



推荐阅读:

[广西城市污水处理厂污泥产生及处置现状分析](#)

[平顶山市煤矿区土壤重金属污染程度评价](#)

[基于灰色关联分析法的宜昌市空气质量影响因素分析](#)

[废旧锂离子电池流向及管理现状调研](#)

[生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景](#)

[环境敏感区农村生活污水处理工艺设计案例分析](#)

[氨法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺在焦炉烟气净化中的应用](#)

[反渗透双膜工艺处理印染废水研究进展](#)

[重金属污染土壤修复技术研究进展](#)

[基于 SARIMA 模型的二氧化氮时间序列预测研究](#)

[碳基功能材料在土壤修复中的应用](#)

[虾蟹壳对水中刚果红吸附性能的研究](#)

[农村生活垃圾生物质热解和燃烧气相数值模拟](#)

[基于灰色 GM\(1, 1\)模型的成都市大气污染物浓度预测](#)

[江苏省非道路移动源大气污染排放清单研究](#)

[欧盟 15 国污水污泥产生量与处理处置方法对比](#)

[基于 Hydrus-1D 的粉煤灰堆场 Cr\(VI\) 在包气带中迁移规律的研究](#)

[工业废水活性炭深度处理的研究](#)



移动扫码阅读

郑彭生,杨建超,郭中权,等.酸性矿井水中和—絮凝沉淀除铁试验研究[J].能源环境保护,2019,33(5):36-38.

ZHENG Pengsheng, YANG Jianchao, GUO Zhongquan, et al. Experimental study on iron removal of acidic mine water in neutralization-flocculation precipitation[J]. Energy Environmental Protection, 2019, 33(5): 36-38.

酸性矿井水中和—絮凝沉淀除铁试验研究

郑彭生¹, 杨建超¹, 郭中权¹, 王宇龙², 张杰²

(1. 煤科集团杭州环保研究院有限公司, 浙江 杭州 311201;

2. 山西和顺天池能源有限责任公司, 山西 晋中 032700)

摘要:为使酸性矿井水总铁浓度达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类要求,将中和沉淀与絮凝工艺相结合,分析了CaO、NaOH、PAC等药剂投加量对处理效果的影响。结果表明:在原水总铁浓度为466 mg/L、Fe²⁺浓度为15.6 mg/L、pH=3.04的条件下达到同等除铁效果,采用CaO作为中和剂的投加量少于NaOH;在单独投加1 200 mg/L CaO的情况下,pH达到7.43,总铁及Fe²⁺浓度分别降至5.7 mg/L和0.06 mg/L,总铁去除率达到98.8%;选用CaO投加量为1 000 mg/L情况下的中和沉淀上清液(pH=6.26)进行絮凝强化处理,当PAC和PAM投加量分别为30 mg/L和0.2 mg/L时,总铁浓度由11.8 mg/L降至0.28 mg/L。

关键词:酸性矿井水;中和;絮凝;除铁

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:1006-8759(2019)05-0036-03

Experimental study on iron removal of acidic mine water in neutralization-flocculation precipitation

ZHENG Pengsheng¹, YANG Jianchao¹, GUO Zhongquan¹, WANG Yulong², Zhang Jie²

(1. Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China; 2. Shanxi Heshun Tianchi Energy Co., Ltd., Jinzhong 032700, China)

Abstract: To make the total iron concentration of acidic mine water for meeting type III of the environmental quality strands for surface water, the combination technology of neutralization precipitation and flocculation was used. And the treatment effects influenced by medicament dosage such as CaO, NaOH and PAC were analyzed. The results indicate that: Under the raw water quality of 466 mg/L total iron, 15.6 mg/L ferrous iron and pH=3.04, the dosage of CaO as the neutralizing agent was less than NaOH to remove the commensurable iron. At the CaO dosage of 1 200 mg/L, the pH, concentration of total iron and ferrous iron were respectively achieved at 7.43, 5.7 mg/L and 0.06 mg/L with the total iron removal rate of 98.8%. The upper clear liquid neutralized with the CaO dosage of 1 000 mg/L was used as the raw water (pH=6.26) for the stepped-up flocculation experiments. Under the PAC dosage of 30 mg/L and PAM dosage of 0.2 mg/L, the concentration of total iron was reduced from 11.8 mg/L to 0.28 mg/L.

Key words: acid mine water; neutralization; flocculation; iron removal

0 引言

高硫煤层开采过程中,煤中的FeS₂发生一系列物化、生化反应,使矿井水呈酸性,其pH一般在2~6之间,Fe³⁺、Fe²⁺、Mn²⁺、SO₄²⁻浓度较高^[1,2]。我国酸性矿井水主要分布在陕、晋、鲁、皖、蒙、川、

桂、贵等省区。若酸性矿井水处理不当,外排会直接破坏地表水环境,回用于生产会造成设备或管路腐蚀、结垢^[3]。目前,酸性矿井水除铁的主要方法包括中和法、接触氧化过滤法和微生物法。中和法应用最为广泛,除铁效果稳定,但碱性药剂投加大,产泥量大,处理成本较高^[4]。接触氧化过滤工艺建设及运行成本高,除铁效果较为有限^[5]。微生物法运行成本低,无二次污染,但出水稳定性有待提高,目前仍处于实验研究阶段^[6-8]。《煤炭工业污染物排放标准》(GB20426-2006)要求新建煤矿矿井水处理站出水总铁 $\leq 6\text{mg/L}$ 。而我国西部地区煤矿多处于严重缺水地区,接纳水体有限,部分煤矿酸性矿井水总铁含量高,总铁排放浓度需达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类要求(标准限值 0.3mg/L)。鉴于中和法除铁的应用优势和研究水平,笔者针对煤矿酸性矿井水高标准处理要求,开展试验研究以优化反应方式,提高除铁效果并且减少中和剂投加量,为工艺设计提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 原水水质

试验用水为山西某煤矿主井矿井水,原水水质情况:总铁浓度 466mg/L 、 Fe^{2+} 浓度 15.6mg/L 、 SO_4^{2-} 浓度 $2\,582\text{mg/L}$ 、 pH 3.04、TDS $7\,509\text{mg/L}$ 。

1.2 试验方法

试验采用 ZR4-6 程控式搅拌机,选用的中和药剂为 CaO 和 NaOH ,絮凝剂为聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)。总铁、 Fe^{2+} 质量浓度测定采用邻菲罗啉分光光度法, pH 测定采用玻璃电极法。中和沉淀试验中,首先分别向各烧杯加入原水 $1\,000\text{mL}$,然后向各烧杯投加不同量中和剂,以 200r/min 快速搅拌 1min ,再以 60r/min 慢速搅拌 19min ,静置沉淀 30min 后取上清液测试出水指标。絮凝强化试验中,首先分别向各烧杯加入化学沉淀后矿井水上清液 $1\,000\text{mL}$,然后向各烧杯投入不同量 PAC 和 0.2mg/L PAM,以 200r/min 快速搅拌 1min ,再以 60r/min 慢速搅拌 14min ,静置沉淀 15min 后取上清液测试出水指标。

2 结果与讨论

2.1 CaO 投加量对处理效果的影响

CaO 投加量对除铁效果和 pH 的影响如图 1、2 所示。随着 CaO 投加量的提高,出水总铁及 Fe^{2+} 浓度呈下降趋势,出水 pH 呈上升趋势。在 CaO 投加

量为 $1\,000\text{mg/L}$ 时, pH 上升至 6.26,总铁及 Fe^{2+} 浓度分别降至 11.8mg/L 和 0.11mg/L ,总铁及 Fe^{2+} 去除率分别达到 97.5% 和 99.3% 。在 CaO 投加量为 $1\,200\text{mg/L}$ 的情况下, pH 上升至 7.43,总铁及 Fe^{2+} 浓度分别降至 5.7mg/L 和 0.06mg/L ,出水总铁浓度达到 GB20426-2006 要求,总铁及 Fe^{2+} 去除率分别达到 98.8% 和 99.6% 。此后继续提高 CaO 投加量仍无法使出水总铁浓度降至 0.3mg/L ,另外还会导致 pH 升高,存在 pH 超标($\text{pH}>9$)风险。

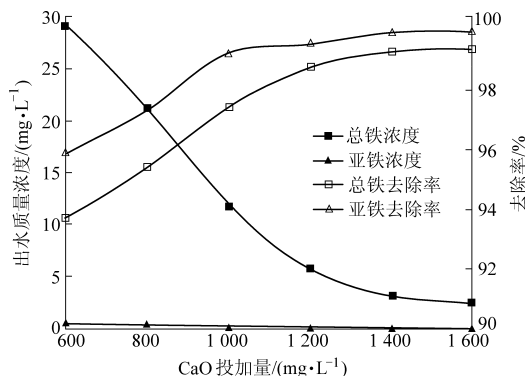


图 1 CaO 投加量对除铁效果的影响

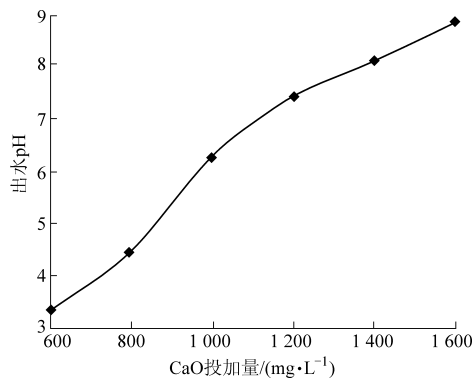


图 2 CaO 投加量对出水 pH 的影响

2.2 NaOH 投加量对处理效果的影响

NaOH 投加量对除铁效果和 pH 的影响如图 3、图 4 所示。随着 NaOH 投加量的提高,出水总铁及 Fe^{2+} 浓度呈下降趋势,出水 pH 呈上升趋势。在 NaOH 投加量为 $1\,000\text{mg/L}$ 的情况下, pH 上升至 6.04,总铁及 Fe^{2+} 浓度分别降至 14.6mg/L 和 0.08mg/L ,总铁及 Fe^{2+} 去除率分别达到 96.9% 和 99.5% 。在 NaOH 投加量为 $1\,400\text{mg/L}$ 的情况下, pH 上升至 8.03,总铁浓度降至 2.9mg/L ,总铁去除率达到 99.4% , Fe^{2+} 得到完全去除,出水总铁浓度达到 GB20426-2006 要求。继续提高 NaOH 投加量至 $1\,600\text{mg/L}$,仍未使出水总铁浓度降至 0.3mg/L 。

CaO 与 NaOH 两种中和剂相比, CaO 投加量较少,但在同等投加量下,出水浊度较高。投加这

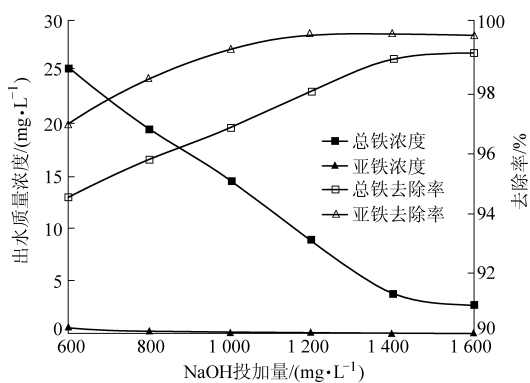


图3 NaOH投加量对除铁效果的影响

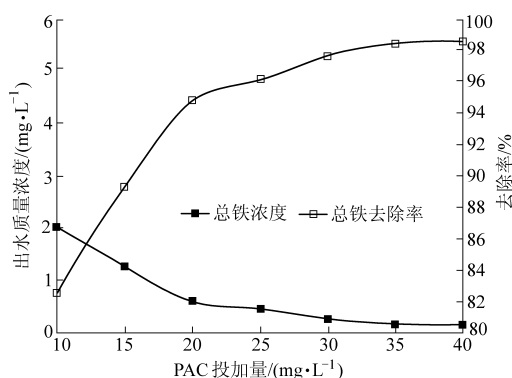


图5 PAC投加量对除铁效果的影响

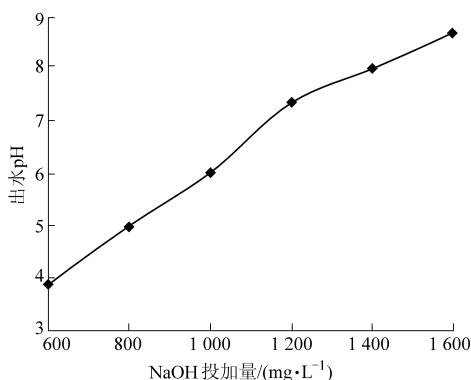


图4 NaOH投加量对出水pH的影响

两种碱性药剂均可有效提高pH并通过沉淀方式去除总铁,Fe²⁺也可以被全部去除,但药剂投加量大,碱性条件下对总铁的深度去除能力仍然较差。相对而言,生石灰价格仅为苛性钠价格的1/10~1/8,前者更适合应用于矿井水的地面处理,可作为中和沉淀除铁单元的关键药剂。

2.3 絮凝沉淀对除铁效果的影响

考虑到药剂成本,在pH达标的前提下继续通过提高中和剂投加量的方式强化总铁去除效果实际并不可取。另外,中和沉淀除铁反应时间及沉淀时间较长,出水浊度较高,上清液残留较多胶体,从而导致出水总铁浓度难以达到GB3838-2002Ⅲ类要求。

根据中和沉淀试验结果,在pH达标的前提下,选用CaO投加量为1000 mg/L情况下的中和沉淀上清液(pH=6.26)进行絮凝试验,PAC投加量对除铁效果的影响如图5所示。在初始总铁浓度为11.8 mg/L的条件下,总铁去除率随PAC投加量的加大而提高,这一变化趋势在10~30 mg/L范围内尤为明显,总铁去除率由82.6%上升至97.6%。当PAC投加量达到30 mg/L,出水总铁浓度降至0.28 mg/L,达到GB3838-2002Ⅲ类要求。在pH>6的前提下,通过絮凝沉淀可实现总铁的深度去除,并大幅减少中和剂投加量。

3 结论

(1)采用CaO作为中和沉淀药剂处理酸性矿井水,在CaO投加量为1200 mg/L的情况下,出水pH上升至7.43,总铁及Fe²⁺浓度分别降至5.7 mg/L和0.06 mg/L,出水总铁浓度达到GB20426-2006要求,总铁及Fe²⁺去除率分别达到98.8%和99.6%。

(2)采用NaOH作为中和沉淀药剂处理酸性矿井水,在NaOH投加量为1400 mg/L的情况下,出水pH上升至8.03,总铁浓度降至3.8 mg/L,总铁去除率达到99.4%,Fe²⁺得到完全去除,出水总铁浓度达到GB20426-2006要求。

(3)选用CaO投加量为1000 mg/L情况下的中和沉淀上清液(pH=6.26)进行絮凝强化试验,当PAC和PAM投加量分别为30 mg/L和0.2 mg/L时,出水总铁浓度降至0.28 mg/L,达到GB3838-2002Ⅲ类要求,通过絮凝沉淀作用可进一步强化总铁去除效果,并大幅减少中和剂投加量。

参考文献

- [1] 郭娟.煤矿酸性矿井水处理方法研究[J].能源环境保护,2013,27(2):39-42.
- [2] 范泽文,和丽萍,徐西蒙,等.煤矿酸性矿井水中Fe²⁺处理试验研究[J].洁净煤技术,2014,20(4):103-105.
- [3] 李国东.酸性矿井水处理工艺设计[J].工业用水与废水,2017,48(5):76-79.
- [4] 周争,赵丽,葛小鹏,等.酸性矿井水中和沉淀法除铁优化[J].环境工程学报,2014,8(6):2347-2352.
- [5] 方韬,郑利祥,谢毫,等.接触氧化过滤法处理含铁矿井水的中试研究[J].能源环境保护,2016,30(2):14-16.
- [6] Sánchezandrea I, Sanz J L, Bijmans M F, et al. Sulfate reduction at low pH to remediate acid mine drainage.[J]. Journal of Hazardous Materials, 2014, 269:98-109.
- [7] 董慧,张瑞雪,吴攀,等.利用硫酸盐还原菌去除矿山废水中污染物试验研究[J].水处理技术,2012,38(5):31-35.
- [8] 盛益之,王广才,刘莹,等.煤矿酸性矿井水主动式生物修复中铁的行为与归宿[J].地学前缘,2018,25(4):299-306.