

Reconstruction on Large and Medium-Sized Water Plants to Continue to Expand Production Capacity and Upgrade Standards

Ya Xu

Nanjing Water Affairs Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

The design scale of a $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ water plant in Nanjing, China, can no longer meet the water demand in its water supply area, and its conventional treatment process is difficult to meet the requirements for providing high quality drinking water. In the case of the original site of the water plant being rebuilt and the production cannot be stopped, the “Huarong Road”-style reconstruction and expansion method is adopted, that is, dismantling the non-water purification structure, constructing a new water purification structure, and then dismantling the replaced water purification structure, gradually replacing the original water purification structure, and transforming the original conventional treatment process into a conventional treatment and advanced treatment process. The project investment is about 490 million Yuan, and the scale of the post-retrofit treatment will be increased to $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, the reconstruction project will be implemented in three phases.

Keywords

water plant; expand production capacity and upgrade standards; advanced treatment

大中型水厂不停产扩能提标改造

徐亚

南京水务集团有限公司, 中国·江苏·南京 210000

摘要

中国南京市某水厂 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的设计规模已不能满足其供水区域内的水量需求, 其常规处理工艺亦难以实现提供优质饮用水的要求, 在现状水厂原址改造且不能停产的情况下, 采用“华容道”式的改扩建方法, 即拆除非净水构筑物, 新建净水构筑物, 再拆除已替代的净水构筑物, 逐步替换原净水构筑物, 将原常规处理工艺改造为常规处理加深度处理的制水工艺流程。项目投资约为 4.9 亿元, 改造后处理规模增加至 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 制水工艺流程满足“优质供水”的要求。改造工程分三个阶段实施。

关键词

水厂; 扩能提标; 深度处理

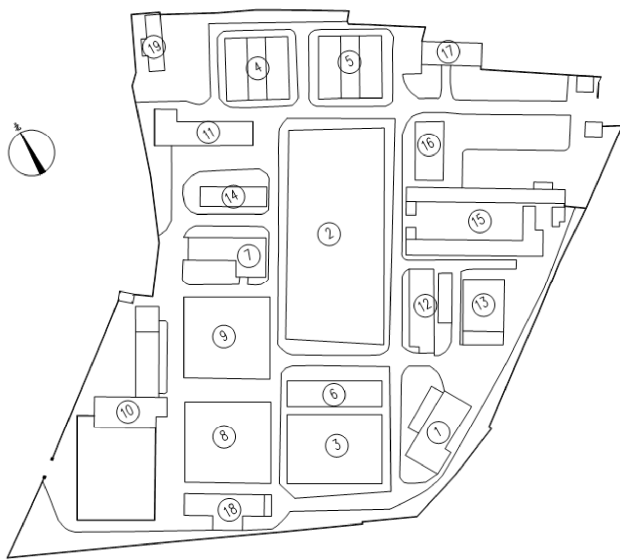
1 改造工程背景

该水厂始建于 1978 年, 至今已有 40 年历史, 位于中国江苏省南京市长江北岸, 浦口南部地区, 占地约 40000 m^2 , 服务人口逾 60 万人, 担负着南京江北新区大部分地区的供水重任。由于江北新区的不断发展, 该厂目前的生产规模已不能满足日益增长的供水需求, 同时其常规处理工艺也不能满足国家对供水行业处理工艺的提升要求。因此, 该厂于 2018 年开始扩能提标改造, 分三个阶段实施, 预计 2019 年完成前两个阶段的施工内容, 即水厂的扩能提标的主体内容, 包括扩能及深度处理两个方面。

2 原厂基本概况

该厂改造前的设计日供水能力为 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用平流/斜管沉淀、砂滤、氯消毒的常规处理工艺, 内有 2 座平流沉淀池, 1 座斜管沉淀池, 对应的 3 座 V 型滤池, 2 座清水池及 1 座调节池。出水水质满足国家现行的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 的 106 项水质指标。

目前, 最高日供水量已达 $15.79 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 平均日供水量为 $13.24 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 已超水厂设计规模。根据已掌握的统计资料, 预测 2030 年, 水厂供水区域内的日均需水量为 $22.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 最高日更达 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 实施改造扩容是该厂当务之急。水厂改造前平面布置见图 1。



①一泵房②平流沉淀池下叠清水池③斜管沉淀池④2号V型滤池⑤1号V型滤池⑥3号V型滤池⑦加氯间⑧清水池⑨调节池⑩二泵房⑪反冲洗泵房⑫加矾间⑬雨污池⑭化验室⑮餐厅与仓库⑯办公楼⑰机修车间⑱变电所⑲仓库

图1 水厂改造前平面布置

3 改造工程难点

本工程的主要难点有两个：一是改造时征地进展缓慢，无额外土地用于改造，主要净水构筑物均需在现有占地面积建设完成；二是因该水厂是该供水区域内唯一的供水企业，改造工程需与正常生产同步进行，无法停产。

以上两个改造难点造成改造的工艺选择、净水构筑物布置、工程实施步骤等均需慎重考虑，不能因改造对供水区域内的正常供水造成影响。

4 改造工艺选择

4.1 水质及工艺选择

该厂原水取自长江南京段，运行时间较长，根据历年水质资料的调查，其原水水质特点如下所示：

- (1) 原水水质总体较好，但也存在微量污染。
- (2) 原水有机物生化性相对较好。
- (3) 溶解性有机物48%由小分子有机物构成，常规处理较难去除。
- (4) 含溴有机物含量非常低。
- (5) 抗突发性污染能力较低。

因此，改造工程在出厂水水质满足国家现行的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)的106项水质指标的同时，

增加预处理和深度处理工艺单元，控制水体中的微量有机物、消毒副产品和改善饮用水口感，达到优质供水目标，同时应对突发水体污染，控制有毒有害化学品、有机物污染和臭味，减低供水风险。由此，总体净水工艺采用预处理、常规处理和深度处理。

4.2 工艺流程

针对原水的特点以及改造要求，结合水厂本身的生产运行管理经验，同时考虑改造工程难点，经过比选，确定各工艺流程采取以下净水技术：

(1) 预处理：采用预臭氧工艺，管道投加，占地少，工艺效果不受季节、气温等因素影响，效果稳定。

(2) 常规处理：混合，考虑混合效果和水厂使用习惯，采用管式静态混合器，混合效果好、运行控制条件，便于施工；絮凝，采用单通道并联的折板絮凝池，絮凝时间短、效果好，单池处理能力大；沉淀，考虑运行效果及日常运行经验，采用平流沉淀池形式，因此，原平流沉淀池保留；过滤，砂滤池，采用V型滤池，出水水质好，符合水厂使用习惯；消毒：主要考虑水厂生产运行管理经验，仍使用液氯消毒。

(3) 深度处理：针对长江南京段水源水质特点，采用臭氧-活性炭工艺，技术成熟，对有机物去除率效果好，氨氮去除效果明显，且水质保障能力强，能应对一些水质突发性污染。采用前置的上向流臭氧活性炭滤池，相对于后置较节能，对水中污染物吸附性能更好。

综上所述，最终改造后的工艺流程为：原水→预臭氧→混凝沉淀→后仰接触池→上向流活性炭滤池→中间提升泵房→砂滤池→消毒→管网。

具体改造前后的流程对比如图2、图3。

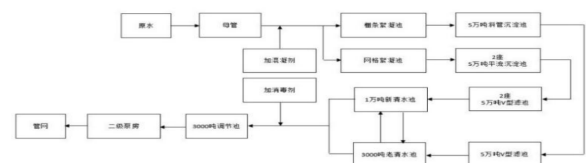


图2 水厂改造前工艺流程图



图3 水厂改造后工艺流程图

4.3 生产尾水处理方案

自来水生产为水处理基本流程包括尾水收集、调节、浓缩、储存和脱水等工艺,根据该水厂沉淀水排泥和滤池反冲洗水合流排水现状,采用较为简单的处理方案,即沉淀池排泥、砂滤池反冲洗水及深度处理工艺反冲洗水分质收集、回用及处理的方式,具体见图4。

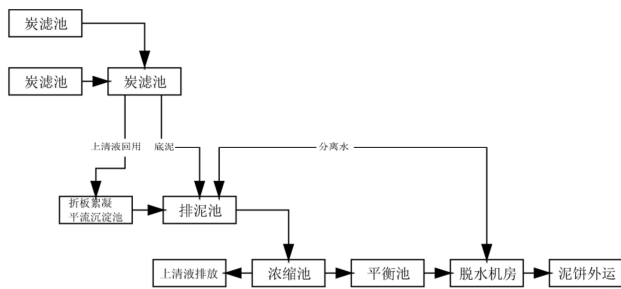


图4 排泥水处理流程图

其中,排泥水浓缩基于节省用地的原则,选择采用斜管浓缩池,并在池中设置有助于加强浓缩效果的浓缩刮泥机。脱水方式则选用离心脱水机,其能耗和维护费用偏高,但其投资省,系统简单,占地少,脱水效果也较好。

5 总平布置选择

水厂改造后将扩能至 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 计划保留现状 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的平流沉淀池下叠清水池、现状一级泵房,主要改造内容包括新建 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 砂滤池、 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 沉清叠合池、 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 臭氧接触池、 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 活性炭滤池、 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 二级泵房、配套的反冲洗泵房、臭氧发生系统、综合加药间、尾水处理系统以及配套管线。

由于选择的工艺中, $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ V型滤池及 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 平流沉淀池下叠清水池占地面积较大,因此在现有水厂面积上需要优先考虑上述两座净水构筑物的位置后,且较多构筑物采用叠合建设的方式进行,以节省用地。在结合工艺流程的顺畅性以及后期建设的可分段性,最终采取了以下的布置方式。改造后总平布置见图5。

6 不停产施工方案

作为江北新区大部分地区唯一的供水企业,改造期间水厂不能停产,因此此次改造首先必须为整体改造做好生产保障措施,其次才能开始大规模拆除建设,因此分阶段实施,合理安排衔接,以保证水厂正常生产,不对供水区域造成影响,



图5 水厂改在后平面布置

仅在重点部位,如新二级泵房出水管道切换管道时有短时减产。不停产改造分为三个阶段实施。

6.1 第一阶段

第一阶段的目标是保证在全厂拆除改造中仍有 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的供水能力,为后续工程及建设深度处理前需为单体拆除做好前期准备。具体如下:

- (1) 理清全厂现状管线,新建临时加矾间。
- (2) 在不影响现状生产的前提下,拆除办公楼、加矾间、雨污池、机修车间、老清水池等单体。
- (3) 新建 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ V型滤池、综合加药间、雨水池、反冲洗泵房、回收池上叠配电间、二级泵房(利用原二级泵房旁的空地),接通 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 平流沉淀池下叠清水池与 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ V型滤池的进水管以及新二级泵房的进水管,提升水厂部分产能。

第一阶段改造完成后,水厂将拥有处理能力为 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ V型滤池,沉淀池可实现超负荷运行,加大滤池的进水量,在一定程度上可增加水厂产能。第一阶段改造示意图见图6。

6.2 第二阶段

第一阶段建设完成投运后,全厂可以开始大规模拆除,开始建设扩能常规处理工程及深度处理工程。具体如下:

- (1) 拆除现状二泵房、变电所,新建中控化验楼。
- (2) 拆除现状1号、2号V型滤池,新建 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$



— 本阶段施工构筑物
— 本阶段运行构筑物

图6 第一阶段改造示意

上向流活性炭滤池、提升泵房上叠臭氧发生器间,新建液氧站。

(3) 拆除化验楼、反冲洗泵房、加氯间、调节池,新建 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 平流沉淀池下叠清水池。

(4) 拆除现状斜管沉淀池、3号V型滤池,新建 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 浓缩池下叠排泥池以及脱水机房下叠平衡池。

该阶段施工完成后,水厂将拥有深度处理工艺,水厂将实现水质指标的进一步提升,满足国家“优质供水”要求。第二阶段改造示意图见图7。



— 本阶段施工构筑物
— 本阶段运行构筑物

图7 第二阶段改造示意

6.3 第三阶段

第一、第二阶段建设完成投运后,该水厂的扩能提标改建主体部分基本完成,第三阶段主要包括一座独立的清水池、办公楼、机修车间,该阶段在水厂周边拆迁完成并征得规划用地后再行建设。

6.4 全厂管线改造

由于水厂建设年代叫久远,地下管线情况复杂,需要综合考量改造中各阶段正生产所需的临时管道、超越管道和各种连接管道,包括雨污水、生产废水等。在建设构筑物的同时,其内外的所有工艺管道必须同步建设到位,为管道切换工程做好准备工作。各构筑物施工及设备完成后,对关键节点的管道进行切换,以保证水厂输水、排水的正常进行^[1-2]。

6.5 改造期间不停产措施

在改造过程中涉及多处管道切换工程,为确保水厂在切换过程中不停产,甚至不减产,采用了包括调排、控制主管连通阀门启闭等方式,保证管道切换过程中水厂的正常生产。

例如,本次工程中在 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ V型滤池与现状 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 平流沉淀池下叠清水池进行管道对接的施工中,采用了调排的方式,将 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的平流沉淀池的沉淀水从集水渠抽取到V型滤池进水渠,再将V型滤池出水通过南侧二期出水管接至平流沉淀池下叠清水池下清水池溢流管,完成了沉淀过滤的工艺流程,整个对接施工过程中,水厂生产平稳,出水水质未收到任何影响。

7 改造施工注意事项

由于是老厂不停产扩能改造工程,因此施工不能影响水厂生产,且在原址上改造施工,可供临时使用的施工产地非常有限。在新建构(建)筑物时,不能危及现状构(建)筑物的结构,施工难度很大。为此,改造施工中需要注意以下几点^[1]:

(1) 地基勘探必须严格按照国家规范进行,设计部门必须根据地勘分析结果选用合适的地基处理方式。

(2) 基坑开挖施工过程中要采取合理有效的保护措施,加强现状构筑物的沉降监测,保护基坑周边构筑物的安全。

(3) 做好施工区域内的排水工作。

(4) 施工时应严格按照有关规定、规范执行,监理需加强现场管理。

本次水厂不停产扩能改造于2018年10月动工,2019年6月按计划顺利完成了第一阶段V型滤池、综合加药间、雨水池、反冲洗泵房、回收池上叠配电间、二级泵房的施工并成功投运;第二阶段的臭氧接触池、上向流活性炭滤池、提升泵房上叠臭氧发生器间、液氧站、平流沉淀池下叠清水池、中控化验楼等深度处理工艺构(建)筑物均在按部就班的建设施工中,预计2019年12月按期完工投运,而浓缩池下叠排泥池以及脱水机房下叠平衡池预计2020年中前完工;第三阶段的清水池、办公楼、机修车间将在征地完成后相继建设。该厂三阶段全部完工后的鸟瞰图见图8。



图8 水厂改造后鸟瞰图

8 结语

本工程在客观分析原水水质、构(建)筑物现状、用地条件的基础上,在水厂不停产的严峻要求下,将该水厂进行了焕然一新的升级改造,通过合理的平面布局以及建设阶段划分,施工单位周密组织和细心施工能够,度过了施工阶段中最艰难的过程,预计不停水施工的目标将得以实现。本工程的顺利开工、阶段性胜利、可预见的最终成功完工投运,为类似老旧水厂,尤其是扩地艰难的水厂升级改造提供了有效的参考意义。

参考文献

- [1] 刘贤斌. 大中型水厂不停产全新改扩建工程实例 [J]. 中国给水排水, 2013, 28(18): 64-67.
- [2] 李亮, 汪德金, 杨雪, 徐婧. 大型污水处理厂采用 MBR 工艺不停扩能提标改造 [J]. 中国给水排水, 2019, 35(14): 52-58.