

CASE STUDY

Research on the processing technology of upgrading and reconstruction projects of the wastewater treatment plant in Jianfeng city

Yuqing Peng^{1*} Runjin Yang¹ Yong Peng²

Abstract: The upgrading and reconstruction projects of the wastewater treatment plant (WWTP) in Leshan city are introduced, through investigation and analysis of the current situation of WWTP, while considering to meet water quality demands of effluent. The article presents the programs of Anoxic-Aerobic Membrane Bioreactor (A/O-MBR). Following an investigation and multiple upgrading of the plant, water quality reaches first grade A standard of Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant (GB 18918-2002).

Keywords: wastewater treatment plant, upgrading and reconstruction, A/O-MBR

Received: August 14, 2019 **Accepted:** August 20, 2019 **Published:** August 21, 2019

* **Correspondence to:** Yuqing Peng, College of Resources and Environment, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610103, China;
Email: 534798998@qq.com

¹ College of Resources and Environment, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610103, China

² Sichuan Branch, Guangxi Civil Exploration Detection and Management Co. Ltd., Chengdu 610000, China

Citation: Peng Y, Yang Y and Peng Y. Research on the processing technology of upgrading and reconstruction projects of the wastewater treatment plant in Jianfeng city. *Resour Environ Inf Eng*, 2019, **1**(1): 23-28.

Copyright: © 2019 Yuqing Peng, *et al.* This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

案例研究

乐山市市中区剑峰乡污水处理站提标改造的处理技术研究

彭雨晴^{1*} 羊润锦¹ 彭勇²

摘要: 以四川省乐山市污水处理站提标改造为例, 根据污水处理站的运行现状及提标期望达到的出水水质, 通过对各种不同处理工艺的对比, 针对性提出A/O-MBR一体化处理工艺, 已确保最终出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级A排放标准。文章将详细介绍污水处理站的工程设计方案和各方面的设计计算。

关键词: 污水处理站, 提标改造, A/O-MBR

1 工程概况

1.1 设计范围

本项目技术方案的编制范围为乐山市市中区剑峰乡污水处理站改造工程以及站内原有设施、设备的综合改造。

本项目方案重点研究针对原处理设施存在问题进行详细梳理, 提出综合改造方案, 包括污水处理及原有设施设备的评估; 根据污水处理厂出水水质现状、技术改造要求, 对剑峰乡污水处理站改造工程的可行性进行技术方案论证, 提出该建设项目的技术方案。

1.2 主要工程内容

针对市中区剑峰乡原有污水处理设施现状, 对原有设备开展相应的维修更换, 增加MBR膜。同时, 新增加一套集装箱式A/O-MBR生活污水处理系统, 设计污水处理能力100 m³/d。

城镇生活污水处理后的出水的污染物排放指标达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准。污水主要污染物进出水水质参照如表1所示。

表 1. 进水水质指标及排放要求

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TP
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
进水指标	300	150	180	30	3.0
出水指标	50	10	10	5	0.5

注: 下列情况下按去除率指标执行:

1. 当进水COD大于300mg/L时, 去除率应大于80%; 当进水BOD₅大于150mg/L时, 去除率应大于85%

2. 当水温>12℃时, NH₄⁺-N指标为5mg/L; 当水温≤12℃时, NH₄⁺-N指标为8mg/L

2 原污水处理站概况

剑峰乡污水处理站原有设计规模200 m³/d, 目前暂未运行, 站区内设备因长时间停止运行, 大量损坏, 按原有设计处理标准实际处理量为100 m³/d。

3 技术方案比选

3.1 技术综述

一般情况下, 污水处理的典型工艺流程包括物理处理段(一级处理)、生物处理段(二级处理)、深度处理段和污泥处理段^[1]。一级处理主要去除污水中SS, 通常包括格栅、提升泵房、沉砂池和初次沉淀池等。二级处理也称生化处理, 利用生物代谢作用去除污水的胶体和DS的过程。

生活污水处理工艺应根据原水水质、排放标准要求以及污水处理站的规模, 结合当地自然和社会经济条件综合分析确定, 选择合适的污水处理工艺。从而降低工程投资, 便于运行管理, 减少运行费用, 保证出水水质^[2-4]。除此之外, 选择工艺应具有较强的抗冲击负荷能力, 能同时抵抗水质严重污染和水量变化大的影响。

收稿日期: 2019/08/14; 录用日期: 2019/08/20; 发表日期: 2019/08/21

*通讯作者: 彭雨晴, 成都信息工程大学资源环境学院, 成都 610103, 中国; Email: 534798998@qq.com

¹ 成都信息工程大学资源环境学院, 成都 610103, 中国

² 广西土木勘察检测治理有限公司四川分公司, 成都 610000, 中国

引用: 彭雨晴, 羊润锦, 彭勇. 乐山市市中区剑峰乡污水处理站提标改造的处理技术研究. 资源环境与信息工程, 2019, 1(1): 23-28.

版权: © 2019 彭雨晴, 等.

污水的生物处理具体方法有生物滤膜法、A/O法等。

3.1.1 生物滤膜法

3.1.1.1 工艺简介

工艺采用膜生物反应器(MBR), 是一种将生物反应器和膜分离过程结合的工艺, 采用膜组件将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物质截留住, 无需二沉池。可提高活性污泥浓度, 控制水力停留时间(HRT)和污泥停留时间(SRT), 反应、降解反应器中难降解的物质^[5,6]。

3.1.1.2 工艺优缺点

优点:

(1) 无需二沉池和过滤设备, 膜生物反应器的占地面积较少;

(2) 不含细菌、病毒, 出水的BOD₅、磷、氮和悬浮固体浓度较低;

(3) 污泥负荷较低, 污泥产量低;

(4) 系统简单, 运行灵活, 容易操作。

缺点:

(1) 因生物膜造价较高, 成本相比传统的处理工艺要高;

(2) 若难降解的物质如果在膜表面积累, 易毒害微生物和污染生物膜;

(3) 长时间运用后, 污染物会在膜表面累计, 需有较高的膜面流速来减少污染物, 能耗要求较高。

(4) 膜组件需要定期取出进行化学清洗, 维护管理较复杂。

3.1.2 A/O工艺

3.1.2.1 工艺简介

A/O工艺即缺氧好氧工艺(Anoxic Oxidation), 在厌氧段, 厌氧菌将生活污水中淀粉、碳水化合物水解酸化, 将大分子有机物降解成小分子有机物, 提高后续好氧处理能力。

3.1.2.2 工艺优缺点

优点:

(1) 效率高, 总氮去除率在70%以上。

(2) 反硝化产生的碱度可补充硝化反应之需, 无需外加碳源, 可节省后续曝气量。

(3) 工艺总的水力停留时间较少。

(4) 容积负荷高。

(5) 耐负荷冲击能力强。

缺点:

(1) 没有独立污泥回流系统。

(2) 难降解物质降解率较低。

3.2 技术方案比选

A/O、MBR和A/O-MBR三种工艺对COD、BOD、氨氮等都有较好的去除率。

A/O工艺投资较小, 运行费用低, 对氨氮、COD等指标去除率较高。

MBR工艺出水水质优质稳定, 污泥产量小, 对难降解的有机物去除效果好。

A/O-MBR工艺是结合A/O工艺和MBR工艺的结合, 对污水中的指标具有去除率高、出水水质稳定优良、产泥量低的特点, 同时占地面积小, 运行费用较低。

总的来说, A/O工艺能够满足一些对水质要求不太高的工程, 尤其是不要求总氮、总磷的情况。MBR工艺适用于一些水质要求略高的场合, 但是对于本项目污水处理站技改要实现乡镇污水一级A标的排放标准不适用。并且MBR工艺建设期投入较大, 日常管理维护相对复杂。结合A/O、MBR、A/O-MBR三种工艺去除污染物的能力和本项目实际情况以及进出水要求, 最终选择采用A/O-MBR工艺。将原有处理系统进行维修更换, 增加MBR膜, 新增加一体化设备。

3.3 处理工艺选择

3.3.1 预处理工艺选择

3.3.1.1 格栅

格栅通常安装在污水处理构筑物前端, 用于截留污水中较大的漂浮物和悬浮物, 防止堵塞和缠绕水泵机组、管道阀门等, 保证污水处理设施的正常运行。

3.3.1.2 调节池

居民生活用水的排水的最大特点是非连续性的, 因此为了使设备进水水质均匀、水量相对稳定, 以及后续检修方便, 必须设置调节池。调节池有效容积设计原则是按照《给水排水手册》上的规定, 设计有效停留时间HRT一般为6-8小时。

3.3.2 处理工艺选择

根据我国现行300A室外排水设计规范300B, 污水处理厂的一级处理效率如表2所示。

表 2. 污水处理厂的一级处理效率

SS	BOD ₅
40%~55%	20%~30%

污水处理厂的二级处理效率如表3所示。

表 3. 污水处理厂的二级处理效率

SS	BOD ₅
40%~55%	20%~30%

对比表1, 表2和表3, 要达到本项目要求的出水水质, 本项目处理工艺建议采用“二级处理+化学除

磷+砂滤”工艺。

3.3.3 消毒处理工艺选择

污水经二级处理后，水质改善，细菌含量也大幅度减少，但污水中仍可能含有沙门氏菌、大肠杆菌等各种致病的微生物，为确保公共卫生安全，因此污水排放水体前应进行消毒处理。

目前，污水处理系统常用的消毒方式有氯消毒、二氧化氯、紫外线照射、臭氧等。

根据《建设部推广应用和限制禁止使用技术》，紫外线消毒作为城镇污水处理系统出水消毒的推广应用技术，具有节省投资，紫外装置采用模块结构、安装简易，运行安全，成本低，杀菌效果明显等优点，故本工程出厂水排放水体前建议采用紫外线消毒。

4 工程设计

4.1 设计原则

秉持操作管理方便、运行安全可靠的原则；提高水质、水量变化的适应能力；尽量减少处理系统本身带来的影响和危害；降低成本，在安全可靠的原则上达到最大经济利益；设计符合国家的有关法规、规范及标准，严格贯彻执行国家关于环境保护的政策。

4.2 处理规模

根据所提供的数据，剑锋乡污水处理站设计处理规模为200 m³/d，实际处理量为100 m³/d。

4.3 工艺设计

4.3.1 工艺流程

对污水处理工艺方案及污泥处理处置方案的分析比较及选择，剑锋乡生活污水处理站推荐工艺A/O-MBR+强化化学脱磷，其流程如图1所示。

4.3.2 主要建(构)筑物及配套设备的技术参数

4.3.2.1 格栅及提升泵

格栅设池数1座，平面尺寸为3000×800×1500 mm (L×B×H)，设计安装角度60°，栅距10mm。结构形式为钢筋砼池体，设计过栅流速为v=0.06 m/s；提升泵数量为2台(一用一备)流量为12 m³/h，扬程为8m，功率为1.1KW。

4.3.2.2 调节池、搅拌机及液位计

调节池设数量为1座，平面尺寸为8000×4000×2000 mm (L×B×H)，结构形式为钢筋砼池体，设计流量为200m³/d，设计停留时间为8 h；潜卧式搅拌机1台，叶轮直径为260 mm，功率为0.37 Kw；液位计1台，测量范围为0-8 m。

4.3.2.3 A/O-MBR一体化设备

一体化污水处理设备包括高效缺氧池、好氧池、除磷反应池、高效沉淀池、反洗水池和过滤池。数量设计为1套，外形尺寸为14×2.78×3 m (L×B×H)，结构形式为集装箱，主体材料为碳质钢材。

(1) 高效缺氧池

高效缺氧池设计流量为100 m³/d，设计停留时间为3h，污泥浓度为2000-3000 mg/L，填料填充比为58%，混合液回流比为200%，池内溶解氧含量为DO≤ 0.5 mg/L。

(2) 好氧池、鼓风机、回流泵及微孔曝气盘

好氧池设计流量为100 m³/d，设计停留时间为5-6 h，填料填充比为30%-40%，池内溶解氧含量为2-4 mg/L (鼓风微孔曝气)；好氧池设备体积为14 m³，设备材料类型为移动床生物填料，规格型号为Φ10×10；回转式鼓风机1台，功率为4kw；无堵塞排污式回流泵1台，流量为5 m³/h，功率为1.1 kw，电压为380 V；微孔曝气盘48套，规格为Φ215，服务面积为0.3 m²/个。

(3) 除磷反应池

除磷反应池设计流量为100 m³/d，设计停留时间为20 min，脱磷药剂为PAC；除磷反应池设备为一体化加药系统1套，加药计量泵功率为0.25 KW，搅拌功率为0.37 kW，设备材质为不锈钢搅拌桨。

(4) 高效沉淀池

高效沉淀池设计流量为100 m³/d，颗粒沉降速度为0.2 mm/s，表面水力负荷为1.0 m³/(m²·h)，水平安装角度为60°，斜管厚度为0.4 mm，孔径为80 mm；斜管填料数量为7.0 m²，规格为孔径Φ80 mm，斜长1000 mm，材质为PP。

(5) 活性砂滤池

过滤池设计流量为200 m³/d，过滤流速为6-10 m/h；气反冲洗强度8-10 L/(m²·s)，水反冲洗强度15-20 L/(m²·s)。

(6) 紫外线消毒

紫外线消毒设计流量为200 m³/d；主要设备数量为1台，设备类型为管式，进出水管径为DN100 mm，材质为不锈钢，电压为220 V。

4.3.2.4 清水池

清水池设计结构尺寸为4.0×2.0×2.0 m (L×B×H)，设计流量为200 m³/d，停留时间为30 min，结构类型为钢筋砼结构；主要设备为反冲洗泵1台，设备类型为立式离心泵，功率为18.0 m³/h，扬程为30 m，功率为3 kw电压为380 V。

4.3.2.5 污泥池

污泥池结构尺寸为4.0×3.0×3.0 m (L×B×H)，设计流量为200 m³/d，结构类型为钢筋砼结构。

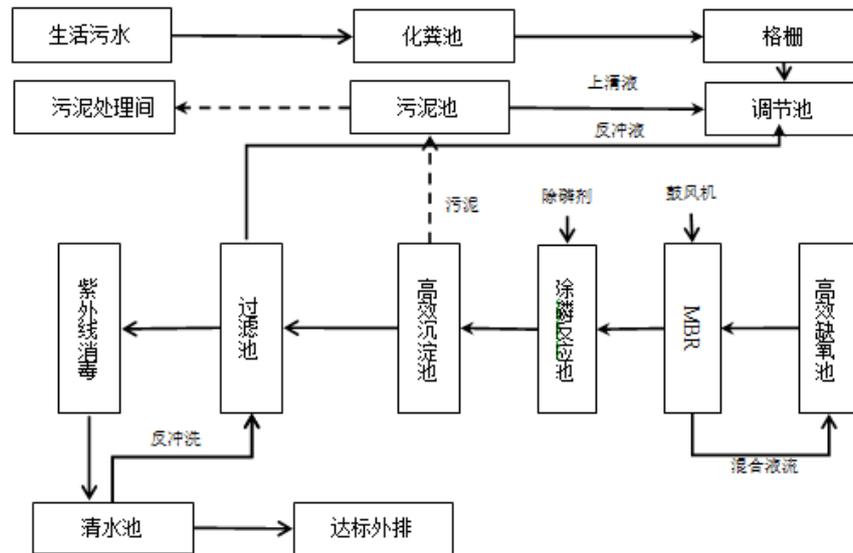


图 1. 工程工艺流程图 (矩形线框内为一体化污水处理设备, 其余部分为混凝土构筑物)

4.3.2.6 计量槽

污泥池结构尺寸为 $3.5 \times 0.4 \times 0.6$ m (L×B×H), 设计流量为 $200 \text{ m}^3/\text{d}$, 结构类型为钢筋砼结构。

4.3.2.7 污泥处理间

污泥池结构尺寸为 $15.0 \times 3.5 \times 3.0$ m (L×B×H), 结构类型为轻钢结构。

5 处理效果

根据数据及现场实际测量情况, 污水来源主要为生活污水, 水质按照典型的生活污水水质设计。

A/O-MBR污水处理系统处理后的出水水质, 具体如表4所示。

表 4. 出水水质

污染物	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)
最大值	45.7	8.45	9.67	5.08	0.45
最小值	26.5	6.76	4.67	1.23	0.07

该工程建成后可提高清河的河水透明度、降低色度、提高感官效果, 并获得更好的污染物去除效果, COD_{Cr}的浓度大幅度降低, 以及满足排放标准, 氨氮浓度最低可达 1.23 mg/L , 远优于一级A标准, 对水质改善起到良好作用。

6 工程效益

6.1 环境效益

本次改造项目以确保施工期环境的安全性为出

发点, 尽可能采用施工时间较短的技改方案。本方案采用成熟的污水处理工艺, 不会对环境安全产生影响; 另一方面, 经改造处理后的污水总排放量也相应减少, 同时也减小对环境的危害。

本次改造是改善环境, 保障人民身体健康, 造福社会、造福子孙后代的环境保护工程, 工程实施后, 对污染物总量控制, 进一步削减污染物, 减少对环境的危害。

6.2 经济效益

本次改造工程本身并不产生直接的经济效益, 但是通过污水进一步处理改善水环境质量, 改善岷江河道水质, 美化乡镇区域水景以及提升川西旅游名片起到重要作用; 同时也将改善当地投资环境, 通过良好的水生生态环境和优越的地理位置具备打造“城在园中”的世界生态田园城市示范标杆, 从而带动经济快速地增长。

6.3 社会效益

本次改造工程属于当地政府为人民群众身体健康所实施的公益性项目, 它的建成不仅具有极大的社会效应, 同时也具有教育及示范意义。通过污水处理的净化展现水由污变清的转化过程, 表达环境治理思想, 让人们警示水环境质量的重要性并提高人们对水环境污染的重视。

本次改造工程实施后将极大的改善社会环境、投资环境, 提高城市形象及城市功能, 促进各行各业的发展, 有利于社会的和谐和稳定。本污水工程的实施, 为提乡镇污水处理厂污水的处理率以及加速当地城市化水平提供了有力保障。

参考文献

- [1] 郑兴灿. 我国城市节水减污的技术与经济问题研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2001.
- [2] 张大群. 我国城镇水处理设备发展方略和理念的思索. 给水排水, 2011, **37**(12): 1-1.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-8471.2011.12.001>
- [3] 朱黎江, 虞炜安. 水处理设备现状及发展方向. 科技与企业, 2014, **3**: 118-118.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.11-3096/N.2014.03.107>
- [4] 张大群. 城镇水处理设备现状及发展方向. 建设科技, 2011, **21**: 56-58.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-3915.2011.21.031>
- [5] 张福勇, 扈志强, 刘利达, 等. MBR+活性氧工艺在医疗废水处理中的应用. 中国环保产业, 2017, **1**: 56-59.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5377.2017.01.012>
- [6] 龚梦锡, 孙世祥. 污水处理厂恶臭活性氧处理工艺设计. 浙江化工, 2004, **35**(10): 27-28.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-4184.2004.10.009>