

径向水平井侧钻工艺的试验与应用

王志

(大庆油田第九采油厂作业大队, 大庆 163853)

摘要 针对低渗透油田的开发现状,开展径向侧钻水平井技术的研究应用,详细论述了径向侧钻水平井钻井的工艺技术,使老井改造、加深、侧钻小井眼钻井技术及径向水平井等钻井完井配套技术得以快速发展,对低渗透油田开发剩余油气,提高采收率和综合经济具有十分重要的意义。

关键词 侧钻水平井 开窗 裸眼钻进 完井

中图分类号 TE242.9; **文献标志码** B

1 侧钻水平井的研究目的

作为老油区挖潜增效重要手段的套管开窗侧钻技术是在定向井技术的基础上发展起来的。从常规侧钻井发展到短半径侧钻水平井和连续油管侧钻井。

针对油田在开采过程中,油藏储层构造及断块复杂,打不到目的层的垂直井,因水淹、水窜而储量动用程度差,剩余油具有可采价值的生产井生产过程中油层套管严重破损的停产报废井;井下复杂事故以及为满足开发特殊需要等原因的油、气、水井所带来的问题,而采取在生产井的某一特定深度开窗,另钻新井眼水平完井(即侧钻水平井),使油、气、水井恢复生产,达到正常生产的目的^[1]。

2 侧钻水平井适应井别及适应条件

2.1 侧钻水平井适应井别

水平侧钻作为油田开发中井下作业的主要工艺技术,不但适用于油井,同样也适用于气井和注水井,不受井别的限制。

2.2 侧钻水平井适应条件

(1) 原井套管在侧钻点以上部分完好,能够满足生产要求;

(2) 要求原井眼侧钻点位置固井质量完好,保证侧钻井开窗施工顺利进行;

(3) 生产过程中油层套管严重破损不能进行大修处理的停产井,并且原井剩余油具有可采价值;

(4) 由于水平侧钻是利用了部分原井眼,使得侧钻井径受到了一定限制,这样就必需使用直径较小的钻铤和钻杆,虽然直径较小的钻柱柔性比较好,可直径较小的钻柱同时也限制了可用钻压的范围,同时侧钻后由于开发的需要还要满足于分层开采及其它措施需求,这就需要尽可能的加大侧钻井井径,大直径的井眼也比小直径井眼易于控制方向。小直径井眼裸眼钻进时地层特性对井眼偏离设计剖面的影响大,且水平侧钻所下尾管尺寸受到原井眼限制,不利于分层开采及其它措施采取。所以进行水平侧钻井的井径经分析比对结合现场实际应选择直径为120 mm以上的套管为宜。

采油九厂油井应用的套管大部分都是 $\Phi 139.7$ mm套管,其内径都在120 mm以上,满足侧钻水平井的要求。

3 侧钻水平井的设计

3.1 侧钻水平井的轨迹设计

国内外的钻井实践已充分证实了水平井在提高原油采收率,增加单井原油产量,开发薄油藏等方面的巨大效益。但有一些不成功实例也充分说明了设计不合理是造成投入高与产出的重要原因,

因此侧钻井轨迹的优化设计是非常重要的。在吸收国内外水平井设计经验基础上,通过实践使我们充分认识到侧钻轨迹设计是一个系统工程,因此以下诸多因素在设计中必须加以考虑:

- (1) 地质、油藏工程对水平井靶区的要求;
- (2) 采油工艺、增产措施对完井的要求;
- (3) 测井、地质资料采集对设计的要求;
- (4) 设计对地质预测不确定性的适应性;
- (5) 地层分层、岩性、破裂压力、孔隙压力、坍塌压力。

3.2 侧钻点选择

在侧钻井中,即斜向器的位置就是造斜点。确定了斜向器的位置,窗口的位置相对就确定了。

(1) 造斜点即窗口位置应选择在比较稳定的地层。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,以避免出现井下复杂事故,影响侧钻施工。

(2) 应选在可钻性较均匀的地层。应避免在硬夹层定向造斜。

(3) 造斜点的深度应根据设计井的垂直井深、水平位移决定,并要考虑满足采油工艺的需要。设计垂深长应既充分利用原老井井眼,又减少了裸眼钻进井段;若垂深短则会增加裸眼钻进长度及下固尾管技术难度。因此要综合考虑造斜点的深度,满足侧钻需要,实现少投入的侧钻目的。

3.3 井眼曲率确定

在侧钻裸眼钻进中,井眼曲率是一个很重要的参数。井眼曲率过大会给钻井、采油和修井作业造成困难。当然井眼曲率也不宜过小,井眼曲率太小会增加斜井段的井眼长度,从而增大了井眼轨迹控制的工作量,影响钻井速度。因此在侧钻中井眼曲率应控制在 $(30^{\circ} \sim 65^{\circ})/10 \text{ m}^{[2]}$ 。

4 侧钻水平井的施工过程

4.1 斜向器的固定过程

侧钻方位的确定即对需要水平侧钻的油水井,采用一定的工艺措施,保证斜向器斜面在井筒中指

向预定设计方向。一旦斜向器的斜面在井筒指向明确,侧钻井方位也就确定,因此方位的确定是定向侧钻成功与否的关键^[3]。

采用斜向器进行套管开窗侧钻,其斜向器类型可分为:液压卡瓦式、底部触发卡瓦式、套管接箍触发卡瓦式和固定锚式等多种,但其固定原理是相同的。

4.2 侧钻水平井的开窗、修窗(复合式铣锥开窗、修窗工艺)

铣锥由镶有硬质合金的铣锥体、排水槽、水眼、接头等组成。铣锥下到预定位置后,钻具在方转盘驱动下带动铣锥旋转,在斜向器的导斜作用下,将斜面所对应的套管部分磨铣掉,达到开窗的目的。

复式铣锥开窗过程可以划分成三个阶段,各个阶段应采用不同的开窗参数:

第一阶段:从开窗铣锥磨铣斜向器顶部开始至铣锥底圆与套管内壁相接触。此阶段应轻压慢转、磨铣出一个均匀的接触面。钻压应控制在 $1 \sim 5 \text{ kN}$,转速 $60 \sim 80 \text{ r/min}$ 。

第二阶段:从铣锥底圆与套管内壁相接触至铣锥底圆磨出套管外壁。此阶段应用较大的钻压和较高的转速。此段重压很容易提前外滑,但不加一定钻压又不易磨铣切削套管,因此钻压应控制在 $10 \sim 30 \text{ kN}$ 。

第三阶段:从铣锥底圆磨出套管外壁至铣锥全部磨出套管。此阶段应减小钻压,增加转速。起下钻及电测在窗口位置不磕、不碰、不挂。钻压控制在 $10 \sim 20 \text{ kN}$,转速 $60 \sim 80 \text{ r/min}$ 。

以上三个开窗阶段,修井液上返速度均应大于 600 L/min ,否则磨铣套管过程中的碎物不易携带出来。在 $\Phi 139.7 \text{ mm}$ 套管内开窗,根据套管材质不同所需时间也不同,J55 套管一般需用 $2 \sim 4 \text{ h}$,N80 套管一般用 $6 \sim 8 \text{ h}$ 。

4.3 侧钻水平井的裸眼钻进过程(造斜钻进,水平段钻进)

裸眼钻进与普通垂直井钻进有其共性,即采用一定的钻柱组合钻达目的层。侧钻水平井裸眼钻进的步骤包括造斜钻进及水平段钻进。

4.3.1 造斜钻进

造斜钻进的目的在于保证开出窗口后保持井

斜,方位不发生大的变化。造斜钻进一般选用开窗用铣鞋等工具。造斜钻进长度根据矿场多年实践经验证明,用铣鞋造斜钻进超过 5 m 后,再换其它钻头或工具钻进。

4.3.2 水平段钻进

裸眼钻进目的在于钻开侧钻井窗口以下含油层系,提高和恢复产能,达到侧钻的目的。对于一般侧钻水平井,在裸眼钻进过程中,除保证钻达目的层外,还要防止形成键槽的“狗腿”井段。

钻进驱动方式除转盘外,还可采用井下动力钻具。如何控制好裸眼钻进过程中的钻进轨迹,主要依靠对钻具选择、钻压、转速以及排量的控制。

5 侧钻水平井完井技术

目前侧钻井完井方法根据侧钻目的及油藏类型有尾管、筛管、滤砂管及其它方法:

5.1 尾管完井

5.1.1 定义

侧钻后经原套管下入新钻孔眼内的完井管柱,通过固井和射孔后构成井筒与井底通道的工艺技术称为尾管完井^[4]。

5.1.2 技术要求

① 尾管(或接箍)最大外径小于套管内径 8 ~ 10 mm。并符合生产要求。

② 尾管串要作弯曲稳定计算。

③ 尾管喇叭口位置应超出窗口 30 ~ 50 m。尾管所下位置与设计位置允许误差为± 0.5 m。

5.2 筛管完井

5.2.1 定义

侧钻达到目的层后,把带筛管的管柱下入油层部位,然后封隔产层顶界以上的环形空间的完井工艺技术称筛管完井。

5.2.2 技术要求

① 筛管完井一般不用于出砂井,因而采用圆形筛眼的筛管。有时也用割缝筛管。

② 水泥伞(或管外封隔器)置于井径规则及相对坚硬的井段。

③ 注水泥后用小钻头通井至井底,并洗井清洁。

5.3 滤砂管完井

选用具有胶结性能良好的胶结剂,同经过筛选的具有一定硬度的颗粒物质骨料,按比例混合,在一定条件下固结成型,制成滤砂管,并与其它工具组合下入井内的完井工艺技术称为滤砂管完井。

5.4 其它完井技术

(1) 先期裸眼完井:先期裸眼完井对侧钻井而言,即利用原有油水井部分套管在已固井条件下,侧钻裸眼井段,钻达目的层后,即投产的完井工艺技术。

(2) 砾石充填完井:在油层裸眼部位的井眼下大套管,在筛管与井眼环形空间填入砾石,最后封隔筛管以上的环形空间,油层油流通过砾石和筛管流入井内的完井工艺技术。

6 侧钻水平井的应用情况

水泥固定斜向器相对于封隔器式斜向器固定法具有施工简便可靠,将两步工艺合为一步,优点是利于少投入,但缺点是注入水泥后将斜向器以下套管封死,不利于今后生产层再次开采。目前我厂侧钻水平井斜向器选择及固定方式均采用封隔器式斜向器固定法。

在开窗、修窗过程中使用钻具为 $\Phi 120$ mm 铣锥 + $\Phi 73$ mm 钻杆,裸眼钻进过程中使用钻具为 $\Phi 118$ mm 三牙轮钻头 + 柔性钻杆 + $\Phi 73$ mm 钻杆,循环液为清水 + 0.3% 防膨剂。密度 1.00 ~ 1.05 g/cm³。采油九厂含油层多为油砂岩层,故多数采用筛管完井方式。

截止到 2010 年,采油九厂共实施应用超短半径侧钻水平井 8 口,取得明显的增油效果,其中 7 口井增油效果明显,目前平均日增油 0.5 t,累计增油 924 t。

7 结论

(1) 实施应用超短半径侧钻水平井具有明显的

效果,不仅使油井恢复正常生产,而且达到很好的增油目的。

(2) 侧钻水平井较好地解决了外围油田打新井征地难的问题的同时,也较好地解决了由于油层套管损坏使部分开发区块井网布局不合理的问题。

(3) 侧钻水平井可以开采出直井无法动用的剩余油,可以成为油田挖潜手段之一,具有较高的推广应用价值,是一项很好的应用技术。

参 考 文 献

1 王家宏. 中国水平井应用实例分析. 北京:石油工业出版社,2003

2 卢运周,孙刚宏. 云 2-平 1 井的设计及施工技术. 西部探矿工程, 2002;75(2):56—57

3 许房燕,段永明. 水平井技术在宝浪低孔低渗油藏开发中的应用. 河南石油,2000;(3):20—23

4 张善严,刘 波. 大庆喇萨杏油田水平井的矿场实验. 石油学报, 2006;27(12):147—150

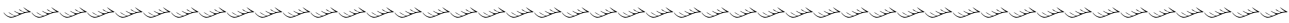
Radial Horizontal Well Sidetrack Process Test and Application

WANG Zhi

(Downhole Operation Department of No.9 Oil Production Company of Daqing Oilfield, Daqing 163853, P. R. China)

[Abstract] In low permeable oil fields, and carry out the development status of radial horizontal sidetrack technical research, the application of radial sidetrack horizontal well drilling technology is discussed, which old wells, deepen reform, sidetrack slimhole drilling technology and radial horizontal well drilling and well completion technology rapid development, supporting the development in low permeable oil fields surplus oil and gas. Improved the recovery and comprehensive economic has the very vital significance.

[Key words] sidetrack horizontal well open the window uncased drilling well completion



(上接第 6694 页)

参 考 文 献

1 赵海丽,陈琦峰,王继良. 35CrMo 钢螺栓断裂失效分析. 金属热处理,2007;32(6):114—115

2 刘昌奎,臧金鑫,张 兵. 30CrMnSiA 螺栓断裂原因分析. 失效分析与预防,2008;3(2):42—47

3 上海交通大学《金相分析》编写组编. 金相分析. 北京:国防工业

出版,1982

4 孙国锋,宣 炜,汪纯伟. 螺栓断裂失效分析. 物理测试,2011;1: 57—58

5 徐 君,陈纪东,李 生,等. 风力发电机连接螺栓断裂失效分析. 工程与试验,2010;50(3):34—36

6 马 光,韩 钰,陈 新,等. 输电铁塔用 6.8 级螺栓断裂失效分析. 金属热处理,2011;36(2):105—108

Fracture Analysis of Bolt of Tower Crane

KONG Xiang-jun,TAO Si-da

(Liaoning Shihua University, Fushun 113001, P. R. China)

[Abstract] The bolt of tower crane was suddenly fractured after operating for one year. By analysis the chemical composition,mechanical properties, microstructure, impurity and pattern of fracture, the analysis shows that the grade of impurity exceeds the application criterion, the finish of the bolt face is not good, heat treated technology is irrationality, dehydrogenization treating could meet the technology require, these lead the bolt broken under the alternate load. At the same time, the relevant improving measures are put forward.

[Key words] hydrogen embattlement bolt stress concentration fracture