

<http://pmse.scu.edu.cn>

基于熔体静电纺丝技术制备一种金属-有机骨架 复合材料的方法

赵晓敏, 刘太奇

(北京石油化工学院 环境材料研究中心, 北京 102617)

摘要:高性能金属-有机骨架(MOFs)复合材料是目前研究热点。文中首次采用熔体静电纺丝法制备了低密度聚乙烯(LDPE)纤维作为沉积MOFs晶体的衬底,并采用溶剂热合成法原位制备了负载钴基金属-有机骨架材料(UiO-66)的LDPE纤维复合材料。通过扫描电子显微镜(SEM)、X射线衍射(XRD)、傅里叶变换红外光谱分析(FT-IR)和热重分析(TG),对UiO-66@PE纤维复合材料的表面形貌和结构进行了表征。结果表明,UiO-66@PE复合纤维材料最佳制备温度是100℃,它是由UiO-66包裹的纤维态复合材料,且晶体较均匀负载于LDPE纤维表面,UiO-66晶体直径为190~900 nm;FT-IR分析表明UiO-66晶体与LDPE纤维之间没有化学作用;TG分析结果表明,相比基材LDPE,UiO-66@PE复合材料的热分解温度有所提高,能够达到425℃。

关键词:熔体静电纺丝;低密度聚乙烯;金属-有机框架;UiO-66@PE纤维复合材料;负载

中图分类号: 文献标识码:A 文章编号:1000-7555(2023)02-000

金属-有机骨架(Metal-organic frameworks, MOFs)是一种新型的高结晶多孔材料,是由含氧或氮元素配体与过渡金属通过配位键自行组装而成^[1,2]。其具有纳米级的微孔道构造,较大的比表面积,可调节的孔径功能以及相对较小的固体密度,在吸附^[3,4,5]、过滤^[6,7]、药物传输^[8-10]等方面均表现出了卓越的性能。但由于MOFs结晶或微晶的形状,使得纳米级尺寸的MOFs容易发生团聚,另外该材料还存在难回收、易造成二次污染等问题,从而限制了其在一些工业领域上的应用^[11]。因此,人们一直在寻找MOFs与聚合物的可结合方式,以努力将MOFs和聚合物的性能结合起来,提高MOFs的用途^[12,13]。与刚性无机基底(例如金属、金属氧化物和二氧化硅)相比,基于有机聚合物的混合基质膜表现出更好的MOFs颗粒承载能力和作为添加剂的更广泛的选择范围^[14]。而静电纺丝技术是一种能够简单且高效制备出化学及物理性能优良的纤维材料的技术,它为与MOFs的结合提供新的思路^[15]。静电纺丝纳米纤维由于其特殊的结构参数,如相对较

高的表面积比、较高的孔隙率和易于管理的表面功能化,使得由纳米纤维组成的3D网状结构为负载MOFs提供了比正常衬底更多的附着位置,从而可作为理想的MOFs沉积衬底^[16]。负载MOFs的方法有由前驱体溶液原位溶剂热生长/沉积、热压法、反扩散法和喷涂法^[17]。通过负载MOFs晶体颗粒,使复合纤维材料具有较大的比表面积、出众的力学强度和良好的渗透性,所以,纳米纤维对MOFs晶体有着相当大的稳定性和亲和力。最重要的是,以纤维形式存在的MOFs材料易于从反应体系中取出,无需离心等分离操作,简化了材料的重复使用过程^[18]。

目前,研究者在通过溶液静电纺丝制备负载MOFs的复合材料方面做了一些研究,但却缺乏关于熔体静电纺丝对MOFs颗粒负载的报道。熔体静电纺丝与溶液静电纺丝相比具有独特的优势:第一,很多高分子聚合物(如PE, PP, POM等)很难找到溶剂,无法进行静电纺丝;第二,不需要溶解聚合物的溶剂,避免了后续对于溶剂的处理问题,生产成本较低,工艺相对安全;第三,纺丝产品中没有残

doi:10.16865/j.cnki.1000-7555.2023.0034

收稿日期:2022-05-24

基金项目:北京市创新平台建设-北京石油化工学院材料学创新平台建设(PXM019-014222-000052)

通讯联系人:刘太奇,主要从事纳米净化材料、航天材料、新能源材料研究, E-mail: liutaiqi@bjpt.edu.cn

留溶剂,并可以在高温下进行负载实验。目前文献报道的溶液静电纺丝纤维负载MOFs晶体通常是在低温下合成的。这是因为溶液静电纺丝所制备的聚合物纤维具有高温不稳定性或是能够被高度溶解的,故利用溶液静电纺丝制备的纤维,限制了可选取聚合物的种类,也限制了所负载MOFs的种类。同时,静电纺丝纳米纤维的化学性质和热稳定性对提高MOFs的可负载量有重要作用^[9]。通过熔体静电纺丝方法制备的复合材料无需进行表面处理就可实现MOFs的负载,在空气污染物吸附过滤、水处理工业催化与生物制药等方面有广泛的应用前景。

本文采用熔体静电纺丝技术和溶剂加热合成MOFs法相结合,即选用一般溶剂难以溶解、热稳定性较好的低密度聚乙烯(LDPE)制备熔体静电纺丝纤维,并以该纤维作为基底沉积MOFs颗粒,制备出UiO-66@PE纤维复合材料并测试其性能。

1 实验部分

1.1 试剂与设备

LDPE:MI=50 g/10 min,购于上海捷讯塑化有限公司;氧化聚乙烯蜡、对苯二甲酸(PTA,纯度 $\geq 99\%$):购于山东优索化工科技有限公司;四氯化锆($ZrCl_4$,纯度 $\geq 99\%$)、N,N-二甲基甲酰胺(DMF,分析纯, $\geq 99.5\%$):购于长汀富亿达电子科技有限公司;无水乙醇(C_2H_5OH ,分析纯, $\geq 99\%$):购于安徽安特食品股份有限公司。

熔体静电纺丝仪:北京奇棒材料科技有限公司;扫描电子显微镜:QUANTA650FEG,美国FEI公司;X射线衍射仪:D8 Focus-XRD,德国Bruker公司;傅里叶变换红外光谱仪:FTIR-850型,天津港东科技发展股份有限公司;热重分析仪:HTG-1,北京恒久科学仪器厂;比表面积分析仪:Kubo-X1000,北京彼奥德电子有限公司。

1.2 LDPE纤维的制备

打开加热装置,将熔体静电纺丝仪的料筒加热至160℃,待温度稳定后添加一定量的LDPE颗粒,加热30 min使得LDPE呈熔融状态,按照LDPE和聚乙烯蜡的质量比8:1的量,加入聚乙烯蜡作为润滑剂。开启高压源设置,当熔体经喷头开始往下滴出时,将纺丝电压设定为25 kV,设定喷头和接收装置的距离为3 cm,制备的LDPE纤维丝由载玻片接收。

1.3 UiO-66@PE纤维复合材料的制备

将90 mL的N,N-二甲基甲酰胺倒入反应釜中,

在通风橱中依次加入1.4 g氯化锆和1 g对苯二甲酸,使用磁力搅拌器搅拌30 min形成MOFs前体溶液。将熔体静电纺丝制备的LDPE纤维丝放置于反应釜中,反应釜在烘箱中的反应时间为24 h,反应温度设定为120℃,110℃和100℃进行3次实验,待反应结束并冷却至室温后,将获得的负载UiO-66@PE纤维复合材料用无水乙醇和N,N-二甲基甲酰胺依次洗涤3次,以去除残留的UiO-66粉末和捕获在纳米纤维间隙之间的前体颗粒。随后将复合纤维材料置于90℃烘箱中干燥,得到复合材料。

1.4 测试与表征

1.4.1 复合材料的微观形貌表征:使用加速电压为10 kV的场发射扫描电子显微镜(SEM)进行观察,取5 mm×5 mm的样品并对表面进行喷金处理。

1.4.2 结构分析:复合材料的成分分析使用X射线衍射仪(XRD)进行,辐射源为Cu($\lambda=1.54056$),工作电压40 kV,工作电流40 mA,扫描角度为5°~60°;复合材料的官能团分析使用红外光谱(FT-IR)进行,分辨率可达0.5 cm^{-1} ,波数范围是500~4000 cm^{-1} 。

1.4.3 热稳定性分析:PE纤维丝和UiO-66@PE纤维复合材料的热稳定性使用热重分析仪(TGA)在氮气气氛下,气体流速为10 mL/min的条件下进行分析,温度范围25~800℃,升温速率为10℃/min。

1.4.4 吸附-脱附试验:UiO-66@PE纤维复合材料采用比表面积分析仪进行测试,样品在90℃预处理2 h,在77 K测试温度下进行N₂吸附-脱附试验。

2 结果与讨论

2.1 LDPE熔融纺丝制备

LDPE熔体纺丝纤维制备的关键是确定纺丝参数。通过改变电压、接收距离、纺丝温度以及聚乙烯蜡的加入量等因素来探讨其对LDPE纤维直径和形态的影响。在对比不同参数下纤维丝的变化情况,最终确定在纺丝电压为25 kV、纺丝温度190℃、接收距离2.5 cm,LDPE与聚乙烯蜡的质量比为7:1时,制备的LDPE纤维最佳。从Fig.1可以看出,该方法制备的LDPE纤维丝表面光滑,粗细较为均匀,平均直径约为8.7 μm 。

2.2 UiO-66@PE纤维复合材料的制备及表征

2.2.1 UiO-66@PE纤维复合材料的制备及SEM形貌:将N,N-二甲基甲酰胺溶剂倒入反应釜中,依次加入氯化锆和对苯二甲酸,形成MOFs前体溶液后,将熔体静电纺丝制备的LDPE纤维丝放置于反应釜中,在100~120℃成功制备出UiO-66@PE纤维复合

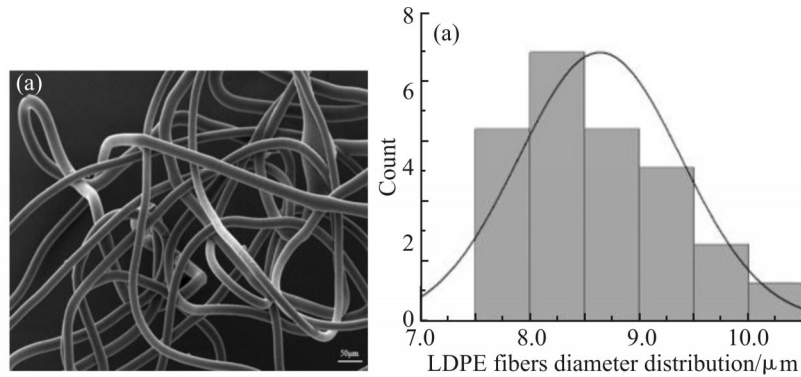


Fig.1 (a) morphology and (b) diameter distribution of LDPE fibers

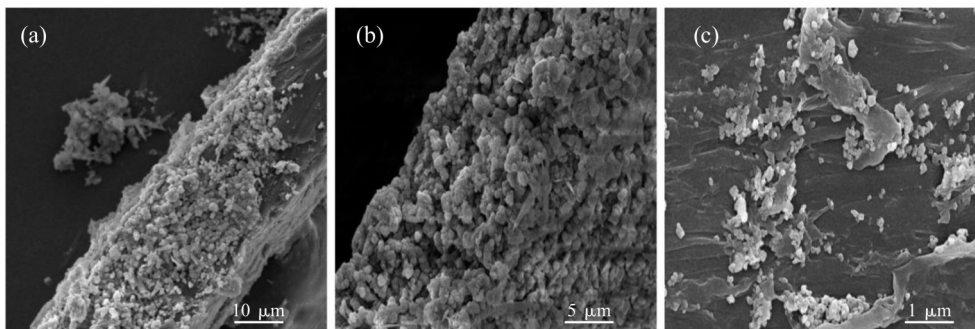


Fig.2 UiO-66@PE fiber composites morphologies at 120 °C
(a): 1×10^3 times; (b): 2×10^3 times; (c): 5×10^3 times

材料。

通过扫描电子显微镜观察不同合成反应温度时制备的 UiO-66@PE 纤维复合材料的微观结构,进一步分析纤维形态和 UiO-66 晶体颗粒的负载情况及反应温度对材料制备的影响。由于纤维复合材料的制备温度处于 100~120 °C 之间,实验过程中并没有观察到温度的改变对 UiO-66 晶体的生成、晶型结构及结晶度造成明显的影响,但观察到温度对 LDPE 纤维载体的形貌产生了很大的影响,这主要是因为高温会导致纤维发生微熔化现象^[20]。

在 120 °C 时,溶剂热合成法沉积 MOFs 晶体,得到的复合材料有明显的团聚现象,肉眼可以观察到材料表面粗糙,布满凸起结构,但依然能够看到有白色粉末状颗粒的存在,为了分析复合纤维材料的表面形态,对其进行了扫描电镜表征,如 Fig.2 所示。Fig.2(a~c)分别是在 1×10^3 倍、 2×10^3 倍和 5×10^3 倍条件下,观察得到的 UiO-66@PE 纤维复合材料的局部微观形貌电镜图。从 Fig.2(a) 和 Fig.2(b) 可以观察到 LDPE 纤维上的确成功负载了 UiO-66 的晶体颗粒,但负载不均匀。其原因可能是加热温度高于纤

维开始熔融的软化温度,使得纤维形态不断发生改变从而阻挡了晶体颗粒的附着位点。Fig.2(c) 为 UiO-66@PE 纤维复合材料的断面形貌图,可以观察到其断面层附着有部分晶体颗粒。证实了纤维在未发生团聚现象前,MOFs 晶体就已经开始逐渐沉积于 LDPE 纤维表面上。

当反应温度为 110 °C 时,LDPE 纤维依然发生团聚,但团聚不完全且局部形状为棒状,其 SEM 观察的形貌如图 Fig.3 所示。Fig.3(a~d)是在 100 倍、300 倍、 1×10^4 倍和 2×10^4 倍条件下,观察到的 UiO-66@PE 纤维复合材料的微观电镜图, Fig.3(a) 是多根纤维丝粘连在一起的复合材料,图中纤维材料表面附着晶体颗粒,但晶体表面有明显的凹凸不平疤痕,可能为反应过程中 LDPE 纤维表面熔融所致。Fig.3(c) 是 Fig.3(a) 中纤维表面的放大图,从中可以看出 MOFs 晶体颗粒在 LDPE 纤维表面分布沉积不均匀,且有部分晶粒包裹在纤维内部。Fig.3(b) 是纤维态复合材料较为平整、光滑的形貌图,可以看出负载的 UiO-66 晶体是较为均匀。Fig.3(d) 是 Fig.3(b) 纤维复合材料局部放大图,可以看出,UiO-66 晶粒较均匀

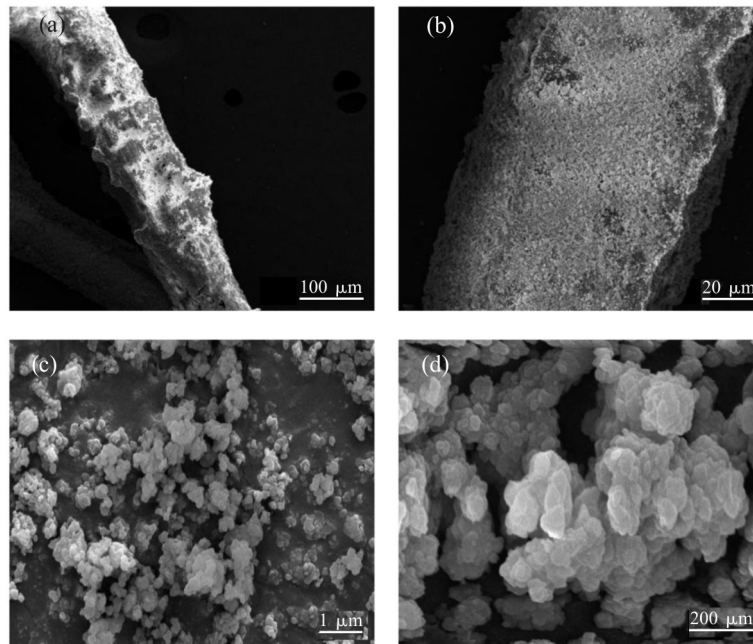


Fig.3 UiO-66@PE fiber composites morphologies at 110 °C
(a):100 times; (b):300 times; (c): 1×10^4 times; (d): 2×10^4 times

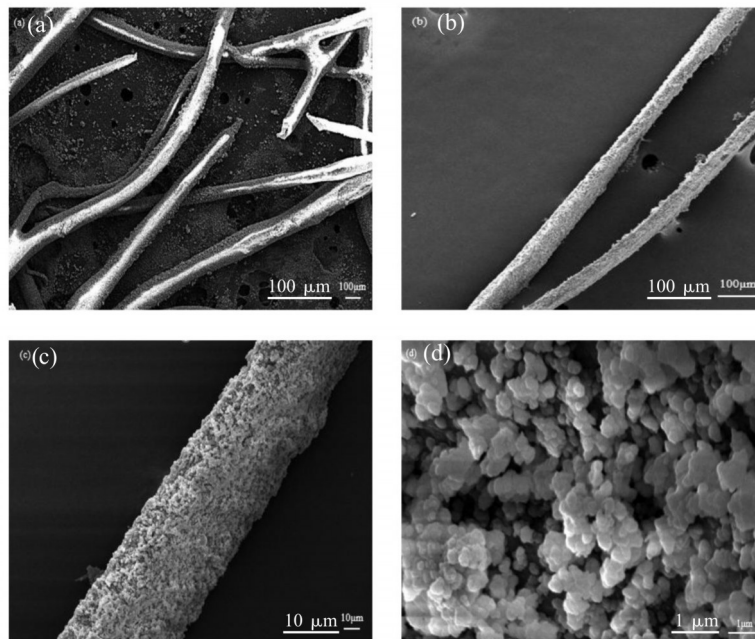


Fig.4 UiO-66@PE fiber composites morphologies at 100 °C
(a):50 times; (b):100 times; (c):500 times; (d): 1×10^4 times

分布于纤维表面。但是,此时的反应温度仍不是理想反应温度。

当溶剂热合成反应温度设定为 100 °C 时,所得的 UiO-66@PE 纤维复合材料是处于纤维状的, MOFs 能够均匀地分布在纤维表面,如 Fig.4 所示。

Fig.4(a~d)是在 50 倍、100 倍、500 倍和 1×10^4 倍条件下,观察得到的 UiO-66@PE 纤维复合材料的微观电镜图。Fig.4(a), Fig.4(b)和 Fig.4(c)中可以清晰地看到 LDPE 纤维上均匀地负载有 UiO-66 颗粒。证明了温度条件在 100 °C 时,聚乙烯纤维可以作为沉积

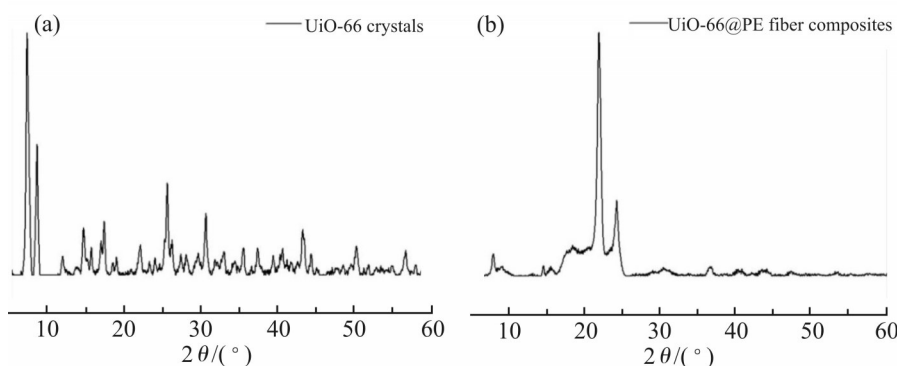


Fig.5 XRD patterns of (a)UiO-66 crystal and (b) UiO-66@PE fiber composite

MOFs 的理想材料。Fig.4(d)是 Fig.4(c)纤维复合材料的局部放大图,可以看出,MOFs 均匀附着 LDPE 纤维表面,晶体颗粒直径为 190~900 nm。

原位沉积使得 UiO-66 晶体在合成过程中直接生长在 LDPE 纤维表面上,与纤维基体结合良好。这与纤维的直径、表面粗糙度无关,只与 LDPE 纤维在不同合成温度时表面微熔的状态相关。由于合成温度在 120 °C 时,复合材料有熔化团聚的现象,因此只对 100 °C 和 110 °C 时的 UiO-66@PE 纤维复合材料的比表面积进行测定,分别为 634m²/g 和 631m²/g,可以看出在不同合成条件下所得的 UiO-66@PE 纤维复合材料对 UiO-66 负载量和比表面积性能没有明显的影响。

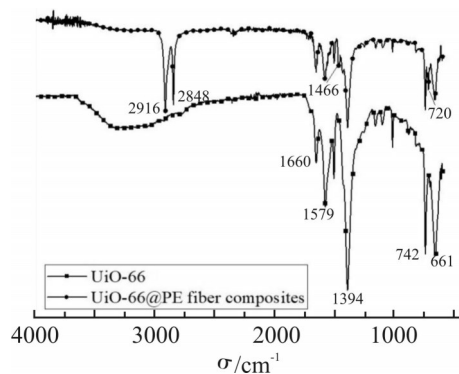


Fig.6 Chemical structure UiO-66 and UiO-66@PE fiber composite

2.2.2 UiO-66@PE 纤维复合材料的 XRD 分析: 使用 X 射线衍射分析仪对反应釜中未负载的 UiO-66 晶体颗粒和成功制备的 UiO-66@PE 复合材料进行结构表征与分析,结果如 Fig.5 所示。Fig.5(a)中可以看到分别在 7.17°, 8.48°, 11.74°, 14.39°, 17.13°, 21.84°, 25.45° 和 30.36° 等多处出现 UiO-66 晶体的特征衍射峰,虽然图中出现了一些杂峰、多峰的现象,但基本与标准谱图相同,说明在加入 LDPE 纤维丝的反应

过程中并没有影响到 UiO-66 晶体的生成。Fig.5(b)可见,UiO-66@PE 纤维复合材料中,LDPE 纤维的特征衍射峰出现在 21.74°, 24.13° 和 36.46°, 其复合标准图谱。同时在图谱中也出现了 UiO-66 的特征衍射峰,为 7.79°, 8.83°, 14.42° 和 15.38°, 虽然特征峰衍射强度减小,但仍能说明锆基金属-有机骨架确实负载在 LDPE 熔体静电纺丝纤维表面,且 UiO-66 晶体的结构并没有发生改变。

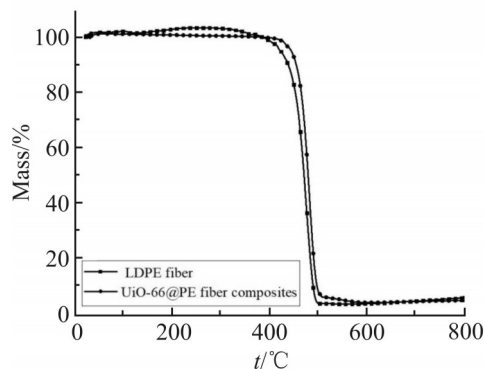


Fig.7 TG curves of LDPE fiber and UiO-66@PE fiber composites

2.2.3 UiO-66@PE 纤维复合材料的红外光谱分析: 为研究 UiO-66 金属-有机骨架复合物的添加对 LDPE 纤维的化学结构及静电纺丝复合纤维内部结构的影响,利用傅里叶变换红外光谱仪检测并分析了 UiO-66 晶体颗粒和 UiO-66@PE 纤维复合材料的红外光谱,结果如 Fig.6 所示。从 Fig.6 中可知,2916 cm⁻¹ 是—CH₂—的不对称伸缩振动、2848 cm⁻¹ 是—CH₂—的对称伸缩振动、1466 cm⁻¹ 是 C—H 的面内伸缩振动、720 cm⁻¹ 是 C—H 的面外弯曲振动处的吸收峰,这些吸收峰是 LDPE 纤维的特征吸收峰。对比 UiO-66 的红外光谱图,发现 UiO-66@PE 纤维复合材料除了具有 LDPE 纤维的特征吸收峰外,仍存在有 1660 cm⁻¹, 1579 cm⁻¹ 和 1394 cm⁻¹ 处 UiO-66 中苯二甲

酸上的羧基引起的吸收峰和 742 cm^{-1} , 661 cm^{-1} 处 UiO-66 中 $\text{Zr}-(\mu_3)\text{-O}$ 配位键的伸缩振动引起的吸收峰,且特征吸收峰的位置没有发生位移。说明 UiO-66 晶体成功负载于 LDPE 熔体静电纺丝纤维中,且它的添加没有对 LDPE 纤维的化学结构造成改变,即该材料为物理的复合材料。

2.2.4 UiO-66@PE 纤维复合材料的热稳定性: 为了研究所制备纤维复合材料的热稳定性,采用热重分析来考察 UiO-66@PE 纤维复合材料在 N_2 中的热稳定性,确定其在氮气氛围中的热分解温度。结果如图 7 所示,当温度为室温至 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 之间时,LDPE 纤维和 UiO-66@PE 纤维复合材料都没有发生明显的质量损失,表明两者的热稳定性是极好的; $400\text{ }^\circ\text{C}$ 后,LDPE 纤维的曲线迅速下降,质量严重损失,而 UiO-66@PE 纤维复合材料是在 $425\text{ }^\circ\text{C}$ 后,发生明显的质量损失,表明在此温度下金属-有机骨架 UiO-66 开始分解;当温度超过 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时,两者的质量变化趋于平稳,UiO-66 完全分解,LDPE 纤维也被破坏。故得出由于 UiO-66 晶体在纤维丝上的包裹负载,从而阻碍了 LDPE 纤维分子链的断裂,推迟了 UiO-66@PE 复合材料的热分解,使复合材料的热稳定性从 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 提高到 $425\text{ }^\circ\text{C}$ 。

3 结论

本文通过熔体静电纺丝技术和溶剂加热合成 MOFs 法相结合,首次采用以熔体静电纺丝制备的 LDPE 纤维作为基底沉积 MOFs 颗粒,成功制备出了 UiO-66@PE 纤维复合材料。对复合材料的微观形貌、晶体结构、化学结构以及热稳定性进行了表征分析。研究结果表明,这种方法原位实现了 MOFs 在亚微米纤维上的负载,既不需要表面修饰,也不需要进行晶种处理。同时该复合材料耐有机溶剂,热稳定性好,为静电纺丝制备复合材料提供了新的思路,有望在药物传输、吸附等领域得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] Liu C, Wu Y, Morlay C, *et al.* General deposition of metal - organic frameworks on highly adaptive organic - inorganic hybrid electrospun fibrous substrates[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2016, 8: 2552-2561.
- [2] Ahmadijokani F, Molavi H, Rezakazemi M, *et al.* UiO-66 metal-organic frameworks in water treatment: a critical review[J]. Progress in Materials Science, 2021, 125: 100904.
- [3] 宋瑶瑶, 于斌, 孙辉. ZIF-8@PAN 纳米纤维膜基多孔碳材料的制备及对镉离子的吸附性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2021, 37(8): 42-49.
Song Y Y, Yu B, Sun H. Preparation and cadmium ion adsorption properties of ZIF-8@polyacrylonitrile nanofiber membrane based porous carbon[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2021, 37(8): 42-49.
- [4] Jiang D, Chen M, Wang H, *et al.* The application of different typological and structural MOFs-based materials for the dyes adsorption[J]. Coordination Chemistry Reviews, 2019, 380: 471-483.
- [5] Ghazvini M F, Vahedi M, Nobar S N, *et al.* Investigation of the MOF adsorbents and the gas adsorptive separation mechanisms [J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2021, 9: 104790.
- [6] Efome J E, Rana D, Matsuura T, *et al.* Metal - organic frameworks supported on nanofibers to remove heavy metals[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2018, 6: 4550-4555.
- [7] Yin X, Tang S, Yong Q, *et al.* Oriented 2D metal organic framework coating on bacterial cellulose for nitrobenzene removal from water by filtration[J]. Separation and Purification Technology, 2021, 276: 119366.
- [8] Sun K, Li L, Yu X L, *et al.* Functionalization of mixed ligand metal-organic frameworks as the transport vehicles for drugs[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2017, 486: 128-135.
- [9] Cai M, Chen G, Qin L, *et al.* Metal organic frameworks as drug targeting delivery vehicles in the treatment of cancer[J]. Pharmaceutics, 2020, 12: 232.
- [10] Liu X, Liang T, Zhang R, *et al.* Iron-based metal - organic frameworks in drug delivery and biomedicine[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2021, 13: 9643-9655.
- [11] Wan P, Yuan M, Yu X, *et al.* Arsenate removal by reactive mixed matrix PVDF hollow fiber membranes with UiO-66 metal organic frameworks[J]. Chemical Engineering Journal, 2020, 382: 122921.
- [12] 吴飞扬, 陈琦, 陈成, 等. 低负载锆基 MOF 增强聚双环戊二烯纳米复合材料[J]. 高分子材料科学与工程, 2022, 38(4): 50-57.
Wu F Y, Chen Q, Chen G, *et al.* Low-loading zirconium-based MOF reinforced polydicyclopentadiene nanocomposites[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2022, 38(4): 50-57.
- [13] Kalaj M, Bentz K C, Ayala Jr S, *et al.* MOF-polymer hybrid materials: From simple composites to tailored architectures[J]. Chemical Reviews, 2020, 120: 8267-8302.
- [14] Liu M, Cai N, Chan V, *et al.* Development and applications of MOFs derivative one- dimensional nanofibers via electrospinning: a mini-review[J]. Nanomaterials, 2019, 9: 1306.
- [15] 李婷婷, 张志明, 韩正波. 基于静电纺丝技术的聚合物基 MOFs

- 纳米纤维膜的研究进展[J]. 无机材料学报, 2021, 36(6): 592-600.
- Li T T, Zhang Z M, Han Z B. Research progress in polymer-based metal-organic framework nanofibrous membranes based on electrospinning[J]. Journal of Inorganic Materials, 2021, 36(6): 592-600.
- [16] Molco M, Laye F, Samperio E, *et al.* Performance fabrics obtained by in situ growth of metal - organic frameworks in electrospun fibers[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2021, 13: 12491-12500.
- [17] Yan Z, Wu M, Hu B, *et al.* Electrospun UiO-66/polyacrylonitrile nanofibers as efficient sorbent for pipette tip solid phase extraction of phytohormones in vegetable samples[J]. Journal of Chromatography A, 2018, 1542: 19-27.
- [18] Ismail F M, Abdellah A M, Ali P A, *et al.* Bilayer sandwich-like membranes of metal organic frameworks-electrospun polymeric nanofibers via SiO₂ nanoparticles seeding[J]. Materials Today Communications, 2017, 12: 119-124.
- [19] Dou Y, Zhang W, Kaiser A. Electrospinning of metal - organic frameworks for energy and environmental applications[J]. Advanced Science, 2020, 7: 1902590.
- [20] 束智昊, 汪莹, 胡文燕, 等. 不同实验条件下 UiO-66 的合成与表征[J]. 化学工程与装备, 2022(2): 17-18.
- Shu Z H, Wang Y, Hu W Y, *et al.* Synthesis and characterization of UiO-66 under different experimental conditions[J]. Chemical Engineering and Equipment, 2022(2): 17-18.

Preparation of the Fibrous Metal Organic Frameworks Composites Based on the Technique of Melt Electrospinning

Xiaomin Zhao, Taiqi Liu

(Research Center of Ecomaterial, Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China)

ABSTRACT: High-performance metal organic frameworks (MOFs) fiber composites are currently a hot research topic. In this study, a novel UiO-66 loaded low density polyethylene (LDPE) fiber composite (UiO-66@PE) was successfully made via solvothermal synthesis in situ, using melt electrospun LDPE fibers as substrate for the depositing metal organic framework (MOFs) crystal. SEM, XRD, FT-IR and TG were employed to investigate the morphology and structure of the UiO-66@PE fiber composite. The results show that the optimum preparation temperature of the UiO-66@PE fiber composites is 100 °C; it is a fibrous composites material carrying zirconium-based metal-organic framework material (UiO-66), which is equally loaded on the surface of LDPE fibers. The diameter of UiO-66 crystals ranges from 190 nm to 900 nm. FT-IR analysis reveals that the UiO-66 crystal and LDPE electrospun fiber has no interaction. TG analysis reveals that the thermal decomposition temperature of the UiO-66@PE fiber composites is 425 °C, which is a little higher than that of the LDPE fiber substrate.

Keywords: melt electrospinning; low density polyethylene; metal organic frameworks; UiO-66@PE fiber composites; load