



移动扫码阅读

李福勤,朱云浩,焦亚楠.二次混凝+沉淀工艺处理高岩粉矿井水试验研究[J].能源环境保护,2019,33(6):6-8+46.
LI Fuqin, ZHU Yunhao, JIAO Yanan. Experimental study on treatment of high rock powder mine water by secondary coagulation and precipitation process[J].Energy Environmental Protection,2019,33(6):6-8+46.

二次混凝+沉淀工艺处理高岩粉矿井水试验研究

李福勤,朱云浩,焦亚楠

(河北工程大学 能源与环境工程学院,河北 邯郸 056038)

摘要:针对河北某矿矿井水岩粉含量较高(原水浊度为340 NTU)、预沉后水质发白等问题,采用二次混凝+沉淀工艺进行处理,研究了混凝剂、助凝剂、投加方式与投加量对处理效果的影响。结果表明:最佳混凝剂为PAC,最佳助凝剂为阴离子型PAM;最佳投加方式为一次混凝投加100 mg/L PAC、二次混凝投加20 mg/L PAC与0.6 mg/L PAM,这一加药条件下的沉淀出水浊度为4.6 NTU,浊度去除率达到98.7%,PAC投加量较一次混凝沉淀减少29.4%;采用二次混凝+沉淀工艺能减少药剂投加量并提高悬浮物去除效率。

关键词:高岩粉矿井水;二次混凝;沉淀

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2019)06-0006-03

Experimental study on treatment of high rock powder mine water by secondary coagulation and precipitation process

LI Fuqin, ZHU Yunhao, JIAO Yanan

(College of Energy and Environmental Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Facing at the problems of high rock powder in a mine's water in Hebei (The original water turbidity is 340 NTU) and water turning white after pre-sinking, the treatment was carried out by secondary coagulation and precipitation process. The effects of coagulant, flocculant, dosing method and dosage on the treatment effect were studied. The results showed that the best coagulant was PAC and the flocculant was anionic PAM. The best dosing method and dosage were 100 mg/L PAC for the first coagulation and 20 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM for the second coagulation. By using such dosing method, the turbidity of precipitated water was 4.6 NTU, the turbidity removal rate was 98.7%, and the dosage of PAC decreased by 29.4% compared with the primary coagulation precipitation. Thus the secondary coagulation and precipitation process can reduce the dosage of the drug and improve the treatment efficiency.

Keywords: High rock powder mine water; Secondary coagulation; Precipitation

0 引言

矿井水是煤炭开采过程中产生的一种特殊废水,其水质与普通地表水和地下水的水质有明显的差异,具有显著的煤炭行业特征。通常采用混凝沉淀+过滤工艺去除矿井水中悬浮物,能够达到

回用的水质要求。但是,不同煤矿的矿井水水质有很大差异,某些高悬浮物或高岩粉矿井水常规处理效果较差,或需要大量的混凝药剂,为此针对具体矿井水进行混凝试验确定最佳混凝剂、助凝剂和投加方式,具有一定实用价值^[1-6]。

二次混凝+沉淀工艺是基于接触絮凝、絮体的

收稿日期:2019-07-03

基金项目:河北省重点研发计划项目(19213602D)

第一作者简介:李福勤(1966-),男,山西吕梁人,教授,博士,主要研究方向为水污染控制工程及资源化、膜法水处理技术。

E-mail: lifuqin2003@163.com

破碎与再生的理论产生的。其机理是在第一次混凝时,水中一部分胶体颗粒脱稳凝聚到一起形成絮体,当第二次混凝时,这些微小絮体就能进一步吸附、接触碰撞、接触絮凝原水中剩余的细小颗粒,加强了悬浮物的去除^[7-9]。廖祁明^[10]采用两级混凝沉淀工艺对不同浊度的黏土水进行了研究,表明两级混凝沉淀工艺对高浊度水的处理效果优于一级混凝沉淀。

本文针对河北某矿高岩粉矿井水进行混凝沉淀试验,考察混凝剂与助凝剂种类、投加方式与投加量对处理效果的影响,为实际工程提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 原水水质

试验水样取自河北某矿井,水质指标为:浊度 320~360 NTU,悬浮物含量为 380~410 mg/L,其中岩粉含量较高,预沉后水质发白,经检测元素组合为 O-Si-Al-K,初步判断为伊利石。

1.2 试验药剂与仪器

试验选用混凝剂为聚合氯化铝(PAC)、聚合硫酸铁(PFS)、聚合氯化铝铁(PAFC)、硫酸铝($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)、三氯化铁(FeCl_3),使用时均配成质量分数为 1% 的水溶液。助凝剂为聚丙烯酰胺(阴离子型、阳离子型),分子量均为 1 200 万,使用时均配成质量分数为 0.1% 的水溶液。

试验仪器:ZR4-6 混凝试验搅拌机(深圳中润);HACH 2100AN 型台式浊度仪。

1.3 试验方法

采用烧杯搅拌静态单因素试验。将采取的矿井水样摇匀,分别取 1 000 mL 水样于 6 个 1 000 mL 烧杯中,将烧杯放置在六联混凝试验搅拌机上,水力条件及加药方式:一次加药,快速搅拌 1 min,转速 120 r/min;慢速搅拌 10 min,转速 60 r/min;静置沉淀 10 min。静置沉淀后用移液枪于液面下 1~2 cm 处吸取上清液进行浊度测定,筛选出最佳的混凝剂与助凝剂。

使用最佳的混凝剂与助凝剂通过单因素法控制不同的投加方式、投加量进行二次混凝+沉淀试验,水力条件及加药方式为:一次加药,快速搅拌 1 min,转速 120 r/min;慢速搅拌 10 min,转速 60 r/min;静置沉淀 10 min;二次加药,快速搅拌 1 min,转速 120 r/min;慢速搅拌 10 min,转速 60 r/min;静置沉淀 10 min。筛选出最佳试验条件。

2 结果与讨论

2.1 最佳混凝剂的选取

5 种混凝剂对矿井水浊度去除率的影响如图 1 所示。

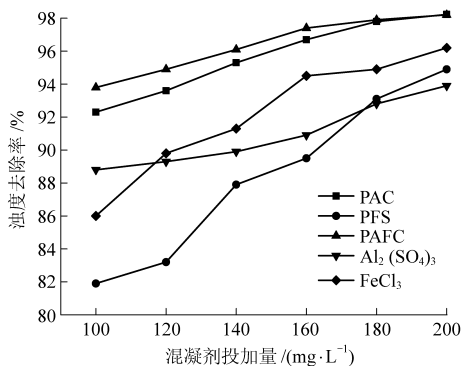


图1 混凝剂投加量对浊度去除率的影响

图 1 表明,随着投加量的增大,5 种混凝剂的浊度去除率均呈增长的趋势。其中 PAC 和 PAFC 对浊度的去除效果接近,优于其他 3 种混凝剂,综合考虑经济性,确定最佳混凝剂为 PAC,最佳投加量为 170 mg/L。

2.2 最佳助凝剂的选取

以最佳 PAC 投加量为基础,分别测试阳离子型 PAM、阴离子型 PAM 投加量对矿井水浊度去除率的影响,结果如图 2 所示。

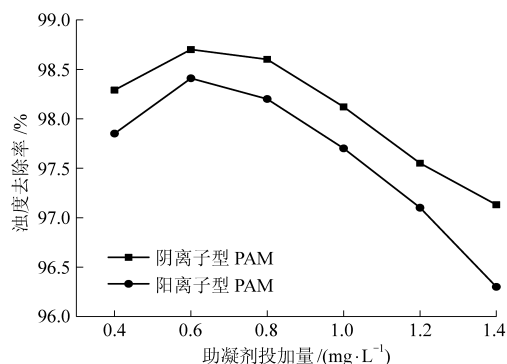


图2 助凝剂投加量对浊度去除率的影响

由图 2 可知,在投加量为 0.4~0.6 mg/L 之间时,两种类型的 PAM 浊度去除率均呈上升的趋势,在 0.6 mg/L 之后开始下降。总体来说,阴离子型 PAM 的浊度去除率高于阳离子型 PAM。因此,最佳助凝剂为阴离子型 PAM。当 PAC 投加量为 170 mg/L,阴离子型 PAM 投加量为 0.6 mg/L 时,矿井水出水浊度为 4.6 NTU,浊度去除率为 98.7%。

以上混凝剂投加量明显高于常规矿井水混凝加药量,为了减少药剂投加量,采用二次混凝+沉淀工艺进行试验。

2.3 二次混凝+沉淀工艺混凝剂最佳投加方式确定

使用 PAC 与阴离子型 PAM 进行二次混凝+沉淀试验,根据常规矿井水处理 PAC 投加量一般在 50~100 mg/L,为此,在 PAC 投加量为 100 mg/L、PAM 投加量为 0.6 mg/L 的基础上,分别考察第一组:一次投加 50 mg/L PAC、二次投加 50 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM;第二组:一次投加 40 mg/L PAC、二次投加 60 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM;第三组:一次投加 60 mg/L PAC、二次投加 40 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM;第四组:一次投加 80 mg/L PAC、二次投加 20 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM;第五组:一次投加 20 mg/L PAC、二次投加 80 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM;5 种投加方式对矿井水浊度去除率的影响,结果如图 3 所示。

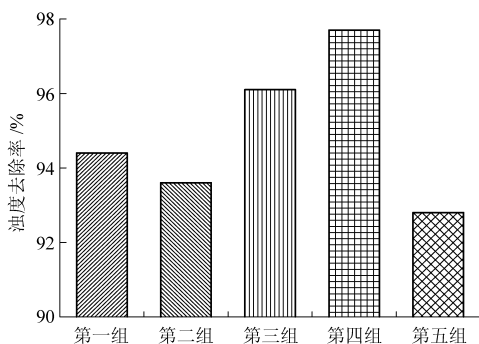


图3 混凝剂不同投加方式对浊度去除率的影响

由图 3 可知,一次投加 80 mg/L PAC、二次投加 20 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM 效果最好。

2.4 二次混凝+沉淀工艺助凝剂最佳投加方式确定

在 PAC 一次投加 80 mg/L、二次投加 20 mg/L 的基础上,考察助凝剂阴离子型 PAM 投加量为 0.6 mg/L 的分配方式。第一组:一次投加 0.2 mg/L PAM、二次投加 0.4 mg/L PAM;第二组:一次投加 0.4 mg/L PAM、二次投加 0.2 mg/L PAM;第三组:一次投加 0.3 mg/L PAM、二次投加 0.3 mg/L PAM;第四组:一次不投加 PAM、二次投加 0.6 mg/L PAM 四种投加方式对矿井水浊度去除率的影响,结果如图 4 所示。

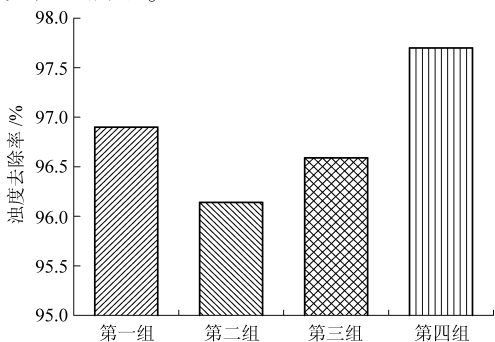


图4 絮凝剂不同投加方式对浊度去除率的影响

由图 4 可知,只在二次混凝时投加 PAM 的方式对原水浊度的去除率高于在一、二次混凝时均投加 PAM 的方式。原因是在一次混凝时,PAC 水解后的产物能通过压缩双电层、电性中和的作用使胶体脱稳而聚集,此时投加一定量的 PAM 虽然能促进混凝效果,但是当第二次混凝时,这些絮凝体会因为搅拌强度过大而破碎。因此,在控制 PAM 投加量不变的情况下,只在二次混凝时投加的方式对原水浊度的去除效率更高。

2.5 二次混凝+沉淀工艺混凝剂最佳投加量确定

在二次混凝投加 20 mg/L PAC+0.6 mg/L PAM 基础上,考察一次混凝 PAC 投加量对矿井水出水浊度及浊度去除率的影响,结果如图 5 所示。

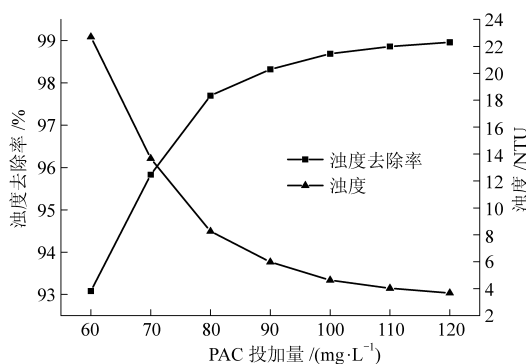


图5 PAC 投加量对浊度去除率的影响

由图 5 可知,随着一次混凝时 PAC 投加量的增加,出水浊度不断降低,浊度去除率不断提高,当投加量超过 100 mg/L 时,浊度去除率的增长速率逐渐缓慢。因此,确定一次混凝 PAC 最佳投加量为 100 mg/L。此时,出水浊度降为 4.6 NTU,浊度去除率高达 98.7%,与一次混凝沉淀相同处理效果比较,PAC 投加量减少了 50 mg/L(29.4%)。

2.6 二次混凝+沉淀工艺助凝剂最佳投加量确定

在一次混凝投加 100 mg/L PAC、二次混凝投加 20 mg/L PAC 的基础上,考察阴离子型 PAM 的投加量对矿井水出水浊度及浊度去除率的影响,结果如图 6 所示。

由图 6 可知,当阴离子型 PAM 投加量在 0.4~0.6 mg/L 之间时,矿井水出水浊度持续下降,浊度去除率不断升高。当投加量超过 0.6 mg/L 时,出水浊度呈缓慢上升的趋势,浊度去除率呈缓慢下降的趋势。原因是 PAM 作为一种有机高分子聚物质,具有较大的分子链结构,其分子链上有能强烈吸附悬浮物的官能团,从而起到吸附架桥的作用。但当 PAM 投加量过多时,胶体颗粒间就会

(下转第 46 页)

Engineering Procedia.2011,1:195-205.

- [4] 吴志炯,董秀成,皮光林.我国石油化工合同能源管理项目风险评价[J].天然气工业,2017,37(2):112.
- [5] 高欣,阮红权,薛文娟,等.节能服务公司利益最大化视角的 EPC 合同参数决策模型[J].同济大学学报(自然科学版),2018,46(11):1601.
- [6] Li Y., Qiu Y.M., Wang Y.D.Explaining the contract terms of energy performance contracting in China: The importance of effective financing[J].Energy Economic,2014,45:401-411.
- [7] Kostka G., Shin K.Energy conservation through energy service companies; Empirical analysis from China[J].Energy Policy,2013,52:748-759.
- [8] Qian D., Guo J.E.Research on the energy-saving and revenue sharing strategy of ESCOs under the uncertainty of the value of energy performance contracting projects[J].Energy Policy,2014,73:710-721.
- [9] Xu P.P., Chan E.H., W. Visscher H.J., et al.Sustainable building

energy efficiency retrofit for hotel buildings using EPC mechanism in China; Analytic Network Process (ANP) approach[J].Journal of Cleaner Production,2014,107:378-388.

- [10] Deng Q.L., Zhang L.M., Cui Q.B., et al. A simulation-based decision model for designing contract period in building energy performance contracting[J].Build and Environment,2014,71:71-80.
- [11] 中国节能协会节能服务产业委员会(EMCA).合同能源管理项目案例集:2011-2015[M].北京:中国经济出版社,2017.
- [12] 彭鸿广,骆建文.信息不对称下节能服务外包合同的设计[J].预测,2014,33(6):60.
- [13] Ruan HQ, Gao X, Mao C X. Empirical study on annual energy-saving performance of energy performance contracting in China[J].Sustainability,2018,10(5):1666.
- [14] 杰弗里 M 伍德里奇.计量经济学导论(第四版)[M].北京:中国人民大学出版社,2010.

(上接第 8 页)

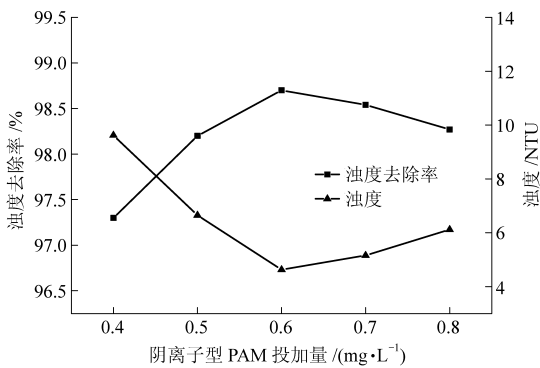


图 6 阴离子型 PAM 投加量对浊度去除率的影响

就会被其水解产生的高分子链覆盖,从而产生“胶体保护现象”,使胶体颗粒无法脱稳。因此,确定阴离子型 PAM 最佳投加量为 0.6 mg/L。

3 结论

采用烧杯搅拌静态单因素试验对河北某矿高岩粉矿水(原水浊度为 340 NTU)进行试验研究。得出结论如下:

(1)从经济方面考虑,PAC 为最佳混凝剂,阴离子型 PAM 为最佳助凝剂。

(2)最佳投加方式和最佳投加量为:一次投加 PAC 100 mg/L、二次投加 PAC 20 mg/L+阴离子型 PAM 0.6 mg/L,出水浊度降为 4.6 NTU,浊度去除

率高达 98.7%。

(3)当浊度去除率为 98.7%时,二次混凝+沉淀工艺 PAC 投加量较一次混凝沉淀减少了 50 mg/L,表明采用二次混凝+沉淀工艺能起到减少药剂投加量和提高处理效率的作用。

参考文献

- [1] 李福勤,贾玉丽,孟立,等.高悬浮物矿井水混凝试验及应用[J].能源环境保护,2016,30(3):20-22.
- [2] 杨静,李福勤,邵立南,等.矿井水中悬浮物特征及其净化关键技术[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2008(3):458-460.
- [3] 谭金生,黄昌凤,郭中权.高悬浮物高矿化度矿井水处理工艺及工程实践[J].能源环境保护,2013,27(3):30-32+42.
- [4] 何绪文,贾建丽.矿井水处理及资源化的理论与实践[M].北京:煤炭工业出版社,2009:38-59.
- [5] 李福勤,李硕,何绪文,等.煤矿矿井水处理工程问题及对策[J].中国给水排水,2012,28(2):18-20.
- [6] 何绪文,李福勤.煤矿矿井水处理新技术及发展趋势[J].煤炭科学技术,2010,38(11):17-21.
- [7] 孙庆.多级加药用于煤泥水沉降澄清技术的研究[D].淮南:安徽理工大学,2014.
- [8] 李威.两级混凝沉淀工艺处理高浊水的试验研究[D].重庆:重庆大学,2010.
- [9] 齐玉玲,黄晓东,张金松,等.二次微絮凝改善过滤效果的试验研究[J].中国给水排水,2005(2):34-36.
- [10] 廖祁明.多重絮凝的机理研究[D].武汉:武汉理工大学,2010.