



供水管网漏损控制分区装表计量技术

上海市北宝山自来水有限公司 张志明

摘 要 阐述了DMA技术方法和分区装表计量的管网夜间流量与管网漏损的关系,介绍了DMA技术的应用技术路线和实施方案。

关键词: 分区装表计量 漏损 夜间最小流量

目前,我国城市供水管网漏损问题相当严重。据全国城镇供水统计年鉴中的有关资料表明^[1],城镇供水管网系统中的漏损率普遍在15%~20%,其中有相当一部分城市供水系统的实际漏损率在20%以上。管网的泄漏不仅影响城市供水水质和供水企业的经济效益,而且造成水资源的浪费,危及城市建设安全。

1 上海漏损控制技术的需求

1.1 漏损控制缺乏合理的经济评价

目前上海市的漏损控制目标都是按照历史数

据来制定,缺乏对企业现状的分析和技术经济评价,没有合理的经济漏损目标。

1.2 漏损控制缺乏系统的规划和技术

虽然上海市供水行业在漏损控制方面做了大量的工作,但由于缺乏系统合理的漏损控制规划与技术,因此,对于潜在的漏损(如暗漏)未能有效地预防和控制。

1.3 漏损控制缺乏积极的措施

上海市供水企业年漏损水量超过4亿m³,经济损失超过3亿元,每年用于漏损检测上的费用几百万,由于缺乏积极的漏损控制措施,因此,造



成大量社会资源的浪费和企业经济的损失。

上海市供水企业的漏损率基本维持在 25% 左右,与世界先进水平还有很大的距离。为了有效地降低和控制漏损率,达到经济效益最优化,必须运用先进的漏损管理和控制理论,采用合理的漏损控制技术和措施,使企业走上可持续发展轨道。

2 分区装表计量技术

分区装表计量(District Metering Area,简称 DMA),是在配水系统中通过分区安装流量计,记录该水表计量范围内的不同时间用水量,用于分析和判断计量区域内的管网漏水量。装表计量的区域必须有明确的边界,被称之为分区计量区域。

在居民区或深夜用水量小的地区进行分区装表计量。深夜关闭该区域与外界连通的阀门,仅留装有在线流量计的旁通管,测出的夜间最低流量,可视为该区域内管网的漏水量。通过关闭区域阀门,对比流量变化,可确定漏损的管段。如果漏损量未超过允许值,则关闭部分阀门,缩小检漏范围,然后比较前后的最低流量。若流量不变或在允许值内变化,说明除漏损的那条管段外其余情况正常。若流量较大,则表明该管网有漏水。用此办法,可逐步把漏水点缩小在两个阀门之间的管段上,然后用听音法仔细检漏,确定漏水的位置。分区装表检漏法又可分为直接区域检漏与间接区域检漏。直接区域检漏,就是在测定时除了关闭所有进入该区的阀门(不包括检漏水表)外,还要关闭所有用户水表前的进水阀门。测得的流量,就是此时该区域内管网的漏损水量。间接区域检漏,就是在测定时关闭所有进入该区的阀门(不包括检漏水表),但不关闭用户的进水阀门。测得的流量,包括管网漏损水量以及用户的漏水量。间接区域测定法是利用排队理论,即不是所有用户同时用水,某一时段可能用水量很少甚至无用水量。在深夜,生活用水地区此机率很大。用户数越多,持续用水时间越长,则平均不用水时段越少,这也是制约区域大小的一个因素。该方法在实际中较常用,准确性较高,但操作复杂。分区装表检漏法特别适用于单管进水的居民区,在进水管安装水表,且水表要考虑小流量时仍有较高的精度。

目前,使用听音法是确定漏水点的较为有效的手段。随着新技术的开发,微电子技术和器件成本的降低,仪器装备成本也会下降。但由于听音法的测试范围小,所以要全面检查一个区域,

需较长时间,人工费用亦昂贵。随着计量仪表的发展,尤其是智能化数据传输的方便,使区域检漏法更易使用。

近年来,漏损监测技术发展迅速。“不间断夜间流量监测”是目前较为广泛使用的一项漏损监测技术。不间断夜间流量监测是对每个小区的夜间流量作定期且不间断地监测,观察流量的变化。若夜流量超过某个范围,则应开始对漏点调查、监测、分析和定位。

分区装表检漏(DMA)技术在英国已经应用多年。它采用一些先进的技术来设计测试区域和确定管网与阀门。其原理是:逐步关闭每根管段的阀门,以缩小区域,同时注意水表流量。流量的突然变小,则表示刚关闭的管段上有漏损水量。

2.1 分区漏损监测系统的设计目的

① 把配水系统分为多个分区计量区域(DMA),每个区域有清晰、稳定的边界,使进入该区域的夜间流量能够准确计量,确认和检测爆管和漏损的位置。

② 对每个 DMA 或一组 DMA 进行压力管理,保证管网在最优压力下运行,也就是说,分区漏损监测系统包括一定数量的 DMA,而在 DMA 进水边界设置长期的流量计以计量流量。为了降低区域中的漏水量,必要时,这些水表处还需安装减压阀。

2.2 分区装表计量能够发挥下述作用

① 当管道破裂发生时,可以快速发现和确定区域,迅即查找破裂管道,减少检测时间;

② 能够识别比较小的管道破裂(例如单一进户管破裂);

③ 可以把 DMA 区域漏损率维持在一个比较低的水平。

3 DMA方案设计依据

3.1 设定管网经济漏损水平

供水企业应按照一定标准设定经济水平漏损率,对每个计量区域进行对照。这就决定了分区 DMA 漏损控制对策的类型、区域面积的大小、用户数及员工的配备。设定目标的主要因素是分区计量区域的大小和设定的漏损控制水平。

3.2 DMA区域划分的合理范围

分区计量区域大小以用户的多少来表示。城市中典型分区计量区域的大小在 500~3 000 户之间。在非居民用水集中区域一般小于 500 户,而在乡村地区一般会大于 3 000 户。个别 DMA 的大小



也可以改变,这将取决于环境因素和管网特性。

密集城市的分区计量区域,可能大于3000户。而农村的分区计量区域由于用户分散,所以DMA在地理上比较大。如果一个分区计量区域超过5000户,那就难于查找最小流量数据或者小的管道破裂,而且也很难确定漏点。当然,大的分区计量区域也可以用临时关闭阀门,分为两个或多个分区计量子区域,便于每个子区域查找漏损点。但是子区域阀门的设置,必需在设计阶段就予以考虑。实践中,DMA分区大小范围一般分为三种等级:

- ① 1000~3000户,中等DMA;
- ② <1000户,小的DMA;
- ③ 3000~5000户,大的DMA。

3.3 管网水质因素

分割DMA时需要关闭一些边界阀门,这将在管网中产生死水,易引起用户对水质的投诉。当然定期的冲水可以缓解此矛盾。也可以在边界处的两个阀门中间,设置一个消火栓;或在一个阀门的两侧,安装两个消火栓。这也便于检测边界阀门的工况。

4 管网模型应用

边界阀门的关闭和水表的安装,对整个配水系统设计和运行的影响,应予充分考虑。如果系统压力在最优化状态下运行,那么,此影响就特别明显。管网模型的主要目的,是提供一个可理解的系统运行模型。例如,需水量变化导致的流量、压力变化,可先对边界阀门关闭进行系统模拟和校对。管网模型可以调整规划,确定对于边界是关闭阀门还是安装水表。

管网分析的作用是为决策提供帮助,例如^[2-3]:

- ① 哪些阀门应关闭(反之亦然);
- ② 管网中减压阀设置;
- ③ 阀门关闭引起的流量减小或压力降低;
- ④ 为消除流量反向或低压地区是否需要重新划分区域;
- ⑤ 高漏损率地区的水力状态分析。

通过管网模型,可以确认穿过DMA边界的流量,根据流量来决定是安装水表还是安装阀门,而小流量的管段就没必要安装水表。同时也可以为解决高峰用水、季节影响、临时断水(如干管敷设和维修时的阀门关闭)等问题,提供帮助。

所有DMA分区明确后,运行模型再对系统流量和压力进行校核,以确保系统压力、流量符

合服务标准。当然建立管网模型要做大量的工作和实地测量,需要花几个月时间。而为一个完整的校核模型去推迟DMA设计和安装是不现实的。实际中,管网分析和DMA的设计、安装是可以同步的。

系统若显示阀门可关闭,需进行24h以上的关闭核对(最好是7d),以便进行压力测试。如果发现问题,那么必须安装水表。管网模型也能用于系统压力影响预测,可以对高峰用水(阀门关闭情况下)或未来用水(考虑季节影响)进行预测。同样,也可以通过模型来检查安装水表导致的水头损失影响,特别是低压地区。

模型若显示可能产生供水问题的区域,则整个DMA边界需重新进行规划。仔细地规划和检查过程,错误的规划和安装将导致管网运行问题和投资浪费。

5 建议

通过DMA管理和实践,我们发现在漏损控制过程中,除了系统的特征(包括基础设施水平、压力水平等)以外,还需要考虑和重视以下几个问题:

- ① 计量设备的准确性,可影响漏损控制措施的效果,从而增加控制费用;
- ② 做好客户用水管理工作。实践中,水表抄见率低会引起水量平衡的误差和漏损水平的误解,导致错误的经济漏损水平计算和漏损控制活动费用的浪费;
- ③ 在区域漏损管理的实践中,还缺乏对于输配水管网($\geq$ DN300)的漏损控制,有条件的供水企业能考虑将其纳入DMA管理中,虽然可能导致一次性费用的增加,但从长远的漏损管理来讲是有益的;
- ④ 为便于记录和监测流量数据和压力数据,所有DMA流量仪和大用户水表都可采用远传系统,做到实时监控。

参考文献

- [1] CJJ92-2002,城市供水管网漏损控制及评定标准。
- [2] 严熙世,刘遂庆.给水排水管网系统.北京:中国建筑工业出版社,2002。
- [3] 赵洪宾.给水管网系统理论与分析.北京:中国建筑工业出版社,2003。