

油页岩地层绳索取心钻探冲洗液技术探讨

王禹, 刘波, 高洪志

(吉林省地勘局第六地质探矿工程大队, 吉林 龙井 133401)

摘要:分析了绳索取心钻探的特点, 并对 PAM-KHm 冲洗液、LBM 泥浆进行了试验和施工探讨, 给出了 2 种冲洗液的配方、试验性能指标、流变性能参数, 并分析了其影响因素。

关键词:油页岩地层; 绳索取心; PAM-KHm 冲洗液; 无固相冲洗液; LBM(低粘增效粉)冲洗液

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)10-0032-03

绳索取心钻探技术在某些复杂地层, 尤其在施工油页岩地层应用中, 还存在着不同程度的钻杆内壁结垢和孔壁坍塌等技术难题, 为此我们选择了吉林壳牌油页岩伊通矿区作为试验点, 对油页岩地层使用绳索取心钻进的冲洗液技术进行了初步探讨。

1 绳索取心钻探的特点

1.1 环状间隙对冲洗液循环的影响

绳索取心钻探的特点众所周知, 本文阐述的一个特点是: 其两个环状间隙(钻杆与孔壁间的间隙, 内管与钻杆内壁的间隙)非常小, 最小 0.5~1 mm, 最大 2~3 mm, 由此而导致很多冲洗液循环的不利因素。

(1) 外环间隙小, 循环泵压高, 钻孔内流体当量密度超过地层压力或破裂压力, 造成循环漏失, 压垮孔壁, 平衡压力钻进困难。

(2) 高速旋转的钻杆内壁上, 由于强大的离心力场而可能结垢, 造成投放和打捞内管总成困难。

(3) 提下钻容易抽垮或挤塌不稳定地层而扩径; 刚性连接的钻杆在扩径孔段容易折断, 满眼钻具在孔隙地层中可能粘附卡钻。

1.2 对冲洗液性能的要求

绳索取心钻探的上述问题几乎都和冲洗液性能有关, 解决了冲洗液问题将利于绳索取心钻探的推广应用。绳索取心钻探冲洗液应具备如下性能要求:

(1) 尽量小的环空动压, 防止压漏、压裂和压垮地层;

(2) 钻杆内能实现紊流冲刷, 以防结垢或清除

泥垢;

(3) 环空流动状态要能调节达到或接近紊流, 保持薄而韧的泥皮, 防止缩径及粘附卡钻;

(4) 具有抑制水敏性地层的能力。

伊通矿区现场应用的 PAM-KHm 无固相冲洗液和 LBM 冲洗液, 能够满足上述要求。

2 伊通矿区绳索取心钻探试验情况

2.1 地层条件

伊通矿区油页岩主要岩层有泥岩、页岩、粉砂岩和粉砂质页岩、粉砂质泥岩、泥岩、页岩。主要粘土矿物成分为高岭石, 遇水易水化分散和剥落坍塌, 因此该矿区地层不稳定, 因而使用绳索取心钻进必须首先解决冲洗液的护壁和防塌问题。

2.2 钻具及钻进参数

试验用 S95 绳索取心钻具, 采用 PDC 钻头和聚晶环槽式钻头, 其壁厚 17.25 mm。

钻进参数: 钻压 10~50 kN, 转速 175~360 r/min, 泵量 52~80 L/min(BW250 型泵)、80~120 L/min(BW320 型泵)。

2.3 冲洗液配方

在伊通矿区 YTG-qsn-01 和 YTG-qsn-03 号孔试验了绳索取心钻探用冲洗液。根据矿区地层特点和绳索取心钻进要求, 选择了 2 种不同体系的冲洗液类型。

(1) PAM-KHm(聚丙烯酰胺-腐植酸钾)无固相冲洗液, 其配方为(800 L 冲洗液中): KHm 15 kg, PAM 0.2 kg, Na-CMC 0.2 kg。冲洗液性能指标为: 密度 1.06~1.08 kg/L, 漏斗粘度 16~18 s; pH

收稿日期: 2007-01-24

作者简介: 王禹(1963-), 男(汉族), 吉林敦化人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队总工程师、高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程施工管理工作, 吉林省龙井市; 刘波(1974-), 男(汉族), 黑龙江拜泉人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队助理工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程施工工作; 高洪志(1977-), 男(汉族), 吉林农安人, 吉林省地勘局第六地质探矿工程大队助理工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程施工工作。

值 8~9。

(2)LBM 冲洗液,其配方为:NV-1 2%~5%, GSA 0.1%~0.3%, GPA0.1%。冲洗液性能指标

为:密度 1.02~1.05 kg/L,失水量 9~10 mL/30 min,pH 值 8~9,漏斗粘度 18~24 s。

2.4 试验情况(见表 1)

表 1 绳索取心钻进冲洗液现场试验情况表

孔号	设计孔深 /m	绳索取心钻进 /m	最高钻头进尺 /m	纯钻进间利用率/%	试验孔深 /m	地层岩性	冲洗液类型	性能				试验效果
								密度/(kg·L ⁻¹)	粘度 /s	失水量/(mL·30min ⁻¹)	泥皮厚度/mm	
YTG-qs _n -01	750	624.70	160.40	23.5	120.3~470.20	粉质砂岩,泥岩,页岩	PAM-KHm	1.03~1.05	18~22	7~30	0	钻进效率高,孔壁稳定,携岩好,无结垢现象
					470.20~750	粉质岩,泥岩,页岩,粉砂质泥岩	LBM	1.04~1.09	20~23	13~14	0.6~0.8	孔壁稳定,未剥落坍塌,孔深 640 m 因除砂器故障,密度增大,产生结垢现象
YTG-qs _n -03	925	445.11	219.60	44.10	435.86~790.45	泥岩,页岩,砂岩	LBM	1.03~1.08	17~22	15~25	0.5~1	孔壁稳定,携岩好,无结垢现象
					790.45~925.28	泥岩,页岩,粉砂岩,粉砂质泥岩	LBM	1.10~1.13	23~26	8~10	0.2~0.3	泥岩,页岩地层因浸泡时间过长,引起孔壁严重坍塌,孔深 810~925 m 为主要超径孔段,孔径为 450 mm

3 油页岩地层绳索取心钻探冲洗液类型的选择

该矿区油页岩地层中泥岩、页岩的水化分散作用,粉砂质泥岩酥软,是孔壁坍塌的主要特点。针对该矿区地层岩性特点,我们协同吉林大学建设工程学院对不同泥浆体系进行了室内试验,对各类泥浆的配方、浓度和加量作了优选,试验结果表明:

(1)PAM-KHm 冲洗液特点是 KHm 对失水量和塑性粘度略有降低作用,泥饼薄而致密,具有良好的护壁性能,环空动压和循环压力损失低,适合于环空间隙小的绳索取心钻探工艺。具有低失水,低粘度,低切力的优点。

(2)LBM 冲洗液具有低粘度、低失水、低切力、低固相、低环空压力、造浆性能好、颗粒分散细,且沉砂、除砂容易等特性,该泥浆具有较强的水化分散和

防塌护壁作用,并能防止“结垢”,是我国目前用于钻进泥页岩和不稳定地层的一种新型优质泥浆。

4 试验泥浆的流变性能剖析

流变性指泥浆在外力作用下流动和变形的特性。S95 系列绳索取心钻具环空间隙为 3 mm,内外管间隙为 2 mm,现场使用的 BW250、BW320 型泥浆泵排量一般为 52~120 L/min。由于外环空隙小,会导致泵压升高、弊泵、循环漏失和提下钻孔壁垮塌;内环空隙小则会因为钻杆内壁结垢而妨碍打捞岩心,影响效率。因此,要求冲洗液具有低密度、低粘度、低失水量、润滑性好、流变性能好等特点,以适应绳索取心钻进工艺的要求。

试验的 2 种冲洗液体系,通过宾汉、幂律、卡森三个数学模式计算,得出其流变性能见表 2。

表 2 两类冲洗液的流变性能表

孔号	类型	绳索取心钻进孔深 /m	泵量 /(L·min ⁻¹)	宾汉				幂律		卡森		
				AV /(mPa·s)	PV /(mPa·s)	YP /Pa	YP /PV	n 中	k 中 /(Pa·sn)	CV /(mPa·s)	CY /Pa	CY /CV
YTG-qs _n -01	PAM-KHm	120.30~470.20	52	2~6	1.5~4	0.5~1	0.5~1	0.5~0.7	0.13~0.17	2	1.16	1.15
	LBM	470.20~750	52~80	23~30	11~25	3.83~4.79	0.4~0.95	0.6~0.78	0.11~0.5	12.09~17.64	1.59~2.05	0.21~0.29
YTG-qs _n -03	LBM	435.86~790.45	52	25~78.5	13~15	11.25~12.20	1.6~1.7	0.45~0.46	1.08~1.14	13~18	0.3~1.7	0.09~0.26
		790.45~925.28	120	21~29	16~20	3.83~6.23	0.5~0.9	0.15~0.75	0.12~0.25	9.71~12.7	1.62~2.74	0.26~0.5

这对指导现场处理冲洗液具有极重要的意义,现将两类冲洗液的流变性能剖析如下。

4.1 PAM-KHm 无固相冲洗液

这种冲洗液其流变性能稳定,携带岩屑能力强,可通过改变流变参数调整环空流态,以减少泥浆对泥岩孔壁的冲蚀作用,而其中 Na-CMC 可使泥浆

有低的失水量,这对绳索取心钻进保护孔壁十分重要。

4.2 LBM 冲洗液

LBM 冲洗液环空动压低,钻杆内壁不易结垢,孔壁稳定,其流变性可根据地层要求进行调整和掌握。在 YTG - qsn - 03 孔施工中,为维护泥岩地层的孔壁稳定,又使绳索取心钻探在十分复杂的孔内条件下继续钻进,全孔使用了 LBM 粉,流变参数掌握较好,钻进时冲洗液携岩能力强,孔底清洁,孔壁稳定,钻杆内壁不结垢,钻进时效由 1.68 m 提高到 2.84 m。

5 预防绳索取心钻杆内壁结垢

钻杆内壁结垢是指冲洗液中的固相微粒在钻杆高速旋转所造成的离心力场作用下,发生径向沉积,聚集在钻杆内壁上,形成泥垢,导致钻杆实际内径缩小,这一现象称为钻杆内壁结垢效应。经测定,结垢物质主要是无用的岩屑颗粒,影响结垢物质生成的因素,除与泥浆类型有关外,还与泥浆当量密度、粘度、含砂量及回次时间长短、回转速度有关。其中含砂量为主要因素,含砂量越高,结垢越严重。试验钻孔“结垢”情况见表 1。YTG - qsn - 01 孔在孔深 470.20 ~ 750 m 时,因振动筛故障,冲洗液密度增至 1.09 kg/L,产生了结垢。

生产实践说明,在复杂地层使用绳索取心钻探时,必须在保护孔壁稳定的前提下,同时采取有效的防垢技术措施。

(上接第 24 页)

探技术指标对金刚石绳索取心钻进施工效率的影响作用进行了评价。

(2) 评价结果表明:在硬岩金刚石绳索取心钻进施工中,机械钻速对钻进施工效率影响显著,明显超过其它因素的影响;回次长度比起下钻速度和起钻间隔对钻进施工效率影响作用要大一些;起下钻速度和起钻间隔对钻进施工效率影响作用相当,都处于最低的和并不显著的水平。

(3) 采用钻进时间影响系数,可实现对不同因素对钻进施工效率影响作用进行直观的、定性的互

(1) 要正确选择适合于地层岩性特点和绳索取心钻探特性的冲洗液类型。

(2) 冲洗液含砂量是造成钻杆内壁结垢的重要因素,一般要求含砂量 < 0.2%。

(3) 及时清除泥浆中极细的岩屑颗粒,除地面循环系统外,还应配备除泥器、振动筛、除砂器等,并保证开动时间,把含砂量降到最低限度。

(4) 要选择低的泥浆流变参数,控制合适的排量,尽量保持泥浆低粘、低切力,以沉淀和清除岩屑。

(5) 控制回次进尺时间和转速,回次进尺不宜超过 3 m,转速 175 ~ 360 r/min 为宜。

6 认识和看法

通过室内试验、流变性能分析和现场生产实践,我们对施工油页岩地层绳索取心钻探用冲洗液的看法是:

(1) PAM - KHm 无固相冲洗液适用于较完整的油页岩地层;

(2) LBM 冲洗液现场配制方便,只要将 LBM 粉剂加入清水中,不需加其它处理剂,充分搅拌即可获得所需不同性能的冲洗液;

(3) LBM 冲洗液对水敏地层,酥软、破碎胶结力差的地层,有较好的护壁防塌能力,而且结垢指数低;

(4) LBM 冲洗液里的胶状颗粒,粒度加工不够细,经水化膨胀漂浮在表面,影响了泵的上水,降低了泥浆性能。

相比较。

(4) 通过对金刚石绳索取心钻进施工效率因素的分析,可实现钻探项目的钻进设备、器具和工艺方法的优选。

参考文献:

- [1] 张伟. 取心钻进工艺方法的技术经济学分析——施工时间分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(8).
- [2] 张伟. 取心钻进的技术经济学研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2006.