

河东水厂工程设计实例分析

戴斌

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

摘要: 把握全市供水行业优化布局新机遇, 优化水资源配置, 目标做到“优水优用, 同城同质”, 根据用户需求优化水资源配置, 保障供水安全。

关键词: 优水优用; 同城同质

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.100

一、概况

从水质角度考虑, 原水水质较优的京杭运河宝应段水源地能分给盐城市中心城区的原水量仅为60万 m^3/d , 需通过原水水质相对较差的盐龙湖水源地或通榆河水源地进一步补充30万 m^3/d 。由此可知, 盐城市中心城区现有的优质原水资源较为紧缺, 同时存在水厂空间布局不均衡的问题。

河东水厂工程设计规模30万 m^3/d , 根据河东片区用水量调研结果, 为满足近期企业用水需求, 近期实施规模15万 m^3/d , 同时新建河东水厂配水管网向企业集中供水^[1]。包含子项如下: 1) 原水工程: 新建通榆河预处理取水口30万 m^3/d , 将通榆河原水或预处理厂出水输送至河东水厂; 2) 水厂工程: 新建15万 m^3/d 常规处理设施、排泥水处理设施, 公用部分的建、构筑物30万 m^3/d 。3) 河东水厂配水管网工程: 新建河东水厂配水管网约21.16km, 就近向河东片区供水。

二、取水工程

(一) 总体设计

本工程采用的是岸边式取水构筑物, 取水规模30万 m^3/d , 取用通榆河原水。取水头部位于现状取水头部北侧30m处, 铺设DN1600取水自流管2根, 单根长度约100m, 并且取水自流管与现状DN1600取水自流管相连。

本工程新建2根DN1400原水管, 从通榆河预处理厂内现状取水泵房和出库泵房出水管道上分别接管。原水管道总长约2.2km。

通榆河50年一遇洪水位2.64(85高程, 余同), 20年一遇洪水位2.49, 常水位0.71。97%保证率水位0.38, 99%保证率水位0.22。

(二) 取水头部

取水头部采用岸边式取水构筑物。取水口位于通榆河现状取水头部北侧30m处, 取水规模30万 m^3/d 。在通榆河预处理厂现状围墙外新建一座顶管工作井, 新建取水头部采用开挖施工。两根DN1600取水自流管采用顶管穿越现状通榆河大堤, 并与水厂围墙内现状两根DN1600原水管连接, 并设置2处检修阀门。建成后, 新建取水

口向通榆河预处理厂输水原水, 老取水口向河东工业水厂输送原水。

新建取水头部外尺寸10.6m \times 7.0m, 分为独立的2格, 单格内尺寸6.0m \times 4.55m。取水头部内设置2只电动阀门, 用于管道检修维护。设置拦污格栅2只, 尺寸4.5m \times 3.0m。上部设置2处电动葫芦, 用于起吊阀门及格栅。

根据《室外给水设计标准》(GB50013-2018), 取水工程设计枯水位的保证率, 应取90%~99%。通榆河99%保证率水位为0.22(85高程, 余同), 本工程进水孔尺寸3m \times 3m, 孔中心标高-1.5m。常态工况下, 单孔进水流量6563 m^3/h , 过孔流速0.2m/s。事故工况考虑70%的进水量9188 m^3/h , 过孔流速0.28m/s。

通榆河50年一遇洪水位2.64m, 本工程取水头部设计顶标高3.0m, 底标高-4.0m。在过水孔后设置一道拦污格栅, 尺寸4.5m \times 3.0m, 栅条间隙为100mm的不锈钢粗格栅(堵塞系数按25%考虑)。

(三) 取水自流管

本工程新建2根D1620 \times 16取水自流管, 管材采用钢管。管中心间距6m, 中心标高-1.70m, 单根总长约100m。管道起点位于取水头部处, 安装一处闸门便于管道检修。

管道采用顶管的施工方式。工作井位于通榆河围墙外, 内径12m, 采用沉井施工。向东顶管穿越通榆河大堤至取水头部。单根管按15万 m^3/d 设计, 并按70%事故(30万 m^3/d)流量校核, 事故时自流管停用1根。

DN1600取水自流管与现状DN1600自流管碰接。现状DN1600取水自流管位于通榆河预处理厂绿化带内, 距围墙约2.8m, 管中心距2.5m。北侧新建管道与北侧现状管道碰接, 碰接点标高-1.70m。南侧新建管道与南侧现状管道碰接, 碰接点标高-1.70。北侧现状取水自流管采用弯头避让。

(四) 原水管道

本工程预处理厂管线工程包括2根DN1200原水管线, 顶管穿越通榆河, 单根长度约630m。2根原水管线分别接入取水泵房和出库泵房, 并设置检修阀门井。

现状通榆河预处理厂内设置接收井, 通榆河东岸设置顶管工作井, 矩形工作井尺寸14.8m \times 11m。圆形接收井直径11m。顶管段原水管管径DN1200, 管外设置DN1400钢管套管。管中心标高-12.00m, 现状河底标高-5.03~-3.75。

三、净水厂工程

(一) 工艺流程

1) 近期水厂设计规模15万 m^3/d , 工艺如下:

生产水工艺: 配水井-预臭氧接触池- 网格絮凝平流沉淀池-砂滤池-工业清水池-工业送水泵房-企业用户
泥处理工艺: 排泥池-浓缩池-平衡池-脱水机房-外运

2) 远期水厂设计规模30 m^3/d , 工艺如下:

生产水工艺: 配水井-预臭氧接触池- 网格絮凝平流沉淀池-砂滤池-活性炭滤池-后臭氧接触池-生活清水池-生活送水泵房-用户

泥处理工艺: 排泥池-浓缩池-平衡池-脱水机房-外运

(二) 总平布置及高程图

河东水厂规划厂址位于通榆河西侧, 新城路(规划路)以北、希望大道(规划路)以东, 厂区占地10.8万平方米。

在考虑功能性分区的同时, 其中厂前区位于西北角。厂区内人流、车流考虑合理的布置。在厂区分别设置主次出入口, 满足运输以及消防的要求, 且满足工作人员日常进出、日常运行检修及药剂输送的要求。厂区内主要道路宽6米, 次要道路宽4米。

本工程厂区设计地坪3.5m, 清水池最高水位3.50m。为考虑远期深度处理构筑物水头损失, 砂滤池出水水位8.8m。砂滤池与沉淀池通过渠道连接, 沉淀池出水水位11.70。考虑预臭氧接触池跌落消除水中余臭氧, 预臭氧接触池出水水位13.40。另外配水井出水水位14.80m。具体高程布置如下(85高程):

(三) 配水井

配水井设计规模30万 m^3/d , 一次建成。配水井架空处理, 平面尺寸12 \times 8m。出水设置2格翻水堰, 翻水堰上设可调式不锈钢溢流板, 翻水堰出水进入两组预臭氧接触池。

(四) 预臭氧接触池

河东水厂共设预臭氧接触池2座, 近期实施1座, 单座规模15万 m^3/d , 自用水系数取1.05, 与后续沉淀池一一对应。设计水力停留时间约6 min, 接触池内有效水深7.3m。

近期臭氧投加设备暂不安装, 远期增加臭氧投加装置, 臭氧投加量0.5~1.0mg/L。每格预臭氧接触池设置 Φ 800人孔和DN200放空管, 便于设备安装和检修。

出水采用堰后跌落, 考虑通过跌落消除水中余臭氧, 保护沉淀池内设备, 出水堰后跌落约0.5m。

预臭氧接触池出水直接进入后续沉淀池, 为2根DN1200管道至平流沉淀池。

本工程臭氧接触池和沉淀池为一对一设置, 近期共

设2格臭氧接触池。

(五) 网格絮凝平流沉淀池(下叠排水池、排泥池)

河东水厂共设平流沉淀池2座, 与排水池、排泥池合建。近期实施1座, 单座规模15万 m^3/d 。采用管道混合器混合, 网格絮凝, 有效水深4.5m, 絮凝时间22.8min。平流沉淀池有效水深3.6m, 沉淀时间为120min。两侧设置排泥槽, 通过刮吸泥机虹吸排泥。

网格絮凝池与平流沉淀池合建。单格规模7.5万 m^3/d , 自用水系数取1.05。絮凝区最前端设置配水区, 配水区内尺寸1.3 \times 2.8m。絮凝段采用多格竖流式, 单格内尺寸1.3 \times 1.3m, 共分为3段。其中第一段共12格, 停留时间为6.7min。单层网格孔面积0.714 m^2 , 断面过水孔面积0.854 m^2 , 过网流速0.267m/s, 网格阻力系数取1.0, 墙洞阻力系数取3.0, 三层布置。第二段16格, 停留时间为8.9min。单层网格孔面积0.9215 m^2 , 断面过水孔面积1.0615 m^2 , 过网流速0.215m/s, 网格阻力系数取0.9, 墙洞阻力系数取3.0, 两层布置。第三段13格, 停留时间为7.2min。不设置格网。絮凝区底部设DN200穿孔排泥管, 末端设气动直通管夹排泥阀。

原水经网格絮凝后进入平流沉淀池。沉淀池设计停留时间为123min, 水平流速13.81mm/s。单座沉淀区有效水深为3.6m, 底部设置排泥坑。中间设1道导流墙, 长宽比12.05。

单格沉淀池出水设9根不锈钢指形槽, 出水负荷187.5 $m^3/m \cdot d$ 。为使每格沉淀池出水均匀, 出水总渠宽1.4m。设1块800(H) \times 1300手动闸门。在每座沉淀池出水通过渠道接至后V型滤池。

每座沉淀池设2台虹吸式吸泥机, 行走速度 $<1m/min$, 吸泥机安装净宽17.85m。

(六) 砂滤池

砂滤池单座规模15万 m^3/d , 近期实施一座。

砂滤池池型采用V型滤池, 共10格, 设计滤速7.3m/h, 设计强制滤速8.1m/h。停留时间10.3min。

滤池中间为管廊, 管廊内布置清水管、反冲洗水管及反冲洗气管和相应的阀门。管廊内设置2t电动葫芦2台, 以便检修用。

(七) 反冲洗泵房

反冲洗泵房设3台卧式离心泵, 2用1备。单泵流量650 m^3/h , 扬程11.0m, 电机功率37kW, 变频。砂滤池气水同冲时开启1台小泵, 单水冲时开启2台泵。

设2台罗茨鼓风机作为砂滤池反冲洗用, 1用1备。单台鼓风机风量85.2 m^3/min , 风压45kpa, 电机功率113kW, 变频。

反冲洗泵房内设为气动阀门供气的空压机2台, 1用1备, 风量40~45 m^3/h , 风压7bar, 电机功率5kW。附2只1 m^3 空气罐及冷干机、过滤器和减压阀等附属设备。

（八）清水池

新建清水池2座，其中1座储存生活用水，规模15万 m^3/d 。1座储存工业用水，规模15万 m^3/d 。每座分为可独立运行的2格，满足日常检修需要。

每格清水池进水管管径DN1200，出水管管径DN1400，均设置手动蝶阀。清水池设置DN1000溢流管，通过溢流堰出水，溢流水就近排入雨水管道。

清水池有效水深4m，单格清水池有效容积16000 m^3 。最高水位3.5m，上部覆土绿化。

（九）吸水井及二级泵房

二级泵房及吸水井土建规模为30万 m^3/d 。二级泵房生活用水时变化系数取1.3，工业用水时变化系数取1.1。泵房近期设置9台水泵，其中工业水泵4台，3用1备，单泵流量2300 m^3/h ，扬程45m，功率355kW，10kV。近期设生活水泵3台，2用1备，近期单泵流量2030 m^3/h ，扬程45m，功率355kW，10kV，远期增加2台。设串联增压泵2台，单泵流量840 m^3/h ，扬程15m，功率55kW，380V。水泵双排布置，其中工业泵2台变频，生活泵全变频运行。设置10t桥式起重机1台。

泵房采用半地下式设计，泵房室内设计地坪3.80m，下部设计地坪-1.50m，设置通风机通风。吸水井平面尺寸32.2m \times 6.5m，有效水深6.70m。

（十）排泥池、排水池

排泥池、排水池与平流沉淀池合建。近期各设计1座，单座设计规模15万 m^3 。

排水池分为独立运行的2格。排水池平面尺寸18.5 \times 40.7m，有效水深3.5m，有效容积2100 m^3 。每格内部设置2只搅拌器。出泥泵4台，2用2备。单泵设计参数 $Q=150\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=17\text{m}$ ， $N=18.5\text{Kw}$ 。进水管采用DN1000，溢流管采用DN1000，溢流堰出水，就近排入雨水管道。

排泥池分为独立运行的2格，排泥池平面尺寸18.5 \times 40.7m，有效水深3.5m，有效容积2100 m^3 。收集单座沉淀池排泥水（15万 m^3/d ），平均浊度42.5NTU。单座日排泥量10.5t/d，按日排泥次数1次计，单次排泥水量2100 m^3 。污泥泵采用4台，2用2备。单台水泵设计参数 $Q=65\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=15\text{m}$ ， $N=15\text{Kw}$ 。进水管采用DN800，溢流管采用DN800，溢流堰出水，就近排入雨水管道。

（十一）综合加药间

加药间按土建规模30万 m^3/d 设计，平面尺寸为60.0m \times 13.3m。近期设备按照15万 m^3/d 设计，包括聚合氯化铝（PAC）、次氯酸钠溶液。

1) 次氯酸钠

次氯酸钠采用商品次氯酸钠溶液，储备量按近期10天，远期7天考虑

前加氯：加氯点位于絮凝池前端管道混合器，最大投加量为2.0mg/L，平均投加量为1.0mg/L

后加氯：加氯点设在2座清水池进水管上，最大投加量为3.0mg/L，平均投加量为2mg/L

补氯：设置在吸水井前端，最大投加量为1.0mg/L，平均投加量为0.5mg/L

2) 聚合氯化铝

PAC投加量5mg/L~50mg/L，按最大投加量50mg/L设计，PAC溶液储存浓度10%

室外设1座埋地式聚合氯化铝原液储液池，近期按平均加注量储存14日设计，平面尺寸24.75m \times 12.5m，有效水深3.5m，分为独立运行的2格，单格有效容积504 m^3 。每格配2台耐腐蚀液下泵作为提升泵，流量15 m^3/h ，1用1备。溶液池平面尺寸13.25 \times 3.5，分为四格，有效水深3m。

（十二）斜板浓缩池

设计规模30万 m^3/d ，共2座，土建设备一次建成。单座直径16m，池边水深6.6m。

每座浓缩池出泥管道单独进入平衡池，并设置联络管道，防止出泥相互干扰。

主要设计参数：单池设计固体通量3.39kg/（ $\text{m}^2\cdot\text{h}$ ），单池液面负荷0.71 m^3/h （ $\text{m}^2\cdot\text{h}$ ），停留时间：8.7h。

（十三）平衡池及脱水机房

设1座平衡池，平面尺寸26m \times 10.7m，单座净容积1000 m^3 。有效水深4m。为防止积泥，每格平衡池设潜水搅拌机。

新建脱水机房一座，土建规模30万 m^3/d 。设置离心脱水机2台，预留1台，单机能力50 m^3/h 。进泥含水率97%，脱水泥饼含水率 $\leq 75\%$ 。

四、工程经验总结

河东水厂的建设能有效缓解现状供水系统“西水东送”带来的“西高东低”矛盾，提高河东经济开发区的供水安全性，满足了经济开发区的用水需求和城市未来发展需要。

参考文献

- [1] 邹琳邱顺凡宋波龙文琳. “引黄入渭”工程配套自来水厂建设案例分析[J]. 城镇供水, 2022(4): 33-36.
- [2] 赵江湖. 基于案例对比的市政水厂工程投资与成本分析[J]. 水科学与工程技术, 2023(1): 40-42.
- [3] 罗丹. 水厂工程造价控制方法及措施研究[J]. 城市情报, 2023(11): 0229-0231.
- [4] 张太浪. BIM技术在水厂工程建设管理中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(26): 44-46.
- [5] 黄文聪. 水厂工程建设中的常见问题及组织管理措施[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2023.