

一体式斜向器套管开窗侧钻技术的应用与分析 ——以滴西xxH井为例

王 丰*,王 宇,赵 亮,张瑞平,陈 亮,毛 健

(西部钻探定向井技术服务公司,新疆 乌鲁木齐 830026)

摘 要:为了进一步落实滴西区块火山岩体含油气性、储层展布及储量规模,加快开发投产的速度,滴西xxH井应用了一体式斜向器套管开窗侧钻技术钻成水平井。一体式斜向器是近年来在固定锚斜向器的基础上发展起来的一种新型工具,它具有施工工艺简单、成本低、效率高等特点。详细介绍了一体式斜向器套管开窗技术,并结合滴西xxH井开窗侧钻作业实例进行分析,为今后的类似施工总结了经验。

关键词:一体式斜向器;套管开窗;侧钻;试钻;陀螺定位

中图分类号:TE242 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)07-0038-03

1 一体式斜向器的结构与工作原理

一体式斜向器的结构如图1所示。它由防漏总成、液压总成、斜铁总成、铣锥总成组成,铣锥总成和斜铁总成靠燕尾体连接,保险卡子和保险螺丝固定(入井前取下),铣锥水眼通过导液管与斜向器下部连接、直通液压总成,斜铁总成的斜面为直斜面(4°)。斜向器内部含有先置球,当斜向器下入到预定开窗位置,确定好坐封方位后,开泵憋压,高泵压使先置球到达预定位置,液压总成产生足够压力,推动6块卡瓦伸出,卡瓦紧贴套管壁,高应力可使套管内壁发生轻微形变,让斜

向器在套管中固定更加牢固,此时卡瓦即可阻止斜向器下移和左右转动。憋压坐封完成后,上提钻具到中和点,缓慢转动钻具产生扭矩,使铣锥与燕尾体脱离,并且扭断导液管,完成铣锥和斜铁总成的分离,然后进行下一步的开窗磨铣工作^[1]。

2 套管开窗施工工艺

施工准备:施工前应准确掌握开窗套管的钢级、壁厚和开窗点上下确切的套管接箍位置及扶正器位置,开窗点应尽量选择水泥封固质量好、地层稳定可钻性好的井段开窗^[2],避开套管接箍及扶正器;试压应合格。

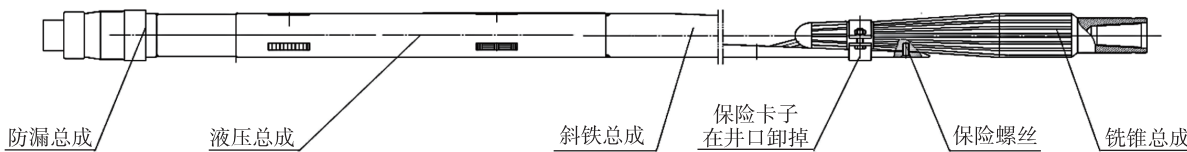


图1 一体式开窗侧钻工具示意图

通径:通径规外径及长度按套管标准通径制作。通径从井口直通至斜向器坐封井段,若通径规顺利通过,证明套管未变形,卡瓦锚定有可靠基础;对入井钻具进行通径,确保钻具内无异物,防止液压坐封斜向器时异物堵塞,影响坐封效果,并且确保陀螺测斜仪顺利下到底。

刮壁:采用专用套管刮削器从井口刮至斜向器坐封井段,清除套管内壁的油污、铁锈等脏物,并充分循

环洗井保证井筒清洁。

泥浆处理:充分处理泥浆性能,确保在静止期间不会产生沉淀,保证斜向器能够顺利下到预定位置以及顺利坐封;保证泥浆能够悬浮携带出钻屑。

密封性检查:检查泥浆泵、地面管汇及钻具无刺漏。

斜向器坐封:绘制工具丈量图,将工具下至预定井段。下钻时控制下钻速度,操作平稳,以防损坏工具;

* 收稿日期:2024-10-23 修回日期:2024-10-29

第一作者简介:王丰(1999-),男(汉族),重庆大足人,助理工程师,现从事定向井技术服务工作。

下钻接钻具,钻杆密封脂涂抹在钻杆公扣,防止丝扣油堆积堵塞球座。

陀螺定位:用陀螺测斜仪测量斜向器导斜面方位,并将导斜面调整至设计方位上,固定好转盘并做好标记。

憋压坐封:接顶驱将斜向器送入预定开窗位置,逐渐憋压至24MPa,持续3min泵压无明显下降,再重复1~2次,确保坐封牢靠。下放钻具轻微加压(5t),观察带压时钻柱是否下移或者回到原悬重后观察有无位移,确定斜向器是否坐封牢固。

丢手:启动顶驱缓慢旋转,每旋转5圈静止1min,直到铣锥脱开,钻具突然释放扭矩,丢手成功。

开窗磨铣^[3]:初始阶段:5~10kN,40~50rpm,0~0.5m;开窗阶段:50~70kN,50~70rpm,0.5~1.5m;出窗阶段:70~80kN,50~90rpm,1.5~3.5m;修窗阶段:0~10kN,80~120rpm,0~3.5m。

试钻:下试钻钻具钻15~20m导眼,充分循环清洗井筒,观察起下钻有无挂卡现象,确定无异常后开窗作业全部完成^[4-5]。

3 施工经过简述

3.1 坐封斜向器

陀螺定位:斜向器斜面高边与定向接头角差图见图2。陀螺测量数据如下,前6次为初始测量数据,分析数据可知:初始位置斜向器高边的正北工具面约为94.08°,设计网格方位为145°,正转50°,然后测量3次,北向工具面未动,由于电缆滑轮固定在顶驱上,选择直接起出陀螺仪器,接上最后一柱、接顶驱下放斜向器至预定开窗位置2754m,准备憋压坐封。

憋压坐封:泵冲10冲,打压至25MPa,泵压缓慢下降至24MPa,憋压3min后泄压,重复1次;下压5t,检查坐封牢固。

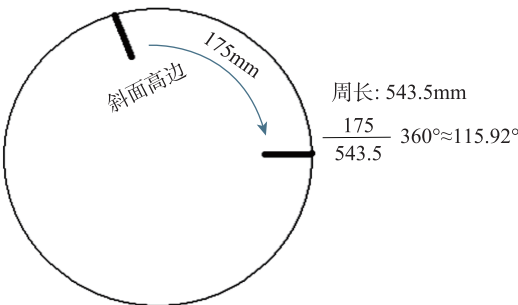


图2 角差示意图(俯视)

丢手:上提至中和点,启动顶驱缓慢正转,每正转5圈,静止1min,正转至23圈时,顶驱扭矩47Kn*m,铣锥与燕尾体分离,丢手成功。

3.2 磨铣开窗经过

开窗第一趟钻具组合:Ø216mm一体式斜向器带铣锥+Ø168mm单流阀+Ø172mm定向接头+Ø177.8mm钻铤+Ø127mm加重钻杆*36根+Ø127mm钻杆串。

开窗第二趟钻具组合:Ø216mm铣锥+Ø168mm单流阀+Ø127mm加重钻杆*36根+Ø127mm钻杆串。

修窗用时17h,开窗施工经过见表2。

3.3 开窗后续施工

开窗后第一趟钻具组合:Ø215.90mmPDC钻头+Ø172mm螺杆(1.5°/212mm螺扶)+Ø168mm单流阀+Ø172mm无磁钻铤+Ø172mm无磁悬挂(MWD)+Ø170mm转换接头(411*4A10)+Ø158mm钻铤*2根+Ø170mm转换接头(4A11*410)+Ø127mm加重钻杆*36根+Ø127mm钻杆串;

开窗产生的新井底到窗口距离约为1.4m,新井眼为铣锥钻出,由于铣锥底部是圆锥形,所以靠近井底的井眼尺寸小于215.9mm,钻头到螺杆弯点的距离为1.865m,到扶正器下端和上端的距离分别为0.785m、1.125m,考虑到新井眼井底到窗口距离小于钻头到螺

表1 陀螺测量数据表

坐键测量次数	井斜 (°)	重力高边 (°)	陀螺方位 (°)	磁方位 (°)	网络北 (°)	北向高边 (°)	BIAS	GT
1	0.84	21.26	1.09	1.09	1.09	22.33	0.26	1.0015
2	0.67	232.3	338.59	338.59	338.59	211.11	-0.25	0.9994
3	0.70	239.8	331.36	331.36	331.36	211.44	-0.33	0.9997
4	0.68	238.3	332.9	332.9	332.9	211.48	-0.23	0.9993
5	0.70	58.94	9.69	9.69	9.69	68.50	0.04	1.0022
6	0.64	234.1	336.83	336.83	336.83	211.23	-0.24	1.0010
7	0.64	233.2	337.98	337.98	337.98	211.40	-0.53	1.0017
8	0.63	231.8	338.72	338.72	338.72	210.80	-0.08	1.0014
9	0.63	235.0	336.47	336.47	336.47	211.72	-0.16	1.0012

表2 开窗施工经过表

阶段	井段	参数	现象	分析
初始	2754m —2754.2m	26.3L/s, 3~4t/50rpm, 3~5kN·m	泵压由 18MPa 下降至 14.4MPa, 回钻压速度 快, 磨铤至 2754.2m 时顶驱憋停, 扭矩达 到 20kN·m	丢手拧断的导流管磨损, 流通面积逐 渐增大; 燕尾体磨铤完毕, 铤锥底圆与 斜面瞬间接触, 产生高扭矩
开窗	—2754.5m	26.3L/s, 3t/60rpm, 3~10kN·m	泵压由 14.4MPa 下降至 13.6MPa; 磨铤期间 有明显蹩跳, 上提调整参数后解决;	水眼磨损变大, 泵压下降; 铤锥对套管 的不连续不均匀切削导致蹩跳
开窗	—2756.6m	5~10t/60~70rpm	钻压小时返出粗细均匀的短铁丝(2-5cm 左 右); 钻压大时返出更长的片状/丝状/鸟窝 状铁屑; 返出少量水泥	应合理控制参数确保切削均匀, 机速 适当; 铤锥顶端进入环空水泥环
出窗	—2757.2m	10~12t/70rpm	泵压由 14.7MPa 降至 10.23MPa, 提钻发现 Ø177.8mm 钻铤公扣端断裂	高钻压、高转速、低机速, 导致应力集 中, 钻具疲劳断裂
出窗	—2758m	10t/60rpm, 4kN·m, 11MPa	无进尺, 振动筛无返出	铤锥完全出套管, 对地层无攻击力
修窗	2754~2758m	50~80rpm	上提下放修整开窗全井段, 无钻压显示; 停 泵后上提下放无钻压显示	窗口修整规正、光滑, 平整度高

杆弯点的距离,且井底井眼尺寸较小,井底可能存在沉砂、沉淀,不开泵不开顶驱定向出窗触底后直接开泵旋转卡钻风险高(开窗处狗腿度高、弯点无法出窗口,产生反扭矩容易导致反扣卡钻,在处理过程中可能导致扶正器卡死在窗口处等等),首先选择开小排量定向出窗口触底。

(1)钻头处于斜面上,以排量9.8L/s缓慢下放,下放接触窗口憋泵则立即上提,转动一定的角度再次下放,直到钻具尽可能多的出窗口。在尝试找高边位置的过程中,泵压曾由2.5MPa升高至7.5MPa。

(2)找到高边位置后,将钻头送至处于套管外的位置,逐渐增加排量到18L/s,然后继续下放欲将扶正器送出套管的过程中突然憋泵由7.7MPa升高至12MPa,降低泵冲,释放扭矩,将钻具转回高边位置上提,挂8t。挂卡原因应为:钻头接触小尺寸井眼,产生反扭导致憋泵,降低泵冲转回钻具后井底钻具扭矩未完全释放,导致螺杆扶正器或钻头在窗口处挂卡。

(3)重复(1),找到高边位置后,上提至钻头处于套管外而扶正器处于斜面的位置,逐渐增加排量到18L/s,缓慢开动顶驱至15rpm,开始下放,下放过程中无钻压,扭矩3~6kN·m,无明显反应,触底之后逐渐提高转速至30rpm,正常出窗。

测斜数据显示窗口方位为200°,比陀螺测得的初始方位94.08°大105°左右,比选定的理论开窗方位145°大近55°,高于一般右旋的20°~30°,可能有两个原因:开窗本身存在的右旋加上“直斜面+铤锥”的组合,使得窗口开偏;在坐封丢手时,高扭矩使得斜向器角度正旋;该趟钻提出后检查钻头,钻头保径齿有一定程度磨损;后续作业经过窗口均未出现挂卡现象。

4 结论及认识

(1)一体式斜向器开窗侧钻技术具有以下优点:工

艺流程简单、便于操作,可以更快速地下入井内并定位,缩短施工周期;工具结构简单,减少因部件连接可能产生的微小偏差,提高开窗位置的准确性,减少因斜向器自身结构问题导致的能量损失,从而提高铤削效率,加快开窗速度。但是对卡瓦片的形状和卡瓦片与套管之间的咬合力需要进一步的研究和校核,以防范可能出现的因丢手扭矩高导致开偏,或者因套管变形和复杂井多次起下钻的撞击致斜向器发生松动等问题。

(2)测量坐封方位应采用合理的操作方式。将电缆滑轮挂在天滑轮、二层台或者其他可以活动钻具传递扭矩而不妨碍陀螺坐键的位置,从而转动钻柱且活动传递扭矩后再次测量坐封方位,实现精准定位;且能节省提出电缆重新测方位的时间。

(3)Ø244.5mm套管开窗后不进行试钻,直接下入弯螺杆造斜钻具具有一定风险,施工前应充分研究过窗口的技术措施。

(4)开窗磨铤钻具组合使用钻铤应避免高参数磨铤,钻铤刚性大,斜面处狗腿高,应力作用大,钻具疲劳断裂、转盘失速倒扣等风险高。

(5)现有铤锥磨铤套管效率高,但是破岩效率较低。研发破岩效率更高的铤锥有利于简化开窗完毕后试钻的工艺流程。

参考文献:

[1] 夏炎.一体式斜向开窗工具的完善及推广应用[J].石油机械, 2008(8):87-89.

[2] 王波,郑殿富,王侃,等.套管开窗技术在阳山137H17-3井的应用与分析[J].西部探矿工程,2023,35(12):34-36,40.

[3] 王华义.辽河油田小井眼侧钻井技术的应用[J].化工管理, 2015(26):189.

[4] 唐志军.开窗侧钻工艺技术[J].西部探矿工程,1999(5):39-40.

[5] 张瑞平,丁浩,陈水新,等.扎那诺尔油田套管开窗侧钻定向井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(7):28-30.