

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.22.013

基于水厂管理反馈工艺设计注意细节的探讨

郑全兴

(江苏长江水务股份有限公司, 江苏 扬州 225009)

摘 要: 江苏长江水务股份有限公司下属 3 座净水厂, 供水能力为 $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。将水厂运行过程中总结的经验反馈于工艺设计, 并付诸工程实施, 水厂经过技术改造、扩建或新建, 解决了生产过程中出现的问题, 提高了出厂水水质, 减轻了工人的劳动强度, 改善了操作环境, 管理更加高效。针对水厂絮凝池、平流沉淀池、滤池、风机房和泵房存在的问题, 详细介绍了絮凝池排泥优化改进、过渡段及平流式沉淀池两端积泥解决方式、指型集水槽加固, 以及指型集水槽和滤池遮光藻类控制、滤池初滤水排放、风机房和泵房降噪及降温措施。

关键词: 水厂; 排泥优化设计; 遮光藻类控制; 降噪及降温措施

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)22-0077-05

Discussion on Details of Process Design Based on Waterworks Management Feedback

ZHENG Quan-xing

(Jiangsu Yangtze River Water Co. Ltd., Yangzhou 225009, China)

Abstract: There are three waterworks subordinated Jiangsu Yangtze River Water Co., Ltd., with the water supply capacity of $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The experience summarized during the operation of waterworks, is fed back into the process design and put it into project implementation. After technical transformation, expansion or new construction, the problems in the production process were solved, and the results were achieved which include the improvement of the effluent quality and the operating environment, reducing the labor intensity of workers, and the more efficient management. In view of the problems existing in flocculation tank, horizontal sedimentation tank, filter tank, fan room and pump room in waterworks, the means of the sludge discharge optimization improvement in flocculation tank, the solution of sludge accumulation at both ends of transition section and horizontal sedimentation tank, the reinforcement of finger collecting tank were introduced in detail. Other measures such as shading algae control in finger collecting tank and filter, primary filtering water discharge, reducing noise and cooling in fan room and pump room also were introduced.

Key words: waterworks; improvement for sludge discharge design; algal control by shading; measures for noise and temperature reduction

江苏长江水务股份有限公司下属 3 座水厂, 其中扬州第一水厂供水规模为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 原水取自廖家沟水源, 除受淮河泄洪影响外, 水源水质满足《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) II 类水质

要求, 2013 年扬州第一水厂深度处理工艺投入使用, 其深度处理工艺采用臭氧 + 上向流活性炭滤池。扬州第四水厂供水规模为 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 扬州头桥水厂供水规模为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 两座水厂的水源取

自长江,其深度处理工艺都采用臭氧+下向流活性炭滤池,于2019年底竣工投入使用,水厂出厂水水质更加安全优良。近年来,根据水厂生产运行管理经验,在3座净水厂扩建、新建或技术改造时提出改进要求,并付诸工程施工,投入使用的水厂管理更加方便。为此,介绍了工艺设计中需注意的细节,以供参考。

1 絮凝池排泥优化

长江水源水质优于廖家沟水源,取用长江水源的两座水厂,一座采用折板絮凝池,另一座采用穿孔网格絮凝池,絮凝池底部排泥一般不采用机械排泥,因为设备维修工作量大,排泥浓度也较低。净水厂一般采用多斗重力排泥,具有排泥浓度高、均匀无干扰的特点,适用于原水浊度较高的大、中型水厂。但是该方式排泥不彻底,一般需定期人工清洗,而且池底结构复杂,施工困难。针对上述排泥缺点进行了优化,并付诸施工,取得了良好效果。

① 絮凝池底部非过水断面设置积泥斗,积泥斗呈倒置截头四棱锥体,坡度不宜小于 45° 。

② 在积泥斗底部埋设排泥管,排泥管管材一般采用ABS材质,管径一般为DN200,排泥管埋设在积泥斗中轴线上,在排泥管上开孔,孔口向上且位于积泥斗底部中心,孔口与积泥斗底部齐平,孔口直径有大小之别,靠近排泥阀的孔径一般为100 mm,远离排泥阀的孔径一般为120 mm,在孔口上方安装一根自来水管作为压力水管道,其管口对准排泥孔,压力水管道一般采用PE管材或PPR管材,管径一般为De20,当排泥阀打开排泥时,压力水管道出水,对冲排泥孔,能确保有效排泥。

③ 排泥管长不宜超过10 m,如排泥距离较长,宜采用2根分段开孔排泥,排泥半径不宜超过30 cm^[1]。

④ 排泥管上安装隔膜式快开排泥阀,开关速度快,排泥效果好。

⑤ 自来水压力总管道与排泥管平行铺设,不影响平衡孔的过水断面,一般采用PPR管材或PE管材,管径为De63,也采用快开阀门,与排泥阀同时动作。

2 平流式沉淀池排泥及集水槽改进

扬州第四水厂和头桥水厂平流式沉淀池都采用桁车排泥。采用水射器抽真空形成虹吸,利用沉淀池内外水位差,抽吸沉淀池底部的沉渣,桁车靠电机

带动减速机,双边驱动,全池范围内移动,通过排泥桁车边行走边吸泥,达到排出污泥的目的。

2.1 过渡区和平流沉淀池两端排泥

在扬州第一水厂运行中发现,絮凝池与沉淀池之间的过渡区池底容易积泥,底部积泥越来越多且长期积存发酵后会有大块上浮到水面,有碍感官。同时,积泥过多,过渡区过水断面减小,水流增大,较大的絮凝矾花被打碎。在平流式沉淀池两端,排泥桁车行走不到,也存在积泥。因此,在后续水厂新建时对这些问题的解决方法:在过渡区和平流式沉淀池前端,采用的排泥方法与絮凝池一样,利用积泥斗穿孔排泥(见图1),在排泥孔口安装自来水管,与絮凝池同时排泥,解决了过渡区和平流式沉淀池前端积泥问题。在沉淀池尾部浇筑三角形素混凝土,坡度 $>60^{\circ}$,在混凝土上贴光滑的瓷砖,便于污泥滑落,利用排泥桁车排泥。



图1 沉淀池前端的积泥斗

Fig. 1 Mud bucket at the front of sedimentation tank

2.2 防止集水槽晃动

扬州第四水厂平流式沉淀池指形集水槽由钢筋混凝土柱直接连接在底板上,沉淀池运行过程中指形集水槽出现晃动。反复观察后发现,槽内外存在一定的水位差,水槽开始有些轻微的左右晃动,当水位涨过三角堰时,整个集水槽开始出现较大幅度的规律晃动,且随着晃动幅度越来越大,整个集水槽连同槽内水一起形成共振。随着晃动的增加,一些沉淀下来的矾花被水流带出,导致沉淀池出水浊度升高,加重滤池负担。为此,对集水槽进行改造,在其下方安装不锈钢柱进行加固,晃动明显减小。

在新建扬州头桥水厂时,平流式沉淀池沿指型集水槽方向浇筑钢筋混凝土梁(宽度为25 cm,高度为35 cm),并与立柱连接。安装在梁上的指型集水槽运行已有十多年,没有发现其晃动。

2.3 集水槽宜遮光

平流式沉淀池由于池型较长,一般为户外构筑物,又加上采用移动桁车排泥,不容易封闭,所以在夏天气温较高时,集水槽容易生长藻类(青苔),一个月要人工清洗两三次,扬州第四水厂指型集水槽溢流堰是锯齿形,三角尖锐,工人清洗时曾划破皮衣,清洗困难。解决方法:在指型集水槽上加盖(见图2),一般采用不锈钢材质,在盖板的中轴线上打孔,孔径为10 mm,孔距为25~30 cm。经过这样的技改后,指型集水槽就没有再单独清洗过。



图2 加盖的指型集水槽

Fig. 2 Capped finger collecting tank

2.4 其他细节

平流式沉淀池还需注意以下细节:

① 导流墙顶设置形式。导流墙顶设置成三角形,顶点与设计水位相平,防止导流墙顶部积泥或鸟类栖息^[1]。

② 放空阀门大小的设置。头桥水厂供水能力为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,两期建设规模都是 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,每期两组,每组供水能力为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,一期单组平流式沉淀池设有4个DN300放空阀,二期单组平流式沉淀池设有4个DN500放空阀,放空阀都安装在排泥槽内,排泥槽垂直于导流墙,放空阀底标高与排泥槽底标高相同,在一年一次的清洗过程中,发现放空阀直径大一些的排泥通畅。

3 滤池遮光及初滤水排放

滤池分为砂滤池和活性炭滤池,滤池在户外,没有遮挡,滤池内容易生长藻类(青苔),给水厂管理带来很多不方便。水厂在清除藻类方面做了很多尝试,发现遮光是有效防止藻类生长的方法之一。滤池作为水处理净化最后一道程序,为提升滤后水水质,往往排放滤池初滤水。

3.1 滤池遮光

夏季高温天气,滤池没有遮光时,池壁及排水槽长满藻类(青苔),清洗不方便。水厂开始试用遮阳网遮光,发现藻类萎缩,一段时间后不用清洗也会消失。分析认为这可能是夏季水体中藻类主要为微囊藻占优势所致,微囊藻生长受环境影响较大,营养盐、温度、光照是其主要影响因素,其中营养盐是藻类生长的物质基础。水温对藻类生长的影响主要有两种方式,一种是影响藻类生理活性,即影响细胞中酶的活性,另一种是影响藻类对营养盐的摄入,即影响藻类吸收利用水体中营养盐的效率和程度。水体中微囊藻生长的最适温度为 35°C ,高温利于其生长,在达到最适温度前,藻类生物量随温度的增加而增加。光照是藻类光合的能量来源,适宜的光照和最适的波长是藻类大量生长的基础,透入水中的光照强度和光质决定藻类光合作用^[2]。滤池上遮挡阳光,不但能降低滤池水体温度,还能切断藻类生长所需的光合能源。所以扬州其他2座水厂扩建或新建时,活性炭滤池和V型滤池设计考虑了遮光(见图3、4),每格滤池留有天窗,天窗用移动不锈钢罩遮光。



图3 遮光的V型滤池

Fig. 3 Shaded V-filter



图4 遮光的活性炭滤池

Fig. 4 Shaded activated carbon filter

3.2 滤池初滤水排放

用了近2年时间探讨研究了初滤水排放对滤池运行的影响,对有初滤水排放的扬州头桥水厂V型滤池和无初滤水排放的第四水厂V型滤池进行了比较。两座水厂都采用均质滤料,粒径为0.9~1.35 mm, $K_{80} < 1.25$,滤层厚度为1.3 m,反冲洗强度和反冲洗时间设定程序一样,都取用长江水源,原水水质几乎一样,具有一定的可比性。

在头桥水厂调研期间,初滤水排放初期浊度较高,一般为1.0 NTU,随着初滤水的排放,浊度有小幅下降,排放2 min后浊度一般低于0.3 NTU。颗

粒物随着初滤水的排放而渐渐下降,颗粒总数在排放初期数值较高,平均在3 700个/mL左右,粒径一般为2~25 μm ,其中2~10 μm 粒径的颗粒约占95%。快速排放时,2 min后颗粒数迅速降至350个/mL左右,降幅接近90%。随着初滤水排放的进行,颗粒总数继续缓慢降低,5 min后颗粒数降至200个/mL左右。第四水厂没有排出的初滤水进入清水池,水体中部分颗粒物影响出厂水浊度,这也是扬州第四水厂出厂水浊度高于头桥水厂出厂水浊度的部分原因。根据2018年生产报表总结了两水厂出水浊度,对比结果如表1所示。

表1 2018年扬州头桥水厂和第四水厂出水浊度

Tab.1 Turbidity of effluent from Yangzhou Touqiao waterworks and the Fourth waterworks in 2018 NTU

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
第四水厂	0.28	0.25	0.23	0.20	0.17	0.34	0.19	0.18	0.16	0.20	0.21	0.27
头桥水厂	0.23	0.23	0.23	0.18	0.21	0.15	0.15	0.13	0.18	0.20	0.18	0.19

4 泵房、风机房降噪降温

泵房、风机房的噪声大、室内温度高,对工人的身心健康和周围环境都会产生影响。另外噪声大,还会引起周边居民投诉,所以在水厂扩建或新建时要注意泵房、风机房的降噪和通风,营造和谐的工作环境。

4.1 泵房通风

水泵是输送流体、传递和转化能量的机械,电能转化时会产生损耗,这些损耗的电能会转化为热能散发到室内。若散热效果不好,泵房内温度会很快上升,高温会加速电机绝缘老化,降低效率,造成电气及自控设备失灵。在扬州2座水厂新建或扩建时,新建泵房都设计了机械进风、机械排风的方式降低室内温度,泵房内主要是电机发热,将送风口直接对准电机热源处,提高排热效果。但在实际运行过程中,还发现高温环境下的机械排除余热效果不太理想。例如,扬州第一水厂新建泵房安装了6台轴流风机,3台机械进风,3台机械排风,形成对流,单台风机流量 $Q = 2\,500\text{ m}^3/\text{h}$, $N = 0.37\text{ kW}$,泵房为半地下式,室内地坪距底板垂直高度为5.75 m,长度为24.2 m,净宽为15.0 m,换气次数为4次/h,满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736—2012)中清水泵房换气次数要求^[3],但按上述换气次数计算的排风量偏小,不能有效排除这些余热,为保障泵房室内温度一般不超过40℃,在夏天高温时,外加轴流风机对着电机吹,强行排风。

采用机械通风降低室内环境温度时,建议泵房在设计时注意单位时间内的换气次数,在南方通风换气次数可参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736—2012)中污水泵房换气次数,宜取8~12次/h。

4.2 降噪

泵房、风机房噪声向外传递的主要途径是空气传递和固体传递。每台风机安装隔音板,箱式结构,单台风机工作时,噪声经箱式吸音板隔除后会变得更小,处置方法和泵房处置方法相同。

① 减震。采用钢筋混凝土台座与泵系统固结,在台座与地面之间使用合适的隔震垫。

② 隔声。为防止泵房噪声通过窗户或门向外界传播,采用隔声窗,安装双层玻璃,双层玻璃选用3 mm和6 mm组合,窗框四周采取吸音措施。采用隔声门,隔声门为两层钢板(2.5 mm厚),内填玻璃棉,玻璃棉的厚度为80 mm。

③ 吸声。吸声处理主要是在泵房四周和天花板上安装玻璃吸声棉,天花板和墙板用白色铝板,铝板厚度为1.0 mm,每块尺寸为60 cm×60 cm,板上开有小孔,孔径为1 mm,孔距为5 mm。室内地坪距泵房底板四周贴满墙板,墙板跟墙之间填满玻璃吸声棉,厚度为5 cm,天花板上也平铺了5 cm厚的玻璃吸声棉。泵房降噪设计时,除要考虑水泵转速、气蚀因素、电机性能外,泵房隔声、吸声很重要,经过综合考虑设计后的泵房噪声控制效果不错,扬州头桥

水厂综合验收时,将泵房门窗关闭,水泵正常工作,在大门外1 m处白天噪声检测值为27 dB。

风机房是地面上的构筑物,墙面四周及天花板安装了玻璃吸声棉,安装方法跟泵房一样。扬州第一水厂风机房验收时白天在大门外1 m处噪声检测值为43 dB。

5 结语

为了提高水质,方便水厂管理,减轻工人劳动强度,保障安全供水,对现有的水厂进行技术改造、水厂扩建或新建时,充分考虑水厂的运行管理经验,将这些细节反馈于设计,在工程施工时付诸实施,将使水厂管理更加精细化。扬州头桥水厂供水规模为 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,还包括一座距净水厂4.7 km的 $60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 取水泵房,22名工作人员就能管理运行好这座水厂及取水泵房,出厂水水质满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的要求,除得益于精良的设备外,还得益于合理的工艺处理结构。

参考文献:

- [1] 刘国祥,李丰庆. 网格絮凝—平流沉淀池与清水池叠合工艺设计总结[J]. 给水排水,2017,43(增刊): 39-40.
- Liu Guoxiang, Li Fengqing. Summary of grid flocculation-advection sedimentation tank and clear water stacking process design[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(S1): 39-40 (in Chinese).

- [2] 王菁,陈家长,孟顺龙. 环境因素对藻类生长竞争的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(17): 52-56.
- Wang Jing, Chen Jiazhang, Meng Shunlong. The effects of environmental factors on the growth and competition of algae[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(17): 52-56 (in Chinese).
- [3] 蔡昊. 城市地下泵房通风设计探讨[J]. 建筑热能通风空调,2016,35(6): 98-100.
- Cai Hao. Discussion on ventilation design of urban underground pumping station[J]. Building Energy & Environment, 2016, 35(6): 98-100 (in Chinese).



作者简介:郑全兴(1971—),男,江苏泰州人,硕士,研究员级高级工程师,国家注册一级市政建造师,研究方向为水厂运行管理。

E-mail: zqxing1708@126.com

收稿日期:2019-04-17

完善水利基础设施网络
增强水安全保障能力