

问题探讨

淮南矿区煤矿生活污水处理技术探讨

谷松¹,高杰²

(1.淮南矿业(集团)有限责任公司,安徽 淮南 232001;2.煤科集团杭州环保研究院,
浙江 杭州 311201)

摘要:介绍了淮南矿区煤矿生活污水的水质特点及处理现状,对比分析了现有氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种污水处理工艺的处理效果。结果表明,SBOT 工艺的出水 COD_{cr} 和 NH₄⁺平均质量浓度分别为 39.7 mg·L⁻¹ 和 1.9 mg·L⁻¹,优于氧化沟和生物接触氧化工艺,达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18919-2002)中的一级 A 类标准,可作为矿区污水二级处理或水质提标的荐选技术。

关键词:矿区生活污水;SBOT;氨氮;二级处理;水质提标

中图分类号:X703

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2016)06-0037-04

DISCUSSIONS ON THE TECHNOLOGY OF DOMESTIC SEWAGE TREATMENT OF COLLIERIES IN HUAINAN MINING AREAS

GU Song¹,GAO Jie²

(1. Huainan Coal Mining Group Corporation Ltd, Huainan Anhui 232001, China;
2. CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou Zhejiang 311201, China)

Abstract:The water quality characteristics and treatment status of domestic sewage of collieries in Huainan coal areas was introduced, and the treatment efficiency of existing oxidation ditch, biological contact oxidation and SBOT was analyzed and compared. The results shows that the effluent average mass concentrations of COD_{cr} and NH₄⁺ by SBOT were 39.7 mg·L⁻¹ and 1.9mg·L⁻¹ respectively, which indicates that SBOT is better than the technology of oxidation ditch and biological contact oxidation, and the effluent quality can meet the first grade demands of China's discharge standard of pollutants for municipal wastewater treatment plant (GB 18919-2002). The process of SBOT could be used as a recommended technology on secondary treatment or raising water quality standards for coal areas.

Key words: domestic sewage in coal areas;SBOT;ammonia nitrogen;secondary treatment; raising water quality standards

随着工业发展以及城镇化提速,我国正面临着十分严峻的环境形势,据调查,全国主要流域目前都存在着不同程度的污染,“三河三湖”区域更是处于严重污染的状态,国务院在 2015 年出台的“水十条”中明确提出:到 2020 年,我国水环境质量得到阶段性改善,长江、黄河、珠江、松花江、淮

河、海河、辽河等七大重点流域水质优良(达到或优于Ⅲ类)比例总体达到 70%以上^[1]。淮南矿区地处安徽省淮河两岸,目前整个矿区的生活污水经处理后大部分直接外排至淮河流域,出水多执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18919-2002)中的一级 B 类标准,该标准极为宽松,主要水污染控制指标比《地表水环境质量标准》中的劣 V 类标准还差,尤其是水中的氮磷等物质含量很

高,排放至淮河流域会加剧水体富营养化。因此,选择一种既能符合当前矿区实情,又能与今后不断提升的污水排放标准相契合的矿区生活污水处理技术十分必要^[2]。本文介绍了淮南矿区当前煤矿生活污水的特点以及处理工艺,并针对性的对矿区现有的氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种生活污水处理技术进行对比研究,以期为国内其它矿区的煤矿生活污水处理提供工艺选择参考,并为矿区今后煤矿生活污水的水质提标工作提供技术借鉴。

1 淮南矿区煤矿生活污水特点

煤矿生活污水主要来源于职工洗浴排水、生活区排水、办公区冲厕排水以及车间冲洗排水等。淮南矿区目前的煤矿生活污水受矿井规模、开采工艺、地理位置以及排水体制等因素影响,具有显著的行业特点。

水量波动大。许多矿井生活区排水少,生活污水以办公排水以及职工洗浴排水为主,其中职工洗浴排水所占比重超过 50%,而此部分排水通常在 2 小时内就排放完毕。

水质波动大。低浓度的职工洗浴排水与高浓度的生活排水交错排放,导致水质大幅度的波动。另一方面目前仍有少部分矿井采用雨污合流的排水体制。

有机污染物浓度低。矿区生活污水中所占比例最大的职工洗浴用水,其 COD_{Cr} 含量通常只有 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右。

悬浮物含量高。矿区生活污水在收集过程中不可避免的会携带地面上的煤粉尘等悬浮杂质,同时职工洗浴排水中也含有很多煤粉。

2 淮南矿区煤矿生活污水处理工艺

淮南矿区煤矿生活污水处理目前共涉及氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种工艺。

2.1 氧化沟

氧化沟因其构筑物呈封闭的环形沟渠而得名,是活性污泥法的一种变型,具有构造型式多样性、曝气设备多样性、曝气量可调节等技术特点,是当前我国生活污水处理领域一种主流工艺^[3-4]。目前,淮南矿区生活污水处理采用氧化沟工艺的仅有潘一矿,其类型为传统 carousel 氧化沟。该氧化沟具备推流式和完全混合式双重流态的流态特

点,采用了 4 廊道设计,并在沟一端设置了两台倒伞型表曝机。为减少占地面积,氧化沟在设计时采用了深沟配推进器的模式。为增强污水脱氮除磷效果,设计在氧化沟前段设置了厌氧池,来自二沉池的回流污泥和进水在厌氧池内进行厌氧反应,选择性的培养优势菌种。潘一矿氧化沟工艺的污水处理工艺流程见图 1。

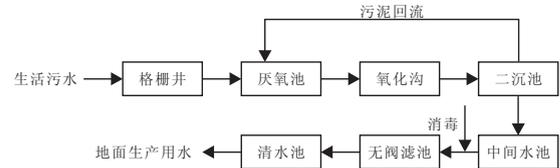


图 1 潘一矿生活污水处理工艺流程

潘一矿生活污水设计处理规模 $4\ 500 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$,设计出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 类标准,生活污水经处理后主要回用作地面生产用水,多余则达标排放。目前,氧化沟系统在日常运行时总体良好,二沉池出水经过滤和消毒后能够达到设计要求,但由于潘一矿的生活污水排水体系为合流制,生活污水在雨季时水质波动较大,有机负荷过低,氧化沟工艺在暴雨季节时需经常采取一定的人工措施,投加一些营养物质或减少系统进水量,以克服长时间的水质冲击负荷。

2.2 生物接触氧化

生物接触氧化工艺是一种兼有活性污泥法和生物膜法特点的污水净化处理工艺,广泛应用于各行各业的污水处理系统。生物接触氧化工艺的技术特征是在生物反应池内充填填料,已经充氧的污水浸没全部填料,并以一定的流速流经填料。在填料上布满生物膜,污水与生物膜广泛接触,在生物膜上微生物新陈代谢的作用下,污水中有机污染物得到去除,污水得到净化^[5-6]。淮南矿区现有的生物接触氧化工艺大多是在煤矿“三同时”时建设的,在整个矿区应用比例最高。图 2 为生物接触氧化工艺在顾北矿的处理工艺流程,采用的是一段两格式设计,池内吊装弹性立体生物填料,充填率为 100%,池底采用微孔曝气头对污水进行充氧,老化脱落后污泥通过池底电动阀排至池外。

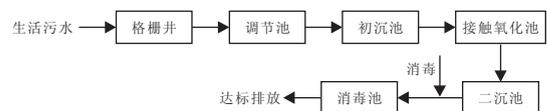


图 2 顾北矿生活污水处理工艺流程

顾北矿生活污水设计处理规模 $2\ 000\ \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 设计出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 B 类标准, 生活污水经处理后达标排放。生物接触氧化系统自建成以来一直运行正常, 但二沉池出水 SS 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量经常超标, 这主要是由于原系统 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果差、生活污水来水量大以及原排泥系统设计缺陷等原因造成的, 后通过技术改造和扩容处理基本解决。

2.3 SBOT

SBOT(Simultaneous Biological Oxidation Tank)即同步生物氧化法, 是一种新型污水处理技术, 综合了同步生物氧化处理、去除氨氮、沉淀及过滤的过程, 其主要技术特征在于池内分成多个小格, 水流在每一小格内上下翻转流动, 使水中载体处于流态化, 池内采用脉动曝气, 易使老化陈旧的生物膜脱落更新, 并沉到池底, 通过排泥管排出池外。同时脉动曝气在低溶解氧和适宜 pH 值条件下, 可以抑制硝化菌生长, 富集亚硝化菌, 实现亚硝酸盐氮的积累, 而亚硝酸氮又以氨氮或有机基质作为电子供体直接转化为氮气, 实现短程硝化反硝化脱氮, 从而节省供氧量和反硝化所需的碳源, 缩短反应时间, 减少剩余污泥产量^[7-10]。图 3 为丁集矿新建生活污水处理的工艺流程, SBOT 池设计 2 组共 10 格, 并与初沉池合建, 在 SBOT 池内装有填充率为 80% 的专用生物填料, 污水在上下翻转的过程中与生物填料充分接触, 并通过曝气量的控制将填料保持在流化状态, 老化后的污泥沉积在池底泥斗中, 最终由气动阀排出池体。



图 3 丁集矿新建生活污水处理工艺流程

丁集矿现有的 SBOT 工艺设计规模为 $1\ 800\ \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 与原有的生物接触氧化工艺合计处理规模为 $3\ 750$, 设计出水都执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 B 类标准, 生活污水经处理后达标排放。SBOT 工艺在丁集矿运行一年多来, 出水水质一直稳定达标, 处理效果较原系统的生物接触氧化工艺优势明显, 尤其是 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的处理效果十分突出。

3 淮南矿区煤矿生活污水处理工艺比较

3.1 处理效果比较

选取淮南矿区潘一矿(氧化沟)、顾北矿(生物

接触氧化)以及丁集矿(SBOT)进行工程实际运行效果的比较, 分析从 2015 年 4 月份开始的连续 6 个月进出水水质监测数据(其中氧化沟工艺出水取的是二沉池出水), 重点考察氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种工艺对 COD_{Cr} 以及 NH_4^+ 的去除效果, 结果如图 4 及图 5 所示。

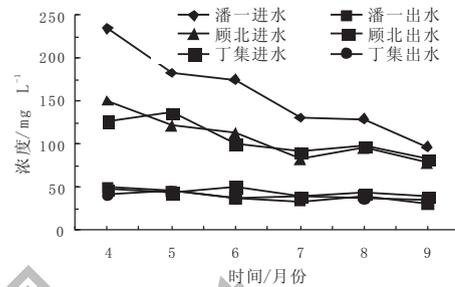


图 4 三种工艺对 COD_{Cr} 的去除效果对比

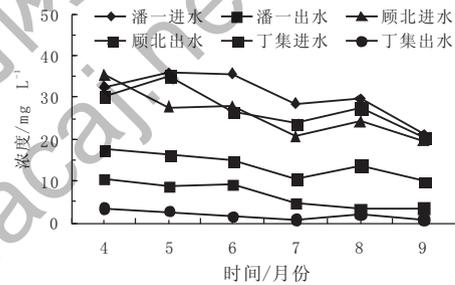


图 5 三种工艺对 NH_4^+ 的去除效果对比

氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种工艺都能取得很好的 COD_{Cr} 去除效果, 并且连续 6 个月的水质检测数据都比较稳定。从图 4 中可以看出, 氧化沟和 SBOT 工艺的出水 COD_{Cr} 平均质量浓度分别为 39.7 、 $39.9\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 类标准要求, 优于生物接触氧化工艺的 $44.3\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。三种工艺对 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 73.7% 、 57.1% 、 61.9% , 以氧化沟工艺为最高, 这是由于潘一矿生活污水主要来源于生活区污水, 进水 COD_{Cr} 浓度高于顾北矿和丁集矿。

氧化沟、生物接触氧化及 SBOT 工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除有着比较明显的差异, 从图 5 中可以看出, 三种工艺的出水 NH_4^+ 平均质量浓度分别为 6.6 、 13.8 、 $1.9\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均去除率分别为 79.1% 、 46.8% 、 93.5% , SBOT 工艺的平均去除率是生物接触氧化工艺的 1 倍, 且出水 NH_4^+ 平均值仅为 $1.9\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 该值远低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 类标准的限制。三种工艺的出水 NH_4^+ 随着时间的推移呈逐渐下降趋势, 分析认为

是由于温度升高而引起的变化。

3.2 其他方面比较

生活污水处理工艺的主要差别在生化及沉淀单元,针对淮南矿区煤矿生活污水的特点,选取氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种工艺的生化及沉淀单元进行综合对比,结果见表 1。

表 1 三种污水处理工艺生化及沉淀单元综合对比

比较类别 \ 工艺	氧化沟	生物接触氧化	SBOT
工程投资	大	小	小
占地面积	大	小	较小
运行能耗	高	低	低
操作管理	复杂	简单	简单
运行成本	高	低	较低
进水 SS 要求	低	高	低
抗冲击负荷能力	强	弱	强

在表 1 中,氧化沟工艺的生化及沉淀单元的构筑物含厌氧池、氧化沟以及二沉池,设备包括曝气机、推进器、搅拌机、回流泵、剩余污泥泵、刮泥机等,构筑物和设备数量均最多,其工程投资、占地面积、运行能耗、操作管理及运行成本等比较类别明显不如其它两种工艺;SBOT 工艺构筑物和设备仅有 SBOT 池和罗茨风机,数量最少,相对优势就比较突出。在进水 SS 要求比较类别中,氧化沟工艺中的悬浮状有机物在池内可以得到好氧稳定,对进水 SS 要求都不高;SBOT 工艺由于多格并在池底设置了泥斗,在初始时就将多数悬浮杂质排除,对进水 SS 要求也不高,而生物接触氧化工艺对进水 SS 由一定要求,悬浮物过高会堵塞载体和池底曝气器。氧化沟工艺水力停留时间长,微生物量大,具有很强的抗水质冲击负荷能力;SBOT 工艺中的专用生物载体比表面积大,生物量可以达到 $10\sim 20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上,同样具备较强的抗冲击负

荷能力。

4 结论

淮南矿区煤矿生活污水具有水量水质波动大、有机污染物浓度低、悬浮物含量高等特点,与普通城市生活污水差异明显。

在矿区现有的氧化沟、生物接触氧化以及 SBOT 三种生活污水处理工艺中,SBOT 工艺的 COD_{Cr} 、 NH_4^+ 处理效果优于氧化沟和生物接触氧化工艺,SBOT 工艺的出水 NH_4^+ 平均质量浓度仅为 $1.9\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,远低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 类标准。

SBOT 工艺 NH_4^+ 去除效果好,在工程投资、占地面积、运行能耗、抗冲击负荷等方面优于氧化沟和生物接触氧化工艺,能与今后不断提升的污水排放标准相契合,可作为矿区下一步生活污水二级处理或水质提标的荐选技术。

参考文献

- [1] 马乐宽,王金南,王东.国家水污染防治“十二五”战略与政策框架[J].中国环境科学,2013,33(2):377-383.
- [2] 刘庆玉,王书文,焦银珠.小型生活污水处理工艺和设计[J].水处理技术,2005,31(5):42-45.
- [3] 周金平,周如禄.氧化沟处理煤矿低浓度生活污水运行控制技术探讨[J].能源环境保护,2011,25(5):35-39.
- [4] 李守勤,郭中权,陈永春.卡罗塞尔氧化沟处理低浓度煤矿厂生活污水的效果分析[J].能源环境保护,2011,25(4):41-43.
- [5] 徐俊华.应用生物接触氧化法处理煤矿生活污水的相关研究[J].煤炭技术,2013,32(10):165-167.
- [6] 梁建军,阳琪琪,何强,等.A/O 一体化生物接触氧化工艺的除污特性分析[J].中国给水排水,2013,29(3):14-16.
- [7] 高杰,郑鹏生,郭中权,等.一种地理式一体化煤矿生活污水处理技术[J].中国给水排水,2015,31(15):101-104.
- [8] 程功林,高亮,陈永春,等.煤矿工业广场生活污水再生利用试验研究[J].能源环境保护,2013,39(3):88-90.
- [9] 高亮,周如禄,郭中权,等.一种煤矿区生活污水深度处理方法:中国,200910095815[P].2011-03-16.
- [10] 周如禄,郭中权,杨建超.生活污水深度处理后做电厂循环冷却水试验研究[J].中国矿业大学学报,2013,42(1):152-156.

(上接第 55 页)

- [1] 高和气.城市供水管网水质问题[J].净水技术,2005,24(3):59-61.
- [2] 方华,吕锡武,陆继来,等.配水管网中生物稳定性和消毒副产物的变化及相关性[J].环境科学,2007,28(9):2030-2034.
- [3] 卢普平,童祯恭.管材对管网水质影响的一些探讨[J].华东交通大学学报,2006,23(4):27-29.
- [4] 孙慧芳,石宝友,王东升.城市供水管网选材与水质污染分析[J].中国给水排水,2011,27(21):40-45.
- [5] 陈明吉.城市供水管网水质二次污染与防治对策[J].净水技术,

2008,27(5):5-9.

- [5] 刘锐平,曲久辉,刘锁祥,等.城市供水管网的安全优化运行与污染控制[J].中国给水排水,2011,27(15):39-43.
- [7] 罗昊进,谭立国.城市供水管网选材与水质污染分析[J].净水技术,2005,24(6):68-70.
- [8] 季伟.供水管网信息化建设及其技术难点探讨[J].净水技术,2011,30(5):85-89.