

# 粤东某市政污水处理厂设计总结与思考

陈伟华<sup>\*</sup> 刘 鹏 龚曼瑛 陈昆鹏

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:** 汕头市某污水处理厂一期设计规模 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  (远期实际可处理 $6.67 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )，规划总规模 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。污水处理采用AAO微曝氧化沟+矩形二沉池+高效沉淀池+转盘过滤器工艺，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。本文介绍了该工程的设计思路和参数，以期为其他工程作为借鉴。

**关键词:** AAO微曝氧化沟；多点进水；矩形二沉池；一体化集约设计

## 一、工程概况

汕头市某污水处理厂服务范围为汕头市鮑浦围、四千亩围、沟南片区以及岐山围的杏花片区，服务面积约 $44.93 \text{ km}^2$ ，服务总人口约11万，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。

本工程一期设计规模 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  (远期实际可处理 $6.67 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )，规划总规模 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。污水处理采用AAO微曝氧化沟+矩形二沉池+高效沉淀池+转盘过滤器工艺，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6.3亿元，工程用地面积6.5Ha，其中本次用地仅约3.2Ha。

## 二、工艺设计

### 1. 设计进、出水水质

设计进水以周边污水处理厂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。

处理后尾水排入大港河，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，设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

序号	项目	进水水质 (mg/L)	出水水质 (mg/L)
1	COD <sub>cr</sub>	≤ 300	≤ 40
2	BOD <sub>5</sub>	≤ 150	≤ 10
3	SS	≤ 200	≤ 10
4	TP	≤ 3.0	≤ 0.5
5	TN	≤ 30	≤ 15
6	氨氮	≤ 25	≤ 5 (8)
7	大肠菌群	-	≤ 1000

注：氨氮指标括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

### 2. 工艺流程

本工程吨水用地为 $0.46 \text{ m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 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AAO微曝氧化沟+矩形二沉池+高效沉淀池+转盘过滤器工艺，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。

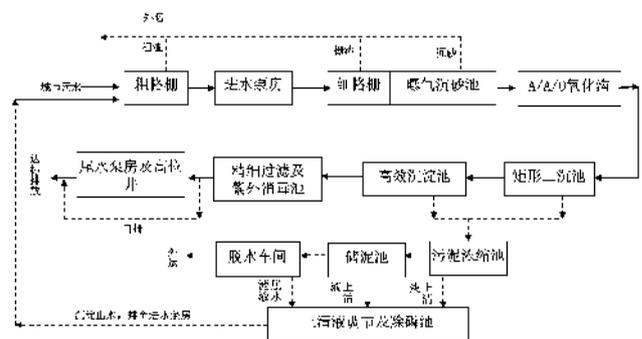


图1 污水处理厂工艺流程图

## 三、主要构筑物设计

### 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1.0m/s，共设2台，单台宽1.0m，前后配备检修闸门。

进水泵房采用矩形湿式泵房，设5台潜水离心泵，3大2小，大小泵各1台备用。大泵：Q=1085m<sup>3</sup>/h，H<sub>max</sub>=13.1m，配套电机功率75kW；小泵：Q=725m<sup>3</sup>/h，H<sub>max</sub>=13.1m，配套电机功率45kW；

水泵的搭配充分考虑了近、远期平均、峰值等流量

的差异性, 可以实现不同工况下的灵活调节运行。具体水泵搭配见下表。

分期	工况点	设计流量	大泵流量	大泵台数(常)	大泵台数(备)	小泵流量	小泵台数(常)	小泵台数(常)	总台数	配泵流量
近期	平均时	2083.3	1085	2	1	725	0	2	5	2170
	峰值	2708.3	1085	2	1	725	1	1	5	2895
远期	平均时	2777.8	1085	2	1	725	1	1	5	2895
	峰值	3611.1	1085	2	1	725	2	0	5	3620

### (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2台, 单台宽1.5m, 前后配备检修闸门。

曝气沉砂池采用桥式吸砂机, 有效水深2.20m, 单组池宽3.6m, 有效长度20.1m, 峰值停留时间5.29min, 曝气量 $0.2\text{m}^3$ 空气/ $\text{m}^3$ 污水。

### 2. 二级处理设计

二级处理采用AAO微曝氧化沟+矩形二沉池工艺, 整体采用一体化集约设计。

#### (1) AAO微曝氧化沟

A/A/O微曝氧化沟采用卡鲁塞尔氧化沟池型, 一组2座, 每座廊道隔墙中心距8m, 廊道宽7.6m, 沟长79.6m, 四廊道。平面尺寸 $99.2 \times 33.6\text{m}$ , 总高度7.0m。有效水深6.0m, 污泥负荷 $0.082\text{kgBOD}_5/(\text{kg.MLSS} \cdot \text{d})$ , 污泥浓度 $\text{MLSS}=3.5\text{g/L}$ , 污泥龄12.5d, 总HRT=12.6h, 其中选择区、厌氧区、缺氧+好氧区的HRT分别为0.5h、1.6h、10.5h, 气水比4.6: 1。

选择区设潜水搅拌机2台(每池1台) $\Phi 710$ ,  $N=8.5\text{kW}$ ; 厌氧区设潜水搅拌机4台(每池2台) $\Phi 730$ ,  $N=11\text{kW}$ ; 缺氧区设潜水推进器12台(每池6台) $\Phi 2300$ ,  $N=3.3\text{kW}$ ; 每座氧化沟内设两台调节堰门, 以调节污泥内回流量。好氧池管膜式微孔曝气器1768个(单个曝气管 $8\text{m}^3/\text{个} \cdot \text{h}$ )。

#### (2) 矩形二沉池

矩形二沉池采用平流沉淀池, 共分1组8格。每格廊道内宽7.6m, 池长55m, 有效水深3.8m。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8台。

设计最大时水平流速 $4.34\text{mm}/\text{s}$ , 沉淀时间3.52, 固体负荷 $139.555\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。出水采用指型集水槽, 出水堰负荷 $1.57\text{L}/\text{s} \cdot \text{m}$ 。

#### (3) 污泥泵房

污泥泵房与AAO微曝氧化沟一一对应, 共设2座。最大污泥回流比100%, 正常回流比50% ~ 75%, 剩余污泥干重 $9781\text{kg}/\text{d}$ , 约 $1397.3\text{m}^3/\text{d}$ 。

单座污泥泵房设回流污泥泵3台(潜水轴流泵), 2

用1备, 变频调速(灵活调节回流比)。单泵 $Q=700\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=2.5\text{m}$ ,  $N=7.5\text{kW}$ 。剩余污泥泵2台, 1用1备, 单泵 $Q=88\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=12\text{m}$ ,  $N=2.5\text{kW}$ 。

### 3. 深度处理设计

深度处理采用高效沉淀池+转盘滤池工艺。

#### (1) 高效沉淀池

高效沉淀池分为2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1.1min, 有效水深3.8m, 平面尺寸 $2.75 \times 2.5\text{m}$ 。单格配置快速搅拌机1台,  $D=1.25\text{m}$ , 电机功率3.0kW。

反应区: 絮凝反应时间13.9min, 有效水深6.9m, 平面尺寸 $7.7 \times 5.3\text{m}$ 。单格配絮凝搅拌机1台,  $D=3.0\text{m}$ , 电机功率11kW。

沉淀区: 清水区上升流速 $11.7\text{m}/\text{h}$ 。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0.75m。

同时, 为防止进水或检修时的超负荷运行, 在进水管渠设置超越闸门。

#### (2) 转盘滤池

过滤采用转盘过滤器, 共设4台(3用1备), 单台过滤能力为 $25000\text{m}^3/\text{d}$ 。

转盘过滤器安装在池内前后通过管道与进、出水渠连接, 连接管道上设有检修阀门, 进水管渠设有配水堰板均匀配水, 每台精密过滤器旁侧配置2台反冲洗水泵。单台反冲洗水泵 $Q=17\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=90\text{m}$ , 功率7.5kW。转盘过滤器膜片采用不锈钢304, 单台驱动功率为0.75kW。

### 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12m, 有效水深4m, 配套周边传动浓缩机1套。设计污泥固体负荷 $49.1\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , 设计停留时间14.2h。

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 $3.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ , 有效池深为3.4m。设离心脱水机2套, 1用1备, 单套流量 $\geq 50\text{m}^3/\text{h}$ , 固体负荷 $\geq 1000\text{kgDS}/\text{h}$ 。离心脱水投加絮凝剂采用聚丙烯酰胺, 投加量 $5\text{kg}/\text{TDS}$ 。

### 四、除臭设计

工程采用全过程除臭、辅以生物除臭工艺对厂区进行除臭, 臭气排放标准执行《城镇污水处理厂污染物排放

标准》(GB18918-2002)厂界废气排放应执行二级标准。

### (1) 全过程除臭设计

全过程除臭由微生物培养系统和除臭污泥投加系统构成。

#### 1) 微生物培养系统

微生物培养系统包括微生物培养箱和配套供气管路组成。

微生物培养箱主要用于除臭微生物的培养和增殖,放置于A/A/O氧化沟缺氧池内,单台适用规模为2500m<sup>3</sup>/d,规格为Ø1200×2000mm。共有2座微曝氧化沟,共设微生物培养箱28台。

微生物培养箱需要少量曝气,由鼓风机房供气。单台培养箱供气量:3~7m<sup>3</sup>/h,总的最大供气量为196m<sup>3</sup>/h,鼓风机房供气量可以满足。

#### 2) 除臭污泥回流系统

除臭污泥回流系统是将回流污泥按进水量的2~6%回流至进水前端,对粗格栅间、进水泵房、细格栅间及沉砂池进行除臭。从回流污泥管上各接一根污泥回流管道至粗格栅间前,管道上各安装一台DN250电动调节阀和一台DN250电磁流量计,通过阀门调节流量。

最大除臭污泥回流量为167.5m<sup>3</sup>/h,对各处理构筑物基本无影响。

### (2) 生物除臭设计

在粗格栅间、进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、氧化沟厌氧池、缺氧池考虑辅以生物除臭。结合各处理构筑物换气次数,进行除臭风量的计算及设备选型。除臭风量计算详见下表。生物除臭系统除臭风量26045m<sup>3</sup>/h,设计处理风量28000m<sup>3</sup>/h生物除臭装置1套。

表2 除臭系统除臭风量计算表

序号	构筑物名称	面积	收集空间	换气次数	空间臭气量	漏风率	设计风量	除臭处理量
		m <sup>2</sup>					m <sup>3</sup> /h	
1	粗格栅	1307.2	780	3	2340	10%	4012	28000
2	进水泵房	6154.4	1900.5	3	5701.5	10%	13041	
3	细格栅及曝气沉砂池	3097	294.22	2	588.44	10%	4054	
4	A/A/O微曝氧化沟选择池、厌氧池	3332	392	2	784	10%	4528	

### 五、总平面设计

从全局出发,系统梳理了各个构筑物之间的关系,从南至北依次布置了预处理区、污泥处理区、二级处理区、辅助生产区、深度处理区、生产管理区,生产构筑物水流顺直,水损小,分区明显,环境相对较差的预处理区、污泥处理区集中布置在厂区北部,既利于集中除

臭,而且距离生产管理区最远,有效保障了生产管理区的办公环境。同时,充分考虑一期、二期可能为两个不同运维主体,以一期、二期的生产、管理等建(构)筑物能完全独立运行为原则,在用地范围内布置了一期、二期各自全流程的污水处理、污泥处理、辅助生产和管理用房等建(构)筑物。此外,对于一期、二期的进水管配水问题,本次工程也做了充分的考量,DN2000进厂总管由东向西铺设,在一期进水泵房前端设置总配水井,分成两格,一格接入一期进水泵房,一格临时封堵,作为二期进水总管的顶管接收井,避免了二期接通时对一期工程造成的不利影响。



图1 总平面布置图

### 六、结语

本工程通过一体化集约设计,合理的布置各个生产构筑物,同时污水处理工艺选用AAO微曝氧化沟+矩形二沉池+高效沉淀池+转盘过滤器工艺,系统运行稳定,耐冲击负荷能力强,具有良好的脱氮效果。预处理区、二级处理和深度处理区采用集约化布置,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] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法(第四版).北京:中国环境科学出版社,2002(02):21-27  
 [2] 李鲁新.全地下式市政污水处理厂设计和应用分析[J].工程技术研究,2021,6(24):161-163+167.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2021.24.046.  
 [3] 刘芳,王光辉,郑鹏凯.市政污水处理厂节能粗评估方法研究[J].给水排水,2021,57(11):37-40.DOI:10.13789/j.cnki.wwe1964.2021.11.007.  
 [4] 孟琳,杨晓亮.市政污水处理厂水池结构设计要点探究[J].中国住宅设施,2021(05):33-34.