

文章编号: 1000-0550(2010)01-0068-08

# 南海北部陆坡深水曲流水道的识别及成因<sup>①</sup>

袁圣强<sup>1 2 3</sup> 曹 锋<sup>4</sup> 吴时国<sup>2</sup> 姚根顺<sup>5</sup> 王海荣<sup>6</sup> 李 丽<sup>5</sup>

(1. 提高石油采收率国家重点实验室 中国石油勘探开发研究院 北京 100083;  
2. 中国科学院海洋研究所 中国科学院海洋地质与环境重点实验室 山东青岛 266071;  
3. 中国科学院研究生院 北京 100049; 4. 中国石油勘探开发研究院 北京 100083;  
5. 中国石油杭州地质研究院 杭州 310023; 6. 中国地质大学能源学院 北京 100083)

**摘 要** 深水水道是深水沉积体系中重要的组成单元,其作为潜在的油气储集体也被油气行业所关注。深水水道多处于深水环境下的沉积地层中,因此对于其直接的观测和研究都比较困难。基于近年新采集的多道 2 D 和 3 D 地震资料,利用相干时间切片、RMS 均方根振幅、3D 振幅可视化等地球物理手段对南海北部陆坡深水水道进行了识别和研究。该水道为更新世深水曲流水道,与来自中南半岛的浊流侵蚀有关,水道呈 SW—NE 向展布,侧向侵蚀特征明显。3D 振幅可视化图显示该水道轴部为强振幅反射,推测为富砂充填,其余部分为弱振幅反射,推测为富泥充填,这点与世界已钻水道特征一致。深水曲流水道的形成过程和内部结构复杂,其内部砂体与泥岩常互层出现,泥岩的封堵作用会阻碍流体的流动或形成超压,同时也可起到良好的盖层作用,因此对于深水曲流水道的勘探和开发要重视这个问题。

**关键词** 南海北部 陆坡 深水水道 浊流 深水勘探

**第一作者简介** 袁圣强 男 1982 年出生 博士后 沉积层序 E-mail: yuansq@petrochina.com.cn

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

20 世纪 40 年代,在北美大陆边缘首次识别出深水水道,自此深水水道成为许多研究关注的焦点<sup>[1]</sup>。目前有关深水水道的研究主要基于露头分析、地震数据、深水钻探和深水油气开采数据进行。深水水道具有复杂的内部结构,常经历多次侵蚀、沉积物过路和充填过程,其形成受控于沉积物供应变化、气候和海平面变化,还包括陆坡的不稳定,如断裂活动、盐底辟或泥底辟在盆地中的排出等<sup>[1,3]</sup>。

2005 年在英国南安普顿市召开了主题为“深水曲流水道:成因、形态和结构”的会议,学术界就科学和工业需求方面对曲流水道进行了的讨论和交流,并于 2007 年在《Marine and Petroleum Geology》发表了相关专辑<sup>[2]</sup>。水道是碎屑沉积物向深海输送的通道,而水道—堤坝系统同样也是沉积场所,通常在水道轴部沉积了粗粒沉积物、堤坝部位沉积了细砂和粉砂沉积,水道—堤坝体系可以作为良好的油气储集场所。良好的油气勘探价值使得水道—堤坝体系成为油气工业界关注的热点<sup>[4,5]</sup>。

## 1 引言

研究区位于琼东南盆地深水陆坡区(图 1),现今

水深 500 ~ 1 300 m,具多物源供给特征,包括北部的海南岛物源区,西南方向的中南半岛物源区和东南方向的西沙隆起物源区等物源区<sup>[6]</sup>。研究区层序以 T60(23.3 Ma)为界分为断陷期和坳陷期两个巨层序<sup>[6-10]</sup>,本次研究的水道发育在更新统中(图 2)。前人研究表明,在该地区坳陷期早期三亚组(23.3 ~ 15.5 Ma)中有浊积水道发育,此水道与来自中南半岛的物源有关<sup>[6-7]</sup>。

研究区目前具有 2 D 和 3 D 地震资料,无钻井。本文基于地震资料,采用多种地球物理技术,包括层拉平相干切片技术、均方根提取技术和 3D 可视化技术等,在研究区清晰的识别出更新世曲流水道,并探讨了其演化及充填特点。海底层拉平状态下的海底定义为 0 ms,水道发育范围为在海底到海底之下 100 ms 的范围内。

当前,第四纪深水水道是研究的热点。其时代较新、沉积遭受后期改造和破坏小,资料获多,能够反映水道的原始形态和充填过程,便于研究<sup>[4]</sup>。深水曲流水道是深水沉积重要的组成单元之一,其曲流形态与陆上曲流河特征类似,目前认为二者的形成机制与

<sup>①</sup>中国科学院重要方向性项目(编号:KZCX2-YW-229)和国家 863 高技术项目(编号:2006AA09Z349)项目联合资助。  
收稿日期:2008-12-04; 收修改稿日期:2009-03-02

充填过程有较大差异<sup>[5]</sup>。近些年深水勘探发现深水曲流水道也可以作为油气潜在的储集体,可作为油气勘探的目标<sup>[10]</sup>,但其内部结构复杂,开采面临着较大的挑战。我国深水油气勘探起步较晚,对于南海北部深水水道研究较少,一些学者对琼东南盆地上新世中央水道进行过探讨<sup>[11-13]</sup>,该水道贯穿整个琼东南盆地,终结在西北次海盆,规模巨大<sup>[11]</sup>,中海石油曾对该水道西部进行过钻探,但是只有少量油气显示,没有形成工业油流(图 1,井 Ya35-1-2)。

## 2 深水水道的形态及充填过程

深水水道的形成通常是一个连续而复杂的侵蚀—充填过程<sup>[3-5]</sup>。本文研究的水道呈 SW—NE 向展布,曲流和堤坝特征发育(图 3)。3D 数据覆盖范围内水道主体长为 22.8 km,最宽达 3 km,侧向加积体最大宽度为 1.1 km,水道最大时间厚度为 100 ms,依据本地区地震数据采集速度谱取 1 600 m/s 得出其最大厚度为 80 m。依据海底之下 4 张相干切片平面图及剖

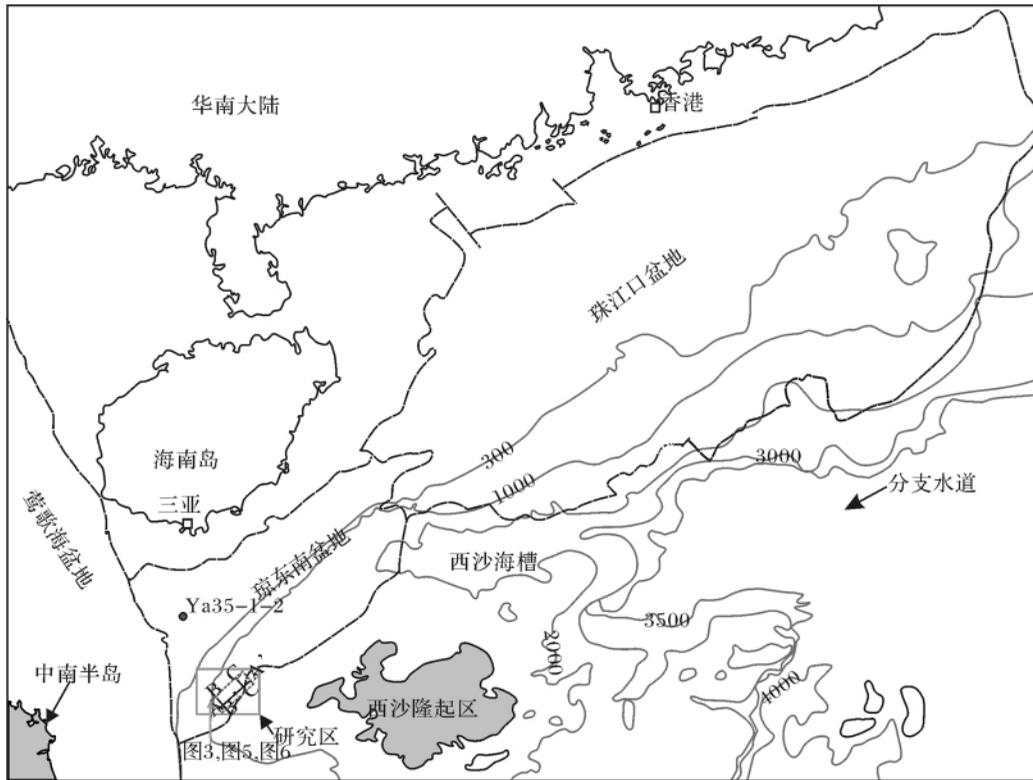


图 1 研究区位置图

Fig. 1 The location map of the study area

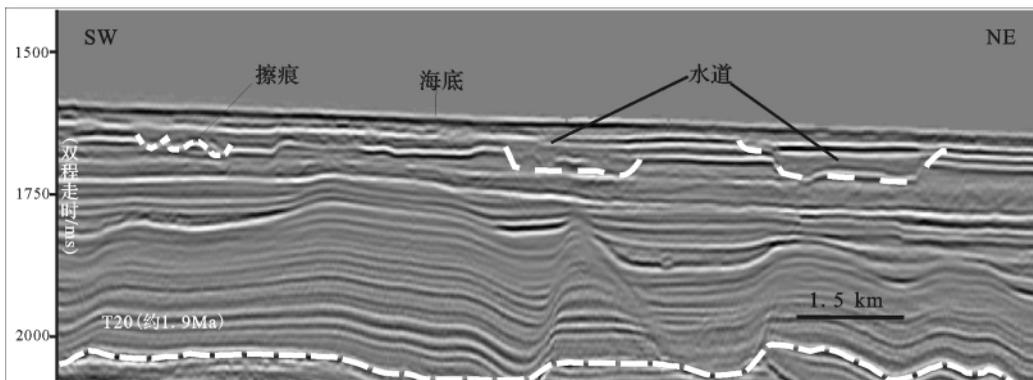


图 2 SW—SE 向穿过水道的地震剖面(位置见图 1 和图 3 的 A—A')

Fig. 2 A SW—SE direction seismic profile across the channel

(For location see Fig. 1 A—A' and also see Fig. 3 A—A')

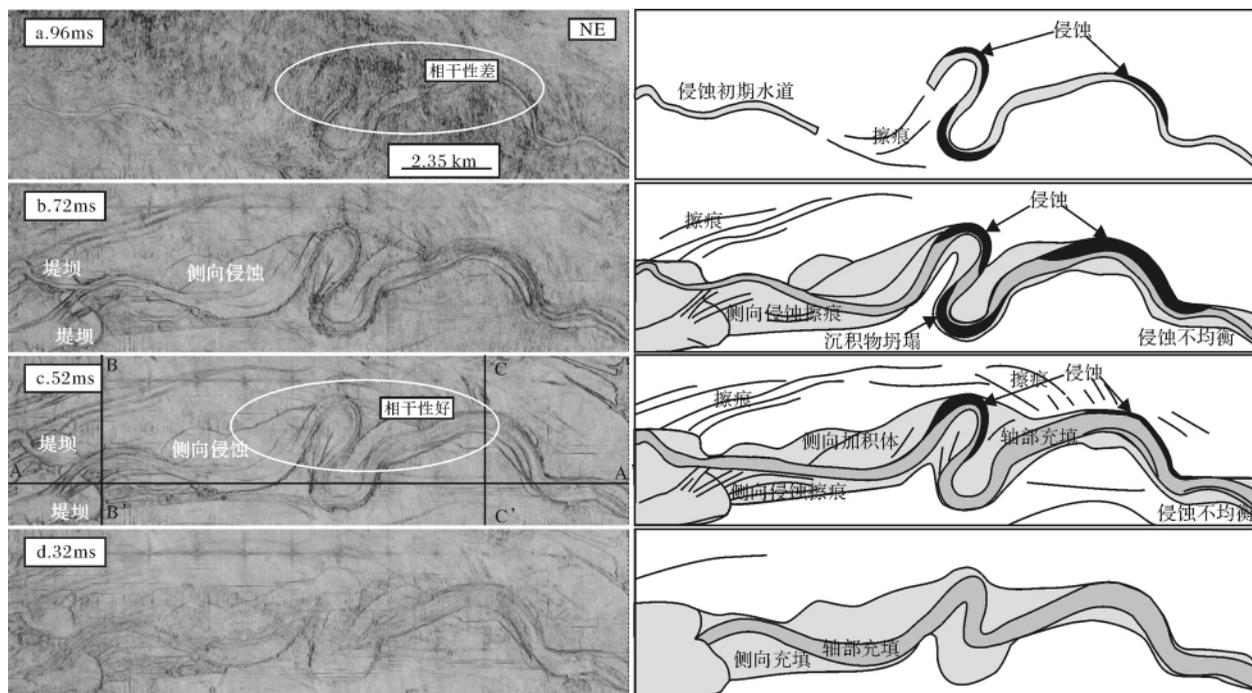


图3 一系列海底层拉平下的相干时间切片图及其解释图  
(左侧为层拉平相干时间切片,右侧为其对应的解释素描图)

Fig. 3 A series of coherence time slices (flattened on the seafloor), the left part are slices and the right part are interpret sketch maps.

面对该水道的侵蚀充填演化进行探讨(图3)。

### 2.1 相干时间切片(96 ms)

水道曲流形态初现,整体连续性较差(图3a)。水道曲率较大部位及侵蚀特征明显的位置相干性较差(图3a)相干性较差的位置在地震剖面上显示为弱振、低频不连续相(图4),推测该位置为沉积物固结相对较差。此时水道旁边伴随发育的擦痕特征不明显。

### 2.2 相干时间切片(72 ms)

水道整体形态完整呈现,曲流特征、侧向侵蚀特征和旁边侵蚀擦痕特征清晰展现。水道边缘显示出与周围地层不同的相干特征(图3b)。水道两壁都有侵蚀特征,侧壁有沉积物滑动和坍塌的迹象,表现为相干性差(图3b)。大规模的擦痕在地震剖面上表现为地震同向轴内部的间隙和空白间断带(图4a)。整体特征表明该时期水道以侵蚀特征为主。

### 2.3 相干时间切片(52 ms)

水道与周围地层的整体相干性变好(3c),预示沉积环境稳定和趋于均一。水道侧壁侵蚀特征减弱,但水道周围擦痕的规模和长度有所增加,预示着水道以漫溢沉积为主(图3c)。水道轴部充填以强振为

主,水道两侧充填为弱振为主(图4),水道以充填为主。

### 2.4 相干时间切片(32 ms)

整体相干性趋于一致,只有少部分呈现出不同的相干性(图3d)。此时水道内部没有出现新的侵蚀特征,地震剖面显示该时期主要以弱振幅反射为主(图4),水道进入消亡埋藏期。

## 3 讨论

深水陆坡区具有复杂的地质作用,包括重力流作用、等深流作用、内波内潮汐等作用,它们可以在陆坡上形成多种多样的地质特征<sup>[14-16]</sup>,包括扇体、峡谷、水道等。地学界对于深水水道这一术语的确切含义争议颇大,根源部分在于研究对象(现代海底、海上油气藏、露头)和对应手段(高分辨率深海测量数据、深部地震反射资料、露头资料)的不同。水道被定义为长条形的、由浊流或与浊流相关的作用而持续延伸的负地形,水道是沉积物搬运的长期通道。浊流沉积体系内的水道形态和位置受控于沉积过程,如下切侵蚀作用等,水道的负地形可能源于沉积作用或是侵蚀作用,也可能是二者的共同作用<sup>[17,18]</sup>。

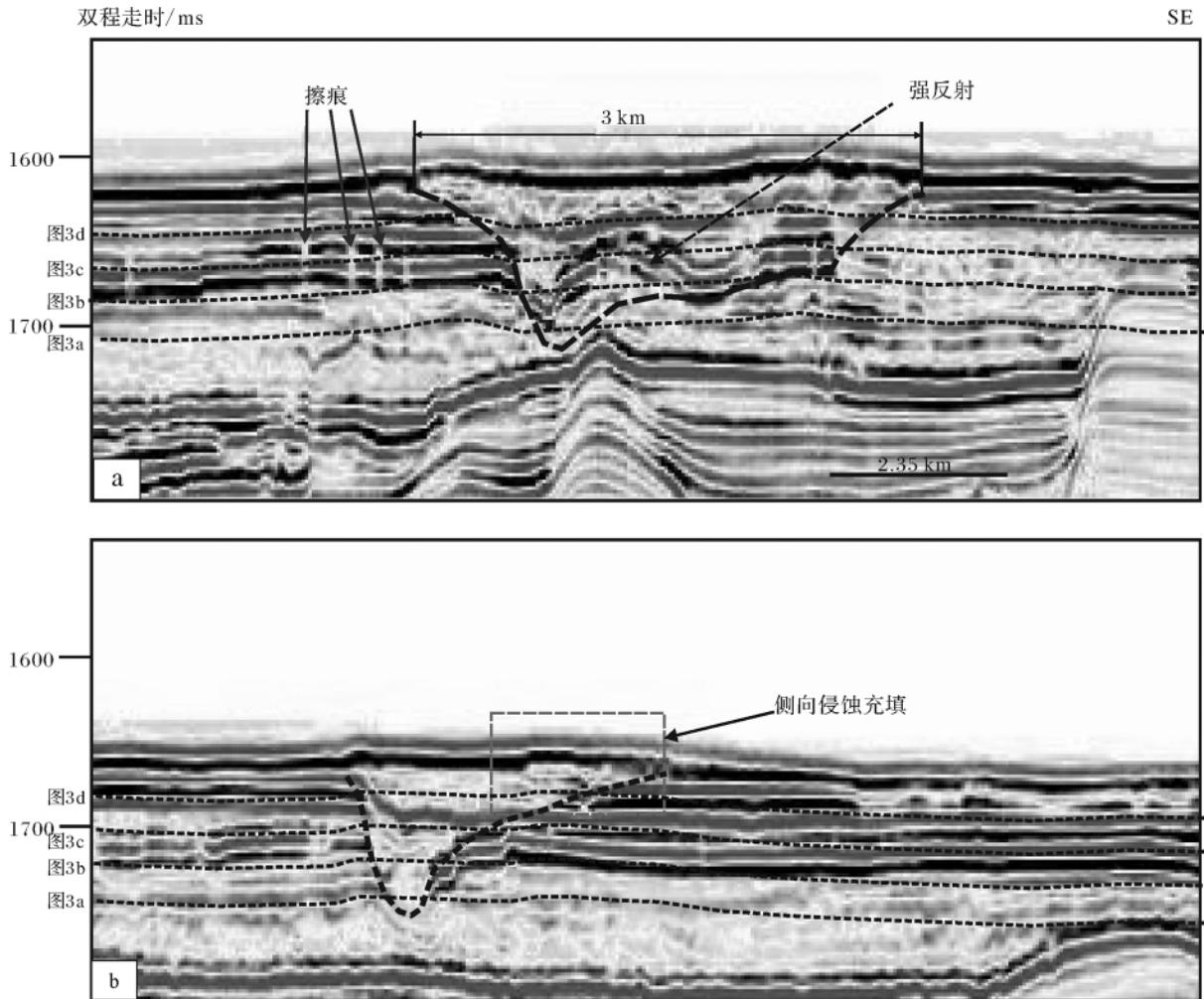


图 4 两条横切水道的地震剖面特征(图 a 和 b 的位置见图 1 和图 3 的 B - B' 和 C - C')

Fig. 4 Two seismic profiles across the channel , for location see Fig. 1B - B'( Fig. 4a) and Fig. 3C - C'( Fig. 4b)

### 3.1 深水曲流水道成因

Damuth 等发表的标志性文章概述了广泛分布在亚马逊现代海底扇大部分地区的高曲流水道特征<sup>[19]</sup>。从此,地质学界改变了对深水沉积水道的认识,之前大部分人认为海底水道是平直或轻度弯曲的,并且认为浊流不能形成曲流水道。如今,海底 3D 地震成像技术通常能观测到许多不同构造背景的曲流水道,并发现了曲流水道作为油气储层的重要性<sup>[20-21]</sup>。

在富砾和富砂型深水沉积体系中水道形状为直线或轻度弯曲,水道在平面图上为辫状特征<sup>[22]</sup>。水道的形成与相对海平面变化有关。一些水道被解释成形成于低水位期,在低水位时期大量粗粒沉积物过路侵蚀陆坡并被搬运到盆底。目前关于深水曲流水道的成因还存在争议,一般认为水道的弯曲度与坡度成反比,低能细粒充填水道往往比高能粗粒充填水道

曲率大。目前,关于曲流水道的成因与迁移类型有两种理论:一种理论认为,海底曲流水道与河道类似,尽管它们是沉积在不同的环境中(前者在海水中,后者在淡水中)<sup>[21]</sup>;另一种理论认为,海底曲流水道的形成过程与河道明显不同<sup>[24]</sup>。“流体剥离”被认为是形成海底曲流水道一种独特作用<sup>[23-24]</sup>,是当沉积物重力流在曲流水道内流动时将流体的组成部分分离的作用<sup>[21]</sup>。这种作用存在于曲流水道弯曲处的外侧,浊流加速(这和河道里的流体特征类似),高速的沉积物重力流无法通过弯曲处,因而造成堤坝的破坏,沉积物以决口扇的形式沉积在堤坝外部,然后迅速的沿弯曲处顺流而下。通常流速不足以使所有沉积物都越过堤坝弯曲处,粗粒部分残留在水道内,而细粒沉积物被剥离出来并输送到水道外岸(或是堤坝)。尽管流体剥离作用解释了弯曲处水道外岸沉积物的形成,但该作用不能解释整个堤坝的成因,包括沿直

水道的延伸部分。Peakall 等认为堤坝的形成可能是由于漫溢作用,漫溢流是空间上比较连续的楔状流体,或是悬浮在沿水道顺流方向的水道内粗粒沉积之上的细粒混浊沉积物。楔状流体沿水道移动时发生横向上扩散,沉积在水道两侧的堤坝上。水道内存在的粗粒部分限制了沉积物重力流与其周围海水的交换,这样就保持了水道内部流体与周围海水的密度差,因而它们能继续向盆地方向流动且比开阔环境下搬运的沉积物多<sup>[24]</sup>。

与深水曲流水道曲度有关的几个因素包括:深海海底地形、海底坡度、沉积物密度、输送体系性质、流体体积以及流体流经水道的频率和速度<sup>[19]</sup>。本文研究认为深水水道的曲度、形态和位置还与海底沉积物的沉积和固结程度有关,本文水道初始位置发育在相干性差(沉积环境不稳定,固结较差)的地方可以说明这一点。该水道形态及展布方向表明 SW 向为起始方向。水道两侧集群出现的擦痕展示了流体规模和强度,且排除了该地区更新世存在长期河流的注入。以目前的浊流理论判断,本文研究的曲流深水水道应该是浊流形成,而后期的充填可能经历了多种重力流作用。该浊流的形成与水道西南方向的中南半岛的物源供给有关,可能与来自中南半岛更新世时期隆起区的受气候控制的、间歇性的物质输送有关。

### 3.2 深水水道的充填过程

该水道主要经历了侵蚀、侵蚀—充填和充填 3 个主要过程。一般在水道上倾方向,水流流速大、坡度陡、沉积物供应少,则侵蚀作用较强。在水道远端的下倾方向,则是侵蚀和沉积二者共同作用以及(或)加积作用<sup>[19]</sup>。

水道充填沉积的性质变化很大,依据构造作用、气候和沉积物供给等很多因素,沉积物类型可为砾岩、砂岩、泥岩和混合充填<sup>[25]</sup>。水道充填沉积可能由多种重力流沉积物组成,如浊流、碎屑流和海底滑坡

块体以及半远洋悬浮物。通常充填物粒度向上减小,与水道类型自下而上从多支流型水道到小型具有堤坝的水道相一致。在水道内部,其叠置类型可能与主水道的宽度和厚度、水道位置以及沉积物本身的性质有关。

深水水道的侵蚀与沉积也有个均衡点,当其坡度发生变化时,水道常通过侵蚀和沉积作用进行调整。当沉积物通过水道搬运时,水道与局部陆坡处于均衡状态,同时发生细小的加积或侵蚀特征(图 3b)。当沉积物负荷变化或构造沉降速率大于沉积速率时,均衡破坏,水道体系会出现主水道下切、水道截弯取直现象、发育支流水道、加积作用形成席状砂、水流改道等现象<sup>[19]</sup>,直至水道的侵蚀充填达到下个均衡点。

利用 3D 地震属性可以识别出深水水道演化的一种重要现象,即水道内发生侵蚀和沉积的部位在不断变化(图 3、5 和 6)。水道侧壁会因侵蚀失稳而滑塌。除滑塌体外,在相对海平面上升期,充填水道的其它沉积物会逐渐向陆迁移,搬运至盆地的沉积物趋于减少。这也是水道在纵向上呈上凹状的原因之一(图 4)。通常,水道轴部多为高砂泥比的块状砂所充填,边缘充填则具有低砂泥比特征;反映在地震响应上,粗粒富砂对应强振幅,细粒富泥对应弱振幅,这种特征在图 6 得到很好印证。即曲流水道的轴部表现为强振幅,而水道边缘为弱振幅。

## 4 勘探应用前景

深水水道沉积是深水沉积体系中重要的沉积单元之一,了解深水沉积盆地内储层的性质对于制定开发方案及策略具有重要意义。逐渐普及的 3D 地震资料能够刻画水道沉积体系内部复杂的几何形态(特别是深水曲流水道),并为在钻探水道充填沉积体时避免浅水流等灾害问题提供参考<sup>[19]</sup>。之前一直认为大多数被动大陆边缘陆坡体系主要是以泥质充



图 5 研究水道均方根振幅图(范围为 0 ~ 100 ms)

Fig. 5 The RMS map of the study channel (0 ~ 100 ms)

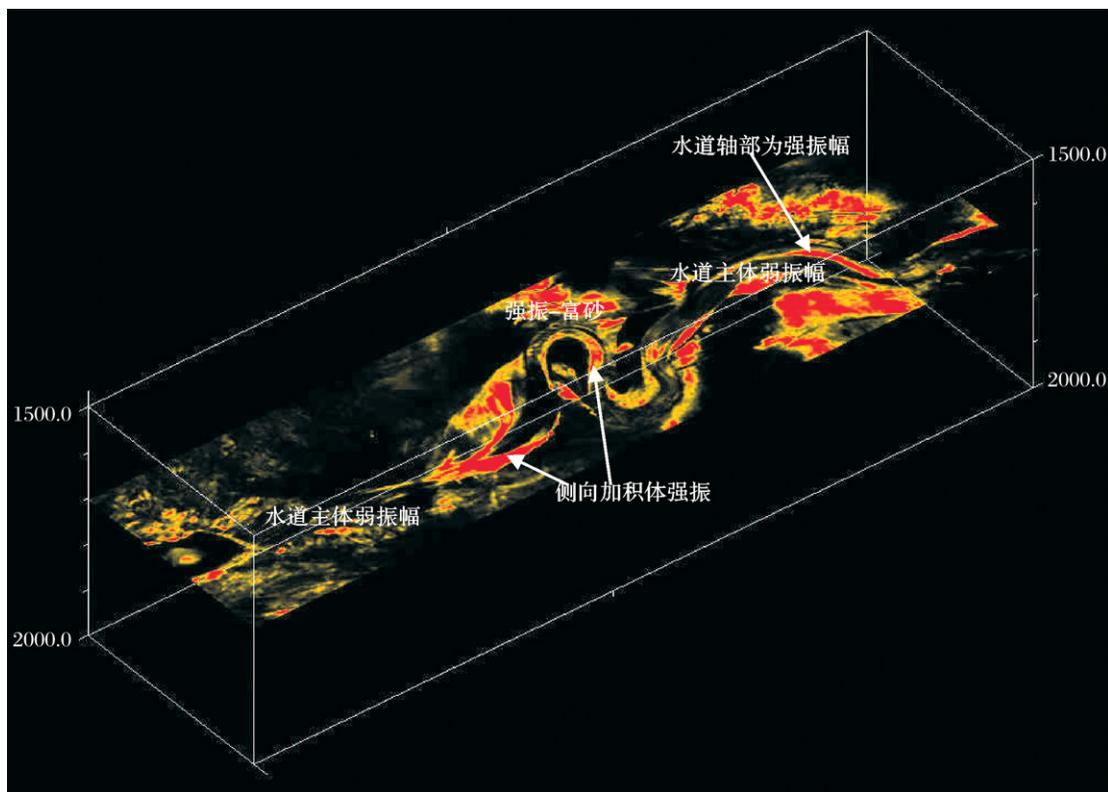


图 6 研究水道 3D 振幅可视化图(厚度为 20ms)

Fig. 6 3D Amplitude Visualization map of the study area ( thickness 20 ms)

填为主,直到约 15 年前大规模的砂体在富泥的陆坡下方被发现后,人们逐渐认识到水道作为从陆架向盆地输送砂体通道的重要性。这也是深水水道受到了石油工业界广泛关注的原因。对于深水曲流水道来说,其富砂位置常位于水道的轴心部位,而其堤坝及上部地层常为富泥充填,这些泥质地层有时既阻止了流体的运移,又可以作为流体保存的条件,也会形成超压等情况<sup>[19]</sup>。本文研究的曲流水道符合这种特点。我国深水油气勘探也进入了实质阶段,特别是最近几年 3 大石油公司都充分的重视深水区的油气勘探。2006 年,在珠江口盆地钻探的荔湾 3-1-1 井发现了千亿立方米的大气田,是我国深水勘探的里程碑。在未来的深水勘探中,深水水道必将更多的引起科学家和勘探家的兴趣。

## 5 结论

利用相干时间切片、RMS 均方根振幅和 3D 可视化技术对更新世深水曲流水道进行了研究。发现该水道呈 SW—NE 展布,具有典型的曲流特征,堤坝发育,并伴随发育了大量侵蚀擦痕,综合分析认为与来自中南半岛的物源供给产生的浊流有关。其形成和

演化受到物源供给、海平面变化、深海海底地形、沉积物固结程度的影响和控制。主要经历了侵蚀和充填两个过程,曲率较大的位置多处于相干性差的位置。水道轴部强振幅反射为富砂反射,水道边缘弱振幅反射为富泥反射。

致谢 感谢秦蕴珊院士、姚伯初教授、解习农教授、姜涛博士和付彦辉的指导和帮助。感谢两位审稿人对该稿提出的修改意见,感谢陈洁老师和其他编辑对于稿件的帮助。

## 参考文献(References)

- 1 Menard H W. Deep-sea channels, topography, and sedimentation [J]. AAPG Bulletin, 1995, 39(2), 236-255
- 2 Wynn R B, Cronin B T, Peakall J. Sinuous deep-water channels: Genesis, geometry and architecture [J]. Marine and Petroleum Geology, 2007, 24: 341-387
- 3 Schwab A M, Cronin B T, Ferreira H. Seismic expression of channel outcrops: Offset stacked versus amalgamated channel systems [J]. Marine and Petroleum Geology, 2007, 24: 504-514
- 4 Popescu I, Lericolais G, Panin N, et al. Late Quaternary channel avulsions on the Danube deep-sea fan [J]. Marine Geology, 2001, 179: 25-37
- 5 Kolla V, Posamentier H W, Wood L J. Deep-water and fluvial sinuous

- channels-Characteristics, similarities and dissimilarities, and modes of formation [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2007, 24: 388-405
- 6 姚根顺,袁圣强,吴时国,等. 琼东南盆地深水区双物源沉积模式及勘探前景[J]. *石油勘探与开发*, 2008, 35(6): 685-691 [Yao Genshun, Yuan Shengqiang, Wu Shiguo, *et al.* The double provenance supply depositional model and its exploration prospect in the deepwater of Qiongdongnan Basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2008, 35(6): 685-691
  - 7 Yuan Shengqiang, Yao Genshun, Lv Fuliang, *et al.* Features of Late Cenozoic Deepwater Sedimentation in Southern Qiongdongnan Basin, Northwestern South China Sea [J]. *Journal of Earth Science*, 2009, 20(1): 172-179
  - 8 Xie X N, Müller R D, Li S T, *et al.* Origin of anomalous subsidence along the northern South China Sea margin and its relationship to dynamic topography [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2006, 23(7): 745-765
  - 9 袁玉松,杨树春,胡圣标,等. 琼东南盆地构造沉降及其主控因素[J]. *地球物理学报*, 2008, 51(2): 376-383 [Yuan Yusong, Yang Shuchun, Hu Shengbiao, *et al.* Tectonic subsidence of Qiongdongnan Basin and its main control factors [J]. *Chinese Journal of Geophysics*. 2008, 51(2): 376-383 ]
  - 10 Kolla V. A review of sinuous channel avulsion patterns in some major deep-sea fans and factors controlling them [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2007, 24: 450-469
  - 11 Yuan S Q, Lv F L, Wu S G, *et al.* Seismic stratigraphy of the Qiongdongnan deep sea channel, Northwestern South China Sea [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2009, 54(2): 250-259
  - 12 林畅松,刘景彦,蔡世祥,等. 莺琼盆地大型下切谷和海底重力流体系的沉积构成和发育背景[J]. *科学通报*, 2001, 46(1): 69-72 [Lin Changsong, Liu Jingyan, Cai Shixiang, *et al.* The large scale incision valley seafloor gravity flow system and its develop setting in Yinggehai and Qiongdongnan Basin [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2001, 46(1): 69-72 ]
  - 13 陶维祥,何仕斌,赵志刚,等. 琼东南盆地深水区储层分布规律[J]. *石油实验地质*, 2006, 28(6): 554-559 [Tao Weixiang, He Shibin, Zhao Zhigang, *et al.* Reservoir distribution in deepwater area of the Qiongdongnan Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2006, 28(6): 554-559 ]
  - 14 彭大钧,庞雄,陈长民,等. 从浅水陆架走向深水陆坡—南海深水扇系统的研究[J]. *沉积学报*, 2005, 23(01): 1-11 [Peng Dajun, Pang Xiong, Chen Changmin, *et al.* From shallow-water shelf to deep-water slope: the research of deep-water fan systems in South China Sea [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(1): 1-11 ]
  - 15 彭大钧,庞雄,陈长民,等. 南海深水扇系统的形成特征与控制因素[J]. *沉积学报*, 2006, 24(1): 10-18 [Peng Dajun, Pang Xiong, Chen Changmin, *et al.* The characteristics and controlling factors for the formation of deep-water fan system in South China Sea [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2006, 24(1): 10-18 ]
  - 16 高振中,何幼斌,张兴阳,等. 塔中地区中晚奥陶世内波、内潮汐沉积[J]. *沉积学报*, 2000, 18(3): 400-407 [Gao Zhenzhong, He Youbin, Zhang Xingyang, *et al.* Internal wave and internal-tide deposits of the Middle Upper Ordovician in the Central Tarim Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 18(3): 400-407 ]
  - 17 Mutti E, Normark W R. An integrated approach to the study of turbidite systems [C]// Weimer P, Link M H, eds. *Seismic Facies and Sedimentary Processes of Submarine Fans and Turbidite Systems* [M]: New York, Springer-Verlag, 1991: 75-106
  - 18 Weimer P, Slatt R M. Introduction to the Petroleum Geology of Deep-water Settings [M]. *AAPG Studies in Geology* 57, AAPG/Datapages Discovery Series 8, 2007: 171-248
  - 19 Damuth J E, Kolla, Flood V R D, *et al.* Distributary channel meandering and bifurcation patterns on Amazon deep-sea fan as revealed by long-range side-scan sonar (GLORIA) [J]. *Geology*, 1983, 11: 94-98
  - 20 Navarre J-C, Claude D, Librelle E, *et al.* Deepwater turbidite system analysis, West Africa: Sedimentary model and implications for reservoir model construction [J]. *The Leading Edge*, 2002, 21: 1132-1139
  - 21 Abreu V, Sullivan M, Pirmez C, *et al.* Lateral accretion packages (LAPs): An important reservoir element in deep water sinuous channels [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2003, 20: 631-648
  - 22 Richards M, Bowman M. Submarine fans and related depositional systems II: variability in reservoir architecture and wireline log character [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 1998, 15: 821-839
  - 23 Peakall J, McCaffrey W D, Kneller B. A process model for the evolution, morphology and architecture of sinuous submarine channels [J]. *Journal of Sedimentary Research*, 2000, 70: 434-448
  - 24 Posamentier H W, Meizarwin P, Wisman S, *et al.* Deep water depositional systems-Ultradeep Makassar Strait, Indonesia [C]// Weimer P, Slatt R. M, Coleman J L, Rosen N, *et al.* eds. *Global deep-water reservoirs. Gulf Coast Section SEPM Foundation 20th Annual Bob F. Perkins Research Conference*, 2000: 806-816
  - 25 Reading H G, Richards M. Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system [J]. *AAPG Bulletin*, 1994, 78: 792-822

## Architecture and Origin of Deepwater Sinuous Channel on the Slope of Northern South China Sea

YUAN Sheng-qiang<sup>1,2,3</sup> CAO Feng<sup>4</sup> WU Shi-guo<sup>2</sup>  
YAO Gen-shun<sup>5</sup> WANG Hai-rong<sup>6</sup> LI Li<sup>5</sup>

(1. State Key Laboratory of Enhanced Oil Recovery, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 100083;

2. Key Laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao Shandong 266071;

3. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;

4. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100083;

5. Hangzhou Institute of Geology, PetroChina Hangzhou 310023; 6. China University of Geosciences, Beijing 100083)

**Abstract** The deepwater channel is one important element of deepwater sedimentary system, and is becoming more important to the oil industry for its potential hydrocarbon reserve. Most of the deepwater channels were buried in the submarine sedimentary formation, and are difficult to observe and study directly. Based on the new required 2D and 3D seismic data, this paper used attribute analysis technologies, likewise 3D ESP coherence time slices (flattened on the seafloor), RMS and 3D visualization to realize and study the deepwater channel developed on the slope of northern South China Sea. This channel was a deepwater sinuous channel developed in Pleistocene period, and was formed by the turbidite flow from the Indo-China peninsula. The channel is SW-NE extend, the lateral erosional features is apparent. The 3D amplitude visualization map shows that the axis fill of the channel is high amplitude reflection, and was supposed to be sand-rich fill, the other part of the channel fill is low amplitude reflection, and was supposed to be mud-rich fill, which are similar with the deepwater channel drilled in the world. The deepwater sinuous channel has complex inner fill and composition architecture, the sand and shale layer are always interbedded, the shale layer could either hinder the migration of the flow and form overpressure or be a better seal to the flow, and we should pay more attention to this problem under the exploration and development to deepwater sinuous channel.

**Key words** northern South China Sea; slope; deepwater channel; turbidite flow; deepwater hydrocarbon exploration