

# 石墨烯材料的可控制备与应用探索

刘忠范<sup>1,2,3\*</sup>, 尹万健<sup>4\*</sup>, 林立<sup>1,2,3,5\*</sup>

1. 北京大学前沿交叉学科研究院, 北京 100871

2. 北京石墨烯研究院, 北京 100095

3. 北京大学化学与分子工程学院纳米化学研究中心, 北京分子科学国家实验室, 北京 100871

4. 苏州大学能源学院, 苏州大学能源与材料创新研究院, 苏州 215006

5. 北京大学材料科学与工程学院, 北京 100871

\* 联系人, E-mail: [zfliu@pku.edu.cn](mailto:zfliu@pku.edu.cn); [wjyin@suda.edu.cn](mailto:wjyin@suda.edu.cn); [linli-cnc@pku.edu.cn](mailto:linli-cnc@pku.edu.cn)

## Controllable synthesis and application exploration of graphene materials

Zhongfan Liu<sup>1,2,3\*</sup>, Wanjian Yin<sup>4\*</sup> & Li Lin<sup>1,2,3,5\*</sup>

<sup>1</sup> Academy for Advanced Interdisciplinary Studies, Peking University, Beijing 100871, China

<sup>2</sup> Beijing Graphene Institute, Beijing 100095, China

<sup>3</sup> Center for Nanochemistry, Beijing National Laboratory for Molecular Science, College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, China

<sup>4</sup> College of Energy, Soochow Institute for Energy and Materials InnovationS, Soochow University, Suzhou 215006, China

<sup>5</sup> School of Materials Science and Engineering, Peking University, Beijing 100871, China

\* Corresponding authors, E-mail: [zfliu@pku.edu.cn](mailto:zfliu@pku.edu.cn); [wjyin@suda.edu.cn](mailto:wjyin@suda.edu.cn); [linli-cnc@pku.edu.cn](mailto:linli-cnc@pku.edu.cn)

doi: [10.1360/CSB-2025-5516](https://doi.org/10.1360/CSB-2025-5516)



### 刘忠范

物理化学家, 中国科学院院士, 发展中国家科学院院士. 北京大学博雅讲席教授、博士生导师、纳米科学与技术研究中心主任. 长期从事石墨烯、碳纳米管等纳米碳材料研究, 在石墨烯材料的生长方法、应用探索和产业化方面做出一系列原创性工作. 曾获中国石墨烯产业领航人奖、石墨烯行业终身成就奖、国家自然科学基金二等奖、中国化学会京博科技卓越奖等.

自2004年首次被成功剥离以来, 石墨烯凭借其优异的电学、热学、力学和光学性能, 持续引领材料科学的研究前沿. 石墨烯的原子级厚度、超高载流子迁移率、极大比表面积和独特的量子效应, 使其在电子器件、能源存储与转换、生物医学以及柔性智能材料等领域展现出广阔应用前景. 然而, 石墨烯的大规模制备、质量调控及其在实际应用的拓展仍面临一系列科学与工程难题.

为了集中展示我国科研工作者在石墨烯材料制备与应用方面的最新进展, 推动相关领域的交流与发展, 《科学通报》特组织出版“石墨烯材料的制备与应用”专题. 本专题涵盖了石墨烯从基础合成方法、界面与结构调控到复合材料创新及多领域应用的系统探索<sup>[1~8]</sup>, 既反映了石墨烯科学研究的深度, 也体现了其产业化发展的广度.

引用格式: 刘忠范, 尹万健, 林立. 石墨烯材料的可控制备与应用探索. 科学通报, 2025, 70: 4646–4648

Liu Z, Yin W, Lin L. Controllable synthesis and application exploration of graphene materials (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 4646–4648, doi: [10.1360/CSB-2025-5516](https://doi.org/10.1360/CSB-2025-5516)



## 尹万健

苏州大学能源学院教授、博士生导师、新能源科学与工程系主任。研究方向为太阳能电池材料的理论与设计以及半导体缺陷的基础研究，在薄膜太阳能电池晶界缺陷钝化、氧化物能带调控等领域取得研究成果。



## 林立

北京大学材料科学与工程学院研究员、博士生导师。主要致力于二维材料可控制备与器件应用，聚焦石墨烯与新型二维材料单晶合成、物性精准调控与新型器件构筑等方向。担任*Science Bulletin*/《科学通报》、《物理化学学报》编委。

在石墨烯的合成与生长机制方面，张磊宁和董际臣课题组<sup>[2]</sup>系统综述了石墨烯在过渡金属衬底上的化学气相沉积生长过程，揭示了不同金属表面催化特性及晶格失配对石墨烯成核、生长取向与形貌调控的关键作用；刘忠范和贾开诚课题组<sup>[3]</sup>聚焦于石墨烯单晶晶圆的外延生长，系统总结了不同单晶衬底上的取向控制策略，并探讨了规模化制备的最新进展与挑战；张锦和高振飞课题组<sup>[4]</sup>综述了微波辅助法在石墨烯液相剥离、氧化还原及等离子体化学气相沉积等多制备路径中的应用，强调了其绿色高效、反应快速等优势，并展望了规模化制备的未来方向；刘忠范和宋雨晴课题组<sup>[5]</sup>则提出气相组分在石墨烯/碳化硅复合材料生长中的不可忽视作用，为一体化工艺优化提供了新思路。

在石墨烯复合材料制备及应用拓展方面，于庆凯、郭新立和时志远课题组<sup>[7]</sup>提出高温熔融化学气相沉积策略，首次实现了球形铜粉体

同步球化与石墨烯“蒙皮”包覆，制备出兼具高球形度与优异抗氧化性能的石墨烯/铜复合粉末，为增材制造与电子器件提供了新型功能粉体；刘忠范和元月课题组<sup>[8]</sup>报道了石墨烯包覆玻璃纤维织物，该柔性轻质材料展现出高红外发射率与高效电热辐射转换性能，有望在节能加热与智能热管理领域实现应用突破；袁清红课题组<sup>[6]</sup>综述了二维碳氮( $C_xN_y$ )材料的结构、性能与应用，建立了“结构-性能-应用”全链条框架，强调了其在能源存储、环境治理和电子器件中的广阔前景；苏阳课题组<sup>[1]</sup>系统评述了石墨烯及其衍生物在贵金属离子选择性吸附与回收中的研究进展，探讨了其在电子垃圾资源化过程中的应用潜力，为石墨烯在环境与资源可持续发展领域提供了新思路。

总体而言，本专题围绕石墨烯的制备机理、材料创新及应用拓展展开，既涵盖了石墨烯从传统金属衬底到非金属衬底的可控合成与规模化挑战，也展示了其在能源、电子、环境及新型功能材料中的应用潜力。这些研究不仅丰富了石墨烯材料科学的内涵，也为推动石墨烯从实验室研究走向产业化应用奠定了坚实基础。我们期待本专题能够为相关领域的研究者提供有益的参考与启发，促进石墨烯科学与工程持续发展。最后，衷心感谢所有作者、审稿人及编辑团队为本专题付出的辛勤努力。

## 参考文献

- Gao Y, Wei J, Su Y. Research progress on the adsorption and recovery of precious metals by graphene (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4649–4658 [高一波, 韦剑鸿, 苏阳. 石墨烯对贵金属的吸附及回收研究进展. *科学通报*, 2025, 70: 4649–4658]
- Wu X, Pei H, Liang X, et al. Preparation and regulation of graphene on transition metal substrates (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4659–4678 [吴欣蕾, 裴浩楠, 梁雪峰, 等. 过渡金属衬底上石墨烯的制备与调控. *科学通报*, 2025, 70: 4659–4678]
- Shao J, Ge Y, Jia K, et al. Epitaxial growth of single-crystal graphene wafers via chemical vapor deposition technique (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4679–4693 [邵家新, 葛昀宋, 贾开诚, 等. 石墨烯单晶晶圆的化学气相沉积外延生长. *科学通报*, 2025, 70: 4679–4693]
- Tian W, Guo X, Jiao Y, et al. Microwave-assisted preparation of graphene: principles, progress and challenges (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4694–4712 [田文柔, 郭昕苑, 焦岩岩, 等. 微波法制备石墨烯: 原理、研究进展与挑战. *科学通报*, 2025, 70: 4694–4712]
- Wang W, Ma X, Song Y, et al. The nonnegligible role of gases during the synthesis of graphene/silicon carbide composites (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4713–4727 [王文虎, 马溪平, 宋雨晴, 等. 石墨烯/碳化硅复合材料的制备: 气体不可忽视的作用. *科学通报*, 2025, 70: 4713–4727]

- 6 Liang J, Yuan Q. Research progress on the structure, properties and applications of two-dimensional carbon nitride ( $C_xN_y$ ) materials. Chin Sci Bull, 2025, 70: 4728–4743 [梁家毓, 袁清红. 二维碳氮( $C_xN_y$ )材料的结构、性质及应用研究进展. 科学通报, 2025, 70: 4728–4743]
- 7 Wu W, Feng Q, Wu X, et al. Synthesis of spherical graphene-skinned copper powders by high-temperature remelting chemical vapor deposition (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 4744–4751 [武文鑫, 冯庆康, 武旭红, 等. 高温重熔化学气相沉积制备球形蒙烯铜粉. 科学通报, 2025, 70: 4744–4751]
- 8 Su Q, Qi Y, Liu Z. Graphene-skinned glass fiber fabric and its application in infrared radiant heating (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 4752–4758 [苏清旭, 元月, 刘忠范. 蒙烯玻璃纤维织物及其红外辐射加热应用. 科学通报, 2025, 70: 4752–4758]