

南阳板厂多金属矿区泥浆技术的合理化应用

韩明耀, 柳硕林, 谢宏伟

(河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院, 河南 郑州 450001)

摘要: 南阳板厂多金属矿区地质情况复杂, 上部地层裂隙发育而导致井漏普遍发生; 中部地层绿帘石及绿泥石水敏性强, 易发生垮塌、缩径。确定上部使用低固相植物胶泥浆体系, 并通过试验明确了植物胶、腐植酸钾及聚丙烯酸钾的大致加量及其对泥浆性能的影响规律; 中下部在植物胶泥浆的基础上转为钙处理泥浆以增强抑制性, 适当增加植物胶(CL)和沥青粉(FT)的加量以增强泥浆的胶结能力与封堵能力。上述泥浆方案在板厂矿区 ZK1724 钻孔中获得了成功应用, 为该矿区复杂地层钻进施工创造了有利条件。

关键词: 微裂隙; 植物胶; 水敏性地层; 钙处理泥浆; 板厂矿区

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2018)01-0052-04

Reasonable Application of Drilling Mud System in Nanyang Banchang Polymetallic Mining Area/HAN Ming-yao, LIU Shuo-lin, XIE Hong-wei (The first Geological Exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan 450001, China)

Abstract: The geological situation is complicated in Banchang polymetallic mining area. The fracture development of the upper part leads to the common occurrence of well leakage, collapse and shrinkage often occur because of strong water-sensitive of epidote and chlorite in middle formation. It is determined to use low solid plant glue drilling mud system in upper part; and the approximate adding amounts of plant glue, potassium humate and potassium polyacrylate as well as the influence on drilling mud performance are made clear by series of experiments; at the lower part, on the basis of plant glue, calcium treatment drilling mud was used to enhance the inhibition, increase adding amount of plant glue (CL) and asphalt powder (FT) in order to improve cementing ability and sealing ability of mud. The mud schemes have been successfully applied in ZK1724 of Banchang polymetallic mining area, which created favorable conditions for complex formations in this area.

Key words: micro-fracture; plant glue; water-sensitive formation; calcium treatment mud; Banchang polymetallic mining area

1 工程概况

1.1 工程地质情况

河南省内乡县板厂一带多金属矿区位于伏牛山南麓, 北秦岭褶皱带东段, 黄花幔花岗岩体南侧之朱阳关—夏馆断裂带上。岩层经历了多期次的变质、变形作用, 使矿区内的不同时期、不同性质、不同规模的褶皱、断裂等构造十分发育^[1]。

矿区出露地层为秦岭岩群雁岭沟岩组以及少量第四系。钻遇地层大致可分为上、中、下 3 个岩性段。上部岩性段主要为黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、白云石大理岩, 厚度约为 50 ~ 100 m, 可钻性 4 ~ 6 级, 研磨性较低。该段内的构造蚀变带与花岗(斑)岩的内外接触带中, 由于裂隙情况发育、断裂破碎带较集中, 钻遇该层段时易出现井漏现象。

中部岩性段以白云石大理岩为主, 中间夹部分绿帘石、绿泥石层, 厚度 40 ~ 80 m。绿帘石成岩程度低, 遇水易崩散, 缺乏胶结能力, 自稳能力极差, 垮塌现象严重; 绿泥石层水敏性强, 易吸水膨胀而导致缩径, 起下钻困难。下部岩性段为白云质大理岩, 含石墨大理岩夹黑云斜长片麻岩等, 厚度 > 100 m, 可钻性 6 ~ 8 级, 中等研磨性。

1.2 井身结构及钻井参数设计

合理的井身结构与钻井方法的实施对快速钻进、降低事故风险、节约成本有着至关重要的作用^[2]。针对该矿区复杂的地层条件以及钻进施工要求, 井身结构与钻进参数设计如表 1 所示。

收稿日期: 2017-08-05; 修回日期: 2017-12-07

作者简介: 韩明耀, 男, 汉族, 1974 年生, 从事岩心钻探、水文水井钻探技术及管理工作, 河南省郑州市高新区莲花街 56 号地矿大厦 3007 室, 1069090551@qq.com。

表1 井身结构与钻井参数设计

开次	井径/ mm	套管直 径/mm	套管下 深/m	钻压/ kN	转速/(r· min ⁻¹)	泵量/(L· min ⁻¹)
一开	130	127	62	12~18	<300	80~118
二开	96	89	585	8~15	300~700	50~80
三开	76	裸眼		6~11	400~850	40~65

2 泥浆选用与配制

2.1 技术难点

在复杂地层中钻进,泥浆质量好坏是工程能否顺利完工的重要因素^[3]。结合已往钻井经验,该矿区泥浆的选用所面临的技术难点包括以下几点。

(1)地层条件复杂。上部地层处于构造蚀变带,裂隙发育,容易发生井漏;中部绿帘石层胶结能力弱,自稳能力差,易发生垮塌;绿帘石层水敏性强,易吸水膨胀而导致缩径,起下钻困难。

(2)开孔倾角85°左右,钻杆柱受重力影响而自然向下倾斜,导致摩阻增大,钻具磨损严重,易发生钻具折断等事故。

(3)泥浆净化困难。施工场地范围受限,无法有效配备固控设备及开挖沉淀池,钻进过程中由于岩粉混入泥浆中,从而导致泥浆劣质固相含量增加,恶化泥浆性能。

(4)绳索取心钻进环空间隙小,起钻速度过快时造成抽吸压力较大,易引发井壁坍塌以及地层水侵入井眼。

2.2 泥浆方案设计思路

泥浆体系的选择合理与否将对钻井质量、效率及综合成本控制具有极大的影响。低粘、低固相、低密度泥浆是金刚石绳索取心工艺所要求的最常用、最有效的泥浆体系,在满足悬浮岩屑能力和防止孔壁垮塌的同时,能最大程度地发挥高转速的效能^[4-5]。然而,考虑到板厂矿区钻进施工的复杂性,确定在上、中下部分孔段分别选用不同的泥浆体系。上部孔段地层相对来说较稳定,可选用低成本且易维护的植物胶体系钻进,一旦发生漏失,迅速实施堵漏方案即可;中下部针对绿帘石层垮塌及绿帘石层水敏缩径,应注重泥浆的造壁与胶结能力,提高泥浆抑制绿帘石水化的能力,可在原植物胶泥浆体系的基础上转化为钙处理剂泥浆体系。

2.2.1 上部地层泥浆方案制定及机理分析

凭借良好的成膜性、较强的润滑减振、减阻以及

低成本等性能,植物胶无固相泥浆在地质钻探工程中得到了较大范围的应用^[5-8]。选用植物胶(CL)、腐植酸钾(KHm)、聚丙烯酸钾(KPAM)、纤维素(CMC)等材料构建配方以为上部地层钻进时使用,当孔深增加时视具体情况添加部分润滑剂以降低摩阻。

其中,植物胶CL是由赣西某野生植物经特殊工艺制得的淡黄色粉末,其主要成分为多半乳甘露糖,多糖分子结构上的羟基与孔壁岩石晶格表面的氧原子形成氢键连接,使得多糖分子吸附在孔壁上,从而起到护壁的作用;少量存在于细胞壁中的纤维素可起到骨架的作用,提高对微孔隙和微裂隙的封堵效果;此外,该植物胶中的蛋白质成分在碱性环境下生成氨基酸具有良好的吸附作用,也可应对钙镁离子的污染,而脂肪成分具有良好的成膜特性。植物胶CL本身不具备絮凝能力,为保持泥浆清洁,需引入KPAM作为絮凝剂以有利于固相控制;为进一步控制失水量并调控粘度,添加部分腐植酸钾KHm^[9-10]。将上述材料通过不同配比进行室内试验,测试结果见表2。

表2 处理剂加量对漏斗粘度及失水量(FL)的影响

泥浆配方	漏斗粘度/s	FL/mL
1% CL	24	30.4
0.25% KPAM	27	
1% CL + 0.2% CMC	28	26.2
2% CL + 0.2% CMC	36	19.8
2% CL + 1% KHm + 0.2% CMC	34	16.5
1% CL + 4% 膨润土	31	10.6
2% CL + 2% 膨润土 + 1% KHm + 0.2% CMC	36	8.4
0.1% KPAM + 1% CL + 2% 膨润土 + 1% KHm + 0.2% CMC	28	9.0

由表2可知,在无固相泥浆中,相比于植物胶CL而言,KPAM对粘度的影响大得多,但是植物胶本身由于含有部分不溶物,所以具有良好的降失水能力;纤维素加入后能够起到一定的提粘、降失水作用,但是效果并不突出。当有膨润土存在时,1%植物胶的加入即可起到良好的提粘和降失水作用;KPAM加入后因为导致泥浆中的部分固相絮凝,所以失水量有一定程度的上升。所以,获得最优配方为:2%膨润土+0.1%~0.15%纯碱+1%植物胶+1%KHm+0.1%KPAM。配制出的泥浆性能为:粘度28s,密度1.01g/cm³,pH值8,失水量9mL。

2.2.2 中下部地层泥浆方案制定及机理分析

自860 m以深近300 m的范围内,发育有多套绿帘石、绿泥石层,短则4~5 m,长则几十米,成孔难度较大。如图1所示,由于绿帘石松散、破碎,且胶结性差,钻探过程中掉块、垮塌情况时有发生,导致起下钻困难,严重时将导致埋钻发生。垮塌发生后难以有效清理,一方面是因为环空间隙较小,尺寸稍大的颗粒难以通过小环空而继续沉积在孔底;另一方面是由于超径处下落的不同尺寸的粗颗粒在环空间隙较小的位置形成了“群粒封门”的现象,导致泵压及扭矩在短时间内急剧升高,憋泵、憋车严重而不得不将钻具提离孔底。

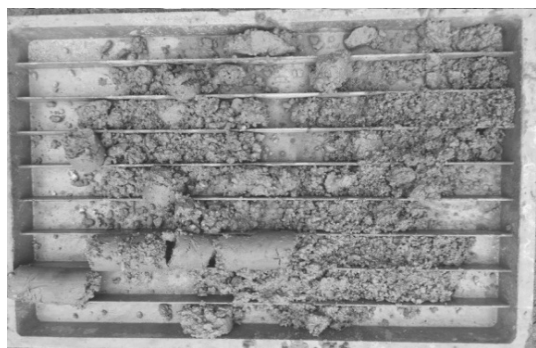


图1 绿帘石垮塌物

所以该段泥浆配制思路是注重提高泥浆的防塌性能,增强松散体之间的胶结能力;适当提高粘度,尽量降低失水量。调控方法为在原浆基础上选用石灰作为钙处理剂转换为钙处理泥浆,同时补充磺化沥青以进行有效封堵。

具体调整方法为:第一步,原浆中加入0.2%~0.3%纤维素以有效保护粘土,同时降低失水量;第二步,在每立方米泥浆中均匀、缓慢加入5~10 kg石灰,边加边观察粘度变化情况,一旦粘度增加过高,则适度补充部分KHm以调整粘度;第三步,石灰加足后对泥浆性能进行测试,根据粘度和失水量的具体情况,确定纤维素及KHm的加量对泥浆进行微调。

现场小型试验将加入石灰前后的泥浆性能进行比较,并初步确定了转换方案,试验结果见表3。

表3 钙处理泥浆性能调整

浆液样品	AV/(mPa·s)	YP/Pa	FL/mL
井浆	7	1	12.0
井浆+0.2% CMC+1% CaO	14	4	19.4
井浆+0.2% CMC+1% CaO +2% KHm	10	2	9.5

获得最终泥浆配方为:2%膨润土+0.1%~0.15%纯碱+0.2%~0.3%CMC+0.4%~0.6%CL+2%~3%KHm+0.03%~0.05%KPAM+0.5%~1%CaO+1%~2%FT。所得泥浆性能为:粘度30 s,密度1.03 g/cm³,pH值8,失水量6~8 mL,胶体率接近100%。

2.3 泥浆的维护与处理措施

(1)前期配浆时严格按照配方以及规定顺序配制,每班安排专职人员测定泥浆性能,根据孔内情况及时调整泥浆性能。

(2)做好现场管理以及防排水措施,不让污水、山水、雨水流进泥浆中。

(3)处理剂消耗后,需定时定量的将胶液补充进泥浆中,泥浆配制人员操作时应缓慢、均匀,避免泥浆性能的突变。

(4)钻孔进行泥浆类型转化前,应做小型试验,以确定石灰以及降失水剂的加量。

(5)严控泥浆中的固相含量,安排人员及时清除泥浆中的钻渣,保证泥浆质量。

3 现场应用

在实钻过程中,860 m以浅地层使用低固相植物胶泥浆,起到了良好的携岩、减阻及防漏效果,钻屑返出情况良好,且泵压随井深的增加基本上没有太大变化。然而,由于裂隙发育,在钻进过程中遭遇了多次井漏,当漏失程度较低时采取了顶漏钻进,当出现较严重漏失而返浆量较少时采取了桥接堵漏。具体方法为:以清水、PHP、CMC及堵漏材料配制堵漏浆,充分搅拌至粘稠状,利用井口漏斗倒入绳索取心钻杆内,连接主动钻杆后开泵将堵漏材料送至漏失部位,慢慢回转并上下活动钻具,如返浆量增加则说明堵漏成功,否则需要重复多次该流程。

860 m以深近300 m的范围内发育有水敏性较强的绿泥石层以及胶结能力弱的绿帘石层,在使用低固相植物胶泥浆钻进过程中遭遇了多次垮塌、缩径。为此,在详细分析了井壁失稳原因的基础上,并结合现场实际情况,确定将低固相植物胶泥浆转换为钙处理泥浆。钙离子的存在会压缩粘土颗粒表面的扩散双电层,能够使得水敏性矿物从分散状态转为适度絮凝状态,同时能与腐植酸钾电离出的腐植酸根形成不溶的腐植酸钙,起到良好的防塌作用。自转化为钙处理泥浆后,井内垮塌现象得到极大缓

解,起下钻顺畅,大大提高了钻进效率。

该矿区普查孔 ZK1724 孔累计施工 193 d,最终孔深 1712.56 m。其中共探明矿体厚度 381.63 m,矿心采取率为 99.73%;全孔取心厚度 1662.52 m,岩心采取率为 98.36%。ZK1724 孔部分岩心照片见图 2。



图 2 ZK1724 孔部分岩心照片

4 结语

(1) CL 植物胶体系泥浆主要由膨润土粉、植物胶、腐植酸钾等材料组成,配制简单,维护便利,减

(上接第 51 页)

(2) 对于失返性的放空段漏失层,地层温度远低于静态温度,用固结类方法堵漏时,要充分考虑温度对稠化时间的影响,确保固结类堵漏浆能够在设计时间内在漏失通道内稠化并固化,以有效封堵漏失层。

(3) 针对放空段漏失层,应继续深化研究固结类堵漏方法,提高堵漏效率。针对固结类堵漏方法,需要优化现场施工工艺,进一步提高堵漏浆在漏失通道内的滞留、固结、膨胀能力,提高堵漏成功率。

参考文献:

[1] 王中华. 复杂漏失地层堵漏技术现状及发展方向[J]. 中外能源, 2014, 19(1): 39-47.

阻、润滑效果好,在微裂隙发育的易漏地层取得了良好的使用效果。

(2) 对于绿帘石及绿泥石发育的地层,钙处理泥浆抑制性强,可有效应对水敏性问题且配制方便;石灰与腐植酸钾配合使用可起到良好的协同效果。

(3) 绳索取心施工中如钻遇地层不完整,尽量选用低固相泥浆体系以提高降失水和造壁性,如选用无固相泥浆则有可能加剧井壁失稳问题。

参考文献:

[1] 雷淮. 河南省内乡县板厂铜多金属矿床成因及成矿模式探讨[J]. 中国矿业, 2011, 20(9): 62-68.
 [2] 段志强, 李生海. 低固相冲洗液在赣南再里地区的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(6): 26-29.
 [3] 麻坦, 郗晓勇. 牛 D1 井复杂构造带绳索取心钻探工艺技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(4): 19-22.
 [4] 刘志峰. 无固相冲洗液在变质岩系复杂地层绳索取心钻进中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(4): 14-18.
 [5] 王胜, 陈礼仪, 黄猛, 等. 新型 KL 植物胶无固相环保钻井液体系[J]. 煤田地质与勘探, 2010, 38(3): 76-80.
 [6] 吴昊. 无固相聚合物泥浆在香格里拉普朗铜矿区复杂地层钻进中的试验与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(3): 10-13.
 [7] 李生海. 高分子聚合物无固相冲洗液在牛头山深钻 CUSD3 孔的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(1): 29-32.
 [8] 李建军, 陈保国. 厚壁套管浓郁植物胶用于深厚砂砾石层钻进的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(11): 10-12, 16.
 [9] 王平全, 周世良. 泥浆处理剂及作用原理[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
 [10] 郗捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营: 中国石油大学出版社, 2000.

[2] 胡子乔, 刘四海, 张金成, 等. 新型抗高温二次交联凝胶堵漏材料的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(7): 103-106.
 [3] 孙庆春. 东胜气田刘家沟组井漏与堵漏措施分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(2): 53-56.
 [4] 刘金华, 王治法, 常连玉, 等. 复合堵漏剂 DL-1 封堵裂缝的室内研究[J]. 钻井液与完井液, 2008, 25(1): 50-52.
 [5] 李得新, 首照兵, 吴金生. 页岩气基础地质调查万地 1 井钻井堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(2): 23-26.
 [6] 陈星星. 涪陵页岩气田防漏堵漏技术应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(3): 11-14.
 [7] 张金波, 郗捷年. 钻井液暂堵剂颗粒粒径分布的最优化选择[J]. 油田化学, 2005, 22(1): 1-5.
 [8] 舒勇, 郗捷年, 宋付英, 等. 暂堵剂图解优化新方法在钻井液设计中的应用[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(6): 48-51.