

文章编号: 0253-9985(2006)02-0269-06

复杂小断块圈闭识别描述方法 ——以苏北盆地为例

牟 荣

(中国石化 江苏油田分公司 物探技术研究院, 江苏 南京 210046)

摘要:复杂小断块的勘探一直是东部老油区难点之一,针对苏北盆地复杂小断块构造的地表和地下特点,采用处理解释一体化研究思路,有针对性应用全三维处理方法,提高复杂小断块的成像效果。以苏北盆地高邮凹陷为例,构造解释中以精细断层解释为突破口,开展构造样式研究,以模式指导复杂的构造解剖,并应用三维空间综合层位标定、相干体、三维可视化、变速成图等全三维解释方法,提高复杂小断块的圈闭识别和描述精度,并在实际应用中取得较好的效果。

关键词:处理解释一体化;三维空间层位标定;三维可视化;变速成图;复杂小断块;苏北盆地

中图分类号:TE112.3

文献标识码:A

Identification and description of complicated small fault-block traps in Subei basin

Mu Rong

(Geophysical Technology Research Institute of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Nanjing, Jiangsu)

Abstract: Exploration of complicated small fault blocks has always been a hard nut to crack in the mature oil regions in eastern China. In view of the complicated surface and subsurface characteristics of the small fault blocks in Subei basin, the idea of integrated seismic processing and interpretation is adopted and full 3D data processing method is applied to improve the imaging quality of complicated fault blocks. Taking Gaoyou sag in Subei basin as an example, detailed interpretation of faults, study of structural patterns and mode-guided analysis of complex structures are performed in structural interpretation. Full 3D data interpretation methods, such as 3D spatial horizon calibration, coherence volume, 3D visualization and variable velocity mapping, are used in the identification and description of the complicated small fault-block traps to improve precision. The desired results have been achieved in practical application.

Key words: integrated processing and interpretation; 3D spatial horizon calibration; 3D visualization; variable velocity mapping; complicated small fault block; Subei basin

东部老油区复杂小断块的勘探,在历经 2D、3D 及高精度 3D、精细目标处理等技术手段的提高,在构造成像效果方面,取得了长足进步,解决了困扰我们多年的一个难题。苏北盆地地表、地下地质条件复杂,地表河湖纵横,村镇密布。多期构造运动使得地下断层发育,构造破碎,并有多期火成岩的侵入。地震资料表现为波场复杂、信噪比较低,素有“地质家的考场”之称。现已发现含

油圈闭均为断层控制的断鼻、断块。圈闭面积较小,含油带较窄,油水关系复杂。复杂的地质构造要求在钻探时必须贴近断层,卡准高点,才能获得好的钻探效果,因此复杂小断块圈闭识别描述精度决定着苏北盆地的勘探效益。近年来,针对苏北盆地复杂小断块的特点,采取处理解释一体化的研究思路,重点解决小断块地震资料成像和小断块圈闭识别描述的难题,应用全三维处理解释

收稿日期:2005-08-12

作者简介:牟荣(1959—),男,高级工程师,石油与天然气地质

基金项目:中国石油化工股份有限公司科技项目(P03012)

一体化技术,精细解剖了一些复杂构造,通过勘探开发实践,取得了较好的效果。

1 处理解释一体化技术

苏北盆地复杂小断块地震资料处理解释一体化技术包括:1)地震资料处理前,详细了解目标区的断层、构造、目的层及空间速度分布特征;2)应用有针对性的三维地表一致性处理方法解决复杂地表激发接受的问题;3)利用多域联合去噪技术压制野外三维采集中宽方位角、大偏移距、大非纵距观测系统带来的随机噪音、面波等干扰;4)应用自适应倾角滤波、超面元叠加等方法去除噪声;5)运用 FK 滤波、内切除的方法压制多次波;6)通过气囊法、三角滤波等消除火成岩对有效信号的影响;7)利用迭代三维速度分析提高速度分析精度;8)通过三维 EQ - DMO 处理以及偏移方法研究等提高偏移成像的精度;9)处理过程中,不断地利用井资料及构造地质认识对处理成果进行控制,最终得到满意的处理效果。

XZ 三维位于苏北盆地高邮凹陷南断阶,断层多,断阶内波组难以识别是该区地质解释的难题。通过应用处理解释一体化技术重复处理后,地震剖面的信噪比和分辨率均有较大改善。同相轴的连续性增强,波阻特征清楚(图 1),①、②和③号大断层断面成像的效果明显改善,归位准确,特别是断阶中间的一条断层非常清楚,解决了困扰该

区构造解释的难题。

2 具有小断块特色的全三维地震资料解释技术

2.1 多井三维空间层位标定

多井三维空间层位标定是构造解释和油藏描述的基础,常规的直井合成记录标定是使用多年的成熟技术。但定向井层位标定长期采用校直后的测井曲线制作合成记录,在目的层靶点处进行局部标定,由于缺乏全井段的波组对比,往往影响标定的可靠性。空间层位标定首先使合成记录沿定向井的轨迹分布与三维地震数据体中斜井井旁地震道进行合理匹配,再将标定后的合成记录及深时转换的测井曲线、钻井岩性等地质信息在三维空间与地震数据体相连接,实现三维空间层位标定(图 2)。苏北盆地断层多,有些断层落差大,特别是跨大断层时,各断块在地层埋深、地层沉积、地震波组特征均有不同,速度变化也很大,通过多井分块标定,得到各断块间的速度变化规律,为后期的构造成图提供准确的速度信息。

2.2 精细断层解释

苏北盆地构造破碎,断层精细解释是构造解释的关键。为了提高构造解释精度,参照区域构造格局和邻区成熟构造解释经验,建立构造样式和断层模式。在构造样式的指导下进行构造及断

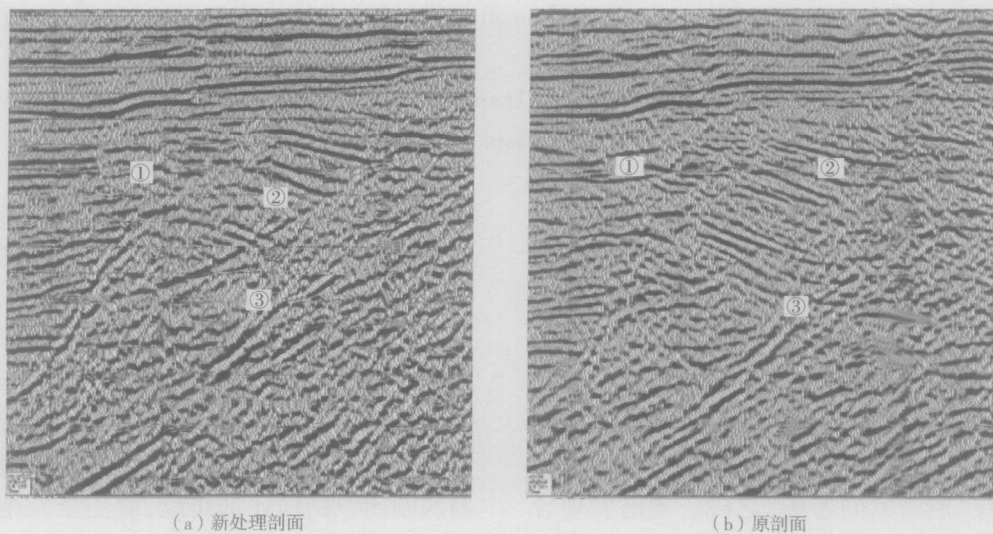


图 1 苏北盆地高邮凹陷南断阶 XZ 三维新老处理剖面对比

Fig. 1 Comparison of the previous and current profiles from 3D processing of XZ block in the southern fracture zone of Gaoyou sag, Subei basin

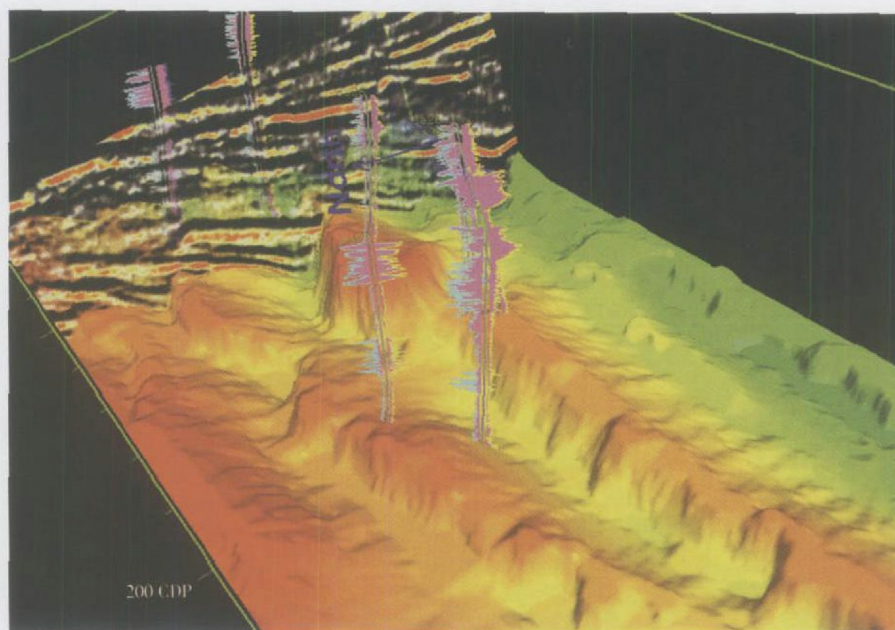


图2 苏北盆地高邮凹陷北斜坡 SN 三维多井空间层位标定

Fig. 2 3D spatial horizon calibration of SN block with multiple wells in the northern slope of Gaoyou sag, Subei basin

层解释,减少解释方案的多解性,将过去从单纯追踪层位和在闭合层位过程中解释断层的方法,改变为先解释主控断层,在落实主控断层的基础上进一步细化次一级断层,确定断裂展布特征,再根据钻井资料、波组反射特征以及地层厚度分布规律来“分块填层”。在断层解释中对断层面进行严格闭合,不同断层在空间上切割关系要合理,同时利用相干数据体来辅助断层的解释。

三维数据体反映出地下一个规则网格的地震反射信息,当地下存在断层或地层不连续变化时,在这些不连续点的两侧,地震道会表现出不同的反射波特征,从而导致局部道与道之间的相干性突变。

相干性计算所提供的断层和地层信息是地震资料的客观反映,不存在人工对比的主观因素。根据需要可以由相干数据体生成各种切片。时间切片反映某一时间上的断层平面展布,沿构造倾斜层的切片更能反映该构造层的断层组合情况。

2.3 面块切片解释

面块切片显示方式有振幅属性显示和时间属性显示两种。振幅属性面块切片有助于同相轴特征的辨别,适用于信噪比较低的资料。面块切片上同相轴的走向和疏密程度的突变指示了断层的存在。面块切片的解释采用纵向上递推的方法,首先

定义一系列具有部分重叠的面块切片,解释时按时间顺序进行,前一张切片解释的结果通过重叠部分投影到下一张切片上,通过纵向上连续的时间段的切片解释,完成整个数据体的解释(图3)。

2.4 三维可视化解释

三维可视化技术是全三维解释技术的核心,它从一个全新的角度观察地质体的地震响应和空间形态,是实现真三维解释的基础。高邮凹陷 XZ 地区浅部和深部两个构造层解释成果的立体显示,直观展现上下两个相对独立构造格局,解决了上下作为一个构造格局解释而遇到的各种矛盾;而储层可视化,则是基于一种与数据体自身完全不同的属性——透明度,通过对各种属性数据体透明度的调节来直接透视储层信息。图4为高邮凹陷被斜坡沙埝地区 Sa26 井区振幅属性体、波阻抗反演体联合显示储层的空间展布和变化情况。

2.5 变速成图

苏北盆地断层发育,在断阶带,由于控凹断层的长期活动,对地层的沉积与保存均有控制作用,断层断距大,同一目的层在同一三维工区内埋深差异大,平面速度变化大。在斜坡带,由于地层倾角较大,上覆地层厚度差异大,高速火成岩分布变化剧烈,平面速度也存在较大的变化。因此在构

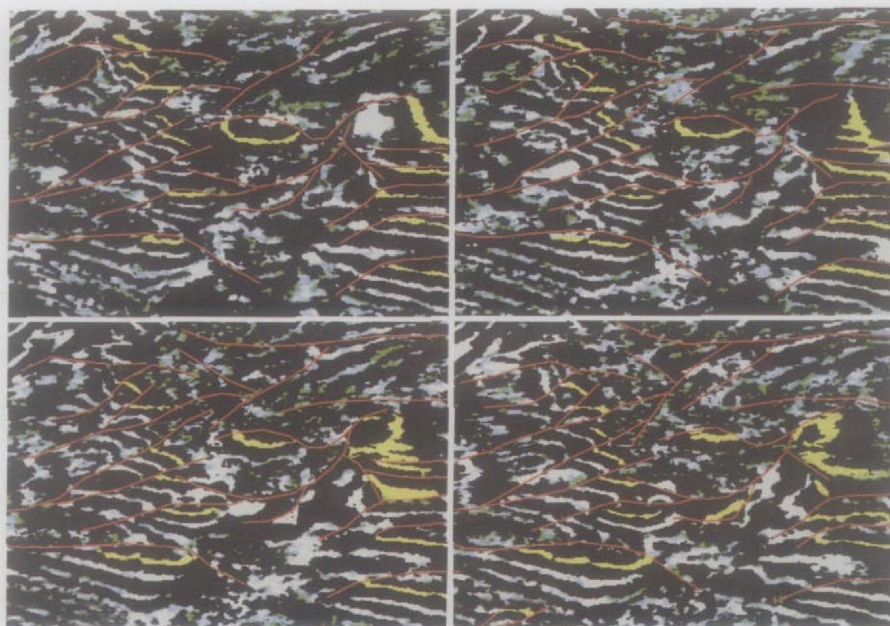


图 3 苏北盆地高邮凹陷北斜坡 SLM 三维面块切片解释

Fig. 3 Interpretation of 3D plane-block slice of SLM block in the northern slope of Gaoyou Sag, Subei basin

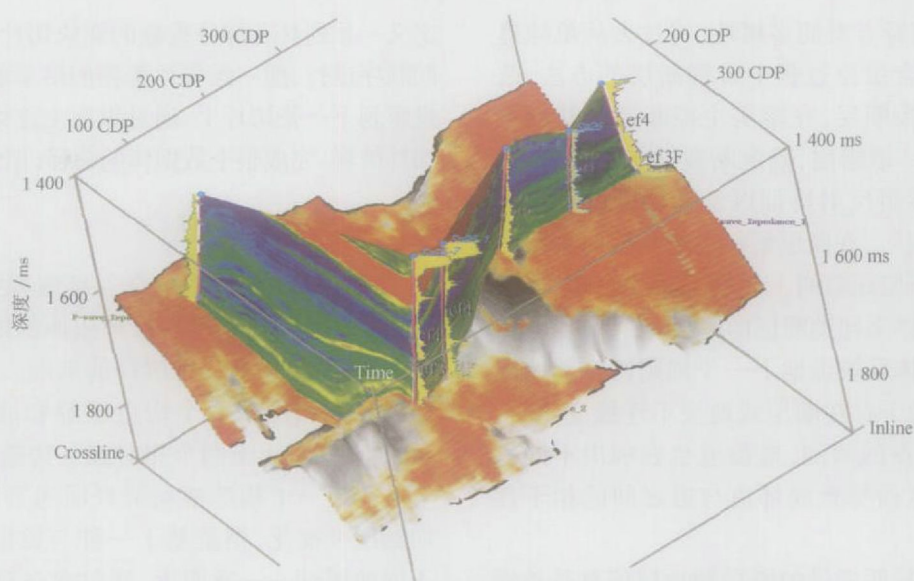


图 4 沙埕地区 Sa26 井区振幅属性体、波阻抗反演体联合显示

Fig. 4 Combined display of amplitude attribute and acoustic impedance in Sa26 wellblock in SN area

造成图时,利用单一的时深关系转换误差较大,必须实现变速成图。根据速度变化规律,可采用分块变速和全区变速两种方法。

分块变速适用于以断层为速度变化边界、同一断块区内地层沉积、目的层埋深、速度变化均不大的断块。全区变速成图适用于平面速度变化较大、速度变化没有分区性的断块。(图 5)为高邮凹陷南断阶 CB 地区 T_3 构造层变速成图结果,成图精度得到提高,常速成图各井点误差为 150 ~ 200 m。经变

速成图后,井点误差均控制在 50 m 之内。

3 实例

HW 地区位于苏北盆地高邮凹陷北斜坡东部,该区西南部为生油凹陷,油气成藏条件非常优越。但由于地震资料品质较差,断层断点不清晰,圈闭难以落实是制约该区勘探突破的主要原因。前期的多口探井落空,地质分析认为该区地层产状与

断层走向不匹配而造成构造不发育,经对资料进行处理解释一体化重复处理后,资料品质得到大幅度的提高,目的层信噪比得到改善,小断块成像得到提高,断层断点清晰(图 5)。在区域构造解

剖的基础上,研究断层演化特征,确定构造样式,应用全三维解释技术对该区进行精细的构造解释,重点落实断层和断层组合,构造面貌发生较大变化,新发现了 HW 圈闭群(图 6)。在该区钻探

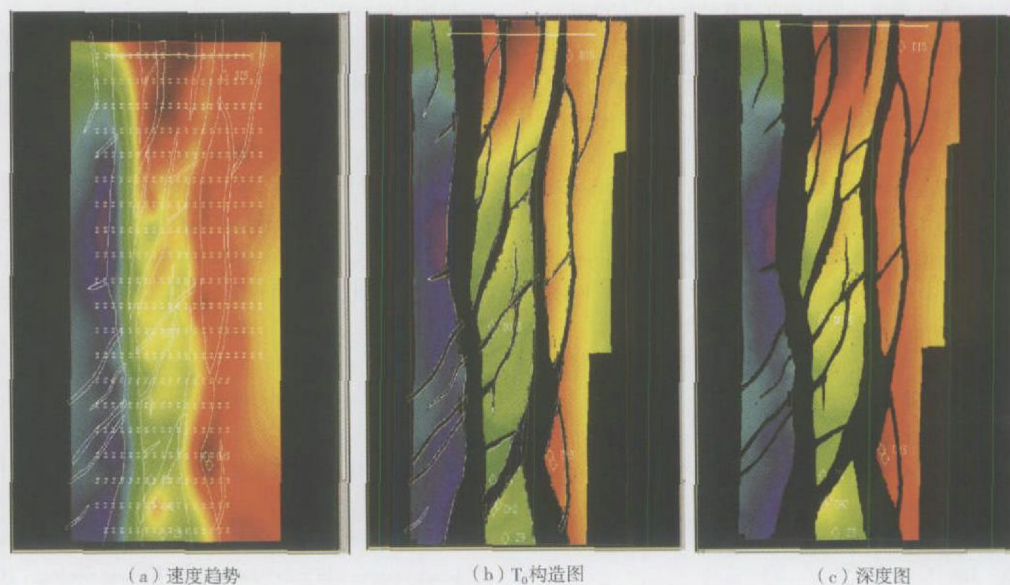


图 5 苏北盆地高邮凹陷南断阶带 CB 地区 T_3 构造层变速成图

Fig. 5 Variable velocity mapping of T_3 synthem in CB area in the southern fracture zone of Gaoyou sag, Subei basin

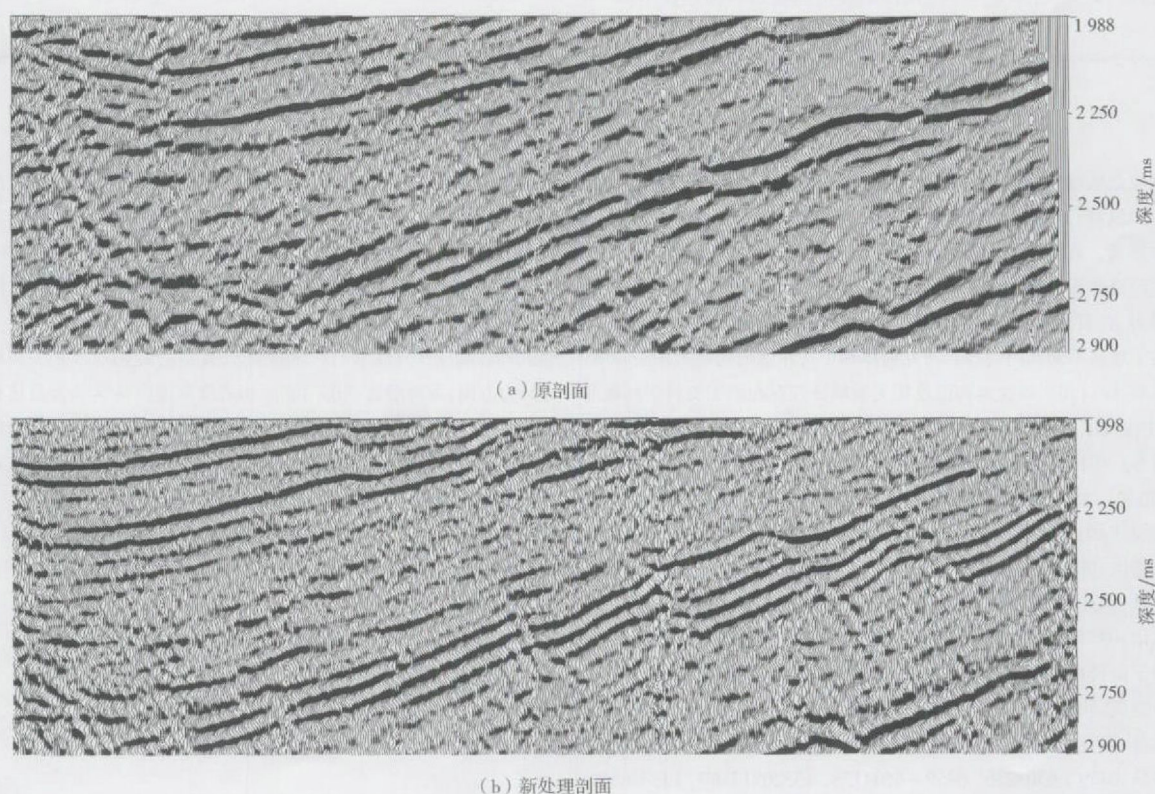


图 6 苏北盆地高邮凹陷北斜坡 HW 地区新老处理剖面对比

Fig. 6 Comparison of the previous and current profiles from 3D processing in HW area in the northern slope of Gaoyou sag, Subei basin

WX2, WX3, HX10 和 HX11 等探井均获得成功, 使得高邮凹陷北斜坡东部地区的勘探获得突破。

参 考 文 献

- 1 邱旭明. 苏北盆地断块圈闭分类及油气成藏特征[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 371~374
Qiu Xuming. Classification of fault-block traps and characteristics of petroleum reservoiring in Subei basin[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 371~374
- 2 刘玉瑞, 刘启东, 杨小兰. 苏北盆地走滑断层特征与油气聚集关系[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(3): 279~283
Liu Yurui, Liu Qidong, Yang Xiaolan. Relation between features of strike-slip faults and hydrocarbon accumulation in Subei basin[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(3): 279~283
- 3 梁尚勇, 胡斌, 季红军. 苏北盆地复杂断块地区资料处理解释及效果[J]. 石油物探, 2002, 41(3): 367~371
Liang Shangyong, Hu Bin, Ji Hongjun. Processing and interpretation on data from areas of complex faulted structures in Subei basin[J]. Geophysical Prospecting, 2002, 41(3): 367~371
- 4 陆基孟. 地震勘探原理及资料解释[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991. 148~186
Lu Jimeng. Theory of seismic prospecting and data interpretation [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1991. 148~186
- 5 崔世凌, 秦爽, 杨泽荣, 等. 惠民凹陷复杂断块精细描述技术及应用[J]. 石油物探, 2002, 41(3): 347~353
Cui Shiling, Qin Shuang, Yang Zerong, et al. The fine description technique of complex fault blocks and its application in Huimin depression[J]. Geophysical Prospecting, 2002, 41(3): 347~353
- 6 布朗 A R. 三维地震资料解释[J]. 张孚善译. 北京: 石油工业出版社 1996. 40~56
Brown A R. 3D seismic data interpretation [J]. Translated by Zhang Fushan. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996. 40~56
- 7 曹冰, 刘小燕, 熊学洲, 等. 断层在高邮凹陷复杂断块区成藏中的作用[J]. 江汉石油学院学报, 2003, 增刊(下): 3~4
Cao Bing, Liu Xiaoyan, Xiong Xuezhou, et al. Function of fault in forming reservoirs in complex fault block in Gaoyou depression[J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute, 2003, Supp(B): 3~4
- 8 徐键, 熊学洲. 苏北盆地高邮凹陷油气成藏特征研究[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(4): 80~83
Xu Jian, Xiong Xuezhou. Research on the reservoir-forming characters of Gaoyou depression in Subei basin[J]. Petroleum Exploration & Development, 2000, 27(4): 80~83
- 9 刘玉瑞, 王建. 苏北盆地复杂断块油气藏勘探及技术[J]. 江苏地质, 2003, 27(4): 193~197
Liu Yurui, Wang Jian. Exploration and technology of complex fault block reservoir in Subei basin[J]. Jiangsu Geology, 2003, 27(4): 193~197

(编辑 高 岩)

全国盆地构造与能源资源会议第一号通知

盆地是地球表面重要的构造单元(构造类型), 盆地的形成和演化记录了固体地球表层过程, 同时也直接或间接反映了固体地球深部地质作用过程; 盆地中蕴藏着人类生存和社会发展所依赖的能源矿产和其它众多资源, 因此, 对盆地的研究具有极其重要的基础理论意义和实际意义。我国盆地类型众多、分布广泛、盆地演化复杂, 盆地资源勘探开发难度大。新中国成立以来, 特别是改革开放近 30 年来, 随着国家经济建设和社会发展对能源资源需求的持续增长, 经过地矿、油气、煤炭资源相关政府管理机构、工业企业、相关院校、科研机构的共同努力, 在盆地基础理论研究以及盆地化石能源勘探、开发方面取得了一系列重大的成果和进展。

为了加强不同部门、机构、研究集体和个人在盆地构造及相关领域的基础研究、勘探开发成果的沟通和交流, 促进盆地构造及相关领域的学科发展, 探讨和明确盆地构造及相关领域研究存在的主要科学问题与今后努力方向, 为政府管理部门能源相关政策提供科学参考意见和建议, 由中国国家自然科学基金委地球科学部、中国地质学会构造地质学与地球动力学专业委员会、中国石油学会石油地质专业委员会(盆地构造分会)、中国地质学会石油地质专业委员会、中国石油勘探开发研究院、中国石化勘探开发研究院、大庆油田、中国地质大学(北京)、石油大学(北京)、大庆石油学院共同发起, 召开“全国盆地构造会议”。

会议主题: 盆地类型与盆地构造; 盆地与造山带构造关系; 盆地构造研究新技术与新方法; 盆地深部构造; 盆地构造与能源资源。

联系人: 陈均亮, 朱映康

地址: 黑龙江省大庆市大庆油田研究院勘探二室; 邮编(163712)

电话: 0459-5508406, 13836800916, 13845906525, 传真: 0459-5596523

电子邮件地址: dprichenjl@163.com; mailzhuyk@163.com

付晓飞, 张云峰

地址: 黑龙江省大庆市高新区大庆石油学院地球科学学院; 邮编(163318)

电话: 0459-6503230, 0459-6504178, 13520212867, 13836858916

电子邮件地址: fuxiaofei2008@sohu.com; yunfeng4510@sina.com

会议召开时间: 2006 年 9 月 23—27 日(暂定)

会议召开地点: 大庆石油学院

(高岩 供稿)