

PetroChina

中 国 石 油

地震资料处理技术 交流会论文集

中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司 编

2002

石油工业出版社

地震资料处理技术 交流会论文集

中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书汇集了中国石油天然气股份有限公司 2002 年 9 月举办的“地震资料处理技术交流会”上的有关文章 16 篇。该书从一个侧面反映了各油气田和科研单位近年来的地震资料处理技术进步和取得的主要成果。内容丰富,资料翔实,实用性和可操作性强。

全书可供地震资料处理工程技术人员及大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

地震资料处理技术交流会论文集/中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司编. —北京:石油工业出版社, 2003.1

ISBN 7-5021-4079-4

I. 地…

II. 中…

III. 地震数据—数据处理—文集

IV. P315.63-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 101950 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京乘设伟业科技排版中心排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 16.75 印张 430 千字 印 1—1000

2003 年 1 月北京第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4079-4/TE·2915

定价:56.00 元

《地震资料处理技术交流会论文集》

编 委 会

主 编 赵政璋

副主编 阎世信

编 委 王喜双 曾 忠 李静平

谢文导 张 研 张 颖

徐基祥

學習掌握物探技術

提高勘探開發水平

胡寶和

目 录

贾承造总地质师在地震资料处理技术交流会上的讲话.....	(1)
大力发展物探技术 为高效勘探开发做贡献	勘探与生产分公司(5)
大庆高分辨率地震资料处理技术与应用	大庆油田有限责任公司(24)
松南地区精细三维地震资料处理技术及应用	吉林油田分公司(49)
复杂构造及深层目标处理技术的应用和效果	辽河油田分公司(63)
高柳地区地震资料连片处理技术及效果	冀东油田分公司(79)
大港探区三维地震资料连片处理技术及效果	大港油田分公司(88)
处理解释一体化技术在隐蔽油藏勘探中的应用	华北油田分公司(97)
黄土塬复杂地表地震资料处理技术及效果.....	长庆油田分公司(118)
四川盆地东北部飞仙关组鲕滩储层地震预测技术.....	西南油气田分公司(136)
准噶尔盆地南缘复杂山地地震勘探配套技术及应用效果.....	新疆油田分公司(145)
轮南奥陶系潜山三维地震勘探技术.....	塔里木油田分公司(169)
叠前深度偏移技术的应用研究.....	中国石油勘探开发研究院(187)
储层预测新技术在松南地区薄互层勘探开发中的应用	中国石油勘探开发研究院西北分院(197)
复杂地区地震资料配套处理技术及应用效果.....	石油地球物理勘探局(208)
汇成果 比水平 展示物探实力 找差距 抓管理 促进技术进步 ——地震资料处理技术交流会总结.....	勘探与生产分公司(230)

贾承造总地质师在地震资料处理技术 交流会上的讲话

(2002年9月25日)

同志们、各位专家：

本次会议开得很成功，几位专家的发言也十分精彩，两天来我收获很多。首先，我对获得优秀报告和剖面奖的各位专家和单位表示热烈的祝贺。刚才阎世信处长做了重要的报告，这个报告对当前存在的问题和今后的发展趋势做了分析，这个报告很好，希望大家会后要认真学习。明天上午，赵邦六副总工程师还要做总结。我在这里谈几点意见，首先这次会议开得很及时，会议有13个油气田单位和浙江石油勘探分公司、中国石油勘探开发研究院等4个研究院所以及石油地球物理勘探局（以下简称石油物探局）参加。会议上交流了经验，评比了剖面，各家在处理剖面上都下了很大力气。以前，中国石油天然气集团公司（以下简称集团公司）整体上，在物探采集、研究力量、装备等方面都有一个统一规划。中国石油天然气股份有限公司（简称股份公司）成立以来，情况发生了很大的变化。在新体制下，股份公司在物探工作上改革进取，取得了很大成绩，主要体现在：

(1)已经形成了一支物探处理解释和设计队伍；

(2)形成了一套油公司体制下的物探管理体系、工作程序及核心技术。其中最核心的一点是甲、乙方合同制的建立；

(3)逐渐形成了一些有针对性的特色技术。比如山地地震技术、高分辨率地震处理技术、反演技术以及在渤海湾地区广泛应用的三维连片处理、储层预测技术等，有效地解决了当前油气勘探的重大问题，为油气勘探重大发现，确保股份公司勘探任务的完成作出了突出贡献。

第一是山地地震的采集处理工作为西部地区勘探做了很大贡献；第二是高分辨率地震和储层预测工作，为广大松辽地区的岩性解释提供了可靠的资料；第三是三维连片处理和重点地区的二次采集在渤海湾老区稳产做出了很大贡献；第四是利用储层预测分析特殊岩性油气藏，如在塔里木盆地的奥陶系、石炭系岩性油气藏及辽河火山岩油气藏等的发现中均做出了很大贡献。这些研究和处理工作都有很大难度。这些工作有些是股份公司内部合作、有些是和外部公司合作完成的，总的来说都是通过甲乙双方密切结合的成果。

现在物探工作面临着新的形势，一是国际石油界的物探技术飞速发展；二是股份公司的勘探开发对于物探地震工作提出了更高的要求；同时在重组以后，股份公司的物探体系，还有许多不完善、不适应生产发展的地方，需要进一步改革和完善。现在，我对下一步工作提两点要求。

一、在新的形势下认真抓好股份公司物探队伍建设和物探工作技术管理

1. 重新认识和正确认识物探在油公司的地位

当前国际石油界生产组织管理和技术发展方面有一个非常明显的趋势：物探不仅是勘探

工作的先行官,不仅是提供剖面,提供井位,现在物探工作属于油公司核心工作之一,地位在持续上升,而且特别值得注意的是物探工作跟整个勘探工作更加紧密地融合在一起,物探资料的采集、处理、解释工作和地质评价工作逐渐融为一体。

为什么会出现这种情况?主要是:第一,物探技术特别是地震技术的飞速发展,每年三维地震大面积推广,分辨率和信噪比不断提高,包括可视化等各种处理解释新技术出现,使得物探可通过地震三维数据体,直接描述地质体,直接描述油气藏。这样就为物探地质人员的工作提供了一个新的平台。与过去在纸上、在桌子上,通过抽象的平面图纸来描述油气藏的方法相比,这是一个根本性的变化。国外油公司基本上已实现了这种无纸作业,我们股份公司里也有相当一些分公司也都实现了。物探特别是地震技术的进步非常大,这样地质和物探人员可直接在一个平台上共同工作,打破了过去的工作方法,这就改变了物探工作的传统定义和地位。第二,随着勘探的发展,勘探地质目标日益复杂,客观上使勘探工作更加依赖于地震,依赖于三维数据体,依赖于计算机。最早,勘探人员根据地面打井,后来发展到利用纸剖面、构造图等打井,现在勘探对象越做越复杂,必须依靠三维数据体、虚拟现实可视化打井,并且日益与开发结合在一起。第三,计算机网络和数据库的发展。IT产业的迅速发展所产生的影响已渗透到了勘探的全过程,物探工作也渗透到了勘探的全过程,三维数据体已成为勘探开发砂岩油藏的基础。这既是我们面临的现实,也是未来的长期发展趋势。

国际大油公司的勘探工作方式和人员构成都发生了很大变化,例如 EXXON 公司的勘探公司人员构成中,物探专业人员占三分之一以上,日常工作中从事物探解释处理成图的人员又占二分之一以上。他们具有强大的计算机处理能力,计算机网络系统、数据库、地震资料处理解释在勘探中已是三位一体。国外大油公司物探工作的内容,一是地震部署、设计、监督(监理);二是大力开展处理解释。物探队伍中 80% 以上人员、80% 以上时间、80% 以上设备硬件资料应花在这个上面。主要是目标处理、精细处理。特别是三维连片处理,它的叠前处理一次可上千平方千米。处理解释评价跟地质解释合在一起,地质人员和物探人员在一起,有些人甚至是双重岗位,既懂地质,又懂物探。

2. 抓好股份公司物探队伍建设和管理

1) 加强股份公司物探队伍处理解释能力建设

目前,股份公司的地震处理工作量每年大体上是:二维有 8~10 万 km,三维大概是 2~3 万 km²。处理主要有三支力量:集团公司所属的石油物探局和各物探公司(地调处),占 50% 以上;股份公司各油田分公司及勘探院,占 35%~40%;另外还有独立处理的小公司,承担 10%~15%。

加强处理工作的具体措施是:(1)发挥集团公司的整体优势,充分依靠和发挥石油物探局计算中心、地调处和各分公司研究院、中国石油勘探开发研究院及其西北分院等各单位的地震处理能力;(2)股份公司抓好自身处理能力的规划和建设。

从目前现状看,股份公司共有 508 个 CPU 的处理能力,这并不大。有三个单位的处理能力比较强,就是大庆、辽河和新疆,塔里木、华北、西南等有少量处理能力,有些单位基本没有。应该有一个规划,可设想将股份公司物探处理和设计监督力量集中整合为 3~4 个中心,按地域和勘探工作量作合理规划。集中投资,强化重点。同时股份公司还要抓好物探技术发展的规划,指导物探技术的中长期发展和物探技术储备。另外,要充分利用市场规则,发挥小公司特长,促进地震处理技术的进步。

关于地震解释能力,则每个勘探单位都应该有。我们知道,勘探工作最核心和最基本的工作就是在地震资料上发现和解释圈闭,一个勘探单位自己没有地震解释能力是绝对不行的。地震解释工作要普遍推广计算机可视化,要有计划地建设几套计算机虚拟现实系统,追赶国际先进水平。总之,各油田分公司都要普遍地加强地震解释工作,提高解释水平。

2) 物探工作管理

关于物探工作管理问题,我想谈两点意见:(1)认真执行股份公司有关规范。股份公司成立以来,各级领导对物探工作十分关注,先后编制了一系列规范。主要有《中油股份公司 2001 至 2003 年物探技术发展规划意见》、《地震老资料重新处理解释管理办法》、《物探工程技术资料管理规定》、《地震资料反演技术规范》等一系列管理办法,举行了多期培训班。这些管理都是在认真分析了股份公司物探技术能力和存在的问题,总结了过去物探技术管理经验,教训的基础上提出的,希望大家认真执行。(2)认真抓好市场管理。甲方要按集团公司要求,规范市场管理。

二、在新的形势下进一步加强地震资料处理技术

1. 地震处理工作的地质需求

股份公司对地震处理工作的地质需求,集中起来有三个方面:

(1)隐蔽油气藏(主要指地层、岩性油气藏)。我国隐蔽油气藏与国外比有以下特点:薄层、低渗透、大面积分布。地质规律不清楚,地质上难以预测,基本上完全依靠物探解释,如河道沙体划分。主要技术需求是高分辨率地震、储层预测。(2)山前复杂地区山地地震。由于地面复杂,地下构造复杂,地层起伏较大,断层多,造成地震成像信噪比、分辨率非常低,难度大。(3)特殊油气藏储层预测。如碳酸盐岩风化层、潜山、火山岩等,都需要高质量的地震资料,需要高水平的各种技术。

2. 关键处理技术

针对地质需求,股份公司要抓好几项关键处理技术。

(1)加强资料处理的基础性工作。对不同盆地和不同单位,这项工作差异较大。有些单位从一开始就搞得很好,有些搞了几十年都没搞好。基础性工作的核心是建立合理完整的地球物理参数,包括不同地区、不同地质条件的地震测量、表层低速带、基准面、地震速度、静校正量等一套参数。搞好后会事半功倍。

(2)进一步完善复杂地表的静校正技术。尤其在西部,这项技术中复杂地表的成像非常关键。

(3)二维、三维高分辨处理技术。这方面进步很大,吉林一块三维,主频达到 60~70Hz。这个工作刚刚开始,勘探在地质上提出更高要求。现在能识别 5~8m 的砂体,将来会提出识别 3~5m 的砂体技术要求。

(4)充分利用叠前信息,进一步推进叠前深度偏移、叠前去噪处理技术。虽然工作量大,但现在计算机能力强,高效快速叠前资料处理技术软件一定会很快实现。

(5)储层预测和油气预测、油气检测技术。这项技术以地震反演为基础。现在东部进入岩性勘探,西部也逐渐进入岩性勘探,储层预测技术是当务之急,不同地区有不同要求。

(6)速度场的研究和时深转换问题。尤其在西部,地下构造相当复杂,速度是个关键问题,确实应引起大家注意。

(7)其他新技术推广。包括三维 VSP、多波多分量、井间和四维要加大推广和开发的力度。大型计算机系统新技术开发问题应重视。技术攻关项目应有一个管理办法,经费问题应想办法解决,要有保证。

3. 处理解释一体化

进一步加强处理解释一体化,加强滚动式的处理解释工作,滚动式的描述评价工作。处理解释一体化既是大家在实践中总结出的一条经验,也是物探技术要渗透到勘探中,在这种新技术形势下的必然要求。比如,从圈闭描述讲,大家围着一个三维数据体进行圈闭评价、描述;油藏描述都围着一个三维数据体进行油藏描述、油藏管理、油藏经营,确定开发井、评价井等。这种工作方式必然要处理解释一体化。

4. 几点要求

(1)进一步抓好物探人才建设。

要重视处理专门人才。有经验的处理人员是非常宝贵的,要精心培养,并留下来用好,要重视。要有相应的政策留住人才,也要重视复合型人才:既懂处理,又懂解释,有一定勘探经验,这是很宝贵的。

(2)做好技术发展规划。要同集团公司科技部门密切合作,抓好长期处理技术发展规划。

(3)加强对外交流。认真学习国际上油公司和物探服务公司新技术,追踪技术发展前沿。

(4)当前各单位开发和利用处理软件的水平不均衡,差别较大。要抓紧已购软件的开发工作。

祝物探界的同志们在新时期里取得更大技术进步和更多成绩,为勘探工作做出更大贡献!

大力发展物探技术 为高效勘探开发做贡献

阎世信

(勘探与生产分公司)

一、引言

中国石油天然气股份有限公司是以上游为优势的资源型企业,油气勘探生产是公司盈利的支柱。物探技术作为勘探生产的龙头,在油气勘探、开发中发挥着非常重要的作用,特别是在勘探开发难度越来越大,必须实施勘探开发一体化的今天,物探技术在勘探生产中的贡献表现得更加明显。

近年来,勘探与生产分公司围绕股份公司“低成本、高效益生产”的战略方针,认真制订物探技术发展规划,调整物探部署思路。在资料采集上采用先进而适用的配套技术,逐年增大三维地震勘探力度,适当减少二维采集工作量,有效地提高了复杂构造带及岩性勘探的钻探成功率,二维采集工作量从2000年的4.8万km²下降到2002年的2.7万km²,三维年采集工作量从2000年的8140km²上升到2002年的8314km²;在处理和解释上充分利用新技术新方法,挖掘地震老资料的潜力,股份公司在各探区大力开展地震资料的重新处理解释工作,近三年来累计重新处理二维地震资料10万km²,三维地震资料近3千km²,取得了一大批重要成果,成为股份公司降低油气勘探成本的重要途径。

物探技术作为勘探的主导技术,历来受到股份公司领导的高度重视。马富才董事长和黄炎总裁都曾指出,先进适用的主导勘探技术是油气勘探发现与突破的基本技术保障和降低油气发现成本的根本选择。刘宝和副总裁指出“没有物探,就没有勘探”。贾承造总地质师也曾指出:“物探技术是勘探技术的龙头,没有物探,就没有圈闭;圈闭搞不准,勘探连方向和目标都没有。”自重组上市三年来,股份公司的物探技术队伍有了很大的发展,初步形成了一支油公司的物探技术综合研究队伍,并与集团公司的其他物探力量一起,共同承担起股份公司的物探生产和攻关任务。目前,股份公司共配备有IBM SP3、SP2、Power Challenge 等大型计算机设备20余台套, Sun Ultra 60、SGI Indigo2等各类工作站280余台套,平均每家(油田或院所)1台大型机,4人1台工作站,并分别配备了先进的地震资料处理、解释及储层预测软件。但随着勘探开发难度的增大及对计算量要求的急剧提高,当前硬软件环境与生产的要求还有较大的差距。作为勘探与生产活动中重要组成部分的物探技术,在新的勘探生产形势下,只有不断发展新技术,积极推进科技创新,加强技术管理,广泛采用先进适用的主导勘探技术,消除瓶颈制约,才能不断拓宽新的勘探领域,多找圈闭,找准圈闭,找好圈闭,落实有利钻探目标;才能不断发现规模储量,降低勘探发现成本,确保油气勘探不断稳步向前发展。

本报告主要对股份公司近几年由于物探技术的进步所带来的油气勘探重大成果进行了系统总结,对股份公司所形成的两个层次10大项物探技术系列进行梳理,同时对物探技术需求与对策进行了分析,对股份公司物探技术和管理中存在的若干问题提出了几点意见。

二、物探技术的进步带动了勘探开发的重大突破

中油股份公司所属探区经过多年的勘探,一些地表条件相对简单、构造不太复杂的油气

田已逐渐被发现、探明并投入开发生产,许多老油田也逐渐步入了高含水期,这迫使勘探生产的对象逐渐向更加复杂的新领域过渡。面对日益复杂的断块油气藏、高陡构造、薄互层、隐蔽型地层岩性油气藏等勘探开发目标,传统上行之有效的一些常规物探手段显得“力不从心”,许多地区勘探生产出现了多年徘徊不前的局面。近几年来,股份公司和世界石油工业的发展一样,由过去主要靠投资拉动转为主要靠技术拉动,通过发挥中油集团公司物探技术力量的整体优势,加强勘探技术攻关特别是物探新技术攻关,大力推广应用先进适用的物探配套技术,使得一大批探区在复杂条件下的油气勘探开发中取得了前所未有的重大突破。

1. 山地地震推动前陆冲断带勘探取得重大突破

我国西部广泛分布的前陆盆地及类前陆盆地油气资源丰富,但地下构造复杂,地形起伏剧烈,地表施工条件恶劣。长期以来,地震技术一直是制约该领域油气勘探发展的瓶颈。“八五”以来,特别是近几年中,由于物探装备和技术的迅速发展,通过山地地震攻关,股份公司在塔里木库车、准噶尔南缘、酒泉祁连山前、四川龙门山大巴山山前以及吐哈火焰山等地区取得重大突破。

在塔里木盆地库车坳陷的勘探中,山地地震攻关大幅度提高了地震成像精度,为准确落实推覆体构造奠定了基础,并相继发现了克拉2特大型气田以及大北、吐孜、迪那、却勒等一系列油气藏,为“西气东输”奠定了强有力的资源基础。

在准噶尔南缘,近年来通过开展山地地震攻关,开辟了准噶尔盆地油气勘探新领域:继呼2井成功地发现了呼图壁气田之后,2000年钻探的吐谷2井发现了吐谷鲁气藏,钻探的卡6井发现了卡因迪克油田,目前在东湾背斜上利用叠前深度偏移技术确定的东湾1井正在钻探,预计将会有重大发现。

同时,玉门青西油田在1999年野外地震攻关中,通过全面消灭坑炮,使得地震单炮记录品质得到大幅度提高,在此基础上,2000年在该地区开始了大面积的三维地震,并在隆8井喜获日产201m³的高产工业油气流,获三级地质储量8500万t,取得了青西山前带地震勘探“一年一大步,四年现辉煌”的伟大成绩,使玉门老油田重新焕发了青春。

2. 高分辨率储层预测促进复合油气藏勘探大发展

随着构造圈闭规模的明显减小,股份公司逐渐进入到以岩性勘探为主的时期。岩性圈闭因其复杂性和隐蔽性,具有勘探难度高、勘探风险大的特点,对地震资料的分辨率和预测精度也提出了更高的要求。近年来,通过大力推广高分辨率地震基础上的储层预测技术,有效地促进了松辽、鄂尔多斯复合油气藏勘探的大发展。其中大庆和吉林油田在松辽长垣以西的萨西、杏西、龙虎泡、高西、葡西、英台、新肇、红岗、敖南、新站-大安、两井、乾安等12个鼻状凸起上,通过开展构造-岩性复合油气藏勘探,发现了较大规模的储量。预计2002年大庆油田将获控制储量6700万t,预测储量4000万t;吉林将获探明储量5000万t,控制储量5000万t。

3. 二次地震精细采集和连片处理解释确保了老区的稳产

随着老区勘探的不断深入, 油气勘探目标也在发生着不断的变化。在一些地区, 勘探层系从原来的中深层转移到了中浅层, 而在另外一些地区勘探层系又由原来的中浅层转移到了中深层, 同时, 大多数油区正在经历着从构造油气藏勘探向岩性油气藏勘探的转变。受过去采集、处理目标和技术的限制, 一些地区原来采集或处理的地震资料品质已不能够满足新的勘探形势的需要, 不同年度采集的“邮票”式三维造成的资料难以连片分析的问题更是对构造的整体认识和精细成像。因此, 近几年来地震二次精细采集和三维连片处理解释在渤海湾等地区得到了很好的应用。2000 年以来, 渤海湾各油田(辽河、冀东、大港、华北) 已开展三维地震连片处理 2 万多立方千米, 二次三维采集约 2000km³, 成为确保渤海湾老区稳产的重要手段。

4. 特殊岩性体识别及描述技术带动了隐蔽油气藏的不断发现

近几年来, 各油田分公司通过加强对特殊岩性体的识别描述, 带动了多种类型特殊岩性油气藏不断获得重大突破。塔里木油田在轮南奥陶系顶面风化壳开展缝洞油藏识别, 获得预测石油地质储量 1.37 亿 t, 预测天然气地质储量 520 亿 m³。西南油气田开展鲕滩储层描述, 预测川东北部飞仙关组鲕滩储层分布面积达 2000km², 估算天然气资源量 1.6 万亿 m³, 目前三级地质储量已近 2000 亿 m³, 为国家“川气出川”重大工程项目提供了资源保障。华北油田在二连盆地开展岩性识别, 使得久攻不克、20 年勘探仅上交 200 余万吨控制储量和 1000 万 t 预测储量的巴音都兰凹陷取得了实质性突破, 构造精细解释出现多个叠合砂体, 落实含油面积 6.7km², 探明石油地质储量 1000 万 t, 开拓了二连油气勘探的新局面。大庆油田通过反演提取储层信息, 发现松辽北部徐家围子火山岩大气藏, 在北部地区发现天然气地质储量 500 亿 m³, 拓展了大庆油田深层勘探领域。

综上所述, 物探技术的进步带动股份公司勘探开发取得了多项重大突破, 同时, 在勘探开发一体化中也占据着举足轻重的作用, 为“稳定东部、发展西部”做出了重要贡献。

三、形成两个层次 10 大项物探技术系列

中油股份公司通过物探技术人员多年的努力和实践, 近几年物探技术有了非常迅速的发展, 已经初步形成两个层次十大项物探技术系列, 即五项配套技术系列、五项攻关发展技术系列。其中配套技术有复杂地表地震勘探技术、储层预测技术、高分辨率三维地震勘探技术、三维连片和精细目标处理解释技术以及高精度地震二次三维采集处理技术; 攻关发展技术有复杂地质条件下的成像技术、地震和非地震综合勘探技术、井孔地震技术、四维地震技术和多波多分量技术。

1. 五大配套技术系列

1) 复杂地表地震勘探技术

经过近几年的攻关, 我们在利用重力地形校正、重磁电震综合解释、电磁拟地震反演和地震非地震建模反演等方法调查区域构造的非地震勘探基础上, 山地地震勘探取得了长足的进步, 有些技术已基本达到了世界领先水平, 取得了一大批勘探成果, 形成了一整套独具特色的配套技术。在采集方面, 通过针对目标设计观测系统、利用卫星照片资料科学选线选点、

开展详细的地表调查来确定激发因素和接收因素、利用卫星定位系统来进行精确定位、应用直升飞机支持野外作业、根据不同地表条件分别采用砾石钻机、改进的山地钻机和大吨位可控震源等一系列新装备、新技术成功地在勘探禁区获得了地震资料品质的突破；同时，在地震资料处理方面，通过采用针对性的子波整形一致性处理、多域压噪、静校正、速度分析、选道叠加和偏移成像等方法极大地提高了资料品质和成像的准确性；在地震资料解释方面也已形成了地震非地震联合解释、盆地构造建模、精细层位标定、变速构造成像和区带圈闭评价等系列技术，在克拉2、迪那及却勒山地三维中取得了重大突破（图1）。这充分说明了在高风险地区，技术上的高投入可以带来勘探开发的高效益。同时，在新疆、玉门、西南、吐哈等油田，各探区根据各自的地质特点，有针对性地采用了小道距、高覆盖、大吨位震源、宽线、大排列等多项措施，分别在准噶尔南缘（图2）、玉门窟窿山及金海子、四川七里峡（图3）、吐哈胜北等地区均获得较理想资料。

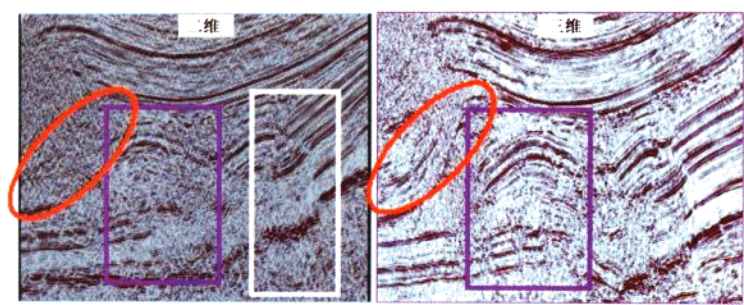


图1 迪那山地二维、三维地震资料对比（石油地球物理勘探局提供）

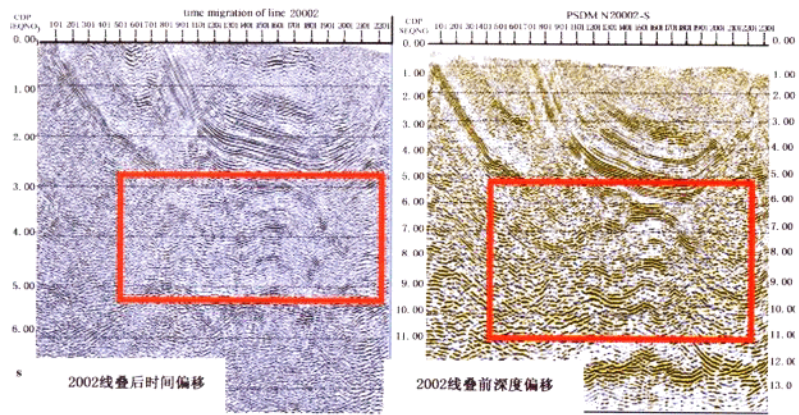


图2 准噶尔南缘东湾构造带地震资料叠后时间偏移和叠前深度偏移效果对比（新疆油田分公司提供）

经过多年摸索，大沙漠地震勘探技术也取得了较大突破。在塔里木等探区，通过采用麻花钻深井激发、大沙漠静校正、有针对性的叠前去噪、精细速度建模及模型正演反演等技术，在塔中11井区获得了高品质的沙漠三维高分辨率资料，有效地改善了深层弱反射，并在哈得逊沙漠区的高分辨率三维地震攻关中，准确锁定了东河砂岩尖灭线（图4），探明超深度、低幅度油藏储量3000万t。

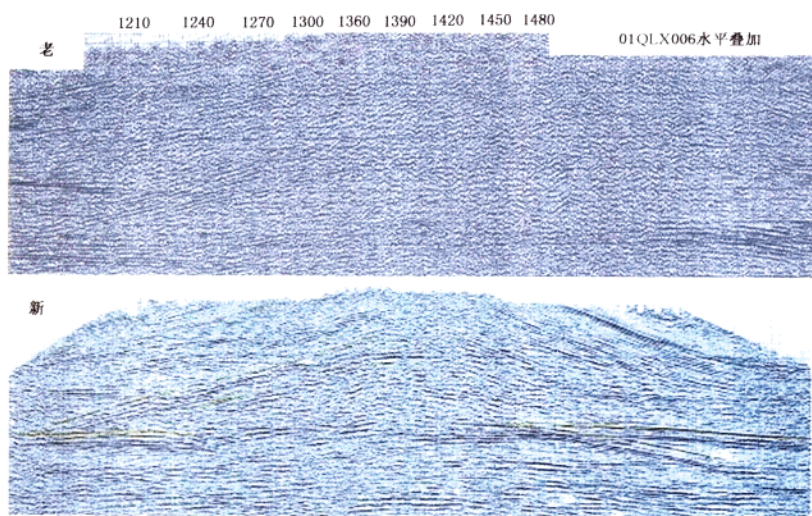


图3 川东七里峡高陡构造地震攻关剖面效果对比(西南油气田分公司提供)

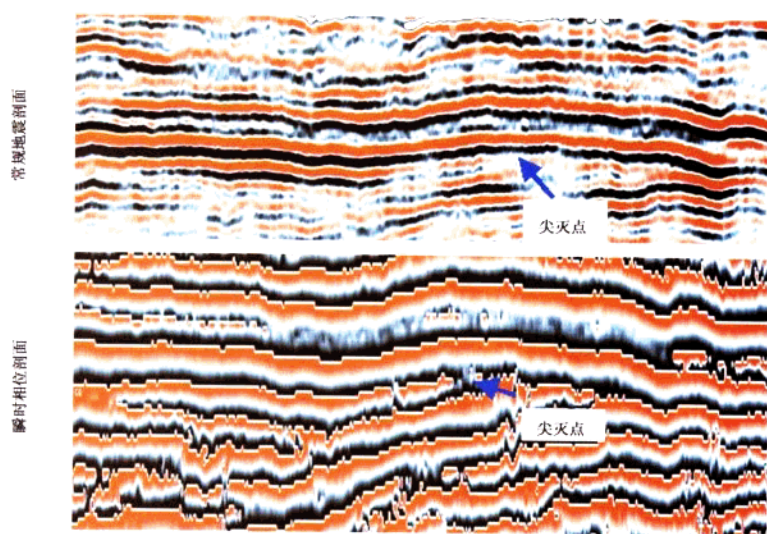


图4 哈得逊沙漠区的高分辨率三维与常规三维地震资料效果对比
(石油地球物理勘探局提供)

同时,以长庆油田为代表的黄土塬地震勘探也取得了新的进展。在采集上实现了沟梁区弯线采集、黄土塬直线采集、黄土塬宽线采集以及黄土塬不规则三维等多种采集方式;在处理上形成了有针对性的叠前去噪、初至拟合逼近静校正、地表一致性处理和黄土塬弯线处理等特色技术;在解释上通过广泛应用地震地层学解释、侵蚀面解释、储层横向预测等技术制作了多个目标区多个不同版本的大比例尺工业制图,成为鄂尔多斯盆地油气勘探开发的主导技术。图5为2001年在陇东黄土塬区利用直测线进行地震攻关的结果,从对比剖面可以看出新采集剖面内幕反射更加清晰。

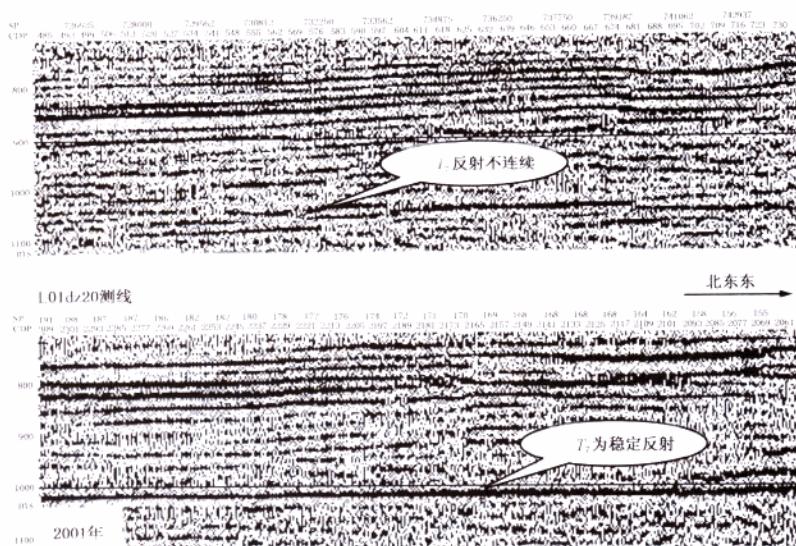


图5 鄂尔多斯盆地西峰地区黄土塬直线性地震攻关效果对比(长庆油田分公司提供)

2) 储层预测技术

自从2000年元月中油股份公司在银川召开储层预测技术研讨会以来,储层预测技术得到快速发展和普及。其中叠前、叠后地震反演技术、地震属性分析技术、地震相分析及AVO、模式识别等烃类检测技术得到了广泛的应用,在沉积相研究、储层预测、特殊岩性体识别、裂缝预测、烃类检测等方面发挥了巨大作用。其中松南地区通过利用高精度储层反演,可以预测5m厚的砂层;长庆油田在苏里格庙气田的勘探开发中通过利用地震相分类技术预测砂体边界,使预测的砂体与实钻基本相符;同时,通过组织多家研究单位利用特征重构反演和AVO等技术识别气藏,使气层识别能力有了很大进步(图6);西南油气田分公司通过利用AVO技术识别川东鲃滩储层和气层,使鲃滩储层预测从定性走向定量,新近钻探的坡4、罗家5、罗家6、罗家7等井均获成功,成为四川盆地最大的气田;另外,可视化和地震相分类技术还成功地识别了大庆徐家围子、松南双坨子火山岩(图7)和崑崙山的裂缝发育带。

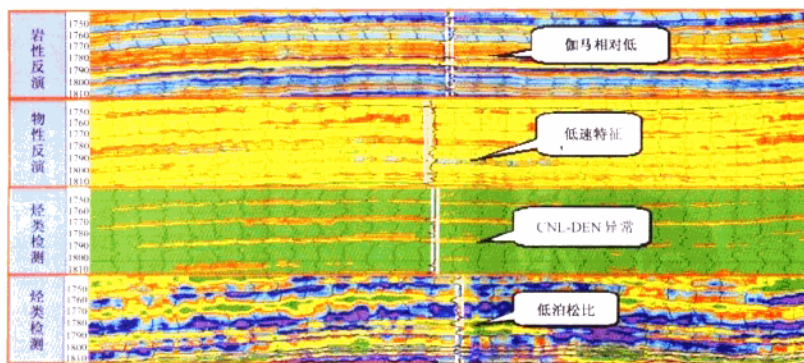


图6 特征重构反演和AVO技术在苏里格庙气层识别中初见成效(中国石油勘探开发研究院提供)

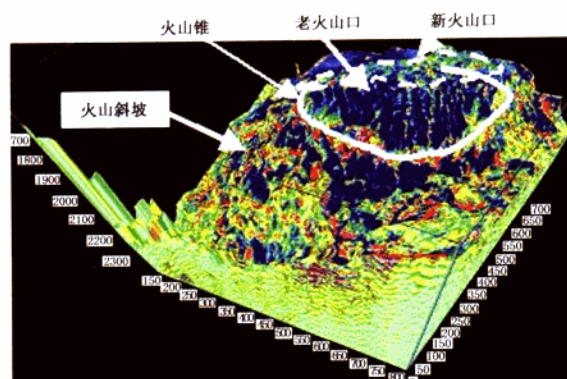


图7 利用可视化和地震相分类技术有效识别吉林双坨子火山岩
(中国石油勘探开发研究院提供)

3) 高分辨率三维地震勘探技术

随着油田勘探开发的不断深入,大庆、吉林、长庆、准噶尔等盆地的油气勘探对象已逐渐转移到地层、岩性油气藏,其特点是构造幅度小、断层小、油层砂层薄(几米至几十米)、横向变化大,这对地震资料的分辨率提出了更严格的要求。为了更好地寻找和落实含油气圈闭和储层分布,加快勘探步伐、提高勘探效益,多年来,股份公司一直致力于开展高分辨率地震勘探技术的攻关,目前已基本形成了一整套较成熟的采集、处理、解释技术。其中包括采集上的小采样率、小组合基距、高覆盖次数、适中偏移距、适中道距、适中炸药量、选择好的激发岩性、挖坑埋置检波器、宽频带接收、大于三级风不施工等;处理技术上的以高分辨率、高信噪比、高保真度为原则,做好噪声压制及高精度静、动校正、速度分析、高频恢复和偏移成像等几方面工作;解释上的可视化与真三维体自动追踪和小断层识别技术等。东部油区高分辨率三维地震信号主频比“九五”前平均提高10~20Hz,成为松辽盆地长垣两侧岩性油藏预测和渤海湾高成熟区小断块复杂油气圈闭识别的基础。

2002年松南乾西北地区采用高覆盖次数和小面元明显提高了地震资料的信噪比和分辨率,断层清晰、层间丰富、小幅度构造落实,过去在常规二维地震资料上只能解释24条断层,而利用高分辨率三维地震资料可以很清楚地解释了117条断层,目的层的主频由二维的50Hz提高到65Hz,成为吉林油田勘探的精品(图8),在乾西北地区勘探中发挥了重要作用,预测储量2800余万吨。西部探区在岩性油藏的勘探中也开展了大量高分辨率攻关,其中塔里木探区的轮南,通过高分辨率勘探,精细刻画了风化壳内部缝洞,解释出了岩溶古地貌(图9),建立了潜山地质模型。新疆油田今年在莫北2井区开展了高分辨率地震攻关,首次在准噶尔盆地获得了高信噪比,高分辨率的三维资料,目的层侏罗系有效频宽达10~90Hz,主频50Hz。

4) 三维连片及精细目标处理解释技术

各油气田分公司多年来陆续采集了大量三维地震资料,但由于施工因素各不相同(不同的仪器、不同的施工队伍、不同的面元等),处理的流程、方法和参数不一样,导致不同区块三维资料接合部很难用于解释。这就需要把这些“邮票”似的三维拼接起来,进行连片处理,消除多块三维地震资料时差、相移、频谱差异及能量不均衡现象,提高三维地震解决地质问题的能力。

连片处理技术中主要涉及网格重排、子波整形、面元均化、EQDMO等几个方面,通过