

贵州龙里县湾滩河镇白水岩煤矿涌水处理研究

雷 薇¹, 张 超², 王永涛¹

(1.贵州省水利科学研究院, 贵阳 550002; 2.贵州飞翔环保工程有限公司, 贵阳 550002)

摘 要: 根据贵州龙里县“十四五”生态文明专项规划, 加强矿山生态修复。研究龙里县湾滩河镇白水岩煤矿涌水污染治理, 监测涌水水量, 分析出涌水水质呈酸性, 废水主要含 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 。按照有关要求, 设计出水标准为一级 A 标, 工艺比选采用添加熟石灰粉, 经过系统工艺流程, 出水水质稳定达标, 得出该处理工艺适用于煤矿涌水治理, 有效改善湾滩河流域生态环境。

关键词: 煤矿涌水; 酸性废水; 中和处理

中图分类号: TV554

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2022294

雷薇, 张超, 王永涛. 贵州龙里县湾滩河镇白水岩煤矿涌水处理研究[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(Supp.2): 119-121.

LEI Wei, ZHANG Chao, WANG Yongtao. Study on Water Treatment of Baishuiyan Coal Mine in Wanantan Town, Longli County, Guizhou[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2022, 41(Supp.2): 119-121.

0 引言

贵州龙里县湾滩河发源于贵阳市高坡乡, 流经龙里县草原乡石板河、湾寨乡底下河、凯卡河、石头河和摆省的擦耳河汇集而成。其中在龙里县境内河长 30 km, 汇水面积 244 km², 流域内地下水丰富, 有地下泉井 65 处, 径流量 0.202 亿 m³。湾滩河流域地势平缓开阔, 耕地集中连片, 是龙里县粮食的主要产区。

由于 20 世纪 80 年代龙里县湾寨乡、摆省乡一带煤矿遭到私挖滥采, 虽然矿井已被查封处理, 但地质结构遭受破坏, 地下渗水流经矿井, 直接排入湾滩河, 导致水系污染逐步加剧, 直接影响到工农业生产用水和居民用水质量, 使湾滩河流域的生态环境受到了一定程度的破坏。因此, 湾滩河流域治理^[1]迫在眉睫, 势在必行。本研究基于湾滩河镇白水岩煤矿涌水, 研究污水水质水量特征, 提出涌水污染处理工艺, 为进一步解决煤矿污水治理提供参考。

1 白水岩煤矿涌水特征分析

1.1 涌水来源

龙里县白水岩煤矿位于龙里县湾滩河镇摆省乡境内, 属于已关闭煤矿。由于该矿在开采的时候, 开采煤层属于含硫煤层, 山体浸水在经过含硫煤层时,

硫受到氧化和生化作用形成硫酸, 从而形成酸性矿井废水, 酸性废水易溶解土壤中的铁、锰及重金属物质形成矿化度较高废水。因此煤矿在依法关闭后, 煤层浸水逐渐累积淹没采煤巷道后, 煤矿井下涌水顺着主井排出, 形成高矿化度的酸性涌水。涌水在地表流过程中, 重金属离子受到空气中氧气离子氧化, 流经地表的地方, 大面积呈现红色沉淀物质, 并影响地表水体, 危机水生生物, 对环境和生态会造成极大损害。为解决已关闭的白水岩煤矿主井下涌水污染问题, 龙里县政府、湾滩河镇政府在 2016 年陆续委托相关环保公司对白水岩煤矿主井下涌水进行了污染治理的工程设计、施工、运营维护。

1.2 水量特征

白水岩煤矿主日涌水量大约在 60~180 m³/h, 在枯水期, 主井涌水量最低只有 60 m³/h, 丰水期主井涌水量最高有 180 m³/h。

1.3 水质特征

涌水属于酸性废水, 可以认为是硫铁矿在有氧、有水的条件下氧化形成的, 主要含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及其他离子, 如 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 等。游离的硫酸根离子极少, 可以忽略不计。酸性矿井水的主要指标是 SS (悬浮物)、pH 值、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 等 (表 1)。

表 1 水质

Table 1 Water quality

指标	SS	pH 值	COD _{Cr}	Fe^{2+}	Mn^{2+}
数据	88	3.31	90	305	39
一级标准	≤50	6~9	≤50	≤1	≤4

收稿日期: 2022-05-26

基金项目: 贵州省科技厅项目 (黔科合服企[2021]4 号); 贵州省科技厅项目 (黔科合支撑[2021]); 贵州省水利科技项目 (KT201908); 贵州省水利科技项目 (KT202109)

作者简介: 雷薇 (1982-), 女, 瑶族。工程师, 主要从事喀斯特水资源环境方面的研究。E-mail: 21498135@qq.com

2 污水处理工艺

2.1 设计原则

1) 符合当地环保部门要求和水质达标要求, 选择合理的废水处理工艺, 确保处理后的出水达标排放。

2) 合理选择和利用原废水处理构筑物及设备, 尽量减少工程投资。

3) 投资省、运行费用低、操作管理和维修方便。

4) 避免对周围环境造成二次污染。

2.2 工艺方案比选

针对酸性煤矿废水^[2-4], 主要采用工艺基本都是加碱中和、再曝气氧化工艺。工艺技术主要有石灰石滚筒法、升流式中和滤池、熟石灰粉(表2), 经比选采用添加熟石灰粉。

表2 工艺技术

Table 2 Process technology

工艺技术	优点	缺点
石灰石滚筒法	石灰石费用较低	石灰石颗粒杂质较多, 不易排出, 滚筒噪声大、体积庞大, 不易安装。
升流式中和滤池	运行费用低, 占地小, 反应充分	易堵塞、频繁更换滤料繁琐、腐蚀性大。
熟石灰粉	投加设备简单、可操控性高, 设备造价低。易于管理	熟石灰粉比石灰石贵。

2.3 工艺流程设计

根据涌水水质分析报告和技术方案必选。为了保

证稳定的去除铁、锰效果和充分利用原有废水处理构筑物, 对煤矿涌水处理工艺流程为:

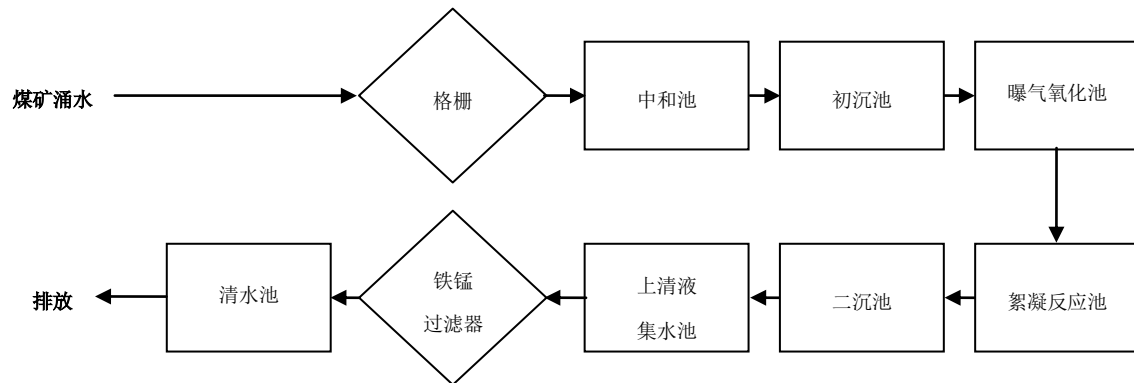


图1 涌水处理工艺流程图

Fig.1 Water treatment process flow chart

煤矿涌水自流经过格栅流入中和池, 中和池中加入熟石灰粉, 控制池中水 pH 值在 9~10 左右, 经过中和过后的水自流进入进水池, 水池中能沉淀大颗粒不溶解物质, 水池连接初沉池, 沉淀后, 水中沉淀物通过初沉池底部的排泥管排出, 上清液通过集水槽自流入曝气氧化池, 在鼓风曝气的作用下, 空气中氧气将废水中未反应沉淀的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 再在 OH^- 的作用下使大部分 Fe^{3+} 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Mn^{2+} 生成 MnO_2 稳定的沉淀物质, 并通过氧化反酸反应使废水 pH 值降低至标准范围内, 曝气氧化过后的废水, 加入助凝剂 PAM, 通过絮凝反应, 在二沉池中完成泥水分离, 上清液通过集水槽自流入集水池, 在集水池内增加曝气工艺, 提高水中溶解氧, 以便后续锰砂过滤氧化膜形成, 经曝气增氧过后的水用泵打入锰砂过滤器, 过滤后出水流入清水池排放^[5]。

3 工程综合评价

龙里县湾滩河承载着龙里县经济社会生态的发

展, 受历史原因导致煤矿涌水污染, 经过政府的大力整治, 采用煤矿废水处理工艺进行处理后, 去除涌水中铁、锰离子, 调节水的 pH 值, 出水水质符合《煤炭工业污染物排放标准》(GB 20426-2006)、《贵州省环境污染物排放标准》(DB52/864-2013) 的标准。

处理工艺采取加碱中和、再曝气氧化的方法, 提高废水 pH 值, 减少工艺内设备及管道腐蚀强度, 促进废水中的金属离子与碱反应产生沉淀物质。通过曝气增加废水中的溶解氧, 可以提高废水的电极电位, 使铁、锰二价离子被氧化。工程不仅配备中和池、初沉池、曝气池、絮凝池、沉淀池、过滤器等设施设备。根据工艺各阶段控制要求, 采用全自动 PLC 程序控制和人机界面操作系统, 来完成整个的水处理过程, 在运行过程中, 如果原水因开采煤层不同水质发生重大变化, 可通过实际情况改变程序结构和控制工艺参数来满足水处理工艺的要求, 增加了运行灵活性。因此, 湾滩河镇白水岩煤矿涌水处理工艺, 具备结构清晰, 处理水质稳定, 易于管理和维护、能耗低等优点。

4 结论与建议

贯彻“绿水青山就是金山银山”的论断，就要保证每一条河流不被污染。龙里县湾滩河流域存在历史原因导致的煤矿涌水的污染威胁，需要用现代污水处理工艺进行处理，使排水达到相关标准，才达到环境保护的目的。

为工程能正常运转，继而可持续发挥效益。因此，建议加强对湾滩河镇白水岩煤矿涌水处理的监管，采用政府财政补贴的方式，保障工程正常运转；处理好工艺产生的固废，研究固废制造砖瓦等再利用方式，减少固废排放；加强工程管理，形成标准化规范化的管理模式，有利于工程长效运行。

参考文献：

- [1] 栗欣如, 姜文来, 关鑫, 等. 我国水利绿色发展研究进展[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(11): 49-55.
- [2] 郭超, 刘怀英, 马兆瑞, 等. 煤矿废水处理工艺及应用分析[J]. 煤炭工程, 2015, 47(5): 79-82.
- [3] 鞠鑫, 李韵, 刘晓威, 等. 关于煤矿废水的处理研究进展[J]. 环境保护, 2015, 29(6): 4-6.
- [4] 邓仁健, 任伯帆, 王政华, 等. 高悬浮物煤矿废水处理工程的调试与运行[J]. 给水排水, 2009, 45(11): 66-68.
- [5] 黄雪平. 酸性废水处理底泥资源化利用途径研究[J]. 铜业工程, 2018(6): 20-22.

Study on Water Treatment of Baishuiyan Coal Mine in Wanantan Town, Longli County, Guizhou

LEI Wei¹, ZHANG Chao², WANG Yongtao¹

(1. Guizhou Academy of Hydraulic Sciences, Guiyang 550002, China;

2. Guizhou Feixiang Environmental Protection Engineering Co. Ltd., Guiyang 550002, China)

Abstract: According to the 14th Five-Year Plan for ecological civilization special plan of Longli County, Guizhou province, mine ecological restoration will be strengthened. To study the water pollution control of Baishuiyan coal mine in Wanantan Town, Longli County, the water inflow was monitored, and the gushing water quality was acidic, and the wastewater mainly contained Fe^{2+} and Mn^{2+} . According to the relevant requirements, the design water standard is grade A standard, and the process selection adds cooked lime powder. After the system process, the water quality steadily reaches the standard. It is concluded that the treatment process is suitable for coal mine water gushing treatment and effectively improves the ecological environment of Wantan river basin.

Key words: water gushing in coal mines; acid wastewater; neutralization treatment

责任编辑：白芳芳