

舞阳铁矿复杂地层钻进技术

张金来, 潘广灿

(河南省有色金属地质矿产局第四地质大队, 河南 郑州 450046)

摘要: 概括介绍了舞阳铁矿二轮地质勘探中所采用的钻进技术、工艺, 结合工程实例针对地层的复杂情况分析其原因、采取的措施和取得的效果。

关键词: 舞阳铁矿; 绳索取心; 金刚石双管; 泥浆; 复杂地层

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2008)04-0026-03

1 工程概况

舞阳铁矿是我国特大型铁矿之一, 累计探明储量 6.6 亿 t, 占河南省铁矿总探明量的 70%。铁古坑矿床, 经过 20 多年的采矿, 即将由地表转入地下开采, 为提高储量级别和增加远景储量, 我单位投标中标了舞阳铁矿铁古坑矿床、铁山庙矿床的二轮地质勘探工程。

铁山庙矿床和铁古坑矿床位于舞钢市区中部, 两矿床相邻, 建设大道从两矿床的东西分界线穿过。铁山庙矿床属赤铁矿, 铁古坑矿床为磁铁矿, 2005 年 11 月在以往勘探的基础上对铁山庙矿床部分区域钻孔进行加密, 前后共施工钻孔 15 个(包括缸庙刘矿段), 钻孔深度 350~720 m, 完成钻探工作量 7030 m。2007 年 4 月开始在铁古坑露天矿床的南部、西部进行加密钻探和外围钻探, 截止 9 月底共完成钻孔 18 个, 钻孔深度 360~880 m, 完成钻探工作量 12000 m。

2 矿区地质条件

2.1 铁山庙矿床

上部 10~30 m 为第四系覆盖层, 主要由粉质粘土、卵石层组成; 下部主要由太古界石英砂岩、页岩(互层)、条带混合岩、赤铁矿、玄武安山岩、角闪片麻岩等组成。区域地质构造复杂, 近东西向有较大断层 2 条, 区内还有一些次级断层分布, 断层附近岩心破碎, 涌水、漏水现象严重。岩层自北向南倾斜, 倾角不等, 变化较大。

2.2 铁古坑矿床

上部 3~20 m 为第四系覆盖层, 主要由粉质粘土、卵石层组成(个别钻孔上部堆有剥离石渣); 下

部主要由震旦系石英砂岩、页岩以及太古界条带混合岩、磁铁矿、大理岩、角闪片麻岩等组成。区域地质构造简单, 地层较稳定, 但在矿层及顶底板的大理岩中有溶洞, 漏水。岩层倾向自北向南, 倾角约 30°。

3 工程技术要求

(1) 严格按照《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/T 0200-2002) 施工。

(2) 钻孔设计均为直孔, 终孔口径 ≤ 75 mm, 每 100 m 测斜一次, 同时进行孔深校正; 钻孔偏斜 $\leq 1\%$ 。

(3) 全孔取心, 岩心采取率 $\geq 80\%$, 矿心采取率 $\geq 85\%$ 。

(4) 按设计要求封孔, 提交勘查资料。

4 设备、工艺选用

4.1 设备选择

铁山庙矿床: XY-4 型钻机 2 台, BW150 型水泵 2 台, A 型钻塔 2 部; 铁古坑矿床: XY-4 型钻机 3 台, XY-44 型钻机 3 台, BW150 型水泵 3 台, BW250 型泵 3 台, A 型钻塔 3 部, GT-18 型钻塔 3 部。

4.2 钻进工艺

铁古坑矿床: JS75 金刚石绳索取心钻进, 开孔口径 110 或 91 mm, 过第四系地层及基岩强风化层进入完整基岩时下入套管, 以有效保护孔壁的稳定性和。

铁山庙矿床: 断层及附近采用 YP75 金刚石双管钻进, 远离断层的钻孔采用 JS75 金刚石绳索取心

收稿日期: 2007-12-01

作者简介: 张金来(1963-), 男(汉族), 河南省有色金属地质矿产局第四地质大队副队长, 探矿工程专业, 从事岩土工程勘察、岩土工程施工管理工作, 河南省郑州市郑东新区金水东路 16 号鑫地大厦 1502 室, ZJL13816039@sina.com。

钻进,开孔口径 110 mm,过第四系地层及基岩强风化层进入完整基岩时入套管,以有效保护孔壁的稳定性。

5 冲洗液

金刚石普通双管采用低固相泥浆,材料主要有 钠土 + 碱 + K - PAM + 磺化沥青钠盐。性能:密度 1.08 ~ 1.10 kg/L,粘度 28 ~ 30 s,失水量 8 ~ 10 mL/30 min, pH 值 9 ~ 10。绳索取心钻进采用无固相冲洗液,材料主要有 PAC141 + KHm + 磺化沥青钠盐 + 润滑剂(切削膏)。性能:密度 1.03 ~ 1.05 kg/L,粘度 20 ~ 22 s,失水量 10 ~ 12 mL/30 min。通过使用上述 2 种冲洗液对抑制页岩水化、缩径和预防中等破碎地层的掉块、坍塌效果很好。冲洗液的质量要定期定人进行检测,对不符合质量要求的冲洗液要及时进行处理,防止出现由冲洗液质量变差引起的孔壁坍塌、掉块、钻进侧壁摩擦力过大等现象。

6 钻遇问题及处理

6.1 破碎、掉块、坍塌地层

6.1.1 钻遇问题

虽然铁山庙矿床在 20 世纪六七十年代进行过勘探,但时间过去太久,我方又没有对矿区资料进行认真研究,对区域地质构造和地层认识不足,钻进工艺选择不当,造成了一定的经济损失。如 ZK503 钻孔,该孔设计 460 m,位于东西大断层的北沿,距断层不足 8 m,开钻前并不知道,采用了 JS75 绳索取心钻进工艺,开钻后发现地层极其破碎,岩心 RQD 值不足 10%,钻孔坍塌、掉块、断钻事故频发,后来干脆把套管全部拔出钻孔,扩孔下入 $\varnothing 108$ mm 套管 150 m,后钻进至 182 m 出现涌水,涌水量 2 ~ 3 m³/h,采用水泥封孔,然后是基本每钻进 10 m 封一次水泥,在钻进至 230 m 处发生漏水,破碎层掉块后断钻,上部坍塌,处理数天后无效,报废。

6.1.2 处理措施

收集矿区地质资料,确定断层位置,分析以往钻孔施工情况。远离断层的钻孔使用绳索取心钻进,110 mm 口径开孔, $\varnothing 108$ mm 套管下至完整基岩,然后换成 91 mm 口径钻进 10 ~ 20 m,无异常后换成 JS75 绳索取心钻进;断层(包括次断层)附近使用金刚石普通双管钻进($\varnothing 50$ mm 钻杆),一开 130 mm 口径, $\varnothing 127$ mm 套管尽最大下深,二开 110 mm 口径, $\varnothing 108$ mm 套管尽最大下深,三开 91 mm 口径, $\varnothing 89$ mm 套管视孔内情况决定是否下入,最后换成 YP75

金刚石双管钻进。

在冲洗液的选用上,对远离断层的钻孔开孔要采用细分散高分子化学泥浆,密度 1.15 ~ 1.20 kg/L,粘度 40 ~ 45 s,换绳索取心钻进后采用上述无固相泥浆;对断层附近的钻孔,一开、二开、三开均采用细分散高分子化学泥浆,换用金刚石双管钻进后采用上述低固相泥浆作冲洗液。金刚石双管钻进对连续破碎层厚度超过 3 m 或漏水层及时采用水泥封孔,凝固后扫孔时,要特别注意采用低压力、中 ~ 低转速扫孔,否则极易出现偏孔而造成封孔失败。施工过程中起下钻要慢,起钻时一定要回灌泥浆,保持孔内压力平衡。

6.1.3 效果

采取上述措施后在主断层边沿使用金刚石普通双管钻进连续成功施工 2 个钻孔,孔深分别为 450 m 和 586 m,在次断层边沿施工 3 个钻孔均取得了较好的效果,效果见表 1。

6.2 磁铁大理岩溶洞、漏水

6.2.1 钻遇问题

铁古坑矿床矿层及顶底板富含大理岩及磁铁大理岩,厚度几米 ~ 几十米不等,绝大多数钻孔会遇见溶腔高度在 0.3 ~ 1.0 m 的溶洞(有时一个钻孔会遇到 2 ~ 3 个溶洞)。钻遇溶洞后冲洗液大部分漏失或全部漏失,静水位 70 ~ 90 m,造成供水困难(施工靠拉水),钻具折断事故频繁(扩孔器或钻杆接头部位)、岩粉多。

6.2.2 处理措施

对部分漏失溶洞(其与外部水力联系不畅通),采用水泥封固效果比较好,一次封堵的成功率很高,但对全部漏失的溶洞采用水泥封堵成功率很低,原因是其与外部水力联系通道完全贯通,密度较大的水泥浆泵入钻孔后在上部水柱压力下全部漏失。采用风干的粘土球封堵效果较好,实施步骤如下:把钻杆($\varnothing 71$ mm)下到溶洞上部 10 m 左右,把风干的粘土球从钻杆里面投到孔内,投一段时间对上立轴开一次泵,若憋泵就可把钻杆上提,再投,直至投满此空间,然后提出钻杆,在钻杆下部上一个有一定锥度的实心接头,以压为主伴适当回转,如此 2 ~ 3 次就可成功,如果溶洞位置离设计孔深还有很长距离,为了安全还应再用水泥封一次孔。

6.2.3 效果(见表 2)

6.3 石英砂岩“打滑”问题

6.3.1 钻遇问题

铁山庙矿床远离断层的每个钻孔都会钻遇 100

表 1 破碎、掉块、坍塌地层施工效果表

孔号	钻孔口径/mm	套管直径/下深	冲洗液	水泥封孔位置/m	水泥浆配比	终孔深度/m	钻孔质量
ZK510	130	Ø127 mm/50 m	细分散	249 ~ 259	42.5 水泥, 0.5 水灰比 + 减水剂 + 速凝剂	450	满足地质要求
	113	Ø108 mm/150 m	细分散	325 ~ 329			
	93	Ø89 mm/218 m	细分散				
	75		低固相				
ZK506	130	Ø127 mm/62 m	细分散	275 ~ 281	42.5 水泥, 0.5 水灰比 + 减水剂 + 速凝剂	586	满足地质要求
	113	Ø108 mm/130 m	细分散	353 ~ 367			
	93	Ø89 mm/240 m	细分散	402 ~ 411			
	75		低固相	490 ~ 498			
ZK512	130	Ø127 mm/35 m	细分散	230 ~ 239	42.5 水泥, 0.5 水灰比 + 减水剂 + 速凝剂	517.24	满足地质要求
	113	Ø108 mm/110 m	细分散	260 ~ 267			
	93	Ø89 mm/181 m	细分散	371 ~ 377			
	75		低固相				
ZK509	130	Ø127 mm/30 m	细分散	270 ~ 283	42.5 水泥, 0.5 水灰比 + 减水剂 + 速凝剂	571.6	满足地质要求
	113	Ø108 mm/125 m	细分散	355 ~ 362			
	93	Ø89 mm/183 m	细分散	446 ~ 471			
	75		低固相				
ZK803	113	Ø108 mm/120 m	细分散	249 ~ 259	42.5 水泥, 0.5 水灰比 + 减水剂 + 速凝剂	405.87	满足地质要求
	93	Ø89 mm/160 m	细分散	325 ~ 329			
	75		低固相				

表 2 磁铁大理岩溶洞、漏水地层施工情况表

孔号	漏失位置/m	漏失类型	堵漏方法	堵漏效果	终孔深度/m
ZK7007	680	溶洞, 全部漏失	Ø71 mm 钻杆内投粘土球	3 次, 成功	825.54
	721 ~ 760	小溶洞, 裂隙, 返浆 30% ~ 40%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	2 次, 成功	
ZK7042	378 ~ 412	小溶洞, 裂隙, 返浆 30% ~ 40%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	1 次, 成功	653.35
	423 ~ 445	小溶洞, 裂隙, 返浆 40% ~ 50%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	1 次, 成功	
ZK7073	635	溶洞, 全部漏失	Ø71 mm 钻杆内投粘土球	4 次, 成功	750.98
	641 ~ 648, 680 ~ 710	小溶洞, 裂隙, 返浆 40% ~ 50%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	2 次, 成功	
ZK7011	375 ~ 389, 420 ~ 433	裂隙, 返浆 40% ~ 50%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	2 次, 成功	485.40
ZK7013	610 ~ 630, 670 ~ 686, 730 ~ 744	小溶洞, 裂隙, 返浆 40% ~ 50%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	3 次, 成功	770.25
ZK7052	710	溶洞, 漏失 80%	Ø71 mm 钻杆内投粘土球	3 次, 成功	791.30
	725 ~ 736	裂隙, 返浆 50% ~ 60%	水泥浆 + 减水剂 + 速凝剂	1 次, 成功	

~150 m 厚的石英砂岩, 由于该岩层颗粒细小、结构致密、岩石完整, 钻进时钻头打滑, 效率很低, 许多厂家不同胎体硬度、唇面形式的钻头都在该区投入过试验, 但都不理想, 往往是新钻头下到孔内正常钻进 0.1 ~ 0.5 m 就开始打滑, 一天更换 4 ~ 5 次钻头仍是不进尺, 说明钻头与岩石之间摩擦力太小, 金刚石不能自磨出刃。

6.3.2 处理措施

金刚石钻头胎体硬度选择 18 ~ 20, 金刚石品级采用 JR5, 新钻头入孔后压力不宜过大, 钻头出现打滑情况后应及时把内管提出, 钻具提离孔底, 把砂轮砸成玉米粒大投入孔内, 把钻压调整为正常钻压的 1/3, 无泵低速回转 2 ~ 3 min, 然后开泵转入正常钻进状态。通过试验效果良好, 不但减少了提钻次数,

节约了成本, 降低了劳动强度, 钻探效率由原来的每天不足 1.5 m, 提高到每天的 8 ~ 10 m。

7 结语

钻探工程是一个系统工程, 对其影响的因素很多, 除地层、外部环境等客观因素外, 施工管理也是很重要的一个方面, 如何根据自身状况结合矿区地质、地层特点, 选择设备、工艺, 以及在施工过程中对出现的问题能否做出正确判断, 采取的措施是否恰当, 都会对施工进度、安全、质量产生重大影响, 因此需要钻探技术管理人员经常深入一线, 及时指导, 同时要对矿区资料进行详细研究, 不断总结经验教训, 对下步工作中可能出现的问题做出超前安排, 避免被动局面。