

原水预处理对净水厂矾耗的影响分析

焦洁¹ 胡侃¹ 吕锡武²

(1 无锡市自来水总公司, 无锡 214073; 2 东南大学, 南京 210096)

摘要 自2010年12月底,南泉水源厂预处理工艺投入运行以来,以南泉水源厂出厂水为原水的中桥水厂和雪浪水厂在大多数月份矾耗明显下降。其中,中桥水厂平均矾耗降低了19.3%,雪浪水厂降低了7.6%。经分析,对净水厂矾耗的影响因素可能是:①原水经预处理后,改善了净水厂进水水质,减少了污染物对混凝的干扰作用;②臭氧预处理工艺可破坏有机物的结构,从而破坏胶体表面的有机层,使胶体颗粒在混凝过程中更易凝聚而被去除;③净水厂臭氧—生物活性炭深度处理工艺也能去除部分有机物和氨氮,提高出水水质,理论上也可降低矾耗。矾耗的降低,不仅节约了制水成本,还提高了出厂水pH,对提高管网水质和确保管网安全运行起到了积极作用。

关键词 臭氧预处理 生物预处理 藻 矾耗 净水厂

为了加强应对太湖水质突变的能力,进一步保障和改善城市生活饮用水水质,2010年,无锡市自来水总公司在南泉水源厂增加了臭氧预处理和生物接触氧化预处理工艺,在中桥和雪浪净水厂增加了臭氧—生物活性炭深度处理工艺。

为了保证水厂安全生产,节能降耗,降低运行成本。在日常运行中,特别关注预处理工艺对净水工艺运行的影响。

1 水厂工艺和主要参数

南泉水源厂原为取水泵站,向中桥水厂和雪浪水厂供原水。现南泉水源厂增加了预处理工艺(见图1),规模85万m³/d,设有2座预臭氧接触池,有效水深6m,接触时间3min,臭氧投加量0.5~1

mg/L,臭氧采用水射器混合。还设有4座生物接触氧化池,单池规模21.25万m³/d,其中悬浮填料为球型结构,直径 $\varnothing$ 50mm。

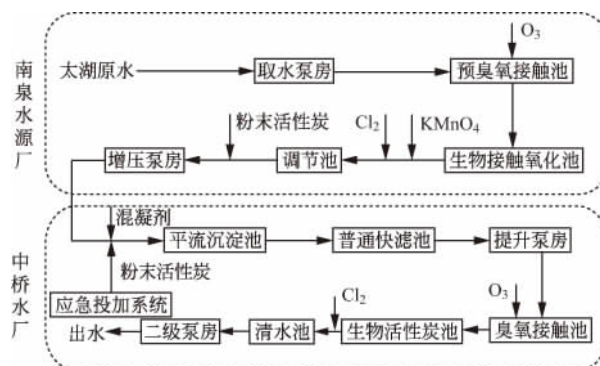


图1 南泉水源厂和中桥水厂工艺流程

- 14 Adell V, Cheeseman C R, Ferraris M, et al. Characterising the sintering behaviour of pulverised fuel ash using heating stage microscopy. *Materials Characterization*, 2007, 58(10): 980~988
- 15 李月琴, 李少荣. 三峡库区污泥处置方式的适应性分析. *市政技术*, 2006, 24(6): 425
- 16 Dewil R, Appels L, Baeyens J. Energy use of biogas hampered by the presence of siloxanes. *Energy Conversion and Management*, 2006, 47: 1711~1722
- 17 曾祥文, 王海霞. 我国污水处理厂污泥处置的回顾与展望. *工业安全与环保*, 2007, 33(7): 11~12, 22
- 18 余杰, 田宁宁, 王凯军. 中国城市污水处理厂污泥处理、处置问题

探讨分析. *环境工程学报*, 2007, 1(1): 82~86

- 19 余杰, 田宁宁, 王凯军. 城市污水厂污泥处理与处置技术的新思路. *中国给水排水*, 2008, 24(6): 11~14
- 20 张翔, 宋丽华, 邢莉玲, 等. 城市污水处理厂污泥焚烧处理的探讨. *安徽化工*, 2006, (5): 50~51

✉ 通讯处: 100835 北京市海淀区三里河路建设部南配楼
E-mail: kxj197x@163.com

收稿日期: 2012-03-20

修回日期: 2012-04-12

中桥水厂原采用常规水处理工艺,现增加了臭氧—生物活性炭深度处理工艺(见图1),规模60万 m^3/d ,设有4座臭氧接触池,有效水深6m,接触时间15min,臭氧投加量1~2mg/L。设有4组生物活性炭池,每组7格,单格面积96 m^2 ,空床滤速9.8m/h。池内上层为颗粒破碎炭,炭层厚度为2.1m;下层为 $d_{10}=0.6\text{mm}$,不均匀系数1.3的石英砂,厚度0.6m,主要起去除浊度,截留水中微生物,防止生物穿透的作用;承托层 $d=2\sim16\text{mm}$,厚度0.45m。

雪浪水厂工艺流程与中桥水厂相同,规模为25万 m^3/d 。

2 净水厂矾耗变化情况对比

2010年12月底,南泉水源厂臭氧预处理与生物预处理工程投入使用,至今已运行10个月,运行状况良好,原水水质得到明显改善,净水厂矾耗明显降低。

2.1 中桥水厂和雪浪水厂1~10月矾耗变化情况

中桥水厂和雪浪水厂净水用矾为液体硫酸铝。从图2和图3可知,南泉预处理工程运行10个月以来,中桥水厂和雪浪水厂在2011年原水、出厂水水质与2010年同期没有明显变化的情况下,2011年两水厂在大多数月份矾耗出现了明显下降,中桥水厂10个月的平均矾耗由2010年的39.49mg/L降至2011年31.87mg/L,降低了19.3%;雪浪水厂由2010年的31.90mg/L降至2011年29.48mg/L,降低了7.6%。

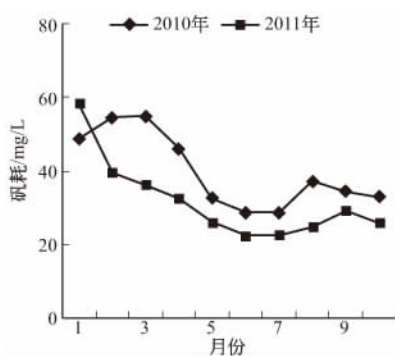


图2 中桥水厂月矾耗对比

而图2和图3中2011年1月中桥水厂矾耗和1~2月雪浪水厂矾耗高于2010年同期,原因是:1月原水浊度异常偏高为93.4NTU,几乎是2010

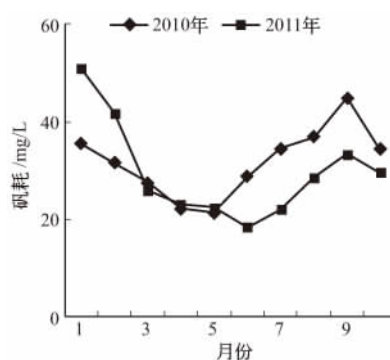


图3 雪浪水厂月矾耗对比

年同期47.3NTU的一倍;2010年1、2月尚未实行出厂水0.2NTU考核;预处理和深度处理调试初期,运行尚不稳定。

2.2 中桥水厂和雪浪水厂高藻水期间矾耗变化情况

2011年9月12~19日因连续晴热,南泉水源地呈现高藻水特征,原水藻类密度持续超过2500万个/L,南泉水源厂出水藻类为4000万~6000万个/L,净水厂进厂水藻类最高接近8000万个/L(微囊藻打散导致藻类个数上升),pH高达9.3,藻类密度明显高于2010年同期,对这一特殊时期进行对比分析,有助于了解预处理对提高混凝效果的作用。

从图4和图5可以看出,在净水厂负荷和出厂水水质没有明显变化,原水水质较差的2011年高藻期,中桥水厂和雪浪水厂的矾耗仍明显小于原水水质较好的2010年同期(非高藻期)。其中,中桥水厂高藻期的矾耗比2010年同期平均下降6.9%,雪浪水厂高藻期矾耗比2010年同期平均下降12.9%,说明南泉水源厂预处理工艺的投运对后续净水厂混凝效果有一定的促进作用。

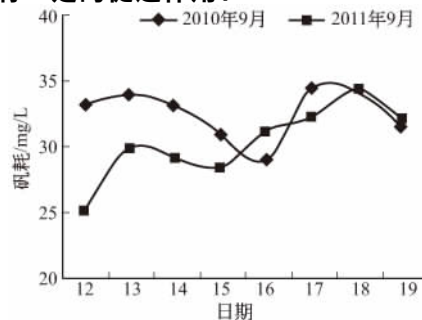


图4 中桥水厂高藻期矾耗对比

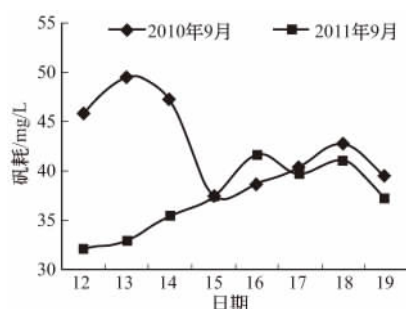


图5 雪浪水厂高藻期氨耗对比

2.3 中桥水厂和雪浪水厂氨耗差异

从图6和图7看出,同为南泉水源且净水工艺相同的中桥水厂与雪浪水厂,在氨耗上存在明显差异。藻类较多时节,雪浪水厂的氨耗普遍高于中桥水厂,而其他大多数月份一般比中桥水厂的氨耗低。出现这种现象的原因可能是,在高藻期,雪浪水厂进厂水藻类密度明显高于中桥水厂,导致雪浪水厂氨耗较高。雪浪水厂进厂水藻密度高主要是由于南泉水源厂到中桥水厂的进水管道的长度比南泉水源厂到雪浪水厂至少长1倍,可以充分利用管道中余氯杀藻。而在其他时段,雪浪水厂的氨耗低,可能是由于雪浪水厂的净水负荷比中桥水厂低的缘故。

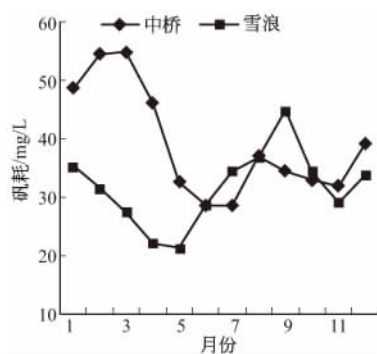


图6 2010年中桥水厂与雪浪水厂氨耗对比

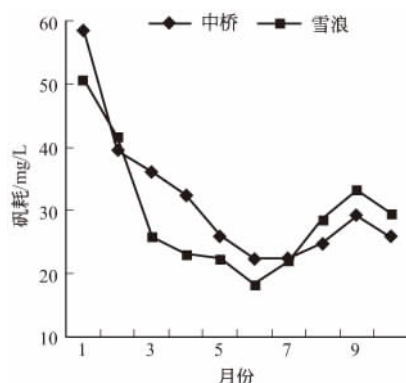


图7 2011年中桥水厂与雪浪水厂氨耗对比

3 氨耗降低的原因分析

3.1 预处理工艺对降低氨耗的影响

在常规工艺前增加预处理工艺,既可以对水中污染物进行初步去除,还可以减轻常规处理负担,使常规处理更好地发挥作用,改善和提高饮用水水质。

南泉水源厂预处理工程自2010年12月底投运以来,对原水水质有一定改善作用。图8~11是2011年1~10月南泉预处理工程对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 、 TOC 、藻类等污染指标的去除情况。

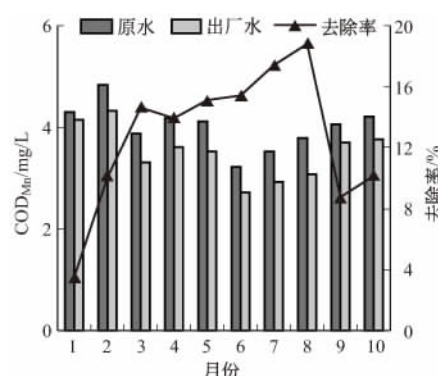


图8 南泉水源厂预处理对 COD_{Mn} 的去除

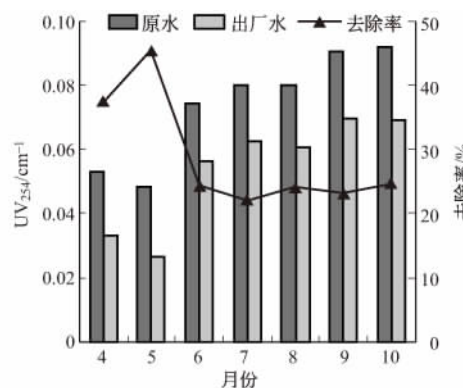


图9 南泉水源厂预处理对 UV_{254} 的去除

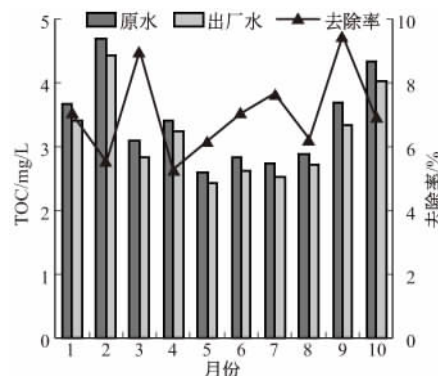


图10 南泉水源厂预处理对TOC的去除

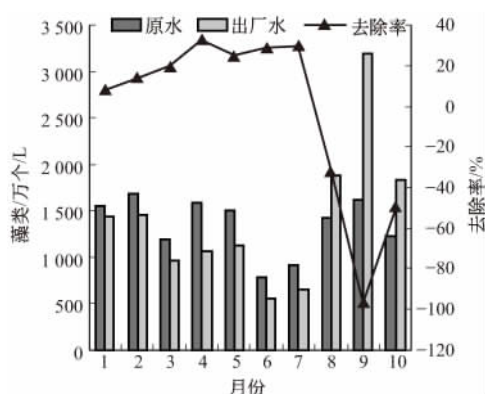


图 11 南泉水源厂预处理对藻类的去除

从图 8~10 可以看出,南泉水源厂预处理工程对 COD_{Mn} 的去除率为 3.5%~18.9%,平均去除率在 13%左右;对 UV_{254} 的去除率为 22.1%~44.5%,平均去除率在 28%左右;对 TOC 的去除率在 5.3%~9.5%,平均去除率在 7%左右。从图 11 可知,南泉水源厂预处理工程 1~7 月对藻类的去除率为 20%左右。但在高藻期 8~10 月,南泉水源厂出厂水藻类有所增加,这可能与原水中藻类及其存在形态有关,此时原水中主要为微囊藻,团聚状态较多,经臭氧作用后再氯化下,藻类失去活性且被充分地打散,致使其在检测过程中数量增多。可见,南泉水源厂预处理工程对原水污染指标有初步去除作用,可以改善后续净水厂进水水质,减轻净水厂常规工艺对污染指标的去除负荷,减少它们对混凝的干扰作用,从而降低了矾耗。

另外,原水中存在大量天然有机物 (Natural Organic Material, NOM),它们能附着在水中的胶体颗粒表面形成一层天然有机层。天然有机层不但使胶体表面的电荷密度增加,而且阻碍了胶体颗粒间密度的结合,从而使胶体颗粒稳定地悬浮于水中,不利于混凝去除。而南泉水源厂增加了臭氧预氧化处理工艺,可以破坏有机物的结构,从而破坏胶体表面的有机层,降低双电层排斥作用,使胶体颗粒在混凝过程中更容易凝聚而被去除,从而降低了矾耗。

3.2 深度处理工艺对降低矾耗的影响

中桥水厂和雪浪水厂均在常规工艺后新增了臭氧—生物活性炭深度处理工艺,活性炭池采用上层为活性炭,下层为石英砂的方式。该工艺不但能够去除部分有机物和氨氮,而且由于有石英砂滤料层,还能去除部分浊度,理论上来说,也可降低矾耗。

4 降低矾耗对水厂运行的影响

4.1 处理成本

按 2010 年和 2011 年 1~10 月的平均矾耗差值计算,中桥水厂节省矾耗为 7.62 mg/L,雪浪水厂节省矾耗为 2.42 mg/L,矾平均单价约 1 元/kg,按 2011 年 1~10 月的中桥、雪浪水厂的实际产水量计算,中桥与雪浪水厂共节约混凝剂成本为 94.4 万元,降低采购支出 15.2%。

4.2 出厂水 pH

由于增加了预处理工艺和深度处理工艺,导致矾耗降低,从而使 2011 年出厂水 pH 比 2010 同期有明显改善,特别是最低值和平均值都有所升高,减少了对供水管道的腐蚀,对避免管网黄水和二次污染有明显好处。同时,出厂水 pH 的提高也使饮用水更健康。

5 结论

(1) 原水经过预处理工艺后,净水厂矾耗有明显下降。其中,中桥水厂的平均矾耗由 2010 年的 39.49 mg/L 降至 2011 年的 31.87 mg/L,降低了 19.3%;雪浪水厂的平均矾耗由 2010 年的 31.90 mg/L 降至 2011 年的 29.48 mg/L,降低了 7.6%。降低采购支出 15.2%。

(2) 原水经过预处理工艺后,净水厂矾耗降低的原因是:①原水预处理改善了净水厂进水水质,减轻了净水工艺对污染指标的去除负荷,减少它们对混凝的干扰作用,从而降低了矾耗;②臭氧预氧化处理工艺,可以破坏有机物的结构,从而破坏胶体表面的有机层,降低双电层排斥作用,使胶体颗粒在混凝过程中更易凝聚而被去除,从而降低了矾耗;③净水厂臭氧—生物活性炭深度处理工艺也能去除部分有机物和氨氮以及部分浊度,理论上也可降低矾耗。

(3) 矾耗降低,不仅节约了制水成本,还提高了出厂水 pH,对提高管网水质和确保管网安全运行起到了积极作用。

参考文献

- 何文杰,李伟光,张晓健,等.安全饮用水保障技术.北京:中国建筑工业出版社,2006

○ 电话:(0510)85101303

E-mail:jjchery@163.com

收稿日期:2012-01-20

修回日期:2012-03-15