

文章编号: 1009-3850(2005)03-0062-06

珠江口盆地珠一坳陷珠海组三角洲沉积特征

王振奇, 张尚锋, 淡卫东, 程 涛

(长江大学 地球科学学院, 湖北 荆州 434023)

摘要: 利用珠江口盆地珠一坳陷珠海组取心井、测井及地震资料, 探讨了珠海组三角洲沉积的岩石相、沉积微相、沉积亚相特征及发育分布规律, 分析了其岩电响应特征, 进而建立岩电响应模式, 并通过研究区井-震对比, 建立了珠海组三角洲沉积的地震响应模型。

关键词: 三角洲沉积; 沉积微相; 渐新统; 珠海组; 珠江口盆地

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

1 区域地质概况

珠江口盆地位于华南大陆南缘, 在欧亚、印度洋和太平洋三大板块交汇的南海北部, 是在加里东、海西、燕山褶皱基底上形成的中、新生代含油气盆地^[1]。恩平沉积期以后, 珠江口盆地经历了一次大的构造运动——南海运动, 珠江口盆地由断陷转为坳陷, 大面积沉降, 接受沉积, 海水也逐渐由南向北进侵, 从此结束了陆相沉积历史, 逐渐发展为海相沉积环境。珠海组沉积早期, 物源主要来自盆地北部、东北部及南部, 古珠江及韩江三角洲开始发育, 从而形成了渐新统珠海组三角洲—滨岸沉积体系。珠海组沉积中晚期, 海水向北及东北部大面积侵进, 盆地大面积范围为滨浅海环境, 在北部发育有三角洲沉积体系, 在北部、边缘其它区域广泛发育滨岸沉积体系(图 1)。

2 岩石相

通过对研究区 12 口取心井岩心的详细观察和描述, 在研究层段中识别出 12 种岩石相。

(1) 块状层理砂砾岩相(Gi): 灰色、绿灰色, 岩性以细砾岩、砂砾岩为主, 单层厚度一般为 10~20cm。整体呈下粗上细的正韵律, 底部常见冲刷面。底部

砾石较粗, 一般砾径为 1~3.5cm, 大者可达 4cm; 上部为细砾岩, 砾径一般为 0.5~0.8cm, 向上可变为砾状砂岩或含砾砂岩。

(2) 槽状交错层理砂岩相(St): 灰绿色、灰褐色、绿灰色, 岩性主要为含砾砂岩、中粗砂岩、细砂岩和粉细砂岩, 发育小型槽状交错层理。

(3) 平行层理砂岩相(Sh): 浅灰、灰白色, 岩性以细砂岩为主, 纹层厚度一般为 0.5~1.0cm, 由相互平行且与层面平行的平直连续或断续纹理组成, 纹理可由岩屑或暗色矿物显示。

(4) 板状交错层理砂岩相(Sp): 浅灰色—灰白色, 岩性主要为细砂岩, 其次为中粗砂岩。纹层厚度为 1cm 左右, 层系厚度为 0.5~1.5m, 纹理呈连续、断续两种。

(5) 小型沙纹层理砂岩相(Sr): 浅灰—灰白色, 岩性为中细砂岩, 发育小型沙纹交错层理, 纹层不规则, 呈断续或连续状, 层理面上见细小植物碎屑、碳屑和丰富的云母片, 常与平行层理、块状层理及小型交错层理相砂岩共生。

(6) 块状层理砂岩相(Sm): 岩性以浅灰—灰色细砂岩、粉细砂岩为主, 单层厚度较大, 一般为 0.4~2m。层内隐约可见粒序性变化, 正粒序砂岩底部有时可见冲刷面或滞留泥砾, 反映较强水动力条件下

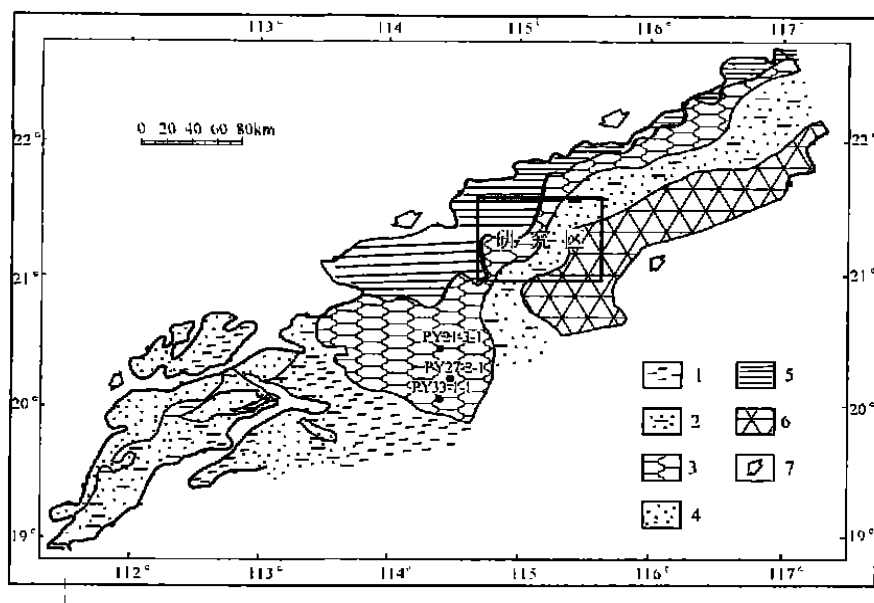


图1 珠江口盆地珠一坳陷珠海组沉积背景图

1. 前三角洲泥相—滨浅湖相; 2. 浅海砂泥岩相; 3. 三角洲前缘—滨岸砂相; 4. 河流相; 5. 三角洲平原—泛滥平原相; 6. 台地海进砂相; 7. 物源方向

Fig. 1 Sedimentary background of the Zhuhai Formation in the Zhu-1 depression of the Zhujiangkou Basin

1=prodelta mudstone facies-littoral-shallow lake facies; 2=shallow marine sandstone-mudstone facies; 3=delta front-littoral sandstone facies; 4=fluvial facies; 5=delta plain-flood plain facies; 6=platform transgressive sandstone facies; 7=provenance

快速堆积的特点; 反粒序在剖面上可由粉砂岩向上连续过渡为粉细砂岩及细砂岩。

(7) 冲洗交错层理砂岩相(Sw): 以浅灰、浅黄灰色中细砂岩为主, 发育冲洗交错层理, 纹层具两组相反的倾向, 反映水流具有双向性, 水动力条件较强。

(8) 水平层理粉砂岩相(Fh): 岩性以灰色、浅灰色、浅灰绿粉砂岩、泥质粉砂岩为主, 发育水平层理, 纹层相互平行, 并平行于层系界面, 层理上可见细小植物碎屑和丰富的云母片, 常形成于浪基面以下或低能环境的低流态中, 及物质供应不足的情况下。

(9) 小型沙纹层理粉砂岩相(Fr): 岩性以灰色、浅灰色、浅灰绿色粉细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩为主, 发育沙纹层理, 纹层面不规则, 呈断续或连续状, 层面上可见细小植物碎屑、碳屑和云母片, 常与平行层理、块状层理及小型交错层理相砂岩共生。

(10) 复合层理粉砂岩相(Fc): 岩性以浅灰、浅黄灰色粉细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩为主, 发育砂包泥或泥包砂的透镜状层理、波状层理、脉状层理, 单层厚度不大。

(11) 块状层理粉砂岩相(Fm): 岩性为浅灰—灰色粉砂岩或泥质粉砂岩, 沉积构造不明显, 多为块状, 有时隐约可见正粒序或反粒序。

(12) 深色泥岩相(M1): 以深灰、灰绿、绿灰、灰

黑、灰褐色泥岩为主, 泥质较纯, 具块状层理及水平纹理, 并常见暗色页岩, 为弱水动力条件下或静水环境下的产物。

3 沉积相分析

3.1 单井沉积相

根据沉积环境和沉积特征, 可将研究区发育的三角洲相划分为陆上平原、水下平原、三角洲前缘和前三角洲 4 个亚相。

1. 陆上平原亚相

陆上平原的沉积环境和沉积特征与河流相有较多的共同之处, 岩性主要为砂岩、粉砂岩、泥岩。砂质沉积与泥炭、褐煤共生是该亚相的重要特征。分支河道和沼泽沉积构成该亚相的主体。

(1) 分支河道微相。其沉积特征与河流体系的河床沉积基本相同, 它构成陆上平原亚相沉积的骨架。该微相以砂质沉积为主, 垂向上具有下粗上细的间断性正韵律, 常发育板状、槽状交错层理及冲刷充填构造, 化石少, 底部可见植物碎片; 岩石相组合以 Gi→St→Sp→Sh 为主; 自然伽玛曲线多为钟形或箱形。

(2) 河道间(沼泽)微相。该微相位于陆上分流河道间的低洼地区, 常为沼泽环境。其沉积物主要

为粉砂质泥、深色有机质粘土、泥炭和褐煤夹洪水期纹层状粉砂。可见 M1 岩石相, 泥炭和褐煤沉积是其重要特征。

2. 水下平原亚相

水下平原是三角洲在海平面以下的平缓部分, 为河流和海水的剧烈汇合带, 沉积物以砂、粉砂、泥质为主, 地震剖面上以杂乱、空白、杂乱状前积或帚状前积等反射特征为主。水下平原相可进一步划分为水下分流河道、支流间湾、水下天然堤及决口扇等沉积微相(图 2)。

(1) 水下分流河道微相。水下分流河道为陆上分支河道的水下延伸部分, 沉积物以砂、粉砂为主, 泥质极少, 底部可为含砾砂岩或滞留砾石沉积。常发育槽状、板状交错层理、波状层理及冲刷充填构造, 垂向上具正粒序特征。剖面上自下而上呈现 $Sm \rightarrow St \rightarrow Sp \rightarrow Sh \rightarrow Fr \rightarrow Fm \rightarrow Sr$ 岩石相组合。

(2) 支流间湾微相。该微相为水下分支河道之间相对低洼地区, 当三角洲向前推进时, 在分支河道间形成一系列尖端指向陆地的楔形泥质沉积体。支流间湾以粘土沉积为主, 含少量粉砂和细砂, 发育水平层理和透镜状层理, 以及虫孔及生物扰动构造, 可见 Fh 、 Fr 、 $M1$ 、及 Fc 岩石相。

(3) 水下天然堤微相。该微相分布于水下分流河道两侧, 为溢出河道的泥沙快速堆积形成, 背离河

道方向快速变薄呈楔状。剖面上从下至上依次发育有 $Fm \rightarrow Ss \rightarrow Fh \rightarrow Mg$, 岩性为灰色—绿灰—深灰色薄层泥质条带粉细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩组成, 反映向上变细的粒序性, 底部可发育小型冲刷面。沉积构造有沙纹层理、水平层理及变形层理等, 垂向上与水下分流河道沉积呈渐变过渡, 向上可连续过渡为细粒分流河道间洼地沉积。电性特征上表现为常与下伏河道砂体共同构成向上连续变细的钟形曲线上部细尾部分。

(4) 水下决口扇微相。该微相为洪水期底流冲刷水下天然堤后, 在河口附近快速堆积形成的小型扇状沉积体, 位于河道两侧, 走向与决口处河道方向近于垂直。剖面上自上至下依次发育有 $Sm \rightarrow Sh \rightarrow Fh \rightarrow Ss \rightarrow Sd$, 且呈韵律变化。岩性为灰色块状层理细砂岩、粉细砂岩、粉砂岩夹薄层泥岩、粉砂质泥岩, 具向上变粗的反韵律; 以块状层理为主, 其次为纱纹层理、水平层理和变形层理, 偶见植物茎干和叶片化石, 具生物扰动和钻孔构造; 电测曲线呈低—中幅指形或漏斗形。

3. 三角洲前缘亚相

三角洲前缘位于水下平原亚相外侧向海方向, 为三角洲的前缘部分, 具有一定坡度, 沉积作用活跃^[4]。沉积物以细砂、粉砂为主, 砂岩含量高, 砂质纯净, 分选好, 分布广, 厚度大。沉积构造类型多样,

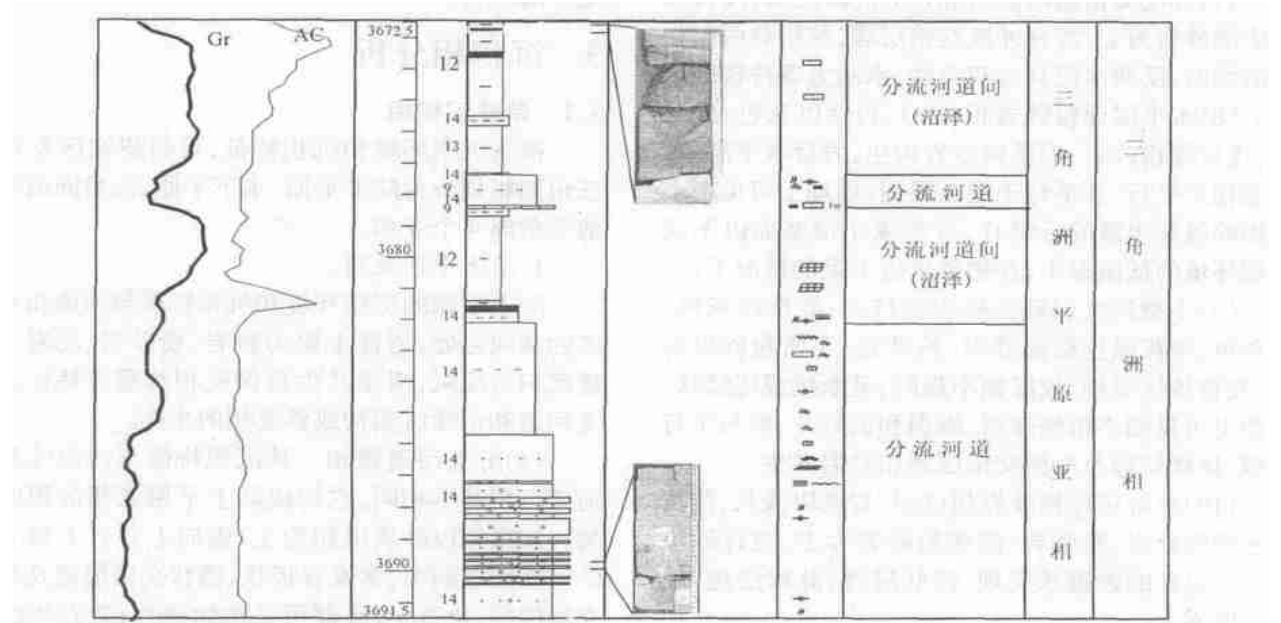


图 2 珠海组三角洲水下平原沉积

Fig. 2 The submerged delta-plain deposits in the Zhuhai Formation

常发育交错层理,化石稀少,主要为河流带来的树干和植物碎片。地震反射特征以中强振幅连续—中连续平行反射—中弱振幅断续平行(亚平行)反射及斜交前积等反射等为主。可进一步划分为水下分流河道、水下天然堤、分流河道间洼地、决口扇、河口砂坝及席状砂等沉积微相(图 3),其中水下分流河道、水下天然堤、分流河道间洼地及水下决口扇等沉积微相特征与三角洲水下平原内微相相似。

(1) 河口坝微相。该微相沉积物以分选好、质纯净的砂岩组成,下部多为泥质粉砂、粉砂岩、粉细砂岩,向上变为细砂岩、中粗砂岩,顶部常为含砾砂岩;岩石相组合以 $Fh \rightarrow Ss \rightarrow Sd \rightarrow St \rightarrow Sm$ 为主,具下细上粗的反韵律,槽状交错层理、水平层理、沙纹层理、块状层理发育,下部为小型层理,向上层理规模变大。

(2) 席状砂微相。该微相在海洋作用较强的河口区。河口砂坝受波浪和岸流的淘洗和筛选,并发生侧向迁移,使之呈席状或带状广泛分布于三角洲前缘。广泛发育交错层理,生物化石稀少。

4. 前三角洲亚相

前三角洲亚相位于三角洲前缘亚相的向海一

侧,沉积物主要由暗色粘土和粉砂质粘土组成,有机质丰富,含少量粉细砂。水平层理和粒韵律层理很发育,交错层和流水波痕偶可见,出现正常海相(湖相)化石,水平虫孔较丰富。地震上多呈中弱振幅断续平行(亚平行)反射或空白-杂乱反射。

通过取心井岩石相及其组合规律分析可以看出,研究区发育的三角洲具有以下特点:三角洲平面形态既非鸟足状,亦非席状,而成朵叶状,包含浪成冲洗交错层理砂岩相及与河流有关的岩石相。根据珠海组三角洲的沉积相带特点及剖面相带展布规律(图 4),珠海组三角洲表现出强烈向海中推进的特征,由此可以认为该三角洲为河-浪控型三角洲。

3.2 三角洲沉积的地震响应

通过对过井地震剖面的标定,即井的资料与地震反射特征的对比拟合,可以清楚反映三角洲沉积的特点^[3]。从图 5 可以看出,三角洲沉积在测井资料上总体呈现为复合箱形或复合漏斗形,所对应的地震反射以中强振幅连续—中连续平行反射—中弱振幅断续平行(亚平行)反射及斜交前积等反射为主。

从地震内部反射特征来看,三角洲沉积中,中强

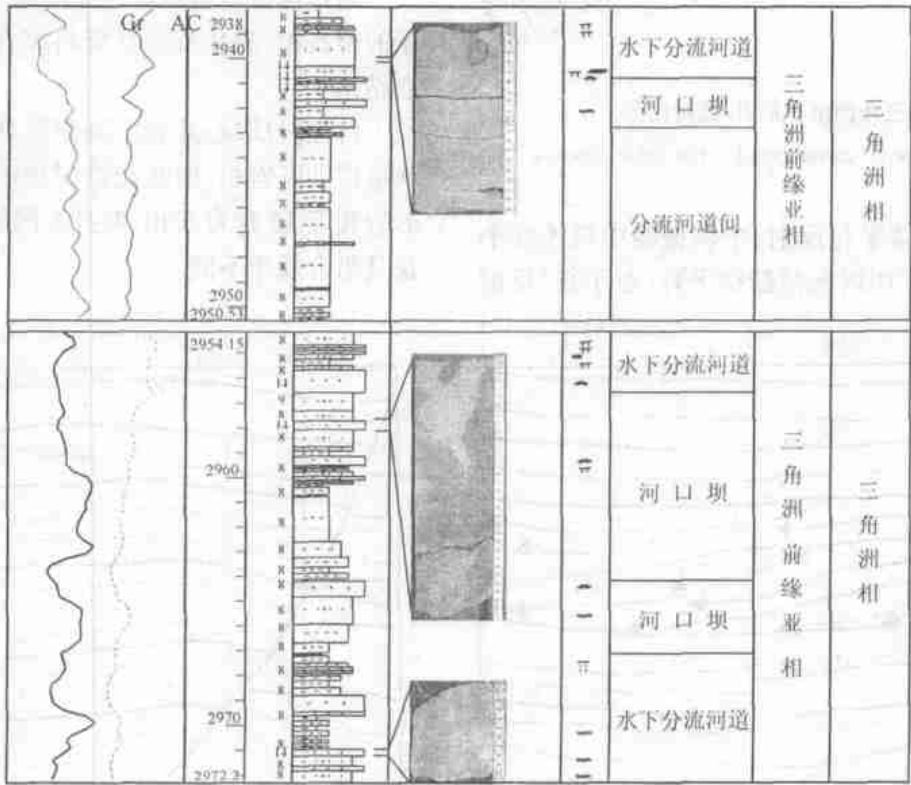


图 3 珠海组三角洲前缘沉积

Fig. 3 The delta front deposits in the Zhuhai Formation

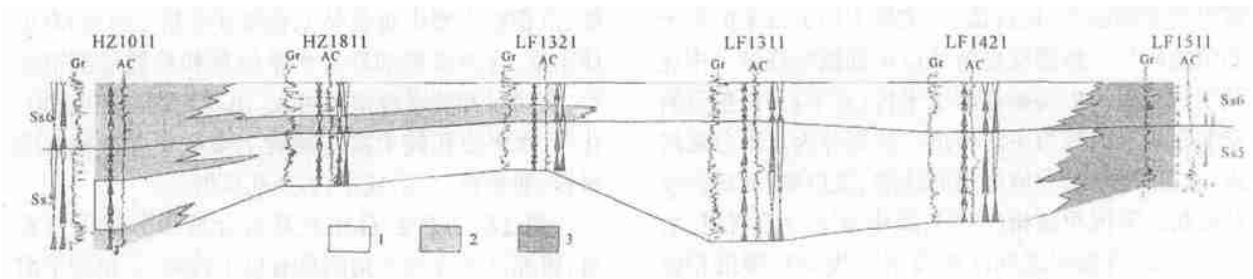


图4 珠海组三角洲沉积

1. 三角洲相; 2. 滨浅海相; 3. 河流相

Fig. 4 The delta deposits in the Zhuhai Formation

1= delta facies; 2= littoral-shallow marine facies; 3= fluvial facies

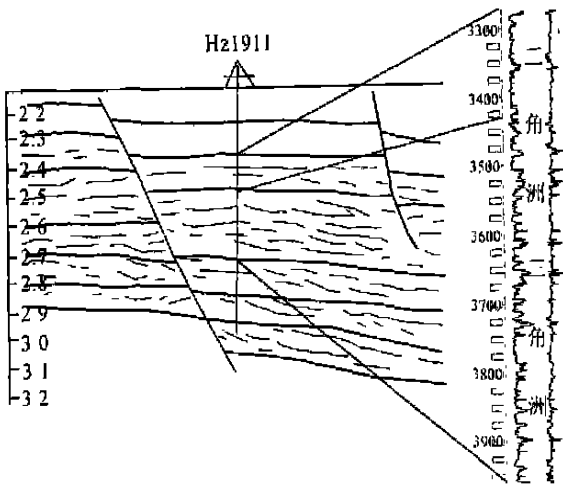


图5 三角洲沉积的井震对比图

Fig. 5 Log-seismic correlation for the delta deposits

振幅连续—中连续平行反射、中弱振幅中低连续平行(亚平行)反射、中弱振幅断续平行(亚平行)反射

及斜交前积等反射类型都可见到。地震反射的外部形态以楔形、“S”形(平行测线上)和丘形(垂直测线上)为主。楔形反射特点为厚度向一个方向逐渐增厚而后地层突然终止,内部特征为杂乱、空白、杂乱状前积或帚状前积;丘状反射表现为,在地震剖面上发射轴突起或层状上隆,其内部呈现出双向下超反射(图6)。反映出一种高能条件下的快速且不均匀沉积作用。

4 结 论

通过珠江口盆地珠一坳陷珠海组三角洲沉积体系的岩石相、测井及地震资料综合分析得出如下几点结论:

(1)通过取心井岩心观察在珠海组中识别出块状层理砂砾岩相、槽状交错层理砂岩相及平行层理砂岩相等 12 种岩石相,并且不同的沉积微相岩石相及其组合规律不同。

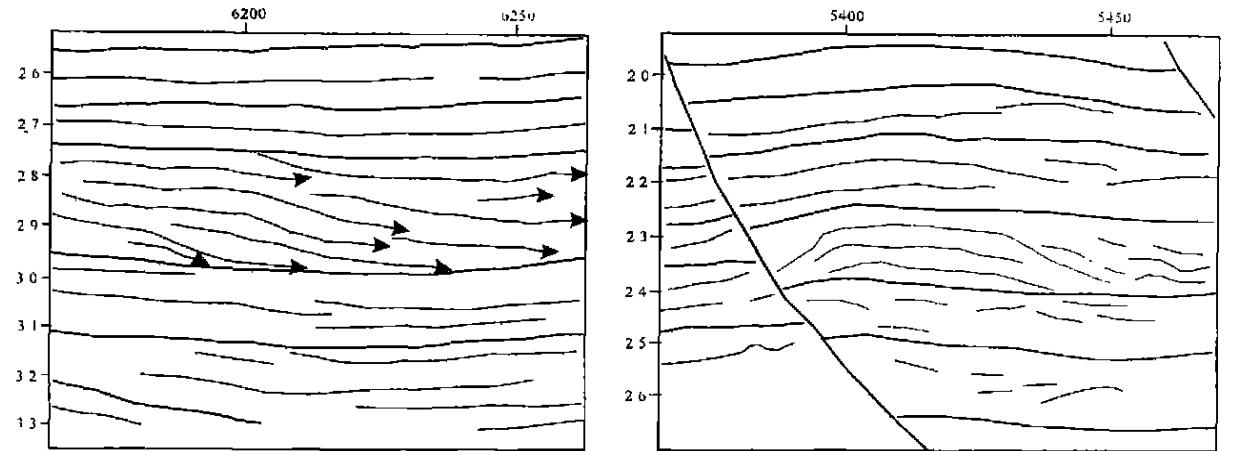


图6 三角洲沉积的地震反射特征

Fig. 6 Seismic reflection profiles through the delta deposits

(2) 三角洲沉积在测井资料上总体呈现为复合箱形或复合漏斗形, 而不同沉积岩相和沉积微相, 其测井曲线形态及其组合特征有所差异。

(3) 三角洲沉积的内部地震反射特征具中强振幅连续-中连续平行反射、中弱振幅中低连续平行(亚平行)反射、中弱振幅断续平行(亚平行)反射及斜交前积等。地震反射的外部形态多呈楔形、“S”形和丘形。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] H. G. 里丁. 沉积环境和相[M]. 北京: 科学技术出版社, 1986. 127—178.
- [3] 徐怀大, 等. 地震地层学解释基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.

The delta deposits from the Zhuhai Formation in the Zhu-1 depression of the Zhujiangkou Basin

WANG Zhen-qi, ZHANG Shang-feng, DAN Wei-dong, CHENG Tao

(*Changjiang University, Jingzhou 434023, Hubei, China*)

Abstract: Twelve lithofacies including the sandstone and conglomerate facies with massive bedding, sandstone facies with trough cross-bedding and sandstone facies with parallel bedding are recognized in the Zhuhai Formation on the basis of lithofacies, well logs and seismic reflection profiles of the delta deposits from the Zhuhai Formation in the Zhu-1 depression of the Zhujiangkou Basin. The delta deposits take diverse forms: composite boxes or composite funnels for well logs, and wedge-shaped, sigmoidal and mound for seismic reflection configurations.

Key words: delta deposits; sedimentary microfacies; Oligocene; Zhuhai Formation; Zhujiangkou Basin