

高性能有机热电材料研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38550.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高性能有机热电材料研究取得进展。

想象一下，晨跑时我们佩戴着无需充电的智能手表，仅靠体温就能持续运转；炎炎夏日中，只需在皮肤上贴一片轻薄如纸的贴片，就能感受阵阵清凉。我国科学家的最新突破有望让这些科幻场景加速走进现实。近日，中国科学院化学研究所等科研团队研制出一种具有不规则多级孔结构的塑料热电薄膜，为可穿戴发电设备、贴附式制冷、物联网传感器等技术提供了关键材料支撑。

据统计，全球每年有超过60%的能源以“废热”形式散失，将其有效回收利用可带来巨大节能减排潜力。热电材料堪称“能量魔术师”，能够实现热能和电能之间的转换，而且整个过程无需燃料、无噪音、无污染，是新型绿色能源技术的典型代表。柔性热电材料兼具柔韧性和可弯折性，可以贴附在人体、衣物或任何曲面，悄无声息地将周围的“废热”转化为电能。理想的柔性热电材料既要具备类似晶体的高电导率，以保证电荷高效输运；又要拥有类似玻璃的低热导率，以抑制热量传导。科学界称之为“声子玻璃—电子晶体”模型，这成为热电材料研究的关键科学目标。

研究团队创新性提出在无序中创造有序的“无序—有序”协同调控理念。就像在崎岖山岭间修建高速公路，无序孔洞迫使热量不断“翻山越岭”，寸步难行；有序分子通道则保障了电子的“高速通行”。两者各司其职，互不干扰，成功实现了电—热输运的解耦和协同提升。团队采用“聚合物相分离”方法制造上述结构，就像油和水混合后会自然分离一样，研究人员将两种高分子材料溶解混合，在溶剂挥发过程中，两种聚合物通过分相自然“分家”。通过精确控制条件（比如聚合物的配比等），科研人员能精确调控孔洞的大小、数量和分布。相分离过程中导电聚合物被“挤压”在狭小空间里，但这种“限域效应”反而促进了分子的有序排列，就像人群在狭窄通道中会自然排成整齐队列。由此，孔洞的无序和分子的有序就同时实现了。

“热电优值”（ zT ）值是衡量热电材料性能的核心指标，它综合体现了材料的发电能力和隔热能力。长期以来，聚合物热电材料面临性能瓶颈，核心指标 zT 值远远落后于无机材料。此前，中国科学院化学研究所团队将聚合物热电材料的 zT 值提升到1.28，但仍低于柔性无机材料，成为制约其走向实用化的关键瓶颈。

此次，研究团队新制备的不规则多级孔热电塑料（IHP-TEP）

薄膜取得了

一系列性能突破：高效

声子散射使热导率大幅降低72%，仅为 $0.16 \text{ W} \cdot$

$\text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

；限域

效应增强分子

有序排列，使载流子迁移率

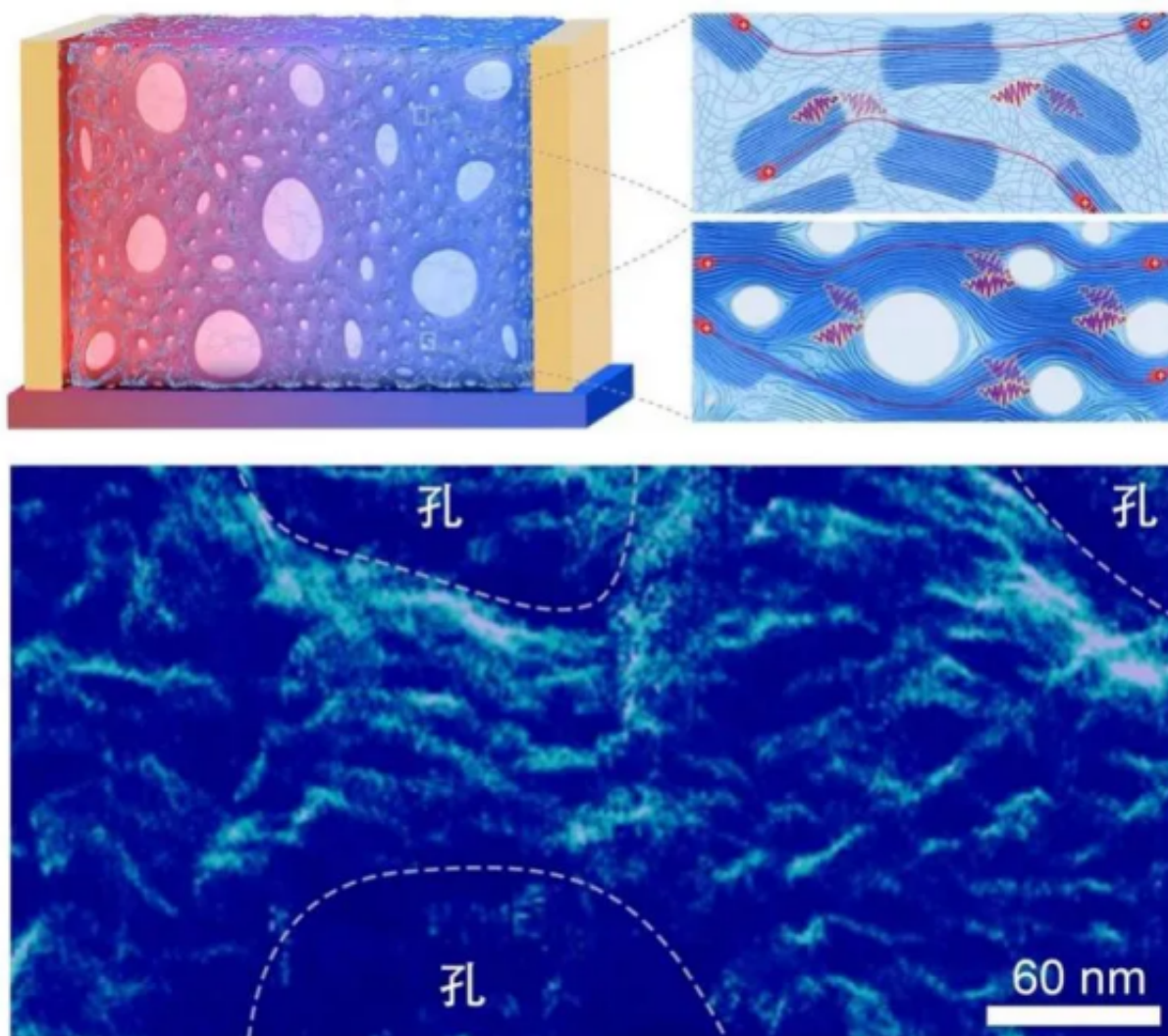
最高提升52%。功率因子达到 $772 \mu \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-2}$

， zT 值突破1.64，实现了聚合物热电材料 zT

>1.5的历史性跨越，创造了柔性热电材料的同温区世界纪录。

有机材料的柔性特点，使其可以贴附在各种曲面，大大拓展了应用场景。区别于此前制成高性能柔性热电材料需要重复100次的工艺要求，新技术兼容喷涂工艺——可以像喷漆一样简单，一次成型，也可以像印刷报纸一样大面积、低成本制造。未来或许在衣服面料中就能织入这种材料，成为移动电源。长期以来，人们认为在弱相互作用主导的有机材料中，很难实现电—热输运的协同调控，而该研究突破了这一限制，推动聚合物热电材料跨入了实用化的门槛。本次研究加深了学界对软物质材料热电转换规律的深刻认知。更重要的是，研究团队建立的系统研究方案，为后续研究提供了清晰的路线图。

[论文链接](#)



IHP-TEP结构的设计思想与表征结果

研究团队单位：化学研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发