

污水过江管道工程设计与施工探讨

赵娟娟

(株洲市规划设计院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 结合具体工作实践, 介绍了污水过江管道工程的设计要点和施工方案, 分析了如何确定管径、运行方式及管道抗浮措施等, 比较了围堰施工与沉管施工的优缺点, 总结了该工程建设中存在的问题并提出了解决办法, 为类似工程的建设提供借鉴。

关键词: 污水过江; 设计要点; 施工工艺; 存在问题; 解决办法

中图分类号: TU992.02

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)04-0075-04

Construction Design and Investigation of Under-River Sewers Engineering

Zhao Juanjuan

(Zhuzhou Planning & Design Institute, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Based on practical work, presents the design points and construction process of the under-river sewers engineering, analyses how to determine the best diameter, the operating ways and anti-floating ways of the under-river pipe, and compares advantages and disadvantages between cofferdam construction and sinking pipe construction. In addition, summarizes existing problems in the construction process and puts forward the solutions. Provides reference for similar projects construction.

Keywords: under-water sewers; design points; construction technology; existing problems; solutions

城市污水排水系统规划与建设是一个复杂的系统工程, 污水工程规划是在城市总体规划及区域规划基础上进行的, 应结合城市发展规模、用地布局、环境影响及运营效率等因素综合考虑^[1]。其中, 室外污水管网工程是城市污水排水系统建设的重要组成部分, 其受外界条件制约较多, 情况较为复杂, 如需要跨越河流、湖泊这类障碍物等, 对于因此产生的特殊节点, 需采用特殊的方法进行处理。

1 工程建设基本要求

在污水过江管道工程设计中, 选择合适管材和管径、确定合理运行方式、采取有效抗浮措施等尤为重要。在相同流量条件下, 若拟定管径偏小, 则流速偏大, 利于管道防淤; 但管道沿程水头损失大, 水泵扬

程高, 运行能耗高。若拟定管径偏大, 则反之。故应先选取经济流速, 以确定最优管径。同时, 需要考虑管道在近远期不同流量时的运行情况, 近期敷设的管道, 要求远期仍能利用, 避免建设废弃工程。

过江管道施工方案通常有明挖铺设和水下铺设2种, 具体施工方案应根据水下管道长度和管径、水体深度、水体流速、水底土质、航运要求、管道使用年限等因素综合确定^[2]。过江管敷设方案的选择将直接影响工程实施进度和造价。传统的明挖施工技术较为成熟, 但施工周期长、工程量大。近年来运用较多的水下铺设管道技术——沉管施工法, 取得了许多成功的经验, 也得到了较广泛的运用。但采用沉管施工法时有几个问题值得注意: 1) 水下沟槽整平要到位, 防止管道开裂; 2) 水压试验要严格, 防止污水泄露; 3)

收稿日期: 2010-05-10

通信作者: 赵娟娟(1979-), 女, 湖南株洲人, 株洲市规划设计院工程师, 主要从事给排水工程设计工作,

E-mail: juanzhao139@163.com

解决管道淤积问题,确保系统正常运行;4)重视过江管道的保护等。在以往的工程建设中,存在某些细节处理不到位的情况,给管网运行留下一些隐患。

2 过江管道设计

本文结合醴陵市污水处理厂配套管网项目实例,介绍污水过江管道工程的设计要点和沉管法的应用,总结施工过程中的一些经验和教训,力图为类似工程的建设提供借鉴。

2.1 建设背景

醴陵市生活污水处理厂选址于城区水系下游段,绿江南岸仙源桥附近。江北老城区污水采用截流式合流制,通过沿绿江敷设的污水主干管收集街区污水汇至4#污水提升泵站,经加压后由过江管输送至江南,与江南片区污水合并抵达醴陵污水处理厂,经处理达标后,排入绿江。具体详见图1^[3]。

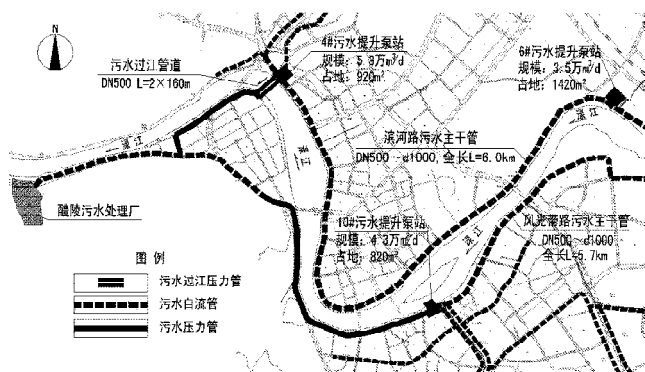


图1 醴陵污水管网平面布置图

Fig. 1 Plane graph of sewage networks in Liling

2.2 地质水文条件

管道过江处河段地形为丘陵,右岸为冲刷岸。河床正常水位时水面宽约160m,河床凹凸不平,地形有起伏,存在岩石、砂砾或淤泥等情况,河底岩层厚度约3.6m。施工段下游约600m处是一座电站堤坝,本工程管网铺设属库区施工,施工处水流速度较小,约0.2m/s。绿江是湘江支流,不通航,只有小机船航行,常水位管道施工段水深约4.5m,该地区洪水多发季节为4~6月,施工段最枯水位约4m。

2.3 过江管设计及参数确定

过江管拟采用多折型双管过江,单管长度160m(具体详见图2)^[3]。双管平行敷设且交替运行有利于提高输水安全性,便于建成后的维护管理。

1) 管材选用。因钢管施工技术成熟,管件制作简单,施工周期短,过江管一般采用钢管;但在潮湿并接触污水介质的环境下,钢管容易受腐蚀,使用寿命缩短,且防腐工作较为复杂。因此,在目前的工程设

计中,塑料管材的应用较为广泛。塑料管能克服钢管的很多缺点,如PE管,防腐性能好,热熔连接可靠性高,且操作方便等。结合工程实际情况,本设计考虑选用PE管(材料等级为PE100,标准尺寸比为SDR17),承压等级为1.0MPa。

2) 水力计算。根据醴陵市排水规划,确定城市生活污水排放量标准、城区面积、人口密度等参数,计算出过江管设计流量为: $Q_{近}=1.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{远}=5.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。由于近、远期流量差距大,管径的确定应充分考虑2种工况下的管内流速和相应的水头损失。据水力计算公式^[4] $Q=A \cdot v$ 和 $i=\lambda \cdot \frac{1}{d_j} \cdot \frac{v^2}{2g}$ (式中:

Q 为污水流量,单位 m^3/s ; A 为过水断面面积,单位 m^2 ; v 为管内平均水流速度,单位 m/s ; i 为水力坡降; λ 为摩擦阻力系数; d_j 为污水管的计算内径,单位 m ; g 是重力加速度,取 9.81 m/s^2),拟定过江管管径为DN500,设计运行方式为近期使用1道(且交替使用),远期2道同时使用。该过江管管内设计流速和水力坡降为:近期 $v=1.38 \text{ m/s}$, $i=0.00491$; 远期 $v=2.09 \text{ m/s}$, $i=0.0112$ 。参考倒虹管相关设计规范^[5]:倒虹管管内设计流速应大于 0.9 m/s ,并应大于进水管内流速,当管内设计流速不能满足上述要求时,应增加定期冲洗措施,且冲洗时流速不应小于 1.2 m/s 。可见本污水过江管道的设计参数均满足规范要求,理论上无需设置反冲洗装置。

3) 事故排放口设计。入口端考虑与泵站事故排放口合用,出口端设DN500事故排放管直排绿江。

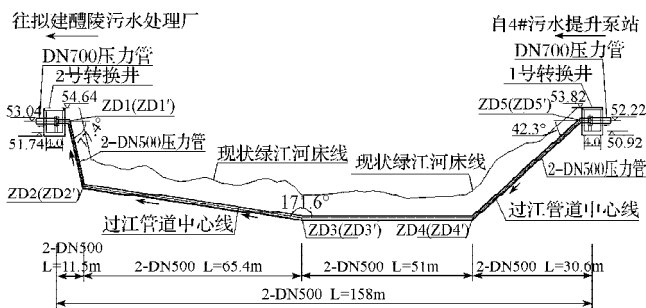


图2 过江管道纵断面设计图

Fig. 2 Vertical-sectional drawing of under-river sewer pipe

2.4 过江管施工方案选择

过江管施工方案有明挖铺设和水下铺设2种。明挖铺设可采取开槽施工法,即选择草袋围堰施工,在分段拦截水流的条件下进行管道敷设,其特点是在河流水位较低时,施工简单,便于控制管道定位;但围堰施工工程量较大,施工周期较长。

水下铺设可采取沉管施工法(又称沉埋法),即将组装成一定长度的管段或钢筋混凝土密封管段沉入水底或水底开挖的沟槽内的水底管道敷设方法。这种方

法的优势是对周边环境影响小,施工工期短;不足之处是水下施工控制管道定位难度大,设备使用多,对施工技术要求高。沉管法具体可分为浮运法、底拖法、铺管船法和预制钢筋混凝土管沉放法等,具体施工方法应根据管道所处河流的工程水文地质、气象、航运交通等条件以及周边环境、建(构)筑物、管线等因素,经技术经济比较后确定。

本工程拟建过江管道位于城市中心区,施工工期要求紧,绿江能降低的水位高差小,水文和气象变化相对稳定,水流速度相对较小(约0.2 m/s)。结合上述情况,本工程考虑选择沉管施工法,具体为“水面浮运法沉管”。

2.5 过江管抗浮措施

选用沉管法施工,按最不利工况(空管)进行抗浮计算。管道每6 m间隔设置1处基座和1处抗浮压盖,且设置于管道接口处。管顶一定区域及周边范围要求采用密集性砂砾石回填,上部则采用80 cm厚的片石笼压重。具体详见图3~5^[3]。

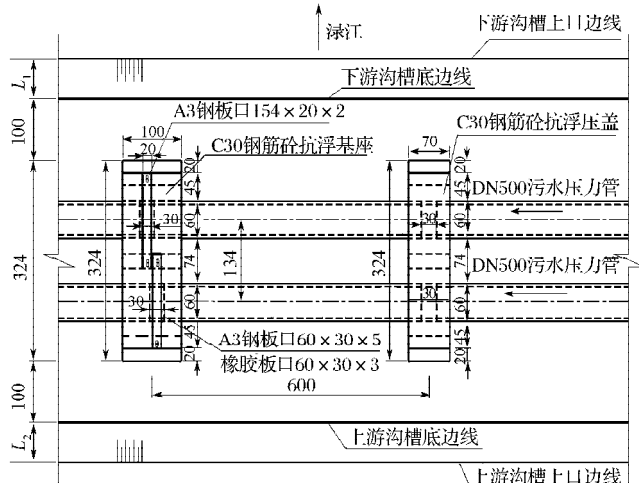


图3 管道基座、压盖平面布置大样图(单位/cm)

Fig. 3 Plane detail drawing of pipe base and gland (measure by centimeter)

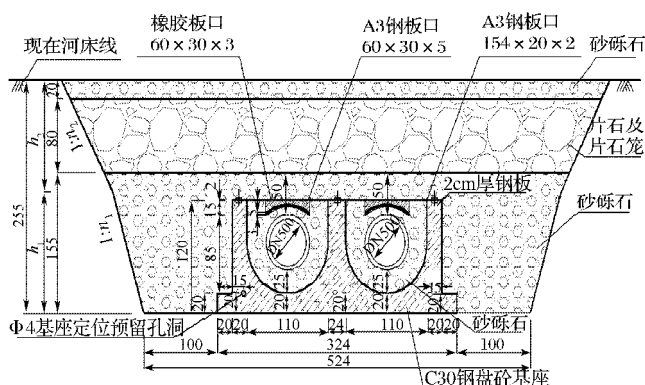


图4 沟槽及管基横断面图(单位/cm)

Fig. 4 Cross-sectional drawing of groove and pipe base (measure by centimeter)

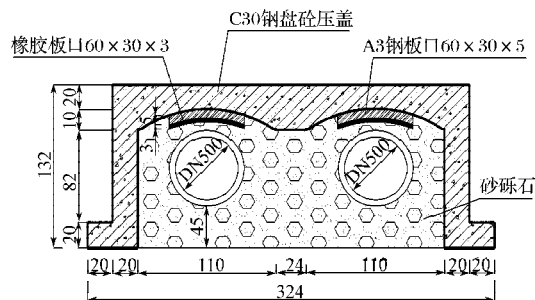


图5 抗浮压盖横断面图(单位/cm)

Fig. 5 Cross-sectional drawing of anti-floating gland (measure by centimeter)

3 过江管道施工

3.1 沉管基槽浚挖

根据岩土(或岩石)类别的不同,基槽底部宽度和边坡按设计确定后,先进行试挖(或试爆)。开挖沟槽底面应尽量减少竖向转角,使槽底平顺,且保证基槽挖深在可操作范围内。

3.2 水下沟槽整平

在水下开挖的沟槽,其底面凹凸不平,如不加以整平,管段沉放后会因地基受力不均匀而导致局部破坏,或因不均匀沉陷而开裂。为了提高沟槽底面的平整性,可采用垫平的方法进行处理。在管段沉放之前先铺砂石作为垫层的称为“先铺法”,它是在作业船上通过卷扬机和钢索操纵特制的刮铺机或钢犁,沿着沟槽底面两侧设置的、具有规定标高和坡度的导轨,将放下的垫料砂往复刮平。另一种垫平的方法为“后填法”,即先将管段沉放在沟槽底上的临时支座上,并使管底形成一定的空间(管段底板内预设液压千斤顶,在定位时可以顶向支座,调节管段高程),随后用垫层材料充填密实。

上述2种整平方法,均能达到整平沟槽的目的。先铺法施工操作简单,但受水流影响大,垫料难以控制;后填法对管道底部填充密实效果较好,但操作复杂。本工程过江管附近绿江水流速度小,项目建设工期要求紧,考虑选用先铺法进行水下沟槽整平。

3.3 管道试压及沉放

过江管道的密封性能要求很高,万一泄露,既污染江水,维护工作也相当困难,因此,本工程要求采用2次试压的防漏方案。首先,管道在岸边连接成整体,两端管口封堵并在堵板上设置进水管、排气管和阀门,进行预水压试验,合格后方可进行拖管。拖管到位,实施管道灌水,要求再次进行水压实验,合格后才能将管道按规定沉入水下且与预先安装的钢筋砼基座结合到位,再安装上部压盖。C30钢筋砼基座和抗浮压盖均要求提前预制,在砼强度达到100%时,才可吊装。水压试验严格,测量定位准确,沉放整体均

匀、速度缓慢成为本阶段成功的关键。

3.4 稳管和回填

为防止管道漂移,沉放经检查合格后应及时进行稳管和回填。管道周围回填材料选用密集性砂砾石,上部采用80 cm厚的片石笼压重,形成一个个具有一定重量的整体,且要求其顶面不高于现状河床线。既防止长时间水流冲刷对管道的破坏,又满足通航和河道疏浚的要求。

3.5 堤岸修复

在污水压力管穿过绿江防洪堤时应采取保护措施,在防洪堤迎水面采用现浇C15砼加固。根据测量资料,绿江南岸防洪堤边坡较陡,砼厚度为1.0 m;绿江北岸防洪堤边坡较缓,砼厚度为0.25 m。

4 存在的问题及解决办法

目前,该过江管道已投入使用,基本达到设计目的并能满足功能要求,但在运行过程中发现存在一些问题,具体情况及解决措施如下。

4.1 过江管防淤问题

处理好过江管道防淤、堵塞问题是确保系统正常运行的关键。针对本工程而言,过江管起点处设置有污水泵站(管道内流速可控制),较一般重力流倒虹管有利,但以下3方面因素,导致过江管容易产生淤积问题。第一,污水来自于采用截流式合流制的老城区,雨季时,雨污合流汇入,泥沙俱进,雨水中泥沙颗粒粒径大,比重高,容易在管道内淤积。第二,醴陵市是以陶瓷工业为主的城市,主要工业原料为瓷泥,所排放污水具有粘性大的特点,容易在管道内产生淤积。虽然环保部门要求各企业产生的工业废水必须经单独处理达标后排放,但从调查资料看,目前有部分含瓷泥的工业废水仍未经处理直接排入城市生活污水管道系统中。第三,该过江管相对整个上游污水管网建设超前,运行初期可能存在污水排放量较小、流速偏低的情况,从而导致淤积。

解决办法:第一,考虑利用4#泵站内的3台水泵同时开启,进行反冲洗(本工程未单独设置反冲洗装置)。水泵单台流量为 $600\text{ m}^3/\text{h}$,3台并联后流量为 $1\,506\text{ m}^3/\text{h}$,过江管内流速达 2.0 m/s ,集水池设计容积为 293 m^3 ,可供3台水泵同时工作12 min左右。过江管道在日常工作中,通过增加反冲洗次数,可减少泥沙停留时间和淤积量。第二,加强上游管道的沉泥处理措施。截污干管上加密设置沉泥井,缩短清通周期,尽量避免工业废水的直接排放等。

4.2 过江管的保护

管道敷设于河床以下2.6 m处,并尽可能按原始地形对河道进行恢复,可理想地认为水域流速、流态都

不会发生太大的变化。但实际上,沉管施工完成后,表面不可能做到与施工前完全一致。过江管道在使用过程中,绝不可忽视各种外界因素的破坏,例如:挖砂、炸鱼、船锚、其他坠物等。

解决办法:加强对施工段河道的清理工作,平整河床表面;在过江管道敷设处设立警示标志,禁止在管道上、下游一定范围内进行挖砂、炸鱼、船锚等活动,并做好定期检查,达到保护管道的目的。

5 结语

污水过江管道在整个城市截污干管工程中所占比重不大,但其所起的作用却不容忽视,若处理不当则会成为整个管网系统的瓶颈。故要求结合工程实际情况,从设计到施工,仔细考虑各个环节,准确确定各项设计技术参数,合理选择施工方案,因地制宜地制定工程实施方案;建成后,加强管理,定期排查,确保污水管道的正常使用。

参考文献:

- [1] 孙慧修.排水工程[M].4版.北京:中国建筑工业出版社,1999.
Sun Huixiu. Drainage Engineering[M]. 4th ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 1999.
- [2] 中华人民共和国建设部. GB50268-97 给水排水管道工程施工及验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
Ministry of Construction of the People's Republic of China. GB50268-97 Code for Construction and Acceptance of Water Supply and Sewerage Pipeline Engineering[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 1997.
- [3] 赵娟娟.醴陵污水处理厂外污水管网工程施工图[R]. 株洲:株洲市规划设计院,2008.
Zhao Juanjuan. The Construction Drawing of Outside Sewage Network of Liling's Wastewater Treatment Plant[R]. Zhuzhou: Zhuzhou Planning & Design Institute, 2008.
- [4] 中国市政工程西南设计研究院. 给水排水设计手册第1册[M]. 2版. 北京:中国建筑工业出版社,2000.
Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute of China. Water Supply and Drainage Design Manual: Book One[M]. 2nd ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2000.
- [5] 上海市建设和交通委员会. GB50014-2006 室外排水设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2006.
Shanghai Construction and Traffic Committee. GB50014-2006 Code for Design of Outdoor Drainage Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2006.

(责任编辑:李玉珍)