

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2013.01025

# 珠江口盆地惠州凹陷恩平组浅水辫状河三角洲沉积

郭巧珍<sup>1</sup>, 陈峰<sup>2</sup>, 杨香华<sup>3</sup>, 舒誉<sup>4</sup>, 吴静<sup>4</sup>

(1. 新疆油田公司勘探开发研究院, 克拉玛依 834000; 2. 中国石油西部钻探试油公司, 克拉玛依 834000;  
3. 中国地质大学 资源学院, 武汉 430074; 4. 中国海洋石油(中国)有限公司 深圳分公司, 深圳 510240)

**摘要:**珠江口盆地惠州凹陷恩平组广泛发育浅水湖泊, 然而长期被认为是断陷湖盆的沉积充填模式。通过岩性组合、地球物理响应特征、古生物组合、地球化学指标、砂岩粒度特征等方面的综合分析, 论证了在惠州凹陷恩平组沉积时期湖盆广阔平缓, 湖泊淤浅, 陆源供应充足, 证实了在这种沉积背景下, 发育浅水辫状河三角洲沉积体系。该体系具有三角洲平原、辫状河道极其发育, 而河口坝等反旋回序列不发育等特征, 该体系的提出揭示了研究区断拗转换期湖盆广、薄煤层发育、砂体分布广、沉降速率高、碎屑颗粒粗等沉积特色, 与前人探讨的惠州凹陷恩平组的沉积面貌完全不同, 为惠州凹陷古近系的勘探提供了新的理论和思路。

**关键词:** 惠州凹陷; 恩平组; 浅水湖泊; 浅水辫状河三角洲; 珠江口盆地

中图分类号: P736.22 文献标识码: A 文章编号: 0256-1492(2013)01-0025-08

珠一坳陷具有双层结构, 下组合为裂陷结构, 以陆相沉积为主, 上组合为裂后沉降, 以海相沉积为主, 形成两套成油组合。珠一坳陷的烃源岩发育于断陷期, 以文昌组为主, 恩平组为辅, 有机质丰度和有机质类型较好。目前发现的储量有 98% 以上是蕴藏在上组合内, 但下组合勘探程度和研究程度仍然较低。随着勘探开发工作的深入和接替区块及接替层系等勘探新领域选择的需要, 下组合自然成为珠一坳陷、乃至整个珠江口盆地重要的接替准备目的层系。在此背景下, 珠一坳陷古近系的油气勘探潜力研究被提上了议事日程, 成为近期勘探研究的主攻方向。

近年来在恩平组不断发现商业价值油流, 如 LF7-2 构造、LF13-1 构造等具有良好的储盖组合, 是恩平组亿吨级大油田的物质基础, 具有重要的油气勘探意义。尽管目前钻遇恩平组的钻井较多, 但对恩平组的沉积模式始终没有一个清晰的认识。多年来依据断陷湖盆的沉积充填模式探讨惠州凹陷恩平组的沉积面貌, 遇到很多困惑, 也一直存在争议, 加大了勘探风险, 束缚了南海东部海域恩平组的油气勘探。这就需要我们开拓思路, 从恩平组的自身沉积特点出发, 重建恩平组沉积时期的构造古地理面貌。

## 1 地质概况

珠江口盆地位于华南大陆南缘, 是新生代大陆边缘伸展盆地, 呈北东—南西向展布, 受太平洋板块、欧亚板块以及印度洋板块交汇作用的影响, 是我国近海最大的含油气盆地之一。从整体构造格局来看, 珠江口盆地具有南北分带、东西分块的构造特征。从南向北珠江口盆地划分为 5 个构造单元: 南部隆起带、南部坳陷带、中央隆起带、北部坳陷带、北部隆起带(图 1)。

珠一坳陷是珠江口盆地北部坳陷带的一个二级构造带, 东西长约 550 km, 南北宽 50~100 km, 面积为 37 380 km<sup>2</sup>。走向为北东向, 大致与海岸线平行, 离海岸最近处不到 100 km。大部分地区海水深度为 40~100 m, 由西北向东南逐渐加深。坳陷东南邻近东沙隆起及番禺低隆起, 西北邻北部断阶带, 西南和东北两端分别与珠三坳陷和澎湖北港隆起相连。惠州凹陷位于珠一坳陷中部, 走向为北东向, 是珠一坳陷重要的油气主产区。惠州凹陷以 NE 向边界大断裂为主, 同时后期发育与之共轭的 NWW 向断裂体系, 这些断裂体系联合凹陷中的低凸起共同控制了凹陷洼隆相间的构造格局。

珠江口盆地的形成演化在新生代经历了 5 次重要的构造运动: 神狐运动、珠琼运动一幕、珠琼运动二幕、南海运动、东沙运动。盆地新生界基底为前古近系火成岩, 发育地层自下而上依次为文昌组、恩平组、珠海组、珠江组、韩江组、粤海组和万山组。古近

基金项目: 国家“十一五”科技发展规划国家重大专项(2008ZX05023-001-006-001)资助

作者简介: 郭巧珍(1984—), 女, 工程师, 主要从事沉积与层序地层方面的研究。

收稿日期: 2012-05-02; 改回日期: 2012-09-18. 张光威编辑

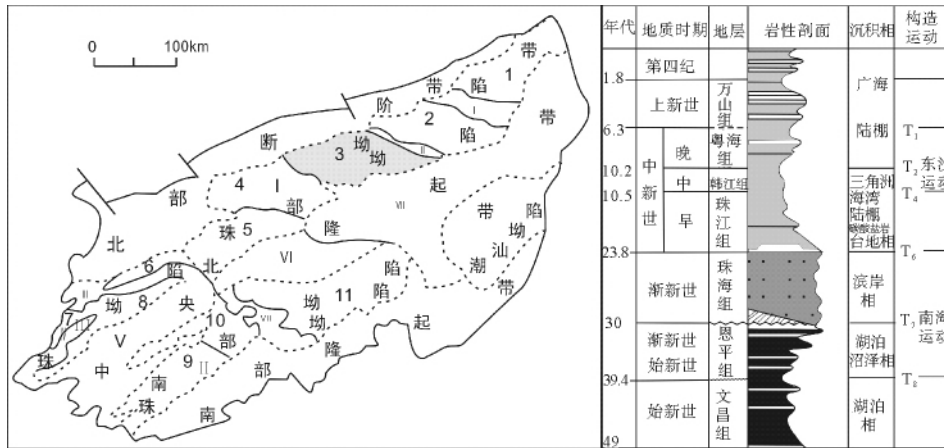


图1 研究区地层系统与构造位置示意图(引自王富国<sup>[1]</sup>等,2008 略有修改)

1—韩江凹陷; 2—陆丰凹陷; 3—惠州凹陷; 4—西江凹陷; 5—恩平凹陷; 6—阳江凹陷; 7—琼海凹陷; 8—文昌凹陷; 9—顺德凹陷; 10—开平凹陷; 11—白云凹陷。I—海丰隆起; II—惠陆低凸起; III—阳江低凸起; IV—琼海凸起; V—神狐—暗沙隆起; VI—番禺低隆起; VII—东沙隆起; VIII—云开低凸起; T1—Tg:不同时期的反射层代号

Fig. 1 Stratigraphic column and tectonic location of the study area(modified from Wang Fuguo)

1—Hanjiang sag; 2—Lufeng sag; 3—Huizhou sag; 4—Xijiang sag; 5—Enping sag; 6—Yangjiang sag; 7—Qionghai sag; 8—Wenchang sag; 9—Shunde sag; 10—Kaiping sag; 11—Baiyun sag; I—Haifeng up lift; II—Huilu low uplift; III—Yangjing low up lift; IV—Qionghai uplift; V—Shenhu-Anshauplift; VI—Panyu low uplift; VII—Dongsha uplift; VIII—Yunkai low uplift. AB—p rofile line; T1—Tg; the code of reflection horizon

系地层总体特征为:文昌组发育中深湖相,是湖相泥岩夹三角洲砂岩沉积;恩平组发育河湖、沼泽和浅水三角洲,沉积特点是砂泥岩夹薄煤层。珠海组沉积时期,盆地构造由断陷转化成坳陷,分割的凹陷连成了统一的整体。盆地在稳定沉降的构造背景下,沉积了由海陆过渡相砂泥岩组成的珠海组。珠海组沉积之后,全区在广泛的海侵作用下形成了由海相砂泥岩和碳酸盐岩组成的珠江组、韩江组、粤海组和万山组<sup>[2]</sup>。

## 2 恩平组的沉积特征

恩平组二级层序底顶分别以 T80 和 T70 不整合面为界,沉积时期为凹陷断坳转化期。该时期珠江口盆地南部和番禺低隆起产生一组近 EW 向断裂,南部开始与海连通,珠一坳陷湖盆较前扩大,水体变浅,断陷中沉积充填了浅湖—沼泽相或湖相下渐新统恩平组重要煤系及湖相地层<sup>[3]</sup>。

恩平组由三级层序 PSQ8、PSQ9、PSQ10、PSQ11 构成,形成发育上各自代表了初始断陷阶段、强烈断陷阶段、断坳转换阶段和萎缩阶段。4 个层序构成了湖盆由断陷向断坳转化及萎缩的完整的沉积充填序列。

### 2.1 湖盆水体浅与湖泊沼泽化

从岩性组合上看,惠州凹陷恩平组灰色泥岩发

育,与砂岩频繁互层,表明其沉积时期季节变化频繁。恩平组 Pr/Ph 值较高(多数样品大于 2.5),水体环境为弱氧化环境<sup>[4]</sup>。恩平组广泛发育煤线(表现为自然伽马射线强度低值,声波时差高值,薄层黑色)(图 2),没有典型的深水沉积,即便是位于 XJ27 洼沉降中心部位的 XJ33-2-1AX 井也发育多个薄煤层。表明尽管恩平组地层厚度大,局部同生断裂较活跃,但湖泊地势平缓。

陆相孢粉旋回模式(图 3-a)列出了适用于古近纪湖相—湖沼相沉积的指示湖面周期性变化的生态组合<sup>①</sup>。由于古近纪孢粉植物群中草本植物很少,沉积孢粉记录中的局部组分主要是蕨类孢子组合,因而仅以蕨类孢子组合作为低湖面期生态组合,反映河湖沼泽相沉积环境;木本花粉和浮游藻类组合是湖面相对较高时期的滨浅湖沉积环境的生态组合;浮游藻类和无定形有机质组合指示高湖面,湖泊发育至鼎盛期,是中深湖相沉积环境。

XJ24-3-1X 井文昌组下部浮游藻类+无定形有机质组合只是有过小的波动(图 3-b),文昌组上部出现浮游藻类组合到恩平组蕨类孢子组合的变化,对应了湖水变浅湖泊萎缩的过程。

HZ21-1-1 井剖面文昌组出现多次升降湖面变

① 侯读杰. 南海东部海域已证实的富烃凹陷再评价及新领域勘探方向子课题[R]. 北京:中国地质大学,2010

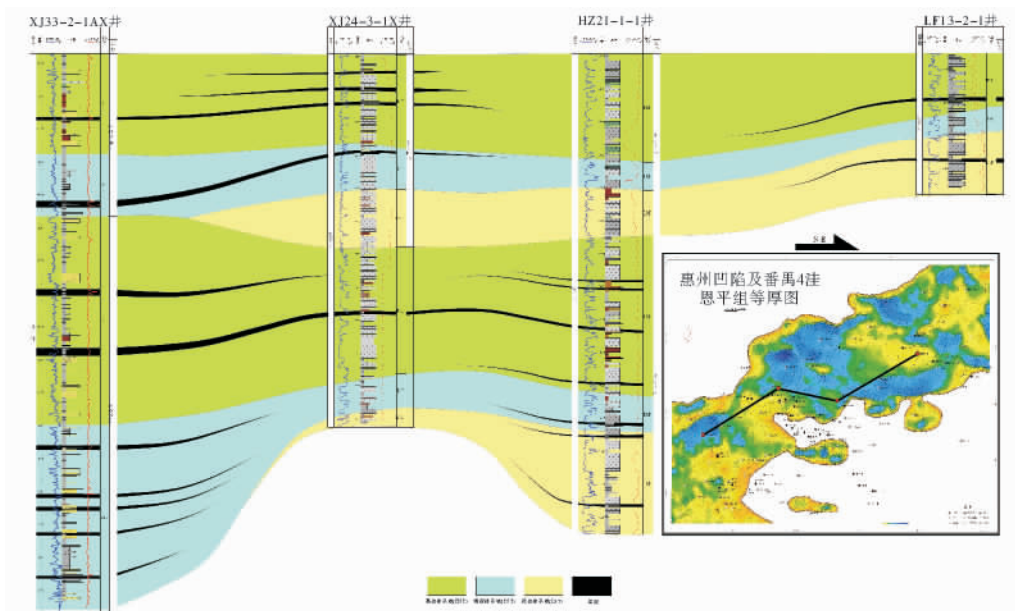


图 2 珠江口盆地惠州凹陷 XJ33-2-1、AX-XJ24-3-1A、HZ21-1-1、LF13-2-1 恩平组连井剖面

Fig. 2 Well logs of XJ33-2-1, AX-XJ24-3-1A, HZ21-1-1, LF13-2-1 of Enping Formation and their correlation

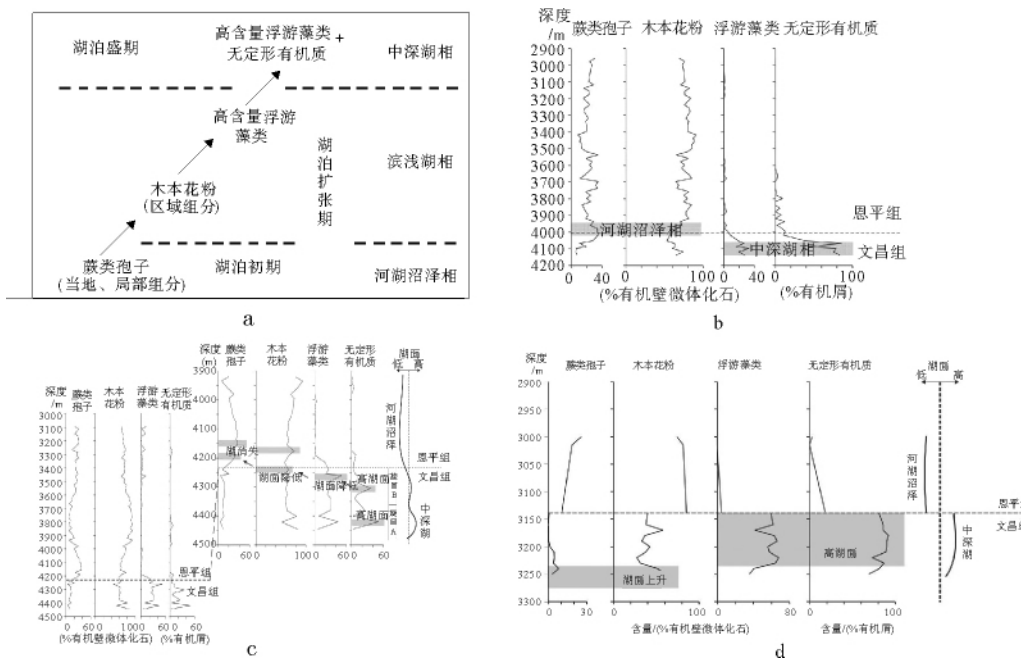


图 3 珠江口盆地惠州凹陷古近纪湖相—湖沼相生态组合

a. 陆相孢粉旋回模式; b. XJ24-3-1x 井古近系生态组合与沉积环境; c. HZ21-1-1 井古近系生态组合与沉积环境; d. LF13-2-1 井古近系生态组合与沉积环境

Fig. 3 The lake-swamp ecosystem of Paleogene in Huizhou sag

a. Cycle model of continental pollen in Huizhou sag; b. Well log of XJ24-3-1x's ecosystem composition and deposition environment of Paleogene; c. Well log of HZ21-1-1's ecosystem composition and deposition environment of Paleogene; d. Well log of LF13-2-1's ecosystem composition and deposition environment of Paleogene

动(图 3-c),湖水深浅变化导致水体分层不稳定,但文昌组浮游藻类含量总体上是较高的。HZ21-1-1 井剖面恩平组由下往上木本花粉和蕨类孢子组合迅速增加,浮游藻类+无定形有机质组合迅速减少,整

体上木本花粉和蕨类孢子组合占绝对优势,说明 HZ21-1-1 井位恩平期是河湖沼泽相沉积环境。

在惠东半地堑的 LF13-2-1 井文昌组剖面中,由下至上为均一的浮游藻类+无定形有机质生态组合

(图 3-d), 对应于中深湖相沉积, 形成当时的古湖一直有着稳定的水体分层。恩平组木本花粉和蕨类孢子组合对应于河湖沼泽相沉积环境。值得注意的是, 该井剖面中的文昌组上部直至与恩平组的接触部位是一个突变界面, 未出现反映湖退的生态组合, 即木本植物花粉和浮游藻类组合, 或者蕨类孢子组合, 这是文昌组与恩平组之间地层不连续的明证。

### 2.2 物源供给充足

钻遇恩平组各井湖盆浮游藻类含量极低, 被子植物的水龙骨单缝孢含量较高; 恩平组泥岩中 C<sub>30</sub>-4-甲基甾烷/C<sub>29</sub> 规则甾烷比值低, 含较高浓度的双杜松烷<sup>[4]</sup>; 恩平组不仅普遍发育煤线, 而且绝大多数井都钻遇厚层砂岩, 这些砂层岩性较粗, 说明恩平组沉积时期, 陆源输入明显, 粗碎屑供给丰富, 湖盆主体始终处于补偿沉积背景。

## 3 浅水辫状河三角洲的相标志

浅水三角洲是三角洲沉积体系的一种特殊类型, 它是指在水体浅、地形平缓部位形成的以分流河道砂体为主体的三角洲类型<sup>[5]</sup>。浅水辫状河三角洲的形成一方面需要有平缓的浅水沉积背景, 一方面又需要

高隆的物源区以提供丰富的物源<sup>[6]</sup>。惠州凹陷恩平组沉积时期湖盆整体地势平缓, 湖水较浅, 并有邻近高隆的物源供应。在这种特殊的沉积背景下形成了浅水碎屑沉积组合, 即浅水辫状河三角洲沉积序列。

### 3.1 岩性和沉积构造

恩平组岩性以含砾砂岩、粗砂岩、细砂岩为主, 砾岩和含砾砂岩中砾石成分中石英颗粒含量高达 60% 以上, 长石颗粒较低, 体现了典型变质岩母岩的物源特征; 岩屑含量明显降低, 平均 30% 以下。主要岩石类型为岩屑质长石砂岩、长石砂岩。砂岩与棕褐色泥岩夹薄层煤线互层, 底部冲刷或突变, 呈向上变细的韵律或块状厚层砂岩(或含砾砂岩、砂岩)。常见辫状水道与沼泽互层的沉积组合(图 4)。砂岩颗粒分选为中等, 次圆状, 砂砾岩分选较差, 磨圆中等, 常见块状层理、交错层理、平行层理等成因构造, 常见的层面构造有冲刷充填、重荷构造及泥岩撕裂片。

### 3.2 粒度分布

砂岩粒度分析表明, 其概率累积特征为典型的由跳跃总体与悬浮总体构成的两段式, 且跳跃总体占 90% 以上, 而且斜率大(图 5), 表明水流能量突然降低, 沉积物快速堆积。

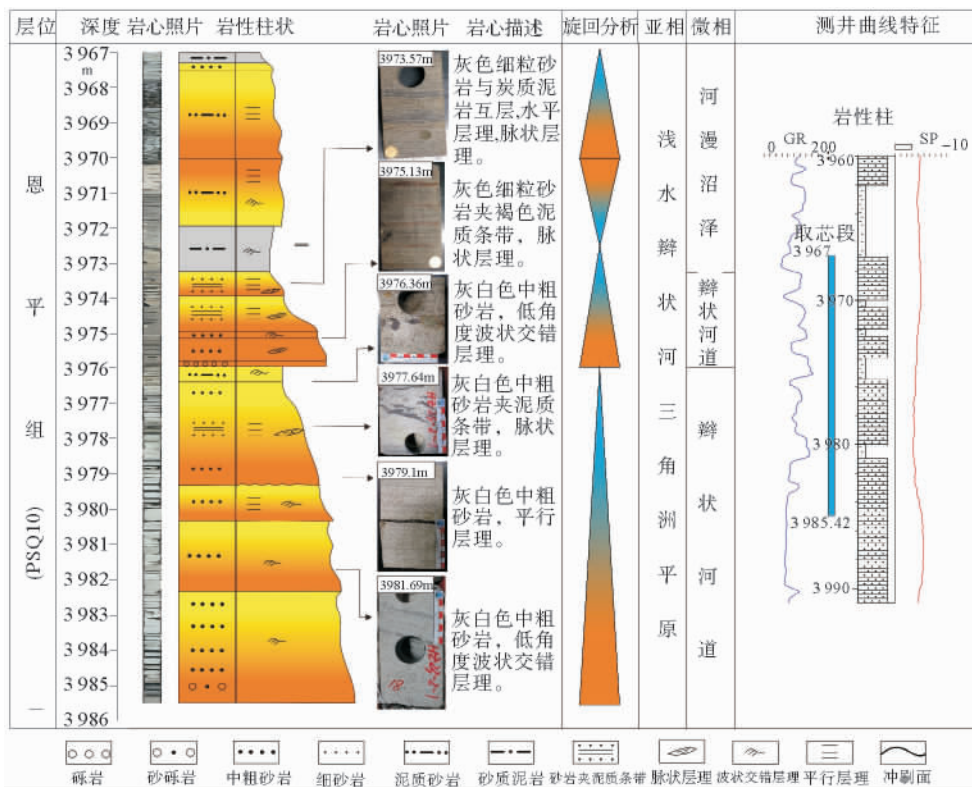


图 4 珠江口盆地惠州凹陷 HZ23-2-1 井恩平组岩心柱状及测井曲线

Fig. 4 Lithological column and well log of HZ23-2-1 of Enping Formation

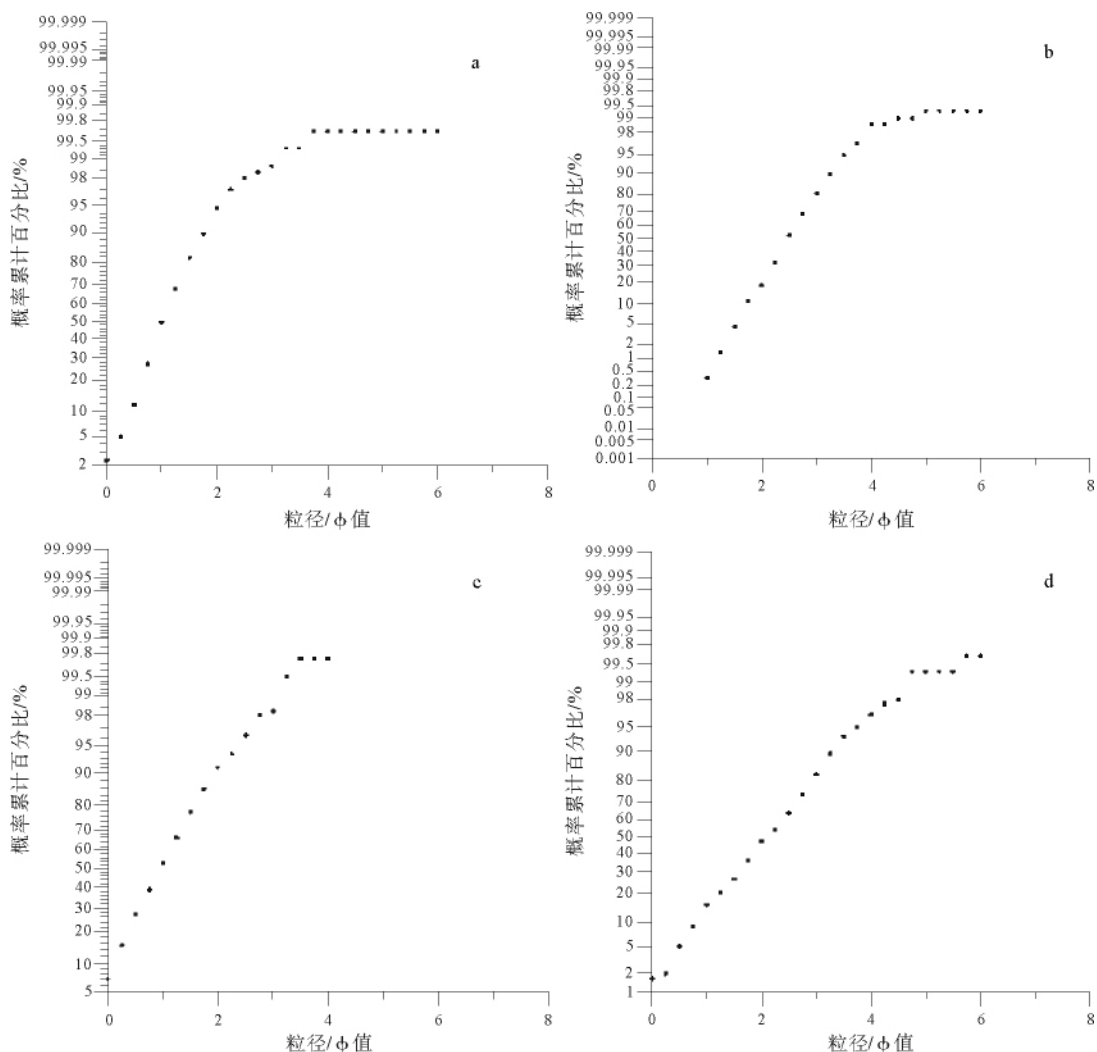


图 5 珠江口盆地惠州凹陷 HZ19-1-1A 井恩平组粒度分析曲线

Fig. 5 Particle size curve of HZ19-1-1A in Enping Formation(a;3 906. 05 m;b:3 914. 65 m;c:3 918 m;d:3 921. 1 m)

### 3.3 地震反射特征

叠瓦状前积,也称之为羽状前积,它表现为在上下平行反射之间的一系列叠瓦状倾斜反射,这些斜反射层延伸不远,相互之间部分重叠。它代表斜坡区浅水环境中的强水流进积作用,是河流、缓坡三角洲或浪控三角洲的特征。研究区恩平组普遍发育叠瓦状前积(图 6)。

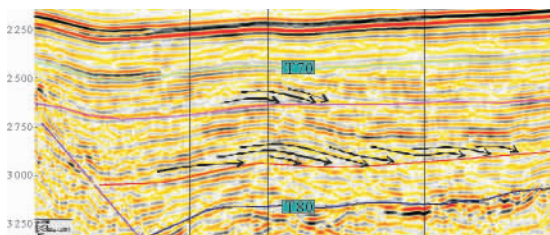


图 6 惠州凹陷恩平组浅水辫状河三角洲地震相特征(86-2362\_pr)

Fig. 6 Seismic facies of the Enping Formation Braided river dalt(86-2362\_pr)

### 3.4 测井曲线

辫状水道以顶底突变的箱形曲线的叠加,或者钟形以及钟形—箱形的复合为主;局部齿化特征明显,电测曲线幅度变化较大,对应辫状水道砂岩与浅水沼泽泥岩互层的沉积组合。由于砂砾岩频繁互层,纵向上形成高幅高频振荡的钟形与箱形组合。

## 4 浅水辫状河三角洲的沉积特征

浅水辫状河三角洲是一种特殊三角洲类型,有其自身的独特性,具有以下特点:

#### (1)浅水辫状河三角洲平原相发育

泥岩颜色是区分沉积环境的良好标志之一,可以将灰色、灰绿色泥岩发育区定义为水面以下的浅湖区;将杂色泥岩发育区定义为枯水期到洪水期之间的过渡带;将棕红色泥岩发育区定义为陆上沉积<sup>[7-8]</sup>。有利于煤和碳质泥岩聚集的环境是沉降速



率中等、陆源碎屑供给相对较少的三角洲间湾和湖湾以及下三角洲平原地区<sup>[9-10]</sup>。研究区恩平组岩性组合以夹有煤层的炭质泥岩和细粒砂岩、中砂岩为主的,主要代表了下三角洲平原沉积,但由于辫状河道的动荡,或者由于水体深度不适合于泥炭沼泽持续发育,所形成的煤层都较薄。研究区远离盆地边缘的 LF13-1-1 和 HZ9-2-1 井均见以夹有煤线的灰褐色泥岩和细粒砂岩、中砂岩为主的下三角洲平原沉积组合,说明浅水辫状河三角洲的平原相极其发育。

(2)河口坝砂岩单层厚度较薄或不发育

河口砂坝是三角洲沉积中沉积物堆积较快的地区,沉积物不但受河流作用的控制,而且受湖浪的改造<sup>[11]</sup>。平坦的浅水背景,波浪作用较弱,浅水三角洲前缘组合(主要是河口坝、远砂坝、席状砂)和前浅水三角洲组合不甚发育,即使先期沉积有河口坝和远砂坝也很容易被后期分流河道冲刷变薄,甚至消失殆尽。因此,缺乏正常三角洲沉积的反旋回,是浅水辫状河三角洲沉积的特点之一<sup>[12-13]</sup>。

研究区恩平组沉积时期,构造沉降减弱,湖底变得较为平坦,湖泊淤浅,砂体以正旋回的辫状河道砂体为主,河口坝砂岩单层厚度较薄或不发育。

(3)辫状河道发育

三角洲是河流和水盆能量相互作用的结果,浅水三角洲多为建设性的河控三角洲<sup>[14]</sup>。浅水三角洲上的分流河道十分发育,河道分支、改道频繁<sup>[15]</sup>。

研究区恩平组水下辫状河道常常侧向迁移,使得多个相邻的河道在横向上连片而形成大的复合体,在地震剖面上对应单一的强振幅反射轴(图7),由于辫状河道改道频繁,平面上三角洲分布面积广(图8),垂向上往往一个辫状河道的上方直接出现另一个辫状河道,形成巨厚的砂层(图4)。

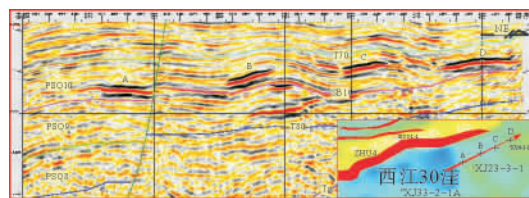


图7 珠江口盆地惠州凹陷 XJ27 主注恩平组多个辫状河道复合体地震相特征(96ec2304\_prcs2006)

Fig. 7 Seismic facies of braided river delta of the Enping Formation in XJ27 sag(96ec2304\_prcs2006)

5 结论

(1) 惠州凹陷恩平组沉积时期,湖底地势平缓,湖泊水体浅,陆源供应充足,为浅水三角洲的形成提供了保障条件。

(2) 浅水辫状河三角洲揭示了研究区断拗转换期湖盆广、薄煤层发育、沉降速率高、砂体分布广、碎屑颗粒粗等沉积特色;

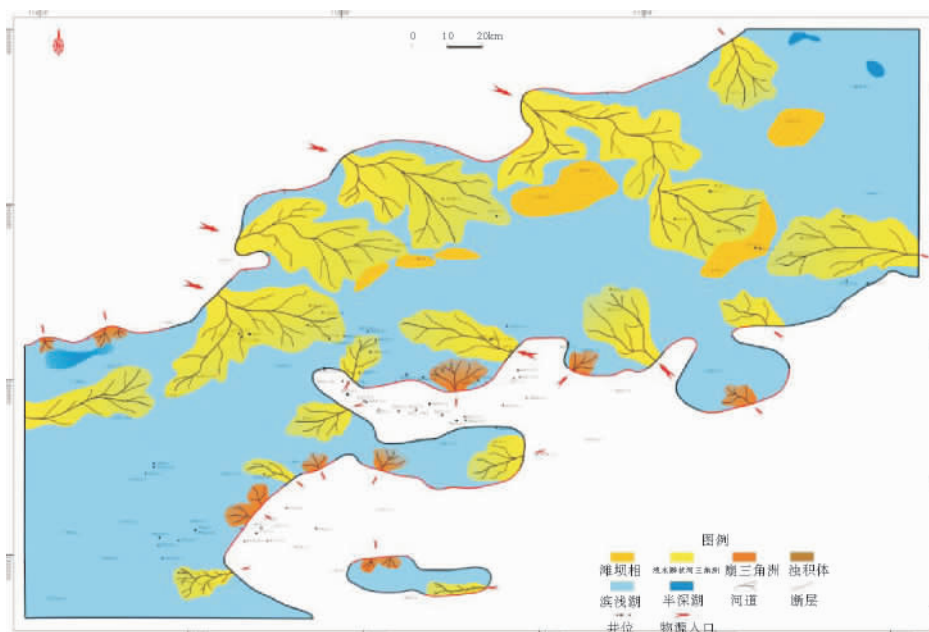


图8 珠江口盆地惠州凹陷恩平组平面沉积相展布(PSQ10)

Fig. 8 Paleogeographic map of the Enping Formation(PSQ10)

(3) 浅水辫状河三角洲是一种特殊三角洲类型,具有三角洲平原、辫状河道极其发育,河口坝等反旋回序列不发育等特征;

(4) 惠州凹陷恩平组浅水辫状河三角洲的概念是针对研究区恩平组特殊的沉积充填样式提出的,与前人依据断陷湖盆的沉积充填模式建立的沉积面貌完全不同,这为惠州凹陷古近系的勘探提供了新的理论和思路。

#### 参考文献 (References)

- [1] 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 Zhu1 Depression of Pearl Rivermouth Basin[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2008, 32(4): 448-454.]
- [2] 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: 科学出版社出版, 2003: 1-121. [CHEN Changmin, SHI Hesheng, XU Shice, et al. The Conditions of Hydrocarbon Accumulation of the Tertiary Petroleum System in the PearlRiverMouth Basin [M]. Beijing: Science Press, 2003: 1-121.]
- [3] 崔莎莎,何家雄,陈胜红,等. 珠江口盆地发育演化特征及其油气成藏地质条件[J]. 天然气地质学, 2009, 20(3): 384-391. [CUI Shasha, HE Jiaxiong, CHEN Shenghong, et al. Development characteristics of Pearl Rivermouth basin and its geological conditions for oil and gas accumulation[J]. Natural Gas Geoscienc, 2009, 20(3): 384-391.]
- [4] 朱俊章,施和生,邓宏文,等. 珠江口盆地惠州凹陷古近系烃源岩层序地层学和地球化学研究[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(5): 710-714. [ZHU Junzhang, SHI Hesheng, DENG Hongwen, et al. Geochemistry of source rock in Paleogene sequence of HuiZhou depression, Pearl Rivermouth basin[J]. Natural Gas Geoscienc, 2007, 18(5): 710-714.]
- [5] 姚光庆,马正,赵彦超,等. 浅水三角洲分流河道砂体储层特征[J]. 石油学报, 1995, 16(1): 24-31. [YAO Guangqin, MA Zheng, ZHAO Yanchao, et al. Reservoir characteristics of distributary channels and bodies of shallow water delta[J]. Acta Petrolei Sinica, 1995, 16(1): 24-31.]
- [6] 王家豪,姚光庆,赵彦超,等. 浅水辫状河三角洲发育区短期基准面旋回划分及储层宏观特征分析[J]. 沉积学报, 2004, 22(1): 87-94. [WANG Jiahao, YAO Guangqing, ZHAO Yanchao, et al. Study on Identification of Short-Term Base-Level Cycle and Macroscopic Distribution of Reservoirsin Shallow-Water Braided Delta[J]. Sedimentologica Sinica, 2004, 22(1): 87-94.]
- [7] 楼章华,兰翔,卢庆梅,等. 地形、气候与湖面波动对浅水三角洲沉积环境的控制作用[J]. 地质学报, 1999, 73(1): 83-91. [LOU Zhanghua, LAN Xiang, LU Qingmei, et al. Controls of the Topography, Climate and Lake Level Fluctuation On the Depositional Environment of a Shallow-Water Delta[J]. Geologica Sinica, 1999, 73(1): 83-91.]
- [8] 赵应成,王天琦,田光荣,等. 低渗透油田富集区预测技术研究[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(1): 21-26. [ZHAO Yingcheng, WANG Tianqi, TIAN Guangrong, et al. Prediction technique study for hydrocarbon-rich areas in low permeable oil field [J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(1): 21-26.]
- [9] 邵龙义,肖正辉,何志平,等. 晋东南沁水盆地石炭二叠纪含煤岩系古地理及聚煤作用研究[J]. 古地理学报, 2006, 8(1): 43-52. [SHAO Longyi, XIAO Zhenghui, HE Zhiping, et al. Palaeogeography and coal accumulation for coal measures of the Carboniferous-Permian in Qinshui Basin, southeastern Shanxi Province[J]. Journal of Palaeogeography, 2006, 8(1): 43-52.]
- [10] 邵龙义,高迪,罗忠,等. 新疆吐哈盆地中、下侏罗统含煤岩系层序地层及古地理[J]. 古地理学报, 2009, 11(2): 215-224. [SHAO Longyi, GAO Di, LUO Zhong, et al. Sequence stratigraphy and palaeogeography of the Lower and Middle Jurassic coal measures in Turpan-Hami Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2009, 11(2): 215-224.]
- [11] 朱筱敏,信荃麟,傅守平,等. 东濮凹陷东南部沙三段三角洲沉积体系与油气关系[J]. 石油天然气地质, 1990, 11(1): 78-86. [ZHU Xiaomin, XIN Quanlin, FU Shouping, et al. Relations between delta depositional system of Es3, southeast DongPu Depression and hydrocarbon resources[J]. Oil & Gas Geology, 1990, 11(1): 78-86.]
- [12] 代黎明,李建平,周心怀,等. 渤海海域新近系浅水三角洲沉积体系分析[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(4): 75-81. [DAI Liming, LI Jianping, ZHOU Xinhui, et al. Depositional system of the Neogene shallow water delta in Bohai Sea area[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(4): 75-81.]
- [13] 黄超,陈清华,刘磊,等. 济阳拗陷西部馆陶组浅水辫状河三角洲沉积[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(3): 26-30. [HUANG Chao, CHEN Qinghua, LIU Lei, et al. Shallow braided river delta deposited in Guantao Formation of western Jiyang Depression [J]. Petroleum Geology and Recovery, 2008, 15(3): 26-30.]
- [14] 吕晓光,李长山,蔡希源,等. 松辽大型浅水湖盆三角洲沉积特征及前缘相储层结构模型[J]. 沉积学报, 1999, 17(4): 572-576. [LU Xiaoguang, LI Changshan, CAI Xiyuan, et al. Depositional Characteristics and Front Facies ReservoirFramework Model in SongLiao Shallow Lacustrine Delta[J]. Sedimentologica Sinica, 1999, 17(4): 572-576.]
- [15] 蔡东升,罗毓辉,武文来,等. 渤海浅层构造变形特征、成因机理与渤中凹陷及其周围油气富集的关系[J]. 中国海上油气(地质), 2001, 15(1): 35-43. [CAI Dongsheng, LUO Yuhui, WU Wenlai, et al. Shallow tectonic deformation and its relationship to hydrocarbon enrichment in BoZhong Depression and adjacent areas, BoHai Basin[J]. China Offshore Oil and Gas, 2001, 15(1): 35-43.]

## SHALLOW BRAIDED DELTAIC SYSTEM IN ENPING FORMATION OF HUIZHOU DEPRESSION, PEARL RIVER MOUTH

GUO Qiaozhen<sup>1</sup>, CHEN Feng<sup>2</sup>, YANG Xianghua<sup>3</sup>, SHU Yu<sup>4</sup>, WU Jing<sup>4</sup>

(1. Xinjiang Oilfield Company Exploration And Development Research Institute, Karamay 834000, China;

2. Well testing company of CNPC XDEC, Karamay 834000, China;

3. Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

4. Shenzhen Branch of CNOOC Ltd., Shenzhen Guangdong 510240, China)

**Abstract:** Shallow lacustrine deposits are widely distributed in the Enping Formation of the Huizhou depression of the Pearl River Mouth Basin, and has long been considered as a kind of infilling of a faulted basin. Through the study of lithology, geophysical responses, paleontology, geochemical proxies, and grain size distribution, this paper confirms that a special delta, shallow braided river delta, was developed in the Enping Formation of the Huizhou depression in a broad shallow flat lake, with sufficient terrigenous deposits. And this system is characterized by a well-developed delta plain, an undeveloped coarsening-upwards sequence of a mouth bar, and a well-developed braided stream. Depositional features of shallow braided delta are widely observed, such as the lacustrine deposits formed in the fault-sag transition stage, wide-spread thin coal seam, high sedimentation rate, widely distributed sand body, and coarse deposits in the research area, totally different with the depositional features of the infilling deposits in a faulted lake. The new model may help exploration in the Eocene of the Huizhou depression.

**Key words:** Pearl River Mouth Basin; Enping Formation; shallow lakes; shallow braided river delta