

设计经验

凤阳县自来水厂改扩建工程中构筑物优化设计

夏绍凤, 高文乔, 王矛矛, 成国保

(合肥市市政设计研究总院有限公司, 安徽 合肥 230001)

摘要: 凤阳县自来水厂原规模为 $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 扩建工程规模为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 均采用絮凝、沉淀、过滤、消毒常规处理工艺。改扩建工程在原水水库放水涵洞内衬钢管, 将原在水库坝下明渠内取水方式改为在水库内直接取水, 最大限度利用了水库水头, 节能效果显著, 节约运行成本。设计在配水堰上设置可调节堰板, 絮凝池与沉淀池之间过渡区内设置冲洗装置, 平流沉淀池内设置底坎、滑泥坡, 同时优化沉淀池与滤池之间的连接方式等。工程建成后, 水厂运行稳定, 延长了平流沉淀池清淤周期, 减少了人工工作强度, 出水水质优于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)。

关键词: 水厂; 过渡区; 平流沉淀池; 底坎; 滑泥坡; 可调节堰板

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)24-0047-05

Optimal Design of the Treatment Structures in the Reconstruction and Expansion Project of Fengyang Waterworks

XIA Shao-feng, GAO Wen-qiao, WANG Mao-mao, CHENG Guo-bao

(Hefei Municipal Design & Research Institute Co. Ltd., Hefei 230001, China)

Abstract: The original treatment capacity and expansion treatment capacity of Fengyang Waterworks was respectively $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ and $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The conventional treatment process of flocculation, precipitation, filtration and disinfection was adopted in the both projects. The reconstruction and expansion project was lined with steel pipes in the original reservoir discharge culvert. The water intaking method was changed from taking water in the open canal under the dam of the reservoir to directly taking water in the reservoir, and the reservoir head could be utilized to the maximum extent. The energy saving effect was remarkable and the operation cost was saved significantly. The design was provided with an adjustable weir plate that was designed on the water distribution weir, a flushing device that was set up in the transition zone between the flocculation tank and the sedimentation tank, a bottom ridge and a mud slip slope that was set in horizontal flow sedimentation tank, and the connection mode between the sedimentation tank and the filter tank was optimized. After the completion of the project, the performance of the waterworks was stable. The dredging cycle of the horizontal flow sedimentation tank was prolonged, and the labor intensity was reduced. The discharge water quality was superior to the *Standards for Drinking Water Quality* (GB 5749-2006).

Key words: waterworks; transition zone; horizontal flow sedimentation tank; bottom ridge; slip slope; adjustable weir

1 工程概况

凤阳县自来水厂原规模为 $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 水源为凤阳山水库, 原水水质常年为Ⅲ类或优于Ⅲ类标准, 原处理工艺为絮凝、沉淀、过滤、消毒, 运行稳定, 出水水质达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006) 要求。扩建工程规模为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 占地面积为 2.06 hm^2 , 建成后凤阳县自来水厂总规模为 $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。根据凤阳山水库的原水水质特点, 扩建工程沿用原常规处理工艺, 工艺流程见图 1。

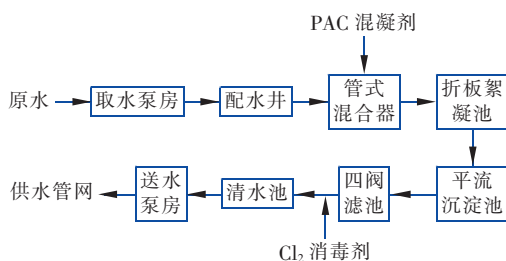


图 1 工艺流程

Fig. 1 Process flow chart

2 取水设施改造设计

原水厂自凤阳山水库坝下放水渠道取水,放水渠道常水位为 39.0 m,放水渠道上接凤阳山水库放水涵洞,放水涵洞为双孔箱涵,断面分别为 $B1\ 600 \times H1\ 800$ 、 $B800 \times H1\ 800$,凤阳山水库设计常水位为 52.0 m,原取水方式造成约 13 m 的水头浪费,扩建工程将 $B800 \times H1\ 800$ 涵洞出口处封堵,并新建喇叭口承接 DN1 200 输水管道(见图 2)。改造工程完工后将由凤阳山水库放水涵洞直接取水,通过管道输送至原水泵房,有效利用水库水头。 $B800 \times H1\ 800$ 放水涵洞出口原为敞口状态,涵内基本不受压力,出口处封堵后箱涵内部一直处于有压状态,为确保涵洞及大坝安全,箱涵内衬方形钢管,钢管采用现场制作,钢板壁厚为 16 mm,为方便施工,钢管与箱涵之间留有 50 mm 间隙,钢管施工结束后,钢管与箱涵间隙采用注浆方式填充。项目建成后最大限度利用了水库水头,有效节约能源。

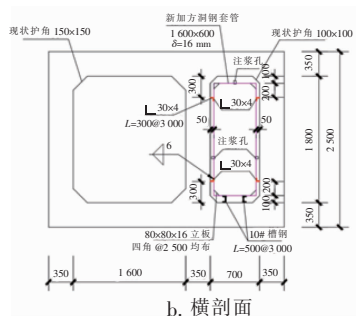
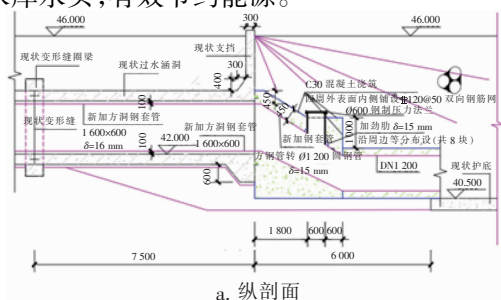


图 2 放水涵洞改造示意

Fig. 2 Schematic diagram of discharge culvert reform

3 配水设计

3.1 配水堰设计

凤阳县自来水厂现有两组独立运行净水构筑物,净水能力分别为 1.5×10^4 、 2.0×10^4 m^3/d ,扩建工程设计规模为 2.5×10^4 m^3/d 。

这三组净水系统共用两根原水管道,为保证各组净水系统的进水量与原设计规模一致,设计采用配水堰对三组净水系统进行配水,具体采用下式计算:

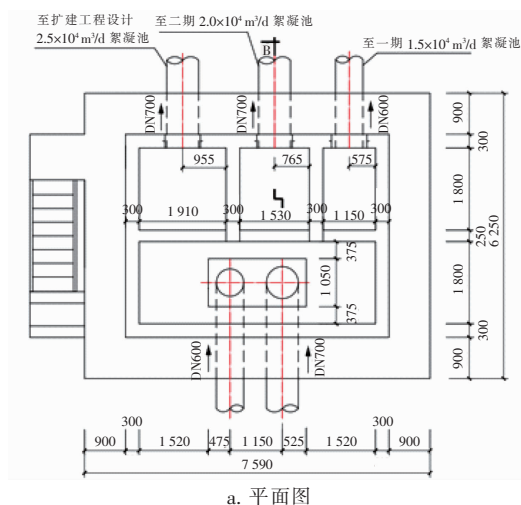
$$Q = 1.86 \times B \times H^{3/2} \quad (1)$$

式中 Q ——每组净水构筑物设计流量

 B ——堰宽 H ——堰上水头

通过控制配水堰堰宽与堰上水头来控制配水量,在配水井施工中往往存在一定的施工误差,从而改变了堰上水头 H ,造成某一组处理单元中各构筑物不能按照设计水量进行配水,进而影响整个厂区正常运行。

配水井示意图见图3。



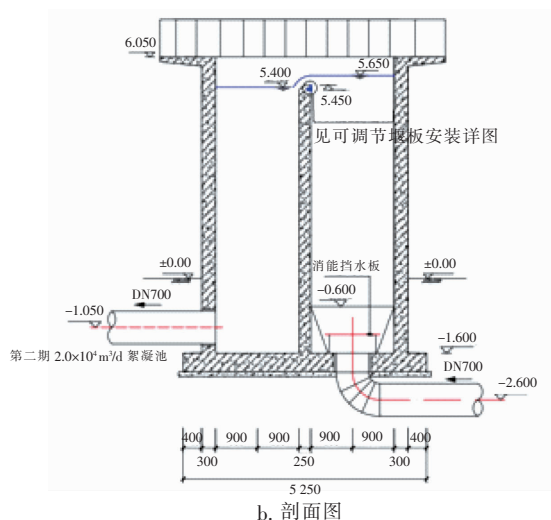


图 3 配水井示意图

Fig. 3 Schematic diagram of distribution well

为消除施工误差,在配水堰堰顶设置可调节堰板(不锈钢板制作),堰板上设置用于调节安装高度的调节孔(见图4),调节孔高为66 mm,上下可调节高度为50 mm。采用膨胀螺栓将可调节堰板固定于配水堰堰顶的内壁,可调节堰板可上下移动,调节堰上水头,消除施工误差,在不锈钢堰板与配水堰的内壁之间设置止水橡胶层,防止堰板与堰之间渗水^[1]。

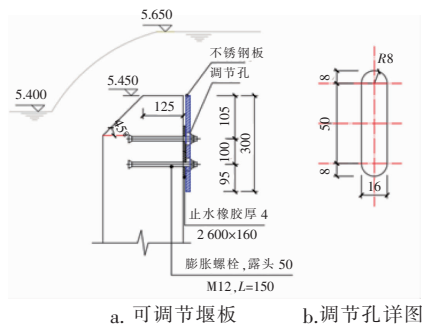


图 4 可调节堰板安装详图

Fig. 4 Installation detail drawing of adjustable weir plate

3.2 消能挡水板设计

原水进入配水井后,由于原水带有一定的压力,容易造成配水井内水位波动,进而影响配水井三个堰堰上水头波动,影响配水。为减小原水管道进水对配水井内水体产生波动,在原水管道进入配水池入口处设置消能挡水板(见图5),使配水井内水面保持安静稳定。消能挡水板由不锈钢板制作,采用螺栓固定,消能挡水板制作简便,便于安装,确保配

水井内水面稳定。

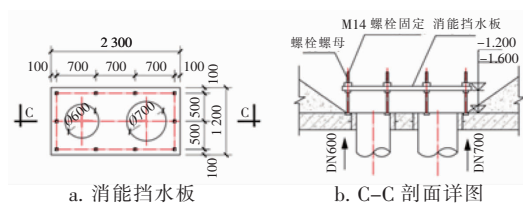


图 5 消能挡水板安装大样图

Fig. 5 Installation drawing of energy dissipation baffle

4 沉淀池设计

4.1 过渡区冲洗系统设计

絮凝沉淀池为絮凝池、沉淀池的合建构筑物,两者一般通过过渡区实现水流过渡,并利用穿孔花墙实现沉淀池的均匀配水。过渡区目前一般采用穿孔排泥管排泥,由于过渡区通常已有絮凝体沉淀,排泥负荷较大,穿孔管往往只能排除孔口附近的一部分积泥,且孔眼易堵塞,排泥不彻底,易造成沉泥淤积,严重时 would 减小过渡区有效水深和配水花墙的过水断面,导致配水不均、穿孔花墙过孔流速增大,部分待沉絮凝体易被打碎,致使沉淀池沉淀效率降低,影响出水水质。此外,过渡区部分积泥发酵后易浮至水面形成浮泥,感官性差;池底积泥甚至还会滋生红虫,严重威胁出水水质^[2]。为有效避免过渡区发生沉泥淤积的问题,在过渡区设计冲洗系统(见图6)。

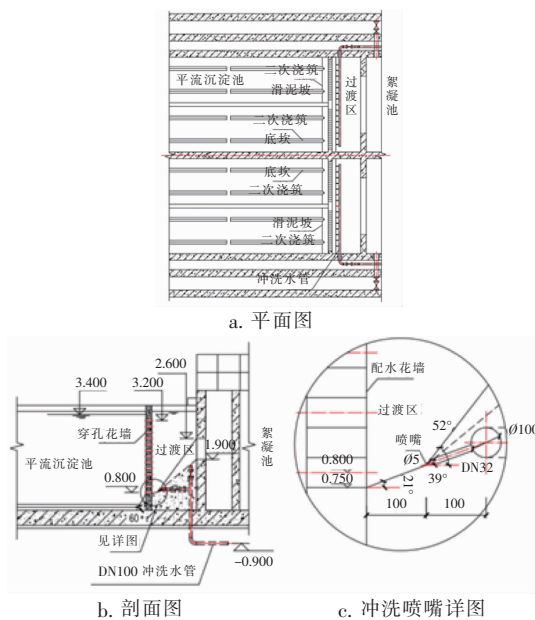


图 6 过渡区冲洗系统示意

Fig. 6 Schematic diagram of transition zone washing system

设计在过渡内设置滑泥坡,减少过渡区内水力

停留时间,减少淤泥沉积,同时在过渡区设置冲洗管,冲洗管水源为水厂出水,保证冲洗压力,冲洗管上设置冲洗喷嘴,冲洗喷嘴的出水口朝向穿孔花墙,对过渡区进行冲洗。冲洗管直径为 100 mm,冲洗喷嘴的直管段管直径为 20 ~ 32 mm,冲洗喷嘴出水口的口径为 5 mm。

通过冲洗系统对过渡区进行快速高效自动冲洗,有效解决了过渡区沉泥淤积的问题,保障了絮凝沉淀池的正常高效运行,保证出水水质,同时延长过渡区清淤周期,减小工作强度,节约运行成本。

4.2 平流沉淀区

平流沉淀池中的淤泥沉积到池底后通过刮泥机刮除,刮泥机在平流沉淀池上部来回行进,由于需要避让出水槽支墩,刮泥机的刮泥片需分割成若干块,块与块之间的间距与出水槽支墩宽度一致,平流沉淀池运行期间,刮泥机的刮泥片的块与块之间由于长期不能刮泥,易形成泥墙。刮泥机的运行轨迹在平流沉淀池两端底角易形成刮除死角,在平流沉淀池两端易形成淤泥堆积。以上两处淤泥堆积后,影响出水水质,必须及时清除,这样势必缩短平流沉淀池的清淤周期,增加工作强度和运行成本^[3,4]。

设计在平流沉淀池池底设置混凝土底坎,底坎与出水槽支墩在同一条直线上,底坎宽度与出水槽支墩宽度一致,底坎高度为 25 cm,底坎顶部为三角形,底坎顶部不会淤积淤泥,通过设置底坎,可以避免平流沉淀池底部形成泥墙。在平流沉淀池两端底角设置滑泥坡,滑泥坡角度为 60°,可以有效避免平流沉淀池两端淤泥堆积。通过设置底坎、滑泥坡(见图 7),可以有效避免在平流沉淀池底部形成泥墙及平流沉淀池两端淤泥堆积,保证出水水质,延长平流沉淀池清淤周期,减小人工工作强度及运行成本。

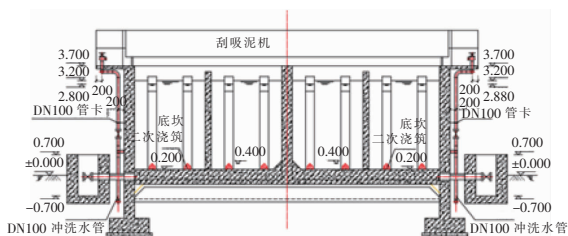


图 7 平流沉淀池剖面图

Fig. 7 Section of horizontal flow sedimentation tank

5 滤池进水设计

平流沉淀池与滤池通常设计采用管道连接,管道自平流沉淀池集水渠道向下埋地后再向上接入滤池的配水渠,传统连接形式水头损失较大,扩建工程在平流沉淀池集水渠道与滤池配水渠道之间设计采用明渠连接,明渠连接水流平稳,便于检修,同时可以减小水头损失,根据下式计算,可节约水头损失 19 cm:

$$h_w = \sum h_f + \sum h_j \quad (2)$$

式中 h_w ——水头损失

h_f ——沿程水头损失

h_j ——局部水头损失

平流沉淀池与滤池连接渠道示意图 8。

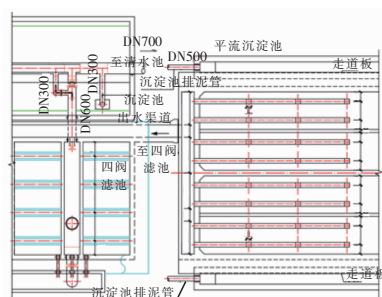


图 8 平流沉淀池与滤池连接渠道平面图

Fig. 8 Plan of connection channel between horizontal flow sedimentation tank and filter

6 运行情况

扩建工程建成近 2 年来水厂运行稳定,出水浊度全部小于 0.8 NTU,基本保持在 0.5 NTU 左右,满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)。节约电能约 $131.2 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h/a}$,节能效果显著。

7 结语

在凤阳自来水厂扩建工程设计中注重细节设计,改进了原取水方式,对配水井、絮凝沉淀池、四阀滤池等构筑物及其之间的传统连接结构形式进行了优化设计。工程建成后,节能效果显著,同时延长了平流沉淀池清淤周期,提高运行效率,减小人工工作强度,节约运行成本,取得了良好的经济效益、社会效益和环境效益。

参考文献:

- [1] 夏绍凤,王矛矛,高文乔. 用于调节流量分配的可调节堰板[P]. 中国:ZL201520301759.3,2015-09-09.

(下转第 55 页)