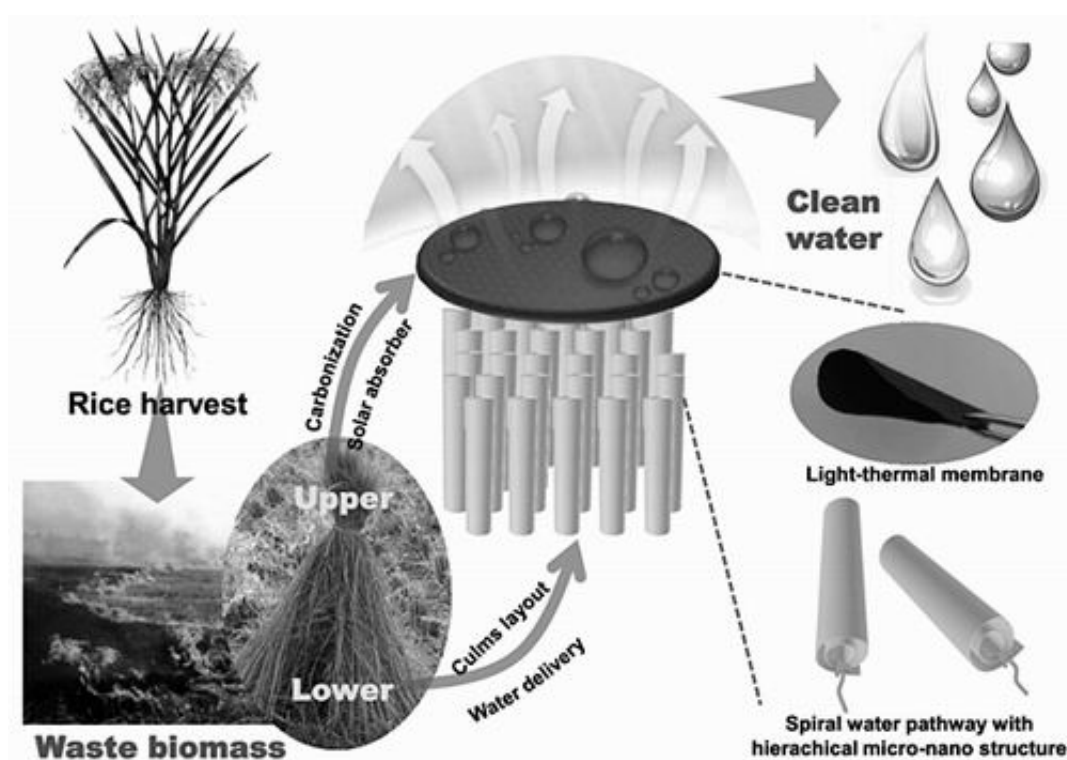


科学家研发全生物质界面光热蒸馏器

作者：张晶晶 来源：中国科学报

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4712.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！



基于水稻秸秆的全生物质光热蒸馏器设计原理

科学家研发全生物质界面光热蒸馏器。由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃生物质原材料，更具环保意义。

水是生命之源，是人类赖以生存的必要条件之一，但全球水资源情况却不容乐观。联合国发布的《2018年世界水资源开发报告》显示，由于人口增长、经济发展和消费方式转变等因素，全球水资源的需求正在以每年1%的速度增长，而这一速度在未来20年还将大幅加快。《报告》还指出，未来数十年，水质还将进一步恶化，对人类健康、环境和可持续发展的威胁将只增不减。

近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员刘富团队近期研发了一种全生物质界面光热蒸馏器，该蒸馏器由水稻秸秆制成，依靠太阳能就可以实现纯水的提取。相关论文发表在ACS APPLIED MATERIALS INTERFACES上。

用太阳能实现无能耗分离与纯化

传统的分离与纯化技术是一个高能耗、高成本的过程，在当前能源危机和环境压力不断增加的情况下，急需革新技术以突破能耗障碍。

刘富在采访中告诉《中国科学报》，在浙江大学读研阶段，他就跟随导师徐又一教授开始从事聚合物分离膜的相关研究。结束英国帝国理工学院的博士后研究工作后，2010年回国加入中科院宁波材料技术与工程研究所，一直致力于聚合物膜的材料研发与多功能应用研究。

分离膜研究了十几年，有一个问题他始终没有得到答案：如何降低分离与纯化过程中的能耗问题？

刘富解释说：虽然相对于其他分离技术，膜分离已经是相对能耗较低的一项技术，这也是它得以广泛应用的原因之一。然而在能源日趋紧张、资源严重短缺、生态环境恶化的今天，进一步降低能耗，减少二氧化碳排放，是分离与纯化技术继续发展所必须解决的问题。如何才能在高速发展的经济社会中走出一条绿色之路？

一次学术会议上的偶然发现给他带来了灵感，那是一项关于光热转化材料的报告。太阳能作为一种清洁、可再生能源，如何进行高效开发和利用是全世界科学家关注的话题。

刘富对此感到十分兴奋：如果能将太阳能结合到分离与纯化领域，甚至是膜分离应用中，那将是一项低能耗或无能耗的二氧化碳零排放技术，那是不是就能实现低能耗甚至无能耗的分离与纯化？

全生物质光热蒸馏器诞生

沿着这个思路，团队开始思索能否找到一种光热转化材料，来实现对水的净化和提纯，解决水资源短缺地区人们的饮水问题。然而目前大部分研究的光热材料，包括等离子激元材料(如金、银等纳米颗粒)、碳纳米材料(如石墨烯、碳纳米管等)和半导体材料(如TiO₂、Ti₃C₄、MoO₃等)，大多存在制备复杂、成本高的问题，且大多难以规模化。

最后成为种子选手的是最常见的农作物——水稻。作为一种蒸腾系数很高的作物，水稻秸秆内部有独特的毛细内腔和多级微纳结构的壁面。

这赋予了水稻秸秆非常优异的自下而上、无障碍供水能力，可将污水、泥水、盐水等泵抽到上方，内部通道不会被堵塞，保持稳定汲水能力。论文第一作者方齐乐博士解释说。

他们将粮食收割后的水稻秸秆再利用。将秸秆一分为二，上部分叶片经过简单碳化得到多孔碳基光吸收材料，并与纤维素材料复合制成一张高稳定性、高机械强度的多孔光热蒸发膜——该蒸发膜太阳光吸收达89.4%，太阳照射下表面温度能迅速达到72摄氏度；下部分秸秆直接用来作为汲水通道和支撑体。光热蒸发膜和汲水通道组装成为一个全生物质界面光热蒸馏器，而它们全部都是由水稻秸秆制备而来。

我们将该光热蒸馏器放置在透明密闭蒸发腔室内进行室外海水淡化的连续模拟实验，在晴天和多云天气下日产水量分别为6.4~7.9 kg/m²和4.6~5.6 kg/m²，且盐离子去除率保持在99.9%以上，水质直接达到饮用标准。刘富介绍说，只需一平方米这种光热蒸发膜，制取的淡水完全能够满足两

三个成年人一天的饮水需求。

此外，除了适用于海水淡化，该生物质光热蒸馏器还可从滩涂、湿地、沼泽等含水介质中稳定提取纯净水，适用于野外、岛礁以及落后缺水地区应急取水，并且可以就地取材。

与其他生物质光热材料相比，如木头切片碳化材料、蘑菇碳化材料，由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃生物质原材料，更具环保意义。

光热转化技术绿色新应用

除了相对简单的水溶液体系，在很多情况下，需要分离与纯化的体系是非常复杂的，常常涉及高盐度或强酸强碱溶液、极性有机溶剂、油水混合体系等。研究团队从实际需求出发，对高稳定性、可规模化制备的光热转化材料开展研究并进行多介质体系的纯化应用。

团队近期研发的碳纤维、普鲁士蓝等光热转化材料具有高光吸收(92%~94%)、耐有机溶剂、结构稳定的优势，且可规模化制备，已成功应用于高盐海水(10 wt%)、油水乳液以及一系列有机溶剂(介电常数2.38~37.78)的光热纯化，在保持99.9%去除率的前提下，蒸发通量从丙酮的29.2 Lm⁻²h⁻¹到N-甲基吡咯烷酮的0.73 Lm⁻²h⁻¹不等;对部分有机溶剂的纯化效率与传统压力驱动的耐有机溶剂纳滤膜相当。据介绍，其研发的碳纤维和普鲁士蓝光热材料及时在高极性溶剂的长期光热运行中，也能够保持稳定的机械强度，具有重要的实际应用价值。

刘富表示，团队目前正在继续开展一系列关于光热转化技术在不同体系里的分离与纯化应用研究。后续也将在传统膜分离过程中融合光热转化技术，利用太阳能作为绿色切入点，探索进一步降低能耗的突破口。

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