

高锰酸钾—粉状活性炭在煤矿生活污水 深度处理中的强化作用

韩少华¹, 范华¹, 乔大磊², 周如禄², 郭中权²

(1. 兖州煤业股份有限公司 东滩煤矿, 山东邹城 273512;

2. 煤炭科学研究总院 杭州环保研究院, 浙江杭州 311201)

摘要:采用混凝沉淀工艺深度处理某煤矿生活污水二级生化出水,考察了高锰酸钾氧化、粉状活性炭吸附对混凝沉淀的强化作用。结果表明:单独投加高锰酸钾或粉状活性炭均能起到强化去除污染物的作用,最佳加药量分别为4 mg/L和15 mg/L时,两者对COD_{Cr}的去除率分别提高了11.4%和8.0%,对SS的去除率分别提高了10.6%和13.5%。高锰酸钾氧化与粉状活性炭吸附两者联用具有协同作用,处理效果优于单独投加高锰酸钾或粉状活性炭,其对COD_{Cr}的去除率提高了19.0%、对SS的去除率提高了22.4%。

关键词:高锰酸钾;粉状活性炭;煤矿生活污水;深度处理

中图分类号:X703 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2011)01-0012-04

REINFORCING EFFECTS ON THE PROCESS OF ADVANCED TREATMENT OF COAL MINE SEWAGE COMBINED POTASSIUM PERMANGANATE WITH POWDERED ACTIVATED CARBON

HAN Shao-hua¹, FAN Hua¹, QIAO Da-lei², ZHOU Ru-lu², GUO Zhong-quan²

(1. Dongtan Mine, Yanzhou Coal Mining Company Ltd., Zoucheng 273512, China;

2. Hangzhou Institute for Environmental Protection, CCRI, Hangzhou 311201, China)

Abstract: The advanced process of coagulation and sedimentation was adopted to treat effluent of sewage secondary biochemical in a coal mine. The reinforcing effects were tested before the phase of coagulation and sedimentation combined potassium permanganate with powdered activated carbon. The test results indicated that the reinforcing effects to remove pollutants could be achieved by dosing potassium permanganate or powdered activated carbon alone. The respective removal rate of COD_{Cr} could be increased by 11.4% and 8.0%, the removal rate of SS could be increased by 10.6% and 13.5%, and the respective optimal dosing was 4mg/L and 15mg/L. The results also showed that the dosing combined potassium permanganate with powdered activated carbon had a better synergic effect than dosing respectively, and the removal rate of COD_{Cr} and SS could be increased by 19.0% and 22.4%.

Keywords: potassium permanganate; powdered activated carbon; coal mine sewage; advanced treatment

0 前言

煤矿生活污水二级生化处理出水中仍存在少量的有机类和氮、磷类污染物,其水质极易受季节性影响而滋生藻类难以处理,同时胶体表面电荷密度相对较大,难以脱稳,较难取得良好的混凝沉淀效果,必须采取一定的预处理,才能使深度处理工艺更加稳定可靠。为此,笔者提出了采用高锰酸钾氧化与粉状活性炭吸附联用技术应用于此类污水预处理中,强化混凝沉淀处理效果。高锰酸钾与粉状活性炭最早应用于给水处理中,主要用于除色、除臭、除浊及除藻,该技术的优点是不改变现有水处理工艺流程,基建投资小,处理效果受水温、季节等因素影响较小,具有较大的应用潜力。研究发现,高锰酸钾预氧化可以有效去除水中的微量有机污染物,同时对臭味也有一定的去除效果^[1],粉状活性炭具有发达的微孔结构和巨大的比表面积,可有效吸附水中溶解度小、亲水性差、极性弱的有机物,因而能获得较好的除臭及除浊效果^[2]。研究发现在给水处理中,高锰酸钾投加量在 1.5 mg/L,粉状活性炭投加量在 10 mg/L 时,协同作用可显著提高原水的有机物及浊度去除率^[3]。

本文主要研究了高锰酸钾与粉状活性炭技术在煤矿生活污水混凝沉淀深度处理中的强化作用,并对高锰酸钾、粉状活性炭单独使用及两者协同使用的强化效果分别进行了对比。

1 材料与方法

1.1 试验水质

试验原水取自某煤矿生活污水处理厂二级生化处理出水,本文主要以悬浮物(SS)、有机物(以 COD_{Cr} 表征)作为考察指标,试验原水水质见表 1。

表 1 生活污水二级生化处理出水水质

分析项目	pH	SS /(mg·L ⁻¹)	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)
检测结果	7.3	27.5	41.2	10.4

1.2 试验材料

试验仪器:ZR4-6 型混凝试验搅拌机、COD 回流装置、真空吸滤器、烘箱、电子天平;

试验器皿:容量瓶、烧杯、量筒、0.45 μm 滤膜;

试验药剂:聚合氯化铝(PAC)、聚丙烯酰胺(阴离子型 PAM)、高锰酸钾(分析纯)、粉状活性炭(粒度 200 目)。

1.3 试验方法

1.3.1 试验一——常规处理混凝反应条件试验

①在 1 000 mL 烧杯中分别加入 1 000 mL 的试验水样,投加定量的絮凝剂;

②为了使絮凝剂与水样能快速混合,试验采用快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,为絮凝阶段;

③为使反应完全,促使矾花长大,混凝反应结束后迅速投加定量助凝剂,采用慢速搅拌 10 min,转速 60 r/min,到时自动停止搅拌,为凝聚阶段;

④反应结束,静置 15 min,为沉淀阶段,取烧杯中的上清液下方 2 cm 处取样测定 SS 及 COD_{Cr} 含量。

1.3.2 试验二——高锰酸钾强化混凝反应试验

①在 1 000 mL 烧杯中分别加入 1 000 mL 的试验水样,投加定量的高锰酸钾药剂,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,再中速搅拌 5 min,转速 100 r/min,使污染物完全被氧化;

②投加试验 A 确定的最适絮凝剂量,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,为絮凝阶段;

③投加试验 A 确定的最适助凝剂量,采用慢速搅拌 10 min,转速 60 r/min,到时自动停止搅拌,为凝聚阶段;

④其它步骤参照试验一。

1.3.3 试验三——粉状活性炭强化混凝反应试验

①在 1 000 mL 烧杯中分别加入 1 000 mL 的试验水样,投加定量的粉状活性炭药剂,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,再中速搅拌 5 min,转速 100 r/min,使污染物完全被吸附;

②投加试验 A 确定的最适絮凝剂量,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,为絮凝阶段;

③其它步骤参照试验二。

1.3.4 试验四——高锰酸钾、粉状活性炭协同强化混凝反应试验

①在 1 000 mL 烧杯中分别加入 1 000 mL 的试验水样,投加定量的高锰酸钾药剂,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,再中速搅拌 5 min,转速 100 r/min,使污染物氧化完全;

②投加定量的粉状活性炭药剂,快速搅拌 1 min,转速 300 r/min,再中速搅拌 5 min,转速 100 r/min,使污染物吸附完全;

③其它步骤参照试验三。

1.4 分析项目

本试验中主要以 COD_{Cr}、SS 的去除效果作为评价依据。检测方法严格按照中国环境科学出版

社出版的《水和废水监测分析方法》(第四版)(增补版)。

2 结果与讨论

2.1 常规混凝反应处理最适条件选择

试验一考察了某煤矿二级生化处理后的生活污水在混凝沉淀处理过程中最适的 PAC、PAM 投药量以及最佳条件下对 COD_{Cr}、SS 的去除效果。结果见表 2、表 3、表 4。

表 2 最适絮凝剂投药量选择试验

PAC 加药量/(mg·L ⁻¹)	沉后悬浮物/(mg·L ⁻¹)	去除率/%
10	22.7	17.4
20	19.8	28.2
30	16.6	39.8
40	16.5	40.0
50	16.5	40.0
60	16.4	40.3

表 3 最适助凝剂投药量选择试验

PAC 加药量/ (mg·L ⁻¹)	PAM 加药量 /(mg·L ⁻¹)	沉后悬浮物 /(mg·L ⁻¹)	去除率/%
30	0.1	16.6	39.6
30	0.2	11.3	59.0
30	0.3	11.2	59.5
30	0.4	11.1	60.1
30	0.5	11.1	60.2
30	0.6	11.0	60.2

表 4 最适条件下对 COD_{Cr} 去除率

PAC 加药量/ (mg·L ⁻¹)	30PAM 加药量 /(mg·L ⁻¹)	沉后 COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	去除率/%
30	0.1	26.7	34.7
30	0.2	18.1	56.1
30	0.3	17.9	56.6
30	0.4	17.3	58.0
30	0.5	17.5	57.5
30	0.6	16.3	60.4

由表 2、表 3 可知,对于某煤矿生活污水二级生化处理后的污水,单纯混凝沉淀处理最佳投药量分别为 PAC 30 mg/L、PAM 0.2 mg/L,在此条件下可取得较好的处理效果;由表 3、表 4 可以看出,最适条件下,常规混凝工艺对生活污水中 COD_{Cr}、SS 去除率分别为 56.1%、59.0%。

2.2 单投高锰酸钾对强化混凝反应的强化作用

试验二考察了单独投加高锰酸钾对于混凝沉淀处理中 COD_{Cr} 和 SS 去除的强化作用效果,其结果见图 1、图 2。

(1)高锰酸钾氧化对 COD_{Cr} 去除的强化作用

图 1 反映了高锰酸钾氧化对混凝沉淀处理有机物去除的强化作用,在高锰酸钾投加量 4mg/L

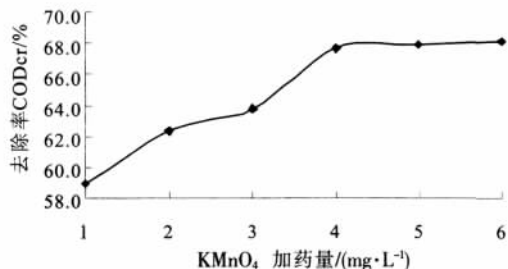


图 1 高锰酸钾氧化对有机物去除的强化作用

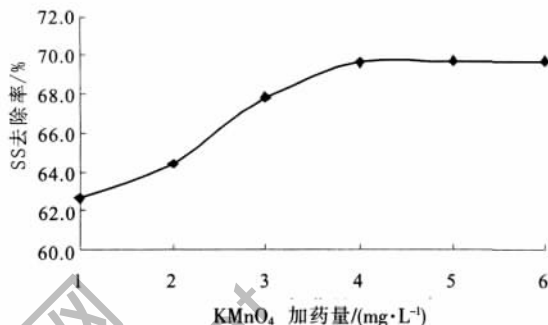


图 2 高锰酸钾氧化对 SS 去除的强化作用

时,其强化效果明显,再增加氧化剂投量,去除率未呈现递增趋势。在进水 COD_{Cr} 浓度 41.2 mg/L 的情况下,经高锰酸钾氧化强化混凝后,其出水浓度 13.4 mg/L,去除率 67.5%。由图 1、表 4 计算,经高锰酸钾氧化强化混凝后,对 COD_{Cr} 的去除率提高了 11.4%。

(2)高锰酸钾氧化对 SS 去除的强化作用

图 2 反映了高锰酸钾氧化对混凝沉淀处理 SS 去除的强化作用,在高锰酸钾投加量 4 mg/L 时,其强化效果明显,再增加氧化剂投量,去除率未呈现递增趋势。在进水 SS 浓度 27.5 mg/L 的情况下,经高锰酸钾氧化强化混凝后,其出水浓度 8.35 mg/L,去除率 69.6%。由图 2、表 3 计算,经高锰酸钾氧化强化混凝后,对 SS 的去除率提高了 10.6%。

3.3 单投粉状活性炭对强化混凝反应的强化作用

试验三考察了单独投加粉状活性炭对于生活污水混凝沉淀处理中 COD_{Cr} 和 SS 去除的强化作用效果,其结果见图 3、图 4。

(1)粉状活性炭吸附对于 COD_{Cr} 去除的强化作用

图 3 反映了粉末活性炭对混凝沉淀处理 COD_{Cr} 去除的强化作用,在粉状活性炭投加量 15 mg/L 时,其强化混凝效果明显,再增加吸附剂投量,去除率未呈现递增趋势。在进水 COD_{Cr} 浓度 41.2 mg/L 的情况下,经粉状活性炭吸附强化混凝后,其出水浓度 14.8 mg/L,去除率 64.1%。由图 3、

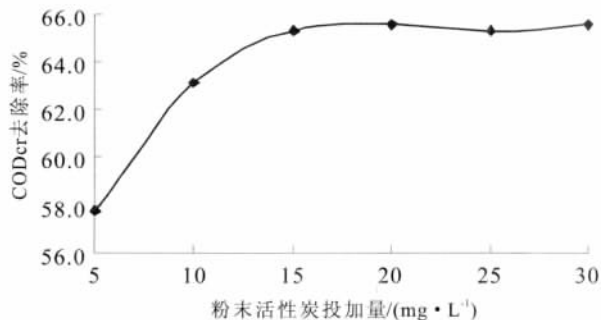


图3 粉状活性炭对 CODcr 去除的强化作用

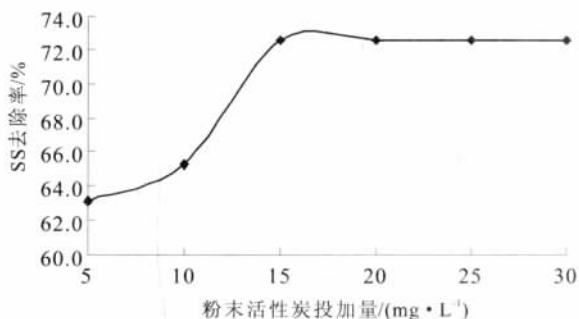


图4 粉状活性炭吸附对 SS 去除的强化作用

表 2 计算, 经粉状活性炭吸附强化混凝后, 对 CODcr 的去除率提高了 8.0%。

(2) 粉状活性炭吸附对于 SS 去除的强化作用

图 4 反映了粉末活性炭对混凝沉淀处理 SS 去除的强化作用, 在粉末活性炭投加量 15 mg/L 时, 其强化混凝效果明显, 再增加吸附剂投量, 去除率未呈现递增趋势。在进水 SS 浓度 27.5 mg/L 的情况下, 经粉状活性炭吸附强化混凝后, 出水 SS 浓度 7.55 mg/L, 去除率 72.5%。由图 4、表 3 计算, 经粉状活性炭吸附强化混凝后, 对 SS 的去除率提高了 13.5%。

2.4 高锰酸钾与粉状活性炭联用对混凝反应的强化作用

试验四考察了高锰酸钾与粉状活性炭联用强化混凝作用条件下对于 CODcr 和 SS 的去除特性, 并与常规混凝沉淀处理工艺的去除效果作了对比与分析。结果见图 5。

图 5 反映了不同条件下工艺对于两类污染物的去除特性, 由图可以看出, 高锰酸钾与粉状活性炭联用的效果明显优于单投高锰酸钾或粉状活性炭, 原水 CODcr 由 41.2 mg/L 降低为 10.26 mg/L, 去除率 75.1%, 相比原工艺, 其对 CODcr 的去除率提高了 19.0%。原水 SS 由 27.5 mg/L 降为 5.12 mg/L, 去除率 81.4%, 相比原工艺, 其对 SS 的去除率提高了 22.4%。

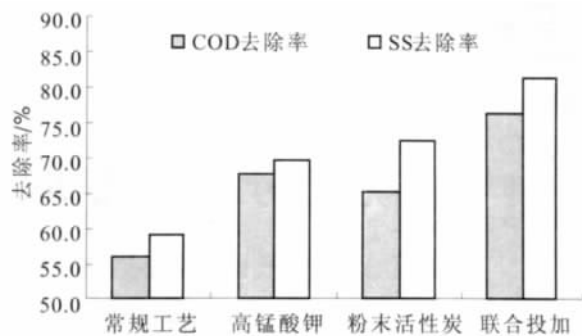


图5 高锰酸钾与粉状活性炭联用时对污染物去除的强化作用

由图 5 还可以发现, 单投高锰酸钾对 CODcr 的去除强化作用优于单投粉状活性炭, 而单投粉状活性炭对于 SS 的去除强化作用优于单投高锰酸钾, 这是因为高锰酸钾主要表现为强氧化作用将污水中残存难降解大分子有机物进一步氧化分解为小分子物质, 为混凝沉淀处理提供了条件, 而粉状活性炭主要表现为强吸附作用, 将难以凝聚的胶体状物质吸附在炭粒表面, 在后续的混凝沉淀处理中除去。当两者联合使用时, 氧化与吸附发生了协同作用: 一是在高锰酸钾的作用下, 水中易被氧化的有机污染物在活性炭表面发生氧化聚合, 提高了活性炭的吸附量; 二是高锰酸钾在氧化过程中被活性炭等还原性物质部分还原, 生成具有氧化性和吸附活性的新生态水合二氧化锰, 从而提高了对污染物的去除率。

3 结论

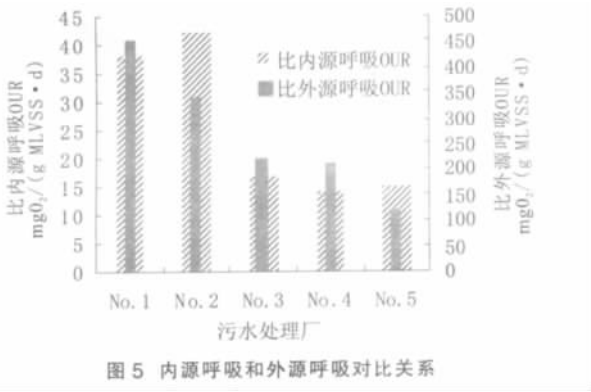
(1) 采用混凝沉淀工艺深度处理某煤矿生活污水二级生化出水, 最佳投药量分别为絮凝剂(聚合氯化铝)30 mg/L、助凝剂(阴离子型聚丙烯酰胺)0.2 mg/L, 其对 CODcr、SS 的去除率分别为 56.1%、59.0%。

(2) 单纯投加高锰酸钾或粉活性炭均能起到强化混凝沉淀的作用, 其中单纯投加高锰酸钾 4 mg/L 时效果最佳, 其对 CODcr 和 SS 的去除作用分别比未投加时提高了 11.4% 和 10.6%; 单纯投加粉状活性炭 15 mg/L 时效果最佳, 其对 CODcr 和 SS 的去除率分别比未投加时提高了 8.0% 与 13.5%。

(3) 高锰酸钾与粉状活性炭联用表现出了较好的强化混凝反应作用, 对 CODcr 和 SS 的去除率分别比原工艺提高了 19.0% 和 22.4%; 其中高锰酸钾和粉状活性炭最佳投加量分别为 4 mg/L 和 15 mg/L。

(下转第 22 页)

吸水平和外源呼吸水平成一定比例关系，内源呼吸水平高的活性污泥去除转化有机物的能力强，内源呼吸水平低的活性污泥去除转化有机物的能力弱，测试的五个污水处理厂中比外源呼吸速率最大相差近 4 倍左右。



4 结论与展望

(1)使用差压仪测定活性污泥内源呼吸和密闭投加 NaAc 外源呼吸的试验方法过程简单、可视化,测定数据稳定,且测量时混合液同实际污泥运行原位状况比较接近。

(2)不同污水处理厂内源呼吸 OUR 差异大,但与 MLVSS 高低没有必然联系。污泥比内源呼吸速率水平有较大差异,比内源呼吸 OUR 高则活性生物所占比例就高,表现为有机物去除速度就快,比

(上接第 15 页)

(4)该技术不改变现有混凝沉淀工艺流程,使用灵活方便,特别适用于原水水质随季节性变化较大的情况,还可根据原水水质选择高锰酸钾与粉状活性炭单独使用或联合使用,应用前景较好。

参考文献



(上接第 18 页)

[3] Takehiko Furasawa, Toshinori Kojima, Hiroyuki Hiroha, Chemical vapor deposition and homogeneous nucleation in monosilane pyrolysis within interparticle spaces-application of fine formation analysis to fluidized bed CVD 1990.

[4] Hashimoto K. Miura K. and Masuda M., Kinetic analysis of the growth of polycrystalline silicon from silane, using a rod-substrate

外源呼吸 OUR 较高。针对不同污水处理厂,可以考虑如何调整工艺运行提高污泥的内源呼吸能力,进而缩短处理时间。

(3)定期检测混合液内源呼吸情况可以用来对比分析生产运行的状况,可根据活性污泥的 OUR 调整曝气量。如果混合液 OUR 高可以通过减小回流比降低曝气池所需的污泥浓度 MLSS,实现节能减排。

(4)差压仪内密闭投加有机物记录下了有机物完整的降解耗氧过程,也可以投加氨氮测定氨氮的耗氧过程,根据耗氧记录的回归分析可得到硝化过程 OUR,可以用来判断硝化过程的强弱,或者混合液中硝化细菌的多少。

参考文献

[1]刘颖,张朝辉,张焕胜等. 污水可生化性及其影响因素研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2005, 36(06):1029~1032.

[2]黄满红,李咏梅,顾国维等. 呼吸计量法在活性污泥系统废水特性测定中的应用[J]. 工业水处理, 2005, 29(09):58~70.

[3]刘昕,张继伟,朱书全等. 利用呼吸速率在线测定活性污泥浓度. 工业水处理[J]. 2007,27(11):62~64.

[4]何绪文,杨云程,宋英豪等. 污泥基质负荷与比外源呼吸速率关系的测定[J]. 中国矿业大学学报, 2006,35(04):458~461.

[5]李冰,孙英兰,李玉瑛. 耗氧速率(OUR)测量方法的实验研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2006, 36(03):456~460.

[1]姜成春,马 军. 高锰酸钾与粉状活性炭联用处理微污染源水[J]. 中国给水排水, 2001, 17(1):12~25.

[2]赵振业,章试芳,孙伟等. 活性炭吸附性能对比研究[J]. 水处理技术. 2005, 31(8):18~20.

[3]黄廷林,刘成,何文杰等. 粉状活性炭与高锰酸钾联用去除有机物研究[J]. 2004,23(5):12~14.

CVD reactor 1992(02).

[5] Jasinski T J, Childs E.P., Numerical modeling tools for chemical vapor deposition,4480 1992.

[6] Breneman W C., Flagella R N. and Gaston J M, Process for the production of ultra high purity polycrystalline silicon 1989.