

# 奥贝尔氧化沟工艺提标改造设计技术要点

郭庆英, 李 晶, 吴 镒, 刘世泽

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

**摘 要:** 某城区污水处理厂对奥贝尔氧化沟进行升级改造,将表曝改为底曝,并增加后置反硝化深床滤池。提标改造后实际运行表明,该工程除磷脱氮效果较好,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。着重介绍了表曝改为底曝的设计思路及改造注意事项,并对提标改造设计要点进行了总结。

**关键词:** 污水处理厂; 奥贝尔氧化沟; 提标改造; 曝气; 反硝化深床滤池

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0086-04

## Key Technologies for Design of Orbal Oxidation Ditch Upgrade and Reconstruction

GUO Qing-ying, LI Jing, WU Di, LIU Shi-ze

(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

**Abstract:** As the discharge standards improved recently, the Orbal oxidation ditch in a municipal wastewater treatment plant was upgraded and reconstructed by changing the aeration mode from surface aeration to bottom aeration and adding a post-denitrification deep bed filter. The actual operation showed that the process had good phosphorus and nitrogen removal effect, and the effluent quality was superior to the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). The design ideas and tips of changing aeration mode from surface to bottom were introduced emphatically, and the key technologies for design of the upgrade and reconstruction were summarized.

**Key words:** municipal wastewater treatment plant; Orbal oxidation ditch; upgrade and reconstruction; aeration; denitrification deep bed filter

我国于20世纪80年代引进奥贝尔氧化沟污水处理技术,在90年代以后国内很多污水厂都采用了该工艺,目前很多污水厂仍在运行<sup>[1]</sup>。随着国家对污水厂排放标准的提高,许多城镇污水厂面临升级改造<sup>[2]</sup>,奥贝尔氧化沟也面临自身升级的问题<sup>[3]</sup>。

### 1 工程概况

山西省怀仁县城区污水处理厂于2008年正式投入运行,占地面积为3.64 hm<sup>2</sup>,设计规模为3×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,处理工艺为奥贝尔氧化沟。设计出水水质执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的二级标准。近几年,由于进水中工业废水量较大(占

40%),进水COD、氨氮都远远大于设计进水指标,造成对污水厂正常运行的工艺冲击,所以对工艺的升级改造迫在眉睫。

污水处理厂原设计和实际出水水质见表1。

表1 污水处理厂设计水质和实际出水水质

Tab. 1 Design water quality and actual effluent quality

mg · L<sup>-1</sup>

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
设计进水水质	500	200	400	38	50	4
设计出水水质	120	30	30	25	—	1
实际出水水质 (2012年前)	75	25	30	9	20	1.1

提标深度处理部分设计进、出水水质见表2。

表2 升级改造工程设计进、出水水质

Tab. 2 Design influent and effluent quality of upgrading

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
进水水质	75	25	40	15	20	1.5
出水水质	50	10	10	5(8)	15	0.5

该厂二级处理流程见图1。

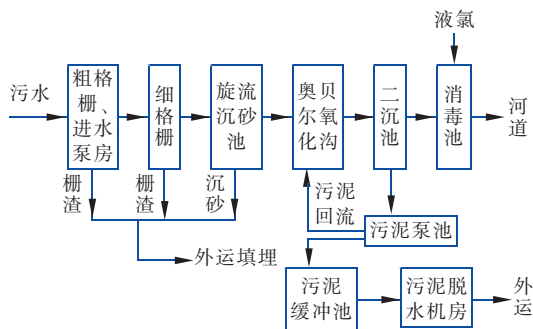


图1 怀仁县城区污水处理厂工艺流程

Fig. 1 Flow chart of Orbal process of Huaiyuan WWTP

## 2 奥贝尔氧化沟运行中存在的问题

2012年前的两组氧化沟,一组水下曝气机采用国产设备,另一组采用进口设备。由于曝气机设备原因导致内沟充氧效果差。中沟、内沟的充氧量达不到设计溶解氧值,同时外沟的设备推流能力差,致使污泥在外沟沉淀。

## 3 污水厂提标工艺设计要点

本次升级改造主要解决出水 TN 和 NH<sub>3</sub>-N 超标的问题,同时还要去除部分 COD、BOD<sub>5</sub>、TP。

升级改造工艺流程见图2。

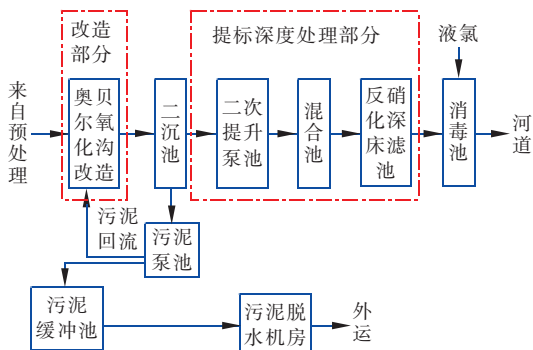


图2 怀仁县城区污水厂提标改造工艺流程

Fig. 2 Flow chart of upgrading process of Huaiyuan WWTP

### 3.1 奥贝尔氧化沟的改造

现状二沉池出水总氮、氨氮偏高。奥贝尔氧化

沟水下曝气机的充氧能力和推力都达不到设计要求,使部分污泥在氧化沟中沉淀,充氧效果差,硝化反应不完全,出水氨氮偏高。在本次升级改造中,首先考虑加强氧化沟的反硝化能力,降低出水总氮。措施是在氧化沟内沟中设混合液内回流泵,回流至外沟,在氧化沟段尽最大能力去除总氮,减轻后置反硝化设施的负荷。在每组氧化沟内沟中加两台内回流泵,回流比为200%,回流到外沟,增加缺氧段,更有利于去除 TN,预计脱氮效率增加20%。原氧化沟出水 TN 约为25 mg/L,改造后 TN 为20 mg/L左右。氧化沟改造增加设备如下:

① 水下推流器14台,  $D=1\ 800\ \text{mm}$ ,  $n=42\ \text{r/min}$ ,  $N=5.5\ \text{kW}$ 。

② 轴流泵4台(2用2备),  $Q=1\ 250\ \text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=35\ \text{kPa}$ ,  $N=22\ \text{kW}$ 。

在氧化沟中取消曝气机,采用底曝的形式,增加鼓风机及微孔曝气器。增强氧化沟自身的硝化能力,根据核算,不需要在生物池后设置曝气生物滤池,在该生物段可解决有机污染物的降解问题。

### 3.2 增加后置反硝化滤池

二沉池后采用混合絮凝池+反硝化深床滤池。混合絮凝池内投加 PAC,使出水 TP 达标。反硝化深床滤池具有过滤功能,同时具有反硝化功能,根据水质的变化可适量投加碳源,一池多用。反硝化深床滤池采用2~3 mm 石英砂滤料,滤床深度通常为1.83 m,滤池可保证出水 SS <5 mg/L。绝大多数滤池表层容易堵塞或板结,而独特的均质石英砂允许固体杂质透过滤床的表层深入滤料中,达到整个滤池纵深截留固体物的优异效果。反硝化深床滤池工艺流程见图3。

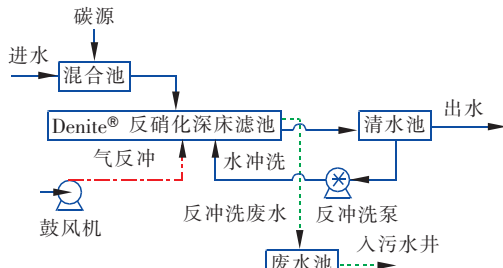


图3 反硝化深床滤池工艺流程

Fig. 3 Flow chart of denitrification deep bed filter

反硝化深床滤池有三个功能:

① 去除 TN。附着生长在石英砂表面上的反

硝化细菌利用适量优质碳源把  $\text{NO}_x^- - \text{N}$  转换成  $\text{N}_2$ , 完成脱氮反应过程, 在前端硝化反应较完全的情况下, 可稳定做到出水  $\text{TN} \leq 3 \text{ mg/L}$ 。在反硝化过程中, 由于硝酸氮不断被还原为氮气, 深床滤池中会集聚大量的氮气, 这些气体会使污水绕窜介质之间, 增强了微生物与水流的接触, 同时也提高了过滤效率。但是当池体内积聚过多的氮气气泡时, 则会造成水头损失, 此时必须采用驱散氮气技术, 恢复水头, 每次持续  $1 \sim 2 \text{ min}$ , 每天进行数次。

② 去除 SS。由于 SS 中  $\text{BOD}_5$  含量为  $0.4 \sim 0.5 \text{ mg/mgSS}$ , 因此在去除 SS 的同时, 也降低了出水中的  $\text{BOD}_5$ 。另外, 出水 SS 含有氮、磷及其他重金属物质, 去除固体悬浮物通常能降低  $1 \text{ mg/L}$  以上的上述杂质。若配合适当的化学处理, 能使出水 TP 稳定降至  $0.3 \text{ mg/L}$  以下。反硝化滤池能轻松满足浊度  $< 2 \text{ NTU}$  或  $\text{SS} < 10 \text{ mg/L}$  的要求。

③ 去除 TP。微絮凝直接过滤除磷可省去沉淀过程而将混凝与过滤在滤池内同步完成。

#### 4 改造注意事项

① 氧化沟进行底部曝气改造后, 依旧保持原来缺氧、好氧模式, 外沟 DO 控制在  $0 \text{ mg/L}$  左右, 中沟 DO 在  $1 \text{ mg/L}$  左右, 内沟 DO 在  $2 \text{ mg/L}$  左右, 外沟运行尽量采用兼氧模式, 通过每组曝气头上的手动蝶阀可以控制关闭和开启状态, 局部曝气头组可以关闭运行。控制目标是在本池内达到最大脱氮效

果。尽量使外沟形成同时硝化反硝化, 如果出水 TN 已经达标, 内回流泵可以间断开启或者不开启, 需要运行人员根据出水效果调整运行状况。

② 由于奥贝尔氧化沟单沟较长, 依靠表曝机的水平推力可以推动水流沿沟循环流动, 改为底曝后, 仅需要靠水流进出口自流梯度流动, 难免会速度过低, 导致生物池活性污泥沉淀, 所以需要在外沟和中沟设置推流器, 安装时可以借助原来氧化沟的横向走道板。

③ 奥贝尔氧化沟内沟设置内回流泵, 为增强反硝化效果, 池底回流泵基础后浇筑, 在池底板上相应位置植适当数量钢筋, 然后根据基础大小浇筑混凝土, 预留孔洞, 水泵到位后二次浇筑, 安装后保证设备稳定, 水泵导杆尽量利用原有走道板边缘。

④ 改造底曝氧化沟的关键在空气干管和支管的合理布置安装, 为保证两组池体均匀供气, 空气主管道必须保证平均路径, 对称布置; 为避免已建池体被破坏, 沿原池体已有走道布置支管, 立管应设立固定支撑, 支撑的尺寸、数量、做法及安装位置需保证后装稳定性。

#### 5 运行效果

怀仁县污水处理厂经过提标改造后, 出水水质均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准。2016 年进、出水水质见表 3。

表 3 升级改造后实际进、出水水质

Tab. 3 Actual influent and effluent quality after upgrading

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD		$\text{BOD}_5$		SS		氨氮		TN		TP	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1 月	551	40	227	7.00	288	7	52.0	2.95	62.4	12.80	4.52	0.42
2 月	522	36	225	7.06	289	7	54.8	3.29	63.6	12.80	4.38	0.41
3 月	486	32	214	6.74	282	7	44.2	2.18	55.1	12.10	4.61	0.41
4 月	645	37	231	7.08	292	8	36.5	2.19	49.6	12.40	5.00	0.42
5 月	470	31	216	6.70	283	7	38.2	2.68	54.4	12.80	5.10	0.42
6 月	458	25	214	6.17	278	7	68.4	3.13	82.2	13.60	5.35	0.44
7 月	351	29	191	5.72	265	7	46.5	2.29	59.7	11.60	5.08	0.39
8 月	563	36	230	5.97	280	7	48.0	0.95	60.0	9.87	5.24	0.40
9 月	522	32	215	5.73	283	7	57.8	1.26	72.0	11.00	5.57	0.40
10 月	564	28	227	5.80	284	7	50.2	1.22	62.7	11.10	5.73	0.41
11 月	544	29	221	5.75	265	6	47.2	1.48	60.8	12.30	6.02	0.40
12 月	537	29	215	5.92	283	7	45.2	1.40	58.1	11.20	5.99	0.41

#### 6 结论

实际改造案例证明: 将奥贝尔氧化沟的曝气方

式由表曝改为底曝后, 生物池依旧保持原来缺氧、好氧模式, 外沟 DO 控制在  $0 \text{ mg/L}$  左右, 中沟 DO 在  $1$

mg/L左右,内沟 DO 在 2 mg/L 左右,在内沟增设内回流泵,依旧保持了原来奥贝尔池体具有推流式和完全混合式两种流态的优点,而且生物池除磷脱氮效果优于原来表曝方式;增设后置反硝化生物滤池,出水 TN 指标优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准,约为 10 mg/L。

#### 参考文献:

- [1] 颜秀琴,郑兴灿,张悦,等. 奥贝尔氧化沟的工程应用性能研究[J]. 中国给水排水,1999,15(7):1-8.  
Yan Xiuqin, Zheng Xingcan, Zhang Yue, et al. Research on the engineering application performance of Orbal oxidation ditch[J]. China Water & Wastewater, 1999, 15(7):1-8(in Chinese).
- [2] 麦松冰,邓荣森,王涛. 奥贝尔氧化沟工艺改良的试验研究[J]. 给水排水,2008,34(Z1):186-188.  
Mai Songbing, Deng Rongsen, Wang Tao. Research on Orbal oxidation ditch updating and reconstruction[J]. Water & Wastewater Engineering, 2008, 34(Z1):186-188(in Chinese).
- [3] 冯美丹. 氧化沟处理工艺改造[J]. 科技与创新,2014,

(1):145-146.

Feng Meidan. Orbal oxidation ditch updating and reconstruction[J]. Science and Technology & Innovation, 2014,(1):145-146(in Chinese).



作者简介:郭庆英(1976-),女,天津人,本科,高级工程师,主要从事市政给排水设计工作。

E-mail: guoqingying99@cemi.com.cn

收稿日期:2017-11-22

(上接第85页)

自净能力;同时截流汇入支流的污水,修复河道生态,切实改善了取水环境,提升了取水水质。

#### 参考文献:

- [1] 张燕,张富标,查人光,等. 浙江太湖河网地区饮用水安全保障技术集成与示范[J]. 中国给水排水,2017,33(7):42-45.  
Zhang Yan, Zhang Fubiao, Zha Renguang, et al. Technologies and demonstrations of drinking water safety in river network region[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(7):42-45(in Chinese).
- [2] 张云. 生态湿地技术用于城市污水处理厂尾水深度处理[J]. 中国给水排水,2017,33(4):87-89.  
Zhang Yun. Application of ecological wetland technology to advanced treatment of effluent from municipal sewage treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(4):87-89(in Chinese).
- [3] 沙昊雷,李天宇,蔡鲁祥. 宁波市后仓河生态修复工程与思考[J]. 中国给水排水,2016,32(10):127-131.  
Sha HaoLei, Li Tianyu, Cai Luxiang. Project case and

thinking about ecological remediation for Houcang River in Ningbo City[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(10):127-131(in Chinese).



作者简介:严俊泉(1966-),男,江苏扬州人,大学本科,高级经济师,研究员级高工,研究方向为净水及污水运营管理等。

E-mail: yjq\_888999@sina.com

收稿日期:2017-09-07