

2018 年国家科技进步奖提名公示内容

项目名称	地震沉积学关键技术创新及其在油气勘探开发中的规模化工业应用				
提名者	专家一	姓名	赵文智	工作单位	中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院
		职称	教授, 院士	学科专业	石油天然气科学技术
	专家二	姓名	杨树锋	工作单位	浙江大学
		职称	教授, 院士	学科专业	石油天然气科学技术
	专家三	姓名	邹才能	工作单位	中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院
		职称	教授, 院士	学科专业	石油天然气科学技术
提名意见					
<p>地震资料和技术在油气勘探开发中具有重要的意义, 尤其是在上世纪七十年代起, 地震地层学的出现推动了地震地质研究的发展, 为油气地质研究提供了新的理论和方法技术, 助推了油气勘探开发的一个阶段性发展。如何实现复杂油气藏的精细勘探开发成为当前石油工业界面临的重要问题。</p> <p>该项目围绕地震“穿时”和薄层沉积相两个问题, 开展地震地质长期研究, 将沉积动力学与地震岩石物理相结合, 创立了以等时体沉积相为核心的地震沉积学新理论, 阐述了等时沉积单元的地质成因及其地震响应特征, 引领了油气地震地质领域的学科创新发展。开展方法和技术创新, 在等时地层地震反射分析、新的切片方法、地震信息的地质转换技术、地震成岩相预测等方面实现了方法和技术创新, 以这些新方法和新技术为基础, 开发了具有自主知识产权的一系列地震地质解释软件系统, 核心软件实现了商业化推广应用, 实现了我国在地震沉积学领域的自主创新和技术超越。根据我国油气勘探开发的实际情况, 面向国家能源战略需要, 将地震沉积学应用于新的油气地质领域, 实现了在深层和海洋油气开发两个领域的成功应用。</p> <p>该项目成果成功应用于国内的海上及陆上十余个大油气田, 应用面覆盖三大油公司, 并在南美、非洲、中亚等国外油田应用, 获授权发明专利 28 项, 软件著作权 25 项, 多项软件系统成功获得大规模的商业化推广。成果获省部级奖励 4 项, 出版专著 9 部, 发表论文 300 余篇, 培养研究生 200 余名。近三年新增产值 200 亿元, 新增利润 55 亿元。</p> <p>该成果面向国家和行业重大需求, 实现油气地学中新领域的理论和方法技术创新, 通过工业化推广应用取得显著的经济效益和社会效益, 同意推荐其申报国家科技进步奖, 并建议授予国家科技进步奖二等奖。</p>					

项目简介

本项目属于石油天然气科学技术领域，涉及地层学、沉积学、石油地质学地球物理学及其边缘交叉学科及石油天然气勘探开发规模化应用。

20 世纪 70 年代地质和地球物理学科交叉产生的地震地层学，80 年代的层序地层学，90 年代三维地震技术的大规模应用，在石油工业界产生了革命性的影响，探井成功率由 13% 大幅提升至 47%；进入新世纪，我国原油产量增长再次进入瓶颈期，迫切需要油气地震地质理论和技术创新，突破地震地质研究长期存在的“穿时”和“薄层”两大世界性难题，助推油气勘探开发，保障国家能源安全。该项目在国家科技重大专项、国家自然科学基金等持续资助下，经过十余年多学科联合攻关，创立了适合我国含油气盆地的地震沉积学理论、方法和技术，取得一系列创新成果：

1. 创立了以等时体沉积相为核心的地震-地质学科交叉新理论，引领了我国含油气盆地地震沉积学发展。将沉积动力学与地震岩石物理相结合，提出了物源、古地貌和水动力变化事件控制下的沉积-侵蚀过程是等时体和岩性穿时体的地质成因，揭示了地震频率影响下的等时体与穿时体地震响应特征，创立了以等时地层单元沉积相为核心的地震沉积学理论体系，成为继地震地层学和层序地层学之后又一个地震地质交叉学科新理论，为复杂地层薄层沉积相研究提供了理论基础，引领了油气地震地质领域的学科创新发展。

2. 创新了地震沉积学关键技术，解决了长期困扰地震地质解释的“穿时”和“薄层”两大世界性难题。独创了地震等时性分析和非线性切片新方法，解决了等时沉积界面地震识别难题，对沉积成因的低幅度构造解释精度达到 5m 以内；研发了地质模式约束下的薄层沉积微相地震解释新技术和基于“沉积-成岩”耦合与地震叠前参数反演的“岩心-测井-地震”多尺度地震成岩相预测技术，编制出单期次河道及扇体的沉积微相及成岩相图；建立了储层构型地震表征技术，刻画精度达到 Miall 三级构型（侧积层/前积层）级别。

3. 率先开发出具有自主知识产权的地震沉积学解释软件系统。自主研发的地震沉积学解释软件系统，填补国内空白，打破国外技术垄断，并在地震等时界面分析和非线性地震切片新方法等方面实现核心技术创新超越国际同类技术，已在 14 个油田商业推广 500 余套，为国家节约软件购置费 5 亿元。

4. 地震沉积学规模化工业应用创新。率先将地震沉积学技术从勘探到开发，从浅层到中深层，从碎屑岩到碳酸盐岩，从常规到非常规储层，从海相到非海相的规模化石油天然气工业应用，适用于所有的含油气沉积盆地地震地质研究以及各种类型油气藏勘探开发。

通过理论和关键技术创新，成功应用于南海西部海域、胜利、松辽、江苏、大港、南阳、华北等国内油气田及南美、非洲、中亚等国外油田，获授权发明专利 28 项，软件著作权 25 项，获省部级奖励 4 项，出版专著 9 部，发表论文 300 余篇，培养研究生 200 余名。近三年新增产值 200 亿元，新增利润 55 亿元。

客观评价

1. 国内外专家学者评价

Zeng, Hongliu: 国际期刊 Interpretation 副主编, University of Texas at Austin, BEG 高级研究科学家, 地震沉积学的创立者。在《地震沉积学及应用实例》一书中对本项目组所做工作的评价:

“本书的作者们是国内率先进行地震沉积学系统介绍和推广应用的学者,正是他们促成了从 2006 年起国内出现的地震沉积学研究热潮”;

“最近十余年,本书作者根据中国实际地质情况,开展了河流、三角洲、砂砾岩扇体等不同类型的陆相湖盆沉积体系地震沉积学研究,形成了具有特色的陆相湖盆地震沉积学方法技术和理论”;

“本书作者们在研究中有多个创新,其中主要的两点,一是考虑不同沉积单元的沉积动力学特征,强调在地震解释中首先要对“沉积-侵蚀”过程控制的地质体成因有充分认识,为地震沉积学解释提供合理的地质模式指导;二是强调地震岩石物理工作,为地震和地质交叉融合的研究提供可靠基础”;

“将地震资料和地震沉积学方法应用于老油田开发后期,……,也是本书研究团队在地震沉积学研究领域的一个创新性实践与探索”。

2. 用户单位的评价

本成果先后应用于十余个油田的复杂油气藏勘探开发研究,得到了用户单位的好评。以研究成果在江苏油田的应用为例,用户单位对本成果给与了这样的介绍评价:

“中国石油大学(华东)林承焰教授课题组在前期工作的基础上,从 2011 年开始重点攻关“复杂储层地震沉积学精细表征方法”,解决了少井区陆相湖盆低渗透储层沉积微相表征和砂体分布精细预测难题,单砂体厚度的识别可达到 3m 以内”,“指导部署徐闻 x6 井,获得油层 45.7m/15 层,其中 7 号层 3.6m 试油日产 8.9 吨,是徐闻探区首次获得稳产工业油流,实现该探区重大突破”,“项目认识取得了良好的应用效果”。

3. 文章发表及引用评价

本项目主要完成人员在国内外知名期刊发表相关论文 300 余篇,单篇文章他引次数在 50 次以上的 11 篇,其中单篇他引 100 次以上的 5 篇,论文“地震沉积学的概念、方法和技术”被评为“《沉积学报》创刊 30 周年高下载量论文(TOP10)”,“地震沉积学及其初步应用”等 2 篇文章入选国家科技部科学技术信息研究所评选的“中国精品科技期刊顶尖学术论文”,另有 3 篇文章获得“中国精品科技期刊顶尖学术论文”提名。

4. 教育部及省教育厅聘请专家评价

作为本申请研究成果的一部分,申请人林承焰教授指导的博士张宪国的博士论文《地震沉积学及其应用研究》,先后经过山东省教育厅和国家教育部聘请的专家组严格匿名函评和会评,在 2012 年获山东省优秀博士学位论文,2014 年获得全国优秀博士学位论文提名奖。

5. 主要知识产权及获奖情况

项目研究已获得授权发明专利 28 项,软件著作权登记 25 项,获得省部级科技奖励 4 项。

推广应用情况

该成果在成功应用于南海西部海域、胜利、松辽、江苏、大港、南阳、华北等国内油气田及南美、非洲、中亚等国外油田，根据部分应用统计，近三年新增产值 200 亿元，新增利润 55 亿元。

其中，在南海西部海域的涠洲油田（WZ12-1W、WZ6-13）、文昌 13-1 油田群和文昌 19-1 油田群应用后，直接指导剩余油挖潜，近三年累计指导措施 80 井次，调整井 8 口，开发井 13 口，累增油 191.31 万方，预计可累增油 432.51 万方，在南海西部文昌区老油田的应用提高采收率 3.5%。在江苏油田外围区块北部湾盆地迈陈凹陷徐闻探区的油气勘探中，在仅有三口探井的条件下，利用地震沉积学方法对 138.5km² 的三维地震探区进行沉积微相刻画和地震储层预测，详细刻画了涠洲组和流沙港组河流相和三角洲相沉积砂体的发育特征，为徐闻探区的油气勘探提供了关键地质支持，2013 年指导部署徐闻 x6 井，钻探获得油层 45.7m/15 层，其中 7 号油层试出日产 8.9 吨纯油，是徐闻探区首次获得稳产工业油流，实现了该区油气勘探的重大突破。在胜利油田的多个油田区块应用，研发出了针对滩坝砂岩、砂砾岩扇体、低序级断层等的技术和软件系统。

主要完成单位及创新推广贡献

第二完成单位	单位名称	中国石油大学（北京）
	对本项目的贡献： 1、开展了地震沉积学理论研究，建立了陆相湖盆地震沉积学研究规范和技术流程。 2、开展了地震沉积学应用研究，在大庆、胜利、大港等国内油田以及中亚、非洲等的油田都取得了良好的应用效果，推动了地震沉积学的发展。	

主要完成人情况

第 2 完成人	姓名	朱筱敏	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）
	对本项目主要学术贡献： 1、开展了地震沉积学理论研究，建立了陆相湖盆地震沉积学研究规范和技术流程。 2、开展了地震沉积学应用研究，在大庆、胜利、大港等国内油田以及中亚、非洲等的油田都取得了良好的应用效果，推动了地震沉积学的发展。			

主要知识产权证明目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
1	发明专利	一种基于地震基准弧长对数属性的砂岩厚度预测方法	中国	ZL201310088179.6	2014.10.29	1508085	中国石油大学(华东)	张宪国, 林承焰, 张涛, 董春梅	有效
2	发明专利	基于频率-尺度匹配的地震沉积学解释方法	中国	ZL201310097660.1	2015.04.15	1636088	中国石油大学(华东)	张宪国, 林承焰, 张涛, 董春梅	有效
3	发明专利	一种砂泥岩薄互层层位的精细标定方法	中国	ZL201510165103.8	2015.10.14	1816454	中国石油大学(华东)	栗宝鹃; 董春梅; 林承焰; 朱兆群; 张宪国; 尹桂红	有效
4	发明专利	一种基于多尺度信息的致密储层成岩相预测方法	中国	ZL201510895321.7	2018.01.09	2771272	中国石油大学(华东)	张宪国; 张涛; 鞠传学; 林承焰; 董春梅; 林建力; 韩硕	有效
5	发明专利	一种地震切片等时性的确定方法及系统	中国	ZL201310349517.7	2016.02.10	1951366	中国石油天然气股份有限公司	苏明军; 刘化清; 倪长宽; 张兆辉; 蔡刚	有效
6	发明专利	一种地震反射同相轴等时性的确定方法及系统	中国	ZL201310349533.6	2015.12.09	1877214	中国石油天然气股份有限公司	陈启林; 苏明军; 张兆辉	有效
7	发明专利	一种非线性等时地层切片的确定方法及系统	中国	ZL201310346874.8	2016.12.28	2326261	中国石油天然气股份有限公司	倪长宽; 苏明军	有效
8	软件著作权	低序级断层地震资料解释软件	中国	2011SR032738	2011.05.30	0296412	中国石油大学(华东)	张军华	有效
9	软件著作权	多子波地震解释软件	中国	2011SR084582	2011.11.18	0348256	中国石油大学(华东)	张军华	有效

10	软件著作权	地震沉积分析软件 V2.0	中国	2016SR391631	2016.12.24	1570247	中国石油天然气股份有限公司	陈启林, 苏明军	有效
----	-------	------------------	----	--------------	------------	---------	---------------	----------	----

完成人合作关系说明

朱筱敏、林承焰、张宪国在地震沉积学领域开展了长期合作研究，作为合作者出版的《地震沉积学及其应用实例》一书正是本项目的重要成果之一。