

工程热物理所多孔PMI泡沫材料热导率研究取得进展

文章来源：工程热物理研究所

发布时间：2013-10-21

【字号：小 中 大】

多孔聚甲基丙烯酸酰胺(Polymethacrylimide, PMI)是一种高分子聚合泡沫材料，具有各向同性的完全闭孔结构，孔径分布均匀，密度比较小，尺寸稳定性和力学性能优异，同时又具有较高的耐热变形温度。同时，PMI泡沫易于加工，防火、无毒，能够抵抗低浓度的无机酸溶液腐蚀。这些优良特性使得PMI泡沫常用于复合材料的夹层结构中，常见于航空航天、雷达、高速车辆、体育器材等领域。虽然早在1961年就已经被提出，但是目前关于PMI泡沫导热性能的研究仍然较少。一方面是因为该泡沫制备较为复杂，国内还没有成熟完善的制备方法。另一方面，目前热导率的多数测量方法，如激光闪光法、热线法等不太适用于多孔材料，也都限制了PMI泡沫导热性能的研究。

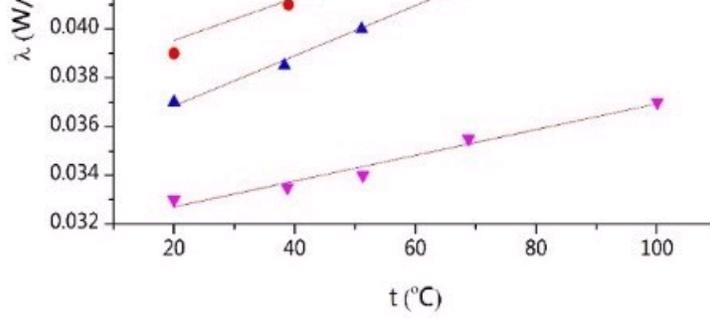
近年来，基于谐波探测原理的 3ω 方法迅速发展。 3ω 方法的基本原理是，样品表面的微型金属带加热器在角频率为 ω 的正弦交流电驱动下，产生角频率为 2ω 的温度波动，波动的幅值和相位与金属带和样品的热物性有关。温度波动引起角频率为 2ω 的电阻值波动，频率为 ω 的交流电与频率为 2ω 的电阻波动作用产生角频率为 3ω 的三次谐波电压，其中就包含样品热物理参数的有关信息。传统的 3ω 测量方法仍有诸多受限制的地方。每次测量前，都需要在样品表面沉积微型金属加热带作为探测器，要求样品表面比较光滑平整，而且成本较高，对于导电样品还需要先做表面绝缘处理，这些都极大地限制了传统的 3ω 方法的应用范围。测量完成后样品和探测器也均无法再做他用，造成资源的极大浪费。

中科院工程热物理研究所传热传质中心通过不懈努力，研制成功基于独立探测器的新一代 3ω 测量方法。该方法将金属加热带先沉积在聚酰亚胺薄膜上，接出引线并用另一层相同的聚酰亚胺薄膜覆盖，就做成了独立探测器，不仅可以用来测量薄膜、晶体、流体、粉体等材料，传统 3ω 方法不适用的复合材料、多孔材料均可以使用独立探测器测量。探测器可以重复利用，极大地降低了测量成本。

使用基于独立探测器的 3ω 方法测量PMI泡沫材料热导率，只需将探测器夹持固定在两块相同泡沫材料中间，形成类“三明治”结构，将样品和探测器放入高精度恒温箱中保持音频所需的环境温度。根据测量结果，在室温到 100°C 范围内，密度大的PMI泡沫热导率更高，同密度的PMI泡沫热导率随温度的增加近似线性增大。由于所测样品孔隙直径较大，材料中的固相、气相及辐射传热均随温度升高而增大，从而导致PMI泡沫材料的有效热导率随温度升高而线性增大。同样由于孔隙尺寸较大，气相传热及辐射传热均与密度无关，因此材料的有效热导率与其固相含量成正比，从而导致样品有效热导率随密度的增大而变大。

目前，第二代独立型探测器正在研制当中，基本已进入组装测试阶段，与第一代独立探测器相比可获得更高精度的测量结果，测量过程也更为方便快捷。

该研究获得国家重大科学研究计划及国家自然科学基金的联合资助，相关文章近期发表于国际刊物*Carbon* (*The effect of grain size on the lattice thermal conductivity of an individual polyacrylonitrile-based carbon fiber. Carbon, 2013, 51(1): 265-273.*)



不同密度PMI泡沫材料有效热导率随温度变化的测量结果

打印本页

关闭本页