

# 在超临界 $\text{CO}_2$ 中制备生物可降解 PEC/OMMT 纳米复合材料

徐 鼎 贾德民

(华南理工大学高分子材料科学与工程系, 广州 510641)

**摘要** 将聚碳酸亚乙酯(PEC)与有机蒙脱土(OMMT)在超临界  $\text{CO}_2$  ( $\text{sc-CO}_2$ ) 中溶胀并混合, 制备了生物可降解 PEC/OMMT 纳米复合材料。采用 X 射线衍射仪、热失重分析仪、差示扫描量热仪及万能电子拉力机等对 PEC/OMMT 纳米复合材料的性能进行表征和分析。结果表明,  $70^\circ\text{C}$  下制备的 PEC/OMMT 复合材料为插层型纳米复合材料; 该复合材料的热稳定性和玻璃化转变温度都得到较大改善; 加入少量 OMMT, 复合材料的拉伸性能得到明显提高。与熔融插层法和溶液插层法相比,  $\text{sc-CO}_2$  法既可以解决 PEC 在熔融插层中面临的热降解问题, 也可以避免溶液插层中使用大量有机溶剂造成的污染问题, 是制备 PEC/OMMT 纳米复合材料的一种新方法。

**关键词** 蒙脱土 聚碳酸亚乙酯 超临界二氧化碳 插层

$\text{CO}_2$  是可利用的优质碳资源, 其储量巨大, 同时也是全球变暖的主要因素。利用  $\text{CO}_2$  合成有机物及高分子材料是控制环境污染、确保资源良性循环的一条有效途径。 $\text{CO}_2$  可形成许多共聚物, 其中  $\text{CO}_2$  与环氧类单体开环聚合生成的脂肪族聚碳酸酯(PC) 是当前的研究热点。在合成脂肪族 PC 方面, 对聚碳酸亚丙酯(PPC)、聚碳酸亚乙酯(PEC) 和聚碳酸亚环己酯(PCHC) 的研究工作较为深入<sup>[1-3]</sup>。PC 具有优良的生物可降解性, 同时具有良好的透明性、高阻隔性和生物相容性等优点, 有望替代医药、食品和农业等领域使用的大量不可降解产品, 其产生的环保效应将极为突出。但其耐热性差、玻璃化转变温度( $T_g$ ) 低及其力学性能不佳等缺点(PPC、PEC 尤其突出) 极大限制了该类材料的可加工性能和使用性能。

目前, 对 PPC 的改性研究最多, 主要分为化学改性和物理改性两类。化学改性主要针对其端羟基在高温下容易引发解拉链式降解的问题, 通过引入酸酐等化合物将端羟基封端, 从而达到改善 PPC 耐热性能的目的<sup>[4]</sup>。物理改性主要是通过与其他聚合物共混或与无机、有机填料复合来提高 PPC 的力学和热学性能。由于少量层状纳米无机填料的引入可以较大地提高聚合物基体的综合性能<sup>[5]</sup>, 研究人员对 PPC/层状无机粒子纳米复合材料进行了制备和表征。Xu Jing 等<sup>[6]</sup> 通过熔融插层法制备了部分剥离型的 PPC/有机蒙脱土(OMMT) 纳米复合材料, 发现其热降解温度和力学性能较纯 PPC 得到明显提高。Xu Jing 等<sup>[7]</sup> 还用熔融插层法制备了 PPC/有机蛭石纳米复合材料, 结果表明, 在熔融加工过程中, 高共混温度、较长共混时间和较高的共混剪切力

均会使 PPC 发生严重的降解, 而造成材料性能劣化。为避免熔融加工过程中的高温引起 PPC 降解, 可采用溶液插层法制备 PPC/层状无机粒子纳米复合材料<sup>[8-9]</sup>, 溶液插层法虽然能很好地解决熔融加工过程所带来的高温热降解问题, 但需要大量有机溶剂来溶解聚合物, 有机溶剂的毒性、易燃性和回收成本高等问题极大限制了该法的实际应用。因此, 需要找到一种无毒、廉价易得的绿色溶剂来替代传统的有机溶剂。

超临界  $\text{CO}_2$  ( $\text{sc-CO}_2$ ) 以其无毒、不燃、廉价易得和适中的临界条件等诸多优点而在聚合物合成与加工中得到越来越广泛的应用<sup>[10]</sup>。然而, 在相对温和的条件下( $T < 100^\circ\text{C}$ ,  $P < 35 \text{ MPa}$ ), 只有无定型含氟聚合物和聚有机硅氧烷能完全溶解于  $\text{sc-CO}_2$  中, 而其他聚合物则难以被溶解, 只能在  $\text{sc-CO}_2$  中溶胀。一些聚合物在  $\text{sc-CO}_2$  中可以充分溶胀, 极大降低了聚合物的粘度, 在一定程度上, 可以把  $\text{sc-CO}_2$  看作是这些聚合物的增塑剂甚至是溶剂。另外, C. W. Manke 等<sup>[11]</sup> 认为在  $\text{sc-CO}_2$  中,  $\text{CO}_2$  分子可以轻易插入到蒙脱土(MMT) 片层中, 使得 MMT 发生溶胀, 从而使片层间距得到扩大。 $\text{sc-CO}_2$  对聚合物以及 MMT 的溶胀作用, 为在  $\text{sc-CO}_2$  中制备某些聚合物/MMT 纳米复合材料提供了可能性。

笔者发现 PPC 和 PEC 在  $\text{sc-CO}_2$  中能发生明显的溶胀, 可以在  $\text{sc-CO}_2$  中将 PPC 或 PEC 与 MMT 共混制备插层纳米复合材料。由于目前尚未发现有关 PEC/层状无机粒子纳米复合材料的文献报道, 因此, 笔者尝试在  $\text{sc-CO}_2$  中制备 PEC/OMMT 纳米复

合材料,并对相关性能进行表征和分析。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原材料

钠基蒙脱土(Na<sup>+</sup>-MMT):离子交换容量(CEC)为80 mmol/100 g,浙江丰宏粘土有限公司;

十六烷基三甲基溴化铵(CTAB):上海化学试剂公司;

PEC:自制,重均分子量( $M_w$ )为130000,分子量分布指数(PDI)为4.5,制备方法详见文献[2],合成示意图如图1所示。

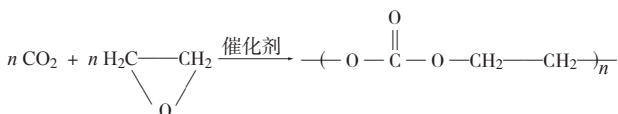


图1 PEC的合成示意图

### 1.2 主要仪器、设备

耐高压搅拌釜: CJF-1L型,大连通达反应釜厂,装置示意图见图2;

密炼机: XSS-300型,上海科创橡塑机械设备有限公司;

平板硫化机: TY6003型,江苏天源试验机械有限公司;

X射线衍射(XRD)仪: D/max-III A型,日本Rigaku公司;

差示扫描量热(DSC)仪: DSC-2型,美国Perkin-Elmer公司;

热失重分析(TGA)仪: TGA-2型,美国Perkin-Elmer公司;

凝胶渗透色谱: Water 1525型,美国Water公司;

万能电子拉力机: DCS5000型,日本Shmadzu公司。

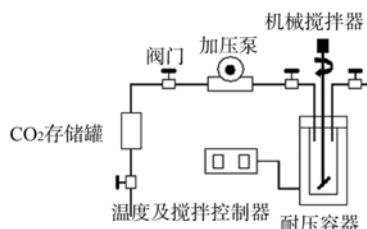


图2 在sc-CO<sub>2</sub>中制备PEC/OMMT纳米复合材料的装置示意图

### 1.3 试样制备

#### (1) OMMT的制备

OMMT的制备方法参见文献[5]。

#### (2) scPEC/OMMT纳米复合材料的制备

先将PEC在40℃下真空干燥12 h,避免水分诱

导PEC热降解。将PEC和OMMT在高速混合机中预混合后加入到耐高压搅拌釜中,密闭釜体。待系统升温至设定温度后通入CO<sub>2</sub>高压气体,并用加压泵加压至15 MPa。开动机械搅拌装置,搅拌8 min后停止加热,并打开放气阀迅速泄压,待釜内压力降至正常压力后,开启釜盖,清料,所得复合材料记为scPEC/OMMT纳米复合材料,其中OMMT的质量分数均为3%。

#### (3) 拉伸试样的制备

在平板硫化机上将复合材料模压成型,制成1 mm厚的薄片,模压压力为15 MPa,模压温度为100℃,保压时间5 min。将薄片裁成哑铃型试样。

### 1.4 性能测试

XRD测试: Cu靶辐射( $\lambda=0.154$  nm)、管电压30 kV、管电流30 mA、扫描范围 $2\theta=1.2^\circ \sim 10.0^\circ$ ;

凝胶渗透色谱测试: 测定PEC基体的 $M_w$ 、数均分子量( $M_n$ )及PDI。色谱级四氢呋作为溶剂,流量为1 mL/min,聚苯乙烯作为参照标准;DSC测试: 由-30℃升至100℃,升温速率20℃/min;

TGA测试: 由室温升至500℃,升温速率20℃/min,氮气气氛,气体流量20 mL/min;

拉伸性能按ASTM D412-1987测试,拉伸速率25 mm/min,25℃。

## 2 结果与讨论

### 2.1 XRD分析

图3为Na<sup>+</sup>-MMT和OMMT的XRD谱图。由图3可知,Na<sup>+</sup>-MMT在 $2\theta=6.94^\circ$ 处有一(001)面强衍射峰,由Bragg方程: $2d\sin\theta=\lambda$ ,可算出对应的层间距为1.27 nm,而OMMT的(001)面衍射峰向左移动至 $2\theta=4.89^\circ$ 处,对应的层间距为1.80 nm,可见插层剂已进入MMT层间。

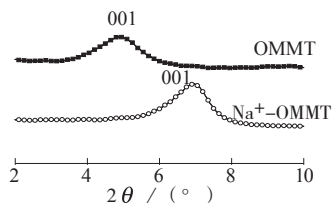


图3 Na<sup>+</sup>-MMT和OMMT的XRD谱图

图4为在sc-CO<sub>2</sub>中,不同混合温度对PEC插层OMMT层间距的影响。由图4可知,当温度为70℃时,scPEC/OMMT复合材料中OMMT的层间距增加到3.97 nm;当温度为85℃时,复合材料中OMMT的层间距维持在4.0 nm附近,但其对应的(001)面衍射峰强度明显减弱,这可能是由于一部分OMMT

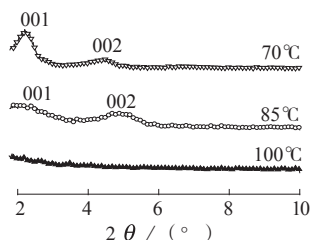
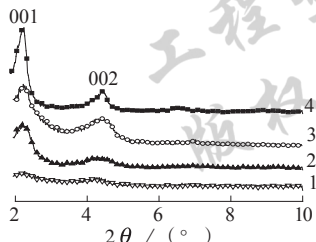


图4  $sc\text{-CO}_2$  中混合温度对 PEC 插层 OMMT 层间距的影响

片层已经在 PEC 基体中剥离所致; 当混合温度达到  $100^\circ\text{C}$  时, 在复合材料 XRD 谱图上看不到衍射峰的存在, 说明 OMMT 在基体中已经完全处于剥离状态。这说明在一定范围内, 加工温度越高, 越有利于提高  $sc\text{-CO}_2$  中 PEC 链段对 OMMT 的插层效果。但是温度过高, 一方面造成能耗的增加, 另一方面会引起 PEC 的热降解, 所以综合考虑, 在  $sc\text{-CO}_2$  中制备 PEC/OMMT 纳米复合材料的温度以  $70^\circ\text{C}$  为宜。

图5为在  $70^\circ\text{C}$  的  $sc\text{-CO}_2$  中制备的不同 OMMT 含量的  $sc\text{PEC}/\text{OMMT}$  复合材料的 XRD 谱图。由图5可知, OMMT 的含量对 OMMT 层间距没有明显影响, 其层间距均在  $4.0\text{ nm}$  左右, 证明其为插层型纳米复合材料。



OMMT 质量分数分别为: 1—1%; 2—3%; 3—5%; 4—7%

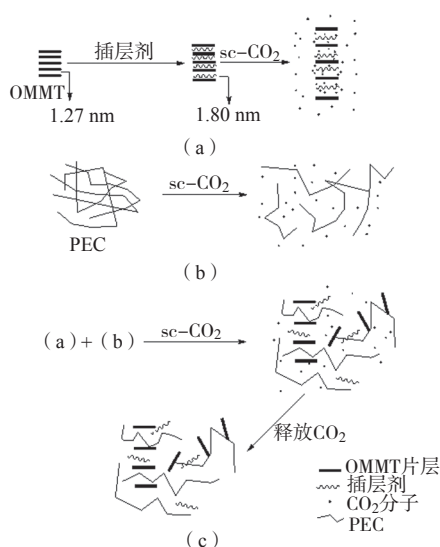
图5 不同 OMMT 含量的  $sc\text{PEC}/\text{OMMT}$  纳米复合材料的 XRD 谱图

## 2.2 $sc\text{-CO}_2$ 中 PEC 插层 OMMT 的机理

图6为  $sc\text{-CO}_2$  中 PEC 插层 OMMT 的机理示意图。由图6可知, 由于  $sc\text{-CO}_2$  的高渗透性, 可以将 PEC 和 OMMT 片层充分溶胀。在搅拌剪切力作用下, PEC 链段可以较为容易地与事先插入到 MMT 片层中的  $\text{CO}_2$  分子进行置换, 使得层间距扩大至  $4.0\text{ nm}$ , 甚至使部分片层发生完全剥离。其插层机理与溶液插层机理类似。聚合物溶液插层可分为两步: 溶剂小分子首先对 OMMT 插层, 进入层状硅酸盐层间; 然后聚合物大分子链段对 OMMT 层间的插层溶剂分子进行置换, 最终得到聚合物插层的纳米复合材料。

## 2.3 热性能

表1示出  $sc\text{PEC}/\text{OMMT}$  纳米复合材料的热性能数据。其中  $T_{-5\%}$  是当材料失重 5% 时的温度, 是



a—OMMT 在  $sc\text{-CO}_2$  中的溶胀; b—PEC 在  $sc\text{-CO}_2$  中的溶胀;

c—在  $sc\text{-CO}_2$  中制备  $sc\text{PEC}/\text{OMMT}$  纳米复合材料

图6  $sc\text{-CO}_2$  中 PEC 插层 OMMT 的机理示意图

表1  $sc\text{PEC}/\text{OMMT}$  纳米复合材料的热性能

| 试样                              | $T_g / ^\circ\text{C}$ | $T_{-5\%} / ^\circ\text{C}$ | $T_{max} / ^\circ\text{C}$ |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 纯 PEC                           | 14.3                   | 191.5                       | 221.0                      |
| $sc\text{PEC}/1\% \text{ OMMT}$ | 21.5                   | 222.5                       | 258.0                      |
| $sc\text{PEC}/3\% \text{ OMMT}$ | 23.2                   | 231.0                       | 266.5                      |
| $sc\text{PEC}/5\% \text{ OMMT}$ | 23.0                   | 231.5                       | 266.0                      |
| $sc\text{PEC}/7\% \text{ OMMT}$ | 22.5                   | 228.0                       | 255.5                      |

评价材料热稳定性的关键数据之一,  $T_{max}$  是指分解速率最快时的温度。

由表1可知, 随着 OMMT 含量的增加, 材料的  $T_{-5\%}$  不断增大, 当 OMMT 的质量分数为 3% ~ 5% 时, 材料的  $T_{-5\%}$  达到最大值, 为  $231.0 \sim 231.5^\circ\text{C}$ , 较纯 PEC 提高约  $40^\circ\text{C}$ 。随后, 当 OMMT 质量分数增至 7% 时,  $T_{-5\%}$  值有所下降, 但仍比纯 PEC 高出  $36.5^\circ\text{C}$ 。MMT 片层对 PEC 热稳定性的改善主要可以归结为层状硅酸盐片层对 PEC 大分子链段的限制作用和对分解所必需的传热、传质过程的阻隔作用<sup>[5]</sup>。由 XRD 分析可知, OMMT 在复合材料中的层间距由复合前的  $1.8\text{ nm}$  扩大至  $4.0\text{ nm}$  左右, 说明 PEC 大分子链段插入到 OMMT 片层中, 并且 OMMT 片层能均匀分散在 PEC 中, 有效发挥了片层的阻隔效应和限制效应, 从而使复合材料的热分解温度得到较大改善。

由表1还可知, 随着 OMMT 含量不断增大, 复合材料的  $T_g$  不断提高, 当 OMMT 质量分数为 3% ~ 5% 时,  $T_g$  最大, 为  $23.0 \sim 23.2^\circ\text{C}$ , 较纯 PEC 提高约  $9^\circ\text{C}$ , 当 OMMT 含量进一步提高, 其  $T_g$  有所降低。聚合物的  $T_g$  与大分子链段的活动能力有关, 当 PEC

大分子链段被 OMMT 片层有效制约后,其链段活动所需的能量加大,要在更高的温度下才能完成链段的迁移,故其  $T_g$  变大。

2.4 拉伸性能

PEC 的分子链结构非常柔顺,缺少刚性链段,并且聚集态为非晶态结构,这些决定了 PEC 的拉伸性能较差,需要通过与其他高性能聚合物或刚性粒子共混复合来改善拉伸性能。

前人研究表明,加入少量纳米 MMT 片层可以显著改善聚合物基体的力学性能<sup>[5]</sup>。这是因为,虽然只有少量的无机纳米粒子,但若以纳米尺度均匀分散在聚合物基体中,其较大的比表面积会使聚合物基体与纳米片层产生很强的界面作用力,从而使聚合物的拉伸性能得到较大提高。

图 7 示出 OMMT 含量对 scPEC/OMMT 纳米复合材料拉伸强度和断裂伸长率的影响。由图 7 可知,随着 OMMT 含量的增加,复合材料的拉伸强度呈先增大后减小趋势,当 OMMT 质量分数为 5% 时,拉伸强度达到最大值,为 21.1 MPa,而纯 PEC 的拉伸强度仅为 9.2 MPa。当 OMMT 质量分数超过 5% 后,拉伸强度开始减小,这可能是由于 OMMT 含量变大造成部分片层团聚所致。

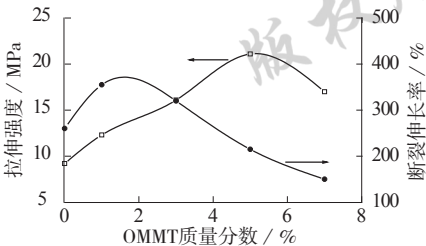


图 7 scPEC/OMMT 纳米复合材料的拉伸性能

纯 PEC 的断裂伸长率为 260%，当 OMMT 质量分数为 1% 时,复合材料的断裂伸长率增加到 355%，OMMT 含量进一步增加,复合材料的断裂伸长率开始降低,但在 OMMT 质量分数为 5% 时,材料的断裂伸长率为 215%，仍保持了较高的可延展性。

由此可知,少量的 OMMT 均匀分散到 PEC 中可使材料的拉伸性能得到较为明显的改善。

2.5 sc-CO<sub>2</sub> 法对所制备 PEC/OMMT 纳米复合材料中 PEC 分子量的影响

PEC 和 PPC 的热稳定性较差,严重限制了它们的加工性能和使用性能。Xu Jing 等<sup>[7]</sup>研究了 PPC 在熔融共混插层中的热降解行为,发现高温和较长共混时间会使 PPC 大分子链发生降解,同时,插层剂十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)在大于 100℃ 时

会显著加快 PPC 的降解速度。与 PPC 类似,PEC 在熔融插层时也会面临明显的热降解。sc-CO<sub>2</sub> 法可在较低的温度下制备插层复合材料,可避免 PEC 的热降解。笔者使用凝胶渗透色谱测试来研究 sc-CO<sub>2</sub> 法对所制备 PEC/OMMT 纳米复合材料中 PEC 分子量的影响,如表 2 所示。

表 2 不同制备方法对复合材料 PEC 分子量和性能的影响

| 试 样           | $M_w$   | PDI | $T_g$ /℃ | $T_{-5\%}$ /℃ | 拉伸强度 /MPa | 断裂伸长率 /% |
|---------------|---------|-----|----------|---------------|-----------|----------|
| 纯 PEC         | 130 000 | 4.5 | 14.3     | 191.5         | 9.2       | 260      |
| scPEC/3% OMMT | 121 500 | 4.4 | 23.2     | 231.0         | 16.1      | 320      |
| mPEC/3% OMMT  | 78 600  | 3.2 | 15.4     | 177.0         | 10.0      | 61       |

由表 2 可知,sc-CO<sub>2</sub> 法制备的 OMMT 质量分数为 3% 的 scPEC/OMMT 纳米复合材料中,PEC 的  $M_w$  和 PDI 基本与纯 PEC 相同,说明在 sc-CO<sub>2</sub> 中较低的混合温度(70℃)没有引起 PEC 的降解,纳米 OMMT 在 PEC 中充分发挥了增强效应,复合材料的各项性能均得到明显提高。作为对比,在 110℃ 密炼机中共混 8 min 制备了相同 OMMT 含量的 PEC/OMMT 纳米复合材料(标记为 mPEC/OMMT,其层间距为 2.32 nm),PEC 的  $M_w$  和 PDI 降低很多,说明在熔融共混中 PEC 发生了较严重的降解。PEC 分子量的显著降低使复合材料的热性能和力学性能受到严重劣化,纳米片层对 PEC 的增强作用难以体现。

3 结论

(1) 在 sc-CO<sub>2</sub> 中制备了 PEC/OMMT 纳米复合材料,XRD 测试显示,OMMT 片层间距达到 4.0 nm 左右,为插层型纳米复合材料。

(2) 由于 OMMT 片层均匀分散在 PEC 中,纳米片层对 PEC 的增强作用得以体现。随着 OMMT 含量的增加,复合材料的热性能和拉伸性能均得到显著提高。当 OMMT 质量分数在 3% ~5% 之间时,复合材料的  $T_g$  和  $T_{-5\%}$  分别较纯 PEC 约提高 9℃ 和 40℃。当 OMMT 质量分数为 5% 时,复合材料的拉伸强度达到 21.1 MPa,是纯 PEC 的 2.3 倍,而断裂伸长率保持在较高的水平。

(3) 凝胶渗透色谱测试结果显示,由 sc-CO<sub>2</sub> 法制备的复合材料中,PEC 的分子量基本与纯 PEC 分子量相同,说明在 sc-CO<sub>2</sub> 中 PEC 未发生明显降解。作为对比,熔融法制备的相同 OMMT 含量的复合材料,其 PEC 分子量和 PDI 明显降低,分子量的降低对复合材料的综合性能有明显的影

参考文献

[1] Tan C S, Hsu T J. Alternating copolymerization of carbon-dioxide

- and propylene-oxide with a rare-earth-metal coordination catalyst [ J ]. *Macromolecules*, 1997, 30: 3 147 - 3 150.
- [ 2 ] Acemoglu M, Nimmerfall F, Bantle S, et al. Poly( ethylene carbonate ) s, part I : syntheses and structural effects on biodegradation [ J ]. *J Control Release*, 1997, 49( 2 / 3 ) : 263 - 276 .
- [ 3 ] Sugimoto H, Ogawa A. Alternating copolymerization of carbon dioxide and epoxide by dinuclear zinc Schiff base complex [ J ]. *Reactive & Functional Polymer*, 2007, 67: 1 277 - 1 283 .
- [ 4 ] 赖明芳, 李静, 杨钧, 等. 马来酞酐封端聚碳酸亚丙酯的大分子偶联反应 [ J ]. *高分子学报*, 2003( 6 ) : 895 - 898 .
- [ 5 ] 漆宗能, 尚文宇. 聚合物 / 层状硅酸盐纳米复合材料理论与实践 [ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2002 .
- [ 6 ] Xu Jing, Li R K Y, Meng Yuezhong, et al. Biodegradable poly( propylene carbonate ) / montmorillonite nanocomposites prepared by direct melt intercalation [ J ]. *Materials Research Bulletin*, 2006, 41: 244 - 252 .
- [ 7 ] Xu Jing, Li R K Y, Xu Yan, et al. Preparation of poly( propylene carbonate ) / organo-vermiculite nanocomposites via direct melt intercalation [ J ]. *European Polymer Journal*, 2005, 41: 881 - 888 .
- [ 8 ] Du Longchao, Qu Baojun, Meng Yuezhong, et al. Structural characterization and thermal and mechanical properties of poly( propylene carbonate ) MgAl-LDH exfoliation nanocomposite via solution intercalation [ J ]. *Composites Science and Technology*, 2006, 66: 913 - 918 .
- [ 9 ] Shi Xudong, Gan Zhihua. Preparation and characterization of poly( propylene carbonate ) / montmorillonite nanocomposites by solution intercalation [ J ]. *European Polymer Journal*, 2007, 43: 4 852 - 4 858 .
- [ 10 ] 曹现福, 陈鸣才, 陈德宏, 等. 超临界二氧化碳在高分子合成及加工领域的应用 [ J ]. *高分子通报*, 2006( 7 ) : 65 - 70 .
- [ 11 ] Manke C W, Gulari E, Mielewski D F, et al. System and method of delaminating a layered silicate material by supercritical fluid treatment: US, 6469073 B1 [ P ]. 2002-10-22 .

## PREPARATION OF BIODEGRADABLE PEC/OMMT NANOCOMPOSITES IN SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE FLUID

Xu Nai, Jia Demin

( Department of Polymer Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China )

**ABSTRACT** Poly( ethylene carbonate ) ( PEC ) and organophilic montmorillonite( OMMT ) were swelled and mixed in supercritical carbon dioxide( sc-CO<sub>2</sub> ) to prepared biodegradable PEC/OMMT nanocomposites. The PEC/OMMT nanocomposites were investigated using X-ray diffraction( XRD ), thermal gravimetric analysis( TGA ), differential scanning calorimetric( DSC ), and electronic tensile tester. It was found that PEC/OMMT nanocomposites prepared at 70℃ had an intercalated structure. The thermal stability and glass transition temperature of PEC/OMMT nanocomposites were improved obviously. With low OMMT content, the PEC/OMMT nanocomposites exhibited better tensile performance than neat PEC. Compared with melt intercalation method and solution intercalation method, the sc-CO<sub>2</sub> method could avoid the thermal degradation of PEC occurred during melt intercalation and the pollution of organic solvent used in solution intercalation. The sc-CO<sub>2</sub> method was a novel method for preparing PEC/OMMT nanocomposites.

**KEYWORDS** montmorillonite, poly( ethylene carbonate ), supercritical carbon dioxide, intercalation

### 赢创推出用于制造细丝的 PPA 材料——

#### VESTAMID® HTplus F1001

在 2009 年度德国高科技纺织品展览会上, 总部位于德国埃森的赢创工业集团推出了 VESTAMID® HTplus F1001 产品——可用于拉丝工艺的第一种聚邻苯二甲酰胺( PPA )材料。该产品可以被很容易地加工成各种不同类型的细丝, 并可在尺寸和颜色上根据需要进行改变。PPA 在高温环境下性能表现突出, 并具备良好的机械性能, 可用于替代金属或其它塑料, 如 PA6 和 PA66, 无法满足要求的应用领域。

VESTAMID® HTplus F1001 具有极佳的尺寸稳定性和耐磨损性, 而其结晶性又赋予它极好的耐化学药品性, 因此该材料适用于侵蚀性介质和要求苛刻的应用环境。

VESTAMID® HTplus F1001 的熔点超过 320℃, 因此制成的细丝适用于高温环境及各种对温度要求比较高的应用。采用 VESTAMID® HTplus F1001 制成的单丝的断裂强度超过 300 MPa, 断裂伸长率高于 150%, 由其制作出的刷毛可用于要求苛刻的特殊专业领域。其它应用领域还包括将单

层和多丝用作过滤器的增强材料或织物等。( 垣 )

### 2013 年美国泡沫塑料需求将达 8.4 亿英镑

根据弗里多尼亚集团一项新的市场研究报告称, 美国泡沫塑料的需求将实现年均 2.7% 的增长率, 预计 2013 年泡沫塑料的总产值将达到 8.4 亿磅, 约合 271 亿美元。

报告称 2008 年, 建筑和包装占据所有泡沫塑料需求的 60%, 在未来, 房地产仍将是泡沫塑料最大的市场, 除了继续扩大在建筑用保温材料的市场外, 泡沫塑料还将继续扩大其在工业领域的应用。( 慧聪网 )

### REACH 法规新增限用 MDI 项目

自 2009 年 6 月 1 日起欧盟危险物质指令( 76/769 / EEC ) 正式废止, 以欧盟新化学品法案( REACH ) 之附录 17 取代, 欧洲议会并于 2009 年 6 月 22 日公布( EC ) No. 552 / 2009 将其内容修订增加至 58 大类; 相关产品制造商必须注意并符合该限制内容, 如违反规定将面临禁止贩卖或下架回收之处分。2010 年 12 月 27 日之后不得贩卖 MDI 含量超过 0.1% 的混合物。( 慧聪网 )