



接触氧化一体化装置处理二级出水并回用

刘忠伟, 梁呈明

(中石化管道储运公司 物业处, 江苏 徐州 221008)

摘 要: 采用一体化装置(接触氧化池、斜管沉淀池、砂滤池)对二级处理出水进行深度处理,处理后各项水质指标均达到《生活杂用水水质标准》(CJ25.1—89),处理费用为0.8元/m³。

关键词: 一体化装置; 生物接触氧化; 中水回用

中图分类号: TU992.2 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)14-0072-03

Integrated Contact Oxidation Unit for Treating Secondary Effluent for Reuse

LIU Zhong-wei, LIANG Cheng-ming

(Realty Management Department, Pipeline Storage and Transportation Co. of Sinopec, Xuzhou 221008, China)

Abstract: Advanced treatment of secondary effluent was carried out by using integrated unit (contact oxidation tank, inclined-tube settling tank and sand filter). The various indexes of the effluent meet the *Water Quality Standards of Domestic Miscellaneous Water* (CJ 25.1-89), and the treatment cost is 0.8 yuan/m³.

Key words: integrated unit; biological contact oxidation; reuse of reclaimed water

中石化管道储运公司的生活污水处理厂设计处理能力为4 000 m³/d,进水COD为500 mg/L、BOD₅为300 mg/L、SS为200 mg/L,主体工艺为二段接触氧化法,出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的二级标准,再经深度处理,可回用于居民小区的绿化、锅炉房冲渣等。

1 污水再生回用工艺

回用水源为二级生活污水处理厂达标排放水,COD浓度为60~80 mg/L,BOD₅浓度为10~20 mg/L,SS≤30 mg/L,pH为7左右。曝气利用生活污水处理厂曝气系统的剩余气量,曝气量为30 m³/h。污水再生回用量为360 m³/d(15 m³/h),出水水质需达到《生活杂用水水质标准》(CJ25.1—89),即COD≤50 mg/L、BOD₅≤10 mg/L、SS≤10 mg/L、浊度≤10 NTU、总大肠菌群≤3个/L,pH为7。

由于受现有场地的限制,采用了一体化装置对

二级外排水进行深度处理。

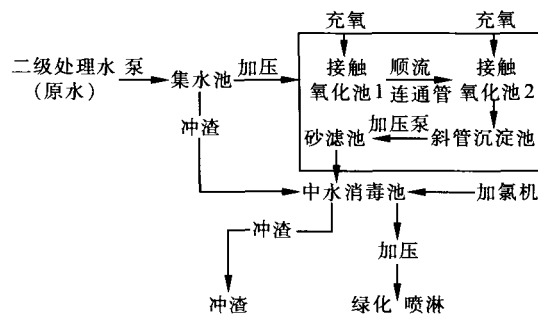


图1 回用工艺流程图(框内为一体化装置)

Fig. 1 Recycling process chart (rectangular area is called as integrated unit)

① 若深度处理出水主要回用于洗车、喷洒道路、绿化等用途时,原水可经提升泵进入一体化装置处理并经液氯消毒后回用。

② 若深度处理出水大量回用于冬季锅炉冲



渣、二级生活污水厂泡沫喷淋等用途时,可通过流程切换使原水与一体化装置处理后的中水混合消毒后回用。

2 一体化装置的组成

① 接触氧化:由两级接触氧化池通过底部 DN100 的连通管串联组成。池内悬挂直径为 150 mm 的软性纤维组合填料(20 m³),设 YJB-400 型散流式曝气器 12 个。软性纤维组合填料是由半软中心环与软性纤维丝组合而成,可提高初期挂膜速度,具有耐生物降解、耐冲击负荷等特性。

正常运行时,原水进入接触氧化池后浸没全部填料。池 1 的微生物处于对数增殖期和减速增殖期前段,增殖较快,加之 BOD₅ 负荷率亦较高,对有机物降解速率也较快。在池 2 中微生物处于减速增殖期的后段或内源呼吸期,生物膜增长缓慢,处理水水质逐步提高。该池的水力停留时间为 2 h,曝气量为 30 m³/h,气水比为 2:1。生物接触氧化对 COD 的去除率 > 70%,出水 BOD₅、NH₃-N 等指标大大降低。

② 沉淀:生物接触氧化池出水流经斜管沉淀池,斜管孔径为 35 mm,体积为 2.7 m³,倾角为 60°。接触氧化池 2 的出水从斜管沉淀池底部进入,通过配水区从斜管上部的出水堰出水至集水槽。此时,配水区区内污泥(大颗粒悬浮物等)及斜管上附着的污泥将沉向泥斗,定时排放。该池的水力停留时间为 0.5 h,由于斜管壁面光滑,颗粒沉降不受紊流干扰,因此沉淀效果好且易排泥。

接触氧化池出水携带的脱落生物膜以及一些颗粒状悬浮物在斜管沉淀池基本得以去除。同时,由于悬浮物本身也附着一些有机物,因此也有少量的有机物被去除。

③ 过滤:沉后水进入砂滤池,砂滤池中石英砂滤料的粒径为 0.8~1.2 mm,滤速为 10~15 m/h。

通过砂滤池的筛滤、沉淀及接触吸附作用可去除一些细小的悬浮颗粒及胶体颗粒,使 SS、浊度、BOD₅、COD、磷、细菌的浓度进一步降低,达到中水回用水质标准。由于工作一段时间后,滤料截留的污染物量趋于饱和,因此需定期进行反冲洗,反冲洗周期要根据实际运行情况而定。

3 附属构筑物及设备情况

① 集水池(15 m³):利用二级污水处理厂现有计量槽,在流量计前设置一闸板阀,将二级处理出

水集中在计量槽内,然后用提升泵($N=5.5\text{ kW}$ 、 $Q=20\text{ m}^3/\text{h}$)将原水泵入到一体化装置内。

② 中水消毒池(60 m³):用于液氯与回用水进行充分接触混合并消毒,然后由立式多级泵($N=7.5\text{ kW}$ 、 $Q=40\text{ m}^3/\text{h}$)将回用水送至目的地。

③ 消毒装置:在深度处理中,除要求达到一定的消毒效果外,还要求回用水管网末端保证一定的余氯量。中水回用标准中要求出水总大肠菌群数 < 3 个/L,回用水管网末端游离性余氯为 0.2 mg/L,因此在消毒过程中一般控制液氯投量为 3~6 mg/L,加氯接触时间为 30 min。

4 调试及运行

4.1 调试

2003 年 4 月 8 日开始一体化装置的运行调试。首先进行生物膜培养,因二级处理出水的 BOD₅、COD 值偏低,决定从生活污水厂初沉池接泵直接向一体化装置的两段接触氧化池内进水(2~3 次/d),曝气量控制在 30 m³/h,在环境温度为 15~24℃ 的情况下培养生物膜,排水则通过接触氧化池底部的排泥阀完成。在培养生物膜过程中,对 pH、COD、BOD₅、NH₃-N、TP、SS 指标进行了检测,还进行了生物相的镜检。在水温为 12~14℃、进水 COD 为 380~450 mg/L 的条件下,进水的第 4 天发现棕褐色生物膜逐渐形成。镜检结果显示,生物种类及数量逐渐增多,如纤毛虫、漫游虫、草履虫、钟虫、轮虫等。闷曝到第 10 天时开始连续进水,即用二级处理出水作为原水。在近 2 个月的调试过程中,通过对基本水质指标的检测及镜检显示出水水质已能达到回用标准。

4.2 运行

从 2003 年 6 月正式开始回用,效果较好,2004 年使用经过一体化装置处理过的中水达到 $4 \times 10^4\text{ m}^3$,而且回用水质全部达标。

5 能耗及运行费用

经中水一体化装置处理后,回用到小区绿化的运行成本见表 1。

按中水一体化设备处理水量为 15 m³/h 计,中水产量为 240 m³/d,则中水处理成本为 0.791 元/m³。按工业用自来水 3.2 元/m³ 计算,回用水费用为 0.791 元/m³,在相同的用水条件下使用中水可节约费用 2.409 元/m³。按回用水用于绿化 $3 \times 10^4\text{ m}^3$ 计算,则节约资金约 7.2 万元/a。



表 1 回用于小区绿化的能耗及运行费用分析

Tab. 1 Analysis of energy consumption and operational costs reused for greening

项目	标准	运行费/ (元·d ⁻¹)
电费	立式多级泵功率为 7.5 kW, 折合工时为 6 h, 电耗为 45 (kW·h)/d; 一体化装置功率为 0.37 kW, 折合工时为 24 h, 电耗为 9 (kW·h)/d; 中水提升泵功率为 5.5 kW, 折合工时为 12 h, 电耗为 66 (kW·h)/d。以上 3 项电耗总计为 120 (kW·h)/d, 电价按照 0.8 元/(kW·h) 计算	96
设备折旧费	17.3 万元, 折旧年限为 10 a	47.4
消毒药品	1 500 元/a	5
人工成本	1.5 万元/a	41.1
直接运行费		189.8

二级处理厂合格外排水与经一体化装置处理过的三级外排水在中水消毒池内混合, 经消毒、加压后直接应用于锅炉房冲渣和二级污水厂喷淋。用于冲渣和喷淋的成本见表 2。

表 2 回用于冲渣和喷淋的能耗和成本分析

Tab. 2 Analysis of energy consumption and operational costs reused for washing and spraying

项目	标准	运行费/ (元·d ⁻¹)
电费	立式多级泵功率为 7.5 kW, 折合工时为 6 h, 电耗为 45 (kW·h)/d; 中水提升泵功率为 5.5 kW, 折合工时为 12 h, 电耗为 66 (kW·h)/d; 电耗总计为 111 (kW·h)/d; 电价按 0.8 元/(kW·h) 计算	88.8
人工成本	1.5 万元/a	41.1
消毒药品	1 500 元/a	5
直接运行费		134.9

在锅炉冲渣方面, 一个采暖期锅炉房渣浆池需换 18 次冲渣水, 更换水量为 1 200 m³/次, 每个供暖期节约自来水约 21 600 m³。在污水厂喷淋方面, 接触氧化池有大量泡沫需用水消泡, 改造后使用深度处理后外排水, 节约自来水约为 5 000 m³/a。两项合计年用水 26 600 m³, 按每年用水时间为 120 d 计算, 用水量为 222 m³/d, 每吨中水成本为 0.61 元, 较使用自来水节约 2.592 元/m³, 全年节约资金 6.5 万元。

6 结语

中水回用一体化装置在该小区运行 2 年多来水质稳定, 运行效果良好, 是一项节约自来水、保护水环境和减少污染的综合措施, 取得了显著的社会效益、环境效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 李伟英, 范瑾初. 浅议中水回用技术[J]. 环境与开发, 1997, 12(3): 9-12.
- [2] 肖锦. 城市污水处理及回用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 刘雨, 赵庆良. 生物膜法污水处理技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [4] 李善仁, 夏四清. 污水回用处理技术现状分析[J]. 上海环境科学, 2002, 21(1): 24-27.

电话: (0516) 83455052 83452922

E-mail: lzw_jsxz@163.com

收稿日期: 2005-12-05