

查干德尔斯钼矿复杂地层钻探技术探讨与实践

郑思光¹, 赵志杰¹, 左新明²

(1. 河北省地矿局第二地质大队, 河北唐山 063000; 2. 河北省地矿局国土资源勘查中心, 河北石家庄 050081)

摘要:针对内蒙古乌拉特后旗查干德尔斯钼矿区大部分地层(尤其进出矿层部位)破碎、漏失、坍塌、掉块的复杂特性, 为避免因孔壁的不稳定等因素而造成卡钻、埋钻或报废钻孔等事故, 结合以往复杂地层钻探施工经验, 采取了腐植酸钾低固相泥浆及相关技术措施, 确保了钻进的顺利, 取得了良好的施工质量和效率, 为下一步施工提供了技术保证措施和经验。总结了该区复杂地层钻探施工经验, 可供类似矿区借鉴。

关键词:复杂地层; 岩心钻探; 低固相泥浆; 腐植酸钾泥浆; 护壁

中图分类号: P634.5 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)05-0031-03

Discussion of Drilling Technology in Complex Formation of Chagandeersi Molybdenum Deposit/ZHENG Si-guang¹, ZHAO Zhi-jie¹, ZUO Xin-ming² (1. No. 2 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Tangshan Hebei 063000, China; 2. The Center of Land and Recourse Exploration, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

Abstract: According to the breaking, leaking, collapsing and block-falling in most formations of Chagandeersi molybdenum deposit and to avoid bit sticking and burying drill, potassium humate low solid mud and relative technologies were adopted with good construction quality and high efficiency.

Key words: complex formation; core drilling; low solid mud; potassium humate mud; wall protection

1 工程概况

内蒙古查干德尔斯钼矿区位于内蒙古乌拉特后旗境内, 属巴音前达门苏木管辖, 北距中蒙边境 60 多千米, 距乌拉特后旗 100 多千米, 是近年来在该地区发现的一个大型钼钨多金属矿产基地。该项目设计工作量 3 万多米, 先后共投入钻探设备近 30 台套。施工前期, 由于对该地区地层复杂程度了解不足, 钻探施工技术准备不够充分, 致使许多钻机施工前期效率过低, 造成施工成本过高, 孔内事故频发, 严重地挫伤了钻探施工人员的生产积极性, 同时也使部分钻孔报废, 直至钻机撤场。我们于 2009 年 6 月投入一台套钻探设备进场组织施工。为了充分了解并解决施工难度问题, 我们通过走访该矿区中施工较顺利的机台, 学习其钻探施工工艺和经验, 及时采取有效的技术施工措施, 从而有效地克服了该矿区复杂地层钻探施工技术难题, 提高了钻探生产效率, 确保了钻进质量和施工效益。

2 地层简述

该矿区地层主要为沉积变质岩类, 矿层赋存在花岗岩层内, 花岗岩颗粒粗糙, 结构松散, 裂隙发育, 硬度 4~6 级, 可钻性强。矿区东北部开孔以花岗岩

为主, 岩层为石英片岩, 因其片理构造, 岩石硬度较低, 易破碎, 含矿层(花岗岩)为侵入体。区内破碎带较多, 倾角缓, 断层破碎带延续较深。破碎带以高岭土化为主; 钻进岩层多为石英片岩、花岗岩交替出现。岩层矿层接触带, 花岗岩易产生破碎、坍塌、掉块现象, 以高龄土化为主的破碎带内经常发生钻孔缩径现象。

3 钻孔设计及地质技术要求

根据地表出露矿体走向及倾向, 本矿区设计孔深主要为 400~700 m 范围内的中深孔, 顶角为 0°。地质技术要求如下。

(1) 执行《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》(DZ/T 0214-2002) 和《岩心钻探规程》标准及业主地质技术要求。

(2) 全孔取心, 岩心采取率 $\leq 80\%$, 近矿层及矿心采取率 $\leq 85\%$ 。

(3) 钻孔为直孔, 终孔直径 ≤ 75 mm, 提下钻时必须进行水文观测, 孔斜 $\geq 2^\circ/100$ m, 同时校正孔深, 并在进出矿层部位校正孔深。

(4) 钻进至设计孔深时验收, 满足地质要求时方可终孔, 最后按要求进行封孔, 提交原始班报表。

收稿日期: 2011-12-30; 修回日期: 2012-01-03

作者简介: 郑思光(1980-), 男(汉族), 河北滦县人, 河北省地矿局第二地质大队探矿工程处经理、工程师, 土木工程、水文水资源专业, 从事探矿工程施工管理工作, 河北省唐山市路北区北新西道 157 号, siguang103@163.com。

4 施工中存在的主要问题

(1)上部地层松散,进、出矿层部位漏失、易坍塌,部分孔段岩心采取率较低;

(2)矿层极其破碎且掉块严重,经常堵塞岩心管,局部钻进10 cm就发生岩心堵管现象,需要经常提取岩心,严重影响钻进效率;

(3)钻进时岩粉较多,不易排出,经常发生憋泵现象;

(4)钻进严重破碎地层时,孔内局部存在“大肚子”现象,经常发生钻杆折断事故,且不易处理。

5 钻探设备及器具的选择

5.1 钻探设备选择

钻机选用钻进能力强、钻孔深度大的XY-44型(适合600~1400 m孔深),以利于中深孔钻进,提高效率。

钻塔选用GX18型四角直塔,便于中深孔施工,提升钻杆立根较高。

水泵选用BW250型泥浆泵,该泵泵量可调范围大,抽吸大浓度泥浆能力强,在泥浆性能频繁变化时,也能满足要求。易损件更换容易,便于维修保养。

5.2 钻探器具的选择

依据终孔口径 ≤ 75 mm地质技术的要求,选用JS75绳索取心钻具,为减小冲洗液上返压力,选用钻头外径为77 mm的加大钻头,尽量增大钻孔环状间隙,以利于孔底岩屑(粉)排出。

6 钻孔结构

由于该矿区地表裸露为基岩并且要求全孔取心,根据现场实际情况及地层结构特点,选择了 $\varnothing 110$ mm硬质合金钻头开孔,下入 $\varnothing 108$ mm孔口管;然后换用 $\varnothing 91$ mm硬质合金或金刚石钻头钻至较完整岩石,下 $\varnothing 89$ mm套管,为确保岩心采取率,在采用 $\varnothing 91$ mm硬质合金钻进时,采用双动双管钻具;最后换JS75绳索取心钻具钻进至终孔。

7 钻孔施工情况(以ZK15-11钻孔为例)

该钻孔为我机台进入该矿区施工的第一个钻孔,该钻孔设计孔深500 m。当时,在该钻孔周边300 m范围内均无钻孔施工,该矿区其他钻机施工地点都在山坡、山顶上,该孔是当时唯一在近河套区域内施工的钻孔。

7.1 钻探生产时间简析

该钻孔6月28日开钻至7月10日进尺240 m

(含下 $\varnothing 108$ mm套管25 m, $\varnothing 89$ mm套管45 m);7月11日至19日处理孔内岩粉(实为孔壁坍塌);7月22日至7月26日处理孔内断钻杆事故。若扣除孔内事故时间,该钻孔实际施工时间39天。实际终孔深度为511.9 m。

7.2 钻探施工技术措施

7.2.1 开孔泥浆钻进

根据该孔地理位置及地表裸露岩石情况推断,地表开孔即为岩层,但该表层极为松散、破碎,故开孔选用泥浆钻进护壁,取心采用单管干钻法,至较完整的基岩内0.5~1.0 m后,再下入 $\varnothing 108$ mm孔口套管,然后换用无固相聚丙烯酰胺冲洗液进行 $\varnothing 91$ mm钻进,待钻进至90 m左右后,基岩完整下入 $\varnothing 89$ mm技术套管。

7.2.2 JS75绳索取心钻进技术措施

7.2.2.1 完整地层施工技术措施

下完 $\varnothing 89$ mm技术套管后,换用SJ75绳索取心钻探工艺钻进,由于孔深240 m以浅岩层主要为花岗岩,且颗粒粗糙,研磨性较强,岩石较完整,孔壁基本稳定。因此,钻进过程中采用常规金刚石钻进方法,采用清水+水解聚丙烯酰胺+切削膏的无固相泥浆,既可减小回转钻进阻力,有效地提高钻进效率,又能基本保证钻孔孔底干净(无沉渣和岩粉)。

7.2.2.2 复杂地层施工技术处理措施

(1)技术措施的确定。当钻进孔深至240 m左右时,遇灰绿色粘泥断层破碎带(俗称断层泥),严重高龄土化,易缩径,遇水极易膨胀,且与该层接触的花岗岩部位结构也很松散,易坍塌(但未发生漏失现象),仅依靠清水+切削膏+聚丙烯酰胺配制的泥浆钻进难以达到护壁效果,同时孔内返水携砂量很大,初步判断遇到了流砂层,查根据钻进提取的岩心分析,却未发现流砂地层,经仔细研究判断认为是由于粗颗粒花岗岩极破碎所致。原因基本确定后,经过近8 h的冲孔、扫孔,钻具仍无法下到孔底,并且上返砂量(粗颗粒岩粉)越来越多。根据当时孔底情况的推断,决定采取灌注水泥浆护壁的方法进行处理,按0.45的水灰比搅拌水泥浆,水泥浆灌注量控制在封闭孔底向上50~70 m孔段的范围,即:将花岗岩与断层泥接触带全部封住并向上延伸10~20 m,经过配比调试,确定好水泥浆灌注量,计算并准备好替水量进行水泥浆灌注施工。待水泥凝固72 h后进行扫孔,发现上部水泥浆尚未完全凝固,于是又停待24 h,再进行扫孔,封闭段孔内水泥柱凝固强度依然很低,刚能形成柱状。最后经过反

复分析判断及总结前期所采取的技术处理措施失败的经验,确定断层内有地下水活动,故水泥浆很难凝固,因此,决定采用低固相泥浆进行护壁钻进方法进行处理。

(2)低固相泥浆护壁技术措施。结合该钻孔地层极其复杂的实际特点:即花岗岩层与断层破碎带接触段结构松散,钻进时钻具(钻杆)“甩打”孔壁,破坏了孔壁的相对稳定性,造成孔内粗颗粒岩粉增加,单一采用清水+切削膏+聚丙烯酰胺冲洗液钻进护壁方法不能确保孔壁的稳固,且不能有效排除孔底岩粉。因此,决定选择低固相聚丙烯酰胺+粘土+腐植酸钾低固相泥浆。从理论上讲,该泥浆能够形成致密的泥皮,以确保孔壁稳定,尤其对小口径绳索取心金刚石钻进,有利于提高钻进回转速度从而提高钻进效率。

聚丙烯酰胺低固相泥浆配方为:每立方米聚丙烯酰胺冲洗液+400 kg粘土。水解聚丙烯酰胺(水解度30%,分子量为1000万)加量500 ppm。泥浆性能为:密度 1.04 g/cm^3 ,粘度 $20 \sim 25 \text{ s}$,失水量 7 mL/30 min ,含砂量 $<0.1\%$,pH值 $8 \sim 10$,泥饼厚度 0.3 mm 。

通过使用该泥浆钻进约30 m发现泥浆粘度越来越大,钻进泵压太高(孔深250 m左右钻进泵压在 $40 \sim 50 \text{ MPa}$),并且泥浆池底部絮凝泥浆过快,严重时可将吸水蓬头糊死致使水泵不上水,甚至由于水泵不上水还容易引发烧钻事故。因此,为了提高粘土分散度,选用了腐植酸钾低固相泥浆。

腐植酸钾低固相泥浆的配制:清水+钠基膨润土+腐植酸钾,必要时加适量的高效润滑剂和水解聚丙烯酰胺。配比为:每立方米泥浆粘土950 kg,溶解后的腐植酸钾 $10 \sim 30 \text{ L}$ 。配制后泥浆性能为:密度 1.03 g/cm^3 ,粘度 $18 \sim 25 \text{ s}$,失水量 7 mL/30 min ,含砂量 $<1\%$,泥饼厚度 0.3 mm 。

(3)钻进参数的选取。钻压一般控制在 $8 \sim 12 \text{ kN}$ 之间,此项目施工采用的转速一般控制在 $550 \sim 850 \text{ r/min}$ 之间,泵量一般在 45 L/min 左右。

7.3 钻进效果

ZK15-11钻孔使用腐植酸钾低固相泥浆钻进效果如表1所示。

表1 ZK15-11钻孔钻进情况表

孔段/m	岩性	冲洗液类型	施工时间/(月.日)	纯施工天数/d	钻进工作量/m	施工效率/($\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$)
0~240	花岗岩	清水	6.28~7.10	13	240.0	18.46
240~270	石英片岩、破碎带	聚丙烯酰胺泥浆	7.11~7.19	9	30.0	3.33
270~终孔	石英片岩、破碎带、花岗岩	腐植酸钾低固相泥浆	7.20~8.09	20	241.9	12.10

腐植酸钾低固相泥浆具有抑制石英片岩、控制坍塌掉块等作用,更能够有效地携带粗颗粒岩屑。同时对裂隙发育的花岗岩有控制剥落之功能,该项功能通过该矿区施工情况得到了充分验证。

鉴于第一个钻孔施工情况及本地区地层情况,结合该矿区其他钻孔施工经验,在第二个钻孔施工时,全孔钻进均使用腐植酸钾低固相泥浆,且为了降低钻进风险,还在钻杆上抹了黄油,并随时观察孔底压力和水位或冲洗液的消耗量,防止出现烧钻事故的发生。另外,在钻进该地层时还应该注意调好内外管的间隙,经常检查卡簧和钻头的磨损及消耗情况,防止岩心的磨损或取心不足及脱落等情况的发生。通过该腐植酸钾低固相冲洗液和一系列的技术措施,使钻进效率大大提高,孔壁无坍塌、掉块现象发生,极大地降低了施工成本,提高了生产效率。

8 保证施工质量的技术措施

(1)首先确保钻塔安装稳固,保证天车、回转器(立轴)、孔口三点一线,钻机底座安装水平、周正、稳固,尤其是钻机底座的四个角必须垫稳、垫牢。

(2)复杂破碎地层和易斜岩层施工钻进时,钻进速度要平稳,压力要轻,并适度降低泵量。当钻进断层破碎带时,发现岩心堵塞,要降低回次进尺长度,及时勤提内管,以保证岩矿心的采取率和钻孔的弯曲度符合规范和设计要求;钻进坍塌掉块严重,破坏地层时,钻机操作者必须精力集中,发现岩心堵塞及“憋钻”现象必须立即采取有效措施进行处理,如果处理无效必须立即提取内管,禁止“打懒钻”。

(3)提钻、下钻时,为了避免钻具的“颤动”和钻孔的“抽吸”影响孔壁的稳定性,要及时回灌一定量的冲洗液进行补充,保证孔壁整体所受的抽吸力与其泥皮胶结力一致,确保孔壁稳定。

(4)泥浆的使用过程中,必须有专人进行维护,保证泥浆的性能,尤其在使用腐植酸钾低固相泥浆钻进时,要及时测定泥浆性能指标,泥沙含量过高时,要及时调配和更换;在钻进中,泥浆循环槽尽量加长,另外在循环槽内要多加沉淀坑。施工人员应定期清理沉淀坑,防止从孔内上返至地面的岩粉流入泥浆池,尽量避免岩粉重新进入孔内循环破坏泥浆性能。

(下转第64页)

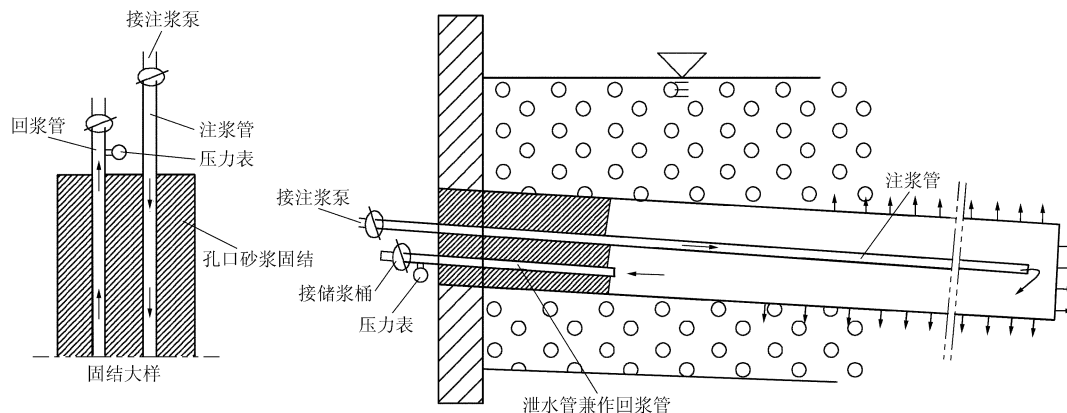


图1 压力循环注浆示意图

打开返浆管阀门,待返浆管返出水泥浆时调节阀门,保持返浆管压力在 0.15 ~ 0.2 MPa,水泥浆在注浆泵、孔内、储浆桶之间循环,循环注浆时间一般在 15 ~ 20 min,从返浆管返出的水泥浆前期的不予利用,后期的浆液可重复利用(注意浆液浓度的变化),循环注浆完成后关闭注浆管和返浆管的阀门,水泥浆凝固后拆卸阀门重复利用。经拉拔试验,3 根基本试验锚索极限抗拔力为 603、536、536 kN,拔伸量分别为 20.15、16.15、15.01 mm,满足设计要求。

5 结语

基坑施工时,对锚杆锚索土钉的长度、支护桩桩长、喷射混凝土厚度、钢筋网片的连接等方面一般能够有效进行有效控制和检测,因此对锚杆锚索泥浆浓度的控制、注浆的及时性、预应力的准确施加、自由段的处理、泄水孔的设置显得尤为重要,必须严格按照要

求施工,方可有效保证基坑安全。基坑帷幕应根据周边的情况及地质条件进行设置,确保合理、经济。

对于压力循环注浆工艺,锚索的拉拔试验虽然取得成功,但其渗透固结孔内砂石及杆体程度有待于进一步验证。

参考文献:

- [1] 常士骥,张苏民. 工程地质手册(第四版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [2] 程良奎,李象范. 岩土锚固. 土钉. 喷射混凝土——原理、设计与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [3] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [4] 肖奇辉,陈亮晶. 压力循环注浆方法和工艺探讨[A]. 2011年湖南科技论坛国土资源分论坛论文集(下)[C]. 湖南长沙:湖南地图出版社,2011.
- [5] 秦俊生,王成彪,程剑. 北京地区某基坑边坡支护变形分析及建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(4):36-40.
- [6] 江建红,崔江余. 海口某基坑边坡垮塌事故分析及处理措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5):45-48.

(上接第33页)

(5) 采用绳索取心钻进,每次投放内管时须认真检查卡簧、卡簧座以及双管单动机构,发现问题及时排除,以防提拉不动内管而增加提钻次数,并尽量减少提下钻次数,从而更能有效抑制孔壁岩石露出、探头,更好地发挥金刚石绳索取心钻进的优越性。

(6) 正常钻进过程中,要尽量减少提下钻次数,更换钻头或扩孔器时,必须要轻提、慢灌的原则;同时要经常检查取心器的易损件,避免刚下完钻就提钻的责任事故的发生。

9 结语

腐植酸钾低固相泥浆钻进石英片岩及花岗岩破碎带(高龄土化)较合适,尤其是沉积变质岩类地层使用效果较好,有利于抑制断层泥缩径、膨胀。腐植

酸钾(粉剂)易溶于水,现场配制比较方便。实践证明,腐植酸钾低固相泥浆护壁是查干德尔斯钼矿复杂地层以及类似地层的有效技术措施。

参考文献:

- [1] 郑思光,赵志杰,王克佳,等. 司家营(南)区大贾庄铁矿复杂地层深孔钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7).
- [2] 孙丙伦,陈师逊,陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5).
- [3] 宋希雄. 钻孔漏失原因及防漏方法[J]. 探矿工程,1985,(3).
- [4] 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).
- [5] 曾石友. 嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11).
- [6] 皮跃进,刘文华. 安溪黄厝坪铁矿复杂地层钻孔护壁堵漏实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9).