

黑龙江黑河争光岩金矿区 60°斜孔岩心钻探技术

马秀春

(黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:概述了争光岩金矿区 60°斜孔岩心钻探施工的钻探设备、钻具、工具、施工工艺、钻孔结构、泥浆的使用、钻头的选择及钻探技术措施,并对施工效果进行了综合评价。

关键词:岩金矿;斜孔;倾角;岩心钻探;绳索取心钻具;无固相泥浆;金刚石钻头

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)12-0019-04

1 概述

争光岩金矿区位于黑龙江省嫩江县铜山东南 4 km 处的争光镇附近,属黑河市金水乡管辖,距金水乡七分厂北约 5 km,矿区地处小兴安岭山脉北麓,绝对标高 450~530 m,自然条件适合机台整体搬迁。我公司于 2006 年 4 月承接了黑龙江宝山矿业公司争光岩金矿区 60°斜孔的钻探施工任务,共施工 52 个孔,倾角均为 60°,方位 90°,总进尺 13005.80 m,平均孔深 250.17 m,最深孔深 405.7 m。针对倾角 60°的斜孔,我公司认真研究制定了一套施工方法和技术措施,提前 10 天并超额完成 3000 m,受到宝山矿业公司(澳大利亚)的好评。

2 工程概况

2.1 地质条件

该矿区岩石主要为闪长岩、闪长玢凝灰岩、安山质凝灰岩、石英砂岩,蚀变情况为绿泥石化、钾化,岩石倾角在 45°~70°,研磨性中等。

软层岩石为第四系残坡积层及构造破碎带中的蚀变层,可钻性为 4 级;中硬、硬地层可钻性 6~7 级,主要为闪长岩、闪长玢岩、石英粗砂岩、凝灰岩、安山质凝灰岩等。

2.2 目的和设计要求

目的:为了查明争光矿区矿化带的走向、延伸斜面角度和连续性,扩展现有的矿体范围,并考察 2 个较深深孔的成矿潜力等。

设计要求:工作量 10000 m,钻孔 30~35 个,孔深 70~350 m,钻孔倾角 60°、方位 90°、0°和 270°,岩心采取率全孔大于 85%,终孔直径 75 mm,完整地层每个回次前在岩心上面打上一个记号(用红铅

笔),以确定岩层倾角及矿脉走向。每个回次前后观测水位,终孔稳定水位。每 30 m 测斜一次,必须用单点照像仪。工期为 4 个月。

3 钻探设备及材料

3.1 钻探设备和钻具

XY-44 型钻机 2 台,XY-42 型钻机 1 台,XY-4 型钻机 1 台;BW-250 型泥浆泵 5 台(备用 1 台);东风 4135AZD-1 柴油机(带发电机 75GTZ/SY)1 台,4135 柴油机(带 T₂STH 发电机,50 kW)4 台(备用 1 台);自制 8 m 斜塔 4 套;ST-1000 型绳索取心绞车 4 台(备用 1 台),TWJ-700-1000 型绳索取心绞车 1 台;802 型、T140 型拖拉机各 1 台;S75 绳索取心钻具 12 套(每台钻机配 3 套);Ø61 mm/Ø71 mm 绳索取心钻杆 1200 m(每台钻机配 300 m);Ø79 mm/Ø89 mm(6 m 长)主动钻杆 4 根;75 t 液压千斤顶 1 套;BZMR 型测斜仪 1 套;各种打捞工具及管钳。

3.2 材料

管材:Ø146 mm 套管 100 m,Ø108 mm 套管 200 m,普通双管钻杆 500 m,普通双管钻具 8 套(0.7 m),长钻具(2 m)8 套,Ø108 mm 钻具(2~3 m)10 套。

钻头:Ø150 mm 硬质合金钻头 30 个,Ø110 mm 硬质合金钻头 30 个,Ø110 mm 金刚石钻头 20 个;P75 孕镶金刚石钻头 10 个。S75 孕镶绳索取心金刚石钻头底唇面形状有圆弧、平底、阶梯、锯齿形,胎体硬度有 HRC20~25、HRC25~30、HRC30~35、HRC35~40 四种,金刚石粒度 46~70 目、品级 JR5、浓度 100%。

3.3 金刚石钻头的选用(见表 1)

收稿日期:2007-05-13; 改回日期:2007-11-27

作者简介:马秀春(1966-),男(汉族),黑龙江肇东人,黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院地质工程钻探公司经理、高级工程师,探矿工程专业,黑龙江省齐齐哈尔市建华区中华西路 185 号。

表1 不同地层选择的金刚石钻头参数表

地层	硬度/HRC	粒度/目	浓度/%	唇面形状	水口数量/个
坚硬致密	38~42	60~80	100	阶梯	8
中硬破碎	35~40	46~70	100	圆弧	8
中硬完整	25~35	46~60	100	平底	10

3.4 冲洗液材料用量

粘土 18 t,聚丙烯酰胺(PAM)0.7 t,羧甲基纤维素(CMC)0.4 t,纯碱(Na_2CO_3)2.5 t,润滑油 10 t。

4 钻探工艺

4.1 钻孔结构

开孔直径 150 mm,采用硬质合金钻头钻至风化或破碎岩层中,下 $\varnothing 146$ mm 套管。然后变 $\varnothing 110$ mm 硬质合金钻头或金刚石钻头钻至完整基岩,下入

$\varnothing 108$ mm 套管,用 S75 绳索取心钻具钻至终孔。

4.2 取心钻具及方法

开孔用 $\varnothing 150$ mm 短钻具采用干钻方法钻进,干烧法取心,下 $\varnothing 146$ mm 套管后换 $\varnothing 110$ mm 金刚石钻头、 $\varnothing 108$ mm 钻具(长 2 m)单管钻进,当岩心采取率低或下一回次不到底时,采用钢丝硬质合金钻头(钻头体内径穿钢丝绳,3 点钢丝长为 80 mm)捞取岩心。 $\varnothing 75$ mm 口径采用 S75 绳索取心钻具及单动双管钻具,卡簧卡取岩心。

4.3 冲洗液

$\varnothing 150$ 、 110 mm 口径钻进过程中采用普通泥浆;当换成 $\varnothing 75$ mm 口径时,采用无固相泥浆;当 S75 绳索取心钻具钻进及处理事故采用 P75 钻具、 $\varnothing 60$ mm 钻杆时,采用低固相泥浆。泥浆配方及性能见表 2。

表2 冲洗液配方及性能表

冲洗液类型	配 方						性 能						
	水 /m ³	粘土 /kg	Na_2CO_3 /kg	CMC /kg	PAM /kg	皂化油 /kg	粘度 /s	密度 /(kg·L ⁻¹)	含砂量 /%	胶体率 /%	失水量/[mL· (30 min) ⁻¹]	泥皮厚 度/mm	pH 值
普通泥浆	1	100	3~5	4~5			25~30	1.06			5~7	0.8	9~10
无固相泥浆	1			4	0.3~0.5	1~3	16~20	1.025					9~11
低固相泥浆	1	20~30	3~4	3	0.1~0.2	1~3	17~19	1.025~1.035	0.4	100	10~12	0.5	9~11

4.4 钻进参数

硬质合金钻头钻进:采用八角柱状硬质合金,底唇为半圆型,3 个水口;钻压 4~8 kN,转速 83 r/min。

孕镶金刚石钻头($\varnothing 110$ mm):圆弧底唇面,胎体硬度 HRC38~40,水口为 10 个;钻压 4.8~9 kN,转速 83~217 r/min,泵量 50~70 L/min。

S75 绳索取心金刚石钻头:钻压 9~15 kN,转速 400~1100 r/min,泵量 52~90 L/min。

4.5 钻探施工技术措施

4.5.1 钻塔、钻机安装同心措施

(1) 由于钻孔倾角 60°,上下钻时摘挂提引器很困难,为减轻工人劳动强度和减少班作业人员,用单根绳直接连接提引器;

(2) 将钻机调平后,立轴主动钻杆调成倾角 60°后,再调钻塔主支腿,如果卷扬绳从上向下穿,钻塔倾角 60.5°~61.5°之间,通过现场调试后固定,使天车绳、立轴、钻孔三点在一条直线上。

4.5.2 套管安装和起拔措施

(1) $\varnothing 146$ mm 套管安装到底投粘土球即可,顶部周围要用粘土球或粘泥封严,防止岩粉进入套管外壁与孔壁间隙。

(2) $\varnothing 108$ mm 套管安装很关键,否则起拔不动。在 ZGD108 孔出现 30 m 套管均未起出(用 75 t 千斤

顶),损失 3 千多元。因此,当 $\varnothing 108$ mm 套管超过 10 m 时,安装时连接丝扣用红铅油、缠线、拧紧,然后至少有 3 处再用 1.5 mm 厚铁片搭接(在连接缝外)点焊。此法在 ZGD111、ZGD114 孔使用,套管均未被钻杆打开。套管下端用粘土球封住,防止泥浆进入 $\varnothing 146$ mm 和 $\varnothing 108$ mm 套管之间间隙, $\varnothing 108$ mm 套管顶部比 $\varnothing 146$ mm 套管高 20 cm,用胶皮板套住,使上返泥浆直接通过 $\varnothing 108$ mm 上孔胶皮板落到地面流走。两层套管(上口)之间用布或毛巾塞住。

(3) 起拔套管:当套管用钻机立轴无法拉动时,将钻机移走,采用 75 t 千斤顶强拉或拉紧后停放几个小时。ZGD139、ZGD132、ZGD122 孔均采用 75 t 千斤顶,将套管起出(倾角 60°斜孔无法打吊锤)。

4.5.3 保证钻孔倾角、方位措施

(1) 把好稳塔关:每次搬迁前先用彩色绳拉一条线,方位为 100°(设计方位),孔位在线上,然后把钻机整体沿线拖过来,使主动钻杆垂直投影与线重合或平行,钻机调平后,用罗盘校正立轴倾角为 60°。

(2) 把好开孔换径关:开孔时轻压慢转, $\varnothing 150$ mm 换 $\varnothing 110$ mm 时先导正(钻具组合: $\varnothing 60$ mm 钻杆 + $\varnothing 146$ mm 钻具 + 变径接头 + $\varnothing 108$ mm 钻具 + $\varnothing 110$ mm 钻头),然后再下 $\varnothing 146$ mm 套管。 $\varnothing 110$ mm 钻进换 $\varnothing 75$ mm 口径时也同样导正(钻具组合:

Ø60 mm 钻杆 + Ø108 mm 钻具 + 变径接头 + P75 钻具 + Ø75 mm 钻头) 后再下 Ø108 mm 套管, 以防止钻孔倾角变动。

(3) 合理使用钻进参数: 每个班在同样地层中钻进的工艺参数要基本一致, S75 钻具钻进时, 转速要相同, 且设计孔深 > 200 m 的孔要小于 700 r/min, 泵量要一样。4 台钻机施工的钻孔倾角及方位均符合规程要求, 07、08 号机使用 XX-44 型钻机在 20 个孔中倾角及方位结果更佳。

4.5.4 岩样打点措施

自制加工一个 2.4 m 长、像标枪似的点样器: 最大径(上端) 30 mm, 与打捞器母接头连接, 最小径(下端) 15 mm, 与红铅笔头连接, 成锥形且保证铅笔心碰不到钻头内唇面而顺利出钻头, 每个回次加完钻杆后钻头离孔底小于 2 m, 再下入点样器, 快到孔底时慢慢下放, 然后人为向上提绳再下放一次完成。每回次保证红铅笔心在下入绳索取心钻杆内时完好, 打点成功率可达 90% 以上。

4.5.5 破碎层取心措施

首先回次进尺控制在 0.5 m 左右, 在开孔时在第四系地层采用干钻法钻进及取心, 岩心采取率达 100%。Ø110 mm 口径钻进破碎层时用自制钢丝钻头取心, S75 钻具钻进时进尺突然加快, 立即减压, 小泵量, 继续进尺 0.5 m 停钻, 提内管。

4.5.6 漏失地层泥浆的使用

该矿区普遍存在轻微漏失, 有 15% 的孔中等漏失。

轻微漏失孔段基本在 30 ~ 80 m, 采取了无固相泥浆提高 PAM 和 CMC 加量(比正常值提高 30% 即可), 且保持泥浆性能(密度 1.027 kg/L, 粘度 22 s), 施工均达到很好效果, 泥浆消耗量 $0.1 \text{ m}^3/3 \text{ m}$ 。

中等漏失层(泥浆消耗量达 $0.5 \text{ m}^3/3 \text{ m}$), 采取了无固相泥浆 PAM 加量提高到正常值的 2 倍, 泥浆粘度达 30 s, 密度 1.06 kg/L, 泥浆粘度及密度的选取以岩粉在循环过程中能沉淀为标准, 检测方法是用手捞取进入泥浆池的泥浆, 无岩粉或含砂率 < 4% 为宜。在 ZGD126、ZGD122 孔取得很好的效果, 泥浆消耗量降到 $0.3 \text{ m}^3/3 \text{ m}$ 。

4.5.7 局部地层坍塌处理方法

在 ZGD121 孔钻进至 91.7 m 时, 进尺 1.1 m, 机上余尺 0.9 m, 提钻具打捞内管, 二次投入内管, 钻具不到底, 机上余尺增加到 3.4 m, 差 2.5 m 不到位, 且扫孔泵压升高。88 ~ 91.7 m 为泥状岩层, 手搓成粉末状。确定此层坍塌。

处理方法: (1) 无固相泥浆变普通泥浆(性能: 密度 1.10 ~ 1.20 kg/L, 粘度 26 ~ 30 s); (2) 将 S75 钻具换 P75 钻具, S75 钻杆换成 Ø60 mm 钻杆, 扫孔到底, 然后进尺 3.5 m, 又换回 S75 钻杆、钻具, 无固相泥浆正常钻进至设计孔深 299 m。在 ZGD137、ZGD132 孔也使用此方案, 效果极佳。

4.5.8 S75 绳索取心钻具钻进时避免提大钻措施

S75 绳索取心钻具钻进具有不提钻取心、劳动强度低、纯钻时间长、还能控制坍塌、掉块现象等优点, 如果操作不当, 经常提大钻(且斜孔提钻较困难), 不但降低效率, 增加成本, 而且还带来孔内事故, 所以避免提大钻是该矿区施工需重点防范措施。

(1) 保证每次投放内管到底, 如果内管不到底而开始扫孔钻进, 形成“单管”钻进, 岩心进不到内管, 而需提大钻取心。判断内管是否到位的方法: 通过弹卡钳进入弹卡室, 张开撞击弹卡室内壁声及悬挂环座落在座环时的撞击声来判断; 通过到位报信机构, 内管到底, 地面压力表上的压力会明显上升, 泵压变化范围为 0.5 ~ 1 MPa, 表明内管到位。

(2) 认真组装内外管总成, 弹卡与弹卡挡头的顶面应保持一定距离, 一般为 3 ~ 4 mm; 同时卡簧座与钻头内台阶之间的间隙应保持在 2 ~ 4 mm; 每次提内容总成取心时都必须检查内管总成丝扣连接处是否拧紧, 保证单动性能良好, 防止倒扣造成内管总成在钻头内台阶和弹卡挡头之间顶死, 弹卡不能收拢而内管打捞不上来, 提大钻。

(3) 在破碎地层钻进时, 不能打“懒钻”, 一旦发现不进尺, 立即停机, 捞取内管, 否则造成内管打捞不动, 而提大钻, 两套内管总成交替使用并不影响效率, 提大钻才真正影响效率。

(4) 根据地层合理选择钻头, 钻头寿命长了, 提大钻的次数就会减少。本矿区使用胎体硬度 HRC30 ~ 35 圆弧形底唇钻头, 使用寿命最长, 在软层、均质硬层进尺效率均较好, 在特硬层使用胎体硬度 HRC20 ~ 25 的钻头较好。

(5) 机、班长、钻工应仔细阅读 S75 钻具使用说明书, 合理、科学使用绳索取心钻具, 了解哪些是易损件, 在施工中要及时检查更换。

4.5.9 泥浆净化措施

泥浆循环槽总长 > 15 m, 形状为“己”字形, 且每个角处挖一个深 400 mm、直径 500 mm 的沉淀坑, 每隔 3 m 加一个挡板, 坡度为 1/80 ~ 1/100, 槽深 250 mm, 槽宽 250 mm; 2 个沉淀池, 1 个原池, 体积为 1 m^3 , 每班测含砂率 3 次, 含砂率接近 4% 时立

即换浆。

4.5.10 管理措施

(1) 实行机长负责制:全面管理机台,生产进度、材料使用、质量、安全、设备等管理工作均由机长领导,并配有专职人员负责具体工作。

(2) 实行机台单价(人工费、材料、机械费)承包,机台全体人员(13个人)均与效益挂钩,效率高,材料节省,工人收入也随之提高。

(3) 提前做准备工作,缩短搬迁辅助时间,增加纯钻时间。每当上一个孔快结束时,将下一个孔开钻前准备工作做好(班组用休息时间),每次上一个孔结束至下一孔开钻间隔仅1~2 h(整体搬迁)。

(4) 机台用水自动化:项目部用2个储水灌(15 m³)储水至矿区最高点,接一条主管道,再安分管道至各机台,管道上有阀门,想用水打开阀门即可,机台从没因水而误工,也未因孔内漏失严重而误工。

5 钻探施工技术成果

本矿区所有钻孔均为优质孔,具体统计结果如下。

5.1 孔斜率

从施工中测斜数据看,钻孔弯曲走向非常好,达到优质孔标准,且钻孔走向很稳定。测斜数据是通过一点多次测量加权平均法获得,所以数据准确。在此不列举,用“均角全距法”做得曲线图(钻孔设计顶角30°,方位角100°)见图1。

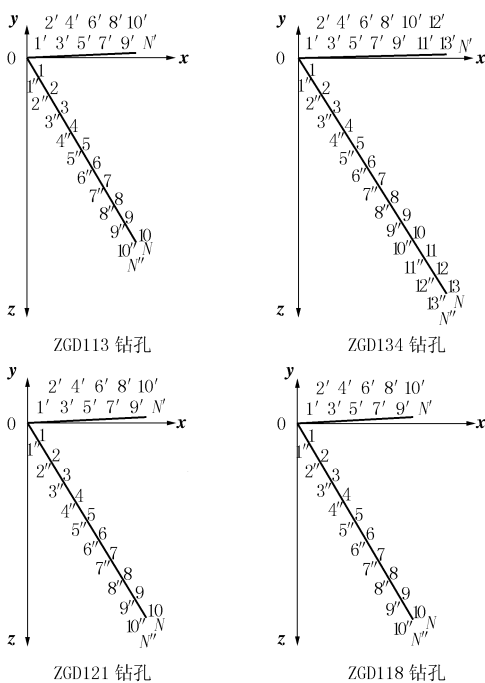


图1 施工的典型钻孔曲线图

5.2 岩心采取率

本矿区全孔要求岩心采取率 > 85%,我们在 $\varnothing 150$ mm口径采取率平均为98%, $\varnothing 110$ mm口径采取率平均为97%, $\varnothing 75$ mm口径采取率为99%,全孔采取率平均为98%,超出地质要求的13%,这说明所采用的钻探工艺合理。

5.3 钻头寿命

本矿区平均钻头寿命是150.2 m/个,最低是146 m,最高240 m。钻头均为正常使用,无任何烧钻事故。最高寿命钻头是底唇面阶梯型,胎体硬度为HRC30~35。

5.4 施工效率

4个机台的施工效率见表3。

表3 施工效率统计表

机台编号	总台时/h	台月数/个	总进尺/m	台效/m	时效/m	纯钻效率/(m·台月 ⁻¹)
05	2371	3.30	3491.15	1058	1.47	2160
06	1629	2.26	2548.30	1127.56	1.56	2255
07	2438	3.39	3543.05	1045	1.45	2181
08	2415	3.35	3423.30	1021	1.42	2168

表3所列各机台的施工效率比20世纪90年代地层条件类似的多宝山矿区S59施工的钻孔提高近1倍(详见表4)。

表4 施工效率对比表

矿区	施工工艺	机台	孔号	孔深/m	时效/m	台效/m	纯钻效率/(m·台月 ⁻¹)
争光	S75	05	ZGD113	312.5	1.64	1180	2163
		06	ZGD147	405.7	1.6	1152	2300
		07	ZGD126	392.55	1.68	1209	2010
		08	ZGD121	299	1.69	1216	2123
多宝山	S59	6001	ZK789	395.2	0.85	612	1230
		6005	ZK796	401.5	0.75	540	1136
		6006	ZK869	378.6	0.83	597.6	1190
		6004	ZK765	369.8	0.79	568.8	1264

6 结语

本矿区钻探施工最终取得了较好的经济技术效益,主要原因有以下几方面:

(1) 使用先进的钻探施工机具及工艺方法——S75绳索取心钻具及XY-44型钻机;

(2) 施工准备工作充分;

(3) 钻探工艺参数选择合理,技术管理到位,技术措施得当,机台人员责任心强,管理方法有效;

(4) 通过技术革新,自行改制的斜塔,利用现有立轴岩心钻机,不仅可以满足60°斜孔钻进要求,而且还可以取得较高的钻进效率和较好的经济效益。