

四川水平井钻井技术的现状及发展方向

陈作, 吴允

(四川石油管理局钻采工艺技术研究院)

摘要: 介绍四川水平井钻井技术取得的主要技术成果以及目前的技术水平, 并针对川渝地区储层特点的水平井工艺技术进行了分析, 结合国内外水平井的发展现状, 提出了川渝地区水平井今后的发展方向。

关键词: 水平井; 钻井技术; 发展方向

中图分类号: TE 243.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-768X(2003)04-001-02

四川定向井水平井技术起步较早, 从60年代完成的磨-3水平井开始, 经过“八五”“九五”时期的攻关及推广应用, 先后在塔里木、青海、吐哈、滇黔桂、冀东、西南地质局、重庆、四川、川鄂边、泰国等地区完成了多口各种类型的定向井、丛式井、水平井。在水平井钻井中, 已完成了多台阶水平井、多目标水平井、长半径水平井、中半径水平井、短半径水平井。其中, 在局外和国外承担的水平井, 均取得了良好的经济技术效益。

四川水平井钻井技术回顾

早在1965年, 四川就钻成了全国第1口水平井磨-3井, 该井总井深1685 m, 垂深1350 m, 水平位移444.2 m, 井斜 92° 后水平延伸160 m, 油层内井段超过直井13倍。这是我局在全国最早开始的水平井试验, 标志着四川水平井钻井技术已经开始了发展。随后在丹凤场构造钻成了丹21-1长半径水平井, 该井井深3635 m, 最大井斜 94° , 在目的层钻进611 m, 水平段长311 m; 在金华构造上钻成了金54w-1 $\varnothing 152.4$ 小井眼中半径水平井。在莲池区块钻成了莲50中半径水平井, 该井井深2525 m, 最大造斜率 $45^\circ/100$ m, 在 $\varnothing 152.4$ 井眼5 m厚的产层内水平钻进316 m。

在新疆钻成了LN3-H2、LN24-H1、TZ404、LN1-H1等水平井, 除TZ404外, 其余3口井完钻井深均超过5000 m。其中, LN1-H1中半径水平井, 水

平位移1167 m, 水平段长660.15 m, 井眼轨迹在水平段上下波动0.84 m, 创造了3项塔里木探区的水平井钻井纪录。完成的LN3-H2中半径双目标水平井, 横穿2个产层, 下了4个台阶, 水平位移745 m, 水平段长525 m, 该井获高产油气。

2002年, 完成了磨75-H中半径水平井。该井是西南地区第1口在老井基础上加深钻成的中半径薄产层水平井。地质上对水平段靶区垂深进行了5次修改, 钻成了3个台阶, 水平位移763 m, 在产层内横穿526 m, 水平段长516 m, 在针孔发育的云岩产层内钻进了398 m, 占到整个水平段长的77%, 是雷-1¹中亚段第一储层厚度的199倍; 该井获高产天然气, 是磨溪地区直井平均产量的9倍。

这些水平井的钻成和投产, 标志着四川的水平井钻井技术已比较成熟, 掌握了长、中、短半径水平井以及小井眼水平井的钻井技术。

四川水平井钻井取得的主要技术成果

四川经过在高温、含硫、多压力系统、碳酸盐岩硬地层等复杂地质条件下对钻定向井水平井多年的探索、实践、总结、提高, 使水平井钻井技术得到了较快的发展, 主要取得了以下技术成果:

1. 水平井的优化设计技术

形成了一套水平井设计技术, 用最优化控制理论完成了川渝地区水平井优化设计方法的研究和优化设计软件的编制。能够对长、中、短半径水平井、三

收稿日期: 2003-04-23

作者简介: 陈作, 高级工程师, 四川石油管理局钻采工艺技术研究院定向井中心主任。地址: (618300)四川广汉市中山路南二段, 电话: 0838-5151316。

维水平井、多目标水平井进行优化设计。

2. 水平井井眼轨迹控制及可视化技术

建立了用几何法、能量法计算常用的造斜马达的造斜率的方法;用有限元法建立了导航钻井条件下井下马达的强度校核公式并设计了最优钻具结构;编制了水平井井眼轨迹控制软件,实现了井眼轨迹的实时三维显示与跟踪控制。

3. 水平井待钻井段预测及实时修正技术

建立了水平井待钻井眼的下部预测模式,对下部待钻井眼的钻进情况提前作出预测,确保安全和准确中靶。

4. 水平井安全快速钻井技术

建立了川渝地区复杂地质条件以及其它地区地质条件下的水平井安全快速钻井方法,并对大斜度段和水平段井壁的稳定性作了深入的分析研究,研究了有效解决大斜度段和高造斜率井段井下复杂的技术,总结出了川渝地区定向井水平井安全快速钻进的一整套方法。

5. 地质目标跟踪技术(初步)

采用盖层、产层、底层岩性、岩屑对比、可钻性对比、钻时对比,结合地质、钻井液、综合录井等方面的工作,规范和总结出了一套在没有随钻地质跟踪仪器情况下行之有效的地质目标跟踪技术。

四川水平井的应用探讨

四川水平井的钻井技术已比较成熟,但在川渝地区未能很好推广,关键问题是增效。由于川渝地区储层具有微裂缝、低渗透、不均质性强等特点,产层倾角变化大,应采用储层跟踪技术,确保准确中靶。在实际钻井过程中,应采取岩屑录井、钻时录井、综合录井等办法,准确判断产层,在确保轨迹进入产层后,再增斜钻水平段,使轨迹准确钻中产层;在产层钻进中,要根据实钻岩屑情况调整轨迹,或上翘,或下沉,或左扭,或右扭,以满足产层倾角或方向的变化,使轨迹朝油气富集最有利的方向钻进。磨75井采用储层跟踪技术,获得了很好的效果。

水平井的储层保护也是一个不容忽视的问题。由于川渝油气田的储层是低渗透储层,水平井暴露产层的井段长,污染时间长,受钻井完井液的危害较大,最终直接影响水平井的产量。比较典型的莲50水平井,水平段横穿产层300多米,最终产量仅比直

井高约1倍。侏罗系、上三叠统沙溪庙属易于被伤害的低渗、低压储层,研究表明,该储层属强水敏、水锁地层,伤害程度可达40%~60%。多年来在川西地区一直没有钻到较大气量的井,邛西3井采用欠平衡技术却获得了高产气,这就需要我们调整以前的认识,加强储层的保护。因此,应重视研究产层的保护问题,研究水平井技术和欠平衡技术的结合问题,真正使川渝地区的水平井钻成并增效,充分发挥水平井增产的优势,把川局的水平井钻井技术优势转化为生产力,切实服务于油气田。

四川水平井钻井技术展望

随着川渝地区水平井的推广应用,给四川水平井钻井技术的进一步发展提供了难得的机遇和广阔的空间。四川的水平井钻井技术有望在以下几个方面得到较大的发展。

1. 地质跟踪技术的应用

利用伽马、自然电阻率等先进随钻录井仪器,并结合地质、综合录井,准确监测地层的变化。确保水平井轨迹钻中产层,找准裂缝,并在产层中最有利的方向钻进,避开底水。确保每口井都能钻成和增产。这是水平井提高经济效益的有力保证。

2. 三维多目标水平井的应用

川渝地区浅层存在多个产层,如果1口井占用1个井场,会浪费大量良田,且前期费用太高,使用常规丛式井技术,单井产量也低。对于可能的时候,采用三维水平井技术,1个井眼钻穿过多个产层,有条件时可以同时开采,也可以每层独立开采,以提高单井产量,节约投资,提高经济效益。

3. 套管开窗侧钻水平井的应用

随着油田的开采,很多井进入了产量递减的中后期,由于川渝油气藏低渗透性的特点,地下油气资源还很丰富,但直井眼由于泻油面积有限,大部分油气未采出直井就已经干涸了。采用套管开窗技术,可节约地面工程费用和上部井段的钻井费用。开窗后,若采用常规定向井技术,增产也有限。若采用短半径甚至径向水平井技术,则基本上解决了上述问题。可较大幅度地提高产量。

随着钻井技术的不断进步和装备的改进,可以预见,四川的水平井钻井技术必将会有一个较大的发展。

(编辑:黄晓川)