

专题19: 矿山污染与修复

煤矿酸性废水原位生态修复示范工程 五年运行效果监测研究

陈海燕^{1,3}, 肖唐付^{1,2*}, 宁增平^{1*}, 刘意章¹,
肖青相^{1,3}, 蓝小龙^{1,3}, 马良^{1,3}

1. 中国科学院 地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550081; 2. 广州大学 环境科学与工程学院, 广州 510006; 3. 中国科学院大学, 北京 100049

酸性矿山废水(acid mine drainage, AMD)是矿山环境污染的主要问题之一, 通常具有低pH、高铁、高硫的特征, 腐蚀性强, 对生态系统和环境的破坏严重。因此, 研发高效、经济、绿色的抑制和消除矿山酸性废水的技术已成为当前国内外研究的热点。然而, 已有研究大多停留于石灰石中和、硫化物沉淀、曝气氧化过滤等传统治理工艺, 这种处理方式运行和维护费用高, 可持续性差并且会产生大量的次生污染; 而一些新的技术大多停留在实验室内部的小型模拟试验阶段。本文作者所在研究团队, 通过引进国外先进技术理念, 立足我国酸性矿山废水特征, 研发了一套酸性矿山废水生态修复治理技术, 在通过实验室验证后, 于2013年底在贵州省某废弃煤矿区设计并建立酸性煤矿废水原位生态修复治理试验平台。近五年来, 整个系统持续稳定运行, 对AMD有较好的处理效果, 可明显改善出水水质, 工程示范效果良好。本文简要梳理了近年来的监测数据, 以期总结现有实践经验, 优化系统参数, 提升系统处理效果, 为AMD原位生态修复技术的推广应用提供理论依据和数据支撑。

运行结果表明: 示范工程出水中各项指标明显优于进水, 出水澄清, 基本达到预期工程效果。进水Eh为178.4~330.8mV, 经过处理后有明显升高, 升至299~411.9mV; EC值从3.31~4.33ms/cm经处理后下降至1.92~2.98ms/cm, 表明处理过程有效的降低了水体中游离态离子的含量。整个处理过程对AMD的总酸度消减量可达44.47%~68.52%, 抑酸效果明显。同时, 处理系统对铁、锰、硫等有很好的去除效果。其中, 对Fe(II)去除率为98.9%~99.9%(氧化单元池中Fe(II)的去除率大于96%, 表明氧化单元池对Fe(II)氧化效果较好), 而总铁从AMD进水的648~909.7mg/L(平均值为820.5mg/L)降低至出水口的1~191.3mg/L(平均值为52mg/L), 平均去除率达到93.67%。另外, 处理系统对Mn和SO₄²⁻去除率分别可达73%和29.9%。

实践表明, 研发生态修复技术对煤矿AMD有一定的处理效果, 特别在抑制酸度增加, 消减铁、锰方面效果较好, 但对于硫的去除能力有待提高。后续将在显著提升AMD的pH、高效去除硫等方面重点开展研发工作, 优化参数, 集成高效的AMD生态修复治理技术。

基金项目: 水利部公益性行业科研专项(201501011); 环境保护公益性行业科研专项(201509051); 喀斯特地区重金属污染过程与防控机制研究(U1612442)

第一作者简介: 陈海燕, 女, 博士研究生, 研究方向: 矿山环境修复技术研究及应用. E-mail: chenhaiyan@mail.gyig.ac.cn

*通信作者简介: 肖唐付(1969-), 男, 研究员, 研究方向: 有害元素的生物地球化学循环与人体健康. E-mail: xiaotangfu@vip.gyig.ac.cn; 宁增平(1980-), 男, 副研究员, 研究方向: 毒害元素环境地球化学. E-mail: ningzengping@mail.gyig.ac.cn