

地下式A²O-MBR工艺在贵州省兴义市滴水污水处理厂的應用

王璐 陆天友 饶正凯

贵州省建筑设计研究院有限责任公司

摘要: 贵州省兴义市滴水污水处理厂设计规模3.0万m³/d, 是贵州省第一座采A²O-MBR膜处理工艺的全地下式污水处理厂。本工程于2017年10月进水调试, 2018年2月正式运行, 现已运行两年, 出水水质稳定达标, 运行情况良好, 出水达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标, 尾水作为湿地公园景观补给用水。

关键词: 地下式污水处理厂; A²O-MBR; 双层加盖; 膜工艺; 建设方案

前言

随着城镇化的发展, 城区范围不断扩张, 污水厂与城区居民距离越来越近, “城中厂”对城区发展及周边环境的影响日渐突出, 如何处理好污水处理厂与周边环境景观的协调关系, 变得日益重要, 在新的社会关系需求下, 地下式污水处理厂成了现代城市配套建设的新趋势^[1]。与传统污水处理厂相比, 地下式的形式更能节约建设用地, 臭气在地下进行收集及处理, 避免了传统污水厂臭气对周边环境的影响。地下式污水处理厂的地面景观设计, 不仅可与环境相融合, 同时可提升周边地块的价值。

一、工程概况

兴义市滴水污水处理厂位于贵州省兴义市滴水村南侧富康地块, 建设规模为3.0万m³/d, 采用双层加盖全地下式, 厂区占地面积约20亩; 主要承担黄草一坪东一木贾分水岭北侧区域及部分老城区产生的生活污水收集处理, 服务人口约20.5万人。工程采用国内先进的污水处理技术: A²O+MBR膜处理工艺; 污水经粗格栅—进水泵房—细格栅—曝气沉砂池—膜格栅—A²O生物反应池—MBR膜池—管式紫外消毒—再生水消毒—出水流量等工序处理后, 达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准, 采取中水回用, 将处理后的出水作为城市湿地公园的景观补给用水。

兴义市滴水污水处理厂采用双层加盖全地下式的形式, 污水处理构筑物位于地面下两层, 地上仅设综合楼, 并作绿化景观, 突破了污水处理厂的传统高程设计思路。

二、工程建设方案

(一) 设计规模

兴义市滴水污水处理工程污水量测算及建设规模, 是以兴义市的供水能力、给水排水现状, 并参照国家有关标准确定的。污水量测算采用人均综合生活用水量指标法: 2020年, 居民综合综合用水(含公共建筑用水)指标为200L/人·d; 工业用水量按城市综合生活用水量的10%计取; 未预见水量按城市综合生活用水量及工业用水量之和的10%计取日变化系数K_日=1.3; 污水形成率为80%。污水量测算详见表1。

根据上述测算结果, 同时考虑兴义市的地形地貌及其建设情况, 污水处理厂总规模拟定为3.0万m³/d。

(二) 设计水质

参照贵州省兴义市桔山和下午屯污水处理厂的进厂水质指标, 结合实测水质资料, 并考虑远期污水水质的变化趋势, 确定兴义市滴水污水处理工程设计进厂水质。详见表2。

表1 污水量测算表

| 序号 | 项目 | 单位 | 近期2020 | 备注 |
|----|---------|--------------------|--------|-----------|
| | 规划人口 | 万人 | 20.5 | |
| 1 | 综合生活用水 | L/人·d | 200 | |
| | 综合生活用水量 | 万m ³ /d | 4.10 | |
| 2 | 工业用水 | 万m ³ /d | 0.41 | 1×10% |
| 3 | 未预见水量 | 万m ³ /d | 0.45 | (1+2)×10% |
| 4 | 最高日用水量 | 万m ³ /d | 4.96 | 1+2+3 |
| 5 | 日变化系数 | | 1.30 | |
| 6 | 平均日用水量 | 万m ³ /d | 3.82 | |
| 7 | 污水形成率 | | 80% | |
| 8 | 平均日污水量 | 万m ³ /d | 3.00 | |
| 9 | 设计规模 | 万m ³ /d | 3.00 | |
| 10 | 污水处理率 | % | 100% | |

表2 进水水质表

| 项目 | BOD ₅ | COD | SS | NH ₃ -N | TP | TN | PH | 最高水温 | 最低水温 |
|------------|------------------|------|------|--------------------|----|-----|-----|------|------|
| 进水水质(mg/L) | ≤140 | ≤250 | ≤200 | ≤30 | ≤4 | ≤40 | 6~9 | 30℃ | 15℃ |

污水处理厂的出水水质标准由受纳水体的水域功能确定。兴义市滴水污水处理工程出水作为湿地公园的景观补给用水, 依据《城市污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002), 一级标准的A标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求, 即兴义市滴水污水处理工程执行一级A标准。详见表3。

表3 出水水质表

| 项目 | BOD ₅ | COD | SS | NH ₃ -N | TP | TN | 粪大肠菌群数 |
|------------|------------------|-----|-----|--------------------|------|-----|---------------------|
| 进水水质(mg/L) | ≤10 | ≤50 | ≤10 | ≤5 | ≤0.5 | ≤15 | 10 ³ 个/L |

(三) 工艺流程

城区污水由截污干管收集后重力自流进滴水污水处理厂, 经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后, 由管径为D630*6的尾水管重力排至湿地公园, 进行公园景观水的补给。鉴于本工程尾水再生利用要求, 为保证尾水余氯, 本工程采用运行安全可靠, 操作简便又可保证尾水余氯的紫外线消毒+次氯酸钠消毒工艺。本工程拟对粗格栅、细格栅、膜格栅、储泥池、污泥浓缩脱水机房、生物池、膜池等采用封闭的形式, 集中收集, 经除臭处理后, 排出地面, 避免污水处理过程中的臭气外溢。根据地下污水处理厂的特殊情况, 为了方便污泥的处置, 须对污泥进行脱水减容, 污泥脱水采用机械一体化离心浓缩脱水机。

(四) 主要设计特点

1. 污水处理厂双层加盖全地埋式

本工程采用的A²O-MBR膜处理工艺的全地下式双层加盖的形式为贵州省首例。污水处理厂整体位于地下^[2], 一共分为两层, 地下负一层为设备层, 包括预处理段、生物池及膜处理段、加药间、鼓风机房、配电房、污泥脱水机房等, 地下负二层为预处理池体、生物池膜池池体、污泥浓缩池池体。

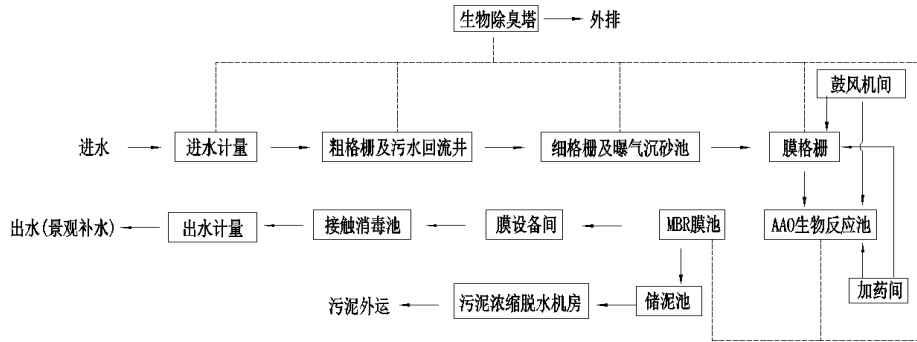


图1 工艺流程图

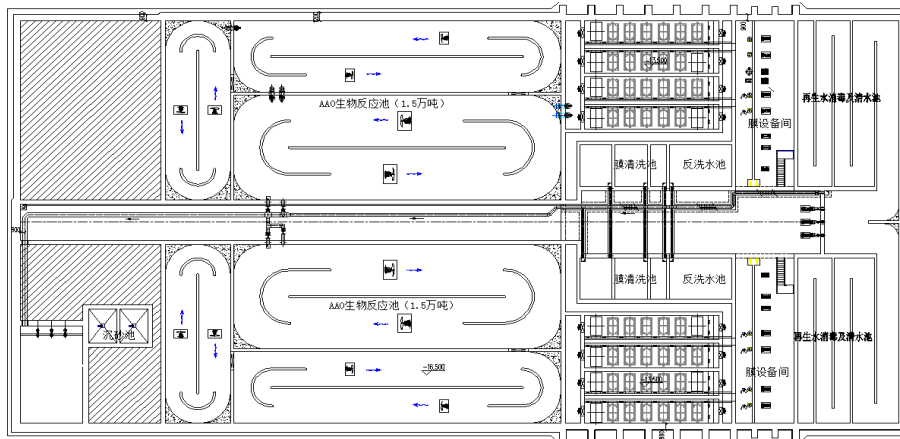


图2 渠道层平面图

池体全部位于地下，上部仅设置换气口及进出通道。顶板上的绿化标高与周边区域地面标高相同，能与周边环境很好融合，景观效果好。设备的吊装与检修通过地面道路进入地下空间，在封闭的空间内部进行，臭气的密封性好，臭气经收集后集中处理，对地面环境影响较小，生产区和周边环境交叉较少。便于集中管理。根据住建部颁布《城市污水处理工程项目建设标准（修订）》（2001）及污水厂建设用地指标，规模为3000m³/d的深度处理常规污水厂建设用地指标为1.6~1.2[m²/(m³·d)]，本工程总体布局采用全地埋式组团布置形式，处理构筑物全地下集约化、模块化布置，用地指标仅为0.4[m²/(m³·d)]，占地仅为常规模式的1/3，较大程度上减少了污水处理厂的占地面积，同时各构（建）筑物相互连接的工程量减少，有利于降低能量损耗；突破了传统污水处理厂的高程设计。

2. 膜处理技术

本工程的核心工艺采用A²O-MBR膜处理工艺。膜生物反应器^[3]是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术。它不同于活性污泥法，不使用沉淀池进行固液分离，而是使用膜分离技术取代传统活性污泥法的沉淀池和常规过滤单元，使水力停留时间（HRT）和泥龄（SRT）完全分离，因此具有高效固液分离性能；同时利用膜的特性，使活性污泥不随出水流失，在生化池中形成5000~12000 mg/L 超高浓度的活性污泥，使污染物分解彻底，因此出水水质良好、稳定，出水细菌、悬浮物和浊度接近于0，并可截留粪大肠菌等生物性污染物，同时去除污染物和实现污水再生回用。本项目处理后的出水达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准，进行中水回收，作为景观补水用水。

MBR膜处理工艺实现了生物反应池水力停留时间和污泥量的完全分离，使得该工艺运行操作灵活且稳定；同时高污泥浓度，具有较强的抗冲击负荷能力，反应池体积小，占地少；

MBR工艺的模块化设计，结构紧凑，易于实现一体化控制，便于管理。

3. 除臭技术

本工程对地下部分所有生产构筑物，包括预处理、污泥处理、以及生物池、膜池等均进行加盖除臭，防止有毒有害气体外溢，各处理阶段的臭气由管线统一收集后，送至生物滤池进行集中处理，脱臭后的气体再由风机送至地上的排风塔，排放到室外安全区域。

臭气的统一收集与处理保证了污水厂工人拥有一个良好的工作环境。污水厂地面为公园式绿地，避免了传统污水处理厂恶臭、噪声对周边的不良影响。

三、技术经济指标

兴义市滴水污水处理工程总投资为29531.37万元。其中直接工程费用为24869.32万元。厂区总用地面积为13292.26m²，建筑物占地面积为1317.18m²，建筑面积（计容面积）为2449.76m²，地下厂区及消防水泵房面积为13869.52m²，建筑密度9.9%，容积率为0.184，绿地率56.19%。

结语

兴义市滴水污水处理厂的地下式设计实现了环境与功能的系统融合^[4]，处理后的尾水作为湿地公园补水，同步实现了中水利用，变废为宝，实现了资源的循环利用，提升了城市的价值；因污水厂设计为地下式，地面上设置广场绿地及景观喷泉，与周边环境相协调，具有显著的环境与社会效益。

参考文献

- [1] 杨凡. 半地下式和全地下式污水处理厂布置形式分类浅析[J]. 中国市政工程, 2017, 195(6): 42-45
- [2] 郝晓地, 李季, 曹达敏. MBR工艺可持续性能量化评价[J]. 中国给水排水, 2016, 32(7): 14-23
- [3] 邱维. 我国地下污水处理厂建设现状及展望[J]. 中国给水排水, 2017, 33(6): 18-26