

# 塔河油田复杂结构井作业技术

孙 桓, 张军杰, 徐 刚

(中国石化 西北油田分公司 工程技术研究院, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**塔河油田近年在复杂结构井作业上取得了长足的进步,进行了陆上四级结构分支井完修井以及深井水平井作业工作,在复杂井作业上取得了较丰富的经验,对于进一步推广分支井的应用和降低油田开发成本具有重要意义。

**关键词:**完井;完井工艺;复杂结构井;分支井;塔河油田

**中图分类号:**TE24

**文献标识码:**A

## Operation technique in wells with complex structure, Tahe Oil Field

Sun Hen, Zhang Junjie, Xu Gang

(Research Institute of Engineering Technology, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** Big progress has been made in operations in wells with complex structure in the Tahe Oil Field. Completion and workover of quaternary structure branch wells on land and operation of deep horizontal wells are done. Rich experiences about the operation of complex structure wells have been gained, and are significant for branch well application and cost reduction.

**Key words:** well completion; completion technology; complex structure well; branch well; Tahe Oil Field

近几年来,世界石油工业面临着在降低成本的同时如何生产更多油气的挑战,水平井技术提供了一种有效的手段,它使一些用其他方法开采很不经济的油田可以进一步开发。

塔河油田目前共有水平井 270 口,占分公司总井数的 28.42%,其中侧钻井 157 口;近年来针对复杂结构井作业进行了一系列研究以及现场实践,取得了良好的经验成果<sup>[1-4]</sup>。

### 1 分支井完修井技术

2003 年,在塔河油田布置了当时陆上最深分支水平井(TK908DH 井)<sup>[1-2]</sup>,该井难度达到了 TAML4 级,即主井筒和分支井筒都下套管并固井。第一分支井垂深 4 597.02 m,斜深 5 234.55 m;第二分支井垂深 4 597.36 m,斜深 5 239.64 m。两分支井均采用了割缝衬管完井方法完井。

完井时采用 HOOK 套管悬挂系统,之后该井在投产第二分支一年后作业,投捞封隔器,打开第一分支双支合采,成功实现了分支井的选择性开采。

#### 1.1 单分支开采

TK908DH 井于 2004 年进行了第二分支完井作业:第一分支完钻后,下入 FB-1 封隔器封堵第

一支,再开窗侧钻完成第二分支,下入筛管常规完井(图 1)。

(1)完井难点:陆上最深分支水平井,可借鉴的

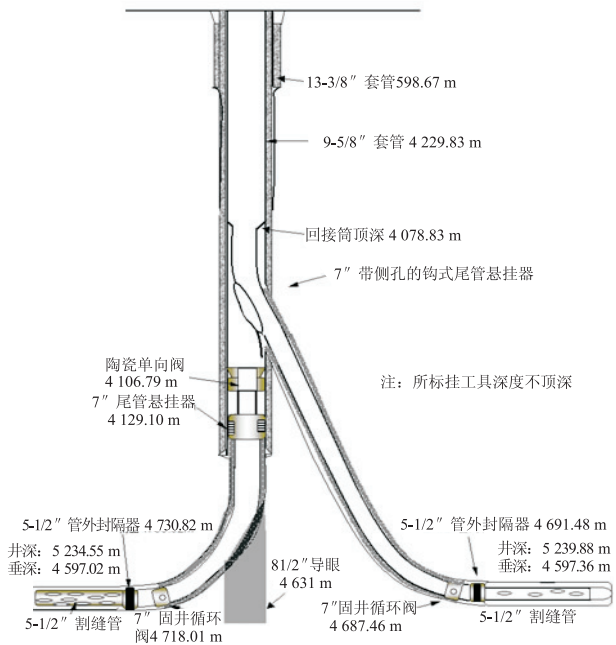


图 1 完井单采第二分支井身结构

Fig. 1 Second branch well structure of single production of well completion

经验和资料少;FB-1 封隔器为永久封隔器,有中途座封风险。

(2)完井过程中出现的问题:下入封堵管串封隔器(FB-1)中途座封,提前丢手,经磨铣打捞后出井,延误工期 7 天。

(3)FB-1 封隔器组合管串:7" 回接插入密封+7" 套管+转换接头(连接为一体)。陶瓷阀+密封筒+转换接头+延伸筒+FB-1 封隔器+送放工具(连接为一体);下入回接筒+陶瓷阀+FB-1 封隔器+送放工具+钻具;回接筒插入密封插入,密封良好;座封封隔器,验封,脱手。

该井进行第一分支堵塞后,开窗侧钻完成第二分支,因缺乏双支生产完井工具,于 2004 年 5 月底对第二分支下入 RH 封隔器后完井投产,初期日产 80 t,基本不含水。

1.2 双分支选择性开采

2005 年 7 月,为提高产量,对 TK908DH 井进行修完井作业(图 2),提出井内 RH 封隔器,打碎陶瓷阀,下入底带插入密封管柱,通过 CMD 滑套(图 3)实现选择性开采。

(1)修完井难点:通过 FB-1 封隔器打碎陶瓷阀;插入密封插入 FB-1 封隔器并保证密封;CMD 滑套可操作性。

(2)作业中出现问题:CMD 滑套可操作性较差,经过多次投捞方打开。

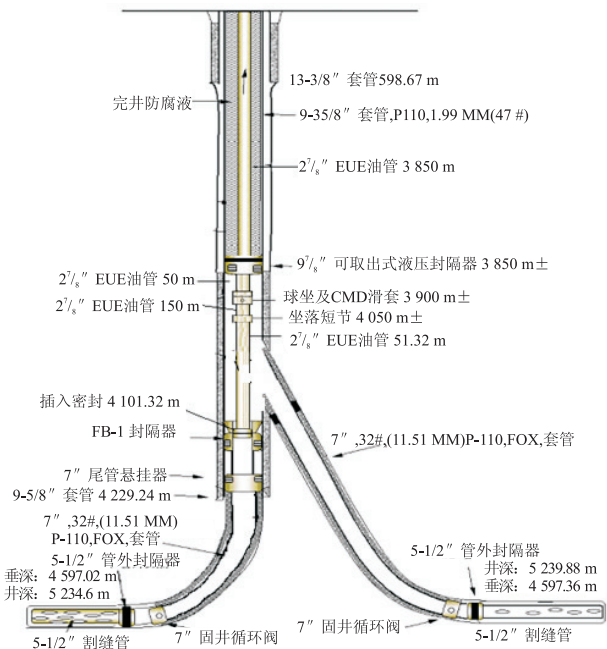


图 2 修完井选择开采双分支井身结构

Fig. 2 Structure of double-branch well in which alternative production is carried out through well completion and workover

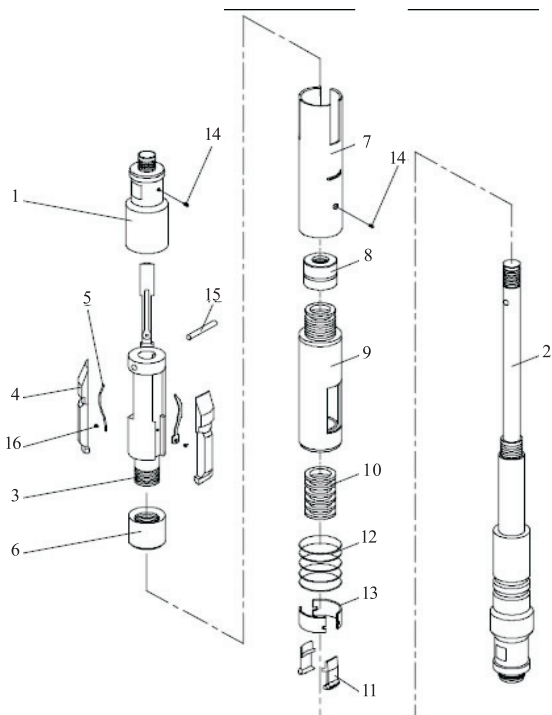


图 3 CMD 投捞开关滑套

Fig. 3 CMD sleeve-type operation for pulling and running

(3)作业工序:上提解封 RH 封隔器;起出窗口导向筒,打碎陶瓷阀并清理第一分支;下 9 5/8" 刮管器对主井眼封隔器预座封位置刮管;组下完井管柱;RH 可回收封隔器+CMD(可投捞开关)滑套+插入密封。

通过 2005 年 7 月双分支成功完井,双分支井整体合采后产量大有提高。最高产量达日产油 214.59 t,稳定日产油 140 t,充分发挥了双分支井的产能优势。

2 水平井完井技术

2.1 小井眼水平井遇油膨胀封隔器完井

小井眼完井是目前完井技术的一个难题,水平井小井眼完井难度更高。塔河油田碎屑岩水平井水淹后在 7" 井眼内侧钻(5 7/8" 钻头),在 T912CH 井(图 4)首先开展了小井眼完井实验。

(1)管外封隔器(遇油膨胀封隔器)(图 5)优势:在柴油或原油中膨胀;不需加压机座封;损伤自动修复,长期有效。

(2)遇油膨胀技术参数如表 1 所示。

(3)应用效果:T912CH 井投产后,套压长期稳定在 1.8 MPa 左右,说明封隔器密封良好,目前该井稳定生产 2 a,日产油 13 t 左右。

(4)缺点:为防止封隔器提前座封泥浆中原油含量低于 10%;膨胀时间较长,需等待 10 d 以上。

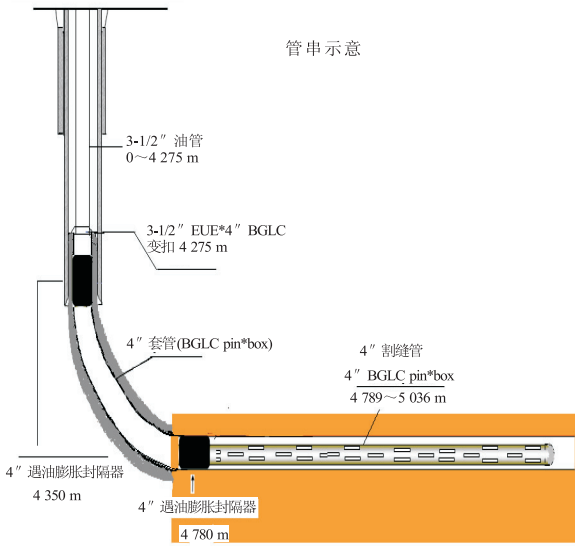


图 4 T912CH 井身结构示意图  
Fig. 4 Structure of well T912CH

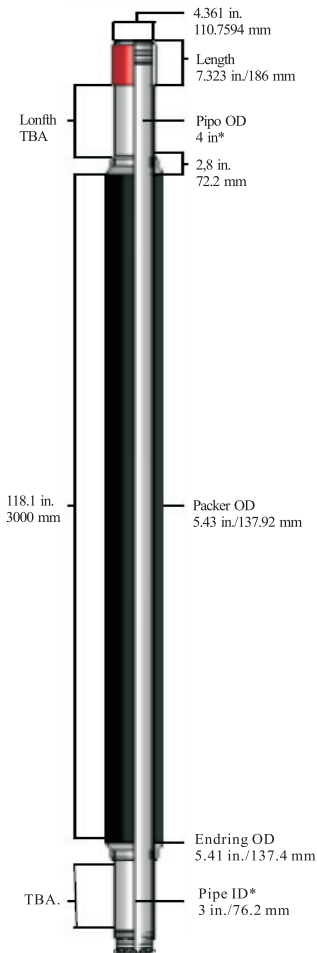


图 5 遇油膨胀封隔器

Fig. 5 Packer which expands when meeting oil

目前遇油膨胀封隔器已在 4 口井成功应用。

## 2.2 调流控水筛管完井

塔河油田碎屑岩具有非均质性强特点,水平井

表 1 遇油膨胀封隔器相关技术参数  
Table 1 Technique parameters of packer which expands when meeting oil

项目	参数
井眼尺寸	5-7/8 in/149.2 mm
泥浆类型	水泥泥浆
温度级别	≥110 °C
基管外径	4 in/101.6 mm
基管内径	3 in/76 mm
基管材料	L80
扣型	4 "LTC
端环材料	ST-52
封隔器密封外径	5.43 in/137.92 mm
密封件长度	118.1 in/3 000 mm
封隔器总长	236.2 in/6 000 mm
接箍长度	7.323 in/186 mm
接箍外径	4.361 in/110.8 mm
端环长度	2.8 in/72.2 mm
端环外径	5.41 in/137.4 mm
耐压差	在 5-7/8 井眼内耐压差大于 20 MPa

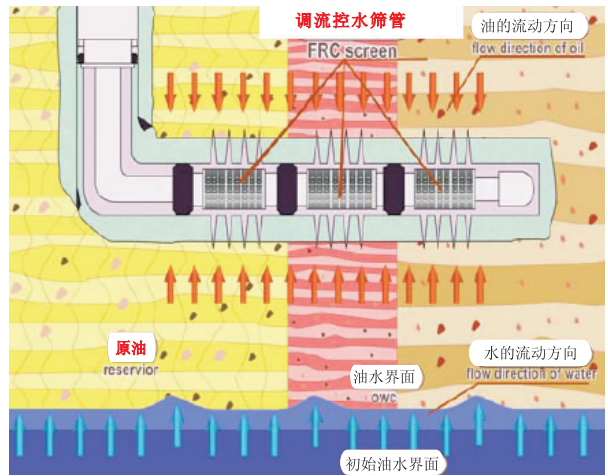


图 6 调流控水筛管工作原理

Fig. 6 Working mechanism of screen pipe which controls oil and water flows

产能相对偏低、上水快。针对此问题,结合筛管与射孔优化优点,发展 ICD 技术(调流控水筛管)。

(1)ICD 控水原理(图 6):基于油藏特性,针对水平井完井进行合理设计,根据每口井的储层特性,优化各段筛管的喷嘴直径,现场安装;沿整个水平井段自动均衡生产压差剖面和产液剖面;见水后能够稳油控水,喷嘴限制出水量,降低含水率;达到早期控水,后期治水的需求。

(2)完井管柱: 7"尾管悬挂器+7"套管+盲管+5 1/2"割缝筛管(或 ICD 管)+遇油膨胀封隔器+5 1/2"割缝管  
(下转第 173 页)

原油粘度 751.07 mPa·s; TH12143 井试验取得的地层原油密度 0.986 5 g/cm<sup>3</sup>、低于其它井平均地层原油密度 0.001 3 g/cm<sup>3</sup>; TH12143 井试验取得的地层原油体积系数 1.060 0, 高于其他井平均地层原油体积系数 0.028 5。

本次取样深度 5 950 m, 位于掺稀点(5 510.52 m) 以下 439.48 m, 取样点压力 62.65 MPa, 远大于饱和压力(11.99 MPa), 取得的样品为真实的地层流体样品; 超重质原油井下取样器性能可靠, 满足塔河油田井下稠油高压物性取样要求; 改进后的转样设备可满足稠油样品转样要求; 所用的分析仪为法国 ST 公司生产的 PVT 分析仪, 实验数据真实、可靠。

## 6 结论

1) 通过超重质原油井下密闭取样工艺的研究, 改进了高压物性取样器, 研制成功了加热转样装置, 优化取样工艺, 形成了一整套超重质原油井下密闭取样工艺技术。

2) 准确获取了井下稠油密闭 PVT 样, 提供了真实可靠的地层稠油物性参数, 为真实认识、开

发稠油油藏提供依据。

3) 该工艺创造了国内高压物性取样点压力最高、粘度最高、温度最高、深度最大 4 项国内纪录。

### 参考文献:

- [1] 焦方正, 窦之林. 塔河油田碳酸盐岩缝洞型油藏开发研究与实践[M]. 北京: 石油工业出版社, 2008.
- [2] 王克仁, 范学增, 周忠明, 等. 凝析气井地面 PVT 取样技术[J]. 天然气工业, 1999, 19(2): 83-87.
- [3] 孙仁远, 战永平, 李爱芬, 等. 地层油 PVT 分析仪研制及其性能测试[J]. 石油仪器, 2010, 24(4): 10-12.
- [4] 张加同, 邵殿武, 宋振鹏. 井下高压物性取样作业工艺研究[J]. 石油知识, 2010(1): 16-17.
- [5] 李志文, 李春生, 周志江. PVT 电控式高压物性取样研究[J]. 油气井测试, 2002, 11(6): 51-53.
- [6] 姜桂英. 钟控式取样器电子化应用研究[J]. 内江科技, 2010(2).
- [7] 全美娟, 夏正春, 李希孝. 新型电子式高压物性取样器的设计与实现[J]. 石油化工自动化, 2008(5): 72-74.
- [8] 马强. 油气水 PVT 参数的计算方法[J]. 试采技术, 1990, 11(3).
- [9] 李瑞琪. 地层原油高压物性参数预测方法[J]. 油气田地面工程, 2009, 28(9): 81-82.

(编辑 叶德燎)

(上接第 169 页)

筛管(或 ICD 管)+遇油膨胀封隔器+5<sup>1/2</sup>"割缝筛管(或 ICD 管)+管鞋。

(3) 下入 ICD 施工注意事项: 井眼要求较规则, 完井管柱入井前采取从小到大顺序模拟通井。

(4) 应用效果: 2010 年 1 月在 TK7221H 井应用, 稳定日产原油 40 t, 不含水, 同比产量为邻井的 1.6 倍。

## 3 水平井作业技术

### 3.1 水平段机械卡封工艺

针对有明确出水层段水平井, 丢手桥塞卡封出水层段。

经过多年现场应用, Y453 丢手挤注桥塞封堵水平井出水层段已成为塔河油田碎屑岩水平井机械卡堵的成熟工艺。

此工艺可通过丢手桥塞放弃目前生产水平井段转层; 或在射孔井中, 卡封出水段, 适应分段射孔完井水平井。

### 3.2 二次固井钻塞技术

针对割缝筛管完井出水井, 水平段笼统挤注水泥进行二次完井, 候凝后下三牙轮钻头扫开被水泥封堵水平段, 对剩余油较多的构造高点射孔。

典型井为 TK925H 井<sup>[5]</sup>。该井作业前日产液 60 m<sup>3</sup>, 含水 97% 左右, 通过全井笼统挤注水泥, 钻塞后对测井显示较好井段射孔。该井作业后含水下降 50 个百分点, 累计增产 4 000 t。

### 参考文献:

- [1] 张茂斌. 塔河油田 TK908DH 分支水平井完井技术[R]. 乌鲁木齐: 中石化西北油田分公司工程技术研究院, 2006.
- [2] 王金龙. TK908DH 井分支井工程技术服务总结[R]. 乌鲁木齐: 中石化西北油田分公司采油一厂, 2004.
- [3] 张军杰. TK7221H 井完井工程设计[R]. 乌鲁木齐: 中石化西北油田分公司工程技术研究院, 2010.
- [4] 孙桓. TK126H 井封堵施工设计[R]. 乌鲁木齐: 中石化西北油田分公司工程技术研究院, 2007.
- [5] 郭阳涛. TK925H 重复射孔施工报告[R]. 乌鲁木齐: 中石化西北油田分公司采油一厂, 2007.

(编辑 徐文明)