

重庆南川页岩气高效钻井技术研究

谭 森

中石化华东石油工程有限公司六普钻井分公司 江苏镇江 212000

摘要:重庆南川地区页岩气产建区目前有3个页岩气开发区块,分别为平桥南区块、焦页10井区和东胜区块。借鉴涪陵页岩气田钻井技术和经验,重庆南川页岩气田钻井进行了井身结构优化、优选高效PDC钻头、轨道设计优化、组合钻机“井工厂”钻井模式等方面的探索研究。为此,笔者从生产现场出发,分析和研究影响钻井周期的问题,针对技术难点提出提速建议,并实施应用,以期为实现南川页岩气高效钻井提供技术参考。

关键词:南川地区;页岩气;技术难点;高效钻井

一、工区钻井概况及影响钻井难点

1.地质概况

中国石化南川页岩气田地地形属山地-丘陵地貌,处于川东南-湘鄂西“槽-挡”过渡带,地跨区内次级构造单元武陵褶皱带,构造由相对宽环的向斜和背斜相间组成。南川地区基底为前震旦系板溪群浅变质岩,上覆盖层自下而上依次为震旦系、寒武系、奥陶系、下志留系、二叠系、三叠系和侏罗系。区内页岩主要发育于上奥陶统五峰组-下志留统龙马溪组、下寒武统水井沱组、上二叠统龙潭组。由于后期抬升剥蚀程度不同,南川区块地表出露地层依次为志留系、二叠系、三叠系和侏罗系。

2.钻井难点

(1)漏失及井壁稳定问题:南川地区地表属于典型的喀斯特地貌,浅表层溶洞、裂缝发育,易发生严重漏失。

(2)随着加密井增多,出于绕障目的,设计轨迹往往必须在难于定向的地层进行定向施工,同时自上而下全井眼都必须控制好轨迹,极大拖累周期的控制。

(3)目的层位龙马溪②~①小层主要为硬脆性泥页岩,水花能力差,局部存在揉皱和碳化不均匀的现象,在水平段钻进过程中分层界面结合部地层容易剥蚀、垮塌,从而引起卡钻造成工程故障。

二、高效钻井技术措施研究

1.应对井漏的技术措施

(1)井位优选

加强表层地层情况的认识和预测,钻前施工前,先

进行工勘作业,选址尽量避开多溶洞、裂缝及破碎带,同时附近要有充足的水源。可采用电法勘探监测地下暗河、岩溶,可以尽量避开易漏失的高风险区域,为钻井确定表层套管下深、钻井方式等提供参考,从源头上减少上部井段井漏可能造成风险。

(2)优化井身结构

在原有的井身结构设计基础上进行一定程度的优化,增加套管层次,对不稳定地层进行封固。如地表土层出露较多、或工勘资料显示地表碎石发育,必要时井口下入10-20米卷管,防止井口表层垮塌。

(3)嘉陵江组30-50m以上地层漏失处理

因地表裂缝、溶洞、暗河发育,钻进过程中易漏、易垮。施工前应储备清水不少于1000m³,且供水能力达到200m³/h以上;如遇漏失,漏水漏砂宜采用清水快速强钻;漏水不漏砂宜结合环保型土粉浆提粘携砂悬浮,保证接立柱安全时间及减少沉砂高度,接立柱前必须探沉砂,且需先静止5min后再探,若沉砂过高,采取研磨、打稠浆、大排量等方式处理;对溶洞性漏失,采用清水强钻,困难时结合水泥固壁及堵漏措施;失返性漏失,始终保持从井口向环空灌清水,防止雷口坡等地层的垮塌。

(4)飞仙关组三段以上地层漏失处理

嘉陵江裂缝、溶洞发育,易漏、易掉块;应储备1000m³以上清水,且供水能力达到120m³/h以上,确保连续施工;保证排量55-60L/s;若钻时较快,应适当控制钻速;若井下出现蹩钻或扭矩增大等现象,循环清砂,可打入适量稠浆推砂,正常后再恢复钻进;重点防沉砂卡钻;如遇漏失,采用清水强钻,结合稠浆携砂;若漏失地层出现掉块卡钻现象,可采用注水泥固壁,结合胶凝泥浆强钻,再辅以双壁钻杆携砂,钻至稳定地层及时下套管固井。

作者简介:徐刚,男,汉族,1972.8,籍贯:江苏靖江,学历:本科,职称:工程师,研究方向:化工安全,邮箱:849980890@qq.com

(5) 三叠系韩家店、小河坝、龙马溪组地层漏失

下部志留系页岩地层微裂缝发育, 钻井过程中井内液柱压力波动会导致井漏发生。若钻进过程中发生漏失, 漏速较低时采取随钻堵漏即可, 若漏速较大则需进行承压堵漏。钻进钻具组合中加入PBL工具可以灵活应对该地层的漏失。

2. 应对复杂轨迹的技术措施

(1) 现场轨迹优化

因加密井平台已有多口井, 为确保施工井安全, 钻井设计轨迹必须绕障设计, 导致定向控制井眼轨迹操作较多, 从而造成整个钻井过程效率的降低。

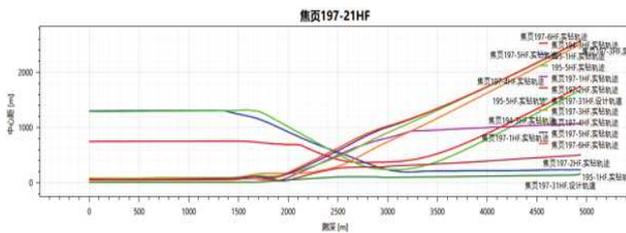


图2-4 197平台防碰距离扫描图

面对这种情况, 现场必须加强实钻轨迹监测, 实钻过程中应根据实钻轨迹及时更新防碰扫描数据, 实时监控轨迹间距离变化趋势, 防碰井段应加密测量, 出现异常及时汇报, 杜绝井下复杂事故。在绕障压力降低后, 在安全井段, 钻井现场必须紧密结合地层特性, 优化设计轨迹, 避免在难于定向的小河坝等地层进行长时间长段的定向作业, 把定向工作交给稳定地层去处理。

(2) 使用大功率抗扭螺杆

因加密井最小井口距离仅为5m, 自开钻开始就要频繁定向控制井斜方位, 此时, 如果钻具组合中使用大功率抗扭螺杆, 将极大的提高整井的机械钻速。如197-31HF井 $\varnothing 311.2\text{mm}$ 井眼使用BICO大功率抗扭螺杆, 极大的释放了顶驱扭矩, 使用常规螺杆时顶驱50rpm的扭矩和使用BICO螺杆顶驱70rpm的扭矩相当, 机械钻速较设计提高40.73%。同时, BICO螺杆能适用大排量水功率, 对钻井液携岩也有极大的助益。

3. 应对复杂地层钻进的技术措施

在南川页岩气工区, 目的层较为难施工的地层为龙马溪①~③小层, 因地层的特性, 为了实现高效钻井, 经研究需采取以下必要的稳妥的措施:

(1) 泥浆罐上坚持坐好岗, 司钻、大班、值班人员坚持每15min巡查一次振动筛, 有掉块立即汇报。

(2) 钻井液在保证携砂和井壁稳定的基础上, 应适降低粘切, 保证足够的冲刷能力, 防止岩屑的堆积, 视返砂情况及时短提, 达到破坏岩屑床效果。使用好固控

设备, 保证含砂量低于0.3%, 使用240目及以上筛布。

(3) 接立柱上提钻具前, 应保持钻进转速和排量充分循环, 在恢复钻压至20kN以内或恢复扭矩至空转扭矩后方可上提钻具; 上提钻具操作特别是开始3~5米是防止卡钻的关键工序。推荐上提钻具方式: 方式一: 倒划上提。扭矩设置为钻进扭矩的70%~80% (划眼扭矩), 转速调整至30~50rpm, 上提遇阻不超过20kN, 提出钻具一个单根以上, 再连续上提钻具; 方式二: 不旋转钻具“寸提”。采用“寸提”的方法提出钻具一个单根以上, 再连续上提钻具。上提钻具过程中, 发现扭矩明显增加、转速明显下降或遇阻超过20kN时, 应立即下放钻具, 严防“提死”或“扭死”。上提带螺杆的钻具过程中, 还应关注泵压变化, 如泵压明显上升时应立即下放钻具。接立柱应确保钻具处于自由状态, 先停顶驱再停泵, 注意释放钻具扭矩。树立水平段起钻“越起风险越大”的意识, 严禁大油门、高速起钻。

(4) 起钻过程中, 遇阻应不超过200kN, 超过200kN应立即下放钻具1~3柱, 上提下放正常后进行大排量、高转速循环清洁井眼, 再采用倒划眼方式起出遇阻井段。倒划扭矩控制在正常空转扭矩附加5KN·m。

(5) 下钻遇阻不超过50kN, 严禁硬压; 遇阻超过50kN先上提钻具, 然后采取划眼方式通过; 严防划出新井眼, 划眼困难应停止划眼作业, 仔细分析井下情况, 采取起钻更换组合通井等措施处理。

(6) 钻进或循环时根据螺杆弯度变换转速, 以利于破坏岩屑床。循环时严禁单点循环。倒换泥浆泵前需保证钻具上下通畅。

(7) 在进入②小层后, 每钻进3m, 井底循环3min后倒划上提10m, 倒划参数: 顶驱转速30rpm, 排量27l/s, 倒划扭矩设定原则在空转基数上增加不超过5KN·m, 倒划遇卡吨位不能超过10t, 严格控制好倒划速度。进行反复大排量循环划眼, 无任何挂卡现象后方可钻进。当钻穿②小层进入①小层应强化上述措施 (“进一退三”作业法)。①小层钻进时采取保守态度, 每钻进3~5米上提钻具检查井眼是否畅通。①小层钻进要加强短程起下钻, 300~500米左右根据井下情况短起。与地质导向沟通, 尽力避免在破碎带层段进行滑动钻进。

(8) 出现以下异常情况时应立即停止钻进, 保持钻进排量和转速循环一周半以上, 调整钻井液性能, 在返出岩屑较少后进行一次短程起下钻。①不明原因的扭矩、摩阻明显增加; ②返砂量、岩屑形状异常; ③掉块增多。

(9) 每钻完1个立柱, 应在井底不改变顶驱情况下循环5min, 尽量释放钻压。接立柱前要进行划眼。

(10) 穿①小层(五峰组)后进稳定地层50-100m, 进行短起下作业, 大排量划眼到底, 循环彻底后继续钻进。

(11) 钻进过程中如有憋钻、挂卡现象, 应调整泥浆性能, 或使用重稠塞清扫井底和井壁, 将掉块等携出井筒。

(12) 随着加密井的布置, 目的层地质环境已经随着多次压裂开始变化, 而页岩地层低密度钻井液环境下稳不住地层易出现掉块、垮塌, 而高密度钻井液环境下又频繁出现井漏损失油基泥浆, 产生极大的钻井成本, 故而选择合适的钻井液密度和快速堵漏是实现高效钻井的有效应对措施。PBL工具就是这样一套工具。

PBL工具可以通过投入激活球打开旁通阀, 使大颗粒堵漏材料可以进入井底进行堵漏, 堵漏完投入反激活球关闭旁通阀, 能立即恢复正常钻进, 有效的解决了使用LWD或MWD时无法使用大颗粒堵漏材料堵漏的难题, 极大的提高了钻井效率。另外, PBL工具还可以进行环空重浆盖帽作业。在采用PBL进行环空重钻井液盖帽作业时, 在满足环空重泥浆高度需求的情况下, 计算方式为:

$$h = \frac{\Delta p}{0.00981 \times (\rho_1 - \rho_0)} \quad (2-1)$$

式中 h ——环空重泥浆高度, m;

ΔP ——盖帽作业时环空需要增加的压力, MPa;

ρ_1 ——重钻井液密度, g/cm^3 ;

ρ_2 ——目前钻井液密度, g/cm^3 ;

(13) 易掉块、破碎地层采用无扶正器螺杆, 简化钻具结构, 对卡钻等复杂有一定预防, 并能减轻处理难度。

三、现场应用效果

焦页197-21HF井是布置在南川平桥区块197平台的一口加密井, 轨迹设计为上倾井, 该井施工过程中, 不仅需克服频繁轨迹调整的困难, 同时遭遇了南川区块页岩气井普遍存在的复杂情况: 嘉陵江组漏失1次, 茅口组漏失1次, 韩家店组漏失6次, 龙马溪组漏失1次, 钻具在③~①小层穿行、目的层遇卡钻2次、对此, 采用高效钻井技术措施, 较为圆满的完成了该井的施工任务。

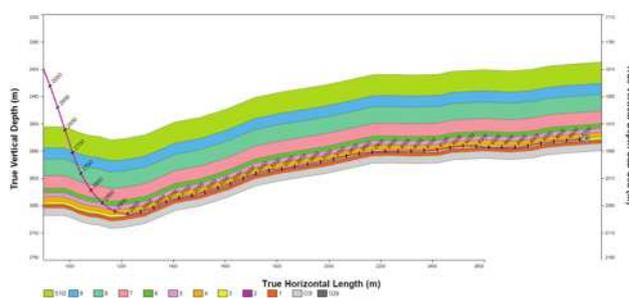


图3-1 焦页197-31HF井实钻井眼轨迹及钻遇地层层位图

该井实际钻井周期51.77天, 较工区平均施工周期提高35.02%。施工过程中采用低比重钻井液技术解决同平台邻井大型漏失的问题, 创新推广 $\varnothing 172-1.5^\circ$ 大扭矩等壁厚无扶螺杆目的层提速工艺, 不仅利于防卡, 同时能灵活调整钻井参数, 减少滑动钻进, 使钻进参数得到解放、整体机械钻速得到提高。该井3164-4946m井段, 机械钻速11.14m/h, 在平桥区块采用常规螺杆钻, 首次实现三开水平段1趟和刷新水平段最高平均机械钻速的两项指标, 实现两趟钻完成南川工区页岩气目的层开次钻井任务, 创造工区不使用旋导钻进标准化指导: 造斜段1趟钻, 水平段1趟钻, 目的层平均机械钻速为10.18m/h。

四、结论及建议

1. 钻井提速工艺以地层特性为基础, 有针对性的制定措施必能实现高效钻井;
2. 设计与现场工艺结合能有效解决井漏等复杂情况; 通过实际应用, 本文研究堵漏工艺和钻井工艺对南川区块页岩气复杂情况处理有积极意义;
3. 南川页岩气井对现场操作要求高, 要求现场工程师和操作人员有较高的技术水平;
4. PBL工具和无扶等壁厚螺杆目的层钻进工艺值得推广使用。

参考文献:

- [1] 彭兴, 周玉仓, 龙志平, 张树坤. 南川地区页岩气水平井优快钻井技术进展及发展建议. 石油钻探技术. 2020, 48(5): 15-20.
- [2] 孙小琴. 南川地区构造样式及页岩气勘探潜力. 地质学刊, 2006, 44(1-2): 102-107.