

城市生态净水厂方案设计浅析

朱栋华

杭州滨江水务有限公司, 浙江 杭州 311203

[摘要]城市净水厂作为城市污水处理的重要环节, 肩负着改善江河水体污染, 保护人们生态环境的重要职责。但是对以往的城市污水处理厂运行情况来看, 不仅占用大量高净值土地, 而且对周边环境产生邻避效应。为此, 文章以某高新区城市净水厂建设项目为例, 探讨项目设计技术分析, 提高整体项目水平。

[关键词]城市净水厂; 方案设计; 工艺控制

DOI: 10.33142/sca.v5i6.7642

中图分类号: TU991.24

文献标识码: A

Brief Analysis of the Scheme Design of Urban Ecological Water Purification Plant

ZHU Donghua

Hangzhou Binjiang Water Service Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311203, China

Abstract: As an important part of urban sewage treatment, urban water purification plants shoulder the important responsibility of improving river water pollution and protecting people's ecological environment. However, from the perspective of the operation of urban sewage treatment plants in the past, it not only occupies a large number of high-net land, but also has a "neighbor" effect on the surrounding environment. Therefore, the article takes the construction project of a city water purification plant in a high-tech zone as an example to discuss the technical analysis of project design and improve the overall project level.

Keywords: urban water purification plant; scheme design; process control

引言

某高新区行政面积 72.2 平方公里, 是国务院批准的首批国家级高新技术产业开发区之一, 2021 年某高新区 GDP 突破两千亿大关, 获批浙江省数字经济创新发展试验区。随着某高新区经济社会的快速发展及“污水零直排区”创建工作取得阶段性成效, 全区污水量日益增长, 2021 年奥体终端污水泵站最高日东输量为 19.6 万 m³/d, 已突破东输污水容量权限 18 万 m³/d 限额, 即将逼近目前东输双根污水压力管最大设计规模 (22 万 m³/d)。为保障社会民生和产业经济的持续高质量发展, 为此某高新区也开展了城市净水厂建设项目, 想要全面促进项目工程顺利完成, 有效提升净水厂污水处理能力, 必须做好方案设计和工艺控制, 满足城市净水厂建设需求。

1 城市净水厂建设的必要性

在某高新区新建生态净处理厂在解决城镇增量污水正常排放运行的同时, 又具有良好的经济效益、环境效益、社会效益, 为奋力推进高科技园区建设保驾护航。(1) 污水收集管网备用率低、使用年限久、维修难度高, 污水东输管使用年限久、规模不足, 钱江污水处理厂检修时对某高新区限额排水, 这些问题都带来极大的环境风险, 并严重地限制了某高新区供水规模的扩增和国际化、现代化科技城建设, 某高新区污水处置能力的扩容迫在眉睫。(2) 污水东输方案存在管道路由敷设成本高、不确定性大, 节点穿越施工难度大、周期长, 污水处理厂容量仍然不足,

污水收集系统规模压力仍然存在的问题。方案技术可行性较低, 环境效应差, 经济效益一般。(3) 区内建设净水厂可同时解决污水处理容量不足、污水东输管线规模不足、污水收集系统健康性差的问题。而且生态补水能实现较好的环境效益, 地埋式建设形式节地效果好、无邻避效应, 技术可行性高。且经济上相较于污水东输方案, 具有总成本费用低、收益率高的优点。

2 净水厂工程的特点、难点

2.1 本工程为全地埋式设计

与常规的地面式污水厂不同, 全地埋式城市净水厂的污水、污泥处理设施全部位于地下, 布置高度集约化。在满足工艺要求的前提下, 需要考虑建筑、结构、通风、消防、除臭、安全疏散、施工及运维管理等方面的经济性和合理性, 设计难度远高于传统的地面式污水处理厂。国内地埋式城市净水厂在“十三五”末就已增长至 119 座, 处理水量超 1253 万吨/天, 要完全解决城市净水厂噪声、异味扰民问题, 多专业之间的协调、配合好坏是设计成败的关键。在项目设计中, 统筹各专业设计资源, 建立高效的沟通机制。通过多专业配合, 对工艺构筑物选型、构(建)筑物组合叠放、柱网布置、交通组织、安全疏散及防火分区布置、各种管线平面及竖向空间利用等工序进行多方案技术经济比较, 取得良好的设计效果。

2.2 项目出水水质要求严苛

全地埋式净水厂出水水质指标需达到《地表水环境质

量标准》(GB 3838—2002)中IV类标准, $TN \leq 5 \text{ mg/L}$, 在国内领先, 处理工艺、设计参数的选择难度极大。项目设计中, 对本工程的预处理和二级处理进行优化, 使工艺流程满足进出水水质要求。实际运行中处理效果良好, 起到极强的示范作用。随着杭州取水口上移工程和杭州第二水源(千岛湖)输水通道工程(江南线)的建设, 钱塘江某高新区段和白马湖片区水环境功能区等级下降, 白马湖备用水源地的调整取消也提上了日程, 为区内建厂尾水消纳提供出路。

2.3 消防国内无明确规定

全埋地下式城市净水厂消防国内无明确规定。项目设计中, 设计院人员需要积极配合业主与消防部门进行沟通, 组织专家论证会进行消防论证, 通过消防方案设计。

3 城市净水厂工程效益分析

在某高新区新建埋地式城市净水厂在解决城镇增量污水正常排放运行的同时, 又具有良好的经济效益、环境效益、社会效益, 为奋力推进某高新区高科技园区建设保驾护航。

3.1 优化构建韧性排水系统, 提高改造项目明显效益

为了能够全面遵循区内建设城市净水厂的思路, 采取科学的管理手段, 保证项目工程稳步落地, 达到提升某高新区污水处置能力的目的, 将大大缓解污水东输管线故障或萧山检修大修工况时某高新区污水外溢河道问题, 形成“一城污水两头分”的格局, 污水系统韧性足, 使整个净水厂建设施工得到显著效益。

3.2 实现污水再生就近回收利用, 具备良好的环境效益

在加强施工环节的管理工作中, 能够保证本项目的工程质量得到提升, 也大大加强城市净水厂的整体污水处理和循环再利用水平, 为水厂带来良好的社会效益和环境效益。以区内建厂 $13 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 分散污水处理设施为例, 在科学的项目管理实施后, 可以保证污水处理能力得到全面提升, 经污水处理系统后可稳定实现 $10 \sim 13 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 的高品质再生水, 可作生态补水就近补给河道, 远期用水需求时还可供给大工业用水户中水回用, 并满足区内道路浇洒、绿化使用。经测算, 按 $10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 的再生水回用量, 结合某高新区远期规划 $35 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 污水产生量, 中水回用率可达 28.58%, 减少水资源消耗, 环境效益突出。

3.3 降低污水处理总成本, 经济效益显著

加强项目管理, 重视施工管理要点, 确保本次城市净水厂建设项目有效推进, 还可以实现区内建设城市净水厂总成本降低, 费用比东输萧山方案少 0.74 元/吨水, 总成本费用每年节约 3511 万元, 尾水补充河道后可减少从钱塘江引配水至少 10 万方/天, 减少引调水费用 8 万~10 万元/年, 经济效益明显。

3.4 创新引领项目实施, 示范效应巨大

某高新区作为国家级高新区规划建设围绕数字经济、创新研发等为核心引擎功能的创新驱动发展示范区, 规上

工业亩均增加值达到 1677.5 万元, 土地要素将越来越紧缺。拟采用市政公用设施用地集约化利用“X+U”组合理念, 通过城市净水厂+上盖(地面公园+商业服务设施+配套公建+其他邻避效应公共设施)等多种可落地操作的集约化利用模式, 促进传统市政规划建设向用地集约化利用转变, 填补土地集约化利用中关于市政公用设施用地集约化利用的空白, 属市政公用设施规划领域的重要革新, 在国内将有重要的引领示范效应。临平净水厂水美公园尾水变资源, 邻避变邻利, 成为全省样板工程; 贵阳五里冲再生水厂融合公交站、停车场、商场建设; 贵阳贵医污水处理厂是第一座与民用建筑上下叠合的再生水厂。国内成功案例的实践, 为解决某高新区增量污水处置困境提供借鉴。

4 城市净水厂设计方面

4.1 工艺设计方面

参考余杭区全埋式城市净水厂和贵阳市贵医污水处理厂, 计划按照土建按 15 万吨/日规模一次性建设, 一阶段设备按 7.5 万吨/日配置, 剩余 7.5 万吨/日设备根据需要进行配置, 净水厂的污水处理主要采用 A/O(厌氧缺氧好氧生物脱氮除磷)+MBR(膜生物反应器)工艺, 处理后尾水水质优于浙江省清洁排放标准, 并作为河道景观补充用水。主要工艺有以下创新点:(1)多项先进组合技术使工艺技术领先行业。污水生化处理采用 A2O+MBR 工艺节省用地, 污水消毒采用紫外线消毒工艺+次氯酸钠消毒满足不同水质要求, 除臭工艺采用全过程除臭+生物除臭组合工艺满足室内室外高标准的环境质量要求, 污泥处理部分采用脱水+干化技术, 可根据最终处置方式调整污泥处理路线, 使污泥含水率在 40%~60% 之间可实现灵活调整, 全厂采用智慧管理系列, 实现水厂的全自动、高可靠、智能化、精细化运行。(2)再生水“能量循环”和“物质循环”利用达到极致。该项目设计时秉承污水是一种资源的理念, 充分利用再生水“能量循环”和“物质循环”使其资源化利用达到极致:一是充分利用再生水稳定的水量、冬暖夏凉的体感温度, 通过水源热泵机组能量交换, 实现为上部建筑冬天提供热量、夏天提供冷量, 解决了综合体的能源需求;二是热能利用后的水作为河道生态基流补充水, 实现景观生态河的需求;三是 20% 的高品质回用水用于上部综合体公厕及市政绿化浇洒, 节省了大量的水资源。(3)通风及除臭结合地面超级综合体风井完美解决。城市净水厂产生臭气的主要地方是预处理区, 包括中、细格栅渠、MBR 生化池、污泥脱水车间等, 由于上述臭气源地方相距近, 除臭采用全过程生物除臭法集中进行除臭处理。送风井、排风井与上部综合体相结合, 从污水水厂往上通到地面综合体建筑风井向高空排气, 避免了对环境的影响。为封闭净水厂臭气外泄, 需在净水厂进、出口位置设置风幕。

(4)地下污水厂安全措施使运行可靠。由于地下污水厂超深, 为防止事故淹没等情况发生, 本项目在城市净水厂

进水段设置限流井, 安装调流阀和自重紧急截止阀以便对污水进行流量进行控制, 同时保证事故状态时, 自动切断污水厂的进水, 通过截污箱涵进入奥体终端泵站东输至钱江污水处理厂进行处理, 有效解决污水厂的事故淹没的发生以及事故溢流。

此外, 为了保证净水厂工程控制过程的安全可靠和生产的连续性, 提高自动化水平, 采用集中和分散相结合的自动化控制系统, 主要用于净水厂的生产控制、运行操作、监视管理。整个系统由 1 个中央监控站、2 个现场控制站 (PLC1~PLC2)、10 个 PLC 分站 (PLC3-1~PLC3-10) 和设备自带 PLC (加氯、加药、反应沉淀池、微机综合后台) 组成。中央监控站由两台中央监控计算机(互为备用)、服务器、报表打印机、事故报警打印机、模拟屏(或则大屏幕背透系统)、GPRS DTU 和不间断电源(UPS)组成。现场控制站采用 LK 系列可编程控制器, 对工艺系统各过程进行分散控制, 分别设于变电所值班室 (PLC1)、反冲洗操作间 (PLC2)。10 个 PLC 分站 (PLC3-1~PLC3-10) 采用 LE 系列 PLC, 分别位于 10 个取水井泵站, 与中央控制室监控计算机之间采用 GPRS 通讯网络进行数据通讯。工艺设备厂家配套 PLC 分别位于相应的工艺车间。中控室监控计算机与交换机、集线器 (HUB) 或路由器和各个 PLC 分站构成 100Mbps 工业以太网。全厂通讯骨干网络系统采用星形拓扑网络结构, 光纤网, 分布式实时关系数据库, 自适应 10/100Mbps 传输速率。主干网为光纤环网, 控制站下一级为链型分支。中央控制室 (操作站、工程师站) 与分控站 (PLC) 之间采用工业以太网, 网络为光纤环网, 控制站 ≥ 40 台, 通讯波特率为 100Mbps, 两个光纤链路模块之间的通讯使用多模光纤, 最长距离可达 3000 米。取水泵站 (深水井) 与中央控制室监控计算机之间采用 GPRS 通讯网络进行数据通讯。变电站监控系统随 10KV 电气设备提供, 通过 MODBUS 协议将变电站监控系统连接到自控系统中。

4.2 上盖物业分析

(1) 公园。建设绿地公园或湿地公园, 附近居民方便使用, 利用原有公共空间, 符合用地性质, 充分发挥水系作用, 选择可利用的原有园林建筑、名胜古迹或不易用作建设及农业生产、地形起伏较大等地段。例如余杭区净水厂地面上建设休闲公园广场, 满足体育健身、科普教育、城市绿地三大功能要求, 城市净水工程+公园的“一体两用”建设模式, 成就了余杭四期工程从“邻避”变为“邻利”。

(2) 商业综合开发。建设商业综合体, 符合用地性质, 可选址在人气旺盛、商业气氛浓厚的城市中心, 具有交通便捷的区位优势。例如贵阳六广门再生水厂, 是全国最深的全埋式水厂和全国首个与商业综合体紧密结合的再生水厂, 地上城市综合体项目占地面积 6.09 万平方米, 包含住宅、体育综合体、足球场、商业、办公、公共服务设施等建设内容。

(3) 公建配套。建设学校、体育场馆、医院、居委会、文体活动中心等, 适用于用地性质明确, 周边配套公建较少, 所处地块非城市中心等。例如五里冲再生水厂位于贵阳市南明区花果园中央公园下, 总占地面积约 1.6 万 m^2 , 集地面公园、停车场及商场、公交车首末站、城市净水厂为一体的地下四层综合工程。

5 结束语

综上所述, 随着城市经济的不断发展, 产生大量污水, 给生态环境带来严重的影响, 城市净水厂作为重要的污水净化处理环节, 城市生态环境保护中肩负着重要的责任。但是传统的城市污水处理厂存在着土地资源浪费以及环境污染的问题, 另外一方面还造成周围地块土地资源贬值等现象。因此, 文章结合某高新区城市净水厂建设项目分析, 分析埋地式净水厂工程设计中的技术要点, 确保工程稳步落实, 提高城市净水厂的运营质量, 满足城市高质量实际发展需求。

【参考文献】

- [1] 李滨, 徐鸿德. 上海市白龙港城市污水处理厂升级改造工程自控系统设计 [J]. 中国给水排水, 2021, 12(6): 66-69.
 - [2] 李霞, 李国金, 王小玲, 等. 马头岗污水处理厂一期升级改造工程设计及运行效果分析 [J]. 中国给水排水, 2019, 21(14): 86-89.
 - [3] 张雯, 石建会, 周亚旭, 等. 西安市某污水处理厂升级改造工程设计与运行 [J]. 给水排水, 2019, 12(8): 48-50.
 - [4] 刘孝军. 污水处理厂终沉池混凝土施工质量控制 [J]. 中国西部科技, 2016(13): 26-28.
 - [5] 贾庆军. 污水处理厂施工优化技术的探讨 [J]. 科技资讯, 2020(11): 39-41.
 - [6] 张琪, 朱扬帆, 谷昊伟. 全地埋式污水处理厂设计难点浅析 [J]. 工业用水与废水, 2022(6): 39-42.
- 作者简介: 朱栋华 (1984.10-), 男, 技术工程部经理, 浙江省杭州市, 浙江大学软件工程。