

# 2010 m 斜孔钻探设备选择及技术措施

卢飞, 李华, 赵振峰, 王占芳

(辽宁省第八地质大队, 辽宁 本溪 117004)

**摘要:**辽宁省本溪市桥头镇大台沟铁矿普查工程项目,设计钻孔孔深 2000 m, 钻孔倾角  $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ , 终孔直径 75 mm, 如此深的斜孔, 给钻探设备和钻探技术提出了高的要求。详细介绍了钻探设备材料的选择、设备的安装, 以及主要钻探技术措施。

**关键词:** 深孔; 钻探; 钻探设备; 技术措施; 节能; 绳索取心钻进

**中图分类号:** P634    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2009)03-0001-03

**Equipment Selection and Technical Measures for 2010m Deep Slant Hole Drilling/LU Fei, LI Hua, ZHAO Zhen-feng, WANG Zhan-fang** (No. 8 Geological Team of Liaoning Province, Benxi Liaoning 117004, China)

**Abstract:** In the survey of Dataigou iron mine of Benxi in Liaoning Province, hole depth was designed to be 2000m, inclination of borehole  $85^{\circ} - 90^{\circ}$  and hole termination diameter 75mm. The paper introduced the completed engineering on the selection of drilling equipments and the auxiliary material, equipment installation and main technical measures in detail.

**Key words:** deep hole; drilling; drilling equipment; technical measure; energy-saving; wire-line coring drilling

## 1 概述

### 1.1 项目概况

2008年4月,辽宁省本溪市桥头镇大台沟铁矿普查工程项目,第一期共设计10个钻孔,孔深均为2000 m, 钻孔倾角  $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ , 终孔直径均为 75 mm。我队承担了其中的2个钻孔,第一个钻孔设计孔深2000 m, 设计倾角  $88^{\circ}$ , 终孔直径 75 mm。

第一个钻孔于2008年5月10日开孔,于2008年9月4日终孔。历时117天,终孔孔深2010.28 m, 台月数为3.9个,台月效率为515.5 m。

### 1.2 主要地层概况

地层主要分为3大层:第一层0~613 m, 泥灰岩、页岩为主,夹有石英砂岩;第二层613~1150 m, 为石英砂岩、石英岩、石英片岩;第三层1150~2010.28 m, 为磁铁石英岩(铁矿体)、斜长角闪岩、局部夹有硅化大理岩。

## 2 钻探设备的选择及安装

### 2.1 钻塔的选择

根据以往其它队施工深孔的情况分析,深孔钻探存在的一个主要问题是钻塔的负荷能力不够,钻孔打到一定的深度后受钻塔的制约而不能继续加深,这是深孔施工的一个关键问题。

经过分析对比,我们选用了张家口中地装备探

矿工程机械有限公司生产的SZ24-50型四角角铁钻塔,该塔的主要技术参数为:有效负荷50 t,最大负荷68 t,该塔自重12.5 t,钻塔高度24 m,人字大门高度8.5 m(侧门6.5 m),塔底尺寸6.563 m × 6.563 m,塔顶尺寸1.426 m × 1.426 m,此钻塔可配套1000~2000 m钻机使用。经过钻进2010.28 m的深孔来看,该钻塔稳定性好,并还留有一定的余地。

### 2.2 钻机的选择

经过市场考查,我们选择了连云港黄海机械厂生产的HXY-6B型钻机,该钻机的主要技术参数为:钻进能力800~2200 m(钻杆 $\varnothing 50 \sim 114$  mm);75 kW电动机(100 kW柴油机);钻孔角度  $90^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ;转速81~1037 r/min(8挡);立轴最大扭矩7800 N·m、立轴行程600 mm、立轴最大起重力200 kN、立轴最大加压力150 kN、立轴内径118 mm;卷扬机单绳最大提升力85 kN、钢丝绳直径21.5 mm、最大卷绳量为120 m;外形尺寸(长×宽×高)3200 mm × 1300 mm × 2200 mm;钻机质量(不含动力机)3800 kg。

经深孔钻进使用情况来看,该钻机基本上能够满足钻进2000 m钻孔的要求(终孔直径为75 mm),深孔钻进电机发热,钻机发热,但还基本可以钻进。使用中除卡盘部位的一个大轴承损坏,变速箱横轴损坏2次外,其它部位正常。

### 2.3 水泵的选择

收稿日期:2008-10-21

作者简介:卢飞(1960-),男(汉族),内蒙古敖汉旗人,辽宁省第八地质大队副大队长、高级工程师,钻探工程专业,从事钻探施工技术及管理工,辽宁省本溪市平山区东明路19号。

经过对目前市场情况调查,衡阳探矿机械厂生产的新型 BW250 型泥浆泵质量好,动力小且轻便,比较适合我们使用。

经使用情况来看,该水泵总体性能良好。孔深 1760 m 时曲轴折断 1 次,孔深 1920 m 曲轴又折断 1 次。其它部位均没有损坏。

#### 2.4 钻塔的安装

(1) 由于此钻塔有效负荷为 50 t,质量达 12.5 t,所以给安装工作带来较大的困难。同时钻塔的负荷重,基础必须要坚固。我们在钻塔四角采取人工挖孔桩,设计桩径为 1.2 m,钢筋笼直径为 1.1 m,桩深进入中风化岩石 1 m 左右。混凝土标号为 C30。

(2) 因为此钻塔没有底梁,为了保证平梁以下塔腿能立起来,需要在钻塔四角混凝土上面打眼,下入螺丝杆,固定钻塔的底座。在每个钻塔角打 2 个  $\text{Ø}56$  mm 的钻孔,深度为 1 m 左右。采用 QJD-50 型钻机取样钻孔,下入直径为 28 mm 的钢筋,上部焊有 M24 螺丝杆,灌注高标号的混凝土。

(3) 钻塔的安装主要是按操作规程进行,使用大小 2 套挑杆,到最后安装天车时,将其分解,使用大挑杆,用人工将其拽上去。

#### 2.5 钻机的安装

由于钻孔深,加上钻塔没有底平梁,因此应该认真打好钻机混凝土基座。

(1) 钻机底角螺丝眼的中心距离为 1240 mm。混凝土基础宽度为 2.4 m,长为 5 m。人工挖到完整基岩,深度为 0.6 m 左右,下入 2 层钢筋网,灌入 C30 混凝土。

(2) 在灌注混凝土基座前,预留钻孔的位置。在钻机混凝土基座底部基岩中,打 11 个钻孔,直径为 76 mm,孔深根据不同位置的受力情况设计为 2~4 m,钻孔完成后,下入直径为 28 mm 的螺纹钢,在钢筋的不同部位焊短钢筋以增加摩阻力。钢筋最上面焊 M24 短螺丝杆,以便于和混凝土表面的铁板相连。

(3) 待钻机底座混凝土及钻孔内的混凝土达到强度的 30% 以上时,可安装铁板。钻机混凝土底座的横向安装 4 块长 2000 mm、宽 180 mm、厚 30 mm 的铁板。铁板根据钻孔的实际位置在现场用水焊割眼,穿入铁板后,加 10 mm 厚的铁垫,再加弹簧垫,最后用大扳子拧紧。

(4) 在钻机的底角安装 2 块长 3844 mm、宽 180 mm、厚 30 mm 的铁板,铁板需要先在钻床上钻出标准孔,然后用 M22 的高强度螺丝将钻机底角和 2 块

长铁板紧密地联接在一起。

(5) 把钻机对准钻孔的实际位置后,先做前后左右的固定,但要能调整底座的水平。调整水平用水准仪和水平尺 2 种方法。采用在两块铁板中间垫薄铁板的方法来调整钻机底座水平。调整水平后,用电焊将横向铁板和钻机底角铁板焊死。

(6) 在钻机固定前,首先要把钻机卷扬机用的主钢丝绳穿上,把单轮游动滑车穿好,把提引环联接上,垂吊提引环来找出钻塔的实际中心位置(钻塔实际中心位置与钻塔理论中心位置稍有差别,我们这次安装两者误差为 80 mm)。

### 3 主要材料的选择

#### 3.1 钻杆的选择

首先我们在全国范围内进行了广泛的调查,目前国内采用的绳索取心钻杆大体上有 3 种:一是普通绳索取心钻杆;二是钻杆体加厚公母接手带切口的绳索取心钻杆;三是普通钻杆体但钻杆两端经镢粗加厚的绳索取心钻杆。经过比较,我们选用了唐山市金石超硬材料有限公司生产的两端经镢粗加厚的绳索取心钻杆。

两端经镢粗加厚,在丝扣处的强度增加。几十年的生产实践表明,在实际使用中钻杆易折断的部位绝大部分是在丝扣处,而在钻杆中间发生折断是非常少见的。接手采用外径为平的,一是增加强度(因为切口处容易应力集中),二是减少孔壁卡钻的机会(切口易造成卡钻),三是不采用拧管机,有利于保护丝扣。

经钻进 2010.28 m 钻孔,仅在钻杆接手处折断 2 次,其原因是接手磨得过薄造成的。以后加强检查,发现磨损过度的接手及时更换,再没有发生钻杆及接手折断事故。为保证深孔安全钻进,全孔共替换下来十几根钻杆,这些被换下来的钻杆在浅孔时还可继续使用。

#### 3.2 主动钻杆的选择

为了有利于简化钻孔结构,使下入井内的  $\text{Ø}89$  mm 套管一直下到地表,提高冲洗液的上返速度,利于冲洗液携带井内的岩粉,我们选用了 59 mm 小六方机上钻杆。随之相配套了轻便高强度的水接头和内径为 25 mm 的高压胶管。这为开高转速创造了条件。经钻进 2010.28 m 深孔,从未发生过机上钻杆折断事故。实践证明该小六方机上钻杆的强度是足够的。

## 4 钻探技术措施

### 4.1 钻孔结构

原则上是尽量简化钻孔结构,以增加钻杆在井内的稳定性、减少弯曲、避免或减少折断。

开孔采用 $\varnothing 130$  mm 金刚石钻头,钻进到6 m深,下入 $\varnothing 127$  mm 套管。换用 $\varnothing 95$  mm 绳索取心金刚石钻头钻进到81 m,下入 $\varnothing 89$  mm $\times$ 4.5 mm 的外丝套管,接箍的外径为92 mm。套管一直下到井口。用 $\varnothing 95$  mm 绳索取心钻进的目的主要是保证钻孔的垂直度,以减少钻孔的回转阻力。换用 $\varnothing 77$  mm 绳索取心金刚石钻头钻进到终孔。

### 4.2 钻进工艺参数

(1)转速的选择是各参数选择的关键,由于我们采取了钻机基础锚固的措施,钻机的稳定性好,而且钻机和钻塔两者分离,不会产生共振现象,所以,在1100 m 以浅采用七挡转速(605 r/min)钻进,在1100 m 以深采用六挡转速(389 r/min)钻进。

(2)压力的选择,排除浮力、摩阻力等各种影响,实际孔底金刚石钻头的压力在15~25 kN。

(3)冲洗液量,开始采用60 L/min,钻进石英岩时产生轻烧,最后换用90 L/min,钻进正常。

### 4.3 井内漏水的处理

大台沟地层经常出现井内漏水的情况,以往遇此类情况,采用的方法即是封水泥,深孔封水泥有很多问题,有可能将钻杆封到井内,造成井内事故。在此矿区施工的相邻机台,2次封水泥,造成2次钻孔报废(当时孔深已达400 m)。我们吸取了兄弟单位的教训,采用了江西省萍乡市麻山化工厂生产的随钻801堵漏剂,经使用效果很好,不但堵住了漏失层,而且保证了钻孔的安全。

堵漏方法:先把钻杆上提,留出要封孔的位置。在地表将随钻801堵漏剂在水桶内搅拌好,通过钻杆倒向钻孔。然后,合上机上钻杆,开大泵量送水,开大泵量的目的是快速的将随钻801堵漏剂压到井内,以减少和井内冲洗液混合的机会。观察泵压表,看泵压表的压力值比此孔深正常钻进的压力高2 MPa以上,直至憋泵送不进水,再反复送水几次,在此部位停2 h左右。送水替浆,反复扫孔,轻压慢转,待一切正常后才能转入正常钻进。用随钻801堵漏剂封堵的效果很好,即使是完全漏失的部位,封堵后也会马上全孔返水,深受机台工人的欢迎。

### 4.4 坚硬岩层的钻进技术措施

施工的2000多米深孔,所钻岩矿层以石英砂岩为主,坚硬致密,部分地层钻探时效在0.2 m以下,

甚至不进尺。特别是孔深1150 m 见到铁矿以后,由于铁矿坚硬致密,钻进更是困难。我们采用了中国地质科学院勘探技术研究所研制的SYZX系列绳索取心式液动锤,时效提高3~5倍,解决了“打滑”地层的钻进问题。

### 4.5 采取的几项节能措施

#### 4.5.1 钻机动力机的选择

HXY-6B型岩心钻机,动力机设计为75 kW 电动机。如果开孔就用这么大的电动机,一是当时队里没有这么大的发电机,二是用这么大的发电机太费油,不经济。所以开始我们采用30 kW 的电动机来代替,一直钻到700 m,才换75 kW 的电动机。节省了能源,降低了成本。

#### 4.5.2 水泵动力机的选择

孔深在900 m 以前用15 kW 电动机,孔深900 m 以后使用了液动锤,由于电动机发热,所以换用了22 kW 电动机。水泵压力在4~6 MPa 个,钻进正常。用此电动机一直钻进到终孔2010.28 m。

#### 4.5.3 柴油发电机组的选择

孔深700 m 以前选用75 kW 移动式柴油发电机组,孔深700 m 以后选用固定式柴油发电机组,柴油机为170 kW,发电机为150 kW。

## 5 钻探技术成果

钻进深度2010.28 m,台月数3.90个,台月效率515.5 m,时效1.70 m,纯钻时间率42%,辅助时间率49.3%,事故及停待时间率8.7%,提钻次数112次,最大提钻间隔141.29 m,平均提钻间隔16.5 m。

该孔600 m 以浅钻进时泵量较小,钻头存在微烧;600 m 以深岩石为石英岩、赤铁矿、磁铁矿,硬度达到8~10级,其中以赤铁矿为最硬。所以钻头寿命不高,提钻次数增加,平均提钻间隔降低,时间利用率不高,辅助时间长。

## 6 体会

(1)SZ24-50型四角角铁钻塔,适应2000 m 小口径深孔钻进,并且还留有一定的余地。

(2)HXY-6B型钻机基本适合2000 m 深孔钻进要求。

(3)BW250型泥浆泵可以打2000 m 以内的小口径钻孔。

(4)唐山市金石超硬材料有限公司生产的两端经墩粗加厚的绳索取心钻杆,其各项技术指标均适合2000 m 深孔钻进。