

[补充信息]

聚酰亚胺纤维增强 SiO₂ 气凝胶的制备及表征

高文杰^{1,2}, 杨自春^{1,2,✉}, 李昆锋^{1,2}, 费志方^{1,2}, 陈国兵^{1,2}, 赵爽^{1,2}

1 海军工程大学 舰船高温结构复合材料研究室, 武汉 430033

2 海军工程大学 动力工程学院, 武汉 430033

[Supplementary Information]

Preparation and Characterization of Polyimide Fiber Reinforced Silica Aerogel

GAO Wenjie^{1,2}, YANG Zichun^{1,2,✉}, LI Kunfeng^{1,2}, FEI Zhifang^{1,2}, CHEN Guobin^{1,2}, ZHAO Shuang^{1,2}

1 Institute of High Temperature Structural Composite Materials of Naval Ship, Naval University of Engineering, Wuhan 430033

2 School of Power Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033

实验制备与仪器

PI 纤维是近年发展起来的高性能有机纤维, 具有高强度、耐高低温及耐腐蚀的优良特性, 耐温性能优于其他各类有机纤维, 且短切 PI 纤维易于分散, 将其作为增强相对 SiO₂ 气凝胶进行力学改性具有良好的前景。本文利用 PI 纤维作为增强相、TEOS 为硅源, 采用酸碱两步催化溶胶-凝胶, 制备出低密度、高比表面积并具有较好力学及热学性能的复合 SiO₂ 气凝胶。

精确控制凝胶时间, 搅拌保证 PI 纤维分散均匀, 3 min 后凝胶。将湿凝胶置于老化液 (TEOS:EtOH=1:10, 体积比) 中 50 °C 下老化 24 h, 置换后采用 CO₂ 超临界干燥工艺得到 PI 纤维增强 SiO₂ 气凝胶样品。采用 FTIR5700 型傅立叶红外光谱分析仪测试气凝胶的化学组成, ASAP 2020 型比表面积与孔径分析仪表征孔径分布、比表面积, Zeiss SIGMA 型场发射扫描电子显微镜(SEM)表征微观形貌。利用 MTS Criterion Model 45 型万能材料试验机测试样品压缩强度, STA449F3 型热重分析仪分析样品受热过程中的质量变化以表征其热稳定性, XIATECH TC 3100 型导热系数测量仪测量样品常温下导热系数。

制品性能及结论

PI 纤维增强 SiO₂ 气凝胶 (3wt%) 500 °C 时失重 5%, 热稳定性优于芳纶纤维及聚苯胺纤维增强 SiO₂ 气凝胶。导热系数为 0.0263~0.0291 W/(m·K), 且随 PI 纤维含量增加而增加, 具有良好的隔热性能。随着 PI 纤维含量的增加, 样品压缩性能逐步提高。50 °C 下, 在 TEOS: EtOH=1: 10 (体积比) 的老化液中老化, 样品力学性能最优: 当 PI 纤维含量为 3% 时, 密度为 0.13 g/cm³, 比表面积高达 997 m²/g, 平均孔径为 18.2 nm, 14% 应变时压缩强度为 0.21 MPa, 压缩强度高于近似密度的玻纤、芳纶纤维增强 SiO₂ 气凝胶。