

中国科大研制出生物合成的纤维素基绝缘纳米纸

随着人类对南极洲、月球和火星等极端环境探索的深入，不断出现的极端环境条件，包括强紫外线（UV）环境、原子氧（AO）和高低温交替环境等，已经成为今后探索的主要障碍。在这些极端环境下，材料的物理化学特性会发生变化，严重时甚至会导致重要设备和装置的损坏。在传统材料当中，金属和陶瓷本身具有出色的机械性能和对极端环境的耐受性，但金属材料面临密度过高、重量过大的问题，而陶瓷材料则面临脆性和难以加工等问题。另一方面，虽然聚合物具有轻质和可塑的特点，但目前大多数聚合物基复合材料在极端环境长期服役会产生高温软化和低温脆性等问题。因此，设计和制备一种能长期在极端环境下服役的高性能防护材料是材料领域面临的难题之一。

近日，中国科学院院士、中国科学技术大学教授俞书宏团队报道了一种高性能纤维素基纳米纸材料，其在极端条件下仍可保持优异的机械和电绝缘性能。该纳米纸是通过该研究团队早期发展的气溶胶辅助生物合成（AABS）方法，利用细菌产出的纤维素纳米纤维（BC）将分散在材料中的合成云母（S-Mica）均匀而紧密地缠结而获得的。相关成果以Nacre-inspired bacterial cellulose/mica nanopaper with excellent mechanical and electrical insulating properties by biosynthesis为题发表在《先进材料》（Advanced Materials）上。

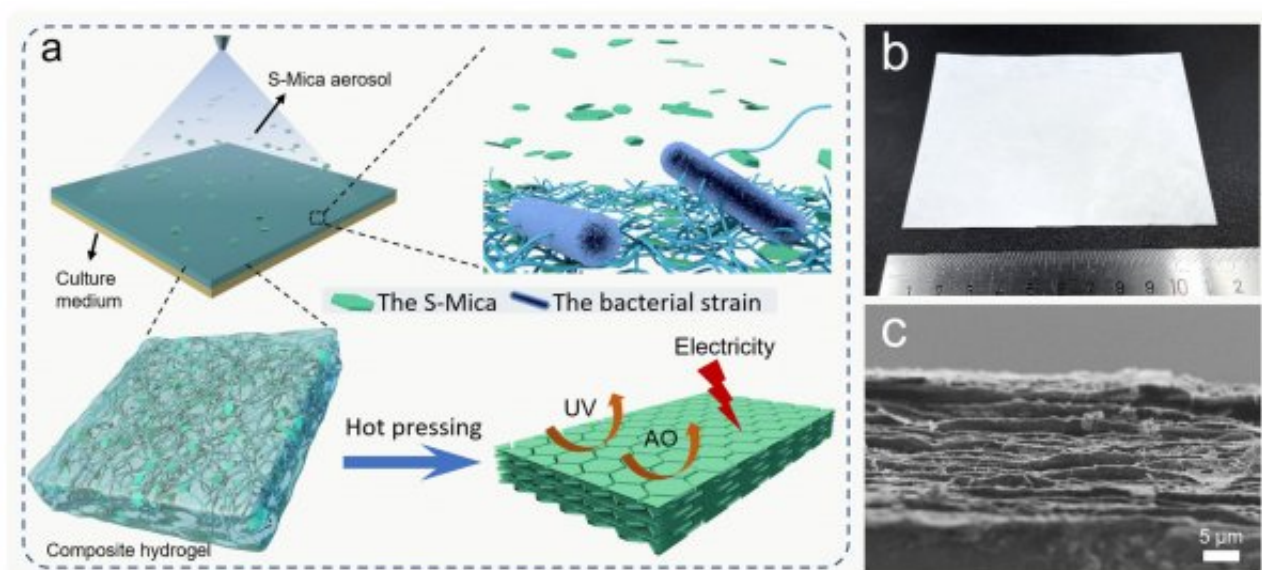


图1 复合纳米纸的制备与结构。（a）生物合成复合纳米纸的构造过程示意图；（b）纳米纸的数码照片；（c）纳米纸的仿珍珠母的“砖-泥”结构。

研究人员利用AABS策略用细菌纤维素将合成云母纳米片均匀负载到复合水凝胶中，之后通过热压的方式得到最终的仿珍珠母结构的纳米纸材料（图1）。得益于纳米纸的精细的“砖-泥”结构，所得到的纳米纸表现出高强度（~375 MPa）、高模量（~14.9 GPa）、高韧性（~16.44 MJ m⁻³）、可折叠性和抗弯曲疲劳性等优异的力学性能。同时，材料内部的“砖-泥”结构充分发挥了云母的高介电强度，从而赋予了该纳米纸较高的电击穿强度（145.7 kV mm⁻¹）。与纯纤维素纳米纸相比，该复合纳米纸的耐电晕寿命显著提高，甚至超过了商用聚酰亚胺（PI）薄膜。

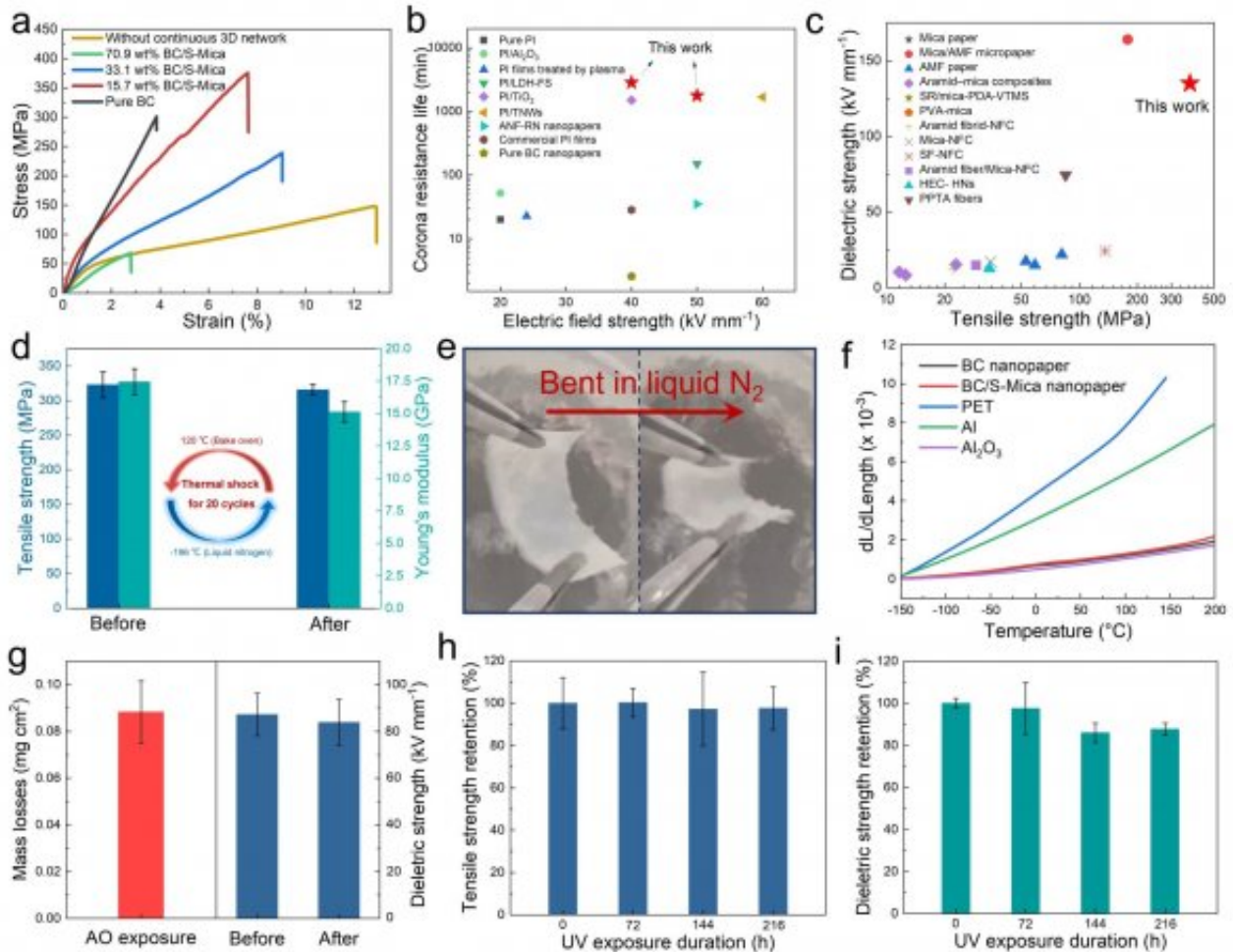


图2 纳米纸的综合性能。(a) 纳米纸的力学性能表征；(b-c) 纳米纸的综合性能与文献中绝缘材料的对比；(d) 纳米纸热振前后的力学性能对比；(e) 纳米纸在液氮中弯曲照片；(f) 纳米纸的热膨胀系数；(g) 纳米纸对原子氧的耐受性表征；(h-i) 纳米纸对紫外线的耐受性表征。

此外，该项研究报道的BC/S-Mica纳米纸在低温交替、紫外线和原子氧AO等极端条件下仍表现出优异的综合性能，这为未来对极端环境的探索提供了很好的防护材料选择。

相关研究工作得到国家自然科学基金项目、国家重点研发计划项目、中国高校协同创新计划和安徽省重点研发计划项目等的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/195934.html>