

集成式处理站在黑臭水体治理中的应用

孙建升, 张秀华, 张凯, 段梦, 黄鹏, 葛铜岗

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074)

摘要: 北戴河森林湿地水体水质恶化,黑臭现象明显,为此确定了控制外源、清除内源、加强联通、强化自净的整治方案,其中外源污染治理选用集成式处理站,其设计规模为 $0.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,设计出水水质执行一级 A 标准。集成式处理站采用一级强化处理 + 多级 AO 工艺 + 膜生物反应器的处理工艺。运行结果表明,该工艺处理效果良好,适合在管网及污水厂等基础设施缺乏地区的污染河道治理工程中推广。

关键词: 黑臭水体; 集成式处理站; MBR

中图分类号: X5 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)06-0125-04

Treatment of Black and Odorous Water Body with Integrated Treatment Station

SUN Jian-sheng, ZHANG Xiu-hua, ZHANG Kai, DUAN Meng, HUANG Peng,
GE Tong-gang

(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: The water quality of Beidaihe forest wetland was deteriorated and the black and foul smell was occurred. As such, the remediation plan including external source pollution control, internal source pollutants removal, interconnection enhancement and self-purification improvement was established. The integrated treatment station was then adopted to treat external source wastewater. The treatment capacity of the station was $0.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The effluent quality could meet the first level class A in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002). The enhanced primary treatment followed by multi-stage AO process and membrane bioreactor process was applied in the integrated treatment station. The effective treatment performance indicated that the station was suitable for treatment of polluted river water in the places which is lack of pipe network and sewage treatment plant.

Key words: black and odorous water body; integrated treatment station; membrane bioreactor

1 工程背景

秦皇岛北戴河森林湿地公园坐落于渤海之滨,由生态观光休闲区、森林氧吧和湿地鸟类保护区三部分组成,总占地面积为 465 hm^2 。目前公园内水体特别是生态观光休闲区内水体水质恶化、黑臭、富

营养化程度加剧,引起当地政府和民众的高度关注。

2 污染源调查

2.1 外源污染

生态休闲观光区内水系外源污染主要来自四条支流,分别是:赤土山北沟支流,沙窝垂钓园支流,小

薄荷寨沟支流,南大寺支流(见图1)。北戴河森林湿地周边部分区域排水设施不健全,一些村镇及小工厂、小作坊、养殖场等的污水直接排放进入四条支流,进而对森林湿地整体环境造成污染。



图1 北戴河森林湿地区位图

Fig. 1 Zone map of Beidaihe forest wetland

2.2 内源污染

底泥释放试验结果见图2。

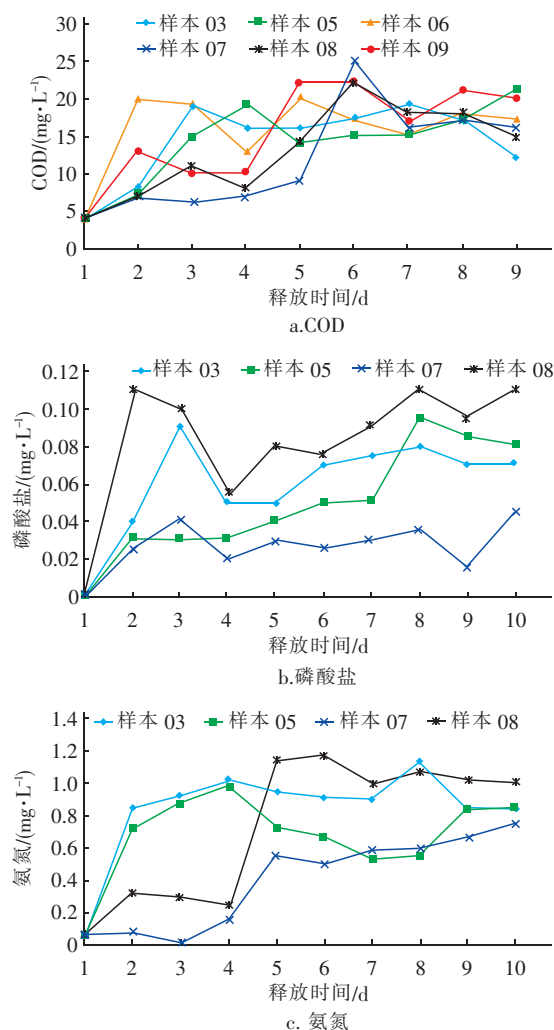


图2 上覆水的污染物浓度变化

Fig. 2 Variation of water pollution concentration

由图2可知,底泥轻微搅动很难沉降,导致水体浑浊;上覆水COD从4 mg/L升至20 mg/L(平均浓度);上覆水磷酸盐从零高至0.07 mg/L(平均浓度);上覆水氨氮从零升至0.8 mg/L(平均浓度)。

内源污染成因:底泥沉积、藻类残留、水体流动缓滞、水生植物残体未得到有效管理与控制。

3 黑臭水体治理方案

针对水体外源污染、内源污染的成因及特点,确定了“清除内源,改善补水,强化连通,增强自净”的技术路线,以外源污染治理、内源污染控制为出发点,清除沉积淤泥,铺设卵石砂石护底,合理恢复植被;将现有水系间非受控连通提升为可控连通,相应增加闸门、管道、提升泵站等设施;设置原位水质修复措施,增强水体自净能力。

4 集成式处理站工程方案

4.1 工程规模及进、出水水质

采用单位人口综合用水量指标法对四条支流流域内的污水量进行预测,污水总量为7 077 m³/d,其中赤土山北沟、沙窝垂钓园、小薄荷寨支流污水量之和为3 558 m³/d,南大寺支流污水量为3 519 m³/d。

由于赤土山北沟、沙窝垂钓园、小薄荷寨支流距离较近,故将3条支流的污水集中处理,对南大寺支流污水则单独进行处理,工程规模均为3 500 m³/d。

根据实际水质监测资料以及环保部门的排放要求,确定进、出水水质如表1所示。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项目	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	SS
进水	250	100	15	2	100
出水	50	10	5	0.5	10

4.2 工艺流程

工艺流程如图3所示。

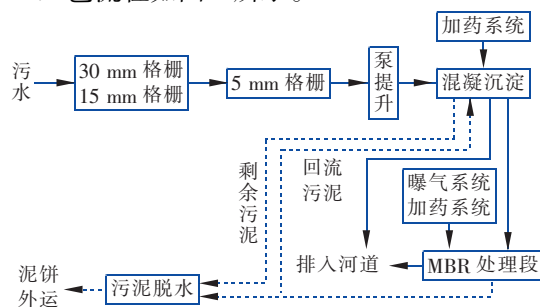


图3 集成式处理站流程

Fig. 3 Process chart of integrated treatment station

4.3 主要建(构)筑物设计

① 集成式处理站

结合森林湿地公园的周边环境,采用集成式处理站的形式,将各处理单元置于一个处理车间内,结构紧凑,功能分区明确,节约用地,在达到污水处理效果的同时美化了环境,降低了污水处理站对周边环境在气味、视觉、噪音上的影响。单座集成式处理站占地面积为1 111.9 m²,建筑面积为1 111.9 m²,一层,钢结构,耐火等级为二级。

② 格栅井及提升泵池

格栅井与提升泵池合建,采用不锈钢材质。格栅井尺寸($L \times B \times H$)=4.0 m×1.0 m×4.0 m,共设置两道格栅,格栅间隙分别为15、5 mm,栅条宽度为10 mm,安装角度为75°。提升泵池尺寸为 \varnothing 4.0 m×6.0 m,设置潜水泵3台(2用1备),单泵流量为80 m³/h,扬程为150 kPa,单机功率为10 kW。

③ 混凝反应池

设2座,采用不锈钢材质,单座尺寸($L \times B \times H$)=6.0 m×2.0 m×4.0 m,总反应时间为35 min,采用聚合氯化铝作混凝剂。

④ 沉淀池

设2座,单座尺寸($L \times B \times H$)=7.0 m×7.0 m×4.0 m,表面负荷为0.672 m³/(m²·h)。

⑤ MBR生化池

设4座,单座尺寸($L \times B \times H$)=16.0 m×4.0 m×4.0 m,停留时间为7 h,设计污泥浓度为7 000 mg/L,总需气量为1 800 m³/min,气水比为12.4:1。设置3台离心风机,2用1备,单机功率为37 kW;选用膜式曝气盘48套,膜材质为EPDM;设置推进器8套,单机功率为1.5 kW;设置抽吸泵4台,2用2备,单泵流量为90 m³/h,功率为5.5 kW;设置剩余污泥泵2台,单泵流量为10 m³/h,功率为0.75 kW;设置超滤膜组件16套,单组膜面积为750 m²,膜通量为12.5 L/(m²·h);设置紫外消毒系统1套,总功率为2.0 kW。

⑥ 污泥系统

设污泥储池2座,单座尺寸($L \times B \times H$)=17.0 m×1.0 m×4.0 m;设污泥螺杆泵2台,1用1备,单泵流量为10 m³/h,扬程为600 kPa,功率为7.5 kW;设置厢式压滤机1台,压滤面积为80 m²。混凝剂加药系统1套,流量为80 L/h,投加聚合氯化铝药剂;

设助凝剂加药系统1套,流量为600 L/h,投加聚丙烯酰胺。

5 工艺设计特点

① 采用集成式处理站形式,工艺流程紧凑,节地效果突出。本工程共设置2座处理站,处理能力为7 000 m³/d,总占地为2 000 m²,大大低于城市污水处理厂规划用地指标[1.0~1.5 m²/(m³·d)]。

② 针对进水碳源不足、无机组分高的问题,强化前端预处理以尽量去除进水无机悬浮固体,降低活性污泥的惰性组分含量,提高生物池的反硝化速率、碳源利用效率和TN去除总量^[1]。

③ MBR池生化段采用环形沟道生物反应池(氧化沟)池型构造,较高倍率的循环流量形成快速混合作用,加上多点进水的设计,可以明显减小进水水质水量波动,有效发挥硝化菌的作用,有利于NH₃-N稳定达标^[2,3]。

④ 选用超滤膜组件,平均孔径为0.2 μm,膜通量为12.5 L/(m²·h),对活性污泥、SS、胶体、磷进行有效拦截,确保出水水质稳定达标。

6 运行效果及技术经济指标

本工程自2012年10月投入运行以来,出水水质稳定,处理效果良好。两年多的运行数据表明,各项指标全面优于一级A的设计出水水质要求,基本可达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)V类标准。实际出水水质见表2。

表2 实际出水水质

Tab.2 Actual effluent quality mg·L⁻¹

项 目	COD	BOD ₅	NH ₃ -N
最高值	27.9	9.8	2.06
最低值	12.9	7.4	0.32
平均值	21.1	7.85	1.07

本工程近期总投资约3 566万元,单位水量投资为5 094元/m³,单位经营成本为0.39元/m³。

7 结论

① 本工程选用集成式处理站,布局合理,流程紧凑,节地效果明显,在达到污水处理效果的同时美化了环境,降低了污水处理站对周边环境在气味、视觉、噪音上的影响。

② 工艺设计中强化前端预处理以去除尽量多的进水无机悬浮固体,降低活性污泥的惰性组分含量,以提高生物池的反硝化速率。

(下转第134页)