

Power V 垂直导向钻井技术在普光 7 井的应用*

刘振宇¹ 易明新² 魏广建¹ 王鸿远¹ 曾鹏琿¹

(1. 中国石化集团中原石油勘探局钻井三公司 2. 中国石化中原油田分公司采油工程技术研究院)

刘振宇等. Power V 垂直导向钻井技术在普光 7 井的应用. 天然气工业, 2007, 27(3): 58-59.

摘 要 四川盆地川东普光构造地层倾角大, 特别是上部陆相地层, 岩性多变, 砂岩、泥岩、页岩互层频繁, 井斜非常突出。被动防斜技术在川东普光高陡构造钻探过程中受其内在力学性质影响, 无法实现防斜打快。而 Power V“全自动化”旋转导向垂直钻进工具, 在钻进时会自动追踪井斜变化, 自动设定和调整工具侧向力, 使井眼轨迹快速返回垂直状态。在高陡构造地层钻进中, 有效地解决了防斜和加大钻压之间的矛盾, 可大幅度地提高钻井速度。以 Power V 垂直导向钻井系统为代表的主动防斜技术, 通过在普光 7 井的应用, 证实了其在保证井身质量的前提下可最大限度地提高机械钻速。

主题词 钻井 垂直导向钻井 普光构造 井斜控制 钻井速度

普光 7 井是部署在四川盆地川东断褶带黄金口构造带普光—双石庙背斜带普光构造西翼断上盘的 1 口重点评价井, 位于四川省宣汉县普光镇十二村四组。该井设计井深 5815 m, 主要目的层为飞仙关组、长兴组。普光 7 井钻遇的上沙溪庙组, 底界深度为 1915 m; 下沙溪庙组底界深度 2435 m。上、下沙溪庙组倾角大(地质设计提供的地层倾角为 25°, 普光 1 井为 54°, 但在实钻中该井的井斜控制比普光 1 井更难), 极易造成井斜。为有效控制井斜, 减小下部施工的难度, 首先运用了既能防斜又能有效限制狗腿的大尺寸钻铤塔式钟摆钻具组合, 配合小钻压, 轻压吊打, 但没有起到应有的防斜效果。后改用柔性钟摆、大钟摆等多套防斜、纠斜钻具组合配合小钻压钻进, 也没能控制井斜, 且机械钻速慢, 位移增长快。在这种情况下, 及时采用了单弯螺杆+MWD 跟踪复合钻进纠斜防斜技术, 也没能取得很好的效果。由已钻井资料显示, 该区块陆相地层极易呈周期性垮塌, 如果不能快速穿过该地层将承担井壁垮塌的风险, 一旦发生垮塌, 必然会带来一系列的复杂情况, 甚至钻井事故。为释放钻压, 提高机械钻速, 有效地控制井斜, 决定采用斯伦贝谢(Schumberger)公司 Power V 垂直导向钻井技术进行钻井施工。

一、Power V 垂直导向钻井技术

垂直导向钻井技术是国外 20 世纪 80 年代末期

开发的以垂直钻井为目标的主动防斜技术^[1-3], 其基本原理是在随钻监测到井眼发生倾斜时能利用电子元件自动控制钻井液的分配, 通过液压活塞产生一个侧向力, 以克服地层造斜力的影响。

Power V 是斯伦贝谢公司开发的一套“全自动化”旋转导向垂直钻进工具, 在钻进时会自动追踪井斜变化, 自动设定和调整工具侧向力, 使井眼轨迹快速返回垂直状态。这是一个全自动重复的过程, 在高陡构造地层钻进中, 有效地解决了防斜和加大钻压之间的矛盾, 可大幅度地提高钻井速度。

Power V 系统主要由两部分组成, 上部是控制部分(CU), 下部是执行部分(BU)。

控制器(CU)工作原理: 控制器(CU)是 Power V 的大脑, 指挥中枢。开泵后, 发电机发电, 测量系统测量出井底的井斜角和方位角, 然后按照地面工程师的要求把其内部的电子控制部分固定在某一个方位上(即高边工具面角), 从而实现无论钻柱如何旋转, 控制器内部的控制轴始终对准在需要的方位上。如果需要调整控制轴的方位角, 可以由地面工程师给控制器发送命令, 其方法是: 按照一定的时间编排方式, 在不同的时间开不同的工作排量, 控制器内部的传感器探测到这个排量的变化后, 由其内部的程序对其进行核对, 如果与预先设定的某个指令吻合, 就开始执行这个新的工作指令。

* 本文系中国石化集团中原石油勘探局重大科技攻关项目(编号: 2004018)。

作者简介: 刘振宇, 1970 年生, 高级工程师; 从事钻井工程技术和项目经营管理工作。地址: (457001) 河南省濮阳市中原路中原石油勘探局钻井三公司。电话: (0393) 4771423, 13383780855。E-mail: yimx@zyof.com.cn

偏置系统(BU):一个纯机械执行装置,下接钻头,上接控制器,主要由三个伸缩块和一个钻井液导流阀组成。伸缩块的伸缩由钻井液导流阀控制。

二、Power V 垂直导向钻井在普光 7 井的应用

普光 7 井井深 5815 m,上部地层倾角大,岩性各向异性,强度软硬交错,极易造成井斜。自井深 1710.97 m 开始使用 Power V,至井深 2293.23 m 共钻进 582.26 m,井斜从 1707 m 的 3.8° 降至 2272 m 的 0.7° ,最大 1.2° (2095 m),最小 0° (1908 m),钻压由使用 MWD+螺杆的 140 kN 释放到 300 kN,机械钻速得到显著提高,使用效果非常明显。与邻井普光 1 井同井段相比,机械钻速提高了 1.5 倍;与本井使用钟摆钻具相比,机械钻速提高了 70%;与该井使用有线随钻和无线随钻加螺杆钻具相比,机械钻速提高了 65%。入井第一趟钻从井深 1710.97 m 到 1912.84 m,进尺 201.87 m,机械钻速 2.37 m/h,比使用有线随钻加螺杆钻具机械钻速提高 2.38 倍。由此可看出,其使用效果非常明显。但后来由于接连发生刺、断钻具事故,造成纯钻时效低,Power V 工作不稳定,影响了使用效果。

1. Power V 施工钻具组合

(1) $\varnothing 311.1$ mm 钻头+Power V+ $\varnothing 203.2$ mm 浮阀+631×730+ $\varnothing 309$ mm 扶正器+ $\varnothing 229$ mm 双向减震器+($\varnothing 228.6$ mm 短钻铤)+ $\varnothing 308$ mm 扶正器+ $\varnothing 228.6$ mm 钻铤×6 根+731×630+ $\varnothing 203.2$ mm 钻铤(11~14)根+631×410+ $\varnothing 127$ mm 加重钻杆×(10~12)根+ $\varnothing 127$ mm 钻杆+减磨接头 1 个。使用井段为 1710.97~2313.39 m。钻井参数:钻压 240~280 kN;转速 70~85 r/min;排量 48~50 L/s;泵压 16.5~18 MPa。钻井液性能:密度 $1.17\sim 1.28$ g/cm³;黏度 44~50 s;滤失量 3~4 mL;滤饼 0.5 mm;切力 2/6 Pa;含砂为 0.2%;pH 值 10。

(2) $\varnothing 311.1$ mm 钻头+Power V+ $\varnothing 203.2$ mm 浮阀+631×730+ $\varnothing 309$ mm 扶正器+ $\varnothing 229$ mm 双向减震器+ $\varnothing 228.6$ mm 钻铤×9 根+731×630+ $\varnothing 203.2$ mm 钻铤 11~14 根+631×410+411×4A10+ $\varnothing 158.8$ mm 钻铤×3 根+4A11×410+ $\varnothing 127$ mm 钻杆+减磨接头 1 个。使用井段为 2313.39~2293.23 m。钻井参数:钻压 220~300 kN;转速 70~80 r/min;排量 48~50 L/s;泵压 16.5~17 MPa。钻井液性能:密度 1.25 g/cm³;黏度 48~50 s;滤失量 4 mL;滤饼 0.5 mm;切力 2/7.5 Pa;

含砂为 0.2%;pH 值 10。

2. Power V 施工井段井斜情况

普光 7 井 Power V 自井深 1710.97 m 开始使用,至井深 2293.23 m,井斜从 1707 m 的 3.8° 降至 2272 m 的 0.7° ,最大 1.2° (2095 m),最小 0° (1908 m),井斜控制在设计范围之内,机械钻速得到了显著提高,其使用效果非常明显。

3. 普光 7 井 Power V 使用效果

Power V 垂直导向钻井技术在普光 7 井的首次应用,与使用被动防斜技术的同类型井相比,钻压得到了提高,井斜得到了有效控制,钻井速度也得到了提高。但是,由于接连发生刺、断钻具事故,造成纯钻时效低,Power V 工作不稳定,影响了使用效果。

4. 普光 7 井 Power V 钻头使用情况

川东普光构造的地层为陆相、海陆相交互和海相沉积,岩性多变,上部地层为高陡构造,砂、泥、页岩互层频繁,硬度大,研磨性强,可钻性差,机械钻速低。为配合 Power V 的使用,根据以往该地区地层钻头使用经验,选用江钻股份有限公司生产的 HJT537GK 钻头进行施工。

三、结论和建议

(1)目前普遍应用的被动防斜技术在川东普光高陡构造钻探过程中受其内在力学性质影响,决定了其防斜打快是有局限性的,轻压吊打导致钻井机械钻速低。

(2)以 Power V 垂直导向钻井系统为代表的主动防斜技术增加了钻压,在保证井身质量的前提下最大限度地提高了机械钻速,能够很好地实现川东普光构造的防斜打快。Power V 工具特定的短间距多扶正器钻具组合,钻进过程中扭矩很大且不稳,容易导致钻具过早过度疲劳和刺、断钻具事故,在使用中应该引起足够的重视。

(3)目前垂直导向钻井技术主要从国外引进,成本较高,如何实现该技术的国产化、常规化,是主动防斜技术在国内大规模推广所要解决的突出问题。

参 考 文 献

- [1] 苏义脑.油气管直井防斜打快技术理论与实践[M].北京:石油工业出版社,2003.
- [2] 汪海阁,苏义脑.直井防斜打快理论研究进展[J].石油学报,2004,25(3):86-90.
- [3] 王春生,魏善国,殷泽新.Power V 垂直钻井技术在克拉 2 气田的应用[J].石油钻采工艺,2005,26(6):4-8.

[4] 杨振杰,等.注水泥堵漏过程中水泥塞形成高度及质量控制技术研究[J].天然气工业,2005,25(6):49-51.

气工业,2006,26(1):56-59.

[5] 邹建龙,等.新型抗盐水泥浆体系的研究及应用[J].天然

(收稿日期 2006-06-11 编辑 钟水清)