

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.01.025

磷氮膨胀型改性水滑石阻燃剂的制备及其 阻燃 ABS 复合材料的性能

闫启东¹,徐俊¹,黄国波²,徐峰¹,叶灿¹,方国忠³

(1. 台州职业技术学院医学与制药工程学院,浙江台州 318000; 2. 台州学院医药化工与材料工程学院,浙江台州 318000;
3. 台州博尔特塑胶电子有限公司,浙江仙居 317300)

摘要:采用固相接枝反应的方法,以水滑石(LDHs)及 γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷(KH-560)、氯磷酸二苯酯和聚乙烯亚胺等为原料,合成了磷氮膨胀型水滑石阻燃剂(IFR-LDHs)。借助傅立叶变换红外光谱仪、冷场发射扫描电子显微镜、透射电子显微镜以及能量色散X射线光谱仪测试,显示水滑石(LDHs)表面已接枝磷氮膨胀型阻燃剂(IFR)。将IFR-LDHs添加到丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)中,提高了阻燃ABS复合材料的阻燃性能。添加15份IFR-LDHs的阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级达到V-0级,LOI达到29.4%,拉伸强度提高了12.5%,断裂伸长率提高了120.0%,缺口冲击强度提高了57.9%。

关键词:丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料;膨胀型阻燃剂;水滑石;阻燃性能

中图分类号: TQ314.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)01-0143-05

Preparation of Hydrotalcite Modified with Phosphorus-Nitrogen Intumescent Flame Retardant and Properties of Its Flame Retardant ABS Composites

Yan Qidong¹, Xu Jun¹, Huang Guobo², Xu Feng¹, Ye Can¹, Fang Guozhong³

(1. Department of Medicine and Pharmaceutical Engineering, Taizhou Vocational and Technical College, Taizhou 318000, China;
2. College of Pharmaceutical, Chemical and Material Engineering, Taizhou University, Taizhou 318000, China;
3. Taizhou Boerte Plastic Electronics Company Limited, Xianju 317300, China)

Abstract : Via the method of solid phase graft reaction, hydrotalcite (LDHs) modified with phosphorus-nitrogen intumescent flame retardant (IFR-LDHs) was synthesized with LDHs, γ -(2,3-epoxypropoxy) propyltrimethoxysilane, diphenyl chlorophosphite and polyethyleneimine. It was tested by FTIR, SEM, TEM and EDX, and the results indicate that intumescent flame retardant is grafted onto the surface of LDHs. IFR-LDHs was added to acrylonitrile-butadiene-styrene plastic (ABS) to improve the flame retardancy of flame retardant ABS composites. When 15 phr IFR-LDHs are added, the vertical combustion grade of flame retardant ABS composite reaches V-0 grade, the LOI reaches 29.4%, the tensile strength increases by 12.5%, the elongation at break increases by 120.0%, the notch impact strength increases by 57.9%.

Keywords : acrylonitrile-butadiene-styrene plastic ; intumescent flame retardant ; hydrotalcite ; flame retardant property

聚合物/层状无机物纳米复合材料具有优良的力学性能^[1-3]、热学性能^[4-6]及阻燃性能^[7-10],正受到化学工作者的高度关注。常用的无机物阻燃剂有氢氧化铝、氢氧化镁和红磷等。水滑石(LDHs)是典型的层状双金属氢氧化物,作为一种重要的无

机非卤阻燃剂,燃烧达到不同温度时存在不同的分解过程^[11]:200℃以内失去层间水,LDHs结构未被破坏;300℃以上碳酸根与羟基脱出,有二氧化碳生成;达到450℃以上时层间碳酸根阴离子完全转变为二氧化碳消失,LDHs插层结构不复存在。脱出

基金项目:台州市科技计划项目(162gy56)

通讯作者:闫启东,副教授,硕士,主要从事功能材料合成研究 E-mail: box1996@163.com

收稿日期: 2018-11-12

引用格式: 闫启东,徐俊,黄国波,等.磷氮膨胀型改性水滑石阻燃剂的制备及其阻燃ABS复合材料的性能[J].工程塑料应用,2019,47(1):143-147.

Yan Qidong, Xu Jun, Huang Guobo, et al. Preparation of hydrotalcite modified with phosphorus-nitrogen intumescent flame retardant and properties of its flame retardant ABS composites[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1): 143-147.

的二氧化碳和水吸收材料表面大量热量,起到阻燃的作用,分解后的固体物有较大的比表面积和碱性,能吸收材料因燃烧释放的酸性气体和烟雾,从而发挥抑烟的作用。因此,LDHs在阻燃改性聚合物领域具有重要的应用^[12-18]。但LDHs同样具有无机物阻燃剂的缺点,其阻燃效能较低,添加量较大,并且表面强亲水性使LDHs无法良好分散于聚合物基体中。因此对LDHs进行有机化改性,提高其在聚合物基体中分散性的研究屡见报道。叶文娟等^[19]采用熔融混合的方法对LDHs进行有机修饰处理,制备了线型低密度聚乙烯(PE-LLD)/膨胀阻燃剂(IFR)/有机层状双氢氧化物(OLDH)纳米复合材料,相比纯PE-LLD,纳米复合物的初始分解温度均有所降低,450℃时残炭率明显增加。王春峰等^[20]采用十二烷基硫酸钠(SDS)和2-羧乙基苯基次磷酸(CEPPA)改性LDHs复配聚乙烯(PE),制得具有剥离结构的PE/LDHs纳米阻燃材料,结果显示,有机化LDHs能提高聚合物基体的热稳定性。这种方法处理的LDHs解决了分散性问题,但长碳链有机化合物作为改性剂,其热稳定性能差,没有阻燃作用,影响了聚合物/LDHs纳米材料的阻燃性能。

笔者以 γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷(KH-560)、氯磷酸二苯酯和聚乙烯亚胺(PEI)等为原材料,制备了集成炭、脱水、发泡功能三源一体的膨胀型阻燃剂(IFR),对LDHs进行修饰,制得磷氮膨胀型水滑石阻燃剂(IFR-LDHs),IFR与LDHs协同阻燃,提高了聚合物受热燃烧时的阻燃效果,减少了阻燃剂的添加量,最大程度降低了阻燃材料的成本。IFR-LDHs为无卤阻燃体系,具有绿色环保和环境友好的特点。制备的IFR-LDHs用于改性丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS),利用机械共混法制得阻燃ABS/IFR-LDHs复合材料。添加质量分数15%的IFR-LDHs,阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级达到V-0级,极限氧指数(LOI)达到29.4%。

1 实验部分

1.1 主要原材料

ABS: CH510, 北方华锦化学工业集团有限公司;

LDHs: 镁铝质量比为3:1, 青岛优索化学科技有限公司;

KH-560, PEI及硬脂酸: 分析纯, 阿拉丁试剂

(上海)有限公司;

氯磷酸二苯酯: 纯度为98%, 江苏太仓沪试试剂有限公司;

分散剂T: 分析纯, 市售。

1.2 主要仪器与设备

同向双螺杆挤出机: CTE-35型, 南京科倍隆科亚机械有限公司;

注塑机: HTL90-F5B型, 浙江黄岩海太塑料机械有限公司;

高速分散机: SHR-10A型, 张家港市宏荣机械设备制造有限公司;

超声波清洗机: CS-500D型, 宁波江南仪器厂;

傅立叶变换红外光谱(FTIR)仪: Nicolet5700型, 美国尼高力仪器公司;

材料拉伸试验机: AGS-JAGS-J型, 上海大迈仪器有限公司;

垂直水平燃烧测定仪: CZF-5型, 武汉格莱莫检测设备有限公司;

数显氧指数测定仪: XZT-100A型, 承德市科承试验机有限公司;

冷场发射扫描电子显微镜(SEM): S-4800型, 日立高新技术公司;

透射电子显微镜(TEM): JEM-2100型, 日本电子株式会社;

能量色散X射线光谱仪(EDX): EDX-8000型, 岛津仪器(苏州)有限公司。

1.3 IFR-LDHs的制备

将12.0 g LDHs, 0.6 g KH-560, 2.2 g PEI, 1.5 g 氯磷酸二苯酯加入到伴有磁力搅拌的密闭容器中, 注入100 mL超临界二氧化碳, 在11.0 MPa加压条件下超声搅拌12 h, 反应结束后减压移去二氧化碳, 得到反应产物用甲醇反复洗涤, 并在60℃的烘箱中干燥12 h, 即得到IFR-LDHs。

1.4 阻燃ABS复合材料的制备

表1为阻燃ABS复合材料配方。

表1 阻燃ABS复合材料配方					份
试样编号	ABS	LDHs	IFR-LDHs	硬脂酸	分散剂T
ABS	100	0		0	0
ABS-5	100	5		1	1
ABS-10	100	10		1	1
ABS-15	100	15		1	1
ABS-IFR5	100		5	1	1
ABS-IFR10	100		10	1	1
ABS-IFR15	100		15	1	1

按表 1 配方称量原材料,加入到高速分散机中搅拌 15 min,经双螺杆挤出机熔融共混、挤出、造粒,螺杆温度为 180~200℃,口模温度为 200℃,所得粒料在 100℃下鼓风干燥 8 h 后,用注塑机注塑成标准试样。注射温度为 190~210℃,注塑压力为 100~120 MPa,模具温度为 60~70℃,主螺旋杆转速为 230~280 r/min。

1.5 性能测试和结构表征

FTIR 测试: 用 KBr 压片法制备样品,扫描次数为 32 次,分辨率为 1 cm⁻¹,扫描范围为 4000~400 cm⁻¹。

SEM 测试: 用 SEM 观察样品形貌。

TEM 测试: 取少量样品分散在乙醇中,在超声波清洗机中超声分散 10 min,用铜网蘸取微量悬浮液,溶剂挥发完毕后进行测试。

EDX 测试: 用 EDX 测试样品炭层的元素含量,加速电压为 15 kV。

拉伸性能按照 GB/T 1040.3-2006 测试。

缺口冲击强度按照 GB/T 1843-2008 测试。

垂直燃烧等级按照 GB/T 2408-2008 测试。

LOI 按照 GB/T 2406.1-2008 测试。

2 结果与讨论

2.1 IFR-LDHs 结构表征

IFR-LDHs 和 LDHs 的 FTIR 图谱如图 1 所示,含有的基团振动吸收峰数位置和 EDX 分析数据分别列于表 2、表 3。通过图 1 和表 2 的数据对比可以看出,LDHs 的 FTIR 图谱中仅有一 OH 键的伸缩振动吸收峰和弯曲振动吸收峰,这与 LDHs 表面具

有较多的一 OH 结构相吻合。IFR-LDHs 的 FTIR 图谱中不仅有一 OH 键的伸缩振动吸收峰和弯曲振动吸收峰,还有 C—H 键振动吸收峰,表明 KH-560 和 PEI 通过反应接枝在 LDHs 表面。表 3 中 IFR-LDHs 含有 N 和 Si 元素等也佐证 KH-560 和 PEI 已接枝在 LDHs 上。图 1 中 IFR-LDHs 的 FTIR 图谱和表 2 中振动吸收峰数据显示,IFR-LDHs 含有 Ar—O、P=O 及 P—O 的伸缩振动吸收峰,同时表 3 的 EDX 数据显示 IFR-LDHs 含有 P 元素。图 1、表 2 及表 3 同时表明,提供 Si 元素的 KH-560、提供 N 元素的聚乙烯亚胺 PEI 及提供 P 元素的氯磷酸二苯酯,均已通过非均相固相接枝反应,实现了对 LDHs 集成炭、脱水、发泡功能三源一体的功能化改性。

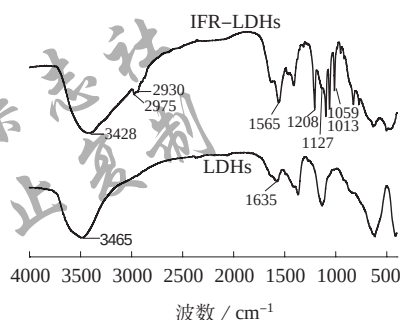


图 1 IFR-LDHs 和 LDHs 的 FTIR 图谱

表 2 IFR-LDHs 和 LDHs 含有基团的 FTIR 振动吸收峰数据 cm⁻¹

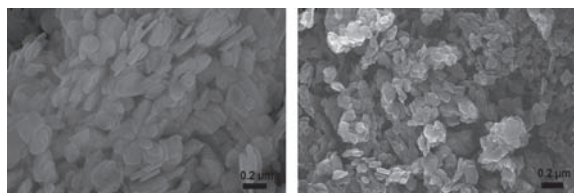
样品	振动峰						
	—OH 伸缩	—OH 弯曲	C—H 伸缩	C—H 弯曲	P=O 伸缩	Ar—O 伸缩	P—O 伸缩
LDHs	3465	1635					
IFR-LDHs	3428	1627	2975, 2930	1565	1208	1127	1059, 1013

表 3 IFR-LDHs 和 LDHs 的 EDX 分析数据

样品	含量 / %						
	Mg	Al	O	C	N	Si	P
LDHs	24.07 ± 0.23	8.97 ± 0.17	66.97 ± 0.35	-	-	-	-
IFR-LDHs	18.82 ± 0.18	6.74 ± 0.10	51.02 ± 0.28	9.91 ± 0.17	7.46 ± 0.05	1.41 ± 0.07	4.68 ± 0.09

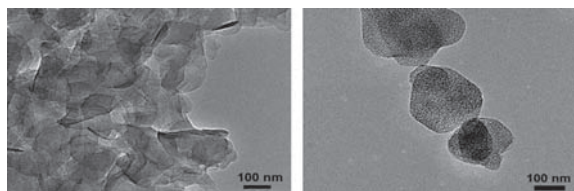
LDHs 和 IFR-LDHs 的 SEM 照片和 TEM 照片分别如图 2、图 3 所示。由图 2a 可以看出,LDHs 为圆形或类圆形“饼干”状层层堆叠无固定形态,其多层结构表面含有较多的羟基,使其呈现对水极大的亲和性,致使在聚合物基体中添加 LDHs 很难分散。相比而言,从图 2b 可以看出,IFR-LDHs 的形貌已经由 LDHs 的层层堆叠形态变为有较多空隙的小颗粒状,这是 LDHs 经过接枝反应后生成的 IFR-LDHs 表面接有磷、氮、硅等元素的化合物。LDHs 表面的羟基已被反应,使得水的亲和性大大降低,其由“饼干”团聚状分散成小颗粒状。对比图 3 的

TEM 照片可以看出,LDHs 的内部结构呈现“幔纱”连绵状,而 IFR-LDHs 呈现块状,并且块状表面呈现明显的致密空隙,因此与 LDHs 相比,IFR-LDHs 的比表面积增大,提高了聚合物基体的分散性能。分析表 3 中 LDHs 和 IFR-LDHs 的 EDX 数据可以看出,LDHs 主要含有 Mg, Al, O 元素, Mg 和 Al 的质量比约为 3 : 1,而 IFR-LDHs 除了 LDHs 本身含有的 Mg, Al, O 元素外,还含有 C, P, N, Si 元素, C, P, N, Si 元素的总质量约占 IFR-LDHs 质量的 23%,进一步表明经过反应后,生成的 IFR 已接枝到 LDHs 表面。



(a) LDHs ; (b) IFR-LDHs

图2 LDHs 和 IFR-LDHs 的 SEM 照片



(a) LDHs ; (b) IFR-LDHs

图3 LDHs 和 IFR-LDHs 的 TEM 照片

2.2 阻燃 ABS 复合材料的力学性能分析

表4为阻燃ABS复合材料的力学性能,由表4可以看出,添加IFR-LDHs后,阻燃ABS复合材料的拉伸强度均有所增大,断裂伸长率有所下降,而缺口冲击强度基本保持不变。随着IFR-LDHs含量的增加,拉伸强度逐渐增大,可见IFR-LDHs对ABS的拉伸强度有增强作用。与添加15份LDHs的阻燃ABS复合材料相比,添加15份IFR-LDHs的阻燃ABS复合材料的拉伸强度提高了12.5%,断裂伸长率提高了120.0%,缺口冲击强度提高了57.9%,表明添加IFR-LDHs的阻燃ABS复合材料的力学性能优于添加LDHs的阻燃ABS复合材料。

表4 阻燃ABS复合材料的力学性能

试样编号	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %	缺口冲击强度 / (J · m ⁻¹)
ABS	52.2	35.1	184.2
ABS-5	54.1	20.2	162.9
ABS-10	56.8	16.4	132.8
ABS-15	58.5	11.5	114.6
ABS-IFR5	56.3	31.4	188.7
ABS-IFR10	61.4	28.9	183.3
ABS-IFR15	65.8	25.3	180.9

2.3 阻燃ABS复合材料阻燃性能分析

表5为阻燃ABS复合材料的阻燃性能。从表5可知,添加IFR-LDHs后,阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级和LOI均有一定提高。随着IFR-LDHs添加量的增加,阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级和LOI呈上升趋势。加入15份IFR-LDHs后,阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级达到V-0级,LOI为29.4%。与添加LDHs的阻燃ABS复合材料相比,添加IFR-LDHs的阻燃ABS复合材料的阻

燃效果明显提高。

表5 阻燃ABS复合材料的阻燃性能

试样编号	垂直燃烧等级	LOI / %
ABS	未通过	18.4
ABS-5	未通过	21.3
ABS-10	V-2	23.4
ABS-15	V-2	26.2
ABS-FR5	V-2	25.6
ABS-FR10	V-1	27.9
ABS-FR15	V-0	29.4

3 结论

采用非均相固相化学接枝反应,以KH-560, PEI和氯磷酸二苯酯为改性剂,合成了IFR-LDHs,其结构和形貌经FTIR, SEM, TEM及EDX得到确认。添加IFR-LDHs制备的阻燃ABS复合材料的阻燃性能得到提高,拉伸强度有所增强,断裂伸长率有所下降,缺口冲击强度基本保持不变。添加15份IFR-LDHs的阻燃ABS复合材料的垂直燃烧等级达到V-0级,LOI达到29.4%,拉伸强度提高了12.5%,断裂伸长率提高了120.0%,缺口冲击强度提高了57.9%。

参考文献

- [1] Soloukhin V A, Posthumus W, Brokken-Zijp J C M, et al. Mechanical properties of silica-(meth)acrylate hybrid coatings on polycarbonate substrate[J]. Polymer, 2002, 43(23):6 169-6 181.
- [2] Zhao Hao, Zhao Jun, Yun Rongping, et al. Nanohybrids of organo-modified layered double hydroxides and polyurethanes with enhanced mechanical, damping and UV absorption properties[J]. RSC Advances, 2016, 6(41):34 288-34 296.
- [3] 陈晓东,陈光伟.组分对PA6/PP/滑石粉三元复合材料的影响[J].工程塑料应用,2018,46(5):33-37.
Chen Xiaodong, Chen Guangwei. Effect of composition on PA6 / PP / talc composite[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(5):33-37.
- [4] 徐文,武小雷,孙伟福.聚合物/层状矿物纳米复合材料的研究进展[J].硅酸盐学报,2016,44(5):769-779.
Xu Wen, Wu Xiaolei, Sun Weifu. Review on polymer / layered silicates nanocomposites[J]. Journal of the Chinese Ceramic Society, 2016, 44(5):769-779.
- [5] Liu Limin, Qi Zongneng, Zhu Xiaoguang. Studies on nylon 6 / clay nanocomposites by melt intercalation process[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2015, 71(7):1 133-1 138.
- [6] Liang Jizhao, Qiu Yulin. Thermal conductivity of graphite-filled LDPE composites[J]. Polymer Bulletin, 2015, 72(7):1 723-1 734.
- [7] Bidsorkhi H C, Adelnia H, Naderi N, et al. Ethylene vinyl acetate copolymer nanocomposites based on modified sepiolite:Flame retardancy, thermal, and mechanical properties[J]. Polymer Composites, 2017, 38(7):1 302-1 310.
- [8] 孔祥文.共沉淀法制备赤泥基水滑石及其EVA复合材料的界面

- 特性、阻燃与力学性能研究 [D]. 青岛: 青岛科技大学, 2016.
- Kong Xiangwen. Synthesis of layered double hydroxides based on red mud by a oprecipitation method and its interfacial characerization, flamere tardant and mechanical propertirs for ethylene vinyl acetate conposites[D]. Qingdao:Qingdao University of Science & Technology, 2016.
- [9] 魏涛,慈书亭,何敏,等. 纳米蒙脱土、水滑石对阻燃型长玻纤增强聚丙烯阻燃性能及其降解动力学的的影响 [J]. 功能材料, 2015, 46(23):23 051–23 055.
- Wei Tao, Ci Shuting, He Min, et al. Effects of OMMT and LDH on the flammability and thermaloxidative degradation kinetics of long glass fiber reinforced polypropylene[J]. Journal of Functional Materials, 2015, 46(23):23 051–23 055.
- [10] Guo Bingtuo, Liu Yongzhuang, Zhang Qi, et al. Efficient Flame-retardant and smoke-suppression properties of Mg-Al-Layered Double-Hydroxide Nanostructures on Wood Substrate[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9(27):23 039–23 040.
- [11] 李旭. 水滑石类层状化合物的制备、微分析及应用研究 [D]. 保定: 河北大学, 2015.
- Li Xu. Preparation, microanalysis and application study of the layered double hydroxides[D]. Baoding:Hebei University, 2015.
- [12] Gómez--Fernández S, Ugarte L, Peña-Rodriguez C, et al. Flexible polyurethane foam nanocomposites with modified layered double hydroxides[J]. Applied Clay Science, 2016, 123:109–120.
- [13] 李冉冉,徐冰,温阳,等. 聚磷酸铵掺杂类水滑石阻燃材料研究 [J]. 消防科学与技术, 2017, 36(8):1 116–1 119.
- Li Ranran, Xu Bing, Wen Yang, et al. Study on the ammonium polyphosphate doped hydrotalcite like flame retardant material[J]. Fire Science and Technology, 2017, 36(8):1116–1119.
- [14] 隋晓彤,朱凤丽,赵静,等. PP/IFR/水滑石阻燃复合材料的研究 [J]. 现代塑料加工应用, 2017, 29(6):38–41.
- Sui Xiaotong, Zhu Fengli, Zhao Jing, et al. Study on PP/IFR/hydrotalcite flame-retarded composites[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2017, 29(6):38–41.
- [15] Xie Hongyan, Ye Qing, Si Jingyu, et al. Synthesis of a carbon nanotubes/ZnAl - layered double hydroxide composite as a novel flame retardant for flexible polyurethane foams[J]. Polymers for Advanced Technologies, 2016, 27(5):651–656.
- [16] 黄昱臻,董银春,沈帆,等. 水滑石表面改性对聚氯乙烯弹性体性能的影响 [J]. 现代塑料加工应用, 2018, 30(3):42–45.
- Huang Yuzhen, Dong Yinchun, Shen Fan, et al. Effect of midified hydrotalcite on soft polyvinyl chloride[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2018, 30(3):42–45.
- [17] 刘义林,韩得满,汪鹏飞,等. 膨胀型阻燃剂功能化水滑石的制备及阻燃改性三元乙丙橡胶发泡材料的研究 [J]. 特种橡胶制品, 2016, 37(3):1–6.
- Liu Yilin, Han Deman, Wang Pengfei, et al. Preparation of intumescent flame retardant-functionalized layered double hydroxides and its frame-retardant modification on EPDM foam materials[J]. Special Perpose Rubber Products, 2016, 37(3):1–6.
- [18] Zhang Sheng, Tang Wufei, Sun Jun, et al. Synergistic effects of modified hydrotalcite on improving the fire resistance of ethylene vinyl acetate containing intumescent flame retardants[J]. Polymer Composites, 2018, 39(2):522–528.
- [19] 叶文娟,杜隆超. 一种新型膨胀阻燃剂的合成及与层状双氢氧化物复合阻燃 LLDPE[J]. 安徽大学学报: 自然科学版, 2016, 40(5):87–96.
- Ye Wenjuan, Du Longchao. Synthesis of a novel intumescent flame retardant and its synergistic effect research with different layered double hydroxides in halogen free flame retardant LLDPE[J]. Journal of Anhui University:Natural Science Edition, 2016, 40(5):87–96.
- [20] 王春锋. 阻燃改性水滑石 / 聚乙烯纳米复合材料热降解与燃烧性能 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2015.
- Wang Chunfeng. Thermal degradation and combustion behaviors of flame-retardant modified layered double hydrotalcides / polyethylene nanocomposites[D]. Harbin:Harbin University of Science and Technology, 2015.

我国研究人员实现超薄多孔膜大面积制备

天津大学发布消息称,该校化工学院王志教授团队及其合作者实现了超薄多孔膜的大面积制备,为气体的分离技术开辟了一个全新的领域。

CO₂ 的分离与捕集对于缓解生产过程中温室气体的排放具有重要意义。在碳捕集方面,在气体分离中大放异彩的 MOFs 材料显得不是很合适。其重要原因是大部分的碳分离捕集过程都会涉及到水分的影响,在潮湿的条件下 MOFs 材料的结构不是很稳定,并且在制备过滤膜时, MOFs 材料一般会被涂覆到高分子薄膜上来形成“混合相”的薄膜。但是由于 MOFs 和薄膜之间没有化学的桥接作用,因此实际的过滤薄膜会存在很多缺陷以及 MOFs 的团聚,从而造成过滤膜的性能缺失。

英国伦敦时间 2018 年 11 月 19 日下午,该科研成果在

《自然·材料》在线发表,发现了可以通过金属诱导的方法来合成有序微孔膜,用于高效的 CO₂ / N₂ 分离。

研究者以金属离子 (Cu²⁺, Zn²⁺), 有机偶联分子和短链的高分子聚合物作为结构单元,成功构筑了具有有序微孔结构的金属诱导有序微孔聚合物 (MMPs)。MMPs 可以涂覆在商业薄膜上,具有很好的机械稳定性,且由于 CO₂ 和其中的聚合物单元具有较好的亲和性,因此能够透过薄膜;而亲和性较差的氮气被阻挡,从而实现了气体的分离。

据悉,王志教授团队长期致力于 CO₂ 分离膜技术研究。为突破 CO₂ 分离膜的性能瓶颈,从综合调控膜结构、联合多种选择机制、构筑 CO₂ 高速传递通道及构筑高效仿生结构等方面设计和制备高性能膜材料,成功开发多种分离性能处于世界先进水平的新型 CO₂ 分离膜材料。在此基础上,系统开发了膜材料、膜及膜组件的规模化制备技术。(中化新网)