

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.06.024

# 桥梁下挂长距离大口径钢管施工难点及解决

郑全兴

(江苏长江水务股份有限公司, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** DN800钢管挂在广陵大桥下方,桥身平整光滑,无理想的支撑点,施工人员不借助外部条件无法进入桥下作业。采用悬臂工作平台+配重推车的辅助施工方法解决了支架安装、管道吊装就位、管道对口焊接等问题。采用单面焊接双面成型焊接方法前,进行了焊接试验,并编制了焊接工艺指导书;根据焊接工艺指导书施焊,克服了单面焊接双面成型焊接出现的缺陷,保证了焊缝的质量。合理设置伸缩节成功解决了管道伸缩变形的问题,经历了两次严寒极端天气的考验,管道运行平稳,保证了正常供水。

**关键词:** 桥梁; 悬臂工作平台; 大口径钢管; 支架; 焊接; 吊装

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)06-0123-04

## Construction Difficulties and Solutions of Long-distance Large Diameter Steel Pipe under Bridge

ZHENG Quan-xing

(Jiangsu Yangtze River Water Co. Ltd., Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** A DN800 steel pipe is hung under Guangling Bridge. The bridge body is flat and smooth, with no ideal support point. The construction staff cannot enter the bridge to work without the help of external conditions. The auxiliary construction method of cantilever working platform and counterweight trolley was adopted to solve the problems of bracket installation, pipe hoisting in place, pipe butt welding and so on. Before adopting the single-sided welding and double-sided forming welding method, the welding test was carried out, and the welding instruction was compiled. According to the welding instruction, the defects of single-sided welding and double-sided forming were overcome, and the quality of the weld was ensured. The reasonable setting of the expansion joint successfully solved the problem of pipeline expansion and deformation. After two tests in extremely cold weather, the pipeline ran smoothly, ensuring the normal supply of water.

**Key words:** bridge; cantilever working platform; large diameter steel pipe; support; welding; hoisting

### 1 工程概况

扬州市东部片区的文昌东路延伸段管道工程,是连接市区和江都区的重要供水管道,管径为DN800,管壁厚12 mm,管道借助广陵大桥跨越廖家沟夹江,大桥全长1 202 m,东西走向,分为两座“姐妹桥”,两桥之间预留12 m作为未来轨道交通通道。

管道下挂在北座桥梁车行道的下方,下挂长度约为1 195 m。

在桥身悬挑梁板上预埋了多块钢板,每块钢板平面尺寸为800 mm×300 mm,厚10 mm,每隔3 m埋置一块,共398块。在预埋钢板上焊接支架,在支架上固定安装一根DN800自来水钢管(见图1)。



图1 广陵大桥下挂的自来水管

Fig.1 Water supply pipe under Guangling Bridge

## 2 工程施工的难点

自来水管在桥面下施工较为困难、复杂,主要影响因素有:

① 自来水管位于广陵大桥车行道下方,设计管道中心与桥面栏杆一侧边缘的水平距离为1.2 m,与里侧桥梁的板面水平距离也是1.2 m,与桥板下方的垂直距离为0.6 m,桥身钢筋混凝土内实外光,表面平整,桥身任何地方不能钻孔,影响结构安全,施工脚手架等辅助工具不能固定在桥梁上,桥身没有受力点。

② 由于自来水管铺设在桥板下方,起重机械吊装无法将钢管放置在桥板下方的支架上。

③ 钢管施工时,大桥施工的辅助浮桥已拆除,桥面至水面高度平均在12 m以上,桥下江水湍急;在浮船上搭设脚手架既不安全也不经济。

④ 受施工现场条件的限制,施工人员无法进入管内施焊,管道不能实施双面焊接。

## 3 解决方法

由于上述因素的影响,广陵大桥自来水管施工超过了以往的桥管施工难度,桥面的高温易使施工人员中暑,恶劣的施工环境增大了施工风险。经过多次勘查现场、比选方案,最终采用“悬臂工作平台+配重推车”的方法,解决自来水管吊装就位、对口焊接等难题。自来水管是有压管道,管道内压一般为0.4 MPa,根据以往的陆域施工习惯, DN800 钢管在焊接时采用双面焊接以确保焊缝质

量,但这次采用单面焊接工艺,即单面焊接双面成型的焊接方法,在焊接前进行焊接试验,编制焊接工艺指导书,根据焊接工艺指导书施焊。

### 3.1 焊接工艺

单面焊接双面成型的焊接方法,在V形坡口的正面焊接,会在坡口的正、反两面获得均匀整齐的形状,质量符合现行国家标准<sup>[1]</sup>。单面焊接双面成型的焊接过程容易出现气孔、未焊透、未熔合、焊瘤等缺陷,采用相应的措施可以克服。

在焊接过程中产生的气孔,减少了焊缝的有效截面积,使焊缝疏松,降低了焊缝的强度,影响钢管的水压试验;气孔还会使焊缝应力集中而容易被破坏,影响钢管的使用寿命。防止气孔产生的主要措施:①在水面上焊接施工,湿度大容易引起焊条潮湿,在焊接前将焊条烘干,保证焊条在施焊时处于干燥状态;②保证焊接母材清洁干净;③在雨天空气湿度>90%时停止施工,尽可能防止气孔的产生。

坡口角度、钝边、组对间隙是影响焊缝成型的重要因素<sup>[2]</sup>。防止未焊透、未熔合缺陷的主要措施:①管节组对焊接前,检查钢管坡口及内外侧表面质量,应清洁干净,无油、漆、垢、锈、毛刺等污物,管节组对焊接前应先修口、清根,控制焊接端面尺寸,要求管道端面的V形坡口角度为 $60^{\circ}\pm 5^{\circ}$ ,组对间隙2.0~4.0 mm,钝边1.0~2.0 mm,符合《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—2008);②及时调整焊条角度,注意观察熔化情况,焊接速度控制适当;③选用无锈的焊芯,药皮不得开裂脱落。

焊接时注意观察熔池的形状和熔孔的大小。防止焊瘤产生的主要措施:①焊接过程中,控制熔孔的尺寸大小;②严格控制电流和层间温度;③焊接前进方向的夹角为 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ,利于熔渣与铁水的分离<sup>[2]</sup>;④注意观察熔池的状态。

单面焊接双面成型出现的缺陷影响自来水管的使用寿命,针对缺陷产生的原因,采用相应的措施加以克服,可以保证焊接质量。

### 3.2 悬臂工作平台的制作

悬臂工作平台、配重推车结构见图2。

配重推车的底座平台尺寸为2 m×2.6 m,配重推车主体结构采用10#槽钢和50 mm×5 mm的角钢焊制,底座四角各设一只直径为10 cm的定向轮便于推车移动,底座平台上装载总质量不小于1 t的混凝土预制块作为配重以增强推车的稳定性,配重推

车设有制动杆,制动时限制推车的移动,确保施工安全。桥面下方的悬臂工作平台呈矩形,长3.2 m,宽2.6 m,采用规格为10#槽钢和50 mm×5 mm的角钢焊制而成,悬臂工作平台和配重推车用10#槽钢连接,并焊接型钢爬梯,型钢爬梯与栏杆外侧净距不小于1.2 m。为了保护桥面栏杆,防止刮擦,悬臂工作平台便于钢管焊接施工,距桥板下方约1.8 m处,在桥面下方焊接钢管的两端各设置一组悬臂工作平台,通过人力移动配重推车带动桥下的工作平台沿桥身平行移动,便于管道吊装、就位。施工人员系安全带,安全带系在配重推车顶部的型钢靠背上且固定可靠,确保作业人员在空中施工安全。

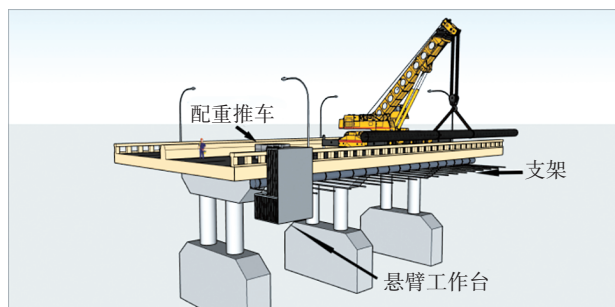


图2 桥管的施工安装

Fig.2 Construction and installation of bridge pipe

### 3.3 施工流程

施工流程: 支架下料→支架制作→支架防腐→定位放线→支架安装→桥面上管道对口焊接→桥下管道安装前准备→管道吊装、就位→桥下管道及管件连接→管道检验→阀门安装→管道试压→管道消毒冲洗→验收。

### 3.4 支架制作安装

支架安装时,先将槽钢按图纸尺寸下料,进行预制,支架整体呈L形,由22#B槽钢组成,支架的两根槽钢与预埋800 mm×300 mm钢板底座焊接组对相连,根据所放线的标高安装支架。下料的横担长约2.1 m,与桥板下方的垂直距离1.1 m,横担尾端在桥板外边沿里侧,与桥板外边沿水平距离为0.3 m,以防止支架因淋雨腐蚀而影响其使用寿命。所有支架及钢构件在安装前进行防腐处理,支架焊接后,焊接处要进行二次防腐处理。

### 3.5 管道吊装、就位

桥面宽阔且平整,又无车辆通行,是理想的施工场地,应尽可能在桥面上焊接钢管,但是又要考虑吊装的安全,拟吊装的管道不能过长,运上桥面

的DN800钢管,每根钢管长12 m,2根组对在桥面上进行对口焊接,焊接成型后,吊装管道长24 m,吊装总质量不超过6 t。

吊装前,在约20 m的两端各设置1套悬臂工作平台+配重推车,其间距为15~20 m。吊装机械选用一台25 t汽车起重机,在桥面停稳支腿后,缓缓地将钢管吊起,在钢管两端捆绑1根直径为2 cm的尼龙纤维牵引绳索,长约10 m,起吊时用以调整管道的姿势。桥面施工人员通过牵引绳索将管道调整平行于桥身,缓慢地外移至桥外边沿,与桥栏杆水平距离约1 m,稳定一会儿,通知桥下方人员做好准备工作后,将牵引绳索传递给桥下方的施工人员,调整钢管的状态,钢管缓慢地放置在支架的矩形管上,然后将自来水钢管的两端分别拉进型钢爬梯与桥身之间的空间。

悬臂支架横担在桥板外边沿里侧,自来水钢管无法放置在横担上,在拟安装管道的支架上套上矩形管,延长横担长度,每根矩形管长1.6 m,在矩形管一端打2个孔,第一个孔距管端5 cm,孔距20 cm,孔径12 mm,在支架下方用螺栓将矩形管紧固在悬臂支架上,延长约1 m,共安装8根矩形管,吊装时钢管就下落在矩形管上。在桥梁板预埋800 mm×300 mm钢板上端焊接扣环,用于下挂手拉葫芦,分别调节钢管前后两端的径向距离,在手拉葫芦尼龙吊带系好钢管后,解开管道上的尼龙吊带、钢丝绳及牵引绳索,通知桥面人员收回。

### 3.6 管道对口、焊接

每个支架都安装管箍,管箍平分两个半圆,下方的管箍焊接在管托上,管托凹槽与支架最小距离为8 cm,上方没有受力点,而且管道净距只有22 cm,将自来水钢管安放在管托上绝非易事,在拟安装管道前端的支架上安装一个简易的龙门架,在龙门架的中点挂上手拉葫芦,因行程不够,故去掉吊钩,将葫芦系在钢管上,利用杠杆原理,用手拉葫芦拉起钢管前端,然后将带有管箍的管托放置在支架上方,放置位置要彩色拉线,确保钢管中心线满足设计要求。用同样的方法,在拟安装的钢管末端用简易龙门架抬高钢管末端,安放管托,每次安放约8个管托,管道定位焊接后,将管托焊接牢固,并进行防腐处理。自来水钢管就位后,需要与前面安装的管道进行对口焊接,还必须在管道前端配套使用另1台手拉葫芦微调管道的轴向位移,在调节管道轴



向位移时,新吊装管道表面缠绕粗麻布带,用以保护管道表面涂层,再将尼龙纤维吊带多圈、紧密缠绕在麻布带中间,将葫芦吊钩与吊带环扣牢后,调节葫芦链索与吊带长度,从而调节管道端面对接的轴向间距,当对口精度达到规定要求后,立即用电焊在环向焊缝上多点定位焊接,以固定管道端面,焊点不少于3个,点焊长度为80~100 mm,点焊间距不大于400 mm,焊缝高度为2~4 mm。

管道环向焊缝根据焊接工艺指导书施焊,注意与支架之间的净距离不小于100 mm,每完成一道焊缝,用焊缝量规、钢尺测量焊缝的高度、宽度、咬边、错边的尺寸,逐口检查焊缝的外观质量,钢管焊接完成后,焊缝质量经过X射线100%探伤检测,焊缝内部没有裂纹、气孔、夹渣等缺陷,焊缝的焊接质量满足国家《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》(GB 50683—2011)、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》(GB 50236—2011)的要求。检测项目达标后,拆除矩形钢管和手拉葫芦悬吊系统,对因吊装而损坏的钢管表面进行补漆,对管道环向焊缝、管箍的焊缝及附近区域进行表面清理,将上半圆管箍用螺栓与下半圆的管箍连接,管箍与管道的接触面应平整、干净,防止管道滚动,但在轴向上无卡涩现象,保证管道伸缩自由。

该区段内的管道吊装、焊接工作完成后,将悬臂工作平台上的施工设备、工具材料全部转移至桥面,桥面下方所有工作人员撤离到桥面上,移动配重推车将悬臂工作平台移至下一工作区段重复上述施工方法。

### 3.7 管道伸缩节的安装

钢管裸露在空中,受温度、风荷载、不同基础刚度引起的差异沉降等因素的影响,容易出现变形,在管道轴向、径向出现不同的应力,导致管道被破坏,采用伸缩节可以补偿管道的变形量,保证供水管道的安全。伸缩节是管道中的薄弱环节,又挂在桥面下方,一旦损坏无法修理,输送的自来水压力较大,对其密封性能要求也高,这对产品的质量和安装的质量提出了更高的要求。伸缩节在安装前进行检验,先进行预拉伸或压缩,检查其伸缩性能,密封橡胶圈应平直、无扭曲、正确就位,在有效伸缩范围内,自由伸缩且保持密封性能。伸缩节与钢管

采用法兰连接,法兰应与管道保持同心,且两法兰间保持平行,与法兰接口的两侧相邻的第1~2个焊接接口,待法兰螺栓紧固后方可焊接。伸缩节也要与管道保持同轴,不得利用伸缩节的轴向、径向、扭转变形来调节管位安装误差。由于桥梁引道和桥身主体地基刚度不同,铺设在引道段的管道与挂在桥梁下方的管道可能因为差异沉降而变形,在引道段浇筑混凝土止推墩时,对地基进行夯实处理,防止管道通水后因地基下沉而使钢管产生径向应力,损坏伸缩节。桥管全长安装了3个限位伸缩节,每个伸缩节的调节范围不大于150 mm,安装伸缩节,既要保证管道安全运行,又要便于维护。经综合考虑,在河两岸各安装1个伸缩节,其距钢管始端下挂点均为200 m,还有1个伸缩节安装在桥梁中心点附近,距其他2个伸缩节均为400 m。

### 4 结语

供水管网是城市建设重要的生命线之一,也是关乎民生的基础设施,所以施工要认真贯彻执行现行国家标准,严格控制施工质量。广陵大桥下挂钢管安装完成后,水压试验一次性成功。该管道自2013年通水后,经历了两次寒潮极端天气的考验,运行平稳,确保了管网安全。

### 参考文献:

- [1] 杨家雷. CO<sub>2</sub>气体保护焊单面焊双面成形焊接技术研究[J]. 工程建设与设计, 2020(1): 254-256.  
YANG Jialei. Research on CO<sub>2</sub> gas shielding welding technology of one-sided welding and two-sided forming [J]. Construction & Design for Project, 2020(1): 254-256(in Chinese).
- [2] 高信. 论单面焊接双面成型[J]. 山东工业技术, 2016(3): 2-4.  
GAO Xin. Discussion on one-side welding and two-side forming [J]. Shandong Industrial Technology, 2016(3): 2-4(in Chinese).

作者简介:郑全兴(1971- ),男,江苏泰州人,硕士,正高级工程师,一级市政建造师,研究方向为水厂运行管理。

E-mail: 841483110@qq.com

收稿日期: 2021-03-10

修回日期: 2021-04-06

(编辑:衣春敏)