

穿越山区跨河倒虹管关键施工技术

齐延天

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i6.10931

[摘要] 本文以穿越山区跨河倒虹管施工为对象,对山区跨河倒虹管施工中普遍出现的下穿河流、与道路交叉、地形复杂、山体边坡陡峭等进行针对性的分析、论证,归纳总结了一些应用于实际工程建设中的施工方案、技术措施、并对方案、措施等执行过程出现的问题及时细化、调整,使该方案、措施达到最好的应用效果。整理出一种合理的施工工艺以解决穿越山区跨河倒虹管遇到河流、与道路交叉、地形复杂、山体边坡陡峭等难题,从而找到一种穿越山区跨河倒虹管科学、经济、合理的施工技术。

[关键词] 倒虹管; 倒流; 开挖; 运输; 安装

中图分类号: F530.8 **文献标识码:** A

Key construction technology of inverted siphon crossing the mountain area

Yantian Qi

China 11th Water Conservancy and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd.

[Abstract] Taking inverted siphon construction across the mountain as the object, this paper analyzes and demonstrates the common problems in inverted siphon construction across the mountain, such as crossing the river, crossing the road, complex terrain and steep mountain slope, and summarizes some construction schemes and technical measures applied in practical engineering construction, and refines and adjusts the problems in the implementation process in time, so as to achieve the best application effect. A reasonable construction technology is sorted out to solve the problems of crossing rivers, crossing roads, complex terrain, steep mountain slopes and so on, so as to find a scientific, economical and reasonable construction technology for crossing rivers and inverted siphon in mountainous areas.

[Key words] inverted siphon; reverse excavation; transportation and installation

引言

本文依托四川省蓬溪船山灌区工程西梓干渠延长段工程。四川省蓬溪船山灌区工程西梓干渠延长段土建及安装施工,是蓬船灌区工程的引水工程之一。主要功能为农业灌溉、城乡生活、工业供水等水资源综合利用,是国家172项重大水利工程、四川省11项重点水利工程之一。

四川省蓬溪船山灌区工程西梓干渠延长段土建及安装工程共布置了2座倒虹管,分别为窑湾倒虹管和折弓倒虹管。其中窑湾倒虹管为箱涵型式,进出口由竖井与原渠道衔接,管身段为50cm厚钢筋混凝土结构。折弓倒虹管管线为压力钢管,管道共1道,钢管采用Q345R制作,钢管内径为3.4m,壁厚为22mm、16mm两种,管线总长843m,其中直管段706米,弯管段137米。

折弓倒虹管处于两山峡谷地段且横穿雍江河道,施工地理条件复杂。一是:横穿雍江河道的倒虹管、地下水水位高于开挖的建基面,河道淤积较厚,需要考虑施工导截流、清淤问题,确保旱地作业。二是两岸山体边坡陡峭,给管节的运输及安装带来了

一定的施工困难。

通过对穿越山区跨河倒虹管的分析及应用,最终采用安全、经济效益最实用的一种倒虹管施工方式。本文详细介绍了穿越山区跨河倒虹管关键施工技术的应用方法,为倒虹管施工提供了技术依据。

1 主要技术难点

(1) 施工导流及保通技术; (2) 跨河管槽淤泥质土开挖施工技术; (3) 交通受限条件下的长距离高陡坡管节运输及安装技术。

2 关键技术和创新点

2.1 关键技术

(1) 因本工程折弓倒虹管永久弃渣场位于雍江河右岸,导流明渠位于左岸,河道内施工周期长,通过乡村道路绕行到对岸的出渣路线过长,所以必须保障跨雍江河左右岸道路的畅通。考虑到过路排水涵管在日常生产建设中的广泛应用,确定在下游围堰与导流明渠连接处埋设多个混凝土涵管进行导流,涵管上部

用黏土进行回填碾压的道路保通方案。(2)由于本工程折弓倒虹管为淤泥质河床,淤泥质河床具有流动性,开挖则采用分区分层流水施工的方法。多台挖机接力开挖至基岩后,采用砂砾石换填,以增加穿河段基面的稳定性,解决淤泥质渠道无法承载车辆的问题。在河床基坑开挖过程中实行信息化施工,以保证河床基坑边坡和周边建筑物的安全。(3)运输安装重点、难点主要在四个陡坡、斜坡段,陡坡段最长达88m,最陡达 34.00° ,且所处山体交通条件受限,采用钢制台车10t固定卷扬机进行运输,在陡坡段管道安装中,采用卷扬机进行安装。在镇墩回填平台上的钢管中心线处布置一固定卷扬机的锚筋,保证锚筋抗拉强度并固定10吨卷扬机,同时应保证插筋露出垫层10mm,与钢板焊接时以便铺设轨道和加固钢管。

2.2 主要创新点

(1)通过对倒虹管横穿河道段导截流施工技术研究,确定了跨导流明渠的保通道内预埋涵管兼顾导流及保通的作用,有效解决跨河两段出渣及管道运输问题,缩短运输距离,加快施工进度。(2)由于倒虹管穿雍江河支流段为淤泥质渠道,淤泥具有软塑、流动、不稳定等特点,无法承载挖掘机施工,采用分区分层流水施工的方法,解决淤泥质渠道无法承载挖掘机施工的困难,有利于确保施工进度,采用砂垫层换填,有效的对地基进行了加固,保证施工安全、施工质量以及后续运行安全。(3)采用边坡溜放法解决压力钢管垂直运输问题。通过对压力钢管安装工艺的研究,采用卷扬机、轨道及平板运输车等设备进行运输、安装,提高效率,极大的减少了施工成本。

3 实施方法

3.1 跨河管槽淤泥质土开挖施工技术

由于倒虹管穿河段地下水位高于建基面,倒虹管穿雍江河支流段建基面高程356.850m,地下水位高程364.08m,地下水位高于建基面7.23m,倒虹管穿雍江河段建基面高程350.350m,常年水位高程358.27m,常年水位高于建基面7.92m,先采用明排水法对地下水进行降排水施工。在基坑顶部四周开挖截流排水沟,拦截下雨时地表径流,关注天气预报,易滑塌部位用塑料布覆盖。在基坑开挖后,采用明排水法,集中排至排水沟,由排水沟流至附近河道,及时做好基坑内地下水的降水排水工作,并开挖淤泥。

根据土质设计的边坡系数1:1.5进行开挖,因河床开挖段为稀淤泥而不能按照设计边坡系数开挖,放缓坡度系数为1:2。由于折弓倒虹管工程河床开挖深度远大于挖掘机最大挖土深度,故采用分层开挖。因淤泥具有流动性,淤泥不能承载挖掘机,使用自卸车运输淤泥上坡道时,势必造成自卸车后挡板被冲开,车辆无法运输淤泥。采用3台挖掘机倒运接力办法将淤泥倒运到场区外边线位置,使用2台挖掘机不断的开挖晾晒淤泥,使淤泥干燥到不流淌时,再将淤泥外运。用分区分层流水施工的方法,与止水、支护施工穿插进行。开挖至基岩后,采用砂卵石回填,以增加穿河段基面的稳定性。在河床基坑开挖期间,必然会引起河床基坑边坡的水平侧向位移和基坑周边地面的沉降进行观测,

以保证河床基坑边坡和周边建筑物的安全。

3.2 施工导流及保通技术

折弓倒虹管导流明渠与管线交叉设置在K9+098.00处,上游距管道中心线70m,下游距管道中心线73m,半径30m,总长151m。根据枯水期5年一遇防洪标准,11月~4月期间雍江河流量为 $2.52\text{m}^3/\text{s}$,为保证施工期安全,特设计渠道过水断面44平方米,边坡坡比为1:1.5,底坡 $i=0.5\%$;边坡采用编织袋装土防护;开挖底宽5.0m,上口宽17m,平均开挖深度4m,平均底高程356.5m。开挖土方 $1\text{万}\text{m}^3$ 。

导流明渠施工顺序:施工准备→植被清理→测量放线→明渠中间部位开挖→砂袋铺装→明渠进出口开挖→砂袋铺装。

围堰石渣场路填筑前必须清挖基础部位的表层覆盖层,按一定的边坡进行抛块石截流形成戗堤临时挡水,河水通过导流明渠流向下游,此时可开始施工上下游围堰,进行粘土填芯及堰体加高培厚压实等。

围堰类型因地制宜采用土石围堰、围堰断面为梯形断面。导流明渠上游围堰长约16.5m,堰顶高程361.7m,顶宽4.5m,平均高度约4m。围堰内边坡比1:1.5,迎水面边坡比为1:1.5并采用编织袋装土防护,围堰中心设2m跨防渗体,防渗体主要采用黏土;下游围堰考虑到兼做场内施工临时道路,确定堰顶宽度为6m,其他同上游围堰。下游围堰兼作施工便道,长约24m,堰顶高程364m,顶宽6.0m,平均高度7.5m。结构与上游围堰型式相同。上下游围堰填筑总方量约为2000立方米。

围堰施工流程为:围堰堰体填筑→堰体防护工程施工→基坑开挖及抽排水→主体工程施工作业→围堰拆除→结束。

因倒虹管永久弃渣场位于雍江河右岸,导流明渠位于左岸,河道内施工要跨一个汛期,施工周期长,通过乡村道路绕行到对岸出渣路线过长,所以必须保障跨雍江河左右岸场内道路的畅通。考虑到过路排水涵管在日常生产建设中的广泛应用,确定在下游围堰与导流明渠连接处埋设多个混凝土涵管进行导流,涵管上部用黏土进行回填碾压的道路保通方案。涵管与边坡及涵管之间的空隙用黏土袋填充密实,为保证涵管周围的土体质量,可以对涵管周围局部进行换填。为避免结合面出现集中渗漏造成路面下沉,在涵管埋设后,现将涵管表面润湿,边涂泥浆边铺土,同时人工夯实,涵管两侧土体分层回填同步上升,超出涵管顶部1m范围后方可进行碾压。

3.3 交通受限条件下的长距离高陡坡管节运输及安装技术

运输重点、难点主要在四个陡坡、斜坡段,0#~1#弯管段坡度 34.00° 、5#~6#弯管段坡度 24.24° 、12#~13#弯管段坡度 28.67° 、15#~16#弯管段坡度 27.03° ,单节钢管最大重约8.5t。由于采用钢制台车,底部设有4个滑轮组,因此,钢管在斜坡段最大下滑力即为固卷承受最大拉力,即 $F=3.09 \times \sin 28.67=1.97\text{t}$,现场采用10t固定卷扬机用于钢管运输。考虑到安全系数,同时设置2个两个10t滑轮组,一个固定于中心线方向,另一个固定于移动台车中心位置,则固卷承受拉力 $F_1=1.97/2=0.99\text{t}$,安全系数 $=10/0.99=10.1$,卷扬机钢丝绳选用 $\Phi 20\text{mm}$ 钢

钢丝绳, 破断力=211.5KN, 安全系数=211.5/(1.97×1000×10/1000)=10.74, 均满足生产要求。

陡坡斜坡段钢管管节运输: 在压力钢管上端平台位置布置一台25t汽车吊, 固定卷扬机布置于钢管中心线方向, 小车上固定一滑轮组, 利用倒链将钢管与小车固定牢固, 同时在钢管两侧各布置一风绳, 保证小车在斜坡段运输过程中能够保持两侧稳定。

上、下平段及其余斜坡段管节运输: 两节成品钢管由15吨平板车运至现场, 利用25t汽车吊卸车转运钢管。吊点的位置选择4套自制吊钩起吊管节底部管口, 吊钩布局均分底部圆周, 保证所选择受力位置的安全可靠性; 吊钩就位吊点需加间隔物对底部管口进行保护, 防止吊钩对母材造成伤害; 钢管在平板运输车上搁置时, 应尽量保证钢管重心对准平板车承压中心。管节主要采用中36(4×6m)钢丝绳配合10t卸扣进行吊装, 按90°方位在钢管上装配焊接4个吊耳板, 用于钢管吊装。吊耳板焊于加劲环上, 其焊接位置应保证钢管起吊时不损伤钢管和产生过大的局部应力。钢管运至安装现场后利用25吨汽车吊和W1-100履带起重机进行钢管安装、调整、加固, 检验钢管高程和桩号, 合格后进行焊接。斜度大于20°的坡段管节安装前在斜坡上安装轨道, 通过现场布置的移动台车, 利用固卷将钢管直接运输至安装位置进行调整、加固。

安装: 在陡坡段管道安装中, 0#~1#镇墩、5#~6#镇墩、12#~13#镇墩、15#~16#镇墩段钢管安装铺设角度均大于20°需采用卷扬机进行安装。首先在0#、6#、13#、16#镇墩处回填的平台上钢管中心线布置一固定卷扬机的锚筋, 锚筋插入深度6m, 同时在中心线两侧埋设插筋(Φ20)并辅以灌浆处理, 保证锚筋抗拉强度并固定10吨卷扬机, 插筋跨度L=1m、2.08m、3m, 间距B=1.5m, 同时应保证插筋露出垫层10mm, 与钢板焊接以便铺设轨道和加

固钢管。

按照设计图纸给定的位置尺寸, 安装钢管运输轨道, 钢管运输中心高程比理论控制线低70mm。钢管管节运输至现场用25吨汽车吊将钢管管节吊装到运输移动台车上用倒链将管节与移动台车固定牢固, 同时在钢管两侧各布置一风绳, 保证小车在斜坡段运输过程中能够保持两侧稳定。钢管管节用卷扬机牵引至安装位置; 分别利用千斤顶、拉紧器、手拉葫芦调整其高程、里程及中心线, 并调整位置偏差均在合格范围内, 进行加固和焊接, 和基础插筋加固稳妥, 以防止在混凝土浇注时发生位移。

4 结语

穿越山区跨河倒虹管关键施工技术及应用课题在蓬船灌区工程西延段项目进行了分析及应用, 解决了横穿雍江河道、地下水位高于开挖的建基面、河道淤泥较厚、两岸山边坡陡峭管节运输及安装施工困难等一系列难题, 保证了工程的施工质量、降低了施工成本, 加快了施工进度并取得了较明显的效果, 为后续施工创造了有利的依据, 为穿越山区跨河倒虹管施工提供了宝贵的经验, 同时也对其他倒虹管施工有着重要的参考价值, 具有非常广泛的推广应用前景。

[参考文献]

- [1]《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268-2008).
- [2]《水电水利工程压力钢管制造安装及验收规范》(DL/T 5017-2007).
- [3]《水利水电工程施工质量检验与评定规程》(SL176-2007).
- [4]《水利水电工程施工安全管理导则》(SL721-2015).

作者简介:

齐延天(1984--),男,甘肃武威人,本科,职称:高级工程师;研究方向:水利施工。