



基于分区计量的供水管网节水降耗系统的研究与应用

孙 飞 王 瑾

(北京市石景山区自来水公司, 北京 100043)

摘要: 在供水管网的起端、地势较低处、城中村等地区的供水管网中存在着供水水压偏大的情况, 过高的供水压力导致管内流速超出经济流速, 水头损失偏大, 同时当管网老化后, 高供水压力容易导致暗漏的形成, 且形成的暗漏的漏损水量也相对较大。综上所述, 供水管网中不可避免的存在着供水高压区, 这些区域的供水管网有着较大的漏损率和安全隐患。为响应国家节能降耗的号召, 本次研究以节水降耗为目的, 对石景山区地势较低的小区供水管网进行减压处理, 以此来降低小区供水管网的漏损率和爆管事故次数。本次研究选用了流量计-减压阀-压力计联动的减压方式, 通过居民的用水量来控制减压阀的开启程度, 并以最不利点的供水压力为控制条件, 使小区内的供水压力形成一个实时变化的曲线, 同时达到减压目的。通过一段时间的在线观测, 发现该控制方式大幅降低了小区供水管网的漏损率和爆管事故次数, 取得了较为满意的结果, 同时未收到居民对水压、水量变化的投诉, 该控制方式适用于供水水压偏高的老旧小区, 尤其适用于城市的拆迁地区及城中村。

关键词: DMA 计量分区 夜间最小流量 连续式压力控制

一、理论分析

受地下水侵蚀、地面扰动等因素的影响, 小区供水管网的漏损率逐年增高, 其中暗漏相对于爆管而言, 被发现的时间较长, 故暗漏流失的水量占漏损水量的比重较大。暗漏多发生在管道的接口处, 漏损点多为缝隙型小孔, 由小孔出流公式可知, 漏损水量由漏损点的形状、面积、供水压力等因素决定, 在无法及时修复漏损点的情况下, 主要考虑通过降低供水压力来减小漏损水量。

为保障居民的用水情况, 供水压力必须满足小区最不利点的用水需求, 当区域内普遍为 6 层结构的多层住宅时, 室外管网的供水压力最低为 0.28Mpa。当区域为城中村时, 室外管网的供水压力满足消防要求即可, 即最低为 0.1Mpa。而我国城市自来水管网的出水压力多为 0.3-0.4Mpa, 考虑到市政供水管网的沿程及局部水头损失, 大部分小区的可降压范围并不大, 故此方法有一定的适用性, 对于位置在供水管网的起端、地势较低处、城中村等情况的区域较适合。

另一个影响漏损率的因素为单位管道长度的供水量, 当单位管道长度的供水量较小时, 漏损率高。因此结合小区用水特性可知, 夜间用水低峰期的漏损水量占全天漏损水量的比例较高, 且夜间用水低峰期居

民用水量少, 管道内水的流速低, 因而管道的沿程及局部水头损失较小, 相对来说又提供了可降压的空间。

综上所述, 选择适合的区域, 有针对性的降低夜间用水低峰期的供水压力, 可以有效降低老旧小区管网的漏损率。

二、DMA 计量分区

供水管网区域计量分区 (District Metering Area, 简称 DMA) 是一种目前在国内外都比较认可的漏损控制方式, 尤其在国外很早就开展了 DMA 的研究和应用, 近几年, 在国内也开始关注 DMA 分区计量技术, 并且也做过一些尝试。本次研究实施的 DMA 计量分区, 是通过区域内夜间最小流量变化趋势的监测, 结合区域内管网、用户等背景资料, 综合评估区域漏损状况。借鉴国外的考核指标: 流量比 = 夜间最小流量 / 日均流量。根据已有的研究资料, 认为夜间最小流量占日均流量百分比大于 40%, 则此 DMA 管网存在漏失。

DMA 计量分区内用户的性质会影响区域内用水特征的变化, 更重要的是会影响夜间最小流量的取值和变化。对于居民用户来说, 一天的用水曲线是和生活习惯密切相关的。一天中用水最少的时候应该出现在夜间, 尤其是我们取用的“夜间最小流量”, 已经

· 北京水务普查 ·

基本排除了正常生活用水，更接近于管网中真实存在的漏损。非居民用户的用水情况，例如洗浴中心、大型医院、工厂等，会对 DMA 计量分区内的用水特征以及夜间最小流量的取值和变化产生影响，因此，在进行 DMA 计量分区的选择时，应当尽量避免或减少这方面的干扰。

三、实验工具的选择

1、流量及压力监测仪器

用于记录流量及用水量的工具为水表或流量计。由于本次研究需要取用的数据量很大，且主要集中在夜间用水低峰期（2:00-4:00），为使误差降低到最小，且减少工作人员操作强度，本次研究选用了远传型插入式电磁流量计，该设备每隔 15min 记录一次数据，同时具有测量并记录供水压力的功能。同样，最不利点（距离区域供水入口最远点）选用远传型压力监测仪器，压力数据每隔 15min 记录一次。

2、减压设备

减压设备分为比例式或可调式减压阀，通常设置于需要减压的区域入口处，由于阀前压力为市政供水压力，基本恒定不变，而枝状管网最不利点供水压力受区域用水量变化的影响，具有区域用水量小时，最不利点供水压力低，区域用水量小时，最不利点供水压力高的特点，所以为使节水降耗目的达到最大化，阀后压力不宜恒定。本次研究选用基于流量控制的连续可调式减压阀，该设备受阀后流量计控制，由水力驱动阀体开启程度，可以做到完全自动调节，且无需外接电源。

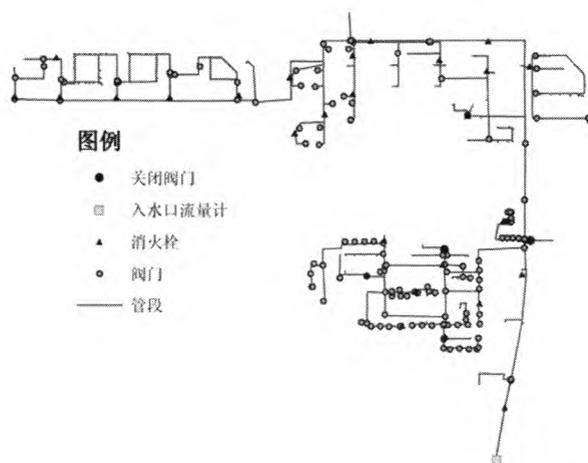
四、节水降耗工程实例

石景山区地处北京西部，全区地势西高东低，而自来水厂地处石景山区中部，为保障西部地区用水需求，自来水厂出水压力设为 0.35Mpa，因而石景山区东南部地势较低区域的市政供水压力达到 0.4Mpa，本次研究在此基础上选取了石景山区东南部某小区（以下简称 A 小区）。

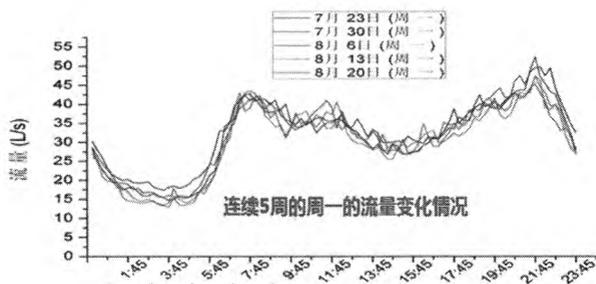
A 小区室外低压供水管网直供 6 层及以下用户，估算最不利点室外供水压力最低应为 0.28Mpa。小区引入管为一条 DN300 铸铁管，入口压力为 0.39Mpa，小区内供水管网枝状布置，管网总长度为 7198m，管龄超过 30 年，该小区地下管线错综复杂，部分上水管道敷设于暖气沟内，腐蚀严重。小区内有居民用户 4427 户，非居民用户有 1 所小型医院（无住院部）、3 所学校、1 座大型医院、1 个派出所、1 个城管大队。

通过前期的调查走访，大型医院为一路进水，并且有总表计量。小型医院、学校、派出所、城管大队的用水比较规律，并且在夜间的用水情况不多。因此，这些非居民用户对于评定整个 DMA 计量分区内漏损状况并不构成严重的影响。

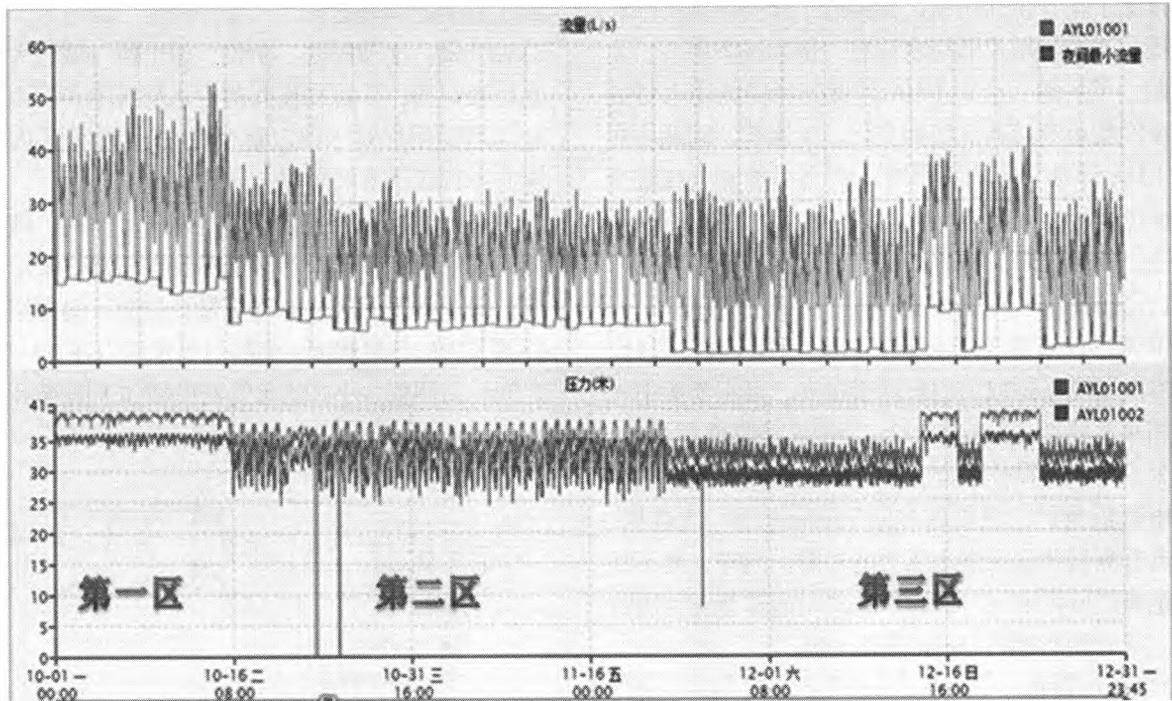
小区引入管处安装连续可调式减压阀，阀后安装插入式电磁流量计，小区最不利点安装供水压力监测仪。减压阀受插入式电磁流量计控制，根据用水量实时调节阀的开启程度，使阀后出水压力在 0.3-0.35Mpa 之间动态调整。小区给水管网模型如下图所示：



经流量计传回的数据绘制成下图，可见小区每天的供水曲线为“M”型，用水高峰集中在每天的 7:45 和 21:45 左右，用水低峰集中在每天的 2:00-4:00。在不减压的状态下，小区的夜间最小流量约为 14LS。



经过长期的连续数据统计之后，将小区的供水量和供水压力变化情况绘制成图，如下图所示：下图由上下两部分组成，上部分为流量-时间曲线，下部分为压力-时间曲线。统计周期为 2012 年 10 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日。



第一区为未安装减压阀时的状态，夜间最小流量约为 14L/S，小区给水管网入口处压力为 0.39Mpa，最不利点供水压力为 0.35Mpa。

第二区为安装减压阀后，采用固定减压方式，将减压阀出口压力由最初的 0.39Mpa 减至 0.32Mpa，此阶段夜间最小流量约为 7L/S。此时可以看到，减压阀后压力变化曲线和最不利点供水压力变化曲线均有大幅度的波动，这种状态容易形成水锤，对供水管网不利，且水压波动也给居民用水带来诸多不便。

第三区为采用连续可调式减压方式，减压阀后压力根据用水量变化在 0.3-0.35Mpa 之间动态调整，此阶段夜间最小流量约为 2L/S。此时可以看到，这种减压方式形成的压力变化曲线与未安装减压阀时形成的压力变化曲线较为吻合，对管网以及用户的影响最小。在 2012 年 12 月 16 日前后，为了检验设备的运行良好性，我们做了 2 次减压阀全开实验，可以看到用水曲线和压力变化曲线的两次升降变化。

根据流量计累计出的日用水量信息，可以求出 A 小区的流量比变化，由初始的 60.5% 降至 12.3%，达到了 DMA 计量分区的考核指标。（见下表）

以这个统计结果作为参考，A 小区的日节水量在 600 m³ 左右。需要指出的是，由于本次数据统计周期时间较长，本结论中未扣除因季节原因导致的日用水

DMA 计量分区	压力 (Mpa)	夜间最小流量 (m ³ /h)	日用水量 (m ³)		流量比
			工作日	双休日	
原始供水状态	0.39	50.4	2000	2200	60.5%
			1400	1700	
连续式压力调控状态	0.30-0.35	7.2	1400	1700	12.3%

量下降因素。

五、结论

在城市给水管网中的供水压力较高区域（供水管网的起端、地势较低处、城中村等），采用连续式压力控制方式，能有效的将管网漏损率降低至可接受范围内，同时对管网和用户造成的不利影响最小，可以达到节水降耗的目的。

参考文献

1. 给水排水设计手册 第三册 城镇给水
2. GB50013-2006 室外给水设计规范
3. GB50015-2003 建筑给水排水设计规范
4. 给水排水工程施工手册