

北京师范大学中水处理站设计与运行

刘建斌¹, 王飘扬², 范 飞²

(1. 北京师范大学 环境科学研究所, 北京 100875; 2. 北京万邦达环保技术有限公司, 北京 100875)

摘 要: 为推进高校节水工作, 北京师范大学建设了规模为 $600 \text{ m}^3/\text{d}$ 的中水处理站, 采用物化预处理/生物处理/过滤/消毒工艺, 出水水质达到了《城市杂用水水质标准》(GB/T 18920—2002)。该站还可作为教学基地, 实现了中水回用与教学科研相结合。

关键词: 中水处理站; 设备配置; 设计参数; 运行

中图分类号: TU991.57 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2004)09-0081-03

Design and Operation of Reclaimed Water Treatment Station in Beijing Normal University

LIU Jian-bin¹, WANG Piao-yang², FAN Fei²

(1. Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Beijing Wanbangda Environmental Protection Technology Co. Ltd., Beijing 100875, China)

Abstract: In order to push ahead water saving in university, a reclaimed water treatment station was built in Beijing Normal University with a capacity of $600 \text{ m}^3/\text{d}$. The physico-chemical pretreatment / biological treatment / filtration / disinfection process was adopted, and the effluent quality reached *Urban Miscellaneous Water Quality Standard* (GB/T 18920—2002). The station also could act as teaching base, and thus fulfilling the reclaimed water reuse in combination with teaching and scientific research.

Key words: reclaimed water treatment station; equipment allocation; design parameters; operation

北京师范大学中水站建成投产一年来, 设备运行正常, 于2003年9月通过了北京市城市节水办的验收, 成为北京市城市节水办和北京市高校节水办的中水示范基地。

1 水质、水量

1.1 原水水量、水质

中水水源(原水)主要来自学生宿舍盥洗间洗涤水及学生课堂洗浴水, 处理水量为 $600 \text{ m}^3/\text{d}$, 最大时处理量为 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ 。原水 COD 为 $120 \sim 200 \text{ mg/L}$, BOD₅ 为 $50 \sim 80 \text{ mg/L}$, SS 为 $40 \sim 100 \text{ mg/L}$, pH = 7.5, 阴离子合成洗涤剂为 $2 \sim 5 \text{ mg/L}$ 。

1.2 回用水质

中水处理站出水回用到学生宿舍的厕所冲洗、草坪喷灌及操场冲洗, 水质要符合《城市杂用水水质标准》(GB/T 18920—2002)。

该处理站从竣工以来, 一直满负荷运行, 2003年9月北京市疾病预防控制中心进行了水质检测(见表1), 结果显示各项指标均达标。

2 处理工艺及设计参数

2.1 处理工艺的选择

根据原水水质以及出水用途, 经过技术经济比较后确定采用物化预处理/生物处理/过滤消毒的处

理工艺,如图 1 所示。

表 1 水质检测结果

Tab. 1 The measurement results of water quality

项目	浊度 (NTU)	pH	细菌总数 (个/mL)	总大肠菌群 (个/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	阴离子合成 洗涤剂(mg/L)	SS (mg/L)	余氯 (mg/L)	色度 (倍)
数值	0.75	7.67	<100	<3	3.1	15	0.244	<10	1.1	<5

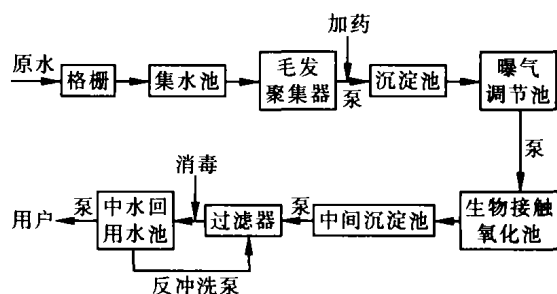


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of raw water treatment process

2.2 主要构筑物及设计参数

a. 机械格栅

原水直接自流进入中水站,在进水口设机械格栅一台,以拦截进水中的固形物。栅宽为 300 mm,栅条间距为 5 mm,设计流量为 30 m³/h,过栅流速为 0.6 m/s,电机功率为 0.75 kW。格栅的开停由 PLC 控制,也可就地操作。

b. 集水箱、毛发聚集器

为了保证提升泵的正常运转,设置了一个 3.0 m×3.0 m×2.5 m 的集水箱,同时在提升泵前安装了两台快开式毛发聚集器(尺寸为 Ø800 mm×1 200 mm,一用一备),收集水中的毛发和其他细小纤维物,防止堵塞水泵。

c. 絮凝沉淀池

采用机械搅拌反应池(共两组),分二级,停留时间为 20 min。每组平面尺寸为 1.5 m×1.5 m,深 2.5 m,配置垂直轴机械搅拌器,电机功率为 0.37 kW,一级搅拌速度为 80 r/min,二级为 40 r/min。为了配水均匀,反应池与沉淀池合建,穿孔配水。采用平流式沉淀池,双斗排泥,平面尺寸为 8.0 m×3.0 m,表面负荷为 1 m³/(m²·h),沉淀部分深为 2.0 m,泥斗高为 1.8 m。水力停留时间为 2 h。

d. 曝气调节池

为保证后续接触氧化工艺的正常运行及调节水量、水质,设置了曝气调节池,停留时间为 8 h,平面尺寸为 12 m×5 m,深 4.3 m。池内设两台 JA 35-100 水下曝气机,功率为 3.7 kW。

e. 两级生物接触氧化池

两级生物接触氧化池为中水站的核心构筑物,一级生物接触氧化池水力停留时间为 3 h,平面尺寸为 6.0 m×4.0 m,池深为 3.5 m,池内设新型弹性填料(高度 2 m)和两台 JA 35-100 水下曝气机,功率为 3.7 kW。二级生物接触氧化池水力停留时间为 2 h,平面尺寸为 4.0 m×4.0 m,池深 3.5 m,池内设组合填料(高度 2 m)和两台 JA 35-80 水下曝气机,功率为 2.2 kW。

f. 中间沉淀池和中间水箱

为保证过滤设备的正常运转设置了中间沉淀池,平面尺寸为 2 m×4 m,深 3.5 m,与生物接触氧化池合建,内设穿孔排泥管;为后续工序正常运行另设了中间水箱,其体积为 4.5 m³,平面尺寸为 0.6 m×4 m,深 3.5 m,与中间沉淀池、生物接触氧化池合建。

g. 高效自动过滤器

为进一步改善水质,采用进口高效自动过滤器(直径 Ø1 200 mm,产水量为 30 m³/h)。它具有体积小、质量轻、效率高、产水量大等特点,适合中水站使用,反冲洗时间为 4~10 min,反冲洗强度为 10~12 L/(m²·s),反冲洗周期为 4~7 d。

h. 回用水池及水泵

回用水池用于储存处理后的中水,对供水起稳定调节作用,同时为中水提供与消毒剂充分接触的时间,回用池停留时间为 6 h,平面尺寸为 10 m×4.5 m,深 4 m。回用水泵采用 VASG310-65(D) 双级增压泵(Q=30 m³/h, H=400 kPa, N=5.5 kW),由 PLC 控制。

i. 加药系统

采用进口隔膜计量泵进行加药,聚合氯化铝投量为 15 mg/L,次氯酸钠的投量为 10~15 mg/L,设备包括溶药罐、搅拌机和进口计量泵。

j. 计量系统

采用一台智能电磁流量计,安装在生物接触氧化池进水管上。

k. 操作与自控系统

采用自动控制与人工手动操作相结合的控制方式。在各电机设备附近均设有手动开关供现场使用。

自动控制系统采用 SIEMENS S7 300 PLC,既能满足工程实际需要,又兼顾教学的需要。特别是为了增加教学效果,设置了工业电视系统和大屏幕投影系统。整个集中分布式控制系统配置由二级网络组成。

该系统集控制、数据采集功能为一体,完成整个工程的过程控制、工艺流程显示、设备运行状态的监测,具有顺序控制、时间控制、回路调节及故障报警等功能。

中央控制室设 1 台工作站,以 WINDOWS NT 作为系统软件。中央控制室监控计算机、现场 PLC 组成一个 PROFIBUS - DP 网络系统。中央控制室可通过 PROFIBUS - DP 调用现场的全部运行信息,并可以控制现场主要设备的启动和停止。

现场 PLC 进行现场工艺检测参数和设备运行工况信号的采集、检测和控制,并通过工业以太网向中央控制室实时传送。

3 设计特点

① 采用正确的工艺路线,确保出水水质达标。

② 为了消除生物接触氧化池在运行过程中产生的大量泡沫,设置了喷淋系统,通过生物接触氧化池出水自身循环喷淋消泡。

③ 为防止清水池内存水被抽干而导致中水系统供水中断,在清水池上部设有自来水应急供水管,底部设有低水位报警器。

④ 整个污泥处理系统全封闭,避免了臭气扩散影响周围环境。

⑤ 整个中水站可全自动运行,操作人员可在中央控制室完成整个系统的运行和监控。

4 教学特色

① 为配合学生实习,该中水处理系统配置了工业电视系统和大屏幕投影系统,可以直观、方便地进行教学演示活动。

② 在一楼设置了化验室,既能完成中水处理站的日常化验工作,又能完成一些现场污水处理试验。

③ 在二楼设置了教室,可进行现场直观教学活动。

5 处理成本

中水处理成本包括日常运转费(电费、药剂费等)和设备维修费等。

① 电费:耗电量为 $680 (\text{kW} \cdot \text{h})/\text{d}$,以 $0.44 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 计,则电费为 $300 \text{ 元}/\text{d}$ 。

② 人工费:定员 2 人/d,工资按 $40 \text{ 元}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 计,则人工费为 $80 \text{ 元}/\text{d}$ 。

③ 消毒费: $40 \text{ 元}/\text{d}$ 。

④ 药剂费: $50 \text{ 元}/\text{d}$ 。

⑤ 维修费: $50 \text{ 元}/\text{d}$ 。

⑥ 设备折旧费:设备投资以 120 万元计,设备折旧年限以 10 年计,则设备折旧费为 $328 \text{ 元}/\text{d}$ 。

综上,总费用: $848 \text{ 元}/\text{d}$,吨水处理费: 1.41 元 。

6 经济效益

目前,北京师范大学自来水费用为 $4.44 \text{ 元}/\text{m}^3$,回用水处理成本为 $1.41 \text{ 元}/\text{m}^3$,吨水可获益 3.03 元 ,按 $600 \text{ m}^3/\text{d}$ 计,可获益 $60 \text{ 万元}/\text{a}$,两年内可以收回整个工程投资。

电话: (010) 62200447

E-mail: liujianbinwbd@263.net

收稿日期: 2004-04-26

· 工程信息 ·

昆明市环滇池截污管网及污水治理工程

该工程包括环滇池截污管网工程(干管管径为 DN2 500)、昆明市第三和第六污水处理厂扩建工程(第三污水处理厂扩建规模: $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,第六污水处理厂扩建规模: $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)、新建安宁污水处理厂工程(处理规模: $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),总投资额: 49 亿元。目前该工程正处于前期准备工作阶段。

(昆明市第三污水处理厂 杜文东 供稿)