

齐平 3 井钻井施工技术

孟祥波

(大庆钻探工程公司钻井一公司,黑龙江 大庆 163411)

摘要:齐平 3 井是部署在松辽盆地中央坳陷区齐家凹陷的一口水平探井,完钻斜深 3574.03 m,垂深 2201.1 m,水平段长 1195.35 m。在施工前对井身结构和井眼轨迹剖面进行了优化设计,施工中应用井眼轨迹控制技术、地质导向技术,并配以钻井安全施工工艺,保证了该井的顺利完钻,实现了设计要求的各项技术指标,取得了良好的施工效果。

关键词:水平井;钻井;轨迹控制;地质导向;齐平 3 井

中图分类号:TE243 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)08-0022-03

Drilling Construction Technology of Well Qiping 3/MENG Xiang-bo (No. 1 Drilling Company of Daqing Drilling and Exploration Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163411, China)

Abstract: Qiping 3 is a horizontal well in Qijia depression at central depression area of Songliao basin with slant depth of 3574.03m, vertical depth of 2201.1 m and horizontal section length of 1195.35 m while finishing drilling. Optimized designs were made on the casing program and well track section before the construction, and hole trajectory control and geo-steering as well as drilling safety construction technologies were applied during the construction to ensure the smooth operation and achieve the various technical indicators in the design with good effects.

Key words: horizontal well; well drilling; trajectory control; geo-steering; well Qiping 3

齐家凹陷位于松辽盆地中央坳陷区,北邻黑鱼泡凹陷,南接古龙凹陷,该区构造主体包括齐家北、齐家南两个向斜和喇西、萨西、杏西 3 个鼻状构造,向西经龙虎泡构造逐渐抬升为一向东南倾斜的单斜,向东抬升过渡为大庆长垣,勘探面积约 1500 km²。为了探索解决制约齐家凹陷高台子油层致密砂岩油藏储量丰度低、直井单井产量低的勘探开发技术“瓶颈”,实现致密油资源的有效动用,为该区大面积储量的整体评价与储量升级提供有效的技术支撑,在齐家凹陷部署了齐平 3 井探井水平井,该井设计斜深 3574.03 m,垂深 2201.1 m,水平位移 1546.46 m,水平段长 1195.35m。

优化设计后的井身结构拟采用两层套管结构:一开采用 $\varnothing 311.2$ mm 钻头钻进至井深 500 m,下入与之相适应的 $\varnothing 244.5$ mm 套管封固明二段以上易塌、易漏等不稳定地层,常规固井;二开采用 $\varnothing 215.9$ mm 钻头钻进到井深 3574.03 m,留足“口袋”完钻,下入 $\varnothing 139.7$ mm 套管,采用双密度固井水泥浆体系进行全封固井。井身结构优化设计如表 1 所示。

表 1 井身结构优化设计数据

开钻次序	钻头直径/mm	井深/m	套管直径/mm	套管下深/m	套管下入地层层位	环空水泥浆返深/m	备注
导管			339.7	30	第四系		
一开	311.2	500.00	244.5	500	明二段	地面	常规固井
二开	215.9	3574.03	139.7	3572	青二、三段	地面	双密度固井

1 优化设计技术

1.1 井身结构优化设计

根据齐平 3 井所在区域的地质特点,在综合考虑井眼轨迹控制技术和钻井施工要求的前提下,以降低钻井施工中的摩阻与扭矩,水平井段能够最大化延伸为目的^[1],对齐平 3 井进行井身结构优化设计。

1.2 井眼轨迹优化设计

目前对于井眼轨迹剖面优化设计主要有“直—增—稳—增—平”的双增剖面 and “直—增—增—增—平”的三增剖面^[2],这两种井眼轨迹剖面的共同设计特点是在两个增斜井段之间设计一段稳斜井段,用来防止工具造斜率达不到设计要求时来进行

收稿日期:2015-03-18

基金项目:中国石油天然气股份公司重大专项“大庆探区非常规油气勘探开发关键技术研究在现场试验”(编号:2012E-2603-02)

作者简介:孟祥波,男,汉族,1982年生,工程师,从事定向井、水平井现场施工和管理工作,黑龙江省大庆市让胡路区钻井一公司技术服务分公司, mengxiangbo888@163.com。

弥补井斜角或者调整方位角,这样就降低了井眼轨迹控制的难度,提高了井眼轨迹控制的现场可操作性和控制精度。对于后一种“直—增—增—增—平”的三增剖面来说,在进入水平段之前设计了一段造斜率很小的井段来稳斜探油顶,这样就更利于

井眼轨迹的现场控制。由于齐平3井是一口探井水平井,目的层与设计可能还存在一定的误差,因此采用“直—增—增—增—平”的三增剖面进行井眼轨迹优化设计,最大造斜率为 $5.5^{\circ}/30\text{ m}$,井眼轨迹剖面优化设计数据如表2所示。

表2 井眼轨迹设计剖面数据

名称	测深/m	井斜角/ ($^{\circ}$)	方位角/ ($^{\circ}$)	垂深/ m	北/南/ m	东/西/ m	水平位移/ m	造斜率/ [[$(^{\circ}) \cdot (30\text{ m})^{-1}$]]
转盘面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
直井段	1830.49	0.00	0.00	1830.49	0.00	0.00	0.00	0.00
第一造斜段	2070.49	40.00	5.22	2051.46	80.09	7.32	80.43	5.00
稳斜段	2081.12	40.00	5.22	2059.61	86.90	7.95	87.26	0.00
第二造斜段	2328.68	85.39	5.22	2170.23	300.28	27.45	301.53	5.50
探油顶至靶点 A	2378.68	88.72	5.22	2172.80	350.00	32.00	351.46	2.00
靶点 B	2728.59	88.73	5.22	2180.60	698.36	63.84	701.28	0.00
	2733.29	88.49	5.22	2180.71	703.04	64.27	705.97	-1.50
靶点 C	3013.63	88.49	5.22	2188.10	982.12	89.75	986.22	0.00
	3025.00	89.06	5.22	2188.34	993.45	90.78	997.59	1.50
靶点 D	3205.02	89.06	5.22	2191.30	1172.70	107.16	1177.58	0.00
	3216.82	88.47	5.22	2191.55	1184.45	108.23	1189.38	-1.50
靶点 E	3574.03	88.47	5.22	2201.10	1540.05	140.70	1546.46	0.00

2 施工工艺技术

2.1 井眼轨迹控制技术

2.1.1 直井段

直井段井眼轨迹控制技术的重点就是防斜打直^[3],按照钻井施工设计要求,在造斜点1830.49 m处的井斜角要控制在 0.5° 以内,因此在施工中采用防斜效果比较好的钟摆钻具组合。

钻具组合为: $\varnothing 311.2\text{ mm}$ 钻头 + $\varnothing 178\text{ mm}$ 无磁钻铤1根 + $\varnothing 178\text{ mm}$ 钻铤1根 + $\varnothing 214\text{ mm}$ 扶正器 + $\varnothing 178\text{ mm}$ 钻铤1根 + $\varnothing 214\text{ mm}$ 扶正器 + $\varnothing 159\text{ mm}$ 钻铤6根 + $\varnothing 127\text{ mm}$ 加重钻杆30根 + $\varnothing 127\text{ mm}$ 钻杆。

施工中严格按照钻井工程设计要求进行定点测斜,发现井斜角有增大的趋势时采取加密测斜,必要的时候可以轻压吊打,或者应用螺杆钻具进行降斜施工,至造斜点井深处井斜角为 0.4° ,水平位移8 m,很好的满足了钻井设计要求。

2.1.2 造斜段

进行造斜井段施工时,如何降低摩阻扭矩是需要充分考虑的问题^[4],所以在钻具组合选择方面尽量进行简化,同时根据井眼轨迹剖面设计的最大造斜率为 $5.5^{\circ}/30\text{ m}$ 的实际,选择 1.5° 单弯螺杆钻具可以达到设计要求的造斜率,应用了倒装钻具组合,

可以使钻压有效传递,达到提高机械钻速的目的。

钻具组合为: $\varnothing 215.9\text{ mm}$ 钻头 + $\varnothing 172\text{ mm}$ 螺杆(1.5°单弯) + LWD随钻仪器 + $\varnothing 159\text{ mm}$ 螺旋钻铤3根 + $\varnothing 127\text{ mm}$ 钻杆(18°斜坡)40根 + $\varnothing 127\text{ mm}$ 加重钻杆30根 + $\varnothing 127\text{ mm}$ 钻杆。

施工中首先摸清楚该套钻具组合在该地区的实际造斜率,合理确定定向钻进和复合钻进的比例,应用“勤测量、勤计算、勤分析、勤预测、勤发现、勤调整”的六勤施工法,严格按照设计井眼轨迹剖面进行施工,实现井眼轨迹精确的控制。

2.1.3 水平段

由于该井水平段长度达1195.35 m,采用常规钻具组合摩阻大,轨迹不易控制,因此在水平段应用旋转导向钻井工具,该工具是双向闭环通信的钻井系统^[5],通过地面改变钻井排量给井下工具发送指令,实现在旋转钻井的情况下对井斜、方位的准确控制,同时由于钻具的高速旋转,可以使岩屑在离心力的作用下及时随钻井液返出地面,避免了岩屑床的形成,保证了井下的安全,直至钻进至完钻井深3574.03 m。

2.2 地质导向技术

为了准确地探得油顶和提高油层钻遇率,在造斜段应用了LWD随钻地质导向技术,水平段应用旋转地质导向技术。在造斜井段施工中,根据LWD

随钻地质导向测量获得伽马、电阻率数值与临井的测井曲线相对比,同时结合综合录井的岩屑、全烃值等参数,综合判断目的层的深度是上移还是下移^[6],然后指导定向施工,有效地保障了准确中靶。在进入水平段施工后,通过应用旋转地质导向工具的近钻头伽马、电阻率等参数,准确判断了钻头是否按着油层发育方向前进,使油层砂岩的钻遇率达到90%以上。

2.3 安全钻井施工技术

齐平3井属于长水平段水平井,在井斜角达到40°以后的造斜段和水平井段,由于井斜角的存在,使钻具受力情况发生了变化,钻具总是贴向井眼的低边,造成偏心环空^[7]。在井眼低边钻井液流速低,携岩性差,极易使岩屑沉积形成岩屑床,造成起下钻阻卡等复杂情况,因此必须采用相应技术措施,避免岩屑床形成。

(1)增大钻井液排量,提高环空返速。在该井的施工中,始终保证钻井液排量在34 L/s以上,使钻头破坏的岩屑,及时的随钻井液返出。

(2)改善钻井液性能,提高携带岩屑能力。为了降低施工摩阻,该井采用油基钻井液体系,同时保证破乳电压在1000 V以上,动切力与塑性粘度比值在0.5以上,提高携岩能力。

(3)合理确定短起下钻,破坏岩屑床^[8]。在定向钻进中,每钻进120 m,短起下200 m,下钻到底后充分循环钻井液;水平段施工中每钻进150 m,短起下300 m,并采取分段循环的方式,有效地清除了岩屑床。

3 施工效果分析

齐平3井完钻斜深3574.03 m,垂深2201.1 m,水平位移1546.46 m,水平段长1195.35 m。各项技术指标均达到了地质设计和钻井工程设计要求,井眼轨迹A靶点与E靶点设计与实钻数据指标如表3所示。

表3 设计与实钻技术指标对比

靶点		斜深/ m	垂深/ m	井斜角/ (°)	方位角/ (°)	水平位移/ m
A	设计	2378.68	2172.80	88.72	5.22	350.00
	实钻	2377.52	2173.28	89.10	5.34	354.50
E	设计	3574.03	2201.10	88.47	5.22	1546.46
	实钻	3574.03	2201.35	88.35	5.15	1547.20

4 结语

(1)采用二开的井身结构和“直—增—增—增—平”的三增剖面,是齐平5井顺利施工的基础。

(2)在直井段应用钟摆钻具实现了对井斜角的有效控制,造斜段选用1.5°单弯螺杆、倒转钻具组合,应用“六勤法”施工,实现了齐平3井的准确入靶。

(3)水平段应用旋转导向钻井工具和地质导向技术,延长了水平段位移,提高了砂岩钻遇率。

(4)施工中采用合理的安全技术措施,保证了齐平3井的钻井施工安全。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 牛洪波.大牛地气田长水平段井眼轨迹控制方法[J].天然气工业,2011,31(10):64-67.
- [3] 窠玉玲.长水平段大位移井井眼轨道优化设计[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):50-52.
- [4] 陈宇同,傅文伟,邵明仁,等.加密调整水平井轨迹控制技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(2):28-30.
- [5] 董广华.金31-平2阶梯式水平井井眼轨迹控制技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):30-33.
- [6] 李益平.塔河油田TK665CH井卡拉沙依组侧钻水平井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(4):31-34,38.
- [7] 张瑞平,丁浩,陈水新,等.扎那诺尔油田套管开窗侧钻定向钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(7):28-30.
- [8] 孙庆仁,郭胜堂,孟祥波.达深CP302开窗侧钻水平井钻井实践与认识[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):36-38.