

# X92 井长裸眼井段钻井液技术措施

邓柏松<sup>1</sup>, 宋建厂<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 黄河钻井四公司, 山东 东营 257000)

**摘要:** X92 井是胜利油田在某地区布置的一口预探井。为节约投资, 二开  $\varnothing 215.90$  mm 井眼段采用长裸眼钻井施工, 裸眼长度达 3771 m。该井地质条件复杂, 除具有一般长裸眼井钻进的难度外, 还具有多压力层系并存并且对地层压力系数不明确等难点, 如果处理不好容易造成钻井事故。通过合理的控制钻井液性能, 再加上钻井液维护和处理等配套技术, 较好地解决了该井技术难题, 形成了一套适合该井的优快钻井技术及施工措施。该井的顺利完成, 为以后在该地区进行长裸眼钻井优化设计及施工提供了相关经验。

**关键词:** 预探井; 长裸眼; 钻井液; 性能

**中图分类号:** TE254    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2009)12-0026-03

**Application of Drilling Fluid Technology in the Long Open Well X92/DENG Bai-song<sup>1</sup>, SONG Jian-chang<sup>2</sup>** (1. Engineering Faculty of China University of Geoscience, Wuhan Hubei 430074, China; 2. The Fourth Yellow River Drilling Company, Dongying Shandong 257000, China)

**Abstract:** Well X92 is a prospecting well set by Shengli Oilfield. In order to save investment, long open well drilling has been adopted in the  $\varnothing 215.90$  mm hole, which is 3771 m long. With complex geological conditions, there are not only general drilling difficulties, but also the coexisted various pressure strata with uncertain formation pressure coefficients, which is easy to cause drilling accident. These difficulties were overcome by reasonably controlling the performance of drilling fluid and adopting corresponding technologies of drilling fluid maintenance and treatment. The experience of this engineering case could be the reference for the long open well drilling design and construction in the same area.

**Key words:** prospecting well; long open well; drilling fluid; performance

X92 井是位于济阳拗陷东营凹陷正理庄 - 樊家鼻状构造带某较高部位上的一口预探井。该井设计井深 3920.00 m, 实际完钻井深 4175.00 m, 完钻层位为沙四下。为节约投资, 二开采用  $\varnothing 215.9$  mm 钻头由井深 404 m 钻至 4175 m, 裸眼段长达 3771 m。由于本井具有井身结构简化、裸眼跨度大、钻遇地层复杂等特点, 给钻井液施工带来了极大困难, 对钻井液返砂、护壁、防塌和润滑等性能提出了很高的要求。钻井过程中, 在井深 1987 m 处钻遇  $H_2S$  地层, 随后又出现渗透性漏失, 钻至 4059 m 深时又出现气侵溢流现象, 井下情况比较复杂而且变幻莫测。对于突发的各种情况, 我们采取了有针对性的措施, 合理的调整钻井液的性能, 再辅以适当的施工工序, 有效的控制了井下情况。在本井的施工过程当中, 通过强化钻井液施工技术措施, 保证了钻井过程安全、顺利地进行。

## 1 钻井液技术难点分析

(1) 裸眼段长, 钻屑上返困难, 容易造成卡钻。

在该井中, 东营组及上部地层为大段的砂泥岩互层(东营组的埋深在 1290 ~ 1870 m), 该类层具有砂岩疏松、渗透性好, 泥岩蒙脱石含量高、造浆能力强的特点。下部地层施工时, 上部疏松的渗透性砂岩形成的厚泥饼易粘附钻屑。沙河街地层也是砂泥岩互层, 砂岩致密、泥岩以伊蒙混层和伊利石为主, 具有一定的水化分散能力。在沙河街地层钻进施工中, 钻屑特别是伊蒙混层和伊利石的钻屑水化后粘滞能力强, 吸附一些钻井液处理剂后更易粘附在东营组及以上砂岩形成的厚泥饼上, 形成糊井眼现象, 导致钻屑上返困难。

(2) 井深结构简化, 同一裸眼段内多压力层系并存, 且上下井段压差较大。对于下部局部地层尤其是沙河街地层压力系数的不明确性, 加大了钻进的困难。

(3) 二开大部分井段使用 PDC 钻头钻进, 增加了长裸眼井段钻井液的维护处理难度。PDC 钻头的高转速、低钻压和破岩机理决定其钻屑体积小, 比表面积大大增加, 加剧了钻屑水化膨胀和分散的程

收稿日期: 2009-07-08

作者简介: 邓柏松(1988-), 男(汉族), 湖北松滋人, 中国地质大学(武汉)硕士在读, 钻井工程专业, 研究方向为钻井工程, 湖北省武汉市鲁磨路 388 号中国地质大学(武汉)研 08-12 信箱, dengbskancha@163.com。

度,使钻井液中的固相含量升高<sup>[1]</sup>。

(4)二开裸眼井段长,且还需要进行VSP测井,使得岩层浸泡时间长,钻井液与井壁的接触面积大,钻井液消耗及渗漏量大,极易在井壁上形成厚泥饼,再加上钻具与井壁的接触面积大,增大了压差卡钻的概率,加剧了井眼的复杂化。

(5)由于该地区邻井少,可取的相应地层资料不多,对局部地层异常压力情况不明确。为应对可能突发的各种问题,需准备好各种泥浆材料。而且在钻井过程中需要时刻监测井下情况,并及时采取相应措施,对技术人员的技术素养及处理事故能力提出了较高的要求。

(6)本井为探井,为防止取心时对岩心的损害,对加入的泥浆处理剂要求很严格。根据甲方要求,在下部井壁易坍塌掉块的部分,许多防塌性能比较好的沥青类处理剂都不能使用。但为了保证井下安全,对钻井液的防塌性能及流变性能提出了很高的要求。

## 2 钻井液技术措施

(1)钻井液体系的选择。为了满足各层段不同地质条件和钻井要求,选用具有一定针对性和连续性且性能易于调控的优质钻井液以及适应地层岩性、配伍性好、防塌、抗高温的处理剂。2400 m以浅地层钻进速度快,排屑量大,采用淡水钻井液体系。其中主要的处理剂PAM加量为0.3%,同时加入0.6%的NaOH以控制pH值。2400 m以深地层容易坍塌掉块,因此采用聚合物防塌钻井液体系。加入KPAM高分子量强包被剂,加量约为0.6%。该体系不但可以满足钻井液强包被低分散性的需要,而且使其具有良好的流变性和携砂能力。

(2)排除岩屑和预防缩径阻卡是上部地层钻井液工作的重点。施工过程中采用化学物理相结合的方法。保持钻井液具有低固相、低粘度、强抑制、薄而韧的泥饼、较强的造壁性、携岩能力和优良润滑性,以防止缩径卡钻。尤其是应控制钻井液的液相粘度,使其稠度系数 $K < 0.6$ <sup>[2]</sup>,防止因过大的粘度导致钻屑粘附在井壁上,造成返屑困难。因此,容易使钻井液液相粘度升高的PAM被配制成溶液加入,且加量较少。上部地层钻速快,上返岩屑多,为保证钻井液循环利用,充分使用已有的4级固控设备,降低其入口固相含量。钻进中采用大排量,使环空返速保持在1.0~1.1 m/s,能以足够的速度携带出岩屑。同时每钻进3根单根进行一次短起下,使粘附

在井壁上的钻屑脱落进入环空,随泥浆返至地表。

(3)防止地层坍塌是下部地层钻井液工作的重点,同时应防止泥浆性能的改变对上部地层缩径的影响。受甲方要求,一些防塌性能比较好的沥青类处理剂都不能加入。因此,只能加入大量的普通防塌降失水剂KFT、FHJ-22、WFL-1等,总加量达到7%。这样导致了泥浆粘度升高,为防止上部地层缩径又加入大量的硅氟降粘剂、海水降粘剂。较上部地层来说,泥浆粘度仍然较高。进入沙河街组后,严格控制泥浆的失水量,使中压失水控制在4 mL以下,高温高压失水控制在12 mL以下。合理控制钻井液密度在1.2~1.5 g/cm<sup>3</sup>,实现微超平衡钻井,达到应力防塌。加入HQ-1井壁稳定剂,形成化学固壁作用,提高地层承压能力,预防井塌、井漏。同时及时进行短起下,始终控制固相含量,起钻前循环至少两周,有效的减少了对上部地层缩径的影响。经过检测,下部地层掉块不多,井径变化率控制在5%,比较规则。

## 3 出现的问题及处理方法

(1)钻至1987.29 m时遇到H<sub>2</sub>S地层。经监测,气侵时最高达到99 ppm,泥浆pH值由9降至6.5,中压失水由5 mL升至11.5 mL。经研究决定<sup>[3]</sup>,立即实施压井提密度。在处理过程中,钻井液性能如表1所示。

泥浆加重后,密度由1.12 g/cm<sup>3</sup>提至1.21 g/cm<sup>3</sup>,使井底压力大于地层压力,控制气体侵入井内。同时加入碱式碳酸锌进行处理,中和环空中的H<sub>2</sub>S气体。由于反应及时,措施得当,随着经过处理的泥浆不断循环,H<sub>2</sub>S显示逐渐减弱并最终消失,成功的解决了这次突发事件。

(2)在井深2332 m处钻遇火成岩,出现渗透性漏失。漏速约为0.7 m<sup>3</sup>/h,当时泥浆密度为1.20 g/cm<sup>3</sup>,粘度46 s。由于漏速较小,因此通过适当降低泥浆密度,同时为以后平衡下部地层压力,加入大量堵漏剂进行堵漏处理。处理过程中泥浆性能如表1所示。

从表1看出,泥浆密度降低至1.19 g/cm<sup>3</sup>,减小了底层与井内液柱的压差,使漏失降低。同时加入了大量的随钻堵漏剂,堵塞渗透性裂缝,为后续钻进中平衡下部地层压力提供了安全保证。处理之后钻至3800 m时漏失逐渐停止,共计漏失泥浆总量60 m<sup>3</sup>,防漏效果很好,达到了堵漏的要求。

(3)当钻至4063 m起钻时遇到高压地层,发生

气侵且井口泥浆外溢严重。钻井液密度由  $1.31 \text{ g/cm}^3$  下降至  $1.11 \text{ g/cm}^3$ , 漏斗粘度由  $63 \text{ s}$  升至  $68 \text{ s}$ , 循环期间全烃由  $15\%$  上升至  $70\%$ 。经检测,  $4059 \sim 4063 \text{ m}$  为灰色荧光粉砂岩(储层)。经研究决定, 采取提密度的方法压井。因对下部地层压力系数不明确, 担心密度过高会压漏下部地层, 采用边循环边提密度的方法。当密度提至  $1.35 \text{ g/cm}^3$  时, 短起下观后效, 气侵达到高峰。气测全烃值  $90\%$ , 密度由  $1.35 \text{ g/cm}^3$  降至  $1.23 \text{ g/cm}^3$ , 计算出油气上窜速度

为  $109 \text{ m/h}$ 。随后继续提密度并降低泥浆切力, 当密度提至  $1.52 \text{ g/cm}^3$  时, 气测值达到  $92.94\%$ , 密度由  $1.52 \text{ g/cm}^3$  降低至  $1.38 \text{ g/cm}^3$ , 粘度由  $63 \text{ s}$  上升至  $68 \text{ s}$ , 计算得出油气上窜速度  $73.5 \text{ m/h}$ 。根据气侵时安全起下钻的条件, 即起下钻时间内, 气侵上窜高度不超过井深的  $3/4$ <sup>[4]</sup>, 达到了起钻的条件。经过  $6 \text{ h}$  的循环之后, 起钻顺利。在加重降粘过程中, 泥浆性能如表 1 所示。

表 1 不同地层的钻井液性能

地 层	密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	漏斗粘度/s	pH 值	静切力(10 min)/Pa	滤失量/mL	塑性粘度/( $\text{mPa} \cdot \text{s}$ )	动切力/Pa	HTHP 失水/mL
H <sub>2</sub> S 地层	1.21	43	9.5	2.10	5.00	15.00	5.00	
漏失地层	1.19	42	9.5	2.00	5.00	15.00	5.00	
高压气侵地层	1.52	99	9.0	8.30	2.00	25.00	13.50	10.5

同时, 在短起下钻的过程中, 钻头并没有下到井底, 保持了下部钻井液的静止和稳定, 减少了起钻的抽汲压力, 防止气体进一步侵入井内。

#### 4 结论与建议

(1) 顺利返出岩屑和预防地层坍塌分别是该长裸眼井上部和下部地层钻井液工作的重点和难点。尤其是当受到泥浆处理剂的限制时, 对钻井液性能的把握以及适当的工程措施配合, 是解决问题的主要途径。

(2) 钻遇 H<sub>2</sub>S 地层时应及时发现并提出措施, 及时进行压井处理并使用碱性药品中和上返的酸性气体, 将事故影响减少到最低。

(3) 对于探井中中长裸眼段的较严重气侵, 在不清楚地层压力的情况下, 建议采用循环加密度的方法, 谨慎控制压井液密度, 以免过大压裂地层。同时

配合合理的工程措施, 在达到安全起钻的条件后, 方可起钻。

(4) 在进行长裸眼钻井施工的过程中, 必须认真掌握钻井液技术, 控制好钻井液性能与各项参数, 并及时对突发的情况做出反应, 这样才能保证钻井施工安全顺利进行。

#### 参考文献:

- [1] 石秉忠. T810XK 长裸眼斜直井钻井液技术[J]. 钻井液与完井液, 2004, (9).
- [2] 王小利, 王树永. 对胜利油田长裸眼定向井井眼清洁问题的几点认识[J]. 西部探矿工程, 2007, (2).
- [3] 石晓兵, 甘一风, 钟水清, 等. 高含硫地质环境钻井硫化氢气侵规律研究[J]. 石油学报, 2008, (7).
- [4] 王延恒. 楚 29 井气侵溢流的分析与处理[J]. 石油钻采工艺, 1995, (3).

### “陆地永久冻土天然气水合物钻探技术研究”项目通过验收评审

**本刊讯** 由中国地质科学院勘探技术研究所承担的地质调查项目“陆地永久冻土天然气水合物钻探技术研究”, 于 2009 年 12 月 8~9 日在河北廊坊通过了中国地质调查局组织的专家验收评审。

评审认为: 陆地永久冻土天然气水合物钻探技术研究项目研究开发了经济实用的陆地冻土天然气水合物钻探取具、辅助器具、泥浆配方及制冷方法、破碎地层取样技术、施工经验等, 为高原冻土天然气水合物调查钻探施工提供了成套的装备和可靠的技术支撑; 调查发现了我国陆地冻土天然气水合物异常区域, 确定了陆地冻土天然气水合物调查研

究和取样钻探工程目标和地点; 成功组织实施了我国陆地永久冻土天然气水合物科学钻探工程, 并首次钻获了陆地天然气水合物样品, 是我国冻土区天然气水合物地质调查研究取得的重大突破, 使我国成为继加拿大、美国之后通过钻探手段在陆地冻土发现天然气水合物的第三个国家, 为我国今后深入开展陆地冻土天然气水合物调查研究与开发提供了重要依据。本项目研究成果使我国陆地冻土天然气水合物调查研究取得突破性进展。

项目研究成果将在地质调查和国家经济建设中发挥技术支撑作用。