

江苏油田侧钻井技术的研究和应用

顾庆宏, 吴国州

(中国石化江苏油田分公司工程管理部, 江苏 扬州 225009)

摘要:江苏油田储层低产低渗,单井产量低,为了提高老区的采收率,降低钻井成本,侧钻技术在油田得到了广泛的应用。随着侧钻井越来越深,裸眼段越来越长,成本也随之增高。为了进一步缩短钻井周期,降低施工成本,开展了多方面的技术研究,有效提高了常规侧钻技术水平。通过现场施工案例验证,应用效果良好。

关键词:侧钻井;随钻测井;裸眼井段;固井;江苏油田

中图分类号:TE242

文献标志码:A

Research and application of sidetrack drilling technology in Jiangsu Oilfield

GU Qinghong, WU Guozhou

(Engineering Management Department of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou 225009, China)

Abstract: With low production and low permeability of reservoirs and low production of single wells, the sidetrack drilling technology has been widely used in Jiangsu Oilfield to improve the recovery rate of old well areas and reduce the drilling cost. As sidetracking wells become deeper and deeper, the open-hole section becomes longer and longer, and the cost increases. To further shorten the drilling cycle time and reduce the construction cost, various technical research has been carried out to effectively improve the level of conventional sidetrack drilling technology. The application effect is good as verified by field construction cases.

Key words: sidetrack drilling; logging while drilling; open hole; cementing; Jiangsu Oilfield

引用格式:顾庆宏,吴国州.江苏油田侧钻井技术的研究和应用[J].复杂油气藏,2023,16(2):234-236,240.

GU Qinghong, WU Guozhou. Research and application of sidetrack drilling technology in Jiangsu Oilfield [J]. Complex Hydrocarbon Reservoirs, 2023, 16(2): 234-236, 240.

江苏油田属于复杂小断块油田,储层低产低渗,单井产量低,为了提高油井投资效益,套管开窗侧钻成为一项重要措施^[1]。

经过几十年的发展,累计完成侧钻井479口,平均侧钻长度657 m,平均单井侧钻费用176万元。目前,开窗侧钻已成为油田老井挖潜增效和套损井治理的最有效手段。为了提升侧钻井的效益,进一步缩短钻井周期,降低施工成本,油田开展多方面的技术研究,提升常规侧钻技术水平。近年来,在斜向器锚定工艺、自由段开窗技术、长裸眼轨迹控制、提高机械钻速和完井工艺等方面均取得了一定成效。

1 侧钻技术的研究和应用

1.1 斜向器锚定技术

常规斜向器锚定是通过正打压实现的。当斜向器下入预定开窗位置时,通过钻井液压力推动活

塞芯轴下移,使得两组卡瓦径向移动卡在套管上,实现坐封,但对于井斜较大的侧钻井,由于钻杆自重,斜向器偏心大,导致各个卡瓦受力不均,使得斜向器锚定不稳定。

针对斜向器锚定不牢固产生移位的问题,通常采用先打底灰、再将斜向器坐封在灰面以上,保证斜向器不下移。但由于精确控制灰面深度难度较大,且注灰占用较长的施工时间,影响施工效率,针对此问题,研究在斜向器的下部增加一个固定装置(图1、图2),起到固定和扶正斜向器的作用,防止斜向器移动。

近几年应用该技术以来,江苏油田没有再发生斜向器固定不牢的问题。

收稿日期:2023-01-29;改回日期:2023-04-05。

第一作者简介:顾庆宏(1971—),高级工程师,从事石油工程技术管理及研究工作。E-mail:guqh.jsyt@sinopec.com。

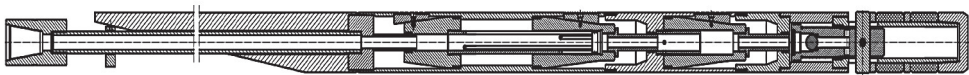


图1 斜向器

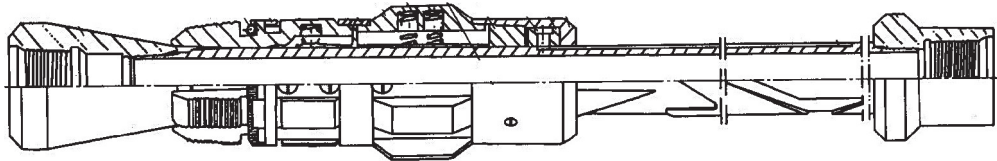


图2 固定装置

1.2 自由段开窗侧钻技术

自由段套管开窗,由于环空无水泥环支撑,一是窗口易卷边和撕裂,达不到理想的开窗效果,后期起下钻过窗口时会有遇阻或挂卡现象;二是钻头容易沿着老井眼环空下行,侧钻不出去。因此,自由段开窗后,通常需要注灰加固自由段,增加了注灰和扫灰的施工工序。

为了提高自由段开窗质量,优选1.5°、1.75°单弯螺杆钻具,控制钻速1.5~2.0 h/m,通过分析返出铁屑形状,适时调整开窗钻压和转速,先是控制转速50~60 r/min吊打,再控制低钻压0~15 kN开窗,最后进行修窗处理,减少了传统自由段开窗注灰、候凝、扫灰工序。

1.3 无线随钻技术

针对有线随钻施工烦琐、管柱静止时间长、风险大、进尺慢的缺点,采用随钻测斜技术,通过测得的地层剖面的自然伽马值,将工具面、井斜、方位等参数,由泥浆脉冲发生器输送到地面,地面设备接收和处理后,得到裸眼段的相关数据。

该随钻测斜仪设计合理,测量数据准确度高,现场操作方便,对钻井液要求低,维修检测成本低,可满足小井眼侧钻施工需求。

1.4 长裸眼侧钻提速技术

随着油田开发的不断深入,长裸眼侧钻井越来越多。为了实现侧钻井工作的高效实施,通过优化运行管理,提升设计质量,加强协调,严控施工质量,推广新工艺技术,形成了以“定向PDC钻头+新型螺杆钻具组合”为主导的侧钻提速提效技术系列,解决了钻进时工具面不稳定、钻进效率低的难题。单趟钻具组合使用时间同比延长近80 h,减少了起下钻频次。

1.4.1 螺杆钻具改进

优选长寿命、大扭矩、高转速的等壁厚螺杆钻具代替普通单弯螺杆钻具,降低起下钻更换钻具的频率。

常规螺杆钻具的橡胶衬套在硫化过程中会出现波峰、波谷,易老化、掉胶。等壁厚螺杆钻具马达定子内表面加工成与转子相配合的螺旋曲面,再在螺旋曲面上硫化橡胶,形成均匀等厚的橡胶层,与转子配合组成等壁厚马达(见图3)。等壁厚马达橡胶在硫化过程中不会出现老化、掉胶等问题,耐冲击和抗变形能力得到增强,螺杆钻具马达的使用寿命提高,可达到200 h以上,同比延长80 h。

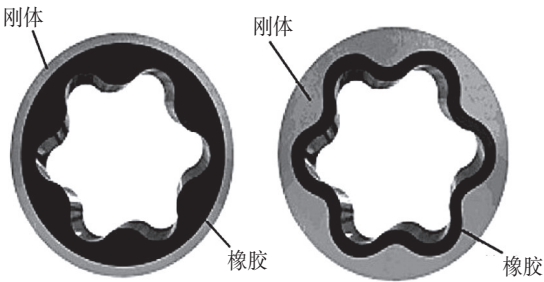


图3 常规螺杆和等壁厚螺杆界面

1.4.2 PDC钻头改进

随着侧钻井难度的增大以及循环动力设备的升级,单牙轮钻头磨损严重,已经无法适应目前侧钻井需求^[2]。针对PDC钻头泥包现象严重、硬质泥岩进尺缓慢的问题,通过切削结构、水力结构的改进,解决钻头泥包、水眼堵塞、切削齿崩坏等问题。一是采用3长2短5刀翼设计,一体式冠部,保留短保径+直刀翼,缩短了规径段长度,缩短钻头总长度;二是减小了喷嘴直径,采用非等分式刀翼布局,优化了喷嘴出口位置、倾斜角度和直径配比;三是调整了冠部圆弧大小,以及内锥部和外锥部的布齿

密度,保证机械钻速和稳定性(见图4)。CZ155等井使用改进的PDC钻头,单趟完成进尺802 m,平均机械钻速3.88 m/h,实现一趟钻完井。

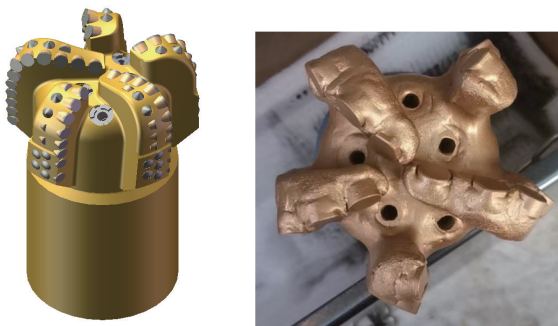


图4 5刀翼PDC钻头

1.5 完井工艺技术

常规侧钻井受到原井眼尺寸的限制,环空间隙小,常规侧钻钻头直径118 mm,下入 $\varnothing 95$ mm尾管(接箍108 mm),环空间隙8~15 mm,若受到泥饼和缩径影响,实际环空间隙会更小,增加了固井注水泥作业的难度。

由于施工泵压高,容易蹿漏地层发生井漏,造成水泥返高未达到开窗点或悬挂器处,此外,由于水泥环薄,在后期作业时易产生损坏,导致封隔失效或过早出水等。悬挂的尾管不易居中,受井斜影响,套管偏心、贴井壁,固井宽窄过渡区将出现钻井液滞留顶替盲区,形成自上而下的空洞,一旦有层间水,该空洞容易形成水道,直接影响固井的质量^[3]。

为了提升侧钻裸眼段及重叠段固井质量,采取以下措施:①下套管前进行通井和短起下钻,充分循环洗井,保证井眼畅通;②严格施工现场管理,

对所有下井套管、工具、附件进行检查清理、测量记录、编号排列;③确定灰浆体系,通过变密度灰浆体系降低流动阻力,降低水泥浆与泥浆的液柱压差,提高流动性能。遵循注替返速 \leq 套管循环返速 \leq 通井返速的原则确定固井施工排量,降低固井环空压耗;④优化施工参数,根据地层承压试验结果,对低承压易漏地层,采取低排量固井,降低循环压耗,减少固井过程中水泥浆的漏失,确保油层段固井质量。

2 应用效果

2022年实施的侧钻井平均裸眼长度达到801 m,较2021年增加102 m;平均机械钻速3.0 m/h,相比2021年的2.32 m/h,提升30.4%。这些井没有因为地层漏失和尾管贴边,导致固井质量不合格而影响生产。

CY53-1A井是一口采油井,该井从水泥返高以下打斜向器+固定器锚定,开窗一次性成功。采用无线随钻测斜,PDC钻头+新型螺杆钻具组合钻进,仅用两趟钻,自窗口1 680 m钻进至2 584.0 m,纯钻进时间208 h,机械钻速4.35 m/h,钻压10~20 kN,转速40 r/min,循环排量9 L/s,钻井液密度1.18~1.2 g/cm³,黏度42 s。该井承压试验5.5 MPa,30 min降至3.8 MPa,固井采用变密度水泥浆体系:前置液3 m³+1.5 g/cm³水泥浆5.0 m³+1.9 g/cm³水泥浆9.0 m³,施工排量300 L/min,出口返速50 L/min,尾管碰压25 MPa,固井质量优良。投产后,日产原油15 t,当年累产原油3 667.1 t,取得了较好的效果(见图5)。

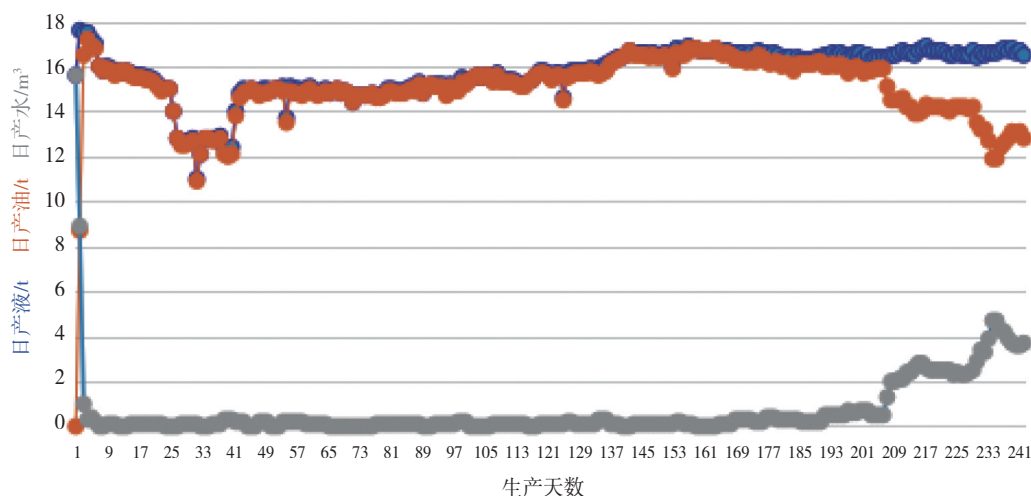


图5 CY53-1A井生产曲线

(下转第240页)

mg/m³。脱硫剂加药量均为1 000 mg/L,实验温度70℃,脱硫率见表4。

从数据表中可以看出,常规脱硫剂在油相中的脱硫效果比水相中差,尤其是HHT产品比较明显。但是新型脱硫剂BHS-1在不同原油中的脱硫效果都能达到90%以上,具有明显的普适性。除BHS-1外,针对同一种脱硫剂产品,采出液综合含水越高,

脱硫剂的脱硫率越高,含水越低,脱硫率越低,BHS-1对低含水原油脱硫有更佳的效果,分析原因是硫化氢在原油中的溶解性更好,约为水中的2倍,采出液的综合含水越低,溶解于原油中的硫化氢越多。新型脱硫剂BHS-1分子结构中增加了油溶性基团,根据相似相容原理,药剂在原油中溶解度更高,对低含水原油脱硫效果更好。

表4 脱硫剂在不同原油含水等级下的脱硫率 %

含水	HHT	BHS-1	DS-4	DS-6	DSH-9	HK-1	HK-2
30	60.7	98.0	49	21.6	12.5	51.7	51.5
54.9	83.8	93	52	23.3	21.3	53	52
90	88	91.5	53.6	24.8	28.7	56.1	53.3

3 现场应用及效果

D501-P1井日产液7.3 t,日产油5.8 t,综合含水20%,硫化氢含量15 000 mg/m³。为确保安全生产,该井投产初期时采用套管加药脱硫,加入三嗪类脱硫剂900 kg/d,测试井口硫化氢含量20 mg/m³,改用新型脱硫剂BHS-1后,加药量600 kg/d,井口硫化氢含量为0。

4 结论

(1)随着温度的升高,常规脱硫剂的性能有所降低。新型脱硫剂BHS-1保持了良好的耐温性,在140℃以下基本上不会对脱硫效果产生影响。

(2)三嗪类脱硫剂HHT和新型脱硫剂BHS-1脱硫后产物稳定性好,温度到100℃也不会发生可逆反应。

(3)新型脱硫剂BHS-1对低含水原油硫化氢的脱除有更好的适用性。

参考文献:

[1] 孟国维,徐宏新,李志扬,等. 高含硫化氢油井试采生产的安全对策[J]. 油气田地面工程,2006,25(9):49-51.

[2] 涂君君,张智,付建红,等. 高含硫油气井套管安全系数的合理取值[J]. 石油钻采工艺,2009,31(3):111-112.

[3] 王潜. 辽河油田油井硫化氢产生机理及防治措施[J]. 石油勘探与开发,2008,25(3):349-352.

[4] 李雁飞,李颖. 超重力脱硫技术[J]. 石油知识,2017,187(3):10-12.

[5] 陈美航,赵成钢,沈家国,等. 三嗪类化合物的最新研究进展[J]. 铜仁学院学报,2013,15(1):137-139.

[6] 陈景军. 含硫化氢井套管加药治理技术[J]. 复杂油气藏,2018,11(2):84-86.

(编辑 韩 枫)

(上接第236页)

3 结论与认识

(1)斜向器锚定工艺、自由段开窗技术、长裸眼轨迹控制技术、提高机械钻速措施、固完井技术等方面的优化改进,提高了侧钻成功率,缩短了钻井周期,提升了侧钻井的效益。

(2)侧钻过程中使用无线随钻仪,可以根据实时变化及时调整井眼轨迹,实现与设计轨迹高度吻合。

(3)PDC钻头+新型螺杆钻具组合为主导的侧钻提速提效技术,单趟钻具组合使用时间同比延长近80 h,减少了起下钻频次,大幅提升了侧钻井平均机械钻速。

(4)通过强化下尾管前井筒的准备,优化水泥浆体系性能和固井参数,提升了侧钻裸眼段及重叠段固井质量。

参考文献:

[1] 郭伟,孙树强,杨伟. 井下作业[M]. 北京:石油工业出版社,2012:324.

[2] 黄万龙,饶开波,高学生,等. 大港油田侧钻井提速技术研究与现场试验[J]. 长江大学学报(自科版),2015,12(25):42-45.

[3] 晁文学,林勇. 中原油田Ø118mm井眼钻井固井技术[J]. 天然气工业,2002,22(2):54-55.

(编辑 韩 枫)