

纳米复合隔热材料等效热导率性能预测及实验测试

负责人：何雅玲

联系人：何雅玲

联系电话：02982665445

Email: yalinghe@mail.xjtu.edu.cn

项目简介：

纳米多孔超级隔热材料例如二氧化硅气凝胶等，因其纳米尺度的孔隙和骨架结构，而成为具有很低热导率的、性能优良的超级隔热材料。

项目针对纳米多孔隔热材料的分形结构特点，提出了针对气凝胶材料微观结构的交叉分形球杆结构模型，并在模型中考虑了尺度效应对气相传热以及固相传热的影响。为增强气凝胶材料使用性能，纳米多孔超级隔热材料中常常添加增强纤维及遮光剂颗粒等功能添加物，基于颗粒、纤维的尺寸、形状及分布等基本形貌特征，发展了隔热材料复杂结构的三维随机结构重构技术。并采用 Mie 辐射散射理论，建立了颗粒与纤维的光谱辐射特性计算模型，同时应用 Rossland 扩散近似模型，考虑了辐射传热对热量传递的增强作用；结合经典的多相系统等效热导率计算公式，获得了气凝胶复合材料的辐射导热耦合热导率计算模型。

本项目从纳米尺度的气凝胶多孔材料传热模型到微米尺度的气凝胶复合隔热材料传热模型，建立了完整的纳米多孔复合隔热材料多尺度多模式等效热导率预测方法并开发了相应的计算软件。通过与多组纳米多孔复合隔热材料等效热导率实验测量结果的对比，验证了所建立的等效热导率理论计算模型的正确性。为工程应用中气凝胶复合隔热材料等效热导率的快速预测和材料制备提供了理论支撑。

本项目同时搭建了材料的热物性实验测量装置以及同步热分析测量平台。热物性测量装置基于德国 NETZSCH 公司生产的 LFA 457 MicroFlash®，采用激光闪光法对材料热物理性质进行测量。仪器要求的样品尺寸较小，测量范围宽广，并可测量固体片状材料、液体、粉末等多种样品的热传导性能。同步热分析测量平台同样基于

NETZSCH 公司生产的 STA449F3 同步热分析仪。通过仪器测量，可研究材料的如下特性，包括：热稳定性、成分的定量分析、水分与挥发物、分解过程、氧化与还原、添加剂与填充剂影响、反应动力学；熔融与结晶过程、玻璃化转变、反应热、热稳定性、相转变、比热容、液晶转变、固化纯度、材料鉴别。