

Research on Construction Technology of Large Diameter Water Transmission Pipeline Across Navigation Watersheds

Shuang Fu¹ Lin Qiu² Ming Jin¹

1. Longyou Water Conservancy Engineering Construction Service Center, Longyou, Zhejiang, 324400, China

2. Longyou Hydrological and Drought Disaster Prevention Center, Longyou, Zhejiang, 324400, China

Abstract

In the installation of water pipelines, situations such as crossing rivers and roads are often encountered, and immersed tube construction is a convenient method for installing pipelines across river sections. Compared with cofferdam construction, immersed tube construction can effectively reduce the damage to the original ecology of the river channel and has good ecological benefits. Combining the construction of Dongsun immersed tube and Wanping immersed tube in the Baise Reservoir Irrigation Area Project in Northwest Guangxi, this article introduces two different immersed tube construction processes and compares and analyzes their respective advantages. The welding of the whole tube and the sliding of the water seam have high quality, but the construction period is relatively long. The segmented welding and water splicing have shorter construction periods, but the quality of the weld seam is inferior to that of the whole tube welding, which can provide reference for similar construction.

Keywords

water pipeline; immersed tube; floating method

跨通航流域大管径输水管道施工技术研究

傅爽¹ 邱霖² 金铭¹

1. 龙游县水利工程建设服务中心, 中国·浙江 龙游 324400

2. 龙游县水文与水旱灾害防御中心, 中国·浙江 龙游 324400

摘要

在输水管道安装工程中,常遇到跨河、跨路等情况,而沉管施工是一种便捷的跨河段管道安装方法,相较于围堰施工,沉管施工可有效减少对河道原有生态的破坏,具有较好的生态效益。结合广西桂西北治旱百色水库灌区工程东笋沉管和万平沉管施工,介绍两种不同沉管施工工艺,并进行对比分析,分析不同施工工艺各自优势,整管焊接、溜放下水焊缝质量高,但工期相对较长,分段焊接,水上拼接工期较短,但焊缝质量不及整管焊接,可为相近施工提供借鉴。

关键词

输水管道;沉管;漂浮法

1 引言

水利工程的建设有利于地方经济增长,保持社会安定,维护粮食安全。水利工程大管径输水沉管施工项目,从安全、质量和进度角度来看,通常在整个项目中具有主导地位。因此,研究通航流域大管径沉管施工技术具有现实意义,研究成果将对今后类似工程有普遍借鉴意义,成果应用前景良好。国内已有部分输水沉管施工技术研究。姚吉等^[1]详细阐述沉管法在跨宁波姚江工程中应用。于孝民等^[2]研究徐州中运河原水管道沉管工程施工,综合分析大输水管沉管施工特点及施工方法。王建石^[3]以鸡西、七台河市供水工程沉管施工为例,分析研究输水管道在水库内沉管施工方法。

【作者简介】傅爽(1994-),男,中国浙江龙游人,硕士,从事水利水电施工技术研究。

朱俊辉^[4]对输水钢管沉管施工方法进行研究,发现沉管整体吊装技术切实可行,且效益良好。毛建平^[5]对广西右江(东笋)沉管段进行了施工技术分析,指出沉管技术具备较好的经济和社会效益,值得推广。

2 工程简介

百色水库灌区地处广西西部,百色右江河谷地区,东经106°33'~107°21',北纬23°54'~25°6',涵盖百色市右江区、田阳县、田东县等三县(市、区),北邻百色市田林、凌云县,东北与河池市巴马瑶族自治县接壤,西邻云南省富宁县,东面是百色市的平果县,南与德保县接壤。

桩号总干9+863.500~总干10+092.500m是总干管跨越右江(东笋)沉管段,地处广西壮族自治区,百色市东笋村附近,跨江管段采用DN2200的双钢管进行敷设。过河水下管段采取沉管法施工,水上管段采取明挖法施工。沉管总长

度为 178.288m，水深 6.48m，河床底部沟槽深 6.2 米，沉管最大深度约为 12.18m。

桩号北干 3+953.8~北干 4+205.00m 段为北干管跨右江段（万平）沉管段，位于那吉电站下游，跨江管段采用 DN2000 的钢管进行敷设。过河水下管线采取沉管法施工，水上管线采取明挖法施工。沉管段全长 211.00m，水深 8m，河底沟槽深 6.8 米，沉管最大深度约为 14.05m。

3 施工方法

3.1 东笋沉管施工方法

东笋沉管施工采用直线漂浮下沉法施工。在河岸处焊接各管节，头部管道采取截门盲板封堵，每在焊接上一段新的管段，即让整体管道下水一部分，借助管道浮力置于河道上（图 2.1-1）。结束所有管节焊接工作后，末节管端也使用带截门盲板完成封堵工作，利用 5 艘起重船配合横管，横

管作业中 5 艘起重船在管道一边（凹起边）确定位置并抛锚定位。在右岸依托吊车锁住管体一端，借助动力船的力量使得管道从右岸向左岸移动，管道逐渐进入水面，起重船渐渐拉起钢丝绳，成弧线形运动，带动管道漂浮通过江面。漂浮过江中，起重船应限制好速度，缓慢移动，确保管道在运动过程中始终保持在弹性范围内，运动过程中也要全力保持管段处于直线状态。横管移动过程中，要基于流速、流向等水流参数的变化及时调整管道在水面上的运动形态，基于施工规范求得的管道最大容许弯曲半径得出最大容许弦长，在调整管道位置时，需每时每刻对管道弦线长度 L （ L 必须大于容许弦长，本工程计算所得最小弦长为 123.617m）开展测量，同时与各吊机操作人员保持通讯畅通，及时应对管道形态变化。弦长测量工作贯穿整个施工过程。弦长测量依托在河岸设置的全站仪。（图 2.1-2）。

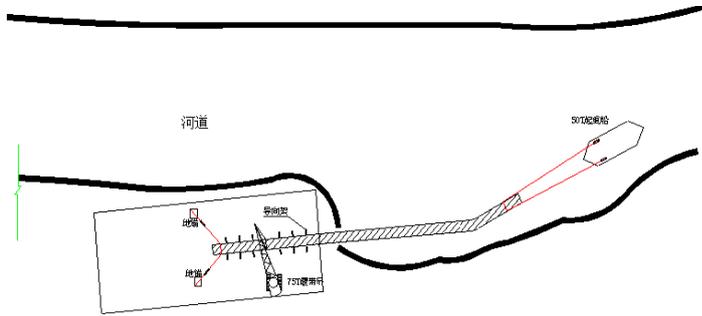


图 2.1-1 钢管水面固定俯视图

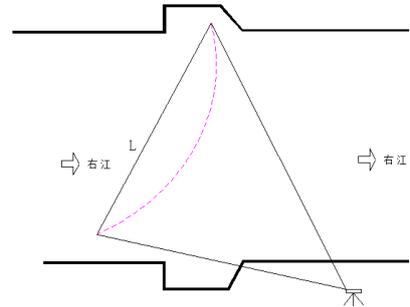


图 2.1-2 弦长测量方法示意图

下沉过程采取起重船吊沉和钢浮筒助沉相结合的施工工艺。东笋过江管沉管施工长度 178.288 米，（水平长度 123.678，弯管左岸长 29.834m，弯管段右岸长 24.776m），钢管质量为 1.539t/m，过江管道总重量为 274.4t，左岸弯管段重约 45.91t，右岸弯管段重约 38.13t。管道充满水并全部浸没在水下时，减去管壁自身产生的浮力，水中相当于一重量约为 239.44t 的物体。在全进水状态，管道灌满水，东笋段钢管整体负浮力 44.54t，吊船满负荷吊力 260 吨，能满足平衡管体要求。此时通过外加吊力控制管段摆正，管段摆正后，浮心与重心为同一点，管体保持稳定。东笋浮筒尺寸 $\varnothing 2.4 \times 18 \times 12$ ，自重 15.309T，全没水浮力 54.29T，单个提供

浮力 38.983 吨，配置 5 个浮筒均匀分布于沉管上。浮筒布置如图 2.1-3。管道铺设阶段借助 6 艘浮吊船（6 个 200KN A 架），左、右岸各一台 100 吨汽车吊协助铺设，其中 4 艘浮吊船安排在江面上，左、右 2 艘吊住 2 个转弯点，左右岸上的 100 吨汽车吊稳定好管端。受限于浮吊船的起吊重量，在管段上增加钢浮筒、气囊助浮直至钢管中全部注满水，拆掉助浮设备后，东笋管段负浮力为 44.54t。由靠近岸边的两艘浮吊船和岸上两台汽车吊稳定住管端慢慢移动至比安装高程高 1.5 米处，江面上 6 艘浮吊船控制好钢丝绳慢慢下降并保持稳定状态，核验管道安装坐标后，6 艘浮吊船和两台汽车吊同步运动，使管道慢慢下移至已开挖好的基槽内。

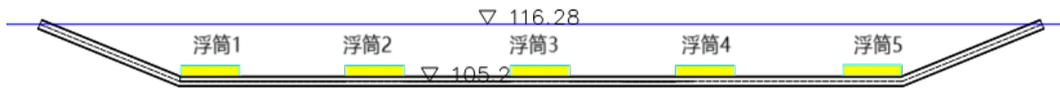


图 2.1-3 东笋段下沉阶段钢浮筒布置图

3.2 万平沉管施工方法

万平沉管施工也采用直线漂浮下沉法施工。管道在岸上完成焊接预制，受到施工场地的限制，管道在岸上分成四段组装焊接预制（图 2.2-1）。焊接预制完成后，分别在管节两端各设置钢板封堵，使整个管道处于密封的状态，并在管节下基础人工挖坑，放置气囊，充满气后，气囊将管道顶起，

管节一头一尾连接卷扬机，岸上两台汽车吊配合起吊，利用卷扬机的力量缓慢进入水中，由于管节两端密封，借助钢管自身的浮力位于水面，用小马力拖船将钢管慢慢带动至右侧水面放置。管段在水面上利用焊接箱方式连接，在管道端部利用三条 20T 吊船起吊，保持管道平稳。过江管的沉放由水面设置 6 艘浮吊船，左、右两岸两台 100 吨汽车吊协同施工，

其中4艘浮吊船位于江上,左、右2艘吊住2个转弯点,并在两岸岸上各用1辆100吨汽车吊稳定管道端部。受限于江上吊机荷载,利用在管道连接钢浮筒、气囊等协助漂浮的工具,直到钢管完成所有注水工作。由河岸上的两艘浮吊船和河岸

上两台汽车吊稳定住管头并慢慢吊起至比设计安装标高高1.5米位置,这时,江中6艘浮吊船慢慢下放牵引绳,并维持均匀受力状态,核定管道安装地点准确后,6艘浮吊船和两辆汽车吊同时慢慢移动管道,准确放置于基坑内。

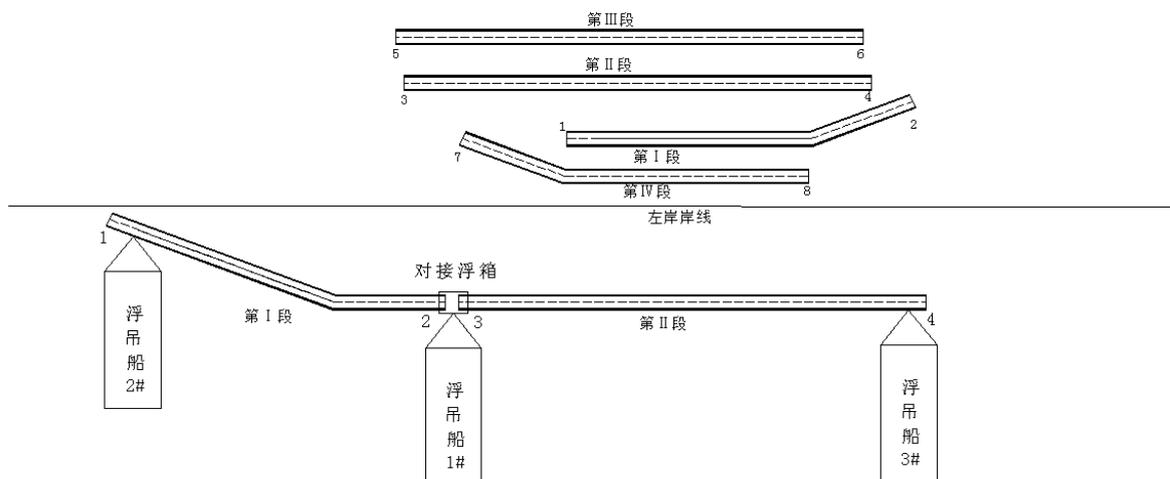


图 2.2-1 对接船机布置图

4 结果及分析

两种沉管方法均利用管件自身浮力浮于水面,区别在于东笋沉管均在岸上焊接,而万平沉管一部分在岸上焊接,而后还有水上焊接步骤。两种方法各有优劣。

整管焊接、溜放下水的方法由于焊接均在岸上完成,焊接环境好,焊缝质量能够得到最大限度的保障。然而由于焊接一段就要溜下水一段,每道焊缝在下水前均需做完探伤和防腐,如此一来,探伤人员必须每天到场,导致探伤成本增加。由于防腐作业完成后,无法进行探伤检测,因此,如果不能及时完成探伤作业,又因施工场地限制,在没有防腐的情况下将钢管溜下水,时间一长,将导致钢管腐蚀,维修成本增加。该方法只能一节接一节焊接,施工工期较长。

分段焊接,水上拼接的方法由于部分焊缝在水上施工,必须保证焊接环境的稳定。这就要求河面平稳,没有风浪,对水流条件要求高,增加施工难度。由于水上焊接及管道下沉时,航道均不能通航,该方法对航运的影响较大,需要提前与航道部门和海事部门做好协调工作。由于分段焊接钢管在下水前堆放在岸边,探伤和防腐作业可统一安排时间,有利于探伤人员协调时间,减小了探伤成本。岸上预制管段时,由于可以四节预制管段可同时进行焊接,大幅缩短了工期,提高施工效率。

沉管施工并不限于前述两种方法。整管全部在岸上焊接,全部焊接完成后采用大型起重设备,整体吊装下水,该方法对起重设备要求非常高,对施工场地的要求也较高,施工难度相对较大。分段焊接,水上拼接则对吊装下水时的起重设备要求相对较低,但对水上焊接要求较高,需要极其精

准的施工工艺才能保证焊缝质量达到标准要求。

5 结论

大管径沉管施工难度大,需要在施工前制定完备的施工方,并详细交底,可以由专业的施工队伍进场施工,可有效保证施工质量。前述两种沉管方法,均能有效完成施工任务,保证工程顺利完工。虽各有优劣,但都是行之有效的施工方案,如遇到类似工程,可根据现场实际施工条件和已有设备进行选择。如果工期要求相对宽松,而对焊缝质量要求严格,可以选择整管焊接、溜放下水的方法。如果工期较紧,且已有浮箱等设备,可以选择分段焊接,水上拼接的方法,确保在指定工期内竣工。

应用沉管技术,避免围堰施工给河道带来环境影响,同时也有利于水土保持。沉管施工是符合环境保护理念的先进施工工艺,必将在未来工程应用中发挥重要作用。

参考文献

- [1] 姚吉,吴艳,邵建惠.沉管法在宁波截污工程中的应用[J].市政技术,2010(03):109-111.
- [2] 于孝民,丁北斗,方建国,丁丽,冯大帅.大直径长距离输水管沉管施工技术研究[J].中国水利,2018(16):52-55.
- [3] 王建石.沉管施工在鸡西、七台河市供水工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2019(8):161-163.
- [4] 朱俊辉.大口径长距离输水管整体吊装沉管施工关键技术及实证研究[D].华南理工大学,2020.
- [5] 毛建平.大型过江输水管水下敷设整体沉管施工技术[J].广西水利水电,2022(1):83-87.