

胡新立, 司徒菲, 张明, 等. 基于节地的水库水源水厂设计: 以湛江市麻章自来水厂工程为例[J]. 净水技术, 2022, 41(4): 134-140.

HU X L, SITU F, ZHANG M, et al. WTP design of raw water source from reservoir based on land saving: Case of Mazhang WTP in Zhanjiang City[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(4): 134-140.



扫我试试?

基于节地的水库水源水厂设计: 以湛江市麻章自来水厂工程为例

胡新立, 司徒菲, 张明, 余军, 简思凤

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北武汉 430010)

摘要 湛江市麻章自来水厂设计规模为 $7.5 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 原水为合流水库的低浊含藻水。该厂采用“网格絮凝池+平流沉淀池+气水反冲洗 V 型滤池+液氯消毒”处理工艺, 预留了生物预处理和深度处理用地, 采用预加氯以及多点加氯的措施以应对轻度微污染及突发性的水污染, 出厂水水质指标均达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006) 要求。该厂对主体工艺采用节地设计, 用地指标为 $0.465 \text{ m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$, 同时对 V 型滤池产生的反冲洗废水进行回用, 既减少了厂区自用水量又节约了运营成本。

关键词 低浊含藻水 节地设计 叠池设计 V 型滤池 多点加氯

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-0177(2022)04-0134-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.04.021

WTP Design of Raw Water Source from Reservoir Based on Land Saving: Case of Mazhang WTP in Zhanjiang City

HU Xinli, SITU Fei, ZHANG Ming, YU Jun, JIAN Sifeng

(Central and Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430010, China)

Abstract The design capacity of Mazhang water treatment plant (WTP) in Zhanjiang City is $75\,000 \text{ m}^3/\text{d}$, and low turbidity and algae-containing water from the Heliu Reservoir is raw water of this WTP. “Grid flocculation tank + horizontal flow sedimentation tank + air water backwash V filter + liquid chlorine disinfection” treatment process is adopted in Mazhang WTP, land is reserved for biological pretreatment and advanced treatment process, and pre-treatment chlorine and multi-point chlorination measures are used to deal with light micro-pollution and sudden water pollution. Those methods prompt the finished water quality to meet the requirement of *Standards for Drinking Water Quality* (GB 5749—2006). The WTP adopts land saving design for the main process, and the land use index is $0.465 \text{ m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$. At the same time, the reuse of backwash wastewater from V filter not only reduces the water consumption of Mazhang WTP, but also saves the operation cost.

Keywords low turbidity and algae-containing water land saving design stack tank design V filter multi-point chlorination

根据第七次全国人口普查结果, 我国常住人口城镇化率已达 63.89%。随着我国城市化的快速推进, 城市建设用地日趋紧张, 尽管城市各级规划预留了地表水厂建设用地, 但普遍存在其他建设用地挤

压地表水厂建设用地指标、实际征地困难、规划用地退缩条件要求高等问题, 导致地表水厂实际建设用地不足。因此, 针对这种局面, 节地设计是切实可行的解决手段。目前, 针对水厂节地设计的研究不多, 基本采用的是节地工艺(如高密度沉淀池)和叠池设计^[1-3]。水厂节地设计通常选用节地工艺, 如斜管沉淀工艺等。本文以麻章水厂为例, 该厂以合流

[收稿日期] 2020-11-08

[作者简介] 胡新立(1976—), 男, 高级工程师, 研究方向为给水排水, E-mail: 51756839@qq.com。

水库为水源,该厂用地指标不足且水源属于低浊水,需考虑除藻需求,对该水厂从构筑物竖向叠池设计、池底刮泥机新设备应用减少浓缩池设置、生产建筑物近远期共建及生产建筑物二层设置等节地设计措施系统进行探讨,以期提供有益的参考和借鉴。

1 项目背景

麻章区位于湛江市西部,东邻赤坎区,是湛江市通往海南、广西以及西南、中南各省市的对外交通门户。全区南北长约为 4.8 km,东西平均宽为 4.3 km,东侧为黎湛铁路,西侧为粤海铁路和疏港大道。

原麻章水厂以合流水库为水源,厂址位于麻章区城区金川路,设计规模为 2.5 万 m^3/d ,而麻章区实际需水量已达 3.0 万 m^3/d ,原麻章水厂已处于超负荷运行状态。

原麻章水厂处理工艺为水力澄清池+无阀滤池,存在处理工艺陈旧、自用水水量大、水力澄清池排泥水和无阀滤池反冲洗水直接外排、地处城区征地扩建困难等问题。为彻底解决原麻章水厂供水不足现状,提升供水能力和安全保障,以满足未来不断增长的居民生活用水和工业生产用水需求,拓展麻章区城市发展空间,以合流水库为水源,异地新建麻章水厂势在必行,新麻章水厂建成投产后,原麻章水厂停产。

新建麻章水厂总设计规模为 15.0 万 m^3/d ,近期设计规模为 7.5 万 m^3/d ,厂址设在麻章区合流水库东北侧,靠近水源地,近期占地面积为 34 905 m^2 ,北侧南赤村规划预留远期建设用地,近期用地指标为 0.465 $\text{m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$,远低于《城市给水工程规划规范》(GB 50282—2016)用地指标(0.650 $\text{m}^2 \cdot \text{d}/\text{m}^3$),用地紧张,需采用节地设计。该厂于 2017 年 12 月 28 日竣工投产,水源地合流水库位于麻章西侧合流村附近,与雷州青年运河东海河相连成为结瓜水库,通过雷州青年运河承接鹤地水库的补水,2012 年被麻章区人民政府设置为饮用水水源一级保护区,用水水质和水量可以得到很好的保证。

2 工艺方案

2.1 水源水水质

2010 年—2012 年,合流水库水源水水质数据最高值、最低值及平均值汇总统计如表 1 所示。分析可得,作为水厂水源的合流水库总体水质指标基本符合

《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅱ~Ⅲ类水标准,但原水 COD_{Cr} 指标高于《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中该项指标Ⅲ类限值(20 mg/L),说明存在一定的有机污染。原水中浑浊度最高值仅为 15.13 NTU,属低浊水,含藻量较高,大部分情况下藻类含量高于 1.0×10^6 个/L,属于含藻水。

表 1 原麻章自来水厂原水水质
Tab. 1 Water Quality of Raw Water of Original Mazhang WTP

原水水质	最高值	最低值	平均值
浑浊度/NTU	15.13	0.95	5.97
色度/倍	50	10	25.3
$\text{COD}_{\text{Cr}}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	30.9	1.6	—
$\text{BOD}_5/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	6.72	<2	—
$\text{TN}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	3.17	0.52	1.312
氨氮/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.36	<0.02	0.11
溶解氧/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	10.78	6.76	8.30
$\text{TP}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.06	<0.01	—
大肠杆菌/ $[\text{CFU} \cdot (100 \text{ mL})^{-1}]$	>1 600	22	247
藻类/ $(\text{CFU} \cdot \text{L}^{-1})$	9.9×10^7	1.1×10^5	1.35×10^7
金属污染指标/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	10.78	6.76	8.30

2.2 出水指标

供水水质近期要求达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)和《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005),出厂水浑浊度在 0.5 NTU 以下,远期需满足《饮用净水水质标准》(CJ 94—2005)及欧盟饮用水水质指标要求。且排泥水经处理后,要求泥饼含水率 $\leq 75\%$ 。厂区污泥浓缩脱水滤液和厂区生活污水经收集后,由提升泵和排污专管排入疏港大道市政污水管网。

2.3 工艺流程

根据水源水水质分析,对比出水水质指标,原水中浑浊度、色度、耗氧量、 BOD_5 、 COD_{Cr} 、TN、藻类、细菌学指标为麻章水厂处理工艺所需去除的主要目标。结合上述去除目标,考虑水源水的低浊、含藻性质,本工程选用成熟、适应性强的“网格絮凝池+平流沉淀池+气水反冲洗 V 型滤池+液氯消毒”处理工艺。针对原水存在一定的有机污染,本工程近期采用细格栅前预加氯措施去除原水中的藻类及微污染,同时设计生物预处理池(暂缓实施,待微污染进

一步增强至影响出水水质时再行实施);采用多点加氯措施保障出厂水细菌学指标达标;远期预留采用臭氧-活性炭深度处理工艺,以进一步降低 AOC

(可同化有机碳)和 Ames(致突变)效应及耗氧量,使出厂水水质满足直饮要求。污泥脱水采用离心浓缩脱水一体化工艺。具体工艺流程如图 1 所示。

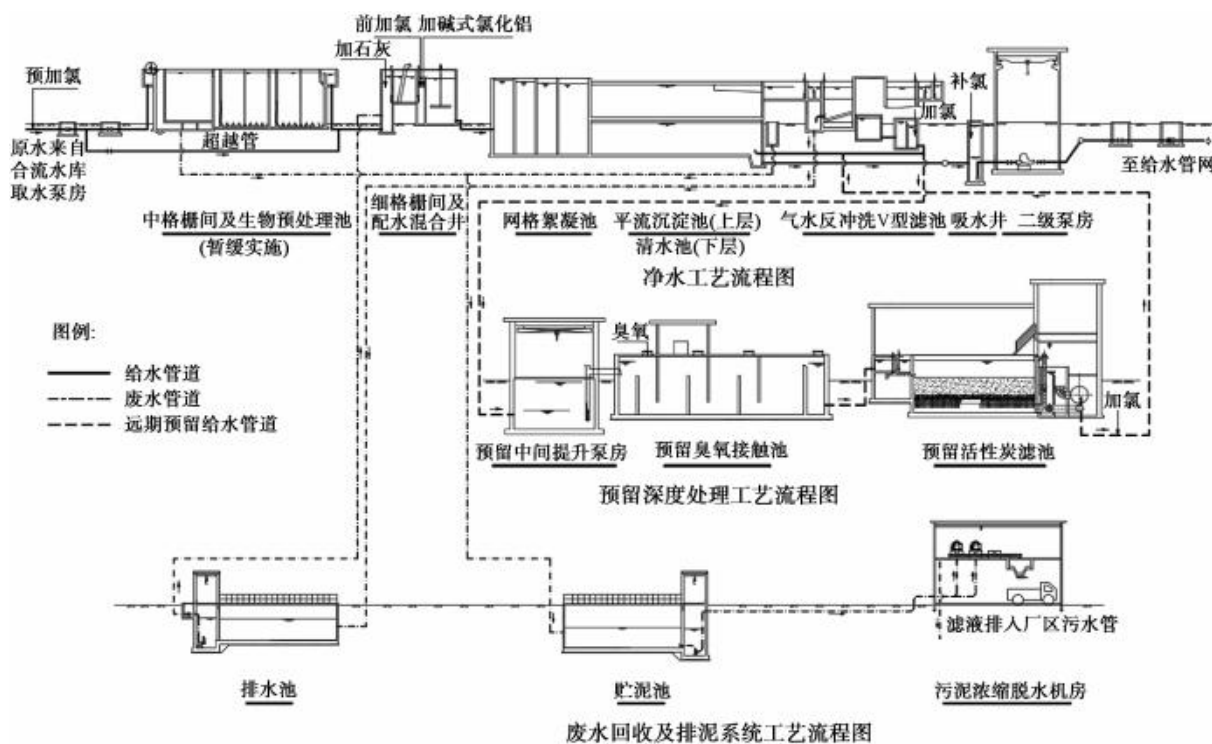


图 1 麻章水厂工艺流程

Fig. 1 Process Flow of Mazhang WTP

2.4 总平面布置

该厂用地红线面积为 $34\,905\text{ m}^2$,按 $7.5\text{ 万 m}^3/\text{d}$ 规模布置,用地指标为 $0.465\text{ m}^2\cdot\text{d}/\text{m}^3$ [根据《城市给水工程规划规范》(GB 50282—2016),地表水水厂(预处理+常规处理+深度处理工艺)用地指标为 $0.65\text{ m}^2\cdot\text{d}/\text{m}^3$],用地紧张,需采用节地设计。平面布置如图 2 所示,设计厂区分为厂前区、生产区及预留区,各区相互独立,又通过厂区道路有机联系。厂前区位于厂区南部,进厂道路位于厂前区与生产区之间,与东侧紧邻现状道路相连;生产区工艺构筑物基本按流程自西向东呈直线型布置以减少水头损失;生产区公共部分如加药间、排水池、贮泥池、污泥浓缩脱水机房、二级泵房等布置在近期用地和远期预留发展用地之间,可兼顾近远期,远期工程施工时对近期生产基本没有影响;预留区用地位于厂区中部南侧,充分考虑常规处理与深度处理管道的有机衔接,近期用作绿化用地。另外,通过采取清水池与

网格絮凝池和平流沉淀池合建、取消浓缩池、污泥浓缩脱水机房二层等措施节约占地。

3 主体工艺设计

3.1 净水构(建)筑物

3.1.1 中格栅间及生物预处理池(暂缓实施)

本工程近期设生物预处理池 1 座,以应对原水微污染及水体富营养化等水质问题,目前预留建设用地,先行设计并暂缓实施,根据进水水质需求另行启动该池建设。设计规模为 $7.5\text{ 万 m}^3/\text{d}$,自用系数取 1.05,设计停留时间为 50 min,设计气水比为 $0.75:1\sim 1.5:1$,设计生物填充量为 35%。该构筑物分为 2 组,总尺寸 $L\times B=31.75\text{ m}\times 21.60\text{ m}$,池深为 7.00 m,有效水深为 6.50 m,池内采用流化填料,材质选用 $\Phi=50\text{ mm}\times 40\text{ mm}$ 的 PP 料,填充量为 $1\,280\text{ m}^3$ 。

中格栅采用不锈钢材质的弧形格栅,共设 4 台,单台规格为 $1\,800\text{ mm}\times 5\,000\text{ mm}$,电机功率 $N=1.1\text{ kW}$,过栅间隙为 10 mm。



图2 麻章水厂总平面布置图

Fig. 2 General Layout of Mazhang WTP

3.1.2 细格栅间及配水混合井

细格栅间及配水混合井合建,设计规模为 7.5 万 m^3/d ,自用系数取 1.05。细格栅间设 2 条进水渠道,尺寸为 $3.30 \text{ m} \times 7.15 \text{ m} \times 1.95 \text{ m}$,设置 2 台循环齿耙式清污机,栅前水深为 1.50 m,栅隙为 5 mm。设计过栅流速 $v=1 \text{ m/s}$,最大过栅水头损失为 0.2 m,电机功率 $N=1.1 \text{ kW}$ 。

配水井分为 2 格,采用溢流堰配水,尺寸为 $4.65 \text{ m} \times 5.50 \text{ m} \times 5.30 \text{ m}$,有效水深为 4.30 m。配水井采用机械搅拌的混合方式,搅拌机转速可调,以适应进水流量和浑浊度变化,安装 2 台折桨搅拌机(2 用),单台搅拌直径为 0.8 m,电机功率 $N=3.5 \text{ kW}$ 。

为节约用地,取样监测间设置于细格栅下方。

3.1.3 网格絮凝池、平流沉淀池与清水池(叠池设计)

为节约用地,网格絮凝池、平流沉淀池与清水池

合建,叠池设计,设计规模为 7.5 万 m^3/d ,自用系数取 1.05。

根据规范规程^[1-3],同时参考以往多项同类工程的经验,网格絮凝池设计絮凝时间取 27 min;平流沉淀池设计水平流速取 10 mm/s,设计停留时间取 2.6 h;清水池调节容积按设计规模 7.5 万 m^3/d 的 15% 设计。

网格絮凝池设 2 座,单座设计流量为 0.46 m^3/s ,总平面尺寸 $L \times B=18.80 \text{ m} \times 10.70 \text{ m}$,采用穿孔管排泥和斗底排泥相结合的方式排泥。根据规范,对于一般原水网格絮凝池,絮凝 12~20 min 即可获得较好的絮凝效果^[1],但由于本工程原水浑浊度较低,絮凝体形成十分困难,絮凝时间应采用 20~30 min^[2],同时参考以往多项同类工程的经验,设计絮凝时间最终采用 27 min。每组网格絮凝池分为 21 格,其平面布置及水流方向如图 3 所示,其中单格面积为 5.52 m^2 ,前 15 格布置网格,每 5 格为一段,3

段中每格布置的网格层数分别为 3、2、1 层,开孔比分别为 0.28、0.33、0.37。每组网格絮凝池设置 16 根 D219×6 穿孔排泥管,排泥阀选用 DN200 液动角型排泥阀。

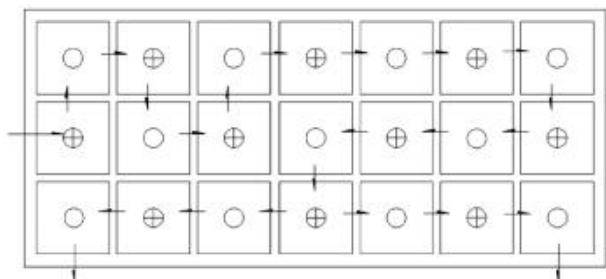


图3 网格布置及水流方向

Fig. 3 Grid Layout and Flow Direction

平流沉淀池设 2 座,单池设计流量为 $0.46 \text{ m}^3/\text{s}$,平面尺寸为 $93.68 \text{ m} \times 18.80 \text{ m}$,有效水深为 2.85 m 。沉淀池每座分为 2 格,每格共 3 个廊道,每个廊道宽为 2.80 m ,每座平流沉淀池末段设置 7 条单出水堰槽,尺寸为 $15.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}$ 。每池安装 4 台池底刮泥机,单台规格 $B = 8.88 \text{ m}$, $L = 45.00 \text{ m}$, $N = 4.0 \text{ kW}$ 。对于一般原水,沉淀时间宜为 $1.5 \sim 3.0 \text{ h}$,水平流速可采用 $10 \sim 25 \text{ mm/s}^{[1]}$,但由于本工程原水为浑浊度较低的含藻水,沉淀时间应采用 $2.5 \sim 3.5 \text{ h}$,设计水平流速采用 $8 \sim 10 \text{ mm/s}^{[2-3]}$ 。一般在不造成底泥冲刷的前提下,适当加快沉淀池的水平流速,有利于提高沉淀池的容积利用系数,同时可使水流的稳定性增加,以减少温差、异重流以及风力等对水流的影响。但水平流速也不宜过高,否则会增加水的紊动性,影响颗粒沉降,同时还易造成底泥冲刷,尤其是对浑浊度很低的水库水以及含藻较多的湖水,影响尤为明显。根据设计经验,对于浑浊度较高的江河水,水平设计流速宜取较高值;而对于浑浊度较低或含藻较多的水库水,水平流速宜取较低值,沉淀时间不低于 2.0 h 。综合考虑,本厂平流沉淀池设计水平流速取 10 mm/s ,设计停留时间取 2.6 h 。

清水池叠于网格絮凝池和平流沉淀池之下,设 2 座,每座有效容积为 $5\,625 \text{ m}^3$,尺寸为 $L \times B \times H = 93.68 \text{ m} \times 18.80 \text{ m} \times 3.85 \text{ m}$,超高为 0.20 m ,每座清水池独立运行方便运营管理。

3.1.4 气水反冲洗 V 型滤池及反冲洗泵房

本工程原水为浑浊度较低的含藻水,采用强化过滤工艺,措施一是增加滤层厚度至 1.20 m ,二是

降低滤速,考虑将滤池初滤水纳入废水回收系统,不让其进入清水池。根据规范规程^[4-6],考虑到原水水质并结合以往多项同类工程的经验,本工程滤池设计滤速采用 6.7 m/h ,设计强制滤速采用 8.1 m/h 。

气水反冲洗 V 型滤池设 1 座,按双排布置,平面尺寸为 $L \times B = 29.60 \text{ m} \times 34.12 \text{ m}$,单池设计流量为 $3\,281.25 \text{ m}^3/\text{h}$ 。滤池总过滤面积为 488.43 m^2 ,共分为 6 个单池,单池面积为 81.405 m^2 ,正常过滤时滤池反冲洗周期为 $24 \sim 36 \text{ h}$ 。滤料为石英砂均质滤料,粒径为 1.0 mm ,不均匀系数 $K_{80} \leq 1.25$,滤层厚度为 1.20 m ,每格滤池出水管上设置气动调节阀控制滤池恒水位运行。

反冲洗泵房内设置反冲洗水泵 3 台(2 用 1 备),单泵流量 $Q = 880 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H = 10 \text{ m}$ 。气水冲洗时开启 1 台,单独水冲时开启 2 台。设置罗茨鼓风机 2 台(1 用 1 备),单台风量 $Q = 83.0 \text{ m}^3/\text{min}$,出风压力为 39.2 kPa ,功率为 90.0 kW 。考虑到节约用地,反冲洗泵房服务远期规模为 $15.0 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 的气水反冲洗 V 型滤池进行气水反冲。

3.1.5 加药间

加药间由加矾间和加氯间合建而成,考虑到节约用地,土建按远期规模($15.0 \text{ 万 m}^3/\text{d}$)一次建成,设备按近期规模($7.5 \text{ 万 m}^3/\text{d}$)安装。

混凝剂采用固体碱式氯化铝(Al_2O_3 含量为 45%),湿式投加,最大投加量为 30 mg/L ,平均投加量为 10 mg/L ,投加点在配水混合井堰前。加矾间内设隔膜式计量泵 2 台(1 用 1 备,预留 1 台隔膜计量泵机位),单泵加注能力 $Q = 1\,200 \text{ L/h}$,扬程为 40 m ,功率为 1.1 kW 。

考虑水库水源水中含有较高的藻类及细菌(大肠杆菌等)微污染,同时为保证生活出厂水的余氯达到要求,液氯投加采用多点投加的形式^[7],即分滤前、滤后、二级泵房吸水井三点三次投配,投加点分别位于进水泵房吸水井、滤池出水堰、二级泵房吸水井,最大投加量分别为 3.0 、 2.0 、 1.5 mg/L 。前加氯系统、后加氯系统、吸水井补氯系统近期分别设流量比例式全真空自动加氯机各 2 台,1 用 1 备,单台加氯量分别为 10 、 7 、 5 kg/h 。

考虑到原水 pH 偏低,本工程设置石灰投加系统调整 pH,以确保出厂水水质稳定,同时提高了 Al_2O_3 的效能,创造良好的絮凝条件。投加点设置在水厂细格栅间前,投加量为 $6 \sim 10 \text{ mg/L}$,石灰投加

系统设置计量泵 2 台,1 用 1 备,单泵流量为 430 L/h,扬程为 100 m,功率为 1.5 kW。

3.1.6 二级泵房

考虑到节约用地,二级泵房土建按远期规模(15 万 m^3/d)一次建成,设备按近期规模(7.5 万 m^3/d)安装。二级泵房采用半地下式,平面尺寸为 42.48 m $\times$ 12.00 m,地下部分深为 5.80 m,钢筋混凝土框架结构。近期工程时变化系数 $K_{\text{时}}=1.40$,设计流量 $Q=4\,375\text{ m}^3/\text{h}$ 。

二级泵房近期配备 4 台卧式离心水泵,2 大 2 小。大泵单泵流量 $Q=2\,187.5\text{ m}^3/\text{h}$,水泵扬程 $H=45\text{ m}$,配套电机功率为 355 kW、10 kV;小泵单泵流量 $Q=1\,093.75\text{ m}^3/\text{h}$,水泵扬程 $H=45\text{ m}$,配套电机功率为 200 kW、380 V,1 台变频。

3.2 废水构(建)筑物

考虑到节约用地,废水系统土建按远期规模(15.0 万 m^3/d)一次建成,设备按近期规模(7.5 万 m^3/d)安装。近期污泥干泥量按设计规模(7.5 万 m^3/d)设计,近期设计总干泥量为 3.07 t DS/d。

平流沉淀池采用池底刮泥机新设备,池底刮泥机新设备对沉淀污泥有预浓缩作用,考虑用地紧张因素,本工程废水处理取消了污泥浓缩池,根据实际运营结果,贮泥池内污泥含水率达 97.9%。

(1)排水池

V 型滤池反冲洗水通过排水池直接流入工艺前端进行回用,排水池内设置搅拌器以确保泥水不分离。反冲洗废水的回用一方面减少了水厂排泥水的处理量,另一方面充分利用了泥水中残留的聚合氯化铝(PAC),改善了絮凝池的反应条件^[8]。

排水池为钢筋砼结构,分 2 格,平面尺寸为 20.90 m $\times$ 10.80 m,有效水深为 3.00 m,总深为 4.70 m,有效容积为 600 m^3 。

排水池内设提升泵(潜污泵)2 台(1 用 1 备,1 台变频),泵的流量按照均匀提升至配水混合井的原则进行选择。潜污泵的流量 $Q=130\text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H=13.5\text{ m}$,功率 $N=7.5\text{ kW}$ 。

(2)贮泥池

网格絮凝池及平流沉淀池底泥通过重力排入贮泥池,贮泥池内设搅拌装置确保泥水充分混合,进一步送往污泥浓缩脱水机房并通过离心浓缩脱水一体机浓缩脱水,泥饼外运。

贮泥池贮存的污泥浓度按 1.5% 计,平面尺寸为 20.85 m $\times$ 8.80 m,有效水深为 3.00 m,池深为 5.30 m,总容积约为 250 m^3 。

贮泥池内设 2 台污泥进料泵(1 用 1 备),单泵流量 $Q=15\text{ m}^3/\text{h}$,扬程为 40 m,功率为 5.5 kW。

为防止池内积泥,内设功率为 1.5 kW 的潜水搅拌器 2 台。

(3)污泥浓缩脱水机房

为进一步节约用地,污泥浓缩脱水机房设 2 层,近期安装 2 台离心浓缩脱水一体机,平时 1 用 1 备,单台 $Q=11\text{ m}^3/\text{h}$,功率分别为 22.0、5.0 kW,高峰时 2 台同时使用。进泥含水率为 98.5%,泥饼含水率 $\leq 75\%$ (实测泥饼含水率为 74.5%),聚合物投加量 $\leq 5\text{ kg/t}$ 干泥,运行时间为 18.6 h。

4 运行情况

2018 年 1 月—2019 年 12 月该厂实际运行的平均进、出水水质汇总如表 2 所示。

表 2 平均实际进、出水水质
Tab. 2 Actual Average Water Quality of Inflow and Outflow

项目	原水水质	出厂水质
浑浊度/NTU	8.86	0.25
色度/倍	32	<5
COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	19.35	<16.00
TN/(mg·L ⁻¹)	1.30	0.21
氨氮/(mg·L ⁻¹)	0.150	0.032
硝酸盐氮/(mg·L ⁻¹)	0.353	0.362
细菌总数/(CFU·L ⁻¹)	281	0
大肠杆菌/(CFU·L ⁻¹)	1 103	0
藻类/(CFU·L ⁻¹)	1.6 $\times 10^7$	0
余氯/(mg·L ⁻¹)	—	0.68
溴化物/(mg·L ⁻¹)	—	<0.1
溴酸盐/(mg·L ⁻¹)	—	<0.002
四氯化碳/(μg·L ⁻¹)	<0.001	<0.001
三氯甲烷/(μg·L ⁻¹)	<0.003	0.026

该水厂自建成投产以来,构筑物 and 机电设备工作正常,2018 年 1 月—2019 年 12 月实际平均日供水量为 38 151 m^3/d ,出水水质稳定,水质监测结果表明出水各项指标完全符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)标准。

5 结论

(1)湛江市麻章自来水厂的水源水来自合流水库,进水水质按低浊含藻水设计指标进行设计。该厂采用了“网格絮凝池+平流沉淀池+气水反冲洗 V 型滤池+液氯消毒”处理工艺,预留了生物预处理和深度处理工艺用地,各构筑物设计参数均按照相应设计规范和规程针对原水特点进行选取,水厂投产后运行稳定,出水水质符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)要求。

(2)对构筑物网格絮凝池、平流沉淀池和清水池采用叠池设计以有效节约用地。

(3)平流沉淀采用池底刮泥机新设备可以起到污泥预浓缩作用以减少污泥浓缩池,从而减少用地面积。

(4)加药间、反冲洗泵房、二级泵房、贮泥池、污泥浓缩脱水机房土建按远期一次建成,设备按近期安装,集约布置,以节约用地面积。

(5)采用污泥浓缩脱水机房二层设置、取样监

测间设置于细格栅下方的措施以充分利用竖向空间,可有效节约用地。

参考文献

- [1] 闫东哈. 黄河高浊度原水给水厂改扩建节地工艺应用与优化设计[J]. 给水排水, 2021, 57(11): 19–26.
- [2] 刘巨波, 狄剑英, 连宝良, 等. 用地紧张水厂不停产改扩建工程设计与实践[J]. 给水排水, 2021, 57(8): 32–36.
- [3] 胡翔. 大型水厂改造的集约化设计理念与应用[J]. 净水技术, 2021, 40(1): 116–120.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 室外给水设计规范: GB 50013—2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [5] 中国工程建设标准化协会. 低温低浊水给水处理设计规程: CECS 110:2000 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 含藻水给水处理设计规范: CJJ 32—2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [7] 朱军进, 王娟. 常规水处理工艺多点加氯改造[J]. 城镇供水, 2014(4): 26–27, 34.
- [8] 陈卓华. 滤池反冲洗废水直接回用强化混凝的试验研究[J]. 城镇供水, 2018(22): 82–85.
- [9] CARMICHAEL W W, BOYER G L. Health impacts from cyanobacteria harmful algae blooms: Implications for the North American Great Lakes[J]. Harmful Algae, 2016, 54: 194–212. DOI: 10.1016/j.hal.2016.02.002.
- [10] 侯伟, 孙韶华, 贾瑞宝. 中国北方山区水库与引黄水库富营养化特征[J]. 中国环境监测, 2016, 32(2): 58–63.
- [11] 逯南南, 焦念增, 褚福敏, 等. 引黄水库藻类变化特征及其影响因素研究[J]. 生态科学, 2013, 32(6): 757–762.
- [12] 方雨博, 王趁义, 汤唯唯, 等. 除藻技术的优缺点比较、应用现状与新技术进展[J]. 工业水处理, 2020, 40(9): 1–6.
- [13] PLUMMER J D, EDZWALD J K. Effect of ozone on algae as precursors for trihalomethane and haloacetic acid production[J]. Environmental Science & Technology, 2001, 35(18): 3661–3668.
- [14] XU J, ZHAO Y, GAO B, et al. Enhanced algae removal by Ti-based coagulant: Comparison with conventional Al- and Fe-based coagulants[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(13): 13147–13158.
- [15] ZHOU S, SHAO Y, GAO N, et al. Removal of *Microcystis aeruginosa* by potassium ferrate (VI): Impacts on cells integrity, intracellular organic matter release and disinfection by-products formation[J]. Chemical Engineering Journal, 2014, 251: 304–309. DOI:10.1016/j.cej.2014.04.081.
- [16] KASPRZAK P, GONSIORCZYK T, GROSSART H, et al. Restoration of a eutrophic hard-water lake by applying an optimised dosage of poly-aluminium chloride (PAC) [J]. Limnologia, 2018, 70: 33–48. DOI: 10.1016/j.limn.2018.04.002.
- [17] ZHAO Z, SUN W, RAY A K, et al. Coagulation and disinfection by-products formation potential of extracellular and intracellular matter of algae and cyanobacteria[J]. Chemosphere (Oxford), 2020, 245: 125669. DOI:10.1016/j.chemosphere.2019.125669.
- [18] BAE H K. Effects of different coagulants on coagulation process for removal of *Microcystis aeruginosa* [J]. KSCE Journal of Civil Engineering, 2021, 25(3): 751–756.
- [19] HUA L, LIN J, SYUE M, et al. Optical properties of algogenic organic matter within the growth period of *Chlorella* sp. and predicting their disinfection by-product formation[J]. Science of the Total Environment, 2018, 621: 1467–1474. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.10.082.
- [20] 卢艳秋. 盐酸改性粉煤灰强化混凝除藻研究[D]. 赣州: 江西理工大学, 2018.
- [21] 王晓东. 分层型水库溶解性有机物特征及其混凝和膜过滤特性研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [22] 乔俊莲, 雷青. 藻类不同生长周期对其混凝去除的影响[C]. 武汉: 2011 年环境污染与大众健康学术会议, 2011: 951–955.
- [23] 张忠祥, 宋浩然, 张伟, 等. 高铁酸钾预氧化强化混凝除藻效能及机理研究[J]. 中国给水排水, 2019, 35(15): 31–36.
- [24] 朱宸, 丁凯耘, 丛海兵, 等. 水质安全的动态超声波强化混凝除藻水处理试验研究[J]. 环境科学学报, 2015, 35(8): 2429–2434.
- [25] 陈雯婧, 丛海兵, 徐亚军, 等. 预压力混凝沉淀除藻工艺中 DOC 变化规律研究[J]. 环境科学, 2014, 35(7): 2579–2584.
- [26] 李明玉, 潘倩, 王丽燕, 等. 不同混凝剂对溪流河水源水中藻类去除的对比[J]. 中国环境科学, 2010, 30(11): 1484–1489.

(上接第 53 页)