

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2019.03-07

长距离跨河倒虹吸沉管在内河地区的应用

王 智, 李建春

(上饶市水利电力勘测设计院, 江西 上饶 334000)

摘 要:跨河倒虹吸采用围堰方案施工, 不仅投资大进度慢, 且涉及基坑排水、度汛等施工难题, 往往成为工程实施的制约点。上饶市城市供水引水工程城西支线跨信江倒虹吸, 全长 582.00m 倒虹吸钢管采用沉管法一次性下沉安装成功, 为工程节省了大量投资并缩短了工期, 可为内陆地区类似跨河管道的设计及施工提供借鉴。

关键词:上饶市城市引水; 长距离; 跨河倒虹吸; 沉管; 内河; 设计

中图分类号:TV134 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2019)03-0191-04

随着我国城市快速发展, 城市供水引水工程的建设也遍地开花, 国内大型引水项目有南水北调工程、引黄入晋工程、引汉入渭工程、杭州千岛湖引水工程、广州西江引水工程等。引水工程中跨河交叉建筑物众多, 因其涉及施工导流, 采用传统围堰方案投资大进度慢, 往往成为工程实施的制约点, 特别是近年来各地城区景观坝众多, 雍高了河道水位, 更为跨河交叉建筑物的实施加大了难度。借鉴沿海、湖泊地区的成功经验, 上饶市城市供水引水工程城西支线跨信江倒虹吸工程, 克服了内河不通航, 大型施工船舶及设备无法进入施工现场的困难, 全长 582.00m 倒虹吸钢管, 采用沉管法一次性下沉安装成功, 为工程建设节省了大量投资并缩短了工期。目前, 内河地区长距离倒虹吸沉管运用较少, 已实施的倒虹吸沉管一次性安装最大长度不足 250.00m, 上饶市城市供水引水工程城西支线跨信江倒虹吸工程一次性安装近 600.00m, 且水深达 8.00m, 可为内陆地区类似长距离跨河管道的设计及施工提供借鉴。

1 工程概况

上饶市城市供水引水工程设计引水规模为 36 万 t/d,

最大日供水量 41 万 t/d, 引水水源为上饶县境内大坵水库(大(2)型水库), 采用重力流引水, 供上饶市城区 97 万人口生活用水。跨信江倒虹吸为城西支线末端跨河引水管道, 设计引水规模为 7 万 t/d, 最大日供水量为 8.19 万 t/d, 采用单管跨河。跨河管道全长 582.00m, 设计最大内水压力为 1.00MPa^[1]。跨信江倒虹吸位于信江上游河段, 距信州枢纽拦河闸上游 2km 库区内, 信州枢纽控制流域面积 5 234.00km², 非汛期下闸抬水, 提升城区景观并发电, 汛期则拦河闸全开泄洪, 库区恢复为泄洪河道。正常水位时, 河道宽约 550.00m, 水深达 8.00m, 河床出露均为砂卵石层, 平均厚度约 3.00m。

2 工程设计与施工总体方案

上饶市城市供水引水工程跨信江倒虹吸沉管全长 582.00m, 设计最大内水压力为 1.00MPa, 全线采用 Q235C 钢管。左岸岸坡段及河床段管道内径 1.00m, 壁厚 14.00mm, 右岸岸坡段内径 1.40m, 壁厚 18.00mm^[2], 全线坐落在砂卵石层或基岩上。钢管采用沉管法置于开挖沟槽内, 并要求管顶埋深不小于 1.50m; 由于汛期库区恢复为泄洪河道, 为满足管道抗冲等稳定要求, 河床段采用 C25 混凝土 U 形预制压块及镇墩进行稳管,

收稿日期: 2019-01-11

作者简介: 王 智(1985-), 男, 大学本科, 工程师。

并采用开挖料回填至原河床，岸坡段不设压块直接回填开挖料至原河床；本次沿线布置了8个镇墩，其中4个布置在拐弯处，4个布置于河床平管段。跨信江倒虹吸管平面布置及纵剖详见图1。

管道安装采用整管一次性沉管法施工。施工时先在小型水上移动平台(拼装船)安装长臂挖掘机进行管槽开挖，开挖管槽要求底宽统一为3.00m，砂卵石层水下开挖边坡1:2.0，砂岩1:0.5。管槽开挖完成后，将事先已焊好的整根管道浮运至基槽位置，并通过闭气试验验收合格后，管道缓慢充水下沉入槽，入槽后再进行水下浇筑镇墩、吊装U形压块、砂卵石开挖料回填盖。

3 工程设计要点

3.1 沉管管材

倒虹吸常用管材有预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管、球墨铸铁管、玻璃夹砂管、PE管、钢管等。预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管质量重，球墨铸铁

管、玻璃夹砂管虽轻，但接头为承插式，显然不符合一次性下沉要求；PE管接头为热熔或电熔焊接接口，接口强度高于强度本身，但其柔性较大，对于长细比较大沉管并不适用。钢管无论是管身，还是焊接接口强度均较大，且柔性适中，利于管道在水中拖运、下沉，因此绝大部分输、引水项目均选用钢管作为沉管管材。上饶市城市供水引水工程跨信江倒虹吸长细比接近600，穿越河床无强腐蚀性土壤，因此管材上参照一般沉管工程选用钢管。

3.2 沉管体型

由于内河地区河床起伏较大，为减小管道开挖，传统围堰施工的倒虹吸管道一般会根据地形起伏设计纵坡，因此其体型大多蜿蜒曲折。而沉管方案在体型设计上，则以便于水上拖运、下沉安装为原则，应尽量做到平顺、对称。上饶市城市供水引水工程跨信江倒虹吸沉管体型成“U”形，河床段设计为平坡，管顶位于主河槽冲刷线最低点以下，左岸岸坡段统一纵坡为0.0635，右岸岸坡段统一纵坡为0.0286，要求管顶覆土厚度不小于1.50m。

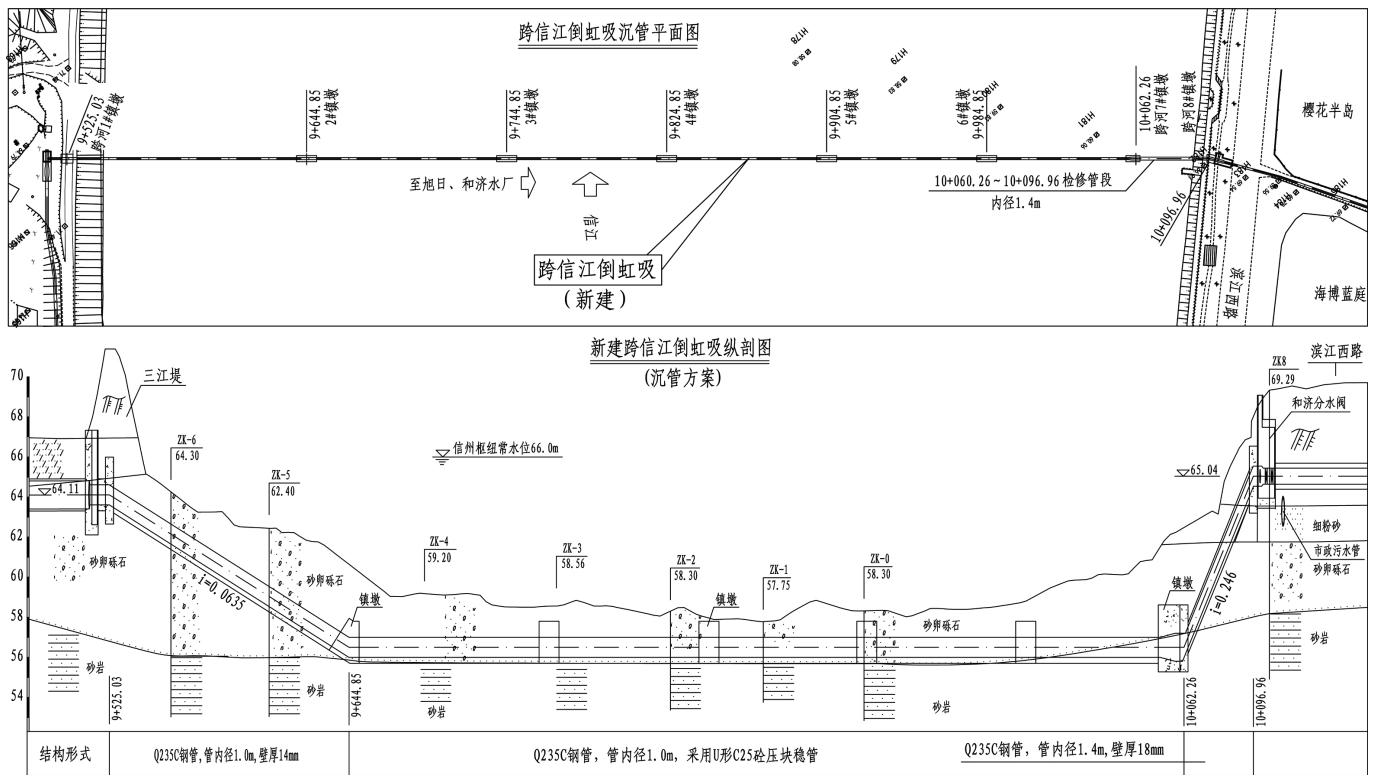


图1 跨信江倒虹吸平面、纵剖图

3.3 沉管管槽

沉管管槽设计底宽不仅需满足管道沉放要求,还应考虑开挖偏差、泥沙回淤的影响及下沉时水下蛙人的操作空间,一般按2~3倍沉管管径考虑。沉管入槽前,还需对开挖完成的管槽底部进行找平,以免管基高低不平造成管道受力不均匀。按上述原则,上饶市城市供水引水工程跨信江倒虹吸沉管管槽开挖底宽统一为3.00m,砂卵石层水下开挖边坡按地质建议取1:2.0,砂岩边坡取1:0.5,槽基在沉管入槽前采用300mm厚砂卵石找平。

3.4 沉管抗冲

内河地区不同于沿海、湖泊地区,其河床纵坡陡、洪峰集中,汛期洪水流速大,河床及两岸冲刷破坏力强。上饶市城市供水引水工程跨信江倒虹吸沉管为确保其汛期的安全,河床段全线吊装C25混凝土U形预制压块,并在沿线布置4个镇墩(水下浇筑)进行稳管,最后采用开挖料回填覆盖。岸坡段不设压块,直接采用开挖料回填覆盖,并对管槽上、下游各30.00m岸坡采用水下模袋混凝土进行衬护。

4 工程施工要点

4.1 施工设备

信江上饶城区河段不通航,大型施工船舶及设备无法通过水运至施工现场,且施工水域附近无船舶可供租赁使用,施工船舶及设备的选型及运输存在很大的困难。针对上述情况,本工程施工船舶选用拼装船形式,先将小型泥驳陆运至现场,通过汽吊吊装入水后进行拼装;开挖设备选用当地可租赁的长臂反铲挖掘机、镐头破碎机,开挖时安装于拼装船进行开挖。

4.2 管道制作

跨信江沉管一次沉放管道长度达582.00m,整体体型呈“U”型,钢管制作采用现场焊接一次成型方案。钢管管材由厂家购置,按12.00m一节做好防腐运至工地现场进行焊拼,焊拼时将焊好的一端浮于河面,并利用工作船做好保护,另一端则置于岸边进行焊接,焊接一节拖入河面一节,直至整根管道焊接完成(焊拼现场见照片1)。焊接完成后钢管两端采用钢制闷板封头,并利用拖轮浮运至沉放现场沉放。

4.3 管道沟槽开挖

跨信江沉管沟槽坐落在砂卵石层或基岩上,管

槽采用常规的挖泥船开挖施工难度较大。因此工程实施时,采用了在拼装船上安装反铲挖掘机的开挖方案,遇砂岩段则在拼装船上安装镐头机进行水下岩石破碎,破碎后再进行开挖,开挖时采用小型泥驳船配合将开挖料运至岸边。管槽开挖现场见照片2。

4.4 管道整体沉放

跨信江沉管长细比较大,为保证沉管在往水下沉过程中的平衡,有效地控制钢管下沉时的弯曲应力,下沉时利用拼装船均匀布置四个可操控的吊点,另布置数个浮箱支点。钢管起吊后由一端注水,另一端设排气阀排气,首先将进水的一端慢慢下沉,向另一端推进,直到水平段的空气全部排出,然后调整平衡,继续注水,下沉至沟底,调整沉管的位置直至符合设计要求,最后分别在钢管位置打入四组定位桩,两端用钢绳固定,将工作船撤离。管道整体沉放现场见照片3。



照片1 管道制作



照片2 管槽开挖



照片3 管道下沉入槽



照片4 水下镇墩模板制作

4.5 水下镇墩混凝土浇筑

跨信江沉管沿线镇墩混凝土设计标号为C25,但由于受水的影响,水下混凝土一般会比同条件下的陆上混凝土低一个强度等级,所以沉管镇墩混凝土配比提高一个强度等级并加速凝剂。水下混凝土浇筑采用导管法,将事先在岸边焊接的钢制镇墩模板吊装入水(镇墩模板见照片4),模板底部设进料孔连接导管,顶部设排水孔,导管上端连接拼装船上的进料斗。浇筑时向进料斗倾倒混凝土,混凝土依靠自身重力通过导管逐步注入镇墩模板内,直到注满整个仓位。

5 结论

上饶市供水引水工程城西倒虹吸沉管于2017年6月按合同工期的3个月如期完工,2018年7月,验收合格并正式通水运行。倒虹吸沉管安装完成运行至今,未出现漏水、位移、冲刷等情况,工程运行良好。该工程的顺利实施,可为内陆地区类似长距离跨河管道的设计及施工提供宝贵的借鉴。

参考文献:

- [1] 王智,潘海军,李建春,等. 上饶市城市引水城西支线工程新建跨信江倒虹吸初步设计报告[R]. 上饶:上饶市水利电力勘测设计院,2016.
- [2] NB/T 35056-2015. 水电站压力钢管设计规范[S].

编辑:张绍付

Application of long distance inverted siphon pipe across river in inland area

WANG Zhi, LI Jianchun

(Shangrao Water Conservancy and Electric Power Survey and Design Institute, Shangrao 334000, China)

Abstract: The cross-river inverted siphon is constructed by the cofferdam scheme, not only has a large investment and a slow progress, but also involves the construction problems of foundation pit drainage and flood season, which often becomes the restriction point for the implementation of the project. The inverted siphon across the Xinjiang river in the west branch of Shangrao city water supply and diversion project was successfully installed by sinking the 582m inverted siphon steel pipe in one time, which saved a lot of investment and time for the project, and provided valuable reference for the design and construction of similar river-crossing pipelines in inland areas..

Key words: Shangrao city water diversion; Long distance; Cross river inverted siphon; Sink pipe; Inland river; design

翻译:王智