

型钢门架系统斜井大直径压力钢管的安装

朱少俊

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:岩滩水电站扩建工程压力钢管设计为2条引水隧洞,分为斜井段、下弯段、下平段,无上平段,斜井段倾角为 70° ,压力钢管最大直径为11.13 m,最小直径为10.63 m。引水隧洞进口直接与检修闸门槽连接,而门槽混凝土施工与压力钢管安装施工工期恰好平行。因此,若要确保压力钢管与土建施工协调进行成为该电站是否能正常投入运行的关键。结合现场实际情况,研究出了型钢门架系统斜井大直径压力钢管安装施工技术并在岩滩水电站扩建工程斜井压力钢管施工中得到成功应用,可供其他类似工程施工借鉴和参考。

关键词:型钢门架;斜井;大直径;压力钢管;安装;岩滩水电站

中图分类号:TV52;TV547;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增1-0020-04

1 工程概述

岩滩水电站扩建工程共布置2条(5#、6#)引水隧洞,由渐变段、上弯段、斜直段、下弯段及下平段组成,斜井段倾角为 70° ,渐变段弧长14.661 m,其余为圆形断面,开挖支护后典型断面为 $\phi 12.7$ m圆形断面,5#引水隧洞压力钢管管节为25节,6#引水隧洞压力钢管管节为24节。钢管最大直径11.13 m,最小直径10.63 m,压力钢管单节最大轴线长度为2 m,单节最小轴线长度为0.685 m。其中压力钢管衬砌段位于下平段,钢管中心线总长43.4 m,分为弯管段、直管段及渐变段。钢管主管及弯管段内径为11.1 m,锥管段钢管内径由11.1 m渐变为10.6 m。其板厚分别为30 mm、36 mm;钢管材质为Q345C,总重量为881.693 t。

2 关键技术问题

岩滩水电站扩建工程引水隧洞进口直接与检修闸门槽连接,而门槽混凝土施工与压力钢管安装施工工期恰好平行。因此,若要确保压力钢管与土建施工协调进行成为该水电站能否正常投入运行的关键。若采用常规天锚布置于洞顶部,将出现天锚布置后无法吊装、调整、使用的问题;因土建施工将门槽与引水隧洞进口预留 $3\text{ m} \times 13\text{ m}$ 作为供压力钢管从安装平台下放至引水隧洞进口的预留通道,提升系统钢丝绳将与压力钢管预留口运输发生干扰,后续工作无法开展;鉴于土建

检修闸门槽施工、门机平台安装施工工期非常紧迫,先安装压力钢管、后进行土建施工已不可能,故在引水隧洞进口布置天锚的方案不能满足土建、压力钢管安装的需要。为了解决这些问题,葛洲坝集团公司项目部经研究决定采用型钢门架系统斜井大直径压力钢管安装施工技术。

3 施工特点

(1)采用三吊点对钢管进行遛放,将压力钢管与弧形运输台车加固成整体,通过型钢门架系统布置的卷扬机调整角度,待压力钢管角度调整完成后同速将钢管整体安装,此过程平稳、安全、高效。

(2)采用三吊点安装压力钢管且压力钢管与弧形运输台车通过夹管装置可防止压力钢管在斜井段、下弯段运输、安装时发生变形,进而保证了压力钢管安装施工质量。

(3)运用了双向滚动托辊,避免了卷扬机钢丝绳与引水隧洞底板发生摩擦,有效地保护了钢丝绳,也解决了因钢丝绳摩擦出现的险情。

(4)采用型钢门架系统安装斜井、下弯段压力钢管,规避了人员高空作业、设备出现故障,可进行快速排险和检修。

4 工艺原理及实施

型钢门架系统由型钢门架、卷扬机、钢丝绳吊索、定滑轮组、型钢轨道组成,预先在引水隧洞上游侧布置3台卷扬机,卷扬机钢丝绳通过型钢门架上的2个定滑轮组连接压力钢管中心上部2个

收稿日期:2015-04-25

吊点,第3个吊点的钢丝绳直接牵引弧形台车(压力钢管与弧形台车已通过夹管装置固定成整体,以下简称“钢管整体”),以保证3条吊绳均能受力和钢管的平衡。

型钢轨道敷设时按引水隧洞斜井走势进行安装,“钢管整体”因自重按斜井斜度产生下滑力沿所安装的型钢轨道下滑,利用吊点1、吊点2调整上弯段、斜井段、下弯段轨道与钢丝绳的角度和“钢管整体”同步下放速度,利用吊点3调整“钢管整体”前后的倾覆角度;待压力钢管调整完成后,再同速将钢管整体下放,可将钢管平稳下放至各安装部位进而完成压力钢管的安装。

4.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图1。

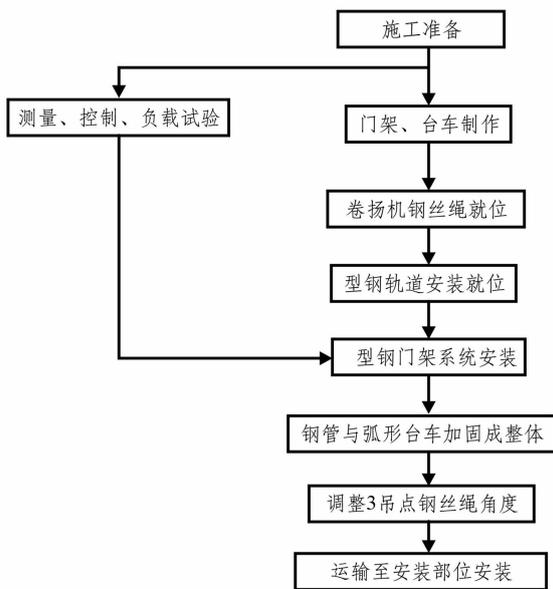


图1 施工工艺流程图

4.2 操作要点

型钢门架及弧形台车在压力钢管加工场制作、验收合格后,运到现场布置位置进行安装。

(1) 型钢门架的制作及安装。

按现场实际工况适当位置布置型钢门架,型钢门架安装前埋设预埋板,型钢门架安装完成后,必须进行相应载荷的承载力试验。

(2) 压力钢管弧形台车的制作。

压力钢管弧形台车设计时必须按压力钢管最大重量4倍安全系数进行设计,须设计必要的夹管装置,夹管装置的作用是将压力钢管与弧形台车加固成整体。

(3) “钢管整体”与吊点加固。

利用起吊设备将压力钢管立运平稳放置于弧形台车上,调整压力钢管相对于弧形台车中心垂直,将弧形台车上设置的夹管装置利用M36高强度螺栓联接、扭紧,通过夹管装置工字钢将压力钢管与弧形台车加固成整体,然后按3吊点将钢丝绳与吊点通过卸扣进行连接;当钢丝绳连接完成后,启动3台卷扬机,调整各卷扬机主钢丝绳与“钢管整体”的松紧程度。

(4) “钢管整体”上弯段下放操作。

卷扬机钢丝绳各绳长调整完成后,在运输弧形台车两侧布置2个6t的手拉葫芦与型钢门架连接,在钢管由型钢轨道由上弯段向下移动的过程中,不断地放松手拉葫芦,以起到安全保护的作用。待卷扬机3吊点钢丝绳受力趋于稳定、主卷扬机钢丝绳拉紧后,将2个6t手拉葫芦拆除。

(5) 型钢门架系统压力钢管斜井的运输及下放。

3吊点卷扬机通过型钢门架与“钢管整体”钢丝绳拉紧后,通过操作吊点1、吊点2的卷扬机运行速度,由型钢门架上布置的2门定滑轮组及时调整“钢管整体”相当于弧形台车的左右位移,再通过调整吊点3卷扬机的运行速度,调整“钢管整体”相当于弧形台车的前后偏移。

由专业起重人员目测“钢管整体”相对于斜井垂直后即可同速将钢管下放至安装部位。

卷扬机钢丝绳与引水隧洞底板会因钢管下放角度变化发生摩擦,通过设计的双向滚动托辊可及时解决这一问题。

(6) 型钢门架系统调整压力钢管的安装角度。

同理,采用斜井运输的方式调整压力钢管下弯段、斜井段的左右位移和前后偏移状态,以求得到最快速的安装精度。

4.3 劳动组织

现场施工可根据引水隧洞设计量(条数)分为若干作业组进行压力钢管的安装作业,基本原则为“一洞一套型钢门架系统”,工种包括起重工、机械操作手及铆工等。一般每条斜井引水隧洞工作劳动力组织情况:起重工1人,机械操作手2人(其中1人同时操作吊点1、吊点2卷扬机),铆工3人。

5 材料与设备

5.1 材料

(1)型钢门架、弧形台车及型钢轨道材料:采购设计要求的各种规格、型号的型钢,其力学性能指标应满足规范和设计要求。

(2)焊材:按指定焊接工艺选定。

5.2 主要施工机具设备

(1)提升设备:3台卷扬机。

(2)钢丝绳:按受力计算需求钢丝绳长度若干。

(3)双向托辊:按承载力要求滚子轴承50个。

(4)卸扣、卡环:各4套,备用一套。

6 质量控制

6.1 质量控制标准

(1)压力钢管安装施工技术指标应符合《压力钢管制作及安装验收规范》DL/T5017-2007的规定。

(2)根据施工图纸的要求,用全站仪、卷尺等工具检查压力钢管轨道基础的安装尺寸及高程,其误差应能满足压力钢管安装技术要求。

(3)根据施工图纸和施工技术方案检查预埋件,其几何尺寸、焊接质量等应符合设计图纸及规范要求。

(4)钢管正式安装前,对安装部位底部应进行填塘处理,对土建开挖基面进行综合验收,由测量技术人员提供测量高程与安装高程,若发生开挖断面尺寸问题,需土建及时处理。

6.2 质量保证措施

(1)作业人员根据施工图纸和相应的作业工艺卡放样并设置明确的标志。

(2)始装节从铺设好的轨道运输至安装部位,采用手拉葫芦等进行安装;近厂段压力钢管安装时,为加快安装进度,可选择管节组装后整体进行安装调整。

(3)始装节安装完成后的加固必须牢固,防止因上下游管节压缝和浇筑混凝土时移位。

(4)其它管节安装应符合DL5017-2007中的表5.1.2要求。管口圆度偏差不应大于 $5D/1000$,最大不应大于10mm。

(5)压力钢管安装检验合格后,作业人员按焊接工艺要求的规范和顺序焊接,需要预热的焊缝按DL5017-2007中的表6.3.12执行。焊接质量应符合DL5017-2007中的表6.4.1要求。

(6)焊接完成并经检验合格后,由探伤人员根据图纸要求和探伤工艺卡要求对焊缝进行探伤检查,探伤方法和探伤比例应符合设计和规范要求。

(7)焊缝内部或表面发现有裂纹时,应进行分析,找出原因,制订措施后方可焊补。

7 安全措施

(1)钢管在运输前应通知相邻作业面人员,避免造成交通堵塞和施工过程中的相互影响。

(2)钢管在运输前必须派专人进行运输轨道巡查,清除轨道上的杂物,检查轨道是否完好、轨道与轨道之间的连接是否牢固。防止运输过程中钢管倾翻。

(3)在钢管运输过程中,卷扬机必须由专人操作并设专人监护。指挥人员和卷扬机司机佩带的对讲机必须信号正确、清楚并保持通讯畅通。

(4)每节钢管在洞内运输前及运输后,起重人员必须对卷扬机的运行情况、导向轮工作情况,钢丝绳的完好情况进行检查,必须保证卷扬设备在钢管运输过程中的安全、可靠。

(5)洞内必须安装足够的照明,且照明电压不大于36V。

(6)卷扬机在第一次使用前应进行静荷载试验。

(7)每节钢管在洞内运输前及运输后,起重人员必须对卷扬机的运行情况、导向轮工作情况,钢丝绳的完好情况进行检查,如发现问题应及时处理,重要部件若磨损较严重,必须更换或采取其他措施。必须保证钢管运输过程中的安全、可靠。

(8)钢管在斜井运输过程中,钢管下部严禁站人。

(9)钢管在运输过程中设专人统一指挥,必须信号正确、清楚并保持通讯畅通。

(10)钢管在对接过程中,下部施工人员严禁将头、手、脚伸到钢管的对接口内,防止轧伤。钢管在对接找正过程中必须用千斤顶或调圆装置进行调整校正,严禁施工人员用手脚进行校正。

8 环保措施

(1)卷扬机注油不能污染施工区,钢丝绳与水体接触时须采取防护措施,作业人员配备劳保防护用品。

(2)合理安排作业时间,避免夜间施工,将施工噪声对周围环境的影响减少到最低程度。

(3)定期把施工现场的废料或杂物清理到指定地点,做到工完料净场地清。

(4)型钢门架系统可回收循环利用。

9 结 语

岩滩水电站扩建工程压力钢管安装采用型钢门架系统。工程于 2012 年 9 月开始安装,历经 2 个月时间,于 2012 年 11 月顺利完成,压力钢管安装质量 100% 合格,优良率为 95%,未出现任何险情和突发事件。该工程具有以下几个特点:

(1)国内无此类压力钢管安装施工可供借鉴,国内尚属首创。

(2)与常规天锚施工比较,取消了天锚 2 组,节约了人工。另外,型钢门架系统正常运行时,可迅速调整钢丝绳角度,处理突发事件,减少作业人

(上接第 5 页)

用 220 V 电压充电,防止过电压、过电流损坏测斜仪器。

(6)每次测斜前须检查测斜仪与钢丝绳连接状态是否完好,检查钢丝绳是否存在磨损、断股等现象,发现问题及时进行加固或更换,防止在测斜过程中测斜仪掉入孔内。

(7)测斜仪在上下过程中,通过观察钢丝绳的绷紧状态、绞盘受到的拉力大小等判断测斜仪在孔内是否发生卡塞现象。

(8)操作测斜仪时,应避开洞室内渗水、滴水等位置。

(9)由于钻孔底部水压较大,测斜仪放入孔内前,必须保证其连接牢固、防水密封良好,防止因静水压力造成测斜仪内进水而损坏仪器。

员高空作业频次,节约了施工材料,减少了施工工序,加快了施工速度,节约了施工成本。

(3)能够确保压力钢管安装位置的精度,加快了压力钢管安装的施工进度。

(4)斜井采用 3 吊点对压力钢管实施下放,可有效防止其倾覆、翻倒,杜绝了压力钢管安装事故的发生。

型钢门架系统斜井大直径压力钢管安装施工技术,在岩滩水电站扩建工程斜井压力钢管施工中得到成功应用,可供其他类似工程施工借鉴和参考。

作者简介:

朱少俊(1968-),男,安徽安庆人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(10)测斜仪为精密仪器,在其使用、保养过程中必须轻拿轻放,严禁撞击,以保证测斜仪的正常使用。

6 结 语

该高压竖井导孔目前已顺利完成,实际偏斜量为 1.89 m,钻孔精度为 0.5%。采用测斜仪测斜得出的数据计算所得偏斜量为 1.82 m,与实际偏斜量相比,准确度为 96%。

由于加强了测斜控制,及时采取了纠偏措施,使高压竖井导孔精度满足质量要求,从而为后续导井全断面扩挖施工奠定了良好的基础。

作者简介:

李文学(1973-),男,河北涿州人,项目总工程师,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

成都院再添 3 项发明专利授权

近年来,成都院高度重视知识产权工作,采取培训宣传和计划考核两手抓的有效措施,专利申请、授权量质齐增。日前,成都院申请的“地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法”等 3 项发明专利获国家知识产权局授权,并于近日收到专利证书。发明专利“地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法”,公开了一种地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,涉及地下洞室施工领域,提供了一种工作量小,成本低,防塌效果好的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,该发明可用于修复塌方的地下洞室。“量化评价超大型地下洞室群施工期围岩稳定性的方法”提供了一种有效的量化评价超大型地下洞室群施工期围岩稳定性的方法,从而能够获得直观准确的稳定性判断数据以控制围岩稳定,保障工程顺利建设和长期安全稳定运行。“大型地下洞室群布置方法”公开了一种在水利水电工程、地下储库工程运用的大型地下洞室群布置方法,该方法可全面考虑影响地下洞室围岩稳定的主要因素,特别是岩石强度应力比这一至关重要因素,使大型地下洞室群设计方案更为科学,考虑的因素更为全面。