

降低给水管网漏损率的设计措施

朱双喜

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

摘要：结合湖南某城市（以下简称“A市”）中心城区供水管网改造工程，从管材、阀门附件数量、支管阀门位置、配水管设置、支墩、质控设施、稳管措施和管道保护等多方面总结出了一系列降低给水管网漏损率的设计举措。

关键词：给水管网；降低漏损；设计措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.013

引言

当前我国水资源面临的形势十分严峻，水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题日益突出，已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。而给水管网的漏损是供水行业普遍存在的现象，也一直是供水部门面临的重要研究课题之一。本文结合A市中心城区供水管网改造工程，分析A市供水管网现状存在的问题，从设计角度总结出了系列实际可行并得到当地水务公司认可的设计措施。

一、A市水厂现状

A市水厂水源属湖库型水源地，是A市城乡重要的生活饮用水源和战略资源。集雨面积493km²，总库容量6.35亿m³，供水人口约140万人。A市中心城区现有市政公共水厂两座，担负着城区范围的供水任务。

第一水厂位于主城区东部，始建于1969年，占地面积3.4ha，供水能力可达到20万m³/d，实际最高日供水量18万m³/d，日平均供水量为14万m³/d，目前服务人口约30万人。

二水厂位于主城区东南角，于1994年建成供水，占地约16.4ha，总设计规模40.0万m³/d，一期工程现已完工投产，生产能力为20.0万m³/d，实际最高日供水量18万m³/d。

2014~2018年统计资料显示，市水务公司供水产销差率高达28.2%~29.9%，其中管网漏损率为24.7%~26.7%。

二、供水管网漏损原因分析

A市水务公司近五年供水量、售水量、产销差率、漏损率情况一览表

项目 \ 年份	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
供水量 (万m ³)	8066.46	8249.39	8534.06	8941.46	9765.91
售水量 (万m ³)	5719.17	5923.42	6073.99	6271.95	7011.92
产销率 (%)	29.1	28.2	28.8	29.9	28.2
漏损率 (%)	25.8	24.7	25.5	26.7	24.8

（一）管网老化，管材质量不佳，早期施工技术相对落后

中心城区早期使用的给水管材主要是预应力水泥管、灰口铸铁管、钢管（无内防腐）、石棉管，经过长年累月的使用，大部分管道已无法满足日益增长的供水需求，发生漏损和爆管的频率越来越高，甚至有管道已不堪负重，逐渐从结构上失去其服务功能。

根据水务公司多年运营管理经验以及城区管网材料统计数据，发现管道漏损主要发生在管道接口处，而接口处漏水一般是由于胶圈质量问题或橡胶圈老化造成承插口密封不严。同时，水泥管、灰口铸铁管、石棉管等管材材质问题以及管道的制作工艺存在缺陷，也是造成管网漏损较严重的原因之一。

另一方面，早期施工技术远不如现在先进，早期施工普遍存在防腐不好、覆土未夯实、管道基础未按设计图纸施工、管道接口质量差、焊接质量不佳、未设支墩

或支墩设置不够等问题。

（二）供水管网非正常工况运行

随着城市建设的不断发展，A市中心城区供水格局发生了较大变化，城区供水管网在城市建设初期采用的是树状网，为适应城区供水发展的需要，水务公司对不同时期建设的供水管网进行了连通，现大部分区域已逐步连通成了环状网。但最为重要的连接一、二水厂的供水管仅为一根DN1200的主干管，未形成环状，其他供水管网虽是环状，但管径均偏小，导致了供水瓶颈的形成，造成二水厂无法充分实现其实际供水能力，现状实际供水量远远小于其设计供水能力，而一水厂则长期超负荷运行，整个中心城区供水管网经常处于非正常工况运行。

现状供水管网主要分布在中心城区东片和西片区域，北片和南片管网覆盖面小、主要呈树枝状、环网少。中心城区供水管网压力分布严重不均，部分区域水

压最高时超0.5MPa，而高位供水区和供水管网末端日常水压仅有0.01MPa，管网压力分布不均，在夏季供水高峰期更为明显，影响了部分居民的日常生活。

(三) 部分管道被圈占和压埋，影响管道运行安全

在城区的建设过程中，部分管道没有迁改到位，导致其长期处于被建筑物或城市基础设施压埋的状态。目前位于中心城区被压埋的主要供水管有：某立交桥下的DN1200管道、某麻纺厂地块内部的DN1200管道、市一中校区内部的DN800和DN500管道、某工业物流园区内部的DN600管道等，这些管道无法进行正常的运行维护，管网运行安全隐患较大。

三、设计措施

市政给水管道漏损与管材质量、地质条件、设计、施工质量、运营管理等都有很大关系，在设计阶段可以通过系列措施降低管道漏损率，延长管网使用寿命。

(一) 主要管材统一采用球墨铸铁管，通过桥梁、河流、涵洞、铁路等特殊路段采用钢管

给水管道制造技术不断改进，目前供水管材应用最广泛的有球墨铸铁、U-PVC、PE、玻璃钢、钢骨架塑料复合管等管材。理论上球墨铸铁管、玻璃钢夹砂管和PCCP管、PE管、钢骨架塑料复合管管材的寿命均在50年以上，但实际施工过程中，与其他管材相比，对施工单位而言，球墨铸铁管的施工管理经验更为丰富，现场施工质量更能达到设计要求，因此供水行业更认可球墨铸铁管的应用。

本工程管材及管件采用K9级球墨铸铁，管道接口采用滑入式（T型）柔性接口，管内防腐采用水泥砂浆衬里，管道外表面防腐涂层一般采用喷锌加喷涂沥青漆。阀门阀体采用球墨铸铁，阀杆、紧固件采用不锈钢或黄铜。管道通过桥梁、河流、涵洞、铁路等特殊路段时，均采用不锈钢管，管道内外防腐层做法同球墨铸铁管。

(二) 减少主管阀门附件设置数量，降低管网故障率

给水管道上的附件主要包括控制阀、计量水表、排气阀、排泥阀、消火栓以及用户预埋管件等。附件本身的质量或施工安装质量都直接影响着管网后期正常的使用及管理。

给水主管上接口越多越容易引起管道漏水，因此在本工程设计过程中，在满足国家相关规范和达到当地水务公司运营管理要求的前提下，尽可能减少给水主管上附件和控制阀门的设置。

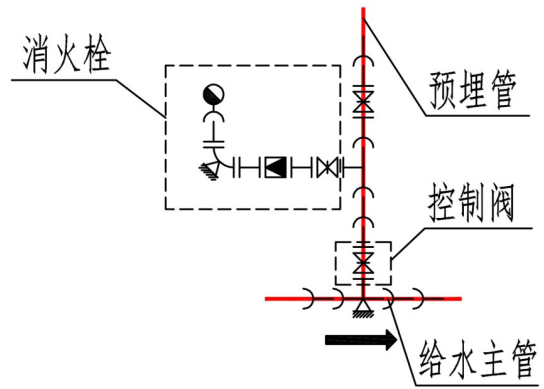
通过以下措施既节省了投资又减少了主管上控制阀门和附件的数量，降低了管网的漏损概率。

① 设置阀门的数量满足每段控制消火栓不超过5个，并结合交叉路口控制阀设置。

② 泄水阀结合消火栓设置，可利用低点处设置的消火栓充当检修时的泄水阀门，减少泄水阀的设置。

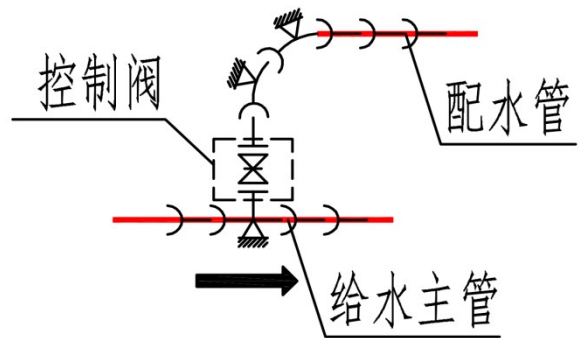
③ 消火栓与接户预埋管合并干管设置，减少主管上三通数量。

合并市政消火栓与预埋支管设置，即先从主管接出三通控制阀后，再分两路管道分别接市政消火栓和预埋支管。两种功能管道共用一组控制阀，可减少一组主管三通的设置，减少此类情况下50%的漏损概率。

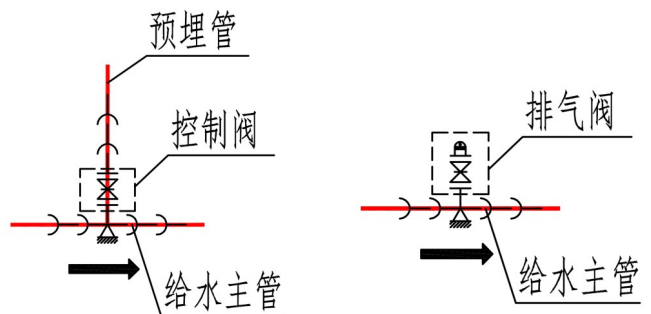


(三) 大管径给水主管配置配水管，支管阀门紧邻主管三通设置，降低主管检修的概率

① 凡是管径大于等于DN600的给水主管均配置DN200~DN400的配水管，配水管管径根据用户用水量确定。



② 预埋支管控制阀均紧邻主管三通处设置，减少主管三通与预埋支管末端间阀门阀件数量，将预埋支管漏损位置控制在主管以外，通气阀设置原理同支管控制阀，均紧邻主管三通设置。



以上两种方法均可确保在配水管、预埋支管发生故障或漏损的情况下通过控制配水管、关闭支管控制阀即可完成检修作业要求，无须关闭供水主管，降低了主管管网漏损发生的概率，同时减小了给水管网检修时的影响范围。

（四）优化预留管末端稳管措施

在给水管末端预留接口处，传统做法是在接口处安装管堵后浇筑混凝土支墩，以保证管道运行过程中末端接口不因水压而遭到破坏，但是此方法有一定的弊端，由于将来此接口连通远期建设的给水管道时需凿除末端混凝土支墩，会对末端管道造成破坏，且需重建已安装的末端管道，不但耗费人力物力，还因重复建设造成管材的浪费和工程投资的增加。与此同时，废除末端管道时易对相邻管道产生扰动，留下隐患。

在本项目设计中，总结了中心城区预留管做法的相关经验，采取在预留管末端安装带盲板的短管后，再顺接两节共12米长的球墨铸铁管的设计措施，此两节球墨铸铁管可以担负起混凝土支墩的作用，能较好的维持管道运行的稳定状态，将来在连通远期建设的给水管道时，仅需将带盲板的短管更换成正常短管即可。

（五）沿线增设流量计、压力计、水质监测仪等质控设施

水务公司的日常运营管理中，提高供水管网的信息化管理水平也是降低管网漏损率的有效方法。通过在中心城区给水管道关键位置增设流量计、压力计以及水质监测仪等，建立水质水量监控平台。通过该平台可获得供水管网的漏损情况，及时对漏水处进行检修，加强对给水管网的实时控制，进而减少供水管网的漏损。

（六）机动车道下方给水管道采用钢制套管保护

市政给水管一般尽量敷设在人行道或非机动车道下方，但地块预留管需横穿机动车道以及部分给水主管因其他种类地下管线和构筑物等障碍物的影响必须敷设于机动车道下方，本项目中心城区机动车道下方老旧给水管埋深基本与人行道给水管埋深一致，覆土大多在0.7~1.0m之间，而机动车道路面结构层厚度一般约为0.7m，机动车道下方给水管普遍存在管顶回填中粗砂厚度不足的问题，这容易导致管道在沟槽回填过程中被损坏或被路面机动车碾压损坏。

本工程中，人行道和非机动车道下方给水管道仍按最经济埋深敷设，通过在给水管管外设置钢制套管以保护给水管不受回填碾压或行车碾压破坏，且不建议设计者为增加管道埋深而采用局部降低给水管标高的做法，此做法会增加4个弯头和排气阀、泄水阀各1个，反而会增加给水系统在这些节点处发生破损和漏损的概率。

（七）混凝土支墩优化设计

通过对城区现状给水管道检修及更换，发现早期安装的大部分给水管道未按要求设置混凝土支墩，现状支墩设置存在如下问题：

①作为管道转弯处后方支座，本应采用混凝土包裹式支墩，但现场均采用红砖作为支座；

②部分管道仅在竖向转弯处使用了混凝土支墩，水平转弯处未做处理；

③多处支墩施工质量较差，已发生管道脱节情况。

本工程设计中在管道垂直和水平方向转弯处、分叉处、管道端部堵头处，管径截面变化处，根据管径、转弯角度、管道设计内水压力、接口摩擦力以及管道埋设处的地基和周围土质的物理力学指标等因素计算确定设置支墩。保证管道各接口处的稳定，减少管道检修故障率。

四、结论

我国的水资源紧缺，且浪费严重，设计优化仅仅是从一个小的方面着手，尽可能的降低城市给水管道漏损率。然而，漏损控制是一个循环往复、循序渐进的过程，我们应该以“控制管网漏损，节约水资源”为核心，分期、分重点实施供水管网漏损控制工作。坚持将供水管网漏损控制的理念贯穿管网设计、施工、运营管理等各个阶段；坚持政府市场协同，注重改革创新；坚持落实各方责任，严格考核问责；坚持全民参与，推动节水洁水人人有责，形成“政府统领、企业施治、市场驱动、公众参与”的供水管网漏损机制，全面提升供水行业精细化管理水平，实现环境效益、经济效益与社会效益多赢。另外，现在国内创造智能产品能力越来越强，智能设备功能也越来越全面，笔者认为城市供水管网运营维护管理可借助这一发展趋势，多投入相关监测、检测、控制、修复等设备来辅助城市供水管理，尽可能将城市供水管道漏损率控制到8%以内。

参考文献

- [1]王昱.从管道设计安装角度谈控制供水漏失的措施[J].给水排水,2008,34(2):102-104.
 - [2]田春玲,年志平.输水管路中应用管材方案比选[J].中国农村水利水电,2011(5):68-69,73.
 - [3]杨育红.市政给水管道柔性接口支墩优化设计[J].中国给水排水,2012,28(16):66-67.
 - [4]卓雄.市政给水球墨铸铁管道施工技术优化[J].建筑技术开发,2021,48(22):34-36.
- 作者简介：朱双喜（1991-），女，汉族，工程师，学士学位，研究方向：给水排水工程。