

微絮凝在净水工艺中的研究应用

高 磊

宁夏长城水务有限责任公司 宁夏 银川市 750001

摘要: 长城水厂一期建设规模为 $20\text{万m}^3/\text{d}$, 占地面积约750亩。水厂进水为经过水洞沟水库调蓄的黄河水, 采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”水处理工艺, 出水水质满足生活饮用水卫生标准。主工艺构筑物沿水流方向成南北向排列, 依次是配水井、高效絮凝沉淀池、翻板滤池、清水池、送水泵房。辅助工艺构筑物在主工艺西侧成一线布置, 由南向北依次是加药间、次氯酸钠间、回收水池、厂区锅炉房和机修车间。

关键词: 微絮凝; 研究应用; 效果效益

1 供水现状及供水量预测分析

1.1 供水现状

长城供水工程始建于2010年, 地处宁蒙两省交界处, 由水源工程、净水工程和配水管道工程三部分组成, 主要为内蒙古上海庙能源化工基地、宁东能源化工基地、苏银产业园区等提供可靠的生产、生活和生态用水保障。现状供水主要为工业供水, 占比达90%, 供水日变化系数达到1.69, 时变化系数1.08, 呈现夏季高度集中, 单日满负荷和单时超负荷运行, 且冬季回落明显, 全年日平均供水仅达到设计能力60% (详见表1)。

表1 2020年日供水量超过 $15\text{万m}^3/\text{d}$ 天数统计

月份	15-16万 m^3/d	16-17万 m^3/d	17-18万 m^3/d	18-19万 m^3/d	>19万 m^3/d
7月	3天	2天	0	0	0
8月	2天	6天	2天	1天	3天
9月	3天	0	0	0	0
10月	5天	0	0	0	0

根据供水量统计, 2020年7月—10月供水总量超1500万 m^3 , 其中8月1日—9日供水量持续攀升, 平均日供水量 $17.5\text{万m}^3/\text{d}$, 最高日供水量达 $19.5\text{万m}^3/\text{d}$, 接近水厂工艺最大负荷。

1.2 供水量预测分析

(1) 随着宁东能源化工基地宝丰能源集团二期建成投产、中国石化长城能化公司产能逐步释放、上海庙经济开发区各大电厂开工建设, 初步预测长城水厂2021年供水量在6月—8月份达到峰值, 日供水量将持续接近 $19\text{万m}^3/\text{d}$, 日最大供水量可能达到 $22\text{万m}^3/\text{d}$ 。

(2) 工艺设备运行已达10年, 尤其是高效絮凝沉淀池搅拌机、刮泥机、翻板滤池等设备及自动化故障率逐年增大, 影响工艺正常运行的因素增加, 供水保障形势日趋严峻。

(3) 高峰或满负荷供水时, 设备、工艺和自动化程序故障率增高, 影响供水安全。

(4) 考虑工业供水的特点, 目前二期水厂建设不具备条件, 保证高峰期水厂安全供水能力、提前做好应急供水保障迫在眉睫。

基于以上因素考虑, 选择投资小、效果好且能保障供水安全的工艺 (微絮凝) 十分必要, 高峰期新增 $2\text{万m}^3/\text{d}$ 应急处理规模。这样可以提高应急供水保障能力, 实现安全有序供水^[1]。

2 原水管道可供水量分析

现有原水管道为双排DN1200PCCP管, 长度约725m, 单根设计输水规模为 $10\text{万m}^3/\text{d}$, 设计管中流速为 1.02m/s , 总水头损失约 0.8m 。

高峰供水按照 $22\text{万m}^3/\text{d}$ 规模计算, 原水管线输水规模为 $11\text{万m}^3/\text{d}$, 则管中流速为 1.12m/s , 总水头损失 0.97m , 满足进水水头要求 (注: 水洞沟水库最低运行水位 1173.00m , 配水井进水液位 1170.00m)。

3 滤池过滤能力复核

现状滤池采用翻板滤池, 设计规模为 $20\text{万m}^3/\text{d}$, 共设2列, 每列7格, 单格过滤面积 80m^2 , 设计滤速 7.8m/h (强制滤速 9.1m/h), 滤池反冲洗周期为 24h — 48h (根据实际情况调整)。当新增 $2\text{万m}^3/\text{d}$ 水处理规模时, 过滤滤速 $<9\text{m/h}$, 满足规范要求。

4 微絮凝工艺研究应用

4.1 选用方案

在现状超越管道增加管式静态混合器, 将药水 (药剂为PAC) 均匀混合后直接进入滤池过滤, 即通过“接触过滤”增加 $2\text{万m}^3/\text{d}$ 水处理规模, 有效解决供水缺口问题。

为节省工程投资, 新建管道敷设于地面上, 管底距离地面 600mm , 平均 4m — 8m 间距设置1座混凝土支墩, 拐弯处设置镇墩 (详见图1), 以明管形式进入翻板滤池

进水渠（墙壁开DN500孔接入滤池进水渠，开孔中心高程1167.75m）。

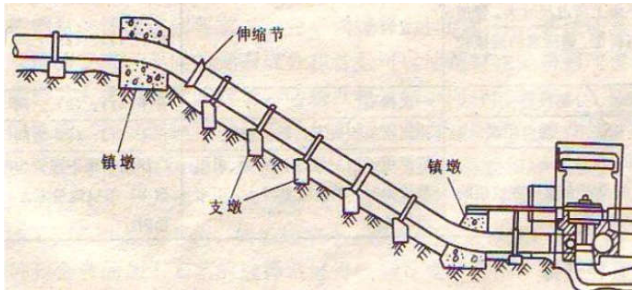


图1 明管敷设示意图

加药管采用PE管（热熔连接），自沉淀池现有后加药管引出（位于现状加药管沟内），管径为de32，投加点设于管式静态混合器^[2]。

4.2 设备介绍

根据本工艺特点及实用性，以及考虑超越管尺寸，我们自己研究确定和找厂家制作，最终选择与此工艺匹配的DN500不锈钢管，长度为2100mm，加药管直径为40mm。

管式静态混合器每节混合器有一个180°扭曲的固定螺

旋叶片，分左旋和右旋两种。相邻两节中的螺旋叶片旋转方向相反，并相错成90°。管道内螺旋叶片是固定的，流体通过它产生流向变化，出现紊流现象从而提高混合效率。

设备优点如下：

- (1) 连续工艺，混合过程不被打断。
- (2) 剪切力小，流速稳定，混合均匀度高。
- (3) 混合距离和安装空间非常小，且静态混合器本身就是管道的一部分，不需要单独占用地方。
- (4) 没有运动部件，不存在磨损，几乎没有维护费用。

5 运行效果分析

此工艺只投加PAC药剂，故运行效果需考虑出水浊度和金属铝是否超标。在2021年7月，长城水厂经过2个月的运行观察和每日3次化验报告数据对比，最终确定微絮凝工艺运行良好，符合设计预期（详见表2、图2、表3、图3）。注：此次运行效果和相关数据以4#、6#、11#、12#四组滤池做对比，其中4#、6#滤池为沉淀池直接进水，11#、12#滤池为沉淀池进水和微絮凝进水的混合水。

表2 浊度检测记录表

滤池矾基	5mg/L	6mg/L	7mg/L	8mg/L	9mg/L	10mg/L	11mg/L	12mg/L	13mg/L	14mg/L	15mg/L
4#	0.14	0.16	0.18	0.20	0.17	0.20	0.25	0.22	0.24	0.21	0.22
6#	0.16	0.18	0.20	0.21	0.19	0.21	0.20	0.24	0.26	0.20	0.24
11#	0.10	0.14	0.18	0.17	0.14	0.16	0.11	0.14	0.20	0.19	0.20
12#	0.12	0.16	0.15	0.18	0.12	0.17	0.18	0.17	0.21	0.21	0.19

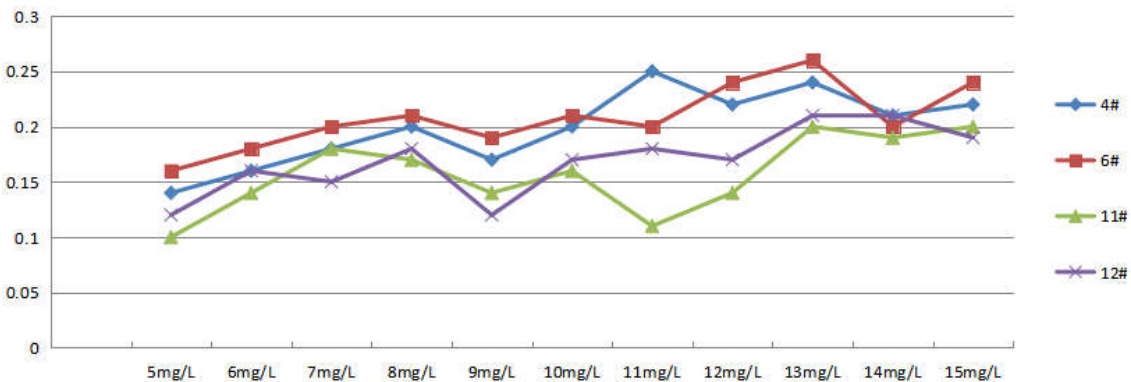


图2 浊度检测记录图

表3 金属铝检测记录表

滤池矾基	5mg/L	6mg/L	7mg/L	8mg/L	9mg/L	10mg/L	11mg/L	12mg/L	13mg/L	14mg/L	15mg/L
4#	0.049	0.096	0.14	0.12	0.108	0.128	0.206	0.117	0.128	0.145	0.16
6#	0.063	0.092	0.113	0.109	0.104	0.113	0.169	0.106	0.144	0.151	0.17
11#	0.062	0.089	0.107	0.117	0.104	0.114	0.157	0.101	0.109	0.122	0.13
12#	0.045	0.08	0.183	0.106	0.095	0.112	0.162	0.104	0.112	0.198	0.137

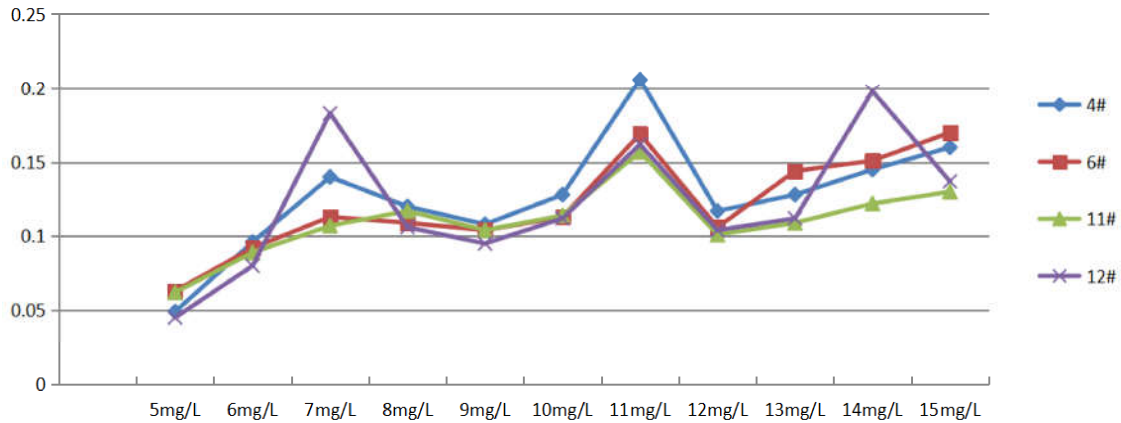


图3 金属铝检测记录图

(1) 根据实际运行效果和化验室数据对比分析,以及药耗等综合考虑,我们最终确定PAC矾基在9mg/L比较合适。

(2) 可有效缓解高峰供水和设备运行压力,且在设备出现故障的情况下,可确保短时间内供水持续安全,为设备维修争取最大缓冲时间。

(3) 从实际运行来看,运行平稳,药水混合均匀度高,出水浊度、金属铝和其它水质指标均符合国家标准^[3]。

而且,通过2021年6月—8月供水量来看,日供水量超过15万m³/d天数和接近满负荷天数与去年同期相比成倍增长,所以从有效缓解运行压力和保障供水安全方面考虑,我们微絮凝工艺的研究和选择是比较成功的(详见表4)。

表4 2021年日供水超过15万m³/d天数统计

月份	15-16万 m ³ /d	16-17万 m ³ /d	17-18万 m ³ /d	18-19万 m ³ /d	> 19万 m ³ /d
6月	10	5	9	3	0
7月	4	9	8	7	0
8月	6	3	5	5	2

结语

综上所述,微絮凝工艺可有效缓解高峰供水和设备运行压力,且在设备出现故障的情况下,可确保短时间内供水持续安全,为设备维修争取最大缓冲时间。微絮凝工艺简单,在原有的工艺流程基础上投资成本低,具有占地面积小,生产能耗低等优点。但并不可以直接替代常规絮凝工艺,存在长期运行是否会影响滤池过滤能力等问题,需要在以后的实际运行中加以论证。

参考文献

1. 长城水厂应急供水项目设计方案
2. 微絮凝直接过滤工艺在自来水厂扩建工程中的应用 朱昭福
3. 水厂微絮凝过滤实施方案探讨 迟玉金