

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2021.02-13

# 水厂运行的节能降耗措施探析

胡俊杰<sup>1</sup>, 李丽红<sup>2</sup>

(1. 江西省水务集团有限公司, 江西 南昌, 330095; 2. 江西省新干县河道圩堤维护中心, 江西 新干, 331300)

**摘要:** 近年来, 随着我国城市化进程不断加快, 供水行业的能源消耗与日俱增. 据统计, 给水系统的能耗中现状的动力费是所有水厂费用支出中最主要的部分, 占到总制水成本的60%以上. 节能降耗对降低制水成本可起到至关重要的作用. 本文分析江西省宜春市上高县城第二水厂的改造措施, 得出以下结论: 通过对水厂泵站变频改造前后能耗实测数据对比分析可知, 泵站变频改造节能降耗效果明显. 通过对消毒剂药耗方面的调研, 得出了更佳的供药方法与路线, 在保证水质安全的前提下, 降低了供水成本, 节约了能耗.

**关键词:** 水厂; 运行; 改造; 节能降耗; 措施

**中图分类号:** TU991.35      **文献标识码:** C      **文章编号:** 1004-4701(2021)02-0152-05

## 0 引言

我国传统的供水系统能耗较大, 导致运行成本高, 目前部分水厂运行时间年限较长, 相对供水工艺技术也较为陈旧, 供水动力能耗较大, 所占能耗比重大, 导致成本增加, 暴露出来的节能必要性问题尤为突出. 随着我国城镇化步伐的加快, 国民经济发展迅猛, 随之而来的就是城市用水的需求增加, 因此, 城市水厂如何高效节能的供给低成本、安全水是未来研究的重点, 探析水厂运行的节能降耗有效措施具有重要的现实意义.

## 1 水厂运行过程中的能耗问题

### 1.1 水厂电耗概况及研究现状

国内外学者对泵站的合理搭配优化运行研究较为成熟, 主要采用枚举法、图解法、动态规划法来进行水泵运行优化<sup>[1]</sup>. 但是目前国内大部分的现有水厂在选取水泵时, 往往是依据水泵能否承受最不利的工况即整个供水管网所需的最大用水量和最大的供水压力的要

求, 以此为基础来选择对应的流量和扬程的水泵; 这种方式选择的水泵虽然能够满足供水管网最不利工况下的正常运行, 但是却无法做到节约能耗; 在水厂日常运行中, 大部分时间段都处于最高扬程和最大压力的平均流量和扬程状态下工作, 有时甚至处于较低的扬程和流量工况下运行, 水泵工作时的轴功率并不是水泵运转的最佳功率范围, 低效率工作容易引发水泵的汽蚀. 在水厂实际运行中, 有的水厂经常采取关小出水阀门的方式, 这种方式可以改变供水管网的管道特性曲线, 进而使得水泵改变其自身的最佳工况区间, 以此达到让水泵一直处在高效率区间内安全运行的目的; 这一方式虽然颇有成效, 但是却使得水厂在阀门上消耗了大量的能量, 同样也造成了能耗的增加; 此外, 一些老水厂的水泵因为年久失修, 经常会出现停水的现象, 这些都不利于水厂的高效运行<sup>[2]</sup>; 还有些水厂的出水管网不能及时更新, 老旧的管网就会形成较大的出水阻力, 这也在无形中增加了能耗. 管网系统的优化首先要选择好典型模型, 在此基础上再应用相关方法进行运行过程模拟确定设计参数, 使优化后的管网工程既能满足基本设计要求又能节约工程耗资和运行成本, 以利于工程后期建设和运行管理<sup>[3]</sup>. 钟淳

收稿日期: 2021-03-05

作者简介: 胡俊杰(1975-), 男, 大学本科, 工程师.

昌<sup>[4]</sup>等系统研究了给水过程中的众多能耗因素,分析了给水处理中的各种能耗。

## 1.2 水厂的药耗分析

水厂的消毒环节作为水处理工艺的重要环节,可通过添加氯化物等来实现消毒的目的,这是目前技术条件下绝大多数国家和地区采用最多的消毒方式之一。我们都知道氯有一定的毒性,在用氯进行消毒的过程中就会产生一系列有害的副产物,这就要求水厂要特别注意加氯点位置,更加需要考虑如何实现更好地控制前加氯等问题。通过调查,我们知道江西省水务集团使用的消毒剂主要有二氧化氯、次氯酸钠和液氯(极少)。

## 2 水厂水泵工作原理及运行过程中的节能降耗措施

### 2.1 水厂水泵工作原理

目前绝大多数水厂都在使用离心泵;离心泵的工作方式是在水泵开启之前真空泵运行使水泵与进水管

灌满水,当水泵开始运行后,叶轮流道中的水在叶轮高速旋转离心力的作用下向四周高速的旋转,随后被压入蜗壳中,最终在叶轮入口处产生真空条件。此外水池中的水可在气压作用下吸入吸水管对空间进行填补,随后又被叶轮甩出。吸水管连续的压水以及吸水工作可有效推压水向上传送,如果叶轮片与泵壳的构造较为良好,可呈现出较好的水流状态,从而有效提高水泵的工作效率。所以可以通过更换效率高的水泵来实现节能降耗的目的,在选择水泵设备的过程中我们也需要考虑其是否具有较好的叶轮片以及泵壳,这些都可能影响水泵的工作效率,较好的设备也能起到降低能耗的作用<sup>[5]</sup>。

### 2.2 水厂水泵运行过程中的节能降耗措施

#### 2.2.1 对水泵机组变频调速改造

目前江西省宜春市上高县城第二水厂规划建设用地 8.71hm<sup>2</sup>,总规模为 9 万 t/日,分两期建设,第一期(2020 年)建设规模 6 万 t/日;二期(2030 年)建设 3 万 t/日。目前第一期已经建设完工投入使用。改造前水厂水泵机组性能参数如表 1 和表 2。

表 1 上高县城第二水厂原水泵机组性能参数表

名称	规模	使用情况说明
中开式单级双吸式离心泵	$Q=1\ 560\text{m}^3/\text{h}$ $H=47\text{m}$ $P=280\text{kW}$	近期两用一备,远期三用一备

注: $Q$ 为水泵流量, $H$ 为水厂水泵扬程, $P$ 为离心泵功率,下同。

表 2 2020 年 7 月 1 日~7 月 10 号上高县城第二水厂现场数据表

日期	水量/ $\text{m}^3$	耗电量/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	生产单耗/ $(\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3)$
7月1日	50 880	11 520	0.226
7月2日	52 000	11 840	0.228
7月3日	52 280	11 840	0.226
7月4日	52 080	12 160	0.233
7月5日	52 400	11 520	0.220
7月6日	55 040	11 520	0.209
7月7日	49 800	11 520	0.231
7月8日	52 400	11 520	0.220
7月9日	54 560	11 520	0.211
7月10日	49 800	11 520	0.231
日平均	52 124	11 648	0.224

通过分析,我们可以很明显地看到,在日常运行过程中机组的水泵扬程远远大于实际工作所需要的扬程,且运行工况与高效运行区域相差甚远。以前采取的考虑最大供水量的设计方案极其不合理,造成了严重的电耗浪费。

经过实际计算对比以及多方征求专家意见,我们对水泵进行了改造,改造后水厂水泵机组性能参数如表3。

机组改造工程已经于2020年7月14日开工,至2020年8月20日试运行成功,历时37天。水泵机组改造工程投入运行后,取得了令人满意的效果,实现了能源的节约,运行后水厂现场数据如表4所示。

根据上高县城实际用水量、日均用水量及最大时用水量对水泵改造选型之后,水泵水量、水压在满足日常使用的同时,考虑了远期供水、水泵运行最佳工况及节约能耗。改造前后水泵机组选型对比如表5。

通过以上数据分析可知,改造后水泵可以实现日节电 $(0.224\sim 0.130)\times 50\,000$ (日平均供水量t)。调速机组年均运行约300天,年节约电量1410000kW·h。年均节约电费84.6万元。

### 2.2.2 水厂降低氯耗技术

每个水厂抽取的最初水质可谓千差万别,因此,在加矾时,要严格控制其用量;应按照实际需要,并通过实际经验来严格制定出混凝剂在不同原水中的浊度加药量图表,同时也需要考虑药液的稀释浓度越低从侧面也就反映出水的处理效果越好的情况。我们通常采用游动电流检测仪对手动加矾进行精准控制,确定加矾的数量,以此来保证水质的达标。与一些发达国家相比较,我国国内在用氯消毒方面仍有很多不足之处,需要加强研究加氯的方法和方式。氯易产生不利于人体健康的有毒性副产物,要严禁氯浪费的情况发生,所以,水厂应科学合理地确定加氯量,根据原

表3 上高县城第二水厂改造后水泵机组性能参数表

名称	规模	使用情况说明
中开式单级双吸式离心泵	$Q=936-1\,450-1\,960\text{m}^3/\text{h}$ $H=49-43-37\text{m}$ $P=260\text{kW}$	两用一备
中开式单级双吸式离心泵	$Q=412-687-846\text{m}^3/\text{h}$ $H=51-46-39\text{m}$ $P=132\text{kW}$	夜间使用(变频)

表4 2020年8月21日~8月31日上高县城第二水厂水泵机组改造后现场数据表

日期	水量/ $\text{m}^3$	耗电量/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	生产单耗/ $(\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3)$
8月21日	46 920	6 260	0.133
8月22日	46 160	6 720	0.146
8月23日	63 400	9 600	0.151
8月24日	52 080	6 720	0.129
8月25日	52 400	6 400	0.122
8月26日	55 040	5 760	0.105
8月27日	49 800	6 400	0.129
8月28日	52 400	6 720	0.128
8月29日	54 560	6 720	0.123
8月30日	49 800	6 720	0.135
日平均	52 256	6 802	0.130

表 5 上高县城第二水厂水泵选型对比表

序号	水泵机组		改型原因	日节能
	原水泵	更换后水泵		
1	<p><math>Q=1\ 560\text{m}^3/\text{h}</math>  <math>H=47\text{m}</math> <math>P=280\text{kW}</math>                      (近期两用一备, 远期三用一备)</p>	<p><math>Q=936-1\ 450-1\ 960\text{m}^3/\text{h}</math>  <math>H=49-43-37\text{m}</math> <math>P=260\text{kW}</math>                      (两用一备)  <math>Q=412-687-846\text{m}^3/\text{h}</math>  <math>H=51-46-39\text{m}</math> <math>P=132\text{kW}</math>                      夜间使用</p>	<p>由于日用水量处于暑期且最大只能达到 5 万 t, 原水泵日产水量 7 万 t, 有较多富余量而且没有考虑夜晚低峰用水量。更换后水泵变频即可满足最大日用水量要求, 且能够达到在该水泵机组处于最佳工况点, 提高水泵机组效率, 减少电能消耗。</p>	4 750kW·h

水的水量和水质, 控制氯的浓度, 推进加氯系统工艺自动化改造。

### 2.3 提高运行管理水平

管理人员的综合素质对水厂的运行起到不可替代的作用, 也影响着水厂的运行效率。从调研情况来看, 绝大多数供水企业, 在建厂之初都树立了先进的管理理念, 但并没有与时俱进地强化管理理念的提升; 部分水厂员工管理意识和经营理念较为落后, 甚至有些管理人员不明白自身职责, 严重影响了水厂节能降耗工作的实施。因此, 为适应水厂的发展需求, 使水厂达到预期的节能降耗效果, 应该逐步创新与完善管理体系。管理层应加强对水厂员工的定期培训, 邀请相关专家开展多种形式的讲座, 推广先进的管理理念, 增加员工对水厂的归属感和对水厂文化的认同感, 使每一位员工都能做到爱厂如家, 在实现节能降耗软件方面就成功了一大半; 同时, 管理层更应该重视技术人员的专业能力提高, 可以与开设水务工程及给排水工程技术专业的高等院校合作, 有计划地组织技术人员到相关高校学习, 提升其专业技能和工作能力。

## 3 结 语

随着我国节能环保进程的不断推进, 水厂作为消耗能量较多的单位, 在实际运行过程中往往会损耗较多的电能, 其主要电能损耗来自水泵机组的给水处理

以及电能消耗两个部分, 所以应优化管网系统设计, 采用多种方式与手段降低电能损耗, 并对生产工艺加以改进; 针对我国许多水厂的氯耗以及矾耗较高的情况, 应研究加氯方法和方式以降低药耗, 并加快推进加氯系统工艺自动化改造。同时, 供水企业要加强文化建设和员工的继续教育, 重视职工能力培养和理念更新, 让管理人员明确自身职责, 将管理工作内容真正落到实处, 让技术人员对生产流程进行优化, 定期对水厂设备进行保养和维修, 科学合理地使用调速泵数量, 在适当的时候使用水泵变频节能技术, 有效提高电机水泵运行的可靠性, 从而起到节流以及节电的最终效果。

### 参考文献:

- [1] 马成环. 无负压给水设备及管网准用的技术条件[J]. 给水排水, 2005, 31(7): 81-84.
- [2] 于开军, 于开民, 鲁晓强. 浅谈水厂节能降耗措施[J]. 建筑与预算, 2014(06): 69-72.
- [3] T. Pelli and H. U. Hitz. Energy indicators and savings in water supply (J). AWWA, 2000(6): 55-62.
- [4] 刘德明, 郑章. 浅议智能型管网叠压供水技术[J]. 福建建筑, 2005, 91(4): 85-86.
- [5] 樊建军, 胡晓东, 张朝升. 取水泵站的优化设计与节能改造[J]. 中国给水排水, 2003, 19(8): 72-74.

编辑: 张绍付

## Discussion on energy saving and consumption reducing measures for water plant operation

HU Junjie<sup>1</sup>, LI Lihong<sup>2</sup>

(1. Jiangxi Provincial Water Group Co.,Ltd., Nanchang 330095, China;

2. Channel and Dyke Maintenance Center of Xingan County of Jiangxi Province, Xingan 331300, China)

**Abstract:** In recent years, with the continuous progress of science and technology and the rapid development of social economy in China, the energy problem has been widely concerned by people from all walks of life. Now many industries in China are implementing energy saving measures. With the accelerating process of urbanization in China, the energy consumption of water supply industry is also increasing. The second water plant in Shanggao County, Yichun City, Jiangxi Province is studied in this article. According to statistics, the power cost of water supply system is the most important part of all water plant expenses, accounting for more than 60% of the total water production cost. Therefore, for the operation cost of water plant, energy saving and consumption reduction can play a crucial role. Through the research and transformation of the water plant, the following conclusions are drawn. Based on the actual measurement and analysis of the pumping station in the existing water plant, this paper puts forward the transformation of the pumping station by frequency conversion debugging, and makes an economic comparative analysis of the energy consumption of the transformed pumping station. The analysis shows that the effect of energy saving and consumption reduction is remarkable. Through the study of disinfectant consumption, a better drug supply method and route are obtained. Under the premise of ensuring the safety of water quality and quantity, the cost of water supply is reduced and the energy consumption is saved.

**Key words:** Water plant; Operation; Transformation; Energy saving and consumption reduction; Measures

翻译: 胡俊杰

---

## 中国国家灌排委专家调研考察潦河灌区

2021年4月6日,国际灌排委员会荣誉副主席、中国国家灌排委员会副秘书长丁昆仑等3名专家深入潦河灌区,就潦河灌区申报世界灌溉工程遗产开展实地调研考察。期间,江西省副省长、省水利厅厅长罗小云接见专家一行,并就江西省申遗工作进行了交流。江西省水利厅副厅长蔡勇、厅农水处、办公室相关负责人陪同。

丁昆仑一行首先察看了江西潦河灌区文化展示馆,深入香陂遗址、乌石潭陂、蒲陂等地进行实地考察,每到一地,专家都边走边看、边听边问,听取了潦河灌区古陂发展历史介绍和长远保护利用发展规划,详细了解潦河灌区兴建、发展、保护、利用等情况,对古陂蕴藏的文化价值、科技价值、人文价值给予充分肯定,并对潦河灌区下一步申遗工作提出了具体指导性意见。

据悉,潦河灌区最早追溯至唐太和年间,乡人在北潦河南支上修筑蒲陂,后随着农业灌溉的发展需求,分别于明成化十二年、清乾隆十六年兴建乌石潭陂、香陂,迄今已有1200多年历史。今年2月26日,中国国家灌溉排水委员会公布了2021年度世界灌溉工程遗产候选工程名单,江西省潦河灌区入选为2021年度世界灌溉工程遗产候选工程名单。

([http://slt.jiangxi.gov.cn/art/2021/4/9/art\\_27165\\_3313723.html](http://slt.jiangxi.gov.cn/art/2021/4/9/art_27165_3313723.html),2021-04-15,江西省潦河工程管理局 潘 澎)