

文章编号: 1000-0550(2012)02-0291-10

# 珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩层序地层及储层分布<sup>①</sup>

黄海平<sup>1,2</sup> 傅恒<sup>1,2</sup> 周小康<sup>3</sup> 朱焕<sup>3</sup>

(1. 成都理工大学能源学院 成都 610059; 2. 成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室 成都 610059;

3. 中国海洋石油总公司深圳分公司 广州 510240)

**摘要** 以层序地层学理论为指导,运用岩芯观察及薄片鉴定、测井、录井、地震及其古生物等资料对珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩进行层序地层研究,共识别出5个三级层序界面和4个三级层序,各三级层序界面均是Vail的II类层序界面的具体表现,建立了珠江组碳酸盐岩的层序地层格架。在层序地层研究的基础上,对碳酸盐岩储层的时空分布进行了系统研究,储层主要发育在三级层序高位体系域。结果表明:有利储集相带分布于流花地区SQ3-HST台地边缘礁及生屑滩,较有利储集相带分布于惠州地区SQ1-HST、SQ2-HST台地边缘礁、生屑滩或台内点礁、生屑滩,以及陆丰地区SQ1-HST台内点礁、生屑滩。

**关键词** 珠江口盆地 珠江组 碳酸盐岩 层序地层 储层

**第一作者简介** 黄海平 女 1983年出生 博士研究生 油气田开发地质 E-mail: huanghaiping10@163.com

**中图分类号** TE121.3 **文献标识码** A

珠江口盆地(东部)早在上世纪80年代就发现迄今为止海上最大的生物礁油田,石油地质储量达 $2 \times 10^8$  t,并相继发现多个生物礁油藏<sup>[1~2]</sup>,生物礁是南海东北部含油气盆地中油气成藏规模仅次于砂岩的储层类型。根据钻井资料及地震资料分析,早中新世珠江组发育了五期碳酸盐岩<sup>[3,4]</sup>,多期发育的特点使碳酸盐岩储层非均质性很强,储层物性横向变化非常大。目前对碳酸盐岩的成因及分布规律、类型、成藏控制因素等缺乏较详细的认识,极大的限制了碳酸盐岩油藏的勘探。

珠江口盆地(东部)层序地层学研究始于20世纪80年代末期,经过20余年的勘探与开发实践,层序地层学已经取得了广泛的应用及发展,不同学者对珠江口盆地(东部)珠江组三级层序划分不尽一致。秦国权<sup>[5~6]</sup>、徐国强等<sup>[7]</sup>将珠江口盆地(东部)21.0~16.0 Ma地层(大致相当于珠江组)划分为2.5个三级层序;王春修<sup>[8]</sup>、黄虑生<sup>[9]</sup>、谢利华等<sup>[10]</sup>将珠江口盆地(东部)珠江组地层划分为3.5个三级层序;施和生等(2001)<sup>[11]</sup>将珠江口盆地(东部)21.0~16.5 Ma地层(大致相当于珠江组)划分为2个三级层序、5个体系域和16个准层序组;黄诚等<sup>[12]</sup>将珠江口盆地(东部)珠江组地层划分为4个三级层序、5个三级层序界面。

在前人研究的基础上,本文运用岩芯观察及薄片鉴定、测井/录井、2D/3D地震及其古生物等资料,对珠江口盆地(东部)碳酸盐岩进行层序地层研究,详细分析各层序界面特征;建立珠江组碳酸盐岩的层序地层格架及其与储层的关系,搞清楚储层纵横向展布规律,对珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩储层平面分布进行预测,为下一步油气勘探提供新的科学依据。

## 1 区域地质背景

研究区所在的东沙隆起位于南海北部大陆架南缘。构造位置为中央隆起带东段,呈北东向展布。西接番禺低隆起,北邻珠一坳陷,东南邻南部隆起带—潮汕坳陷,西南与珠二坳陷白云凹陷相连,是一个被南北坳陷夹持,由北东向南西倾没的大型鼻状隆起(图1)。

珠江口盆地具有独特的盆地结构和构造格局,其形成和演化主要受印度板块与欧亚板块的碰撞和太平洋板块对欧亚板块NW向俯冲的共同影响<sup>[13]</sup>。经历了晚白垩世—早渐新世断(裂)陷阶段、晚渐新世—中中新世坳陷阶段和晚中新世至今块断升降阶段等演化过程,具有“下断上坳”的双层结构<sup>[14]</sup>,为生物礁的形成和大规模发育创造了良好的地貌和海平面升降条件。

<sup>①</sup>国家科技重大专项(编号:2008ZX05025)资助。  
收稿日期:2011-01-11; 收修改稿日期:2011-07-14

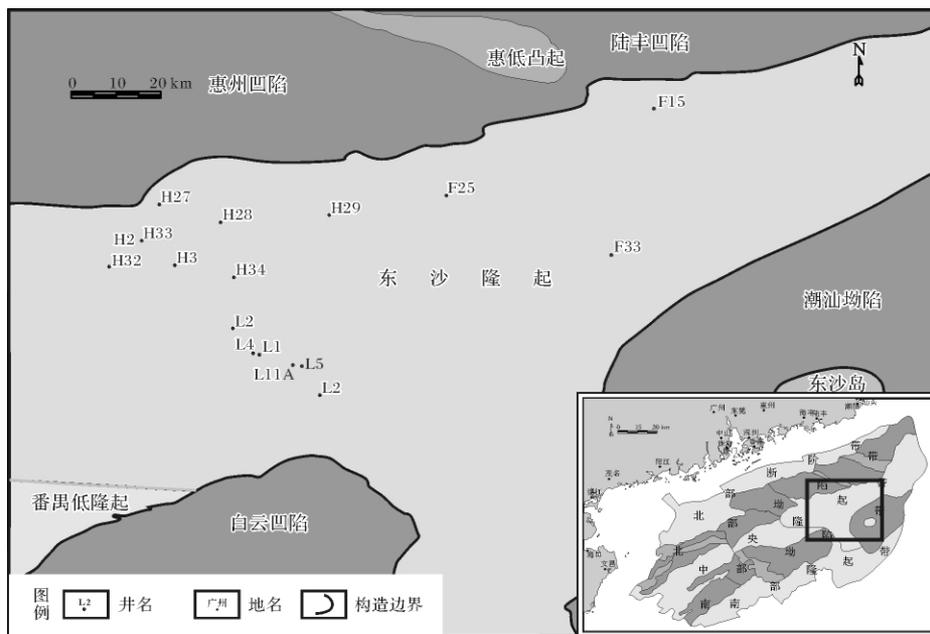


图1 研究区构造位置图

Fig. 1 Structure location of the study area

## 2 层序界面识别及特征

层序界面反映海平面升降速率与构造沉降的耦合关系,还反映这种关系形成的物质响应及两者的差别,以及形成这种差别的盆地性质及动力学机制。本文在前人研究成果的基础之上,根据岩芯观察及薄片鉴定、测井/录井、2D/3D地震及其古生物等资料,在珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐台地识别出5个三级层序界面,均属于Vail的II类层序界面(图2、图3)。

SB1为浮游有孔虫P22\N4和钙质超微化石NP25\NN1界面,渐新统珠海组\中新统珠江组分界面,白云运动构造不整合面,界面附近存在1.5 Ma沉积间断<sup>[15]</sup>。流花、惠州及陆丰地区均为砂岩、泥岩下粗上细的岩性突变面,界面下部以砂岩为主,界面上部则以泥岩、砂泥互层为主,界面上下的沉积序列变化反映了海侵特征。在全区,界面上下GR曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变。在大部分地区,地震相主要表现为中—强振幅,中—高连续,流花地区由于上覆厚层灰岩对能量的强屏蔽作用表现为低连续、低振幅,以界面之上的上超和下超(图4),界面之下的削截和顶超为主要特征。

SB2为钙质超微化石N4\N5界面。流花地区该界面位于灰岩内部,生物组合见浅水底栖大有孔虫与

深水浮游有孔虫突变,界面附近存在硬石膏化和白云石化,界面之上GR曲线值较高,电阻率曲线为微齿状,界面之下GR曲线值较低,电阻率曲线为巨齿状,地震相表现为中连续、中—低振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。惠州地区多为灰岩顶面,上覆砂泥岩,为明显的岩性岩相突变面,见示底构造、淡水中晶方解石充填裂缝和溶缝等暴露标志(图5),界面上下GR曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相表现为高连续、强振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。陆丰地区多为灰岩顶面,上覆砂泥岩,存在明显的岩性岩相突变,见大量渗流粘土、褐铁矿化等暴露标志(图5),界面上下GR曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相表现为双相位强振幅、高连续,向南逐渐变为单相位、高连续,中—强振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。

SB3为浮游有孔虫N5\N6和钙质超微化石NN2\NN3界面。流花地区该界面位于灰岩内部,但岩性组合有较大变化,界面下部主要为生屑灰岩和礁灰岩,界面上部则以泥微晶灰岩为主,界面上下GR曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相表现为中—低连续、中—弱振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。惠

州地区多为砂岩、泥岩岩性突变面,界面下部以砂岩、砂泥岩互层为主,界面上部则以泥岩为主,在 HZ28 和 HZ34 为灰岩与砂泥岩的岩性岩相突变面,界面上下 GR 曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相表现为高连续、中—强振幅,以界面之上的上超和下超(图 4),界面之下的削截和顶超为主要

特征。陆丰地区多为砂岩、泥岩岩性突变面,界面下以细砂岩、粉砂岩和泥岩互层为主,界面上以泥岩为主,界面上下 GR 曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相表现为中—高连续、中—低振幅但以低振幅为主,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。

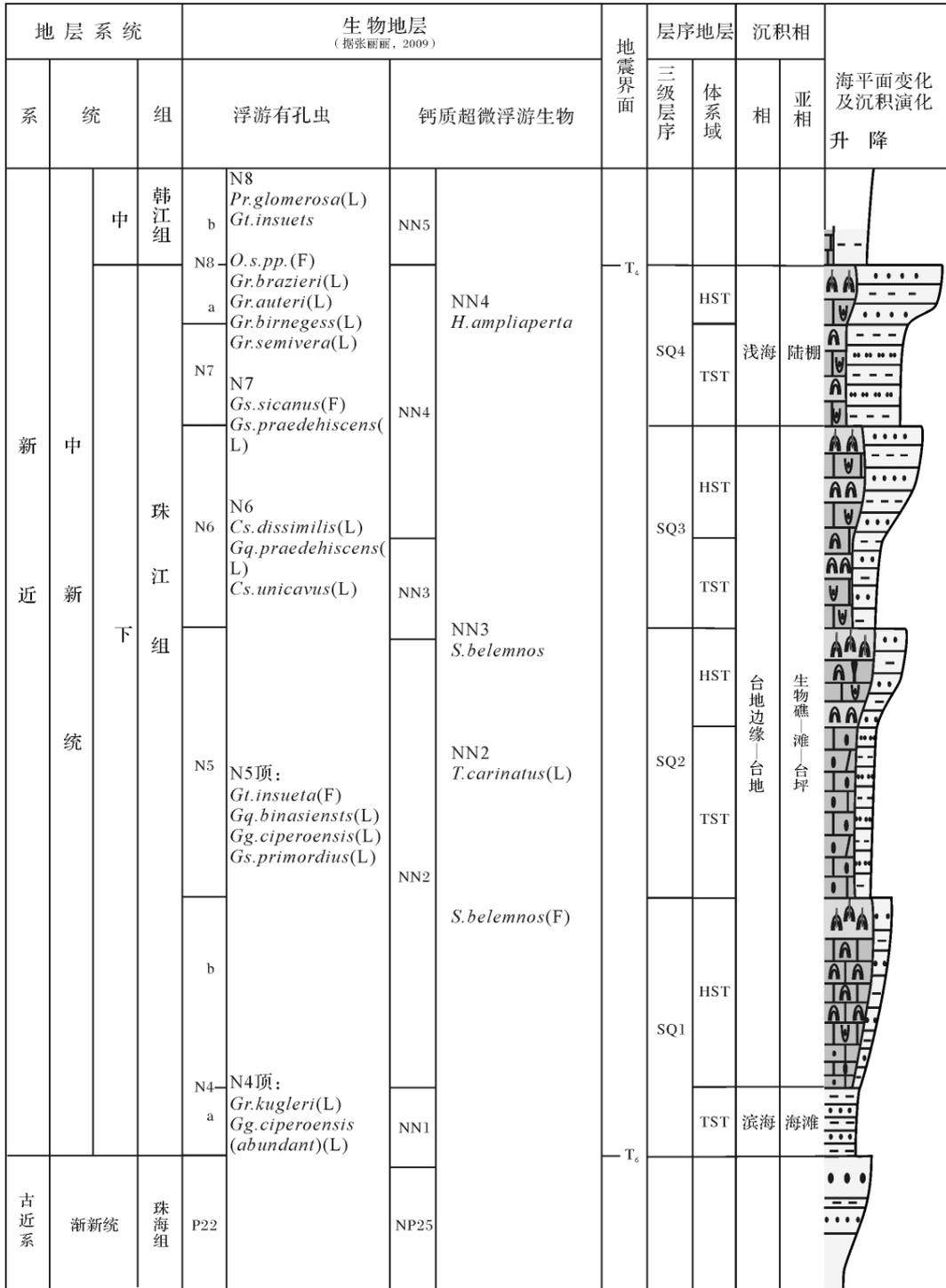


图 2 珠江口盆地(东部) 珠江组三级层序划分

Fig. 2 Sequences of Zhujiang Formation in the eastern Pearl River Mouth Basin

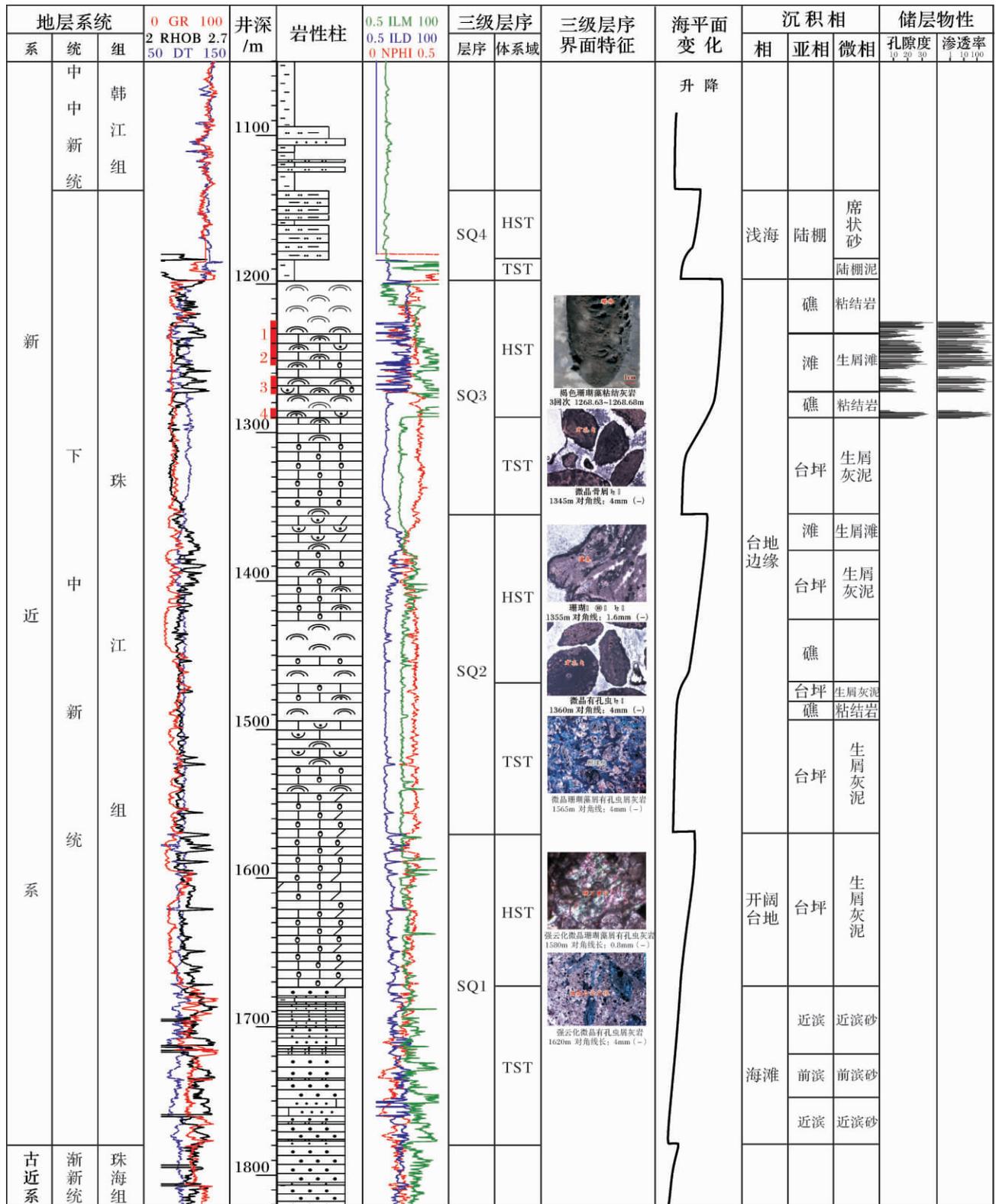


图3 珠江口盆地(东部) LH11A 井珠江组层序地层综合柱状图

Fig. 3 Column of sequence stratigraphy of Zhujiang Formation from Well LH11A in the eastern Pearl River Mouth Basin

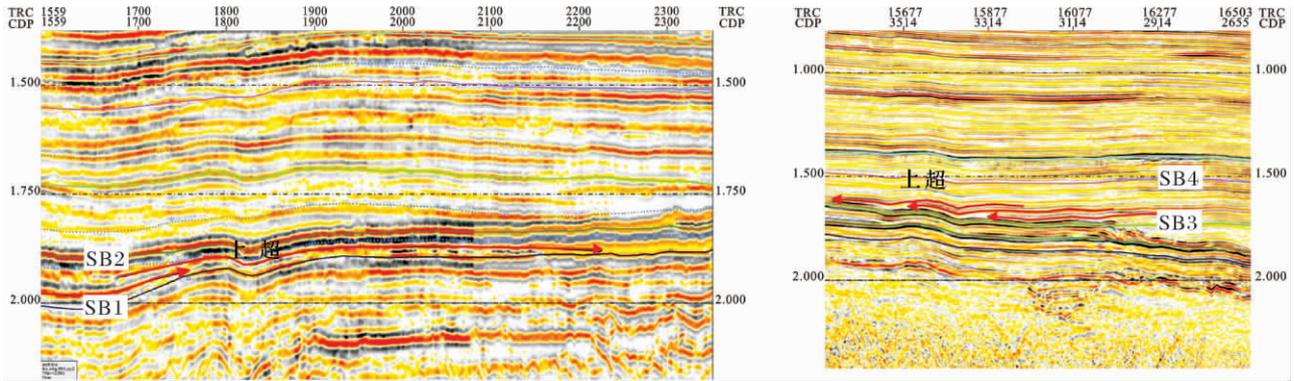


图 4 珠江口盆地( 东部) 珠江组层序界面地震相特征

Fig. 4 The characteristic of seismic facies of sequence boundary of Zhujiang Formation in the eastern Pearl River Mouth Basin

SB4 为浮游有孔虫 N6 \N7 界面。其暴露层序不整合面在流花地区表现最充分,多为灰岩的顶面,上覆陆棚泥岩,为岩性岩相突变面,界面下部灰岩见大量渗流粘土(粉砂)、强褐铁矿染、示底构造、溶蚀孔缝发育等暴露标志(图 4)。惠州地区多为砂岩、泥岩岩性岩相突变面,界面下部以三角洲砂岩、砂泥互层为主,界面上部则以陆棚泥岩为主。陆丰地区也为砂

岩、泥岩岩性岩相突变面,界面下则以三角洲砂岩和泥岩互层为主,界面上部以陆棚泥岩为主。在全区,界面上下 GR 曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相主要以中—高连续、中—弱振幅为主,仅在流花及陆丰高部位表现为中—高连续、中—强振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。

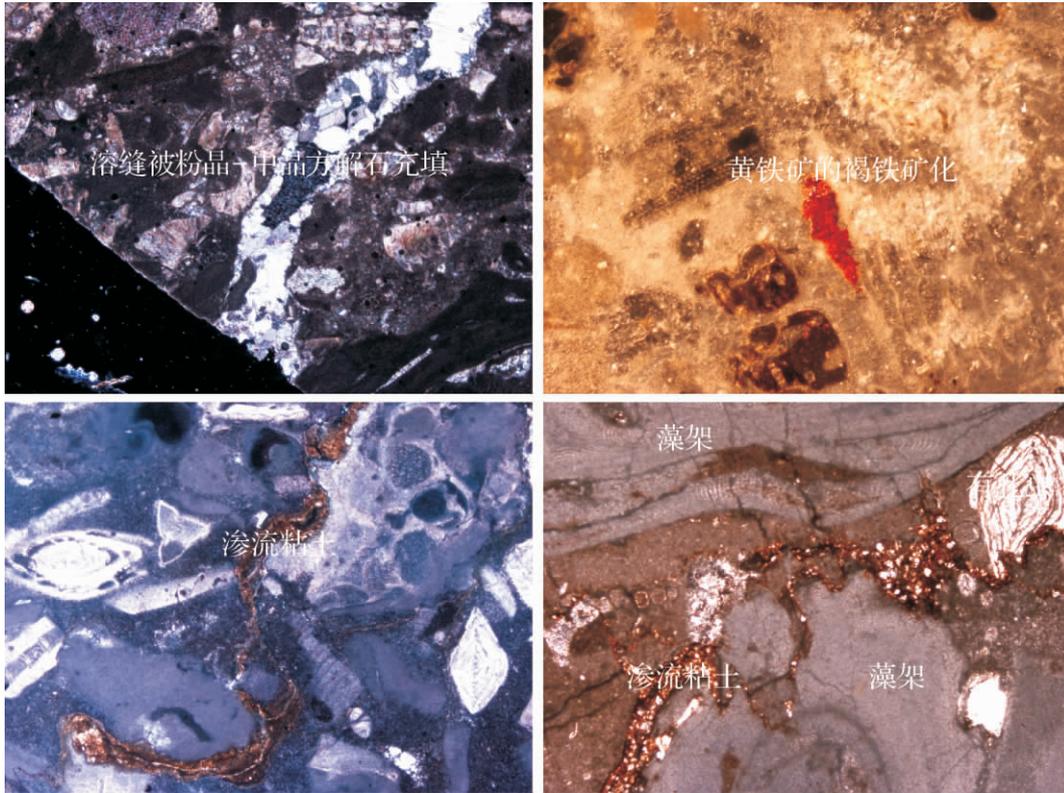


图 5 珠江口盆地( 东部) 珠江组层序界面岩石学特征

A. H2(SB2) 2085.93 m,弱云化微晶有孔虫珊瑚藻灰岩 对角线:4mm( -); B. F15(SB2) 1833.32 m,微晶珊瑚藻屑有孔虫灰岩 对角线:1.6mm( 反光); C. L2(SB4) 1268.73 m,微晶骨屑灰岩 对角线:4mm( -); D. L4(SB5) 1247.47 m,珊瑚藻灰岩 对角线:4mm( -)

Fig. 5 The characteristic of petrography of sequence boundary of Zhujiang Formation in the eastern Pearl River Mouth Basin

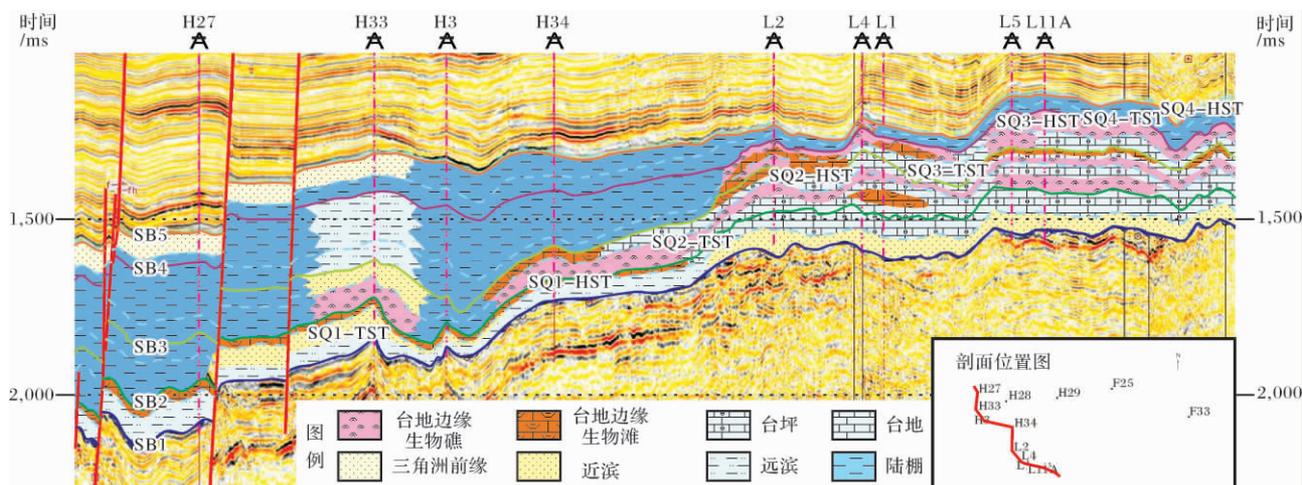


图6 珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩层序地层格架

Fig. 6 Sequence stratigraphic framework of the Zhujiang Formation in the eastern of the Pearl River Mouth Basin

SB5 为浮游有孔虫 N8a\N8b 和钙质超微化石 NN4\NN5 界面,相当于珠江组顶界。在 L4 和 LF33, 该界面为灰岩顶面,上覆陆棚泥岩,为岩性岩相突变面,界面下部灰岩段见大量渗流粘土(粉砂)等暴露标志(图5)。在全区,界面上下 GR 曲线高值与低值突变,电阻率曲线低值与高值突变,地震相主要表现为中—高连续、中—弱振幅,西北面受三角洲影响表现为中—高连续、中—强振幅,以界面之上的上超和下超,界面之下的削截和顶超为主要特征。

### 3 层序地层格架特征与储层

在单井层序地层精细划分的基础上,结合研究区构造走向和物源区等因素综合分析,选取多条连井剖面进行井震对比,分析层序在空间上的分布状况,建立合理的层序地层格架(图6),并分析储层与层序的发育关系。

第1层序格架由层序1组成,海侵体系域继承了下伏珠海组的滨岸砂质沉积,但滨岸砂质沉积的粒度明显较珠海组细并夹更多泥质,显示了海侵的沉积特征,向东南方向逐渐超覆于东沙隆起剥蚀区之上,物源主要来自东南部东沙隆起剥蚀区,砂岩粒度由东南向外逐渐递减,滨岸相呈带状向外辐射。流花地区主要位于近—前滨相带,岩性以中—细砂岩夹薄层泥岩为主。惠州地区主要分布在远滨—陆棚相带,岩性以细粉砂岩和泥岩互层为主。陆丰地区包括近—前滨和陆棚两个相带,随着海侵加剧,沉积物由下向上由粗变细,分选也由差变好,泥质含量均逐渐增加。

海平面上升到最大位置后,海侵体系域滨岸砂泥

质沉积开始转变为高位体系域浅海碳酸盐台地沉积。流花地区位于台地内部台坪相带,岩性以微晶有孔虫灰岩为主,但局部高部位仍为粒度较粗的砂岩。惠州地区主要位于台地边缘及斜坡相带,以生物礁、滩沉积为主,岩性主要为珊瑚藻粘结亮(微)晶珊瑚藻屑骨屑灰岩、亮(微)晶珊瑚藻屑骨屑灰岩、亮(微)晶有孔虫珊瑚藻屑灰岩,分布比较广,但厚度小,储集性能比较好。陆丰地区主要位于台地内部,岩性为亮晶珊瑚藻屑有孔虫灰岩或苔藓虫灰岩,规模小,厚度小,但储集性能较好,局部混积陆源碎屑。晚期海平面下降,高位体系域碳酸盐台地大面积暴露,进一步优化了储层物性,流花、惠州及陆丰地区普遍见暴露标志。

第2层序格架由层序2组成,受新一轮海侵影响,海平面迅速上升,东南部东沙隆起剥蚀区向南大幅度缩小,但西部惠州地区、北部陆丰地区碳酸盐台地多被海侵淹没,接受了陆棚泥质沉积。流花地区为台坪和台缘礁滩相,主要发育台坪微晶珊瑚藻屑有孔虫灰岩、骨屑微晶灰岩、微晶有孔虫灰岩及礁滩珊瑚藻粘结灰岩、生屑灰岩等。惠州地区为浅海陆棚泥岩夹粉砂岩沉积,局部地区因古地势较高,由 SQ1-HST 台内台坪相带转变为 SQ2-TST 台缘礁滩相带,发育珊瑚藻粘结灰岩、亮(微)晶珊瑚藻屑有孔虫灰岩、亮(微)晶珊瑚藻屑骨屑灰岩。陆丰地区以陆棚泥岩和粉砂岩为主。流花地区与惠州地区局部高部位虽发育礁滩沉积,但整体处于一个水体相对较深、能量较低、生长速率较慢的沉积环境,缺乏普遍暴露接受大气淡水改造的条件,灰岩次生溶蚀孔隙多不发育,储集性能不佳。

随着海平面下降,流花地区高位体系域主要为台缘礁滩相,岩性以珊瑚藻粘结岩为主,储层储集性能比较好。珠江三角洲沉积体系逐渐推进到 H28 以西地区,岩性以粉砂岩为主夹少量泥岩和粉砂质泥岩。H28 以东地区为台缘生物滩,岩性主要为亮(微)晶珊瑚藻屑有孔虫灰岩、亮(微)晶珊瑚藻屑骨屑灰岩,是比较好的储层。陆丰及其以北地区为陆棚粉砂岩、泥岩互层。

第3层序格架由层序3组成,SQ3海侵使东沙隆起剥蚀区向南缩小,台地被淹没后范围向东南大面积缩小,仅流花地区和F33生物礁以南仍为碳酸盐台地。流花地区主要为台坪珊瑚藻屑有孔虫灰岩、微晶骨屑灰岩、微晶有孔虫灰岩,因缺乏大气淡水改造,储集性能不佳。惠州、陆丰地区均为陆棚泥岩夹粉砂岩沉积。

随着海平面下降,流花地区高位体系域发育台缘礁滩沉积,岩性主要为珊瑚灰岩、珊瑚藻粘结有孔虫珊瑚藻屑灰岩、珊瑚藻粘结骨屑珊瑚藻屑灰岩、亮(微)晶有孔虫珊瑚藻屑灰岩。在经历了高位后期多次周期性同生暴露及后来的低位表生暴露之后,碳酸盐台地普遍发育各种溶蚀等暴露标志,是灰岩储层最有利发育层段。惠州、陆丰主要为陆棚细一粉砂岩与泥岩互层沉积。但西北部受古珠江三角洲影响,局部发育三角洲前缘砂泥质沉积。

第4层序格架由层序4组成,随着海平面快速上升,珠江口盆地(东部)碳酸盐台地几乎完全被淹没,仅在局部高部位发育孤立的生物礁,流花、惠州及陆丰地区为陆棚泥岩或泥岩夹细一粉砂岩沉积。位于隆起高部位的F33生物礁,受海平面上升影响,生物礁在火山岩基底之上快速生长,岩性以珊瑚藻粘结珊瑚藻屑有孔虫灰岩、珊瑚藻粘结骨屑珊瑚藻屑灰岩、微晶有孔虫珊瑚藻屑灰岩和砂质砂砾屑灰岩为主,见大量玄武岩屑和火山角砾岩屑。

高位体系域发育期,仅L4、F33等局部发育的生物礁继续生长,岩性以珊瑚藻灰岩和微晶有孔虫珊瑚藻屑灰岩为主,规模比较小,但储集性能较好,后期海平面下降生物礁发育大量暴露标志。流花、惠州及陆丰地区为陆棚泥岩夹细一粉砂岩沉积。但惠州H27以西地区受古珠江三角洲推进影响,发育三角洲前缘细砂岩与粉砂质泥岩互层沉积。

## 4 有利储层平面分布

三级层序海平面升降是影响珠江口盆地(东部)

珠江组碳酸盐岩发育的主控因素之一,其灰岩储层发育段亦与高位体系域紧密相关,高位体系域海平面处于停滞—下降状态时,碳酸盐台地整体处于水体相对较浅、能量较高、生长速率较快的沉积环境,礁滩灰岩发育且规模明显增大,且每次海平面波动,暴露于地表的生物礁滩经受大气淡水的淋滤和溶蚀,暴露面以下的渗流带环境由于淡水溶蚀作用形成高孔渗层,大大改善了储层物性,古潜水面以下的潜流环境发生以胶结作用为主的成岩作用,破坏了储层物性,但经过后期深埋溶蚀作用的改造,进一步优化了储层物性条件<sup>[16~18]</sup>,碳酸盐岩储层平面分布具有明显的区域性(图7)。

流花地区珠江组灰岩储层主要分布在SQ3-HST台地边缘堡礁及台地边缘生屑滩,储层横向分布广,厚度大,储集性能最好,据该区岩芯分析统计,孔隙度为5.0%~38.8%,平均值达19.7%,渗透率为 $(0.01 \times 10^{-3} \sim 6270.00 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2)$ ,平均值达 $324.27 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。虽然流花地区SQ2-HST及部分海侵体系域也有礁滩相灰岩发育,但SQ3-HST以下的灰岩储层基本全为水层。L4生物礁由于地势高,在SQ4-HST仍有礁滩相灰岩储层发育,其顶部55.0m±为油层,据该井岩芯分析统计,孔隙度为7.7%~27.1%,平均值达14.30%,渗透率为 $(0.02 \sim 3710.00) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均值达 $319.00 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,但流花地区SQ4-HST分布仅局限在L4井区小范围内,其它灰岩储层储集性能不佳。流花地区储层虽以高渗透为主,但非均质性普遍存在,渗透率在纵向上变化范围很大,可相差几万倍,但是从总体上看,渗透率具有随孔隙度增加而升高的趋势。

惠州地区珠江组礁滩相灰岩储层主要分布在SQ1-HST和SQ2-HST。SQ1-HST为台缘堡礁及生屑滩或台内点礁及生屑滩,横向分布广,厚度小,储集性能较好,据测井解释统计,孔隙度为5.0%~22.7%,平均值达12.8%。SQ2-HST在惠州地区东南部,台地边缘堡礁及台内生屑滩分布面积大,厚度较大,储集性能较好,据测井解释统计,孔隙度为5.6%~18.2%,平均值达12.5%。据孔隙度和渗透率关系分析,惠州地区孔渗相关性较差,反映渗透率受裂缝的影响较大,这与惠州地区珠江组灰岩埋深较大、压实压溶作用较强导致裂缝较发育有关。

陆丰地区礁滩相灰岩储层分布在SQ1-HST。SQ1-HST主要为台内点礁及生屑滩,规模小,厚度小,但储集性能较好。据F15井岩芯分析统计,孔隙度为

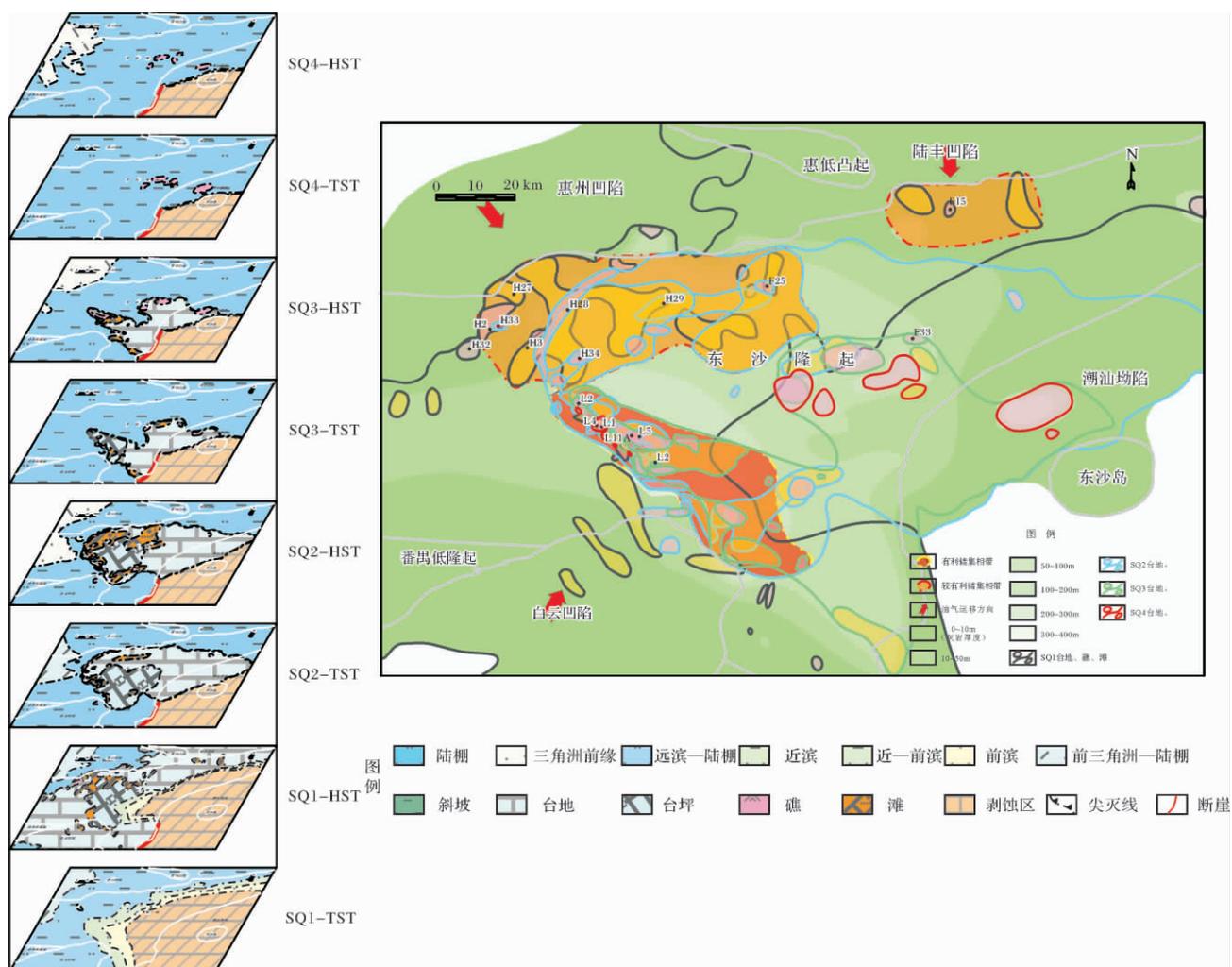


图7 珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩有利储层平面分布图

Fig.7 The favorable reservoir belt ichnography of carbonate of Zhujiang Formation in the eastern Pearl River Mouth Basin

16.2%~28.5%,平均值达21.4%,渗透率为 $(0.70 \times 10^{-3} \sim 401.00 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2)$ ,平均值达 $56.73 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,孔隙度与渗透率的相关性较好。

综上所述,明显可见珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩有利储集相带为流花地区SQ3-HST台地边缘堡礁及生屑滩,较有利储集相带为惠州地区SQ1-HST、SQ2-HST台地边缘堡礁、生屑滩或台内点礁、生屑滩,以及陆丰地区SQ1-HST台内点礁、生屑滩。

## 5 结论

(1) 在珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐台地,识别出5个层序界面和4个三级层序,层序界面均为Vail的II类层序界面。

(2) 珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩发育明显受三级层序海平面升降控制,灰岩储层发育在高位

体系域,礁滩相灰岩频繁暴露导致强烈溶蚀改造,进一步优化了礁滩灰岩储层物性条件。

(3) 珠江口盆地(东部)珠江组碳酸盐岩有利储集相带为流花地区SQ3-HST台地边缘堡礁及生屑滩,较有利储集相带为惠州地区SQ1-HST、SQ2-HST台地边缘堡礁、生屑滩或台内点礁、生屑滩,以及陆丰地区SQ1-HST台内点礁、生屑滩。

## 参考文献(References)

- 郭伯举,谢衍兴,胡平忠,等. 珠江口盆地生物礁的地震反射特征及其勘探效果[C]//地球物理与中国建设—庆祝中国地球物理学会成立50周年文集. 1997: 58-60 [Guo Boju, Xie Yanxing, Hu Pingzhong et al. Seismic Reflection and Exploration Results of Reef in Pearl River Mouth Basin [C]//Geophysics and China Construction—Proceedings of Celebrating the 50th Anniversary of the Foundation of Chinese Geophysical Society. 1997: 58-60]

- 2 陈国威. 南海生物礁及礁油气藏形成的基本特征[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(7): 32-37 [Chen Guowei. Basic characteristics of formation of bioherm and reef oil-gas pools in the South China Sea [J]. Marine Geology Letters, 2003, 19(7): 32-37]
- 3 胡平忠, 王金中. 珠江口盆地第三纪生物礁[C]//范嘉松. 中国生物礁与油气. 北京: 海洋出版社, 1996: 294~325 [Hu Pingzhong, Wang Jinzhong. Tertiary Reef in Pearl River Mouth Basin [C]//Fan Jiasong. Reefs and Oil-Gas in China. Beijing: Ocean Publishing House, 1996: 294-325]
- 4 吴熙纯, 李培华, 胡平忠. 中国南海中新世东沙台地白垩化的生物礁—滩储集层[C]//孙肇才, 王庭斌, 杨起, 等. 化石燃料地质—石油、天然气和煤(第30届国际地质大会论文集, 第18卷). 北京: 地质出版社, 1998: 142-156 [Wu Xichun, Li Peihua, Hu Pingzhong. Cretaceous of reservoir of reef-bank complex on the Miocene Dongsha platform, South China Sea [C]//Sun Zhao Cai, Wang Tingbin, Yan Qi, et al. Geology of fossil fuels: Oil, gas and coal (the Thirtieth International Geological Congress Proceedings, 18). Beijing: Geological Publishing House, 1998: 142-156]
- 5 秦国权. 微体古生物在珠江口盆地新生代晚期层序地层学中的应用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1996, 16(4): 279-288 [Qin Guoquan. Application of micropaleontology to the sequence stratigraphic studies of Late Cenozoic in the Zhujiang River Mouth Basin [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 1996, 16(4): 279-288]
- 6 秦国权. 珠江口盆地新生代晚期层序地层划分和海平面变化[J]. 中国海上油气: 地质, 2002, 19(1): 1-18 [Qing Guoquan. Late Cenozoic sequence stratigraphy and sea-level changes in Pearl River Mouth Basin, South China Sea [J]. China Offshore Oil and Gas (Geology), 2002, 19(1): 1-18]
- 7 徐国强, 吕柄全, 王红罡. 新生代南海北部碳酸盐岩台地的淹没事件研究[J]. 同济大学学报, 2002, 30(1): 35-40 [Xu Guoqiang, Lü Bingquan, Wang Honggang. Drowning event research: Insights from Cenozoic carbonate platforms in Northern South China Sea [J]. Journal of Tongji University, 2002, 30(1): 35-40]
- 8 王春修. 珠江口盆地海相中新统层序地层分析及其意义[J]. 中国海上油气: 地质, 1996, 10(5): 279-288 [Wang Chunxiu. Sequence stratigraphic analysis of marine Miocene formations in the Pearl River Mouth Basin and its significance [J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 1996, 10(5): 279-288]
- 9 黄虑生. 珠江口盆地第三系生物地层框架[J]. 中国海上油气: 地质, 1999, 13(6): 406-415 [Huang Lusheng. Tertiary biostratigraphic framework of Pearl River Mouth Basin [J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 1999, 13(6): 406-415]
- 10 谢利华, 张博, 秦成岗, 等. 陆架坡折盆地强制海退及正常海退沉积—以珠江口盆地珠江组—韩江组为例[J]. 沉积学报, 2009, 27(6): 1093-1100 [Xie Lihua, Zhang Bo, Qing Chenggang, et al. Forced regression and normal regression deposition of basin with Continental Shelf Slope-break: A case study on Zhujiang and Hanjiang Formations of Pearl River Mouth Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(6): 1093-1100]
- 11 施和生, 李文湘, 邹晓萍, 等. 珠江口盆地(东部)21~16.5Ma沉积相与油气[C]//2001年全国沉积学大会摘要论文集. 2001: 127-128 [Shi Hesheng, Li Wenxiang, Zhou Xiaoping, et al. Sedimentary facies and Petroleum between 21Ma and 16.5Ma in the eastern Pearl River Mouth Basin [C]//National Conference Summary Proceedings of Sedimentology in 2001. 2001: 127-128]
- 12 黄诚, 傅恒, 王瑞良, 等. 珠江口盆地东沙隆起珠江组层序界面的识别及划分[J]. 海相油气地质, 2010, 15(3): 32-39 [Huang Cheng, Fu Heng, Wang Ruiliang, et al. Identification and division of tertiary Zhujiang sequence boundaries in Dongsha Uplift, Pearl River Mouth Basin [J]. Marine and Petroleum Geology, 2010, 15(3): 32-39]
- 13 姚伯初, 万玲, 吴能友. 大南海地区新生代板块构造运动[J]. 中国地质, 2000, 31(2): 113-122 [Yao Bochu, Wan Ling, Wu Nengyou. Cenozoic plate tectonic activities in the Great South China Sea area [J]. Geology in China, 2000, 31(2): 113-122]
- 14 陈长民. 珠江口盆地东部石油地质及油气藏形成条件初探[J]. 中国海上油气: 地质, 2000, 14(2): 73-83 [Cheng Changming. Petroleum Geology and Conditions for Hydrocarbon Accumulation in the Eastern Pearl River Mouth Basin [J]. China Offshore Oil and Gas: Geology, 2000, 14(2): 73-83]
- 15 庞雄, 陈长民, 邵磊, 等. 白云运动: 南海北部渐新统一中新统重大地质事件及其意义[J]. 地质评论, 2007, 53(2): 145-151 [Pang Xiong, Cheng Changming, Shao Lei, et al. Baiyun movement: a great tectonic event on the Oligocene—Miocene boundary in the Northern South China Sea and its implications [J]. Geological Review, 2007, 53(2): 145-151]
- 16 Sattler U, Zanpetti V, Schlager W. Late leaching under deep burial conditions: a case study from the Miocene Zhujiang Carbonate Reservoir, South China Sea [J]. Marine and Petroleum Geology, 2004, 21: 977-992
- 17 岳大力, 吴胜和, 林承焰, 等. 流花11-1油田礁灰岩油藏沉积—成岩演化模式[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(4): 518-529 [Yue Dali, Wu Shenghe, Lin Chengyan, et al. Sedimentary and diagenetic evolution pattern of reef limestone reservoirs in Liuhua 11-1 oil field [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(4): 518-529]
- 18 孙启发, 马玉波, 赵强, 等. 南海北部生物礁碳酸盐岩成岩作用差异及其影响因素研究[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(5): 665-672 [Sun Qiliang, Ma Yubo, Zhao Qiang, et al. Different reef carbonate diagenesis and its influential factors, Northern South China Sea [J]. Natural Gas Geoscience, 2008, 19(5): 665-672]

## Sequence Stratigraphy and Reservoir Distribution of Carbonate of Zhujiang Formation in the Eastern Pearl River Mouth Basin

HUANG Hai-ping<sup>1,2</sup> FU Heng<sup>1,2</sup> ZHOU Xiao-kang<sup>3</sup> ZHU Huan<sup>3</sup>

(1. Energy College, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

3. Shenzhen Ltd., CNOOC, Guangzhou 510240)

**Abstract:** On the basis of stratigraphic theory and the analysis of core thin section, logging, seismic and paleontological data, five sequence boundaries which are similar to type two sequence boundary of Vail sequence and four sequences can be recognized of carbonate of Zhujiang Formation in the eastern Pearl River Mouth Basin. The isochronous formation framework has been established. According to the study of sequence stratigraphy, the temporal and distribution of reservoir of the carbonate rock can be inferred. The relation between reservoir and sequence stratum is determined and the reservoir mainly occurs in the HST of the sequence framework. The results show that platform edge reef and bioclast bank of SQ3-HST in liuhua area are the favorable reservoir belt, reef and bioclast bank of platform edge or platform point reef and bioclast bank of internal platform of SQ1-HST and SQ2-HST in Huizhou area and platform point reef and bioclast bank of internal platform of SQ1-HST in lufeng area are the less favorable reservoir.

**Key words:** Pearl River Mouth Basin; Zhujiang Formation; carbonate rock; sequences; reservoir

### 勘误

由于本刊编校的疏忽, 2012年第一期封面主办单位“沉积学专业委员会”误印为“沉积学专委会”, 现特予以更正。另2011年第6期1034页图3插图应与1035页图4互换。本刊编辑在此向广大关心支持《沉积学报》的作者及读者致歉, 欢迎热心读者继续批评指正。