

微动力生物生态技术在生活污水处理中的应用

王现领,李金中

(天津市水利科学研究院,天津 300061)

摘要:为了对生活污水进行高效处理,避免生活污水的无序排放污染自然生态环境和对人们的健康、生命安全造成影响和危害,采用微动力生物生态技术,利用波式流人工湿地中水体反复经过好氧、厌氧过程,达到去除污染物的目的。结果表明,该技术对生活污水中悬浮物及 BOD 的去除率可达 90% 以上,对 COD 及 TP 的去除率达到 85% 以上;微动力生物生态技术对生活污水中污染物的去除率较高、对污染负荷波动有较高的适应性,且运行成本不高于 0.1 元/m³。

关键词:生活污水;微动力;波式流人工湿地;污染物去除率

中图分类号:X703 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)S1-0102-02

微动力生物生态技术采用多级沉淀预处理单元、多级水解酸化处理单元、曝气增氧处理单元和多级潜流湿地处理单元进行污水处理,是天津市水利科学 研 究 院 的 专 利 技 术 (专 利 号 ZL2011100280808),其中多级潜流湿地利用波式流人工湿地,将植物扎根于基质床的表层,植物根系和填料为微生物提供附着的载体^[1]和氧源,在靠近根区的填料层形成好氧区,而在远离根区的填料层形成厌氧或兼氧区,水体以波浪式流经填料表层和底层时,反复经过好氧、厌氧以及硝化和反硝化的过程,从而实现对生活污水中的有机污染物和氮磷的高效去除,有着运行费用低、维护管理方便、对污染负荷波动有较高适应性的优点^[2-3]。

1 污水处理规模

某水库管理处排放的污水主要为办公楼及家属区的生活污水,包括厕所粪便污水、居民洗漱及洗浴废水等。管理处现有职工 300 余人,生活污水排放量约 40 m³/d。按照污水排放的实际情况,按 1.2 的调节系数考虑,设计处理规模为 50 m³/d。

2 进出水指标

2.1 进水水质指标

生活污水主要污染物为 SS、COD、BOD₅、NH₄-N、TP。污水水质根据我国北方城市典型生活污水水质进行类比。确定进水水质指标为:ρ(SS)≤

220 mg/L,ρ(COD)≤400 mg/L,ρ(BOD₅)≤200 mg/L,ρ(TN)≤40 mg/L,ρ(TP)≤8.0 mg/L。

2.2 出水水质指标

管理处生活污水排放去向为管理处西侧的农灌渠道,受纳水体主要功能为农田灌溉和排沥,出水水质参照 GB5084—2005《农田灌溉水质标准》及 GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 执行,确定出水水质指标为:ρ(SS)≤20 mg/L,ρ(COD)≤60 mg/L,ρ(BOD₅)≤20 mg/L,ρ(TN)≤20 mg/L,ρ(TP)≤1.0 mg/L。

3 处理工艺

3.1 工艺比选

生活污水处理常用的方法有:SBR 法、微动力生物生态法、A/O 活性污泥法等。工艺优缺点比较见表 1。

表 1 处理工艺比较

项目		微动力生物生态法	SBR 法	A/O 活性污泥法
建设费用	土建工程	工程量最小	土建量较大	土建量最大
	机电设备	设备少	设备较多	设备较多
	总投资	最少	较大	最大
运行费用	污泥回流	不需要	不需要	100%~150%
	电耗	很小	较高	最高
	运行成本	≤0.1 元/m ³	0.3~0.5 元/m ³	0.5 元/m ³
工艺效果	出水水质	COD 去除率高,脱氮除磷效果好	COD 去除率高,脱氮除磷效果一般	COD 去除率高,脱氮除磷效果差
	产泥量问题	不产泥	产泥量大	产泥量大

根据以上比选结果,管理处生活污水处理采用

作者简介:王现领(1974—),男,高级工程师,硕士,主要从事农田水利研究。E-mail:wxl@tjhi.com

3.2 工艺原理及流程

微动力生物生态技术工艺流程见图 1。

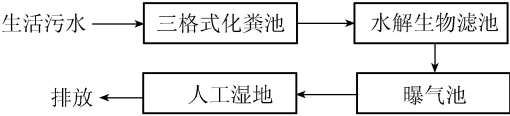


图 1 微动力生物生态技术工艺流程

工艺流程说明如下：

a. 三格式化粪池。生活污水中夹带有一定量的悬浮物和漂浮物,如直接进入人工湿地或水解生物滤池,容易造成后续工艺的堵塞,影响系统的正常运行。因此,在进入水解生物滤池及人工湿地前,需拦截污水中夹带的悬浮物和漂浮物。三格化粪池是将生活污水的收集、无害化处理、水量调节和沉淀功能在同一流程中进行的一种预处理装置。

b. 水解生物滤池。生活污水中高分子有机物浓度较多,而且氮、磷等污染物多以有机氮和有机磷形式存在于水体中(如蛋白质类、尿素等),不利于后续湿地系统的快速降解,需通过厌氧环境将高分子有机物降解为低分子有机物,将有机氮降解为无机氮,将有机磷降解为无机磷等,以提高后续湿地处理系统对污染物的去除效率。

c. 曝气池。污水经水解生物滤池后,水体中溶解氧含量极低。曝气池的主要作用是快速提升污水中的溶解氧含量,为后续人工湿地内好氧微生物提供氧源。

d. 人工湿地。人工湿地处理单元由人工基质、水生植物和附着在基质及植物根区的微生物组成^[4-5],是一种独特的“基质-植物-微生物”生态系统。与自然湿地相比,波式流人工湿地在相同面积条件下处理能力大幅度提高,能够克服天然湿地比较脆弱的缺点,具有负荷率高、占地面积小、效果可靠、耐冲击负荷等优点,而且水流在填料表层以下流动,不易滋生蚊蝇。湿地表面种植水质净化能力强、景观效果好的水生植物,在净化水质的同时,起到良好的景观效果。

4 处理单元布置

4.1 平面布置

管理处污水处理单元总占地 276 m²(23 m×12 m),由三格式化粪池、水解生物滤池、集水井、曝气池和人工湿地组成。生活污水经管道收集后自流进入化粪池内,化粪池出水再自流进入水解生物滤池,生物滤池出水进入集水井后,经水泵提升进入曝气池内,曝气后出水自流进入人工湿地。

4.2 各处理单元布置

a. 三格式化粪池。三格式化粪池采用长方形地下池,水力停留时间按 24 h 考虑,总有效容积为 50 m³,面积为 20 m²,长度为 10.4 m,宽度为 2 m,池深 2.5 m。

b. 水解生物滤池。水解生物滤采用长方形地下池,水力停留时间按 6 h 考虑,有效容积为 12.5 m³,池深 1.5 m,面积为 10.8 m²,长度 5.4 m,宽度 2.0 m。池内填充弹性生物填料。

c. 曝气池。曝气池采用长方形半地下敞口池,水力停留时间按 4h 考虑,有效容积 8.4 m³,池深 1.5 m,面积为 7 m,长度为 3.5 m,宽度为 2.0 m,设计水深 1.2 m,超高 0.3 m。池内设一台纳米曝气机。

d. 人工湿地。人工湿地在原状土上开挖,面积为 160 m²,长 20 m,宽 8 m,采用波式流人工湿地。湿地表面种植黄花鸢尾、再立花等污染物去除率高的水生植物^[6]。

5 污染物去除效果

微动力生物生态技术对污染物的去除效果见表 2。

表 2 微动力生物生态技术对污染物的去除效果

污染物	进水质量浓度/ (mg·L ⁻¹)	出水质量浓度/ (mg·L ⁻¹)	去除率/%
SS	220	20	90.9
COD	400	60	85.0
BOD ₅	200	20	90.0
TN	40	20	50.0
NH ₃ -N	25	8.0	68.0
TP	8.0	1.0	87.5

参考文献：

[1] 刘学功,李金中,李学菊. 生物生态技术在城市景观河道水环境改善中的应用研究[J]. 海河水利,2008(4):37-39.

[2] 卢建,杨扬,尹振娟,等. 生物法-人工湿地组合工艺处理小城镇混合污水研究[J]. 环境工程学报,2010,4(6):1262-1266.

[3] 曹群,余家荣. 农村污水处理技术综述[J]. 环境科学与管理,2009,34(3):118-121.

[4] PANT H K, REDDY K R, LEMON E. Phosphorus retention capacity of root bed media of sub-surface flow constructed wetlands[J]. Ecological Engineering,2001,17:345-355.

[5] YEH T Y, WU C H. Pollutant removal within hybrid constructed wetland systems in tropical regions[J]. Water Science and Technology,2009,59(2):233-240.

[6] 张建民,范欣柯,孙显春,等. 植物配置对人工湿地污水处理效果的影响[J]. 湖北农业科学,2016,55(11):2748-2750.

(收稿日期:2016-10-30 编辑:彭桃英)