

# 嵩县大王沟钼矿区破碎地层金刚石绳索取心钻进实践

王江平

(河南省有色金属地质矿产局第四地质大队,河南 郑州 450016)

**摘要:**针对河南省嵩县大王沟钼矿强烈蚀变、软硬不均、涌水漏失的复杂地层绳索取心钻进的难题,采用以套管为主、泥浆为辅的护壁措施,对钻探设备及工器具、金刚石钻头参数的选型进行了探讨,提出了腐植酸钾泥浆护壁和惰性材料堵漏的配方和配置方法,以及减小起下钻压力激动和抽吸对孔壁的破坏作用的措施,取得了较好的应用效果。

**关键词:**绳索取心钻进;破碎地层;钻进技术;大王沟钼矿区

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)10-0040-03

**Practice of Diamond Wire-line Coring Drilling in Broken Formation of Dawanggou Molybdenum Mining Area in Song County/WANG Jiang-ping**(No. 4 Geological Team, Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450016, China)

**Abstract:** According to the difficulties of wire-line coring drilling in complex formation of Dawanggou molybdenum mine with intense alteration, uneven hardness and gushing leakage, the wall protection was adopted by casing first and slurry secondly. The discussion was made on the selection of drilling equipments and tools as well as diamond bit parameters determination; wall protection with K + humate-containing drilling mud and plugging with inert stuffing were put forward and tripping pressure surge and suction damage to the hole wall decreasing measures were used with good application effects.

**Key words:** wire-line coring drilling; broken formation; drilling technique; Dawanggou molybdenum mining area

## 1 概述

岩心钻探中金刚石绳索取心钻进技术以工程质量高、时间利用高、钻进效率高、钻头寿命高,孔内事故低、劳动强度低、材料消耗低,地质效果好、经济效益好等特点,被国内外钻探界同行誉为“四高、三低、两好”的先进钻进技术,特别是在深孔钻探施工中具有其他钻进工艺不可替代的优势。但是在内生金属矿床的复杂地层钻进中,因岩石受到后期地质构造和热液的作用,岩石蚀变破碎、软硬不均,又给绳索取心钻进提出了众多难题。笔者以河南省嵩县大王沟钼矿区钻探为例,对破碎地层钻进采取的技术措施与取得的效果汇于本文之中,以便与同行商榷。

## 2 矿区地层概况及地质设计指标

### 2.1 矿区地层条件

该区大地构造属华北地台南缘华熊台隆外方山隆断区,地层区划属华北地层熊耳山岩层小区。大地构造复杂,岩浆活动频繁,成矿地质条件良好,矿产丰富,矿种较多。区域上出露的主要地层有太古界大华群,中元古界熊耳群和汝阳群,上元古界洛峪

群,古生界寒武系、石炭系、二叠系,中生界白垩系及新生界第四系。

区内出露地层主要为中元古界熊耳群鸡蛋坪组的安山岩、流纹岩、花岗斑岩及夹薄层状流纹斑岩和第四系覆盖层。

花岗斑岩与安山岩接触带,产状较陡,矿化蚀变强烈部位多集中于底板、裂隙中。据以往钻孔资料反映,钻孔所揭露岩层及特征如下。

上部有 10 ~ 20 m 为风化强烈的松散岩类,坍塌,漏水。

20 ~ 300 m 为安山岩、蚀变安山岩,夹薄层状流纹斑岩,岩石破碎,掉块严重。

300 ~ 430 m 之间为赋矿层位,岩石主要为蚀变安山岩,绿泥石化蚀变破碎强烈孔段岩心质量指标 RQD 值小于 60%,破碎严重;矿化石英脉层, RQD 值在 30% ~ 50% 之间,易掉块,钻进中回转阻力较大;蚀变破碎带内的矿物多为粘土状,遇水膨胀,钻孔易缩径;因蚀变或矿化石英脉,故该段岩层在破碎、蚀变带之间交替出现。

430 ~ 550 m 为较为完整的安山岩和钼矿层。

### 2.2 钻孔设计指标

收稿日期:2012-04-17;修回日期:2012-09-07

作者简介:王江平(1963-),男(汉族),河北任县人,河南省有色金属地质矿产局第四地质大队工程师,地质与勘探专业,从事野外地质与勘探工作,河南省郑州市郑东新区金水东路16号,1326153842@qq.com。

根据矿层的埋藏深度,大王沟钼矿区设计钻孔深度一般在550 m左右,鉴于矿层产状较缓,设计为直孔,地质要求矿心及顶底板采取率不低于80%,岩心采取率 $\geq 75\%$ ,钻孔弯曲度 $< 2^\circ/100$  m,水文地质观测、孔深校正、封孔、原始班报记录等技术要求,按国土资源部《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0227-2010)执行。

### 3 钻孔施工存在的问题

矿区位于华北地块和扬子板块的挤压地带,岩石结构和完整性受到破坏,岩体内密布的裂隙成为热液上升的容矿部位,矿脉赋存于花岗斑岩与安山岩接触带的蚀变构造破碎带内,受区域地质构造和后期蚀变作用,矿层和围岩节理裂隙发育、岩石软硬不均,岩石可钻性差异较大,是典型的“硬、脆、碎”和难采心地层。

根据邻区和以往钻探工程资料,本区钻进过程中存在岩石破碎、裂隙发育,多孔段漏失、涌水、孔壁坍塌、掉块等技术难题,导致岩矿心采取率低、钻进困难、回次进尺少、提大钻频率高、钻进效率降低、钻头磨损快、施工成本高、钻孔质量下降等。在以往施工过程中,由于采取措施和操作不当(钻头选型和设备钻具配备不合理,技术参数调整和护壁措施不当),导致ZK10007、ZK10600两钻孔孔壁坍塌,发生孔内事故而报废。

### 4 钻进施工技术措施

针对矿区地层条件和钻探施工存在的问题,在本区施工设计和钻孔施工中采取了一系列的技术措施,以期解决存在的问题,为地质部门提交高质量的钻孔资料。

#### 4.1 根据岩石破碎情况,优化钻孔结构

根据地质条件和岩石的物理力学性质,钻孔口径由以往的二级口径设计为三级口径。即开口口径采用普通单管 $\varnothing 110$  mm钻具,穿越表层松散岩类,下入 $\varnothing 108$  mm套管并水泥封孔;二级口径采用 $\varnothing 91$  mm绳索取心钻具钻进,钻至300~430 m较为完整岩层,下入 $\varnothing 89$  mm套管,或以 $\varnothing 89$  mm绳索取心钻具为护壁套管;三级口径为 $\varnothing 76$  mm绳索取心钻具钻进,直至终孔。这种结构遵循的原则是尽可能采用泥浆护壁,以减少或不下套管和少换径,最大简化钻孔结构。

#### 4.2 配备适当的设备和钻具

为了解决缩径地层回转阻力过高的问题,配备

回转能力和提升能力较强的XY-4型钻机和泵压较大的BW250型变量泥浆泵,以及发电机等常用设备,还配备了NJ-600型泥浆搅拌机、JSN2B型泥浆净化机等辅助设备。

为解决绳索取心钻具孔壁间隙小、易产生压力激动和抽吸对孔壁的破坏作用,根据岩石破碎情况和护壁的难易程度,在充分发挥绳索取心钻进技术优势的同时,每个机台配备一套普通 $\varnothing 54$  mm钻杆,必要时采取提钻取心钻进工艺。

#### 4.3 合理配置金刚石钻头

为发挥绳索取心的钻进优势,针对“硬、脆、碎”岩石,为提高金刚石钻头使用寿命和提钻间距,在确定选用孕镶金刚石钻头的前提下,分层对金刚石钻头的技术参数进行了确定。

孔壁管下部的安山岩、蚀变安山岩地层,软硬不均,岩石可钻性等级5~8级,选择胎体硬度HRC40、粒度60目、圆弧唇面的金刚石钻头。

300~430 m孔段的石英岩、薄层状流纹斑岩、花岗岩,岩石可钻性7~8级,选用胎体硬度HRC45、粒度40目、圆弧唇面的金刚石钻头。

430 m以深为较完整的安山岩、蚀变岩、花岗岩和矿层,岩石可钻性8~10级,选用胎体硬度HRC35、粒度80目、梯形唇面的金刚石钻头。

#### 4.4 优化钻进技术参数

在破碎地层,钻进压力过大易使岩心堵塞钻具,回次进尺降低,严重时不得不频繁提钻,增加辅助时间,影响钻进速度。转速过高,离心力增强,对于破碎岩石,钻具频繁扰动孔壁,易掉块卡钻,严重时则使孔壁坍塌,造成孔内事故;对于缩径地层,又会因转速过高引起回转阻力增加。“硬、脆、碎”和蚀变软弱地层,泵量较大时,将降低岩矿心采取率。

鉴于本矿区岩层“硬、脆、碎”,软硬严重不均,蚀变软弱层、破碎层和较为完整岩石交替出现,针对不同的地层,采用不同的钻进压力、转速和泵量。整体而言,钻进过程中压力、转速和泵量均采用较小的参数值。钻进过程中根据地层的变化情况,对于破碎和蚀变软弱地层,钻压15~20 kN( $\varnothing 91$  mm口径取大值, $\varnothing 76$  mm口径取小值),钻头线速度控制在1.5~2.0 m/s,泵量在27或37 L/min。对于430 m以深较为完整的岩石,采用 $\varnothing 76$  mm口径钻进,钻压平均控制在15~25 kN,转速在571~819 r/min之间,冲洗液量37~60 L/min,冲洗液上返流速0.51 m/s左右。

为防止岩心堵塞和保证岩矿心采取率,对于破

碎和蚀变软弱地层,钻进速度控制在 1.5 ~ 2.0 m/h 之间,回次进尺 2.0 m 左右;较为完整的岩层,调整钻进技术参数,适当放宽对钻进效率和回次进尺的限制,以期取得较好的钻进效果。

#### 4.5 护壁堵漏技术措施

由于局部地层破碎、漏水、坍塌、掉块,在钻进过程中,配置粘稠度较大的优质膨润土泥浆作为基浆,并加入腐植酸钾、聚丙烯酰胺、钠羧甲基纤维素、皂化油等。现场制备 1 m<sup>3</sup> 泥浆,加粘土粉 50 ~ 80 kg, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 3 ~ 4 kg, KHm 3 ~ 5 kg, PAM 100 ppm, Na - CMC 0.5 ~ 0.8 kg, 皂化油 5 kg。泥浆性能:密度 1.15 ~ 1.20 g/cm<sup>3</sup>, 粘度 20 ~ 30 s, 失水量 4 ~ 8 mL/30 min, pH 值 9 ~ 10。此类型泥浆,具有良好的护壁能力,使蚀变软弱地层的岩心采取率,由清水乳化液钻进的 40% ~ 50% 提高到 90% 左右,满足了地质部门提出的要求;同时,该类型泥浆还具有对漏失较轻的地层有堵漏功能,清水乳化液钻进时漏失量为 30% ~ 50%,局部全部漏失,采用优质泥浆后,轻微漏失基本杜绝。

对于漏失量较大或开放性漏失的孔段,采用未水解的聚丙烯酰胺、钠羧甲基纤维素、锯末、粘土揉和在一起,做成粘土球,投入漏失孔段,由普通钻杆带钻具挤压后,停滞一天后缓慢扫孔。钻探实践证明,采用此种堵漏方法,基本上解决了漏失问题。

为防止孔内锯末影响绳索取心钻进,锯末粘土球堵漏后,又用同径普通提钻钻具钻进 10 ~ 20 m,然后采用绳索取心钻进工艺。

#### 4.6 减少压力“激动”和抽吸对孔壁破坏的技术措施

局部地层的强烈蚀变、破碎,导致孔壁坍塌,为此而采用腐植酸钾泥浆钻进。Ø76 mm 口径系列绳索取心钻具钻进,在提下钻时产生的压力“激动”和抽吸,使孔壁坍塌更为严重。

Ø76 mm 口径系列绳索取心钻具钻头外径 75.5 ~ 76 mm, 钻杆外径 70 mm, 钻杆外环状间隙为 2.75 ~ 3.0 mm, 钻头处环状间隙更小。岩心堵塞提大钻时,内管未提出,底部钻具处相当于一个活塞,产生的抽吸力在 20 ~ 40 MPa 之间,以致岩石力学强度较低的岩层瞬间产生垮塌,使孔壁坍塌问题加剧。

为减缓压力“激动”和抽吸对孔壁的破坏作用,采用机台准备的普通 Ø54 mm 钻杆与 Ø76 mm 口径普通钻具组合,进行常规的提钻钻进方法。此时, Ø54 mm 钻杆处环状间隙 10.75 ~ 11.0 mm 之间,提

钻速度相同时产生的抽吸力在 1.83 MPa 左右,有效减缓了抽吸力对孔壁稳定性的破坏作用,使钻进得以正常进行。

Ø76 mm 口径普通钻具与 Ø54 mm 钻杆的组合,在常规提钻方法钻进时,当下钻速度 8.64 m/s,产生的压力“激动”冲击力在 18.44 MPa,同理对孔壁的稳定性的破坏作用。

为此在普通钻进的孔段,严格控制起下钻速度和加速度,钻孔越深,起下钻速度要越平稳越慢。

#### 4.7 岩心采取率质量保证措施

绳索取心钻进可保证岩心采取率,但由于岩心破碎,倒岩心时采用自然倒心,不要敲打、挖,如果自重岩心不能倒出,可用泵推法推出岩心,尽量避免人为破坏并严防上下次序颠倒。

### 5 钻探应用效果

钻进过程中,由于措施得当,提高了钻进效率(见表 1)。

表 1 钻探技术效果对比

年份	台月效率/m	破碎蚀变岩层采取率/%	较完整地层采取率/%	钻头使用寿命/m	小时效率/m	纯钻进时间率/%	钻杆间隔/m
2011	457.61	75	85	28	1.67	38.06	16
2012	691	86	93	42	1.92	50	29.5
提高率/%	51	11	8	50	15	11.94	84

### 6 结语

借鉴于其他矿区的成功经验和本次工作采取的技术措施,大王沟矿区 ZK10002 孔自 2012 年 2 月 29 日开孔,到 2012 年 3 月 23 日完钻,共用时 24 天(含设备维修时间 2 天),终孔孔深 552.80 m,实现了较好的综合效益。由于解决了漏失问题,节约了供水费用和泥浆材料,效率提高降低了人工和油料费,综合成本下降 40%,取得了较好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 屠厚泽. 钻探工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 1988.
- [2] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(3): 34 - 36.
- [3] 赵河江. 新疆温宿、库车地区砂岩矿绳索取心钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(3): 37 - 39.
- [4] 黄建宁, 刘文革. 渭北煤田澄合矿区复杂地层钻孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(6): 22 - 25.
- [5] 黄平. 河坝井田复杂地层钻探施工技术难点及对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5): 27 - 30.