

新疆牙哈地区新近系沉积相及油气勘探意义

时晓章,曲凤杰,杜彦军

(陕西延长石油集团有限责任公司研究院,陕西 西安 710075)

摘 要 利用地震资料具有横向分辨率高的优点,将地震资料与录井资料和测井资料相结合,用地震相分析、地震振幅属性分析、相干分析和可视化等手段对牙哈地区新近系的河道展布进行了刻画,确定了河道、河漫滩、决口扇和曲流砂坝等沉积相类型的平面展布。在新近系共识别出 7 期大型河道,总面积为 619 km²,可形成有利勘探面积 75 km²,为牙哈地区新近系下一步勘探提供了依据。

关键词 新近系 地震相 振幅属性 河道 牙哈 新疆

CHARACTERISTICS OF THE NEOGENE SEDIMENTARY FACIES AND THEIR SIGNIFICANCE FOR OIL-GAS PROSPECTING IN YAHA AREA, XINJIANG

SHI Xiao-zhang, QU Feng-jie, DU Yan-jun

(Research Institute of Yanchang Petroleum Group Co., Ltd., Xi'an 710075, China)

Abstract : Taking the advantage of high horizontal resolution, the seismic data are used, with logging data, to describe the distribution of river channels by researches of seismic facies, amplitude attributes, coherence cube and visualization techniques. The distribution of river channel, flood land, flood plains, crevasse fan, point bar deposit and other sedimentary facies are analyzed. There developed 7 periods of large river channels in Neogene, with total area of 619 square kilometers. Of those river channels, 75 square kilometers are favorable prospecting area.

Key words : Neogene; seismic facies; amplitude attribute; river channel; Yaha; Xinjiang

1 工区概况

在大地构造位置上,牙哈构造带为塔里木盆地塔北隆起的一部分,位于塔北隆起轮台凸起中段北侧,北邻库车拗陷,西邻南喀-英买力低凸起,南为哈拉哈塘凹陷,东与轮南低凸起和草湖凹陷毗邻^[1-2](图 1)。牙哈地区勘探程度相对较高,2004 年和 2006 年三维连片地震资料面积 1106.28 km²,覆盖了齐满 1—牙哈 302 井的大部分地区。牙哈地区有各类井 48 口,包括 13 口探井、10 口评价井和 24 口开发井。其中,牙哈 301、牙哈 301-1、牙哈 303、牙哈 303-1、牙哈 23-1-14、牙哈 23-1-22、牙哈 23-1-H1 和牙哈 701 井在新近系的康村组和库车组见到良好的油气显示,

探明天然气 402.08×10⁸ m³,油 3851.6×10⁴ t,表明牙哈地区新近系具有很大的勘探潜力。

牙哈地区大部分井缺少康村组及其上部地层的录井资料和测井资料。前人对该区沉积相的研究较少,而且重点是主力含油层位古近系,而对新近系康村组和库车组沉积相的研究不够深入^[2-3]。前人关于新近系沉积相的研究多是区域性和粗线条的,大部分学者认为是河流相沉积,但没有指出河道和砂体的展布;另外,以往的沉积相图是根据录井资料来编制的,没有充分利用地震资料,这种沉积相图可靠性较差^[2]。本文利用地震资料具有横向分辨率高的优点,结合录井资料,用地震相分析、地震振幅属性分析、相干分析和可视化等

收稿日期 2012-02-08,修回日期 2012-04-20,编辑 张哲。

作者简介 时晓章(1975—),男,工程师,从事地震-地质综合研究,通信地址 陕西省西安市科技二路 75 号 E-mail//crane_to_south@sina.com.cn



图 1 牙哈地区大地构造位置示意图

Fig. 1 Tectonic map of the Yaha area

1—油井(oil well); 2—气井(gas well); 3—显示井(data well); 4—干井(dry well); 5—断裂(fault); 6—县城(town); 7—河流(river); 8—牙哈工区(studied area); 9—一级构造单元线(Grade I tectonic unit); 10—二级构造单元线(Grade II tectonic unit)

手段对牙哈地区新近系的河道展布进行刻画,并结合区域地质条件对有利的勘探目标进行预测。

2 关键技术

沉积相分析的方法很多,一般是通过研究岩心、露头、录井资料和测井资料来确定^[4-5],然而在露头资料、录井资料和测井资料较少的地区,可以根据地震剖面的反射特征来确定沉积相^[5-6]。根据地震相模糊模式识别方法进行沉积相分析以及用地震属性分析和可视化等手段进行沉积相研究在国内外已经取得了良好的应用效果^[7]。

2.1 地震相分析

地震相是沉积相在地震剖面上表现的总和,是特定沉积相或地质体的地震响应,代表了产生其反射的沉积物的一定岩性组合、层理和沉积特征^[6,8]。地震相分析是根据地震资料解释其环境背景和岩相,即根据内部反射结构、外部几何形态、连续性、振幅和频率等地震反射参数编制地震相图,并把地震相转化为沉积相^[9]。用地震相来分析沉积相在探井较少的地区具有很大的优越性,但地震相与沉积相之间不存在绝

对的对应关系,在地震相向沉积相转换时要以现代沉积学理论为指导,根据单井相分析的结果确定分析层位的“宏观相”,利用这一优势沉积相与地震相对照完成地震相向沉积相的转换^[10-13]。

图 2 为牙哈地区近东西向地震剖面,从图中可以看出过牙哈 15 井地震 T2-3 反射层为高连续、强振幅、透镜状反射,而在录井上这个强反射对应一套粉砂岩,地震 T3 反射层表现为高连续、强振幅反射,在录井上这个强反射对应一套厚层粉砂岩。牙哈地区这种强反射在新近系康村组和库车组中、下部相当发育(图 3)。膏盐层、板状的火成岩体、礁滩体和河道等都能形成这种强反射,通过井-震综合标定,并结合区域

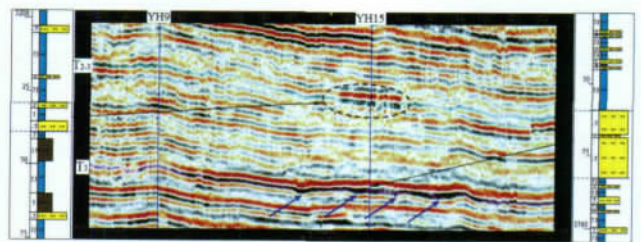


图 2 过牙哈 9 井 - 牙哈 15 井东西向地震剖面

Fig. 2 Seismic section crossing wells YH 9 and YH 15

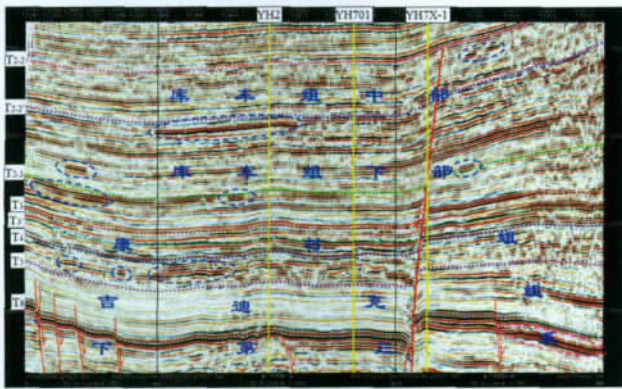


图 3 过牙哈 2 井 - 牙哈 701 井 - 牙哈 7X-1 井地震剖面
Fig. 3 Seismic section crossing wells YH 2, YH701 and YH7X-1

地质背景分析, 牙哈地区这种强振幅连续反射为河道在地震剖面上的响应. 河道沉积物以砾岩、砂砾岩、砂岩等粗碎屑物为主, 河道中沉积的砂砾岩体多呈条带状, 河流的下切作用往往形成“V”型下切谷; 而河漫滩和泛滥平原则以泥岩和泥质粉砂岩等细碎屑物为主. 河道沉积的砂砾岩层与其侧缘和顶面的河漫沉积物均为突变接触, 与底面也多为冲刷接触^[4-5], 因此在地震剖面表现为高连续、强振幅反射和透镜状反射, 或表现为地震同相轴下弯或明显下切现象^[5-6].

2.2 地震属性分析

地震属性是从地震数据中通过一系列分析手段或计算方法导出的用来测量地震数据的几何学、运动学、动力学及统计特征的特殊度量值^[14-16], 包括振幅类、相位类、频率类和相关类等十余种, 其中能用来识别河道的方法主要有振幅属性分析、频谱分解、相干分析和层切片技术^[10].

地震反射波振幅特征是地震岩性解释和储层预测常用的动力学属性. 振幅属性能反映目的层地层厚度、岩石成分、孔隙度及含流体成分的变化, 可用来追踪三角洲、河道、各种扇体或特殊岩性体^[17-18]. 对振幅信息进行提取可以达到平面展布的效果, 从而分析断裂、河道发育以及其他异常地质现象在平面上的变化规律^[19-22]. 振幅属性的应用在塔里木盆地的轮南、英买力和东河塘等地区取得了显著的效果. 图 4 为牙哈地区地震 T3 反射层沿层均方根振幅信息平面图, 结合现代沉积学理论, 可以在图中识别出曲流河道、牛轭湖、废弃河道和复合曲流带等.

相干体分析原理是通过计算三维数据体中心地震道和指定相邻道的相干系数, 将普通地震资料转换成相干系数资料, 以突出地震资料中的异常现象. 在出现断层、地层岩性突变、特殊地质体的小范围内, 地震道

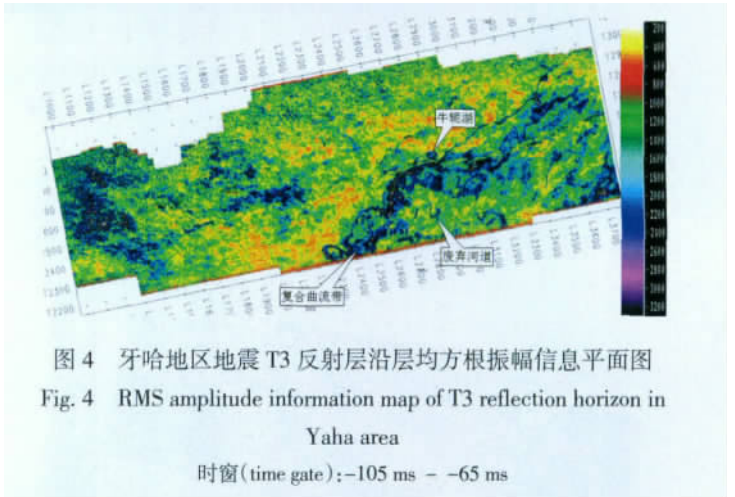


图 4 牙哈地区地震 T3 反射层沿层均方根振幅信息平面图
Fig. 4 RMS amplitude information map of T3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): -105 ms - -65 ms

之间的波形特征发生变化, 进而导致局部的道与道之间相关性发生突变. 应用这种方法就可以快速建立起断裂系统、河道等的空间展布形态^[23-24].

2.3 可视化

三维可视化是一种雕刻河道砂体、扇体、礁体、火成岩体等各种地质异常体形态的一种技术^[25]. 通过调节体素 Voxel、颜色和透明度用层面可视化、体扫描、体透视和体雕刻等手段把整个异常体的形态雕刻出来. 它所反映的地质体具有等时性或相对等时性, 可解释沉积体的原始沉积形态, 而且在追踪时不会出现窜轴现象^[26-28]. 图 5 为牙哈地区康村组河道雕刻图, 从图中可直接看出砂体的空间展布特征.

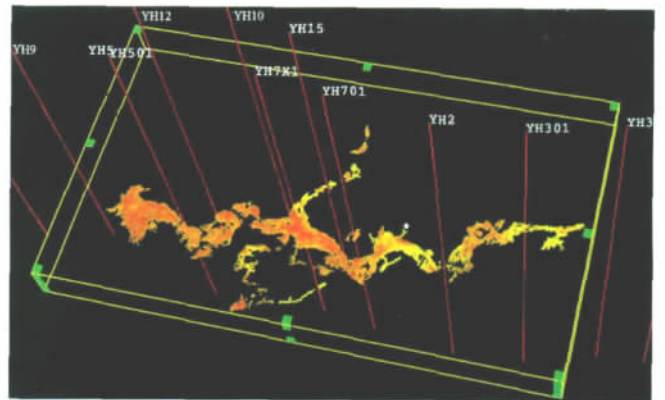


图 5 康村组河道雕刻图
Fig. 5 River channel describing map of Kangcun Formation

3 应用效果分析

结合录井资料, 以现代沉积学理论和地质模型为指导^[4, 27], 用地震相分析、振幅属性分析、相干体分析和三维可视化等方法对牙哈地区新近系的河道进行了研究, 发现新近系主要发育 7 期大型河道, 这 7 期河道主要发育在新近系康村组顶部和库车组中、下部^[28].

第1期:发育在康村组中部,图6为地震T3'反射层沿层(相当于康村组中部)均方根振幅信息平面图,从图中可以看出在工区中、西部发育北东向的河道,河道总面积为177 km²;工区东部和西北部主要为泛滥平原沉积.该时期河流处于发育初期阶段,河流的稳定性差、易改道,河道在平面上的展布规律不十分明显.

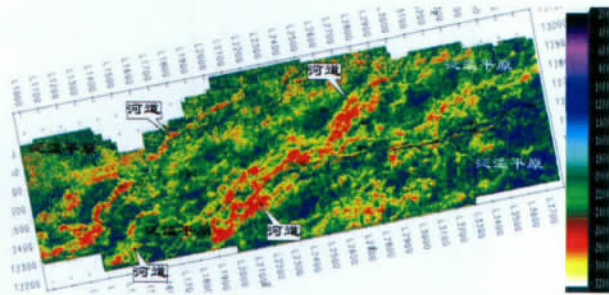


图6 T3'反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 6 RMS amplitude information map of T3' reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): -10 ms - +10 ms

第2期:发育在康村组顶部,图7为地震T3反射层沿层(相当于康村组顶部)均方根振幅信息平面图,从图中可以看出,工区中、西部网状河流交织发育,而工区中部牙哈5-7井区以北有一大面积强振幅异常区.通过对局部地区做小时窗可视化分析(图5),可以看出异常区是多条曲流河道相互叠置的结果.从过牙哈9井—牙哈15井地震剖面上可以看出牙哈9井以东地震T3同相轴变宽,且有下凹的特征,这是河道在短时间内多次迁移形成的下切谷的响应(图2).该期河道总面积为139 km²,主要为砂泥岩互层沉积,但泥岩较厚,砂岩较薄,具有典型的“泥包砂”特征,砂岩厚一般不超过15 m,形成的河道具有河道窄、横向上变迁快、纵向上交互叠置、多期次发育等特点.

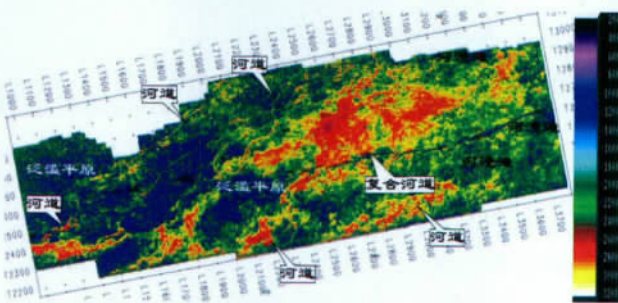


图7 T3反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 7 RMS amplitude information map of T3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): 0 ms - 20 ms

第3期:发育在库车组底部,图8为牙哈地区地震T3反射层沿层均方根振幅信息平面图,从图中可以看出,在工区东部发育一条近北东向展布的曲流河,工区中部牙哈12—牙哈15井区的异常体则可能是复合河道沉积,而工区中西部广大地区为河漫滩沉积.该期河道总面积为44 km².

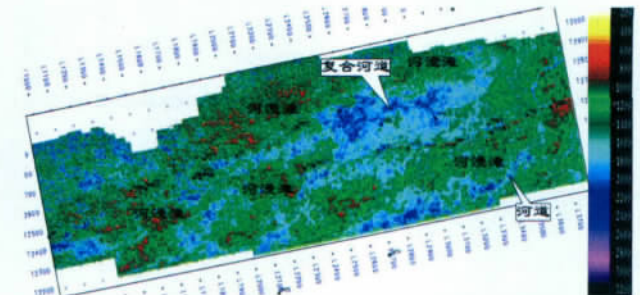


图8 T3反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 8 RMS amplitude information map of T3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): -45 ms - 0 ms

第4期:发育在库车组下部,图9为牙哈地区地震T2-3反射层沿层(相当于库车组下部)均方根振幅信息平面图,从图中可以看出在工区东南部,发育多条曲流河,曲流河相互交织发育,并可见河道决口和河道被切割现象,工区中西部广大地区为河漫滩沉积.该期河道总面积为138 km².

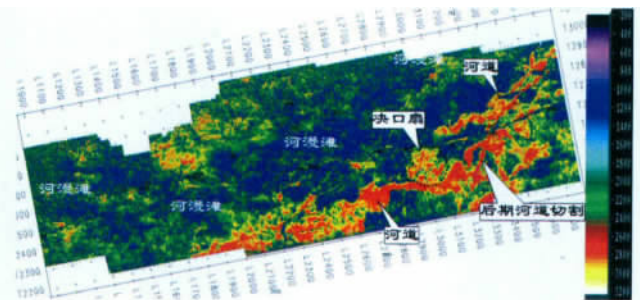


图9 T2-3反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 9 RMS amplitude information map of T2-3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): 10 ms - 25 ms

第5期:发育在库车组下部,图10为牙哈地区地震T2-3反射层沿层(相当于库车组下部)均方根振幅信息平面图,从图中可以看出在工区中部,发育一条北东向的大型曲流河,曲流河河道在钻井上为一套中、厚层粉砂岩,地震剖面上为高连续强振幅透镜状反射.该期河道面积为29 km².

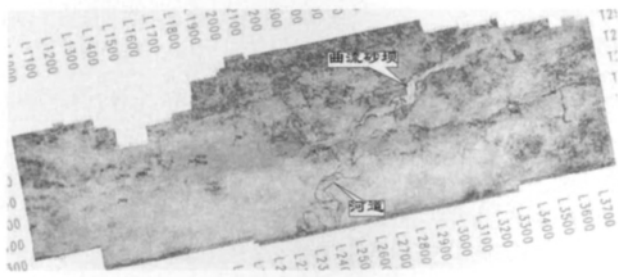


图 10 T2-3 反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 10 RMS amplitude information map of T2-3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): -25 ms - -10 ms

第 6 期 :发育在库车组中部 ,图 11 为牙哈地区地震 T2-3 反射层沿层(相当于库车组中部)均方根振幅信息平面图,从图中可以看出在工区东南角发育一条北东向的大型河道,该河道可能为顺直河河道也可能为曲流河河道的一部分,河道面积为 9 km². 工区中北部也为强振幅反射,根据现代沉积学理论,可能为河漫湖沉积,工区其他广大地区为河漫滩沉积.

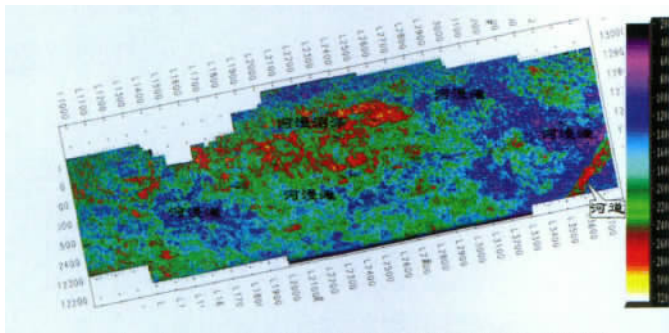


图 11 T2-3 反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 11 RMS amplitude information map of T2-3 reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): -130 ms - -80 ms

第 7 期 :发育在库车组中部 ,图 12 为牙哈地区地震 T2-2' 反射层沿层(相当于库车组中部)均方根振幅

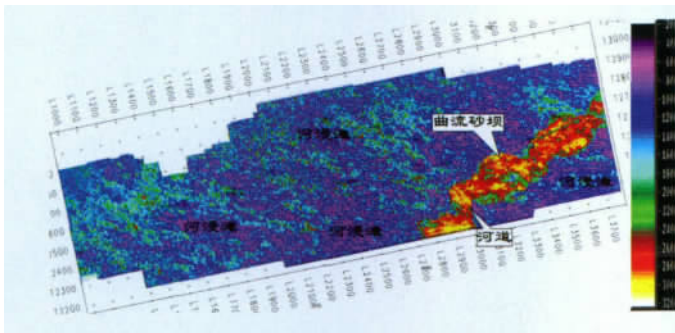


图 12 T2-2' 反射层沿层均方根振幅信息平面图

Fig. 12 RMS amplitude information map of T2-2' reflection horizon in Yaha area
时窗(time gate): 50 ms - 25 ms

信息平面图,从图中可以看出工区东南部发育一条大型曲流河,河道宽 2.3~5.4 km,一般宽 3.5 km,长 21 km,面积 83 km². 河道沉积在测井曲线具有低自然伽玛、低自然电位和低电阻率的特征,为一套砂岩的响应,地震剖面上为强振幅透镜状反射.

新近系除了发育以上 7 期主要河道外,还发育了其他一些小河道,但规模相对较小. 纵观新近系河道的发育特征,康村组发育的河道具有河道窄、横向上变迁快、纵向上交互叠置、多期次发育等特点,而库车组中下部发育的河流具有河道宽且长、横向摆动慢等特点,库车组上部河道欠发育.

河流相沉积易形成岩性圈闭,与构造运动相匹配时形成的构造-岩性圈闭更有利于油气的聚集. 牙哈地区主要发育 7 期大型河道,7 期河道总面积 619 km². 将 7 期河道与地震 T2-3 反射层构造等值线叠合,可形成有利的构造-岩性圈闭面积 75 km². 其中第 1 期河道可形成有利勘探面积 18.2 km²,第 2 期河道可形成有利勘探面积 39 km²,第 4 期河道可形成有利勘探面积 7.4 km²,第 5 期河道可形成有利勘探面积为 3 km²,第 7 期河道可形成有利勘探面积 7.4 km²;第 3 期和第 6 期河道主要位于牙哈断裂下盘,不能形成好的构造-岩性圈闭(图 13).

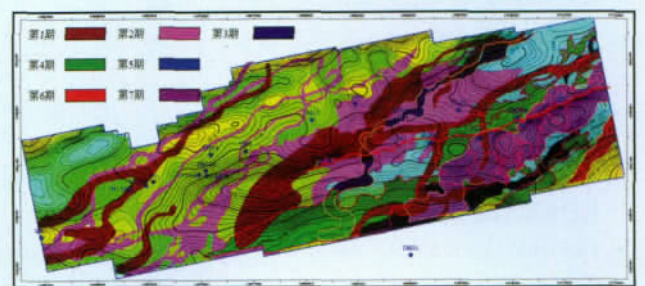


图 13 7 期河道与地震 T2-3 反射层构造等值线图叠合图

Fig. 13 Superimposed tectonic contour map of T2-3 reflection horizon and river channels of seven periods

4 结论

在录井资料较少的地区,可以用地震相来识别河道的展布,这是寻找岩性圈闭的一种经济、实用的方法. 将录井资料和地震资料相结合,用地震振幅属性、相干分析和可视化等手段可以很好地将河道的展布特征刻画出来;本次研究成果可为牙哈地区新近系下一步油气勘探和开发提供依据.

但利用地震信息来识别河道时,要注意地震资料的多解性,最好以现代沉积学理论为指导,并结合

录井资料进行分析.地震资料垂向分辨率有限,一些小型河道用地震手段难以识别,而且地震资料的品质也影响属性提取效果.但地震资料具有较高的横向分辨率,可以通过改变时窗大小或用小时窗将复合河道刻画出来^[29-30].

参考文献:

- [1]顾家裕.塔里木盆地沉积层序特征及其演化[M].北京:石油工业出版社,1996.
- [2]顾家裕,朱筱敏,贾进华,等.塔里木盆地沉积与储层[M].北京:石油工业出版社,2003.
- [3]张师本,黄智斌,朱怀诚.塔里木盆地覆盖区显生宙地层[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [4]赵澄林,朱筱敏.沉积岩石学(第三版)[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [5]于兴河.碎屑岩系油气储层沉积学(第二版)[M].北京:石油工业出版社,2008.
- [6]陆基孟.地震勘探原理[M].东营:中国石油大学出版社,2006.
- [7]张兴金,徐景祯.沉积相的模糊模式识别方法及其应用[J].石油学报,1994,15(2):32—38.
- [8]谢里夫 R E, 吉尔达特 L P. 勘探地震学[M].北京:石油工业出版社,1999.
- [9]Vail P R, Mitchum R M, Todd R G, et al. Seismic stratigraphy and global changes of sea level [J]. AAPG Memoir, 1977, 26(1): 49—212.
- [10]Sheriff R E. Seismic stratigraphy [M]. Boston: International Human Resources Development Corporation, 1980.
- [11]朱剑兵.地震相划分方法研究新进展[J].油气地球物理,2008,6(3):6—9.
- [12]朱剑兵,赵培坤.国外地震相划分技术研究新进展[J].勘探地球物理进展,2009,32(3):167—171.
- [13]段玉顺,李芳.地震相的自动识别方法及应用[J].石油地球物理勘探,2004,39(2):158—162.
- [14]Chen Q, Sidney S. Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring[J]. The Leading Edge, 1997, 16(5): 445—450.
- [15]郭华军,刘庆成.地震属性技术的历史、现状及发展趋势[J].物探与化探,2008,32(1):19—22.
- [16]王永刚,乐友善,张军华.地震属性分析技术[M].东营:中国石油大学出版社,2007.
- [17]黄云峰,杨占龙,郭精义,等.地震属性分析及其在岩性油气勘探中的应用[J].天然气地球科学,2006,17(5):739—742.
- [18]曹卿荣,李佩.应用地震属性分析技术刻画河道砂体[J].岩性油气藏,2007,19(2):94—95.
- [19]于建国,林春明,王金铎,等.曲流河沉积亚相的地震识别方法[J].石油地球物理勘探,2003,38(5):547—551.
- [20]宁松华.利用地震属性资料解释河道[J].断块油气田,2007,14(2):5—8.
- [21]韩喜,高兴友,车廷信,等.利用地震属性沿层分析方法研究河流相沉积环境[J].石油地球物理勘探,2007,42(1):120—125.
- [22]金振奎,时晓章,何苗.单河道砂体的识别方法[J].新疆石油地质,2010,31(6):572—575.
- [23]侯伯刚,乌达巴拉,杨再岩.地震相干体技术简介及其应用[J].现代地质,1999,13(1):121—124.
- [24]刘刚.相干分析技术在曲流河砂体描述中的应用[J].油气地球物理,2005,3(3):38—41.
- [25]管伟光,马颂德.三维数据体可视化技术[J].CT理论与应用研究,1995,4(6):1—4.
- [26]Dom GA, et al. 三维地震资料解释中的可视化[J].傅子云,译.国外油气勘探,1996,18(3):347—352.
- [27]季汉成,赵澄林,谢庆宾.现代沉积[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [28]时晓章,金振奎,朱斗银,等.塔北隆起牙哈地区第三系储层特征[J].石油地球物理勘探,2009,44(增刊1):138—144.
- [29]张建宁,于建国.地震属性应用中的不确定性[J].油气地球物理,2006,4(1):1—7.
- [30]Shreff R E. Factors affecting seismic amplitudes [J]. Geophysical Prospecting, 1975, 23(1): 125—138.