



中国石油



采油采气生产大数据分析研究

赵瑞东

中国石油勘探开发研究院

一、现状与需求分析

采油工程是油藏渗流和地面集输的承上启下重要环节，是提高采收率、节能降耗、精细化管理的重要攻关对象，然而油藏和井筒是无法触及、难以监测的环节，同时生产动态变化，难以建立精确的数据模型进行描述，制约该领域技术的发展

无模型可依		<p>物理问题复杂、难以用数学模型描述</p> <p>例如：检泵周期预测，注采一体化优化，复杂裂缝的扩展</p>
模型待完善		<p>假设条件多，常规模型计算精度低</p> <p>例如：流入动态模型，井筒抽汲模型，常规裂缝扩展模型</p>



一、现状与需求分析

数据与信息化建设现状

信息化建设发展迅速，中石油“十一五”、“十二五”期间建设大批信息系统并全面推广应用，其中采油工程相关数据包括六大方面：地质数据、钻录测试数据、流体数据、生产数据、基础数据、人工维护数据等

工程相关统建系统

- A1 - 勘探与生产技术数据管理系统
- A2 - 油气水井生产数据管理系统
- A5 - 采油与地面工程运行管理系统
- A8 - 勘探与生产调度指挥系统
- A11 - 油气生产物联网系统





勘探院自建系统

- 地质所勘探项目库
- 重点实验室运行管理系统
- 地震数据库
- 测井数据库
- 油田生产数据库

中石油掌控着重要的数据资源， 远未发挥数据价值

一、现状与需求分析

国际大型石油公司，都相继开展了智能油田建设，旨在加强对数据的挖掘利用，实现油气井降本增效和智能优化管理

项目名称	目标	实现框架
 未来油田 (Field of the Future)	实时监测地下和设备数据，传送到远程中心进行快速分析和处理，并提高运营的绩效	<ul style="list-style-type: none">• 优化：油藏、井和设备等模型驱动的决策制定• 远程效率管理：为决策者提供数据• 自动化和通讯基础设施：传递实时数据
 智能油田 (I-Field)	及时掌握 生产状况，提早进行高效井下作业，全油田优化，降低作业成本以及 远程监控与报警 ，提高油田油气采收率	<ul style="list-style-type: none">• 创新层面：知识管理流程• 优化层面：动态优化全油田业务• 一体化层面：实时检测储层动态趋势以及异常情况• 监控层面：连续监测与生产和注入相关的信息
 一体化生产运营 (Integrated Operation)	全新的流程框架，将油田先进实时传感系统与整个企业中可以接入的、强大的协作分析资源链接在一起	<ul style="list-style-type: none">• 实时无线感知地表下油田运行情况• 从定时维护转变为主动的预防性维护• 将油井监控和管理功能整合到岸基设施中• 增强信息共享和知识管理
 智慧油田 (Smart Fields)	产量提高10% 采收率提高5-10% 运营费用减少 20% 油田开发周期时间减少50%	<ul style="list-style-type: none">• 全面感知：实时监控井下传感器和控制阀• 可靠传递：将感知的信息准确可靠传递• 智能分析：海量信息综合分析处理• 综合处理：管理、沟通和协作

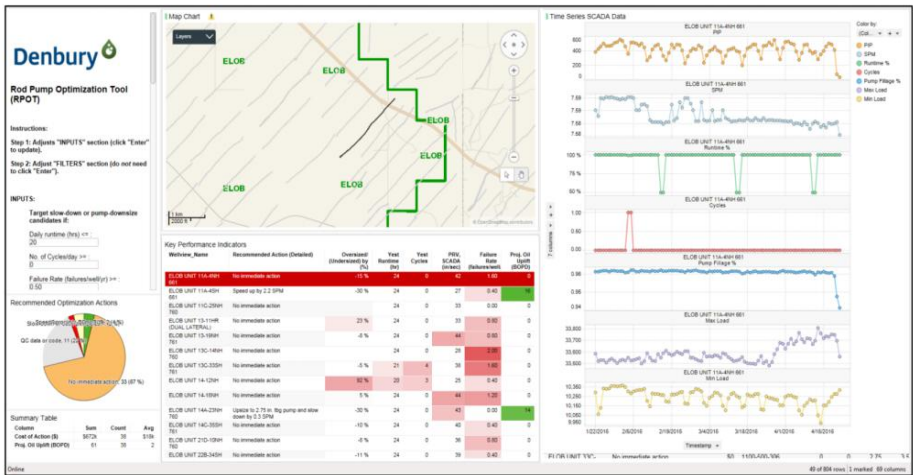


中国石油

一、现状与需求分析

国际石油公司大数据研究进展

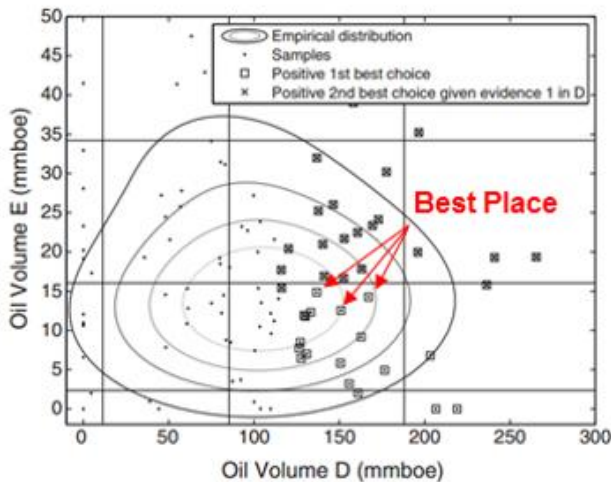
Denbury公司-油气井生产实时决策系统



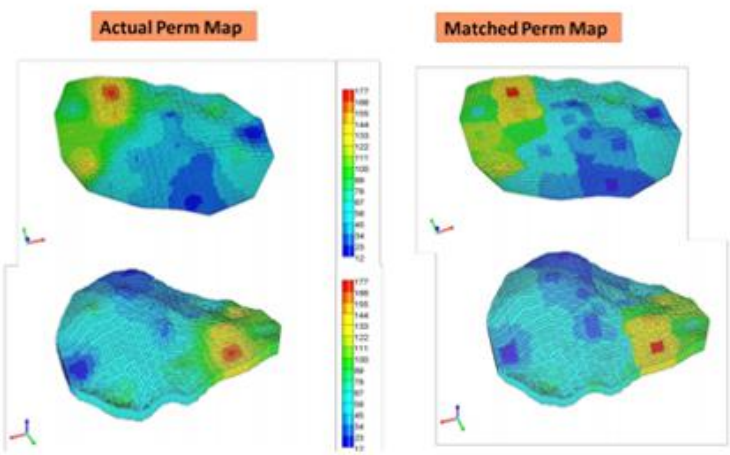
科威特石油公司-实时分析系统



最佳钻辅助决策



油藏渗透率分布预测





中国石油

一、现状与需求分析

中国石油油水井数量庞大，稳定并提高单井产量、节能降耗、精细化管理是企业发展的重大命题，大数据技术是解决该命题的重要手段

- 采油工程领域大数据特征明显，数据价值有待发挥

规模
巨大

相关
性强

增长
迅速

多数
闲置

- 采油工程领域大数据技术应用效果直观快捷，易于率先突破

提高产量、节能降耗、精细化管理

- 技术突破将大幅提高油气井开采水平

数据、技术紧密关联
应用效果直观

人工
举升

生产
维护

注水
工艺

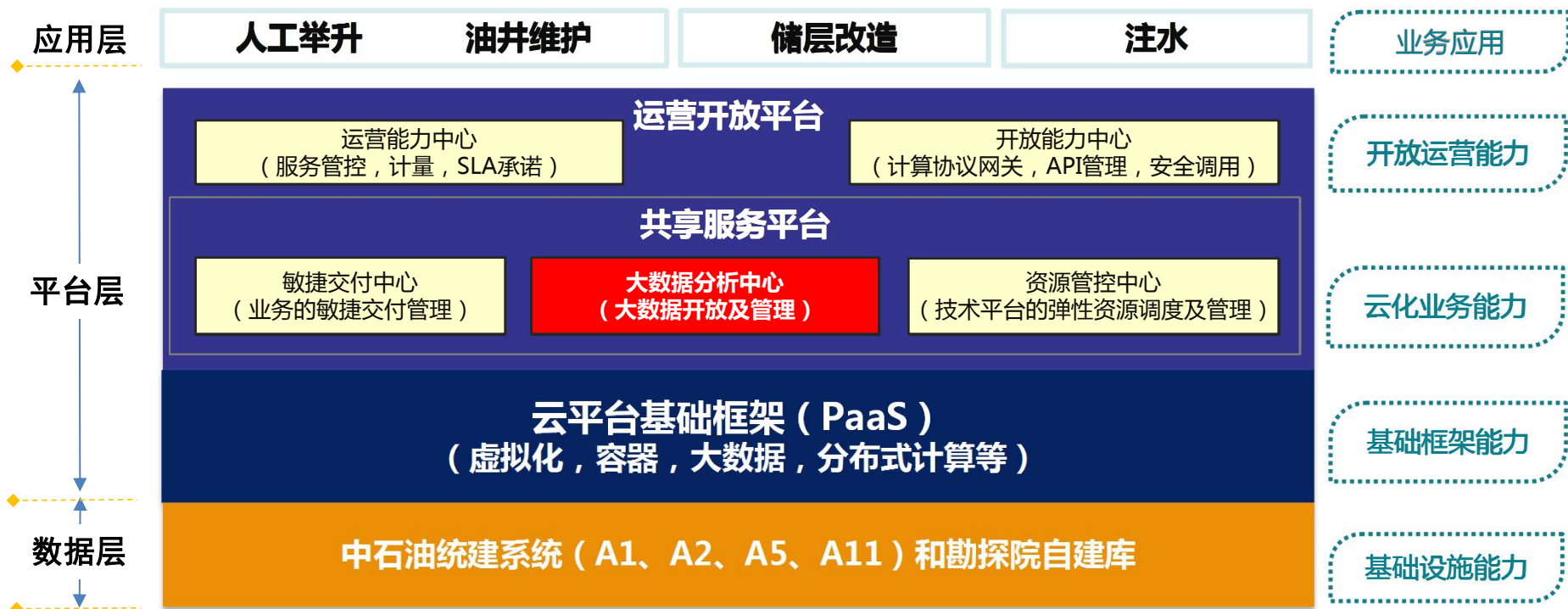
储层
改造



二、采油气工程大数据平台

总体方案

基于A1、A2、A5、A11等信息系统，集成建立工程数据资源池；应用Hadoop等技术，搭建采油工程特色大数据分析系统，结合具体专业业务和特点，研究一套满足油气井日常决策管理需要的、可全面推广应用的油井工况预警与优化决策智能分析系统；通过示范区先行的策略，由点到面实现系统推广应用。

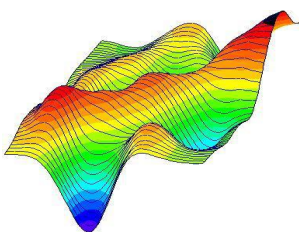


1、采油工程大数据资源池

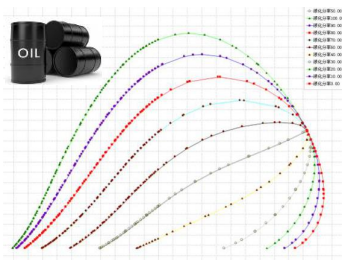
油气井全生命周期的数据整合，是采油工程大数据分析面临的首要任务



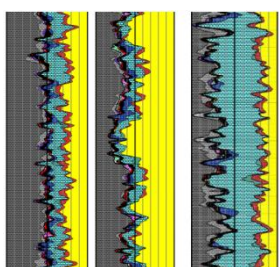
1: N



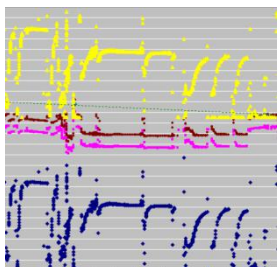
储层数据



流体数据



测录井数据



测试数据



生产历史数据



作业维修数据



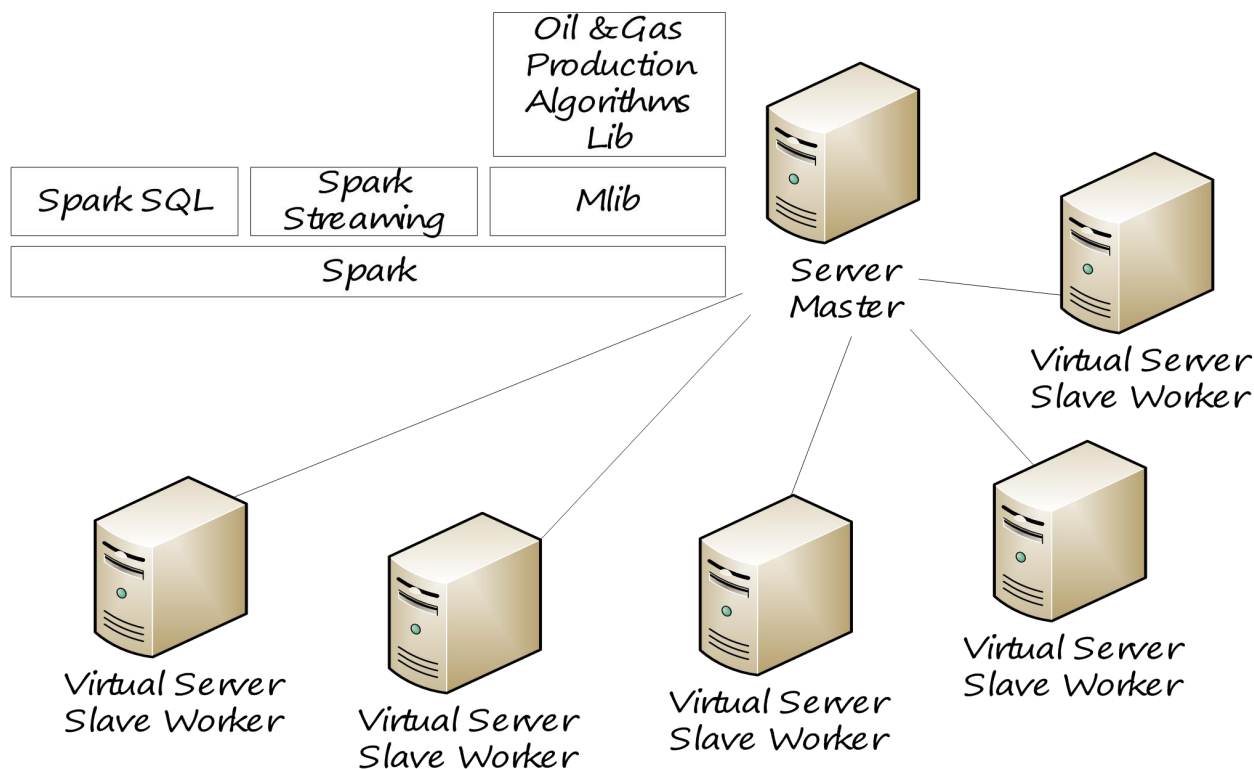
实时监测数据



设备数据

2、大数据处理与分析平台

大数据平台以PaaS为基础，集成常用的大数据组件：HDFS、Hive、Spark、Storm、Mahout等，支持多租户的服务调用，用户在该平台上可以方便地访问数据、调用机器学习方法、数据挖掘方法，将数据和结果进行可视化展示。



3、采油工程大数据分析与应用



- 高维可视化算法
- 分布式计算模型
- 描述算法数据处理流程
- 处理超大文件
- 使用流表单访问数据
- 先进的深度学习模式

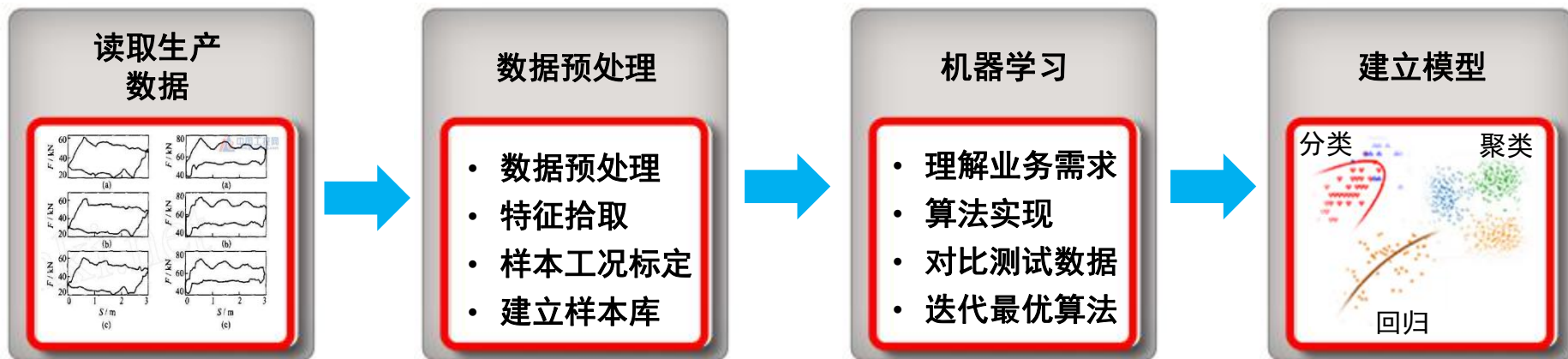


中国石油

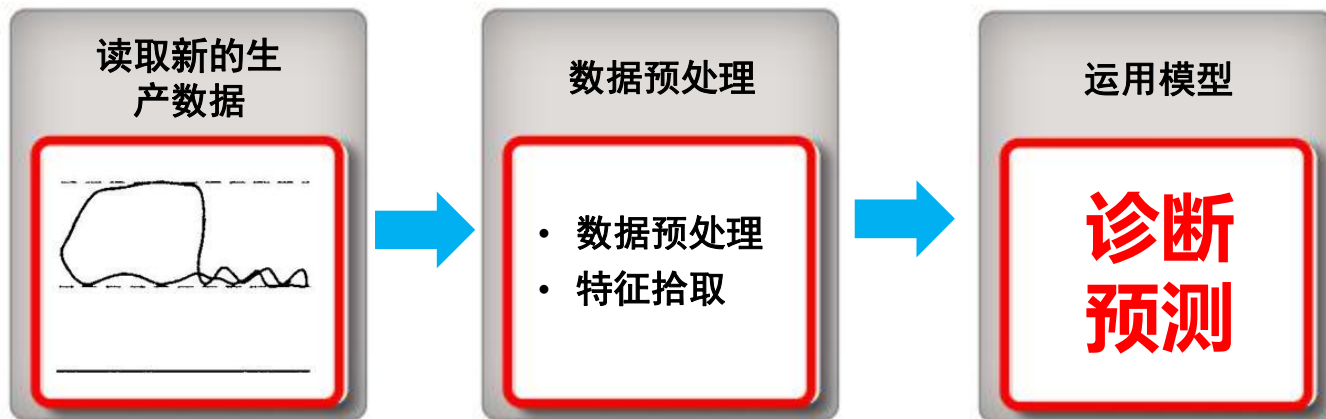
三、应用案例分析

油井生产预警（大数据方法）

第1步：构建机器学习模型



第2步：运用模型，进行工况预警

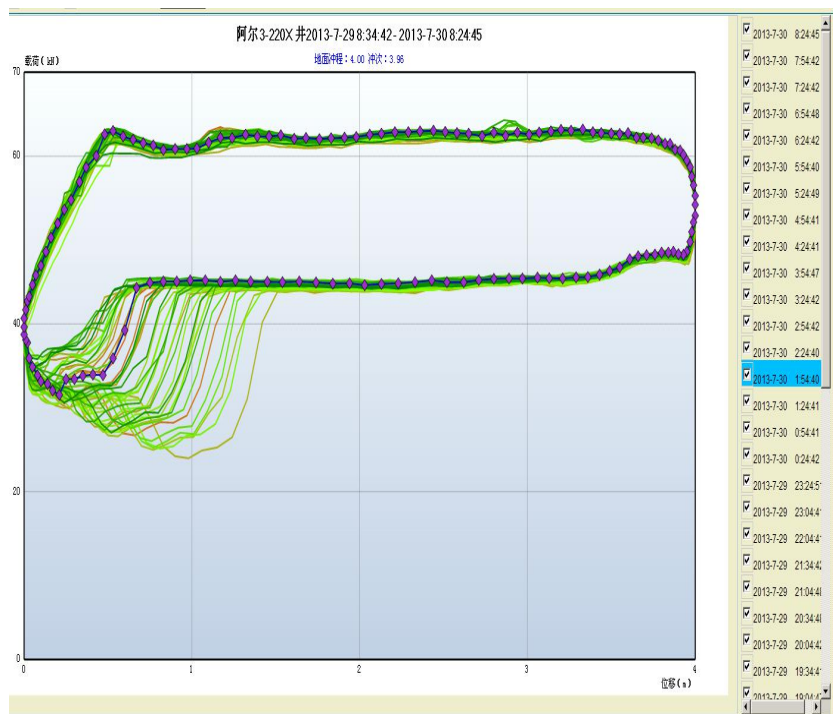




中国石油

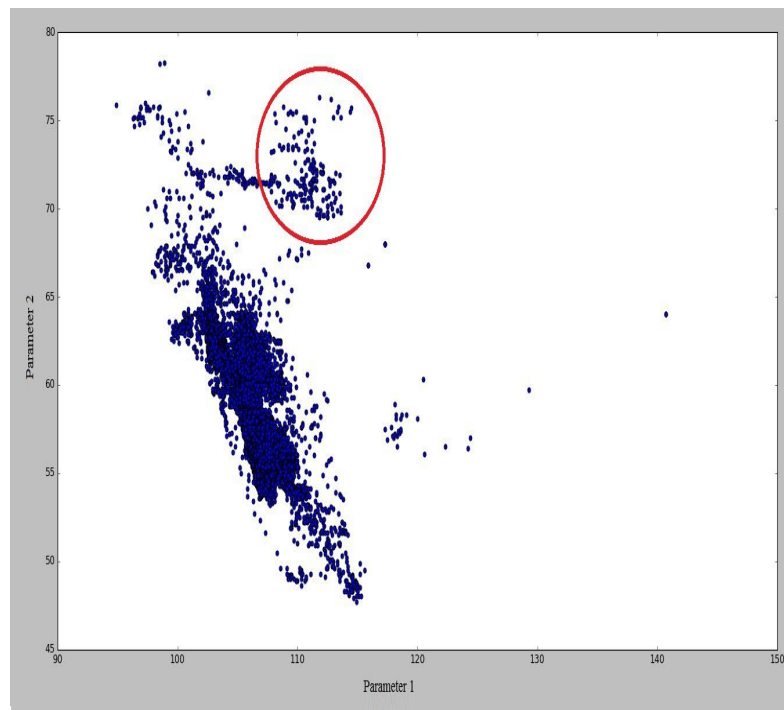
三、应用案例分析

- 功图的变化进行预警



通过功图可以诊断和预警:油井供液能力的变化, 结蜡预警等

- 利用动态生产数据进行预警



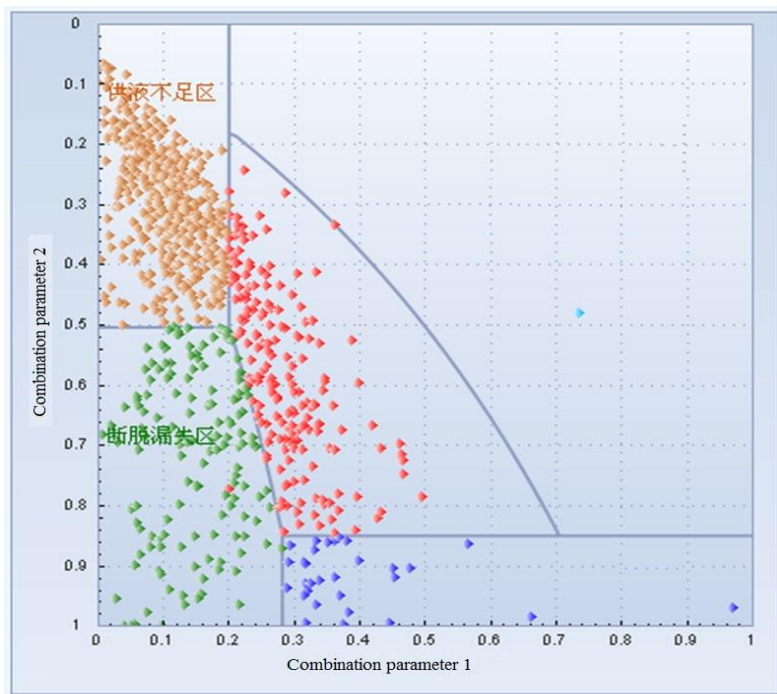
油井的不同状态及状态之间的变化



中国石油

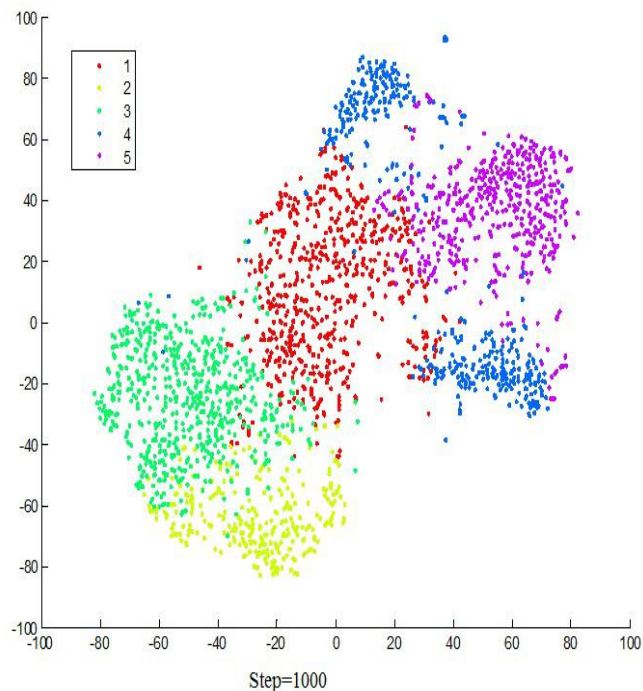
三、应用案例分析

宏观控制图是聚类分析的典型例子



宏观控制图把抽油机井的运行状况分为五个区域

高维降维技术



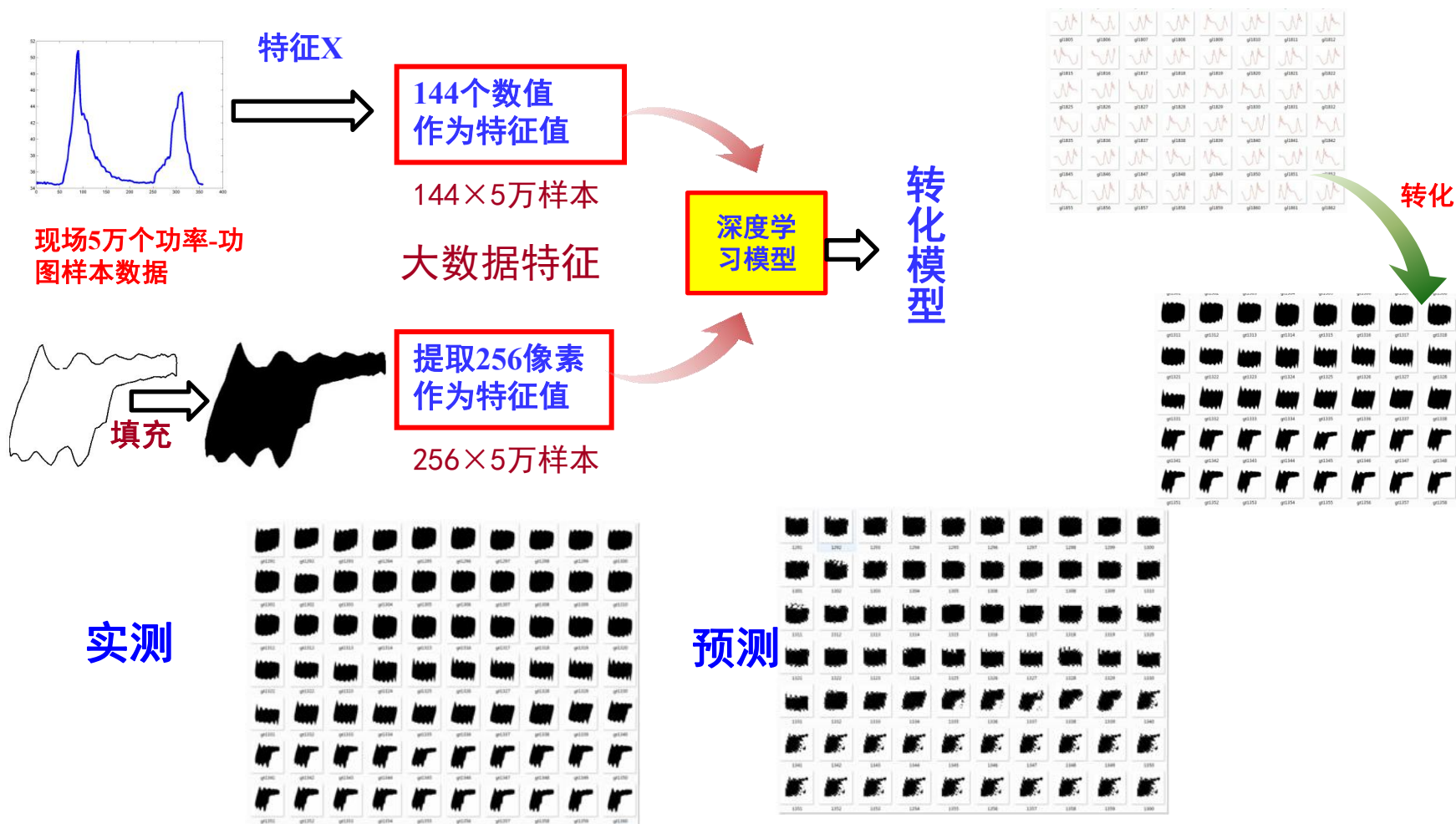
对于普通方法，高维参数的可视化是非常困难的。利用大数据技术，使用t-SNE算法将高维数据点映射到二维空间。



中国石油

三、应用案例分析

◆采用深度学习技术，建立基于大数据的电参数与功图关系模型



汇报结束

敬请批评指正

谢谢！

