

运行与管理

强还原性废水进入生活污水处理厂的应急处理措施

朱师杰

(苏州市平海排水服务有限公司, 江苏 苏州 215005)

摘 要: 2017 年昆山市新苑生活污水厂受到不明废水的冲击,出水 TP 指标出现异常,经过各工艺段巡视、数据分析,判定污水厂进水中含有强还原性废水,导致出水 TP 超标。通过工艺调整、药剂投加试验发现,还原性废水进入生活污水处理厂后导致生物除磷作用完全丧失,同时活性污泥中的磷也释放到水体中,并且使投加的化学除磷药剂(聚铁)中的 Fe^{3+} 迅速被还原,难以与磷酸盐结合生成沉淀,从而丧失除磷效果。通过投加强氧化剂,能够恢复化学除磷药剂(聚铁)的效果,降低污水中的磷酸盐浓度,保持生活污水厂的正常运行。

关键词: 还原性废水; 活性污泥; 氧化剂; 化学除磷

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)20-0119-04

Influence of High Reductive Wastewater into Domestic Sewage Treatment Plant and Its Countermeasures

ZHU Shi-jie

(Suzhou Pinghai Drainage Service Co. Ltd., Suzhou 215005, China)

Abstract: The effluent TP of Kunshan Xinyuan domestic sewage plant was abnormal in 2017, due to the impact of unknown influent. Through process inspection and data analysis, it was determined that the influent of the sewage plant contained high reductive wastewater, resulting in effluent TP exceeding the standard. Through process adjustment and chemical dosing experiment, it was found that the entering of reductive wastewater caused complete loss of biological phosphorus removal effect, and at the same time, the phosphorus in the activated sludge was also released into the water body. Besides, the Fe^{3+} of chemical phosphorus removal agent (polymeric iron) was quickly reduced, so that it was difficult to combine with phosphate to form precipitate and lost the phosphorus removal effect. The effect of chemical phosphorus removal agent (polymeric iron) can be recovered by dosing the oxidant, thus the phosphate concentration in the sewage is reduced, and the normal operation of the domestic sewage plant is maintained.

Key words: reductive wastewater; activated sludge; oxidant; chemical phosphorus removal

1 概述

生活污水处理厂的安全稳定运行离不开污水源头的控制。某些工业废水如不经过预处理直接排入城市管网最终进入生活污水处理厂,在增加污水厂运行负荷的同时抑制微生物降解功能,导致出水水

质异常,严重时将危及微生物的正常生长繁殖,从而使污水厂运行瘫痪。昆山新苑污水处理厂 2017 年下半年受到还原性废水冲击后出水总磷异常,通过分析找到了出水总磷达标排放的应对措施^[1,2],可为类似生产事故的应急处置提供参考。

新苑污水处理厂规划处理规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 已建成 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 远期规划为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。已建成 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 分四期建设, 第一期 $2\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 于 2004 年建成, 第二期 $4\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 于 2006 年建成, 第三期 $4\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 于 2008 年建成, 第四期 $10\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 于 2011 年建成, 出水水质全面执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准。设计及实际进、出水水质见表 1。从表 1 可以看出, 2016 年实际进水水质基本在设计范围以内, 进水 B/C 值为 0.42, 可生化性良好, 出水达标排放。新苑污水处理厂采用改良卡鲁塞尔氧化沟 (A^2/O) + 混凝沉淀 + 过滤 + 消毒处理工艺, 经过多

年的运行摸索和工艺改进措施, 各项出水指标稳定达标。

表 1 设计及实际进、出水水质

Tab. 1 Design and actual influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
设计进水	350	150	180	40	25	4
设计出水	50	10	10	15	5(8)	0.5
实际进水	379	159	197	34.6	24.2	8.06
实际出水	24.9	2.39	8	10.6	1.11	0.155

注: ①实际进、出水水质为 2016 年运行平均值; ②括号内为水温 $< 12^\circ\text{C}$ 的控制指标。

主要工艺流程见图 1。

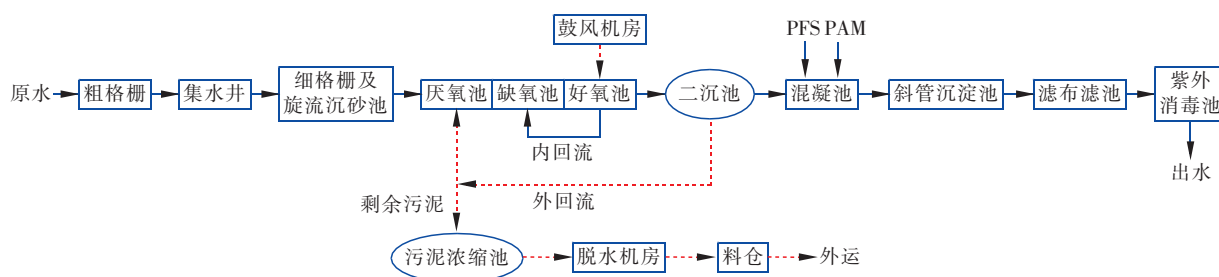


图 1 污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of sewage treatment process

2 强还原性废水进入后的影响

新苑污水处理厂运行规模为 $18\,000 \text{ m}^3/\text{d}$, 实际处理量为 $17\,500 \text{ m}^3/\text{d}$ 。2017 年 9 月 16 日 23:00 出水总磷浓度由 0.24 mg/L 突然升至 0.69 mg/L , COD、氨氮及总氮浓度稳定达标排放, 并未出现异常。污水厂立即启动应急预案, 取样保存(二期总磷 2.71 mg/L , 三期总磷 7.54 mg/L , 四期总磷 2.61 mg/L), 虽然进行了工艺调整、水量调节、药剂投加和泵站调度, 出水总磷依然呈上升趋势, 但 COD、氨氮及总氮达标排放, 并未受到影响。

上述事件发生后, 发现污水厂进水 COD 为 311 mg/L , BOD₅ 为 131 mg/L , 氨氮为 16.6 mg/L , 总氮为 23.7 mg/L , 总磷为 7.05 mg/L , pH 值为 7.02, 各项进水水质与年平均浓度基本持平, 无明显异常。同时从 9 月 17 日零点开始增加聚铁投加量, 发现絮凝池内生成白色沉淀, 此时二期总磷为 12.8 mg/L , 三期总磷为 10.6 mg/L , 四期总磷 $> 20.0 \text{ mg/L}$, 虽然加大了聚铁投加浓度, 但出水总磷指标持续走高, 初步判定进水中含有强还原性废水是导致出水总磷异常的直接原因。

废水进入新苑污水处理厂后, 生产环节明显出现异常, 主要表现在以下三个方面:

① 混凝池絮体颗粒细小, 同时生成的絮体颜色由黄褐色变成白色(见图 2); 斜管沉淀池出水浑浊, 含有大量白色悬浮颗粒, 说明 Fe^{3+} (黄褐色) 被还原, 因此初步确定废水中含有强还原性物质。

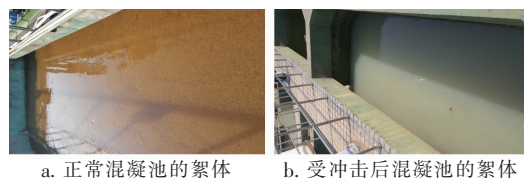


图 2 正常和受冲击后混凝沉淀池絮体效果对比

Fig. 2 Comparison of normal condition and effect of flocculation sedimentation tank after impact

② 二沉池出水总磷浓度高出进水总磷浓度数倍, 具体数值见表 2。从表 2 可以看出, 9 月 17 日—20 日进水总磷分别为 7.05 、 6.48 、 5.13 、 4.08 mg/L , 出水反而为 23.1 、 18.9 、 16.5 、 12.6 mg/L , 这说明该废水进入生活污水处理厂后导致生物除磷作用完全丧失, 同时活性污泥中的磷也释放到水体中。

因为聚磷菌只有在厌氧环境(还原环境)下会释放自身的磷至水体中,所以更加确定废水中含有强还原性物质。

表 2 进水总磷、二沉池出水总磷对比

Tab. 2 Comparison of total phosphorus in influent and secondary sedimentation tank $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

日期	进水总磷	二沉池出水总磷
9 月 17 日	7.05	23.1
9 月 18 日	6.48	18.9
9 月 19 日	5.13	16.5
9 月 20 日	4.08	12.6

③ 排放口出水中含有大量的白色悬浮颗粒,浑浊,总磷严重超标。

3 应对措施

① 取各工段废水水样保存化验,观察各工段生产数据,根据这些数据调整工艺:通过减小进水

量,减轻生物池负荷、增加曝气池鼓风量来提高好氧池溶解氧;通过加大外回流量和剩余污泥排放量减少污泥在二沉池的停留时间;通过增加聚铁配比浓度和投加量来提高除磷药剂的投加浓度,同时加强泵站调度,关闭工业区输水泵站,只开启居民区输水泵站,进一步稳定进水水质。

② 若通过以上手段后,出水依然难以达标排放,则需关闭污水厂进水阀门,切断异常水源,同时将污水厂构筑物内废水放空至集水井,进行二次处理,避免超标废水污染外围水体。

③ 利用聚铁投加量试验,定性分析废水中含有的物质,试验结果见表 3。从表 3 可以看出,投加聚铁至废水中生成白色的絮体,说明该类废水中含有强还原性物质;增加聚铁投加浓度生成的白色絮体颗粒反而更加细小,并不能生成黄褐色的絮体。

表 3 聚铁投加试验及结果

Tab. 3 Experiment and result of adding ferric sulfate

$\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$

聚铁投加浓度	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
结果	白色沉淀	白色沉淀	白色沉淀	白色沉淀	白色沉淀,絮体细小	白色沉淀,絮体细小	白色沉淀,絮体细小	白色沉淀,絮体细小

注:聚铁的密度为 1.45 g/cm^3 ,铁含量为 11%。

④ 向水体中投加强氧化剂次氯酸钠^[3],以此确定利用次氯酸钠氧化水中还原性物质,试验结果见表 4。从表 4 可以看出,提高次氯酸钠的投加浓度,絮体颜色由白色逐渐变成黄褐色,当次氯酸钠投加浓度 $>6 \text{ mL/L}$ 时,生成的絮体开始变为黄色。

表 4 次氯酸钠投加试验及结果

Tab. 4 Experiment and results of adding sodium hypochlorite

$\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$

次氯酸钠投加浓度	2	4	6	8	10
聚铁投加浓度	1	1	1	1	1
结果	白色沉淀	白色沉淀	浅色沉淀	黄色沉淀	黄褐色沉淀

注:次氯酸钠的有效氯含量为 13%。

⑤ 先投次氯酸钠,再投聚铁,确定能否去除水体中的总磷,试验结果见表 5。

表 5 先投次氯酸钠,再投加聚铁试验及结果

Tab. 5 Experiment and results of adding sodium hypochlorite

化验取样体积/mL	5	5	50
聚铁投加量/mL	0.5	1	10
总磷浓度/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.676	0.310	0.243

从表 5 可以看出,采用该方法可以有效恢复聚铁的除磷效果,当聚铁投加浓度为 0.2 mL/L 时,出

水总磷 $<0.5 \text{ mg/L}$ 。

⑥ 根据试验得出的次氯酸钠、聚铁投加浓度,结合实际的进水流量,在二沉池出水口先投加次氯酸钠,15 天后污水处理厂逐步恢复正常运行。

4 结论

① 强还原性废水进入生活污水处理厂后,通过微生物自身代谢作用,难以达到降解的目的;这些还原性物质致使生物除磷作用完全丧失的同时,还将促使活性污泥中的磷释放到水体中,增加后续深度处理负担。因此建议在各提升泵站安装 ORP 在线监测仪表,当在线仪表数据出现异常,则立即关闭该泵站,防止此类废水进入污水厂影响正常运行。

② 强还原性废水进入化学除磷阶段,可使投加的化学除磷药剂(聚铁)中的 Fe^{3+} 迅速被还原,难以与磷酸盐结合生成沉淀,丧失除磷效果,从而导致出水总磷超标。故建议在二沉池出水处或高效沉淀池进水口安装 TP 在线仪表预警,当此在线仪表数据远远大于污水厂进水 TP 在线仪表数据,同时混凝池出现白色絮体时,可以判定污水中含有此类废水,需要在二沉池出水处或高效沉淀池进水口增加强氧化剂紧急加药装置。

③ 投加强氧化剂次氯酸钠,能够氧化废水中的强还原性物质,再通过投加化学除磷药剂(聚铁),可有效降低污水中的总磷浓度,因此可在二沉池出水处或高效沉淀池进水口增加次氯酸钠紧急加药装置,保持污水厂正常运行。

参考文献:

- [1] 龚云峰,孙素敏,钱玉山. 污水化学除磷处理技术[J]. 能源环境保护,2009,23(13):1-4.
Gong Yunfeng, Sun Sumin, Qian Yushan. Wastewater chemical phosphorus removal treatment technology [J]. Energy and Environmental Protection, 2009, 23(13): 1-4 (in Chinese).
- [2] 贾晓燕. 废水除磷技术的研究[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(12): 191-192.
Jia Xiaoyan. Study on phosphorus removal technology of wastewater [J]. Chongqing Environmental Science, 2003, 25(12): 191-192 (in Chinese).
- [3] 崔洪升. 废次氯酸钠废水中磷的去除[J]. 中国给水排水, 2015, 31(14): 108-111.

Cui Hongsheng. Removal of phosphorus from waste sodium hypochlorite wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(14): 108-111 (in Chinese).



作者简介:朱师杰(1987-),男,湖北孝感人,大学本科,工程师,研究方向为污水处理工艺及设备运行调控、河道生态修复。

E-mail: zhushijie1012@163.com

收稿日期:2018-03-18

(上接第113页)

物沥浸+厢式隔膜板框压滤机系统所使用的水电、微生物营养剂、污泥运输及污泥焚烧的费用)。

7 结论及建议

① 通过生物沥浸+厢式隔膜板框压滤机系统处理后的污泥,减量效果明显,后期污泥处置费用大大减少,该方法在综合污泥运行处置费上比离心脱水法总体成本下降明显。

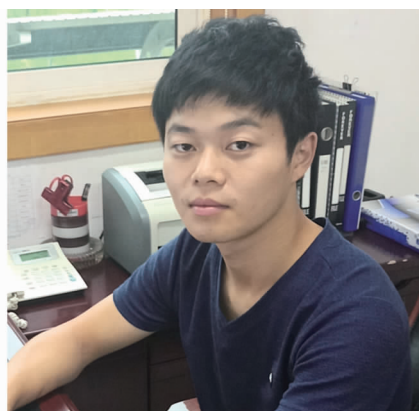
② 在实际运行过程中需对生物沥浸时间做出灵活调整,可以自我调整培养至最佳脱水时间。同时优化营养剂投加时间和投加点的设置,减少营养剂成本投入,降低污泥运行费用。在生物沥浸池相应位置安装在线监测仪表,以加强对生物沥浸池的运行管理。

参考文献:

- [1] 周立祥. 污泥生物沥浸处理技术及其工程应用[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(5): 154-166.
Zhou Lixiang. Bioleaching of sludge and its engineering application [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2012, 35(5): 154-166 (in Chinese).
- [2] 胡金财,谈振娇,张轶,等. 污泥生物沥浸法深度脱水

工程及其运行效果分析[J]. 给水排水, 2013, 39(7): 48-52.

Hu Jincai, Tan Zhenjiao, Zhang Yi, et al. Bioleaching method of deep dehydration engineering and operation effect analysis [J]. Water & Wastewater Engineering, 2013, 39(7): 48-52 (in Chinese).



作者简介:马慧峰(1990-),男,浙江桐乡人,大专,助理工程师,从事污水处理厂运行管理工作。

E-mail: 69270380@qq.com

收稿日期:2018-03-11