

王红玲：自还原荧光粉的结构调控与电荷补偿：综述【LPR, 2024】

自还原荧光粉因其独特的刚性三维结构、高的纯度及合成过程中无需使用危险还原气体（如 H_2 、 CO 等），而备受关注。通过掺杂稀土和过渡金属离子（如 Eu^{3+} 、 Mn^{4+} 、 Ce^{4+} 等），可以实现离子从高价态到低价态的自还原，实现混合价态的特性。混合价离子共存的荧光粉拥有如多色、可变时间和多模式发光特点，使其在固态照明、光学传感、防伪等领域中展现出巨大潜力。然而，要实现对自还原过程的精确控制，依然面临晶体结构、缺陷调控、以及电荷补偿等方面的挑战。因此，本综述聚焦于自还原发光材料的结构调控与电荷转移，通过优化基质结构、调控缺陷和引入电荷补偿剂，探讨其在实现可控自还原中的作用机制，以期新型发光材料的开发提供理论支持。

在本项工作中，课题组博士研究生王红玲同学，在梅乐夫教授、廖立兵教授、郭庆丰副教授和王琦副教授的指导下，系统总结了自还原荧光粉领域的最新研究进展，并在国际权威期刊《Laser Photonics & Reviews》上发表了题为“Structure Modulation and Charge Transfer in Self-Reduction Phosphors: A Review”的综述文章。

综述主要内容：

- 1. 自还原机制与结构调控：**本综述详细分析了自还原荧光粉的机制，探讨了如何通过选择合适的掺杂离子（如 Eu^{3+} 、 Mn^{4+} 等）以及基质结构来实现对发光性能的优化。
- 2. 自还原荧光粉的特性与应用：**自还原荧光粉具有刚性三维网络结构和极高的纯度，在固态照明、光子学、光学传感和防伪等多个领域展现了极大的应用潜力。特别是在无需外部还原剂的条件下，实现了多价态离子的共存，提升了材料的多色发光性能。
- 3. 缺陷调控与电荷补偿：**综述中还重点讨论了缺陷（如氧空位、阳离子空位）在自还原过程中的重要性。研究表明，通过引入异价离子（如 Li^+ 、 K^+ 等）进行电荷补偿，有效调控自还原的效果，从而实现光谱调谐和能量传递功能。
- 4. 未来研究方向与挑战：**尽管自还原荧光粉在多个应用领域取得了显著进展，但仍存在量子效率提升、热稳定性增强以及多色发光调控等技术瓶颈。未来的研究将集中于开发新型自还原基质、优化合成工艺以及探索其在新兴领域如多色显示和传感器中的应用潜力。

自还原发光材料近年来受到研究人员的广泛关注，是一个值得深入探索的研究体系。本综述旨在系统总结自还原荧光粉领域的研究进展，全面分析其当前的发展现状，并对未来的研究方向提出建议和展望。我们希望这一综述能够为研究人员提供最新的、全面的见解，进一步推动该领域的发展，为自还原材料在光学研究中贡献力量。

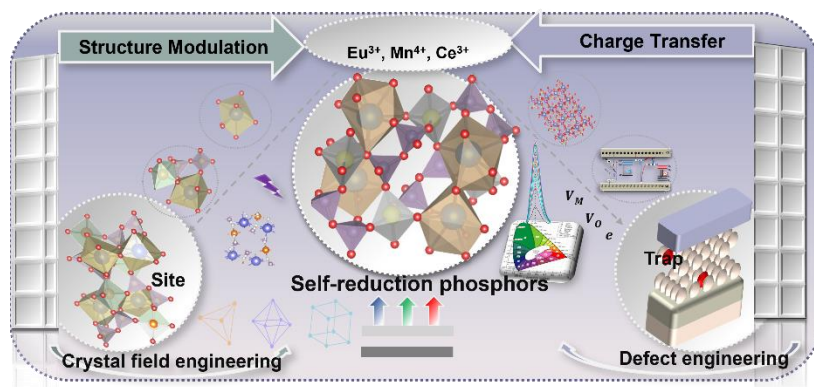


图 1.自还原荧光粉的结构调控与电荷转移过程。

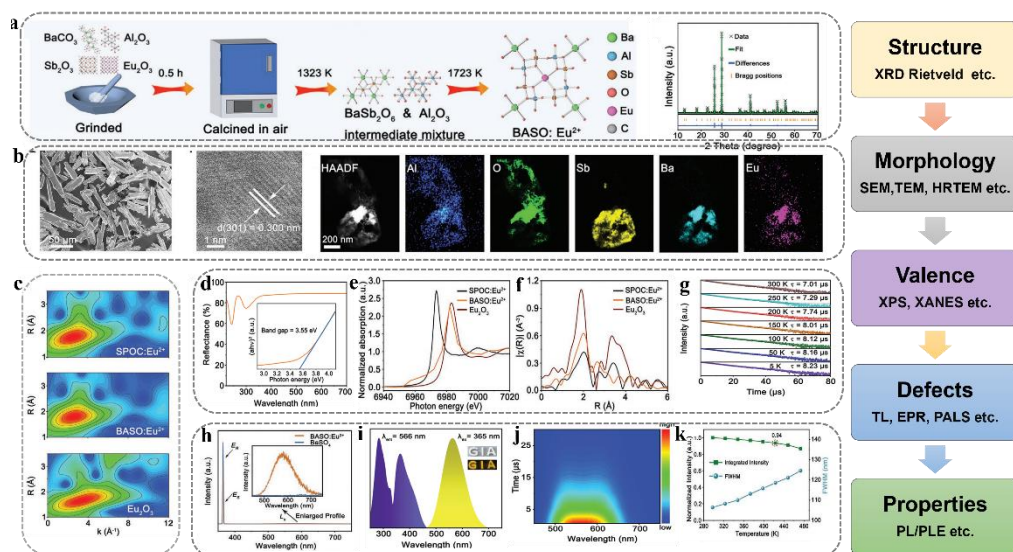


图 2.自还原荧光粉的结构、形貌、价态、缺陷、光学性能等表征过程。

上述研究成果已发表于材料领域国际权威期刊《Laser Photonics & Reviews》上，
 本研究得到了国家自然科学基金的资助：Hongling Wang, Lefu Mei*, Ke Su, Jingyi Liu,
 Qi Wang, Zhaojie Wu, Qingfeng Guo*, Libing Liao*, Structure modulation and charge transfer in self-reduction
 phosphors: A review [J]. Laser Photonics Rev. 202400665. [IF 2024= 9.8]

文章链接：<https://doi.org/10.1002/lpor.202400665>