

# 倒链收缩技术在球墨铸铁管道安装中的应用

郑文全, 文雯

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

**摘要:**球墨铸铁管在水利工程中的应用较为广泛。为了解决大直径同槽并排安装中难以控制管道间距、平面位置弯头对接时因角度偏差大,导致施工人员不易把控安装位置、对接精准度低、承口橡胶圈安装不能够完全贴紧槽口而造成接口密封性能差、插口对接偏转角度大而造成工程返工;安装过程中管材底部无支撑或无平稳支撑而造成人工控制管道难度大且易损坏管道等施工难题,项目部在重庆渝西水资源配置工程施工过程中,摸索出一套倒链收缩施工技术,有效地解决了常规球墨铸铁管弯头安装施工中存在的诸多问题,加快了施工进度,降低了施工成本及安全隐患,提高了球墨铸铁管弯头安装施工的质量。阐述了倒链收缩技术在球墨铸铁管道安装中的应用过程。

**关键词:**球墨铸铁管;安装;倒链收缩;大直径;弯头对接

中图分类号:TV7;TV52;TV554

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)增 2-0096-04

## Application of Chain Folding Shrinkage Technology in the Installation and Construction of Ductile Iron Pipes

ZHENG Wenquan, WEN Wen

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

**Abstract:** Ductile iron pipes are widely used in water conservancy projects. In order to solve the construction problems, such as, difficulty in controlling the pipe spacing in the installation with the same slot in the large diameter; the difficulty for construction workers to installation position due to the angle deviation when connecting the elbows, low accuracy; the inability of the socket rubber ring to completely fit the groove, resulting in poor sealing performance of the interface; large deflection angle of the socket connection, resulting in rework of the project; and the difficulty of manual control of the pipe due to the lack of support or stable support at the bottom of the pipe during the installation process, which is easy to damage the pipes, etc., the project department explored a set of chain folding shrinkage technology during the construction of the Chongqing West Water Resources Allocation Project, which effectively solves many problems existing in the installation and construction of conventional ductile iron pipe elbows, speeds up the construction schedule, reduces the construction cost and safety risks, and improves the installation and construction quality of ductile iron pipe elbows.

**Key words:** Ductile iron pipe; Installation; Chain folding shrinkage; Large diameter; Elbow joint

### 1 概述

渝西水资源配置工程位于重庆市西部,是 2020 年 7 月 8 日国务院常务会议确定的 150 项重大水利工程之一,亦为重庆市百项重点项目之一,堪称重庆市的“头号水利工程”。该工程通过新建长江、嘉陵江等提水工程向渝西城乡实施生活和工业供水。该工程由泵站、输水管隧、调蓄水库等组成,分为东干线、西干线、嘉陵江干线、北部片区干线以及相应的分干线及支线,工程建设内

容包括:水源、加压及提水泵站、输水管(隧)线、调蓄水库等。其中德感加压站至西彭水厂干线的线路长度为 18.4 km,设计为 2- $\Phi$ 2.0 m 的输水管道(钢管+球墨铸铁管),其中球墨铸铁管段的里程总长度约为 11.4 km;西彭水厂连通线的线路长度为 18.3 km,全线设计为 1- $\Phi$ 1.2 m 球墨铸铁管道;嘉陵江干线红岩隧洞出口至新区水厂输水管线段的线路长度为 7 km,全线设计为 2- $\Phi$ 1.4 m 球墨铸铁管平行布置。

球墨铸铁管属于现代化新技术产品,如今在

收稿日期:2024-03-08

我国管道工程建设中有着较为广泛的应用,在大直径输水管道安装中多采用T型管承插式接口的安装方式。装管前按照设计要求采用观测器、水平仪找准安装面,沟底须规则、整齐,避免将管子放在底层石块凸面上。在进行水平或竖向转弯角度大于或等于 $5.625^\circ$ 的管道安装时,需要定制符合设计角度要求的承插式弯头并进行安装。为避免因承受各种力(水压力、管重、水重、温度力、地震力等)造成管道移动,在弯头安装完成后应根据管径大小、设计压力值、弯管角度及类型选定镇墩尺寸对弯管段进行支护。针对以上问题,项目部考虑采用倒链收缩的方式进行施工<sup>[1]</sup>。

该工程的施工存在以下难点:

(1)由于球墨铸铁管道的安装属于线性工程且施工点较为分散、线路走向蜿蜒曲折、坡度大,项目部最终决定采用分段施工的方式。但因球墨铸铁管承插口对接时不易控制其方向,导致安装效率低。

(2)采用常规人工对接或挖机对接的安装方式其施工进度缓慢且安装质量较差。

(3)在较大直径球墨铸铁管弯头承口橡胶圈安装时,通常采用常规“心”形的方式安装,易造成橡胶圈弹出密封槽而导致管道密封性较差。

(4)在同槽并排管道安装中,弯头的安装精度不易控制、操作复杂,施工进度缓慢,直接影响到直管段的安装进度。

针对上述实际情况,如何在同槽并排管道安装中保障弯头安装的精度成为该工程施工的难点。

## 2 总体施工方案及施工工艺流程

### 2.1 总体施工方案

项目部根据该工程的结构布置特点,在对已安装完成管节进行统计后分析出问题产生的原因并提出了切实可行的对策、制定出的施工方案为:

(1)制做一套安装精准度较高的施工工具:施工前,采用预制混凝土垫块用于管道安装时的底部支撑和垫靠。在承插口安装时采用倒链配合人工对称均匀受力实施安装。

(2)优化涂抹润滑油的施工方法:将止水圈弯成“十”字型进行安装,将润滑油均匀涂抹在插口端以用于保障对接顺利。

### 2.2 施工工艺流程

球墨铸铁管道安装施工工艺流程见图1<sup>[2]</sup>。

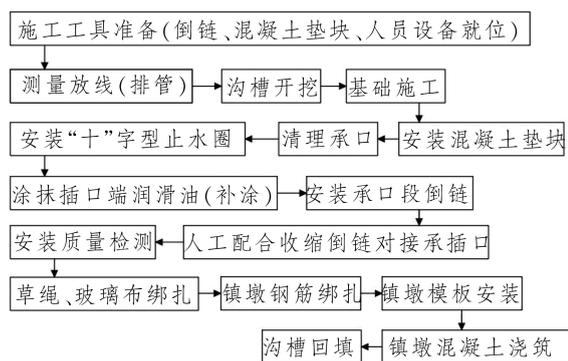


图1 球墨铸铁管道安装施工工艺流程框图

## 3 主要施工方法

### 3.1 施工器具的准备

配置2套 $2 \times 10$  t倒链,预制适量 $500 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ 的混凝土垫块。

### 3.2 测量放线(排管)

利用施工现场已设置完成的测量控制网采用全站仪进行测量施工控制。由测量人员放出开挖范围边线、边坡方向线及开挖面高程,在开挖过程中,每开挖到一定高程时必须让测量人员进行校核并加强对边坡及高程的控制,严格控制超欠挖,以防止其影响工程质量<sup>[3]</sup>。

### 3.3 沟槽开挖

根据管道安装时遇到的不同地形地质情况,将沟槽开挖分为土质沟槽开挖与石质沟槽开挖。

(1)土质沟槽的开挖:管道沟槽开挖若遇到地下水时应采取降水措施。地下水位最低应降至基坑底部以下 $0.5 \text{ m}$ 。沟槽开挖采用机械与人工结合的挖土方法。先用 $1 \text{ m}^3$ 反铲自上而下分层开挖,并将分层厚度控制在 $3 \text{ m}$ 以内,沟槽底预留 $30 \text{ cm}$ 厚的保护层采用人工开挖;对于穿桥跨等特殊管段的开挖采用人工辅以电镐施工。开挖过程中及时测定标高,防止超挖,并将开挖料堆至管槽一侧用于后续工序的回填,堆土用密目网进行遮盖,对于回填后剩余及不合格的土方采用 $8 \text{ t}$ 自卸车将其运至弃渣场。

(2)石质沟槽的开挖:石质沟槽的开挖主要采用液压破碎锤破碎、挖机出渣的方式进行,对于个别部位破碎锤不能挖除的范围,人工采用电镐进行局部破碎处理。

### 3.4 基础施工

管槽开挖至设计要求的管底标高后,需要对弯头基础进行验收。基础应设置在稳定的基岩

上,不得扰动原状地基土,地基承载力特征值应  $\geq 150$  kPa。若地基承载力不足时应采取换填措施;有地下水时,在进行施工降水后应在其基础底部铺设 100 mm 厚的碎石层,待基础承载力满足设计要求后浇筑一道 10 cm 厚的 C20 混凝土垫层。

### 3.5 安装混凝土垫块

根据管道的安装方向,在基础面排放 500 mm $\times$ 300 mm $\times$ 250 mm 的混凝土垫块用于管道支撑,以确保同槽并排管道在同一平面上,以保证管道对接平稳受力。

### 3.6 清理承口

用毛刷和干净的抹布清理承口内部,尤其要注意橡胶圈安装部位不能够留有漆、土、沙、水等残留物。

### 3.7 止水圈的安装

对于大直径球墨铸铁管止水圈的安装,应将其弯成“十”字型。止水圈放入后,应施加径向力使其完全放入密封槽内并检查其是否完全吻合。止水圈安装完成后必须确保插口插入顺利,使用专用润滑剂润滑橡胶圈和插口部位。

### 3.8 倒链对接安装

将倒链的一端对称安装在已安装完成的承口端,将另外一端对称安装在需要安装的承口端,由 4 人从管道对角轻轻拉住吊装带,倒链控制人员则从两侧同步进行、均匀收缩将管件伸入到已安装的承口端。通常情况下,水流方向应从承口流向插口;但在坡度很大的情况下,一定要将承口朝上。安装时从下往上进行,尽量避免承口向插口安装。安装时应小心地将球墨铸铁管连续插入、插到两条白线中间即可。倒链的安装情况见图 2、3。



图 2 倒链安装示意图一



图 3 倒链安装示意图二

### 3.9 安装后的质量检测

安装完承、插口后,一定要检查其连接间隙。沿插口圆周用金属直标尺插入承插口内,直至胶圈的深度,检查所插入的深度应一致。将金属直标尺插入承插口内和管壁之间的环形空间直至碰到橡胶密封圈,沿管一周测量其深度是否均匀。检查相互连接在一起的球墨铸铁管是否同轴心,否则应调整沟底可能出现的凹凸不平<sup>[4]</sup>。

接口安装完毕,应根据工程要求调整管节的偏移角度。安装不同管径的允许偏转角度见表 1。

表 1 安装允许允许偏转角技术要求表

管内径 $D_i$ /mm	允许转角 /°
75~600	3
700~800	2
$\geq 900$	1

### 3.10 草绳与玻璃布的绑扎

待根据管径大小、设计压力值、弯头角度等相关参数确定镇墩尺寸且弯头安装完成后,对镇墩直管段包裹草绳、玻璃布进行保护,即“一层玻璃布+两层草绳+一层玻璃布”。

### 3.11 镇墩钢筋的绑扎

钢筋下料前,应首先核对图纸,按 1:1 的比例放样并核对其规格和数量。

内模板支设完毕,根据所选择镇墩类型的钢筋施工图绑扎钢筋。为了确保分布筋及箍筋的位置、垂直度和间距,钢筋绑扎完成后使用脚手平台对其进行固定。当镇墩尺寸超过 8 m 时,在该长度方向的镇墩表面双向布置温度应力钢筋  $\Phi 10@150$  mm,其保护层厚度为 75 mm。

### 3.12 镇墩模板的安装

采用普通标准组合钢模板 PM3015 进行安装。对拉螺栓采用“螺栓+钢管+拉筋”的组合方

式,将钢管置于模板外侧,螺栓与拉筋焊接外伸至钢管,用“3”形扣和螺母将螺栓固定于钢管,再配以斜撑的方式进行固定、定位及校核模板。

### 3.13 镇墩混凝土的浇筑

按照图纸要求将所需要的分布筋和箍筋安装完毕,采用分二层浇筑混凝土的方式施工。所有镇墩混凝土必须采用商品混凝土,其浇筑采用混凝土泵车运送,插入式振捣器振捣。开始混凝土浇筑时其高度不宜太高,以避免振捣时出现气泡和空鼓现象。另外,对镇墩整体来讲,一定要对称均匀浇筑,以防止模板变形或产生不均匀下沉。为确保水平施工缝处的抗渗性,对其表面进行处理时应严格按照有关施工技术规范进行。

### 3.14 沟槽回填

(1)镇墩施工完成后需要对留存的沟槽进行回填。采用原状土分层回填的方式,其压实度按地面或路面要求控制。该段回填需采用机械从管道轴线两侧同时夯实,夯实时,管道两侧需同时进行,不能使管道移位或损伤。回填压实应逐层进行,每层回填的高度应不大于200 mm,并以200 mm进行控制。夯实采用蛙式打夯机,夯实过程中应确保夯夯相连<sup>[5]</sup>。

(2)管沟回填原状土时,应将沟槽一侧符合设计要求的原状土采用PC270液压反铲逐层铺料,层厚20~30 cm,采用人工摊铺、整平,再使用12 t振动碾压实。

(3)原状土中不得含有草皮、生活垃圾、树根、有机物,不得含有冻土及尺寸大于50 mm的砖、石等硬块,不得使用淤泥土回填。回填土为粉

质黏土、粉土时,其含水量应为最优含水量,粉质黏土为12%~15%,粉土为16%~22%。

## 4 结 语

在球墨铸铁管道施工过程中,对同槽并排大直径球墨铸铁管平面弯头的安装精度要求极高。倒链收缩施工技术在渝西水资源配置工程中的成功应用解决了常规球墨铸铁管弯头施工方法存在的安装精度控制难度大、安装密封性差、施工效率低、施工安全及质量隐患突出等诸多问题,加快了施工进度,降低了施工成本及安全隐患,提高了球墨铸铁管弯头的安装质量,保障了工程安全、进度、质量等各方面要求。该项技术在水利水电工程中的成功应用,为类似工程提供了有利的参考经验,具有显著的社会效益。

### 参考文献:

- [1] 胡伟伟,程建刚.浅析球墨铸铁管道在供水工程中的应用[J].科技风,2017,30(12):220.
- [2] 张新光.球墨铸铁管安装工艺流程与安装要点[J].净水技术,2020,39(增刊1):218-221.
- [3] 蒋旭.铜仁大兴球墨铸铁管安装施工探究[J].陕西水利,2019,88(2):181-182.
- [4] 刘哲.水利工程球墨铸铁管安装的质量控制[J].河北水利,2022,33(12):37-38.
- [5] 顾海通,董会峰,李斌.浅析大口径球墨铸铁管沟槽的开挖与回填[J].科技风,2018,31(24):116-117.

### 作者简介:

郑文全(1983-),男,四川成都人,副高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工  
文 雯(1998-),女,重庆石柱人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工

(编辑:李燕辉)

(上接第73页)

作超前支护、预留核心土及控制爆破等措施及其实施后取得的效果,为不良地质条件下特大断面水工隧洞开挖支护安全施工提供了一些施工思路,以期为相似工程施工时借鉴。

### 参考文献:

- [1] 李贵平.大渡河流域某水电站倾倒变形体边坡治理措施探索[J].水利水电技术(中英文),2023,54(增刊2):387-392.
- [2] 水工建筑物地下工程开挖施工技术规范:DL/T 5099-2011

[S].

- [3] 王海军,冯立,李光伟.倾倒变形体边坡变形监测与预警实例分析[J].水电站设计,2018,34(4):65-68.
- [4] 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范:DL/T 5389-2007[S].
- [5] 唐浩杰.金川水电站导流洞进口爆破振动控制和监测[J].人民黄河,2023,45(增刊1):156-157.

### 作者简介:

刘 猛(1985-),男,河北新乐人,副处长,工程师,工程硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工

(编辑:李燕辉)