

工程实例

DOI: 10. 19853/j. zgjsps. 1000-4602. 2022. 18. 016

水厂出水余氯突然大幅降低的应对和管控措施

赵安瑜

(杭州市水务集团有限公司, 浙江 杭州 310002)

摘要: 目前,越来越多的水厂从常规工艺转变为深度处理工艺,取消前加氯,通过后加氯和补加氯保持出水余氯浓度。杭州祥符水厂深度处理改造后运行一年多,发现出水余氯值突然大幅降低,从而引起炭滤池会根据来水的水质情况形成相对稳定的生物膜,而炭滤池在原水氨氮长期偏低的情况下运行所形成的生物膜不足以应对原水氨氮突然短时升高的现象,此时的氨氮去除效果就会不理想。针对这种情况,提出了相应的解决措施和管控途径,以保障出水余氯的稳定。

关键词: 深度处理; 余氯; 化合氯; 氨氮

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)18-0083-04

Countermeasures and Control Measures for the Sudden Decrease of Effluent Residual Chlorine in Waterworks

ZHAO An-yu

(Hangzhou Water Group Co. Ltd., Hangzhou 310002, China)

Abstract: At present, more and more waterworks have changed from conventional process to advanced treatment process, which eliminates pre-chlorination, and maintains the residual chlorine concentration by post-chlorination and supplementary chlorination. After operating over a year of advanced treatment process in Hangzhou Xiangfu waterworks, the effluent residual chlorine value suddenly decreased greatly. Since the carbon filter forms a relatively stable biofilm according to the influent quality, the common biofilm formed in long-term low influent ammonia nitrogen is not sufficient to deal with the suddenly increased influent ammonia nitrogen, which causes the unsatisfactory ammonia nitrogen removal rate. In view of this situation, corresponding solutions and control approaches are proposed to ensure the stability of residual chlorine.

Key words: advanced treatment; residual chlorine; combined chlorine; ammonia nitrogen

祥符水厂是杭州市水务集团有限公司下属水厂之一,设计处理规模为 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,水源为东苕溪水,于2014年—2016年进行前臭氧+常规工艺+后臭氧+活性炭的深度处理工艺改造,消毒方式也由原先的氯胺消毒改为单氯消毒。2019年6月以后将液氯消毒改为次氯酸钠消毒。

1 祥符水厂加氯消毒概述

单氯消毒以后加氯为主、补加氯为辅,后加氯点

设在炭滤池出水总管上,距离投加点30 m左右设后加氯余氯取样点,检测进清水池前的余氯,以保证清水池消毒接触时间,补加氯设在出水泵房的吸水井内,实时补充加氯量以保障出水余氯。

后加氯投加量根据炭滤池出水流量采用阶段平均值按比例投加,开放式控制,投加量设定在0.8~1.1 mg/L,后加氯余氯设定在0.7~0.9 mg/L,补加氯投加量根据出水余氯反馈进行自动投加,出水余氯

设定在 (0.85 ± 0.2) mg/L。当后加氯余氯超过出水余氯设定值高限(1.05 mg/L)时,弹出报警框,此时需人工干预降低后加氯投加量,控制出水余氯在设定范围内。

2 祥符水厂出水余氯突然降低现象

① 2017年11月20日17:00起,出现后加氯余氯缓慢下降现象,人工逐步提高后加氯投加量至1.6 mg/L,后加氯余氯才能维持在0.4 mg/L左右,补加氯投加量从0.16 mg/L自动调整到0.66 mg/L,出厂水余氯才能保持在0.75 mg/L左右,此现象持续8 h左右,21日凌晨各数据陆续恢复正常。相关数据见图1。

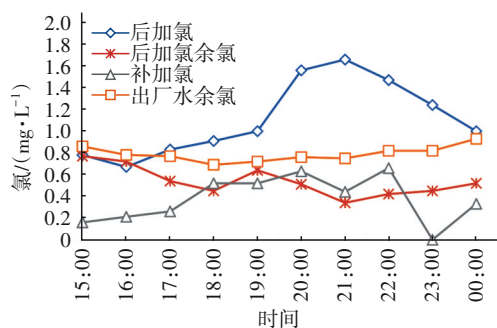


图1 2017年11月20日的加氯量和余氯关系

Fig.1 Relationship between the amount of chlorine added and the residual chlorine on Nov. 20, 2017

因水厂化验室检测到的原水氨氮值一直处于较低范围(≤ 0.1 mg/L),且此次余氯降低现象持续时间不长,可以通过提高加氯量来保证出水余氯,同时根据杭州水务下属南星水厂(已深度处理改造并运行10余年)的运行经验来看,当原水氨氮 ≤ 0.5 mg/L时,深度处理工艺可以去除全部氨氮,因此当天没有加强原水氨氮的检测频次,初步判断是管路仪表等设备或是混合不均匀引起。第二天对氯投加管路、水射器和仪表都进行了检查,设备设施运行正常,排除设备设施原因。

② 2017年11月22日再次出现后加氯和出水的余氯降低现象。11:00值班人员发现该现象后,及时人工干预提高加氯量。在干预过程中,后加氯最大加至2.0 mg/L,补加氯最大加至1.6 mg/L,但效果不佳,后加氯和出水余氯仍持续下降,21:30左右后加氯余氯显示为0,至23日07:00,后加氯余氯才有数据显示,为0.2~0.4 mg/L,后慢慢升高至0.7 mg/L左右并保持。相关数据见图2。出水余氯从16:00起持续降低,水厂立即加强出水余氯检测频

次,从1次/8 h调整到1次/2 h,同时检测出水余氯的游离氯和化合氯并进行人工复核,发现游离氯比化合氯偏小0.3 mg/L左右,化合氯为0.8~1.2 mg/L,符合国标要求。

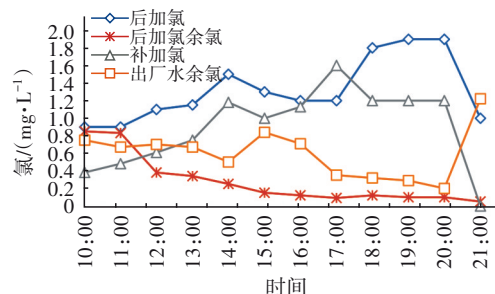


图2 2017年11月22日的加氯量和余氯关系

Fig.2 Relationship between the amount of chlorine added and the residual chlorine on Nov. 22, 2017

同时加强原水、砂滤池出水、炭滤池出水、出厂水的氨氮检测频次,从1次/8 h调整到1次/4 h,检测结果见图3。

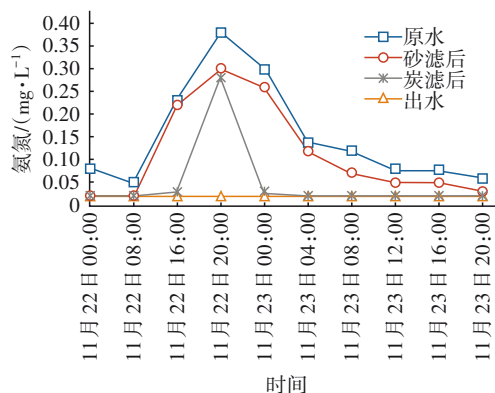


图3 2017年11月22日—23日不同工艺段的氨氮值

Fig.3 Ammonia nitrogen values in different process stages on Nov. 22-23, 2017

从图3可以看出,当原水氨氮超过0.2 mg/L时,炭滤池出水可以检测出氨氮,当原水氨氮为0.38 mg/L时,炭滤池出水氨氮为0.28 mg/L,氨氮去除率为26.3%。

3 原因分析

① 根据水厂化验室检测的各工艺段出水氨氮值和出厂水余氯值,分析是炭滤池氨氮去除率低,导致炭池出水的氨氮与后加氯生成了化合氯,而当时后加氯余氯仪(SWNA)和出水余氯仪(HACH)使用的都是游离氯检测试剂,仪表数据不能准确反映化合氯的值。

② 余氯值突然降低与炭滤池出水氨氮值有

着直接的关系,根据折点加氯的计算量,折点处的氯氮比约为(7~10):1,即当氨氮值为0.1 mg/L时,需消耗0.7~1 mg/L的氯^[1]。祥符水厂深度处理改造后,考虑到臭氧活性炭对有机物的处理效果,后加氯的设计最大投加量为1.5 mg/L。当炭池出水氨氮为0.05~0.2 mg/L时,投加的氯气与氨开始化合,以化合氯的形式存在,使用游离氯试剂的余氯仪检测到的余氯值一直呈下降趋势,但此时可以提高加氯量来满足出水余氯要求。当炭滤池出水氨氮超过0.2 mg/L时,即使加氯量以最大量投加,此时生成的都是化合氯,使用游离氯试剂的余氯仪数据就会逐渐降低甚至到0。

③ 祥符水厂的改造在很大程度上参考了南星水厂深度处理的多年运行经验,根据南星水厂的运行数据,原水氨氮在0.5 mg/L以下时,炭滤后出水氨氮小于0.02 mg/L,可以完全去除;原水氨氮为1 mg/L以下时,炭滤后出水氨氮90%以上概率小于0.03 mg/L,基本可以全部去除^[2]。根据祥符水厂和南星水厂2008年—2018年的原水氨氮统计情况,可以发现2008年—2014年南星水厂原水氨氮的平均值约为0.3 mg/L,祥符水厂原水氨氮一直在0.15 mg/L以下,自2014年浙江省加大“五水共治”力度后,两座水厂原水氨氮值有明显好转并呈逐年下降的趋势,但南星水厂原水氨氮年平均值仍在0.1 mg/L以上,而祥符水厂原水氨氮年平均值在0.05 mg/L左右。

相关数据见图4。

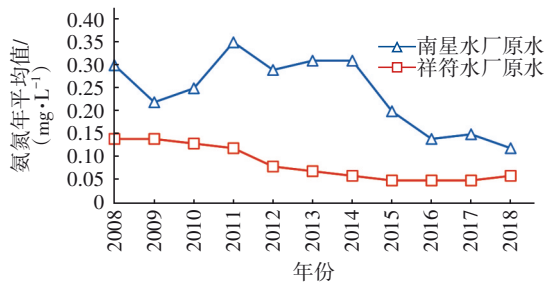


图4 2008年—2018年祥符、南星水厂原水氨氮年平均值
Fig.4 Annual mean value of ammonia nitrogen in raw water of Xiangfu and Nanxing waterworks from 2008 to 2018

祥符水厂自深度处理改造运行后,原水氨氮一直处于较低浓度范围,有原水氨氮增高的情况出现,但持续时间不长,月平均值仍不超过0.1 mg/L,相关数据见图5(因传统常规工艺采用氯胺消毒,参

考意义不大,原水氨氮从祥符水厂深度处理开始运行后进行统计)。炭滤池长期在原水氨氮偏低的情况下运行所形成的生物膜不足以应对原水氨氮突然短时增高的现象,而原水氨氮增高的现象持续时间短的几小时,长的一两天,因此在遇到原水氨氮突然增高的情况时,炭滤池去除氨氮的效果并不理想^[3]。

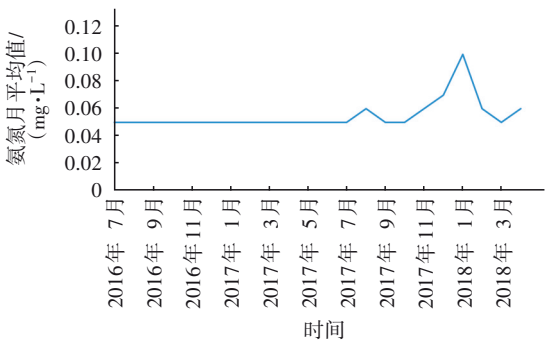


图5 2016年7月—2018年4月祥符水厂原水氨氮变化情况
Fig.5 Change of ammonia nitrogen in raw water of Xiangfu waterworks from Jul. 2016 to Apr. 2018

在后续的生产运行过程中,陆续出现后加氯余氯值为0的现象,根据检测结果就是原水氨氮增高,导致炭滤池出水氨氮增高引起的,但持续时间都不长,只有一两天,当原水氨氮超过0.2 mg/L时,炭滤池对氨氮的去除率为30%左右,当原水氨氮低于0.2 mg/L时,炭滤池对氨氮去除率为60%左右。

相关数据见表1。

表1 2017年12月19日—20日不同工艺段的氨氮值
Tab.1 Ammonia nitrogen values in different process stages on Dec. 19–20, 2017 mg·L⁻¹

日期	时刻	氨氮			
		原水	砂滤后	炭滤后	出厂水
12月19日	00:00	0.88	0.84	0.62	0.46
	04:00	0.64	0.62	0.48	0.32
	08:00	0.46	0.50	0.46	0.24
	12:00	0.22	0.30	0.38	0.12
	16:00	0.20	0.25	0.33	0.18
	20:00	0.25	0.17	0.11	0.08
12月20日	00:00	0.25	0.15	0.08	0.02
	04:00	0.20	0.11	0.06	0.02
	08:00	0.12	0.10	0.08	0.02
	12:00	0.20	0.11	0.06	0.02
	16:00	0.20	0.14	0.08	0.02
	20:00	0.18	0.12	0.06	0.02

④ 水厂化验室对原水氨氮的检测频次是1

次/8 h,很大程度上未能很好地捕捉到原水8 h内或是更短时间内氨氮波动的状态。

4 措施

将出水余氯仪的检测试剂更换成化合氯试剂,后加氯余氯仪的检测试剂仍保持游离氯试剂,两个余氯仪数据互为对比,既能通过后加氯余氯值及时发现原水氨氮的变化,弥补化验室检测频次间的空隙,及时跟进后加氯等加药量的调整,又能保持出水余氯的稳定。

关于炭滤池长期在原水氨氮偏低的情况下运行,遇到原水氨氮突然增高而去除效果不佳的情况,目前仍未有很好的办法予以应对。

5 结论与建议

① 水厂在深度处理改造后仍可采用检测化合氯的余氯仪试剂,能更稳定地反映出水的余氯。有条件的建议一并设置检测化合氯和游离氯的余氯仪试剂,用于更直观地反映出水余氯情况。

② 采用臭氧活性炭深度处理工艺的水厂在碰到出水余氯值突然降低时可以考虑是原水氨氮突变引起,或是炭滤池出水氨氮值变化引起,应及时加强各工艺段氨氮的检测。

③ 出水余氯是水厂日常管控重点,是出水水质的重要指标之一,鉴于祥符水厂深度处理工艺改造后运行时间较短,深度处理工艺对出水水质的保

障效果还需进一步收集数据并进行跟踪研究。

参考文献:

- [1] 罗广英. 折点加氯去除水中氨氮[J]. 广州化工, 2009, 37(5): 172-173, 187.
LUO Guangying. Break point chlorination ammonia in the water [J]. Guangzhou Chemical Industry, 2009, 37(5): 172-173, 187(in Chinese).
- [2] 代荣. O₃-BAC 处理水质及活性炭寿命跟踪研究[J]. 给水排水, 2011, 37(12): 16-20.
DAI Rong. Tracing study of the effluent water quality treated by O₃-BAC and activated carbon life time [J]. Water & Wastewater Engineering, 2011, 37(12): 16-20 (in Chinese).
- [3] 何嘉莉, 张晓娜. 深度处理水厂活性炭滤池氨氮去除效果分析[J]. 水处理技术, 2016, 42(5): 89-91, 96.
HE Jiali, ZHANG Xiaona. Analysis of ammonia nitrogen removal by the depth of water treatment activated carbon filter [J]. Technology of Water Treatment, 2016, 42(5): 89-91, 96(in Chinese).

作者简介: 赵安瑜(1981-), 女, 浙江绍兴人, 大学本科, 高级工程师, 制水分公司总经理, 主要从事水厂运行管理工作。

E-mail: yuru55@163.com

收稿日期: 2020-07-16

修回日期: 2020-08-17

(编辑: 衣春敏)

依法划定河湖管理范围
严格水域岸线水生态空间管控