

拟申报 2026 年度湖北省科技奖项目公示

一、基本信息

项目名称：非常规油气“甜点”精准定位与储量估算方法

提名者：宜昌市人民政府

主要完成人（完成单位）：盛冠群、杨继东、李钟晓、王姣(三峡大学、中国石油大学（华东）、青岛大学、青岛黄海学院)

提名等级：湖北省自然科学奖一等奖

提名意见：

我国油气能源对外依存度高，严重威胁国家能源安全。作为常规油气的战略接替资源，非常规油气的高效开发与增产，对提高我国油气资源勘探开发效率，保障国家能源战略安全、促进国家经济高质量发展具有重要而深远的意义。人工地震勘探作为最主要的地球物理勘探手段，其“甜点”定位精度直接决定着非常规油气勘探的成败。

项目的主要科学发现有：

(1) 提出了非常规油气弱信号精准提取方法：联合互补集合经验模态分解(CEEMD)与小波变换，提出了基于CEEMD与小波阈值联合的地震随机噪声压制方法；在构建包含多次波的地震模拟和实际信号数据集基础上，提出了基于深度学习的地震多次波压制方法；从而实现了非常规油气弱信号中 useful 信号的精准提取，确保非常规油气信噪“辨得明”，为获取清晰的非常规油气地层结构奠定基础。

(2) 提出了非常规油气地层精准成像方法：利用发现点(1)中提取的有用信号进行非常规储层全波形反演。提出了基于时空双变自适应网格离散的多尺度全波形反演方法；提出不依赖子波的浅中深逐层特征波形联合反演方法；构建了基于复值时间域波动方程的多参数全波形反演方法。解决了非常规油气储层引起的周波跳跃、子波估计不准问题，实现了非常规储层的精确成像，获取了“甜点”的初步分布，确保非常规储层“看得清”，为精确定位“甜点”奠定基础。

(3) 提出了基于微地震智能监测的“甜点”精确定位方法：依托发现点(2)

获取的清晰地层图像和“甜点”初步分布，实现“甜点”精确定位。通过构建全新的深度卷积神经网络RLU-Net，建立了基于小样本的高精度微地震监测信号初至智能拾取算法，大幅提升初至拾取的精度与效率；提出了弹性波多分量逆时干涉定位成像条件，建立了井地联合观测多分量微地震逆时干涉定位方法。通过反推微地震波场，无需初至信息直接定位“甜点”，规避了初至拾取带来的定位误差，压制了微地震成像波场串扰，攻克了传统时差定位算法因无法拾取初至而难以定位的难题，实现了“甜点”精确定位与储量精准评估。确保非常规油气“甜点”找得准。

项目取得了系列创新性成果，5篇代表作发被中国科学院李衍达院士，长江学者董宏丽，国家杰出青年科学基金获得者王一博、曹丹平、符力耘，国际高性能计算应用领域最高奖“戈登·贝尔”奖、国家杰出青年科学基金获得者付昊桓，以及美国科学院Gregory C. Beroza院士，地球物理反演理论奠基人之一Michael S. Zhdanov（俄罗斯自然科学院院士），澳大利亚技术科学与工程院Stewart Greenhalgh院士等多位学者，在《Science》、《Journal of Geophysical Research: Solid Earth》、《Geophysics》、《地球物理学报》等行业顶级期刊发表的论文中正面引用和评述，并入选学术精要高PCSI论文、高被引论文、高下载论文。

我单位认真审阅了该项目推荐书材料，审查了完成人资格，确认推荐书内容真实有效，相关栏目符合填写要求。

推荐该项目为湖北省自然科学一等奖。

项目简介：

本项目课题属于水、矿产资源领域。

石油是国家战略资源。我国石油对外依存度高达71%，超过国际公认的50%安全警戒线，加之当前国际环境复杂多变，如此能源格局严重威胁国家安全和经济发展。我国常规油气资源已进入开采中后期，开采成本攀升、油品质量下滑等问题日益突出，稳产保供难度持续加大。我国70%以上剩余油气资源蕴藏在非常规储层中，突破非常规油气勘探瓶颈，实现我国非常规油气高效开发与增产，对保障国家能源战略安全、促进国家经济高质量发展具有重要而深远的意义。

非常规油气是指埋藏深、储层结构复杂、油气富集区（甜点）零星分布，无法通过传统技术获得自然工业产量的油气资源。其特性使承担全球95%勘探任务的传统地震勘探方法难以满足非常规油气勘探需求：1）非常规油气埋藏深、上

覆地层复杂，部分探区埋深已突破8000米的常规地震勘探红线，导致其深层信号微弱、地震波场复杂、信噪比低，信噪分离难度极大；2) 非常规油气“甜点”零散分布于复杂的地层缝隙，精准定位对控制非常规油气开采成本，实现其规模增产和油气储量评估至关重要。利用压裂“甜点”产生的微地震信号实现定位的微地震监测方法，是最重要的“甜点”预测手段。然而其预测效果长期受初至拾取和震源定位精度制约，难以提升。因此，非常规油气“埋藏深、分布散”的特性，使其勘探成本和难度剧增，如何精确获取非常规地层图像和“甜点”信息，实现非常规油气高精度地震成像，是突破非常规油气勘探瓶颈的关键。全波形反演是最精确的地震成像方法。然而，受非常规油气储层引起的周波跳跃、子波估计不准等严重问题影响，常规全波形反演方法难以对非常规地层精确成像。

以上问题的表象背后，是由于以下三个关键科学问题没有得到有效解决：1) 复杂波场分离不明；2) 地层成像不清；3) “甜点”预测不准。围绕上述关键科学问题，项目组经过10余年的研究，开展了非常规油气高精度地震成像理论与方法研究，实现了非常规油气辨得明、看得清、找得准的全链条突破。项目的主要科学发现有：

(1) 提出了非常规油气弱信号精准提取方法：联合互补集合经验模态分解（CEEMD）与小波变换，提出了基于CEEMD与小波阈值联合的地震随机噪音压制方法；在构建包含多次波的地震模拟和实际信号数据集基础上，提出了基于深度学习的地震多次波压制方法；从而实现了非常规油气弱信号中有效信号的精准提取，确保非常规油气信噪“辨得明”，为获取清晰的非常规油气地层结构奠定基础。

(2) 提出了非常规油气地层精准成像方法：利用发现点（1）中提取的有效信号进行非常规储层全波形反演。提出了基于时空双变自适应网格离散的多尺度全波形反演方法；提出不依赖子波的浅中深逐层特征波形联合反演方法；构建了基于复值时间域波动方程的多参数全波形反演方法。解决了非常规油气储层引起的周波跳跃、子波估计不准问题，实现了非常规储层的精确成像，获取了“甜点”的初步分布，确保非常规储层“看得清”，为精确定位“甜点”奠定基础。

(3) 提出了基于微地震智能监测的“甜点”精确定位方法：依托发现点（2）获取的清晰地层图像和“甜点”初步分布，实现“甜点”精确定位。通过构建全新的

1	First arrival picking of microseismic signals based on nested U-Net and Wasserstein Generative Adversarial Network/Journal of Petroleum Science and Engineering/JingLan Zhang, GuanQun Sheng	2020, 195: 10752-7	2020-6-23	盛冠群	张静蓝	张静蓝, 盛冠群	43	WOS /CN KI	否
2	井地联合观测多分量微地震逆时干涉定位/石油地球物理勘探/李振春, 盛冠群, 王维波, 崔庆辉, 周德山	2014, 49: 661-666.	2014-8-15	盛冠群	李振春	李振春, 盛冠群, 王维波, 崔庆辉, 周德山	42	WOS /CN KI	否
3	Estimating P Wave Velocity and Attenuation Structures Using Full Waveform Inversion Based on a Time Domain Complex-Valued Viscoacoustic Wave Equation: The Method/Journal of Geophysical Research: Solid Earth/Jidong Yang, Hejun Zhu, Xueyan Li, Li Ren, Shuo Zhang	2020, 125:e2019JB019129	2020-5-1	杨继东	杨继东	杨继东	40	WOS /CN KI	是
4	Adaptive Subtraction Based on U-Net for Removing Seismic Multiples/IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing /Zhongxiao Li, Ningna Sun, Haotian Gao, Ning Qin, Zhenchun Li	2021, 59(11):9796-9812	2021-1-25	李钟晓	李钟晓	李钟晓, 孙宁娜, 高好天, 秦宁, 李振春	62	WOS /CN KI	否
5	基于CEEMD的地震数据小波阈值去噪方法研究/石油物探/王姣,李振春,王德营	2014, 53(2): 164-172	2014-3-25	王姣	王姣	王姣,李振春,王德营	233	WOS /CN KI	否