

用地紧张小型老旧水厂不断水改扩建工程实践

尤鑫¹, 吴瑜红¹, 雷培树¹, 邹磊¹, 万年红¹, 翟汉民²

(1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010; 2. 武穴市水务有限公司, 湖北 武穴 435400)

摘要: 某水厂目前主要有两条生产线($2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), 一条为“混凝+沉淀+过滤”工艺; 另一条主体构筑物为澄清池, 缺少“过滤”环节。水厂位于城区, 用地狭小, 提标改造工程($3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)充分利用现有构筑物及设施, 新建 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的絮凝斜管沉淀池、 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的滤池及 $2\,970.24 \text{ m}^3$ 的清水池。工程实现了不断水施工, 并集约化布置净水处理的核心设施, 全面梳理和统一布置厂区内地下管道。目前改造工程已稳定运行一年多, 所有出水水质指标均符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)以及《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)。

关键词: 老旧水厂; 改扩建; 设计

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)04-0071-04

Continuous Renovation and Expansion Project Practice of Small Old Waterworks with Land Tension

YOU Xin¹, WU Yu-hong¹, LEI Pei-shu¹, ZOU Lei¹, WAN Nian-hong¹, ZHAI Han-min²

(1. Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China; 2. Wuxue City Waterworks Co. Ltd., Wuxue 435400, China)

Abstract: There were two main production lines in a waterworks ($2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), one was “coagulation + precipitation + filtration” process, the other main structure was a clarification pool, which lacked the “filtering” stage. The water plant was located in the urban area and the land was small. Therefore, some existing structures and facilities were fully utilized in the upgrading project ($3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), a new $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ flocculation oblique tube sedimentation tank, $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ filter tank and $2\,970.24 \text{ m}^3$ clear tank were built. The project realized continuous water construction and intensive arrangement of core facilities for water purification, and arranged underground pipelines in the plant area in an all-round way. At present, it had been running safely for more than a year. All the effluent quality indexes were in line with the *Standards for Drinking Water Quality* (GB 5749 - 2006) and the *Water Quality Standards for Urban Water Supply* (CJ/T 206 - 2005).

Key words: old waterworks; renovation and expansion; design

我国有许多老旧水厂建于20世纪70年代左右, 现有净水工艺已无法满足新的饮用水标准^[1]; 其次, 水源污染逐渐加重, 原有的取水水源变成了微污染水源, 原有的水厂净水工艺已不能满足新的水质目标要求。因此, 提高出厂水水质标准和

解决微污染水源问题成为了很多水厂升级改造的主要目标^[2]。

1 项目背景

某县级市城区已建成两座自来水厂: 一水厂和二水厂。一水厂始建于1969年, 目前总供水能力为

$2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。目前厂内主要有两条生产线。其中一条生产线为混凝、沉淀、过滤,工艺环节完整,但存在构筑物和设备老化等问题。另一条生产线采用澄清池工艺,缺少“过滤”环节,供水高峰期超负荷运转时,出水浊度略高于饮用水标准。二水厂建于1993年,设计规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,用户主要为城东新区。

一水厂建厂较早,取水口位于城区中心。附近有轮渡码头、船舶修理厂等,水源有不同程度污染,且厂内制水工艺不完善,设施陈旧,导致出厂水浑浊度在供水高峰期超标,且由于城市发展较快,目前一水厂的供水量不能满足城市生活、生产需求量的要求,影响了城区居民的正常生产生活,故需要实施一水厂改扩建。

2 改扩建工程设计

2.1 设计目标

水量目标:供水规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;水质目标:符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)及《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005);水压目标:按城区供水最远点供水水压为280 kPa的要求设计。

2.2 一水厂总体改扩建方案

① 一水厂现状及存在问题

一水厂占地面积为 $5\,239.28 \text{ m}^2$,始建于1969年,1983年进行了第一次改造,1997年进行了二次扩建。

目前总供水能力为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。其制水工艺杂乱且不完善,目前厂内主要有两条生产线A和B。A生产线为混凝+沉淀+过滤工艺,可制水 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。B生产线工艺环节完整,但存在构筑物和设备老化等问题。B生产线主体构筑物为澄清池,相当于“混凝+沉淀”两道工序,可制水 $(1.5 \sim 2) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。B生产线的构筑物和设备运行状况良好,制水效果稳定,不足之处是缺少“过滤”环节。供水高峰期超负荷运转时,出水浊度略高于饮用水标准。

② 总体改扩建方案

考虑到一水厂位于城区中部,用地狭小,需对厂区部分构筑物进行拆除新建。拆除1969年建成的2座澄清池,拆除1983年建成的反应沉淀池和虹吸滤池,由于厂区的2座清水池调蓄容积较小,予以废除,在原地新建。对现有宿舍、办公室、送水泵房、2

座悬浮澄清池、消毒间、机修间、加药间、水泵等构筑物及设施予以保留。水厂扩建用地位于现有厂区内,不存在拆迁等问题。

根据水厂供水规模的要求和规划发展的实际情况,考虑到保留的构筑物的功效,新建规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的絮凝斜管沉淀池和 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的滤池,新建容积为 $2\,970.24 \text{ m}^3$ 的清水池。

综上所述,一水厂改扩建工程总体方案如下:废弃一水厂取水口,对二水厂取水口进行改造,使之也成为一水厂取水水源,原水通过厂外原提升泵站提升后,经加矾、混凝沉淀(或悬浮澄清)、过滤和消毒后,储存在清水池,再由送水泵房加压输送至城市供水管网。

经多方案比较后,改造后的厂区平面布置图如图1所示,工艺流程如图2所示,改造后的厂区效果图见图3。

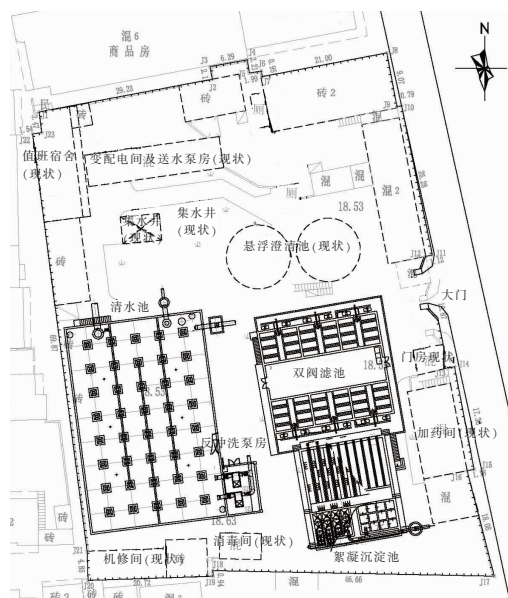


图1 改造后厂区平面布置

Fig. 1 Plane layout of the waterworks after renovation

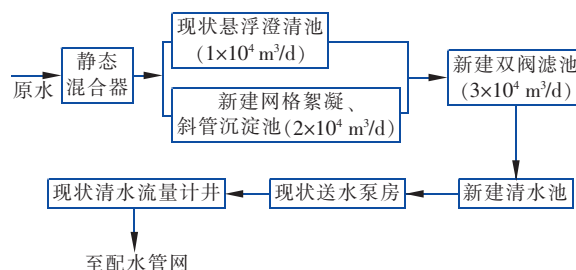


图2 改造后工艺流程

Fig. 2 Flow chart after renovation

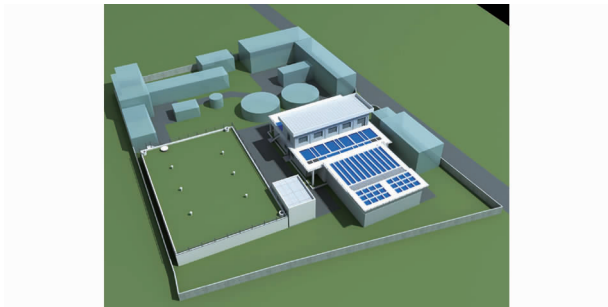


图3 改造后厂区效果图

Fig.3 Effect drawing after renovation

③ 水厂构筑物设计

净水厂自用水量按5%计,改扩建后总规模为 $3.15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

a. 絮凝沉淀池

为节约用地,网格絮凝、斜管沉淀池合建。因一水厂现有悬浮澄清池予以保留,实际制水规模为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,所以新建一座规模为 $2.15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的絮凝沉淀池,分两组。单组网格絮凝池共有12格,单格平面尺寸为 $1.35 \text{ m} \times 1.35 \text{ m}$,池高为6.00 m,设置有ABS材质网格,池内有效水深为5.70 m,絮凝时间为14.60 min。池底采用穿孔排泥管, DN150,采用排泥角阀控制。斜管沉淀池有效沉淀区面积为 102 m^2 ,池高为5.50 m,斜管内流速为 2.44 mm/s 。沉淀后的水采用不锈钢集水槽收集,池底采用DN200穿孔管排泥。

絮凝池与沉淀池合建,平面尺寸为 $14.40 \text{ m} \times 17.00 \text{ m}$ 。

b. 滤池

新建一座双阀滤池,共分6格,单格有效过滤面积为 25 m^2 ,双排布置。设计滤速采用 8.8 m/h ,强制滤速为 10.5 m/h ,水冲洗强度为 $12 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;冲洗历时7 min。正常过滤时滤池反冲洗周期为12~24 h。原水浊度高时,应缩短滤池过滤周期,以保证水质。滤池采用石英砂滤料,粒径为 $(0.55 \pm 0.05) \text{ mm}$,滤层厚度为1.0 m,承托层采用砾石,粒径为2~4 mm,厚度为0.1 m,滤层上最大水深为2.00 m。滤池配水系统采用短柄滤头,在滤板上均匀布置,滤板下部空间净高为0.80 m。滤板采用整体现浇结构。滤池反冲洗采用自动控制。在实际运行过程中,应根据运行情况,对反冲洗周期、时间等进行调试、优化。由于厂区用地狭窄,为多预留一些厂区道路,将絮凝沉淀池及滤池合建,其中滤池的平

面尺寸为 $21.38 \text{ m} \times 22.80 \text{ m}$ 。

c. 清水池

新建清水池一座,调节容积为 2970.24 m^3 ,为半地下式全封闭钢筋混凝土结构方形水池。清水池平面尺寸为 $34.60 \text{ m} \times 23.00 \text{ m}$,池高为4.2 m,有效水深为3.90 m。池中布置了导流墙,墙底的平衡孔使水流产生短流,防水滞流,池顶通气孔两排高差要求在0.7 m以上,保持池内空气交换,保证水质新鲜,池内布置了进、出、溢流及放空等管道,并设有检修人孔,便于管理。为了保证水质,浸泡在池中的人梯采用无毒塑料复合钢梯,以方便上、下清洗维修的交通。

d. 反冲洗泵房

新建一座滤池反冲洗泵房,土建规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。反冲洗水泵按单格滤池冲洗强度设计,选用2台(1用1备)卧式离心泵,水泵流量为 $1200 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=110 \text{ kPa}$, $P=45 \text{ kW}$ 。反冲洗泵房平面尺寸为 $5.60 \text{ m} \times 8.48 \text{ m}$ 。

3 难点、创新点分析

① 水厂用地少。因水厂可利用厂地少,因此需要合理安排各构筑物位置,既要确保施工便利,又要结合现状构(建)筑物紧凑排列。经多次优化,絮凝沉淀池布置在厂区东南角,靠近原水管。双阀滤池布置在絮凝沉淀池北侧、予以保留的悬浮澄清池南侧。新建清水池布置在厂区西南侧。反冲洗泵房布置在清水池与双阀滤池之间,便于反冲洗管线布置。改造完成后,生产构(建)筑物位于水厂西侧,生活管理区位于水厂东侧。厂区布置紧凑,分区明确,功能齐全,便于生产管理。

② 不断水施工。为保证施工期间不间断供水,采用了分期实施、调整运行工况、区域协作供水等方式。首先拆除现状1#清水池、1983年建虹吸滤池及反应沉淀池。此时可利用现状2#清水池及1997年的2座建悬浮澄清池对城区进行供水。不足部分,可短暂性地通过邻近水厂增加水量,保证区域不断水。

③ 有效利用厂区现有构筑物及设备,避免过多拆除废弃,不仅节约资源、节省投资、降低成本,更为重要的是可以加快改造进度,把由于改造而影响城市供水的时间降到最短。

④ 本项目在建设过程中,集约化布置净水处理的核心设施^[3],将絮凝沉淀池及滤池合建,而且

现状的高位悬浮澄清池与新建滤池水力高程可有效衔接,新建的絮凝池、沉淀池、滤池均采用渠道连接,减少了水头损失,可有效降低运行费用。

⑤ 厂区内地下管道是改造工程中的重要一环,需全面梳理和统一布置^[4]。

4 运行结果

项目于2017年2月正式通水运行,已安全运行一年多,所有出水指标均符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)以及《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)。

5 结语

针对老水厂的实际情况,改扩建工程实现了不断水施工,并集约化布置净水处理的核心设施,全面梳理和统一布置厂区内地下管道,使出水水质指标完全达到了设计目标,其经验值得借鉴。

参考文献:

- [1] 陈艳丽. 大型水厂升级改造理念与工程实践[J]. 给水排水, 2018, 44(4): 13-16.
Chen Yanli. The concept and engineering practice of large-scale water plants upgrading [J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 44(4): 13-16 (in Chinese).
- [2] 马锦生. 大沙沟净水厂改造工程实践[J]. 中国给水排水, 2012, 28(16): 92-95.
Ma Jinsheng. Reconstruction practice of Dashagou Water Treatment Plant [J]. China Water & Wastewater, 2012,

28(16): 92-95 (in Chinese).

- [3] 陈黎明. 老旧水厂技术改造实践[J]. 供水技术, 2014, 8(3): 46-49.
Chen Liming. Practice of technical reconstruction for old waterworks [J]. Water Technology, 2014, 8(3): 46-49 (in Chinese).
- [4] 李德强, 王茜茜, 张帆, 等. 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.
Li Deqiang, Wang Qianqian, Zhang Fan, et al. Design of reconstruction of conventional treatment process for a large-scale water treatment plant [J]. Water Purification Technology, 2017, 36(10): 91-97 (in Chinese).



作者简介: 尤鑫(1983—), 女, 陕西西安人, 硕士, 高级工程师, 主要从事给排水工程设计工作。

E-mail: youxin-2009@qq.com

收稿日期: 2018-08-14

完善水利基础设施网络
增强水安全保障能力