

文章编号:0253-9985(2012)03-0449-10

珠江口盆地惠州地区珠江组控砂机制及 地层-岩性圈闭发育模式

陈维涛¹,杜家元¹,龙更生¹,陈淑慧¹,李小平¹,张尚锋²,张昌民²

[1. 中海石油(中国)有限公司深圳分公司,广东 广州 510240; 2. 长江大学地球科学学院,湖北 荆州 434023]

摘要:惠州地区是目前珠江口盆地勘探程度最高的地区,珠江组作为主力产油层段,具有寻找地层岩性圈闭的有利条件。通过对惠州地区珠江组砂岩发育的控制因素分析,认为盆地转换期的古地貌特征、层序地层发育特征、以三角洲为主体的沉积体系展布、海陆过渡相区的水动力条件和后期构造运动都对砂体的形成和展布具有重要的影响;其中沉积相决定了砂体的宏观展布,层序结构影响砂体在不同体系域平面上的分布和纵向上的发育程度及叠置样式,二者是控砂的主要因素。在对控砂机制分析的基础上,结合对已发现岩性圈闭油气藏的解剖分析,建立了惠州地区珠江组地层岩性圈闭的发育模式,分析了有利地层岩性圈闭区带和类型,认为沉积坡折附近和海进体系域退积砂岩岩性尖灭圈闭是惠州地区珠江组最为有利的地层岩性圈闭类型。

关键词:发育模式;控砂机制;地层-岩性圈闭;珠江组;惠州地区;珠江口盆地

中图分类号:TE122.1

文献标识码:A

Factors controlling sandbody development and models of stratigraphic-lithologic traps of Zhujiang Formation in Huizhou area, Pearl River Mouth Basin

Chen Weitao¹, Du Jiayuan¹, Long Gengsheng¹, Chen Shuhui¹, Li Xiaoping¹, Zhang Shangfeng² and Zhang Changmin²

(1. Shenzhen Branch of CNOOC, Guangzhou, Guangdong 510240, China;

2. College of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023, China)

Abstract: Huizhou is an area with the highest exploration maturity in Pearl River Mouth Basin, wherein the Zhujiang Formation is the primary oil-producing layer and has the potential of finding stratigraphic-lithologic traps. Through analyses on the factors controlling sandbody distribution of the Zhujiang Formation in Huizhou area, this paper concludes that various factors including palaeogeomorphology, sequence stratigraphy, delta-dominated sedimentary facies distribution and hydrodynamics in transitional zone during basin transformation and subsequent tectonic movements all have important influences on the formation and distribution of sandstones. Sedimentary facies determines the macroscopic distribution of sandbodies, and sequence structure influences the lateral and vertical sandbody development and sandbody stacking patterns in different system tracts. Sedimentary facies and sequence structure are the two main controlling factors. Based on the study of the controlling factors and the discovered lithologic hydrocarbon reservoirs, this paper establishes development models of stratigraphic-lithologic traps of Zhujiang Formation in Huizhou area, and analyzes the favorable area and types of stratigraphic-lithologic traps. We believe that the lithologic pinchout traps around sedimentary slope-break and/or within transgressive system tracts are the best ones for hydrocarbon accumulation.

Key words: development model, sandbody-controlling factor, stratigraphic-lithologic trap, Zhujiang Formation,

收稿日期:2011-12-20;修订日期:2012-05-10。

第一作者简介:陈维涛(1983—),男,工程师,层序地层学、沉积学。

基金项目:国家“十二五”科技重大专项(2011ZX05023-002)。

Huizhou area, Pearl River Mouth Basin

地层岩性油气藏是油气勘探的一个重要领域,随着油气勘探程度的提高和技术进步,地层岩性油气藏已经成为油气勘探和储量增长的重要阵地^[1-2]。珠江口盆地东部地区经过 20 多年的油气勘探,显形的构造圈闭越来越少,钻探风险也越来越大。为了进一步发掘珠江口盆地东部地区的勘探潜力,解决该区油气产量的接替问题,需要系统的进行地层岩性油气藏的勘探研究。

惠州地区是珠江口盆地的一个富烃区,也是目前勘探程度最高的地区。目前有在生产油气田十多个,有三维地震资料 6 000 多平方千米,其中 5 000 km²已经经过连片处理,其余大部分地区二维地震资料都达到了 1 km × 1 km 的测网密度。珠江组是惠州地区的主力产油层段,该层段的埋藏深度一般浅于 3 300 m,地震资料质量相对较好,具有开展地层岩性油气藏勘探研究的有利条件。因此选择惠州地区珠江组为突破口,开展控砂机制和有利圈闭发育模式的分析,对于推进整个珠江口盆地地层岩性油气藏的勘探具有重要的作用。

1 区域地质概况

珠江口盆地是南海北部一个重要的含油气盆地。它处于欧亚、太平洋和印度洋三大板块交汇处,是一个在加里东、海西和燕山期褶皱基底上形成的准被动大陆边缘盆地。盆地结构自北向南依次划分为北部断阶带、北部坳陷带、中央隆起带、南部坳陷带和南部隆起带等 5 个次级构造单元。古近系始新统及渐新统文昌组、恩平组为断陷湖盆沉积,主要发育湖泊相、河流相和沼泽相,是盆地主要的烃源岩;古近系上渐新统-新近系中新统为准被动大陆边缘盆地沉积,主要发育海-陆过渡相和开阔海相沉积,是盆地主要的勘探开发目的层系^[3]。

惠州地区是珠江口盆地北部坳陷带(珠一坳陷)中部以惠州凹陷为主体的区域,北以北部隆起带为界,南靠东沙隆起,西南以西惠低凸起为界与西江凹陷相隔,东北与陆丰凹陷相邻,是南海东部海域最富烃的凹陷之一^[3-5](图 1)。

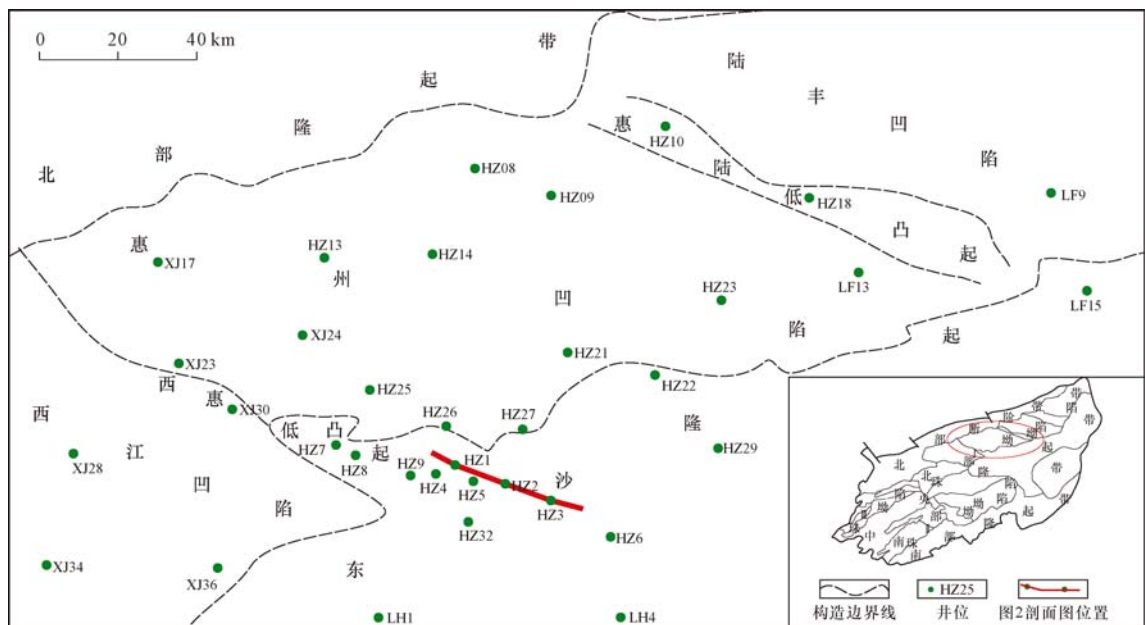


图 1 珠江口盆地惠州地区构造位置
Fig. 1 Structure map of Huizhou area, Pearl River Mouth Basin

2 珠江组控砂机制

在沉积盆地中,砂体发育的规模和类型受多种因素控制,并且不同因素之间也存在相互影响及相互控制的关系,因而搞清沉积盆地砂体形成与分布的控制因素对地层岩性油气藏勘探具有十分重要的意义^[6]。惠州地区珠江组是盆地从断陷期转换为拗陷期之后沉积的一套以三角洲体系为主体的地层,盆地转换期的古地貌特征、层序地层发育特征、以三角洲为主体的沉积体系展布以及海陆过渡相区的水动力条件和后期构造运动都对砂体的形成和展布具有重要的影响,对多种因素进行综合分析,能够提高对地层岩性圈闭发育位置及分布预测的准确性。

2.1 古地貌特征对砂体发育的影响

古地貌特征是通过控制沉积充填格局进而影响砂体展布的,因伴随着沉积充填,断陷期的地形格局会逐渐被填平补齐,因此这一影响因素在海相地层发育早期更为明显。珠江组沉积时期,珠江口盆地虽然已经完成了从断陷期到拗陷期的转换,但仍然对断陷期盆地格局具有一定的继承性。在珠江组早期,东沙隆起区并未完全剥蚀夷平,仍然保持相对高的隆起地形。在地质历史 23.8 ~ 21 Ma 期间,东沙隆起仍然遭受剥蚀,向北部惠州地区和南部白云凹陷提供物源。21 Ma 之后,东沙隆起被淹没,先是在海侵过程中形成滨岸相沉积,

之后发育碳酸岩台地沉积,从而使得东沙隆起区持续为一相对高的地形。惠州凹陷靠近东沙隆起一侧,由于处于断陷期凹陷的中心部位,差异压实和沉降更为强烈,因此仍然保持有低洼地形的特点;而惠州地区北部处于盆地边缘,也具有相对较高的地形;这一古地貌特征使得从西北部来的沉积物具有向低洼地带沉积充填并向东沙隆起逐步超覆的特点(图2)。同时,由于东沙隆起的遮挡作用,古珠江三角洲主物源并不能沿着惠州地区向海推进,而是绕过东沙隆起,从而使得惠州地区处于古珠江三角洲的侧翼,这样三角洲在向东沙隆起的超覆过程中很快尖灭,在东沙隆起北侧形成伴随相对海平面升降而发育的三角洲前缘砂岩和陆棚泥岩的交互沉积。在古珠江三角洲向东沙隆起的超覆过程中,碳酸盐岩发育的范围逐渐减小,并最终萎缩到潮汕凹陷的局部地区,到珠江组晚期,古珠江三角洲沉积已经越过东沙隆起推进到白云凹陷。

在惠州地区的东北侧,古珠江三角洲的影响逐渐减弱,形成盆地边缘背景上的滨岸相沉积,加之来自古韩江三角洲的影响,在惠州地区东北侧形成古珠江三角洲、古韩江三角洲和滨岸砂岩交互叠置的地层,易于发育地层岩性圈闭。

2.2 层序结构与砂体类型和分布

在海平面旋回变化过程中,砂体类型和分布与层序结构具有直接的联系,主要体现在平面上不同体系域砂体的分布、纵向上砂体的发育程度和叠置样式。

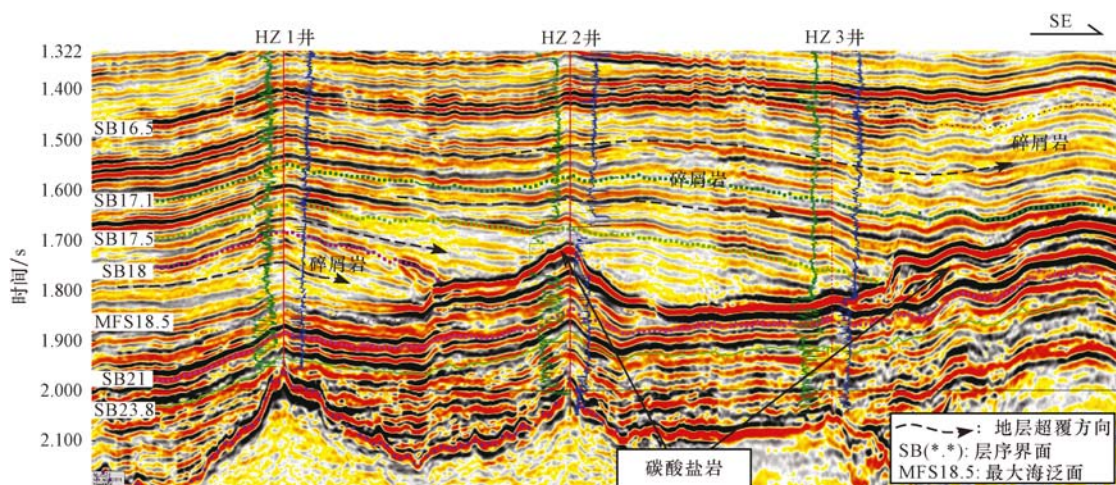


图2 惠州地区珠江组向东沙隆起超覆沉积(剖面位置见图1)

Fig. 2 Overlapping of the Zhujiang Formation on Dongsha uplift in Huizhou area
(see Fig. 1 for section location)

新近纪以来,珠江口盆地转化为准被动大陆边缘盆地,根据 Vail 层序地层模式,珠江组划分为5个三级层序。惠州地区在珠江组时期一直处于陆架背景,层序结构主要以海侵体系域和高位体系域为主;但部分层序发育时期,由于受到前一层序比较大的前积体滨线斜坡构成的沉积坡折的影响,形成局部的低位体系域。根据惠州地区珠江组5个三级层序的发育特点,把层序结构分为以下两种类型:①高位+海侵体系域:该类型为典型的陆棚背景层序二分结构,即发育明显的海侵体系域和高位体系域;反映了海平面的缓慢上升和缓慢下降,沉积物供给量充分,海侵体系域以海侵三角洲或滨岸体系为主,高位体系域以三角洲为主;珠江组早期 NSQ1 和 NSQ2 为该类型层序。②局部低水位+海侵+高位体系域:在该类型层序中,由于出现了局部较低部位(主要为碎屑岩与工区东南部碳酸盐台地之间的低洼地带),为低水位体系域的发育提供了场所,此外还发育海侵和高位体系域。层序的低位体系域主要受沉积坡折带的控制,能见到斜坡扇和进积复合体沉积在坡折带的斜坡或坡脚以下;海侵体系域以海岸超覆向岸移动为特征,发育海侵三角洲;高位体系域中一般为明显的进积三角洲构成;珠江组晚期 NSQ3 - NSQ5 为该类型层序。

惠州地区珠江组低位体系域主要发育在上部3个层序,是在沉积坡折的控制下,在前一个层序的沉积滨线斜坡与东沙隆起碳酸盐岩台地之间

的低洼地带发育的。由于受到东沙隆起的遮挡作用,低位体系域主要是低海平面时期的相对静水沉积,沉积体规模较小,砂体不十分发育,主要是泥质粉砂岩、粉砂岩和泥岩沉积,相对粒度较粗部分主要位于沉积坡折附近。伴随着三角洲对低洼地带的沉积充填和向前推移,低位体系域规模逐渐减小并在珠江组晚期消失(图3)。海侵体系域在5个三级层序中均有发育,其中以层序 NSQ2 的海侵体系域厚度最大;主要原因是 18.5 Ma 时期是全盆地规模较大的一次海侵,形成区域的海泛沉积,同时这个层序时间跨度也较大;而其它层序由于陆架区地形相对宽缓,海侵体系域厚度小的多。海侵体系域砂岩主要发育于海侵退积三角洲体系和海侵滨岸体系,由于受到海侵过程中波浪作用的反复冲刷,海侵退积砂岩分选和磨圆均较好,同时,海侵期形成的砂岩往往被最大海泛时期沉积的泥岩所覆盖,容易形成好的岩性圈闭。高位体系域是陆架区三级层序的主体,也是陆架区三角洲体系的主要发育时期,形成向海进积型的三角洲沉积体系,三角洲平原和三角洲前缘砂岩均较发育,其中三角洲前缘因向海延伸远,与陆棚泥岩互层沉积,是形成地层岩性圈闭的有利层位,主要砂岩类型有三角洲前缘分流河道、河口坝和远砂坝等。

在纵向上,层序内部主要表现为不同时期地层叠置样式的变化,低位体系域以低洼地区的加积充填为特征,并向沉积坡折带上超。海侵体系

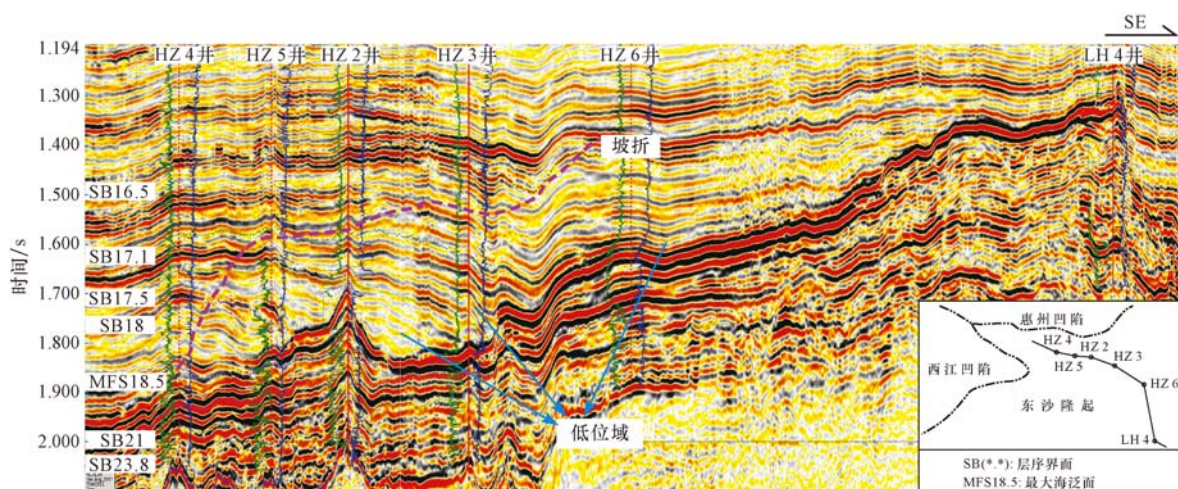


图3 惠州地区珠江组沉积坡折及其对沉积的控制

Fig. 3 Sedimentary slope breaks and their control on sedimentation of the Zhujiang Formation in Huizhou area

域以退积地层叠置样式为主,其中层序 NSQ2 在整体退积背景下发育由次一级海平面下降形成的前积地层叠置样式;高位体系域三角洲平原区地层主要以加积为主、三角洲前缘到前三角洲地区地层以前积为主。由于惠州地区相对宽缓的陆架背景特征,相对较小的海平面变化就会导致岸线远距离的进退,频繁的海平面变化导致古珠江三角洲多期次的向海推进和向岸迁移,从而形成多个三级层序,多套砂体的纵向叠置,砂岩分布范围广泛,类型多样。其中以相对海平面下降期向海推进较远的三角洲前缘砂岩和最大海泛时广泛分布的陆架泥岩交互叠置区为地层岩性圈闭最为有利的发育区。

2.3 沉积相决定砂体的宏观展布

沉积相是沉积环境及在该环境下形成的沉积

物或沉积岩特征的综合^[6-7]。惠州地区珠江组时期以古珠江三角洲体系为主体多种沉积体系共存的发育特征形成了多种类型的储集砂体,不同层序沉积体系的演化和沉积相的展布特征从宏观上决定了有利储集砂体发育的层段和位置^[8](图4)。

NSQ1 时期,惠州地区发育了河流-三角洲和滨岸两大沉积体系,其主要物源有三个,分别来自古珠江、古韩江和东沙隆起。古珠江三角洲是该时期的主要沉积体系,覆盖了惠州地区的大部分;古韩江三角洲也较发育,其穿过陆丰凹陷在惠州东北部与古珠江三角洲交汇;东沙隆起北坡的开阔滨岸沉积在这个时期同样较为发育,主要为滩砂、沿岸砂坝及上临滨砂体沉积。该时期沉积体系总体的平面展布特征为从西北朝东南方向沉积

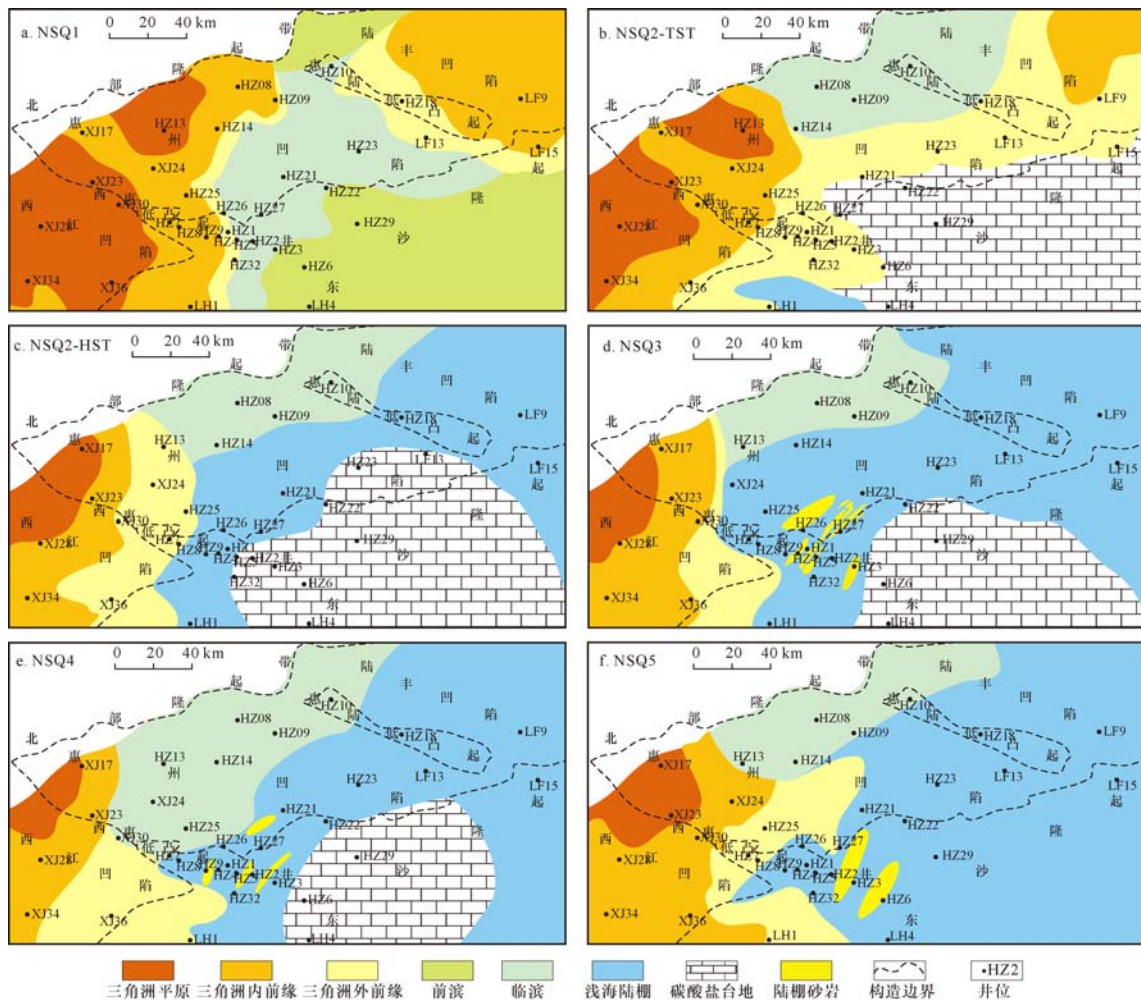


图4 惠州地区珠江组各层序沉积相平面展布

Fig. 4 Plane distribution of sedimentary facies of each sequence of the Zhujiang Formation in Huizhou area

相由三角洲平原和三角洲前缘逐渐向近滨-前滨-后滨过渡,沉积特征受古构造背景和沉积介质的控制,砂体分布范围比较广泛,整个工区的含砂率均在50%以上,工区南东-北西两侧含砂率可达80%以上,分布连续,厚度稳定。

NSQ2时期,发生一次大规模的海侵。早期,由于海平面的逐步上升,东沙隆起北部已淹没于水下,珠江三角洲明显后退并缩小,韩江三角洲也基本消失,取而代之的是广海陆棚沉积,在18.5 Ma左右海侵规模达到最大,并基本形成了珠江组晚期的沉积格局。这一时期,由于波浪和潮汐对古珠江三角洲的改造作用,在工区的东北部广泛发育滨岸沉积,砂体沿海岸线平行发育;在东沙隆起的北翼出现了大面积的碳酸盐台地沉积,说明东沙隆起作为物源之一的沉积格局已经基本消失。同时在三角洲的前方,开始发育陆架环境,陆架泥质沉积与前三角洲泥质沉积连成一片,片状或席状的陆架砂岩镶嵌其中。

NSQ3—NSQ5时期基本继承了NSQ2晚期以来的沉积格局,在相对海平面升降旋回的控制下形成三个层序的纵向叠置,各层序发育的沉积相基本一致,以古珠江三角洲、浅海陆棚沉积和碳酸盐岩台地为主。伴随着每次海平面的升、降,古珠江三角洲向陆和向海迁移,形成多套破坏性三角洲和建设性三角洲的交替沉积。伴随着对东沙隆起北部低洼地带的沉积充填,三角洲朵叶体向海方向逐渐推进,分布范围逐渐扩大,而碳酸盐岩台地向东南方向退缩;到NSQ5晚期,东沙隆起碳酸盐岩台地全部被三角洲和浅海陆棚体系所覆盖。在NSQ3—NSQ5时期,工区的东北部发育少量的滨岸及过渡带的沉积,而在三角洲前方则分布一定数量的条带状的陆架砂沉积。

2.4 多种水动力条件对砂体的叠加影响和改造

海陆过渡相区是沉积水动力条件最为复杂的地区之一,往往同时受到河流水动力和海洋水动力的共同影响,但在不同的时期或者不同的位置某一种水动力条件往往占据优势,从而成为影响砂体分布的主要营力。惠州地区正好处于大陆架海陆过渡相区,尤其是珠江组沉积时期,由于古地貌的影响形成多种水动力条件共同存在的格局。其中,三角洲体系主要受河流水动力的控制,其前缘相沉积的水下分流河道和河口坝为有利砂体。

滨岸相主要受到波浪和潮汐的影响,主要位于惠州的东北部,其前滨的砂体可能是有利储层发育区。在三角洲前缘到碳酸盐岩台地之间,主要受潮汐的影响,形成与潮汐有关的陆架砂脊。同时,伴随海平面的变化,不同阶段某一种水动力条件的影响程度也不一样,在低水位期,海平面下降使得惠州地区成为潟湖环境,潮汐的影响变强,海侵期,波浪影响增强,形成向岸退积的海侵砂岩,高位期三角洲发育,河流的作用增强而使得三角洲砂体向海推进。

2.5 后期构造运动使下倾地层变为上倾

从现今的地层产状来看,珠江组在惠州东南侧是向东沙隆起上倾超覆的,这说明早期沉积的地层在后期构造运动的影响下地层发生了反转,由向东沙隆起下倾超覆或者平行披盖变为上倾超覆,从而使得三角洲前缘尖灭砂体变为上倾尖灭而更有利于形成地层岩性圈闭。如果结合构造运动发生的时间以及烃源岩的生排烃和油气汇聚时间的分析,可以更好的判定有利于形成地层岩性油气藏的区带和层位。

3 地层-岩性圈闭类型及发育模式

地层岩性圈闭的类型和发育特征与砂体展布规律具有直接的联系^[2]。通过以上砂岩发育控制因素的分析,我们认识到惠州地区珠江组围绕三级层序界面上下和在层序内部三角洲前缘-前三三角洲(浅海陆棚)相区为地层岩性圈闭发育最为有利的层段和位置。结合对工区已经发现的地层岩性油气藏的解剖分析,归纳惠州地区珠江组地层岩性圈闭的主要类型和发育模式如下^[10-14](图5)。

3.1 围绕层序界面上、下发育的地层-岩性圈闭

珠江组沉积时期惠州地区处于相对宽缓的陆架环境,岸线迁移对相对海平面的变化反应敏感,低水位期,海岸向海推进较远,而高水位期,又向陆推进较远;大幅度的岸线迁移使得层序界面附近砂岩最为发育,而最大海泛期泥岩发育,从而形成砂泥岩互层沉积的特点;海泛期泥岩正好对层序界面附近的砂岩起到区域盖层的作用,因此,围绕层序界面上、下发育的砂岩具有形成地层岩性圈闭的有利条件。

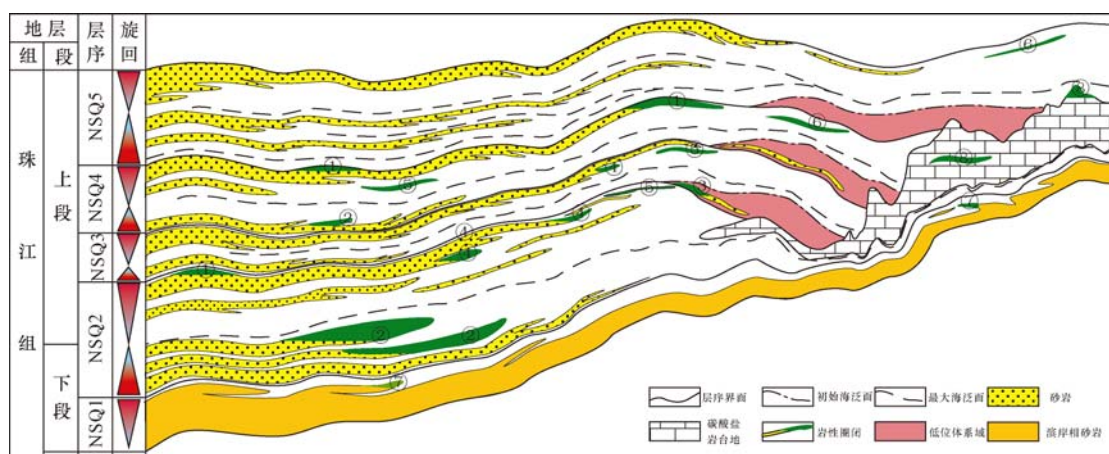


图5 惠州地区珠江组地层-岩性圈闭发育模式

Fig. 5 Development models of stratigraphic - lithologic traps of the Zhujiang Formation in Huizhou area

- ①不整合面遮挡圈闭;②海进体系域砂岩尖灭圈闭;③低位体系域地层超覆圈闭;④三角洲前缘砂岩尖灭圈闭;
⑤三角洲前缘砂岩透镜体圈闭;⑥陆棚砂岩透镜体圈闭;⑦滨岸砂岩尖灭圈闭;⑧生物礁岩性圈闭

在层序界面附近形成的地层岩性圈闭,主要有层序界面之下不整合面遮挡圈闭、层序界面之上低位体系域地层超覆圈闭和层序界面之上海侵体系域砂岩尖灭圈闭(图5,图6)。惠州地区珠江组高位体系域砂岩十分发育,若高位体系域砂岩与层序界面之上的泥岩对接,则形成上覆泥岩封盖的地层不整合遮挡圈闭,这种类型的圈闭一般发育在泥岩含量相对较高的地区,如高位体系域三角洲前缘地区;若层序界面之下的高位体系域受到强烈剥蚀,则可能形成地层削截不整合遮挡圈闭或有构造背景的不整合遮挡圈闭。高位体系域向远离物源方向,砂岩逐渐尖灭,也可能形成不整合-岩性尖灭复合圈闭。层序界面之上的低位体系域砂岩向沉积坡折超覆尖灭,可以形成地层

超覆圈闭,在惠州地区,由于受到碳酸盐岩台地的影响,低位体系域内发育的地层超覆圈闭储集性能一般较差。海侵体系域砂岩往往受波浪的冲刷改造,储集物性较好,海侵过程中形成的退积砂岩被海泛期泥岩所覆盖,可以形成砂岩尖灭圈闭。在惠州地区,珠江组是目前主要产油层段,围绕层序界面 NSB21, NSB18, NSB17.5 和 NSB17.1 上、下是珠江组砂岩最为发育的层段,也是寻找上述类型岩性圈闭的有利位置。

3.2 三角洲前缘相带的地层-岩性圈闭

三角洲前缘相带是岩性变化最为频繁的地区,因此最容易形成砂岩尖灭圈闭和砂岩透镜体圈闭(图5)。在惠州地区,三角洲体系是供砂、控

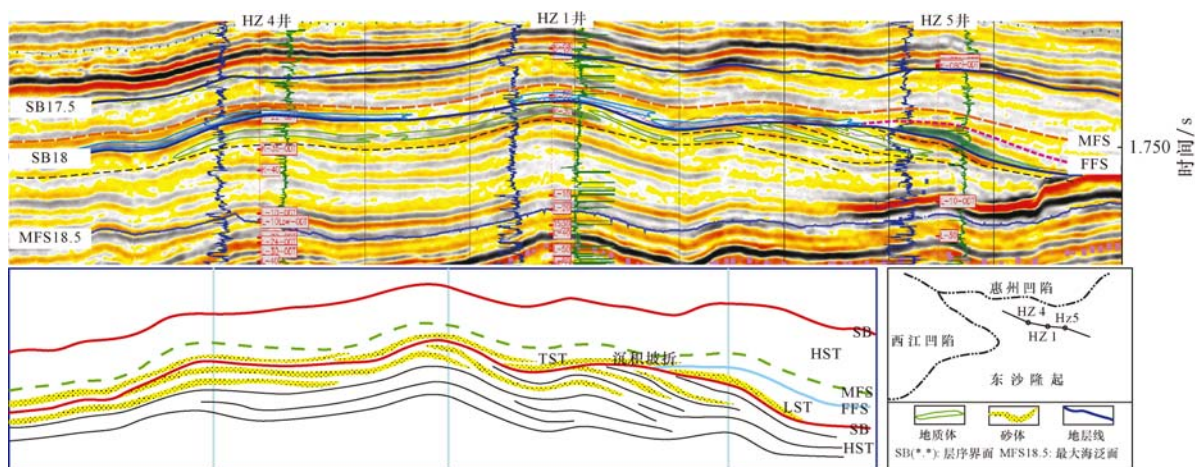


图6 惠州地区珠江组内砂体发育

Fig. 6 Sandbody distribution of the Zhujiang Formation in Huizhou area

砂的重要因素,加之频繁的海平面变化,形成了平面上分布广泛,纵向上多期次叠置的三角洲相沉积。由于受到惠州南部 HZ26-1—HZ30-2 一带鼻状构造和向北逐渐下降的斜坡带(后期构造运动形成)的控制,珠江组三角洲前缘和前三角洲地层均变为上倾尖灭(图 7);三角洲前缘的河口砂坝、远砂坝或席状砂沉积,在前三角洲或陆架泥岩作为盖层的情况下,可以形成有利的砂岩尖灭圈闭。此外,三角洲前缘的砂岩往往会受到洋流和潮汐等水动力条件的改造而深入到前三角洲相中成为砂岩透镜体圈闭。该类型圈闭发育有利区主要位于惠州凹陷南部边界位置,边界大断裂和斜坡带油源断裂十分发育,可作为深部油气向上迁移的良好通道,油源条件十分理想,已是目前惠州地区地层岩性油气藏勘探的重点地区。三角洲前缘相带的地层岩性圈闭可以通过对沉积相展布和演化的精细分析来识别,其与层序界面附近的圈闭类型可能有重叠的部分,但更强调圈闭与三角洲发育和演化的耦合关系。

3.3 陆棚相中的砂岩透镜体圈闭

惠州地区珠江组在古珠江三角洲前缘外侧发育呈条带状展布的砂体,且砂体走向平行岸线,虽然对这些砂体的成因目前还有一定的争议,但基本倾向于认为这些平行岸线展布的条带状砂体是以潮流控制为主的浅海陆架沉积,潮流作用是主导的动力条件,同时可见波浪和风暴作用的痕迹。

砂体在平面上具有沿东沙隆起向陆一侧的海峡内部以及靠近研究区西部的古珠江三角洲前缘分布的趋势。在纵向上,砂体(尤其是厚层砂体)主要沿层序界面分布。在层序界面之下为大套的陆架砂脊,在界面之上一般为水进体系域的陆架泥沉积。这些砂体在泥质含量高的陆棚环境中常呈透镜状产出,形成侧向封堵条件良好的砂岩透镜体圈闭(图 5),其中位于西惠低凸起优势油气运移路径上的砂岩透镜体圈闭具有成藏的有利条件。

3.4 滨岸砂岩尖灭圈闭

珠江组沉积早期(NSQ1 和 NSQ2),由于受到古地貌特征的影响,在东沙隆起北侧和惠州地区东北侧均发育过一定规模的滨岸相沉积,滨岸相的砂岩由于受到波浪作用的反复冲洗,储集物性非常好。在珠江组的海侵过程中,这些滨岸相沉积逐渐被浅海陆棚或前三角洲相泥岩所覆盖,在储盖条件配置良好的地区可以形成好的圈闭,尤其是海侵过程中形成的滨岸退积砂岩尖灭圈闭;在本工区内重点关注惠州凹陷南侧东沙隆起北侧 23.8—18.5 Ma 时期的地层。

3.5 碳酸岩台地内的地层-岩性圈闭

早中新世海侵扩大,东沙隆起逐渐被海水淹没并形成碳酸盐岩台地,台地上发育生物礁、滩;大量的生物礁、滩组成碳酸盐岩隆,面积近 2 000 km²。在碳酸盐台地发育期间,曾发生过 3

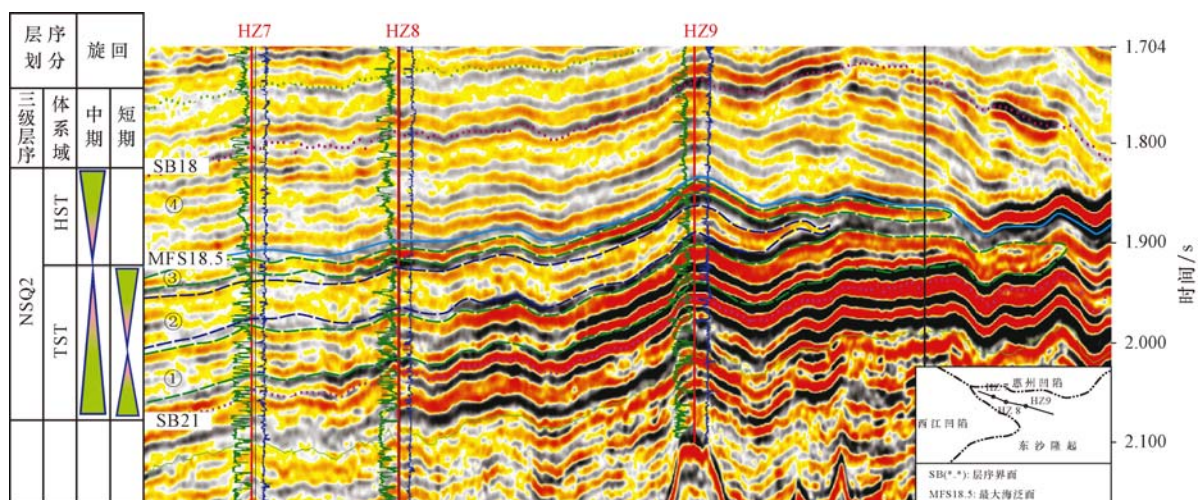


图 7 惠州地区珠江组三角洲前缘相多期次叠置

(①—③为海侵体系域三期三角洲相沉积;④为高位体系域三角洲相沉积)

Fig. 7 Multi-stage stacking of delta front facies of the Zhujiang Formation in Huizhou area

(①—③Three stage deposition of TST delta facies;④HST delta facies deposition)

次海平面下降(分别为 18.0, 17.5 和 17.1 Ma), 在低海平面时期, 碳酸盐岩隆可能暴露地表, 遭受剥蚀或者淡水淋滤, 从而使层序界面附近碳酸盐岩次生孔隙发育, 形成好的储层, 之后海平面上升, 碳酸盐岩再次发育, 新一期的碳酸盐岩因为岩性致密对层序界面之下次生孔隙发育的碳酸盐岩起到盖层的作用, 从而形成岩性圈闭。对于最后一期的碳酸盐岩, 其顶部直接被泥岩覆盖, 从而盖层条件更好, 只要有好的储层, 即可形成有利圈闭。同时, 在碳酸盐岩台地周边发育的生物礁或滩, 由于经常受到风暴期来自浊水沉积的泥岩覆盖, 可能也会形成好的圈闭(图 5)。

4 结论

1) 惠州地区是目前珠江口盆地勘探程度最高的地区, 珠江组作为主力产油层段, 具有寻找地层-岩性圈闭的有利条件。

2) 继承性古地貌特征、层序地层发育特征、以古珠江三角洲体系为主体多种沉积体系共存的沉积相发育特征、海陆过渡相带的多种水动力条件都对砂体的形成和展布具有重要的影响; 其中层序结构和沉积相是控砂的主要因素; 后期的构造运动可以使向远离物源方向下倾的地层变为上倾, 从而有利于岩性尖灭圈闭成藏。

3) 沉积坡折附近和海进体系域退积砂岩岩性尖灭圈闭具有相对较好的成藏条件, 应成为该区重点关注的地层-岩性圈闭类型。

参 考 文 献

- [1] 王化爱. 东营凹陷古近系岩性地层油气藏层序地层学特征[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(2): 158-164.
Wang Hua'ai. Sequence stratigraphic characteristics of the Paleocene lithologic and stratigraphic reservoirs in the Dongying Depression[J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(2): 158-164.
- [2] 叶泰然, 唐建明, 文雪康, 等. 三维三分量地震资料在川西深层致密砂岩气藏预测中的应用[J]. 石油物探, 2011 50(6): 558-564.
Ye Tairan, Tang Jianming, Wen Xuekang, et al. Application of 3D3C seismic data for predicting deep tight gas reservoir in Western Sichuan Basin[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2011 50(6): 558-564.
- [3] 陈长民, 施和生, 许仕策, 等. 珠江口盆地(东部)第三系油气藏形成条件[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 1-30, 196-208.
Chen Changmin, Shi Hesheng, Xu Shice, et al. Tertiary hydrocarbon accumulation condition in Pearl River Mouth Basin[M]. Beijing: Science Press, 2003: 1-30, 196-208.
- [4] 龙更生, 施和生, 杜家元. 珠江口盆地惠州地区中新统地层岩性圈闭形成条件分析[J]. 中国海上油气, 2006, 18(4): 229-235.
Long Gengsheng, Shi Hesheng, Du Jiayuan. An analysis of creation conditions for Miocenestratigraphic and lithologic traps in Huizhou area, Pearl River Mouth basin[J]. China Offshore Oil and Gas, 2006, 18(4): 229-235.
- [5] 王福国, 梅廉夫, 施和生, 等. 珠江口盆地珠一坳陷古近系构造样式分析[J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32(4): 448-454.
Wang Fuguo, Mei Lianfu, Shi Hesheng, et al. Structural styles of paleogene in Zhu 1 depression of Pearl River Mouth Basin[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2008, 32(4): 448-454.
- [6] 刘震, 李运振, 赵阳, 等. 济阳坳陷古近系多级控砂机制分析[J]. 地质学报, 2007, 81(5): 701-711.
Liu Zhen, Li Yunzhen, Zhao Yang, et al. Analysis of multi-grade controlling of formation and distribution on Paleogene sandbodies in the Jiyang Depression, Bohai Bay Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(5): 701-711.
- [7] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2005: 257-260, 320-374.
Jiang Zaixing. Sedimentology[M]. Beijing: Petroleum Industry Press House, 2005: 257-260, 320-374.
- [8] 刘曾勤, 王英民, 施和生, 等. 惠州地区珠江组下部层序划分及沉积相展布特征[J]. 海洋地质动态, 2009, 26(5): 8-14.
Liu Zengqin, Wang Yingmin, Shi Hesheng, et al. Sequence stratigraphy division and sedimentary facies distribution of Lower Zhujiang Formation in Huizhou Area[J]. Marine Geology Letter, 2009, 26(5): 8-14.
- [9] 邢凤存, 陆永潮, 刘传虎, 向奎. 车排子地区构造-古地貌特征及其控砂机制[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(1): 78-83.
Xing Fengcun, Lu Yongchao, Liu Chuanhu, et al. Structural-paleogeomorphologic features of Chepaizi area and mechanism of their control on sandbodies[J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(1): 78-83.
- [10] 卢红霞, 陈振林, 李天义. 构造坡折带隐蔽圈闭发育模式浅析[J]. 海洋石油, 2009, 29(1): 42-46.
Lu Hongxia, Chen Zhenlin, Li Tianyi. Theory of developmental model of subtle trap formed by structural slope break zone[J]. Offshore Oil, 2009, 29(1): 42-46.
- [11] 唐建东, 金勇. 小断块底部水油藏层系组合模式[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(6): 897-902.
Tang Jiandong, Jin Yong. Development mode optimization for small fault-block reservoirs with edge and bottom water[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(6): 897-902.
- [12] 刘志刚, 周心怀, 李建平, 等. 渤海海域石臼坨凸起东段

- 36-3构造古近系沙二段储集层特征及控制因素[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(6): 832-838.
- Liu Zhigang, Zhou Xinhui, Li Jianping, et al. Reservoir characteristics and controlling factors of the Paleogene Sha-2 member in 36-3 structure, Eastern Shijiutuo uplift, Bohai Sea[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(6): 832-838.
- [13] 纪友亮, 周勇, 王改为, 等. 下扬子地区古生界海相碳酸盐岩层序地层发育模式及储层预测[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(5): 724-732.
- Ji Youliang, Zhou Yong, Wang Gaiwei, et al. Sequence stratigraphic models and reservoir prediction of the Paleozoic marine carbonates in the Lower Yangtze area[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(5): 724-732.
- [14] 陈昭佑, 王光强. 鄂尔多斯盆地大牛地气田山西组砂体组合类型及成因模式[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(5): 632-639.
- Chen Zhaoyou, Wang Guangqiang. Assemblage types and genetic models of the Shanxi sandbodies in Daniudi gasfield, the Ordos Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(5): 632-639.

(编辑 张亚雄)

(上接第448页)

- Jin Zhenkui, Feng Zengzhao. Origin of dolostones of the Lower Permian in East Yunnan-West Sichuan—dolomitization through leaching of basalts [J]. Acta Sedimentology Sinica, 1999, 17(3): 383-389.
- [9] 王宓君, 包茨, 肖明德, 等. 中国石油地质志(卷十): 四川油气区[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989: 1-151.
- Wang Bijun, Bao Ci, Xiao Mingde, et al. Petroleum geology of China (V10): Sichuan region [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1989: 1-151.
- [10] 李嵘, 张娣, 朱丽霞. 四川盆地川西坳陷须家河组砂岩致密化研究[J]. 石油实验地质, 2011, 33(3): 274-281.
- Li Rong, Zhang Di, Zhu Lixia. Densification of Upper Triassic Xujiahe tight sandstones, Western Sichuan, China [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(3): 274-281.
- [11] 谯述蓉, 赵爽, 谢雄光. 川西 MJ 地区蓬莱镇组储层含气性识别模式研究[J]. 石油物探, 2011, 50(4): 386-392.
- Qiao Shurong, Zhao Shuang, Xie Xionggang. Research on the gas-bearing identification patterns of Penglaizhen Formation in MJ area, Western Sichuan Basin [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2011, 50(4): 386-392.
- [12] Esteban M, Taberner C. Secondary porosity development during late burial in carbonate reservoirs as a result of mixing and/or cooling of brines [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2003, 78-79(1-3): 355-359.
- [13] 黄思静, 王春梅. 碳酸盐成岩作用的研究前沿和值得思考的问题[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2008, 35(1): 1-10.
- Huang Sijing, Wang Chunmei. Scientific research frontiers and considerable questions of carbonate diagenesis [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2008, 35(1): 1-10.
- [14] 张军涛, 胡文瑄. 塔里木盆地中央隆起区上寒武统一下奥陶统白云岩储层中两类白云石充填物: 特征与成因[J]. 沉积学报, 2008, 26(6): 957-966.
- Zhang Juntao, Hu Wenxuan. Feature and origin of dolomite filling in the Upper Cambrian-Lower Ordovician dolostone of the central uplift, Tarim Basin [J]. Acta Sedimentology Sinica, 2008, 26(6): 957-966.
- [15] Zhang Juntao, Hu Wenxuan. Formation of saddle dolomites in Upper Cambrian carbonates, western Tarim Basin, (NW China): implication for fault-controlled fluid flow events [J]. Marine and Petroleum Geology, 2009, 26(8): 1428-1440.
- [16] 魏国齐, 杨威, 朱永刚, 等. 川西地区中二叠统栖霞组沉积体系[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(4): 442-448.
- Wei Guoqi, Yang Wei, Zhu Yonggang, et al. Depositional system of the Middle Permian Qixia Formation in the western Sichuan Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(4): 442-448.
- [17] 胡文瑄, 陈琪, 王小林, 等. 白云岩储层形成演化过程中不同流体作用的稀土元素判别模式[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(6): 810-818.
- Hu Wenxuan, Chen Qi, Wang Xiaolin, et al. REE models for the discrimination of fluids in the formation and evolution of dolomite reservoirs [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(6): 810-818.
- [18] 何治亮, 魏修成, 钱一雄, 等. 海相碳酸盐岩优质储层形成机理与分布预测[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(4): 489-498.
- He Zhiliang, Wei Xiucheng, Qian Yixiong, et al. Forming mechanism and distribution prediction of quality marine carbonate reservoirs [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(4): 489-498.

(编辑 李 军)