

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.20.022

# 百乐克池不停水升级改造为 $A^2O$ 生化池工程设计

李玉宾<sup>1</sup>, 李树华<sup>2</sup>

(1. 北京桑德环境工程有限公司, 北京 101102; 2. 惠生工程<中国>有限公司, 北京 100032)

**摘要:** 长春市某污水处理厂设计规模为  $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 原生化池采用百乐克处理技术, 设计出水水质为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 B 标准。现由于出水水质标准需提高至一级 A 标准, 故对污水厂进行提标改造。鉴于提标改造施工中污水厂不能停水, 同时又需要对现有生化池进行改造, 设计采用混凝土预制构件拼接成墙体在原百乐克池分隔出厌氧区、缺氧区、好氧区, 将百乐克池改造成  $A^2O$  生化池, 并采用预制混凝土基础安装潜水搅拌机。经工程实践证明该设计是可行的, 既满足了工艺运行的需求, 同时预制构件的梯形结构形式也被证明是稳定可靠的。提标改造工程完成后, 实际运行结果表明, 出水水质能够稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 中一级 A 标准。

**关键词:** 污水处理厂; 不停水改造;  $A^2O$  工艺; 预制构件

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)20-0129-04

## A Renovation Design Case of the $A^2O$ Biochemical Tank Transformed from BIOLAK Tank without Water Interruption

LI Yu-bin<sup>1</sup>, LI Shu-hua<sup>2</sup>

(1. Beijing Sound Environmental Engineering Co. Ltd., Beijing 101102, China; 2. Wison Engineering Ltd., Beijing 100032, China)

**Abstract:** The design treatment capacity of a wastewater treatment plant in Changchun City is  $30\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ , the original biochemical process adopted BIOLAK treatment technology, and the original designed effluent water quality was the first level B standard specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). Due to the higher effluent water quality standard required to meet the first level A standard, it was needed to upgrade the plant. The wastewater treatment process operation could not be stopped, and the existing biochemical tank needed to be modified. In this design, precast concrete components were spliced into walls to separate the BIOLAK tank into anaerobic zone, anoxic zone and aerobic zone. BIOLAK tank was transformed into  $A^2O$  biochemical tank. Precast concrete foundation was adopted to reconstruct and install submersible mixers. It was proved feasible by the upgrading and reconstruction project, which not only met the requirements of process operation, but also proved that the structure of precast concrete components was stable and reliable. After the completion of the upgrading and reconstruction project, actual operation results showed that the effluent quality could stably meet the first level A standard specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002).

**Key words:** wastewater treatment plant; renovation without water interruption;  $A^2O$  process; precast component

## 1 工程概况

长春市某污水处理厂设计处理能力为  $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 原生化处理工艺采用百乐克技术<sup>[1]</sup>, 设计出水指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 B 标准, 建成运行以来能够稳定达标, 运营情况良好。由于该污水厂出水最终排入水体属于松花江流域, 随着国家对污染物排放要求的提高, 依据《长春市清洁水体行动计划(2016—2020 年)的通知》, 要求污水厂出水水质稳定达到一级 A 标准。

污水处理厂原工艺流程: 污水→粗格栅及提升泵房→细格栅及旋流沉砂池→百乐克反应池→紫外线消毒渠→排放。受现场条件所限, 需要在不停水情况下对生化池进行改造。

## 2 工程设计

### 2.1 水质分析

对污水处理厂 2015 年—2017 年实际进水水质进行了分析, 选取 95% 覆盖率的实际进水水质指标作为本次提标改造工程设计进水水质, 具体指标见表 1。考虑本次提标改造工程出水水质执行一级 A 标准, COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N 可通过强化好氧反应进一步去除, SS、TP 可通过加药、混凝、沉淀从污水中分离, 而总氮多以溶解性硝酸盐氮和氨氮形式存在, 必须采用生物处理方法去除<sup>[2]</sup>, 故 TN 去除是本提标改造重点考虑的问题。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	进水/(mg · L <sup>-1</sup> )	出水/(mg · L <sup>-1</sup> )	去除率/%
COD	320	50	84.4
BOD <sub>5</sub>	180	10	94.4
SS	240	10	95.8
NH <sub>3</sub> -N	30	5	83.3
TN	40	15	62.5
TP	5	0.5	90.0

百乐克工艺的缺氧区和好氧区未严格分离且距离较近, 仅靠曝气链的交替曝气/不曝气而形成缺氧区和好氧区, 由于水的流动、缺氧区和好氧区距离较近及曝气链的摆动, 好氧区中的氧气易带入缺氧区, 较难形成一个溶解氧浓度极低或缺氧的环境, 因此百乐克工艺虽然有一定的脱氮效果, 但要达到稳定的脱氮效果尚有一定难度<sup>[3]</sup>。分析进水水质指标, BOD<sub>5</sub>/COD = 0.56, BOD<sub>5</sub>/TN = 4.5, BOD<sub>5</sub>/TP = 36,

属于可生化范围, A<sup>2</sup>O 生化处理工艺有良好的脱氮除磷效果, 并且在不停水情况下提标改造的工程量小、方便操作, 因此确定将现有的百乐克池改造为 A<sup>2</sup>O 生化池。

### 2.2 生化池核算

污水厂现有百乐克池 2 座, 半地下矩形钢筋混凝土结构, 单池平面尺寸为 112.5 m × 32 m, 有效水深为 5.0 m, 单池设计处理规模为  $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。百乐克池分为 4 个区域: 厌氧区、好氧区、沉淀区、稳定区, 停留时间分别为 3.8、16.2、6.5、1.3 h。

现将原百乐克池内厌氧区、好氧区增加隔墙重新划分厌氧区、缺氧区和好氧区, 改造为 A<sup>2</sup>O 生化池, 同时调整混合液回流位置。改造后 A<sup>2</sup>O 生化池单组设计规模仍按  $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  考虑, 有效水深为 5.0 m。设计参数如下: 设计最不利水温为 10 ℃, 污泥浓度为 3 500 mg/L, 污泥负荷为 0.072 kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS · d), 污泥龄为 15 d, 气水比为 6.8 : 1。改造 A<sup>2</sup>O 池设计总停留时间为 18.4 h, 其中厌氧区 1.5 h、缺氧区 5 h、好氧区 11.9 h。原百乐克池的沉淀区、稳定区利旧使用不做调整。

### 2.3 生化池改造设计

改造后 A<sup>2</sup>O 生化池平面布置如图 1 所示。依据现有百乐克池的池形及尺寸, 在原厌氧区内采用预制构件重新分隔出厌氧区和缺氧区 1, 其中厌氧区平面尺寸为 15 m × 13 m, 有效容积为 975 m<sup>3</sup>, 停留时间为 1.56 h; 缺氧区 1 平面尺寸为 15 m × 18.75 m, 有效容积为 1 406 m<sup>3</sup>, 停留时间为 2.25 h。在原有好氧区内采用预制构件重新分隔出缺氧区 2 和好氧区, 缺氧区 2 平面尺寸为 32 m × 12 m, 有效容积为 1 920 m<sup>3</sup>, 停留时间为 3.07 h; 好氧区平面尺寸为 32 m × 51.05 m, 有效容积为 8 168 m<sup>3</sup>, 停留时间为 13.07 h。改造后 A<sup>2</sup>O 生化池厌氧区、缺氧区、好氧区停留时间能够满足生化池工艺核算的要求。

根据改造后池形重新布置潜水搅拌机, 同时拆除原好氧区不需要的曝气链, 潜水搅拌机安装位置见图 1 (即①、②、③处)。在厌氧区设置潜水搅拌机 2 台, 参数: 叶片直径 400 mm, 转速 980 r/min, 功率 4 kW; 在缺氧 1 区、缺氧 2 区分别设置潜水搅拌机 2、3 台, 参数: 叶片直径 620 mm, 转速 480 r/min, 功率 5 kW。

潜水搅拌机安装详图见图 2。



300 mm × 12 mm 的连接钢板将每个预制构件焊接起来拼装成整体;预制构件与池壁交接处,池壁顶部采用化学螺栓固定钢板,再与预制构件顶部进行焊接连接。

### 3 改造后效果

提标改造工程于2018年初完工,经近3个月的调试,自5月份开始系统进入稳定运行期,各项出水指标稳定达标。表2为污水厂2018年5月—12月实际进、出水平均水质指标。

表2 实际进、出水水质

Tab.2 Actual influent and effluent quality

项 目	进水/ (mg · L <sup>-1</sup> )	出水/ (mg · L <sup>-1</sup> )	平均去 除率/%
COD	258.1 ~ 484.5	29.4 ~ 36.3	90.0
BOD <sub>5</sub>	112.8 ~ 158.4	6.4 ~ 8.2	93.8
SS	217.1 ~ 298.7	6.6 ~ 8.9	97.1
NH <sub>3</sub> - N	21.2 ~ 33.7	1.2 ~ 3.8	91.7
TN	31.4 ~ 46.5	8.5 ~ 10.0	74.6
TP	1.6 ~ 4.2	0.23 ~ 0.4	89.4

由表2可知,实际进水指标与设计进水水质比较接近,出水水质能够稳定达到一级A标准。实际运行中,可通过调整PAC和碳源投加量,进一步提高TN和TP的去除率<sup>[4]</sup>。

改造后A<sup>2</sup>O生化池混凝土预制构件拼装墙体的实际效果如图5所示,可见,拼装墙体能够满足工艺的需求并且具有可靠的结构稳定性。



图5 A<sup>2</sup>O生化池预制构件拼装墙现场照片

Fig.5 Photos of wall assembled by precast components in A<sup>2</sup>O biochemical tank

### 4 结语

在长春市某污水厂提标改造工程中,鉴于污水厂工艺处理流程不能停水同时又需要对生化池进行改造,设计采用混凝土预制构件拼接成墙体将原百乐克池重新分隔出厌氧区、缺氧区、好氧区,并采用预制混凝土基础安装潜水搅拌机,经工程实践证明是可行的,满足了工艺运行的需求,同时预制构件的结构形式也被证明是稳定可靠的。提标改造工程实

际运行结果表明,出水水质完全达到一级A标准。

### 参考文献:

- [1] 刘强. BIOLAK工艺污水处理厂提标改造问题分析与对策[J]. 科技资讯,2018,16(34):86-88.  
Liu Qiang. Analysis and countermeasures on the upgrading and reconstruction of BIOLAK process [J]. Science & Technology Information,2018,16(34):86-88 (in Chinese).
- [2] 叶均磊. A<sup>2</sup>O工艺用于宁德某污水厂提标改造[J]. 福建建筑,2018(9):111-114.  
Ye Junlei. Application of A<sup>2</sup>O process to upgrading and reconstruction project in Ningde City sewage treatment plant[J]. Fujian Architecture & Construction,2018(9):111-114(in Chinese).
- [3] 陈克玲,罗继武. 百乐克(BIOLAK)工艺优化设计探讨[J]. 中国给水排水,2006,22(22):55-57.  
Chen Keling, Luo Jiwu. Discussion on the optimal design of BIOLAK process [J]. China Water & Wastewater, 2006,22(22):55-57 (in Chinese).
- [4] 高飞亚,李金河. Bardenpho + MBR工艺用于污水处理厂的升级改造[J]. 中国给水排水,2019,35(6):99-101.  
Gao Feiya, Li Jinhe. Application of Bardenpho and MBR process in the upgrading and reconstruction of a WWTP [J]. China Water & Wastewater,2019,35(6):99-101 (in Chinese).



作者简介:李玉宾(1978—),男,河北唐山人,硕士,工程师,从事给水处理、污水处理工程设计与管理工作。

E-mail:503897318@qq.com

收稿日期:2020-01-09