

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.16.011

南京某污水厂准Ⅳ类标准工艺设计及新技术应用

朱 亮, 吴 昊, 顾 颀

(南京市市政设计研究院有限责任公司, 江苏 南京 210008)

摘 要: 南京某污水处理厂四期工程设计规模为 $12\text{万 m}^3/\text{d}$, 主体工艺采用“改良AAO池+二沉池+高密度沉淀池+反硝化深床滤池”。改良AAO池配合多点进水强化脱氮除磷, 高密度沉淀池去除悬浮物(SS)和总磷(TP), 反硝化深床滤池进一步去除SS、TP和总氮(TN)。采用污泥催化新技术对部分回流污泥进行筛选优化, 提高回流污泥的生物活性, 使系统抗冲击负荷能力提高15%、污泥产量降低20%。根据运行阶段连续14个月的进、出水监测数据, 出水TN为 $6.66\sim 9.98\text{ mg/L}$, 平均值为 8.76 mg/L ; 出水TP为 $0.07\sim 0.24\text{ mg/L}$, 平均值为 0.14 mg/L ; 出水SS稳定在 5 mg/L 以下。出水水质满足《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)准Ⅳ类标准。设计采用建筑信息模型(BIM)与地理信息系统(GIS)技术, 准确定位新建单体与现状场地及管网之间的关系, 减少错漏碰缺, 同时精确测量并快速计算土方量。智慧管理系统为该污水处理厂可视化生产、智慧决策等提供一体化运行管理平台。项目总投资为69 819.9万元, 处理成本为 $1.06\text{元}/\text{m}^3$ 。

关键词: 污水处理; 改良AAO工艺; 反硝化深床滤池; 污泥催化; BIM+GIS技术; 智慧管理; 地表水准Ⅳ类标准

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2026)16-0069-07

Design and Novel Technology Application for a Quasi-Ⅳ Criteria Wastewater Treatment Plant in Nanjing

Zhu Liang, Wu Hao, Gu Jie

(Nanjing Municipal Design and Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210008, China)

Abstract: The designed capacity of the Nanjing wastewater treatment plant phase Ⅳ project is $12\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$. The treatment process comprises a modified AAO tank, secondary sedimentation tank, high-density sedimentation tank, and denitrifying deep-bed filter. The modified AAO process utilizes multi-point influent distribution to enhance nitrogen and phosphorus removal. The high-density sedimentation tank effectively removes SS and TP, while the denitrifying deep-bed filter provides further removal of SS, TP, and TN. A novel sludge catalytic technology is adopted to screen and optimize a portion of the return sludge, thereby enhancing its biological activity. This has resulted in a 15% increase in the system's shock resistance capacity and a 20% reduction in sludge production. Based on 14 consecutive months of operational monitoring of influent and effluent quality, the effluent TN ranged from 6.66 mg/L to 9.98 mg/L , with an average of 8.76 mg/L . The effluent TP ranged from 0.07 mg/L to 0.24 mg/L , with an average of 0.14 mg/L . The effluent SS consistently remained below 5 mg/L . The effluent quality meets the quasi-Ⅳ criteria of the *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB 3838-2002). The design adopts BIM+GIS technology to accurately define the spatial relationship between new structures and existing site conditions and pipeline networks, thereby reducing errors, omissions, clashes,

and deficiencies, while enabling precise measurement and rapid calculation of earthwork volumes. The smart management system provides a reliable platform for visual production and intelligent decision-making in the operational management of the wastewater treatment plant. The total project investment is 698.199 million CNY, with a treatment cost of 1.06 CNY/m³.

Keywords: wastewater treatment; modified AAO process; denitrifying deep-bed filter; sludge catalysis; BIM+GIS technology; smart management; surface water quasi-IV criteria

1 项目概况

南京某污水处理厂现状一、二期工程污水处理总规模 8 万 m³/d,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准。该污水处理厂三、四期工程占地面积约 15 hm²,污水处理总规模 16 万 m³/d。其中,三期工程正在建设,处理规模 4 万 m³/d;本工程为四期工程,设计规模 12 万 m³/d。污水处理厂出水的受纳水体为方山沟,最终汇入秦淮河。根据水功能区划,该受纳水体水质目标为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类水。为落实《江苏省水污染防治工作方案》中“提升城镇生活污水处理水平,率先对太湖一级保护区内且尾水排放对太湖水质造成影响的城市污水处理厂实施地表水Ⅳ~Ⅴ类排放标准试点,鼓励其他有

条件的地区开展试点”的要求,三期工程出水水质执行地表水Ⅳ类标准。本工程响应政策导向,出水按地表水Ⅳ类标准达标排放。现状一、二期工程正在启动地表水Ⅳ类提标改造工程,采用“移动床生物膜反应器(氧化沟改造)+二沉池+加砂高速沉淀池+反硝化深床滤池+次氯酸钠消毒”工艺,不在本工程范围内。

本工程以现状一、二期进水水质数据累计频率 90%~95%作为四期工程的设计进水水质依据。同时,考虑到上游雨污分流改造工程及工业废水管网的逐步实施,污水处理厂的进水水质将发生变化,逐渐趋于生活污水水质,综合确定本工程的设计进、出水水质。

四期工程设计进、出水水质见表 1。

表 1 四期工程设计进、出水水质

mg/L

项目	COD	BOD ₅	悬浮物(SS)	总氮(TN)	氨氮(NH ₃ -N)	总磷(TP)
现状进水(95% 累计频率)	378	144.2	303	42.7	35.3	4.64
现状出水(95% 累计频率)	40	9.8	9	14.2	4.56	0.35
一、二期原设计进水	300	150	170	30	20	3
一、二期原设计出水	≤50	≤10	≤10	≤15	≤5	≤0.5
三期设计进水	400	160	300	40	35	4.5
三期设计出水	≤30	≤6	≤5	≤10	≤1.5(3)	≤0.3
四期设计进水	400	160	300	40	35	4.5
四期设计出水	≤30	≤6	≤5	≤10	≤1.5(3)	≤0.3

注:括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

2 工艺比选

本工程服务范围内的污水以生活污水为主,含少量工业废水,进水水质存在一定波动。设计进水 BOD₅/COD=0.4,表明污水中大部分 COD 可通过生物处理去除。设计进水 BOD₅/TN=4,理论上可满足反硝化碳源需求,但根据现状一、二期实测进水水质数据,实际进水 C/N>4 的比例仅占 15%,说明碳源不足,需通过调整内回流比^[1-2]及额外投加碳源来保障反硝化脱氮效果^[2]。设计进水 BOD₅/TP=35.5,根据实测数据,实际进水 BOD₅/TP>17 的比例占 85%,

而出水 TP 要求低于 0.3 mg/L,去除率需达 93.3%。为保证稳定的除磷效果,本工程采用生物除磷与化学除磷相结合的方式。二级处理采用改良 AAO 池配合多点进水,强化脱氮除磷功能,并采用污泥催化技术增强回流污泥的生物活性,提高系统抗冲击能力。

SS、TN 和 TP 是本工程的重点控制指标。设计进水 SS 为 300 mg/L、TN 为 40 mg/L,设计出水 SS 为 5 mg/L、TN 为 10 mg/L,去除率分别需达到 98.3% 和 75.0%,对 SS 和 TN 去除的要求较高。出水 SS 主要

为活性污泥生物絮体,自身含磷且有机成分较高,出水SS含量高会导致出水TP、COD和BOD₅相应增加。因此,只有严格控制出水SS,才能保障其他指标达标。

本工程选择高密度沉淀池作为深度处理单元,出水SS可降至5~10 mg/L,而后再进入反硝化深床滤池。反硝化深床滤池将生物反硝化与深床过滤功能有机结合,兼具脱氮除磷与去除SS的功能^[3],在投加碳源的情况下出水COD仍可达标^[4]。因此,本工程选择反硝化深床滤池进一步保障出水水质,确保出水达到地表水准IV类标准。

经比选,本工程污水处理工艺确定为“粗格栅及进水泵房+细格栅及曝气沉砂池+改良AAO池+二沉池+中间提升泵房+高密度沉淀池+反硝化深床滤池+次氯酸钠消毒”。

3 工艺设计

3.1 工艺流程

三期与四期工程共用粗格栅、进水泵房和尾水

工艺流程见图2。

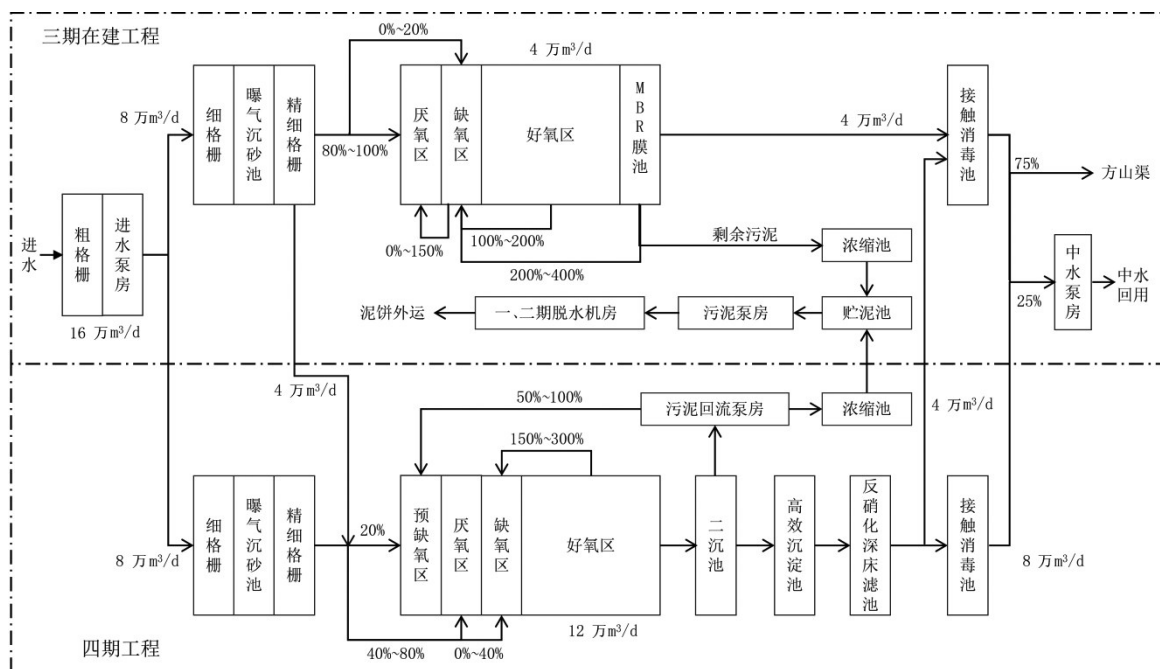


图1 工艺流程

3.2 主要构筑物及设计参数

3.2.1 改良AAO池

改良AAO池由预缺氧区、厌氧区、缺氧区以及好氧区4部分组成,采用多点进水方式以合理分配进水碳源,提高TN、TP去除率。部分进水(20%)进入预缺氧区,部分进水(40%~80%)进入厌氧区,剩

排放口(16万m³/d),且四期工程部分设施需与三期共用土建及设备,如三期工程细格栅及曝气沉砂池和接触消毒池,其土建按8万m³/d设计,四期工程安装4万m³/d设备;三期贮泥池及污泥泵房的土建和设备均按16万m³/d设计。因此,四期工程的高程布置以细格栅及曝气沉砂池出水液位(14.80 m)与接触消毒池进水液位(14.80 m)为控制基准。四期工程新建细格栅及曝气沉砂池(8万m³/d)、改良AAO池、二沉池、高密度沉淀池、反硝化深床滤池及消毒接触池(8万m³/d)等的高程布置,应充分考虑与进水泵房及重力流尾水排放管的衔接。四期工程新建污泥浓缩池1座,浓缩污泥经三期污泥泵房的污泥螺杆泵,与三期污泥一并输送至一、二期厂区内的污泥脱水机房,进行板框压滤机深度脱水处理。污泥深度脱水处理总规模为350 t/d(以含水率80%计),设计进泥含水率为97%~98%,出泥含水率≤60%。

余部分(0%~40%)则进入缺氧区。污泥在厌氧区完成释磷反应后,依次流经缺氧区与好氧区。好氧区混合液回流至缺氧区,二沉池排泥回流至预缺氧区。

设生化池2座,单座设计规模6万m³/d,土建与设备一次建成。池体为半地下式,池顶全封闭并种

植绿化。设计污泥负荷 $0.046 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$, 污泥浓度 3.5 g/L , 污泥龄 14.3 d , 总水力停留时间 19.0 h , 其中预缺氧区 1.0 h 、厌氧区 2.0 h 、缺氧区 5.0 h 、好氧区 11.0 h 。内回流比 $100\% \sim 300\%$, 外回流比 $50\% \sim 100\%$, 气水比为 $7:1$ 。单座平面尺寸 $114.80 \text{ m} \times 77.03 \text{ m}$, 有效水深 6.00 m 。

单座主要设备包括: 潜水搅拌机4台, $D=580 \text{ mm}$, $N=4.0 \text{ kW}$, 安装于预缺氧区; 潜水搅拌机8台, $D=580 \text{ mm}$, $N=4.0 \text{ kW}$, 安装于厌氧区; 潜水推流机12台, $D=2500 \text{ mm}$, $N=7.5 \text{ kW}$, 安装于缺氧区; 内回流泵7台, 6用1冷备, $Q=1250 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1.0 \text{ m}$, $N=7.5 \text{ kW}$; 管式曝气器48组, 每组布置长 1 m 、直径 65 mm 的管式曝气器40套, 共1920套, 单套设计运行气量 $8.7 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.2.2 高密度沉淀池

设高密度沉淀池2座, 单座设计规模 $6.0 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 土建与设备一次建成。斜板沉淀池顶部增设遮阳房。单座尺寸 $28.2 \text{ m} \times 28.3 \text{ m}$, 池高 7.69 m , 每座分2格。单格参数为: 混合池水力停留时间 $1.33 \sim 1.73 \text{ min}$, 内置混凝搅拌器1台, $D=1.5 \text{ m}$, $N=2.2 \text{ kW}$; 絮凝池絮凝时间 $9.23 \sim 11.66 \text{ min}$, 内置絮凝搅拌器1台, $D=2.8 \text{ m}$, $N=1.5 \text{ kW}$, 变频控制。斜板沉淀池清水区上升流速 2.72 mm/s , 设置中心传动刮泥机1台, $D=12.8 \text{ m}$, $N=0.37 \text{ kW}$; 污泥回流比取 $2\% \sim 5\%$, 回流污泥泵2台, 1用1备, $Q=60 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=20 \text{ m}$, $N=11 \text{ kW}$, 变频控制。聚丙烯酰胺(PAM)最大投加量 1 mg/L , 聚合氯化铝(PAC)投加量 40 mg/L 。

3.2.3 反硝化深床滤池

反硝化微生物附着于滤料表面生长, 在兼性-缺氧条件下将污水中的硝态氮转化成气态氮, 进一步去除TN及SS。反硝化深床滤池采用连续进水方式, 进水管设置 24 h 在线监测仪表, 实时监测来水量与水质; 出水管亦设置在线监测仪表, 实时监控出水水质。碳源可在前端工艺出口投加, 通过管道水力混合或管道混合器混匀; 亦可在混合池投加, 通过机械搅拌方式混合。

设反硝化深床滤池1座, 设计规模 $12 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 由混合池、滤池、废水池及清水池组成, 尺寸 $L \times B \times H=66.13 \text{ m} \times 48.20 \text{ m} \times 6.90 \text{ m}$ 。混合池共2格, 水力停留时间 60 s , 内设快速混合搅拌器2台, 桨径 1 m , $N=4.0 \text{ kW}$ 。滤池共12格, 单格过滤面积 80 m^2 , 平均滤速 5.16 m/h , 强制滤速 5.63 m/h , 峰值滤速 6.71 m/h ;

采用恒水位过滤, 过滤周期 24 h , 脱氮负荷为 $0.31 \text{ kgNO}_3^--\text{N}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

滤料层采用石英砂, 粒径 $2 \sim 4 \text{ mm}$, 厚度 2.0 m , 均匀系数 ≤ 1.4 。承托层采用天然鹅卵石, 粒径 $3 \sim 40 \text{ mm}$, 厚度 0.38 m 。布气布水系统(滤砖)为高密度聚乙烯(HDPE)材质, 采用双层配水配气结构。滤池反冲洗模式为: 先气冲 5 min , 气冲强度 $90 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$; 再气水联合冲洗 10 min , 气冲强度 $90 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 水冲强度 $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$; 最后水冲洗 $5 \sim 10 \text{ min}$, 水冲强度 $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。设废水池1格, 有效容积 1076 m^3 。设清水池1格, 有效容积 910 m^3 。主要设备包括: 反冲洗泵3台, 2用1备, $Q=724 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=10 \text{ m}$, $N=30 \text{ kW}$; 废水排放泵3台, 2用1备, $Q=303 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=9 \text{ m}$, $N=11 \text{ kW}$; 反洗废水池搅拌机2台, $N=3.5 \text{ kW}$ 。反冲洗鼓风机房紧邻反硝化深床滤池, 内设螺杆风机3台, 2用1备, $Q=75 \text{ m}^3/\text{min}$, $P=73.5 \text{ kPa}$, $N=132 \text{ kW}$ 。

3.2.4 污泥浓缩池

设污泥浓缩池1座。湿污泥量 $3056 \text{ m}^3/\text{d}$, 含水率 99.15% , 其中, 剩余污泥量 $2819 \text{ m}^3/\text{d}$, 含水率 99.20% ; 混凝沉淀污泥量 $237 \text{ m}^3/\text{d}$, 含水率 98.50% 。浓缩后污泥含水率 97.50% , 湿污泥量 $1045 \text{ m}^3/\text{d}$, 固体通量 $43.3 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 浓缩时间 15.6 h 。

四期利用三期已建的贮泥池及污泥泵房。贮泥停留时间按 4 h 计, 三期和四期所需贮泥池容积为 234 m^3 , 三期在建贮泥池有效容积为 240 m^3 , 可满足四期扩建需求。污泥泵房设计规模 $200 \text{ m}^3/\text{h}$, 三期与四期浓缩污泥量合计为 $360 \text{ m}^3/\text{d}$ (含水率 97.50%), 设4台螺杆泵, 运行时长约 7 h/d 。

3.2.5 生物土壤除臭系统

生物土壤除臭的基本原理为: 臭气通过湿润、多孔、富含营养且充满活性微生物的滤层时, 利用生物膜对恶臭物质的吸附、吸收和降解作用, 将其转化为无毒无害的简单无机物。

生物土壤除臭系统包括单体加盖密封、收集管道及一体化处理设备。本工程设5套土壤除臭系统: ①1套用于收集3座新建污泥浓缩池产生的臭气, 除臭容积 1145 m^3 , 换气次数 12 次/h , 除臭风量 $15000 \text{ m}^3/\text{h}$ 。滤池平面尺寸 $14 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, 滤料深度 1.2 m , 设计接触时间 40 s 。配套风机1台, $Q=15000 \text{ m}^3/\text{h}$, $N=30 \text{ kW}$, $P=3 \text{ kPa}$ 。②2座生化池(预缺氧区+厌氧区+缺氧区)分别设置2套土壤除臭系统。除臭总容积 7296 m^3 , 换气次数 4 次/h , 除臭风量 $30000 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

m^3/h 。滤池平面尺寸 $16.4\text{ m}\times 6.5\text{ m}$, 滤料深度 0.8 m , 设计接触时间 40 s 。配套风机4台, $Q=7\,500\text{ m}^3/\text{h}$, $N=11\text{ kW}$, $P=2.8\text{ kPa}$ 。

4 设计亮点及新技术应用

4.1 建筑信息模型(BIM)+地理信息系统(GIS)

本工程新建单体数量较多,新建管线与厂区地下现状管网关系复杂。为此,设计阶段采用BIM+GIS技术:通过无人机倾斜摄影精准获取现状场地的GIS数据,对厂区地下综合管网及各单体建立BIM模型,并将BIM模型叠加于GIS模型之上,从而实现新建单体与现状场地及管网关系的精确定位,提前发现现状管线与新建管线及单体之间的错漏碰缺问题。本工程通过BIM技术共发现错漏碰缺问题200余处。BIM+GIS模型叠加还能够快速精确测量并计算厂区土方量,有效提升设计质量。厂区地下综合管线和各单体的BIM模型见图2。



a. 二沉池及地下综合管线



b. 整个厂区各单体

图2 厂区地下综合管线和各单体BIM模型

通过Revit软件及二次开发工具^[5]完成设备族库的参数化设计,设备族库及单体建模时间约2个月。从BIM模型中能够准确导出设备明细表和材料表,节省大量统计时间,设计效率较常规提高约30%。将各单体BIM模型导入三维配筋软件进行配筋后,可从计算机辅助设计(CAD)软件中一键导出图纸。该参数化设计成果为后续污水处理厂的BIM

设计奠定了基础。本工程BIM技术总投入约600万元。

在施工、交付及后期运行等阶段,本工程亦引入BIM技术。在深化设计、复杂结构施工方案设计及施工结构计算等方面,采用BIM+GIS模型提供大量数据支撑和科学论证,保证方案优化的可视性和科学性。BIM技术贯穿施工与管理全过程,实现了精细化的施工过程管理。

4.2 污泥催化技术

为提高系统抗冲击能力,使出水稳定达标,本工程采用污泥催化技术,对部分二沉池回流污泥进行筛选优化,提高回流污泥中的生物活性。新建污泥催化间1座,取外回流污泥 $200\text{ m}^3/\text{h}$,分2组,单组 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 。回流污泥通过污泥选择器分为上、中、下3层,将上层优势污泥($18\text{ m}^3/\text{h}$)送至生物倍增罐,经搅拌器搅拌,污泥与罐内活性制剂充分混合,活性菌种得到驯化,再送至厌氧池。中层剩余优势污泥($80\text{ m}^3/\text{h}$)通过催化反应器进行催化处理后送至好氧池,催化反应提高了污泥活性,对好氧池中有机污染物的去除率提高15%~20%^[6]。下层劣势污泥($2\text{ m}^3/\text{h}$)直接排入污泥浓缩池。污泥催化处理流程见图3。污泥催化技术提高了系统对污水水量、水质及毒性物质冲击的耐受能力,减少负荷过高时对系统生物带来的危害。

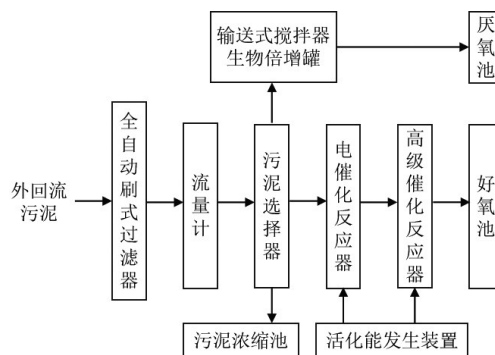


图3 污泥催化处理流程

下层劣势污泥送入污泥浓缩池,对除臭亦起到一定的作用。该技术已申请获得发明专利^[6]。本工程采用污泥催化技术后,系统抗冲击负荷能力理论上提高15%,污泥产量降低20%,有效保障出水稳定达标,并减少污泥处理处置费用。该技术投资约800万元。

设生物倍增罐4台,直径 3.20 m ,高 4.35 m ,配输送式搅拌器4套,输送能力 100 t/h ,搅拌器叶片

直径0.3 m, $N=0.375$ kW;设流量计2套,尺寸DN200,公称压力PN=1.0 MPa;设管道泵2台, $Q=200$ m³/h, $H=9$ m, $N=15$ kW。设活化能发生器4台, $N=0.5$ kW;设螺杆空压机2台, $Q=0.75$ m³/min, $N=5$ kW;设空气过滤器2套,直径200 mm,高900 mm;设冷干机2台, $N=0.75$ kW;设空气精密过滤器6套,过滤精度0.3 μ m,接口规格DN32。设污泥选择器2台,直径1 200 mm,高1 200 mm,进出口连接管道直径DN250。电催化反应器2套, $N=2.0$ kW;设高级催化反应器2套,设直径400 mm,高2 000 mm,进出口连接管道直径DN250。

4.3 智慧管理系统

本工程构建了智慧管理系统,为污水处理厂后期运行管理提供可靠平台。智慧水务平台见图4。



图4 智慧水务平台示意

智慧管理系统涵盖可视化生产、智慧决策、智能运维、辅助智能及智能驾驶舱等核心模块,具体包括智能用电子系统、设备预防性维护子系统、视频智能监控子系统、精确加药、精确曝气、三维仿真及工艺仿真等功能模块。系统功能全面,通过各功能模块的综合应用,可实现污水处理厂生产可视化与信息化,对生产运行进行智慧化精确指导,尽可能减少现场人工干预需求,自动分析并匹配相关参数,迅速准确作出优化决策,并反馈至控制系统进行后续处理^[7]。在智慧生产管理系统的辅助下,污水处理厂可高效低耗、保质保量地完成污水处理任务。

4.4 海绵城市设计

厂区绿化采用旱溪设计,以滞留、渗透雨水,并起到净化初期雨水的作用。非机动车道采用透水混凝土铺装,停车位采用透水性铺装。在满足检修要求的条件下,生化池顶部覆土1 m并种植绿化,打

破常规生化池大面积裸露的传统模式,配合厂区亲水平台、旱溪、景观步道及灯光设施,打造花园式污水处理厂。同时,充分利用池顶覆土空间布置土壤滤池,解决厌氧池与缺氧池的除臭问题。透水铺装及雨水花园实景见图5。



a. 透水铺装



b. 雨水花园

图5 透水铺装及雨水花园实景

4.5 装配式技术

事故池与生化池顶部应用装配式技术,采用预制顶板设计,大幅减少模板制作工序,节省大量模板用量,并缩短施工工期约2个月。该技术具有高效率、高品质、节省人工等优势,同时降低资源消耗及对环境的影响,具有显著的社会效益与经济效益。

5 运行情况

对本次四期扩建工程正式运行阶段连续14个月的进、出水水质进行分析,进水COD波动较大,在144~398 mg/L之间,平均值为240 mg/L;出水COD为15.7~23.9 mg/L,平均值为21.0 mg/L,去除率为85%~94%。进水BOD₅/COD为0.41~0.53,表明进水可生化性较好。BOD₅/TN较低,在2.91~4.91之间,其中大于4的占比仅28.6%,需通过调整内回流

比及额外投加碳源来保障反硝化脱氮效果。进水TN为15.9~43.2 mg/L,平均值为29.2 mg/L;出水TN为6.66~9.98 mg/L,平均值为8.76 mg/L。进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为9.1~23.7 mg/L,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为0.11~0.63 mg/L。进水TP为0.75~8.79 mg/L,平均值为3.91 mg/L,其中有4个月的平均值超过设计进水TP(4.50 mg/L);出水TP为0.07~0.24 mg/L,平均值为0.14 mg/L,去除率为71%~99%。进水SS为136~324 mg/L,平均值为222 mg/L,出水SS稳定在5 mg/L以下。

综上,本工程采用的改良AAO池配合多点进水能够强化脱氮除磷功能,高密度沉淀池可有效去除SS与TP,反硝化深床滤池可进一步去除SS、TP和TN。各工艺单元协同作用,保障出水水质能够稳定达到地表水准IV类标准。

6 技术经济指标

本项目总投资69 819.9万元,处理成本为1.06元/ m^3 ,运行电耗0.332 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 。采用精确曝气技术,经运行实践验证,节能效果达30%。选用新型节能干式变压器,合理设计变压器负荷率,并采取无功补偿及谐波治理措施,最大限度降低变压器损耗。风机、水泵等大功率用电设备采用变频器,实现节能运行。精确加药系统根据实际进水量、水质及工艺特点,进行实时监测与分析,实现精准加药。节水、节能设计理念贯彻始终,成效显著。

7 结论

① 本工程建设规模为12万 m^3/d ,运行数据表明,采用的“改良AAO池+二沉池+高密度沉淀池+反硝化深床滤池”主体工艺能够确保出水水质稳定达到地表水准IV类标准,其中出水 $\text{TN}\leq 10\text{ mg/L}$, $\text{TP}\leq 0.3\text{ mg/L}$,SS稳定在5 mg/L以下。

② 采用BIM+GIS技术能够准确定位新建单体与现状场地及管网之间的关系,有效减少错漏碰缺,精确测量并快速计算土方量,显著提高工作

效率。

③ 采用污泥催化新技术对回流污泥进行筛选优化,增强回流污泥的生物活性,使系统抗冲击负荷能力提高15%,污泥产量降低20%。

④ 建立的智慧管理系统为污水处理厂可视化生产及智慧决策等运行管理提供可靠平台。通过海绵城市设计理念,配合厂区亲水平台、旱溪、景观步道、灯光设施等,打造花园式污水处理厂。采用预制顶板装配式技术,减少模板制作工序,降低资源消耗,缩短施工工期。

参考文献:

- [1] 赵俊娜. 低负荷运行时内回流比对 A^2O 工艺脱氮的影响[J]. 中国给水排水, 2022, 38(5):81-83.
- [2] 陆漾,沈怡. 改良AAO工艺精细化脱氮控制技术在某污水处理厂的应用[J]. 净水技术, 2024, 43(12):119-127.
- [3] 石兰兰,张宝林,吴云生,等. 深圳横岭污水厂提标中曝气生物滤池的升级及应用[J]. 中国给水排水, 2020, 36(14):104-108.
- [4] 高阳,周利,李凌云,等. 反硝化深床滤池深度处理市政污水及其微生物特性[J]. 中国给水排水, 2022, 38(19):54-60.
- [5] 张宁,邓京楠. 市政污水处理厂改扩建工程BIM技术应用研究[J]. 中国给水排水, 2024, 40(14):79-84.
- [6] 孙鹏,王威,管凛,等. 一种污泥培养系统及其工艺:202010067448.0[P]. 2022-02-01.
- [7] 王松,刘振. 智慧污水处理厂的内涵与思路[J]. 中国给水排水, 2021, 37(12):14-18.

作者简介:朱亮(1987—),男,江苏扬州人,硕士,高级工程师,主要从事市政给排水的规划、咨询和设计工作。

E-mail:zhuliang-nj@bewg.net.cn

收稿日期:2025-08-21

修回日期:2025-09-11

(编辑:沈靖怡)