

远红外 PP 纤维材料流变性能的研究

齐 鲁 段谨源

(天津纺织工学院)

【摘要】 本文研究了远红外 pp 纤维材料的流变性能, 结果发现, 随剪切速率的增加, 其剪切应力提高, 而表观粘度下降。随着远红外细粉含量的增加, 混合材料熔体表现出较高的剪切应力, 其表观粘度也相应增加, 混合料的熔融结晶温度比 pp 稍微降低。

关键词: 聚丙烯纤维 功能性纤维 远红外纤维 流变性 热性能

中图分类号: TS 102.526

远红外纤维是一种通过高效吸收和发射远红外线而具有优良保健、保温和抑菌作用的新型功能纤维, 能促进人体血液循环, 改善微循环。其主要制造方法是将远红外细粉与聚合物混合后纺成纤维。由于远红外粉是无机物固体颗粒, 有独特的物理性质, 远红外细粉与成纤聚合物混合后对混合物料的流动性影响很大, 对纺丝成型带来了一定的困难^[1]。本文研究了远红外 pp 纤维材料的流变性能、热性能和纤维的强度变化。

一、实验部分

1. 样品

测试样品是自行研制混合物料切粒, 远红外细粉的含量(ωt%)为 5, 7, 9, 11, 13, 粉的粒度 < 2μm, 聚丙烯熔融指数为 18。

2. 流变性能测定

在德国生产的 RHEOGRAPH 2001 型流

变仪上进行。测试温度 230℃, 250℃, 270℃。

3. 热性能的测定

在 Perlin-Elmer DSC-2C 差示扫描量热仪上进行, 高纯氮保护, 升温速度 20deg/min, 降温速度 10deg/min, 试样重量 10±0.3mg。

4. 纺丝与拉伸

纺丝在自制纺丝机上进行, 纺丝速度 300~400m/min。拉伸在七辊拉伸机上进行, 总拉伸倍数 4 倍。

5. 断裂强度的测定

测定在 YG001 型单纤维电子强力机上进行, 预张力 200mg, 下降速度 5mm/min。

二、结果与讨论

1. 远红外 pp 纤维材料的流变性能

纺织用纤维一般比较细, 有一定纤度和强度等要求, 因此对成纤聚合物的流变性能要求比较高, 在聚合物中添加一定量远红外细粉对

混合材料的流变性能带来一定的影响,从图 1 可看出,随着剪切速率提高,混合材料熔体剪切应力上升,在一定的剪切速率下,含有远红外细粉量高的熔体表现出更高的剪切应力。这是因为远红外粉是不可变形的固体粒子,其流动性差,给聚合物的流动造成一定阻力,使剪切应力增大。

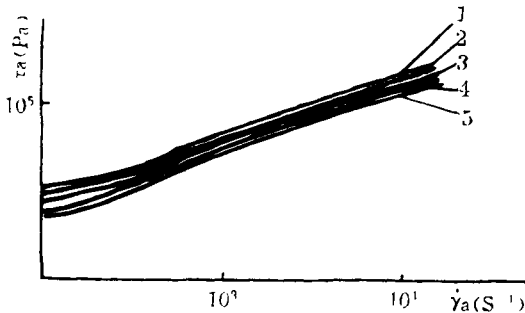


图 1 不同含量样品的流变曲线
远红外细粉含量:1-13%;2-11%;
3-9%;4-7%;5-5%(图 2 同)。

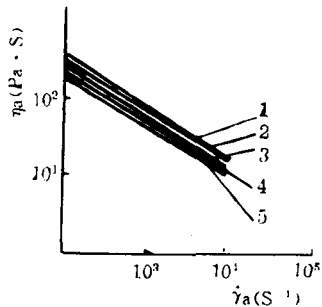


图 2 不同含量样品的剪切速率与表观粘度的关系

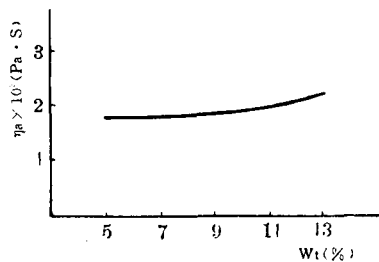


图 3 远红外粉添加量对材料表观粘度的影响
剪切速率:184.3s⁻¹;
测试温度:250℃。

2. 远红外 pp 纤维材料的粘度

远红外 pp 纤维材料熔体的粘度变化从图 2 可看出,随着远红外细粉添加量的增加粘度增大,这是由于远红外粉固体颗粒表面吸附作用较强^[2],在其表面形成一层吸附物,使表面能降低,因此在远红外粉颗粒表面容易吸附或粘附若干条 pp 大分子链,形成分子间的缠结点^[3],阻碍了

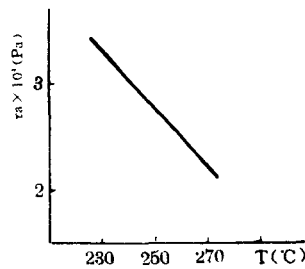


图 4 同一样品在不同温度下剪切应力变化
剪切速率:184.3(s⁻¹)

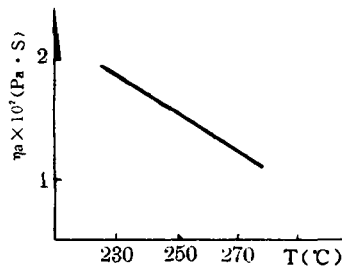


图 5 同一样品在不同温度下表观粘度的变化
剪切速率:184.3(s⁻¹)

pp 大分子链的运动,使熔体粘度增大。远红外粉添加量对纤维材料表观粘度影响程度从图 3 可看出,结果表明,在相同的剪切速率下,随着远红外粉含量的增加,材料的表观粘度缓慢增加,当含量超过 11%以后,其粘度值才有一定幅度提高。

3. 温度对远红外 pp 纤维材料流变性能影响

影响远红外粉在成纤聚合物中分散效果一个重要因素是温度,由于粘度与温度成反比,远红外粉在 pp 中分散通常采用高于 pp 熔融温度进行混合,并在内部产生一定的剪切应力有利于固体颗粒的分散和粉碎,剪切应力应大于固体颗粒的聚集强度。把同一样品分别在 230℃, 250℃, 270℃ 做流变试验,其结果如图 4、5 所示。在相同剪切速率下,剪切应力随温度的升高而降低,表观粘度也下降。混合物料表观粘度的降低,有利于远红外粉在 pp 中的分散均匀。

4. 远红外 pp 纤维材料的非牛顿指数

非牛顿指数 n 是聚合物熔体的非牛顿性的一个量度。从表 1 结果看到,加入远红外粉后混合材料的非牛顿指数均小于 1,属于非牛顿假塑性流体,随着远红外粉含量的增加,其非牛顿指数稍有下降,说明熔体的性质主要决定于混合材料中的聚合物材料。从表 2 还可以了解到温度对非牛顿指数的影响是比较明显的,随着温度的升高,其指数值变大,使流体性质向牛顿流体方向变化。

表 1 样品的非牛顿指数

远红外粉添加量 (wt%)	5	7	9	11	13
材料非牛顿指数	0.38	0.37	0.36	0.35	0.33

表 2 温度对同一样品非牛顿指数的影响

测试温度 (°C)	230	250	270
非牛顿指数	0.34	0.36	0.4

5. 远红外 pp 纤维材料的热性能

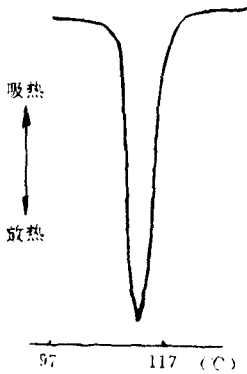


图 6 混合材料的熔融降温曲线

远红外 pp 纤维材料的熔融降温实验,可模拟纺丝工艺即纺丝原料的熔融到冷却。从热分析的结果得到了远红外 pp 纤维材料熔点在 166.4°C~167.3°C 之间变化,比纯 pp 的熔点略高,而熔体的结晶温度在 113.2°C~114.6°C 之间,比纯 pp 的熔融结晶温度 118.7°C 低,这

说明远红外粉填充 pp 后,由于远红外粉吸附或粘结 pp 大分子链,阻碍了 pp 大分子的运动,使混合物料的熔点略有升高,熔融结晶温度向低温移动。混合均匀的物料降温曲线如图 6 所示,只有一个熔融结晶峰。可是如果物料混合不均匀,也会出现不正常曲线的情况,产生双结晶峰,这将会对纺丝影响较大,说明在混合物料中固体颗粒与 pp 大分子相分离,pp 大分子集中在较高温度下先结晶,受远红外粉颗粒制约的 pp 大分子在略低温度下后结晶,用这种物料纺丝时会造成纤维结构不均一,甚至很难纺成纤维。远红外粉与 pp 混合用于制造纤维时,对远红外粉的粒度要求很小,一般在 2μm 以下,粒度越细,分散性和流动性越好。但若太细,颗粒的比表面积大,表面自由能大,极易发生粘结,形成大的凝聚体和团聚体,分散反而困难。因此,消除凝聚现象,达到远红外粉的均匀分散是混合工艺中的必要过程。

6. 远红外 pp 纤维的强度变化

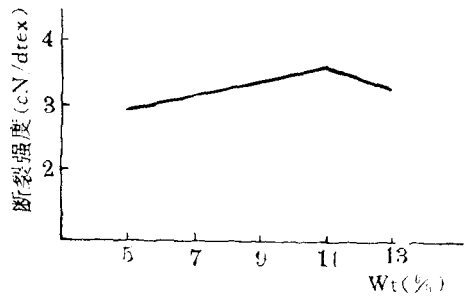


图 7 远红外 pp 纤维的断裂强度与远红外粉含量的关系

将样品在自行制造的熔纺机上进行可纺性试验,结果表明,几个样品均能卷绕成纤。卷绕丝经 4 倍拉伸后,测试其纤维的断裂强度,结果如图 7 所示。从图 7 可看出,随着远红外粉含量的增加,纤维的断裂强度增加,超过 11% 含量后,纤维的强度又有些降低。这是因为远红外粉颗粒可以吸附或粘结若干 pp 大分子形成缠结点。当拉伸后纤维中的 pp 大分子及晶粒沿纤维轴排列紧密,这些缠结点增强了纤维的抗张能力。但过多添加远红外粉使 pp 大分子束减少,纤维中结构缺陷的增多使纤维的强度下降。

三、结 论

1. 远红外 pp 纤维材料熔体随剪切速率的增加,其剪切应力提高,而表观粘度下降。随远红外粉含量的增加,混合料表现出更高的剪切应力,其表观粘度也相应增加。
2. 温度对远红外 pp 纤维材料的流变性能影响较大。随温度升高,远红外 pp 纤维材料的剪切应力和表现粘度均下降。
3. 混合物料比纯 pp 的熔点稍微升高,熔体的熔融结晶温度略微降低。
4. 拉伸后纤维的断裂强度随远红外粉含量的增加而增加,超过 11% 含量后,纤维的强度又有些降低。

参 考 资 料

[1] 纤维学会志(日),1993,49(11),393~398。
 [2] 《纺织学报》,1994,15(2),18~19。
 [3] 《纺织学报》,1993,14(2),4~6。