

推荐国家科技进步奖项目公示

项目名称	陆相岩性油气藏地震信号特征识别的相空间理论、关键技术及应用
推荐单位	教育部
推荐单位意见： <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。</p> <p>我国陆相岩性油气储层具有纵向为薄互层结构（单层厚度仅为几米）、横向具有强非均质性以及储层与围岩波阻抗差异小等地震地质特点，作为油气勘探最主要手段的地震波探测技术，其纵向及横向分辨率远低于薄层厚度及储层横向非均质性尺度，不能支撑该类油气藏勘探。该项目针对上述问题，在国家自然科学基金重大、重点及 863 计划等项目支持下，历时十余年，取得了以“数据驱动的非平稳地震道模型和薄互层的散射与吸收效应分离理论”等 3 项理论和“非平稳地震记录的相对保幅提高分辨率技术”等 9 项核心技术为代表的系统性成果，开发了 3 套软件系统，并在陆上、海上油气勘探中取得显著应用。</p> <p>该项目取得授权发明专利 10 余项、软件著作权 5 项，发表 SCI 论文 91 篇，其中一项成果被美国勘探地球物理学家协会 2009 年年会从近 900 篇论文评为 Top 30。项目成果被 863 项目鉴定专家组和国家油气示范工程验收专家组分别评价为“具有创新性”；“成果突出，对示范工程具有重要的支撑作用”。教育部组织的鉴定委员会认为“该项目建立了对我国陆相岩性油气藏进行有效表征和识别的创新理论，研发了 9 项核心技术，理论和技术达到了国际领先水平”。该项目在长庆油田、大庆油田、中海油、中石化等得到推广应用，取得显著的经济和社会效益。</p> <p>对照国家科学技术进步奖授奖条件，推荐该项目申报 2017 年度国家科学技术进步奖一等奖。</p>	

项目简介：

该项目属于油气探测研究领域。

陆相岩性地层油气藏（岩性油气藏）在我国新探明及剩余油气资源中所占比例均超过 50%。但我国陆相岩性油气储层具有纵向为薄互层结构（单层厚度仅为几米）、横向具有强非均质性以及储层与围岩波阻抗差异小等地震地质特点，作为油气勘探最主要手段的地震波探测技术，其纵向及横向分辨率远低于薄层厚度及储层横向非均质性尺度，不能支撑该类油气藏勘探。针对上述问题，该项目在国家自然科学基金重大、重点及 863 计划等项目支持下，历时十余年，取得了以“数据驱动的非平稳地震道模型和薄互层的散射与吸收效应分离理论”等 3 项理论和“非平稳地震记录的相对保幅提高分辨率技术”等 9 项核心技术为代表的系统性成果，开发了 3 套软件系统，并在陆上、海上油气勘探中取得重大应用。主要科技创新如下：

1、针对储层的薄互层结构问题，提出了数据驱动的非平稳地震道模型和薄互层散射与吸收效应分离理论，为非平稳地震道反演、保幅高分辨率处理方法及关键技术研制提供了理论基础。基于此发明了非平稳地震记录相对保幅提高分辨率技术、反射系数序列及波阻抗反演技术等，突破了传统技术中要求反射系数序列具有“白性”、地震子波为最小相位的限制，为解决薄互层储层的识别难题提供了新的方法和技术，解决了黄土塬地区中层和深层 5-8 米薄储层的识别难题。

2、针对储层的强非均质性问题，提出了以匹配地震子波为准则、以四个相空间变换和一个多尺度解析信号模型为特征的地震信号相空间表示理论，为地震资料特征提取提供了新的数学工具。基于此，发明了基于一维物理小波变换的瞬时属性分析（含谱分解）技术、基于高维物理小波标架的地震资料不连续性检测技术等，大幅度提高了强非均质岩性油气藏描述和识别精度，使陆相河道砂体优质储层预测符合率比传统技术提高 3.2 个百分点。

3、针对储层的带有薄互层结构且储层与围岩波阻抗差异小导致优质储层难以识别问题，建立了薄互层粘弹性介质中 Q 值与相空间属性参数、地震子波特征参数及波旅行时等量之间的映射关系，进而提出了相空间反演 Q 值的理论与方法。突破了传统计算 Q 值方法不适用于薄互层结构储层的限制。发明了利用叠后、叠前角度域地震资料估计 Q 值的两项技术。为解决优质储层的识别难题提供了有效途径，使陆相砂岩储层含油气性预测符合率比传统方法提高 10 个百分点以上。

该项目取得授权发明专利 10 余项、软件著作权 5 项，发表 SCI 论文 91 篇，其中一项成果被美国勘探地球物理学家协会 2009 年年会从近 900 篇论文评为 Top 30。项目成果被 863 项目鉴定专家组和国家油气示范工程验收专家组分别评价为“具有创新性”；“成果突出，对示范工程具有重要的支撑作用”。教育部组织的鉴定委员会认为“该项目建立了对我国陆相岩性油气藏进行有效表征和识别的创新理论，研发了 9 项核心技术，理论和技术达到了国际领先水平”。该项目在长庆油田、大庆油田、中海油、中石化等得到推广应用，取得显著的经济和社会效益。

客观评价：

（一）项目的技术先进性评价：“理论和技术达到了国际领先水平”

（1）由姚振兴院士任主任委员、张国伟院士和郝芳院士任副主任委员、江松院士、张平文院士等专家组成的教育部鉴定委员会认为：“该项成果从具有我国地质特征的陆相岩性油气藏勘探这一国家重大需求出发，开展产学研一体化的多学科交叉研究，建立了对我国陆相岩性油气藏进行有效表征和识别的创新理论，研发了 9 项核心技术，理论和技术达到了国际领先水平。”

（2）美国 劳伦斯·利弗摩尔 (Lawrence Livermore) 国家实验室的劳伦斯学者 (Lawrence Scholar) Sean R. Ford, 美国 AGU Fellow、Arizona 州立大学 Edward J. Garnero 教授等 (2012, Geophysical Journal International, 189, 513-523) 引用该项目成果“基于相空间特征参数计算 Q 值的新方法”的原理论文并评价认为：“估计地震波的衰减时，时频域的瞬时频率匹配法（即该项目提出方法）与频率域的谱比值法相比较，在存在噪声和地震波相位干涉等情况下，具有更好的性能。”

（3）美国 Oklahoma 大学冠名教授 (Frank and Henrietta Schultz Chair and Professor of Geophysics)、SEG/AAPG 主办的 Interpretation 期刊主编 Kurt J. Marfurt 等 (2016, Geophysical Journal International, 205, 203-219) 引用该项目成果“非平稳地震道相对保幅提高分辨率技术”的原理论文并评价认为：“基于地震数据可以被近似划分为分段平稳片段的假设，采用 Gabor 分子标架，发展了一种自适应的拓频方法来提高地震数据的分辨率”。

（二）项目的自主知识产权和技术创新程度评价：“具有创新性”

（1）由姚振兴院士、邱中建院士、康玉柱院士、童晓光院士、杨文采院士及其他专家组成的 863 课题“海上高精度地震勘探技术”鉴定专家组认为：“基于变子波模型的高分辨率处理技术具有创新性”、“基于物理小波的频谱成像技术和高分辨率衰减因子估计技术具有创新性”。

（2）该项目提出的基于物理小波变换的频谱分解技术，在美国勘探地球物理学家协会 (SEG) 2009 Houston 年会的近 900 篇技术论文中被评为 Top 30。

（3）中海油研究总院应用后评价：该项目所研制的创新技术“与国内外同类技术相比具有更强的针对性，已成为海上河流相等隐蔽油气藏油气探测的核心技术，能解决国内外同类方法无法解决的薄储层识别和小断层精细刻画问题”。

（4）该项目中提出的以匹配地震子波为准则的地震信号相空间表示理论中，包含的“基于同步挤压物理小波变换的地震资料分析”，是国际上率先开展的探索研究，得到小波变换的创始人之一、信号分析领域国际领头的科学家 Ingrid Daubechies 的正面评价，认为是同步挤压小波变换用于解决实际问题的成功例子。

（三）项目应用效果评价：“成果突出，提供了技术支撑”

（1）中石油长庆油田分公司对该项目所提出的技术应用后评价：“取得了很好的地质效果，……，取得了明显的经济效益。”

用针对储层的薄互层结构问题提出的技术（技术 1-3）“完成黄土塬二维地震资料拓频处理 626 公里，预测勘探井位 26 口，为该区天然气资源的发现与落实提供了技术支撑。”

应用针对储层的强非均质性问题提出的技术（技术 4-7）“建立了苏里格气田有效储层不同尺度与地震属性的关系，完成三维地震 530 平方公里，预测了有效储层的分布，为苏里格气田产建有利区的落实提供了技术支撑。”

应用针对储层的带有薄互层结构且储层与围岩波阻抗差异小问题提出的技术（技术 8、9）“成为致密砂岩储层含气性检测的关键技术，在苏里格气田和神木气田中完成二维地震资料 10028 公里，预测钻探井位 149 口，2008-2014 年苏里格气田和神木气田共探明天然气地质储量 10398.95 亿方，技术的推广应用为两大气田探明天然气地质储量的落实发挥了重要作用。”

（2）中石油长庆油田分公司“十一五”重大专项油气示范工程子课题验收组认为：“使气井的钻前预测成功率从 62%提高到 69%。”，“成果突出，对示范工程具有重要的支撑作用。”

（3）中石油长庆油田分公司经济效益证明：“通过该项目技术成果在苏里格气田及神木气田的应用，提高钻井成功率可节约成本产生的经济效益 0.2921 亿元，为资源勘探和储量落实贡献产生的经济效益 31.8587 亿元。两项合计共产生的经济效益 32.15 亿元。”

(4) 中海油研究总院对该项目所提出的技术应用后评价：“研发的技术成果已经形成软件产品在我公司得到广泛应用，提升了公司的技术水平和国际竞争力。”

①针对储层的薄互层结构问题提出的技术“已应用于阿尔及利亚 HBR 区块、阿拉斯加 DP 构造、卡塔尔 BC 区块等地震资料信噪比和分辨率较低、质量基础较差的区块，完成三维地震资料拓频处理 923 平方公里，为这些地区油气资源的发现与落实提供了技术支撑。”

②应用针对储层的强非均质性问题提出的技术“完成刚果 A 区块、渤海 KL10-1 油田三维地震资料 420 平方公里，预测了有效储层的分布，成为河流相储层储量落实的关键技术。”

③应用针对储层的带有薄互层结构且储层与围岩波阻抗差异小问题提出的技术“对 PY35-2 气田区块 877 平方公里的三维地震资料进行了技术应用，有效预测了岩性体的边界、厚度并得到钻井验证，成为该类型隐蔽油气藏勘探的重要支撑技术。”

(5) 大庆钻探工程公司地球物理勘探一公司研究院对该项目所提出的技术应用后评价：“上述技术已成为中浅层薄互层储层、深层火山岩和致密砂砾岩储层识别与预测的关键技术，在生产中发挥着支撑作用。”

①针对储层的薄互层结构问题提出的技术“已在肇 35 (60km²)、芳 198 (45km²) 等多个区块应用，与国内外同类技术相比，地震资料的非平稳地震记录高分辨率处理结果分辨率有了很大提高，在拓频的同时能相对保幅，为后续的属性分析和地震反演提供了资料保障。”

②针对储层的强非均质性问题提出的技术“已在榆西 (408km²)、宋站 (190km²) 等多个生产区块上应用，与国内外同类技术相比，相空间瞬时地震属性具有横向分辨率高、保真效果好的特点，更好地反映了火山岩体的内部特征和空间展布范围，更清晰地划分致密砾岩储层的沉积相分布。”

推广应用情况：

该项目研究的方法技术在中石油长庆油田分公司，中海油研究总院、大庆钻探工程公司、东方地球物理勘探有限责任公司、大庆油田勘探开发研究院等陆上、海上的大型陆相岩性油气田得到推广应用，取得了以“数据驱动的非平稳地震道模型和薄互层的散射与吸收效应分离理论”等 3 项理论和“非平稳地震记录的相对保幅提高分辨率技术”等 9 项核心技术为代表的系统性成果（技术 1 非平稳地震道相对保幅提高分辨率技术；技术 2 保地层结构的反射系数反演技术；技术 3 适应于高维参数空间全局最优波阻抗反演技术；技术 4 基于物理小波的瞬时属性分析技术；技术 5 基于高维物理小波标架的地震资料不连续性检测技术；技术 6 基于广义 Morse 小波标架的瞬时属性分析技术；技术 7 基于同步挤压物理小波变换的属性分析技术；技术 8 利用叠后地震资料估计薄互层介质 Q 值；技术 9 利用叠前角度域地震资料估计 Q 值），取得了显著的经济与社会效益。

应用单位	应用起止时间	应用情况
中石油长庆油田分公司	2008.01-2014.12	在苏里格气田及神木气田的应用，为资源勘探和储量落实提供技术支持
中海油研究总院	2008.01-2015.12	应用于阿尔及利亚、阿拉斯加、卡塔尔等 14 个国家的优质储层预测
大庆钻探工程公司	2006 年至今	已在肇 35、芳 198、榆西、宋站等多个生产区块上应用
东方地球物理公司	2011.11-2013.04	技术服务合同
大庆油田勘探开发研究院	2008.12-2009.11	技术服务合同
同济大学	2008.01-2010.08	技术服务合同

主要知识产权证明目录:

授权发明专利	一种估计介质品质因子的 EPFV0 方法	中国	ZL201310300942.7	2016.03.30	西安交通大学	高静怀;赵静;王大兴
授权发明专利	一种用于高维参数空间波形反演的协同变异差分进化算法	中国	ZL201310044383.8	2016.03.30	西安交通大学	高静怀;汪超;王大兴
授权发明专利	一种倾斜层状粘弹性介质中波场正演模拟方法	中国	ZL201310044384.2	2016.01.20	西安交通大学	高静怀;汪超;王大兴
授权发明专利	一种三维地震资料的保边滤波方法	中国	ZL201310272387.1	2015.10.28	西安交通大学	高静怀;王伟;陈文超
授权发明专利	基于多次聚焦的噪音压制与成像方法	中国	ZL201210097757.8	2014.05.14	中海油研究总院	张金淼;杨锴;陈宝书;汪小将;肖志波;曹向阳
授权发明专利	一种偏移距 VSP 成像的局域化相空间方法	中国	ZL200910024346.4	2012.07.04	西安交通大学	高静怀;周艳辉;王保利;陈文超
授权发明专利	一种地震地层厚度变化分析方法	中国	ZL201110332073.7	2013.12.11	西安交通大学	陈文超;周艳辉;高静怀;何永强
申请发明专利	一种介质品质因子的逐次差分进化估计方法	中国	CN201510131261.1		西安交通大学	高静怀;赵静;王大兴
申请发明专利	基于广义 Morse 标架的地震瞬时属性提取方法	中国	CN201510141682.2		西安交通大学	高静怀;王平
授权发明专利	基于匹配地震子波的物理小波的地震瞬时频率分析方法	中国	ZL201110154420.2	2013.07.31	中国海洋石油总公司;中海油研究中心;西安交通大学	张金淼;高静怀;肖志波;陈文超;曹向阳
授权发明专利	一种基于高维小波变换的地震资料不连续性检测方法	中国	ZL201110134352.2	2013.07.31	中国海洋石油总公司;中海油研究中心;西安交通大学	朱伟林;赵伟;高静怀;王晓凯;陈文超;姜秀娣;宋亮;翁斌;安琪;刘永江;李丽霞;王清振;糜芳
授权发明专利	一种基于地震记录变子波模型提高地震资料分辨率的方法	中国	ZL201110053739.5	2013.05.29	中国海洋石油总公司;中海油研究中心;西安交通大学	朱伟林;赵伟;高静怀;翁斌;姜秀娣;安琪;宋亮;李丽霞;印海燕;汪玲玲;张兵
授权发明专利	确定地层压力的方法装置	中国	ZL201410522368.4	2014.09.30	中国石油天然气股份有限公司	窦玉坛;赵玉华;王大兴;刘化清
计算机软件著作权	ProPS 多分量地震处理系统 V1.0	中国	2011SR006193	2009.06.20	中国石油天然气股份有限公司	杨华;王大兴;薛爱民;程思检;张帆;陈娟;李达;高利东;艾建华;李美
计算机软件著作权	水平井三维地震地质导向软件 V1.0	中国	2015SR073597	2014.08.15	中国石油天然气股份有限公司	王大兴;赵玉华;张小会;史松群;夏正元;畅永刚;张茜

主要完成人情况：

1. 高静怀，排名 1，主任，教授，工作单位：西安交通大学，完成单位：西安交通大学，是该项目主要负责人，1、提出了数据驱动的非平稳地震道模型和薄互层的散射与吸收效应分离理论，发展了非平稳地震记录的相对保幅拓频、反射系数序列及波阻抗反演技术。（发明专利： ZL201110053739.5， ZL201310044383.8， ZL201310272387.1； SCI 论文 21 篇） 2、提出了以匹配地震子波为准则的地震信号相空间表示理论，建立了相空间地震记录道的多尺度解析信号模型，研发了基于物理小波的频谱成像技术、瞬时属性分析技术、非均质性刻画技术。（发明专利： ZL20111015 4420.2， ZL201110134352.2； SCI 论文 11 篇） 3、提出了基于相空间特征参数计算 Q 值新方法。（发明专利： ZL201310300942.7， ZL201310044384.2； SCI 论文 15 篇）
2. 王大兴，排名 2，副院长，教授级高工，工作单位：中石油长庆油田分公司，完成单位：中石油长庆油田分公司，是该项目主要负责人，主要对该项目进行理论方法应用验证及实际生产井位部署工作，提出了 Q 随入射角的变化进行流体检测的研究思路，完成了长庆油田生产中的研究与应用工作： 1、应用非平稳地震记录相对保幅高分辨处理方法在黄土塬区提高地震视主频，识别了岩性油气藏 5—8 米薄的储层。 2、 2008—2014 年负责完成叠前角度域吸收衰减地震测线处理解释 10028 公里，运用叠前 Q 值方法技术预测井位 149 口，预测储层含油气性符合率比运用其它方法在提高 10%以上。对项目在长庆油田生产中提高钻井成功率、资源勘探和储量落实产生经济效益做出了的贡献，获得发明授权专利 3 项（ZL201310300942.7， ZL201310044383.8， ZL201310044384.2），发表论文 8 篇。
3. 张金淼，排名 3，地球物理总师，教授级高工，工作单位：中海油研究总院，完成单位：中海油研究总院，是该项目主要负责人，在国家重大科技研究实施过程中，指导了项目技术的工程化研究，通过模型、试验数据的验证，验证了项目技术的适应性与有效性，为项目技术应用指明了明确的方向。指导了项目技术的优化完善，组织研究队伍开展了项目技术向海油解释软件平台 Mias 中的集成，完成了技术方法的实用化转换，是该项目物理小波的地震瞬时频率分析技术工程化的完成人之一。组织完成了软件平台的推广。着眼于我国近海个海域、海油各分公司在生产实践中遇到岩性油气藏地球物理勘探难题，积极主导技术应用工作，优选出各种靶区进行技术应用和实验，在应用中不断优化完善技术，保证了技术的有效性，有效解决了海油油气地震勘探难题。支撑材料：专利 ZL201110154420.2。
4. 彭济根，排名 4，院长，教授，工作单位：西安交通大学，完成单位：西安交通大学，是该项目主要负责人，参加高静怀教授主持的国家自然科学基金重大项目，作为副组长（高静怀教授为组长）负责中海油的油气重大专项、长庆油田的示范工程子课题。本人主要负责课题研究中的数学理论及算法研究，建立了反问题中基于变指标 Besov 空间理论，通过推广贝叶斯公式，提出了一种融合黄土沉积层与盐体的地震波反演新模型，更真实地刻画了岩性的精细特征。发表与该项目有关的 SCI 论文 3 篇。
5. 赵伟，排名 5，教授级高工，工作单位：北京易源兴华软件有限公司，完成单位：中海油研究总院，是该项目主要负责人，面对海上储层地震研究的需求和难点，设计了该项目在课题中的研究目标与研究思路，制定了切实可行的实施方案。研究过程中有机地将前沿的技术引领到项目的研究之中，引领了该项目技术研究的发展方向，是该项目高分辨率处理、不连续检测工程化的完成人之一。在确保研究成果产出基础上，着眼于我国近海个海域、海油各分公司在生产实践中遇到岩性油气藏地球物理勘探难题，领导了实际生产难题的技术应用实践，为技术应用推广提供了示范。支撑材料：专利 ZL201110053739.5、ZL201110134352.2
6. 陈文超，排名 6，教授，工作单位：西安交通大学，完成单位：西安交通大学，是该项目主要负责人，与项目组成员合作，以匹配地震子波为准则的地震信号相空间表示理论为指导，研发了基于物理小波的频谱成像技术、基于一维物理小波变换的瞬时属性分析技术、基于高维物理小波标架变换的非均质性刻画技术等，大幅度提高了强非均质岩性油气藏描述和识别精度（ ZL201110134352.2， ZL201110154420.2）；实现了一种具有边缘保持性能的 3D 随机噪声衰减滤波器。该滤波器从根据梯度结构张量对地层结构特征的分析，较好地保护有效信号和断层、裂缝等边缘结构。基于该项技术为该项目提供高信噪比实际数据（ ZL201310272387.1）；发明了一种基于 Hilbert-Huang 变换的高精度地震资料瞬时频率估计方法，可以较好的预测储层厚度的变化（ ZL201110332073.1）

7. 汪玲玲, 排名 7,, 副教授, 工作单位: 西安交通大学, 完成单位: 西安交通大学, 是该项目主要负责人。面对海上储层地震研究的需求和难点, 设计了该项目在课题中的研究目标与研究思路, 制定了切实可行的实施方案。研究过程中有机地将前沿的技术引领到项目的研究之中, 引领了该项目技术研究的发展方向, 是该项目高分辨率处理、不连续检测工程化的完成人之一。在确保技术研究成果产出基础上, 着眼于我国近海个海域、海油各分公司在生产实践中遇到岩性油气藏地球物理勘探难题, 领导了实际生产难题的技术应用实践, 为技术应用推广提供了示范。支撑材料: 专利 ZL201110053739.5、ZL201110134352.2。
8. 张盟勃, 排名 8,, 工程师, 工作单位: 中石油长庆油田分公司, 完成单位: 中石油长庆油田分公司, 是该项目主要负责人。该项目中主要针对黄土塬区油气储层预测技术, 完成长庆油田的油气勘探实际生产应用工作。通过相对保幅高分辨率处理进一步提高黄土塬区油气勘探目的层的分辨率, 应用相空间多属性分析等技术, 预测储层的含油气性, 提供钻探井位, 完成长庆油田地质储量任务的提交。
9. 翁斌, 排名 9,, 高级工程师, 工作单位: 中海油研究总院, 完成单位: 中海油研究总院, 是该项目主要负责人。在课题实施期间, 具体负责开展了项目技术的工程化研究, 通过实际数据和模型数据的分析, 对项目技术的特点进行了研究和对比, 得出了比较深入的认识, 为项目技术的发展发挥了重要作用。具体实施了项目技术的优化完善, 开展了项目技术的集成, 完成了技术方法的实用化转换, 是该项目高分辨率处理、不连续检测技术工程化应用的完成人之一。具体实施了项目技术的生产应用支持, 完成了诸如渤海 KL10-1 强非均质性河流相储层预测、南海 PY35-2 高难度岩性油气藏烃类预测等一批生产技术支持工作, 促进了项目技术的生产应用水平。支撑材料: 专利 ZL201110053739.5、ZL201110134352.2。
10. 王永刚, 排名 10,, 工程师, 工作单位: 中石油长庆油田分公司, 完成单位: 中石油长庆油田分公司, 是该项目主要负责人。该项目中主要针对上古生界天然气储层预测技术, 完成长庆油田的实际生产应用工作。通过相对保幅高分辨率处理进一步提高上古生界目的层反射的分辨率。在此基础上, 确定了地震响应特征, 为有效储层的预测提供依据。应用相空间多属性分析等技术, 预测储层的含气性, 提供钻探井位, 完成苏里格地区及鄂尔多斯盆地南部的天然气地质储量提交任务。

主要完成单位及创新推广贡献:

第一完成单位：西安交通大学

该项目技术创新工作主要由西安交通大学负责完成，在项目实施过程中，单位主要贡献如下：联合中海石油研究中心中海油田服务股份有限公司和中国石油大学（北京）等单位组建“海洋石油勘探国家工程实验室”，为本课题产学研结合研究，特别是与业内其他优势单位的合作提供了很好的平台。十余年来实验室相继配置并行计算系统 2 套、GPU 服务器 1 套，辅助设备 25T 光网络磁盘阵列，多台高端工作站及高性能微机。实验室装配有 GEOEAST 等地震处理解释平台以及大量应用软件，构成了地震资料常规处理能力和地震资料处理模块科研开发的基础环境。这些基础设施和资源为该项目研究的开展提供了良好的平台。为充分保证项目研究人员的研究时间，提供良好的工作环境，学校在教学工作考核上给予一定的倾斜，同时在工作环境中尽量将参加课题人员的办公地点集中，以促进交流和探讨。西安交通大学购买了 AIAA、ASME、IEEE、Springer Link, Elsevier、PQDT、SPIE、Science Online 等许多优质的电子学术文献数据库，为项目研究人员查阅资料提供了方便。

第二完成单位：中石油长庆油田分公司

本单位是该项目的主要完成单位之一，是该项目理论与技术研究应用于生产的承担方，在该项目实施过程中，组织了强有力的科研团队，在承担并完成了国家重大专项《鄂尔多斯盆地大型低渗透岩性地层油气藏开发示范工程》等相关工作中，支持西安交通大学项目组承担“十一五”子课题《含气砂岩储层地震综合预测技术方法》、“十二五”子课题《致密气层局化相空间预测方法研究》等项目。组织该项目理论、方法和技术在长庆油田油气勘探开发生产中的大规模推广应用，并发挥了重要的支撑作用。2012—2014 年完成了苏里格气田 530 余平方公里的局化相空间属性分析方法应用，2008—2014 年完成负责完成叠前角度域吸收衰减地震测线处理解释 10028 公里，运用叠前 Q 值方法技术预测井位 149 口。在鄂尔多斯盆地黄土塬油气勘探区实验并验证了非平稳地震记录相对保幅高分辨处理方法。为该项目理论方法的生产力转换创造了有利条件，使该项目技术成果在长庆油田公司油气勘探开发生产中提高钻井成功率、资源勘探和储量落实产生 32.15 亿元的经济效益做出了突出的贡献。投入人员 10 人，集团专家及长庆油田公司首席 1 人，长庆油田公司专家 2 人，其中博士 1 人、硕士 5 人，本科 4 人。提供 42 节点的集群并行计算机系统等设备二十余台，软件十余套。

第三完成单位：中海油研究总院

中海油研究总院是该项目的主要完成方之一，是该项目理论与技术研究中依托的三个国家课题的牵头单位。在该项目实施过程中，组织了强有力的科研团队，参与完成了该项目的设计、实施、成果转化和推广应用等相关工作。完成了该项目技术的应用验证实验，通过工程化研究与软件系统集成，形成了具有商业运用价值的能够解决实际生产难题的薄互层检测技术系统、河流相储层预测技术系统、复杂岩性油气检测技术系统，为该项目技术的应用提供了强有力的支撑。应用该项目的理论方法和技术完成了 400 余平方公里的渤海河流相储层预测工作，完成了中海油海外 1000 余平方公里岩性油气藏储层预测工作，完成了近 900 平方公里高难度岩性油气藏烃类预测的工作。实践表明，该项目技术具有分辨率高、预测置信度高的特点。支持开展了该项目研究成果的推广，完成了中海油四大地区分公及两个油田技术服务公司的技术推广应用工作，实现了技术向生产力的转换，为我国海上油气增储上产提供了有力的技术支持。研究总院投入人员 25 人，其中总院级专家 2 人、首席 2 人、博士 13 人、硕士 8 人。提供 188 节点的集群并行计算机系统等设备 87 台，软件 22 套。

完成人合作关系说明:

该项目由三个团队密切合作完成。项目第一完成人高静怀为西安交通大学电子与信息工程学院教授，与第六完成人陈文超、第七完成人汪玲玲同属于一个科研团队，长期以来一直保持密切的合作关系，并长期致力于油气地震信号识别的理论与方法技术研究。上述几位完成人之间围绕着关键问题进行分工协作，高静怀与汪玲玲合作研究地震记录的变子波模型及保幅高分辨处理，获授权发明专利一项，合作代表性论文四篇。高静怀与第七完成人合作，完成了基于三参数小波定性吸收估计、基于广义 S 变换层序方法等。合作代表性论文三篇，授权发明专利一项。与第四完成人长期合作，从事反问题的理论与方法研究，合作代表性论文三篇。

高静怀团队与王大兴（第二完成人）团队（第八完成人张盟勃、第十完成人王永刚等）从 2005 年至今，团队参加长庆的十一五、十二五示范工程项目及承担横向课题四项。在合作中，高静怀团队负责地球物理理论与方法研究、王大兴团队负责地质解释，两个团队合作将研制的技术用于石油天然气探测。共同发表文章六篇，获授权专利四项。

高静怀与张金淼（第三完成人）团队（第五完成人赵伟、第九完成人翁斌等）两个团队同属于“海洋石油勘探国家工程实验室”主力团队。高静怀团队自 2005 年来参加中海油主持的十一五、十二五国家油气重大专项项目，国家 863 项目及承担“海洋石油勘探国家工程实验室”自由探索项目。在这些项目中，高静怀团队侧重理论方法研究，张金淼团队侧重软件集成、及目标区应用等。共同发表文章十篇，获授权专利三项，获软件著作权五项。