

# 烟台辛安河污水处理厂工程的升级改造

秦桂海

(烟台市城市排水管理处, 山东 烟台 264000)

**摘要:** 烟台辛安河污水处理厂工程设计总规模为  $12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 一期 ( $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ) 采用 AO 池型的百乐克工艺, 二期 ( $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ) 采用改良 A/A/O 工艺, 出水水质达到一级 B 标准。在出水水质升级为一级 A 的改造设计中, 经过综合考虑, 一期池体保持原状, 仅对二期工程通过适当提高生物池的污泥浓度和增加曝气量、缺氧池补充碳源、提高内回流比、低温时将厌氧池改为缺氧池等措施, 提高对氨氮、COD、BOD<sub>5</sub> 的处理效果。一期和二期出水汇入后续深度处理单元(高效沉淀池+转盘滤池+紫外消毒), 出水水质可以达到预期的效果。

**关键词:** 污水处理厂; 改良 A/A/O 工艺; 高效沉淀池; 转盘滤池

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0095-04

## Upgrade and Renovation of Yantai Xin'anhe WWTP

QIN Gui-hai

(Yantai Urban Drainage Management Office, Yantai 264000, China)

**Abstract:** The final effluent of Yantai Xin'anhe WWTP with a design capacity of  $120\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ , could only meet first level B standard of *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002) previously.  $40\,000 \text{ m}^3/\text{d}$  of wastewater was treated by AO type BIOLAK process in the first stage, and  $80\,000 \text{ m}^3/\text{d}$  of wastewater was treated by modified A/A/O process in the second stage. During upgrade of the project to meet first level A standard for ammonia nitrogen, COD and BOD<sub>5</sub>, the BIOLAK remains unchanged, while the process in the second stage was renovated through measures such as properly increasing sludge concentration, increasing aeration, adding carbon source, increasing internal reflux ratio, changing the anaerobic tank into anoxic tank function at low temperature. The effluents of two stages enter the advanced treatment unit including highly efficient sedimentation tank, rotary filter, and UV disinfection. Through the above measures, the effluent quality has been raised from first-level B to A standard.

**Key words:** WWTP; modified A/A/O process; efficient sedimentation tank; rotary filter

### 1 工程概况

辛安河污水处理厂服务区域为烟台市的莱山区、高新区和牟平区, 该厂分两期建设, 总处理能力为  $12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。一期工程于 2002 年 8 月开工建设, 2003 年 11 月投入运行, 设计污水处理能力为  $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 采用百乐克工艺, 总投资为 8 239 万元。二期工程于 2007 年 5 月开工建设, 2008 年 6 月投入运行, 设计处理能力为  $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 采用 A/A/O 工

艺, 总投资为 18 967 万元。出水水质均执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 B 标准, 通过深海排放管道输送至平均水深为 7 m 的排污混合区。近年来, 由于辛安河排污混合区位于环境整治区内, 根据山东省环保局及环评的要求应执行一级 A 标准, 因此决定对该厂进行升级改造。由于该厂周围属于防护林地, 征地困难, 只能利用原厂边角用地。

升级改造工程设计进、出水水质见表1。

表1 升级改造工程设计进、出水水质

Tab.1 Main design quality of influent and effluent

项目	mg · L <sup>-1</sup>					
	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	TN	NH <sub>3</sub> -N	TP
进水水质	260	580	430	65	50	11
出水水质	10	50	10	15	5(8)	0.5

由多年的运行数据及出水水质保证率分析可知,出水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N满足一级A标准的保证率可达到100%;TN、TP满足一级A标准可达到80%左右,需要进一步采取措施以提高系统反硝化效果;SS基本不能满足一级A标准,需要增加过滤处理设施;另外,对污水处理过程中产生的臭气应进行控制。

## 2 升级改造思路

该工程主要通过尽量减少出水SS,以确保COD、BOD<sub>5</sub>稳定达标。对于TN的去除,则适当提高污泥浓度,增加曝气量,提高好氧池的硝化能力;在缺氧池投加碳源,提高反硝化速率,从而提高TN的去除能力;适当提高内回流比;由于脱氮的难度大于除磷,考虑在低温季节将厌氧池改为缺氧池使用,主要通过新增加的内回流泵切换回流到厌氧池。在二级生物处理考虑生物除磷的前提下,在高效沉淀池单元以化学除磷作为辅助除磷和保障措施。考虑

增加深度处理单元<sup>[1,2]</sup>。全厂采用全过程除臭工艺,对于臭味较大的细格栅间、初沉池和脱水机房进一步采用离子除臭。

对于一期工程,由于构筑物为土池结构,增加隔墙分为效果良好的独立前置反硝化缺氧区、增加内回流等措施实施起来较为困难,改造投资较大,由于处理规模较小,考虑这部分池体不予改造,而让二期工程承担更多的脱氮任务。通过适当提高污泥浓度从而增加生物量、增加曝气量等措施,可以提高对氨氮、COD、BOD<sub>5</sub>的处理效果。

对于二期工程,由于用地的限制,同时考虑到需要承担更多的脱氮任务,通过加权平均计算,二期工程出水总氮不能超过12.5 mg/L。主要通过以下措施提高出水水质:①提高生物池的污泥浓度。根据多年的运行情况,生物池污泥浓度基本维持在5~6 g/L,因此由原来设计的4 g/L提高到4.5 g/L是可靠的。②增加好氧池的曝气量。适当提高好氧池的DO值,从而有效提高硝化效果。③由于进水碳源变化较大,碳源不足时在缺氧池投加乙酸钠碳源,可以大大提高反硝化速率,从而大大提高TN的去除量。④在水温较低时将厌氧池改为缺氧池使用,化学除磷在高效沉淀池内完成。

## 3 升级改造工程设计

改造后工艺流程见图1。

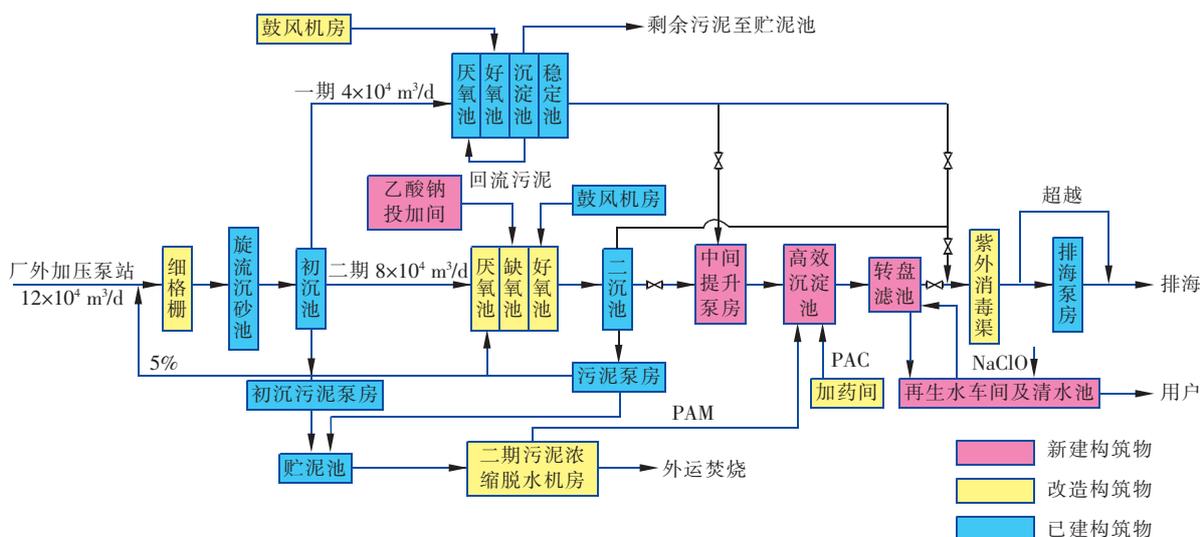


图1 辛安河污水处理厂改造后的工艺流程

Fig.1 Flow chart of upgrading process of Xin'anhe WWTP

① 生物池<sup>[3-5]</sup>。二期工程的生物池平均处理水量为8 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,总池容为69 324 m<sup>3</sup>(其中厌氧池为7 729 m<sup>3</sup>,缺氧池为20 639 m<sup>3</sup>,好氧池为40 956

m<sup>3</sup>),总平均停留时间为20.80 h。升级前内回流比为192%,原有内回流泵6台(4用2备),单台Q = 1 600 m<sup>3</sup>/h, H = 12 kPa,升级后内回流比增加到

345%,增加内回流泵 2 台,单台  $Q=2\ 550\ \text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=20\ \text{kPa}$ ;污泥浓度提高到  $4.5\ \text{g/L}$ ;曝气量不足时,开启备用风机提高好氧池的 DO 值。高温季节反硝化速率最高为  $0.031\ 0\ \text{kgNO}_3^- - \text{N}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,低温季节将厌氧池改为缺氧池,反硝化速率为  $0.022\ 5\ \text{kgNO}_3^- - \text{N}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016 年版),水温为  $12\ ^\circ\text{C}$  时的反硝化速率最高为  $0.032\ 4\ \text{kgNO}_3^- - \text{N}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,水温为  $10\ ^\circ\text{C}$  时的反硝化速率最高为  $0.027\ 8\ \text{kgNO}_3^- - \text{N}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ 。因此,改造后可以满足工艺要求。

② 中间提升泵房。为了满足后续深度处理需要,设置了中间提升泵房,设计规模为  $12 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{d}$ ,变化系数为 1.3。由于一、二期的二沉池出水标高相差  $0.65\ \text{m}$ ,因此将一、二期的二沉池出水分别提升,以节省运行电耗,同时设置连通闸门,协同运行。一期设置了 3 台水泵(2 用 1 备),单台  $Q=1\ 083\ \text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=53\ \text{kPa}$ ,二期设置了 4 台水泵(3 用 1 备),单台  $Q=1\ 445\ \text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=46.5\ \text{kPa}$ 。

③ 高效沉淀池。将一、二期工程二沉池出水汇入到高效沉淀池,去除 SS、TP 及部分 COD,设计规模为  $12 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{d}$ ,变化系数为 1.3,水力负荷为  $18.6\ \text{m}^3/\text{h}$ 。配套加药系统,投加聚合铝和 PAM。

④ 滤池。由于厂区用地非常紧张,选择了占地最小的转盘滤池工艺,设计规模为  $12 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{d}$ ,变化系数为 1.3,平均滤速为  $7.30\ \text{m}/\text{h}$ ,设计滤速为  $9.55\ \text{m}/\text{h}$ 。采用 3 套转盘滤池系统,单套有效过滤面积为  $226.8\ \text{m}^2$ ,处理能力为  $2\ 167\ \text{m}^3/\text{h}$ 。

⑤ 紫外线消毒系统。出水粪大肠菌群数由一级 B 标准的  $10^4$  个/L 大幅提高到一级 A 标准的  $10^3$  个/L,因此对紫外设备的剂量要求也大大提高。原有的两个廊道不能满足使用要求,设计采用植筋的方式增加一条渠道,设计规模为  $12 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{d}$ ,变化系数为 1.3,原有 2 条渠道,单条宽度为  $1\ 120\ \text{mm}$ ,增加的一条渠道宽度也为  $1\ 120\ \text{mm}$ ,单套有 11 个紫外模块,每个模块 8 根灯管,每根灯管功率为  $250\ \text{W}$ ,单套功率为  $22\ \text{kW}$ 。

⑥ PAC 加药间。对原有的 PAC 加药间进行改造,原设计采用固体 PAC 投加设备,由于使用年限久,设备老化,改造后投药点由二沉池配水井改到高效沉淀池,固体投加工人劳动强度较大,目前也是采

用液态 PAC。本次改造增加一套  $27\ \text{m}^3$  储液罐。

⑦ PAM 投加系统。由于高效沉淀池及新建脱水机房距二期工程的脱水机房较近,因此在二期工程脱水机房的仓库间放置 PAM 投加系统,用于高效沉淀池及新建脱水机房的 PAM 投加。PAM 最大投加浓度为  $1.0\ \text{mg/L}$ 。

⑧ 碳源投加间。碳源投加采用固态无水乙酸钠,最大投加量为  $44\ \text{mg/L}$ ,用于生物池缺氧段的碳源投加。

⑨ 鼓风机房。对一期工程鼓风机房进行改造,更换 4 台稳定、高效、低噪的螺杆鼓风机,  $Q=6\ 230\ \text{m}^3/\text{h}$ 。

#### 4 技术经济分析

该工程目前正处于建设过程中,预计于 2018 年 10 月底完工。根据国内外改良 A/A/O 池、高效沉淀池、转盘滤池及紫外消毒等的实际运行经验,本升级改造工程出水能够长期、稳定地满足一级 A 标准。该工程总投资为  $12\ 664$  万元,预计单位生产成本为  $0.30\ \text{元}/\text{m}^3$ ,单位经营成本为  $0.17\ \text{元}/\text{m}^3$ 。

#### 5 结论

烟台辛安河污水处理厂升级改造工程规模为  $12 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{d}$ ,针对原一、二期工程的实际运行情况和新的排放标准,结合一、二期工程运行经验及存在的问题,升级改造工程仅对原二期工程的生物池采取提高污泥浓度、增加曝气量、增加内回流比、投加碳源、低温季节将厌氧池改为缺氧池等措施加强脱氮能力,后续通过深度处理,确保出水水质完全满足一级 A 排放标准。

#### 参考文献:

- [1] 龚希博,李翠梅,陈长林,等. 高密度沉淀池/转盘滤池用于污水厂的提标改造[J]. 中国给水排水,2014,30(23):61-64.  
Gong Xibo, Li Cuimei, Chen Changlin, et al. Application of densadeg and rotary filter to upgrading and reconstruction of wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(23): 61-64 (in Chinese).
- [2] 沈晓铃,李大成,蒋岚岚,等. 深床反硝化滤池在污水厂提标扩建工程中的应用[J]. 中国给水排水,2010,26(4):32-34.  
Shen Xiaoling, Li Dacheng, Jiang Lanlan, et al. Application of deep-bed denitrification filter in upgrading and ex-

(下转第 102 页)