
科学家实现电热驱动铁电聚合物

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23289.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！

科学家实现电热驱动铁电聚合物。

北京时间2023年5月25日，华中科技大学刘洋教授与美国宾西法尼亚州立大学王庆教授合作在Nature Materials期刊上发表了一篇Electro-thermal actuation in percolative ferroelectric polymer nanocomposites(渗流铁电聚合物纳米复合材料电热驱动)的研究论文。团队提出电热驱动铁电聚合物纳米复合材料的设计策略，通过界面相在场致焦耳热作用下发生结构相变，使复合材料在低电场(40 MV/m)下产生巨大应变(8.1%)和超过人体肌肉弹性能量密度的优异驱动性能(11.3 J/cm³)，从而解决了目前铁电聚合物作为电驱动器电场过大且输出驱动弹性能量低的核心难题，为设计和应用高性能新型柔性驱动材料和器件开辟一条新途径。

铁电聚合物具有响应速度快、驱动应变较大、生物相容性高、易加工等优势，在柔性驱动与传感领域受到广泛研究。铁电聚合物不同分子构象间相互转变可产生巨大的应变(约8%)，但实现这种分子构象转变往往需要超高的电场强度(如500

MV/m)，远大于压电陶瓷或单晶的驱动电场(一般低于10 MV/m)，严重限制了其在生物医学、柔性电子等领域中的应用。此外，由于聚合物杨氏模量较低，导致其驱动弹性能量密度比常见电致驱动材料(如压电陶瓷或单晶)通常低一个量级以上，大大限制了聚合物驱动器的输出力。因此，如何在低电场下实现大应变和高弹性能量密度是设计新型铁电聚合物驱动器所面临的核心难题。

。

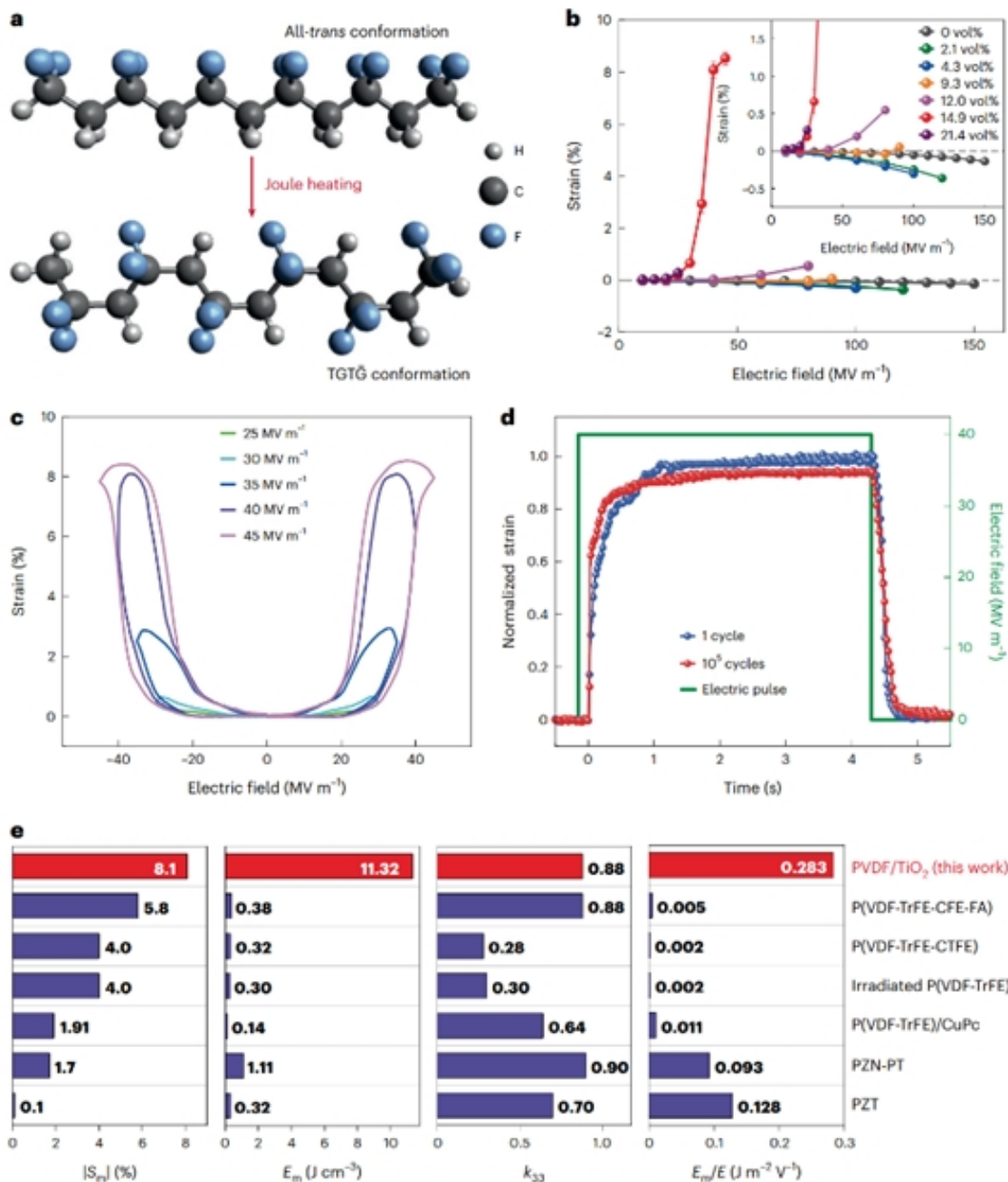


图1：电热驱动性能。a, 相变示意图;b, c, 电场诱导形变;d, 疲劳行为;e, 性能对比。

鉴于此，受启发于合金基电热驱动器的基本原理(利用电流产生焦耳热导致形状记忆合金发生马氏体-奥氏体结构相变从而产生大应变)，团队提出界面调控铁电聚合物纳米复合材料电热驱动的新概念。区别于传统驱动铁电材料的机制，在电热驱动中，界面相在外加电场产生的焦耳热诱导下发生铁电-顺电结构相变(图1a)，从而产生大应变。外加电场主要贡献是提供复合材料内部电流导通路径产生焦耳热，不依赖高电场。因此，低电场下有望能够产生优异的驱动性能，在驱动器应用上有巨大的应用前景。比如，电热驱动产生的弹性能量密度为(11.3 J/cm³)，与电致伸缩驱动、压电驱动等性能相比优势十分明显(图1e)，并且在105次循环电场作用下仍无发生明显疲劳行为(图1d)。

结合介电温谱(图2a)和变温X射线衍射(图2b)等手段，研究组确定了电热相变的相变温度为29左右。通过变电场X射线衍射(图2c)和红外光谱(图2d)证明存在电场诱导铁电-顺电结构相变。实验结果充分证实了铁电聚合物纳米复合材料中存在电热相变。通过纳米红外光谱(图3a-3d)、高清透射电镜(图3e,3f)等结构表征手段揭示极性渗流网络是实现电热驱动的关键。密度泛函理论计算证明极性界面构象的稳定存在。相场模拟(图3g,3h)证实了极性渗流网络在焦耳热作用下失稳而引发相变，诱导大形变(约8%)，与实验结果吻合。

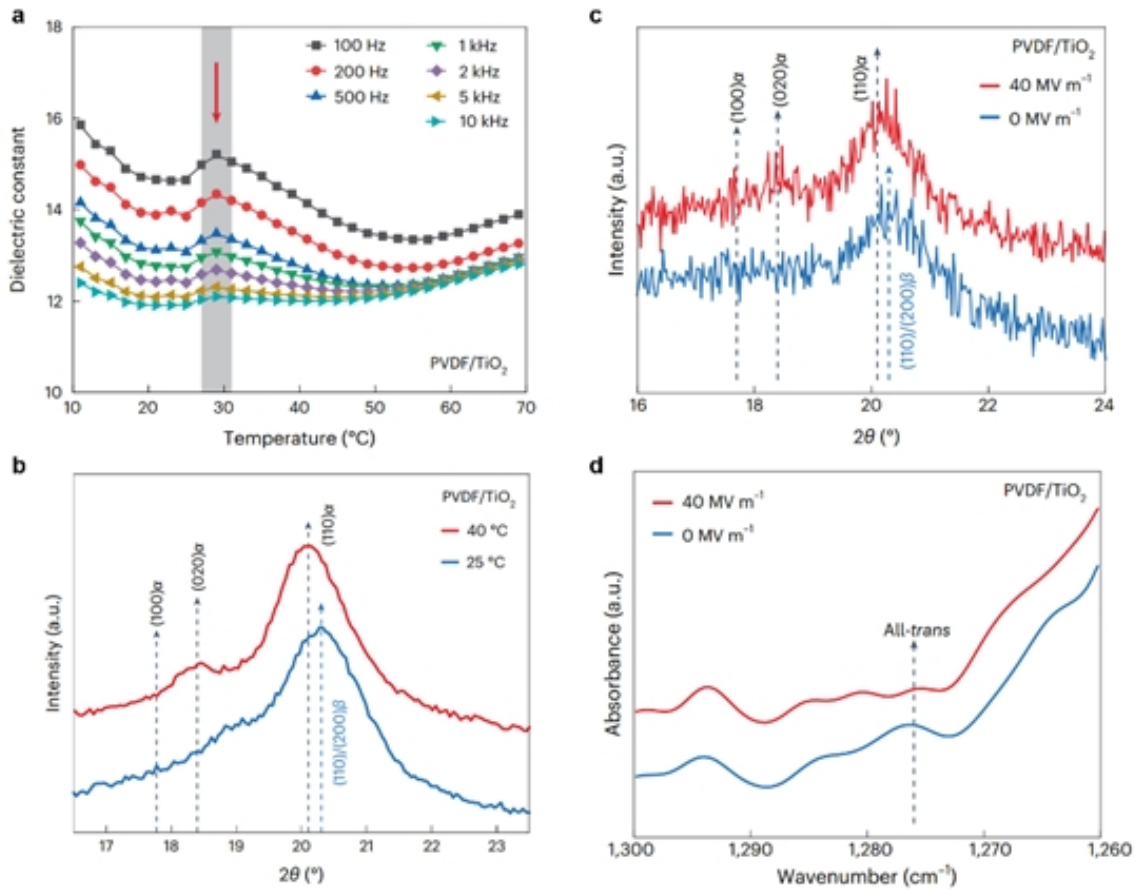


图2：电热相变的实验证据。a, 介电温谱;b, 变温X射线衍射;c, 变场X射线衍射;d, 变场红外光谱。

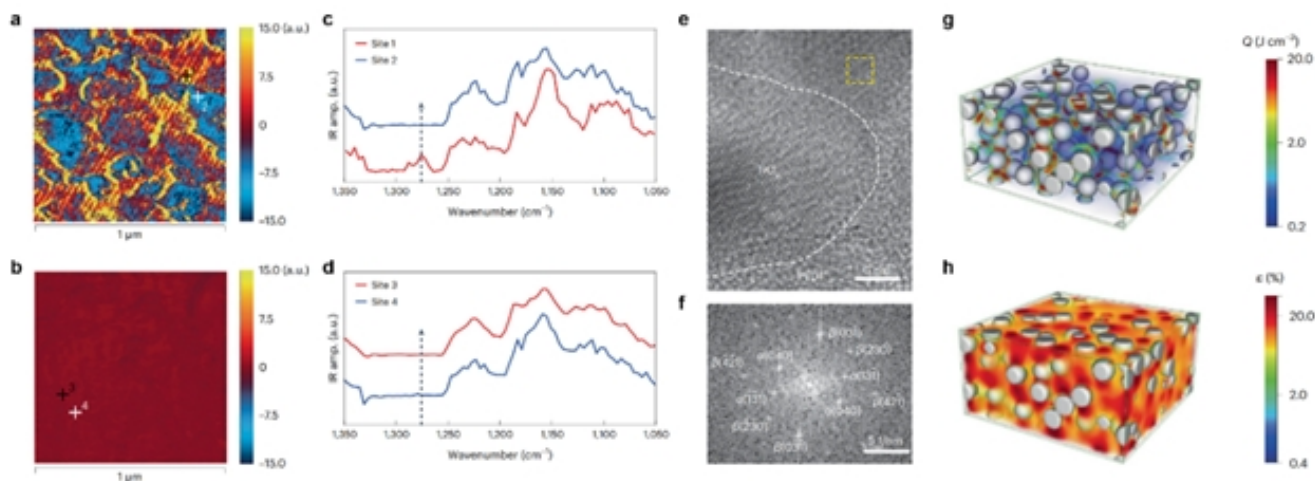


图3：微观结构表征。a-d, 纳米红外光谱;e,f, 高清电镜结果;g,f, 相场模拟结果。

同期Nature Materials研究简报(Research briefing)栏目发表了Polymer actuation using a Joule-heating-induced ferroelectric phase transition，对该研究成果进行了宣传报道和积极评价。论文作者还包括宾西法尼亚州立大学博士后周焱博士等合作者。该研究工作得到了国家自然科学基金、华中科技大学人才引进启动基金等项目的资助。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41563-023-01564-7>

作者：刘洋等 来源：《自然—材料》

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