

宜兴市城乡统筹增压泵站改造

张正德¹, 王 剑¹, 张珏靓¹, 谢予婕², 李树平², 梁恽祯²

(1. 宜兴水务集团, 江苏 宜兴 214207; 2. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要: 2007年宜兴市开始建设农村安全饮用水工程,共新建和改建13座增压泵站。由于各乡镇用水量发生了较大的变化,部分增压站存在设计规模和水泵参数的选择不合理、电耗较高的情况。对其中四座增压站分别采用优化调度、余压直接增压、扩大进出水管管径和水泵优化选型的方法降低电耗。以这四座增压泵站为例,说明增压站的节能改造方法,对增压站的设计、采购和施工过程提出建议。

关键词: 城乡统筹; 增压泵站; 节能

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)18-0105-04

Reform of Urban and Rural Overall Booster Pumping Stations in Yixing

ZHANG Zheng-de¹, WANG Jian¹, ZHANG Jue-liang¹, XIE Yu-jie², LI Shu-ping²,
LIANG Yi-zhen²

(1. Yixing Water Group, Yixing 214207, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Yixing City began to implement a rural safe drinking water project in 2007. Thirteen booster pump stations were built and rebuilt. Due to the great change of water consumption in each town, some booster stations have the problem of unreasonable design scale and pump parameters, as well as high power consumption. Four of the booster stations used optimized scheduling, direct pressurization with residual pressure, expanded inlet and outlet pipe diameters, and optimized pump selection to reduce power consumption, as examples for energy-saving retrofit methods of booster stations. Suggestions on the design, procurement and construction of booster stations were provided.

Key words: overall urban and rural planning; booster pump station; saving energy

1 背景

江苏省宜兴市在2007年实现城乡一体化供水以前,全市有20余座乡镇水厂,水厂规模小、制水工艺落后,原水水质差,出厂水质不稳定,管网质量差,漏损率高。为了全面提升供水质量,2007年宜兴市开始建设农村安全饮用水工程,按各乡镇分别增压或若干乡镇集中增压的原则,对原有增压站和乡镇水厂整合、优化,共新建和改建13座增压站。同时,

为改善增压站现状,2010年以建立健全宜兴市供水体系为目标的供水增压站环境综合改造工程付诸实施。

2015年全市所有乡镇水厂全部收购整合到位,目前全市有两座中心水厂,制水设计总规模为 $35 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;通过供水主环网送到各个乡镇,除城区外,全市还有15个乡镇园区,总供水面积1800 km^2 ,最远的乡镇距离中心水厂49 km,管径 \geq

水低峰期泵站进水量大于用水量,因此一部分水进入水池补水,水池水位上升;用水高峰期保持泵站进水量不变,通过管道泵增压和水池自流共同供给用户,此时水池水位下降,高峰期过后水池水位下降到最低值,到夜间低峰期再开始补水,如此循环^[2]。

纪亭增压站的改造方式是在站内进水管上安装2台立式管道增压泵(1用1备),直接增压供水,水泵 $Q=400\text{ m}^3/\text{h}$, $H=200\text{ kPa}$, $n=1\,450\text{ r/min}$, $N=30\text{ kW}$;共投入改造费用17万元。用水高峰时,水池和管道泵联合供水;用水低峰时,水池自由出流供水。

余压利用改造方式需要注意的是:水池进水量和管道泵流量时刻影响泵站进水,如果一天中水池进水量过大,可能影响下游用户供水压力,也可能引发水池水质问题;如果进水量过小,则不能保证高峰期的供水要求^[3]。因此在改造前对供水主管道下游与和桥增压站的运行情况进行了计算,结果显示对下游乡镇正常供水的影响较小。

改造后,纪亭增压站的水泵电机功率从45 kW降至30 kW,节约用电540 kW·h/d。

2.3 扩大进、出水管管径

洋溪增压站于2005年建造,共安装3台单级双吸离心泵(2用1备), $Q=346\text{ m}^3/\text{h}$, $H=380\text{ kPa}$, $N=55\text{ kW}$,两路进水管分别进入两格清水池,通过泵机调节,分三路出水管,分别供给周铁镇、芳桥镇和部分万石镇用户。

洋溪增压站设计规模为 $650\text{ m}^3/\text{h}$,但2016年平均供水量已达 $12\,000\text{ m}^3/\text{d}$,2017年夏季最大出流量高达 $950\text{ m}^3/\text{h}$,清水池到泵房进水总管管径为500 mm,流速为 1.34 m/s 。由于管径偏小,流速偏

大,水头损失较大,因此采用扩大进水管管径,降低水头损失的方法降低能耗。

2017年6月,洋溪增压站增加了一根DN500进水管,在同样出水压力的情况下,水头损失减少,出水流量增大。改造前,3台泵满负荷运行流量为 $915\text{ m}^3/\text{h}$,改造后达到 $970\text{ m}^3/\text{h}$,每千吨水可节电10 kW·h。

2.4 水泵选型

万石镇镇区的供水来源主要包括和桥增压站增压后的一路出水和万石增压站增压后的出水。万石增压站进水包括两路,一路是由和桥至万石的区域环网,管径为DN400;另一路为洋溪增压站增压后的区域环网,管径为DN300,如图3所示。

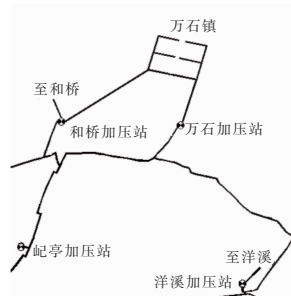


图3 万石镇供水现状

Fig.3 Status of water supply in Wanshi Town

和桥增压站现状低峰时段利用市政管网压力直供,高峰时段从水池抽水加压后供到万石镇;万石增压站低峰时段直供,高峰时段可以从管网中直接抽水或通过清水库后抽水加压。万石增压站出水主要供应万石镇南漕村,而和桥泵站主要供应万石镇区,中间用阀门连通。洋溪泵站分三路出水管,分别供给周铁镇、芳桥镇和万石镇部分用户。三座泵站的具体运行方式见表1。

表1 和桥、万石和洋溪增压站的运行方式

Tab.1 Operation modes of Heqiao, Wanshi and Yangxi booster stations

名称	高峰时段	低峰时段	高峰压力/MPa	低峰压力/MPa	供水量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
和桥泵站	5:00—23:00	23:00—5:00	0.30	0.18~0.20(自流)	225~1 086
万石泵站	5:00—22:00	22:00—5:00	0.28	0.18(自流)	28~193
洋溪泵站	5:00—23:00	23:00—5:00	0.26	0.22	321~805

洋溪泵站的最大供水能力约为 $700\text{ m}^3/\text{h}$,在夏季用水高峰期周铁和芳桥的供水量达到 $600\text{ m}^3/\text{h}$ 左右,区域环网流量仅为 $100\text{ m}^3/\text{h}$,而万石增压站现状供水需求在 $150\text{ m}^3/\text{h}$ 左右,加上少量和桥至万石环网的供水勉强达到高峰期的供水要求。为确保万石镇的供水,在实际操作中,为适当增加和桥至万

石镇区的供水量,打开其中的连通阀门以减少万石增压站的供水压力。近几年和桥镇的供水量逐步上升,在用水高峰期自身的可供水量已接近饱和。

万石增压站于2005年农改水时建造而成,安装3台单级单吸卧式离心泵(2用1备), $Q=100\text{ m}^3/\text{h}$, $H=500\text{ kPa}$, $n=2\,960\text{ r/min}$, $N=22\text{ kW}$,水泵进、

出水口径 DN100, 进水管路口径 DN200, 出水管路口径 DN150。原万石地区由和桥增压站供水, 万石增压站一直没有启动, 近几年万石地区用水量逐渐增加, 2016 年对万石增压站设备设施维修保养后开始启用, 实际工作扬程仅需约 300 kPa, 水泵出水流量为 $120 \text{ m}^3/\text{h}$, 水泵长期在低效区运行。

采用水泵优化选型的方法来降低万石增压站的能耗, 同时保证万石镇远期供水。万石增压站于 2017 年 6 月更换了 3 台新泵 (2 用 1 备), $Q = 160 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 320 \text{ kPa}$, $n = 1450 \text{ r/min}$, $N = 22 \text{ kW}$, 水泵进、出水口径为 DN150, 进、出水管道口径均为 DN200。改造后水泵运行流量提升到 $145 \text{ m}^3/\text{h}$, 扬程为 300 kPa, 同样电机功率为 22 kW, 出水流量增加 $25 \text{ m}^3/\text{h}$, 但仍未达到水泵参数流量 ($160 \text{ m}^3/\text{h}$), 分析主要原因是水泵进水管径 (DN200) 偏小, 计划扩大进水管管径和清水池扩建一起完成。

3 结论与建议

3.1 结论

增压站能源浪费的主要原因有: ①水泵 24 h 开启, 自流供水即能满足用户水压需求的时候也开启水泵增压, 浪费能源; ②增压站进水先进入清水池后再抽取, 浪费了进水的剩余压力; ③管道管径较小, 水头损失较大; ④由于用水量的变化, 水泵运行偏离高效区。

针对以上现象, 增压站节能的主要途径有: ①充分利用增压站前余压, 比如用自流直供代替增压供水, 用管道直接增压代替进水先进入清水池后吸水增压, 即低峰时段关闭水泵, 利用进水剩余压力自流供水, 节约能源; 高峰时段对市政来水直接增压, 不进入清水池, 充分利用进水剩余压力; ②扩大进水管管径, 减小水头损失; ③依据现状所需流量和扬程, 重新选择合适的水泵型号。

3.2 建议

从宜兴市大力改造增压站的现状吸取经验, 对今后增压站设计、采购和施工过程提出以下建议: ①设计时的水泵扬程多数偏大, 选择水泵时, 尽量使其在高效区内运行; ②进、出水管径适当取大, 今后供水量增大, 方便更换水泵; ③增压站进水连通管上可设置阀门, 以便在直供、管道直接增压、清水池增压等多种供水方式中切换, 避免日后改造的麻烦; ④经常开关的阀门可采用电动阀门, 实行远程控制, 做到

无人值守; ⑤机泵、电气和阀门等应尽量选择质量好的产品; ⑥改造有多座增压站的区域供水环网系统时, 不仅要使改造的增压站能耗最低, 还需考虑改造后对上下游管网供水的影响, 统筹兼顾, 使整个区域环网系统的运行最经济。

参考文献:

- [1] 黄良沛, 阳小燕, 康煜华. 基于遗传算法的水泵机组优化调度研究[J]. 数学的实践与认识, 2006, 36(4): 114 - 120.
Huang Liangpei, Yang Xiaoyan, Kang Yuhua. Research on optimizing combination of pump units based on genetic algorithms [J]. Mathematics in Practice and Theory, 2006, 36(4): 114 - 120 (in Chinese).
- [2] 戴栋超, 蒋玖璐. 城市给水二次增压泵站的工艺设计及节能[J]. 中国市政工程, 2008, (S1): 45 - 47.
Dai Dongchao, Jiang Jiulu. Process design and energy saving of secondary lift pumping station for urban water supply [J]. China Municipal Engineering, 2008, (S1): 45 - 47 (in Chinese).
- [3] 信昆仑, 侯金霞, 陶涛, 等. 城乡集约化供水模式下泵站增压方式的优化[J]. 中国给水排水, 2009, 25(13): 114 - 116.
Xin Kunlun, Hou Jinxia, Tao Tao, et al. Optimization of booster pump station operation under urban-rural intensive water supply pattern [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(13): 114 - 116 (in Chinese).



作者简介: 张正德 (1966 -), 男, 江苏宜兴人, 大专学历, 高级工程师, 长期从事供水工程规划、技术改造和生产运行管理工作。

E-mail: 2495079369@qq.com

收稿日期: 2018 - 03 - 30