

压力管道斜井开挖施工技术在本坡水电站中的应用

党现宏

(黄河上中游管理局西安黄河工程监理有限公司,陕西 西安 710021)

【摘要】 本坡水电站压力管道斜井前期开挖施工过程中,由于局部围岩稳定性、整体性、耐久性较差,可能造成坍塌。单向作业面开挖工作效率低,会导致斜井开挖工期大幅滞后。为解决技术问题,通过科学分析和研究讨论后,改用“正导和反导开挖”相结合的施工方法。本文详述了导井开挖和扩挖施工的方法,指出了施工重点和难点。最后对原设计方案和实际施工的进度进行了对比,证明根据实际情况采用“正导和反导开挖”相结合的方法的科学性。

【关键词】 压力管道;斜管;导井双向开挖;施工方法;本坡水电站

中图分类号: TV732.4

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)01-081-04

Application of pressure pipeline inclined shaft excavation construction technique in Mupo hydropower station

DANG Xianhong

(Yellow River Upstream and Midstream Management Authority Xi'an Yellow River Engineering Supervision Co., Ltd., Xi'an 710021, China)

Abstract: During early stage excavation construction of Mupo hydropower station pressure pipeline inclined shaft early stage excavation construction, collapse may be caused due to poor stability, integrity and durability of local surrounding rock. Unilateral working plane excavation work has low efficiency, thereby leading to serious lagged construction duration of the inclined shaft. 'Positive and inverse excavation' combined construction method is used through scientific analysis and research discussion in order to solve the technical problems. In the paper, pilot shaft excavation and expansion construction methods are described. Construction keys and difficulties are pointed out. Finally, the original design scheme and the actual construction progress are compared. The scientificity of method combining 'positive and inverse excavation' according to the actual situation is proved.

Key words: pressure pipeline; inclined shaft; inclined shaft two-way excavation; construction method; Mupo hydropower station

1 工程概述

本坡水电站位于四川省阿坝州小金县境内的抚边河干流上,为抚边河干流自下而上规划的第3级电站。

电站枢纽建筑物主要由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽等组成。电站正常蓄水位 2709.00m,死水位 2705.00m,引水隧洞长 10074.07m,设计引水流量 43.32m³/s,装机容量 3×15MW。

引水系统压力管道设计长度为 421.625m,其中 K0 + 029.227 ~ K0 + 157.462 段(长 136.93m)为倾角 50°的斜管段,设计开挖断面为直径 4.9m 的圆洞,钢管内径 3.7m,混凝土衬砌厚度为 60cm。

斜管段围岩以 T_{3zh} 薄层、中厚层板岩为主,偶夹强风化极薄层炭质板岩,主要发育有 $N13^\circ E/SE \angle 41^\circ$ 、 $N33^\circ E/NW \angle 76^\circ$ 等多组构造裂隙,岩体较破碎,裂隙发育,炭质板岩中裂隙杂乱无序,为碎裂结构或层状结构,地下水活动显著,致使围岩稳定性较差,以 IV 类围岩为主。

2 施工工法

压力管道斜管段原施工方案:采用吊篮法施工,“先导孔、后从下至上开挖导井、最后从上向下扩挖”。上弯段采用地质钻机在斜管段溜渣井的下边缘钻孔 2 个,间距 0.5m,钻孔直径为 $\phi 80\text{mm}$,一个孔作为穿牵引绳用,另一个孔作为作业人员与卷扬机操作人员通信线路用,作业人员和卷扬机操作人员采用有线内部电话进行沟通。在上弯段安装 6t 卷扬机,用 $\phi 15.2$ 钢绞线作牵引绳,钢绞线穿过斜管钻孔,上部连接卷扬机,下部连接施工吊篮,作业人员在施工吊篮内进行操作,施工吊篮在卷扬机的牵引下不断提升,从斜管段底部向上采用人工开挖,开挖直径为 $\phi 2.0\text{m}$ 的导井,上导井开挖完成后,从斜管段自上而下采用手风钻造孔进行扩挖,人工翻渣通过导井倒运至下平洞,装载机装至 5t 自卸汽车,经下平洞、压力管道施工支洞运至弃渣场。

在实际施工过程中,遇到局部围岩稳定性较差,随时可能造成坍塌以及单向作业面开挖工作效率低等因素影响,导致施工工期大幅滞后。为解决问题,经专家、设计、监理等人员的多次技术分析、讨论评估,制定导井开挖采用“正导和反导开挖”相结合的施工方法。具体优化调整方案如下:扩挖采用自上而下的施工方法,上导井采用人工开挖,尺寸 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,沿顶拱布置。采用卷扬机提升小车轨道运出渣至上平段,装载机装渣,5t 自卸汽车经交通洞运至指定弃渣场。下导井开挖采用移动式操作平台进行作业,开挖后的石渣通过导洞溜至压力管道下平段,采用装载机装渣、5t

自卸汽车经下平洞运至指定弃渣场。导井扩挖采用上而下的施工方法。

2.1 导井开挖施工

2.1.1 上导井正挖

a. 开挖顺序。斜管段导井口开挖支护→斜管段导井开挖支护。

b. 开挖施工方法。

压力管道斜管段导井口开挖采用手风钻一次开挖成型,采用光面爆破工艺,出渣方式采用挖掘机配 5t 自卸汽车运至指定堆料场,井口浇筑一层 50cm 厚的 C20 混凝土,以保证导井施工安全。

压力管道斜管段导井口开挖浇筑完毕后,即可从上而下进行上导井井身开挖支护施工。开挖采用 YT-28 手风钻造孔,电雷管起爆,周边光面爆破,每轮进尺控制在 1.0m 左右,顶拱一次开挖成型。开挖后的石渣由人工装渣至出渣小车,采用卷扬机提升至上弯段,再用出渣汽车运至指定弃渣场。起吊钢架采用 I16 工字钢制作而成,长 4.8m,宽 2.0m,高 3.8m,在起吊钢架上设置定滑轮和钢轨,用于提升出渣小车。出渣小车为 KFU0.75-6U 型翻斗式矿车,装渣容量 0.48m^3 。经过计算,6t 卷扬机提升出渣小车满足施工需求。

导井施工的人工通道采用钢筋爬梯,行走时必须系好安全绳。爬梯采用 $\phi 22$ 螺纹钢加工制作,宽 0.3m,梯步高 0.2m,梯面距地 5cm,单节长 2.0m,挂在底板的插筋上(每 2m 设置两根 $\phi 22$ 螺纹钢, $L = 1.0\text{m}$,与水平面夹角为 80° ,锚杆可兼作此插筋),爆破前取下掌子面附近爬梯挂在侧墙扶手插筋上,防止损坏。爬梯扶手采用 $\phi 22$ 螺纹钢加工制作而成,沿导洞侧墙布置,固定在插筋上($\phi 22$ 螺纹钢, $L = 1.0\text{m}$,间距 1.0m,锚杆可兼作此插筋),外露 0.2m,插筋端头水平偏上。

为了保证出渣时人员设备的安全,每 10m 在导洞左右两侧交替设置避险洞,放置风钻等设备。避险洞尺寸高 \times 宽: $2.0\text{m} \times 1.0\text{m}$,洞深 1.2m,喷素混凝土支护即可。

开挖后支护及时跟进,IV 类围岩临时支护采用系统锚杆 + 挂网喷混凝土 10cm 进行支护,以防止石块坍

塌掉落砸伤作业人员;其中在导井弧形段顶部,系统锚杆采用 $\phi 22\text{mm}$ 、 $L=2.0\text{m}$ 的M20普通砂浆锚杆,间距 1.0m 、排距 1.5m 交错布置,挂 $\phi 8\text{mm}@20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 的钢筋网;对于其他三面井壁,系统锚杆采用 $\phi 22$ 、 $L=1.0\text{m}$ 的M20普通砂浆锚杆,间距 1.0m 、排距 1.5m 交错布置,不采用挂网钢筋。

对于局部围岩较差的部位,采用向下打超前锚杆进行预支护。超前锚杆采用 $\phi 22\text{mm}$ 、 $L=3.0\text{m}$ 的普通砂浆锚杆,必要时可采用 $\phi 25$ 、 $L=3.0\text{m}$ 的自进式注浆锚杆,间距 30cm ,沿导井开挖边线布置,外插角 $10^\circ\sim 15^\circ$ 。

2.1.2 下导井反挖

a. 开挖顺序。斜管段导井口开挖支护→斜管段导井开挖支护。

b. 开挖施工方法。

压力管道斜管段导井口开挖支护完毕后,即可从下而上进行导井开挖支护施工。采用移动式操作平台进行作业,操作平台按导井尺寸采用 $\phi 22$ 螺纹钢筋为骨架加工制作,上铺竹条板,8号铁丝加固。操作平台固定在洞壁的锚杆上,根据施工需要随机移动。开挖采用YT-28手风钻造孔,电雷管起爆,周边光面爆破,每轮进尺控制在 1.5m 左右,顶拱一次开挖成型。开挖后的石渣通过导井溜至压力管道下平段,然后采用装载机配合5t自卸汽车装渣经下平洞运至指定弃渣场。

开挖后支护及时跟进,由于受喷浆机作业限制,从压力管道下平段向上开挖 30m 范围内支护参数同上导井正挖, 30m 范围以外支护方式及参数与上述IV类围岩相同。

导洞施工的人工通道采用钢筋爬梯,钢筋爬梯同上导井正挖。避险洞设置同上导井正挖。

2.1.3 小结

上导井正反开挖相距 10m 时,反向开挖停止,采用正向开挖单面作业,直至贯通。

2.2 扩挖施工

自上而下开挖方式:造孔、爆破、出渣装运至指定弃渣场同下导井工序相同。

斜管段施工的人工通道采用钢筋爬梯,钢筋爬梯同上导井正挖。

斜管段扩挖后,支护跟进,IV类围岩洞段临时支护采用初喷射混凝土(5cm) + 系统锚杆($\phi 22\text{mm}$ 锚杆,间距 1.0m ,排距 1.5m , $L=2\text{m}$,梅花形布置) + 挂钢网片(采用 $\phi 8$ 钢筋,间排距 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$) + 再喷射C20混凝土(厚 5cm)。扩挖后针对前期导井开挖部位支护不足的,按以上支护参数进行补强。

比IV类围岩更差洞段,增加工字钢支护,I14工字钢拱架,中心间距 1.0m ,纵向采用 $\phi 22$ 钢筋连接,间距 1.0m ,拱架锁脚固定锚杆沿拱架环向交错布置,间距 1.5m ,系统锚杆可兼作拱架锁脚固定锚杆。针对不良地质段洞挖采用超前锚杆支护。超前支护采用 $\phi 25$ ($L=3.0\text{m}$)锚杆,间距 $20\sim 30\text{cm}$,上半拱 120° 范围布置,外露长度不大于 20cm ,仰角、外插角 $8^\circ\sim 12^\circ$,循环间距 1.5m (搭接长度不小于 1.0m)。

压力管道斜管段导井开挖示意图如图1所示。压力管道斜管段导井支护图如图2所示。

3 施工重点、难点控制

根据压力管道斜管段主要施工方法和工程特点,施工中控制的重点、难点主要有:

a. 施工用电安全控制。施工现场临时用电设备和线路的安装、巡检、维修或拆除,必须由专业电工完成,并实施监护;井下施工必须配置充足的照明设施,照明灯具的金属外壳必须保护接零,单相回路的照明开关箱内必须装设漏电保护器。

b. 起吊出渣施工安全控制。高空作业必须规范佩戴安全帽、安全带等安全用品,所有材料、设备必须固定可靠,防止坠落,严禁抛投工具、材料等;卷扬机作业前必须对钢丝绳、离合器、制动器、保险轮、体动滑轮等进行检查,检查卷扬机、井架、吊盘有无异常,机身、井架是否牢固可靠,传动部位防护是否齐全有效,各部连接紧固件是否完好可靠;卷扬机工作期间,操作人员必须严格按照指挥人员信号进行操作,信号不明或可能引起事故时必须暂停操作,待弄清情况后方可继续作业;每天对卷扬机钢丝绳、天轮、地滑轮、机架、出渣小车、轨道进行安全检查,对卷扬机每周加一次油。

c. 施工材料设备运输控制。材料机设备运输时,

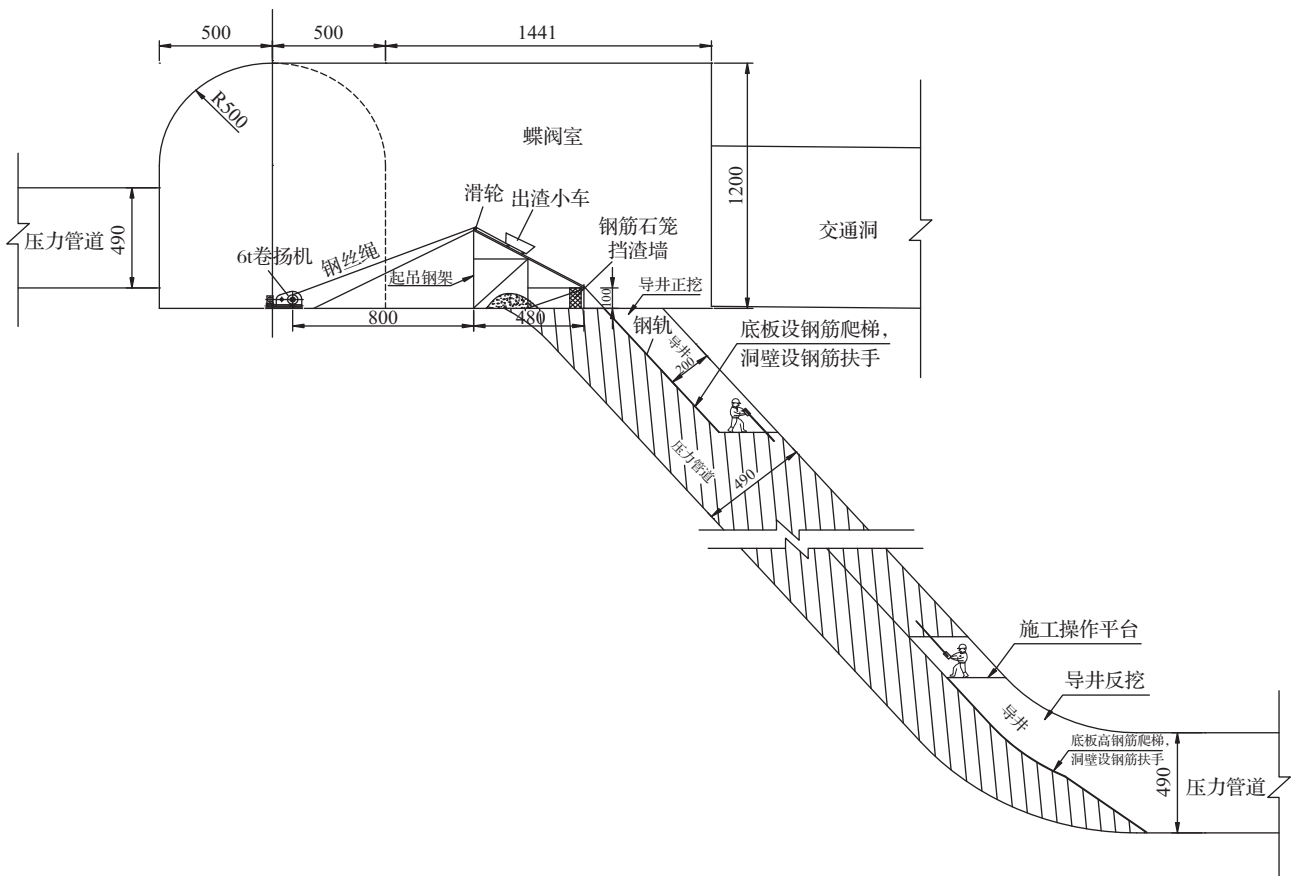


图1 压力管道斜管段导井开挖示意图(单位:cm)

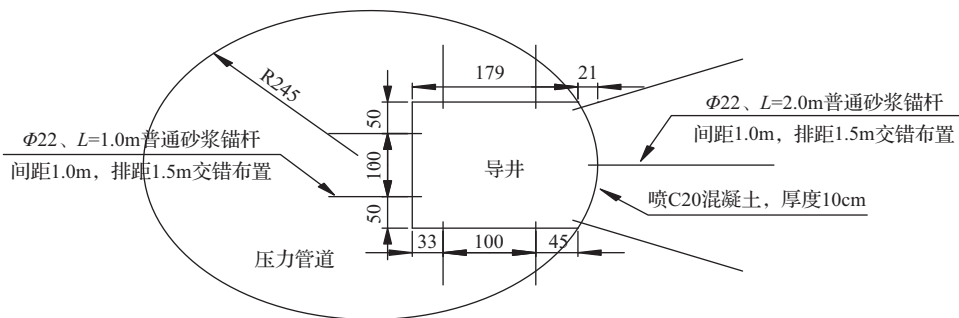


图2 压力管道斜管段导井支护(单位:cm)

现场要有专人指挥、监督,做到指挥统一,人员要做到忙而不乱,保证人员和设备的安全;运输时必须将材料、设备捆绑牢固,符合要求,严格执行不超宽、不超高、不超量的“三不超”规定。

d. 开挖支护施工安全和质量控制。开挖过程中采用“短进尺、弱爆破、强支护、勤测量”的方式。①爆破控制:严格控制爆破质量和装药量,避免爆破导致井壁岩体松动,每次爆破结束,通风散烟后,必须对井壁进行安全检查,人工排险后方可进行后续施工作业。

②支护控制:支护施工时,应根据围岩情况适当调整锚杆孔向,使锚杆与围岩走向垂直。如遇围岩地质条件太差,在开挖前采用超前锚杆进行预支护,开挖后采用钢拱架支护,确保施工安全。喷射混凝土厚度必须满足设计要求,在每次爆破作业后,都要对已经锚喷支护的部位进行安全检查,对于出现裂缝、变形的部位,必须立即对其进行加固处理,待加固处理安全后,方可施工。③超欠挖控制:根据扩挖尺寸轮廓线进行测量放样,做到一炮一放样,同时对现场施工(下转第89页)