

智能新疆油田建设实践与思考

2017年10月

一、从数字油田到智能油田

二、智能新疆油田建设实践

三、认识与思考

信息化：加快发展之需 应对困难之策

自新疆油田发现以来，始终面临着三大困难的挑战

生产点多线长
信息传递迟缓
协调指挥困难



地理位置偏远
自然环境恶劣
吸引人才困难



油田地质复杂
历史资料繁多
共享利用困难



历经15年，2008年建成数字新疆油田

实现在计算机上研究和管理油田



1、网络：实现油田网络全覆盖

2、数据：实现油田资料数字化

3、系统：研发数字油田软件体系

4、标准：建立数字油田标准体系

5、管理：形成信息化管理体系

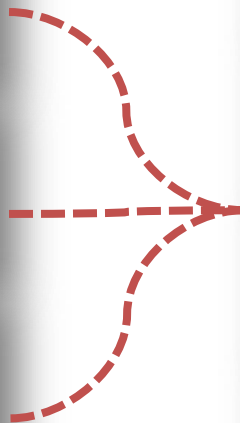
数字油田实现五个方面的应用效果

- 1、**实时监测生产**：井、站库和装置实时数据传输发布
- 2、**快速掌握信息**：获取最新、最全、最准的生产情况
- 3、**支持油田研究**：高效提供数据资源，科研效率倍增
- 4、**实现网上办公**：生产经营管理的业务在计算机上进行
- 5、**辅助管理决策**：提供丰富信息，提高决策效率

数字油田：改善一线工作环境



生产一线



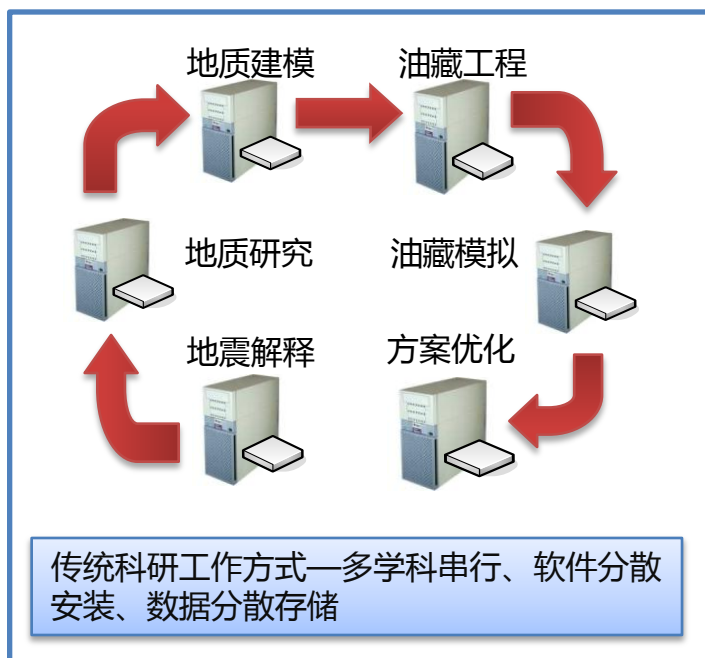
集中监测



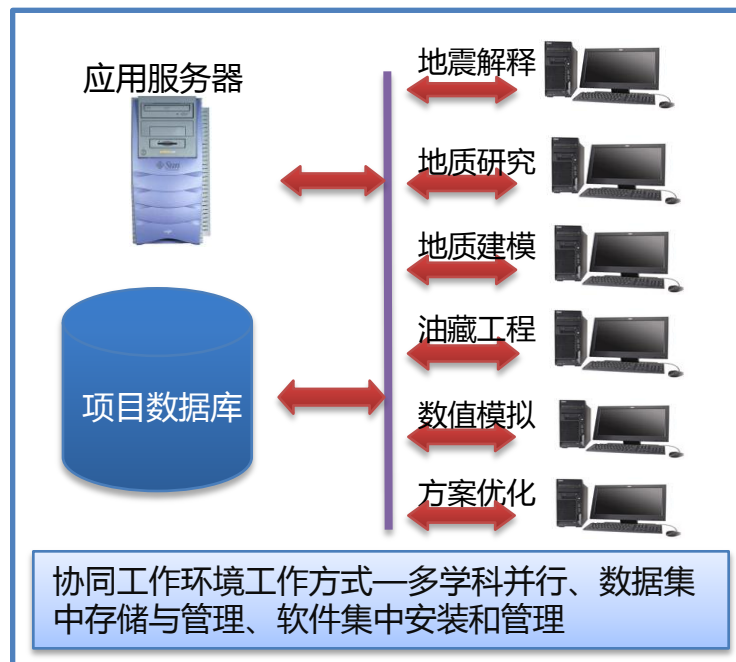
生产指挥中心

目前在基地的生产指挥中心通过信息系统对数百里外作业进行实时监控，改善员工工作环境、体现人文关怀、规避安全风险。

数字油田：提高科研工作效率



基础设施共享
专业软件共享
数据资源共享
研究成果共享



通过数字油田系统的应用，加强科研工作协同化，改变科研工作模式，研究人员完成同样的科研任务，前期收集整理资料的时间由**4个月**缩短到**3天**。

数字油田：让油田管理指挥更快捷



决策层和管理层通过信息系统能够直接面对生产一线，**第一时间**掌握最原始的信息和生产现场的**第一手资料**，决策效率大大提升。

数字油田应用效益显著，但仍存在诸多不足

1

自动化覆盖率仍有限，利用自动控制和处理的程度有待提高，要减少人工干预生产过程，提高工作效率

2

生产预测和优化能力不足，事前反应能力弱，不能准确把握生产趋势

3

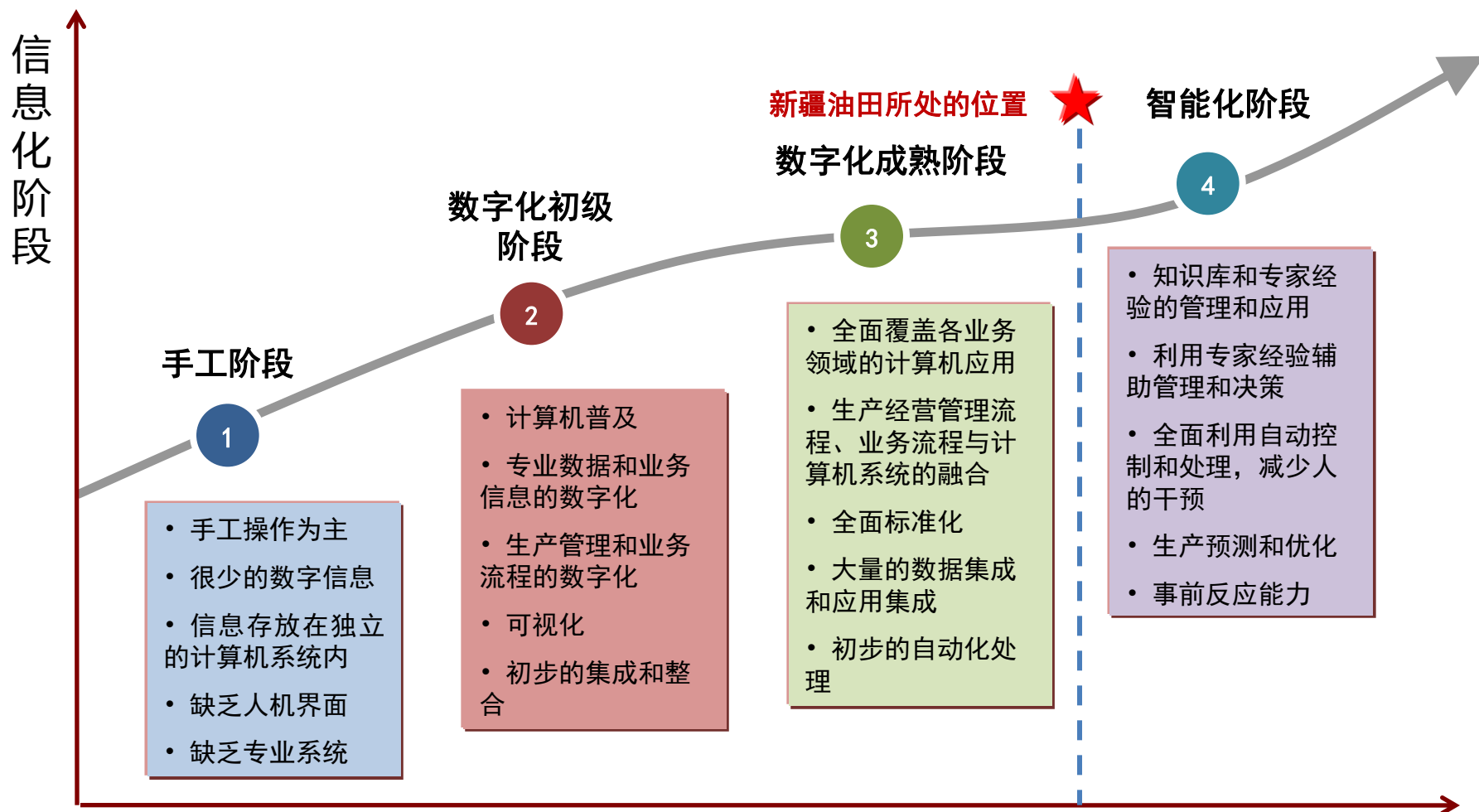
未建成面向科研的专家库、知识库，缺乏为科研提供直接帮助的知识系统

4

数据挖掘、专家系统等辅助决策的手段较弱，没有有效发挥数据资源的价值

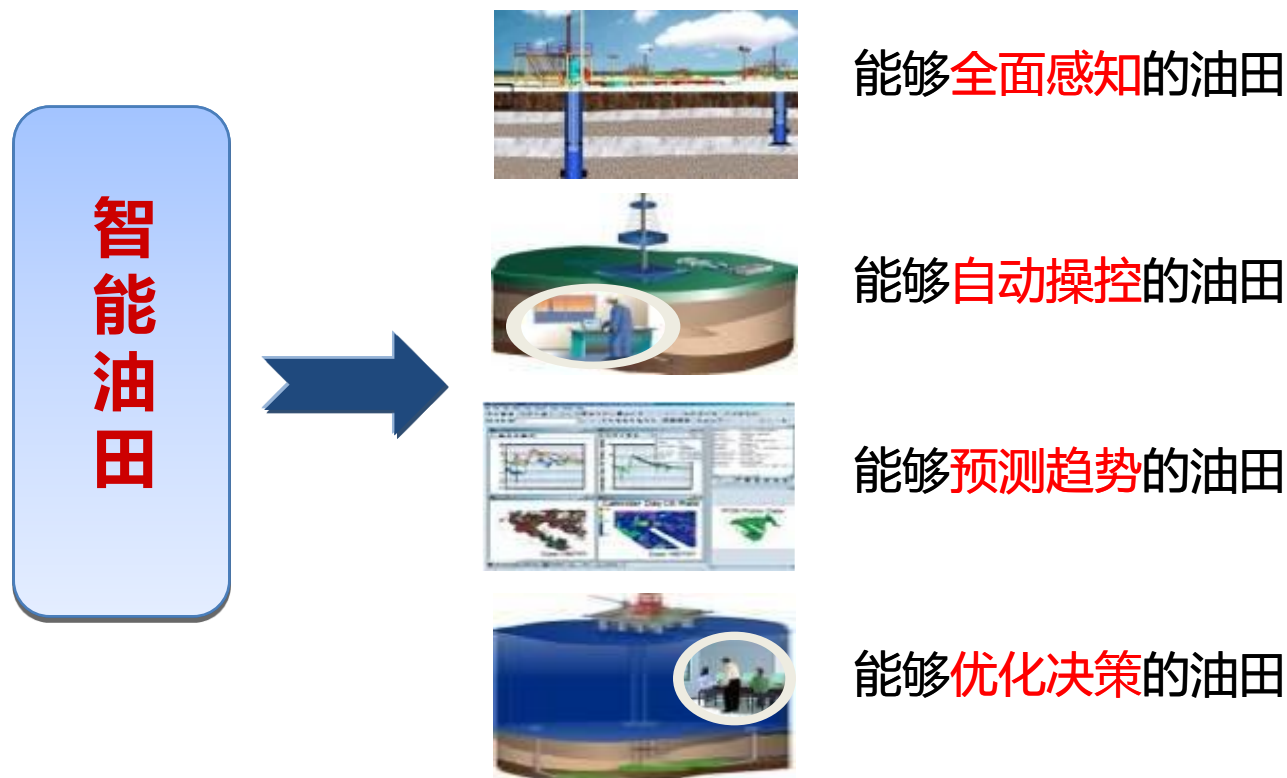
智能化油田是必然趋势，也是问题解决之道

面对上述问题，结合新疆油田发展实际，提出建设智能油田的目标！



- 一、从数字油田到智能油田
- 二、智能新疆油田建设实践
- 三、认识与思考

规划智能新疆油田（2010-2020年）



智能油田在数字油田基础之上，借助业务模型和专家系统，全面感知油田动态，自动操控油田活动，预测油田变化趋势，持续优化油田管理，虚拟专家辅助油田决策，用计算机系统智能地管理油田。

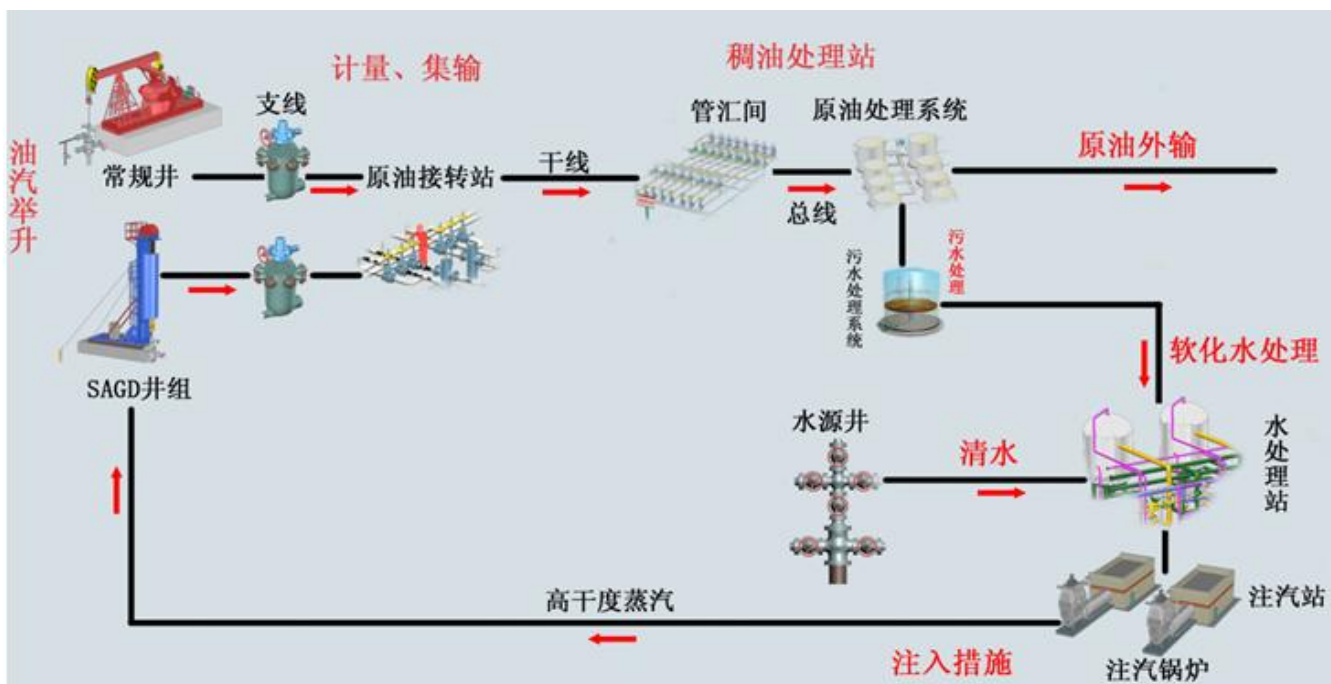
智能油田的特征



智能新疆油田建设实例——油气生产物联网

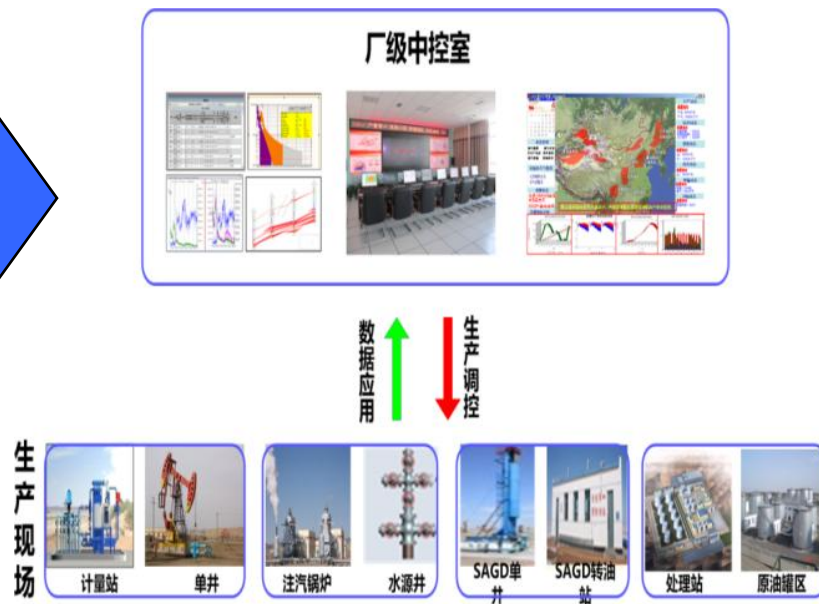
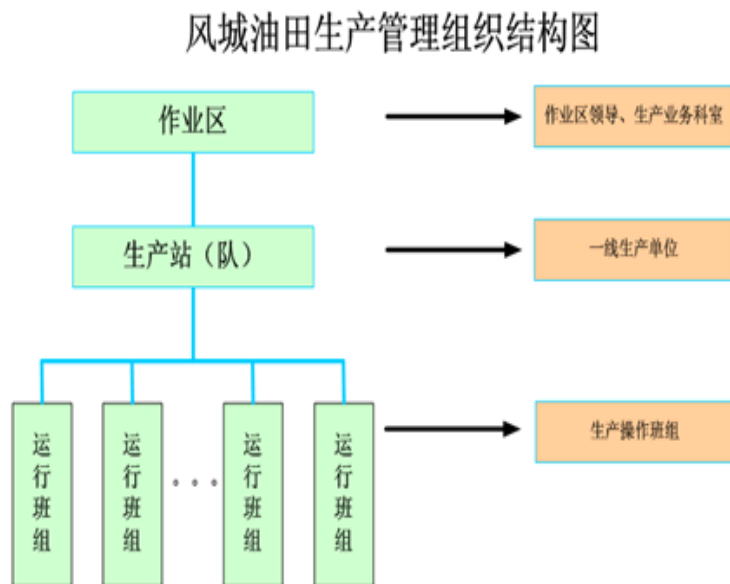
以风城油田为例，建成了全国首个稠油油气生产物联网系统

选取SAGD井组、计量站、注汽站、处理站、油气水管网干线等生产关键环节作为实施主体进行物联网建设，实现了油气生产、油气处理、配套工艺的全流程监控，数据监测点达23000多点。实现了**关键生产环节全面感知、关键生产活动自动操控、关键生产指标预测趋势**，达到集中监控、统一调度、高效管理。



智能新疆油田建设实例——油气生产物联网

管理架构优化：由“三级”变“两级”



构建了“**厂级生产指挥中心<=>巡检班组**”的新型两级劳动组织架构。
优化组织架构，比传统方式节约用工约**1480人**（占总人数的30%）。

智能新疆油田建设实例——油气生产物联网

生产模式转变：由“固化”变“智能”

油水井： 人工数据采集 → 自动采集传输

计量站： 人工就地计量 → 远程自动计量

注汽站： 驻站值守模式 → 故障巡检模式

处理站： 岗位负责制度 → 班组巡检制度

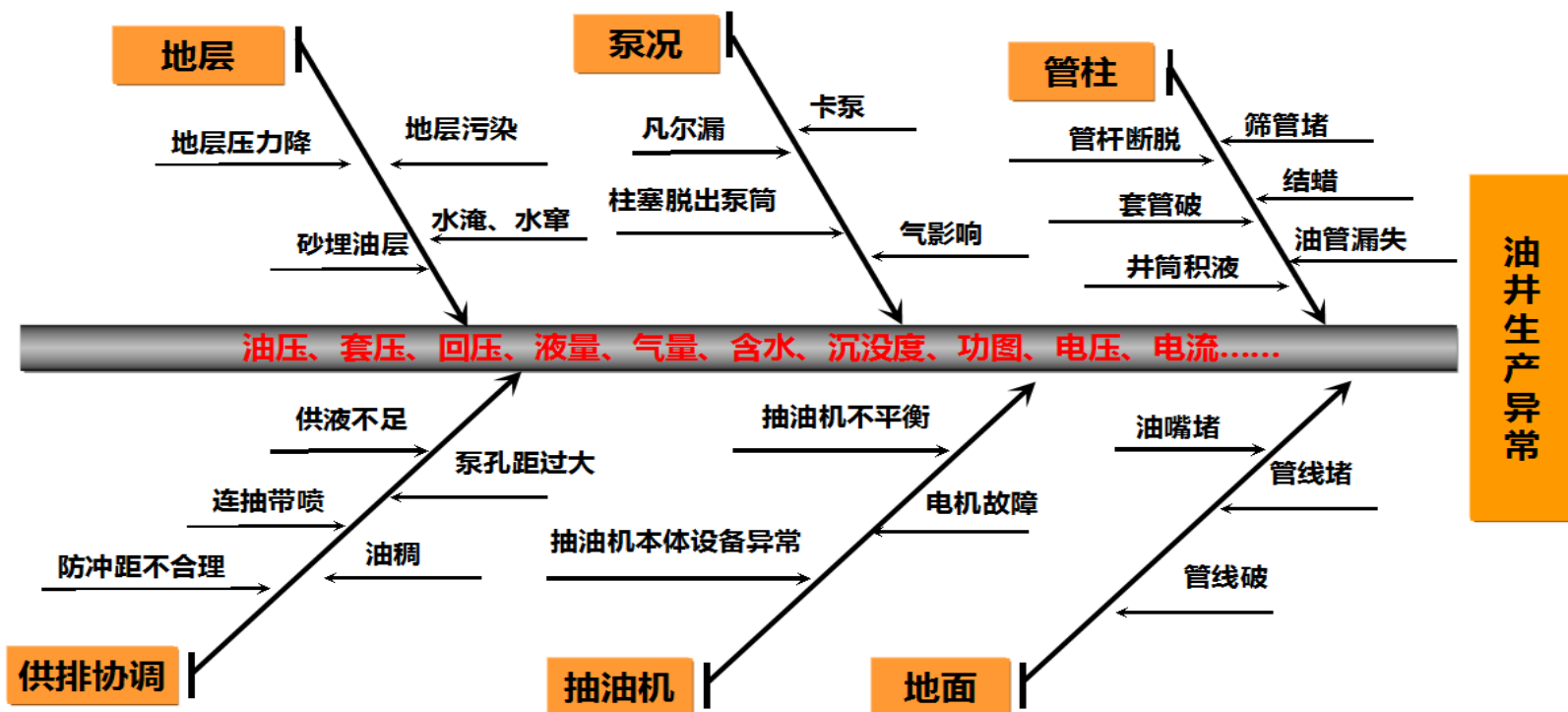
全流程： 生产故障处理 → 超前预警处置

传统的“**定岗值守、按时巡检**”转变为“**集中监测、无人值守、故障巡检**”的新型生产模式。通过自动控制、实时监控、提前预警、及时处置，杜绝了跑冒滴漏事故，提高了油田生产运行时率，大幅降低了生产运行成本，**年创效益4490万元。**

智能新疆油田建设实例——单井问题诊断与优化系统

借助油田业务模型的建立，主动预测生产变化趋势

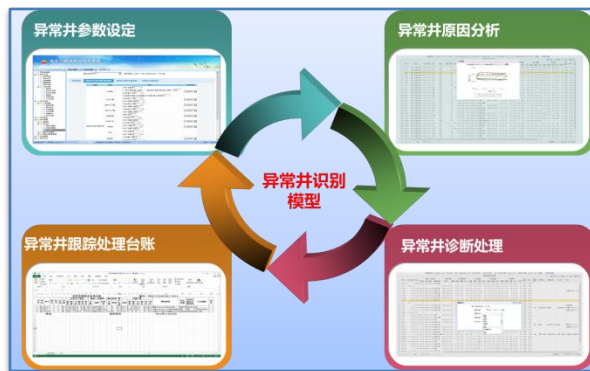
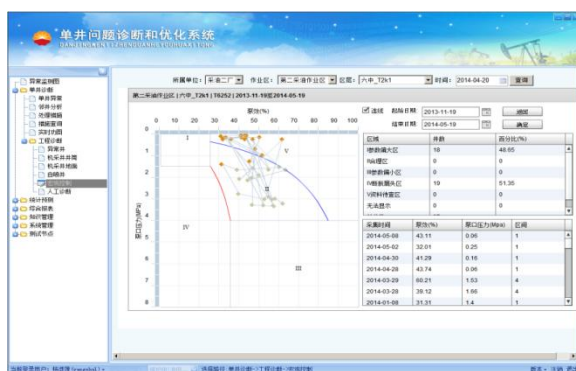
以前采油厂单井问题诊断和生产趋势预测工作大都依靠人工完成。诊断分析工作量大、标准不统一、诊断工作滞后、预测流程复杂等问题，已成为控制生产成本、提高油田管理水平的瓶颈。



智能新疆油田建设实例——单井问题诊断与优化系统

借助油田业务模型的建立，主动预测生产变化趋势

建立从异常井发现、故障分析诊断及生产趋势预测的全流程的单井问题诊断和生产趋势预测系统，针对油气井生产中存在的影响生产的各类问题，设计了44类问题诊断经验库、2282条诊断知识，建立了28个诊断预测模型，对地下与地面生产状况进行实时监测和分析，及时发现或预测油气井的地质、工程问题，并根据油气井的特点和经验，给出处理措施建议。



利用示功图灰度法诊断技术对比新疆油田17万条抽油机功图，建立起约5000条标准功图特征库，实现了不同区块和油藏类型的单井工况问题的快速诊断。

通过对泵效、压力、载荷等参数研究，形成宏观控制图模板，及时跟踪地层供液与抽油设备排液能力匹配情况，为区块油井精细化管理提供依据。

运用专家故障诊断技术，建立异常井识别模型，实现了异常井快速识别和处理，解决了人工分析标准不统一，劳动强度大的问题。

智能新疆油田建设实例——单井问题诊断与优化系统

借助油田业务模型的建立，主动预测生产变化趋势

第六采油作业区2014年3月11日生产动态

选择日期: 2014 年 03 月 11 日 查看信息

打印报表

一、异常井信息

1、昨日异常井处理情况

序号	井号	区块	层位	采油 区队	日产量 方量	日产量 含水	生产 时间	油嘴	泵径	油压	套压	回压	昨日对比 流量/油压/套压	功图	沉没度	处理办法	实际工作	判断结果	下一步措施	备注
1	T86557	八256下盘	P2w4+5	106	0	0	24	38	0.56	-1.8	-0.93	-48.5	供水不足	56.87	泵泵, 计量, 测试, 套压波动大控制套压	供液不足	产量恢复	产量恢复	计量1次30分不出 估气	
2	T86324	八256下盘	P2w2+3	106	0	0	24	38	0.68	-5.8	-3.95	-31.1	泵正常	17.42	计量, 测试	计量波动	产量恢复	产量恢复	计量10分0.5-0.62未停机 1计30分不出 2计30分不出气14	
3	T86842	八256下盘	P2w2+3	106	1.8	1.66	7.8	24	38	0.8	-3.5	-3.23	泵正常	1657.54	泵泵, 计量, 放泵筒气	气体影响	产量恢复	产量恢复	另计不出气1236	
4	T86967	八256下盘	P2w2+3	106	0	0	24	38	2.8	-5	-0.1	-98	供水不足	62.21	计量, 套压高控制套压	供液不足	产量恢复	产量恢复	取样不出 校表合格 计量10分0.48-0.82停机5分0.82-0.82 计40分不出	

人工诊断

泵正常

产量下降原因: 计量波动

☆经现场勘查后
确定是凡尔漏

双凡尔漏

杆断脱或双凡尔漏或连抽带喷

自动诊断



结论: 人工诊断受人为经验影响, 诊断标准不统一;
模型诊断依靠诊断规则, 诊断效率和准确性比人工诊断高。

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

基于大数据分析技术，优化油井措施管理，实现降本增效



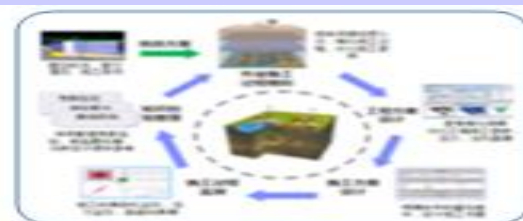
设备的预见性维护

- 提前预测设备可能发生的故障，避免故障发生，节省维修费用；
- 利用预测模型对现有的设备维保计划进行优化，避免过度维护造成的资源浪费



采出井油气水产量预警

- 将专家的知识固化为计算机可识别、可共享的模型；
- 利用模型挖掘影响产量变动的因素，实时预测油气水产量变化



措施工艺选型与挖潜

- 从大量历史数据中挖掘规律，找出适合区块的工艺类型
- 将专家经验通过定量分析的方法，模拟成为可复用的方法
- 自动选井选层，优化措施方案，提高油气措施增产效果

- 集油管线、注水管线清洗效果与时机建议
- 新井投产方式与工作制度转换时机建议
- 单井效益评价及开关井建议
- 有杆泵泵效与泵型、电机选择建议
- **清防蜡效果与时机建议**
-

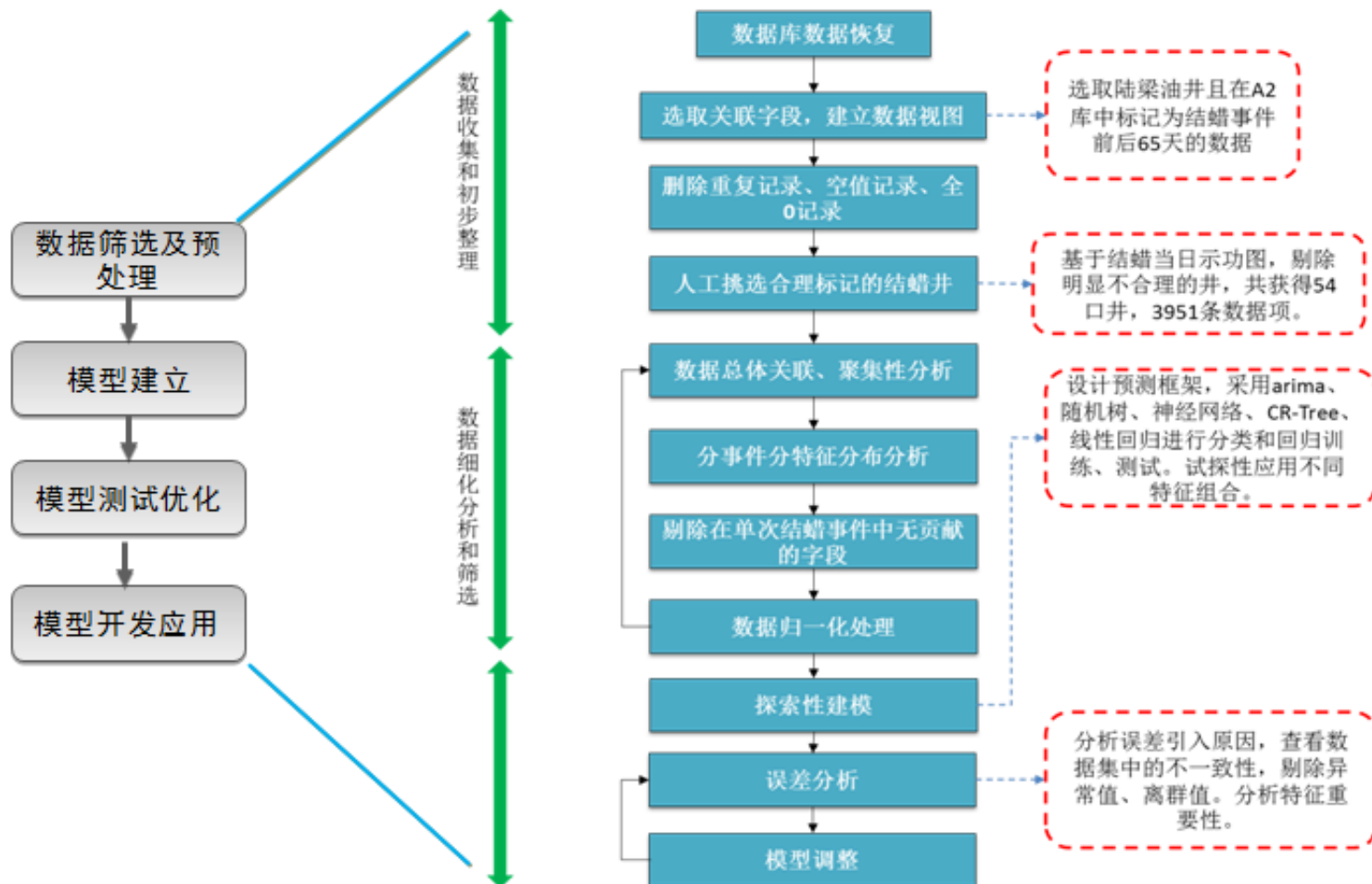


我们选定以油井结蜡分析作为突破口，建立油气田大数据应用的方法和流程。通过研究抽油井结蜡规律可以提前预测抽油井结蜡问题，在保证抽油井正常生产的情况下，优化抽油井结蜡洗井周期，从而实现在洗井作业维护上节支创效。

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

基于大数据分析技术，优化油井措施管理，实现降本增效

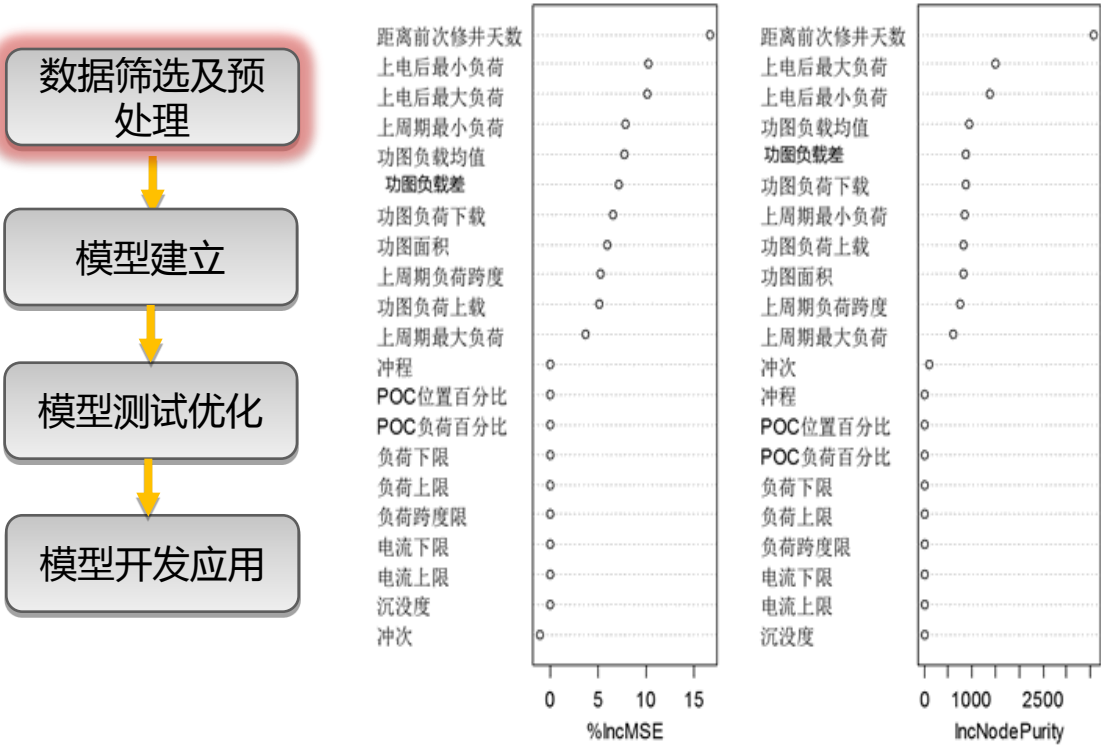
经数据筛选及预处理，从原始数据中共筛选出多口结蜡井，经过结蜡事件区分并剔除数据过少的结蜡事件，共选中数据质量较好的N次结蜡事件。



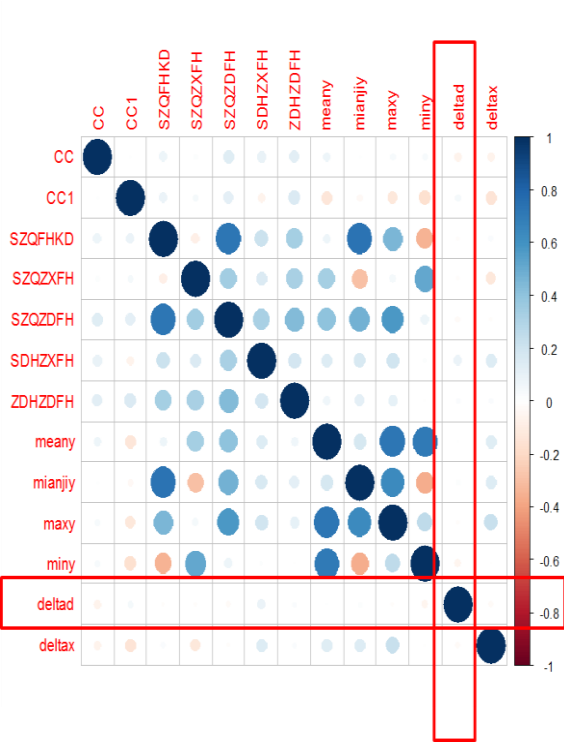
智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

基于大数据分析技术，优化油井措施管理，实现降本增效

变量相关性和重要性分析



抽油机结蜡预测特征变量重要性分析图



抽油机结蜡预测特征变量相关性图

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

- 建模算法选择：

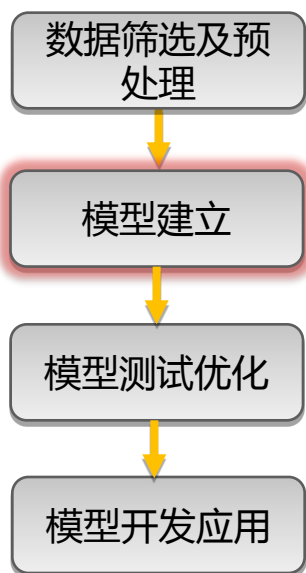
1. **线性回归**：适用于目标和特征之间有简单线性关系的问题。

2. **偏最小二乘法**：处理变量之间的多重共线性。由于特征之间具有线性耦合关系，故采用该方法剔除耦合变量对问题的影响。

3. **K邻近**：适用于样本区分度较好的情况。若结蜡时间对数据是具有强特征，强可分性的，则K邻近会有较好的表现。

4. **随机森林**：多决策树投票，提升算法的鲁棒性，若问题特征区分度不强，该方法应该具有较平稳的表现。

5. **Boosting**：Boosting方法是一种用来提高弱分类准确度的方法，这种方法通过多个弱方法的组合形成较好的效果，适用于少样本的多维数据。



模型算法选择

线性回归

偏最小
二乘法

K邻近

随机森林

Boosting

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

- 以预测**平均绝对误差**和**均方根误差**作为评价标准，进行模型预测测试，测试结果如下表所示。

数据筛选及预处理

↓

模型建立

↓

模型测试优化

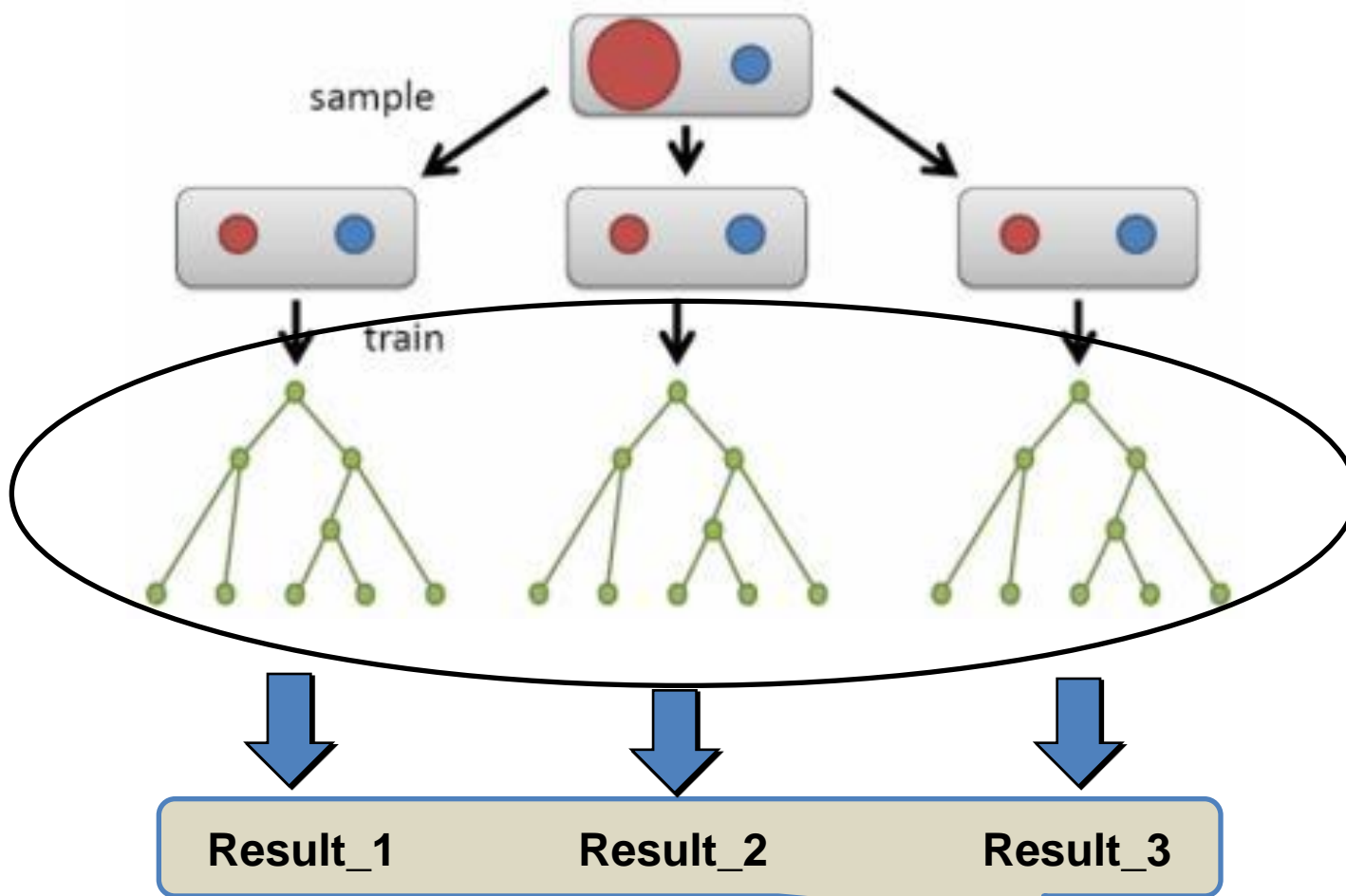
↓

模型开发应用

	误差项	随机森林	线性回归	boosting	偏最小二乘	K邻近
单次结蜡测试集	平均绝对误差	15.9	16.5	15.5	15.8	21.5
	均方根误差	18.6	22.2	17.8	19.9	25.3
	模型准确率	31.3%	31.3%	31.9%	31.6%	25.3%
单井维度测试集	平均绝对误差	4.476	0.034	1.78	1.29	2.97
	均方根误差	5.857	0.11	2.28	4.12	4.35
	模型准确率	85%	99%	88%	51%	86%
整体维度测试集	平均绝对误差	5.5	15.8	14.35	15	3
	均方根误差	7.5	17.48	16.9	17.5	5.3
	模型准确率	85%	35.7%	36.5%	35.8%	83.5%

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

随机森林(Random Forest)的基本算法步骤



随机选取 n 个样本集

生成多个决策树即“随机森林”

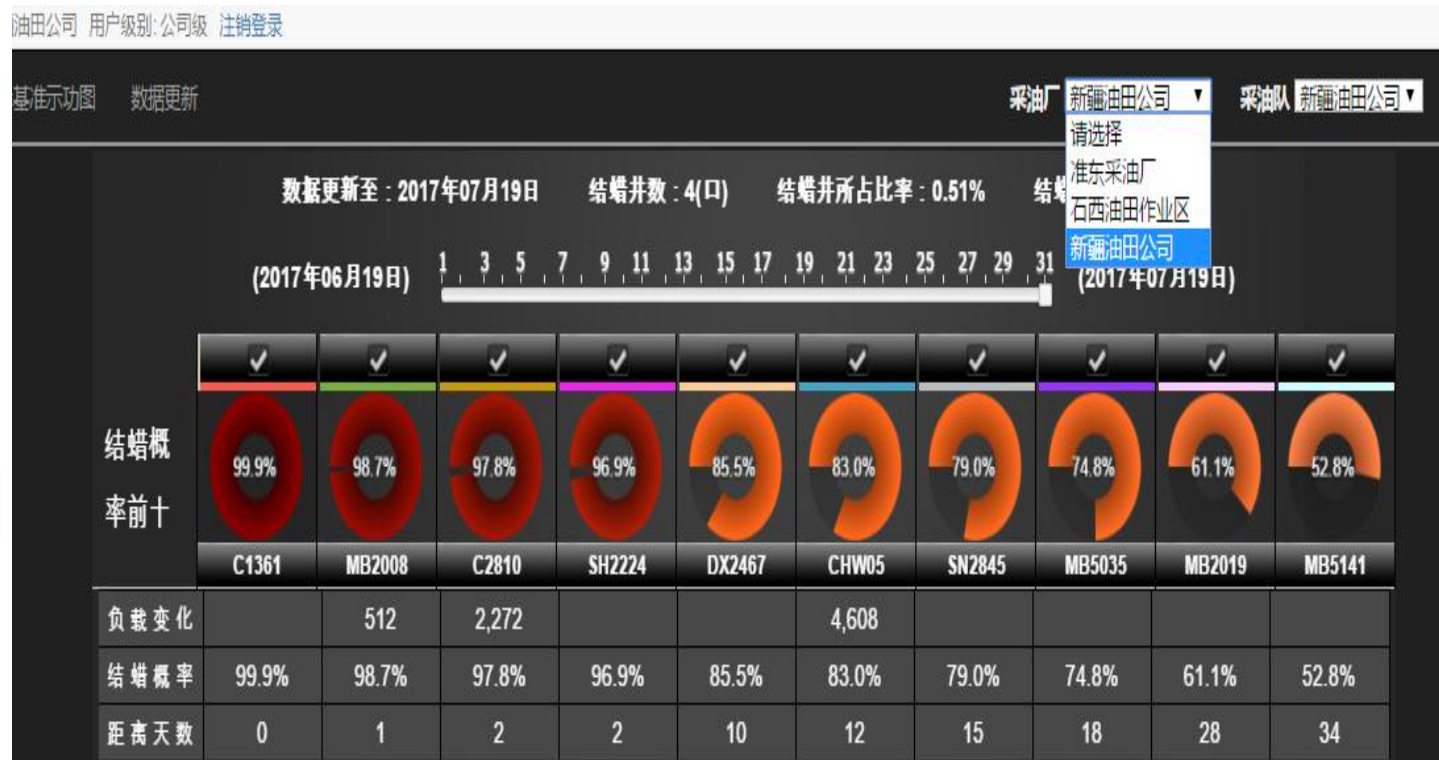
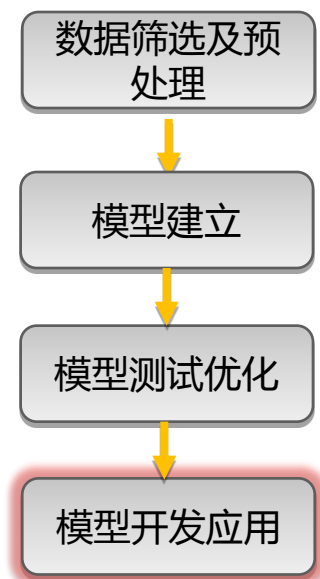
随机 \rightarrow 每个决策树随机生成，各自具有独立性
森林 \rightarrow 指众多决策树

每个决策树作出各自的判断，经过综合各方“意见”获得最终结果

投票决策

智能新疆油田建设实例——大数据分析与应用

为了更好地应用预测模型，进一步开发了抽油井结蜡预测应用软件，此软件可提供抽油井结蜡概率并提示相应措施建议，部分界面如下：



智能新疆油田建设实例——一体化运行中心和数据中心

建立一体化生产指挥中心，统一协调指挥，大幅提升管理效率。

建设基于云计算的数据中心，整合计算资源，提供高效IT服务。

中国石油数据中心（克拉玛依）建筑总面积**49000**平米，机房设计为T4标准，面积约**14000平米**，分为18个模块，可容纳**2543**个机柜、**10172**台服务器，可为油田提供基于云计算的高效IT服务。

数据中心是智能油田的应用支持中心和一体化运行中心。

已成为中国石油四大数据中心之一。



通过各专业领域的项目建设，实现智能油田的全景蓝图

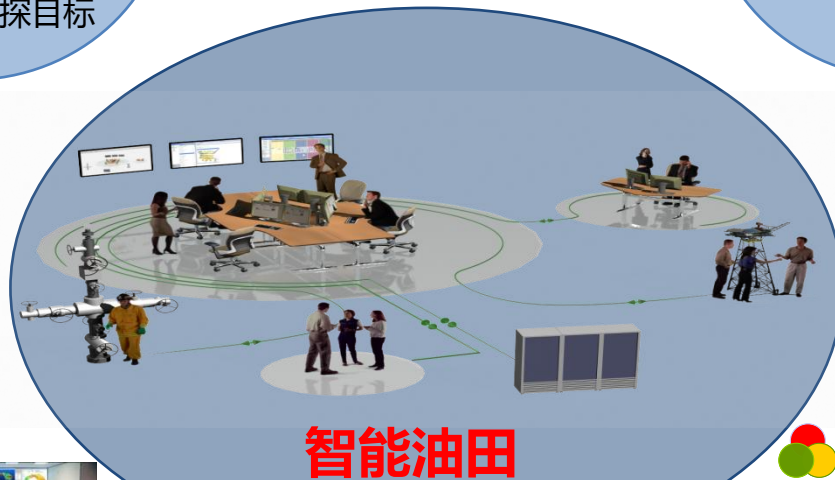
图例：



智能勘探
勘探研究专家系统
智能选区
挖掘潜在勘探目标

智能战略决策
决策模拟
专家系统辅助宏观决策

智能油藏管理
动态模拟 预测
专家系统辅助决策
油藏开发优化



智能生产管理
生产运行指挥
产量管理
智能应急管理
智能调峰

智能储运
全系统模拟、分析
智能生产保障
智能水、电管理

智能的油井管理

单井模拟、诊断、预测

设备监测
管线监测

智能的井场

实时钻井

智能油井

智能注水井

智能气井

设备监测

4D地震

永久传感器

智能完井

智能井下传感器

- 一、从数字油田到智能油田
- 二、智能新疆油田建设实践
- 三、认识与思考

认识与思考

智能油田建设是一个庞大的系统工程，需要学习吸收世界先进经验和技术，以数字油田建设成果为基础，**从油气勘探、生产管理的关键环节入手，分阶段、按步骤**稳步推进。



认识与思考

在智能油田建设阶段，需要注意继承数字油田阶段的成果，需要注意业务、信息、专业技术的深度融合，业务规划和业务发展的需要成为智能化的根本动力。

1



面向对象的闭环管理体系

2



定量分析、定性分析手段结合支持决策

3



业务主导技术方向

认识与思考

一是油气生产过程环节繁多，吨油成本构成复杂，智能化建设投资大、建设周期长，效益和成效的显现相对滞后，而且按照现行的经济评价体系难以做出准确的可行性分析。需要建立一套与“智能化”相适应的经济评价标准和方法，为油气企业的智能化投资提供依据。

二是由于智能制造涉及到业务流程和管理层级的优化和变革，减少用工总量、提高工作效率后，人员素质的高要求、以及富余人员的安置和再就业又将给企业带来新的难题。特别是对新疆油田这样的老企业和驻疆企业。

认识与思考

面临国际油价持续低位运行这一十分严峻的形势，油田企业提质增效、稳健发展成为当务之急。

以物联网、大数据、云计算为基础的智能化油田建设，将给油气田企业带来新的契机。智能油田建成后将极大促进生产、科研、管理效率的提升，进一步推动劳动组织结构的优化、生产管理方式的创新。

新疆油田也将用发展的思路解决遇到的各种问题，继续坚定不移地走信息化道路，深化应用数字油田建设成果，推动智能化油田建设，通过信息化助力油田稳健发展。

汇报结束

谢谢！