

高性能聚合物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/38751.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！

高性能聚合物热电材料研究取得进展

。聚合物热电材料凭借可溶液加工、本征柔性及低热导等优势，在柔性可穿戴器件领域具有广阔应用前景。然而，该类材料普遍存在本征迁移率低、掺杂过程中载流子浓度与迁移率难以协同提升等关键瓶颈，严重制约其热电性能的进一步提升。因此，开发兼具高迁移率与高掺杂效率的新型聚合物热电材料，已成为相关领域的研究热点之一。

近日，中国科学院上海硅酸盐研究所研究团队从分子结构设计出发，在高性能聚合物热电材料设计和合成方面取得进展。

研究团队针对传统随机共聚物的设计策略易造成聚合物主链结构无序度上升、本征迁移率下降等问题，提出了“主链规整+极性侧链随机分布”的聚合物设计思路，即利用规整主链的有序堆积结构，提高材料本征迁移率，并通过调控极性侧链含量优化掺杂程度。研究发现，随机共聚物PDPPg_{0.3}-Se在载流子浓度达到 10^{21}cm^{-3} 的情况下，迁移率仍可保持在 $2.0\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 以上。得益于载流子浓度与迁移率的良好平衡，该聚合物功率因子可达 $361.1\mu\text{W m}^{-1}\text{K}^{-2}$ ， ZT 值为0.46（330K）。

为进一步评估材料的实际应用潜力，研究

团队以PDPPg_{0.3}-Se为p型

腿、PBFDO为n型腿，制备出具有折纸结构的面外型柔性热电发电器件。该器件在9.8K和18.2K温差下，归一化最大功率密度分别达 $0.33\mu\text{W cm}^{-2}\text{K}^{-2}$ 和 $0.36\mu\text{W cm}^{-2}\text{K}^{-2}$ ，该性能在近室温工作的全聚合物热电器件中处于较高水平。

团队进一步针对如何保持聚合物良好溶液加工性的同时，克服绝缘侧链带来的结构无序与电荷输运阻碍这一关键难题，提出了

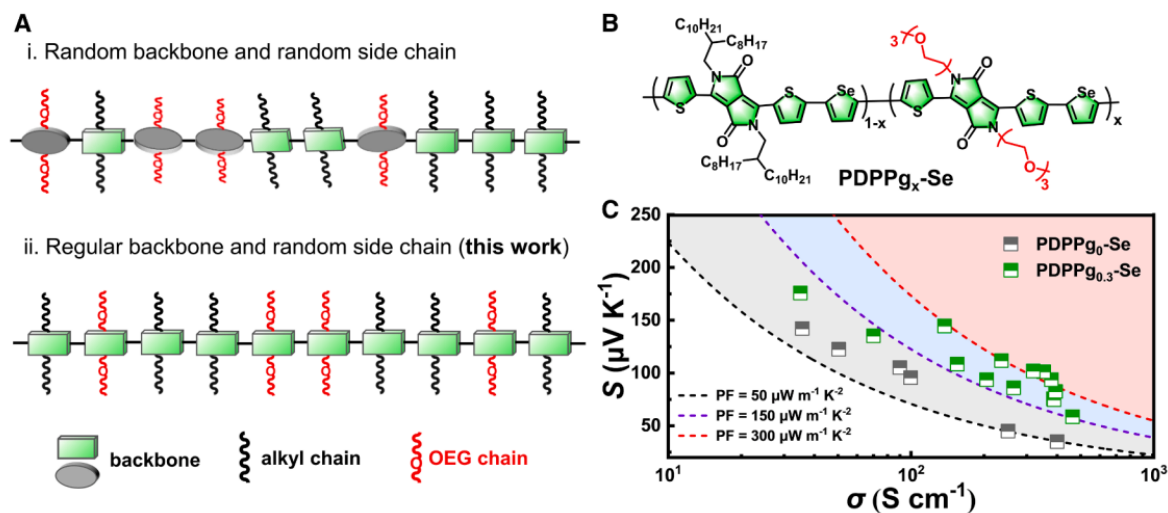
酸诱导侧链裂解与原位掺杂一体化策略，即在苯并双噻二唑（BBT）聚合物中引入酸可裂解的硅烷侧链，并利用BBT单元独特的开壳双自由基共振结构，诱导主链发生醌式化共振，从而降低掺杂能垒。研究团队采用三氟

甲磺酸溶液对聚合物薄膜进行处理，发现

三氟甲磺酸能够特异性断裂硅—碳键，在实现侧链完全移除的同时，可对主链实现原位掺杂。整个过程无需额外添加掺杂剂，即可一步完成“侧链裂解”与“高效掺杂”双重功能。去除绝缘侧链后，聚合物形成了致密有序的堆积结构，不仅提升了载流子输运性能，还有效抑制了掺杂剂扩散，从而使材料的热电性能达到同类体系领先水平。基于该策略制备的薄膜在空气与热环境下均表现出优异的稳定性，且在100℃连续加热4小时后，其功率因子几乎保持不变。该策略为开发高性能、稳定的热电聚合物提供了新思路，并有望推广至其他有机电子器件领域。

相关研究成果发表在《物质》（*Matter*）和《德国应用化学》（*Angewandte Chemie International Edition*）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会和上海市的支持。

论文链接：[1](#)、[2](#)



(A) 主链规整而极性侧链随机分布聚合物设计策略；(B) 聚合物PDPP_{g_x}-Se的化学结构；(C) FeCl₃掺杂的PDPP_{g₀}-Se与PDPP_{g_{0.3}}-Se薄膜的热电性能对比

苯并双噻二唑聚合物一步完成侧链裂解与高效掺杂

研究团队单位：上海硅酸盐研究所

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