

# 衢州市污水厂提标中氧化沟改造效果分析

文 / 林常春 浙江工业大学工程设计集团有限公司

宋乐群 浙江衢州水业集团有限公司

毛晓波 浙江衢州水业集团有限公司

梁 坤 浙江衢州水业集团有限公司

**摘要：**衢州市污水处理厂按照浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)进行技术改造。将原一期三沟式氧化沟、二期DE氧化沟改造为AAO工艺。改造完成后生化池出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN、TP稳定达到出水标准。改造前后，生化池出水指标中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 均值由0.69mg/L降至0.35mg/L；TN均值由8.62mg/L降至5.04mg/L；TN出水指标降低3~4mg/L，处理率提高15%~20%。

**关键词：**污水厂提标；氧化沟改造；总氮指标；处理率

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.109

## 引言

随着人们环境保护意识的强化，国家及各级政府管理部门一系列保护环境法律法规的颁发，对城市污水治理工作的要求也越来越高。2018年12月，浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》DB33/2169-2018正式发布，要求强化化学需氧量、氨氮、总磷、总氮等四项城镇污水处理厂主要水污染物指标管控，分类、分阶段提高主要水污染物排放标准，加快推进城镇污水厂清洁排放技术改造。而氧化沟作为常见的二级处理工艺，自身存在分区不明显、反硝化效果受影响等问题。对照国家省市高标准出水要求，常需要进行提标改造。

本文以衢州市污水厂为例，对DE氧化沟、三沟式氧化沟提标中改造为AAO的技术方案和运行效果进行了详细分析，提出了可行的工程措施，对指导类似项目建设具有一定的指导作用。

## 一、污水厂概况

衢州市污水处理厂总规模15万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，分三期建设。

其中一期规模5万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，于2003年建成，采用沉砂池+三沟式氧化沟工艺；二期5万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，于2013年建成，采用沉砂池+DE氧化沟+二沉池工艺；三期5万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，于2020年建成，采用沉砂池+AAO+二沉池+高效沉淀池+反硝化滤池工艺。为达到浙江省城镇污水厂清洁排放要求，实施一期二期提标改造工程。

## 二、提标改造工程方案

### (一) 一期二期存在问题分析

一期三沟式氧化沟存在利用率低、处理效果差、不节能等问题<sup>[1-3]</sup>。中间沟为曝气池，两条边沟交替作为曝气池和沉淀池。曝气池利用效率较低，三分之一处于闲置状态。运行过程中，存在短流问题，影响处理效果，增加后续深度处理负荷。现场运行情况分析显示，该处理单元反硝化能力弱，硝化效果也不理想。同时一期氧化沟采用转刷曝气方式，共设计18台45kW水平转刷曝气机，常用功率450kW左右，表曝的方式不仅能耗高，且充氧效果差。

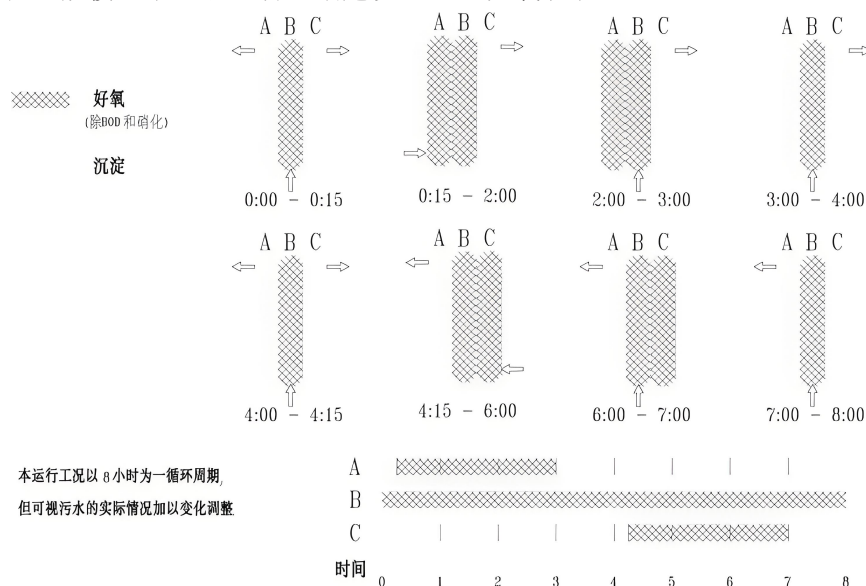


图1 三沟式氧化沟运行工况

二期 DE 氧化沟存在分区不明显、反硝化效果差等问题<sup>[1-3]</sup>。采用双沟式氧化沟，相比 AAO 工艺，由于分区不明显，反硝化内回流不可控，导致整体反硝化不足，出水总 N 指标偏高。

(二) 提标改造技术方案

结合新的排放标准要求，COD<sub>cr</sub>、氨氮、总氮三个主要指标去除，通过强化二级处理完成。拟通过改变池型、功能分区、水流设置、进出水设置、污泥回流、硝化液回流设置等改造措施。改氧化沟为脱氮除磷效果好，运行更稳定的改良型 AAO 工艺<sup>[4-5]</sup>。TP 指标在生物除磷的

基础上，强化深度处理设施，通过化学除磷实现达标，同时兼顾应对溶解性难降解 COD<sub>cr</sub> 的去除。主要措施是在深度处理环节增设高效沉淀池<sup>[6-7]</sup>。同时增设反硝化深床滤池<sup>[6-7]</sup>，冬季低温时启动反硝化功能，确保总氮达标。

(三) 氧化沟改造设计

工程上通过增设隔墙，划分生化处理功能分区；设置硝化液回流墙泵、解决硝化液回流问题。设置推流搅拌器，改善池体水流流态。一期、二期氧化沟改造平面布置分别见图 2、图 3。主要设计参数见表 1。

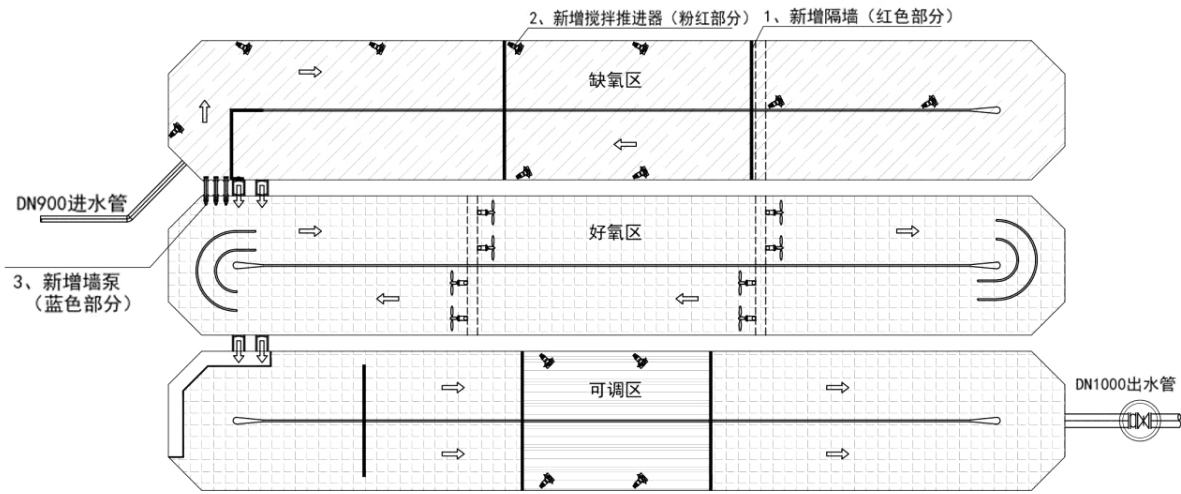


图 2 一期氧化沟改造方案

表 1 一期二期氧化沟改造设计参数一览

	一期三沟式氧化沟改造	二期 DE 氧化沟改造
设计流量 (万 m <sup>3</sup> /d)	5	5
混合液浓度 (g/L)	3.5	6.0
污泥负荷 (kgBOD <sub>5</sub> /kgMLSS · d)	0.123	0.136
有效水深 (m)	3.5	3.5
厌氧池 (选择池) 停留时间 (h)	1.87	1.87
缺氧池停留时间 (h)	4	4
可调节区停留时间 (h)	1	1
好氧池停留时间 (h)	8.5	7.6
总水力停留时间	15.4h	14.5h
污泥外回流比	50 ~ 100%	50 ~ 100%
混合液内回流比	200 ~ 400%	200 ~ 400%

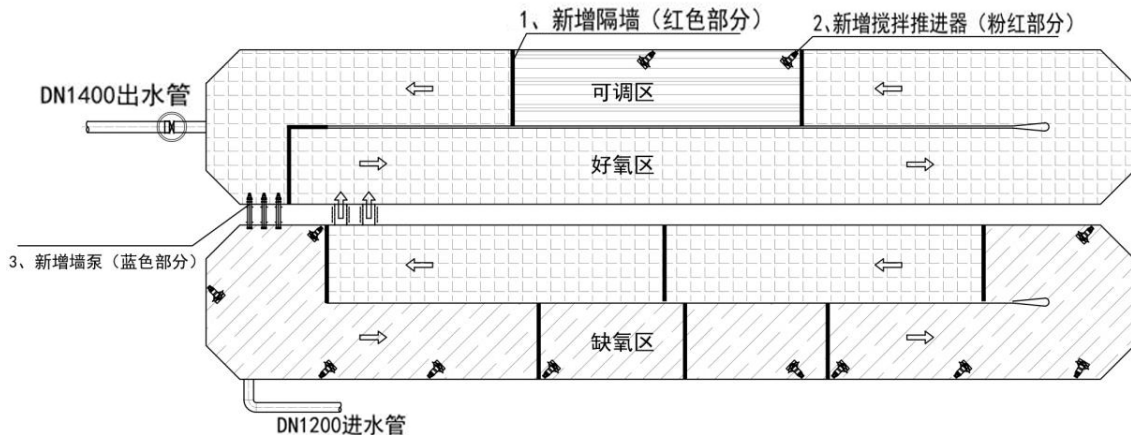


图 3 二期氧化沟改造方案

### 三、提标改造运行效果

#### (一) 进水水质

衢州市污水厂为典型的以生活污水为主的城市污水厂。2019-2020年污水厂进水水质见表2。平均进水COD浓度230~318(mg/L),BOD<sub>5</sub>浓度117~192(mg/L),SS浓度146~217(mg/L),pH6.55~8.18,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N浓度7.3~37.5(mg/L),TN浓度14.5~54(mg/L),TP浓度0.56~3.93(mg/L)。

#### (二) 改造前处理效果

针对衢州市污水厂以生活污水为主的特点,提标改造中主要关注污染物指标为NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN和TP。污水厂长期以来运行较为稳定,改造前NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN实测指标(2020年)见图4,TP实测指标(2020年)见图5。

表2 2019-2020年进出水水质情况

项目	进水水质		
	最大	最小	平均
CO <sub>Dcr</sub>	318	230	258
BOD <sub>5</sub>	192	117	142
SS	217	146	179
pH	8.18	6.55	7.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	37.5	7.3	17
TN	54	14.5	21
TP	3.93	0.56	2.14

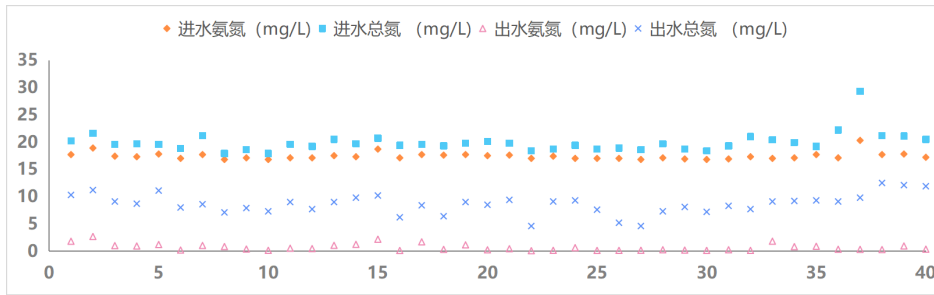


图4 改造前氨氮、总氮指标实测

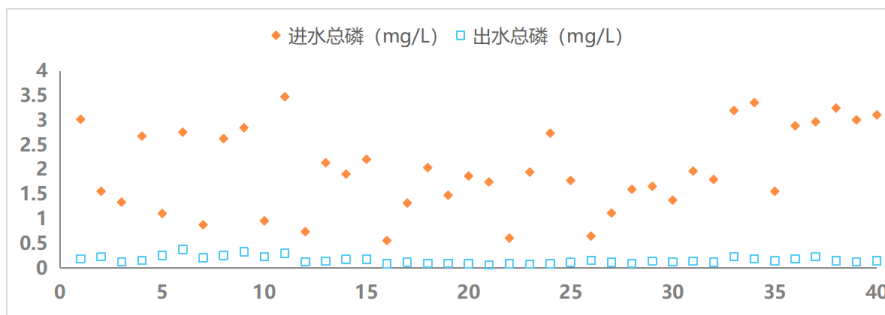


图5 改造前总磷指标实测

#### (三) 改造后处理效果

改造后,在系统稳定运行期间,每日取系统进水、一期生化池出水、二期生化池出水,测定NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN、

TP浓度。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN及TP测定均采用国家标准方法。实测运行数据(2023年4月17日~2023年8月21日)见图6、图7。

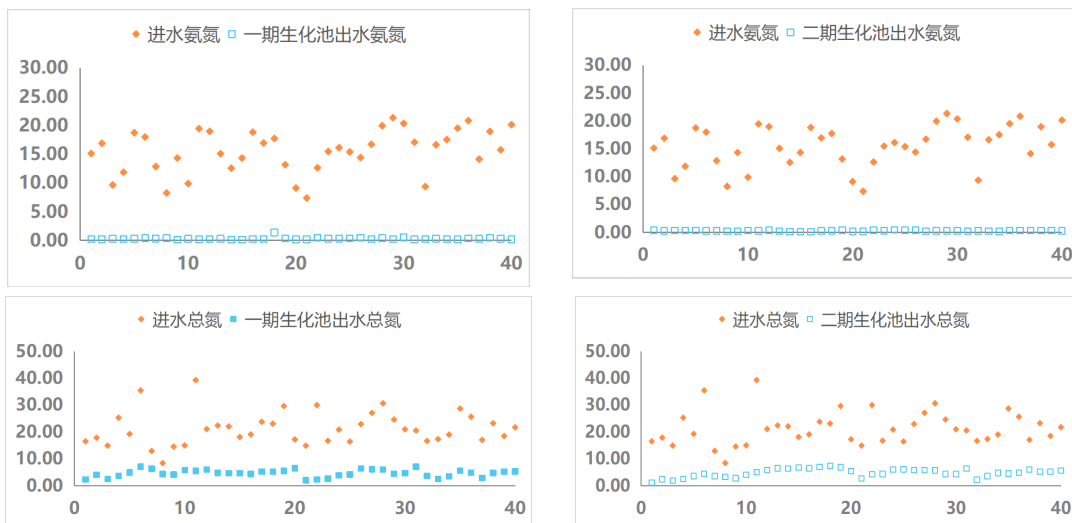


图6 改造后氨氮、总氮指标实测

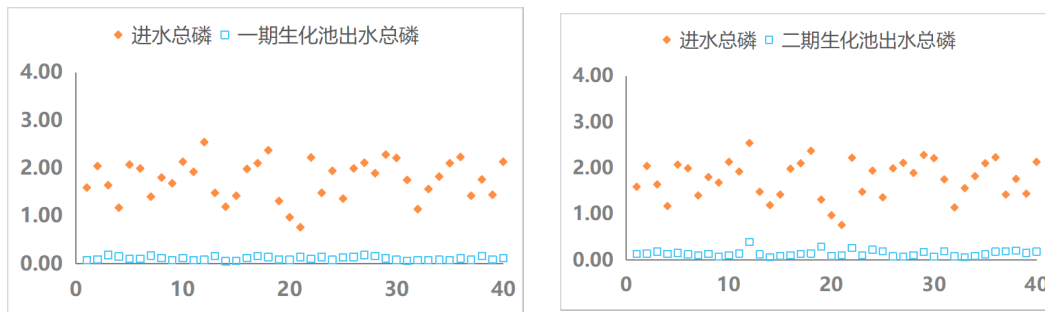


图7 改造后总磷指标实测

(四) 改造前后处理效果分析

改造前后,生化池出水指标中  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  均值由 0.69mg/L 降至 0.35mg/L, 处理率有所提高; TN 均值由 8.62mg/L 降至 5.04mg/L, 处理率提高了 15% ~ 20%;

总磷指标基本维持不变。可见改造后一期氧化沟处理效率低、反硝化能力弱、硝化效果不理想问题,以及二期氧化沟分区不明显、反硝化能力不足问题得到有效解决。

表3 改造前后污染物指标去除比较表

污染物指标		$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
改造前	改造前生化池出水指标均值	0.69	8.62	0.17
	处理率均值	96.1%	56.8%	90.2%
改造后	一期生化池出水指标	0.36	5.44	0.17
	一期生化池处理率均值	97.3%	71.8%	88.4%
	二期生化池出水指标	0.35	4.65	0.17
	二期生化池处理率均值	97.6%	75.7%	89.2%
	改造后生化池出水指标均值	0.35	5.04	0.17
	处理率均值	97.4%	73.8%	88.8%

结语

截至 2021 年,全国已有城市及县城污水处理厂 4592 座<sup>[8]</sup>。氧化沟工艺是现有污水处理厂中应用最广的处理工艺之一。衢州市污水厂作为典型的生活污水处理厂,其提标改造思路及氧化沟改造实践效果分析,对类似项目提标具有一定的指导作用。

(1) 针对部分氧化沟分区不明显、脱氮效果差的污水厂,提标改造中强化二级处理是关键和可考虑的改造方案。常见的可行工程措施有:增设隔墙,调整生化处理功能分区;设置硝化液回流墙泵,解决硝化液回流问题;设置推流搅拌器,改善池体水流流态,避免积泥等。

(2) 合理改造氧化沟为 AAO 工艺,生化池出水  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN、TP 浓度分别为 0.35、5.04、0.17mg/L,可以较好满足浙江省清洁排放要求。相比较氧化沟处理工艺,在其他处理指标不下降情况下,提标关键控制指标 TN 均值降低 3 ~ 4 mg/L,处理率提高 15% ~ 20%。

(3) 为适应更高标准出水指标要求,以及更好保证出水达标,深度处理可以考虑增加混凝沉淀和反硝化过滤工艺。主要用于难降解 COD、TP 等去除,以及确保冬季低温情况下的 TN 达标。

参考文献

[1] 彭侠,卢永峰,郭一舟等.双沟式氧化沟与三沟式氧化沟实际运行效果比较[J].中国给水排水,2014,30(5):67-74

[2] 戴杨叶,张大鹏,伍林芳等.某污水处理厂提标工程中的氧化沟改造实践[J].中国给水排水,2022,38(24):92-96.

[3] 张岚欣,董俊,刘鲁建等.湖北省某市政污水处理厂提标改造工程设计[J].环境工程,2023,41:171-178.

[4] 楼丹,梅竹松,陈潜等.余杭污水处理厂 DE 氧化沟扩容工程实例及分析[J].中国给水排水,2020,06:36(18):102-107.

[5] 陈涛,李军,陈潜等.余杭污水处理厂提标改造——强化二级处理、深度过滤[J].2016,35(2):11-15.

[6] 刘贞贞,黄显怀,王坤等.磁混凝沉淀-反硝化滤池用于污水厂准IV类标准提标改造[J].工业用水与废水,2023,54(2):83-87.

[7] 关永年.BAF+ 高效沉淀池+V 型滤池用于污水厂高标准提标改造[J].中国给水排水,2023,39(14):66-70.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部,2021 年城乡建设统计年鉴[EB/OL].<https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/sjfb/tjxx/index.html>.