

引用格式: 欧阳勇, 刘汉斌, 白明娜, 等. 苏里格气田小井眼套管开窗侧钻水平井钻完井技术[J]. 油气藏评价与开发, 2021, 11(1): 129-134.  
Ouyang Yong, Liu Hanbin, Bai Mingna, et al. Drilling and completion of sidetracking horizontal well with small hole casing in Sulige Gas Field[J]. Reservoir Evaluation and Development, 2021, 11(1): 129-134.  
DOI: 10.13809/j.cnki.cn32-1825/te.2021.01.018

# 苏里格气田小井眼套管开窗侧钻水平井钻完井技术

欧阳勇<sup>1,2</sup>, 刘汉斌<sup>1,2</sup>, 白明娜<sup>1,2</sup>, 段志锋<sup>1,2</sup>, 黄占盈<sup>1,2</sup>

(1. 中国石油长庆油田油气工艺研究院, 陕西 西安 710018; 2. 低渗透油气田勘探开发国家工程实验室, 陕西 西安 710018)

**摘要:** 侧钻水平井可动用原井控制储量, 挖潜侧向、纵向剩余油气藏。国内外研究表明: 长时间停产井重新复产及低产井增产都需要实施侧钻水平井工艺。苏里格气田地处鄂尔多斯盆地, 是我国储量规模超万亿的特大气田, 已建成 $249 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的年产能, 但其单井产量低、递减速度快, 日产量小于 $3\,000 \text{ m}^3$ 的井占50%。如何实现苏里格气田开发的稳产和降本增效, 探索侧钻水平井, 提高气田采收率是一个技术方向。针对研究区块的小井眼侧钻水平井的工艺难点, 从安全钻井、完井工艺、经济效益方面开展研究。现场试验侧钻水平井12口, 平均水平段长度672 m, 平均钻井周期为49 d, 工艺实施后平均单井日产气量 $2.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。实践表明, 套管侧钻水平井对苏里格气田低产低效井提高气田采收率在技术上是可行的。

**关键词:** 苏里格气田; 提高采收率;  $\phi 139.7 \text{ mm}$  套管; 侧钻水平井;  $\phi 88.9 \text{ mm}$  非标准钻杆

中图分类号: TE243

文献标识码: A

## Drilling and completion of sidetracking horizontal well with small hole casing in Sulige Gas Field

Ouyang Yong<sup>1,2</sup>, Liu Hanbin<sup>1,2</sup>, Bai Mingna<sup>1,2</sup>, Duan Zhifeng<sup>1,2</sup>, Huang Zhanying<sup>1,2</sup>

(1. Oil and Gas Technology Research Institute, PCOC, Xi'an, Shaanxi 710018, China;

2. State Engineering Laboratory of Exploration and Development in Low-Permeability Oil Field, Xi'an, Shaanxi 710018, China)

**Abstract:** Sidetracking horizontal wells can be used to control reserves, digging potentials and longitudinal residual oil and gas reservoirs. The researches at home and broad show that both restart production of long-time shutdown wells and increasing oil and gas production in low production wells need to imply sidetracking horizontal wells. The Sulige Gas Field, located in the Ordos Basin, is a giant gas field with reserves exceeded trillion, and in there an annual production capacity of  $249 \times 10^8 \text{ m}^3$  has been built. However, its single well yield is low, the rate of decline is fast, and the number of wells with daily production less than  $3\,000 \text{ m}^3$  accounts for 50%. To explore side drilling horizontal wells and to improve gas recovery are the technical directions to achieve the steady production, cost reduction and efficiency increase in development of Sulige Gas Field. In view of the difficulties of sidetracking horizontal wells with small holes in the research block, the researches are carried out on safe drilling, completion technology and economic benefit. Twelve sidetracking horizontal wells are tested in site, with an average horizontal segment length of 672 m and an average drilling cycle of 49 d. The initial average daily gas production of a single well after sidetracking was  $2.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ . The practice shows that it is technically feasible for the casing sidetracking horizontal well to improve gas recovery of low production and low efficiency wells in Sulige Gas Field.

**Key words:** Sulige Gas Field, enhanced oil recovery,  $\phi 139.7 \text{ mm}$  casing, sidetracking horizontal well,  $\phi 88.9 \text{ mm}$  non-standard drill pipe

苏里格气田地处陕西与内蒙古接壤的鄂尔多斯盆地, 油气勘探面积 $5.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 目前是勘探储量规

模与产量最高的陆相致密砂岩油气藏<sup>[1]</sup>。自建设以来, 生产天然气累计达 $2.35 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。总体贡献主要

收稿日期: 2019-05-30。

第一作者简介: 欧阳勇(1977—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事页岩油、致密气等非常规油气藏钻完井新技术研究与推广工作。地址: 陕西省西安市未央区明光路长庆新技术开发中心, 邮政编码: 710018。E-mail: oyy\_cq@petrochina.com.cn

基金项目: 中国石油重大科技专项“侧钻井示范与推广”(2019D-4209)。

为直井,井数比率达88%,但一些井日产气量偏低,且存在开采成本与生产管理的难题。另外,由于气体流速低,井底积液比较严重,因此,需要探索套管侧钻水平井工艺技术以实现低产井增油增气、长停井复产。实践证明,套管侧钻水平井在其他油气田具有良好的实施效果<sup>[2-5]</sup>。许孝顺、靳树忠等<sup>[6-7]</sup>对超深开窗侧钻中短半径水平井钻井技术进行了研究;李群山、何伟国等<sup>[8-9]</sup>在分支井和双层套管井侧钻开窗水平井技术方面开展了相关的研究;朱春林、唐明、朱健军等<sup>[10-12]</sup>对基于膨胀套管侧钻开窗技术等方面进行了研究,并在塔河油田方面得到了应用;郭元恒、陈大伟等<sup>[13-14]</sup>在小井眼和大位移井侧钻开窗方面水平井钻井技术方面进行了研究。针对苏里格气田存在的技术难题开展的侧钻水平井研究对后续钻井工艺分析具有科学指导作用。

## 1 小井眼侧钻开窗水平井技术难点

### 1.1 井筒尺寸小和修井作业难度大

早期该区块大部分井眼结构为 $\phi 139.7$  mm套管进行完井,开发方式为分压合采,封隔器类型主要有Y241、Y344和K344,相对而言,完井管柱形式比较复杂,修井起下钻成功率较低。

### 1.2 钻具组合尺寸小和井眼轨迹控制难度大

由于采用 $\phi 118$  mm井眼进行侧钻钻进,钻具入井受钻井参数、地质参数影响较为敏感,因此,在进行定向井钻进过程中,井眼轨迹控制困难且难以预测,同时缺少准确的理论模型进行计算分析,给现场施工带来了难度。

### 1.3 小井眼钻进参数可控范围小和钻具易发生损坏

在小井眼钻井过程中,采用 $\phi 118$  mm钻头,钻井泵排量为8.0 L/s,钻井泵注压力达到18.5~25.0 MPa,造斜半径小,在造斜井段容易产生弯曲变形,而弯曲应力作用易发生弯曲破坏,尤其是在旋转钻进时,更易发生破坏。

### 1.4 钻井过程井壁坍塌与井眼漏失并存

钻井井眼增斜段地层脆性与硬度较大,层段岩石裂缝较发育,易吸水发生剥落,钻进中易发生钻井液沿裂缝漏失并造成井壁坍塌,井下事故频发。

## 1.5 水平井压裂改造难度大

苏里格气田是典型的致密砂岩气藏,完钻后需进行多段压裂改造,但由于钻井井眼尺寸小,后期压裂改造方式优选存在困难。

## 2 开窗侧钻水平井关键技术

### 2.1 井筒处理情况

针对苏里格气田老井井筒大多使用Y241封隔器的完井管柱,采用爆炸切割管柱回填水泥并筒处理的工艺,然后进行套管侧钻钻井工艺,井筒管柱结构如图1所示。

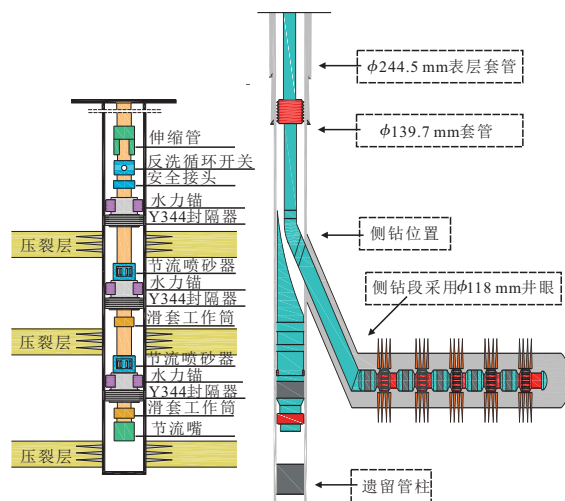


图1 侧钻井筒管柱结构示意图

Fig. 1 Wellbore string structure of side drilling

### 2.2 套管侧钻工艺流程

套管侧钻工艺环节重点考虑井眼轨迹、造斜工具能力、地层及钻具组合等因素。开窗方式一般有锻铣开窗、分体式开窗铣锥和一体式开窗铣锥3种,目前较常用的是分体式开窗铣锥工具。在需要侧钻的井中选定适当的井眼深度,安装斜向器,再运用铣锥进行侧向开窗,打开进入油层的新通道,然后进行侧钻至设计井深,最后下套管固井,射孔完井或裸眼完井<sup>[5]</sup>。

为提高开窗效率,采用了一体式开窗侧钻技术(图2)。一体式开窗时,斜向器和铣锥为一体,坐封方式为机械坐封,原理类似于Y211封隔器,上提下放坐封,相较于分体式开窗,其优点是一钻完成斜向器定向、坐挂、磨铣等套管开窗、修窗作业,缩短开窗周期。磨铣进尺由0.93 m提高至1.67 m,提高

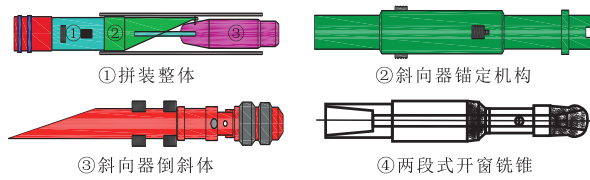


图2 一体式开窗侧钻管柱

Fig. 2 Integral windowing sidetracking string

79.56%,其中,苏14-X井仅用8 h完成开窗作业。

开窗侧向钻进钻井参数为:钻压0.5 t,钻速为50 r/min,排量为10 L/s,泵压17.0 MPa。

一体式开窗侧钻工艺流程如下:

1) 通井作业:通过通井冲砂清理前期开采作业所积累的岩屑等杂物保持井筒清洁,并能保证一体式开窗侧钻工具顺利下入;

2) 安放一体式开窗侧钻工具:用钻柱把一体式侧钻工具送到预定的深度,通过调节斜向器锚定机构上的坐封装置将工具整体固定在套管内部;

3) 套管开窗:固定好斜向器导斜体后,断开斜向器与铣锥之间的连接,调整好钻压、转速及排量等参数进行铣进,开窗完毕后应继续钻进一段距离,以便修窗;

4) 裸眼钻井:针对小井眼水平井侧钻摩阻大、扭矩较大等问题,通过减少滑动进尺和增加复合钻进进尺方式达到钻进目的。

### 2.3 大水眼和高强度非标钻杆选择

为提高钻压传递效率,有效降低泵压,优选 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆(表1),该钻杆通过对过钻杆水眼、节箍、管体外径的改造,增大了钻具与井壁间的环空间隙,提高钻压传递效率、有效降低了泵压。

对比 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆和 $\phi 73$  mm标准钻杆(图3):在 $15^\circ \sim 90^\circ$ 的不同井斜条件下,非标钻杆螺旋临界屈曲载荷提高了98.2%~101.6%,基本提高1倍。大尺寸钻杆抗弯曲能力提高能够防止钻柱屈曲,确保钻柱为钻头提供有效钻压,提高钻头破岩效

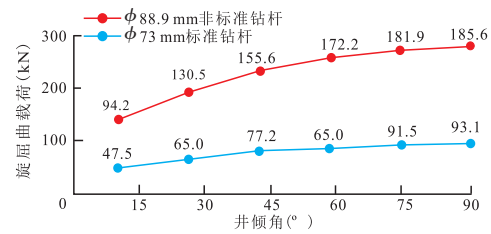


图3  $\phi 73$  mm标准钻杆和 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆的螺旋弯曲对比曲线

Fig. 3 Helical bending contrast curves of  $\phi 73$  mm standard drill pipes and  $\phi 88.9$  mm non-standard drill pipes

率和整体钻井效率。

根据图1的钻柱结构与钻具组合,运用Landmark公司提供的计算软件分别对 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆和 $\phi 73$  mm标准钻杆井身结构的临界排量变化关系进行了计算,计算结果表明:当环空携岩排量由10 L/s降低至7.6 L/s(降低了24%)时,井口泵压由29.1 MPa降低至19.5 MPa,降低了9.6 MPa,降低了33%(图4)。

以苏36-X井为例,井眼轨迹剖面参数与钻具组合如图1所示,钻头钻压为4.2 t,机械转速为2.35 m/h,排量为10 L/s,泵压为17 MPa,钻井液为水基钻井液,密度为 $1.26 \text{ g/cm}^3$ ,黏度为 $45 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ,对 $\phi 73$  mm标准钻杆和 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆压耗分布进行计算分析。从图5可以看出,采用 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆的钻柱内压耗减少24%,有利于携岩和提速。从2种钻

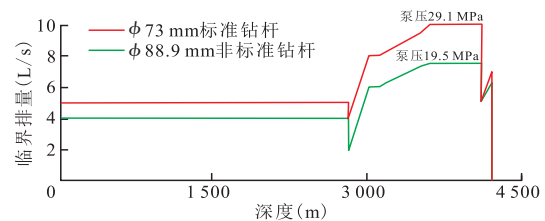


图4  $\phi 88.9$  mm钻杆和 $\phi 73$  mm钻杆携岩排量与井深变化曲线

Fig. 4 Variation curve of cuttings rate and well depth of  $\phi 88.9$  mm and  $\phi 73$  mm drill pipes

表1 不同尺寸钻杆性能参数对比

Table 1 Contrast of performance parameters of drill pipe with different sizes

钻杆类型	节箍外径 (mm)	管体外径 (mm)	管体内径 (mm)	节箍部分内径 (mm)	加厚	抗拉强度 (kN)	抗挤强度 (MPa)	抗扭强度 (kN/m)
$\phi 89$ mm特制钻杆	102.0	88.9	70.2	58.0	IU	2 336	176.5	15.0
$\phi 88.9$ mm非标准钻杆	104.8~127.0	88.9	66.1	57.2或49.2	EU、IU、IEU	944~2 175	74.9~175.1	19.5~35.1
$\phi 73$ mm标准钻杆	104.8	73.0	50.0	47.0	EU、IU	741~1 334	83.7~193.6	15.7~28.2

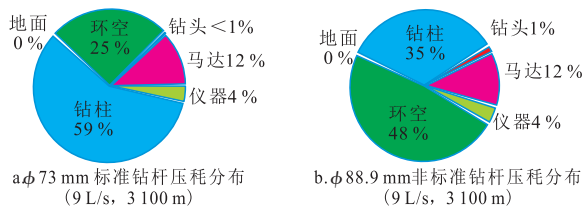


图5  $\phi 73$  mm标准钻杆和 $\phi 88.9$  mm非标准钻杆压耗分布对比

Fig. 5 Pressure loss distribution for  $\phi 73$  mm standard drill pipes and  $\phi 88.9$  mm non-standard drill pipes

杆的压耗分析来看,钻头压降仅占1%,说明小井眼侧钻中采用水力破岩效果不明显。

## 2.4 侧钻水平井轨迹控制

### 2.4.1 侧钻井段钻具组合

侧钻开窗之后,采用单弯螺杆复合钻进控制井斜钻出开窗点30 m以上,待 $GT$ (重力和)、 $BT$ (地磁强度)值稳定后再进行定向钻进。

选取钻具组合: $\phi 118$  mm钻头+ $\phi 95$  mm  $1.5^\circ$ 单弯螺杆+ $\phi 100$  mm配合接头+ $\phi 105$  mm回压阀+ $\phi 104$  mm定向接头+ $\phi 89$  mm无磁加重钻杆 $\times 1$ + $\phi 88.9$  mm加重钻杆 $\times 18$ + $\phi 88.9$  mm钻杆。钻井参数:钻压为20~30 kN,泵压为16~18 MPa、平均泵排量为8 L/s。

### 2.4.2 斜井段钻具组合

斜井段采用 $\phi 95$  mm $\times 1.5^\circ$ 螺杆造斜,井眼造斜率平均约为 $19^\circ/30$  m,井眼曲率取决于井底井斜(表2)。

表2 不同井底井斜下 $1.5^\circ$ 螺杆井眼曲率  
Table 2 Curvature of  $1.5^\circ$  screw hole with different bottom-hole inclination

井底井斜( $^\circ$ )	井眼曲率[( $^\circ$ )/hm]
10~20	0~3
20~40	-1~15
40~60	-1~18
60~90	9~24

选取钻具组合: $\phi 118$  mm钻头+ $\phi 95$  mm  $1.5^\circ$ ( $\phi 95$  mm  $2^\circ$ )单弯螺杆+ $\phi 100$  mm配合接头+ $\phi 105$  mm浮阀+ $\phi 104$  mm定向接头+ $\phi 89$  mm无磁加重钻杆 $\times 1$ 根+ $\phi 88.9$  mm钻杆 $\times$ (若干)+ $\phi 88.9$  mm加重钻杆 $\times 18$ 根+ $\phi 88.9$  mm钻杆。钻井参数:钻压为20~50 kN,泵压为16~19 MPa,泵排量为7~8 L/s。

### 2.4.3 水平段钻具组合

钻具组合: $\phi 118$  mm钻头+ $\phi 95$  mm  $1.25^\circ$ ( $\phi 95$

mm  $1.5^\circ$ )单弯螺杆+ $\phi 100$  mm配合接头+ $\phi 105$  mm浮阀+ $\phi 104$  mm定向接头+ $\phi 89$  mm无磁加重钻杆 $\times 1$ + $\phi 88.9$  mm加重钻杆 $\times 1$ + $\phi 88.9$  mm钻杆若干+ $\phi 88.9$  mm加重钻杆 $\times 18$ + $\phi 88.9$  mm钻杆。钻井参数:钻压为30~50 kN,泵压为21~23 MPa,泵排量为6.3~6.8 L/s。

## 2.5 钻井液配方体系

根据苏里格气田侧钻井段的地层特征,研发了具有防坍塌和储层保护的氨基聚醇强抑钻液配方体系,配方为:1.5%CAP-1+1%SMP-2+0.3%CMC(PAC)+0.5%HL-60+0.2%NaOH+0.5%CMS+4~5%QS-4+10~15%KCl+10%WT-1。

钻井液配方中的CPA-1(阳离子型封堵剂)对于黏土水敏的抑制性最好,KCl(氯化钾)次之。钻井液中的无机盐既可以提高体系的液相密度,又可降低滤液活度和地层的水化程度,有利于地层稳定。在钻井液中添加SMP(磺甲基酚醛树脂)及CMC(羧甲基纤维素钠)可对滤饼质量进行改善,使滤饼的致密性、可压缩性增强。该钻井液体系下的泥饼质量好且抑制性强,能对油气层起到一定的保护作用。应用效果如表3所示。

表3 常规条件下钻井液岩心伤害性评价

Table 3 Core damage assessment of drilling fluids under conventional conditions

样品号	层组	$K_{d1}$ 储层岩石气测渗透率( $10^{-3} \mu\text{m}^2$ )	$K_{d2}$ 储层岩石气测渗透率( $10^{-3} \mu\text{m}^2$ )	伤害率(%)
11	H8	0.41	0.38	5.8
61	H7	0.10	0.09	4.9
9	H8	0.12	0.11	6.7
13	H7	0.17	0.16	5.0

## 2.6 完井管柱工艺

采用外加厚+平式组合油管+外径小规格裸眼封隔器的完井方式,管柱组合为: $\phi 73$  mm+ $\phi 88.9$  mm+ $\phi 110.4$  mm(图6)。单井分段压裂平均为5段,平均加砂量 $40 \text{ m}^3$ ,平均砂液比22.3,平均泵注排量为 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

结合测井及录井数据资料,优选储层物性特征较好、气测结果好的井段作为射孔压裂的起裂点。封隔器应有稳定的坐封位置:含泥质砂岩段、电性差井段、井径变化小井段、钻时较长井段。应减小卡封起裂段长度,以便形成单一裂缝<sup>[17]</sup>。

表4 苏里格气田侧钻水平井技术  
Table 4 Sidetracking drilling for horizontal wells in Sulige gas field

名称	主要技术	技术指标
装备、工具	ZJ40、PDC钻头、MWD、 $\phi 88.9$ mm非标准钻杆	钻速从2.0 m/h上升至3.9 m/h, 钻井周期从100 d缩短至33 d
开窗工艺	一体式开窗工具	磨铣进尺提高79.6%, 最短开窗仅用8 h
钻井液	聚胺基防塌钻井液体系	井壁稳定, 实钻摩阻降低30%以上
压裂工艺	小直径裸眼封隔器分段压裂	实现88.9 mm裸眼6段12簇压裂; 最高投产产量 $7.1 \times 10^4$ m <sup>3</sup> /d

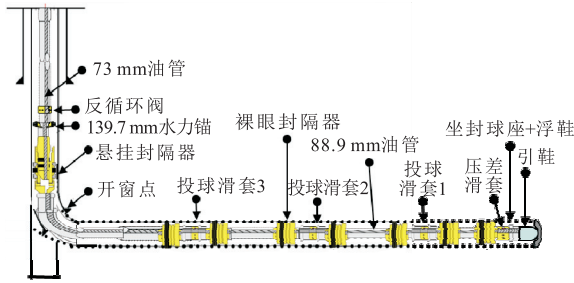


图6 裸眼封隔器分段压裂施工管柱

Fig. 6 Pipe string of open-hole packer fracturing

### 3 应用效果及经济效益评价

#### 3.1 应用效果

截至目前,形成了一体化开窗+裸眼完井+小直径裸眼封隔器压裂改造的侧钻水平井技术模式(表4),平均水平段长640 m,平均井深为4 200 m,平均钻井周期由最初的100 d缩短至33 d,钻井技术基本配套。

投产27口井,预测最终累采气 $3 100 \times 10^4$  m<sup>3</sup>(15 a),内部收益率为15.6%,投资回收期4.8 a,取得了预期效果。随着配套技术完善,侧钻技术在剩余气挖潜中的优势将进一步突显。

#### 3.2 经济性分析

苏36-X井的实例对比分析表明:对比当前的水平井钻井成本,采用小井眼侧钻水平井可节省费用达到了22%,如果侧钻水平井钻完井工艺的配套应用更加完善,可节省成本50%。

### 4 结论及认识

1) 针对苏里格气田的钻进工艺特点,提出的井筒处理工艺技术、钻具优化组合、井眼轨迹控制及完井配套工艺技术能够有效地满足钻井工艺需求,确保小井眼侧钻的顺利实施。

2) 现场投产的27口井,单井产量由侧钻前的

$0.3 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d 提高到侧钻后的 $2.2 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,单井综合费用仅为直井的1.5倍,岩屑量比常规井减少90%,侧钻水平井技术能有效挖潜剩余气资源,提高经济效益。

3) 建议尝试采用120.65 mm的井眼完钻,进一步降低小井眼侧钻水平井循环压耗,为提高排量和增加井眼净化程度提供有效手段。

#### 参考文献

- 卢涛,张吉,李跃刚,等.苏里格气田致密砂岩气藏水平井开发技术及展望[J].天然气工业,2013,33(8):38-43.  
Lu Tao, Zhang Ji, Li Yuegang, et al. Horizontal well development technology for tight sandstone gas reservoirs in the Sulige Gas Field, Ordos Basin[J]. Natural Gas Industry, 2013, 33(8): 38-43.
- 周文军,欧阳勇,黄占盈,等.苏里格气田水平井快速钻井技术[J].天然气工业,2013,33(8):77-82.  
Zhou Wenjun, Ouyang Yong, Huang Zhanying, et al. Rapid drilling technologies of horizontal wells in the Sulige Gas Field, Ordos Basin[J]. Natural Gas Industry, 2013, 33(8): 77-82.
- 商勇,陈世春,何选篷.轮古40C井套管开窗侧钻小井眼定向钻井技术[J].钻采工艺,2005,27(3):8-10.  
Shang Yong, Chen Shichun, He Xuanpeng. Sidetrack drilling and slim hole directional drilling technique in Lungu40C well[J]. Drilling and Production Technology, 2005, 27(3): 8-10.
- 王兴武.小井眼长裸眼侧钻水平井钻井实践[J].钻采工艺,2010,33(3):30-31.  
Wang Xingwu. Sidetracking techniques for horizontal well with slim-hole long hole[J]. Drilling and Production Technology, 2010, 33(3): 30-31.
- 韦效忠.浅谈苏里格气田老井开窗侧钻水平井技术[J].钻采工艺,2016,39(1):23-25.  
Wei Xiaozhong. Brief talk on sidetrack horizontal well technology in Sulige Gas Field old wells[J]. Drilling and Production Technology, 2016, 39(1): 23-25.
- 许孝顺.TP2CX超深开窗侧钻中短半径水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2012,40(3):126-130.  
Xu Xiaoshun. Drilling technology of ultra-deep sidetracking in medium/short radius horizontal well TP2CX[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2012, 40(3): 126-130.
- 靳树忠.套管侧钻分支井钻井工程设计及应用原则[J].石油钻探技术,2003,31(2):4-5.  
Jin Shuzhong. Drilling engineering designs for casing sidetracking multi-branched wells and the applications[J].

- Petroleum Drilling Techniques, 2003, 31(2): 4-5.
- [8] 李群山,靳树忠,王丽娟,等.双层套管开窗侧钻水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2001,29(2):26-27.  
Li Qunshan, Jin Shuzhong, Wang Lijuan, et al. Horizontal well drilling technology with double casing window opening and sidetracking[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2001, 29(2): 26-27.
- [9] 何伟国,唐明,吴柳根.塔河油田深层侧钻水平井膨胀套管钻井完井技术[J].石油钻探技术,2013,41(5):62-66.  
He Weiguang, Tang Ming, Wu Liugen. Expandable casing drilling and completion technology in deep sidetracked horizontal wells of Tahe Oilfield[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2013, 41(5): 62-66.
- [10] 朱春林,刘爱民,赵志国.膨胀套管技术在塔河油田超深井侧钻井中的应用[J].科学技术与工程,2012,12(31):8384-8389.  
Zhu Chunlin, Liu Aimin, Zhao Zhiguo. Application of expanding casing technique in tahe oilfield superdeep sidetracking well[J]. Science and Technology and Engineering, 2012, 12(31): 8384-8389.
- [11] 唐明,吴柳根,赵志国,等.深层侧钻水平井膨胀套管钻井封堵技术研究[J].石油机械,2013,41(2):6-9.  
Tang Ming, Wu Liugen, Zhao Zhiguo, et al. Research on the technology of expandable casing drilling plugging for deep layer sidetrack horizontal well[J]. Petroleum Machinery, 2013, 41(2): 6-9.
- [12] 朱健军.侧钻超短半径水平井J37-26-P14井钻井设计与施工[J].石油钻探技术,2011,39(5):106-109.  
Zhu Jianjun. Drilling design and implementation of sidetracking ultra-short radius horizontal Well J37-26-P14[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2011, 39(5): 106-109.
- [13] 郭元恒,张进双.元坝1—侧1井超深小井眼侧钻钻井技术[J].石油钻探技术,2010,38(6):113-115.  
Guo Yuanheng, Zhang Jinshuang. Sidetrack technology of well Yuanba1-C1 with ultra-deep slim hole[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2010, 38(6): 113-115.
- [14] 陈大伟,沙东,甄华强,等.庄海8Ng-H3K井开窗侧钻大位移水平井钻井完井技术[J].石油钻采工艺,2011,33(4):31-33.  
Chen Dawei, Sha Dong, Zhen Huaqiang, et al. Drilling & completion techniques of sidetracking extended-reach horizontal well for Zhuanghai Well 8Ng-H3K[J]. Petroleum Drilling and Production Technology, 2011, 33(4): 31-33.
- [15] 钱成.小井眼定向套管开窗侧钻技术研究[D].西安:西安石油大学,2014.  
Qian Cheng. Study on technology of directional sidetrack drilling on casing in slim hole[D]. Xi'an: Xi'an Shiyou University, 2014.
- [16] 赵巍,高云文,欧阳勇,等.苏里格气田泥页岩坍塌钻井液研究[J].石油与天然气化工,2013,42(2):173-176.  
Zhao Wei, Gao Yunwen, Ouyang Yong, et al. Study on drilling fluid for anti-collapse of shale in Sulige gas field[J]. Petroleum and Natural Gas Chemical Industry, 2013, 42(2): 173-176.
- [17] 喻鹏,车航,刘汉成,等.苏75-70-6H水平井裸眼封隔器10级分段压裂实践[J].石油钻采工艺,2010,32(6):72-76.  
Yu Peng, Che Hang, Liu Hancheng, et al. Practice of 10 stage fracturing with open hole packer in horizontal well in Well Su75-70-6H[J]. Petroleum Drilling and Production Technology, 2010, 32(6): 72-76.

(编辑 余聪)

## 《油气藏评价与开发》2021年专题征稿通知

为了进一步办出期刊特色,促进油气勘探开发成果的及时转化,2021年策划出版6期专题。欢迎从事相关研究的广大作者和读者撰写高质量论文,并在征稿截止时间之前及时投稿,我们将择优录用。

**内容要求:**深层页岩气、页岩气储层评价、一体化评价与开发、页岩油气勘探开发及智能化评价、深海天然气及其水合物成藏与评价、CO<sub>2</sub>驱油提高采收率等油气勘探开发技术以及配套工程工艺技术研究最新成果。

**论文要求:**论文格式参见官网投稿指南,基金项目支持的论文优先录用。

**投稿要求:**请登录期刊官方网站投稿。

**投稿网址:** <http://red.magtech.org.cn>

**联系电话:** 025-66201780 025-66201782

附:《油气藏评价与开发》专题征稿时间表

2021年专题征稿时间表

期次	专题主题	特约主编	投稿截止时间
第三期	一体化评价与开发	孙焕泉教授	2021年1月31日
第四期	页岩油气勘探开发及智能化评价	张金川教授	2021年2月28日
第五期	深海天然气及其水合物成藏与评价	康玉柱院士	2021年3月31日
第六期	CO <sub>2</sub> 驱油提高采收率	李阳院士	2021年4月30日

《油气藏评价与开发》编辑部

2021年2月2日