

复杂断块区低品质地震资料解释方法

张玉兰, 陈贤德, 翟瑞国, 郭银菊, 张文林

(中国石油冀东油田, 河北唐山 063004)

摘要: 解释复杂断块区低品质地震资料的合理思路是, 先解释大断层控制的构造格局和整个形态, 再解释大断块内的构造细节及油层。在此思路指导下, 在解释区域构造形态时, 采用了形成相干数据体了解断层展布规律; 用二维剖面建立构造模式指导低品质三维地震资料的解释; 断裂展布法解释区域构造形态; 解释主断层时充分利用深度切片; 多个专家进行平行解释寻找解释共同点。在解释局部构造时, 注意解释油层顶面构造; 利用工作站的功能进行反射层的精细对比; 利用叠前深度偏移数据体解释构造; 地震资料的处理和解释一并进行。通过上述方法, 地震解释效果有了很大的提高, 使钻井成功率由原来的 38% 提高到现在的 80%。

关键词: 复杂断块; 思路; 方法; 效果

第一作者简介: 张玉兰, 女, 33 岁, 工程师, 石油物探

中图分类号: P631.4 **文献标识码:** A

老爷庙地区位于黄骅坳陷中南堡凹陷的西部, 油气资源丰富, 总资源量 $7\,021 \times 10^4$ t。截至到 1994 年底该区已完成二维地震 575 km, 三维地震 153 km²。本区 1995 年以前的钻探工作三上三下, 共完钻探井 38 口, 钻探成功率仅 38%, 探明储量也只有 539×10^4 t, 勘探效果不理想。其主要原因是该区地质条件相当复杂, 主要目的层东营组的地震资料品质太差, 具体表现在以下几方面: (1) 构造主体极其破碎, 资料品质不好, 构造细节不明, 油水关系不清; (2) 深层有效反射很弱, 多次干扰波强; (3) 东营组发育多套火成岩, 窜层现象严重, 影响层位追踪; (4) 该区原三维地震剖面几乎没有断面波, 断层切割关系不清楚。

1995 年以后, 我们对老爷庙地区的勘探工作做了认真详细的研究, 特别是在地震资料解释过程中, 以正确合理的思路为指导, 寻找应用多种有效的解释方法, 尽量使解释成果可靠, 取得了较好的效果。

1 思路

对断块复杂、岩性横向变化大、地震资料品质差的地区, 必须有正确合理的解释思路, 否则解释会陷入困境。在近几年的解释过程中我们主要遵循了以下思路: (1) 建立构造模式, 运用地质观点指

导地震资料解释; (2) 先解释资料品质相对比较好的区块, 确定可靠的部分, 再推断差的部分; (3) 先以基干测网为主解释主要断层, 再逐块解剖内部构造细节; (4) 提取某种地震属性, 如瞬时振幅、瞬时相位等, 突出某种地质特征; (5) 在解释地震资料的同时要充分利用钻井、地质、测井、试油等资料, 同时还要参考重、磁、电等资料, 尽量捕捉多种信息, 增加解释的可靠性。

2 方法

2.1 建立构造模式

2.1.1 形成相干数据体

相干数据体是三维地震相干性的估计值, 断层附近的地震道通常与相邻道有不同的地震特征, 从而会出现局部的道与道之间的相干性的突变, 在相干数据体切片上就能得到断层面附近有规律的低相干值, 这些低相干值能真实地反映出断裂的展布规律, 因此在解释之前利用相干数据体可以了解工区内断层的展布规律, 在解释之后可检查断层解释的合理性。例如在解释老爷庙地区之前, 我们先做了该区的相干数据体, 从时间切片上可以看到该区以 NEE 走向的断层为主, 另外我们还能了解到该区上下第三系的主要断层是一致的, 其它断层则有些变化。这对我们在平面上组合断点有很大帮助。

2.1.2 用二维地震剖面作指导

该区原三维地震资料中 70% 属 II - III 类剖

面,解释这种资料必须先从品质相对较好的资料入手,建立构造模式。本区1995年做了3条二维攻关测线的采集和处理。这几条线是针对下第三系地层有效反射极弱而多次波很强这一特点采取了大偏移距采集,结果使层位的有效反射相对加强,在北边能看出地层的回倾现象,主要断层出现了一些断面波。通过老专家背靠背平行解释这几条剖面,选其共同点建立构造模式,指导区域解释工作,结果发现,庙北地区是滚动背斜构造而不是以前认为的断鼻构造。

2.1.3 断裂展布法

断裂展布法就是用浅、中、深特征相对比较明显的3个反射层位来确定断层的位置(明化镇组底、馆陶组底和东营组三段上亚段底3个层位)。在工作站上解释时,给每一条断层规定了和相邻断层差别明显的颜色和标志符号,这样有利于在另一个方向的剖面上找到各个断层的相应位置,然后对每条断层的断面都要象层面一样逐点闭合,并且对联络线也要像对主测线一样认真解释。用这种方法解释,走向和主测线方向相近的断层就不会被漏掉,断点位置更加准确,断层组合也更加可靠。

2.1.4 充分利用深度切片

在水平时间或深度切片上,主要断层两侧的地层产状、倾角以及岩性会有较大的变化,它们的地震反射特征也会有明显的差别,因此可以根据同相轴的振幅、频率、连续性以及方向等能较好地识别出大断层,有助于构造解释。图1是2040m的深度切片,北边的第一条断层F_x是老爷庙地区所在的南堡凹陷的北边界断层。断层以北的上升盘是基岩,以南的下降盘是第三系,岩性差别很大,反射的连续性也有明显的区别。第二条大断层F₁是台阶断层,它两边地层的倾角有差别;第三条大断层F₂是庙北背斜顶部的一条主要断层,它两边的地层的产状也不同,这两条断层在深度切片(该切片是叠前深度偏移数据体上的深度切片)上位置很清楚。

2.5.1 平行解释

在解释低品质地震资料时,主观因素很大,不同的人以及同一人在不同的时间对同一资料的解释可能会有不同的结果。因此,我们采取两家平行解释,分析不同的认识,寻找共同结果,增加成果可信度。如第四轮勘探一开始,冀东油田研究院物探室和物探局地质科学研究院同时解释该区三维地

震资料,在两家都认为较有利的部位钻探了M28×1和M11×8两口井,结果第一口井在馆陶组钻遇3个油层,第二口井在东营组三段钻到油层。这两口井的成功证实了平行解释的效果。

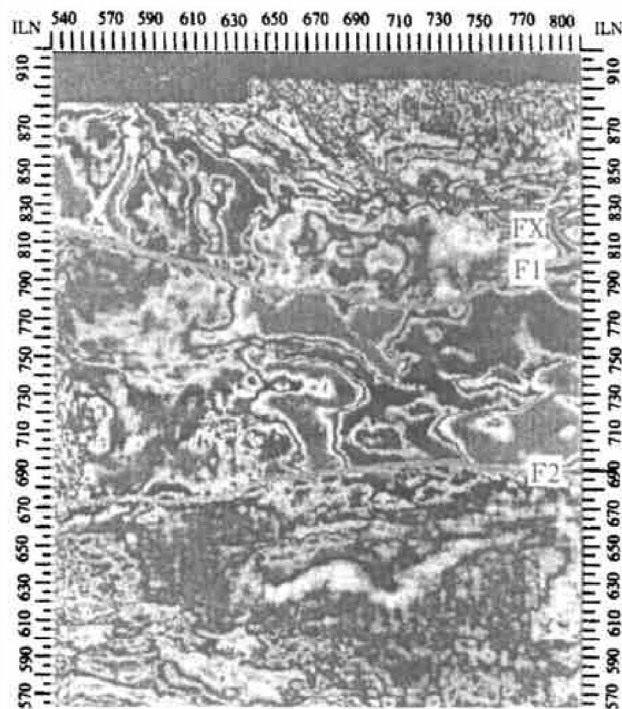


图1 2040m的深度切片

Fig. 1 Depth section in 2040m

2.2 精细解剖局部构造

在可靠的区域构造解释基础上,再对有利的局部构造和油层进行精细解释。

2.2.1 油层顶面构造

油层顶面构造和地质层位底界构造之间在某些部位会存在着差异,尤其在河流相沉积地区,后者不能完全说清楚油水关系,所以构造形态确定之后,必须对目的层即油层顶面构造进行精细解释。在解释油层时,要认真推敲地层产状及其变化,注意解释小断层。在这个过程中,物探必须与地质、钻井试油及生产动态紧密结合,互相渗透不断提高认识,以提高解释的精度。

2.2.2 充分利用工作站

由于工作站具有灵活多变的显示功能和处理手段,因此可充分的进行反射层的对比追踪。

(1)放大,用于解释小断层及地层产状的微小变化;(2)缩小,用于解释大断层及地层产状的整体变化;(3)任意线,用过井任意线标定层位,用横穿构造的任意线检查解释方案,了解圈闭可靠程度;(4)瞬时相位和瞬时振幅剖面,这两种显示方式能避免反射弱的制约,突出相位,使微小断层也能得

到反映。(5)多窗口多剖面对比解释,多窗口同时显示相邻剖面,对比解释,追踪乱反射,有利于复杂断块的解释。

2.2.3 叠前深度偏移数据体

叠前深度偏移成像和叠前偏移速度分析是同时经过反复迭代进行的,在获得较精确的地下构造偏移成像的同时也得到一个较真实地反映地下介质速度变化的速度场,避免常规 CDP 叠加技术在复杂断块地区的不足,这使复杂断块区的地震资料的断点较清晰,产状也相对可靠,使解释成果更接近实际。1998 年以前我们一直认为庙南地区只有一组 NE 走向的断层,而 1999 年我们用新处理的叠前深度偏移数据体解释,认为该区还有 NEE 走向和 NNE 走向两组相交的断层,并且断层较多(图 2, 3)。

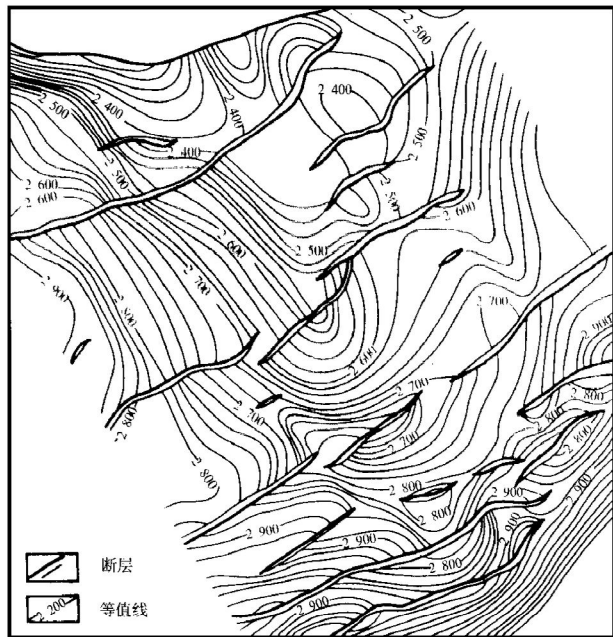


图 2 老爷庙地区东营组一段底界地震反射界面构造图(1991 年)

Fig. 2 Structural map of seismic reflection boundary in bottom of Dong - 1 member, Laoyemiao region(1991)

2.3 处理和解释一体化

有条件的情况下处理和解释最好由一个项目组完成,这样可以根据解释任务和遇到的问题做些反复处理。条件不允许的情况下,解释人员要参加处理工作,充分发挥解释人员对工区地质情况熟悉,处理人员对处理流程和技术精通两方面的优势,开展有针对性的处理,可以提高剖面的解释质

量,增加解释的可靠程度。

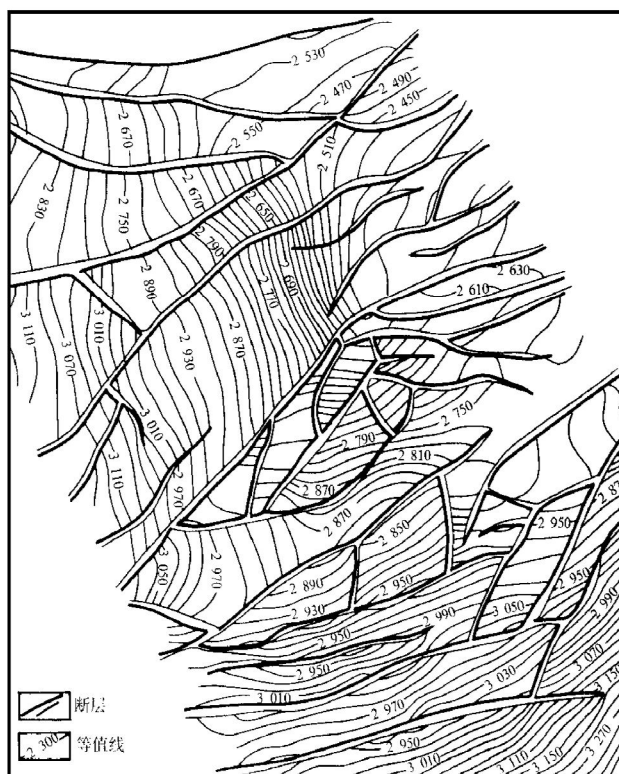


图 3 老爷庙地区东营组一段底界地震反射界面构造图(1999 年)

Fig. 3 Structural map of seismic reflection boundary in bottom of Dong - 1 member, Laoyemiao region(1999)

3 效果

在新思路的指导下,由于我们坚持了上述的解释方法,因此,老爷庙地区近几年的勘探和以前相比取得了显著效果。1994 年底以前该区二维地震达到 $1 \times 1.5 \text{ km}$ 的测网密度,三维地震已覆盖全区,但是勘探效果仍很差,研究认为该区是一个断鼻构造,只发育几条 NE 走向的断层(图 2),在总共完钻的 38 口井中,钻探成功率只有 38%,探明石油地质储量仅为 $539 \times 10^4 \text{ t}$ 。从 1995 年开始,我们逐步采取了正确合理的解释方法,现在认为该区是一个发育在边界断层下降盘的滚动背斜,在上、下第三系发育了一组 NE 走向的继承性断层,为该区的主要断层,它们控制了构造格局,也是油源断层;另外还发育 NNE 走向和 NEE 走向两组断层。从 1996 年到 1999 年底先后共完钻探井 16 口,钻探成功率达 80%,探明石油地质储量 $1700 \times 10^4 \text{ t}$,使老爷庙地区年产能达到 $10 \times 10^4 \text{ t}$ 。

(下转第 336 页)

前缘砂和浊积砂,砂体比较发育,孔隙度较高,一般为 12%~16%,但从目前的勘探状况来看,试油结果不太理想,主要是产液量普遍低且产出水的总矿化度偏低,初步怀疑为试油不彻底。因此开展庙南地区老井复查工作,加强对庙南地区试油工艺的改

进,有可能获得较大突破。

参 考 文 献

- 1 裘怿楠,薛叔浩. 油气储层评价技术[M]. 北京:石油工业出版社,1997

PREDICTION OF OIL-BEARING FACIES BELTS AND RESERVOIR CHARACTERISTICS OF DONGYING FORMATION IN LAOYEMIAO REGION

Liu Xiao Cao Zhonghong Liu Cuiqin Li Xueqin
(Jidong Oilfield Company of China Petroleum, Tangshan, Hebei)

Abstract: The Dongying Formation in Laoyemiao region consists of far-delta, lake delta, neritic subaqueous fan and subaqueous gravity flow and lake depositional systems. Oil and gas are mainly distributed in the frontal zones of far-delta and far-deltaic plain. The subaqueous distributary river channels and river mouth sand bars in deltaic frontal zone are the main reservoir sandbodies. The intergranular soluted pores are the main preserving spaces of the reservoirs which decreased with the increase of buried depth, the porosity and permeability are of low-mid type. Hydrocarbon accumulation is controlled by sedimentary facies zone. It is pointed out that the exploration of Ed_3 condensed oil and gas pools in north Laoyemiao region should be taken into account, and that Ed_1 and Ed_3 of the southern part of Laoyemiao region would be the main targets for exploration in future.

Key Words: Laoyemiao region; Dongying Formation; depositional system; reservoir sandbody; hydrocarbon enrichment; oil-gas bearing facies zone

(上接第 332 页)

INTERPRETATION METHOD ON LOW QUALITY SEISMIC DATA OF COMPLEX FAULTED BLOCKS

Zhang Yulan Chen Xiande Zhai Ruiguo Guo Yinju Zhang Wenlin
(Jidong Oilfield Company of China Petroleum, Tangshan, Hebei)

Abstract: The reasonable thinking of interpreting low quality seismic data of complex fault block is to interpret large fault controlled structural framework and the whole structural feature first, then interpret small structures and oil layers within big block. In the interpretation of regional structural feature, coherence data set block was used to study fault distribution regularity; structural model built according to 2-D section was used to interpret low quality 3-D seismic data; to interpret regional structural feature based on fault distribution. In local structure interpretation, one should pay attention to the interpretation of the top structures of oil horizon and the correlation of reflecting horizon; then use pre-stacking depth shift data to interpret structures. These method can considerably improve the results of interpretation, the success ratio of drilling can be improved from 38% to 80%.

Key Words: complex fault-block; thinking; method; effect