

山东省技术发明奖拟提名项目公示材料

项目名称	深层高温高压油气藏地震波智能探测一体化技术体系及工业应用
提名者	中国石油大学（华东）
提名意见	我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。 中浅层油气进入高成熟勘探阶段，向深层进军是保障我国油气安全的战略选择。我国深层油气地质条件高度复杂，普遍高温高压，已有地震勘探理论技术未考虑温压耦合作用，高温高压地震波探测的理论和技术国内外长期处于空白，超深储层岩性、物性和流体预测是世界级难题。本项目在国家科技部、中科院先导专项、自然科学基金委和石油公司等持续支持下，自主设计研制了全球首个超高温（300℃）、超低频（0.0001Hz）、跨频段（0.1mHz-1MHz）高温高压地震岩石物理实验平台，原创地质过程和流体相态约束的高温高压地震实验技术，实现超深层原位条件测试；创立了高温高压非线性地震波传播理论及知识体系，为研发超深储层岩性、物性和流体预测技术提供理论支撑；构建了深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术体系，实现了深层地层压力和温度非线性反演、温压条件岩性物性预测及流体识别，获得了全球首张地震反演温度剖面，反映了8千米超深层原位热液分布。项目取得了原创性重大理论和技术突破，形成了国内外唯一的深层高温高压油气藏地震探测：实验装备、理论方法、技术软件、应用示范的一体化研究和人才培养体系，使中国成为目前全球范围内唯一具备完备的深层高温高压地震勘探理论技术的国家。研发的一体化技术软件列装了中石油、中石化和中海油的相关技术平台，推广应用于塔里木盆地、四川盆地、渤海湾盆地、南黄海海域及海外圭亚那盆地，取得了显著的经济和社会效益。
提名等级	一等奖
项目简介	
我国中浅层油气进入高成熟勘探阶段，向深层进军是保障油气安全的战略选择。我国深层油气地质条件高度复杂，普遍高温高压，已有地震勘探理论技术未考虑温压耦合作用，深层油气地震勘探面临重大挑战：温压驱动的储层裂缝变形、油气相态演化、流-固耦合等非线性弹性效应，地震波响应机理不清。理论和技术国内外长期处于空白，超深储层岩性、物性和流体预测是世界级难题，生产上普遍发生将水层误判为气层，严重制约我国深层油气勘探进程。 针对高温高压地震勘探这一全新领域，在国家科技重大专项、中科院战略先导专项、基金重点等项目的持续支持下，本项目采取实验装置研制→实验技术创新→温压效应解析→本构关系厘定→波动方程构建→数值仿真验证→非线性智能预测的攻关路线，通过强化基础研究、关键技术研发和应用示范，自主设计研制了全球首个超高温、跨频段地震岩石物理实验平台，创立了高温高压非线性地震波传播理论及知识体系，研发了超深油气藏非线性地	

震智能预测技术。项目取得了原创性重大理论和技术突破，为我国深层油气勘探提供了关键技术支撑。

1. 自主设计研制全球首个超高温(300℃)、超低频(0.0001Hz)、跨频段 (0.1mHz-1MHz) 高温高压地震岩石物理实验平台，实现超深层原位条件测试

针对我国超深油气普遍超高温(>200℃)，已有实验装备指标不足(<175℃)，难以实现高温高压跨频段联测，本项目提出了高温与低温实验分离设计新模式，实现了 300℃、200 MPa 温压条件岩石波速和衰减测量；原创地质过程和流体相态约束的高温高压地震实验技术。实验指标、功能和技术处于国际领先水平。

2. 创立了高温高压非线性地震波传播理论及知识体系，取得了原创性重大理论突破，为研发超深储层岩性、物性和流体预测技术提供理论支撑

针对高温高压介质地震波传播理论空白，提出了高温高压声-热-孔弹非线性地震波传播理论，构建了温压耦合的本构关系、波动方程、反射/透射公式等完整知识体系，揭示温压耦合等效、相长、相消的弹性效应，阐明了塔科 1 井 8 千米以深气/水差异地震响应特征，近五年发表 SCI 论文百余篇，构筑了全球首个高温高压地震勘探理论研究阵地。

3. 发明了深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术，取得了原创性重大技术突破，解决了深层油气藏地震勘探重大技术难题

创建了从温压耦合约束的双孔岩石点建模、测井线建模、地震面建模、声-热-孔弹 AVO 反演到非线性地震智能预测的技术体系，实现了深层温压非线性预测、温压条件岩性物性反演及流体识别，开创了国内外高温高压油气藏地震预测的先河，获得全球首张地震反演高分辨、高清晰温度剖面，反映了 8 千米超深层原位热液分布。

项目授权发明专利 60 件、软件著作权 15 件；培养国家级人才 7 人次、博士后 8 人、研究生 62 人，形成了深层高温高压油气藏地震勘探：实验、理论、技术、软件、应用一体化研究与人才培养体系，使中国成为目前全球唯一具备高温高压地震勘探理论技术的国家。大型软件推广到塔里木盆地、渤海湾盆地及海外圭亚那盆地，近两年新增销售额 18.22 亿元，实现利润 8.66 亿元。

主要完成人情况				
第 1 完成人	姓名	符力耘	行政职务/技术职称	无/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）
	对本项目技术创造性贡献： 项目第一完成人，对发明点 1、2、3 均有贡献。作为项目负责人，提出深层高温高压油气藏地震波智能探测一体化技术体系总体思路，组织完成超高温、超低频、跨频段地震岩石物理实验平台研制，突破超深层原位温压条件测试难题；创立高温高压非线性声弹、孔声弹、热弹及孔声热弹理论体系，揭示温度、压力、裂缝、孔隙流体及流体相态共同作用下的地震波响应机理；研发温压耦合岩石物理建模、非线性 AVO 反演和地震智能预测技术，推动成果在塔里木、胜利油田等深层油气藏中规模化应用。发表论文 100 余篇，授权发明专利 30 余项，登记软件著作权 10 余项。			
第 2 完成人	姓名	袁海涵	行政职务/技术职称	研究室经理/副研究员
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院

	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 2、3 有贡献。作为油田物探应用骨干，参与深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术的工业化应用与质量控制，主要承担胜利油田深层复杂目标区地震资料处理解释、岩石物理约束反演及井震验证工作。针对深层砂砾岩体、红层及超深层目标储层非均质强、地震响应弱、流体识别难等问题，推动温压约束岩石物理建模、地震属性优选、非线性反演和有利目标预测技术在实际区块落地应用。			
第 3 完成人	姓名	徐凯驰	行政职务/技术职称	总工程师/高级工程师
	完成单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司	工作单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。作为塔里木盆地超深层应用骨干，参与塔里木超深层典型岩样、测井、地震及试油资料整理分析，协助开展高温高压岩石物理实验设计、实验结果解释和现场应用验证。围绕克深裂缝砂岩、迪北致密砂岩以及富满、满深、果探等超深层碳酸盐岩储层，推动项目实验成果和非线性地震智能预测技术应用于超深层储层识别、流体判别和有利目标评价。			
第 4 完成人	姓名	周红科	行政职务/技术职称	副厂长/高级工程师
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。作为采油厂现场应用负责人之一，主要参与项目成果在深层潜山油气藏开发评价中的应用推广，组织开展储层地质认识、井位部署、生产动态验证和应用效果评价。参与建立地震预测结果与有效储层、流体性质及产能响应之间的对应关系，支撑潜山内幕储层精细刻画、有利目标优选和产能建设，为项目技术形成工业应用效果作出了重要贡献。			
第 5 完成人	姓名	武群虎	行政职务/技术职称	无/高级工程师
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。主要负责高温高压地震智能预测技术在中石化相关技术平台的系统集成与列装实施工作。参与了深层高温高压油气藏温度、压力反演成果在中石化探区的现场验证与精度评估工作，为技术成果的规模化推广应用提供了重要的工程实践支撑。			
第 6 完成人	姓名	杨海迪	行政职务/技术职称	无/助理研究员
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 2 有贡献。作为项目理论研究骨干，系统开展高压非线性声弹、孔声弹及裂缝岩石应力敏感波传播理论研究，参与建立温压耦合条件下非线性本构方程、动力学方程、反射/透射方程和 AVO 响应分析方法。揭示了压力和温度作用下波速、衰减及叠前响应变化机理，为高温高压岩石物理建模、流体识别和非线性地震反演提供了关键理论支撑。			
第 7 完成人	姓名	李大军	行政职务/技术职称	地球物理部主任/高级工程师
	完成单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司	工作单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司

	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。作为塔里木油田现场应用骨干，主要参与深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术在塔里木盆地超深层储层中的应用验证。组织和参与岩心、测井、地震及试油资料对比分析，推动温压约束岩石物理建模和流体识别成果用于有利目标评价、储层预测和井位部署，为项目技术在超深层油气勘探中的工业应用提供了现场支撑。			
第 8 完 成人	姓名	袁三一	行政职务/技术职称	无/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）
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。主要负责深部油气智能探测技术研究。研发数据和模型联合驱动的地震资料高分辨率处理、地震相解释和储层预测以及基于岩石物理的裂缝定量预测等关键技术，推动了深部油气资源的应用落地。			
第 9 完 成人	姓名	罗平平	行政职务/技术职称	科室经理/副研究员
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。作为物探院地震资料处解释骨干，主要参与项目成果在胜利油田深层复杂目标区的工业应用。推动深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术形成可推广的应用流程，为胜利油田深层油气藏勘探评价和目标优选提供技术支撑。			
第 10 完 成人	姓名	杨彬	行政职务/技术职称	所长/高级工程师
	完成单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂	工作单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。作为采油厂现场解释与开发应用骨干，主要参与深层潜山油气藏非线性地震智能预测技术的应用和效果评价。开展地震预测成果与钻井、测井、试油及生产动态资料的综合对比，验证项目技术在有效储层识别、流体判别和井位优选中的应用效果，支撑深层潜山油藏滚动评价和产能建设。			
第 11 完 成人	姓名	唐跟阳	行政职务/技术职称	副院长/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）
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 2 有贡献。作为地震岩石物理建模研究骨干，主要参与高温高压非线性地震波传播理论及模型构建工作，协助完善高温高压条件下岩石物理模型的理论基础，为项目非线性地震预测技术提供了重要方法支撑。			
第 12 完 成人	姓名	韩同城	行政职务/技术职称	无/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）
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 1 有贡献。作为高温高压岩石物理实验研究骨干，主要参与超高温高压跨频段地震岩石物理实验平台建设和实验测试工作。围绕超深层原位温压条件，开展典型岩样在高温、高压及不同流体条件下的波速、衰减、动态模量和各向异性测试，形成支撑项目理论建模和流体识别的高温高压实验数据。			
第 13 完	姓名	巴晶	行政职务/技术职称	所长/教授

成人	完成单位	河海大学	工作单位	河海大学
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 2 有贡献。作为非线性岩石物理与孔弹理论研究骨干，主要参与高温高压条件下孔隙介质波传播和流固耦合机理研究。丰富了项目高温高压非线性地震波传播理论体系，为深层储层流体识别、地震反演和温压条件岩石物理建模提供了理论依据。			
第 14 完 成人	姓名	简世凯	行政职务/技术职称	项目副经理/高级工程师
	完成单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司	工作单位	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 3 有贡献。围绕超深层碳酸盐岩和碎屑岩储层，开展岩心、测井、地震和试油资料整理分析，参与温压条件岩石物理模板构建和流体识别结果验证，推动非线性地震智能预测技术服务于超深层有利目标评价和井位部署，为项目成果在塔里木超深层油气勘探中的推广应用作出了贡献。			
第 15 完 成人	姓名	李卿卿	行政职务/技术职称	无/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）
	对本项目技术创造性贡献： 项目主要完成人，对发明点 1 有贡献。作为高温高压地震岩石物理实验平台建设和测试骨干，主要参与超高温高压高频实验系统、低频动态实验系统及跨频段联测流程建设，为项目实验平台建设和高温高压实验技术形成作出了贡献。			
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）		
	对本项目技术创造性的贡献： 1、全面负责项目申报、总体设计、组织实施、研究攻关、过程监督、成果总结、材料凝练及验收评价； 2、提出“实验装置研制、实验技术创新、温压效应解析、本构关系厘定、温压耦合波动方程构建、数值仿真验证、非线性智能预测”的项目总体攻关路线，构建了深层高温高压油气藏地震波智能探测一体化技术体系； 3、自主设计研制了全球首个超高温、超低频、跨频段高温高压地震岩石物理实验平台，形成 300℃、200MPa、0.1mHz-1MHz 跨频段测试能力，提出高温与低温实验分离设计新模式，突破超深层原位条件下岩石波速、衰减和弹性参数测量难题； 4、原创地质过程和流体相态约束的高温高压地震实验技术，建立温度、围压、孔隙压力、流体性质及流体相态协同变化的实验流程，揭示深层储层温压演化、裂缝变形和油气水相态变化对地震响应的控制机制； 5、创立高温高压声-热弹非线性地震波传播理论及知识体系，构建从温压耦合本构关系、运动学方程、动力学方程到反射/透射和 AVO 方程的完整理论框架，揭示深层温压耦合等效、相长、相消的地震波响应机理； 6、研发深层高温高压油气藏非线性地震智能预测技术体系，形成双孔岩石点建模、测井线建模、地震面建模、声/热弹 AVO 反演和智能流体识别等关键技术，主持完成全球首张地震反演温度剖面； 7、负责项目核心软件、专利、论文、应用证明和成果推广的系统集成，统筹推动项目成			

	果在中石油、中石化、中海油相关技术平台及深层油气藏勘探开发实践中的应用。	
第二完成单位	单位名称	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院
	对本项目技术创造性的贡献： 1、作为项目主要应用与工程化验证单位，协助完成项目申报、研究组织、现场试验、成果总结、应用评价及验收支撑工作； 2、参与高温高压地震岩石物理实验平台工程化调试，协助解决实验装置在 300℃、200MPa 极端温压条件下的密封稳定性、信号采集可靠性、温压协同控制及实验数据质量控制等关键工程问题； 3、协助完成高频、低频跨频段测试系统的联合调试、指标验证和实验流程优化，推动实验平台从实验室研制向稳定测试和工程应用转化； 4、承担胜利油田深层复杂目标区地震资料处理解释、岩石物理约束建模、属性分析、叠前反演和井震一致性验证工作，为非线性地震智能预测技术体系的地震面建模和声/热弹 AVO 反演提供现场数据支撑； 5、针对胜利油田深层砂砾岩体、红层及潜山复杂储层预测难题，参与建立温压约束地震响应与储层岩性、物性、含油气性之间的对应关系，验证项目技术在深层储层预测和流体识别中的工程适用性； 6、推动项目成果与中石化物探生产流程、解释平台和现场应用场景对接，促进相关技术在中石化深层油气藏勘探评价中的推广应用。	
第三完成单位	单位名称	中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司
	对本项目技术创造性的贡献： 1、作为项目超深层典型应用单位，协助完成项目申报、研究实施、资料组织、现场验证、应用总结和验收支撑工作； 2、提供塔里木盆地超深层实际井区的地质、岩心、测井、地震、试油及生产动态资料，为项目高温高压岩石物理实验、理论模型标定和地震预测技术验证提供真实地质约束； 3、支撑克深裂缝砂岩、迪北致密砂岩以及富满、满深、果探等超深层碳酸盐岩储层的岩石物理建模和地震响应分析，推动项目技术在塔里木超深层复杂储层条件下开展验证； 4、协助完成双孔岩石点建模、测井线建模和地震面建模方法在塔里木超深层实际资料中的标定、修正和适用性评价，提高温压条件下岩性、物性及流体预测的可靠性； 5、参与验证非线性地震智能预测技术对超深层储层有效性、裂缝发育程度和油气水差异响应的识别能力，为塔里木盆地超深层有利目标评价和井位部署提供技术支撑； 6、推动项目成果与中石油超深层油气勘探开发技术需求对接，促进相关技术在塔里木盆地深层-超深层油气藏中的应用推广。	
第四完成单位	单位名称	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂
	对本项目技术创造性的贡献： 1、作为项目潜山高温高压油气藏现场应用单位，协助完成项目申报、现场部署、资料整理、应用验证、效果跟踪和效益统计等工作； 2、组织完成非线性地震智能预测技术在潜山高温高压油气藏中的部署调试，协助开展预测成果与地质认识、钻井结果、测井解释和生产动态资料的综合对比； 3、提供潜山高温高压油气藏现场地质、地震、测井、试油和开发生产资料，支撑项目技术在海洋复杂地质条件和深层潜山储层中的应用验证； 4、围绕潜山内幕储层非均质强、裂缝发育复杂、油气水关系识别难等问题，参与验证	

	项目技术在有效储层识别、流体判别、有利区预测和井位优选中的应用效果； 5、协助完成技术应用效果跟踪评价和经济效益统计，为项目成果形成可量化、可证明的工业应用成效提供现场依据； 6、推动项目成果在中石化海上及深层潜山油气藏勘探开发场景中的应用示范和技术推广。	
第五完成单位	单位名称	中国石油大学（北京）
	对本项目技术创造性的贡献： 1、协助完成项目申报、理论研究、模型构建、数值验证、成果总结和验收支撑工作； 2、参与高温高压非线性地震波传播理论研究，协助开展温压耦合本构关系、运动学方程和动力学方程的理论推导与物理解释； 3、围绕深层储层温度、压力、孔隙结构和裂缝发育共同作用下的弹性参数变化规律，协助开展岩石物理模型构建、敏感性分析和地震响应特征研究； 4、参与声弹、热弹及声-热弹耦合条件下波速、衰减和反射响应变化规律分析，为项目高温高压地震波传播理论知识体系的完善提供理论支撑； 5、协助开展相关理论模型的数值仿真和对比验证，为项目非线性地震智能预测技术中的岩石物理约束建模和反演参数优选提供方法支持。	
第六完成单位	单位名称	河海大学
	对本项目技术创造性的贡献： 1、协助完成项目申报、理论分析、模型验证、成果凝练和验收支撑工作； 2、参与深层储层高温高压条件下孔隙介质波传播、流固耦合及非线性弹性响应机理研究，为项目理论体系完善提供支撑； 3、协助开展孔声弹、孔热弹及温压耦合非线性模型分析，参与温压条件下岩石弹性参数、波速和衰减变化规律研究； 4、配合完成部分理论模型与实验、测井及地震资料的对比分析，为深层储层流体识别和岩石物理建模提供辅助验证； 5、参与相关论文、技术报告和成果材料整理，为项目高温高压地震波探测理论体系和智能预测技术的总结凝练提供支撑。	

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	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
国家发明专利	PHYSICAL EMBEDDED DEEP LEARNING FORMATION PRESSURE PREDICTION METHOD, DEVICE, MEDIUM AND EQUIPMENT	美国	US11630228B1	2023.04.18	US11630228B1	中国石油大学（华东）	符力耘、程逸凡、王志伟、简世凯、邓武兵	有效	是	是
国家发明专利	变化熱物性地震波伝播模擬方法、システム、及び機器	日本	JP7199132	2022.12.22	JP7199132	中国石油大学（华东）	王志伟、符力耘、王恩江、薛章纳、邓武兵、侯婉婷	有效	是	是
国家发明专利	一种高温介质热弹 AVO 响应模型的构	中国	ZL202210513032.6	2022.05.12	第 7804271 号	中国石油大学（华东）	符力耘、侯婉婷、王志	有效	是	是

	建方法及 介质						伟、邓 武兵			
国家 发明 专利	基于倾角 控制的复 值相干微 断层识别 方法	中国	ZL20 1910 5727 82.9	2021.1 2.07	第 483401 8 号	中国石 油化工 股份有 限公 司；中 国石油 化工股 份有限 公司胜 利油田 分公司 物探研 究院	杨宏 伟、魏 国华、 冀延 民、钱 志、罗 平平、 袁海 涵、揭 景荣	有效	否	否
国家 发明 专利	室内道信 号组合方 法、装 置、设 备、介质 及产品	中国	ZL20 2110 3214 40.7	2025.0 3.25	第 782314 9 号	中国石 油天然 气股份 有限公 司	彭更 新、郭 念民、 段文 胜、徐 凯驰、 王兴 军、赵 锐锐、 裴广 平、崔 永福、 邓建峰	有效	否	否
国家 发明 专利	一种储层 含气识别 的方法、 装置及系 统	中国	ZL20 1710 7903 38.5	2019.0 6.28	第 343588 9 号	中国石 油大学 （北 京）	袁三 一、王 铁一、 刘继 伟、宋 朝辉、 刘颖、 王尚旭	有效	否	否
国家	纵波速度	中国	ZL20	2021.0	第	河海大	巴晶、	有效	否	否

发明专利	随温度变化的变化特征的预测方法		2010 4386 67.5	4.27	438791 2 号	学	戚慧、 刘文 山、马 汝鹏、 檀文慧			
计算机软件著作权	烃源岩异常高压深度学习非线性地震联合反演软件 V1.0	中国	2022 SR14 7282 8	2022. 03.20	软著登 字第 104270 27 号	中国石 油大学 （华 东）	程逸 凡、符 力耘、 王志 伟、邓 武兵、 袁海 涵、武 群虎	有效	是	是
期刊论文	Stress-dependent wave propagation in fractured rocks with nonlinear elastic and hyperelastic deformations	美国	Journ al of Geop hysic al Rese arch: Solid earth 10.10 29/20 24JB 0308 89	2025.0 4.25	10.102 9/2024 JB030 889	中国石 油大学 （华 东）	Li-Yun Fu, Haidi Yang, Bo-Ye Fu, and Tobias Müller	有效	是	是
期刊论文	Temperature, differential-pressure and porosity inversion for ultradeep carbonate reservoirs based on	美国	Geop hysic s 10.10 02/ 2016 JB01 3882	2021.0 4.21	10.119 0/geo2 020- 0550.1	河海大 学	Yijun Wei, Jing Ba, José Carcio ne, Li- Yun Fu, Mengq iang Pang,	有效	否	否

	3D rock- physics templates						Hui Qi			
--	----------------------------------	--	--	--	--	--	--------	--	--	--