

高水头斜坡段压力钢管安装施工

熊亮, 郑文全

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川成都 610066)

摘要:目前,压力钢管广泛应用于引水倒虹吸工程,在水利行业中已形成一整套较为成熟的钢管安装工艺流程,但还存在许多不足与生产缺陷,尤其是针对高水头斜坡段钢管安装工艺,存在安装成本高、质量细节控制不理想及安装效率低等诸多问题。因此,为降低安装成本,加快施工进度,缩短工期,提高效益,对压力钢管斜坡段传统安装工艺流程施工环节进行优化与改进,使钢管安装质量、施工进度和效益等方面都显著提高。可供业内人士参考借鉴。

关键词:压力钢管;安装工艺;操作要点;质量控制

中图分类号:TV131.2+2;TV547.2

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2022)06-0125-04

Installation Technology of High Waterhead Penstock at Slope Section

XIONG Liang, ZHENG Wenquan

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

Abstract: Currently, penstocks are widely used in diversion siphon projects, and a whole set of penstock installation process has been formed in water conservancy industry. However, there are many disadvantages and defects remained in the traditional installation process, and especially for the high waterhead penstock installation at slope section, there are problems such as high installation cost, quality control difficulties and low installation efficiency. Therefore, in order to reduce installation costs, speed up the construction progress, shorten the construction period and improve the efficiency, the traditional installation process of the penstock at slope section has been optimized and improved, so that the installation quality, construction progress and efficiency of the steel pipe are significantly improved. The installation process introduced in this paper could provide reference for similar projects.

Key words: Penstock; Installation process; Key operation points; Quality control

1 工程概况

引大济湟工程,是在湟水一级支流大通河上游石头峡建库引水,经调水总干渠穿越大坂山入黑泉水库,解决湟水两岸山区和干流资源性缺水问题。该工程共分三期实施,西干渠为第三期工程,建设地点位于青海省西宁市湟中县(上五庄镇、拦隆口镇、多巴镇)。西干渠工程(干渠部分)第4标,起讫桩号为:K75+926.78~K95+706.75,总长19.78 km,其中倒虹吸2条,长6.4 km。1号倒虹吸桩号为K78+685.18~K83+528.63,全长4843.45 m,最高水头166 m,设计流量 $Q=5.05 \text{ m}^3/\text{s}$ 。倒虹吸钢管管材为Q345R钢材,内

管径为180 cm,壁厚14~20 mm。钢管防腐采用内EP外3PE,为保证管道冬季运行,1号倒虹吸全部采用埋管布置,回填管槽线与原地形原则上平顺衔接,顶部覆土厚度2 m,河床段覆土厚度3 m。镇墩、箱涵、外包混凝土采用现浇C25F200W6钢筋混凝土。其中桩号K78+685.22~K79+182.92 m段(497.7 m)位于斜坡,自然坡度 $25^\circ\sim 40^\circ$,79+709.42~81+535.92 m段(1826.5)位于中山丘陵区斜坡段,自然坡度 $15^\circ\sim 30^\circ$ 。2号倒虹吸起于多巴镇中村,止于目尔加村,桩号为K92+079.67~K93+578.51,全长1498.8 m,最高水头88 m,设计流量 $Q=5.05 \text{ m}^3/\text{s}$ 。2号倒虹吸管材特性为:管径1.6 m,壁厚14 mm,材质Q235B。倒虹吸地形呈“W”型,左侧

收稿日期:2022-08-16

边坡 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$, 右侧岸坡坡度 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

钢管防腐采用内 EP 外 3PE, 即内壁采用热熔环氧树脂粉末热喷涂 ($500\ \mu\text{m}$); 外壁喷涂聚乙烯树脂 (PE) 粉末防腐涂层: 第一层为环氧粉末 (FBE $>120\ \mu\text{m}$)、第二层胶粘剂 (AD) $170\sim 250\ \mu\text{m}$ 、第三层聚乙烯 (PE) $2.5\sim 3.7\ \text{mm}$ 。

2 斜坡段钢管安装工艺原理

《高水头斜坡段压力钢管安装施工技术研究》, 该课题是压力钢管安装施工中的一个分支, 采用自制小车安装高水头斜坡段压力钢管施工技术。

2.1 安装准备

钢管在制作车间检验合格方可出厂。钢管运输在车间采用 10 t 门机吊装, 20 t 载重汽车运输至工地现场, 80 T 汽车吊卸载。

钢管运输时, 将钢管安放在鞍型支架或加垫木梁上, 以保护管节及其坡口免遭损坏; 利用柔性吊带将钢管与运输车捆绑牢固, 防止钢管滑动, 钢管与运输车接触面用方木垫实。吊带与钢管间加软垫, 以保护防腐面受到损坏^[1]。

为钢管管节在运输和吊装过程中不变形, 在厂内制作完成后立即安装内支撑。钢管内支撑采用活动结构 (内支撑在钢管安装和回填完成后可以拆出循环使用)。

根据现场实际地形情况, 在斜坡段顶部设置临时堆放场, 钢管运输汽车运至临时堆放场堆放, 每个斜坡段都要在顶部布置 1 个临时堆放场, 以便于安装。

在斜坡段安装工作面具备安装条件时, 进行轨道铺设和运输台车牵引设备布置, 并对工作面进行检查和清理。

根据坐标控制点, 用测量仪放出压力钢管安装所需的中心、高程和里程控制点, 并对所有的控制点进行复检和记录。

2.2 安装偏差控制

斜坡段压力钢管的安装, 由于受地形环境的影响, 工作场地较复杂, 导致钢管安装时容易产生偏差, 影响工程整体性和施工速度, 因此, 在安装过程中的误差控制是保证安装质量的关键^[2], 必须满足如下要求:

(1) 钢管的直管和弯管以及附件与设计轴线的平行度误差应不大于 0.2% ;

(2) 钢管始装管节的里程偏差不超过 $\pm 5\ \text{mm}$ 。弯管起点的里程偏差不超过 $\pm 10\ \text{mm}$; 始装管节两端管口垂直度不超过 $\pm 3\ \text{mm}$;

(3) 钢管安装后, 始装管节中心的极限偏差为 $5\ \text{mm}$, 弯管起点的管口中心的极限偏差为 $10\ \text{mm}$, 其它部位管节中心的极限偏差为 $20\ \text{mm}$;

(4) 安装后的管口圆度 (指相互垂直两直径之差的 最大值) 偏差不大于 $5D/1000$, 即 $30\ \text{mm}$; 至少要测量四对直径。

2.3 环缝焊接

定位焊后应尽快焊接安装环缝, 每条焊缝应连续完成, 不得中断。

2.3.1 焊接材料

焊接材料的品种应与母材和焊接方法相适应。存放焊接材料的库房应通风良好, 室温不应低于 $5\ ^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不应高于 70% 。电焊条应在烤箱内按规定进行烘烤 ($2\sim 3\ \text{h}$), 施焊时应放在加盖的焊条保温筒内, 随用随取, 以免受潮^[3]。

2.3.2 焊接要求

在正式焊接前, 应对试板焊缝全长进行外观检查 and 无损探伤检查 (检查方法与生产性施焊相同), 并进行力学性能试验, 试板不得有缺陷。若需修正的缺陷长度超过试板长度的 5% , 则该试件无效, 须重作评定。

焊接过程中, 不能在相对湿度大于 90% 、环境温度低于 $-5\ ^{\circ}\text{C}$ 、雨天和雪天的露天、风速大于 $8\ \text{m/s}$ 时施焊^[4]。双面焊接时, 在其单侧焊接后应进行清根并打磨干净渗碳层, 再焊另一面。定位焊应在坡口内进行, 每条焊缝要一次连续完成, 若因故中断焊接, 应采取防裂措施。在重新焊接前, 应将表面清理干净并确认无裂纹后, 方可按原工艺继续施焊。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

斜坡段压力钢管安装工艺流程见图 1。

3.2 操作要点

3.2.1 人员设备安排

人员、设备全部到位, 分配到各工作面, 保证安装过程中各作业面的正常施工。

3.2.2 运输小车的制作

小车采用 20 号槽钢制作, 外型尺寸 $6\ 000\ \text{mm}$

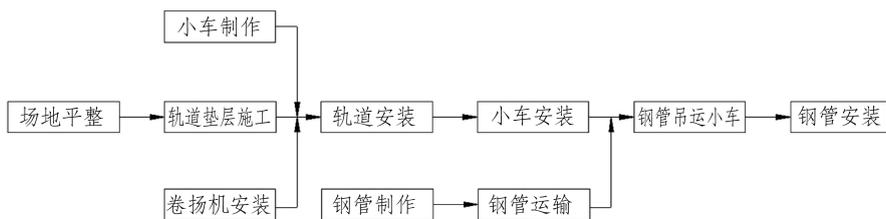


图 1 斜坡段压力钢管安装工艺流程

×2 000 mm, 铺设轨道的轨距 1 800 mm, 在加工厂按设计图纸制作, 最大载重量为 15 t, 制作验收完成后, 运输到安装现场进行安装。

3.2.3 卷扬机的安装

采用 10 t 卷扬机布置在镇墩上, 根据管线的实际情况在镇墩浇筑一期混凝土时, 要预埋钢板用于卷扬机的加固, 安装卷扬机必须保证卷扬机卷筒的中轴线与钢管安装轴线相互垂直。

3.2.4 运输小车轨道的安装

利用 10 号槽钢作为运输小车的轨道, 轨距 1 800 mm, 在浇筑的一期混凝土上进行轨道铺设, 混凝土的厚度必须大于 100 mm 且平整度不大于 50 mm, 以满足轨道的加固强度和平直度。轨道与混凝土的连接采用膨胀螺栓与轨道连接的方式, 两连接点间距 1 m。

3.2.5 施工平台

施工平台用于钢管从运输汽车吊装到运输小车上使用, 平台必须满足运输车 and 80 t 吊车安全施工, 平台位置根据实际的安装现场来定。

3.2.6 垫层混凝土的施工

管槽垫层混凝土的厚度不低于 100 mm, 平整度不大于 50 mm, 宽度不低于 2 m, 以保证轨道的牢固和平直。垫层混凝土表面的高程与钢管最低端的高程不低于 300 mm, 便于运输小车把钢管运输到安装位置并把钢管对接完成后, 能够顺利从钢管底部拉出。

3.2.7 压力钢管运输

用 80 t 汽车式起重机将大节钢管吊起平放于拖车上, 用钢丝绳、倒链等牢固封车(在钢丝绳与钢管间加设垫块, 防止钢管表面漆膜或管壁受到损坏), 将钢管直接运至现场进行安装。因压力钢管运输危险, 对运输路段公路可制做简易框架先进行试运, 对运输造成困难的路段应在正式运输前处理好以保证安全。

3.2.8 压力钢管卸载

压力钢管由拖车运输至施工平台后, 由 80 t 汽车吊进行卸载, 卸载后直接吊装到自制台车上, 用钢丝绳和手拉葫芦将压力钢管固牢。

3.2.9 压力钢管安装

(1) 定位节安装。钢管就位后, 利用倒链、千斤顶等工具将钢管管节中心和高程调整至安装位置, 利用拉紧器、压缝器、楔子板等调整压缝, 控制焊缝间隙的均匀性及管壁错牙, 合格后加固定位焊接。

(2) 上、下弯段钢管调整。依据测量控制点测出各管节安装方向、管口位置的高程、中心和里程, 利用钢丝线、钢盘尺测出各管节安装的几何尺寸与设计尺寸, 使偏差达到要求后进行加固定位焊接。

(3) 斜坡段钢管安装。斜坡段钢管每截长度为 7.6 m, 重量为 4.8~6.8 t, 坡度为 16.4°~36.5°。采用 10 T 卷扬机进行运输安装, 将运输台车由上向下移动, 运输台车到达安装位置后, 利用 10 T 千斤顶将小车顶起至安装高程, 调整钢管位置达到安装要求后焊接加固, 加固完成后用千斤顶将小车降到轨道面, 再用卷扬机将运输台车拉回。

4 安装措施

4.1 总体安装措施

倒虹吸坡度大于 10° 小于 40° 的管段铺轨道, 自制专用滑车运输钢管, 卷扬机牵引就位、人工配合安装到位; 坡度大于 40° 的陡坡段采用索吊将钢管吊至工作面、人工安装到位。

4.2 关键部位安装措施

凑合节安装: 凑合节是一段钢管中最后安装的一节钢管, 用以调节焊接收缩和安装误差。采用整节式凑合节, 在厂内制成单节, 安装时根据测量实际长度, 割去多余部分。多用于斜管和上弯管相接处和有些支管与岔管相接处; 当其附近设有伸缩节时, 使伸缩节处于自由伸缩状态, 以适应

凑合节环缝的焊接收缩,在伸缩节组装时应预留此伸缩量。

4.3 现场安装环缝焊接工艺控制

钢管就位后组装对接、加固牢固后对环焊缝进行焊接,环缝焊接应逐条焊接,不得跳越,焊接时注意各焊工间的电焊弧光防护。施焊顺序为:先焊钢管外壁,内壁清根后进行焊接,由两名焊工对称施焊,焊接时一定要严格控制每层焊道厚度不能大于5 mm,以便控制焊接热输入。

4.4 焊缝检测

焊接的外观检查,应符合 DL/T5018-94 规范中 4.4 条规定;省级技术监督局颁发的压力容器无损检测人员技术资格考试委员会考核的方能操作。评定焊缝质量应由Ⅱ级或Ⅱ级以上的检测人员担任;焊缝分类及焊接要求参照设计要求:一、二类焊缝的 RT 检验等级为 AB 级,并和 GB3323《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》的Ⅱ、Ⅲ级合格标准相对应;超声波检测按 GB11345《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》评定,检验等级可选作 B 级,一类焊缝 BI 级为合格,二类焊缝 BⅡ级合格;探伤比例:碳素钢射线探伤,一类缝不少于 15%,二类缝不少于 10%。超声波探伤,一类缝不少于 50%,二类缝不少于 30%;或按技术要求执行。

焊缝局部无损探伤如发现缺陷时,应在其延伸方向或可疑部位作补充检查。如补充检查仍出现不合格,则应对该条焊缝进行全部检查^[5]。

表面裂纹,采用磁粉或渗透探伤,以确定其深度和长度。

腹板与翼缘板的焊缝允许未焊透深度不应大于板厚的 25%,最大不超过 4 mm,或按标书技术条件或设计图样的规定。角焊缝的焊脚必须符合施工图样的规定,焊缝外形平缓过渡。

4.5 焊缝返修与处理

焊缝内部或表面如发现有缺陷,应找出原因,

制定措施。缺陷部位选用碳弧气刨或砂轮进行修磨、消除,认真检查后方可修补。焊缝同一部位的返修次数不宜超过二次,超过二次以上时,应查明原因,制定可靠的工艺措施,并经技术负责人批准,方可实施。返修后的部位,进行探伤检查。如环境温度低于-15℃时,就不应进行焊接,需焊接时,采取防护、预热措施。

5 结语

目前 1、2 号倒虹吸共计 3 km 斜坡段钢管已经安装完成,通过对斜坡段压力钢管安装工艺的提高与改进,在压力钢管安装质量达标的前提下,耗时显著减少,节约时间,降低成本。同时,斜坡段压力钢管安装工艺的改进,显著提高了压力钢管安装一次验收合格的成功率,避免了反复调整钢管轴线及高程,提高了生产效率,节约了资源投入,提高了效益。

在斜坡段压力钢管安装工艺改善与研究过程中,对斜坡段压力钢管安装过程中的一些质量控制细节进行了优化与改进,为提高钢管整体安装质量奠定了基础。

参考文献:

- [1] 胡宝玉. 南山一级水电站高水头厚壁压力钢管安装技术[J]. 西北水电, 2010, 162(1): 92-94.
- [2] 林新建. 论水电站压力钢管安装过程中的钢管变形控制[J]. 广东科技, 2013, 123(16): 41-43.
- [3] 郑杰. 雅玛渡水电站压力钢管安装过程中的钢管变形控制[J]. 黑龙江水利科技, 2012, 75(11): 71-74.
- [4] 韩玉生. 安装工程中机械设备的安装质量控制要点分析[J]. 科技传播, 2013, 82(1): 87-89.
- [5] 徐斌. 浅谈引水工程管道安装技术[J]. 福建建材, 2010, 49(1): 114-116.

作者简介:

熊亮(1990-),男,四川广安人,工程师,大学本科,从事水利水电施工技术管理工作;

郑文全(1983-),男,四川成都人,工程师,大学本科,从事水利水电施工技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

金沙江上游拉哇水电站地下厂房 I 层开挖完成

近日,混凝土面板堆石坝最大坝高位居世界前列的金沙江上游拉哇水电站地下厂房 I 层开挖贯通,为后续厂房混凝土按期转序创造了先决条件。拉哇水电站地下厂房开挖建筑界限为 187 米×27 米×73.45 米(长×宽×高),是藏区水电项目中规模最大的地下厂房。据悉,拉哇水电站是国家“十四五”重点建设的金沙江上游清洁能源基地的重要内容,全面投产后每年可产生绿色电能 90.89 亿千瓦时,有力助推能源绿色低碳转型。下一步,该分公司将深入贯彻党的二十大精神,科学有序加快工程建设,力争尽快投产发电,为金上公司创建国家级大型风光水储示范基地和实现碳达峰碳中和贡献力量。

(金上公司)