
碳点掺杂“赋能”新材料应用

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30965.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！

碳点掺杂“赋能”新材料应用。 导读

碳点，以其独特的物理化学性质和多领域的应用潜力，正逐渐成为科学界和产业界关注的焦点。碳点在结构上通常是由碳元素构成结构核心，表面带有多种功能官能团。碳点材料具有可溶液加工特性、低毒特性、与生物体具有良好的相容性等性质，且其荧光性质可以灵活调节，为光电子领域带来了无限的可能。近年来，随着研究的不断深入，碳点的制备技术日益成熟，其应用范围也在不断拓展，在显示发光、生物医学，信息存储以及环境监测等多个领域展现出重要的应用前景。然而，碳点也存在一些不足之处。例如，它在聚集状态下容易发生荧光猝灭现象，且量子产率也有待提高。此外，单个碳点的发射峰半高宽通常大于60纳米，发射光谱可能呈现多峰叠加状态，导致单色性不够理想，以上缺陷在一定程度上限制了碳点材料的进一步广泛应用。

为了解决这些问题，科研人员经过深入的研究发现，通过掺杂策略可以有效改善碳点的电学、光学和化学性质，有望进一步优化碳点材料的光电性能，拓宽其应用范围。近期，澳门大学曲松楠教授与北京化工大学谭占鳌教授联合撰写了题为Metal and non-metal doped carbon dots: properties and applications的综述文章，发表在Light: Advanced Manufacturing，对掺杂策略进行了全面的探讨。该综述详细介绍了金属和非金属掺杂碳点的最新研究进展，深入讨论并强调了各种类型掺杂对碳点性质的影响。同时，该文还探讨了掺杂碳点在光电子器件、信息加密、防伪措施、成像技术和检测领域的广泛应用前景，期望推动相关产业的进一步发展与创新。

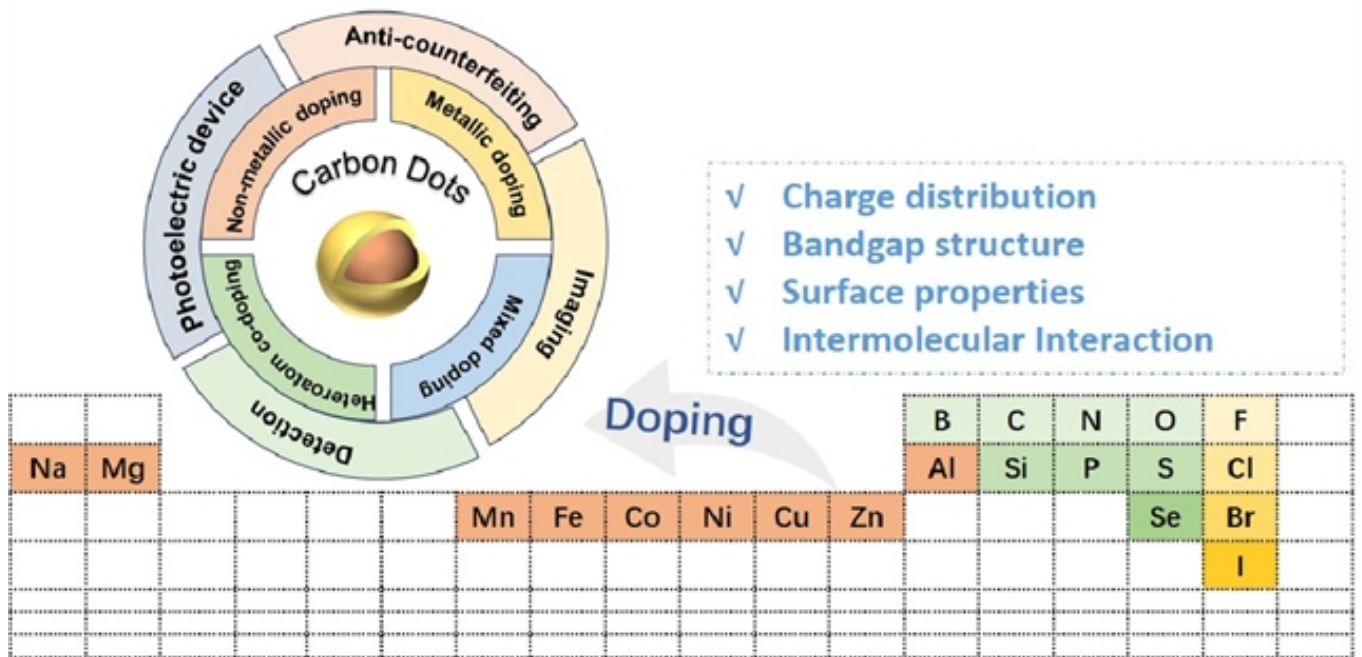


图1：金属、非金属掺杂碳点示意图

碳点的掺杂策略

具体而言，碳点通常由 sp^2 或 sp^3 杂化的碳核构成，其表面装饰有丰富的官能团或聚合物链。这些环绕碳核及其边缘的官能团和具有特定功能的分子片段，赋予了碳点极高的结构复杂性和可调性。为了提升碳点的性能，对其碳芯和表面的化学结构进行精细调整是至关重要的。一种有效的策略是使用前驱体材料将特定的原子掺杂到碳点的碳骨架中，这种方法被称为化学掺杂。

迄今为止，研究者们已报道了各类掺杂碳点，从掺杂原子的数量来看，掺杂可分为单掺杂和共掺杂。与单原子掺杂不同，共掺杂利用多个杂原子之间的协同作用，促进分子中形成特殊的电子结构，从而显著改善碳点的荧光特性。另一方面，根据引入的杂原子类型，杂原子掺杂可分为非金属掺杂和金属掺杂。

通过引入各种原子进行掺杂，如非金属原子（氮、硼、硫、磷）或金属离子（如 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 等），可以调控碳点的结构和电子分布（图1）。这种掺杂策略能够产生n型或p型载流子，改变带隙能量，进而显著提升碳点的光致发光性能。在众多优化策略中，掺杂被认为是调控碳点电学、光学和化学性质的有效且直接的手段之一。与未掺杂的碳点相比，掺杂后的碳点展现出更长的荧光寿命、更高的量子产率以及更强的荧光强度。这些显著的优势使得掺杂碳点在多个领域展现出更广泛的应用潜力。

掺杂碳点的应用

根据目前的研究成果，碳点作为一种新型的荧光纳米材料，展现出了广泛的应用潜力，被视为光电器件中传统发光材料的理想替代品，在发光器件领域具有广泛的应用前景。特别是掺杂了杂原子的碳点，其性能得到进一步提升，可以用作添加剂、敏化剂或活性层材料，有效改善太阳能电池的光伏性能。因此，本文重点探讨了掺杂碳点在光致和电致发光器件以及太阳能电池中的应用

除了在上述领域的应用，掺杂碳点还展现出增强成像能力的特性，使其在成像领域，尤其是生物成像和磁共振成像等方面得到了广泛的应用研究。另外，掺杂碳点可作为高效的荧光探针或传感器，用于检测各种目标物质。其检测原理主要基于荧光猝灭或增强现象，即特定的金属离子和污染物能够使碳点的荧光强度降低甚至消失，或者使其荧光强度增强，从而实现对目标物质的灵敏检测。迄今为止，利用碳点进行检测的应用已经涵盖了重金属离子，同时也可扩展应用于其他检测领域，包括但不限于呋喃唑酮、特异硝基呋喃类抗生素、黄曲霉毒素以及农药等污染物的检测。这些研究成果充分展示了掺杂碳点在荧光检测领域的广泛适用性和潜力。

在信息时代，假冒伪劣商品和虚假信息层出不穷，对社会稳定和安全构成潜在威胁。为了解决这个问题，有必要开发更安全、更稳定、更精确的防伪技术。荧光防伪具有很强的隐蔽性，是一种理想的防伪技术。碳点，作为一种具有荧光特性的纳米材料，不仅价格低廉且易于获得，还展现出了巨大的光学防伪和加密潜力。因此，碳点在防伪技术领域的应用也值得进一步深入研究和探索。

总结与展望

杂原子掺杂是提升碳点性能的一种有效途径，这一策略有望进一步拓宽碳点在光电器件、信息加密与防伪、成像技术以及检测等多个领域的应用范围，从而推动碳点技术的持续发展。然而，杂原子掺杂碳点的研究与应用也面临着一些挑战。首先，实现精确的掺杂是一个难题。如何有效地控制掺杂原子在碳点边缘或中心的分布，是目前研究中的一个重要问题。其次，掺杂原子的定量控制同样具有挑战性。如何准确地控制掺杂原子的数量，以达到最佳的掺杂效果，是研究者们需要解决的关键问题之一。第三，掺杂原子的大小控制也是一个亟待解决的问题。不同大小的掺杂原子可能对碳点的性能产生不同的影响，因此如何精确控制掺杂原子的大小，是进一步优化碳点性能的关键。此外，值得注意的是，关于金属掺杂碳点的研究相对较少，与非金属掺杂碳点相比存在明显的不足。特别是在发光器件的应用方面，金属掺杂碳点的研究还有待深入。因此，未来研究者们需要更加关注金属掺杂碳点的研究与开发，以期在各类光电子器件中实现碳点的更广泛应用。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2024.041>

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：曲松楠等 来源：《光：先进制造》

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](https://www.iikx.com)转发