

# 番禺低隆起三级层序的界面识别标志及沉积特征

高鹏, 秦成岗

中海石油(中国)有限公司深圳分公司, 广州 510240

**摘要** 番禺低隆起地区是珠江口盆地最有利的油气勘探区域之一, 目前已经在该区发现了多个气田和含气构造, 天然气地质储量达 1200 亿  $m^3$ , 成藏条件非常有利。随着勘探的不断深入, 目前面临着可供钻探的构造目标越来越少的难题。本文通过对珠江口盆地番禺低隆起三维地震资料解释, 结合钻井、古生物、测井等资料, 开展层序划分对比工作, 建立区域层序地层格架, 揭示了研究区三级层序界面的识别标志及等时地层结构的基本特征, 并对层序格架内沉积相的构成、分布特征及演化、有利储盖组合特征进行了研究, 对今后该区的油气勘探具有指导意义。

**关键词** 珠江口盆地; 番禺低隆起; 层序界面; 层序地层格架; 沉积特征

中图分类号 P618

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.25.004

## Sequence Boundary Identification and the Depositional Characteristics in the Third-order Sequence Stratigraphic Framework of Panyu Low Uplift

GAO Peng, QIN Chenggang

Shenzhen Branch of China National Offshore Oil Corporation, Guangzhou 510240, China

**Abstract** The Panyu low uplift is one of the most favorable oil and gas accumulation zones in the Pearl River Mouth Basin. Multiple gas fields and gas-bearing structures have been found in this area. The OGIP is estimated as about 120 billion cubic meters. How to find new oil and gas exploration areas on the basis of exploratory results is important for the sustainable development of the natural gas exploration in the Pearl River Mouth Basin. In this paper, the sequence stratigraphic framework of this area is built and the sequence structure characteristics, the depositional evolution and its control factors are analyzed based on the previous studies, the seismic data, the well log curves and the paleontology. The sequence boundary identification and the structure characteristics of the sequence stratigraphy are presented, together with the distribution and the development of sedimentary facies in the sequence stratigraphic framework of this area. It turns out that there are several different sedimentary sequence development models in the evolution stage of the Pearl River Mouth Basin. The sequence structure characteristics and the distribution of the sedimentary systems are mainly controlled by the sea level variation and the faulted slope-break zone, as a result, there are five reservoir-seal assemblages formed in this area, among which two have a good exploration potential.

**Keywords** Pearl River Mouth Basin; Panyu low uplift; sequence boundary; sequence stratigraphic framework; depositional characteristic

### 0 引言

番禺低隆起区位于珠江口盆地古珠江三角洲的前部——三角洲前缘地带, 南部紧临陆架坡折, 具有相当有利的油气成藏条件<sup>[1]</sup>。多年勘探实践证明, 该区只要构造落实并形成有效圈闭且具有一定规模, 就能获得商业性发现, 但随

着勘探程度的不断深入, 该区目前面临着可供钻探的构造目标越来越少的难题。近年来, 高精度层序地层学的发展引起了人们的广泛关注并取得了显著进展。在含油气盆地分析中, 层序地层学从相对宏观、盆地规模的地震地层学不断向更精确、储层规模的高精度层序地层和储集体分布预测的方

收稿日期: 2012-04-01; 修回日期: 2012-06-07

作者简介: 高鹏, 工程师, 研究方向为油气勘探, 电子信箱: gaopeng1@cnooc.com.cn

向深化,以降低日益增加的隐蔽油气藏的勘探风险。为了在该区取得油气勘探的突破,在前人工作的基础上,本文通过应用高精度层序地层学方法,综合地震、测井及岩心、古生物等资料分析,对区内层序单元进行精细划分,建立更为精细的等时层序地层和岩相格架,并在等时地层格架中探讨各层序单元内沉积相构成、分布特征及其控制因素,对沉积体系和储集砂体做精细刻画,进而达到更有效地预测储层分布、储盖组合等,为建立生储盖发育模式提供指导<sup>[2-3]</sup>。

### 1 番禺低隆起区域地质概况

珠江口盆地是中国南海大陆边缘南部的一个重要新生

代含油气盆地,是在前古近系基底上发展起来的。盆地位于海南、台湾两岛之间的广阔大陆架和陆坡区上,呈北东—南西向展布。由北向南可划分为5个北东向的大型构造带,即北部断阶带、北部坳陷带、中央隆起带、南部坳陷带和南部隆起带,各个构造带又可分若干个凹陷和低隆起,主要发育的地层包括古新世神狐组、早中始新世文昌组、晚始新世恩平组、渐新世珠海组、早中新世珠江组、中中新世韩江组、晚中新世粤海组、上新世万山组及第四系(图1)。

自古新世以来,珠江口盆地经历了3次大的演化阶段:(1)古新世—早渐新世为断陷发育时期,块断升降强烈,形成一系列半地堑、地垒和半地垒,主要沉积古近系文昌组和恩

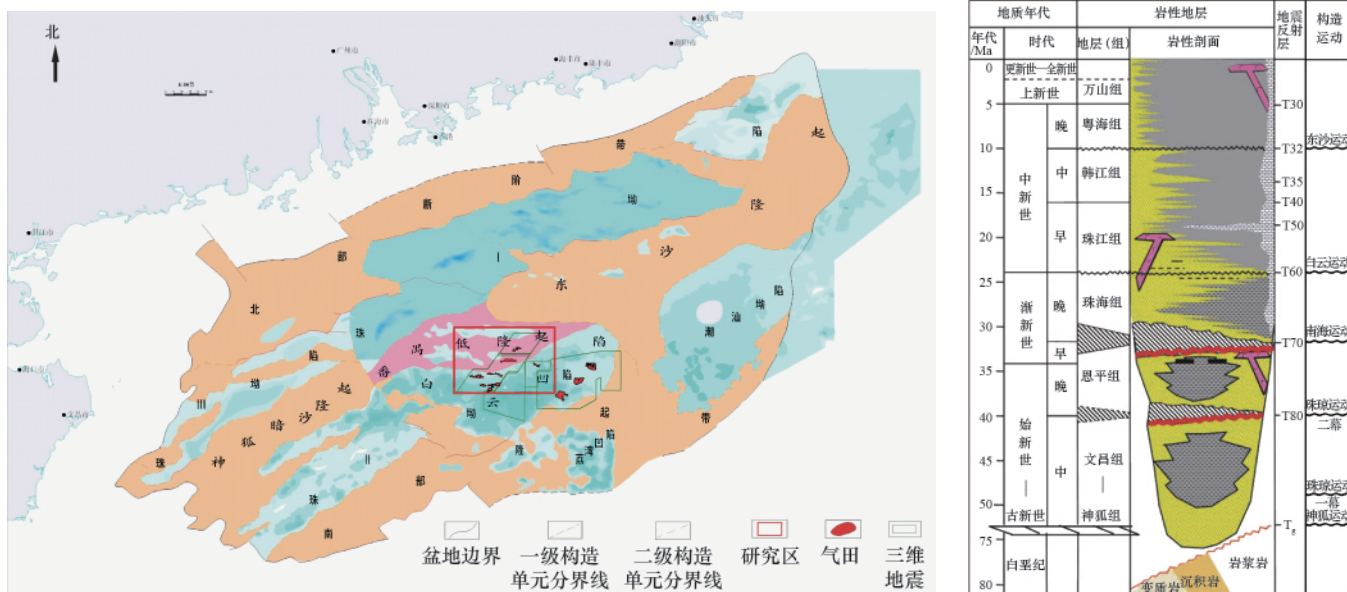


图1 珠江口盆地区域构造图与地层柱状剖面(a)及研究区位置示意(b)

Fig. 1 Regional tectonic map and stratum columnar section of Pearl River Mouth Basin and the location of research area

平组;(2)晚渐新世受南海扩张运动影响,盆地全面下沉,开始进入坳陷时期,海水由南向北大规模入侵,沉积珠海组、珠江组和韩江组地层;(3)晚中新世以后,盆地进入断块升降阶段,构造活动再次兴起(东沙运动),伴随着老断层的复活,出现了大量的新生断层,但其规模较小,该时期主要沉积新近系粤海组和万山组<sup>[4]</sup>。番禺低隆起位于珠江口盆地中央隆起带的中部,面积约为7500km<sup>2</sup>。整体呈菱形,属于中央隆起带的一个次级构造单元。研究区自古近纪以来经历了多次构造—沉积旋回,期间发育多个同沉积断裂,有效地控制了不同体系域内的砂体空间展布。

### 2 层序地层格架

大量的研究表明,在各种构造背景下发育的海相或陆相盆地中均可识别出不同级别的沉积旋回,据此可划分出相应的层序地层单元。一级层序和二级层序是大区域可对比的、以区域性不整合面为界的层序单元;三级层序是基本的层序单元,是建立盆地层序地层格架的基本地层单位,被定义为

“由不整合和与之对应的整合界面所限定的一套相对整合、重复出现、在成因上有联系的层序”。可见,三级层序一般是由不整合及其对应的整合面所限定的<sup>[5]</sup>,其边界识别的关键是识别和确定全区发育的不整合面。换言之,就是以追踪三级旋回的最大水退界面进行划分。三级以下的层序单元为高频旋回层序,是建立盆内不同沉积区高精度层序对比框架的层序单元。这些单元通过识别水进或海泛面进行划分。在三级层序内,可进一步以四级或五级旋回的海泛面进行更级别的层序单元划分。

多年的勘探实践证明,层序地层学已成为分析储盖组合和预测地层岩性圈闭最为重要的研究手段之一。前人依据珠江口盆地50多口井的高分辨率古生物资料建立了相对海平面变化曲线,并以此构建了三级层序作为基本单元的年代地层单元格架,并以此来预测有利储盖组合区带。本文在前人研究的基础上<sup>[6-8]</sup>,通过对番禺低隆起区单井、连井、井—震对比的精细研究,系统划分了研究区珠海组—粤海组地层的三级层序、体系域,识别和总结各级层序界面特征及对比标志,

建立层序地层系列和等时层序对比格架。从盆地整体的充填序列来看,依据主要的不整合面可将番禺隆起盆地划分为3个形成于不同构造背景的二级层序和8个三级层序组;可将

珠海组至万山组划分出16个三级层序(图2)。

研究表明,番禺低隆起区内三级层序界面具有4个基本特征。

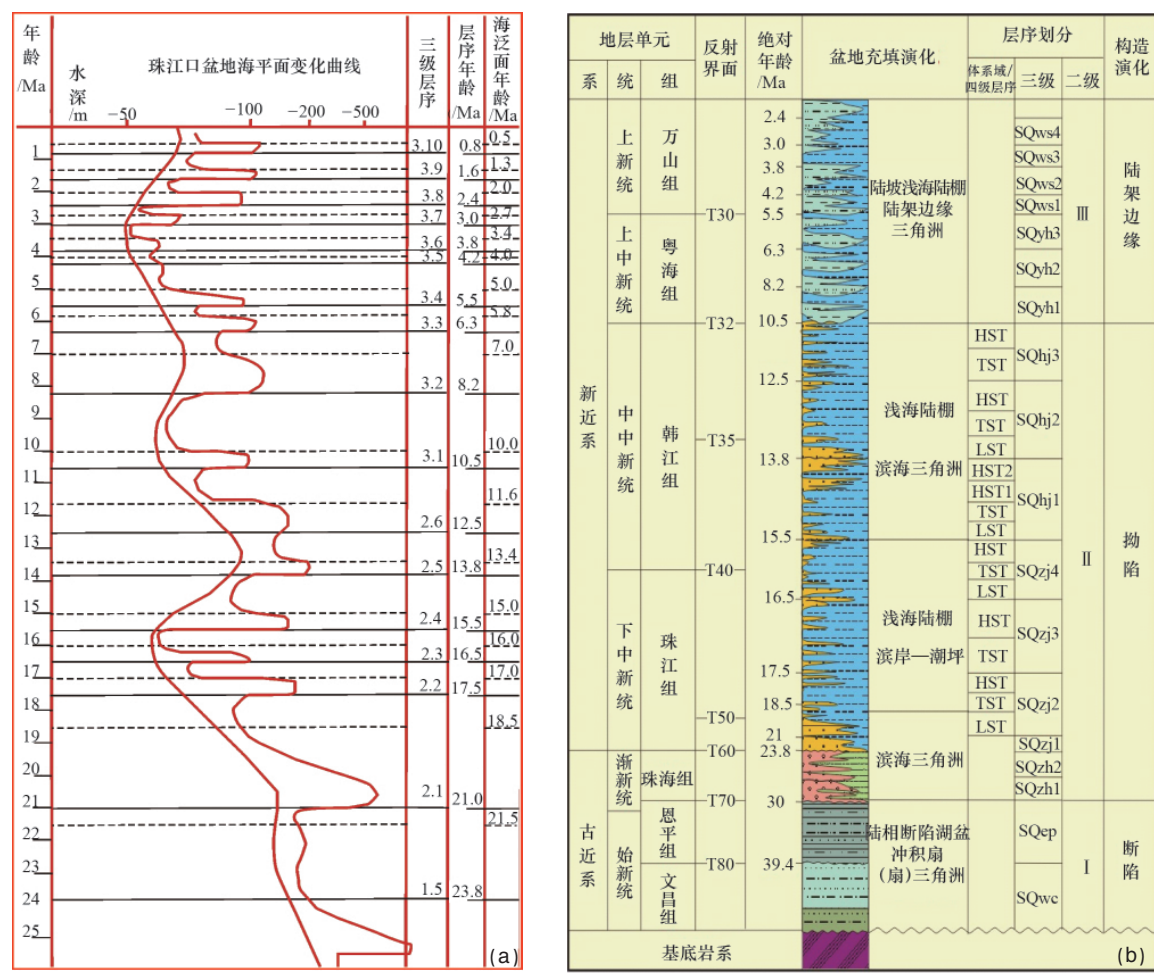


图2 珠江口盆地海平面变化曲线(a)及番禺低隆起区层序划分(b)

Fig. 2 Sea level variation curves of Pearl River Mouth Basin (a) and stratigraphic sequence divisions of Panyu low uplift (b)

2.1 地震剖面上显示的不整合接触关系

在地震剖面上沿层序界面存在系统性或有序的削蚀、下切谷冲刷下切(充填)等不整合反射接触关系;不整合界面上

水进的上超或底超关系,低位域底超或双向底超,高位域的顶超不整合反射接触及界面上、下反射波组的突变接触关系等(图3)。

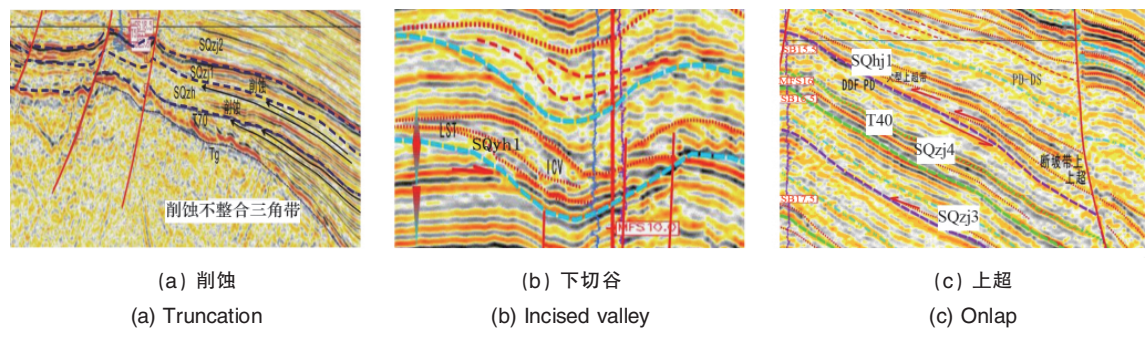


图3 三级层序界面在地震剖面上显示的不整合接触关系

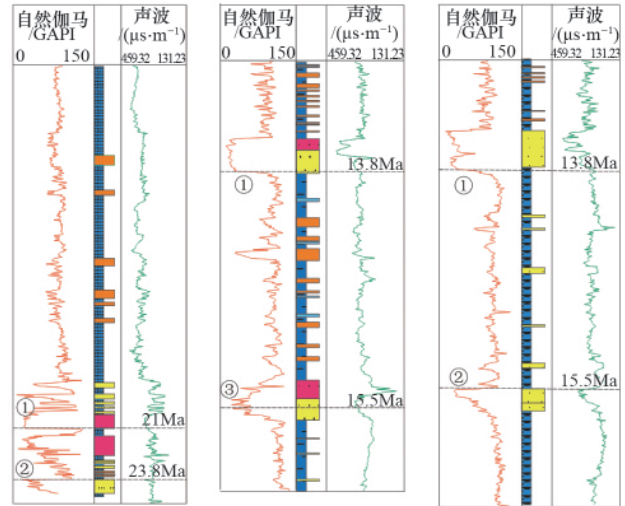
Fig. 3 Unconformable contact relation of third-order sequence boundaries on the seismic profile

2.2 测井曲线上层序划分标志

测井曲线形态或背景值的突变界面往往代表层序界面。一是层序边界之上的测井响应为泥质沉积,自然伽马曲线为平滑或微齿低幅;之下地层为高幅漏斗形,代表水体由相对较浅突然变深的沉积型式。二是界面之下为泥质沉积,自然伽马曲线为平滑或微齿低幅;之上为突变呈钟形,代表水体由相对较深突然变浅的沉积型式,常代表低位域下切或冲刷面。第三种层序界面表现为测井曲线叠置方式的转换界面,之上的自然伽马曲线为钟形,代表水体逐渐变深的沉积型式;之下的为漏斗形,代表水体逐渐变浅的沉积型式(图4)。

2.3 底栖、浮游有孔虫丰度值变化

研究表明,层序界面往往位于化石丰度突然变低处或化石分异度发生明显变化的古生物化石断带处。本区层序界面和最大海泛面与有孔虫及钙质超微化石的丰度和分异度均有良好的对应关系。如在番禺低隆起A井层序边界上,由于发生沉积间断和侵蚀,生物大量减少,浮游有孔虫丰度和含量达到最低,出现近岸类型的有孔虫组合。在最大海泛面附近,浮游有孔虫丰度和含量突然增加,出现深水类型的有孔虫组合(图5(a))。



① 下切谷或下切水道充填显示箱形、向上变细水道砂体叠置的曲线形态  
② 不同曲线段的形态、背景值的总体突变的分界面  
③ 水退至水进的沉积旋回转换面

图4 三级层序界面测井曲线响应特征

Fig. 4 Log response characteristics of third-order sequence boundaries

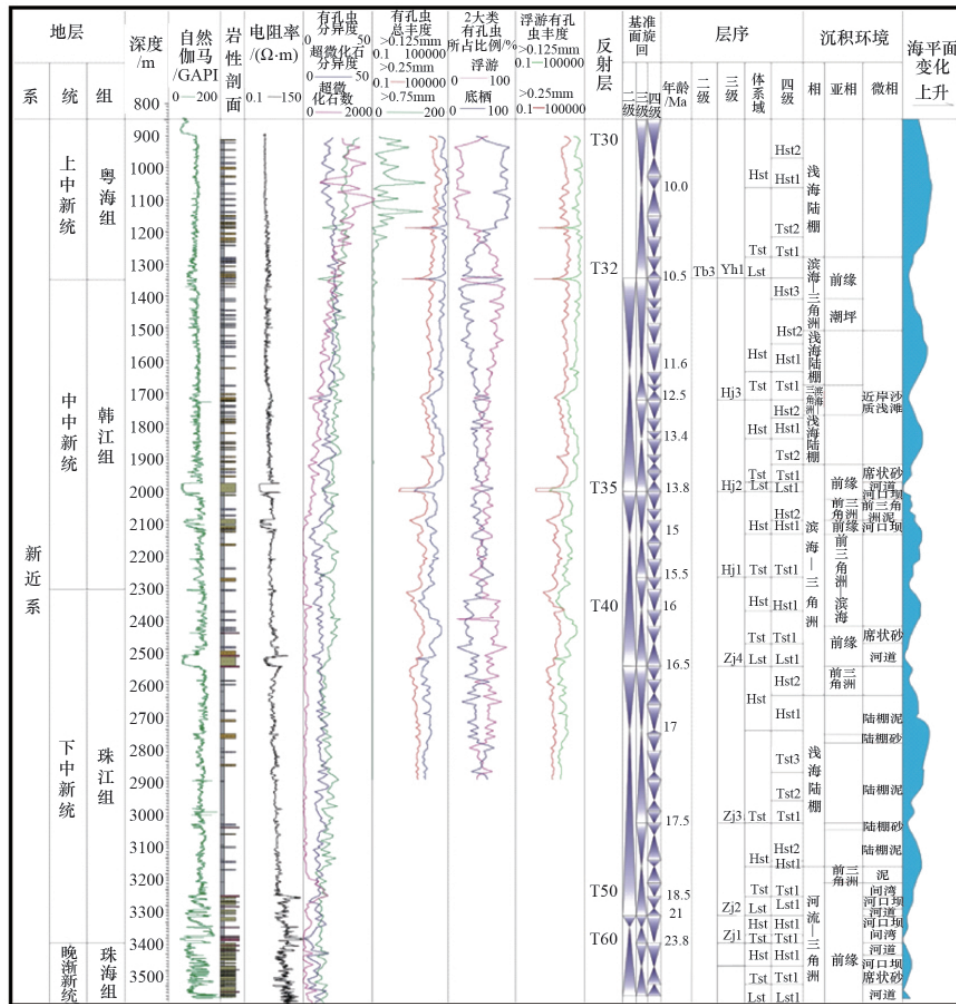


图5(a) 根据古生物化石和岩石学标志确定的三级层序界面(A井)

Fig. 5(a) Third-order sequence boundaries identified by paleontological fossils and petrographical characteristics (Well A)

## 2.4 岩石学标志

岩心资料是分辨率很高的识别层序边界的可靠资料,其中古土壤层或根土层、底砾岩、冲刷或不整合界面反映层序

界面的存在。如在番禺低隆起 B 井(图 5(b))岩心中观察到了珠江组底部层序的底界面,界面上为粗砂岩,底部有强烈冲刷面,见内碎屑泥砾,与测井曲线的对比表明该界面为

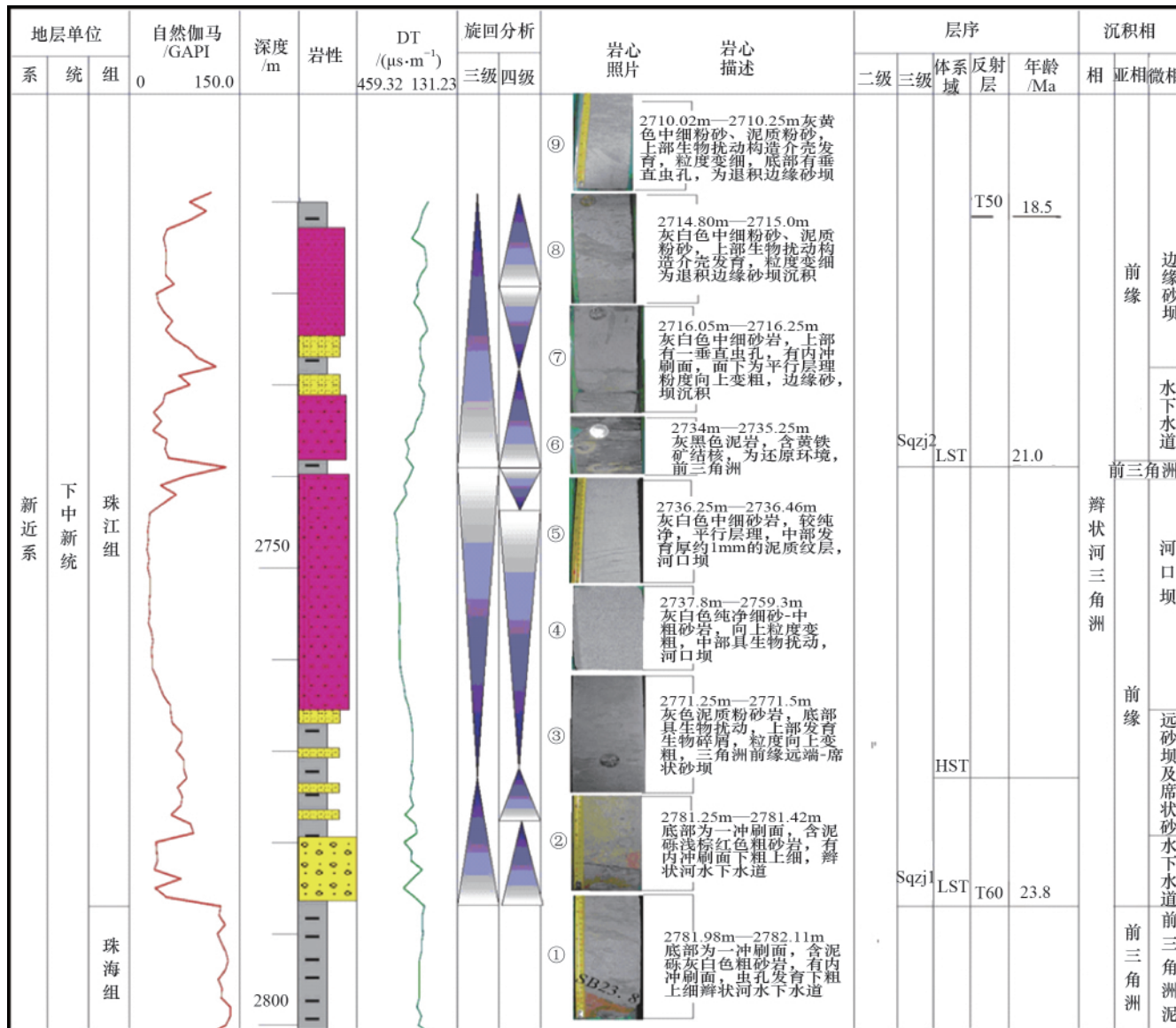


图 5(b) 根据古生物化石和岩石学标志确定的三级层序界面(B井)

Fig. 5(b) Third-order sequence boundaries identified by paleontological fossils and petrography characteristics (Well B)

23.8Ma 附近的冲刷或不整合界面。

## 3 主要沉积体系及其分布演化特征

番禺低隆起从珠海组至粤海组沉积环境经历了滨岸-辫状河三角洲、浅海陆棚-滨海三角洲前缘和前三角洲、浅海陆棚-陆架边缘三角洲-陆架边缘滑塌斜坡的总体演化。通过对地震沉积学特征、沉积相标志、粒度、岩石学特征及测井曲线特征等的分析,在研究区内识别出的沉积体系主要有滨海辫状河三角洲、河流三角洲、滨浅海砂坝、浅海陆棚等。

### 3.1 辫状河三角洲沉积体系

辫状河三角洲体系是由辫状河进入海或湖泊形成的三

角洲体系,是介于粗碎屑的扇三角洲和细碎屑的河流三角洲的三角洲体系。番禺低隆起区珠海组发育于断陷期,主要发育扇或辫状河三角洲体系。地震相分析表明,珠海组见楔状沉积体,具有变振幅、发散前积结构,以富砂的辫状河三角洲体系为主。另外珠江组下部的 SQzj1 层序也发育辫状河三角洲体系。这一时期盆地仍具有断陷盆地特征,来自盆缘的粗碎屑注入盆地而形成扇或辫状河三角洲。辫状河三角洲可划分出辫状河三角洲平原、前缘及前三角洲等沉积相。辫状河三角洲平原主要由底负载为主的辫状河沉积组成。三角洲前缘发育河口坝、水下分流河道、前缘席状砂坝等,垂向层序总体具有明显的向上变粗的沉积序列。其低位和高位域广泛发

育辫状河三角洲,自然伽马测井曲线形态总体上为漏斗形,在地震剖面上可观察到中等连续中-强振幅的前积反射结构地震相。SQzj2 层序低位域也发育有辫状河三角洲体系,其自然伽马测井曲线形态总体上为钟形,从地震相上可识别出中等连续中-强振幅的前积楔状体反射特征。在岩石学特征上,研究区内的辫状河三角洲砂岩以发育含砾中粗粒长石石英砂岩、中粗粒长石石英砂岩和石英砂岩为主,其分选性为中-好、磨圆度为次圆状。C-M 图中 QRS 段发育,缺 NO-PQ 段,为牵引流沉积图型。其中以 QR 段较为发育,RS 段则不太发育,这是与一般河流三角洲的区别。一般河流三角洲也发育 QRS 段,但以 RS 段为主,说明粒度相对较细。

### 3.2 河流三角洲沉积体系

河流三角洲是由河流注入海洋或湖泊沿岸边线形成的沉积体系,它使滨线不规则地向水体中推进。这里指的是曲流河进入海洋形成的滨海三角洲。曲流河进入稳定水体形成的三角洲沉积经过长距离搬运,具有成分成熟度和结构成熟度都较高的特点。本区河流三角洲的钻井取心资料较少,依据测井相和录井资料,并结合地震资料进行具体判断。一般可识别出三角洲平原、前缘和前三角洲 3 个组成部分。本区 SQzj3 层序的高位域、SQzj4 层序、SQhj1 层序的高位域和 SQhj1 层序、SQzj4 层序的低位域和水进域等都具有典型的河流三角洲沉积。垂向沉积序列一般显示出向上变粗的韵律结构,自然伽马测井曲线形态总体上为漏斗形, SQhj1 层序的高位域早期为中等连续中-强振幅中高频的前积-中弱振幅不规则前积反射结构地震相。

### 3.3 滨浅海砂坝沉积体系

韩江组各层序的海侵体系域可能发育有滨岸砂坝沉积,且砂坝砂体呈席状或扁透镜状,向上倾方向层序界面尖灭变薄。这些砂体较薄,主要分布于东南部的斜坡带,地震属性分析揭示出其逐渐向岸上超尖灭的沉积结构,与沉积走向相一致,反映砂体可能是沿岸分布的碎屑海岸砂体(海滩或沿岸砂坝),有些则可能与同沉积断裂或古构造地貌的控制有关。

### 3.4 浅海陆棚沉积体系

番禺隆起区浅海陆棚环境主要发育于各个层序的陆棚边缘体系域、水进体系域或高位域中,由厚层暗色泥岩夹薄层棕黄色粉砂质、生物灰岩等组成,为中-差连续中-弱振幅平行-亚平行席状地震相。自然伽马曲线为低幅齿状,也可见向上变细的正粒序或向上变粗的反粒序。

研究发现,不同三级层序内沉积体系的沉积相构成明显不同,其富砂程度有较大差异。

(1) 珠江组 SQzj1 层序以滨海辫状河三角洲砂体广泛分布为特征,低位体系域以发育辫状河三角洲前缘水道为主,高位体系域以发育厚层三角洲前缘近端河口坝为主,砂分散体系主体呈北西-南东向展布,物源供给方向为北西向(图 6(a))。可划分出三角洲平原、近端前缘、远端前缘-前三角洲及浅海陆棚沉积组合。可以看出,研究区中北部相对富砂,其辫状河三角洲规模较大,沉积粒度粗,而中南部相对较细。

(2) 珠江组 SQzj2 层序内砂体主要分布于低位域,即 T50 反射界面以下的低位体系域。水进和低位域主要为浅海陆棚、前三角洲泥质沉积,高位域局部发育有远端砂坝或陆棚

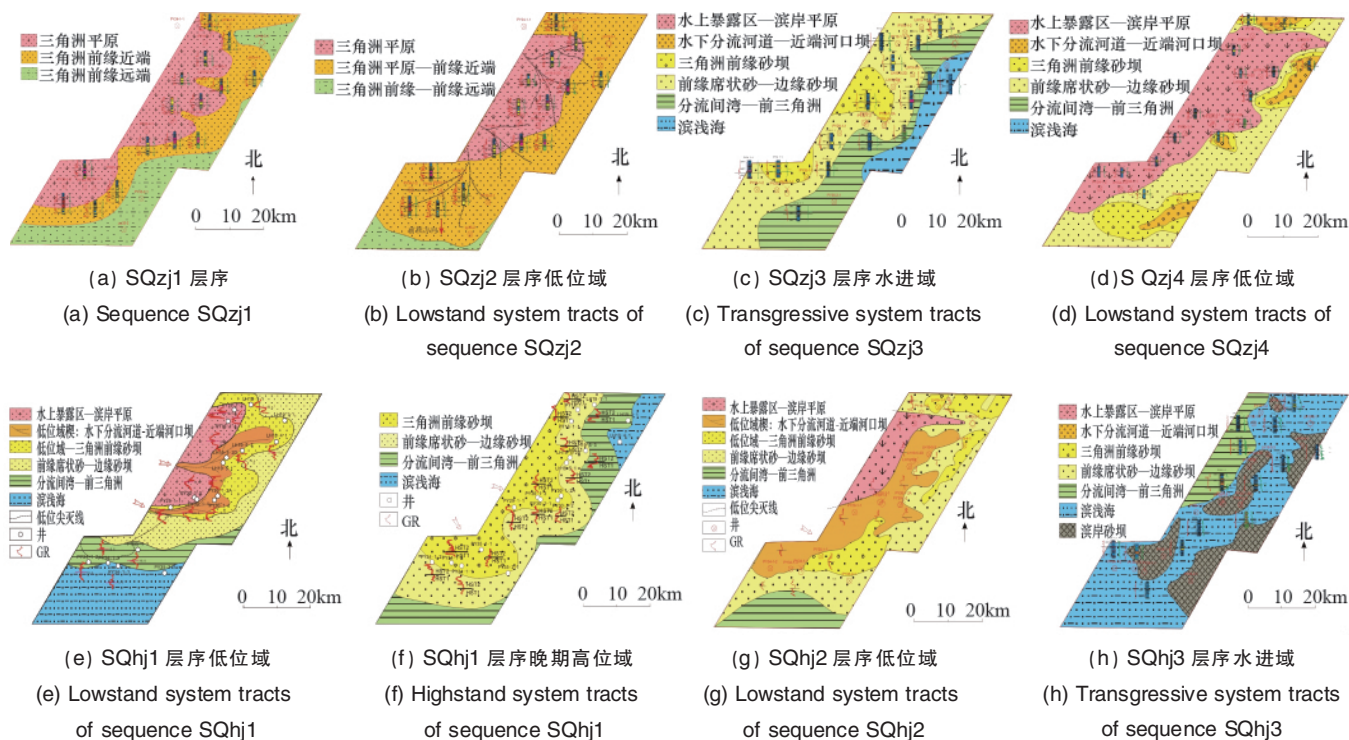


图 6 番禺低隆起区各时期沉积相图

Fig. 6 Sedimentary facies maps of different sequences of Panyu low uplift

席状砂坝,由粉砂、少量细砂岩组成(图 6(b))。低位域以相对粗的河流或辫状河三角洲沉积为主,粒度粗,含泥质少,地震属性变化相对复杂。低位域以发育三角洲前缘水下水道为主,砂分散体系主体呈北东向展布,物源供给方向为西部。

(3) 珠江组 SQzj3 层序低水位域在本区基本不发育,层序主要由水进和高水位域组成(图 6(c))。水进体系域主要由前三角洲和浅海泥质沉积、三角洲前缘远端砂坝、滨浅海及滨岸砂坝、间湾充填等沉积相组成。研究区西部、西北部以三角洲前缘远端及间湾沉积为主;东南部以前三角洲和浅海沉积为主。沉积物分散体系总体由西北向东南方向,并存在西南和西北 2 个供给方向。高位域的沉积相展布与水进域大体相似,但三角洲体系向东南方向推进。

(4) 珠江组 SQzj4 层序由低位域、水进域和高位域组成。其中低水位域及早期水进域在研究区的东南和东北部发育,位于番禺低隆起向白云凹陷过渡的下斜坡带,并呈北东向展布;低位域主要为下切水道或水下水道、三角洲前缘河口坝沉积,砂分散体系主体呈北东向(图 6(d))。水进域砂体主要分布在研究区东部,以三角洲前缘水下分流河道及河口坝、近端砂坝为主。高位域早期在研究区西南部发育,主要为三角洲前缘砂坝-席状砂沉积;晚期在中部及西北部发育三角洲前缘河口坝及前缘砂坝沉积,并且规模较大。

(5) 韩江组 SQhj1 层序由低位域、水进域和高位域组成。低位-早期水进域砂分散体系主要分布于研究区北部(图 6(e)),沉积相主要为水下分流河道-近端河口坝,其物源来自西北方向;中部为广阔的席状砂-前三角洲泥质沉积;南部进入白云凹陷的部分逐渐过渡为泥质沉积,以陆架泥-砂质浅滩沉积为主。北部低位尖灭线以上为水上暴露区,属滨岸平原环境;南部进入白云凹陷的部分逐渐过渡为滨浅海环境。高位域发育两期三角洲沉积,属下降体系域。早期的三角洲朵体位于西北部,也发育明显的前积结构,由西北向东或东南方向进积;晚期的三角洲朵体主要分布于西南部,前积结构表明三角洲体系由西北向东南进积,主要以三角洲前缘沉积为主(图 6(f))。

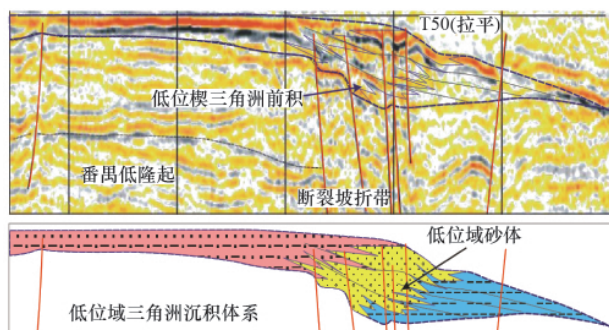
(6) 韩江组 SQhj2 层序也可划分出高位、水进及低位域

等体系域。低位域发育于研究区的东南及东北侧,砂分散体系主体呈北东向展布,整体形态沿岸线呈弧形条带状分布,向西上超尖灭,由下切谷或河道充填、分流河道、近端河口坝沉积等组成(图 6(g)),物源方向为北西向,西北侧为低位期暴露区。低位域的下切谷冲刷削蚀明显,分布广泛,形成于海平面相对明显下降期。层序内高位域砂体分布范围较小,主要为前三角洲至滨浅海陆架环境,以前三角洲泥、陆架泥和浅海砂质浅滩沉积为主,其中前三角洲只分布在研究区西北部,砂质浅滩呈条带状沿岸线分布,砂体以泥质粉砂-粉砂为主,厚度不大。

(7) 韩江组 SQhj3 层序低水位域在本区基本不发育,层序主要由水进和高水位域组成(图 6(h))。水进体系域主要由前三角洲和浅海泥质沉积、滨浅海及滨岸砂坝、间湾充填等沉积相组成。东南部以滨浅海及滨岸砂坝沉积为主;西北部以前三角洲、浅海泥质沉积和间湾充填等沉积为主;高位域陆棚砂体呈北东向展布于研究区西部,砂体厚度小,物性差。

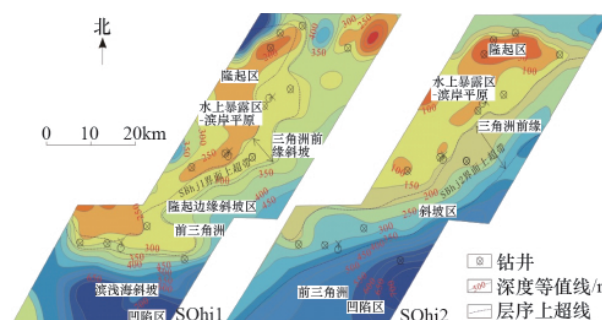
研究发现,控制番禺低隆起区沉积层序发育的因素主要有海平面变化和同沉积断裂带的发育这 2 个。海平面相对变化是形成成因层序的根本原因,而且海水进退决定着沉积层序的基本特征及发育。相对海平面下降时期主要发育进积式准层序组,反映了沉积物向盆地内部推进充填的过程;相对海平面上升期形成的海进域主要发育退积式准层序组,反映了水体逐渐加深、沉积物向陆地退覆的过程;在相对海平面由缓慢上升到缓慢下降期的高位域,主要发育加积-进积式准层序组,反映了沉积物由进退平衡的垂向堆积逐渐转向向盆地的推进过程。研究表明,SQzj1、SQzj2、SQhj1、SQhj2 层序界面形成于海平面相对下降时期,界面之上主要发育低位体系域沉积;SQzj3、SQzj4、SBhj3 层序界面形成于海平面相对上升时期,主要发育陆架边缘体系域、水进体系域和高位体系域沉积(图 2)。

研究区东南部发育有不同构造背景下长期活动的坡折带或斜坡带,对不同期发育的层序结构和体系域具有重要的制约作用,控制着砂体的空间展布、上超尖灭带的范围、砂体厚度等(图 7)。研究区在早期盆地断陷阶段为缓坡边缘的构



(a) 断裂坡折带控砂模式

(a) Sandbodies controlled model map of faulted slope-break



(b) SQhj1 及 SQhj2 层序古地貌

(b) Geomorphologic maps of SQhj1 and SQhj2 Sequence

图 7 番禺低隆起区断裂坡折和古隆起对沉积层序的控制作用

Fig. 7 Effects of faulted slope-break and ancient uplift of Panyu low uplift on the control of sedimentary sequence

造坡折带,断拗过渡期(珠海组沉积后期)为缓坡的边缘斜坡,受断裂活动和古隆起斜坡的控制,层序界面广泛出现层序上超,以水进到高位体系域为主,东南侧发育有低水位域;至盆地拗陷期,反向调节断裂带控制沉积坡折,坡折带的西北部为东南倾的古隆起斜坡,上超尖灭线受控于坡折带和古隆起斜坡,低位域沉积主要分布于坡折带的东南部,在地震剖面上可观察到各层序界面上向北西方向的地层上超或剥蚀不整合接触,平面上沿坡折带斜坡呈北东向展布。

#### 4 层序地层格架内储盖组合模式

番禺低隆起区新近系主要储集砂体一般沿层序界面发育分布,包括低位域三角洲口坝、水下分流河道、下切谷水道或分流河道砂体,或层序界面下伏的高位域、下降体系域的三角洲前缘砂坝、分流河道砂体等。研究表明,该区主要存在以下几类储盖组合模式(图8)。

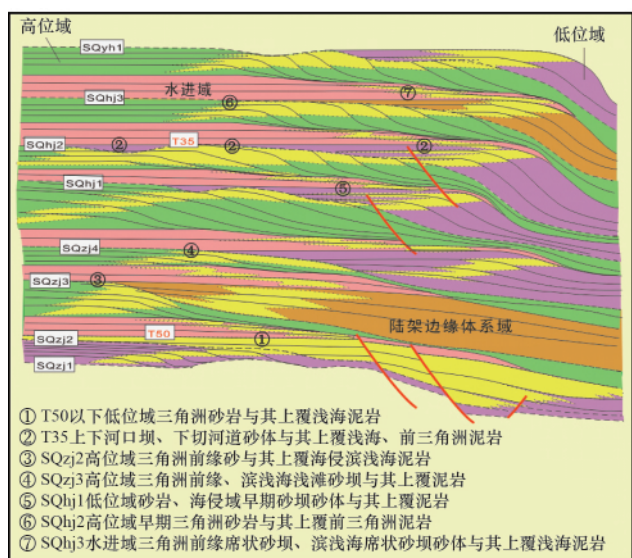


图8 番禺低隆起区储盖组合在层序格架中的分布

Fig. 8 Distributions of reservoir-seal assemblages in the sequence framework of Panyu low uplift

(1) T50界面下的低位域三角洲砂岩与其上覆浅海泥岩。珠海组 SQzh、珠江组 SQzj1 和 SQzj2 层序低位域(T50以下)砂岩储层与T50界面以上的巨厚海相泥岩组合成区内最重要的一套储盖组合。T50界面是SQzj2层序的初始水进面,其上为水进和高位域巨厚的浅海相泥岩,区域上发育十分稳定。珠江组早期和珠海组处于断陷晚期或断拗过渡期,构造沉降缓慢,广泛发育辫状河和河流三角洲体系,形成广泛分布的良好,以河口坝、水下分流河道等为主的砂岩储层。此后珠江口盆地整体沉降,海水快速入侵,淹没了整个斜坡,进入浅海陆架沉积环境,陆棚浅海泥质沉积上超覆盖,从而构成了较为理想的储盖组合。

(2) 韩江组 SQhj2 层序界面上、下的河口坝和下切河道

砂体等与其上覆的浅海、前三角洲泥岩。SQhj2 层序的底界面为T35反射界面,界面下的三角洲前缘砂体、界面上的下切河道砂体、早期海侵滨岸砂坝砂体等与其上覆的浅海、前三角洲泥岩组成区内另一重要的储盖组合。这期三角洲广泛发育,下切水道充填砂岩厚度大,形成良好的储层。低水位楔的三角洲砂体或滨岸砂坝具备形成地层圈闭的条件,总体由东向西上倾尖灭。

(3) 珠江组 SQzj4 层序、韩江组 SQhj1 层序低位域-早期水进域砂岩及高位域砂岩与其上覆海相泥岩。这2个层序的低水位域和层序界面下伏的高位域可发育较好的三角洲前缘或远端坝砂岩储层,水进域早期可能发育有滨岸砂坝,它们与上覆海进泥岩可形成较好的储盖组合。

(4) 珠江组 SQzj2 层序、SQzj3 层序的高位域三角洲前缘砂与其上覆的海侵滨浅海泥岩。这套储盖组合的砂岩储层没有充分发育,以细粒的远端河口坝砂、陆棚席状粗粉砂岩为主。

(5) 韩江组 SQhj2 高位域、SQhj3 水进域三角洲前缘席状砂坝、滨浅海席状砂坝体与其上覆滨浅海泥岩。这套储盖组合的储层物性较差,以细粒的三角洲前缘远端坝砂、陆棚席状粗粉砂岩为主。

由上述分析可以看出,番禺低隆起区主要存在2类有利的储盖组合类型:珠江组 SQzj2 层序 T50 界面以下的低位域三角洲砂岩与其上覆(T50 界面以上)的浅海泥岩,以及韩江组 SQhj2 层序 T35 界面上、下的河口坝和下切河道砂体等与其上覆的浅海、前三角洲泥岩。储层物性好、厚度大、分布广,盖层以海相泥岩和前三角洲泥岩为主,厚度大、封盖条件好。它们的形成与盆地缓慢沉降,局部抬升后快速沉降,区域性海侵的背景有关。而其他几类储盖组合类型,无论从砂岩储层物性、分布以及盖层质量来讲,都相对要差一些,难以作为今后该区油气勘探的目标区带。

#### 5 结论

(1) 通过对番禺低隆起区高分辨率三维地震资料、测井曲线特征、底栖和浮游有孔虫丰度值变化及已钻井岩心资料的综合研究,总结出三级层序界面的识别标志,从而准确划分层序界面,建立了等时层序地层格架。研究表明,研究区可划分为3个二级层序、8个三级层序组;珠海组至万山组可划分出16个三级层序。

(2) 番禺低隆起区的主要沉积相有辫状河三角洲平原、三角洲前缘河口坝、三角洲前缘席状砂、滨岸砂坝、下切谷河道充填、前三角洲-远岸泥质沉积、滨浅海泥质沉积等。由于受到海平面变化影响和古地貌、断裂活动等因素的控制,不同三级层序内沉积体系域的沉积相构成和分布明显不同,富砂程度有较大的差异。

(3) 番禺低隆起区主要存在5类储盖组合类型,其中以珠江组 T50 界面下的低位域三角洲砂岩与其上覆浅海泥岩

和韩江组 SQ<sub>h</sub>2 层序界面上、下的河口坝与下切河道砂体等与其上覆的浅海、前三角洲泥岩为该区最有利的 2 种储盖组合类型,应作为今后该地区油气勘探的重点区带。

#### 参考文献 (References)

- [1] 朱伟林, 张功成, 杨少坤, 等. 南海北部大陆边缘盆地天然气地质[M]. 北京: 石油工业出版社, 2007: 71-82.  
Zhu Weilin, Zhang Gongcheng, Yang Shaokun, *et al.* Natural gas geology of northern continental margin basin of South China Sea [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2007: 71-82.
- [2] 林畅松, 张燕梅, 刘景彦, 等. 高精度层序地层学和储层预测 [J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 111-117.  
Lin Changsong, Zhang Yanmei, Liu Jingyan, *et al.* Earth Science Frontiers, 2000, 7(3): 111-117.
- [3] 林畅松, 刘景彦, 刘丽军, 等. 高频层序地层分析: 建立沉积相和储层规模的等时地层格架[J]. 现代地质, 2002, 16(3): 276-281.  
Lin Changsong, Liu Jingyan, Liu Lijun, *et al.* Geoscience, 2002, 16(3): 276-281.
- [4] 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: 1-20.

Chen Changmin, Shi Hesheng, Xu Shice, *et al.* The oil and gas reservoir formation conditions in the Pearl River Mouth Basin (eastern) of tertiary [M]. Beijing: Science Press, 2003: 1-20.

- [5] 林畅松, 潘元林, 肖建新, 等. “构造坡折带”——断陷盆地层序分析和油气预测的重要的概念[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2000, 25(3): 260-266.  
Lin Changsong, Pan Yuanlin, Xiao Jianxin, *et al.* Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2000, 25(3): 260-266.
- [6] 庞雄, 陈长民, 施和生, 等. 相对海平面变化与南海珠江深水扇系统的响应[J]. 地学前缘, 2005, 12(3): 167-177.  
Pang Xiong, Chen Changmin, Shi Hesheng, *et al.* Earth Science Frontiers, 2005, 12(3): 167-177.
- [7] 庞雄, 彭大钧, 朱明, 等. 南海珠江深水扇系统的层序地层学研究[J]. 地学前缘, 2007, 14(1): 220-229.  
Pang Xiong, Peng Dajun, Zhu Ming, *et al.* Earth Science Frontiers, 2007, 14(1): 220-229.
- [8] 庞雄, 陈长民, 彭大钧, 等. 南海珠江深水扇系统及油气 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 144-150.  
Pang Xiong, Chen Changmin, Peng Dajun, *et al.* The Pearl River deep-water fan system & petroleum in South China Sea [M]. Beijing: Science Press, 2007: 144-150.
- (责任编辑 孙秀云, 马骁骁)

·学术动态·



## “第九届国际锌和锌合金镀层钢板大会” 和“第二届亚太涂镀层大会”联合会议征文

中国金属学会拟于 2013 年 9 月 23—27 日在北京市举办“第九届国际锌和锌合金镀层钢板大会”和“第二届亚太涂镀层大会”联合会议。

征稿范围:(1) 新的镀层生产线与技术;(2) 镀锌工艺技术;(3) 用于环境保护的涂镀层技术;(4) 镀层钢板在汽车工业中的应用;(5) 镀层钢板在建筑行业中的应用;(6) 镀层钢板在家电工业中的应用;(7) 连接和成型;(8) 电镀、热镀、合金化镀层钢板和先进钢铁材料;(9) 转化涂层与预涂层钢板;(10) 腐蚀机理监测与寿命预测;(11) 表面和组织结构分析;(12) 设计师、建筑师和其他特殊用的镀锌产品。

摘要截稿日期:2013 年 2 月 15 日。

全文截稿日期:2013 年 5 月 1 日。

联系电话:010-65211206。

电子信箱:galvatech2013@csm.org.cn。

通信地址:北京东四西大街 46 号中国金属学会国际部(100711)。

会议网站:[http://www.csm.org.cn/news/show\\_news.aspx?newsId=6041](http://www.csm.org.cn/news/show_news.aspx?newsId=6041)。