

TP 油田 IOR/EOR 项目资产评价



二、储量评估

三、开发方案



一、概 况

- TP 油田位于美国西北部怀俄明州山间盆地、全美主要产油区带内，整装背斜构造油藏。原生态，素有小黄石公园的美称。
- 工区面积： 38km²
- 总井数： 1509
- 生产井： 670 口， 2000 年生产井 500 口，井距 100m 以上，溶解气驱开发为主
 - Shannon:451(绿色)，顶深 50-100m
 - 2Wall Creek:72(紫色)
- 总地质储量： 2.36 亿桶，剩余可采储量 5000 万桶， Shannon 和 2Wall Creek 油藏占 85%
- 累积采油：历史最高产量 6000 桶 / 日， 2000 年 Shannon 油藏平均单井产量 1.1 桶 / 日
- 采收率： 20-40%



一、概 况

- 历史勘探开发工作：
1917 年发现，百年沧桑之
变曾经使本区几度夕阳红。
目前面临废弃状态。

- 已做先导试验：

- 注水
- 注气
- 注蒸汽
- 火烧油层
- 聚合物

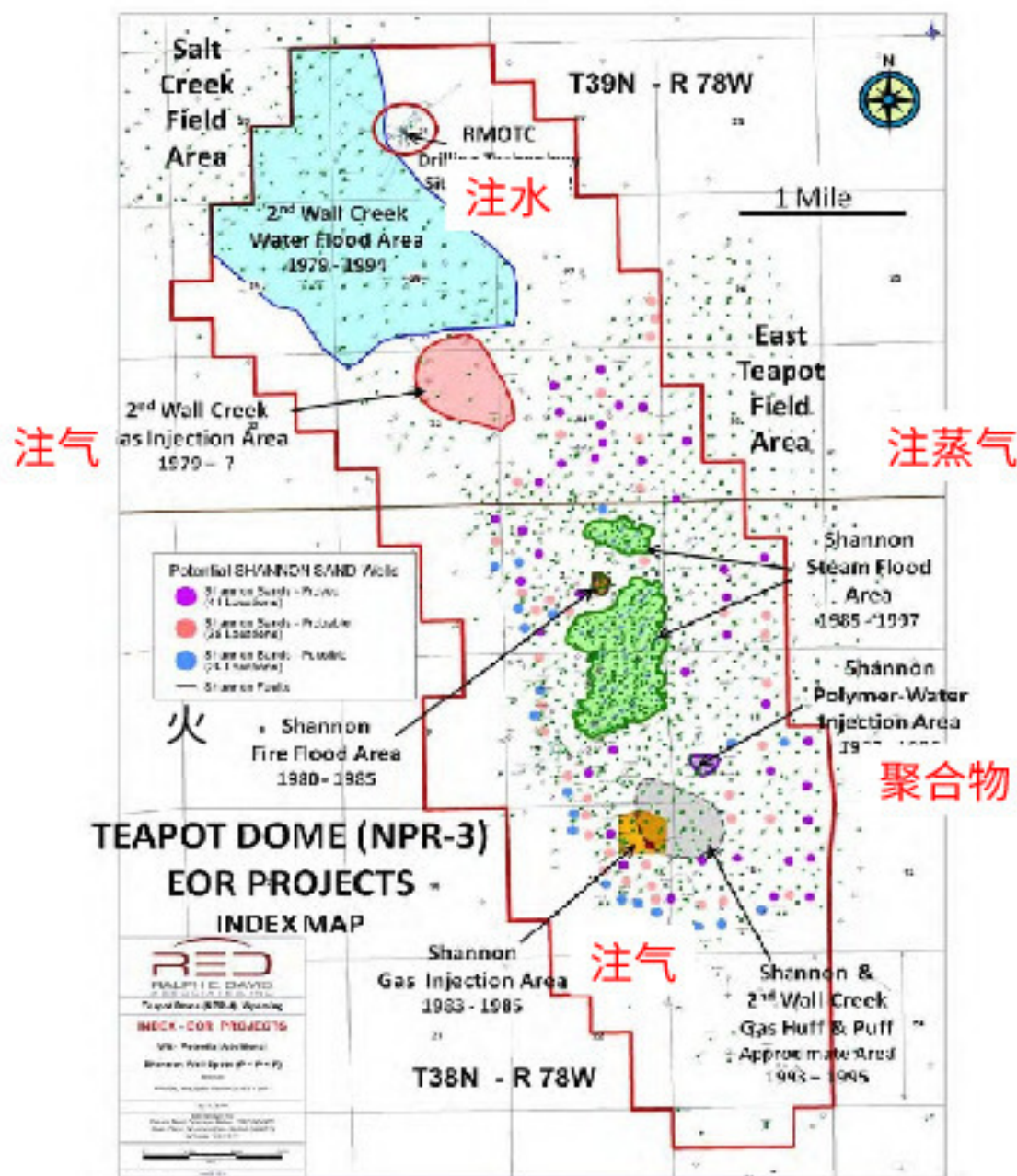


Figure 35: Index Map of Enhanced Oil Recovery Projects (EOR) - Teapot Dome (NPR-3)

一、概 况

Period	Formation		Lithology	Thickness	Depth (feet)	Productive	
Upper Cretaceous	Stewart	Stewart		195		■	
				30		■	
				290	77.5	■	
		Shannon		120	58.5	■	
				89.5		■	
	Niobrara Shale			1955		■	
					1950	■	
		Carlisle Shale			240	2440	■
		Frontier	1st Wall Creek		180	2680	■
					245	2840	■
2nd Wall Creek			60	2800	■		
3rd Wall Creek			175	3170	■		
Lower Cretaceous				260	3325	■	
				260	3370	■	
	Muddy Sandstone			230	3505	■	
	Thermopole Shale			15	3826	■	
				130	3840	■	
Jurassic	Dakota	Dakota		35	3875	■	
				10	4040	■	
Triassic	Morrison			270	4070	■	
						■	
	Sandstone	Upper		95	4340	■	
		Lower		150	4435	■	
		Crow Mtn		00	4585	■	
Albany L.R.			20	4605	■		
Chugwater Group	Red Peak		700	4825	■		
					■		
Permian	Gower Fan			320	5205	■	
Pennsylvanian	Horseshoe			320	5525	■	
	Amsden			160	5645	■	
Mississippian	Madison			300	5805	■	
				300	5805	■	
Cambrian through Devonian	Undifferentiated			780	6585	■	
				780	6585	■	
Pre-Cambrian	Granite			780	7365	■	

Rocky Mountain Oilfield Testing Center (RMOTC), Casper Wyoming

Currently productive ■
Productive in part ■
Potentially productive □

Rocky Mountain Oilfield Testing Center (RMOTC), Casper, Wyoming

Currently productive
Productive in past
Potentially productive

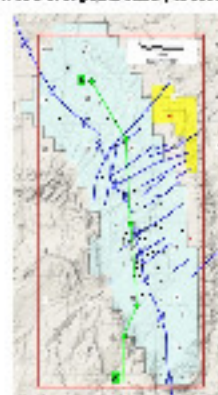
产油层：纵向上发现 7 套含油层系

现产

现产

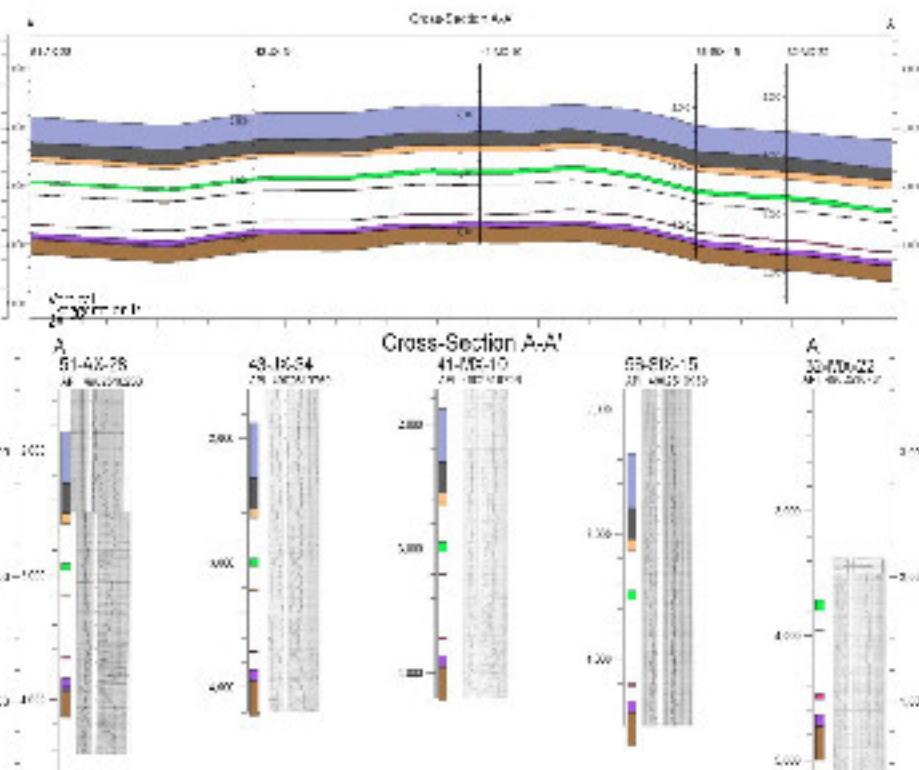
- Shannon
- Niobrara Shale
- Wall Creek
- Muddy
- Dakota
- Lakota
- Tensleep

Teapot Dome
Area of Stratigraphic Model (see outline)



NOTES: Only wells used in this model are shown. Wells shown in red are currently productive. Wells shown in blue are potentially productive. Wells shown in green are productive in the past.

Shannon
Niobrara
Wall Creek
Muddy
Dakota
Lakota
Tensleep



一、概 况

2 构造

- 以后根据油井生产特征，含水变化能否寻找微裂缝的特征？

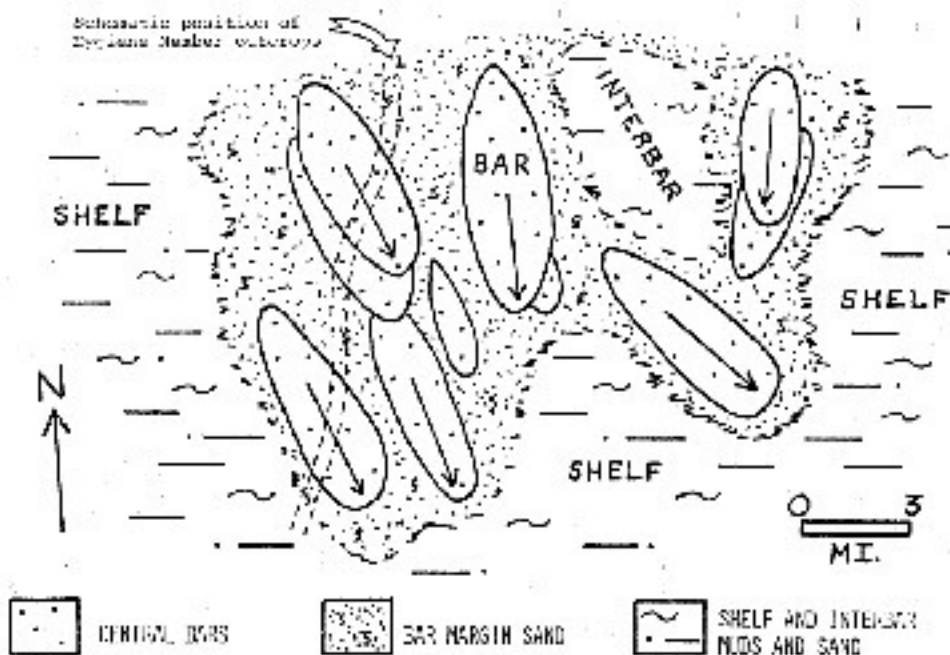


Fig. 11 Schematic plan view of offshore shelf showing distribution of facies of sand, developed at one sandstone horizon in upper Eocene Member. Arrows show transport directions of sand bars. Location of Eocene Member outcrops schematically shown. (From Butler, 1976)

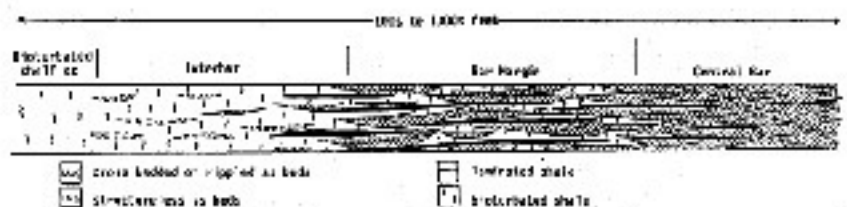


Fig. 12. Schematic diagram of lateral relationships between facies

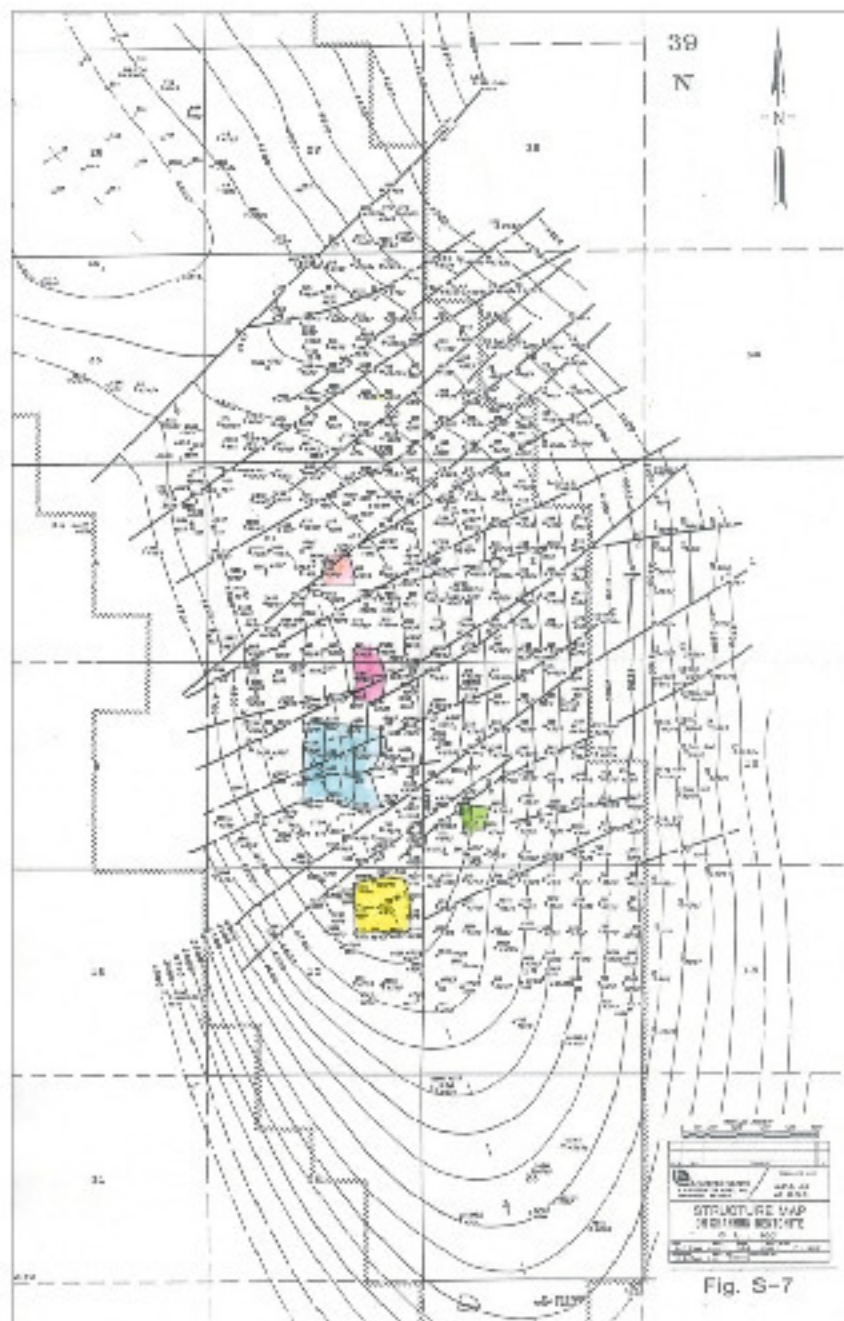
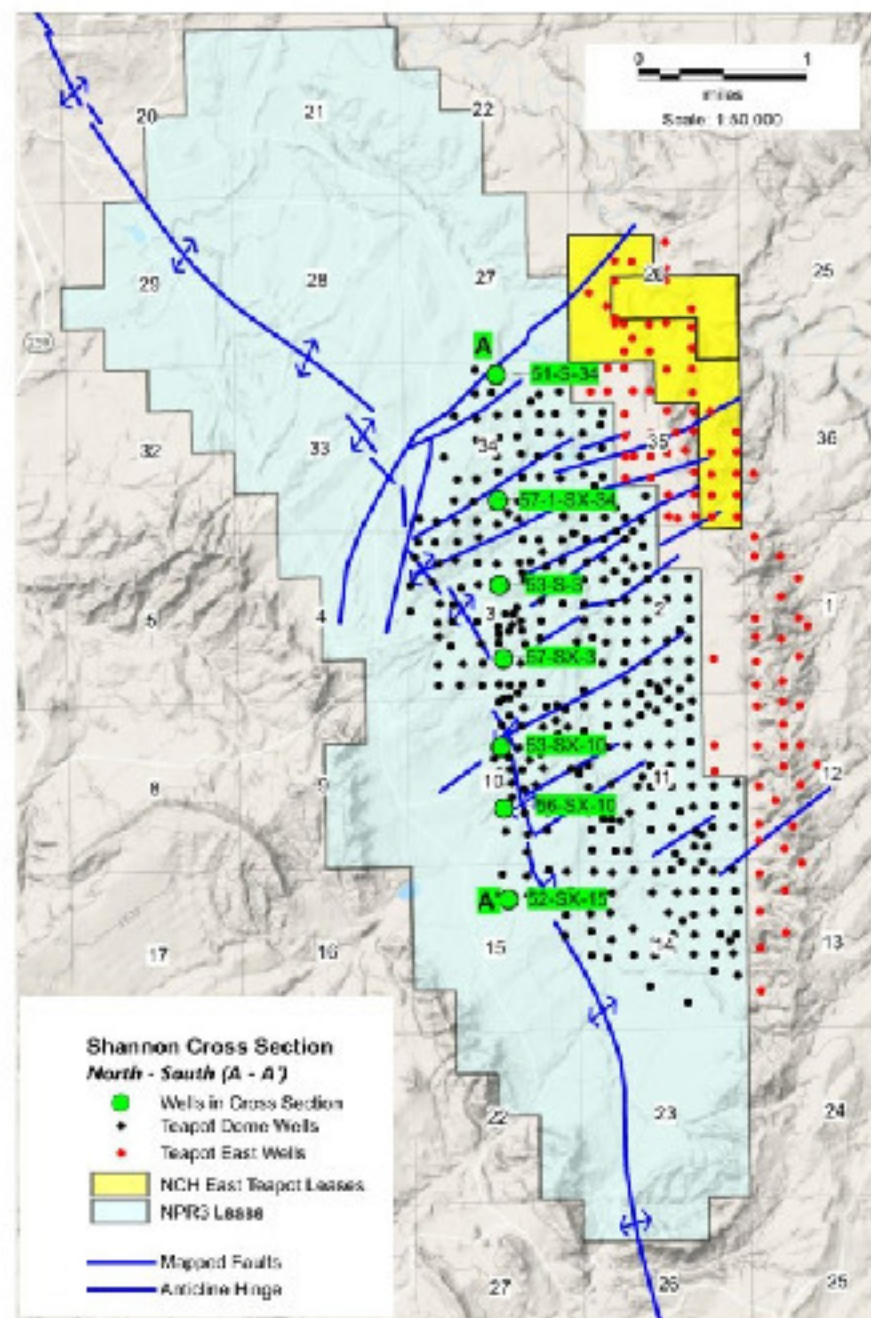
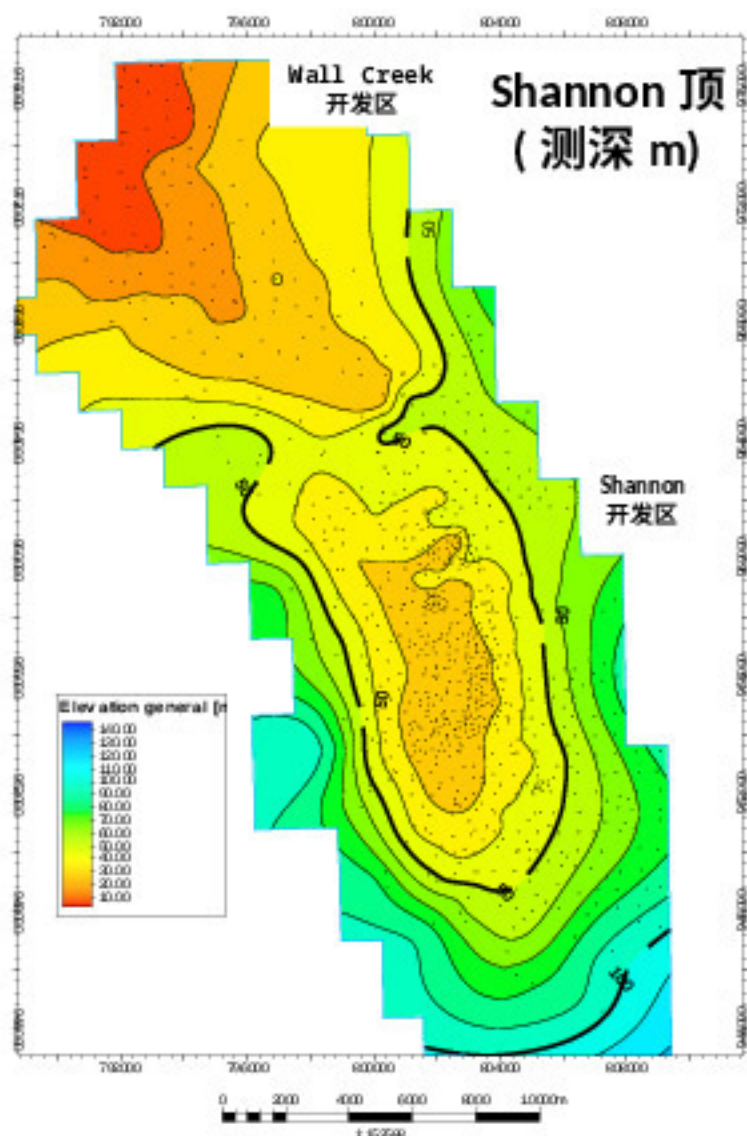


Fig. S-7

二、储量核实 - 构造研究

2 构造，早期立足于地面地质测绘研究构造



二、储量核实 - 构造研究

2 构造

- 2001 年所采集的三维地震资料上难以见到明显的断层，露头有未错开的裂缝

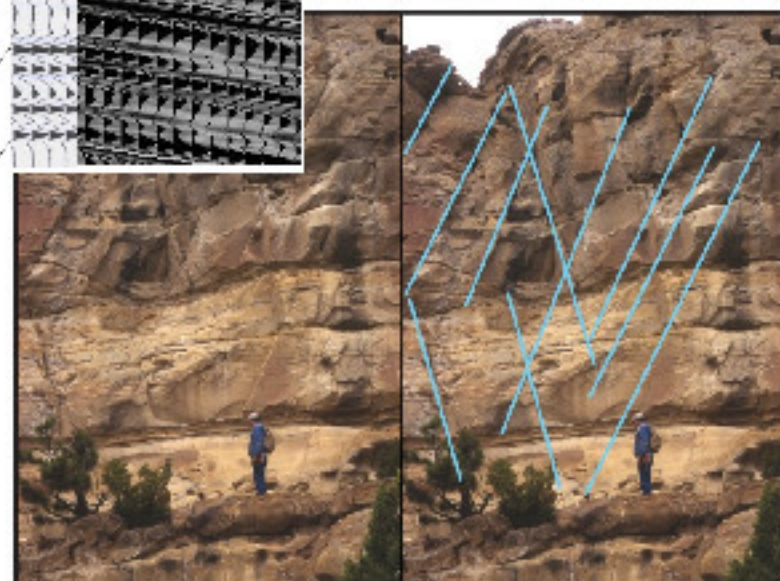
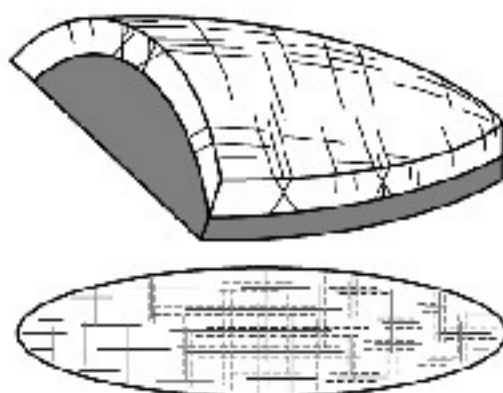
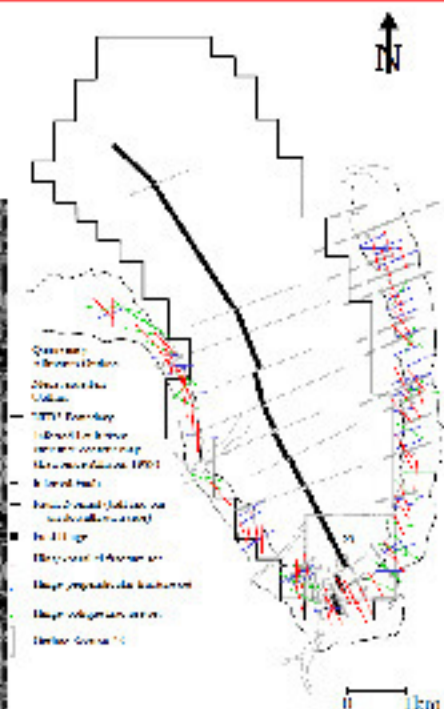
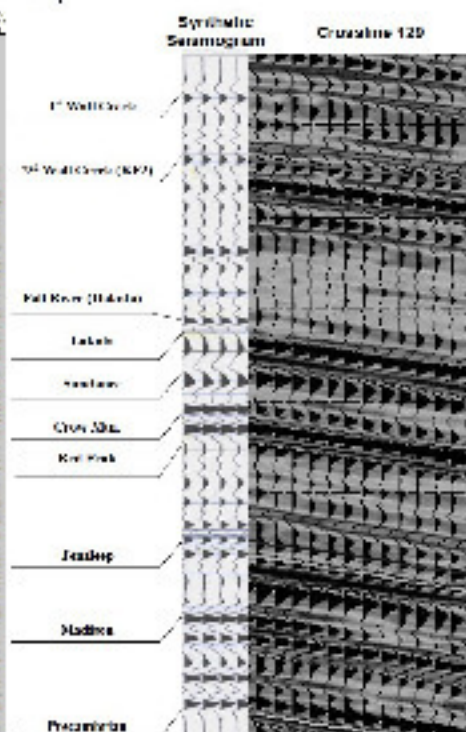
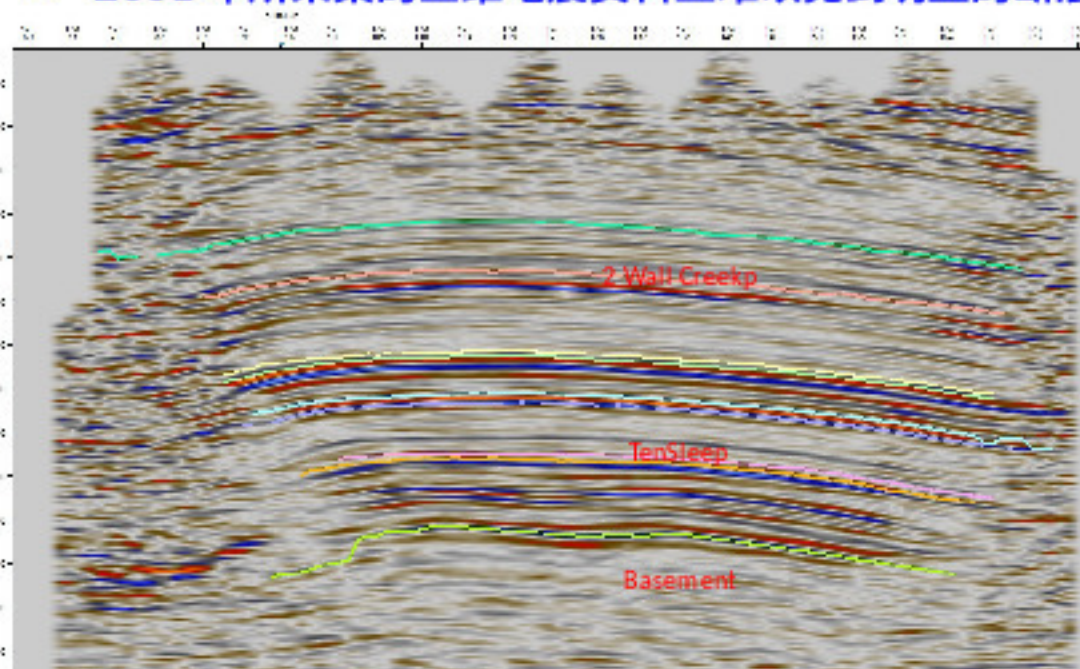


Figure 5. Located on the left hinge in the overlapping area of the southern end of the anticline, these normal and strike-slip and thrusts strike parallel to the left hinge and have a vertical tectonic to the strike-slip. Vertical separations are typically small (0.20 and 0.12 m).

Figure 19. Photomicrographs of vertical sections of rock from well 10 to 10N11. (A) View of a vertical section of rock from well 10 to 10N11. (B) View of a vertical section of rock from well 10 to 10N11. The images show the complex network of fractures and mineral grains. The fractures are highlighted with blue lines. The images show the complex network of fractures and mineral grains. The fractures are highlighted with blue lines.

二、储量核实 - 构造研究

2 构造，三位采集给予构造研究全程新的面貌

Structural Style of Teapot Dome Anticline

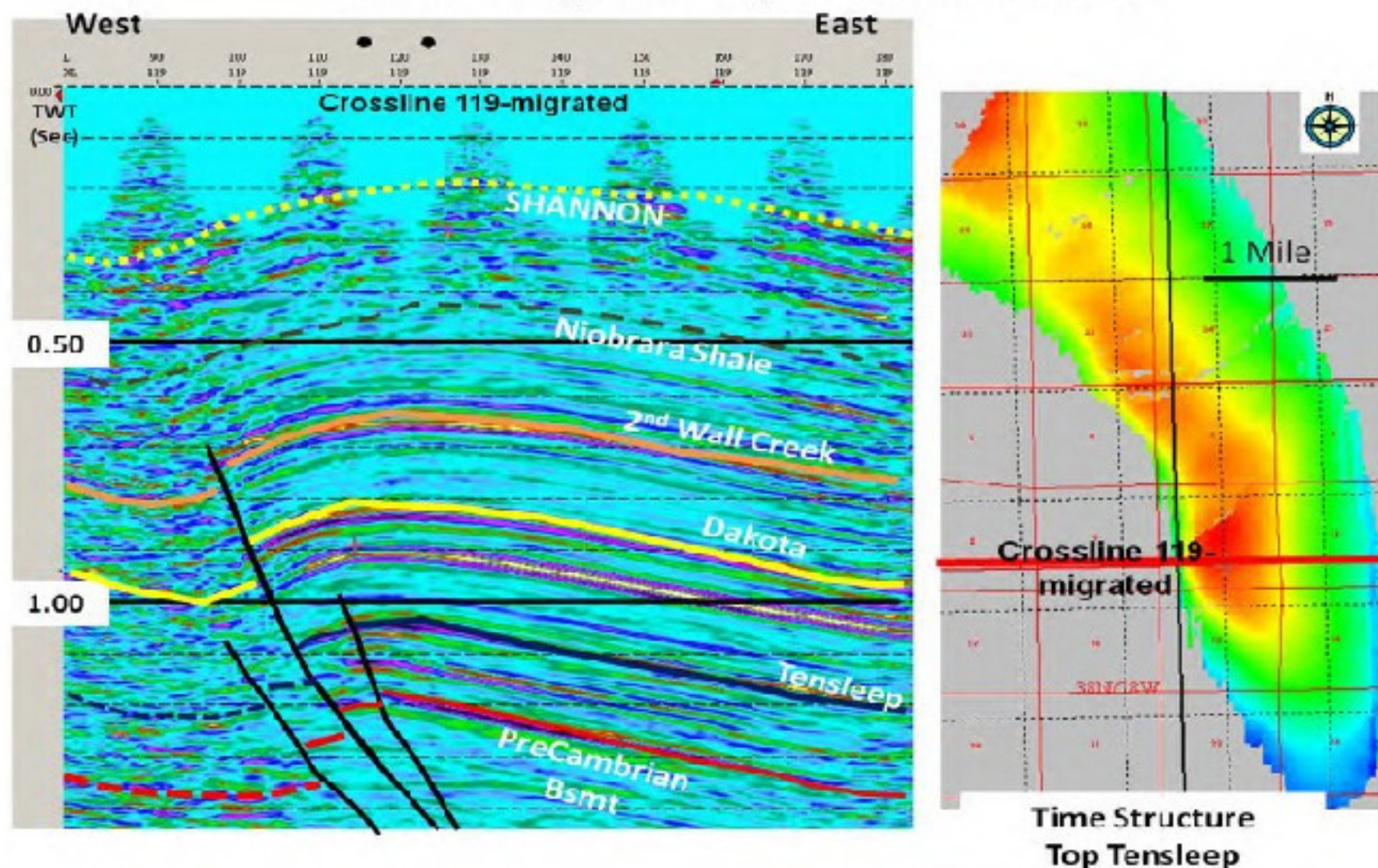
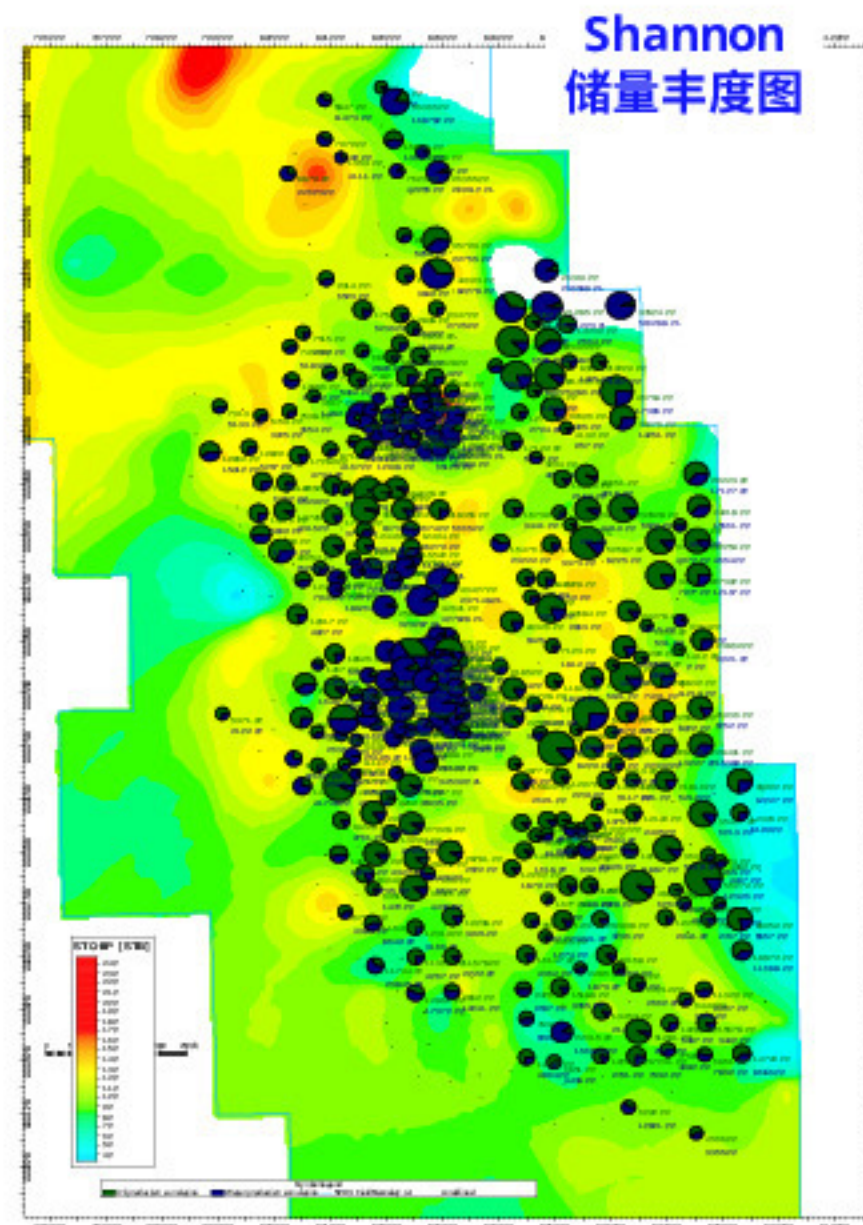


Figure 12: Structural Style of Teapot Dome (NPR-3) Illustrated by 3D Data - Crossline 119

三、问题及潜力分析

8. Shannon 油藏增产方案

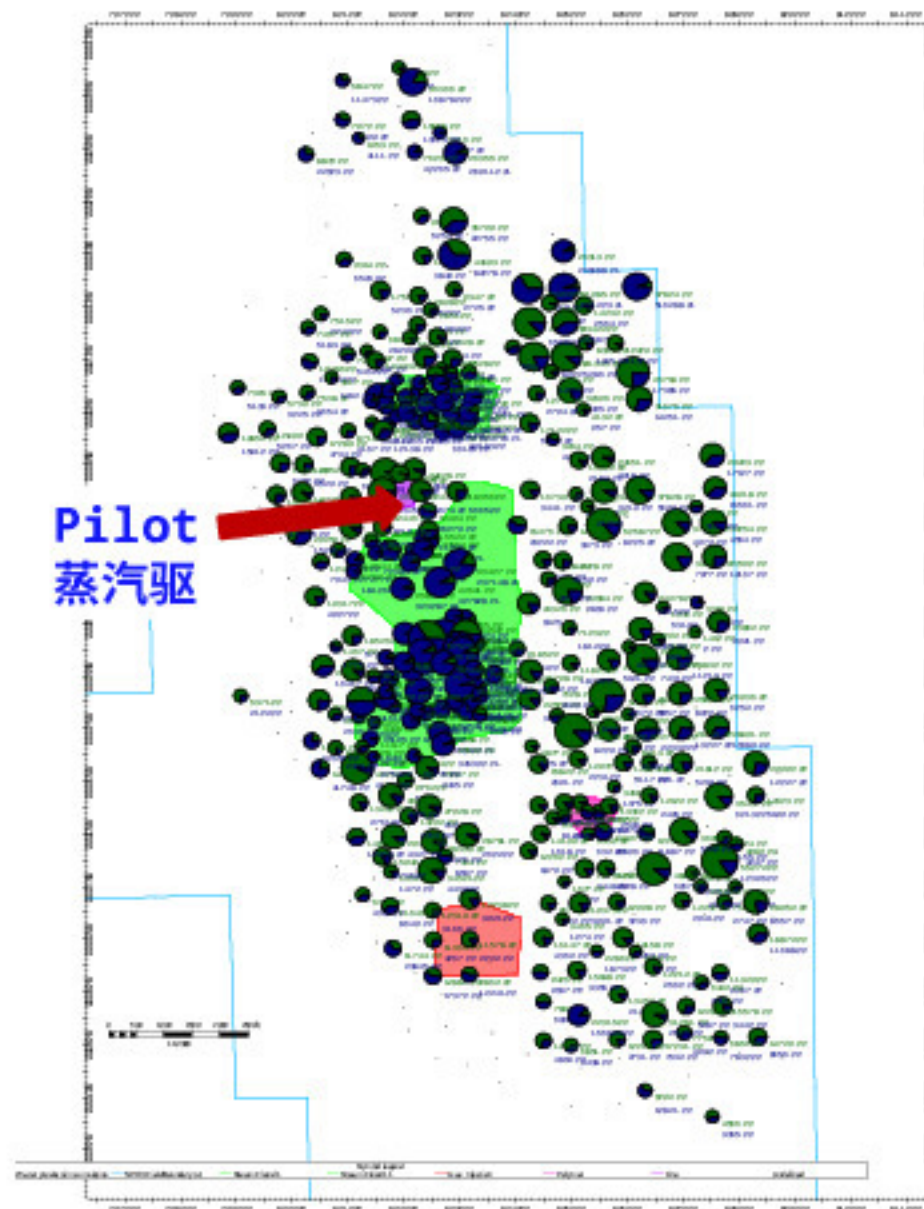
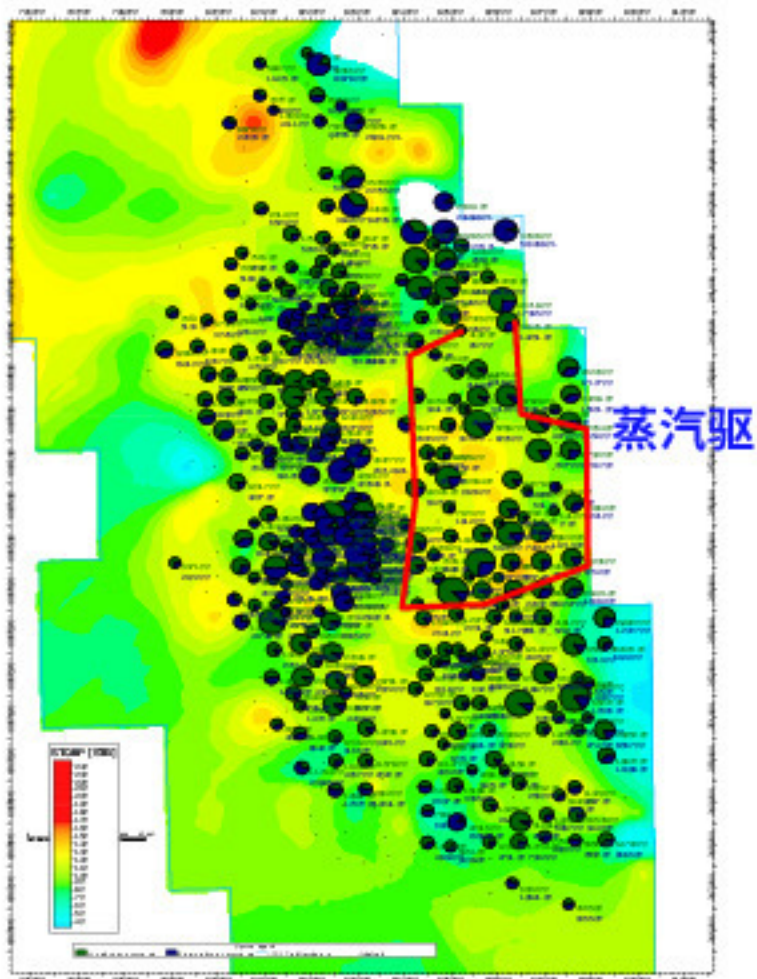
- 甜点
- 新井优先钻在红色地方



三、问题及潜力分析

8. Shannon 油藏增产方案

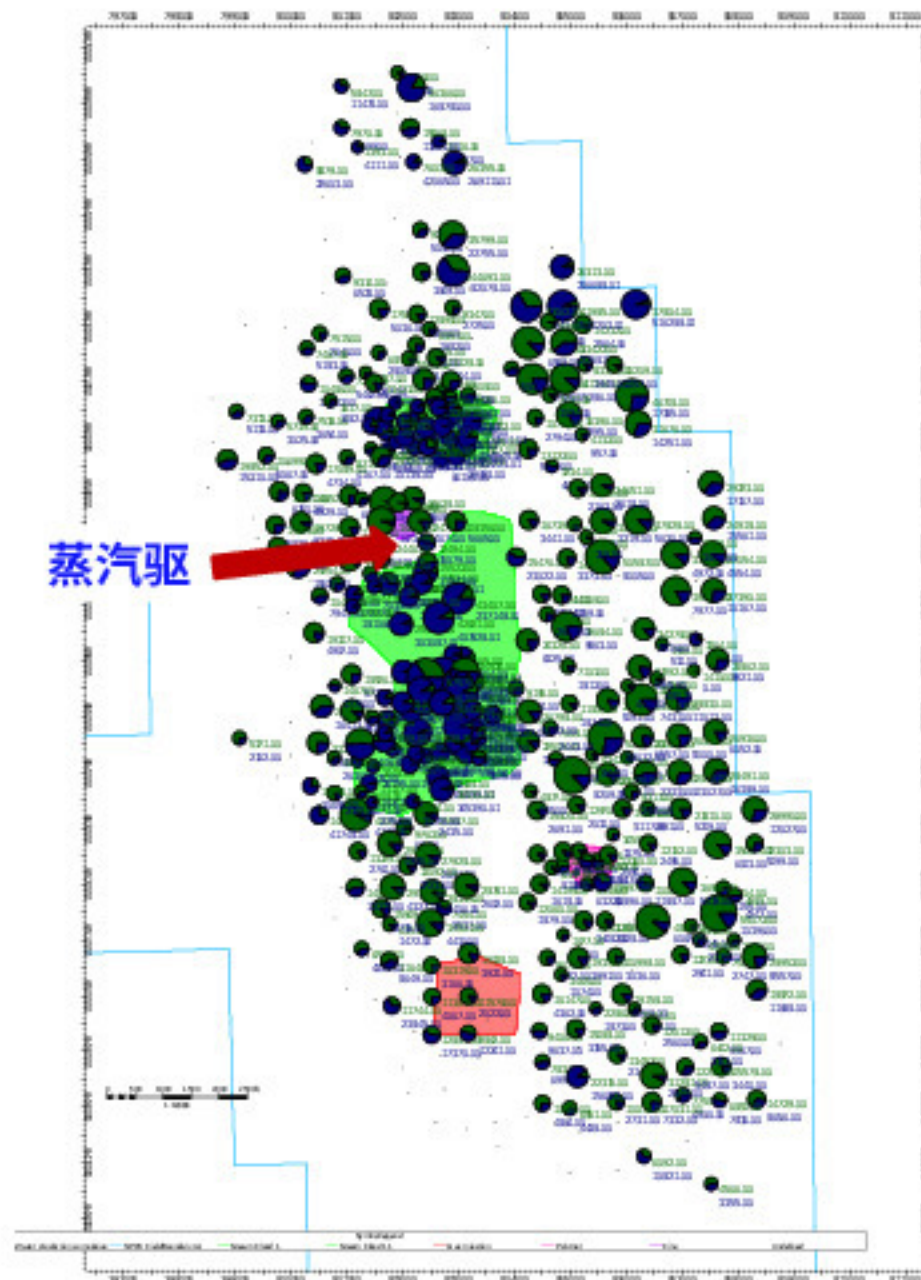
- 蒸汽驱



三、问题及潜力分析

8. Shannon 油藏增产方案

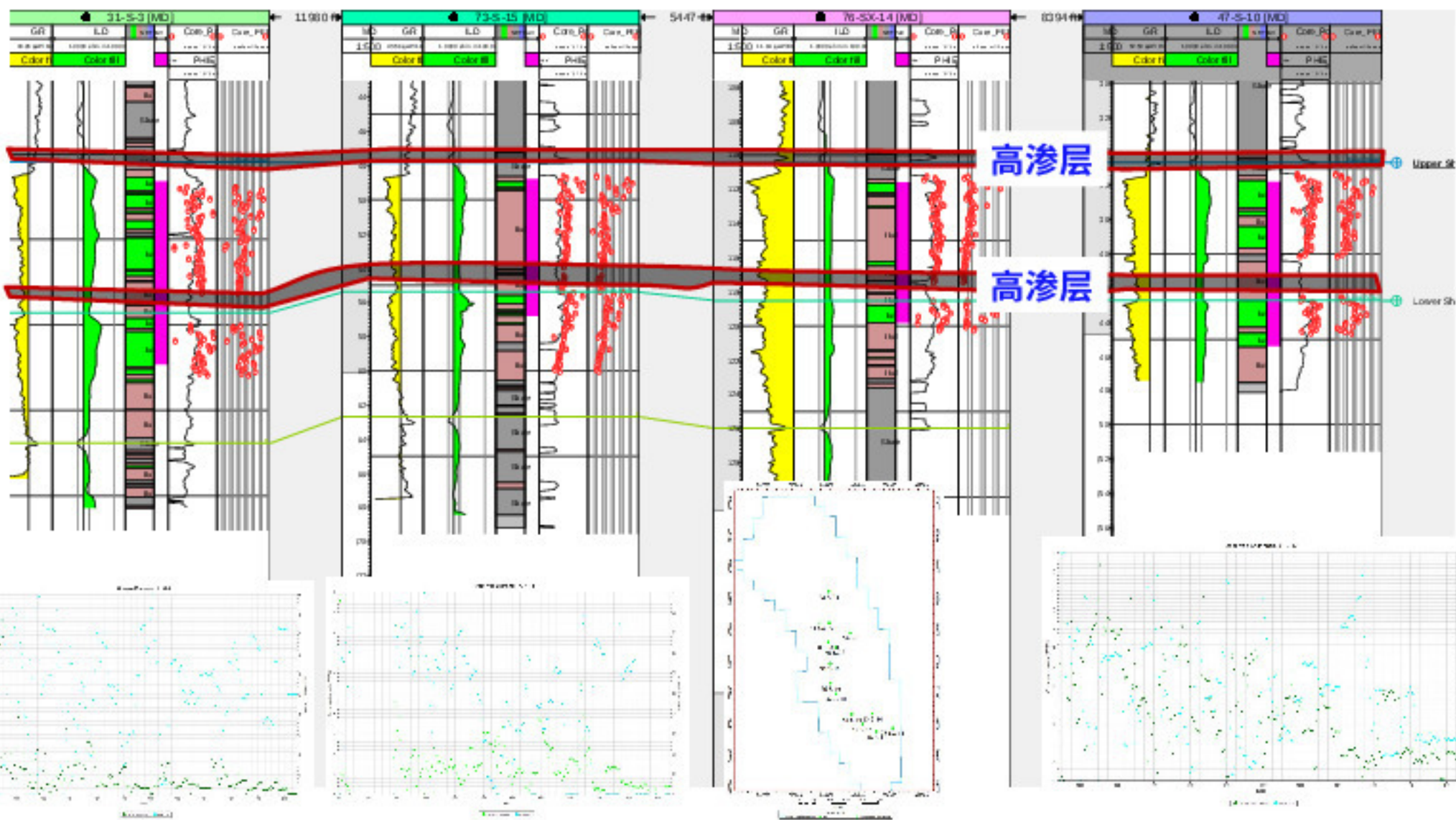
- 堵水调剖
 - 高含水的井主要位于蒸汽驱区域，水穿主要是蒸汽沿高渗透层突进，该区域需要封堵高含水的高渗透层



三、问题及潜力分析

8. Shannon 油藏增产方案

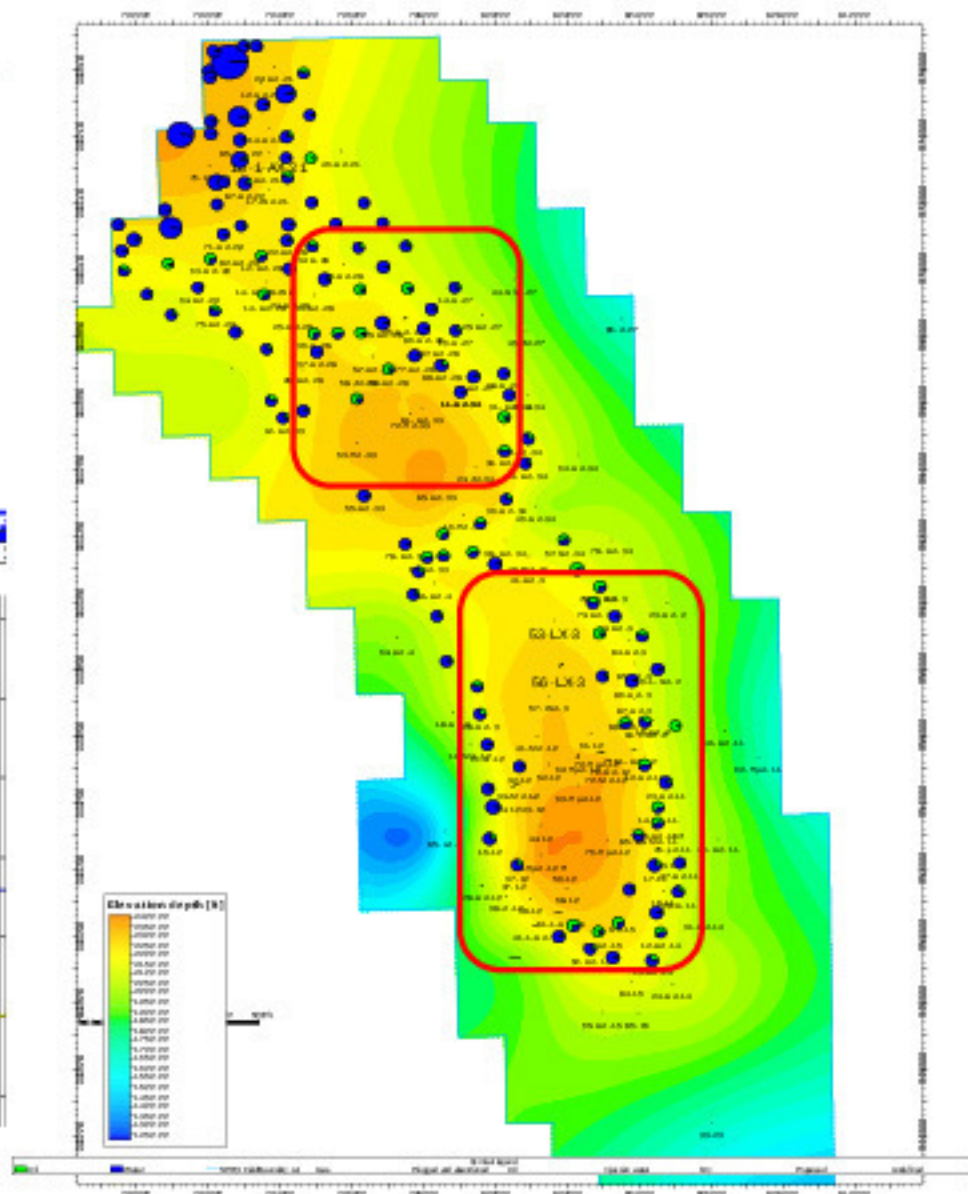
- I 类油层为高渗层，容易导致水的突进，封堵 I 类高含水油层
- 打开 II 类油层，将是未来稳产、增产的重要手段和方向之一



三、问题及潜力分析

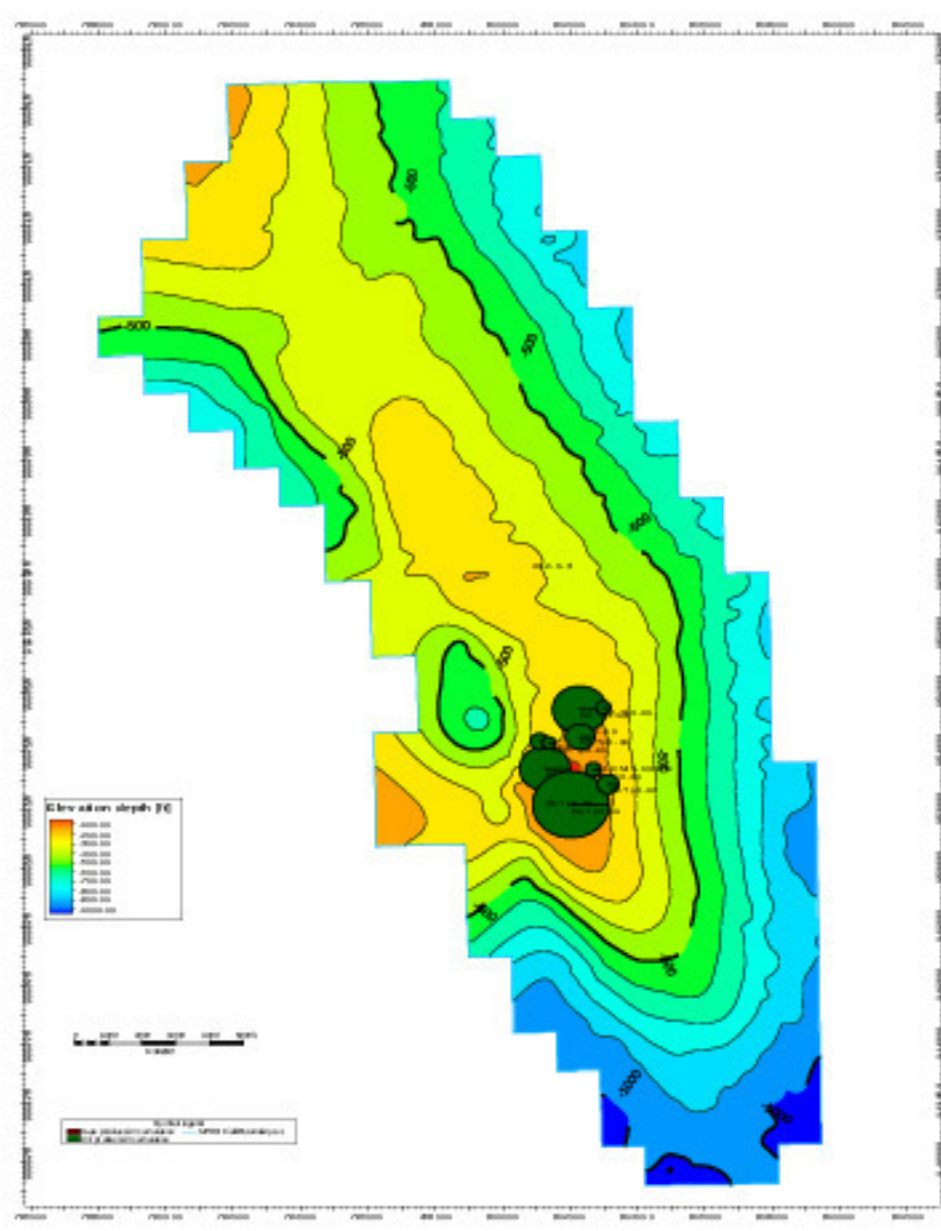
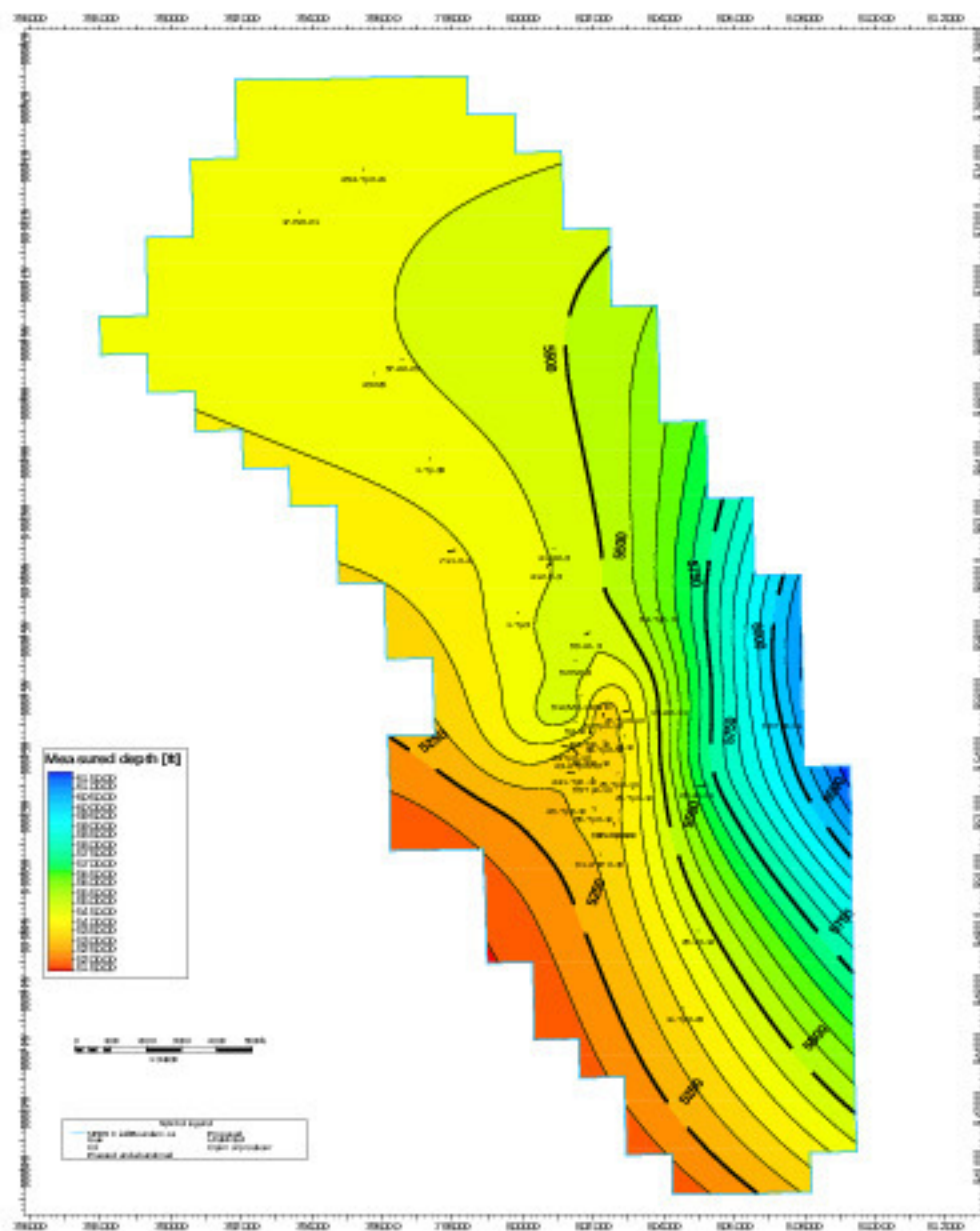
8.2 Wall Creek 油藏增产方案

- 层位上返
 - 构造高部位？红色区域未找到生产井数据



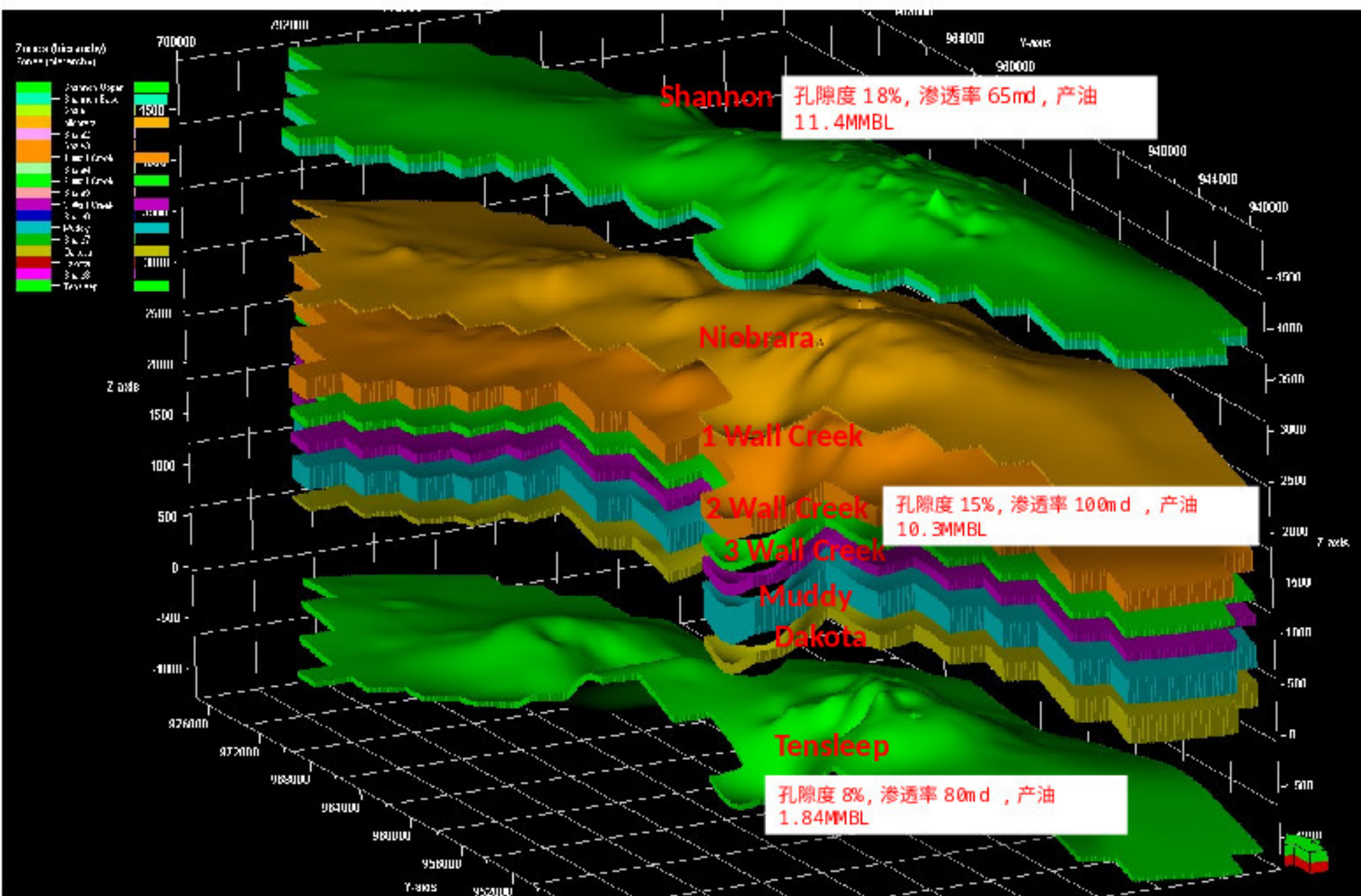
三、问题及潜力分析

2 构造 - 双方构造解释存在重大差异

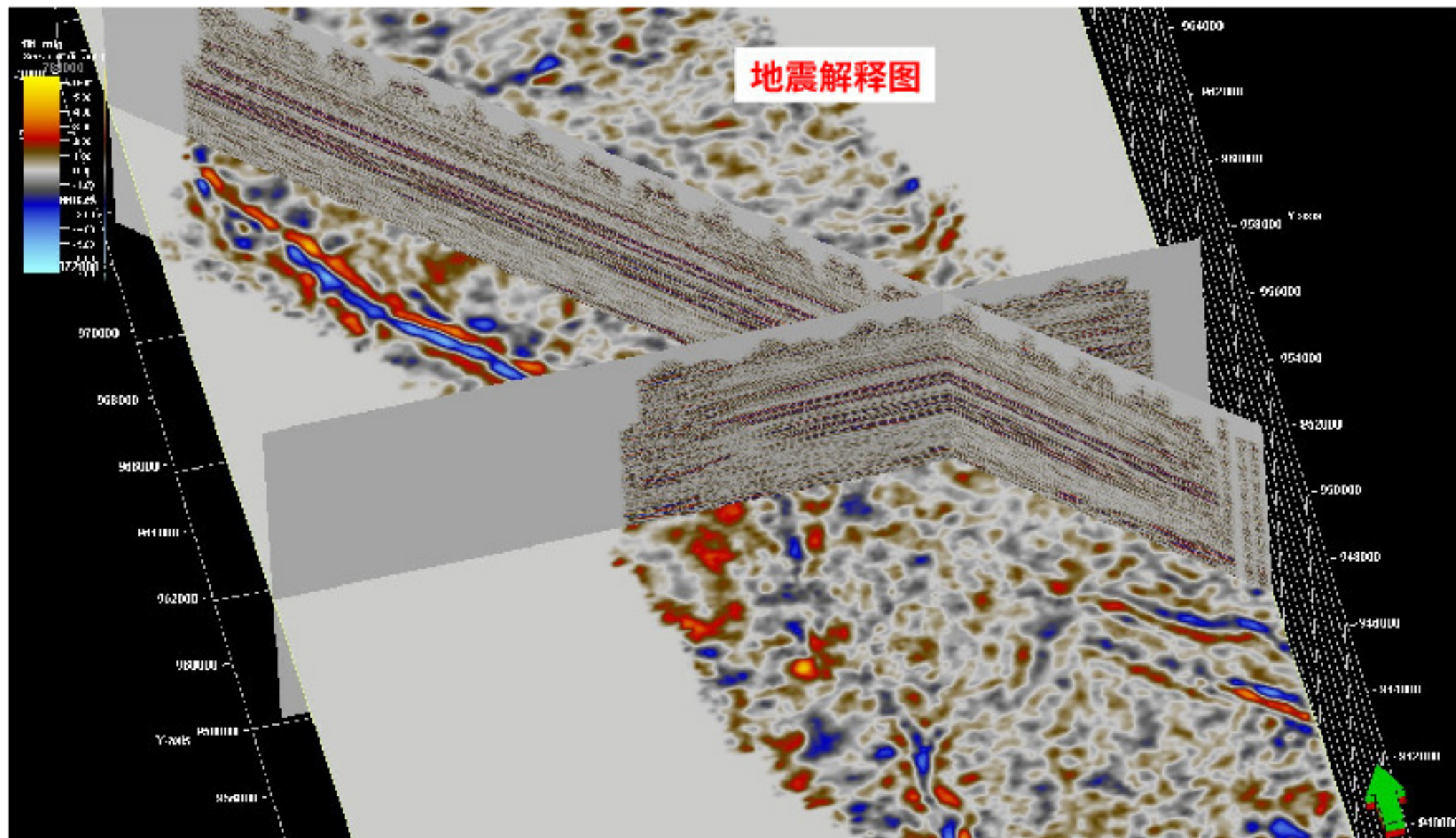


三、问题及潜力分析

- Tensleep

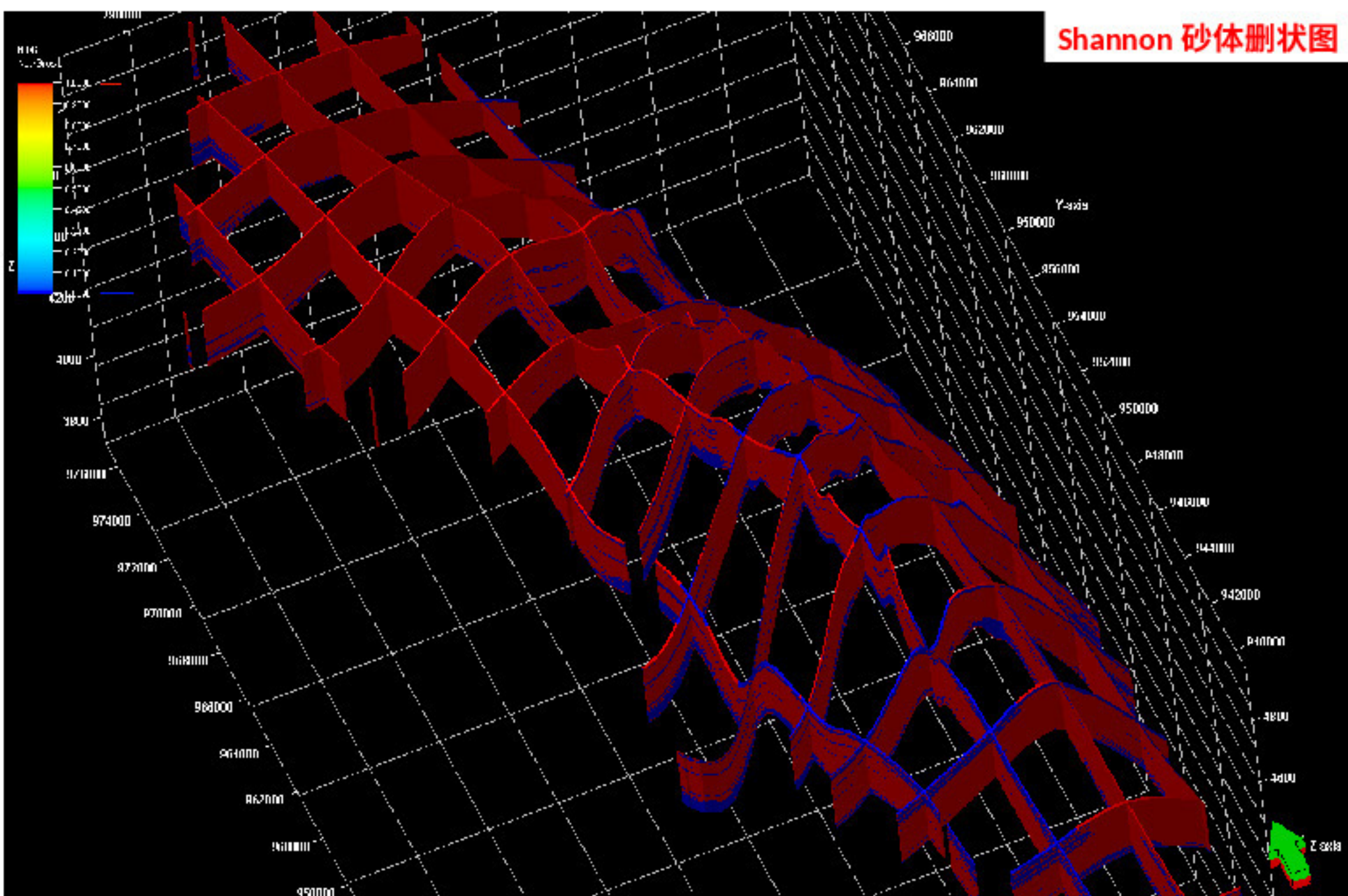


三、问题及潜力分析

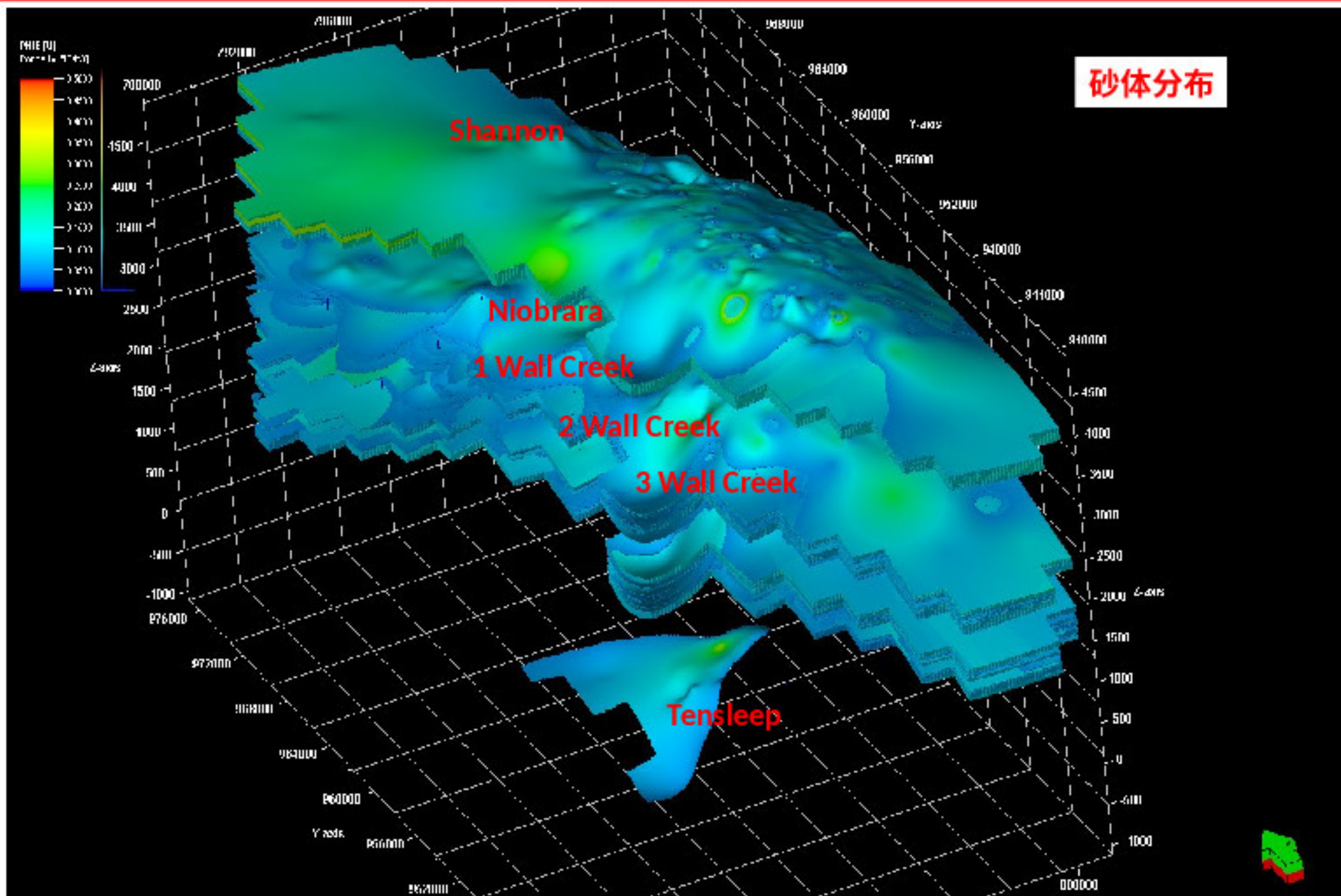


三、问题及潜力分析

Shannon 砂体删状图



三、问题及潜力分析

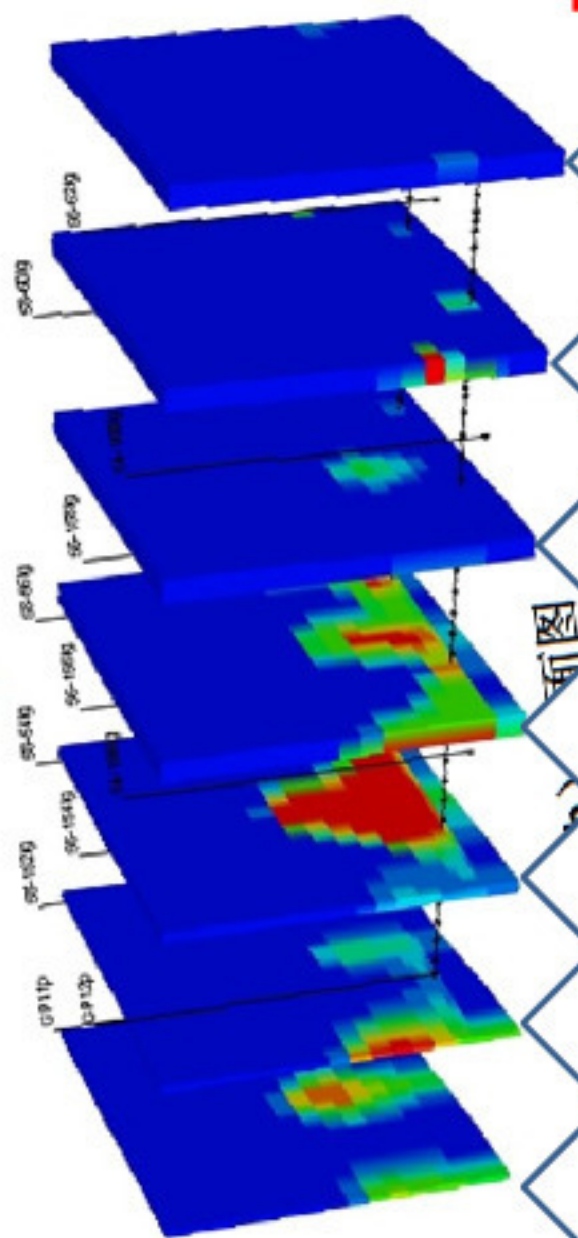


四、储量评估

	面积		厚度		孔隙度		饱和度		体积系数		OOIP		备注
	中方	外方	中方	外方	中方	外方	中方	外方	中方	外方	中方	外方	
	km2		m								mmbbl		
Upper Shannon	12.9	14.0	18.3	9.3	0.17	0.19	0.60	0.60	1.00	1.00	138.5	91.27	二类，三类储量的认定
Lower Shannon	12.9	14.0	15.5	5.7	0.17	0.19	0.60	0.55	1.00	1.00	112.5	52.58	
Total			33.8	15.0							251.0	143.8	
Niobrara Shale	5.0	20.7	6.1		0.03	0.03	0.55		1.00		5.75	1.49	溢出点面积，最大面积需要进一步论证
1 Wall Creek	5.0		14.6		0.13		0.55		1.00		59.82		潜力层 + 溢出点面积
2 Wall Creek	1.5	14.5	9.1	9.1	0.15	0.15	0.55		1.00		12.51	10.30	溢出点 - 气顶面积
3 Wall Creek	0.5		2.1	2.1	0.10	0.10	0.55		1.00		0.69	0.38	
Muddy	1.3	1.3	1.5	1.5	0.13	0.13	0.55		1.00		1.62	0.76	
Dakota	0.1		2.1	2.1	0.10	0.10	0.55		1.00		0.15	0.08	
Lakota	0.01		3.0	3.0	0.15	0.15	0.55		1.00		0.04	0.02	
Tensleep	4.7	1.3	15.0	15.0	0.08	0.08	0.55		1.00		35.25	1.84	溢出点面积，最大面积需要进一步论证
Total											366.8	158.7	

五、增产稳产措施及策略

目的层：纵向上含油 7 套含油层系



- Shannon 层，分上，下香浓两个小层，即考虑一次采油也进行蒸汽驱二次采油准备

- Niobrara Shale , Work over

- Wall Creek , 分为 1W , 2W, 3W 三个小层, Work over and in fill wells

- Muddy, Work over

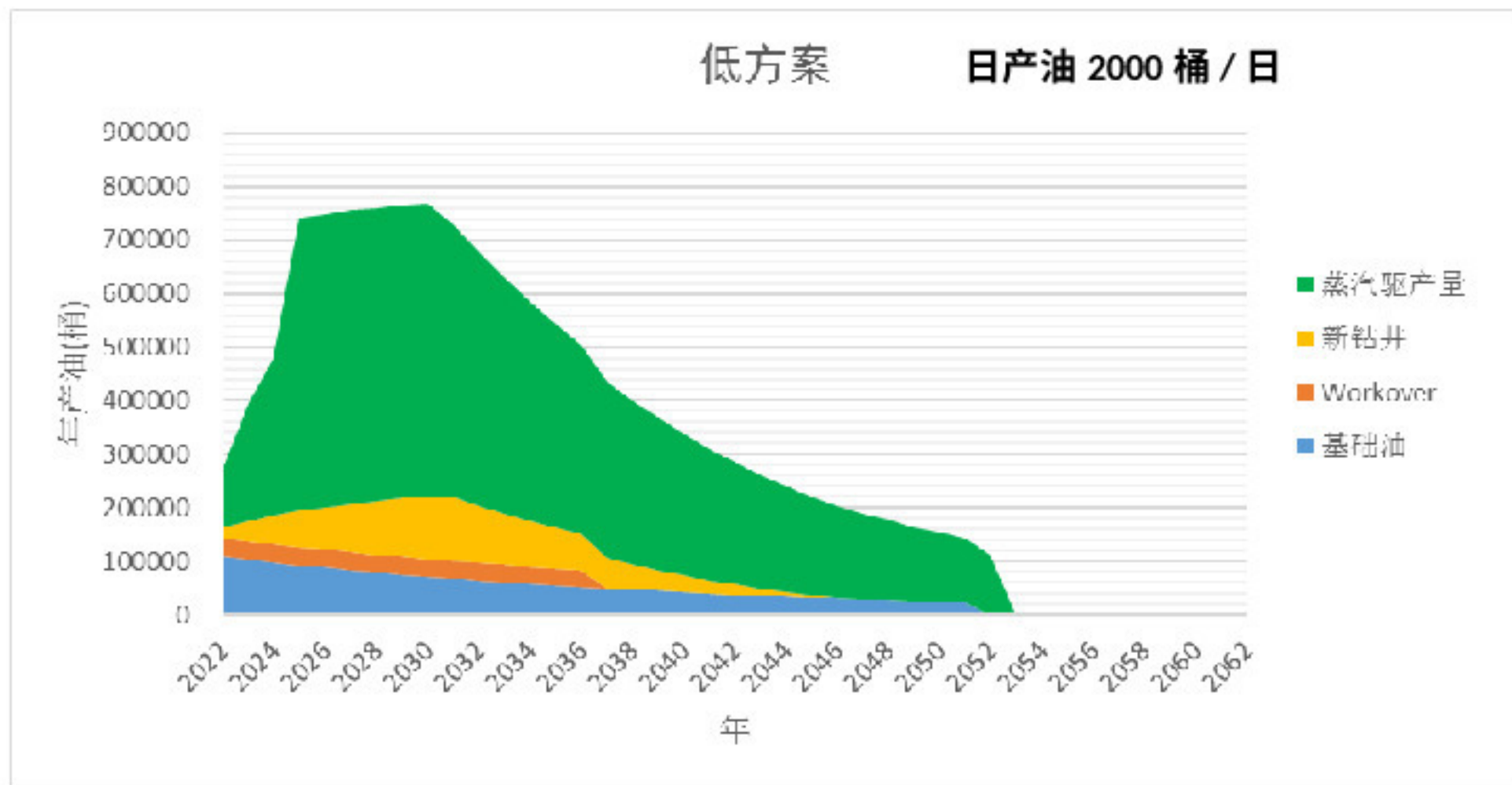
- Dakota, Work over

- Lakota, Work over

- Tensleep Work over and in fill wells

三、开发方案

- 方案 1、高峰期年产油量 75 万桶， 15 年累计产油 936 百万桶。

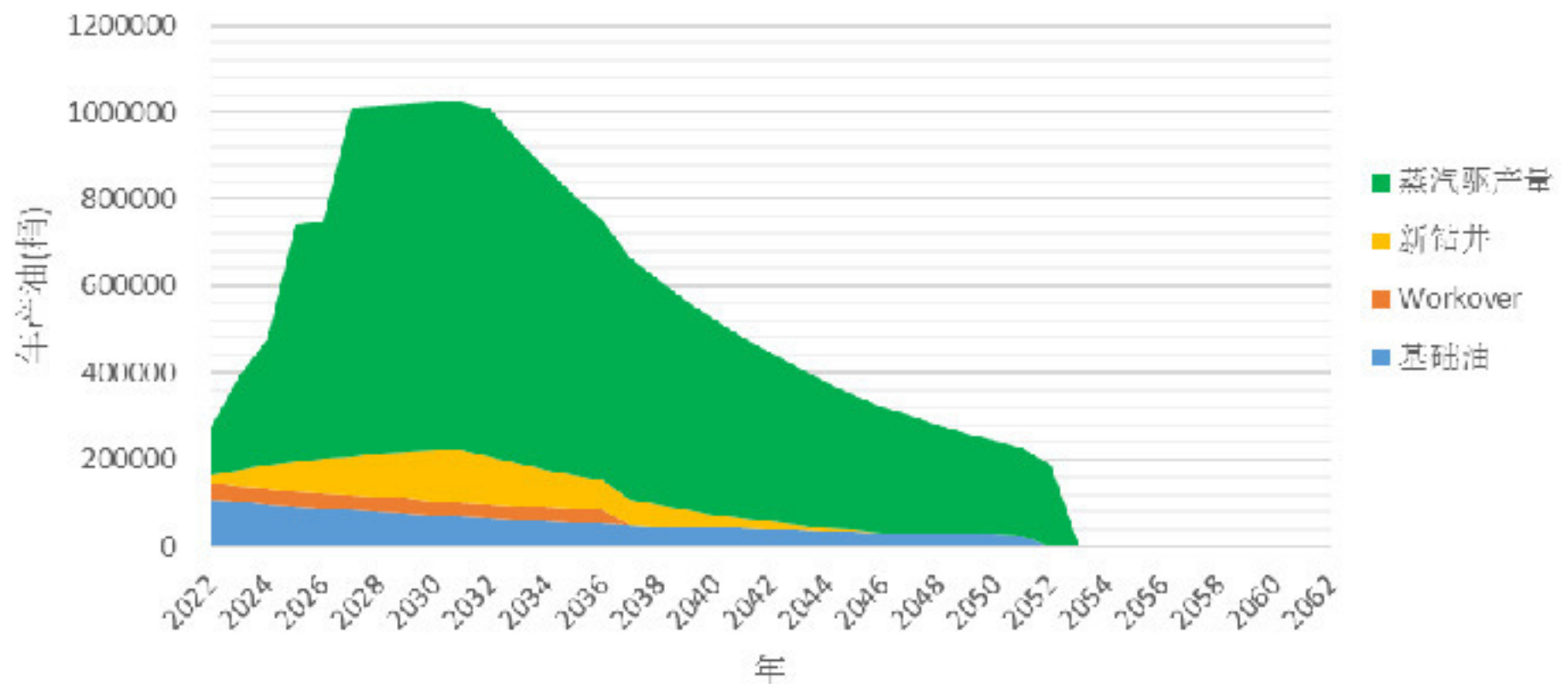


三、开发方案

- 方案 2、高峰期年产油量 100 万桶， 15 年累计产油 1211 万桶。

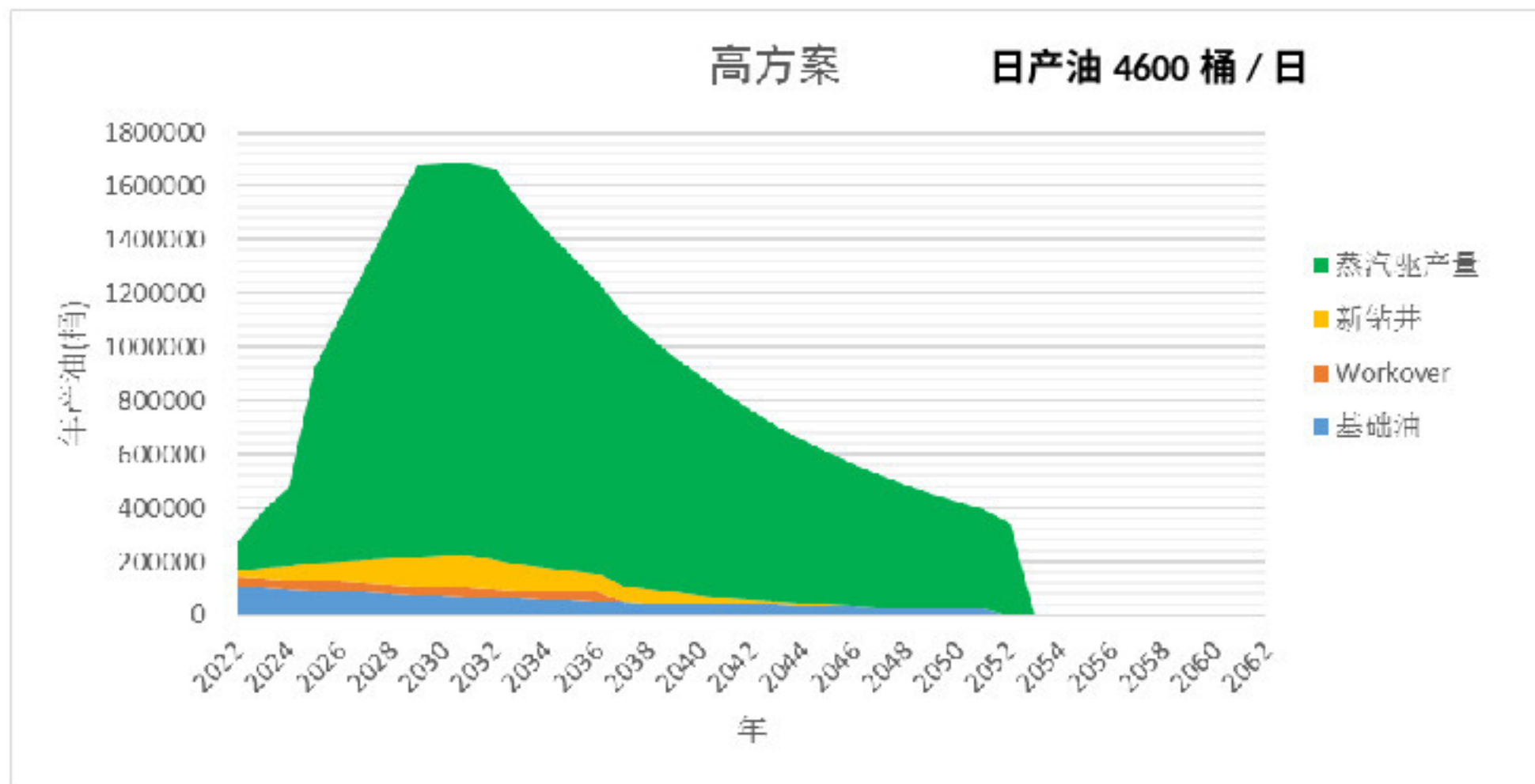
中方案

日产油 2700 桶 / 日



三、开发方案

- 方案 3、高峰期年产油量 168 万桶， 15 年累计产油 1825 万桶。



结论和建议

地质储量

- 地质储量落实，储量还有上升空间
 - 钻井数多，能够控制储层分布，储层横向分布稳定，可对比性好
 - 微断层发育，产生的裂缝对注水有明显的影响
 - 油层上部渗透率和下部渗透率相差较大，具有高渗透层生产特征，层间渗透性较大差异对产量贡献和水的突进有较大影响
 - II 类油层具有巨大挖潜潜力
 - 储量分布不均匀，局部有甜点，这是未来的剩余油挖潜方向
 - 边部具有一定数量的潜力井位，加密新井可以有效提高产量，未来寻找甜点区域钻井。由于油藏深度在 100 米左右，钻修井费用可以大幅度压减。
 - 深部油藏有巨大的挖潜空间

结论和建议

油藏工程

- 主力油藏 Shannon 采出程度低，有较大的挖潜潜力
- 堵水调剖，封堵高渗透层，降低产水量，Workover 可以增产
- 初步判断剩余油主要富集在物性较差油层，未来建议考虑 SAGD 或者 SAGD+ 其他符合方式来开采，水平井底部采油 + 直井中上部注气，井距和注采参数等需要在典型井组模型或者区块模型中来考虑，较小的井距可以提高注汽质量和提高开发效果。
- 从调研的效果来看，蒸汽驱见效后，日产油是之前的 1.5 倍 - 2.0 倍，如果气窜明显，可考虑间歇性注气或者复合型，预计提高采收率 10% 以上。
- 按照提高采收率幅度 6.2% ， 9.5% 和 16.4% 来考虑，蒸汽驱高峰期产量 1500 桶 / 天、2200 桶 / 天和 4000 桶 / 天，40 年阶段累产油分别是 1047 、 1599 和 2767 万桶。

结论和建议

建议

- Workover 封堵高含水层
- 电泵举升方法试验
- 在甜点区域和边部钻新井
- 在 II 类油层钻水平井试验
- 蒸汽驱

风险及不确定性

- 油田存在的问题一是油藏压力低，压力低于泡点压力，油藏已经脱气；二是注水开发，水沿高渗透层，裂缝水串
- 现有油井状况，注汽井状况会影响未来井网，SAGD 等技术的适应性，剩余油分布存在较大不确定性等等

谢 谢