

中国材料大会 2024
暨第二届世界材料大会
CMC 2024 & WMC 2024

July 8-11, 2024
Guangzhou, China

A07-界面蒸发材料与器件
A07-Interfacial Evaporation
Materials and Devices

Organized by

Chinese Materials Research Society

Website: <https://cmc2024.scimeeting.cn>

A07. 界面蒸发材料与器件**分会主席：苗蕾、杨波、徐凝、黄玮**

最终交流类型：主题报告

基于吸附的能量-水-空气交叉研究

王如竹*

上海交通大学

吸附剂是一类具有纳米级多孔结构的材料，包括硅胶、分子筛、活性炭、氧化铝和 MOF 等。吸附剂可以通过物理吸附捕获气体分子并释放吸附热，这使其在冷却、加热、储能、空气水收集、湿度控制、空气清洁和热处理等过程获得广泛应用。由于物理吸附剂通常受到其低吸附容量和弱吸附动力学的限制，在实际应用中必须调整吸附剂的结构或者制备复合吸附剂，并进一步考虑在设备层面的合理热设计，从而在处理水蒸气、氨、CO₂ 等时实现高效吸附。面向基于吸附的能量-水-空气交叉研究，本报告将介绍高效吸附剂的合成策略、不同吸附技术中最佳吸附剂选择原则，并介绍与吸附相关的新兴应用方向。

最终交流类型：主题报告

微纳结构调控实现高效光热清洁水制取

曲良体*

清华大学

光热水净化技术以太阳能为驱动力，具有可持续、碳中和、低成本的优势，是解决全球水资源危机的重要策略之一。其净化原理主要基于热蒸馏过程，而地表水体中存在着复杂污染物，难以通过简单蒸馏的方式完全净化，残留的污染物被饮用后会严重损害人体健康。同时，复杂污染水体会造成常规膜体的污染，影响其功能稳定与应用。我们系统探讨了太阳能蒸发材料界面调控的基本策略和原理，以实现高效的太阳能水蒸发性能。我们特别关注了微纳结构组装、表面结构调控、多层结构设计、水运输通道设计和水活化等代表性策略，展示了提高太阳能水蒸发性能的巨大潜力。利用这些太阳能蒸发器进行长时间海水淡化和废水处理以去除各种污染物，直接排除有机物、无机物、细菌、盐、油等对蒸汽和膜体的污染。提出了太阳蒸馏器的装置设计，通过优化装置的关键配置实现高效的光利用、水冷凝和热能回收利用，从而可持续、高产量获得清洁水的收集。

最终交流类型：主题报告

基于微纳结构的光热调控

朱嘉*

南京大学

光和热是自然界最普遍也是现代社会最常用的两种能量形式。微纳结构由于其特殊的尺度和形貌，可以对光和热作有效调控，从而为能源、环境等领域提供全新的机遇。这个报告中将列举基于光热调控的几个例子。

第一个例子关于大自然的光热效应。我们系统地发展高效界面光蒸发的太阳能水处理技术，从而为高效、低成本、低碳排放的水处理提供了新思路。实现了宽带、高效的等离激元吸收体，展示了等离激元增强的太阳能海水淡化器件；基于仿生学原理，提出并实现了“二维水通道”设计和“人工蒸腾”结构，率先展示便携、高效率、低成本的太阳能海水淡化技术；基于界面光热转换的热能回收、存储与再利用，实现了基于太阳能的水与电联产双功能器件；在此基础上，发展了光热空气取水器件，并提升了其动力学吸脱附特性。

第二个例子是关于宏观世界的光热效应。辐射制冷技术是一种新型制冷技术，主要将物体的热量通过大气透明窗口（8–13 微米）辐射到外太空（3K 的温度）进行降温。高性能辐射制冷要求辐射制冷体在大气透明窗口波段具有高发射率，所以选择性辐射制冷体的设计和制备极其关键。我们通过分子与纳米尺度

的分级设计，制备了在中红外具有选择性发射和高效太阳光反射的聚合物纳米纤维薄膜，从而实现了高性能全天候辐射制冷性能；基于传统丝绸微观结构与光学性质的理解，我们发展了纳米颗粒增强型的丝绸，实现了低于室温的辐射降温织物；基于可降解的纳米纤维，发展了环保的辐射降温材料，可以用于冷链与食物的保存等应用领域。

最终交流类型：主题报告

光热过程在非常规水资源-清洁能源协同可持续发展中的一些新尝试

王鹏*

中山大学

在所有可再生能源中，太阳能具有最高的自然丰度和最低的地域限制性。因此，太阳能的高效利用是“水-能源-环境”低碳协同可持续发展的核心内容之一。近期，随着新一代光热过程的出现和不断发展，基于太阳能的光热转换受到了广泛的关注，其应用范畴也在不断拓宽。这个报告将展示基于太阳能光热的清洁水生产和高盐度废水处理技术的一些新进展，同时介绍其在能源领域的拓展应用。整个报告将分为三个部分。第一部分将首先回顾太阳能光热界面水蒸发领域的最新进展，并介绍“光电-膜蒸馏-零排放”一体化设计和应用展示；第二部分将介绍太阳能驱动的基于水蒸气吸附的空气中的水蒸气收集技术；第三部分将聚焦于太阳能光热驱动的三维盐结晶器以实现工业废水零排放处理。

最终交流类型：主题报告

多功能光热蒸发器的开发和应用

徐浩兰*

南澳大利亚大学

太阳能界面光热水蒸发为可持续海水淡化提供了一种全新的、有效的策略。其工作机制涉及太阳光的吸收，光热转化，限域表面加热和界面蒸发等过程。为了推动界面光热蒸发技术的实际应用，已有大量的工作投入到提高太阳能光热蒸发的蒸发速率和能源转化效率。近年来，随着光热蒸发领域的发展，要求光热蒸发器兼具多种功能使其扩展至其它应用领域。因此发展多功能的光热蒸发器成为一个新的研究方向。本报告将介绍新颖的光热材料和蒸发器的设计及其在减少能量损失，增加能量获取，降低蒸发焓，以及在土壤修复和农业中的应用。

最终交流类型：邀请报告

光热界面蒸发过程中的能量管理

黄玮*、李成成、钟雅洁

海南大学

太阳能界面蒸发过程研究在过去几年中收到持续广泛的关注，其功能不再局限于淡水提取，伴随的水或离子的迁移、富集等过程也被用于催化、发电、传感、防结冰以及提锂等领域。能量管理，如：太阳能捕获、热能利用、能量回收，是光热蒸发过程在各种应用场景中研究的核心问题。因此，我们团队在过去几年围绕光热界面蒸发过程中的能量流开展了一系列能量管理相关的研究工作，并探索其在南海资源开发中的应用潜力¹。首先，我们基于三种典型的光热转换机制，进行广泛的光热材料研究，以尽可能的吸收太阳能并转换成热能²⁻⁶。其次，我们分别从宏观过程和微观过程进行材料与蒸发结构的设计，降低蒸发界面热损耗，同时优化微观蒸发模式，提升热能利用效率⁷⁻⁹。此外，通过构建多级蒸馏器件，进行蒸发潜热的回收；通过光热膜微纳通道结构的设计，充分捕获蒸发驱动离子迁移过程中蕴藏的水能^{10,11}。最后，构建单向流体膜结构实现水盐联产¹²，开发分级多孔生物质吸附剂¹³，为光热界面蒸发过程用于南海资源提取与岛礁环境修复中的进一步探索奠定基础。

参考文献：

1. Nano Energy 2023, 107, 108155.
2. Sustainable Energy & Fuels 2019, 3 (11), 3000-3008.
3. Nano Energy 2020, 69, 104465.
4. Journal of Materials Chemistry A 2021, 9 (27), 15462-15471.
5. Journal of Colloid and Interface Science 2023, 650, 1044-1051.
6. Carbon Energy 2024, 6, e466.
7. Small 2020, 16 (23), 2000573.
8. Materials Today Sustainability 2022, 19, 100223.
9. Nano Letters 2024, 24 (5), 1753-1760.
10. Nano Energy 2021, 86, 106112.
11. Advanced Fiber Materials 2024, 6 (1), 243-251.
12. Chemical Engineering Journal 2023, 461, 141954.
13. ACS Applied Materials & Interfaces 2022, 14 (29), 33032-33040.

最终交流类型：口头报告

先进太阳能蒸发器设计及应用

张盼盼*

河北工业大学

我国严重的水资源短缺已成为影响和制约经济、社会可持续发展的最大“瓶颈”。新兴的太阳能界面水净化技术使光热转换效率大幅提高，是一种低碳环保、低成本解决水资源短缺的有效途径。但面向复杂不可用水源，如何进行先进太阳能蒸发器设计，实现高效、高抗污、可持续清洁水获取是关键所在。因此，通过调控太阳能蒸发器的微观/纳米结构和表面化学性质，采用定向冷冻干燥、缺陷调控、激光加工等手段开发具有特定微观结构的新型太阳能蒸发器，改变水的传质和蒸发行为，致力于高的水蒸发速率和光热转换效率；提出了一种超级吸水凝胶的概念，构建特定的水分子通道使水蒸发，实现对水中挥发性有机物优异的去除效果，提高其耐用性和抗污性能，实现可持续清洁水获取；进一步综合考虑光热材料开发的适用性和经济性，基于强氢键修复和相对低温定向重构策略制备具有优异机械性能和宽范围适用的太阳能蒸发器，实现在不同盐度和温度环境下清洁水收集，直至原溶液高倍浓缩和盐颗粒结晶，以期推动其缓解清洁能源需求和水资源短缺的实际应用。

最终交流类型：口头报告

基于两性离子水凝胶构建太阳能海水蒸发器

郑司雨*

浙江工业大学

通过太阳能驱动水蒸发实现水电联产是一种可持续、低成本、高效的产电产水方式，能同时减轻淡水和电力短缺等问题。然而，水蒸发器在海水及高浓度盐水中的蒸发效率受盐的限制，开发能在盐水中具有强水化和水传输能力的凝胶蒸发器十分关键。本文基于一种含“苯基-亚甲基-咪唑”结构的两性离子聚合物构建高耐盐的太阳能水蒸发器并用于水电联产。其中，上述结构可作为强离子结合位点强化两性离子水凝胶的反聚电解质效应，提升其在盐介质中的水化能力、盐吸附能力，同时降低蒸发焓且实现长效防污。在分子设计基础上，作者还借助聚两性离子热致相分离行为和原位生长聚吡咯等手段，构建梯度泡孔结构、促进水分纵向输送、实现高效热管理。所得凝胶在海水中的蒸发速率达 $3.17 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ （为纯水中的 1.6 倍），且在连续 8 小时长时使用过程中很好维持。同时，利用蒸发器蒸发时两端所产生的温度/盐度差，单个凝胶器件可产生 321.3 mV 的电压，且总输出电压可通过串联多个凝胶器件提升。

最终交流类型：邀请报告

点-面低维材料组装促进太阳能界面转化利用的研究

武炳星、胡胜亮*

中北大学

零维的碳点与二维纳米材料组装成新结构，用于太阳能界面水蒸发、催化反应与发电。本报告论证了点-面低维材料组装的方法及所得组装体对太阳能吸收与转化的优势，提出了不同组元在太阳能转化过程中的协同机制，获得了具有海水淡化与发电双功能的太阳能蒸发器，实现光热协同催化。

最终交流类型：口头报告

水凝胶界面蒸发材料多孔阵列结构的调控及海水淡化性能

程丝*、谢权沛、文勇、谭洁薇

苏州大学纺织与服装工程学院

冷冻铸造是一种有效制备各向异性多孔阵列结构的方法，通过调节冷冻干燥的模具或工艺条件从而控制冰晶的生长，可以得到不同的多孔阵列结构。不同的多孔阵列结构在水运输和热管理上效果不同，从而影响界面海水淡化的蒸发速率及拒盐性能。此外，近年来，水凝胶材料在太阳能海水淡化领域的应用也引起广泛关注。水凝胶中含有大量的亲水性官能团，亲水官能团可以通过氢键或静电作用等与水分子结合，从而改变分子间作用力和氢键网络，有效降低蒸发焓加速气化。在此，我们报道几种组合多孔阵列结构水凝胶材料，并探讨其对太阳能界面蒸发海水淡化性能的影响。

最终交流类型：口头报告

三维石墨烯光热转换海水淡化材料的制备及性能研究

杨扬*

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所

传统海水淡化技术面临着一些难以攻克的难题，成为碳达峰、碳中和发展理念下的严峻挑战。利用清洁的太阳能对海水进行加热-蒸发-冷凝，是获取清洁淡水的新途径，近几年发展的太阳能界面加热技术利用光热转换材料将吸收的太阳光能直接、高效地转化为热能，并在空气/水界面处聚集，能够有效避免热量扩散至水体，从而获得较高的海水淡化效率。

界面光热转换过程中所使用的光热转换材料是决定该技术能否实际应用的关键。石墨烯具有吸光宽频、比表面积高、易于化学修饰等优点，是构建上述兼具高吸光、低热导和良好水传输性能材料的理想构筑单元。

本研究主要围绕着如何优化太阳能蒸汽发生技术的光热材料，水分传输通道以及能量管理等关键问题，通过合理的创新设计制备了 Janus 材料。深入地研究了其光吸收特性，光热水蒸发性能，净水能力，及其对环境能量的利用。通过简单的紫外-臭氧可控处理手段，对三维石墨烯材料进行亲水程度可控修饰，获得上层亲水、下层疏水的三维石墨烯膜材料，该材料在 1 kW m^{-2} 的光照下具有 94.1% 的光热蒸汽转换效率。基于该材料的海水淡化器件可以对不同浓度的海水进行淡化处理，脱盐率 $>99.99\%$ 。并且在长期高盐度的海水淡化过程中，表面没有盐分析出，表现出优异的耐盐、抗结垢性能。

最终交流类型：口头报告

低粘附连续打印 3D 界面蒸发材料研究与应用

吴磊*

中国科学院化学研究所

3D 打印是一种区别于传统减材（切割、刻蚀等）制造方法的增材制造技术。其中光固化 3D 打印技术是一种基于光固化树脂成型的技术，被广泛研究与使用。但受到聚合界面粘附和台阶效应等因素的影响，目前 3D 打印的制造速度慢、树脂利用率低、打印结构光滑度差。针对上述问题，报告人提出利用仿生润滑光固化界面替代传统的光固化表面的方法，消除了打印过程中树脂聚合粘附对打印速度和精度的影响，实现了高速连续 3D 打印过程；优化固-液粘附并提出了单墨滴 3D 打印的策略，显著提高了打印的精度，抑制台阶效应，实现一滴树脂 3D 成型和目前最高的树脂利用效率；成功创制了连续 3D 打印原型设备，构筑了一系列传统工艺难以制造的 3D 结构，用于定位盐结晶[5]增效太阳能蒸汽的产生及其在高效海水淡化领域的应用。

最终交流类型：口头报告

A07-P01

基于热管的吸光-蒸发解耦装置设计及太阳能界面蒸发性能研究

黄智健*、曾泓臻、李威泓、魏于钧、余树东

中山大学·深圳

近期随着太阳能界面蒸发器（ISSG）领域的发展，它在蒸汽发生、海水淡化和污水处理方面具有重要的潜力。然而，传统的界面蒸发器在长时间运行的过程中会存在诸如盐积聚、蒸发界面表面蒸汽造成的光散射等挑战，这些挑战在严重影响蒸发器性能的同时还阻碍了太阳能海水淡化技术的实际应用和持久性。因此，本研究引入了一种新型基于热管的吸收-蒸发解耦 ISSG（Decoupled-ISSG）装置。我们的装置采用了分离式设计策略，将传统界面蒸发的吸光面与蒸发面解耦，借助相变传热热管将吸光面转化的热能高效传导到蒸发面，从根本上解决盐分结晶对吸光面的污染以及对供水通道的堵塞。装置集成了热管的高效热导性，显著提高设计的灵活性，让独立优化装置光吸收能力以及蒸发能力成为可能。分离式设计确保光吸收侧不受海水腐蚀、盐积聚和蒸汽散射的影响，从而最大限度地提高光热转换效率。我们的装置在 1 个太阳辐照强度下实现了 $1.17 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的蒸发速率。在随后的冷凝和水收集阶段，该装置在 1 个太阳辐照强度下展现出 $0.45 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的冷凝速率。除了进行实验外，我们还进行了大量的数值模拟，以研究该装置的性能特性。这些特性凸显了 Decoupled-ISSG 装置在海水淡化和海上农场等应用中的巨大商业潜力。

最终交流类型：口头报告

仿生光热膜的设计及盐湖提锂性能研究

张慎祥*

苏州大学

纳滤膜分离技术具有锂镁分离效率高的优势，近年来在盐湖提锂技术得到了广泛关注。但是在实际分离过程中由于卤水的渗透压非常高，通常在预处理阶段用大量淡水将高浓度卤水稀释 10-20 倍后再进行分离，还需要采用加热蒸发或高压反渗透等方式进一步浓缩以获得固体锂产品。本研究受泌盐植物红树林选择性离子吸收和盐分泌过程的启发，我们利用离子分离膜和太阳能蒸发器的协同作用，直接从盐湖卤水中提取氯化锂粉末。利用聚酰胺膜作为离子筛分层（根）以实现 $\text{Li}^+/\text{Mg}^{2+}$ 分离，利用亲水的聚醚砜微滤膜提供水的传输通道以快速的传输水（茎），利用具有高光热转换效应的聚苯胺纳米纤维阵列作为光热层以实现水的快速蒸发（叶）。当处理 $\text{LiCl}/\text{MgCl}_2$ 混合溶液时，水和 Li^+ 在毛细管力的作用下透过 PA 膜到达光热层，而 Mg^{2+} 被聚酰胺离子分离膜的截留。随着水的不断蒸发， Li^+ 在蒸发器表面不断富集，并且可以在蒸发器的表面以 LiCl 的形式结晶出来。该研究工作将界面蒸发和膜分离相结合，为界面蒸发的应用提供新的研究思路。

参考文献

1. Shenxiang Zhang et al. Solar-driven membrane separation for direct lithium extraction from artificial

salt-lake brine, Nat. Commun. 2024, 15, 238.

2. Shenxiang Zhang et al. Metal–Organic Framework Composite Photothermal Membrane for Removal of High-Concentration Volatile Organic Compounds from Water via Molecular Sieving, ACS Nano 2022, 16, 8329.

最终交流类型：邀请报告

界面蒸发海水淡化耦合光催化制氢产电

关祥久*、张拓、马宁宁、董良、师进文、郭烈锦

西安交通大学

采用来源广泛的海水等水源进行太阳能光解制氢，具有显著的实际应用价值和潜力。单一光催化分解海水制氢的光谱利用范围有限，能量转化效率较低；通过耦合界面蒸发材料体系，可强化制氢并产出淡水，提升太阳能利用效率。本报告中，我们将介绍课题组近期在界面蒸发海水淡化耦合光催化制氢产电等方面的探索和尝试。主要包括分解海水制氢光催化材料开发及稳定性强化；界面蒸发海水淡化耦合原位光催化制氢材料体系构建；光催化分解海水耦合余热回收的氢电联产体系设计等方面。上述研究为利用太阳能全光谱产出氢电和淡水等能量物质耦合转化体系的发展提供了一些新的思路和途径。

最终交流类型：墙报

A07-P02

一步法制备天然木质基高效太阳能水蒸发器

纪春雨、杨晗*

中国科学院大学化学科学学院

太阳光-热能转换过程普遍存在于自然界中，利用太阳能蒸发海水来解决淡水资源短缺具有极大的潜力。基于生物质的太阳能水蒸发器由于其较高的环境安全性受到广泛关注。然而，由于水的蒸发焓高，大多数基于生物质的太阳能水蒸发器水蒸气产生速率较低。在这项研究中，我们在天然木材中仅通过一步原位合成碳点（CDs），利用木材中的木质素作为碳源，开发了一种基于天然木材的太阳能水蒸发器（CDs-Wood）。实验表明该 CDs-Woods 中水的蒸发焓从 2257.5 J g^{-1} 显著降低到 1003.8 J g^{-1} ，从而实现水蒸气产生率高达 $2.86 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。且该 CDs-Wood 具有高的光吸收率（95.3%）、较高的太阳能-蒸汽转换效率（81.7%）、显著的抗低温干扰能力和优异的耐盐性。这项工作为设计基于全生物质太阳能水蒸发器提供了一种高效且具有潜在规模化制备的方案。

最终交流类型：口头报告

高熵材料太阳-红外多波段辐射热调控研究及应用

何成玉、高祥虎*

中科院兰州化物所

太阳-红外多波段辐射热调控在能源、环境及生物等多个学科领域具有重要意义。然而，传统材料的元素组分有限，导致在光学性能、热稳定性、抗氧化性能以及大面积制备方面需要做出权衡。高熵材料因其丰富的组分空间以及独特的物理化学特性，在太阳-红外多波段辐射热调控领域具有极大的潜力。近年来，我们团队采用磁控溅射和固相合成方法成功制备了一些列太阳-红外多波段辐射热调控材料。通过理论与实验相结合的方式，阐明了高熵材料的微观结构、元素组分、电子分布与太阳-红外辐射性能的构效关系，揭示了高熵工程对材料红外辐射性能提升的内在机制。

最终交流类型：口头报告

鲁棒性太阳能驱动界面蒸发器的设计与开发

李吉焱*、景艳菊、孙寒雪、李安

兰州理工大学

太阳能驱动界面蒸发（SSG）作为高效、环保的先进海水淡化技术，以其成本低、能耗低、安全性高和生态环保等优点受到了学术界和工业界的极大关注。随着 SSG 技术的核心组件——光热材料的研究不断深入，研究重点正在向适用于污水处理的功能型光热材料发展。然而，SSG 在海水淡化和废水处理过程中，尤其是应对实际的工程化应用仍面临着诸多挑战。首先，光热材料的耐盐性一直被认为是阻碍 SSG 发展的因素之一，在光热材料的长期运行中，盐水通过毛细管作用输送到表面，这不可避免地会导致盐分堵塞输水通道，因此需要合理设计孔隙结构，既能保证水的供给与蒸汽的传输，又能有效减少盐垢堵塞。其次，光热材料在真实水体环境中进行水净化时，水体中的微生物可能对光热材料造成污染或腐蚀。因此，开发适用于非理想环境条件、具备更高抗污染性、耐腐蚀性和可循环利用的高效光热材料很有必要。本文针对上述问题，开发了多种鲁棒性光热材料，并对其性能进行了分析讨论。研究重点在于：①从高效率、低成本的角度出发，设计制备了多种具有垂向多级孔道结构的光热材料，实现了水的定向传输，优化了太阳能界面蒸发过程中水的供给、传输和耐盐性能。②借鉴 coffee-ring 效应和晶核的规律增长机制，创新性的设计和制备了基于“迁移结晶”的长效耐盐型太阳能蒸发器，实现了蒸馏水和盐的同步收集，为优化光热转换材料的耐盐性能和盐的提取提供了一种新颖、通用的方法。③通过将界面蒸发与相变储能有机耦合，在太阳光照充足的情况下，界面蒸发的同时，相变材料收集废热并将其储存，待到太阳光照减弱或是消失的情况下，相变材料释放所储存的热量，以供蒸发器可以继续蒸发，以解决界面蒸发过程中太阳能在时间和空间上供应与需要之间的不平衡问题。综上所述，本文为 SSG 提供了新的材料和研究思路，为其实际应用提供理论支撑和技术指导。

最终交流类型：口头报告

仿生界面水蒸发材料的抗生物污损设计

薛敬哲*、陆杨

合肥工业大学

仿生光热材料有效提升了界面水蒸发速率，显示出用于海水淡化和污水净化领域的前景。然而，蒸发材料不仅要能加速水蒸发，还需具备长期稳定性。特别是在各种天然水体中，材料容易被微生物黏附和定殖，形成生物污损导致蒸发性能显著下降。因此，抗生物污损是发展界面水蒸发材料需要解决的重要课题。本课题组围绕仿生界面蒸发材料展开抗生物污损设计，构建了蚕丝蛋白-硫化银纳米线仿生取向多孔支架、磁性蚕丝蛋白仿生支架、石墨烯/壳聚糖-氧化锌双层仿生多孔支架和仿橡木多孔支架。研究发现，通过抗菌纳米材料、磁感应制热和仿生抗菌涂层等手段，仿生多孔支架能在高浓度菌液中抑制微生物粘附定殖、保持孔道畅通，维持原有 86.4-94.6% 的水蒸发性能。常规支架则因微生物污损而堵塞孔道，引起水蒸发速率下降至初始性能的 56.8-65.6%。此外，上述仿生多孔支架可在自然湖水中抑制微生物污损，保持 88.8-99.5% 的蒸发性能。

最终交流类型：口头报告

三维太阳能界面蒸发器的制备及其多功能集成

李娜*¹、贺金涛^{1,2}、徐晓峰²

1. 康复大学（筹）

2. 中国海洋大学

日益严重的水资源短缺是人类社会面临的重要问题之一，保持清洁和可靠的淡水供应已成为全球性的

挑战。太阳能界面蒸发是一项新兴技术，在海水淡化和污水净化领域具有广阔的应用潜力，是最具前景的可持续清洁水生产技术之一。然而，界面蒸发器在性能提升和功能扩展方面仍然存在很多问题。本报告所介绍的界面蒸发器以天然高分子材料为基础，通过物理、化学性质的调节和合理的结构设计，优化界面蒸发器的热量传递。利用隔热和扩展冷蒸发面的策略，降低热损失，增强环境能量的摄入，提高蒸发速率。通过特定微观结构的构建提高界面蒸发器的水传输和耐盐性，实现高效脱盐。设计并改进水收集装置，提升清洁水收集速率，提高界面蒸发器在户外清洁水生产方面的实用性。另外，本研究根据界面蒸发器的特点拓展其功能，致力于构建多功能集成的器件，探索界面蒸发器在海水淡化、波浪监测、抑菌防污以及水电联产方面的应用潜力。

最终交流类型：邀请报告

利用 Donnan 效应实现太阳能光热蒸发器对铵的高效截留

穆晓江*、王毅桐、苗蕾

广西大学

挥发性污染物铵 (NH_4^+) 广泛存在于农业和城市废水中，如果在排放前不适当去除，将对人类健康和水生生态系统造成严重损害。目前，利用光热材料在空气-水界面进行太阳能驱动的水蒸发被认为是一种很有前途的水修复和净化方法，因为其具有呈分布式、占地面积小、效率高、能耗低、清洁无污染等各种优点。然而，在太阳能界面蒸发过程中，废水中的挥发性污染物（如铵和挥发性有机化合物 (VOCs)）也可以通过多孔结构挥发，这导致大多数现有蒸发器对挥发性化合物的排斥能力较低。此前，基于凝胶简单的结构排斥和它们的极性差异，已经开发了用于拦截挥发性苯酚分子的致密结构光热材料。然而，小分子铵和水分子之间极性和水力半径极为相似，不能通过光热材料的尺寸筛分效应将淡水与铵有效分离。因此，我们将带正电的聚（离子液体）片段引入凝胶内部，通过 Donnan 效应对 NH_4^+ 进行排斥，又利用聚乙烯醇通过分子间氢键调控材料的孔径分布和致密程度，增加材料的机械性能和对 NH_4^+ 的扩散阻力，在 1 kW m^{-2} 光照下，获得了 $3.32 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的蒸发速率和 96% 的铵截留率，这不仅为抑制挥发性小分子污染物提供了一种新的策略，而且对开发滤除特定污染物的太阳能蒸发器具有重要指导意义。

最终交流类型：邀请报告

3D 太阳能蒸发器表面工程：高浓度卤水高效蒸发与高效盐结晶

王振兴*

南昌大学

高盐度盐水的太阳能驱动界面蒸发以其独特的优势受到了广泛的关注。一般来说，大多数研究都集中在如何提高水蒸发速率和抑制蒸发器上的盐分积累。事实上，在蒸发过程中产生/回收盐也同样重要，因为盐也是有重要价值的。然而，如何在保持高蒸发速率的同时实现高产盐速率仍然是一个巨大的挑战，因为在大多数情况下，高效的水蒸发与盐积累是相互矛盾的。本文通过对三维蒸发器进行表面工程处理，实现了高蒸发速率和高结盐速率的兼顾：对高盐度盐水 (20 wt%) 的蒸发速率可达 $\sim 2.8 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，而产盐速率可高达 $\sim 0.1 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。而且，在不同角度的照射下，蒸发器仍能保持良好的性能。

最终交流类型：墙报

A07-P03

钛酸钡负载镍基催化剂的制备及其氨分解制氢性能研究

胡潇匀、周建华*

桂林电子科技大学

氢能是一种高效、清洁的能源形式，然而其体积密度低、难于液化等特性，使得储存与运输面临一系列技术障碍，限制其广泛应用。氨是一种优良的化学储氢体，不仅具有氢含量高、易液化、易于储存与运输、不产生有害杂质等特点。氨分解制氢技术是一种极具应用前景的低成本、高效、清洁的便携式、原位制氢技术。本课题主要研究了以下几方面内容：

钙钛矿型复合氧化物 BaTiO_3 价格低廉、热稳定性好，适用作为氨分解制氢催化剂的载体。本课题合成带状 BaTiO_3 作为催化剂载体，通过掺杂调节载体的碱性位点，研究载体对活性金属的尺寸分布、形貌、电子状态的影响，探索活性相与载体之间的相互作用，提高催化剂的催化性能。

选用镍为活性金属，调节 Ni 活性位点的数量、Ni 晶体形貌与结构、Ni 与载体的相互作用，提高 Ni 催化剂的活性。而针对传统镍基催化剂易团聚、高温易烧结等缺点，选用大比表面积、高分散性、孔隙率高、孔结构可调的金属有机框架 Ni-MOFs 作为前驱体，将金属盐引入不同的金属有机框架中，后在高温下煅烧得到均匀分散的碳氮包覆金属颗粒，实现对载体表面活性位点的优化。

采用稀土氧化物形成复合载体，有效锚定金属，保证活性金属尺寸状态，便于对其电子效应和几何效应影响催化性能的机制展开探究。利用具有高储氧能力 La_2O_3 ，增强反应过程中催化剂的金属-载体相互作用，同时增加催化剂表面的碱性位点。

最终交流类型：墙报

A07-P04

普鲁士蓝/聚吡咯复合膜用于光芬顿辅助太阳能界面蒸发净化废水的研究

邱成鹏、周建华*

桂林电子科技大学

染料等有机污染物不断排放到水资源中，易造成水污染，不仅影响人体健康，还会影响水体中的水生生物。有机污染物因其持久性较长、抗性较强、对人体健康的影响较大。大多数工业活动产生的染料直接释放到水体中，导致水体变色与污染、富营养化、影响水生生物的生物活动。

现在多种技术用于消除有机化合物，如生物降解、化学氧化和电化学转换/燃烧、臭氧氧化、Fenton 或光-Fenton 系统、超声、活性炭吸附等。这些水净化技术中，如纳滤、反渗透和膜蒸馏，需要消耗较高的能量。相比之下，界面太阳能驱动水蒸汽生成技术（ISSG），在空气和水的界面周围通过太阳能吸收器将热量局部化，提高了热利用率，降低了能耗，成为一种新兴的淡水生产技术。该技术对基础设施要求低，且利用取之不尽的太阳能，可低负荷运行提供淡水供应。一般情况下，水源水中不仅含有盐类或高沸点有机物，还含有酚类等挥发性有机化合物（VOCs）。然而，挥发性有机污染物可能与水蒸气一起蒸发并进入淡水。因此，VOCs 污染水环境的处理是太阳能净水中的致命问题，但目前关于 VOCs 污染水蒸发处理的研究进展有限。光芬顿催化可以通过活性氧化还原反应去除废水中的大部分有机污染物，包括 VOCs。常用的光芬顿催化剂存在易团聚的问题，学者研究发现，将催化剂负载到薄膜上，可以有效防止催化剂颗粒团聚，更易回收；并且催化剂薄膜可以将光能转化为热能，对溶液进行界面加热，进一步提升芬顿催化降解效果。

太阳能蒸汽与光芬顿协同处理水中有机物技术发挥了太阳能光热蒸汽和光芬顿的优点，提高有机污染物的去除效率和能源利用率。太阳能蒸汽技术通过蒸发处理污水，但是高沸点有机物蒸发时会在母液中富集，而低沸点有机物又会随蒸汽一起蒸发。将太阳能蒸汽技术与光芬顿技术联用，可以在处理水中复杂、高浓度有机污染物的同时，获得洁净水。

基于界面太阳能驱动水蒸发技术与光芬顿催化技术，本研究提出了一种界面催化与界面蒸发于一体的光热催化薄膜。该薄膜材料能够实现界面催化降解有机污染物，并且该薄膜在光照条件下，利用光能转化为热能既能促进芬顿催化降解，又能高效产生蒸汽，有效抑制苯酚挥发。采用实验室的慢速滤纸作为薄膜基底，利用超声的空化效应将普鲁士蓝纳米粒子沉积到滤纸上，再采用界面聚合将聚吡咯沉积到该薄膜上，制备出既有光热蒸发能力，又能催化降解有机污染物的光热催化薄膜 PB/PPy/Paper。

最终交流类型：墙报

A07-P05

BiSb₂-XTe₃ 合金催化剂的制备及其在锂氧电池中应用研究

刘松岩、周建华*

桂林电子科技大学

主流的非水系锂氧电池(LOB)固态催化剂在放电反应中因绝缘性的 Li_2O_2 的全覆盖导致催化剂表面钝化, 在充电时难以分解, 造成电池过电位高、放电比容量低、倍率性能和循环稳定性差等严重问题。二维层状催化剂因其催化各向异性、大比表面积和丰富的活性位点被广泛研究。本文采取一步水热法通过控制 Bi 元素掺杂 Sb_2Te_3 的物质的量制备得到 $\text{Bi}_x\text{Sb}_{2-x}\text{Te}_3$ 合金材料作为 LOB 阴极催化剂。测试结果表明, 堆垛层状(001)晶面具有优异的催化性能, 随着 Bi 元素含量的增加, 合金材料微观形貌及晶粒尺寸发生明显变化, 当掺杂的 Bi 元素与 Te 元素物质的量比为 0.6/1.4 时, 制备得六边形纳米片, 晶粒的比表面积达到最大, 在 $200\text{mA}\cdot\text{g}^{-1}$ 的电流密度下, 循环截容量为 $600\text{mAh}\cdot\text{g}^{-1}$ 时, $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{1.4}\text{Te}_3$ 合金材料首次放电比容量为 $21194.67\text{mAh}\cdot\text{g}^{-1}$, 库伦效率为 99.20%, 实现了 240 次的高循环稳定性。

最终交流类型：口头报告

CuO/ZnO heterojunctions with improved photothermal performance for interfacial solar steam generation

Qingyun Chen*, Kai Zhang, Fengfang Cai, Yi Zhao, Wenting Wang

Xi'an Jiaotong University

Interfacial solar steam generation (ISSG) has established itself as an achievable choice for sustainable freshwater production. However, the low evaporation rate hinders its practical application. Developing photothermal materials is one of the efficient strategies to enhance the ISSG performance. Herein, a p-n CuO/ZnO (CZO) heterojunction was created to further improve its non-radiative relaxation and used for the ISSG. The results showed that a heterogeneous electric field was formed between CuO and ZnO, leading to enhanced carrier separation and migration. When the CZO was electrodeposited on carbon paper (CP), named as CZO-CP, the CZO-CP exhibited excellent photothermal conversion properties, making it suitable for ISSG use. The CZO-CP ISSG, with an evaporation rate of $2.03\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ and a photothermal conversion efficiency of 93.94% under one sun intensity, showed sustainable evaporation in wastewater and seawater purification and desalination. In addition, the significant energy demand associated with the phase transition process of water evaporation from liquid to gas significantly constrains the evaporation rate. Then, a sponge like CuO/ZnO-PVA/PSS hydrogel (CZO-HH) was prepared by dispersing CZO heterojunction nanoparticles in PVA and PSS self-assembled interpenetrating double network hydrogel. The coupled hydrogel's exemplary thermal management capabilities could minimize the heat loss between the evaporating surface and the water body, thereby facilitating more efficient evaporation. CZO-HH had been observed to achieve a maximum evaporation rate of $2.35\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ and a photothermal water evaporation efficiency of 95.28%. Furthermore, the negative charge of the abundant -SO₃sulfonic acid macromolecular group in the hybrid hydrogel composition endowed it with remarkable salt resistance and a self-cleaning effect. Therefore, this work presents a novel and promising approach for efficient solar energy conversion and ISSG applications, which could contribute to mitigating the environmental and energy challenges.

最终交流类型：口头报告

聚乙烯醇基复合式水凝胶的制备及其光热驱动水蒸发

张智翔、周建华*

桂林电子科技大学

淡水资源短缺和能源匮乏已引起了全球范围内的广泛关注,并对人类和生态系统的可持续发展带来了巨大的影响,太阳能驱动水蒸发技术将太阳能收集和水净化相结合,通过光热转换材料直接传递热量促进水蒸发,是解决当前水资源短缺的有效方法之一。水凝胶拥有富含水的交联网络和具有高度可调节的物理化学性质,能够满足高效太阳能驱动水蒸发技术的严格要求。在这项研究中,我们通过聚乙烯醇、戊二醛交联形成亲水性骨架,制备了一种循环稳定性强的聚丙烯酰胺/碳纳米管/聚乙烯醇复合水凝胶。在低温下聚合的复合水凝胶展现出优异的溶胀性,能够存储自身重量 4 倍的水,同时在一个太阳光照射下,实现 $3.28 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的高稳定蒸发率。这种凝胶促进了其在可持续水净化技术中的广泛应用。

最终交流类型: 墙报

A07-P06

壳聚糖/海藻酸钠基双碳包覆纳米硅材料的制备及锂电池负极性能研究

岳小林、周建华*

桂林电子科技大学

硅因其理论比容量高、储量丰富和氧化还原电位低,被认为是下一代锂离子电池最有前途的负极之一。然而,硅在锂化过程中体积过度膨胀,导致其作为锂离子电池负极的初始库仑效率低,循环稳定性差。在这项工作中,我们通过简单的混合搅拌、冷冻干燥和高温碳化,设计出了海藻酸钠和壳聚糖衍生的双碳包覆纳米硅复合材料,通过交联海藻酸钠和壳聚糖形成碳框架,并包覆纳米硅以限制其体积膨胀。CS-SA@Si 阳极的质量比为 SA: CS: Si=1: 1: 2 的阳极,在电流密度为 500 mA g^{-1} 的循环稳定性测试中,初始放电比容量为 $2433.3 \text{ mAh g}^{-1}$,初始库仑效率为 84.1%,经过 400 次充放电循环后,容量仍为 716 mAh g^{-1} ,显示出更优异的循环稳定性。总之,本研究提出了一种设计硅基复合电极材料的新方法,旨在实现硅碳阳极的商业化。

最终交流类型: 邀请报告

高力学石墨烯气凝胶用于高效太阳能海水淡化

李晨蔚*

山东第一医科大学

石墨烯气凝胶是由二维石墨烯片层三维搭接、组装形成的超轻多孔材料。它具有超高的孔隙率、导电性、吸音性、耐高低温性、阻燃性和隔热性等特点,在能源、环境、催化和传感等领域具有巨大的应用潜力。然而,由于其极低的密度,石墨烯气凝胶容易受到不可逆的损伤,因此构建高力学性能的石墨烯网络对其功能化拓展至关重要。

我们基于二维石墨烯,构建了一系列三维石墨烯复合气凝胶。在高力学性能方面: 1) 利用聚合物辅助制备了低密度、可常压干燥的石墨烯气凝胶; 2) 以三聚氰胺泡沫为可牺牲骨架,制备了可塑形的超回弹石墨烯气凝胶; 3) 基于具有均匀孔结构的石墨烯气凝胶,通过高温退火可控地制备了超回弹石墨烯气凝胶。

基于前期奠定的坚实基础,我们进一步设计了功能性石墨烯气凝胶,并将其用于太阳能界面蒸发与海水淡化。并通过构建双层结构、氮掺杂石墨烯网络、三维结构等方式来提高蒸发性能,并探讨了蒸发性能的增强机理。最近,我们通过构建梯度多孔结构和螺旋结构石墨烯气凝胶,实现高效处理高浓度盐水(20-25%),并实现零液体排放脱盐。

最终交流类型: 墙报

A07-P07

PVA 基纳米晶纤维素水凝胶在数据加密领域的应用

郭俊江、刘静*
桂林电子科技大学

科学技术的快速发展带来的信息伪造、泄露等安全问题日益加剧，严重影响了个人信息安全以及社会稳定。相比于传统的以固态或液态为存储介质，智能水凝胶在外界的刺激下表现出形态、相态、荧光光谱等变化，这使其在信息加密方面具有很大的应用潜力。

纳米晶纤维素（CNC）受到广泛关注，由于纤维素中的葡萄糖单位，在水溶液中自由分散的胆甾糖体可以自组装成有序的胆甾体。当可见光的波长与 CNC 的螺旋螺距相匹配时，CNC 薄膜或复合材料可以显示颜色，使它们用于光学应用和对溶剂、pH、湿度和应变的刺激响应。向列相 CNC 在交叉极化下具有明显的双折射行为（在偏光显微镜下观察，可发现鲜艳彩虹色，而且局部区域存在着与指纹相似的区域）。

将 CNC/PVA 复合水凝胶通过局部聚合，在偏光显微镜下可观察到双折射现象。由于凝胶中含有大量氢键，通过将凝胶浸泡到溶液中，在硫酸根的作用下，产生氢键，使凝胶由半透明凝胶变为白色；在金属离子的作用下，氢键断开，凝胶变为透明，信息写入，且只能在偏光环境下观察到特定区域的颜色变换，完成加密。

最终交流类型：墙报

A07-P08

具有可调 LCST 的温敏凝胶用于太阳能蒸发的集水系统

龙洋*
桂林电子科技大学

太阳能是最终的能源，并且全球大量的能源利用通过热进行，因此几个世纪以来一直在持续努力开发用于太阳能-热转换的装置和系统。使用水凝胶和光热材料的太阳能驱动蒸发是一种前景广阔的淡水收集技术。清洁水通常是通过蒸发然后冷凝的方式收集的，但由于水的蒸发焓很高，这一过程需要大量的能量输入，冷凝收集水的过程复杂、效率低。因此，在自然辐照条件下高效收集淡水仍然是一项重大挑战。在这项研究中，我们设计了一种温度响应的（PPC-PNIPAm）凝胶用于高效水收集。PPC-PNIPAm 由弹性温敏聚（N-异丙基丙烯酰胺）（PNIPAm）、亲水性聚丙烯酰胺（PAM）、光致热碳纳米管（MWCNT）层和聚乙二醇（PEG）网络组成。凝胶内部的亲水/疏水转换简单且可逆，因此能快速获得液态水，可在低能量输入条件下实现高水收集率。结果表明，PPC-PNIPAm 水凝胶在 1 个太阳光照射下具有 $10.33 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的高效集水率。PPC-PNIPAm 是一种仅利用太阳辐照就能快速收集水的材料，具有长期循环稳定性，为实现高效清洁水收集提供了一条新途径。

最终交流类型：墙报

A07-P09

聚电解质基光热水凝胶的制备及对流促进太阳能蒸发和高效集水

黄俊哲、周建华*
桂林电子科技大学

太阳能光热驱动水蒸发作为一种高效持续获取淡水资源的方法，是解决当前水资源短缺的有效方法之一。它通过借助光热材料将太阳能定位在先进的太阳能-热转换材料器件上，从而能大大改善水的蒸发。从目前的工作来看，通过提高太阳光捕获和光热效率，并减少热量损失，能实现高效的太阳能驱动蒸发，但值得注意的是，海水淡化过程中的盐分积累、热传导损失、对流能量损失和辐射能量损失，对太阳能驱动蒸发效率有负面影响；此外，虽然界面太阳能蒸发器的提高了水的蒸发速率，但高蒸发速率并不能自动转化为高淡水生产。局地相对湿度的增加降低了蒸发驱动力，会导致蒸发通量降低，关键的区别在于凝结，这对最终的集水有很大的影响。

本文报道了一种太阳蒸汽发生器和蒸汽冷凝收集的集成装置，以羧甲基纤维素钠（CMC-Na）和海藻

酸钠(SA)作为阴离子型聚电解质制备了聚电解质基光热水凝胶。达到抑制盐析出的效果后,将光热蒸发区和水蒸气冷凝收集区分布在装置的两侧,对流能促进蒸发部分的太阳能蒸发,并将蒸汽导出到冷凝区进行强制冷凝收集,通过装置设计回收对流带走的热量以及冷凝潜热来活化盐水,达到高效的能量利用并提高实际淡水产率。在一个太阳下,无风条件下的水蒸发速率高达 $3.74 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$,并能引入风能进一步促进蒸发和冷凝收集。本文所报道的策略有望为开发高通量蒸发水处理、设计高效的太阳能产水系统开辟一条新的途径。

最终交流类型: 口头报告

光热转换材料/辐射制冷材料的设计及应用

朱海涛*、张灿英、吴大雄

青岛科技大学

光热转换及辐射制冷材料在太阳能光热利用、集热、水蒸发以及建筑、汽车、人体热管理等众多领域具有广泛的应用。本文首先从光与物质的相互作用介绍反射、吸收、散射、折射、透过等现象以及影响这些现象的因素;从太阳光谱、红外光谱的波长分布,说明不同应用场景对光热转换材料、辐射制冷材料的波段选择性要求,以及材料组成、微纳结构与光谱选择性的关系。其次,结合本课题组的研究成果,介绍不同应用场景下光热转换材料的设计思路及其产业化应用,如太阳能全波段吸收光热材料、太阳光分频流体、发动机冷却液、汽车玻璃光热油墨等等。第三,介绍不同应用场景下的辐射制冷材料的设计思路及其产业化应用,如日间辐射制冷薄膜和涂料、抑制冰雪融化辐射制冷材料、空天环境辐射制冷材料、太阳能电池背板玻璃油墨等。

最终交流类型: 口头报告

一体式抗倾覆三维蒸发体的设计构筑

贺金涛*^{1,2}、李娜¹、徐晓峰²

1. 康复大学

2. 中国海洋大学

光热界面蒸发是一种新颖的太阳能驱动水净化技术,可以实现高效率的海水淡化。其中,一体式三维蒸发体的设计一直是该领域的研究热点。然而,人们一直致力于提高蒸发体的水蒸发速率,往往忽略了实际应用中的抗倾覆性能。基于此,我们利用天然高分子开发了一系列具有抗倾覆能力的一体式蒸发体:通过亲疏水凝胶的一体化集成制备了具有高效蒸发性能和自漂浮特性的三维蒸发体,实现了对波浪参数的监测;通过对浮心重心的精确计算构筑了不倒翁型蒸发体,表现出优异的抗倾覆和自扶正性能;进一步通过巧妙的结构设计扩展抗倾覆式蒸发体的冷蒸发面,同时实现了优异的抗倾覆稳定性和超高的蒸发速率。这些工作为一体式抗倾覆三维蒸发体的设计提供了新的见解。

最终交流类型: 墙报

A07-P10

沙漠大气集水材料的开发及其性能研究

周涛、邢郭宇、李吉焱*

兰州理工大学石油化工学院

太阳能驱动大气集水技术作为一种从空气中获取淡水的新兴技术。一般通过吸湿材料的物理吸附化学吸收来实现集水过程。针对吸湿材料制备过程繁琐、降解回收困难、盐泄露等问题,本文将纤维素纳米纤维、壳聚糖(CS)和聚乙烯醇(PVA)三种亲水性材料共混,用戊二醛进行化学交联,冷冻干燥后形成3D

多孔泡沫，作为复合吸湿材料的基底。通过在基底材料中掺杂氯化锂，并在气凝胶表面喷涂光热转换材料聚吡咯（PPy）制备出复合吸湿材料 LiCl@CCP-PPy。该气凝胶具有良好的热稳定性，经历浸渍、烘干等操作过程后未出现体积收缩现象。LiCl@CCP 具有良好的溶胀性能，孔隙率高达 80.22%，并且具有超亲水性（亲水角度为 0°）。此外，LiCl@CCP-PPy 的光吸收率高达 90%以上。基于以上性能，LiCl@CCP-PPy 在 25°C 和 90% RH 的条件下，吸湿能力高达 4.48 g/g，在 1 kW/m² 的光照强度下，3h 内的解吸率可达到 96%，并且该材料在 20 次循环中显示出循环稳定性。此外，本文设计了集水装置，与 LiCl@CCP-PPy 形成一套完整的集水系统，并在腾格里沙漠进行了应用，成果实现了低湿度环境下的大气水捕获与解析，验证了太阳能驱动大气集水在沙漠中的实用性和可能性。

最终交流类型：口头报告

多孔界面蒸发器的构建与器件应用

彭亮*

香港理工大学

功能介孔碳材料是新兴起来的热门介观结构材料，其具有巨大应用潜力。这主要是因为介孔材料不仅具有一般介孔材料的性质，例如 2 - 50 nm 可调的孔径、大的孔容、高比表面积等，还具有自身独特的性质，如质轻、刚性的骨架、可调的导电性和化学活性等。使其在催化、储氢、分离和电化学等领域具有广阔的前景。至今，人们发展了多种方法来调控介孔材料的形貌与结构，包括喷涂、滴注、Stöber 法、胶体辅助组装、限域组装和固态反应等。然而，采用上述方法合成的介孔碳纳米材料的形貌和介观结构依然不能满足时代发展的需求。同时，对于介孔材料的合成机理的研究还不够深刻，应用研究也十分有限。因此，进一步开发一种简单易行的合成方法来构建功能性的介孔材料，对其合成机理进行深入的研究，充分发挥其应用潜能，具有重要意义。基于这些需要，我们围绕新型介孔碳材料的开发合成、新颖形貌的设计、介观结构的调控以及骨架的功能化等方面开展了系统性研究。同时，针对性地研究了这些材料在太阳能海水淡化等方面的应用。

1. Peng, L. et al, *Nat. Protoc.* 2023, 18, 1155–1178.
2. Peng, L. et al, *Nat. Commun.* 2023, 14, 8148.
3. Peng, L. et al, *Science Adv.* 2021, eabi7403.
4. Peng, L. et al, *Chem* 2021, 7, 1020.
5. Peng, L. et al, *J. Am. Chem. Soc.* 2019, 141, 7073.
6. Peng, L. et al, *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 15754.

最终交流类型：邀请报告

黑色素材料的光热性能调控及界面蒸发应用

徐源廷、李乙文*

四川大学高分子科学与工程学院

光热界面蒸发由于其分别是以地球上最丰富的海水和太阳能为原料和驱动力，为清洁水资源的生产提供了一条绿色低碳的途径，而该方法的核心是所使用的太阳能蒸发器，尤其是其中具有光热效应的光热材料。如以聚多巴胺为代表的黑色素就是一类典型的有机高分子光热材料，并且凭借其强粘附等多功能性以及高活度的化学结构被广泛用于设计各类功能材料，从而在光热杀菌、光热治疗、光热界面蒸发等领域都开展了大量的热点基础研究。但这类黑色素材料，虽然其具备不错的光热转换效率，但其有限的光吸收能力往往限制了光热性能的进一步提高，这也导致了目前它在光热界面蒸发这个领域的研究更多聚焦于通过设计蒸发器结构来提高效能，而缺乏了对光热材料本征光热性能及其他功能拓展的深入探讨。

黑色素的大分子结构比较复杂,单体的聚合过程既包含了无规的共价偶联反应,又涉及超分子组装过程,人们很难对其结构与性能进行有效调控。为了进一步提高这类有机高分子材料的光热性能,我们从其大分子结构的电子效应出发,通过不同的材料化学策略在聚合过程中引入新的结构基元构建电子给-受体对来调节材料的能级结构,有效降低了材料的能带隙和增加了电子离域效应,实现吸收光谱红移,涵盖了更多的可见光区域,显著提升了材料的光热性能,从而制备了一系列具有高光热转换效率和不同功能的人造黑色素材料。我们进一步将改性后的材料通过合适的加工手段制备获得一系列多功能、强光热转换效能的复合材料(如涂层、复合膜和气凝胶材料等),并将其用于海水和其他复杂环境水体的光热界面蒸发、光热发电、湿气发电等应用,取得了良好的效果。

最终交流类型: 口头报告

In Situ Carbonization of Biomass for Ultrahigh Solar Vapour Generation

Shasha Huo*

清华大学深研院热科学实验室

Solar interfacial evaporators can efficiently harvest solar energy for seawater desalination, sewage treatment, and air humidity regulation. However, evaporation rates under one sun are rarely higher than $3 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. High evaporation rates require expensive light concentrators. The mechanism of further improve the evaporation rate has not been fully elucidated. Here, we demonstrate a method for producing in situ biomass material that exhibits an evaporation rate of up to $4.9 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ with a 98% solar utilization efficiency under one sun. The material has five structural characteristics: high solar absorption, low thermal conductivity, intrinsic hydrophilicity, hierarchical microstructure, and large specific surface area, which make it perform well in solar energy utilization and heat loss reduction. In addition, after quantitative numerical analysis, we found that the evaporation is in the transition zone between interfacial and volumetric evaporation, and absorbs immense heat from the environment. With this method, inexpensive, easily accessible biomass are directly carbonized to create a robust solar receiver and evaporator for water purification systems.

最终交流类型: 墙报

A07-P11

中空碳壳包覆纳米硅复合材料锂离子电池性能研究

陈孔梅、周建华*

桂林电子科技大学

硅负极材料因其高理论容量、成本低廉和储量丰富等优点,成为备受关注的锂离子电池负极材料的候选者之一。但硅负极在电池循环过程中存在极大的体积膨胀问题,抑制了硅负极材料的发展和应用。为缓解硅基负极在循环过程中的体积膨胀问题并提高其电导率,本文通过简单的溶液包覆、单宁酸刻蚀和高温热解工艺制备了中空碳壳包覆纳米硅复合材料,并对其形貌结构以及电化学性能进行研究。结果表明,中空碳壳包覆纳米硅复合材料(Si@void@ZIF-8)具有优异的循环性能和倍率性能。 0.5 A g^{-1} 的电流密度下, Si@void@ZIF-8 电极材料首次放电比容量为 $2655.1 \text{ mAh g}^{-1}$,经过 300 次循环后仍保持在 921.2 mAh g^{-1} 。且该材料在 8 A g^{-1} 电流密度下,也显示出 238.9 mAh g^{-1} 的可逆容量。该材料展现出优异的电化学性能,对开发高容量硅碳负极材料具有一定参考价值。

最终交流类型: 墙报

A07-P12

生物质基 3D 光热材料的制备及其太阳能界面蒸发协同发电性能研究

譙敏、刘美辰、龙永、李吉焱*、李安
兰州理工大学

太阳能驱动的界面蒸发协同发电(SIE-CG)技术对于解决水资源和能源短缺问题具有重要意义。在此,我们报告了一种离子液体辅助配位的废弃生物质茶渣基微晶纤维素气凝胶(简称 TPPA-5),该气凝胶具有用于太阳能驱动的界面蒸发热电联产的垂直排列通道。在离子液体中,纤维素的吡喃环之间形成的强氢键,定向缓慢冷冻使微晶纤维素重新排列,使 TPPA-5 形成多级垂向排列的通道。这些排列整齐的通道可使盐水形成局部循环流,这有利于提高 TPPA 的蒸发效率和抗盐性能。在 TPPA 的通道中自然形成的盐度梯度使 TPPA-5 表现出卓越的发电性能。在 1 kW m^{-2} 条件下,TPPA-5 的蒸发率可达 $3.39\text{ kg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ 。由于以甲醇为高极性质子溶剂,氢质子与甲醇形成的重叠双电层效应,获得的最大输出电压为 67.534 mV ,能量利用效率为 95.95% 。此外,TPPA-5 还能净化含农药废水,具有可回收利用和环保的优点,在海水淡化和蒸汽热电联产领域具有潜在的应用价值。

最终交流类型:口头报告

基于针织立体结构的高性能太阳能界面蒸发器

支超*¹、马浩东¹、余灵婕¹、苗孟河²

1. 西安工程大学
2. 墨尔本大学

针织经编间隔织物(Warp-knitted spacer fabric)是在拉舍尔经编机上编织而成的一种特殊针织立体结构材料,它由三个系统的纱线或单丝编织而成,即两个系统的表层纱线(单丝)和一个系统的间隔纱线(单丝)。独特的三维立体结构,使得经编间隔织物作为增强材料可以有效地提高复合材料的剪切强度,间隔纱(丝)和面层的存在还有利于提高复合材料的压缩、冲击性能,因此,现阶段针对经编间隔织物的研究主要将其作为各种复合材料的“增强骨架”。

本报告报道了经编间隔织物在太阳能水处理领域的创新应用,具体来说,受莲蓬的天然结构启发,利用海藻酸钠气凝胶(SA)和还原氧化石墨烯(rGO)与经等离子体处理的具有特殊三维结构的经编间隔织物(PSF)相结合,创新性的设计出一种基于间隔织物的具有天然莲蓬仿生结构的多通道太阳能蒸发体(rGO-SA-PSF 太阳能蒸发体)。rGO-SA-PSF 通过 PSF 独特的“底层小孔”产生的莲蓬根状芯吸作用实现快速泵水,并通过亲水性 SA 包覆经等离子体处理后的间隔丝所构建出的多条定向输水通道实现高效输水。此外,由 PSF 独特的上层大孔形成的类莲蓬头的凹陷孔洞可以有效地吸收太阳光。对 rGO-SA-PSF 的光吸收和输水性能进行了测试分析。结果表明,rGO-SA-PSF 的光吸收率高达 95.6% ,并且可以在短短 4 秒内达到 36.5 g/g 的饱和吸水性。力学性能测试结果表明,rGO-SA-PSF 在 50% 应变下的应力高达 36.4 kPa ,且具有良好的循环压缩性能。依据太阳能蒸发体的实际使用场景,rGO-SA-PSF 在 1 kW/m^2 的光照强度下具有优异的蒸发性能,蒸发速率为 $1.85\text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$,蒸发效率为 96.4% ,其淡化性能超过了大多数已经报道的基于 rGO 光热转换材料的太阳能蒸发体。

最终交流类型:墙报

A07-P13

芳胺基共轭微孔聚合物的构筑及太阳能界面蒸发性能研究

王成娇、杨烨鹏、陶娆*

昆明学院

基于局域热效应,太阳能界面蒸发中光热材料将捕获的太阳能转化为热能,并局域于气/液蒸发界面,显著提高太阳能的利用效率,且绿色节能、设备成本低、普适性高,在紧凑、独立和便携式系统中具有显

著的应用优势,有望发展为新一代溶液分离纯化技术。光热转化材料是太阳能界面蒸发技术发展的关键。共轭微孔聚合物设计性强、合成方法多样、光学带隙窄,是一类具有广阔前景的光热材料。本研究通过三、四、六溴代芳烃分别与对苯二胺的 Buchwald-Hartwig 交叉偶联构建三种芳胺密度的共轭聚合物(PBP-Tr、PBP-Te 和 PBP-He)。随着芳胺密度增加,聚合物的共轭性质增强,光学带隙变窄,光热转化性能提高,太阳能界面蒸发海水淡化和湖泊水净化性能提升。在 1 个太阳光辐射下,无外加任何辅助材料,PBP-He 粉末在纯水和海水中的净蒸发速率为 1.18 和 0.96 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$,能量转换效率依次为 81.1 %和 65.7 %。本研究是共轭微孔聚合物在光热转化领域的拓展应用。

最终交流类型: 墙报

A07-P14

盐结晶定向迁移界面蒸发器的设计及机制研究

高硕、张加庆、譙敏、李吉焱*、李安

兰州理工大学

太阳能驱动的界面蒸发技术的开发对解决水资源短缺问题具有重要的意义。针对太阳能界面蒸发过程中盐结晶积累导致光热材料蒸发效率变低的问题,本文设计了一种超亲水性碳化绿藻(SH-CGA)光热材料,通过借鉴 coffee-ring 效应和晶核成核与生长规律,设计了盐结晶定向迁移装置(MCD),展示了一种构建耐盐型太阳能蒸汽发生系统的策略。超亲水的 SH-CGA 能够快速进行的水输送,同时具有 $0.042 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 的低导热系数,高光吸收率($>98\%$)和丰富的孔隙率。在 1 kW m^{-2} 光照下,蒸发速率为 $1.35 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$,转化效率为 83%。SH-CGA 为非耐性型光热材料,在蒸发过程中表面极易结晶,通过在 SH-CGA 边缘添加盐迁移载体,可有效解决 SH-CGA 表面结晶的问题。在真实阳光照射下连续工作 15 d,未观察到明显的盐积累,实现了盐(24.26 g NaCl 结晶)和水的同时收集。这一结果为创建具有实际太阳能脱盐潜力的长效耐盐型太阳能界面蒸发系统提供一种新颖而通用的方法。

最终交流类型: 口头报告

MXene 基高效耐盐光热界面蒸发器及其蒸发机制

范向前*

中北大学

太阳光驱动的界面水蒸发作为一种极具前景的可持续淡水生产技术,引起了学术界的广泛关注。易于大规模制备且能够在蒸发过程中抑制盐结晶对于太阳能蒸发器的实际推广应用是非常重要的,然而目前实现这一目标仍然具有一定的挑战性。因此,本研究采用简单的浸涂法,设计制备了一种基于碳化钛(MXene)纳米片和聚吡咯协同作用的不对称三聚氰胺海绵太阳光吸收体。此吸收体通过将不同材料的优异特性集成于一体,具有良好的光吸收能力、长期稳定性以及高效的光热转换性能。更重要的是,梯形结构的不对称效应促使盐离子从宽腿向窄腿定向传输,展示出优异的耐盐性能。因此,以 7 wt%和 10 wt% NaCl 溶液作为模拟海水进行蒸发时,太阳光吸收体在一个太阳光强(1 sun)照射下的蒸发速率分别可达 1.751 和 1.691 $\text{kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。同时,即使在高浓度模拟海水中连续蒸发 300 小时,其蒸发速率仍可以保持稳定,没有出现明显降低。这种太阳光吸收体可作为一种高效、稳定、抗盐且易于规模化生产的太阳能界面蒸发器,应用于恶劣条件下的海水淡化。

最终交流类型: 口头报告

废水中氨的分离与抑制技术研究进展

苗蕾*²、周建华¹、王潇漾²、穆晓江²、王毅桐¹

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

挥发性污染物氨 (NH_4^+) 广泛存在于农业和城市废水中, 如果在排放前不适当去除, 将对人类健康和水生生态系统造成严重损害。因此, 开发高效的氨排放治理技术具有重要意义。本文综述了氨的分离与抑制技术, 着重探讨了该技术的现状、方法原理以及应用前景。首先介绍了氨的来源、排放特点以及对环境和人体健康的影响, 强调了治理氨排放的紧迫性。随后阐述了氨分离与抑制技术的原理和方法。包括物理吸收、化学吸收、生物处理、催化氧化、膜分离法以及新型技术——太阳能光热驱动界面水蒸发抑氨: 以太阳能为主要能源输入, 在温度低于或高于沸点时通过蒸发净化水源的技术。分析了各种方法的优劣势以及适用范围, 并且探讨了新型技术——太阳能光热材料在处理含氨废水时相较于其他方法的显著优势。最后, 在总结实验研究的基础上, 对所报道的各种方法的最佳性能进行了比较, 并对太阳能光热驱动界面水蒸发技术抑氨的未来发展前景进行了展望。

最终交流类型: 口头报告

基于高近红外吸收纳米铈钨青铜的太阳能高效转化与多元应用研究

刘越*、徐江、徐楚佳、陈伟凡

南昌大学

随着全球对可再生能源需求的持续增长, 太阳能作为清洁、可持续的能源形式备受关注。如何更加高效、合理的转化、使用太阳能, 从而满足生产及生活的多方面需求是当前的热门话题。近年来, 本团队基于自主研发并已规模化生产的高近红外吸收纳米铈钨青铜 (Cs_xWO_3 , CWO) 材料, 面向海水淡化和绿色建筑领域的需求, 进行了太阳能热辐射调控技术的深入研究。

在光热水蒸发领域, 我们成功将 CWO 应用于高效海水淡化。首先, 我们结合静电自组装法合成了碳载纳米铈钨青铜气凝胶, 显著提升了蒸发器的热输出与蒸发效率 (Carbon, 2022, 195, 263)。其次, 我们基于 2D/2D CWO/CuS 纳米异质结开发了多功能光热水电联产系统, 能同时实现超高效海水蒸发、稳定的热电转化和污染物降解 (Small Methods, 2023, 7, 2300558)。最后, 我们提出了一种基于天然纤维素杂化水凝胶的光热界面蒸发装置, 通过功能基团控制和高度调节, 实现了水-热传输平衡与能量利用最大化 (Chem. Eng. J, 2024, 486, 150398)。这一系列的创新研究, 不仅提供了高效且可持续的水电联产解决方案, 还为蒸发装置的能质管理结构优化提供了新途径。

在智能玻璃领域, 我们率先将 CWO 与热致变色配合物或有机涂料进行有机-无机杂化, 首次构筑了具有全光谱太阳辐射调控、隔热保温、自清洁等功能的智能玻璃 (Small, 2023, 19, 2205833; Prog. Org. Coat., 2023, 184, 107878)。这一创新不仅为 CWO 在节能建筑门窗的应用提供了理论支撑, 也为行业的绿色环保发展带来了有价值的启示。

最终交流类型: 墙报

A07-P15

基于碳材料的光热机制调控及新型双亲水抗盐模型构建

李成成、黄玮*

海南大学

光热界面水蒸发技术革新了传统的水处理策略, 为全球水资源短缺问题提供了绿色和可持续的解决方案。光热转换效率低和蒸发界面盐结晶问题一直是制约蒸发性能的关键因素。设计优化光热颗粒, 采用非贵金属等离子体 Cu 增强碳材料的光热转换性能, 自催化生长策略实现对 Cu 纳米颗粒的保护以产生等离子体热效应; 研究石墨烯层对 Cu 颗粒的电子转移过程, 揭示其对等离子体效应的保护机制, 实现光热转换效率从 86.83% 提升至 93.43%; 借助花粉碳颗粒的自沉降特性, 制备夹心水凝胶光热膜, 相较于均匀水凝胶光热膜, 可以在减少 50% 的光热颗粒用量下, 而不影响水蒸发性能。进一步研究 N 掺杂对 Cu/C 复合材料光热性能的影响, 将 Cu 等离子体颗粒限域负载于 ZIF-8 衍生多孔碳内得到 Cu@C 复合光热颗粒, 外层微孔碳包覆不仅保护了零价 Cu 颗粒, 还提供了额外的水簇蒸发通道, 降低水蒸发焓; 而界面碳层中掺杂的共轭 N 位点与 Cu 颗粒形成强金属有机配位键, 通过电子共振在 Cu 颗粒表面和 C 平面之间实现了高效

的能量传递, 揭示了 Cu-N 共轭位点对 Cu/C 界面的光热调控机制, 可实现高达 $1.94 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的水蒸发速率。

光热界面蒸发过程中如何进行有效的离子迁移调控是实现长期高效蒸发的关键。通过构建双亲水非对称膜通道实现盐结晶的可控设计。将亲水性相对较低的聚丙烯腈 (PAN) 电纺光热蒸发层与超亲水的无纺布供水层组装形成非对称光热膜。蒸发系统上下两层膜之间的水导率差异抑制内部的 Marangoni 效应, 在膜系统内部形成温-盐循环, 而倾斜式的蒸发结构设计可将盐离子迁移调控成单向传输。该蒸发系统在循环蒸发模式下可在 10 wt% NaCl 溶液中稳定工作 200 h 而无盐结晶污染, 单端蒸发模式下可实现有效的水-盐联产, 水蒸发速率和采盐速率分别高达 $1.81 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 和 $260 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, 为长期、高效、协同提取淡水和矿物盐资源提供新的可能性。

最终交流类型: 墙报

A07-P16

多环境适应性的 Ni/CeO₂ 复合水凝胶用于高光强稳定界面蒸发的高效蒸发器

何凤美¹、杨婷婷¹、陈玉莲¹、李向阳¹、王毅桐¹、穆晓江¹、王潇漾^{1,2}、苗蕾^{*2}

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

太阳能光热驱动界面水蒸发技术: 是以太阳能为主要能源输入, 在温度低于或高于沸点时通过蒸发净化水源的技术, 被认为是解决淡水资源短缺的有效策略, 但现有的传统碳基或聚合物光热材料只适合在小光强条件下进行蒸发, 高光强下生产淡水速率较慢甚至无法在高光强下使用, 这大大降低了蒸发效率, 无法在复杂环境中快速获取净水。在这里, 我们报告了一种海绵基 PAM-Ni/CeO₂ 复合水凝胶蒸发器(NxC-SP), 探究了不同 Ni 含量 Ni_x/CeO₂ 蒸发器在多种环境条件下蒸发性能的影响。由于 Ni、CeO₂ 形成复合材料后, Ni 纳米颗粒的等离子共振吸收效应增强了可见光吸收, 蒸发器具有高效光吸收能力, 并且 NxC-SP 的热发射率较低, 有效减少了系统的热辐射损失, N1.2C-SP 复合水凝胶蒸发器在 1 kW m^{-2} 光强下获得了 $3.34 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的超高蒸发速率。此外, N1.2C-SP 展现出极强的环境适应性, 即使是在极高光照强度 (10 kW m^{-2}) 下依然能够保持 $23.79 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 超高的蒸发性能, 并且可以连续稳定运行 12 小时以上, 其结构也不会被破坏。最后, N1.2C-SP 不仅在不同浓度的盐溶液和强酸、强碱溶液中的蒸发能力出色, 而且对不同浓度的有机染料溶液的去除效果显著。这种复合水凝胶蒸发器在具有丰富太阳能但清洁水资源匮乏的地区提供了快速低成本的高效水净化新途径。

最终交流类型: 墙报

A07-P17

海绵基 SA-PAM 水凝胶的制备及其集水和光热驱动脱水性能的研究

李向阳¹、刘静¹、陈玉莲¹、何凤美¹、王毅桐¹、苗蕾^{*2}

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

大气中淡水资源十分丰富, 而且这些淡水非常干净能够达到饮用和农业用水的标准, 这为大气水收集提供了非常有利的条件, 同时也对缓解日益严重的淡水资源危机至关重要。

目前集水材料多为水凝胶, 因为水凝胶中有大量的亲水基团, 如: -NH₂、-COOH、-OH 等, 通过这类基团与水分子形成氢键来捕获水分子。还有利用金属有机框架开放的金属位点、水团簇的孔隙填充过程、毛细管冷凝效应等化学和物理作用来集水。集水材料吸附到的水脱离出来需要消耗很大的能量, 这是目前集水材料应用于大气水收集所面临的一个比较严重的问题, 如果通过燃烧大量化石燃料或消耗大量电力来实现脱水, 这将与绿色低能耗理念背道而驰。

尽管多孔聚合物水凝胶, 例如: 聚丙烯酰胺水凝胶、聚吡咯-聚丙烯腈水凝胶、聚异丙基丙烯酸酰胺水凝胶等纯水凝胶, 具有高吸水性和可调节的水释放行为, 但被吸收的水分会导致水凝胶体积膨胀, 孔隙结构

逐渐恶化, 导致吸附动力学和吸附性能下降, 因此在保证一定吸湿能力的前提下, 一个好的机械性能对吸湿性水凝胶也至关重要。

我们将光热材料(多壁碳纳米管)引入到海绵基 SA-PAM(海藻酸钠-聚丙烯酰胺)水凝胶体系中, 依靠光热材料将收集到的太阳能转化为热能这种方式为脱附过程直接提供能量, 热能直接由水凝胶表面传输到水凝胶内部, 相较于传统供能方式大幅降低了供能过程中的能量损失, 同时也降低了水凝胶的脱附能耗, 大幅度增强了水凝胶的脱附速率, 在一个太阳光强度下, 我们水凝胶的脱附速率最高达到 $3.35 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 高于同类型材料的 $2.53 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的脱附速率, 除此之外, 我们将水凝胶泡在氯化钙溶液中, 一方面作为交联剂, 增强机械性能(拉伸应力 36 KPa, 压缩应力 42 KPa); 另一方面作为吸湿剂, 增强吸水性。

综上所述, 该项研究可以使水凝胶在保证一定吸湿能力的前提下, 还具备一定的机械强度, 同时通过向体系中引入光热材料, 使得水凝胶在脱水过程中可以利用到太阳能这种清洁能源, 使得材料在脱水过程中不再依赖化石燃料和电能作为能量来源, 同时通过对材料各组分比例的调控, 寻找到最佳比例, 实现材料对太阳能的利用率最大化, 以实现较低的脱水能耗和较高的脱水速率, 这将对缓解日益严重的淡水资源危机有非常重要的意义。

最终交流类型: 墙报

A07-P18

压缩 SiO_2 /聚乙烯气凝胶复合薄膜的辐射制冷性质

高杰^{*1}、仪力菁¹、苗蕾²

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

利用热诱导相分离法和简单的压缩工艺制备了压缩二氧化硅/聚乙烯气凝胶复合薄膜, 通过表征薄膜微观结构和光学性能, 研究了二氧化硅添加和压缩程度对薄膜光学性能的影响。结果表明, 当纳米二氧化硅: 微米二氧化硅: 聚乙烯的质量比为 0.5:1:1, 压缩后厚度为原始气凝胶九分之一时, 可得最佳样品, 其具有 96.4% 的太阳光谱平均反射率和 95% 的大气窗口平均发射率。最佳样品能通过自身辐射制冷能力获得 6.5K 的温度降, 可对亚环境进行全天候冷却。

最终交流类型: 邀请报告

基于生物质材料和二氧化硅气凝胶的高效低蒸发焓界面太阳能蒸发器的合理设计

王志朋^{*}、鄂林奕

Jiangxi Normal University

太阳能驱动的界面蒸发是解决淡水短缺和水污染的潜在解决方案, 但低蒸发速率限制了其实际应用。合理设计蒸发器结构和选用有效的太阳能吸收体是提高蒸发速率的主要途径。在该工作中, 我们选择自漂浮的碳化天然木材(CNW)作为水传输载体, 稻壳衍生出的 SiC 和碳复合材料(SCC)作为吸热材料, 以及水玻璃值得的二氧化硅气凝胶(SA)作为保温层, 将上述材料组装成一个三层太阳能蒸发器, 即 CAS。由于 CNW 丰富的亲水性基团、超强的润湿性和垂直阵列通道, SA 的超低导热率和多孔结构, 以及 SCC 的强光吸收和优异的太阳热转换性能, 三层 CAS 的蒸发焓低至 $0.8118 \text{ MJ kg}^{-1}$, 其蒸发速率为 $4.21 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 蒸发效率达到 94.94%, 表现出良好的耐盐性和长期稳定性。此外, CAS 可用于净化水中的各种污染物, 具有优异的性能。本工作提供了一种可持续的方法, 利用生物质废弃物或廉价资源制备具有成本效益的蒸发器组件, 用于界面太阳能蒸发, 有利于解决全球能源危机、淡水短缺问题和消除生物质废弃物。

最终交流类型: 口头报告

非对称 CPC 聚光集热界面蒸发装置研究

王腾月、雷东强^{*}、白凤武、原郭丰、王志峰

中国科学院电工研究所

太阳能界面蒸发技术因其高的光热转化效率而成为海水淡化研究领域的热点, 尽管系列研究取得较大进展, 但其整体上仍然处于实验室阶段。界面蒸发器在室外实际应用过程中, 存在太阳辐照度低、环境温度低, 这会造成界面蒸发器表面能流密度低, 同时增加其对环境对流和辐射热损失, 导致界面蒸发器温度低, 限制蒸发速率, 本研究以表面碳化的杨木为碳基界面蒸发材料, 提出一种非对称紧凑式 CPC 聚光太阳能界面蒸发装置, 利用非跟踪 CPC 聚光提高界面蒸发器表面能流密度和温度, 利用双层玻璃管结构, 将界面蒸发器放置在其内, 显著降低界面蒸发器的辐射和对流热损失, 同时可形成热空气带动蒸汽流动的通道, 促进蒸汽扩散。实验研究结果表明, 该装置在聚光比 3.4、空气流速 0.16m/s、水平面平均太阳辐照度 549 W/m² 条件下, 界面蒸发材料聚光区域平均温度是 106.7°C, 出口蒸汽相对湿度 64.0%, 界面蒸发装置内蒸发速率 1.69 kg/(m²·h), 实验过程平均换热系数和传质系数分别是 39.6 W/(m²·K) 和 11.6 m/h, 太阳能转化热效率是 63.9%。

最终交流类型: 墙报

A07-P19

Investigation of an asymmetric CPC concentrated solar interfacial evaporation device

Tengyue Wang, DongQiang Lei*, FengWu Bai, GuoFeng Yuan, ZhiFeng Wang

Institute of Electrical Engineering, Chinese Academy of Sciences

Solar interfacial evaporation technology has become a hot spot in the field of seawater desalination research due to its high photothermal conversion efficiency, and although a series of studies have made great progress, it is still in the laboratory stage as a whole. When interface evaporators are applied outdoors, there are some problems such as low solar irradiance and low environmental temperature, which can result in low surface energy flux density of interface evaporators and increase their convective and radiative heat losses to the environment, leading to low temperature of interface evaporators and limiting evaporation rate. In study, we propose an asymmetric CPC concentrated solar interface evaporation device using surface carbonized poplar as the interface evaporation material. The interface evaporator floating on water is placed in the double-layer glass tube, which significantly reduces the radiation and convective heat loss. At the same time, it can form a channel for hot air to drive steam flow and promote steam diffusion. The experimental results show that under the sunlight concentration ratio of 3.4, air velocity 0.16 m/s and solar irradiance of 549 W/m², the average temperature of the concentrated surface of the interfacial evaporator is 106.7 °C, the relative humidity of the outlet steam is 64.0%, the evaporation rate of the interfacial evaporation device is 1.69 kg/(m²·h), and the average heat transfer coefficient and mass transfer coefficient are 39.6 W/(m²·K) and 11.6 m/h, respectively, the solar energy thermal efficiency is 63.9%.

最终交流类型: 口头报告

纳米桥可控结构对界面蒸发和集水的研究

李凌霄*

广西大学

中国科学院兰州化学物理研究所

界面太阳能蒸发在解决淡水短缺方面有较大前景, 但在封闭系统中实现高蒸发率和淡水产率具有挑战性。我们设计和制备了基于 MOF 的多级分层结构, 用于在封闭系统中快速蒸发和淡水收集。该蒸发器是通过在有机硅泡沫上生长不同长度的硅纳米线作为纳米桥, 再将聚多巴胺纳米颗粒和 Cu-MOF 纳米晶体接枝。独特的结构和卓越的光热性促使材料在敞开和密闭体系中, 对不同浓度的盐水实现高效耐盐和集水性能。在结合超亲水涂层后, 蒸发器在自然光下展示出长期稳定的集水性能。

最终交流类型: 墙报

A07-P20

MXene 基多级多孔结构材料设计及太阳能驱动的界面蒸发性能研究

徐瑞琪*

中国海洋大学

在我国“海洋强国”及“双碳战略”目标的政策引领以及淡水资源严重短缺的研究背景下，利用清洁能源代替化石能源实现淡水资源的高效获取具有重要的工程研究意义。太阳能驱动的界面蒸发技术是解决全球淡水资源短缺问题最有吸引力的方法之一。然而，在复杂的服役环境中集成实现高蒸发效率、抗盐性、抗污性及多功能性仍然是一项重大的挑战。因此，本报告基于具有优异光热转换性能的 MXene 基复合材料，利用界面层-层组装，冷冻干燥以及脉冲激光改性等策略，设计并构建了一系列 MXene 基复合薄膜，MXene 基仿生多孔气凝胶以及 MXene 基多孔陶瓷膜等，对其多孔结构，表界面改性，水传输性能，蒸发性能，以及抗盐防污性能等进行了系统性的研究。结果表明，在优化的水传输行为及光热材料协同提升的耦合作用下，由于微纳结构对太阳能的捕集能力增强、光热转换和大量的水传输，复合材料在单倍光照强度下能够实现 2.21 ~2.63 kg m⁻² h⁻¹ 的蒸发速率。此外，表界面改性策略赋予了复合材料优异的抗盐、防污、废水处理以及产电等优异的多功能性，提高了其在复杂服役环境中的使用寿命和可靠性。

最终交流类型：邀请报告

高效界面光热转换与清洁水收集

徐晓峰*、李晶晶

中国海洋大学

淡水资源短缺和化石能源的大量消耗是阻碍人类社会可持续发展的全球性问题。近年来，“界面光热转换与清洁水生产”成为水净化新技术的研究热点之一，正处于太阳能海水淡化研究的前沿。该技术利用光热材料将光吸收、光热转换和水蒸发限制在水/空气的界面处，能大幅提高光热转换效率和水蒸发速率。

现有的研究主要聚焦于复合光热薄膜、凝胶和泡沫的材料组分和结构优化，对光热材料表界面结构的精确构筑与性能调控有限，在界面蒸发性能提升机制、多功能协同响应与优化方面的研究明显滞后。本课题组在三维光热高分子材料制备、光热转换与热量管理、太阳能界面蒸发与多功能集成领域开展了系统的研究¹⁻⁵，利用 3D 打印技术精确构筑了自支撑多尺度层次结构的光热凝胶⁶，协同利用多种性能提升策略，突破现有光热材料的性能瓶颈。将界面光热转换与多级膜蒸馏技术结合，实现了高效的清洁水生产⁷。旨在为多功能光热凝胶的设计与制备提出新方法，为多尺度协同增强太阳能界面蒸发、海水淡化和清洁水生产提出新思路，为解决淡水危机提供新策略。

参考文献：

- [1] Li, N.; Qiao, L.; He, J.; Wang, S.; Yu, L.; Murto, P.*; Li, X.* and Xu, X.*, *Adv. Funct. Mater.*, 2021, 31: 2008681.
- [2] Li, F.; Li, N.; Wang, S.; Qiao, L.; Yu, L.; Murto, P.* and Xu, X.*, *Adv. Funct. Mater.*, 2021, 31: 2104464.
- [3] Wang, S.; Li, S.; Li, N.; Wang, C.; Cui, C.*; Yu, L.; Murto, P.* and Xu, X.*, *Adv. Funct. Mater.*, 2022, 32: 2201919.
- [4] Zheng, Y.; Liu, T.; Wu, J.; Xu, T.; Wang, X.; Han, X.; Cui, H.; Xu, X.*; Pan, C.*; and Li, X.*, *Adv. Mater.*, 2022, 34: 2202238.
- [5] Liu, T.; Zheng, Y.; Xu, Y.; Liu, X.; Wang, C.*; Yu, L.; Fahlman, M.; Li, X.*; Murto, P.*; Chen, J. and Xu, X.*, *Nano Energy*, 2022, 103: 107776.
- [6] Li, N.; Shao, K.; He, J.; Wang, S.; Li, S.; Wu, X.; Li J.; Guo, C.; Yu, L.; Murto, P.*; Chen, J. and Xu, X.*, *Small*, 2023, 19, 2301474.
- [7] Liu M.; Sun Y.; Shao K.; Li N.; Li J.;Murto P.; Wang Z.*; Chen J.* and Xu X.*, *Nano Energy*, 2024, 119, 109074.

最终交流类型: 口头报告

Construction of vertically oriented Fe/CNTs arrays and application in solar-driven purification of wastewater

Lifen Su*

Anhui University

Water scarcity and pollution are the challenges facing most of countries around the world, especially the large amount of industrial wastewater generated by industries such as printing, coking, and pharmaceutical is difficult to treat. The solar-driven evaporation is an environmentally friendly and high-performance technology of freshwater production. However, the photothermal materials would fail when the water concluding numerous organic pollutants and ions. Here, novel vertically oriented Fe/carbon nanotubes (CNTs) arrays were prepared in-situ growth by using acetonitrile as carbon source and ferrocene as catalyst, follow by further solar-driven water evaporation and Fenton catalytic degradation of wastewater synergistically. Owing to the Fenton effect and excellent solar absorption, the Fe/CNTs accelerate the separation of photogeneration electron-hole pairs to improve the degradation of organic pollutions and production of freshwater. Therefore, the Fe/CNTs layers shows outstanding solar absorption and hydrophilicity, resulting a high solar evaporation of 94%. Meanwhile, the degradation efficiencies of methylene blue and tetracycline hydrochloride are more than 99% due to synergistic effect of photothermal and Fenton catalysis. This work provides a promising strategy for treatment of industrial wastewater in an environmentally friendly way.

最终交流类型: 墙报

A07-P21

多场协同增强 TiO₂ 基复合材料降解罗丹明 B 研究蔡茵¹、练梦洁¹、刘焱超¹、王潇漾^{*1,2}、苗蕾²

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

光催化技术是利用太阳能的绿色技术, 在环境保护方面发挥着重要作用, 但光催化剂的性能还有待提升, 单一外场(如热场)辅助光催化有利于太阳能的高效利用, 并已开展了大量的工作, 大多是静态光热协同反应, 没有任何温度梯度的均匀环境。热电效应是一种通过热电材料实现热能和电能相互转换的材料。通过设计精细热电复合结构催化剂, 可以利用光热效应以及光致温度梯度引起的热电效应来实现光热-光电多场辅助光催化。本工作设计了一种多场驱动的混合催化剂—Bi₂Te₃/TiO₂, 探究了其在可见光照射下催化降解罗丹明 B (RHB) 染料的性能。在光照射下, Bi₂Te₃ 中形成的温度梯度会产生塞贝克效应, 形成热电场, 从而促进电荷载流子的分离和转移。结果表明, 实验成功制备了 Bi₂Te₃/TiO₂ 复合催化剂, 其中 Bi₂Te₃ 摩尔分数为 15% 的 Bi₂Te₃/TiO₂ 复合材料表现出最佳的光催化性能, 是纯 TiO₂ 的 1.9 倍、纯 Bi₂Te₃ 的 12.4 倍。在 40K 的温度梯度下, Bi₂Te₃/TiO₂ 在 100 mW/cm² 光照下的输出电压相比仅光照和仅加热分别增强了 300% 和 81.8%。这种复合结构催化剂能更大程度利用太阳能, 为有效光催化剂的设计提供新方法。

最终交流类型: 墙报

A07-P22

具有凹面阵列结构的多层网状多孔 3D 毛毡织物蒸发器用于高性能太阳能海水淡化和发电

雷志伟、王行柱、徐保民*

南方科技大学材料科学与工程系

太阳能驱动的界面蒸发是解决全球水资源短缺问题的一项前景广阔的可持续战略。然而, 开发大面积、

高性能、多功能防污和能源利用型太阳能蒸汽收集系统仍是一项重大挑战。在此，我们受大自然的启发，设计并制备了具有亲水性 MXene 和壳聚糖与多巴胺改性凹面阵列结构的三维毛毡织物蒸发器，其特点是多层网状多孔结构和可调节的凹面尺寸。得益于独特的结构优势，这种蒸发器具有高光吸收能力(98.1%)、界面加热和供水率之间的平衡、有效的蒸汽扩散和低水蒸发焓。该三维蒸发器在单太阳光照下的蒸发率高达 $2.69 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，光热转换效率高达 97.09%，室外蒸发量高达 11.64 kg m^{-2} 。它具有很强的抗菌性（效率高达 99%）、耐盐性（在 15 wt% 的氯化钠溶液中可使用 200 小时）和耐油污染性（水下油接触角为 150° ），可实现长期稳定的水净化。重要的是，集成的太阳能蒸发系统可同时提供有效的海水淡化、自给自足的农业灌溉和热能发电。这项工作提供了实用的示范和良好的净化性能，为开发高性能太阳能蒸发系统提供了新的范例。

最终交流类型：邀请报告

光热功能材料与器件

肖鹏、陈涛*

中国科学院宁波材料技术与工程研究所

太阳能是一种绿色、环保、可持续资源，发展可控光热功能材料是关键。本报告将聚焦于光热材料的多尺度构筑策略与调控手段，从碳纳米管/石墨烯光热薄膜的表界面调控，光热共轭高分子的微纳结构转换方法与内在机制，到吸湿光热高分子凝胶的设计调控；进而开展接触式三维界面光热蒸发、吸湿/光热蒸发协同的光热水纯化应用；特别地，向光热材料中引入超疏水功能，构筑超疏水光热结构表面，实现长效耐盐的非接触式红外辐射光热蒸发，以及可在水环境下持续、稳定光热转换的可穿戴热管理器件、户外热管理器件等应用。

最终交流类型：口头报告

太阳能在清洁水生产与光电催化领域的应用研究

肖娟秀*、李佳凯

海南大学

随着社会的发展，人类面临着如何解决能源短缺和环境问题的严重挑战。因此，因地制宜地开展太阳能海水淡化技术研究，同时探索耦合的光电催化水裂解氢气生产，不仅有助于解决淡水短缺的问题，同时为清洁能源生产提供有效的解决策略。本文旨在汇报团队近几年在构筑用于高效太阳能海水淡化-制氢联产的仿生光热复合材料及其纤维膜，包括材料的筛选和工艺的优化等策略对复合材料光热转化能力及光电催化析氢活性的耦合调控。同时，利用气纺丝和真空沉积技术完成大规模分级互连孔光热蒸发膜的构建，并深入开展了相关光热集水、光电催化析氢和抗污染的机理研究，并探索了实现高效清洁水-氢气联产的可行性。

最终交流类型：邀请报告

界面蒸发太阳能蒸馏系统传热传质机理与强化

顾骁坤*、罗笑

上海交通大学

近年来，界面蒸发结构由于其海水淡化及污水处理方面显示的高蒸发速率受到了广泛关注和研究。通过各种材料和结构设计的优化，界面蒸发结构的蒸发效率得到了显著提升。然而，在太阳能海水淡化的应用中，如何更高效地获取淡水仍存在较多挑战，针对界面蒸发太阳能蒸馏器的传热传质强化在以往的研究中常被忽视。为此，我们首先建立了描述界面蒸发太阳能蒸馏器中传热传质过程的简化数学模型，揭示

了界面蒸发结构在太阳能蒸馏器内的能量分布和传递过程,提出了合理的不受实验环境影响的效率计算方式,确定了界面蒸发结构相较于传统加热方式的优势。其次,针对应用界面蒸发结构的传统太阳能蒸馏器进行了参数优化,通过理论分析和实验研究明确了强化蒸馏器内部对流换热过程和蒸馏器内壁的绝热性能是提高太阳能蒸馏器的淡水产量的有效手段。第三,基于传统蒸馏器由于固有的传热过程造成的能量利用率瓶颈问题,设计提出了一种联合多级蒸发冷凝结构的单向传热的太阳能蒸馏器设计,并通过搭制备备的水凝胶海绵实现了更高效、持续的淡水产出。实验证明单向传热的多级冷凝太阳能蒸馏器可实现 $5.15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的蒸发速率, $4.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的淡水生产速率。最后,基于高效的太阳能海水淡化系统,搭建了无能耗海上种植平台,探讨了气象因素与平台产耗水量间的关系,并建立了基于机器学习的耦合预测模型,通过种植平台对淡水和蔬菜产量进行了验证实验,证明了无能耗海上种植平台的可行性与稳定性。本工作从传热传质过程优化的角度为强化界面蒸发太阳能蒸馏器的性能提供了思路,有助于进一步提高界面太阳能海水淡化技术的能效和淡水收集,同时通过工-农领域交叉的尝试验证了界面蒸发技术在多领域应用的可行性,为之后的应用扩展提供了新的思路。

最终交流类型: 口头报告

粒径对氢气还原法制备 Ti_4O_7 的光热蒸发性能影响

陈万骐、杨波*、唐若兰、闫海乐、左良

东北大学

Magneli 相 Ti_4O_7 由于表现出了优异的导电性、电化学稳定性以及耐酸腐蚀性,使得其在催化剂载体、光电催化等方面展现出巨大的应用,得到了普遍关注。然而,对于 Ti_4O_7 的光热蒸发性能尚未得到广泛讨论。对氢气还原法制备的黑色 TiO_{2-x} 纳米粒子的光学性能进行分析,表明其光学禁带宽度低至 1.54eV 能响应 1200nm 以下的太阳光。将亚微米级 Ti_2O_3 球磨,直接研究稳定存在的钛金属氧化物的光热转换性能,研究显示亚微米级 Ti_2O_3 的光吸收率达到 92.5% 。金属 $\lambda\text{-Ti}_3\text{O}_5$ 粉末由于 Ti-Ti 二聚体诱导的费米能级附近的平坦带,具有 96.4% 的高光吸收率。将 $\lambda\text{-Ti}_3\text{O}_5$ 粉末加入锥形腔的三维多孔水凝胶蒸发器中,含盐量 $3.5 \text{ wt.}\%$ 的盐水在单个太阳照射下,实现了前所未有的 $6.09\pm 0.07 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的高蒸发速率。证明 Ti_4O_7 的光热转换应用前景是值得关注的。目前 Ti_4O_7 多通过采用热化学法制取,例如 C 还原法和 H_2 还原法等,采用热化学法获得的 Ti_4O_7 普遍存在粒径大的不足。若减小合成前驱体 TiO_2 的尺寸可在一定范围内减小还原得到的 Ti_4O_7 粒径。

本文采用氢还原法成功合成了 Magneli 相 Ti_4O_7 ,对纳米 TiO_2 粉末进行氢气退火处理,研究了不同温度、氢气流量和保温时间下的制备产物。在 1050°C , $0.4\text{L}/\text{min}$ 氢气气氛下,成功制备了亚微米级 Ti_4O_7 (100nm),通过控制保温时间的不同,进一步得到不同粒径的 Ti_4O_7 。进而使用 X 射线衍射 (XRD)、拉曼光谱、X 射线光电子能谱 (XPS)、扫描电子显微镜 (SEM) 和紫外可见近红外分光光度计对其进行了表征。通过对 Ti_4O_7 的实验分析,我们发现 Ti_4O_7 粉末具有 94.4% 的高太阳吸收率。将 Ti_4O_7 粉末掺入具有锥形空腔的三维多孔水凝胶基蒸发器中,在一次阳光照射下, $3.5 \text{ wt.}\%$ 盐水的高蒸发率达到 $5.63 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。此外,我们还研究了粒径对 Ti_4O_7 蒸发速率的影响,随着 Ti_4O_7 粒径的减小,其光吸收率以及光热蒸发性能越高。

[1] Tao X, Wang G, Ying G, et al. Strong Sulfur Binding with Conducting Magneli-Phase $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$ Nanomaterials for Improving Lithium-Sulfur Batteries[J], Nano Letters, 2014, 14(9): 5288-5294.

[2] Pang Q, Kundu D, Cuisinier M, Nazar L, et al. Surface-enhanced redox chemistry of polysulphides on a metallic and polar host for lithium-sulphur batteries, Nature Communications[J], 2014, 5: 4759.

[3] Chen X, Liu L, Yu P, et al. Increasing Solar Absorption for photocatalysis with black hydrogenated titanium dioxide nanocrystals[J]. Science, 2011, 331(6018): 746-750.

[4] Wang J, Li Y, Deng L, et al. High-performance photothermal conversion of narrow-bandgap Ti_2O_3 nanoparticles[J]. Advanced Materials, 2017, 29(3): 1603730-1603736.

[5] Yang B, Zhang Z, Liu P, et al. Flatband $\lambda\text{-Ti}_3\text{O}_5$ towards extraordinary solar steam generation. Nature[J],

2023,622(7983): 499-506.

最终交流类型：墙报

A07-P23

镍基自支撑 NiCuFe-LDH 电极材料的设计制备与电催化氨制氢性能研究刘焱超¹、杨仲梅²、蔡茵¹、王潇漾^{*1,2}、苗蕾²、练梦洁¹

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

电化学氨氧化反应 (Ammonia oxidation reaction, AOR) 是利用氨进行能源应用的重要过程, 无论是通过氨分解生产氢气, 还是通过直接氨燃料电池发电, 都具有很高的商业前景。但是目前还存在很多问题: 一方面, AOR 反应动力学缓慢、通常需要高过电势、阳极过电位高和副产物 (NO_x 化合物) 形成的阻碍, 增加了氨分解的能耗并损害了能量的传输; 另一方面, 目前针对 AOR 电催化剂的研究都集中在 Pt 这种贵金属上, 但吸附态 *N 对 Pt 电极的毒害往往导致 AOR 反应动力学缓慢和催化剂快速失活; 此外, 传统粉体电极材料在电化学体系应用中存在活性物质分散不均匀, 阻碍电子和离子传输、附着力差等劣势。

本研究采用简单快捷的电化学沉积法, 制备了以泡沫镍为基底, 生长价格较为低廉的过渡金属 Ni、Cu、Fe 氢氧化物, 构建三元水滑石材料 NiCuFe-LDH/NF 的自支撑结构的电极材料。通过 SEM 图像确认了层状结构和二维限域催化环境的存在, 通过 XRD、XPS 和拉曼观察了电极表面的相组成和元素价态, 证实了活性物质 (CuFeNiOOH) 的形成。通过调节三元水滑石阵列中 Fe 的掺杂量, 实现了对电子结构的调控, 其中 21.4 at% 的 Fe 的添加量的电极具有很高的氨氧化活性和良好的稳定性, 在 0.7V vs Hg/HgO 时, 最大电流密度达到 162 mAcm⁻²。此外, 所制备的催化剂也表现出较高的 OER 催化活性, 在 0.8V vs Hg/HgO 时, 最大电流密度达到 153 mAcm⁻²。NiCuFe-LDH/NF 电极独特的二维层状结构提供了稳定的大范围离子和电子通道, 有效的电子和离子传输路径, 从而使离子快速扩散并获得高催化活性。

最终交流类型：墙报

A07-P24

琼脂/碳酸镁包覆硅基复合材料作锂离子电池负极实现高容量和库伦效率张珂¹、吴强¹、刘浩然¹、周建华¹、苗蕾^{*2}

1. 桂林电子科技大学

2. 广西大学

锂离子电池硅阳极材料具有超高的理论容量(4200 mAh/g), 是石墨负极的理想替代材料之一。但硅材料本身导电性差, 且在充放电循环过程中出现严重的体积膨胀导致电极粉化, 极大降低了电池的循环寿命。在这项工作中, 利用琼脂“自凝固”特性, 通过液相法合成琼脂凝胶包覆纳米硅复合材料, 再用碳酸镁作造孔剂, 提高样品内部孔隙率。其中碳酸镁在高温下分解形成的氧化镁与碳层一起包裹在纳米硅颗粒表面对纳米硅体积膨胀起到缓冲基质的作用, 防止硅颗粒进一步碎裂或聚集, 并在随后的循环中稳定电极结构。在充放电的循环过程中, 锂离子与氧化镁反应生成的锂镁合金电子导电界面层显著缩短锂离子和电子在电极内部的扩散长度。最佳比例的琼脂/碳酸镁@纳米硅复合材料, 其首次放电比容量为 2060.2 mAh/g, 初始库伦效率高达 86.28%, 在 500 mA/g 的大电流下循环 200 圈后仍拥有 801.5 mAh/g 的可逆比容量。本工作采用的复合材料在很大程度上抑制了硅负极的体积膨胀, 为设计低成本和高库伦效率的锂离子电池做出贡献。

最终交流类型：墙报

A07-P25

钴基有机金属框架修饰的 WSe₂ 纳米花作锂氧电池高效催化剂

刘浩然*

桂林电子科技大学

科技飞速发展的同时，地球原始资源也在日渐告急，为解决传统化石能源短缺及环境污染问题，以锂离子电池为代表的新一代能源体系应运而生。然而，由于材料的局限性导致锂离子电池容量很难有大幅提高，因此不少科研工作者将目光转移到了拥有超高理论能量密度的锂氧电池（Lithium-oxygen batteries, LOBs）领域上。理论上，在排除活性物质氧气质量计算的条件下，其比能量密度甚至可以与燃油电池相提并论，但在实际应用中，锂氧电池还在着诸如循环稳定性差、充放电过电位高以及倍率性能欠佳等亟待解决的缺陷，归根结底主要是由于正极侧过缓的反应动力学所导致的。在放电过程中，因为氧还原反应（ORR）生成导电性较差的过氧化锂（Li₂O₂），并未能够及时在充电过程的氧析出反应（OER）中充分分解，形成在催化剂表面的堆积，从而导致活性位点的钝化，最终致使催化剂失活。在本研究中，合成了由 ZIF-67 修饰的纳米花状二硒化钨正极催化剂材料，在界面处形成了异质结构，显著提高材料的导电性，加速电荷转移。此外，实验与密度函数理论计算(DFT)表明作为基底的纳米花状二硒化钨材料在经过 ZIF-67 修饰表面后，拥有合适的结合能与 Li₂O₂ 结合，能够持续稳定地促进 Li₂O₂ 的可逆形成与分解。另外，复合材料不仅与过氧化锂有着相近的晶格常数、相同的空间群 P6₃/mmc，二者有着较高晶格匹配度，而且较大的比表面积与大量的活性位点，都能很好加快 ORR/OER 反应。WSe₂@ZIF-1 在 LOBs 中以 25578.83mA/g 的超高比容量以及 200mA/g 电流密度下 252 次的超长循环稳定性，展露出卓越的电池性能。

最终交流类型：口头报告

A07-P26

高盐度海水淡化的局部结晶脱盐纤维素基蒸发器

唐若兰、陈万骐、杨波*、闫海乐、李松、左良

东北大学

淡水和能源短缺是当今全球社会面临的挑战，太阳能驱动水蒸发是一种对环境无害的净化方法。然而，随蒸发过程的持续进行，蒸发器表面的盐累积会影响水蒸发的稳定和持续性。目前盐堵塞问题可以通过零液体海水排放方法来解决^[1,2]，吴^[3]等人采用增材制造技术设计的仿生不对称三维装置，通过界面分布不均匀厚度水膜和沟槽结构实现顶端的盐分积累，制备复杂限制了在实际应用中的实施。因此，如何在高盐度条件下，同时实现蒸发器的高速率蒸发和定向盐析出过程值得进一步研究^[4]。

在这项研究中，我们使用纤维素纸与光热转换材料微米级活性炭粉混合，构建三维锥形纤维素纸基空心蒸发器，调控入水材料的厚度和孔隙率，控制锥形底面积不变，改变蒸发器的高度（0.25 cm, 0.5 cm, 1 cm, 1.25 cm）。在蒸发平衡温度 36°C 时，盐均在蒸发器特定位置（离锥形底端 0.8 cm-1 cm 处）析出与积累。利用马兰戈尼效应，无需额外设计，通过蒸发器不同位置形成温度和浓度梯度，来改变水的表面张力，实现蒸发过程中有效的盐分扩散和积累平衡。不同高度的蒸发器均可以在 24.5 wt.% 高盐度条件下连续运行 10 h，且不受盐分积累的影响。在一个太阳光下，蒸发器的蒸发速率可达 2.44 kg·m⁻²·h⁻¹，蒸发效率>100%，同时保证了高蒸发率和优越的脱盐性能，具有可持续和实际应用的潜力，为水蒸发促进海水淡化过程提供了一种新的途径。

[1] Abdelsalam M A, Sajjad M, Raza A, et al. Sustainable biomimetic solar distillation with edge crystallization for passive salt collection and zero brine discharge[J]. Nature Communications, 2024, 15(1): 874.

[2] Zhang S, Wei X, Cao X, et al. Solar-driven membrane separation for direct lithium extraction from artificial salt-lake brine[J]. Nature Communications, 2024, 15(1): 238.

[3] Wu L, Dong Z, Cai Z, et al. Highly efficient three-dimensional solar evaporator for high salinity desalination by localized crystallization[J]. Nature Communications, 2020, 11(1): 521.

[4] Yang B, Zhang Z, Liu P, et al. Flatband λ -Ti₃O₅ towards extraordinary solar steam generation[J]. Nature, 2023, 622(7983): 499-506.

最终交流类型：邀请报告

高性能光热调控材料的可控制备与优异性能

张如范*

清华大学

以电致变色材料和辐射制冷材料为代表的光热调控材料在近年来引起了很多的关注，它们在建筑节能、智能显示、人体热管理等领域展示出广阔的应用前景。本报告将介绍本研究团队在高性能双波段电致变色材料、多彩色电致变色材料、多场景辐射制冷材料等领域的研究进展。

参考文献

- [1] Rufan Zhang*, Nature Sustainability, 2023, 6, 1446–1454.
- [2] Rufan Zhang*, et al., Nature Communications, 2024, 15, 815.
- [3] Rufan Zhang*, Nano Letters, 2022, 22(9), 3713–3720.
- [4] Rufan Zhang*, Advanced Optical Materials, 2022, 10(7), 2102399.
- [5] Rufan Zhang*, Cell Reports Physical Science, 2023, 4, 101408
- [6] Rufan Zhang*, ACS Applied Nano Materials, 2023, 6, 16, 15021–15028.
- [7] Rufan Zhang*, Nano Research, 2023, DOI: 10.1007/s12274-024-6415-x.
- [8] Rufan Zhang*, Particuology, 2024, 84, 72-80
- [9] Rufan Zhang*, Nano Research, 2023, 16(10): 12165-12172.

最终交流类型：邀请报告

开式虹吸流动界面的蒸发特性研究

马兴龙*、郑宏飞

北京理工大学

功能材料在太阳能蒸馏技术中的应用已经十分广泛，其中，超亲水纳米材料依赖于毛细作用，可将海水提升到一定高度形成膜状分布，获得热容极小的蒸发界面，进而强化蒸发过程，促进蒸馏。在针对该技术的研究中，人们普遍认为，毛细作用驱动海水单向流动会随着界面海水的不断蒸发，导致溶质的析出，堵塞材料中的微通道（孔隙），引起吸水能力下降，弱化蒸馏，这种现象对于蒸馏器的构建十分不利。

在针对单项流动，通过研究发现了与人们直观认知不同的结果。在工作进行中，首先构建了一组界面蒸发模型，包含了一个单向毛细作用过程的实验模块，和一个利用虹吸效应构建的海水可以缓慢流动的实验模块用于对比，如图 1 所示。实验过程采用了太阳能模拟光源进行加热。研究结果表明：材料内部的结晶盐并不是完全阻碍吸水和蒸发的，微弱结晶反而有利于蒸发，这是因为盐晶可以提高界面热导率，提高蒸发界面温度，加速蒸发。此外，严重的结晶现象确实会阻碍蒸发，即使结晶表面的温度较高，但由于盐晶严重阻碍了材料的吸水能力，蒸发速率也相应降低了。

为了平衡这种结晶与流动的关系，建立了开式虹吸流动结构并展开研究。研究获得了高效的蒸发速率和热效率。

最终交流类型：墙报

A07-P27

基于原位变色反应的高效抗盐温敏性水凝胶用于太阳能驱动海水淡化研究

吕菊、潘浪、尹学琼*

海南大学

近年利用太阳能等可再生能源淡化海水成为海水淡化的重要发展方向, 其中, 太阳能光热界面海水蒸发 (ISE) 发展最为迅猛。ISE 是利用光敏剂吸收太阳光并发生光热转化, 以生成的热量加热界面水分转化为水蒸气, 冷凝收集水蒸气, 得到纯化后的淡水。现有 ISE 材料基本都是通过在基质材料中加入光敏剂形成的光热材料, 但是现有的光敏剂基本是固体颗粒, 负载到基质材料中存在分布不均匀, 结构难以调控, 成本较高等问题。另外, 在海水界面水蒸发过程中, 溶液中的盐分随着水蒸发易在表面形成结晶, 使得界面蒸汽压下降, 毛细管效应降低, 甚至堵塞孔结构, 阻断水通道和光吸收, 导致材料失效。因此, 针对光敏剂在基质材料中存在分散不均匀, 导致体系热量分布不均、有效利用率低等问题和蒸发过程中材料易结盐等问题, 本文提出一种采用原位变色反应, 直接合成结构均一的温敏性光热转换水凝胶消除额外负载光敏剂带来的不足, 同时利用水凝胶的温度敏感性, 实现蒸发过程中脱出盐垢的目标。

水蒸发实验和抗盐实验表明, 非温敏性光热蒸发水凝胶在一个太阳照射下, 光热蒸发效率为 $2.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$; 在质量分数为 10 wt% 的 NaCl 溶液中, 蒸发速率仅为 $1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 下降幅度超 30%。与此相对比, 在相同条件下, 温敏性光热蒸发水凝胶表现出高达 95% 的光热转换效率且纯水蒸发速率为 $2.64 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 在质量分数为 15% 的 NaCl 溶液中, 蒸发速率仍保持在 $1.91 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。另外, 力学试验表明, 温敏性转换水凝胶具有优异的柔韧性, 稳定性和循环使用性。综上所述, 和非温敏性水凝胶相比, 温敏性水凝胶表现出更优异的蒸发性能和排盐性能, 满足在光热界面蒸发海水淡化中长期稳定运行的要求, 从而实现从海水中高效获取淡水资源。

最终交流类型: 墙报

A07-P28

Preparation of graphene-MXene photothermal desalination membranes and synergistic enhancement of interfacial photo-vapor desalination performance

Shidong Zhang, Haibo Li*

Ningxia University

The problem of freshwater shortage seriously affects social development and human survival. Interfacial solar evaporative desalination is a low-cost, environmentally friendly and efficient desalination technology. In this paper, graphene/MXene photothermal desalination membranes with 2D-2D crosslinked structures were synthesized by self-assembly. The constitutive relationships between the microstructure, morphology, wettability, light absorption and other properties of photothermal membranes with different thicknesses and the performance of photothermal evaporative desalination were discussed. The results show that the maximum evaporation rate of the optimal graphene/MXene photothermal membrane in 0.2 M/L brine under $1 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ solar irradiation can reach $1.68 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ with an efficiency of 85.38%.

最终交流类型: 墙报

A07-P29

一锅法制备 Janus 结构碳-石墨烯复合气凝胶的界面蒸发性能与机理

赵爽*、甘智聪、费志方、陈俊、管若伶、夏潇潇、杨自春

海军工程大学

太阳能驱动的界面蒸发技术 (SIE) 在海水淡化领域极具前景。然而, 在海洋环境下长期运行导致的盐积累会严重影响 SIE 材料的蒸发速率和效率, 如何保持高效蒸发的同时防止盐垢的产生仍然极具挑战性。本研究设计和制备了一种独特的 Janus 分层多级孔结构碳-石墨烯复合气凝胶 (CrGOA), 可用于高效、耐盐的太阳能驱动界面蒸发海水淡化。利用壳聚糖游离氨基的双重化学反应原理, 结合沉淀工艺和冷冻铸造的方法, 通过一锅法制备了 Janus 结构 CrGOA, 该方法有效的简化了制备流程, 强化了界面结合, 同时还保持了优异的耐盐性能和高蒸发性能; 通过调节孔隙结构优化了 CrGOA 的密度、耐盐性和等效蒸发焓。结果表明, 在 1 个太阳光下, CrGOA 在纯水中实现了 $3.66 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 的蒸发速率和 96.9% 的蒸汽发生效率;

在实际海水（3.64 wt%）中实现了 $3.42 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 的高蒸发速率，而且没有任何盐垢产生。CrGOA 还实现了高盐水（最高 20.2 wt%）中的无盐结晶蒸发。总之，CrGOA 兼具高效光热转换、通畅的水输运以及良好的保温结构和耐盐效果，为 SIE 海水淡化材料的研发提供了新的思路。

最终交流类型：墙报

A07-P30

仿生太阳能蒸发器用于实现海水淡化及有机染料废水的协同处理

夏蒙、肖娟秀*

海南大学

太阳能驱动界面蒸发作为一种新兴的、绿色环保型海水淡化和废水净化技术，在可持续清洁水生成方面具有巨大的应用潜力。然而，蒸发器件在实际应用过程中仍面临稳定性不足（盐积累）和功能单一等挑战的限制。受维管植物蒸腾作用启发，开发了一种可扩展、高成本效益的仿生蒸发器（PyCOF/Tri-Layers）。该蒸发器由仿生分级多孔纤维层 Tri-Layers 和复合光热层 PyCOF 组成。其中，Tri-Layers 类似于植物根部，负责水分的快速输运；而具有花状结构的 PyCOF 光热层则用于水蒸发和偶氮染料降解。此外，基于 PyCOF/Tri-Layers 蒸发器设计了一种多段悬挂式蒸发结构，该结构在 15 天内可维持 $\sim 1.41 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 蒸发速率，且蒸发组件表面无盐析出和堆积；在一个太阳光强下 120 分钟内可实现超过 99.3% 的染料污染物去除率。户外实验证明，所收集的清洁水适用于一体化太阳能海水淡化-种植系统中的作物栽培。这项工作不仅为从污染海水中生成清洁水提供了一种一石二鸟的方法，同时也为离岸自给型农业生产提供了可行的策略。

最终交流类型：墙报

A07-P31

太阳能双驱动微孔水凝胶蒸发器的设计及全天候高效水净化

邱俊晓、卢宝阳*

江西科技师范大学

界面太阳能蒸发技术因其较高的太阳能转换效率和较低的热量损失在解决清洁水短缺和环境问题上备受关注。通过不同学科共同努力，该技术在提高光吸收效率、优化热管理、减少热损失，以及光热转换和光电转换机制上取得了关键性进展。然而，驱动太阳能界面蒸发所需的条件是持续且强烈的光强照射。但自然环境的天气多变性严重影响了界面水蒸发技术的净化效率。因此，迫切需要开发适应多变环境的高速水蒸发系统，实现全天候高速水净化。基于本团队在水凝胶太阳能水净化领域的研究基础^[1-3]，本工作开发了一种具有光热和电热效应的全天候高效双驱动水蒸发系统，并探索了其在不同天气环境下的水收集情况和污水净化中的应用。具体工作阐述如下：

（1）采用直接机械搅拌和超声波分散策略制备了 CNTs-PAAm 水凝胶封装的电加热网状蒸发器。该 CNTs-PAAm 水凝胶在 250~2500 nm 的全光谱范围内表现出 $\sim 99.45\%$ 的优异光吸收，光-电双驱动的蒸发率高达 $16.35 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。CNTs-PAAm 水凝胶的光热蒸发速率为 $1.82 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，而在黑暗条件的电热驱动下蒸发率可达 $6.45 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，与已报道的双驱动蒸发器相比这一性能值更高。

（2）基于以上的优异性能，本工作自主设计了一种全天候太阳能蒸发器系统进行实际户外环境的水收集测试。此系统涵盖光热蒸发、光电收集、电热转换、水蒸发收集和环境监测 5 部分。为了评估该系统在实际环境下的有效性，本工作进行了连续 5 天长达 120 小时的室外水蒸发实验，该系统在晴天和雨天的集水率分别为 $3.1 \text{ kg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 和 $0.5 \text{ kg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。此外，该水凝胶在净化有机染料和重金属离子废水上效果显著。全天候 CNTs-PAAm 水凝胶将为建造高性能太阳能驱动蒸发器提供了一种新策略，并为高效、全天候太阳能净水技术开辟了新的机遇。

[1] Qi Zhao, Xinye, Xu, et al., Separation and Purification Technology 300 (2022) 121889.

[2] Qi Zhao, Xinye, Xu, et al., Chemical Engineering Journal 442 (2022) 136284.

[3] Xinye Xu, Qi Zhao, et al., Desalination 577 (2024) 117400.

最终交流类型: 墙报

A07-P32

Biomimetic Solar Evaporator for Continuous Clean Water Production with Synergistic Organic Dye Wastewater Remediation

Meng Xia, Juanxiu Xiao*

Hainan University

Solar-driven water evaporation is recognized as an environment-friendly technology for sustainable clean water generation, serving both desalination requirements and wastewater purification. However, its practical application is constrained by challenges such as single functionality and significant salt accumulation. Inspired by the transpiration of vascular plant, this work introduces a scalable and cost-effective biomimetic evaporator (PyCOF/Tri-Layers), consisting of a biomimetic hierarchical fibrous membrane (Tri-Layers) and a composite photothermal layer (PyCOF). Furthermore, the PyCOF composite, featuring an aloe-like flower structure, enhances the light trapping (95.1%) through multiple scattering, realizing simultaneous desalination and azo dye degradation. Based on the PyCOF/Tri-Layers evaporator, we demonstrate a suspended multi-section hanging evaporation structure sustaining a consistent evaporation rate of approximately 1.41 kg m⁻² h⁻¹ over 15 days without salt accumulation, achieving above 99.3% removal of dye pollutants within 120 min under one sun irradiation. Moreover, in outdoor experiments, the improved evaporator realizes a daily clean water yield rate of 8.73 kg m⁻² d⁻¹, and the collected water is suitable for supporting crop cultivation within an integrated solar desalination-cultivation system. This work not only provides a one-stone-two-birds approach for generating clean water from polluted seawater, but also presents promising possibilities for offshore self-sustainable agriculture production.

最终交流类型: 墙报

A07-P33

缺陷引入镍基材料用于高效氨电催化

杨仲梅、苗蕾*、王潇漾、李智杰

广西大学

在氨电氧化反应 (AOR) 领域, 催化剂的活性和贵金属价格昂贵是推动该技术商业化的关键挑战。目前, AOR 的动力学速率较慢, 且缺乏成本效益高的催化剂材料, 这些因素限制了氨作为能源载体的应用潜力。为了解决这些问题, 本研究采用两步水热和煅烧法合成了 Ce 和 Cu 共掺杂的泡沫镍 (CuO@CeO₂@Ni(OH)₂/NF) 催化剂, 该催化剂具有独特的缺陷结构, 这些缺陷有助于提高催化活性和稳定性。合成的 (CuO@CeO₂@Ni(OH)₂/NF) 催化剂在 AOR 中表现出显著的催化活性, 能够在 10 mA cm⁻² 的阳极电流密度下提供 1.27 V(vs.RHE) 的低过电位, 且在 21h 内具有较好的稳定性。这改进的性能归因于催化剂的缺陷结构提供了更多的活性位点, 增强了氨分子的吸附能力, 并促进了电荷的迁移。

最终交流类型: 邀请报告

仿生界面的光热转换与能质传输

李猛*

Chongqing University

自然界中存在丰富的界面现象, 能够在温和的条件下、最低的能耗下以及有限的材料选择范围内的实现精巧的多功能界面调控。报告人近年来尝试想自然学习的仿生思路解决新能源转化及储存过程中的界面

问题,通过新能源利用中关键材料的仿生设计和器件内部能质传递与转换的协同方法这两方面开展了系列研究工作,采用材料与工程热物理学科交叉的研究方法,发展了仿生界面光热转换中光限域及热传递调控方法与机制、离子传输与材料表界面特性的相互作用等,探讨了碳基材料的仿生策略与“功能仿生”作用机理,开发了可中试的零能耗海水淡化装置。

最终交流类型: 墙报

用于提升太阳能界面水蒸发效率的三维蒸发器结构设计及集水装置的设计

武炳星*

中北大学

界面太阳能水蒸发目前作为一种经济有效的海水淡化的方法,符合零碳排放生产纯净水的标准。在海水淡化过程中通过对太阳能光热的合理应用来实现高效的热管理以及在收集水的过程中如何减少光吸收的损失是一项巨大的挑战。在本项工作中,对光热材料的表面设计及部分区域进行打孔设计同时对底部使用高效反射光的材料,实现了加热暗蒸发面的效果从而提升了整体的蒸发速率,可高达 $3.795 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。此外,在收集水的过程中,对传统设计的太阳能集水器进行了改进,由顶部选择性吸收光的玻璃以及底部可以高效反射光的材料组成。该装置避免了因为水蒸气冷凝而影响光的损失,又实现了加热暗蒸发面以及体相水从而提升蒸发速率的效果。因此,整套的太阳能净水系统的收集水的速率为 $1.346 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (大约是传统设计的太阳能集水器的 1.8 倍),集水的总效率大约为 50%。

最终交流类型: 墙报

A07-P34

负载碳点的功能化海绵吸湿与蒸发发电性能与机理研究

李昱洁*

中北大学

水是一种天然资源,通过自然蒸发与凝结,不断地与空气交换能量,有效地开发利用这种能量,有助于解决迫在眉睫的全球能源危机。本研究将碳点与高氯酸锂引入到聚乙烯醇(PVA)水凝胶中,然后涂覆到三聚氰胺海绵骨架上,通过填充聚 4-苯乙烯磺酸(PSS)溶液形成聚合物电解质凝胶,制备出功能化的发电单元。该单元在室温情况无需任何辅助设备下的吸湿与蒸发平衡时的开路电压可以达到近 0.8V,短路电流可以达到 $15 \mu\text{A cm}^{-2}$ 。

最终交流类型: 邀请报告

光热复合膜结构与性能调控及其应用

江河清*、宋向菊

中国科学院青岛生物能源与过程研究所

太阳能作为一种清洁、可再生的能源,其开发利用已成为全球关注的焦点。光热膜技术通过调控膜结构可实现太阳光高效热转化,为多个应用领域提供了创新解决方案。从光热膜组分调整、宏观形态设计、微观结构调控等多角度出发,设计开发具有三维锥体结构且上层疏水下层亲水的 Janus 复合膜以及具有吸附作用的光热膜,不仅提高了光热转化和水蒸发性能,还有效控制盐析,去除水源中挥发性有机污染物(VOC),在废水处理和海水淡化领域表现出良好的应用前景。进一步将光热膜技术与传统膜分离技术相结合,开发新型膜分离系统。利用光热膜对界面水进行预加热,降低水的粘度,从而提高水渗透性能,有效地缓解通过外界加压提升水渗透性所导致的高能耗问题。此外,通过调控光热膜孔结构、孔隙率及孔径等,实现其对 PM2.5、细菌、病毒等的有效截留,可应用于冷空气加热和空气净化领域。因此,通过创新

设计光热复合膜，太阳能驱动的光热膜技术在水处理、空气净化等环境与能源领域展现出巨大的应用前景，对提升生活质量和实现可持续发展目标具有推动作用。

参考文献：

- [1] H. Yang, F. Lu, H. Li, C. Zhang, S. B. Darling, Z. Xu, *Adv. Funct. Mater.* 2023, 33, 2304580.
- [2] W. Dong, Y. Wang, Y. Zhang, X. Song, H. Peng, H. Jiang, *Chem. Eur. J.* 2021, 27, 17428.
- [3] X. Song, Y. Wang, C. Wang, M. Huang, S. Gul, H. Jiang, *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2019, 7, 4889.
- [4] W. Dong, L. Huang, X. Song, Y. Zhang, M. Liu, Z. Ren, L. Pang., H. Peng., H. Jiang, *Green Carbon*, 2024, 2, 101.
- [5] X. Song, W. Dong, Y. Zhang, H. Abdel-Ghafar, A. Toghan, H. Jiang, *Exploration* 2022, 2, 20220054.

最终交流类型：墙报

A07-P35

基于微纳分形结构的多功能光热蒸发器

周黄*、曹洪斌

川北医学院

太阳能驱动的界面蒸发被视为一种节能且可持续的解决方案，用于缓解全球淡水危机，尤其在能源受限的偏远地区。这些地区不仅水资源紧张，而且往往缺乏有效的水源消毒手段。通过将具有抗菌性能的光热材料与界面蒸发技术相结合，我们能够在不依赖外部能源的情况下，加强水的净化效果，包括关键的灭菌步骤。本文采用无模板的方法设计了一种基于 Cu 分形的 MFP 蒸发器，其利用具有分形结构的 CuO 纳米线，来提高太阳能热清洁水的生产效率。与平面结构相比，这种具有分形结构的蒸发器不仅具有更高的光子吸收效率，还通过其独特的结构增大了蒸发面积，有效促进了水的蒸发。在 1kw m^{-2} 的太阳能辐照下，MFP 展现出了优异的性能，蒸发速率达到 $1.40\text{ kg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ ，效率高达 87.8%。此外，该蒸发器还具备显著的抗菌能力，通过破坏细菌细胞壁有效抑制了原水中细菌的生长。因此，本文所制备的 MFP 蒸发器在太阳能驱动的界面水蒸发和净化系统中显示出巨大的创新潜力和应用前景。它不仅为解决偏远地区的淡水危机提供了一种高效、节能的方法，还为水的消毒和净化提供了新的思路。

最终交流类型：邀请报告

高效太阳能界面蒸发：从界面特性到大面积装置

林蒙*

南方科技大学

太阳能界面蒸发技术在高效地从海水和其他受污染水源中生产淡水方面具有重要的应用前景，为解决全球水资源短缺问题提供了有效的途径。通过利用太阳热实现局域蒸发的特性，降低蒸发过程中的热损和无效加热，从而显著提高蒸发性能。尽管目前的基于纳米材料和装置结构的研发已经高度成熟，但对于光热转化过程中的耦合的光吸收、热质传递和能量转化过程的机理理解仍然不足。本研究从量化蒸发界面特性的角度出发，提出使用“界面位置”和“界面厚度”，量化蒸发装置内部的光学传输、热量传递以及水汽输运的相互作用，为蒸发器材料参数和器件结构的合理设计提供指导。利用多物理场耦合模型，理解太阳蒸发装置中的耦合多物理过程，结合实验验证，当蒸发器吸收系数为 400 m^{-1} 时，能获得最佳的界面位置和界面厚度。值得注意的是最佳蒸发位置位与吸热层内部（过渡蒸发区域），而不是在最表面（表面蒸发区域）。这有效减少了对环境的辐射和对流损失，提高了蒸发性能。基于界面特性优化的在过渡蒸发区域工作的多级蒸发装置的实验蒸发速率可以达到 $5.38\text{ kg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ ，相较于在表面蒸发区域工作的蒸发器提升了 12% 的性能。为了进一步提高性能并减少蒸发器表面的热损失，我们基于理论模型对装置表面的光学窗口进行了理性设计。研究结果显示，使用 6mm 厚度的 SiO₂ 气凝胶作为盖板时，装置的蒸发速率可以达到 $6.25\text{ kg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ ，比没有盖板的蒸发器性能提升了 16%。同时，我们通过优化水输运、热管理和冷凝等方面，设计了

一个面积为 1 m² 的室外多级蒸发装置，其在室外平均辐照度为 720 W m⁻² 的条件下，达到 3.56 kg m⁻² h⁻¹ 的淡水收集速率。总之，通过对太阳能界面蒸发系统中光学传输、热质传递和水汽输运等多场耦合机理研究，为蒸发器的材料设计和器件结构提供了关键设计指导，同时为提升系统蒸发性能并推动其实际应用提供了有力支持。

最终交流类型：邀请报告

绿电驱动冶金碳循环

李松*

东北大学

钢铁材料是经济社会发展和国防建设的重要基础。现在的钢铁制造流程平均每生产 1 吨粗钢需要消耗 20GJ 的能量并排放 1.8 吨 CO₂，且当前流程技术消耗的能量以化石能源为主。作为耗能大户，钢铁行业节能减排升级对推动我国实现“碳达峰”和“碳中和”目标起至关重要的作用。目前的关键是开发新的流程工艺以有序提升太阳能、风能等可持续洁净能源的使用比例并降低 CO₂ 的净排放。本报告以催化材料设计为主要着力点，以洁净能源电力驱动 CO₂ 转化为 CO、甲烷等易为高炉消耗的燃料分子，以碳循环方式提升炼铁过程中洁净能源能耗占比、减少 CO₂ 排放，是冶炼过程绿色化、电气化的有前景技术路线。

最终交流类型：口头报告

界面蒸发实现高效水电同产

毛正义*

香港城市大学

界面太阳能水蒸发技术被认为是最可持续的海水淡化方式之一，但蒸发过程中的盐结晶问题严重阻碍了该技术的实际应用。本报告总结了目前界面太阳能海水淡化技术的发展现状和面临挑战，介绍了光热材料、多孔基质和蒸发过程中盐结晶控制三方面的新进展。同时，报告重点研究了光热蒸发中，多孔介质的传质传热过程。通过调控多孔介质的多级结构和亲疏水特性，优化蒸发过程中的传热行为和盐扩散关系，实现高效持久的太阳能海水淡化。最后，利用界面蒸发冷却原理，设计被动式强化换热结构。通过耦合产电器件，开发出高性能水-电联产系统，并展示了为商用电子设备快速充电可能性，为缓解淡水-能源短缺问题提供了可行的解决方案。

最终交流类型：邀请报告

光热纤维集合体设计及其功能化应用

张骞*

武汉纺织大学

纤维构型的纺织品是一种多层级多尺度结构，既能是实现材料的光学调控，又兼备柔性、透气等优势，功能单元易于在纺织结构上集成，实现光热材料的规模化、低成本的宏量生产和应用。围绕界面光热蒸发宏量化，高蒸发通量，长效稳定等难点，以纤维材料为研究对象，通过纤维材料分析、纱线结构设计、纺织集成的交叉结合，探索纺织编织成型技术构建芯鞘结构的光热纱线，实现光热纱线供液，光热以及电热等功能的集成。从而实现用于高蒸发通量、抑制盐垢及可宏量制备纤维基光热蒸发系统构筑。同时，针对户外炎热环境下，传统敷料吸收太阳光，会导致创面过热问题。首次提出并设计了基于纤维集合体的日间辐射制冷敷料，将热量通过大气透明窗口发射到寒冷外太空，同时能够反射大量太阳辐射热，避免了太阳光下伤口的过热，实现理想创面微环境的构建，最终达到太阳光下伤口的快速愈合目的。

最终交流类型：邀请报告

太阳能光热蒸发协同催化体系的构建及性能探索

陆依*

南京林业大学

在绿色低碳的国家战略指引下，基于清洁太阳能光热转换及催化协同技术进行绿色能源转换具有重要的科学意义和应用前景。本报告围绕太阳能光热转换的开发与利用，重点阐述光热转换与催化协同技术在光、电催化领域的应用。基于二维纳米材料组成和结构特性，提出氢键扰动调控策略改变材料内部水状态，降低光热蒸发所需的能量，提高光热蒸汽转换效率。系统构筑光热协同催化体系，探究光热效应在热力学和动力学上对催化反应的促进作用与增强机理，显著提高太阳能利用率，实现低碳绿色资源利用。

最终交流类型：邀请报告

纳米纤维基界面蒸发器件

王黎明*

东华大学

太阳能界面光热水蒸发技术是解决该问题的最佳方案之一。然而，在实际应用过程中，自然环境下波动水面可能造成光热蒸发器的倾倒与翻转、连续长期运行时产生盐析出，造成光热蒸发器损伤与蒸发性能降低。为此，通过设计构建具有水下亲气表面的棉/纳米纤维亲/疏水核壳结构纱线，同时实现自漂浮、自隔热和可控供水，实现在动态水环境下高效蒸发。亲/疏水核壳纱线的亲水棉芯中存在大量毛细管水通道，疏水的纳米纤维壳层可在水下储存空气形成隔热层，减少热量向水体的散失。这种独特的亲/疏水核壳结构纱线可同时实现可控供水、稳定漂浮、减少热散失，热传导降低至 70.18 W m^{-2} 。通过调整棉芯暴露长度进一步优化亲/疏水壳核纱线基光热蒸发器的蒸发性能，在一个太阳光下，光热蒸发速率可达 $2.26 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。在动态水环境下，亲/疏水壳核纱线基自漂浮界面光热蒸发器展现出稳定的自漂浮性能（超过 24h），水收集速率达到 $14.17 \text{ kg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 。

[1] Wang Liming* et al., *Nano Letters*, 2024, 24, 1034.

[2] Wang Liming* et al., *Fundamental Research*, DOI:10.1016/j.fmre.2023.09.006.

[3] Wang Liming* et al., *Small*, 2024, 20, 2307005.

最终交流类型：口头报告

3D 蒸发器气流重组与能量捕获实现性能增强机理探究

山詠、徐震原、王如竹*

上海交通大学

淡水危机深刻影响着人类的福祉和全球可持续发展。探索非常规水资源已经成为缓解淡水短缺的可行解决方案，其中太阳能蒸发是一种零能耗和环保的淡水获取方法。虽然已经有大量的研究证明了该技术的可行性与潜力，但在实验室测试的结果与实际应用之间仍然存在差距。这种差距主要体现在，蒸发器内部及其周围的水与蒸汽传热传质的原理探究的缺失，以及缺乏在户外动态太阳轨迹下的实际性能评估两方面。这阻碍了太阳能驱动界面蒸发技术的有效和大规模实施。为此，我们设计了一种具有双面峰谷蒸发结构的新型三维折纸太阳能蒸汽发生器，在 1 kW m^{-2} 的辐照功率下蒸发速率为 $1.69 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，效率为 96.1%，比平板蒸发器高出 43.2%。进一步机理探究表明这种蒸发速率的提高不仅可以归因于众所周知的暗蒸发加剧现象，还可以归因于围绕三维蒸发结构的气流的重组。这种重新配置有效地减轻了蒸汽扩散阻力，促进了蒸发器内热能的有效重新分配，从而提高了蒸发速率和整体效率。此外，在真实的室外条件下，具有多个倾斜表面的 3D 太阳能蒸汽发生器显示出卓越的太阳能收集能力，与传统系统相比，其太阳能收集能力

提高了 31.9%。最后,进行了为期 5 天的严格的连续室外采水试验,获得了恒定的产水量为 $1.088 \sim 8.863 \text{ kg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 。这些发现阐明了控制 3D 蒸发增强效果的基本机制,强调了在现实场景中使用 3D 结构的实际优势。

最终交流类型: 墙报

植物启发的分级梯度多孔纳米纤维素水凝胶用于高效太阳能驱动界面蒸发

巩逸飞, 高婷婷*, 李发学*

东华大学

基于水凝胶的太阳能驱动界面光热转换技术被认为是一种生产淡水的有效方法,然而传统的水凝胶蒸发器存在水运输速率较慢以及长时间蒸发在表面积聚盐分的问题,限制了光热水凝胶的实际生产与应用。受植物叶脉组织结构的启发,我们构建了一种分级梯度孔结构的纤维素基水凝胶蒸发器,水凝胶自下而上的梯度孔结构提供了较强的毛细作用,驱动水分快速地输送到蒸发界面,并有效阻止了盐离子在水运输孔道中的积聚,实现了在盐水中的长期稳定使用。本文通过冻融循环法制备得到了双层复合光热水凝胶,纤维素纳米纤维(CNFs)及聚乙烯醇(PVA)用于构造水凝胶的骨架,CNFs赋予了水凝胶优异的机械性能及活化水的能力。添加了羧基化碳纳米管(C-CNTs)的上层水凝胶(C-CNTs@CNFs/PVA)用于高效的完成光热转化,并将热能局限在蒸发界面。聚乙二醇(PEG)作为致孔剂参与了下层水凝胶(PEG@CNFs/PVA)多级孔的构造,不同尺度的多级孔结构实现了盐交换和防止盐积聚的效果。通过构造下层较大尺度的孔径、上层较小尺度的孔径,形成了自下而上的梯度孔结构,差动化毛细效应完成了从水体到光热界面的快速水传输。该水凝胶蒸发器实现了 1.53 g min^{-1} 的水传输速率,在一个太阳下达到了 $2.61 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的蒸发速率以及 91.08% 的能量利用效率。并且通过分子动力学模拟等手段证实了该水凝胶体系对蒸发焓值的降低,加速了水分的蒸发。在 10 wt% 的模拟海水中,可以保持稳定的蒸发速率并无盐沉积现象发生。此外,该蒸发器能够去除 99% 以上的海水原生金属离子以及印染废水中的重金属离子,几乎能够完全去除染液中的染料离子。该工作在太阳能海水淡化及印染废水处理上展现出了广阔的应用前景。

最终交流类型: 墙报

金属-多酚/聚酰亚胺复合气凝胶及其从电子废水中高效分离提取金的性能研究

陈雪敏, 钱泽宇, 吕嫣*, 刘天西*

江南大学

电子设备的快速迭代在提高人类生活质量的同时,大量电子垃圾的积累也造成了巨大的环境负担和资源浪费。因此,从电子垃圾中回收贵金属(如:金)具有重要的环境效益和经济效益。然而,由于电子垃圾消解液条件苛刻、溶液中金离子浓度极低以及各类竞争性金属离子的存在,对利用吸附材料从电子废水中分离提取金单质提出了极大地挑战。针对这一问题,我们设计制备了一种新型金属-多酚/聚酰亚胺(PI)复合气凝胶吸附材料,其具有优异的化学还原性、良好的结构稳定性及可循环使用性能。研究表明,该复合气凝胶对溶液中的金离子表现出高达~97.4%的吸附效率,可从含有 12 种金属离子的混合溶液中高选择性吸附还原金离子,还原后的金单质纯度接近 100%。结合实验和密度泛函理论(DFT)计算结果证明,金离子可被复合气凝胶吸附并还原成金单质,经过进一步成核生长成可形成微米级团聚体($\sim 12 \mu\text{m}$),从而使其可通过简单超声等机械分离方式从气凝胶表面脱离,便于回收。进一步将该复合气凝胶用于处理模拟 CPU 废水(王水溶液),发现其可在 3.6 ppm 的超低金离子浓度下有效提取金单质(> 96%),且可稳定循环使用 5 次以上。经济核算结果表明,使用该复合气凝胶提取回收电子废弃物中的黄金,利润率高达 6600% (利润/成本= $\sim 52.9/\sim 0.8 \text{ dollar}\cdot\text{g}^{-1}$),显示出巨大的经济效益和应用前景。

最终交流类型: 口头报告

基于结构化光热储能超疏水表面的先进防结冰技术胡志锋¹、褚福强²、王如竹*¹

1. 上海交通大学
2. 北京科技大学

水是生命和文明的源泉，但结冰每年都会对人类生活和工业生产造成巨大的危害。基于超疏水表面的被动式防结冰技术由于其低能耗的特性而广受关注。本工作从超疏水表面防冰原理出发，梳理了超疏水表面的设计和功能化防冰研究进展，依次讨论常规、宏观结构和光热超疏水表面的防冰性能与优缺点。常规超疏水表面和结构化超疏水面在极端条件下疏冰特性易失效，而光热超疏水表面性能严重依赖于太阳光照条件。为了解决上述问题，本工作提出结构化光热储能超疏水（MPSS）表面的设计策略，将超疏水材料、表面结构设计、光热材料和相变材料（PCM）的功能集成于同一表面，构筑多重防线以有效提升表面的全天防冰能力。多功能协作思路引导的全天超疏水防冰表面的设计框架，有望推动超疏水表面防结冰技术的发展。

最终交流类型：墙报

多功能光热相变织物用于全天候界面蒸发

夏峰，李发学，高婷婷*

东华大学

太阳能界面蒸发技术是一种高效、可持续的水净化技术，在海水淡化和废水淡化等领域展现了广阔的应用前景。然而，由于太阳能光照的间歇性和盐分的积累，界面蒸发器在能源高效利用和长期蒸发稳定性方面仍面临巨大挑战。为了解决这些问题，我们将聚吡咯（PPy）沉积到相变微胶囊表面，得到的光热相变微胶囊可以有效实现太阳能的吸收、利用和存储。随后利用静电植绒技术在亲水棉织物表面构筑由光热相变微胶囊堆叠排列的微纳米级乳突结构，由此产生的“荷叶效应”不仅可以增加光吸收，快速蒸汽逸散而且赋予了蒸发器超疏水和自清洁的特性，由此制得的太阳能蒸发器（PPy/MePCM@CF）实现了 93.4% 的高光学吸收率，在 1 个光照强度下，PPy/MePCM@CF 的水蒸发率高达 $2.10 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 并且在 3.5 wt% NaCl 溶液中也能保持 $1.94 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的蒸发速率且长期的蒸发过程中表面无盐分积累。此外，得益于相变材料释放的光热能量，所开发的蒸发在光强变化的条件下也能表现出连续稳定的水蒸发，与不含相变材料的 PPy@CF 蒸发器相比，在光强变化的条件下，蒸馏水的产量增加了 10.5%。该研究对开发可全天候蒸发、可扩展制备以及长期抗盐分积累的界面蒸发器提供一种新的思路和可行的方法，可以有效地应用于海水淡化和废水处理的应用中。

最终交流类型：墙报

光热驱动的 3D 打印多功能凝胶用于高效拒盐和印染废水淡化

杨昕，李发学，高婷婷*

东华大学

水资源短缺和水污染问题日益严重，开发高效生成清洁水的水处理技术显得尤为重要。光热蒸发器可以利用太阳能生成清洁水，但绝大多数蒸发器存在可重复使用性能差、易污染等问题。我们通过 3D 打印的成型方式制备碳黑/卟啉 MOF 掺杂海藻酸钠水凝胶三维框架（CB/MOF GEL），用于光热水蒸发和废水处理。CB/MOF GEL 在太阳光全波长范围内具有 96% 的光学吸收率及光热转化性能。CB/MOF GEL 在 35 g L^{-1} 盐水中能保持 $2.07 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的蒸发速率，并在长期的蒸发过程中表面无盐积累。能够高效降解亚甲基蓝和罗丹明 B 两种染料，并对实际的印染工业废水展现出了出色的净化能力。

最终交流类型：墙报

太阳能蒸发装置窗口光热特性及性能优化研究

李士腾, 刘尚, 杨淇钧, 林蒙*

南方科技大学

太阳能界面蒸发技术将热量集中在被蒸发水表面, 具有很高的蒸发效率。但传统的界面蒸发装置存在较大的顶部热损失, 制约了该技术的效率进一步提升。针对上述问题, 我们研究了光学窗口的光热特性对太阳能蒸发装置性能的影响, 并对光学窗口性能进行了优化。具有光学窗口的太阳能蒸发装置能有效抑制光热层向环境中的对流和辐射热损失, 理想的光学窗口需要同时满足在太阳光谱范围的高透过率, 红外光谱低透过率和低热导率。通过构建蒸发装置的集总参数理论模型, 针对高透玻璃、聚丙烯酸酯有机玻璃(有机玻璃)和气凝胶光学窗口材料进行了详细的光热性能分析。理论计算研究发现三种光学窗口材料均能有效减少蒸发装置顶部热损失, 相比于无光学窗口设计, 顶部热损失分别减少了约 21.33%、55.32%和 90.23%。同时通过滞止温度实验测试, 三个光学窗口装置的滞止温度分别为 69.04、78.13 和 177.12 °C。气凝胶材料由于其高光透过和低导热系数, 性能最佳。计算数据表明, 在标准太阳辐照度照射下, 基于高透玻璃、有机玻璃和气凝胶的 10 级装置蒸发速率最高分别可达 4.16、5.06 和 6.28 kg m⁻²h⁻¹。最后我们设计了气凝胶做光学窗口的 10 级蒸发装置, 实测蒸发效率可达 416.67%, 淡水收集速率为 6.25 kg m⁻²h⁻¹。总之, 本研究通过研究不同光学窗口材料的光热特性以及其对蒸发装置性能的影响实现了光学窗口的设计优化和高效蒸发装置的构建。

最终交流类型：墙报

太阳能多级界面蒸发装置的光热转化性能优化及放大设计

杨淇钧, 刘尚, 李士腾, 林蒙*

南方科技大学

基于太阳能界面蒸发的海水淡化技术在解决全球清洁饮用水短缺方面具有巨大潜力。典型的太阳能界面蒸发双层结构由高效的光热材料和低热导系数的绝热材料组成, 已经在实验室级别取得了高效的蒸发性能。然而, 将其扩展到户外大面积应用仍然面临以下挑战: (1) 蒸汽在盖板冷凝, 形成液膜/液滴, 光学损失大; (2) 蒸发层在大面积装置中水输运速率不足导致光吸收层表面过热, 产生较大的热损失; (3) 热蒸汽在大面积盖板表面冷凝换热, 蒸发潜热无法回收。为解决上述难题, 本研究采用反蒸馏式太阳能界面蒸发装置设计, 实现了对蒸发层和冷凝层的有效分离, 避免蒸发过程对太阳能吸收产生干扰。本研究通过制备具有高光吸收率(97.1%)和超亲水的 Cu-CAT-1 纳米颗粒, 通过无水乙醇混合分散, 在 PVA 海绵上均匀喷涂的方法, 实现了 1m²大面积亲水吸光层的制备。为回收冷凝潜热提高冷凝效率, 本研究设计了多个串联的蒸发-冷凝层, 潜热循环利用, 提高热能利用率, 在一个太阳照射下可实现 5.45 kg m⁻²h⁻¹的淡水收集速率。同时, 为了研究大面积装置的户外真实条件下的性能, 本研究开展了长时间户外淡水制备实验。在室外平均辐照度为 720 W m⁻²的条件下, 该装置在 9 小时内共收集了 32 L 的淡水, 平均制水效率为 3.5 L m⁻²h⁻¹, 峰值效率可达到 5.1 L m⁻²h⁻¹。总之, 本研究通过采用反蒸馏设计结构解决了大面积的光学损失问题, 通过制备高吸收率和超亲水性 Cu-CAT-1 纳米颗粒解决了大面积的水输运问题, 通过回收冷凝潜热解决了大面积的热管理问题, 制备了 1 m²的大面积户外装置, 实现了日产 32 L 淡水的效果。

最终交流类型：墙报

多酚介导液态金属光热性能调控及其 3D 太阳能界面蒸发器设计

杨胜都, 张军华*

四川大学

界面热驱动太阳能海水淡化被认为是缓解淡水短缺危机一种有前途的技术。然而，盐结晶沉积、能效利用率低，耐久性差等问题，进一步限制了其应用与推广。在此，我们探索并制备了一种具有可控光交联且耦合光热特性的微尺寸共晶镓-铟（EGaIn）核壳纳米液滴（LMTE），其微滴结构主要由烯丙基缩水甘油醚（AGE）接枝单宁酸（TA）外壳稳定。低能量带隙壳鞘协同等离子体液态金属核可作为太阳能吸收剂，实现宽带光吸收和局部微纳热通道。此外，我们基于 LMTE 微滴直接组合市售水溶性聚合物和光固化物质，成功配制出系列适用于数字光处理（DLP）3D 打印的水基光热墨水。作为概念验证，采用 DLP 打印技术融合金属多酚网络（MPN）工程，并通过自下而上的定制策略设计了含 LMTE 毫锥针阵列式水凝胶蒸发器。光谱定制 LMTE/MPN 调谐水凝胶与高效光子收集功能相结合，赋予了 3D 太阳能界面蒸发器优秀的水-热能管理能力，包括卓越的太阳能水蒸发（ $2.96 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，96.93%蒸发效率）、出色的太阳能海水淡化以及拒盐特性（盐循环和特定点盐结晶）。

最终交流类型：墙报

A07-P36

基于界面特性优化的多级太阳能蒸发装置的性能研究

刘尚*

南方科技大学

太阳能界面蒸发技术作为一种高效的海水淡化技术，因其响应速度快，装置成本低廉受到广泛的关注。近年来已经有许多相关报道，通过开发新颖的材料和结构来提高系统的蒸发性能 [1]。尽管这些研究从不同角度对蒸发器性能的提升提供了不同的思路，但是目前还没有研究揭示如何定量地设计材料参数和器件结构，来最大程度地提高系统的蒸发效率。本文通过使用实验和模拟耦合的方法来定量界面蒸发装置多物理场耦合的能量输运和转化过程，并分析蒸发界面的特性对装置性能的影响 [2]。提出了“界面位置”和“界面厚度”两个全新的概念来量化蒸发器中光学传输，热量传递以及水、汽输运的相互作用，从而指导蒸发器材料参数和器件结构的合理设计。根据界面特性的不同，定量的将蒸发类型分成：表面蒸发，过渡蒸发，体积蒸发。通过实验和理论的分析发现，当蒸发器吸收系数为 400 m^{-1} （“界面位置”为 0.32，“界面厚度”为 0.0027 m）时，蒸发效率达到峰值，此时太阳光在蒸发器上表面靠下的位置（过渡区域）被完全吸收而不是在最表面（表面区域）。通过热损失分析发现，过渡区域蒸发能有效减少系统对环境的辐射和对流损失，最大程度地提高蒸发性能。同时，基于界面特性优化的在过渡区域工作的多级蒸发装置的蒸发速率可以达到 $5.38 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，比在表面区域工作的多级蒸发器的性能提升了 12%。总之，本研究通过对太阳能界面蒸发系统中光学传输，热量传导以及水、汽输运的多物理场机制进行耦合理解，为蒸发器的材料设计和器件结构提供了重要的指导，为系统蒸发性能的提高提供了重要依据。

最终交流类型：墙报

A07-P37

Novel mushroom-like cotton-based evaporator for simultaneous freshwater production and salt harvesting via edge-preferential crystallization

Jun Li, Qian Lang, Dahang Deng, Changkun Liu*

Shenzhen University

Solar-driven interfacial evaporation (SDIE) has emerged as a promising technology to alleviate the global freshwater scarcity. However, the simultaneous collection of water and salt as resources while maintaining stable evaporation rate without salt contamination at the evaporation interface remains a huge challenge. Herein, we report a novel mushroom-like cotton-based evaporator, inspired by the vertical stem and inclined caps of mushrooms, for simultaneous freshwater production and salt harvesting. By depositing polyaniline (PANI) and

carbon nanotubes (CNTs) onto the cotton fabric (CF), an evaporation rate of $1.88 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ and a high solar evaporation efficiency of 99.4% can be achieved in 3.5 wt% NaCl solution under one solar irradiation. Furthermore, a significant water collection efficiency of 70.2% and a high salt harvesting rate of $42.1 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ can be derived. Even exposed to high-concentration (15 wt%) brine, our design still effectively prevents salt contamination. The distinctive edge-preferential crystallization not only avoids the salt contamination but also promotes the salt harvesting, due to the capillary force, the criss-cross water channels from the nature of cotton cloth, as well as the gravity-assisted water transport of the “mushroom cap” during evaporation. In addition, the low thermal conductivity ($0.163 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) of the photothermal layer with the integration of PANI and CNTs, as well as the vertical water upward transport via the “mushroom stem” effectively reduce the heat loss. This research holds great potential for seawater desalination applications with the comprehensive utilization of seawater resources.

最终交流类型：墙报

A07-PO01

灯心草纤维基太阳能蒸发装置用于乙醇-水体系染色废水净化

付专^{1,2}、龙玮皓¹、夏良君*¹

1. 武汉纺织大学
2. 浙江理工大学

乙醇 (EtOH) - 水 (H_2O) 混合体系作为一种环境友好型有机溶剂, 已被广泛应用于绿色纺织品染色技术中, 以减少水的消耗。然而, 开发一种可持续和节能的方法来回收乙醇-水混合物, 以缓解全球能源危机是至关重要的。受树木蒸腾过程的启发, 我们设计了一种双层结构的太阳能驱动回收装置, 采用木质纤维素为主要成分的生物质纤维材料灯心草 (JE) 和碳纳米管 (CNTs) 作为太阳能吸收层和液体传输层。得益于灯心草纤维三维分层多孔的结构和独特的性能, 制备出的装置具有优异的光吸收性 (>95.90%) 和光热转换能力, 并进一步用于利用太阳能产生蒸汽来净化被染料污染的 EtOH- H_2O 混合物。该装置在一个太阳光照强度下, 可将 EtOH- H_2O 混合物的蒸发速率提升至 $2.43 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 约为自然蒸发速率的 3.6 倍。此外, 制作了一个总面积为 900 cm^2 的大型蒸汽蒸发器, 用于回收 EtOH- H_2O 混合物, 并将其放置在室外环境中一整天 (0:00-24:00), 以评估实际环境中的蒸发和回收性能。蒸发后收集的混合物中 EtOH 含量基本保持不变, 在纺织工业生产中具有很大的应用潜力。灯心草基木质纤维素净化装置利用太阳能从染色废水中高效回收乙醇-水混合物, 该系统对乙醇-水体系染色产业链的绿色闭环发展具有重要的意义。

最终交流类型：口头报告

Reduced graphene oxide-based nanocomposites for simultaneous photothermal-photocatalytic synergistic water purification

Haining Yang*

Shandong University of Science and Technology

The technology of solar steam generation is promising for producing clean water, but the high-boiling point organic contaminants will be concentrated in the initial water, while volatile organic compounds easily evaporate with water and accumulate in the distilled water. Thus it is essential to develop an advanced water purification system that integrates photothermal water evaporation and photocatalytic degradation. Herein, a multifunctional porous composite composed of reduced graphene oxide, titanium dioxide derived from MXene, and polyaniline (GMTP) is prepared by the one-step thermally assisted redox reaction that demonstrates the simultaneously enhanced organic contaminants removal and a high water evaporation rate. Due to the generation of S-type heterojunction between the titanium dioxide and polyaniline, the redox potential of the GMTP is significantly

broadened, achieving the multi-level separation and recombination of photo-induced electrons and holes on photothermal-photocatalytic synergistic performance. As a result, the GMTP evaporator exhibits a high water evaporation rate of $2.81 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ under 1-sun irradiation as well as the outstanding photocatalytic degradation efficiencies of more than 99% for various organic contaminants without additional oxidants. Therefore, the as-prepared multifunctional composites show great potential in the development of environmental remediation technologies and the applications of relieving the freshwater crisis.

最终交流类型：墙报

A07-P38

基于还原氧化石墨烯的纳米复合材料同时用于光热光催化协同净水

杨海宁*

山东科技大学

太阳能界面蒸发技术在生产清洁水方面前景广阔，但高沸点有机化合物很容易随水蒸发并在水中积累。因此，开发一种集光热水蒸发和光催化降解于一体的先进净水系统至关重要。本文通过一步热辅助氧化还原反应制备了一种由还原氧化石墨烯、MXene 衍生的二氧化钛和聚苯胺（GMTP）组成的多功能多孔复合材料，该材料同时具有增强的有机污染物去除能力和较高的水蒸发率。由于二氧化钛和聚苯胺之间产生了 S 型异质结，GMTP 的氧化还原电位被显著拓宽，实现了光诱导电子和空穴的多级分离和重组，从而提高了光热光催化协同性能。因此，GMTP 蒸发器在 1 太阳光照射下的水蒸发率高达 $2.81 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，并且在不添加氧化剂的情况下，对各种有机污染物的光催化降解效率超过 99%。因此，所制备的多功能复合材料在开发环境修复技术和缓解淡水危机的应用方面显示出巨大的潜力。

最终交流类型：口头报告

空气捕水光催化析氢

曾祥会，陈辉*，赵雷，何玲珑

武汉科技大学

整合环境资源生产清洁燃料正在成为传统能源技术的替代方案。最近，研究者开发出一种大型光催化水解面板反应器系统，并证明了其商业可行性。在传统光催化制氢反应中，原则上需要充足的阳光和充足的水源(如海水和纯净水)。然而，光照充足的地区（如沙漠）往往面临着严重的水资源短缺等问题，这已成为光催化制氢在光照充足地区可持续发展的主要挑战之一。针对水资源短缺问题，大气集水(AWH)提供了一个有效的解决方案。研究表明，一些干燥剂材料，如吸湿盐(LiCl , CaCl_2 , ZnCl_2)，具有从空气中捕获水的优异性能。但这种粉状吸湿材料容易发生水化反应，且由于没有固定的框架结构，很难蓄水，而多孔框架结构可为吸湿盐提供固定场所。此外，太阳能利用效率高的界面太阳能加热近年来在海水淡化、废水处理、发电等各个领域得到了广泛的应用，以增强蒸发。这种自发的能量转移提供了一种收集水的新策略，即水的储存和释放可以通过夜间和白天交替的吸附-解吸过程来实现，并进一步利用其在阳光下进行光催化制氢。基于此，本文设计了一种大气水收集-光热水蒸发-光催化制氢(AWPH)系统，利用具有垂直孔隙结构的碳化木材为吸湿盐提供附着位点并形成“蓄水池”结构，采用 Pt 修饰的 $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 纳米片(Pt-CN)作为光催化剂，由于光热效应，被 ZnCl_2 吸附的水沿着垂直孔道被驱动到光催化剂上，实现析氢反应。光热-光催化体系产生的蒸汽/光催化剂/氢气双相界面显著降低了界面势垒，减少了氢输运阻力。样品的吸水率为 0.56 g g^{-1} ，在 100 mW cm^{-2} 光照 5.5 小时， H_2 产量为 $21.99 \mu\text{mol cm}^{-2}$ 。

最终交流类型：口头报告

高效凝胶太阳空气取水系统及全球潜能

王佳韵*

上海理工大学

太阳能空气取水技术是一种新型分布式供水方式，有望缓解沙漠地区淡水短缺问题，但取水效率低限制了其应用发展，需要从材料和系统循环优化两方面进行性能提升。本研究将基于取水热力循环，材料-系统-潜能预测三个层面展开，具体开展“凝胶材料吸附式空气取水吸附机理”、“太阳能取水热力循环特性及热湿增效”及“干旱地区取水性能预测”的研究体系，为实现沙漠干旱地区水资源灵活高效供应提供理论指导及技术支撑。

最终交流类型：邀请报告

微纳热调控材料设计及其在控温节能中的应用

彭雨繁*

北京大学

优化热调控设计，不仅有利于增强物体热管理能力，而且可以提高能量及资源利用率，对于节能减排和可持续发展有着非常重要的促进意义。在本报告中，报告人将介绍其近几年在微纳热调控材料设计方面的一些工作，包括用于人体辐射致冷的纳米孔聚乙烯（NanoPE）纤维及织物、针对人体蒸发散热的导热导水一体化织物（i-Cool）及模拟排汗皮肤设计（i-TRANS）、应用于建筑和运输中保温隔热需求的彩色低发射率材料体系等，探讨材料的设计理念、制备工艺及应用实践。

最终交流类型：墙报

A07-P39

微波处理的层状石墨用于高效太阳能海水淡化和废水处理

王笙伊¹、张存修¹、孙德恩¹、郭鸣明¹、Sam Zhang^{*1,2}

1. 西南大学

2. 哈尔滨工业大学

在全球水危机中，包括海水淡化和废水回收在内的“废物换宝”战略被证明是一种很有前途的方法。然而，现有的太阳能蒸发器受到诸如低光热转换效率和显著热损失等挑战的阻碍。在这里，我们提出了一种创新的解决方案，可以减少材料的带隙，提高光回收的效率。结果表明，经微波处理的石墨反射率降低了15%，表面温度提高了9°C。此外，将这种石墨与水凝胶结合以调节界面润湿性进一步优化了蒸发效率。当暴露在阳光下时，开发的锥形柱蒸发器实现了 $2.91 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 的高蒸发率，这比3.5wt.%NaCl溶液的自然蒸发率显著增加了663%。值得注意的是，在测试过程中，蒸发器表面没有观察到盐沉积，同时该材料对污染物表现出优异的吸附和解吸性能，突出了其可持续应用的潜力。这些结果为高效太阳能蒸发器的设计和开发提供了宝贵的理论和实践见解。

最终交流类型：墙报

A07-P40

基于GO/MXene-SA水凝胶纤维的光热织物蒸发器，用于海水淡化和太阳能界面蒸发

李璇*

山东科技大学

随着人口增长和工业发展，全球对水资源的需求不断增长，淡水资源短缺成为一个日益严重的问题，太阳能驱动界面蒸发是目前解决水资源短缺最有前途的策略之一。本课题通过同轴湿法纺丝制备了具有核壳结构的GO/MXene-SA水凝胶纤维，并通过织造技术构建出光热织物蒸发器。基于蒸发器的多孔结构和纤维之间的毛细效应的协同影响，高效的解决了水-蒸汽界面水传输不足的问题，并在太阳蒸发界面实现了良好的水热分布，大大提高了光热转换效率和蒸发速率。实验结果表明，构建的蒸发器在一个太阳光照下，水蒸发速率达到 $2.44 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ，成功织造了具有良好水蒸发速率的光热织物，该蒸发器具有优异蒸发速率、

耐盐性和大规模生产潜力，为海水淡化提供了新的思路。

最终交流类型：墙报

A07-P41

Photothermal fabric evaporator based on GO/MXene-SA hydrogel fiber for desalination and solar interfacial evaporation

Xuan Li*

Shandong University of Science and Technology

With population growth and industrial development, the global demand for water is increasing, and freshwater scarcity is becoming a growing problem. Solar powered interface evaporation is one of the most promising strategies to solve water shortage. In this paper, GO/MXene-SA hydrogel fiber with core-shell structure was prepared by coaxial wet spinning, and the photothermal fiber fabric evaporator was constructed by weaving technology. Based on the synergistic influence of the porous structure of the evaporator and the capillary effect between the fibers, the problem of insufficient water transmission at the water- vapour interface is effectively solved, and a good water and heat distribution is achieved at the solar evaporation interface, greatly improving the photothermal conversion efficiency and evaporation rate. The experimental results show that the evaporation rate of water can reach $2.44 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ under one sun, and the photothermal fabric with good evaporation rate can be successfully woven. The evaporator has excellent evaporation rate, salt resistance and large-scale production potential, which provides a new idea for seawater desalination.

最终交流类型：口头报告

太阳能驱动界面光热转换结构设计及实时监控系統

赵奇、杨亚威、阙文修*

西安交通大学

太阳能驱动界面光热转换的合理设计是制约界面蒸发实际应用的关键影响因素。经过聚苯乙烯磺酸盐 (PSS) 掺杂的聚(3,4-乙撑二氧噻吩) (PEDOT) 表现出优异的光学、热学和稳定性, 进而使 PEDOT:PSS 共轭聚合物有望实现高效且长期稳定的太阳能水净化, 以及界面蒸发系统内部的运行状态仍然存在巨大缺失。我们首次将 PEDOT:PSS 水凝胶引入太阳能水净化领域, 通过分子工程、相工程等多尺度调控技术开发了系列高性能光热转换新材料, 并探讨了其在太阳能水净化领域的应用价值。同时, 开发了具有光热/蒸发界面分离的多级太阳能蒸馏器监测系统。具体研究内容及结果总结如下:

(1) 创新性地 将 PEDOT:PSS 引入太阳能水净化领域, 实现 PEDOT 类共轭聚合物太阳能水净化领域的突破。将 PEDOT:PSS 沉积在木材表面利用干燥退火后溶胀的方式得到具有优异光吸收能力 PEDOT:PSS 水凝胶光热转换材料, 全光谱实现了超 99.8% 的光吸收率。蒸发速率达 $\sim 1.46 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 能量效率达 $\sim 75.76\%$ 。

(2) 通过化学交联设计具有双网络结构的 PEDOT:PSS-PAAm 水凝胶, 实现了 PEDOT 类共轭聚合物水凝胶光热转换材料在太阳能水净化领域各项性能的提升。基于 PEDOT:PSS-PAAm 水凝胶太阳能蒸发器的能量效率为 $\sim 97.2\%$ 和蒸发速率为 $\sim 2.15 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 且具有良好的耐久性和环境稳定性。

(3) 通过物理化学交联法设计具有微相半分离结构 PEDOT:PSS-PVA 水凝胶, 实现了 PEDOT 类共轭聚合物水凝胶光热转换材料在太阳能水净化领域的大规模开发和实际应用。制备出具有微相半分离结构 PEDOT:PSS-PVA 水凝胶, PEDOT:PSS 作为光热转换相和 PVA 作为水输送相的能够实现长期稳定和可扩大化生产的效果。蒸发速率达 $\sim 2.84 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, 能量效率为 $\sim 98\%$; 60 天实际测试可保持稳定的能量效率 $\sim 93.3\%$ 、出色的机械强度、长期稳定性和耐用性。制造了大尺寸的独立式光热转换水凝胶材料, 实现可扩大生产和大面积应用, 能够有效地用于海水淡化和直接废水净化。

(4) 多级太阳能蒸馏器虽然取得了快速发展, 但由于装置完全密封导致其内部运行状态似“黑匣子”

的关键问题。为此，我们开发了一种光热/蒸发分离的多级太阳能蒸馏器实时运行状态监测系统。首先，设计了一种最优的五级太阳能蒸馏器架构，采用双向供水，实现快速的集水率 ($1.72 \text{ L m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) 和抗盐效果。其次，通过不同盐度和运行条件的验证，获得了最佳运行状态 (12 h 太阳辐照+12 h 暗态冲洗)；同时，在 23 天的长期运行中集水率能保持良好。最后，探索了用于确定多级太阳能蒸馏器运行状态的阻力和温度变化监测策略：通过供水入口的电阻变化可监测供水状态、辐照强度和盐度等变化；通过蒸发层温度变化可以监测蒸发死区析盐情况，该运行状态监测系统对多级太阳能蒸馏器的实际推广运行具有重要的价值。

[1] Qi Zhao, et al., Chemical Engineering Journal, 2022, 442, 136284.

[2] Qi Zhao, et al., Separation and Purification Technology, 2022, 300, 121889.

[3] Qi Zhao, et al., Desalination, 2023, 568, 116999.

[4] Qi Zhao, et al., Solar Energy, 2023, 112187.

[5] Yumeng Wei#, Qi Zhao#, et al. Small, 2024, 2312241.

[6] Fahad Nawaz#, Qi Zhao#, et al. Advanced Energy Materials, 2024, 2400135.

[7] Yinzhi Ji#, Qi Zhao#, et al. Small, 2024.

最终交流类型: 口头报告

Extreme salt-resisting multistage solar distillation with thermohaline convection

Jintong Gao, Zhenyuan Xu*

Shanghai Jiao Tong University

Recent advances in multistage solar distillation are promising for the sustainable supply of freshwater. However, significant performance degradation due to salt accumulation has posed a challenge for both long-term reliability of solar desalination and efficient treatment of hypersaline discharge. Here, inspired by a natural phenomenon, thermohaline convection, we demonstrate a solar-powered multistage membrane distillation with extreme salt-resisting performance. Using confined saline layer as evaporator, we initiate strong thermohaline convection to mitigate salt accumulation and enhance heat transfer. With a ten-stage device, we achieve record-high solar-to-water efficiencies of 322–121% in the salinity range of 0–20 wt% under one-sun illumination. More importantly, we demonstrate an extreme resistance to salt accumulation with 180-hour continuous desalination of 20 wt% concentrated seawater. With high freshwater production and extreme salt endurance, our device significantly reduces the water production cost, paving a pathway toward the practical adoption of passive solar desalination for sustainable water economy.

最终交流类型: 仅发表论文

A07-PO01

Tortuosity regulation of two-dimensional nanofluidic films for water evaporation-induced electricity generation

Zhihang Liu, Chao Liu, Pan Xiong*

Nanjing university of science and technology

Water evaporation-induced electricity generation is a promising technology for renewable energy harvesting. However, the output power of some reported two-dimensional (2D) nanofluidic films is still restricted by the relatively weak water–solid interactions within the tortuous nanochannels. To further enhance the comprehension and utilization of water–solid interactions, it is of utmost importance to conduct an in-depth investigation and propose a regulatory concept encompassing ion transport. Herein, we propose tortuosity regulation of 2D nanofluidic titanium oxide ($\text{Ti}_{0.87}\text{O}_2$) films to optimize the ion transport within the interlayer

nanochannel for enhanced efficiency in water evaporation-induced electricity generation for the first time. The significance of tortuosity in ion transport is elucidated by designing three 2D nanofluidic films with different tortuosity. Tortuosity analysis and in situ Raman measurement demonstrate that low tortuosity can facilitate the formation of efficient pathways for hydrated proton transport and promote water-solid interactions. Consequently, devices fabricated with the optimized 2D nanofluidic films exhibited a significantly enhanced output power density of approximately $204.01 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$, far exceeding those prepared by the high-tortuosity 2D nanofluidic films. This work highlights the significance of the construction of low tortuosity channels for 2D nanofluidic films with excellent performance.

最终交流类型：仅发表论文

A07-PO02

用于大气水收集的基于氯化锂的超吸湿性凝胶水凝胶

罗智鹏*

上海理工大学

从空气中提取水是解决缺水问题的一个潜在办法。与制冷取水、膜分离和雾气收集等空气取水技术相比，基于水蒸气吸附材料的大气集水技术具有不受地域限制、可再生和循环利用等优点。在此，我们报告了一种基于氯化锂的简单低成本水凝胶，然后将其与光热材料复合，进一步制备出超吸湿超吸附多孔水凝胶。后者在 30% 和 60% 相对湿度下的吸水能力分别为 1.37 g/g 和 1.92 g/g。在 1000 W/m^2 的光照强度下，多孔水凝胶的表面温度可达 67.7°C ，63% 的吸附水可在 2 小时内释放。这个量可以满足一个成年男性和一个成年女性的平均日饮水需求。因此，它有望成为高性能和扩展 AWH 应用的候选产品。

最终交流类型：口头报告

太阳能界面蒸发盐结晶行为调控及海水淡化性能研究

赵海兰、苗蕾*、穆晓江

广西大学物理科学与工程技术学院

人们对水资源需求的增加和水污染的加剧，造成了全球范围内水资源的短缺。太阳能光热界面蒸发技术能够绿色有效地获得纯净水，有望解决水资源短缺问题。目前，盐积累通过阻碍光热转换、水的输运、蒸汽的逃逸等影响太阳能蒸汽发生器的应用。通过利用球壳结构将光热转换和蒸发分离、使用 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 优化蒸发界面促进盐的脱落两种措施，本研究解决了上述问题。盐自脱落太阳能蒸汽发生器具有显著的性能，一个光强下处理 3.5 wt% 盐水的速率和效率分别达到了 $1.57 \text{ Kg m}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 和 91.3%，实现了 6.4% 的脱盐率，且 9h 内的蒸发速率基本不变，这得益于 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 使盐产生的树枝状形貌促进了盐的脱落解决了盐积累的消极影响。

最终交流类型：墙报

A07-P42

基于反应性涂层策略构建界面太阳能蒸发器用于高效海水淡化

姚依婷、杜杰毫、尚斌、黄菁菁、顾绍金*

武汉纺织大学

太阳能界面水蒸发技术已经成为缓解淡水资源短缺的有效途径之一。然而，采用简单而有效的方法以提高太阳能蒸发器的蒸发性能仍然存在挑战。本研究提出了一种简单的喷涂策略，利用亲水多孔的三聚氰胺海绵为基材，通过负载碳材料的聚二季戊四醇五丙烯酸酯-支化聚乙烯亚胺反应性涂层喷涂在海绵骨架上，

构建具有三维核壳结构自浮式太阳能蒸发器。此外，反应性涂层具有二次反应特性，可与十八胺进行疏水改性，从而降低蒸发器表面能，提高水蒸发速率 ($2.08 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) 和转换效率 (123.5%)。研究结果表明，经过 40 小时的长期循环测试、500 次的压缩释放循环、12 小时的超声处理或 24 小时的振荡处理后，蒸发器的水蒸发率依然保持在较高水平。此外，蒸发器对酸碱溶液、模拟海水、染料废水和重金属废水实现了有效净化，同时在户外应用中产生可靠的纯水产量。该项工作为三维蒸发器的设计提供了新的见解，由此产生的太阳能驱动界面蒸发器有望在海水淡化中具有广泛的应用前景。

最终交流类型：口头报告

三维棉基蒸发器在海水淡化中的高效抗盐蒸发应用

刘长坤*、邓达行、梁倩
深圳大学

近年来光热转换太阳能蒸发器因其绿色、环保的特性，在海水淡化领域引起广泛的关注，但仍面临盐结晶与高效蒸发的限制的挑战。本次报告将介绍我们在三维太阳能蒸发器设计领域的两项工作。第一项工作是设计了一种具有四个角度可调蒸发表面的新型剪切伞型蒸发器。与完整伞型蒸发器相比，用更少材料的剪切伞型蒸发器有效利用了蒸发器背面进行水蒸发，实现了更高的蒸发率和纯水产量，并通过有限元模拟分析蒸发器的蒸发模式。第二项工作是设计了一种定向溶液转移的棉基太阳能蒸发器，采用滑梯蒸发构型，实现了毛细管力诱导的重力辅助的水快速传输，充足的水供应促进了蒸发表面及其外围无盐聚集的优异自清洁性能。然后采用梯度蒸发策略实现了同时得到冷凝纯水、不同浓度的浓缩海水以及第三阶段的矿物盐作为工业原料。这项研究为设计能综合利用海水资源的高效太阳能蒸发器提供了新的思路。

最终交流类型：口头报告

碳基光热蒸发器的设计构筑及性能研究

孟祥桐、邱介山*
北京化工大学

太阳能是一种清洁高效、分布广泛的可再生能源。太阳能的转换利用在全球可再生能源体系中占据重要地位，在规模化产热、分布式电力供应等方面发挥关键作用。光热转换是光热材料吸收太阳光，并将其转化为热能的过程。此过程的能量转换效率、蒸发速率、使疫稳定性等性能与材料的微观结构、表面物理化学性质、化学组成等密切相关。碳材料具有来源广泛、光吸收率高、导电性能优异、稳定性好等诸多优势，因此在太阳能利用技术领域展现出极大潜力。此外，碳材料的维度可调，表面电子/原子结构可控，利于表面性质的设计优化。围绕太阳能利用技术对碳基关键材料的应用需求，报告人所在的“石油和化工行业新型碳基功能材料行业重点实验室”锲而不舍地开展了系统的研究工作。本报告将围绕光热蒸发技术中碳基材料的结构调控和荷质传输强化，基于表面工程策略，介绍数种碳基材料的设计制备及本征构效关系的调控方法，包括石墨烯、石墨烯与有机相复合物、多孔碳、石墨烯纳米带等。

参考文献：

1. Zou H.Q., Meng X.T.*, Qiu J.S.*, et al., *Adv. Mater.*, **2023**, 35, 2207262.
2. Li J.C., Meng X.T.*, Qiu J.S.*, et al., *Adv. Funct. Mater.*, **2024**, 2316718.
3. Ma Y.J., Meng X.T.*, Qiu J.S.*, et al., *ACS Catal.*, **2023**, 13, 1290-1298.
4. Zhao X., Meng X.T.*, Qiu J.S.*, et al., *Adv. Funct. Mater.*, **2023**, 35, 2209207.
5. Zhao X., Meng X.T.*, Qiu J.S.*, et al., *Nano Research*, **2023**, 16, 6015.

最终交流类型：口头报告

基于有机分子修饰 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ MXene 的高性能柔性超级电容器

赖铭擎，蔡平*
桂林电子科技大学

MXenes 由于其高导电性、可溶液加工、低成本等特性，已经成为一类有前途的电极材料候选者，具有很大的应用潜力。然而，**MXenes** 的再堆叠严重和易氧化问题会导致其电化学性能差且环境稳定性低，从而严重制约其应用。因此，如何解决再堆叠严重和易氧化的问题对于提高其 **MXenes** 的电化学性能和稳定性至关重要。本文采用单宁酸修饰 **MXene** 来抑制 **MXene** 材料的氧化和再堆叠，从而改善 **MXenes** 电极材料的性能。将 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ **MXene** 与单宁酸共同水热，获得水热 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ **MXene**/单宁酸复合物 ($\text{h-Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x@\text{h-TA}$)。 $\text{h-Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x@\text{h-TA}$ 获得了显著提升的抗氧化性和电化学性能。 $\text{h-Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x@\text{h-TA}$ 薄膜电极在 1 A g^{-1} 下获得了 $848 \text{ F} \cdot \text{g}^{-1}$ 的比电容，在 20 000 循环测试后仍保留了原始 100% 的电容。 $\text{h-Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x@\text{h-TA}$ 的对称型三明治超级电容器获得了 30.1 Wh kg^{-1} 能量密度。这些性能数据超越了大部分已报道的 **MXene** 基柔性薄膜电极或器件的性能。