

武汉市汉口地区供水监测系统的构建及维护运行

李智力, 曾 新

(武汉市自来水有限公司, 湖北 武汉 430015)

摘 要: 供水监测系统是城市供水企业为监控水量、压力和水质而构建的管网实时数据采集系统。以武汉市汉口地区供水监测系统的构建历程为例,分析探讨了构建供水监测系统的最优化方案,提出了若干安装途径和方式,并介绍了监测系统后期维修经验等。实践表明,供水监测系统的建设实现了水司对整个供水过程的全面实时监测,提高了供水安全性和管理效率。

关键词: 城市供水; 供水监测系统; 维护运行

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)20-0031-05

Construction and Maintenance of Water Supply Monitoring System in Hankou District of Wuhan

LI Zhi-li, ZENG Xin

(Wuhan Water Supply Co. Ltd., Wuhan 430015, China)

Abstract: The water supply monitoring system in the urban water company is a real-time data collection network for the monitoring of water quantity, pressure and quality. Taking the construction processes of water supply monitoring system in Hankou district of Wuhan as an example, the optimization scheme of water supply monitoring system was analyzed and discussed. Some installation ways and methods were put forward, and the later maintenance experience of monitoring system was introduced. The practice showed that the construction of water supply monitoring system realized the real-time monitoring of the whole water supply process, and improved the safety and management efficiency of water supply.

Key words: urban water supply; water supply monitoring system; maintenance operation

随着城市社会经济的飞跃发展,城市供水管网的安全运行成为城市建设和人民生活的基本保障。武汉市自来水公司为加强供水系统的科学管理,保证供水安全,构建了供水监测系统,确保将符合水质标准的自来水不间断地送至用户,最大限度地降低运行成本,并融合已有信息系统(营业系统、服务热线、供水管网GIS等)完成生产过程的控制。

1 供水监测系统方案的确立

1.1 供水监测系统建设的必要性

截至2016年武汉市自来水有限公司汉口地区供水规模达 $104 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,DN100及以上供水管线总长为1 867 km,供水面积为177 km²。自20世纪

80年代以来,武汉自来水有限公司已在管网末梢及人口密集区安装了压力远传设备(主要为摩托罗拉和理奥两种)。该种设备采用无线数传电台传输方式,因设备老化、配件型号组成复杂,使其故障率高、设备完好率低,维修周期较长。随着时代的变化,供水企业对管网的水量、水压、水质提出了更高的要求,为提高供水管网感知能力、保证供水安全性和经济性,仅采用压力数据监测管网已无法满足供水企业智能化管理的需求,需要使用更先进的手段掌握管网实时数据,以满足控制生产的要求。

2007年起武汉市自来水公司开始对武汉市各区域实施分区试点构建供水监测系统,并融合原有

独立的压力监测系统,实现数据交换,满足现代供水企业的管理要求。

1.2 系统结构

供水监测系统是一个拓扑结构复杂、规模庞大、运行监控多目标的网络系统,主要由调度中心、通信平台、监测终端、压力变送器、流量计、水质监测仪表组成,供水监测系统结构见图1。

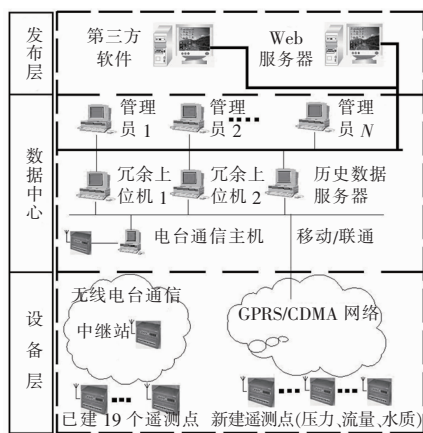


图1 供水监测系统结构框图

Fig.1 Structural diagram of water supply monitoring system

1.3 设备选型及选址

设备选型及选址关系到系统建立的经济性、长期运行的可靠性。因此,合理地选择设备类型及恰当的安装地址,对系统充分地发挥作用具有非常重要的意义。

1.3.1 流量分区原则

① 根据供水面积、供水人口及供水水量,并利用河流、铁路、城区主干道等天然屏障结合管道走向作为分区边界。

② 分区后大致符合各水源厂的既有供水范围,即以各水源厂间的供水压力平衡点为分界。

③ 为降低分区工程成本,减少输水干管跨区域流量计的设置,选择跨区域输水干管较少的道路或通道作为区域边界。

④ 便于根据分区后的供水区域,实现重新划分供水管理布局,对区域供水营销进行考核。

⑤ 流量计安装点位应具备施工条件,不同流量计安装需要满足足够长度的直管段距离,设点前后要求同口径管道连接,与分支管、弯管、阀门等设施的距离满足规范相应要求,避开管道中易产生沉淀物和积气的位置。

按上述划分原则,将汉口地区供水管网分成五

大供水区域,各区域供水数据如表1所示。

表1 汉口地区五大供水区域简明管网数据

Tab.1 Concise pipe network data of five major water supply areas in Hankou district

项目	面积/km ²	计量水表/具	管网总长 (DN100 及以上)/km
A 区	31	88 748	288
B 区	65	255 198	665
C 区	53	109 851	466
D 区	22	172 914	384
E 区	6	24 223	64

1.3.2 压力监测点选点原则

① 供水面积内每 10 km² 设一个压力点,以达到分布均匀。

② 具有供水区域的代表性,如主干管、人口密集区和重要机构所在地。

③ 考虑建设成本,可结合流量计点位实施二合一安装。

1.3.3 水质监测点选点原则

① 在出厂水、人口密集区和管网末梢采样。

② 为确保水质仪表的安全性和有合适的工作环境,需设置在室内安装,考虑到日后维护方便性可选择二次转压站。

1.3.4 流量计及压力计选型标准

① 压力计误差 $\leq 1\%$ 、流量计误差 $\leq 0.5\%$ 。

② 流量计传感器、压力传感器防水等级满足 IP68 标准。

③ 需采用市电供电方式,协调供电部门设置独立电表。

④ 通信设备适用 GPRS/CDMA 通信协议。

1.3.5 流量计类型的选择

① 全管径电磁流量计:测量精度高、可适应复杂管段的测量要求、后期维护量小,但需要断管施工,对用户影响较大;价格较高,且随着口径的增大价格急剧上升。

② 插入式电磁流量计:可不停水安装、价格较低,但测量精度较差。

③ 插入式超声波流量计:测量精度较高、可不停水安装、价格适中,流量计价格不随管道口径的增大而上升,但对测量管段的直管段要求较高。

④ 外缚式超声波流量计:优缺点与插入式超声波流量计基本一致,但需定期更换耦合剂(需要中断测量)。

为达到0.5%的测量精度,首先排除了插入式电磁流量计;其次,外缚式超声波流量计需要定期更换耦合剂并中断测量,因此,外缚式超声波流量计也不予选择。比较全管径电磁流量计和插入式超声波流量计的价格,发现DN600及以下的全管径电磁流量计价格与插入式超声波流量计基本持平,DN600以上的全管径电磁流量计价格高于插入式超声波流量计,且随着管径的增大,差距急剧上升。同时,全管径电磁流量计安装需要停水断管施工,大口径管段的停运将会对用户造成较大的影响。

综合以上考虑,选择DN600管道及以下采用全管径电磁流量计、DN600以上管道采用插入式超声波流量计。为避免复杂管段对测量精度的影响,在实际选择安装位置时,要求全管径电磁流量计保证前后10倍口径的直管段、插入式超声波流量计保证前后20倍口径的直管段。

2 系统建设

2.1 井室建设

参考05S502图集《室外给水管道附属构筑物》对供水监测流量、压力点位井室进行建造。原计划采用砖砌工艺,在实施第一处点位(江汉路DN800)时,由于该点位处于交通要道,车流量大,砖砌井室无法满足承载强度,因此选择了现浇工艺。

根据选点原则,部分点位必须安装在交通要道且可挪移位置有限,需协调交通管理部门予以批准,实施难度较大。随着项目的推进及城市道路设施的改造,在建造井室阶段采取跟踪城市道路设施工程进度的方式,在新道路形成前建造井室。

2.2 现场供电线路建设

因压力、流量、水质等监测仪表和遥测箱内的信号采集、通信单元都需要220 V市电供电,需在选点附近协调供电部门设置电源表或向周边用电单位借电处理。

① 供电建设过程中的实际困难

2007年项目启动以来,在建设流量计、压力点位的过程中,原计划采用市电方式供电,设置独立电表,经协调供电单位,部分点位无法采用市电供电方式。其中包括周边无可用电源、电源电表设置位置距采集单元较远、铺设电源线难度巨大。因城市发展进程日益加快,道路改造频繁,已铺设电源线极易被挖断,导致已安装设备的点位无法恢复正常运行。

② 流量、压力点位供电问题解决方案

截止到2013年底,汉口地区供水监测系统仍有因供电问题而无法实施安装的流量点位8台、压力点位3台。随着传感器技术、RTU技术、太阳能供电技术的进步与发展,市场上已提供具备在无市电情况下工作的设备,为解决无市电供电的管网监测点提供了新的思路。

a. 太阳能供电。2014年起,首先采用太阳能供电方式,对黄埔大街发展大道DN1 000、兴业路DN600、塔子湖体育中心DN1 200点位安装太阳能板,采用外夹式超声波流量计;对因市电中断无法恢复的点位(新春加油站DN400、利济北路长酒DN800)进行改造,加装太阳能板,更换RTU设备。依据安装完毕后的设备运行状态,对以上点位进行了再次改造,例如受客观因素影响,长时间天气不佳或部分建筑物遮挡导致通信、数据采集中断,在标准规格的基础上加装太阳能板或锂电池数量,效果显著。截至目前未发现中断故障发生。

b. 微功耗电池供电。受市政建设影响,部分点位无法安装太阳能板,故在长丰大道DN1 200、和谐大道DN800、园博园DN1 400点位处安装电池供电插入式超声波流量计。

2.3 建设经验

截止到2016年初,已完成流量计安装26台,压力监测设备19台,水质监测设备11台。通过近9年的建设历程,总结以下启示以供参考:

① 因地制宜地选择供电方式,市电、太阳能、电池三种供电方式见表2。

表2 三种供电方式优缺点比较

Tab. 2 Comparison of advantages and disadvantages of three power supply modes

项目	优点	缺点
市电供电	设备选择面广,价格低	用电报装受环境和其他因素干扰较大,部分监测点无法进行用电报装
太阳能供电	铺设电源线路较短,供电安全,价格低	需安装立杆及太阳能板,受天气因素及城市建筑影响大
电池供电	不受供电环境干扰	设备选择面窄,价格较高

② 后期维护设备中发现部分全管径电磁流量计,虽满足防水等级IP68,但受淤泥、沼气等影响且长时间浸泡水下工作,变送器已不同程度受潮,难以准确计量。日常管理中,需做到定时抽排井室积水

以保障流量计安全运行工作环境。

③ 外夹式超声波流量计因在井室潮湿环境下工作,其涂抹的耦合剂易流失,导致探头与管壁接触面减小而无法正常工作。

④ 在节约成本及维护方便的前提下,尽量做到流量、压力点二合一,有效提高管理效率。

3 系统运行管理

3.1 日常管理

为保障供水监测系统安全稳定运行,促进供水管网生产调度和经济运行工作,特制定供水监测系统运行管理规定。

① 管理人员巡查职责:a. 按规定每月两次对运行点位开展巡查工作,保证供水监测点位基础设施完好及供水、供电、通信等基本运行条件和环境。b. 汇总相关部门信息及现场巡查,及时跟进城市建设规划进程,保障已运行点位的安全工作环境。

② 维修流程:通过 Web 系统,24 h 对监测点位进行巡查,发现数据异常情况,管理人员第一时间查勘现场运行状况。因人为因素导致供电中断及外部设施损坏的情况,及时通知维修部门予以处理;若因箱内设备故障导致计量中断、通信中断等问题及时通知上级部门,安排相关自动化维修单位予以处理。

③ 考核指标计算方法:为保障系统稳定可靠运行,数据传输真实有效,对巡查完成率、设备完好率、维修及时率进行统计,列入年度考核机制,其中,巡查完成率 = (实际日检次数/计划日检次数) × 30% + (抽查现场巡检合格数/抽查现场巡检总数) × 70%,系统整体设备完好率 = (监测点正常工作台时数/监测点计划工作台时数) × (服务器正常工作台时数/服务器计划工作台时数),系统整体维修及时率 = (现场设备故障及时处理数 + 专业设备故障及时处理数)/各类型设备故障总数 × 100% (专业设备故障及时处理包括工作日当天安排维修、2 天内汇总维修信息)。

3.2 定期校验

供水监测系统的各测量设备应定期校验,以保证测量数值的准确性。压力传感器、水质传感器比较容易校准,而流量计都是安装在地下井室中,运行环境较差,标定较为困难。以流量计为例,说明供水监测系统的定期校验情况。

汉口地区于 2016 年完成了所有分区流量计的

安装工作。因为管网流量计安装的复杂性,汉口地区的分区流量计建设延续数年,造成部分流量计运行时间较短、部分流量计却已运行数年。因此,在 2016 年所有流量监测点建设完成后对所有流量计进行了在线标定,并对计量误差较大点位进行参数修正,标定结果如表 3 所示。

表 3 2016 年汉口地区流量计标定结果

Tab. 3 Flow meter calibration in Hankou district in 2016

%

编号	口径	原误差	校正后误差	备注
0101001	DN300	-1.72	-1.72	2% 以内不予修正
0101002	DN200	-1.86	-1.86	2% 以内不予修正
0101003	DN1 600	-4.19	0.52	
0101004	DN1 200	-2.38	1.31	
0101005	DN1 200	-0.06	-0.06	2% 以内不予修正
0101006	DN1 600	-5.48	0.04	
0101007	DN1 000	-1.04	-1.04	2% 以内不予修正
0101008	DN800	-4.64	0.52	
0101009	DN1 200	-4.02	-0.26	
0101010	DN800	4.63	-1.01	
0101011	DN800	-0.84	-0.84	2% 以内不予修正
0101012	DN800	1.52	1.52	2% 以内不予修正
0101013	DN800			地铁施工,闸门关闭
0101014	DN300	-0.68	-0.68	2% 以内不予修正
0101015	DN600	-0.80	-0.80	2% 以内不予修正
0101016	DN600		干标合格	不具备在线标定条件
0101017	DN800	-4.20	1.28	
0101018	DN1 200	-4.77	-0.62	
0101019	DN300	-0.29	-0.29	2% 以内不予修正
0101020	DN300			管道拆除
0101021	DN600	3.22	0.44	
0101022	DN300	-1.87	-1.87	2% 以内不予修正
0101023	DN1 000	-4.13	-0.46	
0101024	DN1 400	2.24	1.36	
0101025	DN1 200	-6.21	0.22	
0101026	DN800	0.55	0.55	2% 以内不予修正

4 系统应用

供水监测系统的建成,实现了水司内部对取水-净化-泵房-管网-用户整个供水过程的全面实时监测,并对生产、调度数据进行存储和分析。

4.1 提高供水管网动态感知能力,改进生产流程

供水监测系统可直接从水厂、增压站的生产过程控制系统中获取生产数据(流量、压力、水质参数和设备状态等),确保管理部门能够及时掌握各水厂、增压站等的运行情况,从而提高对重大事件的反

应能力,并能根据数据,科学地制定生产工作计划、改进生产管理手段,完善生产的应急预案。

4.2 对DMA分区治漏降耗起到重要作用

通过分区流量监测点的数据反馈,可对分区内计量供水量与营销水量实时对比,统计漏损率偏高区域,重点对该区域实施治漏降耗等管理手段,降低产销差。同时,将计量分区与基层管理单位的管辖区域相匹配^[1],可以清晰地明确管理责任,提升服务水平。

以汉口地区的E分区为例,根据DMA最小夜间流量跟踪分析结果,对DMA漏失水平进行评估,确定治漏降耗方案,综合采用主动检漏、加装减压阀、压力控制等手段,使E区的产销差逐年降低。

4.3 实现管网各节点供水压力的实时监测

通过压力监测点的数据反馈,对区域压力内最不利点及主要干管压力进行实时监控,结合历史数据分析管网动态情况,辅助治漏降耗工作,锁定漏损区域,并对突发爆管作出响应。

4.4 提高水质监测能力

供水监测系统提供了整个供水区域的水质实时监测功能,弥补了人工取样的时间滞后和范围有限的不足,提高了整体供水安全性。

5 现有系统升级、改进的方向

5.1 增加现场数据暂存及补传功能

供水监测系统的数据传输依赖通信企业提供的服务,不可避免地出现网络暂时中断的情况。后期将对系统进行改造,使之具有再次联网后补传中断数据的功能,保证监测数据的完整性。

5.2 统一时间标准

现有系统的各终端由网络提供授权时,各终端间不可避免地存在时间差,给准确计算DMA流量、分析管网压降造成了一定误差。为此,准备将其升级为由服务器每小时一次地向各终端授时,保证整个系统运行在同一时间标准下,尽量消除因时间不同步带来的计量误差。

5.3 改进供电方式

汉口地区的压力和流量监测点位同时存在市政供电、太阳能供电、微功耗电池供电三种方式,通过几年的运行对比,发现太阳能供电和微功耗电池供电具有较高的可靠性,故计划将未来出现故障的市政供电监测点逐步更换为太阳能供电或微功耗电池

供电。

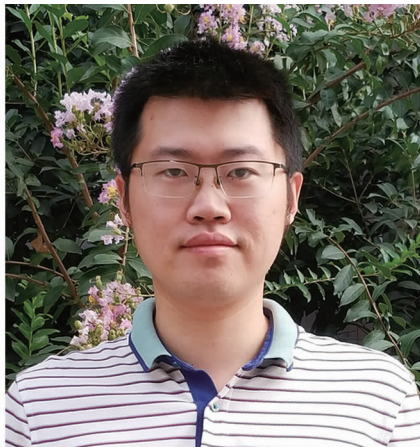
6 结语

目前汉口地区已通过安装流量计实现封闭分区计量,在供水系统稳定运行的基础上,汉口地区将根据已设置的五大管网分区形成水厂计量、一级计量分区、DMA分区、小区总考核表及单元考核表的五层级网络化分区计量格局。建立“点、线、面”集合的片区水量监控与分析机制。实行片区瞬时、小时、日、月水量分析,实现及时预警与处理。

管网治漏降耗是节约水资源,提高管网运行效率的重要措施,也是降低管网水质恶化风险的重要保障。目前汉口地区以治漏降耗为工作重心,从主动检漏、管网维护、压力控制、科学管理四个方面开展工作。下一阶段汉口地区将结合历史数据及资料,构建各DMA分区,融合新一代通信与信息技术,最大限度地发掘供水监测系统在管网治漏降耗中的作用。

参考文献:

- [1] 刘阔,赵顺萍,王璐,等.独立计量区(DMA)精细化管理研究和实践[J].给水排水,2017,43(5):117-120.
Liu Kuo, Zhao Shunping, Wang Lu, et al. Research on practice of fine management of district metering area (DMA)[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(5):117-120(in Chinese).



作者简介:李智力(1984-),男,湖北武汉人,本科,工程师,主要研究方向为城市供水管网的运行与维护。

E-mail:231234872@qq.com

收稿日期:2018-03-20