

国大新研发有助缓解缺水问题

吸水气凝胶 捕捉空气水分转成饮用水

测试显示，因本地环境的相对湿度高达70%，每公斤气凝胶每日可完成12轮的水分吸附和释放循环，一天下来能生产10公升的饮用水。气凝胶即使重复使用超过100次，吸收和释放水分的功能和效率也不会减弱。

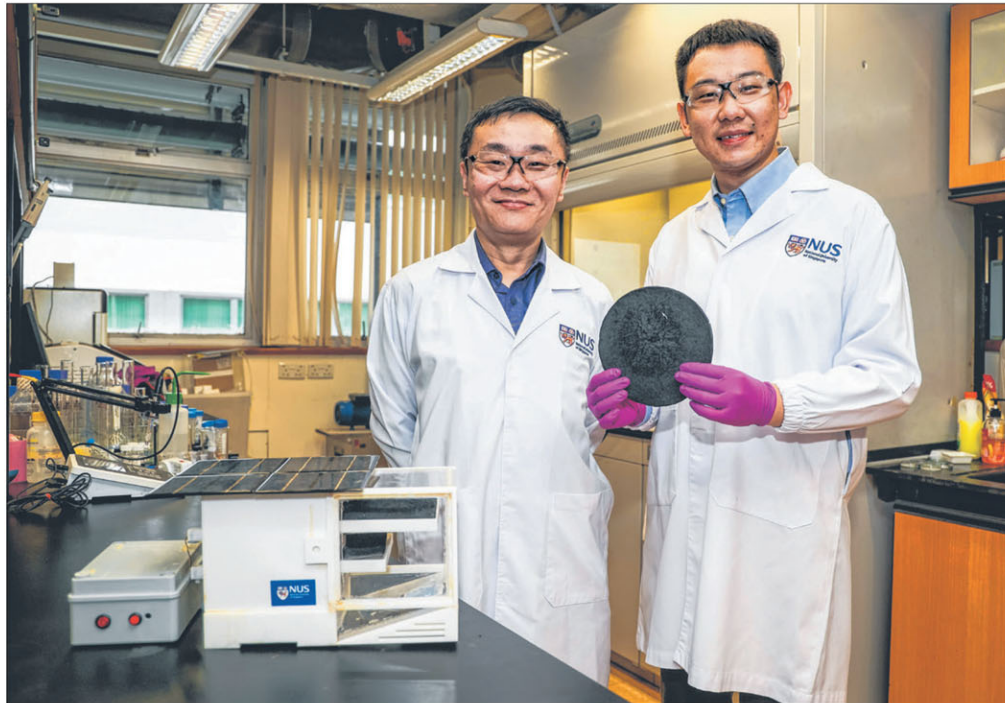
蔡玮谦 报道
cweiqian@sph.com.sg

不起眼的黑色气凝胶默默吸附空气中的水分，并在特定温度下释放水分，以较低成本与海水淡化的水生产过程形成互补，缓解全球缺水问题。

这款多孔气凝胶 (aerogel) 由新加坡国立大学研究团队研发，成员包括设计与工程学院材料科学与工程系副教授陈瑞深，以及设计与工程学院研究工程师曲浩。

研究团队先通过冷冻干燥方法，将海藻酸钠 (sodium alginate) 和碳纳米管 (carbon nanotube) 制成气凝胶，之后进行交联 (cross-linking) 强化结构，再加入镁络合物 (magnesium complexes)，提高气凝胶的水分吸附能力与效率。

海藻酸钠的亲水性高，适用于水分吸附剂；碳纳米管则能吸收热量且耐热。气凝胶会持续吸收空气中的水分，并在50摄氏度下释放附着的水分。研究团队可以根据部署环境和使用需求，调整气凝胶在什么温度下释放水分。



目前较为常见的水分吸附剂是硅胶 (silica gel)，每公斤硅胶一般最多可吸收约0.3公斤水分。相比之下，每公斤的气凝胶可吸收高达5.4公斤水分，水分吸附效率要高出十几倍。

全球二三十亿人 每年缺水至少一个月

测试显示，因本地环境的相对湿度高达70%，每公斤气凝胶每日可完成12轮的水分吸附和释放循环，一天下来能生产10公升的饮用水。气凝胶即使重复使用超过100次，吸收和释放水分的功能和效率也不会减弱。

气凝胶也能有针对性地只吸附水分，不会吸收空气中的灰尘或其他化学物质；这一过滤功能使气凝胶更适用于在空气污染严重的环境中生产饮用水，或安置在农业温室上方充当灌溉系统。

2023年发布的《联合国世界水发展报告》指出，全球过去40年的用水量以每年约1%的速度增长，而全球每年有20亿至30亿人会深陷缺水状态至少一个月之久。预计到了2050年，全球面临缺水问题的城市人口会从2016年的9.3亿人，增加17亿至

24亿人。陈瑞深接受《联合早报》采访时说，研究结果显示气凝胶吸附的水可以安全饮用，为解决全球缺水问题带来一线曙光。

“气凝胶犹如饮水机，人们可以把它安置在家中，无须额外的过滤系统，就能收获一杯干净的饮用水。我们之前也试过用气凝胶吸附的水来养鱼，鱼儿也能健康生长。”

自2018年以来，新加坡投资至少30亿元，建设海水淡化厂、新生水厂和扩充用水回收设施，已经竣工启用的有大士海水淡化



▲研究团队先通过冷冻干燥方法，将海藻酸钠和碳纳米管制成多孔气凝胶，之后进行交联强化结构，再加入镁络合物，提高气凝胶的水分吸附能力与效率。(白艳琳摄)

▲两名研究员手里拿着的就是再生水新希望——黑色物体多孔气凝胶，它能吸附并过滤空气中的水分，释放饮用水，形成又一类“新生水”。左边是新加坡国立大学设计与工程学院材料科学与工程系副教授陈瑞深，右边是设计与工程学院研究工程师曲浩。(白艳琳摄)

厂(2018年启用)、吉宝滨海海水淡化厂(2020年启用)、裕廊岛海水淡化厂(2022年启用)。

气凝胶生成饮用水 成本低使用环境不受限

陈瑞深说，海水淡化消耗不少能源，整体成本不菲，气凝胶不仅材料成本更便宜，也可以采用天然的太阳能释放水，以更可持续方式解决缺水问题。

“海水淡化设施只能建在靠近海水的地段，气凝胶则不受地理位置限制，即使在沙漠或高山

上也能使用。”

每平方米的气凝胶制作材料约为2美元(约2.7新元)。每平方米的材料重约700斤，厚度约五毫米。陈瑞深说：“这是实验室规模的材料采购成本，若制造规模得以实现商业规模，相信能进一步压低成本。”

研究团队已为气凝胶申请专利，接下来希望获得更多风险投资，扩展生产规模。

陈瑞深认为，这种水分吸附技术其实不缺乏市场，像是市面上的硅胶单在亚太地区的运输领域价值就达1亿美元。