
我国科学家研制出新型热电聚合物薄膜

作者：writer 来源：科学网

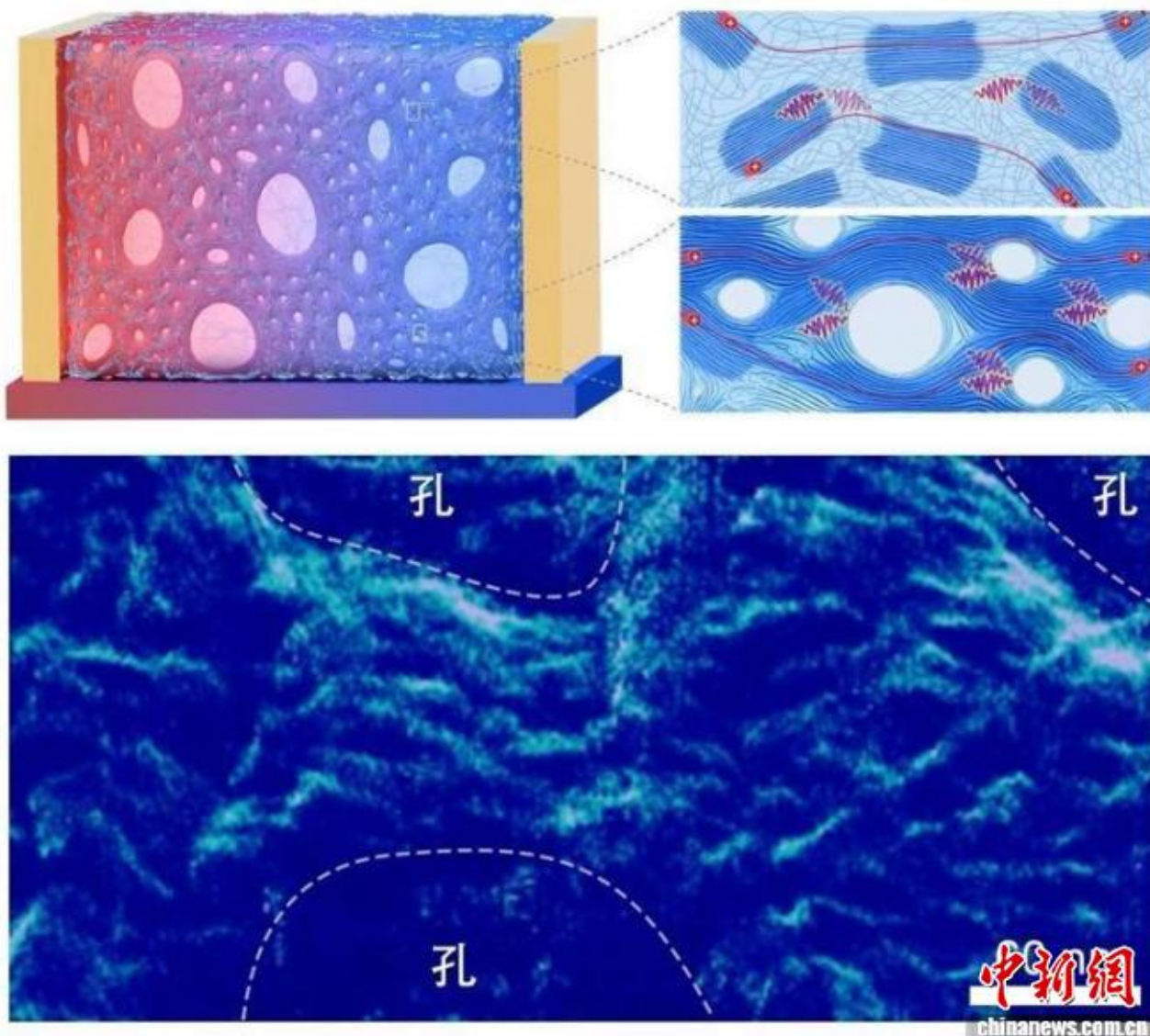
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38649.html>

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！

我国科学家研制出新型热电聚合物薄膜

。中新网北京3月6日电(记者孙自法)在可穿戴电子设备越来越广泛应用的情境下，人们对其实现“永不断电”持续工作的愿望日益强烈。

中国科学家最新提出“无序中创造有序”新策略，并研制出一种具有不规则多级孔结构的新型热电聚合物薄膜(IHP-TEP)，该柔性热电材料有望使电子设备“永不断电”的愿望成为现实。其核心性能指标热电优值在约70摄氏度时达到1.64，创造了柔性热电材料性能的同温区世界纪录。



本项研究研制出一种具有不规则多级孔结构的新型热电聚合物薄膜(IHP-TEP)，图为该结构的设计思想与表征结果。中国科学院化学研究所 供图

这项在高性能聚合物热电材料研制方面取得的重要进展，由中国科学院化学研究所朱道本院士、狄重安研究员团队与合作者共同完成，相关成果于北京时间3月6日凌晨在国际学术期刊《科学》上线发表。

国际重大科学难题和颠覆性技术

随着智能手表、健康监测贴片等可穿戴电子设备的普及，频繁充电成为这些设备的共同痛点。若能利用体温和各种环境温差发电，则有望实现电子设备“永不断电”。

热电材料是达成这一目标的关键材料，它可实现热能-电能直接相互转换：当材料两端存在温差时，可直接将热能转化为电能，即“塞贝克效应”；反过来，通电后材料一端会变热，另一端变冷，即“帕尔贴效应”。

这一特性使得高性能热电材料在废热回收、固态制冷等领域具有广阔应用前景，尤其适用于可穿

戴设备、物联网传感器等新型电子产品的自供电需求，更被科学界认为是国际上的重大科学难题和颠覆性技术之一。

有机热电材料兼具本征柔性与可溶液加工特性，可贴附于多种曲面，将人体热或环境的“废热”持续转化为电能。与传统的无机热电材料相比，聚合物材料具有质轻、柔性好、可大面积印刷等显著优势。不过，长期以来，聚合物热电材料的性能始终落后于无机材料。

目前，柔性无机材料的热电优值可以达到1.0-1.4，而有机热电材料的热电优值大多低于0.5。2024年，中国科学院化学研究所团队将聚合物热电材料的热电优值提升到1.28，但仍然无法媲美高性能柔性无机材料，且制备过程复杂，制约其走向实用化。

聚合物热电性能提升的关键挑战在于各性能参数相互耦合与制约，难以独立调控。理想的热电材料符合“声子玻璃-电子晶体”模型：对热量传递，材料要像“玻璃”一样具有无序结构，让声子寸步难行；对电荷传输，材料要像“晶体”一样具有有序的分子堆积，让电荷畅通无阻。这种“电-热运输的协同调控”难度极高，成为长期制约聚合物热电性能提升的瓶颈。

未来绿色能源无处不在触手可及

在本项研究中，团队研制的具有不规则多级孔结构的热电聚合物薄膜，建立“无序孔增强声子散射”与“限域增强有序分子组装”的协同调控新机制。该材料内部布满尺寸各异、形状不一、分布无序的纳米至微米级孔洞。这一结构可有效增强多重声子散射，显著抑制热传导；同时，纳米孔道的限域效应促使聚合物分子有序排列，显著提升电荷输运性能。

形象而言，该结构如同在崎岖山地中修建高速公路：无序孔洞迫使热量“翻山越岭”寸步难行，而有序分子通道则保障电荷“高速通行”，两者各司其职，互不干扰，成功实现电-热运输的解耦和协同提升。

研究团队称，他们采用“聚合物相分离”方法构建该结构：将聚合物半导体PDPPSe-12和聚苯乙烯(常见塑料)溶液均匀混合，溶剂挥发过程中，两者会发生相分离。通过精确控制共混比例等参数，可调控孔的大小、数量和分布。

新型热电聚合物薄膜的独特结构可协同调控声子-边界散射、声子-声子相互作用与尺寸效应等，使热导率降低72%。同时，孔的限域效应增强了分子有序组装，载流子迁移率最高可提升52%；在温度约70摄氏度时热电优值最高达到1.64，超越了柔性无机热电材料的同温区性能。此外，该结构与喷涂技术相兼容，在大面积柔性发电方面具有重要应用潜力。

这一最新研究打破了聚合物热电材料电荷输运与声子散射难以协同优化的传统局限，为柔性热电材料领域提供了新的发展路径。未来，随着相关技术的持续发展，人们身边的“塑料”制品都有可能成为微型发电站和贴身空调，让废弃热量成为宝贵资源，使绿色能源无处不在，触手可及。

(完)

(原题：中国科学家研制出新型热电聚合物薄膜 助力电子设备“永不断电”)

作者：孙自法 来源：中新网

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](http://www.iikx.com)转发