

毛细管动态流变仪中聚合物熔体的流动可视化实验研究^{*}

彭响方 赖俊维 林逸全

(华南理工大学聚合物新型成型装备国家工程研究中心, 聚合物成型加工工程教育部重点实验室, 广州 510640)

摘要 通过采用剖分料筒直接观察的方法, 使用示踪剂表征聚合物的流动情况。采用改进后的毛细管动态流变可视化装置, 通过对低密度聚乙烯(LDPE) 进行大量而系统的动态和稳态挤出实验, 系统地探讨了振动力场对 LDPE 熔体流动行为的影响。

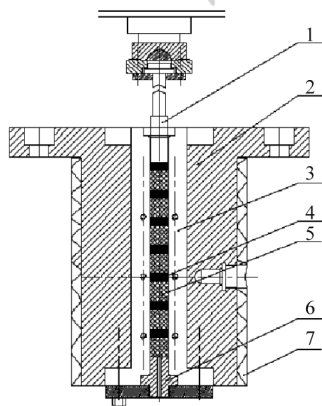
关键词 振动力场 流动可视化 毛细管动态流变仪 低密度聚乙烯

在聚合物研究工作中, 很希望能够直接观察到聚合物在加工过程中的运动或流动状态, 特别是在研究聚合物熔体流动情况时, 如果能观察到聚合物熔体的流动状态, 则可为聚合物的研究工作提供有效而直观的研究手段^[1-5]。

彭响方等^[6]设计、改造及实验论证的毛细管动态流变仪可以模拟聚合物熔体的动态塑化挤出过程, 并且可得到很好的实验结果。笔者采用毛细管动态流变仪和可视化剖分料筒等装置来模拟振动场下聚合物的塑化挤出成型过程。

1 实验装置

毛细管动态流变可视化装置主要由柱塞杆 1、剖分料筒 3、口模 6 等部件组成。其整体结构原理图见图 1。



1—柱塞杆; 2—中空料筒; 3—剖分料筒;

4—色素圆片; 5—纯料圆片; 6—口模; 7—加热器

图 1 毛细管动态流变可视化装置结构原理图

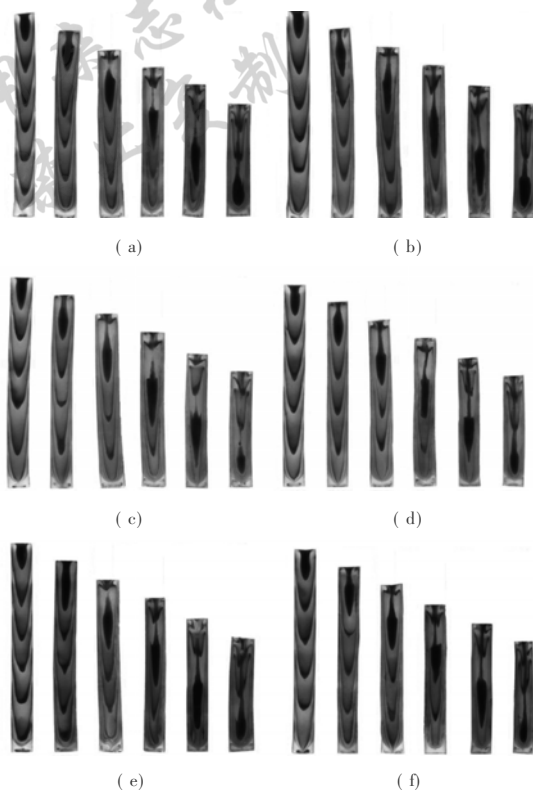
2 实验内容

分别将准确配比的色母料与纯低密度聚乙烯(LDPE) 进行混炼, 将制得的色素圆片和纯料圆片间隔装进剖分料筒中, 应用毛细管动态流变可视化装置进行稳态和动态挤出实验, 之后将剖分料筒中的试样取出, 对称切片并进行观察。

3 结果与讨论

3.1 不同状态挤出时 LDPE 熔体的流动情况

图 2 分别是 LDPE 熔体稳态和不同振幅、不同振动频率下动态挤出时, 柱塞杆下行至不同位移时的可视化照片。



a—稳态; b—振幅为 0.25 mm、振动频率为 4 Hz;

c—振幅为 0.25 mm、振动频率为 8 Hz;

d—振幅为 0.25 mm、振动频率为 12 Hz;

e—振幅为 0.2 mm、振动频率为 8 Hz;

f—振幅为 0.1 mm、振动频率为 8 Hz

图 2 LDPE 熔体稳态和不同振幅、不同振动频率下动态挤出时, 柱塞杆下行至不同位移时的可视化照片

^{*} 2006 年度教育部新世纪人才支持计划项目 (NCET-06-0743), 国家自然科学基金重大资助项目 (10590351)

收稿日期: 2008-08-06

实验用毛细管口模长径比为 20,料筒温度为 170 ℃,柱塞杆下行速度为 12 mm/min。每张照片从左至右,柱塞杆的下行位移分别为 50、60、70、80、90 mm 和 100 mm。

从图 2 可以发现,在实验的振幅、振动频率范围内,叠加正弦振动后 LDPE 熔体在料筒中的流动图案与稳态时的流动图案基本相同,叠加的正弦振动力场并没有改变 LDPE 熔体在料筒中的抛物线形分布流动方式。

从图 2 还可看出,柱塞杆下行 50、60 mm 时的动态和稳态流动图案相差不大,可以认为这是由于引入振动力场需要一定时间才能有效果,而下行位移为 100 mm 处非常接近出口,故不予讨论。图 3 是柱塞杆下行位移为 70、80 mm 和 90 mm 时,各动态条件下示踪剂的流动位移与相应稳态值的平均位移差值与柱塞杆下行位移之间的关系曲线。

从图 3 可以发现,对那些平均位移差值较小的曲线,如当振幅为 0.1 mm、振动频率为 8 Hz 时,其曲线趋势是其差值随着柱塞杆的下行而逐渐增加。而对那些平均位移差值较大的曲线,曲线的发展趋势却呈非线性发展的,平均位移差值随柱塞杆的下行而先增加后减小。总之,施加振动后 LDPE 熔体的位移比稳态时大,从而证明了前人的实验结果,即在一定的振动强度范围内,施加振动后 LDPE 熔体的动态表观粘度小于相应的稳态值。动态表观粘度的减小将改善 LDPE 熔体的流动性能。而柱塞杆下行 50、60 mm 时的动态和稳态图相差不大,说明熔体粘度的持续变化需要一定的作用时间。

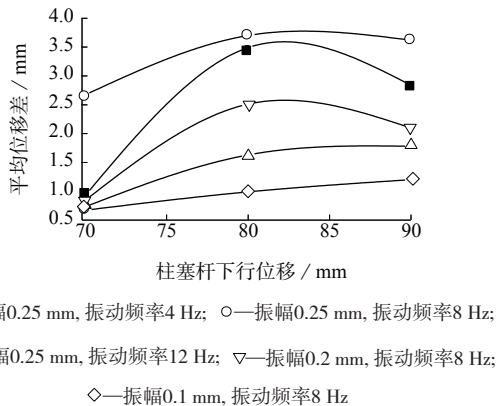


图3 平均位移差与柱塞杆下行位移的关系曲线

3.2 振动频率和振幅对 LDPE 流动的影响

笔者研究了下行位移 80、90 mm 时振动频率和振幅对 LDPE 流动的影响。图 4、图 5 分别是柱塞杆下行位移 80 mm 时,在相同振动频率下不同振幅与

平均位移差的关系曲线及在相同振幅下不同振动频率与平均位移差的关系曲线。由图 4、图 5 可以看出,在一定的振动频率下,平均位移差随着振幅的增加而增加;在一定的振幅下,平均位移差随着振动频率的增大而呈先增大后减小趋势,在中间频率段平均位移差最大。图 6、图 7 分别是柱塞杆下行位移 90 mm 时,在相同振动频率下不同振幅与平均位移差的关系曲线及在相同振幅条件下不同振动频率与平均位移差的关系曲线。其曲线的趋势与图 4、图 5 相同。由此可以发现,在一定振动频率下,平均位移差随着振幅的增大而增大;在一定振幅下,平均位移差随着振动频率的增大而呈先增加后减小趋势,存在一个极值。

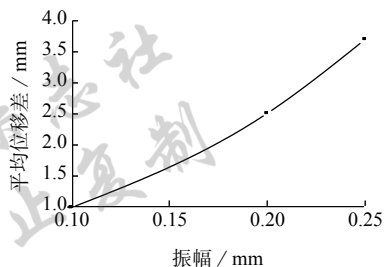


图4 振动频率 8 Hz、柱塞杆下行位移 80 mm 时的平均位移差与振幅的关系曲线

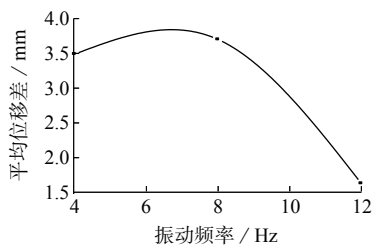


图5 振幅 0.25 mm、柱塞杆下行位移 80 mm 时的平均位移差与振动频率的关系曲线

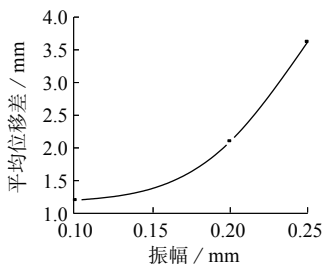


图6 振动频率 8 Hz、柱塞杆下行位移 90 mm 时的平均位移差与振幅的关系曲线

4 结论

(1) 当柱塞杆下行至一定位移后,动态挤出时 LDPE 熔体在料筒中心处的流动位移大于稳态挤出时的相应值。

(2) 动态和稳态条件下 LDPE 熔体的流动图案

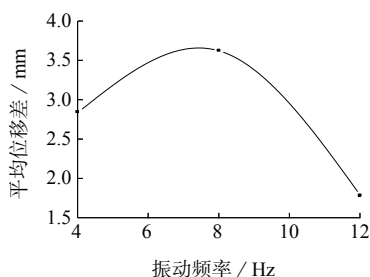


图 7 振幅 0.25 mm、柱塞杆下行位移 90 mm 时的平均位移差与振动频率的关系曲线

基本相同, 叠加的正弦振动力场并没有改变 LDPE 熔体在料筒中的抛物线形分布流动方式。

(3) 振动力场的引入有利于提高 LDPE 熔体在料筒中心的流速。

(4) 振动力场的引入有利于降低 LDPE 熔体的粘度, 但熔体粘度的持续变化需要一定的作用时间。

VISUALIZATION EXPERIMENT RESEARCH OF POLYMER MELT IN DYNAMIC CAPILLARY RHEOMETER

Peng Xiangfang, Lai Junwei, Lin Yiquan

(National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing, Key Laboratory of Polymer Processing Engineering, Ministry of Education, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT The visualization experiment method was direct observation with split barrel and tracer. The tracer was used to represent the flow state of polymer melt. LDPE was used in the experiments; numerous of experiments for steady and dynamic extrusion were systematically carried out in novel dynamic capillary rheology visualization device. The influence of vibration field on polymer melt flow state were discussed systematically.

KEYWORDS vibration field, flow visualization, dynamic capillary rheometer, LDPE

配有创新塑料车窗的概念车

在最近的北美国际汽车展上, 英国汽车制造商 Land Rover 公司展示其最新 Land Rover LRX 三门 Cross-coup 概念车。该车的玻璃窗系统由创新型聚碳酸酯材料制成。实际上, Land Rover LRX 概念车侧窗、后三角窗、全景车顶和尾灯都采用了这种由沙伯基础创新塑料提供、采用 Exatec 涂层系统的 Lexan GTX 牌号的高性能塑化车窗材料, 并因此使该汽车自重减少了 16 kg。

(芳)

DynaStat 可永久抗静电热塑性复合物问世

最近 Polymer Dynamix 公司推出了一种新型的可永久抗静电的热塑性复合物 DynaStat。DynaStat 热塑性复合物的表面电阻率为 $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^{10} \Omega$, 这也是电子传感器设备的关键范围。这种 DynaStat 技术能够广泛应用于热塑性塑料如尼龙、聚甲醛、(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物、聚碳酸酯、聚丙烯和聚乙烯等中。产品适用于挤出和注射成型。DynaStat 还可以制成棒状和板状形式以利于部件机械加工。

DynaStat 产品是完全复合热塑性工程塑料, 并采用 ARKEMA 公司的 PEBAX TPE 的突破性 IDP(固有扩散聚合物)技术。材料独特的特性使得在控制静电扩散中电子路

参考文献

- [1] Sombatsompop N, Dantuntee R. Flow visualization and extrudate swell of natural rubber in a capillary rheometer: Effect of die/barrel system[J]. J Appl Polym Sci, 2002, 82: 2525-2533.
- [2] 黄汉雄. 高性能自增强聚烯烃材料挤出及流场的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 1995.
- [3] Sombatsompop N, Tan M C, Wood A K. Flow analysis of natural rubber in a capillary rheometer (1): Rheological behavior and flow visualization in the barrel[J]. Polym Eng Sci, 1997, 37(2): 270-280.
- [4] Sombatsompop N, Tan M C, Wood A K. Flow analysis of natural rubber in a capillary rheometer (2): Flow patterns and entrance velocity profiles in the die[J]. Polym Eng Sci, 1997, 37(2): 281-290.
- [5] Sombatsompop N, O-Charoen N. Experimental studies on extrudate swell behavior of ps and lldpe melts in single and dual capillary dies[J]. J Appl Polym Sci, 2003, 87: 1713-1722.
- [6] 彭响方. 毛细管动态流变仪的研制及聚合物熔体在振动场作用下的行为和响应[D]. 广州: 华南理工大学, 1998.

径更为高效。这种完全复合产品对紫外线稳定, 并且在自然状态下可永久存在。材料中也不存在对聚合物性能会产生负面影响的添加剂。

DynaStat 复合物在提供与环境相独立的导电性能的同时还保持了树脂基体的性能。电性能将不会随着时间的延长或反复擦洗而降低, 即使在较低湿度(相对湿度 15%)下仍然保持其静电控制性能。

Polymer Dynamix 公司的技术总监 VeeragMehta 说“将 DynaStat 加入到热塑性工程塑料产品中可提供给客户以更大的产量和通过消除不可控制静电作用而达到成本的大幅降低”; “我们为能够提供这些复合物感到无比兴奋, 并坚信它们能够最终找到其应用领域, 并能满足客户以前所不能满足的一些需求。”

(中塑机)

杜邦光电氟材料部开发出聚氟化乙烯新技术

杜邦光电氟材料部门开发了一种在单步骤下即可生产含背板的杜邦 Tedlar 聚氟化乙烯(PVF)的新技术, 并与日本东京的 Toppan 公司签订授权协议以利用此技术商业化生产用于光电(PV)模块的背板。杜邦公司期望 Toppan 公司利用此技术开发的新型背板产品能在 2010 年商业化。

(工塑网)