

钻井设计研究进展及优化

龚留兵

中国石油化工股份有限公司河南油田分公司 河南南阳 473132

DOI:10.12238/ems.v7i9.15266

[摘要] 钻井设计优化可减少建井时间和降低钻井费用,从而降低钻井总开支。在油田的整个周期内,钻井设计是根据油田实际情况进行动态调整的。要根据油田的实际情况和存在的问题,不断地对钻井设计进行改造,以达到最优的效果。作者以“钻井设计优化”为主线,从设计优化、小井眼钻井设计、套管研究和井眼轨迹优化四个方面入手,在优化钻井设计参数的同时,提出井眼轨迹设计的思考与优化方法。上述优化过程显著降低了钻井成本和时间,小井眼设计显著降低了泥浆用量及成本,套管优选可避免严重的井下复杂,从而降低非生产时间。在套管设计中预测最佳应力载荷是选择最适配套管且降低套管成本的有效途径,井眼轨迹优化主要在解决地质力学因素影响,减少由于高扭矩、阻力、地层坍塌而导致的卡钻和遇阻复杂。

[关键词] 钻井设计优化;套管;小井眼;轨迹

随着全球对资源量需求的日益增加,油气资源的多用途也逐渐显现,特别是汽车和航空航天领域对其依赖也逐步加深。在全球节能减排降碳的大背景下,天然气的使用可以显著降低碳排放,减少温室气体的产出,市场需求也会显著增加。天然气将为未来世界发展提供新动力,也将成为油气勘探开发的主要方向。由于全球各个国家都在加大油气勘探开发的力度,所以优化钻井设计来减少钻井成本刻不容缓。通过设计优化来减少钻井时间,降低钻进摩阻,优化套管选型,减少设计进尺及降低钻井费用,在满足勘探开发工作的同时,实现钻井现场优快钻井。在进行油气钻探开发时,通常采用水平井、定向井和直井等钻进模式。由于地层压力的不确定性以及压裂规模大的邻井可能带来压窜风险,对钻井工作造成潜在风险。因此钻井过程中要通过钻井设计对现场进行全方位分析,通过研究分析钻井现场关键指标,现场提出对策,并为后续邻井钻井设计优化提供参考,持续优化钻井性能、降低作业风险、大幅降低钻井成本。

一、钻井设计优化

钻井设计优化的重点是完善井眼轨迹、加强井下作业安全、适配钻井液和固井水泥浆体系、优选套管型号及降低钻井作业成本等。为加快钻井过程,钻井设计要对井眼井径扩大率进行要求,对施工过程中泵的排量及钻井轨迹的具体参数进行规定,保证最优机械钻速,且产生的井下复杂时间最

少。定向井和水平井钻井对井眼轨迹设计要求较高,设计中需要重点对井轨迹进行优化,同时要考虑钻柱和套管下入摩阻,防止钻进过程中出现遇阻或卡钻情况。钻井设计要考虑邻井防碰风险,避免轨迹交叉,保证钻井施工过程顺利。在现有钻井设计提速设计基础上,释放地层应力,降低地层抗钻力,保证钻井提速^[1]。在现场施工过程中,可能会出现钻柱摩擦扭矩大、钻时增大、地层压力情况不明或过大、套管遇阻遇卡以及钻井过程中出现的井漏等问题,上述问题会导致钻井加长、钻井成本增加、施工效率大幅降低,严重时可能会导致施工中断等。这需要钻井工程设计对上述问题进行分析,设计出符合现场施工情况的钻井工程设计,为解决现场复杂提供支撑。

二、小井眼钻井设计与常规钻井设计研究对比

小井眼钻井设计可以加快钻井机械钻速,缩小小井眼尺寸,减少钻井液及固井水泥浆用量,大大缩减钻井成本。常规钻井设计存在井眼尺寸大,钻井过程中需要携带的岩屑量较大,对泵的要求高,有时需要高压泵,增加了钻井成本,而且对套管的需求量较大,需要尺寸大的套管,费用也相对较高,同时钻井周期也相较小井眼过长,导致整体钻井费用增加。小井眼对比常规井眼井径显著减小,井径减少能提高钻井速度,钻井设计也可以得到简化,同时可以减少钻井周期,减弱钻井过程对环境的影响,解决油田对油气井开发成本较高

的问题, 保证区块油气井得到高效开发, 完成油田企业的增储上产。小井眼钻井设计也能改进钻井液配方和固井配方, 完成配方迭代, 更新钻井工程技术, 减少钻井废液对环境产生的影响。同时小井眼钻井可以降低对钻机设备的要求, 对钻机钩载要求大大降低, 能有效降低钻机使用费用。分析小井眼水平井的井身结构和轨迹设计, 促进钻井技术完善^[2]。小井眼钻井设计也向同行业工作者展示出小井眼带来的可能性, 能大大增加钻井机械钻速、缩短钻井工期及降低钻井成本, 促进油田企业健康发展。

三、钻井设计中套管研究

钻进设计中套管选型尤为重要, 套管选型关系到后续固井质量及套管在采油过程中是否会出现套漏等。套管选择主要考虑到满足后期压裂和采油施工需求, 考虑到的参数包括套管的外径、钢级、壁厚、扣型及最佳上扣扭矩等。同时要计算套管抗拉、抗外挤、抗内压的最大载荷和安全系数等, 保证钻井施工安全成井。在钻井设计中要按照一井一策, 按照不同井要求及时更新套管串结构。计算套管下如摩阻系数, 对漂浮接箍的位置进行计算确定。提前按照现场情况对摩阻扭矩分析, 保证钻井施工顺利^[3]。对于套管库中剩余套管, 钻井设计要及时消耗库存套管, 保证套管及时入井, 降低钻井下入套管成本。

四、井眼轨迹研究及优化

优化井眼轨迹是钻井从业工作者持续深耕的工作, 平滑的轨迹可以保证钻井施工顺利开展, 减少起下钻过程中产生的摩阻, 减少扭方位度数, 提升钻井机械钻速。特别是水平井井眼轨迹优化应保持稳斜段光滑, 保证钻井过程平稳, 此方法能有效推动水平井钻井领域发展^[4]。井眼轨迹优化主要是对井深、井斜、方位角、垂深、狗腿度、闭合距和闭合方位等钻井关键指标参数进行优化, 能达到优化节约进尺、减少钻井周期和提高机械钻速等目的。三维轨道优化主要是多个靶点减少方位大幅变化, 在满足地质工程一体化油藏需要的前提下, 降低全角变化率, 保证井眼光滑性。三维建模能

精准预测靶点深度及位置, 提高地质储层钻遇^[5]。井眼轨迹优化根据不同地层情况, 完成剖面调整。如地层中存在断层, 易发生漏失, 轨迹设计过程中要尽量避开地层断层, 至少要在断层的上方地层穿过, 防止钻井施工过程中出现井漏等现象。

五、结论

井眼轨迹优化应根据不同区块特征进行, 在保证油气产量平稳向前的基础上优化钻井关键指标参数, 提升钻井机械钻速, 降低钻井周期, 减少钻井液和水泥浆用量, 减少钻井总投资, 实现降低成本提高效率的目标。小井眼钻井设计相较于常规井眼钻井设计, 为油田区块高效开发提供新思路, 能降低对钻井设备的要求, 减少钻井产生岩屑量, 减弱钻井过程对环境的影响, 提升钻速, 同时也能大幅降低钻井成本。套管选择主要根据后续压裂排采需求, 优选套管钢级壁厚等。同时套管下如过程中, 钻井设计要及时对套管下入摩阻进行分析, 计算摩阻系数, 保证套管顺利下入。井眼轨迹优化要在地质工程一体化基础上进行, 对钻井关键指标进行优化, 达到节约钻井进尺和提高机械钻速等目的。同时轨迹设计要避开断层, 从断层上方穿过, 防止钻井过程出现井漏复杂等。

【参考文献】

- [1] 刘永旺, 李坤, 管志川, 等. 降低井底岩石抗钻能力的钻速提高方法研究及钻头设计[J]. 石油钻探技术, 2024, 52 (03): 11-20.
- [2] 薛红军, 孙琳, 王成成, 等. 小井眼水平井钻井技术[J]. 石化技术, 2017, 24 (02): 82+90.
- [3] 王植锐. 摩阻与扭矩分析在水平井钻井设计中的运用[J]. 钻采工艺, 2022, 45 (06): 7-13.
- [4] 吴臣. 长水平段水平井钻井技术难点分析及对策[J]. 石化技术, 2024, 31 (01): 50-52.
- [5] 刘平, 施宝海, 陈贺, 等. 三维地质建模技术在水平井钻井地质设计中的应用[J]. 录井工程, 2021, 32 (04): 121-126.