

# 扬州头桥水厂二期工程试运行中的问题及解决方法

袁 煦<sup>1</sup>, 郑全兴<sup>2</sup>

(1. 苏州科技大学 环境科学与工程学院, 江苏 苏州 215011; 2. 江苏长江水务股份有限公司, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** 扬州头桥水厂二期工程试运行时出现了一些问题。由于一期工程在施工过程中一些构筑物设计参数发生了变更,二期工程按没有变更的图纸施工或其他原因,导致二期工程与一期工程配水不均匀;二期工程的折板絮凝池形成的矾花不密实,与水的分离效果不佳,平流沉淀池出水浊度偏高;回用水池常常溢流;取水泵房1#机座上方起重机运行不到吊装位。分析这些问题产生的原因,针对出现的问题,逐一解决。改造后,运行良好,管理方便,节省了矾耗,出厂水水质指标均满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)。

**关键词:** 水厂; 试运行; 改造

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)18-0118-05

## Solutions to Problems in the Trial Operation of the Second Phase Project of Yangzhou Touqiao Waterworks

YUAN Xu<sup>1</sup>, ZHENG Quan-xing<sup>2</sup>

(1. School of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215011, China; 2. Jiangsu Yangtze River Water Co. Ltd., Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** Some problems appeared in the trial operation of the second phase project of Yangzhou Touqiao waterworks. Since the design parameters of some structures in the first phase of the project has been changed while the second phase of the project was not constructed accordingly, the distribution of raw water was not uniform between the first and the second phase of the project. Besides, the floc formed in folded-plate flocculation tank was loose and could not be separated well from water, thus the effluent turbidity was high in the flat flow sedimentation tank of the second phase. The reuse pool always overflowed, and the crane in the No. 1 pumping house could not reach the lifting position. The reasons and solutions to these problems were provided. After modification, the project has run well. The management of the project was convenient, and the dosage of flocculants was reduced. The effluent water quality could meet the requirements of *Standards for Drinking Water Quality*(GB 5749 - 2006).

**Key words:** waterworks; trial operation; modification

### 1 工程概况

扬州第五水厂现更名为扬州市头桥水厂,设计规模为  $60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,一、二期规模均为  $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,采用混凝+沉淀+过滤常规处理工艺,预留了深度处理工艺<sup>[1]</sup>。一期工程2008年5月开工建设,2010年5月竣工投产,二期工程于2014年10月

开工,2015年5月投产试运行。

二期工程建在一期工程西侧,一、二期工程均采用合建机械混合池、折板絮凝池、平流沉淀池(见图1)。每期两组,每组规模为  $7.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,可独立运行,共4组单元,从东向西排序为1#、2#(一期),3#、4#(二期)。原水取自长江三江营段,取水口位

于南水北调(东线)夹江口上游 1.5 km 处,此处水质较好,基本符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅱ类水质标准。二期工程竣工投产后,在试运行过程中出现了一些问题:①二期平流沉淀池水位比一期平流沉淀池水位高,配水流量大于

一期工程的流量;②二期工程投加混凝剂量较大,约是一期工程的 1.5 倍,其平流沉淀池出水浊度仍偏高,3#沉淀池(二期)导流墙一侧清澈一侧浑浊;③回用水池常常满溢;④取水泵房 1#机座上方双梁桥式起重机运行不到吊装位。

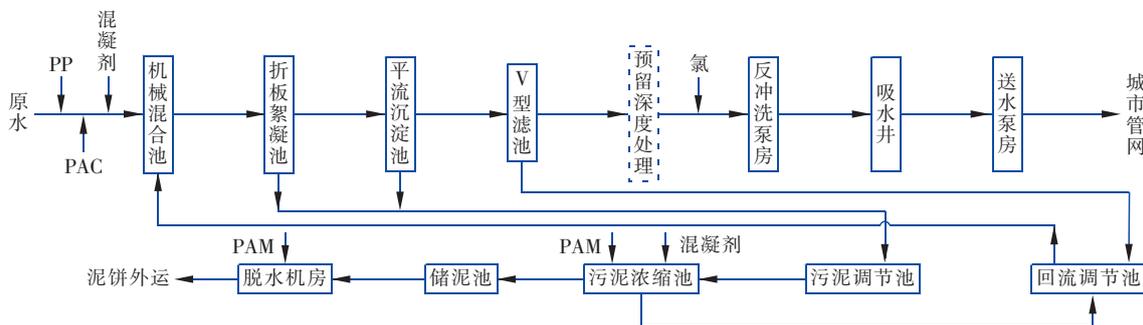


图 1 头桥水厂工艺流程

Fig. 1 Flow chart of treatment process of Touqiao waterworks

## 2 问题分析及解决对策

### 2.1 一、二期平流沉淀池存在水位差

一、二期工程的机械混合池、折板絮凝池及进入折板絮凝池的配水渠顶标高均为 8.60 m(国家 85 高程,以下标高均为 85 高程),絮凝池顶标高为 8.10 m,平流沉淀池顶标高为 7.70 m,水面标高为 7.30 m。机械混合池进水管管径为 DN1 200,管中标高为 5.15 m。通水当天调试流量为 11 800 m<sup>3</sup>/h,一期工程的 1#、2#平流沉淀池进水流量计读数分别为 2 321、2 295 m<sup>3</sup>/h,二期工程的 3#、4#平流沉淀池进水流量计读数分别为 3 702、3 401 m<sup>3</sup>/h,二期工程两组沉淀池水位几乎一样,比一期平流沉淀池水位高约 26 cm。

原因分析:①浑水配水点距一、二期工程进水点的距离不一样,导致水面高差;②进水管管中标高不同可能引起水面高差;③管道上的闸门未全打开或堵塞引起水面高差。

解决对策:浑水配水点距一、二期工程进水点均为 57 m,复核测量与图纸一致,排除了由于配水管道不均匀引起的水位差问题。每组机械混合池进水管管中标高均为 5.15 m,这也不能引起水面高差。每组进水管上均为蝶阀、全开,也排除了阀门的原因。在现场排查阀门时发现有一检查井内安装的不是阀门而是管道混合器,那是一期工程在厂区投加粉末活性炭的投加点。由于一期安装的静态管道混合器引起进水管水阻增大,二期工程没有安装,导致

两座沉淀池水位标高不一样,使二期沉淀池水位标高大于一期沉淀池水位标高,配水量也大于一期工程。找出原因后,拆除了一期工程的静态管道混合器,安装一根长 5 m 的 DN1 600 钢管。

### 2.2 二期平流沉淀池出水浊度偏高

水厂采用液体聚合氯化铝(PAC)混凝剂,二期工程混凝剂投加量是一期工程的 1.5 倍左右,而平流沉淀池出水浊度比一期的还高,而且 3#平流沉淀池导流墙两侧浊度也相差较大,一边清澈一边浑浊,靠近走道板一侧水的浊度偏高,远离走道一侧水的浊度正常。这个问题比较复杂,花费了两年的时间才解决。

原因分析:①混凝剂投加泵计量不准确;②投加混凝剂管道部分堵塞,流通不畅或漏失;③指型集水槽穿孔不在同一标高或溢流率过大产生抽吸沉底矾花,引起沉淀池出水浊度升高;④出现短流,絮凝效果不好。

解决对策:对二期加矾管道逐段检查,排除管道漏失的可能。2016 年 4 月 19 日上午二期工程暂时停运 2 h 检测加矾管道。在机械搅拌混合池进口处断开加矾管道,在管口用一水桶接矾液,启动一台加矾泵,全频满行程运行,测量矾液流量约为 40.6 L/min,与标定值相当,排除了管道堵塞的可能,也验证了加矾泵计量的准确性。

单座平流沉淀池出水端设有 9 根不锈钢指型集水槽,出水溢流率为 223.6 m<sup>3</sup>/(m·d) < 300 m<sup>3</sup>/

( $m \cdot d$ ), 满足《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)的要求, 指型集水槽不产生抽吸现象, 同时在沉淀池前端即可发现水流浑浊, 排除因集水槽溢流率过大产生抽吸夹带矾花的可能。

用水准仪复核测量二期工程9根指型集水槽顶标高, 最大值为7.402 m, 最小值为7.396 m, 相差6 mm, 也排除因为指型集水槽标高不一样引起出水不均匀, 从而导致矾花被抽吸的可能性。

短流可能的因素排除, 接着沿水流方向排查构筑物各部分的标高是否与一期工程一致。从机械混合池进入折板絮凝池设有配水渠, 进入配水渠一侧开孔, 尺寸为 $2.8 m \times 1.0 m$ , 在配水渠中设有一挡板, 防止短流, 挡板下沿标高为4.70 m, 水位标高为7.75 m, 由配水渠进入折板絮凝池设有7个流道, 每个流道宽为2.70 m, 每个流道入口开方孔, 尺寸为 $1.2 m \times 1.5 m$ , 方孔下沿标高为6.80 m, 水位标高为7.70 m, 如图2所示。

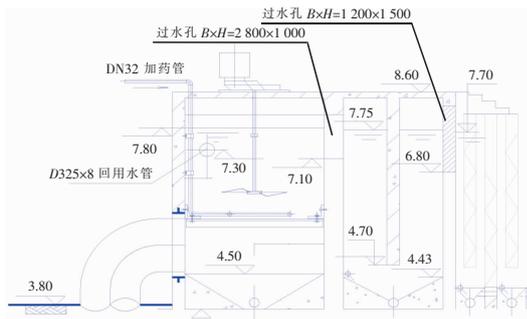


图2 折板絮凝池前部

Fig. 2 Flap flocculation tank before the distribution channel

絮凝池单通道三段串联, 采用不锈钢竖向折板, 先检查折板与墙之间有没有短流, 停水排空絮凝池后, 经查折板与墙之间按图纸设计要求施工, 没有问题。

排除因折板安装不规范引起短流问题后, 最后排查过流断面尺寸和溢流堰口标高是否满足要求。在2017年4月分别排空一、二期工程平流沉淀池, 测量过水断面尺寸和堰顶标高, 发现二期工程机械混合池与折板絮凝池之间的配水渠有问题: 一是挡板导流墙下沿标高不对, 比一期工程的高14 cm。二是出水溢流堰标高不一致且都比一期的低, 最大相差6.2 cm, 最小相差5.0 cm(一期工程的单座折板絮凝池7个流道堰口安装了闸板框, 边框的宽度为5.0 cm, 而二期没有安装), 导致以下结果: ①一期工程平流沉淀池流量减小, 流速也小, 絮凝及沉淀

时间变长; 二期工程平流沉淀池流量增大, 流速也增大, 絮凝及沉淀时间变短, 从而导致二期工程制水量大于一期工程制水量, 矾耗增大。②单座折板絮凝池7个流道的溢流堰顶标高不一致, 标高低阻力小, 流道通过的流量大, 流速快, 流速快的絮凝时间短, 形成的矾花不密实, 大小均匀不一, 与水的分离效果不佳, 反之则反。这也是平流沉淀池导流墙两侧水浊度不同的原因。

改造措施: 在絮凝池前端配水渠挡板导流墙下沿安装厚12 mm、宽24 cm钢板, 使导流墙下沿标高为4.70 m, 与一期工程的标高一致。单座絮凝池7个溢流口安装壁厚为12 mm、宽为12 cm、长为130 cm的钢板, 两座共14块, 使溢流口标高均为6.80 m。

### 2.3 回用水池满溢

平流沉淀池排泥水经浓缩处理后流入回用水池, 而V型滤池反冲洗废水经一根DN1200排水管排放到回用水池。二期工程试运行期间回用水池满溢。

原因分析: 每期V型滤池设计规模为 $15 \times 10^4 m^3/d$ , 平面尺寸为 $47.00 m \times 41.36 m$ , 分为10格, 单格过滤面积为 $91.8 m^2$ , 采用气水反冲洗方式, 先气冲, 气冲强度为 $17 L/(s \cdot m^2)$ , 历时2 min, 气水同时冲洗时, 气冲强度为 $17 L/(s \cdot m^2)$ , 水冲强度为 $3 L/(s \cdot m^2)$ , 冲洗历时4 min, 最后清水漂洗, 冲洗强度为 $5 L/(s \cdot m^2)$ , 历时6 min, 表面水扫洗伴随冲洗全过程, 扫洗强度为 $2 L/(s \cdot m^2)$ ; 初滤水排放时间为2 min。反冲洗废水流入回用水池的流量最大值为 $642.6 L/s$ , 最小值为 $183.6 L/s$ 。回用水池调节容积为 $405 m^3$ , 回用水池安装了4台水泵(3用1备), 扬程为100 kPa, 流量为 $250 m^3/h$ , 功率为11 kW。回用水经一根DN300管道输送到一期工程的机械混合池, 理想流量为 $208.33 L/s$ , 清洗一格V型滤池排放的水量为 $363.5 m^3$ , 还不考虑反冲洗前池中未过滤的水量和排放的初滤水, 而回用水水泵在单格V型滤池反冲洗期间输送到机械混合池的水量理想值为 $150 m^3$ , 约 $200 m^3$ 水量滞留在回用水调节池中。二期工程投产试运行期间, 一、二期工程共20格滤池连续冲洗时, 回用水调节池常常满溢, 调蓄容积不能满足运行要求。

解决对策: ①在回用水池南侧有一座雨水调节池, 容积为 $734.4 m^3$ , 相距38 m, 利用一根DN800雨

水管道连通两座水池,使回用水池反冲洗废水溢流到雨水调节池,增大了回用水池调节容积。②调整 V 型滤池反冲洗周期及单格滤池反冲洗间隔时间。由于二期石英砂均质滤料  $k_{80}$  大于一期的,反冲洗周期不同,一期 V 型滤池反冲洗周期调整为 72 h,二期为 48 h,单格 V 型滤池反冲洗间隔时间由 30 min 增至 60 min。③回用水池安装了超声波液位仪,根据反馈的信息,优先控制 V 型滤池反冲洗间隔时间,从而控制回用水池水位。④考虑将来深度处理,活性炭吸附池的反冲洗水回用,新建一座调节容量更大的回用水池。

#### 2.4 双梁桥式起重机运行不到吊装位

取水泵房安装了双梁桥式起重机,起吊高度 15 m,起重质量为 15 t,在运行中行走不到 1#水泵机坑吊装位。

原因分析:取水泵房平面尺寸为 19.9 m × 22.86 m,地下深为 -6.8 m,室内地面设计标高为 6.82 m,室内设计 6 座立式混流泵位置,东侧设置室内楼梯,西侧没有设置室内楼梯,也就没有延伸桁车行走轨道,双梁桥式起重机的吊钩没法行走走到最西侧混流泵安装位置,即 1#水泵中心吊装位置。

解决对策:1#水泵机坑中轴线距西侧墙边 1.50 m,在其上方安装单梁起重机,位于双梁起重机的西侧,起吊高度为 15 m,起重质量为 15 t。

### 3 运行效果

① 拆除一期工程的静态管道混合器,安装了一根长 5 m、管径为 DN1 600 钢管后,一期、二期平流沉淀池水面标高都在 7.30 m 左右。

折板絮凝池溢流堰板的标高调整后,一期、二期流量分配均匀,技改工程于 2017 年 8 月底结束。9 月 19 日沉淀池流量读数如表 1 所示。

表 1 平流沉淀池进水量及出水浊度

Tab. 1 Water flow and turbidity of the horizontal sedimentation tank

编号	1#	2#	3#	4#
沉淀池进水量/( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	2 427	2 443	2 449	2 456
沉淀池出水浊度/NTU	1.07	1.53	1.55	1.72

② 3#平流沉淀池出水浊度在改造前后明显变化。改造前,在靠近走道板一侧集水槽内取水样,浊度为 5.80 NTU,远离走道一侧水的浊度正常,浊度为 2.08 NTU(2017 年 6 月 2 日检测值)。改造后清水一侧浊度为 2.46 NTU,原浑水一侧浊度为 2.50

NTU(2017 年 10 月 20 日检测值),浊度不均匀得到了很大程度的改善。具体如图 3、4 所示。



图 3 改造前导流墙两侧浊度

Fig. 3 Turbidity on both sides of guide diversion wall before transformation



图 4 改造后集水槽的出水浊度

Fig. 4 Turbidity of collection tank after transformation

2016 年 10 月与 2017 年 10 月长江原水浊度相近,改造前二期工程平流沉淀池出水浊度为 1.85 ~ 3.73 NTU,平均为 2.93 NTU。改造后平流沉淀池出水浊度为 1.44 ~ 3.48 NTU,平均为 2.41 NTU,出水浊度有所下降。改造前 2016 年 10 月水厂矾耗为  $6.80 \text{ kg}/10^3 \text{ m}^3$ ,改造后 2017 年 10 月矾耗  $5.42 \text{ kg}/10^3 \text{ m}^3$ ,比改造前下降了 20.29%。

③ 连通回用水池和雨水调节池后,增大了回用水池总的调节容积;调整了 V 型滤池反冲洗周期及单格滤池反冲洗间隔时间;回用水池超声波液位仪反馈信息优先控制反冲洗间隔时间。2016 年 7 月这些措施完成后,在生产过程中再也没有发生回用水池满溢的现象。

④ 通过安装单梁起重机(如图 5 所示)解决了 1#水泵的安装问题。2016 年 3 月完成了水泵的安装,目前 1#水泵已正常运行超过 6 000 h。



图5 取水泵房安装单梁起重机

Fig. 5 Single girder cranes in water pump room

## 5 结语

扬州头桥水厂二期工程竣工后,对试运行过程中出现的问题进行分析解决,方便了生产管理,配水均匀,矾耗下降,平流沉淀池、V型滤池出水浊度均有所下降,延长了反冲洗周期,节约了制水成本,运行情况良好,水厂出水水质指标均满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)。在日常运行中,该水厂执行企业标准,其中浊度限值为0.2 NTU,pH值控制范围为7.5~8.5,COD<sub>Mn</sub>限值为1.5 mg/L。

(上接第89页)

洗、绿化、景观和鱼塘以及主工艺装置和本装置内部工艺用水,可减少外排废水量 $640 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,少缴纳排污费3800万元/a,节约新鲜水费1920万元/a,每年创造直接经济效益超过5700万元。

④ 该项目投运后,每年减排COD为 $12.8 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 $2.143 \times 10^4 \text{ t}$ 、石油类6000 t,具有显著的环境效益和社会效益。

## 7 结论

中游甲醇制烯烃项目的含油废水采用的预处理+生物处理以及深度处理工艺运行稳定可靠,出水可用于冲洗、绿化、景观等,其处理成本仅为1.046元/ $\text{m}^3$ ,具有显著的环境效益和社会效益。

## 参考文献:

- [1] 罗松柏,罗友元,吴玉华. 隔油+气浮+过滤+吸附工艺处理机械工业含油废水[J]. 工业水处理,2009,29(11):88-90.  
Luo Songbai, Luo Youyuan, Wu Yuhua. Treatment of oil-bearing wastewater from machinery industry by the process

## 参考文献:

- [1] 周平,郑全兴. 扬州第五水厂一期工程实例[J]. 中国给水排水,2011,27(12):45-48.  
Zhou Ping, Zheng Quanxing. Case of first-phase project of Yangzhou Fifth Waterworks [J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(12):45-48 (in Chinese).



作者简介:袁煦(1977-),女,甘肃兰州人,硕士,副教授,主要从事市政工程与环境工程的研究。

E-mail:653426751@qq.com

收稿日期:2018-02-06

of separation + air flotation + filtration + adsorption [J]. Industrial Water Treatment, 2009, 29(11):88-90 (in Chinese).



作者简介:李玉林(1990-),男,宁夏石嘴山人,大学,助理工程师,主要从事污水技术管理工作。

E-mail:568188513@qq.com

收稿日期:2017-12-25