我国学者在吸附式空气取水领域取得进展

日期 2024-11-22 来源：工程与材料科学部 作者：关永刚 周天 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

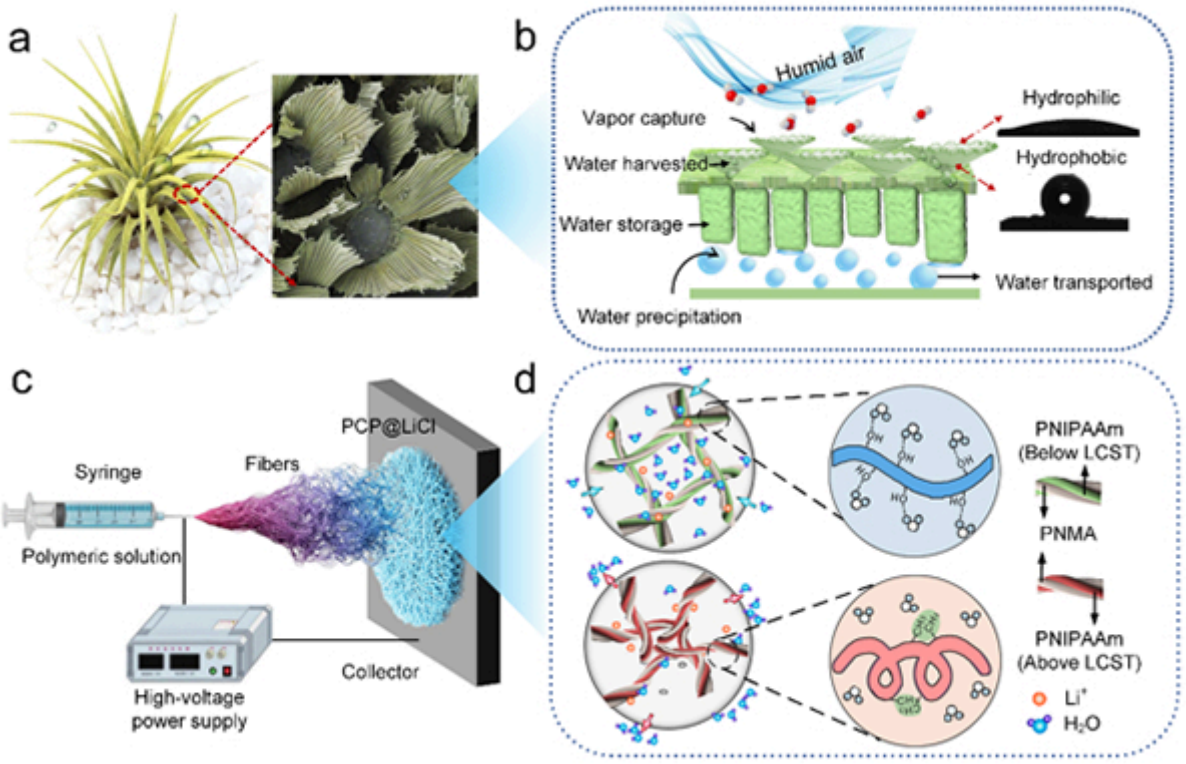

图 空气凤梨启发的静电纺丝纳米纤维取水原理图。(a,b)吸附水蒸气及疏水传输原理；(c,d) PCP@LiCl纺丝过程及亲疏水取水原理

在国家自然科学基金项目（批准号：52376203、52006145、51521004）等资助下，上海理工大学王佳韵副教授、王世革教授和上海交通大学王如竹教授合作，在温敏纳米纤维空气取水研究领域取得进展。这一成果在以“受空气凤梨启发的超高效温敏吸湿纳米纤维用于太阳能空气取水（Tillandsia-inspired Ultra-efficient Thermo-responsive Hygroscopic Nanofibers for Solar-driven Atmospheric Water Harvesting）”为题发表在《先进材料》(Advanced Materials)上。论文链接https://doi.org/10.1002/adma.202408977。

随着全球变暖与工业化加速发展，水资源短缺已成为一个亟待解决的全球性难题。太阳能吸附式空气取水技术（SAWH）具有无需外接电力、可灵活离网的独特优势，获得了学术界的广泛关注。SAWH技术利用高效吸附剂捕捉空气中的水分子，借助太阳能产生的热驱动吸附态水分的释放，最终产出液态水，展现了巨大的应用潜力。然而，当前SAWH技术面临的两大挑战严重制约了其取水效率的提升：一是较高的解吸温度与较差的动力学性能限制了水分子的有效释放；二是传统的“解吸-冷凝”过程能耗巨大。因此，亟需探索并开发一种新型高效的空气取水技术路径。

受到空气凤梨的启发，团队从新材料、新循环两个角度，报道了基于新型温敏凝胶的空气取水技术，利用温敏材料亲疏水性转化，将内部吸附的水以液态形式直接挤出，避免了水经历多重气液相变造成的能量浪费。具体而言，研发的温敏纳米纤维吸附剂(PNIPAAm-CNTs-PNMA@LiCl)，可以将空气中的水蒸气直接吸附，并在升温至40^{o}C时以液态水直接挤出，避免了水经历“气化-液化”造成的能量浪费。这种材料在相对湿度15%、30%和60%下分别达到了0.43、0.89和1.48g g^{-1}的吸附量。

取水过程中温敏组分与氯化锂呈现了博弈现象，阶跃湿度由原本的11% RH延后至 35% RH。在收集相同水量情况下，所需冷凝温度由20^{o}C提升为45^{o}C。该材料还具有出色的动力学特性，能在2小时干旱工况下吸附至饱和，曝露在太阳光下5分钟内渗出液态水。团队结合吸附式空气取水的热力学框架和全球高精度气象数据，建立了全球潜能模型并证明了温敏纤维在干旱和半干旱地区的应用价值。该研究为实现高效的太阳能空气取水技术提供了新的思路。

中华人民共和国 中央人民政府网站

版权所有：国家自然科学基金委员会 京ICP备05002826号

京公网安备 11040202500068号

地址：北京市海淀区双清路83号 邮编：100085

事业单位

政府网站找错