

嘉兴石臼漾水厂深度处理工程设计与运行

郑志民 雷 挺 许嘉炯 沈裘昌

(上海市市政工程设计研究院, 上海 200092)

摘要 嘉兴市石臼漾水厂深度处理工程是嘉兴市近年来改善生活饮用水水质的一项重点实施工程, 设计规模为 17 万 m^3/d 整体, 采用生物预处理—常规处理—臭氧活性炭深度处理工艺, 是目前浙江省城市水厂运行规模最大的深度处理工程。运行一年多来, 各种生产构筑物和设备工作正常, 出水水质达到《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)。

关键词 深度处理 臭氧氧化 臭氧接触池 活性炭滤池 设计 运行

0 概述

嘉兴市石臼漾水厂始建于 1990 年, 后经扩建, 水厂供水规模为 15 万 m^3/d , 厂区占地约 62 亩, 主要采用混凝沉淀、过滤、消毒常规处理工艺。目前该水厂是嘉兴市供水规模最大的一座水厂, 承担着嘉兴市近 80% 的供水量。

石臼漾水厂位于嘉兴市区的西部, 水源为新塍塘。近年来, 虽然对水厂水源地采取了一系列的保护措施, 但仍遭受到严重的有机物污染, 水质急剧下降, 2001 年 COD_{Mn} 最高达到了 9.4 mg/L , 氨氮最高为 4.08 mg/L , 造成水厂出水 COD_{Mn} 和氨氮等指标达不到 2001 年卫生部颁布的《生活饮用水卫生规范》水质标准。因此, 必须对常规处理工艺进行改造, 增加预处理和深度处理等技术措施, 以满足出水水质日益提高的要求。2001 年石臼漾水厂原水和

表 1 2001 年石臼漾水厂原水和出水水质

项 目	原水			出厂水		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均
色度/度	40	20	27	6	5	5
浊度/NTU	100.2	11.9	40.3	2	0.1	0.3
臭和味	0	0	0	0	0	0
pH	7.4	7	7.3	7	6.8	6.9
铁/ mg/L	11.83	0.1	2.25	0.5	<0.05	0.12
锰/ mg/L	0.27	<0.1	0.148	<0.1	<0.1	<0.1
细菌总数/CFU/mL	1 900	50	750	120	0	12
耗氧量/ mg/L	9.4	1.9	4.6	5.9	1.1	3
氨氮/ mg/L	4.08	0.07	1	1	<0.05	0.18

出水水质情况见表 1。

石臼漾水厂深度处理工程分为预处理工艺和后续深度处理工艺两部分, 工程投资约 6 933 万元。由于资金等方面原因, 预处理工艺暂缓实施, 先行建

(3) 由于管道中是一个无光照环境, 而且锈蚀的管壁可以给该种“红虫”成虫提供生长的基质, 并可能消耗较多的余氯。所以目前供水管网中余氯值的低限标准(0.05 mg/L)不能有效控制此种红虫的孳生, 应该适当提高低限标准。

参考文献

- 1 黄锦生, 张慧敏, 陈惠珍. 居民二次供水“红虫”污染的原因、种类及其预防措施的研究. 中国公共卫生, 1998, 14(8): 465
- 2 董建荣. 生活饮用水“红虫”污染原因和预防措施. 江苏预防医学, 2002, 13(2): 47~48
- 3 Michael K Alexander. New strategies for the control of the

parthenogenetic chironomid. Journal of the American Mosquito Control Association. 1997, 13(2): 189~192

- 4 Bay E C. Chironomid (Diptera: Chironomidae) larval occurrence and transport in a municipal water system. J Am Mosq Control Assoc, 1993, 9: 275~284
- 5 周令, 张金松, 雷萍, 等. 净水工艺中红虫污染治理的研究动态. 给水排水, 2003, 29(1): 25~28
- 6 任泉, 王月鹤, 王效平. 中华颤蚓的生态习性. 阴山学刊, 1995, 13(1): 87~91
- 7 任淑仙编著. 无脊椎动物学. 北京: 北京大学出版社, 1990

○电话: (022)23509241

E-mail: chenxiu@mail.nankai.edu.cn

收稿日期: 2005-01-18

修回日期: 2005-03-21

设深度处理工程。本工程于2003年5月开工建设,2004年1月初通水调试,2004年8月通过工程竣工验收。

1 净水工艺选择

自1998年以来,为改善嘉兴地区供水水质,嘉兴市嘉源给排水有限公司等单位就对嘉兴市域地表水源进行了大量试验研究,希望能通过各种方式找到一套适合原水水质的、可靠的净水工艺,为预处理和深度处理等工程设计提供有利的技术数据。试验主要对加强混凝沉淀、臭氧氧化、生物瓷粒滤池、砂滤和活性炭过滤等工艺进行优化组合,试验结果表明:

(1) 活性炭滤柱对 COD_{Mn} 的去除效果最好,平均去除率在27%以上(活性炭滤柱停留时间10 min),而纯砂滤和纯瓷滤对 COD_{Mn} 去除率不高,分别为9%和12%。加入臭氧后,后续滤柱对 COD_{Mn} 的去除率有明显提高。

(2) 微孔瓷粒滤柱对氨氮的去除率最高,活性炭滤柱稍差,而砂滤的去除率最低。

此外,还着重对不同滤料厚度、停留时间、冲洗强度等进行了详细的试验,结果发现上述参数对有机物的去除率影响较大,在设计时应慎重选择工艺参数。

在试验的基础上,根据原水水质特点,并结合水厂原有处理工艺和出水水质要求,设计对深度处理作了高锰酸钾+PAC工艺、 O_3 +BAC工艺和GAC+NF膜滤工艺三种方案的比较论证,推荐采用 O_3 +BAC工艺,改造后净水工艺流程见图1。

2 主要构筑物及设备

本工程深度处理工艺涉及的构筑物及设备主要

有:臭氧发生间、提升泵房、臭氧接触池和活性炭滤池等。

2.1 臭氧发生间

考虑到深度处理工程是在老厂区内改造建设,用地十分紧张,为了降低工程投资和日后维护工作量,臭氧发生器氧源采用购买液氧方式。液氧罐储量为30 t,设在臭氧接触池附近的空地上。

臭氧发生间和配电间设在臭氧接触池上部,平面尺寸 $19.39\text{ m} \times 14.15\text{ m}$,内设3台臭氧发生器,2用1备,每台发生器臭氧产量为 10 kg/h ,调节范围为10%~100%,臭氧浓度为10%(质量分数),能耗为 $9\text{ kW}\cdot\text{h/kgO}_3$,发生器冷却方式为空气冷却。另外臭氧发生间内设有2套尾气破坏器,1用1备,对臭氧接触池内臭氧尾气进行回收处理,以避免污染环境。尾气破坏器采用电加热方法,处理能力 $345\text{ m}^3/\text{h}$,出口臭氧浓度小于 0.1 mg/L 。由于采用液氧作为臭氧发生器的氧源,液氧纯度较高,设计设置了1套空压机和空气干燥器等补充氮气设备,必要时在纯氧中补充少量氮气,以提高臭氧发生器的臭氧产率。

2.2 提升泵房和臭氧接触池

由于水厂扩展用地非常紧张,在满足工艺流程基础上,设计对提升泵房、臭氧发生间、配电间和臭氧接触池等构筑物布置进行了多次优化,推荐采用叠合布置,臭氧发生间和配电间设在臭氧接触池上方,提升泵房吸水室与臭氧接触池共用结构底板,上部出水室与臭氧接触池采用渠道连接,设计取消了水泵出口管道配件和阀门等设备,此种布置形式节约了工程的占地面积,降低了地基处理费用和运行费用。

2.2.1 提升泵房

提升泵房设计规模 $17\text{万 m}^3/\text{d}$,分上下两层,下层为吸水室,上层为出水室,均为钢筋混凝土结构。泵房平面尺寸为 $11.8\text{ m} \times 9.5\text{ m}$,地下埋深为 4.6 m ,上部高度为 3.2 m ,吸水室内设有轴流潜水泵4台,3用1备,单泵流量为 $2\,450\text{ m}^3/\text{h}$,扬程约 3.75 m ,功

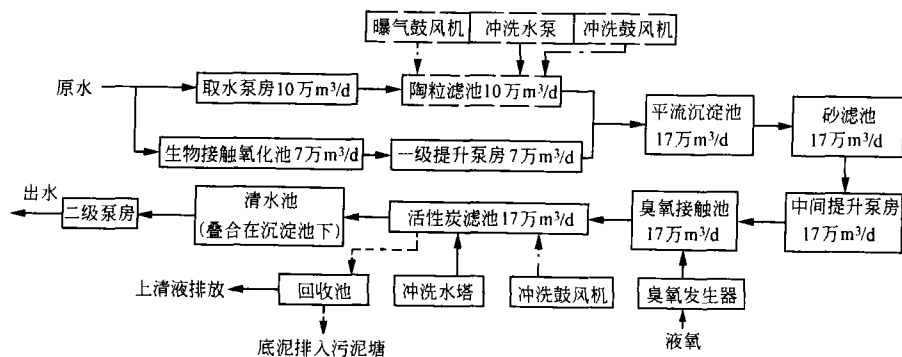


图1 石臼漾水厂改造后的工艺流程

率为 37 kW, 每台水泵出水室都由隔墙分开, 独立工作, 互不干扰, 便于水泵检修。

提升轴流潜水泵采用钢筒式结构。砂滤池出水先流入提升泵房下层吸水室, 经泵提升后由钢筒流入上层出水室翻过配水堰, 进入臭氧接触池。由于提升泵房吸水室和砂滤池出水总渠直接相连, 砂滤池反冲洗时对吸水室水位变化干扰较大, 设计尽可能地将吸水室容积做大, 可调容积为 449 m^3 。此外, 提升水泵均采用变频调速装置, 水泵根据吸水室液位, 自动调节流量。

2.2.2 臭氧接触池

臭氧接触池设计规模为 $17 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 整体采用全封闭结构, 分独立两格, 每格进水口均设有尺寸为 $1500 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ 闸板阀。平面尺寸为 $19.75 \text{ m} \times 11.8 \text{ m}$, 有效水深为 7 m , 设计接触时间为 10 min 。

臭氧设计最大加注量为 4 mg/L , 平均加注量为 2 mg/L , 臭氧投加量可根据实际水质情况进行调配。每格臭氧采用 3 点投加, 各点臭氧投加比例按水流方向依次为该格臭氧总量的 40%、30%、30%, 各点臭氧接触时间顺水流方向依次为 2 min 、 4 min 、 4 min 。

臭氧扩散装置采用陶瓷微孔布气帽, 每格第 1 投加点设 72 个, 第 2、3 点分别为 36 个, 单个布气帽直径为 120 mm , 布气流量为 $0 \sim 2 \text{ m}^3/\text{h}$, 正常流量为 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

为了保证臭氧接触池运行安全, 每格臭氧接触池上方均各安装 1 套安全阀, 安全阀工作压力 30 kPa 。

2.3 活性炭滤池

活性炭滤池设计的关键在于活性炭的选择和滤池运行参数的确定, 如空床接触时间、炭层厚度、反冲洗强度等。

2.3.1 活性炭选择

石臼漾水厂活性炭滤池主要去除分子量 3000 以下的有机物, 这就要求选用碘吸附值和亚甲基蓝吸附值较高的活性炭, 考虑到价格、性能等方面因素, 设计选用碘吸附值 1050 mg/g , 亚甲基蓝吸附值 200 mg/g 左右的破碎柱状炭, 有效粒径为 2 mm , 不均匀系数小于 1.4 。

2.3.2 空床接触时间

空床接触时间主要取决于活性炭滤池的作用, 当以去除臭和味为主时, 接触时间一般为 $8 \sim 10 \text{ min}$; 当以去除 COD_{Mn} 为主时, 一般为 $12 \sim 15 \text{ min}$ 。水厂大量试验和实践证明, 接触时间在 10 min 左右为宜, 过长的接触时间对水质改善的效果不大, 因此本设计空床接触时间为 11.3 min , 炭层厚度为 2.2 m 。

2.3.3 单格面积

为避免反冲洗不均匀和滤池局部穿透而引起全池滤料的更换, 滤池单格面积不宜过大。石臼漾水厂活性炭滤池单格过滤面积为 91.26 m^2 , 单格长 13.5 m , 宽 8.16 m , 两侧 V 型槽进水, 中间渠道排水。滤池出水采用电动调节阀控制恒水位过滤, 炭床最大过滤水头为 1.1 m 。

由于受到场地限制, 活性炭滤池只能成单排布置, 共 8 格, 平面尺寸 $63.12 \text{ m} \times 22 \text{ m}$, 埋深 2.3 m , 上部高度为 2.65 m 。

2.3.4 反冲洗方式和强度

活性炭反冲洗一般可采用单水冲和气水反冲两种形式, 单水冲对炭层损坏小, 管路和操作也相应简单, 但反冲洗强度较大, 约 $12 \sim 14 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, 冲洗水量的消耗要比气水反冲多近一倍。另外单水冲需要较大的膨胀度, 滤池高度要增加。而气水反冲由于主要靠空气的振动和擦洗来完成对活性炭的清洗, 清洗效果更好, 可在滤层微膨胀情况下完成冲洗, 滤池高度相应减少, 水冲的强度也相应减小, 约 $8 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。参照类似水厂经验, 设计选用气水联合反冲洗活性炭滤池, 具体参数如下: 气冲强度 $15 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, 水冲强度 $2.8 \sim 5 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, 单水冲 $4.8 \sim 9 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, 表面扫洗 $3.2 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。

活性炭滤池反冲洗水利用水厂原有冲洗水塔, 但需要通过调节阀门开度控制冲洗强度。鼓风机设在水厂原取水泵房内, 共 3 台, 2 用 1 备, 风量 $43 \text{ m}^3/\text{min}$, 风压 68.6 kPa , 功率 90 kW 。

2.4 活性炭滤池排水池

受改造流程所限, 活性炭滤池排水系统标高太低, 无法重力排入新塍塘, 因此设置活性炭滤池排水池, 将滤池冲洗水排放或回用。

排水池有效容积 280 m^3 , 保证储存 1 格滤池的

表2 石臼漾水厂出水水质检测结果

项 目	2003 年 1~3 月			2004 年 1~3 月			2005 年 1~3 月			CJ/T 206—2005 《城市供水水质标准》
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	
色度/度	7	5	6	5	<5	<5	<5	<5	<5	15
浊度/NTU	0.8	0.27	0.48	0.31	0.18	0.27	0.23	0.17	0.19	1,特殊情况≤3
臭和味/级	1	0	1	0	0	0	0	0	0	无异臭异味
pH	7.39	6.97	7.20	8.02	7.25	7.51	7.42	7.21	7.32	6.5~8.5
总铁/mg/L	0.20	0.15	0.17	0.09	0.06	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	0.3
锰/mg/L	0.141	0.101	0.124	0.105	<0.050	0.087	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
细菌总数/CFU/mL	4	0	1	4	0	2	1	0	0	≤80
耗氧量/mg/L	3.6	2.90	3.31	2.5	0.96	1.71	2.98	2.07	2.48	3,特殊情况≤5
氨氮/mg/L	0.36	0.21	0.28	0.55	<0.05	0.21	0.71	0.11	0.38	0.5

冲洗水量,排水池设3台潜水泵,2用1备,流量200 m³/h,扬程10 m,功率15 kW,排空水池约40 min,水泵将反冲洗水接入水厂污泥池排放或接入生物接触池氧化池前回用。

3 运行效果

本工程于2003年5月开工建设,2004年1月建成通水调试。经过一年多的运行检验,效果良好,出厂水质达到了预期设定目标(见表2),符合《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)。

从表2可以看出,2004年1月,石臼漾水厂深度处理工程建成通水后,经检测水厂出水氨氮、臭和味、COD_{Mn}等指标已达到供水水质标准,色度、浊度、铁、锰等指标大有改善。

4 结语

(1) 嘉兴石臼漾水厂通过增设臭氧活性炭深度处理工艺,出水水质大有改善。实际检测结果表明:臭和味、氨氮和COD_{Mn}等各项指标均达到《城市供水水质标准》。

(2) 设计根据原水水质特点,进行了大量试验,参照同类工程经验,合理选择各项设计参数,确保了工艺运行安全可靠。

(3) 嘉兴石臼漾水厂深度处理工程是在老厂常规处理工艺的基础上进行扩建的,各种处理构筑物高程和布置形式受到很大限制,根据建设场地实际地形,设计将臭氧发生间、配电间、提升泵房和臭氧接触池等构筑物进行叠合布置,节省工程投资和占地面积。

参考文献

- 1 储金宇,吴春笃,陈万金,等. 臭氧技术及应用. 北京:化学工业出版社,2002
- 2 孙昕,张金松,葛旭,等. 生物活性炭滤池的反冲洗方式研究. 中国给水排水,2002,18(2):14~17

○通讯处:200092 上海市中山北二路901号

电话:(021)51298213

E-mail:zheng-zm_gp1@smedi.com

收稿日期:2005-08-12

我有金刚钻,敢揽瓷器活!

· 广告 ·

我厂为给排水行业进口设备制造专用配件:加氯机膜片、密封圈、玻璃流量计;电磁阀、气动阀膜片;计量泵平隔膜、管隔膜。特殊材质,性能可与原装配件媲美。交货迅速,价格合理。另承接进口加氯机修理业务。

生产JLF系列负压加氯机,规格(加氯量 kg/h):0.5、1、2、4、6、10、20。特点:适应水压低、氯源杂质多的工况。

有多种机型供OEM贴牌合作或区域代理。另有内衬聚四氟乙烯的汇流排系统。

江苏省仪征市真州科达消毒器材厂

地址:江苏省仪征市仪征化纤体育场西一楼

电话:13951047528

传真:0514-3261206

联系人:林发