

垂钻系统+螺杆在顺北区块提速应用分析

黄建¹ 李春季²

1. 西北油田分公司石油工程监督中心 四川威远 841600

2. 胜利石油工程有限公司塔里木分公司 湖北麻城 841600

摘要: 顺北油气田位于塔里木盆地顺托果勒低隆北缘,自上而下钻遇地层岩性种类多,地层非均质性强,具有特殊地层发育、压力系统复杂的特点。奥陶系桑塔木组地层倾角发育,自然造斜能力强,采用常规的防斜打直技术并斜控制难于保证,直井防斜打直与优快钻进矛盾突出。Power-V垂直钻井技术(以下简称PowerV)是一项直井防斜提速钻井技术,为了适应顺北勘探开发提质提速要求,在顺北超深井奥陶系桑塔木井段试验了Power-V垂钻系统+螺杆。

关键词: 提速; 井斜控制; 垂直钻井

顺北油田是中石化在特深层海相碳酸盐岩领域的重大发现,成为中国石化西部资源战略接替的重要阵地。顺北油田位于塔里木盆地,油层埋藏深、复杂地层多,深部奥陶系桑塔木地层倾角发育,地层厚度1000m左右,最大地层倾角达20°,自然造斜能力强,直井防斜打直与优快钻进的矛盾突出。常规钟摆钻具、单弯螺杆纠斜等技术在控制井斜上起到了一定的效果,受限于钻压、转速限制,严重影响了机械钻速,频繁起下钻更换钻具组合,极大的影响了钻井时效。

1 Power-V 垂钻系统组成及工作原理

Power-V是一种旋转导向系统,是在PowerDrive系统基础上发展起来的全旋转垂直钻井系统。Power-V主要有两个组成部分,分别是上端的电子控制单元和靠近钻头的下端机械单元。控制单元是Power-V的指挥核心,其内部包含了泥浆驱动的发电机,井斜测量传感器、钻柱转速传感器、振动传感器、温度传感器以及流量变化传感器等。

机械执行装置主要包括1个泥浆控制阀和3个由泥浆驱动的导向/推力块,当Power-V在工作时,测井仪器测量井斜角和方位角,并将测量数据与地面工程师预设的工具面进行比较,导向块在泥浆压力下伸出,外伸的导向块推挤井壁,井壁对钻头产生一个反方向的作用力,从而把钻头推向所需纠斜的正确方位。

2 Power-V 垂直钻井系统工具特点

Power-V可自动、连续保持井眼垂直的前提下实现钻井作业,提高井眼清洁效率和质量,减少钻具落井事故、减少机械和压差卡钻等现象的发生。

(1) 自动化的主动纠斜、防斜,简便高效。在钻进时自动感应井斜,并自动纠斜。

作者简介: 黄建,1987.4,汉,男,四川威远,中国石化西北油田分公司,钻井主管,中级,大学本科,研究方向:石油工程

(2) 彻底释放钻井参数,在防斜同时能有效提高机械钻速。Power-V在纠斜、防斜时不受钻压影响,比下入动力钻具滑动钻进降斜获得较高的机械钻速^[1]。而使用钟摆钻具时,只能通过小钻压来被动防斜和纠斜,机械钻速慢,使用螺杆钻具时,只能纠斜,不能防斜,且纠斜时转盘不能转动,影响机械钻速。

3 现场应用实例

3.1 顺北42X井应用情况

顺北区块目前使用的垂钻系统主要有斯伦贝谢、中石自强两家厂家产品,中石自强ZS-VDS-241垂钻仅在顺北53-4H井使用一趟钻,使用层位均在三开桑塔木组,4号条带垂钻使用平均机械钻速6.64m/h,最低顺北42X井机速3m/h,顺北4-1H最高机速达8.52m/h,高出设计机速113%。

3.1.1 顺北42X井概况

顺北42X井是部署在顺北油田四号条带上的一口四开制勘探井,设计井深7860.98m(斜深)。设计井身结构,一开:Φ444.5mm×2000m+Φ365.1mm×1999m;二开:Φ333.38mm×6074m+Φ273.1mm×6072m;三开:Φ241.3mm×7291m+Φ193.7mm×7289m;四开:Φ165.1mm×7860.98m。

3.1.2 存在难点

一是根据邻井钻遇侵入体情况及该井区平面分布图,在奥陶系却尔却克组发育侵入体薄层,存在卡钻风险。二是却尔却克组在断裂带附近,距离断裂带最近125m,微裂缝发育,存在掉块、阻卡风险。三是地质预测顺北42X井6060m(却尔却克组顶部)附近最大地层倾角为6.2°,6460-6490m最大地层倾角为15.1°,井斜控制难度大^[2]。

3.1.3 应用情况

本井三开自6263m开始下入Power-V垂钻系统,累计完成进尺1100.98m,纯钻367.10h,机械钻速3.00m/h,机械钻速较邻井顺北4井提高200%。

(1) 钻具组合: $\Phi 241.3\text{mm}$ PDC+PowerV+浮阀+ $\Phi 238\text{mm}$ 扶正器+ $\Phi 178\text{mm}$ 无磁钻铤+无磁悬挂+ $\Phi 178\text{mm}$ 钻铤15根+饶性接头+震击器+ $\Phi 178\text{mm}$ 钻铤3根+ $\Phi 127\text{mm}$ 加重钻杆9根+ $\Phi 127\text{mm}$ 钻杆369根+ $\Phi 139.7\text{mm}$ 钻杆。

(2) 钻进参数: 钻压50-90kN; 转速90r/min; 排量27L/s; 泵压25MPa。

(3) 钻井液性能: 密度 $1.64\text{g}/\text{cm}^3$; 粘度68s; 动切力8Pa; 塑粘 $30\text{mPa}\cdot\text{s}$; 静切 $2/8\text{Pa}$; API失水 3.0mL ; 泥饼 0.4mm ; PH10; HTHP $9.4\text{ml}/130^\circ$; 含砂 0.1% ; 固含 23% ; 坂含 $28\text{Kg}/\text{m}^3$; KF0.0524; CL- $39000\text{mg}/\text{l}$; $\text{Ca}2+360\text{mg}/\text{l}$, K+ $26800\text{mg}/\text{l}$ 。

(4) 使用中存在的问题

第二趟钻作业井段6480m-6534.73m, 进尺: 54.73m, 钻进时间: 16h, 机械钻速: $3.42\text{m}/\text{h}$, 因扭矩波动大 $19-27\text{kN}\cdot\text{m}$, 钻压无法强化, 钻时慢, 起钻检查PowerV工具本体和推靠块都有比较明显的划痕, 钻头有掉齿。

第三趟钻作业井段6534.73-6781.80m, 进尺: 247.07m , 钻进时间: 73h, 机械钻速: $3.38\text{m}/\text{h}$, 因扭矩波动大 $19-28\text{kN}\cdot\text{m}$, 钻压无法强化, 钻时慢, 起钻检查PowerV工具一个巴掌被胶皮卡住, 一个巴掌被刺坏。

3.2 顺北4-1H井应用情况

顺北4-1H井与顺北42X井井身结构类似, 三开采用 $\Phi 215.9\text{mm}$ 钻头, 钻遇难点基本相同。不同之处在于顺北4-1H井优化了钻具组合, 在Power-V之上加入直螺杆, 降低地面转速和扭矩, 在维持井眼质量的前提下, 增加钻头输出扭矩, 释放钻压提速, 借鉴了顺北42X井施工经验, 现场应用效果更加明显。

三开使用Power-V+螺杆, 一趟钻完成三开进尺, 施工井段5933-7398m, 进尺 1465m , 纯钻时间 172h , 机械钻速 $8.52\text{m}/\text{h}$, 钻井周期 15.4d , 创顺北4号断裂带单趟进尺最长、机械钻速最高、钻井周期最短三项纪录^[1]。

钻具组合: $\Phi 215.9\text{mm}$ PDC+Power-V+ $411*431$ 双公接头+ $\Phi 172\text{mm}$ 螺杆+ $\Phi 172\text{mm}$ 无磁钻铤+悬挂短节+ $\Phi 165\text{mm}$ 钻铤+屈性长轴+震击器+ $\Phi 165\text{mm}$ 钻铤+ $\Phi 127\text{mm}$ 加重钻杆+ $\Phi 127\text{mm}$ 钻杆+ $\Phi 139.7\text{mm}$ 钻杆。

井身质量控制: 地质预测本井却尔却克组最大地层倾角为 $5.7-6.4^\circ$, 井斜控制难度大, 顺北4-1H井三开最大井斜仅为 0.9° 。

三开井段强化参数: 依托循环系统升级改造优势, 三开全程实行大排量, 高泵压作业。钻压: $100-160\text{kN}$, 排量: $28-32\text{L}/\text{s}$, 泵压 $30-34\text{MPa}$, 转速 $50-65\text{rpm}$, 实钻过程中空转扭矩 $8\text{kN}\cdot\text{m}$, 钻进扭矩 $12-13\text{kN}\cdot\text{m}$, 钻时 $3-15\text{min}/\text{m}$ 。

3.3 顺北53-4H井应用情况

顺北53-4H井是部署在顺北油田5号条带南端的一开发

井口四开, 三开井眼直径 241.3mm , 桑塔木组 6524.5m 井斜为 2.68° , 有上涨趋势, 下入由中石自強石油工程技术有限公司提供的垂钻工具ZS-VDS-241井下辅助钻井作业。

钻具组合: $\Phi 215.9\text{mm}$ PDC钻头+垂钻(中石自強, ZS-VDS-241)+垂钻短接+ $\Phi 238\text{mm}$ 扶正器+ $\Phi 178\text{mm}$ 浮阀+坐键接头+ $\Phi 158.8\text{mm}$ 无磁钻铤+ $\Phi 158.8\text{mm}$ 钻铤16根+ $\Phi 158.8\text{mm}$ 随钻震击器+ $\Phi 158.8\text{mm}$ 钻铤2根+ $\Phi 139.7\text{mm}$ 加重钻杆15根+ $\Phi 139.7\text{mm}$ 钻杆

钻井参数: 钻压 $60-150\text{kN}$, 转速: $75-95\text{r}/\text{min}$; 排量 $34-39\text{L}/\text{S}$; 泵压 $20-26\text{Mpa}$ 。

使用中存在情况: 从 $6524.5\text{m}/2.45^\circ$ 下降 $6607\text{m}/1.41^\circ$, 钻进至 6754m 井斜上涨到 3° , 经提高排量、优化参数后发现工具降斜稳斜效果不佳, 怀疑垂钻失效, 起钻检查发现活塞密封圈损坏, 巴掌表面轻微磨损, 纯钻时间仅 44.65h 。

4 应用效果评价

在顺北42X井、顺北4-1H井现场应用效果证明Power-V垂钻系统在顺北油田桑塔木组存在地层倾角、易斜井段控制井斜、提速效果明显, 与常规钟摆钻具组合、单弯动力钻具配合PDC钻头组合等防斜技术相比, 使用Power-V垂钻系统+螺杆在保证井身质量同时, 更能充分释放钻井参数, 达到提质提速提效目的, 垂钻系统配合螺杆使用提速效果更优, 使用垂钻+螺杆比单独使用垂钻系统机械钻速提高 121% 。

结论

(1) Power-V垂钻系统解决了顺北油田易斜井段防斜打快问题, 该技术在现场的应用保证了井身质量能够控制在设计范围内, 同时机械钻速也提高了, 提质提速提效效果明显。

(2) 通过顺北42X井于顺北4-1H井Power-V使用情况, 单独使用Power-V垂钻系统存在一定弊端, 建议Power-V配合螺杆使用, 降低地面转速和扭矩, 在维持井眼质量的前提下, 增加钻头输出扭矩, 释放钻压提速。

(3) Power-V垂钻系统在现场使用中存在密封件、“巴掌”失效等情况, 建议厂家及时跟踪改进, 保证钻井安全。

参考文献:

- [1]王洪岩. Power-V垂直钻井系统在大庆油田方403井的应用分析. 西部探矿工程, 2016(02).
- [2]王春生. Power-V垂直钻井技术在克拉2气田的应用[J]. 石油钻采工艺, 2008(6).
- [3]王俊良, 王植锐, 胡建华. 垂直钻井系统 Power-V 技术首次在川西高陡构造X01井的应用效果. 天然气工业, 2016, 36(12): 87-91.