**《赤泥多污染物协同净化与高值化利用基础**

**理论研究》项目报奖公示**

**一、项目名称：**赤泥多污染物协同净化与高值化利用基础理论研究

**二、提名者：**云南省环境科学学会

提名等级：环境保护科学技术奖自然科学一等奖或二等奖

**三、项目简介：**

赤泥作为铝工业产生的大宗固废，因其成分复杂、高碱高盐的特性，长期面临资源化利用率低、环境风险突出的全球性难题。针对这一挑战，同时响应国家“双碳”战略下铝行业绿色转型的迫切需求，本项目依托国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金等项目的持续支持，通过十年系统性攻关，在国际上首次构建了赤泥基多污染物协同净化与高值化利用的完整理论体系。研究成果突破了赤泥在烟气脱硫脱硝及多污染物催化净化等领域的关键科学瓶颈，为赤泥多途径资源化提供了理论依据。

针对赤泥传统利用中活性组分利用率低、反应机制不明的核心问题，首次揭示了赤泥中钙-铁-碱多矿物相在脱硫脱硝过程中的动态重构规律，建立了硫/硝污染物迁移转化的矿物相-活性位点调控模型。创新性提出固体碱活化机制，解析了赤泥中游离碱与结合碱的协同脱硫路径，构建了国际首个涵盖热力学平衡与反应动力学的赤泥脱硫脱硝全流程预测模型，指导建成了赤泥用于万方级烟气净化示范工程。首创了臭氧/泥磷耦合赤泥浆液的硫硝同步净化技术，阐明了NO向高价态可溶形态的电子转移-矿物吸附双机制。通过气-液-固三相传质模型优化，使SO₂/NOx协同脱除效率提升至95%以上，相关理论形成专著《大宗工业固废赤泥资源化原理与技术》。突破了赤泥在类芬顿反应中pH依赖性强、稳定性差的限制，开发了酸化-水热-碳热还原多级活化工艺，制备出宽pH适用赤泥碳基催化剂。通过原位表征-理论计算联合手段，锁定Fe₃O₄@C核壳结构为关键活性中心，揭示了污染物降解的自由基-非自由基协同路径，诠释了赤泥基材料工业废水处理中的理论。

**四、代表性论文（5篇）**：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文名称** | **期刊名称** | **年卷期号** | **发表时间** | **全部作者** | **通讯作者（含共同）** | **他引总次数** | **论文署名是否有国外单位和国外作者** |
| 1 | Novel method for high-performance simultaneous removal of NOx and SO2 by coupling yellow phosphorus emulsion with red mud | Chemical Engineering Journal | 2022年428卷131991页 | 2021-8-25 | 刘宇、李彬、雷小丽、刘帅、朱恒希、丁二卯、宁平 | 李彬、宁平 | 99 | 否 |
| 2 | Preparation and application of a novel biochar-supported red mud catalyst：Active sites and catalytic mechanism | Journal of Hazardous Materials | 2021年408卷124802页 | 2020-12-09 | 郭子维、白格、黄兵、蔡楠、郭鹏然、陈樑 | 郭鹏然、陈樑 | 74 | 否 |
| 3 | Simultaneous removal of SO2 and NO using a novel method with red mud as absorbent combined with O3 oxidation | Journal of Hazardous Materials | 2020年392卷122270页 | 2020-02-11 | 李彬、吴恒、刘霄龙、朱廷钰、 刘发高、 赵星婷 | 刘霄龙、朱廷钰 | 74 | 否 |
| 4 | Research on red mud-limestone modified desulfurization mechanism and engineering application | Separation and Purification Technology | 2021年272卷118867页 | 2021-05-04 | 张宇威、钱文敏、周鹏翔、刘宇、雷小丽、李彬、宁平 | 李彬、宁平 | 42 | 否 |
| 5 | Removal of SO2 from flue gas using Bayer red mud: Influence factors and mechanism | J. Cent. South Univ. | 2019年26卷467页 | 2019-02-01 | 陶雷、吴恒、王婕、李彬、王学谦、宁平 | 李彬 | 20 | 否 |

**五、主要完成人**：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **姓 名** | **性别** | **出生年月** | **技术职称** | **文化程度（学位）** | **工 作 单 位** | **对成果创造性贡献** |
| 1 | 李彬 | 男 | 1979.12 | 教授 | 博士 | 昆明理工大学 | 主持国家重点研发计划项目子课题、国家自然科学基金项目，是项目的策划者和直接实施者，对本项目中的重要发现1,2,3均有贡献，对重要发现1,2有突出贡献，是代表作1,3,4,5的第一或通讯作者。直接研究了赤泥资源化脱硫脱硝的原理和技术，并负责了示范工程的实施。 |
| 2 | 郭子维 | 女 | 1993.03 | 无 | 博士 | 昆明理工大学 | 对“重要科学发现”的发现点3中赤泥基多污染净化新材料研发做出了创造性贡献，是代表性论文2的第一作者，另外还是一篇专利和重要论文的第一作者，参与了多项试验研究。 |
| 3 | 晏司 | 男 | 1981.9 | 正高级工程师 | 本科 | 云南绿色环境科技开发有限公司 | 参与横向课题的联合联合，参与国家基金项目，对重要发现1和3有贡献，对推进成果的转化、试验方案设计有贡献。 |
| 4 | 钱文敏 | 男 | 1981.02 | 正高 | 博士 | 云南省生态环境工程评估中心 | 对重要发现1和2有部分贡献，另外，对多项专利和其他论文有贡献，参与了国家自然科学基金项目等，直接参与了实验室研究工作。 |