

云南省某污水处理厂MBR工艺提标改造设计方案

王涛涛 瞿强勇

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650100

摘要：云南西南某污水厂设计近期污水处理能力7500m³/d，远期污水处理能力15000m³/d，分二期工程建设，主体工艺为CASS工艺，从2012年正式投产运行至今运转良好，出水可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级B标准。因现有出水标准不能满足受纳水体环境保护要求，需对污水厂进行提标改造。通过将原CASS工艺改为AAO+MBR工艺，使出水能稳定达到一级A排放标准。

关键词：污水处理厂；提标改造；CASS；MBR

1 工程现状概况

1.1 污水厂基本情况

云南西南某污水厂设计近期污水处理能力7500m³/d，远期污水处理能力15000m³/d，改造前污水处理流程为：粗格栅-污水提升泵房-细格栅-旋流沉砂池-CASS池-紫外消毒渠-电磁流量计，出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级B标准。

1.2 污水厂进水水量分析

污水厂2020年平均处理水量为6610m³/d，最大处理水量为7月的7440m³/d，2020年全年污水处理量均未达到设计水量，平均水量为设计规模的88%，从以上数据分析可知该污水厂的现状处理规模是能满足目前处理需求。6-9月污水量有所增加，初步分析是该片区进入雨季，管网存在一定的雨污混流情况致使污水厂进水量增加。

1.3 污水厂进水及出水水质分析

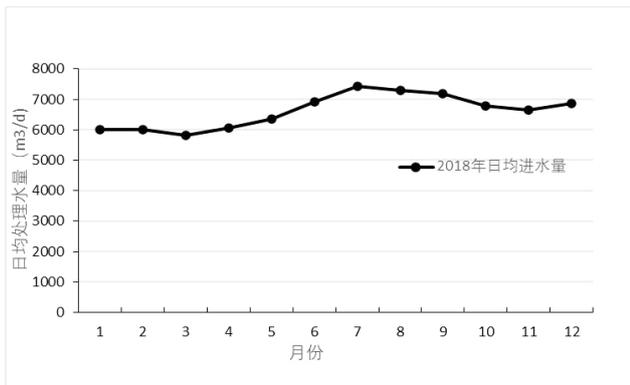


图1 2020年污水厂逐月日均进水量图

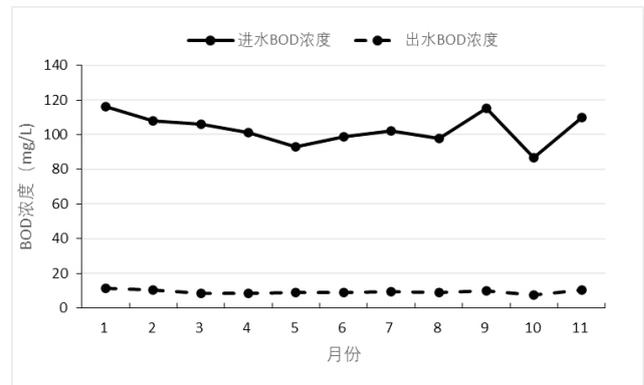


图3 2020年污水厂月均进出水BOD浓度图

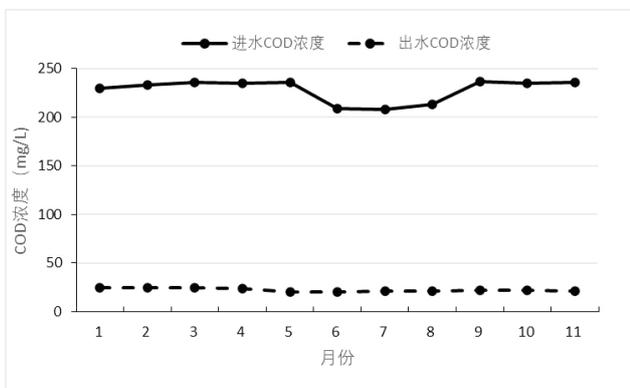


图2 2020年污水厂月均进出水COD浓度图

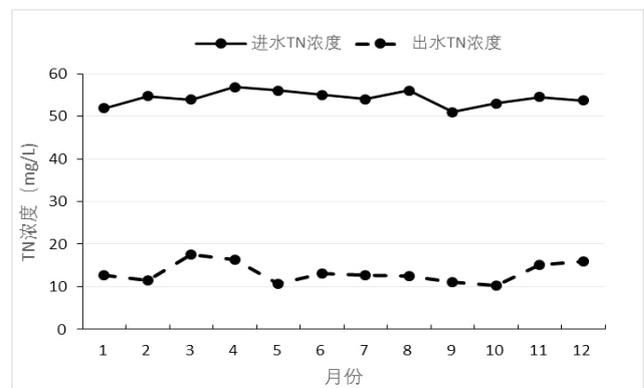


图4 2020年污水厂月均进出水TN浓度图

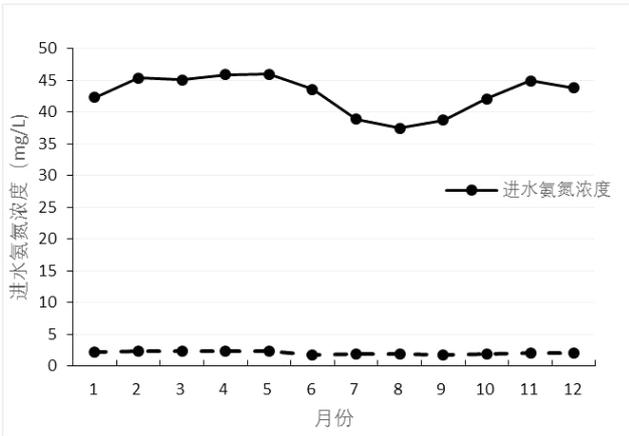


图5 2020年污水厂月均进出水氨氮浓度图

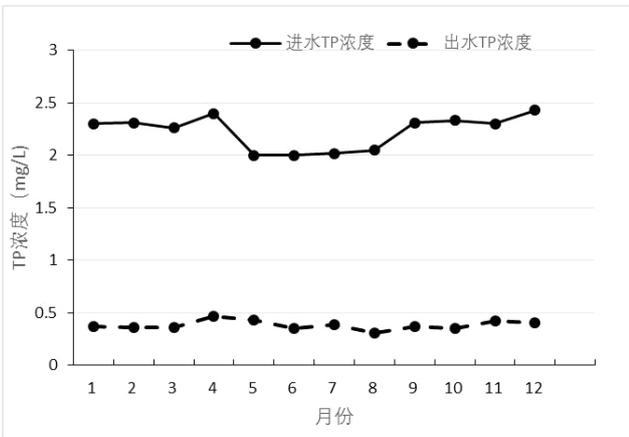


图6 2020年污水厂月均进出水TP浓度图

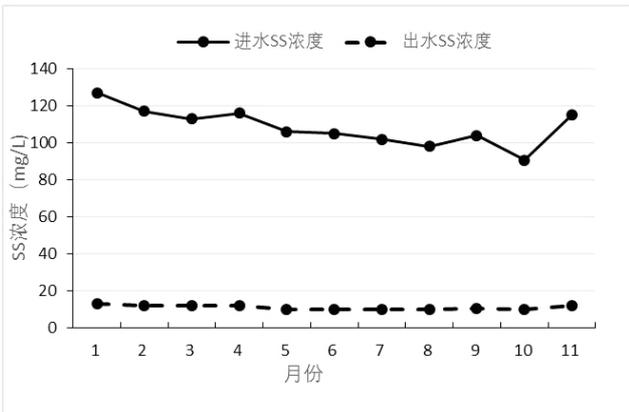


图7 2020年污水厂月均进出水SS浓度图

根据图2-图7分析可知，该污水厂进水水质浓度波动不大，进水BOD/COD均值为0.45，进水BOD₅/TN均值为1.9，进水BOD₅/TP均值为46.25。根据《室外排水标准》（GB50014-2021）可知^[1]，该厂进水可生化性较好，BOD₅/TN比值较低，说明进水碳源不足，BOD₅/TP比值满足规范要求。

污水厂现状部分出水水质指标已经满足《城镇污水

处理厂污染物排放标准》GB18918-2002规定的一级A标准，但BOD₅、SS及TN还未稳定达标，并且部分已达标的水质指标也需进一步优化。故本次提标改造主要针对BOD₅、TN、SS污染物进行强化处理，并同时提高其余污染物的去除率。

1.4 现状存在问题分析

(1) 根据国家及省住建厅、环保厅下达文件指示，污水经处理后排放需达到国家一级A标准。目前污水厂出水水质可达国家一级B标准，为保护河道，减少入河污染物质，需对现状处理厂进行工艺提标改造，满足一级A排放标准。

(2) 目前出水水质中BOD₅、SS及TN还未稳定达到一级A标，且进水BOD₅/TN偏低，存在反硝化碳源不足问题。

(3) 根据现场踏勘，污水厂现状预留用地面积较小，且还要考虑远期规模，所以提标需选择占地面积小工艺。

2 工程改造方案设计

根据上文存在问题分析，选择提标改造工艺时需考虑用地条件受限并具有良好的去除有机物及脱氮功能，经多方案对比后最终确定采用AAO-MBR污水处理工艺。AAO-MBR工艺是在在污水处理厂提标项目上已大量成功应用^[2-3]，具有污泥浓度高、污泥负荷小、有机物去除率高、脱氮效果好，出水SS低，占地面积小、产泥量少等优点。

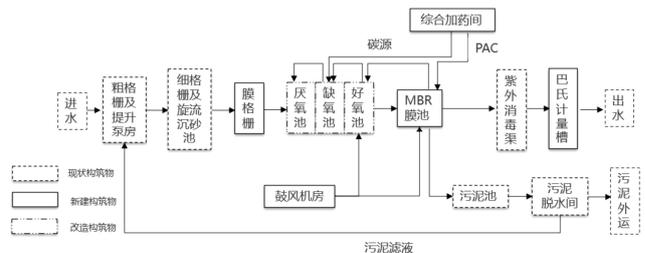


图8 改造后工艺流程图

3 主要构筑物设计参数

3.1 新建膜格栅

为去除纤维状、毛发类物质，以防膜被以上物质堵塞，有效保证膜系统的安全稳定运行，需要在污水预处理段增加膜格栅渠以拦截以上杂质。

结构类型：钢筋混凝土结构。

格栅渠：2道，单个渠道宽度1.2m。

设备：非金属孔板式内进流膜格栅2台，单台平均处理量500m³/h，外形尺寸1400×1000×3900mm，b = 1mm，栅前水深1200mm，N = 1.1Kw；冲洗水增压泵2台，一用

一备,单台流量为8.2-14m³/h,扬程为85m,N=7.5KW;高排水螺旋压榨机一台,螺旋直径300mm,输送长度1800mm,N=3.0Kw;

3.2 CASS池改造

原有CASS池为1座2格,本次在原池的基础上拆除和新增部分隔墙,将每一格改造为三段,分别为厌氧池、缺氧池及好氧池,水力停留时间分别为1.2h、3.0h及7.35h。厌氧池缺氧池和厌氧池应采用机械搅拌,混合功率采用2W/m³~8W/m³,每格厌氧池配高速潜水搅拌机1台,每格厌氧池配高速潜水搅拌机3台,直径为260mm,N=1.1kw。缺氧池到厌氧池污泥回流比为100%,采用污泥回流泵2台,单台流量86.8L/S,H=0.9m N=1.5kw。

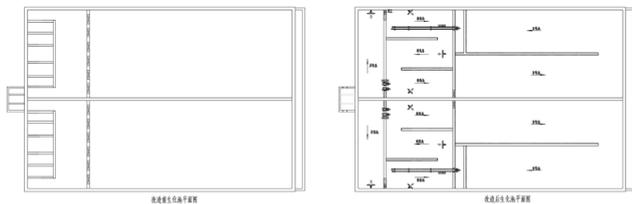


图9 生化池改造前后平面图

3.3 新建膜池及膜设备间

考虑到厂区用地面积有限,MBR膜池及膜设备间土建部分是按厂区远期规模1.5万m³/d设计,设备是按近期0.75万m³/d处理规模配置。膜池平面尺寸为L×B=23.1m×21.4m,包含进水配水渠、膜池3个廊道、出水回

流渠、清洗池及清洗区。近期只用两个膜池廊道,每个膜池廊道安装5组膜组器近期共安装10组膜组器,每组膜组器膜面积为2100m²,膜组件采用PVDF中空纤维中衬膜,单台膜组件运行通量为15.0L/(m²×h)。膜池至好氧池混合液回流比为400%,采用轴流泵3台,两用一备,单台流量625m³/h,H=4.5m,N=11.2kw。

膜设备间主要设备有产水泵、反洗泵、抽真空系统、压缩空气系统、反洗加药系统、剩余污泥泵及膜池控制系统。平面尺寸为12.2m×23.1m。产水泵2台,Q=240m³/h,H=12m,N=12kw,汽蚀余量≤2m,变频控制;反洗泵2台,Q=188m³/h,H=11m,N=11kw,变频控制;加药系统主要包含:NaClO加药化工泵2台,Q=5.11m³/h,H=20m,N=0.75kw,ETFE氟塑料,变频控制;柠檬酸加药化工泵2台,Q=4.42m³/h,H=20m,N=0.75kw,PP材质,变频控制。

3.4 新建巴氏计量槽

根据当地环保要求,水厂出水需采用明渠计量,故本设计取消原出水电磁流量计,改为巴氏计量槽,巴氏计量槽平面尺寸为L×B=19.5m×1.2m,设计喉宽为0.3m。

4 提标后运行情况分析

本项目于2023年12月已完成改造并通水运行,出水水质指标可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A标准。

表1 2024年日均运行出水水质

项目	出水COD浓度 (mg/L)	出水BOD浓度 (mg/L)	出水TN浓度 (mg/L)	出水TP浓度 (mg/L)	出水氨氮浓度 (mg/L)	出水SS浓度 (mg/L)
平均值	22.50	4.18	8.58	0.31	1.65	6.53
最大值	25.00	7.85	12.45	0.45	2.31	8.14
最小值	20.00	2.06	7.45	0.22	0.39	3.05

膜组件定期化学清洗,化学在线反洗平均每周反洗1次(水洗+NaClO)。离线清洗每半年1次(柠檬酸浸泡+NaClO浸泡+水洗)。

5 结论

根据现有污水厂进出水水质特点,分析其现状存在问题及需求。在用地紧张的情况下,充分利用原有设施及构筑物,将原有CASS处理工艺改为AAO-MBR工艺,建成后运行效果良好,出水水质指标可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级

A标准,系统抗冲击负荷能力较之前增强,减少了尾水入河污染物总量,促进了水体水环境改善,对类似项目提标具有一定的借鉴意义。

参考文献

- [1]室外排水设计标准:GB 50014-2021[S]:154-155.
- [2]张瑞雪,尹泽,赵楠.清河县某污水厂AAO+MBR工艺提标工程设计[J].水处理技术,2023,49(10):150-152.
- [3]张先斌,李丽,师小飞.云南某县城污水处理厂提标改造设计方案[J].广州化工,2024,52(22):123-126.