

来源: Frontiers of Chemical Science and Engineering 发布时间: 2021/12/2 14:00:06

选择字号: 小 中 大

FGSE | 前沿研究: 类石墨烯h-BN负载多面体NiS₂/NiS纳米晶的制备及光催化去除RhB和Cr(VI)性能研究

论文标题: Graphene-like h-BN supported polyhedral NiS₂/NiS nanocrystals with excellent photocatalytic performance for removing rhodamine B and Cr(VI) (类石墨烯h-BN负载多面体NiS₂/NiS纳米晶的制备及光催化去除RhB和Cr(VI)性能研究)

期刊: Frontiers of Chemical Science and Engineering

作者: Wei Wang, Linlin Song, Huoli Zhang, Guanghui Zhang, Jianliang Cao

发表时间: 11 Oct 2021

DOI: 10.1007/s11705-021-2094-2

微信链接: [点击此处阅读微信文章](#)

研究背景和意义

随着社会的发展和进步,人们对环境和健康问题的关注日益增加。重金属离子六价铬Cr(VI)和有机污染物RhB对人类健康产生了重大威胁。目前,许多方案已经被研究并应用于废水中Cr(VI)的还原和RhB的降解,光催化还原由于其节能环保和可持续的特性,成为人们关注的焦点。二元金属硫化物易形成异质界面,从而改变粒子的表面结构或性质,提高其稳定性和光催化性能。而h-BN的片状结构具有高比表面积、无毒且热稳定性优异等特点,在光催化反应过程中,是一种很好的空穴受体材料。基于此,本研究设计、制备了h-BN纳米片负载NiS₂/NiS纳米晶的三元光催化剂。h-BN/NiS₂/NiS复合材料充分整合了h-BN和二元金属硫化物的优点,由于组分之间相互接触产生大量的异质结,加快电子传输,从而有效提高了其光催化活性和循环稳定性。该新型催化材料的研发,可为有机污染物和重金属离子的去除提供新材料与新思路。

研究内容及主要结论

采用溶剂热法制备h-BN纳米片负载NiS₂/NiS纳米晶的三元光催化剂。详细的制备流程如图1所示。采用XRD、SEM、EDS、TEM、XPS、N₂物理吸附等手段对催化剂结构进行了表征;以RhB和K₂Cr₂O₇溶液作为目标污染物,采用带滤光片(λ > 420 nm)的300 W氙灯作为光源,通过降解RhB和光还原Cr(VI)评价光催化剂的光催化性能;最后通过自由基捕获实验,确定了催化过程中的主要活性物质,并推测出来催化过程的反应机理。

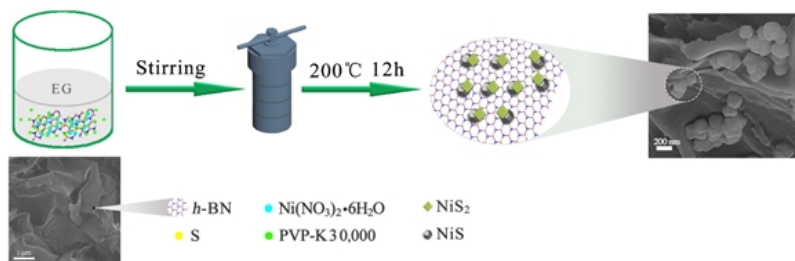


图1 h-BN/NiS₂/NiS复合材料合成示意图

主要研究结论如下:

(1) SEM(图2)显示,二维石墨相h-BN纳米片出现卷曲形貌,NiS₂/NiS为形貌均一的纳米晶,复合后在h-BN表面均匀分布。EDS能清晰地观察到Ni、S、B和N元素的存在以及多面体NiS₂/NiS纳米晶的形

相关新闻

相关论文

- 1 中国气象局:12月还将有3次冷空气影响我国
- 2 最新AI基准测试榜单发布,浪潮信息英伟达霸榜
- 3 加拿大境内首次发现野生动物感染新冠病毒
- 4 细胞自噬减弱可能是阿尔茨海默症潜在原因
- 5 李彦宏33万字新书《智能交通》发行
- 6 中国空间站“天宫课堂”首次太空授课于近期进行
- 7 揭秘界面水分子结构调控电催化反应
- 8 1个国家重点研发计划“揭榜挂帅”项目答辩通知

图片新闻



>>更多

一周新闻排行

- 1 绿汁江吊灯笼:初识便恐失去她
- 2 我国自主研发的“真激光”照亮冬奥闭幕式
- 3 让博士后成为科研主力军
- 4 陈刚发声!“中国行动计划”为何必须结束
- 5 《自然》:2022年值得关注的7项技术
- 6 重大突破!科学家实现甲烷的选择性转化
- 7 中国科协求是杰出青年成果转化奖揭晓
- 8 苹果为什么红?
- 9 美国科研新规震动学界:共享实验数据将成趋势?
- 10 “微笑计划”卫星磁强计伸杆展开试圆圆满成功

更多>>

编辑部推荐博文

- 通过将工程、科学、技术与艺术相关联而扩展思维
- 自我质疑至关重要
- 蝙蝠中的人兽共患病和病毒基因组的多样性(11)
- MIT:化学合成可产生潜在的抗生素
- 区域气候变化——印度季风长尺度演化
- 双一流建设背景下普通双非高校如何破局(浅议)

更多>>

貌。TEM (图3) 观察到, 多面体NiS₂和NiS的晶体尺寸大约200 nm, 而h-BN纳米片的尺寸是微米级, 大量的NiS₂/NiS纳米晶在h-BN表面均匀分布, 有效地增加了h-BN/NiS₂/NiS中的活性位点数目, 促进电子转移并提高材料光催化性能。XPS (图4) 结果表明, 与NiS₂/NiS的结合能相比, 7% h-BN/NiS₂/NiS中Ni 2p和S 2p的特征峰呈现正迁移, 表明电子从NiS₂/NiS纳米晶表面迁移到h-BN纳米片上, 证明NiS₂/NiS与h-BN之间存在较强的相互作用。

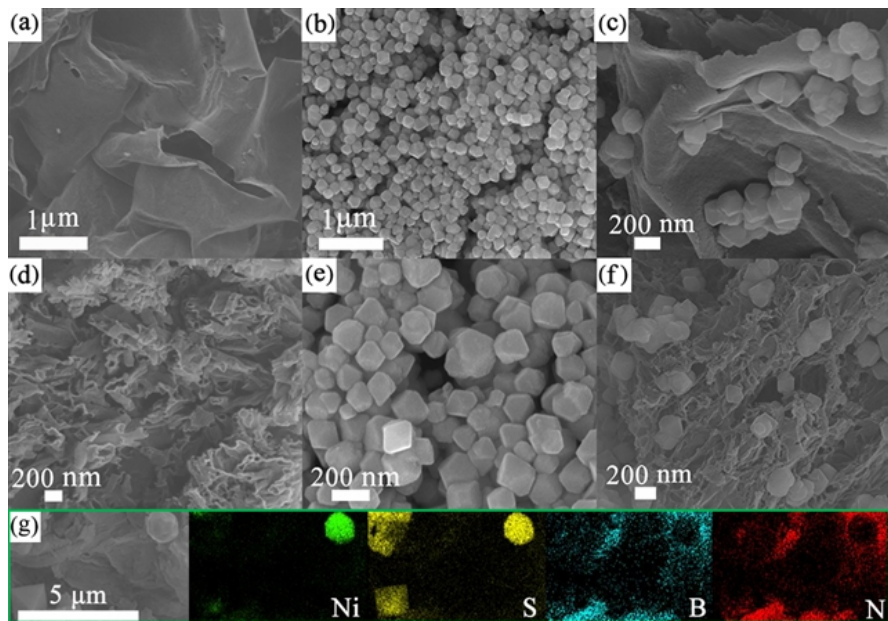


图2 (a, d) h-BN, (b, e) NiS₂/NiS, (c, f) h-BN样品的SEM图像, (g) 7% h-BN/NiS₂/NiS的能谱元素分布图

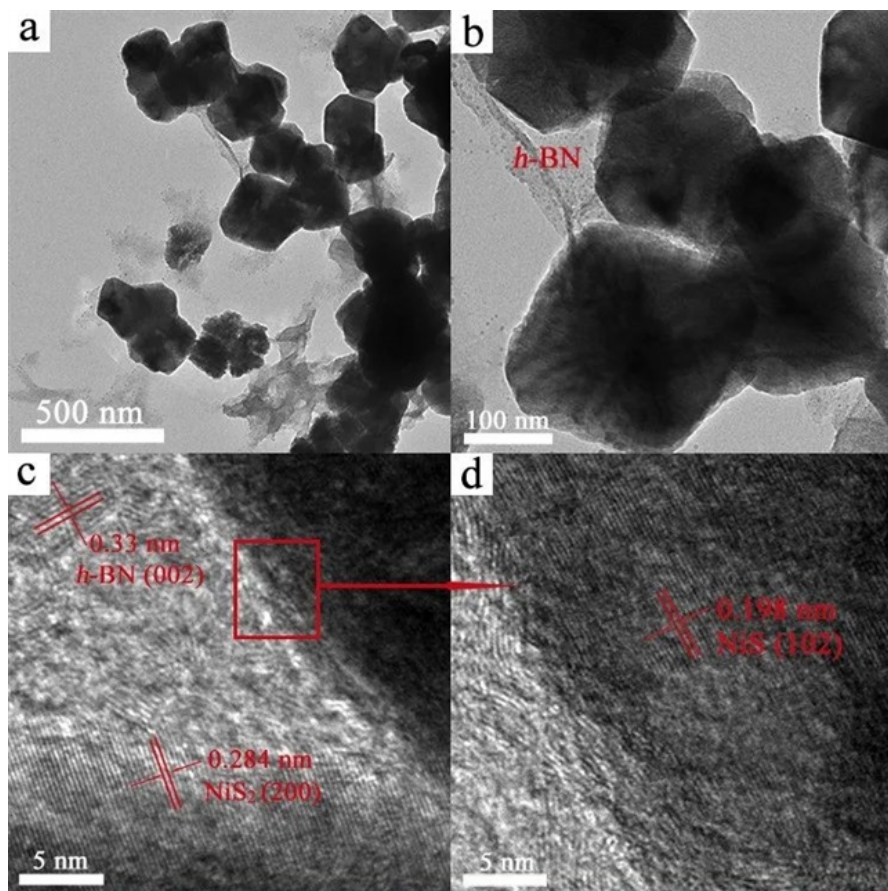


图 3 7% h-BN/NiS₂/NiS样品的透射电镜图

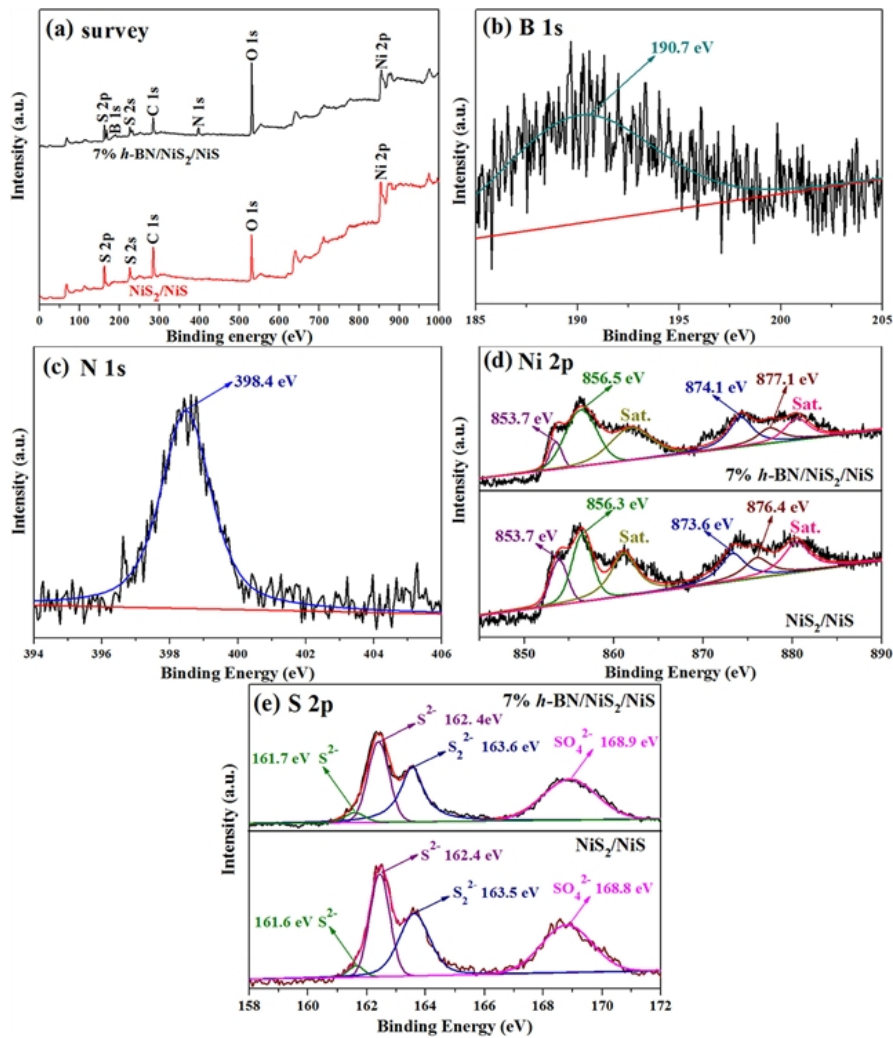


图4 7% h-BN/NiS₂/NiS样品的XPS图谱，(a) 全扫描光谱，(b) B 1s，(c) N 1s，(d) Ni 2p，(e) S 2p

(2) h-BN/NiS₂/NiS三元催化剂的光催化活性通过可见光降解RhB和Cr(VI)评估(图5)。结果表明，在光照120分钟后，NiS₂/NiS去除了34.0%的Cr(VI)，而7% h-BN/NiS₂/NiS催化剂对Cr(VI)的还原率达到了98.5%。为了进一步研究7% h-BN/NiS₂/NiS三元复合材料的光催化性能，还测试了它对RhB的光催化降解性能，结果显示RhB的降解效率达到了80%以上。同时7% h-BN/NiS₂/NiS催化剂也有着优异的化学稳定性，在四次光催化循环试验后，仍表现出良好的光催化性能。

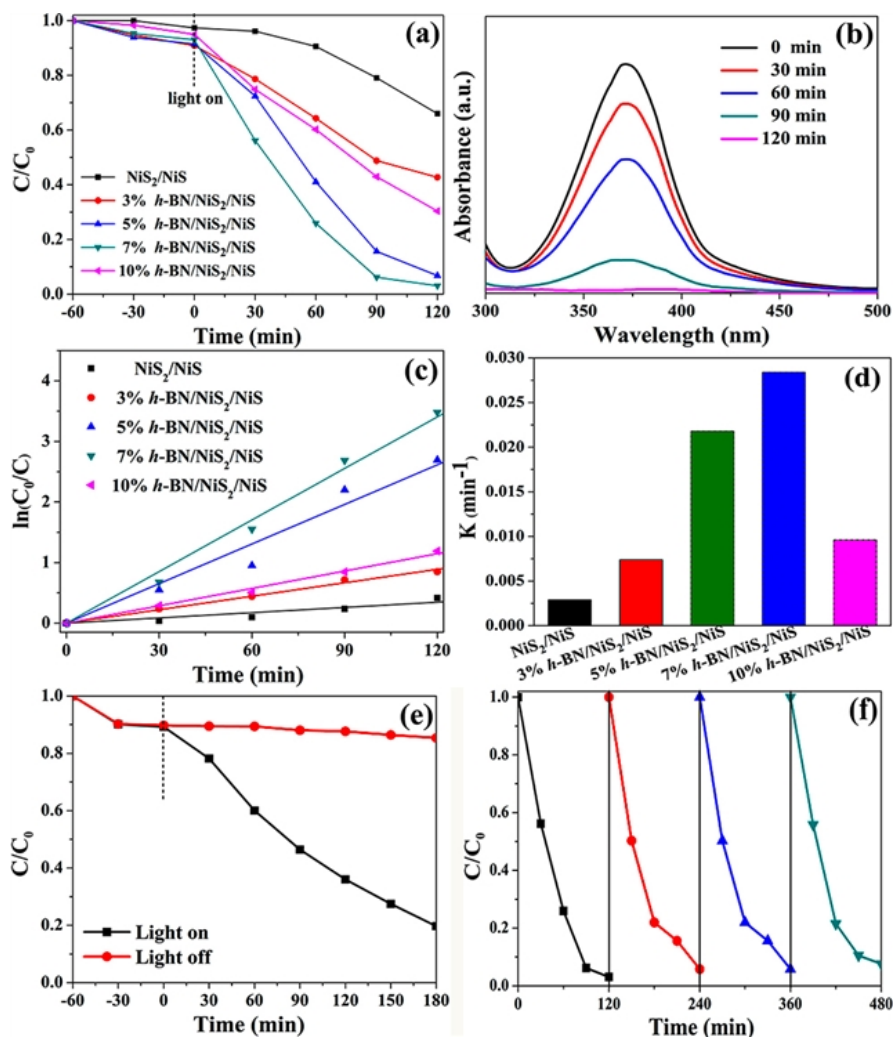


图5 (a) 在可见光条件下, 添加不同催化剂对Cr(VI) (10 mg/L) 的光还原效率; (b) 7% h-BN/NiS₂/NiS 对Cr(VI) 的紫外吸收光谱; (c) 还原Cr(VI) 的动力学曲线; (d) 反应速率常数k; (e) 7% h-BN/NiS₂/NiS 催化剂对RhB (10 mg/L) 的降解效率; (f) 光还原Cr(VI) 的循环测试

(3) 通过添加1 mmol KBrO₃作为光电子捕获剂, 证实了Cr(VI) 的去除机理。与无清除剂组相比, 添加KBrO₃可抑制Cr(VI) 还原, 结果如图6所示, KBrO₃的加入使光还原速率在2 h后从97.1%显著降低到40.4%, 证明7% h-BN/NiS₂/NiS样品通过产生电子还原Cr(VI)。由此提出了h-BN/NiS₂/NiS三元催化剂可能的催化机理(图7)。

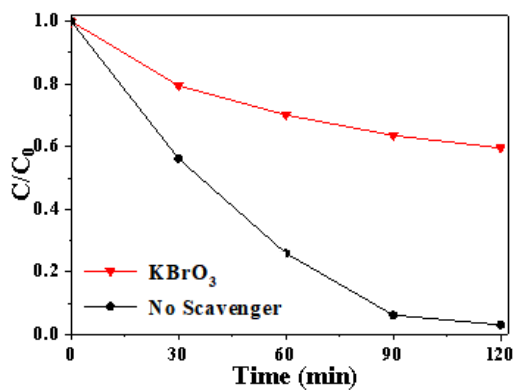


图6 7% h-BN/NiS₂/NiS样品添加不同捕获剂后对Cr(VI) 的光还原效率

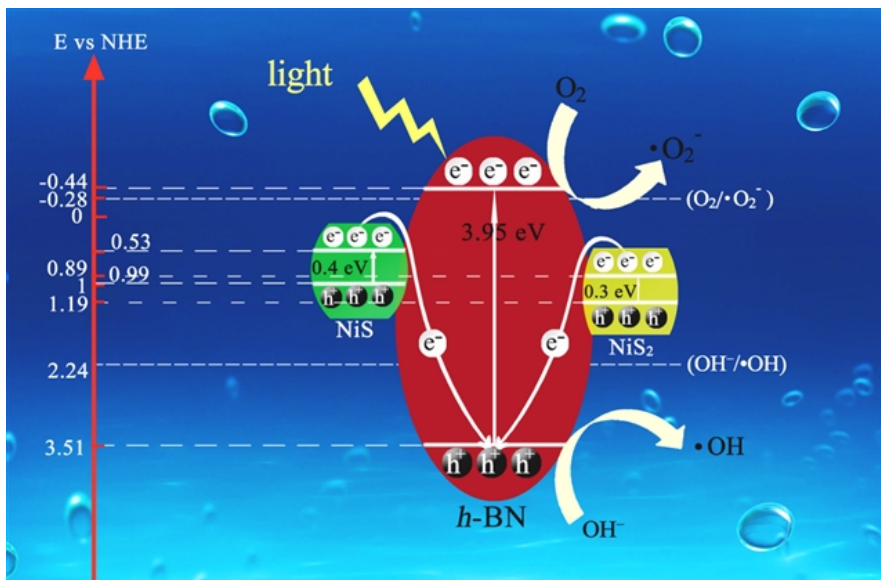


图7 7% h-BN/NiS₂/NiS光催化剂的机理图

研究亮点

采用溶剂热法制备h-BN纳米片负载NiS₂/NiS纳米晶的三元光催化剂。充分整合了h-BN和二元金属硫化物的优点，由于组分之间相互接触产生大量的异质结，加快了电子传输，从而提高了h-BN/NiS₂/NiS三元催化剂的光催化活性和循环稳定性，能有效减少RhB和Cr(VI)带来的污染。

相关成果以“Graphene-like h-BN supported polyhedral NiS₂/NiS nanocrystals with excellent photocatalytic performance for removing rhodamine B and Cr(VI)”为题，发表在Frontiers of Chemical Science and Engineering上 (DOI: <https://doi.org/10.1007/s11705-021-2094-2>)。

作者及团队介绍

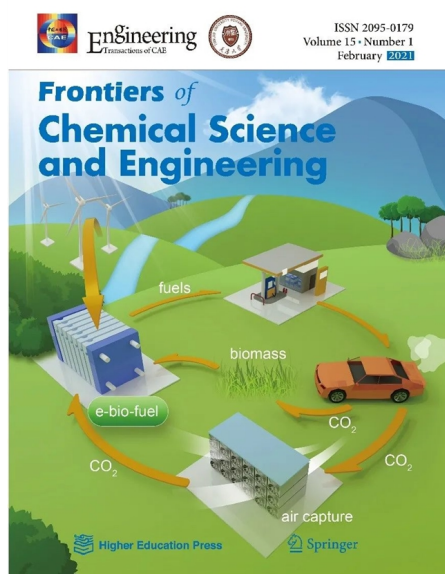
本文第一作者为河南理工大学研究生王玮，通讯作者为曹建亮教授、张火利博士。此项研究得到了河南省高校科技创新团队支持计划、(21IRTSTHN006)、河南省高校科技创新人才支持计划(19HASTIT042)、河南省科技攻关重点项目(212102210179)的资助。

摘要

Human health is deteriorating due to the effluent containing heavy metal ions and organic dyes. Hence, photoreduction of Cr(VI) to Cr(III) and degradation of rhodamine B (RhB) using a novel photocatalyst is particularly important. In this work, h-BN/NiS₂/NiS composites were prepared via a simple solvothermal method and a double Z-scheme heterojunction was constructed for efficiently removing RhB and Cr(VI). The 7 wt-% h-BN/NiS₂/NiS composites were characterized via a larger specific surface area (15.12 m²·g⁻¹), stronger light absorption capacity, excellent chemical stability, and high yield of electrons and holes. The experimental result indicated that the photoreduction efficiency of the 7 wt-% h-BN/NiS₂/NiS photocatalyst achieved 98.5% for Cr(VI) after 120 min, which was about 3 times higher than that of NiS₂/NiS (34%). However, the removal rate of RhB by the 7 wt-% h-BN/NiS₂/NiS photocatalyst reached 80%. This is due to the double Z-scheme heterojunction formed between NiS₂/NiS and h-BN, which improved the charge separation efficiency and transmission efficiency. Besides, the influence of diverse photogenerated electron and hole scavengers upon the photoreduction of Cr(VI) was studied, the results indicated that graphene-like h-BN promoted transportation of photoinduced charges on the surface of the h-BN/NiS₂/NiS photocatalyst via the interfacial effects.

期刊信息

Frontiers of Chemical Science and Engineering (SCI, 影响因子4.204) 是2007年创刊出版的全英文化学科学与工程领域国际综合性学术刊物, 由教育部主管、高等教育出版社、中国工程院与天津大学联合主办, 德国Springer公司海外发行, 以网络版和印刷版两种形式出版。主编为天津大学王静康院士、中科院宁波材料所薛群基院士和郑州大学刘炯天院士。该刊重点刊登反映当前化学科学与工程领域热点的优秀学术论文及综述, 以快捷方式发表最新研究成果。涉及化学科学与工程的所有领域, 主要包括: 催化及反应工程, 清洁能源, 功能材料, 纳米科学与技术, 生物材料和技术, 颗粒技术和多相过程, 分离科学与技术, 可持续技术和绿色过程等。



在线浏览:

<http://journal.hep.com.cn/fcse> (国内免费开放)

<https://link.springer.com/journal/11705>

在线投稿:

<https://mc.manuscriptcentral.com/fcse>

联系我们:

程路丽 高等教育出版社科技期刊中心

电话: 010-58556658 邮箱: chengli1@hep.com.cn

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》(Frontiers)系列英文学术期刊, 于2006年正式创刊, 以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会科学四个主题, 是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群, 其中13种被SCI收录, 其他也被A&HCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录, 具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方式, 保证文章以最快速度发表。

高等教育出版社入选“中国科技期刊卓越行动计划”集群化项目。Frontier系列期刊中: 13种被SCI收录; 1种被A&HCI收录; 6种被Ei收录; 2种被MEDLINE收录; 11种中国科技核心期刊; 16种被CSCD收录。

中国学术前沿期刊网

<http://journal.hep.com.cn>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

打印 发E-mail给:

[关于我们](#) | [网站声明](#) | [服务条款](#) | [联系方式](#) | 中国科学报社 京ICP备07017567号-12 京公网安备 11010802032783

Copyright © 2007-2022 中国科学报社 All Rights Reserved

地址：北京市海淀区中关村南一条乙三号

电话：010-62580783