

2023 年国家科技进步奖拟提名项目公示材料

项目名称	五维地震数据解释关键技术及工业化应用			
提名者	中国科学技术协会			
主要完成人情况				
第 1 完成人	姓名	印兴耀	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学(华东)	工作单位	中国石油大学(华东)
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主持五维地震数据解释关键技术及工业化应用项目，负责项目总体技术路线、关键技术研究方案的制定和实施，对创新点 1、2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）主持并创建了全方位递进式五维地震数据处理与道集生成技术，建立了高品质五维地震道集生成技术流程与处理规范；（2）提出了各向异性多参数五维地震预测理论，解决了复杂裂缝型储层地震预测难题，（3）开展了多维多级数据融合的五维地震综合解释技术应用研究。（4）解决了核心技术研究、综合应用和软件工业化推广中的重要技术问题。</p>			
第 2 完成人	姓名	宗兆云	行政职务/技术职称	地球科学与技术学院 副院长/教授
	完成单位	中国石油大学(华东)	工作单位	中国石油大学(华东)
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 1, 2, 3 具有重要贡献，具体表现在：（1）开展了不同类型裂缝储层的各向异性岩石物理实验，揭示了岩石各向异性与矿物组分、孔隙隙及流体等之间的映射关系；（2）创建了不同类型介质五维地震反射特征解析方法，研发了方位振幅差异与逐级扰动的五维地震数据参数预测技术，并编制了相应的基础软件。（3）创新了复杂裂缝型储层多尺度裂缝五维地震预测技术，提高了复杂裂缝系统的地震预测精度，并编制了相应的基础软件。</p>			
第 3 完成人	姓名	刘定进	行政职务/技术职称	副院长/高级工程师
	完成单位	中石化石油物探技术研究院有限公司	工作单位	中石化石油物探技术研究院有限公司
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 1、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）创建了复杂裂缝型储层高精度地震波场模拟方法，分析了各向异性地震波在不同方位的解耦传播特征；（2）发展了各向异性介质的深度域全方位速度建模及深度偏移技术，提高了五维地震数据处理效率；（3）参与研发了复杂油气储层可压裂性评价五维地震数据解释技术。</p>			
第 4 完成人	姓名	高建虎	行政职务/技术职称	所长/高级工程师
	完成单位	中国石油集团西北地质研究所有限公司	工作单位	中国石油集团西北地质研究所有限公司
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）开展了针对中西部地区多种类型裂缝储层的方位地震响应特征分析，创新了复杂各向异性介质五维地震参数化方法；（2）开展了裂缝型储层五维地震预测技术在中西部复杂裂缝型油气藏中的应用推广，分析了方法技术的适用性。（3）参与研发了地震几何属性多维智能融合技术和断裂系统预测技术。</p>			
第 5 完成人	姓名	张峰	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学（北京）	工作单位	中国石油大学（北京）

	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）提出了基于弹性阻抗张量的各向异性介质多级参数扰动地震正演方程，创新了正演算子参数化构建模式，实现了页岩、变质岩、碳酸盐岩各向异性三维地震直接反演；（2）创新了基于“矿物组分+弹性参数”的脆性评价方法和基于马尔科夫随机场地质约束的地应力地震预测方法，参与建立了多类型复杂油气藏三维地震数据多级多维智能融合技术，实现复杂储层可压裂性评价和三维地震定量解释。</p>			
第 6 完 成人	姓名	张广智	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）推导了适用于 HTI、TTI 和 OA 介质的多组地震反射系数方程，提出了基于傅里叶级数的各向异性介质逐级扰动地震正演方程及预测优化算法，实现了致密砂岩、页岩、变质岩、碳酸盐岩各向异性三维地震直接预测；（2）创新利用物理知识内嵌的人工智能技术实现地震几何属性多维融合技术和大尺度裂缝预测方法，参与建立了多类型复杂油气藏三维地震数据多类多级多维智能融合技术，实现复杂储层多尺度裂缝和可压裂性地震定量解释。</p>			
第 7 完 成人	姓名	曹丹平	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）参与推导了适用于不同各向异性介质的多组地震反射系数方程，解析了致密砂岩、页岩、变质岩、碳酸盐岩等多类型各向异性储层三维地震反射机制；（2）参与建立了耦合物理知识内嵌的多类型复杂油气藏三维地震数据多类多级多维智能融合技术，开展了该技术在西部新区、超深层碳酸盐岩及深水潜山储层预测中的应用。</p>			
第 8 完 成人	姓名	李坤	行政职务/技术职称	副教授
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2、3 具有重要贡献，具体表现在：（1）建立了适用于 HTI、TTI 介质的裂缝孔隙型储层三维地震参数预测方法；（2）提出了多重孔隙型油气储层参数的三维地震概率化预测方法；（3）创新了岩/流体相驱动下各向异性储层参数三维地震稳定预测技术。</p>			
第 9 完 成人	姓名	秦宁	行政职务/技术职称	研究员
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 1,2 具有重要贡献，具体表现在：（1）参与创建了不同类型各向异性介质的速度建模及全方位各向异性叠前深度偏移技术；（2）参与开展了三维地震数据参数预测技术在东部老区复杂裂缝型储层中的推广应用，大幅度提高了储层参数预测精度，为东部老区复杂油气储层的勘探开发提供了技术支持。</p>			
第 10 完 成人	姓名	张奎	行政职务/技术职称	高级工程师
	完成单位	北京普瑞斯安能源科技有限公司	工作单位	北京普瑞斯安能源科技有限公司
	<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 3 具有重要贡献，具体表现在：（1）参与建立了耦合物理知识内嵌的不同类型复杂裂缝储层三维地震数据多类多级多维智能融合技术，开展了多尺度裂缝和可压裂性评价方法在东部老区、超深层碳酸盐岩、潜山变质岩、深层页岩储层预测中的应用。</p>			

主要完成单位情况		
第一完成单位	单位名称	中国石油大学（华东）
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>中国石油大学（华东）作为第一完成单位，持续开展了基础理论、关键技术及工业化软件攻关，指导了研究成果在国内外多个含油气区块的推广应用，为本项目做出以下贡献：1、提出了“五维地震数据”理念，创新了全方位递进式五维地震数据处理与道集生成技术，实现了数据结构由“点”到“面”到“体”的跨越，创新了不同类型各向异性介质的高精度地震波场模拟及五维地震数据生成技术，揭示了五维地震数据处理与解释的物理机制；2、突破三维地震参数预测理论范畴，建立了不同类型复杂油气储层五维地震数据参数稳定预测技术，形成了储层特征参数五维地震预测技术，实现了各向异性地震预测从理论到实际工业化应用的跨越；3、创建了五维视域地震几何属性智能融合技术，创建了不同类型裂缝储层多尺度裂缝五维地震预测技术，实现了多尺度裂缝系统五维地震高精度预测，研发了复杂油气储层可压裂性五维地震预测技术系列。4、自主研制多套专有软件，并在渤海湾、松辽、四川、准噶尔、塔里木、鄂尔多斯、东海、珠江口等区块进行了工业化推广应用，经济社会效益显著。中国石油大学（华东）对五维地震数据解释关键技术及工业化应用的创新性研究及其技术体系的形成做出了主要贡献。</p>	
第二完成单位	单位名称	中石化石油物探技术研究院有限公司
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>中石化石油物探技术研究院有限公司作为项目第二完成单位，为本项目做出以下贡献：1、参与了建立了适用于碳酸盐岩、致密砂岩、非常规页岩等裂缝型储层的各向异性地质、地震模型及地震波场解耦表征方法，参与研发了方位递进式五维地震数据处理与道集生成技术；2、参与研究了不同类型复杂油气储层五维地震预测及多级多维信息融合的五维地震综合解释技术，参与工业化软件开发，部分特色功能模块集成到地震数据处理与解释软件系统；3、负责项目整体技术在我国各大油田的推广与实施，特色技术模块多家油田单位进行了推广应用，在致密砂岩、碳酸盐岩及页岩等裂缝型储层地震预测领域取得了较好的应用效果，经济效益显著。中石化石油物探技术研究院有限公司对五维地震数据解释关键技术及工业化应用项目及其在油田企业的工业化应用做出了重要贡献。</p>	
第三完成单位	单位名称	中国石油集团西北地质研究所有限公司
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>中国石油集团西北地质研究所有限公司作为项目第三完成单位，为本项目做出以下贡献：1、建立了方位弹性阻抗的复杂裂缝介质模型参数化方法，参与研发了各向异性介质方位振幅差异五维地震数据参数预测技术。2、参与研究了海量数据多维度信息融合的五维地震裂缝解释方法，通过四川盆地、鄂尔多斯盆地、柴达木盆地及松辽盆地的实际资料处理与交互验证，提升了方技术实用性和稳定性；3、负责五维地震数据解释关键技术在中石油西南、长庆、青海、吉林等多个油气田勘探开发项目中推广应用工作，建立了适用于四川盆地、鄂尔多斯、柴达木、松辽盆地等多个油气区块的的方位地震响应分析方法及五维地震预测技术，提高了复杂油气储层五维地震数据解释精度，发展了不同类型储层地应力分布的地震刻画、脆性特征估计及可压裂性评价等五维地震数据解释技术系列，推动了多级多维信息融合的可压裂性五维地震预测技术的工业化应用。中国石油集团西北地质研究所有限公司对五维地震资料解释关键技术及工业化应用项目及其在油田企业的工业化应用做出了重要贡献。</p>	

第四完成单位	单位名称	中国石油大学（北京）
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>中国石油大学（北京）作为项目第四完成单位，为本项目做出以下贡献：1、参与研究多维度信息融合的多尺度裂缝五维地震预测技术，并在技术推广应用中测试分析了技术实用性与局限性；2、参与研究各向异性介质五维地震数据参数预测技术，提出了基于弹性阻抗张量的各向异性介质多级参数扰动地震正演方程及模型参数化方式，实现了页岩、变质岩和碳酸盐岩等复杂储层的各向异性五维地震直接预测；3、创新了基于“矿物组分+弹性参数”的脆性评价方法和基于马尔科夫随机场地质约束的地应力地震预测方法，形成了复杂油气储层地应力的五维地震定量解释技术，在我国页岩油气勘探评价中取得了良好的应用效果。中国石油大学（北京）对五维地震数据解释关键技术及工业化应用研发方面做出了重要贡献。</p>	
第五完成单位	单位名称	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司作为项目第五完成单位，为本项目做出以下贡献：1、参与发展了包含“空间三维、入射角和方位角”信息的各向异性地震波传播理论，揭示了裂缝型储层五维地震数据处理与解释的物理机制，参与创建了360°全方位递进式五维地震数据处理与道集生成技术，实现了数据结构由“线”、“面”到“体”的跨越，并将该技术及软件模块在渤海湾盆地的五维地震数据处理中进行应用。中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司对五维地震数据解释关键技术及工业化应用研发方面做出了重要贡献。</p>	
第六完成单位	单位名称	北京普瑞斯安能源科技有限公司
	<p>对本项目技术创造性的贡献：</p> <p>北京普瑞斯安能源科技有限公司作为项目第六完成单位，为本项目做出以下贡献：1、参与研发复杂油气储层多尺度裂缝参数及地应力参数的五维地震预测技术；2、参与研发了页岩储层裂缝参数的五维地震预测技术，包括：基于各向异性介质傅里叶级数分解的页岩储层裂缝预测技术、页岩储层水平应力宽方位地震预测技术等；3、负责相关技术在长宁页岩气、四川页岩气等多个油气田勘探开发项目中应用，建立了适用于页岩气多尺度裂缝的五维地震数据预测技术；4、创新了叠后各向异性扩散滤波断层增强处理、多方位地震属性融合机器学习的综合解释算法及复杂裂缝储层五维地震预测技术，并在我国多个页岩气区块取得良好的应用效果，为方法的稳定性测试及实用性测试奠定了基础。北京普瑞斯安能源科技有限公司对五维地震数据解释关键技术及工业化应用研发方面做出了重要贡献。</p>	

主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准编号)	授权(标准 发布)日期	证书编号 (标准批准 发布部门)	权利人(标 准起草单 位)	发明人(标 准起草人)	发明专利 (标准)有效 状态
其他	页岩油气地球物理预测理论与方法	中国	ISBN: 978-7-5183-3998-3	2021 年 3 月	石油工业出版社	中国石油大学(华东)	印兴耀	其他有效知识产权
论文	地震岩石物理驱动的裂缝预测技术研究现状与进展(I)——裂缝储层岩石物理理论	中国	DOI: 10.3969/j.issn.1000-1441.2022.02.001	2022 年 3 月 25 日	石油物探	中国石油大学(华东)	印兴耀, 马正乾, 向伟, 宗兆云	其他有效的知识产权
论文	地震岩石物理驱动的裂缝预测技术研究现状与进展(II)——五维地震裂缝预测技术	中国	DOI: 10.3969/j.issn.1000-1441.2022.03.001	2022 年 5 月 25 日	石油物探	中国石油大学(华东)	印兴耀, 马正乾, 宗兆云, 商硕	其他有效的知识产权
论文	Effect of Stress on Wave Propagation in Fluid-Saturated Porous Thermoelastic Media	荷兰	DOI: 10.1007/s10712-022-09743-y	2022 年 11 月	Surveys in Geophysics	中国石油大学(华东)	宗兆云, 陈卓斌, 印兴耀, 李坤	其他有效的知识产权
发明专利	基于构造应变的水平主应力确定方法、装置及存储介质	中国	ZL202110447577.7	2022 年 12 月 9 日	第 5633178 号	中国石油大学(华东)	印兴耀, 商硕, 宗兆云, 郎堃, 马正乾	有效专利
发明专利	一种各向异性介质地震反射特征方程建立方法	中国	ZL201810725286.8	2019 年 10 月 1 日	第 3548339 号	中国石油大学(华东)	宗兆云, 纪利祥, 印兴耀	有效专利
发明专利	一种基于方位弹性阻抗差异奇异值分解的裂缝密度及方向预测方法及系统与应用	中国	ZL202010682778.0	2021 年 12 月 7 日	第 4839301 号	中国石油大学(华东)	张广智, 李林, 张佳佳, 王保丽, 赵晨, 周游, 印兴耀	有效专利
发明专利	OVT 域数据转换成方位角度域成像道集的方法及系统	中国	ZL202010529547.6	2022 年 2 月 11 日	第 4927694 号	中国石油大学(华东)	曹丹平, 朱兆林, 梁锴	有效专利
计算机软件著作权	非常规油气储层可压裂性地震评价软件系统 V1.0	中国	2020SR0268415	2020 年 3 月 18 日	软著登字第 5147111 号	中国石油大学(华东)	印兴耀等	其他有效的知识产权
计算机软件著作权	非均质储层砂体五维地震识别软件系统 V1.0	中国	2020SR0268425	2020 年 3 月 18 日	软著登字第 5147121 号	中国石油大学(华东)	印兴耀等	其他有效的知识产权