

大宝山钼矿复杂地层钻探技术

王 勇¹, 孙平贺², 赵仁明¹, 乌效鸣³

(1. 广东省地质勘查局 705 地质大队, 广东 韶关 512023; 2. 中南大学地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 410083; 3. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 广东大宝山钼矿区地层复杂, 钻孔施工中常发生漏失、掉块、坍塌垮孔、缩径等情况, 易造成钻具折断, 卡钻、烧钻、埋钻等事故, 且取心困难。通过选择合理的钻探工艺方法、护壁堵漏措施和钻探取心技术措施, 使大宝山钼矿床和北面山多金属区详查找矿钻探工作顺利完成。详细介绍了大宝山钼矿复杂地层钻探技术。

关键词: 复杂地层; 钻探; 护壁堵漏; 绳索取心钻进; 大宝山钼矿

中图分类号: P634.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)11-0022-04

Drilling Technology in Complex Stratum of Dabaoshan Molybdenum Mine/WANG Yong¹, SUN Ping-he², ZHAO Ren-ming¹, WU Xiao-ming³ (1. 705 Geological Brigade, Bureau of Geology Exploration of Guangdong Province, Shaoguan Guangdong 512023, China; 2. School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 3. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract: The stratum is complicated in Dabaoshan molybdenum mine. Leakage, block falling, borehole collapsing and diameter shrinkage often occurred and coring was difficult for drilling tool breaking, sticking, bit burning and burying. By selection of rational drilling technologies, wall protection and leakage control methods and drilling coring methods, the detailed survey and prospecting drilling were smoothly completed. The paper introduced the drilling technology in the complex formation of Dabaoshan molybdenum mine.

Key words: complex stratum; drilling; wall protection and leakage control; wire-line coring drilling; Dabaoshan molybdenum mine

1 矿区概况

广东省韶关市大宝山钼多金属矿接替资源勘察项目的重点工作是对大宝山钼矿床和北面山多金属区进行详查找矿工作, 探求 333 资源量。钻遇地层自上而下为: 粉砂质页岩—强风化凝灰岩—硅化灰岩、板岩、砂卡岩—流纹斑岩、次英安斑岩, 花岗闪长斑岩。水质强酸性。

项目初查完成设计钻孔 24 个, 设计钻探工作量 10685 m, 钻孔方位角 180°, 倾角 76°~90°。实际勘查钻探工作量 12626.96 m, 超过设计工作量 1941.96 m, 主要是钻孔为了控制 3 号、4 号矿体而加深了孔深。

项目详查完成设计钻孔 26 个, 设计钻探工作量 20340 m, 钻孔倾角 90°, 实际勘查钻探工作量 21141.34 m, 其中水文勘查孔一个, 最深钻孔孔深 1208.45 m。

2 地层及钻探难点

钻探所遇地层及地质构造条件相当复杂, 如图 1 所示, 钻探施工中的难点如下。

(1) 孔内严重漏失、掉块、坍塌垮孔、全孔段漏水、缩径等诸多难题于一体, 易造成钻具折断, 卡钻、烧钻、埋钻等情况, 钻进阻力大, 润滑剂消耗严重, 孔内事故频发, 处理事故时间和水泥注浆护孔堵漏时间、辅助时间多, 严重影响了勘查项目的进度。

(2) 岩心硬、脆、破碎且软硬互层, 造成内管难投放, 取心困难等。

3 钻孔结构及钻探技术要求

3.1 钻孔结构

开孔口径 150 mm, 穿过第四系地层及强风化层后下入 Ø146 mm 套管(用泥浆顶漏钻进), 长度 40~50 m; 改 Ø130 mm(双动双管金刚石钻具)钻进至完整基岩下入 Ø127 mm 套管(用水泥浆护壁), 长度 80~100 m; 再改用 Ø110 mm(双动双管金刚石钻

收稿日期: 2012-03-10; 修回日期: 2012-10-15

基金项目: 岩土钻掘与防护教育部工程研究中心 2011 年度开放基金资助

作者简介: 王勇(1982-), 男(汉族), 广东人, 广东省地质勘查局 705 地质大队助理工程师, 广东大宝山危机矿山接替资源项目钻探安全、技术负责, 勘察技术与工程专业, 从事地质钻探及安全工作, 广东省韶关市北江路, 349331350@qq.com。



图1 代表性地层岩心

具)钻进至孔深160~200 m,下入 $\varnothing 108$ mm套管(用水泥浆护壁);改用 $\varnothing 95$ mm金刚石绳索取心钻进至200~300 m(视岩层的变化情况而定);当岩心比较完整后将 $\varnothing 89$ mm绳索取心钻杆下入孔内做套管护壁;然后用 $\varnothing 75$ mm金刚石绳索取心钻进工艺施工。

3.2 钻探技术要求

(1)钻进方法采用小口径普通金刚石钻进和 $\varnothing 75$ mm绳索取心钻进,终孔口径 ≤ 75 mm。

(2)按规范要求做好水文观测。

(3)确保岩心采取率,要求取心的岩层,全孔平均采取率一般不得低于80%;矿化带、重要标志层及矿层与顶板交界处以上和矿层留底板交界处以下3~5 m平均采取率 $\geq 80\%$;为确保岩、矿心采取率,必须根据钻探施工情况合理控制回次进尺和回次钻进时间;在矿层,矿层顶底板和重要标志层中,岩、矿心没有采取上来时,须专程捞取,不应继续钻进,退出岩心时要细心,尽可能地避免人为破碎,严禁岩(矿)心上、下顺序颠倒。

(4)岩、矿心整理与妥善保管。机台安排专人负责将岩心清洗干净,自上而下按顺序装箱,在岩心上用红油漆或油浸色写明回次,总块数和块号(松软、破碎、粉状及易溶的岩、矿心应装入布袋中或塑料袋中,用铅笔填写岩心牌),放好岩心隔板,并妥善保管。

(5)测斜:斜孔每50 m测斜1次,并根据孔内弯曲度的变化情况,随时增加测斜的密度,孔斜误差不能超过规范要求($3^\circ/100$ m),超差要及时纠斜。

(6)每100 m进行孔深校正,进出矿层及时进行孔深校正,不得超出规定1‰。

(7)钻孔完工后,根据封孔设计书进行封孔,并原位埋好水泥桩,标明孔号、孔深、施工时期,以便复测。

4 钻探方法

本矿区主要采取了普通金刚石钻进和金刚石绳索取心钻进相结合的方法。

深度400 m以浅地层,采用普通金刚石(双动双管、单动双管)钻具钻进,并配合套管长效护壁方法为主,采用植物胶、CMC等为添加剂的低固相泥浆、普通水泥浆护壁为辅的护壁方法^[1],确保钻探施工的顺利进行和钻孔质量。该孔段切不可盲目追求绳索取心钻进方法,否则会增大钻探成本。矿区钻探施工钻孔结构设计要合理,不宜采用中途扩孔,中途扩孔进尺慢,消耗钻头严重,常常发生微烧钻事故而引发孔内事故。

深度400 m以深地层,采用金刚石绳索取心钻进方法,由于该矿区钻孔在400 m以深地层的坍塌、垮孔远少于上部,采用绳索取心金刚石钻进方法,并配合无固相泥浆为主、水泥浆液护孔为辅的护壁方法可以保证正常生产,提高生产效率,减少生产成本,大大降低工人的劳动强度。某些孔全孔段采用了多级金刚石绳索取心钻进方法。

5 钻探设备及钻具

5.1 钻探设备

根据设计钻孔的深度,本次勘查任务选择了XY-5型钻机2台,该钻机的主要技术参数为:钻进能力1000~1300 m($\varnothing 50$ ~ $\varnothing 89$ mm钻杆);40~50 kW电动机(47 kW柴油机);钻孔角度 90° ~ 75° ;转速54~970 r/min(8挡);立轴最大扭矩3200 N·m,立轴行程600 mm,立轴最大起重力120 kN,立轴最大加压力90 kN,立轴内径93 mm;卷扬机单绳量为110 m;外形尺寸(长×宽×高)3030 mm×1100 mm×1890 mm;钻机质量(不含动力机)2150 kg。经1200 m深孔钻进使用情况来看,该钻机基本上能够满足钻进1200 m钻孔的要求(绳索取心钻具,终孔直径为75 mm)。最后孔深达1180 m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,此外,其他部位正常。

还选用了XY-42型钻机4台,该钻机的主要技术参数为:钻进能力500~800 m(\varnothing 50~89 mm 钻杆);30 kW 电动机(40 kW 柴油机);钻孔角度 90° ~ 75° ;转速54~865 r/min(8挡);立轴最大扭矩2800 N·m,立轴行程600 mm,立轴最大起重力90 kN,立轴最大加压力80 kN,立轴内径89 mm;卷扬机单绳量为110 m;外形尺寸(长×宽×高)2800 mm×1080 mm×1800 mm;钻机质量(不含动力机)1920 kg。经深孔钻进使用情况来看,该钻机基本上能够满足钻进800 m 钻孔的要求(终孔直径为75 mm),最深860 m。

5.2 钻具

上部地层使用普通金刚石双动双管钻进(保证岩、矿心采取率), \varnothing 50 mm 钻杆+ \varnothing 150 mm(130)金刚石钻头, \varnothing 50 mm 钻杆+ \varnothing 130 mm(110)金刚石钻头, \varnothing 50 mm 钻杆+ \varnothing 110(91)金刚石钻头;下部地层使用 \varnothing 95 mm 金刚石绳索取心钻进和 \varnothing 75 mm 金刚石绳索取心钻进。

6 钻孔护壁与堵漏措施

由于在复杂地层中的深孔钻探(特别是斜孔、全漏失地层)施工,必须解决好护壁和润滑的问题,才能确保孔内安全和钻进效率^[2]。大宝山矿区上部孔段多为第四系和强风化地层,遇水极易垮孔,采用泥浆进行短时间护壁,然后下入 \varnothing 168 或 146 mm 等多级套管进行长效护壁。泥浆体系主要采用了CMC、植物胶高粘度低固相泥浆;中部和下部地层由于漏水严重,通过常规的泥浆堵漏技术手段均不凑效,因此护壁措施以灌注水泥浆和投水泥球为主。

6.1 普通低固相泥浆护壁

配方1:7%土+4%纯碱+1% Na-CMC(高粘),粘度(苏式漏斗)54 s,失水量12 mL;

配方2:7%土+4%碱+0.8% Na-CMC(高粘)+4%植物胶,粘度(苏式漏斗)35 s,失水量11 mL。

现场应用证明:这2种配方泥浆的性能基本能够满足现场钻孔的使用,起到较好的护壁效果。另外,施工用水pH值为4,配置后泥浆的pH值为10,对人体及机具的腐蚀性也大为减弱。

6.2 无固相泥浆护壁

配方3:5%纯碱+2% Na-CMC(高粘)+5%植物胶;

配方4:4%碱+1% Na-CMC(高粘)+5%植物胶+3%自制润滑剂。

对于钻遇地层坍塌不太严重时,采用无固相泥浆护壁,可减少泥浆的运输和生产成本。

6.3 套管护壁

套管护壁是一种最为有效的长效护孔方法,但如果下入过多,则难以起拔而丢失在孔内,增加生产成本。在大宝山矿区初勘完工的24个钻孔中,钻探工作量是12626 m,下入套管(多级套管)长度达8000多米。

6.4 水泥浆液封孔护壁与堵漏

对于钻孔漏失量比较小、破碎掉块孔段(不含泥质)采用普通硅酸盐水泥护壁堵漏,具体配方为:425普通硅酸盐水泥100 kg,早强剂(CaCl_2)0.1~0.2 kg,缓凝剂水泥干粉量1~5 kg,水灰比0.5。虽然该方法现场比较常用,但是灌注水泥浆后等待时间长,灌注成功率也只有50%~60%^[3]。

6.5 陶土泥球护壁与堵漏

采用矿区的陶土填满捣实垮孔漏失段,同时辅以锯末糠1%~2%、膨胀珍珠岩(或蛭石)1%~2%^[4]、泥浆增粘处理剂(CMC等)1%~2%、孔壁防塌剂1%~2%、大裂隙堵漏剂(803)1%~2%。

6.6 水泥球堵漏体系

经室内多次的配方实验,现场堵漏采用的水泥球配方体系为:水泥100 kg+脲醛树脂17 kg+酒石酸9 kg+水150 L。现场配方的初凝时间为3.8 h,终凝时间为8.8 h。

脲醛树脂水泥球制作完毕后要等待3~5 min,待表面有一定硬化后再投入钻孔内。投递过程中要注意尽量减少球体与套管和孔壁之间的摩擦,提高可堵率^[1]。候凝后开始扫孔,扫孔中注意2点:第一,将钻头端部封住,保证水泥球不会被压入钻头及岩心管内,保证具有足够的水泥球与孔壁相结合;第二,在起下钻过程中速度要慢,避免产生较大的抽吸力进而影响孔壁的稳定。

7 钻探取心技术措施

该工程由于矿体厚度大,为确保岩、矿心采取率,我们在施工过程中,全孔采用超前双动双管钻具、绳索取心钻具、局部反循环钻具;正、反循环钻具及无泵。必须根据钻探施工情况合理控制回次进尺和回次钻进时间。在取心困难的岩、矿层中,同时应限制转速、压力和泵量。在矿层,矿层顶、底板和重要标志层中,岩、矿心没有采取上来时,须专程捞取;

回次进尺 ≥ 0.5 m。捞取岩心、退出岩心时要细心,尽可能地避免人为破碎。总的来说在此次钻探施工过程中,从大宝山项目办、七〇五项目部到各机台班组都很重视,在大家的共同努力下,岩、矿心采取率效果不错,达到了甲方的要求。

8 钻探技术成果

我们此次承接广东省大宝山矿接替资源地质初、详查钻探施工项目始于2007年9月3日开钻至2010年8月初顺利完成全部详查钻探工作量,共计施工50个钻孔,钻探进尺共计33768.30 m。月平均开动钻机5.6台,平均台月效率285 m;前期平均台月效率152 m,后期平均台月效率313 m。钻孔合格率100%,现已通过质量验收。岩、矿心采取率平均达到94.48%,最高个孔达到100%,最低个孔达到84.9%;矿心采取率平均达到95.5%,最高个孔达到100%,最低个孔达到88.4%。优质孔率达到75%。钻孔偏斜率均在允许偏差范围内。钻头平均寿命20 m(机台统计)。

本次工程施工特点是施工质量好,但钻进效率不高、成本高、孔内事故多,值得我们探讨、分析和总结。

通过科学部署、精细施工,本次施工的所有工程都见到工业钨矿体,而且厚度大。通过目前的前期

地质勘查,已经证实该矿床为一个多矿种、超大型的金属矿床。

9 结语

(1)针对大宝山钨矿区的钻遇地层特点,采取了普通金刚石钻进和金刚石绳索取心钻进相结合的方法,效果明显。

(2)根据不同深度的钻孔,分别采用了不同的护壁堵漏技术措施。

(3)对于局部漏失,采用水泥堵漏和脲醛树脂水泥球效果明显,但前者辅助作业时间较长。

(4)对于交通不便的山区钻探作业,充分保证电力、水源、交通,并协调各方技术建议对于保证施工顺利进行尤为关键。

参考文献:

- [1] 曾祥熹,陈志超. 钻孔护壁堵漏原理[M]. 北京:地质出版社,1986. 75-81.
- [2] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新,等. 钻井泥浆与岩土工程浆液[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2002. 66-78.
- [3] 刘维平,胡远彪. 牡丹江金厂矿区钻井液选用与堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):13-18.
- [4] 赵仁明,孙平贺,何中导. 沥青堵漏钻井液体系的研制与初步应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(3):26-28.

(上接第21页)

(4)无法用泵送的堵漏材料浆液,可采用绳索取心钻杆为灌注工具:堵漏浆液倒入钻杆内后,再用泵压送替浆水。投送水泥球一般采用绳索取心钻杆。

5 结语

通过回顾与总结我队主要钻孔漏失治理的情况,我们深感钻孔漏失是严重影响福建煤田勘查钻探效率、效益与质量的关键性技术难题。为更好地解决这一难题,我们期望通过不断学习、吸收兄弟单位的先进经验,结合实际情况持续开展科研与攻关,有效引进新技术、用好新材料。

本文仅结合钻探实践,粗略探讨了提高漏失层治理效果的思路与对策,不妥之处,敬请同行指正。

参考文献:

- [1] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991. 744-751.
- [2] 王发民,石永泉,韩永昌. 大裂隙岩溶地层的有效堵漏方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(3):15-17.
- [3] 柯玉军. 严重漏失破碎地层钻孔综合施工方法及效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):25-27.
- [4] 路学忠,李春先,蔡记华. 宁夏彭阳草庙地区煤田钻探防漏堵漏技术研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):1-4.
- [5] 胡成涛,等. 舞阳铁矿复杂地层钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(4):26-28.
- [6] 蒙鸿飞. 荆山矿区深孔多段漏失破碎地层的综合治理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):13-15.
- [7] 舒智. 复杂地层深孔钻进关键技术的探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):161-166.

注:本文还参考了《深部矿体勘查钻探技术工艺方法的优化研究》(福建省第八地质大队、福建省第二地质勘探大队,2011年6月)。