

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.01.023

八溴二苯乙烷及 EG 对长玻纤增强 PP 性能的影响

孟征^{1,2}, 苏昱^{1,2}, 安峻莹^{1,2}

(1. 北京航天试验技术研究所, 北京 100074; 2. 北京航天凯恩化工科技有限公司, 北京 100074)

摘要:以八溴二苯乙烷(ODOPE)或十溴二苯乙烷(DBDPE)及三氧化二锑(Sb_2O_3)为阻燃剂,采用熔体浸渍工艺制备阻燃长玻璃纤维增强 PP(LGFPP),研究了这两种溴系阻燃剂对阻燃 LGFPP 的阻燃性能和物理力学性能的影响,并研究了可膨胀石墨(EG)在 ODOPE 阻燃 LGFPP 中的协效效果。结果表明,ODOPE 对于 LGFPP 的阻燃效率高于相同含量下的 DBDPE,添加质量分数为 14% 的 ODOPE 的阻燃 LGFPP 垂直燃烧等级为 V-0 级,极限氧指数(LOI)为 23.6%。扫描电子显微镜分析表明,ODOPE 均匀分散于阻燃 LGFPP 树脂基体中,而 DBDPE 在基体中团聚明显。ODOPE 阻燃 LGFPP 的熔体流动速率(MFR)、拉伸强度、弯曲强度及悬臂梁缺口冲击强度均高于 DBDPE 阻燃的 LGFPP,且其 MFR 随着 ODOPE 含量的增加而提高。EG 可以略微提升 ODOPE 阻燃 LGFPP 的 LOI,含 3%EG 的 ODOPE 阻燃 LGFPP 的 LOI 最高,为 24.7%,垂直燃烧等级为 V-0 级。EG 与 ODOPE- Sb_2O_3 体系的协效阻燃效果较低,且降低了 LGFPP 的 MFR 和力学性能。

关键词:长玻纤增强聚丙烯;八溴二苯乙烷;十溴二苯乙烷;可膨胀石墨;阻燃;熔体流动速率;力学性能;协效

中图分类号:TQ327.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2017)01-0118-05

Effects of Octabromodiphenylane and Expandable Graphite on Properties of LGFPP

Meng Zheng^{1,2}, Su Yu^{1,2}, An Junying^{1,2}

(1. Beijing Institute of Aerospace Testing Technology, Beijing 100074, China; 2. Beijing Aerospace Chemical Engineering Co., Ltd., Beijing 100074, China)

Abstract: The flame retarded long glass fiber-reinforced polypropylene (LGFPP) composites were prepared by melt impregnation process by using octabromodiphenylane (ODOPE) or decabrominated diphenyl ethane (DBDPE) and Sb_2O_3 as flame retardant. The effects of the two brominated flame retardants on the flame retardancy and mechanical properties of LGFPP were studied. The synergistic flame-retardant effects of expandable graphite (EG) on the ODOPE flame retarded LGFPP were studied. The results show that the flame retardant efficiency of ODOPE is higher than DBDPE in the flame retarded LGFPP at the same content, the LGFPP containing 14%ODOPE achieves V-0 vertical firing grade and limited oxygen index (LOI) is 23.6%. SEM indicates that ODOPE is uniformly dispersed in LGFPP and DBDPE particles show significant aggregation. The melt flow rate (MFR), tensile strength, flexural strength and notched impact strength of the flame retarded LGFPP with ODOPE are superior to those of the LGFPP contained DBDPE and the MFR of LGFPP increases with the increase of ODOPE. EG can slightly improve the LOI of LGFPP / ODOPE / Sb_2O_3 composite, the LGFPP / ODOPE / Sb_2O_3 / EG composite achieves the highest LOI value of 24.7% with adding 3%EG and the vertical firing grade is UL 94 V-0. The synergistic flame-retardant effects of EG and ODOPE- Sb_2O_3 system are not high and the MFR and mechanical properties of the flame retarded LGFPP with ODOPE are decreased by adding EG.

Keywords: long glass fiber reinforced polypropylene; octabromodiphenylane; decabrominated diphenyl ethane; expandable graphite; flame retardant; melt flow rate; mechanical property; synergistic effect

玻璃纤维(GF)增强聚丙烯(PP)是改性PP中的重要品种,由于GF的增强,使之具有比纯PP更好的力学性能。传统的GF增强PP绝大多数是长度小于1mm的短切GF增强的塑料粒子,这种短GF增强PP由于GF短,在PP内部无规取向,使之注塑加工的产品存在一些外观和性能问题,如:容易发生翘曲、低温韧性较差、耐疲劳性一般等。针对短GF增强PP的缺点,长GF增强PP(LGFPP)应

运而生。与短GF增强PP的纤维无规取向不同,LGFPP中纤维平行于粒料的轴向,纤维与粒料等长,注塑后,LGFPP制品内GF的平均长度较大,并且长GF在注塑制品内可形成一定的网络结构,使LGFPP制品的力学性能及其它物理性能均优于短

联系人:孟征,高级工程师,博士后,主要从事高分子材料改性技术研发工作

收稿日期:2016-11-10

GF 增强 PP,具备高强度、高刚度、高抗冲击性、高耐蠕变等优良性能^[1-4]。

LGFPP 的极限氧指数 (LOI) 较低 (在 18% 左右),容易燃烧,燃烧过程发热量大,从而带来极大的火灾隐患。在 LGFPP 的“以塑代钢”应用中,一些应用领域要求其具备较高的阻燃等级,因此需要对 LGFPP 进行阻燃改性,以满足下游应用行业的要求。PP 材料可以采用的阻燃剂有溴系阻燃剂、磷-氮系阻燃剂、红磷等^[5-7]。

由于 LGFPP 加工过程与常规短 GF 增强 PP 不同, LGFPP 加工中熔体需要在一个特殊设计的浸渍模具中完成对 GF 的浸渍,模具温度较高 (一般大于 250℃),常规的无卤磷-氮系阻燃剂较难满足加工要求^[8-10],容易发生发泡、分解等问题,难于加工;而红磷则存在制品外观发红、与 PP 基材相容性差等缺点,因此笔者采用热稳定性高、与 PP 相容性好的溴系阻燃剂与三氧化二锑 (Sb_2O_3) 复配来阻燃 LGFPP。

PP 常用的一种溴系阻燃剂为十溴二苯乙烷 (DBDPE)^[11],但其存在加工过程不熔化的问题,影响 LGFPP 的加工流动性。八溴二苯乙烷 (ODOPE) 是近年来合成的新型溴系阻燃剂,在结构上与 DBDPE 类似,所不同的是溴含量较低 (在 78% 左右),熔点 155~170℃,热分解温度大于 300℃,在 LGFPP 的加工过程中可以熔化,对 LGFPP 的流动性有促进作用。可膨胀石墨 (EG) 是一种新型功能性碳素材料,也是一种环保的无卤阻燃剂^[12-13],其在受热时,瞬间体积可膨胀 150~300 倍,从而覆盖在聚合物表面,隔离热量,达到减缓或终止火焰蔓延的作用。但是,将 EG 单独使用时阻燃效果较差,需要将其与其它阻燃剂互相配合使用。笔者首先对比了 ODOPE 和 DBDPE 对 LGFPP 的阻燃效果,并在此基础上研究了 EG 与 ODOPE 在阻燃 LGFPP 中的协效效果,以便为相关研究提供参考。

1 实验部分

1.1 主要原料

PP: BX3920,熔体流动速率 (MFR) 为 100 g/10 min,韩国 SK 公司;

GF: T635B,泰山玻璃纤维有限公司;

ODOPE: 山东兄弟化工科技有限公司;

DBDPE: 山东天一化学股份有限公司;

Sb_2O_3 : 锡矿山闪星锑业有限公司;

EG: EG-200,青岛岩海碳材料有限公司。

1.2 主要仪器与设备

电热鼓风干燥箱: DHG-9145A 型,上海一恒实业有限公司;

高速混合机: SHR-50 型,张家港亿利机械有限公司;

双螺杆挤出机: SHJ-50 型,江苏诚盟装备股份有限公司;

长 GF 浸渍模具: 自制;

注塑机: MA900/260 型,浙江宁波海天塑机集团有限公司;

LOI 测试仪: JF-3 型,南京江宁区分析仪器厂;

水平垂直燃烧试验机: KS-S08B 型,东莞科讯精密仪器有限公司;

万能试验机: UTM-1422 型,承德金建检测仪器有限公司;

悬臂梁冲击试验机: HIT2492 型,承德金建检测仪器有限公司;

MFR 测试仪: MFI-1221 型,承德金建检测仪器有限公司;

扫描电子显微镜 (SEM): SSX-550 型,日本岛津公司。

1.3 试样制备

将 PP、溴系阻燃剂 (ODOPE 或 DBDPE), Sb_2O_3 , EG 按一定的比例加入到高速混合机中,均匀混合后,加入到双螺杆挤出机中 (温度设定 250℃,螺杆转速 300 r/min),经过熔融共混,熔体进入长 GF 浸渍模具 (温度设定 260℃),GF 经过分散、充分浸渍,经口模牵引拉出、水冷、风干、造粒,得到阻燃 LGFPP 颗粒,长度为 25 ± 2 mm。将得到的阻燃 LGFPP 颗粒在 100℃ 下干燥 4 h 后,注塑成标准试样 (注塑温度 250℃,注射压力 50 MPa,注射速度为最大注射速度的 35%)。

1.4 测试与表征

LOI 按 GB/T 2406-2008 测试;

垂直燃烧等级按 GB/T 2408-2008 测试,试样厚度 3.2 mm;

拉伸强度按 GB/T 1040-2006 测试,拉伸速率为 50 mm/min;

弯曲强度按 GB/T 9341-2008 测试,测试速率为 2 mm/min;

悬臂梁缺口冲击强度按 GB/T 1843-2008 测试;

MFR 按 GB/T 3682-2000 测试,测试条件为温

度 230℃,负载 2.16 kg;

将冲击试样断面喷金,然后在室温下用 SEM 观察微观形貌并拍照。

2 结果与讨论

2.1 溴系阻燃剂对 LGFPP 性能的影响

(1) 阻燃性能研究。

首先研究了 ODOPE 与 DBDPE 对 LGFPP 阻燃性能的影响,其中 GF 的质量分数固定为 30%, Sb_2O_3 的质量分数固定为 3%,溴系阻燃剂 (ODOPE 或 DBDPE) 的质量分数分别为 12%,13%,14% 和 15%,其余为 PP。表 1 为两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 的 LOI 和垂直燃烧等级。

表 1 两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 的 LOI 和垂直燃烧等级

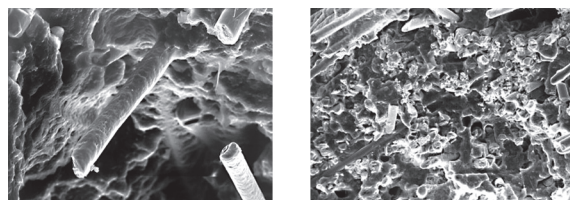
阻燃剂种类	项 目	溴系阻燃剂质量分数 / %			
		12	13	14	15
ODOPE	LOI / %	22.6	23.2	23.6	23.8
	垂直燃烧等级	V-2	V-1	V-0	V-0
DBDPE	LOI / %	22.7	23.5	23.7	24.0
	垂直燃烧等级	V-2	V-2	V-1	V-1

实验中测试得到未阻燃的 LGFPP (PP 与 GF 质量比为 70 / 30) 的 LOI 为 20%,且其试样从点燃后持续燃烧,直至完全燃尽,不具有阻燃性能。而从表 1 可以看出,当加入两种溴系阻燃剂后, LGFPP 的 LOI 均有所提升,但随着阻燃剂用量的增加, LOI 增长缓慢。在相同的用量下, ODOPE 阻燃的 LGFPP 的 LOI 略低,这与 ODOPE 的溴含量较 DBDPE 低有关。

而在垂直燃烧测试中,质量分数为 14% 的 ODOPE 阻燃 LGFPP 的垂直燃烧等级已达到 V-0 级,而 15% 的 DBDPE 阻燃 LGFPP 的垂直燃烧等级仅为 V-1 级。这说明 ODOPE 对 LGFPP 阻燃效率更高,这与其在 LGFPP 加工中可以熔化,能够在基体中良好分散有关。而 DBDPE 在加工中不能熔化,在浸渍模具中的流动可能发生了团聚,不能达到如 ODOPE 那样均匀分散的效果。阻燃剂的良好分散,是保证阻燃效率的重要因素。图 1 为两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 断面的 SEM 照片 (溴系阻燃剂的质量分数为 14%)。从图 1 可以看出两种阻燃剂微观分散的显著差异。ODOPE 阻燃的 LGFPP 的断面上几乎看不到固体颗粒,致密光滑;而 DBDPE 阻燃的 LGFPP 的断面上固体颗粒团聚明显。

(2) 物理力学性能研究。

LGFPP 制品因其内部 GF 的平均长度较大,故在力学性能方面优于短 GF 增强 PP,但由于长纤维的存在,使得其在注塑加工方面存在一定的困



(a)

(b)

a—ODOPE 阻燃 LGFPP ; b—DBDPE 阻燃 LGFPP

图 1 两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 的断面 SEM 照片

难。因此若采用注塑加工成型制品,则对 LGFPP 的 MFR 要求较高,高的 MFR 有利于成型,并降低注塑过程的剪切力,减少对 GF 的损伤。表 2 是两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 的 MFR 和力学性能。

表 2 两种溴系阻燃剂阻燃 LGFPP 的 MFR 和力学性能

阻燃剂种类	项 目	溴系阻燃剂质量分数 / %			
		12	13	14	15
ODOPE	MFR / (g · 10 min ⁻¹)	35.7	36.1	38.5	40.1
	拉伸强度 / MPa	87.7	85.9	85.4	84.3
	弯曲强度 / MPa	135.1	134.6	134.3	133.8
	缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	15.7	15.3	15.2	15.1
DBDPE	MFR / (g · 10 min ⁻¹)	21.5	21.1	19.4	18.8
	拉伸强度 / MPa	79.2	78.1	77.4	76.5
	弯曲强度 / MPa	131.5	130.1	129.4	128.3
	缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	11.3	10.7	10.2	9.8

实验中测试得到未阻燃的 LGFPP (PP 与 GF 质量比为 70 / 30) 的 MFR 为 24.2 g / 10 min, 拉伸、弯曲和缺口冲击强度分别为 94.7, 139.2 MPa 和 16.8 kJ / m²。而从表 2 可以看出,随着 ODOPE 含量的增加,阻燃 LGFPP 的 MFR 呈上升趋势,这是因为 ODOPE 在加工中熔化,起到了类似流动改性剂的效果。而添加 DBDPE 的阻燃 LGFPP 正好相反, MFR 随着阻燃剂含量的增加而降低。

另外,随着两种含溴阻燃剂含量的增加,阻燃 LGFPP 的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度均呈下降趋势。但是以 ODOPE 为阻燃剂的 LGFPP 在拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度方面都显著高于 DBDPE 阻燃的 LGFPP,其下降幅度很小,这是因为 ODOPE 在加工过程中熔化,提高了材料在注塑过程中的流动性,降低了注塑机螺杆对 GF 的剪切强度^[14-16]。

2.2 EG 对阻燃 LGFPP 性能的影响

由上述分析可以看出,14% 的 ODOPE 和 3% 的 Sb_2O_3 可使阻燃的 LGFPP 垂直燃烧等级达到 V-0 级,并具有相对于 DBDPE 更好的加工和力学性能,但材料的 LOI 相对不高,为此将 EG 作为阻燃协效剂按照表 3 的配方加入 ODOPE 阻燃 LGFPP 体系,以研究对其阻燃和物理力学性能的影响。

表3 EG协效 ODOPE 阻燃 LGFPP 的各组分质量分数 %

试样编号	PP	GF	ODOPE	Sb ₂ O ₃	EG
1 [#]	70	30	0	0	0
2 [#]	53	30	14	3	0
3 [#]	53	30	13.2	2.8	1
4 [#]	53	30	12.4	2.6	2
5 [#]	53	30	11.5	2.5	3
6 [#]	53	30	10.7	2.3	4
7 [#]	53	30	9.9	2.1	5

(1) 阻燃性能研究。

表4为试样1[#]~7[#]的LOI和垂直燃烧等级。由表4可以看出,随着EG含量的增加,阻燃LGFPP的LOI呈先增加后降低的趋势,在EG质量分数为3%时,材料的LOI最高,为24.7%,垂直燃烧等级为V-0,说明此时的EG与ODOPE和Sb₂O₃表现出一定的协同阻燃作用,这是因为EG在受热时比表面积急剧增大,嵌入到PP炭层中,不但具有良好的隔热作用,还可以在燃烧中阻碍气相和固相之间的物质传递,对于提高耐热性、保护基体材料、延缓或者阻止其燃烧,发挥了一定的作用。当EG质量分数高于3%后,阻燃LGFPP的LOI和垂直燃烧等级均有所下降,这是因为随着EG含量的增加,其形成的膨胀石墨炭层相互的粘附力弱,容易被破坏;再加上阻燃体系ODOPE-Sb₂O₃含量的减少,导致阻燃体系气相阻燃效果减弱。

表4 试样1[#]~7[#]的LOI和垂直燃烧等级

配方	LOI/%	垂直燃烧等级
1 [#]	20.0	
2 [#]	23.6	V-0
3 [#]	23.7	V-0
4 [#]	24.0	V-0
5 [#]	24.7	V-0
6 [#]	23.2	V-1
7 [#]	22.9	V-2

但是经过对比可以发现,EG对LOI的提高幅度并不大,这说明EG与ODOPE-Sb₂O₃体系的阻燃协效作用并不高,这与EG形成的膨胀石墨炭层不够致密有关。如果能够对EG进行改性处理,在EG的炭层中采用插层的方式引入新的阻燃剂,形成复合型阻燃剂,强化EG的炭层粘附力和炭层致密度,则有望使阻燃LGFPP的LOI得到进一步提高。

(2) 物理力学性能研究。

表5为试样1[#]~7[#]的MFR和力学性能。由表5可以看出,随着EG含量的增加,阻燃LGFPP的MFR,拉伸、弯曲和冲击强度均下降。MFR下降可能是因为随EG含量增加,ODOPE的含量减少,而EG基本对PP的MFR没有贡献;力学性能下降可能是因为EG的粒度较大,且与LGFPP相容性较差。

表5 试样1[#]~7[#]的MFR和力学性能

项目	试样编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
MFR/ (g·10 min ⁻¹)	24.2	38.5	36.7	34.3	31.8	30.6	29.2
拉伸强度/MPa	94.7	85.4	84.2	81.5	80.9	78.5	76.1
弯曲强度/MPa	139.2	134.3	131.4	129.9	127.8	125.3	122.5
缺口冲击强度/ (kJ·m ⁻²)	16.8	15.2	14.9	13.2	10.5	9.4	7.7

3 结论

(1) ODOPE对LGFPP的阻燃效率高于DBDPE,添加质量分数为14%的ODOPE的阻燃LGFPP垂直燃烧等级为V-0级,LOI为23.6%,SEM分析表明,ODOPE均匀分散于阻燃LGFPP树脂基体中,而DBDPE在基体中团聚明显。

(2) ODOPE阻燃LGFPP的MFR、拉伸强度、弯曲强度及缺口冲击强度均较DBDPE阻燃的高。随着ODOPE含量的增加,阻燃LGFPP的MFR呈上升趋势。

(3) 当EG质量分数为3%时,ODOPE阻燃LGFPP的LOI略有提升,垂直燃烧等级为V-0级,EG与ODOPE-Sb₂O₃体系之间的阻燃协效作用并不高,且降低了材料的MFR和力学性能。

参考文献

- [1] 马庆华.长玻纤增强聚丙烯复合材料制备工艺的优化[J].塑料工业,2014,42(8):64-67.
Ma Qinghua. The preparation process optimization of long glass fiber reinforced polypropylene composites[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(8): 64-67.
- [2] 何建明,王选伦,李又兵.长玻纤增强聚丙烯复合材料力学性能的研究[J].橡塑技术与装备,2014,40(24):29-31.
He Jianming, Wang Xuanlun, Li Youbing. Study of the mechanical properties of polypropylene long glass fiber reinforced composites[J]. China Rubber / Plastics Technology & Equipment, 2014, 40(24): 29-31.
- [3] 黎敏,陈一民,陈如意.高性能玻纤增强聚丙烯材料的研制及应用[J].塑料工业,2014,42(9):113-117.
Li Min, Chen Yimin, Chen Ruyi. Development and application of high performance fiber reinforced polypropylene composites[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(9): 113-117.
- [4] 朱春龙,李怀栋,付发祥.基于汽车前端框架用玻纤增强PP复合材料力学性能研究[J].塑料工业,2015,43(7):89-92.
Zhu Chunlong, Li Huaidong, Fu Faxiang. Study on the mechanical properties of glass fiber reinforced polypropylene composite based on the front end frame of a vehicle[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(7): 89-92.
- [5] 颜龙,徐志胜.溴系协效阻燃体系对PP阻燃和生烟性能的影响[J].工程塑料应用,2015,43(7):114-117.

- Yan Long, Xu Zhisheng. Effect of TBAB-Sb₂O₃ and TBAB-Bi₂O₃ on flame retardancy and smoke properties of polypropylene[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(7):114-117.
- [6] 颜龙,徐志胜. 无机填料对阻燃聚丙烯土工格栅阻燃性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(7):90-95.
- Yan Long, Xu Zhisheng. Influence of fillers on flame retardancy of flame retarded polypropylene used for geo-grid[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(7):90-95.
- [7] 李翔,王勇. 两种包覆红磷的制备及其在PP中的阻燃性研究[J]. 现代塑料加工应用, 2013, 25(3):35-38.
- Li Xiang, Wang Yong. Preparation of two kinds of encapsulated red phosphorus and research of their flame retardancy in PP[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2013, 25(3):35-38.
- [8] 孔伟,郭建鹏,朱晓龙. 无卤阻燃连续长玻璃纤维增强PP的性能研究[J]. 中国塑料, 2015, 29(5):30-33.
- Kong Wei, Guo Jianpeng, Zhu Xiaolong. Though properties of halogen-free flame-retardant long-glass-fiber-reinforced polypropylene[J]. China Plastics, 2015, 29(5):30-33.
- [9] 周登凤,罗兴,何敏. 无卤膨胀阻燃长玻纤增强聚丙烯性能研究[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(9):28-31.
- Zhou Dengfeng, Luo Xing, He Min. Research on properties of long glass fiber reinforced polypropylene with halogen-free intumescent flame retardant[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(9):28-31.
- [10] 慈书亭,郭建兵,何敏. 热氧老化对无卤膨胀阻燃PP/LGF复合材料的性能影响[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(8):6-10.
- Ci Shuting, Guo Jianbing, He Min. Study of thermal-oxidative aging on properties of halogen-free PP / LGF composites[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(8):6-10.
- [11] 慈书亭,魏涛,郭建兵. DBDPE-Sb₂O₃ 复合阻燃 LGFPP 的热氧老化研究[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(10):84-86.
- Ci Shuting, Wei Tao, Guo Jianbing. Effect of thermal-oxidative aging on properties of LGFPP / DBDPE-Sb₂O₃ flame retardant system[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(10):84-86.
- [12] 罗伟明,徐德银,吴朝亮. IFR / 可膨胀石墨及协效剂氧化锌对PP阻燃性能影响的研究[J]. 塑料工业, 2014, 42(9):62-65.
- Luo Weiming, Xu Deyin, Wu Chaoliang. The Study of flame retardant properties of PP based on IFR / EG System and the synergist of ZnO[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(9):62-65.
- [13] 宁鑫,陈浸,陈晓浪. 有机硅 / 可膨胀石墨复合阻燃PP/TPU共混物的研究[J]. 材料科学与工艺, 2015, 23(1):57-62.
- Ning Xin, Chen Jin, Chen Xiaolang. Study of PP / TPU composites with Si / EG[J]. Material Science & Technology, 2015, 23(1):57-62.
- [14] 杨洁,高梦鸾,李志通. 长 / 短纤维增强热塑性复合材料注塑工艺模拟[J]. 塑料工业, 2015, 43(3):81-89.
- Yang Jie, Gao Mengluan, Li Zhitong. Simulation of injection molding process for long / short fiber reinforced thermoplastic composites[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(3):81-89.
- [15] 陈智连,潘甲,尉金星. 长玻纤增强聚丙烯制品性能预评价方法研究[J]. 塑料工业, 2014, 42(9):66-70.
- Chen Zhilian, Pan Jia, Ju Jinxing. Pre-evaluation method study of long fiber reinforced polypropylene product's property[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(9):66-70.
- [16] 明星星,徐定红,张凯舟. 长玻纤增强聚丙烯复合材料[J]. 塑料, 2012, 41(5):37-39.
- Ming Xingxing, Xu Dinghong, Zhang Kaizhou. Long glass fiber reinforced PP composite[J]. Plastics, 2012, 41(5):37-39.

“石墨烯光催化氧化技术”通过国家级鉴定

作为黑臭水治理利器“石墨烯光催化氧化技术”在江阴通过中国环境科学学会组织的国家级鉴定,无锡再次走在了污水治理的前沿。

“石墨烯光催化治理黑臭污染水体”项目是江阴嘉润石墨烯光催化技术有限公司会同中国科技开发院江苏分院和中国环境科学研究院环境技术工程有限公司共同完成的,其核心技术“具有可见光响应的异质间高效量子转移技术”2016年5月通过了江苏省经信委新产品新技术鉴定。在此基础上他们与港股上市公司允升国际合作,加入高品质、“零缺陷”的石墨烯仅半年的时间就研发出石墨烯可见光催化网、可见光催化石子、可见光催化人工水草等系列产品。

据中国科技开发院江苏分院冯冠华副院长介绍,石墨烯可见光催化网以聚丙烯纤维为基材,通过独特涂覆工艺负载多层石墨烯光催化材料而成,可用于水体净化、空气净化等,尤其适用于城市黑臭水体的治理,可对水体中有毒有机物进

行分解,除臭,增加水体含氧量,与其它治理技术兼容性强,材料绿色环保,并且可以循环使用。

参加鉴定的中国工程院院士任阵海、蔡道基等专家专程前往江阴利港南段河现场考察了“石墨烯光催化氧化治理黑臭水体示范工程”。

他们在现场详细地了解了黑臭水体的治理情况,考察了放置石墨烯光催化网后的河道水质情况,听取了研发单位的情况汇报,询问了现场工作人员与当地群众,对该项目在黑臭水体治理方面的成果表示赞赏。

鉴定由中国环境科学研究院的中国工程院院士任阵海和南京环境科学研究院的中国工程院院士蔡道基主持,鉴定组专家一致认为:石墨烯强化光催化氧化网处理黑臭水体有明显效果,能够在较短时间内,消除水体黑臭,而且无需外加能源动力、无需添加化学药剂或生物菌种,是一种具有广泛应用前景的水体净化技术,该研究成果整体上达到了国内领先水平,其中在石墨烯强化光催化氧化网的制备与应用上达到了国际先进水平。

(中塑机网)