

良源净水厂工艺设计及特点

黄志超

天津市华森给排水研究设计院有限公司

DOI:10.18282/hwr.v2i7.1402

摘要: 本文介绍了良源净水厂取水工艺、净水工艺、污泥处理工艺的主要设计参数以及设备配置等,并对其设计特点进行了分析,对于水库水处理具有一定指导意义。

关键词: 取水; 净水工艺; 污泥处理; 水库水处理

良源净水厂位于广西省融安县大良镇,水源采用石门水库,供水范围为附近的大良镇、潭头乡等镇区村落,根据《广西乡镇供水工程设计提纲》预测该水厂近期设计规模 1.0 万 m^3/d ,远期设计规模 2.0 万 m^3/d 。

设计水源为水库水,属于微污染水源,春夏季高藻水且浊度较高,除部分指标超标外,水质基本满足《地面水环境质量标准》中的 III 类水体水质标准。出厂水水质达到国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749 2006)。

1 水厂主要构筑物工艺设计

1.1 取水工程

取水泵房供水规模 $2 \times 10^4 m^3/d$, 两期建设, 近期设备 $1 \times 10^4 m^3/d$, 土建规模 $2 \times 10^4 m^3/d$ 。形式有矩形和圆形, 圆形取水泵房优点: 水力条件好, 洪水期可减少水流推力, 抗风险能力强, 适于沉井施工。缺点: 泵组布置不如矩形好, 水泵机组需正反向布置, 施工难度大, 投资较大。

矩形取水泵房优点: 易于泵组布置, 施工方便, 投资较省。缺点: 水力条件不好, 迎水面大推力大, 洪水期抗风险能力差, 沉井施工时不容易均匀下沉。该水厂采用圆形取水泵房。

取水头部采用浮动船式, 平面尺寸: $B \times L \times H = 2m \times 4m \times 3m$ 。

取水泵房土建按 $2.0 \times 10^4 m^3/d$ 规模, 混凝土圆筒形结构, 内径 10m, 由水泵间、集水井、配电间及交通桥组成。泵房设置 4 个泵位, 卧轴单级双吸中开式离心泵, 3 用 1 备, 流量 $Q=152.8 m^3/h$, 扬程 $H=35m$, $P=20kW$ 。

1.2 混合工艺

混合采用水力混合方式, 直径 DN350 静态混合器两台。投加混凝剂, 经静态混合器与水快速混合, 进入反应池。

静态混合器采用不锈钢制作, 带有加氯及加药口。

1.3 处理工艺

水厂将网格反应池、斜板沉淀池、V 型滤池合建在室内净水间, 合建更节省土建投资。净水间为三层, 采用轻钢结构, 平面尺寸: $48m \times 21m$, 高度 10 米。一层设置反冲洗泵房、鼓风机房、配电室、控制室、化验室等。

1.3.1 反应池

反应池 1 座, 采用小网格反应池, 钢筋混凝土结构, 单池

平面: $6.5m \times 4.6m$, 池深 5.6m。网格反应箱采用乙丙共聚材质, 外框支撑为不锈钢材质。单池容积: $V=79.2 m^3$, 反应时间: $T=22.0min$ 。

1.3.2 沉淀池

采用斜管沉淀池, 与反应池对应沉淀池 1 座, 钢筋混凝土结构, 单池平面尺寸: $7.7m \times 6.5m$, 池深 5.6m。清水区上升流速: $V=2.0mm/s$, 有效水深: $H=3.80m$ 。

池型布置: 反应池到沉淀池设缓冲区, 进水采用穿孔花墙配水。出水采用穿孔集水槽, 集水槽采用不锈钢制作^[1]。

1.3.3 滤池

V 型滤池, 气水反冲洗加表面扫洗方式, 钢筋混凝土结构。分为 4 组单排布置, 单池平面尺寸: $6.0m \times 2.5m$, 总高度 4.5 米, 布水区高度为 1.12 米, 滤板厚度为 0.18 米, 滤料层厚度 1.3 米, 滤层上水深 1.2 米, 滤池超高 0.7 米。

设计滤速	7.6m/h, 强制滤速 10.2m/h
总过滤面积	$4 \times 15 = 60m^2$
单池面积	$15.0m^2$
反冲洗方式	气水反冲加表面扫洗
空气反冲洗	气冲强度 $15L^3/s \cdot m^2$ 水冲强度 $q_1 = 2.0L^3/s \cdot m^2$
气水同时反冲洗	气冲强度 $15L^3/s \cdot m^2$
单独水反冲洗	水冲强度 $q_2 = 4L^3/s \cdot m^2$
表面扫洗	水洗强度 $q_3 = 2.12L^3/s \cdot m^2$

滤料采用单层石英砂均粒滤料, 有效粒径为 0.95~1.35mm, 滤料层厚度 1.3m, 0.1m 砾石承托层。滤料不均匀系数 $K_{80} < 1.6$ ^[2]。

1.4 清水池

总容积按设计水量的 28.4% 考虑, 1 座, 容积 $1420.8m^3$ 。平面尺寸: 24×16.0 米, 水深 3.7 米。

1.5 送水泵房及变配电室

按最高日供水量 1.0 万 m^3/d 规模进行设备安装, $K=1.6$ 。安装四台水泵, 大泵两台, 小泵两台, 水泵扬程按 32 米。

大泵: 单级双吸卧式离心泵 2 台, 1 用 1 备。单台性能: 流量 $q=350m^3/h$, 扬程 $H=32m$ 。

小泵: 单级双吸卧式离心泵 2 台, 1 用 1 备。单台性能:

流量 $q=175\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=32\text{m}$ 。

1.6 加氯加药间

1.6.1 加氯间按 $1.0\text{万 m}^3/\text{d}$ 规模安装

水厂按混凝前、滤后两处加氯。最大投氯量 $5.5\text{mg}/\text{L}$ 。混凝前加氯点设在静态混合器的进水管, 加氯量 $4.0\text{mg}/\text{L}$; 滤后加氯点设在清水池的进水管, 加氯量按 $1.5\text{mg}/\text{L}$ ^[3]。

滤后加氯: 加氯机室内设 $4\text{kg}/\text{h}$ 的复合环全真空加氯机 2 台, 1 用 1 备。

混凝前加氯: 加氯机室内设 $2\text{kg}/\text{h}$ 的流量比例控制加氯机 2 台, 1 用 1 备。

1.6.2 加药间

鉴于原水水质、水温等变化因素的不确定性, 为应对水源的微污染, 本工程投加絮凝剂采用聚合氯化铝, 固体药剂, 采用湿式投加。

絮凝剂 PAC 投加设计: 絮凝剂 PAC 投加量 $60\text{mg}/\text{L}$, 每天最大需药量 $212\text{L}/\text{h}$, 药液投加浓度 10% 。

药剂投加泵采用隔膜式计量泵, 共 2 台, 1 用 1 备。单台计量泵的性能为: $Q_{\text{max}}=220\text{L}/\text{h}$, $P=0.3\text{Mpa}$, $N=0.37\text{kW}$ 。

絮凝剂投加采用复合环控制。加药间内设有一套 PLC, 在水厂的进水管上设有流量计, 在净水间进水管上设取样点检测浊度, 运行时, PLC 根据进水流量计的信号控制投药泵自动进行比例投加, 然后根据浊度检测仪反馈的信号进行负反馈控制, 调整投药泵的投药量, 实现投药的复合环控制。

1.7 污泥处理系统

1.7.1 干泥量和废水处理设计的规模拟定

污泥处理设计干泥量由水厂原水浊度而定。

采用水库水作为水源, 水源特点: 5~9 月为雨季, 浊度较高, 在 100NTU 左右; 11 月~次年 3 月为旱季, 其浊度低于 10NTU 。计算宜按全年平均浊度 50NTU 为取值估算。投矾量按全年平均值 $1.0\text{mg}/\text{L}$ 投加, 计算含泥量得: 平均干污泥量暂定: $4.76\text{t}/\text{d}$, 每年干污泥总量为 1737t 。

1.7.2 废水量的计算

废水来自网格反应池、沉淀池及气水反冲滤池的排放。

(1) 网格反应池

2 座, 单斗排泥水量为 1.8m^3 , 低浊度时每天排泥一次, 每天排泥水量为 148m^3 ; 高浊度时每天排泥 2 次, 每天排泥水量为 $297\text{m}^3/\text{d}$ 。絮凝池最大排泥水量为 $2.92\text{m}^3/\text{s}$ 。次。

(2) 斜管沉淀池

2 座, 沉淀池浊水期时每天排泥 3 次, 每次排泥历时 2h。每池设池底刮泥机 2 台, 单台排泥水量 $120\text{m}^3/\text{h}$, 4 台虹刮泥机总排水量为 $2800\text{m}^3/\text{d}$ 。

(3) 气水反冲滤池

1 组, 每组 4 格滤池, 单池 15m^3 , 浊水期时每天冲洗一次, 冲洗强度按 $6\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}^2$, 每次反冲洗废水排水量 56.7m^3 。

1.7.3 构筑物设计

(1) 排水池

排水池是收集滤池的排水在池内均质均量。分为两格, 每格长 13.3m , 宽 4.0m , 有效水深 2.5m 。

(2) 排泥池

排泥池是收集沉淀池的排泥水在池内均质均量, 保证向浓缩池提供浓度均匀的污泥和恒定的流量。分二格。每格长 9.2m , 宽 4.0m , 有效水深 3.0m 。

(3) 污泥浓缩池

浓缩池池底废水的浓度将直接影响污泥脱水的效果。本工程浓缩池将污泥的含泥量从约 0.37% 浓缩到 2% 。设计平均污水量为 $429\text{m}^3/\text{d}$, 水力负荷 $0.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, 停留时间为 8h 。

池型为圆型, 直径 6.0m , 池深 4.6m 。

(4) 脱水机房

脱水机房平面尺寸 19×9.5 米, 高度 6 米。

采用转筒浓缩带式脱水一体机, 机型 $Q=25\text{m}^3/\text{h}$, $N=2.0\text{kW}$, 一用一备。

2 工艺特点

2.1 总体方案选择合理

该工程进行了十分充分的前期工作, 对水源水质及水处理工艺进行了较长时间的论证和研讨, 结合原水水质特点和出水水质要求, 分别选择了经济、合理的水处理工艺。在设计中注意远、近期工程的结合, 以及与城市原有给水设施的协调。

2.2 根据原水水质特点和出水水质要求

药剂投加过程均实现了自动化, 投加剂量由各自的工艺参数(流量、浊度、pH、余氯等)控制自动调节。

2.3 在工艺设计上充分体现“全流程, 多级屏障”的消毒概念

不但可以保证出水的微生物安全性, 还可以确保出水的化学安全性, 使出厂水水质达到或优于国家标准, 以不断提高供水管理水平和安全供水能力。

2.4 以“全自动净水厂”概念指导、建立自动化控制系统

监控系统实现在无人值守的情况下全自动完成其工艺过程, 使系统具有投资省、稳定可靠、效率高、消耗低、出厂水质优以及自动化管理水平高的特点。

参考文献:

[1]李德强,王茜茜,张帆,区永杰.某大型净水厂常规处理工艺改造设计[J].净水技术,2017,36(10):91-97.

[2]刘家慧,吕爱民.解析常见净水厂处理工艺设计[J].资源节约与环保,2014,(03):68.

[3]李永松,赵康,万倩.自来水厂二氧化氯安全消毒工艺设计的研究[J].化工管理,2018,(14):205.