

USR 钻井有限公司



超短半径侧钻水平井技术

2020年7月



简介

USR超短半径侧钻水平井技术是一种通过常规大修设备结合独有的超短半径侧钻工具及定向操作，在原有井眼中以极小的曲率半径实现水平侧钻。该技术可有效地开发油气资源，提高采收率和降低开采成本。

USR超短半径侧钻技术工程特点:

- 造斜段曲率半径为**25英尺至50英尺**
- 侧钻水平井井眼尺寸为**3-7/8"**
- 水平段最长可达到**1500英尺**
- 可精准控制井深
- 可精准控制钻进方位

关于“超短半径”含义介绍

定义

狗腿度: 100°/100英尺 至230°/100英尺

曲率半径: 25至57 英尺

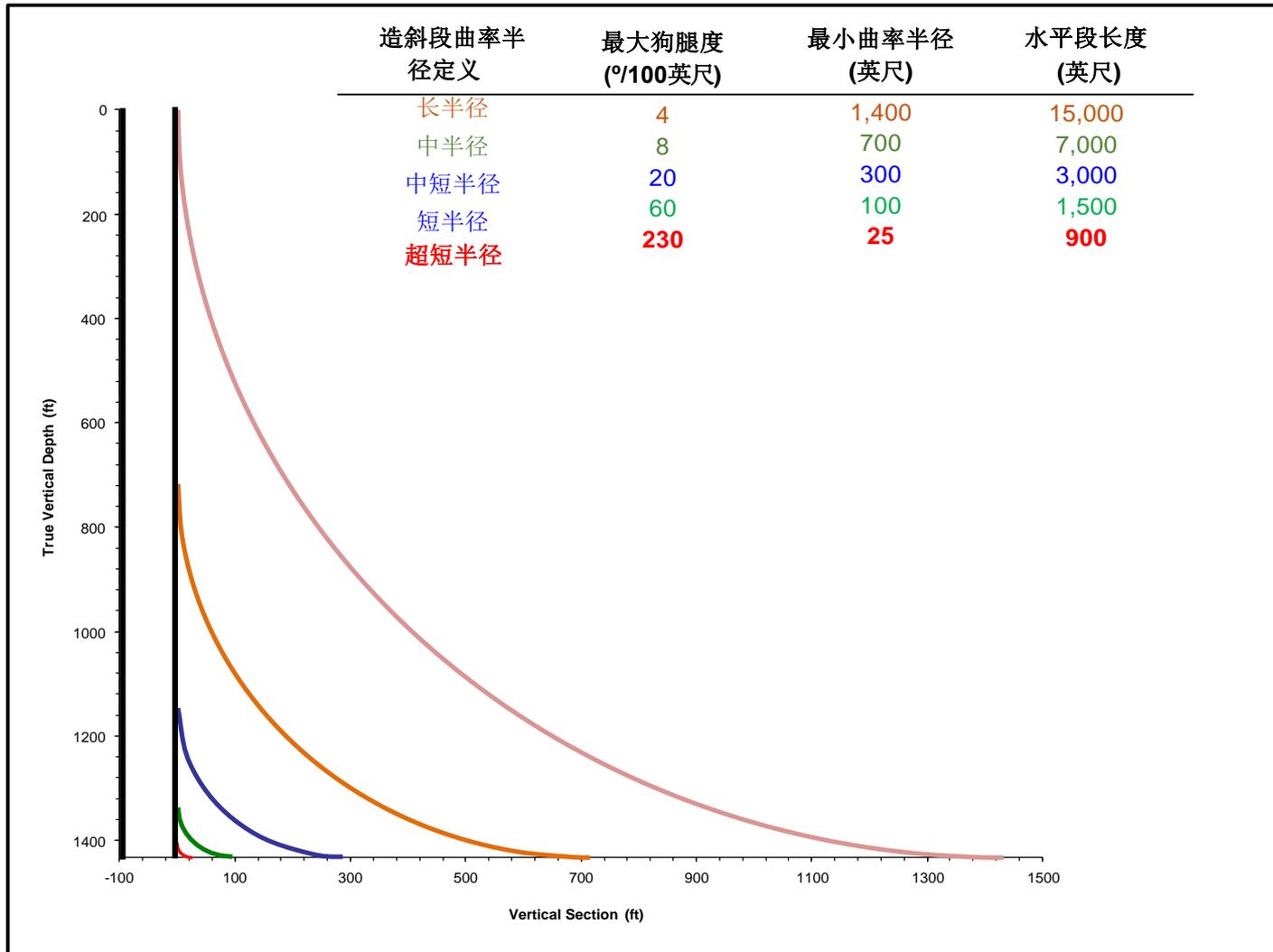
USR超短半径侧钻技术可实现工艺

使用本公司独有的超短半径侧钻工具和定向技术可实现

- 大狗腿度的造斜段
- 井斜、方位控制
- 井眼轨迹测量
- Completion



定向井造斜段曲率半径简介





USR资源有限公司简介

- 本公司控股USR钻井有限公司和USR能源有限公司
- 本公司拥有独家的超短半径侧钻技术
- 本公司负责开拓外部市场及与其他公司合作实施超短半径侧钻技术。
- 与中国公司及市场深入合作，是中国大庆辰平钻井技术服务有限公司的股东之一。
- 向其他公司提供技术许可包括：
 - 独有的侧钻工具，
 - 提供人员培训和协助现场施工，
 - 后续配套辅助。



大庆辰平钻井技术服务有限公司

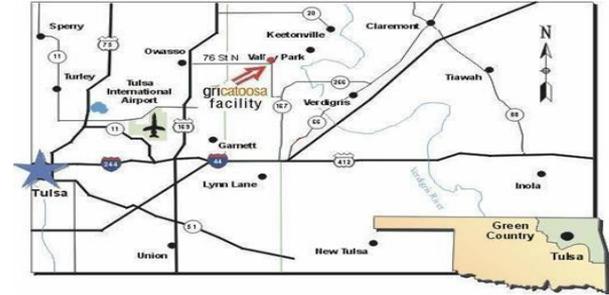
- 2019年，由大庆国平公司与USR资源有限公司在中国合资成立了大庆辰平钻井技术服务有限公司
- 辰平公司拥有在中国地区USR超短半径侧钻技术的独家经营权
- 到2020年7月，辰平公司已经在大庆油田成功完成了30口超短半径侧钻水平井
- 辰平公司计划未来在中国其他油田继续开发超短半径侧钻水平井市场，将本技术推向全中国





USR钻井有限公司

- ❑ USR钻井公司提供短半径和超短半径侧钻的施工
- ❑ 在80年代末、90年代初，USR钻井有限公司从美国Amoco钻井研究院购买了超短半径的独家技术许可，并不断地后来的操作中完善升级该技术
- ❑ USR钻井公司的现场操作人员具备非常丰富的超短半径侧钻经验，能够在不同的地质条件中实施超短半径侧钻技术
- ❑ 在过去的30多年里，USR钻井公司在美国、非洲、印度、土耳其、阿曼、印尼、马来西亚和巴基斯坦钻了上百口井。不断升级的侧钻技术和配套完井技术使得油田极大的提高了产能，增加了石油公司的效益





USR能源有限公司

USR能源有限公司主要从事收购、开发油田及风险承包。



USR 办公室

USR 美国办公室

Two Riverway, Suite 1710
Houston, Texas 77056



大庆辰平钻井技术服务有限公司

Rm 300, Building C4

Daqing Service Outsourcing Industrial Park

No. 6-2 Xinfeng Road, Daqing Development Zone

Heilongjiang Province, China



我们的专业能力和经验

在过去的30多年里，我们公司管理、施工了上百口超短半径侧钻水平井，创造了多个行业内的领先记录：

- 使用空气锤钻探水平井
- 独家开发的钛合金钻杆进行无磁测井
- 独家开发的柔性盘丝筛管，可下入曲率半径为9米的造斜段和300米的水平段
- 打出两口“世界纪录”的超短半径侧钻水平井

我们的专业是在老井中进行开窗侧钻，结合成熟的地址解释，准确的开发边部剩余油。在设计中结合甲方需求，可实现提升采收率、降低含水和将直井变多分支井。



USR超短半径侧钻水平井技术发展史

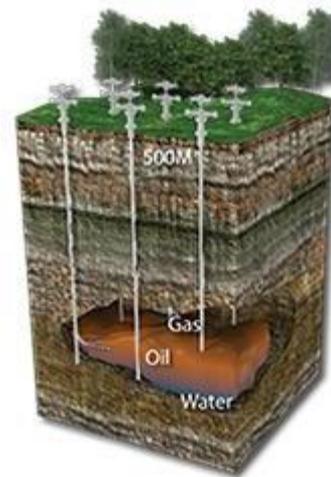
2016-2020	<ul style="list-style-type: none">• 在美国施工了8口井。于2019年正式与中国的大庆辰平公司合作，在大庆油田首次推广该技术，实验30余口井，取得了非常好的效果并引起大庆油田领导们的高度关注
2013-2016	<ul style="list-style-type: none">• 在加蓬、巴基斯坦和缅甸共施工了33口井。其中，USR公司是第一个进入缅甸做技术服务的美国公司
2012	<ul style="list-style-type: none">• 在非洲连续施工多口超短半径侧钻水平井，取得非常好的效果• 突破了之前钻井的世界纪录，其曲率半径与水平段的长度比例达到了1: 32，水平段的总长度为430米• 开始着手研发新一代钛合金钻杆和复合材料钻杆
2010-2011	<ul style="list-style-type: none">• 在印度尼西亚开发了多口超短半径侧钻水平井。• 成功打开了非洲的油田市场
2009-2010	<ul style="list-style-type: none">• 在阿曼的Safah油田打出了7口“高产井”• 打出了一口世界纪录的超短半径水平井，其曲率半径与水平段的长度比例达到了1: 25
2007 - 2008	独家研发出带弯角的柔性筛管，可旋转下入超短半径水平井的井眼中支撑井壁和防沙。
2007	首次开发出适用于USR超短半径侧钻水平井的螺杆钻具，使USR侧钻技术的准确性和施工速度大为提升。
2006 - 2007	在土耳其和印度使用超短半径侧钻技术提供服务。
2005 - 2006	在阿曼建造了一个侧钻工程测试中心，通过不断地测试钻具，分析数据，使USR公司在侧钻施工中有了理论和数据的参考，提高了工程可靠性。
2004 - 2005	首次在阿曼PDO公司实验用超短半径侧钻技术在水平井中打多分枝“鱼刺”井，并成功开发了印度尼西亚的油田市场。
2001 - 2003	应壳牌邀请，USR公司于2001到2003年间在阿曼的PDO公司连续施工多口USR超短半径侧钻水平井，其后期投产后效果显著，USR超短半径侧钻水平井技术由此在海外油田市场获得了关注度。
1994 - 2001	在美国施工了170口井，并创造了多个记录： <ul style="list-style-type: none">• 2000 - 第一次使用空气锤结合超短半径侧钻技术• 1999 - 使用独家研发的钛合金钻杆• 1995 - 利用USR超短半径旋转导向工具，采用欠平衡工艺，实现“边钻边产”
1990 - 1994	在Amoco钻井研究院研发出超短半径侧钻水平井技术后，USR公司买下了该技术的独家许可权，并实验施工了超过200口井以完善技术



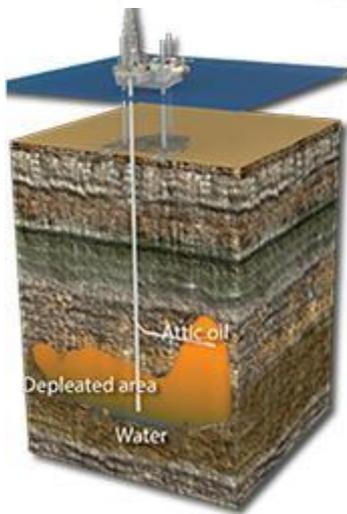
应用范围



1. 在水淹井、“水锥”井中侧钻，避开水淹，并开发油层顶部的剩余油。



2. 通过侧钻，有效的开发断层边部的剩余油，实现剩余油的“无死角”挖潜。



3. 通过侧钻，打开因受平面干扰而未被有效开采的剩余油部分。



4. 通过侧钻，改善注采关系，提升采收率。

5. 可在一定程度上解决套损问题。
6. 可在一定程度上替代压裂技术。
7. 可在注水井中侧钻，提升注水井效率。
8. 可与其他侧钻技术结合，有效解决多种复杂的油井问题。



超短半径侧钻技术与常规侧钻水平井的比较

USR 侧钻技术

- 在距离油藏非常近的地方侧钻
- 靶前距在27至57英尺
- 可在油层中侧钻，有效的开发周边剩余油
- 可避开“敏感性”页岩
- 可通过周边井控数据来准确抓住砂体
- 无需结合地质导向测井工具
- 使用小型的大修架子和低马力的循环系统
- 井眼尺寸小
- 可将抽油泵放置在靠近油藏的深度，提高泵效
- 总成本约为钻一口常规竖井的30%至50%
- 整体成本远低于常规定向水平井

常规侧钻水平井

- 无法在靠近油层的深度侧钻
- 靶前距通常超过1000英尺
- 造斜段无法再油层内
- 无法探测及有效避开“敏感性”页岩
- 需要使用较为复杂的泥浆体系
- 由于靶前距较远，在“找油”的过程中需配合地质导向技术
- 需要与大型钻机及大马力循环系统配合施工
- 井眼尺寸大
- 需要下套管固井
- 在下泵时，泵的角度不是垂直状态，泵效低
- 总体施工成本大

Drill 45' to 90' to Reach 90°

Drill 2,000' to Reach 90°





USR侧钻技术选井条件

- 低采收率 = 剩余油丰富
- 井网密度低 = 地层压力丰富
- 井控程度高 = 靶区位置准确度高
- 低渗透 = 连通性差
- 充分的井下作业记录 = 低风险
- 套管尺寸大于或等于5寸半
- 深度少于10000英尺



施工案例

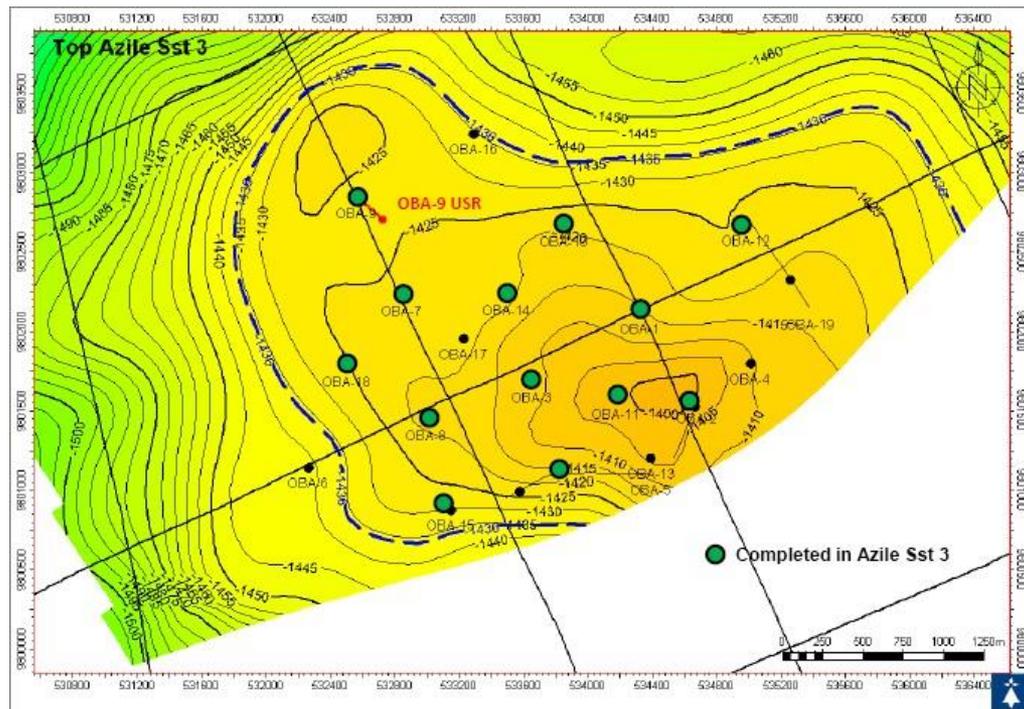
在中国的案例请看其
他宣讲材料



案例 1 - 水平钻孔

油井历史:

- 油藏整体向西北方向发育
- 该井共有7次大修记录
- 在Sst 3和Sst 4 层位中投产，日产液130桶，含水22%
- 油层总厚度为4米，孔隙度为24%，渗透率为60mD

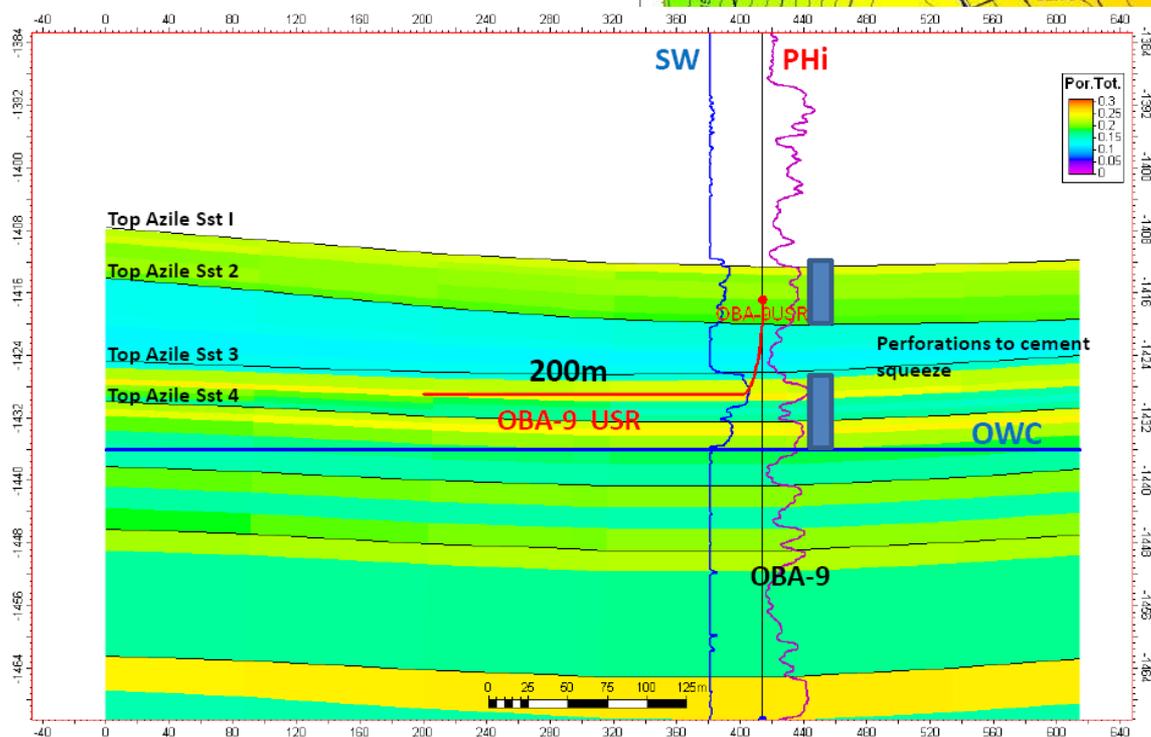
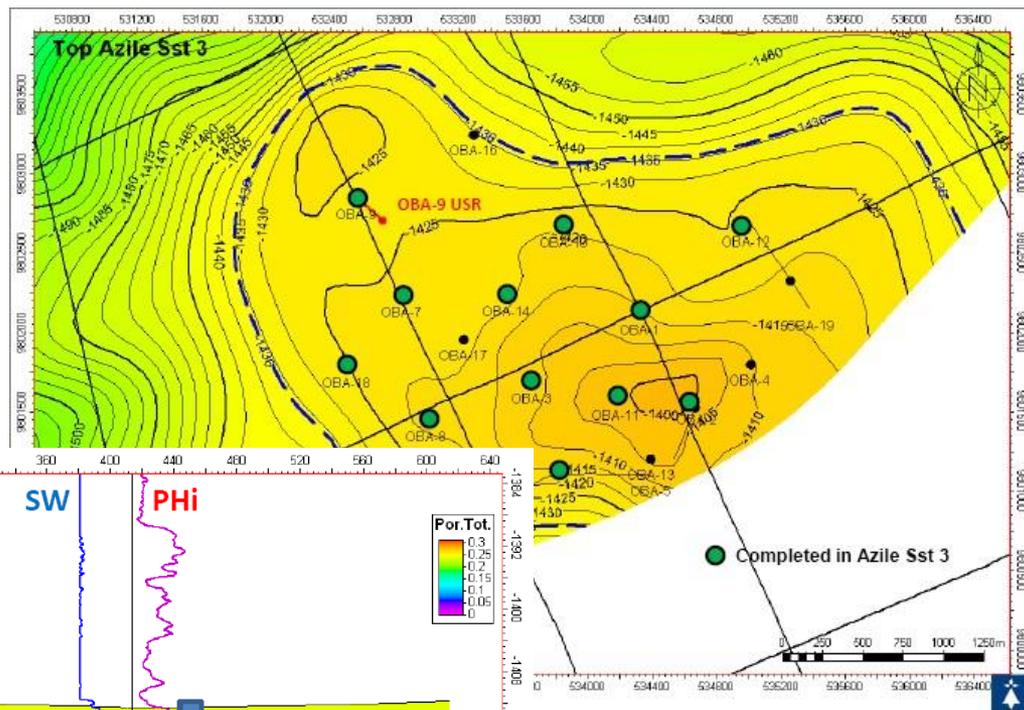




案例 1 - 水平钻孔

设计目标：

- 在Sst 3层位水平钻空，提升Sst 3的产能
- 将未来投产后的产量提升至320到530桶/每天





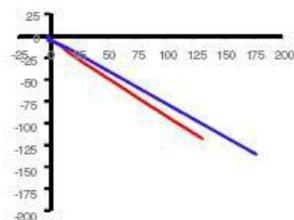
案例 1 - 水平钻孔

结果:

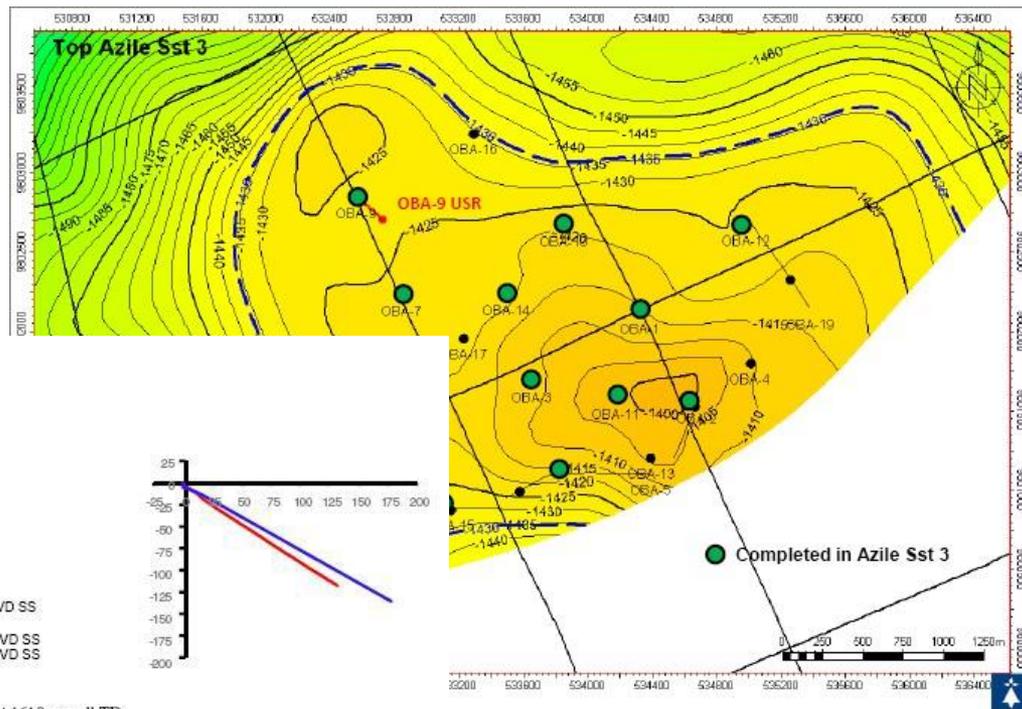
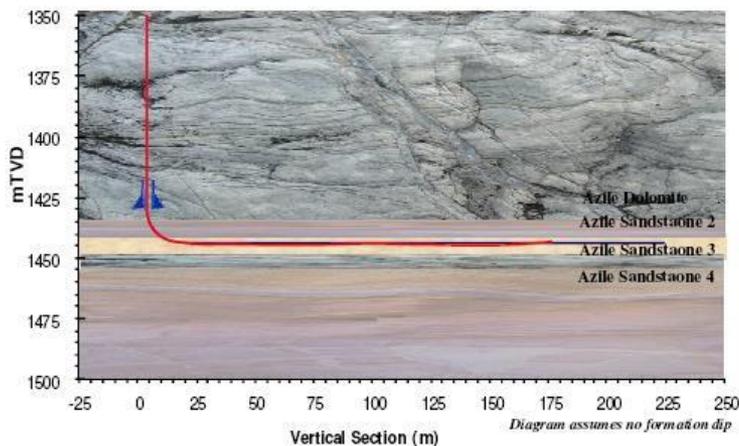
- 投产后, 日产液为750桶, 含水为零
- 在后续产能下降后, 日产油依旧保持在620桶



Survey Type: DEFINITIVE
Vertical Section Origin: N 00.000 m., E 00.000 m.
Vertical Section Azimuth: 0°
Reference Datum TVD: RKB Original Drill Floor Elevation
Tie-in: Surface
Tie-in Surveys: Gyro Multishot
Top Azile Sandstone: 1428 m MD CRT
Top 7" 28# Casing Section Window: 1428 m MD CRT
KOP - Start 4-1/2" Curve: 1430 m MD CRT
Top Azile Sst 3: 1444 m MDORT, 1441 m TVD ORT, 1426 m TVD SS
Radius of Curvature (DLS): 12.5 m (140° / 30m)
Landing - End of 4-1/2" Curve: 1445 m MD ORT, 1443 m TVD ORT, 1428 m TVD SS
Well TD: 1610 m MDORT, 1443 m TVD ORT, 1428 m TVD SS
Revision Date: 10-Oct-11
Report Date: 10-Oct-11



At 1610 m well TD:
1.4 m Above-, 13.1 m Right of Plan

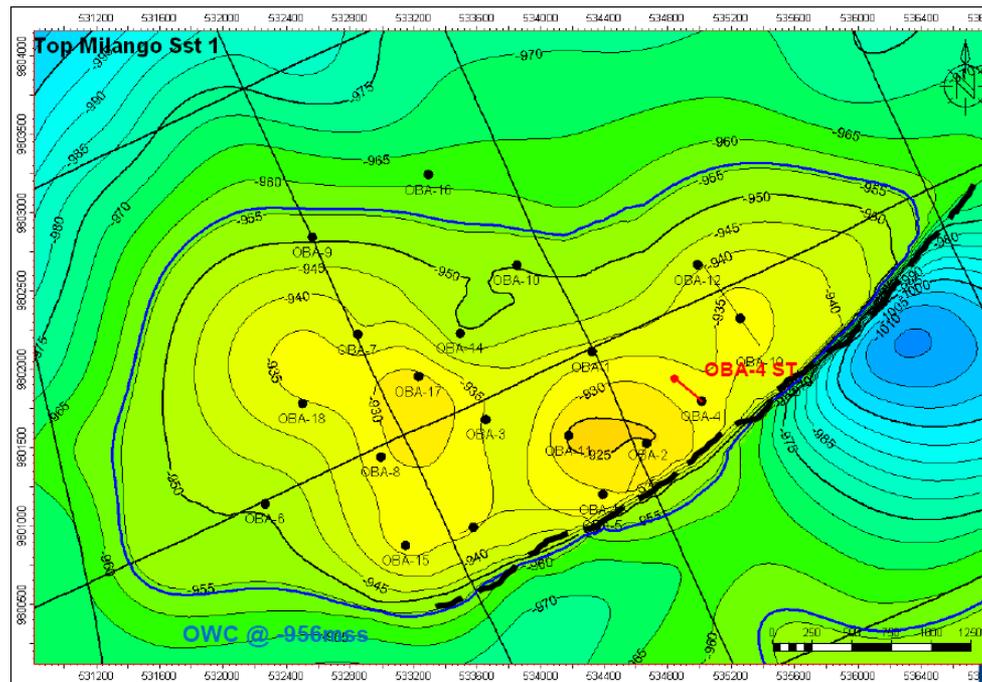




案例 2 – 稠油挖潜

油井历史：

- M 层 – 高渗低流
- 18° API 原油，粘度 253 cP
- PI值低，20米长的射孔段
- 重油，日产40桶，零含水

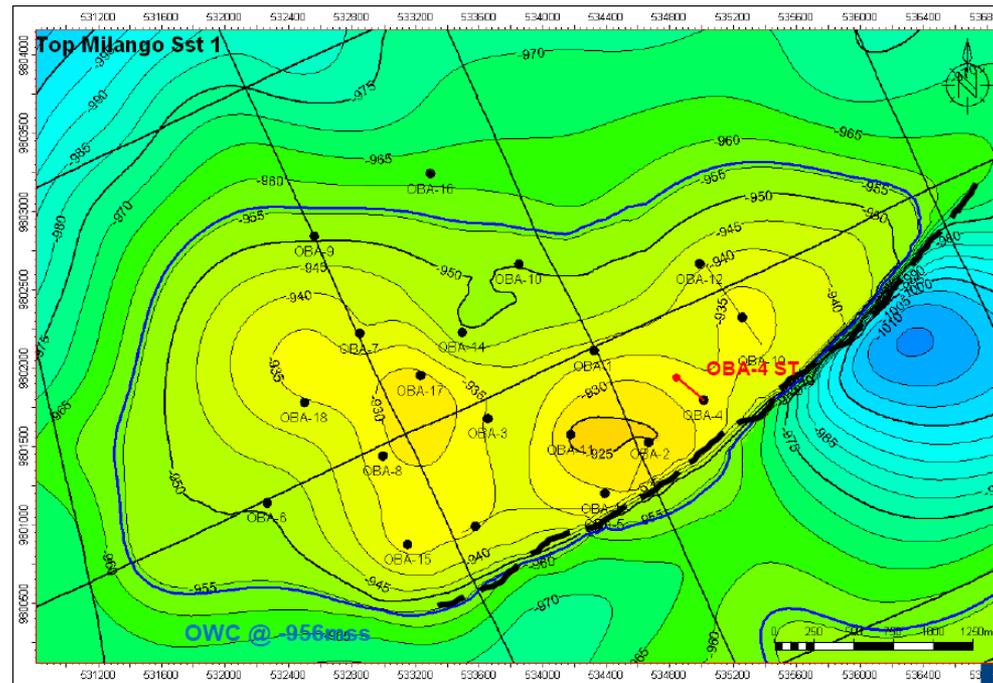




案例 2 – 稠油挖潜

设计目标：

- 通过提升PI值来提升连通性
- 监控长期生产状态
- 通过双分支贯通边部剩余油藏

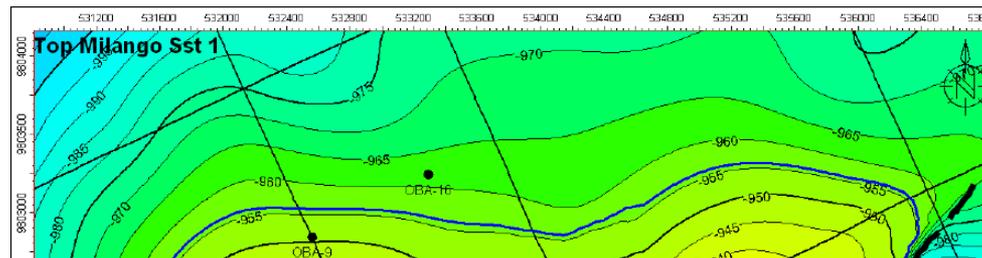




案例 2 - 稠油挖潜

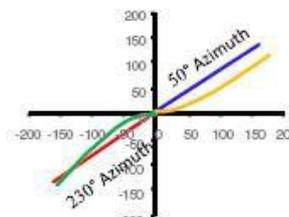
结果：

- 措施后产量提升至之前**6倍**
- 开发了断层以外**60MMstb**的STOIP

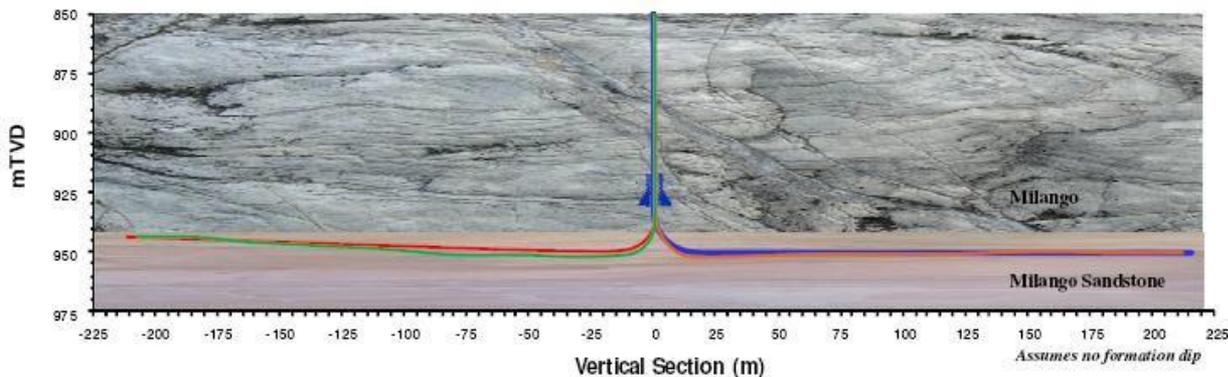


OBA-4ST1, -ST2
DEFINITIVE SURVEY

Survey Type : SURVEY
Vertical Section Origin : N 00.000 m., E 00.000 m.
Vertical Section Azimuth : 50°
Reference Datum TVD : RKB Original Drill Floor Elevation
Tie-in : Gyro Multishot Run Date 15-Oct-11
Top Milango : 834 m MD ORT
9-5/8" Casing Shoe : 894 m MD ORT
Top 4-1/2" Pilot Hole : 930 m MD ORT
Top 7" 29# Casing Section Window : 931 m MD ORT
ST1 KOP - Start 4-1/2" Curve : 933 m MD ORT
ST1 Landing - Start 3-7/8" Lateral : 962 m MD ORT, 952 m TVD ORT, 944 m TVD SS
ST1 ROC, BUR ACTUAL (PLAN) : 17.7 m, ROC, 100 deg/30m (17.0 m, 101 deg/30m)
ST1 TD : 1162 m MD ORT, 950 m TVD ORT, 942 m TVD SS
Top 4-1/2" Bypass Pilot Hole : 933 m MD ORT
ST2 KOP - Start 4-1/2" Curve : 936 m MD ORT
ST2 Landing - Start 3-7/8" Lateral : 959 m MD ORT, 951 m TVD ORT, 943 m TVD SS
ST2 ROC, BUR ACTUAL (PLAN) : 15.8 m, ROC, 123 deg/30m (13.8 m, 125 deg/30m)
ST2 TD : 1159 m MD ORT, 949 m TVD ORT, 935 m TVD SS
Revision Date : 9-Nov-11
Report Date : 9-Nov-11



— Plan OBA-04ST1 ver 25-Oct-11
 — Plan OBA-04ST2 ver 26-Oct-11
 — Definitive Survey OBA-04ST1
 — Definitive Survey OBA-04ST2

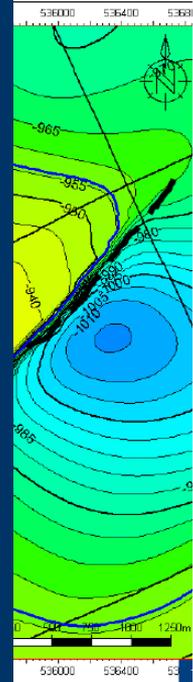
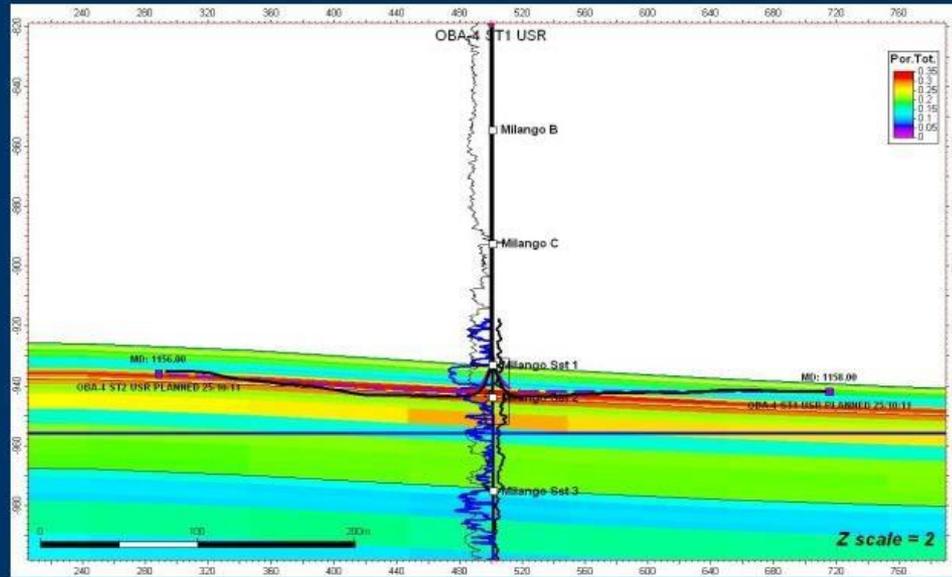




案例 2 – 稠油挖潜

结果：

- 措施后产量提升至之前**6倍**
- 开发了断层以外**60MMstb**的STOIP



Perenco Gabon Conducts First Ultra Short Radius (USR) Re-Entry in Africa

Perenco Gabon is pleased to announce that wells OBA-09 and OBA-04 have successfully been worked over. Three side tracks, including one two leg multilateral re-entry drilling, were effectively executed using both the H40 rig and ultrashort radius technology.

Both wells are now back in production and showing encouraging results. OBA-4 heavy oil production has increased six fold in the same Milango formation, opening the door for a 60 MMstb STOIP field development.

USR technology allows the placing of multiple 200m horizontal drains by applying very high dog leg (excess of 150deg/30m). This was selected as the most appealing intervention technique as it did not require a powerful rig.

Several alternative applications have already been identified for Gabon where many existing wells are potential candidates for similar work over programmes where Perenco will again be able to improve recovery.

The next two USR wells will use the Perenco Schramm rig on the Olende Dome formation. The objective will be to validate a smaller footprint rig while testing horizontal wells in the Ozouri formation.

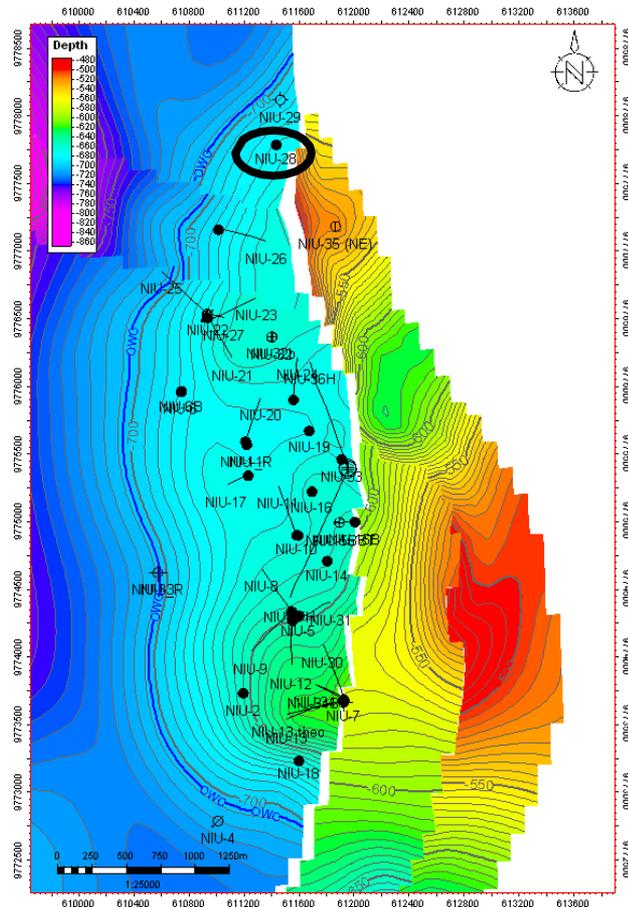
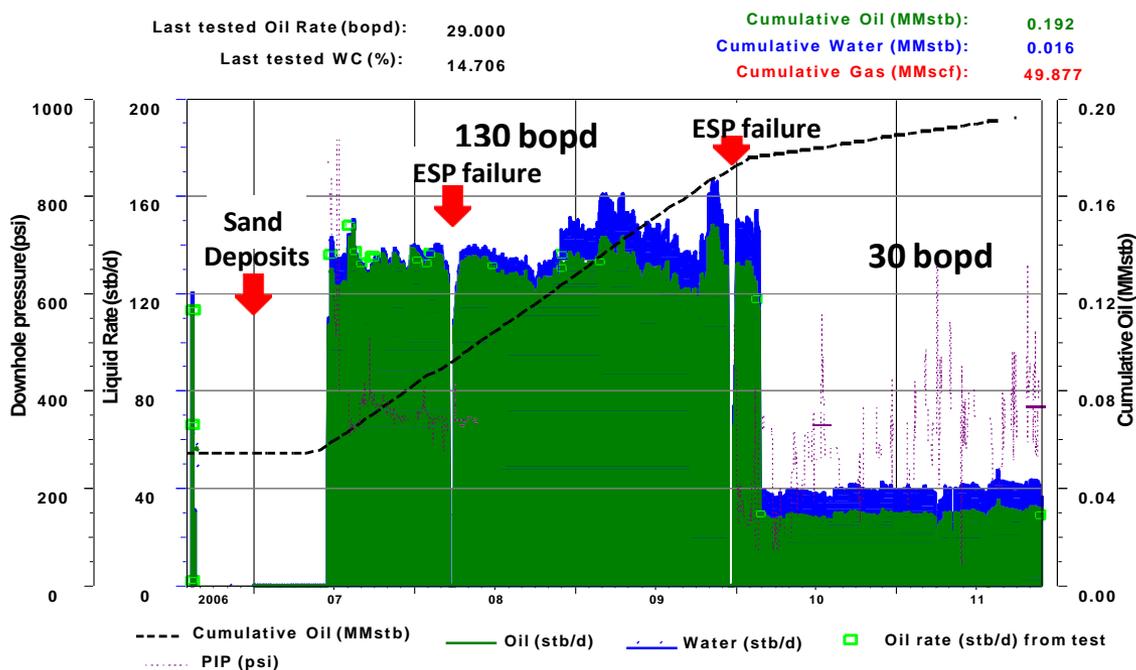
This project is a significant achievement for Perenco Gabon and demonstrates Perenco's ability to maintain production plateau by further developing brown field sites using cost effective and innovative methods.



案例 3 - 提升采收率

油井历史:

- 周边注水井驱替
- 高含水
- 措施前采收率仅为23%
- 砂体延正北方向发育
- PI值仅为0.4 stb/d/psi
- 该井产量由最初的600桶降低至30桶

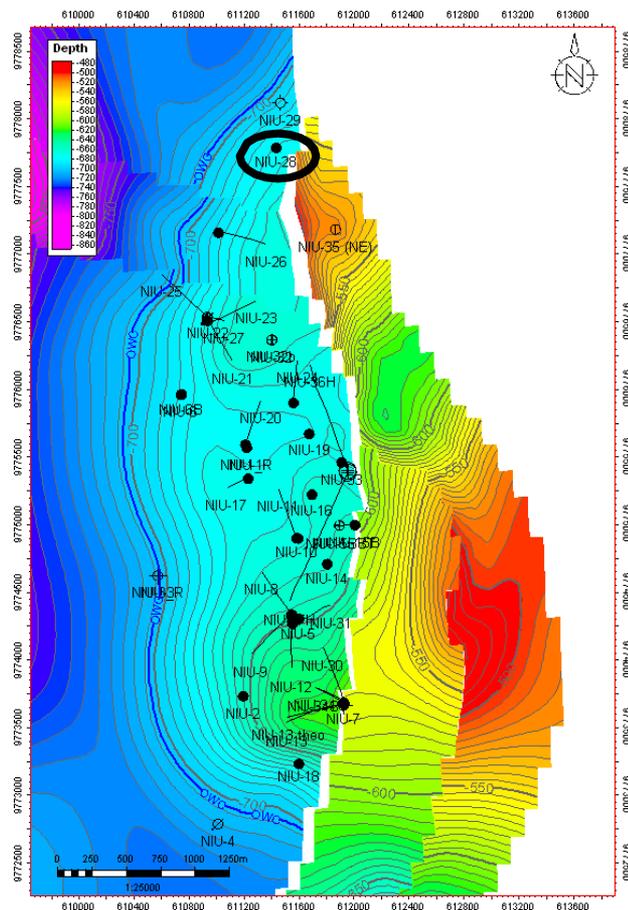




案例 3 - 提升采收率

设计目标：

- 提升采收率
- 减缓水淹
- 监控长期产能



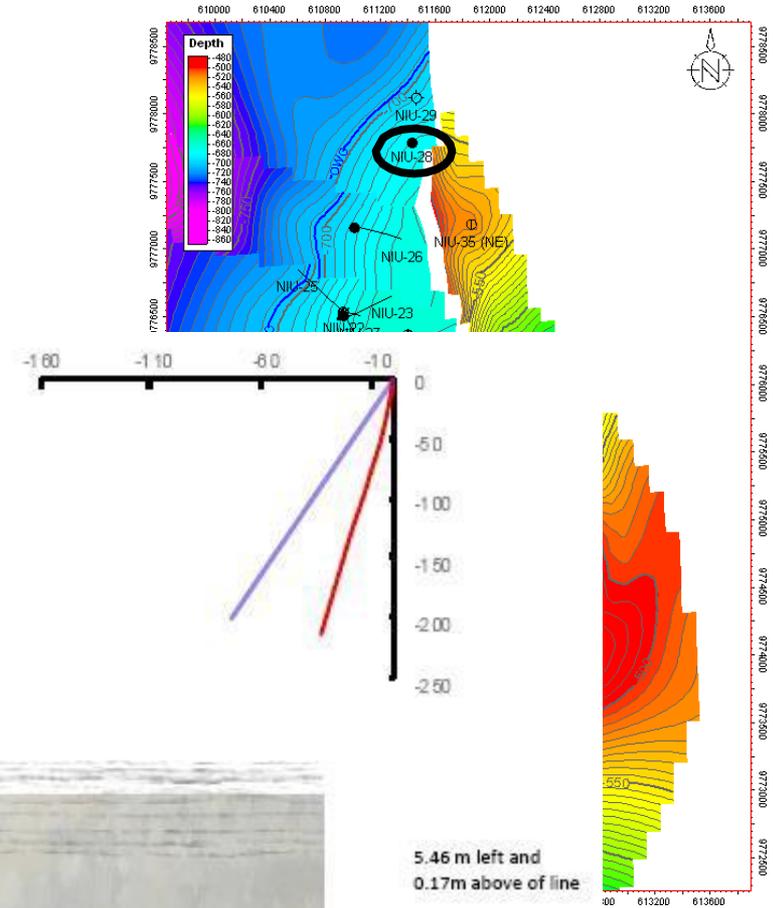
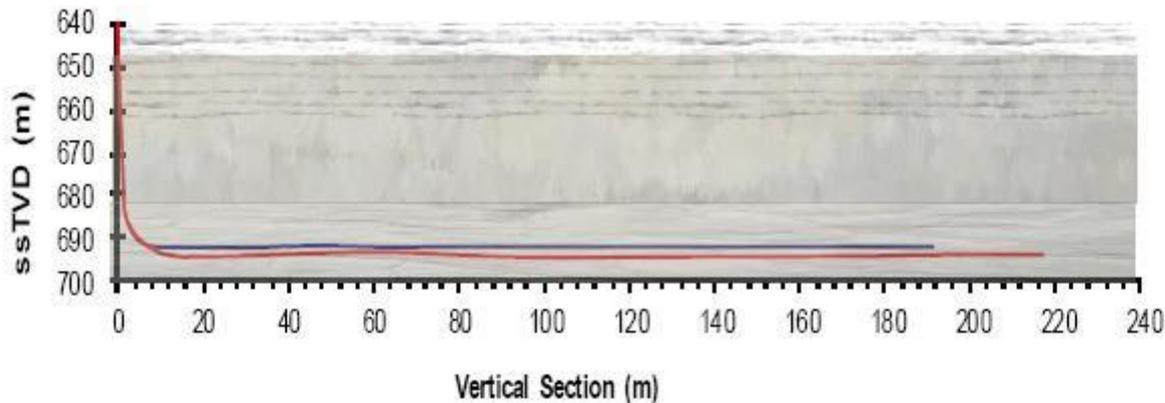


案例 3 - 提升采收率

结果：

- 措施后投产初期日产为**600桶**

Survey Type : DEFINITIVE
 Vertical Section Origin : N 00.000 m., E 00.000 m.
 Vertical Section Azimuth : 190°
 Reference Datum TVD : RKB Original Drill Floor Elevation
 Tie-in : Surface
 Tie-in Surveys : Gyro Multishot
 Top Vembo Shale : 648.4 m ssTVD
 7" 29# Casing Shoe : 681.3 m ssTVD
 KOP - Start 4-1/2" Curve : 727.1m MD, 681.9 m ssTVD
 Radius of Curvature : 12.0m Planned, 13.1m Actual
 Dogleg Severity (DLS) : 4.76 deg/m
 LP-Start of 3-7/8" Lateral : 747m MD, 694.3m ssTVD
 Well TD : 950m MD, 693.84m ssTVD
 Ending Azimuth & Inclination : 189° & 90°
 Total USRD Drain hole : 222.9 m
 Lateral Section Length : 200m
 Report Date : 28-Sep-12

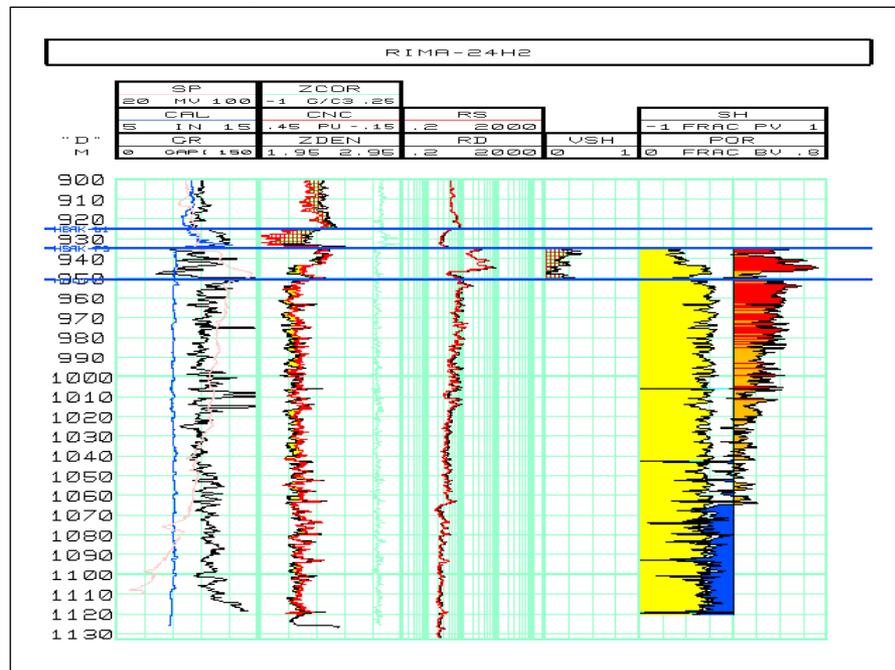




案例 4 - 水锥型水淹井

油井历史：

- 该井由于常年受周边注水井影响，导致井筒周边严重水淹，含水达100%
- 预测该井周边拥有1.04MMstb的未开发储量
- 常规侧钻水平井无法避开水淹区域
- 周边断层分布集中

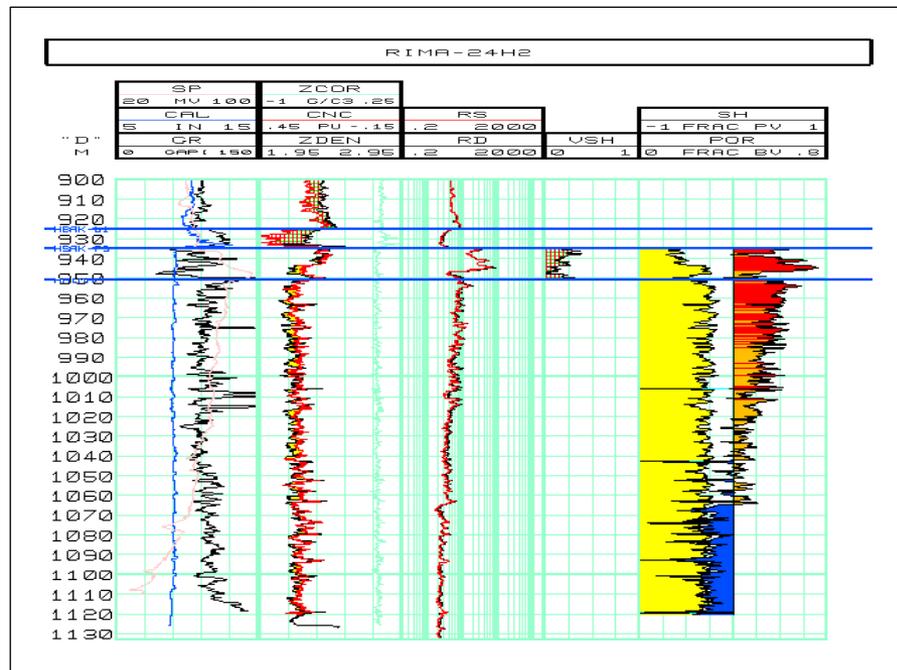




案例 4 - 水锥型水淹井

设计目标：

- 在套管上部开窗侧钻，钻一口常规斜井，落点避开水淹范围（80米），下套管固井
- 在新钻的斜井中，使用**USR**技术进行超短半径侧钻，钻进方位设计在水淹方位的反方向
- 提升产量

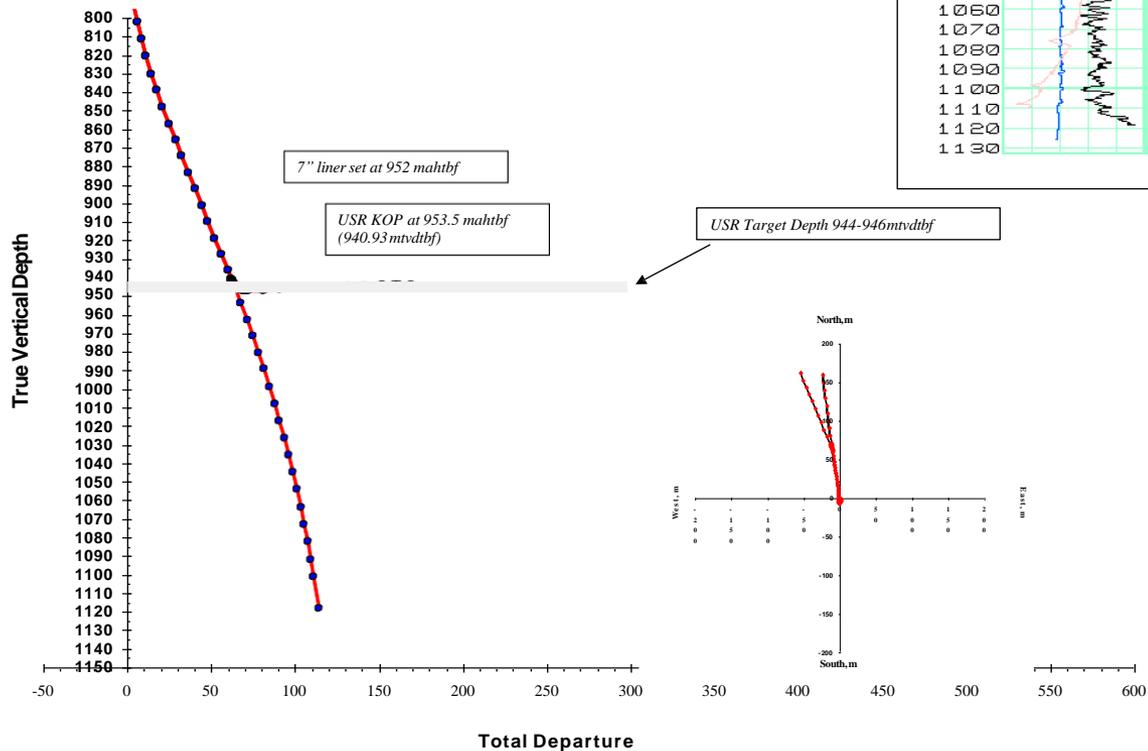
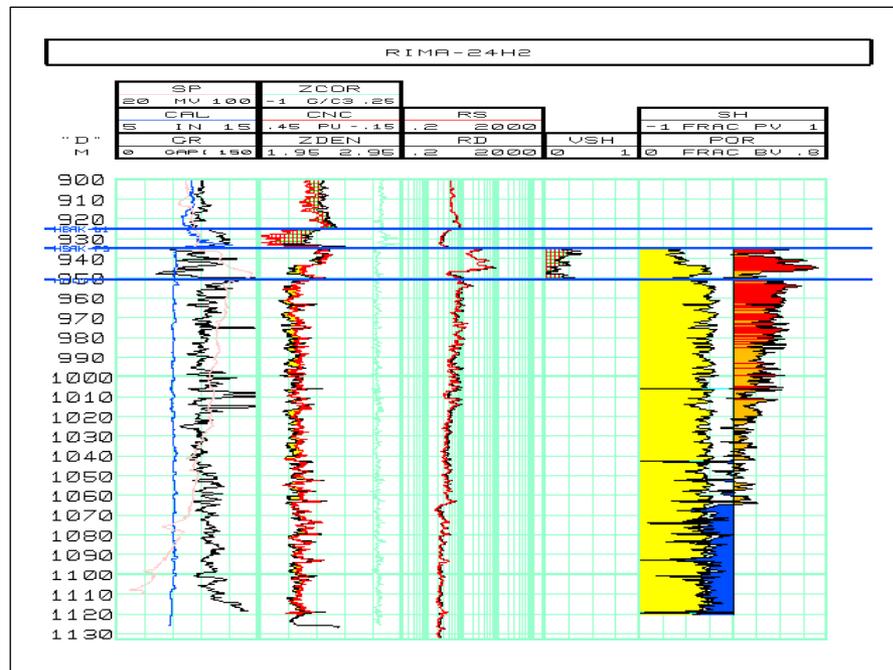




案例 4 - 水锥型水淹井

结果：

- 投产初期产量为 310 桶
- 低含水
- 长期产量较为稳定

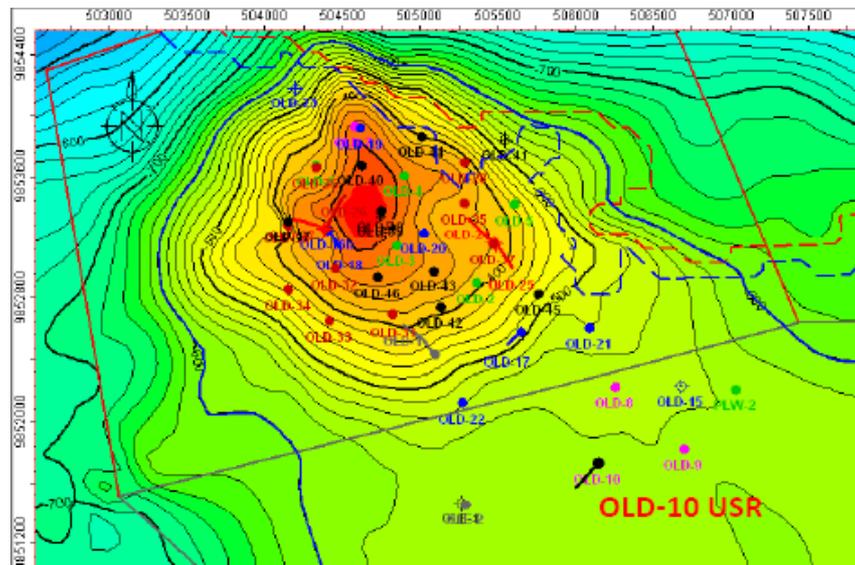




案例 5 – 重油, 高含水, 低渗

油井历史:

- 低渗透率, 裂缝密度低
- 原油粘度达到1300cP
- 边水驱动压力大
- 二氧化碳浓度高
- 侧积体位置产量低

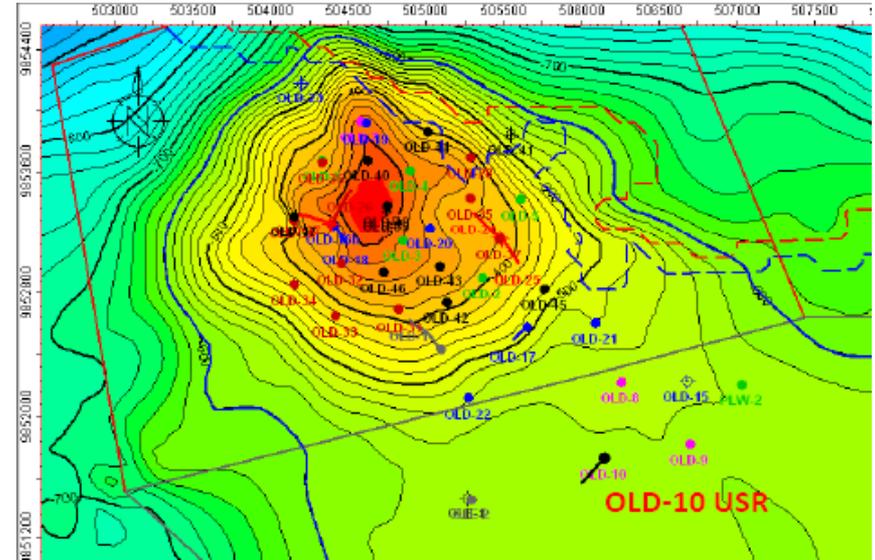




案例 5 – 重油, 高含水, 低渗

设计目标：

- 向侧积体方位钻进，开发剩余油
- 在油藏顶部侧钻，避开水锥进
- 提高裂缝之间的连接性

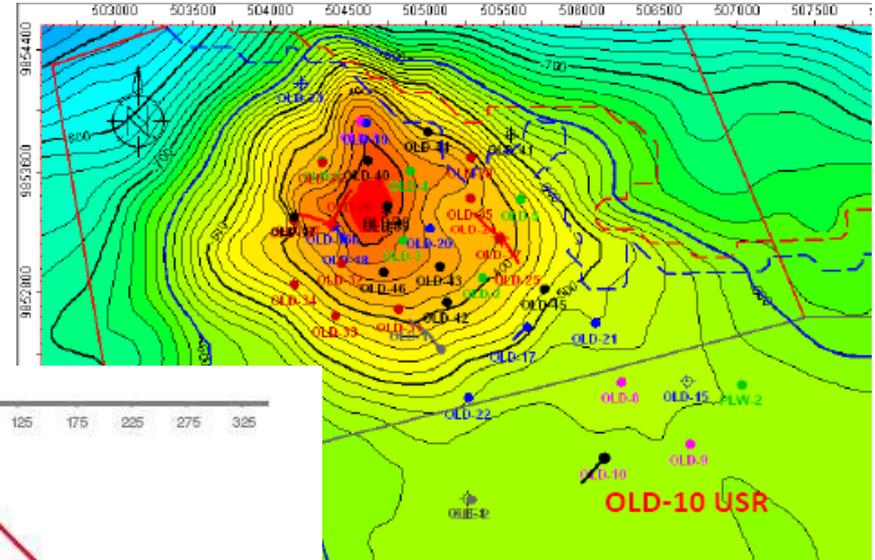




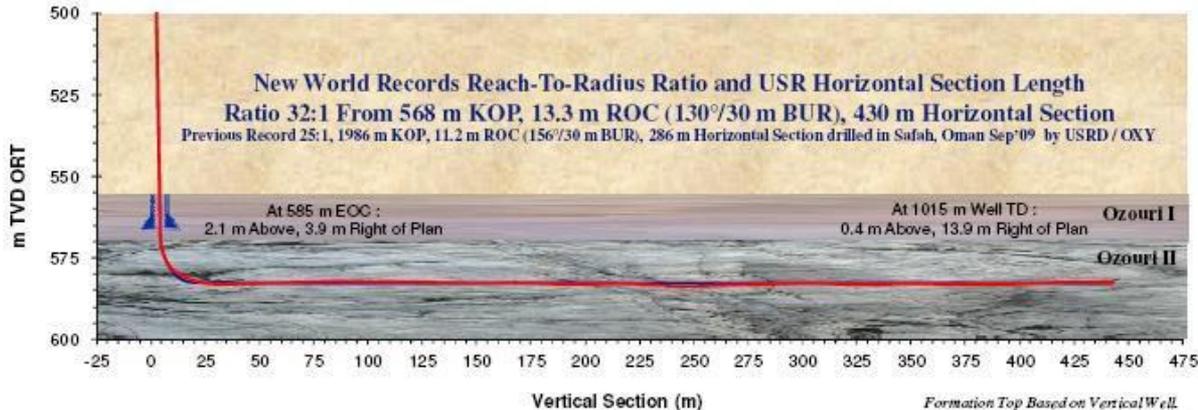
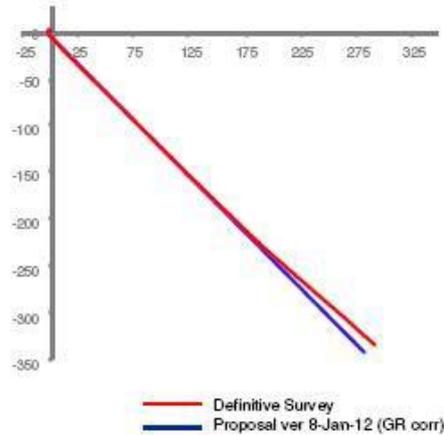
案例 5 – 重油, 高含水, 低渗

结果：

- 措施后产能达到日产185桶，含水率大幅降低
- 创造了定向井的世界纪录



Survey Type : DEFINITIVE
 Vertical Section Origin : N 00.000 m., E 00.000 m.
 Vertical Section Azimuth : 140°
 Reference Datum TVD : ORT - Original Rotary Table Elevation
 Tie-in Surveys : Gyro Multishot 7-Jan-12 at 534 m MD
 7" Casing Shoe : 566 m MD
 KOP – Start 4-1/2" Curve : 568 m MD, 568 m TVD ORT, 561 m ssTVD
 Radius of Curvature (BUR) : 13.3 m (131° / 30m)
 End of 4-1/2" Curve : 585 m MD, 580 m TVD ORT, 573 m ssTVD
 Well TD : 1015 m MD, 582m TVD ORT, 575 m ssTVD
 Revision Date : 18-Jan-12
 Report Date : 18-Jan-12



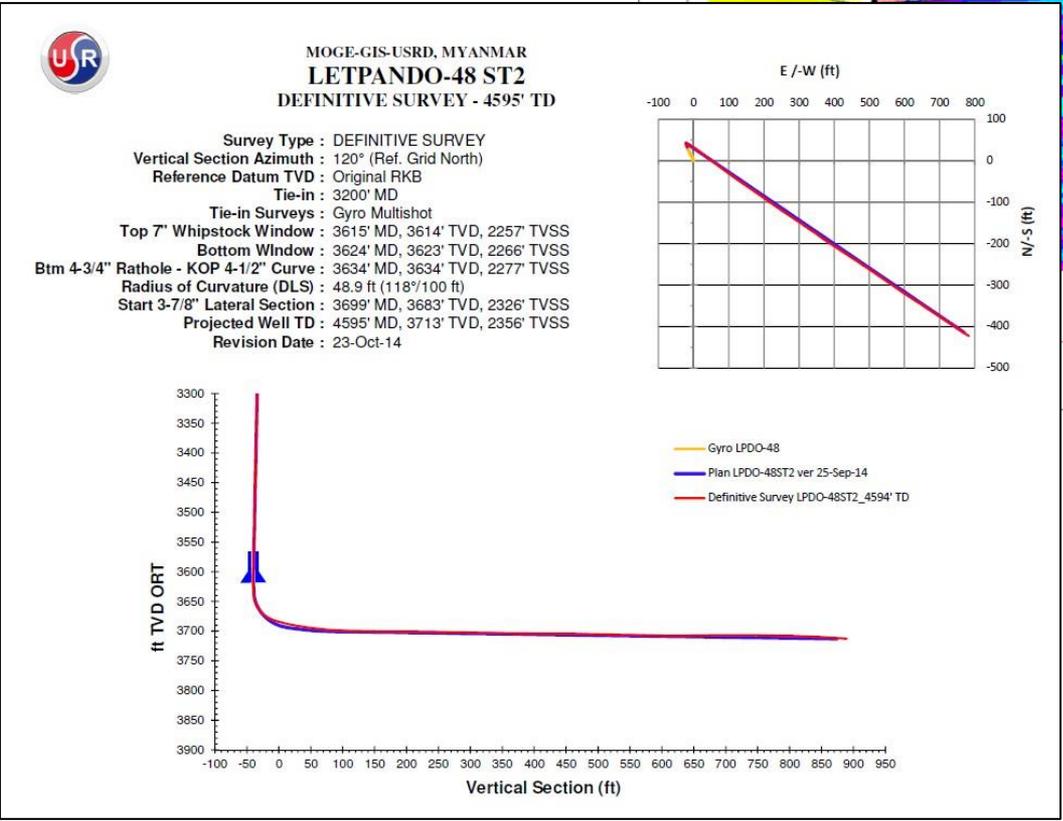
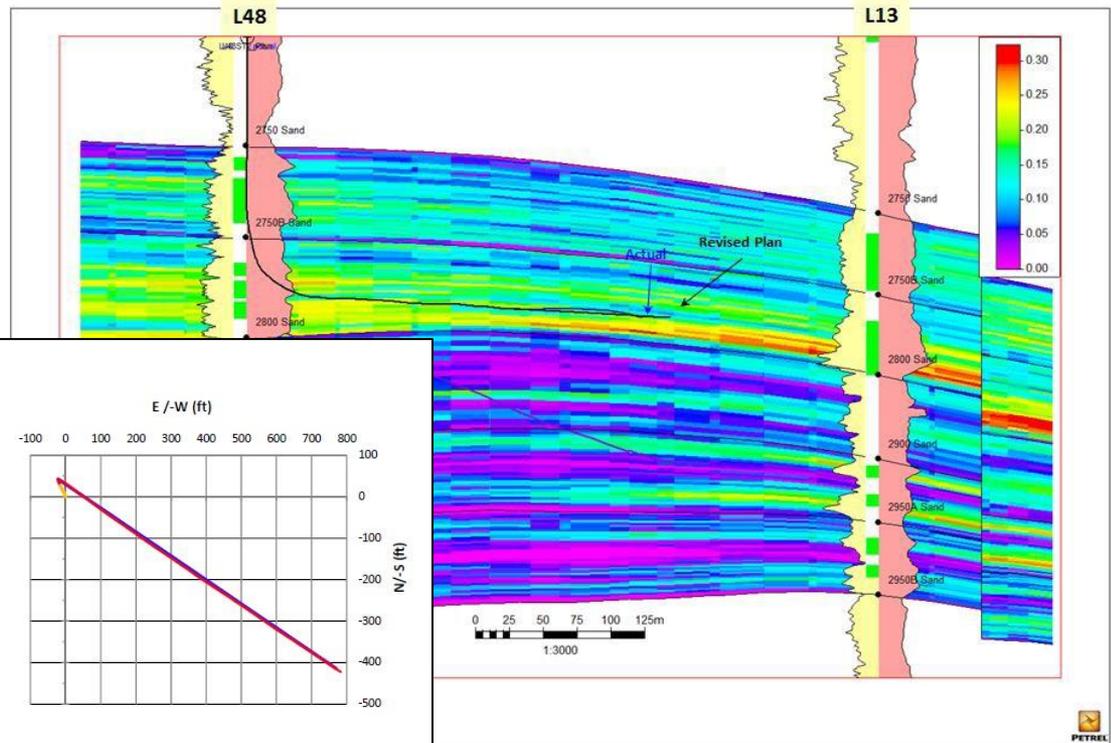
Formation Top Based on Vertical Well.
 Formation dip not reflected in diagram



案例 6 - 低渗, 低压

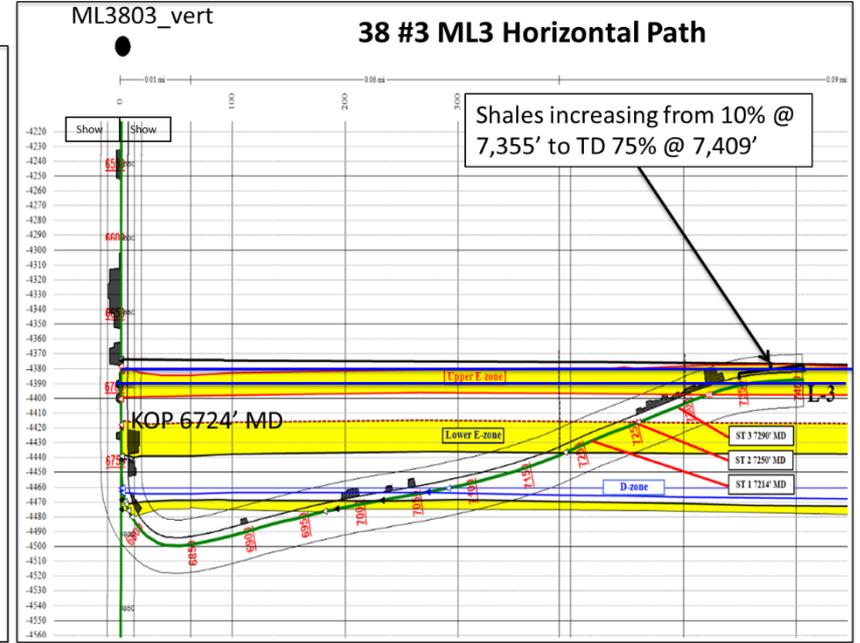
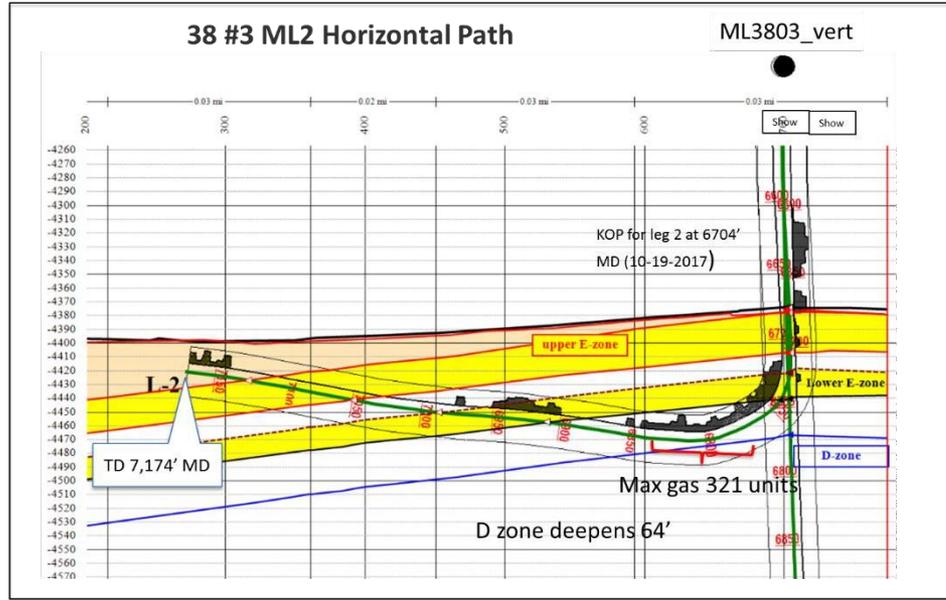
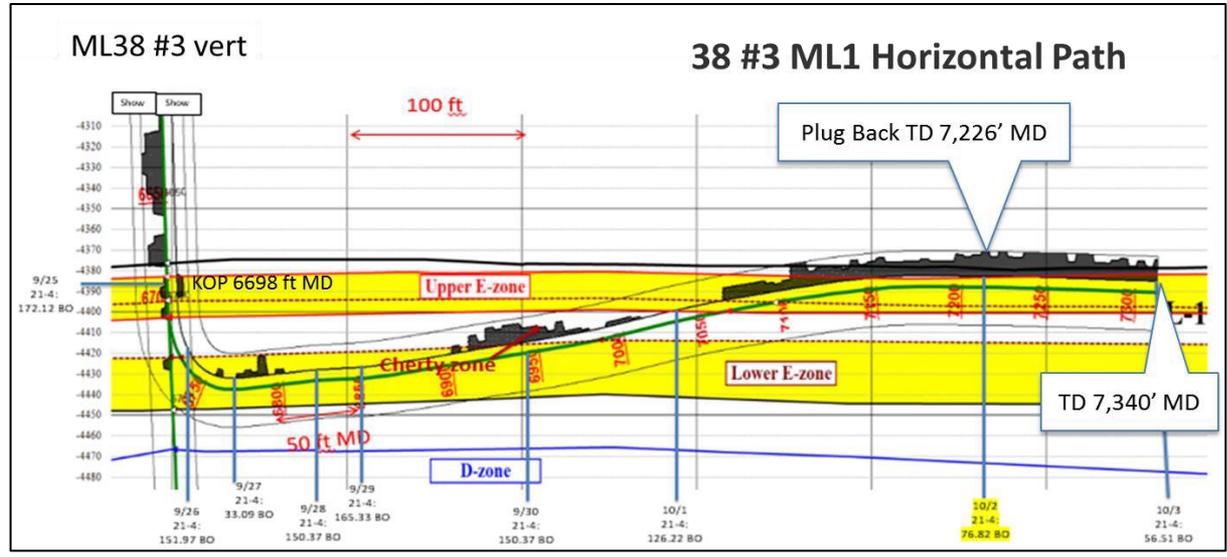
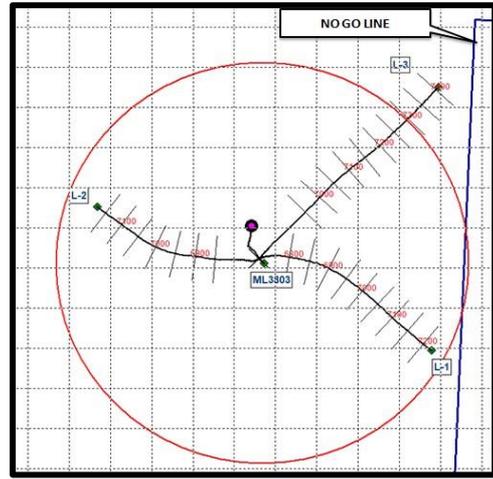
结果:

- 之前为关井状态
- 措施后产量达到31桶



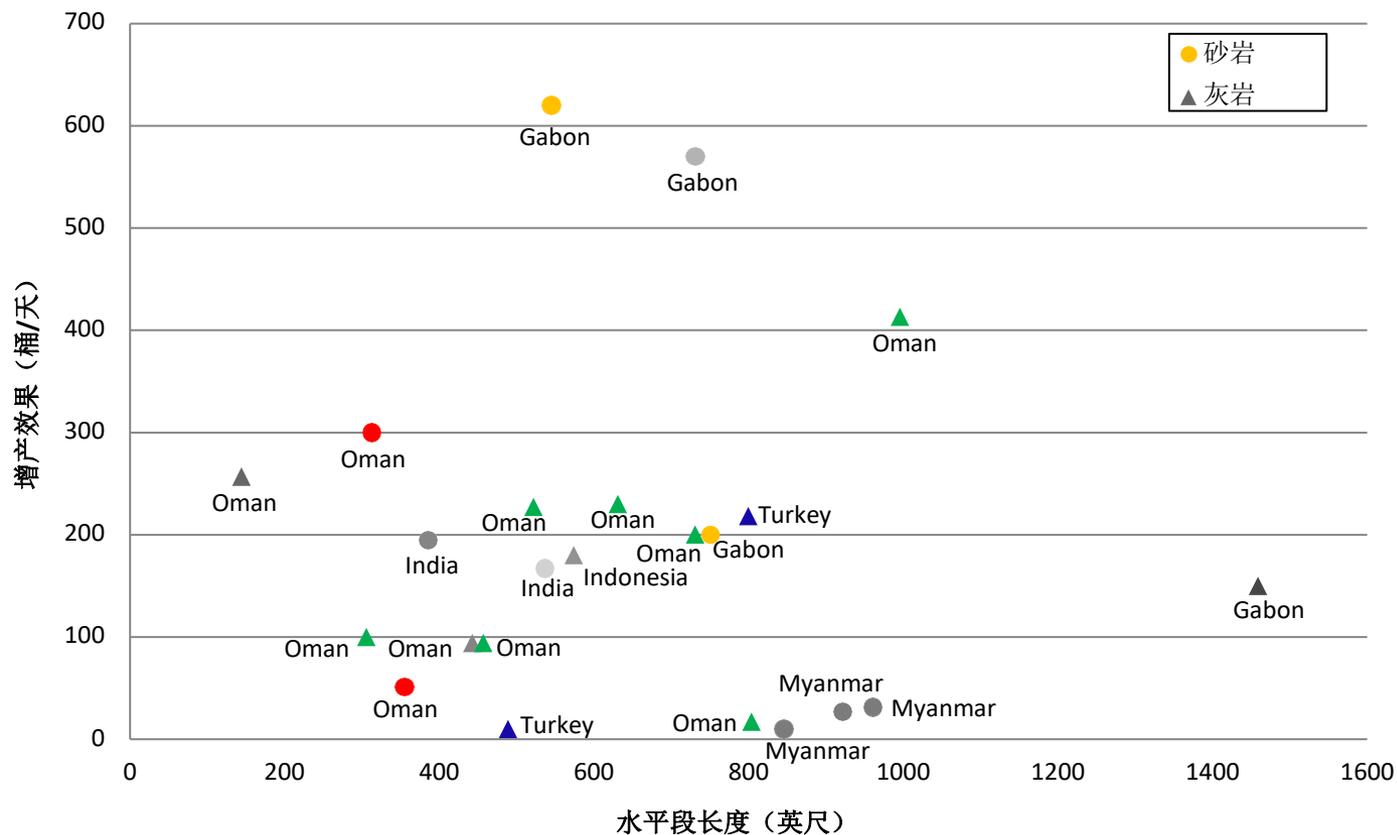


案例 7 - 三分支井





增产效果与水平段长度关系





井号	水平段长度	增产 (桶/天)	岩性
Rima 14	355	51	砂岩
Rima 24	313	300	砂岩
Yibal 392	144	257	砂岩
Daleel 4	443	94	灰岩
Geleky 83	386	195	砂岩
Balol 141	537	167	砂岩
Selmo 22	800	218	白云岩.灰岩
Selmo 36	489	10	白云岩.灰岩
Safah 99	457	94	灰岩
Safah 111	631	230	灰岩
Safah 93	996	413	灰岩
Safah 113	306	100	灰岩
Safah 114	731	200	灰岩
Safah 27	804	17	灰岩
Safah-52	522	227	灰岩
East Nief-1	574	180	灰岩
OBA-9	545	620	砂岩
OBA-4	751	200	砂岩
OLD-10	1459	150	碳酸盐岩,白云岩.灰岩
NIU-28	731	570	砂岩
LPDO-7	846	10	砂岩
LPDO-61	922	27	砂岩
LPDO-48ST2	961	31	砂岩



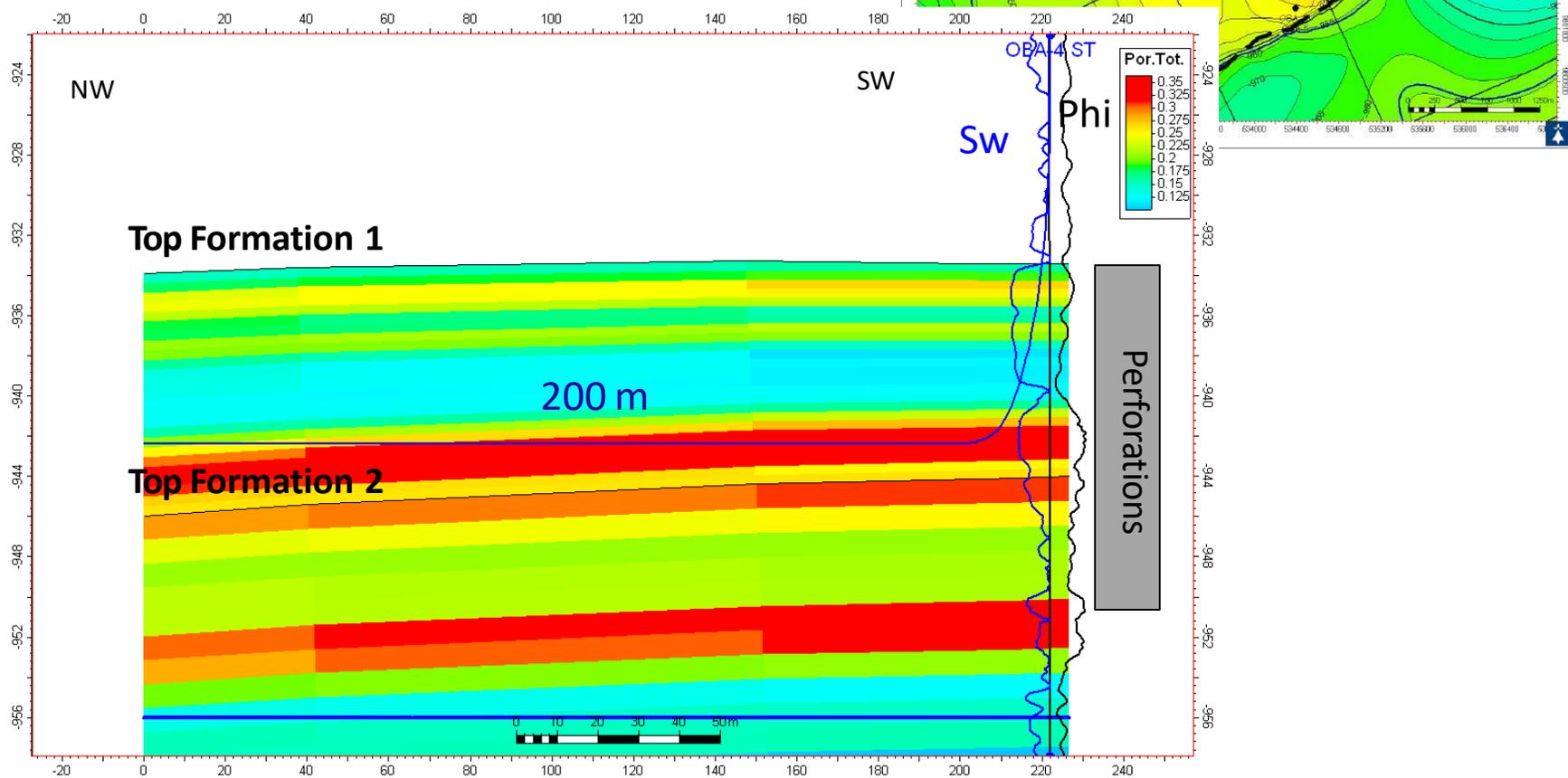
选井过程



地质评价

关键点：

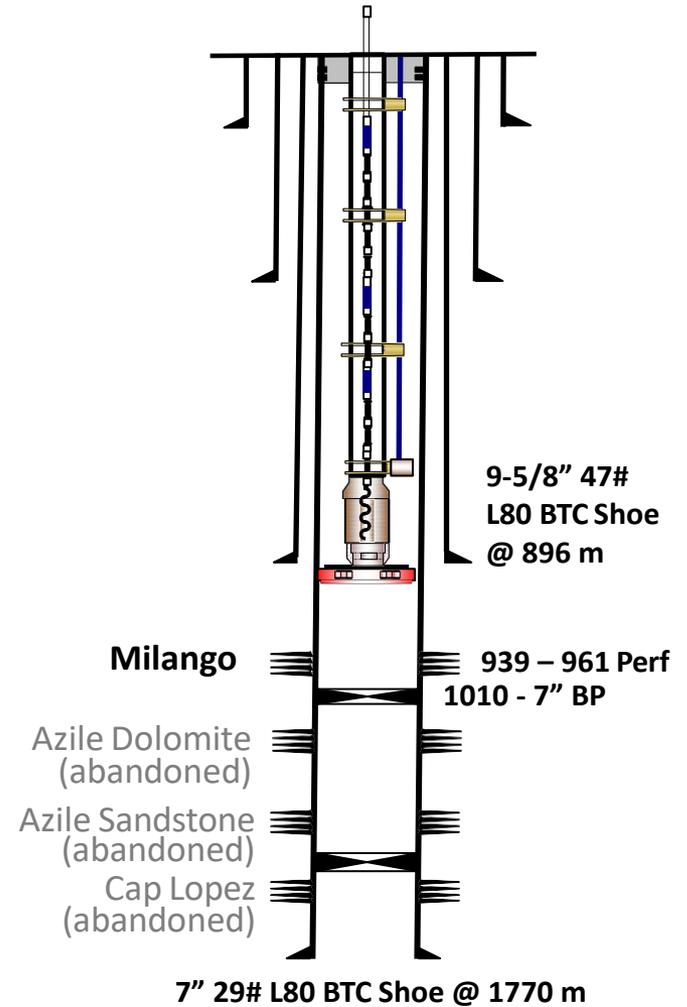
- 产量记录
- 地质结构，油藏发育情况
- 目标深度及方位
- 与周边井的评价





油井评价

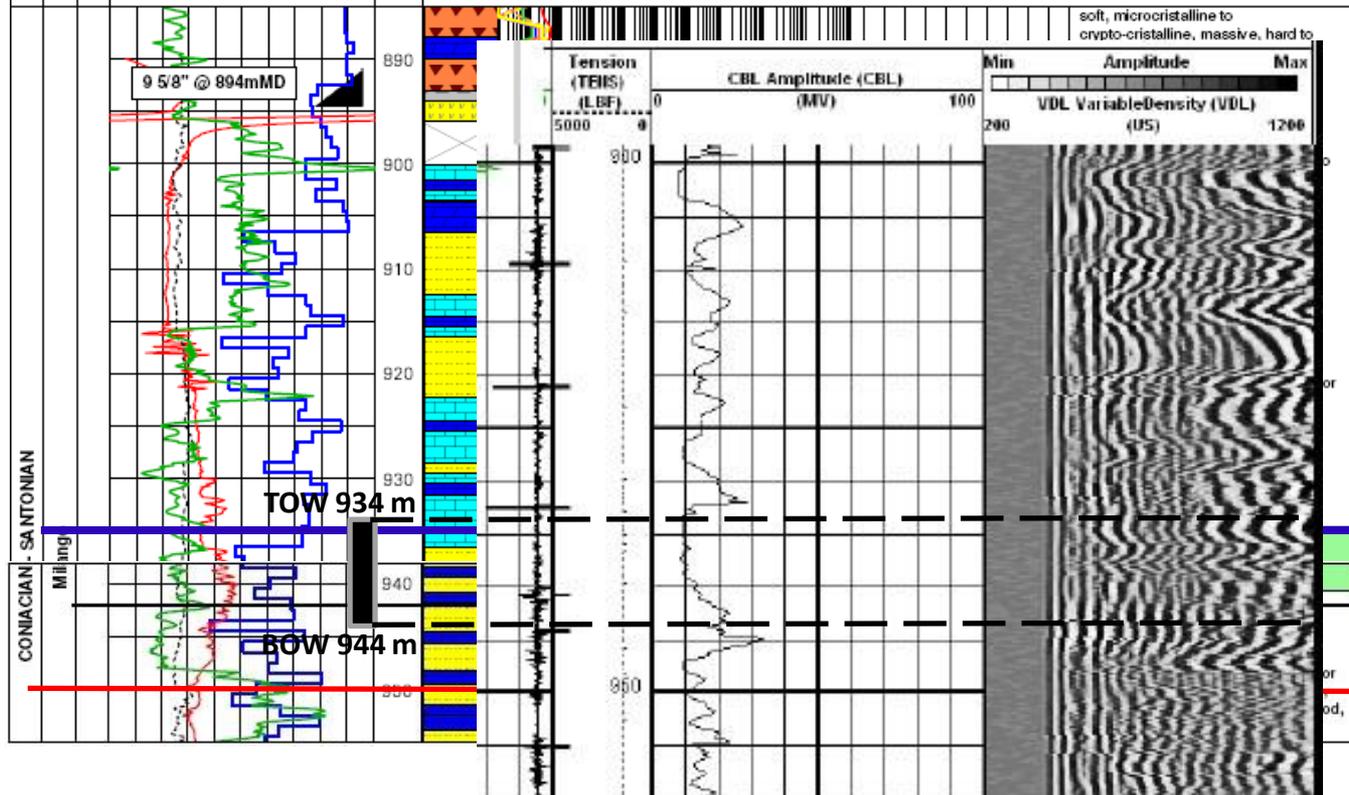
- 全井陀螺
- 固井质量评价
- 套管有无损伤，套变





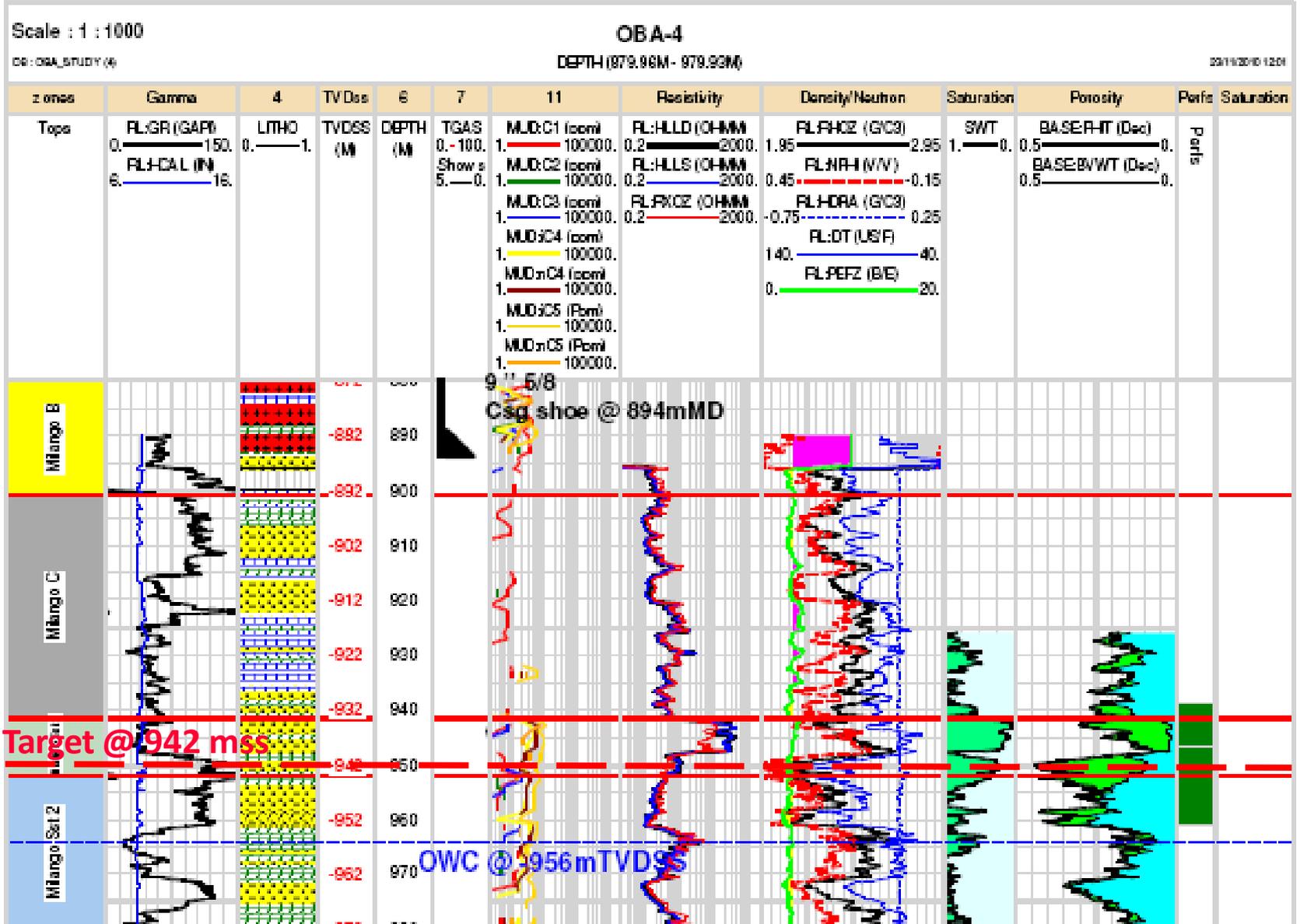
工程设计—锚定方位

STAGE/SERIES	FORMATION	MEMBER	ROF		Depth	Interpreted Lithology	CHROMATOGRAPH		RESISTIVITY		POROSITY		Descriptions
			50	0			C1	RXOZ	RHOZ				
			m/hr				1 ppm 1e+006	0.2 CHMM 2000	1.95 G/C3 2.95				
			SP				1 ppm 1e+006	0.2 CHMM 2000	0.45 V/V -0.15				
			-80	20			1 ppm 1e+006	0.2 CHMM 2000	140 US/F 40				
			HCAL				1 ppm 1e+006						
			6	16			1 ppm 1e+006						
			IN				1 ppm 1e+006						
			GR				1 ppm 1e+006						
			0	200			1 ppm 1e+006						
			GAPI				1 ppm 1e+006						
			Well Switch				1 ppm 1e+006						
			modifiers				1 ppm 1e+006						





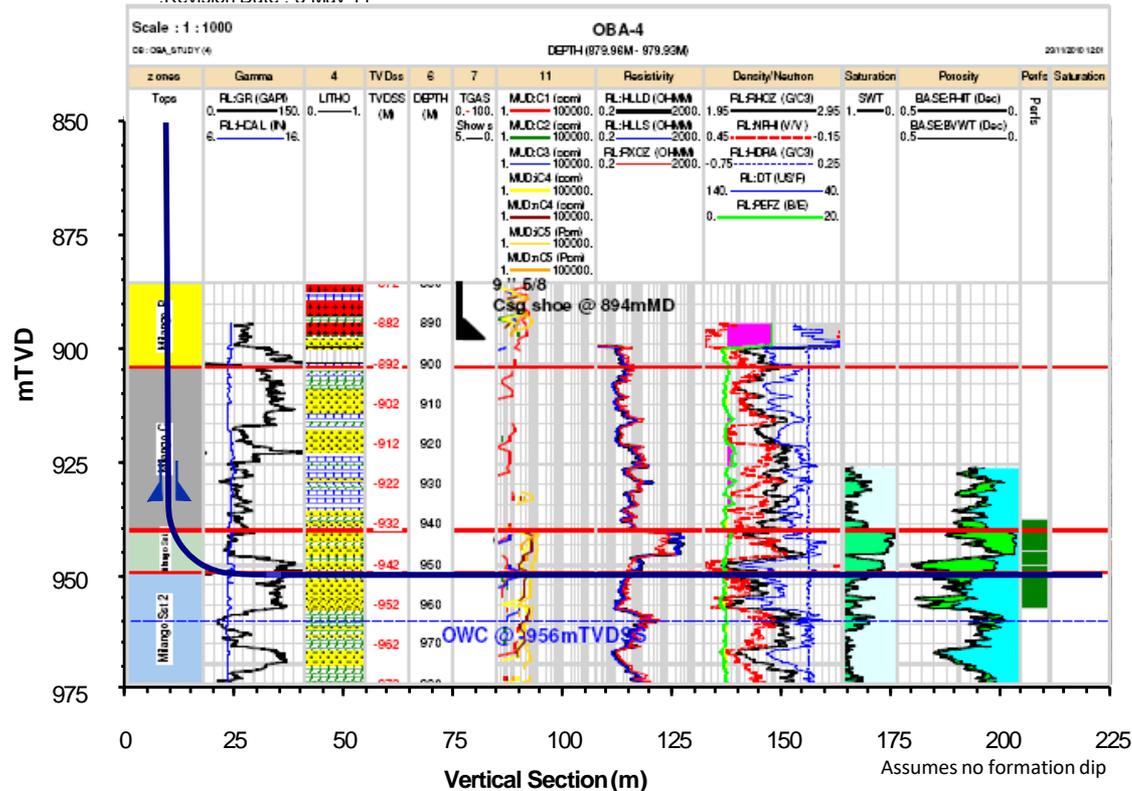
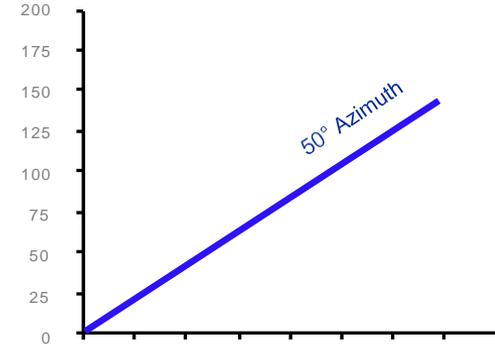
工程设计—锚定方位





通过定向井设计软件设计轨迹

Survey Type : PROPOSAL
 Vertical Section Origin : N 00.000 m., E 00.000 m.
 Vertical Section Azimuth : 0°
 Reference Datum TVD : RKB Original Drill Floor Elevation
 Tie-in : Surface
 Surveys : Definitive Survey not available
 Top Milango : 834 m MD ORT
 9-5/8" Casing Shoe : 894 m MD ORT
 Top 7" 29# Casing Section Window : 934 m MD ORT
 KOP - Start 4-1/2" Curve : 935 m MD ORT
 Top Milango Sandstone : 943 m MD ORT, 942 m TVD ORT, 934 m TVD SS
 Radius of Curvature (DLS) : 15.05 m (114° / 30m)
 Landing - End of 4-1/2" Curve : 957 m MD ORT, 950 m TVD ORT, 942 m TVD SS
 Well TD : 1157 m MD ODE, 950m TVD ORT, 942 m TVD SS
 Revision Date : 5-May-11



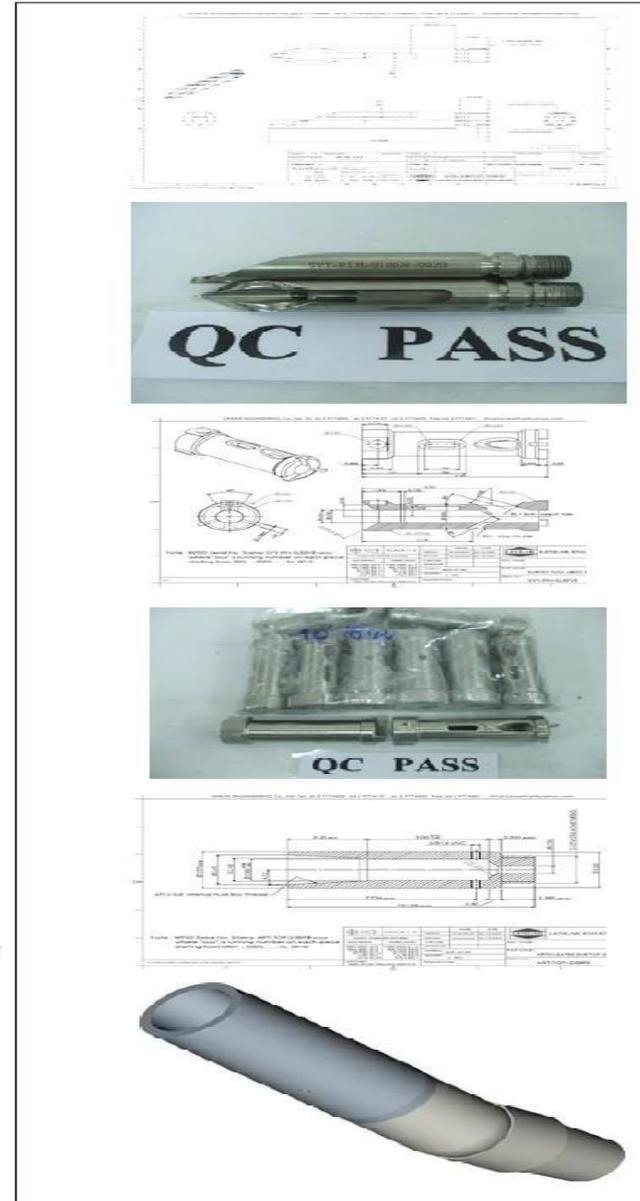
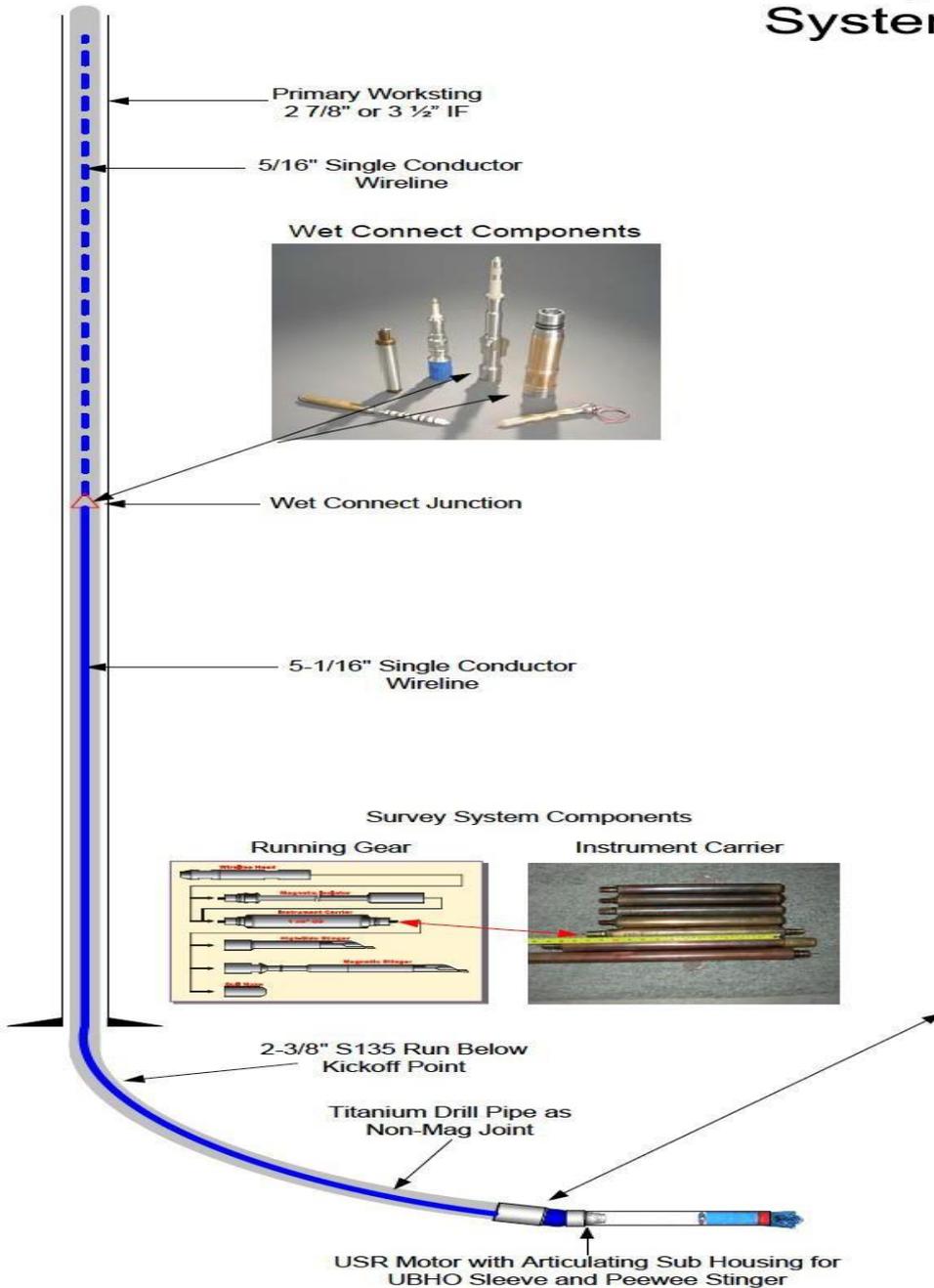
100 125 150 175 200

Assumes no formation dip



USR独家井下工具

USR Lateral Drilling and Surveying System



带有弯接头的柔性防砂筛管





地面配套设备



350型修井机





350型修井机





泥浆泵





泥浆罐、搅拌器

固控系统



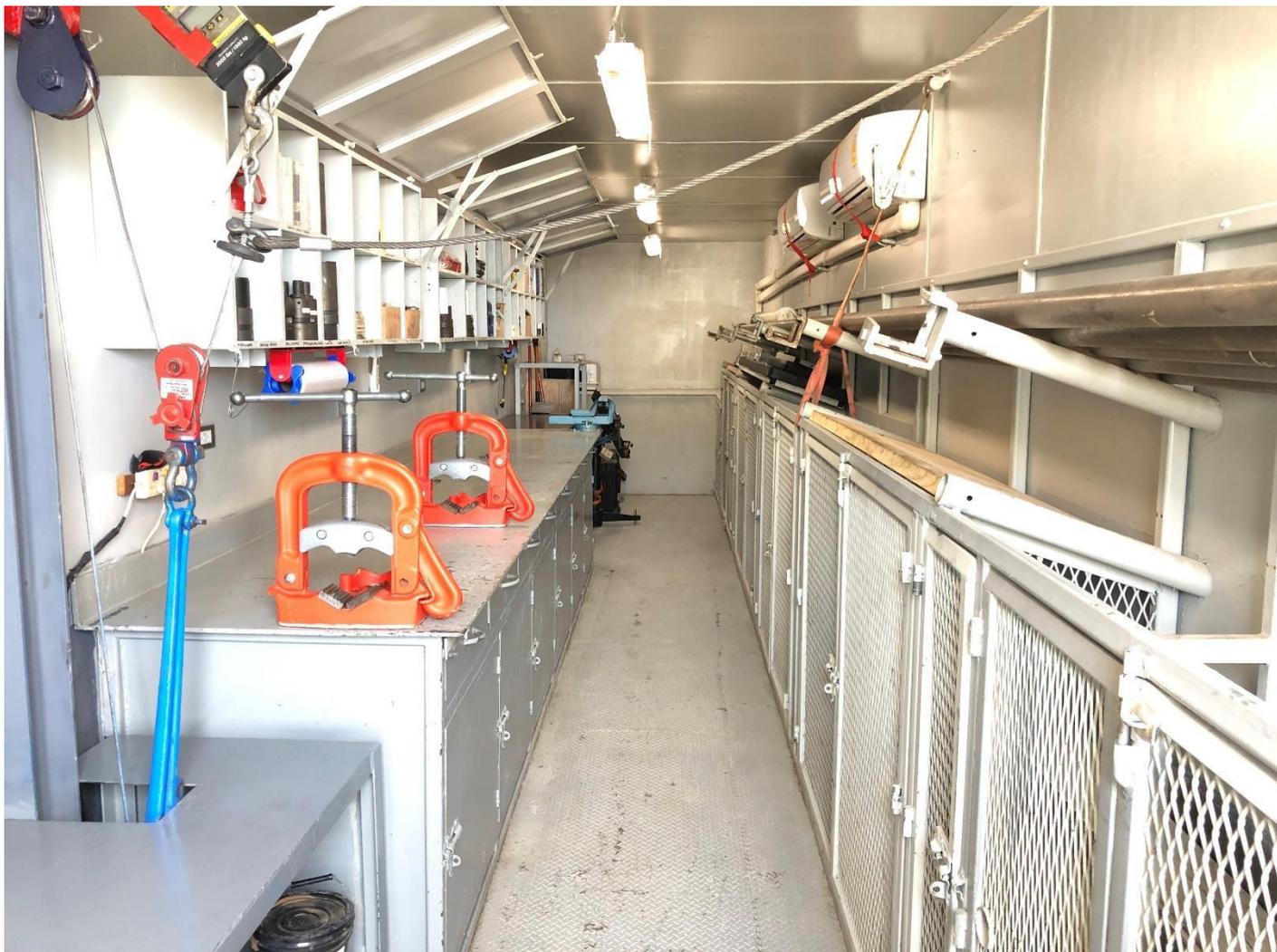


固控系统





USR工具间





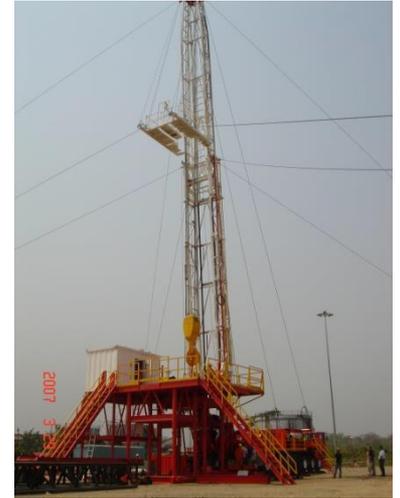
轻型修井机



Schramm 94 klbs (750 HP Chain Drive) Single



Schramm with sub-structure (tiled, USRD from slant well)



ZJ20 350klbs 600 HP Double



Ideco H40 Rambler – 400 HP Double



Rig H40 with USRD Workshop



HRI 80T 350 HP Single



动力水龙头

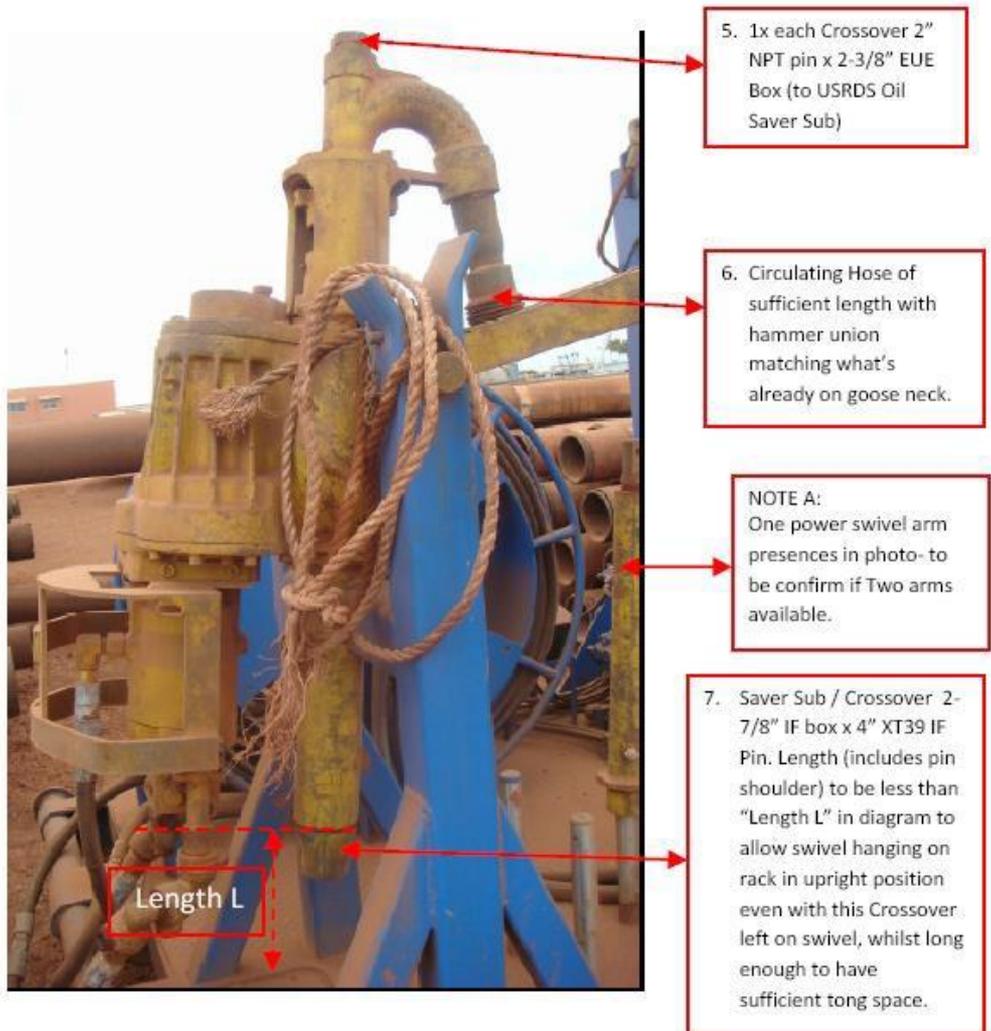
动力水龙头

- Bowen 2.5C

- 静载 170,000 lbs
- 动载 (100RPM) 90,000 lbs
- 最大扭矩 3,975 ft-lbs
- 最大循环压力 5,000 psi

- Bowen S-3.5

- 静载 240,000 lbs
- 动载 (100RPM) 130,000 lbs
- 最大扭矩 8,000 ft-lbs
- 最大循环压力 5,000 psi



LPDO-7 建井周期

SPUD 01/03/2014

COMPLETION 10/03/2014

LDPO-7 USRD Time (days) vs. Depth(ft)

