

大斜度定向井钻井技术

史红刚

(大庆钻探工程公司钻井一公司,黑龙江 大庆 163411)

摘要:大斜度定向井能够穿越多个油层,增加油气泄漏面积,从而提高单井产量。通过对葡 182 - 斜 154 井施工难点分析,在施工前进行了井身结构及轨迹剖面优化,施工中,选用合理的钻具组合及钻进参数,配以井眼清洁技术、减少摩擦阻力降低扭矩技术、井壁稳定技术等安全钻井技术措施,保证了这口大斜度定向井的顺利施工。

关键词:大斜度定向井;钻井技术;轨迹控制;井眼清洁;井壁稳定

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1672 - 7428(2014)10 - 0058 - 03

Drilling Technology of High Angle Directional Well/SHI Hong-gang (The First Drilling Company of Daqing Drilling Engineering Company, Daqing Heilongjiang 163411, China)

Abstract: High angle directional well can run through many oil reservoirs and increase oil and gas leakage area to improve the production of single well. Through the analysis on the difficulties in well Pu182 - Xie154 construction, the casing program and the trajectory profile are optimized before the construction. Rational BHA and drilling parameters are selected together with the safety drilling technical measures of hole cleaning technology, friction resistance and torque reducing technologies and wellbore stability technology, which ensure the smooth construction of this high angle directional well.

Key words: high angle directional well; drilling technology; trajectory control; hole cleaning; borehole stability

永乐油田葡 47 区块位于松辽盆地中央坳陷区大庆长垣东斜坡,跨大庆长垣和三肇凹陷两个二级构造带,斜坡呈“山峰”状,由大庆长垣向东过渡到三肇凹陷。从葡 47 区块葡萄花油层顶面构造上看,构造南北方向起伏变化不大,西高东低,东西方向构造高差 150 m。葡 47 区块发育 25 条大断层,断层均为正断层,以南北向、北北西向为主,断距为 5 ~ 40 m,延伸长度 1.8 ~ 14.2 km,油层有效孔隙度平均为 19.7%,空气渗透率平均为 $45.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属中孔、低渗油层。由于区块内断层发育,不仅使构造复杂化,而且对油水分布产生较大的影响。为了进一步认识葡 47 区块葡萄花油层油水分布规律,增加油层泄露面积,提高单井产能,实现油藏的经济高效开发,部署了葡 182 - 斜 154 井,施工中针对靶点多,靶区要求严的实际,采取合理的井眼轨迹控制方案,三个靶点按照地质要求均中靶,最后钻穿葡萄花油层留足 20 m 沉沙口袋完钻。葡 182 - 斜 154 井完钻井深 2057.00 m,垂深 1221.53 m,水平位移 1353.73 m,水垂比 1.11。

1 施工难点分析

葡 182 - 斜 154 井在井深 400.00 m 处开始造斜,至井深 751 m 一开完钻,井斜 68.7° ;二开裸眼

稳斜井段达 2306 m,施工中存在以下难点。

- (1) 大井眼造斜,上部地层松软,造斜率难以保证。
- (2) 稳斜井段长,井斜大,钻进过程中摩阻扭矩大,易发生钻具扭断事故。
- (3) 稳斜井段长,井斜大,返砂困难,易形成岩屑床,造成井下复杂。
- (4) 靶点多,靶区要求高,轨迹控制难度大。
- (5) 裸眼井段长,降斜段滑动钻进托压,机械钻速低,易发生粘、卡钻事故。

2 技术方案优化

2.1 井身结构优化设计技术

良好的井身结构设计能够降低定向井钻进中的摩阻扭矩,增加水平位移延伸量,减少井下事故复杂的发生^[1]。葡 182 - 斜 154 井采用二开结构设计,井身结构设计见表 1。

表 1 井身结构设计数据

开钻 次序	井深 /m	钻头尺寸 /mm	套管尺寸 /mm	套管下入 深度/m	环空水泥浆 返深/m
一开	751	311.2	244.5	750	地面
二开	2057	215.9	139.7	2054	地面

注:井口下入 $\varnothing 339.7$ mm 导管 30 m。

收稿日期:2014 - 03 - 14; 修回日期:2014 - 08 - 08

作者简介:史红刚(1980 -),男(汉族),陕西铜川人,大庆钻探工程公司钻井一公司工程师,钻井工程专业,从事钻井生产和技术管理工作,黑龙江省大庆市让胡路区,1463765718@qq.com。

2.2 井眼轨迹剖面优化设计

葡 182 - 斜 154 井采用“直—增—稳—降—稳”五段制井眼轨迹设计,在 Ø311.2 mm 钻进至 400 m

开始定向造斜,最大造斜率 6°/30 m,最大井斜 69.07°,方位 86.19°(见表 2)。

表 2 井眼轨迹剖面设计结果

描述	测深/m	井斜/(°)	方位/(°)	垂深/m	北坐标/m	东坐标/m	闭合距/m	造斜率/[(°)·(30 m) ⁻¹]
井口	0.00	0.00	86.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
造斜点	400.00	0.00	86.19	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
造斜完	745.35	69.07	86.19	667.58	12.23	183.73	184.14	6.00
一开完钻	751.00	69.07	86.19	669.59	12.58	189.00	189.42	0.00
稳斜完	1782.63	69.07	86.19	1038.13	76.58	1150.43	1152.98	0.00
靶点 C	1959.15	39.65	86.19	1141.36	86.00	1292.00	1294.86	5.00
靶点 D	2021.98	39.65	86.19	1189.74	88.66	1332.01	1334.95	0.00
靶点 E	2057.00	39.65	86.19	1216.70	90.15	1354.30	1357.30	0.00

3 大斜度井钻井技术

3.1 井眼轨迹控制技术

3.1.1 增斜段轨迹控制技术

为了便于施工,使井眼轨迹更加平稳圆滑,对原井眼轨迹设计进行修正^[2],提前 50 m 定向造斜,井眼曲率由原来的 6°/30 m 降低到 5°/30 m,更便于施工,增强现场可操控性。钻具组合如下:Ø311.2 mm 钻头 + Ø216 mm 螺杆(单弯双扶 1.25°) + MWD + Ø178 mm 钻铤 6 根 + Ø127 mm 加重钻杆 20 根 + Ø127 mm 钻杆。

钻进参数:钻压 20 ~ 40 kN,转速 40 r/min,排量 55 L/s。

初始造斜先连续定向几个单根,摸清螺杆在该地层的实际造斜率^[3],然后详细记录每个单根的施工情况,根据最近两测点的井斜方位变化率,来准确预测井底的井斜方位。每一个测点都进行详细计算,采用滑动和复合钻进相结合方式,对井眼轨迹进行精确控制,至井深 765 m,井斜 68.7°,方位 86.05°,一开完钻。

3.1.2 稳斜段轨迹控制技术

二开主要进行稳斜与降斜施工,在稳斜段施工中,选用 0.75°单弯双扶正器螺杆,增强稳平效果;钻头选用四刀翼 R4624 钻头,相比五刀翼钻头在相同钻压下,能增大破岩能量,提高机械钻速。钻具组合如下:Ø215.9 mm 钻头 + Ø172 mm 螺杆(单弯双扶 0.75°) + MWD + Ø178 mm 钻铤 3 根 + Ø127 mm 加重钻杆 24 根 + Ø127 mm 钻杆。

钻进参数:钻压 20 ~ 50 kN,转速 40 r/min,排量 37 L/s。

该钻具组合在嫩江组二段钻进中,呈现微降斜趋势,降斜率为 2°/100 m,所以施工中每 2 ~ 3 个单

根定向上挑 2 m,保证井斜稳定在可控范围内。进入嫩江组一段后,该钻具组合基本呈现稳斜趋势,通过微调钻进参数,可以达到稳斜目的。

3.1.3 降斜段轨迹控制技术

钻进至井深 1860.00 m 起钻更换 LWD 进行降斜施工,同时为了更好地控制井眼轨迹,增加现场井眼轨迹控制可操控性,将稳斜段的 0.75°单弯双扶螺杆更换为 1°单弯单扶螺杆钻具,钻具组合如下:Ø215.9 mm 钻头 + Ø172 mm 螺杆(单弯单扶 1°) + LWD + Ø178 mm 钻铤 3 根 + Ø127 mm 加重钻杆 24 根 + Ø127 mm 钻杆。

钻进参数:钻压 20 ~ 50 kN,转速 40 r/min,排量 37 L/s。

该钻具组合主要进行降斜施工,井斜由 71°降至 34°,平均降斜率在(1.5° ~ 2°)/30 m 左右,能够很好地满足钻井施工需要。

3.2 安全钻井技术

3.2.1 井眼清洁技术

大斜度井定向井钻进过程岩屑在自重作用下向井壁沉积,很容易形成岩屑床^[4]。岩屑上返过程中路程很长,岩屑被磨得很细,很难从钻井液中清除,钻进过程中随时监测震动筛返砂情况,采取有力技术措施携带岩屑,清除岩屑床。

(1) 足够排量和钻井液良好流变性携带岩屑。采用 F1300 钻井泵 Ø170 mm 缸套钻进,排量保持在 34 L/s 以上,保证环空上返速度在 1.5 m/s 左右,实现紊流携岩。适当增加钻井液的流变性能以满足悬浮、携砂能力,在现场施工中,钻井液的动塑比一直控制在 0.5 以上。

(2) 高效固相控制设备清除岩屑。大斜度定向井岩屑上返过程中路程很长,岩屑被磨得很细,很难从钻井液中清除,所以葡 182 - 斜 154 井采用 4 级

固控设备,二台振动筛全部更换为160目筛布,并配置高速离心机,及时清除钻井液中有害固相含量,保证井眼净化。

(3)勤划眼和短起下钻制度。每打完一个单根都要划眼3遍,坚持钻进150~200 m短起下300~400 m,短起下钻到底大排量循环钻井液,直至震动筛无岩屑返出方可钻进。

3.2.2 减小摩擦阻力降低扭矩技术

(1)应用减摩降扭接头,减摩接头安装在钻杆接头处,外套(非旋转)与套管内壁接触,而心轴与钻杆一起旋转^[5]。由于心轴与非旋转外套摩擦副的动摩擦系数较小,独有的钻井液自润滑性,从而达到减小扭矩传递损失,对保护套管和钻杆之间磨损起到很好的保护作用。

(2)调整泥浆性能,降低钻柱与井壁之间的摩擦系数,降低泥浆失水,降低泥饼厚度,从而降低了摩阻扭矩。

(3)净化井眼,破坏岩屑床,可降低钻柱与井壁之间的摩擦系数,从而大幅度地降低扭矩和摩擦阻力。扭矩和摩擦阻力的变化很大程度上提示着井眼的净化程度,据此可以决定是否采用适当的措施净化井眼。

3.2.3 井壁稳定技术

在大斜度定向井中,井壁围岩除受径向、切向和垂直向应力外,还承受着剪切应力的作用,此外还受抽吸压力、“激动”压力的影响。葡182-斜154井施工中 $\varnothing 215.9$ mm井眼控制失水量 <4 mL/30 min,使井壁形成薄而坚韧的泥饼,严格控制起下钻速度,起钻要求每柱不低于3 min,以免起钻过快引起抽吸,造成井壁失稳。下钻要求每小时不超过10柱,防止由于压力“激动”造成井漏,下钻到底开泵先小排量顶通,待泥浆正常返出后逐渐提高正常排量。

4 施工效果

4.1 创出施工高效率

葡182-斜154井一开进尺765 m,一开纯钻进时间53 h,一开平均机械钻速14.43 m/h;二开进尺1292 m,二开纯钻进时间48.25 h,二开平均机械钻速26.78 m/h,全井平均机械钻速20.32 m/h。

4.2 轨迹控制符合设计要求

葡182-斜154井完钻井深2057.00 m,垂深1221.53 m,水平位移1353.73 m,水垂比1.11,各靶点设计与实钻参数对比见表3和图1。

表3 设计与实钻数据对比

靶点	设计							实钻						
	垂深/m	位移/m	靶窗尺寸/m					垂深/m	位移/m	靶窗尺寸/m				
			左偏	右偏	前偏	后偏				左偏	右偏	前偏	后偏	
C	1141.36	1294.86	30	30	0	40		1141.36	1298.12	4.71	0	0	3.26	
D	1189.74	1334.95	30	30	40	0		1189.74	1332.00	6.44	0	2.95	0	
E	1216.70	1357.30	/	/	/	/		1216.70	1350.42	/	/	/	/	

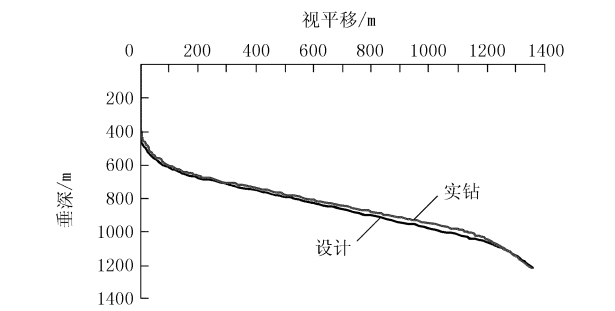


图1 设计与实钻垂直投影

5 结论

(1)在靶区要求严格的情况下,施工前优化设计,施工中选用合理的钻具组合和钻井参数,实现了对井眼轨迹的精确控制。

(2)在稳斜段应用0.75°双扶螺杆钻具,通过调整钻进参数,能够达到稳斜目的。

(3)施工中通过调整泥浆性能,配以合理的安全技术措施,保证了大斜度定向井的安全施工。

(4)葡182-斜154大斜度定向井的钻探成功,为今后施工同类型井提供了可借鉴的经验。

参考文献:

[1] 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.

[2] 向军文.定向对接连通井轨迹设计[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5):11-14.

[3] 孟祥波,陈春雷,孙长青.徐深21-平1井轨迹控制技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(1):30-32.

[4] 李振杰,徐云鹏.定向井处理粘吸卡钻事故的技术方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):24-27.

[5] 姚爱国,高辉,方小红.定向钻进技术的发展与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S1):62-65.