



# 曝气生物滤池处理生活污水的应用

王爱军, 戴建军

(盐城工学院 实践学科, 江苏 盐城 224003 2盐城市环境科学研究所, 江苏 盐城 224002)

摘要: 采用曝气生物滤池工艺处理日排 2 000m<sup>3</sup>左右生活污水, 在进水 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, NH<sub>3</sub>-N 的质量浓度分别为 350, 168, 300, 38mg/L 时, 经处理后出水 COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, NH<sub>3</sub>-N 的质量浓度分别为 43, 16.8, 15, 12.6mg/L, 达到了《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。

关键词: 曝气生物滤池; 生活污水; 陶粒; 污水处理

中图分类号: X799.3 文献标识码: B 文章编号: 1009—2455 (2006) 01—0084—03

某小区位于城郊, 日排生活污水 2 000m<sup>3</sup>, 由于地处城市水源的上游, 必须就地处理, 并尽可能回用。该工程采用曝气生物滤池 (BAF) 工艺, 出水水质达到了污水综合排放标准中的一级标准。现将该工程的设计参数介绍如下:

## 1 水量、水质及排放标准

污水设计水量为 2 000m<sup>3</sup>/d, 进水水质和排放标准 (见表 1)。排放标准按《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的一级标准执行。

表 1 污水水质和排放标准

| 项目   | $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{BOD}_5)$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{SS})$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | 大肠菌群 /<br>(个·L <sup>-1</sup> ) |
|------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 污水   | 400                                                        | 200                                              | 350                                           | 40                                                       |                                |
| 排放标准 | ≤ 60                                                       | ≤ 20                                             | ≤ 20                                          | ≤ 15                                                     | ≤ 500                          |

## 2 工艺流程

工艺流程见图 1。

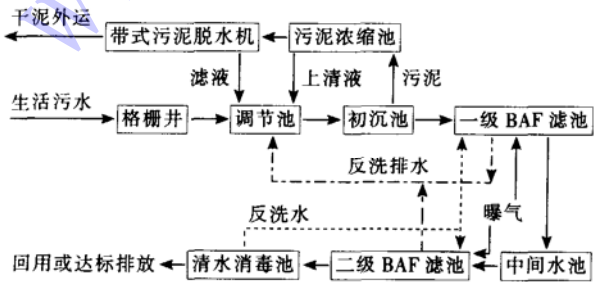


图 1 工艺流程

污水经粗细两道格栅除去较大颗粒的杂质后, 进入调节池, 调节池内设液下搅拌机以均衡污水的水质和水量, 并防止沉淀。通过污水泵提升入初沉池进行沉降分离, 出水从底部进入一级 BAF 池, 进行 BOD<sub>5</sub>与 COD<sub>Cr</sub>的降解以及部分氨氮的氧化; 出水进入中间水池, 然后经二级提升泵从上部进入二级 BAF 滤池, 进一步去除 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Cr</sub>及 NH<sub>3</sub>-N, 出水进入清水消毒池, 经过二氧化氯消毒后部分回用到小区作为绿化和地面冲洗水使用, 其余部分达标排放。

BAF 滤池每运行一定周期即进行反冲洗 (用滤后水), BAF 滤池的反冲污泥具有较强的生物活性和吸附悬浮有机物颗粒的作用, 可作为一种生物絮凝剂。工程设计中将其回流到调节池, 和原污水充分混合后, 将大大有助于原污水中 SS 的沉降及 COD<sub>Cr</sub>的去除。

## 3 主要构筑物、设备设计及技术说明

### 3.1 主要构筑物

主要构筑物见表 2。

表 2 主要构筑物

| 构筑物名称   | 规格 /m×m×m     | 数量 | 备注  |
|---------|---------------|----|-----|
| 格栅井     | 5.4×1.2×2.3   | 1  | 砼结构 |
| 调节池     | 10.6×15.6×5.8 | 1  | 砼结构 |
| 中间水池    | 4.5×6.5×3.8   | 1  | 砼结构 |
| BAF 处理间 | 20.0×14.0×7.5 | 1  | 砖混  |
| 风机房     | 5.04×8.0×4.5  | 1  | 砖混  |
| 污泥脱水间   | 10×8.0×4.5    | 1  | 砖混  |
| 清水池     | 3.0×6.0×5.0   | 1  | 砼结构 |



### 3.2 主要设备

主要设备见表 3。

表 3 主要设备

| 设备名称      | 规格          | 数量 | 备注             |
|-----------|-------------|----|----------------|
| 人工格栅      | 2.0m×0.6m   | 1  | 栅条间隙 20mm      |
| 机械格栅      | GSHZ-500    | 1  | 栅条间隙 10mm      |
| 液下搅拌机     | QJB2.2/8    | 4  | N=2.2 kW       |
| 竖流式沉淀池    | Φ 5.6m×5.9m | 1  | 非标             |
| 一级 BAF 滤池 | Φ 3.5m×5.0m | 4  | 非标             |
| 二级 BAF 滤池 | Φ 3.0m×5.0m | 4  | 非标             |
| 风机        | SSR-125     | 3  | 2用 1备, N=11 kW |
| 带式污泥压滤机   | DYQ-1000C   | 1  | 全套             |
| 污水提升泵     | WQ60-13-4   | 6  | 4用 2备, N=4 kW  |
| 反冲洗水泵     | WQ300-13-22 | 2  | 1用 1备, N=22 kW |
| 二氧化氯发生器   | HTSE-500    | 1  | N=7.5 kW       |

### 3.3 技术说明

① 两道格栅去浮渣。由于小区内没有化粪池，污水中杂物较多，设两道格栅，可有效截留漂浮杂物，为后续污水泵等设备的正常运转提供保障。前道为人工格栅，后道为旋转机械格栅。

② 调节池。由于小区所排污水水量波动较大，主要集中在早、中、晚 3 个时段排放，调节时间较长，为 8 h。池内设有 4 台液下搅拌机进行搅拌，既可达到均化水质，又可保证没有太多的颗粒物在调节池沉积。

③ 初沉池。初沉池为竖流式碳钢结构，共 2 座，且并联运行，污水从调节池经泵提升后同时进入 2 座沉淀池，有效水深 2.0 m，表面负荷  $1.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，水力停留时间为 1.5 h。采用重力式定期排泥到污泥浓缩池。

④ BAF 生物过滤器。分 2 级串联工作，每级 4 座并联运行，采用大阻力配水系统，BAF 工艺主要设计参数见表 4。一级 BAF 外型尺寸  $\Phi 3.5 \text{ m} \times 5.0 \text{ m}$ ，下进水，配水干管 DN 200，配水支管 DN 50，9 支均布，配水孔  $\Phi 10 \text{ mm}$ ，交叉排列共 200 个。配气干管 DN 80，配气支管 DN 25，9 支均布，配气孔  $\Phi 6 \text{ mm}$ ，交错均布共 200 个。二级 BAF 外型尺寸  $\Phi 3.0 \text{ m} \times 5.0 \text{ m}$ ，上进水，配水干管 DN 200，配水支管 DN 50，交错开  $\Phi 8 \text{ mm}$  配水孔共 180 个。配气干管 DN 80，配气支管 DN 25，9 支均布，交错开  $\Phi 5 \text{ mm}$  配气孔共 200 个。一、二级 BAF 过滤器中从下到上分别装填了 400 mm 的鹅卵

石、400 mm 的小石子和 2 000 mm 的陶粒。陶粒作为 BAF 生物载体，具有表面粗糙、密度适中、无毒、化学性质稳定、强度好耐摩擦的优点。本工程选用山东淄博产的陶粒，其粒径 4~8 mm，堆积密度  $0.9 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，比表面积  $4 \text{ m}^2/\text{g}$ 。采用气水反冲洗，反冲洗空气强度  $20 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，反冲洗水强度  $8.5 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；一级 24 h 反洗 1 次，历时 20 min，二级 36 h 反洗 1 次，历时 20 min。

表 4 BAF 工艺设计参数

| 设计参数                                                         | 一级 BAF       | 二级 BAF |
|--------------------------------------------------------------|--------------|--------|
| 水力负荷 $/(\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1})$ | 3            | 3.6    |
| 气水比                                                          | 3:1          | 2.5:1  |
| 填料高度 /m                                                      | 2            | 2      |
| 填料粒径 /mm                                                     | 4~8          | 4~8    |
| 反冲周期 /h                                                      | 24           | 36     |
| 单池反冲强度 $/(\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ | 水: 8.5 气: 20 |        |
| 反冲所用时间 /min                                                  | 20           |        |

⑤ 消毒。利用二级 BAF 滤池出水负压投加  $\text{ClO}_2$  消毒，消毒池与清水池合二为一，停留时间为 2 h，有效氯投加量为 5~10 mg/L。

⑥ 污泥脱水。初沉池的污泥排放污泥罐后经重力浓缩，上层清液回到调节池，污泥经泵提升到污泥脱水间，采用带式污泥压滤机，带宽 1 m，进入压滤机前加聚丙烯酰胺脱水剂，脱水后的污泥外运去苗圃，作园林绿化底肥。滤液回流到调节池。

⑦ 清水回用。系统处理后的最终出水，部分经泵提升到小区，供小区草坪绿化用水及地面冲洗用。

### 4 调试及运行

该工程 2003 年开始建设，并于当年进行了试运行和验收鉴定。该系统调试比较简单，未接种污泥，采用分段全流程试运来培养生物膜。调试时，污水负荷按 20%，40%，60%，80%，100% 进入，全流程运行处理。每个负荷状态下运行 10 d，50 d 后一级、二级 BAF 滤池的陶粒滤料均已挂膜，出水达标，60 d 后，调试结束。BAF 的陶粒滤料在填装时表现为黑色，调试开始后，陶粒外观发生变化，陶粒表面产生粘性。另外调试时观察到，调试开始时，水面泡沫较多，随着时间的延长，水面上的泡沫逐渐减少。反冲洗的出水颜色也由黑色漂浮物转变成灰褐色漂浮物。出水也变得清



澈透明。经当地环境监测部门连续 3 d 不间断取样监测，出水指标达到了《污水综合排放标准》GB 8978—1996)一级标准。验收监测结果见表 5。

表 5 污水处理监测结果

| 项目    | $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{BOD}_5)$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{SS})$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | $\rho(\text{N-NH}_3)$ /<br>( $\text{mg L}^{-1}$ ) | 大肠菌群 /<br>( $\text{个} \cdot \text{L}^{-1}$ ) |
|-------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 格栅井   | 350                                                        | 168                                              | 300                                           | 38                                                |                                              |
| 清水池   | 43                                                         | 16.8                                             | 15                                            | 12.6                                              | <500                                         |
| 去除率 % | 88                                                         | 90                                               | 95                                            | 67                                                |                                              |

注：数据为连续 3 d 监测的平均值。

## 5 技术经济分析

### 5.1 投资情况

污水处理站投资见表 6。

表 6 污水处理站投资

| 项目   | 费用 万元 | 项目   | 费用 万元 |
|------|-------|------|-------|
| 设备投资 | 136.8 | 附属设备 | 10.4  |
| 土建投资 | 80.2  | 其它费用 | 10.0  |
| 管路仪表 | 33.6  | 合计   | 271.0 |

### 5.2 运行费用

污水处理站定员 8 人，每人每月工资按 900

元计，设备折旧按 20 a 计，维修费按设备折旧的 15% 计。运行费用估算见表 7。

表 7 运行费用估算

| 项目   | 费用 万元 | 项目         | 费用 万元 |
|------|-------|------------|-------|
| 人工工资 | 8.64  | 药剂费 (污泥脱水) | 3.06  |
| 设备折旧 | 6.84  | 维修费        | 1.03  |
| 电费   | 15.26 | 合计         | 34.83 |

污水处理站硬件投入为一次性投入，假设污水处理站使用 20 a，则单位投资为 6.71 万元 /a，运行费用为 34.83 万元 /a，其单位处理成本约为 41.5 万元 /a。如果不考虑处理后清水及其干泥的循环利用价值，则处理单位每吨生活污水的总投资费用约为 0.5 元。

采用 BAF 工艺，成功地治理了该小区的生活污水，其出水水质达到《污水综合排放标准》GB 8978—1996)一级标准，该工程体现了曝气生物滤池 (BAF) 处理生活污水低投资、低运行费用，具有处理效果好、工艺流程简单、管理方便等优点。

作者简介：王爱军 (1968—)，男，江苏盐城人，实验师，工学学士，(电子邮箱) wang9027@ycit.cn。