

砂卵砾石层倒垂孔施工技术

石绍云¹, 袁宏光², 李春海²

(1. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081; 2. 四川省地矿局 405 地质队, 四川 都江堰 611830)

摘要:针对砂卵砾石层倒垂孔施工中钻孔偏斜、孔内坍塌掉块、取心以及保护管的安装等困难问题,从钻机安装、钻具结构、设备能力、钻进技术参数等多方面采取相应的技术措施,取得了良好的施工效果。介绍了红叶电站砂卵砾石层倒垂孔的施工技术。

关键词:砂卵砾石层;倒垂孔;浮筒式测斜仪;钻进;取心;纠斜

中图分类号:P634.5;TV221 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)02-0043-03

Construction Technology of Reversed Pendent Hole in Sand Gravel Stratum/SHI Shao-yun¹, YUAN Hong-guang², LI Chun-hai² (1. The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China; 2. 405 Geological Team, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Dujiangyan Sichuan 611830, China)

Abstract: According to the difficulties of borehole deviation, in-hole collapsing and block-falling, coring and installation in construction in sand gravel stratum, the corresponding technical measures were taken with good construction effect. The paper introduced the construction technology in sand gravel stratum of Hongye power station.

Key words: sand gravel stratum; reversed pendent hole; float inclinometer; drilling; coring; deviation correction

1 概述

在砂卵砾石层上进行大口径倒垂孔施工,最大的难度在于孔内坍塌、掉块,不容易形成钻孔,钻孔容易偏斜,岩心不易取出,同时,由于钻孔内岩石松散,造成对岩心重复破碎,影响金刚石钻头的使用寿命,钻进成本非常高。

倒垂孔施工对钻孔的偏斜度要求非常高,如果采用常规的钻进技术和普通的钻探设备来实施倒垂孔施工,很难满足其钻进成孔的要求。以前我们成功地完成了多口倒垂孔的施工,但都是在基岩和混凝土中钻进,从未在砂卵砾石层上进行过施工。在国内,在砂卵砾石层中进行倒垂孔施工的报道也很少。本文介绍笔者在红叶水电站砂卵砾石层倒垂孔施工中的技术方案和措施。

2 地层情况

红叶电站属于小型水电站,大坝建在河床的砂卵砾石层上,地基没有进行深层的开挖和灌浆等处理,由于闸基持力层各层类型组成及物理力学性质存在差异,分布位置及厚度亦不尽相同,所以闸基存在一定的不均匀变形问题,需要进行倒垂孔施工来监测其水平位移和垂直位移。

大坝混凝土厚 11.5 m,混凝土下面覆盖层厚 80 m,主要由漂卵石、碎石、砾石、河床堆积层组成,堆积层岩石直径大小不等,最大的有 2~3 m,最小的只有 10 mm;岩石之间没有胶结充填物,非常松散破碎。在这样的地层上进行倒垂孔施工,难度很大,不仅不容易形成钻孔,而且钻孔容易偏斜。

3 设计指标

钻孔设计深度 50 m,设计口径为 280 mm,其中上部为钢筋混凝土层,厚度 11.5 m,下部为砂卵砾石层,厚度 39.5 m,钻孔垂直有效口径大于 80 mm,钻孔顶角小于 14'。

4 钻进和取心技术措施

4.1 钻进方法的选择

倒垂孔施工虽然不需要采取岩心,但是如果采用全面回转钻进,钻压要求很大,往往会造成钻孔偏斜;如果选用潜孔锤偏心跟管钻进,在卵石层虽然可以成功保护孔壁稳定,但是也易造成孔斜。因此针对砂卵石地层的特点,根据以往的施工经验,采用了大口径($\varnothing 280$ mm)金刚石回转取心钻进方法。

4.2 钻进中遇到的问题

收稿日期:2010-07-14; 修回日期:2010-11-01

作者简介:石绍云(1966-),男(汉族),重庆人,中国地质科学院探矿工艺研究所工程师,探矿工程专业,从事科研开发工作,四川省成都市一环路北二段1号,ssy@cgiect.com;袁宏光(1962-),男(汉族),四川彭州人,四川省地矿局405地质队,探矿工程专业,从事勘探技术工作,四川省都江堰市奎光路250号。

开孔时,采用电镀金刚石钻头钻进,在上部0~11.5 m的混凝土段钻进和取心都非常顺利,钻孔偏斜值只有20 mm。当进入卵石层后,钻进出现了许多困难,首先是形状大小各异的卵石松散无胶结,在孔底处于活动状态,钻进回转阻力大,造成金刚石钻头胎体崩刃、掉块报废,钻头平均寿命不到2 m,钻进进尺缓慢;其次是当回次进尺结束后,由于卵石岩心尺寸大小不规则,岩心质量大,提钻时岩心全部脱落,岩心打捞不起来,孔内岩心堆积,重复对卵石岩心进行钻进研磨;另外,钻孔孔壁岩石处于极不稳定状态,经常坍塌掉块垮孔,使得孔内情况非常复杂,整整一周时间未进尺,一筹莫展。

针对这些情况,我们从钻头结构形式和制造方法进行了改进;另一方面,对提取岩心、研磨残余岩心的钻具也做了修改设计。

4.3 金刚石钻头的改进

首先采用热压方法烧结出金刚石钻头胎块,然后把胎块焊接到钻头刚体上;同时,加工钻头刚体时,在胎体旋转方向前面加工一个挡块,增加胎块的焊接强度和抗冲击强度(见图1),这样生产的金刚石钻头平均寿命达到10 m以上,大大提高了钻进效率,降低了钻进成本,成功解决了钻头胎体掉块和使用寿命低的问题。

加工钻头时,要求钻头丝扣和胎体的同心度高,使用过程中不变形。钻头胎体硬度为HRC42,钻头内、外径用天然金刚石或者聚晶金刚石保径。

4.4 钻具的设计

设计加工了3套不同用途的钻具,分别满足正常钻进、捞心和研磨岩心的要求,实践证明,每套钻具均发挥了应有的作用。

4.4.1 正常钻进用钻具

采用 $\varnothing 273$ mm的岩心管,壁厚10 mm,要求加工同心度为0.1 mm,垂直度为0.1 mm,丝扣部分进行热处理。岩心管长度 ≤ 3 m,以使钻孔不易偏斜。另外使用链子钳卸钻头和岩心管。

4.4.2 打捞岩心专用钻具

由于岩心直径大,质量大,为了便于取心和卡取岩心,加工了一套专用打捞岩心的钻具(见图2),其中卡块的加工和正确安装,对打捞岩心起到了至关重要的作用。只要岩心最大尺寸大于200~250 mm,一旦岩心进入卡块,就能打捞出来。此套钻具解决了大块岩心取心问题。

4.4.3 研磨掉块、残留岩心、碎石等专用钻具

于是在卵石层里钻进,常常会有一些碎块岩

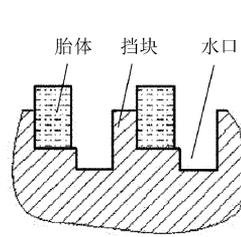


图1 钻头胎块焊接图

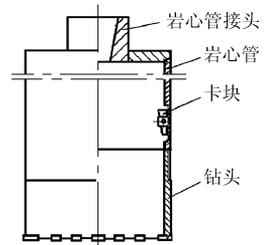


图2 打捞岩心专用钻具

心、孔壁掉块、较小的卵石残留在孔底,无法用岩心管和打捞钻具打捞起来。我们采取的办法是:用与钻孔大致相同口径的石油三牙轮钻头对孔底残留岩心进行研磨,直至把岩心磨完为止,然后用大泵量的冲洗液返出岩粉。

5 防斜、纠斜技术措施

由于卵石层的不稳定性,孔内岩石各向异性,钻孔极易偏斜,在施工孔深为15.3~18.1 m、20.3~23.4 m、35.5~36.9 m、46.2~47.8 m等多个孔段时,孔内坍塌,钻孔形成“大肚子”,而且钻孔向软地层方向偏离,孔斜最大偏离值达到300 mm,孔斜率最大达到2%,远远超过设计孔斜率0.4%的技术指标。如果不纠正过来,钻孔就会报废。

5.1 纠斜措施

在偏斜孔段灌注高强度快凝水泥浆液,特别重要的是,凝固后一定要采用低压慢转扫孔钻进,因为加压扫孔仍然会使钻孔偏斜。由于所封水泥孔段的孔径都比较大,当水泥凝固后使用粗径钻具扫孔,实践证明这种方法基本上都能使钻孔的偏斜纠正过来。

5.2 防斜措施

我们着重从以下几个方面来解决。

5.2.1 设备选用

由于在砂卵石层上进行大口径回转钻进,钻机回转阻力非常大,在施工过程中,钻机的传动轴、横轴、伞形齿轮曾多次损坏,钻杆也扭断。因此,设备上要认真准备。采用XY-4型钻机,配45 kW电动机;BW250/50型泥浆泵; $\varnothing 108$ mm厚壁三角钻塔; $\varnothing 108$ mm厚壁钻杆(钻杆刚度和同心度要好,接头部分需要进行热处理)。

5.2.2 钻机安装

钻机的安装至关重要,钻机立轴在整个施工过程中必须保证完全垂直,同时,为了纠斜和保证钻孔垂直,必要时整台钻机还要能够向各个方向移动,因此牢固钻机底座和加工钻机移动滑轨是必不可少

的。在施工过程中,由于钻机的晃动,经常使钻机的立轴处于不垂直状态,还须随时借助经纬仪和其他辅助设备来检验钻机立轴安装的垂直度。

钻机的底座用槽钢加工,采用地脚螺栓固定。在槽钢上留有移动的滑槽,钻机在槽钢上面可以移动并固定,见图3。

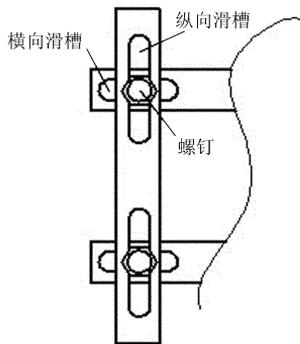


图3 钻机底座固定示意图

一旦发现孔斜,就要及时采取措施纠正。当测出钻孔向某一方位偏斜,可移动钻机,使钻机立轴中心向偏斜的相反方向移动5~10 mm,同时,使钻机立轴的倾角向钻孔倾斜的相反方向调整 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$,直到钻孔垂直为止,然后调整钻机的位置为正常状态。在施工过程中,采用此方法有效地处理了几处有偏斜趋势的孔段。

5.2.3 防斜钻具

使用粗径钻具、长钻具是预防孔斜的常用措施,另外钻孔结构越简单越好,最好一口径到孔底,变径是造成孔斜的因素之一;同时我们还使用了石油钻井用的钻铤和扶正环,在取心钻具的上部每隔5 m要连接一个比钻孔直径小2 mm的扶正环,在扶正环的外径上镶嵌硬质合金,保证钻具的稳定和垂直。

5.2.4 钻进技术参数

开孔时采用低压慢转,均匀平稳钻进;正常钻进中,不能加压,仅仅靠钻具和钻杆的自重就足够了,钻杆成拉升或者轻微的压缩状态,转速100~150 r/min,水量80~120 L/min。在正常钻进情况下,钻进技术参数最好保持一致,不要随意调节改变。

6 测斜

采用浮筒式测斜仪。此种测斜仪结构非常简单,但却十分有效,准确率高,操作方便,是倒垂孔施工中必不可少的仪器之一。每钻进一个回次必须测斜一次,或者每钻进1 m测斜一次,并作好测斜记录,及时画出钻孔弯曲趋势,随时掌握钻孔情况。

7 护管的加工及保护管安装

保护管圆柱度允差0.5 mm,弯曲度 $<1\text{ mm/m}$,底部加以焊封,底部内部0.5 m加工为粗糙面,精细加工各钢管接头,并作防水处理。全面冲洗钻孔,除净孔内残留岩粉,自上而下准确测定钻孔偏斜值,确定钻孔保护管的埋设。钻孔底部放入0.5 m的水泥浆,保护管外设扶正环,下到孔底后略提起(不得提出水泥浆面),并用钻杆或千斤顶进行固定。测定保护管的有效口径,待水泥浆固结,拆除固定保护管的钻机或千斤顶,再次测定保护管的偏斜值。

8 施工效果

一共用时50天成功地完成该倒垂孔的施工。在灌浆、凝固方面花费了较长时间,差不多占施工总时间的50%。

经建设单位和设计单位现场验收,其各项技术指标都达到或超过了设计要求:钻孔深度50.5 m,孔斜率3.8‰,钻孔倾斜度 $13.3'$,垂直有效口径85 mm,下保护管深度51 m,露出口口0.5 m。

在如此特别复杂的地层里,成功完成高精度的倒垂孔施工,得到了业内人士高度评价。

9 体会

砂卵石层倒垂孔施工是一个技术难度较大、需要精心准备、细致施工的工程,每个施工环节都不能疏忽大意。

(1) 钻机的安装使其立轴竖直,倾斜度 $<0.1\%$,在钻孔处浇注混凝土,钻机底盘预埋紧固螺栓;(2) 钻孔结构设计必须合理,钻孔口径大,钻进设备能力强;(3) 用金刚石钻头低压或无压、低转速、小水量钻进;(4) 钻杆、钻具和钻头需要特殊加工来满足钻进要求;(5) 孔内需要及时处理,预防坍塌、掉块和涌水漏失问题;(6) 采用特殊的测斜、纠斜措施。

参考文献:

- [1] 周勇前. 倒垂孔多用纠斜器[J]. 探矿工程, 2001, (5).
- [2] 郑耀锐, 尖工. 施工倒垂孔获得成功[J]. 探矿工程, 1992, (6).
- [3] 邓少东. 高精度倒垂孔施工技术[J]. 探矿工程, 1995, (4).
- [4] 徐键, 吴锡贤. 龚嘴水电站大坝81米深倒垂孔的施工经验[J]. 电力技术, 1999, (3).
- [5] 丁仕煌. 大坝倒垂孔施工技术[J]. 广东水利水电, 2002, (2).
- [6] 张彬, 刘贵军, 等. 深厚覆盖层中的倒垂孔施工技术研究[J]. 中国农村水利水电, 2002, (11).