

小型水厂浊度异常原因分析及处理对策

王永桃¹, 张宝军², 刘汉湖³

(1. 扬州市建设设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225000;

2. 徐州建筑职业技术学院 建筑设备与环境工程系, 江苏 徐州 221008;

3. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 对苏北某小型水厂运行过程中出现的浊度异常问题进行了分析, 认为原水受到污染、滤前水浊度异常、滤池故障、大肠杆菌超标等是引发浊度异常的主要原因。针对目前水源水普遍存在的微污染问题, 重点讨论了微污染水的特点、预处理工艺, 并对原有工艺的检修与改造提出了稳定出水浊度的具体措施。

关键词: 浊度; 微污染; 强化混凝; 强化过滤

中图分类号: R 123.6

文献标识码: A

文章编号: 1009-8992(2008)02-0024-03

Analysis on Abnormal Turbidity in Small Water Works and Treatment Countermeasures

WANG yong-tao¹, ZHANG Bao-jun², LIU Han-hu³

(1. Yangzhou Institute of Architectural Design and Research Co. Ltd., Yangzhou, Jiangsu 225000, China; 2. Department of Building Equipment and Environment Engineering, Xuzhou Institute of Architectural Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China; 3. College of Environment and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: This paper analyses the problem of abnormal turbidity in the operation of a small water treatment plant in north Jiangsu, and holds that its main causes are contamination of raw water, abnormal water turbidity before filtration, filter trouble and superstandard of colibacilli. In view of present general micropollution in surface water, the authors focus on the characteristics of micropolluted water and the pre-processing technologies, and present concrete measures to stabilize the turbidity of yielding water for the overhaul and innovation of the original process.

Key words: turbidity; micropollution; reinforced coagulation; intensive filtration

苏北某市自来水公司地面水厂建于1990年, 处理水量为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用网格絮凝、斜管沉淀、双阀虹吸滤池工艺, 1998年进行一次翻砂, 2003年进行一次补砂, 出水水质均达到国家有关标准。2005年10月在取水口下游500m处因建闸围堰, 水质受到

一定程度的影响。2005年12月, 统计资料显示该水厂滤前水浊度异常, 大肠杆菌超标严重, 合格率仅为44.4%, 浊度合格率为88%。运行单位采取了滤前及滤后加氯、出厂补氯等措施, 但收效甚微。

1 水质监测数据

经对该水厂进行水样采集分析, 得出有关水质监测数据。见表1。

收稿日期: 2008-03-28

作者简介: 王永桃 (1965-), 男, 江苏兴化人, 高级工程师。

表 1 改造前不同取水点水质监测结果

Tab.1 Water quality monitoring results in different water-intaking places before innovation

检测项目	浊度/NTU	氨氮/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	亚硝酸盐/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	硝酸盐/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	高锰酸盐指数/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
原水	35.5	0.063	0.058	16.3	4.01
沉淀后	12.1	0.070	0.051	10.2	3.06
过滤后	3.3	0.062	0.030	9.5	2.68

2 原因分析

2.1 原水受到微污染

根据该地面水厂基本情况来看,在取水口下游 500 m 处建闸围堰,导致水流不畅,上游企业污水排放致使有机污染物累积,水质在一定程度上受到影响。监测数据表明水体中各种形态氮含量较高,投加的 PAC 混凝剂夏季使用量为每吨水 7 kg,冬季出现问题时使用量增加到每吨水 20 kg,但水质无明显改善。原因在于用液氯消毒时,较高的氨氮会与氯作用形成氯胺,明显降低氯的消毒效率,过度增加氯的消耗量,则会造成过高的水处理成本。

2.2 滤前水浊度异常

正常情况下,滤前水浊度为 2~4 NTU。监测数据表明,该厂滤前水浊度为 12.1 NTU,说明在混凝反应和沉淀过程存在问题严重。该厂投药点离反应池较近,采用管道混合投加方式,出现诸如混合强度低、混合不彻底、混凝效率低、矾花形成时间晚的可能性不大。通过现场技术人员了解,该厂平时运行负荷为 $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,采用网格折板反应和斜管沉淀池,水质情况较为正常(只有满负荷运行后才出现这种情况)。现场发现,网格已经有 1/3 损坏,应是浊度异常的主要原因。由于网格损坏,直接造成矾花形成无序,影响到混合强度和混凝效率,致使矾花松散难沉。

2.3 滤池故障

该厂滤池冲洗周期极不正常。滤池冲洗周期从过去的每隔 48 h 已缩短到现在每隔 4~5 h 即进行反冲洗,说明滤池存在运行故障。滤前水在 2~4 NTU 时,如果滤池不能正常运行,则可断定滤池存在问题,加之目前滤前水浊度较高的情况,故滤后水不达标的原因可从两个方面分析,即滤前水浊度高和滤池故障。

2.3.1 滤前水浊度高 滤前水污染后,有机物、菌类在滤层表面及表层滤料结合成粘结体,使滤料表面板结,空隙率变小。因而反冲洗时不能同时使表层滤料均匀上升,而在某些薄弱点喷出,产生蘑菇云团,喷出水柱冲力大、速度快、翻滚水浪,在此点以下一定高度水域引起压力骤降,导致冲起的滤料

被水浪卷起流失。

2.3.2 滤池故障 出现故障的滤池,一般反冲洗强度过大,膨胀率偏高,滤层变薄。强度过大会造成砂层混乱、跑砂严重,影响过滤效果。该厂仅在 1998 年进行了一次翻砂,由于长时间间隔,反冲洗不均匀,局部滤砂翻滚,而有些地方则可能较为平静。滤池理论参数一般为滤料粒径 0.5~1.25 mm,不均匀系数小于 2.00,滤层厚度 80 mm,反冲洗强度 12~15 $\text{L}/\text{s} \cdot \text{m}^2$,膨胀率 20%~30%,含泥率小于 1%。现场测定结果若与理论值相差过大,则可进一步说明问题。在相同冲洗条件下,如果冲洗水温低,滤层膨胀率大,同样可以带走滤料。

2.4 大肠杆菌超标

大肠杆菌依附在颗粒表面,浊度异常直接导致大肠杆菌超标。虽然水厂技术人员采取滤前及滤后加氯、出厂补氯等措施,但仍无明显收效,其原因在于对加氯点的选择及对混合情况的处理是否妥当。

3 处理对策

3.1 对微污染采取预处理

一般将附加在传统净化工艺之前的处理工序称为预处理技术。采用适当物理、化学和生物的处理方法,可对水中的污染物进行初级去除,以使常规处理更好地发挥作用,减轻常规处理和深度处理的负担,改善和提高饮用水水质。按对污染物的去除途径,预处理技术可分为氧化法和吸附法,其中氧化法又可分为化学氧化法和生物氧化法^[1]。

化学氧化预处理技术依靠氧化剂氧化能力来强化分解水中的污染物,破坏水中污染物的结构,或者转变水中污染物的形态,使其在后续的工艺中能够被进一步强化去除。化学氧化可以有效降低水中的有机物含量,提高微污染源水中有机物的可生化降解性,有利于后续处理,杀灭影响给水处理工艺的藻类,改善混凝效果,降低混凝剂的用量,去除水中三卤甲烷前体物。

生物预处理是指在常规净水工艺之前增设的生物处理工艺。该工艺是对污水生物处理技术的引用,主要借助微生物群体的新陈代谢活动去除水中的污染物。目前饮用水净化中采用的生物反应器大

多数属于生物膜类型。

由于饮用水中的污染物浓度很低,因此化学氧化在饮用水处理中具有重要的应用潜力。可应用于饮用水中的氧化剂,主要有氯、二氧化氯、高锰酸钾、过氧化脒、臭氧、高铁酸钾、原子氧和羟基自由基等。

预氯化氧化是应用最早的和目前应用最为广泛的方法。为了解决微污染水给净水处理所带来的困难,保证供水水质,自来水公司一般采用预氯化的措施。由于对氯化氧化处理要求慎重采用,饮用水预处理技术正逐渐推广使用 ClO_2 氧化法^[2]。

ClO_2 与微生物接触时,对细胞壁有很强的吸附与穿透能力,能有效地氧化细胞内含硫基的酶,使微生物蛋白质中的氨基酸氧化分解,导致氨基酸链断裂,蛋白质失去功能,致使微生物死亡。其作用既不是蛋白质变性,也不是氯化作用,而是很强的氧化作用的结果。在投加量相同的情况下, ClO_2 的消毒作用比 Cl_2 大得多,而在出水中的残留浓度却较低。 ClO_2 无论是消毒剂稳定性还是消毒持续能力,均能够满足预期的安全消毒剂要求。根据本工艺特点,建议采用 ClO_2 预处理工艺。可以有效改善原水水质。

3.2 对原有工艺进行检修与改造

(1) 强化混凝,优化投加药剂量。基于网路已经有 1/3 损坏,对网路折板反应和斜管沉淀池进行停产检修,改进并恢复到设计时的状态。对于传统的斜管沉淀池,可以在原土建基础上进行改造,这样可以大大降低土建投资成本,更为重要的是能同时保证提高 40%~100% 的水量及水质。对没有改造的工艺,应控制速度及加强反冲洗。

(2) 滤池检修和改造。对于滤池而言,可以对实施改造下滤头、滤板砂滤,出水可控制在 1 NTU 以下;将虹吸的反冲系统改为滤板加滤头(近似于 V 型滤池工艺)。配水支管采用塑料管^[3],滤料重新筛分。加强滤池运行参数测定,建立运行档案,每季度定期测定一次滤层厚度、反冲洗强度、膨胀率及含泥率,及时调整反冲洗强度、翻砂、加砂、刮砂。根据经验,滤池改造费用约 700 元/ m^2 ,砂 300 元/t。

(3) 在滤池负荷较大时,要相应缩短滤池的反冲洗周期,避免未冲洗就停用或长期不用,以避免滤料板结。同时滤前加氯,减少藻类有机物繁殖。

(4) 在滤前增加微絮凝工艺,可降低滤后水浊度,提高出水水质。譬如在小范围的进水廊道最前端建立加药点,以 0.3~0.6 mg/L 的投加量

滴加聚合铝铁,通过较长廊道和水流的几次变向,可实现均匀混合,在随后的过滤过程中,产生微絮凝,矾花再次相互吸附,使其体积增大,便于截留。

(5) 选择适宜冲洗强度,保证冲洗时滤层膨胀率小于 50%。

(6) 针对滤后消毒效果不佳的情况,可增加氯消毒混合池,使氯与滤后水有效混合,以保证水质中的余氯量符合国家标准。

3.3 工艺运行管理

(1) 在保证过滤水头、处理水量的前提下,滤池运行采用开多池、低水头、慢滤速的方法,提高水质,降低浊度。

(2) 将进水流量控制在设计水量的上下 10% 以内,采用值需经试验确定。

(3) 选取合适的配比。采用台式浊度仪,每小时自行测量原水浊度,波动大时,可采用小周期,如 0.5 h/次,最好是安装连续实时浊度监测仪。

4 结 语

针对苏北某市水厂运行过程中浊度异常的几种可能情况,分析出原水受到微污染、常年未对工艺进行检修是主要原因。由于滤前水污染,有机物、菌类在滤层表面及表层滤料结合成粘结体,使滤料表面板结,空隙率变小,反冲洗时不能同时使表层滤料均匀上升,一般反冲洗强度过大,膨胀率偏高,滤层变薄,导致浊度异常(浊度也是大肠杆菌超标的主要原因)。为此根据该厂工艺特点,建议采用 ClO_2 预处理工艺,以有效改善原水水质;对原有工艺进行检修与改造,强化混凝,优化投加药剂量;在滤池负荷较大时,应相应缩短滤池的反冲洗周期,在滤前增加微絮凝工艺,降低滤后水浊度,提高出水水质;增加氯消毒混合池,以保证水质中的余氯量符合国家标准。

参考文献:

- [1] 张宝军,冯启言,张雁秋.微污染水源水处理技术的发展[J].徐州建筑职业技术学院学报,2004,4(2):30-33.
- [2] 孙文敏.二氧化氯消毒[J].化工装备技术,2007,28(6):5-9.
- [3] 代荣,李拥华.出厂水浊度异常波动原因分析及解决措施[J].城镇供水,2005,(3):15-15,27.