

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.08.005

汽车用低气味、低 VOC 聚丙烯复合材料的制备及性能

范开鑫,金江彬,陈江明

(浙江明江新材料科技股份有限公司,浙江台州 318026)

摘要:采用熔融共混的方法制备低气味、低挥发性有机化合物(VOC)聚丙烯(PP)复合材料,研究不同种类吸附剂及用量对 PP 复合材料的力学性能、气味等级以及 VOC 含量的影响。结果表明:各吸附剂均能明显改善 PP 复合材料的气味等级和 VOC 含量,其中吸附剂 JH-200A 和 PHVOCC01 对 PP 复合材料的力学性能影响较小,当两种吸附剂用量为 PP 复合材料质量的 3% 时,PP 复合材料的气味等级达到了 8 级和 8.2 级,悬臂梁缺口冲击强度分别为 23.3 kJ/m² 和 26.4 kJ/m²,比不加气味吸附剂时分别只降低了 21.8% 和 11.4%。研究表明,JH-200A 和 PHVOCC01 具有协同作用,当 $m_{\text{JH-200A}}:m_{\text{PHVOCC01}}=1:2$ 时,PP 复合材料的气味等级达到 8.8 级;当 $m_{\text{JH-200A}}:m_{\text{PHVOCC01}}=1:1$ 时,PP 复合材料的甲苯含量只有 15.4 μg/m³,均优于两者单独使用。红外光谱分析表明,JH-200A 和 PHVOCC01 带有不同的吸附官能团,因此起到了协同作用;扫描电子显微镜分析表明,两种吸附剂均具有大量的空穴结构,且与 PP 复合材料具有良好的相容性,制备的 PP 复合材料在力学性能、气味等级和 VOC 方面均能满足汽车内饰用要求。

关键词:汽车内饰;聚丙烯;复配吸附剂;低气味;低 VOC

中图分类号: TQ322.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)08-0023-06

Preparation and Properties of Low Odor and Low VOC Polypropylene Composites for Automotive

Fan Kaixin, Jin Jiangbin, Chen Jiangming

(Zhejiang Mingjiang New Material Technology Co., Ltd, Taizhou 318026, China)

Abstract: Polypropylene (PP) composite was prepared by melt blending, the effects of different adsorbents and dosages on its mechanical properties, odor grade and VOC content of PP composites were studied. The results show that each adsorbent can significantly improve the odor level and VOC content of PP composites. JH-200A and PHVOCC01 have little effect on the mechanical properties of PP composites. When the amount of the two adsorbents is 3% of the mass of PP composite material, the odor grade of PP composite material reach grade 8 and grade 8.2, and the cantilever beam notch impact strength is 23.3 kJ/m² and 26.4 kJ/m², respectively, which is only 21.8% and 11.4% lower than that without odor adsorbent. The results show that JH-200A and PHVOCC01 have synergistic effects. When $m_{\text{JH-200A}}:m_{\text{PHVOCC01}}=1:2$, the odor level of PP composites reaches 8.8. When $m_{\text{JH-200A}}:m_{\text{PHVOCC01}}=1:1$, the toluene content of PP composites is only 15.4 μg/m³, both better than the two alone. Infrared spectrum analysis shows that JH-200A and PHVOCC01 have different adsorption functional groups, so they play a synergistic role. Scanning electron microscope analysis shows that both adsorbents have a large number of hole structures and have good compatibility with PP composites, meeting the requirements of automobile interior decoration in mechanical properties, odor grade and VOC.

Keywords: automotive interiors; polypropylene; compound adsorbent; low odor; low VOC

汽车轻量化是汽车行业的重要发展趋势^[1-2],聚丙烯(PP)由于具有低密度、低价格以及优良的综合性能而被广泛用于汽车内饰件。研究表明^[3-6],汽车内饰件(仪表板、立柱、门板、手套箱、中控)在高温环境下会释放出甲苯、甲醛、丙烯醛等对人体有害的

VOC 气体以及刺激性气味,随着国家对汽车 VOC 控制的加强,制备低气味、低 VOC 的 PP 复合材料成为了各大企业和科研院所的研究热点。

目前,国内外学者研究了 PP 在高温环境下释放 VOC 气体和产生气味的机理,且已有如何制备

基金项目:浙江省台州市黄岩区科技计划项目(2017025)

通讯作者:范开鑫,研究生,工程师,主要从事工程塑料改性研究 E-mail: 824759013@qq.com

收稿日期: 2019-06-03

引用格式: 范开鑫,金江彬,陈江明. 汽车用低气味、低 VOC 聚丙烯复合材料的制备及性能[J]. 工程塑料应用,2019,47(8):23-28.

Fan Kaixin, Jin Jiangbin, Chen Jiangming. Preparation and properties of low odor and low VOC polypropylene composites for automotive[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(8):23-28.

低气味、低 VOC 的 PP 复合材料的相关报道,大多数均采用气味吸附剂和萃取剂对 VOC 气体进行吸附^[7-15]。笔者研究多种气味吸附剂以及将不同吸附剂进行复配,考察不同吸附剂对 PP 复合材料的力学性能、气味等级以及 VOC 气体的影响,制备出适用于汽车内饰件的 PP 复合材料。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP: K8009,台湾塑料工业股份有限公司;

PP: BX3920,韩国 SK 集团公司;

乙烯-辛烯共聚物(POE): LC565,韩国 LG 化学公司;

滑石粉: BHS-1250,泉州市旭峰粉体原料有限公司;

抗氧剂: 1010,168,新秀化学有限公司;

润滑剂: EBS,新秀化学有限公司;

气味吸附剂: PHVOCC01,市售;

气味吸附剂: MSIOE,上海惠新化工有限公司;

气味吸附剂: JH-200A, JH-102A,宁波嘉禾新材料科技有限公司;

沸石: 401PS,深圳市威诺华化工材料有限公司。

1.2 主要设备及仪器

双螺杆挤出机: TE35 型,南京瑞亚挤出机械制造有限公司;

注塑机: B-920 型,浙江海天注塑机有限公司;

万能试验机: CMT40204(20 kN) 型,深圳市三思材料检测有限公司;

电子悬臂梁冲击试验机: XJUD-5.5 型,承德市金建检测仪器有限公司;

熔体流动速率(MFR)仪: MFI-1221 型,承德市金建检测仪器有限公司;

鼓风干燥箱: SC101-3A 型,浙江慈溪市烘箱厂;

气相色谱/质谱联用仪: TRACEDSQ II 型,美国 Thermo Fisher 公司;

热重(TG)分析仪: DSC823TGA/SDTA85/e 型,瑞士梅特勒-托利多公司;

傅立叶变换红外光谱(FTIR)仪: WQF-520A 型,北京瑞利分析仪器有限公司;

扫描电子显微镜(SEM): Quanta 450 型,美国科视达(中国)有限公司。

1.3 样品制备

将气味吸附剂、PP、POE、滑石粉、抗氧剂、润滑剂按一定比例(PPK8009, PPBX3920, POE、滑石粉

的质量比为 50.4 : 21.6 : 8 : 20,抗氧剂 1010、168 和润滑剂 EBS 分别占体系的质量比为 0.2,0.3,0.5)在高速搅拌机中混合均匀,然后在双螺杆挤出机中熔融共混、挤出造粒。挤出机从进料口到机头的各段温度依次为 160,180,210,220,220,220,220,200,200,200,205℃,主机转速 320 r/min,喂料转速 18 r/min,真空度 -0.07 MPa。将所得料粒在鼓风干燥箱中 90℃烘 4 h,再注塑成标准样件,其中注塑熔融温度 220℃,注塑压力 60 MPa,成型周期 40 s。

1.4 性能测试

气味测试: 按照吉利车内非金属材料 Q/JLY J711061-2009 标准进行测试,称 (20 ± 2) g 样品装入 1 L 的广口气味测试专用瓶中,在 (105 ± 2) ℃烘 2 h,待冷却到 (65 ± 5) ℃时进行气味评估;

MFR 按 ISO 1133-1-2011 测试;

拉伸强度按 ISO 175-2010 测试;

弯曲强度、弯曲弹性模量按 ISO 178-2010 测试;

悬臂梁缺口冲击强度按 ISO180-2016 测试;

VOC 含量按照 TS-BD-003-2012 测试,采用气相色谱/质谱联用仪,试样尺寸为 10.0 mm × 10.0 mm × 2.8 mm,10 L 聚四氟乙烯试样袋;

FTIR 测试: 将样品分别制成 KBr 片,用 FTIR 仪在波数 4000 ~ 400 cm^{-1} 内扫描;

SEM 分析: 将样品分别载于粘有导电胶的样品台上,然后用 SEM 对待测物的表面形态进行观察;

TG 分析: 采用 TG 仪,在氮气保护条件下,设定热分析的温度范围为 40 ~ 560℃,升温速率为 10℃/min,得到 TG 分析曲线。

2 结果与讨论

2.1 不同吸附剂及用量对 PP 复合材料的性能影响

按 1.3 节的制备方法,在体系中加入不同种类和不同用量的气味吸附剂,考察气味吸附剂的种类和加量对 PP 复合材料的力学性能的影响,见表 1。从表 1 可以看出,沸石、MSIOE 和 JH-102A 吸附剂对 PP 复合材料的悬臂梁缺口冲击强度和 MFR 均有较大的影响,对体系的拉伸强度、弯曲强度和弯曲弹性模量影响较小。当吸附剂用量为 1% 时,悬臂梁缺口冲击强度分别为 23.3,14.7,15.4 kJ/m^2 ,比不加吸附剂时分别降低了 21.8%,50.6% 和 48.3%,随着吸附剂用量的增加,悬臂梁缺口冲击不断降低,这可能是因为沸石、MSIOE 和 JH-102A 吸附剂

和 PP 复合材料的相容性较差所导致。JH-200A 在用量较小时,对 PP 复合材料的力学性能影响较小。当用量为 1% 时,悬臂梁缺口冲击强度为 28.7 kJ/m²,相比不添加吸附剂时降低了 3.7%;当用量为 3% 时,悬臂梁缺口冲击强度为 23.3 kJ/m²,依然保持在较高的水准,当用量为 5% 时,悬臂梁缺口冲击强度只有 7.5 kJ/m²,这可能是因为 JH-200A 和 PP 具有一定的相容性,但随着用量的增加,由于 JH-200A 本身粒径较大,受力时易产生局部应力,导致 PP 复合材料韧性变差。随着 JH-200A 用量的增加,PP 复合材料的 MFR 也不断提高,这可能是因为 JH-200A 在体系里用量较大时起到了内润滑的作用。PHVOCC01 的加入对 PP 复合材料的力学性能影响较小,在加入少量时甚至起到了一定增韧作用,这可能是因为当 PHVOCC01 用量较少时起到了内润滑的作用,使 POE 和滑石粉在体系中分散更为均匀,因此表现出较好的冲击强度,随吸附剂用量的增大,PP 复合材料的悬臂梁缺口冲击强度不断降低,拉伸强度、弯曲强度和弯曲弹性模量没有明显变化。

表 1 不同吸附剂及用量对 PP 复合材料的力学性能影响

气味吸附剂种类	吸附剂含量 / %	缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	拉伸强度 / MPa	弯曲强度 / MPa	弯曲弹性模量 / MPa	MFR / [g · (10 min) ⁻¹]
无	0	29.8	22.8	32.7	2074	12.3
沸石	1	23.3	22.7	33.0	2015	12.3
	3	15.8	22.2	33.1	2107	12.3
	5	13.5	21.6	32.4	2057	11.74
MSIOE	1	14.7	23.2	33.7	2134	11.5
	3	8.7	22.8	32.8	2028	10.8
	5	6.0	22.8	32.7	1996	9.0
JH-102	1	15.4	22.8	33.0	2125	10.6
	3	9.8	22.3	33.0	2003	11.9
	5	7.0	22.3	31.6	1965	12.4
JH-200A	1	28.7	22.7	32.6	2114	9.8
	3	23.3	22.3	32.4	1976	12.78
	5	7.5	25.9	37.1	2458	13.6
PHVOCC01	1	35.1	22.5	32.0	1964	13.2
	3	26.4	22.1	32.2	2084	12.9
	5	16.8	22.4	32.7	2028	12.3

气味吸附剂的种类和加量对 PP 复合材料的气味等级、VOC 的影响,见表 2。从表 2 可以看出,四种气味吸附剂均对 PP 复合材料的气味和 VOC 含量有明显改善,且随着气味吸附剂用量的增加,PP 复合材料的气味改善更为明显,VOC 含量显著降低。在气味方面,JH-200A 和 PHVOCC01 表现出更好的效果,当 JH-200A 和 PHVOCC01 加量为 3% 时,气味等级均由不加之前的 5 级改善到 8 级;而在降低 VOC 方面,PHVOCC01 效果更为明显,当

其加量为 3% 时,甲苯含量从 48.2 μg/m³ 降低到 19.2 μg/m³,二甲苯由 35.7 μg/m³ 降低到 9.8 μg/m³,乙醛几乎检测不到。这是因为,在高温环境下 PHVOCC01 和 JH-200A 可以通过物理和化学吸附作用吸附从 PP 复合材料中挥发出的小分子,从而起到降低气味和 VOC 的作用。

表 2 不同吸附剂及用量对 PP 复合材料的气味和 VOC 含量的影响

气味吸附剂种类	气味吸附剂用量 / %	气味等级	甲苯 / (μg · m ⁻³)	二甲苯 / (μg · m ⁻³)	乙醛 / (μg · m ⁻³)
无	0	5.0	48.2	35.7	44.7
沸石	1	6.0	37.2	31.7	40.9
	3	6.8	30.4	24.3	31.7
	5	7.0	24.1	20.9	15.3
MSIOE	1	6.0	38.6	22.8	35.6
	3	7.0	30.7	24.6	24.8
	5	7.5	25.4	17.9	ND
JH-102	1	6.0	25.8	35.1	40.5
	3	7.2	17.6	32.7	58.6
	5	7.8	14.8	30.6	47.8
JH-200A	1	6.0	31.2	36.8	38.1
	3	8.0	24.7	33.2	57.1
	5	8.6	19.07	30.9	50
PHVOCC01	1	6.0	25.8	14.4	ND
	3	8.2	19.2	10.5	ND
	5	8.4	15.5	9.8	ND

2.2 复配吸附剂对 PP 复合材料的性能影响

固定吸附用量为 3%,在体系中加入不同质量比的吸附剂 JH-200A 和 PHVOCC01,考察不同比例的复配吸附剂对 PP 复合材料的力学性能、气味等级、VOC 的影响,见表 3 和表 4。

表 3 复配吸附剂对 PP 复合材料的力学性能影响

气味吸附剂种类及比例	缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	拉伸强度 / MPa	弯曲强度 / MPa	弯曲弹性模量 / MPa	MFR / [g · (10 min) ⁻¹]
无	29.8	22.8	32.7	2074	12.3
JH-200A : PHVOCC01	1 : 2	32.8	20.4	30.2	2078
	1 : 1	23.5	20.3	30.1	2062
	2 : 1	23.2	20.0	30.4	2060

表 4 复配吸附剂对 PP 复合材料的气味和 VOC 影响

气味吸附剂种类及比例	气味等级	甲苯 / (μg · m ⁻³)	二甲苯 / (μg · m ⁻³)	乙醛 / (μg · m ⁻³)
标准值	≥ 6	≤ 40	≤ 50	≤ 40
无	5	48.2	35.7	44.7
JH-200A : PHVOCC01	1 : 2	8.8	22.5	10.3
	1 : 1	8.2	15.4	ND
	2 : 1	8	34.9	17.6

从表 3 可以看出,加入 3% 的复配吸附剂时,PP 复合材料的力学性能均保持在较高水准,均能满足汽车内饰用 PP 复合材料的力学性能。当 $m_{JH-200A} : m_{PHVOCC01} = 1 : 2$ 时,其悬臂梁缺口冲击强度达到 32.8 kJ/m²,较不加入气味吸附剂的 PP 复合材

料有所提高,随着 JH-200A 和 PHVOCC01 比例的增加,PP 复合材料的悬臂梁缺口冲击强度、拉伸强度、弯曲强度有所降低,弯曲弹性模量无明显变化。

从表 4 可以看出,不同比例的气味吸附剂的加入均能明显改善 PP 复合材料的气味等级和 VOC 含量且均能满足汽车内饰用 PP 复合材料的标准。当 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 2$ 和 $1 : 1$ 时,其气味等级达到了 8.8 级和 8.2 级,均优于单独使用 JH-200A 和 PHVOCC01 的 PP 复合材料;此外,当 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 1$ 时,PP 复合材料的甲苯含量只有 $15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$,几乎没有二甲苯和乙醛,这可能是由于 JH-200A 和 PHVOCC01 带有不同的吸附基团,当两者复配使用时有一定的协同作用,因此改善了 PP 复合材料的气味和 VOC 含量。

2.3 吸附剂微观结构

(1) 吸附剂 FTIR 分析。

图 1 为沸石、JH-200A, PHVOCC01 的 FTIR 谱图。

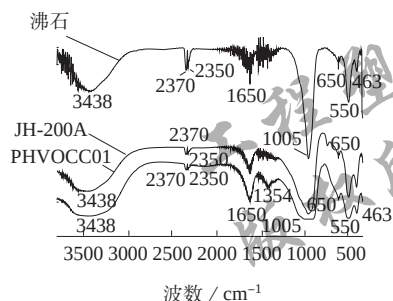
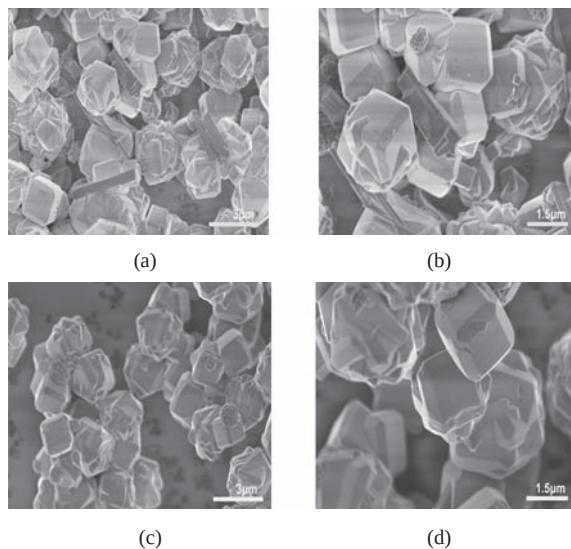


图 1 沸石、JH-200A, PHVOCC01 的 FTIR 谱图

从图 1 可看出,沸石、JH-200A 和 PHVOCC01 红外光谱大致相同,表明 JH-200A 和 PHVOCC01 均属于改性无机硅酸盐类吸附剂。 3450 cm^{-1} 为硅酸盐表面—OH 伸缩振动峰; 1005.8 cm^{-1} 左右为 T—O—T 的反对称伸缩振动峰(T 为 Si 或 Al); $440 \sim 460 \text{ cm}^{-1}$ 为 T—O 变角振动吸收峰; 670 cm^{-1} 左右为 T—O 对称伸缩振动; 555.5 cm^{-1} 左右为四面体伸缩振动吸收峰。JH-200A 在 793 cm^{-1} 左右出现了振动吸收峰,该位置主要是改性剂— NH_2 面外摇摆振动吸收峰,PHVOCC01 在 1354 cm^{-1} 左右处出现了明显的震动吸收峰,该位置主要是季铵基团 C—N 伸缩振动吸收峰,结果表明, JH-200A 和 PHVOCC01 带有不同的吸附官能团。

(2) 吸附剂 SEM 照片。

图 2 为 PHVOCC01 和 JH-200A 的 SEM 照片。



a—PHVOCC01 ($\times 8000$); b—PHVOCC01 ($\times 15000$);
c—JH-200A ($\times 8000$); d—JH-200A ($\times 15000$)

图 2 PHVOCC01 和 JH-200A 的 SEM 照片

从图 2 可看出, PHVOCC01 和 JH-200A 均为多点四面体连成的三维多孔骨架,具有大量的空穴结构,四面体外用有机物对其表面改性,一方面使两种吸附剂同时具有物理吸附和化学吸附作用,能有效降低 VOC 和减少气味;另一方面使吸附剂与树脂具有良好相容性,从而使 PP 复合材料保持良好的力学性能。

(3) 吸附剂热重分析。

图 3 为 PHVOCC01 热重分析图。

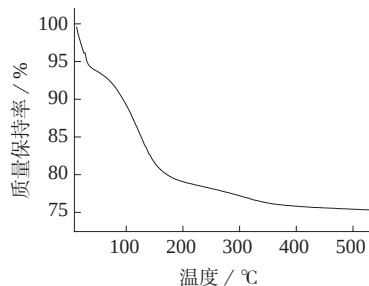


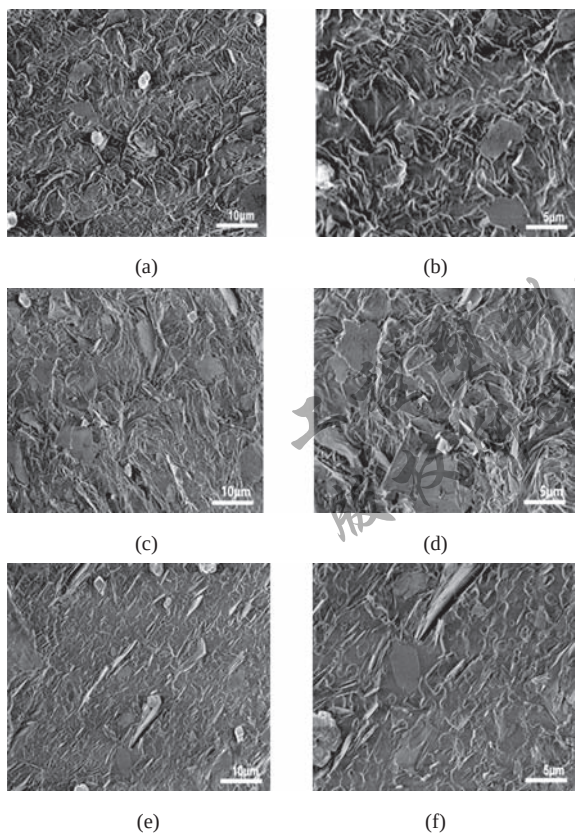
图 3 PHVOCC01 热重分析图

从图 3 可以看出, PHVOCC01 质量损失主要分为三个阶段。 $0 \sim 55^\circ\text{C}$, 该阶段主要是吸附剂呈空穴结构以及带有吸附官能团,易吸附空气中的水分,在加热过程中水分挥发所导致; $55 \sim 340^\circ\text{C}$, 在该阶段热失重速率先快后慢,主要原因在于随着温度的升高,吸附剂中的有机物开始快速挥发,之后开始变缓; 340°C 之后有缓慢的质量损失,之后趋于平衡,在该阶段主要是吸附剂中的无机物在高温缓解下部分分解所导致。

2.4 PP 复合材料微观结构分析

(1) PP 复合材料 SEM 分析。

图 4 为 PP 复合材料断面 SEM 照片,从图 4 可看出,吸附剂均匀分散在 PP 复合材料中,但由于吸附剂颗粒较大,受力时会引发局部应力,因此 PP 复合材料表现出韧性降低。整体上看,加入不同比例气味吸附剂后,PP 复合材料断面依然比较模糊,这表明气味吸附剂加入较少时与 PP 复合材料的相容性较好,因此,PP 复合材料仍保持较好力学性能。当 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 2$ 时,其界面模糊程度明显好于 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 1$ 和 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 2 : 1$,因此其表现出更好韧性。



a, b— $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 2$ ($\times 2000, \times 4000$)
c, d— $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 1$ ($\times 2000, \times 4000$)
e, f— $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 2 : 1$ ($\times 2000, \times 4000$)

图 4 不同比例复配吸附剂 SEM 照片

(2) PP 复合材料热重分析。

图 5 为 PP 复合材料 TG 分析图。从图 5 可以看出,两种 PP 复合材料均出现三次明显的质量损失。未加入气味吸附剂的 PP 复合材料 10~50℃ 的质量损失约 2%,该阶段主要是 PP 复合材料中含有滑石粉,接触空气后受潮,因此该阶段是复合材料中的水分受热挥发导致;50~355℃ 时质量损失约

3%,该阶段质量损失较为缓慢,主要是 PP 复合材料中易挥发物质和 $-\text{CH}_3$ 开始缓慢分解所导致的;355~475℃ 质量损失约 80%,该阶段质量损失较快之后趋于平衡,主要是 PP 复合材料在高温环境下开始快速分解所导致。加入吸附剂的 PP 复合材料的质量损失与不加入吸附剂的 PP 复合材料相比,其质量损失的趋势大致相同,但在 10~50℃ 的质量损失达到了 6%,主要原因在于吸附剂具有大量的空穴结构以及吸附官能团,接触空气后受潮更为严重,以及在该阶段吸附剂自身开始挥发所导致。

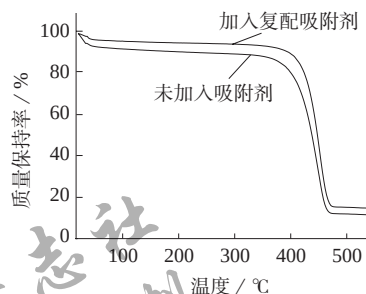


图 5 PP 复合材料 TG 分析图

3 结论

(1) 各吸附剂均能明显改性 PP 复合材料的气味以及 VOC 含量,其中 JH-200A 和 PHVOC 对复合材料的力学性能影响较小。

(2) JH-200A 和 PHVOCC01 具有协同作用,当 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 2$ 时,其气味等级达到了 8.8 级,当 $m_{\text{JH-200A}} : m_{\text{PHVOCC01}} = 1 : 1$ 时,PP 复合材料的甲苯含量只有 $15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$,几乎没有二甲苯和乙醛,均优于两者单独使用。

(3) 微观分析表明, JH-200A 和 PHVOCC01 带有不同的吸附官能团,且与 PP 复合材料具有良好相容性,制备的 PP 复合材料在力学性能、气味等级和 VOC 方面均能满足汽车内饰用 PP 复合材料。

参考文献

- [1] 袁华强. 浅析车用聚丙烯改性料的发展趋势[J]. 当代石油化工, 2018, 26(2):43-46.
Yuan Huaqiang. Analysis of the development trend of modified polypropylene materials for vehicles[J]. Contemporary Petrochemical, 2018, 26(2):43-46.
- [2] 郭玉琴, 朱新峰, 杨艳, 等. 汽车轻量化材料及制造工艺研究现状[J]. 锻压技术, 2015, 40(3):1-6.
Guo Yuqin, Zhu Xinfeng, Yang Yan, et al. Research status of automotive lightweight materials and manufacturing processes[J]. Forging & Stamping Technology, 2015, 40(3):1-6.
- [3] 杨波, 彭莉, 李振华, 等. 汽车内饰聚丙烯材料 VOC 产生和自然衰减研究[J]. 合成材料老化与应用, 2017, 46(2):1-6.

- Yang Bo, Peng Li, Li Zhenhua, et al. VOC production and natural attenuation of automotive interior polypropylene materials[J]. Journal of Composite Materials Aging and Application, 2017, 46(2):1-6.
- [4] 潘瑞琦,金滢,康鹏,等. 助剂对聚丙烯气味及挥发性有机物影响的研究进展[J]. 合成树脂及塑料, 2016, 33(2):88.
- Pan Ruiqi, Jin Yan, Kang Peng, et al. Research progress of auxiliary effects on polypropylene odor and volatile organic compounds[J]. Journal of Synthetic Resins and Plastics, 2016, 33(2):88.
- [5] Burch G. Prevention of odor generation during gamma-irradiation of polypropylene fibers, USA, US5041483A[P].1991-08-20.
- [6] 康鹏,金滢,蔡涛,等. 聚丙烯树脂挥发性有机物控制技术的研究进展[J]. 石油化工, 2014, 43(8): 966-970.
- Kang Peng, Jin Yan, Cai Tao, et al. Research progress on control technology of volatile organic compounds in polypropylene resin[J]. Petrochemical Industry, 2014, 43(8): 966-970.
- [7] 刘小林. 低气味、低 VOC 聚丙烯 / 滑石粉共混物的研究[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(5):29-34.
- Liu Xiaolin. Study on low odor and low VOC polypropylene / talc blends[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(5): 29-34.
- [8] 刘小林. 低气味、低 VOC 聚丙烯共混物的研究[J]. 塑料科技, 2017, 45(6):21-25.
- Liu Xiaolin. Study on low odor and low VOC polypropylene blends[J]. Plastics Science, 2017, 45(6):21-25.
- [9] 杨燕,李永华,罗忠富. 聚丙烯复合材料气味吸附剂的研究[J]. 合成材料老化与应用, 2012, 41(3):30-33.
- Yang Yan, Li Yonghua, Luo Zhongfu. Study on odor adsorbent of polypropylene composites[J]. Aging and Application of Synthetic Materials, 2012, 41(3):30-33.
- [10] Rifi M. Process for reducing odor in isotactic polypropylene : USA, US4851499[P].1989-07-25.
- [11] 闫溥,李荣群,邵之杰,等. 汽车内饰用低 VOC 含量聚丙烯复合材料的制备[J]. 合成树脂及塑料, 2017, 34(4):17-20.
- Yan Pu, Li Rongqun, Shao Zhijie, et al. Preparation of low VOC polypropylene composites for automotive interiors[J]. Synthetic Resins and Plastics, 2017, 34(4):17-20.
- [12] 宋文波,毕福勇,郭梅芳,等. 一种低气味、低 VOC 含量的抗冲聚丙烯的制备方法: 中国, 20140602797.2[P]. 2016-05-11.
- Song Wenbo, Bi Fuyong, Guo Meifang, et al. A preparation method for anti-flush polypropylene with low odor and low VOC content: CN, 20140602797.2 [P]. 2016-05-11.
- [13] 杨桂生,俞飞. 一种低气味低挥发耐刮擦汽车用内饰聚丙烯复合材料及制备方法: 中国, 201410627501.2[P]. 2016-06-08.
- Yang Guisheng, Yu Fei. A low odor low volatile and scratch-resistant automotive interior polypropylene composite shimmer and preparation method: CN, 201410627501.2[P]. 2016-06-08.
- [14] 裴浩成,娄小安,路海冰,等. 一种低气味矿物增强聚丙烯复合材料及其制备方法: 中国, 201410476227.3[P]. 2015-01-07.
- Qiu Haocheng, Lou Xiao'an, Lu Haibing, et al. A low-odor mineral-enhanced polypropylene composite material and its preparation method: CN, 201410476227.3[P]. 2015-01-07.
- [15] 黎敏,王雄刚,龙光宝,等. 一种低 VOC 低气味的聚丙烯组合物及其制备方法: 中国, 2016108043.X[P]. 2017-02-08.
- Li Min, Wang Xionggang, Long Guangbao, et al. A low-odor polypropylene composition with low odor and its preparation method: CN, 2016108043.X[P]. 2017-02-08.

优惠销售中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国合成树脂供销协会加工与应用分会为了配合 2000 ~ 2018 年先后召开的中国工程塑料复合材料技术研讨会, 共编辑、出版了 19 本《论文集》。其内容涉及工程塑料及通用塑料的合成与改性、加工、应用、测试、模具、设备新技术, 以及文献综述、评论等, 突出了我国工程塑料行业发展规划、热点分析。现尚有部分《论文集》, 以及应广大读者要求加工制作的论文集光盘, 现以优惠价格 (含邮费) 销售, 欢迎订阅。

1. 2004 ~ 2018 年中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》, 优惠价 400 元 / 套。

2. 2000 ~ 2018 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集光盘, 优惠价 300 元 / 盘。本光盘除收录 2000 ~ 2018 年 19 本《论文集》的全部内容外, 还包括约 3 700 人次的会议代表通讯录。

邮局汇款

收款地址: 山东济南市天桥区田庄东路 3 号

收款单位: 《工程塑料应用》杂志社

邮 编: 250031

电 话: (0531)85878223 85878057 85878278

传 真: (0531)85947355

银行汇款

户 名: 山东非金属材料研究所

开户银行: 济南市工商银行经十一路支行

帐 号: 1602001229014425546

网上订购: <http://www.epa1973.net>