

多自由度输水管船岸连接施工技术的应用

贺晓东 任志

湖南百舸水利建设股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v7i7.4882

[摘要] 为解决岳阳补水一期工程大流量的取水泵船多根摇臂连接钢管安装施工的难题,安全、优质、高效的完成泵船取水工程建设。文章根据工程具体情况,采用了端头安装受力分解式摇臂活络接头、摇臂接头和球形接头组合布置、接头及连接管工厂预组现场快速安装等新技术,实现船岸输水管多自由度可靠连接,解决了船岸连接输水管卡滞、振动、异响、漏水等问题,经受了运行的考验,实践证明效果良好,可为同类型工程提供借鉴。

[关键词] 取水泵船; 输水管; 船岸连接

中图分类号: TV672+.2 **文献标识码:** A

Application of Multi-freedom Construction Technology for Ship-shore Connection of Water Pipelines

Xiaodong He Zhi Ren

Hunan Bestall Water Conservancy Construction Co., Ltd

[Abstract] In order to solve the installation and construction problems of multiple rocker arms connecting steel pipes of the water intake pump ship with large flow in Yueyang Water Replenishment Phase I Project, the construction of the water intake project of the pump ship has been completed safely, with high quality, and efficiency. According to the specific conditions of the project, this paper adopts new technologies such as end installation and force decomposition rocker arm flexible joints, rocker arm joints and spherical joints combination arrangement, and quick installation of joints and connecting pipes in factory pre-assembly site, etc., to realize multi-freedom reliable connection of ship-shore water transmission pipe, and solve problems such as stuck, vibration, abnormal sound and water leakage of ship-shore water transmission pipe. It has withstood the test of operation and has been proven to have good results in practice, which can provide reference for similar projects.

[Key words] water intake pump ship; water pipe; ship-shore connection

引言

近年来,水利行业在践行“绿水青山就是金山银山”理念的实践中,实施了大批中小河流治理、河湖水系连通工程项目,这些项目往往包含大流量的泵船取水工程。泵船取水工程由于无复杂水下施工,施工简单、安全,对周边环境影响小,在河流水文和河床易变化的情况下,有较强的适应性,同时具有取水水质好、工程用材少、建设周期短、投资省等优点,在取水工程中应用广泛。

泵船取水工程用水泵将江、河、湖泊的水抽起后经输水管路输送到岸上,由于江、河、湖泊一年四季水位及流速的变化,泵船与岸基之间的相对位置关系也随之而发生变化,这就要求船岸之间的连接管必须具有自动调整垂直和水平位置的功能,以自动适应波浪、水位变化和船位移,而大流量的输水管是无法采用柔性管路的,工程中常常采用刚性的摇臂钢管进行连接。这就要求刚性的摇臂钢管通过接头形成的连接管必须可靠连接,

既能承受输水运行期间的各种荷载,又能在三维空间内实现多自由度的位移,否则就会造成卡滞、振动、异响、漏水,甚至脱落,特别是长江岸边的取水工程输水管道纵向跨度大、横向单薄,整体刚度低、稳定性差,管线横跨长江滩地,河水水流冲击作用强烈,加之输水管在输水过程中,水流作用力紊乱无序不均,容易造成连接管道之间发生破坏。因此船岸之间多自由度的连接钢管的安装施工是泵船取水工程施工的关键,关系到泵船取水工程能否正常取水安全可靠运行。

1 工程概况

岳阳市长江补水工程(一期工程)位于岳阳市境内,从君山区建设垸外长江提水,通过华洪运河调水至华容河,解决岳阳市君山区和华容县沿线农业灌溉用水和生态用水问题,以实现区域性水资源配置,在改善运河沿线地区河湖水环境、水生态的同时形成水生态景观,达到“水活、水清、水美”的目标。

施工内容包括取水工程、水系连通工程、华洪运河整治工程。其中取水枢纽工程在洪水港闸下游约1Km处右岸,新建取水水泵船,泵站设计流量为 $19.54\text{m}^3/\text{s}$,设计扬程为9.5m,装机为 $7\times 400=2800\text{KW}$,从长江取水,经过压力输水钢管及输水箱涵输送至一支渠。

2 工艺原理

该技术根据泵船取水工程的特点,采用一系列与之相适应的施工安装工艺措施来保证船岸连接输水管施工的顺利进行,能精准安装,实现船岸输水管多自由度可靠连接,可充分发挥泵船取水工程的优势,达到安全、快速、经济的完成泵船取水工程建设的目的。其核心工艺原理可以总结为:采用端头安装受力分解式摇臂活络接头,可以将受力分解成水平方向和垂直方向的转动,承载能力强,工作角度大,能够适应水位落差大、流速度变化大的工作条件;组合布置端头摇臂接头和中心球形接头,采用水平伸缩节和伸缩补偿器,成本低,连接可靠,满足风大浪急、大流量的取水要求;连接及连接管工厂预组装,现场多根输水连接管顺序对接,快速安装,密封良好,不漏水。

2.1 受力分解式摇臂活络接头工艺原理

采用受力分解式接头,连接管可以在水平方向和垂直方向以一定角度转动,连接自由度和活动余地大,适应水位变化和各种荷载,承载能力强,结构简单,受力合理,转动灵活,密封可靠,接头在运行过程中不会出现漏水、运动卡滞及振动等问题,能适应严苛的工作条件。接头平面及纵横断面见图2.1-1,接头透视图和实物图分别见图2.1-2和图2.1-3,船基和岸基的连接效果见图2.1-4。

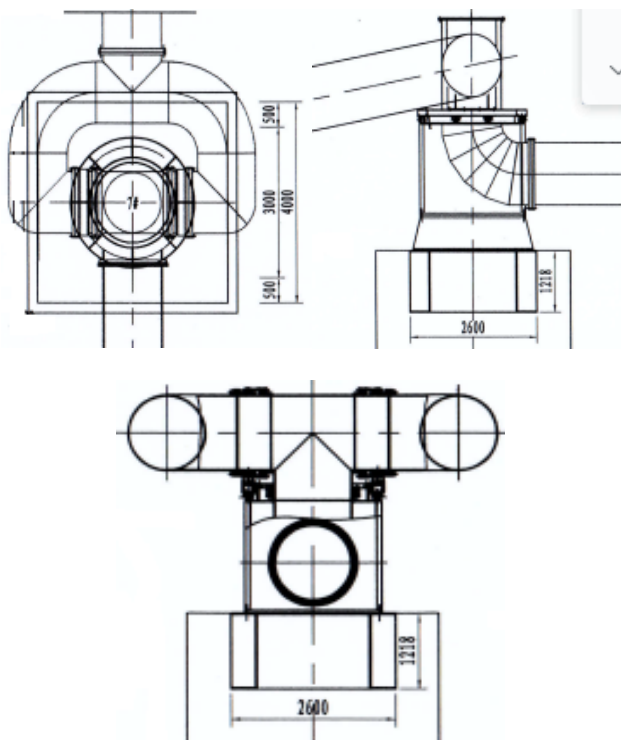


图2.1-1 接头平面及纵横断面

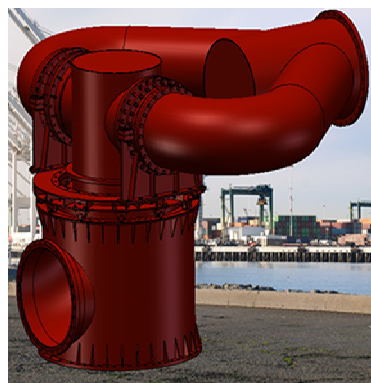


图2.1-2 接头透视图



图2.1-3 接头实物图

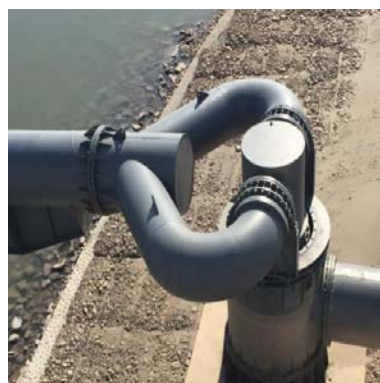
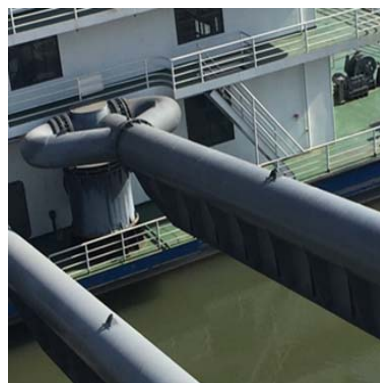


图2.1-4 接头安装效果图

2.2摇臂接头和球形接头组合布置工艺原理

摇臂接头和球形接头组合布置包括多个设置在趸船和岸基之间的输水通道,输水通道包括位于最外侧的两个端头输水管以及多个设置在两个外侧输水管之间的中间输水管,外侧输水管的两端均通过摇臂接头分别连接趸船和岸基,最外侧输水管通过摇臂接头连接趸船和岸基,中间输水管通过球形接头连接趸船和岸基,球形接头采用水平伸缩节和伸缩补偿器,避免温差不同时因膨胀率差异造成卡死情况发生,能满足大风浪、水流湍急流域的大流量取水要求。接头组合平面布置及剖面见图2. 2-1,接头实际布置照片见图2. 2-2。

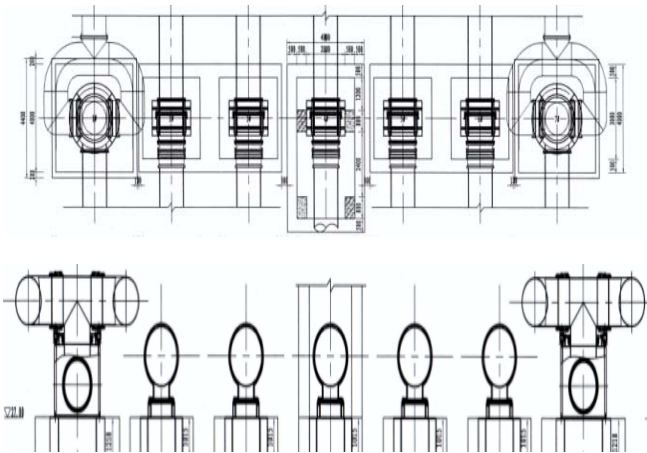


图2. 2-1 接头组合平面布置及剖面图



图2. 2-2 接头实际布置照片

2.3接头及连接管工厂预组装现场快速安装工艺原理

接头及连接管船厂制作,利用船厂设备高精度下料制作,确保接头及连接管的制作质量,制作完成后在船厂进行接头和摇臂输水管预组装,调整好后将连接钢管和支墩接头拆卸并编号。

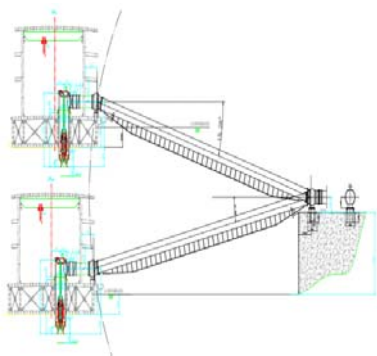


图2. 3-1 接头及连接管布置图



图2. 3-2 船上接头安装



图2. 3-3 岸上接头安装



图2. 3-4 连接管安装

采用拖船拖带泵船至安装现场,系泊锚固定位后,在支墩上按编号安装好支墩接头,保证相同的多个接头高程相同且在一条直线上。采用浮吊和汽车吊抬吊连接钢管,按预组装编号顺序对接,快速完成输水钢管安装后进行调试。

接头及连接管布置见图2.3-1,接头及连接管安装照片见图2.3-2、图2.3-3和图2.3-4。

3 施工工艺

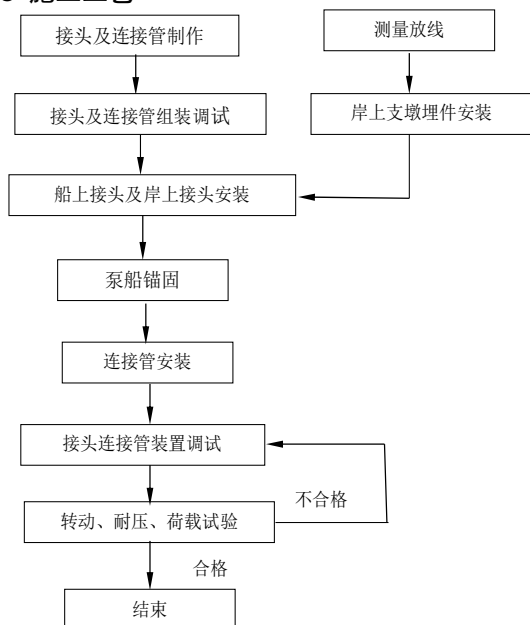


图1 施工工艺流程

4 操作要点

4.1 接头及连接管制作

接头及连接管制作的整体尺寸和焊接变形控制是关键。接头及连接管的零件主要为钢管、钢板条、筋板、球头等,其制作主要是下料、焊接、拼装及防腐。

零件主要采用数控切割机下料,型钢一律采用砂轮切割机切割,并预留少量余量,待组装时再将余量加工去除,球头采用数控机床加工并抛光。焊接时必须采用对称、分段跳焊等施焊的方法,采用小电流规范焊接,使焊接应力尽量对称分布,同时应采取反变形措施,以减少焊接变形量。组装在钢制平台上进行,零件均应矫正合格后方可进行拼装。接头和连接输水钢管拼装完成并验收合格后进行防腐处理,内壁采用符合饮用水标准的8710防腐涂料,外侧使用高级船用防污、防腐材料环氧油漆防污防腐。

4.2 接头及连接管预组装

每组接头及连接管整体预组装的质量直接影响安装质量,接头及连接的摇臂输水管在制作完成后,在工厂内进行预组装。

预组装在两个钢制平台上进行,一个为固定平台,一个为移动平台,将一组输水管的两个接头分别固定在两个平台上,将摇臂输水管吊装在两个接头之间,用螺栓连接组装好,移动活动平台,模拟输水管的实际工况,检查有无卡阻和异响,检查合格后进行另一组接头及连接管的预组装,将全部构件编号,从上游至下游完成全部的预组装。

4.3 船上接头管安装

泵船的接头在工厂进行安装,按照设计位置将分别将摇臂接头和球形接头底座与龙骨和甲板焊接,然后在底座上安装接头,严格控制底座的位置和接头的高度,保证相同的接头在一条直线上,位置偏差小于1mm。

4.4 岸上接头管安装

岸上摇臂支墩混凝土达到强度后,按照设计位置将分别将摇臂接头和球形接头底座埋件焊接好,然后在底座上安装接头,严格控制底座的位置和接头的高度,保证相同的接头在一条直线上,位置偏差小于1mm。

4.5 泵船锚固

泵船采用拖船拖带至安装现场,在设计位置进行锚固,首先安装系船索,安装顺序:上游系船索→下游系船索。然后抛锚,抛锚顺序:领水锚→外锚(上游)→内锚(上游)→外锚(下游)→内锚(下游)→定位锚。

4.6 连接管安装调试

依靠锚链调整好泵船的安装位置,接头接口方向依靠支架调整,船岸接头接口轴线与摇臂连接水管位于一条直线上,摇臂连接管道运输船运送至安装现场,40t汽车吊和浮吊从下游往上游依次吊装摇臂管道,用螺栓初步连接,最后所有连接管的连接螺栓同步拧紧对接。

5 质量控制措施

(1)金属结构设备的吊装根据设备的外形尺寸、施工现场的条件进行选择。(2)埋件安装调整好后,与一期混凝土中的预留插筋连接焊牢,加固埋件用的加固筋与预埋件直径相同,搭接长度大于10倍预埋筋直径且不小于100mm,必须保证加固牢靠。(3)在安装工作之前,对接头管和连接管进行检查和必要清洗。检查所有连接螺栓孔的位置,确保能正确对接。(4)栈桥与摇臂管道一起安装,所有的摇臂输水管和接头结构安装完毕后,进行转动、耐压、荷载等试验,验收合格后才能投入使用。

6 结语

该技术采用了端头安装受力分解式摇臂活络接头、摇臂接头和球形接头组合布置、接头及连接管工厂预组装现场快速安装等新技术,实现船岸输水管多自由度可靠连接,经受了运行的考验,解决了船岸连接输水管卡滞,振动,异响,漏水等问题,快速、优质、高效的完成了施工任务。在岳阳长江补水工程(一期工程)中的应用,创造了较好的经济效益和社会效益,可供类似工程提供借鉴。

[参考文献]

- [1]尤晓明,刘东,李晓一,等.高幅水位变化取水方案的技术研究[J].电力勘测设计,2019,(10):65-71.
- [2]宋庆荣,仇志峰,马吉刚.浮体移动泵船在引黄济青工程应急引水中的应用[J].中国水利,2017,(08):41-42.
- [3]齐树栋,刘涛,舒立华.谈浮体式移动泵船的安装与固定[J].山东水利,2015,(04):41-42.
- [4]田海星,彭卫中,张希友,等.船岸连接系统在LNG接收站的应用[J].天然气技术与经济,2017,11(S1):69-71.