

川西采气厂首口地质导向水平井钻井技术

徐云龙

(中石化胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院, 山东 东营 257017)

摘要:广金 6-2HF 井是川西采气厂在蓬莱镇组气藏首次应用随钻地质导向钻井技术完成的一口长水平段水平井。该井利用随钻地质导向技术及综合录井技术, 优选钻具组合, 精确控制井眼轨迹, 准确卡住目的层砂顶以及 A 靶垂深, 实现 A 靶精确着陆。单弯双扶钻具组合在蓬莱镇气藏具有良好的稳斜效果, 该井水平段进尺为 980.84 m, 其中滑动钻进进尺为 21.5 m, 复合钻进进尺为 959.34 m, 复合钻进比例为 97.8%, 大大提高了钻井效率。岩屑录井显示, 水平段钻遇泥岩 4 m, 泥质粉砂岩 8 m, 细粒岩屑砂岩 968.84 m, 储层钻遇率为 98.8%。该井完钻后没有测井, 利用地质导向资料及录井资料确定射孔位置, 从而缩短了钻井周期, 降低钻井成本。

关键词:地质导向; 钻井技术; 长水平段; 水平井; 川西采气厂

中图分类号: TE243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0001-03

Drilling Technique for the First Geo-steering Horizontal Well in Chuanxi Gas Production Plant/XU Yun-long
(Drilling Technology Research Institute, Shengli Petroleum Engineering Co., Ltd., SINOPEC, Dongying Shandong 257017, China)

Abstract: Guangjin 6-2HF is a long extension horizontal well of Chuanxi gas production plant, which was first finished by using geo-steering drilling technique in Penglaizhen gas reservoirs. The well trajectory was accurately controlled by geo-steering drilling technique and comprehensive logging technique with BHA optimization, target A landed accurately. The BHA with single bend screw and double-stabilizer had a good steady inclination effect in Penglaizhen gas reservoirs. The total footage of the horizontal section of this well was 980.84 m, including 21.5 m sliding drilling footage and 959.34 m complex drilling footage. The complex drilling ratio was 97.8%, which greatly improved the drilling efficiency. The successful experience of this well provided a good basis for the application of geo-steering drilling technique in Chuanxi area.

Key words: geo-steering; drilling technique; long horizontal section; horizontal well; Chuanxi gas production plant

随钻地质导向钻井技术是 20 世纪 90 年代发展起来的前沿钻井技术之一^[1,2], 该技术集成了随钻测井^[3]、地层信息和井眼轨迹控制技术^[4-7], 可以把井眼轨迹钻遇的地层信息实时传输到地面, 帮助地质人员识别、判断地层, 从而指导井眼轨迹钻进方向, 使井眼轨迹更准确地目的层中穿行, 提高储层的钻遇率, 提高单井产量。随着地质导向仪器的日渐成熟及近钻头地质导向仪器的研发^[8,9], 地质导向钻井技术进一步提高了井眼轨迹的储层钻遇率。广金 6-2HF 井是川西采气厂在蓬莱镇组气藏首次应用随钻地质导向钻井技术完成的一口长水平段水平井, 取得了很好的开发效果。

1 地质概况

广金 6-2HF 井位于四川盆地川西坳陷德阳向斜南坡, 是一口长水平段开发水平井, 钻遇地层自上而下为第四系、灌口组、夹关组、古店组、七曲寺组、

白龙组、苍溪组、蓬莱镇组。目的层为蓬莱镇组二段 JP₃⁷⁺⁸ 砂组, 岩性为暗棕色泥岩、粉砂质泥岩与棕灰色泥质粉砂岩、粉砂岩等厚互层, 底部为细砂岩。设计水平段长 979 m, 井口海拔 478.32 m, 主要邻井有广金 6 井、广金 6-1HF、马蓬 404 井等。

该井水平段地震上处于低频、强振幅异常, 含气响应特征明显。并且邻井在该目的层砂体发育良好, 广金 6 井 JP₃⁷⁺⁸ 砂体垂厚 18 m, 马蓬 404 井 JP₃⁷⁺⁸ 砂体垂厚 12.7 m。广金 6-1HF 井 JP₃⁷⁺⁸ 测试获天然气产量 $2.44 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 马蓬 404 井 JP₃⁷⁺⁸ 加砂压裂测试在油压 8.5 MPa, 套压 8.7 MPa 情况下获天然气产量 $2.0249 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2 钻井设计

2.1 井身结构设计

该井采用二开制井身结构, 详细数据见表 1。

2.2 井眼轨道设计

收稿日期: 2013-10-10

基金项目: 国家科技重大专项“储层有效进尺最大化钻井技术”(2011ZX05022-003) 部分研究成果

作者简介: 徐云龙(1975-), 男(汉族), 山东青州人, 中石化胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院工程师, 油气井工程专业, 硕士, 从事钻井新工艺研究和技术推广工作, 山东省东营市北一路 827 号钻井院钻井所, xuyunlong_slyt@sinopec.com。

表1 井身结构数据

开钻程序	钻头程序		套管程序	
	井眼直径/mm	完钻井深/m	直径/mm	下入井段/m
导管	444.5	52	339.7	0~50
1	311.15	902	244.5	0~900
2	215.9	2811	139.7	750~2809

表2 井眼轨道参数

井深/m	井斜角/(°)	方位角/(°)	垂深/m	南北/m	东西/m	视平移/m	造斜率/[(°)·(100 m) ⁻¹]	靶点
0	0	0	0	0	0	0	0	
1375	0	253.94	1375	0	0	0	0	
1619.67	51.38	253.94	1588.17	-28.37	-98.54	102.3	21	
1649.73	51.38	253.94	1606.93	-34.87	-121.11	125.73	0	
1832.29	89.47	249.23	1667	-89	-281	294.49	20.87	A
2810.91	89.47	249.23	1676	-436	-1196	1272.99	0	B

注:其中A靶:靶半高2.00 m,靶半宽15.00 m;B靶:靶半高2.00 m,靶半宽15.00 m。

钻前地质预测剖面。根据该井的地震剖面、过井波阻抗图(见图1)、区域地质资料及邻井的电测资料,建立待钻井的地质剖面。由邻井电测资料预测该井目的层电阻率20~50 Ω·m,伽马50~70 API。

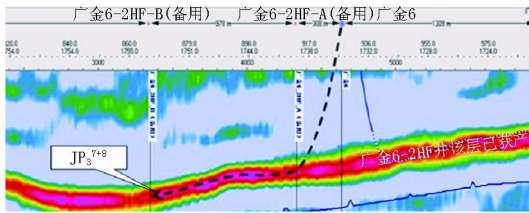


图1 过井波阻抗图

钻前建立的地质剖面预测该井含气层段详细数据见表3。

表3 钻前地质剖面预测含气层段

地层		广金6-2HF	
段	砂组	垂深/m	显示级别
K _{1c}		989~1001	微含气层
J _{3p} ⁴	JP ₁ ³	1166~1179	含气层
J _{3p} ³	JP ₂ ³	1343~1350	微含气层
	JP ₃ ⁶	1645~1654	气层
J _{3p} ²	JP ₃ ⁷⁺⁸	A靶点:1660~1674	气层
		B靶点:1670~1682	

由建立的预测地质剖面,下入地质导向仪器之前确定JP₃⁶砂组为标志层,以此来校正预测地质剖面的误差,以垂深1660 m为目的层砂顶,确定砂顶后垂深下调7 m,至1667 m为A靶点,B靶点垂深定为1676 m。

4 钻井施工

4.1 增斜段施工

该井二开直井段钻进至1358 m后,起钻下入增

该井井眼轨道设计采用“直-增-稳-增-平”剖面,详细参数见表2。

3 钻前地质剖面建立

在进行水平井地质导向钻井前,首先建立该井

斜钻具组合,利用常规的MWD钻井技术钻进至距目的层砂顶垂深以上30 m的位置,该位置预计井深1690.52 m,井斜62°,方位249.6°,垂深1630 m。

钻具组合:Ø215.9 mm PDC钻头+Ø172 mm 1.5°单弯螺杆+止回阀+Ø127 mm无磁承压钻杆×1根+MWD悬挂短节+Ø127 mm加重钻杆×27柱+Ø127 mm钻杆。

滑动钻进钻井参数:钻压20~80 kN,排量30~32 L/s,泵压16~17 MPa;复合钻进钻井参数:钻压30~50 kN,排量30~32 L/s,转盘转速40 r/min,泵压16~17 MPa。

钻井液性能:密度1.35 g/cm³,粘度52 s,失水量3.0 mL/30 min,含砂量0.2%,pH值9。

根据单弯螺杆实际造斜率及轨迹控制要求,优化钻进参数,对每一单根进尺进行滑动钻进与复合钻进比例优化,避免大段造斜,保持井眼轨迹圆滑,为后续长水平段施工打好基础。实钻井深至1720 m,井斜66.5°,方位250.7°,垂深1641.64 m,起钻下入国产随钻地质导向(SL-LWD)仪器,该仪器带有电阻率和自然伽马两道地质参数。

4.2 地质导向施工

利用随钻地质导向钻井技术,卡准目的层,控制井眼轨迹顺利A靶着陆,实现钻井地质目的。钻具组合为:Ø215.9 mm PDC钻头+Ø172 mm 1.5°单弯螺杆+Ø210 mm扶正器+止回阀+LWD+Ø127 mm无磁承压钻杆×1根+MWD悬挂短节+Ø127 mm钻杆×30柱+Ø127 mm加重钻杆×27柱+Ø127 mm钻杆。

其中,电阻率的测量零长为11 m,伽马的测量零长为18.29 m,测斜的零长为21.89 m,见图2。

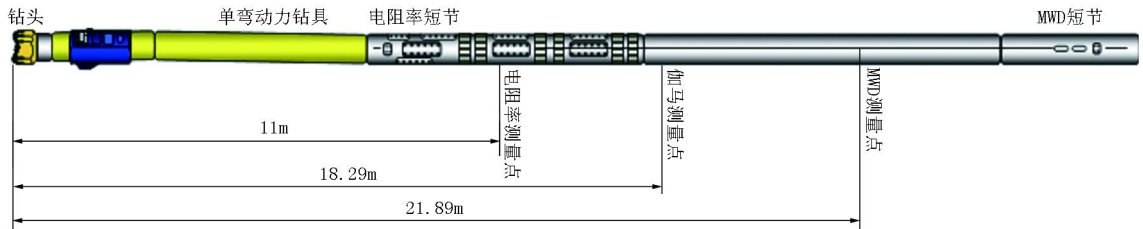


图 2 随钻地质导向仪器测量零长示意图

钻进至井深 1750 ~ 1766 m 时,地层岩性发生变化,由泥岩转变为细粒岩屑砂岩,全烃值由 0.2% 上升到 3.24%,电阻率值由 20 Ω·m 上升到 26.05 Ω·m,伽马值由 79.2 API 下降到 52.5 API,钻时由 10.16 min/m 下降到 3.0 min/m,该井段由随钻地质导向仪器数据及地质综合录井判断为标志层 JP₃⁶,见图 3。

动钻进进尺为 21.5 m,复合钻进进尺为 959.34 m,复合钻进比例为 97.8%,大大提高了钻井效率。岩屑录井显示,水平段钻遇泥岩 4 m,泥质粉砂岩 8 m,细粒岩屑砂岩 968.84 m,储层钻遇率 98.8%。

该井完钻后没有测井,下油层套管顺利,利用地质导向资料及综合录井资料来确定射孔位置,从而缩短了钻井周期,降低了钻井成本。

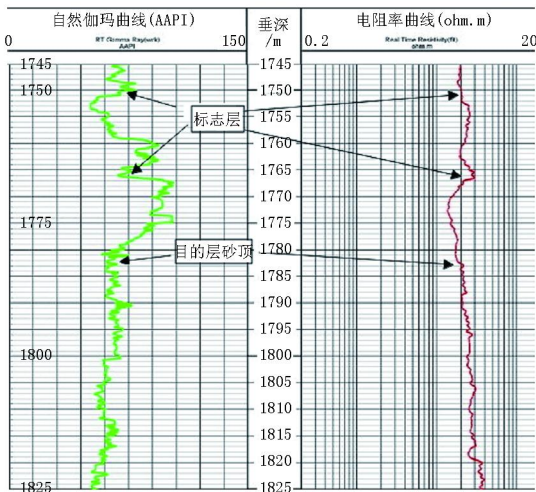


图 3 随钻测井伽马、电阻率曲线图

钻进至井深 1775 ~ 1781 m 时,全烃值由 0.14% 上升到 0.30%,电阻率值由 14.9 Ω·m 上升到 17.1 Ω·m,伽马值由 91.7 API 下降到 57.6 API,由此判断井深 1781 m (垂深 1661.4 m) 为目的层 JP₃₇₊₈ 的砂顶,从而确定 A 靶垂深为 1669 m。实钻 A 靶数据:井深 1837.16 m,井斜 88.75°,方位 249.40°,垂深 1668.22 m,纵距 0.78 m,横距 0.40 m。

4.3 水平段施工

进入 A 靶后,仔细对比地震剖面和随钻地质导向仪器测量数据,中间增加控制点 K 靶,垂深为 1669 m,位移为 680.13 m,B 靶垂深调整为 1681 m。

钻具组合同地质导向钻具组合。由于该钻具组合采用单弯双扶,在螺杆后面加一个 Ø210 mm 的欠尺寸扶正器,稳斜效果好,井斜 1°/100 m 增,方位 1°/100 m 右飘。水平段总进尺为 980.84 m,其中滑

5 认识与结论

(1) 随钻地质导向钻井技术是随钻测井、钻井、录井、油藏等多专业的集成,成功实施地质导向钻井需要各专业密切配合,紧密协作。

(2) 利用邻井资料建立预测地质剖面,然后用随钻地质导向仪器的测量数据进行校正,及时判断砂顶位置,准确卡准层位,从而提高了井眼轨迹在储层中的钻遇率。

(3) 1.5°单弯双扶的钻具组合在蓬莱镇组气藏具有良好的稳斜效果,复合钻进为 1°/100 m 左右增斜。

参考文献:

- [1] 张绍槐,张洁. 21 世纪中国石油钻井技术发展策略研究[J]. 探矿工程,2001,(4):1-5.
- [2] 高德利. 石油钻井的学科特点与技术展望[J]. 探矿工程,2003,(S1):8-12.
- [3] 杨锦州. 基于随钻自然伽马、电阻率的地质导向系统及应用[A]. 第五届石油钻井院所长会议论文集编委会. 第五届石油钻井院所长会议论文集[C]. 北京:石油工业出版社,2006:124-127.
- [4] 刘志强,胡汉月,史兵言,等. 煤层气多分支水平井技术探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):6-9.
- [5] 卢周芳. 大牛地气田欠平衡水平井钻井技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):10-14.
- [6] 赵占亮,白建文,胡子见,等. 苏里格气田薄产层水平井地质导向技术研究[J]. 钻采工艺,2010,33(4):10-12.
- [7] 谯抗逆,郭世候,吴凯彬,等. 长水平段地质导向技术在磨 030-H24 井中的应用[J]. 钻采工艺,2012,35(2):94-96.
- [8] 史建刚. LWD 地质导向无线随钻测量仪器现场使用问题探讨[J]. 钻采工艺,2008,31(2):143-145.
- [9] 王伟. CGDS172NB 近钻头地质导向钻井技术在江汉油田的应用[J]. 钻采工艺,2011,34(5):34-36.