

第十三届太阳能热利用科学技术 研究生论坛

摘要集

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟
河北工业大学能源与环境工程学院
天津可再生能源学会

目录

CONTENTS

前言	4
主题一：太阳能热发电技术	5
透射式菲涅尔定焦线太阳能系统设计及其光学性能研究	6
塔式太阳能熔盐吸热器热性能模拟研究	7
太阳能高温空气吸热器实验与动态仿真	8
面向紧凑型超临界CO ₂ 吸热器的三维翅片优化研究	9
高温颗粒流导热各向异性与辐射换热机理研究	10
颗粒幕墙及光学窗口布置对下落式太阳能粒子吸热器传热性能的影响研究	11
熔融盐塔式光热系统性能评估软件	12
奥氏体钢在超临界二氧化碳发电动力系统 中的腐蚀行为及机理研究	13
太阳能热发电站高温熔融盐腐蚀行为与机理分析	14
镜面积尘物化特性及其对菲涅尔聚光热电系统性能的影响	15
抛物槽式集热器光热流固多场耦合特性研究	16
线性聚光集热系统光-热-流-力耦合特性研究	17
太阳能与燃气-蒸汽联合循环互补性能分析	18
主题二：储热技术	19
糖醇基高热复合PCM制备及其光热储能性能研究	20
熔盐电加热器电-热功率匹配及结构优化模拟及试验研究	21
高温熔盐球形填充床应用不同传热流体的热性能研究	22
基于微热管阵列的半导体制冷-相变蓄冷装置性能研究	23
定向连续碳纤维强化的新型各向异性导热复合相变太阳能储热材料与器件	24
太阳能干燥耦合活性碳纤维复合材料ACF-CA吸附储热系统构建与性能研究	25
Ba(OH) ₂ ·8H ₂ O复合相变材料制备及储释热性能研究	26
基于人工神经网络的沸石/水吸附床蓄热建模	27
铜基金属氧化物高温热化学储能材料性能优化及改性机理研究	28
采用仿生拓扑优化翅片提升相变蓄热器性能	29
布水器结构参数对储热水罐分层特性影响的数值模拟	30

主题三：太阳能光热利用技术·····	31
基于太阳能全光谱利用水-电联产系统多物理场能量传输数值和实验研究·····	32
直膨式光伏光热一体化热泵系统的全生命周期能源、经济、环境影响分析·····	33
太阳能辅助生物质气化联产技术与应用·····	34
主题四：太阳能及其他技术·····	35
氢燃料电池冷却流道的拓扑优化设计及流动传热分析·····	36
严寒油田地区新型余热和沼气联合供暖系统设计仿真与性能分析·····	37
填充相变材料的升流式直接吸收太阳能厌氧反应器光热特性研究·····	38
一种多功能可调节角度的百叶窗太阳能电池板·····	39
一种新型直吸式太阳能厌氧反应器·····	40

前言

“太阳能热利用科学技术研究生论坛”（简称研究生论坛）由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟于 2011 年发起主办，以“我的研究，我的创新”为主题，旨在加强各高校和科研所在太阳能热利用科学技术领域的交流和合作，推动我国太阳能热利用科学技术的发展，同时也为广大研究生们搭建一个展示自我的平台，为相关企事业单位人才筛选创造机会。

研究生论坛已成功召开十三届，先后由华北电力大学、兰州理工大学、上海交通大学、云南师范大学（两届）、天津大学、西安交通大学、北京工业大学、清华大学、中国科学院上海应用物理研究所、内蒙古工业大学、浙江大学、河北工业大学承办。累计参会人数超过 3400 人，会议效果受到了高度且广泛的肯定。

第十三届研究生论坛于 2023 年 5 月 28 日圆满闭幕。来自北京工业大学、北京交通大学、成都理工大学、长沙理工大学、东北石油大学、哈尔滨工业大学（威海）、河北工业大学、河海大学、华北电力大学、华中科技大学、南京理工大学、内蒙古工业大学、清华大学、上海第二工业大学、上海交通大学、天津大学、武汉科技大学、武汉理工大学、西安建筑科技大学、西安交通大学、云南师范大学、浙江大学、郑州航空工业管理学院、中北大学、中国科学院电工研究所、中国科学院大学、中国矿业大学、中国石油大学（华东）、中南大学等高校和科研院所的 66 位研究生围绕“太阳能热发电技术”“储热技术”“太阳能光热利用技术”“太阳能及其他技术”四大主题进行了报告交流。

为促进学术交流、拓宽学术视野，太阳能光热联盟特组织编制了本届研究生论坛的部分口头报告摘要集，以供参考。

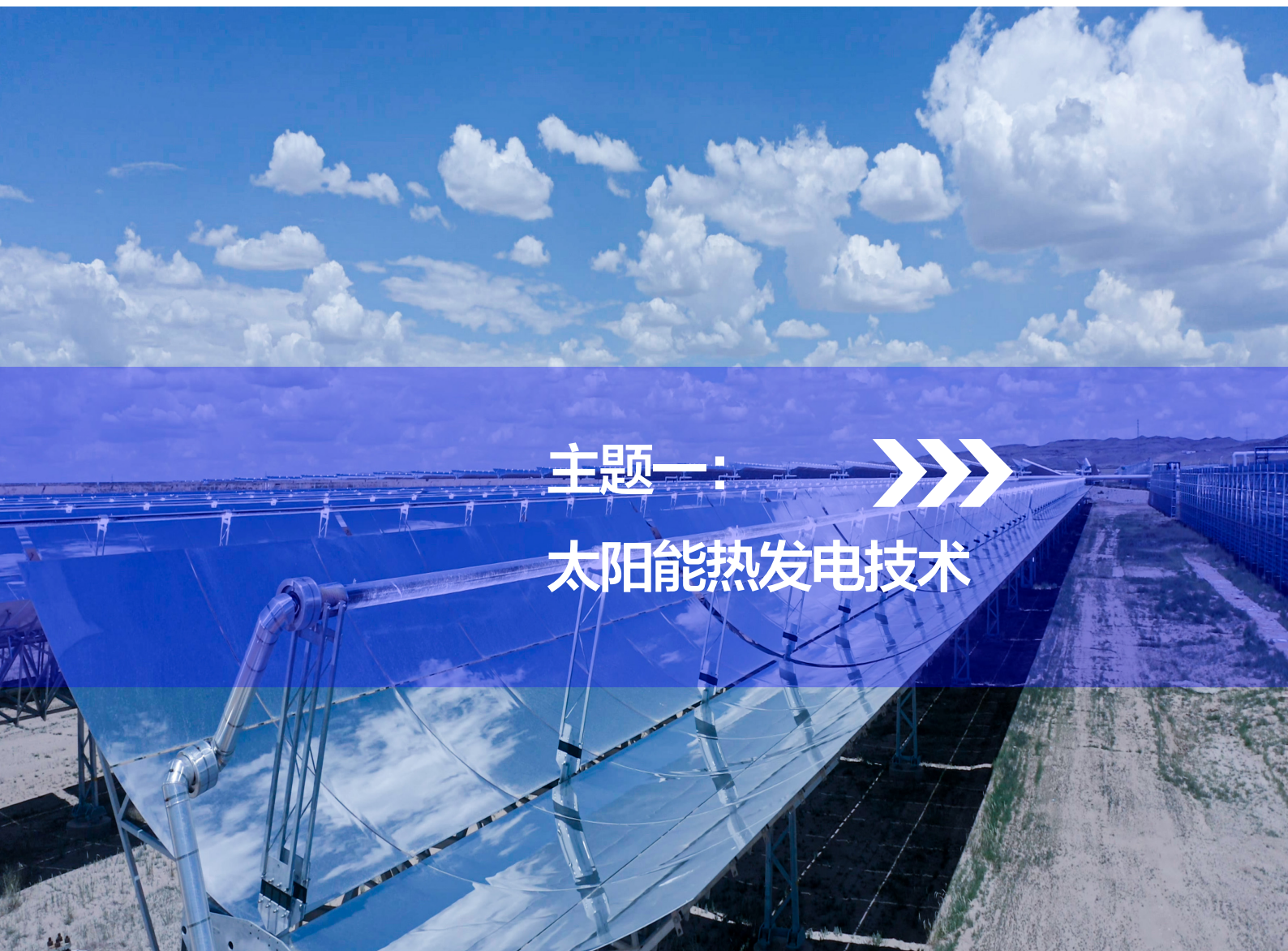
本报告引用格式为：国家太阳能光热产业技术创新战略联盟，第十三届太阳能热利用科学技术研究生论坛摘要集，2023 年 6 月，北京。



国家太阳能光热产业技术创新战略联盟副理事长

浙江大学能源工程学院教授

2023 年 6 月



主题一：



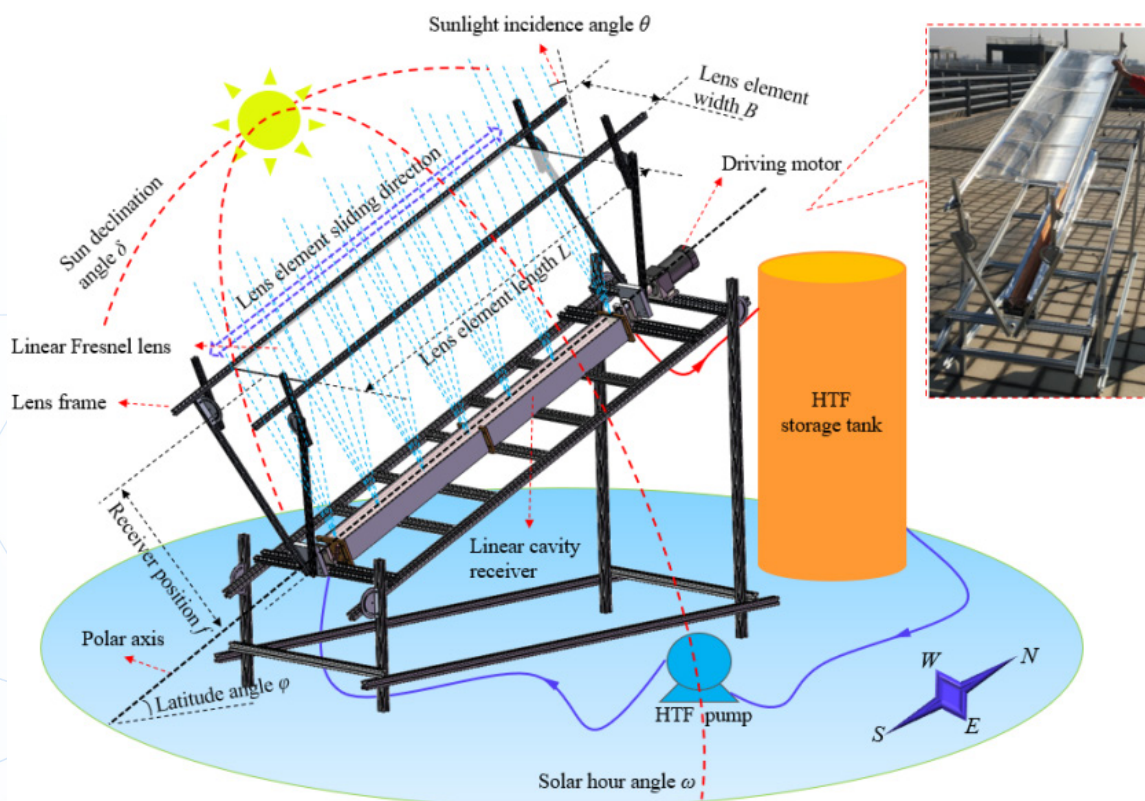
太阳能热发电技术



透射式菲涅尔定焦线太阳能系统设计及其光学性能研究

王海, 讲师 肇庆学院

【摘要】在总结线聚焦太阳能集热器现存问题的基础上, 根据线性菲涅尔透镜聚光特性以及极轴式跟踪原理, 提出了一种新型太阳能聚光器 - 透射式菲涅尔定焦线太阳能聚光器, 并通过与腔体吸收器相结合构建了透射式菲涅尔定焦线太阳能系统。首先, 对透射式菲涅尔定焦线太阳能聚光器的固定焦线聚光特性进行了分析研究; 其次对不同跟踪模式下透射式菲涅尔太阳能系统的光学性能进行了深入研究; 相关研究方法和研究结果为固定焦线太阳能聚集系统的设计和开发提供了理论依据, 对与建筑物相结合的太阳能集热器应用提供了重要参考。



【研究方向】太阳能光热转换及高效利用技术

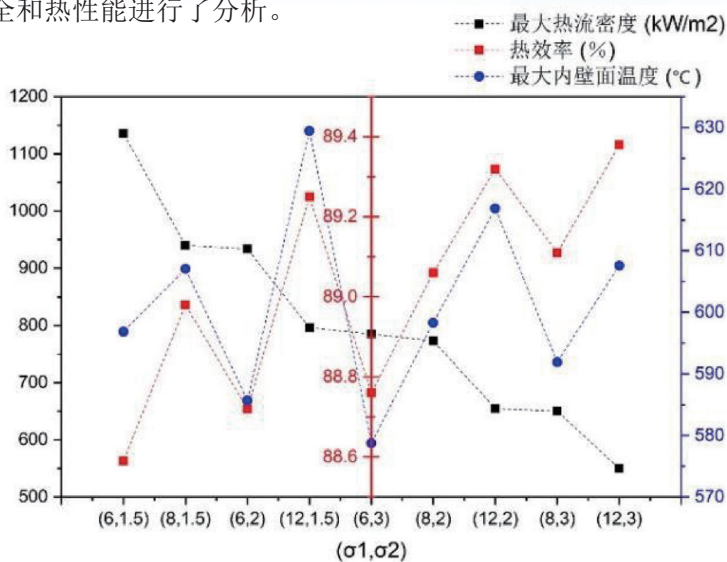
【联系方式】wanghai_sky@126.com

塔式太阳能熔盐吸热器热性能模拟研究

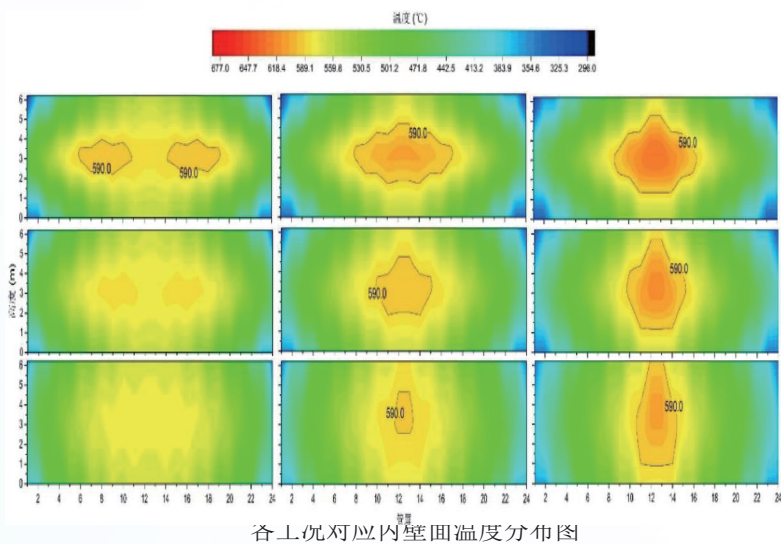
李欣怡, 白凤武 中国科学院电工研究所

【摘要】在塔式太阳能热发电站中, 投射到吸热器表面的辐射能流分布随时间、天气条件和定日镜跟踪过程瞄准点布置策略变化, 因此, 通过精确的传热学瞬态模型获得吸热器热性能对电站设计、运行等过程至关重要。

本文以外置圆柱式熔盐吸热器为研究对象, 建立了非均匀能流密度下吸热器的一维非稳态传热模型, 开发了 python 语言计算程序。模型的可靠性通过美国 Solar Two 塔式电站的实验数据得到验证。基于该模型研究了不同聚焦方案下, 吸热器表面能流分布对管壁温度、管内熔盐温度以及吸热器热损失的影响, 并对吸热器的运行安全和热性能进行了分析。



各工况对应最大热流密度、热效率、最大内壁面温度曲线图



各工况对应内壁面温度分布图

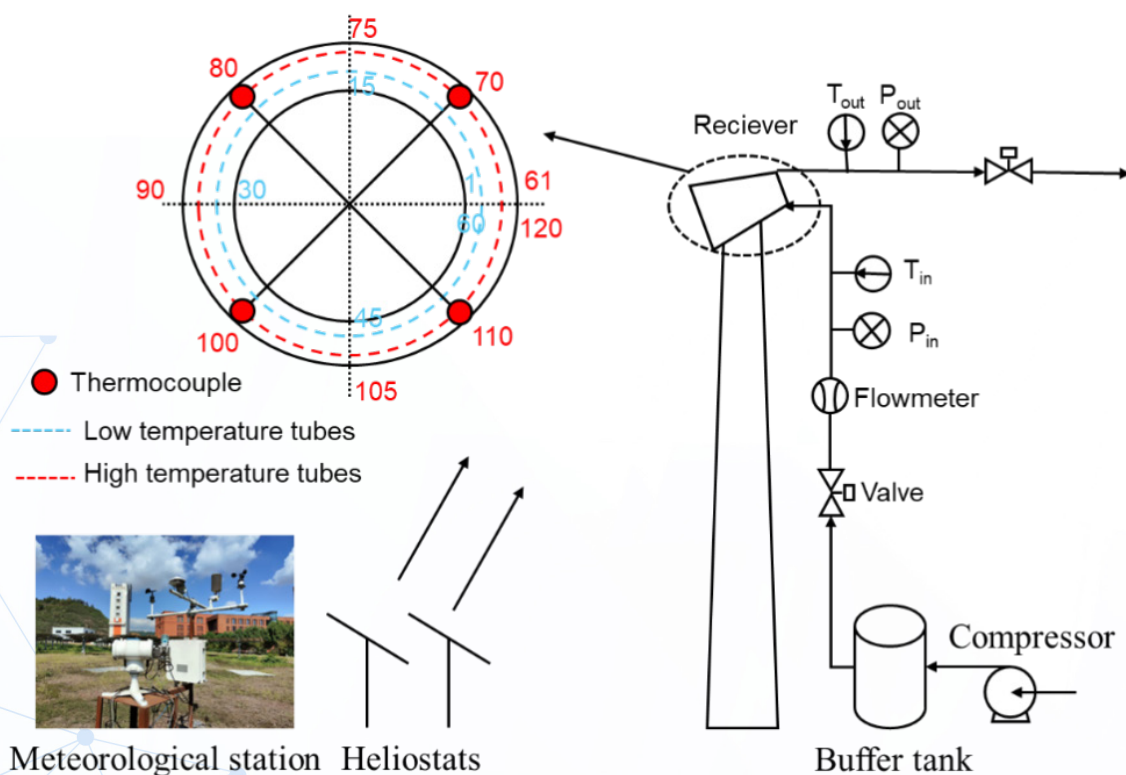
【研究方向】太阳能光热转换机理研究

【联系方式】lixinyi21@mail.ice.ac.cn

太阳能高温空气吸热器实验与动态仿真

陈金利, 帅威, 肖刚 浙江大学

【摘要】 太阳能空气布雷顿循环系统由于具有快速响应特性, 可以调节波动可再生能源。而高温空气吸热器作为太阳能布雷顿循环的关键部件, 在实际运行条件下的动态运行性能有待进一步研究。本文针对这一问题, 研究了由定日镜场和空气吸热器组成的聚光集热系统, 建立并验证了定日镜场与空气吸热器耦合的动态模型。结果表明, 吸热器出口温度可以达到 $882\text{ }^{\circ}\text{C}$, 压力损失为 7.10 kPa , 实验过程中产生的热功率为 132 kW 。通过仿真, 比较了两种吸热器的运行策略, 结果表明恒出口温度控制策略更适合于快速启动。本文的研究方法可以为吸热器的设计、优化与运行提供指导。



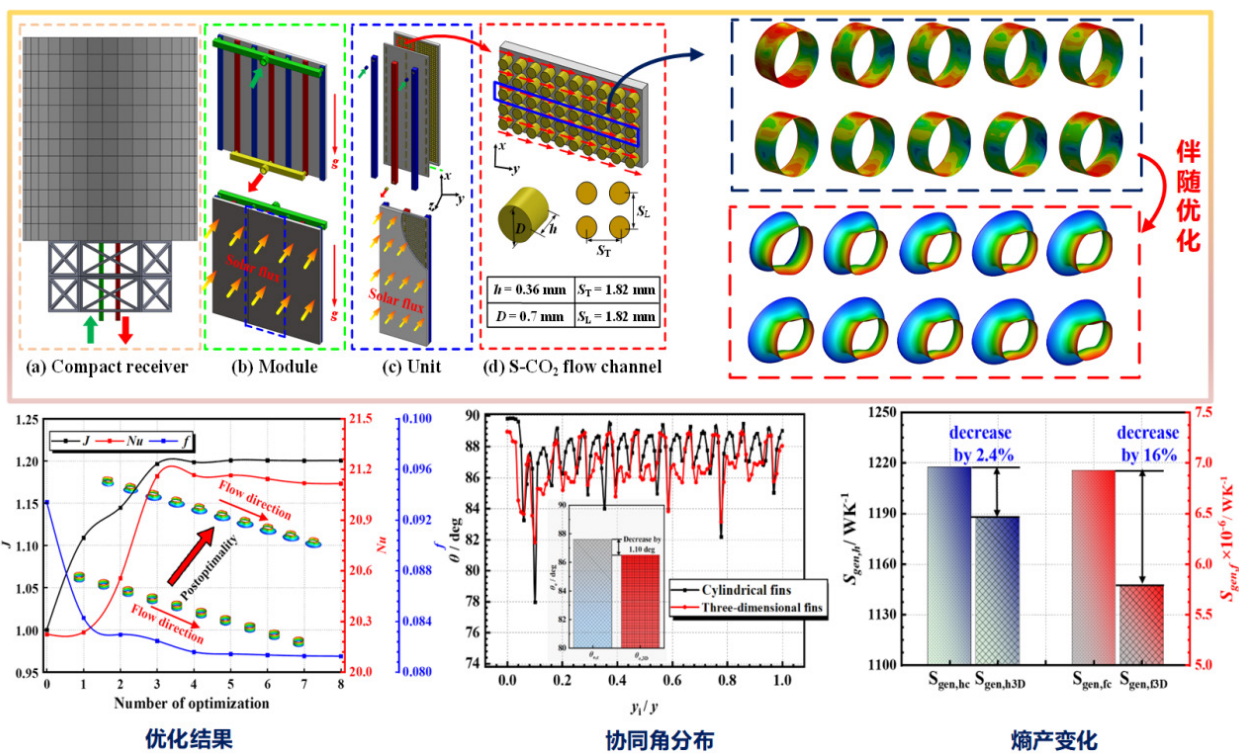
【研究方向】 太阳能高温空气吸热器

【联系方式】 shuaiwei@zju.edu.cn

面向紧凑型超临界 CO₂ 吸热器的三维翅片优化研究

刘妍君, 张振东, 王坤 河北工业大学

【摘要】 基于细通道设计的紧凑型太阳能吸热器能够在高温、高压及高太阳通量条件下安全高效运行, 是最具应用潜力的 S-CO₂ 吸热器形式之一。优化吸热器内部换热结构可以进一步提升吸热器的换热能力和对太阳能流消纳能力。为此, 本研究基于数值模拟与伴随优化相结合的方法, 对细通道内的圆柱翅片在三维方向进行优化, 旨在进一步提高吸热器的综合性能。结果表明: 优化后的新型三维翅片在高度方向具有显著的变截面特征 (受热侧面积大, 非热流侧面积小), 且存在不同程度的凹陷; 相较于初始圆柱翅片通道, 新型通道表现出优异的流动换热性能, 综合换热因子提高了 20%、摩擦因子降低了 13%、努塞尔数提高了 4.4%; 同时, 在宽工况范围内均表现出优异的综合换热性能。



【研究方向】 超临界 CO₂ 太阳能吸热器

【联系方式】 13633575379@163.com

高温颗粒流导热各向异性与辐射换热机理研究

石朔, 陈晟 华中科技大学

【摘要】 基于固体颗粒的高温集热与储热技术引起了广泛关注。颗粒介质的离散特性会导致流动和传热的非均匀性和各向异性, 使传统的导热系数和辐射关联式不再适用。本文探讨了颗粒介质非均匀性和各向异性对导热和辐射传热的影响。基于离散元法和有限元法模拟, 发现了颗粒流动过程中接触方向和面积的倾向性分布特征, 该特征导致颗粒介质导热系数呈现显著的各向异性 (约 40%); 进一步量化了颗粒间接触生成、断裂和变形对于导热各向异性的贡献。采用蒙特卡洛光线追踪方法计算高温颗粒群辐射换热, 探明了颗粒间的辐射传递系数与颗粒间距、形状和堆积结构之间的关系; 结果可用于特定条件下辐射传递系数的准确预测, 显著提高多颗粒间辐射传热的计算效率。

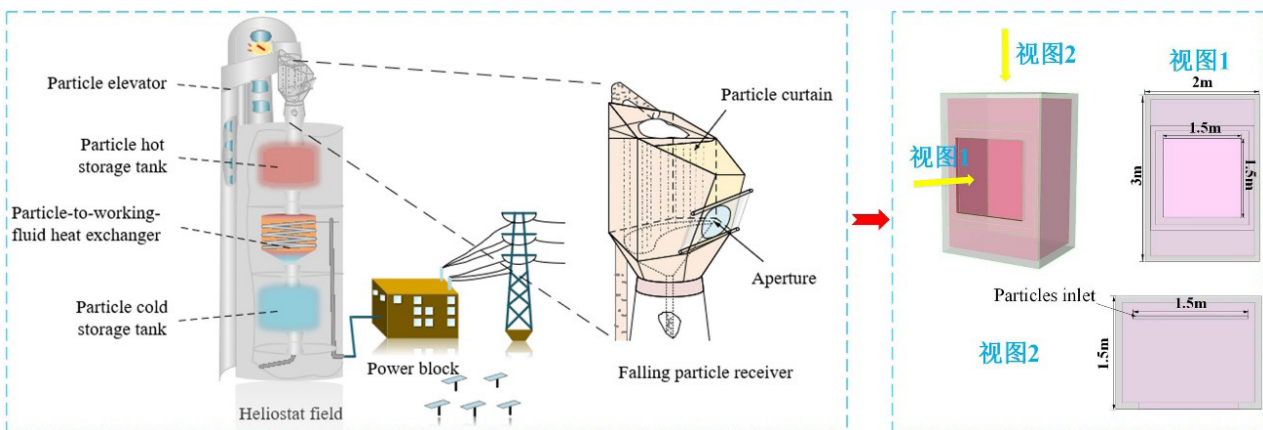
【研究方向】 稠密颗粒介质换热机理

【联系方式】 3109996589@qq.com

颗粒幕墙及光学窗口布置对下落式太阳能粒子吸热器传热性能的影响研究

齐伦, 刘赞 华北电力大学

【摘要】采用固体颗粒作为吸/储热一体介质的太阳能吸热器可以达到更高的运行温度,被认为是极具潜力的新一代太阳能吸热器。粒子吸热器作为太阳能热发电站的核心传热部件,其传热性能直接影响着被加热收集颗粒的温度。本文针对颗粒幕墙容易受到外界冷空气影响的问题,本着降低颗粒与冷空气的对流热损失的目的,研究了颗粒幕墙的布置位置、颗粒直径以及改进光学窗口布置高度对颗粒幕墙温度的影响。结果显示,粒子幕帘的布置应尽量远离孔径,当颗粒幕帘距离光学窗口1m,颗粒直径为0.45mm时,颗粒最高温度能够达到915.5K;另一方面,改进接收器光学窗口布置高度,收集到的颗粒最高温度能够到达925.5K。本文的研究可以为太阳能下落式粒子吸热器的设计提供指导。



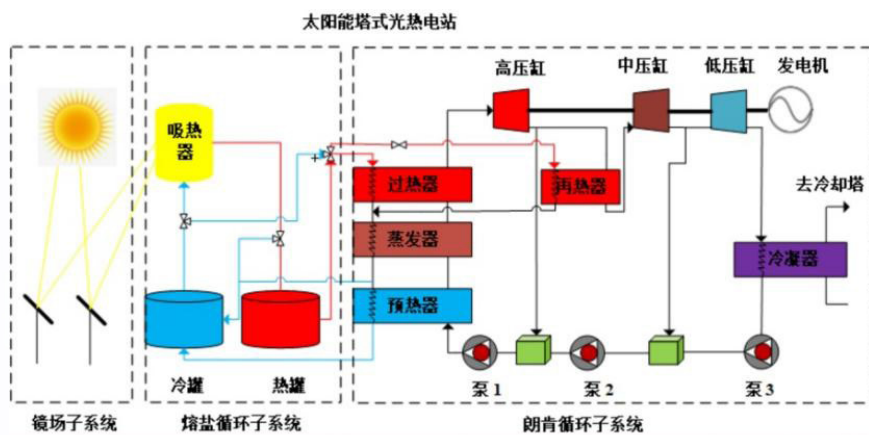
【研究方向】粒子系太阳能热化学反应器的高效传热传质机理及光热协同调控机制研究

【联系方式】邮箱 220212214143@ncepu.edu.cn

熔融盐塔式光热系统性能评估软件

戴荣飞, 郭苏 河海大学

【摘要】 课题组为中国电建西勘院的青海共和 50 MW 熔融盐塔式光热电站开发了光热性能评估软件 (Solar Tower Cal), 旨在仿真熔融盐塔式光热电站光 - 热 - 电的全过程, 获得各子系统设备的运行参数, 指导电站的建设和运行。软件包括: (1) 环境界面, 用于导入气象数据和地理位置信息; (2) 镜场界面, 用于根据镜场布置计算入射吸热器的能流分布; (3) 吸热器界面, 用于导入吸热器设计参数、选择吸热器材料和流动类型; (4) 储罐界面, 用于导入冷热罐设计参数和选择冷热罐保温材料; (5) 换热系统界面, 用于导入换热器的预设参数; (6) 汽轮机系统和空冷岛界面, 用于导入设计参数; (7) 管道界面, 用于设置管道设计参数及管道保温层材料; (8) 计算和结果展示界面, 用于展现各模块运行参数、能量流和各设备效率。



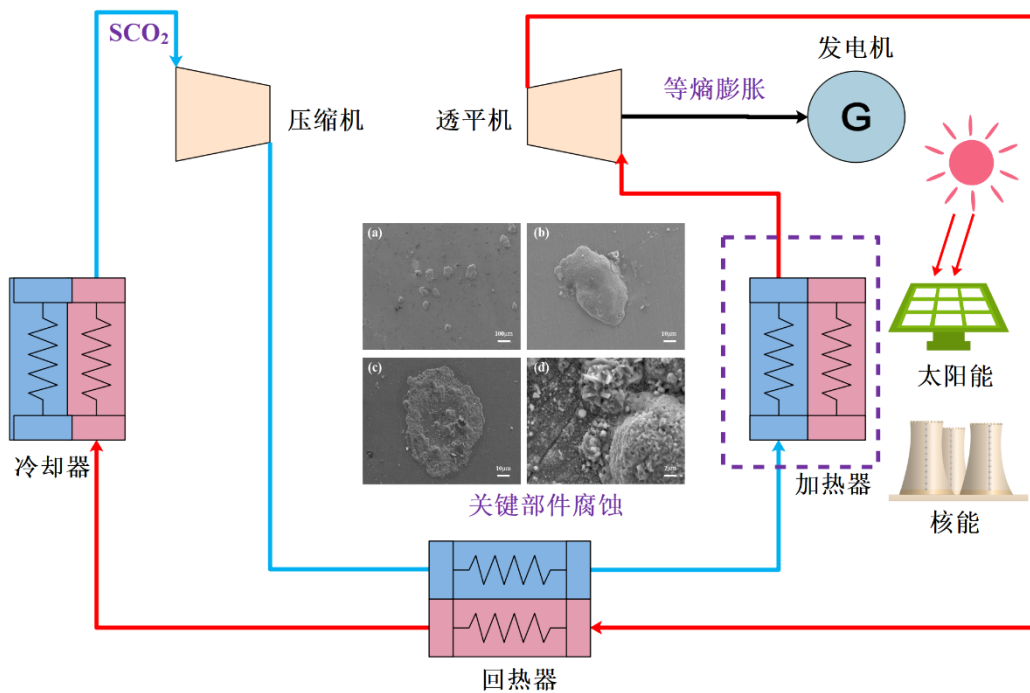
【研究方向】 塔式光热电站热电联供系统性能研究及优化

【联系方式】 dairongfly@163.com

奥氏体钢在超临界二氧化碳发电动力系统中的腐蚀行为及机理研究

邓忠悦, 杨普, 王跃社 西安交通大学

【摘要】 以超临界二氧化碳 (SCO₂) 作为工质的发电动力系统在太阳能热发电、核能发电等领域具有良好的发展前景。为研究超临界二氧化碳发电动力系统中典型材料的腐蚀行为, 开展了奥氏体钢 316L 和 321 在 550℃、25MPa SCO₂ 环境下的腐蚀实验, 曝光时间长达 2000h。结果表明: 316L 和 321 的腐蚀动力学近似符合抛物线规律, 两种材料均形成双层氧化物, 内表面为一层薄而密的富铬垢和少量锰铬尖晶石, 外表面形成富铁氧化物结节。碳主要沉积于腐蚀产物表面, 材料内部未发现渗碳现象。此外, 随着时间增加, 富铁氧化物结节数量增加, 双层腐蚀产物膜增厚。实验综合来看, 含铬量更高的 321 耐腐蚀性能比 316L 更优异。最后, 建立了两种奥氏体钢的腐蚀机理模型。



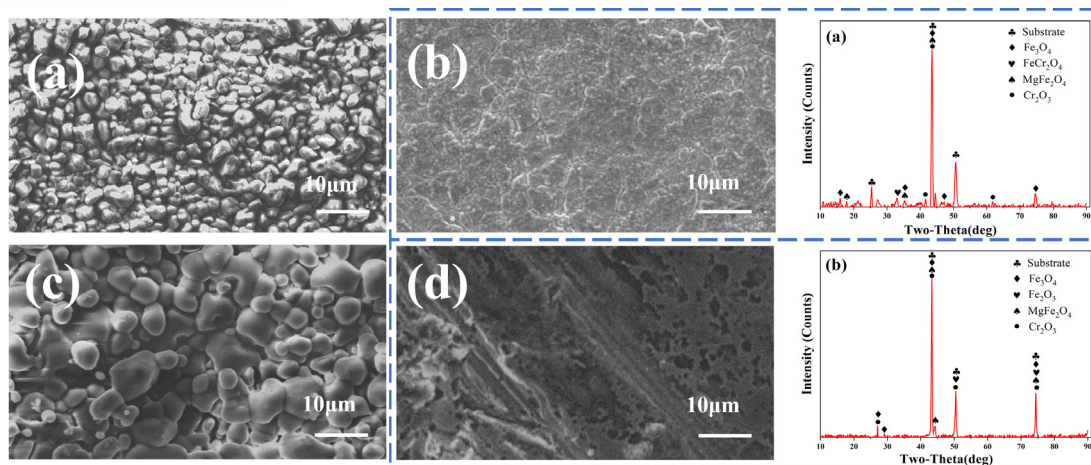
【研究方向】 超临界二氧化碳发电动力系统 中的腐蚀

【联系方式】 dengzhongyue@stu.xjtu.edu.cn

太阳能热发电站高温熔融盐腐蚀行为与机理分析

杨普, 邓忠悦, 王跃社 西安交通大学

【摘要】高温熔融盐因其导热系数大、热稳定性和化学稳定性好等优势, 常作为聚光式太阳能热发电站中的传热流体和储热介质。对于光热发电站来说, 高温熔融盐会使蓄热装置中的管道、容器、阀门等腐蚀破裂, 导致蓄热介质泄漏, 造成太阳能热发电系统停止运行。以 304 不锈钢(带焊缝、无焊缝)为基材, 60% NaNO_3 和 40% KNO_3 组成复合二元熔融盐为蓄热材料, 探究流速、时间等协同作用下不同钢材的腐蚀动力学特性, 分析高温熔融盐流动腐蚀机理。实验结果表明, 304 无焊缝区域表面生成具有保护作用的 FeCr_2O_4 、 Fe_3O_4 、 Cr_2O_3 、 MgFe_2O_4 等腐蚀产物; 焊缝区域晶体组织结构发生改变, 使 Cr 在不锈钢分布不均匀, 产生敏化作用, 腐蚀以晶间腐蚀为主; NO_3^- 在熔融盐腐蚀中相当于“催化剂”作用。以上分析表明, 罐底、管道连接处等焊接部位易成为熔融盐腐蚀泄漏的高危区域。



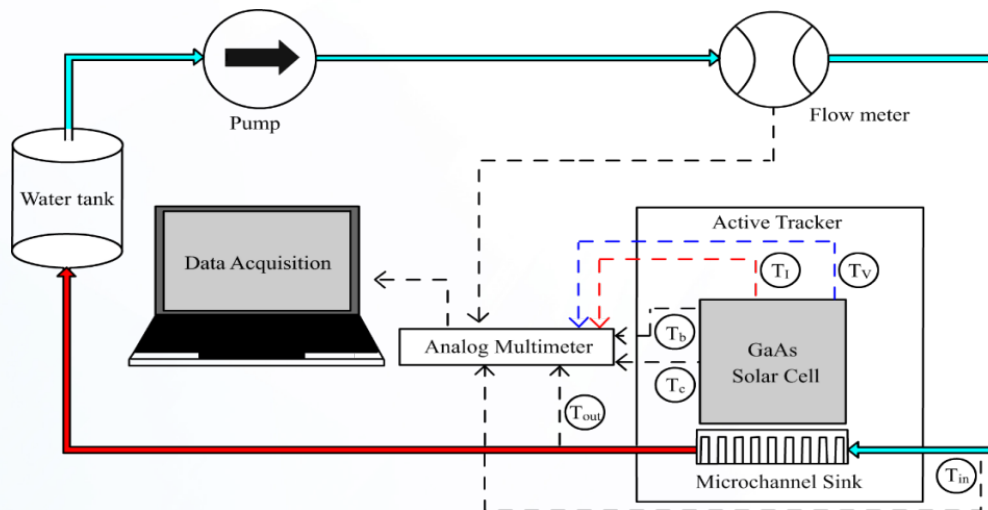
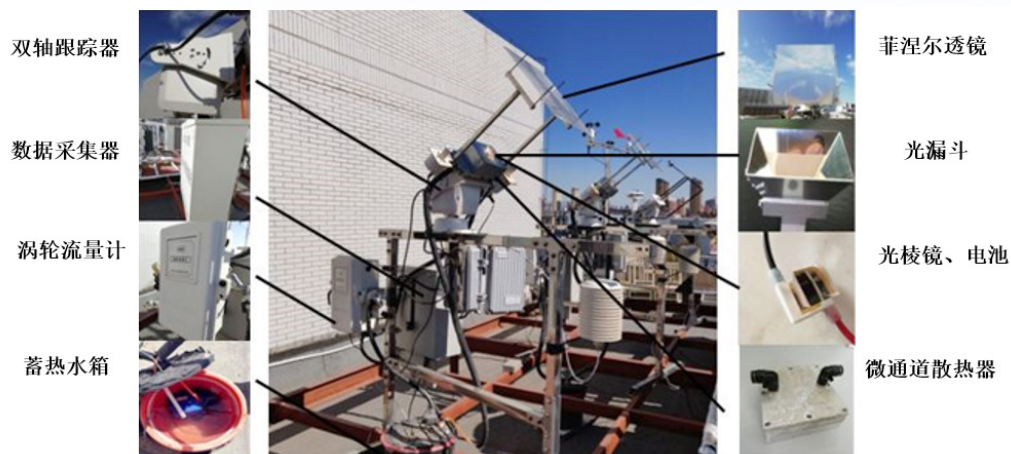
【研究方向】高温熔融盐腐蚀

【联系方式】yangp@stu.xjtu.edu.cn

镜面积尘物化特性及其对菲涅尔聚光热电系统性能的影响

苏日力格, 闫素英 内蒙古工业大学

【摘要】针对菲涅尔聚光系统镜面不同类型积尘进行了物化特性分析, 同时分析研究了灰尘元素及物质组成对高倍聚光菲涅尔 CPVT 试验系统热电输出性能的影响规律, 并采用灰色关联度法分析灰尘物质组成对 HCPVT 系统热电综合性能影响的相关性。结果表明, 灰尘成分复杂, 元素种类较多, 岩石类灰尘颗粒中白云石, 钠长石, 碳酸钙含量较多, 煤矸石颗粒与积尘颗粒中包含大量的硅酸盐, 且各类型灰尘对菲涅尔 HCPVT 系统热电输出影响不同, 其中镜面积尘煤矸石粉末每增加 1 g/m^2 , HCPVT 系统综合性能下降 53.7% , 对系统热电性能的影响最严重; 积尘物质组成对于 HCPVT 系统电池温度和系统电流影响关联度排序为: $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{CaCO}_3 > \text{SiO}_2 > \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; 颗粒元素影响的关联度大小排序为 $\text{O} > \text{Si} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Fe} > \text{Ca} > \text{C}$ 。



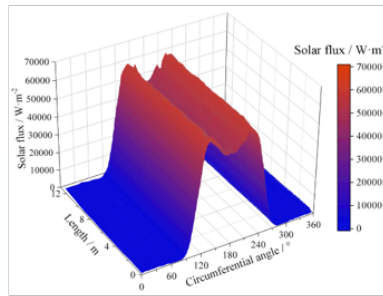
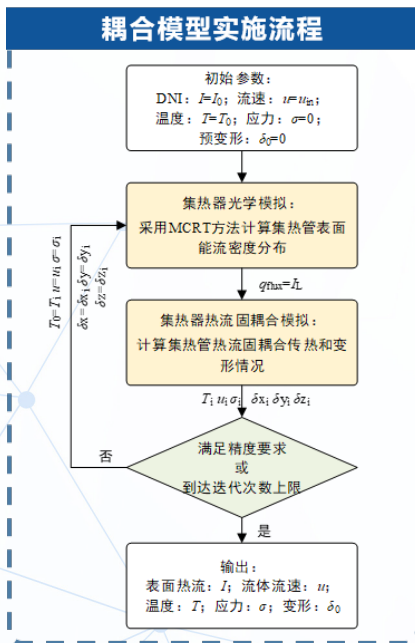
【研究方向】主要从事太阳能技术利用研究

【联系方式】1873826226@qq.com

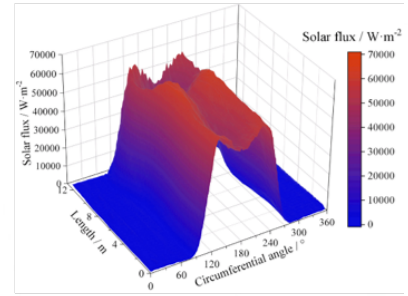
抛物槽式集热器光热流固多场耦合特性研究

韩云逸, 白章 中国石油大学(华东) 新能源学院

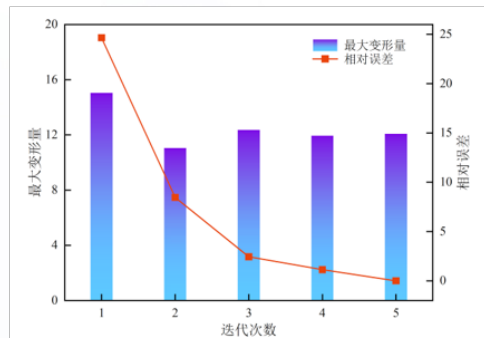
【摘要】抛物槽式太阳能作为一种重要的聚光集热技术, 已广泛应用于太阳能热发电和工业生产中。然而, 抛物槽式集热器存在显著的非均匀聚光特性, 致使集热管表面热流分布不均, 直接影响工质传热特性, 并引起集热管弯曲变形和破损, 甚至影响集热器的安全运行。对此, 本报告基于光线追踪复合迭代方法, 建立了太阳能集热器“光-热-流-固”多物理场耦合模型, 分析了集热管形变特征和传热工质的传热特性, 形变特征模拟准确性提高 15%。并进一步开展了集热器追踪过程中全工况耦合特性分析工作: 集热管的形变受重力和热应力影响, 在跟踪过程中, 二者的方向夹角增大, 集热管形变减小, 但会导致集热管局部温度升高, 产生更大的热应力, 不利于集热器安全稳定运行。研究成果将为准确分析抛物槽式集热器的动态运行特性和开展结构优化提供理论参考。



一般耦合模型结果



改进耦合模型结果



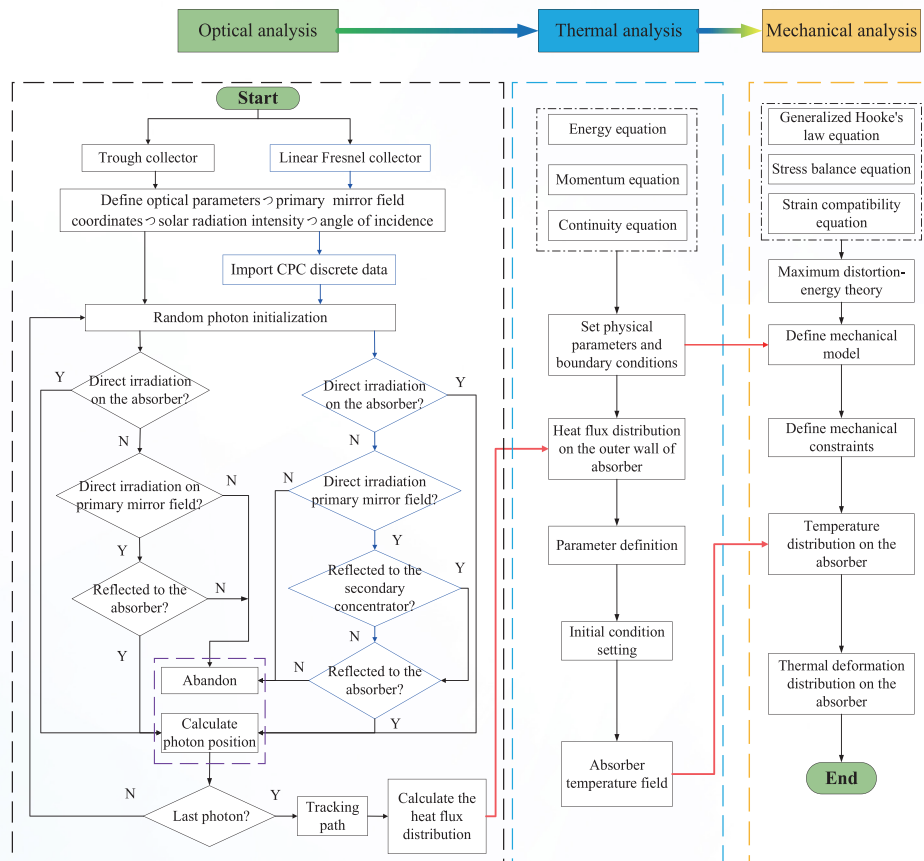
【研究方向】太阳能热发电

【联系方式】hyy0099@126.com

线性聚光集热系统光 - 热 - 流 - 力耦合特性研究

孙何歆, 张灿灿 北京工业大学

【摘要】 太阳能线性聚光集热系统中, 抛物面槽式聚光集热系统与线性菲涅尔聚光集热系统的相关研究目前备受关注。本文基于光 - 热 - 流 - 力耦合分析方法, 对二者的系统综合性能进行对比研究。在相同主镜场面积与入射光角度下, 对比分析槽式集热器 (parabolic trough collector, PTC) 与线性菲涅尔集热器 (linear Fresnel collector, LFC) 的光学性能以及其内部工质的流动传热性能, 并分析因壁面温度不均所导致的热形变对于二者集热器的影响。结果表明, PTC 表面的平均热流密度比 LFC 高 9% 左右, 而其均匀度仅为 0.267, LFC 的热流密度均匀性随入射光角度降低而降低, 最高 0.855, 最低 0.605。集热效率随进口温度的升高和流速的减小而降低。对于 LFC, 入射光角的增加导致集热效率的提高, 最大值为 68.66%。在相同工况下, PTC 的集热效率比 LFC 高约 5%。入口温度和流速对集热器的热形变有显著影响。入口温度越高, 流速越慢, 集热器热形变越大。在模拟工况范围 (进口温度 523.15-723.15k, 流速 0.5-2.5m/s), 相同的工作条件下, LFC 的热形变 (挠度) 远低于 PTC, 最大差异约为 15mm。



光 - 热 - 流 - 力耦合分析流程图

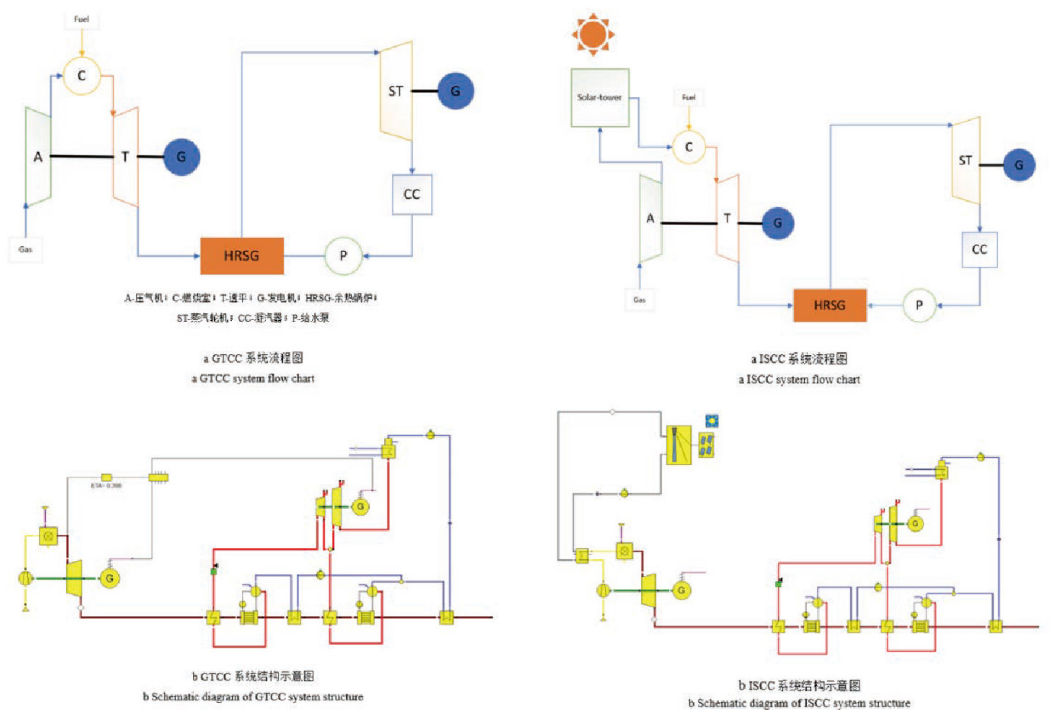
【研究方向】 太阳能线性聚光集热系统

【联系方式】 354468934@qq.com

太阳能与燃气-蒸汽联合循环互补性能分析

陈柯宇, 耿直 郑州航空工业管理学院

【摘要】在中国提出“碳达峰、碳中和”能源战略的背景下,不断推进清洁能源的广泛利用是研究热点。太阳能作为一种清洁能源,为发展燃气-蒸汽联合循环(Gas Turbine Combined Cycle,简称GTCC)系统的相关技术提供了新方向。本文探究了太阳能与燃气发电装置耦合在顶循环(布雷顿动力循环)的发电系统,实现了新能源与传统燃机的多能互补综合利用。文中结合热力学第一定律理论搭建了整体的热力学模型,利用Epsilon模拟软件对ISCC系统和传统GTCC系统的运行性能参数进行了对比分析,研究了不同太阳能直接法向辐射强度(DNI)和大气环境温度对ISCC系统变工况下的运行特性及整体的节能效果。研究表明,当天然气输入量为10 kg/s时,GTCC系统循环热效率为39.8%,且ISCC系统循环热效率为44.1%;在控制系统总输出功率不变的条件下,ISCC系统能比GTCC系统节省2.638 kg/s的天然气输入量。燃气轮机发电动力循环是一种常规的能源利用型式,将太阳能作为燃料引入燃气-蒸汽联合循环发电系统,不仅提高了系统循环热效率及系统输出功率,且在节能环保方面更具优势。



【研究方向】清洁能源高效转换(太阳能热利用)、多能互补综合利用等。

【联系方式】18530690879@163.com



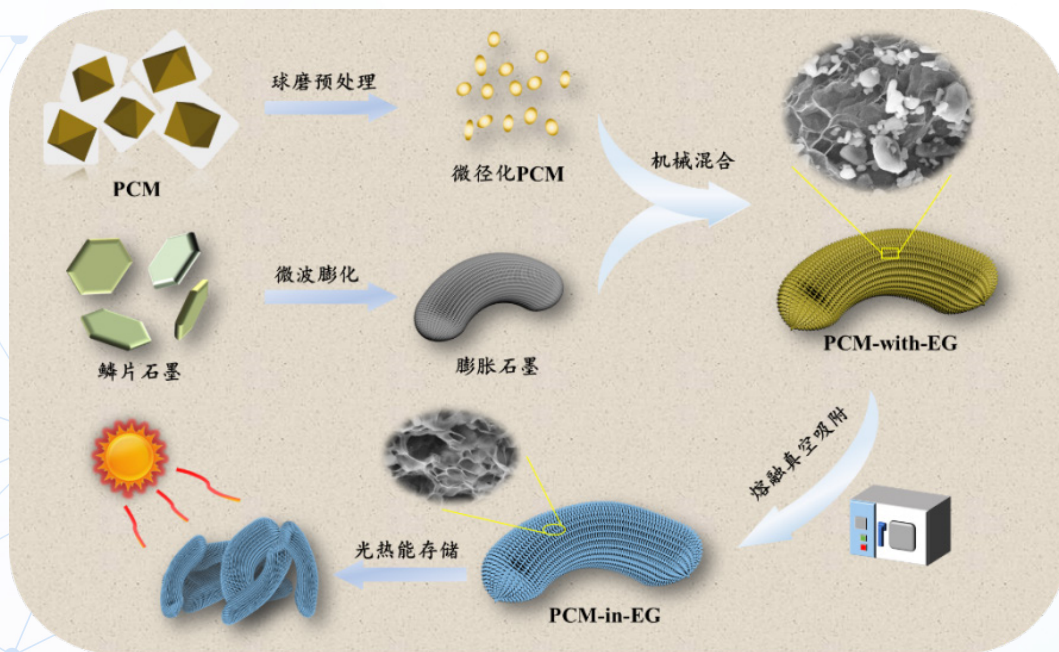
主题二： >>>

储热技术

糖醇基高导热复合 PCM 制备及其光热储能性能研究

千存存, 李明佳 西安交通大学

【摘要】为提高相变材料 (PCM) 的直接光热转化与存储性能, 促进其在光热储能方面的商业化应用。本研究以两种糖醇类 PCM 为前驱体, 膨胀石墨 (EG) 为导热添加物, 提出了一种机械混合 - 熔融真空吸附的规模化复合 PCM 制备方法, 基于该方法制备了 Xy-in-EG (94 °C), 和 Er-in-EG (120 °C) 两种不同温区的高导热、高光热转化能力复合 PCM, 进一步研究了所制备复合 PCM 在直接光热储能方面的应用。研究表明, 当 EG 含量为 25% 时, 两种复合 PCM 导热系数最大达到 4.39 和 3.61 W m⁻¹ K⁻¹, 相较于原始 PCM 提高约一个数量级。当 EG 含量为 15% 时, 复合 PCM 的太阳能光谱吸收率分别达到 84.33% 和 86.95%, 且复合 PCM 到达封装稳定状态, 熔融相变时不存在相分离引起的相变泄露等问题。进一步对其微观形貌及化学结构表征揭示了所制备的复合 PCM 强化传热及抑制相变泄露的内在机理。此外, 将所制备复合 PCM 用于太阳能直接光热转化与存储实验中, 复合 PCM Xy-in-15%EG 和 Er-in-15%EG 光热转化效率分别提升了 ~63.29 和 79.45%, 光热存储速率提高了 ~3.2 倍。该研究为糖醇类 PCM 的导热性能强化及抑制相变泄露提供了实验参考, 所制备的复合 PCM 在太阳能光热直接转化与存储方面具有较大的应用潜力。



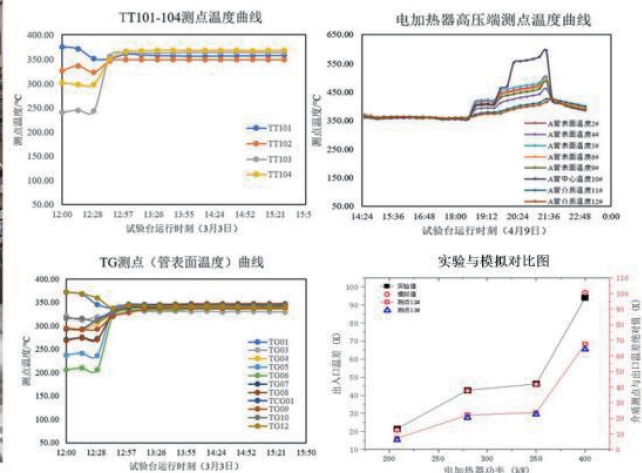
【研究方向】规模化储能技术

【联系方式】15529516125@163.com

熔盐电加热器电-热功率匹配及结构优化模拟及试验研究

左芳菲, 姚明宇, 韩伟 西安热工研究院有限公司

【摘要】 太阳能光热电站通常采用熔盐作为储热介质, 采用熔盐电加热器作为储罐防凝与回收新能源弃电的重要设备。目前熔盐电加热器的主要型式为电阻式加热器, 在使用过程中, 熔盐电加热器通常面临电加热管超温频繁跳机还有熔盐加热不足等问题, 其主要原因在于电加热芯功率与换热功率不匹配, 加热器结构设计不合理换热性能差等方面。为解决上述问题, 使用数值模拟方法分析了电加热管超温的机理, 对采用强化换热方式的单电加热管加热熔盐过程进行了模拟分析, 并与试验数据进行对比分析, 研究结果显示现有电加热器结构过于简单, 具有较大的优化空间, 通过增加翅片、优化流动方式等方法, 可有效提高系统换热效率, 解决加热器频繁跳机问题, 提升加热器寿命。



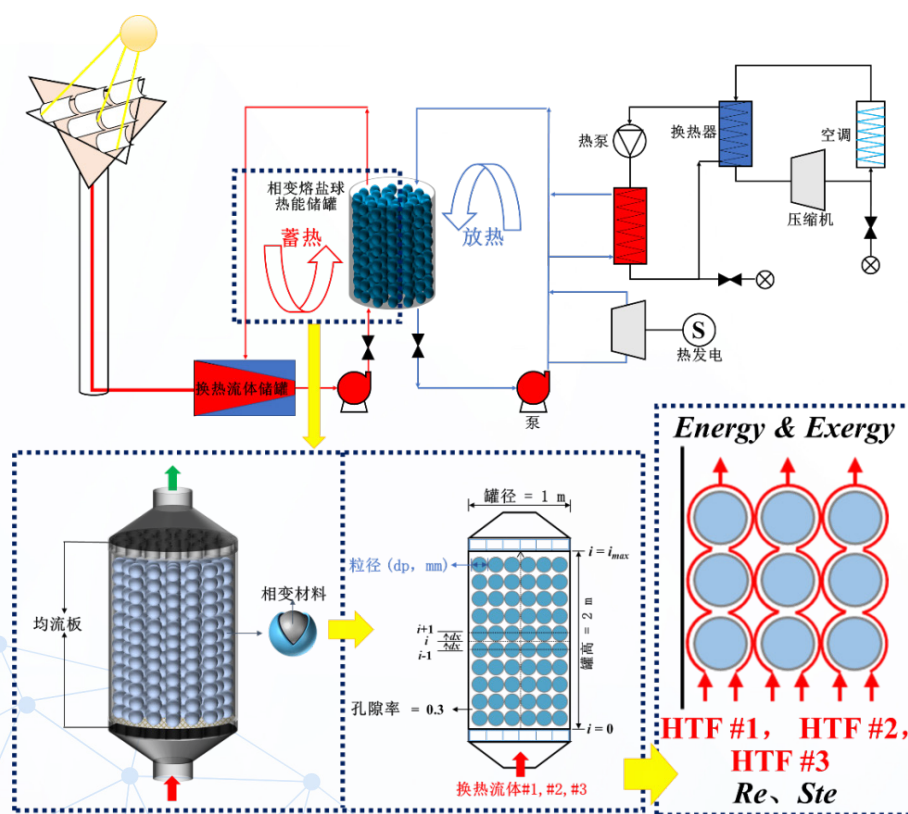
【研究方向】 熔盐储能

【联系方式】 zuofangfei2021@126.com

高温熔盐球形填充床应用不同传热流体的热性能研究

曹文龙, 毛前军 武汉大学

【摘要】 为优化填充床储能技术在太阳能热力系统中的应用, 本文应用混合硝酸盐 $\text{NaNO}_2\text{-NaNO}_3\text{-KNO}_3$ (40-7-53 wt%)、混合氯化物盐 NaCl-KCl-ZnCl_2 (7.5-23.9-68.6 wt%) 和导热油三种传热工质作为换热流体, 流体的热物性 (导热率, 密度, 比热容和粘度) 与温度有关。通过建立球形填充床的一维非平衡稳态计算模型, 研究了三种传热流体对高温熔盐球形填充床热性能的影响, 并对不同的入口条件和初始条件进行了灵敏性分析。结果表明, 雷诺数 (Re) 和斯蒂芬数 (Ste) 的增大会提高蓄热速率, 但会导致相变材料 (PCM) 和传热流体 (HTF) 之间传热温差的增加和系统焓效率的降低。 Ste 的增加虽然还会提高三个系统的蓄热密度, 但会造成额外的不可逆损失。综合本文的研究结果, 应用混合硝酸盐作为换热流体产生的换热温差较小, 系统的蓄热速率较大并且焓效率波动性低, 从而具有更好的热性能。



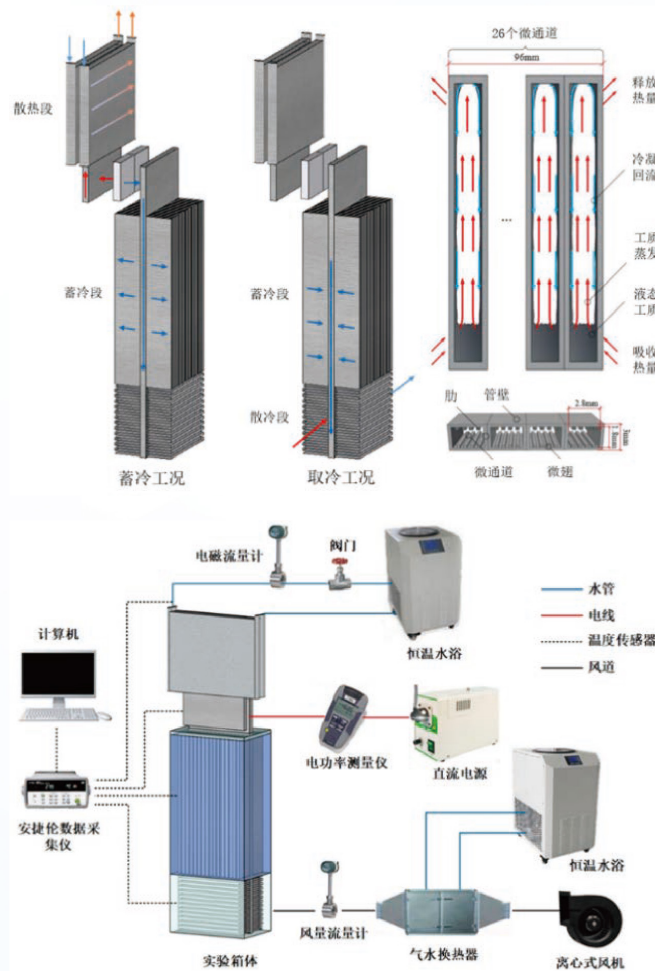
【研究方向】 太阳能热利用

【联系方式】 caowenlong924@163.com

基于微热管阵列的半导体制冷 - 相变蓄冷装置性能研究

房东冉, 刁彦华 北京工业大学

【摘要】本研究以利用储能装置消纳太阳能光电为目的, 提出了一套半导体制冷 - 相变蓄冷的储能装置。该装置以半导体制冷片为制冷模块, 利用光伏发电产生的直流电能直接制冷, 并通过微热管阵列和紧凑型翅片将冷量存储于相变材料中, 在使用时同样通过微热管阵列取出, 实现太阳能 - 电能 - 冷能的存储使用方式, 具有结构简单, 安全无污染的优点。实验搭建了半导体制冷 - 相变蓄冷单元的实验测试系统, 分析了制冷片的工作电压、热端冷却水流量对制冷蓄冷性能的影响, 以及取冷空气温度和空气风速对取冷性能的影响; 后续利用模拟仿真软件对紧凑型翅片的结构参数进行了优化, 并以新型翅片结构的蓄冷装置为载体, 对不同熔点的相变材料对蓄冷效果的影响进行了研究, 为未来基于光伏发电的相变蓄冷装置的实际应用提供了真实可靠的理论依据。



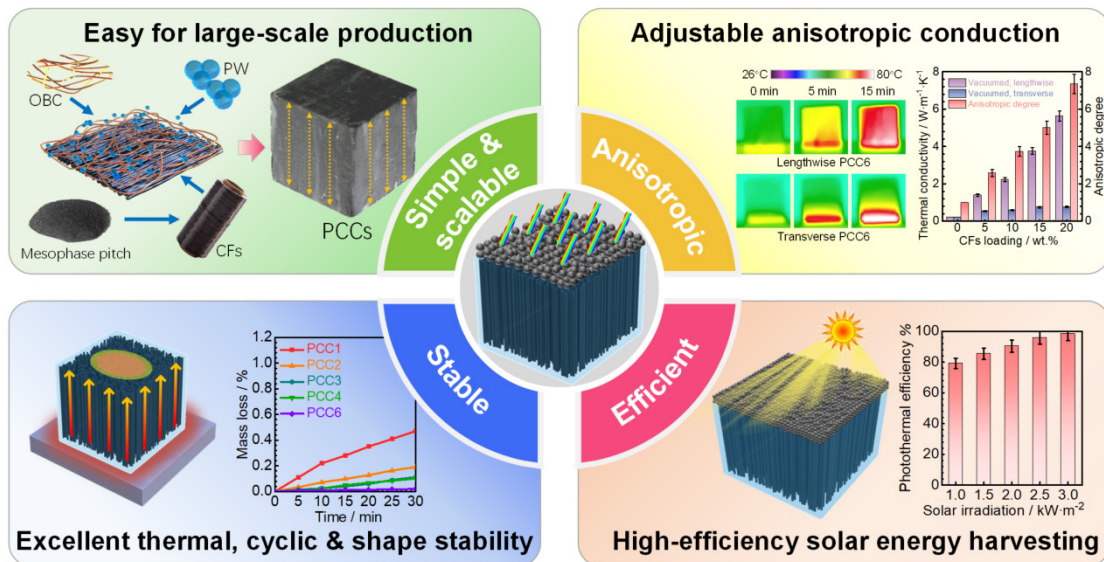
【研究方向】太阳能相变蓄能

【联系方式】17865310687@163.com

定向连续碳纤维强化的新型各向异性导热复合相变太阳能储热材料与器件

张鹏飞, 邱羽 中南大学

【摘要】 利用相变材料直接进行太阳能吸收、光热转换与热能存储的直接吸收式太阳能相变储热技术可为用户提供不间断的热能, 从而能够克服太阳能的间歇性。然而, 相变材料的低太阳能吸收率和低热导率限制了其对太阳能的高效捕获及热能的高速率存储。为此, 本研究通过在石蜡/ 烯炔嵌段共聚物中嵌入自制的定向连续碳纤维来发展一种高各向异性导热率的复合相变储热材料。结果表明, 定向碳纤维为复合材料提供了连续和定向的热传导路径, 使其纵向和横向热导率分别达到 $5.63 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ 、 $0.77 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$, 其各向异性度达到 7.31。进一步, 为增强太阳能吸收能力, 在复合材料表面涂覆碳黑, 使全光谱太阳吸收率提高到 0.988。由于优异的各向异性热导率和高全光谱太阳吸收能力的协同效应, 复合材料在 1-3 倍标准太阳光照下实现了高达 79.17%-98.31% 的光热转换效率。本研究为制造各向异性导热的复合相变材料和储热器件提供了一种可行的思路, 有望促进直接吸收式太阳能相变储热技术的发展。



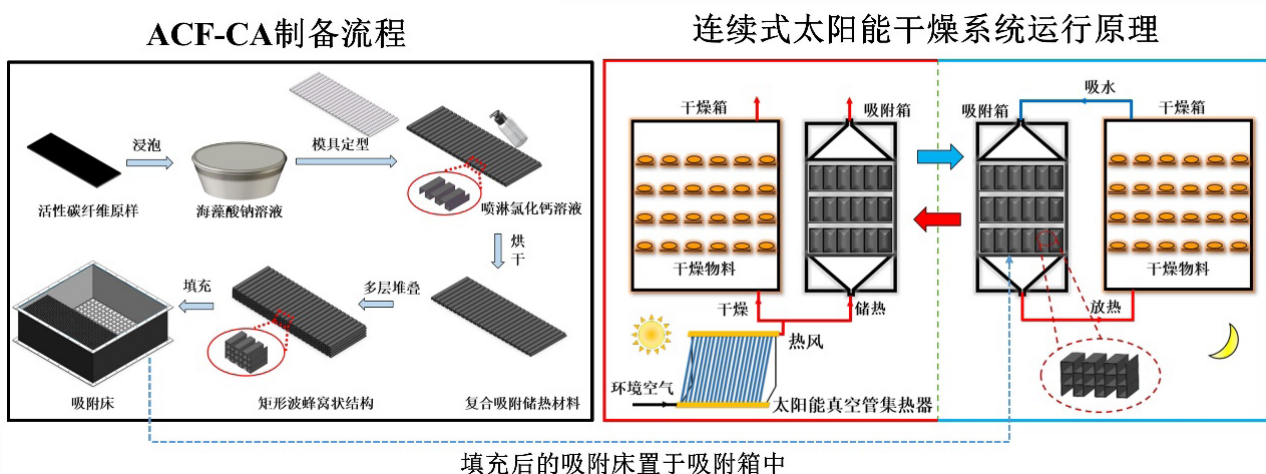
【研究方向】 太阳能相变储热

【联系方式】 pengfei.zhang@csu.edu.cn

太阳能干燥耦合活性碳纤维复合材料 ACF-CA 吸附储热系统构建与性能研究

李爱民, 余琼粉 云南师范大学能源与环境科学学院

【摘要】为解决太阳能干燥不连续的问题,本研究制备了一系列以活性碳纤维为基质的复合吸附储热材料,测定了其吸附性能与储热性能,选择 ACF-CA-1/1(Activated Carbon Fiber-Calcium Alginate) 为最佳的吸附储热材料,最后应用于连续式太阳能干燥系统夜间干燥供能,以香菇为例,评估了连续式太阳能干燥系统性能和香菇干燥特性。结果表明,ACF-CA-1/1 在 20 °C & 80% RH 条件下的饱和吸附量为 0.46 g/g,解吸测得储能密度为 676.68 J/g。在太阳能干燥耦合活性碳纤维复合材料 ACF-CA 吸附储热系统中,夜晚 21:00 到第二天 9:00 无日照时间段,夜间干燥箱内相对湿度维持在 42.68%~69.53% 范围内,干燥速率为 14.42%,干基含水率变化值为 1.73 g_水/g_{干物质},水分去除量达到 1282.4 g。与单独太阳能干燥模式相比,夜间干燥箱内的相对湿度降低了 29.85%~52.68%,总干燥时间缩短了 24 h,系统干燥效率提高了 1.27%。本研究所构建的太阳能干燥耦合吸附储热系统有效解决了太阳能干燥系统中的农副产品夜间回潮问题,表明吸附储热技术在太阳能干燥系统中具广阔的应用前景。



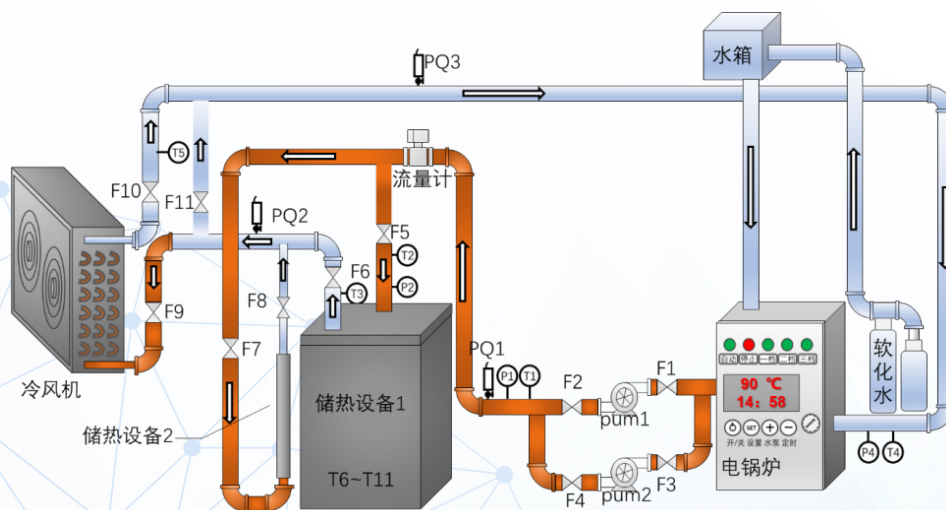
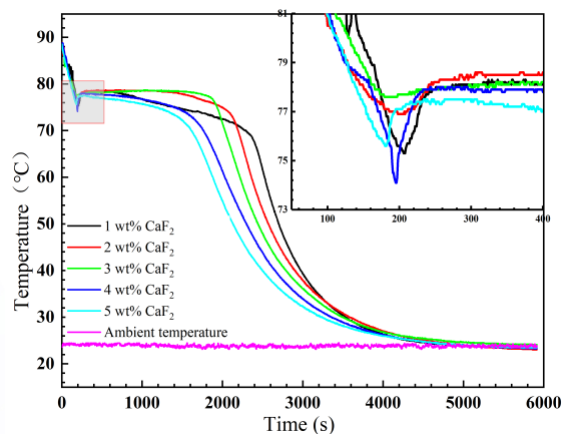
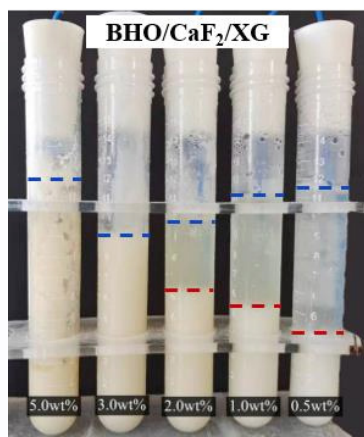
【研究方向】 太阳能中低温光热利用

【联系方式】 liaimin@ynsfdxnhxyys.wecom.work

Ba(OH)₂ · 8H₂O 复合相变材料制备及储释热性能研究

闫硕、赵龙, 闫素英 内蒙古工业大学

【摘要】为优化八水合氢氧化钡在储热系统中的换热性能, 本研究通过混合添加剂制备高性能复合相变材料。分别选用 CaF₂ 为成核剂降低 BHO 过冷度, 黄原胶来抑制相分离, 膨胀石墨来增强 CPCM 导热性。同时, 设计并搭建相变蓄热系统, 对 BHO 的综合换热性能进行研究。结果表明, 质量分数为 3% 的 CaF₂ 使 BHO 过冷度降至 0.4℃, 且凝固相变平台温度稳定。多次蓄放热循环后, 质量分数为 3% XG 的 CPCM 仍表现出优异的悬浮稳定性。4% EG 可使导热系数提高 3.37 倍的结论。蓄热系统最佳蓄热量为 100 kWh, 此时系统蓄热速率为 23.60 kW, 放热速率为 22.04 kW, 放热量为 84.74 kWh, 有效释能效率为 85.88%, 蓄热效率为 71.43%。系统中蓄热器总体焓效率为 20%, 平均蓄热焓效率为 15.71%, 平均放热焓效率为 75.65%。



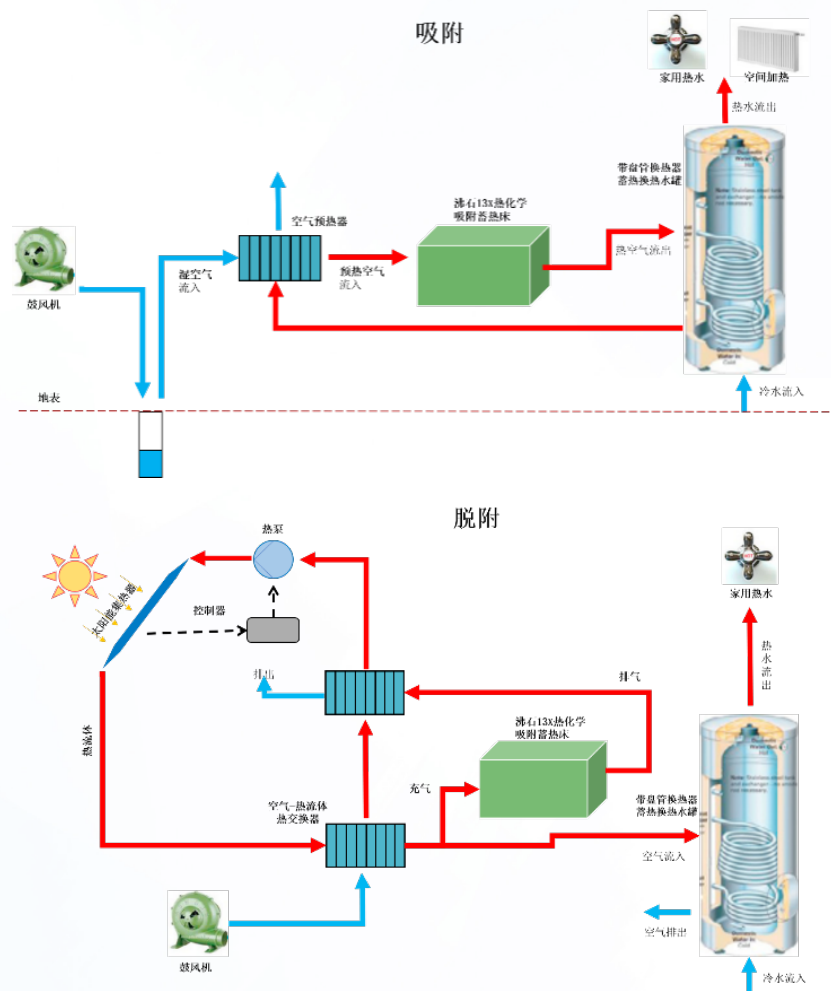
【研究方向】相变储热

【联系方式】1421022294@qq.com

基于人工神经网络的沸石 / 水吸附床蓄热建模

王丽昕, 宋泾舸 北京交通大学

【摘要】 吸附储热技术储热密度高且在长期储热中热损失可忽略不计, 作为建筑领域存储太阳能的技术手段, 可实现低品位热能的跨季节利用, 有望解决跨季节性供需间的矛盾。以神经网络为建模方法, 模拟吸附储热过程。与传统的物理实验和数值模拟相比, 神经网络模型计算效率高、精度高且更容易应用于系统模型中。本文以神经网络模型模拟 13X 沸石 / 水开式吸附床吸 / 脱附过程来计算热效率。针对开式吸附床吸 / 脱附的蓄放热过程, 对 14 种不同的隐藏层神经网络结构配置进行对比, 得到吸 / 脱附过程的优化预测模型。模型预测结果表明吸附和脱附的均方误差分别为 6.33×10^{-4} 和 5.28×10^{-2} , 能够准确地预测吸附床的出口温度。研究表明, 神经网络能有效的预测吸附床温度, 为得到吸附床的热效率提供了一种可行有效的预测方法。



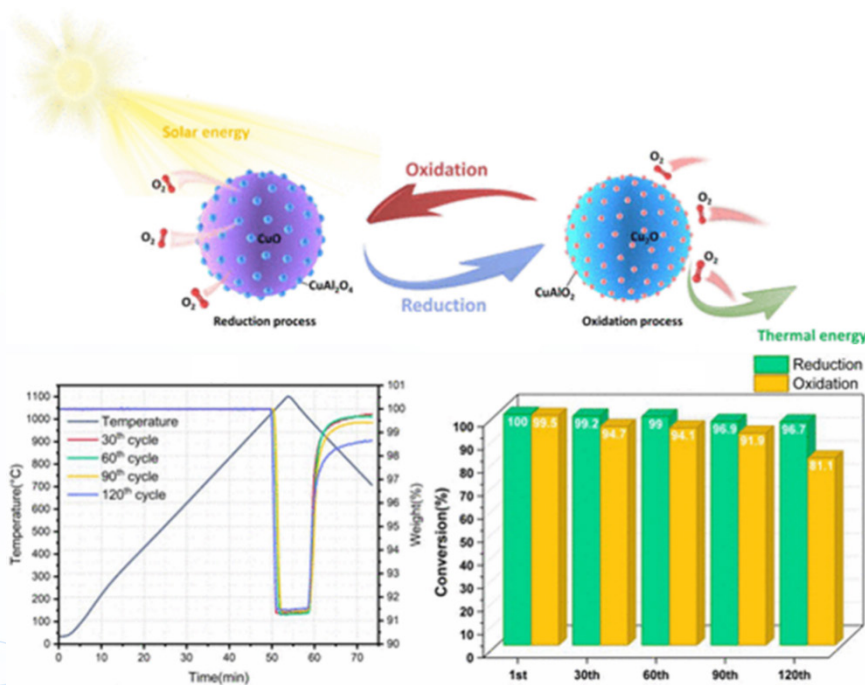
【研究方向】 太阳能热利用

【联系方式】 21121366@bjtu.edu.cn

铜基金属氧化物高温热化学储能材料性能优化及改性机理研究

黄彦，向铎，肖刚 浙江大学

【摘要】下一代具有高温储能需求的聚光太阳能电站促进了对高效、长寿命热化学储能材料的研究。CuO 储 / 放热温度高、能量密度高，但其易烧结特性限制了其可逆性和循环稳定性。本文合成了铝掺杂铜氧化物，并通过热重分析对其进行了评价。在第一次氧化还原循环中，铜铝氧化物的可逆性达到 99.5%，在 120 次循环后仍保持 81.1% 的初始容量。Al 元素能以 CuAl_2O_4 的形式修饰 CuO 颗粒表面，在氧化还原循环中使氧化铜颗粒相互分离，避免团聚，参与氧化还原反应。通过 DFT 分析发现，Al 的引入增加了铜氧化物中铜空位的形成能，避免了烧结问题，从而提高了氧化速率。该研究提供了一种可推广的元素掺杂机制，可为热化学储能高性能材料的优化提供指导。



【研究方向】高温热化学储能

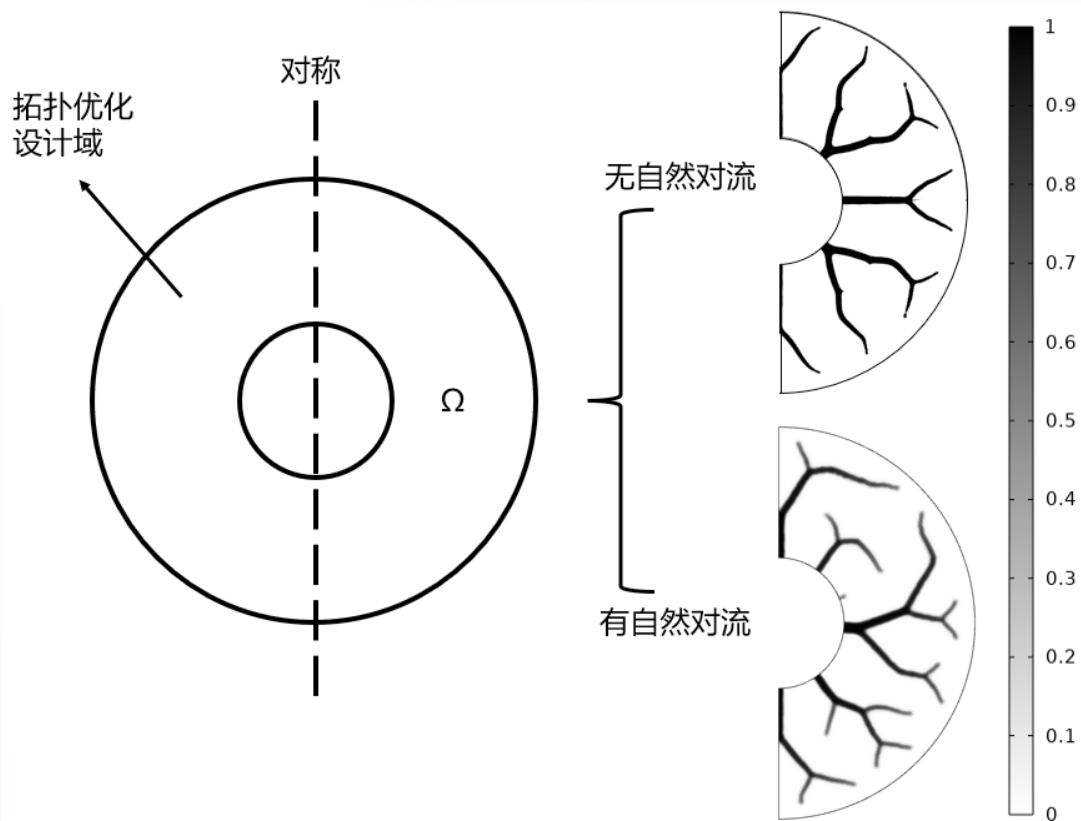
【联系方式】yanhuang@zju.edu.cn

采用仿生拓扑优化翅片提升相变蓄热器性能

陈云祥, 刘赞 华北电力大学

【摘要】壳管式相变蓄热器作为太阳能热发电系统中蓄热系统的常用蓄热器之一, 具有布置灵活、结构简单、运行温度和压力高等优点, 但相变材料的低热导率和蓄热器内相变材料底部堆积等问题使其受到一些限制。为解决上述问题, 本文基于拓扑优化原理, 选择平均温度最大化及最小温差作为目标函数, 同时考虑自然对流的影响, 使用 COMSOL 软件获得拓扑优化结构, 对拓扑模型进行建模和网格划分, 最后采用 FLUENT 对拓扑优化翅片对壳管式相变蓄热器的蓄热性能影响进行数值研究。研究表明, 自然对流对拓扑翅片生成有较大影响, 不考虑自然对流会导致肋片的次优布局; 揭示了不同目标下肋片的生成规律; 对比不同模型间的储热性能, 采用仿生拓扑翅片的蓄热器蓄热时间相较普通翅片缩短了 58%, 验证了拓扑翅片的优越性; 本文可以为壳管式相变蓄热器的设计提供指导以提高储热性能。

关键词: 壳管式相变蓄热器; 仿生拓扑优化; 仿生翅片生成规律; 蓄热特性;



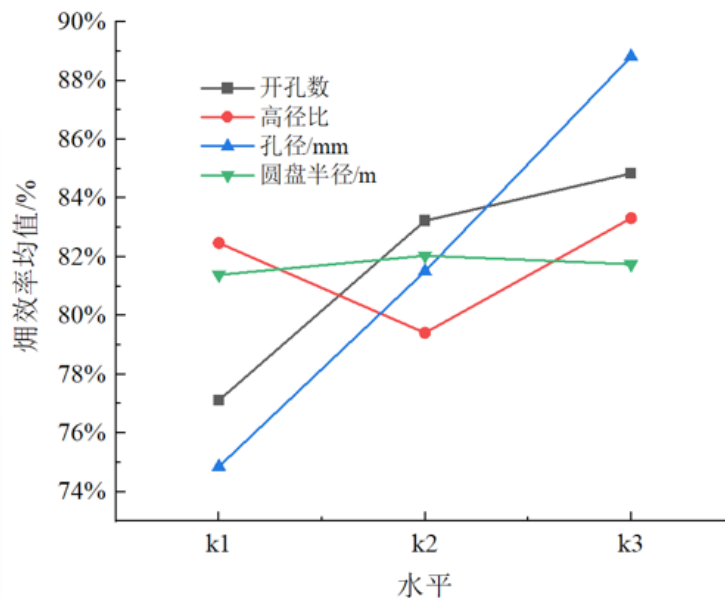
【研究方向】相变蓄热

【联系方式】c741265668@163.com

布水器结构参数对储热水罐分层特性影响的数值模拟

吕玥, 刘维安, 赵斌 长沙理工大学

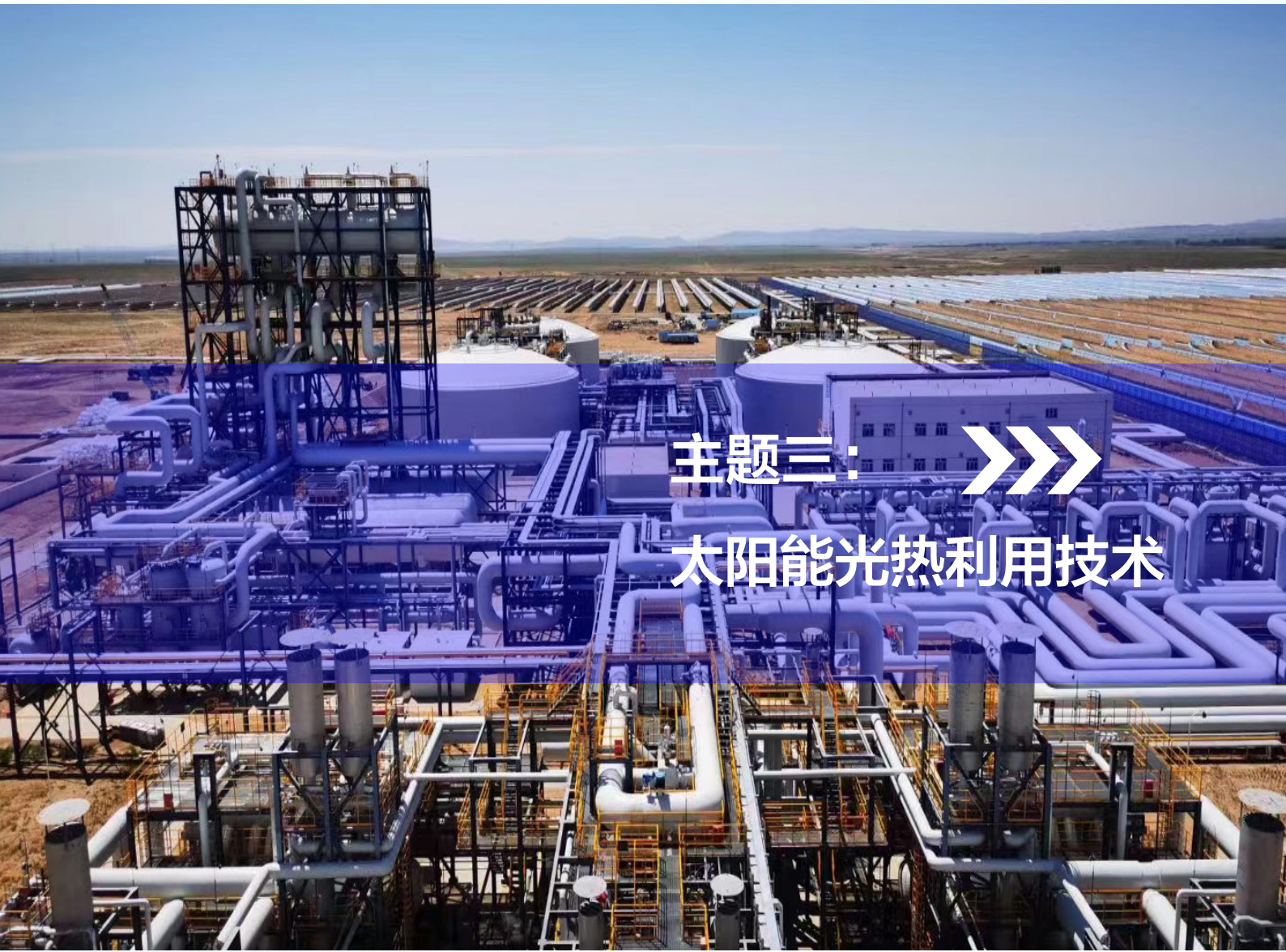
【摘要】斜温层储热水罐是太阳能集中供暖系统的关键设备。布水器作为斜温层储热水罐重要的元件,其结构参数对水罐储热性能具有重要影响。研究对圆盘型布水器开孔个数、开孔半径、布水器半径、储热水罐高径比等结构参数对储热水罐温度分层特性与焓效率的影响进行了数值模拟与正交试验。通过极差分析,发现各因素对储热水罐焓效率影响的敏感性依次为孔径 13.96%、开孔数 7.72%、高径比 3.92%、圆盘半径 0.66%,当孔径 250mm、开孔数 72 个、高径比 1.9、圆盘半径 5m 时,理论上系统焓效率最大。研究结果对改善太阳能储热水罐的温度分层特性,提高系统储热性能具有一定的参考意义。



焓效率影响因素与试验均值关系图

【研究方向】 传热传质与节能技术

【联系方式】 Lyuyue99@163.com

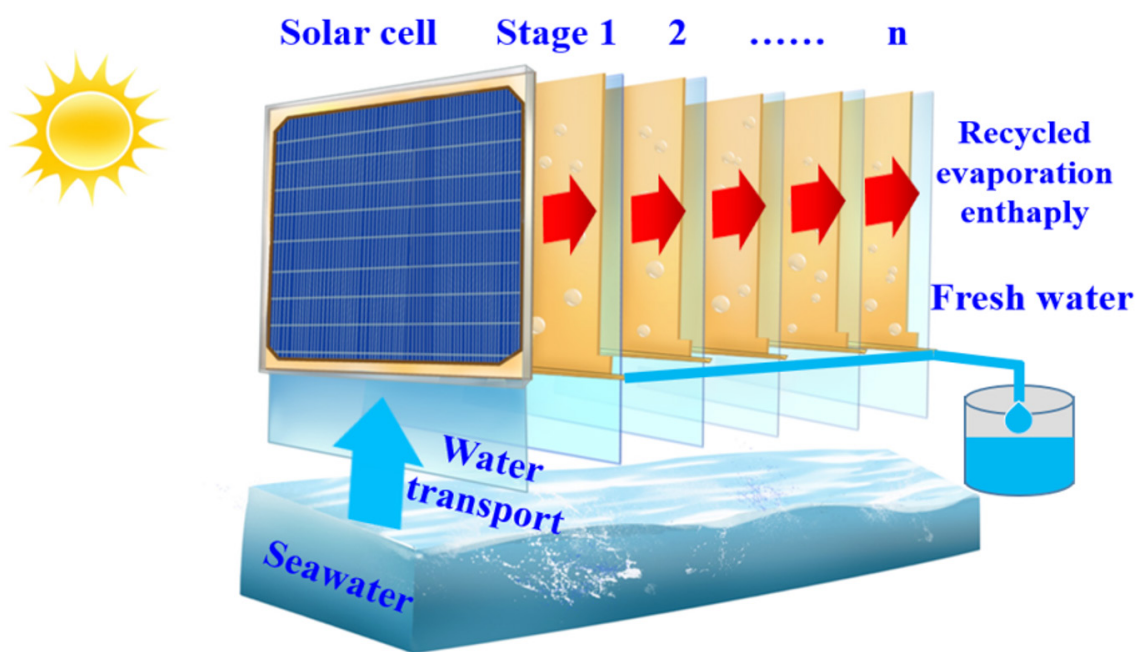


主题三：>>>>
太阳能光热利用技术

基于光伏 - 多级蒸馏的太阳能全光谱利用系统数值和实验研究

白炳林, 杜燊, 李明佳, 薛小代, 陶文铨 西安交通大学

【摘要】双碳背景下,通过清洁能源满足离网和资源受限地区电力和淡水短缺的长期需求尤为重要。本文提出了一种新型水-电联产系统,该系统包括前端太阳能光伏组件和后端多级太阳能蒸馏系统,其具有高效的太阳能光-电-热转换能力和良好的热管理性能。首先,建立了系统光-电-热耦合数值模型,分析了系统的传热传质机理,优化了气隙厚度、蒸馏级数等结构参数,进一步提高了能量的利用效率。然后,在理论建模的指导下,室外实验验证了该系统良好的热管理性能和高效的太阳能光-电-蒸汽转换能力。相比与单一光伏组件,系统中光伏组件的平均降温幅度约 8°C ,光电转换效率提高了0.86个百分点。同时,系统中的热化热被太阳能蒸馏充分利用,在平均辐照 0.85sun 的真实环境下,平均集水速率为 $2.06\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。该系统可以为解决水-能源关系提供一个积极的策略。



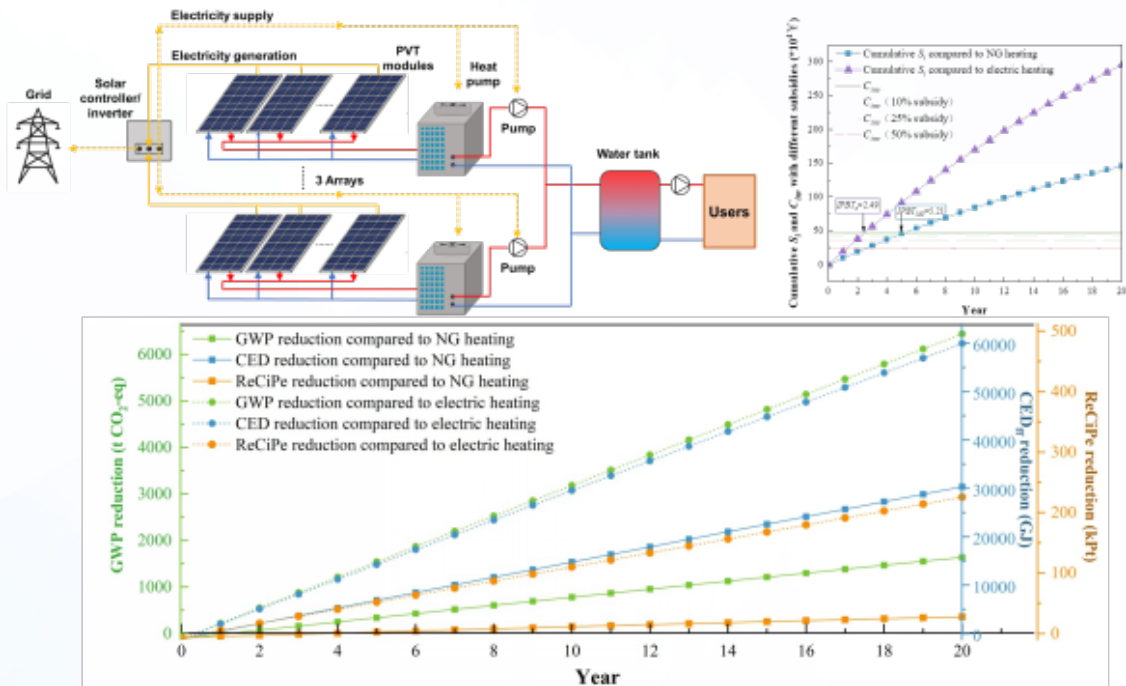
【研究方向】全光谱太阳能梯级耦合利用技术

【联系方式】765710705@qq.com

直膨式光伏光热一体化热泵系统的全生命周期能源、经济、环境影响分析

刘蕾, 代彦军 上海交通大学机械与动力工程学院

【摘要】本文采用全生命周期理论, 对上海地区直膨式光伏光热一体化 (DX-PVT) 热泵系统进行了能源、经济、环境影响分析。通过动态仿真, 得到系统全年运行特性; 构建了基于生命周期成本 (LCC)、当量热价 (LCOH)、投资回收期 (IPBT) 的经济模型; 环境方面, 建立了较为完善的生命周期清单, 并基于 ReCiPe 终点法, IPCC 全球气候变暖潜值 (GWP) 和累积能源需求 (CED) 三种方法进行分析。结果表明, DX-PVT 热泵系统的电力输出比纯光伏增加 9.67%, 全年运行 COP 高达 6.23。经济性上, LCOH 为 36.38 元 /GJ, 低于电价 (178.06 元 /GJ) 与天然气热价 (86.72 元 /GJ); IPBT 为 5.21 (对比天然气加热) 和 2.49 年 (对比电加热)。该系统的环境影响回收期为 0.69-3.61 年 (对比天然气加热)、0.33-0.57 年 (对比电加热), 远低于 IPBT, 表明该系统具有节能减排潜力, 但目前较高的初投资可能阻碍其发展。与其他热水系统相比, DX-PVT 热泵系统在原材料获取及制造阶段环境影响最大、但全生命周期影响最小, 为电锅炉的 3-5%。此外, 环境影响高度依赖于运行期间消耗的电网电力, 电网脱碳和系统效率的提高可以显著降低环境影响。



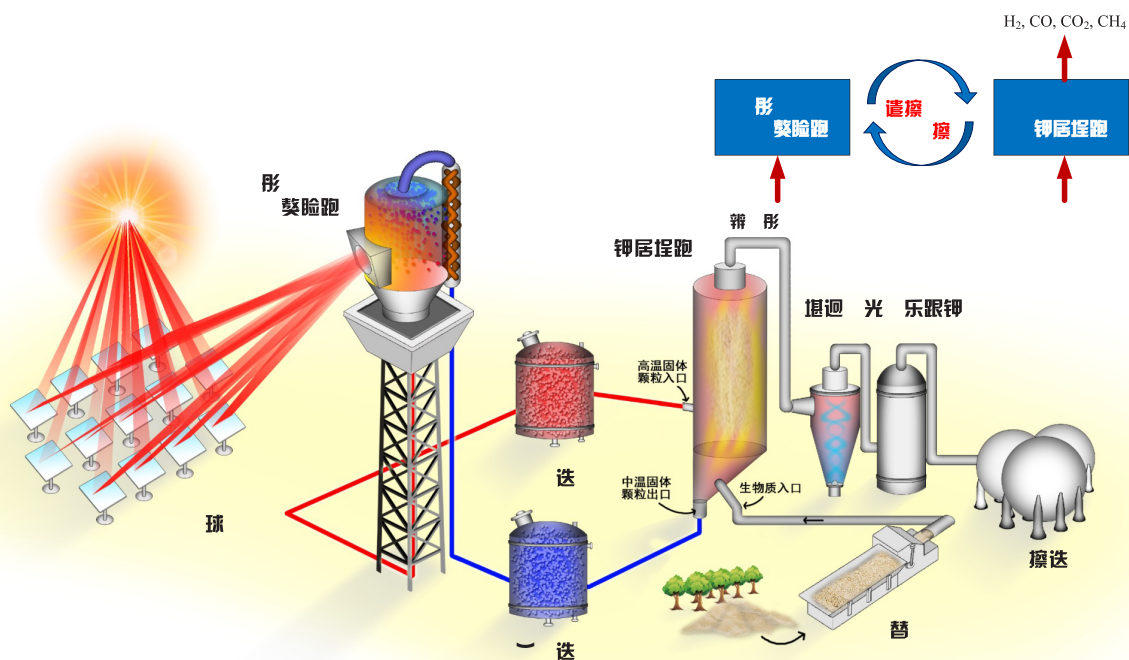
【研究方向】PVT 热泵, 全生命周期分析

【联系方式】liulei121020910116@sytu.edu.cn

太阳能辅助生物质气化联产技术与应用

谷宇成，白章中国石油大学（华东）

【摘要】太阳能驱动生物质气化的热化学互补技术将有效促进这两类可再生能源的高效利用，将实现太阳能向化学能的转化与存储，此外也将提升生物质气化效率和气化合成气品质。为了深入研究这类先进的太阳能利用技术，构建了高温太阳能气化实验平台并完成了实验测试。然而，太阳能辐照的动态波动属性和反应动力学特性受限仍然是制约太阳能气化技术发展的重要挑战，对此提出了基于固体颗粒热载体的太阳能驱动生物质气化的新工艺，并基于“热-流-化”多物理场耦合建模开展生物质气化反应器结构设计和优化。同时，结合燃气蒸汽联合循环发电应用场景，开展系统的全工况分析来探究该新工艺的发展潜力，研究结果将为促进太阳能-生物质气化技术发展提供理论参考。



【研究方向】太阳能热化学

【联系方式】guyc0204@163.com



主题四：
太阳能及其他技术

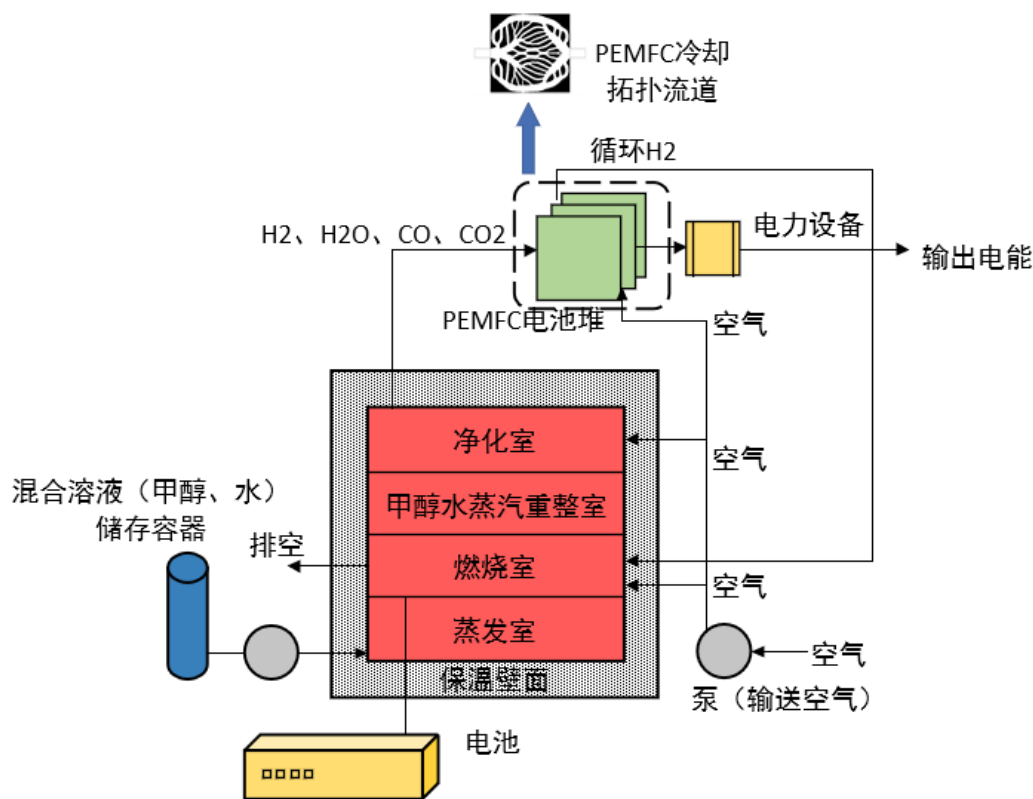


氢燃料电池冷却流道的拓扑优化设计及流动传热分析

曾梁, 刘赞 华北电力大学

【摘要】质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 作为太阳能 - 燃料电池联合发电系统的重要组成部分之一, 具有更高的能量转换效率。然而过高的工作温度容易造成电池失效, 因此设计性能良好的冷却流道是提高 PEMFC 寿命的重要手段之一。本文基于拓扑优化原理, 采用最大散热量、最小粘性耗散功为优化目标, 利用 COMSOL 软件计算拓扑结构, 并对该结构进行模型构建以及网格划分, 最后利用 FLUENT 软件证明了拓扑结构的优越性, 同时讨论了进出口数量对散热效果的影响。研究表明, 拓扑流道在散热效果以及温度均匀性方面明显优于传统平直流道, 综合换热性能提高了 9.44%; 同时拓扑流道的进出口数量对散热性能也有较大影响, 双进出口拓扑流道散热效果优于单进出口拓扑流道, 综合换热性能提高了 5.93%。本文可以为 PEMFC 冷却流道的设计提供指导以提高散热性能。

关键词: 质子交换膜燃料电池; 双目标函数; 拓扑优化; 冷却流道设计; 流动传热分析。



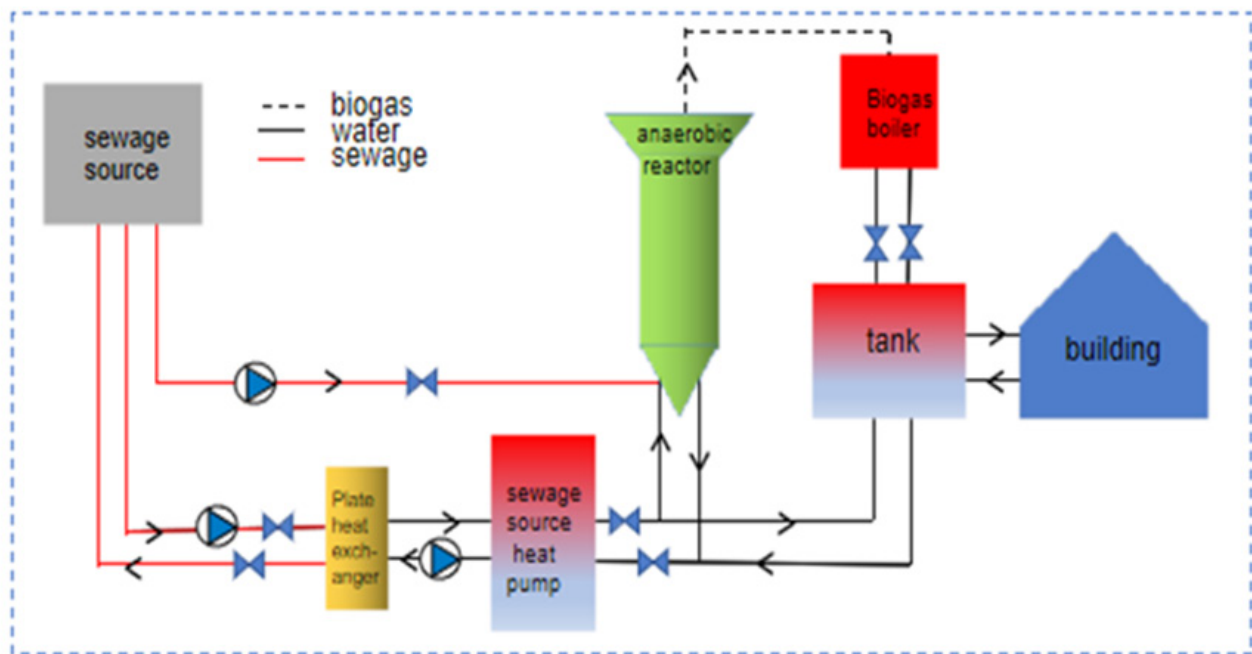
【研究方向】冷却流道优化

【联系方式】zengliangdyx@163.com

严寒油田地区新型余热和沼气联合供暖系统设计仿真与性能分析

魏昕昕, 刘昌宇 东北石油大学

【摘要】研究显示, 合理利用油田污水余热资源可满足建筑的供暖需求, 但余热利用后的污水处理是关键。为解决该问题, 本研究提出了一种新型余热和沼气联合供暖系统, 该系统由厌氧反应器沼气锅炉子系统和污水源热泵子系统组成, 用于为建筑提供热能。研究建立了新型余热和沼气联合供暖系统的数学模型及评价指标。利用 TRNSYS 对系统的能量和运行性能进行了仿真计算, 对不同温度下新型联合供暖系统与传统燃煤供暖系统环境效益进行了比较。结果表明, 厌氧反应器在维持恒温 35℃ 条件下系统能效最高, 能耗最小仅为 85919.76 kW, 一次能源利用率为 1.86。与传统燃煤供暖系统相比, 本系统年 CO₂ 减排量为 19.15t, 年处理污水量可达到 8433.6 t, 具有良好的环境效益。



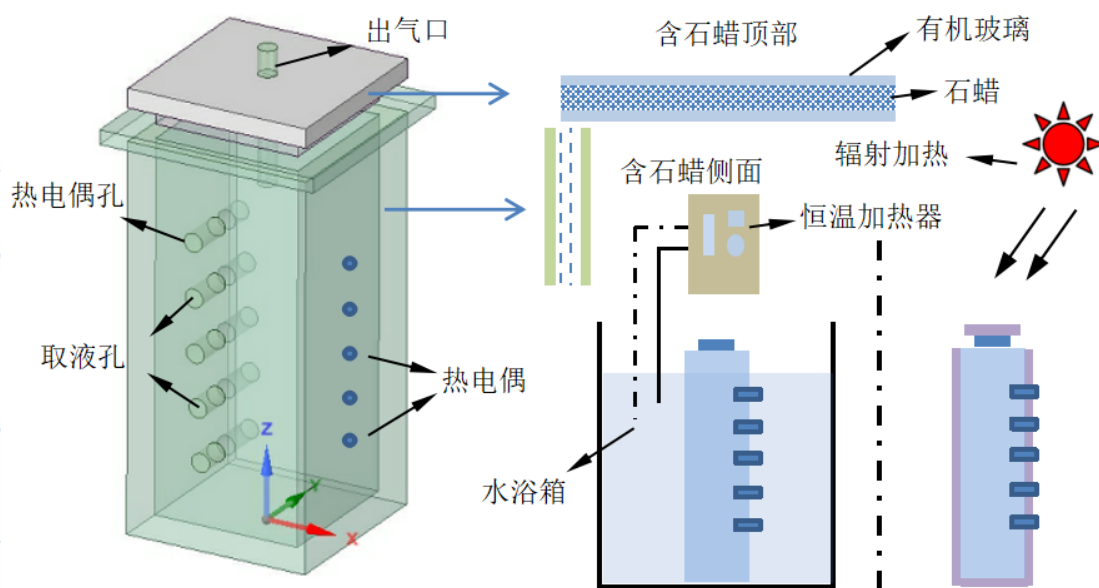
【研究方向】油田污水资源综合处理及利用

【联系方式】邮箱 15194903502@163.com

填充相变材料的升流式直接吸收太阳能厌氧反应器光热特性研究

刘成, 刘昌宇 东北石油大学

【摘要】升流式厌氧反应器可以有效处理高氨氮污水，并且采用直接吸收式太阳能加热技术能够有效提高菌群代谢过程的稳定性和能源利用率。但由于太阳能具有时效性，导致存在沼液温度梯度大、太阳能利用率低等缺陷。为了克服上述问题，本文提出了一种新型的填充相变材料的直接吸收式太阳能厌氧反应器，并建立了其光热传递模型，通过数值模拟定性分析了流速和相变材料厚度对反应器内部沼液温度的影响。结果表明，添加 PCM 在降低沼液温差方面有着较为显著的效果，并且随着流速的逐渐减小，该效果将被进一步扩大。对于本文建立的模型而言，填充 2cm 厚的 PCM 为最佳工况，反应器平均太阳能吸热效率大于 50%，温度衰减因子和温度时滞分别为 39% 和 25%。



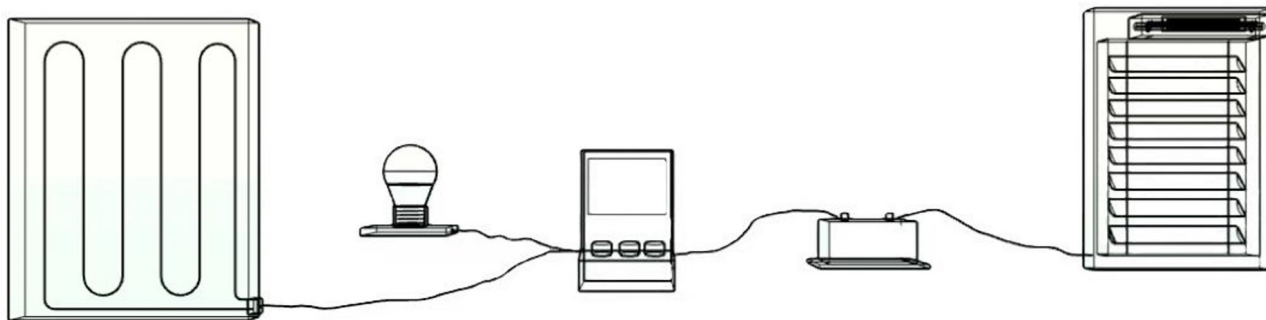
【研究方向】直吸式太阳能光热利用 + 相变储能

【联系方式】liucheng990322@163.com

一种多功能可调节角度的百叶窗太阳能电池板

王焱, 刘昌宇 东北石油大学

【摘要】 新型太阳能电池板与传统百叶窗相结合, 将太阳能电池板设置在百叶窗外侧, 在窗户上部设置有控制百叶角度变化的光敏控制装置, 可根据太阳光照的强度来调节百叶的开合角度随着齿轮逆时针转动, 绳子匀速向下, 百叶太阳能电池板与水平方向夹角逐渐增大, 与太阳光接触面积逐渐增大, 吸收的太阳能转化成电能储存在蓄电池中; 光敏装置内部设有发动机同时也与太阳能电池板相连, 当光照强度不强时, 对应光敏装置的固定数值, 发动机发动, 齿轮转动, 齿轮另一侧连接能调节百叶窗开合的挂绳, 百叶窗的每一个百叶内部中空部分放置相变微胶囊, 可以维持太阳能电池板表面温度的恒定, 有利于提高太阳能电池板对太阳能的吸收效率。太阳能电池板用于对室外门灯和室内发热墙体等小型用电设施供电, 可控制开闭, 随关随停, 人性化控制。



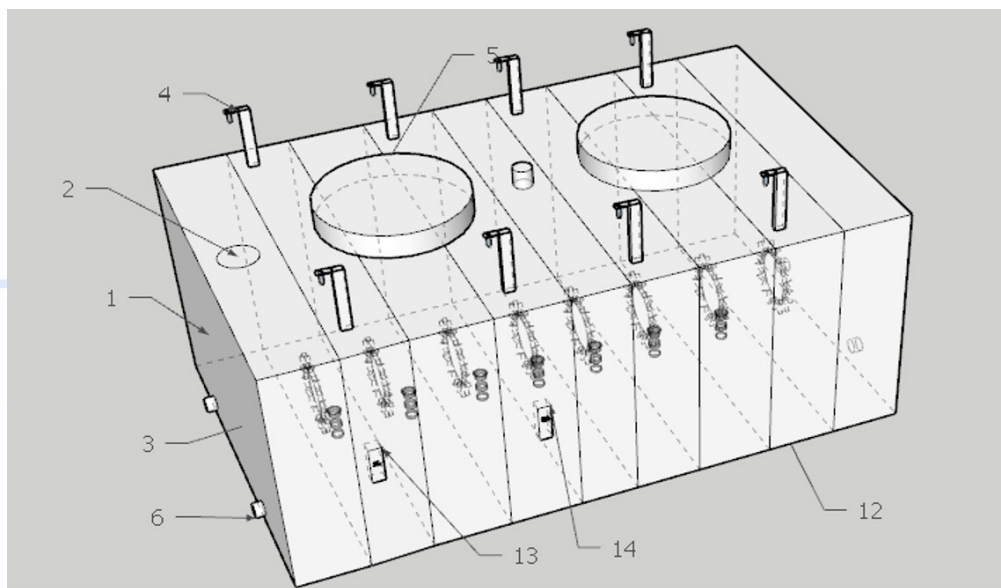
【研究方向】 太阳能光热利用技术

【联系方式】 3523057338@qq.com

一种新型直吸式太阳能厌氧反应器

许芷洋, 刘昌宇, 东北石油大学

【摘要】随着人口的快速增长及工业化水平的快速提高, 环境污染成为越来越严峻的问题; 因为水是人类不可或缺的东西, 所以对污水的处理变得尤为重要。为解决不同尺寸及形状对 ABR 厌氧反应器的影响, 本发明则是提供以一种可以调节折流板尺寸的太阳能污水厌氧反应器, 太阳光可以穿透由有机玻璃制成的反应器外壳直接照射到反应器内部的污水并对其进行加热处理, 实现了在不增加额外的能耗的前提下, 提升了反应器对污水的效率。因为流体的速度并不是一个固定的数值, 所以引入不同尺寸的挡板折流板, 能更好的测试出厌氧反应的最好的一个速率, 能更大程度地提高沼气的产气率和氢气的产量。



【研究方向】太阳能光热利用技术

【联系方式】493137398@qq.com

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟秘书处

地址：北京市海淀区中关村北二条6号中国科学院电工研究所北院317

邮编：100190

电话：010-82547214

网址：<http://www.cnste.org>

邮箱：cnste@vip.126.com

微信号：nafste