



紫外消毒在南方某城市污水处理厂中的应用

蒋以元¹ 王彬² 梁福康³

(1. 中科院生态环境研究中心环境水质学国家重点实验室, 北京 100085; 2. 南宁市排水公司, 南宁 530028;
3. 深圳海川环境科技有限公司南宁办事处, 南宁 530022)

摘要: 本文在介绍南宁某污水处理厂的紫外消毒系统基础上, 对其处理效果和运行成本分析了分析。生产运行表明该技术运行成本低、处理效果稳定, 处理出水满足景观用水和下游补水需求。

关键字: 城市污水; 消毒; 紫外消毒系统; 景观用水

南方某污水处理厂(一期)设计处理能力为 12 万吨/天, 采用传统活性污泥法处理工艺, 于 1999 年 10 月建成并投入使用, 处理后出水可达到国家二级排放标准, 就近排入城市内河竹排冲。为保护城市水环境安全和满足下游南湖应急补水需求, 特别是 2003 年爆发非典型肺炎以后, 污水处理厂出水的微生物安全问题受到越来越多关注。为此, 该污水处理厂于 2004 年 10 月底增建了低压高强度紫外线消毒系统 UV3000PlusTM, 该系统由加拿大 Trojan 公司进口, 主要包括紫外灯模块组, 模块支架、系统控制中心、配电中心、液压系统中心、自动清洗系统、低水位探测及水位控制系统等。该系统可室外安装运行, 不需房屋构造和空调设备, 且特洁安系统小巧紧凑, 大大节省了占地和土建投资等, 自投入使用以来杀菌效果良好。



1 系统设计参数

根据该污水厂处理规模、排放要求和紫外消毒影响因素，紫外线消毒系统水质设计参数如下：

- (1) 平均流量：120000 m³/d
- (2) 设计峰值系数 $K=1.3$
- (3) 峰值流量：156000 m³/d（以该流量计算紫外剂量）
- (4) 总悬浮物 TSS：20 mg/L（最大值）
- (5) BOD₅：20 mg/L
- (6) 平均固体颗粒尺寸：30 微米
- (7) 污水温度变化范围：0.5–30℃

(8) 消毒指标：粪大肠菌群小于 10000 个/升（30 天取样几何平均值），参考《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）

2 紫外线消毒系统参数

(1) 消毒构筑物采用明渠，尺寸（长×宽×高）为 8825mm ×2600mm×1680mm，占地面积小于 30 m²，不需要其他任何构筑物。

(2) 设计有效生物验定剂量为 18.3 (mJ/cm²)，灯管老化系数，0.82，灯管结垢系数 0.95。

(3) 设计紫外透光率(UVT) ≥ 65%，石英透管透光率≥91%；

(4) 紫外光灯数目，共 216 根灯管，采用矩阵排列 $X=27$ 、 $Y=8$ ；选用型号 UV3000Plus 紫外灯组，GA64T6L 低压高强灯，灯管保证连续使用寿命 12,000 小时，灯管最后的 UV-C 强度输出为新灯管输出的 82%；单根灯管功耗 250 W，在紫外 254nm 时的输出功率 112 W，光电转化率 44.8%

(5) 自动清洗系统，采用机械加化学清洗，具有自动清洗功能，能保证灯管的透光率，可完全免除人工用清洗液清洗灯管，并且清洗周期灵活设定。

(6) 水位控制设备采用低水位探头，保证在灯管露出水面前自动断电。自动水位控制器维持一个合适水位，保持灯管全部被淹没。

(7) 紫外模块配电中心 NEMA 4X 可室外安装，不需要房屋、空调、风扇装置，降低了投资成本；完全密封的电子镇流器，自然冷却，避免了灰尘、潮湿等对电子镇流器的腐蚀，电子镇流器寿命长达 5 年。

3 处理效果分析

经日常运行监测分析，消毒处理系统进水悬浮物浓度（TSS）在 16-22mg/L 左右，经过紫外消毒处理后出水粪大肠菌数均在 200 个/L 以下，出水水质稳定，杀菌效果较好，满足《城镇污水处理厂污染物排放标准（GB 18918—2002）》一级 B 标准和观赏性景观环境用水水质要求，对保护城市内河竹排冲水生生态具有重要意义。

4 投资运行成本和效益分析

根据实际报价计算，该系统投资成本为 25 元/吨；直接运行成本 0.96 分/吨，其中电耗 0.57 分/吨（电价为 0.75 元/度），灯管更换费用为 0.39 元/吨。

5 结论与建议

该技术具有投资少，运行成本低、自动化程度高、维护简便等优点，处理效果稳定，能满足景观用水和下游补水需求，对保护水环境、构建和谐社会、创造城市景观具有重要意义，具有显著的经济效益、环境效益和社会效益。

建议进一步加强紫外消毒研究，评估其环境风险，扩宽其使用范围。