

罗勇,彭锦玉,刘伟刚,等. 预氧化工艺对水厂排泥水处理的影响[J]. 净水技术,2022,41(1):173-179.

LUO Y, PENG J Y, LIU W G, et al. Effect of preoxidation process on sludge wastewater treatment in water treatment plant[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(1):173-179.



扫我试试?

预氧化工艺对水厂排泥水处理的影响

罗 勇¹, 彭锦玉^{2,*}, 刘伟刚³, 张 欢², 孙文祥³

(1. 肥城市水务集团有限公司, 山东泰安 271600; 2. 中国城市建设研究院有限公司, 北京 100120; 3. 中国石化集团胜利石油管理局有限公司供水分公司, 山东东营 257029)

摘 要 为探究预氧化对排泥水处理的影响, 确定最佳排泥水处理工艺, 文中针对水厂合建式收集的排泥水, 开展了自然沉降、混凝沉淀、预氧化-混凝沉淀这 3 种工艺的对比试验。试验结果表明, 在采用 O₃ 或 NaClO 预氧化后, 工艺对排泥水处理效率大幅度提高。当 O₃ 投加量为 3 mg/L 或 NaClO 投加量为 2.5 mg/L 时, 控制聚合氯化铝(PAC)投加量为 30 mg/L, 预氧化-混凝沉淀工艺出水浑浊度可降至不高于 3 NTU, COD_{Mn} 不高于 2.5 mg/L, 且铁、锰、微生物等指标均优于回用标准, 证明工艺可满足排泥水处理要求。

关键词 排泥水 预氧化 混凝 浑浊度 COD_{Mn}

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-0177(2022)01-0173-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.01.027

Effect of Preoxidation Process on Sludge Wastewater Treatment in Water Treatment Plant

LUO Yong¹, PENG Jinyu^{2,*}, LIU Weigang³, ZHANG Huan², SUN Wenxiang³

(1. Feicheng Water Affairs Group Co., Ltd., Tai'an 271600, China;

2. China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100120, China;

3. Water Supply Branch of Sinopec Shengli Petroleum Administration Co., Ltd., Dongying 257029, China)

Abstract In order to explore the influence of preoxidation on sludge wastewater treatment and determine the best sludge wastewater treatment technology, a comparative experiment of three processes including natural sedimentation, coagulation sedimentation, and preoxidation-coagulation sedimentation were carried out for the co-built sludge wastewater treatment of WTP. Experimental results showed that after preoxidation with O₃ or NaClO, process had greatly improved the treatment efficiency of sludge wastewater. When the dosage of O₃ was 3 mg/L, or the dosage of NaClO was 2.5 mg/L, the dosage of polyaluminum chloride(PAC) was controlled to 30 mg/L, the effluent turbidity of preoxidation-coagulation sedimentation process can be reduced to less than 3 NTU, COD_{Mn} was no more than 2.5 mg/L, and the indices of iron, manganese and microorganisms were better than reuse standard, which proved that process can meet the requirements of sludge wastewater treatment.

Keywords sludge wastewater preoxidation coagulation turbidity COD_{Mn}

排泥水是水厂制水过程中的生产废水, 主要为沉淀池排泥水与滤池反冲洗水, 具有水质复杂、金属

元素含量高、有机物浓度高、病原微生物多等特点^[1-2]。随着城市建设与国家环保战略的不断推进, 水厂排泥水对环境的污染也引发行业的重点关注。若排泥水不经处理直接排入水体或下水道, 将对接纳水环境造成恶劣影响^[3]。因此, 《室外给水设计标准》(GB 50013—2018) 中对水厂排泥水排放提出要求: 水厂排泥水排入河道、沟渠等天然水体的

[收稿日期] 2021-07-08

[作者简介] 罗勇(1970—), 男, 高级工程师, 研究方向为城乡供水水质提升及工业供水, E-mail: fclly3076@126.com。

[通信作者] 彭锦玉(1988—), 男, 博士, 研究方向为常规给水工艺优化及排泥水处理, E-mail: pjy876@163.com。

水质应符合现行国家标准《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的有关规定^[4]。而另一方面,排泥水水量约占水厂供水量的3%~7%,若这部分水回收再利用,不仅可以避免水体污染,而且在目前水资源紧张的情况下,可以提升用水效率,实现水资源节约和循环利用^[5],同时是对《国家节水行动方案》的积极响应与贯彻。

目前,针对排泥水的处理,多数报道是进行水质调节,即利用悬浮颗粒物和胶体颗粒在重力作用下的沉淀,实现泥水分离^[6]。但排泥水中富集的各种污染物,如细菌、病原微生物、难降解可溶性有机物等^[7],单纯泥水分离并不能实现对其有效去除,易造成有机物及微生物的累积,导致上清液回用后微生物学风险增加。针对上述问题,本文重点考察 O_3 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 等常见氧化剂对排泥水处理效果的影响,并形成排泥水处理最佳工艺,以推进排泥水工艺革新进程,解决制水过程中排泥水处理与水回用等问题。

1 试验材料和方法

1.1 试验原水

试验在胜利石油管理局有限公司供水分公司下辖某水厂进行。水厂原水取自孤东水库,为黄河水源水,设计日供水量为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$,水厂净水主体工艺为机械混合/折板絮凝/斜管沉淀/石英砂过滤。每日产生排泥水约为 $5\,000 \text{ m}^3$,其中,沉淀池排泥水占比约为30%,滤池反冲洗排泥水占比约为70%。厂区混凝药剂为PAC,药剂有效含量(以 Al_2O_3 计)为10%,投加量为 $15 \sim 20 \text{ g/m}^3$ 。

试验在夏季的7月、8月进行,试验原水为厂区沉淀池排泥水,水质指标:水温为 $24 \sim 28 \text{ }^\circ\text{C}$;浊度为 $110 \sim 130 \text{ NTU}$; COD_{Mn} 为 $30 \sim 45 \text{ mg/L}$;pH值为 $8.27 \sim 8.54$;色度为 $80 \sim 100$ 度;含固率为 $0.12\% \sim 0.15\%$;铁为 $0.0047 \sim 0.0111 \text{ mg/L}$;锰为 $0.0315 \sim 0.0434 \text{ mg/L}$;铝为 $0.100 \sim 0.189 \text{ mg/L}$;总大肠杆菌为 $20 \sim 30 \text{ MPN}/(100 \text{ mL})$;耐热大肠杆菌为 $5 \sim 20 \text{ MPN}/(100 \text{ mL})$;菌落总数为 $15\,000 \sim 20\,000 \text{ CFU/mL}$ 。排泥水处理后用于厂区绿化及路面冲洗,根据厂区回用要求,处理后排泥水浊度不得高于 10 NTU , COD_{Mn} 不得高于 5 mg/L ,菌落总数不得高于 $8\,000 \text{ CFU/mL}$,其他指标均参照《地表水环境

质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅲ类标准。

1.2 试验药剂

试验药剂:PAC,取自水厂混凝剂投加点;聚合氯化铝铁(PAFC), Al_2O_3 含量为10%, Fe_2O_3 含量为1.6%;聚丙烯酰胺(PAM),阴离子,分子量为 2×10^7 ;高锰酸钾($KMnO_4$),3%溶液;次氯酸钠($NaClO$),有效含量为10.1%。

1.3 试验方法

分别进行自然沉降试验、混凝沉淀试验(药剂分别为PAC、PAFC、PAM)与预氧化-混凝沉淀这三组试验。各组均进行3次,对试验结果取平均值,具体试验操作如下。

(1)自然沉降试验:采用静态沉淀模拟试验。将排泥水置于 250 mL 的量筒中,试验开始后,每隔 20 min 记录一次排泥水界面高度,并分析不同沉降时间下工艺出水水质。

(2)混凝沉淀试验:试验装置如图1所示,试验水量为 300 L/h 。装置分高速混合、两级低速絮凝、沉淀共3级。高速混合搅拌机转速为 300 r/min ,在此处投加PAC等药剂;两级絮凝转速分别为 $50、20 \text{ r/min}$,沉淀时长为 30 min 。反应器运行稳定后,取沉淀池上清液检测浊度、 COD_{Mn} 等指标。

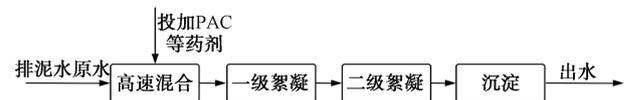


图1 混凝试验工艺流程图

Fig. 1 Flow Chart of Coagulation Test

(3)预氧化-混凝沉淀试验:试验装置如图2所示,在单独混凝沉淀试验前端增加预氧化反应,其他反应条件均与混凝沉淀试验相同,氧化剂分别采用 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 、 O_3 。其中:采用 $KMnO_4$ 或 $NaClO$ 作为氧化剂时,利用蠕动泵将药剂从反应池底部泵入;采用 O_3 作为氧化剂时,将臭氧发生器出气管与曝气盘连接,曝气盘放置于反应器底部。氧化时间统一为 30 min 。



图2 预氧化-混凝试验工艺流程图

Fig. 2 Flow Chart of Preoxidation-Coagulation Test

1.4 分析测试方法

浊度检测采用 HACH TL2300 型浊度检测仪; COD_{Mn} 采用高锰酸盐指数测定(GB 11892—1989); 其他指标的分析测定均依据《生活饮用水卫生标准检验方法》(GB/T 5750—2006)。

2 结果与讨论

2.1 自然沉降试验

图 3 为排泥水在自然沉降过程中泥水界面高度变化。由图 3 可知,沉降过程开始后,随着时间的延长,沉降速率逐渐减慢。在第 120 min 时,界面高度趋于平稳,泥水界面自最初的 250 mL 降至 189 mL; 而继续增加沉降时间至 240 min, 泥水界面仅降至 182 mL。图 4 为在沉降过程中上清液浊度及 COD_{Mn} 的变化趋势。由图 4 可知:在沉降 100 min 后,上清液浊度已稳定在 18~21 NTU; 沉降时间高于 120 min 后,上清液 COD_{Mn} 无明显变化,稳定在 8~10 mg/L, 而此水质无法满足厂区回用标准。这表明自然沉降对降浊、去有机物的能力有限,回用风险较高。

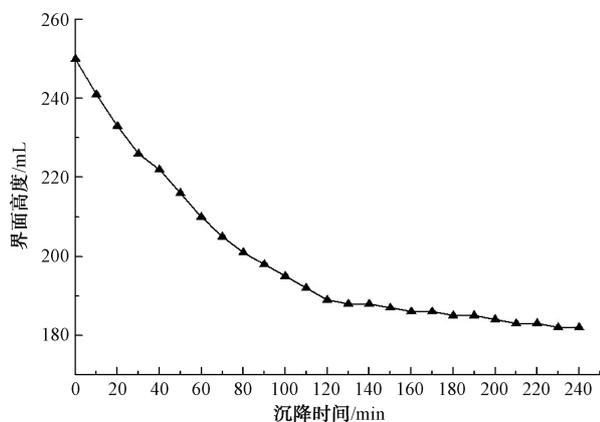


图 3 泥水界面高度随时间变化趋势

Fig. 3 Variation Trend of the Height of Mud-Water Interface with Time

2.2 混凝沉淀试验

混凝-沉淀工艺是现行多数厂区用于处理排泥水的主体工艺。因此,试验分别采用较为常用的 PAFC、PAC、PAM 等药剂进行混凝沉淀,探究其在不同混凝剂种类、投加量下,对排泥水处理出水浊度及 COD_{Mn} 的影响。

2.2.1 PAC/PAFC 混凝试验

图 5 与图 6 为分别采用 PAFC 与 PAC 作混凝

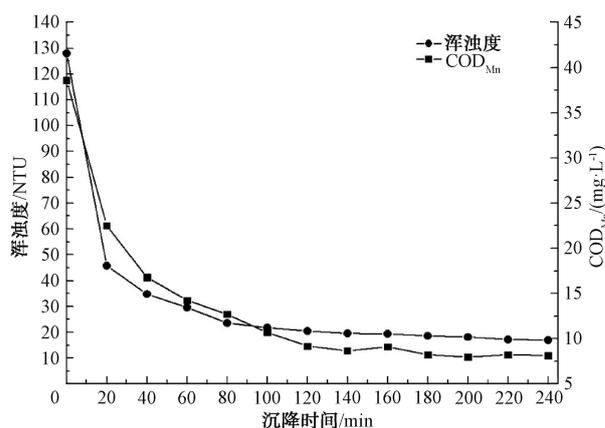


图 4 上清液浊度及 COD_{Mn} 随时间变化趋势

Fig. 4 Variation Trend of Turbidity and COD_{Mn} of Supernatant with Time

剂时,对排泥水出水浊度及 COD_{Mn} 的影响。由图 5、图 6 可知,在药剂投加量相同时,PAFC 与 PAC 混凝效果基本相同,且随着药剂投加量的增加,浊度和 COD_{Mn} 均呈现先下降后上升趋势。在 PAFC、PAC 投加量分别为 30 mg/L 时,出水浊度和 COD_{Mn} 均降至最优,分别为 7.88、7.28 NTU 和 5.02、5.06 mg/L,与自然沉降 30 min 出水效果相比,上清液浊度与 COD_{Mn} 分别降低了 68.85%、69.92%和 60.47%、65.10%。分析原因:根据 DLVO 理论^[8],在其他因素相同的条件下,不同的带电粒子体系,其 Zeta 电位越高,胶体表面电荷之间的排斥势能 ER 越大,体系越不易发生沉降,胶体颗粒脱稳效率较低。排泥水 Zeta 电位为 -2.5 ~ -1.8 mV^[9],投加混凝剂 PAFC 和 PAC 后,药剂水解产生

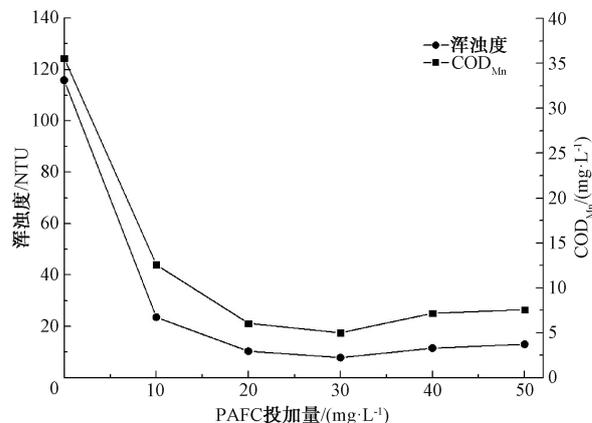


图 5 不同 PAFC 投加量下出水浊度与 COD_{Mn} 变化

Fig. 5 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of PAFC

的正电荷中和了胶体滑动表面的负电荷,降低了排斥势能ER,使得胶体颗粒脱稳沉降,出水浑浊度和COD_{Mn}浓度降低^[10]。

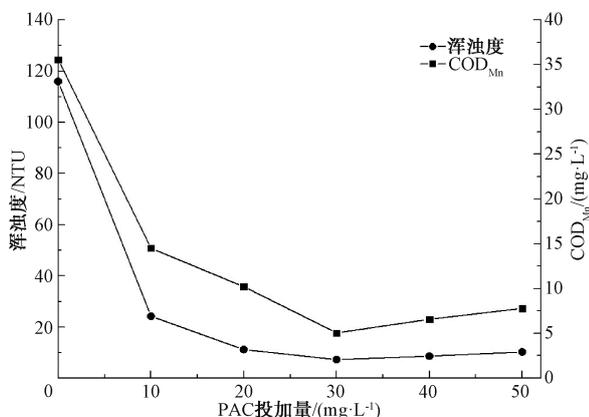


图6 不同PAC投加量下出水浑浊度与COD_{Mn}变化
Fig. 6 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of PAC

若继续增加PAFC或PAC的投加量,出水浑浊度与COD_{Mn}反而逐渐升高。分析原因:在混凝剂投加量过大时,胶体表面分布的同种电荷增多,脱稳胶体重新稳定;同时,金属氢氧化物增多,夹带的结合水量增大,造成形成的矾花大而充实,出水浑浊度升高,有机物去除效率下降^[11]。

2.2.2 PAM 混凝试验

图7为采用PAM药剂时,对排泥水出水浑浊度及COD_{Mn}的影响。由图7可知,随着PAM投加量的增加,上清液COD_{Mn}先下降后升高。当PAM投加量为0.5 mg/L时,出水浑浊度为11.06 NTU,

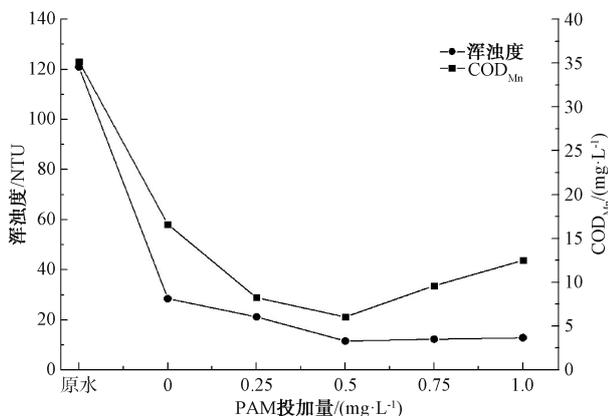


图7 不同PAM投加量下出水浑浊度与COD_{Mn}变化
Fig. 7 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of PAM

COD_{Mn}为6.05 mg/L;若继续增加PAM的投加量至0.75 mg/L,出水COD_{Mn}升高至9.62 mg/L。

分析原因:PAM长链结构具有良好的吸附架桥作用,可使颗粒凝聚,提高排泥水沉降性能,改善出水浑浊度;但PAM投加量过高后,排泥水污泥表面同种电荷增多,产生胶体保护作用^[12],不利于通过电中和吸附聚集颗粒物,且PAM作为高分子聚合物,在水中残留亦造成COD_{Mn}升高。

2.3 预氧化对排泥水处理效果的影响

相较于自然沉降工艺,在投加PAC、PAFC、PAM后,对浑浊度和COD_{Mn}均有较好的去除效果,出水浑浊度可满足回用要求。但上述工艺出水COD_{Mn}较高,若直接回用,则易造成有机物、微生物的累积,威胁供水水质安全。因此,在混凝前增设O₃、KMnO₄、NaClO这3种预氧化工艺,探究不同种类、投加量下排泥水处理出水水质。试验过程中,根据前文试验结果,混凝剂统一选用PAC,投加量为30 mg/L。

2.3.1 预氧化工艺对出水浑浊度和COD_{Mn}影响

图8、图9、图10为分别采用O₃、KMnO₄、NaClO作为预氧化剂时,不同药剂投加量下的工艺出水浑浊度与COD_{Mn}。由图8可知,在O₃投加量为3 mg/L时,工艺出水浑浊度为2.58 NTU、COD_{Mn}为2.36 mg/L,相比相同药剂量下的单独混凝试验,浑浊度和COD_{Mn}分别降低了64.56%和53.36%。若继续增加O₃投加量为4.5 mg/L,出水浑浊度和COD_{Mn}分别为2.35 NTU和2.12 mg/L,变化幅度较

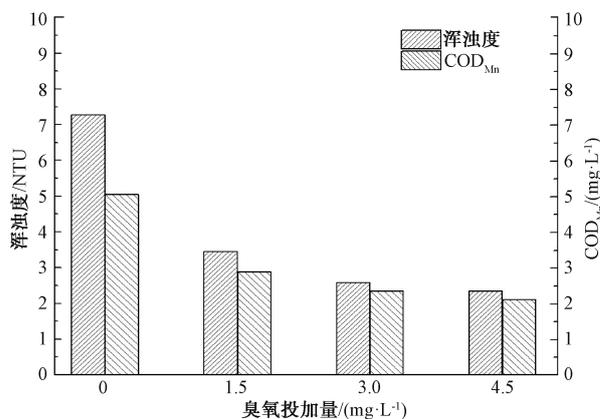


图8 不同O₃投加量下工艺出水浑浊度与COD_{Mn}变化
Fig. 8 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of O₃

低,因此,确定 O_3 投加量为 3 mg/L。

由图 9 可知,在 $KMnO_4$ 投加量为 1.2 mg/L 时,工艺出水浑浊度为 3.11 NTU、 COD_{Mn} 为 2.8 mg/L。若继续增加 $KMnO_4$ 投加量为 1.8 mg/L,出水 COD_{Mn} 升高至 3.05 mg/L,水质反而变差,因此,确定 $KMnO_4$ 投加量为 1.2 mg/L。

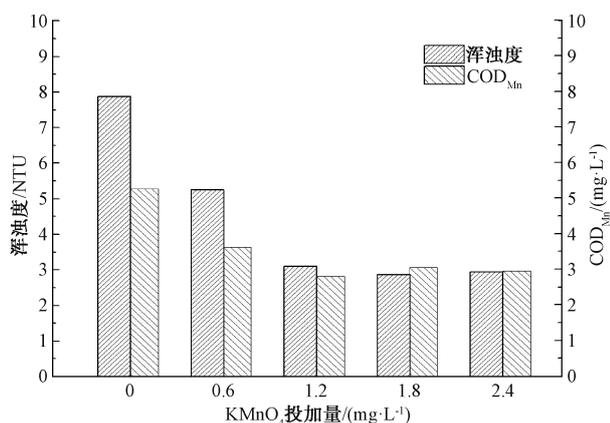


图 9 不同 $KMnO_4$ 投加量下工艺出水浑浊度与 COD_{Mn} 变化
Fig. 9 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of $KMnO_4$

由图 10 可知,在 $NaClO$ 投加量为 2.5 mg/L 时,工艺出水浑浊度为 2.43 NTU、 COD_{Mn} 为 2.44 mg/L。若继续增加 $NaClO$ 投加量,出水浑浊度基本稳定在 2.48~2.53 NTU, COD_{Mn} 基本稳定在 2.43~2.47 mg/L,因此,确定 $NaClO$ 投加量为 2.5 mg/L。

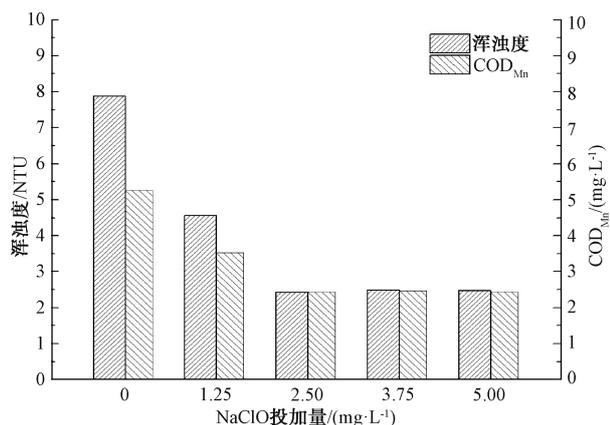


图 10 不同 $NaClO$ 投加量下工艺出水浑浊度与 COD_{Mn} 变化
Fig. 10 Changes of Effluent Turbidity and COD_{Mn} with Different Dosages of $NaClO$

综上,在投加 O_3 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 作为预氧化剂后,工艺出水浑浊度与 COD_{Mn} 大幅度降低。推测原

因:排泥水中存在的有机物、藻类等可在颗粒物表面形成有机涂层,造成胶体颗粒间的空间阻碍或双电层排斥,从而使颗粒物之间保持分散难以聚结。而经 O_3 、 $KMnO_4$ 或 $NaClO$ 预氧化后:一方面,可有效改变有机物的性质和结构,进行开环、断链,或直接将其矿化,降低有机物浓度^[13];另一方面,可破坏有机物对胶体的保护,强化胶体脱稳,形成密实的絮体,从而改善污染物的可混凝性^[14]。因此,工艺对污染物去除效率提高。

2.3.2 预氧化工艺对出水综合水质的影响

表 1 为 O_3 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 这 3 种氧化剂预氧化并混凝沉淀后,各金属元素、微生物及氧化副产物浓度对比。其中,预氧化剂投加量按照已确定的最佳量投加。

由表 1 可知,在采用 O_3 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 这 3 种氧化剂后,对铁、锰以及色度、微生物的去除率均高于单独混凝沉淀工艺,且经预氧化后,工艺出水色度均不高于 15 度。在微生物去除方面, O_3 、 $NaClO$ 的效果明显优于 $KMnO_4$,前两者工艺出水中均未检出总大肠、耐热大肠、细菌总数等微生物,而采用 $KMnO_4$ 预氧化,工艺出水中均检测出上述多种微生物,菌落总数为 10 000 CFU/mL。这与学者^[15-16] 研究结论相同,推测是 $KMnO_4$ 极易被有机物所减弱,且其在酸性环境中作用能力较强,因此,在有机物浓度高,且 pH 值为 8.27~8.54 的碱性环境中,其杀菌抑菌能力受影响,导致回用后易造成微生物积累,从而威胁制水安全。

此外,在采用 $NaClO$ 预氧化时,其工艺出水水质与 O_3 预氧化工艺出水相近,但检测出低含量的消毒副产物三氯甲烷,这表明在排泥水水质变差、 $NaClO$ 投加量增加时,有消毒副产物浓度升高风险。而在采用 O_3 预氧化时,未检测出副产物溴酸盐的生成。

分析原因: O_3 的氧化电位为 2.08 V,高于 $NaClO$ 与 $KMnO_4$;此外, O_3 可在水中发生间接反应,生成氧化性更强的 $\cdot OH$, $\cdot OH$ 氧化电位为 2.80 V,自由基的反应无选择性,可高效去除原水中有有机物、病毒等,提高后续混凝工段处理效率。因此,在排泥水处理中,可首选 O_3 预氧化-混凝沉淀作为厂区排泥水处理工艺;若厂区不具备生产 O_3 条件,亦可选用 $NaClO$ 预氧化-混凝沉淀工艺,以保证处理后排泥水

表 1 预氧化剂对工艺出水水质的影响
Tab. 1 Effect of preoxidant on the Quality of Effluent

项目	原水	混凝沉淀	O ₃ 预氧化- 混凝沉淀	KMnO ₄ 预氧化- 混凝沉淀	NaClO 预氧化- 混凝沉淀
pH 值	8.27	7.97	7.37	7.33	7.12
色度/度	85	32	6~8	12~15	10~12
铁/(mg·L ⁻¹)	0.004 7	0.002 7	0.015 1	0.016 1	0.011 7
锰/(mg·L ⁻¹)	0.043 4	0.023 6	0.011 4	0.022 5	0.011 5
铝/(mg·L ⁻¹)	0.105	0.203	ND	ND	0.041
三氯甲烷/(mg·L ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	0.013 54
溴酸盐/(mg·L ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND
总大肠菌群/[MPN·(100 mL) ⁻¹]	23	12	ND	8	ND
耐热大肠菌群/[MPN·(100 mL) ⁻¹]	8	10	ND	8	ND
大肠埃希氏菌/[MPN·(100 mL) ⁻¹]	5	2	ND	2	ND
菌落总数/(CFU·mL ⁻¹)	18 000	13 100	ND	10 000	ND

注:ND 为未检出

的高标准回用。

2.3.3 排泥水处理工艺药剂成本分析

在采用预氧化-混凝沉淀处理排泥水时,工艺运行成本主要为动力费及药剂费。其中,动力费为搅拌设备、水泵、排泥泵等设备用电,该项受处理规模、所用设备、输水距离等影响较大,需根据现场实际情况确定。药剂费成本分析如下。

在采用预氧化-混凝沉淀工艺时,产生 O₃ 的成本约为 15 元/kg,NaClO(食品级,药剂有效含量为 10.1%)价格约为 1 500 元/t,PAC(药剂有效含量为 10%)价格约为 1 100 元/t。因此,在 O₃ 投加量为 3 mg/L、PAC 投加量为 30 mg/L 时,处理每吨排泥水的药剂成本为 0.078 元;在 NaClO 投加量为 2.5 mg/L、PAC 投加量为 30 mg/L 时,处理每吨排泥水的药剂成本为 0.037 元。

3 结论

(1)采用自然沉降或混凝沉淀工艺,对排泥水浑浊度与 COD_{Mn} 去除效率有限。在 PAC 投加量为 30 mg/L 时,混凝沉淀出水浑浊度为 7.28 NTU、COD_{Mn} 为 5.06 mg/L、菌落总数为 13 100 CFU/mL,不满足厂区排泥水回用标准。

(2)采用 O₃、KMnO₄、NaClO 预氧化后,工艺出水浑浊度与 COD_{Mn} 降低幅度较大,出水浑浊度可降至 2~3.2 NTU,COD_{Mn} 可降至 2~3 mg/L;此外,通过对预氧化处理效果综合比对,选择 O₃ 或 NaClO

作为厂区处理排泥水预氧化剂。

(3)控制混凝剂 PAC 投加量为 30 mg/L,在 O₃ 投加量为 3 mg/L 或 NaClO 投加量为 2.5 mg/L 时,预氧化-混凝沉淀工艺出水浑浊度分别为 2.58 NTU 与 2.43 NTU,COD_{Mn} 分别为 2.36 mg/L 与 2.44 mg/L,且铁、锰、微生物等指标均优于厂区回用标准,证明工艺可满足排泥水处理要求。

参考文献

- [1] 闻笑男. 基于混凝-沉淀工艺的地表水厂生产废水处理的试验研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2015.
- [2] 李文英. 净水厂生产废水回用风险分析及控制研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2012.
- [3] 黄孟斌,王长平,张毅,等. 中小型水厂排泥水处理系统的设计与运行[J]. 中国给水排水, 2018, 34(22):104-107.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 室外给水设计标准:GB 50013—2018[S]. 北京:中国计划出版社, 2018.
- [5] 吴哲帅. 净水厂排泥水回流参数及安全性试验研究[D]. 南昌:华东交通大学, 2019.
- [6] 朱兆亮,肖冠芳,葛孝新,等. 排泥水生物活化预处理微污染水的研究[J]. 中国给水排水, 2017, 33(21):58-61.
- [7] 赵建伟,何文杰,韩宏大. pH 值对水厂排泥水的调质作用研究[J]. 供水技术, 2012(6):19-21.
- [8] 李玉立. 北方某净水厂排泥水强化混凝处理工艺研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2016.
- [9] 姜继平,李玉立,王鹏,等. 水厂低温低浊排泥水混凝处理工艺设计优化[J]. 净水技术, 2018, 37(8):61-65.
- [10] 武仁超,王东升,段晋明,等. 强化混凝工艺深度处理给水厂排泥废水[J]. 环境工程学报, 2012(6):1915-1918.

- [11] 潘倩. 微污染饮用水源水中藻类及有机物的去除研究[D]. 广州:暨南大学, 2011.
- [12] 王洪刚. 絮凝剂及底泥对水中絮体破碎再絮凝影响研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2014.
- [13] 任鹏飞, 蒋白懿, 何南浩, 等. 混凝/预氧化去除微污染水源水中拟柱孢藻的效能[J]. 中国给水排水, 2019(11):21-25,32.
- [14] 杨阳, 杨忠莲, 吴倩, 等. 臭氧投加量对微污染淮河原水中消毒副产物前体物去除效果的影响[J]. 净水技术, 2019, 38(8):53-63.
- [15] 李星, 杨艳玲, 李圭白, 等. 几种预氧化工艺在低温水中消毒效能比较[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版, 2005, 21(4):427-430.
- [16] 杨艳玲, 南军, 李星, 等. 几种预氧化工艺在污水回用中的效能评价[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2007(4):661-664.

【编辑推荐】结合水厂排泥水对环境的污染引发行业重点关注的背景,文中针对水厂排泥水开展处理研究,对比自然沉降、混凝沉淀以及预氧化-混凝沉淀这3种方式对排泥水的处理效果,以期满足水厂高标准回用要求,对水厂实际生产过程中排泥水的处理技术提供了一定的技术支持。同时,通过用水效率的提升,实现水资源节约和循环利用,积极响应与贯彻《国家节水行动方案》。

(上接第146页)

存及加药搅拌。污泥储罐主体结构采用PP材质。设计两座,单座容积为20 m³。

3.3.6 叠螺脱水机

水厂产生的绝干污泥量为10 t DS/d,故脱水机总处理绝干污泥能力要求为10 t DS/d;单台叠螺脱水机绝干污泥处理能力为500 kg DS/h,故本次设计采用两台叠螺脱水机,运行时间为10 h。

3.3.7 污泥料仓

污泥料仓采用碳钢防腐结构,外部尺寸为7.0 m×5.8 m×6.0 m,料仓出料后直接卸料至车内运输至厂外。

4 结语

(1)本工程采用一体化集装箱式高效组合澄清系统及污泥脱水系统技术路线,经专家确认合理可行。项目施工完成以来,设备运行效果良好,可有效应急处置本项目水厂沉淀池排泥水,确保出水水质达到《污水综合排放标准》(DB 31/199—2018)和泥饼含水率要求。

(2)排泥水处理工艺方案采用高效组合澄清系统工艺,环境卫生好、占地面积小、施工周期短,贴合水厂现状环境要求高、预留排泥水应急处理场地面积小及施工时间紧凑的特点。且运行管理简单、运行费用低,后期在人力及物力方面节约大量费用。

(3)本工程中,沉淀池至收集池的重力流管道作为长久设施建设,在设计时已考虑富余量,可在后期该水厂排泥水永久性处理工程建成后继续利用。

参考文献

- [1] 童祯恭, 吴哲帅, 钟赐龙. 赣江南昌段净水厂排泥水回用混凝增效实验研究[J]. 应用化工, 2019, 48(10): 2300-2303.
- [2] BELKANOVA M Y, NIKOLAENKO E V, GEVEL D A. Technological aspects of waterworks sludge treatment [J]. Materials Science and Engineering, 2017, 262: 1-6. DOI: 10.1088/1757-899X/262/1/012221.
- [3] 范金辉, 周卫东, 杨协栋, 等. Fe²⁺和PMS同步混凝氧化预处理对超滤净化排泥水的影响[J]. 水资源保护, 2021, 37(2): 148-152.
- [4] 杨玉军, 钱龙, 杨金明, 等. 滇中某自来水厂排泥水的处理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(11): 46-47.
- [5] 童祯恭, 吴哲帅. 净水厂排泥水处置现状的若干分析[J]. 华东交通大学学报, 2018, 35(6): 88-95.
- [6] 於煌, 刘斌, 陈宏伟. 给水厂排泥水处理系统设计[J]. 化学工程与装备, 2013(7): 234-236.
- [7] 上海市环境保护局, 上海市质量技术监督局. 污水综合排放标准: DB 31/199—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [8] 顾建. 高效组合澄清系统在某雨水泵站污染物削减中的应用[J]. 净水技术, 2019, 38(s2): 102-105.