

岩溶地区采用的反井钻机施工技术

吴灼, 黄炜

(中国水利水电第十工程局有限公司 老挝公司, 四川 成都 610072)

摘要:结合南俄4项目施工的实际情况,探讨了在岩溶地区采用反井钻机施工方法的可行性并予以实施,保证了竖井开挖的安全性,取得了较好的效果。

关键词:竖井;反井钻机;岩溶地区;南俄4水电站

中图分类号:TV7;TV52;TV53

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)增1-0096-03

1 概述

南俄4水电站竖井布置在压力钢管段P0+151处,井底高程为791 m,井口高程为938 m,井室全长147 m,直径为7.3 m。根据投标文件及现场实际情况,项目部决定压力钢管竖井先采用BMC-300型反井钻机施工导孔,再自上而下扩挖的方式进行施工。

反井钻机具有的优点:

(1)反井钻机施工时,工作人员不需进入不安全的井孔中,工作环境好,作业安全,避免了其它施工方法,如吊罐、爬罐法操作人员受到落石、淋水和有害气体等的伤害。

(2)采用全液压驱动,操作简单、运行平稳、工艺性好、效率高,便于精确测控;结构紧凑、重量轻、体积小,在洞室内施工更能体现出其优越性;安装运输简单、省力、迅速、安全;主机的竖立、放、躺全部机械化。

(3)起下钻具工艺合理,辅助时间短;钻杆丝扣采用国际通用(API)标准,安全可靠,互换性好。

(4)机械化连续作业,成井速度快、质量好,为后期施工创造了良好的条件,综合效益显著;操作简单安全,改善了劳动条件,大大减轻了工人的劳动强度。

(5)钻机适用性强,可钻凿较复杂的沉积岩和坚硬的火成岩。

(6)反井钻机采用机械破岩,对围岩破坏小,井壁光滑,有利于扩挖溜渣、通风、排水;钻机配有专门为钻凿各种岩层设计的稳定钻杆、破岩滚刀,

大幅度提高了其耐磨性和使用寿命;BMC-300型钻机的推拉力、旋转扭矩、转速等主要参数设计的更适合于水电站等较硬岩石地层的施工。

根据该工程前期补勘孔取芯情况判断,竖井段围岩基本为石灰岩,灰白色,隐晶质结构,以方解石为主,薄层~中厚层状构造,钙质胶结,层间倾角多为 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$,节理裂隙不发育,裂面粗糙,偶有钙膜填充,一般呈100~300 mm柱状,最长达700 mm,局部段存在溶腔及裂隙,溶腔及裂隙宽度为1.5~2 m。

2 反井钻机的施工

由于受场地限制,要求施工场地内能满足钻机的安装、钻杆吊运及反井钻机运行等需要,需提前对压力钢管竖井井口段进行扩挖施工,扩挖段工作场地范围:15 m×8 m×10 m(长×宽×高)。为保证反井钻机的施工安全,对扩挖段进行了全断面钢支撑支护施工。

2.1 准备阶段

2.1.1 基础施工要求

基础施工包括钻机基础、水、电及高精度测量、校核等。其中基础施工尤为关键。该反井钻机主机自重达9 t,当导孔贯通后,钻杆的最大重量达70 t,加上扩孔拉力,基础承受的压力将超过100 t,故基础施工非常关键。

钻机基础及水池按以下要求施工:

(1)表面平整度为 ± 3 mm;

(2)基础混凝土必须在坚固的岩石上浇筑,浇筑前必须将所有松动的岩石和碎屑清除干净。如下部岩层松散或地质条件不佳时,需将松散体清除后浇筑混凝土,混凝土厚度不能低于2 m。

收稿日期:2019-01-30

(3)采用 $\phi 32$ 螺纹钢固定主机锚杆,锚杆长度为 3 m。

(4)抽水池及沉沙池深 1.5 m,中间采用砖砌隔离墙,在其远端设置溢流口。要求底部及四周均采用砂浆抹面,防止漏水。

2.1.2 钻机的安装

测量人员根据图纸将调压井中心进行定位,然后开挖钻机基础、循环池、浇筑基础,预留六个二期浇筑孔以用于钻机落位后地脚螺栓的固定。钻机基础上平面应高于地面 15 cm,以利于洗井液回流至循环池。

钻机运到竖井施工现场后,采用竖井扩挖段顶拱预埋吊点将反井钻机放置在竖井中心。按现场条件有序排列,先根据预钻孔中心找正钻机位置,然后对钻机实施固定。

2.2 导井施工

导孔的钻进原理:导孔驱动钻机,自上而下钻进导向孔,主轴的扭矩和推进缸的轴向进给通过钻杆传递给导孔钻头,形成逐渐加深的导向孔,直至与下部隧洞贯通。导向孔直径为 241 mm,自钻杆中心压入的冲洗液携带破碎的岩渣通过钻杆与导向孔间的环形空间从井口排出(图 1)。

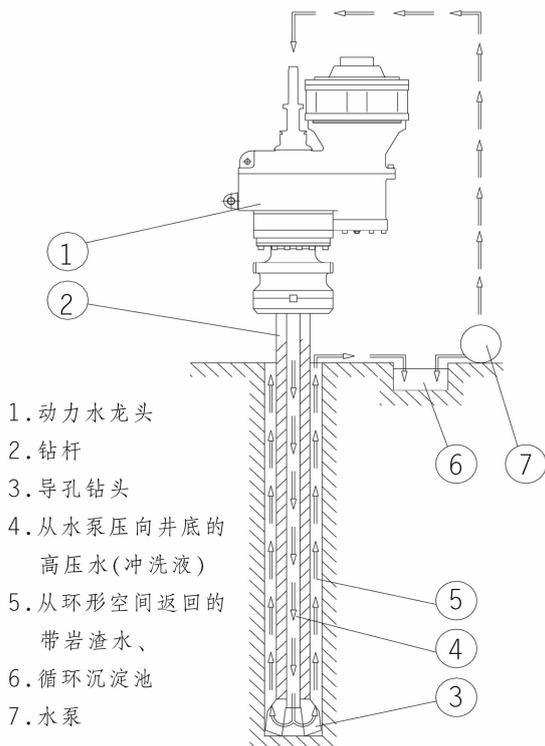


图 1 导孔冲洗循环示意图

2.2.1 开孔钻进

(1)调整动力头出轴转速为预定值。

(2)将动力头升至最高位置,把事先与异型接头相接的导孔钻头放入钻架底孔中,并用下卡瓦卡住异型接头的下四方设法将卡瓦放入卡座内。

(3)将开孔钻杆放入机械手,按接钻杆的操作规程接上开孔钻杆,取出下卡瓦。

(4)装好扶正器并使扶正器外齿进入卡座内。

(5)开泵供洗井液和冷却用水。

(6)开孔深度一般为 4~8 m,开孔结束后,取下扶正器,换下开孔钻杆,接上正常钻进时的钻具组合,既可进入正常的导孔钻进。

导孔钻进时的扭矩、推力和转速控制情况见表 1。表 1 中的数据仅为控制参考值,在实施过程中,应根据岩性变化和扭矩变化情况不断调整钻进参数,以取得最佳推力和钻进速度。

2.2.2 导孔钻进

(1)导孔钻进是成孔的关键工序,司钻人员应认真观察孔内流出的洗井液的流量变化及排出岩渣情况,不正常时应及时处理。

(2)每次接上钻杆开始钻进时,一定要先供给洗井液,待洗井液从孔内流出后再开钻。当钻完一根钻杆准备接下一根钻杆时,应把钻具提起 5~10 cm 并清洗井底,清洗时间根据钻孔深度控制在 0.5~3 min,若下一班无人时,清洗的时间应长些。停机前必须把动力头提高 400 mm 以上,以防止岩渣堵孔,若返渣量不理想,停机前应视情况卸掉 1~3 根钻杆。

(3)每次接下一根钻杆前,必须先停止供给洗井液,然后再接钻杆。

2.2.3 扩孔钻进

在隧洞下部拆掉导孔钻头、连接好扩孔钻头后开始自下而上扩孔钻进,扩孔后的井筒直径需达到 1.2 m。扩孔钻进时破碎下来的岩屑靠自重落到下水平而后由装载机或其它装载设备运出。扩孔钻进的具体步骤:

(1)调节动力头转速为预定值。

(2)为防止钻头剧烈晃动而损坏刀具,刚开始扩孔时对扩孔钻头要减小钻压,待滚刀全部入孔后再施加正常扩孔钻压钻进。

(3)扩孔钻压的大小需根据岩石的性质(硬度、结构、节理等)和钻头的直径大小确定,可参考

表 1 导孔钻进控制参数表

序号	项目	扭矩 /kN·m	推力 /kN	转速 /r·min ⁻¹	备注
1	开孔	<10	200~300	5~8	将钻进控制在 200 min/m
2	完整地层	<10	<550	17~19	将钻进控制在 80 min/m
3	断层或破碎带	<10	200~300	10~15	将钻进控制在 100 min/m

表 2 进行(制定操作参数时还应考虑钻具的自重)。

表 2 扩孔钻压与岩石抗压强度关系表

岩石分类	岩石抗压强度 /MPa	扩孔钻压 /kN
软岩	50~80	150~200
中硬岩	80~150	200~360
硬岩	150~250	360~560

2.2.4 反井钻机的拆除

导孔全部扩透后,经过钻头吊装、主机放倒、清理工作面及井口防护等工序后结束施工。钻进工作结束后,按照以下程序实施钻机撤离(设钻机为停机状态):主机及扩孔钻头吊离期间或调离后需对井口进行必要的防护,防止人员或物品坠落井中。

2.3 特殊洞段的施工

2.3.1 裂隙段

导孔钻进过程中,当遇到破碎岩层段出现不返水情况时应立即停止钻进,将孔内钻杆逐根取出,在孔口架设气囊塞,对孔内进行全孔一次纯压灌浆,灌浆压力采取 0.5 MPa,浆液水灰比为 0.5:1。一般情况下,灌浆段在最大设计压力下注入率不大于 1 L/min 后,继续灌注 30 min 即可结束灌浆。灌浆结束后待凝 12 h,反井钻机再进行扫孔钻进施工。

2.3.2 溶腔段

导孔钻进过程中,当遇到明显掉钻现象、导孔不返水或返水较少时可判定该段为溶腔段。对溶腔段采取强行钻机冲孔的方式渡过该溶腔段。钻进过程中,若遇到漏水量较大的情况,需采取外部补水的方式以保证钻进所需的水量。

溶腔段渡过后,首先对孔内进行全孔一次性灌注水泥砂浆进行溶腔段填充,灌注采用无压灌

浆,砂浆强度为 M25。灌浆结束后,待凝 12 h,反井钻机再进行扫孔钻进施工。

3 结语及建议

南俄 4 水电站压力钢管竖井从导孔钻进到扩孔完成共用 71 d 全部贯通(导孔钻进 26 d,扩孔 20 d,溶腔及裂隙处理 15 d),成孔质量较好,孔位偏差可控(偏离中心 36 cm)。采用反井钻机施工,工作人员不再需要下井施工,安全、工效及施工成本均有较大程度地提高。本次反井钻机在溶腔地区施工采取的行之有效的施工工艺和手段为后续类似工程施工起到了借鉴作用。笔者根据施工过程中出现的情况总结出几点建议,仅供参考:

(1)在反井钻机导孔钻进阶段,因停电或其他原因造成水循环中断而导致导孔内的泥砂迅速沉积而造成埋钻的事故很多,此类事故给工程带来极大的不利影响。因此,为避免或减小事故发生的几率,建议在施工现场配置可靠的备用电源并设置足够大的水池,并确保能够在 2 min 内使水循环系统运行,避免因泥沙沉积而造成埋钻。

(2)由于岩溶地区溶蚀溶腔发育,在工期允许的前提下,笔者建议对施工地段进行地质补勘取芯,探明地层溶腔及裂隙分布情况,为反井钻机导孔施工提供指导性依据。钻进过程中,对所遭遇的溶腔及裂隙及时进行灌浆处理,对导孔进行钻孔护壁,对反拉扩孔范围内的岩石进行固结,力保反井钻机的施工顺利进行。

作者简介:

吴 灼(1983-),男,福建福州人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

黄 炜(1985-),男,湖北宜昌人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

各地清理整改违规小水电要处理好补偿的问题

今年两会期间,全国人大代表、四川省生态环境厅厅长于会文介绍:四川省政府 2016 年专门发文:“十三五”期间四川装机在 5 万千瓦以下的水电一个都不能再批了。目前四川不符合法律法规及政策要求的小水电都已经停了下来,正在逐一制定措施解决。在整治小水电的过程中,也遇到一些问题。比如先建小水电、后建保护区,这些小水电拆了之后还有一个补偿的问题。目前的小水电停了对整个生态环境的破坏已经有效遏制了,下一步就是要考虑怎么把“后遗症”解决好。”

(新京报 李玉坤 沙雪良 2019 年 3 月 19 日)