

AAO+MBBR工艺在污水处理厂提标改造中的应用研究

倪 伟 李 海

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650228

摘 要：云南某县级污水厂现状处理规模为1万m³/d，采用“ICEAS”工艺，现状出水水质标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的A标准，现出水水质标准要求提高到当地地方标准的B级标准，因为可利用土地面积有限，且为了最大限度的挖掘现状生化池的脱氮除磷能力，将现状“ICEAS工艺”改造为“AAO工艺”，并在好氧池中添加MBBR填料，实现污水处理厂出水水质标准的提高。

关键词：污水厂；提标改造；ICEAS；AAO；MBBR；出水水质标准

随着我国环保要求的不断提高，城镇污水处理厂出水水质的标准也越来越高，其污水处理厂出水水质标准基本达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的A标准或《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的准IV类标准。

云南定位为全国生态文明建设排头兵，省内有九大高原湖泊，均属于生态环境敏感区，属于生态环境保护的重点流域。云南省某县级污水处理厂处于九大高原湖泊流域，当地要求将流域内的城镇污水处理厂出水水质标准由一级A标准提高到当地地方标准的B级标准。

1 污水厂概况

该污水处理厂规划规模为2万m³/d，分两期建设，现状为1万m³/d，污水厂占地面积34亩。现状二级生化处理工艺采用“ICEAS”工艺，ICEAS工艺是在SBR工艺基础上完善和发展起来的，在20世纪80年代中期开始广泛运用于城市生活污水的处理^[1]。该工艺流程简单、运行方式灵活，将去除BOD₅、脱氮、除磷的工艺集于一池，省了二次沉淀池，占地面积少，且无污泥回流和混合液的内循环，能耗低^[2]。

该污水处理厂于2018年12月建成运行，目前运行良好，其出水水质标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的A标准。该污水处理厂现状采用的处理工艺流程如图1。

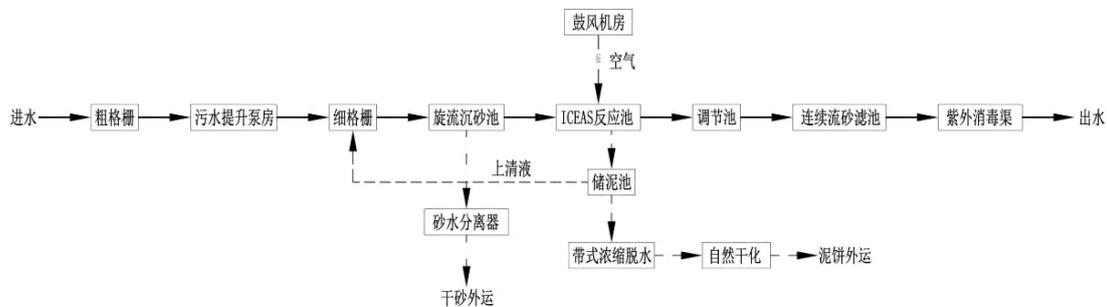


图1 污水厂现状处理工艺流程图

2019-2022年，该污水厂日均进水量约为3000-8000m³/d。对污水厂2019-2022年的水质数据进行整理，该污水处理厂2019-2022年进、出水水质如表1。

表1 污水厂2019-2022年进、出水水质数据（mg/L）

指标	实际进水水质	实际出水水质	设计出水水质
COD	50.71-194.16	12.19-31.04	50
BOD ₅	31.10-53.80	3.40-7.40	10
SS	41.20-168.90	4.60-9.00	10
TN	15.11-30.65	4.49-12.0	15
NH ₃ -N	11.55-25.54	0.24-2.95	5（8）
TP	1.14-3.78	0.13-0.47	0.5

提标改造工程将出水标准提高至当地地方标准的B级标准。当地地方标准主要污染物排放限值如表2。

表2 当地污水处理厂主要污染物排放限值 (mg/L)

指标	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
A级 (≤)	20	4	-	10	3 (5)	0.2
B级 (≤)	30	6	-	10 (15)	3 (5)	0.2

注: 污染物项目NH₃-N、TN括号内限值仅限于每年12月1日(含)至次年3月1日(不含)执行。

通过分析现状污水处理厂水量、水质、运行情况 & 出水标准, 现状污水厂出水水质虽然能达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准的A标准, 但也存在部分问题, 主要问题如下: ①进水水量波动大, 雨季和旱季水量相差大; ②污水的可生化性不是很好 (B/N < 4.0), 碳源严重不足; ③现状ICEAS工艺由于脱氮能力有限, 其出水水质无法稳定达到当地地方标准的B级标准, 主要是TN、TP。

现状污水厂占地34亩, 周边全部为基本农田, 不具备征地条件, 因此本次提标改造工程只能在现状厂区围墙内进行, 同时还需要扣除二期工程的预留用地, 可用土地仅为5.5亩。

2 提标改造工艺

2.1 现状工艺方案

ICEAS反应池分为预反应区和主反应区, 在预反应区内微生物能吸附水中大部分可溶性有机物, 通过高负荷的基质快速积累, 这对进水水质、水量以及有毒有害物质起到缓冲作用, 同时对丝状菌起到抑制作用, 可有效预防污泥膨胀。在主反应区实现较低负荷的基质降解^[1]。工艺的运行过程分为4个阶段: 包括搅拌期、曝气期、沉淀期和滗水期, 微生物处于好氧—缺氧—厌氧周期性变化之中, 因此, 工艺具有较好的脱氮除磷功能。但由于

其运行模式及工艺特点所限, 其处理效果仅限于能达到一级A标准^[3], 如对于出水水质要求进一步提高到地方标准的B级标准, 就需要对该工艺进行改造。

2.2 提标改造工艺路线

目前对于ICEAS工艺的改造路线包括投加MBBR填料。如朱云鹏等^[4]通过在主反应区投加MBBR生物填料, 其出水水质可以达到一级A标准。但仅在主反应区投加MBBR填料虽然能够提高COD、BOD和NH₃-N的去除效果, 但对于TN的去处不理想, 主要是由于ICEAS工艺的运行模式限制, 由于无消化液回流和污泥回流, 其反硝化仅能在沉淀期进行。其他对于ICEAS工艺的改造路线大部分限于调控各阶段的时间等工艺参数进行, 其脱氮能力有限。

为了能够提高生化池碳化、硝化、反硝化脱氮能力, 马华敏等^[5]采用缺氧—好氧两级MBBR生物填料处理工艺处理低温生活污水, 取得了较好的脱氮效果。

本工程改造工艺路线拟定如下: 将“ICEAS工艺”改造为“AAO工艺”, 并在好氧池中添加MBBR生物填料。

2.3 提标改造工艺流程

本次提标改造工程实施后, 该污水厂采用的处理工艺处理流程如图2。

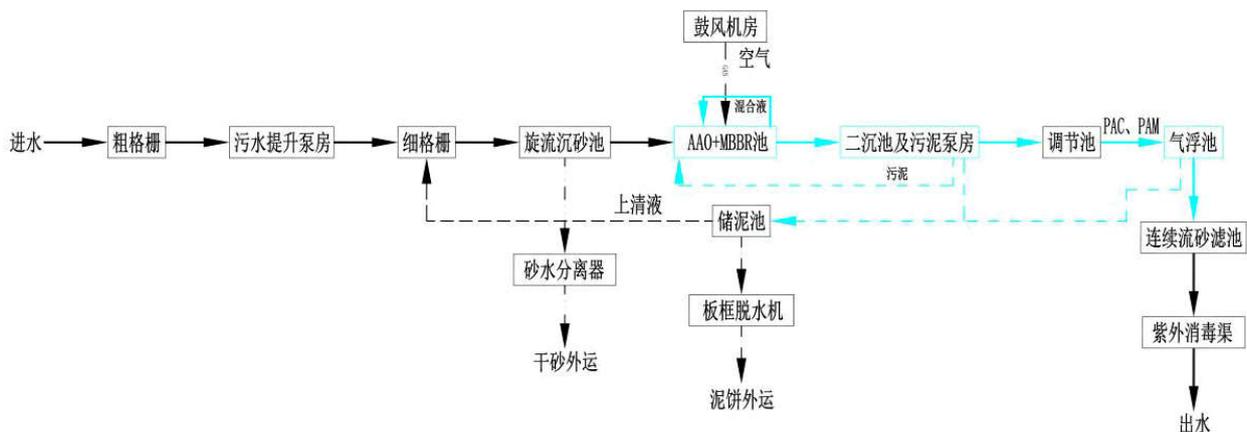


图2 污水厂提标改造工程实施后工艺处理流程图

该提标改造工艺通过将“ICEAS工艺”改造为“AAO工艺”, 增加了混合液内回流和污泥外回流,

通过内回流系统，将硝酸盐回流至缺氧池进行反硝化脱氮，并在好氧池中投加MBBR填料，增加对于好氧池中COD和NH₃-N的去除效果。通过“AAO+MBBR”两种工艺的优势互补，提高生化反应池去除COD、BOD、TN和NH₃-N的去除效果，确保出水水质的达标。

2.4 本次提标改造工程总体方案

本工程提标改造中将现状ICEAS池保留作为“AAO

工艺”的好氧池，拆除现状ICEAS池中的搅拌器、排泥泵及滗水器等，并在主反应区部分区域投加MBBR填料，强化碳化和硝化效果；新建厌氧池—缺氧池，从好氧池至缺氧池建设一套混合液内回流系统，进行反硝化脱氮，并在缺氧池前增加碳源投加系统；在生化池后新建二沉池，用于泥水分离、污泥外回流至厌氧池及剩余污泥排放。污水厂提标改造工程总体方案如图3。

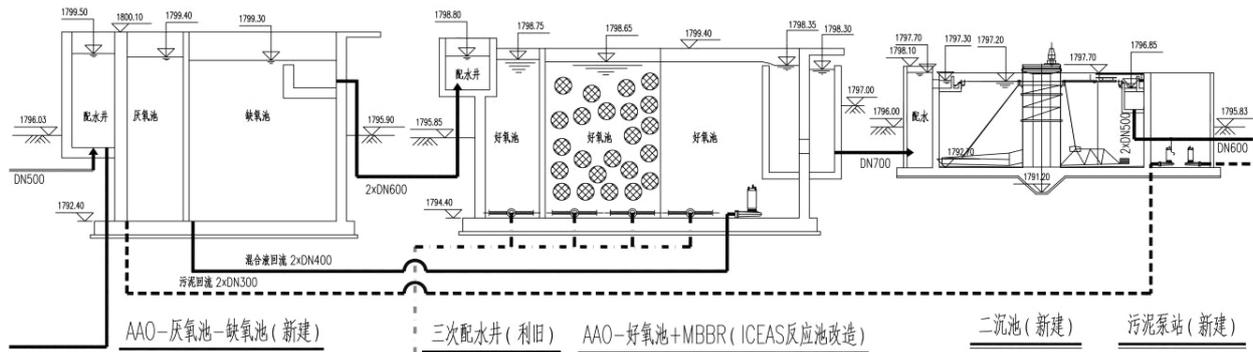


图3 污水厂提标改造工程总体方案图

主要设计参数（以下设计参数未经说明，均为最高日最高时条件下）

1、AAO+MBBR：设计污泥浓度MLSS = 3500mg/L，设计污泥负荷 $L_s = 0.10\text{kgBOD}_5 / (\text{kg MLSS} \cdot \text{d})$ ，设计水力停留时间HRT = 11.64d，其中厌氧区1.07h、缺氧区3.07h、好氧区7.50h，混合液回流比200%（平均日），MBBR填料填充比20%；

2、二次沉淀池及污泥泵房：沉淀时间3.5h，表面水力负荷 $1.25\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ，固体负荷 $160\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ，污泥回流比100%（平均日）；

3、加药间：PAC投加浓度59.23mg/L，PAC溶液浓度10%；乙酸钠（碳源）投加浓度73.53mg/L，乙酸钠（碳源）溶液浓度30%。

3 结束语

（1）本工程在污水处理厂占地面积有限，但出水水质标准要求较高的条件下，将现状“ICEAS工艺”改造为“AAO+MBBR工艺”，实现出水水质从《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的A标准提高到地方标准的B级标准，通过最大限度的挖掘二级

生化处理工艺脱氮除磷能力，无需重新征地，且减少了运营期间的改造难度。

（2）本文为其他土地有限的污水厂的提标改造设计和运营提供一定的参考和借鉴。

参考文献

- [1]刘艳东, 李洪静, 刘如峰.ICEAS工艺污水处理厂设计与运行[J].给水排水, 2005, 31(6):31-34.
- [2]刘艳东, 刘如峰, 李洪静.ICEAS工艺脱氮除磷的影响因素[J].水处理技术, 2007, 33(4):57-59.
- [3]封汇川, 陈良, 周波, 倪方坤.改良ICEAS+MBBR工艺在高标准污水厂提标改造中的应用[J].净水技术, 2022, 41(5):144-149.
- [4]朱云鹏, 黄东辉, 王继苗等.采用SBR/MBBR法改造ICEAS工艺的效果分析[J].中国给水排水, 2011, 27(19):13-16.
- [5]马华敏, 张立秋, 孙德志.缺氧-好氧移动床生物膜反应器处理低温生活污水效能[J].环境科学研究, 2010, 23(7):958-963.