

# 一种新型供水厂V型滤池反冲洗技术的工程实例及运行效果

郭晓龙

昆明滇池水务股份有限公司

**摘要:** 本文介绍分析了云南某地两个供水厂(规模1万<sup>3</sup>/d)不同V型滤池建设过程和实际运行过程中遇到的问题及解决办法,以及工艺、设备实际运行效果、电耗分析等。调试运行后三年的情况表明,V型滤池平均出水浊度稳定在0.3 NTU以下,出水水质浊度等各项指标均优于国家标准要求,采用高位水池反冲洗V型滤池工艺电耗在0.013元/吨,低于采用反冲洗水泵的0.029元/吨,有效降低供水厂生产运行成本,获得较好的经济和社会效益,为小型供水厂工艺选型提供基础数据支撑。

**关键词:** V型滤池; 浊度; 水反冲洗; 高位水池; 电耗

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.160

## 前言

滤池是城镇供水厂主要的工艺组成部分,其目的是有效去除原水中的悬浮物质、胶体物质及吸附在上面的细菌和病毒等。其中,V型滤池是目前供水厂过滤工艺段较为先进的净水工艺<sup>[1]</sup>。但V型滤池缺点是配套设备多,如大功率鼓风机、反冲洗水泵等,电耗和设备运维成本较其他过滤工艺高。若将反冲洗水泵改造为高位水池,不但可以提供V型滤池反冲洗过程中水洗阶段、气水洗阶段所需水力条件,还可以减少V型滤池反冲洗设备数量及装机功率,从而大大降低供水厂生产运行电耗成本及运维成本<sup>[2]</sup>。本文重点介绍分析云南省A和B两个县城1万<sup>3</sup>/d规模供水厂应用高位水池和反冲洗泵进行反冲洗V型滤池实际案例。

## 一、供水厂概况

A供水厂采用新型高位水池方式进行V型滤池反冲洗,B供水厂采用常规反冲洗泵进行V型滤池反冲洗。其余工艺段A、B两个供水厂相同,且供水规模相同,均为1万<sup>3</sup>/d。

## 二、V型滤池反冲洗方式改造思路

根据云南省大工业用电规定,企业设备装机总容量超过315KW须缴纳每KW每月37元费用。A供水厂原设计用三台反冲洗泵,设备装机总电容量已经达到375KW,超过了云南省大工业用电规定,一年增加电费成本16.65万元。鉴于此,在工程建设期间进行设计变更将原用三台反冲洗水泵(30 KW)改为高位水池(两台小型管道泵供高位水池)。使A供水厂总设备装机电容量由375 KW降到295 KW,将A供水厂用电类型变为一般工商业用电,规避了大工业用电须缴纳基本电费部分<sup>[3]</sup>。

工程设计改造中将三台反冲洗水泵改为一个高位水池并配备两台小型管道泵和液位显示器来保证高位水池反冲洗水量及反冲洗强度。按照第三版给水排水设计手册中关于供水厂V型滤池运行要求,气水反冲过程中水冲强度为2-3 L/S·m<sup>2</sup>,单独水冲过程中水冲强度为4-6 L/S·m<sup>2</sup>计算,冲洗单个V型滤池一次需水量为70 m<sup>3</sup>。根据V型滤池日常运行及反冲洗实例,经水力计算将高位水池设置在V型滤池上13 m处,高位水池容积为220 m<sup>3</sup>,可以满足给水排水设计手册中各阶段水冲强度和反冲洗水量要求。

在A供水厂V型滤池采用高位水池替代反冲洗水泵运行过程中,发现高位水池在反冲洗过程中存在水反冲洗强度随高位水池液位变化出现波动的问题。经过对造成反冲洗水强度变化原因现场实际分析得知,是由于高位水池液位变化导致单位时间从高位水池流出水量变化,进而导致反冲洗水强度发生

变化。针对该问题,采用在高位水池出水管加装精准调流阀来控制高位水池出水流量恒定,以确保反冲洗水洗强度满足V型滤池运行要求,加装精准调流阀后V型滤池反冲洗运行情况良好,反冲洗效果稳定。

## 三、两种V型滤池工艺运行对比

### (一) 供水厂运行电耗分析

#### 1. A供水厂

根据近三年A供水厂实际缴纳电费和供水量情况分析,2018-2020年平均电费为4.33万元/年,平均供水量为339.1万吨/年。经过计算A供水厂平均电耗为0.013元/吨。

表1 A供水厂2018-2020年吨水电耗

年份	2018年	2019年	2020年 (截至8月)	平均
电费(万元)	4.93	5.30	2.76	4.33
供水量(万吨)	358.64	412.05	246.62	339.1
吨水电耗(元/吨)	0.014	0.013	0.011	0.013

#### 2. B供水厂

根据近三年B供水厂实际缴纳电费和供水量情况分析,2018-2020年平均电费为9.04万元/年,平均供水量为311.5万吨/年。经过计算B供水厂平均电耗为0.029元/吨。

表2 B供水厂2018-2020年吨水电耗

年份	2018年	2019年	2020年 (截至8月)	平均
电费(万元)	9.93	11.39	5.80	9.04
供水量(万吨)	333.74	368.25	232.62	311.5
吨水电耗(元/吨)	0.030	0.031	0.025	0.029

### (二) 供水厂V型滤池出水水质分析

#### 1. A供水厂

根据A供水厂近三年出厂水水质数据分析,采用高位水池反冲洗V型滤池工艺出厂水水质稳定且良好,无水质超标现象,其中出厂水浊度均控制在0.3 NTU以下,平均出水浊度为0.25 NTU,低于国控指标1 NTU,其他各项水质指标也符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)要求。

表3 A供水厂2018-2020年出厂水水质

年份	2018年	2019年	2020年 (截至8月)	平均值
出水浊度 (NTU)	0.25	0.29	0.21	0.25

#### 2. B供水厂

根据B供水厂近三年出厂水水质数据分析,采用反冲洗泵反冲洗V型滤池工艺出厂水水质稳定且良好,无水质超标现象,其中出厂水浊度均控制在0.3 NTU以下,平均出水浊度为0.22 NTU,低于国控指标1 NTU,其他各项水质指标也符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)要求。

表4 B供水厂2018-2020年出厂水水质

年份	2018年	2019年	2020年 (截至8月)	平均值
出水浊度 (NTU)	0.26	0.21	0.18	0.22

### (三) 供水厂V型滤池反冲洗效果分析

### 1. A供水厂

根据A供水厂近三年工艺运行数据分析,采用高位水池反冲V型滤池平均运行周期达到51 h,高于行业内V型滤池48小时的运行周期。另外,根据A供水厂原水水质季节性变化规律,实际测得V型滤池滤料含泥率旱季(10月至4月)为1.1%,雨季(5月至9月)为2.3%,均低于行业标准3%的限值。最后,经过实际测定A供水厂采用高位水池反冲V型滤池运行反冲洗强度为:单独气冲时,气冲强度实际为 $14.4 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;气水冲时,气冲强度实际为 $13.2 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ,水冲强度实际为 $2.5 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;单独水冲时,水冲强度实际为 $4.1 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;各项冲洗强度指标均控制在行业标准范围内。

### 2. B供水厂

根据B供水厂近三年工艺运行数据分析,采用反冲洗泵反冲V型滤池运行周期持续稳定在48小时以上,平均运行周期达到60小时,高于行业内V型滤池48小时的运行周期。另外,根据B供水厂原水水质季节性变化规律,通过实验实际测得V型滤池滤料含泥率旱季(10月至4月)为0.8%,雨季(5月至9月)为1.7%,均低于行业标准3%的限值。最后,经过实际测定B供水厂采用反冲洗泵反冲V型滤池运行反冲洗强度为:单独气冲时,气冲强度实际为 $15.6 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;气水冲时,气冲强度实际为 $13.8 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ,水冲强度实际为 $2.3 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;

单独水冲时,水冲强度实际为 $4.2 \text{ L}/(\text{S}\cdot\text{m}^2)$ ;各项冲洗强度指标均控制在行业标准范围内。

### 四、结果分析与未来展望

通过对上述A、B两个供水厂近三年运行电耗、出厂水浊度及滤池反冲洗效果等方面进行综合对比分析,得出结论:首先,采用高位水池和反冲洗水泵进行反冲洗过滤工艺在供水水质方面均取得较好效果,平均出水浊度控制在0.3 NTU以下,低于国家标准要求的1 NTU出水浊度控制指标;其次,经过对两种工艺的电耗分析对比得知,采用高位水池反冲洗过滤工艺电耗为0.013元/吨,大幅低于采用反冲洗水泵过滤工艺的0.029元/吨的平均电耗;最后,采用高位水池代替反冲洗水泵进行V型滤池反冲洗工艺,也为下一步小型新建供水厂提供了工艺选型依据和实际案例,通过进一步分析研究也可应用在其他存在气水反冲洗或者单独水反冲洗水厂工艺中。

### 参考文献

- [1]肖培民.V型滤池气水反冲参数对冲洗效果的影响研究[J].江西建材,2016,01.
- [2]张超等.典型自来水厂制水能力挖潜评估研究与实践[J].中国给水排水,2019,10:83-87.
- [3]刘卫华.城市自来水厂经济效益的政策探讨[J].产能经济,2018,09:359.

(上接第173页)

年的漏点数为4.7个/km。采用DMA对管网进行分区管理之后,准确找到漏点位置,并且进行处理,有效的改善小区内的漏损情况。利用计量分区管理之后,A小区的夜间最小流量从 $32\text{m}^3/\text{h}$ 降为 $1.9\text{m}^3/\text{h}$ ,B小区的最小流量从 $26.1\text{m}^3/\text{h}$ 降为 $2.6\text{m}^3/\text{h}$ ,C小区的最小流量从 $30\text{m}^3/\text{h}$ 降为 $1\text{m}^3/\text{h}$ ,管网漏损情况明显改善。

### 三、市政管网计量分区漏损控制效果

#### (一) 经济性分析

漏损是供水过程导致水资源浪费的重要原因,采用DMA开展计量分区漏损管理,取得了良好的经济效益。A小区的经济效益,A小区内共有12处漏点,采用计量分区管理并且监测修复后,挽回水量 $30.1\text{m}^3/\text{h}$ ,根据3.1元的居民用水价格和检修成本0.15元每小时每吨计算,通过32天就能够回收检修成本,每年可以挽回的经济效益为75万元。采用同样的方法计算,B小区的每年挽回的经济效益为58万元,C小区可挽回经济效益为73万元。采用静态监控,能够对水量以水压进行实时监控管理,明确漏损范围,为检修处理提供依据。而且在线监控能够提升监控效率,降低监控成本。

#### (二) 完善漏损管理体系

为了确保计量分区控制漏损的效率,需要完善计量分区管理体系。明确DMA技术的管理标准,结合GIS技术对管网进行有效管理,而且将漏损计入工作人员考核表中,管网管理人员和营销人员一起开展管网管理,及时发现漏损并且上报,及时

处理漏点。完善当前的管网评价机制,对分区内部的管网总长度、管网材质、管龄、维修记录等信息进行统计管理,形成备选项目库,对管网进行综合评分。针对管龄长、管网材质不合格的区域开展更新改造。加强管网工作人员和检漏人员的管理,明确管网管理工作职责,将工作绩效与漏损管理相结合,提升管理人员和检修人员的责任心。同时采用技术和管理的的手段,提升漏损检修效率,不断优化检修队伍,确保检修人员技术达标。

### 四、结语

综上所述,采用计量分区对市政管网进行管理,能够及时发现管网中的漏损。管网的漏损是由于供水管材不合适、管材使用时间长、外力等因素的影响而造成的漏点,每年的漏损将会造成巨大的水资源损失。采用计量分区管理后,能够明显改善管网漏损情况,挽回水资源浪费造成的经济损失,具有较强的经济效益和社会效益。

### 参考文献

- [1]舒诗湖.上海市供水管网漏损控制技术策略.净水技术,2015,35(S1):118~121,138
- [2]王志军,张健,刘辉等.主动漏损控制的应用价值.城镇供水,2015,(3):34~37
- [3]龚佩敏.供水水量产销差和漏损率分析与控制对策.净水技术,2012,31(4):148~151