

重庆大溪沟粪便污水处理工程设计

刘国涛^{1,2}, 何强¹, 周健², 吉方英²

(1 重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045; 2 重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘要: 通过对现有粪便污水处理工艺的分析比较,根据大溪沟粪便污水处理厂的设计原则,确定采用三级厌氧—好氧—SBR—化学除磷—活性炭吸附组合工艺。结合工程设计,介绍了处理系统组成、主要设计参数和主要建构筑物设计,并对工程投资和技术经济指标进行了分析。

关键词: 粪便污水; 厌氧处理; 好氧处理; 化学除磷; 活性炭吸附

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2007)14-0036-03

Design of Human Excreta Treatment Project in Chongqing Daxigou

LU Guo-tao^{1,2}, HE Qiang¹, ZHOU Jian², JI Fang-ying²

(1. College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China; 2. MOE Key Lab of Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: Through the analysis of existing human excreta treatment processes, the combined process of three-stage anaerobic digestion, aerobic treatment, SBR, chemical phosphorus removal and activated carbon adsorption was chosen for treating human excreta in Daxigou Wastewater Treatment Plant. The process composition, technical parameters and constructions design were introduced. The investment of the project and technical and economic indexes were also analyzed.

Key words: human excreta; anaerobic treatment; aerobic treatment; chemical phosphorus removal; activated carbon adsorption

大溪沟粪便污水处理厂位于重庆市渝中区大溪沟嘉陵江滨江路附近,南靠嘉滨路,北邻嘉陵江,主要处理渝中区环卫三所用吸粪车收集的公厕粪便,设计规模为 150 m³/d。

1 工程设计

粪便污水中的有机物和氮、磷等营养物质的浓度很高^[1],且工程地处市中心交通要塞区域,距公路、市区及河流较近,故工程设计应遵循以下原则:

工艺成熟稳定,具有较强的抗冲击负荷能力;参数选择略有余地,确保处理出水达到《污水综合排放标准》(GB 8979—1996)中的一级排放标准。

工艺运行简单,维护管理方便,在满足工艺

条件下尽量降低运行费用。

处理设施布置紧凑、合理,尽量减少占地面积和基建投资。

环保与安全原则。对粪便污水处理过程中产生的臭气和沼气进行合理收集、处理和处置,减小处理设施对周围环境(主要是大气环境)的不良影响,保障公众安全。

1.1 设计进、出水水质

进水水质根据实测资料确定。出水 TP 按《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 B 标准控制,其他水质指标按《污水综合排放标准》(GB 8979—1996)中的一级标准控制。

设计进、出水水质见表 1。

表 1 进、出水水质

Tab 1 Influent and effluent quality $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	BOD ₅	NH ₃ - N	TP	SS
进水	12 000	6 400	500	65	2 500
出水	100	20	15	1. 0	70

1. 2 工艺选择

长期以来,粪便污水主要采用化粪池处理、输送到污水处理厂或粪便处理厂进行集中处理等方式。化粪池处理难以满足直排要求,且存在爆炸安全隐患;而输送到污水厂或粪便厂集中处理则难度大、费用高。目前处理粪便污水的组合工艺主要有厌氧—生物稳定塘工艺、生物反硝化—混凝沉淀工艺、高效生物反硝化—超滤工艺和厌氧—好氧—超滤工

艺^[2]。其中厌氧—生物稳定塘工艺占地面积大,在城市中心区域实施存在一定困难;高效生物反硝化—超滤工艺和厌氧—好氧—超滤工艺虽然运行稳定、出水水质好,但投资和运行费用较高,且对管理的要求也较高,因此上述 3 种工艺均不宜采用。生物反硝化—混凝沉淀工艺只有一级生物处理,要求反应器中的污泥浓度很高(12~18 g/L),实现较为困难,且易产生污泥膨胀,造成出水水质恶化;若前期通过预处理,降低负荷则可避免这一不利情况的发生。结合 4 种工艺各自的优点,选择前处理—厌氧—一级好氧—二级好氧(生物反硝化)—化学除磷—活性炭吸附—消毒组合工艺处理粪便污水。

1. 3 工艺流程及主要构筑物

大溪沟粪便污水处理工艺流程见图 1。

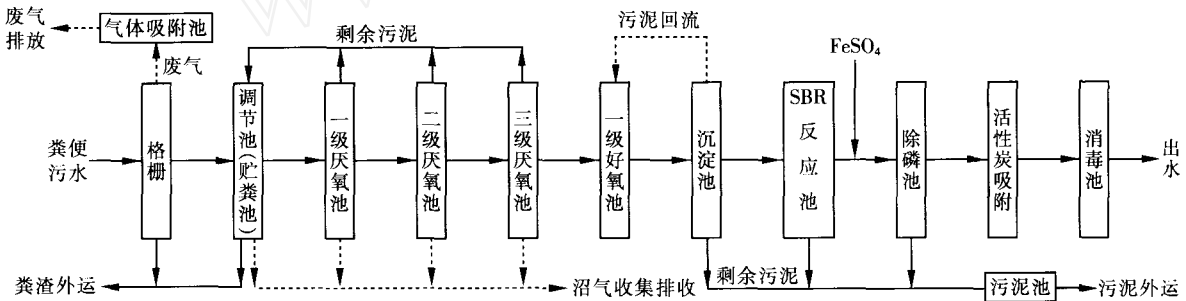


图 1 粪便污水处理工艺流程

Fig 1 Schematic diagram of human excreta treatment

格栅

格栅间尺寸为 7. 0 m ×4. 2 m ×4. 5 m,内设 2 座自动清渣机械格栅(1 用 1 备,交替使用)。清除的栅渣被送至螺旋输送压榨一体机,经压榨后外运。为保证操作间的运行条件,室内考虑必要的通风设施,并将抽出的废气送入气体吸附池。格栅的主要设计参数见表 2。

表 2 格栅的主要设计参数

Tab 2 Main design parameters of grid

项目	数值
设计流量 / ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	60
格栅间隙 / mm	15. 0
栅条宽度 / mm	10. 0
格栅安装倾角 / (°)	75
栅槽宽度 / m	1. 1
过栅流速 / ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	0. 6

调节池(贮粪池)

调节池的水力停留时间为 3. 5 d,设计有效容积为 525 m^3 ,尺寸为 15. 0 m ×7. 0 m ×7. 0 m。池内设

有搅拌设施,兼具贮粪和厌氧消化的功能,粪便污水在池内进行常温厌氧消化,同时该池作为整个厌氧处理的污泥池,一、二、三级厌氧池产生的污泥均排入该池。贮粪池上清液进入一级厌氧池,沉淀污泥定期外运作农肥。

一级厌氧池

一级厌氧池采用推流式,水力停留时间为 3 d,设计有效容积为 450 m^3 ,尺寸为 15. 0 m ×6. 0 m ×7. 0 m,用隔墙分为 3 个廊道。粪便污水经一级厌氧消化后进入二级厌氧消化池,剩余消化污泥定期排入贮粪池。

二级厌氧池

二级厌氧池采用折板反应池, HRT = 1 d,设计有效容积为 150 m^3 ,尺寸为 9. 0 m ×4. 0 m ×5. 9 m,用廊道分成 2 格,折板与水平方向的夹角为 45°;过水宽度为 0. 6 m。污水经二级厌氧消化后进入三级厌氧消化池,剩余消化污泥定期排入贮粪池。

三级厌氧池

三级厌氧池采用厌氧生物滤池,内装半软性填料, HRT=1 d,设计有效容积为 150 m³,尺寸为 9.0 m×4.0 m×5.9 m。经三级厌氧消化处理后,粪便污水的有机物浓度得到大幅削减,同时氨氮浓度也明显降低,此时已具备进行高效好氧处理的条件。

一级好氧池 (曝气池)

曝气池与沉淀池共壁,池顶加盖 (玻璃钢盖),以防臭气溢出。一级好氧采用普通活性污泥法,微孔曝气盘鼓风曝气。沉淀池采用平流式沉淀池。曝气池与沉淀池的主要设计参数见表 3。

表 3 曝气池和沉淀池的主要设计参数

Tab 3 Main design parameters of aerated and sedimentary basins

项目	数值
设计流量 / (m ³ · h ⁻¹)	6.25
MLSS / (mg · L ⁻¹)	3 000
污泥负荷 / (kgBOD · kg ⁻¹ MLSS · d ⁻¹)	0.2
泥龄 / d	14
沉淀池表面负荷 / (m ³ · m ⁻² · h ⁻¹)	0.61
沉淀时间 / h	2.5
曝气池 L×B×H / (m×m×m)	6.3×4.2×4.8
沉淀池 L×B×H / (m×m×m)	6.3×1.8×5.0

SBR 反应池

一级好氧沉淀池出水进入 SBR 反应池,在该池内完成有机物的进一步降解以及脱氮和除磷。共设 2 座 SBR 池,单池尺寸为 4.5 m×4.5 m×4.8 m,运行周期为 12 h,进水时间为 6 h,采用微孔曝气盘曝气,潜污泵排水,潜污泵设计流量为 40 m³/h。SBR 反应池的主要设计参数见表 4。

表 4 SBR 反应池的主要设计参数

Tab 4 Main design parameters of sequencing batch reactor

项目	数值
设计流量 / (m ³ · h ⁻¹)	6.25
MLSS / (mg · L ⁻¹)	3 000
污泥负荷 / (kgBOD · kg ⁻¹ MLSS · d ⁻¹)	0.03
排水比	1/3

除磷池

经 SBR 反应器处理后的出水水质除 TP 外,其余水质指标基本可以达到排放标准,因此在 SBR 反应池后设置了除磷池,通过投加化学药剂 (FeSO₄) 来去除剩余的磷。除磷池共建 2 座,单池尺寸为 4.5 m×4.5 m×4.8 m,内设曝气装置,采用间歇方式运行,并按进水、曝气、沉淀、排水方式进行。排水采用

潜污泵,设计流量为 20 m³/h。

活性炭吸附柱和消毒池

由于该工程位于嘉陵江边,须严格确保出水水质达标,因此在除磷池后设计了活性炭吸附柱,对除磷池出水作进一步深度处理。设活性炭吸附柱 1 座,采用间歇运行方式,其主要设计参数见表 5。

表 5 活性炭吸附柱的主要设计参数

Tab 5 Main design parameters of activated carbon adsorption

项目	数值
设计流量 / (m ³ · h ⁻¹)	20
空塔流速 / (m · h ⁻¹)	10
接触时间 / min	25
Ø×H / (m×m)	1.6×4.2

经活性炭吸附处理后的出水进入消毒池,采用漂白粉进行季节性消毒,消毒出水直接排入水体。消毒池设计接触时间为 30 min,尺寸为 5.0 m×5.0 m×3.0 m。

2 主要技术经济指标

工程总占地为 1 320 m²,工程总投资为 299.5 万元,其中土建工程投资为 187.4 万元,设备工程投资为 84.1 万元,其他费用为 28 万元。单位处理费用约为 3.95 元/m³。

3 结语

粪便污水中有机物和氮、磷等营养物的浓度很高,处理难度大。选择三级厌氧—好氧—SBR—化学除磷—活性炭吸附的组合工艺处理粪便污水,出水 TP 可达《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 B 标准,其他水质指标可达《污水综合排放标准》中的一级标准。技术经济分析表明,与超滤膜生物处理技术相比,该工艺具有一定的经济优势。

参考文献:

[1] Schouw N L, Danteravanich S, Mosbaek H, et al Composition of human excreta - a case study from Southern Thailand [J]. Sci Total Environ, 2002, 286 (1 - 3): 155 - 166

[2] 徐慧芳,樊耀波. 膜生物反应器在粪便污水处理中的研究与应用 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3 (6): 75 - 81

E - mail: liu - guotao@163. com

收稿日期: 2006 - 12 - 13