



供水管网漏损率调查分析与降耗措施初探

李 斌 王 巍 曾庆红

摘 要 本文详细介绍了南阳市自来水公司对市供水管网漏损率的调查、分析及降耗措施，为降低城市供水管网漏损率提供了经验。

关键词 供水 管网 漏损 降耗措施

南阳市自来水公司始建于 1966 年。截止目前,已拥有以地下水为水源的净水厂 4 座,三级加压泵站 2 座,水源井 77 眼,日供水能力 19 万 m^3 ;共敷设 DN75 以上供水管线 298km,管网供水服务面积为 42.8 km^2 ,供水普及率为 95%。但是近年来,由于种种原因,管网漏损率居高不下,且呈上升趋势(1998~2002 年漏损率分别 33%、33%、30%、41%、42%)。为此,公司组织专业人员协同 4 个营业处、校表站、检漏中心、维修处等单位,查询相关专业资料,分析管网漏损的诸多因素,提出一些降低漏损的措施。

1 管网漏损技术分析

1.1 制水计量的管理

水厂输送的成品水是以出厂水流量计量为依据的。目前,第一、二水厂各安装超声波流量计 2 台、三水厂安装超声波流量计 1 台(均为国产)。在公司,在流量计的精度上,一直存在争议。它的校验是以每年在国家质量监督检验检疫总局授权的开封国家水大流量计量站检定便携式超声流量计为准,只检定 DN800 口径及误差系数,以此再校核各水厂安装的固定式超声波流量计。由此可见,制水计量的误差存在于:

1.1.1 由于超声波流量计安装管道口径不一和反复误差的重复性可能造成流量计计量的不准确。

1.1.2 超声波流量测量精度只优于 1.0%。它利用的是超声波传播时差原理,使用时需输入管道外径与管壁厚、材质等主要数据。但是,由于各水厂出厂管管材使用年限及质量不一,管外径及壁厚不同,不能准确输入基础参数,从而造成计量误差。

1.1.3 西水厂(市区补水井)单井出水未能安装计量仪表,只靠便携式超声波流量计每月抽测流量取其均值确定其出水量,不能准确计算单井流量。

1.2 销售水量管理

在供水量真实准确的前提下,售水量越大,则漏损率越小。因此,售水量的大小也是直接关系到漏损率高低的因素。经统计,公司现拥有用水户 3 万多户,其中安装大表的集中用户 2000 余户(水表口径在 DN40 及以上);小表 3 万多户(居民用水,水表口径 DN25 及以下),售水量约 5400 万 m^3/a ,产销差率平均为 45%。影响公司售水量的主要因素有:

1.2.1 用户水表(结算水表)不准确。结算水表应与水费的收取相对应,如果流量不准就会直接影响销售收入。在公司,95%以上的大表能做到定期鉴定。但是,长期以来由于大表安装不规范,部分水表未加装伸缩器,拆装不便及交通工具的落后,只能校验表芯,未能整表检定,这样,运输、安装时的震动造成校验后的水表可能再次出现计量误差。同时,部分老城区居民水表安装管道腐蚀严重,拆换水表势必造成管道断裂与交纳水表校验费的争议不决,造成小表流量鉴定、校验未能完全正常进行。因此,结算水表计量准确率很低。

1.2.2 水表抄见率偏低。由于用户所在环境的复杂,水表被堆压、遮盖现象比较严重,或是水表安装在户内,而用户又不经常在家,影响了水表的抄收。在这方面,公司已加大管理力度,定下了抄表率达 100%的硬性指标,并采取各种有效措施,目前水表抄见率达



到 99%以上。

1.2.3 小流量计量损失水量。由于历史原因，城区内部分水表口径偏大，但用水量却很小，出现“大马拉小车”的不匹配现象。用户已发生用水，但水量未达到水表的始动流量，造成水表指针不动，读数不走，因此造成计量漏损。

1.2.4 黑表及窃水严重。这类窃水行为，在居民区时有发生。这些居民因其本身的素质低，自觉管理意识差等问题进行私装管道，表前接水，或是擅自拆装水表，造成水表计量不准，致使有效供水量变成无效供水，增加漏损。

1.3 未收费有效水量的管理

未计费用水量一般占到无效供水量的 3%~4%。主要表现在：

1.3.1 消防耗水。一旦发生火灾，消防栓敞开供水，包括扑火用水及现场流失的水，耗水量是巨大的。这些都是政府指令的特殊用水，耗水数量至今没有记载，因此加大了损失水量。

1.3.2 环卫绿化用水。随着城市建设及管理水平的提高，环卫、绿化用水逐年递增。目前，公司在城区新建加水站 4 个，但由于管理不善及环卫绿化部门的省事思想，在道旁消火栓上加水时有发生，这些水量的不计量造成漏损。

1.3.3 管道施工及维修用水。供水管网逐年需敷设新管道，改造旧管道，发展新用户，均耗用大量的水。包括：管道竣工后灌水试压和冲洗管道用水及正常管道维修时的损失水量。

1.3.4 城区拆迁的管网漏损。近年来，道路拓宽及老城区拆迁，房地产开发火爆，但是由于拆迁旧房的居民不可能同时搬迁，地下支管不能废除停水，经常出现漏水及施工部门偷水。

1.4 配水管网漏损

1.4.1 部分供水干管陈旧老化。南阳市供水系统始建于 1965 年，目前已运行 35 年以上的管网近 40km。这些管网由于年代久远，一方面受管道内氯腐蚀，产生化学反应，管壁变薄；另一方面，管外壁受地下污水、臭气侵蚀，且供水管线安装之初防腐质量不高造成管外壁脱落。在金属管道中的钢管和镀锌钢管上表现在管壁锈蚀严重，抗内外压能力降低；在非金属管道中的钢筋混凝土管道上表现为钢筋保护层受侵蚀，钢筋抗拉性能受损，接口处橡胶圈失去弹性，易发生渗漏，从而造成漏损。

1.4.2 管材性能因素造成的漏损。公司成立之初，受原材料的限制，在老城区使用了在 20 世纪 70 年代已淘汰的石棉水泥管和 20 世纪 90 年代建设部强令禁止使用的自应力钢筋混凝土管、铸铁管、镀锌钢管等。由于上述管材自身的严重缺陷，铸铁管受拉应力影响，环向、纵向均易出现断裂，发生漏水事故。镀锌钢管主要是受腐蚀，老化严重，接口管箍断裂及管身锈蚀剥落，管壁变薄，出现漏水。钢筋混凝土管则主要表现在接口胶圈老化，水压过高被冲出与钢筋抗拉强度受损管身易出现环向裂缝引发漏水。目前，我们在居民区仍使用小口径硬聚氯乙烯管，由于其管壁较薄，抗外压能力不足，加上施工时保护措施不得力，管身易断裂，也经常发生漏水事故。

1.4.3 新敷管道存在质量隐患。目前，由于供水管道安装及维修上的工程管理体制、管理方法、模式和施工人员质量意识等因素，未严格按施工规范操作，使部分新敷供水管线或多或少存在安全隐患。这样，老管网漏损问题亟待解决时，新建管线的漏水可能已有



发生,从而形成恶性循环,这也是漏损率逐年上升的主要因素。

1.5 其他

1.5.1 随着公共供水量的迅速增长和城区面积的逐步扩大,部分配水管线口径较小,管内流速过高,易形成管网水锤现象,从而造成管道损坏漏水。

1.5.2 管线上部外荷载过大造成地下管线损坏。随着城区内部分道路相继加宽或变坡,造成管道中心位置由人行道移至慢车道或快车道、管道覆土厚度降低,受机动车辆的长期碾压,使得部分地下管线产生开口或裂缝。也有些地段没有探查好地下供水管线而盲目施工,使得管道受到振动,或覆压了管线而不加以保护,从而使管线受压后开裂,造成水的流失。

1.5.3 供水管道不均匀沉降造成管网漏水。当管道敷设位置的土质存在差异时,管道自重和外部荷载就会使管道产生一定量的不均匀沉降,尤其当管道接口为刚性时,管基又未得到良好的处理,管身环向断裂引发漏水的几率更大。

1.5.4 管网附属设施管理不善漏损。长期以来,由于缺乏详尽的地下管网资料,管网阀门未能及时更换填料,反复启闭阀门造成阀体压盖处漏水。同时,城市消防栓的损坏也造成漏水事故屡有发生。

2 降低漏损率的途径

治漏降耗是供水行业当前面临的一项十分紧迫而艰巨的任务。管理是基础,检漏是关键,管网改造是长远性的基本措施。根据以上分析,结合公司供水实际情况,针对管网漏损的四个主要方面,提出降耗措施如下。

2.1 改进出厂水计量设备,提高计量精度

鉴于目前无法根本解决固定式超声波流量计(国产)的计量误差,建议:

2.1.1 新增电磁流量计 1~2 台(精度为示值的 $\pm 0.2\% \sim 0.3\%$),与原超声波流量计同管安装,长期校核原超声波流量计精度,核实误差系数以调整原各超声波流量计计量水量误差。

2.1.2 由于原国产便携式超声波流量计使用年限已久及误差的不可逆性,需新置进口便携式超声波流量计 1 台,定期在国家授权机构进行检测,以此与新安电磁及原超声波流量计产生数据对比;同时,增加对西水厂单井供水水量监测次数;以确保出厂水计量精度。

2.1.3 加强对水厂流量计操作系统的及密码设置的统一管理。

2.2 加强水表管理,实行水表首检、强检及整表校验制度

2.2.1 严格执行国家质量监督总局制定的 DN20 及以下水表首检和 6 年强制报废更换及工业用表每年强制检定制度,减少表芯长期运行顶针磨损造成的计量误差,杜绝新安水表及用户自行更换水表的未检安装状况。

2.2.2 由公司出资,每年安排 DN20 及以下小表表芯更换数量,控制在 DN20 及以下水表总量的 5%为宜,约 1730 块/年。

2.2.3 严禁新安小口径水表使用一次性水表。对正在使用的一次水表,由营业处核定其数量,每年以 20%~30%的比例强制更换。

2.2.4 改善各营业处交通运输条件。对 DN40 及以上口径水表实行整表校验制度,减少因交通不便造成只校表芯时运输震动造成的误差。

2.2.5 加强新楼用户需水量审定工作。由设计部门根据其用水量控制安装水表口径，避免始动流量小造成水表不计量状况的发生。

2.2.6 积极推广新型不可逆及高灵敏度水表，改变目前水表使用中“滴水不走”的现象，降低因此造成的漏损。

2.3 完善公共用水管理制度、杜绝浪费、提高节约

2.3.1 加强管网附属设施（消防栓、阀门）等的管理，实行不定期巡查，以减少不计量加水及群众自行关闭阀门私拉乱接管道现象。

2.3.2 向社会实行有奖报漏制度，并充实维修力量及设备，严格按照社会承诺服务时间要求，区分大小漏点及时维修。同时，对新建管线灌水试压、冲洗实行水量计量或估量。

2.3.3 通过新闻媒体向社会宣传制水工艺、成本及水资源匮乏现状，提高全民节水意识，杜绝公共用水不必要的浪费。

2.3.4 对老城区拆迁产生水的漏损，应区别地理区域由营业处归口管理，并委派专人巡查、专人维护。

3 加快老管网改造步伐，降低管网漏损率

老管网改造是一项长期而又艰巨的任务。按照国家有关规定：对 DN75 及以上管网每年更新率不低于 1%，对 DN50 及以下管网每年更新率不低于 2%。依此计，公司每年应改造 DN75 及以上和 DN50 及以下老管网长度分别为近 3.0km 和 6.0km，改建管线口径可根据城区发展规划拟定。因此，对于老管网改造提出如下建议。

3.1 根据公司实际情况，年初应拟定老管网改造口径、长度

按照先高漏耗区，后低漏耗区；先镀锌管、自应力钢筋混凝土管，后铸铁管；先高压区，后低压区的原则对供水干管逐年改造。集中住宅小区的老管网改造应与当地居委会、群众协商，实行规模性改造，以求改善供水水质、提高供水水压、降低漏损。

3.2 加强管道设计管理，提高设计人员素质

管道工程设计、施工是漏损控制的一个重要环节。若设计中没有合理配置排气阀、伸缩器等附属设施，则有可能导致管道本身及接口的破坏；管材材质选择不当，则易造成管道老化严重及管身断裂；管基处理不力，则将造成管身不均匀沉降，接口渗漏；阀门型号使用不适，可能会对管网维护造成困难。因此，要求设计人员深入实际，调查第一手资料，不断学习新知识，提高业务能力，狠抓勘察设计质量，严格实行设计互审、会审、审核的“三审”程序，保证管道工程设计工作系统化、标准化、科学化并全面设计采用新管材、新配件。

结合公司实际，拟定设计管材使用原则如下：

3.2.1 $DN \leq 300\text{mm}$ 的，使用高密度聚乙烯（PE）管材，增加管道抗外压强度，缩短施工周期，特别适合于小区及过路管安装。

3.2.2 $300\text{mm} < DN \leq 500\text{mm}$ ，使用硬聚氯乙烯（UPVC）管材或玻璃钢管，既不使用起重机具，又可降低劳动强度，适合于城区内道路红线已形成的管网改建工程。

3.2.3 $DN \geq 600\text{mm}$ ，使用国家推广使用的球墨铸铁管材，增加管道安全性，适合于出厂管及重要干管的新建、改建工程。

同时，拟定设计阀门使用原则如下：



(1) $DN \geq 300mm$ 的阀门, 使用法兰式蝶阀, 降低操作时的劳动强度, 便于管网维护、管理。

(2) $DN < 300mm$ 的阀门, 使用铜杆暗楔式 (Z45T-10) 闸阀, 减少阀门漏损, 增加使用寿命。

3.3 狠抓施工质量, 实行无隐患的工程管理

针对公司目前施工管理现状, 应提高工程施工人员、管理人员的素质, 合理安排施工工期, 实行项目经理制度, 科学管理, 严格按施工规范完成每一道工序。加强工程核算, 引入“经营工程”理念及“成本管理”思路, 以使工程施工组织科学, 措施得力。

同时, 在管道工程施工、维修中, 引入监理机制, 严格按《给水排水管道工程施工及验收规范 (GB50268)》的规定监理, 加强施工验收制度, 从而减少、杜绝不合理的设计、不合格的材料、不规范的施工造成的管道漏耗隐患, 并逐步形成具有公司特色的管道工程设计、施工体系, 确保竣工的每一项工程都 100% 合格, 并无任何安全隐患, 配合老管网改造工程项目启动、实施, 使我公司的漏损率从恶性循环逐步走向良性循环的轨道。

3.4 加大管网管理力度、对现有阀门、消火栓进行普查、编号、分类, 成立管道附属设施管理小组, 由专人定期巡查阀门等, 定期加装填料, 减少阀门漏损水量。

3.5 考虑新增管网测压点 2 个, 测流点 2 个, 并着手探讨管网供水模型, 进行水力工况分析, 优化管网调度, 及时发现情况并提高管网运行能力。。

3.6 逐步完善管网资料, 适当时机组织管网普查, 建立 GIS 管网地理信息系统, 对管网及附件进行准确定位。

目前, 公司存在的漏耗问题一直困扰着公司的发展, 并出现亏损局面。随着减亏、扭亏任务的加重, 控制管网漏损率显得更为迫切。努力降低漏耗已成为公司全体员工的共同目标。从水厂制水, 送水到营业部门售水收费; 从管道工程设计施工到管网运行、维护, 每个员工, 每道工序都要成为降低漏耗这个系统中的一个环节。我们坚信: 在公司领导的正确带领下, 统一认识, 通过全体员工的共同努力, 逐步形成一个职责明确、协调配合、调度合理、高效低耗的自我完善系统, 必定能使供水漏耗控制在一个合理的限度内 (通过计算及系数调整, 我公司漏损率应为 12%), 使整个公司的供水系统管理走上良性循环的轨道。