

几种防斜技术在宣页 1 井的试验应用

杨 力

(中国石化集团华东石油局,江苏南京 210019)

摘要:宣页 1 井是一口评价页岩气资源潜力的探井,设计垂深 2570 m,该井主要钻遇中生界地层,岩性致密,可钻性极值达 8~10 级,地层倾角 45°左右。在分析塔式钻具、偏心钻具、复合钻进、垂直钻井等防斜技术防斜机理的基础上,重点介绍了各种防斜技术在该井试验应用试验情况,并针对各种防斜技术的应用效果进行了评价。

关键词:宣页 1 井;防斜;塔式钻具;偏心钻具;复合钻进;垂直钻井

中图分类号:TE242 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)05-0037-02

Experimental Application of Deviation Control Technologies in Xuanye Well 1/YANG Li (East China Petroleum Bureau, SINOPEC, Nanjing Jiangsu 210019, China)

Abstract: As an exploration well, Xuanye Well 1 was designed 2570m in vertical depth for shale gas resource potential evaluation. The construction was mainly drilling in the Mesozoic-Paleozoic formation with dense lithology, drillability extreme of 8~10 and formation dip about 45°. Based on the analysis on the technology and the mechanism of deviation control with tower-type drilling tool, eccentric drilling tool, compound drilling and vertical well drilling; the paper introduced the experimental application of all kinds of deviation control technologies in Xuanye Well 1, and the application effects of all kinds of deviation control technologies were evaluated.

Key words: Xuanye Well 1; deviation control; tower-type drilling tool; eccentric drilling tool; compound drilling; vertical well drilling

石油钻井中的直井防斜一直是一项未能根本解决的技术难题,是制约钻井降本增效的“瓶颈”。几十年来,国内外的直井防斜技术发展迅速,针对不同地层特点呈现出多种多样的防斜纠斜技术。主要分有 3 类,即:静力学防斜、动力学防斜和工具防斜。静力学防斜有满眼钻具组合防斜技术、钟摆钻具组合防斜技术等,动力学防斜有偏轴(心)组合防斜技术、柔性组合防斜技术、复合钻进防斜技术等,工具防斜技术有自动垂直钻井系统等^[1]。宣页 1 井在施工过程中,针对上述几类防斜技术进行试验应用,并取得了一定的现场经验,为高陡、高研磨性地层防斜打直提供了良好的借鉴作用。

1 工程概况

宣页 1 井为直井,设计井深 2570 m,钻遇地层有第四系;奥陶系上统于潜组、黄泥岗组,中统硯瓦山组、胡乐组、牛上组,下统宁国组、印渚埠组;寒武系上统西阳山组、华严寺组,中统杨柳岗组、大陈岭组,下统荷塘组;震旦系上统西尖山组。其中荷塘组为本井主要目的层,岩性为黑色泥岩与含硅质泥岩互层。设计井身结构为:一开采用 Ø444.5 mm 钻头

钻穿第四系至井深 120 m;二开采用 Ø311.1 mm 钻头钻至杨柳岗组底界 2040 m,三开采用 Ø215.9 mm 钻头钻穿荷塘组底部完钻。井底最大位移要求不大于 80 m。

2 塔式钻具防斜技术

钻具组合:Ø311.1 mm 钻头 + Ø203.2 mm 钻铤 × 52 m + Ø177.8 mm 钻铤 × 17 m + Ø165.1 mm 无磁钻铤 × 9 m + Ø127 mm 钻杆;钻进参数:钻压 6~8 kN,转速 50 r/min;应用井段:124.50~210.27 m;钻进地层:宁国组、印渚埠组。

使用效果:最大井斜 3.06°,平均机械钻速 2.05 m/h。

塔式钻具组合在直井段内所产生的侧向力,存有一种微弱的增斜力,但随着井斜的增加则可产生出较大的降斜率,且在不同钻压下基本保持常量^[2]。实践效果表明,塔式钻具组合具钟摆的防斜机理,虽不能保证一个较小角度的井斜角,但也不致使井斜角过大。由此可以说明,在复杂地区,尤其是地层倾角较大、易斜井段较长时,单纯地使用塔式钻具组合不足以能够很好地控制井斜。再则该项技术

收稿日期:2011-11-29

作者简介:杨力(1964-),男(汉族),湖南临澧人,中国石化集团华东石油局副总工程师兼工程院院长、高级工程师,钻探工程专业,硕士,从事石油钻井技术及管理工作,江苏省南京市江东中路 315 号中泰国际广场 6 号楼, yangli95098@sohu.com。

需配合小钻压吊打防斜,钻井速度慢。

3 偏心钻具防斜技术

钻具组合: $\varnothing 311.1$ mm 钻头 + $\varnothing 228.6$ mm 偏心接头 $\times 0.6$ m + $\varnothing 228.6$ mm 钻铤 $\times 18$ m + $\varnothing 203.2$ mm 钻铤 $\times 35$ m + $\varnothing 177.8$ mm 钻铤 $\times 17$ m + $\varnothing 165.1$ mm 无磁钻铤 $\times 9$ m + $\varnothing 165.1$ mm 钻铤 $\times 44$ m + $\varnothing 127$ mm 钻杆; 钻进参数: 钻压 40 kN, 转速 80 r/min; 应用井段: 210.27 ~ 479.67 m; 钻进地层: 印渚埠组。

使用效果: 最大井斜 3.7° , 平均机械钻速 3.47 m/h。

偏心钻具组合即为底部钻具的几何中心与重心不重合, 使其在井眼内做稳定的弓形回旋运动。可以在较低的转速下得到较大的离心力, 保证稳定的公转, 使钻头均等切削井壁四周。由于钻头倾角在一周的回旋中作用抵消, 因而消除了钟摆钻具中钻头倾角大于 0° 造成的增斜作用而可实现稳斜钻进, 可以在倾斜地层中克服较大的地层力而达到纠斜目的^[3]。实践表明, 该钻具组合针对印渚埠组地层防斜效果一般。分析认为, 由于地层岩性致密, 研磨性强, 偏心接头转动所形成的钻头离心力无法有效克服岩石的抗研磨能力, 从而导致防斜降斜效果不明显。

4 复合钻进防斜技术

钻具组合: $\varnothing 311.1$ mm 钻头 + $\varnothing 197$ mm 1.25° 单弯螺杆 + 定向接头 + $\varnothing 165.1$ mm 无磁钻铤 $\times 9$ m + $\varnothing 165.1$ mm 钻铤 $\times 114$ m + $\varnothing 127$ mm 钻杆; 钻进参数: 钻压 60 kN, 转速 40 r/min; 应用井段: 589.19 ~ 805.61 m; 钻进地层: 印渚埠组。

使用效果: 起始井斜较大, 最大井斜达 4.89° , 在施工过程中, 利用纠斜作业, 使该井段井斜降至 2.1° 左右, 井斜得到了明显的控制, 平均机械钻速 1.82 m/h。

复合钻进防斜技术是指采用螺杆钻具配合高效钻头的钻具组合来进行复合钻进, 以此来实现防斜和提高机械钻速的目的。该技术特点是在钻进过程中采用滑动钻进与旋转钻进相结合的方式, 依据井眼轨迹变化情况, 随时采取相应的钻进措施, 可实现不需起钻而采用定向纠斜技术进行滑动钻进。减少了起下钻次数, 缩短了钻井周期。

现场试验与应用表明, 复合钻进防斜技术具备高效纠斜能力, 能够有效且主动控制井斜与方位, 提

高钻井效率, 简化了施工工序。但由于该钻具受一定制约, 不宜采用大钻压, 机械钻速较低, 再则进行滑动钻进纠斜时, 易形成较大“狗腿弯”, 造成井下复杂情况和后续施工困难^[4]。

5 垂直钻井防斜技术

钻具组合: $\varnothing 311.1$ mm 钻头 + AVDS + $\varnothing 203.2$ mm 钻铤 $\times 8.5$ m + $\varnothing 310$ mm 扶正器 + $\varnothing 203.2$ mm 钻铤 $\times 8.5$ m + $\varnothing 177.8$ mm 钻铤 $\times 17$ m + $\varnothing 165.1$ mm 钻铤 $\times 35$ m + $\varnothing 127$ mm 加重钻杆 $\times 19$ m + $\varnothing 127$ mm 钻杆; 钻进参数: 钻压 60 ~ 80 kN, 转速 80 r/min; 应用井段: 805.6 ~ 1017.18 m; 钻进地层: 印渚埠组、西阳山组。

使用效果: 垂钻工具从 805.6 m 下入, 钻至 1017.18 m 取出, 进尺 210.88 m, 工具在井下工作 103 h, 累计纯钻 64 h, 井斜从测深 791.75 m 处的 2.86° 下降到测深 997.39 m 处的 1.2° , 其中最小井斜为 968.56 m 处 1.09° 。机械钻速高达 3.3 m/h, 与没有使用垂钻工具相比, 机械钻速提高 213%。

垂直钻井系统采用动态推靠方式实现钻进过程中的主动防斜、纠斜, 主要由基于旋转基座的测量短节和防斜纠斜执行机构等组成。在地面的控制下, 执行机构中的盘阀对过流的钻井液进行控制, 利用活塞驱动翼肋推靠井壁, 产生具有纠斜作用的侧向推靠力, 以实现防斜、纠斜功能。工具的核心部件, 就是液压驱动可径向伸出的翼肋。这种翼肋在井壁上产生一种由井下执行机构控制其大小和方向的径向接触力, 而由 3 个翼肋接触力的综合作用来实现按需要的井眼方向钻进。它的主要特点是在钻柱旋转时, 能够控制井斜和方位; 能够通过上传信号让地面跟踪实钻井眼轨道; 同时直接下传指令调整井眼轨道^[5]。通过宣页 1 井自动垂直钻井技术的试验应用, 一定程度地解决了宣城 - 桐庐区块高陡构造、大倾角地层等易斜地层的防斜问题, 提高了钻井速度, 并且能够达到实现主动、适时防斜的目的。

6 经验与建议

通过宣页 1 井不同类型防斜技术的试验应用, 取得了针对宣城 - 桐庐区块岩性致密、倾角大的中古生界地层如何更有效防斜打直的经验 and 认识:

(1) 采用传统的钟摆钻具组合或刚性满眼钻具组合, 其特点是以慢保直。一旦井斜增大, 再轻压吊打, 以慢纠斜。即使这样, 也很难满足地质和工程对井斜的要求。 (下转第 56 页)

钢筋混凝土预制接头一般分节制作,在槽口分段吊装,采用预埋钢板焊接连接。施工中要求槽壁垂直度好,一旦不能下放到位,需将整个桩体拔出,在整体拔出时一定要考虑由于拔出泥浆面的部位丧失了泥浆的浮力而使自重加大,需要认真计算起吊设备的起拔能力,避免出现起吊设备失稳的情况。

钢筋混凝土预制接头适用于超深、超厚的地下连续墙工程,如墙深超过30 m或厚度在1.0 m以上的地下墙,更适用于“双墙合一”的地下结构工程。如我公司承担施工的“宝钛股份万吨自由锻压机设备基础基坑支护工程”,该工程地下连续墙设计墙厚0.8 m,墙深35 m,基坑开挖深度约20 m,为“双墙合一”的结构墙,采用的是工字形钢筋混凝土预制接头。当时主要是综合考虑了接头的防绕流性能、止水效果、整体刚度、施工工期、工程造价等几方面的因素而采用的。实践证明,钢筋混凝土预制接头能较好地防止混凝土绕流、减少基坑开挖过程中的渗漏水,保证基坑的开挖安全,提高施工进度,节约工程造价。

5 结语

地下连续墙接头形式种类繁多,各有其优缺点,都不够完善,需综合地质条件、结构受力特点、施工设备、工程造价、地理环境等多方面的因素综合分析来选择接头形式。随着我国地下连续墙应用的越来越多,尤其是近几年各大城市地铁的相继修建,地下连续墙接头的设计和施工也必将日趋完善和成熟。

参考文献:

- [1] 谭少珩.超深地下连续墙施工技术[J].铁道建筑,2008,(5):26-28.
- [2] 陈令强,朱晨阳.新型地下连续墙接头的开发与应用[J].市政技术,2007,25(1).
- [3] 孙立宝.超深地下连续墙施工中若干问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):51-55.
- [4] 孟昭辉,宋永智,等.新天津站地下连续墙施工技术综述[J].天津建设科技,2008,(6):32-35.
- [5] 李海光,李强,等.预制接头桩技术在地下连续墙中的应用[J].建筑施工,2003,(9).

(上接第38页)

(2)采用偏心接头、偏轴组合等离心力防斜打直技术,其结构简单,操作安全方便,一定程度上能够缓解大尺寸井眼的井斜问题,并保证一定的机械钻速,但防斜效果不明显。

(3)复合钻进防斜技术是一种能很好地解决大倾角地层井斜问题的技术手段,现有工具配套成熟,技术较为完善,具备高效纠斜能力,但施工中易致轨迹出现“狗腿弯”。

(4)目前解决大倾角地层井斜问题的最有效手段就是采用垂直钻井技术,能够实现主动防斜、纠斜,效果明显,但成本较高。

实践表明,防斜打直技术较多,各具优势和不足,需根据不同地层和钻井特点进行优选。

足,需根据不同地层和钻井特点进行优选。

参考文献:

- [1] 苏义脑.油气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] 隆威,卫军刚.柔性纠斜防斜钻具组合的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1):50-52.
- [3] 夏宏南,王小建,戴俊,等.偏轴防斜钻具井底钻具组合受力分析模型的建立[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(10):39-42.
- [4] 吴允.螺杆防斜快速钻井机理探索[J].钻采工艺,2002,25(5):15-16.
- [5] 杨剑锋,张绍槐.旋转导向闭环钻井系统[J].石油钻采工艺,2003,25(1):1-5.

(上接第19页)

参考文献:

- [1] 黄才启,刘良根.深部矿产勘探与受控定向钻进技术方法思考[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).
- [2] 黄才启,朱永宜.受控定向钻孔轨迹设计方法[J].探矿工程,1991,(5).
- [3] 黄才启.定向造斜中安装角与控制参数间关系及其意义[A].地球科学进展学术讨论会论文摘要汇编,献给中国地质大学校庆四十周年(1952-1992)[C].湖北武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [4] 吴光琳,汤顺德.钻孔弯曲和定向钻探[Z].四川成都:成都地质学院,1984.

- [5] 叶其孝,沈永欢.实用数学手册[M].北京:科学出版社,2006.
- [6] 黄才启,朱永宜.冬瓜山铜矿床多孔底定向钻探技术[A].探矿工程科技进步100例[C].北京:地震出版社,1998.
- [7] 齐瑞忱.造斜工具安装角的确定方法[J].探矿工程,1991,(5).
- [8] 罗刘明.对“受控定向钻探孔身轨迹设计新方法与控制工艺”一文中两个公式的商榷[J].探矿工程,1991,(5).
- [9] 皇甫全为.受控定向钻探在强导斜地层勘查中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(10).