波阻抗反演技术在区域层序地层研究中的应用

吴 坚 张 塞 闫桂花 邹玉萍
(新疆油田公司勘探开发研究院)

摘 要

吴坚,张塞,闫桂花,邹玉萍.波阻抗反演技术在区域层序地层研究中的应用.石油地球物理勘探,**2002**,**37**(增刊):**58~60**

应用 ISIS波阻抗反演软件,针对其主要的技术环节,如地震子波提取、初始模型建立等,确立了正确的技术路线,对准噶尔盆地侏罗系基干大剖面进行反演处理,满足了区域层序地层学研究的需要。

关键词 准噶尔盆地 侏罗系 波阻抗反演 地震子波 初始模型

引 言

波阻抗反演能够把纵向精细、横向稀疏的钻井资料和纵向粗略、横向密集的地震资料有机地结合起来,并且在油田开发和滚动开发阶段取得显著的地质效果。随着地震反演技术的日渐成熟,应用范围也逐渐扩大到区域勘探的地层研究中,它在地质成因体系和沉积体系识别上的优势逐渐引起研究人员的重视。ISIS反演在现有的技术手段下,对区域地层接触关系、反射构型等方面的识别具有较大的优势,肯定了波阻抗反演技术在区域地层研究方面的可行性。然而,该项研究在我国处在探索阶段,反演波阻抗剖面可以细划层序到什么级别、划分沉积体系的可靠性及反演技术的应用限度等,尚需实际应用效果来验证[1]。

反 演 处 理

ISIS反演软件由丹麦 ODEGARRD A/S公司研制推出,它是基于模型的地震反演方法,核心技术主要体现在全局优化和局域优化相结合的非线性模拟退火方法。其主要技术环节有:地震资料处理、速度场的建立、地层地球物理特征分析、地震子波的提取、初始模型的建立、反演约束参数的选取。本次地震反演的基本要求是层序界面的连续可识性与波阻抗体的横向变化性之间的对立统一,因此,反演结果要求在尊重地震信息的基础上提高分辨率要适度,在加强处理精细程度的同时,处理好每个技术环节的相互关系,减小由于控制点少而造成的多解,处理关键在于建立正确的初始模型[2,3]。

P波地震资料

东西向 99EW3、99EW5和南北向 99SN1、99SN4四条基干大剖面贯穿全盆地,呈网格状分布,网格间距为 40~60km和 70~80km,主要控制了盆地中西部区域,跨越了盆地主要的一、二级构造单元。反演数据体是在 Power Challenge系统上采用统一处理流程、统一处理参数和统一基准面进行处理,运用了子波整形的测线拼接技术拼接而成,同时运用了保振幅、振幅归一化等多项特殊处理技术,使数据体信噪比、分辨率得到了提高,展宽了有效频带,消除了目的层闭合差。加上叠前子波整形时的零相位化和小波变换去噪等技术的运用,也减少了反演结果的多解性,丰富了地质现象,相对于原始地震资料品质得到明显改善。最终 P波反演数据体采样率均为 2ms,目的层有效频带为 10~75Hz,基本可以满足地震反演的需要。

速度场的建立

采用大道集(100CDP)方式,在构造复杂带加密速度控制点(间隔 50CDP),采用多次波衰减方法准确求取叠加速度;处理后输出一个 SEG-Y格式的层速度数据体;然后经 VSP测井校正后获得大剖面

本文于 2001年 11月 15日收到。

速度场,供 ISIS反演软件在建立初始模型时使用。

地层地球物理特征分析

ISIS反演软件测井曲线的标定方法为: 首先,将参与反演的 34口井的测井资料进行环境校正,剔除异常值,经曲线编辑等标准化处理来提高与地震资料的匹配度;再根据 VSP测井和合成地震记录解释成果的时、深数据对,将声波、密度测井曲线低通滤波后与井旁地震记录自动互相关;然后结合合成地震记录标定成果,对层间吻合性较差处进行合理的压缩和拉伸,以提高相关性;最后,通过与井旁道互相关精确求取子波再合成地震道,对标定做最后的修正,结合子波的提取反复验证,完成精确的测井曲线标定工作,以达到地震资料与测井资料的最佳匹配。

地震子波的提取

本次反演是采用测井资料与井旁地震记录,用最小平方法确定性求解每口井子波;利用 ISIS提供的 Akaike's FPE多种误差曲线、子波形态、子波振幅谱和相位谱、合成记录和地震记录频谱的匹配等一系列 QC控制手段来检测提取子波的质量,后经压零和时变子波工具处理,输出零相位时变子波;根据基干大剖面地震反演方法实验的成果,参与反演子波的钻井所处沉积环境要相对稳定、侏罗系目的层相对齐全的原则,计算时窗内反射系数要有层次、合成记录与地震记录匹配好、包含煤层、目的层等,同时能在横向上兼顾其他钻井标定、合成记录与地震道的相关性等原则,最终筛选出参与反演的子波,以尽可能减少子波不能空变的影响。从 99EW3确定的 XY1井反演子波的合成记录、地震记录及误差剖面的对比图 (图 1)可以看出,合成记录与井旁地震道吻合较好,相关系数达到了 0.749,误差剖面上几乎没有大的残差。在将该子波用于其他各井的检验中,各井的合成地震记录与井旁地震道相关系数平均也达到了 0.46。99EW5、99SN1、99SN4剖面也通过这样严格的筛选分别确定 P4井、AC1井、MB5井子波参与反演。

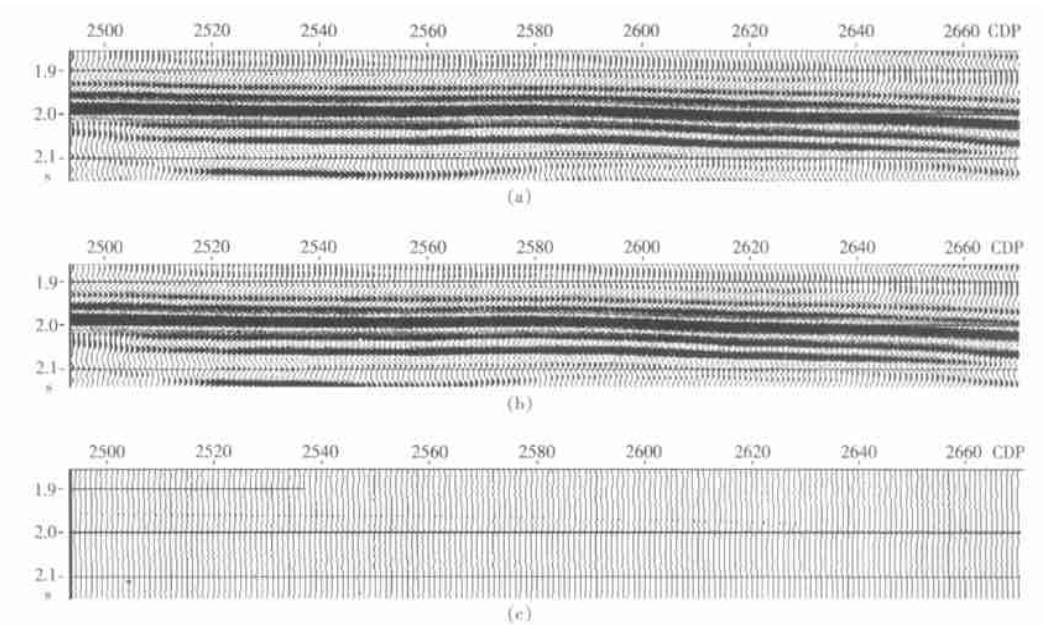


图 1 XY1井反演子波的合式记录 (a)、地震记录 (b)及其误差剖面 (c)的对比图

初始波阻抗模型的建立

侏罗系基干大剖面参与反演,钻井是较为稀疏的,仅有 99EW3、99SN1钻井相对较多,但井间低频分量的外推、内插距离仍达数十公里。首先在做好测井资料本身的标准化、环境校正和综合标定基础工作的同时,以 4条基干大剖面侏罗系的地质模式为指导,细划了 7套层序界面及相互间的接触关系,特别重视了地震资料上断层、地震反射特征突变点等的解释;其次引入层速度体资料来细化模型目的层横向变化趋势;最后将上述资料综合在一起,根据各大剖面的特点,选取适当的构建参数权值,使初始模型波阻抗值的变化更为合理。

反演约束参数的选取

反演约束条件参数值是根据基干大剖面的品

质、初始模型的可信程度、划分侏罗系层序的要求等确定的。对于地震记录信噪比较高的资料,选择反演偏向地震;而相干性参数值的大小决定了相邻道波阻抗值的差异,值越小,差异越小,横向连续性好;和初始模型的偏差越小,则反演结果偏向于模型,反演后将有较高的分辨率;反射系数门槛值变小,反演后纵向分辨率提高。

反演效果

从反演的波阻抗剖面看,99EW5剖面的反演效果最好,其次为99SN1、99SN4、99EW3剖面。侏罗系中、厚层状地层井旁道的波阻抗与钻井的波阻抗符合率均达到约80%,层序界面间的接触关系清

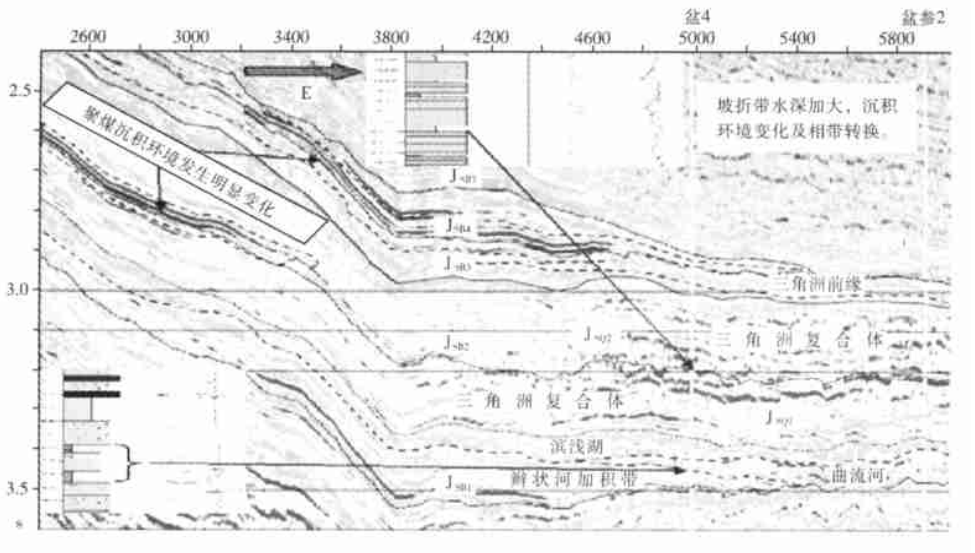


图2 99EW5反演剖面

楚,层间断层较易识别。图2中坡折带水深加大,沉积环境变化及相带转换现象丰富,同原始地震资料相比,在层序划分、沉积体系的建立方面明显上了一个台阶,这为地质解释人员从钻井出发,剖析区域地层沉积规律提供了新的途径。

结论

通过确立正确的技术路线,对准噶尔盆地侏罗系基干大剖面反演处理,满足了区域层序地层学研究的需要,其关键的技术环节是地震子波提取、初始模型建立。反演结果表明,波阻抗剖面在地层格架和相构型分析方面都有很好的效果,相构型分析方面(如聚煤环境的强弱转换、水道的侧向迁移等)也比地震剖面反映的清楚。

参考文献

[1] Chowdhury A and Sheriff R E. Prospect development in a sequence stratigraphic framework using high resolution seismic data. *The Leaading Edge*, 1996, 3

[2] 李庆忠.走向精确勘探的道路——高分辨率勘探系统工程剖析.石油工业出版社,1993,126~141

[3] 俞寿朋.高分辨率地震勘探.石油工业出版社,1994,177~187

(本文编辑:张亚中)

作 者 介 绍

蔡希玲 高级工程师, 1962年生, 1981年毕业于石油物探学校地震解释专业, 1990年毕业于石油大学勘查地球物理专业, 2000年毕业于成都理工学院地球探测与信息技术专业,获硕士学位。目前在石油地球物理勘探局技术发展中心从事物探方法研究、地震信号分析及数据处理工作。

任文军 高级工程师, 1966年生, 1988年毕业于江汉石油学院物探专业, 2000年毕业于南京大学地质专业,获硕士学位。现在长庆石油勘探局地球物理勘探处从事生产管理及勘探开发研究工作。

何晓菊 高级工程师, 1959年生, 1983年毕业于江汉石油学院物探专业。现在长庆石油勘探局物探研究所从事地震勘探开发研究工作。

胡 杰 高级工程师, 1965年生, 1984年毕业于西南石油学院物探专业。现在青海石油管理局物探公司从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

邓述全 高级工程师, 1965年生, 1987年毕业于华东石油学院勘探系物探专业, 1999年获石油大学(北京)硕士学位。现在石油地球物理勘探局勘探事业部从事地震采集方法研究工作。

代海涛 工程师, 1972年生,1994年毕业于西南石油学院物探专业。现在青海石油管理局物探公司研究所从事地震资料处理及解释工作。

李福元 工程师, 1971年生,1993年毕业于江汉石油学院物探专业。现在青海油田公司从事物探方法研究工作。

周述才 高级工程师, 1984年毕业于西南石油学院。现在新疆油田公司勘探开发研究所从事地震资料处理及处理方法的研究工作。

张希山 工程师, 1967年生,1987年毕业于石油地球物理勘探局物探学校物探专业。现在青海石油管理局物探公司从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

刘国良 工程师, 1972年生,1996年毕业于大庆石油学院物探专业。现在新疆油田公司勘探开发研究院从事地震资料解释工作。

梁承敏 高级工程师, 1965年生, 1988年毕业于新疆石油学院。现在新疆油田分公司勘探开发研究院地球物理研究所从事三维地震资料的综合解释和资料处理、方法的研究工作。

张新立 工程师, 1967年生,1990年毕业于中国地质大学物探专业。现在青海石油管理局物探公司研究所从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

吴 坚 工程师, 1970年生,1992年毕业于中国地质大学(武汉)。现在新疆油田公司勘探开发研究院地球物理研究所解释中心从事地质研究工作。

崔炳富 工程师, 1968年生,1991年毕业于西南石油学院物探专业。现在新疆油田公司勘探开发研究院从事石油地质综合研究工作。

熊永学 工程师, 1967年生, 1990年毕业于石油大学(华东)物探专业。现在青海油田公司勘探开发研究院计算中心从事资料处理工作。

姚付生 1968年生, 1990年毕业于西南石油学院勘查地球物理专业, 1999年获西南石油学院地球信息与勘查专业硕士学位。现在四川石油管理局地调处物探研究中心从事数据处理方法研究工作。

黄永平 高级工程师, 1970年生, 1994年毕业于西南石油学院勘查地球物理专业。现在新疆石油地质调查处从事沙漠及沙漠边缘区高分辨率地震勘探、深层弱信号分析等方法研究工作。

童思友 工程师, 1969年生,1992年毕业于西南石油学院物探专业。现在青岛海洋大学地球科学学院从事科研与教学工作。

范铭涛 高级工程师, 1964年生, 1984年毕业于华东石油学院物探专业。现在玉门油田勘探事业部从事地质勘探工作。

李正文 教授,博士生导师, 1939年生,现在成都理工大学信息工程学院和"油气藏地质与开发工程"国家重点实验室从事信号与信息处理、非线性理论与应用、有效储集层综合识别研究以及地球物理与工程等方面的科学研究和教学工作。

岳智忠 工程师, 1968年生,1992年毕业于兰州大学地质系。现在玉门油田分公司勘探开发研究院从事石油地质综合研究工作。

赵彩绒 工程师, 1969年生,1993年毕业于石油大学物探专业。现在吐哈石油勘探开发指挥部地球物理研究所工作。

赵 峰 高级工程师, 1960年生, 1980年毕业于江汉石油地质学校物探专业, 1998年获西南石油学院工程硕士学位。现在新疆油田公司勘探开发研究院地球物理研究所数据处理中心,从事地震数据处理及静校正方法研究工作。

胡自多 工程师, 1971年生, 1993年毕业于石油大学(华东)物探专业。现在中国石油勘探开发研究院西北分院从事地震资料数据处理工作。

王子明 高级工程师, 1965年生, 1984年毕业于华东石油学院物探专业。现主要从事地震资料采集和处理的方法研究工作。