

文章编号:1673-9981(2010)04-0655-04

层状蒙脱土/聚丙烯纳米复合自增强材料

李力, 章明秋, 容敏智, 阮文红

(中山大学聚合物复合材料及功能材料教育部重点实验室, 广东 广州 510275)

摘要:采用熔融插层法来制备了聚丙烯/有机蒙脱土纳米复合材料, 研究蒙脱土的加入量对聚丙烯的增强增韧作用, 同时并引入一套新的自增强的工艺, 研究这个工艺下蒙脱土的加入对聚丙烯材料的作用。经过自增强工艺的聚丙烯/有机蒙脱土纳米复合材料的拉伸性能都比原来的材料增强 3.2~4.6 倍。

关键词:有机蒙脱土; 聚丙烯; 自增强; 力学性能

中图分类号: TQ330.38

文献标识码: A

聚丙烯是一种广泛使用的通用塑料, 具有来源丰富、价格便宜、无毒、无味, 密度小、流动性良好、易于加工等优点, 它的强度、刚度、硬度耐热性均优于低压聚乙烯, 可在 100 度左右使用。具有良好的电性能和高频绝缘性不受湿度影响, 适于制作一般机械零件, 耐腐蚀零件和绝缘零件, 常见的酸、碱有机溶剂对它几乎不起作用, 可用于食具。但是聚丙烯也存在着低温时变脆、不耐磨、易老化、制品收缩率大等缺点, 并且因为聚丙烯是非极性的聚合物而导致其与大多数的聚合物存在相容性较差的问题。

具有层状机构的蒙脱土是制备纳米复合材料的理想的天然产物, 特别是蒙脱土通过有机化处理改性后, 它表面的呈现良好的亲油性, 从而与聚合物的相容性明显地提高。人们发现有机蒙脱土的纳米片层可以被层分离而分散在高聚物的基体当中, 又或者是聚合物可以以插层的方式插入到层与层之间。根据工艺的不同, 聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料的制备可以分为熔融插层、溶液插层和单体原位溶液插层。本文主要用的是熔融插层的方法, 也就是在聚合物熔融的情况下, 高分子链插入到有机蒙脱土的纳米层之间, 使其片层分离, 分散于聚合物基体当中, 形成性能良好的纳米复合材料。这种方法基本不用什么溶剂, 工艺方法简单, 对环境友好, 有良好的应用前景^[1]。

所谓的自增强复合材料是指两种化学组成相同, 物理性质不同的材料复合在一起的材料。近年来, 自增强技术有了很快的发展, 有的通过固体形变, 如超级拉伸、固相挤出、口模拉伸, 有的通过熔体形变, 如熔体挤出、熔体注射。本文在参照自增强技术, 利用其固体形变中的相关技术, 对聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料体系进行研究^[2]。

1 实验部分

1.1 主要原料

PP(H1500)熔融指数 1.2 g/min, 韩国现代石油化学公司; OMMT, 佛山市南方化工有限公司。

1.2 复合材料的制备

将分别配好的质量分数为 0.5%, 1%, 2%, 5% 的有机蒙脱土与 PP 的共混体系用哈克转矩流变仪在温度为 180 °C、转子转速为 60 r/min 的条件下均匀混合 10 min, 然后冷却 12 h, 破碎即可。

1.3 样品的制备

用 5 种不同质量分数的 PP/OMMT 纳米复合材料 (OMMT 的质量分数分别为 0, 0.5%, 1%, 2%, 5%) 在立式注塑机当中做成标准的拉伸样条。

分别称取一定质量以上 5 种不同质量分数的

收稿日期: 2010-10-20

作者简介: 李力(1986—)男, 广东佛山人, 博士。

PP/OMMT 纳米复合材料,在 180 °C 下压片处理,制成厚度约为 1 mm 的片条.裁成一定的规格后用 Houndsfield THE 10K-S 力学性能试验机在 150 °C 和定力下进行热拉伸,制成拉伸比为 1/12 的样条.

1.4 机械性能的测试

根据国标 GB/T 16421-1996,分别用标准样条和拉伸样条在 SANS CMT6103 微机控制电子万能试验机下作拉伸测试.试验参数:位移控制 50 mm/min、目标位移控制 500.0 mm;试验结束条件为定力 900 N、定变形 10 mm、定力衰减幅度 90%.

2 结果与讨论

标准样条拉伸性能测试结果列于表 1.标准样条拉伸性能随 OMMT 质量分数变化的关系曲线如图 1 所示.从图 1 可以看到,当有机蒙脱土为 0.5% 时,复合材料的拉伸强度和最大力分别为 40.59 MPa 和 289.65 N,比纯 PP 都有所提高,这是由于蒙脱土在共混的过程中受到剪切力的影响,层状结构受到破坏,使其剥离而均匀分散到聚丙烯基体当中,由于蒙脱土的片层的长径很大,那么对聚丙烯就

起到如纤维增强的效果,从而增强其力学性能^[3].但由于本研究中用的是纯的 PP,它与有机蒙脱土的相容性不是非常良好,因此增加的幅度不大.当蒙脱土的质量分数增加,其拉伸性能回落的原因是因为高含量的蒙脱土在与聚丙烯的共混过程中容易发生脱粘,而且纳米的蒙脱土会发生团聚,在复合材料中形成缺陷而使其性能下降.弹性模量是用来表示材料刚度的一个重要物理量,少量的蒙脱土的加入会使聚丙烯基体的分子链趋向柔顺,因此会有所降低,但是随着蒙脱土的加入,复合材料中的蒙脱土片层分布的增加,就会增大复合材料的刚性.

表 1 标准样条拉伸性能测试结果

蒙脱土 质量分数/%	拉伸测试结果		
	拉伸强度/MPa	弹性模量/MPa	最大力/N
0	39.75	1608.4	283.63
0.5	40.59	1552.2	289.65
1	39.68	1680.3	283.15
2	39.55	1775.5	282.19
5	38.60	1827.9	275.44

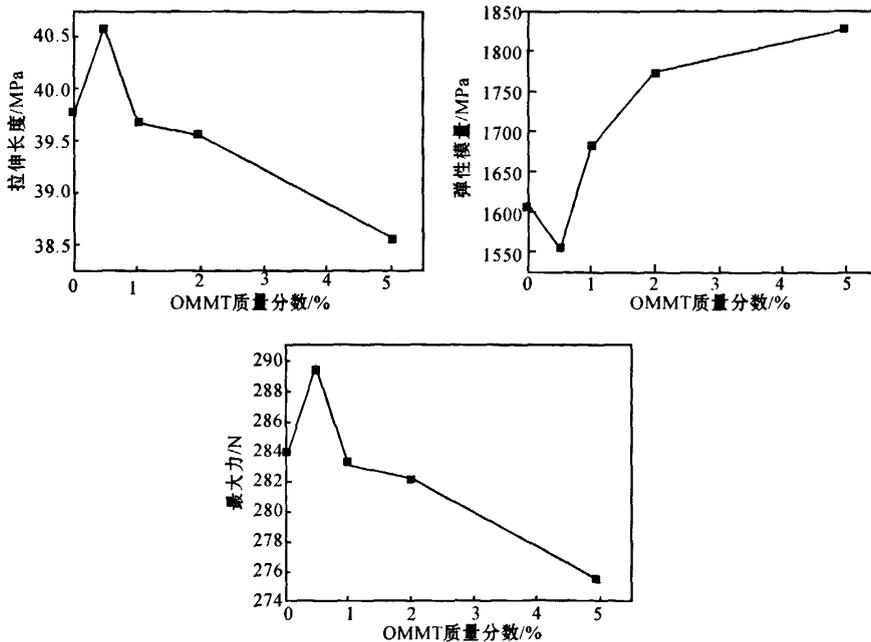


图 1 标准样条拉伸性能与 OMMT 质量分数的关系曲线

热拉伸后样条的拉伸性能测试结果列于表 2。热拉伸后样条的拉伸性能随 OMMT 质量分数变化的关系曲线如图 2 所示。从图 2 可看出,在蒙脱土为 1%时,拉伸强度为 203.64 MPa,比纯 PP 提高了 11.2%,最大力也有所提升,此处也是由于有机蒙脱土的增强作用。对比标准样品的数据,我们看到,拉伸强度增大 3.2~4.6 倍,弹性模量增大 2 倍以上,最大力也提高了 50%以上,证明了这个自增强工艺对复合材料有比较大的增益,这主要原因在于,在我们的热拉伸过程中,无论是复合材料中的基体的高分子链,还是有机蒙脱土粒子,都会有一定的应力作用下在一定方向上进行取向,在应力的方向上,就会有很高的力学性能,特别是纳米粒子,由于取向,它

的分布会更加均匀,片层也会呈现一定的取向,所以热拉伸的拉伸强度的最高值会稍微向高含量移动。

表 2 热拉伸后样条的拉伸性能测试结果

蒙脱土 质量分数/%	拉伸测试结果		
	拉伸强度/MPa	弹性模量/MPa	最大力/N
0	183.10	4959.7	407.00
0.5	193.23	5527.0	423.00
1	203.64	6517.3	417.50
2	190.34	5143.6	391.18
5	120.80	4143.7	335.68

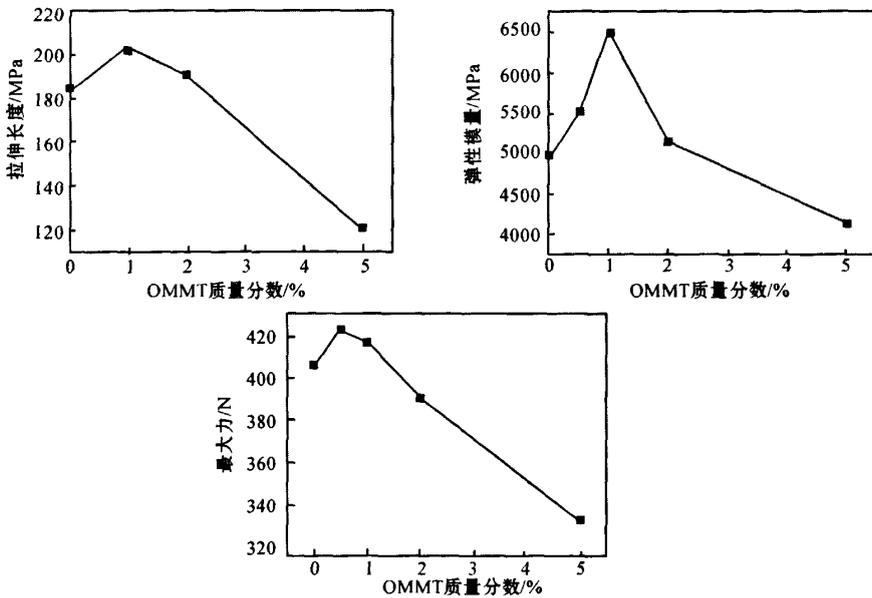


图 2 热拉伸后样条的拉伸性能与 OMMT 质量分数的关系曲线

3 结 论

采用熔融插层法制备聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料的力学性能会有一定程度的提升。自增强技术的引入,使聚丙烯/有机蒙脱土纳米复合材料的力学性能对比未采用自增强技术的材料大大增强,拉伸强度都提高到原来的 320%~460%,弹性模量提高 200%以上,最大力增大 50%。

参考文献:

[1] 宋军. 聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料的制备和性能研究[D]. 大庆: 大庆石油学院, 2005.
 [2] 申开智, 胡文江, 向向上, 等. 聚丙烯在单向拉伸力场中形成双向自增强片材及其机构与性能的研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2002(18): 145-146.
 [3] 史铁钧, 吴德峰, 王华林, 等. 聚丙烯/蒙脱土纳米复合材料制备、表征及力学性能[J]. 化工学报, 2004, 55(2): 259-263.

Layered montmorillonite/polypropylene nanocomposite self-reinforced materials

LI Li, ZHANG Ming-qiu, RONG Min-zhi, RUAN Wen-hong

(Materials Science institute, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: In this research, PP/organic montmorillonite composites was prepared by melt intercalation method using a mixer, it is used to study how the montmorillonite addition affects on the strengthening and toughening roles of the polypropylene. We also use a new self-enhancement technology to study the effects of adding organic montmorillonite in PP/organic montmorillonite composites. We found that the tensile properties of the PP/organic montmorillonite composites increased 3.2-4.6 times than the original composites after the process of self-reinforcing.

Key words: organic montmorillonite; polypropylene; self-reinforced; tensile properties