

多功能抗污染剂在老挝农波矿区 南部钾盐钻探中的应用

黄卫东¹, 付帆², 陶士先²

(1. 中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队青海分队, 青海 西宁 810000; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘要:多功能抗污染剂是一种膨润土有机改性冲洗液材料, 可用于配制盐水和镁基冲洗液体系。该冲洗液材料在老挝农波矿区南部的成功应用, 证明其具有较强的耐盐及抗污染能力, 较强的抑制泥岩水化分解作用, 较好的护壁及保心作用, 尤其适合在有石盐(岩盐)、钾石盐、光卤石等易溶盐存在的地层中使用。

关键词:盐水冲洗液; 镁基冲洗液; 钾盐钻探; 易溶盐钻探; 老挝农波矿区

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)03-0021-04

Application of Multifunctional Antipollution Agent for Potash Drilling in Laos/HUANG Wei-dong¹, FU Fan², TAO Shi-xian² (1. Qinghai Branch, Ningxia Geological Prospecting Brigade, China National Geological Prospecting Center for Construction Material Industries, Xining Qinghai 810000, China; 2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: The multifunctional antipollution agent is a kind of flushing fluid material made of organically modified bentonite, which can be used to prepare salt water and magnesium based flushing fluid system. This flushing fluid material was successfully applied in a mine of Laos, which indicates that it has strong salt tolerance and antipollution ability, strong inhibition of shale hydration decomposition, effective wall and core protection, especially is suitable for the use in the formations containing the soluble salts of halite (rock salt), sylvite and carnallite.

Key words: salt flushing fluid; magnesium based flushing fluid; potash drilling; Nongbo mine in Laos

农波矿区地理位置上位于东南亚老挝国中部甘蒙省农波县的南部地区, 与泰国仅湄公河隔河相望。该区地势平缓, 海拔一般在 140~150 m 之间^[1]。农波矿区所处的呵叻高原, 钾盐储量相当丰富, 根据最新的勘查数据, 预计呵叻高原钾盐矿储量能达 420 亿 t^[2], 其中农波矿区的钾盐矿储量可达数十亿吨^[1]。老挝 PT 有限公司经老挝政府批准获得该矿区南部的部分探矿权, 中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队承担了该探矿权区中 16 个孔的钻探工作。

1 地质及地层概况

工作区位于老挝甘蒙省农波县南部, 沙空那空盆地的南东缘, 基底最大埋深约 750 m。近河岸地段由第四系砂砾石层覆盖(厚 2~21 m), 远河岸地段由耕土或腐殖土覆盖(0.1~0.5 m), 覆盖层下部为第三系红色砂岩、泥岩。地层自上而下分述如下。

(1) 第四系(Q): 现代河漫滩冲积沉积, 灰黄、

灰白色砂、砂土、砂质粘土, 厚 2~8 m; 一级阶地堆积; 灰白、浅灰色中~细砾石、砂砾、砂质粘土, 厚 8~21 m。

(2) 下第三系(E):

① 古新统一始新统班塔博组(E₁₋₂bt): 上部为红褐色厚层状泥岩, 裂隙发育, 沿裂隙充填石膏、硬石膏及白云石; 下部为灰紫色微~细粒厚层状砂岩、粉砂岩, 具平行层理, 大型槽状、楔状层理, 厚 74 m;

② 古新统塔贡组(E₁tg): 乳白、白、灰、淡红等色膏盐层与棕红、紫红色中~厚层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成的 3 个沉积旋回。钾镁盐矿主要赋存在下部旋回中。粉砂质泥岩中同生泥砾及钙质结核。粗粉砂岩、细砂岩中具小型楔状、槽状层理。厚 350 m, 主要分布于工作区及以东的深部地段。

(3) 白垩系上统(K₂): 浅灰、灰紫色块状石英质细~中砂砾岩夹同色厚层状含砾中细岩屑石英砂岩及少量中层状复合成分中~粗砾岩。具大型板状、楔状交错层理。主要出露于盆地边缘和工作区以东

收稿日期: 2013-06-05; 修回日期: 2014-01-09

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“深部绳索取心钻探新型多功能复合剂研究与应用”(1212011120247)

作者简介: 黄卫东(1960-), 男(汉族), 山东邹城人, 中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队青海分队队长、高级工程师, 钻探工程专业, 硕士, 从事探矿工程技术与管理工作, 青海省西宁市胜利路 53 号青旅商务大厦 701 室, huangweidong7288@163.com。

丘陵地带。

(4) 侏罗系(J):

①侏罗系中统班辛黑组(J_3bh):紫红、暗紫色中薄层状细粒(钙质)岩屑长石砂岩夹粉砂钙质泥岩、粉砂质泥岩。具小型板状、楔状交错层理,底部具冲刷构造。出露于工作区东部。

②侏罗系下~中统班辛黑组($J_{1-2}bh$):紫红、暗

紫、灰绿色薄~中层状粉砂质泥岩、细~微粒岩屑石英砂岩及少量钙质泥岩等。粉砂岩、细~微粒岩屑石英砂岩中发育小型板状、槽状交错层理。出露于工作区东南一带。

以中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队承担的矿区钻孔 ZK01 为例,说明该矿区具体岩性情况(见表 1)。

表 1 农波矿区南部 ZK01 孔岩性

埋深/m	岩性描述
0~11.57	褐红色含铁锰结核泥岩:褐红色,泥质结构,块状构造,主要由泥质粘土,铁锰质结核及少量的植物根系组成,泥质较软,具有良好的可塑性,铁锰质结核较硬,断面贝壳状,粒径 1~5 mm 之间,岩石较完整
11.57~31.86	砂砾、石层:灰白色,粒状结构,块状构造,成分复杂,粒径 0.3~1.5 cm 不等,磨圆度较好,分选差,夹杂青灰色粗砂
31.86~62.14	褐红色泥岩:褐红色,泥质结构,块状构造,主要由泥质组成,含少量其它矿物,泥质胶结,质软,具有良好的可塑性,锤击不易碎,手摸具滑感
62.14~67.86	青灰色泥岩:青灰色,泥质结构,块状构造,主要由泥质组成,含少量的其它矿物,泥质胶结,质软,具有良好的可塑性,锤击不易碎,手摸具滑感,岩心完整
67.86~69.63	灰色硬石膏:灰色,他形粒状结构,块状构造,主要由石膏组成,半透明状,他形粒状晶体,粒度在 2~5 mm 之间,石膏固结较好,致密坚硬,岩心完整
69.63~132.54	褐红色泥岩:褐红色,泥质结构,块状构造,主要由泥质组成,含少量其它矿物,泥质胶结,质软,具有良好的可塑性,锤击不易碎,手摸具滑感。
132.54~139.93	青灰色泥岩:青灰色,泥质结构,块状构造,主要由泥质组成,含少量其它矿物,泥质胶结较好,质软,具有良好的可塑性,锤击不易碎
139.93~157.18	灰白~无色光卤石:灰白和无色,中粗粒结构,块状构造,主要由光卤石,钾石盐,石盐组成,含少量其它矿物,石盐无色,半自形粒状透明体,粒径 3~9 mm,光卤石无色和灰白色,半自形粒状透明体,粒径 4~9 mm,钾石盐无色,半自形粒状透明体,其它矿物少量分布。目估含量:光卤石 75%,石盐 15%,钾石盐 5%,其它矿物 5%
157.18~160.48	含光卤石石盐:灰白色,中粗粒结构,块状构造,主要由石盐组成含少量的光卤石,石盐含量约 80%,光卤石含量约 15%,含少量的其它矿物,石盐半自形透明晶体,粒径 4~10 mm,岩心较完整
160.48~371.33	灰白色中粗粒盐岩:灰白色,中粗粒结构,块状构造,岩心较为完整,主要由石盐组成,含少量的石膏及其他矿物,石盐为无色和灰白色,半透明晶体,局部可见自形晶,粒径 3~9 mm 之间,目估含量 90%。石膏灰白色,与其他矿物分布不均匀,呈团块状混杂于石盐晶体间
371.33~374.06	青灰色硬石膏岩:青灰色,他形粒状结构,块状构造。岩心较破碎,主要由石膏组成,含少量的其它矿物,石膏呈青灰色,白色,少量为灰黑色,半透明状,他形粒状晶体,粒度 2~5 mm,灰白黑色纹理相间,石膏固结较好,致密坚硬
374.06~375.03	褐红色粉砂岩:褐红色,粒状结构,块状构造。岩心较为完整,成分复杂,含少量的其它矿物,摸可摩擦手,岩石粒径在 1 mm 左右,岩石致密坚硬

观察农波矿区南部 ZK01 孔岩性情况可以发现,该探矿权区内,在 0~140 m 地层中主要存在泥岩,其中还夹杂着砂砾、石膏。在 140~371 m 地层之间主要存在光卤石、石膏、石盐、钾石盐。光卤石的主要成分为钾、镁的卤化物矿物,一般形成于石膏、硬石膏、石盐和钾石盐连续沉积的蒸发岩地层中。

2 主要钻探设备及孔身结构

农波矿区南部 ZK01 孔采用提钻取心,使用 XY-42 型钻机及其配套设备。一开为 1~18 m,孔口直径 150 mm,二开直径 120 mm,直至孔底。

3 钻井液的选择

从农波矿区南部 ZK01 孔岩性情况可以发现,本探矿权区地层中存在大量的石盐、钾石盐和光卤

石。由于地层中的钾石盐和光卤石为易溶性盐,如采用一般水基冲洗液,钻进过程中盐会不断地溶于冲洗液中,不仅影响冲洗液性能和孔壁稳定,还会出现岩心溶蚀现象,严重影响岩心采取率。根据上述情况,需要选用具有良好抗无机电解质污染作用的泥浆处理剂,并在冲洗液中加入易溶盐,以有效解决岩心溶蚀问题,从而起到护壁保心、提高岩心采取率的作用。

2001 年 1 月~2003 年 11 月,云南地矿勘查工程总公司在万象盆地进行了钾盐预查及普查工作,在此期间,针对极易溶于水的含光卤石、钾石盐的地层(即含钾镁盐的矿层),一直都没有找到适用的钻井冲洗液。采用饱和盐水(氯化钠)冲洗液虽可避免岩盐地层岩心溶蚀,但无法阻止钾镁盐矿层岩心的溶蚀。迫于无奈,大多数钻孔使用柴油作为钻孔冲洗液。但柴油作为钻孔冲洗液,除了避免矿层溶

蚀外,无法满足诸如悬浮携带钻屑(岩粉)、护壁堵漏等钻探对冲洗液的其他基本要求(冲洗液性能见表2),同时还会伴随难以处理的污染问题和钻探成本居高不下等问题。事实证明,使用柴油作为冲洗液时,常发生卡钻、埋钻等钻具事故。所以,急需一种适用于当地地层情况的冲洗液。

北京探矿工程研究所研制的抗污染多功能剂^[3]是一种将酰胺基($-\text{CONH}_2$)和羧钠基($-\text{COONa}$)及其它抗污染分子基团引入钠膨润土中改性膨润土材料,具有较强的耐盐及抗污染能力。试验发现,将其与盐水和易溶盐(镁基)冲洗液配合使用可以满足各种钻探工艺需求,施工中取得较为理想的效果。柴油、饱和盐水和镁基多功能剂冲洗液基本参数性能对比见表2。

表2 柴油、饱和盐水和镁基多功能剂冲洗液基本参数性能对比

冲洗液类型	密度 $/(g \cdot \text{cm}^{-3})$	漏斗 粘度 $/s$	API 滤 失量 $/\text{mL}$	泥皮 厚度 $/\text{mm}$	成本 $/(元 \cdot \text{m}^{-3})$	矿心溶蚀
柴油	0.83	18	全滤失	无	8000	无
饱和盐水多功能剂	1.15	21	15.5	0.15	459	严重溶蚀
饱和镁基多功能剂	1.22	21	18	0.15	1269	表面微溶

从表2可以看出,与另外2种冲洗液相比,镁基多功能剂冲洗液具有较好的流变性能、相对较低的滤失量,矿心溶蚀性较小,既可以满足悬浮携带岩屑、护壁堵漏等基本要求,又可以保护矿层及岩心,适用于钾镁盐矿床钻探。通过成本对比可发现,与柴油冲洗液相比镁基多功能剂冲洗液节约成本效果显著,可节约成本84%。最终,老挝钾镁盐钻探项目全部采用镁基多功能剂冲洗液。

4 钻井液的配制及性能

在上部地层,可直接采用淡水配制多功能剂冲洗液。当钻遇石盐、钾石盐或光卤石地层时,在冲洗液中加入一定量氯化钠或氯化镁,配制成盐水或镁基冲洗液体系完成该探矿权区的钻探任务。冲洗液具体配方及配制方法如下。

配方: 1 m^3 淡水 + 25 kg 多功能剂(MBM) + 盐。

配制方法:按上述配方加量将多功能剂加入到水中,搅拌0.5~1 h即可使用。当钻遇盐岩层或光卤石地层时,加入250~300 kg 氯化钠或氯化镁,转变为盐水或镁基冲洗液。冲洗液基本性能见表3。

从表3可以看出,采用淡水配制多功能剂冲洗液在孔内循环48 h后,各方面性能变化不大,并且粘度不高,有利于岩屑在地表的沉降。将现有冲洗液

表3 现场冲洗液基本参数性能

冲洗液	密度 $/(g \cdot \text{cm}^{-3})$	漏斗 粘度 $/s$	API 滤 失量 $/\text{mL}$	泥皮 厚度 $/\text{mm}$	pH 值
新配制多功能剂	1.02	20	13	0.1	8
多功能剂孔中循环24 h	1.03	21	10.2	0.15	8
多功能剂孔中循环48 h	1.03	21	9.6	0.15	8
盐水多功能剂	1.15	21	15.5	0.15	7
镁基多功能剂	1.22	21	18	0.15	7

转化为盐水或镁基冲洗液时,流变性能没有明显变化,携带与沉降性能均保持较好。

5 现场使用效果

现场采用多功能抗污染剂完成本探矿权区地层全部5246.61 m 钻进工作,并且取得了比较理想的效果,具体表现在以下几个方面。

(1)该冲洗液具有较强的耐盐及抗污染能力。全孔140 m 以后基本上都是含盐地层,转化为盐水或者镁基冲洗液后,冲洗液性能没有明显变化。随着新浆的不断加入,泥浆的基本性能都维持在较好的水平。

(2)采用盐水和镁基冲洗液很好地解决了岩心溶蚀问题,石盐表面光滑无溶蚀,钾石盐和光卤石表面有少量溶蚀,满足了地质取样的要求。在钻进过程中岩心采取率达到90%以上(见图1和图2)。



图1 石盐、钾石盐岩心照片

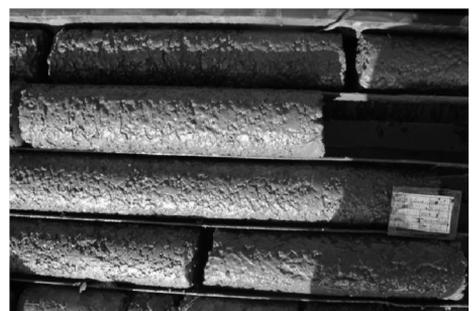


图2 光卤石岩心照片

(3)具有良好的悬浮携带能力。泥浆可以顺利将钻进时产生的钻屑、泥沙带出,保持孔底清洁。

(4)对泥岩具有较强的抑制水化分解能力。一般在沙层和泥岩的钻进中,易出现塌孔、缩径等现象。使用多功能剂体系泥浆无这类现象出现,钻进极为顺利,每次下钻都能一通到底。

(5)使用和维护便捷简单。采用多功能剂,大大简化了配浆过程,在现场使用时,不需要特殊维护,极为方便。

6 结论

(1)采用多功能剂配制浆液时,仅需用2.5%左右的多功能剂直接与水混合搅拌,不需再加入其他钻井液处理剂,所配制的钻井液各项性能即可满足钻探要求。该钻井液配制使用简便,非常适合在野外地质钻探中使用。

(2)当地层中存在易溶性盐,岩心易出现溶蚀情况时,可将多功能剂冲洗液中加入易溶盐(镁基)转换成易溶盐(镁基)多功能剂冲洗液,达到保护矿层和岩心,保障岩心采取率的目的。

(3)与以往常用的柴油冲洗液相比,镁基多功能剂冲洗液不仅可以满足钻探工艺的需求,又可以

极大的节约钻探成本。

(4)通过在老挝农波矿区南部的成功应用,证明该多功能剂在易溶盐(镁基)冲洗液中具有较强的耐盐、抗污染和增粘能力,并且对泥岩具有较强的水化分解抑制作用。采用其配制的盐水和易溶盐(镁基)多功能剂冲洗液体系具有较好的护壁及保心作用,适合于在易溶盐钻探和钾盐钻探中使用。

参考文献:

- [1] 石国成,路耀祖,徐新文,等.试探盐背斜与固体钾盐矿的关系——以老挝农波盆地钾盐矿为例[J].青海大学学报(自然科学版),2010,28(6):69-72,84.
- [2] 钟晓勇,袁秦,秦占杰,等.老挝甘蒙省晚白垩世农波组下段孢粉分析及成钾时代[J].地球学报,2012,33(3):323-330.
- [3] 付帆,胡继良,王新萍,等.地质钻探新型多功能复合剂研究与应用[J],探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):153-156.
- [4] 温佩,武文洁,赵立辉.膨润土的改性及应用研究进展[J].化工技术与开发,2008,37(2):27-31.
- [5] 陈爽,高文翰.膨润土改性及其应用展望[J].中国环境管理,2008,(6):27-28.
- [6] 肖娟,郭会明.膨润土改性及应用进展[J].当代化工,2009,38(6):626-628.

(上接第20页)

第二套冲击器起钻后进行了钻台试冲,试冲结果:当排量提至18 L/s,冲击器启动,启动排量增大,工作频率较入井前钻台试冲明显降低。起钻后钻台试冲证明,冲击器起钻前在井下仍正常工作。工具拆开后,冲击器内部零件的使用情况与第一套情况基本相同。两套射流冲击器本体完好,均可以继续使用。证明工具在该区块配合牙轮钻头寿命是匹配的。

5 结论

(1)2套冲击器使用寿命均达到了100 h以上,旋冲钻井机械钻速比常规钻井机械钻速高42%;

(2)旋冲钻井应用井段,泥浆粘度在84~134 s,验证了射流冲击器对泥浆粘度良好的适应性;

(3)在中硬地层中,通过采用合理的旋冲钻井

参数,有利于保护钻头,延长钻头的使用寿命,降低钻井成本;

(4)意1井的应用实践证明,旋冲钻井技术在白音查干区块提速效果显著,具有继续推广应用的价值。

参考文献:

- [1] 徐小荷,余静.岩石破碎学[M].北京:煤炭工业出版社,1987.
- [2] 菅志军,殷琨,蒋荣庆,等.增大液动射流式冲击器单次冲击功的试验研究[J].长春科技大学学报,2000,30(3):303-306.
- [3] 屠厚泽,高森.岩石破碎学[M].北京:地质出版社,1990.
- [4] 索忠伟,殷琨,徐克里,等.射流式液动锤内部动力过程的数学模型及仿真分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2007,37(1):200-203.
- [5] 陶兴华.提高深井钻井速度的有效技术方法[J].石油钻采工艺,2001,(5):4-8.
- [6] 王雷,郭志勤,张景柱,等.旋冲钻井技术在石油钻井中的应用[J].钻采工艺,2005,(1):8-11.