
云南大学聚合物基柔性“光机电”纳米发电薄膜新突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19690.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！

云南大学聚合物基柔性“光机电”纳米发电薄膜新突破。北京时间2022年8月16日，云南大学化学科学与工程学院高分子系包黎霞、王继亮团队在Matter期刊上发表了一篇题为Photomechaelectric Nanogenerator的研究成果。

该成果通过分子设计，将对紫外光敏感的偶氮苯光敏单元（AZO）及具有弱离子间相互作用的离子液体单元（ILO）以共价键的形式同时引入大分子主链。通过紫外-可见光作用下AZO单元的逐层顺反异构变化，使得ILO单元中的阴阳离子发生显著分离，进而形成动态分子偶极，而获得内部电势差。不同于导体的光电效应及无机和共轭导电聚合物半导体的光伏效应，该研究所述光机电效应为非电子导电型柔性聚合物的光电转换提供了可能，同时也为柔性纳米发电机、自供电光电传感器及探测器的开发提供了全新策略。

论文通讯作者为包黎霞、王继亮，第一作者为赵金、张映昊。

相对而言，太阳能是一种取之不尽、用之不竭的绿色清洁能源。但太阳能具有间接性，不能满足人类对能源全天候使用的要求。因此，太阳能的转换及存储具有重要的理论和现实意义。其中，相变储能材料及光伏材料在过去几十年间得到了人们的广泛关注。究其原因，这两类材料可将太阳能有效存储起来或转换为电能，以便人们在任何需要的时候均可方便地使用。

广义的光电效应包括由法国科学家Becquerel于1839年发现的内光电效应（亦称光伏效应）及德国物理学家Hertz于1887年发现的外光电效应，光电效应是金属和无机或有机共轭导电聚合物半导体将太阳能转换为电能的基础。由爱因斯坦的外光电效应解释可知，金属之所以能将太阳能转换为电能主要是因为入射光的频率超过了金属表面自由电子的逸出频率，换言之，当入射光子的能量超过金属表面自由电子溢出所需的能量（即逸出功）时，金属表面将产生光电子而获得直流电。而对于无机或有机共轭导电聚合物半导体而言，光照作用下，不均匀p-N半导体的内部将产生电子与空穴的重新分布，进而形成电势差，此即光伏效应。由上述机理可知，当光作用于电子绝缘聚合物时，由于聚合物中无自由电子或电子与空穴的重新分布现象，因此，电子绝缘聚合物无外光电效应或光伏效应，不能将光能转换为电能。

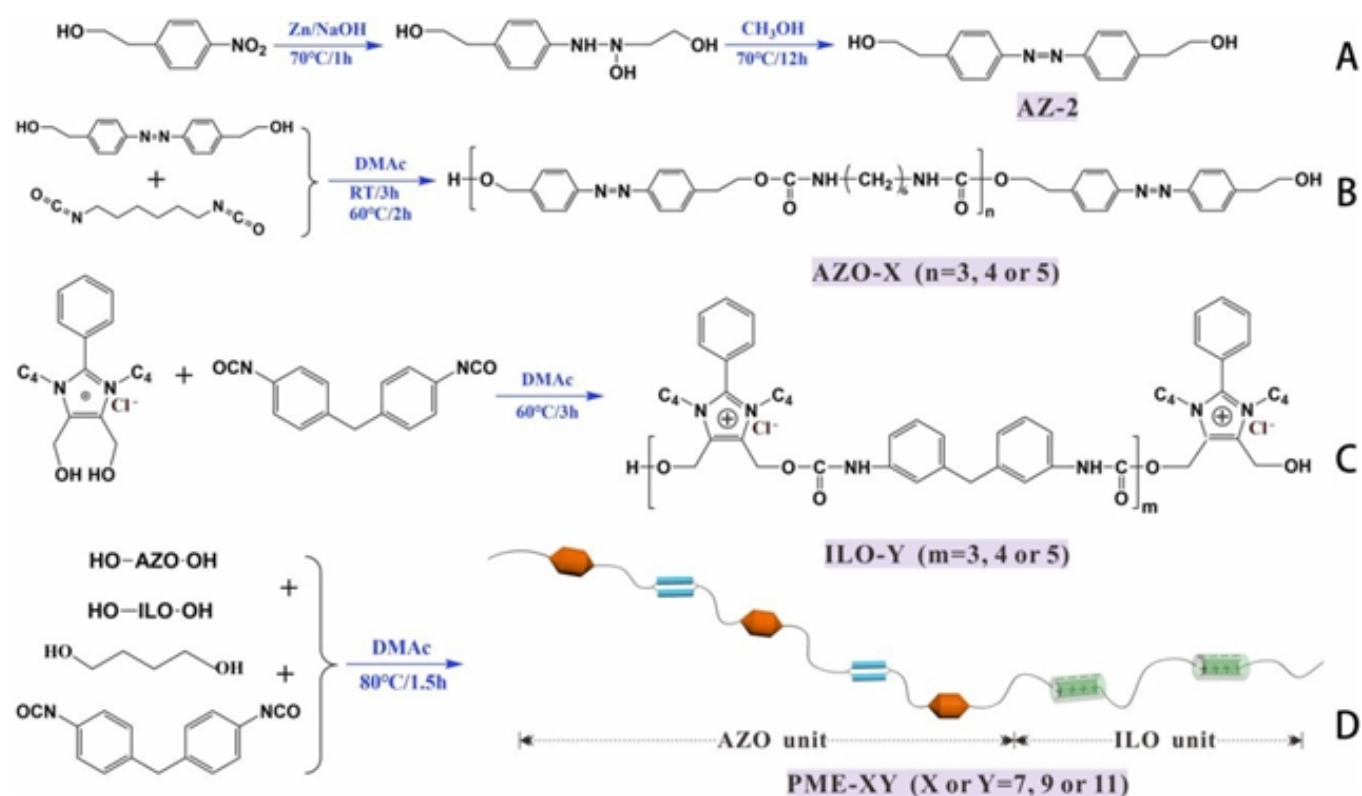


图1：具有光机电效应电子绝缘聚合物的分子结构示意图。

在团队大量前期太阳能储能材料（Chem. Eng. J., 2020, 389, 124483; Chem. Eng. J., 2022, 428, 131088; Chem. Eng. J., 2022, 436, 135226; Chem. Eng. J., 2022, 450, 138144）及功能性离子液晶或离子塑晶的分子设计、合成及应用基础上（Electrochimica Acta, 2019, 294, 249-259; J. Power Sources, 2019, 444, 227305; Nano Energy, 2020, 67, 104220; Polymer, 2021, 215, 123388; Carbohydr. Polym, 2021, 255, 117363; J. Energy Chem., 2022, 66, 647-656; J. Energy Chem., 2022, 73, 360-369），本研究通过分子设计（如图1所示），将对紫外光敏感的偶氮苯光敏单元（AZO）及具有弱离子间相互作用的离子液体单元（ILO）以共价键的形式同时引入大分子主链。

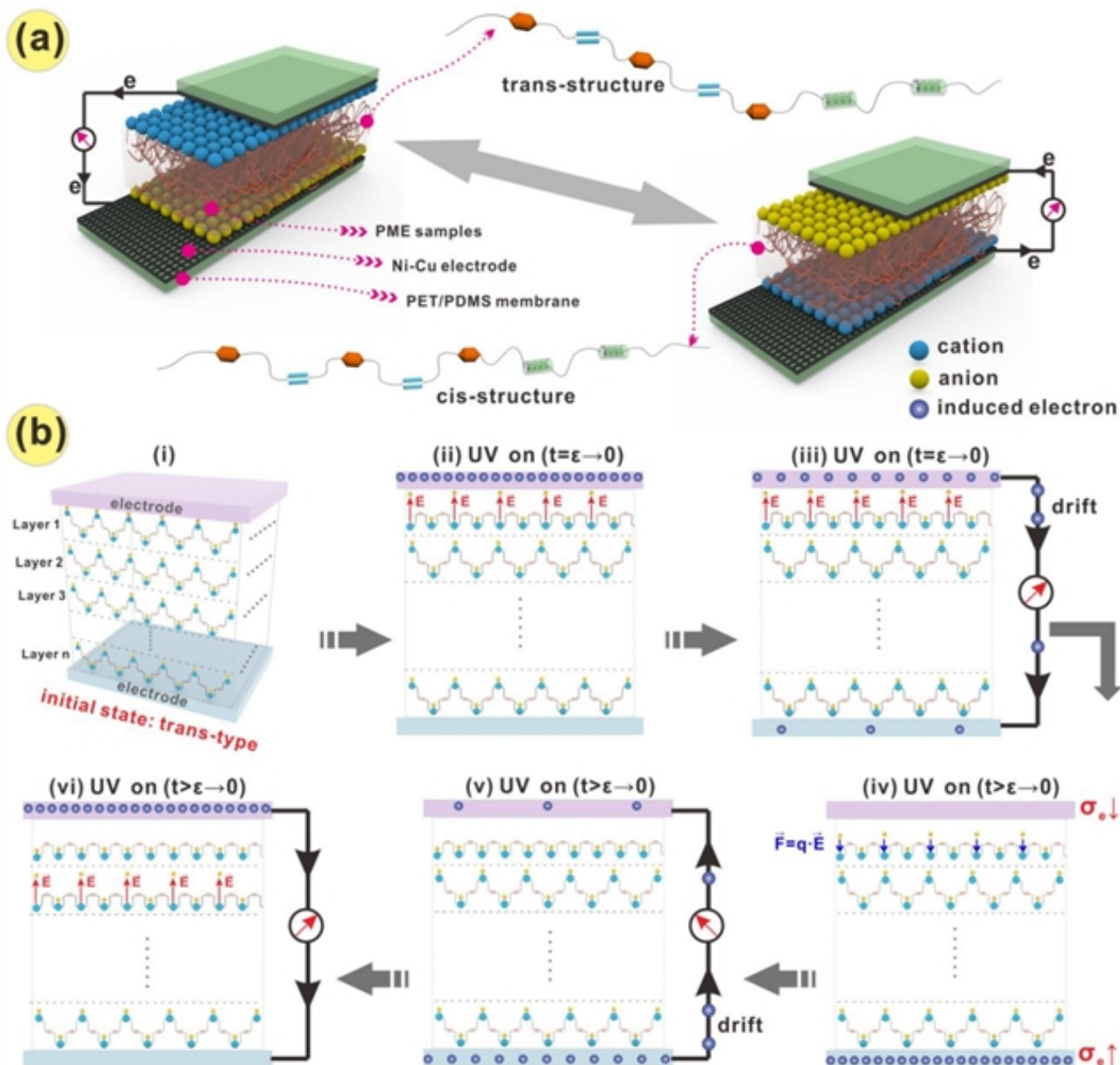


图2：光机电纳米发电机的发电机理示意图。

以期通过紫外-可见光作用下AZO单元的逐层顺反异构变化，使得同样被共价键合于大分子链的ILO单元中的阴阳离子在AZO单元发生异构变化的同时发生有效分离，进而形成动态分子偶极，从而获得内部电势差，并最终实现电子绝缘聚合物也可将光能转换为电能的目的。不同于传统导体及半导体通过光电效应将光能转换为直流电的机理，该研究通过紫外光作用下AZO单元的逐层空间构型翻转（微弱机械形变），诱导相应ILO单元中的阴阳离子有效分离而产生动态分子偶极，形成内部电势差，并最终诱导沉积电极内部的电子发生周期性定向迁移而获得交流电。简便起见，将该研究所述机理称为Photomechaelectric effect（光机电效应），相关工作机理如图2所示。

相关研究结果显示，该研究所制备的电子绝缘型ZAO-ILO共聚物薄膜（2 cm × 2cm × 100

μm) 在仅 3 mW cm^{-2} 的紫外光辐照时即可产生超过 5 V 的交流电, 且经过整流电路整流处理后可多次、持续点亮商用 LED 二极管, 10 分钟内 $2200\ \mu\text{F}$ 大容量商用电容器两端的电压可升高至 4.5 V 以上 (如图 3 所示), 所开发光机电共聚物在柔性纳米发电机、自供电光电探测器及光电传感器领域表现出巨大的应用价值。

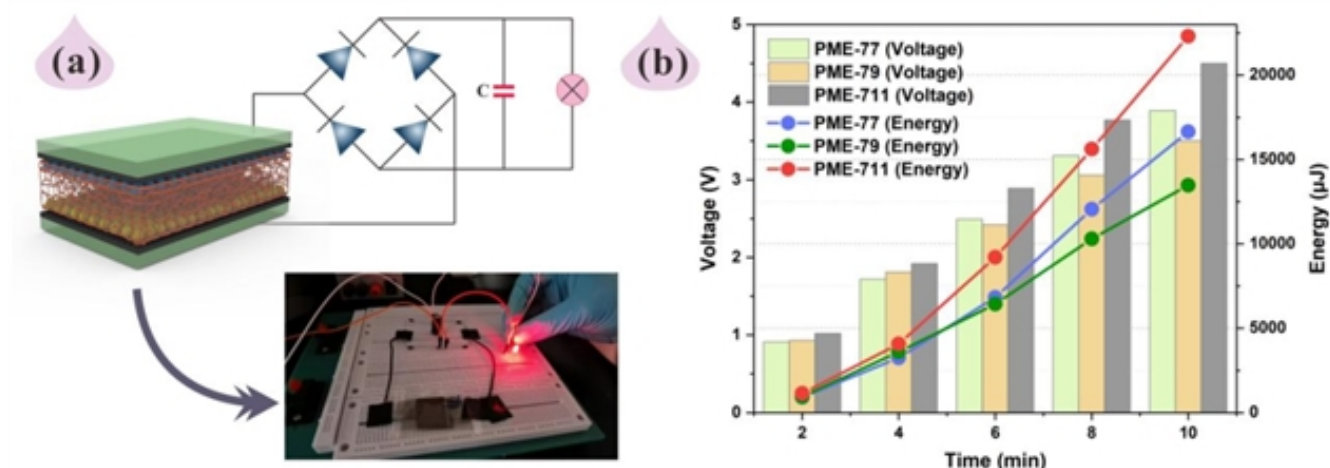


图3：光机电纳米发电机的能量-时间依赖性曲线。

该工作得到国家自然科学基金 (21961044, 22169024)、云南省科技厅重大科技专项、云南省千人计划、云南省万人计划、云南省基础研究计划 (202105AC160072, 202101BC070001-019, 202101AT070280, 202102AB080017) 和云南大学研究生创新研究计划 (2021Y394) 的大力支持。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.07.027>

作者：王继亮等 来源：《物质》

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