

工程热物理所微尺度热物性测量技术研究取得突破

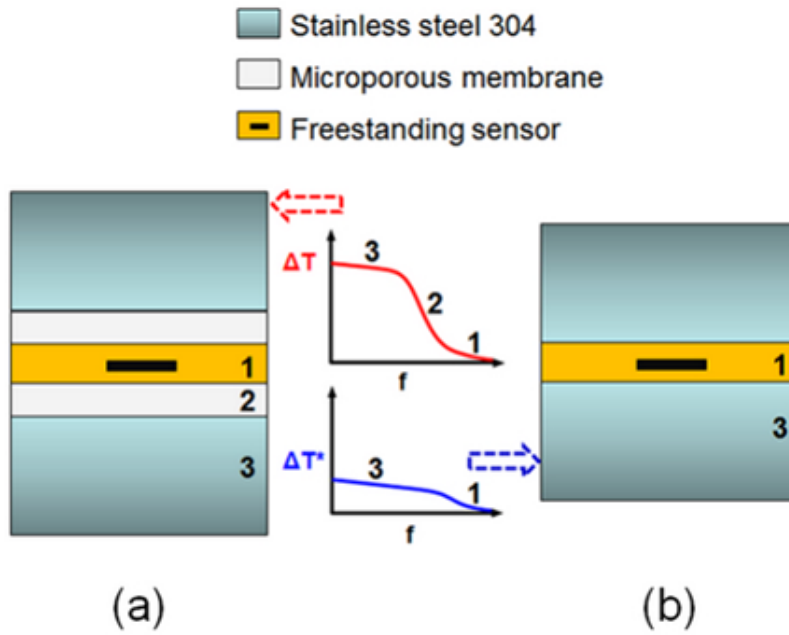


图1 (a) 对称5层（基底-微孔膜-传感器-微孔膜-基底）表征结构示意图，(b) 作为对照组的对称3层（基底-传感器-基底）表征结构。曲线图表示不同表征结构对应的频域内独立型传感器的温度响应信号。

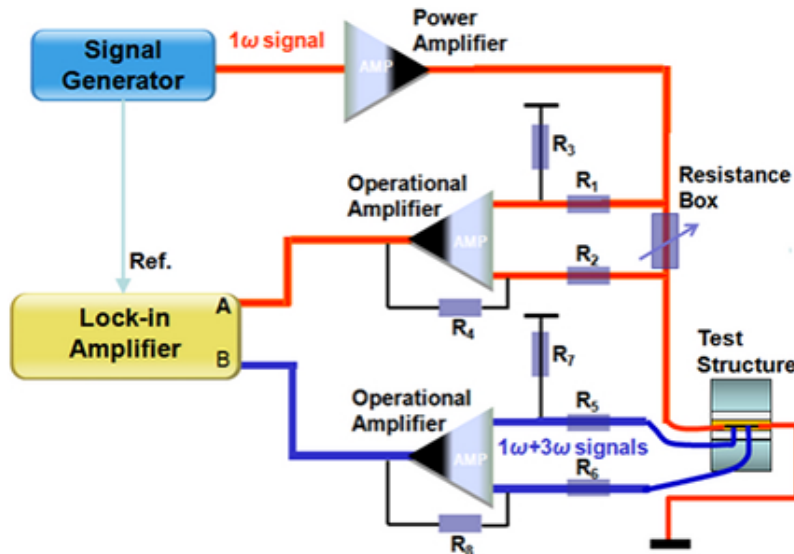


图2 用于微孔膜测量的自适应基于独立型传感器的 3ω 系统，包含：信号发生器、锁相放大器、前置放大器、运算模块（运放、低温源电阻）及计算机自动控制系统。

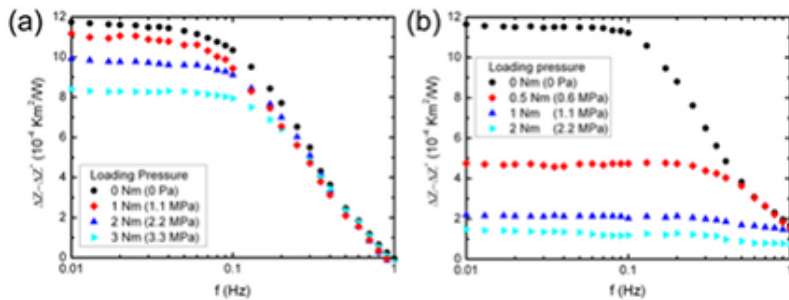


图3 观测到的热阻增量随不同负载压力的变化曲线：(a) 单层PVDF177薄膜及(b) 三层 PTFE45薄膜样品。

在膜蒸馏领域，微孔膜的热导率直接决定着膜蒸馏工艺的热效率，因此，其精确测量一直是研究热点。然而，该类微孔膜的厚度往往小于100微米，在该尺度下，常规热物性表征技术已不再适用，造成了热导率实验表征的困难。关于微孔膜热导率精确表征的实验技术十分罕见，大部分膜蒸馏材料学家仅能依赖简单的多孔材料热传导计算公式（如串联模型、并联模型、串并联混合模型）估算商用微孔膜的等效热导率值。因此，开发适用于数十微米厚微孔膜的热导率测量技术变得日益迫切。

近日，中国科学院工程热物理研究所传热传质研究中心科研人员针对这一微尺度热物性测量难题进行了较深入研究。科研人员提出了一种自适应基于独立型传感器的3层技术（图1、图2），通过分别测试5层对称结构（基底-微孔膜-传感器-微孔膜-基底）及作为对照组的3层对称结构（基底-传感器-基底）的独立型传感器的温度响应信号（图1），结合提出的数学模型，可以较为准确地得到数十微米厚微孔膜的有效热导率。

研究表明本技术对于三类典型商用膜蒸馏微孔膜：聚四氟乙烯（PTFE，45 μm厚）、聚丙烯（PP，44 μm厚）和聚偏氟乙烯（PVDF，177 μm厚）的热导率测量结果与参考结果吻合很好。研究进一步定量了测试结构外界负载（图3）、微孔膜厚度及界面接触热阻对测量精度的影响，给出了确保测量精度的最佳实验条件。该工作提出的高自适应性方案为各类膜蒸馏领域用微孔膜热物性表征提供了最有希望的候选技术之一。

上述工作得到了国家自然科学基金重点项目（51336009）的支持。研究结果已在热科学领域国际期刊International Journal of Thermal Sciences，2015，89（3）：185-192上发表。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/71272.html>