

双向增压应急泵站在城市供水中的应用

王磊磊, 卢峰, 吴磊

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘要: 针对某市供水水源单一、地形狭长、供水不均衡、应急备用不足等特点,研发了双向增压应急技术,通过“近期管道增压,远期管道水库联合增压”的组合工艺模式,实现了单向水厂事故状态时全市范围的安全应急供水。工程调试结果表明,该技术设备简单、切换方便、管理简便,可有效解决多水厂联动困难、无法互为备用的问题,对提升当地供水安全等级具有重要意义。

关键词: 双向增压; 管道增压; 应急供水

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)06-0080-05

Application of Bidirectional Pressure Booster Emergency Pump Station in Urban Water Supply

WANG Lei-lei, LU Feng, WU Lei

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: In view of the characteristics of single urban water source, narrow terrain, unbalanced water supply, lack of emergency backup and etc., a bidirectional pressure booster technology was developed. Through the combination of recent pipeline pressurization and long-term pipeline reservoir pressurization, a city-wide emergency water supply in unidirectional water plant accident state was realized. Engineering commissioning results showed that the technical equipment was simple, easy to switch and manage. It could effectively solve the problems of multi-water plant linkage and mutually standby, and was of great significance for upgrading the local water supply safety level.

Key words: bidirectional pressure booster; pipeline pressurization; emergency water supply

1 工程背景

1.1 供水现状

南方某市东西长约50 km,南北宽约28 km,地形狭长,已形成了东片A厂、西片B厂的“二厂二网”的基本格局。根据该市给水工程专项规划,近期东片用水量为 $23.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,西片用水量为 $17.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;远期东片用水量为 $36.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,西片用水量为 $23.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。目前东片和西片的供水能力都达到了 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,近期能够满足用水量的需求,但远期西区供水能力有富余,东

区供水能力不足。两水厂的水源均为河网水,取水河道都属于过境河道,在目前无法取得更为优质的水源情况下,已经通过设立饮用水源保护区和建设水源生态湿地尽可能改善原水水质。

1.2 主要问题

① 水源水质较差且单一。目前,该市地表水受周边地区水环境恶化及各类污染源影响,水质较差,内河水质基本属V类或劣V类,整个市域面临水质型缺水的局面,且水源单一,所有用水取自河网水。虽然该市域两座水厂均建设了完善的处理设

施,但如果内河水质进一步恶化,则会对城市供水的安全性构成极大的威胁。

② 水厂间无法互为备用。该市虽已形成了“二厂二网”的格局,但由于两座水厂之间相隔较远,且联接管建设不够完善,管径偏小,造成两座水厂无法完全互为备用,一旦某座水厂或水源发生突发事件,将导致市域部分乡镇无法供水,这对整个城市的安全供水产生了巨大的风险。

③ 东、西部供水不平衡。表现在东部供大于求,而西部供不应求。自B水厂建成以后,东部供水出现了供大于求的情况;B水厂供水规模为 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ (近期实际制水能力为 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 左右),已向西部部分地区供水。与此同时,近几年该市西部城镇依托区位优势,发展十分迅速,供水需求增长较快。

④ 城乡一体化供水管网建设不够完善。目前,供水主干管虽已延伸至各乡镇,但随着乡镇用水量的增长,部分区域已逐步面临供水不足的压力。

因此,根据该市的狭长地形特点、城镇分布及水源情况,为使东区和西区的供水互为备用、互为补充,同时保障某一水厂事故状态时全市范围的安全稳定供水,研究和建设东西部之间双向增压应急泵站将极为必要和迫切。

2 双向增压技术

2.1 总体构思

目前该市A水厂和B水厂供水能力均已达 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,处于供大于求状态,富余能力基本在 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上。当A水厂因原水或运行管理问题而无法正常运行供水时,泵站承担西部应急供水(主要为生活用水)任务;当B水厂因原水或运行管理问题而无法正常运行供水时,泵站承担东部应急供水(主要为生活用水)任务。本工程增压规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,小于两个水厂的富余供水能力,因此泵站将主要解决水压不足问题。通过方案比较,近期考虑采用管道直接增压方式,可充分利用管道余压,增加较小压力即可达到双向所需的出口压力,对周边用户用水影响比较小。

远期来说,当东部和西部的用水量大幅增加以后,部分时段富余能力可能不足 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,管道直接增压方式将可能影响泵站附近用户的用水安全,此时考虑采用管道增压泵与水库增压泵并行的方式运行,即,管道增压泵流量为平均时流量,清水

池增压泵流量为需水量中高出平均时的错峰流量。远期新增清水池、水库增压泵和配套管线等。考虑到供水安全,清水池采用次氯酸钠消毒,并增加消毒剂管道投加点。

2.2 技术参数

给水管网平差分四种工况,以最大时工况进行计算,按事故时、消防时和最大转输时三种不同的工况进行校核。本工程不存在最大转输时的工况。计算认为:

① 根据管网平差结果,同时考虑充分利用管网余压,增压应急泵站的提升扬程设为250 kPa,可满足全市供水压力不低于0.1 MPa。

② 增压应急泵站总规模为 $4\ 200 \text{ m}^3/\text{h}$ (折合 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),增压水泵扬程250 kPa,水库泵扬程300 kPa。

③ 近期事故时,应急泵站出站最小压力为305.3 kPa;远期事故时,出站最小压力为354.2 kPa。

2.3 技术对策

针对建设规模大、重要性高、已有管网要与应急泵站工程有机结合、工程方案受用地限制等特点,采取的主要技术对策包括:

① 加强建设前期调研,特别是对类似规模、类似地区和类似性质工程的前期调研,以及关于服务范围内供水水压水量的调研^[1]。

② 进行多方案比较和论证,采用分层比选和循序渐进的技术路线。

③ 采用适合大型应急泵站工程的转输工艺和技术,增压方式推荐采用“近期管道增压,远期管道水库联合增压”的组合工艺路线。

④ 应急泵站采用集约化组合式布置,节省用地,并尽量预留相对完整的用地,用于远期发展。

⑤ 根据近远期加压供水的流程、高程、管线布置,合理进行新建构筑物的平面布置,做到水流顺畅,节省水头损失。

⑥ 充分利用附近供水主管的余压,达到合理分配水量、调节水压、节约能耗的目标。

⑦ 考虑到管道施工对附近道路的影响,连通管道采用顶管施工,减小施工周期内对主干道路交通和环境的影响。

2.4 工艺流程

根据增压应急泵站考虑双向增压的要求,经方

案比选和设计优化后,共设电动蝶阀9座,通过6组切换组合技术,实现管网双向事故工况时的供水安全与稳定。

2.4.1 近期工程

近期工程采用管道直接增压^[2]。即采用水泵进水管连在输水管道上进行串联增压的方式,通过阀门启闭的有序切换,实现事故工况下的增压供水。

A水厂事故时管网切换模式见图1。

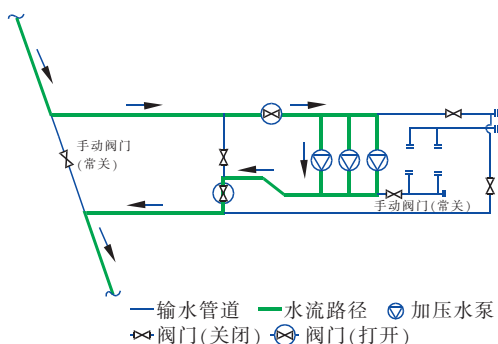


图1 A水厂事故时管网切换模式(近期)

Fig.1 Pipeline switching mode during accident of A plant (recent)

B水厂事故时管网切换模式见图2。

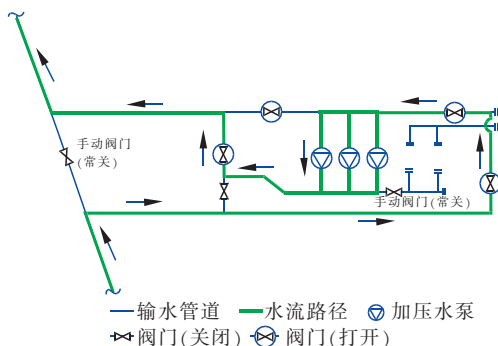


图2 B水厂事故时管网切换模式(近期)

Fig.2 Pipeline switching mode during accident of B plant (recent)

2.4.2 远期工程

远期工程采用管道与水库联合增压。

水库增压是指在泵站内设置一定容积的清水池,来水全部接入清水池,增压泵从清水池中抽吸增压以满足用户对水量及水压需求的一种增压方式^[3]。通过阀门启闭的有序切换,实现事故工况下的增压供水。

联合增压是指在泵站中同时具有管道直接增压及水库增压功能的增压方式^[4],即在泵站中设置管

道直接增压及水库增压系统,管道直接增压系统承担不大于平均用水时增压工作,水库增压系统承担大于平均用水时的那部分水量的增压工作,亦通过阀门启闭的有序切换,实现事故工况下的增压供水。

A水厂事故时管网切换模式见图3、4。

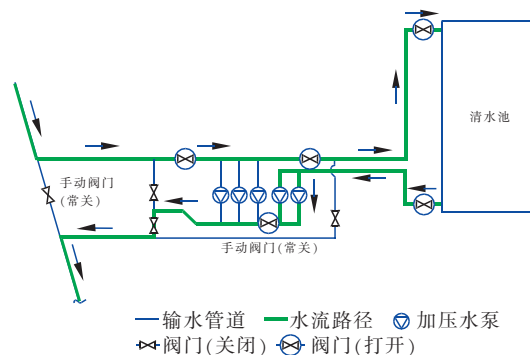


图3 A水厂事故时水库增压模式(远期)

Fig.3 Reservoir supercharging mode during accident of A plant (forward)

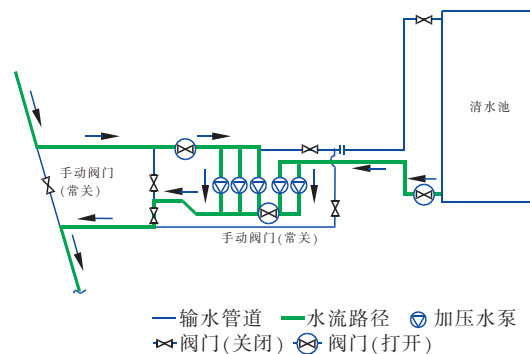


图4 A水厂事故时管道与水库联合增压模式(远期)

Fig.4 Pipeline and reservoir combined pressurization mode during accident of A plant (forward)

B水厂事故时管网切换模式见图5、6。

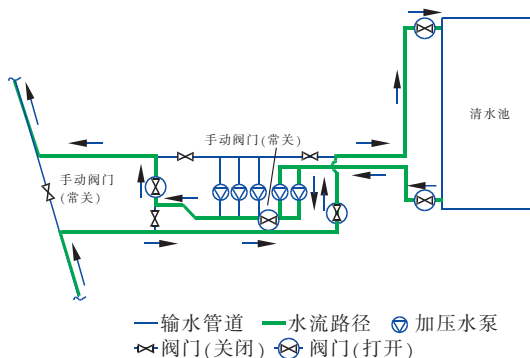


图5 B水厂事故时水库增压模式(远期)

Fig.5 Reservoir supercharging mode during accident of B plant (forward)

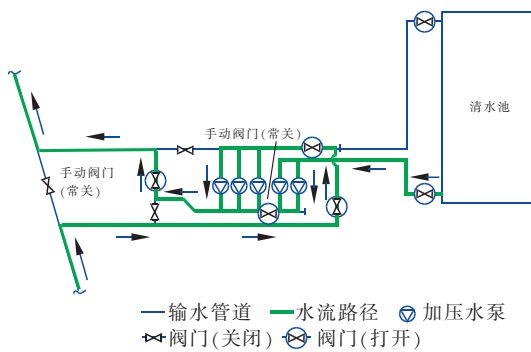


图6 B水厂事故时管道与水库联合增压模式(远期)

Fig.6 Pipeline and reservoir combined pressurization mode during accident of B plant(forward)

3 工程应用

3.1 工艺设计

增压应急泵站考虑双向增压,通过 DN1 200 2 条管道与市政供水干管连接,采用顶管施工^[5]。近期共设电动蝶阀6座,远期增加电动蝶阀3座。

泵房1座,土建一次完成。设备分期安装:近

期,泵房内设3台增压泵,2用1备,单泵流量为2 100 m³/h,扬程为250 kPa,转速为970 r/min,水泵效率为84%,净吸压头为60 kPa,配套电机功率为220 kW,进、出水总管均采用DN1 200钢管;远期,增加2台水库泵,1用1备,2台可同时开启,新增水泵的流量为2 100 m³/h,扬程为300 kPa,转速为970 r/min,水泵效率为72%,净吸压头为60 kPa,配套电机功率为250 kW。东部远期预留地块,布置清水池1座及配套管线,池容约1.2×10⁴ m³。

3.2 自控调试

为了实时获取泵站调试及运行的信息,完善应急泵站的管理,建立了泵站远程监控系统,实现管网安全稳定供水和节能运行^[6]。图7为B水厂向A水厂应急供水,首先6#阀门关闭,之后2#、3#、5#阀门关闭,1#、4#、7#、8#阀门开启;图8所示为A水厂向B水厂应急供水,首先6#阀门关闭,之后1#、4#阀门关闭,2#、3#、5#、7#、8#阀门开启。目前,该工程已调试完成。

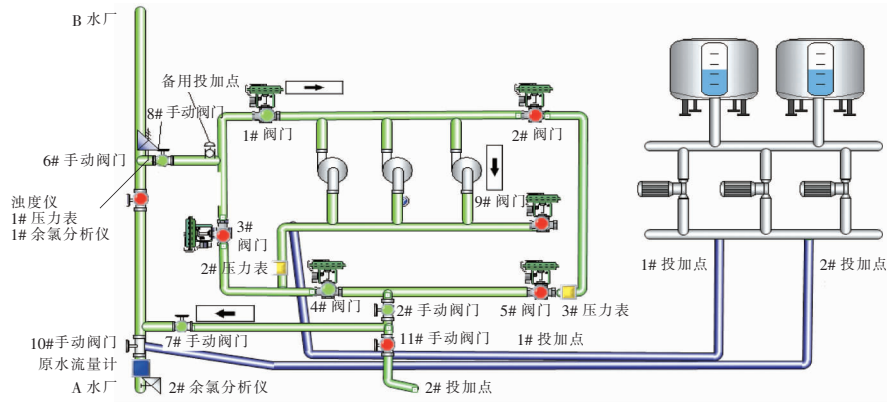


图7 A水厂事故时管道直接增压自控调试阀门控制流程

Fig.7 Pipeline direct pressurization self-control debugging valve control process during accident of A plant

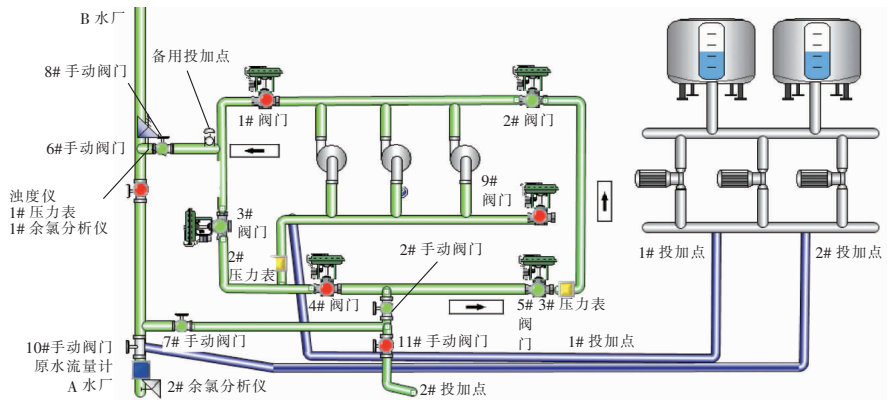


图8 B水厂事故时管道直接增压自控调试阀门控制流程

Fig.8 Pipeline direct pressurization self-control debugging valve control process during accident of B plant

4 结论

由于该市供水时变化系数较小(1.25),且应急供水时为双向增压,近期考虑采用管道直接增压方式,则可充分利用管道余压,增加较小压力即可达到双向所需的出口压力。通过6座电动蝶阀2组切换组合,实现管网双向事故工况时的供水安全与稳定。

远期考虑采用管道增压与水库增压联合方式,增设3座电动蝶阀,4组切换组合,亦实现了事故工况时的双向增压供水。

致谢:感谢海宁钱塘水务有限公司、南昌思创工程技术有限公司等对研究过程及技术资料的支持和帮助。本文所表述的观点仅代表作者的看法,不代表上述单位的意见。

参考文献:

- [1] 李明涛,李玉鲲,黄国民,等. 基于GPRS无线网络构建二次加压泵站的SCADA系统[J]. 中国给水排水, 2007,23(2):56-59.
- Li Mingtao, Li Yukun, Huang Guomin, *et al.* Construction of SCADA system based on GPRS wireless network in secondary pressurization pump station[J]. China Water & Wastewater, 2007, 23(2): 56-59 (in Chinese).
- [2] 袁永钦. 大型直抽给水加压泵站的工艺设计及运行分析[J]. 给水排水, 2003, 29(5): 21-26.
- Yuan Yongqin. Process design and operation analysis of large-scale direct pumping water pressurized pumping station[J]. Water & Wastewater Engineering, 2003, 29(5): 21-26 (in Chinese).
- [3] 周玉文,刘越,刘江涛,等. 加压泵站远程监控系统的设计与实现[J]. 供水技术, 2007, 1(3): 31-35.
- Zhou Yuwen, Liu Yue, Liu Jiangtao, *et al.* Design and realization for remote supervision system for boosting pump stations[J]. Water Technology, 2007, 1(3): 31-35 (in Chinese).
- [4] 覃健倡. 长距离输水管道中途增压设施设计探讨[J]. 给水排水, 2013, 39(3): 94-96.
- Qin Jianlü. Probe into the water pressure facilities in the long-distance water transmission pipe line[J]. Water & Wastewater Engineering, 2013, 39(3): 94-96 (in Chinese).
- [5] 李光芝. 输水管中途直接加压的工程实践[J]. 城镇供水, 2013(4): 25-26.
- Li Guangzhi. Engineering practice of direct pressure in pipeline transportation [J]. City and Town Water Supply, 2013(4): 25-26 (in Chinese).
- [6] 阮久丽, 戚雷强, 姚青. 供水管网泵站增压方式的节能研究[J]. 供水技术, 2014, 8(3): 42-45.
- Ruan Jiuli, Qi Lei qiang, Yao Qing. Study of energy saving on boosting mode of booster pump station in water supply network[J]. Water Technology, 2014, 8(3): 42-45 (in Chinese).



作者简介:王磊磊(1981-),男,江苏徐州人,博士,高级工程师,主要从事市政工程研究与设计工作。

E-mail:wangleilei@smeti.com

收稿日期:2018-08-28

实施国家节水行动,建设节水型社会