**江苏油田小井眼钻井技术实践与分析**

贾万根1 贾禾馨2

（1.江苏油田分公司概预算中心，江苏 扬州 225009；2.中国石化财务共享服务中心南京分中心，江苏 南京 210033）

**摘要：**江苏油田油气资源开发已步入中后期，稳产和控制开发成本难度大。为提高勘探开发效率，降低钻井工程成本，江苏油田开展了小井眼钻井技术应用可行性分析研究和现场实践，取得了理想的应用效果，为油田持续发展提供了低成本开发技术借鉴。

**关键词：**江苏油田 小井眼钻井 低成本

**Practice and Analysis of Slim Hole Drilling Technology in Jiangsu Oilfield**

**Jia Wangeng1 Jia Hexin2**

(1.Jiangsu Oilfield Budget Center, Yangzhou Jiangsu, 225009;2. Nanjing Branch of Sinopec Financial Sharing Service Center, Nanjing, Jiangsu,210033)

**Abstract：**The development of oil and gas resources in Jiangsu Oilfield has entered the middle and late stages, and it is difficult to stabilize production and control development costs. In order to improve the efficiency of exploration and development and reduce the cost of drilling engineering, Jiangsu Oilfield has carried out feasibility analysis and field practice of slim hole drilling technology application, and achieved ideal application results, providing low-cost development technology reference for the sustainable development of oilfields.

**Key words：**Jiangsu Oilfield slim hole drilling low cost

江苏油田是典型的“小、碎、贫、散、窄”油田，历经40多年的勘探开发，已步入开发中后期，稳定油气产量与开发投资需求大的矛盾日渐突出，如何降低钻井成本已成为江苏油田勘探开发的重要课题。据文献调研，小井眼钻井是降低钻井成本、提高勘探开发经济效益的重要途径。为此，江苏油田自90年代未相继开展了套管开窗侧钻、加深小井眼、全井小井眼钻井技术应用研究与现场实践，形成了小井眼钻井配套技术，为复杂小断块油气田经济开发提供了一套投资少、见效快、经济效益显著的开发技术。

一、套管开窗侧钻小井眼钻井技术

套管开窗侧钻井是指在原套管内某一特定深度处开窗或段铣后侧钻出新井眼[1]。江苏油田自1996年开始应用套管开窗侧钻技术，通过技术引进和现场实践，积累了一定的经验。针对江苏油田大部分井为定向井、油层套管一般采用N80Ф139.7×7.72套管完井的情况，开发了系列开窗工具，配套了XJ-650型大修机和STX5560TZJ20型小钻机、以及3NB-500/800C/1000C型泥浆泵等钻井设备，完善了侧钻井钻（完）井工艺，形成了一套具有江苏油田特点的套管开窗侧钻井技术。目前主要采用的工艺是在Ф139.7套管上段铣开窗，

**第一作者简介：贾万根（1962年生），工程师，从事钻井和测井预结算工作。E-mail:jiawg.jsyt@sinopec.com。**

采用Ф118钻头侧钻至目标井深，悬挂Ф88.9尾管作为油层套管，全侧井段注水泥固井，射孔完井。自1996年套管开窗侧钻井技术在侧真148井应用以来，截止2018年底，江苏油田已成功实施套管侧钻井469口井，侧钻井井深在1090～4130m、裸眼段长在199.3～1442m、井斜最大达90°、侧钻井水平位移最长1328m，基本满足了江苏油田复活老井和停产停注井，恢复老油田产能的技术需求，侧钻井增油197.4×104t，已成为江苏老油区挖潜的重要手段。图1为1996-2018年江苏油田侧钻井数和年占比情况，可见，套管开窗侧钻井占比随油价的降低而上升，2017年的占比高达40%。

图1 1996-2018年江苏油田完成套管侧钻井、年占比图

二、加深小井眼钻井技术

加深小井眼钻井技术常用于超深复杂井钻井中，由于井身结构受限，为了实现地质目的，小井眼已作常规井眼钻进[2]。江苏油田采用加深小井眼钻井技术处理因井漏卡钻和老区调整井钻井中发生上漏下溢复杂，难以继续钻达目标层的问题。目前主要采用的工艺是在Ф215.9井眼中提前下入Ф177.8套管，封隔上面的漏失层，采用Ф152.4钻头继续钻进，直至目标井深，挂Ф114.3尾管或裸眼完井。至今已在T59-1井和CHX14井实施了加深小井眼钻井技术，成功钻达目标井深，实现了地质目的。陈X14井裸眼完井，取全地质资料，而T59-1井进行了小井眼段的压裂投产，初期产量7.6t，为复杂故障井的处理提供了一种有效的技术手段。表1为T59-1、CHX14井小井眼机械钻速与邻井常规井眼相同地层的钻速对比结果。可见，在相同地层钻井，采用Ø152.4小井眼钻井机械钻速为Ø215.9常规井眼的50%-60%。从施工过程分析来看，小井眼钻井机械钻速慢的主要原因有：钻头寿命短，磨损快；钻具小，加压困难；水眼小，循环压耗大，水力破岩较差；钻具刚性弱，扭矩传递差等。

表1 T59-1、CHX14井小井眼机械钻速对比结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 井号 | 井段，m | 地层 | 钻头 | 机械钻速，m/h | Ф152.4钻速/Ф215.9钻速 | 备注 |
| T59-1 | 1854-2190 | E1f | Ф152.4PDC | 4.82 | 59.51% | 试验井 |
| T33-7 | 1882-2395 | E1f | Ф215.9PDC | 8.10 |  | 对比井 |
| CHX14 | 1787-2693 | K2t | Ф152.4PDC | 4.46 | 50.86% | 试验井 |
| 邻区CH2块平均指标 | 1540-2528 | E1f | Ф215.9PDC | 8.77 |  | 对比井 |

三、全井小井眼钻井技术

全井小井眼钻井是90%以上井段用小于7in（177.8mm）钻头打的井眼[3]。江苏油田自2015年开展了全井小井眼钻井技术配套分析研究与现场实践。主要通过采用Langdmark软件，计算在Φ152.4小井眼中下入不同尺寸的套管在各种工况中的瞬态波动压力，开展小井眼井身结构设计优化分析，并相继开展固井、井控、采油、压裂、测井、射孔以及处理复杂的技术可行性分析，钻机和泥浆泵等主要钻井设备配套分析、小井眼钻井液体系配方实验优化等等，系统分析了小井眼钻井技术的可行性，并进行了选井试验，目前已在W5-49、SQX2井中成功试验。试验井的基本情况和主要钻井指标见表2、表3。可见，SQX2井在W5-49井小井眼钻井施工经验基础上，加强钻头选型，提高钻头与地层岩石的适应性，机械钻速有了大幅度提高。

表2 江苏油田全井小井眼井基本情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 井号 | 斜深  ，m | 垂深  ，m | 造斜井深，m | 井斜  ，° | 闭合位移，m | 井身结构 | 电测、固井情况 |
| W5-49 | 1183 | 1111.88 | 300 | 28.04 | 301.13 | Ф215.9×260m(Ф177.8×258.2m)  +Ф152.4×1183m(Ф114.3×1179.67m) | 电测顺利  固井质量合格 |
| SQX2 | 1655 | 1550.65 | 900 | 42.86 | 341.04 | Ф215.9×500m(Ф177.8×499.49m)  +Ф152.4×1655m(Ф114.3未下) | 电测顺利  裸眼完井 |

表3 江苏油田全井小井眼井主要钻井指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 井号 | 斜深  ，m | 地层 | 机械钻速  ，m/h | 钻井周期  ， d | 钻进时效  ，% | 钻机台月  (台月) | 井下异常情况 |
| W5-49 | 1183 | E1f1 | 3.42 | 30 | 50 | 0.93 | FL1365钻头泥包1次 |
| SQX2 | 1655 | E2d1 | 12.36 | 19 | 29 | 0.65 | M135G1RT钻头泥包2次 |

四、经济可行性分析

1、[套管](https://baike.baidu.com/item/%E5%A5%97%E7%AE%A1/4720212)开窗侧钻井可以充分利用原井场、原井的上部井眼和原有的输油输气管线, 明显节省投资。根据表4中统计的部分套管开窗侧钻井投资测算，可见，江苏油田侧钻井的费用相当于钻新井费用的30%～40%，侧钻水平井的费用相当于钻新井费用的50%左右。

表4 江苏油田部分套管开窗侧钻井投资表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 井号 | 侧钻点井深，m | 完钻井深  ，m | 侧钻段长  ，m | 侧钻段最大井斜，° | 侧钻井投资，万元 | 同区新井钻井投资，万元 | 侧钻井投资/同区新井钻井投资 |
| 侧SH19-15 | 1417 | 2425 | 1008 | 10.74 | 180 | 55 | 33% |
| 侧Z36-6 | 1714 | 2510 | 796 | 35.11 | 165 | 471 | 35% |
| 侧Z6-1 | 1820 | 2897 | 1077 | 41.01 | 200 | 665 | 30% |
| 侧X7-1A | 2065 | 2681 | 616 | 22.9 | 185 | 586 | 32% |
| 侧SY16-1 | 1971 | 2351 | 380 | 88.58 | 273 | 540 | 50.6% |

2、江苏油田采用加深小井眼钻井技术解决了因井漏等复杂造成钻井难以继续的问题，避免了报废井的风险，意义重大，经济效益可观。

3、对于全井小井眼井，根据油田修井机的钻进能力，可以保障实施2000m左右小井眼井。根据国内外小井眼钻井资料分析结果，借鉴兄弟油田小井眼钻井施工成本，综合考虑2000m井32钻机的定额、实际结算成本，以及T95-1井小井眼井段的施工成本，对江苏油田井深2000m左右的小井眼单井总费用进行评估，结果见表5。可见，对于2000m的Φ152.4小井眼井使用XJ450钻机钻井总成本约为290.9万元，而使用32钻机钻Φ219.5常规井眼的钻井总成本约为411.1万元，相较常规井眼，小井眼井钻井成本大约节省30%左右。

表5 江苏油田实施2000m井深Φ152.4mm的钻井工程结算费用总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钻机类型 | | 钻Φ152.4小井眼使用的XJ450钻机 | 钻Φ215.9常规井眼使用的32钻机 | Φ152.4井眼与Φ215.9井眼钻井各项成本对比 |
| 序号 | 项目 | 金额，元 | 金额，元 | 金额，元 |
| 1 | 钻井工程 | 2174026.58 | 3216798.20 | 节省1042771.62 |
| 2 | 钻前劳务 | 138736.63 | 211805.77 | 节省73069.14 |
| 3 | 泥浆劳务 | 94194.26 | 99714.96 | 节省5520.70 |
| 4 | 管具劳务 | 185840.39 | 226879.82 | 节省41039.43 |
| 5 | 固井劳务 | 96584.34 | 120239.17 | 节省23654.83 |
| 6 | 技术服务 | 189692.95 | 189692.95 | 0 |
| 7 | 废弃泥浆处理费 | 30843.46 | 46035.02 | 节省15191.56 |
| 8 | 总计 | 2909918.60 | 4111165.89 | 节省1201247.28(减少29.2%) |

五、结论与建议

1、江苏油田在技术引进基础上，通过开展小井眼井钻井配套技术研究与现场应用，基本形成适应江苏油田开发需要的三种小井眼钻井配套工艺技术，实现了经济开发。

2、套管开窗侧钻井投资少、见效快、效益显著，在复杂小断块开发中有很大潜力，是老区挖潜的有效手段。

3、实践表明：使用与地层岩石相匹配的钻头，能有效提高小井眼井的机械钻速。在做好钻头选型基础上，选择适合的钻井参数以及钻井液流变性能等配套工艺，是保证小井眼优快钻井的关键。

4、小井眼井钻井具有设备小、占地少、投资低等优点，在江苏油田这种处于人口密集、水域纵横、场地难找，环保苛刻的地区使用，能实现经济效益、社会效益、环境效益的协同发展，意义深远。

参考文献

[1]刘万震.现代侧钻井技术.北京：石油工业出版社，2009

[2] 马发明，陈举芬，杨涛，等.四川地区须家河组小井眼钻井技术研究. 钻采工艺.2006，29(4)，4-8

[3] 周煜辉，赵凯民.小井眼钻井技术. 石油钻采工艺.1994，16(2)，16-24.