

上海供水管网概况、问题及对策

郑小明¹ 姚黎光² 宋仁元³

(1 上海市自来水闵行有限公司 201100 2 上海市自来水市南有限公司 200001

3 中国供水排水协会 200086)

摘要 通过对上海供水管网的长度、材质、接口、内衬、布局、漏损、计量、施工和管理等简要介绍,简要反映了上海供水管网的发展和现状,并从管网的爆管、水质和漏损入手,分析存在的问题,提出了一些解决对策思路,了解上海供水管网的一般情况。

关键词 供水管网 爆管 漏损 水质 对策

Abstract This paper generalizes the current state and development of Shanghai's water supply system, by means of briefly introducing the length, materials, joint, liner, leakage, measurement, construction and management of Shanghai's water supply system; on the base of investigating the pipe explosion, water quality and leakage it also analyses the existing problems and initially provides some corresponding solutions, therefore, we can learn Shanghai's water supply system.

Key words water supply state, pipe explosion, leakage, water quality, water supply policy

1 上海的供水管网简况

上海的供水管网是指约 984km² 范围内中心城区 4 家自来水公司的管网。

1.1 管网长度——上海供水管网是十九世纪末建立并在二十世纪初形成的,1883 年 8 月第一根 DN500 输水管从杨树浦水厂输水;上世纪五十年代开始进入稳步增长的态势,最近的大发展是在九十年代开始,一直延续至今,这一时期管网长度增长迅速,从 1994 年到 2004 年的 10 年间管网长度增加了一倍,目前长度已达 10000km。(见图 1)

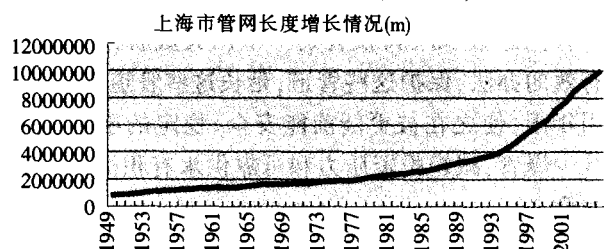


图 1 1949 年~2004 年上海管网长度增长曲线图(DN75 以上)

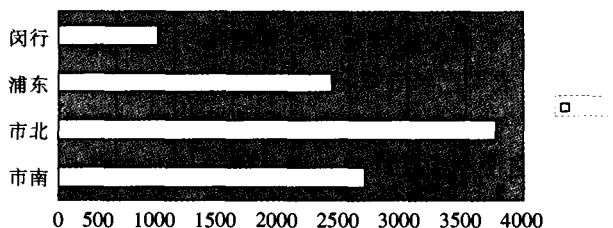


图 2 2004 年四家自来水公司 DN75 以上管网长度

1.2 管道材质——九十年代以前的一百多年内,

DN75 以上主要以铸铁管为主, DN50 以下的则是镀锌钢管。七十年代试用过少量预应力水泥管。随着材料技术发展,九十年代开始 DN75 以上管道普遍使用球墨铸铁管; DN50 以下使用衬塑镀锌钢管、UPVC 及 PE 管,超大口径的仍以钢管为主。目前 DN200 以下 PE 管正在得到推广使用。

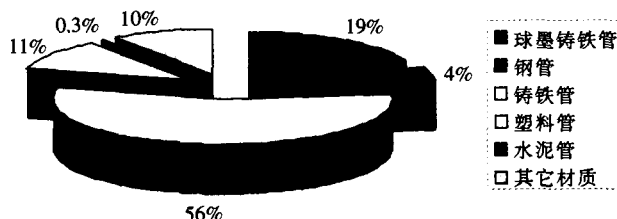


图 3 2004 年上海市 DN75 以上管道材质比例

1.3 管道接口——早期的铸铁管接口以青铅为主,五十年代初使用石棉水泥刚性接口, DN500 以上管道使用胶圈石棉水泥接口,少量使用过胶圈膨胀水泥接口,九十年代胶圈滑入式柔性接口普遍使用,目前所有的球墨铸铁管都采用胶圈滑入式柔性接口;钢管接口采取焊接方式;UPVC 管采用胶圈滑入承插接口;PE 则有热熔对接和承插等方式。

1.4 管道防护——六十年代以前的管道内防护主要采用沥青,从 1967 年 7 月开始普遍采用水泥砂浆内衬,也使用过环氧煤沥青作内防护涂料。上海杨树浦水厂 100 年以前就曾使用水泥砂浆作管道的内衬材料。目前金属管道的内衬全部是水泥砂

浆,最近我们在原水输水管内衬上试用了环氧树脂;管道的外防护方面球墨铸铁管采用喷锌加环氧煤沥青涂层,钢管则以多层环氧煤沥青加布缠绕。在阀门的涂装上已经全部采用静电喷涂环氧树脂防护。

1.5 管道施工——管道施工目前主要以机械化开挖路面施工为主。从2002年开始,一些新的施工技术逐步得到了应用,主要有非开挖排管和非开挖管道修复,如非开挖水平定向钻穿管施工技术、逆反转环氧树脂衬里技术、胀碎穿管置换施工技术、不锈钢衬里修复技术、小口径喷砂除垢环氧树脂涂衬技术等。管道的抢修技术已经具备较高的应用水平,大量使用抢修机械化设备以及抢修专用材料,一般各类口径的爆管抢修都能在24小时内完成。

1.6 管道布局——上海的管道布局有其历史的原因,其间有三次大的变动,第一次是在五十年代中期,由5家自来水企业合并成“上海市自来水公司”,管网分成浦东和浦西两片,浦西片将原来四家自来水企业分别独立的管网连接成一个大的供水管网系统,整个系统基本是网状形态,有较好的供水安全性和输配互补功能;第二次是在1999年,因政府对供水企业的管理体制改革,原来的一家公司分成4家公司,管网通过阀门控制分成4个计量独立的供水区域,每个供水区域又通过电磁流量计分成若干个计量区,如闵行公司分成2个计量区域;第三次是2004年,政府推进郊区供水集约化进程,宝山区和部分青浦区、松江区、浦东新区划入中心城区自来水公司管理,管网和四家公司联通。

1.7 管网管理——管网管理主要是维护管网的安全可靠运行,上海的管网档案资料经过120年来的不间断的收集整理,能提供比较完整详实的地下管线情况,在1998年曾初步建立起管网的GIS和水力模拟模型。目前浦东、市北两家公司正在重组他们的GIS系统,市南公司和闵行公司正致力于管网图档的数字化。过去的几年上海各自来水公司通过对地下管线阀门的更换,改善阀门的状态,提高阀门的操作可靠性,确保爆管时能紧急关闭,目前我们能做到各类爆管等应急操作半小时内到现场,2小时内关闭止水,可最大限度地减少爆管带来的损失。大口径阀门以硬密封蝶阀为主,DN300以下的已普遍使用软密封闸阀,DN50以下则用球阀为主。

1.8 漏损控制——上海是我国最早开展管道漏损检测的城市,早在1911年自来水公司就建立了检漏制度,使用区域检漏法和音听法检测漏水,四十

年代已经有电子管的检漏仪和巡管仪,曾经拥有一批技术精湛的检漏技术员工,上海为自来水行业检漏技术发展做出过贡献,走在全国的前列。九十年已经普遍使用电子仪器检漏,目前Permalog等检测仪器已经在市北、浦东公司应用于检漏和分析管网动态。每年各个公司都会安排对地下管网进行检漏。

2 上海供水管网存在的突出问题及对策思路

上海的供水管网存在着一些问题,其中社会影响较大、市民反响较大、对供水企业经济损失较多的可归纳为三个:

2.1 管道爆管给城市安全带来较大危害

管道爆管成为上海城市供水一大隐患,不断发生的爆管特别是特大型爆管对社会危害广,经济损失较大,社会影响不好。上海城市供水管道爆管由来已久,有些是因为使用了质量较差的铸铁管,更多的是施工质量不好以及城市地面的不均匀沉降和位移造成的,四平路在1977年排设了一根DN1500的铸铁管,由于之后紧贴这根管道旁更深入排设了大口径的下水道,采用井底抽水,土体沉降位移,在1982、1985、1986年分别发生了三次大爆管,1987年将该管更换成钢管,但尚余400m没换的部分在2002年又发生了第四次大爆管。另外,每年的冬季是爆管的高发时期,这一时期集中了全年爆管总数的60%。

近几年随着球墨铸铁管的普遍使用,管材质量提高,以及重视施工质量,从长远来讲对减少爆管能起到积极作用,但上海近20年正处在前所未有的大发展时期,楼宇建筑、城市基础设施、地下各类工程比比皆是,局部土体的不稳定因素增加,对目前占地下管网总数56%铸铁管是一个巨大威胁,如何采取有效的办法,保护这些管道,延长这些管道的安全使用年限,使之在被更新前能安全、稳定的服役,这对减少爆管,减轻投资压力和可靠供水有积极的、现实的意义。

2.1.1 充分认识上海地区管道爆管的成因。

从上世纪八十年代开始,当时的上海市自来水公司就着手研究爆管成因,并取得了一些重要的成果,这些成果已经在实践中应用并取得成效,如开始使用较好的球墨铸铁管取代普通铸铁管;管道接口已经普遍使用柔性接口;通过增加压力监测点以使调度系统更有效和安全地进行输配;我们充分认识到在长距离输水中分段增压的安全效应和节能效应,并使上海中途增压泵站和水库泵站增加到近

100 座,这不仅使管网压力更趋平缓均匀,还使昼夜供水趋于平衡。

但要看到,八十年代以来的管道施工存在较多的质量缺陷,城市的大规模建设使地面不均匀沉降情况严重,管理薄弱使外力对管道的损坏增多,这些因素不可低估。可以这么认为,上海管网现状的管材和接口是先天不足,施工质量和地面的不均匀沉降是后天失调,气候、压力及外力破坏是直接诱发因素。

2.1.2 由被动抢修为主动发现,探索减少管网爆管危害的途径

以往我们应对爆管的主要注意力集中在爆管后的及时止水和尽快抢修,这些都非常被动;主动发现就是通过强化对管网压力动态变化的监测和对管网微弱变化信息的捕捉和分析,在爆管发生的第一时间及时报警发现,上海市北自来水公司正在开展这方面的研究;及时止水,减少损失靠的是快速止水,这几年通过使用操作性能优异、转数少、密闭性好的硬密封蝶阀,止水速度大大加快。

2.1.3 变刚性管道为柔性管道,是减少管网爆管的有效措施

在上海现有管网中由于还存在大量钢管焊接接口和铸铁管的石棉水泥刚性接口,这些管道受气温影响、地面不均匀沉降及压力、外力等其它诱发因素容易产生爆管,如果象对四平路 DN1500 那样对全市的易爆管道全部进行更换,市政条件和资金都不可能,如对其进行技术改造,延长这类管道的使用年限,既可减少爆管,又可减缓更换管道的经济压力。

改造思路

改造思路是将整根刚性的管道通过加装柔性接口伸缩节,使之局部柔软,可释放不均匀沉降、位移引起的集中应力,还可对管道纵向收缩进行补偿。

·利用更换阀门、分支开口、维修等施工机会加装柔性伸缩节,使管道由全线刚性变为局部柔性。这种方法目前已在全市各水公司实施,对改善管网安全网状态起到了很好的作用。

·在高危地段截断管道释放应力,再加装柔性伸缩节。如四平路 DN1500 铸铁管、沪太路 DN1800 钢管等。靠近供水管道的市政地下施工以前,先采取预防措施,加装柔性伸缩节。如南浦大桥建造时,我们对桥旁的 DN700 管采取了这种措施,非常有效;在制造局路下水道施工时我们也是采用这种方法保护 DN600 自来水管。

2.1.4 进一步优化调度理念。管网调度压力信息采集可由管网关键点压力反馈延伸到最不利点用户(水箱)压力反馈,在满足最不利点压力需求的前提下,适当降低管网压力可明显减少爆管发生的机率,也可减少漏损。调度压力控制可由现在的人工控制进一步优化到电脑辅助控制和自动柔性控制,使管网运行压力更柔顺平和。

2.1.5 要给管网有透气喘息的地方,这是一个值得引起重视的问题。上海的 10000 km 管网中除桥管装置泄气阀外,长距离地下管网的高点处都没有装泄气阀,且桥管的泄气阀处在缺少维护状态,泄气阀总数不到 1000 个,并集中在城市外围,市中心由于桥管少,泄气阀也相对较少,黄浦、卢湾、静安几乎没有;管网中的消火栓由于多从管道的腰肩部位开口,也无法有效起到泄气作用,这使得上海的管网容易积气,抗水锤的能力下降,容易爆管。因此,有计划、有目的地为管网增装泄气阀,是提升上海供水管网耐压、抗水锤性能的一个重要措施。

2.2 管网水质二次污染让市民用水担心

上海各水厂的出厂水水质均符合国家饮用水卫生标准,但经管道输配和二次供水设施后,水质受到影响,目前反映水质问题的投诉时有发生,随着上海净水设施的技术改造,不久有部分经深度处理的水出厂,而管网将成为供水水质的瓶颈口。

·就管网的角度来看,其中市政供水管网部分主要问题是:

还存在内衬质量不好的管道和管件,这部分管道结垢严重,易使水质发黄。

少量管网口径过大,管道压差小、流速慢,使管内水龄偏长,余氯降低;局部的人为流水不畅也使得水质变差。此外施工质量不好和阀门操作不当也会引起水质浊度上升。

·从小区及住宅建筑内部的二次供水设施来看,其问题在:

2000 年以前在住宅小区和建筑内部使用的大量镀锌钢管,这部分管道已经结垢严重;水泵加压设备和储水设施的清洗维护也已成影响水质的重要原因,有资料表明这些二次供水设施对用户水质的影响非常大,而这些管道权属房屋业主财产,其维修更新尚未引起业主的重视,也是自来水公司在水质保障中鞭长莫及的地方。

面对上述诸多问题,上海从各级政府到自来水公司都已充分认识,并正在积极研究对策,如市政府主管部门正在着力解决二次供水管理体制上的问题;建设主管部门从九十年代末期已经禁止使用镀

镀锌管等,我们在管网规划设计中也充分认识到合适的口径和流速对保障管网水质的重要性。

但是,同上述解决爆管问题一样,要大量更换这些管道,在时间、经济、技术上都不能一下子解决,而且有些管道安装年限不长,管材本身还有一定的使用价值,我们不能全部采用更换的办法,而应该因材施教,以有效、节约为原则,选用不同的方法处理:

1)对安装年限不长、材质尚好的 DN100 的以下管道,可使用管内喷砂除垢环氧树脂涂衬技术,这项技术在上海应用比较成熟,它能从根本上防止管内结垢、水质变黄等状态,还有防腐、堵塞管道微小漏损和提高输水能力的功能,且有施工对建筑物的影响最小、工期短、经济性好的优点。

2)对大中口径管道,要提倡使用刮管涂料等管道修复技术。上世纪七十年代,上海市自来水公司对旧管道采用刮管涂衬水泥砂浆工艺,改善老管道水质、恢复输水能力,技术性和经济性都非常好,这几年这项技术用的比较少了。近几年大中型口径管道修复的技术有很大的发展,多种技术工艺可供选择,如逆反转环氧树脂衬里技术、不锈钢衬里修复技术、PE 管缩径穿插内衬技术等,还包括水泥砂浆衬里技术。对以阻止结垢、保障水质和恢复输水能力为目的的管道改造,我们应该更注重资源的节约和施工的经济性、便利性,以修复为主。

3)管网养护中,对管道的专门清洗是非常必要和有效的。首先要重视日常的消火栓冲洗工作,平时普遍冲洗,高温季节加强冲洗,有问题地区重点冲洗,持之以恒;在冲洗方法上可采取调节阀门,用单向水流反复拉动。在此基础上对问题严重的管段还可停役冲洗,这样的清洗不是一般意义上的利用消防栓放水,而是将整根管段停役,用工程方法截断管道制作大口径冲洗口,用大流速、大水量将管道清洗干净,上海自来水闵行公司开展了这方面的研究实践,效果较好。另外还可利用水锤原理,用气压脉冲技术清洗管道。

2.3 管网漏损浪费资源使企业效益受损

管网漏损不仅浪费宝贵的水资源,也影响了供水企业的经济效益,上海的管网漏损控制是积极的,但还需要很大的努力才能达到国内先进水平并缩短与发达国家的距离。我们目前的产销差控制在 18% 左右,国内平均是 16.82%,但和国际先进水平比,差距则比较明显,发达国家先进水平一般在 10% 以下。

如果用更科学、更可比“单位管道长度漏损

量”来看,则我们的差距更明显反映出来:

国际上平均约在	1.3m ³ /km/h
2004 年我国内地	3.06m ³ /km/h
2004 年上海是在	3.73m ³ /km/h

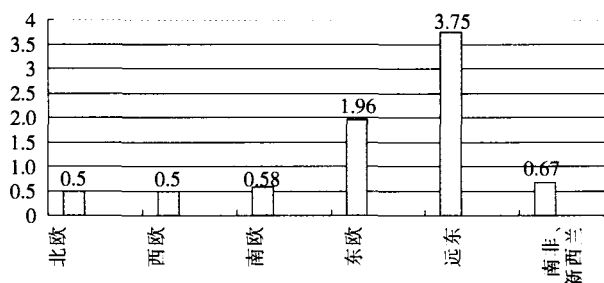


图 4 部分国家和地区单位管长漏损量平均值 (m³/km/h)

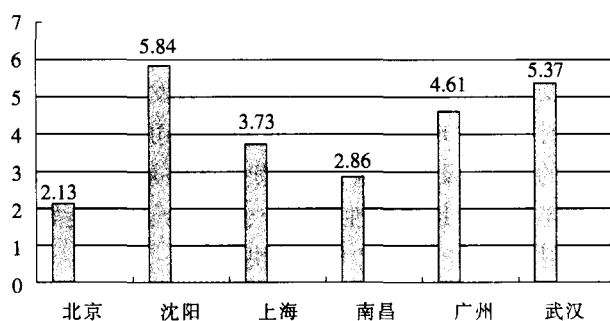


图 5 2004 年我国六个城市单位管长漏损量统计 (m³/km/h)

面对较高的漏损率,这几年我们以国家建设部行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》为指南,积极开展漏损控制工作,进一步加大了检漏的力度,并通过市场化机制选择优秀的检漏公司为我们工作,漏水检出情况较好,漏点维修也非常及时,但产销差下降不明显,这一问题困扰着我们。这里我们从管理和技术的角度来审视漏损率,提出一些值得引起关注的漏损控制切入点。

1)市政、环卫、绿化用水失控。这部分用水由于是从市政消火栓上取用,无法计量收费,管理执法都有难度,目前正在开展这方面的研究,设想采取安装市政专用取水栓,用 IC 卡计量售水,消火栓将严格按政府法规禁止非消防使用。

2)积极探索漏损普查与区域控制相结合的方法。1998 年以前,上海是全市一张网进行水量管理,检漏无法区分重点。分成四家公司后,各自分别计量,特别是几家公司再划小计量区域,对产销差大的区域重点控漏,效果开始显现,但上海的管网特点似如一幅蜘蛛网,再进一步划小计量区域既不经济也有技术难度,但如果我们把一些小区现有的校对表利用好或加装校对表,每月将小区的户表总量与校对表的水量进行核对,对那些差值大的小区重点检查控制,那有限的控漏力量工作效果会更好一些。

3) 通过合理配置中途增压泵站降低出厂压力。上海目前的出厂压力在 350~420 帕, 这以水厂为中心形成了一个高压中心, 如果按照一般的漏损与压力关系, 压力每下降 10%, 漏损也可下降 10% 的话, 降低出厂压力、用中途加压的方式进行配送, 对降低漏损率是大有好处的。这方面上海较早已经开始实施, 并有一定的成效。

4) 重视管网修复减少微小渗漏。石棉水泥刚性接口在长期承载压力的情况下, 加之地面的不均匀沉降, 会发生普遍的微小渗漏, 这些漏水量小面广, 很难检出, 叠加起来漏水也很可观, 而我们对管道因内壁结垢、水质不好或磨阻系数增大而需修复时, 一般会采用逆反转工艺、内衬管工艺或内涂塑工艺, 这些工艺不仅能满足上述修复要求, 还有一个很好的作用, 就是能堵住这些渗漏。

5) 要重视有效供水的收益管理。形成自来水公司漏损率中有一部分是有效供水, 即水不全是漏掉的, 那么被用掉的那部分我们要把钱收回来。在城市城乡结合部和供水新集约化的地区非法用水情况还是较为严重, 加强用水客户的规范管理, 组织力量依法查处是降低供水损失、维护自来水公司既有利益的重要手段。

要堵住在水表抄见、水费开账、水表更换、表务业务处理上的漏洞, 确保水费收入, 自来水公司在这方面管理还有薄弱处, 要从企业的体制设置和员工的管理机制入手, 杜绝损害公司利益的行为发生。

二次供水范围内的管网及增压设施的漏损目前还未有效地加以管理, 这方面还有潜力可挖。

从 2000 年开始, 全市自来水公司按国家《合同法》逐步与客户签订实名合同, 这对规范供用水关系有促进作用, 也为依法供水创造了条件。

结束语:

管网是城市供水系统中的一个重要组成部分, 也是实现安全优质供水的重要环节, 上海的供水管网状态要和上海的供水设施整体相匹配, 更要和上海这个特大型城市的发展和功能相匹配, 爆管问题、管网水质问题、管网漏损问题是直接因管网本身而对城市供水系统带来影响, 也只有从管网入手才能予以解决, 因此需要对供水管网引起充分的重视和必要的管理上、经济上的投入才能加快其解决的速度, 同时需要行业各级对此有更多的关注, 需要我们付出更多的努力。

参考文献

- [1] 高文祥 毕士君 郑小明 董宪 张永铨, 管道砂浆衬里新一轮的发现, 城镇供水管道施工与养护技术论文集, 中国水协科技委管道技术部, 2002 年 11 月
 - [2] 城市供水统计年鉴, 中国城镇供水协会, 2005 年
 - [3] 上海市城市供水管网普查报告, 上海市给水管理处, 2001 年 9 月
 - [4] 宋仁元, 怎样防止给水系统的漏损, 中国建工出版社 1988 年 7 月
 - [5] 艾志平, 上海城市供水管网更新改造规划初探, 管道更新改造论文集, 中国水协科技委管道技术部 2000 年 11 月
 - [6] 上海市自来水公司统计年鉴, 上海市自来水公司 1995 年 10 月
 - [7] 赵洪滨, 新技术在供水管网的应用研究, 中国水协科技委珠海会议, 2004 年 11 月
 - [8] 曹增万 冯竞瑜 舒茂松, 爆管的对策, 城市供水行业 2000 年技术进步发展规划, 中国建筑业工出版社, 1993 年 7 月
- 作者简介:
郑小明 上海市自来水闵行有限公司副总经理
中国供水排水协会供水专业委员会管道技术部主任
姚黎光 上海市自来水市南有限公司副总经理
宋仁元 中国供水排水协会顾问

* * * * *

(上接第 20 页) 确保加药的安全可靠性。

右表是加注次氯酸钠后从 11 月 15 日到 30 日氯基单耗情况。

从右图 3 可看出氯基曲线趋于平稳。氯基单耗在 2.6kg/水上下徘徊, 平均为 2.62kg/m³ 水。

6) 加次氯酸钠库存体积小, 免除了换氯瓶及维护加氯机的麻烦, 设备基本无需特别维护、管理方便, 使用简便、安全, 深受水厂岗位操作人员的欢迎。

表 3 加注次氯酸钠后的氯基单耗(kg/10³m³)

日期	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
氯基	2.29	2.70	2.97	2.88	2.88	2.95	2.77	2.77	2.59	2.16	2.25	2.25	2.31	2.60	2.51	2.85

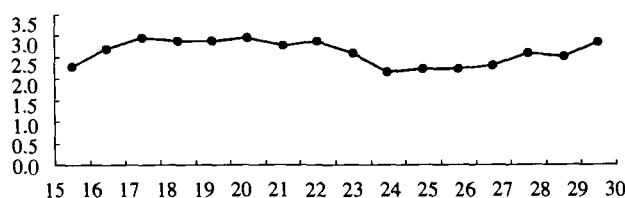


图 3 氯基单耗曲线