

工程实例

生物接触氧化/人工湿地工艺处理校园生活污水

童建平¹, 王洪艳², 任拥政³

(1. 武汉市城市规划设计研究院, 湖北 武汉 430014; 2. 武汉市江夏城建市政公用设计院, 湖北 武汉 430200; 3. 华中科技大学 环境科学与工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 对某学校的生活污水采用接触氧化和局部充氧波形潜流人工湿地的生物生态组合工艺进行处理,出水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅳ类标准,可以排入木兰湖,也可以回用。

关键词: 校园生活污水; 波形潜流人工湿地; 局部充氧; 接触氧化

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2008)24-0052-03

Biological Contact Oxidation/Constructed Wetland Process for Treatment of Campus Domestic Sewage

TONG Jian-ping¹, WANG Hong-yan², REN Yong-zheng³

(1. Wuhan Planning and Design Institute, Wuhan 430014, China; 2. Wuhan Jiangxia City Construction Civil Public Design Institute, Wuhan 430200, China; 3. School of Environmental Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The combined biological and ecological process of contact oxidation and partially aerated wavy subsurface-flow constructed wetland was adopted to treat the domestic sewage from a campus. The effluent quality meets the Ⅳ criteria specified in the *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB 3838-2002). The effluent can be discharged into the Mulan Lake and be reused.

Key words: campus domestic sewage; wavy subsurface-flow constructed wetland; partial aeration; contact oxidation

武汉市某学校位于木兰湖(黄陂区生活饮用水的水源地,水质为地表水Ⅱ类标准)湖边,教职员工等达到250人以上。对校内生活污水进行收集处理,对于保护木兰湖水域环境具有重要意义。为加强水源地保护,环保部门决定对木兰湖中岛屿及周边景区进行整治,要求污水处理设施的出水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅳ类标准才能排入湖中。

经过比较,决定选用接触氧化/局部充氧波形潜流人工湿地(W-SFCW)的生物生态组合工艺进行污水处理,使处理出水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅳ类标准,出水可以用于绿

化浇灌、冲洗马路,余水也可排入湖中。

1 污水水质、水量

设计处理水量为100 m³/d。根据该校排水现状,确定了生活污水水质及排放标准,具体见表1。

表1 原水水质和排放标准

Tab. 1 Raw wastewater quality and discharge standard

项目	COD	BOD	SS	NH ₃ -N	TP
原水水质/(mg·L ⁻¹)	300	180	220	25	1.5
排放标准/(mg·L ⁻¹)	30	6		1.5	0.3
去除率/%	90.0	96.7		94.0	80.0

2 设计原则

① 充分利用地形

该学校位于木兰湖边,整体规划完整,因此不宜破坏原有景观。而位于湖边的建筑物下有 200 m²左右的滩地,将其绕建筑物的基础柱建一圈围隔后,可以将污水处理设施设于此处。

② 选择高效简捷、无需值守的工艺

采用接触氧化工艺处理小水量生活污水,出水水质可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 B 标准,但是不能达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) IV 类标准,因此需要增加深度处理设施,即采用波形潜流人工湿地技术,但考虑到人工湿地负荷低,处理效果受季节性影响大,因此在湿地系统中增加局部充氧设施,此技术为自主研发技术^[1,2]。

③ 高程及出水控制

木兰湖水位在 40 ~ 50 m 之间波动,常水位为 44 m,高水位可达 50 m,现场标高为 46.5 m,因此在出水口设置高位水泵,低水位时自流排入木兰湖,高水位时利用提升泵排入木兰湖,不论在什么水位处理构筑物总是与木兰湖相隔开。

④ 污水再生回用

处理出水水质需达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) IV 类标准,优于中水回用水质指标,因此将处理出水优先回用于学校的绿化、洗车和冲洗马路。

3 工艺流程及运行效果

污水处理设施平面布置见图 1。

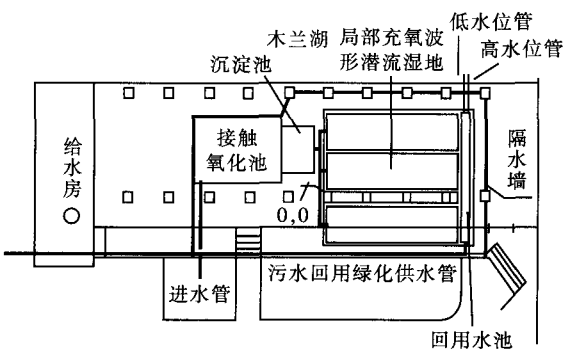


图1 污水处理设施的平面布置

Fig.1 Layout of sewage treatment facilities

污水处理工艺流程见图 2。废水在进入调节池前先通过格栅去除大块悬浮物及其他杂物,再通过泵提升至厌氧池水解后进入接触氧化池。接触氧化池是关键处理构筑物,有机物在这里通过微生物的新陈代谢作用被降解。接触氧化池所需氧气由罗茨

风机供给,风压为 50 kPa。老化脱落的生物膜随处理出水一同进入二沉池进行泥水分离,沉淀污泥经回流缝回流至接触氧化池进行好氧消化,上清液进入后续的局部充氧波形潜流人工湿地,处理出水达标后回用或直接排入木兰湖。

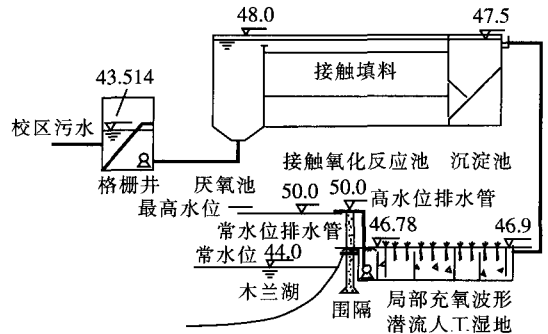


图2 污水处理工艺流程

Fig.2 Flow chart of sewage treatment process

局部充氧波形潜流人工湿地(W—SFCW)属自主开发的新型人工湿地,与普通湿地相比,W—SFCW 充分发挥了人工湿地垂直方向上不同层次的功能,对污染物的去除效果明显提高,湿地水力负荷可以高达 1.0 m³/(m²·d),在湿地第一、二个区间内填充富含钙质的填料可以高效去除进水中的磷,在湿地末端最后一个区间增加曝气管,此时湿地出水中碳、氮比例较低,微生物以硝化菌为主,可以实现彻底的硝化和有机物的降解^[3,4]。经过长期试验,对氨氮的去除率 > 96%,出水 COD < 30 mg/L^[1,2]。在湿地的表面种植美人蕉与香蒲,种植密度为 30 株/m²,湿地的填料级配见图 3。主要构筑物及设备参数见表 2。

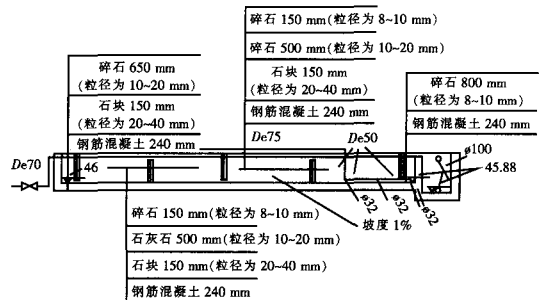


图3 局部充氧波形潜流人工湿地填料级配

Fig.3 Media size at partially aerated wavy subsurface flow constructed wetland

该工程自 2007 年 6 月建成后,至今已稳定运行了一年,经过黄陂区环保局监测站的长期跟踪监测,

各项指标达到了《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的IV类标准,验收后交付学校运行使用。

表2 主要构筑物及设备参数

Tab.2 Main structures and equipments parameters

构筑物及设备	设计参数	备注
接触氧化池	尺寸为6 m×5 m×2.3 m,有效容积为60 m ³ ,HRT为14.4 h	1座,内设玻璃钢蜂窝填料75 m ³
二沉池	尺寸为3.5 m×3 m×3.3 m,有效容积为30 m ³ ,HRT为7.2 h	1座
局部充氧波形潜流人工湿地	尺寸为12 m×2.8 m×0.9 m,表面积为100.8 m ² ,水力负荷为1.0 m ³ /(m ² ·d)	3组
罗茨鼓风机	Q=10 m ³ /min, H=50 kPa,N=15 kW	2台
潜污泵	Q=15 m ³ /min, H=70 kPa,N=0.75 kW	2台

4 工程投资与运行费用

该工程由土建工程、设备工程与安装工程三部分组成,各部分投资估算及工程总费用造价见表3。

表3 土建直接费用估算

Tab.3 Evaluation of direct cost for construction

万元

名称	总价
隔水墙	2.8
提升泵站	5.4
接触氧化池	8.1
二沉池	5.3
局部充氧波形潜流人工湿地	10.4
管路建设	4.5
设备费(含水泵、风机等)	15.6
设备安装(含工艺、供电及自控)	5.6
设计运行调试	4.5
工程利润	4.2
合计	66.4

该污水处理及回用工程运行电耗为0.35 kW·h/m³,电价为0.523元/(kW·h),直接运行费用为0.183元/m³,运行期为20年,折旧费为0.912元/d,运行系统不需设专人管理,而回用系统需1人进行维护,工资按1000元/月计,人工费为0.333元/m³。因此总运行费用为1.428元/m³,日运行费用为142.8元,可节约绿化自来水水量按80 m³/d计,武汉市自来水民用价格为1.91元/m³,则可节约绿化水费为152.8元/d,可以产生效益10元/d。

5 结论

利用接触氧化/局部充氧波形潜流人工湿地可以有效处理校园生活污水,接触氧化池的水力停留时间为14.4 h,湿地水力负荷为1.0 m³/(m²·d),运行总费用为1.428元/m³,出水回用后可以产生效益10元/d,出水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)IV类标准。

参考文献:

- [1] 任拥政,章北平,海本增.局部充氧提高波形潜流人工湿地除污效能的研究[J].中国给水排水,2007,23(11):28-31.
- [2] 任拥政,章北平,海本增.利用充氧和回流强化波形潜流人工湿地的脱氮效果研究[J].环境科学,2007,28(12):36-40.
- [3] 孙亚兵,冯景伟,田园春,等.自动增氧型潜流人工湿地处理农村生活污水的研究[J].环境科学学报,2006,26(3):404-408.
- [4] 申欢,胡洪营,潘永宝,等.用于净化景观水体水质的人工湿地设计[J].中国给水排水,2007,23(2):39-42.

电话:13986207877

E-mail:renyz@163.com

收稿日期:2008-07-31

· 工程信息 ·

广西固体废物(危险废物)处置中心工程

建设单位:广西神州立方环境资源有限责任公司。工程处理量为6.52×10⁴ t/a,工程总投资为30667万元。危废处理方式包括:物化处理、稳定化/固化处理、焚烧处理、综合利用及安全填埋。污水处理站处理规模为150 t/d,采用水解接触氧化处理工艺。生产废水采用氧化还原/化学沉淀处理工艺。该工程由中国市政工程华北设计研究院第三设计院承担设计,即将进行初步设计。

(本刊编辑部)