科学家实现连续24小时从太阳和深空获取能源

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18168.html

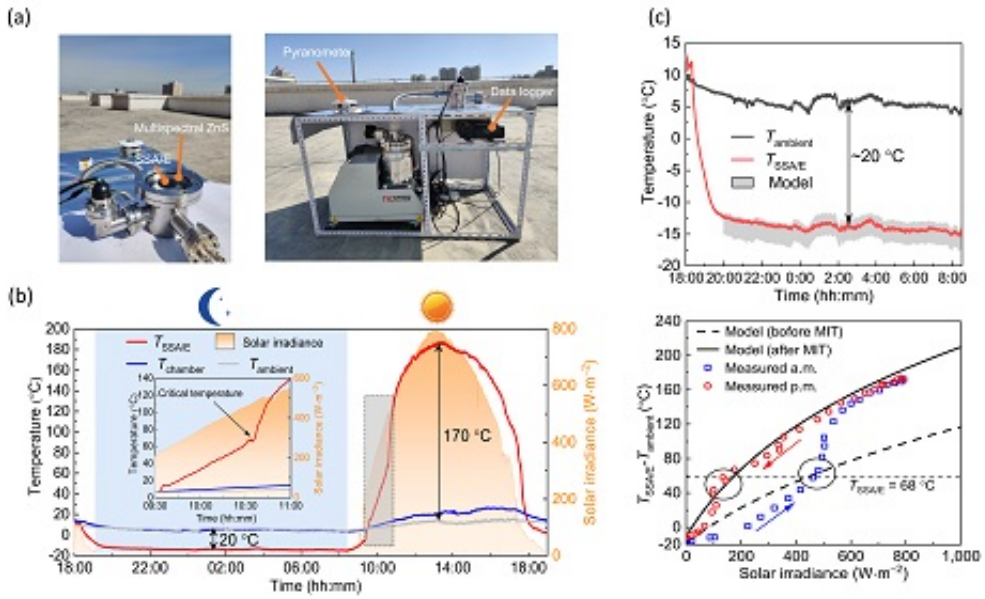
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家实现连续24小时从太阳和深空获取能源。

能源和环保，一直是热点话题。如何更高效获取和使用可再生能源，是人类社会可持续发展的关键，也是科学家孜孜不倦的追求。

近日，中国科学技术大学工程科学学院教授裴刚、国家同步辐射实验室研究员邹崇文联合研究团队提出了一种全新的能量利用方法，开发了一种光谱自适应智能涂层，解决了光热转换和辐射制冷过程中的光谱冲突，实现了从太阳热源和太空冷源中连续24小时的能量捕获。

相关研究成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。



户外实验装置图和数据图（含实验和模拟） 中国科大供图

从直面光谱冲突开始

冷和热是能源最重要的终端形式之一，全球每年约51%的能源以冷量或热量的形式消耗。然而，目前冷量和热量的供给主要依赖传统化石能源，这无疑会进一步加剧环境问题。

因此，依靠可再生能源实现供冷和供热，对于全球节能和减少温室气体排放方面具有重大意义。

相比较地球环境，温度约为6000K的太阳和3K的太空是地球的终极热源和终极冷源。
论文共同第一作者赵斌向《中国科学报》介绍。

光热转换通过对太阳辐射直接利用，获得高温热能；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直接发射至低温太空，获得低温冷量。

实际上，这两种技术原理相同、装置相似，如果将两种物理过程集成于同一装置，不仅能实现夜间制冷和白天集热的双功能特点，同时还可以大大提升装置的时间利用率和能量收益。

但是光热转换和天空辐射制冷对涂层的光谱选择性需求存在固有‘冲突’，前者要求涂层在整个中红外波段具有低发射率，后者要求涂层在大气窗口波段具有高发射率。 赵斌说。

目前常用的光热转换和天空辐射制冷技术是通过不同的光谱选择性涂层来收集热和冷，但是大多数方法是静态和单功能的，只能分别利用不同的固定涂层在白天提供加热，在夜晚提供冷却。

而已报道的极少数光热转换-天空辐射制冷综合利用也多基于静态非选择性涂层，虽然能实现双功能耦合，但集热和制冷性能大大低于单一的光热转换和天空辐射制冷技术。

如何解决冲突，实现两种装置功能叠加耦合的同时而又不影响各自性能，是裴刚团队一直在做的工作。

会变身的二氧化钒

此次研究中，裴刚团队创新性提出一种光谱自适应调控机制，即涂层光谱选择性能可根据能量捕获模式进行动态调整。

团队将目标瞄准了二氧化钒薄膜。邹崇文介绍，二氧化钒是一种典型的强关联过渡金属氧化物，它具有特殊的金属-绝缘体相变特性，相变温度在68摄氏度左右。

当温度低于68摄氏度时，二氧化钒是一种不导电的绝缘体，能够同时透过可见光和红外线；当温度超过68摄氏度，二氧化钒会瞬间变身为低电阻的导体，而且可以阻挡红外线透过。

邹崇文说，利用二氧化钒这种温致相变过程中的动态红外光谱特性，结合多层膜的涂层设计，有望实现自适应的光谱智能涂层，解决光热转换和天空辐射制冷过程中的光谱冲突。

二氧化钒薄膜的相变特性与其质量密切相关，因此高质量的二氧化钒薄膜制备是智能涂层的关键。

钒原子具有多化学价态，而我们需要的是具有完美化学计量比的+4价二氧化钒，在制备过程中首先要控制生长过程中的原子比例。
邹崇文说，原子比例多一点或者少一点，对薄膜的相变特性影响都很大。

此外，+4价的二氧化钒还有各种相结构，而其中只有某种特定的单斜相结构才具有这种相变特性。邹崇文坦言，制备出这种纯相结构的二氧化钒薄膜仍是一项挑战。

经过不懈努力，邹崇文团队利用分子束外延和磁控溅射等手段成功研制了一种基于二氧化钒相变材料的光谱自适应智能涂层。

可应用于建筑节能、深空探测等领域

研究发现，这种智能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。

为了探索光谱自适应智能涂层在现实天气条件下的性能，在乌鲁木齐一个晴朗的秋日，团队进行了户外实验。

实测结果表明，这种涂层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，同时，可实现24小时全天候运行，极大提升了冷热能量捕获的综合效率。

审稿人评述该工作，这项研究提出了一种非常新颖的从太阳和太空捕获可再生能源的方法，将引起人们新的研究兴趣。

相关技术可以应用于建筑节能、汽车温控、光伏冷却、深空探测等领域。裴刚说，下一步，将在材料规模化制备、冷热量的高效收集与传输、逆向冷热调控等方向开展研究。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：https://doi.org/10.1073/pnas.2120557119

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：裴刚等 来源：《国家科学院院刊》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发