

反井钻机在甲岩水电站缓斜井施工中的应用

高建

(中国水利水电第十工程局有限公司二分局,四川都江堰 611830)

摘要:甲岩水电站压力管道斜井倾角为 55° ,总斜长138.56 m;围岩地质条件复杂,采用人工开挖导井施工安全隐患较为突出。经分析研究,最终决定采用LM-200型反井钻机进行斜导井施工,取得了良好的效果。介绍了反井钻机在缓倾角、不良地质条件的斜井开挖施工中的程序、方法、工艺及针对偏斜、卡钻采取的处理措施。

关键词:反井钻机;缓斜井;不良地质条件;导井;甲岩水电站

中图分类号:TV7;TV554;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)02-0036-03

1 工程概况及地质条件

甲岩水电站位于云南省禄劝县境内,装机容量为24万kW。压力管道斜井的倾角为 55° ,开挖直径6.8 m,其中上、下弯段圆弧半径为25 m、圆心角均为 55° 、长23.98 m,斜直段长112.53 m,斜直段及部分上下弯段实际可钻斜井的长度为129.52 m。压力管道斜井中上部围岩构造和裂隙十分发育,基本上为破碎砂岩块及孤石,充填细粉砂土,岩石的均质性、稳定性差;斜井下部围岩基本以板岩和砂岩为主,完整性较好(图1)。

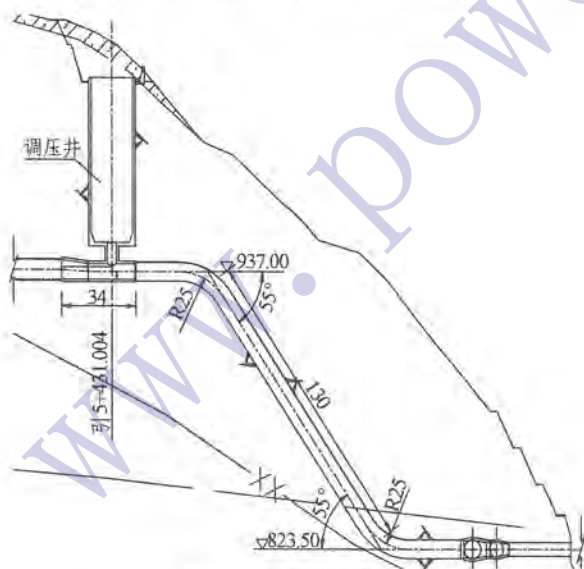


图1 压力管道布置图

2 施工布置

2.1 作业平台

在上弯段沿(钢)0+032掌子面顶部

收稿日期:2014-03-37

向前开挖7 m,开挖断面与压力管道相同,以满足钻机基础及泥浆循环池施工和反井钻机运行的空间需要。

2.2 反井钻机基础混凝土

反井钻机基础采用C20混凝土分两期浇筑,一期形成基础并预留反井钻机地脚螺栓坑,待机体到位并进行初校后回填二期混凝土以确保反井钻机与基础牢固衔接,不发生移位。混凝土浇筑厚度为80 cm,混凝土面必须平整,凸凹变化不能超过1.5 cm。为满足该斜井 55° 的倾角,将基础混凝土顶面浇筑成倾角为 15° 的斜面,并将钻机的操作角度调整为 70° 。

2.3 反井钻机及轨道的安装

采用汽车将其运至洞内,龙门架卸车,配合手拉葫芦人工进行安装。为方便反井钻机就位、定位,在洞内卸机部位安装反井钻机运输轨道,轨距60 cm,轨道为24 kg/m的轻轨,枕木为10 cm×10 cm方木,间距根/50 cm。

2.4 泥浆循环水池

反井钻机的冷却循环系统由洗井泵(泥浆泵)、水池、水沟组成。洗井泵设置在钻机与水池之间的位置。在距反井钻机基础20 m处设置一个 8 m^3 水池,水池中间设一隔墙,将水池分隔成清水池和沉淀池。混凝土基础和水池之间由一水沟连接,导孔施工出现的回水、细沙沿此水沟回流至沉淀池。

2.5 供水

导孔钻进用水量为 $5\sim 10\text{ m}^3/\text{h}$,用于循环排渣、冷却反井钻机液压系统,扩孔钻进的用水量为

15 m³/h,用于冷却液压系统和钻头,从主供水管接 $\varphi 5$ cm 钢管引水至钻机附近水池以方便使用。

3 施工程序

先利用 LM-200 型反井钻机在上弯段上水平面扩挖区沿斜井轴线方向往下钻 $\varphi 216$ 的导孔,导孔形成后在下弯段将 $\varphi 216$ 钻头更换成 $\varphi 1\ 400$ 扩挖刀盘,然后通过自下而上反拉扩挖形成 $\varphi 1\ 400$ 的溜渣导井(图2)。施工流程如下:

上弯段扩挖支护→基础及循环水池施工→冷却循环水池→反井钻机安装调试→导孔施工→扩孔施工→钻机拆除。

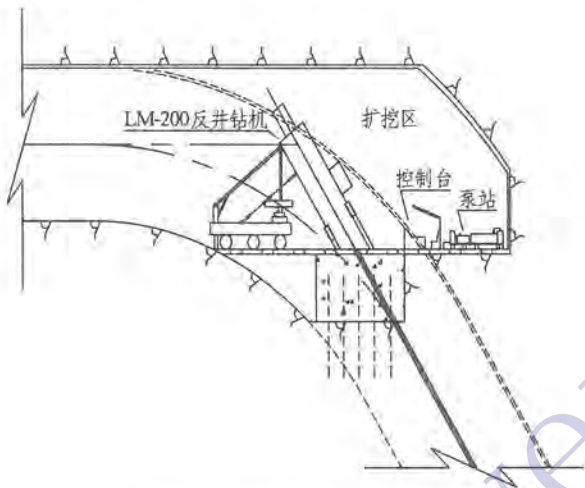


图2 反井钻机施工示意图

4 施工方法

4.1 $\varphi 216$ 导孔施工

导孔钻孔质量是反井钻机施工的关键,钻通后的偏离误差大小在开钻后无法进行中间检测和控制,需依靠经验施工。针对不同的围岩类别,实施不同的钻进压力、转速和适时装配稳定钻杆进行控制。先导孔开始施工时,一般采用副泵提供较小的、均匀的动力,以免孔口周壁因振动过大开裂而难以成型。反井钻机的钻杆分为普通钻杆(1 m)和稳定钻杆(0.5 m),差别在于后者比前者外周多了均匀分布的3 cm 厚钢肋板,其作用为导向,以防止钻杆随深度的增加旋转产生过大的弯曲、过大的摆幅,起稳定作用,同时减少钻杆与孔壁的接触磨损。采用稳定钻杆的加设方法如下:钻进2 m 时必须加设1根,钻进8~10 m 时再加设1根,然后每钻进15 m 加设1根。实践证明:上述方法较为合理、安全、稳妥。

(1) 钻进参数。

根据施工揭露的地质条件,导孔采用的钻进参数见表1。

表1 导孔钻进参数表

孔位或岩石情况	钻压 /kN	转速 /rpm	预计钻速 /m·h ⁻¹
导孔开孔	48	10~20	0.3~0.5
钻透到下水平前	48~70	20	0.5
砂岩、板岩	15~25	20	1.8~3
泥岩、炭质板岩、破碎带	10~15	20	3~4

(2) 开孔钻进。

开孔钻进使用了开孔扶正器。开孔钻进时开孔扶正器和开孔钻杆配合慢速开孔并启动泥浆泵供浆,进行护壁和排渣。

(3) 导孔钻进。

通过导孔钻进129 m 后进行总结分析,导孔钻进着重做好了以下几项工作:

①一般情况下,导孔钻进转速应高于开孔钻进转速,所以应调节动力头转速,可以采用Ⅱ档或Ⅲ档。一般情况下,对于松软地层和过渡地层采用低钻压;对于硬岩和稳定地层宜采用高钻压。

②距钻透下弯段3 m 左右时,应逐渐降低钻压。

③对于导孔钻进返出的岩渣必须及时清理,防止岩渣堆积,人工配合手推车清理岩渣。

④一根钻杆完成后,必须等孔内的岩屑全部排出才能停泵接卸钻杆。

⑤导孔钻透后,停止泥浆(水)循环,但钻机不能停转并开始向孔内加清水,直到钻机转动平稳,扭矩变化不大时才能停钻。

⑥钻进导向孔时,如发现钻具旋转困难,可能是遇到了裂隙或岩层塌落,此时,应把钻具边旋转边提到一定高度,再慢速向下扫孔。若经反复扫孔仍无效果时,提钻后查明原因,进行处理。

4.2 $\varphi 1\ 400$ 扩孔施工

(1) 拆导孔钻头,接扩孔钻头。

导孔钻透后,将扩孔钻头和导孔钻头拆卸工具运到斜井下口,通过对讲机上下联系,上下配合,在拆下导孔钻头、接上扩孔钻头、形成出渣系统后,即可以向上扩孔。

(2) 扩孔钻进。

在扩孔开始前,确保距孔中心1.5 m 范围内扩孔工作面平整,对工作面凸起的岩石用风镐等找平,若有锚杆要先行取掉。

当扩孔钻头接好后,慢速上提钻具,直到滚刀

开始接触岩石,然后停止上提,用最低转速(5~9 rpm)旋转并慢慢给进,保证钻头滚刀不受过大的冲击而破坏,钻进一下后停转,待刀齿把凸出的岩石破碎掉再继续给进;当钻进至8 m以上时,即可正常扩孔钻进。扩孔钻进时若发现排渣不畅,钻头激烈晃动,压力不稳,钻进困难时,可能是有大块渣石落在刀盘上磨挤刀具所致,此时,将刀具下放一定距离,多次高速旋转,将渣石甩掉;若无效果,则将钻头下放到底进行处理。

开始扩孔时,待钻头全部均匀接触岩石后才能正常扩孔钻进。为了延长钻机和滚刀的使用寿命,一般将系统压力限制在16.8 MPa之内。在扩孔过程中,当岩石硬度较大时可适当增加钻压;反之,可以减少钻压。扩孔钻进时要及时清理扩孔破碎下来的岩屑,防止下口被堵塞。扩孔过程也是拆除钻杆的过程,拆下的钻杆要进行必要的清理,上油后带好保护帽。

钻进施工中要求供水量稳定,以使刀具能得到冷却,供水量要求不小于 $7.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。扩孔施工时,对于钻杆的拆卸要特别注意钻杆卡瓦的正确摆放及自身的完好程度,以免出现卡瓦突然断裂而造成扩孔钻头、钻杆的脱落。

(3) 完孔。

当钻头钻至距钻机基础2.5 m时,要降低钻压慢速钻进,并且要认真观察基础周围是否有异常现象;如果有,要及时采取措施进行处理,慢慢地扩孔,直至钻头露出地面。

(4) 拆机。

将扩孔钻头卡固在钢轨上、拆掉钻机的前后斜拉杆和各种油管,然后从钻架上拆掉主机,依次拆下钻架主机和一些辅助设备。将扩孔钻头吊牢,轨道拆掉,将钻头提出孔外,再将泵车、油箱冷却器拆下,分别运出洞外,全部钻孔工作结束。

该工程斜井扩孔施工实际共钻进了124.4 m,最大单日进尺28 m,平均 16 m/d (因反井钻机故障、钻杆断裂除外)。

4.3 不良地质段施工的处理措施

在斜井上部断层破碎带、节理构造面发育、不稳定岩体等不良地质段施工时,导孔钻进过程中容易出现漏水严重和塌孔现象,若不及时处理,将会出现卡钻现象,从而影响正常的钻进施工。根

据以往的施工经验,施工中采取了以下的预防和处理措施。

(1) 泥浆护壁。

在斜井上部0~20 m范围断层破碎带洞段,采用优质膨润土泥浆和水泥、优质膨润土双重泥浆作为洗井液进行导孔清渣和护壁,效果较明显。

(2) 导孔固结灌浆。

斜井中上部20~46 m范围围岩溶蚀现象较发育,出现了塌孔和不返水、返浆现象。为避免岩渣排不出来而造成二次卡钻影响斜井施工,对塌孔和不返水段进行了灌浆护壁处理,待强后再进行二次钻孔,累计导孔固结灌浆65 m,二次扫孔65 m。

5 防斜措施

反井钻机施工中的导孔是关键,其关系到整个斜井施工的成败。本工程斜井上半部分地质条件差,而且对于斜孔而言,不但钻孔顶角的变化会导致偏斜,而且方位变化对偏斜的影响更大。所以,必须从技术上做好准备,采取可靠的钻进措施控制钻孔的偏斜。

5.1 选择适宜的钻进参数

影响钻孔偏斜的主因是钻压。通过计算得知,对于LM-200型反井钻机,当钻压大于60 kN时,钻杆可能失稳,因此,钻压最好不超过此值。但在此钻压下,钻进速度较低,此时可以通过增加稳定钻杆,提高失稳压力、加大钻压来提高钻进速度。对于本工程岩性,将钻压控制在10 kN,钻进速度控制为 $1 \sim 1.5 \text{ m/h}$ 。本次试验钻井参数控制的原则是:钻进前50 m采用低钻压、高转速和恒转速。随着钻孔深度的增加,摩擦阻力增长很快,故应逐步降低转速,适当增加钻压并保持钻速均匀。

5.2 增设稳定钻杆

稳定钻杆的外径和钻孔直径基本相同,其作用是保持钻具居于井中心,以减少由于钻压增加而引起钻具弯曲造成的钻孔偏斜。为达到防斜的目的,本工程至少布置了三根稳定钻杆,并根据测斜结果进行了调整。

5.3 泥浆参数的控制

斜井上部地质条件复杂,各种构造发育,可能会发生漏浆、塌孔、埋钻等孔内事故。为避免或减少孔内事故的发生,采用优质NV-1纳土配制

(下转第41页)

种,分别是:热缝、温缝和冷缝。当层面施工时间未超过混凝土初凝时间时为热缝,对此不需处理,可直接铺筑下层混凝土;当层面施工时间超过两倍混凝土初凝时间时为冷缝,它是一个薄弱环节,必须进行认真处理,其缝面处理主要采用高压冲毛机冲毛,以清除混凝土表面乳皮及松动骨料;处理后经验收合格后,先均匀铺一层厚10~15 mm的砂浆层(砂浆强度等级与碾压混凝土同级),铺砂浆前,应清除二次污染,然后立即在其上摊铺碾压混凝土,并应在砂浆初凝以前碾压完毕。介于它们之间的时间范围为温缝,对其需要在混凝土表面刷毛,将混凝土表面清理干净后可铺筑下层混凝土。为确保层间施工质量,要求按冷缝处理。

5.4 养生及防护

在施工过程中,碾压混凝土的仓面应保持湿润,收仓前采用喷雾养护。

在施工间歇期,CSG碾压混凝土终凝后,应立即开始洒水或喷雾养护。对于水平施工层面,养护应持续至上一层碾压混凝土开始铺筑为止;对于永久暴露面,养护时间不宜少于28 d。

6 结 语

一期枯期围堰采用胶凝材料填筑,减小了堰体的填筑量,同时省去了粘土心墙和反滤层等的施工,缩短了围堰的施工时间,同时为主体混凝土

施工创造了更为有利的条件,降低了施工成本,并对一枯形象面貌的完成提供了更有力的保证。目前,南欧江五级水电站已进入二期施工,一期主体进度目标基本完成。一期围堰经受了“8.4”南欧江流域10年一遇特大洪水的考验,CSG碾压混凝土围堰在南欧江五级水电站中的应用获得了较大的成功。

由于胶凝材料的胶结作用,胶凝砂砾石具有一定的抗冲刷能力,围堰过水也不至于溃坝;对骨料要求亦低,可就地取材,直接利用坝址河床开挖的砂卵石;同时,水泥用量低,从而简化了材料配比和骨料制作;采用高效施工机械施工,缩短了工期,工程造价大大降低。故胶凝材料作为水工建筑物的新型建筑材料,具有广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] 贫胶渣砾料碾压混凝土施工导则,DL/T5264-2011[S].
- [2] 贾金生,等.胶凝砂砾石坝材料特性研究及工程应用[J].水利学报,2006,37(5):578-582.

作者简介:

龙波(1971-),男,重庆秀山人,工程师,一级建造师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

樊路(1974-),男,湖北孝感人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

何开平(1973-),男,四川通江人,分局长,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)

(上接第38页)

泥浆作为洗井液。设计的泥浆参数见表2。在钻孔过程中,根据底层条件,对泥浆做了进一步的调整。

表2 设计泥浆参数表

泥浆参数	控制范围	泥浆参数	控制范围
粘度/s	20~30	切力/mgcm	-20~40
比重	1.04~1.1	pH值	8~9
失水量/mL(30 min)	-110~15	含砂量/%	1
泥皮厚度/mm	0.7~1.4	胶体率/%	97

为保证钻孔方位,导孔钻进时先后进行了3次测斜工作。所使用的测量仪器为JJX-3型井斜仪,采用电磁原理,以螺盘定位和360°电路完成的方位机构不存在漂移问题。该仪器的误差指标为:方位误差:±2°;顶角误差:±10°。

6 结 语

云南省禄劝县甲岩水电站压力管道采用LM

-200型反井钻机实施55°不良地质缓斜井施工在国内少见,导孔偏斜率仅为0.95%,精度在同类工程施工中也是比较高的。同时,反井钻机施工大大节约了工期,为下一步人工扩挖创造了条件。

反井钻机施工是一项综合施工技术,需要对地质条件进行准确预报和精准的操作技术。通过甲岩水电站的施工应用,顺利地完成了不良地质缓斜井施工并取得了良好的效果,证明反井钻机施工缓斜井工艺完全可以替代传统的人工开挖导井工艺,是一种高效、安全的施工工艺。

作者简介:

高建(1975-),男,河南信阳人,党委书记、副局长兼项目经理,高级工程师,注册一级建造师,学士,从事水电工程施工项目管理工作。

(责任编辑:李燕辉)