

# 株洲市下河街—庐山路过江给水管道工程施工方案分析

何山舞 徐剑

株洲市水务投资集团有限公司

**摘要:**针对株洲市下河街—庐山路过江给水管道工程实际情况,在简单介绍过江给水管道基本施工方法的基础上,对具体的施工方案进行了深入分析,内容包括施工安排、控制点复核与测放、管槽开挖、管槽整平、管道加工、管道沉放、支墩施工、管槽回填、附属设施施工和雨季、冬季施工。

**关键词:**株洲市下河街—庐山路过江给水管道;水下管道;施工方案

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.109

本工程为株洲市下河街—庐山路过江管道建设项目,采取沉管施工方案,项目起点为河东白石港码头,终点为河西文化广场,管道采用DN1020×14mm的螺旋钢管,管道采用双面对焊,沉管长度为620m,两岸明敷段长度为45m,全长665m,转弯处设置C25砼镇墩。

## 一、过江给水管道施工方法

株洲市下河街—庐山路过江管道施工采用DN1020×14mm的螺旋钢管直线漂浮整体下沉法施工。管段岸上焊接,首节管端头利用带截门盲板封闭,焊接完成一节,溜下水一节,利用管节自身浮力浮于岸边水面。待穿河钢管全部焊接完成后,将末节管端利用带截门盲板也封闭,利用拖船将总成管段旋转漂管过江,浮运至沉管位置,然后灌水沉放至开挖好的沟槽。管道基础采用砂砾石基础,回填前测试水流速度、水深等对回填的影响,以便掌握规律。

## 二、过江给水管道施工方案

### (一) 施工安排

本工程包括以下项目:管槽开挖、管槽整平、管道加工、管道敷设、管道沉放、管道支墩、管槽回填。管槽开挖施工由水下挖泥船进行,水下岩石开挖船,成槽后整管沉放。根据施工控制点复核平面与高程,同时做好放样与材料采购;出河面、过江管道同步施工,在管槽完成开挖和整平,且管道制作完毕,经检查合格后,开展管道安装及沉放;管道制作完毕并就位,同时经检查确认,合格之后开始浇筑支墩,填筑管槽。

### (二) 施工控制点复核及测放

#### 1. 平面控制测放

(1)按照设计坐标测量并放出管道轴线,同时在两岸设置导标;全站仪测定节点,做好标示,用于对开挖断面具体位置进行控制。

(2)为使管槽开挖位置准确,两端岸上应设置测站,在开挖时借助GPS系统进行全过程实时定位,以确保施工时各船舶定位的准确性。

(3)管道沉放时,于顶部增设标杆,再用全站仪对平面位置进行测定和严格控制,在设计位置进行沉放。

#### 2. 高程控制测放

(1)构筑物及路上管槽实际标高由施工控制点进行引测。

(2)在对水下管槽进行开挖时,两岸分别设置水

尺,以此时可了解水位高程。同时使用测深装置对水深进行测量,通过计算得出开挖的具体范围及水深,确保轴线上所有断面实际深度都能满足要求。

(3)管道就位后,以各点水深及水位为依据,确定顶部高程。

### 3. 管道加工测放

(1)以设计文件为依据,使用钢尺对管节长度进行测量。

(2)管道弯头处按设计要求与图例大样进行截取,完成拼接后使用测角装置量取角度。

(3)坡口加工前先用样板对比放样。

### (三) 管槽开挖

水下沟槽采取当河床地层为黏土及砂砾石时,施工区域内深水区采用一艘链斗式挖泥船对管槽基础进行开挖施工;两岸浅水区岸坡采用两艘定位桩式挖泥船开挖。当河床底层为泥质粉砂岩时,采水下岩石开挖船舶进行开挖施工。

开挖时,需要严格按照施工顺序,并制定合理的开挖施工计划,宜按照“二进二”顺序实施开挖,这样不仅能使开挖正常进行,不会对沿江游船航行造成不利影响。开挖过程中应做好以下几项控制工作:

(1)边坡开挖,建议采用“一刀切”方法,也就是选取坡距的1/3为设计放坡距离,然后一次性挖坡,使其形成自然坡度。

(2)采用斗索对开挖深度进行测定,开挖时,因江面起伏不定,所以,要考察一定富余水深,通常以0.3m为宜。

(3)开挖与定位,当采用挖泥船进行开挖时,应切实做好移船定位与浚深控制。考虑流速的影响,施工船舶作业方向应与水流方向平行。开挖时船身的平面位置主要使用锚缆进行控制,作业区抛设八字锚缆和主锚缆,其中,主锚缆主要控制上移位和下移位,而八字锚缆主要控制左移位和右移位,在锚位处应设置浮标。

开挖时动态探测开挖之后的实际水深,船上机手需要根据水深探测结果对落斗深度进行调整,在完成一轮开挖、船体移位之前,使用挖斗初步扫平,这能有效预防漏挖与超深。

### (四) 管槽整平

管槽开挖结束,且经检验确认合格后,回填垫层并进行整平。其中,垫层的回填大多以砂卵石为主要填料,江底部垫层不能小于300mm厚度。

管槽整平时,石料采用漏斗串筒进行投放,水下作业人员采用“空气导管提升+水下钢轨刮尺”等方法实施整平,对于不平衡但高差相对较小的部位建议使用水下钢轨刮尺的方法,而高差相对较大的部位,则宜使用导管提升的方法先进行抽除,以便对管底的实际高程进行校核。完成整平后,高差必须处在±100mm内,确保管道受力达到均匀。

### (五) 管道加工

主管道为直径1020mm×14mm厚钢管,通过组焊成

型,在厂商买进管段,然后运输到加工场地进行拼焊接长。对管道进行的焊接与拼装包含以下内容:坡口加工、管段拼接、管段焊接、焊缝质量检查。

### 1. 管道涂装技术要求

#### (1) 内防腐

钢管内防腐均采用环氧涂层为IPN8710系列饮用水专用高分子涂料。涂层结构层采用两底三面,二底漆采用IPN8710-1,三层层采用IPN8710-3。干漆膜总厚度 $\geq 200 \mu\text{m}$ 。

#### (2) 外防腐

1) 埋在镇墩或外包混凝土的钢管外壁均匀涂刷 $400 \mu\text{m}$ 厚的无机改性水泥浆。

2) 在阀井内外露的钢管外壁及外露铁件防腐材料底层选用一道厚 $50 \mu\text{m}$ 的无机富锌涂料,中间层选用一道厚 $100 \mu\text{m}$ ,面层选用一道厚 $100 \mu\text{m}$ 丙烯酸聚氨酯涂料。

3) 埋地钢管段外壁防腐层采用三层结构,底层为环氧粉末涂层,中间层为胶粘剂,外层为聚乙烯层,具体指标要求如下:环氧粉末涂层厚度 $\geq 150 \mu\text{m}$ ,胶粘剂层 $\geq 170 \mu\text{m}$ ,防腐层 $\geq 4.2\text{mm}$ 。

### (六) 管道沉放

#### 1. 水下管道沉放

考虑到作业区水流速度影响,宜采用一定数量的拖轮及交通艇将管道运输到管槽轴线处。在对管道进行运输之前,所有吊点上的船舶就位,按从左到右的顺序进行编号,按 $80\text{m}$ 的间距布置8个吊点。起吊船位于管槽轴线上游,同时抛设锚缆对船舶进行可靠固定。所有吊点均就位且固定之后,将管道东端运至管道轴线东岸,在管道轴线周围时和左岸起吊吊篮固定。再用拖轮在管道中间和右侧开始慢速拖带,将管道右岸端从下游带向上游,摆进管线的右岸,各起吊船分别依次吊系相应吊点。

将管道运输至指定位置后,对其中一端进行连续且缓慢地向内注水,使管道能够缓慢地下沉。现场测量人员应在管道沉放时时刻测定平面位置,以便对管道位置进行调整。管道即将着床时,其底部和基床之间的距离达到 $0.3\sim 0.5\text{m}$ 后,对管道具体位置进行调校,确认无误后,即可沉放着床。着床后对管道的平面及高程进行检查,确认合格后做好固定。根据设计文件的要求,管道沉放之后要实施水压试验,设计试验压力确定为 $10\text{MPa}$ 。

#### 2. 水压试验

(1) 根据工程需要制作两块闷板,闷板厚度为 $26\text{mm}$ 的Q235C钢板,闷板和钢管直接焊接,并在闷板上焊接横向、纵向加强筋固定。闷板上分别设进水阀、排气阀、压力表。

(2) 试压前对压力表进行检验和校正。

(3) 试压前将钢管内充满水,排尽空气,钢管充水浸泡时间为24小时。

(4) 水压试验采用清水为试验介质,试验压力采用1.5倍设计压力。管道注水时应把管道最高点排气阀打开,将空气排尽。待排气阀出水后,关闭排水阀和上水进水阀,使用高压试压泵加压,压力逐步升高。按2~3次升到试压力,加压一定数值时,停泵对管道进行检查,无问题时再继续加压。当压力达到试验压力(即设计压力的1.5倍)时停止加压,一般保持30分钟,如管道无泄漏现象,压力表指针不下降,即泄压至设计压

力保持稳压2小时,如管道还是无泄漏现象,压力表指针不下降,即认为水压试验合格。

管道试压应满足《给排水管道工程施工及验收规范》(GB50268-2008)的相关规定。

### (七) 沟槽回填

#### 1. 管身两侧溜筒回填

沉管就位后,进行管道周边回填。采用级配砂卵石回填至管顶以上 $1.9\text{m}$ 位置。管身两侧回填采用溜筒回填,施工方法同管槽基础回填,施工时需注意管身两侧均衡卸料,潜水员随时下水检查回填效果,防止一次性水下某个点堆料太多挤压管道位移。

#### 2. 管顶自卸船回填

回填到管顶标高后,采用自卸船回填。先由一艘工程船抛锚定位在管道轴线上方,岸上的全站仪准确定位工程船的网格化位置。装载量 $36\text{m}^3$ 自卸船靠泊上定位船后,由岸上的全站仪确定位置准确后再开仓卸料。

为使工程达到“抛足、抛准、抛匀”的质量标准,自卸船回填施工中采用“划分小区、转船定位、定量抛投”的方法。根据施工图纸确定的回填范围将整个回填区划分成若干个单元网格,然后按图纸上的回填厚度,先计算并核查每个单元的设计回填数量,然后对每个单元进行准确、定量、均匀抛填。

#### 3. 块石回填

GPS定位仪测量引导,定位驳船就位。

运输船停靠定位驳船,然后检查定位驳船位置及停泊系缆是否安全规范。检查抛填位置准确无误后,抛石工指挥抛填。测量水下地形、检测抛填效果,并作确认记录。移船进行下一船位的抛填作业。回填厚度达到设计标高要求。

### (八) 附属设施

管道施工完毕后应在其沿线上设置明显的标志,且过江段应按照相关管理部门要求增设通航标志。此外要注意,标志施工应严格按照管理部门提出的标准及规定进行。

### (九) 冬季、雨季施工

#### (1) 冬季施工:

优化组合施工组织安排,确定技术、质量和安全的实时监控点,做好施工教育与技术交底;构建并实施冬季施工时的规章制度;备好冬季施工必需物资,并切实做好保存;设备、装置定期保养和维护,并按要求备用;及时检查并维修临时设施。

#### (2) 雨季施工

采取有效防雨措施,保证雨季施工能够正常进行;优化组合施工组织安排,制定专项应急预案,做好人员教育和管理;疏通现有排水系统,使水流畅通,防止积水;管槽开挖后做好防护,以免水流进入引起塌方等问题;备好雨季施工必需物资设备。

### 三、结语

本工程按以上方案顺利完成施工,经检查施工质量合格,未发生质量问题和安全事故,说明施工方案合理可行,可为类似工程施工提供参考。

### 参考文献

[1] 许琛,王解先.沉管沉放的实时监测[J].工程勘察,2001年第4期。

[2] 安贺东,裴凯,赵强.水体密度分层对沉管沉放对接施工的影响分析[J].科学技术创新,2019.36。