

重庆页岩气参数井施工工艺

向昆明,尹亮先,李 胜,章 术

(四川省煤田地质局一三七队,四川 达州 635006)

摘要:通过页岩气参数井钻探施工,总结在页岩气参数井领域采用多级绳索取心技术施工工艺,探讨水敏性地层施工的关键技术,为今后在该领域的同类工程施工提供参考。

关键词:页岩气参数井;钻探;多级绳索取心;水敏地层

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)11-0031-03

Construction Technology of Parameter Well for Shale Gas in Chongqing/XIANG Kun-ming, YIN Liang-xian, LI Sheng, ZHANG-Shu (Sichuan Coalfield Geology Bureau 137 Geological Team, Dazhou Sichuan 635006, China)

Abstract: By the construction practice of parameter well for shale gas, the situation of multilevel wire-line coring technology by coalfield drilling rig applied in parameter well for shale gas is summarized, and the key construction technologies in water sensible stratum are discussed.

Key words: parameter well for shale gas; drilling; multilevel wire-line core drilling; water sensible stratum

页岩气作为一种重要的非常规天然气资源,以其分布广、储量大、易于开采等优势条件,已经开始成为一种新兴的能源替代品。为了加快页岩气的开发利用,国家发改委和国家能源局研究制定了鼓励页岩气勘探与开发利用的政策,同时加大科技攻关力度,突破页岩气勘探核心技术,促进我国页岩气勘探开发步伐。在有利的外部环境条件下,我也紧抓机遇,不断地与高校和科研单位合作进行页岩气参数井的施工,在多次理论结合实践的摸索下,形成了一套简易可行的施工工艺,取得了较好的应用效果。

1 地层情况及地质要求

1.1 地层情况

区域内发育地层有:震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、二叠系及三叠系。上述层位中,下寒武统牛蹄塘组和下志留统龙马溪组为区内主要富有机质页岩发育层位。因区块构造运动频繁,岩溶、断裂发育,破碎带、软硬互层及水敏地层等情况交替复杂多变;并且在进入目的层龙马溪组时,可能会有大量可燃气体伴随冲洗液上返,给钻探施工造成了一定的难度。

1.2 地质技术要求

- (1)除第四系表土覆盖层,要求全井取心率 > 85%,页岩目的层段取心率 > 95%;
- (2)平均井径扩大率 > 15%;
- (3)终孔口径 ≤ 96 mm;

(4)直孔终孔孔斜 $\geq 5^\circ$,井眼曲率 $< 1.5^\circ \sim 1.8^\circ/30$ m;

(5)进入目的层,岩心钻进完毕取样时间 ≥ 30 min。

2 页岩气参数井钻进难点

综上所述,与常规的固体矿产钻探相比,重庆地区页岩气参数井钻探施工存在几个难点:(1)地层倾角 $20^\circ \sim 35^\circ$ 之间,为易倾斜地层,井斜控制难;(2)地层以泥页岩为主,容易水化膨胀,造成井壁不稳;(3)目的层岩心采取率要求高;(4)工期紧。

3 钻井施工

3.1 钻井设备

页岩气参数井施工选用的钻进设备有XY-6B型、XY-8B型立轴钻机,YDX-1800型全液压钻机;AG18.5-30A型钻塔及22.5 m加重钻塔;现场还配备了泥浆测试仪、气体检测仪、测斜仪等专用检测仪器。

现场采用唐山金石超硬材料有限公司生产的JS-150、JS-122、JS-96系列的绳索取心钻具。

3.2 多级绳索取心钻井工艺

3.2.1 绳索取心钻井结构

为了改变传统钻井套管技术模式,依据地质岩心钻探钻具口径系列,采用绳索取心多级钻井,确定

收稿日期:2014-01-09; 修回日期:2014-09-20

作者简介:向昆明(1968-),男(汉族),四川宣汉人,四川省煤田地质局一三七队队长、高级工程师,探矿工程专业,从事煤田勘探、非煤勘探、工程地质勘察等管理工作,四川省达州市华蜀南路200号,scdzxkm@163.com。

如下钻井结构(见表1)。

表1 页岩气参数井钻具组合及套管尺寸要求

钻具组合	钻头类型	钻头尺寸/mm	钻(套)管尺寸/mm	备注
一开	硬质合金钻头	170 (150)	168(146)	隔离表土松散破碎带,并用水泥固井
二开	金刚石绳索取钻头	150	139.7×7.1	隔离上部涌水、漏水段
三开	金刚石绳索取钻头	122.5	114.3×6.35	隔离溶系、破碎地层
四开	金刚石绳索取钻头	96	91×5.8	裸眼钻井液护壁至完钻

当井深 1500 m 以浅时,采用 $\phi 150$ mm、JS-122、JS-96 级配的施工顺序;当井深在 1500~2000 m 时,采用 $\phi 170$ mm、JS-150、JS-122、JS-96 (JS75) 级配的施工顺序(图1)。多级绳索取心钻井工艺的优点如下。

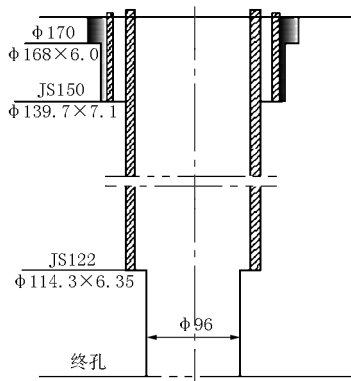


图1 页岩气参数井井身结构

(1) 采用多级绳索取心钻进工艺,克服一些复杂地层套管隔离问题;在钻遇破碎垮塌地层时,传统施工工艺用钻头钻穿复杂地层后,起钻在地表接套管下入井内,如果遇垮塌破碎掉块则必须起钻换钻具重新扫孔,如此重复很大程度上影响了施工周期,还有可能造成卡、埋套管事故。而采用多级绳索取心钻穿复杂地层后,起钻更换薄壁钻头,钻杆涂抹黄甘油,直接将钻杆作为技术套管下入井内,下钻途中遇掉块可以直接开动钻机扫除掉块,保证套管一次到位。在继续钻进过程中,再次遇局部地层复杂,还可以在不起钻的情况下继续钻进追加技术套管,减少事故的发生。

(2) 采用多级绳索取心钻进工艺,极大地提高了钻探效率;对于一些井深 1500 m 以深页岩气参数井钻孔,如果采用传统套管级配,就必须采用小口径钻进后,再进行逐级扩孔,对钻进效率影响较大,并且容易在扩孔时发生新的事故;而采用多级绳索取心可以按照既定的施工工艺一次成孔,并且可以根据实际情况,追加套管,隔离破碎垮塌带,为钻孔顺利完工提供有利的保障;同时还能保证全井岩心采取率。

3.2.2 绳索取心钻头选择

金刚石钻进时所选用的钻头必须和所钻的岩性相适应,考虑所钻岩层的机械物理性质,通过对比观察,重庆地区页岩气地层岩石可钻性要考虑 2 个方面:一是局部区域地层泥岩、灰岩、砂岩软硬交替频繁,岩性总体较为偏软;二是局部区域岩性为硅质泥岩、冰碛砂砾岩,石灰岩,岩石硬度大,可钻性差。经现场实践对比,绳索取心钻头选择如表 2 所示。

表2 绳索取心钻头选择

地层岩性	绳索取心钻头选型	
泥岩、页岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩等偏软地层	金刚石品级	优质级
	金刚石浓度	80%
	胎体硬度	HRC30~35
	金刚石唇面形状	平底
硅质泥岩、燧石灰岩、冰碛砂砾岩、石英砂岩	金刚石品级	优质级
	金刚石浓度	100%
	胎体硬度	HRC15~25
	金刚石唇面形状	双锯齿

3.2.3 绳索取心钻进规程参数选择及操作注意事项

重庆局部区域地层倾角为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$, 并且地层软硬交替频繁,属于易倾斜地层,因而就必须加强钻探操作,合理选用钻进规程参数,以保证在预防控制孔斜的前提下,提高钻探施工台月效率(参见表3)。

表3 页岩气参数井钻进参数

钻头规格	钻进深度/m	钻进压力/kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/(L·min ⁻¹)
$\phi 170$ 、150 mm 硬质合金钻头	0~50	3~4	80~150	30~50
JS-150 绳索取心钻头	50~300	8~10	400~500	30~50
JS-122 绳索取心钻头	300~800	10~15	700~800	40~70
JS-96 绳索取心钻头	至终孔	14~18	600~700	60~80

(1) 0~400 m 井深,在回次钻进过程中,要保持匀速钻进,如果发现钻进速度突然加快要及时调整,减轻钻压,控制钻进速度,防止软硬互层时压力过大造成钻头顺层跑,导致井斜偏大。

(2) 重庆地区地层岩性软硬交替,在钻进部分软地层时(尤其是目的层时)如果钻进压力不当,会使岩心磨损变细,卡簧无法卡紧岩心,造成目的层岩心丢失。因而在钻进岩性较硬的地层时,选用 $\phi 63.5$ 、 $\phi 63.7$ mm 的卡簧;而在进入目的层要选用 $\phi 63.2$ mm 卡簧,调整压力至匀速钻进。

(3) 在钻进过程中,要密切观察井口上返冲洗液,如果发现气显或气涌,要及时采用加重钻井液进行处理。

4 钻孔冲洗液综述

重庆区域页岩气地层岩性基本以泥岩、页岩、砂

质泥页岩、泥质页岩为主,地层遇水极易水化膨胀,造成钻孔坍塌、缩径(参见图2)。冲洗液不仅要求冷却钻头、润滑性能好、携带岩粉能力强,而且要求冲洗液能够平衡地层压力、抑制泥页岩水化稳定孔壁。不允许冲洗液中加入任何能够影响页岩气评价样品分析化验结果的处理剂和添加剂(进入目的层前20 m,加重泥浆池要储备加重冲洗液,提高孔内循环冲洗液密度,以防止发生井喷事故或有害气体中毒事故)。



图2 部分钻孔岩心照片

通过前期采集施工区域岩心样本进行室内冲洗液对比试验及冲洗液现场施工实践采集数据对比,提供了3种冲洗液的配方:

(1) 无固相冲洗液配方。

处理剂方案:5% PHP + 纯碱 + 1% X-1 稀释剂 + 水。

冲洗液性能参数:密度 1.01 ~ 1.03 g/cm³, 粘度 18 ~ 24 s, pH 值为 8 ~ 9。

该配方适用于岩性较为完整、水化过程较弱的地层。

(2) 低固相冲洗液配方:随着钻孔的加深,井内负荷上升,调整冲洗液配方。

处理剂方案:1% 膨润土 + 1% 纯碱 + 3% T 型润滑剂(抑制钻杆、岩心管内壁泥皮生成) + 3% CMC + 5% X-1 稀释剂 + 1% SMC + 5% JT-888 + 水。

冲洗液性能参数:密度 1.03 ~ 1.05 g/cm³, 粘度 25 ~ 40 s, pH 值 8 ~ 9, 失水量 3 ~ 6 mL/30 min。

该配方适用于泥页岩等水敏性地层。

(3) 发生井喷或是大量气涌后钻井液配方。

处理剂方案:3% 膨润土 + 1% 纯碱 + 3% CMC + 8% SMC + 12% 磺化沥青 + 5% 重晶石 + 6% 广谱护壁剂 + 水。

冲洗液性能参数:密度 1.08 ~ 1.12 g/cm³, 粘度 40 ~ 60 s, pH 值 8 ~ 9。

该冲洗液粘度适当,保证了孔内岩粉的携带和孔外循环槽及沉淀池内沉淀;泥皮韧性好,有效地抑

制了气体的释放,减少了冲洗液密度变小而造成的井内垮塌;冲洗液失水量小,在工程施工中极大程度上抑制了泥页岩的水化膨胀,减少了卡埋钻等事故;并且冲洗液密度适当,基本满足了钻进工艺的要求。

5 应用效果

在经过渝科1井、黔浅1井2口页岩气参数井的实践摸索后,形成了上述一套较为简易可行的施工技术方案,“多级绳索取心工艺、高转速低钻压钻进、合理的钻井液参数”技术方案近几年在重庆区域6口页岩气参数井的施工中加以应用,在实际操作中极大地降低了辅助时间,提高了钻探成孔速度,在创造经济价值的同时,为重庆区域进一步勘探、开发及地质研究提供了可靠详实的资料;为页岩气资源潜力评价和有利区优选,提供了第一手原始资料(参见表4)。

表4 应用效果统计

井号	井深 /m	施工地点	钻井液性能			钻进台月效率 /m	目的层岩矿心采取率 /%	终孔斜 / (°)
			粘 度 / (g·s / cm ³)	密 度 / (g·cm ⁻³)	pH 值			
金浅1井	780.57	重庆南川	19	1.01	7.6	585.43	96.52	2.7
西浅1井	1190.02	重庆酉阳	23	1.02	8.5	700.01	95.48	5.2
西地2井	876.02	重庆秀山	20	1.01	8.8	584.01	98.82	4.2
秀页1井	1530.39	重庆秀山	22	1.02	8.5	566.81	98.79	3.7
秀页3井	1818.34	重庆秀山	23	1.02	8.6	454.50	97.23	7.8
秀页5井	1779.00	重庆秀山	23	1.02	8.6	508.28	98.46	4.2

6 结语

(1) 生产试验证明,科学的钻具级配、优化的冲洗液配方及合理的钻进操作参数,保证了页岩气参数井顺利竣工,减少了事故的发生。

(2) 我国页岩气的开发过程非常迅速,但是页岩气相关规范规程并不完善,不利于各行业间在施工合作中的技术交流,影响了页岩气钻探工程技术发展,这在今后的工作中要加以完善和细化。

参考文献:

- [1] 蒋国盛,王荣璟.页岩气勘探开发关键技术综述[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):3-8.
- [2] 陈宁,彭步涛.贵州页岩气调查评价井钻探施工技术综述[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(S1):260-265.
- [3] 罗健生,鄢捷年.页岩水化对其力学性质和井壁稳定性的影响[J].石油钻采工艺,1999,21(2):7-13.
- [4] 鄢泰宁.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [5] 王扶志,宋小军,张志强.地质工程钻探工艺与技术[M].湖南长沙:中南大学出版社,2008.