

节能减排

镇江市供水管网二次增压节能技术方案分析

侯金霞¹, 刘遂庆¹, 信昆仑¹, 尚亚波², 黄 诚², 秦祖群²

(1. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 2 镇江市自来水总公司,
江苏 镇江 212131)

摘 要: 根据镇江市二次增压供水系统的具体情况提出了相应的节能措施。对进水压力较大的桃花坞泵站,进行管网余压节能改造并根据管网压力进行增压区域范围调整;对供水综合电耗较大的花山湾泵站,通过更换水泵与优化进水方式进行节能改造;对南徐新城区市政直供与否进行了方案分析并提出建议,从而为镇江市增压泵站供水改造与扩建提供了参考。

关键词: 二次增压泵站; 管网余压; 节能降耗

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2008)20 - 0082 - 04

Analysis on Energy-saving Technology Scheme of Secondary Pressurization Water Supply Network in Zhenjiang

HOU Jin-xia¹, LU Sui-qing¹, XN Kun-lun¹, SHANG Ya-bo², HUANG Cheng²,
QN Zu-qun²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092,
China; 2 Zhenjiang Water Supply Corporation, Zhenjiang 212131, China)

Abstract: According to the concrete situation of secondary pressurization water supply system in Zhenjiang City, the relevant energy-saving measures were put forward. The energy-saving reconstruction of network residual pressure was performed in Taohuawu Pump Station with large inflow pressure, and the regulation of pressurization area was carried out according to the network pressure. The energy-saving reconstruction of Huashanwan Pump Station with large comprehensive water supply energy consumption was conducted by replacing water pumps and optimizing inflow mode. The scheme determining whether water could be supplied directly by municipal water system in Nanxuxincheng district was analyzed, and the relevant suggestions were offered, which provides a reference for reconstruction and extension of secondary pressurization water supply system in Zhenjiang City.

Key words: secondary pressurization pump station; pipe network residual pressure; energy-saving and consumption reduction

1 二次增压供水现状和能耗分析

镇江市自来水公司有金山与金西两座水厂,源水取自长江,制水能力达 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 2006 年平均制水量为 $22.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,供水范围内的地面高度为 3~42.6 m,两座自来水厂的地面高度为 3 m。该市主要供水干线可分为北、中及南三线,为满足远

距离供水的要求,增压供水量将继续增长,据统计将有 1/3 的自来水需经增压供给。目前管网中主要增压泵站均采用水库增压供水方式。

在镇江市全面实施区域供水、供水量不断增长的情况下,通过管网水力模拟分析对管网运行状况进行全面评估,优化管网中的增压泵站供水及供水

方式,对实现镇江市供水企业的节能降耗和安全可靠供水具有重要意义。

目前供水范围内管网布置及主要泵站分布如图 1所示。

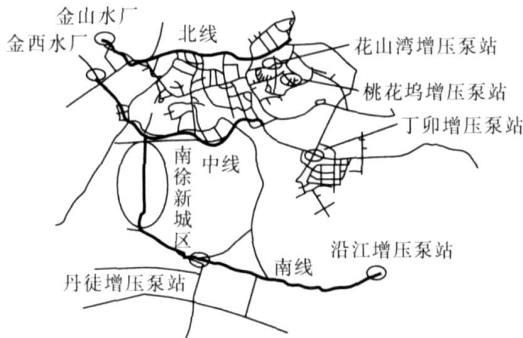


图 1 管网布置和主要泵站分布

Fig 1 Layout of pipe network and distribution of main pump stations

1.1 二次增压供水形式

水库二次增压供水方式是指由市政进水管供水至低位水池后经水泵抽水增压至供水管网的供水方式。该进水方式的弊端在于无法充分利用市政管网的剩余压力而造成能量浪费。目前,镇江市总供水量的 26%经二次增压供给,主要增压泵站所占电耗为供水总电耗的 14.7% (见表 1)。若能通过管网压力优化分区或采取一定的保障措施直接增压,则可一定程度上减少增压水量,降低能耗,同时还可减少管网漏损率,降低药耗与清洗等运营费用。

表 1 管网直供和二次增压供水方式的供水量、电耗

Tab 1 Capacity and energy consumption of different water supply systems

| 供水方式 | 供水量 / ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$) | 供水量所占 比例 / % | 电耗 / ($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{d}^{-1}$) | 电耗所占 比例 / % |
|------|---|-----------------|--|----------------|
| 管网直供 | 241 631.1 | 74 | 2 040 642 | 85.3 |
| 二次增压 | 62 674 | 26 | 352 610 | 14.7 |

1.2 二次增压泵站的布置和运行调度

镇江市的二次增压泵站的水泵型号是根据工程中最不利工况即按最大设计流量和扬程选定的,而泵站系统实际运行时,大多数时间中流量都小于最大设计流量,水泵工作效率偏离高效段,浪费了能量,若及时更新配套水泵和电机则可以提高水泵工作效率,降低电能损耗;泵站水泵依靠阀门阻力增加使水泵扬程上升来调节供水量,浪费了因管网阻力下降而产生的剩余扬程。

图 2是桃花坞增压泵站某时刻依靠阀门调节的

能耗情况,在该时刻采用阀门调节,可能浪费 42.4% 的能量,若采用变频调速或切削水泵叶轮方式,则可以节约这部分能量。

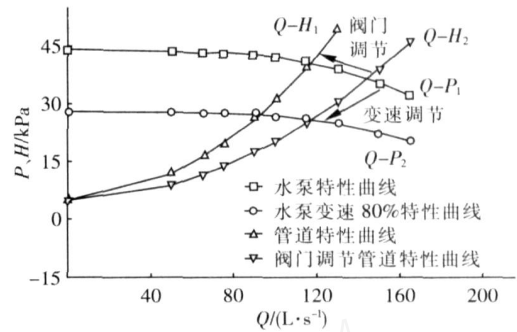


图 2 水泵阀门调节和变速节能

Fig 2 Valve regulation and variable speed energy-saving of pumps

1.3 供水管网格局变化

随着用水范围的扩大,金山、金西水厂为向丹徒新区和大港新区等地区长距离供水,平均出厂压力提高了 30 ~ 40 kPa,从而使原有市政管网直接供水的区域压力得到普遍抬升。新增水量主要沿南线输水干管向这些地区供水,而原有北线、中线输水干管输水量变化不大,供水压力普遍抬升 30 ~ 40 kPa。同时,随着南线用水量的增加,原来敷设的管道压力损耗增加,致使部分区域的供水方式需要重新选择。

2 工程技术方案

2.1 花山湾增压泵站改造方案

花山湾增压泵站是针对花山湾新村地区地势较高而设置的小型增压泵站。水泵的额定扬程为 0.62 MPa,而泵站出口压力为 0.365 ~ 0.375 MPa (见图 3),可见水泵工况点严重偏离高效段,使综合供水单耗大幅增加。

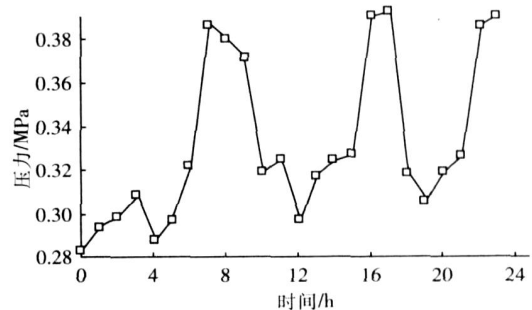


图 3 花山湾泵站出口压力

Fig 3 Huashanwan pump station's discharge head

该泵站供水量为 1 100 ~ 1 300 m^3/d ,规模较小,为充分利用泵站进水水压,建议取消清水池,实

施无负压供水改造,更换泵站内水泵,选择配套电机。此方案在一定程度上消除了该处的水质安全隐患,保证了居民生活用水安全,其综合供水单耗基本达到三类水司的目标值。改造方案实施前、后经济效益分析见表 2。可见,无负压供水方式每年节约运行费用为 93 540 元,改造投资为 25 ~ 30 万元,2.5 ~ 3 年即可收回投资。

表 2 改造前、后经济效益分析

Tab 2 Economic benefit analysis before and after reconstruction

| 项 目 | 现状 | 方案实施后 |
|-------------------------------------|---------|--------|
| 月平均能耗 / (kW · h · 月 ⁻¹) | 15 000 | 4 537 |
| 月平均费用 / (元 · 月 ⁻¹) | 11 175 | 3 380 |
| 运行电费 / (元 · a ⁻¹) | 134 100 | 40 560 |

2.2 桃花坞增压泵站进水方式及增压范围优化

桃花坞增压泵站供水量约为 2 × 10⁴ m³ /d,泵站水泵采用定速泵,泵站进水压力为 0.08 ~ 0.27 MPa,供水压力为 0.35 MPa,如能充分利用进水余压,则增压电耗可节约 22.9% ~ 77.1%。为此,对水库增压、直接式管道增压^[1,2]及水库和管道联合增压三种供水方式进行了方案分析(三种供水方式的原理、优缺点和适用范围见表 3),分析结果见图 4。可见,水库增压供水方式能耗和药耗最大,水库和管道增压供水方式次之,直接管道增压供水方式最小。

表 3 三种供水方式的原理、优缺点与适用范围

Tab 3 Principles, advantages, disadvantages and scope of application of three water supply modes

| 增压供水方式 | 原理 | 优缺点和适用范围 |
|---------|---------------------------|--|
| 水库增压 | 从市政管网进水并释放水压后经水泵增压至用户 | 优点:保证供水管网压力和供水能力;保证增压水泵稳定正常工作;避免因回流导致二次污染 缺点:浪费能量,运行费用高,增加了投药量和清水池维护成本,占地面积大,存在二次污染的风险 适用范围广 |
| 直接式管道增压 | 自来水流入压力平衡器,水泵从压力平衡器吸水送至用户 | 优点:充分利用了自由水压,与传统供水方式相比省去了水池和水箱,节省了土建投资 缺点:给周围管网用水压力和水量带来一定的风险 适用于用水量较小的泵站与高层建筑用水 |

续表 3 (Continued)

| 增压供水方式 | 原理 | 优缺点和适用范围 |
|-----------|---|--|
| 水库和管道联合增压 | 根据外网进水压力的变化合理确定水库管道进水和直接增压管道进水的比例;变频水泵根据压力传感器传出的压力信号,从直接增压管道吸水进行二次增压供水,水库增压供水在用水高峰时启用 | 优点:在不影响管网供水能力的条件下充分利用进水余压,节约了能量,降低了二次药耗量,减小了供水水库容积,改造成本小,保留了必要的水量调蓄功能,有着更为广阔的适用范围和应用前景 |

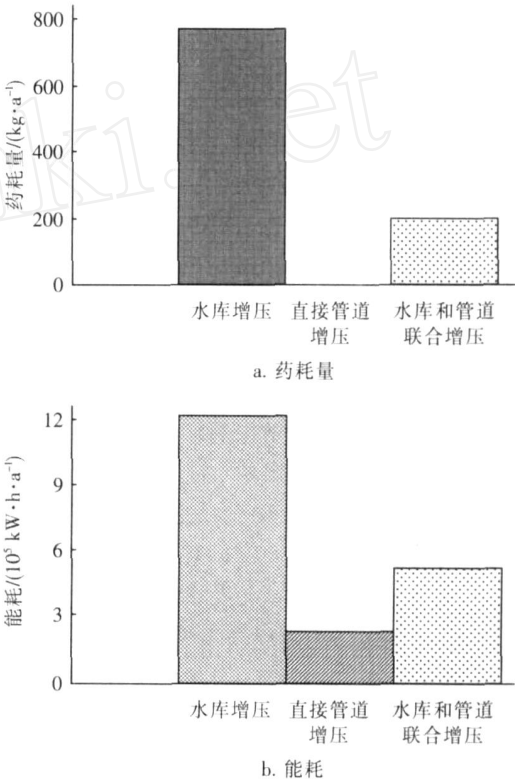


图 4 三种供水方式药耗量与能耗对比

Fig 4 Comparison of chemicals and energy consumption of three water supply modes

三种供水方式在进水管道发生事故时的供水情况见表 4。由表 4 可知,进水管发生事故时水库增压供水方式供水时间最长,其次为水库和管道联合增压供水方式,直接管道增压供水方式事故供水时间最短;考虑其供水区域和用水量较大,且对安全性要求较高,故采用水库和管道联合增压方式。水库在用水量低峰和自由水压高峰时进水,可保证前端管网的水压和水量,用水高峰时启用,供给增压区域 26% 的用水量,采用原水泵即可满足压力和水量的要求;管道直接增压全天进水,供给该区域 74% 的用水量,水泵经变频调速后满足提升的扬程。采用

该方案可节约 56.9% 的能耗。

表 4 进水管道发生事故时的供水情况

Tab 4 Water supply situation during accident of inflow pipe

| 供水方式 | 水库增压 | 直接管道增压 | 水库和管道联合增压 |
|--------------------|--------|--------|-----------|
| 供水量 / m^3 | 17 000 | 0 | 5 100 |
| 供水时间 /h | 20.75 | 0 | 6.23 |

桃花坞增压泵站供水区域位于镇江市供水的北线与中线区域,该区域供水压力的升高为部分二次增压供水区域市政直供提供了可能。通过对增压范围及阀门设置情况的分析,建议对小米山路至松村路段供水管道实施阀门切换,将沿线由桃花坞泵站增压供水改为市政直供,以进一步减少桃花坞泵站的供水量,节约增压供水能耗。实施切换后,该区域相关用水量为 $1\,200\text{ m}^3/\text{d}$,自由水压范围为 $249\sim 290\text{ kPa}$,可满足用户对水压的要求。

2.3 南徐新城区供水方式选择

南徐新城区的管网布置见图 5。

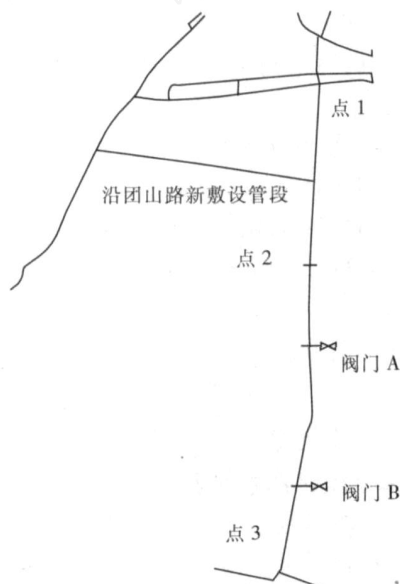


图 5 南徐新城区管网布置

Fig 5 Layout of pipe network in Nanxuxincheng district

随着南线用水量的增加,原来敷设的管道压力损耗增加,致使部分管道不能适应城市水量和水压增加的需要。

该区位于南线供水区域的起始端,最不利点 2 的地面高度为 20 m ,地势较高。在现有供水压力情况下,经模拟和实际测压可知,采用敷设新进水管段,调节阀门 A、B 及在点 1 后新设阀门的开启度等措施都难以对该区实现市政直供,若提高水厂出水压力,则能耗增加较大,整个管网的增压范围可能需要做相应调整,经济性差,故建议设置局部增压设施。

3 结论

以所建立的镇江市供水管网动态水力模型为依据,在充分调查管网及增压泵站现状资料及运行数据的基础上,对花山湾泵站改造、桃花坞泵站改造和增压供水范围的调整及南徐新城的供水方式等进行了分析,并提出了相应建议。通过利用二次增压泵站余压、水泵选型及优化调度等泵站节能改造措施,既可实现节能降耗,又可使系统运行更为安全可靠,从而为供水企业的技术改造提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 王晓爽,姚宏. 二次加压泵站管网余压利用节能的应用探讨[J]. 建筑节能,2007,10(35):8-10.
- [2] 李世英. 直接式管网叠压供水与传统供水方式的比较[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2002,(10):441-443.
- [3] 樊建军,王峰,胡晓东,等. 直接式管网叠压供水的优化设计[J]. 中国给水排水,2005,21(5):59-61.
- [4] 樊建军,魏晓安,王峰. 管网叠压供水技术存在的主要问题及解决途径[J]. 中国给水排水,2006,22(22):39-42.

E-mail: houjinxia@163.com

收稿日期:2008-04-03

保护自然 保护水源 行胜于言