

紫外线对玻纤环氧乙烯基酯树脂基复合材料性能的影响

王国建, 孙耀宁, 蒋万乐, 张丹丹, 杨杰

摘要: 对玻璃纤维增强环氧乙烯基酯树脂基复合材料在温湿环境下进行了人工紫外加速老化实验, 并进行了拉伸、弯曲等试验, 分析了试件紫外老化后的质量损失率、巴氏硬度、弯曲破坏形态以及力学性能的演变规律, 并利用 SEM 观察了试样表面老化前后的形貌变化. 研究表明: 紫外线照射后试样的表面泛黄, 且随照射时间的延长颜色不断加深; 试样拉伸和弯曲性能以及巴氏硬度在紫外老化前期有所上升, 160h 后开始下降; 质量损失率随着紫外光照射时间的延长而逐渐增大; 紫外老化后试件的弯曲破坏过程与未老化试件一致; 随着老化周期的增加, 孔隙量和韧性发白光带数量增加, 呈现出明显的片层状海浪花样.

关键词: 纤维增强复合材料; 紫外老化; 拉伸性能; 弯曲性能; 巴氏硬度; SEM

玻璃纤维增强树脂基复合材料是指以玻璃纤维为增强材料, 与树脂基体通过适当的增强技术和成型工艺制备而成的复合材料, 其具有优越的力学性能; 纤维增强复合材料 (FRP) 具有轻质高强、耐酸碱腐蚀以及可设计性强等优点, 已广泛应用于航空航天、土木工程、风机叶片等领域.

玻璃纤维增强树脂基复合材料构件在工程服役中不可避免地会受到光、温度、氧和降雨等老化以及介质的腐蚀作用, 这会导致复合材料宏观力学性能的退化; 紫外线对树脂材料的老化作用是一个逐步深入的过程, 并沿着材料的厚度方向进行. 在紫外线照射下, 树脂基体结构上的不均一性导致光化学反应局部集中进行, 造成超分子结构和取向的变化, 从而进一步加剧材料的不均一性, 最终导致复合材料中纤维同树脂间结合能力的下降. Blihan 对紫外辐射对层合板复合材料的影响作了分析, 研究表明, 层合板呈现非脆性断裂失效形态, 紫外线无法穿透层合板, 且拉伸强度随辐照周期增加而降低. 乔琨等对碳纤维 / 环氧树脂 (CF / EP) 复合材料完成紫外光老化试验, 对各种辐照周期下的样品进行动态热机械测试, 研究表明, 紫外辐射导致复合材料的玻璃态转变温度提高, 老化初期增长率较高, 在中后期变化较为平缓. 王荣华等对光老化后玻纤 / 尼龙 66 复合材料进行了傅里叶红外光谱检测, 结果表明, 光加速老化试验中树脂基体的自由基产生光氧化效应, 导致分子长链的断裂, 造成了材料表面的粉化和纤维的剥离等老化现象.

目前针对紫外线老化的研究尚不够系统, 纤维增强复合材料的光老化机理尚不明确, 没有考虑光、温度、降水多种因素的综合作用, 且试验基体材料多为不饱和聚酯树脂. 为此, 本文将采用紫外加速老化试验, 且综合考虑光、温度、降水多种因素的综合作用, 对玻纤 / 环氧乙烯基酯树脂 (GF / EVE) 进行紫外老化试验, 分析不同时间紫外老化前后试样拉伸强度、拉伸弹性模量和弯曲强度、弯曲弹性模量以及巴氏硬度演变规律、质量以及表观形态的变化.

1 实验材料与老化方法

1.1 实验材料与设备

玻璃纤维预浸带取自南京玻璃钢研究设计院, 预浸带主要由 E 型玻璃纤维 2 D 编织而成, 铺层方式为 $[(0, 90) / (\pm 45)]$; 环氧乙烯基酯树脂 (EVE) 牌号 5 5 0 0 和固化剂 S 8 6 6、稀释剂来自亚什兰特种化学品有限公司; 采用真空袋压成型工艺, 纤维体积分数 60%.

紫外加速老化试验箱; 拉、弯测试力学试验机; 巴氏硬度计; 扫描电镜.

1.2 紫外老化方案

紫外老化试验分为自然老化试验和实验室加速老化试验, 由于自然老化试验时间长且影响因素复杂, 故采用紫外加速老化试验箱进行加速老化实验; 针对树脂分子化学键能和对不同波长紫外线吸收的特点, 本实验采用能量较高的短波紫外光照射.

老化光源为 3 根 UVA-340 紫外灯，并定期更换紫外灯管以确保紫外光强度维持在 0, 85W/m²；老化时间为 0~1440 h，分别在 0、160、320、640、960、1440 h 照射后取出试样进行相应的测试。

2 老化后试件性能测试方法（如需了解详细内容，请联系罗中科技）

- 2.1 力学性能测试（如需了解详细内容，请联系罗中科技）
- 2.2 巴氏硬度的测量（如需了解详细内容，请联系罗中科技）

3 结果与分析（如需了解详细内容，请联系罗中科技）

- 3.1 表观形态（如需了解详细内容，请联系罗中科技）
- 3.2 力学性能测试（如需了解详细内容，请联系罗中科技）
- 3.3 巴氏硬度（如需了解详细内容，请联系罗中科技）
- 3.4 质量损失率分析（如需了解详细内容，请联系罗中科技）
- 3.5 SEM 形貌观察（如需了解详细内容，请联系罗中科技）

4 结 论

- 1）在紫外光、喷淋和温度 3 种因素共同作用下，紫外老化后试样表面泛黄，本身发色基团吸收紫外光辐射能量引起电子形成激发态，并与空气中的 O² 发生光氧化反应，产生新的发色基团，且随老化周期的增加，颜色不断加深，并出现龟裂及翘曲变形。
- 2）复合材料的拉伸性能和弯曲性能、巴氏硬度随着照射时间的增加先增大后减小，最后低于未老化前材料的性能。
- 3）质量损失率随着老化周期逐渐增大，是由于树脂基体的光氧化与水解反应，树脂基体大分子间交联网络断裂成的小分子碎片发生光氧化反应，且少量未交联的酯键发生水解反应，导致试件的老化降解；在紫外光辐射与喷淋两种环境因素共同作用下，树脂基体的光氧化与水解反应是导致材料失重的主要原因。
- 4）SEM 图像表明，随着老化周期的增加，聚合物的光氧化和吸湿蠕变效应导致复合材料表面孔隙率和韧性发白条带数量增加，微观形貌呈现明显的片层状的海浪花样。

如需了解更多信息，请联系上海罗中科技发展有限公司。

以上部分内容来自互联网，如不慎侵害您的相关权益，请及时联系我们我们会尽快删除。

上海罗中科技发展有限公司

地址：上海市江场西路 299 弄中铁中环 4 号楼 906B
Tel: +86-21-61485255 Fax: +86-21-61485258
E-mail: office@roachelab.com www.roachelab.com

RoacheLab
TEST EQUIPMENT SOLUTIONS

