

等离子体改性碳材料新综述：北京化工大学王瑞雪教授团队引领核废水处理技术创新 MDPI C — Journal of Carbon Research

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39428.html>

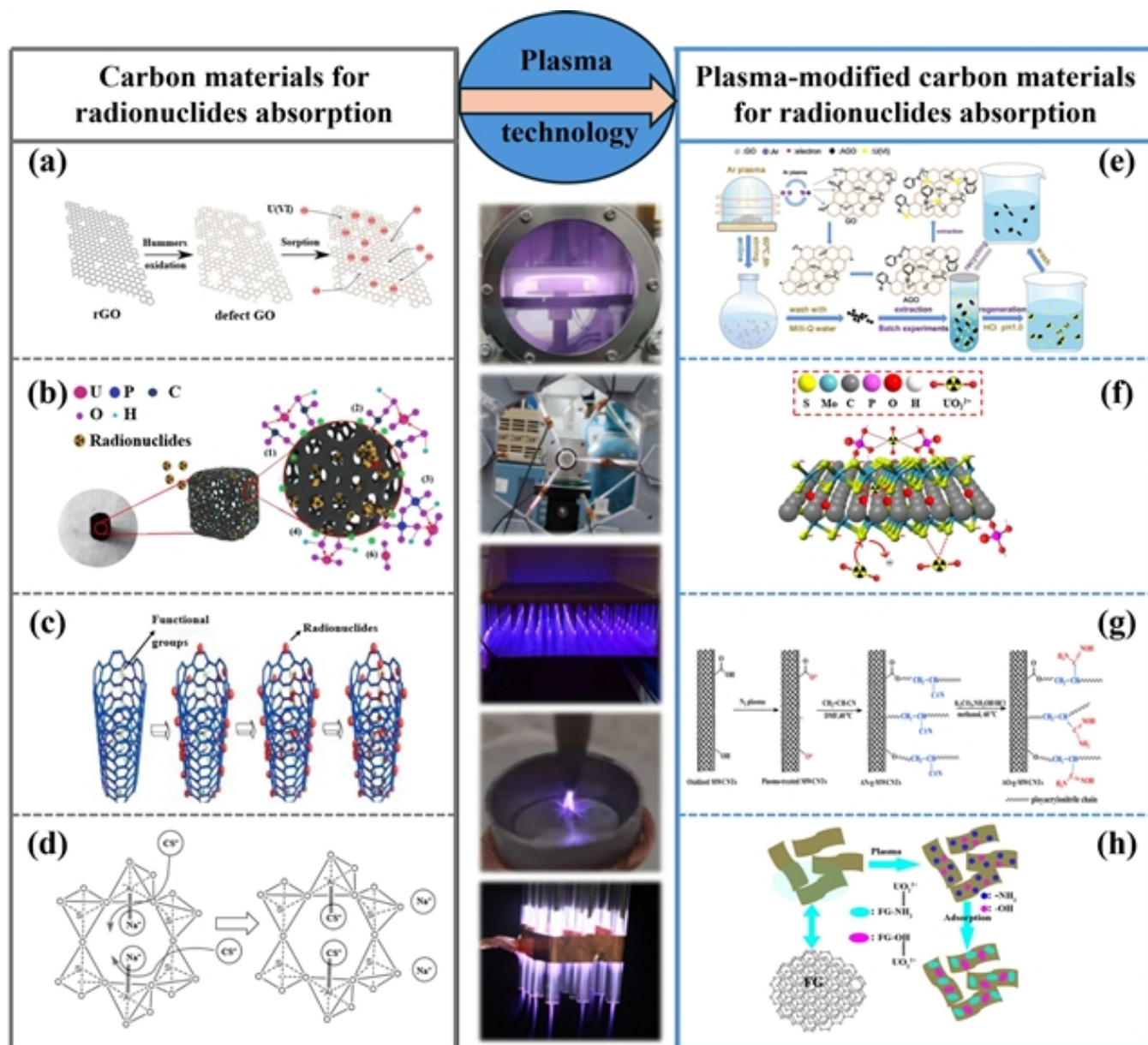
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

等离子体改性碳材料新综述：北京化工大学王瑞雪教授团队引领核废水处理技术创新 MDPI C — Journal of Carbon Research。 论文标题：Plasma-Modified Carbon Materials for Radionuclide Absorption

论文链接：<https://www.mdpi.com/2311-5629/11/2/28>

期刊名：C — Journal of Carbon Research

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/carbon>



北京化工大学王瑞雪教授团队在国际期刊C — Journal of Carbon Research (ISSN 2311-5629) 上发表最新综述研究 (<https://www.mdpi.com/2311-5629/11/2/28>)。该综述系统梳理了等离子体改性碳材料在放射性核素吸附领域的研究进展，深入剖析了材料改性机制、吸附性能优化及实际应用潜力，为核废水处理及放射性污染修复提供了重要的理论参考与技术支撑。

随着核能在全球低碳能源体系中地位的提升，放射性核素泄漏引发的环境污染风险日益凸显。铀、碘、钼、钍等核素具有毒性强、迁移性高、半衰期长等特点，对生态环境和人类健康构成严重威胁。吸附法因成本低廉、操作简便、环境友好等优势，成为核废水处理的主流技术之一，而开发高效、高选择性的吸附材料是该技术升级的核心关键。碳材料凭借比表面积大、化学稳定性优异、孔结构可调等天然优势，在核素吸附领域备受关注，但传统碳材料存在吸附容量有限、选择性不足等瓶颈，亟需通过改性技术提升性能。

等离子体改性技术作为一种高效、绿色的表面功能化手段，无需复杂化学试剂，能在保留材料本体结构完整性的前提下，通过高能离子轰击引入活性官能团、扩大比表面积，显著优化碳材料的

吸附性能，成为碳材料改性的优选方案。该综述围绕等离子体改性碳材料的核素吸附应用展开全面论述，首先系统介绍了石墨烯、生物炭、碳纳米管、活性炭、富勒烯等传统碳材料的核素吸附特性及固有缺陷，随后重点聚焦低温等离子体（LTP）改性技术的应用突破：

在改性机制方面，综述明确了等离子体通过 grafting 接枝与 etching 刻蚀两大路径实现碳材料功能化：接枝路径可在材料表面引入氨基、酰胺基、偕胺肟基等特异性吸附基团，强化与核素的配位作用；刻蚀路径则能构建多级孔结构，增加吸附活性位点，同时调控表面电荷特性，提升静电吸附效率。改性后的碳材料通过表面络合、静电作用、离子交换等多重机制协同，实现对目标核素的高效捕获。

在材料体系方面，综述详细总结了各类等离子体改性碳材料的吸附性能：等离子体改性氧化石墨烯对铀（U (VI)）的吸附容量可达 435

mg/g，且在模拟海水中仍保持优异的选择性；咖啡渣衍生生物炭经等离子体接枝磷酸基团后，U (VI) 吸附容量高达 648.54

mg/g，远超多数传统吸附材料；偕胺肟基功能化碳纳米管在复杂体系中对 U (VI) 的选择性吸附能力显著优于未改性材料，循环使用性能稳定。此外，综述还涵盖了等离子体改性石墨、碳复合材料、碳点等新型体系的研究进展，展现了该领域的多元化发展趋势。

在应用拓展方面，综述不仅关注铀等典型核素的吸附处理，还总结了改性碳材料在碘、钍、锶、铯等其他核素去除中的应用成果，例如 ZnO / 碳纳米管复合材料对放射性碘（ $^{131}\text{I}^-$ ）的五轮循环去除效率仍保持高位，等离子体改性碳纳米管膜对锶（ Sr^{2+} ）展现出优异的选择性分离性能。同时，综述客观分析了该领域当前面临的挑战：改性设备成本较高、规模化生产中产品均一性有待提升、复杂体系中竞争离子干扰仍需缓解等，并提出未来发展方向：深化改性机制研究、优化等离子体工艺参数、开发兼具吸附与检测功能的智能材料、推进实际废水处理中试试验等。

该综述全面整合了 2009-2024 年等离子体改性碳材料的核素吸附研究成果，厘清了材料结构 - 改性工艺 - 吸附性能的构效关系，为高性能核素吸附材料的设计与开发提供了清晰思路。其研究成果不仅推动了碳材料功能化改性技术的创新发展，也为放射性污染修复领域的技术突破提供了有力支撑，具有重要的学术价值与工程应用前景。

相关论文信息：

Fang, Y.; Guo, Z.; Lian, B.; Kang, J.; Fang, Z.; Qie, L.; Liu, L.; Zhao, L.; Wang, R. Plasma-Modified Carbon Materials for Radionuclide Absorption. *C* 2025, 11, 28. <https://doi.org/10.3390/c11020028>

C 期刊介绍

主编：Prof. Dr. Craig E. Banks, Manchester Metropolitan University, UK

期刊全称为 C — Journal of Carbon Research，是聚焦碳材料及碳研究的国际性、开放获取的期刊，研究范围涵盖碳材料与碳同素异形体、碳材料的性质、表征及应用，二氧化碳利用与转化，碳循环、碳捕获与储存，碳骨架等。

目前，期刊已被 Scopus、ESCI、DOAJ、CAS

等重要数据库收录。同时，根据中国科学院文献情报中心最新发布的《GoOA 2024 年 OA 期刊白名单报告》，本刊亦成功入选该白名单。

2024 Impact Factor : 2.9, Q3 in Materials Science, Multidisciplinary

2024 CiteScore : 3.4, Q2 in Environmental Science (miscellaneous), and Materials Science (miscellaneous)

来源 : C — Journal of Carbon Research

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