

页岩气水平井 W204H1-X 井钻井总结分析及建议

田 帅 (长城钻探工程有限公司工程技术研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘 要: 为安全高效施工 W204H1-X 井, 在施工之前利用大数据技术精细编制了钻井施工方案, 施工中以小时为单位科学组织施工, 确保工序紧密衔接, 并且分井段精准风险防范。最终该井刷新了区块最短周期记录。

关键词: 页岩气; 水平井; 非常规; 钻井提速

W204H1-X 井位于西南油气田威远页岩气开发区块, 该区块上部存在 6 套易漏地层, 发育 8 套气层, 其中 3 套气层含 H_2S , 易发生溢流井控风险; 茅口、栖霞等地层含黄铁矿、燧石结核, 地层可钻性差。该区块储层埋深 3388~3818m, 目标箱体位置为龙一 1-1 层中下部, 层厚约为 6m。前期该区块构造落实程度不够详细, 地震资料处理精度不够, 地层参数预测误差大, 导向施工难度较大。

1 基本情况

W204H1-X 井完钻井深 5320m, 水平段长 1500m。钻井周期 46.85d, 比区块平均缩短 48.52%; 完井周期 56.29d, 比区块平均缩短 45.71%; 全井平均机械钻速 9.66m/h, 比区块平均提高 36.83%; 三项指标均刷新区块最优记录。

2 施工分析

2.1 406.4mm 井眼整体情况

W204H1-X 井 406.4mm 井眼井深 974m, 钻井周期 5.52d, 完井周期 8.73d, 机械钻速 10.63m/h。

通过与区块平均时效对比得出, 事故复杂、固井时间比区块平均短, 纯钻进、等停及其他时效比区块平均高 (原因为堵路、测斜仪器故障)。

2.2 406.4mm 井眼机械钻速存在提速空间

W204H1-X 井施工过程中, 排量不足 60L/S, 钻压仍有强化空间。其中, 珍珠冲段 (850~960m) 泥岩较纯, 易发生泥包, 需要维持钻井液的强抑制性, 同时提高排量 (60 L/S 以上), 加大钻头冲刷能力; 在释放参数后, 提速效果非常显著, 日进尺达到 500m 以上。

2.3 随钻仪器保障能力需要强化

该开次钻进至 353m 因为仪器无信号起钻 1 趟, 后续施工中需要加强随钻仪器可靠性及泥浆净化, 降低仪器故障率。

2.4 406.4mm 井眼小结

进步及需要保持方面: 完井作业时效大幅缩短: 泥浆密度调整得当、性能维护及时, 防塌抑制性增强, 完钻后起钻及通井顺畅, 无扩划眼损失。

不足及需要改善方面: ①机械钻速存在提升空间: 排量、钻压有待强化: 同平台邻井, 排量 62~65L/S, 钻压 12~15t, 单日进尺达到 615m; ②加强随钻仪器保障。

3 311.2mm 井眼整体情况

W204H1-X 井 311.2mm 井眼井深 3179m, 钻井周期 17.25d, 完井周期 21.25d, 平均机械钻速 8.5m/h。

3.1 311.2mm 井眼循环划眼时间显著降低

该井循环时间较区块平均少 3.22d, 主要原因: 优化了三开密度曲线, 气侵发生概率降低, 循环排气时间缩短; 泥浆性能改善, 低固相、强封堵、优流变、抗污染, 井壁稳定性改善, 泥浆携岩能力提高, 井眼清洁效率增加; 使用 160mm 缸套, 额定泵压达到 29.2MPa, 排量执行上限, 促进携砂。

前期循环时间较长的原因: 170mm 缸套额定泵压只有 25.9MPa, 茅口组前排量受限, 无法达到 55L/s 以上; 茅口组以下为防漏, 排量降至 50L/s 以下, 导致钻进时岩屑未充分携带出井, 接立柱前需长时间拉划循环; 栖霞组 (灰岩)、梁山组及龙马溪组 (页岩) 破碎性地层掉块较多, 钻完立柱后, 为避免卡钻循环时间达 60~90min; (短) 起钻前为充分循环清洁井筒, 循环时间一般 > 4 倍迟到时间 (3~4h)。

3.2 311.2mm 井眼纯钻时间明显缩短

该井均纯钻时间较区块平均少 3.10d, 机械钻速比区块平均提高 25.18%, 主要原因为: 根据区块钻头指标大数据分析结果, 选用高指标钻头; 优化钻井参数: 钻压、转速较高, 须家河组 - 飞仙关组实钻排量 55~60L/s, 钻时普遍在 5min/m 内; 长兴组以后泵压至上限 (29.2MPa); 优化钻具组合, 通过调整钻参, 控制轨迹, 提高复合钻占比, 定向段仅 9m, 定钻比只有 0.41%。

3.3 311.2mm 井眼起下钻时间少

该井起下钻时间较区块平均少 2.96d, 该开次起下钻趟数较区块平均减少 2.71 趟, 主要原因为: 严格执行方案优选的钻头螺杆, 较区块平均减少 1.36 趟; 通过总结前期施工经验, 优化密度曲线减少了漏失而更换 BHA 次数; 总结地层造斜规律, 优化钻具组合, 短钻铤与欠尺寸扶正器个性化复配, 减少轨迹控制而更换 BHA 次数; 本井螺杆、震击器质量可靠, 未出现故障; 提高了测斜仪器可靠性、强化固控设备使用, 降低了仪器故障几率。

3.4 311.2mm 井眼故障复杂时间少

该井事故复杂时间较区块平均少 1.30d, 主要原因

为：水基钻井液整体性能较前期得到提升，提高了钻井液封堵抑制抗污染能力，保证了井壁稳定；地质构造相对平稳，茅口-龙马溪地层破碎、井壁失稳问题不严重；通过总结前期施工经验，各项防治措施有效落实，如精细控制密度、预防性堵漏、进入长兴组前密度上提至设计上限防钻遇高压圈闭、加大抑制和封堵类药品投入等，井下事故预防得到较好效果。

3.5 311.2mm 井眼小结

进步及需要保持方面：①继续加强地质研究与施工经验总结，优化密度曲线，精细调整，降低气侵漏失发生概率；②持续优化泥浆性能，高标准要求，提高井壁稳定性及泥浆清洁能力；③大数据优选钻头，持续更新并严格执行；④持续总结轨迹控制规律，优化定向钻具组合。

不足及需要改善方面：①保障装备配套升级，提高施工排量及设备额定压力；②定向仪器保障进一步加强；③螺杆质量需要改善，采用全新、高质量产品。

4 215.9mm 井眼整体情况

该井 215.9mm 井眼钻井周期 16d，完井周期 25.44d，机械钻速 10.71m/h。

4.1 215.9mm 井眼机械钻速高、纯钻时间少

该开次 2 只钻头完成进尺，平均机械钻速 10.71m/h，全程采用旋转导向钻进，旋导进尺占比较区块平均高 23.21 个百分点；钻井参数强化：压（8-15t）、排量（>35L/s）、转速（110-120rpm）等钻井参数基本实现了激进提速；造斜段 641m+ 水平段 469m 采用史密斯 SDI515 钻头，机械钻速 8.80m/h，剩余 1031m 水平段采用贝克休斯 DD505X 钻头，机械钻速 13.93m/h。（井斜 30° 前造斜率较差，需控时 6m/h 才能达到设计所需曲率；龙一 1-2 与龙一 1-1 小层交界面脆性效应明显，易产生掉块，控时 5-6m/h 穿过，防掉块卡钻）。

4.2 215.9mm 井眼密度优化，水平段降密度提速明显

地质预测造斜段、水平段 500m、水平段 1000m 处存在蚂蚁体空间分布，可能发育较大规模裂缝，综合考虑导眼施工情况及造斜段防漏、防塌要求，该开次开眼密度采用 2.08g/cm³，钻至水平段后，为避免水平段井漏，结合钻时与全烃值变化情况，在水平段 1000m 前降密度至 2.05g/cm³，实钻显示降密度后未发生漏失、井控风险可控，同时利于大排量、高泵压钻进，机械钻速提高明显。

4.3 地质工程一体化要求落实到位

该井整体地层倾角平缓，无断层，岩性相对稳定、均质性好，有利于保护钻头和机械钻速提高，同时通过提前预判、快速反应、及时调整，本井下地质导向施工指令 10 条，龙一 1-1 中下部钻遇率 100%，较少调整次数确保了轨迹平滑，促进了提速。

4.4 地面降温措施落实到位

该井段施工过程中严格执行贝克休斯旋导高温操作程序，延长了旋导设备的使用寿命，提高了钻井时效。井底 110℃ 时，每天试运转降温装置 2h，确保运行正常；井底温度达到 125℃ 后，钻完一个单根，循环 30-40min 降温；钻完一个立柱，拉划两遍并进行循环降温；循环降温时，使用小排量低转速（8L/s，40rpm）的方式进行循环降温，降温迅速，有效降低了循环时间。

通过使用地面降温装置，在井深 4200m 之前井底温度能降 5-6℃，4200m 之后能降 2-3℃。

4.5 软件计算模拟施工过程，辅助科学决策

施工期间对施工数据进行科学分析计算，模拟不同工况，通过对比实际摩阻、扭矩、泵压与理论差距，评估该井健康安全状态，及时发现问题并做应对措施。

4.6 215.9mm 井眼小结

进步及需要保持方面：①该开次全程旋转导向钻进，钻井参数强化，机械钻速较高；②优化密度曲线，造斜段高密度平衡坍塌应力，水平段在井控风险可控情况下降密度，利于大排量、高泵压钻进，防漏、提速效果明显；③强化地质工程一体化，地质提前预判，导向指令调整较少，轨迹平滑，促进提速；④合理使用地面降温装置，钻井液降温效果显著，有效延长旋导设备使用寿命；⑤良好的泥浆性能，强封堵、强抑制、优流变，提高了井壁稳定性及泥浆清洁能力。

不足及需要改善方面：旋导仪器发生两次故障，需要深入剖析故障原因，采取针对性措施，确保一趟钻实现。

5 结语

长期以来，页岩气长水平段钻井备受井下故障复杂影响，但是通过剖析问题根源精准施策、推行技术模板强化施工管理、压实专业保障凝聚合力，已经改变了故障复杂频发、周期居高不下的被动局面，钻完井工程技术指标取得突破。该井通过对标认识差距、剖析原因、总结优化，可作为工程技术水平提升的典型案例，希望大家能够有所收获。

参考文献：

- [1] 熊小林. 四川盆地威远区块龙马溪组地质特征研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019.
- [2] 左京杰, 张振华, 姚如刚等. 川南页岩气地层油基钻井液技术难题及案例分析 [J]. 钻井液与完井液, 2020.
- [3] 刘乃震, 王国勇, 熊小林. 地质工程一体化技术在威远页岩气高效开发中的实践与展望 [J]. 中国石油勘探, 2018.
- [4] 范玉光, 田中兰等. 页岩气水平井井眼清洁评价研究 [J]. 石油机械, 2020.