

琼东南盆地渐新统陵水组坡折带类型及层序地层样式

张亚雄¹,朱筱敏²,陈欢庆³,张功成⁴

(1. 中国石化 石油勘探开发研究院,北京 100083; 2. 中国石油大学 地球科学学院,北京 102249;

3. 中国石油 勘探开发研究院,北京 100083; 4. 中海油研究中心,北京 100027)

摘要:以沉积学、层序地层学和石油地质学理论为基础,在琼东南盆地渐新统陵水组层序地层格架的基础上,识别出了断裂型和挠曲型两种坡折带类型,并阐述了各种坡折带的特点以及对沉积体系的控制和影响作用,同时相应建立了单断型箕状断陷式和断阶式两种层序地层样式。单断型箕状断陷式层序地层样式往往发育于具一条主控凹陷断裂的箕状凹陷中,按构造几何形态可分为凹陷边缘陡坡带、凹陷中心深陷带以及凹陷边缘缓坡带3个构造区带。断阶式层序地层样式主要是在一条主断裂的控制下、多条与主断裂走向平行的次级断裂共同作用构成的一种特殊的层序地层几何样式。系统研究了各层序地层样式的分布,剖析了各层序地层样式内部沉积体系的展布。研究表明,各层序中的低位域砂体和高位域砂体为有利的勘探目标。

关键词:坡折带;层序地层;陵水组;渐新统;琼东南盆地;中国南海

中图分类号:TE121.3

文献标识码:A

Slope-break types and sequence stratigraphic styles of the Oligocene Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin, South China Sea

Zhang Yaxiong¹, Zhu Xiaomin², Chen Huanqing³, Zhang Gongcheng⁴

(1. Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China; 2. College of Geoscience,

China University of Petroleum, Beijing 102249, China; 3. Exploration and Development Research Institute,

PetroChina, Beijing 100083, China; 4. CNOOC Research Center, Beijing 100027, China)

Abstract: Based on the theories of sedimentology, sequence stratigraphy and petroleum geology, this paper identified two types of slope-break including fault slope-break and flexure slope-break on the basis of sequence framework of the Oligocene Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin. We also documented the features of each slope-break and their control and influence on the sedimentary systems. Two kinds of sequence styles including single fault half graben-like type and step fault type are recognized in the Lingshui Formation. The former sequence style commonly occurs in a half graben basin with one main boundary fault and can be divided into a margin steep slope zone, a deep center zone and a margin gentle slope zone. While the later sequence style mainly develops in a basin under the joint control of one main boundary fault and many secondary faults parallel with the boundary fault. This paper also studied the distribution of each sequence style and its inner structure characteristics. The results indicate that the sandbodies of low system tract and high system tract are the favorable targets for future hydrocarbon exploration.

Key words: slope-break zone, sequence stratigraphy, Lingshui Formation, Oligocene, Qiongdongnan Basin, South China Sea

全球油气分布规律研究表明隐蔽油气藏与特定的层序地层格架内的特殊沉积体系以及储层发育密切相关,隐蔽油气藏多发育于陆架坡折带控制的低位域沉积中。这是因为具有陆架坡折或具有生长断层边缘(断裂坡折)等形成的坡折带控制了层序低位体系域的沉积展布,并控制了体系域砂体的展布和生储盖的空间配置,进而形成了隐蔽油气成藏区带^[1-10]。因此,坡折带在油气勘探中具有重要的指导作用,对于坡折带的研究日益引起人们的高度重视。

近年来,随着油气勘探理论和技术的发展,国际上近海油气勘探领域取得了较大进展,西非、墨西哥、巴西等国在深水领域的勘探实践和层序地层学的研究也表明坡折带对于有利砂体和有利区带的分布有重要的控制作用,并且不断有大油气田发现^[11-15]。以近海地层为目标的隐蔽油气藏勘探成为令人瞩目的前缘和热点领域。

长期以来,前人对琼东南盆地陵水组的层序格架、沉积环境和沉积体系进行了大量的研究,但研究主要是针对浅水区单一凹陷或者是针对单一构造单元进

行,对于深水无井区研究较少,层序划分方案观点差异较大^[16-20];对于琼东南盆地深水区储层性质和时空分布规律等认识还存在诸多不确定性,需要进一步的深化研究。

琼东南盆地的勘探实践表明,目前钻井资料都位于2号断裂带以北(图1),而以南的地区并无钻井资料,只有二维地震资料,且品质不好。针对上述问题,利用从浅水到深水的研究路线,本次研究以沉积学、层序地层学和石油地质学的基本理论为指导,综合利用钻井、测井和地震等资料,结合钻遇陵水组24口钻井层序分析,716条二维地震测线的地震层序研究,利用2号断裂带以北的过井的、品质较好的地震资料为准,建立全区骨架测网,通过识别不整合面建立地震层序地层格架,同时利用钻井层序的分析,建立钻井层序格架,通过合成记录进行井震层序对比进而建立合理的层序划分方案,同时将划分结果通过全区品质好的基干地震剖面通向2号断裂带以南的无井地区,通过全区层序界面的识别闭合验证,最终建立了全盆地陵水组层序地层三维等时格架。在层序划分的基础上,识别了研究区坡折带的类型、特征,并建立了层序地层样式。

1 地质概况

琼东南盆地位于海南岛和西沙群岛之间,大体围绕海南岛南部呈一弧形展布,呈北东-南西向,面积约 $10.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地西以1号断裂与莺歌海盆地为界,东以神狐隆起的倾没端与珠江口盆地相接,南以永乐隆起为界,北邻海南岛(图1),是一个向南海海盆开口,以前古近系为基底,厚度达10 000 m以上,水深可

超过1 000 m,是一新生代陆源拉张盆地^[21-25]。在构造格局上可分为北部断陷带、北部隆起带、中央坳陷带和南部隆起带4个一级构造单元。北部断陷带由崖北凹陷、松西凹陷和松东凹陷3个组成,中央坳陷带由乐东凹陷、崖南凹陷、陵水凹陷、松南凹陷、宝岛凹陷和北礁凹陷6个组成(图1)。

钻井揭示琼东南盆地渐新统发育崖城组和陵水组。本次目的层陵水组为渐新统海陆过渡相,是琼东南盆地裂陷期形成的沉积,根据岩电关系可将陵水组自下而上分为3个岩性段,分别为陵水组一段、二段和三段。陵水组发育了丰富的扇三角洲和滨浅海储层,具备油气成藏的优势条件,是琼东南盆地古近系油气勘探的有利层段。

2 层序地层划分

根据钻井层序和地震层序分析,将陵水组识别出5个不整合界面,分别为 $S_6^0, S_6^{0'}, S_6^1, S_6^2$ 和 S_7^0 (表1;图2),这5个不整合界面将陵水组划分为4个三级层序,自下而上分别为层序Ⅰ、层序Ⅱ、层序Ⅲ和层序Ⅳ,进而建立了琼东南盆地层序地层格架(表1;图2)(层序具体划分方案和流程有另文撰述)^[27-28]。

3 坡折带类型与层序地层样式

3.1 坡折带的识别

坡折带是断陷盆地缓坡一种重要的构造带,它是断陷盆地中一种最重要的地质现象和有利成藏区带,因此坡折带对于含油气盆地的研究至关重要,琼东南盆地

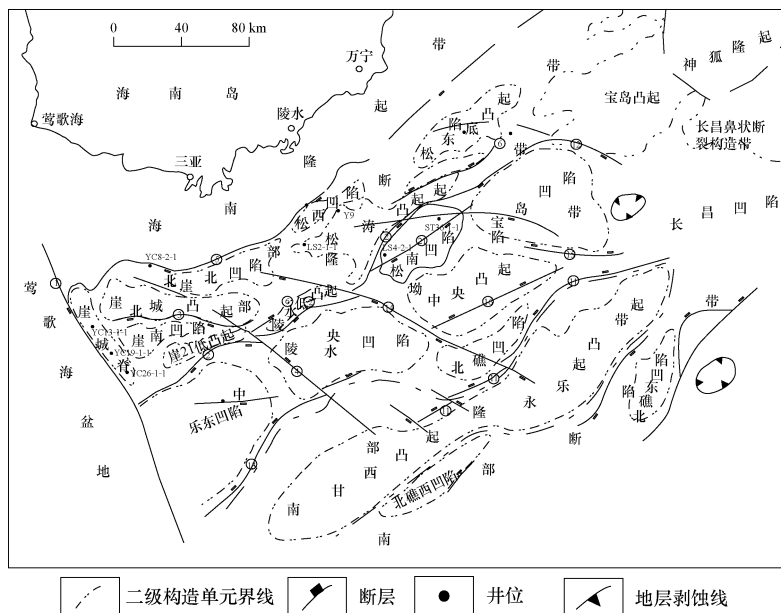


图1 琼东南盆地构造区划^[26]

Fig. 1 Structure unit division of Qiongdongnan Basin^[26]

表 1 琼东南盆地陵水组层序划分方案
Table 1 Sequence division of the Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin

组	段	界面	本次层序划分	层序界面特征
陵水组	陵一段	S_6^0	IV	S_6^0 : 为一角度不整合—平行不整合接触关系, 接触面为 T_6^0 反射界面, (与上覆地层呈上超接触, 与下伏地层呈削蚀、顶超接触) 典型剖面: 测线 05e42292, 04e44023
		$S_6^{0'}$	III	$S_6^{0'}$: 为一角度不整合—平行不整合接触关系, 角度不整合多见于凹陷边部, 平行不整合多见于凹陷中部(与上覆地层呈上超接触, 与下伏地层呈顶超、削蚀接触) 典型剖面: 测线 05e42340, 05e42324, 04e34047, 05e42308
	陵二段	S_6^1	II	S_6^1 : 在凸起部被位常被削蚀, 顶界约相当于地震 T_6^1 反射层(与上覆地层呈上超接触, 与下伏地层呈削蚀接触) 典型剖面: 测线 04e44025, 测线 05e31057
	陵三段	S_6^2	I	S_6^2 : 顶界约相当于地震 T_6^2 反射层, 受盆地断陷作用影响, 上下地层多为角度不整合接触(与上覆地层呈下超接触, 与下伏地层呈削蚀接触) 典型剖面: 测线 97d1023, 97d0915
		S_7^0		S_7^0 : 不整合面相当于地震 T_7^0 反射界面, T_7^0 具有明显的底超和削蚀现象(与上覆地层呈下超接触, 与下伏地层呈削蚀接触) 典型剖面: 测线 1e31121

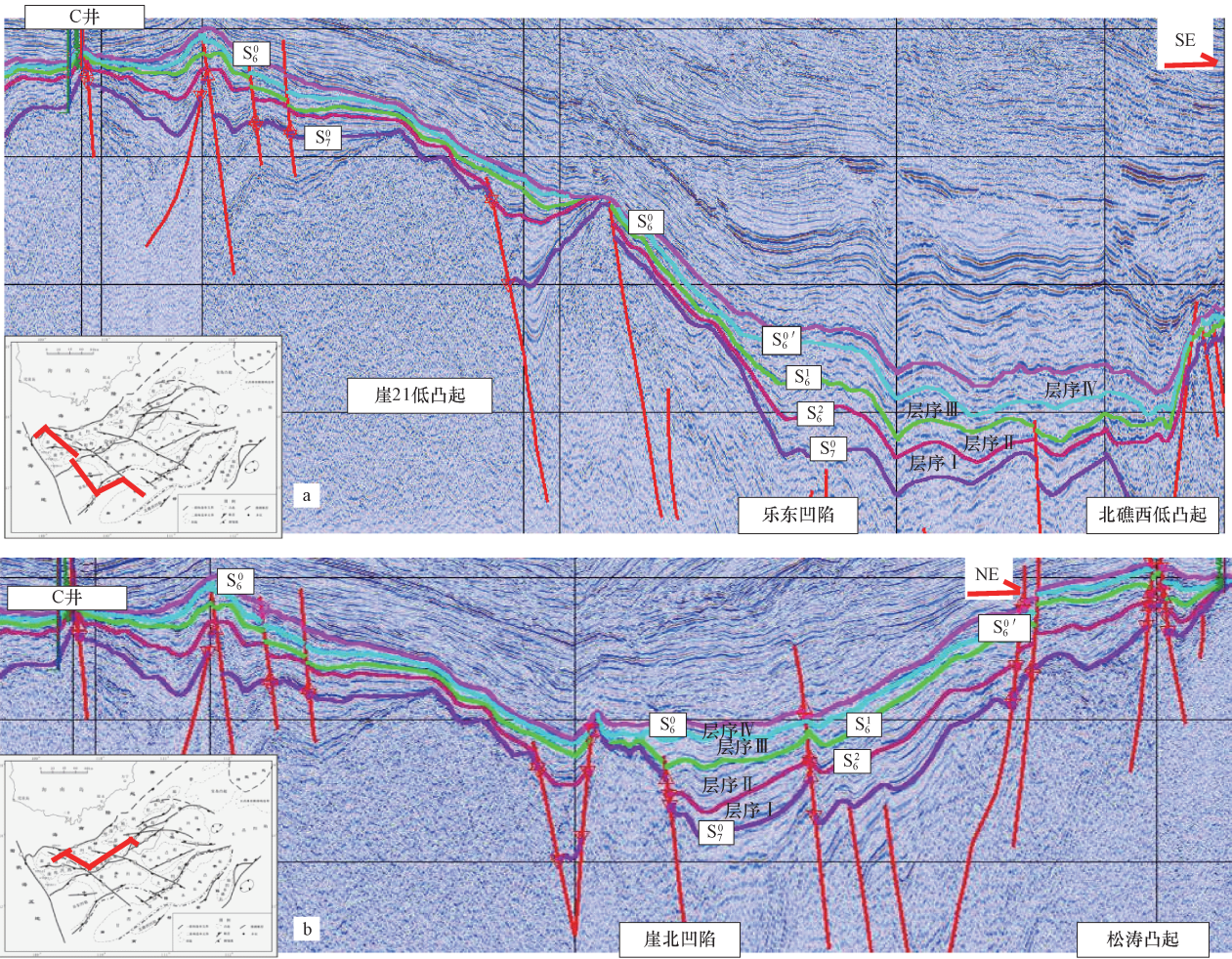


图 2 琼东南盆地陵水组层序地层格架
Fig. 2 Sequence stratigraphic framework of the Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin

在陵水组沉积时期属于断陷期,发育了多层次与多类型的坡折带,本次主要是识别了断裂坡折带与挠曲坡折带,下面对于这两类坡折带的特点进行阐述。

3.1.1 断裂坡折带

断裂坡折带是同沉积断裂活动产生明显的差异升降和沉积地貌突变的古构造枢纽带,即位于断裂下降盘、断裂面与下降盘之间沉积作用活跃的地带,如位于崖北凹陷北部的5号断裂、盆地中东部松南凹陷北部的2号断裂与北礁凹陷南部的11号断裂都是控制盆地边部的生长性大断裂。5号、2号断裂走向北东-南西向,11号断裂近东西走向,2号断裂较5号和11号断裂较陡、具断距大的特点,总体为下陡上缓,后两者相对较平缓。5号断裂控制北部断陷带包括崖北凹陷、松西凹陷和松东凹陷的沉积格局,2号断裂直接控制着中央坳陷带形成演化及其规模,并贯穿整个盆地,从西至东,控制着乐东凹陷、陵水凹陷、松南凹陷、宝岛凹陷和长昌凹陷,延伸长度长,控制范围大。相比2

号、5号断裂,11号断裂延伸短,主要控制北礁凹陷的形成演化和规模(图1)。这些大断裂的下降盘与断裂间的地带由于断裂的存在与同沉积的发育,其为沉积物的沉积提供了新的可容纳空间,从而使在断裂下降盘地带接受沉积,造成地层厚度、岩性和岩相发生变化。琼东南盆地在陵水组沉积时期处于断陷期,并且在层序I与层序II沉积时期断裂活动强烈,层序III沉积后其断裂活动不明显,因此在层序I与层序II发育时期,断裂坡折带较发育,其对层序的展布和沉积体系的分布具有明显的控制作用(图3,图4)。琼东南盆地陵水组沉积时期,除了发育单断型的断裂坡折带外,同时也发育由两条或多条断层所形成的断阶式坡折带(图5),这类坡折带主要是发育在北礁西低凸起、中央凸起北部和松南凹陷,这些断阶式的坡折带对沉积体系也具有重要的控制作用,其下降盘可以形成有利的断块油气圈闭。

3.1.2 挠曲坡折带

挠曲坡折带是由于同期深部断裂活动或同沉积褶

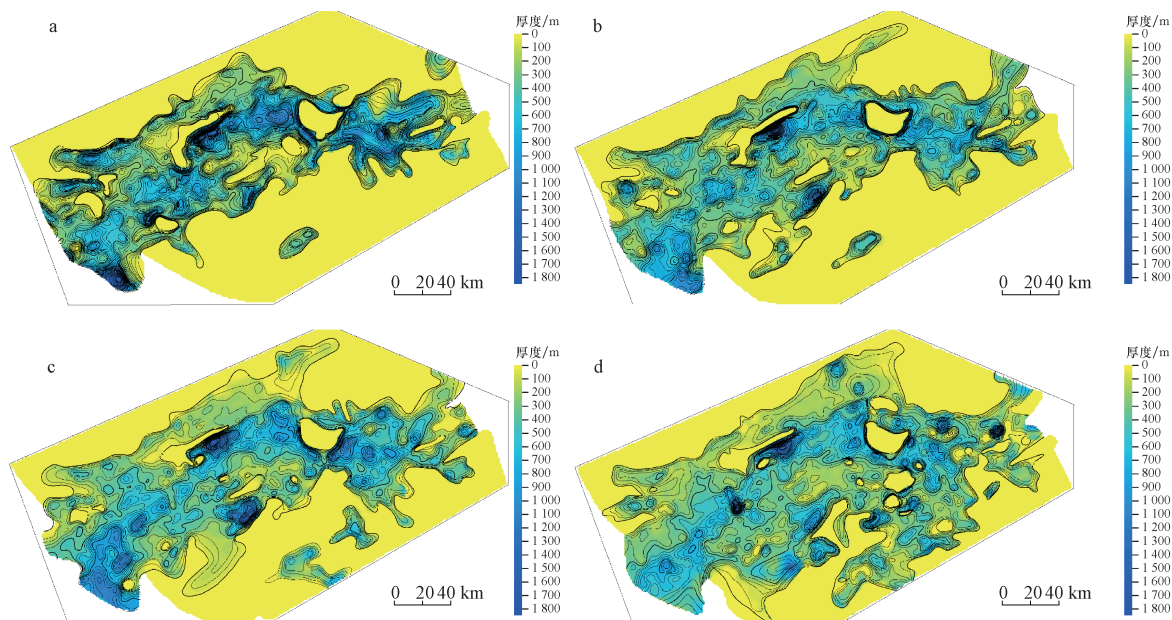


图3 琼东南盆地陵水组各层序地层厚度

Fig. 3 Isopach of each sequence of the Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin

a. 层序 I; b. 层序 II; c. 层序 III; d. 层序 IV

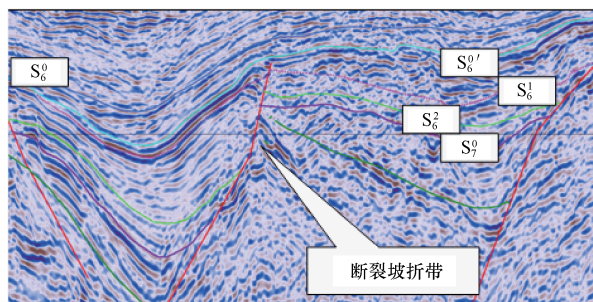


图4 琼东南盆地北礁凹陷陵水组断裂坡折带

Fig. 4 Faulted slope-break zone of the Lingshui Formation in Beijiao sag, Qiongdongnan Basin

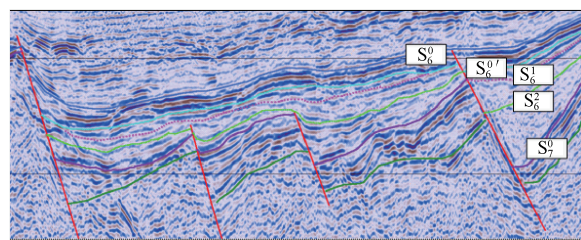


图5 琼东南盆地陵水组断阶式断裂坡折带

Fig. 5 Step-like faulted slope-break zone of the Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin

皱作用使浅部地层发生挠曲变形而产生的,如古梁、古断凸、古潜山之上由于披覆作用而产生的坡折带。琼东南盆地陵水组沉积时期由于受基底的褶皱带的控制,陵水组沉积时期继承了基底地形的沉积地貌特征,具有凹凸相间的构造格局,其在基底的挠曲或者是褶皱、凸起部位发育了多种类型的挠曲坡折带,主要在北礁西低凸起部位较发育,其主要标志是在挠曲坡折带部位其地形坡度突变,其在坡折带下部主要是地层的上超尖灭和地层明显增厚或减薄的现象,在坡折带上部可见地层剥蚀(图6)。

断裂坡折带与挠曲坡折带是陵水组的两种主要坡折带类型,二者共同控制了陵水组各层序沉积相的展布,尤其是直接控制了各层序低位体系域各沉积体系的发育和分布,因为坡折带以下往往是低位体系域的沉积区;坡折带以上则是海侵与高位体系域的发育区,因此坡折带往往是盆地沉积体系域分带的界线,是从浅水向较深水过渡的突变界限。

陵水组的断裂坡折带主要是分布在断裂比较发育的构造部位,在受5号断裂带控制的崖北凹陷、松西凹陷,受2号断裂带控制的松南凹陷、宝岛凹陷,受3号断裂控制的崖南凹陷以及受11号断裂控制的北礁凹陷都是断裂坡折带发育的有利地区;而挠曲坡折带主要是发育在古隆起、古凸起区,在北礁西低凸起、松涛凸起北侧和中央凸起区都是挠曲坡折带的有利发育区。当然断裂坡折带与挠曲坡折带不是独立发育的,往往二者是共同发育,既有断裂坡折带又有挠曲坡折带,二者共同作用控制了陵水组各层序内部沉积体系的分布,控制了各有利砂体的分布。

3.2 层序地层样式

通过上述研究分析,研究认为琼东南盆地陵水组沉积时期共发育断裂坡折带和挠曲坡折带两种坡折带类型,而通过坡折带类型的分析及其对层序地层样式的控制表明,琼东南盆地陵水组沉积时期主要是发育两种层序地层样式,即单断型箕状断陷式和断阶式型层序地层样式(图7),前者以崖北凹陷、崖南凹陷、松

西凹陷、北礁凹陷为典型代表,后者以松南凹陷与陵水凹陷为典型代表。

单断型箕状断陷式层序地层样式按构造几何形态可分为凹陷边缘陡坡带、凹陷中心深陷带以及凹陷边缘缓坡带三个构造区带(图7a),其构造几何形态控制了层序地层展布样式与沉积体系类型。单断型箕状断陷式层序地层样式主要发育挠曲坡折带,挠曲坡折带表现在对于层序低位体系域和海侵体系域的控制,低位体系域往往沿着挠曲坡折带下方发育,并且发育低位砂体,而跨过挠曲坡折带往往是海平面上升,水体变深,此时发育海侵体系域,发育细粒沉积(图7a)。挠曲坡折带往往是识别首次海泛面的重要构造标识。而分构造区带来看,凹陷边缘陡坡带受边界断裂带的控制各体系域主要发育粗粒的扇三角洲或近岸水下扇砂体沉积,同时在扇的前端可能发育部分由于重力成因的滑塌浊积砂体沉积;而在凹陷中心深陷带往往是凹陷水深最深的部位,也是发育细粒沉积的部位,各体系域主要是沉积了以浅海泥质等细粒为主的浅海相沉积;凹陷边缘缓坡带在具有坡折带构造部位在低位体系域和高位体系域发育由河流入海而形成的低位三角洲或者是低位楔状体,同时在缓坡其它构造部位可能发育高位辫状河三角洲沉积或者是滨岸沉积。

断阶式层序地层样式主要是在一条主断裂的控制下、多条与主断裂走向平行的次级断裂共同作用构成的一种特殊的层序地层几何样式。该地层样式具有多级断裂坡折带的构造特点,这些不同级别的断裂形成不同规模的断裂坡折带控制了沉积体系的类型和空间展布形态。总体来说一般在断裂边部由于断裂坡折带影响,断裂坡折带主要是控制了低位体系域的沉积,低位体系域往往发育于断裂坡折带之下,而跨过断裂坡折带即是海平面上升形成海侵体系域,断裂坡折也往往是首次海泛面的标识点。在断裂坡折控制之下,低位体系域主要是发育低位扇三角洲或近岸水下扇沉积体系类型以及盆底扇沉积体系,而跨过断裂坡折带的则是海侵体系域和高位体系域,以发育滨海相沉积或高位辫状河三角洲沉积(图7b)。

4 结论

1) 琼东南盆地陵水组主要发育断裂坡折带与挠曲坡折带,并且相应建立了单断式箕状断陷型和断阶式两种层序地层样式。

2) 单断型箕状断陷式层序地层样式往往发育于具一条主控凹陷的箕状凹陷中,按构造几何形态可分为凹陷边缘陡坡带、凹陷中心深陷带以及凹陷边缘缓坡带3个构造区带,不同的构造地区形成了不同的沉积体系。断阶式层序地层样式主要是在一条主断裂

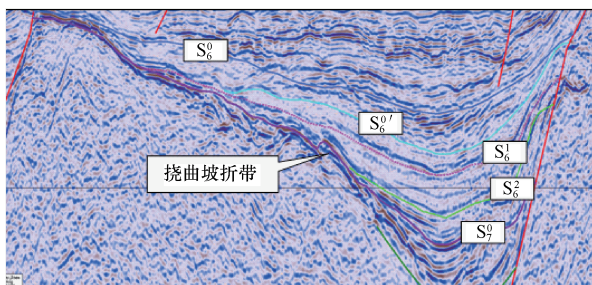


图6 琼东南盆地北礁凹陷陵水组挠曲坡折带

Fig. 6 Flexure slope-break zone of the Lingshui Formation in Beijiao sag, Qindongnan Basin

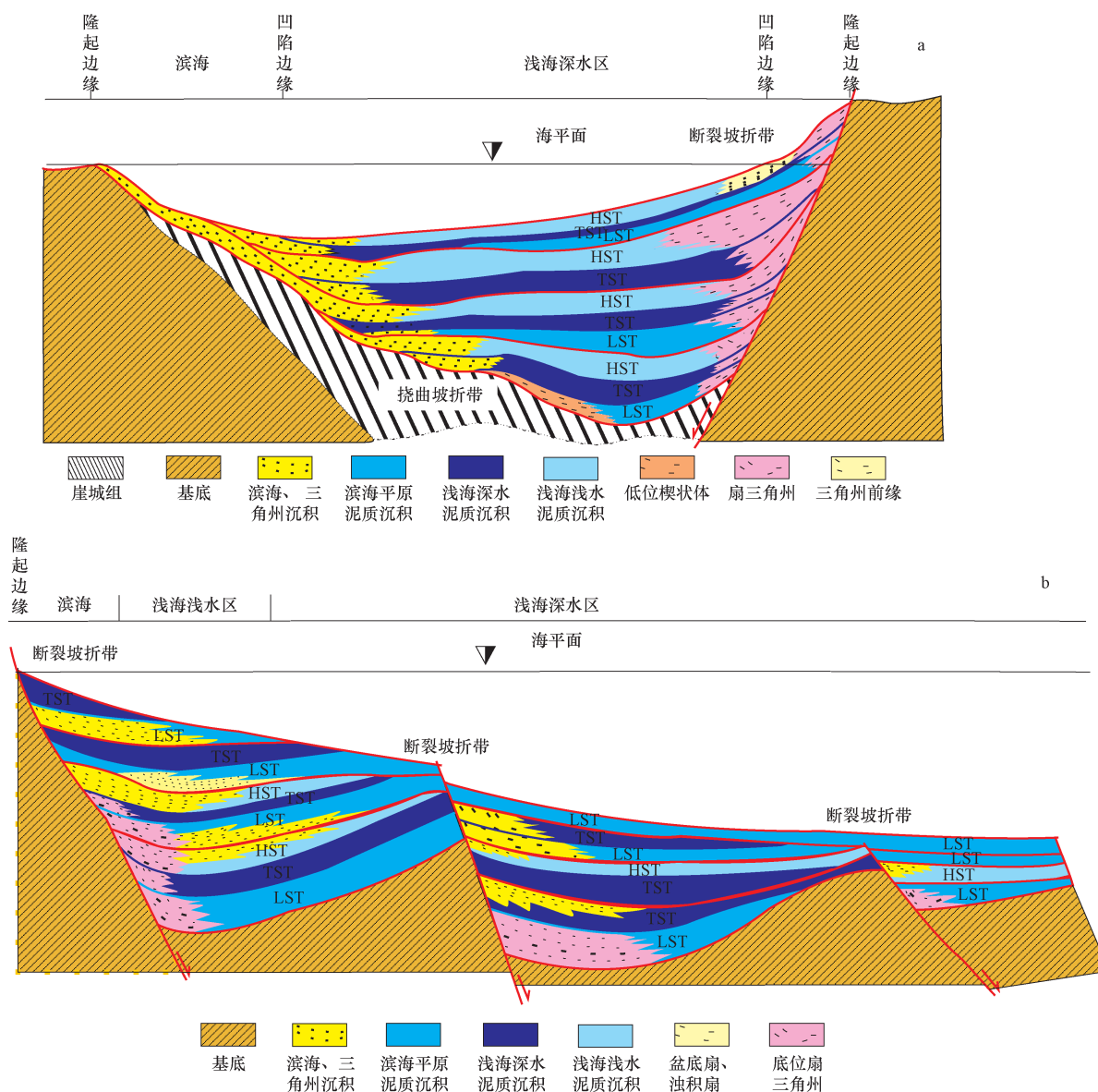


图7 琼东南盆地陵水组层序地层样式

Fig. 7 Sequence stratigraphic styles of the Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin

a. 单断式箕状断陷型层序地层样式; b. 断阶式层序地层样式

的控制下、多条与主断裂走向平行的次级断裂共同作用构成的一种特殊的层序地层几何样式。

3) 位于单断式箕状断陷和断阶式层序底部的低位体系域发育的粗粒三角洲砂体和滑塌浊积扇及高位体系域发育的扇三角洲和斜坡扇砂体是未来有利隐蔽油气藏的发育区带,而位于海侵体系域的海相泥岩和下伏的崖城组为这些砂体提供了有利的烃源岩,有利的成藏组合预示着本区具有巨大的油气潜力。

参考文献

- [1] 朱筱敏,康安,王贵文. 陆相拗陷型和断陷型湖盆层序地层样式探讨[J]. 沉积学报,2003,21(2):283-287.
Zhu Xiaomin, Kang An, Wang Guiwen. Discussion of the sequence style of lacustrine rifted basin and continental depression[J]. Acta Sedimentologica Sinica,2003,21(2):283-287.
- [2] Wang Yingmin, Liu Hao, Xin Renchen, et al. Lacustrine basin slope break—a new domain of strata and lithological trap exploration[J]. Petroleum Science,2004,1(2):55-61.
- [3] 冯有良,徐秀生. 同沉积构造坡折带对岩性油气藏富集带的控制作用——以渤海湾盆地古近系为例[J]. 石油勘探与开发,2006,33(1):22-25.
Feng Liangyou, Xu Xiusheng. Syndepositional structural slope-break zone controls on lithologic reservoirs—a case from Paleogene Bohai Bay Basin[J]. Petroleum Exploration and Development,2006,33(1):22-25.
- [4] 孟繁有,李勇,何川,等. 歧口凹陷缓坡带层序地层模式[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2011,35(4):14-19.
Meng Fanyou, Li Yong, He Chuan, et al. Sequence stratigraphic models on gentle slope of Qikou depression[J]. Journal of China University of Petroleum,2011,35(4):14-19.
- [5] 任建业,陆永潮,张青林. 断陷盆地构造坡折带形成机制及其对层序发育样式的控制[J]. 地质科学——中国地质大学学报,2004,29(5):596-602.
Ren Jianye, Lu Yongchao, Zhang Qinglin. The mechanism of tectonic slope-break of rifted basin and its controlling on the sequence style[J]. Earth Science-China University of Geoscience,2004,29(5):596-602.

- 596-602.
- [6] 向雪梅,王华,王家豪,等. 歧北凹陷古近系构造坡折带对圈闭的控制作用[J]. 石油勘探与开发,2011,38(3):314-320.
Xiang Xuemei, Wang Hua, Wang Jiahao, et al. Control of Paleogene structural slope-break on non-structural traps in the Qibei Sag, Bohai Bay Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2011, 38(3):314-320.
 - [7] 柳保军,庞雄,颜承志,等. 珠江口盆地白云深水区渐新一中新世陆架坡折带演化及油气勘探意义[J]. 石油学报,2011,32(2):234-242.
Liu Baojun, Pang Xiong, Yan Chengzhi, et al. Evolution of the Oligocene-Miocene shelf slope-break zone in the Baiyun deep-water area of the Pearl River Mouth Basin and its significance in oil-gas exploration [J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(2):234-242.
 - [8] 胡海涛,张忠义,喻建,等. 鄂尔多斯盆地延长组坡折带及其对砂体的控制作用——以延长组长6油层为例[J]. 沉积与特提斯地质,2011,31(2):43-48.
Hu Haitao, Zhang Zhongyi, Yu Jian, et al. Evolution and controls of the slope breaks on the Yanchang Formation sandstones in the Ordos Basin: an example from the Chang-6 oil measures of the Yanchang Formation [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2011, 31(2):43-48.
 - [9] Hans E, Maddana H, Woligang S. Tectonic and climatic control of Paleogene sedimentation in Rahenodanubian Flysch basin (Eastern Alps, Austria) [J]. Basin Research, 2002, 14(7):247-262.
 - [10] Francisco S, Antonio G, Khalil E K, et al. Tectono-sedimentary setting of the Oligocene-early Miocene deposits on the Betic-Rifian internal zone (Spain and Morocco) [J]. Geobios, 2007, 40(2):191-205.
 - [11] 白云程,周晓惠,万群,等. 世界深水油气勘探现状及面临的挑战[J]. 特种油气藏,2008,15(2):7-17.
Bai Yuncheng, Zhou Xiaohui, Wan Qun, et al. Current situation and future challenge of deepwater petroleum exploration in the world [J]. Special Oil & Gas Reservoir, 2008, 15(2):7-17.
 - [12] 段铁军,张抗. 中国海域深水油气勘探方向与领域[J]. 当代石油石化,2006,16(8):28-26.
Duan Tiejun, Zhang Kang. Petroleum exploration direction and fields in China deepwater area [J]. Petroleum & Petrochemical Today, 2006, 16(8):28-26.
 - [13] 何家雄,夏斌,施小斌,等. 世界深水油气勘探进展与南海深水油气勘探前景[J]. 天然气地球科学,2006,17(6):743-806.
He Jiaxiong, Xia Bin, Shi Xiaobin, et al. Prospect and progress for oil and gas in deep waters of the world, and the potential and prospect foreground for oil and gas in deep waters of the south China sea [J]. Nature Gas Geosciences, 2006, 17(6):743-806.
 - [14] 张抗. 向广阔的世界海洋石油市场进军[J]. 海洋石油,2005,25(1):32-37.
Zhang Kang. Expanding in the word offshore oil market [J]. Offshore Oil, 2005, 25(1):32-37.
 - [15] 吴时国,袁圣强. 世界深水油气勘探进展与我国南海深水油气前景[J]. 天然气地球科学,2005,16(6):693-699.
Wu Shiguo, Yuan Shenqiang. Advance of exploration and petroleum geological features of deepwater hydrocarbon in the world [J]. Nature Gas Geosciences, 2005, 16(6):693-699.
 - [16] 赵忠新,王华,陆永潮. 断坡带对沉积体系的控制作用——以琼东南盆地为例[J]. 石油勘探与开发,2003,30(1):25-27.
Zhao Zhongxin, Wang Hua, Lu Yongchao. Controlling of fault slop on sedimentary system; taking Qiongdongnan Basin as an example [J]. Petroleum Exploration and Production, 2003, 30(1):25-27.
 - [17] 魏魁生,楚美娟,崔颖凯,等. 琼东南盆地东部低位体系域的时空组合特征及油气勘探意义[J]. 石油与天然气地质,2004,25(6):650-655.
Wei Kuisheng, Chu Meijuan, Cui Yinkan, et al. Characteristics of time-space combination of lowstand system tracts and their exploration significance in eastern Qiongdongnan basin [J]. Oil & Gas Geo-logy, 2004, 25(6):650-655.
 - [18] 武丽,施伟. 琼东南盆地宝岛地区层序地层和砂体展布特征分析[J]. 地质力学学报,2005,11(1):43-52.
Wu Li, Shi Wei. Sequence stratigraphy and sandbody distribution in Baodao area, Qiongdongnan Basin [J]. Journal of Geoscience, 2005, 11(1):43-52.
 - [19] 甘华军,王华,肖军,等. 琼东南盆地东部构造坡折样式与层序地层发育特征[J]. 高校地质学报,2008,14(1):99-105.
Gan Junhua, Wang Hua, Xiao Jun, et al. The patterns of tectonic slope-breakzones and characteristics of sequence stratigraphy in the East of Southeastern Hainan Basin [J]. Geological Journal of China University, 2008, 14(1):99-105.
 - [20] 蔡佳,王华. 琼东南盆地陵水组层序格架及沉积体系的时空配置关系[J]. 海洋石油,2011,31(1):16-21.
Cai Jia, Wang Hua. The temporal and spatial configure relation of sedimentary systems and sequence stratigraphic framework of Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin [J]. Offshore Oil, 2011, 31(1):16-21.
 - [21] 蔡乾忠. 中国海域油气地质[M]. 北京:海洋出版社,2005:174-180.
Cai Qianzhong. Petroleum geology in China offshore [M]. Beijing: Off-shore Press, 2005:174-180.
 - [22] 龚再升. 中国近海大油气田[M]. 北京:石油工业出版社,1998:183-190.
Gong Zaisheng. Big size oil and gas fields in China offshore [M]. Beijing: Petroleum Industry Press House, 1998:183-190.
 - [23] 龚再升,李思田. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[M]. 北京:科学出版社,1998:408-440.
Gong Zaisheng, Li Sitian. Analysis and hydrocarbon accumulation of Marginal Basin of South China Sea [M]. Beijing: Science Press, 1998:408-440.
 - [24] 雷超,任建业,李绪深,等. 琼东南盆地深水结构构造特征及油气勘探潜力[J]. 石油勘探与开发,2011,38(5):11-12.
Lei Chao, Ren Jianye, Li Xushen, et al. Stuctural characteristics and petroleum exploration potential in the deep-water area of the Qiongdongnan Basin, South Sea [J]. Petroleum Exploration and Development, 2011, 38(5):11-12.
 - [25] 姜华,王华,肖军,等. 应用古地貌分析方法进行有利区带预测——以琼东南盆地②号断裂带为例[J]. 石油勘探与开发,2009,36(4):436-441.
Jiang Hua, Wang Hua, Xiao Jun, et al. Palaeogeomorphologic prediction of favorable zones; take fault ② of Qiongdongnan Basin as an example [J]. Petroleum Exploration and Development, 2009, 36(4):436-441.
 - [26] 王东东,李增学,张功成,等. 琼东南盆地渐新世崖城组基准面旋回划分与转换机制[J]. 中国矿业大学学报,2011,40(4):556-583.
Wang Dongdong, Li Zengxue, Zhang Gongcheng, et al. Base level cycles division and switchmechanism of oligocene epoch Yacheng format ion in Qiongdongnan basin [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2011, 40(4):556-583.
 - [27] 张亚雄,朱筱敏,张功成,等. 琼东南盆地古近系陵水组层序地层特征[J]. 油气地质与采收率,2013,20(5):33-34.
Zhang Yaxiong, Zhu Xiaomin, Zhang Gongcheng, et al. Sequence characteristics of Paleocene Lingshui formation in Qiong dongnan basin, south China Sea [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2013, 20(5):33-34.
 - [28] 张亚雄,朱筱敏,张功成,等. 中国南海琼东南盆地渐新统陵水组沉积特征[J]. 天然气地球科学,2013,24(5):956-964.
Zhang Yaxiong, Zhu Xiaomin, Zhang Gongcheng, et al. Sedimentary characteristics of Oligocene Lingshui Formation in Qiongdongnan Basin, South China Sea [J]. Natural Gas Geology, 2013, 24(5):956-964.

(编辑 张亚雄)