

# 侧钻超短半径水平井 J37-26-P14 井钻井设计与施工

朱健军

(中国石油大庆油田有限责任公司采油工程研究院,黑龙江大庆 163453)

**摘 要:**为了提高稠油热采及小规模砂体的开发效果,大庆油田设计施工了侧钻超短半径水平井 J37-26-P14 井。该井完钻井深 629.62 m,造斜率 20°/m,曲率半径仅为 3.30 m,造斜段水平位移为 2.90 m,总水平位移为 22.70 m,水平段长 19.58 m。该井施工过程中存在剖面设计紧凑、地层可钻性差、侧钻难度大、井眼曲率大造成钻具摩阻大等技术难点,在对超短半径的井身结构及井眼轨迹剖面进行优化设计和主要技术难点进行分析的基础上,制定了相应的技术措施,确保该井顺利完钻。该井的顺利完成,为其他侧钻超短半径水平井积累了宝贵经验。详细介绍了该井的设计与施工情况。

**关键词:**侧钻 水平井 钻井设计 井身结构 J37-26-P14 井  
**中图分类号:**TE243   **文献标识码:**A   **文章编号:**1001-0890(2011)05-0106-04

## Drilling Design and Implementation of Sidetracking Ultra-Short Radius Horizontal Well J37-26-P14

Zhu Jianjun

(Oil Production Research Institute of Daqing Oilfield Ltd. , Daqing, Heilongjiang, 163453, China)

**Abstract:** In order to improve the development efficiency of heavy oil thermal recovery and development in small sandstone reservoir, a sidetracking ultra-short radius horizontal well named J37-26-P14 was designed and drilled in Daqing Oilfield. Its total depth is 629.62 m, the build-up rate is 20°/m, radius of curvature is 3.30 m, horizontal displacement in kick-off section is only 2.90 m, overall horizontal displacement is 22.70 m, and the horizontal length is 19.58 m. There are a lot of difficulties in drilling, such as compacted well trajectory, hard formation with poor drillability, high difficulty in sidetracking, big borehole curvature with high friction in drilling operation. Based on the optimization of casing program and well trajectory, along with analyzing the drilling difficulties, the appropriate technical measures were developed so that this well was drilled successfully. The paper describes the design and operation of this well in detail, and provides precious experience for sidetracking ultra-short radius horizontal well in the future.

**Key words:** sidetracking; horizontal well; drilling design; casing program; Well J37-26-P14

侧钻短半径水平井钻井技术是 20 世纪 80 年代快速发展并日臻完善的一项综合性配套技术<sup>[1]</sup>。为了提高稠油热采及小规模砂体的开发效果,大庆油田根据超短半径水平井的优选原则,优选江桥油田边部的 J37-26-P14 井进行侧钻。

层,砂岩厚度 8.2 m,有效厚度 5.6 m。从该井反演剖面上看,纵向上储层连续性较好,但东侧为断层,结合直井段钻遇砂岩的厚度,其上部和下部砂岩层

以干层为主,主力油层在平面上较连续。预计水平段自上而下的砂岩厚度分别为 2.0 和 3.0 m。

1.1 井身结构设计

J37-26-P14 井利用老井的直井段,在井深 603.00 m 处开始侧钻。老井眼完钻井深 660.0 m,  $\phi 177.8$  mm 生产套管下深 657.78 m,水泥浆返至地面。侧钻后井身结构见图 1。为便于稠油热采,水平段采用筛管完井技术,在侧钻 603.00~629.00 m 井段下入“ $\phi 108.0$  mm 导向管+ $\phi 73.0$  mm 筛管”完井管柱。 $\phi 108.0$  mm 导向管的内径为 96.00 mm,缝宽为 3.24 mm,钢级为 J55。 $\phi 73.0$  mm 筛管的内径为 62.00 mm,缝宽为 0.30 mm,缝长 50.00 mm,钢级为 N80。

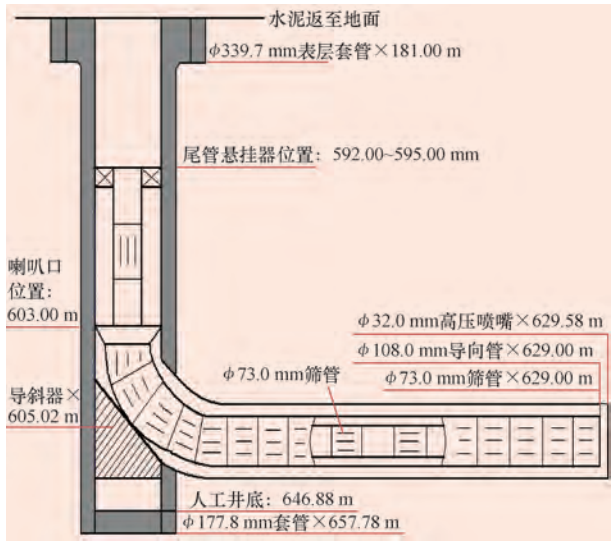


图 1 井身结构示意图

Fig. 1 Schematic of casing program

1.2 钻具组合设计

开窗修窗钻具组合: $\phi 120$  mm 铰锥+ $\phi 73$  mm 钻杆短节+ $\phi 73$  mm 钻杆;

造斜段钻具组合: $\phi 118$  mm 钻头+造斜工具+ $\phi 73$  mm 柔性钻杆+ $\phi 116.0$  mm 稳定器+ $\phi 73$  mm 钻杆;

水平段钻具组合: $\phi 118$  mm 钻头+定位接头+ $\phi 73$  mm 柔性钻杆(外接  $\phi 108.0$  mm 导向管)+ $\phi 116.0$  mm 稳定器+ $\phi 73$  mm 钻杆;

水平段喷射钻具组合: $\phi 32$  mm 高压喷嘴+ $\phi 32$  mm 连续油管(外接  $\phi 73$  mm 筛管)。

1.3 井眼轨道优化设计

井眼轨道设计是侧钻短半径水平井设计中的重要部分,是一口水平井能否顺利完成的基础,应尽量接近施工实际、降低井眼轨迹控制难度<sup>[2]</sup>。在进行剖面设计时,要充分考虑地层特性、工具造斜能力、工艺技术等因素可能对井眼轨迹所产生的影响,特定管柱和井眼轨迹是否相互适应,此外,还应考虑降低钻井成本,有利于安全钻井<sup>[3]</sup>。

在考虑上述问题及油藏地质的基础上,该井采用定向方式开窗,井身剖面设计为“直—增—稳”,造斜率最大为 20°/m,造斜点井深 605.02 m,造斜段长 4.54 m,水平段长 20.02 m,以侧钻点为起点至靶区前端水平位移为 2.9 m,侧钻方位角为 90°,终靶点垂深 608.9 m。详细设计结果见表 1。

表 1 井眼轨道设计结果

Table 1 Well trajectory design

关键点	井深/m	井斜角/(°)	方位角/(°)	垂深/m	视水平位移/m	闭合距/m	闭合方位角/(°)	造斜率/(°)·m <sup>-1</sup>
造斜点	605.20	0	0	605.20	0	0	0	0
造斜完	609.20	83.56	90.00	607.87	2.54	2.54	90.00	20.00
靶点 B	609.56	87.14	90.00	607.90	2.90	2.90	90.00	10.00
靶点 C	629.58	87.14	90.00	608.90	22.90	22.90	90.00	0

2 钻井技术难点与对策

2.1 技术难点

1) 剖面设计紧凑,而且是 2 个目标靶的超短半

- 径水平井,无回旋余地,井眼轨迹控制难度大<sup>[4]</sup>。
- 2) 小井眼超短半径水平井,循环排量小,对井眼清洁度要求高,钻井液悬浮、携岩性能必须良好。
- 3) 侧钻超短半径水平井要求地层稳定,根据该井地层特点目前一般只选在砂岩地层。
- 4) 井眼曲率大,造成钻具摩阻大,钻压传递困

难,岩屑床不易清除。

5) 增斜段增斜率约为  $20^{\circ}/\text{m}$ , 而且增斜段短柔性钻杆造斜调控余地小, 测量滞后问题在短半径水平井增斜段尤为突出, 技术人员必须具有较高的预见性且对工具性能非常熟悉。

## 2.2 技术措施及对策

1) 套管开窗时注意泵压变化, 开窗后窗口修整 10 min 以上。

2) 开窗过程中, 严格控制钻压和转速, 保证设备连续运转, 确保排量, 及时观察铁屑返出量及形状。

3) 当造斜钻具组合下至井深 605.02 m 时, 校正指重表, 进行第二次定位, 确保造斜器与斜向器完全重合, 方位角与实测方位角重合。

4) 由于地层倾角  $3.87^{\circ}$ , 造斜段每钻进 1 m 需要将实钻井眼轨迹与设计井眼轨道进行对比分析, 采取有效手段, 提高中靶精度。

5) 调整方位时要停泵, 严格按柔性钻具操作规程执行。

6) 水平段钻进过程中需随时观察扭矩变化, 防止扭伤钻具。洗井时转动钻具, 防止卡钻。保证裸眼井段液柱压力与地层孔隙压力平衡, 避免压力激动。停工阶段, 所有井内钻具都要起至侧钻点以上。正常钻进和循环钻井液时, 要在振动筛处计量岩屑量。每次起钻时检查窗口部位的钻具, 发现问题及时更换。

## 3 现场施工

### 3.1 钻前准备

起出原井生产管柱后下入刮蜡热洗管柱 ( $\phi 152$  mm 带眼刮蜡器 1 个 +  $\phi 89$  mm 油管 58 根 +  $\phi 62$  mm 油管 10 根) 到人工井底, 用  $24 \text{ m}^3$   $75^{\circ}\text{C}$  热水加 120 kg 热泡沫反循环洗井。

下入通井管柱 ( $\phi 152$  mm 通井规  $\times 1.5$  m +  $\phi 62$  mm 油管 7 根 +  $\phi 89$  mm 油管 58 根) 通井至井深 615.25 m。

下入试压管柱 (FXY445-148 可捞式桥塞 1 套 +  $\phi 89$  mm 油管 58 根 +  $\phi 62$  mm 油管 3 根) 至井深 581.15 m, 投球丢手后起出丢手管柱, 连接试压管线, 油管正打压 10 MPa, 稳压 30 min, 压力不降, 合格。

下入打捞管柱 (FXY445-148 可捞式桥塞专用打捞工具 1 个 +  $\phi 89$  mm 油管 62 根), 将井内桥塞

捞出。

下入导斜管柱 ( $\phi 36$  mm 送斜杆 1 根 +  $\phi 105$  mm 定向接头 1 个,  $\phi 62$  mm  $\times$   $\phi 89$  mm 变扣接头 1 个 +  $\phi 89$  mm  $\times$  0.62 m 定位短接 1 个 +  $\phi 62$  mm 油管 5 根  $\phi 89$  mm 油管 58 根), 配合磁性定位 2 次, 将斜向器上尖下深调整为 605.02 m, 配合陀螺确定方位 2 次, 将方位确定为接近  $90^{\circ}$ 。

### 3.2 钻进施工

斜向器坐封成功后, 起出导斜管柱, 下入开窗钻具组合 ( $\phi 120$  mm 复式铣锥 +  $\phi 88.9$  mm 钻铤 +  $\phi 73$  mm 钻杆) 在 605.02 ~ 606.92 m 井段进行磨铣开窗, 开窗后进行修窗作业, 确保窗口齐整。

下入造斜钻具组合:  $\phi 118$  mm 造斜钻头 +  $\phi 73$  mm 柔性钻杆 (外接  $\phi 108.0$  mm 导向管) +  $\phi 116.0$  mm 稳定器 +  $\phi 73$  mm 钻杆, 自井深 605.02 m 开始进行造斜钻进, 钻压 2.5 ~ 25 kN, 排量 400 L/min, 转速 58 r/min, 泵压 5 MPa, 造斜钻进至井深 610.04 m, 进尺 5.02 m, 井斜角  $92.8^{\circ}$ , 水平位移仅 2.9 m, 完成造斜段的施工。采用旋转喷射方式钻进 ( $\phi 14$  mm 喷嘴), 泵压 10 ~ 35 MPa, 排量大于  $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ , 30 min 后出口未见砂岩, 进尺 1.54 m 后无进尺, 经分析认为水平段喷射钻进效果不好, 采用常规水平井钻进方式。

下入水平段钻具组合:  $\phi 120.00$  mm 三牙轮钻 +  $\phi 73$  mm 柔性钻杆  $\times 22.96$  m +  $\phi 118.0$  mm 稳定器 +  $\phi 73$  mm 钻杆, 钻压 3 ~ 20 kN, 排量 450 L/min, 转速 58 r/min, 泵压 5.5 MPa, 钻至井深 629.62 m 完钻, 水平段总进尺 24.60 m, 总水平位移 22.70 m, 耗时约 10 h, 平均机械钻速 2.46 m/h。

### 3.3 实钻数据

J37-26-P14 井侧钻点井深 605.02 m, 入靶点井深 610.04 m, 完钻井深 629.62 m, 水平段长度 19.58 m, 总水平位移 22.70 m, 造斜段曲率半径 3.30 m, 平均造斜率  $18.5^{\circ}/\text{m}$ 。长 28.2 m 的防砂筛管下深 629.5 m, 悬挂封隔器位于井深 599.3 m 处。

该井测试后日产油量是相同条件下直井的 2 倍。

## 4 结论及建议

1) 侧钻超短半径水平井钻进过程中应用了柔性钻杆加导向管, 大大提高了钻进速度与井眼轨迹

的控制精度,保证了井眼轨迹精确中靶,实钻井眼轨迹达到了设计要求。

2) 针对曲率半径小、造斜段水平位移短等短半径水平井钻井特点,导斜器的设计下入深度及陀螺仪的定位都需要准确无误后才能测试丢手,造斜段及水平段钻进钻具组合的设计及应用对于井眼轨迹的控制十分重要。

3) 超短半径侧钻水平井技术需要根据侧钻地层的地质特点优化井身结构,确定适合造斜率大的井眼轨迹剖面设计,并制定详细的技术措施及施工步骤来指导现场施工。

参 考 文 献

[1] 燕金友,张克键,董士同. 深井小井眼短半径水平井钻井技术[J]. 石油钻探技术,2006,34(4):34-37.  
Yan Jinyou,Zhang Kejian,Dong Shitong. Short-radius horizon-

tal drilling technology for deep-slim hole sections[J]. Petroleum Drilling Techniques,2006,34(4):34-37.  
[2] 倪益民,袁永嵩,赵金海,等. 胜利油田两口超短半径侧钻水平井的设计与施工[J]. 石油钻探技术,2007,35(6):57-59.  
Ni Yimin,Yuan Yongsong,Zhao Jinhai,et al. Design and implementation of two ultra-short radius side-tracking horizontal wells in Shengli Oilfield[J]. Petroleum Drilling Techniques,2007,35(6):57-59.  
[3] 陈世春,王树超. 小井眼侧钻短半径水平井钻井技术[J]. 石油钻采工艺,2007,29(3):11-14.  
Chen Shichun,Wang Shuchao. Slim hole sidetracking and short-radius horizontal well drilling technology[J]. Oil Drilling & Production Technology,2007,29(3):11-14.  
[4] 蔡元. 中 1H 侧钻短半径水平井钻井技术[J]. 断块油气田,2007,14(1):58-60.  
Cai Yuan. Sidetracking technology of horizontal well Middle 1H with short radius[J]. Fault-Block Oil & Gas Field,2007,14(1):58-60.

元坝地区须家河组首获工业气流

为加快非常规油气勘探步伐,中国石化勘探南方分公司对元坝地区进行了录井、测井资料综合分析,优选出元坝 6 井须家河组三段进行测试。元坝 6 井为区域探井,以下二叠统栖霞组、茅口组为主要目的层,兼探下三叠统飞仙关组,完钻井深 7 350 m。测试目的层为 4 406~4 440 m 井段,主要岩性为泥岩、碳质泥岩、含砾细砂岩和粉砂岩。

近日,在该测试目的层段获  $2.05\times10^4\text{ m}^3/\text{d}$  的天然气,标志着元坝 6 井测试施工成功。这是元坝地区首次在须家河组泥页岩气层试获工业气流,不仅为页岩气层的测试积累了施工经验,也拓宽了元坝探区的勘探层系和勘探领域。

中国石化完成首口页岩气水平井压裂施工

近日,江汉油田完成建页 HF-1 井的大规模分段压裂施工。该井是中国石化部署在上扬子地台边缘川东褶皱带石柱复向斜中部建南构造的浅层页岩气井,也是中国石化首口页岩气水平井。该井完钻井深 1 777.77 m,垂深 613.58 m,水平段长 1 022.52 m。施工中,江汉油田动用 14 台 2000 型压裂车、两台混砂车、两台仪表车,进行了 4 d 的连续压裂,按照压裂设计要求顺利完成了 7 段压裂,实现即供、即配、即注等连续施工作业。共注入压裂液  $12\,070.0\text{ m}^3$ ,加砂  $394.5\text{ m}^3$ ,创中国石化页岩气井压裂施工入井液量最多、加砂量最大纪录。