合桨叶的排列,并更换不同类型的桨叶。在第二段设置了具有强剪切的 F 型桨叶排列(F1/3/1/3),同时增加了反向推料的 RH 型桨叶(RH2/1),也就延长了原料在捏合机中的停留时间。这样的优势有两点:①降低了催化剂的使用量,使聚合反应变得温和;②使原料在捏合机中的停留时间延长,聚合生成物的剪切和混合更加充分^[3]。该方案桨叶排列方式如表 2 所示。

表 2 方案 1 桨叶排列方式														
类型	FS				F									
排列方式	1	3	1	3	1	2	3	4	1	3	1	3	1	3
螺杆段位	第一段				第二段								第三段	

注:1→3→1 排列中,相邻桨叶之间的角度为 90°,其它桨叶的安装角度为 45°。

(2) 方案二

方案二是在方案一的基础上进行的改动,将捏合机第三段的推料改变为强制混合,目的是进一步加强原料和聚合物在捏合机中的混合作用,使聚合反应释放的热量更好地通过捏合机的夹套水带走,减少由于温度过高带来的聚合物解聚,提高聚合物的质量。该方案桨叶排列方式如表 3 所示。

表 3 方案 2 桨叶排列方式														
类型	FS				F									
排列方式	1	3	1	3	1	2	3	4	1	3	1	3	2	4
螺杆段位	第一段				第二段								第三段	

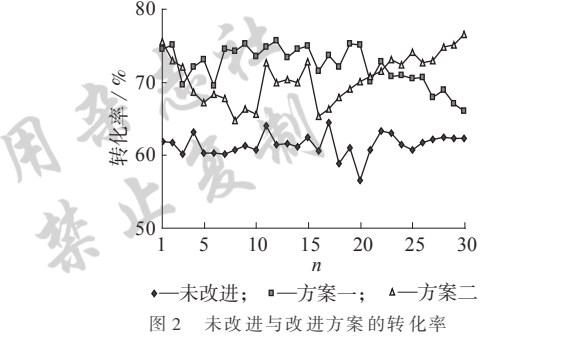
注:1→3→1,2→4→2 排列中,相邻桨叶之间的角度为 90°,其它桨叶的安装角度为 45°。

3 结果与讨论

通过对两种方案的实施,笔者分别从三个评价因素对原来以及改进方案的聚合效果进行了研究。

3.1 转化率

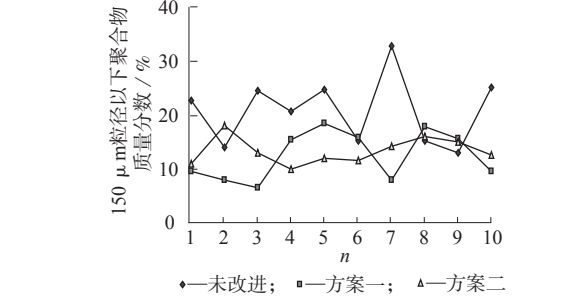
图 2 所示为测得的未改进与改进方案的转化率,其中 n 表示为每隔一定的时间第 n 次取样进行测试,n=1,2,3……,下同。



从图 2 可以看出,方案一的聚合反应的转化率为 68% 左右,比未改进状况高 6%,实现了提高聚合反应转化率的目标。而方案二的聚合反应的转化率维持在 72% ~73%,比未改进状况高 10%,这对 POM 生产工艺来说可以使单体的生产能力得到较大释放,因为未反应的单体物料要返回单体装置进行回收,随着聚合转化率的提高,单体产生新的物料得以实现,为以后的扩产提供一定的空间。

3.2 150 μm 粒径以下聚合物含量

图 3 所示为测得的未改进与改进方案的 150 μm 粒径以下聚合物含量。



由图 3 可以看出,方案一中 150 μm 粒径以下聚合物的质量分数为 15% 左右,虽然有时能下降到

6%, 但仍有相当的粉料在 20% 左右, 总体看来, 比未改进前有所改善。而在方案二中, 虽然 150 μm 粒径以下的质量分数基本维持在 15% 左右, 但是波动幅度比以上两种情况小。下游工序的挤出机的运行可以在 4000 kg/h 的负荷下运行, 由于改善了粒径分布, 大大提高了挤出机的运行周期。

3.3 HO 曲线

图 4 所示测得的未改进与改进方案的 HO 曲线图。

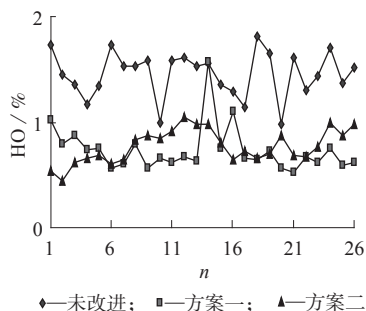


图 4 未改进与改进方案的 HO 曲线图

从图 4 可以看出, 在方案一状况下 HO 稳定在 0.6% ~ 0.7% 之间, 比原来的 1.5% 要改善许多。由此证明, 在此情况下聚合反应的效果得到很大提高。而在方案二状况下, HO 维持在 0.7% ~ 0.8%,

虽然比方案一有所上升, 但通过对下游挤出机的运行参数的调整, 产品的合格率也在逐步提高, 在此状况下聚合反应的状况也是良好的。

通过对两种不同捏合桨叶排列方式的实验证明, 合适的捏合桨叶排列组合可以在一定程度上改善 POM 的聚合反应, 不但提高了转化率, 也使产品质量得到改善。另外, 在聚合反应捏合机本身发生改进时, 各种操作条件也需要相应地改善, 如催化剂的加入量、夹套水的温度、螺杆转速等, 在多种措施的作用下, 可进一步提高聚合反应效果^[3-4]。

4 结论

通过对原有捏合机桨叶排列方式进行改进, 可以提高 POM 生产的转化率, 降低 150 μm 粒径以下聚合物的含量, 并稳定其 HO 曲线, 从而提高了 POM 的生产效率和稳定性, 获得了较好的聚合反应效果。

参考文献

- [1] 李锋. 甲醛及其衍生物[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 6.
- [2] Instruction Manual For Machinery KRC Kneader[M]. Osaka Japan: Kurimoto Ltd, 2005: 7-30.
- [3] 中国科学院吉林应用化学研究所. 聚甲醛[M]. 北京: 燃料化学工业出版社, 1973: 106-110.
- [4] 马里诺·赞索斯. 反应挤出-原理与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.

THE INFLUENCE STUDY OF PADDLES ARRANGEMENT OF POM KNEADER ON POLYMERIZING REACTION OF POM

Zhang Xuesheng

(Shanghai Bluestar POM Co. Ltd., Shanghai 201419, China)

ABSTRACT The influence of paddles arrangement of POM polymerizing kneader on the polymerizing effect of POM was studied. By regulating the paddles arrangement of kneader, the polymerizing inverted rate was improved, the content of polymer that its particle diameter was below 150 μm was reduced and the HO curve was stabilized. The polymerizing effect of POM was improved consequently.

KEYWORDS kneader, paddles arrangement, inverted rate, polymerizing effect

一次性塑料餐盒仍难放心用

近日, 国际食品包装协会和北京凯发环保技术咨询中心, 联合对北京 4 家批发市场的 10 个摊位销售的 17 家企业的 17 个产品进行了随机取样。

此次调查的产品在北京一次性塑料餐盒市场的占有率约八成以上。检测结果显示, 产品合格企业共 10 家, 合格率为 59%。

值得关注的是, 部分获得生产许可证的企业仍生产不合格产品。在随机抽取的 17 家企业生产的产品中, 获得生产许可证的企业共 15 家, 其中 5 家企业生产的一次性塑料餐盒经检测, 乙酸蒸发残渣、正己烷蒸发残渣均超过国家标准。

(健康报)

1 月我国注塑机出口增幅大于进口

注塑机一直占据我国塑料加工设备外贸市场的半壁江山。

2011 年 1 月份, 我国注塑机进、出口数据也体现了这一趋势, 并且 1 月注塑机出口增幅大于进口。

据中国海关最新数据显示, 1 月, 我国出口注塑机近 3000 台, 金额 7000 万美元, 与 2010 年同期相比, 分别增长了 131% 和 102%。数量、金额均占 1 月塑料机械出口的 6 成左右。

同期, 进口注塑机 626 台, 金额 6483 万美元, 同比分别减少 9% 和 13%。数量、金额分别占 1 月塑料机械进口的 61% 和 35%。

(全球塑胶网)