

尧峪金铜矿超厚水敏性地层钻进泥浆护壁技术

陈伟武

(山西省地勘局 217 地质队,山西 大同 037008)

摘要:尧峪金矿区超厚水敏性风化层,在钻进过程中遇到坍塌、掉块、事故频繁发生等问题,采用常规护壁措施并没有取得预想的效果。通过试验应用 PAB 不分散聚合物泥浆和钾基处理的聚合物泥浆,取得了良好的效果,顺利完成了 ZK604 孔的钻探施工,为该矿区今后的钻探工作提供了一些可供参考的经验。介绍了该矿区钻探施工的难度以及采取的泥浆技术措施。

关键词:钻探;砾岩风化层;水敏性地层;泥浆护壁;聚合物泥浆;尧峪金铜矿

中图分类号:P634.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)05-0038-03

Mud Protection Technology for Water Sensitive Formation with Extreme Thickness in Yaoyu Gold-copper Deposit/CHEN Wei-wu (217 Geological Team, Shanxi Province Bureau of Geology Exploration, Datong Shanxi 037008, China)

Abstract: Because of the extremely thick water sensitive weathered layer in Yaoyu gold mine, collapsing and block-falling occurred frequently in drilling process, and the common wall protection measures were not effective to deal with the accidents. ZK604 was completed by experimental application of PAB non-dispersion polymer mud and potassium polymer mud. The paper introduces the difficulties and the relative mud technologies in the drilling construction of this mine.

Key words: drilling; weathered conglomerate layer; water sensitive formation; mud protection; polymer mud; Yaoyu gold mine

1 矿区概述

1.1 地理位置概述

尧峪金铜矿矿区位于山西省应县的东南部,行政区划属于山西省应县三条岭乡尧峪村及北楼口乡坪村所辖,面积 2.488 km²。

本区位于恒山山脉东段的最高峰(海拔 2233.40 m)之南西侧,一般标高 1800~2200 m,高差 300~500 m,坡度 30°以上,属高山区。

1.2 矿区的地质概况

矿区有北东、北西、北北西 3 组断裂构造控制矿体的产状和规模,尤以北西向张扭性断裂为主,它是燕山运动的产物,控制着燕山期及其以后岩浆活动和内生金属矿产的形成。

矿区的岩体主要是砾岩、砂砾岩、粉细砂岩、泥质和泥岩及灰岩,具有成因复杂、岩性变化大、层间软弱结构面和软弱夹层发育、岩石具有结构性差、水敏性强等特点。

2 钻进难题

在钻进过程中极易发生膨胀、缩径、掉块、卡钻,并且由于其造浆性能强,极易造成泥浆粘度、切力增加。为降低泥浆粘度和切力,常常需用清水稀释,从

而造成孔壁更不稳定。极大地影响钻进进度。在该矿区,以前曾经几台钻机连续报废 5 个孔,无法完成一个钻孔,都是因为断层里的断层泥和角砾岩中钻孔孔壁缩颈、失稳、坍塌而出现埋钻、无法进尺无法处理而报废,最后撤出。

我单位 2 台钻机在 2012 年 9 月 1 日进入尧峪工地,因为工地海拔较高天气较恶劣,工地情况复杂,我们紧急组织单位技术力量到工地查看以前的岩心,制定切实的施工方案,于 9 月 10 日开工。

3 钻孔的基本情况

3.1 钻孔结构

0~50 m, Ø150 mm 开孔,下入 Ø146 mm 套管到完整基岩地层;

50~250 m,用 Ø114 mm 绳索取心钻杆、Ø122 mm 钻头成孔,下 Ø114 mm 绳索取心钻杆作为套管;

250~390 m,用 Ø89 mm 绳索取心钻杆、Ø96 mm 钻头成孔,钻至完整的闪长岩,下 Ø89 mm 套管;

390~570 m,用 Ø71 mm 绳索取心钻杆、Ø76 mm 钻头至终孔。

钻孔结构如图 1 所示。

3.2 设备的选型

收稿日期:2013-01-10; 修回日期:2013-04-12

作者简介:陈伟武(1972-),男(汉族),山西夏县人,山西省地勘局 217 地质队八分院经理、工程师,探矿工程专业,从事钻探技术与管理工作,山西省大同市工农路 79 号,cwwdt@163.com。

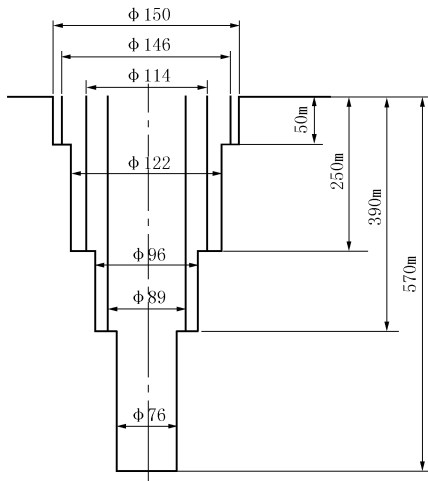


图 1 钻孔结构示意图

采用 YDX - 1800 型全液压力头钻机,配置 BW - 320 型泥浆泵。

4 钻进过程中遇到的状况分析

该矿区的设计任务书共 2 个钻孔,分别为 ZK503 和 ZK604 孔,要求孔斜 82° ,倾角 25° ,钻孔的深度为 570 m,终孔孔径 ≤ 75 mm,采用全孔取心钻进,钻孔岩心采取率 $\leq 70\%$,矿心(包括矿石、矿化夹石、近矿 3 m 围岩及重要标志层)采取率 $\leq 80\%$ 。

当 ZK604 孔钻进到 280 m,ZK503 孔钻进到 330 m 时,2 孔均遇到水敏性风化地层的困扰,使用以前的无固性泥浆进行钻进,导致孔壁不稳、无岩心,经常发生憋车卡钻事故。后来采取了灌注水泥措施,但在扫孔过程中,由于地层不稳,导致钻杆严重偏移、扭曲,进尺较快的 ZK503 孔由于钻具承受不了巨大的扭力而断裂脱落。由于地层太软,钻杆断头处钻孔形成“大肚子”,使钻杆无法打捞,导致钻孔报废重打。

另外在钻进过程中,由于钻具的高速旋转与孔壁表面发生剪切作用,使得这部分地层泥颗粒越来越细,比表面积增大,结果进一步导致地层摩擦阻力增大和粘滞力增强。特别是当泥浆的液柱压力和地层压力的差值较大时,岩粉就很容易粘附在钻具上,对钻具形成包裹状态,使得钻具不能活动,造成严重的压差粘滞卡钻。

5 对策分析

为了适应金刚石钻进特点,在低固相泥浆体系的基础上维持加重泥浆体系的稳定,即使泥浆的液柱压力与地层压力相平衡,又能保证泥浆体系的各

项指标,从而实现高地应力条件下的压力平衡钻进和安全钻进,这是需要考虑的首要问题。

针对该矿区地层的特性,应选择抑制性泥浆。即该类型泥浆对地层中的粘土有抑制水化、膨胀及分散的作用。也就是说泥浆必须具备提供抑制性化学环境的功能,使所钻岩屑在此种化学环境中不易水化、膨胀和分散,并控制地层造浆,使固相含量及流变性保持稳定,同时能稳定孔壁,打出规则的孔眼,减少孔内复杂情况。结合泥岩膨胀机理,这种化学环境可由 2 种材料提供:一是某些高分子聚合物;二是某些无机盐。

这种类型冲洗液主要有以下几种。

(1) 不分散聚合物泥浆:主要利用具有絮凝及包被作用的高分子聚合物(例如聚丙烯酰胺),使泥浆中所含的各种固相颗粒基本保持在较粗的粒度范围之内,同时对进入体系的岩屑起絮凝作用,使其不分散,以利于地面清除。

(2) 钙处理泥浆:由无机盐中的 Ca^{2+} 提供抑制性化学环境的泥浆。它能使泥浆中的钠土部分转化为钙土,使土粒由高度分散转变为适度絮凝,具有防塌、抗污染、性能稳定的特点。

(3) 钾基泥浆:以各种钾盐为主处理剂的泥浆。它能有效地用于钻探易水化、膨胀的蒙脱石泥、页岩地层。利用钾离子对粘土水化、膨胀较强的抑制作用,达到防塌目的。

针对以上几种冲洗液种类,根据本矿区的断层情况,通过资料查阅及向泥浆专家的咨询,先试验使用吉林某公司生产的 PAB 泥浆施工。

6 泥浆的配置和使用效果

6.1 PAB 不分散聚合物泥浆

在 ZK503 孔报废的情况下,ZK604 孔首先试验采用了吉林某公司生产的一种新型泥浆材料 PAB 粉(由 PA 粉和 PB 粉组成)。

其在生产中的配制方法如下。

(1) 溶解 PA 聚合物溶液:用 PA 粉 50 kg + 960 L 水用搅拌箱搅拌至均匀,并静置 24 h 备用;

(2) 溶解 PB 聚合物溶液:用 PB 粉 15 kg + 960 L 水用搅拌箱搅拌至均匀,并静置 24 h 备用;

(3) PAB 冲洗液配置:泥浆搅拌箱中加入 500 L 水,然后在搅拌状态下,匀速缓慢注入 PA 粉溶解液,搅拌均匀,然后静置到泡沫消失,再缓慢注入 PB 溶解液搅拌均匀。

搅拌好的 PAB 冲洗液性能为:失水量 4.5 mL/

30 min,泥皮厚度0.25 mm,漏斗粘度24 s,表观粘度12 mPa·s,塑形粘度9.5 mPa·s,动切力2.6 Pa。该冲洗液漏斗粘度高,失水量低,可以在孔壁上形成致密、柔韧性好的薄膜,可以有效的护壁,且润滑性能好。使用该泥浆后,使得ZK604孔顺利钻进至420 m,为工程的顺利完工打下了良好的基础。所取岩心情况如图2所示。



图2 所取岩心情况图片

因为是冬季施工,在用此冲洗液顺利钻进的时候,突降大雪,导致进机场的路封闭,钻进工作无法进行,以至于停工达1周之久。当重新开钻的时候,天气温度一直在 -15°C 左右,导致对温度有要求且配置过程繁杂的PAB冲洗液无法保证钻孔要求,而且钻孔吸附力变强,高粘度、高密度的PAB泥浆循环出钻孔后粘度骤然降低,使孔内孔壁出现坍塌,所以PAB冲洗液不能满足钻进的要求,必须重新寻求新的配方来代替成本高、配置过程复杂的PAB冲洗液。

6.2 钾基处理的聚合物泥浆

根据地层水敏感性强的特点,考虑到绳索取心钻进对冲洗液低粘度、低固相的要求及环保因素,经过分析比选,选择了PVA(聚乙稀醇)和SD-2型植物胶为主的聚合物无固相冲洗液,其护壁机理是靠PVA与水在粘土表面发生竞争吸附,PVA优先在粘土表面取代部分水分子,形成一个疏水的膜,破坏和阻止了粘土表面导致泥页岩膨胀分散的结构水的形成,从而起到了抑制作用,植物胶在护壁护心方面也起到了重要作用,并增强了润滑性。

该冲洗液的配方(每立方米处理剂加量):SD-2植物胶8 kg+KP共聚物1~2 kg+PVA 1~2 kg+KCl 10~12 kg+KHm 10~15 kg。性能参数为:失水量4 mL/30 min,泥皮厚度0.3 mm,漏斗粘度27 s,表观粘度14 mPa·s,塑形粘度10 mPa·s,动切力2.9 Pa。

如冲洗液需急速提高粘度,加入Na-CMC+

PHP溶液;如需降低粘度则加入KHm溶液进行稀释。为使冲洗液体系保持性能稳定,应保持孔内冲洗液pH值8.5~9.0。

具体配置步骤:

(1)选择合适的容器,分别加入配量的各种处理剂进行浸泡或溶解;

(2)先放入搅拌所需的清水,在开启搅拌的情况下,按上述配比,依次加入预泡好的多效天然植物胶(SD-2)、KP共聚物、聚乙烯醇(PVA)、腐植酸钾和氯化钾,搅拌时间约30 min;

(3)上述浆液配好后放入大泥浆池中待用,不断重复上述操作,使大泥浆池中的浆液量能满足钻探循环的需要。

浆液在不断循环的过程中,由于孔内的吸附作用很大,有效成分越来越少,应视现场浆液性能参数的变化不定时地补加新鲜浆液。随着循环次数的增加,浆液中的含砂量会越来越高,当含砂量 $>4\%$ 时,应更换整个系统的浆液,重新配制;浆液在循环过程中应在浆液出口处设立沉砂池,并派专人定时打捞钻屑,保障泥浆的有效使用。经常测定浆液的性能,根据浆液的参数变化,采用加减法和辅助法的原则,调整冲洗液的各项性能参数达到设定值。

使用该冲洗液后,顺利完成了ZK604钻孔,最后钻孔深度为572.35 m。ZK503钻孔因为天气原因在下了套管后,封孔等到明年开春再施工。

6.3 钻探技术成果

通过对ZK604孔的冲洗液调整,对取出的岩心分析,岩心的膨化率有明显的降低,没有出现岩心呈砂状分散情况,现场施工的岩心采取率满足设计要求。

7 结语

无固相聚合物冲洗液在应对缩径、坍塌、掉块地层和断裂带充填膨化地层取得了良好的效果。PAB冲洗液和PVA(聚乙稀醇)、SD-2型植物胶为主的聚合物无固相冲洗液,都是利用高聚物大分子呈网状结构,在孔壁上吸附成网、成膜,分子膜致密,胶结性强;钾离子对粘土水化、膨胀有较强的抑制作用,达到了防坍塌、防膨化的目的。有效的防护孔壁坍塌、水化膨胀等问题,保证了钻进过程安全顺利的进行。

聚合物冲洗液是高分子物体,在冲洗液配合前应进行按比例配置预溶液,以保证高分子物充分

(下转第43页)

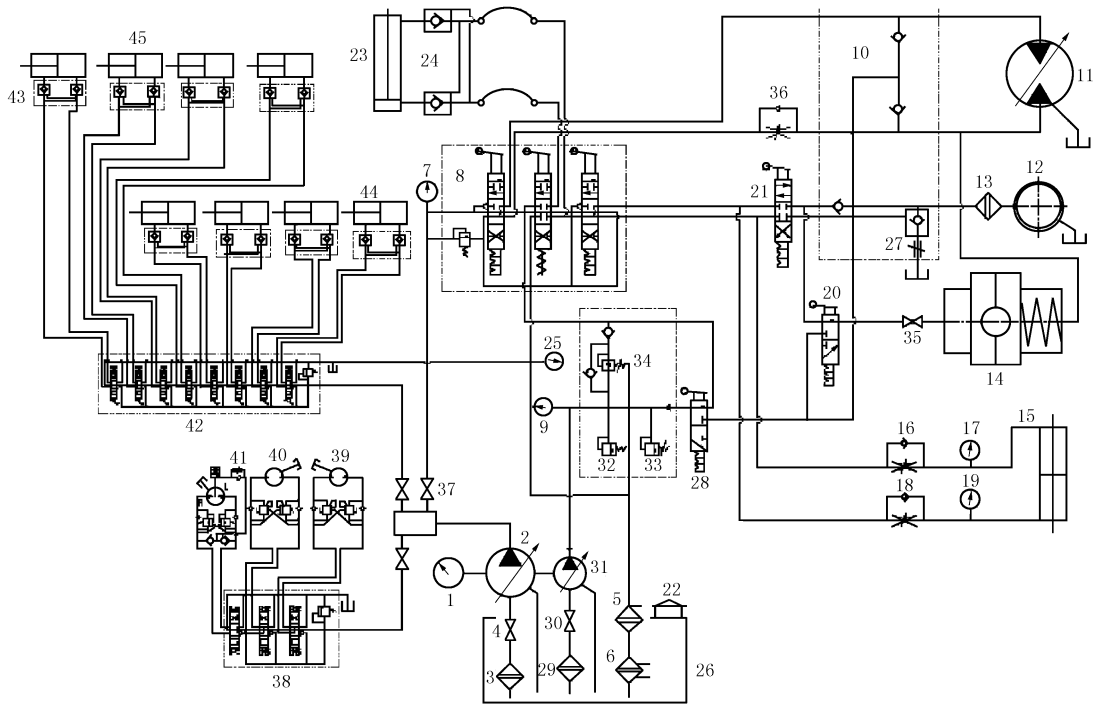


图 2 液压系统原理图

1—电机;2—主油泵;3、29—吸油滤油器;4、30、35—截止阀;5—回油滤油器;6—冷却器;7—主泵系统压力表;8—多路阀;9—副泵系统压力表;10—单向阀组;11—液压马达;12—液压卡盘;13—精滤油器;14—夹持器;15—进给油缸;16、18、36—单向节流阀;17—起拔压力表;19—进给压力表;20—夹持器功能转换阀;21—起下钻功能转换阀;22—空气滤油器;23—支撑油缸;24—液压锁;25—回油压力表;26—油箱;27—卡盘回油阀;28—副泵功能转换阀;31—副油泵;32—副油泵安全阀;33—副油泵调压阀;34—减压阀;37—组合开关;38—多路电磁换向阀;39、40—行走马达;41—回转马达;42—八联多路阀;43—液压锁;44—支腿油缸;45—支柱油缸

研究院进行检测试验。各项参数均达到设计要求,钻机设计合理,性能可靠。

变形,提高了钻孔精度。

6 结语

(1)LXZJ4000 型履带式坑道钻机解决了移机搬运、安装稳固问题。行走操纵采用电磁阀遥控技术,安全方便。

(2)增加了回转的支撑平台,可使钻机作 360° 回转,回转机构具有自锁平衡装置,可以精准停止并定位。

(3)4 个支腿油缸与 4 个支柱油缸背对背相连使用,将压力由顶部通过油缸传到地面,避免了平台

参考文献:

[1] 于传江,王海盈. RE400 型履带式潜孔锤钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):39-41.
 [2] 罗诗伟,张联库. HQY-500 型全液压钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):46-49.
 [3] 王汉宝,刘秀美,梁健. DR-150 型全液压履带取样钻机的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):27-30.
 [4] 侯庆国. LGZ-25 型全液压履带螺杆桩钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):37-40.
 [5] 李社育,姚爱盈. GL-4000 型钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(8):29-31.

(上接第 40 页)

溶解。同时,冲洗液池应配备高速搅拌机,使冲洗液搅拌均匀,最大限度发挥各种聚合物的各种性能。

参考文献:

[1] 晏忠强,刘荣林,邹道全. 江西东乡枫林铜矿外围 ZK2309 孔复杂地层钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2).
 [2] 杨建玲. 潘洛铁矿外围典型复杂地层钻探的综合护壁技术

[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2).
 [3] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新,等. 钻井液与岩土工程泥浆[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.
 [4] 黄卫东. 无固相钻井液在沉积岩复杂地层钻探中的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(12).
 [5] 李国志,杨树伟,徐景珠. 浩布高矿区复杂地层钻进护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8).
 [6] 于海生,晏忠强. 湖南衡东钙芒硝岩矿 ZK101 孔钻井泥浆护壁技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2).