

# 保山市某污水厂提标改造工程设计

魏媛媛

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

**摘要:** 保山市某生活污水厂规模 $4.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,现状采用氧化沟工艺,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的二级标准<sup>[1]</sup>,现根据要求出水标准需提标至一级A。在用地受限的情况下,根据提标要求、进出水水质及不断水要求,经充分技术及经济比选,确定采用改造为具有AAO功能的氧化沟+MBBR强化脱氮功能,同时增加深度处理加强去除SS和总磷的方案。提标改造后对区域河道水质改善具有重要作用,可为同类污水厂提标改造提供经验。

**关键词:** 污水厂;提标改造;MBBR;深度处理

**中图分类号:** TU992

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2026)03-0234-04

## Design of a WWTP Upgrading and Reconstruction Project in Baoshan City

WEI Yuanyuan

[Tongji Architectural Design (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

**Abstract:** The scale of a wastewater treatment plant (WWTP) in Baoshan City is  $4.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ , and the oxidation ditch process is adopted in current treatment process. The effluent water quality can reach the second level criteria in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB18918—2002). According to the requirements, the effluent water quality needs to be upgraded from the second level to first level A. Under the condition of limited land use, according to the requirements for upgrading standards, the qualities of influent and effluent, and the requirements for no water interruption, and by fully comparing and selecting the technologies and economy, it is determined to adopt the reconstructed oxidation ditch with AAO function + MBBR to enhance the denitrification function, while the scheme of adding advanced treatment is used to enhance the removal of SS and total phosphorus. The upgrading and reconstruction play an important role in improving the water quality of regional rivers, which can provide experience for the upgrading and reconstruction of similar WWTPs.

**Keywords:** wastewater treatment plant (WWTP); upgrading and reconstruction; MBBR; advanced treatment

## 0 引言

2015年4月2日,国务院发布《关于印发水污染防治行动计划的通知》国发〔2015〕17号(简称“水十条”)<sup>[2]</sup>,要求全面控制污染物排放,加快城镇污水处理设施建设与改造,切实加大水污染防治力度,保障国家水安全<sup>[3]</sup>;云南省住房和城乡建设厅、环境保护厅相继出台相关文件,要求全省城镇污水处理厂提标改造工作于2019年12月底前全面完成,确保出水水质达到一级A排放标准<sup>[1]</sup>。以保山市某污水厂为例,将现有生物池改造为具有AAO功能的氧化沟+MBBR工艺<sup>[4]</sup>,介绍其提标难点与解决方案,以期为

同类污水厂提标改造提供经验。

## 1 工程概况

### 1.1 污水厂现状概况

保山市某污水厂服务面积约 $900\text{ hm}^2$ ,现状规模 $4.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,进水为生活污水,生物处理采用氧化沟工艺,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的二级标准,尾水排入东河;污泥采用浓缩脱水一体机处理至含水率不高于80%,然后统一外运至垃圾填埋场填埋。工艺流程如图1所示。

### 1.2 现状进出水水质

现状污水厂进水部分为污水管道来水、部分为河道截流的合流污水。根据2018年上半年监测数据,现状污水厂实际进出水水质见表1。

从现状进出水水质监测数据可知,由于老城区

收稿日期: 2025-10-30

作者简介: 魏媛媛(1990—),女,硕士,工程师,从事市政给排水设计工作。

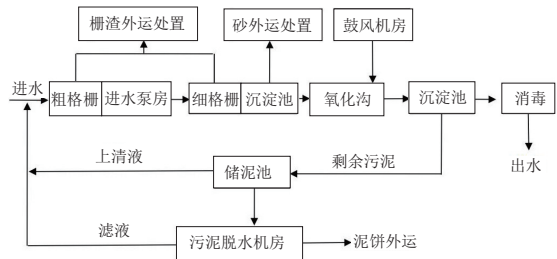


图1 现状工艺流程图

表1 进出水水质 单位:mg/L

| 主要污染指标 | COD <sub>cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | SS    | NH <sub>3</sub> -N  | TP   | TN    |
|--------|-------------------|------------------|-------|---------------------|------|-------|
| 设计进水水质 | 220               | 140              | 150   | 32.5                | 4    | 40    |
| 平均进水水质 | 154               | 55               | 119.4 | 13.3                | 2.25 | 15.4  |
| 平均出水水质 | 19                | 9                | 17.2  | 1.98                | 0.91 | 10.92 |
| 二级标准   | 100               | 30               | 30    | 25                  | 3    | —     |
| 一级A标准  | 50                | 10               | 10    | 5(8) <sup>[5]</sup> | 0.5  | 15    |

注:[3]括号内为水温不大于12℃时数据

雨污分流不彻底,污水收集率低,现状进水水质较低,与设计进水水质尚有一定差距;由于进水水质较低,出水水质指标中COD<sub>cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N及TN出水水质较好,达到一级A排放标准,而指标SS和TP达到二级排放标准。

1.3 现状用地

根据相关调研资料及现场踏勘情况,保山第一污水处理厂原厂址位于保岫东路以北,东河以西处。提标改造工程新增用地仅1.46 hm<sup>2</sup>,位于原工程北侧。

1.4 存在问题及分析

(1)出水标准低

“水十条”和黑臭水体治理对污水处理厂出水水质要求已提高,而目前第一污水处理厂现状出水标准仍旧为二级,与一级A标准差距较大。

(2)用地紧张

厂区已进行一次扩建,建构筑物布局紧凑,预留提标改造用地有限,无法满足新建构筑物的用地要求,需最大程度挖掘现有生物处理设施<sup>[6-8]</sup>,增加深度处理设施,满足提标工艺要求。

(3)现状设备老化,能耗高,节能降耗不达标

根据污水厂现状运行情况,现状部分设备老化故障率高、能耗高,与最新国家的低碳节能要求<sup>[9-10]</sup>相差较大,亟需更新改造,本次提标改造同步对老旧设备进行更新改造。

(4)不断水施工要求迫切

污水厂承担了城区60%以上生活污水的处理,且已满负荷运行,无法长期停产或减产,需进行不断

水施工,保障污水厂的正常运行。

2 提标改造工程设计

2.1 设计目标

根据相关文件对污水处理厂出水水质的要求,通过对污水厂现有工程(4.0×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)、工艺充分利用,进行污水厂提标改造,排放标准从二级提升为一级A。

2.2 总体思路

从现状污水处理厂出水水质分析情况来看,目前污水厂由于混合了河道水,实际进水污染物浓度较低,出水水质SS和TP达到一级B标准,其他指标均已达到一级A标准。但是随着截污纳管和雨污分流改造工程的完成,污水厂的进水水质将逐步达到设计进水水质。因此本次提标改造为保证出水稳定达标需强化脱氮功能,并针对SS去除及总氮总磷去除采取相应的措施<sup>[11-12]</sup>。

加强脱氮主要通过通过对现有生物反应池进行改造,增加缺氧段停留时间,加强现有生物池脱氮功能<sup>[13]</sup>,进而可保证除氮效果稳定达到一级A标准。由于现有厂区建构筑物布局紧凑,仅北侧预留深度处理用地,无条件新建生物池,因此本次提标改造应深度挖掘提升现有生物池的处理效果。此外,现状氧化沟表曝机氧利用率低、氧化沟超高,为了最大限度提升现有池子的处理能力,设计采用将氧化沟改造为具有AAO功能的氧化沟。

加强去除SS和总磷采取的措施,主要是增加深度处理设施,通过絮凝、沉淀、过滤工艺进一步去除SS、总磷和其它污染物,在絮凝阶段投加除磷药剂,确保TP达标<sup>[14]</sup>。

2.3 工艺流程

污水处理厂采用改良具有AAO功能氧化沟+MBBR工艺+高效沉淀+滤布滤池深度处理工艺,最终出水经加氯消毒后排放河道。工艺流程见图2。

二沉池产生的剩余污泥经污泥泵输送至储泥池,然后由污泥螺杆泵打至浓缩脱水一体机进行处理,浓缩脱水处理为含水率约80%的污泥,泥饼最终外运至处置点处置。储泥池产生的上清液以及污泥脱水机产生的滤液均重力自流汇至进水泵房。

2.4 主要构筑物设计参数

(1)生化反应池改造

原有氧化沟4座,单座池长51.00 m,池宽25.45 m,池内水深3.5 m,有效容积3 660 m<sup>3</sup>;其中选择区有效

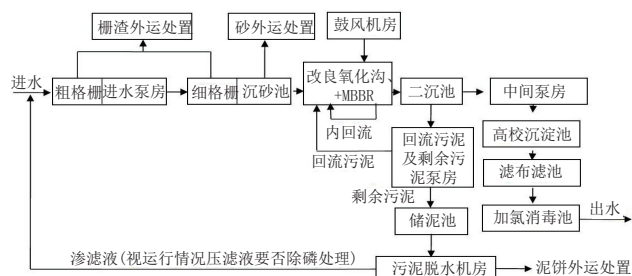


图2 污水处理厂工艺流程图

容积为  $413 \text{ m}^3$ , 停留时间为  $1 \text{ h}$ , 好氧区容有效积  $3\,247 \text{ m}^3$ , 停留时间为  $7.8 \text{ h}$ 。

设计将原有氧化沟工艺改良为具有 AAO 功能的氧化沟工艺, 并采用 MBBR 工艺对现状好氧生物池进行改造, 将原氧化沟水深提高至  $4.0 \text{ m}$ , 并对局部不满足要求的池体进行加高。经核实, 现状构筑物之间水损较为富裕, 工程通过改造沉砂池出水堰高及新建配水井调整氧化沟水位较现状抬高  $0.5 \text{ m}$ , 满足有效水深增加的需求。好氧区投加悬浮填料, 设置底部曝气系统, 并在进出水口处设置拦截筛网, 保证填料在 MBBR 区良好流化并不随出水流失, 见图 3。

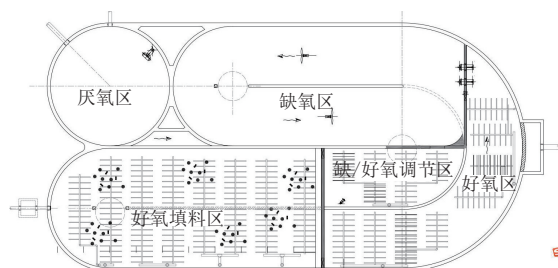


图3 氧化沟改造示意图

改造后参数如下: 污泥浓度为  $3.5 \text{ g/L}$ , 总有效容积  $16\,726 \text{ m}^3$ , 有效水深  $4 \text{ m}$ , 好氧区有效生物膜面积  $1.019 \times 10^6 \text{ m}^2$  总水力停留时间  $10.03 \text{ h}$ , 其中, 厌氧区  $1.13 \text{ h}$ , 缺氧区  $3.52 \text{ h}$ , 缺氧/好氧调节区  $0.92 \text{ h}$ , 好氧区  $4.46 \text{ h}$ 。

## (2) 新建高效沉淀池

新建中心进水周边出水辐流式高效沉淀池 1 座 2 池, 设计流量  $Q=0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ , 平面尺寸  $25.8 \text{ m} \times 26.9 \text{ m}$ 。其中, 混合区有效总容积  $41.04 \text{ m}^3$ , 水力停留时间  $3 \text{ min}$ , 设置 2 座混合池, 单池尺寸  $3.6 \text{ m} \times 3.8 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ , 混凝剂 PAC 投加量  $20 \sim 30 \text{ mg/L}$ , 每池设置 1 台功率  $5.5 \text{ kW}$  的搅拌机。混凝区有效总容积  $73.9 \text{ m}^3$ , 水力停留时间  $10.6 \text{ min}$ , 设置 4 座絮凝池, 单池尺寸  $3.6 \text{ m} \times 3.6 \text{ m} \times 5.70 \text{ m}$ , 絮凝剂 PAM 投加量  $1.0 \text{ mg/L}$ , 每座设 1 台功率  $3.5 \text{ kW}$  的搅拌机。沉淀池 2 池, 单池直径  $12 \text{ m}$ , 有效斜管面积共计  $225 \text{ m}^2$ , 总水深  $6.8 \text{ m}$ , 表面

负荷  $8.2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , 污泥含水率  $98\%$ 。

## (3) 新建滤布滤池

新建滤布滤池 1 座 2 池, 平面尺寸  $8.95 \text{ m} \times 8.9 \text{ m}$ 。设置 2 套滤布过滤系统, 处理能力  $Q=1\,175 \text{ m}^3/\text{h}$ , 空隙  $15 \mu\text{m}$ , 盘片 16 个/组, 滤盘直径  $3 \text{ m}$ , 滤速  $v=6 \sim 8 \text{ m/h}$ ,  $N=11+0.75 \text{ kW/组}$ 。

## (4) 新建加氯消毒池

原紫外消毒渠水位偏低, 后续新增巴氏计量槽后出水水位低于洪水位, 存在排水困难等隐患; 同时现状位置与提标改造场地距离较远, 利用现有消毒渠将导致水流程线绕行较远, 因此考虑将现有消毒池废除, 在北侧提标改造地块新建加氯消毒池, 设计流量  $Q=0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ , 平面尺寸  $15.0 \text{ m} \times 17.0 \text{ m}$ 。

## (5) 鼓风机房改造

氧化沟改造后鼓风机扬程和风量不足, 设计更换 4 台磁悬浮鼓风机, 单台风量  $90 \text{ m}^3/\text{min}$ , 风压  $H=5.0 \text{ kPa}$ 。

## (6) 新建加药间

新建加药间一座, 规模  $4.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 平面尺寸  $20.2 \text{ m} \times 11.0 \text{ m}$ , 用于 PAC 及 PAC 药剂存储及投加。

## (7) 新建加氯间

新建加氯间一座, 规模  $4.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 平面尺寸  $15.0 \text{ m} \times 17.0 \text{ m}$ , 日制备有效浓度  $0.8\%$  次氯酸钠药剂  $60 \text{ m}^3$  并输送至消毒池。

## 2.5 不断水施工

提标改造工程施期间会对已建污水处理厂的运行产生影响, 应采取一定的措施尽量不影响污水厂运行<sup>[15]</sup>。

合理安排施工工序。施工时先组织实施新增的各建构筑物的土建施工、设备安装及氧化沟反应池的改造, 最后开展与现状厂区管道沟通连接及电气自控系统连接的工作。氧化沟改造涉及到池体改造、池体内填料的投加及防止填料流失的相应措施, 可在进厂污水量少的时间段, 停用 1 座反应池, 其它 3 座运行, 依次进行改造。待生物池均改造好后, 可以开始工艺管线等的衔接工作。

合理安排施工时间。与现状污水厂管路衔接等影响污水厂运行的工作, 应尽量安排在污水厂来水水量小的时间段, 如安排在晚间或节假日等时段内。在构筑物进出水位置设置不锈钢隔水围堰, 临时措施完成后, 池体可恢复正常运行, 洞口开凿及加固工作在围堰隔断范围内进行, 待完成改造后拆除临时措施。对于需要更新改造的设备, 应遵循同类设备

每改造一台,须待其安装调试好后方可进行下一台设备改造的工作原则。

3 工程投资及效益分析

该工程的总造价为 12 113.43 万元,其中工程费为 8 618.72 万元,污水处理厂提标改造后平均单位总成本水价增加 0.66 元/m<sup>3</sup>,收费价格为 1.01 元/m<sup>3</sup>。

4 结 语

在用地受限且不断水的条件下,保山市某 4 万 t/d 生活污水厂通过将现状氧化沟改造为具有 AAO 功能+MBBR 强化脱氮功能的生物池,同时增加深度处理流程,将出水标准由一级 B 提标至一级 A。

(1)技术先进,深度挖掘。考虑到用地有限,利用现状氧化沟超高大的特点,通过投加悬浮填料增加有效生物量来提高有机物的去除效率,深度挖掘提升现有生物池的处理效果,有效保证出水脱氮除磷效果稳定。

(2)节约用地,不断水改造。充分利用现有池体,仅进行局部改造,减少施工成本和周期,尽量降低对现有污水厂运行的影响,实现不断水施工。

(3)全面改造,达标排放。保山市某生活污水厂将生物池改造为具有 AAO 功能的氧化沟+MBBR,深度处理采用高效沉淀+滤布滤池,同时对现有老旧设备进行更新改造,出水水质满足一级 A 排放标准。

参考文献:

[1] GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准[S].  
[2] 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2015(12): 26-37.  
[3] 石效卷,李璐,张涛. 水十条 水实条一对《水污染防治行动计划》的解读[J]. 环境保护科学, 2025, 14(3): 1-3.  
[4] 周家中,韩文杰,吴迪,等. MBBR 工艺应用于市政污水处理的系列解决方案探讨[J]. 中国给水排水, 2023, 39(12): 1-12.  
[5] 张自杰. 排水工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2015.  
[6] 王阿华. 城镇污水处理厂提标改造的若干问题探讨[J]. 中国给水排水, 2010, 26(2): 19-22.  
[7] 鲍任兵,高廷杨,宫玲,等. 污水生物脱氮除磷工艺优化技术综述[J]. 净水技术, 2021, 40(9): 14-20.  
[8] 王玉兰. A2/O+MBBR 工艺用于占地受限污水厂提标改造[J]. 中国给水排水, 2025, 41(12): 103-108.  
[9] 三部门联合发布《关于推进污水处理减污降碳协同增效的实施意见》推进污水处理减污降碳协同增效[J]. 工程建设标准化, 2024(3): 30.  
[10] 高梦莹. 住房和城乡建设部印发实施方案推进建筑和市政基础设施设备更新[J]. 中国勘察设计, 2024(4): 5.  
[11] 郑兴灿,李亚新. 污水脱氮除磷技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1998.  
[12] 邓荣森. 氧化沟污水处理理论与技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006.  
[13] 李佳,汪涵,王亚宜. 城市污水生物脱氮提质增效技术现状与展望[J]. 能源环境保护, 2023, 37(2): 48-61.  
[14] 熊鸿斌,吴胜方,赵娜娜. 城市污水厂 TN、TP 达一级 A 标准的设计运行要点[J]. 中国给水排水, 2011, 27(18): 96-99.  
[15] 王振兴,孟龙,李腾飞. 污水处理厂不停运条件下快速改造施工技术[J]. 安装, 2025(10): 44-47.