

泉丛 2324 - 1 井定向施工技术

王平¹, 唐胜利², 周静庭³

(1. 西北有色地质勘查局七一五总队, 陕西 临潼 710600; 2. 西安西科地质钻探研究所, 陕西 西安 710054; 3. 西北有色地质勘查局七一一总队, 陕西 勉县 724212)

摘要:在论述定向原理、定向方法的基础上,介绍了泉丛 2324 - 1 井的定向设计方案,总结出了陕北油田定向井的施工工艺和技术方法。

关键词:丛式井;定向钻井;造斜;动力钻具;中靶;陕北油田

中图分类号:TE243 **文献标识码:**B **文章编号:**1672 - 7428(2006)10 - 0052 - 04

陕北油田经过最近 20 多年的持续开发,其产能已远远不能满足日益增长的石油能源需要,伴随着西部大开发战略的提出,如何加快、加大石油储量的开采、开发,如何最大限度地保护生态环境摆在了石油钻井工作者的面前;引入一套针对陕北油田的特点,快速高效低成本的钻井技术是十分必要的。本文就针对丛式井在陕北油田施工的工艺技术方法及许多注意事项,做了较详细的论述,提出了很有实际应用价值的施工方案,值得进一步推广及完善。

1 地层地质情况

陕甘宁盆地是一个稳定沉降,拗陷迁移,扭动明显的多旋回克拉通沉积盆地。泉丛 2324 - 1 井位于陕北斜坡中南部,现构造面为一西倾的大型缓斜坡,平均坡度降为 8 ~ 10 m/km,该斜坡中生代构造表现为继承性特征,从白垩系,侏罗系延安组、延长组各标准层反映的构造形态均表现该区为一西倾斜坡。在此斜坡上发育着幅度不同、形态各异、大小不一的众多鼻状隆起,从而构成了该区现今的含油格局。本井构造为下寺湾鼻褶群。依据泉 2324 井场的现有条件,为了进一步增加产能,根据周围邻井布置情况,本丛式井设计 3 口定向井,地面呈一字形单排排列,间隔 2 m。

本井钻井施工周期 8 天,该井的成功完成,为本区块油田丛式井的定向施工积累了宝贵的经验,受到了油矿甲方的肯定与好评。

2 钻井设备配备

TSJ - 2000E 型钻机;提升系统为天车 900 kN、

游车 900 kN、大钩 900 kN;AJ27 型井架,高度 27 m,负荷 90 t;QZ3NB - 3500 型泥浆泵,功率 257 kW;4190PZLG - 1 型柴油机 1 台(配备泥浆泵),6135 柴油机(增压)1 台(配备钻机);4135 柴油机发电机,功率 50 kW。

3 定向井的井身轨迹设计

3.1 剖面类型

常用的剖面有 2 种:即三段制(“J”)剖面和五段制(“S”)剖面,根据本井所处地层构造及地质要求,设计采用三段制剖面。即“直—增—稳(降)”的形式,有利于安全快速钻井,降低钻井成本。

3.2 造斜点的选择

造斜点应选在比较稳定的地层,避免在岩石破碎带,漏失地层,流砂层或容易坍塌等复杂地层定向造斜,以免出现井内复杂情况,影响定向施工。

应选在可钻性较均匀的地层,避免在硬夹层定向造斜。

造斜点的选择根据 2324 直井的情况和甲方要求的水平位移和选用的剖面类型决定。同时考虑满足采油工艺的需要。

3.3 最大井斜角

大量定向钻井的实践证明:井斜角 < 15° 不稳定,容易漂移。井斜角 > 45°,测井和完井作业施工难度较大,扭方位困难,转盘扭矩大,易发生井壁坍塌等现象。所以本丛式井的最大井斜角控制在 15° ~ 40° 之间。

3.4 井眼曲率

一般取 5° ~ 16°/100 m,本丛式井取 12°/100 m

收稿日期:2006 - 06 - 20

作者简介:王平(1968 -),男(汉族),陕西临潼人,西北有色地质勘查局七一五总队工程师,探矿工程专业,从事石油钻井技术、地基处理技术、岩心钻探技术工作,陕西省西安市临潼区文化路,13201714178, wphbm.2006@163.com。

来设计。

3.5 井身剖面的设计

定向井身剖面的设计方法有图板法、作图法、计算法等,在本丛式井的设计中我们采用针对陕北油田情况设计的计算机定向井设计软件来设计(具体设计图表数据等略)。

4 井下动力钻具及配套

本井施工中用的造斜钻具组合是采用弯接头和井下动力钻具组合进行定向造斜或扭方位施工。这种造斜钻具组合是利用弯接头使下部钻具产生一个弹性力矩,迫使井下动力钻具(螺杆钻具或涡轮)驱动钻头侧向切削,使钻出的新井眼偏离原井眼轴线,达到定向造斜或扭方位的目的。

4.1 井下动力钻具

本井定向钻井钻具使用山东德州产 5LZ165 × 7Y-3 型螺杆钻具。

4.2 弯接头

本井采用固定角度的弯接头,井场备有 1.5°、2°两种弯接头。

4.3 无磁钻铤

由蒙乃尔合金或不锈钢制成,不易磁化。为磁性测斜仪器提供不受钻柱磁场影响的测量环境,现场使用长度为 8~9 m。

4.4 稳定器

常用的稳定器有螺旋稳定器和滚子稳定器 2 种,本井使用螺旋稳定器、双母扣型,外径 214 mm。

在斜井钻进中,钻铤与下井壁接触,直接安装在钻头上部的稳定器为支点,稳定器上部的钻铤受压后向下弯曲,象杠杆一样迫使钻头产生斜向力来达到增斜的目的。

在降斜钻具中,稳定器离钻头一般为 10~20 m,稳定器下面的钻具靠自身重力,以稳定器为支点产生向下的钟摆力,达到降斜的目的。

近钻头稳定器能增强下部钻具的刚性,以限制下部钻具受压变形,收到稳斜效果。

稳定器的羽翼能修整井眼,使井眼曲率变化平缓,井壁圆滑。

5 钻井施工技术

5.1 一开井段 0~85 m(直井段)

地层特征:第四系表层,主要为黄土层,部分夹杂有河卵石、砾石。注意防漏失。

钻具结构:Ø311 mm 三牙轮钻头 + Ø159 mm 钻

铤 × 9 根 + Ø127 mm 钻杆。

泥浆体系:泥浆配方为每立方米泥浆中含钠土 20~30 kg、纯碱 1~2 kg、CMC 2~8 kg;性能指标为密度 1.04~1.10 g/cm³,粘度 20~25 s,pH 值 8~10,泥饼厚度 1.2~1.5 mm。

表层套管:Ø244.5 mm × 10 mm,底部打喇叭口,最大外径达 250~260 mm,喇叭外缠绕棕绳(密绕)数圈,防止漏失和套管下沉。

钻进方法:在不漏失的前提下,使用 Ø311 mm 三牙轮钻头大泵量、低转速(I挡)、大钻压钻进,施工中应注意观察井口返出的岩粉(屑),观察返出液量,严格控制井斜,必要时可吊打,保证直井段井斜 > 3°。

5.2 二开井段 85~782.04 m

5.2.1 地层特征

地层为侏罗系、三叠系。砂岩泥岩互层,以褐色、黑色泥岩为主,含少部分炭质泥岩。

5.2.2 泥浆体系

泥浆配方:钠土 20~30 kg/m³,纯碱 1~3 kg/m³,SL-II 增粘剂 0.5~3 kg/m³,CMC 2~8 kg/m³,无荧光润滑剂 3~5 kg/m³,防塌剂 5 kg/m³;泥浆性能为:密度 1.05~1.08 g/cm³,失水量 10~15 mL/30 min,泥饼厚度 < 1.5 mm,含砂量 < 0.5%,pH 值 8~9。

泥浆特点:

(1) 密度低,压差小,钻速快。

(2) 具有较强的携砂能力,触变性较好,环空岩屑含量较低,不易出现井下复杂情况。

(3) 可保持井眼的稳定性,特别是二开井段使用的 SL-II 处理剂具有较好的包被和不分散作用,对井内易塌、垮的泥页岩可起到保护作用。

(4) 可保护油层,减轻损害。因该类钻井液密度较低,可实现近平衡压力钻井,且粘土微粒含量较低,滤液对产层所含粘土矿物有抑制膨胀的作用,故可减轻对油层的损害。

(5) 该钻井液体系具有低的泥饼摩阻,利于斜井内钻具的提升、下放,防止卡钻事故的发生。

5.2.3 钻具选择及操作规程

5.2.3.1 85~150 m,直井段

(1) 钻具结构

Ø222.2 mm 三牙轮钻头 + Ø159 mm 钻铤 × 10 根 + Ø127 mm 钻杆。喷嘴结构选用 Ø9 mm + Ø12 mm + Ø15 mm 结构。

(2) 操作规程

大泵量,大钻压,中转速穿过表层套管底部 20 ~ 30 m 后提钻。

5.2.3.2 150 ~ 346.97 m,造斜井段

(1) 钻具结构

Ø222.2 mm 三牙轮钻头 + Ø165 mm 螺杆 + 2° 弯接头 + Ø159 mm 无磁钻铤 1 根 + Ø159 mm 钻铤 8 根 + Ø127 mm 钻杆。

(2) 操作规程

该螺杆推荐钻压 80 ~ 100 kN。

使用泥浆泵的最大排量,以尽量争取井底螺杆钻具的最大水功率,最大水冲击力,提高钻头转速,提高钻井效率。在造斜段的钻进过程中,要经常观察泥浆泵泵压的变化,以便正确判断分析井内情况。

施加钻压不应太猛。应均匀施加钻压,减少(轻)钻具的振动,造斜钻进时,不允许转盘旋转。

5.2.3.3 346.97 ~ 650 m,增斜—稳斜井段

(1) 钻具结构

Ø215.9 mm 三牙轮钻头 + Ø214 mm 稳定器 + 测斜挡板 + Ø159 mm 无磁钻铤 1 根 + Ø159 mm 钻铤 12 ~ 15 根 + Ø127 mm 钻杆。

(2) 操作规程

采用 150 ~ 180 kN 钻压,泵压 15 ~ 20 MPa,排量 25 L/s。

在斜井的钻进中,增斜钻具的井斜力随转速的增加而减小。因为随着转速的增加,钻柱的横向振幅增加,甚至下部钻具失去运动稳定性,钻头也不再只有稳定的指向,因此井斜力均值降低。据钻井实际情况,推荐使用Ⅱ挡转速 80 ~ 100 r/min。

(3) 操作要点

①钻进中钻压的大小应视井斜而定,当井斜增加过快时,应适当减小钻压;当井斜偏小时,应适当加大钻压。转速应视方位而定,当方位偏大时,应用Ⅰ挡(60 r/min)钻进降方位;当需稳定或自然增(减)方位时,可用Ⅱ挡(80 r/min);当需要增方位时应用Ⅲ挡(90 ~ 110 r/min)。

②增斜钻进时,应勤测斜,一般不超过 50 m 测斜一次,最多不允许超过 100 m 测斜,遇到复杂地层应加密测点,防止轨迹失控。

③稳定器下井前,应认真检查稳定器外径磨损情况和稳定器在钻具组合中的安放位置。稳定器的外径磨损应不大于 2 mm。

5.2.3.4 650 ~ 782.04 m(井底),降斜井段

(1) 钻具结构

Ø215.9 mm 三牙轮钻头 + Ø159 mm 无磁钻铤 1

根 + Ø159 钻铤 6 ~ 8 根 + Ø127 mm 钻杆。

(2) 操作规程

钻压 100 ~ 120 kN,转速Ⅱ挡 70 ~ 80 r/min,泵量 20 ~ 25 L/s,泵压 15 MPa。

6 泉丛 2324-1 井的造斜施工

本井于 2005 年 9 月 8 日开钻,9 月 10 日下入 Ø244.5 mm 表层套管 86.50 m,9 月 12 日钻达井深 176 m,下入 Ø222.2 mm 钻头 + Ø165 mm 螺杆钻具开始造斜施工。

6.1 井斜角、方位角的测量

实际施工中,采用增—(稳)—降法施工,测井使用磁性单点照相测斜仪与斜口管鞋配合,测斜仪可以投入(用钢丝绳送入)无磁钻铤内照相。

照相不仅反映出测量井段的顶角和方位,同时也给出了井斜方位与造斜工具弯曲面之间的夹角,即现场使用的工具面角。见图 2 所示。

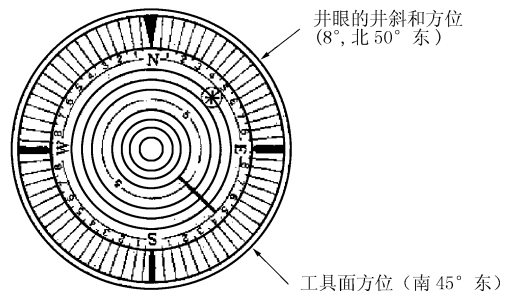


图 1 单点测斜照片显示井斜方位及工具面

6.2 实际井眼曲线的计算与绘制

目前有 4 种计算,即平衡正切法、平均角法、最小曲率法、圆柱螺旋线法。本井使用均角全距法,即平均角法现场计算。参见图 2。

$$\Delta H = L \cos\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$$

$$\Sigma Y = L \sin\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

$$\Sigma X = L \sin\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

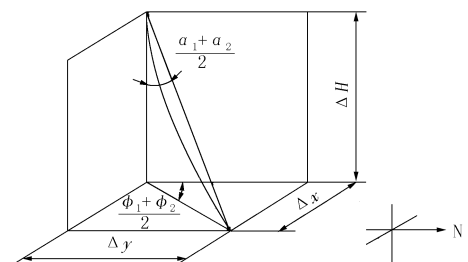


图 2 平均角法计算井眼曲线

6.3 造斜方法

本井施工采用钻杆打印下钻配合测斜仪测井的定向方法。

6.4 完钻情况

2005 年 9 月 13 日,240 m 井深,起钻下入稳斜钻具($\varnothing 215.9$ mm 钻头 + $\varnothing 214$ mm 稳定器),钻至井深 650 m 起钻去掉稳定器,然后用 $\varnothing 215.9$ mm 钻头 + $\varnothing 159$ mm 无磁钻铤 + $\varnothing 159$ mm 钻铤 10 根 + $\varnothing 127$ mm 钻杆进行降斜钻进,至 2005 年 9 月 15 日至井深 780 m 完钻。

7 测井情况

2005 年 9 月 15 日,经长庆测井队测连斜和甲方——延长油矿管理局下寺湾钻采公司多点测井,结果见表 1。

表 1 泉丛 2324-1 井测井数据对比表

项目	靶方位/ $^{\circ}$	靶位移/m	靶心距/m	设计油中/m
设计数据	206.35	192.61	20	690
单点数据	210.70	189.46	14.84	691.69
连斜数据	211.17	187.88	16.68	690
多点数据	210.83	190.54	15.42	690

8 结语

(1) 井队施工的泥浆泵排量较低,限于设备能力,螺杆钻具没有发挥到最佳状态,实际结果是造斜钻进时进尺效率低,平均时效在 3~4.5 m。

(2) 钻头水力参数的设计,喷嘴的选用,有待完善。如果水眼太小,泵压达到额定值时,排量可能相对过小,螺杆马达不易发挥出最大效能;同时系统压力增高,造成螺杆内轴承上、下液流压力过高,影响井底推力轴承和径向轴承寿命。如果水眼过大,钻具承受钻压能力降低,轴承得不到良好的润滑。

(3) 井身轨迹控制技术是石油钻井工程配套技术的关键环节,它不仅包括对井斜角及其变化率的控制,而且也包括对方位角及其变化率的控制。

(4) 纵观钻井技术发展的历史,在目前和今后一个时期内,定向钻井技术的发展趋势将是:进一步完善 MWD 随钻测量系统、井身轨迹井下闭环控制系统、“智能”钻井系统。

参考文献:

- [1] 编写组. 钻井手册(甲方)[M]. 北京:石油工业出版社,1990.
- [2] Inglis T A. 定向钻井[M]. 苏义脑,等译. 北京:石油工业出版社,1995.

亚洲最大铁路枢纽站京沪高铁南京南站九月开建

中央政府门户网站 备受关注的京沪高速铁路南京南站于 2006 年 9 月开建。铁道部第四勘察设计院有关人士日前透露,南京南站设计规模是现南京站的 6 倍,建成后将成为亚洲最大的铁路枢纽站。据了解,京沪高铁南京段包括了南京南站、大胜关长江大桥和 27 km 左右的铁路正线三大工程,建设总投资 136 亿元。

4 条铁路线汇聚

南京南站是京沪高铁五大始发站之一。根据铁四院《可行性研究报告》,该站位于南京双龙大道、机场高速、绕城公路、秦淮新河围合的长方形区域内,占地 2 km²。

除了从大胜关过江的京沪高速铁路、沪汉蓉(上海—南京—合肥—武汉—重庆—成都)铁路以外,“可研报告”显示:南京南站正式启用后,还将引入宁安(南京—芜湖—安庆)和宁杭(南京—杭州)铁路,近期旅客发送量 4413 万人次,远期可达 5822 万人次。

根据规划,南京南站的轨道将错综复杂,其到发线有 28 条(含正线),站台达 15 座。为了方便乘客乘车,目前设计方拟采用“三场布置方案”,即京沪线的列车进到一个专门的车场,沪汉蓉铁路与宁杭城际的列车进一个车场,宁安城际的列车进一个车场。

届时,南京南站除办理京沪高速铁路、沪汉蓉铁路的业务外,还将办理大部分宁杭、宁安城际及少量沪宁城际列车

的业务。预计到 2020 年,南京南站办理业务的列车将达 346 对,2030 年将达到 481 对。

5 种交通模式转换

规划中的南京铁路南站综合交通枢纽包括了铁路站、公路客运站、地铁站、公交站,并将建设到南京火车站、机场的连接线,实现五种交通模式的无缝转换。

在铁路南站周围,已经规划了一级汽车客运南站,发送所有班线,侧重苏南、浙北,设计发送能力为年 30 万人次。

客运南站与铁路南站将直接完成公铁换乘,最大限度实现“一个屋檐下,乘客不出站”。

南京地铁一号线的南延线以及 3 号线都将在铁路南站的地下,与现在的南京站一样,上下出口直接换乘。

另外,在规划中,铁路南站这一综合交通枢纽还将包括航空:铁路南站与禄口机场将设计一条连接线。

提升南京在长三角经济圈中地位

有关专家表示,京沪高铁南京枢纽的建设,将给南京带来空前的发展机遇。等到南京南站建成,设计时速 350 km 的京沪高铁开通,南京到北京仅需 4 h,南京到上海最快将只要 1 h。沪宁同城,南京在长三角经济圈中的地位将得以明显提升。“京沪高铁的开通将从根本上改变长三角的时空格局,”南京大学长三角研究中心一位专家说:“一个直接的好处是,南京将跨过苏锡常,拉近了和上海的距离。”