

关于现状跨江大桥供水管道情况概述

樊晓晨¹ 倪建华²

1 重庆开放大学 重庆工商职业学院; 2 重庆开放大学 重庆工商职业学院

摘要:我国南方城市多起源于江河,规划范围内水系发达,随着国家和社会对供水水质水量及供水可靠性要求的提高,沿跨江大桥敷设供水管道已不可避免。城市供水管道跨越江河可采取新建管桥或从河床穿越的方式,但其施工和维修难度大、造价高;同时,管桥还要占用城市空间影响城市景观,而从河床穿越的供水管则会增加供水水质污染及影响航道通航等风险。本文以重庆市为例,对典型的跨江大桥敷设供水管道的前期方案、设计施工及日常检修及管理等进行追踪调研,对跨江大桥敷设供水管道的方法进行了探讨,并对下一步的研究工作提出了建议。

关键词:供水管道;跨江大桥;管道伸缩补偿;日常检修及管理

1 跨江大桥供水管道建设背景

我国幅员辽阔,水系发达,随着城镇化进程的推进,给水管道的普及率呈逐年增长趋势。给水系统是人类社会生活和生产环境中的一项重要基础设施。给水系统是由取水、输水、水质处理和配水等各关联设施所组成的总体,一般由原水收集、输送、处理,成品水输配和排泥水处理的给水工程中各个构筑物 and 输配水管渠系统组成^[1]。

南方城市多起源于江河,规划范围内水系发达,城市给水厂沿江布置,分区供水,给水厂之间不连通,供水保证率低;城市给水厂供水压力差较大,极易因水锤导致管网系统损坏,给人民的生活和经济的发展造成直接或者间接损失^[2]。随着城市快速发展,供水可靠性、经济型、稳定性的要求越来越高,沿江新建多座跨江大桥,为给水厂之间联通提供条件势在必行^[3]。区域给水厂通过沿跨江大桥的供水管道联通,提高了城市供水保证率,通过对各水厂进行最佳科学调度,实现区域内水厂供水优势互补,使供水管网配送处于最佳状态,改善中心城区用水环境和用水质量^[4]。

城市供水管道跨越江河一直是个难题,可采取新建管桥或从河床穿越的方式,但其施工和维修难度大、造价高;同时,管桥还要占用城市空间影响城市景观,而从河床穿越的供水管则会增加供水水质污染及影响航道通航等风险。近年来,很多城市沿江新建多座跨江大桥,为城市供水管道沿跨江大桥敷设提供了条件,所以如何解决供水管道沿跨江大桥布置的各类技术问题是目前亟需解决的一大难题^[5]。它涉及到多方面的问题,如桥梁的承载能力,给水管管道管材及接口、管道支撑体系,管道伸缩补偿,日常检修及管理,经济性及供水保障率等。

随着城市化进程的加快,对水资源利用的科学化,人们逐渐认识到大中型水厂的突出优势,区域化供排水理念逐渐被大众接受并应用到实际工程建设。为落实国务院“水十条”的要求,推进我市城市供水应急能力建设,按照《重庆市政府办公厅关于印发重庆市主城区水厂布局规划调整方案的通知》(渝府办[2017]8号)和重庆市人民政府办公厅《2018年全市重大项目第一次调度会议纪要》(专题会议纪要2018),以及《重庆市水务资产经营有限公司主城区供水规划(2013~2020)》、《重庆市都市功能核心区与都市功能拓展区饮用水水源风险与应急处置能力评估报告》(重庆市城管委,2014.6)中均明确了供水管线过桥等相关事宜。另外重庆市城市管理委员会在《关于在建桥梁隧道同步实施应急供水管道建设任务的通知》(渝城管委[2018]41号)中,要求部分在建项目需增设应急供水管道,以上文件均凸显出沿跨江大桥敷设连通管道的重要性^[6,7]。

重庆作为我国西南地区的重要城市,坐拥长江、嘉陵江等众多水系,桥梁众多,随着城市交通的发展,跨江桥梁的过桥供水管道

工程的设计、施工及建成后的检修维护等,以及供水管道对过桥管的安全验算、防震减震、管材选择、温度补偿以及排气阀设置诸多问题日益显现,亟待形成统一的标准,为城市基础设施的建设提供技术支持。

2 以重庆市为例调研现状跨江大桥供水管道情况

实地走访重庆市内多座不同建设时期的典型跨江大桥供水管道情况,调研情况如下:

1) 郭家沱长江大桥应急供水管道

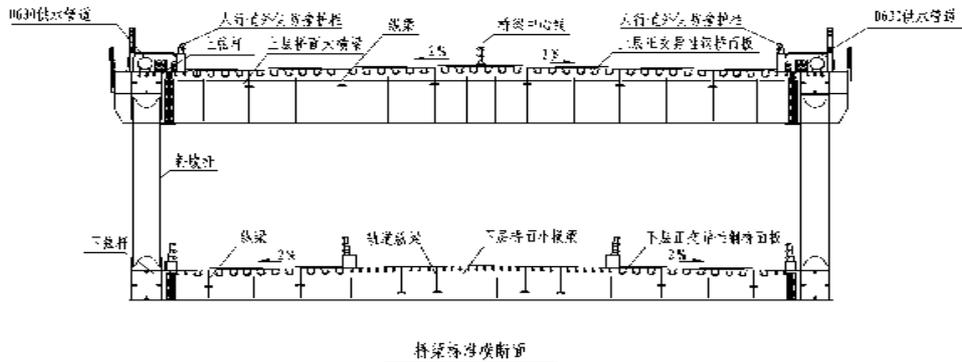
郭家沱长江大桥拟建区分属于重庆市江北区和南岸区,长江郭家沱段四季通航,周边建有码头,水路交通发达。大桥北岸属江北区郭家沱街道,为望江厂厂区地块。南岸属南岸区峡口镇大兴场,为居民聚居地。供水管道概况:管长:单条1414米;管径:DN820×10,单位mm;管材:3PE钢管;管道接口:柔性卡箍接头连接;设计期限:50年;工作压力:1.0MPa。

管位布置:应急供水管道随大桥布置,管道敷设在桥面中央分隔带,中央分隔带中央可供管道安装的空间尺寸为1200mm(宽)×1200mm(高)。根据大桥道路中心线的线型,管道在大桥K2+689.209~K3+900.000范围内采用直线布置,管位在中央分隔带的位置恒定,管道中心距离中分带防撞护栏基座内沿的水平距离为600mm,应急供水管道走向与道路中心线大致相同。

管道附属设施:1.管道支座 本次应急供水管道在郭家沱长江大桥上采用在管道底部设置支座的方式支撑。考虑应急供水管道的总长度较长,管道的支撑采用“滑动支座+固定支座”的方式,每隔一定距离设置固定支座将管道分割为独立的分段,再对每一独立分段管道进行补偿。2.弯头 应急供水管道在G13-G16之间的有5处微小角度转弯,转弯的角度分别为0.8°、1.5°、1.4°、1.6°和1.2°,在以上区域管道的弯头采用冷弯方式进行处理。3.柔性卡箍接头 由于安装空间的限制,管道连接方式采用柔性卡箍连接。根据“桥隧敷设供水管道技术要求”,应急供水管道的工作压力为1.0MPa,考虑到该管道及周边区域现无相关的供水规划及设计资料,适当提高接头的设计工作压力,柔性卡箍接头设计工作压力取值为1.5MPa。柔性卡箍接头的设计使用年限为20年。

管材防腐:3PE钢管的基管为焊接钢管,基管的材质为Q235B,基管应符合《低压流体输送用焊接钢管》(GB/T 3091-2015)相关技术要求;外防腐采用3PE、内防腐采用液体环氧涂料(IPN8710),管道防腐应符合《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》(GB/T 23257-2009)和《钢制管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》(SY/T 0457-2010)相关技术要求。管道及防腐涂层的设计使用年限为50年。

2) 红岩村大桥供水管道



桥梁应急供水管架

管道安装：在管道支座的质量检查合格后进行管道安装，在安装管道前要对管材、管件等重新做一次外观检查，发现有问题的管材、管件均不得采用。供水管道进行分段吊装，吊装时注意绳索绑扎管道的位置应使管道不受弯曲或少受弯曲，各管段通过卡箍式柔性接头连接。

安装卡箍式柔性接头时，由于不同季节的天气温度大范围的变化，必须留有一定预留间隙，以便保证管道正常运行。同时考虑到管道在运行过程中，一年四季随着温度反复重复的循环的变化，管道也反复的循环的伸缩。但是，因为柔性卡箍管接头是分散补偿，卡箍管接头的本身又具有限位环装置。这样，管道运行时在反复的循环的伸缩后就自然恢复的正常的补偿量。所以，管道在安装时留有预留间隙，加上管道是分散补偿，再有限位装置，管道运行不会因伸缩量而出问题。

3) 礼嘉大桥供水管道

根据《主城区过江桥梁、穿山隧道同步预控管廊规划》，主城区划分为6大供水片区（中部、北部、南部、西部、东部北片、东部南片），为实现“六大片区互连互通、两江互调、片区互济、高效协调”的供水安全保障体系，应对大范围的生产事故停水或水质污染事故，在适当的桥隧工程预留供水管廊，对加强片区间的互连互通，使主城区供水管网形成有机的网状结构，应急时实现片区间清水互调，提高主城区供水保障能力，规划确定在礼嘉嘉陵江大桥新增2根DN600mm供水管道。

供水管道管位：布置在桥面中央分隔带，通过中分带防撞护栏基座外挑设置管道支架支撑管道，管道支架为钢结构，设置间距3m。供水管道随大桥敷设。根据大桥道路中心线的线型，管道在大桥中部采用直线布置，直线段时管位在中央分隔带的位置较为恒定，管道中心距离中分带防撞护栏基座外沿的水平距离为454mm（距道路中心线距离600mm），管道中心与大桥桥面的垂直距离为393mm。

应急输水管道接口比选

	T型接口	卡箍接口
接口性质	柔性接口	柔性接口
密封性	随水压升高密闭性增加	随水压升高密闭性增加
可偏转角度	<1.5° (DN600)	<3.0° (DN600)
接口材质	球墨铸铁	球墨铸铁
外径尺寸	小	小
紧固方式	承插	螺母
维修更换	困难	方便
使用寿命	长	较长

管道变形与管道补偿：应急供水管道由于温变的原因，将会产生管道的变形。以此同时，桥梁由于温度、荷载等因素的影响，会产生轴向、横向、竖向的变形及弯曲，桥梁的变形将通过固定支架传递到应急供水管道上。根据管道支架安装的位置不同，管道的总体变形量差别巨大，相应的补偿方式有所不同。对于桥梁主体段的供水管道，由于两固定支架之间的桥梁变形量和管道温变量均较小，可通过管道接头自带的补偿量进行补偿。对于跨越变形缝的供

水管道，由于桥梁变形在变形缝处集中释放，该处需设置专用的补偿器进行补偿。

4) 水土大桥供水管道

管位设计：应急供水管道随人行道敷设，主体采用直线布置。管道直线段时，应急供水管道的管位在人行道下方的位置恒定，位于安装空间的中部，管道中心与人行道外侧栏杆内壁水平距离为425mm，管道中心与人行道主梁垂直距离为440mm。P5、P6桥塔处人行道外绕，应急供水管道随人行道敷设，根据人行道的形状，采用多个弯头连接，保持管道中心线与人行道外侧栏杆内壁水平距离为425mm，管道中心与人行道主梁垂直距离为440mm。

管道连接：由于安装空间的限制，管道连接方式采用柔性卡箍连接。根据“桥隧敷设供水管道技术要求”，应急供水管道的工作压力为1.0MPa，考虑到该管道及周边区域现无相关的供水规划及设计资料，适当提高接头的设计工作压力，柔性卡箍接头设计工作压力取值为1.6MPa。柔性卡箍接头的卡件是球墨铸铁，紧固件螺栓（螺母）一般采用碳钢标准件，表面发黑处理，应符合《卡箍式柔性管接头技术条件》（GB/T 8259-2008）相关技术要求。柔性卡箍接头的设计使用年限为20年。

管道变形量和桥梁变形量

单条应急供水管道变形量 ΔL 按以下公式计算：

$$\Delta L = \alpha \Delta t L;$$

式中：

α —线性膨胀系数，本项目取值为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ；

L —单条设计管道长度，本项目取值为 $1.01 \times 10^6 \text{ mm}$ ；

Δt —温度的最大变化差值（ $^\circ\text{C}$ ）；

根据考虑管道位于人行道下管廊空间内，其最大 $\pm 25^\circ\text{C}$ 。

3 结论

通过阅读大量的文献资料以及结合现场实地走访调研重庆市内的数座跨江大桥供水管道的设计施工，运行管理等情况，结果表明，通过合理的设计计算，严格控制施工质量及合理选用管材管件，及建成后的规范化运行管理，能达到良好的运行效果，对指导跨江大桥供水管道的建设和管理等具有较大的指导意义。

参考文献：

[1]李建军 港珠澳大桥长距离给水及消防管道设计优化[J].建筑防火设计, 2018, 37(4): 486-488
 [2]王同卫, 孙建渊 大型过桥水管安全评价方法研究[J].山西建筑, 2009, 35(6): 316-317
 [3]杨骏 大口径长距离输水管道优化设计探讨[J].砖瓦世界, 2020, (14).
 [4]彭丽娜 城市配水系统的宏观建模与优化调度[D].同济大学, 2003
 [5]过河管道设计方案比选与应用[J]. 陈辰. 住宅与房地产, 2020(33)
 [6]《给水排水管道工程施工及验收规范》[S], GB50268-2008
 [7]《给水排水工程管道结构设计规范》[S], GB50332-2002
 项目基金资助来源：重庆市教委科学技术研究项目（KJQN20204012）资助，项目名称：城市供水管道沿跨江大桥布置的关键技术研究及应用