

设计经验

DOI: 10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.14.010

# 给水处理构筑物叠合式布置工艺设计

李久安, 甄 帅, 陈明翰, 姚左钢

(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100082)

**摘 要:** 贵州省某水厂厂址地形高差大,如建(构)筑物按常规布置,则厂外需拆迁,且边坡支护处理难度大、风险大。因此,设计摒弃传统方式,充分利用竖向空间,对水线处理构筑物和加药间分别采取合建的形式,即:机械混合絮凝池、斜管沉淀池和V型滤池下部叠合清水池;聚合氯化铝投加间、高锰酸钾投加间及次氯酸钠制备间、投加间合建,采用二层建筑。介绍了叠合池设计总体要求、叠合布置形式、各单体主要工艺设计参数及通行关系、垂直运输、通气和检修措施等内容。叠合设计在满足工艺流程需求的前提下,还满足了工程需求,取得了较好的工程效益。

**关键词:** 叠合池; 斜管沉淀池; V型滤池; 清水池; 水处理构筑物

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)14-0060-04

## Superimposed Layout Process Design of Water Treatment Structures

LI Jiu-an, ZHEN Shuai, CHEN Ming-han, YAO Zuo-gang

(Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100082, China)

**Abstract:** The terrain elevation difference of a waterworks in Guizhou Province is large. If the buildings or structures are arranged according to the conventional layout, surrounding residences need to be relocated, and the slope support treatment is difficult and risky. Therefore, the design abandoned the traditional layout, and utilized the vertical space for superimposed distribution of the treatment structures and dosing rooms, respectively. That was, clean-water tank was located under mechanical mixing flocculation tank, inclined tube sedimentation tank and V-type filter, and polyaluminum chloride dosing room, potassium permanganate dosing room and sodium hypochlorite preparation room and dosing room were combined constructed in a two-story building. The overall design requirements of the superimposed tank, the superimposed layout, the main technological design parameters of each single unit and the passage relationship, the vertical transportation, ventilation and maintenance measures were introduced. The superimposed design not only met the requirements of technological process, but also met the engineering requirements, and achieved good engineering benefits.

**Key words:** superimposed tanks; inclined tube sedimentation tank; V-type filter; clean-water tank; water treatment structures

随着国家对供水水质要求的提高,以及对环保的重视,现代水厂设计不仅有完善的水线处理构筑物,而且泥线系统也不断完善,这就使给水厂构筑

物数量越来越多。

由于水厂构筑物数量增多且受用地条件限制,尤其是在用地相对紧张、地势起伏较大的山区,水

处理构筑物的叠合布置成为了水厂设计优化的方向和重点<sup>[1]</sup>。

清水池由于其占地面积较大,成为水厂中优先考虑叠合的构筑物<sup>[2]</sup>。常见的给水厂叠合形式为清水池叠合于混合絮凝和沉淀池之下<sup>[3-4]</sup>。

贵州省某给水厂工程的水力条件能满足过滤处理单元下叠合清水池所消耗的水头,同时为解决本工程场地可用地范围极为有限、地形高差大、边坡支护处理难度大且风险高以及避免厂外拆迁等问题,经综合考虑,在机械混合池、网格絮凝池、斜管沉淀池和V型滤池下叠合清水池。这种叠合极大地缩减了厂区用地,避免了拆迁,降低了边坡处理难度和风险,满足了工程要求,达到了预期目的,取得了较好的工程效益,能为同行业相关设计提供借鉴和参考。

## 1 工程概况

本工程设计规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,水源为水厂附近水库,水质各项指标都能达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类水质标准,主要出水水质执行《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006),一般情况下控制主要指标浊度 $\leq 0.5 \text{ NTU}$ 。

水厂水线和泥线工艺流程分别如图1和图2所示。

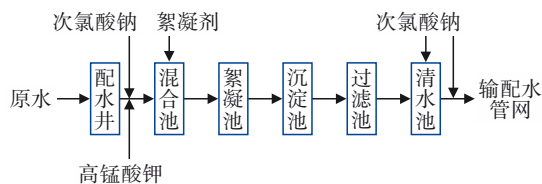


图1 水厂水线流程

Fig.1 Flow chart of water treatment of the waterworks

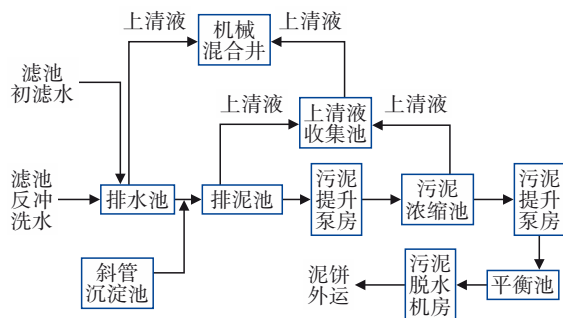


图2 水厂泥线流程

Fig.2 Flow chart of sludge treatment of the waterworks

水线主要处理单元包括机械混合池、网格絮凝池、斜管沉淀池、V型滤池及设备间、生活清水池、自

用水泵房、聚合氯化铝(PAC)投加间、高锰酸钾投加间及次氯酸钠制备间、投加间等;污泥处理系统主要构筑物包括排水池、排泥池、浓缩池、污泥平衡池、脱水机房等。

附属生产用房主要为综合管理楼。

本工程厂址地形高差大,如按常规布置,则边坡支护高差局部达25 m以上,处理难度大、风险高。综合考虑,本工程摒弃传统设计理念,充分利用竖向空间,尽可能减少建(构)筑物占地面积。经方案比选,最终确定水线核心处理构筑物和加药间分别采取合建的形式,即:机械混合絮凝池、斜管沉淀池和V型滤池下部叠合清水池;PAC投加间、高锰酸钾投加间及次氯酸钠制备间、投加间合建,采用二层建筑。同时,优化厂区平面和竖向设计,尽可能降低厂区边坡支护高度,降低工程造价,提高工程安全性。最终通过水线构筑物叠合、加药间合建及厂区平面优化,满足了工程要求,并将边坡处理难度和风险降到最低,达到了预期目的。

## 2 叠合池设计总体要求

### ① 叠合池应考虑水力条件

叠合池应优化工艺水力流程,减少水头损失,降低运行费用。

### ② 池体外形轮廓应尽可能规则

为降低结构体系的复杂程度,同时考虑施工难度及整体外形等因素,各池体外形轮廓应尽可能规则<sup>[5]</sup>。确定各单体叠合后的相对位置之后,在满足各单体工艺参数的条件下,应优化各单体的尺寸,使叠合池整体外形轮廓规则。

### ③ 满足运行管理及检修要求

各单体叠合设计后,叠合池一般均高出地面很多。为满足叠合池人员通行和设备运输需要,清水池上部 and 叠合池顶应具有通行空间。

为满足各单体运行、检修和排空等需求,需设置人孔、通气孔及排空等设施。设计叠合池时应综合考虑上述设施设置的位置,合理利用空间。

## 3 叠合池设计

### 3.1 叠合池整体布置

本工程叠合池池型采用矩形,机械混合絮凝池、斜管沉淀池和V型滤池下部叠合清水池。

叠合池上部中间位置北侧架空布置机械混合池和跨越渠,其宽度和高度满足人员检修通行需

要。通道两侧对称布置网格絮凝池、斜管沉淀池。距斜管沉淀池3.1 m处,单排布置四格V型滤池。由此在清水池上部形成丁字型通道,满足通风和人员通行需求。叠合池上层南侧布置滤池进出水及反冲洗管道、阀门等设施。

### 3.2 各单体工艺设计

根据叠合池总体设计要求和整体布置,对各单体进行了优化设计。

#### 3.2.1 机械混合池

机械混合池设2系列,每系列2格,每格尺寸为1.6 m×1.8 m×3.8 m。每格设1台快速混合搅拌机。主要设计参数:混合时间80 s,速度梯度 $G$ 为 $500\text{ s}^{-1}$ ,有效水深3.2 m。

#### 3.2.2 网格絮凝池

网格絮凝池设2系列,每系列18格,每格平面尺寸为1.2 m×1.2 m,有效水深取4.3 m,絮凝总时间16 min。絮凝反应段分为三段,每段速度梯度 $G$ 分别为68、56、25  $\text{s}^{-1}$ ;竖井平均流速0.084 m/s,竖井之间孔洞流速:前段0.27 m/s,中段0.24 m/s,末端0.089 4 m/s;絮凝池采用穿孔排泥管排泥,采用DN150水控快开排泥阀,并通过电磁四通阀来控制排泥阀的开启,同时设置止回阀。

#### 3.2.3 斜管沉淀池

斜管沉淀池设2系列,每系列平面尺寸为8.2 m×10.7 m,池高6.2 m,有效水深5.2 m。设计表面负荷为 $5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ,斜管沉淀池的清水区上升流速采用1.5 mm/s;斜管采用蜂窝六边形塑料斜管: $\phi 35\text{ mm}$ , $L=1\ 000\text{ mm}$ , $\theta=60^\circ$ ;底部进水采用穿孔花墙配水,孔尺寸 $\phi 100\text{ mm}$ ,过孔流速0.06 m/s;出水采用穿孔集水槽,共8套,集水槽宽300 mm、深0.6 m、长9.3 m;采用不锈钢集水槽集水,板厚6 mm;沉淀池采用虹吸式刮吸泥机进行排泥。

#### 3.2.4 V型滤池

V型滤池为恒水位、等速过滤、气水反冲均质砂滤料滤池,分4格,单排布置,单格过滤面积 $30\text{ m}^2$ (6 m×5 m)。

配水采用小阻力配水系统,长柄滤头。设计滤速为7.29 m/h,强制滤速为9.72 m/h(按停一个格进行冲洗计算);过滤水头为2.0 m;滤料为石英砂,规格为 $d_{10}=0.95\text{ mm}$ , $k_{80}<1.4$ ,厚度1.5 m;承托层为砾石, $d=2\sim 32\text{ mm}$ ,总厚度为0.3 m;冲洗采用气水反冲加表面扫洗,水源为V型滤池滤前水。滤池冲洗按

滤程自动控制。每格滤池的气动阀门与冲洗水泵、鼓风机的联动均由PLC与滤池控制分站的计算机协同工作按预定程序完成。V型滤池反冲洗参数及过程见表1。

表1 V型滤池反冲洗参数及过程

Tab.1 V-type filter backwash parameters and process

冲洗程序	冲洗强度/ $(\text{L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	冲洗时间/min
气冲	17	4
气+水	17+3	4
水冲	6	5
表冲	2	13

#### 3.2.5 生活清水池

经滤池处理后的清水进入清水渠,清水渠东西两侧设置出水堰,堰后设置出水井和管道,清水通过管道进入清水池。

清水池分为两格,按5.0 h调节水量设计。清水池有效水深:5.5 m,死水位:0.7 m。配水高时系数取1.4,总容积为 $4\ 500\text{ m}^3$ ,调蓄能力为21.4%。清水池设4个罩型通气管。清水池兼作消毒池,消毒剂为次氯酸钠,消毒接触时间为39 min。

### 3.3 其他设计

#### 3.3.1 楼梯及垂直运输

根据流程及厂平布置,清水池池顶高出地面5.1 m。在清水池东西两侧设置楼梯,人员可从地面上至清水池丁字型通道内。同时,在清水池上部斜管沉淀池和滤池之间区域设置楼梯,人员可通过此楼梯上至V型滤池、斜管沉淀池、网格絮凝池等各单元。

滤池管廊位于叠合池最南侧清水池顶部,管廊上部设电动单梁悬挂起重机,两侧各伸出池体1.5 m,满足从地面垂直运送设备、阀门等设备材料需求。

#### 3.3.2 人孔、通气孔等设置

为综合利用空间,在清水池上的楼梯下布置清水池人孔和通气孔。

在架空的机械混合池的下部布置清水池人孔、通气孔及清水溢流井人孔。

### 4 结论

① 本工程在机械混合池、网格絮凝池、斜管沉淀池和V型滤池下部叠合清水池,并结合其他建筑物的优化,最终使厂区围墙内占地缩减了0.32

hm<sup>2</sup>(4.8亩),避免了厂外拆迁。边坡支护高度降低了近10 m,极大地降低了边坡处理难度和风险,满足了工程要求。

② 水厂设计中应根据工程具体情况,综合确定所要叠合的构筑物。常见的给水厂叠合形式为清水池叠合于混合絮凝和沉淀池之下。本工程由于能满足过滤处理单元下叠合清水池所消耗的水头,同时考虑用地极为有限等条件,将滤池也叠合在清水池之上。

③ 叠合池设计应从整体考虑,在满足各单体设计参数的条件下优化各单体尺寸,在满足各构筑物单元设计要求的同时,也要满足整体要求,以便于运行管理和检修。

#### 参考文献:

- [1] 叶新. 水厂处理构筑物组(叠)合及连接设计[J]. 中国给水排水, 2014, 30(18): 36-39.  
YE Xin. Design of combination and connection of structures in water treatment plants[J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(18): 36-39(in Chinese).
- [2] 罗向斌. 大型净水厂半地下式平流沉淀叠合清水池的施工技术[J]. 给水排水, 2011, 37(8): 103-107.  
LUO Xiangbin. Construction technique of compact of semi-underground horizontal flow sedimentation tank and clean water tank for large scale water treatment plant [J]. Water & Wastewater Engineering, 2011, 37 (8):

103-107(in Chinese).

- [3] 汪健,王雷钧,张少国,等. 给水厂叠合式反应沉淀清水池工艺设计[J]. 中国给水排水, 2017, 33(12): 56-58.  
WANG Jian, WANG Leijun, ZHANG Shaoguo, *et al.* Design of superposition reaction-sedimentation and clean-water tank in waterworks [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33 (12): 56-58(in Chinese).
- [4] 薛苗苗. 某水厂改扩建工程集约化设计方案[J]. 净水技术, 2020, 39(4): 23-27, 95.  
XUE Miaomiao. Integrated design proposal of reconstruction and extension project for a WTP [J]. Water Purification Technology, 2020, 39 (4): 23-27, 95(in Chinese).
- [5] 张晏晏,吴少衡. 水处理构筑物下叠清水池的设计要点[J]. 净水技术, 2017, 36(12):104-108.  
ZHANG Yanyan, WU Shaoheng. Key points of design for clear water reservoir overlapped under water treatment constructions [J]. Water Purification Technology, 2017, 36(12):104-108(in Chinese).

**作者简介:**李久安(1982- ),男,河南商丘人,硕士,高级工程师,主要从事市政给排水设计相关工作。

**E-mail:**407258205@qq.com

**收稿日期:**2021-03-16

**修回日期:**2021-04-04

(编辑:孔红春)

**完善水利基础设施网络  
增强水安全保障能力**