



新闻动态

科技新闻

通知公告

支部活动

学习园地

信息公开

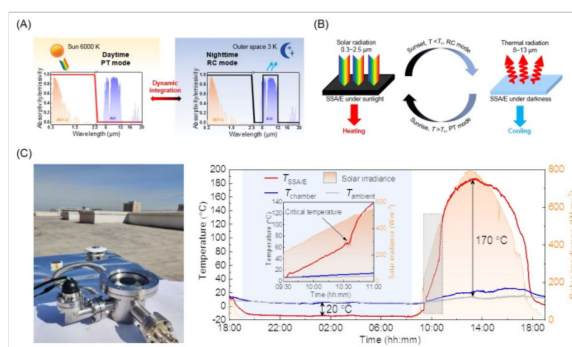
科技新闻

当前位置: 首页 | 新闻动态 | 科技新闻

中国科大团队实现对太阳和深空的连续冷热能量捕获和利用

来源: 科研部 发布时间: 2022-04-22 浏览次数: 154

近日, 中国科大工程学院/太阳能光热综合利用安徽省重点实验室裴刚教授和国家同步辐射实验室/核科学技术学院邹崇文研究员联合研究团队提出了一种全新的能量利用方法, 该方法分别以太阳 (约6000K) 和太空 (约3K) 为热源和冷源, 巧妙利用光谱自适应智能涂层来解决光热转换过程和辐射制冷过程的光谱冲突, 实现24小时全天候的冷热能量捕获和利用。相关研究成果以“Self-adaptive integration of photothermal and radiative cooling for continuous energy harvesting from the sun and outer space”为题, 于2022年4月19日发表在国际著名期刊“Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)”。



人类社会使用的绝大部分能源均来自于太阳辐射, 能源做功利用之后的余热可以通过中红外热辐射散失到低温太空中去。从热力学的角度来看, 太阳和太空是地球能量循环的终极热源和终极冷源。光热转换通过对太阳辐射直接利用, 获得高温热能; 而天空辐射制冷可以将地表能量以红外辐射形式通过大气窗口 (8-13 μ m) 直接发射至低温太空, 获得低温冷量, 实现对深空低温的超远距直接利用。然而, 目前的光热转换和天空辐射制冷都依赖于静态的光谱选择性涂层, 但两种过程存在红外光谱冲突, 目前技术都是对单一目标、单一功能的利用。基于此, 团队创新性提出利用光谱自适应调控机制对太阳热源和太空冷源进行时间解耦, 突破目前对太阳热源和太空冷源的单一利用方式。

该工作中, 研究团队研制了一种基于二氧化钒(VO₂)相变材料的多层膜光谱选择性自适应涂层, 该涂层在白天太阳辐照下处于金属态, 整体涂层太阳吸收率为0.89, 红外发射率仅为0.25, 表现为光热吸收特性; 在夜间无辐照条件下, 处于绝缘态, 涂层在大气窗口波段具有高的发射率, 在其余中红外波段具有低的发射率, 表现为辐射制冷特性。实测结果表明, 该器件表面温度在白天可以比环境温度高170°C, 在夜间可以比环境温度低20°C, 具有白天光热转换、夜间辐射制冷的自适应功能。器件可以24小时全天候运行, 极大提升冷热能量捕获的综合效率。这一研究结果为基于太阳热源和太空冷源的能量捕获和高效利用提供了一种全新的途径。

裴刚教授团队一直致力于太阳能和天空辐射制冷领域的研究, 一方面发展了太阳能与天空辐射制冷综合利用理论并提出了多种综合利用过程的光谱耦合原则, 引入光学薄膜和光子晶体结构, 实现了涂层多截止波长下的光谱选择性; 另一个方面深耕于日间天空辐射制冷技术, 通过高性能光谱选择性涂层的开发、低热损系统研制以及辐射传输路径优化等手段, 实现了太阳辐照条件下的被动制冷效果。上述技术可以广泛应用于建筑节能、光伏冷却、热电转换以及深空探索等领域。邹崇文研究员团队长期从事二氧化钒相变薄膜的制备、相变调控研究以及在红外/太赫兹器件、智能涂层、激光防护和非制冷红外探测器等方面的器件应用。

论文的第一作者为工程学院的敖显泽、赵斌和国家同步辐射实验室的李博文, 通讯作者为裴刚教授和邹崇文研究员。本研究得到国家自然科学基金委、中科院青年创新促进会、中央高校基本科研业务费专项资金以及多能互补能源转化研究中心等项目和机构的支持。相关测试工作也得到了中国科大微纳中心以及同步辐射国家实验室软X射线磁性圆二色实验站(BL12B)和红外谱学和显微成像实验站(BL01B)的大力支持。

论文链接: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2120557119>

(工程科学学院、国家同步辐射实验室、科研部)

