

加载混凝处理铁路隧道施工废水实验研究

宋政文

伊春鹿鸣矿业有限公司

摘要:以铁路隧道施工废水为实验用水进行加载混凝沉淀实验研究,通过考察沉淀后上层清液的剩余浊度和悬浮物(SS)含量,优化混凝药剂、助凝药剂的投加条件,并对比了活性炭、微砂、磁粉、混凝污泥四种介质加载对混凝的强化效果。结果表明,在原水浊度为134NTU、SS为269mg/L的条件下,加载混凝沉淀反应的优化参数为:最佳混凝剂为PAC,其最优投加量为50mg/L;助凝剂PAM的最优投加量为2mg/L、回流污泥加载量为150mg/L。处理后上层清液的剩余浊度为1.22NTU,剩余SS为4毫克/升。

关键词:加载混凝;铁路隧道施工污水;回流污泥
【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.034

引言

近年来,铁路交通的迅速发展,进一步提高了人们生活水平,加速了社会进步脚步日,但另一方面其施工所带来的环境影响也引起了人们日益关注^[1-2]。隧道工程在铁路建设项目中占比很大,很多隧道地处偏远山区,地势险要,甚至可能穿越饮用水源地等环境敏感地带^[3],而隧道施工过程中往往不可避免会产生大量施工废水,直接排放将会对周边环境健康造成不可逆的威

胁。因此,必须高度重视隧道施工废水的处理问题,保障隧道工程的绿色施工,协调基础设施发展与生态环境保护的关系。目前,国内外隧道工程施工过程中所产生废水的处理通常采用隔油池、沉砂池、酸碱中和法、混凝沉淀法等物化处理方法^[4-5]。隧道施工废水中的主要污染物为SS和碱性物质^[6],去除SS的方法主要是沉淀分离法,强化混凝是一种快速混凝沉淀工艺,在混凝沉淀工艺中,通过加载介质,形成以介质为核心的絮体,强化絮体形态、加速沉淀,与常规混凝相比较,沉淀时间更短,处理设施的占地面积也就更小^[7]。

本文以铁路隧道施工废水为实验用水进行加载混凝沉淀实验研究,筛选混凝剂类型、优化混凝剂、助凝剂用量,并对比了活性炭、微砂、磁粉、混凝沉淀污泥四种介质加载对混凝的强化效果。

一、材料和方法

(一) 水样和材料

水样来自中部地区某铁路隧道钻爆法施工段所产生的施工废水,其主要水质情况为:浊度为134NTU、悬浮物SS含量为269mg/L。

主要材料见下表1。

药剂配置方法:

表1 主要材料及厂家

混凝剂	聚合氯化铝(PAC)	分析纯,河南巩义源润水处理有限公司
	硫酸铁(FS)	分析纯,青海黎明化工厂
	聚合氯化铝铁(PAFC)	分析纯,哈尔滨化工试剂厂
	聚合硫酸铁(PFS)	分析纯,哈尔滨化工试剂厂
	硫酸铝(AS)	分析纯,天大化工试剂厂
	三氯化铁(FeCl ₃)	分析纯,青海黎明化工厂
助凝剂	聚丙烯酰胺(PAM)	分析纯,巩义怡泉水处理材料有限公司
介质	活性炭	东光洪笙
	磁粉	长砂华净清源
	微砂	/
	混凝沉淀污泥	/

混凝剂:在烧杯中加入100g的粉末药剂,加入少量水搅拌溶解后,通过引流棒缓慢倒入到盛有1000mL水的溶液杯中,充分搅拌均匀后备用。使用时如遇混凝剂沉淀现象需重新搅拌混匀。

助凝剂:在盛有1000mL水的溶液杯中缓慢投加2g助凝剂粉末,充分搅拌均匀后备用。

(二) 混凝条件和方法

1. 混凝剂投加条件优化实验

针对隧道施工废水,筛选处理效果最优的混凝剂类型,并对最优混凝剂的投加量进行优化。试验选取表1中六种混凝剂,对比其处理隧道施工废水的混凝效果。取500mL废水于1000mL烧杯中,置于六联搅拌机(JJ-

1, 常州荣华)上,按梯度浓度投加各混凝剂,启动搅拌,首先以400转/分钟的搅拌速度搅拌30秒,再以120转/分钟的搅拌速度搅拌3分钟,搅拌结束后静置沉淀10分钟,以处理后上层清液水的剩余浊度和SS评价混凝处理效果。

2. 助凝剂投加条件优化实验

在筛选的最优混凝剂及优化的投加量条件下,进行助凝剂投加量优化的试验。取500mL废水于1000mL烧杯中,置于六联搅拌机上,以最优投加量投加最优混凝剂,以400转/分钟的搅拌速度搅拌30秒后,按梯度浓度投加表1中助凝剂PAM,以120转/分钟的搅拌速度搅拌3分钟,搅拌结束后静置沉淀10分钟,以处理后上层清液水的剩余浊度和SS评价混凝处理效果。

3. 介质加载条件优化实验

通过烧杯试验优选处理常温常浊隧道污水介质种类,同时确定介质的最佳投加量。取500mL废水于1000mL烧杯中,置于六联搅拌机上,在上述最优条件的基础上,与助凝剂投加的同时,分别按梯度加载量投加表1中四种加载介质,以处理后上层清液水的剩余浊度和SS评价混凝处理效果。

(三) 测定项目和方法

SS采用重量法(GB 11901-89)测定,浊度采用STZ-A1型浊度仪(无锡光明)检测。

二、结果

(一) 混凝剂投加条件优化实验

不同混凝剂及投加量条件下,出水剩余浊度和SS分别如图1、图2所示。由图1、图2可知,六种不同混凝剂相比,PAC对隧道施工废水的处理效果表现出了显著的优势,其处理隧道施工废水沉淀后上清液的剩余浊度

和SS在六种混凝剂中最低。这说明PAC用于此类隧道施工废水的处理,能在混凝过程中形成密度更大、体积更大的絮体,有利于加速后续沉淀分离、提高澄清效果,是六种混凝剂中处理效果最好的一种混凝剂。

此外,六种混凝剂在不同药剂投加量下,处理后上层清液水中的剩余浊度和SS的变化均呈先降后升的趋势。综合考虑药剂投加的经济性及混凝效果,PAC的最佳药剂投加量为50mg/L,此时处理后上层清液水中的剩余浊度为4.2NTU、SS为11.9mg/L。

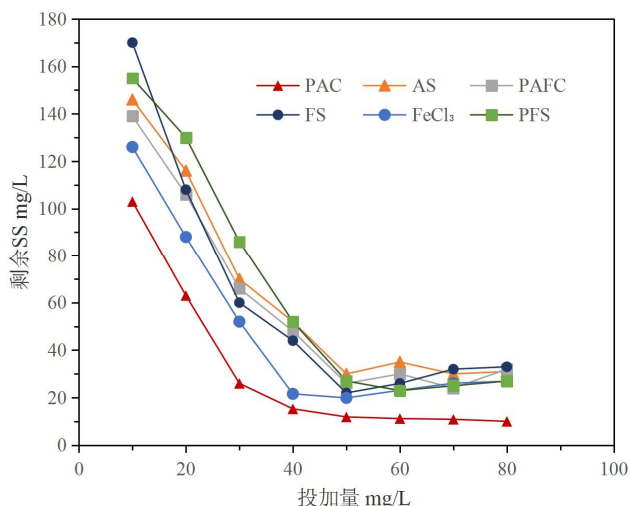


图2 不同混凝剂类型及投加量时出水剩余SS

(二) 助凝剂投加条件优化实验

实验结果如图3所示。当废水中投加助凝剂PAM 2mg/L时,处理效果最好,此时处理后上层清液水中的剩余浊度为3.99NTU,剩余SS为10mg/L。当废水中助凝剂投加量小于2mg/L时,吸附架桥作用形成致密的絮体,部分细小絮体难以沉降,使得上层清液浊度偏高;

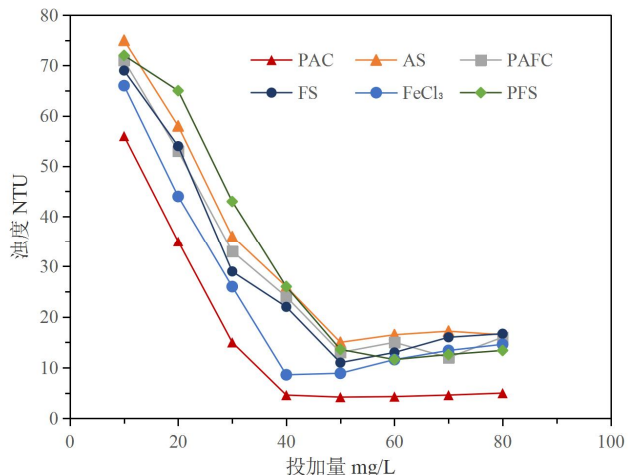


图1 不同混凝剂类型及投加量时的出水剩余浊度

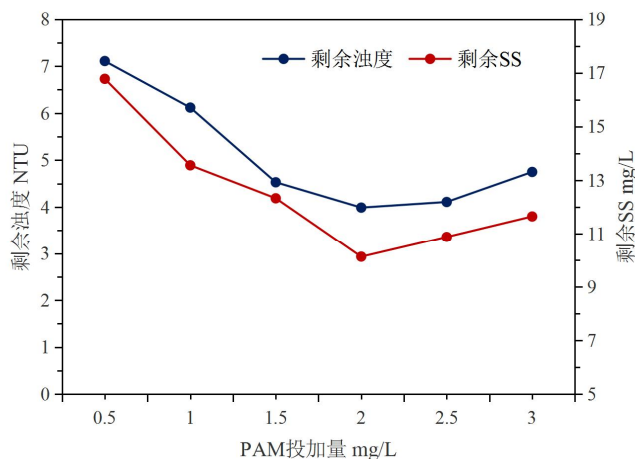


图3 不同助凝剂投加量时出水剩余浊度及SS

当废水中助凝剂投加量增加到2-2.6mg/L时，助凝效能有所提高，层清液浊度降低；但进一步提高废水中助凝剂的投加量时，过量的高分子助凝剂将被水中的脱稳胶粒所吸附，阻止脱稳胶粒有效吸附其他高分子链，影响大块絮体的形成，絮体沉降性能变差，使得处理后上层清液水中的剩余浊度和SS增加^[8]。因此认为助凝剂投2mg/L时有利于助凝。

(三) 介质加载条件优化实验

不同介质及投加量条件下，出水剩余浊度和SS分别如图4、图5所示。

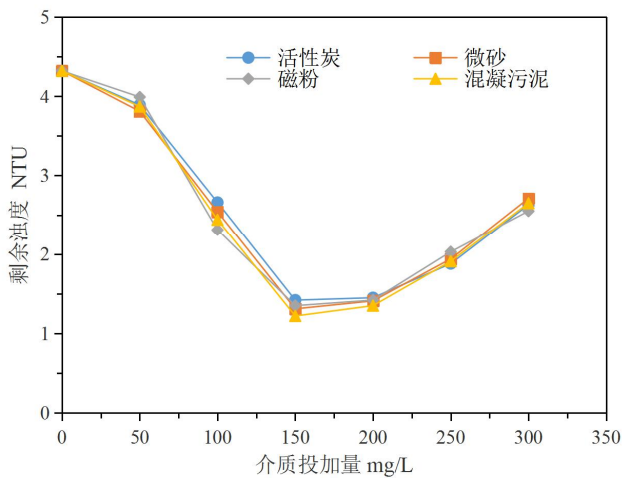


图4 介质加载类型及加载量对剩余浊度的影响

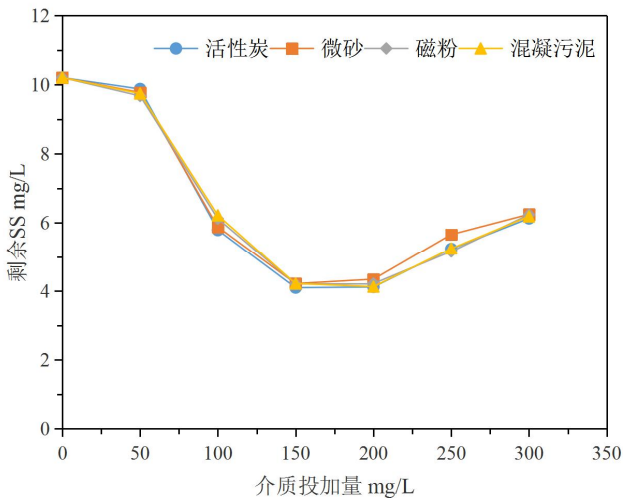


图5 介质加载类型及加载量对剩余SS的影响

由图4、5可知，处理后上层清液水中的剩余浊度及SS随介质投加量的增加均先降后升，说明增加介质可以进一步优化混凝效果。在相同投药量的情况下，四种介质处理效果相差较小，因此选择混凝沉淀的污泥

作为最佳介质，通过污泥回流达到去除目的。在投加量为150mg/L时，出水剩余浊度由无介质加载混凝时的3.99NTU进一步降至1.22NTU，剩余SS由无介质加载混凝时的10mg/L进一步降至4mg/L。

三、结论

本研究以中部地区某铁路隧道钻爆法施工段所产生的施工废水为研究对象进行实验研究，以处理后上层清液水中的剩余浊度、剩余SS来评价污水处理效果，最终选取 PAC 为最佳混凝剂，混凝剂投加量优化后为50mg/L，混凝剂PAC的主要作用是通过电性中和使隧道施工废水中的胶体颗粒污染物脱稳而凝聚；PAM为助凝剂，助凝剂投加量优化后为2mg/L，废水中投加少量的PAM能通过桥联使絮体紧密结合成更大的絮团，提高絮体颗粒尺寸，加快颗粒沉降速度；混凝沉淀的污泥可回流作为为混凝沉淀的加载介质，最佳加载量为150mg/L，污泥回流作为介质，可充分利用残留在污泥中的少量PAC，同时可以起到提供絮核的作用，强化混凝效果的同时可以降低PAC投加量、减少污泥产量。在最优处理条件下，处理后剩余浊度为1.22NTU，此时剩余SS为4mg/L。

参考文献

- [1] 刘汉银, 江龙. 库区隧道施工废水综合治理技术[J]. 铁道建筑技术, 2015, 55 (7): 38-41.
- [2] 茹旭. 铁路隧道钻爆法施工废水治理关键技术研究[J]. 铁道标准设计, 2019, 64 (5): 156-159.
- [3] 朱旻航, 陈玉成, 蒋红梅等. 山区隧道施工废水的水泥混凝处理研究[J]. 环境科学与技术, 2011, 34 (7): 90-93.
- [4] 祝捷. 引汉济渭工程输水隧洞施工废水处理工艺研究[J]. 铁道工程学报, 2014 (6): 109-113.
- [5] 靳李平, 李厚峰, 金鹏康. 秦岭输水隧洞施工期废水水质评价及工艺研究[J]. 环境科学与技术, 2013 (增刊1): 155-158.
- [6] 薛正. 铁路隧道施工废水处理存在的问题[J]. 铁道建筑, 2021, 61 (4), 57-61
- [7] 郭建东, 王智超. 加载絮凝在水处理中的应用进展[J]. 能源环境保护, 2011, 25 (5): 40-43.
- [8] 阳旭, 甘树, 闻圣等. 高浊度原水磁加载混凝应急饮用水处理实验研究[J]. 水处理技术, 2017, 43 (9), 104-108.