

哈达门沟金矿区复杂地层中深孔钻进实践

李景东

(武警黄金第一总队,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:介绍了哈达门沟金矿区中深孔施工钻遇地层的复杂情况和应用的几种钻井液效果及各自的适用性,阐述了中深孔钻进的注意事项和加强施工管理的重要性。

关键词:金矿;复杂地层;中深孔钻进

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0020-04

Practice of Medium-deep Hole Drilling in Complex Formation of Hadamengou Gold Deposit/Li Jing-dong (No. 1 General Gold Geological Party of CAPF, Harbin Heilongjiang 150086, China)

Abstract: The paper introduced the complex geological conditions in the encountered formation for deep hole construction in Hadamengou gold deposit zone and several drilling fluids with each applicability, and discussed attention points for medium-deep hole drilling and the importance of strengthening the construction management.

Key words: gold deposit; complex formation; the medium-deep hole drilling

随着地质工作的不断深入,金矿勘查逐步由寻找埋藏浅、易发现浅表矿转变为埋藏深、难识别隐伏矿,施工钻孔越来越深,钻遇的地层越来越复杂,施工难度越来越大。金矿体赋存的岩层,多受构造及矿化蚀变影响,使其力学性质和完整性等有着很大差异。钻遇这些岩层时,会发生孔壁坍塌、掉块,遇水膨胀而缩径、遇水溶解而超径、漏水等现象,对钻探施工的难易程度产生重要影响。

1 概述

1.1 工程概况

哈达门沟金矿区是内蒙古中西部的特大型岩金矿床。该区自1986年发现以来,截止2007年,我部累计探获(333)以上金资源量67.2 t。2008年初,内蒙古自治区与我部签订了为期3年的联合勘查协议,力争使矿区达到超大型金矿规模。该项目设计岩心钻探工作量56500 m,钻孔普遍较深,600 m以深中深孔工作量约占55%。2007年以前,我部曾对该区313、314号脉开展钻探工作,累计完成钻探12000余米。由于施工钻孔越来越深,对地层的复杂性认识不足,采用的工艺技术不合理,加之管理不善,严重影响钻进效率甚至导致多个钻孔报废,影响矿体的评价进度。

1.2 矿区地质条件

矿区位于包头市境内,大地构造位于华北地台

北缘内蒙台隆的乌拉山复背斜南翼。区域内构造复杂,是以片麻岩为主的变质岩层,褶皱、断裂构造十分发育,矿化类型以含金石英脉网脉的钾长石蚀变岩型为主,蚀变类型主要为绿泥石化、高岭土化、绢云母化、碳酸盐化。岩石为中等研磨性,可钻性7~9级,个别地层达到10级。区内相对高差较大,山势陡峭,运送物资异常困难。

1.3 施工设备及工艺

钻机选用XY-44型立轴钻机。为保证中深孔施工泵量和冲洗液上返流速,泥浆泵选用BW-250型泥浆泵。钻塔为SGX17型直斜两用塔。上述设备能较好满足复杂地层中深孔钻进要求。采取的钻进工艺为金刚石绳索取心钻进工艺,使用抗拉、抗扭强度大的S75新型绳索取心墩粗钻杆,防止发生钻杆脱扣、折断等事故。钻头外径加大到 $\varnothing 76$ mm,解决液流环状间隙小、泵压偏高的问题。

因该地区地表覆盖层较薄,通常开孔即为基岩,且岩石硬度较大,大径开孔或频繁扩孔、下套管、换径,施工效率低,故钻孔结构比较简单。一般采用 $\varnothing 130$ mm或 $\varnothing 110$ mm开孔,下入孔口管后,换用 $\varnothing 91$ mm金刚石钻头钻进至完整基岩后,下入 $\varnothing 89$ mm套管,然后改用 $\varnothing 76$ mm钻头钻进至终孔。

2 施工复杂表现及治理思路

矿区地层复杂性主要表现在:各钻孔均有2~4

收稿日期:2010-02-01

作者简介:李景东(1970-),男(汉族),黑龙江人,武警黄金第一总队工程科科长、工程师,探矿工程专业,从事工程施工和技术管理工作,黑龙江省哈尔滨市南岗区保健副路1号,ljdongwj@163.com。

层破碎带,厚度在几米至几百米不等,特别是每个钻孔在见矿前都存在 1~2 层以绿泥石化为主的蚀变带,该蚀变带厚度 2~16 m 不等,埋深各异,主要由绿泥石、高岭土、蒙脱石组成。见图 1。



图 1 矿区典型破碎蚀变带岩心

其中的绿泥石化、高岭土化蚀变强弱不一,内含大量角砾,一旦钻井液性能不良,不能有效保护孔壁稳定,即使蚀变带的厚度仅 1 m,也将引发孔内坍塌、掉块,钻具回转阻力很大甚至憋车,泥浆粘度、密度、含砂量随之升高,无法正常施工。由于坍塌物堵塞孔壁间隙,泵压快速增高,钻井液将压入地层微小裂隙中,造成短暂漏失,一旦钻头提离孔底,泵压降低,冲洗液又快速涌回孔内,发生涌砂、孔壁垮塌、钻孔超径或缩径等现象。同时,有大量角砾被冲洗液带出,并沉淀于孔底,形成“群砾封门”。扫孔过程中,孔内阻力大,泵压高,坍塌物内的沉渣难以排出孔外,即便能扫到孔底,一提钻,钻具仍在扫孔前的位置。由于孔内阻力大,时常造成断钻、脱扣甚至埋钻事故。坍塌后,无论是冲孔、干钻都无法排尽坍塌物。如 2006 年施工的 ZK10002 号孔,使用普通 PHP 无固相钻井液,在施工至 160 m 处,出现 4 m 厚的绿泥石化蚀变带,由于预防工作没有做好,导致孔内坍塌,采用冲孔、捞渣、灌注水泥等方法,共处理 19 天,无法通过,不得不报废。

该蚀变带的深度是跟着矿体走的,随着孔深的增加,绿泥石化蚀变带的位置也在加深。而且破碎带的层数、深度均不确定,可供换径的选择余地有限,单纯靠下套管、水泥灌注等均难以达到预期效果,必须采用有效的护壁方法,探索应用适宜矿区地层的钻井液,加强施工管理,才能有效地解决复杂地层钻进难的问题。

3 钻井液的选择应用

在野外建立简易泥浆实验室,采集绿泥石化破碎蚀变带的“断层泥”制成岩样,晒干后用做钻井液浸泡试验。分别对细分散泥浆、LBM-1 型低粘增效粉、PAB 无固相冲洗液、SH-1 植物胶等进行配方

对比、岩样浸泡试验和性能测试,选出合适的冲洗液。

钻孔上部相对完整地层选用 PHP 无固相冲洗液。当钻进至临近破碎蚀变岩层时,主要尝试应用以下几种钻井液进行护壁。

3.1 泥浆护壁

3.1.1 细分散泥浆

配方:膨润土 16% + 烧碱 0.2% + Na-CMC 0.15%。

性能指标:漏斗粘度 32 s, pH 值 9, 密度 1.15 g/cm³, 失水量 12 mL/30 min。

2007 年前,我们多采用该钻井液。其粘土含量高,泥浆密度大,具有一定的防塌作用,可有效排出钻孔坍塌后无固相冲洗液无法排除的大颗粒坍塌物。但防塌作用不强,且在绳索取心钻进中,投放内管速度慢,钻杆内壁易结泥皮,不宜开高转速,施工效率低。适用于运送方便、钻孔相对较浅、发生孔内坍塌后排除“群砾”时应用。

3.1.2 LBM-1 型低粘增效粉

LBM-1 型低粘增效粉是膨润土和高分子化合物的高温聚合物。

其配方为:LBM-1 型低粘增效粉 5%。

性能指标:漏斗粘度 20 s, pH 值 8, 密度 1.03 g/cm³, 失水量 10 mL/30 min。

2008 年,曾尝试使用该冲洗液替代细分散泥浆,它具有低粘度、低切力的特点,配浆方便,加量少,泥浆润滑、沉砂性能好,护壁效果较好,钻进中钻杆内壁不易结泥皮,适宜开高转速,可根据孔内情况任意调节其性能,应对蚀变不强的地层效果较明显。但因其粘度低,排除孔内大颗粒物的能力不强。

3.2 无固相冲洗液

3.2.1 PAB 冲洗液

PAB 钻井液是 PAA 聚合物的改型产品。由 PA 和 PB 两种聚合物组成。冲洗液中高聚物大分子呈网状结构,循环时在孔壁上吸附成网成膜的速度快,分子膜致密,胶结性强。

其配方为:PA 粉 1% + PB 粉 0.25% + 皂化油 0.3%。

性能指标:漏斗粘度 20 s, pH 值 8, 密度 1.02 g/cm³, 失水量 12 mL/30 min。配制方法与 PAA 相同,岩样在钻井液中久泡不散。

该钻井液性能特点是在低流变参数下具有很强的胶结孔壁的护壁能力,对岩层的胶结性能更强,是处理破碎蚀变带效果较好的钻井液,适用于长孔段、

蚀变强地层。使用时,钻遇破碎带要立即使用,过破碎带后稳定一段时间可适当降低浓度或改用一般冲洗液,如果孔壁已经出现坍塌、掉块,使用效果会明显降低。使用PAB冲洗液应把握提前配制、及时使用的原则,PA、PB粉必须事先充分水化溶解好,在往水中加入时要细流、慢加、快搅。

2009年在313号脉ZK16309钻孔施工中,全孔使用PAB冲洗液,顺利穿过228~234 m和476~481 m两层绿泥石化破碎带,仅用33天完成进尺889 m,台月实进尺达到881 m,台月效率1015 m,未出现任何孔内事故。但由于该冲洗液配制较为复杂,预泡时间长,需足够的预泡容器,且成本相对较高,因此我们仅在该孔使用过。

3.2.2 SH植物胶冲洗液

SH-1植物胶是天然多糖类支链型高分子材料,用水溶胀后形成体型网状结构,在岩心表面吸附形成胶膜,浓度越高,网状胶膜也越厚且密实,因而护心和护壁的效果比较好。该钻井液具粘弹性减振性能,粘度越高,钻杆转速越高,减振的效果越明显,振动越小越平稳,在同等条件下,它比其它冲洗液钻进时钻机转速可高开1~2挡。由于SH植物胶胶体的吸附成膜作用,失水量较低,对软、酥、脆地层和砂卵石地层护壁效果较好。该冲洗液的表现粘度比较高,即使采用较小的泵量,排粉能力也很强,可以排除3 mm以上的砂砾,再加上它本身有一定的润滑性,能使钻具得到很好的润滑^[5]。

其基本配方为:SH-1植物胶2%+烧碱0.16%。

性能指标:漏斗粘度60 s, pH值9,密度1.02 g/cm³,失水量10 mL/30 min。

该钻井液可即搅即用,无需浸泡,且性能稳定,还可配制无固相钻井液、低固相泥浆和应对水敏性地层的特殊配方。

配制低固相钻井液配方为:SH-1植物胶1%+膨润土5%+烧碱0.08%~0.1%。

性能指标为:漏斗粘度100 s,塑性粘度10 mPa·s,表现粘度32 mPa·s, pH值9,密度1.04 g/cm³,失水量9 mL/30 min。该钻井液结构粘度更高,稠度大,排除岩粉能力强^[4]。

在一般蚀变岩层水敏性地层,可按基本无固相配方制浆后加入0.2%以上的Na-CMC,降低失水量。在较强蚀变岩层按低固相泥浆配方制浆后加0.2%~0.3% Na-CMC,可进一步降低失水量,抑制地层水化膨胀。在挤压破碎带,护壁较困难时,可

在无固相或低固相泥浆中加入KHm 1%~1.5%, Na-CMC 0.2%以上。

2009年施工的313号脉ZK14710号钻孔,设计深度750 m。开孔后地层完整,使用PHP无固相钻井液钻进,钻进至165 m后,发生轻微坍塌、掉块,该层破碎带厚度为7.5 m,经反复扫孔后还无法正常钻进,后换用SH-1植物胶基本配方顺利扫孔到底,并实现了正常钻进。之后该孔一直采用该冲洗液,穿过破碎带后适当降低了SH-1植物胶的加量,施工至660 m时遇第二层绿泥石化破碎带厚度为5.3 m,内含大量角砾,换用SH-1植物胶低固相泥浆作钻井液顺利穿过该层破碎带,至终孔孔深780.3 m,共施工36天,台月实进尺705 m,台效达到904 m。

4 中深孔复杂地层钻进施工注意事项

(1) 钻杆承受扭矩和拉力大,应使用抗拉、抗扭强度大的缴粗钻杆,以有效防止折钻、钻杆脱扣等事故。严禁把质量差的钻杆钻具下入孔内。因钻杆接头多,要在丝扣上涂抹丝扣油(可配制为:石墨粉:黄油:废机油=1:2:0.2),以防止钻杆丝扣处漏失,冲洗液到达不了钻头部位而造成烧钻,同时可减轻丝扣磨损,降低拧卸时的劳动强度。

(2) 中深孔上下钻起重量大,要控制合理的起下钻速度,操作要平稳。一方面防止跑钻造成钻杆蹩鼓、钻头蹩裂;另一方面可尽量减小惯性力效应,避免和减少激动压力和抽吸作用,防止坍塌。上钻时,坚持先将内管提出,减小钻具对孔壁的抽吸,并及时向孔内回灌冲洗液以平衡地层压力,防止孔壁坍塌。

(3) 必须选择合理的钻进参数。一般当即将钻遇复杂层时,转速不应超过600~800 r/min,否则因有大颗粒物,易引发烧钻或夹钻事故。钻压宜选择在9~12 kN,泵量通常为45~60 L/min。

(4) 要时刻注意孔内返水、泵压、电流变化及异常声响,仔细称重,避免脱扣、断钻时的判断失误,造成事故的复杂化。在钻进复杂地层时,如出现机故或其它停待时间,应将孔内钻具提离复杂孔段。

(5) 钻进合车时,由于深孔摩擦阻力大,钻头要离开孔底,缓慢轻离合器,待转速达到选定速度时,钻头再接触孔底正常钻进,避免瞬间扭矩过大使钻杆折断。

(6) 在预钻进复杂地层前,应提前更换新钻头,力求一个钻头穿过复杂地层,减少因起下钻具造成

对孔壁的破坏。

(7) 钻进时要及时测量钻井液的性能参数,加强对钻井液的维护,确保始终达到要求性能,并根据地层情况及时调整。钻进前后多冲孔,保持孔内清洁。

5 加强施工管理

5.1 明确施工方案

施工前,要根据钻孔理想柱状图及在该区的施工经验,对可能出现的复杂地层情况做出判断,制定详细的施工方案和单孔设计,明确相应的预防和治理的措施,并对各班进行技术交底,确保落实。

5.2 坚持预防为主

钻探施工中,一旦孔壁发生坍塌事故,再去处理会相当困难。特别是哈达门沟矿区的绿泥石化破碎蚀变带,在孔壁没有发生坍塌前做好预防工作,提前更换护壁作用强的冲洗液,才能顺利通过破碎带。如果孔壁一旦坍塌,无论采取什么钻井液护壁都会相当困难。在这方面,我们有深刻的教训。因此,机台要根据地质资料,提前采取预防措施,在遇到破碎带前,提前更换新钻头,配制好钻井液,穿过破碎带稳定一段时间后,根据孔内情况再确定相应的措施,是更换钻井液还是略降低浓度,是用水泥浆灌注还是下套管护壁。

5.3 加强综合管理

同样的复杂地层会有多种不同的处理方法,每个钻孔因孔内破碎蚀变程度、深度、厚度不同,需要多种护壁、堵漏措施综合运用才能取得最佳的治理效果。我们常讲“三分技术,七分管理”,仅有工艺技术保障还远远不够,还必须抓好施工组织管理,严格落实各项组织管理制度,搞好设备、物资、材料保障,才能顺利实现治理复杂地层的目的。

6 结语

通过对复杂地层中深孔钻进的初步研究,取得了一定的应用效果,我部自营的 3 个机台钻进效率

明显提高,孔故率有所下降(见表 1),313、314 号脉两年新增(333)以上金资源量 25 t,矿区接近超大型金矿规模。实践中我们深切地体会到:

表 1 自营 3 个机台平均经济技术指标对比表

年度	台年实 进尺/m	台月实 进尺/m	台月效 率/m	孔故率 /%	纯钻率 /%	单位成本/ (元·m ⁻¹)
2007	1920	334	442	16	35	292
2008	2360	378	508	10	39	261
2009	3083	502	619	5	43	228

(1) 复杂地层中深孔钻进,因地层复杂,破碎带的层数、深度、厚度不确定,必须根据钻层的破碎、蚀变程度和层位深浅,明确地层可能存在的复杂情况,以此采取适宜的治理方法。选择方法时需综合考虑适用效果、工程成本、配制、运输难易程度等因素。

(2) 细分散泥浆、LBM-1 低粘增效粉、无固相冲洗液各有其适宜使用地层的性能特点。施工中,应通过实验室测试调配、岩样浸泡实验、实践总结等方法,选择合适的冲洗液,采取分层钻进的技术措施。SH-1 植物胶使用方便,护壁性能强,润滑性能好,粘度高且不影响泵汲,可排除大颗粒物,较适用于哈达门沟金矿区中深孔复杂地层钻进。

(3) 复杂地层钻进施工,必须预有准备,加强施工管理,明确采取的技术措施。管理是基础,技术是关键,综合治理不仅是各项技术措施的综合,更是技术与管理的综合。

参考文献:

- [1] 王文臣. 钻孔冲洗与注浆[M]. 北京:冶金工业出版社,1996. 9-196.
- [2] 曾毓荣. 复杂岩层钻进中钻孔的护壁与堵漏技术[J]. 江西煤炭科技,1994,(4):11-12.
- [3] 陶士先,汤松然,彭步涛. 绳索取心钻杆内壁结垢机理与防治[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(S1):155-159.
- [4] 李月良. 砂卵石层金刚石钻进和取样技术[J]. 水利水电工程,1997,(1).
- [5] 李月良,李映华. 提高岩心钻探取心质量的研究和技术[Z].

中原油田新型钻杆填补国内空白

国土资源网 2010-06-08 消息 2010 年 5 月 20 日, Ø139.7 mm 套管侧钻井专用钻杆在中原油田钻井管具工程处研制成功,并投入批量生产。它的研制成功填补了我国非标钻杆研发的一项空白。

深部开窗侧钻井在使用常规钻杆中,循环压耗高,容易

发生井漏及其他井下事故。而 Ø139.7 mm 套管侧钻井专用钻杆可降低循环压耗,达到深井侧钻井施工安全的要求,能有效解决使用常规钻杆所产生的泵压高、易井漏、易发生钻具损坏等难题。