

# 用于高效太阳能蒸汽产生的海绵基气凝胶

孟梓涵

(桂林电子科技大学材料科学与工程学院 广西桂林 541004)

**摘要:** 水是人类生命之源,是我们生存发展不可或缺的重要物质。在过去的几十年里,由于人口的增加和气候变化的影响,全球淡水资源正逐步减少,淡水资源匮乏问题已成为当代社会所面临的重要挑战。界面太阳能蒸发技术作为太阳能光热驱动水蒸发领域的新兴技术,是一种高效、环保、低成本的水净化技术,对缓解淡水资源短缺和化石能源危机具有重要意义。借助于界面太阳能蒸发技术,将制糖工业和生物燃料生产工业的废弃甘蔗渣进行回收利用,通过高温碳化制备碳化蔗渣光吸收材料,利用浸渍法将壳聚糖(CS)+和碳化蔗渣的混合溶液吸附在三维聚氨酯(PU)海绵上,经过冷冻干燥形成海绵基气凝胶,可用于海水淡化及污水处理,有效缓解化石能源危机和淡水资源短缺问题。

**关键词:** 海绵基气凝胶; 太阳能光热转换; 海水淡化; 污水处理

Sponge-based Aerogel For High-efficiency Solar Vapor Production

Meng Zihan, School of Materials Science and Engineering, Guilin University of Electronic Science and Technology, Guilin 541004, Guangxi, China

About author: Meng Zihan (2004-), female, Han nationality, from Shijiazhuang, Hebei Province, undergraduate student of materials science and engineering.

**Abstract:** Water is the source of human life and an indispensable material for our survival and development. In the past few decades, due to the increase in population and the impact of climate change, the global freshwater resources are gradually decreasing, and the problem of freshwater scarcity has become an important challenge facing contemporary society. As an emerging technology in the field of solar thermal-driven water evaporation, interfacial solar evaporation technology is an efficient, environmentally friendly and low-cost water purification technology, which is of great significance for alleviating the shortage of freshwater resources and the fossil energy crisis. With the help of interfacial solar evaporation technology, the waste bagasse from the sugar industry and the biofuel production industry is recycled, the carbonized bagasse light absorption material is prepared by high-temperature carbonization, and the mixed solution of chitosan (CS)+ and carbonized bagasse is adsorbed on the three-dimensional polyurethane (PU) sponge by impregnation method, and freeze-dried to form a sponge-based aerogel, which can be used for seawater desalination and sewage treatment, effectively alleviating the fossil energy crisis and the shortage of freshwater resources.

**Keywords:** sponge-based aerogel; solar thermal conversion; desalination; Sewage treatment

## 一、研究背景

水是人类生命之源,是我们生存发展不可或缺的重要物质。在过去的几十年里,由于人口的增加和气候变化的影响,全球淡水资源正逐步减少,淡水仅占全球水资源的2.5%,其中可使用的淡水资源不足1%,淡水资源匮乏问题已成为当代社会所面临的重要挑战<sup>[1][2][3][4]</sup>。

2023年12月颁布《关于推进污水处理减污降碳协同增效的实施意见》我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型。国家逐步重视海水淡化及污水处理,为解决这一问题,人们使用了各种先进的技术,如反渗透<sup>[4]</sup>、电渗析<sup>[5]</sup>、膜处理<sup>[6][7]</sup>、高级氧化<sup>[8]</sup>太阳能水蒸发<sup>[9][10]</sup>等用于海水淡化,但多数方法存在成本高、能耗大以及环境污染严重等问题,使得这些技术在欠发达地区难以实现。与之相比,太阳能具有绿色洁净、可再生的优点,是人类可以利用的丰富能源。

## 二、研究意义

随着绿色发展理念的兴起,太阳能在丰富性、可持续性和环境友好性方面呈现出了积极的远景,因此利用太阳能驱动海水淡化技术备受研究者们广泛关注。一个成功的太阳能驱动净水系统不仅需在经济缺水区域具备可负担性,还需科学突破以实现高效能量捕获和高效清洁水生产的目标。太阳能驱动的界面蒸发技术是一种新兴的利用太阳光持续淡化水的方法,通过将热量集中在空气-水接触面,显著减少了底部水体的能量损失,大幅提高了能量利用效率,从而获得更高的水蒸发效率。

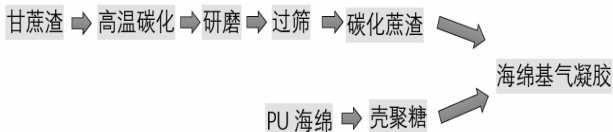
太阳能驱动的水蒸发系统依靠太阳能作为唯一的能量来源,无需依赖化石燃料提供动力,可显著降低成本、节约能源消耗,同时减少环境污染。因此,利用太阳能驱动水蒸发生产淡水被认为是目前经济环保的清洁水生产解决方案之一。

## 三、实验研究

光热转换材料是一类能够吸收太阳辐射并将其转化为热能的材料。理想的光热转换材料应具有广泛的太阳

光吸收光谱(250~2500 nm)、高效的光吸收率(>90%)、低成本和热辐射、易于大规模生产、优秀的可回收性、并保持长期的稳定性等特征。<sup>[11]</sup>。本实验通过采用废弃甘蔗渣进行高温碳化制备碳化蔗渣光吸收材料,在对废弃甘蔗渣进行重复利用的,变废为宝,使其产生新的经济价值,同时,清洁、环保、对环境友好,并长期稳定,用于污水处理及海水淡化时不会造成污染。

通过采用界面太阳能蒸发技术,相对于底部加热、本体加热等加热方式,可以将热量集中在蒸汽产生的位置,从而降低了热传导,使太阳光利用率和水蒸发效率均得到显著提高,因此不需要很高的光照强度也可以使蒸汽产生效率达到90%。与上述另外两种蒸发形式相比,是一种高效、环保、低成本的水净化技术,对缓解淡水资源短缺和化石能源危机具有重要意义,界面加热有着更广阔的应用前景。通过高效的光热材料能够实现太阳能宽谱吸收,并将吸收的光子能量转化为位于空气-水界面的热量,通过绝热层阻止热量传递至底部水体,其中嵌入的毛细管通道可将水输送到热蒸发表面,直接产生蒸汽,使得吸收体的热量仅仅集中在蒸发层的表面,从而有效降低热传导损失,达到提高太阳光热转化效率的目的,并选用有较强的吸附能力的壳聚糖,无毒且抑菌,可用于处理工业污水。



#### 四、应用

这款海绵基气凝胶是一种高效的太阳能蒸汽产生光热转换材料,适用于海水淡化和污水处理。该产品的原料来源广泛,成本低廉,制备工艺简单,适合大规模生产和使用。利用太阳能作为能源,不仅可以节约化石能源、保护环境和减少污染,还可以通过高效的太阳能蒸汽产生技术来实现海水淡化和污水净化,有助于缓解化石能源危机和淡水资源短缺问题。

在沿海城市建设水资源淡化工厂、海水净化工厂、污水处理厂、纯净水生产工厂方面,该技术可以促进经济发展,推动可持续发展。将来,在许多缺水困难国家和地区,这种材料也可以作为重要的生活用水应急补充手段。近年来,中东、美国、中国等许多国家和地区都在积极投资兴建海水淡化厂和污水处理厂,为海绵基气凝胶的应用提供了机会。这种技术面临着广阔的市场前景和巨大的发展空间。

#### 五、结论

尽管地球上的水资源是最为丰富的资源之一,覆盖了全球总面积的四分之三,但其中97.5%存在于海洋中。若考虑到无法利用的两极冰川和永冻冰雪等因素,可供

利用的淡水资源仅占0.325%,且其分布极不均匀。全球有80个国家和地区面临着用水困难的问题,涉及总人口的约40%。随着人类经济社会的快速增长,全球化石能源危机变得迫在眉睫,许多自然资源已经受到工业和农业严重污染破坏。由于水资源的严重短缺,水资源危机威胁着世界上的许多发展中国家,对全球的经济、社会和技术条件等带来了严峻考验。尽管长期以来被视为水资源丰富的国家之一,中国的水资源状况却更加堪忧,淡水资源严重匮乏,工业和生活废水处理质量不达标的问题日益严重。

为了应对海水淡化和污水处理的需求,并且不造成污染,海绵基气凝胶是一种理想的材料选择。其原料来源广泛,成本低廉,产品制备工艺简单,适合大规模生产和使用。利用太阳能作为能源,不仅可以节约化石能源,还有助于环境保护和减少污染。通过高效的太阳能蒸汽产生技术,海绵基气凝胶可用于海水淡化和污水净化,从而有效缓解化石能源危机和淡水资源短缺问题。

#### 参考文献:

[1]张强,王港,赵佳琪等.亚洲水塔水循环和水资源研究进展与展望[J/OL].科学通报:1-13.

[2]程巍,罗逸雯,李健等.反渗透膜去除微量有机污染物的研究进展[J/OL].环境科学学报:1-8.

[3]王一雯,姜钦亮,李建新等.电渗析集成技术在高盐废水处理中的应用研究进展[J].水处理技术,2023,49(12):22-28.DOI:10.16796/j.cnki.1000-3770.2023.12.004.

[4]范椿欣,骆枫,高睿禧等.高含盐放射性废水膜处理技术研究进展及可行性分析[J].四川环境,2023,42(05):334-339.DOI:10.14034/j.cnki.schj.2023.05.048.

[5]周添红,王金怡,苏旭等.基于尖晶石型CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>高级氧化降解水中有机污染物研究进展[J/OL].化工进展:1-28.

[6]许兵,杨晓彤,刘佳等.太阳能驱动的可持续离网脱盐技术研究[J/OL].工业水处理:1-16.

[7]陈玉莹.太阳能界面蒸发器的研究进展[J].山东化工,2023,52(19):110-113.DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2023.19.043.

课题项目:大学生创新创业训练计划,项目名称:用于高效太阳能蒸汽产生的海绵基气凝胶,项目编号:202310595104X。“本文系广西壮族自治区桂林电子科技大学材料科学与工程学院大学生创新创业项目‘用于高效太阳能蒸汽产生的海绵基气凝胶’研究成果。”

作者简介:孟梓涵(2004-),女,汉族,河北石家庄人,材料科学与工程本科生。