

# 洪河倒虹吸施工流程与质量措施探析

顾青林

(安阳市幸福渠管理处, 河南 安阳 455000)

**【摘要】** 洪河倒虹吸是安阳市南水北调配套工程 38 号线的大型过河工程之一, 全长 129m。结合工程实际及洪河水文情况, 从工程概况、围堰导流、钢筋混凝土施工、钢管安装、焊接和防腐等多个方面提出处理措施, 工程关键是钢筋混凝土施工和钢管焊接, 本文详细探讨了工程不同工序的施工特点, 充分强调事前控制和事中控制的重要性, 更好保证了洪河倒虹吸的施工质量。

**【关键词】** 倒虹吸; 施工; 质量; 探析

中图分类号: TV551.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)03-0007-04

## Discussion on inverted siphon construction process and quality measures in Honghe River

GU Qinglin

(Anyang Xingfu Canal Management Office, Anyang 455000, China)

**Abstract:** Honghe inverted siphon is one of large-scale water crossing works in No. 38 line of Anyang South-to-North Water Diversion Supporting Project. It has whole length of 129m. Project practice and hydrological situation of Honghe River are combined to propose processing measures in the aspects of project overview, cofferdam diversion, reinforced concrete construction, steel pipe installation, welding and anticorrosion, etc. Reinforced concrete construction and steel pipe welding are keys in the project. In the paper, the construction features of different procedures in the project are discussed in detail, the importance of feed-forward control and in-process control are emphasized fully, the construction quality of Honghe River inverted siphon is better guaranteed.

**Key words:** inverted siphon; construction; quality; discussion

### 1 工程概况

洪河倒虹吸是安阳市南水北调配套工程 38 号线的大型过河工程之一, 采用钢管外包 C25 钢筋混凝土, 管道中心线与河道中心线交角为  $83.29^\circ$ 。进出口各设一个检修阀井, 桩号分别是  $6+929.378$  和  $7+085.678$ 。倒虹吸总长 129m, 管段分 12 节, 分节长度

分别为 2m 长 2 节、10m 长 2 节、12m 长 1 节、13m 长 5 节、14m 长 2 节。进口管中心标高 56.46m, 出口管中心标高 56.46m, 管径 2.0m。管底基础为 10cm 厚 C10 混凝土垫层、管枕, 管道外包为 C25 钢筋混凝土。河道两岸护坡为 M7.5 浆砌石, 横向 15m 设一伸缩缝, 护坡底部设土工布、级配碎石反滤层。主要工程量: 土方开挖  $1.01$  万  $m^3$ , 土方回填  $0.89$  万  $m^3$ , 混凝土  $903.56$   $m^3$ ,

钢筋 22.37t, 浆砌石 481.03m<sup>3</sup>, 钢管 DN2000 (壁厚 20mm) 安装长度 129m。

## 2 倒虹吸工程施工工序

测量放线→导流围堰施工→基坑开挖→基础混凝土垫层浇筑→基础管枕钢筋混凝土浇筑→倒虹吸钢管安装→外包钢筋混凝土浇筑→阀井竖井钢筋安装及混凝土浇筑→土方回填→护坡砌筑。

## 3 围堰及导流明渠

根据地理情况及河流流量大小,本着经济适用、就地取材的原则,采用纵向围堰,上下游横向围堰封闭,先施工河道北岸大部分工程(长约90m);此部分完成后,开挖导流明渠,封堵原河道,施工河道南岸剩余倒虹吸工程采取开挖基坑土方填筑围堰,在渠道内迎水面采用黏土填筑,表面铺设土工膜或塑料布防渗。一期、二期纵向横向围堰及导流明渠平面布置如图1、图2所示。

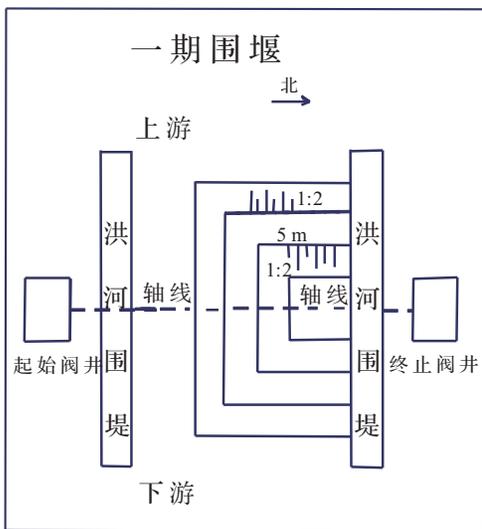


图1 一期围堰示意图

### 3.1 导流标准及导流建筑物设计

根据现场勘查,导流标准采用非汛期20年一遇洪水标准,导流建筑物级别按5级考虑,导流流量按15m<sup>3</sup>/s计算,在河道设上下游围堰,利用导流明渠道流,进行倒虹吸工程的开挖及混凝土施工,施工结束后对导流明渠进行回填。施工围堰均采用梯形断面,堰

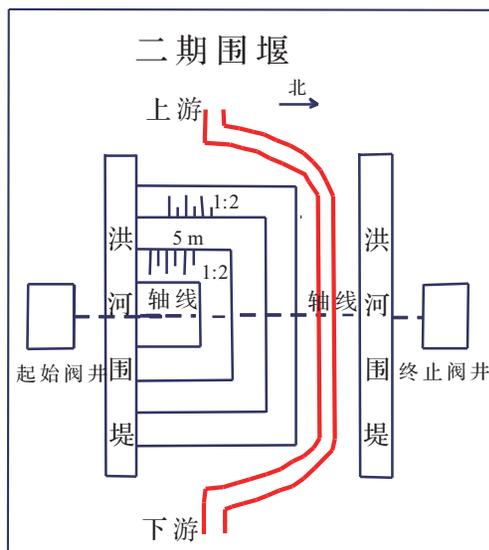


图2 二期围堰示意图

顶宽度为5m,堰顶高程采用非汛期20年一遇洪水最大水深加安全超高值确定,迎水面、背水面坡度均为1:2。导流明渠参考原河道非汛期流量标准,采用梯形沟槽断面,边坡1:1.5,明渠底宽4.5m、深3.5m。

### 3.2 导流建筑物施工

围堰施工的上升速度应满足安全挡水的施工要求,并保证围堰断面在各种运行工况下处于稳定和安全状态。施工围堰采用导流沟及倒虹吸开挖土料填筑,围堰填筑采用进占法施工,推土机推料平整,20t振动碾碾压,围堰每层碾压厚度不超过0.3m,碾压3~4遍,用环刀取样。

导流明渠用1.2m<sup>3</sup>反铲挖掘机开挖,围堰填筑之前实施,自卸汽车运输至弃土区和填筑挡水围堰。按照施工计划,主体施工完成后,先拆除临时挡水建筑物,再封闭、回填导流明渠。

穿河工程结束后,需要对导流明渠进行回填,将围堰拆除。围堰拆除采用1.2m<sup>3</sup>反铲挖掘机挖装,开挖土料用于填筑导流明渠或由10~15t自卸汽车运输至指定弃土区。

## 4 钢筋混凝土施工

### 4.1 钢筋

钢筋按其其在结构中的作用分为受力钢筋、分布钢筋、箍筋等。受力钢筋在混凝土构件中可以承受拉、

压、弯等,从而满足构件的不同功能要求。钢筋施工常见的缺点有钢筋锈蚀、钢筋弯曲处发生断裂或裂纹、光圆钢筋端头未做弯钩或弯钩不满足规范要求、电弧焊缝质量不合格、钢筋间距不均匀(偏差过大)、钢筋保护层厚度不足或过大等。为了避免或控制这些现象的发生,应对钢筋技术人员进行技术交底,同时在施工前或施工过程中加强钢筋加工或施工人员业务培训,使之熟悉建筑工程钢筋施工规范;所有焊工人员持证上岗,采取措施保证周围温度在焊接允许条件内,并严格控制焊接在允许电流范围内作业。

#### 4.2 模板

模板的设计、制作和安装除满足施工图纸和施工规范的要求外,还应保证模板结构有足够的强度、刚度和稳定性,能承受混凝土浇筑和振捣的侧向压力和振动力,防止产生移位;确保混凝土结构外形尺寸准确,并应有足够的密封性,避免漏浆。

#### 4.3 混凝土浇筑

混凝土浇筑涉及混凝土配合比、运输、振捣等,特别应考虑大体积混凝土施工中会产生水化热而引其裂缝,故采用隔节跳仓浇筑方式施工,保证该倒虹吸混凝土施工质量。

**a.** 管底基础混凝土浇筑。基坑混凝土垫层经监理工程师验收合格后,在混凝土垫层表面弹线,确定钢筋位置及间距,绑扎基础、管枕处钢筋,模板支护,经监理工程师验收合格后,进行基础混凝土浇筑。

两管节之间均按设计图纸设垂直止水、底板上面设水平止水,伸缩缝填闭孔板。混凝土浇筑先后顺序为隔节跳仓浇筑,分1序、2序浇筑。混凝土浇筑先浇筑倒虹吸的水平段,从下坡段向上坡段方向跳仓浇筑,浇筑时严格控制钢管底部混凝土浇筑高程,避免超高影响钢管安装。管底基础混凝土跳仓浇筑如图3所示。

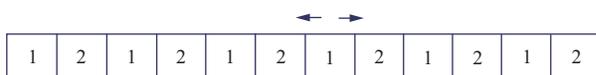


图3 跳仓浇筑示意图

**b.** 管身外包混凝土浇筑。基础混凝土浇筑完成,

经监理工程师验收合格后,安装钢管,再进行管身钢筋的制作安装及模板安装,经监理工程师验收合格后即进行混凝土浇筑,仍采用跳仓浇筑,浇筑顺序同基础一样,四边墙体整体分层连续对称浇筑。管身外包混凝土高度和宽度均为3m,其混凝土浇筑层厚度应考虑振捣棒的有效振捣范围,浇筑层厚度一般不大于振捣棒作用部分长度的1.25倍,常用插入式振捣棒作用有效长度大于450mm,故混凝土连续浇筑的层厚为300~500mm,在下一层混凝土初凝之前,必须进行上一层混凝土的浇筑,防止出现施工冷缝;若时间间隔超过初凝时间,层面按施工缝处理。

## 5 钢管施工

### 5.1 管道安装

管道安装前应仔细检查管道质量,并做好各项准备工作,如:测量放线、安装材料、机械设备等。钢管安装采用1台70t吊车吊装就位,吊车站事先修整好的施工便道上,钢管起点采用吊带两点兜身吊,不允许钢丝绳吊装,严禁采用穿心吊;在吊装过程中应始终保持轻装轻放,严禁溜放或用推土机、装载机或直接碰撞和推拉管道,不应抛、摔、滚、拖。管道连接时,不可用强力对口,加偏垫或多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或不同心等缺陷,钢管安装质量应在允许偏差范围内。

### 5.2 钢管焊接

焊条存放地点应符合焊材对温度、湿度的要求,并对焊条的外观、直径、质量、药皮强度、偏心度、耐潮性等进行检查;焊条、焊剂使用前按说明书进行烘烤;并加强施焊环境检测,保证焊接所需温度和焊工技能不受影响。为提高管道接头焊接质量,采用V形坡口(坡口形式取决母材厚度、焊接方法和工艺要求),焊接过程分为管节对口、管节点焊、管节接头焊。

**a.** 管节对口与点焊。管节对焊前应先修口、清根,管端端面的坡口角度、钝边、间隙应符合设计和规范要求,且不得在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。管道对口完成后应进行点固焊,应对称施

焊;点固焊后,立即进入下道焊接工序,不得长时间停留。

#### b. 管节接头焊。

④引弧及灭弧。引弧如图4所示A点坡面上引弧至间隙内,使焊条在两钝边作微小横向摆动,当钝边熔化铁液与焊条熔滴连在一起时,焊条上送,此时焊条端部到达破口底边,整个电弧的2/3将在管道接头板缝内燃烧;灭弧要干净利落,不要拉长弧,灭弧与接弧的时间间隔要短,灭弧频率大体为仰焊和平焊区段每分钟35~40次,立焊区段每分钟40~50次。在前半圈起焊区(即A点—6点区)5~10mm范围,焊接时焊缝应由薄变厚,使形成一斜坡;而在平焊位置收弧区(即12点—B点区)5~10mm范围,则焊缝应由厚变薄,使形成一斜坡,以利于与后半圈接头。

⑤仰焊及下爬坡部位焊接。仰焊及下爬坡部位焊接应压住电弧作横向摆动运条,运条幅度要小,焊条与管子切线倾角为 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 左右。随着焊接向上进行,焊条角度变大,焊条深度慢慢变浅。在7点位置时,焊条角度为 $100^{\circ}\sim 105^{\circ}$ ,这时约有1/2电弧在管内燃烧,横向摆动幅度增大,在坡口两侧稍作停顿。到达立焊时,焊条与管子切线的倾角为 $90^{\circ}$ 。

⑥上爬坡和平焊部位焊接。上爬坡的焊条角度与管切线夹角为 $85^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ,平焊时的夹角为 $80^{\circ}$ 左右,在B点收弧。为了便于接头,在焊前半圈时,仰焊的起焊处和平焊的收尾处都应超过管道垂直中心线5~10mm。

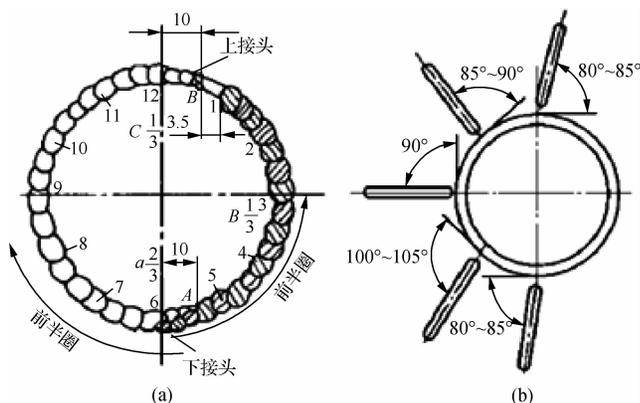


图4 引(灭)弧、焊接示意图

### 5.3 钢管防腐

钢管安装检测合格后,对现场安装焊缝两侧未涂装的钢材表面和安装过程中表面涂装损坏的部位进行彻底打磨,使表面粗糙度达到图纸及有关规范要求,按钢管生产厂家提供的涂装工艺和材料进行防腐,同时满足规范要求。

钢管外防腐采用环氧煤沥青加玻璃布,涂层中加入玻璃布,起增强增厚作用,结合地质勘探报告地下水和土壤腐蚀性评价,确定钢制管道外防腐等级,五油三布,涂层总厚度不小于0.6mm。钢管内防腐采用水泥砂浆衬砌,内衬使用内部焊接钢丝网非收缩水泥砂浆衬砌,水泥砂浆衬砌厚度20mm。

## 6 结 语

洪河倒虹吸工程涉及诸多工程工序,施工项目内容多,需要考虑洪河的导流及度汛方案,同时又要考虑倒虹吸施工时的降排水等因素,工程施工难度较高,加之对工程精度、质量要求较高,所以在施工过程中施工技术也较复杂。正因如此,洪河倒虹吸工程在具体的施工过程中,充分结合工程前期的实际勘测情况,制定严格施工组织设计,细化施工流程,加强安全及质量监督,在确保工程的施工质量前提下,提前完成了施工任务,为南水北调配套工程早日贯通打下了坚实的基础。◆

#### 参考文献

- [1] 李辉,王利文,刘海欧,等.  $45^{\circ}$ 倾斜管固定焊操作要点[J]. 科技创新与应用,2013(32).
- [2] 李拥军. 南水北调配套工程倒虹吸钢管焊接控制要点[J]. 河南水利与南水北调,2015(3).
- [3] 邹小录. 探讨某供水管道工程中钢管的安装[J]. 广东科技,2007(6).
- [4] 顾海涛,姬东波. 大跨度拱形桁架式钢管输水管桥结构吊装[J]. 建筑技术开发,2008(1).
- [5] 牛宏伟,魏红芳. 马家岩水库基础大体积混凝土浇筑施工[J]. 海河水利,2007(5).
- [6] 李勇,王霞,赵景平,等. 大体积混凝土基础有害裂缝的防范[J]. 当代化工,2013(7).
- [7] 潘志明. 浅谈振冲碎石桩施工方法[J]. 水利水电施工,2003(3).