**公示内容**

**一、项目名称：石墨烯的功能化调控及分析化学研究；**

**二、提名者：**

杨秀荣，院士/研究员，分析化学，中国科学院长春应用化学研究所；

万立骏，院士/研究员，物理化学，中国科学院化学研究所

赵宇亮，院士/研究员，分析化学，国家纳米科学中心

提名意见：国家自然科学二等奖；

**三、提名者意见1.**

该项目是分析化学领域的前沿热点。项目组率先将石墨烯引入到电化学界面反应，揭示了其电化学/生物界面效应，构筑了性能优异的电化学传感平台，推动了石墨烯电化学研究的发展；揭示了功能化石墨烯纳米酶的活性，建立了免标记、可视化识别单核苷酸多态性的新方法，为石墨烯生物分析化学的研究开拓了新方向；提出了糖还原法和电化学还原法绿色制备石墨烯及石墨烯薄膜的新策略；为石墨烯的绿色、低成本、高质量制备提供了新途径，推动了国内外相关研究发展；制备了系列组成可控的石墨烯基复合材料，开拓了其在电化学传感及能源领域方面的应用。8篇代表性论文总他引5397次，8篇论文均入选本领域ESI TOP 1%高被引论文，单篇最高他引1236次，篇均他引超过670次，受到了国内外同行的广泛关注和认可，有力推进了石墨烯电化学生物研究。提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

**三、提名者意见2.**

该项目团队采用二维石墨烯作为基础材料，率先揭示了石墨烯电化学/生物纳米界面效应，建立了多种石墨烯绿色制备、可控组装及杂化新方法，实现了对石墨烯的功能化设计和调控，并探索了其在分析传感、生物分子作用机制及能源领域的应用。项目研究成果在揭示石墨烯配体与性能关系及构建新型石墨烯复合材料和开发石墨烯材料的新功能方面提供了知识积累和技术支撑，具有重要的理论意义和应用价值。项目8篇代表性论文总他引5397次，全部入选本领域ESI TOP 1%高被引论文，研究成果带动了国内外相关研究发展。提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

**三、提名者意见3.**

该项目团队率先将二维石墨烯引入到电分析化学研究，围绕石墨烯电化学、生物界面效应及其生物分析新方法开展了系统深入的研究，引领了石墨烯电分析化学研究的发展。阐明了石墨烯作为一种新型、性能优异的电极修饰材料催化新机制，结合其二维结构界面特性，探索了其与生物分子的作用机制，发展了多种构筑石墨烯复合界面的新策略，揭示杂化组分间协同效应对目标物的富集作用，实现了高灵敏传感平台的构筑。项目8篇代表性论文总他引5397次，全部入选本领域ESI TOP 1%高被引论文，受邀在国际著名期刊Chem. Soc. Rev.和Adv. Mater.上发表综述，研究成果受到国内外同行广泛认可。提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

**四、项目简介：**

项目属于分析化学领域。二维纳米材料石墨烯具有独特的电子、光学、磁学、热学和机械属性，在构建高灵敏和高选择性分析化学器件方面潜力巨大。发掘石墨烯优异性能，实现功能化石墨烯的合理设计、可控制备和性能调控是提高及拓宽其在分析化学领域应用的前提和基础。项目自2008年起，采用二维石墨烯作为基础材料，揭示了其电化学/生物纳米界面效应，建立了石墨烯绿色制备、可控组装及杂化的新方法，实现了对石墨烯材料的功能化设计、调控并探索了其在分析传感及能源领域的应用，经多年努力，取得了多项创新成果：

1. **发掘石墨烯纳米界面电子转移特性，揭示其电化学/生物界面效应**：

基于二维石墨烯高密度棱面缺陷提供的多活性位点，发现石墨烯纳米界面上DNA四种碱基A，T，C，G同时呈现清晰分辨的电化学信号，首次实现了单核苷酸多态性在生理pH条件下，无需预水解的免标记识别，为发展性能优异的电化学传感界面提供新思路。

组装血红素在石墨烯纳米界面，发现其纳米酶（类过氧化物酶）活性及生物界面组装效应，结合胶体聚沉浓度对生物配体依赖性，提出以石墨烯作为生物探针构建免标记、可视化分析单核苷酸多态性的新策略。

1. **提出绿色制备石墨烯纳米片及石墨烯薄膜的新策略**：

发现并提出以葡萄糖为还原剂快速制备水溶性石墨烯纳米片绿色新方法，阐明了葡萄糖还原和修饰石墨烯的分散机制，避免了传统毒性还原剂肼的使用，该法具普适性，可扩展到它种还原性糖类化合物；

突破以化学试剂为还原剂制备石墨烯薄膜的传统理念，开拓性地运用电化学还原作为电子给体，发展了一种绿色、简捷高效、多基底、低成本制备石墨烯纳米薄膜的新方法。

1. **开拓了石墨烯纳米杂化材料在传感及催化方面的功能：**

基于分子间氢键、静电组装及聚合物包覆对石墨烯表面进行功能调控，揭示杂化组分间协同效应对目标物的富集作用，实现了高灵敏传感平台的构筑；

整合纳米集合效应及石墨烯载体特性，设计了高效甲醇电氧化催化剂：三维铂/钯纳米枝状物负载的石墨烯杂化体，有效增强Pt利用效率，降低了Pt用量，相比于商品化Pt催化剂，电催化反应活性和稳定性大幅提升。

**项目8篇代表性论文总他引5397次，单篇最高他引1236次，篇均他引超过670次。8篇代表性论文全部入选本领域ESI TOP1%高被引论文。**受邀在国际著名期刊**Chem. Soc. Rev.和Adv. Mater.**上发表综述。在**Anal. Chem.** 2009, 81, 5603发表的工作从2009年至今在**Anal. Chem.**期刊发表的所有研究论文中引用排名第一，并被Web of Science的Science Watch选为“What's Hot in Chemistry -2011（Top Ten list）”。“电化学还原制备石墨烯薄膜”工作，受到国内外同行广泛认可，澳大利亚卧龙岗大学、法国史特拉斯堡大学、日本东京工业大学等多个研究组跟进该工作，被**Chem. Rev.**评为“绿色”还原制备石墨烯薄膜的新方法。

**代表性论文专著目录**

|  |  |
| --- | --- |
| 编号 | **文章信息** |
| 1 | 标题: Electrochemical Sensing and Biosensing Platform Based on Chemically Reduced Graphene Oxide作者: Zhou, M (Zhou, Ming); Zhai, YM (Zhai, Yueming); Dong, SJ (Dong, Shaojun)来源出版物: ANALYTICAL CHEMISTRY 卷: 81 期: 14 页: 5603-5613 DOI: 10.1021/ac900136z 出版年: JUL 15 2009**ESI高被引论文** |
| 2 | 标题: Reducing Sugar: New Functional Molecules for the Green Synthesis of Graphene Nanosheets作者: Zhu, CZ (Zhu, Chengzhou); Guo, SJ (Guo, Shaojun); Fang, YX (Fang, Youxing); Dong, SJ (Dong, Shaojun)来源出版物: ACS NANO 卷: 4 期: 4 页: 2429-2437 DOI: 10.1021/nn1002387 出版年: APR 2010 **ESI高被引论文** |
| 3 | 标题: Three-Dimensional Pt-on-Pd Bimetallic Nanodendrites Supported on Graphene Nanosheet: Facile Synthesis and Used as an Advanced Nanoelectrocatalyst for Methanol Oxidation作者: Guo, SJ (Guo, Shaojun); Dong, SJ (Dong, Shaojun); Wang, EK (Wang, Erkang)来源出版物: ACS NANO 卷: 4 期: 1 页: 547-555 DOI: 10.1021/nn9014483 出版年: JAN 2010 **ESI高被引论文** |
| 4 | 标题: Platinum Nanoparticle Ensemble-on-Graphene Hybrid Nanosheet: One-Pot, Rapid Synthesis, and Used as New Electrode Material for Electrochemical Sensing作者: Guo, SJ (Guo, Shaojun); Wen, D (Wen, Dan); Zhai, YM (Zhai, Yueming); Dong, SJ (Dong, Shaojun); Wang, EK (Wang, Erkang)来源出版物: ACS NANO 卷: 4 期: 7 页: 3959-3968 DOI: 10.1021/nn100852h 出版年: JUL 2010**ESI高被引论文** |
| 5 | 标题: Controlled Synthesis of Large-Area and Patterned Electrochemically Reduced Graphene Oxide Films作者: Zhou, M (Zhou, Ming); Wang, YL (Wang, Yuling); Zhai, YM (Zhai, Yueming); Zhai, JF (Zhai, Junfeng); Ren, W (Ren, Wen); Wang, FA (Wang, Fuan); Dong, SJ (Dong, Shaojun)来源出版物: CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL 卷: 15 期: 25 页: 6116-6120 DOI: 10.1002/chem.200900596 出版年: 2009**ESI高被引论文** |
| 6 | 标题: Cyclodextrin Functionalized Graphene Nanosheets with High Supramolecular Recognition Capability: Synthesis and Host-Guest Inclusion for Enhanced Electrochemical Performance作者: Guo, YJ (Guo, Yujing); Guo, SJ (Guo, Shaojun); Ren, JT (Ren, Jiangtao); Zhai, YM (Zhai, Yueming); Dong, SJ (Dong, Shaojun); Wang, EK (Wang, Erkang)来源出版物: ACS NANO 卷: 4 期: 7 页: 4001-4010 DOI: 10.1021/nn100939n 出版年: JUL 2010 **ESI高被引论文** |
| 7 | 标题: Hemin-Graphene Hybrid Nanosheets with Intrinsic Peroxidase-like Activity for Label-free Colorimetric Detection of Single-Nucleotide Polymorphism作者: Guo, YJ (Guo, Yujing); Deng, L (Deng, Liu); Li, J (Li, Jing); Guo, SJ (Guo, Shaojun); Wang, EK (Wang, Erkang); Dong, SJ (Dong, Shaojun)来源出版物: ACS NANO 卷: 5 期: 2 页: 1282-1290 DOI: 10.1021/nn1029586 出版年: FEB 2011 **ESI高被引论文** |
| 8 | 标题: High-Sensitivity Determination of Lead and Cadmium Based on the Nafion-Graphene Composite Film作者: Li, J (Li, Jing); Guo, SJ (Guo, Shaojun); Zhai, YM (Zhai, Yueming); Wang, EK (Wang, Erkang)来源出版物: ANALYTICA CHIMICA ACTA 卷: 649 期: 2 页: 196-201 DOI: 10.1016/j.aca.2009.07.03**ESI高被引论文** |

6.主要完成人

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 完成人 | 完成单位 | 工作单位 |
| 汪尔康 | 中国科学院长春应用化学研究所 | 中国科学院长春应用化学研究所 |
| 董绍俊 | 中国科学院长春应用化学研究所 | 中国科学院长春应用化学研究所 |
| 李敬 | 中国科学院长春应用化学研究所 | 中国科学院长春应用化学研究所 |
| 郭少军 | 中国科学院长春应用化学研究所 | 北京大学 |
| 周明 | 中国科学院长春应用化学研究所 | 东北师范大学 |