

# 多段AO工艺在汕头市新溪污水处理厂二期工程中的应用

陈伟华 刘鹏 龚曼瑀 史成波 沈浩

中国市政工程中南设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430010

**摘要:** 汕头市新溪污水处理厂二期工程设计规模 $26 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$ , 污水处理采用多段AO+矩形二沉池+高效沉淀池+砂滤池工艺, 尾水执行《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准的较严值, 其中氨氮和TP还需执行特别标准, 即氨氮 $\leq 2.0 \text{mg/L}$ 、TP $\leq 0.4 \text{mg/L}$ 。试运行结果表明, 出水水质稳定达标。本文介绍了该工程的设计特点, 并指出了多段AO工艺的设计要点。

**关键词:** 多段AO工艺; 多点进水; 矩形二沉池; 一体化集约设计

## Application of Multi-stage AO process in Shantou Xinxi (phase II) WWTP

CHEN Weihua, LIU Peng, GONG Manyu, SHI Chengbo, SHEN Hao

Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co,Ltd, Wuhan 430010

**Abstract:** The design scale of Shantou Xin xi ( phase II )WWTP is  $26 \times 104 \text{m}^3/\text{d}$ , the sewage treatment process is multi-stage AO + rectangular secondary sedimentation tank + high-efficiency sedimentation tank + sand filter process. The tail water is subject to the "Water Pollutant Discharge Limit" ( DB44/26-2001) the stricter value of the first level standard of the second period and the "Urban Sewage Treatment Plant Pollutant Discharge Standard" (GB18918-2002) level A standard. Among them, ammonia nitrogen and TP need to implement special standards, that is, ammonia nitrogen  $\leq 2.0 \text{mg/L}$ , TP $\leq 0.4 \text{mg/L}$ . The results of the trial operation showed that the effluent quality was stable and up to standard. This article introduces the design characteristics of the project, and points out the design points of the multi-stage AO process

**Key words:** Multi-stage AO Process; Multi-Point distribution of water; Rectangular secondary sedimentation tank; Integrated design

### 1 工程概况

新溪污水处理厂服务范围为汕头市上蓬围、下蓬围, 服务面积约 $130.37 \text{km}^2$ , 服务总人口约140万, 用地性质主要为居住、商业、工业、科研教育用地及物流、仓储用地等。新溪污水处理厂现状一期工程规模为 $6 \text{万m}^3/\text{d}$ , 本次二期规模为 $26 \text{万m}^3/\text{d}$ , 规划总规模 $58 \text{万m}^3/\text{d}$ 。本次二期工程污水处理采用多段AO+矩形二沉池+高效沉淀池+砂滤池工艺, 污泥采用重力浓缩池+储泥池+离心脱水工艺, 臭气采用全过程除臭为主+生物除臭为辅的工艺。工程总投资约10亿元, 工程用地面积 $14.7 \text{Ha}$ , 其中一期工程用地约 $3.7 \text{Ha}$ , 本次二期用地仅约 $11 \text{Ha}$ 。

### 2 工艺设计

#### 2.1 设计进、出水水质

二期工程主要是为汕头市某水质净化厂整体搬迁服务的, 设计进水以水质净化厂近三年实际进水水质为基础, 并对远期可能出现的变化进行适当的考虑和工程预留。处理后尾水排入东部经济带主河涌, 尾水执行《水污染物排放限

值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准的较严值, 其中氨氮和TP还需执行特别标准, 即氨氮 $\leq 2.0 \text{mg/L}$ 、TP $\leq 0.4 \text{mg/L}$ 。设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

序号	项目	进水水质 (mg/L)	出水水质 (mg/L)
1	COD <sub>cr</sub>	$\leq 250$	$\leq 40$
2	BOD <sub>5</sub>	$\leq 120$	$\leq 10$
3	SS	$\leq 150$	$\leq 10$
4	TP	$\leq 4.5$	$\leq 0.4$
5	TN	$\leq 40$	$\leq 15$
6	氨氮	$\leq 35$	$\leq 2$
7	大肠菌群	-	$\leq 1000$

#### 2.2 工艺流程

本工程吨水用地为 $0.42 \text{m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 用地紧张, 而且出水标准高, 处理工艺需采用脱氮除磷效果好且用地集约的工艺

组合。通过综合比选后,最终确定污水处理采用多段AO+矩形二沉池+高效沉淀池+砂滤池工艺,污泥采用重力浓缩池+储泥池+离心脱水工艺,臭气采用全过程除臭为主+生物除臭为辅的工艺。同时,为了减少污泥浓缩池上清液和脱水滤液

(以下简称污泥水)回流对生化系统生物除磷的不利影响,本次工程采用上清液调节及除磷工艺,将污泥水中TP和SS通过化学混凝沉淀予以控制。工艺流程见图1。

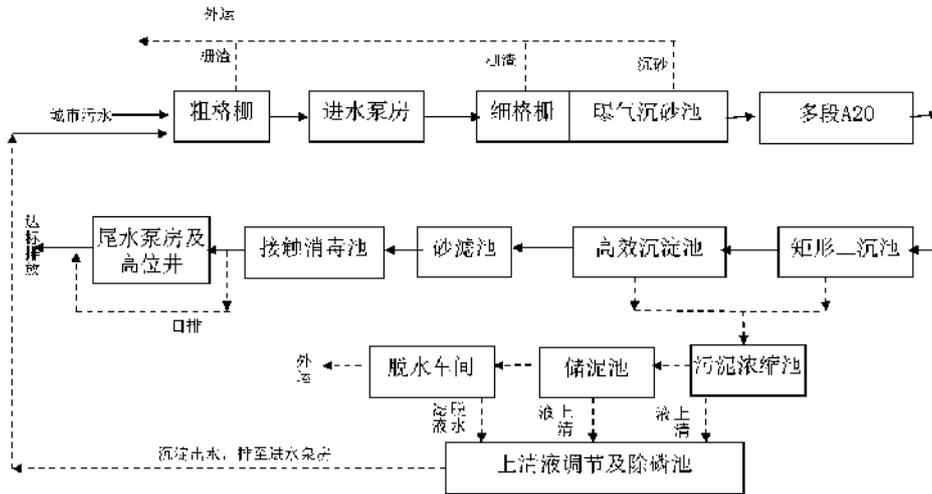


图1 污水处理厂工艺流程图

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment plant process

### 3 主要构筑物设计

#### 3.1 预处理设计

预处理采用粗格栅+进水泵房+细格栅+曝气沉砂池工艺,其中粗格栅、进水泵房合建,细格栅、曝气沉砂池合建,预处理整体采用一体化集约设计。(1)粗格栅及进水泵房。粗格栅采用钢丝绳牵引式格栅除污机,格栅间隙20mm,过栅流速0.8m/s,共设4台,单台宽1.2m,前后配备检修闸门。进水泵房采用矩形干式泵房,设6台干式离心泵,4用2备。单泵 $Q=3520 \sim 2710\text{m}^3/\text{h}$ , $H=16.95 \sim 18.30\text{m}$ ,配套电机功率220kW。(2)细格栅及曝气沉砂池。细格栅采用孔板圆孔板回转式格栅,格栅间隙5mm,过栅流速0.9m/s,共设4台,单台宽2.0m,前后配备检修闸门。曝气沉砂池采用桥式吸砂机,共分3组,有效水深2.60m,单组池宽4m,有效长度18.5m,峰值停留时间4.92min,曝气量 $0.2\text{m}^3\text{空气}/\text{m}^3\text{污水}$ 。

#### 3.2 二级处理设计

二级处理采用多段AO+矩形二沉池工艺,整体采用一体化集约设计。(1)多段AO。生反池采用多段AO工艺,共分为3组6格,单组平面尺寸 $104.4 \times 65.1\text{m}$ ,总高度9.9m,有效水深8.5m,污泥负荷 $0.055\text{kgBOD}_5/(\text{kg.MLSS} \cdot \text{d})$ , $\text{SRT}=16.2\text{d}$ 。多段AO生反池共分为3段AO,依次为厌氧区+缺氧1+好氧1+缺氧2+好氧2+缺氧3+好氧3,各段HRT分别为0.99h:1.8h:1.8h:2.3h:2.3h:2.7h:2.7h,总HRT=14.6h。为保证池内混合均匀,每格厌氧区设2台潜水搅拌器,单台 $D=650\text{m}$ , $N=7.5\text{kW}$ ;缺氧区I、缺氧区II、缺氧区III分别设2台潜水推流器,单台 $D=1600\text{m}$ , $P=3.0\text{kW}$ ;好

氧池采用管膜式微孔曝气器,单格共设5910个。多段AO生反池采用推流型池型,分三段进水,每段进水流量可调配。设计内回流比为100~200%,外回流比50~100%。外回流直接回流至厌氧区,内回流可由好氧回流至同一级缺氧区,也通过控制回流渠道闸门开关实现跨级回流。多段AO生反池各区MLSS因多点进水和回流点不同,呈现从厌氧区向缺氧好氧III渐减趋势,厌氧区污泥浓度为 $5000 \sim 6000\text{mg/L}$ ,缺氧好氧III为 $3500 \sim 4000\text{mg/L}$ 。(2)矩形二沉池。矩形二沉池采用平流沉淀池,共分3组24格。每格廊道内宽7.5m,池长68.6m,有效水深4.0m。采用链式刮泥刮渣机,行进速度 $v=0.3\text{m}/\text{min}$ ,每个廊道布置1台,共设置24台。设计最大时水平流速 $5.36\text{mm}/\text{s}$ ,沉淀时间4.0h(峰值3.1),固体负荷 $146.3\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。出水采用指型集水槽,出水堰负荷 $1.59\text{L}/\text{s} \cdot \text{m}$ 。

#### 3.3 深度处理设计

深度处理采用高效沉淀池+砂滤池工艺,整体采用一体化集约设计。(1)高效沉淀池。高效沉淀池分为6格,通过固定堰进行配水。每格设混合区、絮凝区、沉淀区。混合区:分为2格,单格混合时间1.15min,有效水深6.55m,平面尺寸 $2.75 \times 2.5\text{m}$ 。单格配置快速搅拌器1台, $D=1.25\text{m}$ ,电机功率5.5kW。反应区:絮凝反应时间6.8min,有效水深6.45m,平面尺寸 $7.7 \times 5.3\text{m}$ 。单格配置絮凝搅拌器1台, $D=3.0\text{m}$ ,电机功率11kW。沉淀区:清水区上升流速 $15.0\text{m}/\text{h}$ (峰值 $19.5\text{m}/\text{h}$ ),固体负荷为 $20\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。单格配置刮泥机1台, $D=13.8\text{m}$ ,功率 $0.75\text{kW}$ ;斜管内切圆直径50mm,PP材质,安装倾角60度,斜管斜长1m。同时,为防止进水或检修时的超负荷运行,在进水渠设置超越闸门。(2)砂滤

池。砂滤池采用V型滤池工艺,共分14格,通过进水气动阀门+固定堰进行配水。设计平均滤速7.3m/h,峰值滤速9.45m/h,强制滤速10.18m/h。滤池采用气洗、气水联合反冲洗、漂洗模式进行反冲洗。反冲洗过程:①气洗1min,强度 $55\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ;②气水联合冲洗8min,气、水强度 $55\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ 和 $15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ;③水漂洗,强度 $7\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ 。同时,考虑到厂区用地紧张,没有多余用地来进行提标,因此本次砂滤池设计中,远期通过简单改造可实现反硝化功能。

### 3.4 污泥处理设计

污泥处理采用重力浓缩池+储泥池+离心脱水工艺。

(1)重力浓缩池。重力浓缩池共设2座,单座池内径22m,有效水深4m,配套周边传动浓缩机1套。设计污泥固体负荷 $54.2\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ,设计停留时间13.5h。为了控制生反池和高效沉淀池独立排泥,以及2座重力浓缩池配水均匀,设置半圆形配泥井1座,内径 $D=4.7\text{m}$ 。(2)脱水车间。污泥脱水采用离心脱水工艺,将污泥浓缩脱水至含水率80%后,外运焚烧。本工程设储泥池1座,分2格,每格池平面尺寸为 $4.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ ,有效池深为3.7m。设离心脱水机5套,4用1备,单套流量 $\geq 60\text{m}^3/\text{h}$ ,固体负荷 $\geq 1200\text{kgDS}/\text{h}$ 。离心脱水投加絮凝剂采用聚丙烯酰胺,投加量 $4\text{kg}/\text{TDS}$ 。

### 4 运行效果

本工程于2020年12月建成,2021年3月通水调试,目前日均处理量约 $20\text{万m}^3/\text{d}$ 。经过半年调试运行,系统运行效果良好,出水水质优于设计出水标准,具体见表2。

表2 实际出水水质

Tab.2 Actual effluent quality

项目	COD <sub>cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	TP	TN	氨氮
出水均值 (mg/L)	21	4.88	4	0.21	7.8	0.18

本工程多段AO工艺采用多点进水,可充分利用原水中碳源,对水质的适应性强;外回流至厌氧区,内回流不跨级可调节,不仅减少内回流对反硝化的影响,充分发挥脱氮效果,也使各区污泥浓度呈渐减趋势,节能降耗。此外,每格生反池的好氧区I、II、III,均通过独立管路供气,并配备流量计和调节阀,实现单格单池溶解氧的精确曝气控制。与此同时,每组生反池的剩余污泥均为独立排放,通过独立管路排放至污泥浓缩池配泥井,实现排泥的精准控制。

### 5 结语

本工程自通水调试以来,多段AO系统运行稳定,耐冲击负荷能力强,显示了良好的脱氮效果。多段AO工艺可以与矩形二沉池一体化集约设计,节地效果明显,对于用地紧张、脱氮要求高的工程,具有良好的借鉴意义。

### 参考文献:

- [1]李明杰.初沉池改造及泥膜共生系统在市政污水处理厂提标改造中的应用[J].净水技术,2020,39(S01):5-21
- [2]杨策.污泥脱水技术在城市污水处理厂中的应用探讨[J].2020,(02):21-25
- [3]李瑞成.某大型半地下式污水处理厂工艺设计特点分析[J].环境工程,2020,38(7):7-15

