

文章编号:1009-3850(2011)01-0080-05

地震波形分类技术在黄骅拗陷孔三段沉积体系分析中的应用

王锦程¹, 刘子藏², 李勇¹, 丘东洲³, 钱赓¹, 蒲秀刚², 袁淑琴²
肖敦清², 鲍居彪⁴, 祝新政¹

(1. 成都理工大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 大港油田勘探开发研究院, 天津 300280; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 4. 中国石油东方地球物理公司, 河北 涿州 072751)

摘要:在 Stratimagic 软件环境下,通过对黄骅拗陷孔南地区三维地震数据逐道对比分类,细致地刻画地震信号的横向变化,从而得到与4个层序对应的波形分类相图,结合地质资料,最终得到波形分类相图解释图,其与通过地质方法得出的沉积体系展布图的展布规律大体一致。

关键词:地震波形分类; Stratimagic; 孔店组; 沉积体系

中图分类号:TE121.1+5

文献标识码:A

近二十年来,地震属性在油气勘探与开发中的应用越来越广泛。地震波波形是地震波振幅、频率、相位的集中体现,地震信号的物理参数的变化总是反应在地震波形态的变化上。因此,地震波的波形分类技术成为近几年颇受重视的一种地震属性研究方法。

1 区域地质概况

黄骅拗陷是一个典型的多期叠合凹陷盆地,孔南地区是指孔店凸起至灯明寺的拗陷地区,是黄骅拗陷中的第二大富油拗陷。该区在区域构造上属于黄骅拗陷的南部地区,北以羊三木断层为界。南到吴桥拗陷,其西以沧东断层为界,东以徐黑断裂为界;主要构造单元包括两个拗陷和6个二级构造带。孔南地区的主干边界断裂包括沧东断层和徐黑断层,其中沧东断层位于沧县隆起和孔南地区之间,走向北北东,是西部的边界断层。徐黑断层位于徐黑潜山构造带和孔南地区之间,走向北北东,

是东部的边界断层。在孔南地区内部也发育了一些次级断层,包括孔东断层和孔西断层等。其中孔东断层位于孔店背斜的东翼,走向北东。孔西断层位于孔店背斜隆起的西翼,走向北东。(图1)

孔南地区自下而上由古近系孔店组、沙河街组、东营组和新近系馆陶组和明化镇组组成。孔店组分布在沧东断裂和徐黑断裂之间的区域,呈南北向延伸,空间上分布不连续,主要分布于孔店、沧东、南皮拗陷带。其中最大的地层厚度中心(残留沉降中心)位于沧东断裂下降盘的沧州市附近,次级的地层厚度中心(残留沉降中心)则位于徐黑断裂的下降盘。在南北两端,地层厚度呈减薄尖灭。

2 波形分类技术与沉积体系研究

赵政璋、赵贤正、王英民等对波形分类技术在油气开发中应用的基本原理和实现方法有了较系统的研究^[1]。近年来,邓传伟将该技术应用在大庆古龙北地区储层沉积微相预测中,识别出了河道的展

收稿日期:2010-08-06; 改回日期:2010-08-17

作者简介:王锦程,男,硕士生,地震方法在沉积学研究中的应用专业。E-mail: wjc1002000@tom.com

资助项目:黄骅拗陷孔店南部孔店组湖盆演化与沉积体系研究;国家自然科学基金项目(40972083)

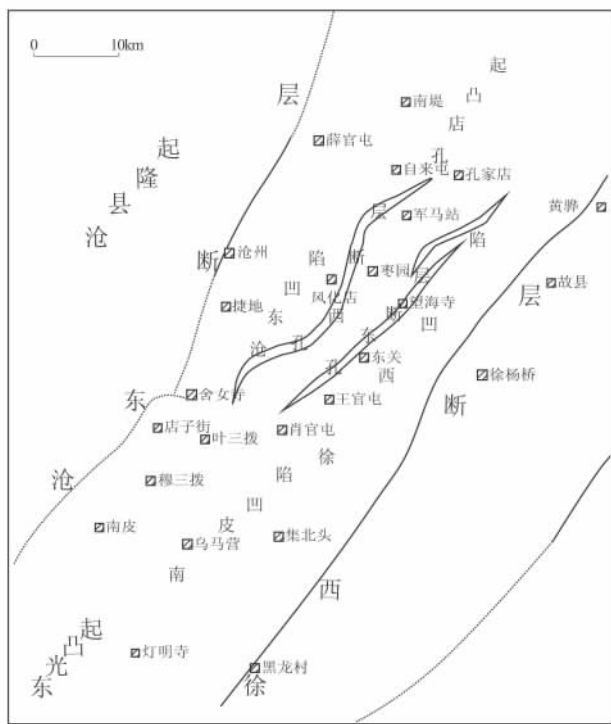


图1 研究区位置图(据大港油田)
Fig.1 Location of the study area

布^[2];殷积峰应用该技术对川东地区的生物礁进行预测^[3];赵力民等用 Stratimagic 软件的波形分类方法对冀中大王庄地区岩性油藏进行了研究,得出大王庄地区东一段岩性油藏分布^[4]。

2.1 波形分类的工作流程

利用 Stratimagic 地震相分析软件进行波形分类研究的主要工作流程如下^[4~8]:

(1) 研究区三维地震数据体的范围北起李村-孔店北坡,南至乌马营,东起枣园,西至捷地,覆盖孔南地区孔店组的 90% 以上地区,建立工区数据库;(2) 把研究区的三维数据体的几个部分逐个加载,之后将前人做好的层位解释数据加载进去。并的资料主要是井位的加载;(3) 经过层位的检查,我们发现前人做的层位解释比较稀疏,所以进行了差值处理;(4) 通过浏览切片发现研究区主要异常体是内部湖区及位于边缘的冲积体系。层段的选择和地质资料对应,以孔三段为研究对象,以便与地质资料的对比,克服地震的多解性;(5) 根据上述层段的选择,进行波形分类处理,得到最终的地震相图,并结合地质资料进行了解释。

2.2 主要参数的选择原则

在利用 stratimagic 软件进行波形分类分析时,对地震相划分结果起重要作用的主要有两个参数,即选择 interval 层段的大小、波形分类数和叠代

次数^[4-8]。
Interval 层段是以孔三段为目的层段,因此在 interval 层段选择上我们采用了非等厚的方式。

波形分类数主要是估算和多次试验而来,对研究区孔三段使用系统默认的 4×4 道建立训练组,经过多次试验和对比,最终选择的分类数为 9。

迭代次数是神经网络方法中的一个重要参数,通常情况下,神经网络大约在 10 次迭代后就收敛到实际结果的 80%,这对于快速浏览以下很方便有效。结合研究区实际情况和多次试验,我们选择了 50 次迭代,网络收敛最佳。

3 孔三段波形分类相图解释

孔南地区孔三段沉积期为湖盆演化的初始断裂期,盆地范围小,且呈狭长状,南西-北东向延伸。盆内分布着 3 个浅湖,分别在南皮坳陷、沧东坳陷与南堤地区,平面上呈串珠状展布。物源主要来自周边

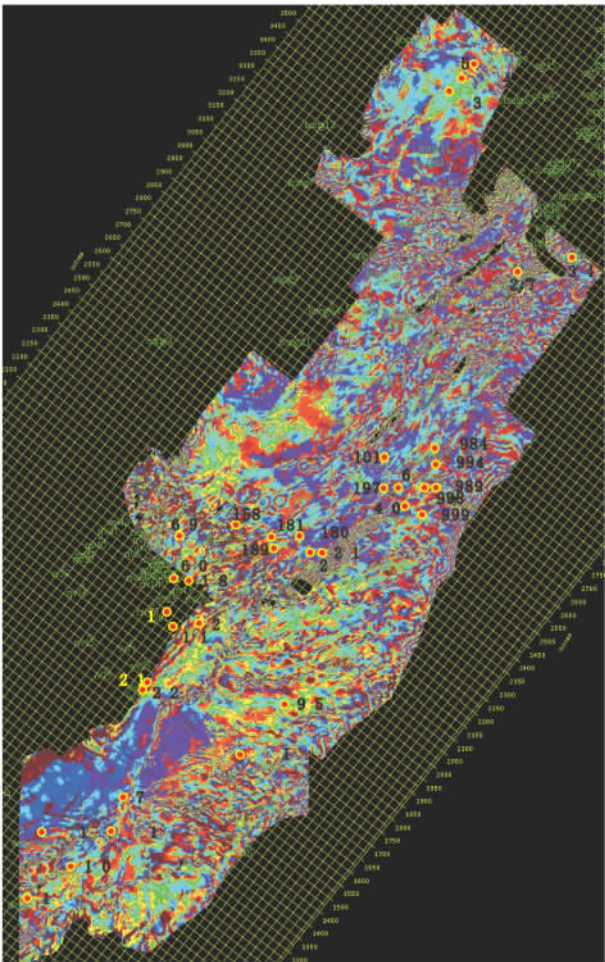


图2 研究区孔三段波形分类相图
Fig.2 Waveform classification facies in the 3rd member of the Kongdian Formation

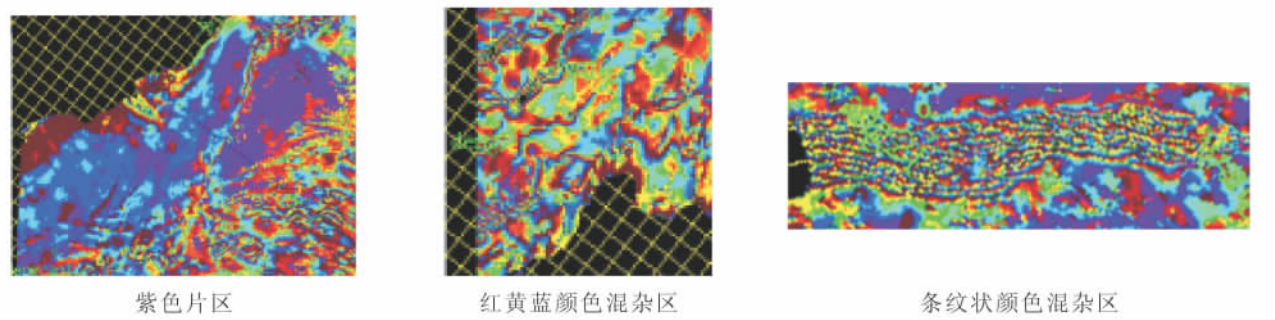


图3 研究区孔三段波形分类相图颜色形态组合

Fig.3 Colour-morphologic associations of the waveform classification facies in the 3rd member of the Kongdian Formation

的古隆起带,西部物源区为沧县隆起,东部物源区为埕宁隆起,发育横向水系;南部、北部物源区较远,受古地形控制,发育纵向水系。该时期,孔南地区为大面积陆上沉积局部洼地沉积环境,水体较浅。积水区域自沧东拗陷逐步向外扩展,形成了分隔的浅水湖盆。沉积作用主要发生在沧东拗陷和南皮拗陷。主要发育大面积的冲积平原沉积体系、湖泊沉积体系、三角洲沉积体系。

在孔三段波形分类相图(图2)中,我们看到了比较明显的3类颜色形态组合(图3),分别为紫色、红黄蓝颜色混杂区和条纹状颜色混杂区。

通过与孔三段沉积体系分布图(由测井、岩芯和联井等资料得出)(图5b)进行对比,以关键井的井位为参照物,找出图4所示的对应关系,我们可以确定紫色片区对应的是滨浅湖沉积体系,红黄蓝颜色混杂区对应的是辫状河三角洲、冲积扇、曲流河三角洲等冲积体系分布区,条纹状颜色混杂区对应的是断层。由此我们得到了孔三段波形分类相解释图(图5a)。

研究表明,之所以波形分类相图与地质现象有这样的对应关系,与地质沉积形态和岩性有着直接的关系。

滨浅湖典型的岩性识别标志为弱还原-弱氧化条件下形成的灰绿色和灰色泥岩,或者是灰绿色、杂紫红色泥岩。层理类型主要为块状层理、水平层理及波纹层理,少见大型交错层理。研究区内岩性主要为大段的紫红色泥岩夹薄层棕红色砂岩。由于这种岩性和层理的存在,波形分类相图上呈现出紫色片状分布。从波形分类相图中可以看出研究区北部、中部和南部各有一个这样的区域,与沉积体系展布图上的滨浅湖分布能大致对应。

研究区辫状河、三角洲沉积主要为杂色砾岩、含砾砂岩、中砂岩、细砂岩以及紫红色粉砂质泥岩,呈向上变细的正旋回结构。曲流河三角洲发育在盆

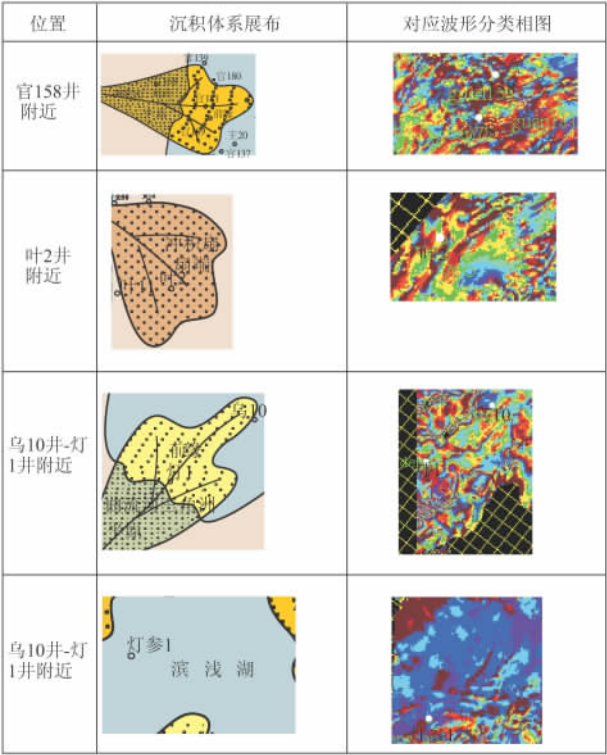


图4 研究区孔三段沉积体系图与地震属性图对比

Fig.4 Comparison of the depositional system patterns and seismic attributes of the 3rd member of the Kongdian Formation

地南缘灯明寺地区,总体特征表现为长条展布,向湖盆内展布。孔三段冲积扇沉积主要分布于穆三拨、叶三拨、集北头、军马站地区,以冲积扇扇端较发育。沉积物颜色以红色、杂色等多以氧化色沉积为主,泥岩为红色、紫红色及棕红色,砂岩多为灰色。由于这样的沉积特征,地层成层性比较差,成分也比较杂乱,所以在波形分类相图上会呈现出红黄蓝颜色混杂区。通过波形分类相图的研究识别出10个这样的区域,东部4个,南部2个,西部4个。沉积体系展布图上一共为11个区域,没有识别出的一个区域位于南皮拗陷,这是因为该位置的三维数据体缺失,但在边缘还是可以看出少许红黄蓝

的杂色组合条带分布。

孔南地区孔店组经过多次构造运动 ,发育了一系列断层 ,由于断层多呈线状或者条带状分布 ,从相应位置的地震剖面也可以看到断层的发育 ,所以条纹状颜色混杂区应该为断层发育的地方。由波

形分类相图中可以看出 ,研究区断层分布在盆地东西两个边缘和盆地内部 ,断层方向大致平行 ,呈北东-南西向分布 ,北部发育较密集 ,中部发育比较稀疏 ,南部发育的规模比较小 ,多为小型断层。

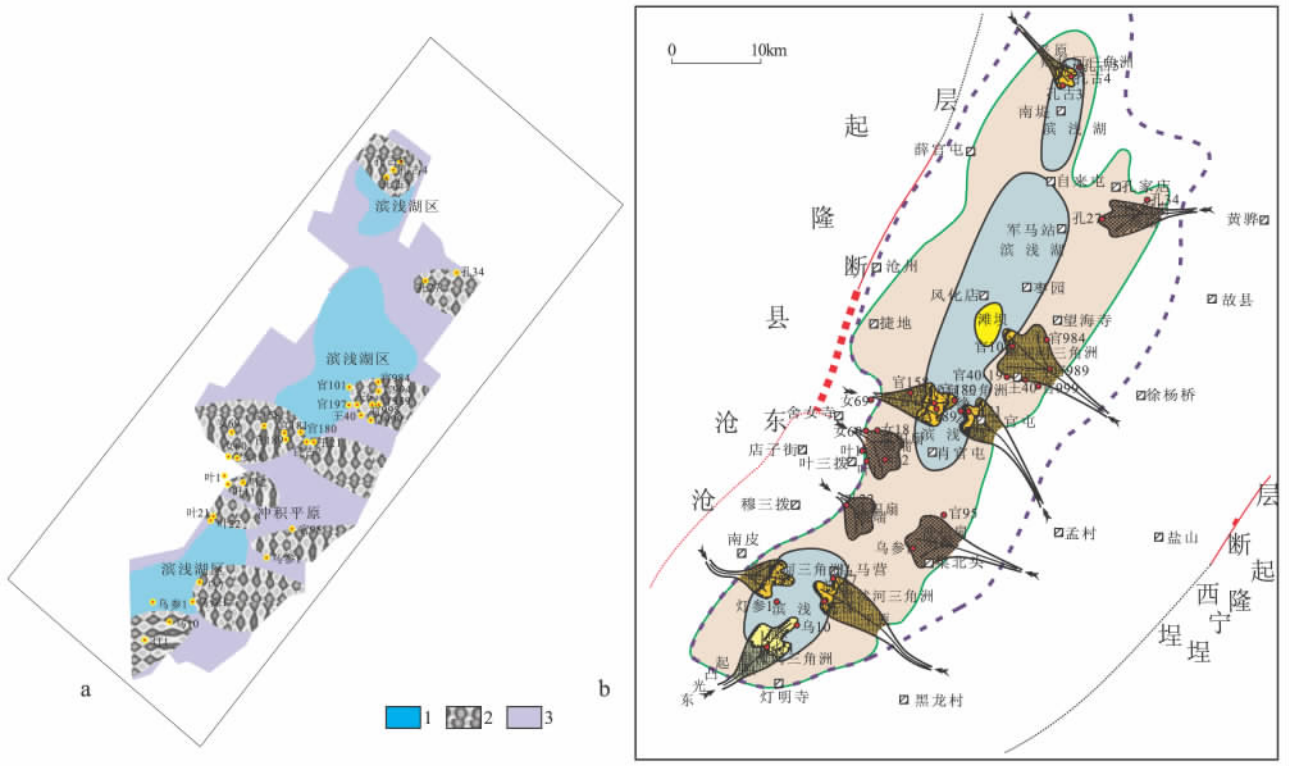


图5 研究区孔三段波形分类相解释图(a) 和沉积体系分布图(b)
(左图黄色区域为冲积体系分布区 ,蓝色区域为滨浅湖区)

1. 滨浅湖区; 2. 冲积体系; 3. 冲击平系

Fig.5 Interpretation of waveform classification facies (a) and distribution of the depositional systems(b) in the 3rd member of the Kongdian Formation

4 结论

通过对研究区孔三段波形分类相图的研究 ,可以得到如下认识:

(1) 波形分类相图可以从面上整体地反映出研究区孔三段的沉积体系、湖相展布(东部 4 个 ,南部 2 个 ,西部 4 个) 及断层的分布(东西两个边缘和盆地内部发育 ,断层方向大致平行 ,呈北东-南西向分布 ,北部较密集 ,中部比较稀疏 ,南部多为小型断层) ;

(2) 通过与地质资料(岩性 ,构造 ,测井等) 的对比 ,可以减少地震属性的多解性 ,从而得出比较可靠的结论。

参考文献:

[1] 赵政璋 ,赵贤正 ,王英民 ,等. 储层地震预测理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社 ,2005. 226.

[2] 邓传伟 ,李莉华 ,金银姬 ,等. 波形分类技术在储层沉积微相预测中的应用 [J]. 石油物探 ,2008 ,47(3) : 262 - 266.

[3] 赵力民 ,彭苏萍 ,郎晓玲 ,等. 利用 Stratimagic 波形研究冀中探区大王庄地区岩性油藏 [J]. 石油学报 ,2002 ,23(4) : 33 - 36.

[4] 殷积峰 ,李军 ,谢芬 ,等. 波形分类技术在川东生物礁气藏预测中的应用 [J]. 石油物探 ,2007 ,46(1) : 53 - 57.

[5] 尹成 ,吕公河 ,田继东 ,等. 基于地球物理目标参数的三维观测系统优化设计 [J]. 石油物探 ,2006 ,45(1) : 74 - 78.

[6] 薛友兵 ,尹兵祥 ,冷桂林 ,等. 准噶尔盆地沙窝地高精度三维地震采集参数设计与论证 [J]. 石油物探 ,2005 ,44(4) : 393 - 398.

[7] 帅永民, 祁军, 张成学, 等. 应用地震波形分析技术预测裂缝的方法探讨[J]. 石油物探, 2005, 44(2): 128-130.

[8] 董立生, 刘书会, 刘跃华, 等. 地震属性分析技术的研究与应用[J]. 石油物探, 2004, 43(增刊): 17-21.

The application of seismic waveform classification techniques to the depositional systems in the 3rd member of the Kongdian Formation, Huanghua depression

WANG Jin-cheng¹, LIU Zi-cang², LI Yong¹, QIU Dong-zhou³, QIAN Geng¹, PU Xiu-gang², YUAN Shu-qin², XIAO Dun-qing², BAO Ju-biao⁴, ZHU Xin-zheng¹

(1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Dagang Oil Field, Tianjin 300280, China; 3. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 4. Eastern Geophysical Corporation, PetroChina, Zhuozhou 072751, Hebei, China)

Abstract: The distribution of the depositional systems in the 3rd member of the Kongdian Formation in the Huanghua depression is dealt with in the light of 3D seismic waveform classification techniques. Four seismic waveform facies profiles are constructed by using the stratimagic software, and show a general agreement with the distribution map of the depositional systems obtained by geological methods.

Key words: seismic waveform classification; stratimagic software; Kongdian Formation; depositional system