

石墨相氮化碳与溴氧化铋的合成、改性及光催化应用研究进展

张兵杰, 闫梦云, 李灿灿, 胥卓汐, 王珂, 崔学丽

华北水利水电大学生态环境学院, 河南 郑州

收稿日期: 2026年9月19日; 录用日期: 2026年10月12日; 发布日期: 2026年10月19日

摘要

$g\text{-C}_3\text{N}_4$ 与 BiOBr 是两类备受关注的可见光响应半导体光催化材料。本文介绍光催化技术在制氢、污染物降解、自清洁等方向的应用, 阐述 $g\text{-C}_3\text{N}_4$ 和 BiOBr 的晶体结构、理化特性, 梳理两类材料的主要合成手段, 对比各类合成及改性方法的优缺点, 归纳形貌调控、元素掺杂、氧空位调控、异质结构筑等改性策略, 同时分析 $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{BiOBr}$ 复合体系的构建思路与催化效果, 为可见光光催化材料的相关研究提供理论参考。

关键词

石墨相氮化碳, 溴氧化铋, 异质结, 光催化, 材料改性

Research Progress on Synthesis, Modification and Photocatalytic Applications of Graphitic Carbon Nitride and Bismuth Oxybromide

Bingjie Zhang, Mengyun Yan, Cancan Li, Zhuoxi Xu, Ke Wang, Xueli Cui

School of Ecology and Environment, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan

Received: September 19, 2026; accepted: October 12, 2026; published: October 19, 2026

Abstract

$g\text{-C}_3\text{N}_4$ and BiOBr are two kinds of well-studied visible-light-responsive semiconductor photocatalytic

文章引用: 张兵杰, 闫梦云, 李灿灿, 胥卓汐, 王珂, 崔学丽. 石墨相氮化碳与溴氧化铋的合成、改性及光催化应用研究进展[J]. 材料化学前沿, 2026, 14(4): 424-431. DOI: 10.12677/amc.2026.144039

materials. This paper introduces the applications of photocatalytic technology in hydrogen production, pollutant degradation, self-cleaning and other fields. It illustrates the crystal structures and physicochemical properties of g-C₃N₄ and BiOBr, summarizes their main synthesis routes, and compares the advantages and disadvantages of various synthesis and modification methods. Modification strategies including morphology regulation, element doping, oxygen-vacancy engineering and heterojunction construction are concluded. Meanwhile, the construction idea and catalytic performance of the g-C₃N₄/BiOBr composite system are analyzed. This work provides theoretical references for the research on visible-light-driven photocatalytic materials.

Keywords

Graphitic Carbon Nitride, Bismuth Oxybromide, Heterojunction, Photocatalysis, Material Modification

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

进入 21 世纪以来,人类面临的重大挑战是生态问题[1]。随着我国城镇化、工业化进程的加快,大量工业废水直接排入江河、湖泊等自然水域,给生态系统带来了极大污染,给人民生命安全带来了隐患[2]。与此同时,数据显示,煤炭、天然气、石油等化石燃料仍是目前世界上最主要的能源,占 85%以上,其燃烧产生巨量二氧化碳,破坏生态系统的碳循环,进一步加剧全球变暖,导致冰川消融、海平面抬升、洪涝灾害频发。这些极端天气与环境问题,既严重阻碍人类的生产生活,也对生态系统造成深远破坏。

面对日益严峻的能源与环境危机,利用太阳能的光催化技术展现出广阔的应用前景。该技术能够在常温常压下进行,不仅可实现向可再生清洁能源的转化,还能高效降解环境中的污染物,拥有降解效率高、无二次污染物、成本低、氧化能力强等突出特点,已成为潜力巨大的新兴技术[3] [4]。然而,高效、稳定光催化材料的开发是光催化技术应用的关键。g-C₃N₄与 BiOBr 作为热门可见光光催化半导体,本身仍存在明显性能短板。本文系统归纳两种材料的结构特点、合成方式与改性途径,剖析各类改性手段对光催化活性的调控规律,为高性能光催化材料的设计开发提供参考。

2. 国内外研究现状

2.1. 光催化技术应用

在丰富的光催化技术中,半导体光催化技术可以在常温常压下进行,不需要额外的加热或加压,在自然条件下即可完成反应,且成本相对低廉、处理效率高、使用寿命长,提供了高效、安全、经济的环境治理方案。

2.1.1. 制取氧气

当光催化材料吸收足量的光能后,产生光生电子-空穴对,光催化材料导带上的光生电子和价带上的空穴会分别将溶液中游离状态的 H⁺还原成氢原子,将 OH⁻氧化为氧原子。颜佳[5]-[7]等人研究采用 Nb 掺杂耦合 Nb-BTO/CN 类核-壳 S 型异质结协同改性 BaTiO₃,调控能带结构并改善光生载流子分离传输效率,显著提升光解水制氢性能。该协同改性策略突破了钛酸钡制氢活性短板,为钛酸盐基光催化制氢

材料的设计提供了实验依据。

2.1.2. 降解污染物

依据光催化机理,可协助降解水中难以自净的污染物,利用氧化还原反应,使污染物降解。张仰全[8][9]等人以尿素和溴化铵分别作为前驱体和溴源,同时利用抗坏血酸对 $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 进行改性,通过二次焙烧法成功制备了抗坏血酸改性的 Br 掺杂 $\text{g-C}_3\text{N}_4$ -AA-Br 纳米片光催化剂。

2.1.3. 实现自清洁与自净化

由于光催化技术具有操作简便、室温反应、无二次污染物以及能耗小等优势,因此可利用光催化剂的亲水性制备具有自清洁与净化能力的材料。赵亚萍[10]等人发明制备了 $\text{TiO}_2/\text{C}_3\text{N}_4/\text{Cu}_2\text{O}$ 复合改性的可见光自清洁抗菌织物,依次经煅烧制备催化前驱体、涂层涂覆、液相还原生成 Cu_2O 得到成品。多种光催化材料复合有效拓宽响应光谱,提升可见光催化性能。

2.2. 石墨相氮化碳概述

2.2.1. 石墨相氮化碳结构和特性

石墨相氮化碳(graphitic carbon nitride, $\text{g-C}_3\text{N}_4$)是一种类似石墨烯的二维层状聚合物半导体材料,由碳、氮原子经 sp^2 杂化构建而成,其基础结构单元分为三嗪环(C_3N_3)与七嗪环(C_6N_7)两类,单元在平面内周期性堆叠形成芳香骨架,并通过氨基基团($-\text{NH}-$ 或 $=\text{N}-$)桥接,构建出大范围的共轭体系[11],两种不同的结构单元如图1所示。

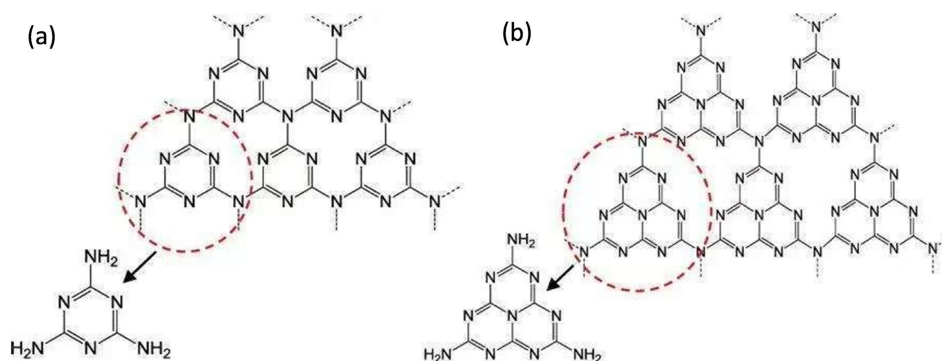


Figure 1. Structure of $\text{g-C}_3\text{N}_4$: (a) triazine ring; (b) heptazine ring

图1. $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 的结构: (a) 三嗪环; (b) 七嗪环

$\text{g-C}_3\text{N}_4$ 作为最具代表性的非金属光催化材料,其带隙适中为 2.7 eV,对应的光吸收边约为 460 nm,可有效利用可见光;其导带位置约为 -1.1 eV (vsNHE),具有还原质子制氢的能力,其价带位置约为 1.6 eV,可驱动氧化反应,正因其独特的电子结构, $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 在光催化领域饱受关注,颇具研究意义。

$\text{g-C}_3\text{N}_4$ 最突出的优点在于其优异的化学和热稳定性。在强酸($\text{pH}=0$)和强碱($\text{pH}=14$)环境下均能保持结构稳定,可承受高达 600℃ 的高温而不分解。

2.2.2. 石墨相氮化碳合成方法

石墨相氮化碳原料(尿素、三聚氰胺等)廉价易得,通常, $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 的制备包括两个过程,即加聚和缩聚。首先,将前体进行加聚,得到三聚氰胺;随后在缩聚过程中,因为氨的损失而进行缩合,最后制备出 $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 催化材料[12]。目前,其合成方法主要包括热聚合法、溶剂热法、气相沉积法和模板法等,各方法优缺点如表1所示:

Table 1. Synthesis methods of g-C₃N₄
表 1. g-C₃N₄ 合成方法

名称	优点	缺点
热聚合法	操作简单，成本低，适合大规模生产；无需复杂设备，产物纯度较高，适合实际应用	高温导致比表面积低，孔隙率不足，活性位点少；聚合度难以精确控制，可能生成结构缺陷
气相沉积法 (CVD)	可制备高纯度、均匀的薄膜材料；厚度和形貌可控，适合器件集成，适合实验室等小型制备	设备昂贵，工艺复杂，不适合批量生产；基材选择有限，成本较高
模板法	可显著提高比表面积和活性位点；孔结构可调，增强传质和光吸收能力，适合部分特定要求	模板去除步骤繁琐，可能引入杂质；成本较高，产率较低

热聚合简单、高效，是制备 g-C₃N₄ 最常用的方法，但产物的比表面积较低；溶剂热法和模板法需要复杂的工艺来改善孔结构，气相沉积法耗资巨大多适用于薄膜的制备，未来的研究需要优化合成工艺，兼顾成本和性能，可以利用掺杂、复合等手段进一步提高 g-C₃N₄ 的应用潜力。

2.2.3. 石墨相氮化碳改性研究

g-C₃N₄ 虽然在可见光吸收、能级可调、合成简单、无毒、稳定等方面表现出优异的性能，但仍存在着较小的比表面积 SBET、较差的可见光响应、较差的光生载流子分离等问题，严重限制了 g-C₃N₄ 的实际应用[13]。

因此，为克服这些局限性，开发了多种改性策略：

1) 形貌调控

体相 g-C₃N₄ 载流子复合严重、催化活性低，制备超薄 g-C₃N₄ 纳米片是解决这一问题的有效方法。效仿石墨烯的剥离，研究人员提出“自上而下”(Top-down)和“自下而上”(Bottom-up)两种制备超薄 g-C₃N₄ 纳米片的策略[14]。结合模板、自组装等形貌调控手段，可有效增大比表面积、增加活性位点、促进载流子分离，显著提升光催化性能。

2) 元素掺杂

元素掺杂可调控 g-C₃N₄ 电子结构与光学特性。非金属掺杂通过原子取代引入晶格缺陷、优化能带与光吸收性能；金属掺杂可加速电荷传输、改善带隙结构、增加活性位点，共同实现光催化效率的提升[15]。

3) 构建建异质结

g-C₃N₄ 与其他半导体构建异质结可有效抑制载流子复合。相较于分离效果差的I型、氧化还原电位受限的 II 型异质结，Z 型异质结能够在保持最大氧化还原容量的同时实现载流子的有效分离，是提升 g-C₃N₄ 光催化活性的有效策略[16]。

2.3. 铋卤氧化物概述

2.3.1. 溴氧化铋结构和特性

BiOBr 是一种典型的 p 型半导体，因带隙较窄(约为 2.7 eV~2.9 eV)，被认为是一种比较理想的光催化剂，因而常被用于光催化条件下环境的修复。BiOBr 由大量 BiOBr 单层堆叠而成[17]，每一层 BiOBr 由 [Bi₂O₂]²⁺层与 Br⁻层交替排布构成。该独特层状晶体结构有利于光生电子 - 空穴对发生分离，同时为原子轨道极化提供条件，从而生成垂直于[Bi₂O₂]²⁺与 Br⁻层的内建电场[18]。

BiOBr 特殊的结构与物理性质使其可控形貌合成存在一定难度。为此，研究者开展了大量形貌调控研究。Huo 等以乙二醇/异丙醇混合溶剂为反应体系、SDBS 为形貌调控剂，通过溶剂热法成功制备出由纳米片组装而成的花状 BiOBr 纳米球[19]。该特殊结构有效拓宽了光吸收范围，显著提升了材料的光催化活性。

2.3.2. 溴氧化铋合成方法

其合成方法主要包括水热/溶剂热法、室温沉淀法、微波辅助法、模板法等，各方法优缺点如表 2 所示：

Table 2. Synthesis methods of bismuth oxybromide (BiOBr)

表 2. 溴氧化铋合成方法

名称	优点	缺点
水热/ 溶剂热法	产物结晶度高，形貌可控(如纳米片、花状结构)； 可通过调节反应条件(温度、时间、pH)优化性能。	反应时间长，耗能多； 需使用高压反应釜，存在安全隐患。
室温沉淀法	反应条件温和，无需加热， 节能环保；操作简单，适合大规模制备。	产物结晶度相对偏低， 材料形貌可控性。较差
微波辅助法	反应速度快，效率高可与其他材料(如活性炭)复合， 增强催化性能。	设备成本高，需专用微波反应器； 产物均匀性较难控制。
模板法	可制备高比表面积、多孔结构材料； 增强光吸收和电荷分离	模板去除步骤繁琐，可能引入杂质； 性价比低

水热法制备出高结晶度 BiOBr，室温法更加经济环保，微波法可以快速合成，模板法方便优化材料结构。未来研究可结合多种方法以平衡成本与性能，并进一步探索 BiOBr 在污染物降解、能源转换等领域的应用潜力。

3. g-C₃N₄/BiOBr 复合体系的构建机理探讨

3.1. g-C₃N₄/BiOBr 复合体系构建的理论基础

将太阳能这种可再生清洁能源转化为化学能，对维护地球生态环境、保障人类可持续发展具有重要价值。光催化技术凭借自身独特优势，拥有广阔的研究空间与应用前景。g-C₃N₄ 因原料廉价易得、环境友好、理化稳定性优异、能带结构可调控等优势得到广泛研究，但该材料存在比表面积小、可见光吸收能力有限、光生载流子易复合等缺陷，造成光催化活性不足，限制了其在污染物处理、光解水制氢等领域的实际应用，不利于助力碳中和目标的实现[10]。BiOBr 具备良好的可见光响应能力、化学稳定性与光催化活性，将其与其他半导体光催化材料复合，能够弥补部分半导体氧化能力弱、载流子复合速率高、活性位点匮乏等缺陷。

单一 BiOBr 材料普遍存在光生载流子复合速率快、可见光响应范围有限等缺陷，极大制约其光催化效率。将 g-C₃N₄ 与 BiOBr 复合构筑异质结，可实现两种材料的性能互补与协同优化：g-C₃N₄ 能够提供稳定的骨架结构与充足的表面活性位点，BiOBr 则具备优异的氧化性能与广谱光响应能力。二者通过良好的能带匹配与界面电荷协同作用，有效抑制载流子复合。相较于分离效果差的 I 型、氧化还原电位受限的 II 型异质结，Z 型异质结能够在保持最大氧化还原容量的同时实现载流子的有效分离，是提升整体光催化性能的有效策略[16]。

3.2. 主要合成方法与界面调控

g-C₃N₄/BiOBr 复合光催化剂的制备方法直接影响其界面接触质量与微观形貌，进而决定催化活性。目前主要的合成策略包括水热/溶剂热法、室温沉淀法、微波辅助法及模板法等。例如，通过水热法将 BiOBr 纳米片原位生长在 g-C₃N₄ 表面，可构建紧密的界面接触，有效缩短电荷转移距离[20]；室温沉淀法则条件温和、节能环保，适合大规模制备[21]。通过调控前驱体比例、反应温度及 pH 值，可进一步优化复合

界面的微观结构，增加活性位点暴露。合理的界面调控不仅增强了复合体系的稳定性，还为实现高效的界面电荷转移提供了结构基础。

3.3. 光催化性能与机理

为克服纯 BiOBr 光生载流子复合快、光响应范围有限等固有不足，研究者开发了元素掺杂、异质结复合、氧空位调控以及形貌调控等多种改性策略，不同改性方式特点总结如表 3 所示：

Table 3. Research on modification of bismuth Oxybromide (BiOBr)
表 3. 溴氧化铋改性研究

改性方法	优点	缺点	代表性研究	关键性能指标
元素掺杂改性	操作简单，可精准调控能带结构	过量掺杂可能导致晶格畸变，降低稳定性	Fe 掺杂 BiOBr [22]	Fe 掺杂量 3 mol%，30 min 内左氧氟沙星降解率 85.06%
复合改性 (异质结构建)	协同效应显著，可同时提升光吸收和载流子分离效率	复合界面可能引入缺陷，影响稳定性	S 型 g-C ₃ N ₄ /BiOBr 异质结[23]	可见光下 90 min 内对六种高分子量污染物去除率 > 99%
氧空位调控	显著提高载流子分离效率	氧空位浓度过高可能导致结构不稳定	0D/2D BiOBr-OVs/g-C ₃ N ₄ [24]	氧空位促进电荷分离，100 min 内 1-萘甲酸去除率 76.3%，是纯 BiOBr-OVs 的 1.45 倍
形貌调控	形貌优化可增强光吸收和污染物吸附能力	合成条件苛刻，成本较高	形貌工程 BiOBr [25]	BiOBr 微球可实现局域电荷分离，有机污染物降解性能显著提升

得益于界面与电子结构的精细调控，即异质结类型筛选、缺陷工程以及微观形貌优化的协同作用，g-C₃N₄/BiOBr 复合体系展现出优异的光催化性能。改性复合材料对四环素类抗生素的降解效率为纯 BiOBr 的 1.5 倍以上[26]；负载 Pt 助催化剂的 g-C₃N₄/BiOBr 异质结产氢速率可达 200 μmol·h⁻¹·g⁻¹，是纯 g-C₃N₄ 的 4 倍[27]。该优异性能来源于界面与电子结构的精细调控，即异质结类型筛选、缺陷工程以及微观形貌优化的协同作用。

4. 结语

本文概述了半导体光催化技术的主要应用场景，分别介绍 g-C₃N₄ 与 BiOBr 的晶体结构、理化性质，汇总二者主流合成方法并对比各工艺的利弊，整理形貌调控、元素掺杂、氧空位调控、异质结等多种改性方式。文中也对 g-C₃N₄/BiOBr 复合体系进行分析，阐述复合后的催化表现与性能提升来源。总体来看，尽管该类光催化材料已经取得较多研究成果，但材料本身仍存在诸多固有缺陷。后续研究需要持续优化制备条件，综合考量活性、稳定性与制备成本，推动光催化技术进一步发展。

基金项目

校级大学生创新训练计划项目(项目编号：X2026100780596)，国家级大学生创新训练计划项目(项目编号：202510078029)。

参考文献

[1] Raaja Rajeshwari, M., Kokilavani, S. and Sudheer Khan, S. (2022) Recent Developments in Architecturing the g-C₃N₄ Based Nanostructured Photocatalysts: Synthesis, Modifications and Applications in Water Treatment. *Chemosphere*, **291**, Article ID: 132735. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132735>

[2] Tan, M., Yu, C., Li, J., et al. (2021) Engineering of g-C₃N₄-Based Photocatalysts to Enhance Hydrogen Evolution. *Advances in Colloid and Interface Science*, **295**, Article ID: 102488.

- [3] Nagaraja, C.M., Kaur, M. and Dhingra, S. (2020) Enhanced Visible-Light-Assisted Photocatalytic Hydrogen Generation by MoS₂/g-C₃N₄ Nanocomposites. *International Journal of Hydrogen Energy*, **45**, 8497-8506. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.042>
- [4] 曾楠, 柴希娟, 胡玲华, 等. ZnO 复合石墨相氮化碳纳米片的制备及其光催化性能研究[J]. 材料科学与工艺, 2023, 31(4): 41-50.
- [5] 苏文卓. g-C₃N₄ 基 Z-Scheme 复合材料制备及光催化性能研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2024.
- [6] 颜佳, 代翼蓬, 范佳锋, 等. Nb 掺杂调控 BaTiO₃/g-C₃N₄ 异质结光催化产氢[J]. 工程科学学报, 2026, 48(8): 1762-1775.
- [7] 李海营, 梁涛, 刘晓平, 等. 高温高盐油藏化学堵水技术[J]. 石油钻采工艺, 2002(5): 50-52+85.
- [8] 张仰全, 李学雷, 赵芷浚, 等. 抗坏血酸改性 Br 掺杂 g-C₃N₄ 光催化降解污染物[J]. 中国环境科学, 2021, 41(11): 5160-5168.
- [9] 王志鹏, 邹丽, 席伟安, 等. 耐温抗盐交联聚合物研制及现场试验[J]. 西部探矿工程, 2003(10): 72-73+76.
- [10] 赵亚萍, 杨波, 纪俊超, 等. 一种可见光催化剂自清洁抗菌织物及其制备和应用[P]. 中国, CN201610594961.9. 2026-09-10.
- [11] Wang, A., Wang, C., Fu, L., Wong-Ng, W. and Lan, Y. (2017) Recent Advances of Graphitic Carbon Nitride-Based Structures and Applications in Catalyst, Sensing, Imaging, and LEDs. *Nano-Micro Letters*, **9**, Article No. 47. <https://doi.org/10.1007/s40820-017-0148-2>
- [12] Pasupuleti, K.S., Ghosh, S., Jayababu, N., Kang, C., Cho, H.D., Kim, S., *et al.* (2023) Boron Doped g-C₃N₄ Quantum Dots Based Highly Sensitive Surface Acoustic Wave NO₂ Sensor with Faster Gas Kinetics under UV Light Illumination. *Sensors and Actuators B: Chemical*, **378**, Article ID: 133140. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2022.133140>
- [13] 许文皓. 基于石墨相氮化碳 Z 型异质结复合材料的制备及其光催化性能的研究[D]: [硕士学位论文]. 常州: 常州大学, 2023.
- [14] 李悦然. 石墨相氮化碳纳米材料的合成及其光催化性能研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2023.
- [15] 王昊, 陈芳, 张国新. 非金属掺杂 g-C₃N₄ 光催化的研究进展[J]. 化学试剂, 2023, 45(8): 8-16.
- [16] 徐浩. BiOBr 基复合材料的制备及光催化降解有机污染物性能研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2026.
- [17] Singh, P., Sonu, Raizada, P., Sudhaik, A., Shandilya, P., Thakur, P., *et al.* (2019) Enhanced Photocatalytic Activity and Stability of AgBr/BiOBr/Graphene Heterojunction for Phenol Degradation under Visible Light. *Journal of Saudi Chemical Society*, **23**, 586-599. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2018.10.005>
- [18] Gao, W., Li, Z., Han, Q., Shen, Y., Jiang, C., Zhang, Y., *et al.* (2022) State-of-the-Art Advancements of Atomically Thin Two-Dimensional Photocatalysts for Energy Conversion. *Chemical Communications*, **58**, 9594-9613. <https://doi.org/10.1039/d2cc02708a>
- [19] Liu, B., Hu, X., Yang, J., Yang, C. and Huang, Y. (2023) Construction of Direct Z-Scheme BiOBr/CuI Heterojunction for Boosting Photocatalytic Degradation of Phenol. *Catalysis Science & Technology*, **13**, 504-515. <https://doi.org/10.1039/d2cy01840c>
- [20] Shi, Z., Zhang, Y., Shen, X., Duoerkun, G., Zhu, B., Zhang, L., *et al.* (2020) Fabrication of g-C₃N₄/BiOBr Heterojunctions on Carbon Fibers as Weaveable Photocatalyst for Degrading Tetracycline Hydrochloride under Visible Light. *Chemical Engineering Journal*, **386**, Article ID: 124010. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124010>
- [21] Liu, Y., Wang, J. and Yang, P. (2016) Photochemical Reactions of g-C₃N₄-Based Heterostructured Composites in Rhodamine B Degradation under Visible Light. *RSC Advances*, **6**, 34334-34341. <https://doi.org/10.1039/c6ra04430a>
- [22] Liu, L., Wang, K., Zhang, J., Li, Y., Li, Y., Yang, N., *et al.* (2024) Study on Fe-Doped BiOBr with Enhanced Visible Photocatalytic Activity for the Degradation of Levofloxacin. *Materials Letters*, **373**, Article ID: 137122. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2024.137122>
- [23] Wei, Y., Luo, J., Luo, W., Zhai, H., Liu, X., Xu, Z., *et al.* (2026) Visible Light Driven S-Type Heterojunction of g-C₃N₄/BiOBr for Efficient Degradation of Six High-Molecular-Weight Pollutants with Various Chromophores. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **14**, Article ID: 122806. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2026.122806>
- [24] Lan, Y., Deng, C., Kong, Q., Yang, C., Ma, B., Zhao, E., *et al.* (2026) Oxygen Vacancy-Boosted 0D/2D BiOBr/g-C₃N₄ Heterojunctions for Efficient Visible-Light Photocatalytic Removal of 1-Naphthoic Acid. *Journal of Alloys and Compounds*, **1076**, Article ID: 189343. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2026.189343>
- [25] Zhang, R., Sun, S., Hao, Z., Wang, L., Gao, Y. and Han, Z. (2026) Morphology-Engineered BiOBr Photocatalysts with Controlled Charge Separation for Diverse Photocatalytic Applications. *Applied Surface Science*, **716**, Article ID: 164669.

-
- <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2025.164669>
- [26] Zhang, X., Li, W., Hu, L., Gao, M. and Feng, J. (2024) A Tight-Connection g-C₃N₄/BiOBr (001) S-Scheme Heterojunction Photocatalyst for Boosting Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants. *Nanomaterials*, **14**, Article No. 1071. <https://doi.org/10.3390/nano14131071>
- [27] Bai, L., Chen, Y.F., Wu, X.D., Chang, N., Li, R., Yao, Z., *et al.* (2026) S-Scheme g-C₃N₄/BiOBr Heterojunction with Enhanced Interfacial Charge Separation for Highly Efficient Photocatalytic Hydrogen Evolution. *International Journal of Hydrogen Energy*, **233**, Article ID: 154913. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2026.154913>