

老挝会兰庞雅水电站小直径深竖井开挖技术

马景波

(葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:老挝会兰庞雅水电站引水系统压力明钢管段与下平段之间设计采用竖井连接。竖井开挖直径为3.5 m,深87 m。因竖井直径小、深度大并处于工程关键线路上,如何安全高效的完成竖井开挖成为工程能否按期发电的关键,值得研究。

关键词:小直径深竖井;开挖技术;老挝会兰庞雅水电站

中图分类号:TV7;TV52;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)02-0010-04

1 概述

老挝会兰庞雅水电站设计装机容量为8.8万kW。工程引水系统由引水隧洞上平段、压力明钢管段、引水洞下平段三部分组成,其中压力明钢管段与下平段之间设计采用竖井连接。竖井开挖直径为3.5 m,深87 m。根据工程进度计划,竖井与下平洞开挖必须同时展开,因此,不能采用反井钻机或反井人工开挖方法。由于竖井直径小、深度大并处于工程关键线路上,如何安全高效的完成竖井开挖成为工程能否按期发电的关键。

2 工程概况

竖井上口高程297 m,底部高程210 m(高压管道中心线),深87 m。上接2134.2 m长的高压明管,下部与高压埋管段相连。

竖井为圆形断面,采用钢管外包混凝土的衬砌方式,钢管直径为2 m,竖井开挖直径为3.5 m。275~307 m高程设置系统锚杆,锚杆采用 $\phi 20$ 钢筋,长2 m,入岩1.95 m,间排距1.5 m \times 1.5 m,挂网混凝土标号为C20,厚10 cm,钢筋网规格为 $\phi 6@200$ mm \times 200 mm。275~307 m高程不设系统锚杆,设计采用挂网喷混凝土,混凝土标号为C20,厚10 cm,钢筋网规格为 $\phi 6@200$ mm \times 200 mm。如有必要则根据实际情况设置随机锚杆,随机锚杆采用 $\phi 20$ 钢筋,长度2 m,入岩1.95 m。

竖井顶部为高压明管段20#镇墩,镇墩顶部高程307 m,底部高程297 m,镇墩结构尺寸为19.5 m \times 14 m \times 10 m。

竖井位于两条冲沟之间,由于植被茂盛,冲沟旱季无明水,雨季明水较小。竖井处基本为微风

化细砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩,属软弱相间岩体,岩体较完整,围岩稳定性主要受岩体强度控制,围岩为细砂岩洞段稳定性较好,一般为Ⅲ类围岩,约占47%;围岩为泥质粉砂岩和粉砂质泥岩洞段稳定性较差,为Ⅳ~Ⅴ类围岩,其中Ⅳ类围岩约占29%,Ⅴ类围岩约占24%。

竖井处地下水类型主要为基岩裂隙水。裂隙水主要赋存于细砂岩、泥质粉砂岩、泥岩裂隙中,含、透水性取决于岩体风化程度、节理裂隙发育程度。根据地下水埋藏分布特征勘察及钻孔揭露,推测地下水埋深为18~60 m,强风化带和裂隙密集带岩体的含、透水性较强;弱风化岩体中的透水性弱,一般为弱透水;微风化岩体一般为微~弱透水。由于基岩裂隙水的连通性一般较差,局部地带具有承压性。

3 施工程序及方法

3.1 开挖支护程序

竖井井口边坡自上而下分层开挖,支护施工紧跟开挖工作面由上而下进行,边坡完成支护、排水及井口圈梁后进行竖井开挖施工。根据现有条件,竖井开挖采用正井人工采挖方式进行。

3.2 井挖施工

(1)井口处理及提升设备设计。

竖井开挖前,为防止水流或石块等物体落入井底,必须设置井圈梁。井圈梁采用C20钢筋混凝土结构,截面尺寸为50 cm \times 80 cm,高出井口40 cm。提升井架基础与井圈梁同时施工,其布置具体情况见图1。

提升机是竖井开挖出渣的关键设备,主要从两个方面考虑:一是安全性,二是出渣的效率。采

收稿日期:2013-04-06

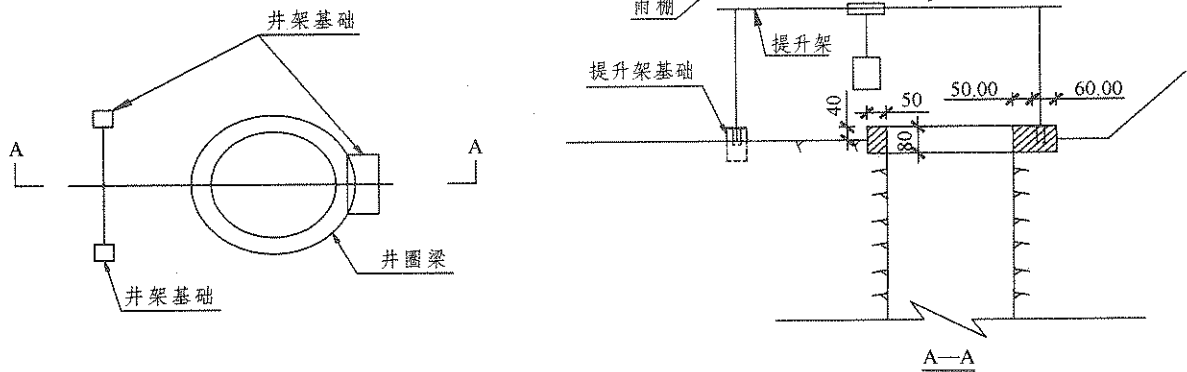


图1 井圈梁布置图

用传统钢管脚手架配合卷扬机方式不但安全保证度差,并且因提升高度较大,一般卷扬机容绳率亦不满足要求。因此,针对提升高度、施工进度要求设计制造了井口提升机(已申请专利,专利号:ZL 2012 2 0117607.4),从根本上解决了提升安全及提升效率问题。

(2) 井挖施工工艺流程。

竖井开挖流程见图2。

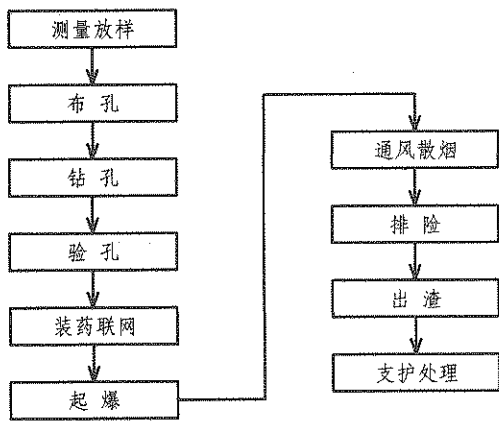


图2 竖井开挖流程图

(3) 钻爆施工。

①造孔。采用手风钻造孔,孔径42 mm,严格按照钻爆设计进行造孔。

钻孔作业须严格按照掌子面标定的孔位进行造孔。造孔前,先根据竖井中心线调整钻杆方向和角度,经检查确认无误后方可开孔。各钻工分部位定人定位施钻。各钻孔必须严格按照掌子面上所标识的孔位开孔施钻,崩落孔孔位偏差不大于5 cm,崩落孔和周边孔要求孔底在同一平面上。造孔结束后,由现场施工技术员按照“平、直、齐”的要求进行检查,对不符合要求的钻孔重

新造孔。

②装药爆破。采用人工装药。炮孔经检查合格后方可进行装药爆破,炮孔的装药、堵塞和引爆线路的联结由经考核合格的炮工按钻爆设计成果进行施工作业。

全断面开挖参考钻爆示意图3,参数见表1。

3.3 支护施工方法

竖井275~307 m高程设置系统锚杆,锚杆采用 $\phi 20$ 钢筋,长2 m,入岩1.95 m,间排距1.5 m \times 1.5 m,挂网混凝土标号为C20,厚10 cm,钢筋网规格为 $\phi 6@200$ mm \times 200 mm。275~307 m高程不设系统锚杆,设计采用挂网喷混凝土,混凝土标号为C20,厚10 cm,钢筋网规格为 $\phi 6@200$ mm \times 200 mm。如有必要则根据实际情况设置随机锚杆,随机锚杆采用 $\phi 20$ 钢筋,长2 m,入岩1.95 m。

竖井开挖的前2~3个循环根据地质情况进行加强支护。

(1) 锚杆施工。

①施工工艺流程。钻头直径应大于锚杆直径15 mm以上,采用“先注浆,后插杆”的方法施工。工艺流程见图4。

②施工方法。

a. 钻孔:采用测量仪器在支护部位按设计间排距测放并标示孔位,用选定的钻机进行钻孔的施工,钻孔完毕用压力风将孔道清洗干净,经检验合格后,临时封堵孔口。为保证灌浆方便、饱满,造孔时可适当下倾一定角度。

b. 杆体制安:锚杆采用砂轮切割机断料,杆体在加工现场加工后运至安装部位,采用人工插杆。

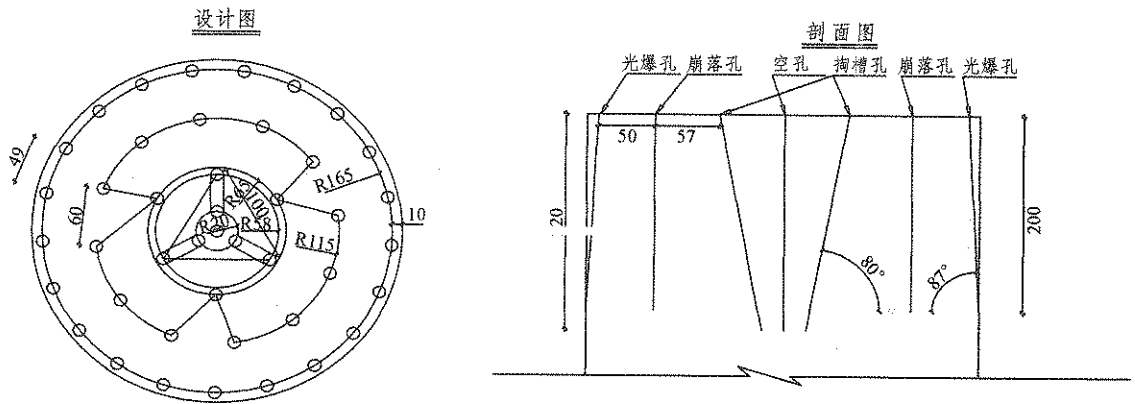


图3 竖井全断面开挖钻爆示意图

表1 全断面开挖主要参数表

序号	孔名	孔数/个	孔径/mm	孔深/m	药卷直径/mm	单孔药量/kg	总药量/kg
1	掏槽孔	3	42	2.2	32	1.8	5.4
2	崩落孔	15	42	2	32	1.4	21
3	光爆孔	21	42	2	32	0.4	8.4
4	空孔	1	42	2.2	32	—	—

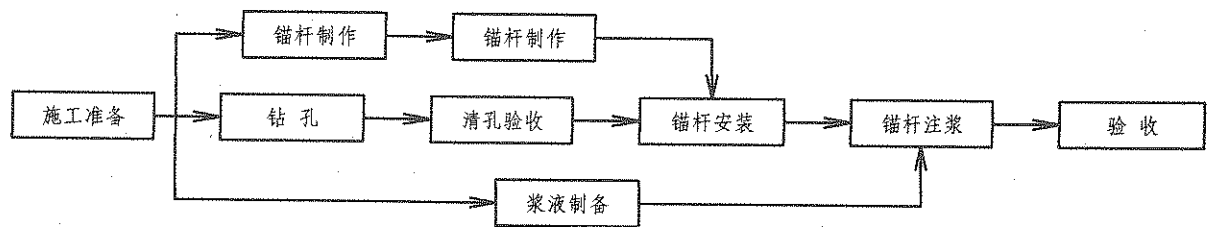


图4 施工工艺流程图

c. 注浆:按照实验室提供的砂浆配合比拌制水泥砂浆,注浆锚杆水泥砂浆的抗压强度等级为M20。砂浆应拌和均匀,随拌随用,一次拌和的砂浆应在初凝前用完并严防石块、杂物混入,钻孔注浆后立即插杆,在砂浆凝固前,不得敲击、碰撞

和拉拔锚杆。

(2) 喷射混凝土施工。

① 施工程序。挂钢筋网喷射混凝土工艺流程见图5。

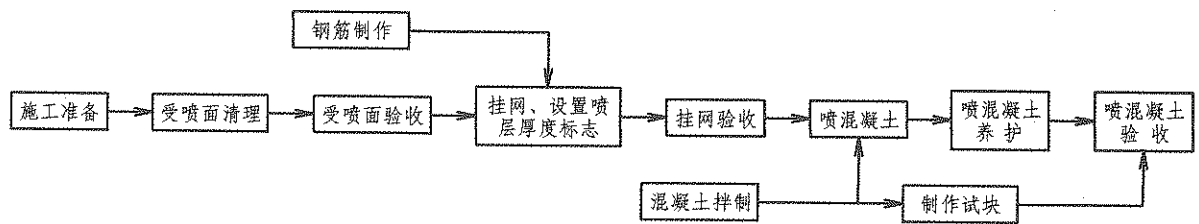


图5 工艺流程图

② 施工方法。

a. 受喷面的准备工作。喷射施工前清理受喷面,清除开挖面浮石、石渣或堆积物,挖除欠挖部分,用高压风水冲洗受喷面。对受喷面渗水部位采用埋设导管、盲管或截水圈等作排水处理。

b. 挂设钢筋网。受喷面验收合格后,挂设钢筋网。钢筋直径、钢筋网的间排距按设计图纸进

行施工。钢筋保护层厚度不应小于50mm。网片钢筋与锚杆筋外露部位用电焊联接,局部采用扎丝牢固绑扎。喷射前,在受喷面上设立喷厚标志。

c. 混合料的制备。喷射混凝土的拌制严格按照实验室下发的配合比进行。各种材料按施工配合比要求准确称量。混合料搅拌时间不少于2min,需达到搅拌均匀,颜色一致要求。混合料随

拌即用,存放时间不超过 20 min 以保持物料新鲜。

d. 喷射作业。混凝土拌合料使用溜筒或渣罐运至施工部位。喷射混凝土自下而上施工,喷嘴按螺旋形轨迹一圈压半圈的方式沿横向移动,层层喷射,使混凝土均匀。上下区段间的接合部位和结构的接缝处应妥善处理,不得漏喷。喷射作业时,保持工作风压稳定,连续供料。完成或因故中断作业时,应将喷射机及料管内的积料清理干净。喷射混凝土的回弹率不大于 15%。喷射完成及时清理回弹料。

3.4 不良地质地段及涌水的处理

对于可能出现的不良地质段,根据开挖揭露的地质情况,分别采用超前锚杆、固结灌浆等加固措施。使用何种加固措施,由工程部、设计代表现场共同确定。

(1) 超前锚杆施工。

当开挖揭露的围岩类型为 IV 类时,采用超前锚杆配合锚喷的支护措施。围岩类型由设计地质工程师现场确定,锚杆的直径、长度、角度由设计工程师确定。

(2) 固结灌浆施工。

竖井开挖过程中,若围岩中存在破碎带,对开挖会产生重大影响时,应依照工管部的指示,对围岩进行超前固结灌浆施工。灌浆施工技术要求参照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》DL/T 5148-2001 等相关规程规范执行。

(3) 地下涌水的处理。

对于竖井开挖过程中可能出现的地下涌水,在开挖支护过程中,应准备大功率水泵备用,在地下涌水封堵后方能进行后续施工。根据涌水量大小采用埋设导管、截水圈、水平钻孔接引等方法。如果出现大流量涌水,必须立即停止施工,会同设计人员研究止水或引流方案,处理完毕方可恢复施工。井内应设置集水箱或积水槽,便于井内积水的外排。

3.5 质量、安全、文明施工及环保措施

(1) 开工前,认真做好爆破方案设计和控制爆破的参数设计,并通过开挖爆破实践不断优化爆破方案和爆破参数,以达到最佳爆破设计要求,保证将爆破作业对坡面的振动影响减小到最低程度。

(2) 钻孔严格按照设计钻爆图施工,各钻工

分区、分部位定人定位施钻,每排炮由爆破工程师按爆破设计书的要求进行检查。

(3) 开挖过程中,及时测量放线,每一梯段开挖后均需重新测放开挖轮廓线,以保证钻孔位置的准确性,轮廓线爆破钻孔时采用样架控制钻孔角度,避免钻孔偏离设计线。孔位的布置由测量人员测放并准确测定竖井中心线,钻孔操作人员按测量数据严格控制钻孔深度;为保证钻孔精度,随着开挖高程的下降及时测量开挖断面,如发现超、欠挖超过规范允许值时及时进行处理。

(4) 安排有丰富经验的专业技术人员担任施工技术及质量检查工作,所有人员均需持证上岗。在施工前按施工组织设计、质量计划、作业指导书对施工人员进行层层交底;施工中严格各施工程序及工艺要求,以优良的施工工艺完成支护工作。

(5) 支护施工前,先对围岩进行检查,以确定所支护的类型或支护参数。开挖时每开挖一层,按设计要求及时进行支护;喷锚支护紧跟开挖工作面进行,以确保围岩的稳定。支护作业严格按照有关的施工规范、规程进行。锚杆的安装方法,包括钻孔、在孔中锁定和注浆等工艺均须经过安质环部的检查和批准。

(6) 断层及破碎带段开挖时,按照“短进尺、弱爆破、强支护”的原则进行施工,以减少对围岩的扰动。对于稳定性很差的围岩,按照设计图纸要求,先进行加强锚杆支护。

(7) 每日进行安全巡检,每周进行安全检查,每月进行安全考核。对不服从安全人员检查、拒不执行安全管理制度的施工作业人员进行严肃处理,对存在安全隐患的施工部位应责令停工整改。

(8) 做好井内外的联系通讯,除使用对讲机外,在井口安装双向控制电铃,以便于沟通。

(9) 定期检查提升架的移动限位器,并保存检查记录。

(10) 爆破后,启动通风设备通风。施工过程中,保持洞内通风畅通,防止各种粉尘、废气等污染施工环境,采取有效措施降低噪声、振动等污染环境的程度,避免其危害人体的身心健康。

(11) 施工设备的停放整齐有序,设备性能安全、可靠;操作人员证件齐全,规范操作。机械设备修理后,场地无油渍、杂物。

4 结 语

(下转第 17 页)

据既往泥沙淤积情况有针对性的加高挡沙钢板的布置高度,可以有效地增加挡沙、挡渣的效果,且具有抵御突发性状况的能力。

5.2 水下清淤

对于拦污栅前水下清淤,采用组装式 SJS180 气力泵疏浚船进入拦污栅前基坑清淤效果十分显著,但在泥沙较厚部位中下部存在一层板结层(俗称“铁板沙层”)。其清理须在泵头辅助采用高压水枪进行扰动后方可正常清淤。

对于拦污栅内建筑物较狭小的空间(如拦污栅后),采用改进型 SSYA200 清淤机组进行清淤可以实施,但工效较低。

对于引水隧洞进口段建筑物内的清淤,虽然做出了一定的尝试,但从测试阶段的成果分析,存在较大的风险。

6 结 语

采用挡沙设施阻沙和气力泵水下清淤技术,对于内河水电站泥沙控制是适用的、可行的。

(1)对于锦屏二级水电站进水口采用的类似 (上接第3页)

(2)直线型。围岩的变形速率基本不变或很少衰减,随着时间的增加和离掌子面距离的增大,围岩松弛加大,变形量越来越大,如果没有及时加强支护,隧洞最终可能会发展为破坏性变形。

导流洞 V 类围岩段长达 99 m,且部分洞段与既有电站尾水洞交叉,此类交叉地段在施工期观测中需增加观测次数,及时通报并及早做好加强支护。

(3)发散型。曲线斜率即变形速率随时间延续而增大,围岩可能失稳,预示该段围岩可能出现塌方等破坏性变形。在导流洞洞段进行施工期监测期间未出现此类变形。

(上接第13页)

笔者通过研究类似工程的施工经验,结合本工程实际情况,从施工程序、安全保证、爆破设计等各方面进行认真研究,有针对性的进行施工设计,圆满地完成了预期目标。本施工方法在类似

拦污栅结构,采取挡沙设施应尽量使用钢板满铺,以避免突发性地质灾害影响。若受其它条件限制,仍需采用土工格栅结构时,则须根据泥沙的颗粒级配分析资料,确定土工材料的相关参数,并采取合理的加固措施。

(2)对于水电工程取水建筑物基坑施工期泥沙的清理,采用组装式 SJS180 气力泵疏浚船水下清淤是适用的、可行的。但仍须采用相应的辅助措施,尽最大努力避免泥沙大量进入建筑物内部,以减小后期清理的难度。

(3)水电工程施工期泥沙水下清淤采用组装式疏浚船结构应尽量避免采用“一字型”船体,建议组装为“L型”或“T型”或类似结构。虽然在使用过程中船舶移动阻力较大,但仍可与清淤工况匹配,且具有较强抵御意外倾覆的能力。

作者简介:

童光海(1971-),男,湖北武汉人,项目总工程师,高级工程师,从事水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

4 结 语

按照“新奥法”施工的基本理念,通过对厄瓜多尔索普拉多拉水电站导流洞施工期开挖围岩实施收敛变形监测,并对监测数据进行处理分析可知,在导流洞开挖中围岩的变形主要是衰减型发展。监测分析结果为施工期围岩支护措施的设计提供了技术参考,保证了导流洞开挖施工期安全的进行。

作者简介:

黄传庚(1974-),男,江西分宜人,项目经理,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

工程中值得推广应用。

作者简介:

马景波(1975-),男,山东仓山人,项目副总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

水电五局新工艺获国家发明专利

近日,中国水利水电第五工程局有限公司(简称“水电五局”)研发的“砂岩制砂工艺”经国家知识产权局依法审查,获国家发明专利。这是该公司近年来获得的第六项国家发明专利。该工艺是国内混凝土工程施工砂石骨料系统,采用长石英砂岩作原料加工细骨料的首创技术工艺。该公司员工不懈努力,掌握了材料选择等应用技术,形成了先进成熟的工艺流程。