

沉淀—气浮联用技术在高藻水处理中的工程应用

刘芳 马军 马维超

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘要 C市给水管的原水水质随季节交替变化为低温低浊水、高温高浊水和高藻低浊水, 给水厂原有处理工艺在高藻期间无法满足现有的生活饮用水标准。为了解决高藻低浊水处理效果差的问题, 采用溶气气浮工艺对原有平流沉淀池进行改造, 实现沉淀—气浮联用技术。对原水、沉淀出水、气浮出水以及出厂水的长期监测结果表明, 沉淀—气浮联用技术对水中有有机物、藻类、浊度、臭味都有很好的去除效果, 并且解决了改造前出现的混凝剂投加量大幅增加、余铝超标、滤池运行周期短、反冲洗频繁、出水臭味严重等问题。

关键词 高藻水 有机物 平流沉淀池 改造 沉淀—气浮联用

近年来, 很多地区由于水体富营养化导致藻类繁殖严重, 出现水华和赤潮现象。高藻水处理成为一个亟待解决的问题。采用气浮工艺处理高藻水、低温低浊水, 其优势在水处理界已经达成共识, 并且作为一种经济有效的水处理工艺, 在给水厂逐渐得到推广和应用。但是研究发现气浮工艺对高浊度水的处理有一定的局限性, 原水浊度超过 100 NTU 时, 出水效果恶化。C 市给水管的原水水质常年呈现高温高浊水、低温低浊水和高藻水几种情况。给水厂原有工艺采用平流沉淀池,

设计停留时间为 2 h。生产运行中发现, 大部分密实的絮体在平流沉淀池的前半部分已经下沉去除, 而部分密度较小的絮体进入平流沉淀池的后半部分, 不易下沉去除, 适合采用气浮工艺。因此, 采用哈尔滨工业大学的沉淀—气浮联用专利技术(专利号 200410043693), 以在各种原水水质条件下保证出水效果。由于占地面积有限, 并且不能大规模改变水厂原有工艺构筑物, 改造工程采用高速气浮工艺, 将平流沉淀池中较小的一部分改造为气浮池, 通过特别的集水系统和内部结构使得气浮

水含盐量变高的问题, 以及珠江水位的变化对取水水量和水质都可能有一定的影响, 但考虑到近期采用集中取水和制水的综合成本比较低, 宜优先将河水作为近期杂用水的主要水源。

5.2.3 市政再生水

规划远期番禺区前锋污水处理厂再生水作为市政杂用水, 其供水量和供水压力有保证, 水质稳定。虽然亚运会召开期间前锋再生水系统无法建成并投入使用, 但适宜作远期杂用水的主要水源。

5.2.4 优质杂排水

优质杂排水主要来源于生活盥洗用水和其他优质废水。与雨水、河水和市政再生水相比, 优质杂排水的污染程度大、水质差、处理难度和费用高, 因此, 不考虑使用其作为亚运村杂用水水源。

6 分质供水系统的构建

为了确保亚运村双水源供水, 饮用水系统由沙湾新建水厂和亚运村输水干管作为主供。同时, 南洲水厂供水管道将从大学城过江输水管延伸连接至南村镇番禺区自来水公司所属的清河东路现有 DN 1 000 输水管, 作为备用。

亚运村杂用水系统, 近期采用河水作为杂用水水源, 远期则以番禺区前锋污水处理厂供给的市政再生水作为杂用水, 并建设杂用水管网, 以满足亚运村冲厕、浇洒、洗车、绿化等用水需求。

○通讯处: 510290 广州市海珠区南洲路 483 号

电话: (020) 34399547

E-mail: gzlingxiao@qq.com

收稿日期: 2008-05-16

修回日期: 2008-09-26

池能够在高水力负荷条件下正常运行。沉淀—气浮联用技术既利用了平流沉淀池对高浊度水的处理优势,又充分发挥气浮工艺对高藻水和低温低浊水的处理效能。

1 改造背景

1.1 原水水质及改造前处理工艺流程

C市给水厂设计生产能力 $5\text{万 m}^3/\text{d}$,原水取自滦河,水质随着季节交替发生改变,主要包括高温高浊水、低温低浊水及高藻水等。高藻期间原水水质见表1,给水厂改造前的处理工艺流程见图1。

表1 高藻期间原水情况

浊度/NTU	藻类/ 10^7 个/L	TOC/mg/L	pH	水温/ $^{\circ}\text{C}$
8.9~18.21	3.51~4.63	2.986~3.138	8.56~8.67	12.3~18.5

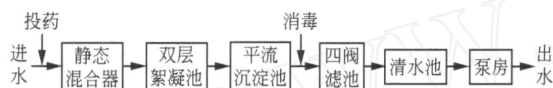


图1 水厂改造前的处理工艺流程

1.2 改造前存在的问题

(1) 高藻期间,四阀滤池工作周期缩短,最短时每3~4 h就要反冲洗一次,水厂自用水量增加,产水量降低。

(2) 混凝剂投加量很高,出水余铝超标。混凝后产生的絮体呈棉絮状,非常松散而且密度较小,沉降性能差。

(3) 平流沉淀池水面漂浮大量絮体,水面浊度达到4 NTU以上,出水浊度在2 NTU以上。

(4) 出水臭味重,口感差。

2 改造工程设计

2.1 设计原则

(1) 尽量不破坏原有处理系统,只做较小改动,不改变水厂的布置;

(2) 工程建设不影响运行,不间断供水;

(3) 在保证出水水质前提下,充分发挥现有处理工艺能力,节省工程投资,降低运行成本。

2.2 设计方案

原有平流沉淀池的池长较长,停留时间也较长,因此将原有平流沉淀池大部分保留,以保证沉降性能较好的絮体能够完全沉淀。但对于沉降性能不好的絮体,采用气浮工艺进行处理。

在改造方案中,将原有平流沉淀池后部约1/3

体积改造成气浮池,实现平流沉淀—气浮联用工艺。在高藻或低温低浊期,沉淀与气浮同时运行,其他水质条件下,只运行沉淀部分。

2.3 设计参数

原有平流沉淀池2座,每座平面尺寸为 $70\text{ m}\times 7\text{ m}$ 。平流沉淀池前部保持原有构造不变,将最后17.6 m部分改造为高速气浮池,池深不变。其中气浮分离区长15 m,接触区长2.6 m,分离区表面负荷为 $10\text{ m}^3/\text{h}$,停留时间为25 min,接触区表面负荷为 $57\text{ m}^3/\text{h}$,停留时间为5 min。改造后平流沉淀池的表面负荷为 $3.7\text{ m}^3/\text{h}$,停留时间为74 min。由于该水厂所处区域被列为开发区,用水量在近几年内会大幅提高,高负荷气浮池的运行特点为:在低表面负荷下会提高出水水质,并且最高运行表面负荷可达到 $20\text{ m}^3/\text{h}$ 。因此为解决该水厂今后水量增加问题,改造中采用了高速气浮技术。

沉淀与气浮工艺的连接为难点,通过以下方法解决。气浮池前设置长6 m的斜板区和长3 m的过渡区。斜板区主要用于絮体再絮凝,斜板区与过渡区之间的挡墙上部采用穿孔花墙,经过精确计算,确定挡墙上穿孔花墙的位置及数量。过渡区与气浮池接触区之间的挡墙下部设置穿孔花墙,完成平流沉淀与高速气浮的连接。气浮池底部采用穿孔管与穿孔板的组合集水系统。水中密度较大的絮体在平流沉淀池中沉降下来,密度较小的絮体随水流进入气浮池中,通过与气泡粘附上浮得以去除。

平流沉淀池中原有的排泥槽及排泥机继续使用,气浮池中设置浮渣槽及刮渣机,气浮池底设置一台吸泥机,保证长期运行底部产生沉泥时,可以用吸泥机去除。在气浮池边设置气浮系统设备间,其中放有溶气罐、空压机及配电系统,运用滤池出水作为高压溶气水。

3 运行效果及讨论

在改造结束后采集运行数据,采集时间为10月,共31天。分别取原水、沉淀出水、气浮出水以及过滤出水,考察沉淀—气浮工艺对有机物、藻类、浊度和臭味的去除效果。气浮溶气罐压力为0.4 MPa,回流比为8%,混凝剂采用PAC,以铝为标准计算投加量为 6 mg/L 。浊度采用HACH 2100N浊度仪测定,总藻采用计数框法,高锰酸盐指数和臭

味分别按照国家标准方法进行测试。

3.1 高锰酸盐指数去除

图2为原水、沉淀出水、气浮出水以及出厂水的高锰酸盐指数。从图2中可以看出,沉淀、气浮和过滤工艺对高锰酸盐指数都有一定的去除能力。其中,气浮工艺对高锰酸盐指数的去除能力比其他两个工艺单元稍强。由于含藻水混凝后的絮体密度较小,平流沉淀的去除能力有限,需要通过气浮工艺去除。同时,由于水中大多数有机物都是憎水而亲气的,气浮工艺向水中通入的微气泡在上升过程中,吸附了水中更多的有机物,从而将有机物从水中分离并去除。

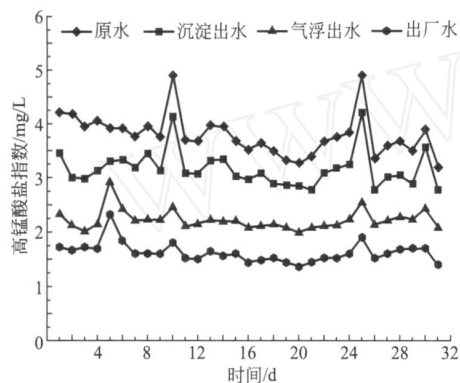


图2 沉淀—气浮联用工艺对高锰酸盐指数的去除效果

3.2 藻类去除

图3为原水、沉淀出水、气浮出水以及出厂水的藻类含量。从图3中可以看出,尽管取水时间为10月份,水中藻类含量依然很多,平均约为 12.5×10^6 个/L,最高值可达 20×10^6 个/L,远超给水厂 1×10^6 个/L的要求。通过沉淀工艺处理后,藻类含量降为 7.5×10^6 个/L,仍然不达标。其原因是藻类形成的絮体一般密度较小,不易沉降,沉淀效果很差。采用气浮工艺处理后,出水藻类含量为 0.6×10^6 个/L,处理效果很好。过滤出水中藻类含量更低。通过一个月的测试,数据结果显示气浮出水已经达到要求。可见,通过气浮与沉淀串联工艺,很好地解决了高藻水的除藻问题。

3.3 浊度去除

图4为原水、沉淀出水、气浮出水以及出厂水的浊度。从图4中可以看出,沉淀、气浮、过滤工艺对浊度都有一定的去除能力,且各单元出水浊度基本

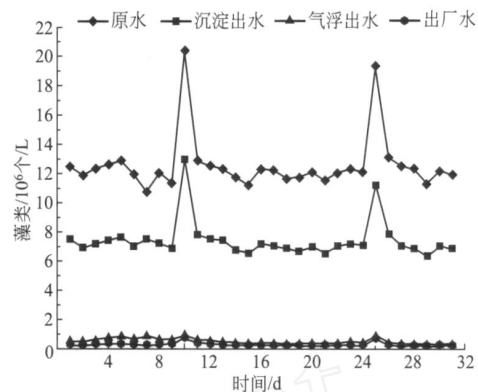


图3 沉淀—气浮联用工艺对藻类的去除效果

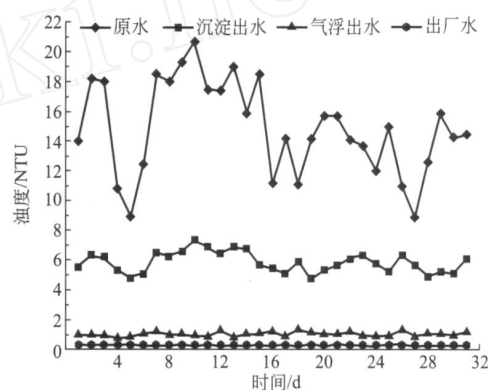


图4 沉淀—气浮联用工艺对浊度的去除效果

稳定。由于含藻水中浊度的产生与藻类有关,因此气浮工艺对浊度的去除能力比其他两种工艺稍强。

3.4 臭味去除

通过监测发现,原水嗅阈值为60~70,气浮出水嗅阈值为35,出厂水嗅阈值为10左右。

4 结语

检测结果表明,沉淀—气浮联用工艺对于高藻水有很好的处理效果,解决了由于高藻水混凝后絮体密度较小、不易沉降等问题,对高锰酸盐指数、藻类、浊度和臭味有明显的去除效果,沉淀—气浮联用工艺为高藻水难处理的问题提出了一条解决途径。

○通讯处:150090 哈尔滨海河路202号哈尔滨工业大学市政环境工程学院

电话:(0451)86283010

收稿日期:2008-11-28

修回日期:2009-04-14