

新加坡国立大学欧阳建勇团队《AEM》：阳离子掺杂显著提高离子凝胶的热电优值到6.1

Original 高分子科学前沿 高分子科学前沿 2022-04-28 08:05



新品 限时促销

显微光谱全新解决方案
Beagle-M显微光谱仪

250~2500nm超宽光谱范围

- 微米级别采样区域
- 250~2500nm吸光度、透反射检测
- 可实现荧光、拉曼等光谱功能
- 微区光学特性表征必备仪器

400-001-5685 400@ideaoptics.cn

复享 让光谱简单

人类生产、生活过程中有超过一半的能量以废热形式耗散在环境中，其中三分之二为温度低于130 °C的低品位热能。高效回收此类废热对提高能源使用效率、可持续发展具有重要意义。热电材料可以直接将热能转化为电能，是回收低品位热能最为有效的技术手段。然而，传统的电子热电材料（包括半导体、半金属和本征导电聚合物）依靠电子在温度梯度下输运，其塞贝克系数仅有几十至几百 $\mu\text{V K}^{-1}$ ，而进一步提高其塞贝克系数不可避免地导致其电导率的下降，从而降低其热电优值（ZT）。相较于传统的热电材料，离子热电材料（例如准固态离子凝胶和液体电解质）有可以达到 10^0 - 10^1 mV K^{-1} 的高热电压和较低的热导率而备受关注。但离子热电材料的电导率通常远小于电子热电材料，因此它们的热电优值也不是很高。进一步提高离子热电材料的热电压与电导率对于开发高性能离子热电器件至关重要。

最近，新加坡国立大学欧阳建勇教授团队通过阳离子掺杂显著提高离子凝胶的热电压，从而提高其整体的热电优值。通过PVDF-HFP提供的固体网络结构来固定离子液体（EMIM:DCA），构筑了具有高热电性能的离子凝胶。他们发现将离子凝胶进行 Na^+ 掺杂，可以通过 Na^+ 对 DCA^- 较强的库伦吸引力，甚至形成复合物，来增加了离子凝胶中阴、阳离子的迁移率差值，从而显著提高离子凝胶的热电压。在85%相对湿度时，0.5 mol% 的 Na^+ 掺杂度可以将离子凝胶热电压从 34.8 mV K^{-1} 提高至平均值 45.0 mV K^{-1} ，而最高值可达 48.3 mV K^{-1} ，这是迄今为止离子热电材料最高的热电压。同时使用乙醇作为反溶剂控制固体网络结构来提高离子凝胶的电导率，可以得到

离子电导率为 $19.4 \pm 0.3 \text{ mS cm}^{-1}$ ，热电压为 $43.8 \pm 1.0 \text{ mV K}^{-1}$ ，热导率为 $0.183 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 的高性能离子凝胶，其热电优值 (ZT_i) 高达6.1 (图1)。这是离子热电材料最高的 ZT_i 值 (图2)，远高于以往的记录。

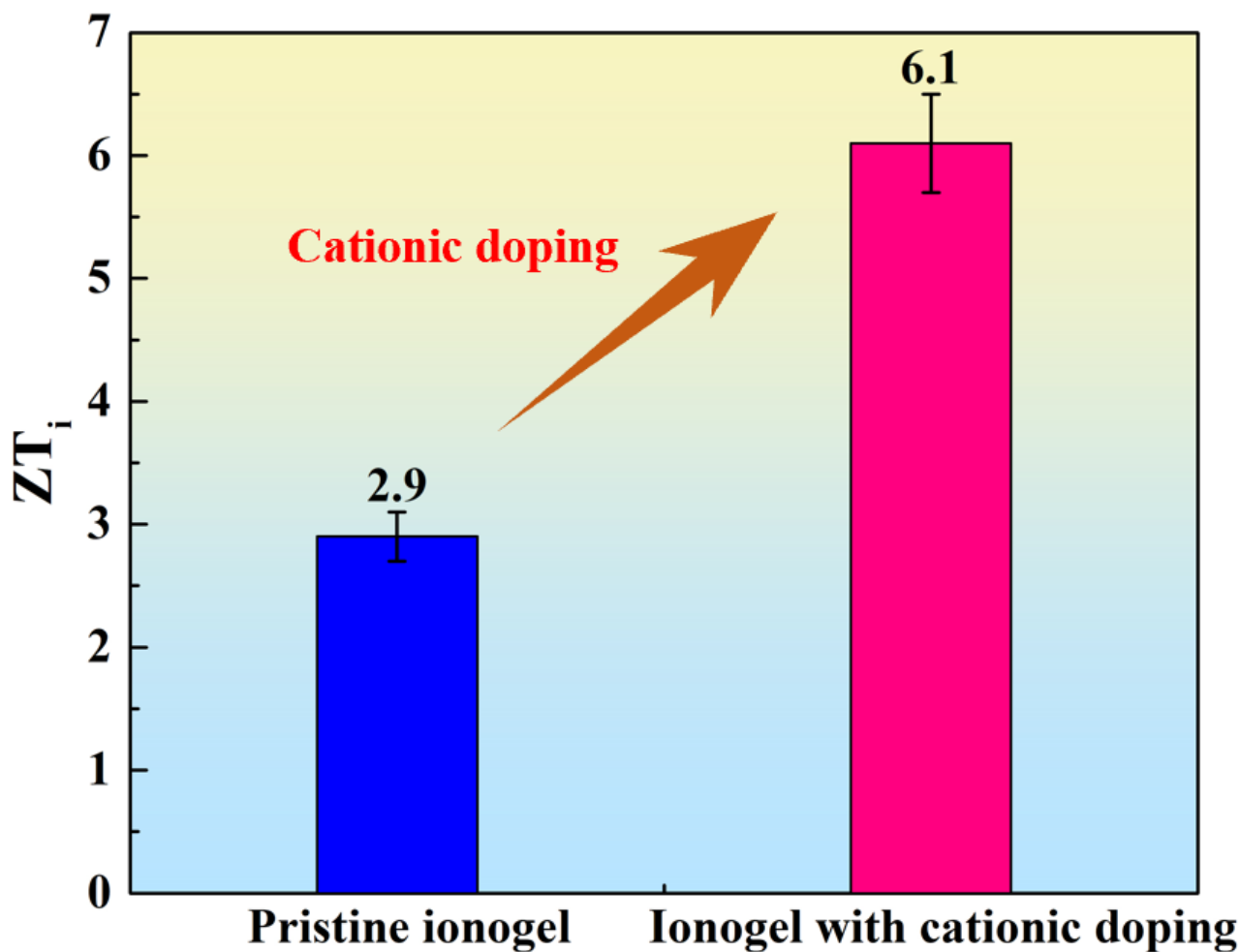


图1. 阳离子掺杂显著提高离子凝胶热电性能示意图



图2. a) 离子电导率、b) 离子热电压和c) ZT_i 随相对湿度变化曲线。d) 该项工作与文献中离子热电材料 ZT_i 和绝对离子热电压性能对比。

基于阳离子掺杂离子凝胶，他们构筑了离子热电电容器（ITEC），用于热电转换（图3）。在一个完整的热电循环过程中，阶段II和IV期间对外做功，在外部负载为1 k Ω 时，ITEC达到最优的平均功率密度，为11.2 mV m⁻²，这几乎是未使用阳离子掺杂离子凝胶的两倍（6.7 mV m⁻²）。

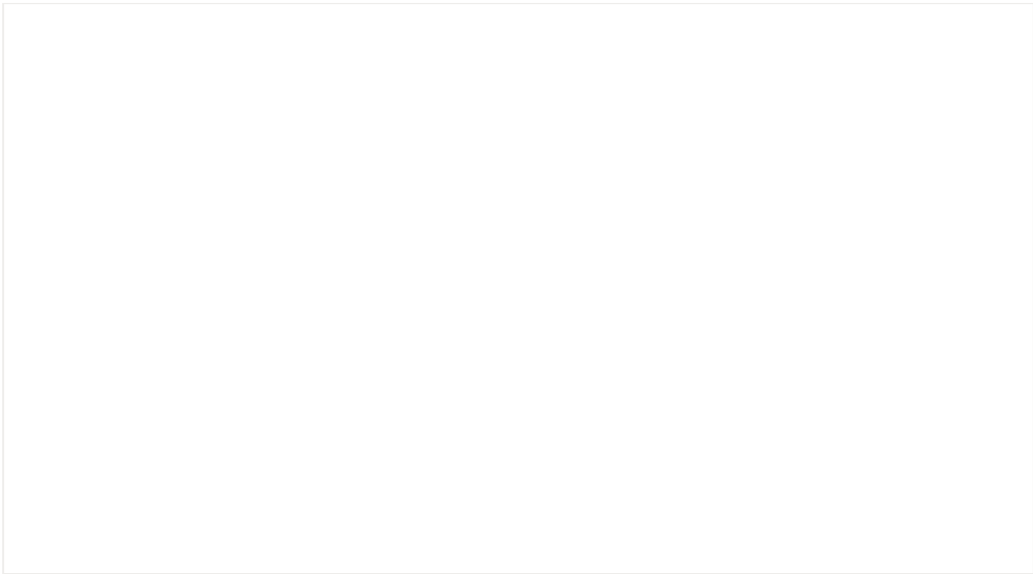
此项工作为开发高性能离子热电材料及其应用提供了新思路。**新加坡国立大学欧阳建勇教授**是该工作的通讯作者，**程汉霖博士**和**重庆大学李建波副教授**是该工作的共同通讯作者，来自**重庆大学联培博士生刘卓**为第一作者。



图3. 离子热电电容器（ITEC） a) ITEC示意图。b) 热电压与温度梯度随时间变化曲线。c) 阶段II期间不同电阻的外部负载的输出电压衰减曲线。阶段II和IV期间ITEC的d) 总能量密度与e) 平均功率密度随外部负载电阻变化曲线。

相关进展：

--3D打印白皮书--



--帮测科技--

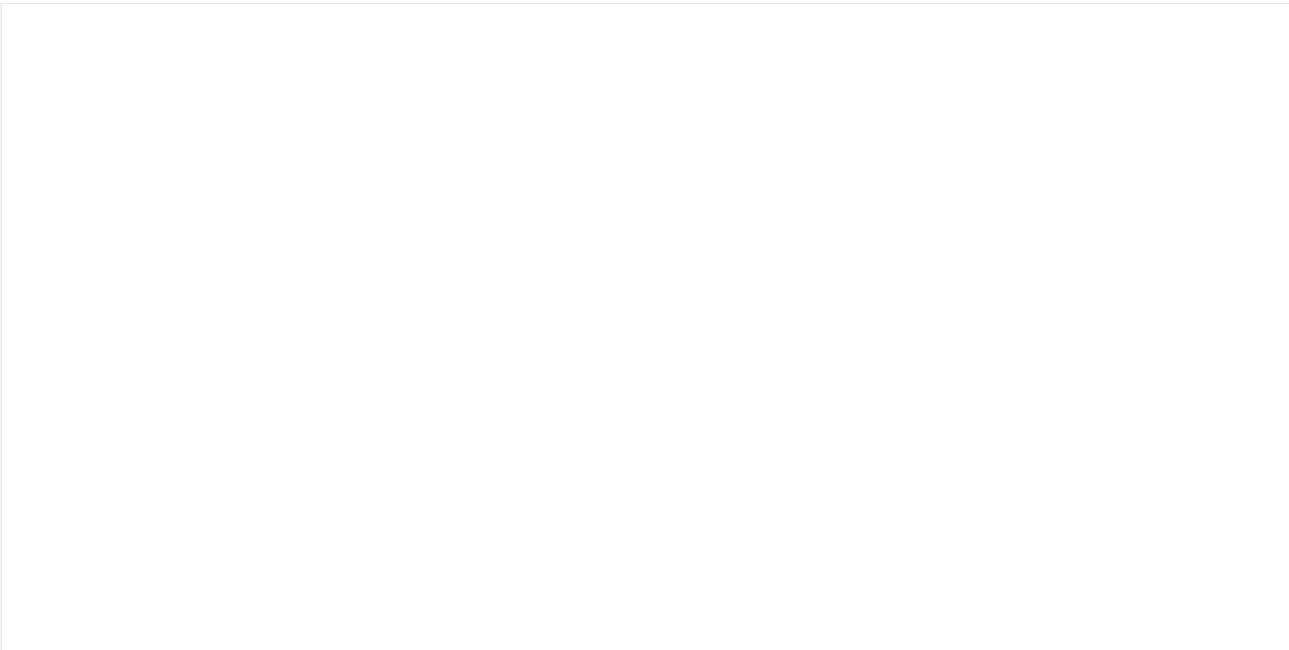


参考文献：

Liu, Z., Cheng, H., Le, Q., Chen, R., Li, J., Ouyang, J., Giant Thermoelectric Properties of Ionogels with Cationic Doping. Adv. Energy Mater. 2022, 2200858. <https://doi.org/10.1002/aenm.202200858>

来源：高分子科学前沿

声明：仅代表作者个人观点，作者水平有限，如有不科学之处，请在下方留言指正！



Read more

People who liked this content also liked

Nature：用衣服当麦克风？新材料可检测枪声方向，还能监测胎儿心跳

大数据文摘

新加坡南洋理工大学招收博士后（二维材料电子器件）

知社学术圈

导师访谈：曹原是如何扭成的

知社学术圈