

# 成都市沙河污水处理厂建设特点及工艺设计

马 林 伟

(中国市政工程西南设计研究院, 成都 610081)

**摘要** 沙河污水处理厂是成都市已建或规划建设的众多污水处理厂中唯一位于城区和城市河流中上游的污水处理厂, 同时还担负向河流补充景观用水的任务, 其建设对污水处理厂融入城区建设并争取尾水就近回用的模式具有重大意义。在污水处理厂设计中还需要解决用地紧张、臭气对居民区影响的问题。介绍了沙河污水处理厂的概况, 设计参数及建设特点, 经调试后其出水水质可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准。

**关键词** 城市污水处理厂 景观用水 除臭 集约化

## 1 工程概况及建设特点

### 1.1 工程概况

沙河污水处理厂位于成都市成华区跳蹬河北路沙河畔, 服务范围为成都市第三排水分区的北片区(上游片区)。整个第三排水分区为  $90 \text{ km}^2$ , 沙河污水处理厂北分片的服务面积约为  $30 \text{ km}^2$ 。

沙河污水处理厂是根据《成都市中心城水环境综合整治总体规划》, 按照城市建设的实际情况对原污水处理厂(污水处理系统)规划进行调整, 将原下游狮子山污水处理厂(20世纪60年代建成的一级污水处理厂)改在上游建设。将污水处理厂位置调整在城区沙河中上游的跳蹬河北路的主要目的是处理后尾水可就近排入沙河, 以补充河道景观用水的不足。

沙河污水处理厂总规模  $15 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ , 其中一期工程规模  $10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ , 设计总变化系数  $K = 1.35$ , 进水中约 70% 为生活污水, 其余约 30% 为工业废水。我院于 2003 年 2 月开始进行工程项目的可行性研究, 2004 年 9 月建成投产。

本工程总投资 15 678 万元, 其中工程直接费用 9 424 万元, 主体设备招标采购费用 3 400 万元, 其他费用 2 854 万元。

### 1.2 建设特点

(1) 地理位置特殊: 规划将污水处理厂调整在沙河上游城区, 建设用地完全由旧城区拆迁而来, 因此可提供的建设面积较小。一期占地  $4.41 \text{ hm}^2$  (约 66 亩), 共计拆迁房屋 180 栋(间)约  $4 \text{ 万 m}^2$ 。厂址紧邻商住区。

氧。

(6) 要加强 SBR 好氧系统维护管理, 如控制周期进水量、稳定运行周期、定期定量排泥等, 可以维持系统稳定和改善 SBR 池的工况。

### 参考文献

- 1 王培冈, 张冬梅, 赵平健. SBR 工艺用于生活污水脱氮除磷的试验研究. 西安科技学院学报, 2003, 23(1): 30~33
- 2 Tsuneda S, Ohno T, Soejima K, et al. Simultaneous nitrogen and phosphorus removal using denitrifying phosphate-accumulating organisms in a sequencing batch reactor. Biochemical Engineering Journal, 2006, 27(3): 191~196
- 3 李健, 陈双星, 石凤林, 等. 大型 SBR 工艺启动特点及活性污泥培

养驯化. 给水排水, 2001, 27(5): 30~32

- 4 徐慧, 周利, 王伟平. 丝状菌性污泥膨胀的影响因素及控制方法. 环境技术, 2005, 6(4): 18~21
- 5 Akin B S, Ugudu A. Monitoring and control of biological nutrient removal in a sequencing batch reactor. Process Biochemistry, 2005, 40(8): 2873~2878

& 通讯处: 300072 天津大学环境科学与工程学院 0354

信箱

电话: (022) 27406515

E-mail: newguojin@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-09-01

修回日期: 2006-09-19

(2) 建设总体要求高: 由于污水处理厂所处的位置、环境及担负的功能较为特殊, 因此对处理目标要求很高。出水处理执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准; 对全厂臭气进行收集后采用生物滤池处理, 臭气处理后符合《环境空气质量标准》(GB 3905—1996) 二级排放标准; 污水处理厂边界噪音达到《工业企业厂界噪音标准》(GB 12348—90) II 类标准。

(3) 建设进度快: 2003 年 2 月~9 月, 先后完成了工程可行性研究、设计招标、初步设计、工程设备供货招标、施工图设计、土建及安装施工招标。于当年 10 月进入施工期, 至 2004 年 9 月建成投产。从设计前期工作至污水处理厂运行共耗时约 1 年半。

### 1.3 设计特点

### 1.3.1 集约化程度高

污水处理厂采用三级处理工艺,流程长,但可用场地狭小,因此在设计中采用了较多的集约化布置以及高速滤池以节省占地。粗格栅、提升泵房、细格栅、曝气沉砂池连为一体集中建在一栋建筑内,减少占地的同时也利于臭气收集;生物池和二沉池组成了一体化生化池;加药间、储泥池等整合在脱水机房内。

### 1.3.2 大量采用新技术

(1) 二沉池。集约在一体化生化池内, 采用了矩形同侧进厂水沉淀池, 在同等体积情况下比普通平流沉淀池和传统辐流式沉淀池水力负荷大, 沉淀效率高, 目前运行稳定。

(2) 滤池。过滤采用彗星型纤维滤料填装的 D 型滤池,所用的 DA 863 纤维滤料是由清华大学研制的新型功能过滤材料,滤池最大设计处理能力 13 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ,滤速 24.2  $\text{m}/\text{h}$ 。

(3) 紫外线消毒系统。紫外线消毒安全可靠、无二次污染、消毒时间短, 占地面积和土建费用大大减少。

(4) 生物除臭系统。本工程为国内首座大面积(前处理、曝气池、污泥系统)除臭污水处理厂,由于面积大,臭气量大,生物除臭处理规模达7万 $\text{m}^3/\text{h}$ 。

### 1.3.3 设备品质好

为了保证污水处理厂的正常运行,减小管理和维护工作量,本工程大量采用性价比优异的高品质

设备。其中有不少为技术先进的进口设备。粗格栅为英国生产的液压合耙移动式格栅,除渣效果好、维护方便,该型设备在成都市三瓦窑污水处理厂使用多年,效果理想;提升泵、内外回流泵等泵类由瑞典飞力(Flygt)公司或合资公司提供;鼓风机系统设备采用丹麦HV-TURBO单级高速离心风机;沉淀池刮泥机由美国Polychem公司制造;紫外线消毒系统为德国威得高(WEDECO AG)水处理公司生产。国内其他知名厂家也参与供货,提供了性能优异的产品。

## 2 设计水质及工艺流程

本工程设计进出水水质见表 1。

表1 沙河污水处理厂设计进出水水质

| 水质<br>指标   | BOD <sub>5</sub><br>/ mg/L | COD <sub>Cr</sub><br>/ mg/L | SS<br>/ mg/L | TN<br>/ mg/L | NH <sub>3</sub><br>- N<br>/ mg/L | TP<br>/ mg/L | 水温<br>/ °C | 大肠菌<br>/ 个/L    |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|------------|-----------------|
| 进水         | 200                        | 400                         | 240          | 40           | 30                               | 4            | 12~ 25     | 10 <sup>3</sup> |
| 出水         | 10                         | 50                          | 10           | 15           | 5                                | 1            |            |                 |
| 去除率<br>/ % | 95                         | 87. 5                       | 95. 83       | 62. 5        | 83. 3                            | 75           |            |                 |

由于水处理要求较高, 选用三级处理。其中二级生化处理采用以  $A^2/O$  工艺为核心、与沉淀池合建的一体化生化池, 三级处理采用纤维滤料 D 型滤池直接过滤, 见图 1。

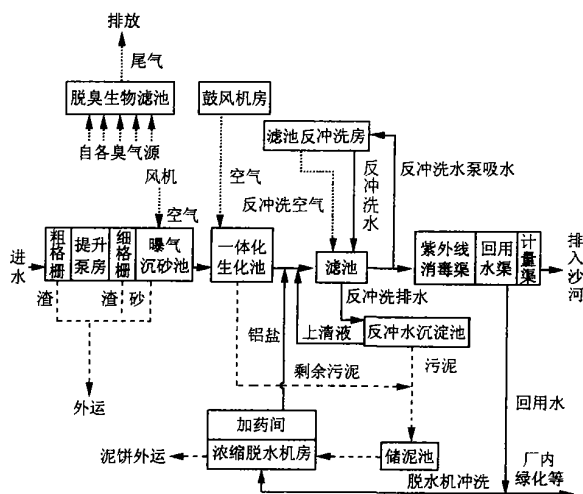


图 1 工艺处理流程

### 3 主要工艺构筑物设计

### 3.1 粗格栅、提升泵房、细格栅、曝气沉砂池

构筑物上加盖房屋, 合建 1 栋。

(1) 粗格栅。粗格栅渠 2 道, 每道进水渠宽 1.4 m, 高 9.95 m, 栅前水深 1.2 m, 土建及设备均按远期规模设计。采用进口移动式自动清渣机 1 套, 功率 1.1 kW, 栅隙 25 mm, 安装倾角 80°。

(2) 提升泵房。1 座, 近远期土建一次建成, 设备按近期安装。采用 FLYGT-CP 3306/665 离心潜水泵, 近期安装潜水泵 5 台(4 用 1 备), 单泵流量  $Q = 1\,354\text{ m}^3/\text{h}$ , 扬程  $H = 15\text{ m}$ , 水泵功率  $P = 75\text{ kW}$ , 效率  $\eta = 83\%$ 。

(3) 细格栅。总共设格栅渠 3 条, 近期使用 2 条, 采用回转式机械细格栅 2 道, 渠宽 1.25 m, 深 2.05 m, 栅条间隙 5 mm, 安装倾角 75°, 格栅配用电机功率 0.75 kW。细格栅后设配水堰均匀配水至近期和远期曝气沉砂池。

(4) 曝气沉砂池。曝气沉砂池 1 座, 分 2 格, 按照一期峰值流量设计, 水平流速 0.11 m/s, 水力停留时间 2.48 min, 曝气量 0.2 m<sup>3</sup> 空气/m<sup>3</sup>。安装有 三叶罗茨鼓风机 3 台(2 用 1 备), 风量 540 m<sup>3</sup>/h, 风压 30 kPa, 功率 11 kW。除砂机 2 台, 跨度  $L_k = 4.2\text{ m}$ , 每台功率 2.79 kW, 行走速度 2~5 m/min。螺旋砂水分离器 1 台, 处理能力 20 L/s, 0.37 kW。曝气头 164 个, 通气量 7 m<sup>3</sup>/(h·个)。

3.2 一体化生化池

一体化生化池包含厌氧区、缺氧区、曝气区、沉淀区。池子按照一期平均流量设计。生化池上部加盖建筑, 以满足脱臭处理要求。

生化池总有效容积 49 329 m<sup>3</sup>, 泥龄 12.4 d, 污泥负荷 0.11 kg BOD<sub>5</sub>/(kg MLSS·d), 污泥浓度 4 g/L。

(1) 厌氧区设计。厌氧区分 2 格, 实际水力停留时间 1.225 h, 有效容积 5 103 m<sup>3</sup>, 总容积 5 670 m<sup>3</sup>, 污泥回流率 100%。

(2) 缺氧区(反硝化区)设计。缺氧区分 2 格, 最大反硝化速率 0.07 kgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/(kgVSS·d), 缺氧区有效容积 7 938 m<sup>3</sup>, 总容积 8 820 m<sup>3</sup>, 水力停留时间 1.91 h, 最大内回流率 200%。

(3) 好氧区(硝化区)设计。好氧区分 2 格, 好氧区有效容积 36 288 m<sup>3</sup>, 总容积 40 320 m<sup>3</sup>, 水力停留时间 8.71 h。

表 2 各构筑物脱臭处理量

| 主要废气源   | 设计处理气量/m <sup>3</sup> /h |
|---------|--------------------------|
| 一体化生化池  | 42 500                   |
| 细格栅沉砂池  | 13 900                   |
| 粗格栅提升泵房 | 7 400                    |
| 储泥池     | 2 600                    |
| 脱水机房    | 4 000                    |
| 总计      | 70 400                   |

(4) 供气量。总供气量 25 000 m<sup>3</sup>/h。

(5) 沉淀区。沉淀区为矩形周进周出沉淀池, 分 5 格, 表面负荷 0.947 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h), 有效容积 17 621 m<sup>3</sup>, 水力停留时间 4.23 h, 溢流堰负荷 2.91 L/(s·m)。

(6) 配套设备。充氧采用棕刚玉曝气器, 厌氧区和缺氧区安装 ITT-FLTYGT 水下搅拌机共 10 台, 连续工作, 每台轴功率 4.3 kW。内回流采用 ITT-FLTYGT PP4660 水平螺旋桨泵 4 台, 连续工作, 每台  $Q = 650\text{ L/s}$ ,  $H = 1.0\text{ m}$ ,  $P = 10\text{ kW}$ 。外回流采用 ITT-FLTYGT PL7055/680 潜水轴流泵 2 台, 连续工作, 每台  $Q = 650\text{ L/s}$ ,  $H = 2.0\text{ m}$ ,  $P = 27\text{ kW}$ 。剩余污泥泵采用 ITT-FLTYGT CP3127MT431 潜污泵 2 台, 每台  $Q = 40\text{ L/s}$ ,  $H = 4.7\text{ m}$ ,  $P = 4.7\text{ kW}$ 。

沉淀区采用美国 Polychem 公司制造的非金属链式刮泥刮渣机 5 台, 连续工作, 刮泥速度 0.6 m/min, 长 83 m, 宽 8 m, 水深 4.3 m, 驱动功率 1.0 kW。每台刮泥刮渣机配电动旋转撇渣器 1 套, 撇渣管直径 400 mm。沉淀区设穿孔排泥管及套筒式排泥阀 50 套, 排泥管直径 250 mm。

3.3 D 型滤池

D 型滤池 1 座, 采用具有专利技术的 DA863 纤维滤料, 滤料松散, 填装高度 800 mm。滤池分 8 格, 每格过滤面积 28 m<sup>2</sup>, 池子最大流量按照一期规模 × 总变化系数(1.3)设计, 最大流量时正常滤速 24.2 m/h。

3.4 滤池反冲洗房

滤池反冲洗房及配电间 1 栋。

滤池反冲洗供气采用罗茨鼓风机 3 台(2 用 1 备), 每台风量 20 m<sup>3</sup>/min, 风压 0.05 MPa, 轴功率 24.91 kW。滤池反冲洗水泵 3 台(2 用 1 备), 每台

表 3 沙河污水处理厂 2005 年月平均水质情况

| 月份 | COD <sub>Cr</sub> /mg/L |      | BOD <sub>5</sub> /mg/L |     | SS/mg/L |     | 氨氮/mg/L |     | 总氮/mg/L |      | 总磷/mg/L |     |
|----|-------------------------|------|------------------------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|------|---------|-----|
|    | 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  | 313.0                   | 24.4 | 105.9                  | 8.9 | 167.0   | 7.1 | 27.6    | 2.5 | 34.4    | 14.5 | 1.5     | 0.3 |
| 2  | 470.0                   | 25.3 | 167.6                  | 8.8 | 296.5   | 6.8 | 22.5    | 2.6 | 35.5    | 13.8 | 1.5     | 0.4 |
| 3  | 416.0                   | 22.9 | 154.4                  | 8.6 | 394.0   | 6.2 | 30      | 3.3 | 38.1    | 13.2 | 3.0     | 0.5 |
| 4  | 726.6                   | 24.9 | 246.7                  | 9.6 | 441.5   | 5.9 | 29.7    | 3.9 | 37.9    | 13.6 | 3.4     | 0.5 |
| 5  | 631.9                   | 22.2 | 327.2                  | 9.9 | 298.6   | 5.1 | 25.8    | 1.0 | 30.4    | 13.7 | 3.4     | 0.8 |
| 6  | 438.8                   | 20.2 | 204.5                  | 8.5 | 302.4   | 5.9 | 23.3    | 0.8 | 29.8    | 13.3 | 1.3     | 0.5 |
| 7  | 335.0                   | 20.1 | 172.4                  | 6.8 | 284.1   | 6.0 | 18.6    | 0.3 | 21.4    | 13.9 | 1.7     | 0.9 |
| 8  | 217.1                   | 13.2 | 114.9                  | 6.3 | 194.6   | 5.1 | 14.9    | 0.5 | 21.0    | 13.5 | 1.3     | 0.8 |
| 9  | 287.7                   | 11.4 | 144.3                  | 4.6 | 222.2   | 5.0 | 17.4    | 0.4 | 19.8    | 12.6 | 1.2     | 0.4 |
| 10 | 325.5                   | 12.9 | 146.7                  | 5.4 | 239.3   | 5.2 | 22.3    | 1.6 | 26.7    | 11.9 | 1.5     | 0.5 |
| 11 | 210.4                   | 16.0 | 125.4                  | 5.6 | 204.5   | 5.1 | 19.2    | 0.6 | 32.9    | 13.8 | 1.2     | 0.4 |

流量 350 m<sup>3</sup>/h, 扬程 11.5 m, 配套电机功率 18.5 kW。

### 3.5 消毒渠

消毒渠 2 道, 平面尺寸长×宽= 9.0 m×5.5 m, 渠深 1.55 m, 有效水深 0.712 m。渠内设德国威得高(WEDECO AG)水处理公司生产紫外线消毒设备 1 套, 分 2 组, 总功率 72 kW。

### 3.6 鼓风机房

鼓风机房(含配电间) 1 栋, 一期设计供气量 416 m<sup>3</sup>/min, 供气压力 75 kPa。安装 HV-TURBO 单级高速离心风机 3 台(2 用 1 备), 另外预留远期基础 1 个, 每台风量 208 m<sup>3</sup>/min, 风压 75 kPa, 配套电机功率 335 kW。

### 3.7 脱水机房、加药间

污泥脱水机房、加药间合建, 1 栋。

(1) 脱水机房。一期剩余污泥干重 14.3 t/d, 浓缩脱水后含水率≤80%。脱水机房内安装阿法拉法转筛浓缩机 2 台, 单台处理能力 75 m<sup>3</sup>/h, 配用电机功率 1.5 kW。阿法拉法离心脱水机 2 台, 单台处理能力 15 m<sup>3</sup>/h, 配用电机功率 30 kW。配套辅助设备有浓缩污泥进料泵 2 台, 脱水污泥进料泵 2 台, 脱水切割机 2 台, 絮凝剂投配系统 1 套, 泥饼泵 2 台。

(2) 加药间。加药间与脱水机房合建, 投加碱式氯化铝(PAC), 设计投加量 15 mg/L(液体商品,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量 10%), 投药计量泵 3 台(2 用 1 备), 单台流量 Q= 500 L/h, 扬程 H= 0.3 MPa, P= 1.5 kW。设有 PAC 储药装置 2 套, 总容积 15 m<sup>3</sup>。

### 3.8 脱臭生物滤池系统

根据池子曝气量和需抽气空间确定脱臭气量规模, 见表 2。

采用集中脱臭玻璃钢生物滤池装置一套, 分独立 2 格, Q= 70 000 m<sup>3</sup>/h, 过滤面积 414 m<sup>2</sup>。配套采用隔音罩隔音离心风机一台。处理后尾气 20 m 高空管道集中排放。

## 4 实际运行情况

目前污水处理厂进水量基本达到设计规模。由于上游 1 km 内某大制药厂间断排污, 造成进水水质波动较大, 但出水水质均能达标, 尤其是经过 2005 年初优化运行工况后, 下半年处理效率有所提高, 运行也较稳定。表 3 为 2005 年污水处理厂月平均水质情况。由表 3 可见, 出水水质均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准。

& 通讯处: 610081 成都市星辉中路 11 号

电话: (028) 83311067

E-mail: cqfy67738288@vip.sina.com

收稿日期: 2006- 07- 24

修回日期: 2006- 09- 10