

水包油钻井液在梨深1井欠平衡段的应用

褚树攀, 张彦明

(中国石化集团华北石油局五普钻井公司, 河南新乡 453700)

摘要:采用何种流体作为携岩介质,既能保护油气层又能保持井壁的稳定是欠平衡钻井的关键。梨深1井在四开欠平衡井段采用了水包油钻井液体系,这是该区域首次使用此体系。通过配方的优选,科学的维护处理,不但能够发现和保护了油气层,同时对较长泥岩段的井壁稳定起到了良好的防塌效果,为以后该区域的欠平衡钻井施工提供了一个较好的携岩体系。

关键词:欠平衡钻井;水包油钻井液;维护处理;防塌;保护油气层

中图分类号:TE254 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)10-0018-03

Application of Oil-in-water Drilling Fluid in Unbalanced Drilling Section of Well Lishen 1/MA Shu-pan, ZHANG Yan-ming (Wupu Drilling Company, SINOPEC North China Company, Xinxiang Henan 453700, China)

Abstract: Selection of cutting carrying medium is very important for unbalanced drilling, which should protect oil & gas reservoir and keep the borehole stability. Oil-in-water system was firstly applied in the fourth unbalanced drilling section of Well Lishen 1. Optimized drilling fluid formula and scientific maintenance played well in oil & gas formation protection and borehole collapsing prevention, a new type of cutting carrying medium was developed for unbalanced drilling construction in this area.

Key words: unbalanced drilling; oil-in-water drilling fluid; maintenance and treatment; collapse prevention; oil and gas formation protection

1 梨深1井概况

梨深1井是中石化在松辽盆地东南隆起区十屋断陷后五家户构造所布的一口重点预探井,最初设计井深4100 m,设计井身结构为4级,见表1。

表1 设计井身结构

开钻次序	钻头尺寸×井深/(mm×m)	套管尺寸×井深/(mm×m)	套管下入层位	水泥返深/m	固井方式
一开	Ø660.4×150	Ø508.0×150	泉头组四段	地面	插入式固井
二开	Ø444.5×1500	Ø339.7×1499	登娄库组	地面	常规固井
三开	Ø311.2×3500	Ø244.5×3498	营城组	地面	双级固井,分级箍1450 m
四开	Ø215.9×4100	Ø139.7×4097	沙河子组	3300	尾管固井

本井的主要目的是预探后五家户深层自生自储原生油气藏的含油气性,将十屋断陷深层油气连片,并培育成具有一定规模的后备勘探开发基地。主要目的层为白垩系营城组下部,次要目的层为白垩系登娄库组至营城组中上部。为了有利于在钻探过程中及时发现油气藏,在主要目的层的四开井段采用欠平衡钻进。满足欠平衡钻井液的原则是以能够满足欠压钻进,有利于发现和保护油气层,有利于地质资料录取,有利于快速钻进。

该井在实际施工作业中,四开井段实际为3508~4376.50 m,挂完Ø177.8 mm尾管后,用Ø152.4 mm钻头进行五开作业。而欠平衡井段则为3528~4344 m,欠平衡段长816 m。

四开钻进地层的岩性:地层是营城组和沙河子组,营城组深度3508~4173 m,岩性为灰黑色泥岩与灰、灰白色细砂岩、中砂岩、粗砂岩略等厚~等厚互层;沙河子组深度4173~4376.5 m(未穿),岩性为灰黑色泥岩与浅灰色泥质粉砂岩、细砂岩略等厚~不等厚互层。

四开钻进的重点与难点:主要目的层段地质预告压力梯度为0.94~0.98 MPa/100 m。该层段地层在压实的作用下致密而坚硬,钻头破岩困难,水敏性强,易坍塌、掉块。

选择钻井液的原则:为了有利于在勘探过程中发现油气藏,根据以上地层岩性情况,我们选择了低密度水包油钻井液体系,设计密度为0.91~0.95 g/cm³,实际施工中为0.89~0.91 g/cm³,该体系具有井底负压值波动小,密度可调范围广泛,高温稳定性强,防塌、润滑效果好,对油气层污染小等优势。

收稿日期:2009-04-18

作者简介:褚树攀(1960-),男(汉族),辽宁人,中国石化集团华北石油局五普钻井公司副总工程师、工程师,石油工程专业,从事野外现场的石油钻井技术与管理工作,河南省新乡市洪门五普钻井技术部。

2 水包油钻井液的配制过程

先彻底清理泥浆罐底以及泥浆槽沉积物,然后测量11个循环罐的尺寸,计算出每个泥浆罐的体积,做到心中有数。根据井筒容积及地面循环所需要的钻井液量,总计最少应保证 200 m^3 ,现场选择了分3次进行水包油钻井液的配制。

第一次:在6号罐中备清水 35 m^3 ,加高温增粘剂 275 kg ,搅拌 $2\sim 3\text{ h}$,使其充分溶解,然后加入主乳化剂 1200 kg 、辅乳化剂 800 kg ,搅拌 1 h 。胶液配好后用配浆泵分别混入3号罐和5号罐的柴油(共 70 m^3)中,充分混拌 3 h 。

第二次:在6号罐中备清水 30 m^3 ,加高温增粘剂 200 kg ,搅拌 $2\sim 3\text{ h}$,使其充分溶解,然后加入主乳化剂 1000 kg 、辅乳化剂 600 kg ,搅拌 1 h 。胶液配好后分别混入备用1号罐和备用2号罐的柴油(共 52.4 m^3)中,充分搅拌 3 h 。

第三次:在6号罐中备清水 16.5 m^3 ,加高温增粘剂 125 kg ,搅拌 $2\sim 3\text{ h}$,使其充分溶解,然后加入主乳化剂 600 kg 、辅乳化剂 400 kg ,搅拌 1 h 。胶液配好后混入备用3号罐的柴油(共 29.5 m^3)中,充分搅拌 3 h 。

3次共配制水包油乳化钻井液 233.4 m^3 。钻井液性能:密度 0.90 g/cm^3 ,粘度 $75\sim 83\text{ s}$,pH值8。

3 设计配方与实际配方对比

设计配方:30%~70%柴油+70%~30%水+3.0%~4.0%主乳化剂+2.0%~3.0%辅乳化剂+0.6%~0.8%高温增粘剂+2.0%~3.0%高温稳定剂+2.0%~3.0%高温降失水剂。

实际配方:34.9%水+65.1%柴油+0.26%PAMS-601+1.2%ABS-N+0.77%OP-15+1.2%FT-1+0.86%1-JXS。

多元醇共聚物PAMS-601为高温增粘剂;主乳化剂ABS-N、辅乳化剂OP-15的作用均为乳化柴油;磺化沥青粉FT-1是高温稳定剂;1-JXS为高温降滤失剂。

4 钻井液维护处理方法

(1)下钻至 3508 m ,按以下程序替换水包油乳化钻井液:替清水隔离液 30 m^3 →替入水包油乳化钻井液→清水隔离液返出→水包油乳化钻井液返出。同时在6号罐中配稀释胶液 28 m^3 ,加FT-1高温防塌剂 3000 kg 、1-JXT高温降滤失剂 2000 kg ,均匀的混入循环浆中,使性能达到要求。

(2)从 3528 m 用水包油钻井液钻进,密度 0.90 g/cm^3 ,粘度 60 s ,失水量 4.5 mL ,塑性粘度 $25\text{ mPa}\cdot\text{s}$,屈服值 6.5 Pa ,pH值8。

在以后的钻井过程中,按配方比例加高温增粘剂、主乳化剂、辅乳化剂,配好胶液打入备用罐的柴油中并且充分搅拌,测量性能:密度 0.90 g/cm^3 ,粘度 65 s ;同时再按配方比例加高温降滤失剂1-JXT、高温防塌剂FT-1配一定数量的稀释胶液存于备用罐中。随着钻井过程中钻井液的正常损耗,随时补充水包油乳液;正常维护处理时,处理剂均配成稀释胶液加入,避免直接加入干粉。

(3)增加水包油钻井液连续相聚合物浓度、增加分散相比例和分散度、混入固体颗粒均可提高钻井液粘度和切力。所以,加入高温增粘剂、柴油、乳化剂、高温降滤失剂1-JXT、高温防塌剂FT-1均能增加钻井液粘度和切力。加水或降低分散相比例可降低钻井液粘度和切力。需要增加密度时,加入清水和高温降滤失剂1-JXT或石灰石粉;需要降低密度时,加入柴油和乳化剂,同时注意油水比例变化。如果水包油钻井液固相含量过高,利用除砂器和离心机清除固相,同时注意粘切变化;密切注意水包油乳液稳定性的变化,如果高温出现油水分层,说明有破乳现象,应及时增加乳化剂和增粘剂的加量,同时开启混合漏斗、泥浆枪、搅拌机,提高机械剪切速率,使分散相液滴进一步细化;注意水包油钻井液油水比的变化,及时补充水分,避免因井深温度高导致水蒸气蒸发造成体系反向逆转。定期补充烧碱水,使pH值保持在 $9\sim 11$ 。

(4)在 $3528\sim 4300\text{ m}$ 钻进过程中钻井液性能维持在:密度 $0.89\sim 0.91\text{ g/cm}^3$ 、粘度 $60\sim 70\text{ s}$ 、失水量 $4.0\sim 2.5\text{ mL}$ 、初/终切力 $1.5\sim 2.5/2.0\sim 3.0\text{ Pa}$ 、含砂量 $0.1\%\sim 0.5\%$ 、pH值9、塑性粘度 $22\sim 25\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、屈服值 $6.5\sim 10\text{ Pa}$ 、动塑比 $0.27\sim 0.48$ 、 $n=0.72\sim 0.60$ 、 $k=0.21\sim 0.57\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、油水比 $64\sim 70/36\sim 30$ 。

(5)每班检测水包油钻井液油水比,在 4300 m 以内控制在 $60\sim 70/40\sim 30$,这样密度可以控制在 0.91 g/cm^3 以下。钻进 4300 m 以后钻井液密度逐渐提高到 1.08 g/cm^3 。钻进至 $4323\sim 4337\text{ m}$ 又发现水层,连续压井之后,钻井液密度提高到了 1.47 g/cm^3 。

5 设计性能与实际性能对比

设计性能与实际性能对比见表2。

表2 钻井液设计性能与实际性能对比

项目	井深 /m	密度 /($g \cdot cm^{-3}$)	漏斗粘 度/s	塑性粘度 /($Pa \cdot s$)	屈服值 /Pa	静切力 ($10^4/10^3$)/Pa	失水量 /mL	泥饼厚 /mm	固相含量 (体积)/%	O/W(体积) /%	含砂量(体 积)/%	pH值(试 纸,仪表)
设计	4100	0.91~0.95	40~80	12~28	5~18	1.5~4.5/2.5~9	5~8	≤0.5	<12.0	30~70/70~30	<0.4	9~11
实际	4300	0.89~0.91	60~70	22~25	6.5~10	1.5~2.5/2~3	4.5~2.5	0.1	18	64~70/36~30	0.1~0.4	9

易,有害固相含量低,有利于油气层保护。

6 效果评价

(1)水包油钻井液有利于发现和保护油气层。本井四开欠平衡井段(3528~4344 m)设计最低密度 $0.91 g/cm^3$,3588 m发现第一个显示较好油气层时实际密度只有 $0.89 g/cm^3$,本井段共发现油气显示13层,有11层钻井液密度 $\leq 0.90 g/cm^3$ 。四开井段气层顶为3532 m,气层底为4371.5 m。本井3803.5 m点火成功,到4376.5 m完钻,实现全井段边喷边钻。通过本井钻探,证实松辽盆地东南隆起区十屋断陷后五家户构造深层营城组下部、沙河子组上部自生自储的原生油气藏极具油气勘探前景,为今后该地区布井和储量评估提供了有力的支持。

(2)水包油钻井液防塌效果好。本井泥砂岩地层欠平衡钻进井段比较长(816 m),在这期间没有发生井壁垮塌现象,12趟起下钻畅通无阻;四开井段平均井径235.97 mm,平均井径扩大率9.30%。

(3)机械钻速较三开有所提高。本井三开井段(1505~3528 m)共用钻头24只,平均机械钻速1.31 m/h;四开井段(3528~4371.5 m)共用钻头6只,平均机械钻速1.49 m/h。

(4)水包油钻井液配制简单,具有密度低、润滑性好、滤失量低、高温稳定性强等特点。机械除砂容

7 认识和建议

(1)水包油钻井液水相矿化度对粘度、切力影响较大,因此配浆前要对水进行分析,如果矿化度 $> 5000 mg/L$,应先进行水处理,再配制水包油钻井液。

(2)由于水包油钻井液属于无固相钻井液,屈服值偏低,所以选择高温增粘剂时应着重优选增加切力为主的高温助剂。

(3)水包油钻井液抗高温抗污染能力强,能有效防止水敏性地层坍塌掉块。

(4)该体系性能稳定,处理幅度小,维护处理前必须做好小型实验,确定药品加量,严格控制油水比例,防止因油水比例失调而造成破乳。

(5)由于水包油钻井液是一种正乳化钻井液体系,根据现场需要,提粘时使用PAMS-601高温增粘剂或在允许范围内增加油含量,提高粘切,降粘时加入低浓度FT-1和1-JXS胶液或在允许范围内增加水的含量。

(6)在四开欠平衡段,由于地层压力高,无法欠平衡钻进时,加重材料应选用可酸化的钛铁矿粉或超细碳酸钙,有利于保护气层。

(上接第17页)

5 结语

采用等效传输线法分析了发射极长度对地面电压的影响,计算数据和实测结果基本符合。在进行电磁波随钻测量传输特性分析时,还存在理论上的困难。需要进一步系统的从理论上对电磁随钻测量系统进行研究,甚至建立新的计算模型。

参考文献:

[1] Ivo Steiner. Electromagnetic MWD/LWD - Where and Why?,

Rud. - gepl, - naft. zb. [J]. Zagreb,1996,(8):123-128.
 [2] 熊皓,胡斌杰.随钻测量电磁信道分析的等效传输线法[J].电波科学学报,1995,10(3):8-14.
 [3] 刘修善,刘爱顺.电磁随钻测量技术谱新篇[N].中国石化报,2007-05-29(7).
 [4] Louis Soulier, Michel Lemaitre. Geoservices S. A., E. M. MWD Data Transmission Status and Perspectives [J]. SPE/IADC 25686,1993:121-128.
 [5] Poh Kheong Vong. David Rodger and Andrew Marshall,Modeling an electromagnetic telemetry system for signal transmission in oil fields[J]. IEEE Transactions on Magnetics,2005,41(5):2008-2011.