

## 黑磷纳米材料的毒性效应与机制

曲广波\*, 喻学锋, 江桂斌

中国科学院生态环境研究中心, 环境化学与生态毒理国家重点实验室, 北京, 100085

中国科学院深圳先进技术研究院, 深圳, 518005

近年来, 由于其独特的理化性质, 黑磷纳米片成为一种新型二维纳米材料。黑磷纳米片有望在光电器件、催化和生物医学等领域得到广泛应用。目前, 对于黑磷纳米材料的毒性效应规律及其分子机制研究不足。同时, 其大量生产或应用导致的负面效应也受到了广泛的关注。因此, 如何提高黑磷稳定性和生物相容性是广泛应用黑磷的前提。

本项研究通过细胞模型和小鼠模型深入研究了黑磷纳米片的毒性效应与机制。结果表明未经修饰的黑磷纳米片 (Bare BPs) 可诱发骨髓中免疫细胞迅速迁移至外周循环系统, 诱导小鼠外周血嗜中性粒细胞的显著升高, 伴随着一系列炎症因子的升高。脾脏和肺脏作为外源病原体和颗粒物等累积的重要器官。黑磷的暴露会导致小鼠外周循环血小板数量的降低, 我们采用了化学修饰的方法对 BP 进行稳定性等性质的调控, 降低了 BP 引起的系列的毒性效应。修饰后的黑磷在提高了稳定性的同时, 也有效降低了 Bare BPs 所诱发的炎症反应, 显著提高了黑磷纳米片的生物相容性。TiL<sub>4</sub>@BPs 所表现的高生物相容性, 我们对其中可能存在的机制进行了讨论。本研究揭示了黑磷纳米材料的毒性机制, 也为未来其设计和实际应用提供了有效依据。

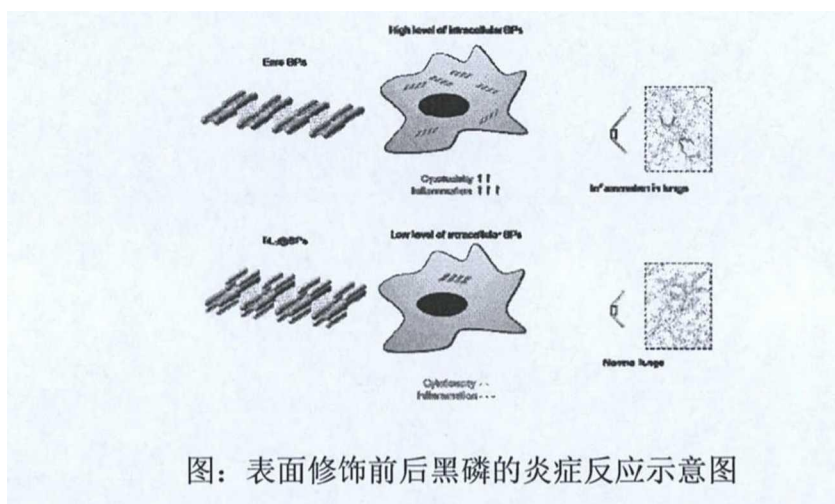


图: 表面修饰前后黑磷的炎症反应示意图

**关键词：**黑磷，化学修饰，炎症反应，生物相容性

**致谢：**感谢国家自然科学基金、中科院前沿科学研究重点计划等项目对本研究的资助。