

## 工程热物理所在微纳材料热电性能测量研究方面取得进展

近日，中国科学院工程热物理研究所储能研发中心在微纳材料的热电性能表征方法方面取得进展，为微纳材料热电参数的精确测量和一体化原位表征提供了研究思路。

提高材料的热电性能是学者们一直追求的目标，将材料进行微纳结构化是提高热电性能的重要且有效的方法之一。热电参数（热电优值 $ZT$ 、热导率 $k$ 、赛贝克系数 $S$ 和电导率 $\sigma$ ）是评价材料热电性能的关键指标，热电参数的精确表征是高性能材料研发及应用的基础。然而目前商用仪器只能在热导仪表征材料热导率、赛贝克系数仪测量赛贝克系数及电导率后，通过公式 $ZT=S^2 T/k$ 计算获得热电优值，误差较大。更重要的是，商用仪器不适用于微纳材料，而随着微纳结构化处理，由于样品尺度减小带来的测量困难越来越突出。实验室里通过悬浮器件、扫描探针、预置电路等方法分别制样，分开表征微纳材料热导率、赛贝克系数及电导率计算获得 $ZT$ ，不仅误差大，而且会因为多次制样的微纳结构不同导致错误的 $ZT$ 计算结果。因此迫切需要开发更准确和精确的原位综合测量方法。

对此，研究人员综述了现有的微纳材料热参数和电参数测量方法的适用范围、优缺点以及升级改造为原位综合测量面临的挑战。同时总结了现有微纳材料热电性能综合测量方法的难点及发展趋势，并提出适用于一维纳米管和二维薄膜材料热电性能原位直接一体表征方法的策略：1、对于传统 $3-T$ 型方法，需在原有的基础上增加测量电极，使用四探针法测量电导率，结合 $3-T$ 法测量热导率，从而实现热电参数的高精度综合测量。2、对于悬浮式微器件，通过优化电极结构和悬浮处理，可以综合测量纳米线和薄膜的热电参数。值得注意的是，在测量微/纳米结构时需要考虑样品转移的困难。3、结合光学和微电极方法可以对热电参数进行综合测量。用光学法测量薄膜的面内热导率和微电极测量薄膜的电导率，通过在薄膜表面形成温差可以测量塞贝克电压，进而实现薄膜面内热电参数的测量。4、热探头与电探针相结合也可以实现一体化测量。通过热探针和电探针同时测量样品的热导率和赛贝克系数，结合外部电路测量电导率。该方法可实现样品法向热电参数的测量。

相关成果以Progress in measurement of thermoelectric properties of micro/nano thermoelectric materials: A critical review为题在线发表在Nano Energy上。上述工作得到了国家自然科学基金、中科院科学仪器研制项目和中科院轻型动力创新研究院项目的支持。

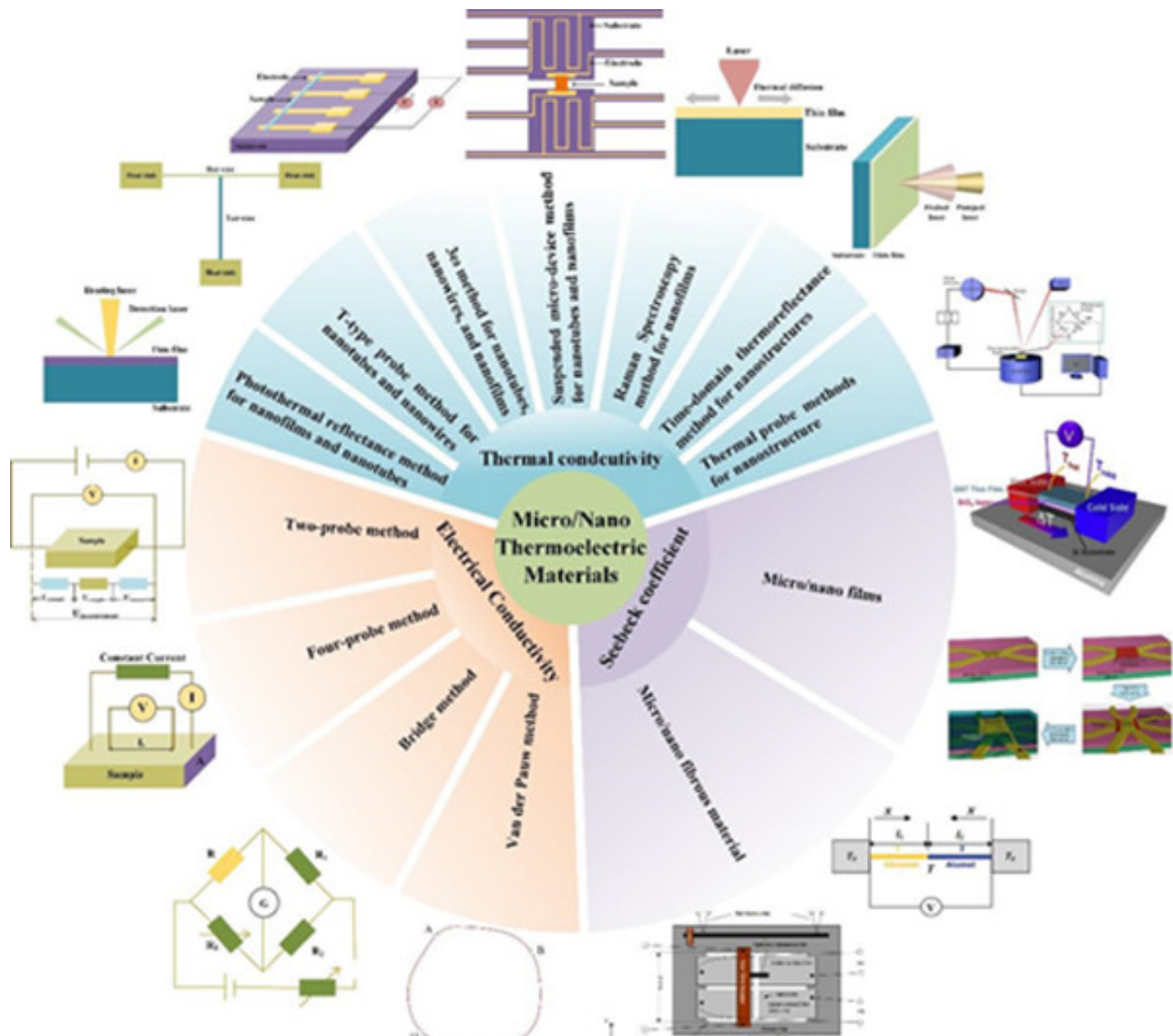


图1 现有微纳材料热电性能测量方法

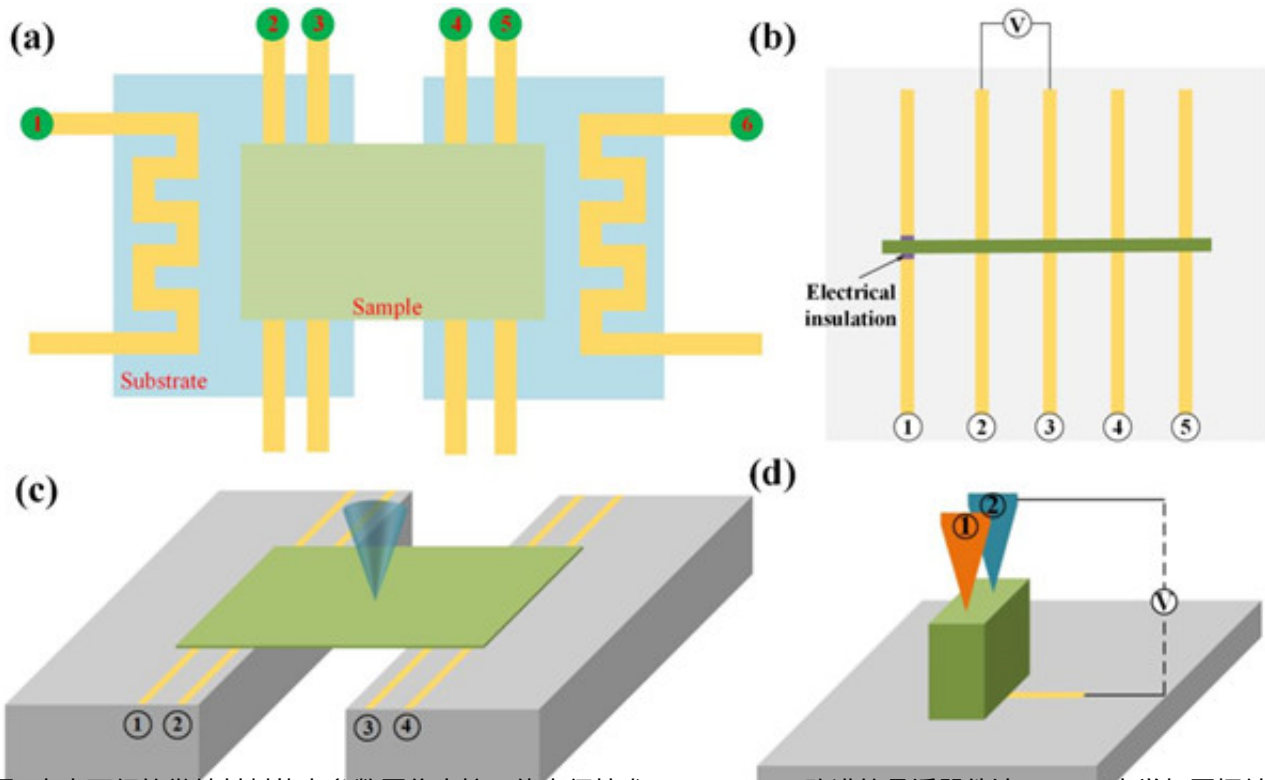


图2 未来可行的微纳材料热电参数原位直接一体表征技术：(a) (b) 改进的悬浮器件法；(c) 光学与四探针结合法；(d) 改进的扫描显微镜法

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/184224.html>