

回收聚丙烯基复合材料的耐候性与阻燃性能

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2024.03.001

游一兰^{1,2} 贺国文^{1,2}
刘佳斌¹ 李智明¹

1. 湖南城市学院

材料与化学工程学院

湖南 益阳 413000

2. 低碳与环境功能材料湖南省

普通高校重点实验室

湖南 益阳 413000

摘要:以回收聚丙烯(RPP)为基体,添加茶粉、纳米二氧化钛(Nano-TiO₂)及聚磷酸铵(APP)制备了茶塑复合材料,并考察了茶粉、Nano-TiO₂用量对茶塑复合材料性能的影响。结果表明,适量茶粉可提高RPP的抗拉强度,茶粉质量分数10%时,抗拉强度增加了26.1%;Nano-TiO₂既能增加茶塑复合材料的抗拉强度,也可抑制热老化过程中抗拉强度的下降,从而增加了材料的耐候性。考察了Nano-TiO₂与APP对茶塑复合材料阻燃性能的协同作用,发现Nano-TiO₂与APP共同作用能进一步降低茶塑复合材料的水平燃烧速度。在Nano-TiO₂质量分数为4%时,水平燃烧速度最低,仅有23.3 mm/min,比不含Nano-TiO₂时降低了40.6%。当固定Nano-TiO₂质量分数为4%,改变APP用量时,在APP质量分数为15%时,水平燃烧速度仅为20.2 mm/min。

关键词:回收聚丙烯;茶塑复合;耐候性;水平燃烧速度

中图分类号: TB324

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2024)03-0001-07

引文格式: 游一兰,贺国文,刘佳斌,等.回收聚丙烯基复合材料的耐候性与阻燃性能[J].包装学报,2024,15(3):1-7.

我国每年使用的塑料快餐盒、塑料包装袋等数量巨大,这些回收塑料占生活垃圾的8%~15%,如何高值回收利用这些废旧塑料成为一个迫切的问题。此外,林产资源的日益短缺和经济社会发展中对林木需要日渐增加的社会矛盾亟待解决。益阳富产黑茶,茶叶梗、茶树枝、茶叶渣等资源丰富。将上述物质磨成粉(简称茶粉)与废旧塑料复合生产黑茶/塑料复合材料,是变“二废”为“宝”的有效途径,也是降低木材使用量的有效手段,对解决当前中国林木和石油资源短缺、垃圾回收利用、环境污染等社会问题具有非常重大的意义。

木塑复合材料常被应用于建筑工程、交通运输

等领域,但其容易发生降解和燃烧,因此对木塑复合材料的老化性能和阻燃性能进行研究具有十分重要的意义。木塑复合材料的力学性能会因老化而降低^[1-2],且传统阻燃改性时阻燃剂的用量大,也会牺牲复合材料的力学性能^[1-2]。而纳米无机粒子对聚合物有增强增韧的作用^[3-5],尤其是纳米二氧化钛(Nano-TiO₂),能起到光屏蔽作用^[5],且有一定的阻燃效果^[6-7]。因此,本研究采用回收聚丙烯(recycled polypropylene, RPP)和茶粉为原料制备茶塑复合材料,以Nano-TiO₂提高其力学性能、耐候性,并协同聚磷酸铵(ammonium polyphosphate, APP)提高其阻燃性,以期获得综合性能优异的茶塑复合材料。

收稿日期: 2024-02-13

作者简介: 游一兰(1982-),女,湖南娄底人,湖南城市学院副教授,博士,主要从事聚合物改性及其复合材料研究,
E-mail: 1285656786@qq.com

通信作者: 贺国文(1978-),男,湖南宁乡人,湖南城市学院教授,博士,主要从事聚合物改性及其复合材料研究,
E-mail: zhongyihgw@163.com

1 实验部分

1.1 原材料

RPP, 湖南映宏新材料股份有限公司; 黑茶粉, 200目, 黑茶金花湖南省重点实验室; Nano-TiO₂, 金红石型, 粒径约为20 nm, 江苏天行新材料有限公司; APP, 有效物质含量99.9%, 华尔信(深圳)技术有限公司; 硅烷偶联剂(KH550), 有效物质含量99%, 康锦新材料科技有限公司。

1.2 设备及仪器

高速混合机, SHR-10A型, 张家港格兰机械有限公司; 电热鼓风干燥箱, 101-1AB型, 天津泰斯特仪器有限公司; 双螺杆挤出机, SHJ-20型, 南京杰恩特机电有限公司; 注塑机, KD-1080型, 宁波金星塑料机械有限公司; 热老化箱, 401-A型, 江都振邦试验机械厂; 简支梁摆锤冲击试验机, XJJUD-50型, 承德大加仪器有限公司; 电子万能试验机, WOW-100C型, 上海华龙测试仪器有限公司; 傅立叶红外光谱仪, Nicolet-5700型, 美国Nicolet仪器公司; 垂直水平燃烧仪, PZ1701型, 上海品重检测设备有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 茶粉和 Nano-TiO₂ 的表面改性处理

将适量的茶粉或 Nano-TiO₂ 加入高速混合机中, 再加入用乙醇稀释的相当于改性材料总质量1%的 KH550, 高速搅拌10 min, 再置于80℃的干燥箱中干燥4 h。

1.3.2 复合材料的制备

1) 首先, 将一定比例的茶粉与 APP 混合均匀, 制备 RPP/茶粉复合材料, 并探究茶粉用量对复合材料力学性能的影响;

2) 固定茶粉质量分数为30%, 添加一定比例的 Nano-TiO₂ 继续改性 RPP/茶粉复合材料, 并探究 Nano-TiO₂ 用量及老化时间对 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料性能的影响;

3) 固定茶粉质量分数为30%, 通过调整 APP、Nano-TiO₂ 用量, 考察其对 RPP/茶粉/APP/Nano-TiO₂ 复合材料阻燃性能的影响;

4) 以上复合材料经高速混匀后, 利用双螺杆挤出机造粒, 挤出机的各区工作温度依次为180, 185, 190, 185, 180℃, 机头温度180℃。然后, 注射成型成测试样条, 注塑机参数设置为: 一区190℃, 二区200℃, 三区195℃, 四区175℃, 保压时间8 s,

冷却时间3 s。

1.4 测试与表征

1) 抗拉强度

按照 GB/T 1040.1—2018《塑料 拉伸性能的测定 第1部分: 总则》中的方法, 采用电子万能试验机测定样品的抗拉强度。在室温、拉伸速度10 mm/min 的条件下进行测试。

2) 冲击性能

按照 GB/T 1043.1—2008《塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分: 非仪器化冲击试验》中的方法, 采用简支梁摆锤冲击试验机, 在常温环境下测定样品的冲击性能。

3) 老化性能

采用401-A型热老化箱, 将样品在100℃下分别老化48, 96, 144 h, 然后对样品的性能进行测定。

4) 阻燃性能

按 UL 94 阻燃标准, 采用垂直水平燃烧仪对样品进行阻燃性能测试, 测试样条的尺寸为130 mm × 13 mm × 3.2 mm。

2 结果与讨论

2.1 茶粉用量对 RPP/茶粉复合材料力学性能的影响

茶粉用量对 RPP/茶粉复合材料抗拉强度及冲击强度的影响如图1所示。

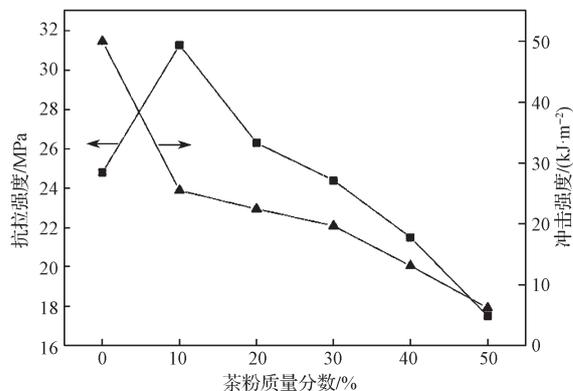


图1 茶粉用量对 RPP/茶粉复合材料力学性能的影响

Fig. 1 Effects of tea powder dosage on mechanical properties of RPP/tea powder composites

由图1可知, 加入茶粉的质量分数为10%时, 抗拉强度比RPP增加了26.1%; 茶粉质量分数超过10%后, 抗拉强度有所降低, 但在质量分数为30%时, 还能保持和RPP相当的抗拉强度; 当质量分数为50%时, 抗拉强度降低了约29.4%。冲击强度则

随茶粉质量分数的增大持续降低, 尤其是在质量分数为 10% 时, 冲击强度降低明显, 降低了约 49.0%; 而后随着茶粉用量的增加冲击强度降低速度趋于平缓, 到质量分数 30% 时降低了 60.6%; 当茶粉质量分数为 50% 时, 冲击强度仅有 6.19 kJ/m^2 。这表明茶粉并没有起到纤维增强的作用, 而是随着刚性的木质纤维加入, RPP/茶粉复合材料的脆性增加, 冲击强度降低^[8-9]。

2.2 Nano-TiO₂ 用量对 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料性能的影响

固定茶粉质量分数为 30%, 采用 Nano-TiO₂ 继续改性 RPP/茶粉复合材料。图 2 为 Nano-TiO₂ 用量对 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料力学性能的影响。

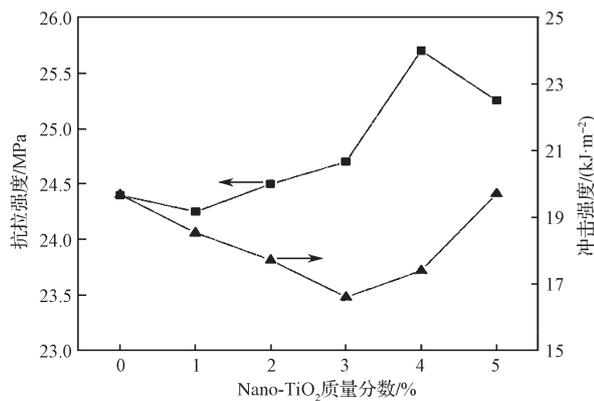


图 2 Nano-TiO₂ 用量对 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料力学性能的影响

Fig. 2 Effects of Nano-TiO₂ dosage on mechanical properties of RPP/tea powder/Nano-TiO₂ composites

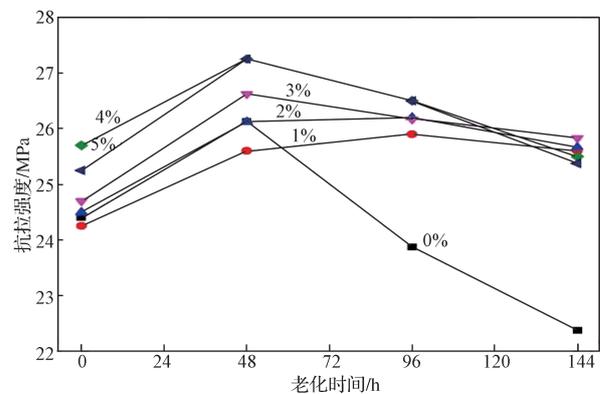
由图 2 可知, Nano-TiO₂ 能继续提高茶塑复合材料的抗拉强度。当 Nano-TiO₂ 质量分数为 4% 时, 复合材料的抗拉强度最高, 比未添加 Nano-TiO₂ 时增加了约 5.4%。这是因为刚性 Nano-TiO₂ 表面的一OH 与茶粉表面的一OH 形成氢键, 以及改性后的 Nano-TiO₂ 与茶粉通过 KH550 引入的烷基与 PP 基体互相缠绕, 进一步增加了复合材料的刚性。当 Nano-TiO₂ 质量分数为 5% 时, 因纳米粒子团聚而导致抗拉强度稍有下降。加入 Nano-TiO₂ 后, 复合材料的冲击强度表现为先减小后增大的趋势。当 Nano-TiO₂ 质量分数为 3% 时冲击强度最低, 比未添加 Nano-TiO₂ 时的减小超过 15.0%; 但当 Nano-TiO₂ 用量继续增大时, 冲击强度又有增大趋势, 当质量分数为 5% 时, 冲击强度又恢复至未添加 Nano-TiO₂ 时的强度。雷晶旭^[10] 用纳米粒子增强 PE 木塑复合材料也有类似结果, 主

要原因是纳米粒子比茶粉粒径小, 更容易发生团聚, 导致材料的冲击强度下降; 而当含量继续增大时, 部分团聚不影响纳米粒子的增韧效果, 从而使冲击强度又增大。

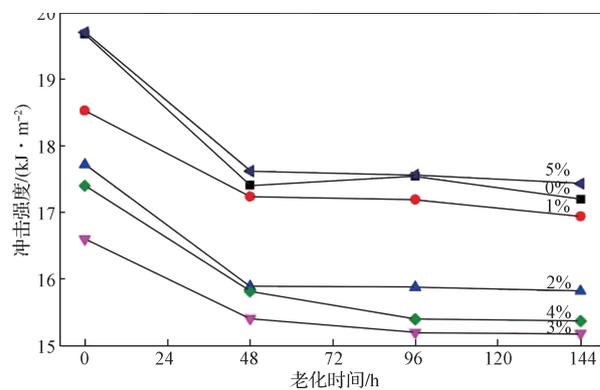
2.3 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料老化性能

2.3.1 老化时间对力学性能的影响

为了探究老化时间对茶塑复合材料性能的影响, 将茶粉质量分数为 30%、Nano-TiO₂ 质量分数从 0%~5% 的 RPP/茶粉/Nano-TiO₂ 复合材料在 100 °C 下分别老化 48, 96, 144 h 后, 再进行力学性能测定, 结果如图 3 所示。



a) 抗拉强度



b) 冲击强度

图 3 老化时间对不同 Nano-TiO₂ 含量的茶塑复合材料力学性能的影响

Fig. 3 Effects of aging time on mechanical properties of tea plastic composites with different Nano-TiO₂ contents

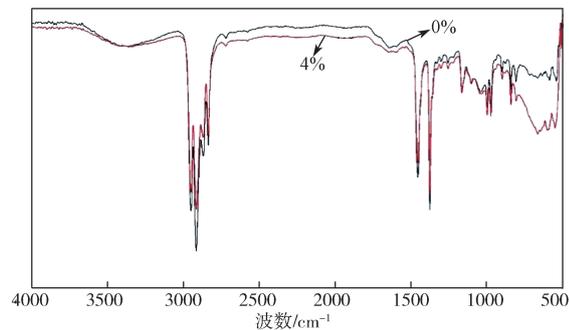
由图 3a 可知, 老化 48 h 后, 复合材料的抗拉强度普遍增大了, 这是因为材料发生了二次结晶, 而此时材料热氧老化进行得相对缓慢, 故材料结晶度升高, 抗拉强度增大^[11]。但继续延长老化时间, 材料结晶完全而热氧老化的发生进一步发展, 木质素和聚丙烯发生氧化降解, 所以老化 96 h 和 144 h 后的抗拉

强度均下降。未添加 Nano-TiO₂ 的复合材料老化 96 h 比老化 48 h 降低了约 8.6%，老化 144 h 则降低了约 14.4%。这是因为，随着老化时间的延长，高分子链的分子量减小，从而加快老化降解，影响茶塑材料表面的粗糙度，形成微裂纹，影响材料承载能力，抗拉强度就降低^[12]。随着老化时间的持续延长 (>48 h)，Nano-TiO₂ 质量分数为 1% 和 2% 的复合材料，其抗拉强度变化不明显，而质量分数为 3%、4% 和 5% 的复合材料抗拉强度都稍有降低，但仍和老化前的抗拉强度相当。由此可见，Nano-TiO₂ 对复合材料抗拉强度的耐候性具有显著效果。

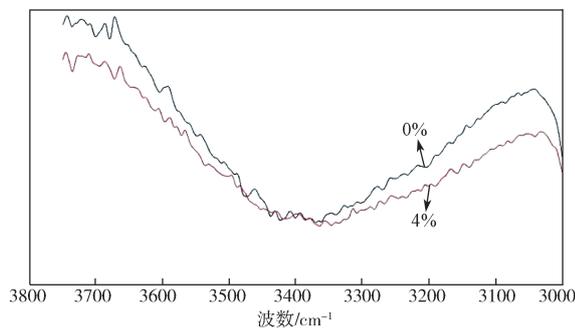
由图 3b 可知，随着老化时间的延长，复合材料的冲击强度会减小，材料不同程度变脆。老化 144 h 之后，未添加 Nano-TiO₂ 的复合材料冲击强度降低了约 12.6%。而 Nano-TiO₂ 的质量分数在 1%~5% 的复合材料，冲击强度虽然分别下降了约 8.6%、10.7%、8.5%、11.6% 和 11.5%，但比未添加 Nano-TiO₂ 的复合材料降低少。这是因为在老化过程中，木质素和聚丙烯降解，大分子链断裂，冲击强度降低，而 Nano-TiO₂ 有效降低了木质素的降解，所以冲击强度的降低减缓。

2.3.2 老化前后红外光谱分析

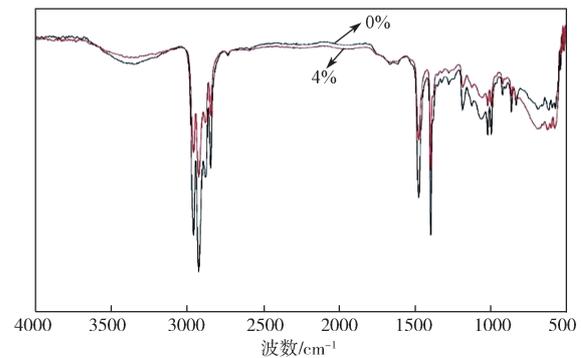
选取 Nano-TiO₂ 质量分数为 0% 和 4% 的茶塑复合材料做老化前后的红外分析，结果如图 4 所示。



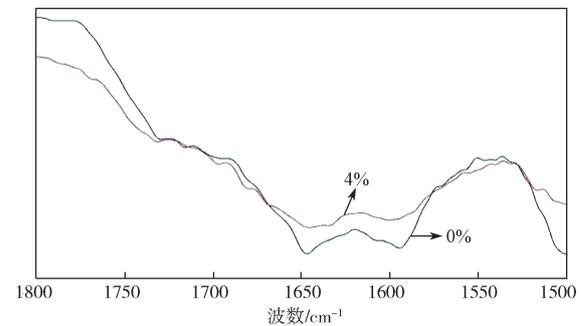
a) 老化前



b) 老化前 3000~3700 cm⁻¹ 波段放大图



c) 老化 144 h



d) 老化 144 h 1500~1800 cm⁻¹ 波段放大图

图 4 茶塑复合材料热老化前后红外光谱图

Fig. 4 Infrared spectra of tea plastic composites before and after thermal aging

由图 4a~b 可知，添加质量分数 4% Nano-TiO₂ 的复合材料，在波数为 3400 cm⁻¹ 处（羟基峰）的峰强度低于未添加 Nano-TiO₂ 的，说明添加了 Nano-TiO₂ 后，材料表面的羟基减少，这是因为 Nano-TiO₂ 和 KH550 在茶粉表面产生了交联。

由图 4c~d 可知，在波数为 1650 cm⁻¹ 附近的特征峰为材料被热氧化形成的羰基特征峰^[13]。在该处，添加 4% Nano-TiO₂ 的复合材料的峰强度相对较低。这说明 Nano-TiO₂ 有效地抑制了材料的热氧化程度^[14]，使其耐候性增强。

2.4 水平燃烧分级

采用水平燃烧试验对茶粉质量分数 30%、APP 质量分数 10%、Nano-TiO₂ 质量分数 0~5% 的 RPP/茶粉 /APP/Nano-TiO₂ 复合材料进行水平燃烧分级，得到水平燃烧速度如图 5 所示。

由图 5 可知，随着 Nano-TiO₂ 质量分数增大，燃烧速度先减小后增大，在质量分数为 4% 时达到最低（23.3 mm/min），比只含 10% APP 茶塑复合材料的降低了约 40.6%；当 Nano-TiO₂ 质量分数为 5% 时，燃烧速度出现回弹，但仍然较质量分数为 0% 时的低。

由此可知, Nano-TiO₂ 降低了复合材料的燃烧速度, 对复合材料的阻燃性能改善具有一定的效果, 复合材料的燃烧分级都属于 HB 级。这是因为, 燃烧过程中, Nano-TiO₂ 会迁移到材料表面形成更加致密的炭层^[15], 对燃烧过程中热量和氧气的传输起到了阻碍效应, 从而减缓了燃烧速度; 但是 Nano-TiO₂ 的用量过大, 引起了团聚^[16], 使纳米材料性能未能很好发挥, 阻燃效果变差。

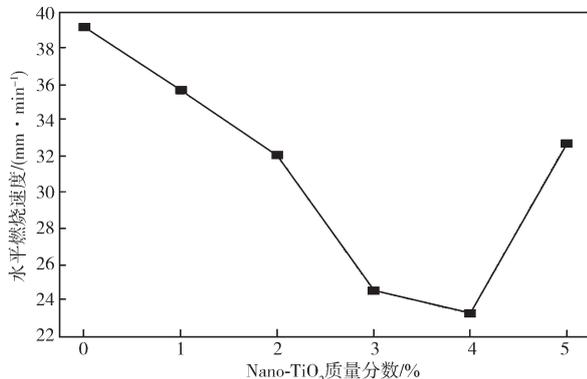


图5 Nano-TiO₂ 用量对 RPP/ 茶粉 /APP/Nano-TiO₂ 复合材料水平燃烧速度的影响

Fig. 5 Effects of Nano-TiO₂ mass fraction on horizontal combustion rate of RPP/tea powder/APP/Nano-TiO₂ composites

固定 Nano-TiO₂ 质量分数为 4%、茶粉质量分数为 30%, 考察 APP 用量对 RPP/ 茶粉 /APP/Nano-TiO₂ 复合材料水平燃烧速率的影响, 结果如图 6 所示。

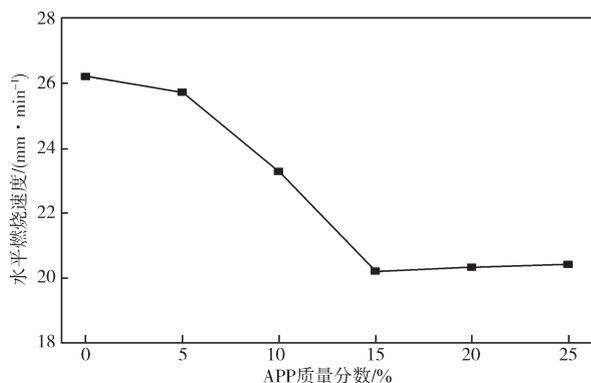


图6 APP 用量对 RPP/ 茶粉 /APP/Nano-TiO₂ 复合材料水平燃烧速度的影响

Fig. 6 Effects of APP mass fraction on horizontal combustion rate of RPP/tea powder/APP/Nano-TiO₂ composites

由图 6 可知, APP 进一步降低了复合材料的燃烧速度。随着 APP 用量增大, 燃烧速度先显著降低,

当其质量分数为 15% 时, 燃烧速度最低, 达到 20.2 mm/min, 比只含 4% Nano-TiO₂ 的茶塑复合材料的降低了 22.9%; 当质量分数超过 15% 时, 燃烧速度不再降低。这是因为 APP 在高温环境下会产生 PO·、PO₂· 等自由基, 该自由基能够减慢或终止自由基链式反应, 从而发挥阻燃作用。另外, Nano-TiO₂ 在燃烧过程能促进炭层的生成, 当 APP 形成的 PO·、PO₂· 等自由基延缓了其反应后, 炭层还会隔绝材料与空气的接触, 二者协同作用使燃烧速度下降, 达到阻燃的效果。

3 结论

本研究以 RPP 和茶粉为原料制备了茶塑复合材料, 添加 Nano-TiO₂ 以提高复合材料的力学性能、耐候性, 并协同 APP 提高复合材料的阻燃性能, 得到以下结论。

1) 在 RPP 中添加了茶粉, 抗拉强度先增加后降低, 当茶粉质量分数为 10% 时, 抗拉强度提高了 26.1%; 但冲击强度随茶粉质量分数的增大而降低。

2) 在茶粉质量分数为 30% 的 RPP/ 茶粉复合材料中加入 Nano-TiO₂, Nano-TiO₂ 质量分数低于 4% 时抗拉强度增大, 冲击强度变化小。

3) 茶塑复合材料老化时间低于 48 h, 抗拉强度普遍增大, 继续增加老化时间, 抗拉强度降低。RPP/ 茶粉复合材料的抗拉强度明显不如老化前, 而 RPP/ 茶粉 /Nano-TiO₂ 复合材料在老化 144 h 后, 其抗拉强度和老化前相当。加入 Nano-TiO₂, 可使茶塑复合材料的耐候性增强。

4) RPP/ 茶粉 /APP/Nano-TiO₂ 复合材料水平燃烧试验中, Nano-TiO₂ 与 APP 的协同作用能进一步降低茶塑复合材料的水平燃烧速度。在 Nano-TiO₂ 质量分数为 4% 时, 水平燃烧速度最低为 23.3 mm/min; 而在 Nano-TiO₂ 质量分数为 4%、APP 质量分数为 15% 时, 水平燃烧速度最低达到 20.2 mm/min。

参考文献:

- [1] 徐海龙, 曹岩, 周玮, 等. 自然老化对木塑复合材料抗冲击性能的影响 [J]. 合成树脂及塑料, 2021, 38(3): 7-11, 23.
XU Hailong, CAO Yan, ZHOU Wei, et al. Effect of Natural Aging on Impact Properties of WPCS[J]. China

- Synthetic Resin and Plastics, 2021, 38(3): 7-11, 23.
- [2] 王林娜, 蔡建臣, 薛平. 木塑复合材料加速老化性能的研究 [J]. 工程塑料应用, 2010, 38(2): 63-66.
WANG Linna, CAI Jianchen, XUE Ping. Study on Accelerated Aging Properties of Wood Plastic Composite[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(2): 63-66.
- [3] 谭林朋. 纳米 SiO₂ 增强木纤维/PVC 柔性复合材料的性能与结构研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2018.
TAN Linpeng. Study on the Properties and Structure of Wood Fiber/PVC Flexible Composites Reinforced by Nano-SiO₂[D]. Changsha: Central South University of Forestry & Technology, 2018.
- [4] 袁光明, 张威, 赵可欣, 等. 纳米 Al₂O₃ 增强木塑复合材料的制备与性能分析 [J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(10): 118-123.
YUAN Guangming, ZHANG Wei, ZHAO Kexin, et al. Preparation and Property Analysis on Nano-Al₂O₃ Reinforced WPC[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2017, 37(10): 118-123.
- [5] 曾秀妮, 曾志, 韩春春. 聚合物纳米复合材料在光屏蔽领域的研究进展 [J]. 塑料助剂, 2017(3): 14-18.
ZENG Xiuni, ZENG Zhi, HAN Chunchun. Research Progress of Polymer Nanocomposites in the Field of Light Shielding[J]. Plastics Additives, 2017(3): 14-18.
- [6] 金鑫, 桂宙, 胡源. 基于石墨烯-氧化镍杂化物与二氧化钛纳米管协效阻燃环氧树脂的制备及研究 [J]. 火灾科学, 2016, 25(3): 173-178.
JIN Xin, GUI Zhou, HU Yuan. Preparation and Study of the Synergistic Effect of GNS-NiO and TNT on the Flame Retardancy of Epoxy Resin[J]. Fire Safety Science, 2016, 25(3): 173-178.
- [7] 吴唯, 王佳玮, 张雪薇, 等. 二氧化钛纳米管对环氧树脂膨胀阻燃体系的协效阻燃作用 [J]. 功能高分子学报, 2018, 31(1): 88-94.
WU Wei, WANG Jiawei, ZHANG Xuwei, et al. Synergistic Effects of Titanate Nanotubes on Intumescent Flame Retardant Epoxy Composites[J]. Journal of Functional Polymers, 2018, 31(1): 88-94.
- [8] 龚新怀, 赵升云, 陈良璧, 等. 茶生物质/聚丙烯复合材料的制备与性能研究 [J]. 材料导报, 2016, 30(24): 48-53.
GONG Xinhuai, ZHAO Shengyun, CHEN Liangbi, et al. Preparation and Properties of Wasted Tea Biomass/Polypropylene Composites[J]. Materials Review, 2016, 30(24): 48-53.
- [9] 焦学健, 李丽君, 董抒华, 等. 聚丙烯/麦秸秆木塑复合材料的力学性能 [J]. 工程塑料应用, 2017, 45(12): 25-28, 38.
JIAO Xuejian, LI Lijun, DONG Shuhua, et al. Mechanical Properties of Wheat Straw Reinforced Polypropylene Wood-Plastic Composites[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(12): 25-28, 38.
- [10] 雷晶旭. 纳米粒子增强 PE 木塑复合材料及其增容剂的合成 [D]. 杭州: 杭州师范大学, 2012.
LEI Jingxu. Nano-Particles Reinforced Wood-Plastic Composites and Synthesis of It's Compatibilizer[D]. Hangzhou: Hangzhou Normal University, 2012.
- [11] 王伟健. 光稳定剂用量对聚丙烯自然曝露老化影响的研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2021, 47(24): 7-11.
WANG Weijian. Effect of Light Stabilizer Dosage on Natural Exposure Aging of Polypropylene[J]. China Rubber/Plastics Technology and Equipment, 2021, 47(24): 7-11.
- [12] 徐海龙, 曹岩, 李利芬, 等. 木塑复合材料的老化性能 [J]. 塑料工业, 2021, 49(增刊 1): 127-132.
XU Hailong, CAO Yan, LI Lifen, et al. Aging Properties of Wood-Plastic Composites[J]. China Plastics Industry, 2021, 49(S1): 127-132.
- [13] 李伏雨, 魏丽, 李奇, 等. 沙柳木粉对木塑复合材料老化性能的影响 [J]. 塑料, 2018, 47(6): 48-52.
LI Fuyu, WEI Li, LI Qi, et al. Impact of Salix Wood Flour on Aging Properties of Wood Plastic Composite[J]. Plastics, 2018, 47(6): 48-52.
- [14] 李伏雨, 李奇, 魏丽, 等. 抗氧剂对木塑复合材料老化性能的影响 [J]. 塑料科技, 2018, 46(7): 55-61.
LI Fuyu, LI Qi, WEI Li, et al. Impact of Antioxidants on Aging Properties of Wood-Plastic Composite[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(7): 55-61.
- [15] 张爱丽, 林梅. 阻燃型室内用木塑复合材料制备与性能 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(10): 148-152.
ZHANG Aili, LIN Mei. Preparation and Performance of Flame-Retardant Indoor Wood-Plastic Composite Materials[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(10): 148-152.
- [16] 费鹏. 纳米 TiO₂ 及其纳米管改善竹纤维基复合材料耐候和阻燃性能及其机理的研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2016.

FEI Peng. The Study on Improving the Weathering and Flame Retardancy of Bamboo Fiber/HDPE Composites and Its Mechanism by Nano-TiO₂ and Its Nanotubes[D].

Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2016.

(责任编辑: 李玉华)

Weather Resistance and Flame Retardancy of Recycled Polypropylene Composites

YOU Yilan^{1,2}, HE Guowen^{1,2}, LIU Jiabin¹, LI Zhiming¹

(1. College of Materials and Chemistry Engineering, Hunan City University, Yiyang Hunan 413000, China; 2. Key laboratory of low carbon and environmental functional materials of college of Hunan province, Yiyang Hunan 413000, China)

Abstract: Tea plastic composites were prepared using recycled polypropylene (RPP) as matrix, with the addition of tea powder, Nano-TiO₂ and ammonium polyphosphate (APP). The effects of tea powder and Nano-TiO₂ content on the properties of tea plastic composites were investigated. The results showed that proper amount of tea powder can improve the tensile strength of RPP, and when the tea powder mass fraction was 10%, the tensile strength was increased by 26.1%. Nano-TiO₂ can improve the tensile strength of tea plastic composite and slow down the decrease of tensile strength in the process of thermal aging, thus improving the weather resistance. The synergistic effect of Nano-TiO₂ and APP on the flame retardant performance of tea plastic composite was investigated. The results showed that the synergistic effect of Nano-TiO₂ and APP can further reduce the horizontal burn rate of tea plastic composite. When the mass fraction of Nano-TiO₂ was 4%, the horizontal burn rate of the composite was the lowest at 23.3 mm/min, which is 40.6% lower than that of the composite without Nano-TiO₂. When the mass fraction of Nano-TiO₂ was fixed at 4% and the amount of APP was changed, the horizontal burn rate of the composite was only 20.2 mm/min when the mass fraction of APP was 15%.

Keywords: recycled polypropylene; tea plastic composite; weather resistance; horizontal burn rate