

---

# 可回收发光太阳能聚光器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37532.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！**

可回收发光太阳能聚光器。 导读

发光太阳能聚光器（LSC）提供了一种使用荧光玻璃和光电池镶嵌的光伏器件形态，兼顾了玻璃的透明性和光伏特性，将建筑玻璃变成隐形供电站，但其荧光玻璃的绿色工业化表现出生产规模小和不可回收性的特点。南开大学李希艳团队介绍了一种非铅钙钛矿衍生物ETP<sub>2</sub>SbCl<sub>5</sub> (ETP = (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>PC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)，其在粉末和玻璃态之间具有可逆转变特性。通过分子动力学和密度泛函理论阐明了[SbCl<sub>5</sub>]在相变时的结构扭曲及其对发光的影响。利用该荧光玻璃制备的LSC器件实现了最高~5.56%的功率转换效率（PCE）和~32.5%的光效率（opt.）。除了可在~200 °C实现破碎自愈外，还可通过乙醇或微热处理将其以荧光粉的形式回收，所回收的荧光粉几乎保持了初始的荧光性能，并且可以像新合成的样品一样重新利用。这项工作为荧光材料的可持续利用提供了范式，并为低碳全球化提供了一条可靠的道路。该工作以 Recyclable luminescent solar concentrator from lead-free perovskite derivative 为题发表于《Light: Science Applications》。本文第一作者为南开大学电光学院博士生杨焕鑫和材料学院博士生路浩林（共一），通讯作者为南开大学电光学院李希艳研究员。

研究背景

LSC器件将荧光转换与建筑美学集成于一体，逐渐成为自给自足的绿色能源解决方案之一。这类器件常利用荧光玻璃吸收部分阳光实现荧光转换，并将其波导至玻璃侧边的光伏器件实现光电转换。其中，荧光玻璃常由发光纳米晶嵌入各种聚合物而制得，尽管纳米晶的实验室制备方案相对成熟，但常表现出制备时间长、溶剂消耗量大、化学产率低下等问题，这为LSC的产业化进程带来了重大挑战；另外，这种荧光玻璃具有一次性使用的特点，一旦破损便需要重新合成和嵌入。相对而言，通过简单的热处理一步合成荧光玻璃更适合低成本、大规模生产，探索该类材料及其相应的制备方案对加速LSC产业化进行具有重要意义。值得强调的是，在低碳和可持续的全球化时代，应高度关注这些新型荧光玻璃的可回收性，从而避免一次性使用、资源浪费或重金属污染。

研究亮点

1. [SbCl<sub>5</sub>]扭曲可视化：结合变温XRD、从头分子动力学（AIMD）与密度泛函理论（DFT），揭示了样品由初态（ $\alpha$ ）经中间态（ $\beta$ ）至玻璃态（G）过程中[SbCl<sub>5</sub>]的无序化演变，及其对带隙收缩、激发态自陷激子（STE）发射红移与光谱展宽的影响机制。（图1-图2）

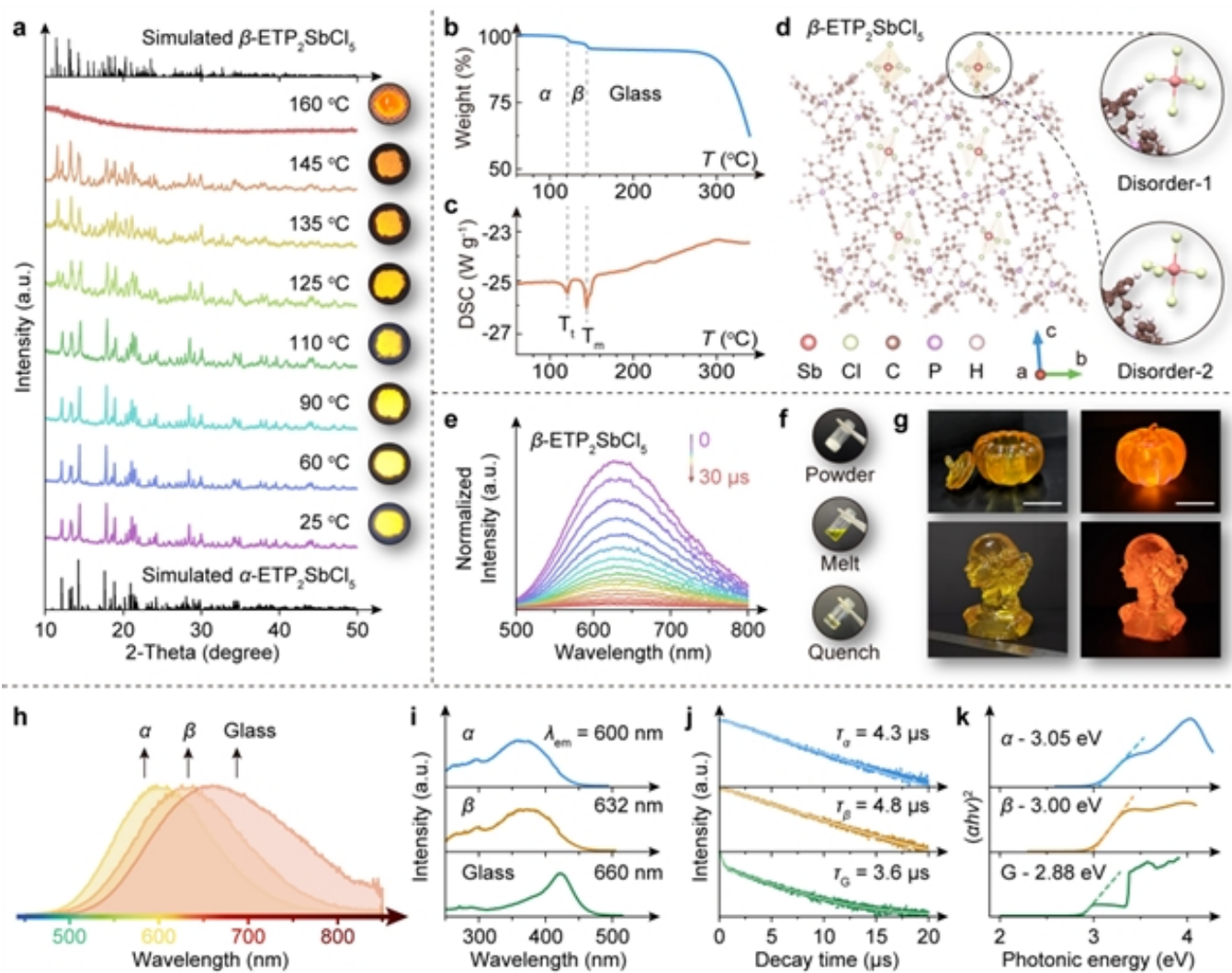


图1. 热致相变过程，由初态（ $\alpha$ ）经中间态（ $\beta$ ）至玻璃态（G）。

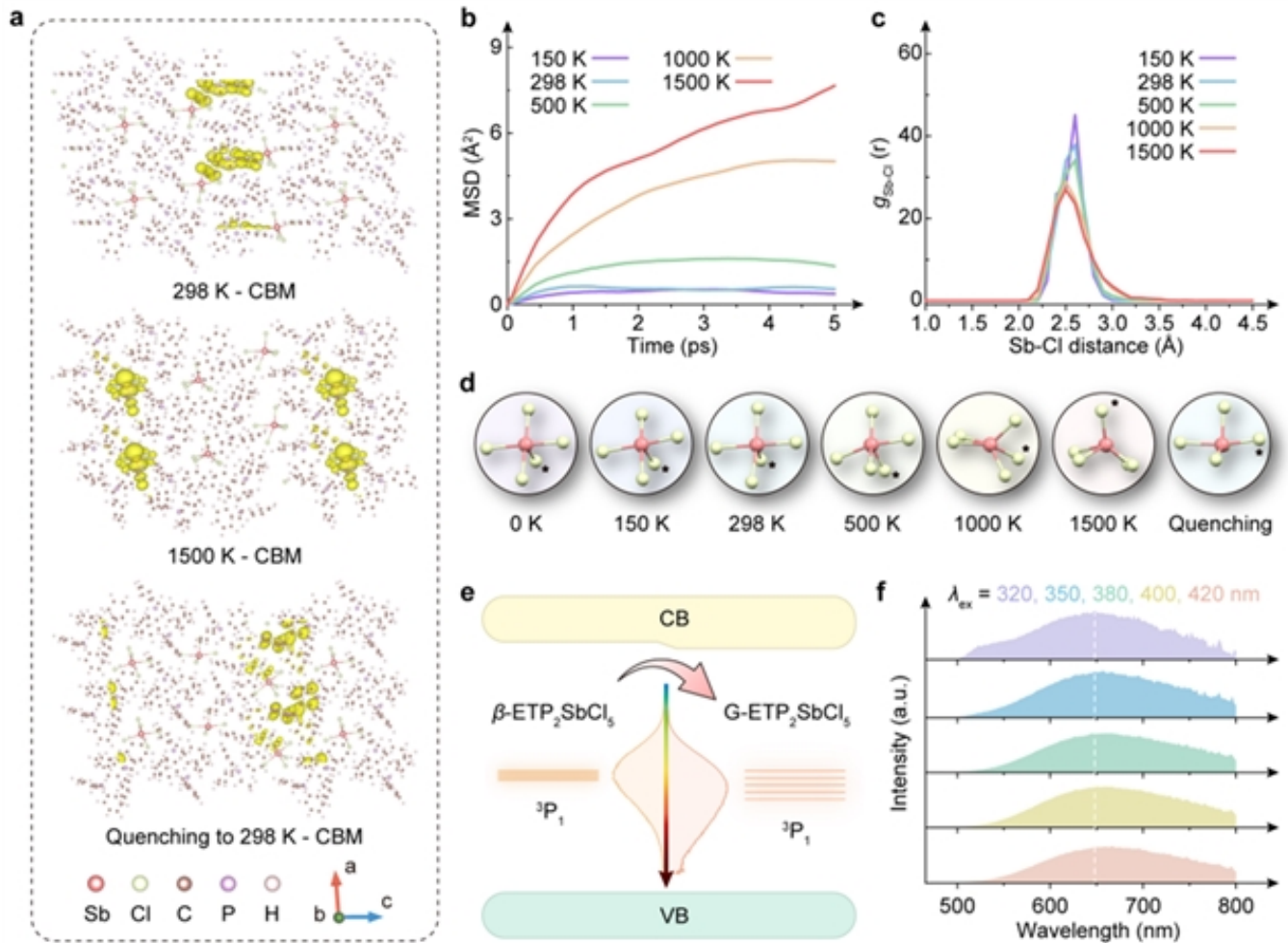


图2. AIMD解析[SbCl5]结构扭曲过程。

2. 优异的光-光和光-电转换效率：所制备的荧光玻璃具有78.3%的平均可见透过率（AVT），对< 420 nm的紫外光具有强吸收作用，荧光转换率达~52.6%，并表现出优异的光波导特性。利用该荧光玻璃制备的  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  的LSC器件实现了5.56 %的PCE与32.5 %的 opt.， $10 \times 10 \text{ cm}^2$  的大尺寸LSC的PCE达0.84%，与目前报道的器件性能相媲美。（图3）

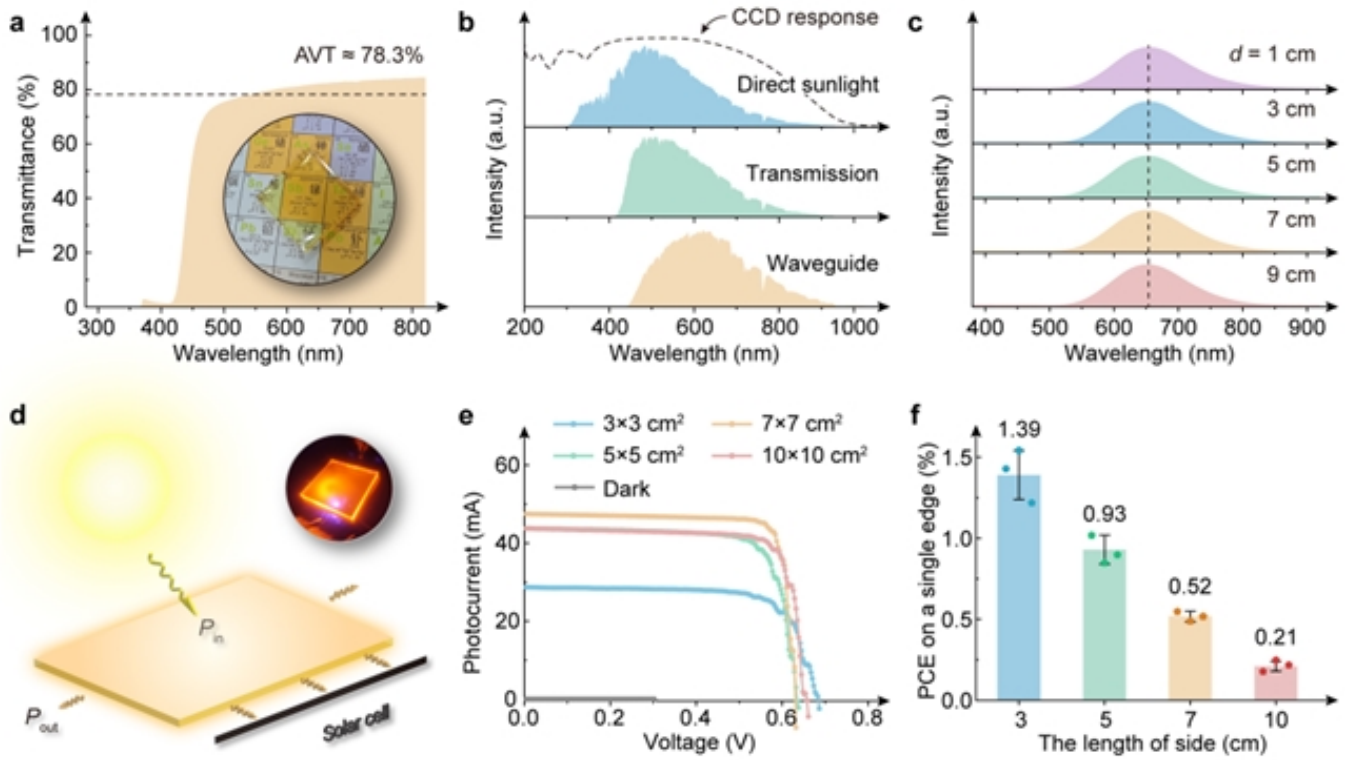


图3. 基于G-ETP2SbCl5的LSC器件。

3. 自修复与可逆相变：通过200°C高温加热即可实现玻璃相自修复，在10次自修复后仍可保持初始玻璃的荧光性能。通过乙醇和70°C微热处理可分别实现G 和G 相变，回收产率达~82.5%，回收所得粉末的荧光效率仍保持了初始值的~95%，可被重新应用于如pc-LED、荧光防伪及商品装饰等领域。

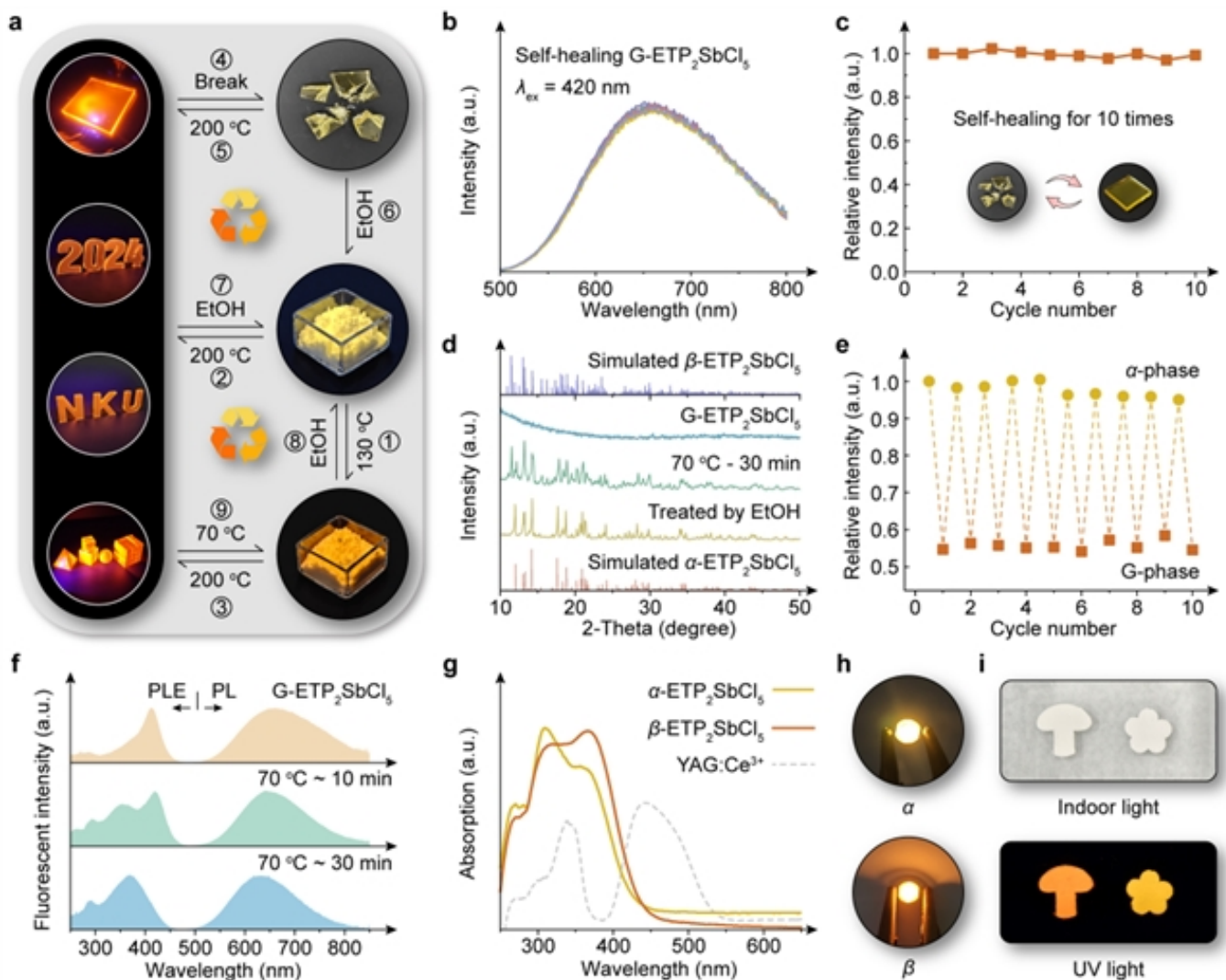


图4. G-ETP<sub>2</sub>SbCl<sub>5</sub>的自修复及可回收特性。

## 总结与展望

该研究提出了杂化无铅钙钛矿衍生物ETP<sub>2</sub>SbCl<sub>5</sub>的制备方法，该材料具有可逆的  $\alpha$ 、 $\beta$  和 G 相，P LQY 分别为  $(97.2 \pm 2.6)\%$ 、 $(98.5 \pm 3.2)\%$  和  $(52.6 \pm 3.3)\%$ 。通过 AIMD 和 DFT 模拟，文中展示了无序化 [SbCl<sub>5</sub>] 结构引起的带隙收缩及 3P1 能带劈裂增强，这些变化导致 PL 和 PLE 波段展宽和红移，使其能够有效吸收太阳光的整个紫外区 ( $\sim 300 - 420$  nm) 以实现 STE 发射。首次基于 G-ETP<sub>2</sub>SbCl<sub>5</sub> 的可回收 LSC 器件在  $3 \times 3 \times 0.5$  cm<sup>3</sup> 尺寸上实现了  $\sim 5.56\%$  的高 PCE。通过 pc-LED 和防伪图案的制备，本文证明了废弃 LSC 器件的可回收性，凸显了其在低碳时代可持续能源方案中的价值。（来源：LightScienceApplications 微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01973-0>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：李希艳等 来源：《光：科学与应用》

---

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](http://www.iikx.com)转发