

电工所制备出集成式新型固态柔性超级电容器

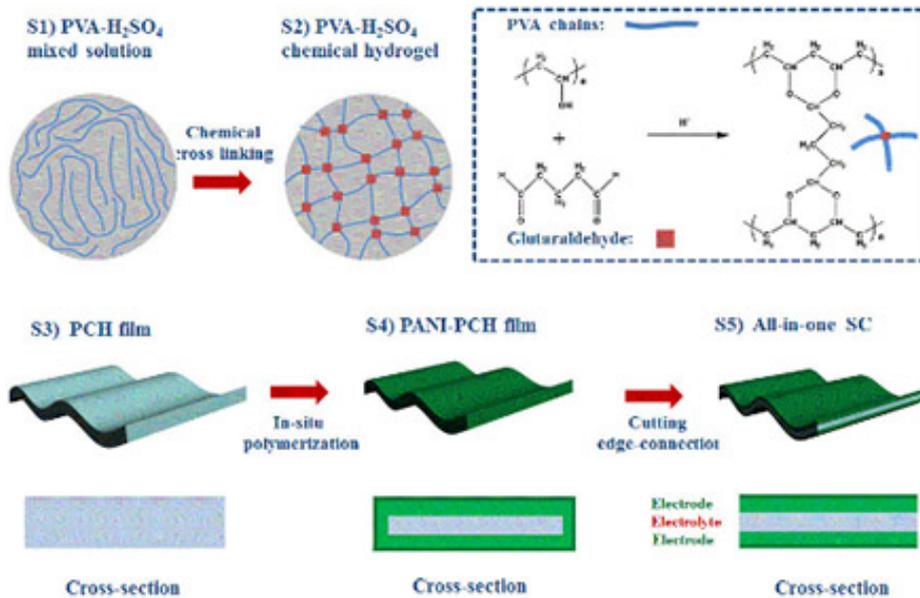


图1 化学交联的高分子自支撑水凝胶薄膜

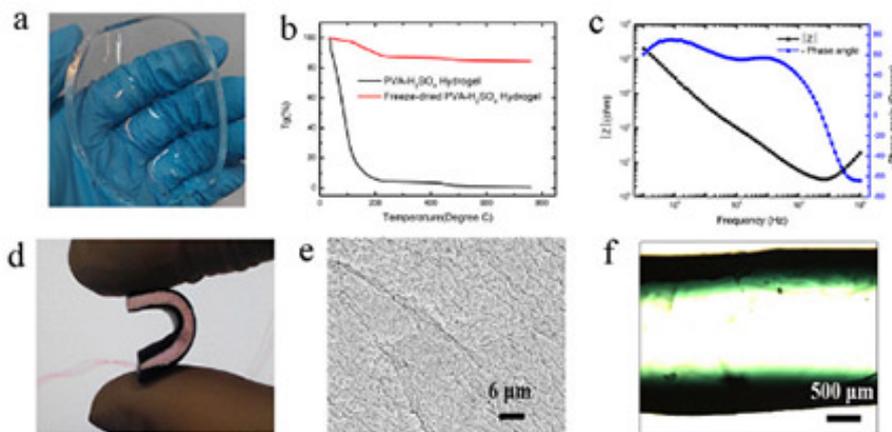


图2 基于聚乙烯醇的化学水凝胶膜和导电聚合物-化学水凝胶复合薄膜（具有导电聚合物-电解质-导电聚合物的三明治排列结构）

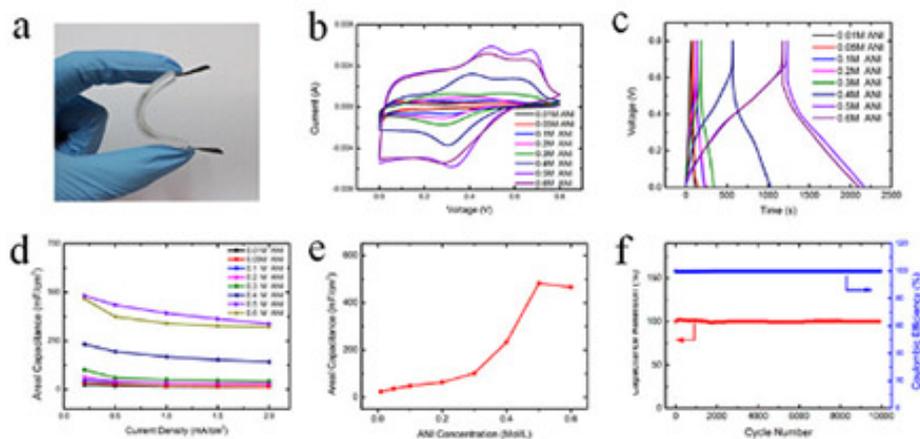


图3 一体化集成式固态柔性超级电容器的电化学性能

日前，中国科学院电工研究所马衍伟研究组制备出具有高面积比容量、优异充放电循环性能和柔性性能的新型固态柔性超级电容器。相关研究结果发表于国际材料学期刊《先进材料》（*Adv. Mater.*, 2015, doi:10.1002/adma.201503543），并已申请了国家发明专利。

当前的固态柔性超级电容器大多是由两个自支撑的柔性电极薄膜和中间凝胶态电解质薄膜叠放在一起形成的多层膜堆叠结构。凝胶的高粘度和扩散动力学限制了电解质离子在电极内部的扩散性，因此难以获得较高的面积比电容。此外，多层堆叠的器件在不断弯折时容易造成层与层之间的机械剥离损伤，使得器件内阻上升，甚至整体电容性能衰退。因此，如何制备出高性能柔性超级电容器仍然充满挑战。

为解决这些问题，该研究团队设计将柔性超级电容器的关键成分，电极-电解质-电极层集成于单个柔性水凝胶薄膜上，形成一体化（All-in-one）的新型器件结构，如图1所示。与目前多层膜堆叠的传统器件结构相比，该结构有利于凝胶电解质离子在较厚电极层内部的扩散和提升力学耐弯折性能。

在具体制备过程中，该团队采用化学交联-铸膜的方法制备出自支撑的化学水凝胶薄膜，该薄膜具有优异的离子导电率（ 0.082 S cm^{-1} ）和力学耐拉伸性能（可拉伸至300%），如图2a-c所示。继而通过化学原位聚合反应将导电聚合物沉积于水凝胶的上下两个表面和近表面的内部，形成复合水凝胶薄膜。如图2d-e所示，该薄膜内部具有导电聚合物层-水凝胶层-导电聚合物层的排列，因此可形成一体化（All-in-one）的集成式固态柔性超级电容器。该新型结构固态柔性超级电容器具有十分突出的面积比容量（ 488 mF cm^{-2} ）和优异的充放电循环稳定性（循环上万次容量无衰减），如图3所示。此外，连续弯折上千次，其电容性能没有衰减。优异的性能可望使这种新型柔性超级电容器应用于下一代可穿戴电子设备的功率型储能器件中。

在研究组的相关前期研究工作中，研究人员探讨了凝胶态电极材料在固态柔性超级电容器中的应用。研究人员制备出基于导电聚苯胺水凝胶电极材料。与固态电极材料相比，该凝胶态电极材料由于具有更加充分的离子可到达性，因此展现出优异的电容性能和充放电倍率性能。相关研究结果发表于英国皇家化学会的《材料化学：A辑》（*J. Mater. Chem. A*, 2014, 2, 19726）。

上述研究获得国家自然科学基金委和电工所创新人才引进计划的大力支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/84429.html>