



**2020 智慧油田高峰论坛**

# **油气开发技术现状与未来**

**窦宏恩**

**中国石油集团科学技术研究院**

**2020年8月29日（北京）**



# 汇报提纲

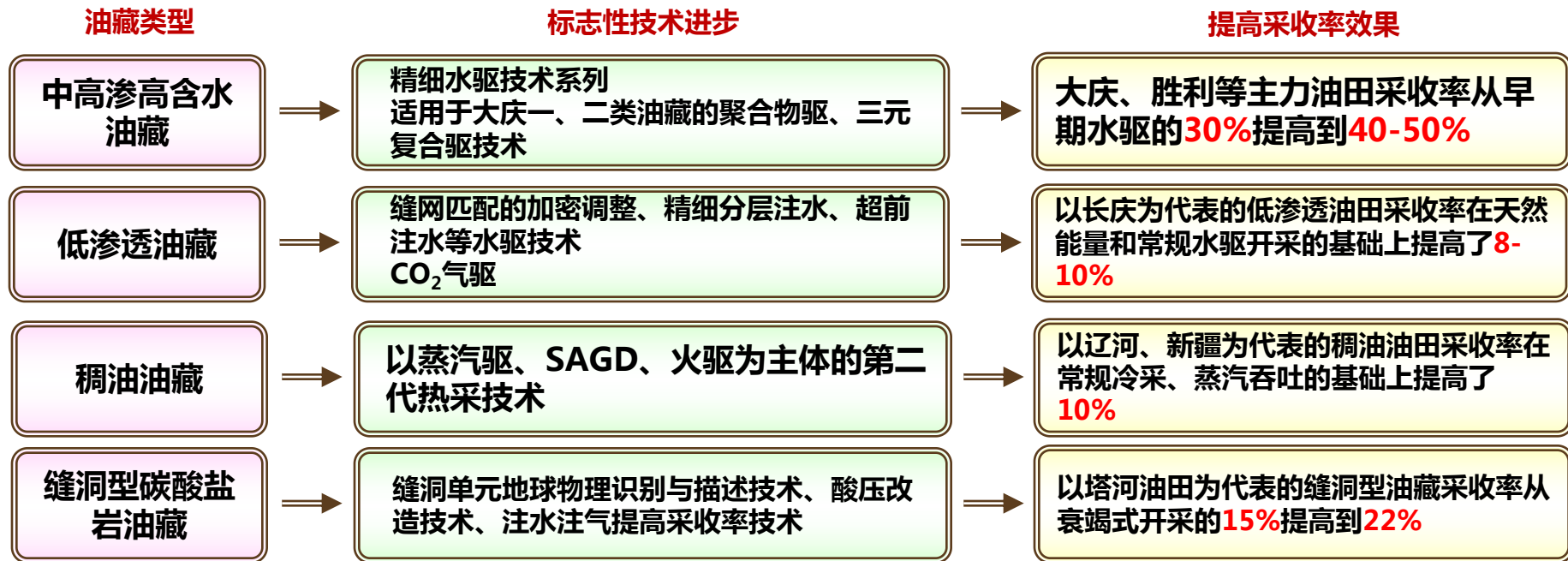
---

- 一、我国油气开发技术现状
- 二、人工智能的发展
- 三、人工智能在油气领域的应用
- 四、人工智能未来发展前景
- 五、结语



# 一、我国油气开发技术现状

近10年来，依托国家专项攻关，在精细水驱、化学驱、稠油热采等领域技术进步显著，提高采收率幅度明显



下面部分技术参考资料：袁士义、王强，“中国油田开发主体技术新进展与展望”《石油勘探与开发》2018年第4期

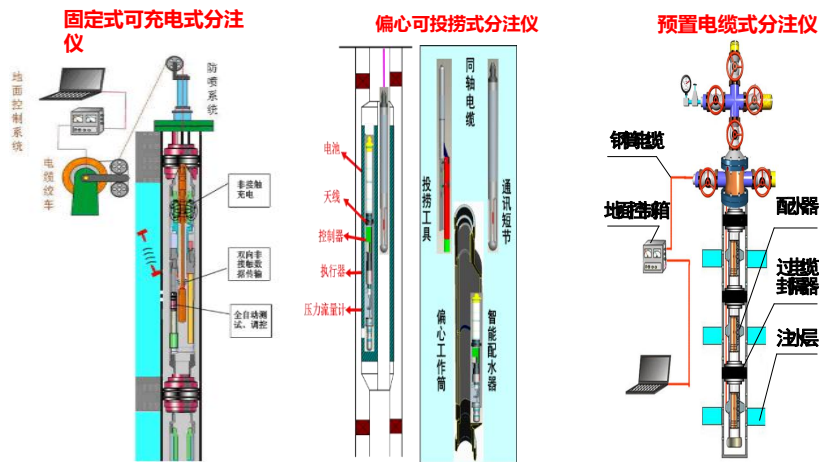


# 一、我国油气开发技术现状

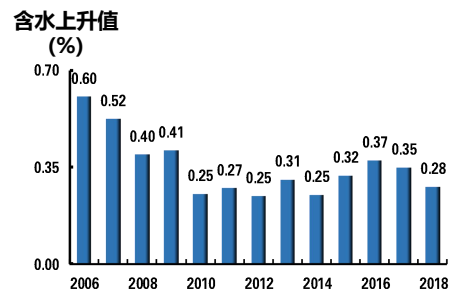
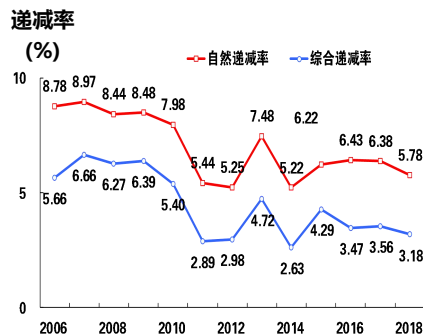
中高渗透油田

## 技术之一：高含水/特高含水油田精细水驱挖潜技术大幅度减缓递减

- 针对特高含水期开发问题，发展完善了多学科井震结合油藏精准描述、精准自动测调精细分层注水控水、层系井网优化调整等技术，实现了水驱特高含水后期的精准挖潜
- 大庆、胜利等油田应用，平均注水合格率保持在95%以上，稳油控水效果明显，大庆油田自然递减率控制在7%以内，年含水上升值控制在0.3左右



自动测调分层注水技术



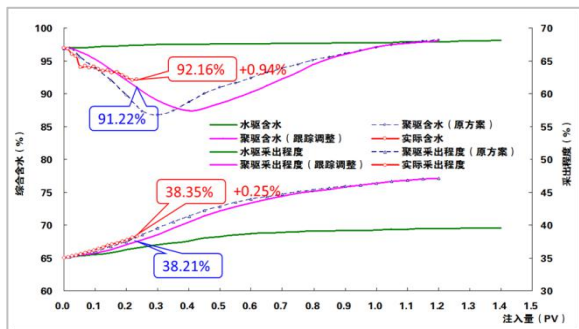


# 一、我国油气开发技术现状

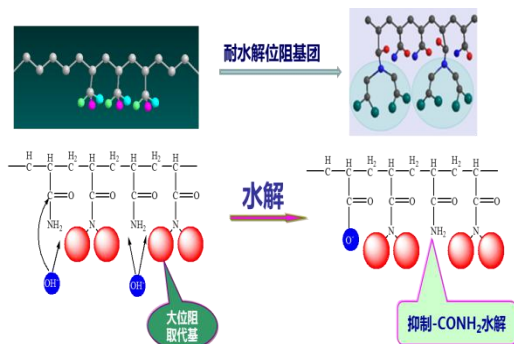
中高渗透油田

## 技术之二：三次采油技术体系升级换代持续提高原油采收率

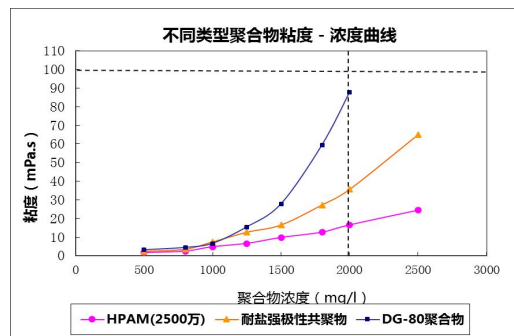
- 研发了功能型聚合物驱油技术、非均相化学驱技术、甜菜碱表面活性剂驱油技术、低成本泡沫驱油提高采收率技术。适合大庆三类油层、大港高温高盐油藏功能型聚合物体系GLP-50、DG80，适合葡北葡 I 组试验区有效渗透率105mD，18注36采，井距150m，注聚后开发指标基本达到方案预期，阶段增油1300t，预计提高采收率8%以上
- 胜利油田聚驱后非均相复合驱日产油翻四番，采收率达到63.6%，提高8.5个百分点，吨聚换油16.5吨，解决了聚合物驱后进一步提高采收率技术难题形成了水驱开发后期高含水高采出程度油藏大幅度提高采收率配套技术
- 我国大庆三次采油产量连续17年保持在1000万吨以上，复合驱产量连续6年保持增长



大庆葡北葡 I 组三类聚合物驱



耐温耐盐单体共聚原理



耐温耐盐DG80聚合物粘度曲线

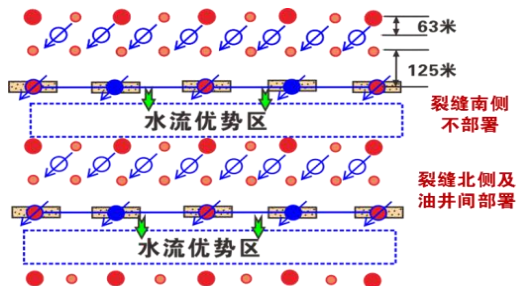


# 一、我国油气开发技术现状

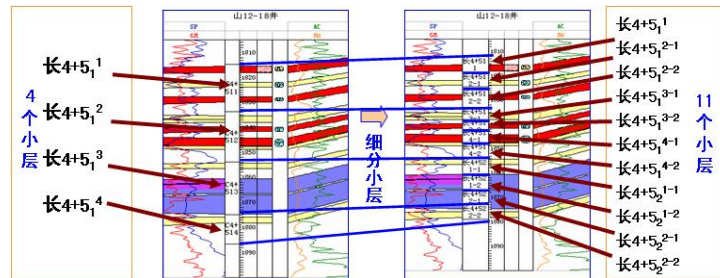
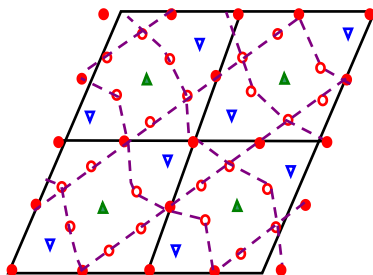
低渗透油田

## 技术之三：低渗透油田优化井网、精细注水及聚合物纳米微球调驱大幅度扩大水驱波及体积

- 以匹配动态裂缝和单砂体为核心，优化井网加密方式，提升分层注水能力，由注重层间分注向层间、层内并重转变，构建特低渗-超低渗透油藏不稳定注水技术系列，扩大聚合物纳米微球改善水驱技术，发挥水驱现实潜力
- 近年来，缝网匹配的井网整体加密调整技术并规模化应用，共实施加密调整井2424口，采收率平均提高5个百分点，具备新增可采储量的巨大潜力
- 聚合物纳米微球调驱技术在长庆主力油藏规模应用，共实施5150井次，目前累计增油60万吨，创效5.7亿元，提高采收率5%以上，已成为低/特低渗油藏改善水驱核心技术



加密方式不规则化



精细分层注水对象变化

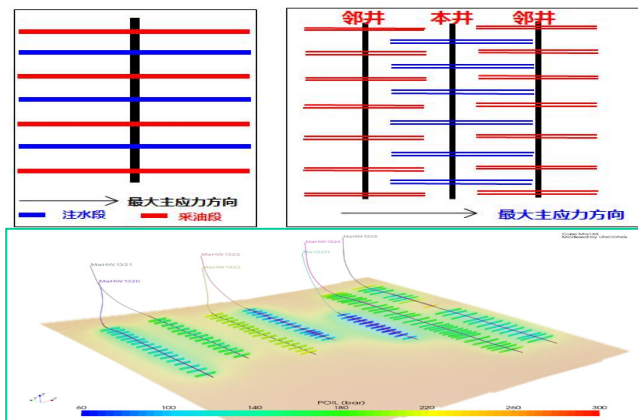


# 一、我国油气开发技术现状

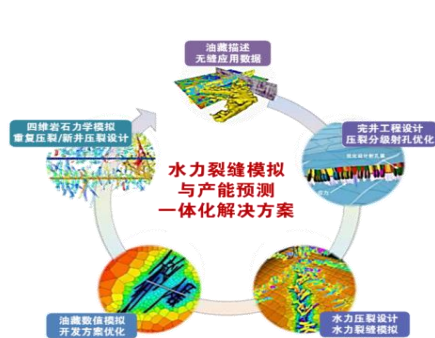
低渗透油田

技术之四：超低渗透/致密油藏“长水平井+体积压裂”蓄能、同井同步、异步等吞吐及注采模式逐步形成，充分发挥能量补充作用

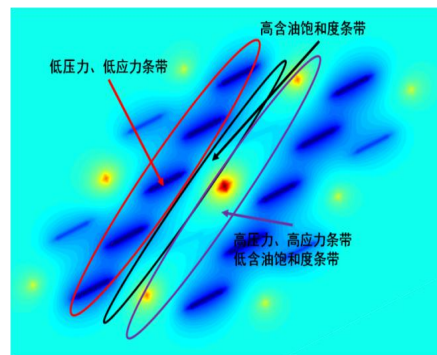
- 超低渗透/致密油藏“长水平井+体积压裂”蓄能、同井同步、同井异步吞吐及同井同步、同井异步注采等技术攻关及试验，提高采收率**10%**以上。由重复压裂提高单井产量向提高采收率转变
- 新疆玛18、玛湖1等区块地质储量**1.4**亿吨，预计增加可采储量**1400**万吨，等同于现方式新钻井**430**口



异步吞吐补充能量技术



地质工程一体化流程



重复压裂注采后应力变化

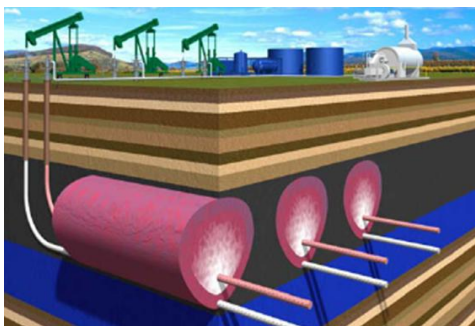


# 一、我国油气开发技术现状

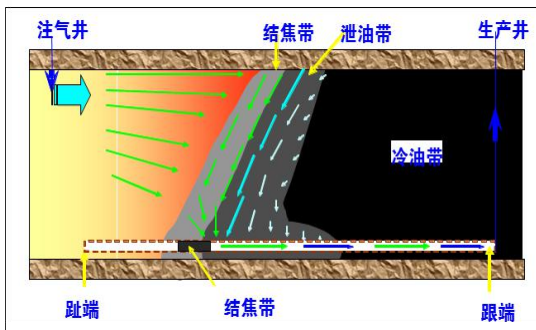
稠油油田

## 技术之五：稠油/超稠油热采理论技术重大突破成功实现了开发方式的转变

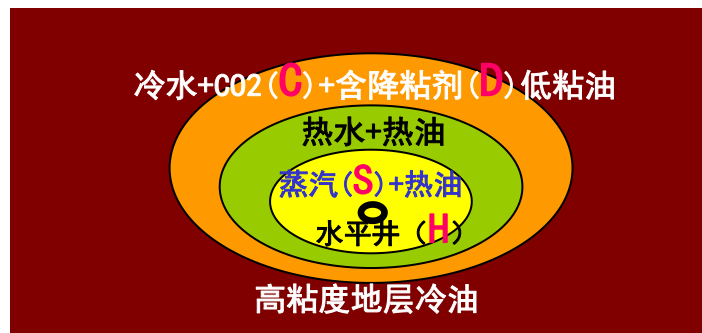
- 辽河、新疆、胜利等稠油/超稠油油藏的开发方式由单一蒸汽吞吐向蒸汽驱、SAGD、水平井火驱辅助重力泄油及HDC(N)S特超稠油技术的跨越，部分技术实现国际领跑，**目前公司稠油火驱产量世界排名第二**
- 注蒸汽后期火驱提高采收率技术，可再提高采收率**30**个百分点以上，使稠油部分低效益和无效益井生产状况得到全面改善
- 郑**411**块、坨**826**利用HDCS技术投产水平井**23**口，平均单井日产油能力**10-15.2t/d**，是相同投产方式直井的**2~3**倍、油气比是直井的**1.5~2**倍
- 重18试验区FH005井组已经稳定运行1年，实现稳定燃烧、稳定泄油。目前直井注气速度6000m<sup>3</sup>/d，水平井产量5-8t/d，累产油1500t以上，空气/油比1000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>



蒸汽辅助重力泄油 (SAGD)



水平井火驱重力泄油 (THi)



超稠油HDCS强化热采示意图



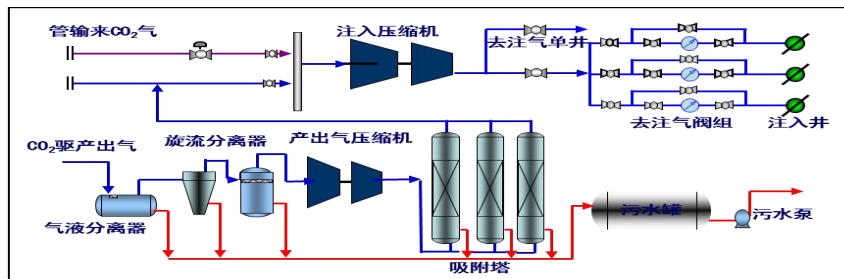


# 一、我国油气开发技术现状

注汽开发技术

①CO<sub>2</sub>驱油与埋存已经成熟，已经具备了在我国规模推广的条件

- 首次提出工业化规模CO<sub>2</sub>超临界注入技术，建成黑59CO<sub>2</sub>超临界注入中试装置
- 形成了CO<sub>2</sub>超临界混合回注工艺，建成了国际先进的CO<sub>2</sub>循环注气零排放项目



超临界注入技术路线和黑59中试装置



CO<sub>2</sub>超临界混合回注工艺装置及一体化流程



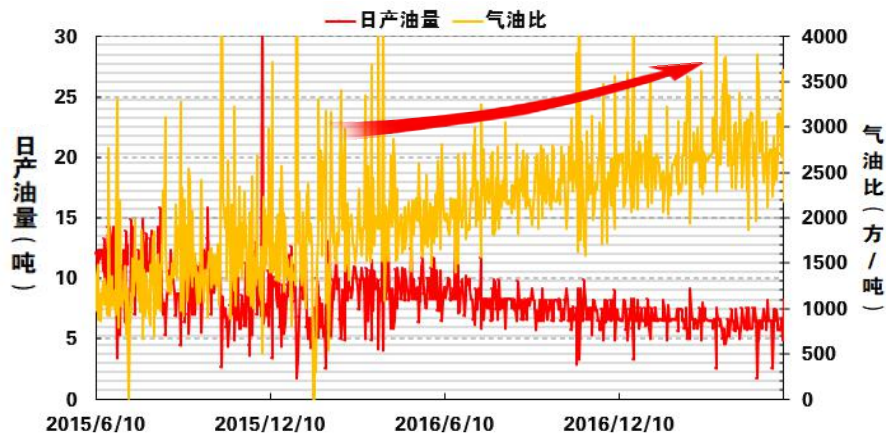
# 一、我国油气开发技术现状

注汽开发技术

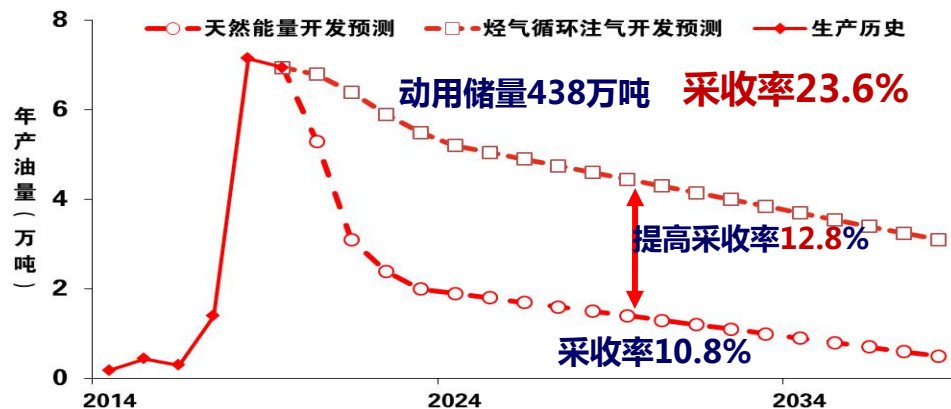
## ② 发展泡沫辅助气驱能量补充技术成效显著

针对油层单一、地层倾角小的油藏或厚度大、倾角大、地饱压差小的油藏，攻关循环注气补充地层能量技术

玛131、风南4等油藏地饱压差小于10MPa，覆盖储量8000万吨，预计提高采收率12%，增加可采储量960万吨



玛131典型井产油量-气油比变化曲线



不同开发方式产油量对比

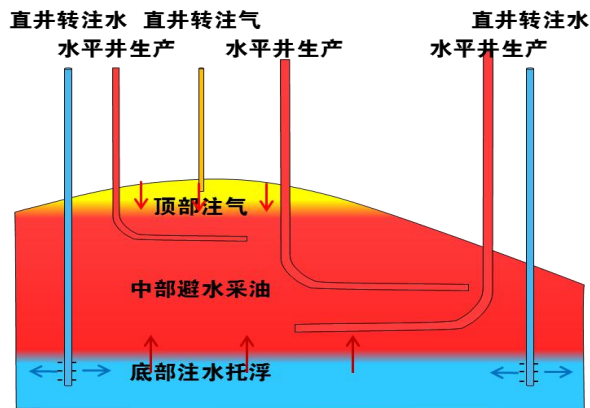
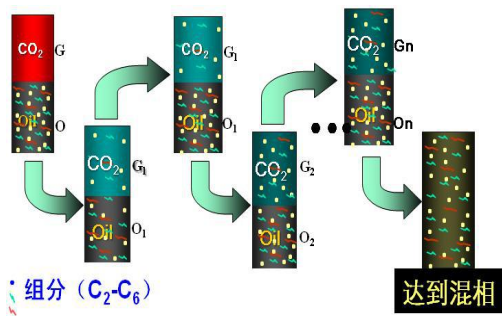


# 一、我国油气开发技术现状

注汽开发技术

## ③ 烃气驱开发技术效果明显扩大试验的条件已经成熟

- 西部油田天然气资源充足，块状厚油层、高倾角油藏资源潜力大，具备烃气驱提高采收率条件。
- 烃气中含一定量的 $C_2 \sim C_6$ 组分，油藏条件下易与原油混相。结合顶部注气稳定重力驱方式，采用相对少的注采井，兼顾驱油效率与扩大波及体积，实现低品位储量原油启动、富集及采出，实现效益开发
- 塔里木某油藏天然顶部气重力驱受效明显，含水上升率降低、自然递减降低、产量止跌回升，整体开发效果大幅改善



厚层块状油藏顶部注气重力驱立体开发模式

近年自然递减、含水变化统计表

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
自然递减 %	14.5	15.4	11.5	8.2	2.5	3.7	2.4
含水上升率 %	8.04	8.13	4.30	-3.9	-0.3	-0.4	-3.8



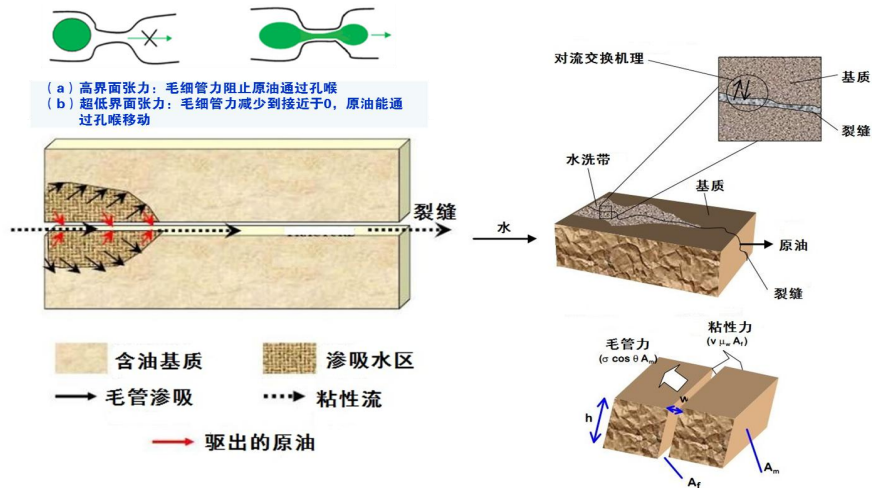
# 一、我国油气开发技术现状

注汽开发技术

## ④ 渗吸吞吐、邻井驱替的全藏波及技术试验效果显著

- 开展了注水渗吸吞吐、注CO<sub>2</sub>渗吸吞吐、井间异步注采等技术攻关，发挥渗吸和驱替双重作用，包括注水/注气、闷井、采油三阶段，以实现低品位资源驱替的全藏波及，效果显著
- 室内评价表明，在表面活性剂作用下，动态渗吸水驱基础上提高采收率平均**10.9%**，计算平均换油量为**76.26吨/吨剂**

裂缝性油藏渗吸驱油机理



大庆典型区块二氧化碳吞吐效果统计表

井号	有效厚度 (m)	注入量 (t)	注入强度 (t/m)	末点压力 (MPa)	焖井时间 (d)	日产油 (t)			计产天数 (d)	累计增油 (t)
						吞吐前	初期	目前		
FY1	13.8	200	14.5	16.0	35	0.7	6.0	0.3	658	996.0
FY2	14.5	160	11.0	16.7	33	0.2	2.4	0.7	325	582.0
FY3	10	210	21.0	16.5	36	0.3	2.3	0.6	466	334.8
FY4	9.2	180	19.6	14.5	29	0.6	4.0	0.4	239	270.6
FY5	9.3	250	26.9	2.9	28	0.5	2.2	0.3	364	168.0
平均	11.4	200	17.6	13.3	32	0.5	3.4	0.5	410	470.3



# 一、我国油气开发技术现状

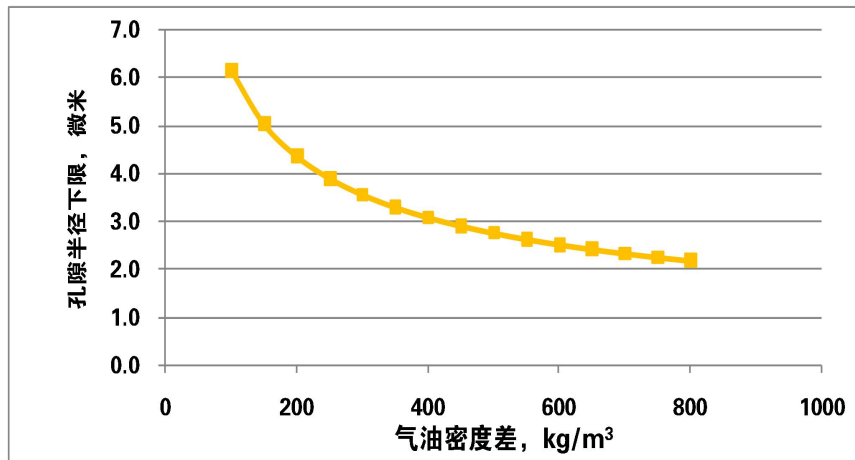
注汽开发技术

## ⑤ 氮气驱开发技术

- 氮气注入地层后，有利于保持地层弹性能量，并提高地层压力；氮气的密度小，适合于厚层油藏或倾斜油藏采用重力分异作用驱油，也有利于缓解重力驱过程中的粘性指进现象
- 注气重力驱油气密度差越大，气液界面越稳定，注气、采油速度可适当提高，缩短开发周期

油藏条件下饱和不同气体原油参数表（雁翎）

流体	密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	粘度 ( $\text{mPa}\cdot\text{s}$ )	密度差
氮气	0.230	0.0189	0.605
烃气	0.357	--	0.502
原油	0.859	11.27	--
饱和氮气后原油	0.835	6.59	36.2
平衡后氮气	0.232	0.0193	--
饱和烃气后原油	0.800	1.65	245.8



注气重力驱动用储层孔隙半径下限与气油密度差的关系

- 某潜山油藏为块状底水裂缝性碳酸盐岩油藏，顶部注氮气后在顶部形成次生气顶52.7m，形成了新富集油柱平均43.87m，油水界面下降，部分井见到明显增油效果





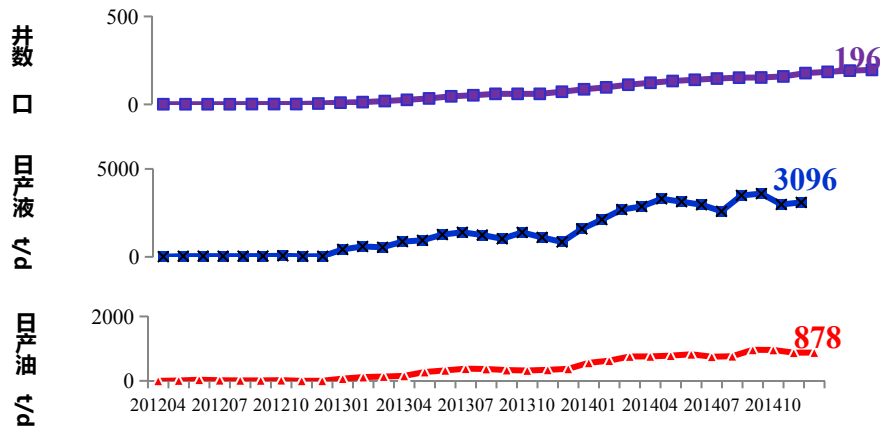
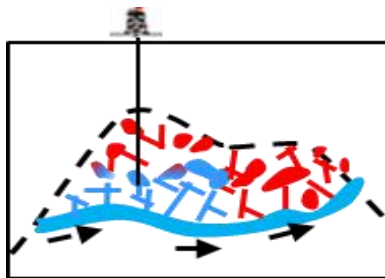
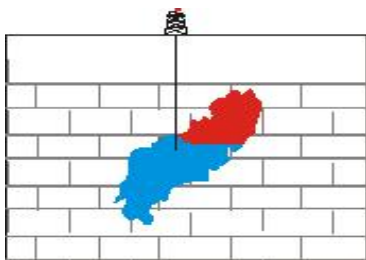
# 一、我国油气开发技术现状

碳酸盐岩油藏

## 技术之六：缝洞型碳酸盐岩油藏——以中石化塔河油田为例

- 发展完善了碳酸盐岩缝洞型油气藏**储层描述和分类评价技术**  
包括：多尺度岩溶缝洞储集体描述技术、“**断溶体**”模式、**古河道充填识别技术**
- 完善了缝洞型碳酸盐岩油藏大型**酸压**和**注水**开发技术
- 创新了**注氮气**提高采收率技术，开拓了缝洞型油藏提高采收率新途径
- 攻关发展了6项**优快钻井技术**、3项封隔复杂泥岩和高压水层的**侧钻技术**，推进塔河提速增效

**注氮气提高采收率技术**：2014年产油**28.9万吨**，累产油**39.0万吨**，投入产出比**1:3**以上



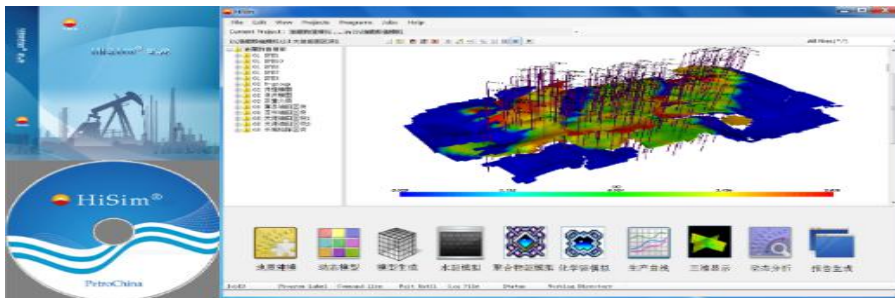


# 一、我国油气开发技术现状

软件和平台

## HiSim3.0油藏模拟软件

- 创建了注水开发多模态渗流理论模型和注气混相驱组分数学模型；创新形成了多条件约束储层描述技术、特大规模多子域多阶段预处理高效求解技术；自主研发了HiSim3.0油藏模拟软件，集成配套了建模-数模一体化应用平台，为地质建模、油藏数值模拟、油藏动态分析提供一体化解决方案
- HiSim3.0具有黑油、组份、化学驱等商业油藏数值模拟软件功能，累计应用100余套，编制开发/调整方案百余个，已在国内三大油公司及中石油海外20多个油田100多个区块应用百余套，节约外汇3亿元。具有自主知识产权，填补了国内同类软件产品空白，是国外卡脖子技术之一，打破了国外软件的长期垄断，具备极端国际环境下的替代能力



HiSim一体化平台



HiSim与国外同类软件性能对比



# 一、我国油气开发技术现状

软件和平台

- ◆ 在国内，2018年11月中石油发布了中国石油勘探开发梦想云平台，实现了数据、成果和软件的协同，目前共研发136款业务工具，集成7款第三方专业软件，勘探开发协同研究共享生态初见雏形
- ◆ 中石化基于Hadoop分布式大数据系统研发了“ $\pi$ -Frame地震数据处理解释一体化软件平台”
- ◆ 中海油组织研发了“大数据下的海洋石油钻完井数据分析系统”
- ◆ 国内油气行业中，阿里云最受行业关注，已有一些国内油气咨询和服务公司使用阿里云，不在购买和配置大型计算机服务器等，节省人力、物力，已成为降低成本的一种最佳选择

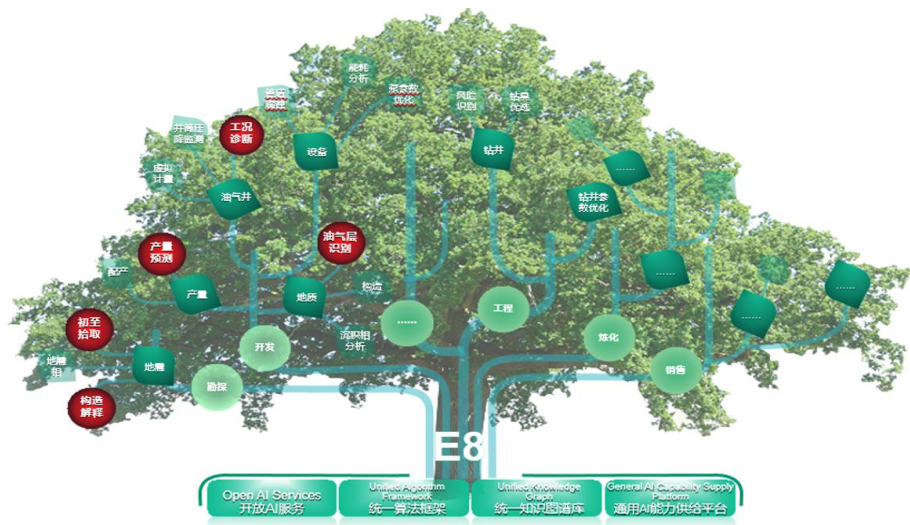
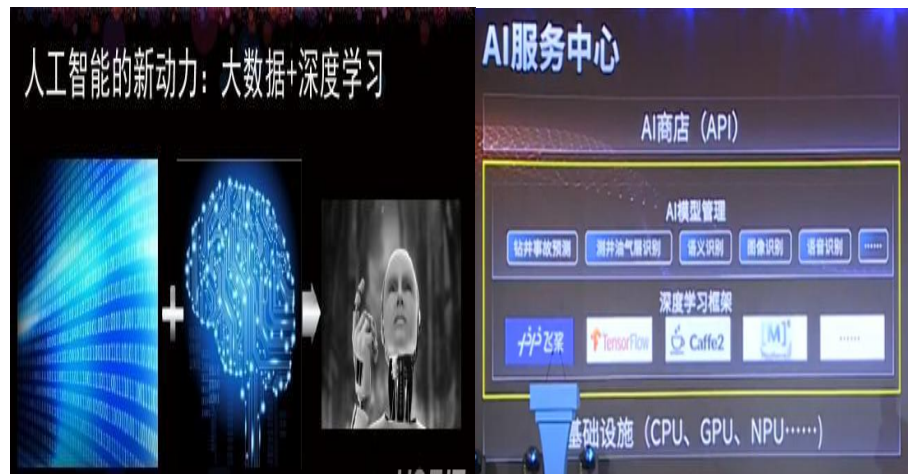
- ◆ 国内近年将人工智能主要集中应用在地震、测井、油藏描述、地质建模、油藏模拟及生产优化等方面，已经展开了多学科集成智能化综合研究



# 一、我国油气开发技术现状

软件和平台

- 中石油AI服务以中国石油认知计算平台（E8）、百度飞桨等AI基础框架，构建AI服务商店，提供AI基础研发与能力共享机制
- 目前人工智能应用在地震初次波拾取、地震层位解释、测井解释、油井工况诊断、油井产量预测等领域都已经取得了很好的成效





## 二、人工智能的发展

---

**(一) 什么是人工智能**

**(二) 人工智能发展历程**

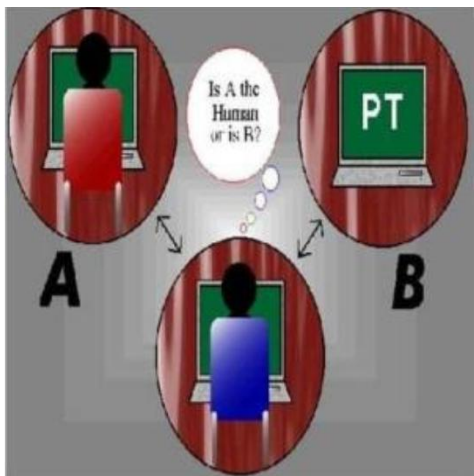
**(三) 几个概念及其关系**



## 二、人工智能的发展

### (一) 人工智能及行为与表现

1946年图灵 ( Alan Turing ) 设计制造了人类第一台计算机Eniac。此后，科学家开始发问：“机器能否产生智能”？1952年，图灵实验确定了机器可以具有智能，由此，人工智能这个新兴学科就被孕育出来



### 1. 人工智能

- **人工智能**是指通过计算机程序或者由智能机器人来完成类人智能要实现的目标任务
- 它是研究开发类人智能的理论、技术及系统应用的一门新兴科学和技术
- 人工智能不一定像人一样进行思考，但不等于不能具有人一样的智能，也可能超过人的智能
- **在学科上**，他是一门以数学、计算机科学、自动化、应用心理学、生物学和神经生理学等为理论基础的新兴边缘学科
- **在理论上**，人工智能主要囊括了大数据智能理论、类脑智能、量子智能等基础理论
- **在技术上**，人工智能领域包括自然语言处理技术、智能计算芯片、跨媒体分析推理、自主无人系统的智能技术等核心共性技术



## 二、人工智能的发展

### 2. 人工智能行为和表现

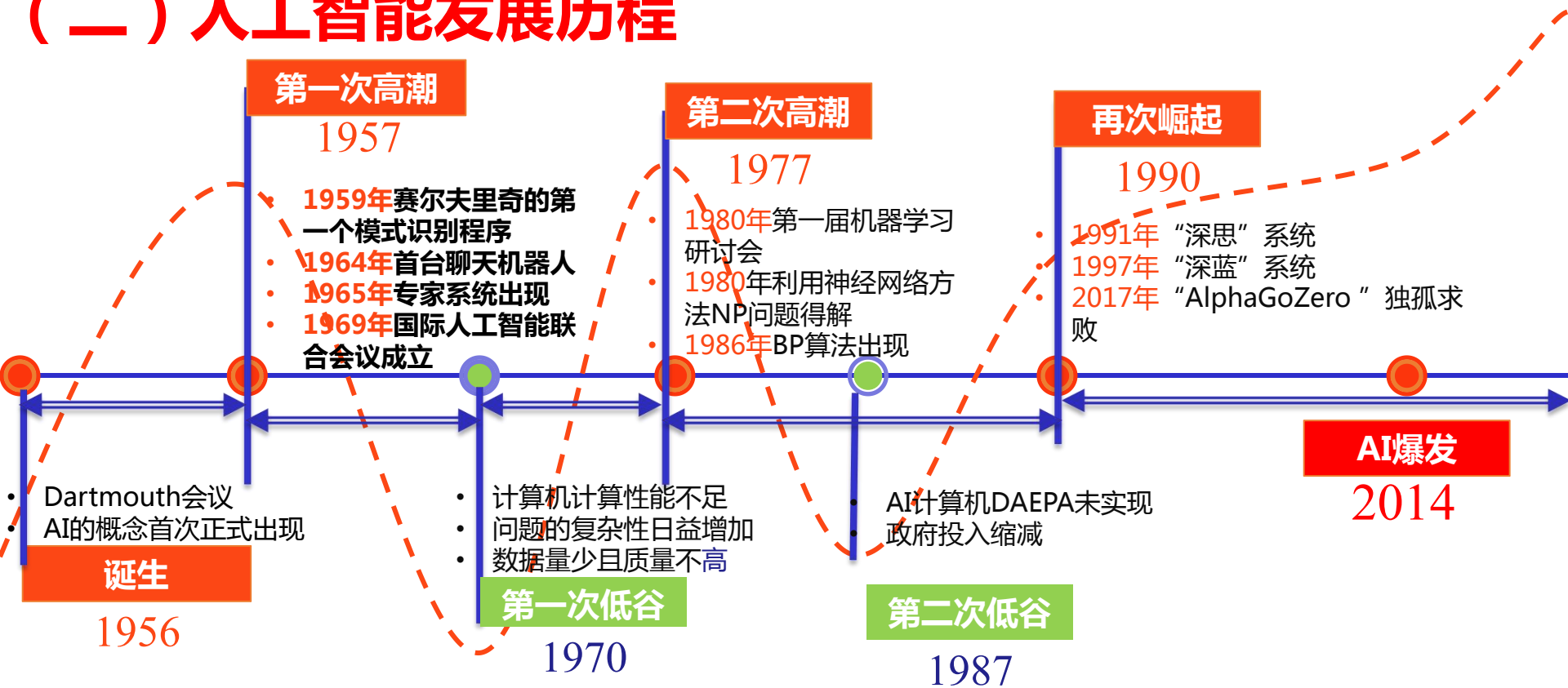
- **会看**：图像识别、文字识别、手势识别、车牌识别
- **会听**：语音识别、特殊音响识别、说话人识别
- **会说**：语音合成、语音导航、人机对话
- **会行动**：机器人、自动驾驶汽车、无人机
- **会思考**：人机对弈、定理证明、医疗诊断
- **会学习**：机器学习、知识表示



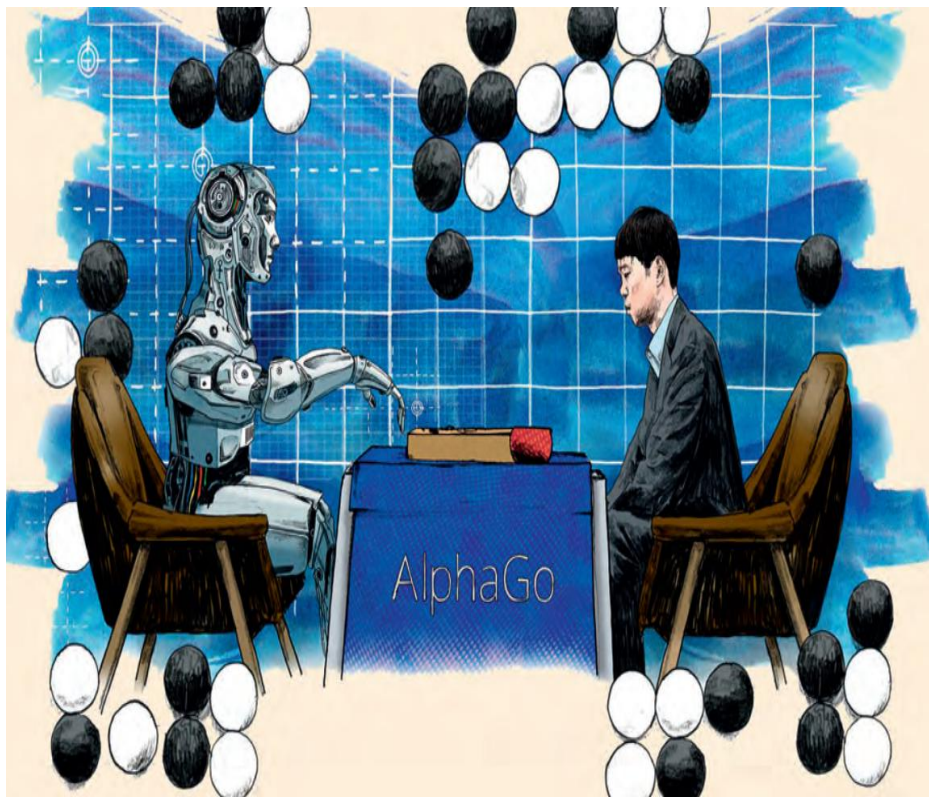


## 二、人工智能的发展

### (二) 人工智能发展历程



## 二、人工智能的发展



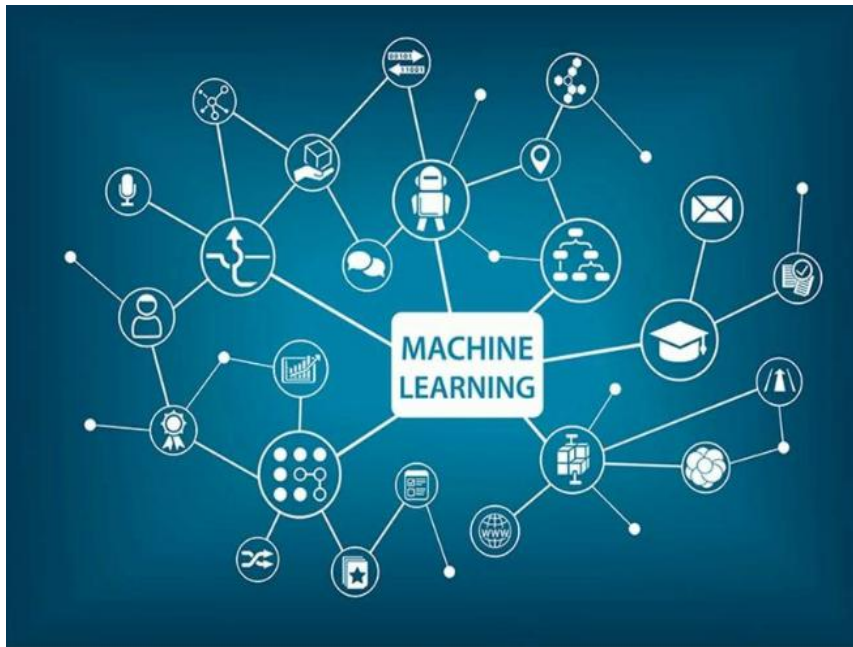
- 2016年3月9-15日，Google的AlphaGo 4:1战胜韩国9段围棋冠军李世石
- 2016年12月31日-2017年1月4日，AlphaGo再度出山，以化名（网名）Master在弈城野狐两大对弈网站下了60盘棋，中日韩一流围棋高手轮番上阵，60盘连胜
- 2017年，AlphaGoZero（第四代AlphaGo）在无任何数据输入的情况下，开始自学围棋3天后，便以100:0横扫了第二版本的“旧狗”
- AlphaGoZero在学习了40天后，于5月23 -27日，AlphaGoZero在浙江乌镇与当前世界围棋第一人柯洁进行了人机大战，最终3:0完胜

**AlphaGoZero 独门绝技就是自学成才，从零基础在短短3天内学成围棋顶尖高手**



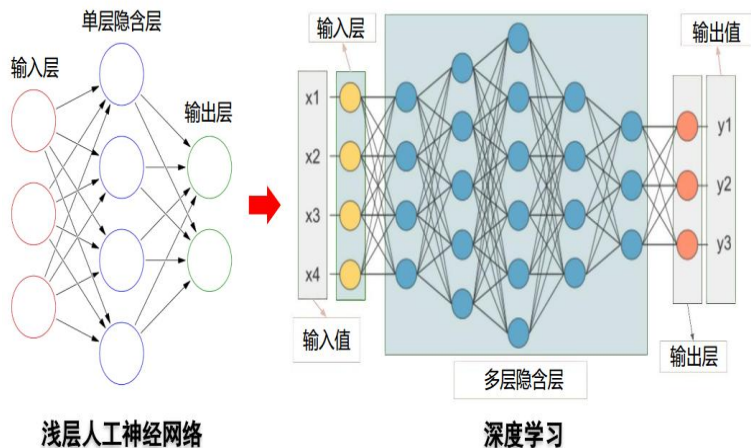
### (三) 几个概念及其关系——机器学习

**机器学习**是指在一个特定领域，在特定编程的情况下，专门研究计算机如何模拟或实现人类的学习行为，使得计算机在这个特定领域中具有学习能力，可进行重新组织已有知识结构，以获取新知识或技能，使之不断改善自身性能，在特定环境下对未来的新情况做出新的判断和决策。它是人工智能的核心。



## 二、人工智能的发展

### （三）几个概念及其关系——深度学习



- **深度学习**是机器学习（Machine Learning）领域中一个新的研究方向，它被引入机器学习使其更接近于最初目标——人工智能
- **深度学习**是学习样本数据内在规律和表示层次方法，这些学习过程中获得的信息对诸如文字，图像和声音等数据的解释有很大的帮助
- **深度学习**是一个复杂的机器学习算法，它在语音和图像识别方面取得的效果，远远超过先前相关技术，使得人工智能相关技术迈上了一个大的台阶

## 二、人工智能的发展

### (三) 几个概念及其关系——迁移学习

**迁移学习 ( Transfer Learning )** 也是一种机器学习方法，它是指将拥有大数据源的领域上学习得到的一切知识（东西）部分地应用到小数据目标领域上去，也就是将相关领域任务已学习获得的知识转移到新领域任务的一种机器学习方法

迁移学习可以在小场景中应用成熟领域的知识以获得更准确的分析结果。通常所说的迁移学习都是指模型迁移的较多，模型迁移是根本性迁移，换句话说，在A区域学习训练的模型能在B区域使用

**迁移学习的核心是找到源领域和目标领域之间的相似性，合理利用这种相似性**

## 二、人工智能的发展

### 机器学习、深度学习和迁移学习之间的关系

#### 机器学习

深度学习与机器学习的关系不是平行关系，是机器学习中的一种方法，它使用包含复杂结构或由多重非线性变换构成的多个处理层对数据进行深层抽象的算法，是一种基于对数据进行表征学习的方法

#### 深度学习

机器学习的一个子集：利用多层神经网络从大量数据中进行学习

#### 迁移学习

机器学习的一个子集：将相关领域任务已学习获得的知识转移到新领域任务。迁移学习（算法）的开发是机器学习的主要任务，因为机器学习具有了迁移学习的能力，才加速了人工智能在各个领域快速应用。

# 二、人工智能的发展

## 人工智能算法的通用建模方法



### 数据收集



### 数据预处理及特征工程



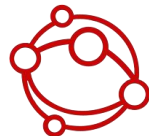
### 智能算法



### 数据建模

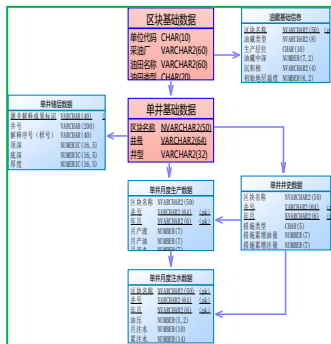


### 快速学习

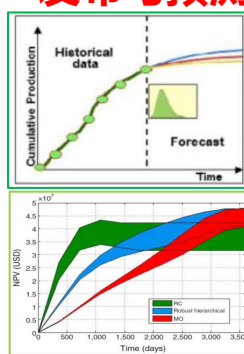
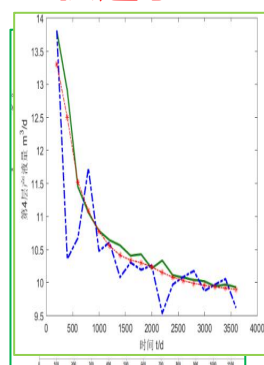
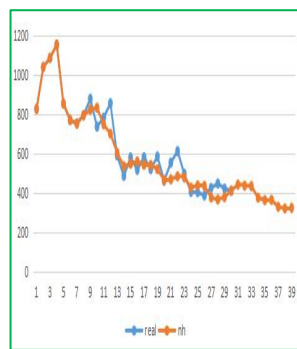


### 发布与预测

- 1-区块基础数据.xlsx
- 2-单井基础数据.xlsx
- 3-油藏基础数据.xlsx
- 4-单井储层数据.xlsx
- 5-单井月度生产数据.xlsx
- 6-单井月度注水数据.xlsx
- 7-单井井史数据.xlsx



- 线性逻辑回归
- 人工神经网络
- 贝叶斯分类器
- RBF内插模型
- 贝叶斯网络
- \*\*\*



- 油气井生产日报
- 测试资料及报告
- 生产总结报告
- 油井各类井设计报告
- 非结构化数据

- 剔除超出范围值
- 剔除不可能值
- 识别缺失项和冗余数据

- 基于实时数据操作
- 自适应设置
- 算法自行筛选

- 准确表示数据对象
- 通过可视化, 识别数据中模式和特定特征
- 准确表示数据库所需要的所有数据对象

- 加速学习曲线
- 持续数据资产增值

- 完善模型和算法来检验假设
- 优化建模效果



### 三、人工智能在油气领域的应用

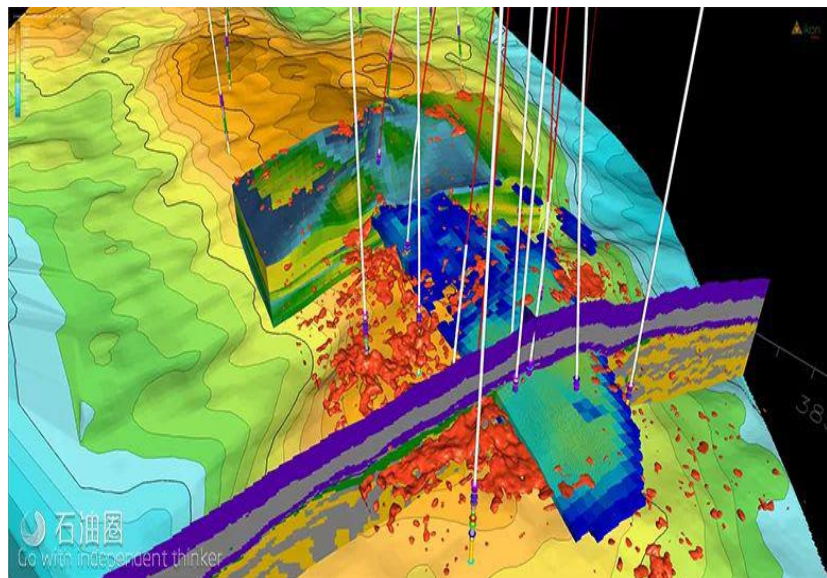
- 油气勘探
- 智能钻井
- 智能井完井
- 油气藏开发模拟与预测
- 智能人工举升系统
- 智能油田建设





# 人工智能在油气领域的应用——油气勘探

- 2015年以来，ConocoPhillips（康菲）石油公司开展“压缩传感（Compressive Sensing）勘探”技术研究与应用，用以改进原有常规3D石油物理勘探技术

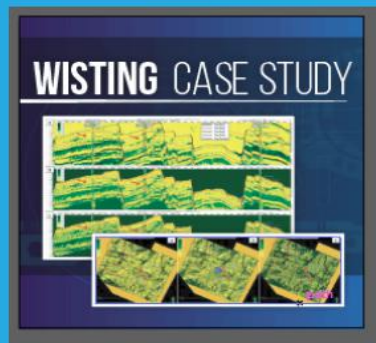
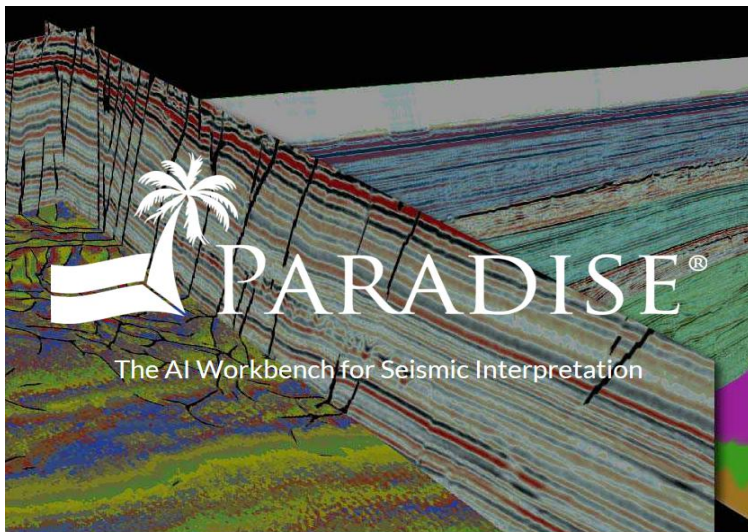


- 该技术可以在放置更少传感器的基础上通过一系列数学转换获得更多更清晰的地质剖面信息
- 2017年，ConocoPhillips（康菲）石油公司在阿拉斯加（Alaska）应用智能压缩传感勘探、非规则优化采样（NUOS）等技术等进行了地球物理勘探作业，克服了北极圈作业的环境与季节限制，获得高分辨率的地层图像，达到了最优物探效果

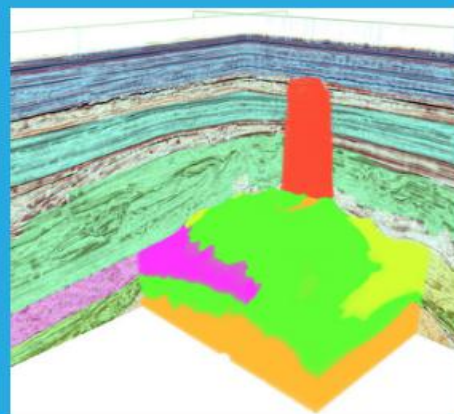


# 人工智能在油气领域的应用—油气勘探

早在2008年，Geophysical Insights公司已经开始利用大数据分析、机器学习等方法开发人工智能物探数据解释软件，并发布了著名的地震数据处理软件Paradise，成功用于地震数据解释、地层属性分析

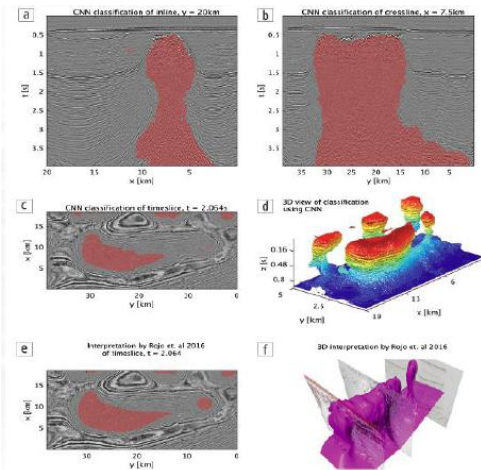


A multi-disciplinary approach to establish a workflow for the application of machine learning for detailed reservoir description – Wisting case study

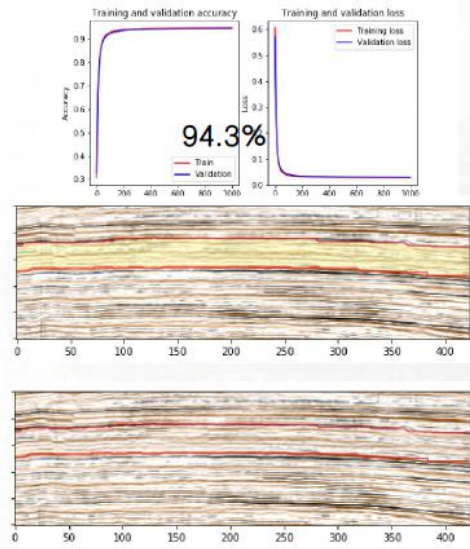


Seismic Facies Classification Using Deep Convolutional Neural Networks

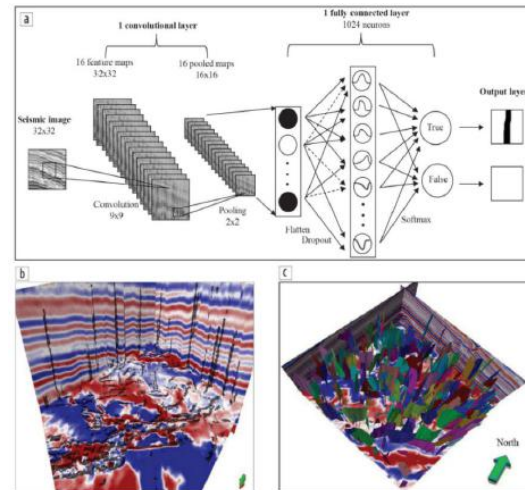
# 人工智能在油气领域的应用——油气勘探



卷积神经网络盐丘智能识别



卷积神经网络层序地层智能识别



卷积神经网络断裂系统识别

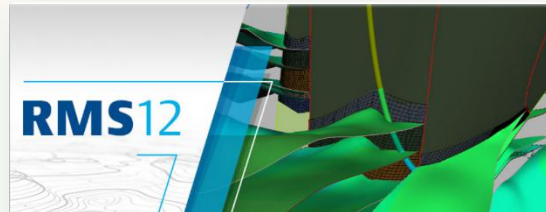
# 人工智能在油气领域的应用—油气勘探



- 道达尔和谷歌云
- 签署协议开发**基于计算机成像技术和自然语言处理技术的人工智能地震解释技术**



- Eni公司和IBM
- **AI 认知发现 ( Cognitive Discovery ) 项目**
- 希望能将数据集经过处理形成知识图



- Paradigm地球物理公司
- 嵌入SeisEarth解释平台的**多层神经网络地震解释算法**

# 人工智能在油气领域的应用——智能钻井



Weatherford®

- 威德福推出**Victus**智能控压钻井系统

- 采用了一种经过时间检验的独特算法模型，精确地保持井底压力，以增强井控



Shell

- 壳牌石油公司软件开发出的**Shell Geodesic**钻井模拟器

- 基于机器学习和控制算法实时收集钻井数据，简化数据处理流程，并自动做出决策

Schlumberger

- 斯伦贝谢推出的**GeoSphere**服务

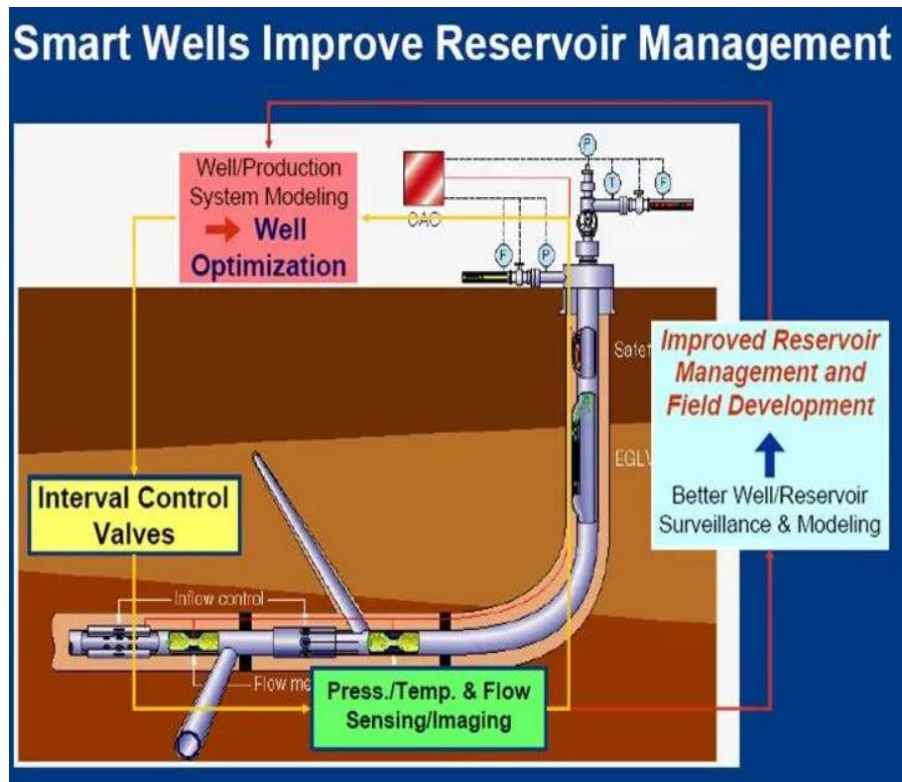
- 应用随钻远探技术，探测深度达30米，与包括Spectra Sphere井下流体分析服务在内的整套随钻测井技术以及地表测井技术结合使用，可产生一个真正的油藏结构与流体测绘图

HALLIBURTON

- 哈里伯顿推出的**Earth Star**服务

- 随钻探测距离达到61米

# 人工智能在油气领域的应用——智能井完井



- 智能完井技术应用主动式流量控制装置 (Active flow control device, 以下简称 AFCD), 井下阀可将长水平井筒分隔为多个生产单元, 有选择性地对每个生产单元的流入进行远程单独控制, 实现均衡流动
- 生产中在隔离封隔器之间使用ICD调节隔离井段的产液剖面, 以控制和优化单井或整个油藏的动态特征。使用ICD完井被认为是一种智能完井, ICD是专为实现流体平衡流动所开发的水平井完井工具, 具有通过延长流入高峰期而达到延长油气井生产寿命, 减少水锥量及提高采收率的功能



# 人工智能在油气领域的应用——智能井完井



ساتورب  
satorp



HALLIBURTON

## 贝克休斯

- MultiNode全电动智能完井系统
  - 分割水平井生产单元
  - 多节点智能完井

## 沙特阿美公司

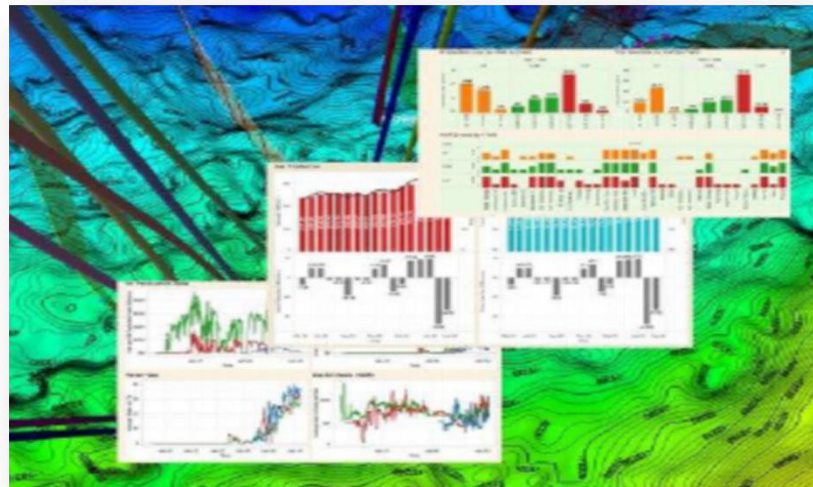
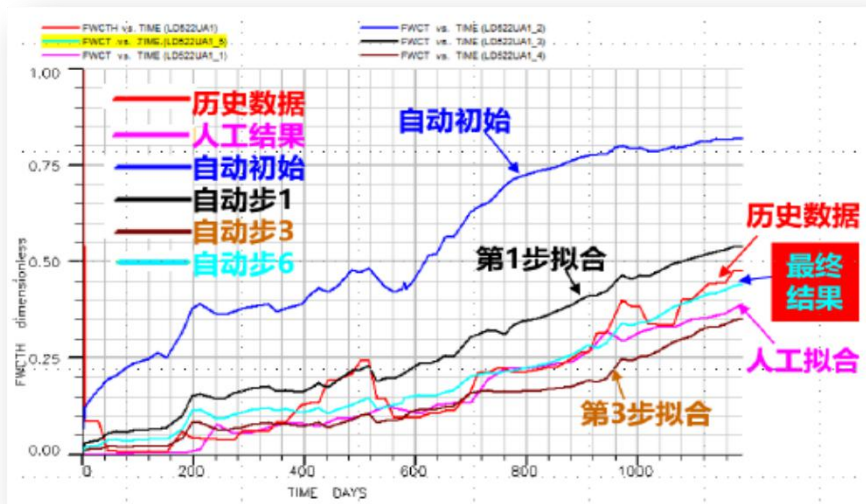
- ERC智能井
  - 钻井与完井作业重复交叉进行
  - 就地测量排量和压力

## 哈里伯顿

- eMotion-LV隔离阀式智能完井系统
  - 使用了两个eMotion-LV隔离阀
  - 提供第二个可测试的屏障

# 人工智能在油气领域的应用——开发模拟与预测

当今油气田开发需要更强大的精细建模技术来表征日益复杂的油气藏。**基于深度学习卷积神经网络和主成分分析的历史拟合**可以在数据的不断驱动下，实现模型的持续更新，不断降低其不确定性。**基于深度学习**的流体参数预测，输入初始压力、饱和压力等数据，进行训练后可用于预测其他井的饱和压力、地层体积系数和气体压缩系数等





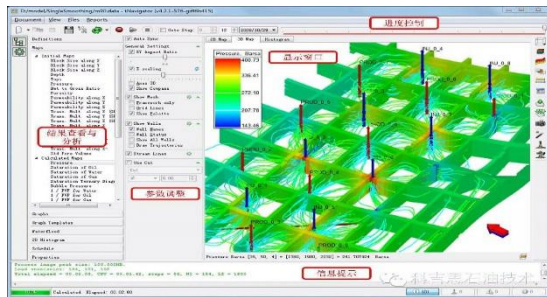
# 人工智能在油气领域的应用——开发模拟与预测

软件平台技术，实现了多任务、全流程的一体化、集成化，智能化

- 当前全球成熟商用软件：Eclipse，CMG等10余系列，黑油、组分、热采及各种EOR方法模拟
- 新一代数值模拟软件：Nexus、Petrel-RE、tNavigator等解决大型油藏勘探开发一体化数模工作平台
- 一体化：全面实现了从勘探到开发，从地面到地下，从油藏到井筒的一体化模拟
- 智能化：人工智能技术使产量提高2%~8%，使采收率提高2%~6%
- 高效化：Intersect、tNavigator等均实现大规模GPU+MPI+OPENMP混合并行
- 工业化：油藏数模软件已全面覆盖油田生产各个环节，全面助力工业化应用



Petrel RE 一体化软件平台展示图



人机友好交互的tNavigator软件界面



tNavigator软件已在全球15个国家70多家油气公司得到广泛应用



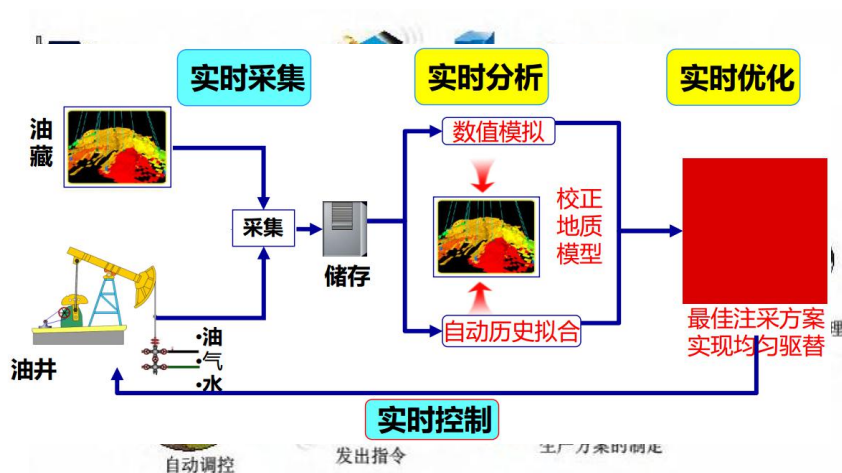
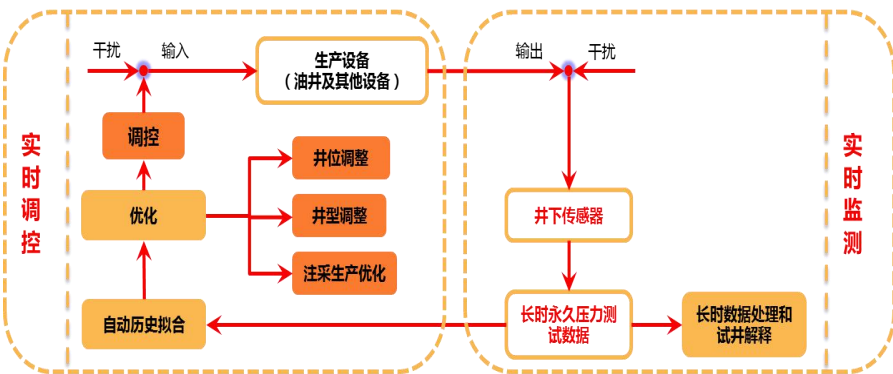
# 人工智能在油气领域的应用——智能人工举升

智能人工举升系统可利用大量实时数据和智能算法训练模型，从而优化泵抽参数，降低泵的动力成本和故障几率。智能人工举升系统极大的提高人工举升效率



- ABB公司开发的变速控制器（VSD）可以控制人工举升系统的电机和马达，实现了智能人工举升
- 在实际应用的抽油井中，VSD采用机器学习方法对泵抽过程进行建模和驱动器测试数据训练，然后将该模型应用于抽油系统参数优化
- 结果表明，新技术可实现增产50%，降低能耗30%，同时将维护和故障引起的停机时间减少了70%

# 智能油田



**智能油田**是数字油田发展的高级阶段，它是对数字油田的发展。**智能油田**的核心是将油气发现与开发工作从历史性分类资料的顺序处理变成实时资料并行处理，利用**实时数据**流结合新型软件应用和高速计算机系统，建立快速反馈的动态油藏模型，并将这些模型配合遥测传感器、**智能井**和**自动控制**功能，让经营者更直接地观察到地下生产动态和更准确地预测未来动态变化，实现各种层次的**闭环优化**管理，最终实现全油田范围的实时闭环资产经营管理

**智能油田**建设是一个系统工程，而建立数据银行和信息平台是建立智能油田的基础

# 人工智能在油气领域的应用——国外智能油田



**BP公司**正在打造数字能源平台,计划在2020年前完成业务上的数字化转型

**Schlumberger**

**斯伦贝谢**成立软件技术创新中心,推出了DELFI环境平台



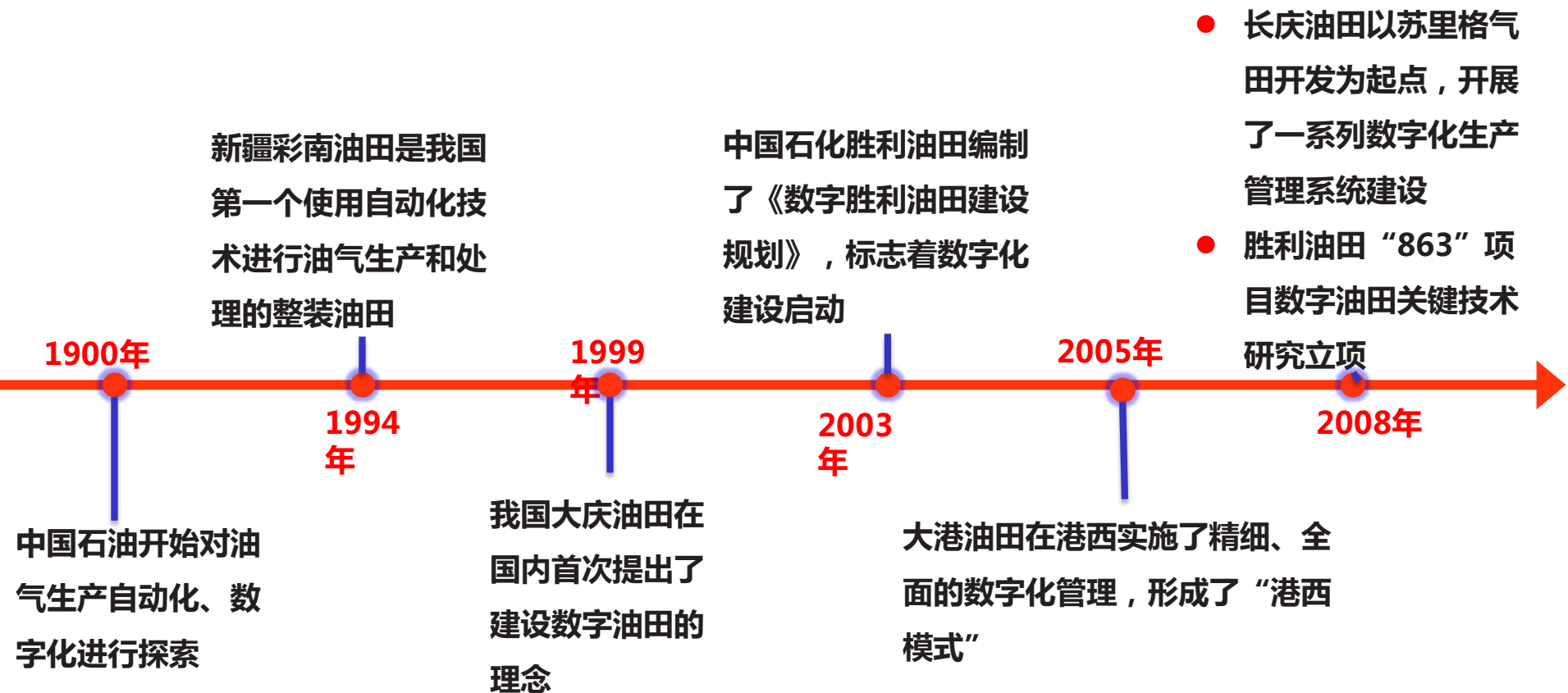
**Shell公司**将数字化创新升级为集团重要战略之一,组建了一个70多人的大数据分析研究团队



**HALLIBURTON**

**微软与哈里伯顿**组建了“数字化石油和天然气工业联盟”,推动石油和天然气行业的数字化转型

# 人工智能在油气领域的应用——国内智能油田





# 人工智能在油气领域的应用——国内智能油田

- 中国石化启动智能油气田试点建设项目，建成1个智能油气田云平台
- 中石油启动了“认知计算平台E8”

2010年

大庆油田庆新油田以大数据、物联网、云计算技术为依托，逐步实现了油田的全面感知、预测预警、数据驱动、协同优化

2018年

2019年

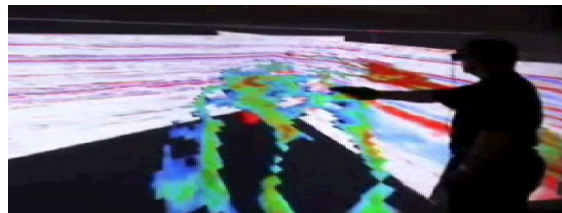
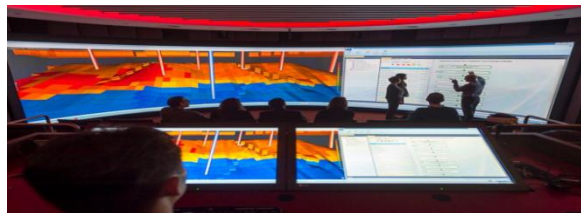
- 中国石化进一步启动油田企业人工智能试点应用项目
- 中国海油将2019年定为公司数字化转型元年,目前正在开展数字化转型顶层设计工作
- 长庆油田快速崛起为我国最大的油气生产基地，实现了79个作业区、1328座站点、35264口油井、15131口水井的数字化建设，数字化覆盖率达到90%
- 中国石油发布勘探开发梦想云1.0，构建了统一数据湖、统一技术平台, 基于统一数据湖



# 人工智能应用成为公司提质降本增效之路

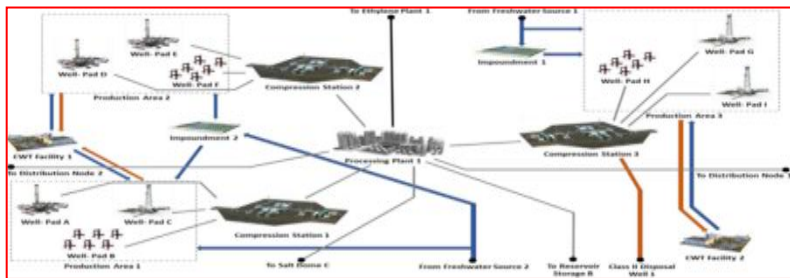
- **2009** 年以来，越来越多的共识是大数据、云计算和人工智能应用相结合，形成了一种强大的数据工具，计算速度更快、更容易、更便宜、意义更重大，到了**2025**年石油公司将会出现巨大变化
- **美国法蒂马**（Fatima Alsubhi）信息管理公司是最有竞争优势的公司，哈里伯顿公司兰德马克的软件产品线是该公司最新的云产品的最早用户之一，该产品旨在支持密集的3D可视化和虚拟现实应用。另一家公司安泰斯（Antaeus）与斯伦贝谢（Schlumberger）合作实现了无网络条件的流动办公
- **BP公司宣布**：正在将专有信息从自己的数据中心转移到微软的 Azure 云计算分析处理平台。这些观念转变值得注意，因为它代表了BP公司关闭其内部数据中心、全面使用公共云平台的最新战略，该公司表示他们的努力已经削减了IT运行成本大约**40%**

**大数据、云计算和人工智能应用相结合是公司减低成本，提高效率的必由之路**



# 人工智能应用成为公司提质降本增效之路

- **卫星数据广泛应用于信息化**，在陆上、海上钻井平台监测、油井压裂位置以及设备和钻机的运行情况监测，**无人机和传感器**越来越多地被应用
- **复杂钻井系统正在被智能化**，由机器人接管常规的手工任务不应该被忽视。康菲石油公司正在开发将传感器放在顶驱上，进一步控制和校准井下导向系统，降低安全风险、节约成本、效率增益比更换新资产更经济
- **现代SCADA系统**可以无缝地与生产者基础设施集成，同时可容纳越来越多的工业网络设备和其他油气生产中应用的新技术。该系统可根据需要通过移动设备向员工发送通知，也可预测和解决停机问题。该系统能够优化资产结构，有助于将公司运营中的油井计划扩充的实施时间降到最低





## 四、人工智能未来发展前景

今天，人工智能被誉为第四次工业革命的引擎，大数据成为人工智能发展的基础。到了用数据说话，石油就在数据中，由数据决策的时代已经来临。人工智能已在石油工业领域产生了极为深远的影响。展望未来，随着5G、云计算、人工智能等高新技术的应用，世界油气工业智能化水平将会越来越高，一次巨大的油田技术革命即将到来



**未来5年**，实现油田智能操控，把油田装在手机里



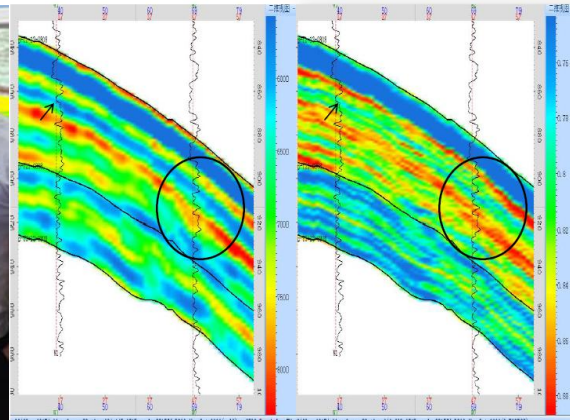
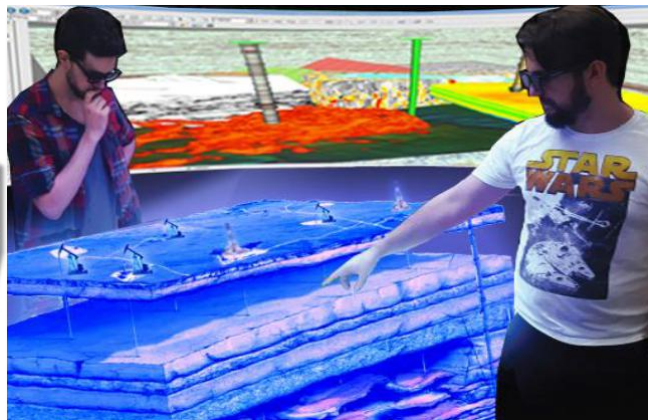
**未来10年**，形成油气田企业的最高境界——智慧油气田



**到2040年以后**，智能地质、智能钻井、智能完井、智能优化、智能管道和智能炼厂将建成，油气工业全面进入智慧油气田时代

# 未来发展前景—地质云数据平台

- **地质云平台的建立是一个重要的里程碑**，利用地质云平台可实现地质调查信息高效共享和精准服务
- 展望未来，人工智能与地质研究的深度融合，将催生出智慧地质，实现由地质大数据向智慧地质的升级。人工智能技术的运用，将有力地推动着地质调查向着快速、精准、高效的方向转变。智慧地质在油气行业中，将更高效地圈定最具潜力的区域、储层和井位，提高探井成功率，促进增储上产

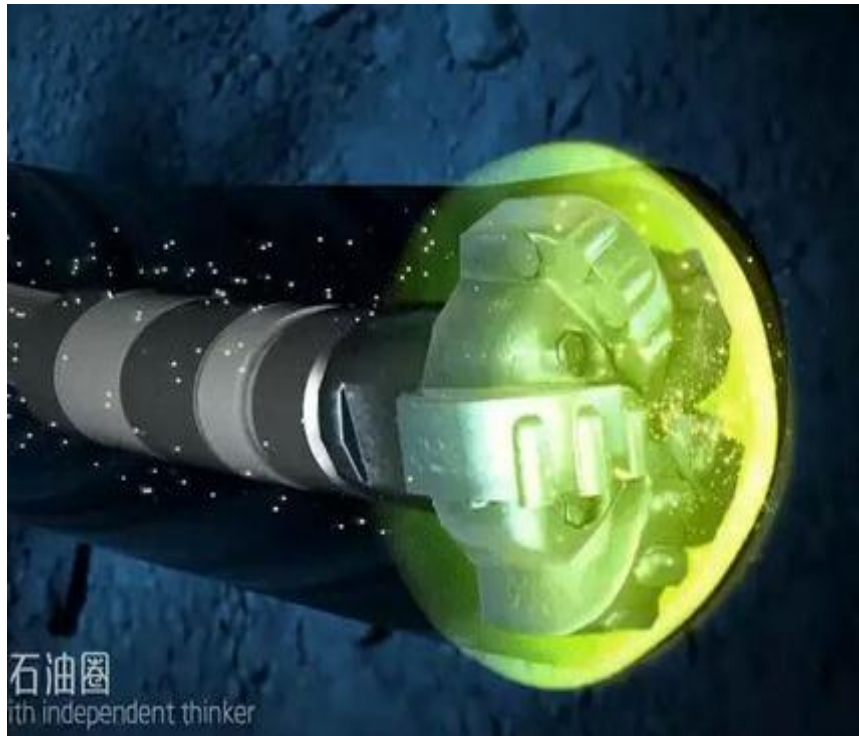






# 未来发展前景—智慧钻井

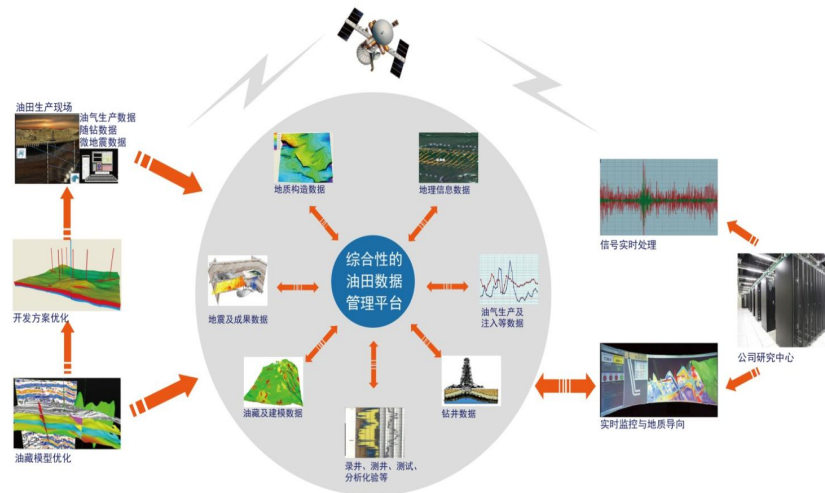
- 未来的智慧钻井主要由智能钻机、井下智能导向钻井系统、现场智能控制平台、远程智能控制中心组成，它们构成一个有机的整体，**实现闭环由机器全控制**
- 预计到2025年，钻井将进入**智能钻井初级阶段**。智能机器人钻井系统将取代钻台工人和井架工将成为未来智能钻机的核心，现场智能控制平台将代替司机完成所有操控
- 预计到**2035-2040年**，钻井领域将进入**智慧化钻井新时代**，可实现远程操控，实现全自动钻井智慧化时代





# 未来发展前景—智慧油田

- 未来智能油田将以统一的**数据智能分析控制平台**为中心（右图）。无论固定资产、移动设备还是工作人员，都将成为数据的收集者和接受者，并直接同控制中心建立联系
- 智能控制中心以机器学习为技术基础，以大数据、物联网、云计算等形式技术支撑，通过分析海量数据，实时地在全资产范围内完成资源的合理调配、生产优化运行、故障判断、风险预警、各个运行环节具备自修复性等，最终实现全部油田资产的智慧化开发运营
- **预计2030-2035年，油气管道、炼油、油气钻井、油气生产等油气工业领域多个行业将陆续进入智慧化时代**







# 未来发展前景—智慧油气管道

- **智慧管道**是以管道本体及周边环境的全生命周期数据为基础，将**物联网、云计算、大数据、区块链、自动化与智能控制**等技术与管道本体高度集成形成的管道管控一体化系统
- 随着信息技术的发展，油气管道已经进入数字化管道阶段，相关技术日趋成熟
- 智能管道具有4大特点，即可观测、可控制、可自适应和综合优化平衡
- 4大技术关键点是大数据、大管网、地上地下一体和智能感知
- 预计**2030-2035年**，油气管道个行业将进入智慧化时代





# 未来发展前景—智能炼厂

所谓**智慧炼厂**，就是指在数字化炼厂的基础上，**利用物联网、大数据、云计算及区块链、等新一代信息技术和设备监控技术**，加强信息管理和**服务**，全面准确地掌握产销流程，提高生产过程的可控性，及时准确地采集生产线的各类数据，实现炼油全过程的本质安全、本质环保



- 未来智能炼厂拥有**自动化、数字化、可视化技术**，建设范围涉及**生产管控、供应链管理、设备管理、能源管理、HSE管理、辅助决策6个核心业务领域**
- **预计2030-2035年，炼油生产的油气工业将陆续进入智慧化时代**



## 五、结语

- 人工智能是个新兴学科，对术语和概念定义和界定清楚对于技术规划和顶层设计意义都非常重大
- 目前智能油田还处于初级阶段，油气工业的自动化、数字化、智能化水平将越来越高，未来的研发方向是人工智能算法、人工智能芯片、人工智能新材料、制造新工艺；油气工业发展的重点领域是油气藏甜点识别、油气储层描述与模拟、智慧钻井、智慧开采、智慧输送、智慧炼厂等
- 智能化/智慧化成为油气科技发展的大趋势，人工智能被誉为第四次工业革命的引擎，将推动数字油田由智能化向智慧化迈进，是世界油气工业持续发展、提质、降本、增效的有效途径和必由之路

---

感谢各位领导专家