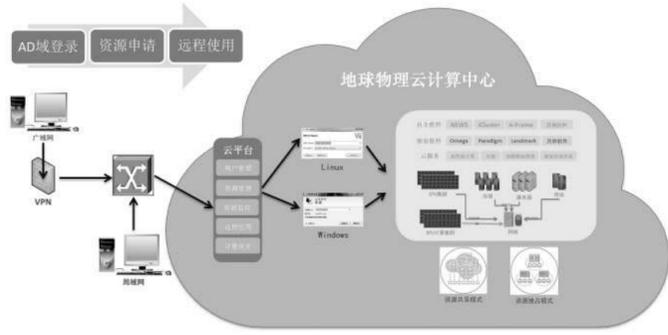


争创一流，物探人的解读

魏玮 刘旭跃 周中彪 许凯 王猛 秦瞳 姚秋明



地球物理云计算中心拓扑图

物探技术研究院作为中国石化直属科研单位，一直以来以“需求导向，创新驱动，价值实现”为技术研发的立足点；以“贴近生产、贴近企业、贴近市场”为支撑油田企业的出发点，推进企业在“争创世界一流”研究院的道路上加速前进。

集团公司对物探院的定位为“一部三中心”。
石油物探技术发展参谋部：
编制的“中石化物探管理规定”得到了总部领导高度评价；结合中石化物探技术需求，向总部提交了69条科技信息和26条技术发展与应用建议。
石油物探高新技术与核心技术研发中心：
新研发的TTI各向异性精细速度建模与成像技术，有效解决了页岩气复杂构造高精度成像难题；
开发了空间变网格、基于解析波场的RTM宽频成像技术，解决了海洋资料高陡成像和频宽不足的技术瓶颈。

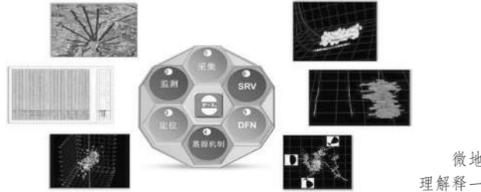
石油物探专业软件研发与推广应用中心：
iSeismountain软件推出了逐点激发并深设计模块；
完善了3D全波反演软件模块，提高了复杂构造速度建模精度，在与国际知名公司的同台竞标中一举胜出；
NEWS软件在8家单位进行了推广应用，安装软件许可200个，完成了31个勘探开发生产项目。
重大物探工程技术支持中心：
运用火成岩速度建模、RTM成像和断层预测技术有效支撑了顺北油气勘探大突破；
开展叠前深度偏移处理和地质统计学反演，圈定了有利目标区块，有效支撑了川西勘探开发；
首次中标了中海油“双方位成像技术”重点攻关项目，使物探院技术服务拓展到了“三桶油”；
“物探院在近年来的科技攻关、软件研发和支撑服务中，对如何高质量完成自己所肩负的责任与使命，有着自己的解读。”党委书记李浩表示。



地球物理云计算中心管理平台

创新

物探院解读：创，即具有自主知识产权；新，人无我有，人有我新。



微地震采集理解释一体化软件

“仅此一家”

2012年，面对市场需求，在无任何资料可借鉴的情况下，物探院毅然成立全波反演团队。“市场的需求，就是我们研发的初衷与动力。”院长曲寿利这样告诉全波反演团队。
5年后，这个团队荣获“中国石化优秀创新团队”称号。
这个团队针对中国石化重点探区主要分布在陆地，且地表起伏较大、地质构造复杂的特点，大胆突破，将国外一直以来侧重海洋资料的研究高精度建模手段运用于陆地。看似只是区域的转变，但是技术层面却有着极多技术难点。而该团队，却只用了5年时间，就攻克了这项技术，并通过这项技术，在项目竞标中击败同时竞争的外国公司，漂亮的完成了项目，获得甲方“国内唯一能独立开展全波反演处理的团队”高度评价。

室内的地震勘探

超声地震物理模拟三维定位仪及数据采集系统是将野外的地震勘探搬到了实验室内，利用超声波模拟地震波，通过一定的材料制作成模拟地下构造的模型，在实验室内进行

外国专家竖起大拇指

页岩气是低碳、清洁的新能源，美国页岩气成功开发引发了全球能源领域的一场革命。我国页岩气资源丰富，加快页岩气勘探开发能够增加我国天然气供应、优化能源

结构、缓解减排压力、保障能源安全。要提高页岩气钻井的成功率，甜点预测是一项关键技术。所谓的页岩气“甜点”，就是指页岩气富集且易于开发的区域，能“多吃好吃”的才是甜点。《页岩气发展规划（2016—2020年）》明确指出，到2020年我国页岩气年产量达到300亿立方米。面对国家战略需要和旺盛的市场需求，物探院于2015年成立非常规地层预测攻关小组，力求快速研发出关键技术系列和适用于生产的软件，助推页岩气勘探开发。在团队的共同努力下，2017年底，具备“双甜点”定量预测能力的Geopressure 1.0版本正式问世。该版本开发集成了岩石物理建模、地层压力预测及脆性预测等多个模块。2018年上半年，进一步开发了地应力定量预测模块。2018年6月，Geopressure软件在EAGE年会上正式亮相，其在岩石物理建模、地质甜点、工程甜点预测等方面的专业性，令众多国内外同行眼前一亮。截至目前，具有全套完整自主知识产权的页岩气甜点预测技术，共申请国家发明专利10件、软件著作权3项，在国内外期刊发表论文5篇。在国际会议展台，一些外国专家看到Geopressure的演示效果后，连说“Excellent, Impressive（完美，了不起）”。



地震物理模拟实验系统

转化

物探院解读：转，由纸张变为货币；化，实用化。



页岩气双甜点预测技术系列

研发推广并重

RTM，物探院拥有自主知识产权的尖技术。这项技术的国内市场，一直以来也被国外商业技术所占据。如何打破壁垒，将我们自身研发的技术推向实用化，也是物探院领导所关心的。为了更好地实现转化，贴近需求，RTM团队在院领导的支持下成立了研发与推广小组，采用技术研发与推广双管齐下的方针。一方面，让研发人员及时了解实际需求，在技术软件的研发过程中做到有的放矢、贴近实际；另一方面，在技术推广的过程中，要求应用人员掌握成像软件的方法原理，合理分配软硬件资源。应用过程中，应用人员及时反馈软件中存在的问题和不足，开发人员积极配合，快速制定解决方案，做到对症下药。为了让科研人员充分掌握油气勘探开发形势和技术发展动态，了解实际生产的技术需求，项目组注重加强与油田企业的学术交流。他们依托与同济大学共建的地震成像技术联合研究中心，巩固和扩大团队在地震叠前偏移领域的技术优势。RTM成像技术及其软件产品投入运用至今，完成了顺南2井区、顺西、礁石坝等20余个中国石化重点探区的RTM生产性处理工作，累计处理面积7000多平方公里，成果应用于22个生产处理项目的高精度深度域地震偏移成像处理，合同金额1.3亿元。

实用中进步

如今在页岩气大型压裂施工现场，压裂监测人员只需轻

点鼠标，地下裂缝发育动态就实时显示在电脑屏幕上。而他们所用的正是物探院研发的水力压裂微地震监测软件“Frac-Listener”。“Frac是压裂，Listener是倾听者，我们希望研发出一项满足市场需要的水力压裂微地震监测技术，能够倾听岩石破裂的声音，实现对地下裂缝发育的动态监测。”技术研发初期，物探院首席专家魏嘉说。满足市场需要只是研发的动力，服务于生产才是研发的目的。

2012年，微地震监测技术初步实现生产化，完成了煤层气水力压裂地面和井中联合微地震监测应用，结果与后期实际地质解释完全相符。

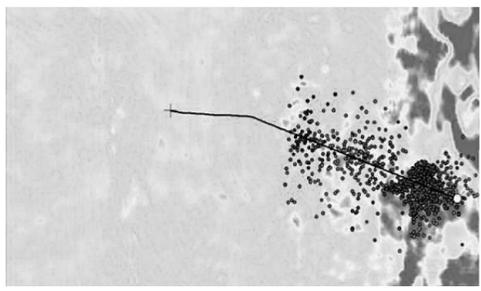
2013年6月，在川西须五段页岩气储层水力压裂地面微地震监测项目中，攻关小组连续3天4夜现场实时处理和解释，做到压裂作业后24小时内完成微地震信号提取和岩石破裂位置定位处理，实现压裂工程效果现场解释和评价。这次施工也是中国石化首次采用自主技术实现页岩气井压裂监测。

2014年底，受涪陵页岩气公司委托，物探院承接了首个同平台三口水平井拉链式压裂开发的井中-地面联合微地震监测项目。由于目标井所处工区地表条件复杂，海拔相差较大，给微地震信号采集施工带来很大困难。同时，目的层埋深大及近地表高速灰岩的影响，致使微地震信号提取的能量很弱，监测资料信噪比极低，严重影响后续资料处理和解释。经过近两个月的高强度工作，涪陵工区首个井中-地面微地震联合监测成果新鲜出炉，监测结果与工程验证取得较好的吻

合性，以超越国际知名公司的结果征服了甲方。如今，经过在生产实践中不断检验，项目小组连续攻克了微地震弱信号增强、微地震事件自动识别和拾取、微地震事件精确定位及压裂裂缝参数定量反演和解释等一系列技术难题。

精准中提升

10月17日，物探院承担的“永川地区叠前深度偏移处理”项目获得西南局验收“优秀”评价，这是物探院近年来为页岩气勘探开发领域提供服务支撑的第23个项目。永川探区的地表条件差，地下构造复杂，加之页岩层厚度薄、埋藏深，水平井的设计实施对地震资料的精确度要求极高，如何利用物探技术为钻井工程人员提供精确可靠的地震数据，特别是为水平井提供随钻导向服务成为摆在科研人员面前的全新课题。目前，全球可以实现钻井地震导向服务的公司极少，一般只能服务于垂直井，而无法为水平井提供导向服务。物探院页岩气地震技术攻关团队对这一高难度课题进行了潜心研究，以物探院自主研发的各向异性-逆时偏移技术为核心，创新形成了随钻快速成像特色技术。新技术使耦合方程计算量减少50%，消除了伪横波干扰，获得高质量的地震成果数据。同时还实现了随钻地震导向服务，为钻头前方三维地质构造提供精确的快速成像，满足钻井实时动态调整的施工要求，减少制定关键钻探决策时的不确定性数据，有效降低钻探风险和费用，优质页岩钻遇率达90%以上。



页岩脆性预测结果与微地震事件示意图

支撑

物探院解读：支，支持中国石化上游物探技术发展；撑，服务油田企业，为增储上产助力。

面对面工作

“把办公室搬到新疆去，与油田面对面工作，效率更高，效果也更好。”物探院高级专家徐颖如是说。今年5月，为进一步满足中石化塔里木盆地油气勘探的需求，物探院成立了西北前移项目小组，十多名技术骨干奔赴前线，将办公室和家搬去了新疆。靠前服务的模式，更加有利于研究人员深入一线，准确把握、精准解决勘探开发难题，实现资源优势互补。

顺北地区是中国石化“十三五”油气增储上产的主要阵地，由于该地区特殊的地质背景，导致火成岩下特深断层溶体成像一直是世界级难题。物探院组建了一批经验丰富、技术过硬的攻关团队，针对火成岩和深大断裂的建模方法进行了深度剖析和反复试验，凭借着前移服务带来的交流便利，成功在前人基础上建立起“由背景到局部、由大尺度到小尺度、由深到浅”的精细逐级反演流程，对火成岩的精细刻画和深大断裂的精细成像取得了很好的效果，并首次采用了解析波场分解逆时偏移技术，为推动大顺北地区复杂成像提供了新思路。

近几年，物探院在大顺北地区先后完成了顺北、顺8井等多个区块项目，累计面积近2000平方千米。在大量的实际生产项目和课题研究中，形成了三个创新成果：建立了可控震源精细去噪技术与流程，为高精度速度分析和后期处理提供了基础和保障；建立和改善了“三层一带”速度建模技术；采用三维可视化解释技术，精细剖析了断裂带的空间展布形态，形成了“分类、分级”断裂带识别与描述技术流程。在实际生产中取得了显著的应用效果，为西北油气勘探奠定了良好的基础。

云的连接

物探院位于南京，而石科院位于北京。将它们联系起来，是一朵中国石化规模最大的自有“云”——位于物探院江宁科研基地的云计算中心。该中心致力于为整个油气领域提供高性能计算服务和高端地震勘探数据服务。2011年至今，物探院和油田企业利用这朵“云”，已累计完成5.3万平方公里三维常规、2.5万平方公里叠前深度偏移和2.4万平方公里逆时偏移处理，有力提升勘探开发效率。这朵“云”上已集中部署了物探院自主研发的NEWS、RTM等十余套软件，实现资源按需分配，软件动态升级，客户端零安装、免维护，远程应用服务按需获取。按配置1万核CPU商业软件许可，可节约成本支出1920万美元。因此，利用云计算资源可极大提升资源利用率，减少投资，降低运营成本。

截至目前，中原油田、河南油田、华北油气、西南油气等上游企业利用物探院云计算资源，已完成10个区块5449平方公里的常规、深度偏移和逆时偏移地震资料处理。其中，中原油田物探院远程利用云计算资源的200个GPU计算节点，只用10天时间就完成普光探区大湾-毛坝三维工区的逆时偏移地震资料处理，相比利用中原油田本地资源，计算速度提高4倍，极大节约各项成本。不只是服务上游企业勘探开发，物探院云计算中心还为集团公司各研究机构提供应用支撑。2015年至今，该中心已为石油化工科学研究所的20个用户、上海石油化工研究院的5个用户和北京化工研究院的5个用户提供了3500万核时的计算服务，支撑了石科院十六室分子筛结构的理论研究、上海院前瞻基础部工业生产乙苯反应机理研究和北化院乙烯研究室的高效钨系多金属加氢催化剂研究。

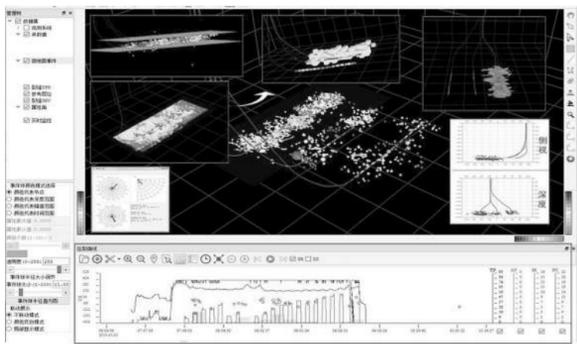
软技术显现硬实力

国内外石油企业在软件研发方面的竞争日趋激烈，必须要打破封锁。物探院从2013年开始利用自主研发的NEWS油气综合解释软件在院内部部分替代国外软件进行生产应用，至今顺利实现了对国外软件的全部替代。最新的NEWS4.5版已经形成了叠后地震裂缝检测技术、叠前叠后地震方位各向异性裂缝检测技术、地震沉积学解释技术、叠前叠后联合解释技术、基于地震谱分解的流体识别技术、叠前叠后地震反演技术、叠前地震流体检测技术、三维可视化地震解释技术和开发地层精细描述技术等九项特色技术。NEWS软件已经累计在中石化系统内部及海外的100多个工区实现了生产应用，为一线科研人员和技术人员解决了与复杂地质构造解释、地震沉积研究、裂缝检测与描述、孔隙流体识别、复杂储层描述与预测相关的大量实际地质和物探难题。目前为止已推广到中石化系统8家油田企业，协助30多家用户完成科研生产项目，落实油气勘探目标56个，提出建议井位29口，已钻探井位的勘探成功率达到80%以上，其中8口井获得高产工业油流。

前进的方向

虽然近年来物探院科技创新、软件研发推广和服务支撑方面捷报频传，但物探人依旧保持清醒。“要想真正肩负起‘一部三中心’的使命，我们肩上的担子还很重，要走的路还很长。”曲寿利说。

道阻且长，行则将至。在物探技术的征途上，无论前路如何艰难，物探院“领跑”的热情，从未冷却过一度，“争创一流”的步伐从未停过一次。



Frac-Listener实时处理解释示意图