

老牛槽区钻孔的冲洗护壁问题

蔡澄宇

(中国有色金属工业总公司吉林矿产地质研究所)

在复杂层的钻进中,运用含有4~5%粘土的低固相PHP-CMC-KHM浆液和适应本地区的阴离子型皂化油,有效地解决了钻孔的冲洗、润滑和护壁问题。

关键词: 低固相泥浆, 阴离子型皂化油, 冲洗护壁

地质条件

老牛槽矿区位于天宝山—阴山东西向复杂构造带东端与新华夏系第二隆起带张广才岭南西延长部的交接地段,挥发河华夏系构造与东西向构造带的复合部位。该区地层比较简单,以太古界鞍山群变质岩类为主,并经受了中—深程度的区域变质作用和强烈的混合岩化作用。钻孔所钻地层以混合片麻岩、斜长角闪岩为主。本区动力变质作用发育,不少岩石表现为碎裂岩化或糜棱岩化,而大部分均为碎裂岩、糜棱岩和千枚岩。区内褶皱构造和断裂构造极为发育,挤压蚀变片理明显,钻进施工中坍、掉、漏非常严重,影响了钻探正常施工。

室内分析

室内分析表明,该区所钻地层岩石的高价金属化合物的含量平均在30%以下, CaO和MgO的平均含量低于10%,机台用水又属于极软水,因此,选用阴离子型皂化溶解油润滑减阻是可行的。老牛槽地区坍、掉频繁,必须选用护壁效果好的冲洗液。为此,我们在室内进行了4个类型泥浆优选试验,即低固相泥浆(原浆)、低固相KP聚合物泥浆、低固相聚丙烯酰胺—纤维素[PHP—CMC]泥浆和低固相聚丙烯酰胺—纤维素—腐植酸钾(PHP—CMC—KHM)泥浆。

其中后三者是我们优选和研究的主要对象。从低固相KP聚合物泥浆看,原浆浓度提高,泥浆粘度增大,失水量降低;在原浆浓度相同的情况下,加大KP聚合物的量,泥浆粘度提高,失水量降低。低固相PHP—CMC泥浆,当原浆浓度增大,泥浆粘度同样上升,失水量降低;当PHP和CMC增加,泥浆粘度上升,失水量降低。低固相PHP—CMC—KHM泥浆,在PHP在CMC保持一定加量时,增大KHM的加量,其泥浆粘度下降,失水量也下降,KHM兼有稀释和降失水作用。可见,采用低固相PHP—CMC—KHM泥浆,从性能上分析,比低固相PHP—CMC泥浆有明显的优越性,即在一定配方的条件下,它的粘度不会过大;在粘度相同的情况下,可获得小的失水量,而且成本较低,有利于金刚石钻进复杂地层。为了查明上述三种类型泥浆的防坍效果,我们在室内分别进行了防坍试验。取坍塌地层岩样,经烘干、粉碎过100目筛,按岩粉与水7:1混合均匀,在模具中压成圆柱状的试块,分别浸泡在不同冲洗液中,定时观察岩样外形变化及垮散时间等。从浸泡结果得知,皂化油含量为5%的乳化液防坍效果很差,岩样放入其中即发生垮散,可见,它只适合于稳定地层的钻进。固相含量为3%的低固相PHP—CMC泥浆和低固相PHP—CMC—KHM泥浆的防坍效果也不甚好,因

此,适当增加泥浆固相含量是必要的。低固相 KP 聚合物泥浆的防坍效果也不明显。而固相含量为4~5%的低固相 PHP—CMC 泥浆和低固相 PHP—CMC—KHM 泥浆防坍效果很好,岩样在其中浸泡,可长间不垮散,尤其是后者,当岩样浸泡一段时间以后,其表面光滑,并可见膜状坚韧保护层。岩样浸泡模拟试验表明,具有一定固相含量的 PHP—CMC—KHM 泥浆,其防坍性能明显优于低固相 PHP—CMC 泥浆。金刚石钻进要求高转速,那么这种泥浆润滑减阻性能是否与之相适应呢?为此,我们采用 ZC-1 型钻井液摩擦系数测定仪测定了泥浆的润滑性能。结果表明,固相含量为4~5%的低固相 PHP—CMC—KHM 泥浆的摩擦系数较小,只高于乳化液,不足清水的一半,完全可以满足小口径金刚石钻进要求。通过大量的室内分析,我们认为固相含量为4~5%的低固相 PHP—CMC—KHM 泥浆冲洗、润滑、护壁等综合性能良好,可以投入老牛槽复杂地层进行生产试验。

生 产 试 验

(一) 试验条件

1. 设备:钻机 XV—4型钻机;水泵吉林 I 型变量泵。

2. 钻孔:8603孔,设计深度 550 米,开孔方位240°,开孔倾角82°,金刚石钻进,口径60毫米,由604队405机施工。

(二) 试验情况

8603 孔是老牛槽地区最深的金刚石钻孔。钻孔上部地层比较稳定,复杂地段主要在 400 米以下。鉴于当时材料所限,主要在该孔下部进行了试验,即从383.75米至终孔 569.05米,共计 185.3 米。钻进上部地层采用低固相 PHP—CMC 泥浆,试验地段采用固相含量为 4~5%的低固相 PHP—CMC—KHM 泥浆。

1. 泥浆配方及性能:见表 1、表 2。

泥浆配方 表 1

成分	粘土 (%)	Na ₂ CO ₃ (粘土的%)	PHP (ppm)	CMC (ppm)	KHM (%)	皂化油 (%)
含量	4~5	3~4	100~500	150~500	1.5~2	4~5

2. 试验效果:

从383.79米开始,我们根据地层变化,随时改变泥浆配方,调节泥浆性能,以达到

泥浆性能 表 2

塑性粘度 (厘泊)	表观粘度 (厘泊)	动切力 (磅/100 英尺 ²)	动塑比	漏斗粘度 (秒)	失水量 (毫升/30分)	泥皮厚 (毫米)	比重	pH值	胶体率 (%)
4.0~8.5	4.25~10	0.5~3.5	0.12~0.467	18.4~25	10~7.0	0.3	1.02	9	100

冲洗、润滑和护壁之目的。在保持主轴高速回转(以819转/分为主)的情况下,顺利通过100多米的破碎蚀变地层。在 383.75 米孔段,未出现坍塌现象,也未发生井故。而试验前,在 0~383.75 米孔段,共发生坍塌 8 次,造成井故38小时。

机 理 分 析

室内分析和生产试验都说明,低固相

PHP—CMC—KHM 泥浆是金刚石钻进复杂地层的一种优质冲洗液,它不仅具有良好的冲洗润滑效果,而且具有很好的护壁性能。因为水解聚丙烯酰胺(PHP)(水解度为30%左右)是线性非离子型高聚物经水解而成的聚丙烯酸钠和聚丙烯酰胺的共聚物,其亲水性差的酰胺基(—CONH₂),可以通过氢键联结,与粘土颗粒相吸附,而亲水性强的羧钠基(—COONa)可使粘土颗粒带来

电离水化作用。由于它们是高聚物,可使粘土颗粒吸附在其链节上,形成高分子结构而起保护作用,使粘土分散和稳定;还由于电离水化基($-\text{COONa}$)的水化膜和负电斥力作用,使高分子链伸张,致使高分子链既能吸附又能伸开,达到“桥接”和絮凝的目的。此外,随着泥浆自由水从孔壁失去,PHP可直接吸附在孔壁表面,形成保护膜,起到稳定孔壁的作用。

钠羧甲基纤维素(Na-CMC)是一种良好的降失水剂。其分子结构中的羟基($-\text{OH}$)与粘土颗粒晶格表面的氧原子形成氢键联结,或 Na-CMC 分子中的醚氧($-\text{O}-$)与粘土晶格表面的氢氧离子间形成氢键联结,均可使 Na-CMC 和粘土颗粒相吸附。而 Na-CMC 分子结构中的羧钠基($-\text{COONa}$)的电离与水化,给粘土颗粒带来良好的水化膜,增加粘土的电动电位,使粘土颗粒分散和稳定,减少泥浆中的自由水,形成胶结性的致密泥皮,使失水量降低,并起加固孔壁的作用。

在低固相 PHP-CMC 泥浆中,加入一定量的 KHM 和少量减阻剂后,还能使该浆液具有更突出的特点,因为腐植酸钾具有大表面和多官能团[如 $-\text{OK}$ (酚钾基)、 $-\text{COOK}$ (羧钾)等],其吸附或水化能力强,使粘土颗粒表面形成吸附溶剂化层,提高了粘土颗粒的电动电位和静电斥力,保持泥浆细分散状态,大大降低了泥浆失水量,而且泥皮薄而致密坚韧,提高了护壁作用。而 KHM 中 K^+ 的存在,可以与膨胀粘土矿

物晶层间的阳离子发生交换,使其晶层紧密联结,水分子不容易进去引起膨胀,故对抑制泥质蚀变带有良好的作用。KHM 高聚物的分子链很长,使其在井壁或地层裂隙中形成保护膜,大大减小井壁坍塌的倾向。KHM 分子结构中含有一定数量的邻位双酚羟基($-\text{OH}$),这种基团能在粘土颗粒的边、角进行吸附,增加了粘土颗粒边、角溶剂膜的厚度,使之不易粘结,并阻止网状结构形成,从而使泥浆获得低粘度和低静切力。

由于聚丙烯酰胺、钠羧甲基纤维素、腐植酸钾和皂化油等的综合作用,使泥浆具有良好的性能。实践证明,这种泥浆不但适用于老牛槽复杂地层的金刚石钻进,而且对夹皮沟和其他地层相似的地区也有一定的参考价值。

几点体会

1. 低固相 PHP-CMC-KHM 泥浆是金刚石钻进复杂地层的一种优质泥浆,它不但护壁作用明显,而且在 KHM 处理剂降失水的同时,也降低泥浆粘度,这是其他降失水剂无法比拟的。

2. 冲洗液是金刚石钻进的关键之一,尤其是钻进复杂地层,更应该把它摆在首位。既要根据不同的地质地层条件优选或研究合适的类型与配方,更应重视冲洗液的配制加工和严格管理,否则就不能发挥它的重要作用。

On Hole Flushing and Wall Protection

Problems in Laoniucuo District

Cai Chengyu

When drilling in complex rock formation, problems of flushing, lubrication and wall protection of drill hole could be effectively solved by using low solid PHP-CMC-KHM fluid with a clay content of 4-5%, and cathodic ion type soap emulsion that suited to local conditions. In this paper the author sums up his experience in this respect.