

井斜控制理论及防斜钻井技术综述

赵新瑞 姜敬华 奚艳红 张绍先

(大庆石油管理局, 黑龙江大庆萨尔图 163003)

摘要 在钻井过程中,井斜给钻井工程带来一系列的危害,并造成巨大损失。早在 50 年代,国外就研究了光钻铤在钻压作用下的弯曲问题,导出了有关计算模式;60 年代提出了双稳定器防斜钻具的理论,为满眼钻具的发展提供了理论基础;70 年代提出了用小势能法求解下部钻具的受力和变形。国内在 60 年代以前,基本上是引用国外的理论和方法,进入 70 年代逐步开展了防斜理论的研究。首先是唐俊才等人,指出了 Hoch 的公式推导中的错误,并给出修正公式;后来白家祉教授提出了用纵横弯曲连续梁理论求解下部钻柱的受力和变形;杨勋尧在研究钟摆钻具、满眼钻具基础上,得出简化的公式和图表,在川东指导钻井实践取得好效果。文中系统介绍了井斜控制技术,对井斜控制理论研究、防斜钻井技术研究及防斜钻井实践有重要参考、指导意义。

关键词 井斜控制 钟摆钻具 偏重钻铤 满眼法 防斜器

中图分类号:TE28;TE21 文献标识码:A 文章编号:1006-768X(2000)01-0004-06

Summarization on deviation control theory and anti - deflection drilling technology

ZHAO Xin - rui, JIANG Jing - hua, XI Yan - hong, ZHANG Shao - xian

(Daqing Petroleum Administration, Daqing 163003, China)

Abstract During drilling, hole deviation has a series of damage to drilling engineering. In overseas, In 50 s, the bending question of drill collar was studied under the action of WOB, and related computing method was induced. In 60 s, the theory of anti - deflection drilling tool with double stabilizer was proposed. It formed theoretical basis for the development of packed hole drilling tool. In 70 s, the force and deformation of bottom drilling tool was presented by using small potential energy method. In China, before 60 s, anti - deflection theory and method were quoted from abroad. In 70 s, a series of research of anti - deflection theory were done. The paper introduces systematically deviation control technique which has important reference and directive function to study deviation control theory, anti - deflection drilling technology and anti - deflection drilling practice.

Key words: deviation control, pendulum assembly, unbalanced drill collar, packed hole technique, inclining prevention device

井斜是钻井工作中一个较为普遍的问题,它直接影响着钻井井身质量和钻井速度。本世纪 20 年代末期,人们发现钻井过程中井眼弯曲问题并认识到钻绝对直的井是不可能的。40 年代末至 50 年代初期,井斜控制成为钻井技术领域所关注的问题。50 年代至 70 年代初期,井斜控制理论研究取得了重要成果,并形成和发展了一套比较完整的钻直井工艺。

1 发生井斜的原因及其危害

1.1 发生井斜的原因

钻井实践表明,井斜的原因是多方面的,如地质条件、钻具结构、钻井操作技术措施以及设备安装质量等。归纳起来,造成井斜的原因主要有以下两方面:一是钻头与岩石的相互作用,即因所钻地层的倾斜和非均质性使钻头受力不平衡而造成井斜;二是钻柱力学方面,即下部钻具受压发生弯曲变形使钻头偏斜并加剧其受力不平衡而造成井斜。

1.1.1 地质条件对井斜的影响

地质条件是产生井斜的重要原因,一般影响井斜的地质因素有:地层倾角、层状结构、各向异性、岩性的软硬交错以及断层等。

收稿日期:1999-01-12;改回日期:1999-06-17

作者简介:赵新瑞(1964—),1988 年毕业于大庆石油学院钻井专业,现为大庆石油管理局钻井研究所高级工程师。地址:(163413)黑龙江大庆八百垅石油钻井研究所,电话:0459-4892607。

1.1.2 对下部钻具弯曲的影响

下部钻具在钻压作用下发生弯曲是引起井斜的另一个重要原因,其弯曲程度越严重,井斜也越严重。下部钻具弯曲使钻头偏斜,其钻进的方向偏离原井眼轴线,直接导致井斜;下部钻具弯曲使钻压作用方向改变,不再沿井眼轴线方向施加给钻头,而是偏离一个角度,即钻头偏斜角,从而产生一个引起井斜的横向偏斜力。

下部钻具组合自身的特性及钻压决定其弯曲程度和对井斜的影响。

1.2 井斜带来的危害

长期以来,人们把井斜的危害归结于井斜角过大,因而常常采用轻压吊打等消极办法保证很小的井斜角。不仅严重限制了机械钻速,而且也不能从根本上消除井斜造成的一系列危害。

井斜过大,会使井眼偏离设计井位,打乱油田开发井方案。对勘探来说,井斜大了,会使井深发生误差,使所取的地质资料不真实,使井底远离设计井位,会错过油气层,造成勘探工作的失误;对钻井工程来说,井打斜了,钻柱在斜井内易靠在井壁的下侧,旋转时产生严重摩擦,在井斜突变井段钻柱发生弯曲,易使钻柱磨损和折断,也可能造成井壁坍塌及键槽卡钻等事故。同时,井斜大了,会造成下套管困难和下入的套管不居中,造成固井窜槽、管外冒油气,直接影响固井质量;对采油来说,井斜过大,会直接影响井下的分层开采和注水工作。如下封隔器困难,封隔器密封不好等,对采油井会引起油管 and 抽油杆的磨损和折断,甚至造成严重的井下事故。

2 井斜控制理论

2.1 井斜的概念和控制标准

所谓井斜,即一口井偏离了铅直线。一般来说,井斜可由井斜角、方位角、井底位移、井斜变化率等因素来衡量。

国外井斜控制标准主要是限制井眼曲率。美国学者 Lubinski 1961 年发表论文提出,最大允许的井眼曲率应以:钻杆不发生疲劳损坏;钻铤螺纹连接处不发生疲劳损坏;钻杆与井壁之间的作用力不大于 9071.84N;这三个数值中最小的一个数值为标准。国外有的把最大井眼曲率定为 $1.5^{\circ}/30\text{m} \sim 3^{\circ}/30\text{m}$ 。现在对此标准又有放宽的趋势。

国内对井斜标准的规定,主要是限制井眼曲率为 $3^{\circ}/100\text{m}$ 。对井斜角的规定,随地区不同而略有差异。

2.2 井斜控制理论

井斜控制理论的研究很早就为钻井界所重视,并列为重要的研究内容。

2.2.1 国外井斜控制理论

早在 50 年代,以美国学者鲁宾斯基 (Lubinski) 和 Woods 等人为代表,首先研究了光钻铤在钻压作用下的弯曲问题,探索了弯曲规律,导出有关计算模式,在防斜问题的理论研究方面作了开创性的工作。在此理论基础上提出了在钻铤适当位置加一个稳定器来防斜,即钟摆钻具,并编制了一整套实用图表来计算稳定器的安装位置,为后来的钟摆钻具防斜技术提供了理论依据。60 年代以 Hoch 为代表,根据钻柱在井内受到钻压的纵向作用弯曲后因井壁的限制而受到井壁的反作用力,实际上是把下部钻柱看成纵横联合载荷的梁,以此为依据提出了双稳定器防斜钻具的理论,为满眼钻具的发展提供理论基础。在 Hoch 理论指导下,60 年代广泛使用了满眼钻具。以后又出现了在钻头上再加一个近钻头稳定器,即至少有 3 个稳定器的满眼钻具组合。在“满眼”理论指导下,又出现了“方钻铤”、“螺旋钻铤”防斜,可以说满眼钻具的出现,使钻井的防斜问题取得了很大进展。

1973 年美国学者 Walker 提出了用小势能法求解下部钻具的受力和变形。其基本原理是:在斜直井眼中多稳定器下部钻具组合,在给定钻压和井壁约束条件下,发生挠曲变形,最后达到稳定状态,其势能达到最小,钻具组合在稳定状态下的势能应等于其应变能和外加载荷在组合变形中所做的功的代数和。

Amoco 公司的 Millheim 和 Warrn 首先用有限元法求解钻柱下部结构的受力和变形,它首先是将下部钻具组合从钻头到切点分成若干个有限单元,由于同一钻具组合在各种不同的钻井参数下的切点位置是一个变量,只能根据切点边界条件在整个求解过程中逐步迭代逼近。它是分段近似解决问题的方法,下部钻具组合的两维静态分析可用有限元法来求解。Sheel 公司的 Fischer 和 Bradley 使用差分法求解钻柱下部的受力和变形。其共同点是这 3 种方法所提供的模式均能计算钻头上所受的侧向力和钻柱与井壁的切点上所受的力,但需要大型计算机,计算结果都相当复杂;另外,由于力学模型过于简化,计算结果与实际都存在一定差距。Lubinski 在 1983 年来华讲学,系统介绍了 70 年代以来的研究成果,修正了过去研究中的不妥之处,指出其在 1950 年发表的有关钻柱二次或多次弯曲的结论是错误的,是假设钻柱在两维的螺旋形状态下得出的。

并在过去研究的基础上,仍用解微分方程的方法进一步求解多稳定器钻具组合的受力和变形,并编制了计算程序。70年代以来,研究中的一个重要特点是把地层造斜的因素定量地考虑进去,并用某个数学模式来表示。Lubinski 首先提出了“地层各向异性指数”的概念,石油工业出版社1980年出版的《美国钻井手册》把地层的造斜能力分为若干个等级(A、B、……T、U),并列表给出了不同地层倾角、不同井斜角、不同钻具组合和不同地层等级下应使用的钻压值。

2.2.2 国内井斜控制理论

国内60年代以前,基本上是引用国外的理论和方法,进入70年代逐步开展了防斜理论的研究。首先是西南石油学院唐俊才等人,对Hoch的防斜理论进行了深入的研究,指出了公式推导中的错误,并给出了修正公式。70年代末,白家祉教授提出了用纵横弯曲连续梁理论求解下部钻柱的受力和变形。此方法是将钻具组合下部的弯曲部分在稳定器处断开,形成数根简直梁,然后利用连续条件导出“三弯矩方程”,以解出各稳定器处的内弯矩。他在最近几年又分别用有限元法、最小势能法求解下部钻柱的受力和变形,并将求解结果与用纵横弯曲连续梁理论进行对比,得出了3种方法的结果基本上是一致的结论。原四川石油局钻采工艺研究所杨勋尧在最近几年对钟摆钻具、满眼钻具都进行了研究,得出了简化的公式和图表,并在川东现场上指导钻井实践,取得较好的防斜效果。另外,白、杨两人对地层造斜力也进行了一定研究。

2.2.3 地层造斜力的计算模式

国内外学者为了比较科学、定量地描述地层因素对井斜的影响,试图用地层造斜力 F_f 来综合反映该因素的大小。根据地层各向异性理论,利用各向异性指数 h 的概念和井斜是钻头前进的轨迹偏离原井眼轴线的基本定义,导出了地层造斜力 F_f 的计算式:

$$F_f = 1/2 [h \cdot \sin 2(\alpha - \beta) \cdot P] \text{ 或 } F_f = K \cdot P$$

式中: α —地层倾角; β —井斜角; P —钻压; K —地层综合造斜系数,反映地层造斜能力的大小,它取决于地层各向异性指数 h 和地层相对于井底平面的倾斜角,即相对地层倾角 $(\alpha - \beta)$, K 和 h 成正比, K 和相对地层倾角 $(\alpha - \beta)$ 成正弦函数关系。地层造斜力 F_f 和钻压成正比;当 $\alpha = \beta$ 时,地层造斜力 $F_f = 0$,而 $\alpha > \beta$ 时,地层力实际为降斜力。

另外,近几年大庆油田开展了地层自然造斜规律的研究,利用钻头与地层相互作用原理,建立了适

应井眼轨迹任意变化状态下计算地层自然造斜能力的理论模型,并采用地层各向异性指数和地层造斜系数两项指标来综合衡量地层自然造斜能力的方法,给出了易斜区地层对井斜影响的综合分析图版,为直井防斜的底部钻具组合设计提供了地质依据。

3 井斜控制技术

3.1 钟摆法井斜控制技术

3.1.1 钟摆钻具

对于钟摆钻具来说,稳定器的安放位置十分重要,是组合钟摆钻具的关键。如安放位置偏低则减斜力小,效果差;如安放位置偏高则稳定器以下钻铤会与井壁形成新切点,使钟摆钻具失效;因此,钟摆钻具中稳定器的理想安放位置应在保证稳定器以下钻铤不与井壁接触的条件下尽量提高些。稳定器位置主要取决于钻铤尺寸、钻压大小和井眼斜度等。

钟摆钻具使用特点:

钟摆钻具能较成功地用于不易井斜地区,在使用大钻铤的条件下,能保证较高钻压下钻出几乎垂直的井眼。比使用光钻铤钻具可增加钻压,而不会增大井斜。

钟摆钻具也是一种有效的纠斜工具,并广泛应用于各油田。

为充分发挥钟摆钻具的作用,应尽可能采用大尺寸钻铤加稳定器,这样形成的钟摆长,减斜效果好。在具体操作中应严格控制钻压,避免因加压过大使稳定器以下出现新切点致使钟摆失效;还应与处理地层交界面和加强划眼结合起来。

钟摆钻具的缺点是在直井内无防斜作用,与光钻铤一样,由于刚度小不能有效控制井斜变化率。

为满足易斜区快速钻井的要求还须使用其他类型的防斜钻具。

3.1.2 偏重钻铤

偏重钻铤每转一圈就有一次钟摆力与离心力的重合对井壁产生较大的冲击纠斜力,同时周期性的旋转不平衡性使下部钻柱发生强迫振动,大大提高了钻头切削下井壁的纠斜能力,另外离心力的作用使偏重钻铤重边在旋转时总是贴向井壁,使下部钻柱具有公转运动特性,来消除其自转对井斜的影响,使偏重钻铤在直井中更具有防斜作用。

偏重钻铤使用特点:

偏重钻铤是一种有效的防斜钻具,可在开钻时或在钻开易斜层之前下井使用,均具有良好的防斜效果,并可使用较大钻压。

在钻定向井时,如需减斜或将井眼恢复垂直,

使用偏重钻铤很有效,还可使用较大钻压。

偏重钻铤结构简单使用方便,一般在偏重钻铤之上接上普通钻铤即可,不需安放稳定器,便于起下钻时效高。

偏重钻铤在井下工作安全可靠,不易发生井漏和卡钻等复杂事故。在易发生井漏的易斜区,使用满眼钻具因环空间隙小,泵压高易引起井漏,而使用偏重钻铤则可避免。

在使用偏重钻铤时要特别注意防泥包,以免影响防斜效果。

3.1.3 塔式钻具

塔式钻具特点是下部钻具的重量大、刚度大、重心低、与井眼间隙小,一方面能产生较大钟摆力来防止井斜,另外稳定性好,有利于钻头平稳工作。

塔式钻具是国内外广泛使用的一种防斜钻具,它钻出的井眼规则,井斜变化率小,对井径易扩大地层特别有效。因带稳定器的钟摆钻具和满眼钻具在井径易扩大地层,起不到扶正和满眼的作用,防斜作用很差。实践表明,用好塔式钻具的关键是在于下部钻具的重量大、重心低。因此底部钻铤应尽可能使用大钻铤,其直径最好相当于套管接箍外径,使其后的套管易于下入,钻铤柱的重心要低于全部钻铤长度的 $1/3$,所加钻压应控制在全部钻铤重量的 $75\% \sim 80\%$ 以内,以防钻压过大使上部钻铤和钻杆严重弯曲,产生引起井斜的横向力。在使用塔式钻具时,因环空间隙小,循环钻井液时泵压高,转盘负荷可能增大,要特别注意泥包及易坍塌地层卡钻等问题。

3.2 刚性满眼法井斜控制技术

满眼钻具一般是由几个外径与钻头直径相近的稳定器及一些外径较大的钻铤构成。其防斜原理有二:一是由于满眼钻具比光钻铤的刚度大,并能填满井眼,在大钻压下不易弯曲,保持钻具在井内居中,减小钻头的偏斜角,从而减小和限制因钻柱弯曲产生的增斜力;二是在地层横向力的作用下,稳定器能支撑在井壁上,限制钻头的横向移动,同时能在钻头处产生一个抵抗地层力的纠斜力。为了发挥满眼钻具的防斜作用,钻具上至少要有三个稳定器,除靠近钻头有一个稳定器外,其上面还应再安放两个稳定器,保持有三点接触井壁,通过三点直线性来保持井眼的直线性和限制钻头的横向移动。以下分 3 种情况说明满眼钻具的防斜原理。

3.2.1 在垂直或接近垂直井眼中钻具的防斜作用

当钻具在垂直或接近垂直井眼中工作时,其作用是保持井眼沿铅直方向钻进,上稳定器抵消其上

钻具弯曲所产生的横向力,使其下钻具居中;中稳定器能抵消其上一根钻铤一旦弯曲所产生的横向力,并使其下钻铤处于井眼中心,并帮助下稳定器抵消地层横向力;下稳定器的作用自然是抵消地层横向力,限制钻头的横向移动。当地层横向力不大时,满眼钻具能保持刚直居中状态,使井眼沿铅直方向钻进。

3.2.2 增斜时钻具的防斜作用

当钻遇使井斜增大的地层时,满眼钻具能有效地抵消地层横向力,减小井斜的变化。在地层横向力的作用下,下稳定器和钻头靠向井壁的高边,抵抗地层横向力,限制钻头的横向移动。由于短钻铤的刚度大,能有力的反抗地层横向力对其上短钻铤的扭弯作用,产生的反力将趋使钻头靠向井壁的低边,产生纠斜作用,中稳定器能帮助下部钻具抵抗地层横向力;同时已在斜井眼中,钻具还有一个纠斜作用。这是由于上稳定器以上的钻铤因自重靠在井壁的低边,并以上稳定器为支点将压力下传,作用于其下一根钻铤产生一个弯矩,使中稳定器靠向井壁的高边,再以中稳定器为支点将压力下传,使钻头趋向井眼的低边,也产生纠斜力。所以满眼钻具在增斜地层中能限制井斜增大速度,使井斜角缓慢地增大,以防狗腿、键槽等现象的发生。

3.2.3 减斜时钻具的防斜作用

若井眼已发生偏斜,而地层又使其趋向于恢复垂直状态,满眼钻具的作用是防止井斜角过快地减少。下、中稳定器将抵抗地层横向力,限制钻头向下侧的移动。短钻铤也抵抗弯曲趋势,保持下稳定器趋向井眼的高边,中稳定器以上钻铤所产生的弯曲,也将使中稳定器趋向井眼的高边,帮助下稳定器抵抗地层横向力。所以满眼钻具在减斜时,能有力地抵抗地层减斜力,减小井眼的减斜率,以防井眼产生狗腿、键槽等不良现象。

总的说来,满眼钻具由于具有刚度大和填满井眼两个特点,在直井中当地层横向力不大时,能保持直眼钻进,在钻遇增斜或减斜地层时,也能有力地控制井斜变化率,使井斜不致过快地增大或减小,不会形成狗腿、键槽等影响井身质量的隐患。

3.3 偏心偏重防斜钻具的基本结构和防斜原理

该钻具有一段特殊的偏重段,上下稳定器之间的偏重段是将外径为 D_2 的圆柱外表面的一部分加工成外径为 D_1 ($D_2 > D_1$) 的结构而形成,并且两端的螺纹与本体不同心。当钻具旋转时就产生一个朝向重边的离心力,转速越高,离心力越大。钻具每转一周就会有一次钟摆力和离心力的重合,由于这种周

期性的旋转不平衡性使下部钻柱产生强迫振动,这种弹性的横向振动大大提高了钻头切削下井壁的纠斜能力。另外由于离心力的作用使偏重段重边的稳定器在旋转时一直贴向下井壁,使下部钻柱具有公转的运动特性,因此偏心偏重钻具在直井中更具有防斜能力。偏心偏重防斜钻具,随着转速的增大,最大离心力也增大。通过现场试验表明,偏心偏重钻具可适用于地层倾角较大层段防斜钻进,转速越高钻具的防斜能力越好。

3.4 防斜器的基本结构和防斜原理

防斜器的结构是下部为四螺旋稳定器,上部的外筒和内筒用普通螺纹连接,外筒和内筒之间具有一定的间隙,内筒上部可在外筒内滑动。

防斜器接在钻柱中所受的钻压不直接作用在外筒上,而内筒刚度小,稳定性差,内筒弯曲后在外筒内壁上产生横向力,使外筒弯曲,但由于外筒刚度大,弯曲变形很小,基本保持刚直状态,导致钻头的偏转角很小。另外,防斜器、稳定器直径与钻头直径相近,防斜器与井壁的间隙很小,所引起的钻头的偏转角很小。

3.5 易斜区钻机移位钻井技术

根据理论分析计算和现场实钻井的统计数据资料,确定出所钻区块的地层自然造斜规律,确定待钻井钻机移位的距离和方向,利用地层自然造斜规律,采用常规的钻井参数,使井眼轨迹按照设计钻进,不需要控制井斜而快速打中原井网所设计的目的层靶心。

3.6 PDC 钻头配合钟摆钻具防斜钻井技术

利用 PDC 钻头适合于低钻压和高转速条件下能快速钻进的特点,在易斜区采取 PDC 钻头与钟摆钻具配合使用的防斜钻井方法,发展了易斜区防斜钻井技术,提高了钻井速度和井身质量,实现了易斜区不纠斜,不吊打施工一次成功率 100 %。

3.7 大倾角地层柔性防斜钻井技术研究

利用柔性接头可小角度转动和不传递弯矩的特性,将其安放在钻具的底部,并配合稳定器,在正常加压钻进中使钻头产生具有降斜趋势的下倾偏转角,从而不断地切削下井壁来达到防斜和降斜的效果。所研究的钻具是一种新型的柔性防斜钻具组合,为实现大倾角硬地层正常钻压条件下的快速防斜钻进提供了一种新的技术途径。

最近,石油勘探开发研究院苏义脑提出了柔性防斜纠斜钻具,特点是其降斜力随钻压的增大而增大,若地层造斜力随钻压的增大而增大的幅度小于钻头侧向力(绝对值)随钻压的增大而增大的幅度,

则可采用加大钻压的方式实现降斜,即钻头侧向力与地层造斜力的作用效果相反,且足以抵消地层造斜力的影响,同时加大钻压有利于提高机械钻速。

此外,苏义脑还对偏轴防斜钻具进行了研究,它是利用偏轴接头使钻具在钻压作用下做稳定的弓形回旋运动,使钻头均匀切削井壁四周,并使钻柱与井壁的切点上移,从而产生较强的纠斜力;钻压越大转速越高,钻具越易产生和保持所需的变形,目前正在现场试验中。

另外,目前国内各油田从钻具组合和井下防斜工具等方面,不断对防斜钻井技术进行研究与实践。中原油田对井底位移限制很严格,为保证井底位移不超标,除采用常规防斜方法外,还推广应用了“悬浮钻井”工具及技术,使深井机械钻速提高了 30 %,钻头进尺增加了 20 %;克拉玛依油田采用了偏心下部钻具组合(偏心接头),它对断层和潜山高倾角地层防斜效果明显;辽河油田采用了液力变向器(液力钻头舵)防斜打直,在易斜井段可实现大钻压钻井,加快钻井速度。

4 井斜控制技术的发展方向和认识

90 年代以来,随着石油勘探开发形势的发展,找油找气领域的不断拓宽,钻井工程所面临的地面条件和地下条件更趋复杂。它推动了钻井工艺的不断进步,也推动了井斜控制理论和技术的不断向前发展。

目前及今后一个时期内,作为钻井工程成套技术中的关键之一的井斜控制技术的发展趋势:

在硬件方面,即在理论指导下研制新的井下防斜工具和监测仪器,以满足和完善已发展的防斜钻井工艺;

在软件方面,即将现有的防斜理论和经验与计算机技术结合起来,借助计算机对井斜进行分析计算、预测,决策咨询及实时控制等。

井斜控制的目的是在保证井身质量情况下,提高机械钻速,降低钻井成本。在钻井防斜打直过程中,要求在通过易斜层时尽量使用较高钻压并保持井斜角在允许值之内。在井斜控制理论中,发展了多种理论,对井底钻具组合在一定假设条件下进行了数理分析并能对其进行求解受力与变形。为方便研究均假设钻头所钻地层是各向同性的,钻头走向是沿着合力方向钻进,钻头所受合力的侧向分力至今尚无精确的定量计算方法。在井下工具方面,也一直进行着长期不懈的研究,但都有其局限性。今

► 钻井工艺 ◀

老井重钻小眼井技术特点及问题分析

李剑波 潭安萍

(中原石油勘探局钻井工艺技术研究所在河南濮阳 457001)

摘 要 针对中原油田老井特点,对 Ø139.7 套管内老井重钻(侧钻和加深)进行了分析。根据 10 余口井的施工情况,重点介绍了 Ø139.7 套管定向开窗侧钻小眼井的工程设计、定向开窗、轨迹控制、钻头使用、钻井方式对比、扩眼效果分析,井下安全预防措施及完井工艺等钻井技术特点。针对现存问题进行分析并提出了几点建议。

关键词 定向侧钻 套管开窗 小眼井 设计 轨迹控制 钻头 中原油田

中图分类号:TE246; 文献标识码:A 文章编号:1006 - 768X(2000)01 - 0009 - 05

The slim hole technology and problems in re - entry in Zhongyuan Oilfield

LI Jian - bo ,TAN An - ping

(Drilling Technology Institute ,Zhongyuan Petroleum

Exploration Bureau ,Henan 457001 ,China)

Abstract :According to the old well characteristics,the paper analyses the old well re - entry technology (sidetracking and deeping)in Ø139.7 casing in Zhongyuan Oilfield. Through the redrilling practices of more than ten old wells ,the paper introduces directional sidetracking slim hole technology in Ø 139.7 casing ,especially drilling design ,oriented window milling ,trajectory control ,bit uses ,selection of drilling method ,hole reaming ,downhole safety precaution and completion technique etc. some drilling technique features. Finally ,it analyses occuring questions and gives some suggestion.

Key words :directional sidetracking ,casing window ,slim hole ,design ,trajectory control ,bit ,Zhongyuan Oilfield

老井重钻包括老井侧钻和老井加深,其目的是以较低的生产成本提高老油田的开发效率。通过老井重钻,可以使事故老井重新焕发活力。

1 中原油田老井现状

中原油田地质情况复杂,因各种因素造成生产井停产已达 2 000 余口,且相当一部分井无法通过大修手段来解决,需采取重钻技术达到救活老井的目的。自 1992 年开展此项技术以来,经过几年的研

后,在借鉴国外防斜工具及防斜工艺技术的基础上,结合国内各油田自身的地质特点,还应重点在研制新型防斜工具和钻柱力学分析方面投入人力和财力进行系统地研究,以求得在防斜工艺技术上的突破与发展。

参 考 文 献

[1] Lubinski ,A. A Study of the Bucking of Rotary Drilling String. Dpp. 1950.

[2] Woods ,H. B ,Lubinski ,A. Use of Stabilizers in Controlling Hole Deviation. Dpp ,Mar. ,1955.

[3] Millheim ,K. K. Operators Have Much to Learn about Directional Drilling. OG ,Nov. 6 ,1978.

[4] 杨勋尧. 地层造斜力的计算与应用. 石油学报,1985, (1).

[5] 白家祉,苏义脑. 井斜控制理论与实践. 北京:石油工业出版社,1990.

[6] 闫铁,贾仲宣,张建群,赵新瑞. 地层自然造斜能力的计算与分析. 中国石油工程学会第二界年会论文集, 1992.

[7] 贾仲宣,闫铁,周英操,赵新瑞. 大庆长垣西翼易斜区钻井技术研究. 钻井工程. 北京:石油工业出版社,1995.

[8] 刘希圣主编. 钻井工艺原理. 北京:石油工业出版社, 1988.

收稿日期:1999-04-01;改回日期:1999-09-02

作者简介:李剑波,1987年毕业于江汉石油学院钻井专业,高级工程师,现在中原油田钻井工艺技术研究所在定向井室工作,曾发表论文 20 余篇,系本刊特约通讯员。电话:(0393)4899703。

(技审:王忠生;编辑:黄晓川)