

油气增产解决方案及实施一体化服务

KERUI PETROLEUM TECHNOLOGY



目录 CONTENTS

01

油藏描述

02

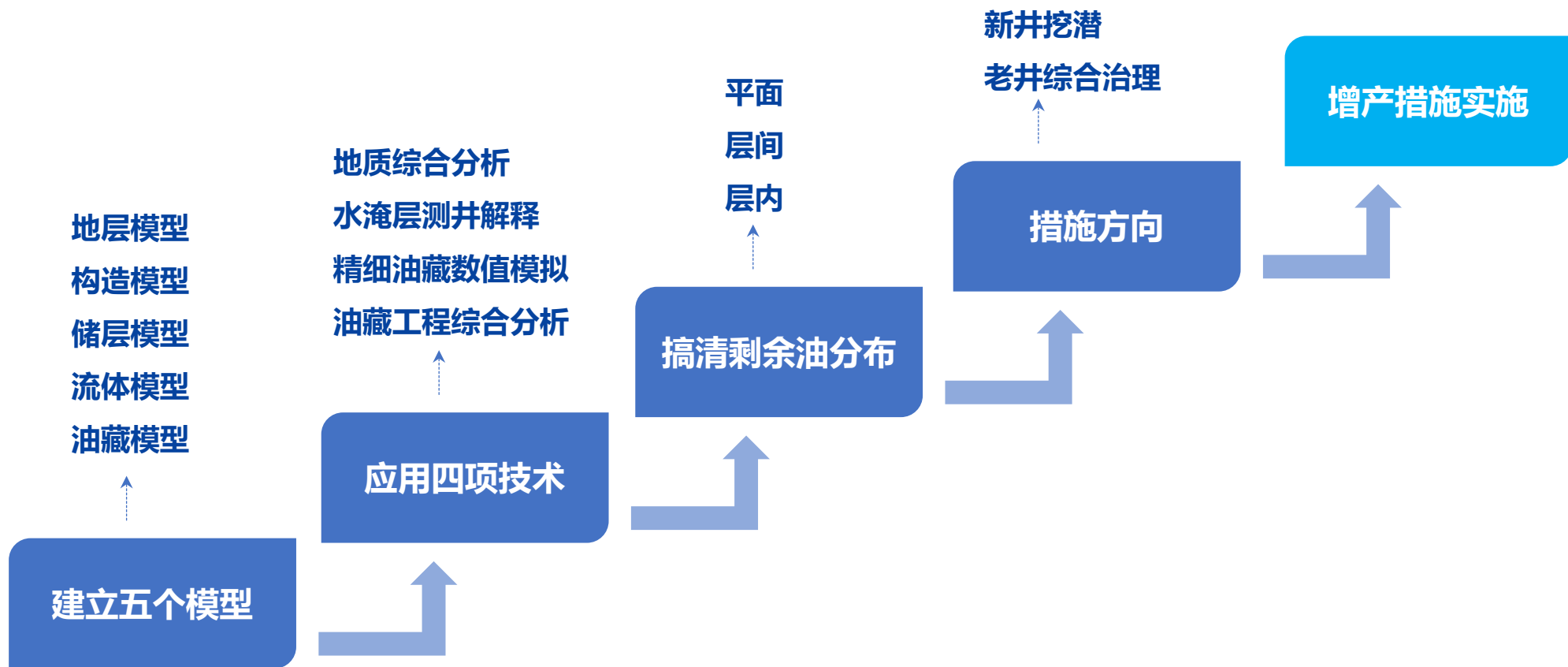
油气增产技术方案编制

03

油气增产技术服务应用



老油田经过多年开发后，呈现**高度分散**、**局部富集**的特点，为了达到油气增产的目的，需通过建立地层、构造等五个模型，并通过地质综合分析、油藏工程综合分析等四项技术手段，搞清剩余油的分布特征，以达到剩余油挖潜的目的。



油藏描述技术：不同成因机制和地质背景形成的油藏类型，在储层表征与开发实践中呈现出显著的差异性特征，需建立针对性的研究和技术方法。



目录 CONTENTS

01

油藏描述

02

油气增产技术方案编制

03

油气增产技术服务应用



科瑞非常规油气研究院拥有高性能实验设备和国际先进软件系统，以**地质综合研究**和**油藏工程研究**为基础，针对**目标油藏编制技术、经济可行的油气增产方案**。

■ 研究能力

➤ 地质综合研究

- 复杂构造带精细构造解释
- 沉积体系研究及储层特征研究
- 油气成藏综合分析研究
- 储量计算及评价
- 油气藏精细地质建模

➤ 油藏工程研究

- 复杂油气藏开发技术政策研究
- 油藏数值模拟及剩余油分布规律研究
- 油气增产方案编制
- 复杂油气藏经济评价

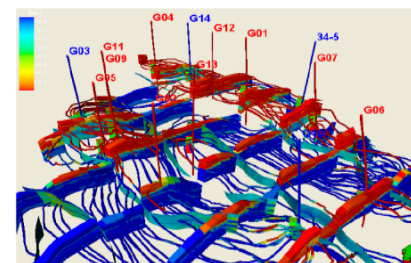
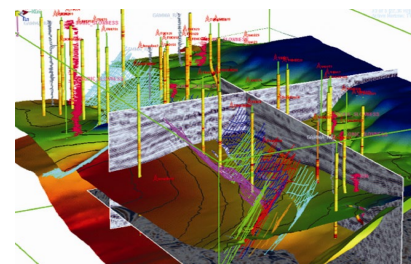
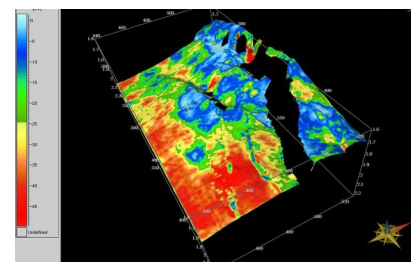
■ 软硬件

➤ 软件

- CYCLOG地层对比软件
- Jason、Strata等地震反演软件
- Geoframe、Landmark地震解释综合研究软件
- Petrel地质建模软件
- Eclipse、CMG油藏数值模拟软件

➤ 硬件

- HPxw9400、DELL7910系列工作站，高性能微机等主要设备；
- 打印机，绘图仪，扫描仪等配套设备。



目录 CONTENTS

01

油藏描述

02

油气增产技术方案编制

03

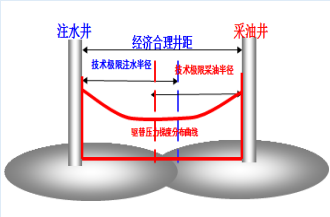
油气增产技术服务应用



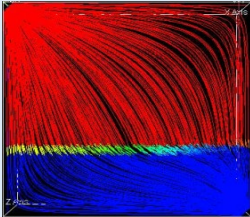
■ 精细化注水技术

➤ 技术简介 针对地层亏空、注水效果差的油藏，配套井网水驱优化、精细分注、水质分级管理等多种技术，补充能量、提供注水有效波及体积与驱替效率。

➤ 技术优势



有效驱替井网模型

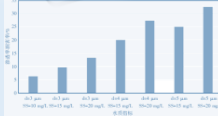


有效水驱数模

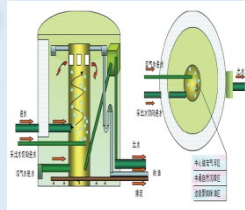
- 井网水驱优化技术
- 优化有效驱替井网设计
 - 补充能量；
 - 提高驱替效率。

注入层平均空气渗透率 μm^2	<0.10		
标准筛筛余 mg/L	A ₁	A ₂	A ₃
筛分颗粒直径中值 μm	<1.0	<2.0	<3.0
含油量 mg/L	<5.0	<6.0	<8.0
平均流速 cm/s	<0.05		
点蚀	A ₁ 类：无片状腐蚀点蚀 A ₂ 类：无片状腐蚀点蚀 A ₃ 类：无片状腐蚀点蚀		
SSB ₁₀₀ , 个/mL	0	<10	<25
腐蚀率, 个/mL	1-10 ⁻³		
腐蚀率, 个/mL	1-10 ⁻³		

水质分级控制



水质指标对储层伤害数模

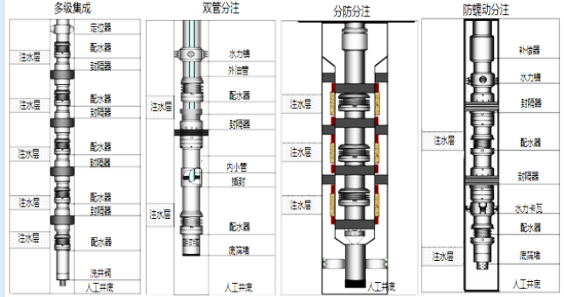


水质改造技术

- 水质分级管理技术
- 水质分级控制；
 - 水质指标优化技术配套
 - 确保“注够水、注好水”



分注技术测调及工具配套



精细分注工艺技术系列



- 精细分注工艺技术
- 对不同油藏类型配套精细分注技术工艺系列与测试调配技术，自主设计与配套注水工具。

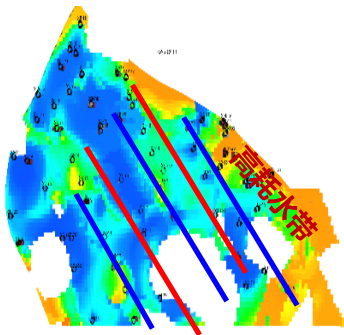
■ 流场矢量调整/高耗水带定量描述技术

对已形成注水优势通道的高含水老油田，对高耗水带进行识别基础上，流场调整，降低含水和提高开发效果。

➤ 水淹特征

平面高耗水带

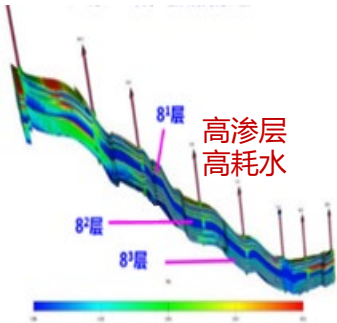
GD西区北馆3⁵



饱和度差值26.4%

层间高耗水层

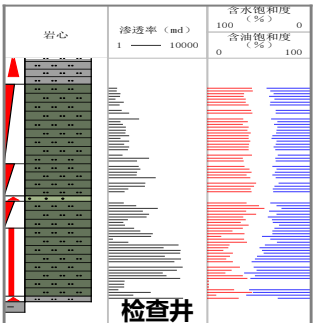
T11南沙二8



饱和度差值15.1%

层内韵律段

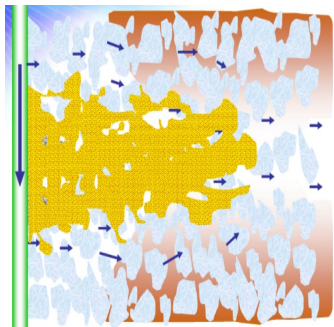
GD油田Ng5²⁺³



差值12.3%

层内高耗水段

油藏深部堵水调剖



➤ 剩余油分布

非主流线等弱驱部位富集

潜力层剩余油饱和度高

层内中上部剩余油富集

层内高耗水段两端剩余油富集

➤ 技术系列

井网调整转流场

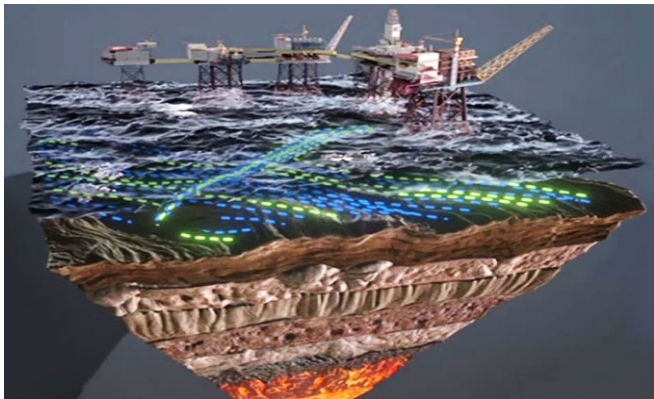
分层注水调剖面

精细调配促见效

精准调剖扩波及

■ 聚合物驱油开发技术

- **技术简介：** 在注入水中加入高分子聚合物，既增加水相粘度又通过吸附滞留降低水相渗透率，从而降低水油流度比，增大波及系数、提高采收率。
- **技术优势：**
- **适用于不同类型油藏：** 驱油机理简单稳定，不涉及复杂化学反应，油藏条件要求低，具有广泛适用性。
 - **化学稳定性强：** 现代聚合物配方具有较强的耐温、耐盐性，可在不同地质条件下保持驱油性能。



根据油藏物性和地层水矿化度分为三类适用于聚合物驱的油藏，形成成熟的产品体系，满足不同的需求。

油藏类型	渗透率 mD	地层温度 ℃	矿化度 10 ⁴ mg/L	钙镁离子 mg/L	地层原油粘度 mPa·s	
I 类	> 500	< 70	< 1.0	< 200	< 150	
II类	> 500	70-80	1.0-3.0	< 400	< 150	
III类	1	> 100	< 95	< 3.0	> 400	< 150
	2	> 500	< 70	< 3.0	> 400	< 500

■ 堵水调剖调驱系列技术

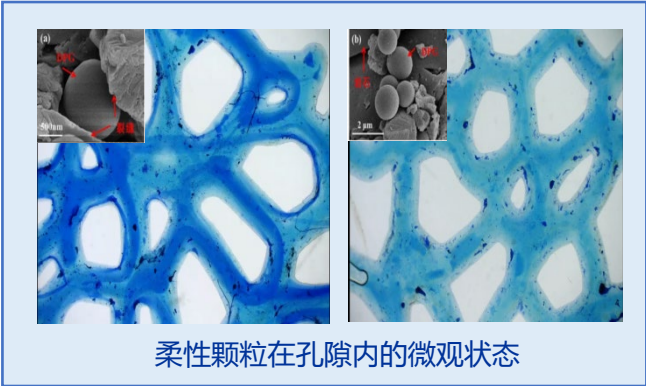
- 技术简介
- 针对油藏注水波及差、水驱效率低的问题，整体配套改善平面和层间调驱效果的技术系列；
 - 根据不同油藏水驱工艺需求，综合配套了**堵水调剖**、**氮气泡沫**、**三相复合驱**等多种工艺；
 - 提升水驱开发油藏能量补充与注水有效波及体积与驱替效率，大幅提升二次采油的采收率。

➤ 技术优势



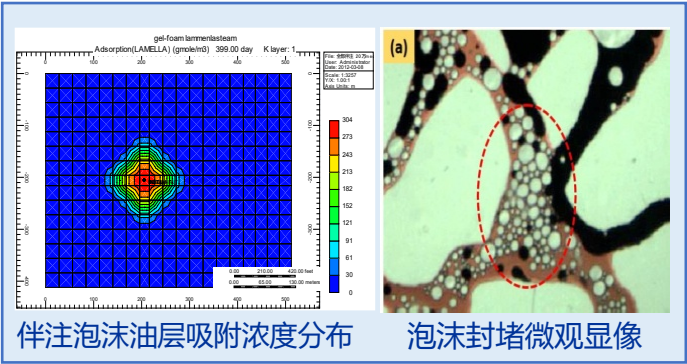
□ 堵水调剖系列技术

- 堵剂体系化，
- 解决耐温、耐盐等问题



□ 三相复合驱技术

- 氮气泡沫封堵
- 柔性颗粒架桥
- 水相增能
- 控水增油适用性广



□ 氮气泡沫技术

- 氮气增压补能
- 泡沫封堵调剖
- 动态封堵高含水孔隙



■ 低渗透油藏复合注水技术

➤ **技术简介** 采用常规**增压水泵**与**化学剂**结合，研究形成了复合注水采油技术。注入压力略高于储层破裂压力，在注水井周围形成微缝短缝，既提高了注水量、又有效控制了水窜现象的发生，单井日注水可达数百方。

➤ 技术优势

地层压降大、吸水能力强



增压注水技术

补充地层能量

地层物性差、吸水能力差



渗吸减阻技术

药剂降低注水阻力

厚层水平井、顶部剩余油



氮气蓄能技术

置换顶部剩余油

储层非均质、油井高含水



泡沫堵水技术

抑制水窜速度



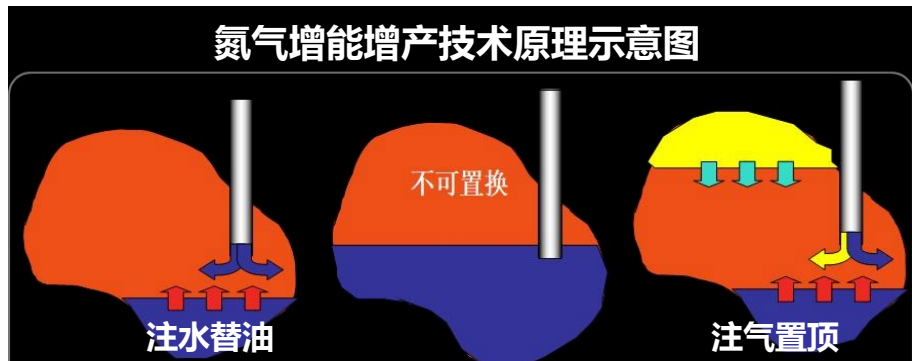
高压注水设备



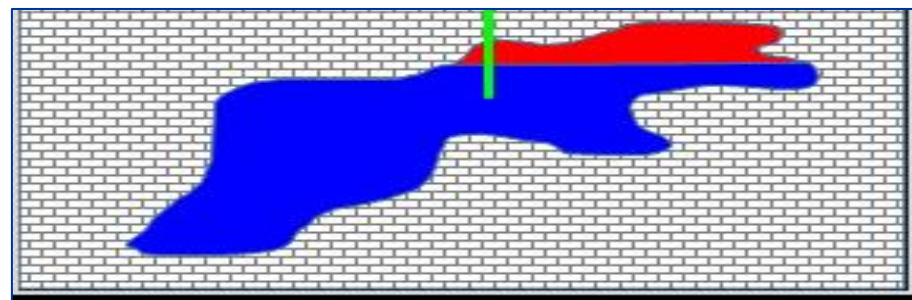
增压注水设备

■ 碳酸盐岩气体增产技术

- **技术简介** • 由制氮设备从空气中分离高纯度氮气，压缩后注入地层，快速补充地层能量，置换储层剩余油，实现油井增产。有单井吞吐和氮气驱两种应用模式。
- **氮气优势** • 气源广、可就地取材
• 化学性质稳定、对地层无伤害
• 无味无毒、不燃烧不爆炸，注入安全
- **应用场景** • **缝-洞型碳酸盐岩**：中国西北部油田已规模化应用，成为油田增产、提高采收率主导技术。
• **裂缝-孔隙型碳酸盐岩**：主要在中国东部油田，实现了选井-施工一体化服务，实现停产井、废弃井的再开发。



裂缝-孔隙型碳酸盐岩油藏示意图

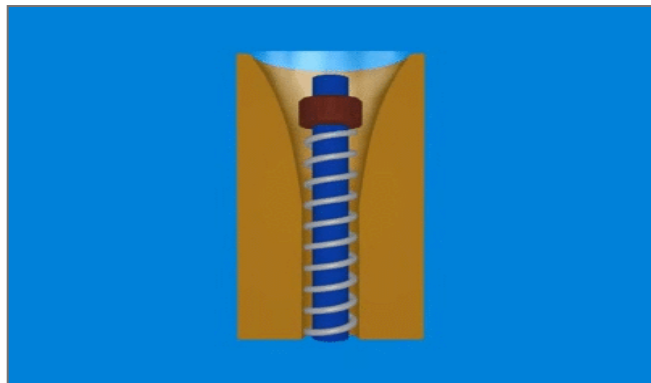


缝-洞型碳酸盐岩油藏示意图

■ 稠油一体化开发技术

- 技术简介
- 针对**高黏度稠油油藏**进行系统化开发的系列技术；
 - **全程保干**技术结合**氮气泡沫**、**蒸汽吞吐**、**热采驱油**等多种工艺；
 - 提升油藏驱替效率、降低油黏度，提高稠油油藏采收率。

➤ 技术优势

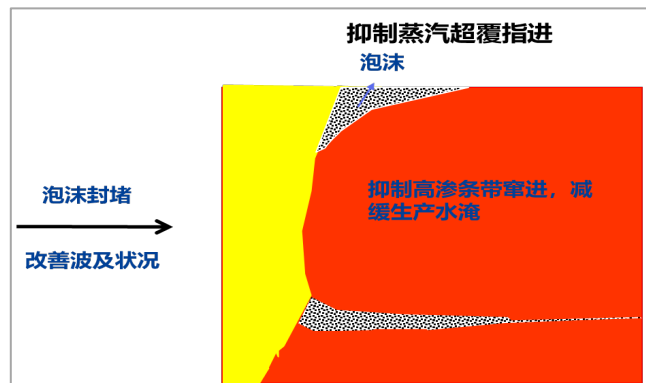
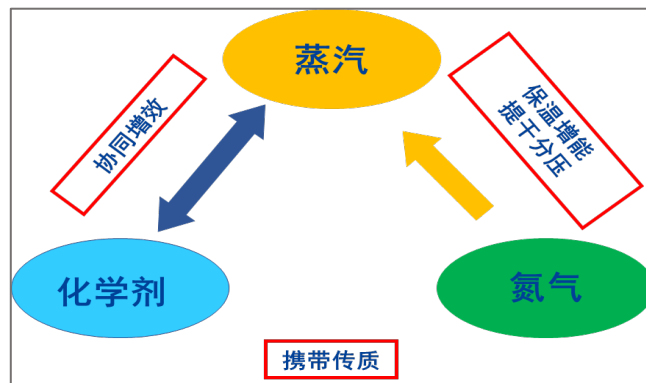


□ 全过程热管理技术

制汽、输汽、注汽全程设备+工艺保干：保障井底干度大于63%。

□ 均匀注汽采油技术

均衡采油配产器：解决吸汽不均匀、储量动用差异大的问题。



□ 氮气+化学药剂辅助热采技术

氮气置顶保温、携带传质、增压补能；化学药剂同时起泡暂堵抑制气窜。

□ 高含水井治理技术

氮气泡沫调剖：利用泡沫封堵，改善蒸汽波及状况。

■ 经典案例一： G区层系井网互换流场调整精细注水技术

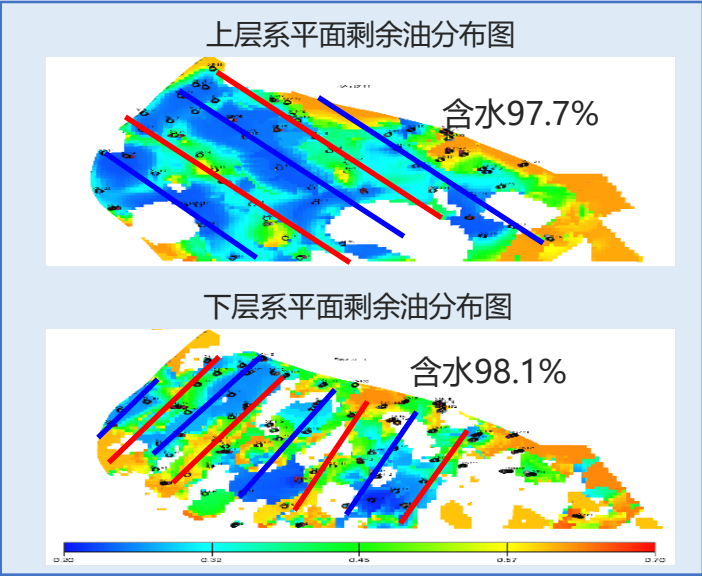
➤ 技术调整：

- 上下层系井网互换 转变注采流线40°
- 高耗水区域油井侧钻避水
- 水井厚油层深部堵调
- 管柱多级封堵，老井换层系工作量89井次

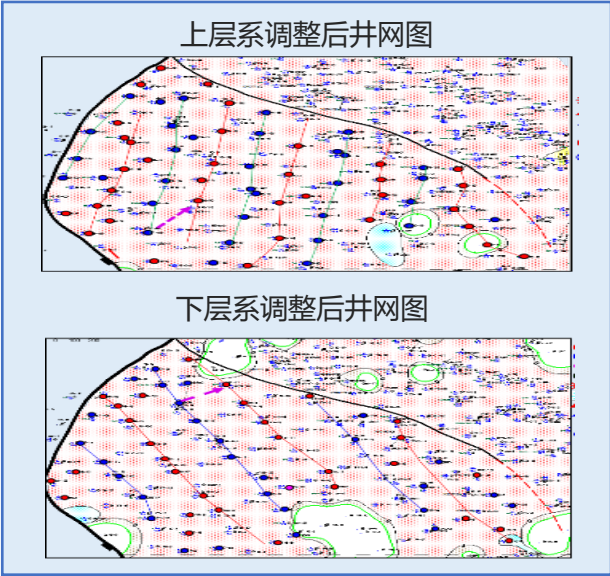
➤ 实施效果：

- 日产油增加44%
- 吨油运行成本降低25%
- 吨油耗水率下降35%
- 提高采收率2.1%

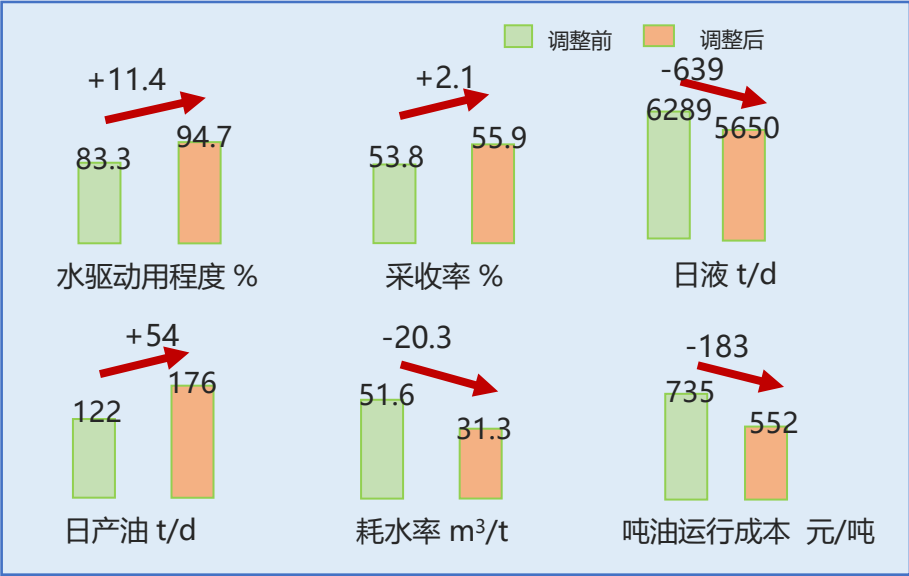
调整前



调整后



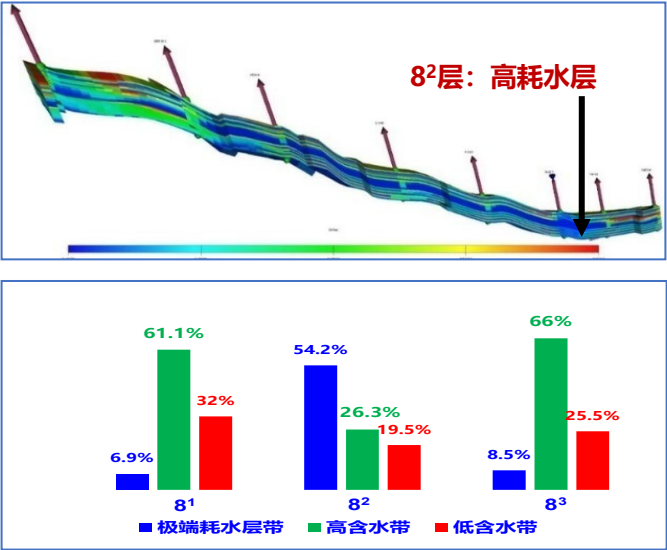
效果与效益



■ 经典案例二： T块层系细分分流场调整精细注水技术

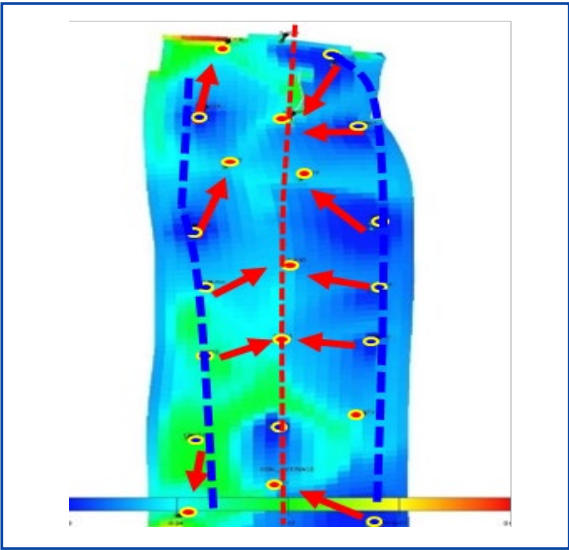
调整前：

纵向剩余含油饱和度分布剖面图



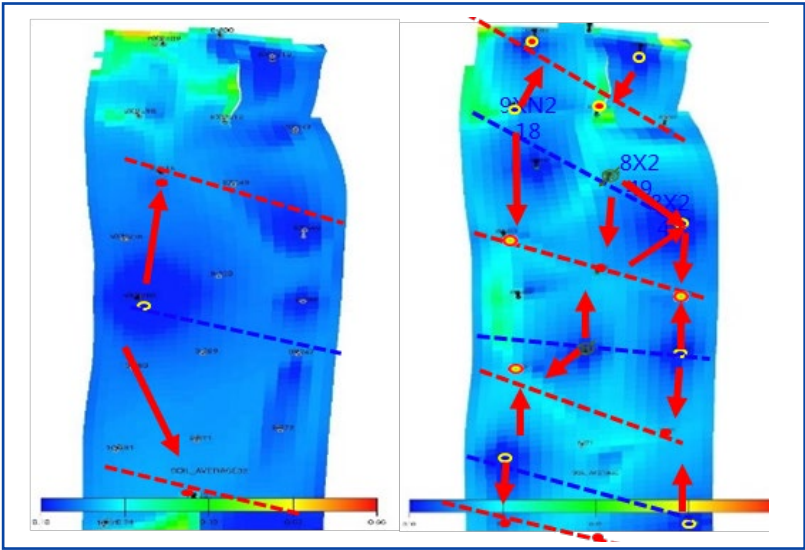
调整前：

T块8¹、8²、8³叠合剩余油分布图



调整后：

T块8¹⁺³、8²分层系开发剩余油分布图



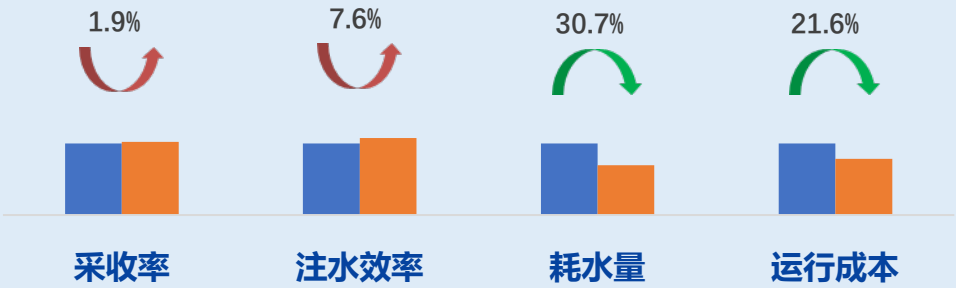
SOLUTIONS

➤ 采取技术调整方案

- 纵向细分二套开发层系
- 平面转换井网形式
- 韵律层细分注水
- 完成注水调整

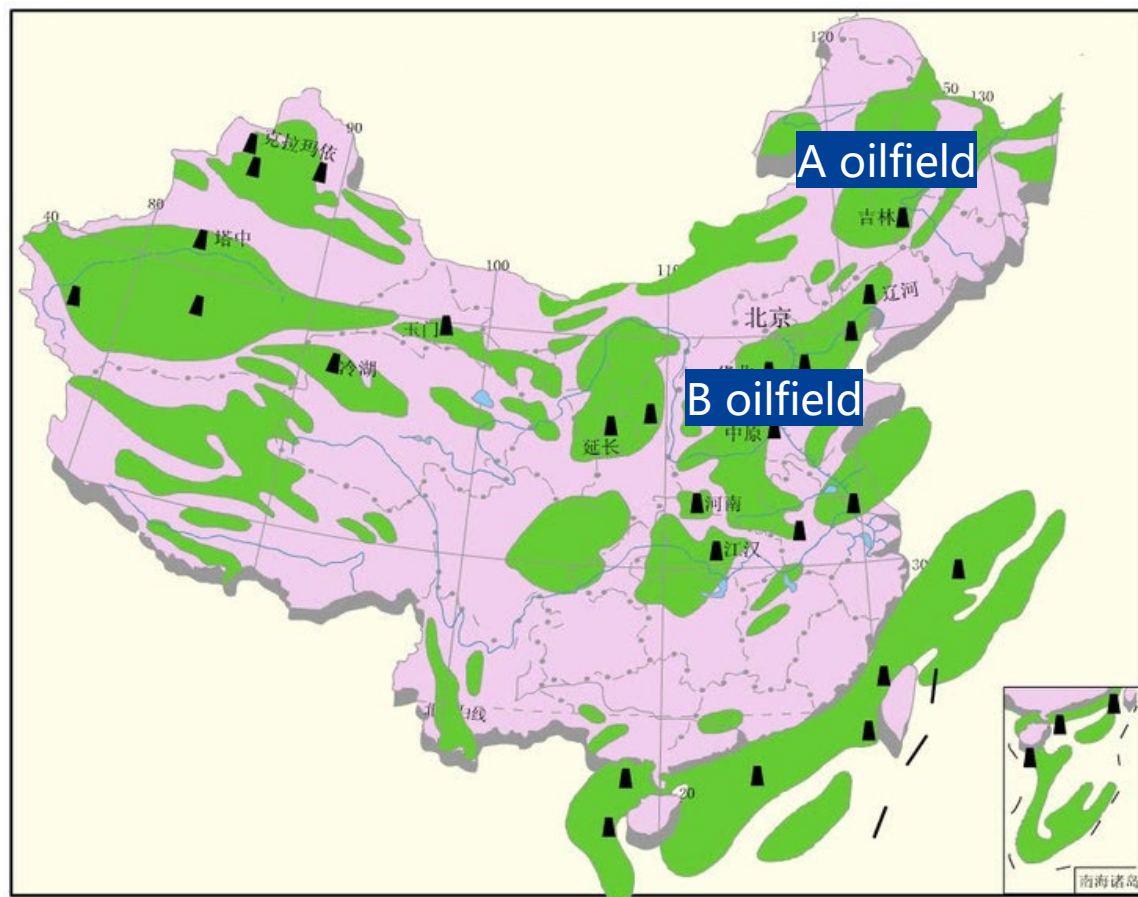


■ 前
■ 后



■ 经典案例三：化学驱油开发技术案例

世界范围内已实施聚合物驱项目**730**余个，主要分布在美国，德国，印度和中国，以陆上砂岩为主。



➤ A油田

- 温度：< 50°C；矿化度：< 5000mg/L；
- 储层物性好，油粘度低。适用于聚合物驱。
- 2023年油气当量3500万吨，其中化学驱油产量1000万吨以上。

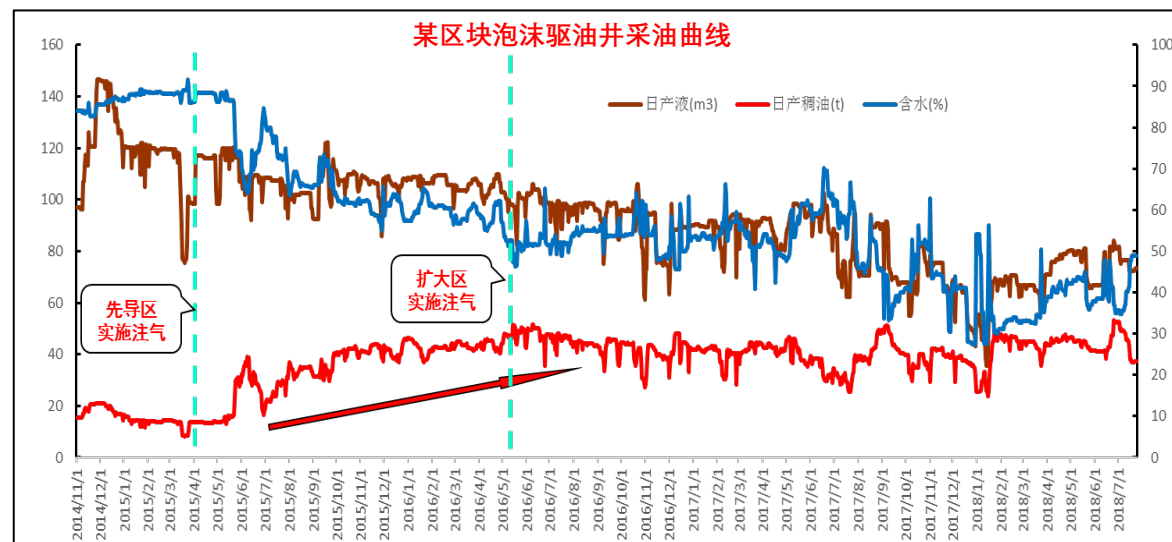
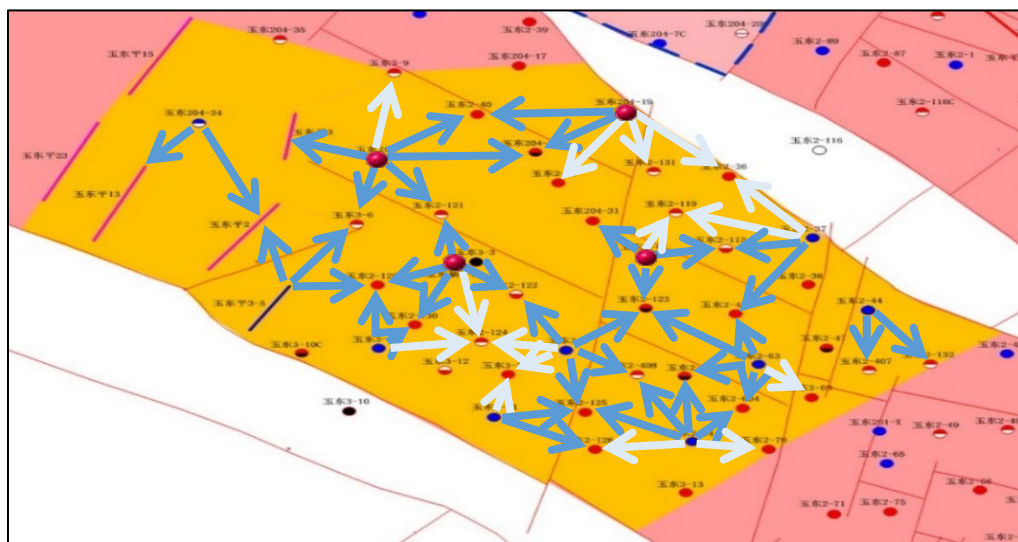
➤ B油田

- 温度：50°C-90°C；矿化度：< 30000mg/L；
- 储层物性差，油粘度高。聚合物驱有挑战性。
- 2023年油气当量2400万吨，其中化学驱油产量300万吨以上。

■ 经典案例四：堵水调剖调驱技术案例——中国西部某深层稠油油藏

埋深> 2000m, 储层厚度>40m, 地下原油粘度**286mPa·s**, 水驱波及体积小, 采出程度<5%。

- 2014年9月开展先导试验, 2017年6月实施工业化试验。
- 某区块见效明显的20口井, **含水从84.1%降到34.4%, 日产油从47.6吨上升到191吨。**
- 共实施氮气泡沫驱38个井组, 油井125口, **已实现增油15万吨。**



■ 经典案例五：低渗透油藏复合注水技术案例——中国西部某井区复合注水项目

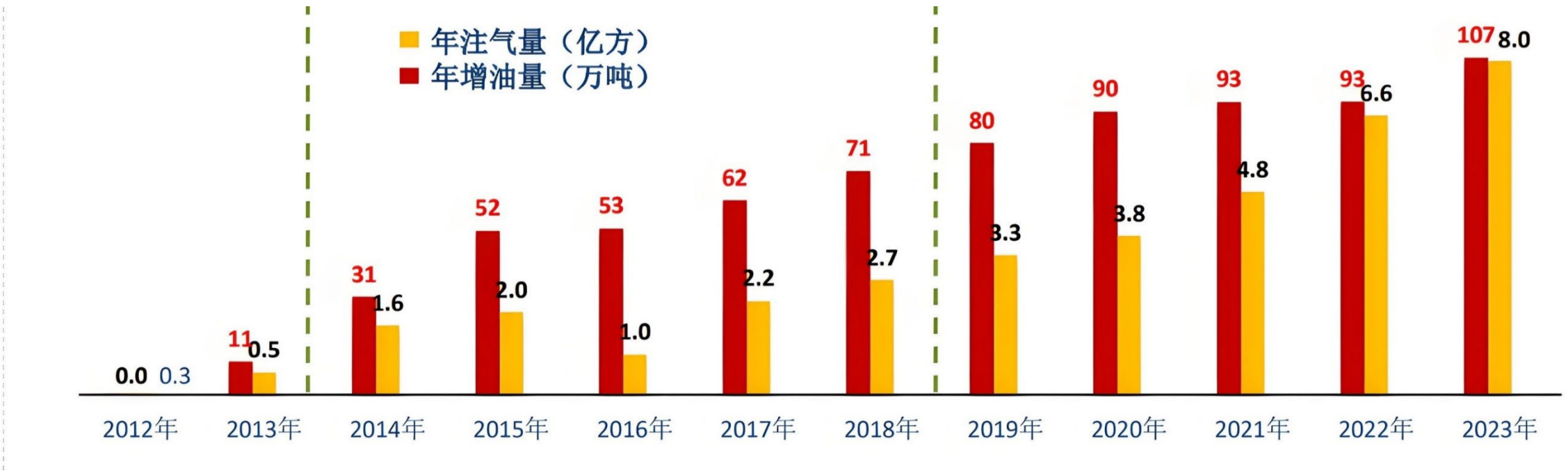
2022年，对目标区块5口水平井进行了氮气+活性水（渗吸减阻剂）吞吐增产作业，累增油2490.8吨，3口井效果明显（平均单井增油830.3吨），与邻井注水压力相比本次施工注液压力整体低2-6MPa，实现渗吸减阻目的。

某区块复合注水措施效果统计表

序号	井号	作业前产状			作业后目前产状			生产天数 (天)	累产油量 (t)	累增油量 (t)
		日产液 (m³)	日产油 (t)	含水 (%)	日产液 (m³)	日产油 (t)	含水 (%)			
1	001	3.33	1.61	51.6	1.55	0.77	50.2	367	415.7	微效
2	002	0.8	0.64	19.5	6.64	3.86	41.9	370	1045.4	808.6
3	003	3.01	1.69	43.7	3.76	2.52	33	350	1539.5	948.7
4	004	2.16	1.74	19.5	1.33	0.91	31.7	350	508.3	微效
5	005	0.9	0.72	20.0	4.46	3.22	27.8	320	963.9	733.5
合计			6.4			11.28			4472.8	2490.8

■ 经典案例六：碳酸盐岩气体增产技术案例——中国西部某缝-洞型碳酸盐岩油藏注气增产项目

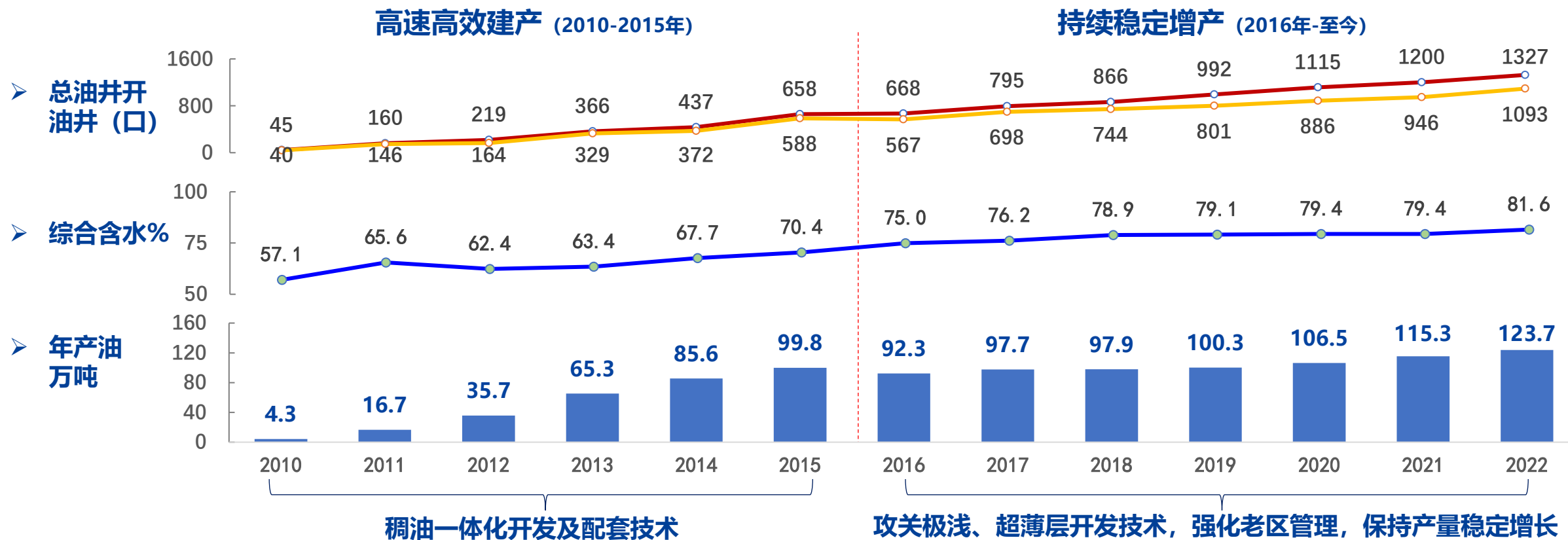
- 试验阶段：2012年开展注氮气增产先导试验，试验井注氮气吞吐8个轮次，增油1.95万吨。
- 扩大应用阶段：截止2023年底，累计实施注气井992口，工作量3028井次，控制地质储量达5.0 亿吨，累注氮气36.6亿方，累增油量743万吨。2023年注氮气8亿方，年增油107万吨。



■ 经典案例七：稠油一体化开发技术案例——中国东部某浅薄稠油油田一体化开发项目

油藏埋藏浅（150~750m），储层薄（2~6m），温度和压力低（18~35℃，2.0-6.1MPa），原油稠（地下5~9×10⁴ mPa.s）。通过稠油一体化开发，建成持续稳产年产百万吨油田。

2022年开油井1093口，产油123.7万吨，综合含水81.6%。



成就客户 共创共享

山东科瑞石油技术有限公司

