自然科学奖公示：（一）环境砷污染形成与控制机理

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 环境砷污染形成与控制机理 |
| 提名者 | 中国科学院沈阳分院 |
| 提名意见 | 该项目针对水土环境砷污染形成与控制的关键科学问题，从分子尺度明确了砷的赋存形态，揭示了砷的转化机制，建立了污染控制方法，推动了砷污染形成理论与控制技术的发展，为我国水土环境砷污染治理奠定了坚实基础。（1）发现了砷酸铁表面沉淀、无定形砷酸铁钙等新的砷赋存形态；揭示了水铁矿吸附态砷在酸性条件下形成无定形砷酸铁，进而转化为臭葱石，而在中性条件下则形成无定形砷酸铁钙，进而转化为育空石的新过程；（2）首次报道了水铁矿表面活性位点能够催化氧化三价砷，揭示了固体表面在三价砷催化氧化过程中的重要作用；（3）首创了活性炭负载纳米零价铁去除饮用水中砷的方法，克服了前人除砷方法的缺陷；建立了微包覆法处理含砷废渣的新技术，为砷污染控制提供了理论与方法。该项目获得国家自然科学基金（含1项杰出青年科学基金），国家973计划，中国科学院（含1项百人计划）等重要项目资助。8篇代表性论文他引857次。研究成果受到多位国际知名学者正面评价，对于推动环境砷污染风险削减与修复具有重要价值。对照省自然科学奖授奖条件，提名该项目为2020年度辽宁省自然科学奖一等奖。 |
| 项目简介 | 该成果属于环境科学领域中的环境化学。水土环境砷污染是我国非常突出的环境问题，严重威胁食品和饮水安全。对砷污染形成过程的认识及建立行之有效的调控方法可为保护区域水土生态环境、保障食品安全、促进经济健康发展提供科学基础。明确砷在环境中的赋存形态、转化过程及调控原理是认清砷污染形成过程并建立有效修复技术的关键。为此，本团队围绕砷的微观形态、转化过程与调控原理开展了长期系统的研究，揭示了水土环境中砷污染形成的机制，指导了砷污染调控技术的建立，推动了砷污染研究基础理论的发展。（1）水铁矿吸附砷的分子形态与转化砷在水铁矿表面吸附的分子形态及其转化，是决定水土环境中砷的迁移和生物有效性的关键过程。采用X射线衍射和红外光谱对水铁矿吸附砷的形态和转化进行研究，首次发现，pH是影响砷赋存形态的主要因素，酸性环境中形成砷酸铁表面沉淀，并在老化过程中转化为臭葱石晶体。中性环境中形成无定形砷酸铁钙，在老化过程中转化为稳定的结晶态育空石，降低其迁移性。这些新形态和转化过程的发现大大提高了对环境中砷赋存形态和行为的认识，对原位修复土壤和沉积物砷污染，降低其生物有效性具有重要理论指导意义。（2）水铁矿表面对三价砷的催化氧化三价砷具有毒性高、迁移性强的特点，其在水相中不易氧化，能够长期稳定存在。此前对于水土环境中的水铁矿在三价砷氧化过程中的作用及其机理认识不清。利用同步辐射等先进手段对水铁矿吸附的三价砷氧化过程研究发现，三价砷可在水铁矿表面发生氧化转化为五价砷，水铁矿表面起到催化剂而非氧化剂的作用，且其活性位点在氧化三价砷后会失活。由于五价砷毒性和迁移性更低，氧化过程可显著降低砷的危害。研究成果对于完整理解砷的界面行为、调控环境砷污染有重要意义。（3）砷污染控制原理饮用水砷含量新标准（10μg/L）的实施给国内外集中和分散式供水处理提出了巨大挑战。我们在国际上率先制备了活性炭负载纳米零价铁新材料，用于去除饮用水中的砷。克服了纳米铁易扩散、不易回收的问题。该吸附剂具有优异的吸附性能，以及易再生、成本低等优点。对于环境砷污染的主要源头含砷废渣，通过采用胶体态氧化铝包覆，大幅提升了含砷固体的稳定性，极大降低了含砷废渣的环境风险。研究成果为建立新的水体砷污染控制技术提供了坚实的基础。该项目执行期间获批国家自然科学基金杰出青年基金1项、面上项目4项、973前期研究专项课题1项、中国科学院百人计划项目1项。8篇代表性论文他引857次。研究成果受到GCA副主编Dimitri A. Sverjensky教授、曲久辉院士等多位国内外著名学者正面评价，认为该项目研究成果为完整地认识砷在矿物表面的微观赋存形态提供了坚实的证据。以活性炭负载纳米铁除砷的成果受到ChemicalReview的大篇幅引用。项目完成人多次受邀在学术会议做特邀报告，入选国家百千万人才工程，国家有突出贡献中青年专家，国务院政府特殊津贴获得者；入选辽宁省百千万人才工程（百层次）、辽宁省“兴辽英才计划”等。 |
| 主要完成人（完成单位） | 1. 贾永锋（中国科学院沈阳应用生态研究所）
2. 王少锋（中国科学院沈阳应用生态研究所）
3. 朱慧杰（中国科学院沈阳应用生态研究所）
4. 赵志西（中国科学院沈阳应用生态研究所）
5. 张丹妮（中国科学院沈阳应用生态研究所）
 |
| 代表性论文（专著）目录（不超过8篇） |
| 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Adsorption of arsenate onto ferrihydrite from aqueous solution: Influence of media (sulfate vs nitrate), added gypsum, and pH alteration/ Environmental Science & Technology/Jia Yongfeng, George P. Demopoulos | 2005年39卷9523-9527页 | 2005年11月15日 | George P. Demopoulos | 贾永锋 | 贾永锋 | 64 | Web of Science 核心库 | 是 |
| 2 | Observation of surface precipitation of arsenate on ferrihydrite/Environmental Science & Technology/Jia Yongfeng，Xu Liying，Zhen Fang，George P. Demopoulos | 2006年40卷3248-3253页 | 2006年5月15日 | 贾永锋，George P. Demopoulos | 贾永锋 | 贾永锋，许丽英 | 122 | Web of Science 核心库 | 是 |
| 3 | Infrared spectroscopic and X-ray diffraction characterization of the nature of adsorbed arsenate on ferrihydrite/ Geochimica et Cosmochimica Acta/Jia Yongfeng，Xu Liying，Wang Xin，George P. Demopoulos | 2007年71卷1643-1654页 | 2007年4月1日 | 贾永锋，George P. Demopoulos | 贾永锋 | 贾永锋，许丽英，王新 | 121 | Web of Science 核心库 | 是 |
| 4 | Coprecipitation of arsenate with iron(III) in aqueous sulfate media: Effect of time, lime as base and co-ions on arsenic retention/ Water Research /Jia Yongfeng, George P. Demopoulos | 2008年42卷661-668页 | 2007年8月25日 | George P. Demopoulos | 贾永锋 | 贾永锋 | 65 | Web of Science 核心库 | 是 |
| 5 | A novel two-step coprecipitation process using Fe(III) and Al(III) for the removal and immobilization of arsenate from acidic aqueous solution/Water Research/Jia Yongfeng, Zhang Danni，Pan Rongrong，Xu Liying，George P. Demopoulos | 2012年46卷500-508页 | 2011年12月25日 | 贾永锋 | 贾永锋 | 贾永锋，张丹妮，潘蓉蓉，许丽英 | 34 | Web of Science 核心库 | 是 |
| 6 | Adsorption and heterogeneous oxidation of As(III) on ferrihydrite/ Water Research /Zhao Zhixi，Jia Yongfeng，Xu Liying，Zhao Shanlin | 2011年45卷6496-6504页 | 2011年10月5日 | 贾永锋，赵杉林 | 赵志西 | 赵志西，贾永锋，许丽英，赵杉林 | 59 | Web of Science 核心库 | 否 |
| 7 | Removal of arsenic from water by supported nano zero-valent iron on activated carbon/ Journal of Hazardous Materials/Zhu Huijie，Jia Yongfeng，Wu Xing，Wang He | 2009年172卷1591-1596页 | 2009年8月15日 | 贾永锋 | 朱慧杰 | 朱慧杰，贾永锋，吴星，王赫 | 318 | Web of Science 核心库 | 否 |
| 8 | Fractionation of heavy metals in shallow marine sediments from Jinzhou Bay, China/Journal of Environmental Sciences-China /Wang Shaofeng，Jia Yongfeng，Wang Shuying，Wang Xin，Wang He，Zhao Zhixi，Liu Bingzhu | 2010年22卷23-31页 | 2010年2月10日 | 贾永锋 | 王少锋 | 王少锋，贾永锋，王淑莹，王新，王赫，赵志西，刘炳柱 | 74 | Web of Science 核心库 | 否 |

**承诺：**①本项目所列知识产权符合提名要求且无争议。②已明确告之上述论文（专著）所有作者：所列论文（专著）用于提名2020年辽宁省自然科学奖，项目如获奖后，所列论文（专著）不得再次参评省部级科技奖，如未获奖，所列论文（专著）再次参评须间隔一年。③未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见，与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。④如因上述事项引发争议，将积极配合调查处理并承担相应责任。