科学家发表黑磷研究综述文章

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8173.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！

近日，中国科学院深圳先进技术研究院喻学锋团队和中国科学院生态环境研究中心江桂斌、曲广波团队合作，在化学领域刊物*Chemical Reviews*发表题为*Property-Activity Relationship of Black Phosphorus at the Nano-Bio Interface: From Molecules to Organisms*（《黑磷纳米生物界面的性质-活性关系：从分子到生命体》）的综述（DOI：10.1021/acs.chemrev.9b00445）。

作为第一个被成功制备的单元素二维半导体，黑磷具有高迁移率、各向异性、可调带隙等独特性能，在催化能源、光电器件、生物医学和阻燃材料等领域具有广泛的应用前景。近年来，深圳先进院喻学锋研究团队围绕着黑磷和黑磷烯的制备和应用技术开展了系列研究工作，先后在*Nature Commun.*、*Adv. Mater.*、*Angew Chem. Int. Ed.*等刊物发表黑磷相关论文40多篇。在生物医学领域，团队在国际上率先开展了黑磷基肿瘤光热治疗[*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 5003-5007;*Nature Commun.*, 2016, 7, 12967]、基因运载[*Angew. Chem. Inter. Ed.*2018, 57, 10268-10272]、活性磷疗[*Angew. Chem. Int. Ed.*2019, 58, 769-774]等系列工作，并曾经与江桂斌、曲广波团队合作率先揭示了化学修饰对黑磷生物效应的影响[*Angew. Chem. Int. Ed.*2017, 56, 14488-14493]。

在上述研究中团队发现，和其它纳米材料一样，材料界面的物理化学性质对黑磷与生物系统的交互作用影响巨大。并且，黑磷表面三配位的磷原子上存在孤电子对，展现出非常独特的化学和生物活性，这表明黑磷的界面性质尤其值得关注。然而，目前对黑磷与生物系统的相互作用规律和机制十分欠缺，这限制了黑磷的高效和广泛应用。在此过程中，在黑磷与生物体及微环境中形成了相互作用的复杂界面。黑磷-生物界面的本质是在黑磷表面和生物分子或结构表面之间形成的动态接触区域，这些区域大多存在于含氧和水的生物微环境中（图1A）。根据生物界面的复杂程度，黑磷-生物界面可分为黑磷-液体、黑磷-分子、黑磷-生物结构、BP-细胞和BP-生物个体等多个层次的界面（图1A）。进入生物体后，明确黑磷与生物系统在黑磷-生物界面上的相互作用方式对于研究其生物效应与医学应用十分重要（图1B）。这种相互作用直接影响其在组织中的累积和分布、细胞特异性吞噬与亚细胞的定位以及后续触发的生物学效应。因此，深入理解BP-生物界面及其相互作用是提高其应用效率和降低其负面影响的前提。

本综述中，研究团队详细讨论了在黑磷（黑磷烯）的界面性质及其相关的物理化学特性和生物效应。团队首先全面回顾了近年来黑磷的生物医学应用研究（图2）。除总结了在黑磷-生物界面上形成的相互作用方式外，还综述了黑磷应用过程中可能的多种暴露方式以及进入体内后的生物分布、细胞摄入与引起的各种生物效应如免疫效应以及基于免疫效应的应用（图3）。

此外，研究团队还讨论了黑磷的环境行为和其进入环境后引起的潜在环境风险。基于对黑磷-生物界面知识的积累与其生物效应的分子机制，研究团队还总结了黑磷纳米材料的安全设计方法和改变黑磷界面物理化学性质的策略（图4），特别是如何增强黑磷的化学稳定性和调节黑磷-生物相互作用等（图5），这是影响黑磷生物学行为的关键。这篇综述有助于研究者理解黑磷-生物界面、生物活性、应用中面临的挑战和相应策略，这些方法将有效促进黑磷这一新型二维纳米材料在各个领域的探索和实际应用。

论文链接

图1. 黑磷-生物系统界面及其相互作用示意图。

图2. 黑磷的制备方法、性质和生物医用示意图。

图3. 黑磷的暴露途径与免疫效应。

图4. 黑磷理化性质的调控方法示意图。

图5. 黑磷界面性质的调控方法示意图。

研究团队单位：深圳先进技术研究院

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