

玻璃微珠低密度无固相钻井液在 DP3 井中的应用

俞宪生

(中石化华北分公司工程监督中心,河南 郑州 450006)

摘要:针对大牛地气田的低压低渗地层,为减轻钻井泥浆对气层造成的伤害,并验证水平井中欠平衡技术对盒 3 气层的增产效果,在 DP3 井的大位移水平井中采用玻璃微珠低密度无固相钻井液,实施欠平衡钻井技术,收到了良好的效果。

关键词:水平井;玻璃微珠;低密度钻井液;欠平衡钻井

中图分类号:TE254 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)10-0014-02

1 概述

经过 3 年的开发,鄂尔多斯北部大牛地气田进入了气田产能建设的后期阶段,采区内单井投入与产量偏低的矛盾日益突出,为保证气田的稳产、增产,我们决定在 DP3 井的盒 3 气层通过实施大位移水平井,并在水平井中采用欠平衡技术来达到盒 3 气层的增产目的。在研究鄂北塔巴庙气藏储层低压低渗砂岩气层损害机理的基础上,对该区块储层岩心进行了钻井液损害实验评价,经综合性对比分析后,我们采用由中石化勘探开发研究院钻井所研制的低密度无固相钻井液体系。在施工中,通过采用该钻井液体系,很好的解决了水平井段的携带岩屑、固相控制、润滑防卡、井壁稳定、储层保护等技术难题,基本上达到了预期的效果。

2 鄂北工区储层特性及地层损害分析

2.1 储层特性

根据扫描电镜、岩石薄片鉴定分析,鄂北储层砂岩孔隙类型主要有缩小粒间孔、粒间溶孔,溶蚀粒间扩大孔,粒内溶孔,铸模孔及晶间微孔。裂缝以微裂缝为主。填隙物主要有高岭石、伊利石及绿泥石。

通过对地层孔渗特征分析,上古生界储层平均孔隙半径 20~30 μm ,最大孔隙可达到 90 μm ,储层砂岩最大连通孔喉半径 0.79~6.3 μm ,平均孔喉半径 0.32~0.88 μm 之间。

2.2 地层损害机理

鄂北塔巴庙低压气藏是典型的低孔低渗(致密)砂岩,研究表明,大牛地气田地层损害机理主要为固相侵入、应力敏感、粘土矿物、水相圈闭对裂缝

的损害,以及通过裂缝对缝面和基块的损害。从入井流体上分主要为不适当的钻井液、完井液、射孔液、压井液等造成的地层损害。

3 欠平衡钻井液的选择

3.1 欠平衡技术的特点

欠平衡钻井技术是指钻井过程中钻井液液柱压力低于地层孔隙压力,允许地层流体流入井眼、循环出并在地面得到有效控制的一种钻井方式。其特点是:(1)该技术减少了井底压差,阻止了滤液和固相进入储集层而能够最大限度地去发现和保护好、中、低压油气藏;(2)该技术还可以克服液柱的压持效应,提高破岩效率,解放钻速,缩短建井周期,减少钻井液对储集层的浸泡时间,可以安全钻过严重水敏性地层及漏失层,减少循环漏失和压差卡钻。

3.2 钻井液密度的确定

根据钻井地质设计书提供的 1.00 的地层压力系数,综合考虑经济效益和施工难易程度后,我们确定采用液相欠平衡钻井方式,要求钻井液密度控制在 0.88~0.95 g/cm^3 。

3.3 钻井液配方的确定

3.3.1 钻井液性能要求

DP3 井的三开钻进井段是盒 3 气层,主要岩性为砂岩,局部夹泥岩薄层,泥岩呈硬脆性,易剥落。因此对钻井液有如下要求:

(1) 钻井液密度控制在 0.95 g/cm^3 以下,实现欠平衡钻井;

(2) 钻井液要有良好的润滑性,以减小水平井段摩阻和扭矩,确保钻井安全;

收稿日期:2008-04-17

作者简介:俞宪生(1970-),男(汉族),浙江金华人,中石化华北分公司工程监督中心钻井完井科副科长、工程师,石油钻井专业,从事钻井监督工作,河南省郑州市伏牛路 197 号,yxshllo@126.com。

(3) 钻井液应具有良好的流变性, 确保钻井液悬浮稳定性和较强的携带岩屑的能力, 避免形成岩屑床;

(4) 提高钻井液的防塌抑制能力, 以保持井壁稳定, 防止泥岩层段井壁坍塌;

(5) 有效降低钻井液的滤失量, 保护储层。

3.3.2 钻井液配方确定

根据钻井液要求, 经过实验, DP3 井三开采用的低密度无固相钻井液体系配方为: (2% ~ 2.5%) CMS + (0.2% ~ 0.3%) CMC (LV) + (0.05% ~ 0.1%) XC + 3% ~ 5% 聚合醇 + 3% ~ 5% 固体润滑剂 + 10% 乳化石蜡 + 10% HGS5000/HGS6000/HGS10000 + 0.1% 防腐剂 + QS-2(视情况)。

4 现场维护要点及对策

4.1 钻井液密度控制

在使用初期, 密度比较容易控制, 随着钻井时间增长及井深的增加, 其密度会逐渐的增加, 最后因超过设计密度, 而无法实现欠平衡钻进。经分析, 主要有 2 方面原因。

(1) 由玻璃微珠的破损造成。经测算, 虽然用 HGS5000 型玻璃微珠, 10% 加量可将无固相钻井液密度降至 0.90 g/cm^3 , 但是它每日的破损率也是惊人的(见表 1), 如不及时补充, 随着破损率的增加, 很难起到降低钻井液密度的作用。如果选择 HGS10000 型玻璃微珠, 它本身的密度已足够大, 很难进一步降低钻井液密度。因此现场在维护方面选取了 HGS6000 型玻璃微珠做减轻剂来控制钻井液密度, 直至井深 3800 m, HGS6000 型玻璃微珠使用完以前, 钻井液密度基本都掌控在设计范围之内。

表 1 空心玻璃微珠性能及破损率

空心微珠类型	抗压强度/MPa	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	日破损率/%
HGS5000	35	0.38	50
HGS6000	42	0.46	20
HGS10000	70	0.60	10 ~ 15

(2) 钻井液中的有害固相不断增加, 造成了密度的上升。对此, 只要控制好钻井液中的无用固相含量, 并在钻进中保持四级固控全部开启, 起下钻(停止循环期间)仍开动离心机对地面泥浆进行处理, 就能改善密度控制效果。

4.2 防塌减阻, 提高携带岩屑的能力

三开水平井段, 钻遇岩性主要为砂岩, 局部夹泥岩薄层, 该泥岩易分散、剥落掉块。为了保证井壁稳定, 减少水平井段摩阻, 这就要求钻井液要具有良好

的润滑性、防塌减阻和携带岩屑的能力。在现场维护过程中, 主要采取以下措施。

(1) 选用不影响钻井液流变性能的润滑剂: 主润滑剂为水溶性无荧光固体润滑剂 OCL-RY, 辅助润滑剂选择乳化石蜡 RHG-1 和聚合醇 OCL-CFH-2, 加量在 5% 以上;

(2) 利用乳化石蜡提高钻井液封堵性和抑制性, 有效抑制泥页岩的膨胀、分散, 并封堵充填地层缝隙, 改善泥饼质量, 使其产生良好固壁、护壁防塌作用;

(3) 利用聚合醇和乳化石蜡处理剂在井壁处形成低渗透保护膜, 提高钻井液的防塌能力, 保持井壁稳定;

(4) 控制钻井液失水, 适当提高粘切力, 减少钻井液滤液进入地层及对地层的冲刷;

(5) 控制合理的钻井液粘度、切力, 提高钻井液悬浮稳定性和携带岩屑的能力, 将钻屑及时、高效地携带至地面;

(6) 钻进中, 及时补充 XC 流型调节剂, 保持钻井液良好的流变性。

4.3 气层保护技术

本井采用低密度无固相钻井液进行欠平衡钻井, 使井内地层的流体能在钻进过程中不断地流入井孔内, 以达到发现及保护油气层的目的。低密度无固相钻井液主要采用密度为 0.36 g/cm^3 的中空玻璃微珠配制密度 $< 0.9 \text{ g/cm}^3$ 的钻井液, 而该体系所用的处理剂均可以通过酸化解除堵塞, 从而达到保护油气层的目的。在实际操作中, 我们采取以下具体措施:

(1) 及时补充玻璃微珠, 尽量保持钻井液低密度, 以便实现欠平衡钻井;

(2) 控制钻井液低滤失量, 减少滤液进入地层;

(3) 通过在泥浆中加足聚合醇等增强滤液的抑制性, 减少钻井液对储层的污染;

(4) 利用乳化石蜡的强封堵性, 通过在近井壁处形成渗透率极低的屏蔽带, 提高泥饼质量, 有效阻止钻井液中的固相颗粒和滤液进入地层深部, 从而避免钻井液对油气流通道的永久性堵塞, 起到良好的油气层保护作用;

(5) 加强固控设备的有效利用, 清除钻井液中的有害固相, 减少固相污染;

(6) 使用固体润滑抑制剂等改善溶液的界面张力, 减少水锁伤害。

(下转第 27 页)

点就是:倒杆时无需停止回转钻杆,降低了常规立轴钻机停车倒杆时必须停止回转而容易造成岩心堵塞及损伤钻头的几率;去掉了原有主动钻杆,在加接钻杆时无需移车和提出孔内的主动钻杆及提高孔底钻头一定高度,这可以大大降低孔内由于孔壁不稳定坍塌、掉块等引起的新钻杆不能加接到位的弊端,以至减少了钻头扫孔次数和时间,同时将会降低其他孔内事故隐患,毫无疑问对延长钻头寿命具有好处,两者钻进效率的差别从上述统计表可以充分体现和证明。

通过对新型绳索取心钻杆、新型不停车倒杆立轴钻机回转器的研发及应用,我队取得了十分明显的经济技术效益,所以我队又添置了一台新型不停车倒杆钻机,我队还将陆续把所有现有的常规立轴钻机更换成新型不停车倒杆钻机。

在当前石油价格大幅飙升,人类都在设法节能降耗、减排高效的背景下,地质岩心钻探设备及钻探施工技术也必须面对节能降耗、减排高效的挑战。因此,我们建议,我国钻探技术科研人员、有关主管机构、各有关钻探器具制造厂商,从用户及国家利益出发,开发出具有节能降耗、减排高效、低制造及维修成本、实用可靠的钻探设备及施工技术。从我们本次应用改造的钻机及施工技术方法看,我们认为,将全液压动力头钻机及机械传动立轴钻机的优点有机地结合起来,应该成为未来地质岩心钻机的发展

方向,这种钻机及无主动钻杆工作方式的优点及效率都明显高于常规立轴钻机及全液压动力头钻机。将现有的常规立轴钻机都改造成不停车倒杆立轴钻机,同时采用无主动钻杆、不移车机上投放和打捞内管总成及加接钻杆的工作过程将更现实、更实用,这将大大提高我国地质岩心钻探技术水平、综合效益,并将产生巨大的经济和社会效益。

通过这次技术革新,将不断提高我队的地质找矿取心钻探技术水平及市场竞争能力。

参考文献:

- [1] 王江,彭一江.提高立轴岩心钻机绳索取心钻探效率的技术革新[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,(S1).
- [2] 张永勤.论提高我国地质找矿钻探综合效益的措施[J].地质与勘探,2007,(6).

编后语:关于岩心钻机的形式孰优孰劣的问题,一直是钻探行业内争论的焦点。特别是当前正处于地质岩心钻机更新换代的时期,大家无疑都希望看到很有说服力的文章。以前我刊曾经发表过关于钻机形式的讨论文章,现在新疆地勘局第九地质大队彭一江等同志又以自己的试验探讨了立轴式钻机改型的效果,参加了这场讨论。全液压钻机在发达国家是普遍的发展趋势,无疑有它的道理,而立轴式钻机在我国拥有其雄厚的技术基础和自身的优势,也是不乏先例的。希望大家多用自己的实践和数据来发表意见,参加我们的讨论,共同为我国地质岩心钻机的发展建言献策。

(上接第 15 页)

5 实施效果

DP3 井三开于 2007 年 8 月 19 日开钻,2007 年 9 月 29 日完钻,历时 42 天,顺利钻达完钻井深 4086.00 m(斜深),水平段长 1201 m。通过采用低密度无固相钻井液体系,很好的解决了水平井段的携带岩屑、固相控制、润滑防卡、井壁稳定、储层保护等技术难题。在 3805 m 以浅,较低的钻井液密度,基本实现了欠平衡或近平衡钻井,达到了良好的气层保护效果;起下钻,气测后效果明显,点火火焰高 2~6 m,最长持续时间达 36 min。

6 结论和建议

(1)低密度无固相钻井液体系能达到欠平衡的目的,但是当水平段较长,钻进周期长,减轻剂破损严重时,钻井液密度也就难以控制。如要控制就需

要更大量的玻璃微珠,从经济效益角度考虑可能得不偿失了。

(2)目前井队的固控系统针对普通钻井液的净化是完全足够的,也是有效的。但用于 $\varnothing 216$ mm 井眼中的低密度无固相钻井液,就显得净化能力不足,难以有效清除无用的有害固相,不能抑制钻井液密度的持续上涨。

(3)如在以后井的开发中仍使用低密度无固相钻井液,且减轻剂仍用玻璃微珠时,建议用 HGS6000 型的,效果会更好些。

参考文献:

- [1] 樊世忠,鄢捷年,周大晨,等.钻井液完井液及保护油气层技术[M].北京:中国石油大学出版社,1996.

注:本文在编写过程中还参考了赵舒等编写的《塔巴庙地区山一气藏保护储层的钻井完井技术研究》专题成果报告。