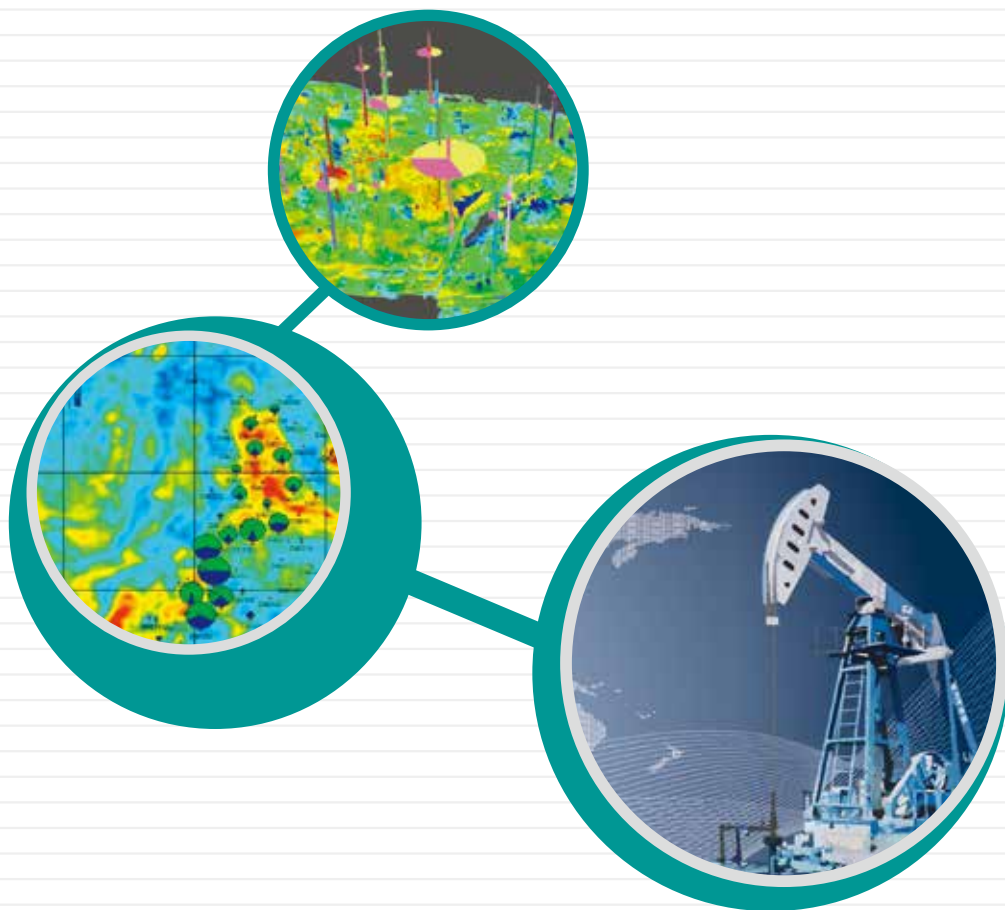


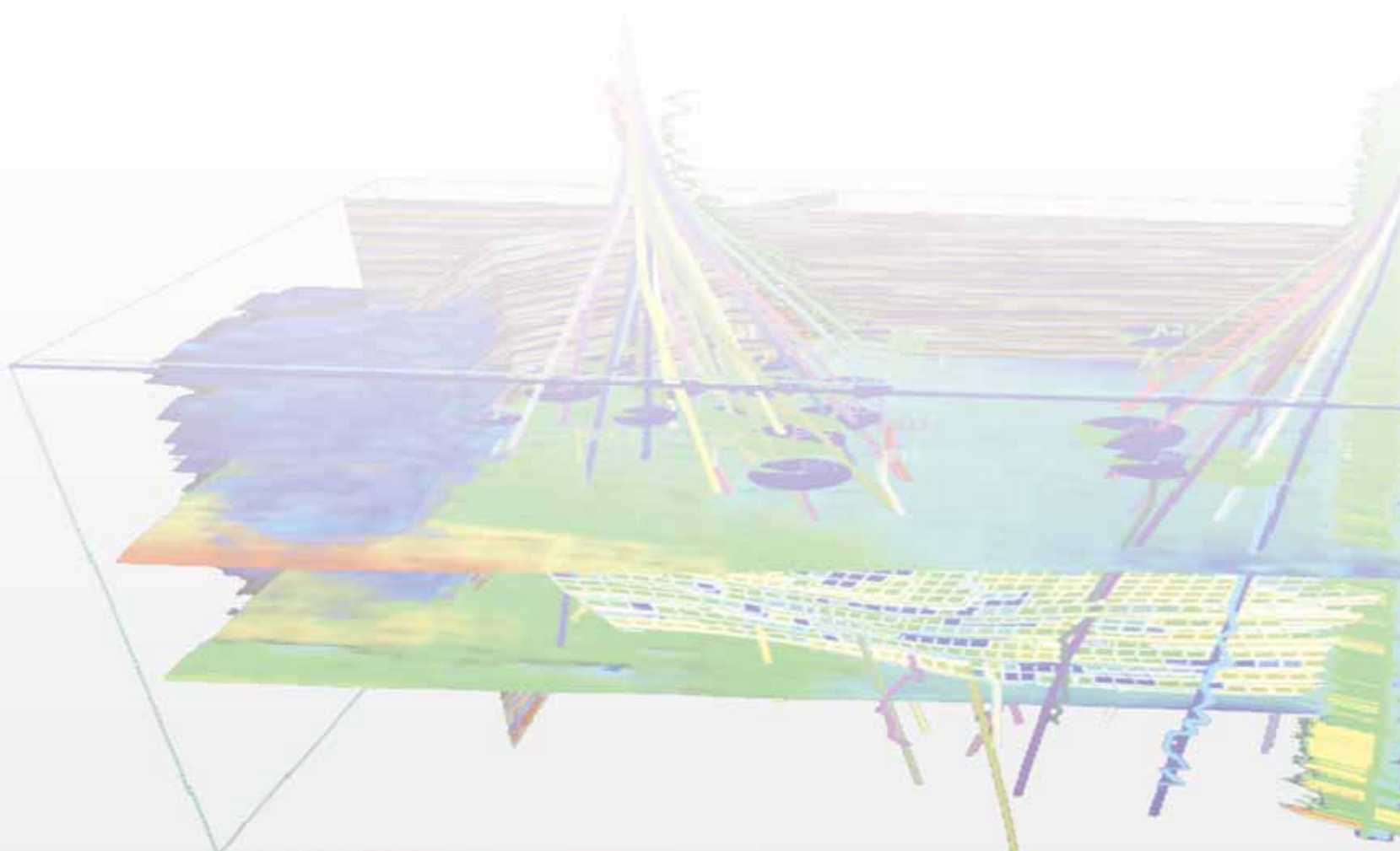
GeoEast-RE 油藏地球物理综合评价系统

2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

GeoEast-RE——开启地下迷宫，寻找剩余油气！





目 录

1 简介	3
2 模块功能	4
3 特色技术	10
4 典型案例	15
5 科研装备	18
6 资质标准	19
7 专家团队	20



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

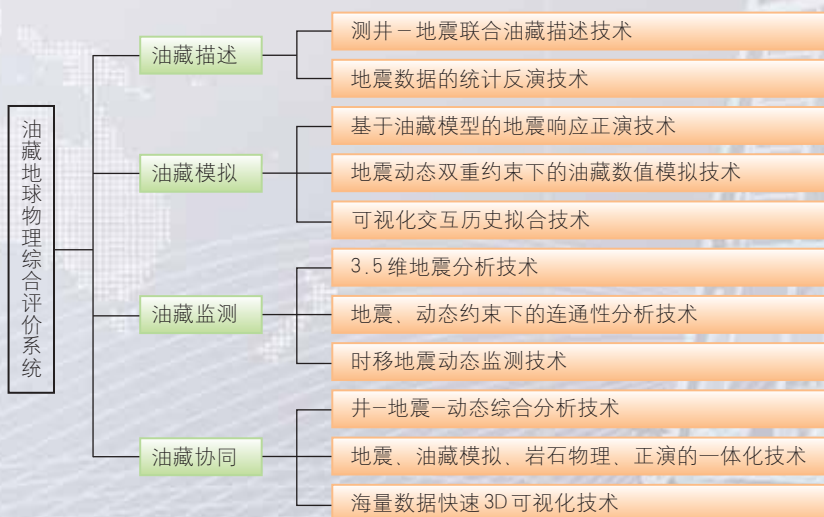
GeoEast—RE 油藏地球物理综合评价系统就是具有代表性的重大创新成果之一。

奉献能源 创造和谐

1 简介

GeoEast-RE 油藏地球物理综合评价系统，针对复杂油藏问题，融合地震信息、岩石物理信息、测井信息、VSP 信息、沉积信息、反演信息、非地震信息和油藏开发信息的多学科信息，进行油藏描述、油藏监测、油藏模拟，并进行多学科协同工作，为确定剩余油分布，提高采收率提供了重要的工具和技术支撑，为地震延伸到油藏开发提供了有效手段，具备以下主要特点：

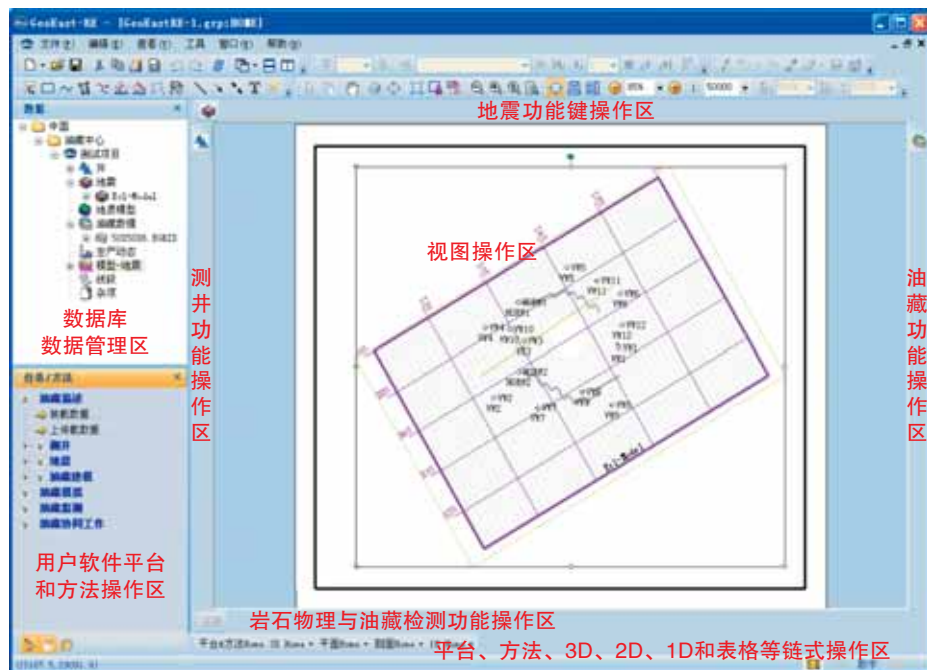
- 油藏工程和地震技术融合的综合系统
- 地震为开发服务的主要手段
- 开发阶段结合地质，地震认识地质和动态规律的高效工具
- 基于地震分析剩余油气的特色工具
- 采用了全新的链式连接数据分析方式，使得 3.5 维地震分析方便快捷



GeoEast-RE 技术框架

2 模块功能

GeoEast-RE 采用了地理坐标平面白板界面 + 链式显示 + 多方法 + 多行业功能键界面的开发思路，各子系统采用具有完全相同的设计界面、流程、方法和功能的工作环境设计理念，形成具有独立知识产权的集油藏描述软件子系统（RC）、油藏模拟软件子系统（RS）、油藏监测软件子系统（RM）和油藏协同工作子系统（RI）的油藏地球物理软件综合平台。

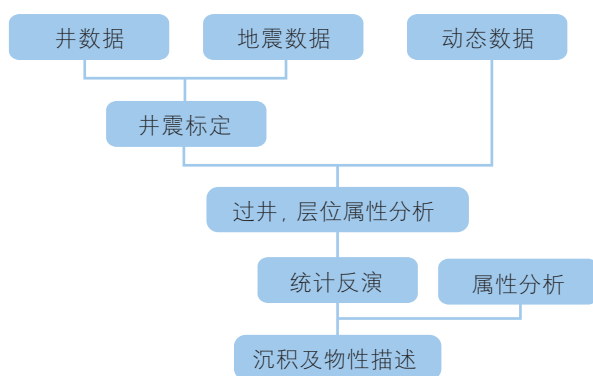


GeoEast-RE 操作界面

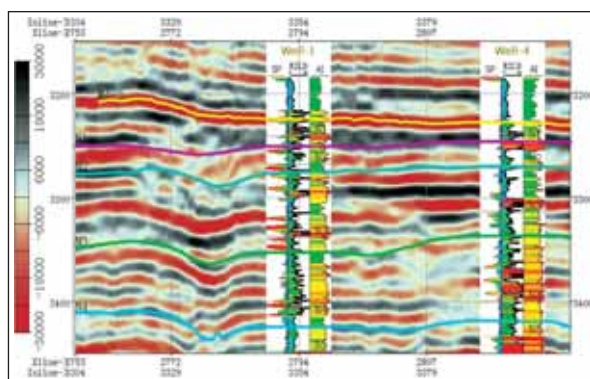
通过地球物理和油藏工程在数据和模型域紧密结合，油藏地球物理工程师可以使用该软件油藏描述研究，通过井-震结合认识油藏地质，建立初步的油藏地质模型；油藏工程师可以使用该软件进行油藏数值模拟和动态分析。油藏地球物理工程师和油藏工程师可以使用该软件进行油藏背景下的地震数据解释分析、反演及 4D 可行性研究，通过动态信息进一步解释地震属性和分析空间上的油藏潜力，确定油藏的剩余油气分布。

2.1 油藏描述子系统 (RC)

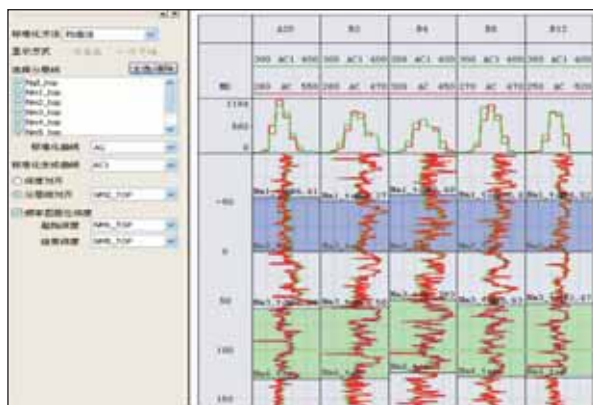
利用测井、地震、地质资料，展开井震标定、井震联合地层对比、层序分析、构造解释、沉积相分析；结合多种方法（属性分析、井震反演）储层预测，开展储层空间展布研究及评价、物性预测及油气检测，分析油气分布规律，建立油藏地质模型；综合应用测井信息以及地震信息对油藏描述进行指导。



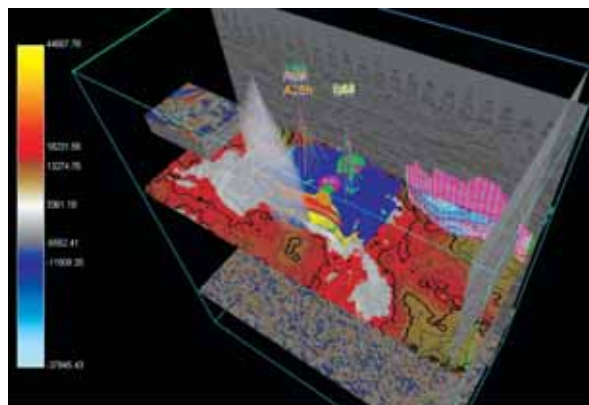
油藏描述子系统技术流程图



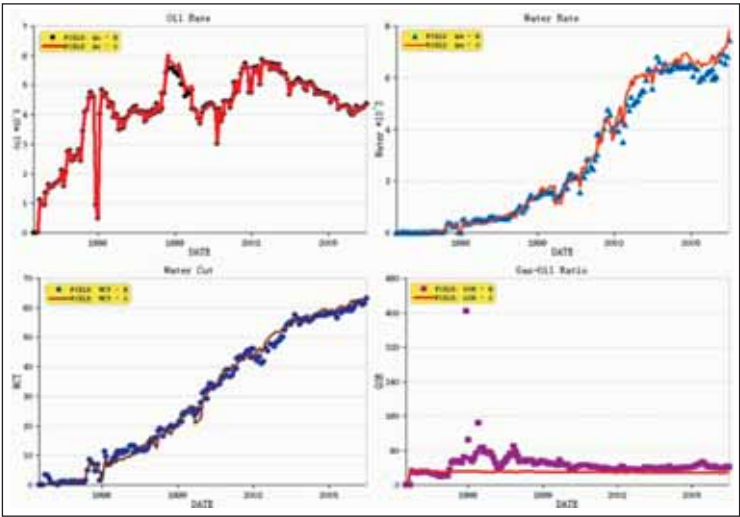
井震联合地层对比剖面图



测井数据标准化图



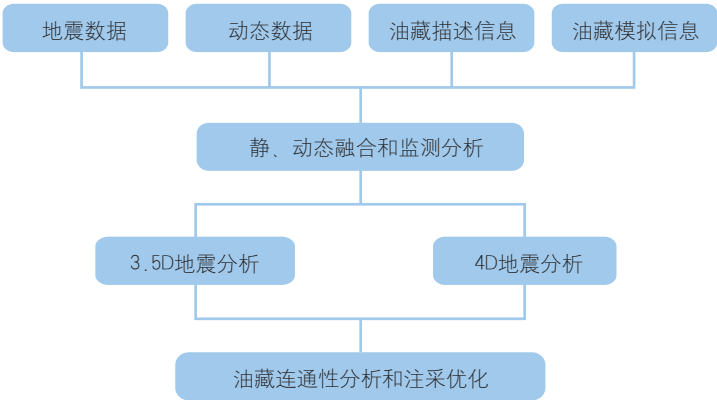
地震、测井多数据三维显示图



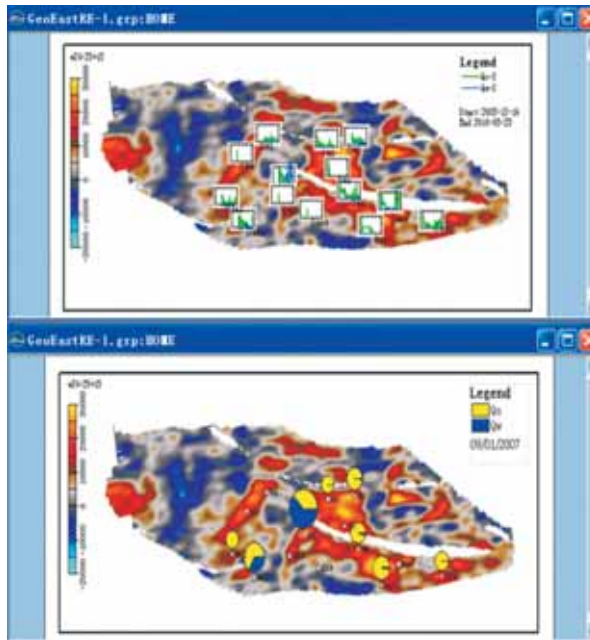
历史拟合曲线对比图

2.3 油藏监测子系统 (RM)

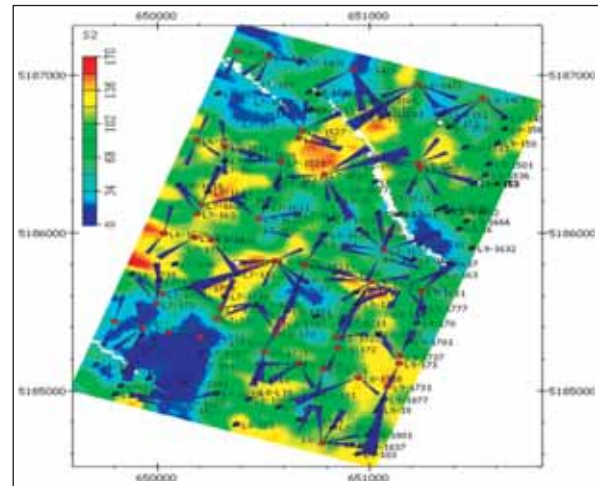
实现对井的注采数据快速可视化分析、计算，并在地震属性数据的约束下进行连通性计算分析、3.5 维地震分析、时移地震动态监测分析，剩余油气的分布规律，寻找潜力区。主要功能包括：动态数据管理及可视化；地震、井动态数据约束下的连通性分析；3.5 维地震综合分析工具；时移地震动态监测分析工具等。



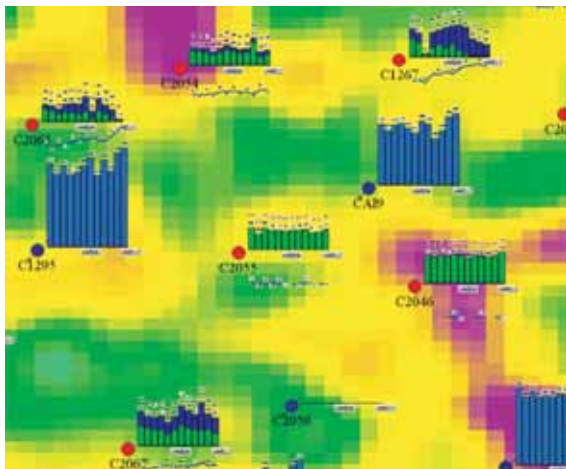
油藏监测子系统技术流程图



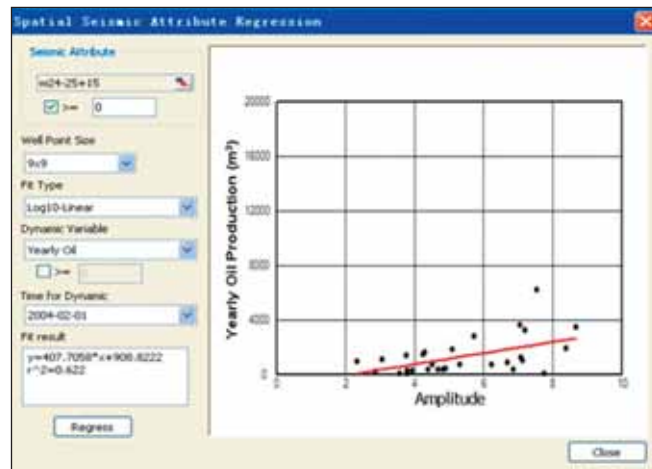
地震属性与动态数据对比显示图



地震 - 动态联合连通性分析图



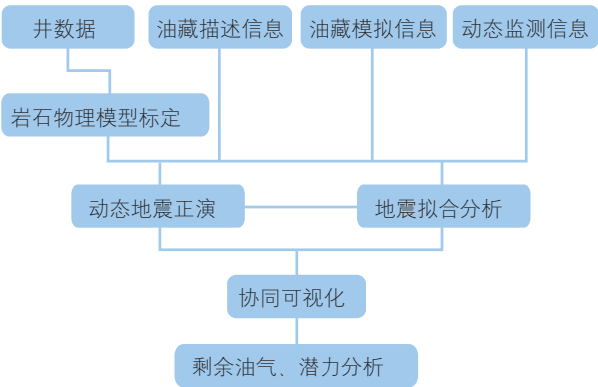
时移差异属性与井动态对比分析图



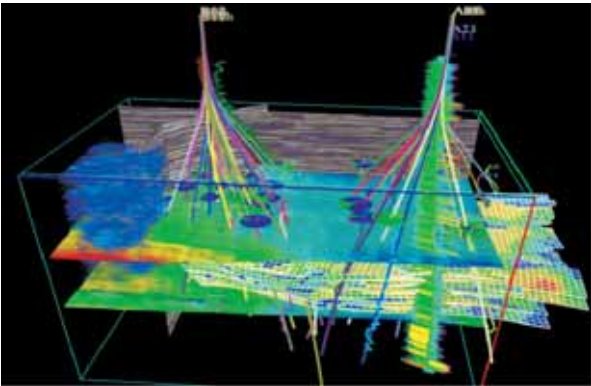
生产动态与地震属性交会图

2.4 油藏综合协同工作子系统 (RI)

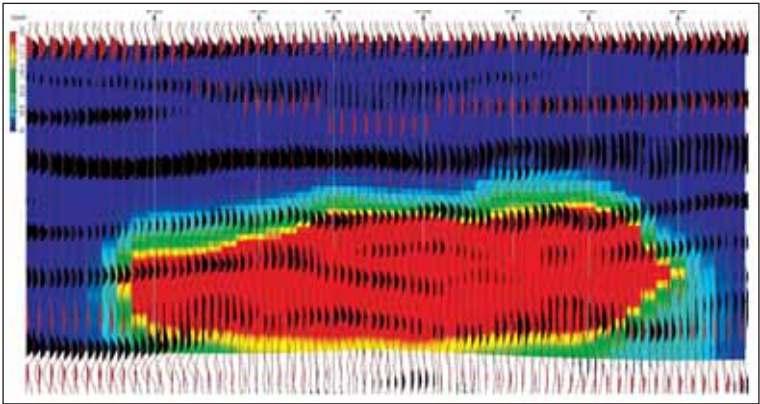
通过对油藏模型、地震和井数据、井的注采动态数据的协同可视化分析，进行数据的一致性分析、统计、过滤等。具有 2D、3D 交互操作功能和可瞬时合成任意时间点的 3D 地震、4D 差异、叠前地震等响应的功能。主要功能包括：建立岩石物理模型，实现油藏模型和地震连接；多域跨学科数据协同显示及可视化；多域跨学科数据协同分析及应用等。



油藏综合协同工作子系统技术流程图



多学科数据三维协同显示图



合成地震与实测地震对比剖面图

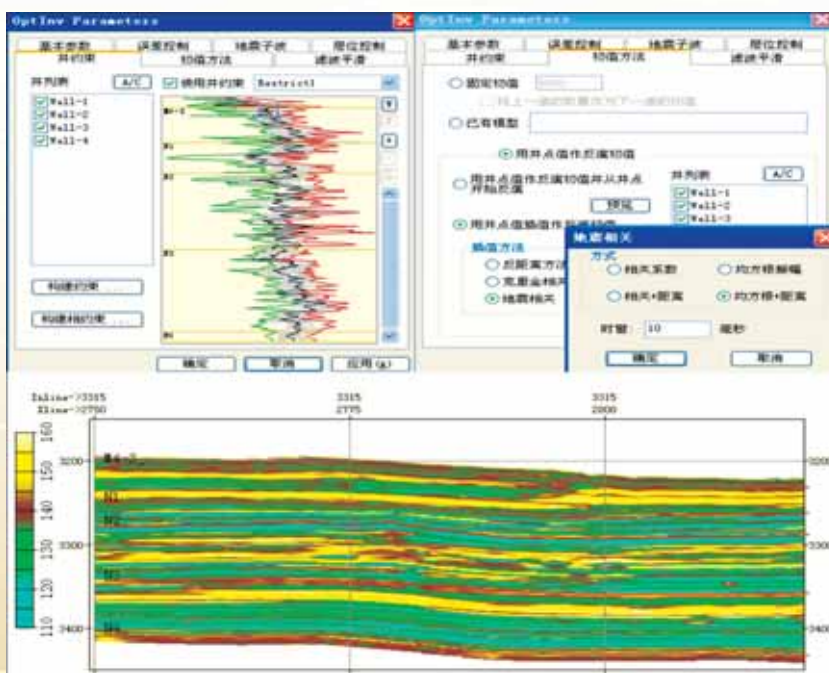
3

特色技术

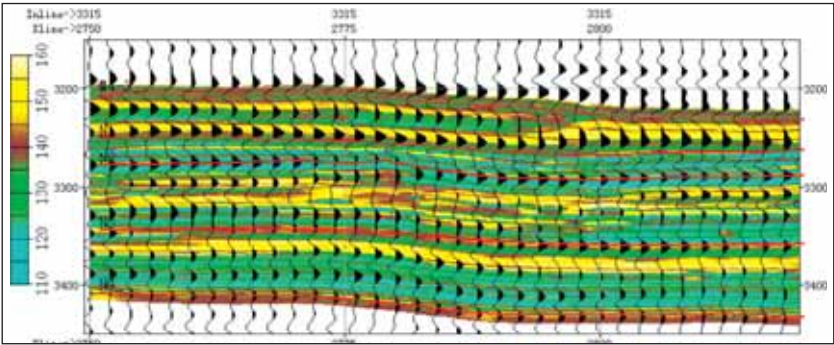
GeoEast-RE 具备地震数据的统计反演技术，地震动态双重约束下的油藏数值模拟技术，3.5 维地震分析技术，地震、动态约束下的连通性分析技术，井—地震—动态综合分析技术，地震、油藏模拟、岩石物理、正演的一体化技术等系列配套技术，在时间域和深度域切换可视化技术、网域数据交互式管理及地震和动态融合技术等方面优于国内外主流软件。

3.1 地震数据的统计反演技术

GeoEast-RE 实现了以井统计特征约束并优化目标函数的反演方法，能够较大地提高反演结果的分辨能力，为薄储层预测及精细描述油藏奠定了基础。



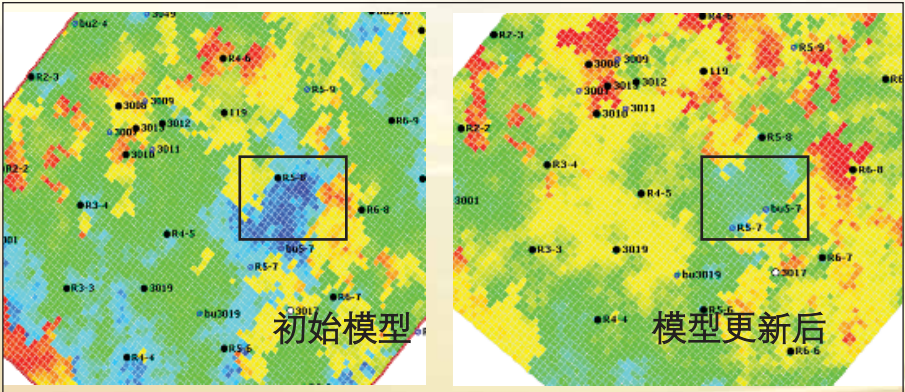
反演剖面



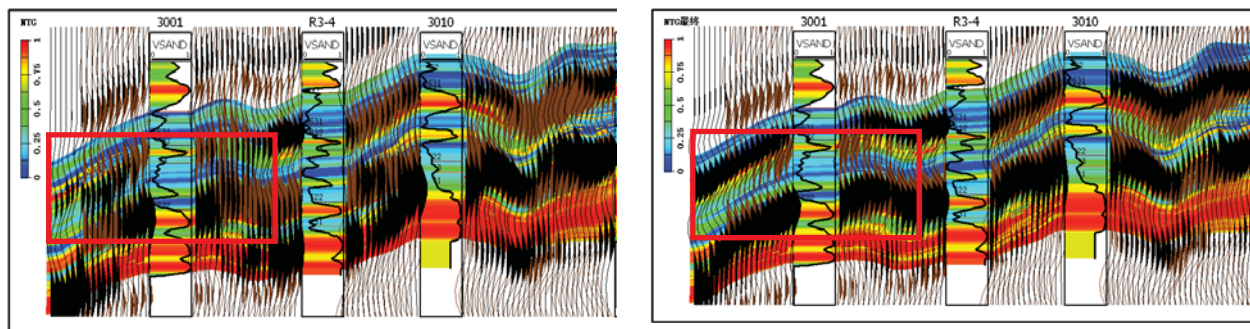
反演结果与原始地震剖面叠合对比图

3.2 地震动态双重约束下的油藏数值模拟技术

基于油藏静态、动态模型，通过标定的岩石物理模型，对油藏模型进行动态正演，从而实现任何时间点的地震响应模拟，通过和观测响应的对比，可以定量分析空间的不拟合情况，联合井中的动态不拟合，交互和实时修改油藏模型，从而实现地震约束的历史拟合，拓宽了传统意义上的仅用井中动态不拟合进行油藏模型更新的流程，为提高油藏模型的可靠性提供了新的途径。



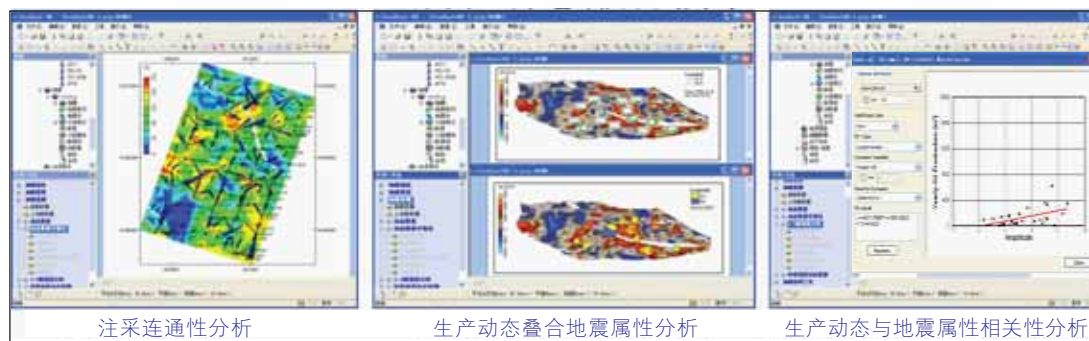
根据地震对比差异修改的油藏模型孔隙度场对比图



油藏模型修改前后合成地震与实测地震的对比图

3.3 维地震分析技术

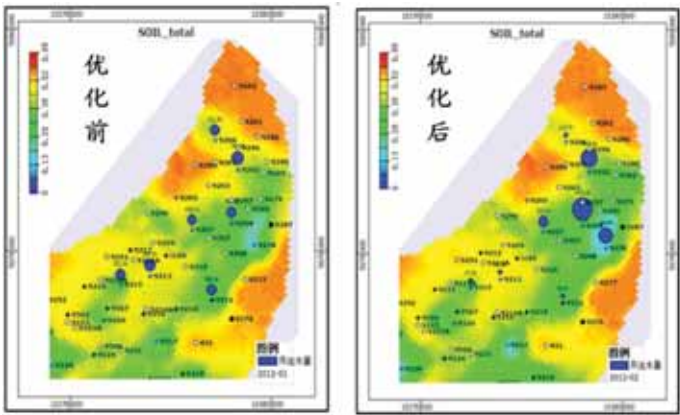
通过动态数据与地震属性叠加，将递减分析、储量分析与地震属性分析相结合，通过对地震属性和生产数据相关性分析、生产数据对地震属性数据进行滤波或校正来识别可能的潜力，并且具有动态特征数据和地震属性，井信息的相关分析方法以及简化的相互转化工具，从而为地震数据与动态数据的空间分布相结合的综合分析提供了地质因素及分析途径。



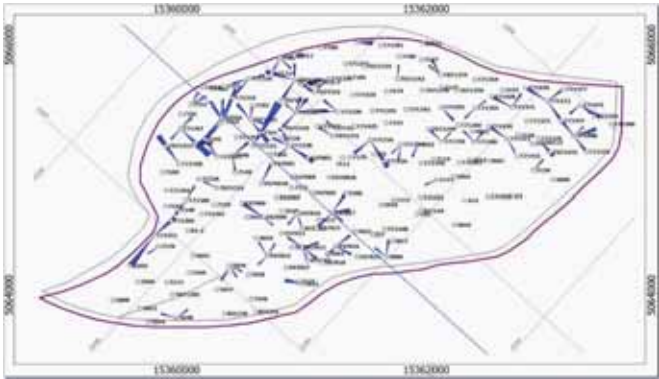
3.5 维地震分析图

3.4 地震、动态约束下的连通性分析技术

基于动态历史、物质平衡理论，同时以地震属性的空间关系作为约束，GeoEast-RE 可以计算满足动态历史的井间连通性，并同时满足空间属性的关系特征，从而为井间连通性分析提供定量分析工具。



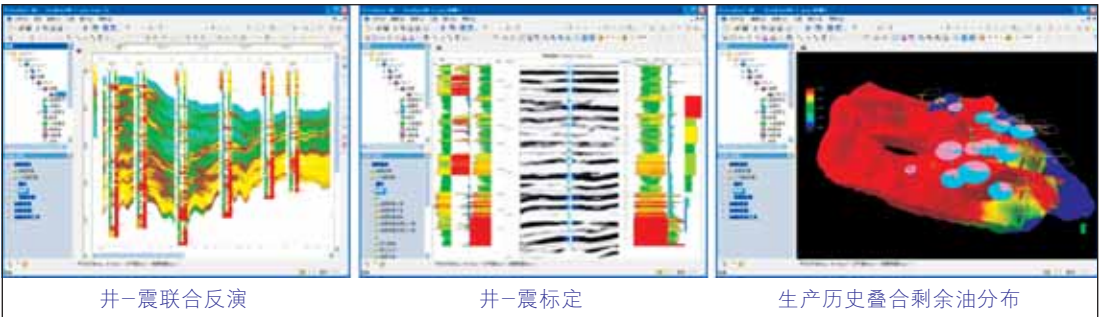
优化区域注水情况与原注水对比图



全区连通性分析结果对比图

3.5 井—地震—动态综合分析技术

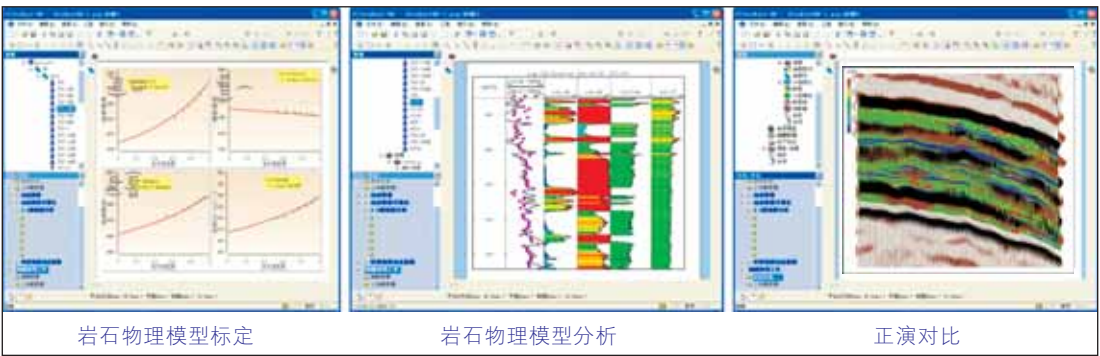
通过井—地震信息的多方位、多种井信息的便捷可视化，以及和动态信息的分析，成为井—地震—动态的综合分析工具，从而克服了传统意义上井震分析无法利用动态信息直观进行分析的缺点。在开发阶段，对井震空间分析赋予了动态意义，定性分析和核实砂体连通性以及进一步认识地震响应特性。



井—地震—动态综合分析图

3.6 地震、油藏模拟、岩石物理、正演的一体化技术

通过对岩石物理模型的刻度、对岩石物理模型的测井对比分析，将地震与油藏模型的绑定、协同可视化，利用地震（3D 地震、时移地震、叠前、多波地震数据等）约束历史拟合，通过扫描模型确定拟合差异，协同可视化及定量对比分析油藏模型合成属性与观测属性误差，达到交互更新油藏模型的目的，从而实现地震、油藏模拟、岩石物理、地震正演一体化。



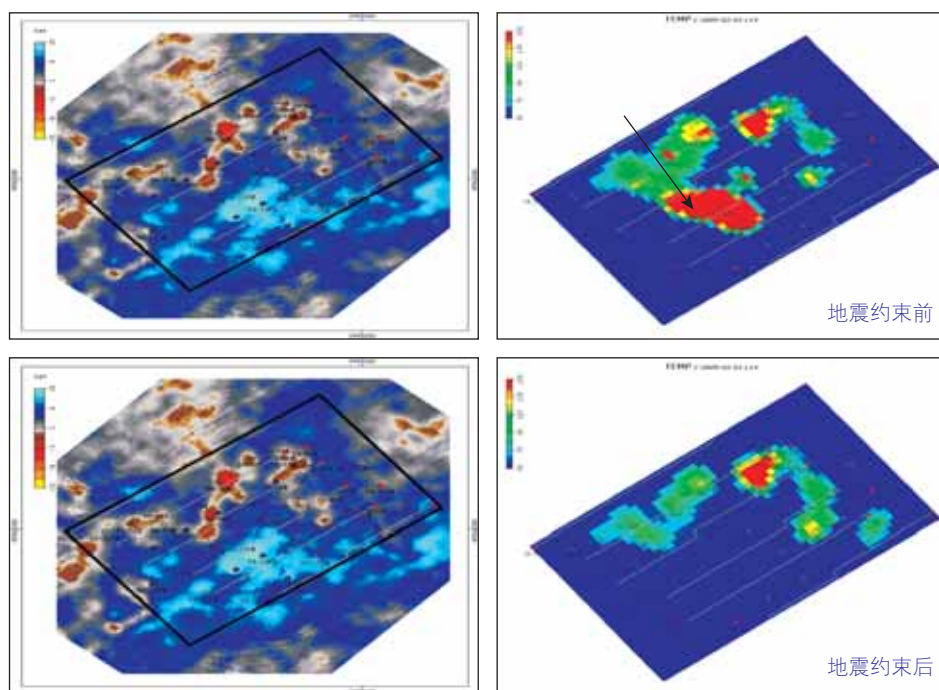
地震、油藏模拟、岩石物理、正演的一体化分析图

4

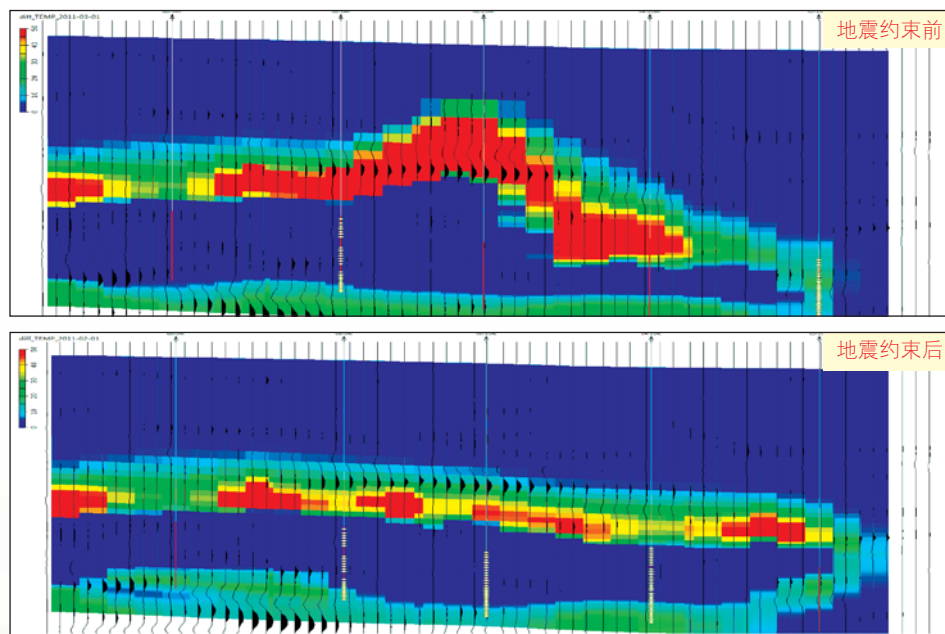
典型案例

4.1 辽河盆地稠油蒸汽热采实例

辽河曙光 SAGD 开发是中国石油稠油开发的主要地区，然而，蒸汽注入后的形态分布无法精确确定，进而导致开发调整困难。因此，中国石油展开了 SAGD 四维地震的现场实验，在采集的四维地震数据基础上，GeoEast-RE 中岩石物理模型、地震正演等一体化技术对油藏模型进行定量控制和检查；地震约束历史拟合技术，不断地更新油藏模型，获得了较好的历史拟合结果；多数据协同可视化技术，对汽腔进行了解释及提出了补孔方案。



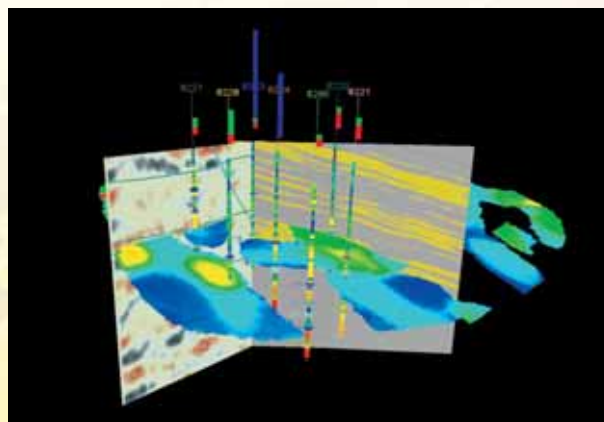
地震约束前后温度场对比图



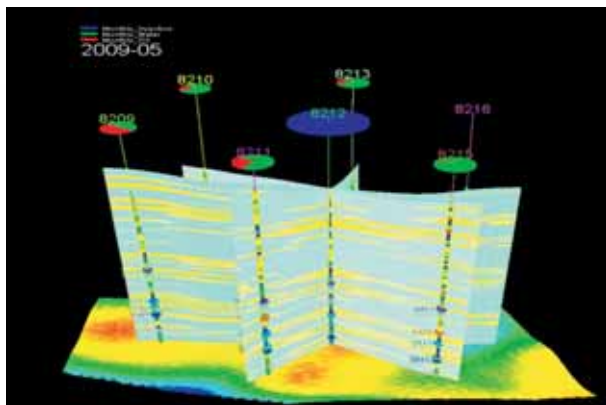
模型修改前后地震差异与温度场差异对比图

4.2 准噶尔盆地水驱油藏开发实例

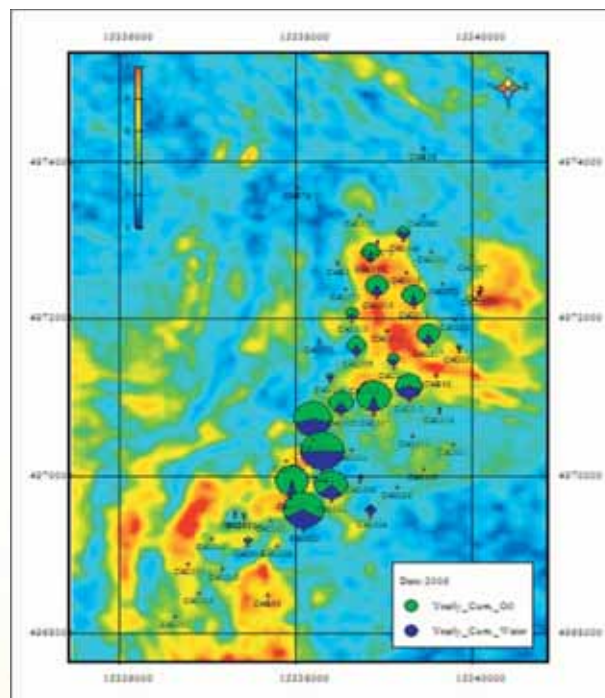
中国石油在准噶尔地区进行了二次开发的地震应用，即通过对已开发的老油田进行二次地震数据采集，以开发和提高采收率为目标，实现地震在开发中的应用。GeoEast-RE 的技术在车 76 油田利用动态—地震属性的一体化分析方法，进行了空间潜力分析；在彩南油田利用时移地震的约束，定量计算了井间连通性，并获得优化注水方案；在西北缘油田利用多数据协同可视化技术对补孔以及砂体连通性进行了分析，取得了良好的效果，从而系统地对二次开发地震的应用进行了实践并形成了不同数据条件的技术流程。



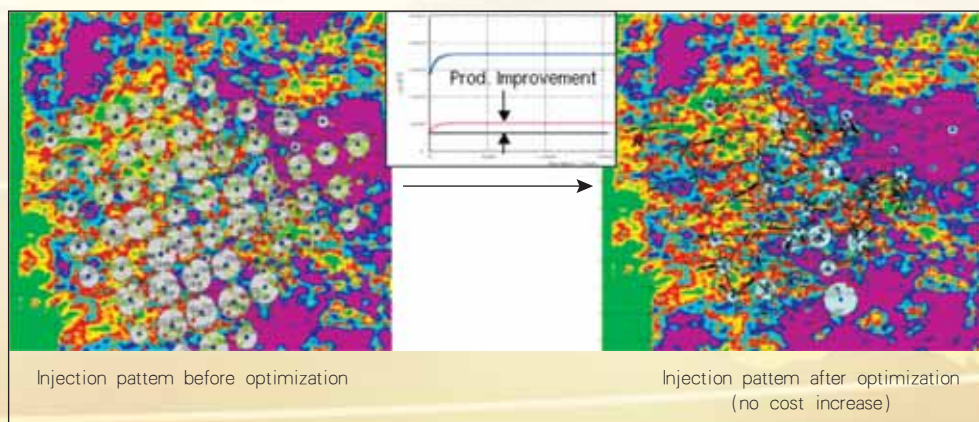
测井、地震、静态模型、生产数据和单砂体空间展布图



基于砂体模型的注水井、生产井连通性与动态
数据分析图



利用 4D 地震约束优化注采方案



地震属性和动态联合分析图

5

科研装备

中国石油集团东方地球物理公司物探技术研究中心具有高性能并行机群，共有 CPU20790 个、核数 76458 核，GPU824 个、核数 470000 核，每秒浮点运算次数 1497Tflops，存储总量达到 20000TB。



6

资质标准

中国石油集团东方地球物理公司物探技术研究中心是集地震资料采集、处理、解释方法研究与软件开发为一体的综合物探技术研究机构，是油气勘探计算机软件国家工程研究中心，通过质量管理体系认证、CMMI 三级认证。总部在河北涿州，设北京（昌平）、休斯敦研究分中心，与国际国内知名科研院所开展广泛合作，持续推动物探技术进步。



质量管理体系认证



2000 年 10 月 31 日通过国家验收



CMMI 三级认证

知识产权

申请国家发明专利 6 项，登记软件著作权 5 项。

序号	知识产权名称	知识产权类别	申请号 / 授权号
1	一种地震和测井时深关系自动转换的方法	中国发明专利	201210250721.9
2	一种对地震和测井数据波形极值特征点分离与波形重构方法	中国发明专利	201210366105.X
3	一种井震信息联合确定储层沉积特征和分布的方法	中国发明专利	201210584609.9
4	一种确定稠油热采蒸汽腔形态的方法	中国发明专利	201210286322.8
5	一种利用井温监测资料识别夹层的方法	中国发明专利	201210405098.X
6	用于振幅随炮检距变化道集分析的油藏模型优化方法	中国发明专利	201410142188.3
7	GeoEastRE-RI 油藏地球物理协同分析软件 V1.0	软件著作权	2013SR062650
8	GeoEastRE-RD 油藏描述软件 V1.0	软件著作权	2013SR062567
9	GeoEastRE-RM 油藏监测数据分析软件 V1.0	软件著作权	2013SR061468
10	GeoEastRE-RS 油藏数值模拟综合分析软件 V1.0	软件著作权	2013SR062654
11	GeoEast-RE 油藏地球物理软件 V1.0	软件著作权	2013SR061462

7

专家团队



凌云 高级技术专家，博士，教授级高级工程师，主要从事油藏地球物理技术系统研究与应用工作，首次提出了 3.5D 地震、空间相对分辨率等技术。
电话：13633123088
Email：lingyun@bgs.com.cn



黄旭日 高级技术专家，博士，中央和国务院“千人计划”专家。从事油藏和地震的融合研究，提出了闭合循环、统计反演、相控统计反演、四维协同处理、油藏模型反演等新技术。
电话：18601191605
Email：xrhuang@getint.com



郭向宇 高级技术专家，博士，教授级高级工程师，从事地球物理勘探行业研究近 30 年，具有扎实的理论功底和丰富的实践经验。
电话：13933299709
Email：guoxy@bgs.com.cn



王光海 高级工程师，具有应用地球物理、油藏工程和软件、硬件开发背景，曾开发了核测井解释、Forward、Sim-Office 等软件，主要主持软件开发团队工作，设计和开发了多个产品。
电话：13693020498
Email：ghwang@sunrisepest.com.cn



孙德胜 高级工程师，长期从事地震资料解释、地质综合研究及油藏地球物理综合研究的工作。

电话：13582261886

Email：sundesheng@cnpc.com.cn



林吉祥 东方公司科技带头人，博士，高级工程师，长期从事油气勘探及石油地质研究工作，具有扎实的地质理论基础，并在多个含油气盆地开展过地震地质综合研究、油气藏评价等工作。

电话：13603286257

Email：linjixiang@bgs.com.cn



高 军 高级工程师，长期从事地震资料处理和油藏地球物理技术研究工作，主要负责复杂地区高分辨率成像、地震数据相对保持处理、井地联合地震勘探、时移地震数据处理研究工作。

电话：13603249109

Email：gaojun1@cnpc.com.cn



夏 竹 博士，高级工程师，长期从事测井、地质及地震等多学科综合研究工作，专业基础扎实、实践经验很强。

电话：13832266259

Email：xiazhu@cnpc.com.cn



联系人：刁顺 先生
电 话：86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn



