
“塑料”与“温差”的美丽邂逅

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28456.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！

“塑料”与“温差”的美丽邂逅。材料科学前沿，一场关于塑料与温差之间的美丽邂逅悄然上演。中国科学院化学研究所（以下简称化学所）科研人员携手国内外科研力量，开发了一种称为聚合物多周期异质结（Polymeric Multi-heterojunction, PMHJ）的新材料，能够在微小的温差作用下把热能转换为电能，推动了聚合物热电材料的性能跃升。

7月24日，相关成果在《自然》上发表。科研人员期待，也许在不久的将来，热电塑料和温差的邂逅能够产生各种触手可及的清洁能源。

论文共同第一作者为化学所王东洋博士、丁嘉敏博士和马英乔博士，通讯作者为化学所研究员狄重安和北京航空航天大学教授赵立东。

塑料也能发电

在人们的印象中，塑料是日常生活中不可或缺的绝缘体。直到20世纪70年代，美国科学家艾伦·黑格、艾伦·马克迪尔米德和日本科学家白川英树发现，碘掺杂的聚乙炔具备导电能力，彻底颠覆了塑料不能导电的传统认知。三位科学家也因此获得2000年诺贝尔化学奖。

这一重要科学发现不但掀起了导电聚合物和其它光电分子材料的研究热潮，还催生了有机发光二极管（OLED）等电子产业，让光彩夺目的显示屏走进了人们的日常生活。

随着科学研究的深入开展，科学家发现，一些塑料不仅可以导电，它们还具有两种超能力进行热能和电能的相互转换。其中，利用温差发电的超能力被称为塞贝克效应，利用导电回路施加电压产生温差的超能力则被称为帕尔贴效应。

基于这些现象，人们可以利用轻质与柔软的塑料来实现温差发电，发展贴附式和可穿戴的绿色能源；也有望将其编织成塑料纤维，变成可以控制温度的服装。科研人员表示，这些功能的实现都需要发展高性能的聚合物热电材料，该领域的研究成为材料科学的前沿和最具挑战的方向之一。

PMHJ破局

高性能热电材料需具备高塞贝克系数、高电导率和低热导率，其理想模型称为声子玻璃-电子晶体模型。

简单地说，这种材料要像玻璃一样阻止热量传导，同时又要像晶体一样允许电荷自由移动，达到

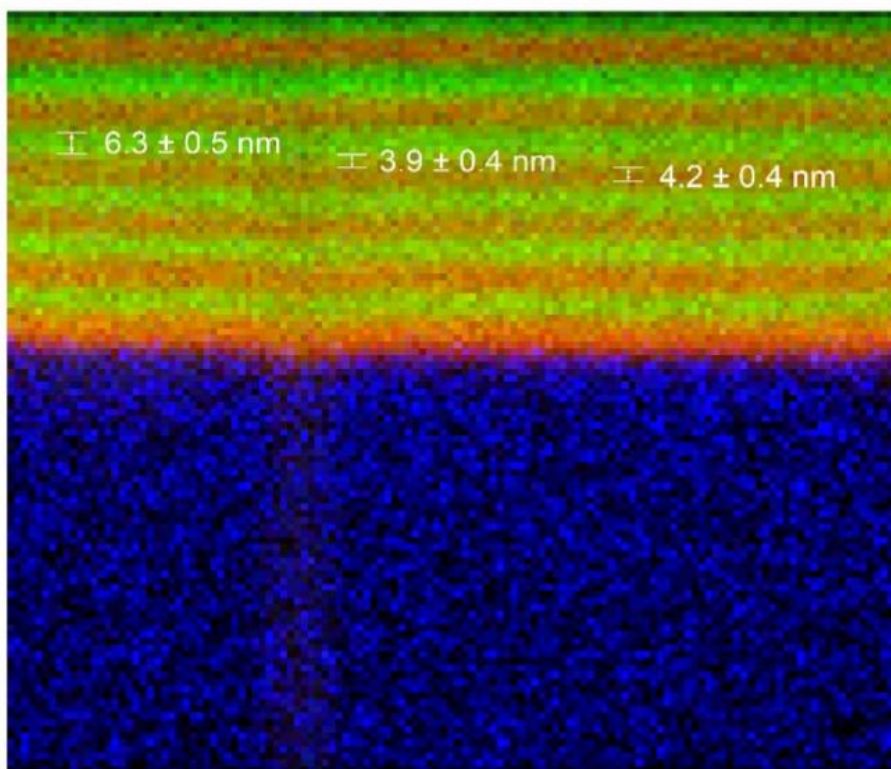
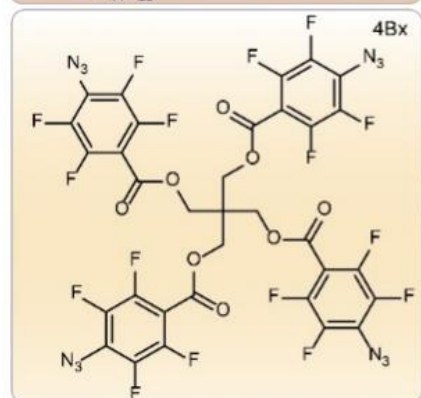
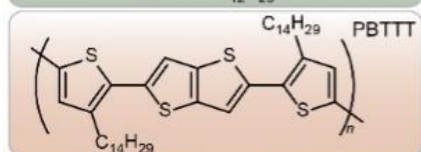
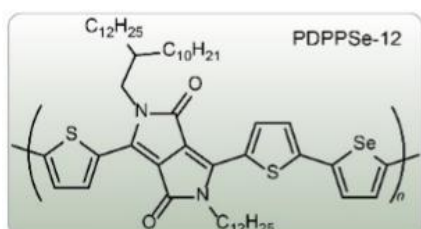
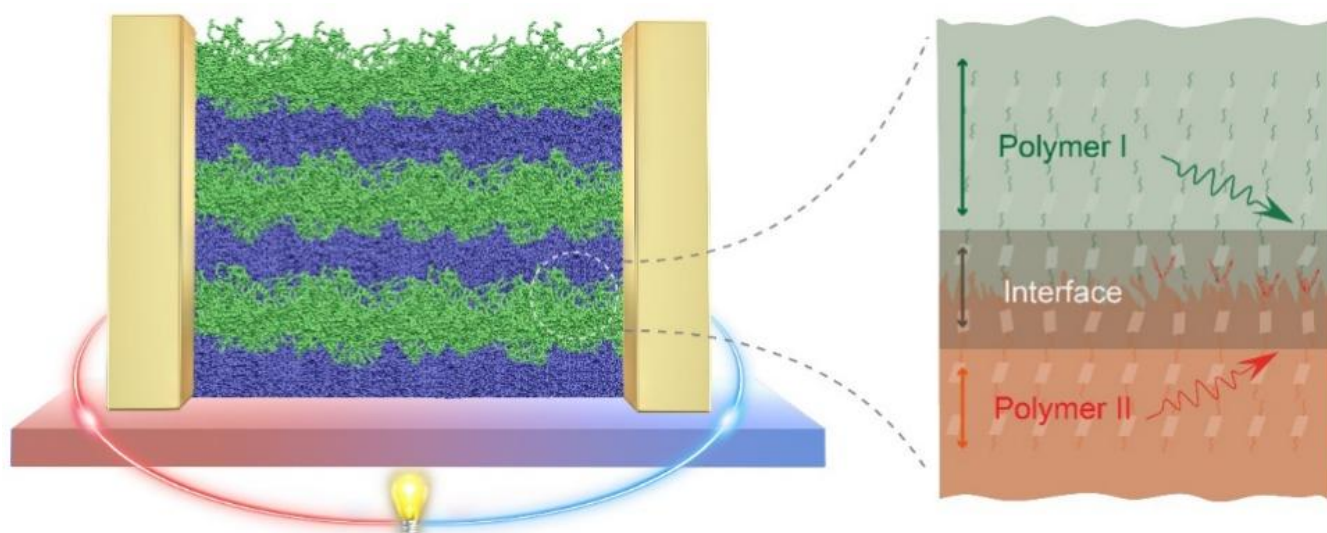
让作为热量载体的声子寸步难行而让作为电荷载体的电子畅通无阻的效果。

然而，很多高电导聚合物具有局部有序的分子排列，与理想模型存在差距，直接制约了聚合物热电性能的提高。

过去10多年里，全球科学家采用分子创制、组装和掺杂等方式，试图调控聚合物薄膜的塞贝克系数、电导率及其制约关系。但是，用于衡量热电材料性能的重要参数——热电优值（ ZT ）却一直停留在0.5上下，远低于商品化无机热电材料的性能。这一性能困境直接制约了塑料基热电材料领域的发展。

为了打破这一瓶颈，化学所朱道本/狄重安研究团队、北京航空航天大学赵立东课题组及国内外其他7个研究团队，创造性地提出聚合物多周期异质结（Polymeric Multi-Heterojunction, PMHJ）的新概念。

科研团队利用两种不同的聚合物构建出周期有序的纳米结构，每种聚合物厚度不到10纳米，且两者之间具有超薄的混合界面。这一设计既保证了电荷的有效传输，又能高效散射声子和类声子，使材料的热电性能显著提升，更接近理想模型。



PMHJ结构的设计思想及相关实验结果（科研团队供图）

刷新热电优值

PMHJ提出后，科研团队对其大幅提升材料热电性能的未来充满着期待。

在最新发表的论文中，研究团队利用PDPPSe-12和PBTTT这两种聚合物以及交联剂，结合分子交联方法，构筑了具有不同结构特征的PMHJ薄膜。

他们发现，当PMHJ薄膜被氯化铁掺杂后，其在368K下的ZT值达到了1.28。塑料基热电材料从此步入ZT值超过1.0的时代！

对此，科研团队认为，这意味着这一材料的性能已与商品化无机热电材料的室温区热电性能相当。

与此同时，PMHJ结构的优异普适性和加工兼容性，使其在柔性供能器件领域展现出应用潜力。

在业内专家看来，这项研究成果打破了以往对聚合物热电材料性能提升的认知局限，为高性能热电材料的进一步研发提供了新的途径。特别是在柔性供能器件的应用上，有望推动可穿戴设备和环境能量收集技术的发展。

多家国内外研究机构参与相关工作，包括化学所、北京航空航天大学、清华大学、中国科学院大学、英国牛津大学、韩国蔚山科学技术院等。（来源：中国科学报 甘晓）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07724-2>

作者：狄重安等 来源：《自然》

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