



推荐阅读:

[广西城市污水处理厂污泥产生及处置现状分析](#)

[平顶山市煤矿区土壤重金属污染程度评价](#)

[基于灰色关联分析法的宜昌市空气质量影响因素分析](#)

[废旧锂离子电池流向及管理现状调研](#)

[生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景](#)

[环境敏感区农村生活污水处理工艺设计案例分析](#)

[氨法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺在焦炉烟气净化中的应用](#)

[反渗透双膜工艺处理印染废水研究进展](#)

[重金属污染土壤修复技术研究进展](#)

[基于 SARIMA 模型的二氧化氮时间序列预测研究](#)

[碳基功能材料在土壤修复中的应用](#)

[虾蟹壳对水中刚果红吸附性能的研究](#)

[农村生活垃圾生物质热解和燃烧气相数值模拟](#)

[基于灰色 GM\(1, 1\)模型的成都市大气污染物浓度预测](#)

[江苏省非道路移动源大气污染排放清单研究](#)

[欧盟 15 国污水污泥产生量与处理处置方法对比](#)

[基于 Hydrus-1D 的粉煤灰堆场 Cr\(VI\) 在包气带中迁移规律的研究](#)

[工业废水活性炭深度处理的研究](#)



移动扫码阅读

李晓,刘碧武,郭军.折点加氯法去除生活污水氨氮的试验研究[J].能源环境保护,2019,33(5):32-35.

LI Xiao, LIU Biwu, GUO Jun. Experimental study on ammonia removal from domestic sewage by breakpoint chlorination[J]. Energy Environmental Protection, 2019, 33(5): 32-35.

折点加氯法去除生活污水氨氮的试验研究

李晓¹, 刘碧武², 郭军³

(1. 潞安集团节能环保处, 山西 襄垣 046204; 2. 潞安集团煤基合成油有限公司, 山西 襄垣 046204; 3. 潞安集团建设中心, 山西 襄垣 046204)

摘要:为提高生活污水处理厂氨氮去除效果,采用折点加氯法处理二级生化出水,通过试验分析了氨氮去除效果和主要研究因素。结果表明:在进水氨氮浓度 $<5\text{ mg/L}$ 、 $\text{pH } 5.5\sim 6.7$ 、反应时间 30 min 、次氯酸钠投加量 59.3 mg/L 的条件下,折点加氯法对氨氮的去除效果最好,出水氨氮浓度可稳定达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准,次氯酸钠药剂成本为 0.53 元/t 。

关键词:折点加氯;生活污水;氨氮

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:1006-8759(2019)05-0032-04

Experimental study on ammonia removal from domestic sewage by breakpoint chlorination

LI Xiao¹, LIU Biwu², GUO Jun³

(1. Shanxi Lu'an Mining Group, Xiangyuan 046204, China; 2. Shanxi Lu'an Coal-based Synthetic Oil Company, Xiangyuan 046204, China; 3. Shanxi Lu'an Construction center, Xiangyuan 046204, China)

Abstract: Breakpoint chlorination technology was used to treat the effluent of secondary biochemical process to enhance the ammonia nitrogen removal rate in a domestic sewage treatment plant. Removal effect and main impact factors were analyzed by test. The results show that breakpoint chlorination technology provides the highest removal rate under the conditions of influent ammonia nitrogen $<5\text{ mg/L}$, $\text{pH} = 5.5\sim 6.7$, reaction time = 30 min , NaClO addition = 59.3 mg/L . The ammonia nitrogen concentration in effluent can stably satisfied the Standard III of Environmental Quality Standards for Surface Water. The cost of NaClO is 0.53 yuan/t .

Key words: Breakpoint chlorination; Domestic sewage; Ammonia nitrogen

0 引言

潞安集团后勤中心原有污水处理厂一座,设计处理能力 $10\ 000\text{ m}^3/\text{d}$,主要建筑有调节池、AAO反应池、MBR膜池、污泥池等,采用 $\text{A}^2/\text{O}-\text{MBR}$ 工艺,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A要求。根据《襄垣县人民政府办公室“关于印发襄垣县水污染防治2018年行动计划的通知”》(襄政办发[2018]51号)的要求,山西潞安矿业(集团)有限责任公司后勤中心污水处理厂完成提效改造任

务,出水水质中三项主要污染物(化学需氧量、氨氮、总磷)稳定达地表水环境质量Ⅲ类标准。污水处理厂氨氮主要是通过生物膜法,现有工艺无法实现氨氮稳定达标($<1.0\text{ mg/L}$)的要求。

目前污水处理厂出水氨氮不能稳定达标(见图1),企业暂时无法对现有工艺进行大改造,对此本文将通过化学法达到有效除氨氮的目的。化学折点加氯法是通过化学反应的方式直接将氨氮还原为无害的氮气,并从水中分离出来,释放到空气中。

收稿日期:2019-07-08

第一作者简介:李晓(1983-),女,山西长治人,工程师,硕士,主要从事环境科学研究。E-mail: xiao7692051@126.com

本文将通过试验研究各种因素对折点加氯反应的影响,采取化学折点加氯法有效去除生活污水中的氨氮,确保生活污水氨氮指标小于 1.0 mg/L,满足最新环保要求。

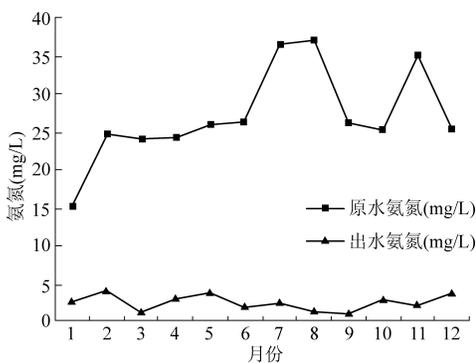


图1 2018年污水处理厂原水及出厂氨氮水质情况

1 试验方法

1.1 主要试剂与仪器

设备:折点加氯消毒设备1台、电磁搅拌器、冰箱、分光光度计、便携式余氯仪、玻璃瓶、量筒、比色皿、温度计等。

药剂:氨氮溶液、8.9%次氯酸钠溶液、无水氯化铵、漂白粉、磷化钾溶液、硫酸溶液、淀粉指示剂、蒸馏水等。

1.2 试验过程

取氨氮溶液10份,每份100 mL,将8.9%次氯酸钠溶液稀释1000倍后(浓度为89 mg/L),分别以10、20、30……100 mL的剂量加到10份溶液中,用电磁搅拌器密封搅拌10 min后,放在温度为4℃的冰箱保鲜柜中,静置2 h,之后对溶液中的余氯、氨氮等进行检测。

2 结果与讨论

2.1 试验结果

取污水处理厂生活污水出水作为原液,试验时污水处理厂运行出现波动,出水氨氮指标偏高。试验时原液氨氮4.31 mg/L,按试验过程进行试验操作,数据汇总如图2所示。

2.2 投氯量对折点加氯反应的影响

生活污水中通常含有氨和各种有机氮化物,生化好氧段完成了硝化阶段,因此氮通常以氨或硝酸盐的形式存在。投氯后次氯酸极易与生活污水中的氨进行反应,其反应与pH值、温度和接触时间有关,也与氨和氯的初始比值有关。

根据图2中余氯、总氯及氨氮浓度曲线分析

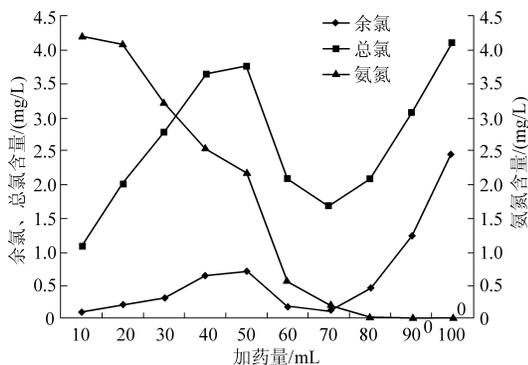


图2 折点加氯量与氨氮曲线

可知,从试验结果可以推论 $2\text{NH}_3 + 3\text{NaClO} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + 3\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 是成立的,氨氮在最高点加氯量为4.94 mg/L,氨氮为2.19 mg/L,在最低折点加氯量为6.93 mg/L,氨氮为0.21 < 1.0 mg/L。加氯量大于7.92 mg/L后,氨氮检测均为未检出。说明只要有充足的有效氯补充,氨氮处理效率较高。

2.3 pH对折点加氯反应的影响

试验条件:原液氨氮 $c(\text{NH}_4^+) = 4.31 \text{ mg/L}$,反应温度为25℃,加药方式为一次性加药,反应时间为30 min, $m(\text{NaClO}) : m(\text{NH}_4^+) = 10.2 : 1$,试验结果如图3所示。

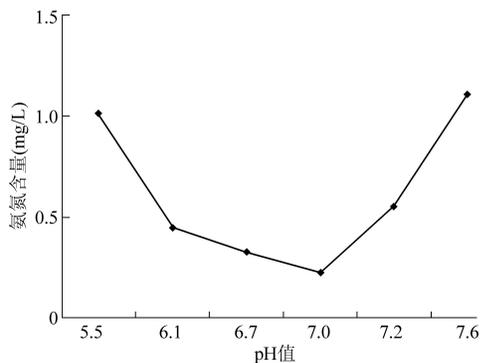


图3 pH对处理效果的影响

pH的调节将增加原料的投入,因此,试验所需的pH与废水的pH越接近,pH调节所需的投料越少。结合以上试验,pH过高影响次氯酸钠分解($\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{HClO}$ 可逆反应)成有效氯,从而影响处理效果。因此加药后pH在6.1~7.0时,废水中氨氮的去除效果最佳。

2.4 次氯酸钠加药量对折点加氯反应的影响

加药比对折点加氯反应的影响较大。本试验采用一次性加入的方案,原液氨氮为5.21 mg/L,反应温度25℃,pH 6.5,反应30 min,加入不同量的次氯酸钠来研究对氨氮的去除效果。结果如图4所示。

结果表明,投加60 mL 8.9%次氯酸钠时,废水

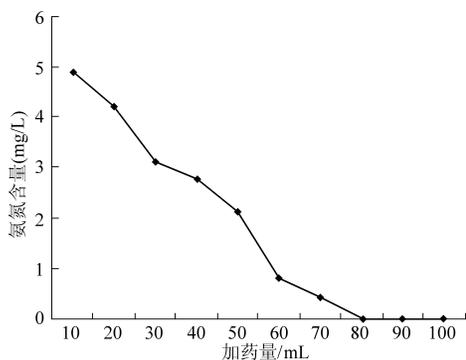


图 4 次氯酸钠加药量对处理效果的影响

中的氨氮的含量 0.79 mg/L, 已经满足地表水环境质量Ⅲ类标准, 随着加药量逐渐增大 (6.93、7.92、8.90、9.88 mg/L), 氨氮的去除率逐渐提高。

2.5 反应时间对折点加氯反应的影响

试验条件: 原液取生活污水出水, 氨氮 5.21 mg/L, 反应温度 25 ℃, 加药方式为一次性加药, 反应时间为 10、20、30、40、50、60 min, 按 $m(\text{NaClO}) : m(\text{NH}_4^+) = 10.2 : 1$, 结果如图 5 所示。

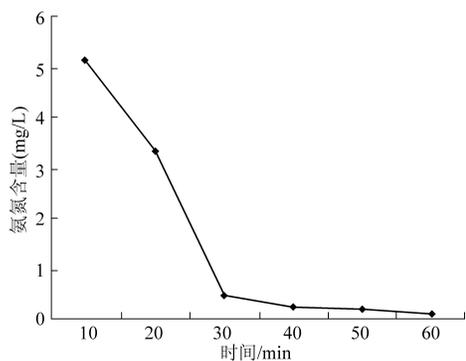


图 5 反应时间对折点加氯反应的影响

由图 5 可知, 随着反应时间的延长, 氨氮的浓度逐步下降。在反应时间为 10~30 min 时, 氨氮降解幅度很大, 处理效果很明显, 反应时间继续延长, 处理效果提升幅度不明显, 因此最佳处理效果时间可定为 30 min。

反应时间对于工业生产的效率有极大的影响。温度为 25 ℃, 一次性有效氯投加量 7.93 mg/L, 加药后 pH 为 6.1 和 7.0 时, 不同反应时间下, 废水中氨氮的去除效果, 试验过程如下:

a) 调节加药后溶液 pH 为 6.1

调节加药后溶液的 pH 为 6.1, 初始 5 min 内溶液中有大量细小气泡产生, 第 6 min 开始, 溶液中有少量微小气泡产生, 第 8 min 溶液中无产生气泡, 第 10 min 检测溶液中氨氮含量为 0.07 mg/L。

b) 调节加药后溶液 pH 为 7.0

调节加药后溶液初始 pH 为 7.0, 2 min 后溶液

pH 开始下降, 第 6 min 开始加入 10 % NaOH 溶液将 pH 调节至 8.00, 溶液中有大量细小气泡产生, 第 9 min 溶液中有少量微小气泡产生, 第 11 min 溶液中无产生气泡, 第 12 min 检测溶液中氨氮含量为 0.47 mg/L。

试验表明, pH 在 6.1~7.0, 次氯酸钠一次投药量足够的情况下, 单位时间内废水中氨氮的去除效率较高, 30 min 后氨氮即可达到甚至低于 0.1 mg/L。

2.6 温度对折点加氯反应的影响

反应温度对加药量的消耗有较大影响, 试验加药为 8.01 mg/L, 一次性加药, 加药后 pH 为 6.5, 48 ℃ 和室温 (25 ℃) 下反应的效率。试验过程如下:

a) 反应温度控制在 48 ℃

加入次氯酸钠 5 min 后, 开始产生少量微小气泡, 搅拌后气泡增多, 8 min 后, 溶液中产生大量气泡, 且随时间减少, 17 min 后溶液中无气泡产生, 20 min 后检测溶液氨氮含量为未检出。

b) 反应温度控制在 25 ℃

加入次氯酸钠 3 min 后, 溶液中产生较少气泡, 5 min 后开始产生较多微小气泡, 搅拌后产生大量气泡, 8 min 后溶液中产生大量气泡, 且随时间减少, 17 min 后溶液仍产生少量气泡, 20 min 后溶液中无气泡产生, 溶液中氨氮含量为未检出。

试验表明, 加入足量次氯酸钠后, 提高反应温度会使反应略微加速。

3 结论

(1) 从试验结果来看, 采用折点加氯对生活污水二级生化出水的低氨氮浓度 (5 mg/L 以下) 进行处理, 确定最佳反应条件反应时间 30 min, pH 最佳控制条件在 5.5~6.7, 最佳次氯酸钠投加量 5.93 mg/100 mL, 在此条件下次氯酸钠对生化后的生活污水中的氨氮去除效果最佳。

(2) 从投加药剂影响来看, 次氯酸钠药剂投加量越大处理效果越好。理论计算 1 mg/L 氨氮消耗 8 mg 次氯酸钠, 因此当 5 mg/L 氨氮降至 1 mg/L 时, 理论消耗 0.026 % (V/V) 10 % 次氯酸钠溶液。2018 年生活污水厂出水氨氮 4.08~0.76 mg/L, 略高于国家标准 1.0 mg/L, 因此需要投加药剂量较少。

(3) 从运行成本来看, 长治市地区 10 % 次氯酸钠价格 900 元/t, 按 100 mL 投加 5.93 mg 的 10 % 次氯酸钠投加量核算, 生活污水厂每吨成

本增加 0.5337 元。按照每年运行 300 d, 10 000 m³/d 废水产生量来核算, 污水处理厂每年增加成本 160.11 万元。低氨氮废水处理的达标排放是企业运行环保要求的基本前提, 采取折点加氯化学法可简单、快速的实现。

参考文献

- [1] 周国华, 完颜华, 刘艳球. 微污染源中的氨氮及其处理技术[J]. 环境科学与管理, 2006, 6: 91-93.
- [2] 白雁冰. 折点加氯法脱氨氮后余氯的脱除[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(11): 102-108.
- [3] 姜瑞, 曾红云, 王强. 氨氮废水处理技术研究进展[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(6): 131-134.
- [4] 段明星, 徐效清. 氨氮废水的处理技术及其研究进展[J]. 环境与发展, 2015, 6: 68-70.
- [5] 李佳, 朱百泉, 祝明, 等. 折点加氯反应在次氯酸钠消毒中水中的应用[J]. 环境工程学报, 2012, 6(11): 4069-4073.
- [6] 张大超, 曾宪营, 张菊花. 氨氮废水处理方法研究进展[J]. 四

- 川有色金属, 2011, 4(4): 46-49.
- [7] 李婵君, 贺剑明. 折点加氯法处理深度处理低氨氮废水[J]. 广东化工, 2013, 40(20): 43-44.
- [8] 郑涵, 姜萍萍. 微污染源水中氨氮去除研究[J]. 城镇供水, 2013(1): 18-21.
- [9] 罗广英. 折点加氯去除水中氨氮[J]. 广州化工, 2009, 37(5): 172-187.
- [10] 陈志平. 次氯酸钠消毒在水厂中应用[J]. 城镇排水, 2009(4): 37-41.
- [11] 费明明, 沈亮, 陆丹红, 等. 折点加氯对微污染原水中氨氮去除效果的研究[J]. 给水排水, 2016(9): 13-17.
- [12] 曾次元, 李亮, 赵心越. 电化学氧化法除氨氮的影响因素[J]. 复旦学报(自然科学版), 2006(3): 348-352.
- [13] 孙锦宜. 含氨废水处理技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 164-254
- [14] 黄海明, 肖贤明, 晏波. 折点氯化处理低浓度氨氮废水[J]. 水处理技术, 2008(8): 63-65.
- [15] 胡允良, 张震威, 翟巍. 制药废水的氨氮吹脱实验[J]. 工业水处理, 1999(4): 19-21.

(上接第 27 页)

效果都比较理想且无明显差别。

(2) 相同条件下不同浓度的醇胺混合溶液吸收效果不同, 实验证明 CO₂ 的吸收效率随着醇胺溶液浓度的增加而增加。解析效率受醇胺溶液浓度的影响较小且解析效率都在 99% 以上。

(3) 相同条件下 CO₂ 吸收效率的是随着不同 CO₂ 浓度的增加而降低, 但解析效果随着 CO₂ 的浓度增加有所增加, 但解析效率随着 CO₂ 浓度的增加而有所提升。

(4) 空速的不同也一定程度的影响到了 CO₂ 的吸收效果, 实验证明 CO₂ 的吸收效率随着空速的增加而下降, 但解析效率随着空速的增加有所提升。

(5) 实验证明 CO₂ 的吸收效率随着液气比的增加而增大, 但解析效率随着空速的增加有所降低。

综上所述, 采用醇胺混合液吸收烟气中的 CO₂ 是可行的, 醇胺溶液吸收效果受醇胺溶液种类、浓度、配比、CO₂ 含量、空速以及液气比的影响。醇胺溶液吸收 CO₂ 后解析比较容易达到理想效果, 解析率均可达到 99% 左右。

参考文献

- [1] 王祥云. 合成氨气体净化技术进展[J]. 气体净化, 2004, 4(4): 1-2.
- [2] IPCC. Climate Change 2001—Impacts, Adaptation, and Vulnera-

- bility, Technical sammlm ~ offiae working group II [R]. Cambridge University Press, 2002.
- [3] 张永钢. 钢铁企业的二氧化碳减排[J]. 浙江冶金, 2006, (1): 13-15.
- [4] 甄瑞卿, 张红, 董广霞, 等. 基于产业结构调整情景下的中国钢铁行业大气污染排放预测[J]. 环境工程, 2017, 6(35): 114-117.
- [5] 郝经伟, 赵宏, 张标, 等. 钢铁二氧化碳减排情况与建议[J]. 冶金经济与管理, 2015(6): 35-36.
- [6] Descampa C, Bouallou C, Kanneche M. Efficiency of all Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) Power Plant Including CO₂ Removal[J]. Energy, 2008, 33: 874-881.
- [7] Rho S W, Yoo K P, Lee J s, et al. Solubility of CO₂ in aqueous methyldiethanolamine sosutions [J]. Chem. Eng. Data, 1997, 42(6): 1161-1164.
- [8] 刘华兵, 徐国文, 张成芳, 等. 活化 MDEA 水溶液中二氧化碳溶解度[J]. 华东理工大学学报, 1999, 25(3): 242-246.
- [9] Hagewiesche D P, Ashour S S, AIGHA, et al. Absorption of carbon dioxide into aqueous blends of monoethanolamine and n-methyldiethanolamine [J]. Chemical Engineering Science, 1995, 50(7): 1071-1079.
- [10] Rinker, Edward B, Ashour, et al. Absorption of carbon dioxide into aqueous blends of diethanolamine and methyldiethanolamine [J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2000, 39(11): 4346-4356.
- [11] 李桂明, 杨红健, 贾庆, 等. MDEA 水溶液脱碳平衡溶解度和动力学研究[J]. 西南石油大学学报, 2007(4): 129-133.