

PHP - CORESMART 无固相冲洗液 在风化煌斑岩地层中的应用

蒋兵, 刘勇, 张志唐

(江西省地质矿产勘查开发局赣西北大队, 江西 九江 332000)

摘要: 风化煌斑岩是一种水敏性不稳定地层, 钻进过程中常常引起孔壁坍塌, 造成卡埋钻等孔内事故。根据风化煌斑岩地层岩性特点及钻进时遇到的问题, 对风化煌斑岩地层冲洗液护壁技术进行了大量的试验研究工作, 研制了 PHP - CORESMART 无固相冲洗液。该冲洗液由 PHP、Na - CMC 和 CORESMART 等配制而成, 是一种具有较强抑制性和成膜性的冲洗液体系, 在九瑞矿集区风化煌斑岩地层中应用, 取得了比较满意的技术经济效果。

关键词: PHP - CORESMART 无固相冲洗液; 风化煌斑岩; 水敏性地层; 成膜冲洗液

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2014)07 - 0042 - 03

Application of PHP - CORESMART Solid-free Flushing Fluid in the Weathered Lamprophyre Formation/JIANG Bing, LIU Yong, ZHANG Zhi-tang (Northwestern Jiangxi Geological Team, Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Researches of Jiangxi Province, Jiujiang Jiangxi 332000, China)

Abstract: The weathered lamprophyre is unstable water-sensitive formation, wall collapse often occurs in drilling process with drilling tools sticking and burying. According to the characteristics of weathered lamprophyre formations and the problems encountered in drilling, experimental study was made on wall protection technology with flushing fluid in weathered lamprophyre formation, and PHP - CORESMART solid-free flushing fluid was developed. The flushing fluid is of strong inhibition and film forming ability being prepared with PHP, Na - CMC and CORESMART, which is applied successfully in weathered lamprophyre layer.

Key words: PHP - CORESMART solid-free flushing fluid; weathered lamprophyre; water-sensitive formation; film-forming flushing fluid

1 概述

煌斑岩是一种细粒致密块状浅成基性侵入岩脉, 主要由绿帘石、绿泥石、方解石和斜长石等矿物组成。九瑞矿集区因受燕山构造运动的影响, 在三叠系、二叠系石灰岩地层中有多条煌斑岩岩脉穿插其中。在长期的地质营力作用下, 煌斑岩岩脉受到不同程度风化, 由于其中的部分原生矿物风化成粘土矿物, 钻进过程中表现出强烈的水敏不稳定性而常常伴随着崩解、坍塌等复杂情况的发生, 引起卡埋钻具、钻杆折断等复杂孔内事故, 甚至钻孔报废, 造成成孔周期长、钻探成本高。

绳索取心钻进因其环空间隙小、钻杆内壁结垢影响内管总成投放和打捞, 要求冲洗液不但具有良好的流变性、剪切稀释能力, 而且具有极低的固相含量。

冲洗液在复杂地层钻进中起着至关重要的作用, 是实现复杂地层顺利钻进的重要手段。聚合物

无固相冲洗液因其具有良好的护壁性能、润滑性能、携带岩屑、清洗孔底、冷却钻头和低固相含量, 受到越来越广泛的应用, 也是绳索取心钻进的首选。2012年以来, 我们根据九瑞矿集区风化煌斑岩地层的岩性特征和绳索取心钻进对冲洗液性能的要求, 开展了聚合物无固相冲洗液的试验研究工作。经过2年的试验研究和生产实践, 探索出适合九瑞矿集区风化煌斑岩复杂地层钻进的 PHP - CORESMART 无固相冲洗液体系, 采用该体系取得了钻进速度快、成孔周期短及岩矿心采取率平均达 95% 以上的良好的技术和经济效益。

2 地层条件

2.1 邓家山矿区

邓家山矿区的主要地层构成由三叠系嘉陵江组石灰岩、二叠系石灰岩、大理岩、构造角砾岩组成。于孔深 56.00 ~ 425.00 m 发育有 2 ~ 3 条厚度 4.25

收稿日期: 2014 - 03 - 19

作者简介: 蒋兵(1964 -), 男(汉族), 湖北黄梅人, 江西省地质矿产勘查开发局赣西北大队高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程技术管理工作, 江西省九江市十里大道 202 号, 1399059401@qq.com。

~52.60 m的全风化和强风化煌斑岩岩脉。石灰岩地层岩溶、裂隙发育,冲洗液漏失严重;全风化、强风化煌斑岩岩脉(见图1),极易发生水化崩解、坍塌。



图1 邓家山矿区取出的风化煌斑岩岩心



图2 东雷湾矿区取出的风化煌斑岩岩心

表1 全风化煌斑岩、强风化煌斑岩粘土矿物组分

岩石名称	矿物成份及含量/%				
	石英	蒙脱石	伊利石	高岭石	其它
全风化煌斑岩	10.32	24.13	10.93	18.11	36.51
强风化煌斑岩	10.32	15.71	10.64	7.45	55.88

和不均匀性的特征,由于蒙脱石吸水膨胀严重、伊利石和高岭石易剥落和分散,因此岩石在水中浸泡呈崩解特性。因此要求冲洗液具有良好的抑制性和隔水性,抑制地层的水化、膨胀和分散,以保证孔壁的稳定。

3.2 试验用材料

聚丙烯酰胺(PHP):PHP是一种水溶性阴离子型线性高分子聚合物,水解度25.6%~30%,分子量1600万,因分子链长且由多个链节组成,具有柔性强的特点,具有较强的絮凝和包被作用,剪切稀溶性、润滑性好,同时也具有降滤失、堵漏等作用。

羧甲基纤维素钠盐(Na-CMC):是一种易溶于水形成透明的胶状溶液,在冲洗液中主要起降滤失作用。

聚丙烯酸钾(K-PAM):是一种高分子聚合物,水解度为27.0%~35.0%,钾含量 $\geq 11.0\%$,易溶于水,在冲洗液中主要作为抑制剂。

高分子聚合物纳米处理剂(CORESMART):它是采用SMART高分子聚合物合成技术生产的一种纳米处理剂,主要作为成膜剂,具有成膜作用。

试验用水:为保持室内试验条件与现场施工条件的一致性,配制冲洗液水采用施工现场可饮用的湖水。

2.2 东雷湾矿区

东雷湾矿区ZK1-1孔为设计孔深1350 m,倾角80°的斜孔,钻遇的地层主要为:三叠系石灰岩、二叠系石灰岩与含燧石结核灰岩、大理岩、砂卡岩、石炭系白云岩、泥盆系石英砂岩、志留系泥质砂岩与粉砂岩,其中,306.60~575.40 m有5层风化煌斑岩岩脉;1330~1385 m为厚度55 m的断层破碎带及构造运动引起的破碎地层(见图2)。冲洗液中等漏失。

3 室内试验

3.1 粘土矿物分析

为了使冲洗液体系优选和配方优化具有较强的针对性,对现场取出的全风化煌斑岩及强风化煌斑岩粘土矿物岩心样品进行岩性分析,矿物岩性分析结果见表1。

从表1可以看出,风化后的煌斑岩中含有大量的粘土矿物,尤其是蒙脱石含量相对较高。受原岩结构的影响,风化煌斑岩中的粘土矿物分布具有分散性

3.3 配方优选

以 API 失水量和漏斗粘度作为冲洗液性能的主要评价指标,试验采用回归正交试验法,利用计算机进行回归寻优,通过全风化煌斑岩岩样浸泡试验,在反复试验的基础上确定出冲洗液的组成与加量,得到 PHP - CORESMART 无固相冲洗液最佳配比为:聚丙烯酰胺(PHP)为 0.3%,羧甲基纤维素钠盐(Na - CMC)为 0.3%,聚丙烯酸钾(K - PAM)为 0.4%,高分子聚合物纳米处理剂(CORESMART)为 0.5%。测试冲洗液性能参数为:失水量 17 mL/30 min,漏斗粘度 23 s,密度 1.03 g/cm³。

3.4 岩样浸泡试验

浸泡试验采用现场钻孔内取出的全风化煌斑岩岩样,岩样规格为 Ø63 mm,高度 100 mm,浸泡试验结果见表 2。

表 2 全风化煌斑岩岩样浸泡试验结果

冲洗液类型	浸泡时间/h	岩样状态	备注
湖水	1	崩解	
PHP - CORESMART 无固相冲洗液	72	完整	岩样表面形成一层膜

3.5 PHP - CORESMART 无固相冲洗液护壁机理分析

通过试验结果不难看出,风化煌斑岩水化作用的主要原因是其风化后的粘土矿物吸水致使晶体膨胀,晶胞间距增大。PHP 分子链节中具有多种非离子(如 -CONH₂等)吸附基团,通过氢键吸附粘土表面形成薄的吸附膜,减轻冲洗液中的滤液对粘土地层的侵蚀^[1,3,5];Na - CMC 在降滤失的同时,还能够在孔壁表面形成薄而坚韧、渗透性低的滤饼^[2,4];K - PAM 能够在降低冲洗液滤失的同时,抑制了风化煌斑岩的渗透水化力,从而减缓了风化煌斑岩的水化膨胀,冲洗液中的 K⁺ 进入粘土矿物硅氧四面体的空穴后,使晶胞间的距离大大缩小,连接得更紧密,阻止了水分子进入晶胞层间^[2],从而使风化煌斑岩的水化速度大幅度减慢而稳定性增强;高分子聚合物纳米处理剂(CORESMART)因其尺寸小、比表面积大、表面原子数、表面能和表面张力大,表现出 4 大效应:小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应等特点^[6],不仅能够能够在岩心及孔壁表面形成一层比较致密的聚合物保护膜,阻止水分子进入地层,而且还能提高膜的强度和韧性,使成膜的质量明显提高。

4 现场应用

为检验 PHP - CORESMART 无固相冲洗液的防塌效果,将室内试验所确定的无固相冲洗液在九瑞矿集区的邓家山和东雷湾 2 个矿区进行生产性应用。

4.1 在邓家山矿区施工中的应用

该矿区共计施工 4 个倾角为 80° 的钻孔,孔深 750 ~ 800 m。采用 XY - 4 型钻机、BW150 型泥浆泵,S95、S75 绳索取心钻进。

ZK6 - 1 孔施工时,因冲洗液使用不当(冲洗液配比为:1 m³水 + 5% 钠土 + 0.2% PHP + 0.3% Na - CMC),性能不稳定造成风化煌斑岩地层坍塌,引起埋钻事故,钻孔报废 2 次计 735 m 钻探进尺。第 3 次施工采用 PHP - CORESMART 无固相冲洗液,顺利穿过 3 层共计 81 m 厚的风化煌斑岩地层,未发生孔壁坍塌的现象。在孔深达到 395 m 时,因遇到严重的溶蚀裂隙地层冲洗液全漏,下入 400 m 的 Ø89 mm 技术套管护壁,顺利钻进至 800.31 m 终孔。另外 3 个钻孔均采用 PHP - CORESMART 无固相冲洗液配合技术套管护壁,都一次顺利成孔。平均台月效率达 650 m,岩矿心采取率达 96% 以上。

4.2 在东雷湾矿区施工中的应用

钻孔施工采用 XY - 6N 型钻机,BW250 型泥浆泵,S95、S75 绳索取心钻进,全孔采用 PHP - CORESMART 无固相冲洗液护壁并下入 Ø89 mm 技术套管 578 m,为减轻钻具的摩阻力,向冲洗液中加入了 0.5% 无荧光润滑剂(GLUB)。该孔自 2013 年 8 月 1 日开孔,11 月 19 日终孔,终孔孔深 1409.08 m,倾角 79°。在钻孔过程中,未发生掉块、孔壁坍塌、钻杆折断等孔内事故,孔内事故率为 0.8%,钻进效率 506 m/台月,岩矿心采取率达 98.44%。

4.3 PHP - CORESMART 无固相冲洗液的现场管理

(1) 钻进过程中,随着钻孔的延伸,岩粉的清除,冲洗液中处理剂会不断地消耗,浓度会不断降低,性能则不断下降,并将影响护壁效果。因此,为保持冲洗液性能的稳定和护壁能力,应及时在冲洗液中补充各种处理剂。

(2) 加强冲洗液固控与净化。为保持冲洗液在较低的密度和粘度,做到勤捞渣,坚持每个回次捞渣一次。同时,循环槽要有足够的长度,沉淀池要有一定的体积和深度。

(下转第 61 页)

3.5.4 注浆过程中应注意的问题

(1)在注浆口无法完全封闭的情况下,只要保证注浆时孔口压力大于水头压力,同样可以达到设计效果,不能因为短时间内孔口大量冒浆就认为注浆失败而停止注浆,此时应继续注浆持续一段时间后再进行判断,本次注浆时间大约持续45 min,孔口就逐渐停止了冒浆,原因为由于注浆口处的水泥浆逐步凝结而致使孔口密封。

(2)当封孔注浆与主体注浆分步进行时,在封孔注浆完毕后及时向填充注浆管中注清水以保证注浆管的畅通。

4 结语

(1)工程实践表明,采用侧向挤压注浆封堵对闸基底下设备井进行注浆封堵是可行的,且封堵后对井内监测设备进行了检验,结果显示仪器设备没有受到损害。

(2)对地下水水文地质条件准确把握是非常必要的,只有对地下水的补给方式、流速流向、承压水头大小等全面了解,才能制定出有针对性的堵水方

案和采取行之有效的施工措施。

(3)以堵水为目的或以填充补强为目的注浆工程尽量不要改变地下水水文地质环境,只要注浆效果达到预期即可,避免由于注浆过度对工程产生其它方面不利影响。

参考文献:

- [1] 邝建政, 咎月稳, 王杰, 等. 岩土注浆理论与工程实例[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 何修仁. 注浆加固与堵水[M]. 辽宁沈阳: 东北工学院出版社, 1990.
- [3] 郝哲, 王英刚, 刘斌, 等. 岩体注浆堵水的可靠性设计[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(5): 592-595.
- [4] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 辽宁沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1990.
- [5] 黄德发, 王宗敏, 杨彬, 等. 地层注浆堵水加固施工技术[M]. 江苏徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [6] 郝哲. 岩体注浆行为研究及其计算机模拟[D]. 辽宁沈阳: 东北大学, 1998.
- [7] 樊朝金, 李德文, 邓春海. 山东潍坊万达广场深基坑降水及有承压水头降水井的封井方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(12): 71-73, 77.
- [8] 高卫乾, 蒋德文. 煤矿井下水文钻孔水瓦斯混合喷涌综合治理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(10): 43-44, 49.

(上接第44页)

(3)加强冲洗液性能监测。机台现场要配备必要的冲洗液性能检测仪器,定时对冲洗液性能进行检测,必要时还应加大检测频率,及时掌握冲洗液性能变化趋势。

5 结论

(1)试验表明,PHP-CORESMART无固相冲洗液具有护壁能力强、携屑能力强、润滑效果好、钻进效率高、现场维护简单和成本低等优点,达到了岩心采取率高、孔壁稳定的效果。

(2)对于风化煌斑岩地层孔壁稳定的保持,PHP-CORESMART无固相冲洗液应以滤失量为主要控制指标。

(3)高分子聚合物纳米处理剂(CORESMART)能有效提高膜的强度和韧性,对维护风化煌斑岩孔壁稳定作用明显。

(4)PHP-CORESMART无固相冲洗液在维护孔壁稳定性方面存在时间效应,因此对具有多种类

型组合的复杂地层施工,采用套管等多种护壁工艺相结合会取得更好的效果。

参考文献:

- [1] 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与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5): 13-16.
- [2] 冯哲, 徐会文, 张红红. 无固相钻井液在吉林省油页岩勘探中的研制与应用[J]. 中国煤炭地质, 2008, (1): 62-64.
- [3] 王从新, 徐宝东, 赵一军. 无固相冲洗液在复杂地层钻进中的应用[J]. 黄金地质, 2003, (3): 78-80.
- [4] 贺晓东. PHP-NKHm 泥浆水敏性地层中应用[J]. 中国煤炭地质, 2008, (5): 72-74.
- [5] 赵殿河. 无固相冲洗液在某矿区复杂地层中的应用[J]. 西部探矿工程, 2005, (9): 147-148.
- [6] 崔迎春, 王贵和. 钻井液技术发展趋势浅析[J]. 钻井液和完井液, 2005, (1): 60-62, 70.
- [7] 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): 10-12, 17.
- [8] 王禹, 杨春柳, 吕小燕. PVA 无固相冲洗液在吉林珲春松林矿区复杂地层的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(7): 14-15, 17.