

文章编号:1009-3850(2014)01-0020-11

济阳拗陷青东凹陷新近系沙河街组沉积体系研究

温宏雷, 侯中健, 林孝先

(成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要:新近系沙河街组是青东凹陷区块油气勘探的主要目的层位,但目前并没有研究者对其中有利沉积相带及沉积体系有过系统的研究,这极大制约了进一步的油气勘探开发。本文以沉积学、地层学理论为指导,依据岩芯、录井、测井及地震等资料,运用沉积学、古生物学、地球化学以及地球物理学的沉积相标志,在青东凹陷区块新近系沙河街组地层内划分出三角洲体系和湖泊体系两类沉积体系,并进一步划分出了扇三角洲、三角洲、滩坝、近岸水下扇、湖底扇、湖泊等6个沉积相及相对应的亚相和微相,为青东凹陷地区有利储层的预测以及进一步的油气开发提供了重要依据。

关键词:青东凹陷;沙河街组;沉积体系

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

近几年来,围绕青东凹陷的研究逐渐增多,但前人的研究主要集中在区域构造演化^[1-2]、石油地质特征及油气资源潜力^[3-4]等方面,针对古近系的沉积相带、沉积体系以及沉积环境^[5]方面的相关研究比较少。研究区目前尚没有对有利沉积相带和沉积体系进行过系统深入的研究,极大地制约了该地区有利储层的预测及进一步的油气勘探。

本文以沉积学、地层学理论为指导,综合岩芯、录井、测井及地震等资料,对研究区开展了沉积体系的精细研究,确定了青东凹陷沙河街组沉积相的发育类型及其特征,为青东凹陷地区有利储层的预测以及进一步的油气开发提供重要依据。

1 区域地质背景

青东凹陷位于渤海南部海域济阳拗陷东部与郯庐断裂带的结合部位,其西北以青坨子凸起、垦东凸起为界与沾化凹陷相隔,西南通过青南洼陷与东营凹陷相连,东部通过郯庐断裂西南支与莱南-淮北凸起相接(图1)。青东凹陷北部边界以垦东南断层及垦东12南断层与垦东凸起相隔,南部以青东南

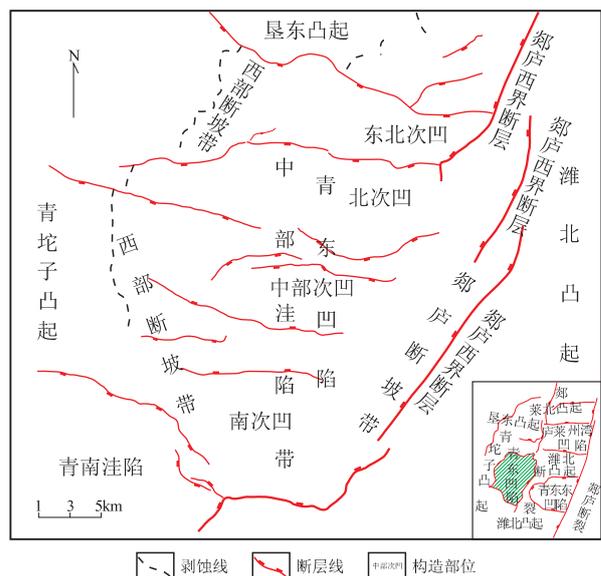


图1 青东凹陷构造纲要及位置图

Fig. 1 Structural outline and location of the Qingdong depression

部边界断层与淮北凸起相接,东部边界为郯庐断裂的一支^[6]。综合钻井和地震资料,并与渤海海域及济阳拗陷对比,青东凹陷形成于太古界结晶变质岩之上,发育了古生界、中生界、新生界及第4系四套

收稿日期:2013-05-22; 改回日期:2013-08-18

作者简介:温宏雷(1988-),男,硕士研究生,专业:矿物学、岩石学、矿床学。E-mail:wen.honglei@163.com

沉积岩系。研究区目前已完钻探井及滚动井,自下而上钻遇了中生界,新生界古近系孔店组、沙河街组、新近系馆陶组、明化镇组及第四系平原组。由

于本文主要目的层段在新生界古近系沙河街组,因此仅对沙河街组及其上覆下伏地层进行简要描述(表1)。

表1 青东凹陷沙河街组及其上覆、下伏地层划分及特征

Table 1 Division of the Shahejie Formation and its overlying and underlying strata in the Qingdong depression

| 地层 | | | 岩性 | | |
|-------------|-------------|------------------|---|--|--|
| 新 生 界 | 古 近 系 | 东营组 | Ed | 下部为深灰色、褐灰色泥岩,中部为深灰色、灰绿色砂质泥岩和泥岩,上部为暗紫色、灰绿色泥岩夹砂质泥岩 | |
| | | 沙 河 街 组 | 沙一段 | Es ¹ | 下部为深灰色、灰绿色泥岩夹生物灰岩和白云岩;中部为深灰色泥岩夹生物灰岩和白云岩;上部为灰绿色、灰褐色泥岩夹粉、细砂岩 |
| | | | 沙二段 | Es ² | 中下部含为灰白色砾砂岩、灰色粗砂岩、细砂岩,中上部为棕红色、灰色厚泥岩加薄层砂岩 |
| | | | 沙三段 | Es ³ | 为灰色泥岩、棕褐色碳质页岩与浅灰色细砂岩、灰质细砂岩、粉砂岩不等厚互层 |
| | 沙四段 | Es ⁴ | 上部以灰色泥岩为主夹浅灰色细砂岩、灰黄色油页岩、灰色泥质白云岩,下部以棕红色、浅灰色泥岩为主夹浅灰色含膏泥岩、泥质石膏岩、薄层浅灰色泥质粉砂岩 | | |
| 系 | 孔店组 | Ek | 上部为紫红色、灰紫色泥岩和白云岩、钙质泥岩、粉砂岩,下部为灰紫色,紫红色泥岩夹少量粉砂岩和炭质泥岩 | | |

2 沉积体系识别标志

沉积体系分析是从详细观察和描述相标志开始的。确定沉积体系的标志主要包括沉积学标志、古生物学标志、地球化学标志和地球物理学标志。它们是沉积岩在沉积过程中对应沉积环境的地质记录和物质表现^[9]。

本文对沉积相的研究是在岩石学、地层学的研究以及岩芯资料收集的基础上,通过测井、录井资料并结合地震剖面成果,综合分析了青东凹陷沙河街组的沉积体系,研究了其沉积特征。

2.1 沉积学标志

确定沉积体系的沉积学标志包括了沉积岩的全部特征,诸如岩石的颜色、成分、岩石类型组合、结构、沉积构造、粒度分布、剖面结构等,这些特征是反映沉积环境的重要标志。

1. 岩石颜色

沉积岩的颜色取决于其成分,尤其是所含的染色物质—色素,并与形成的环境密切相关^[8]。

研究区沙河街组岩石的颜色以浅灰色、灰色、深灰色为主(图3a-b),其次为灰绿色、紫红色、棕红色、灰黑色、黑色、黄色,说明其沉积环境以弱氧化—弱还原过渡环境为主,强还原、强氧化环境为辅。

2. 岩石类型

研究区沙河街组的岩石类型主要为泥岩、砂岩(以细砂岩、粉砂岩为主)、含砾(细—中—粗)砂岩、砾岩(图3a-d),其次为碳酸盐岩(以白云岩、白云质灰岩为主)、泥膏岩等。含砾砂岩、细砾岩主要分布在研究区边缘,反映近物源的特点,推测主要为扇三角洲平原、近岸水下扇的沉积;研究区内部的少量

含砾的粗粒沉积,推测为湖底扇、(水下)分流河道沉积等;而大面积的细砂岩、粉砂岩沉积,推测为水动力条件强的过渡相沉积,如(扇)三角洲前缘、滩坝、滨—浅湖等。

3. 岩石结构—粒度分布特征

岩芯结构—粒度分析(主要利用粒度概率曲线及C-M图)表明,研究区沙河街组具有(扇)三角洲、滩坝、近岸水下扇的沉积环境。

青东斜6井沙四上亚段(2191.46~2193.96m)岩性为绿灰色粗砂岩、绿灰色砾状砂岩,碎屑岩成分成熟度和结构成熟度均较低,碎屑粒度为次棱角状,分选系数为1.68~2.99,分选差,孔隙度为9.7~19.2%,具有近源沉积的特征。从粒度概率曲线上看(图2),主要由悬浮和跳跃组分组成,悬浮总体含量大,但是分选很差,属跳跃搬运的粗组分,分选较好,推测其为近岸水下扇环境。

4. 沉积构造

研究区沙河街组常见的具有沉积环境特征意义的沉积构造主要有冲刷面、平行层理、(板状、楔状、波状、槽状)交错层理、递变粒序、韵律构造等(图3a-d)。这些沉积构造反映出了研究区具有较高的水动力条件、具双向水流,另外还有重力流的沉积,判断其为湖(海)岸相的沉积。

5. 剖面结构特征

不同沉积环境具有各自特殊的水动力条件及变化特点,因之在剖面上表现出特定的岩性、结构、构造、古生物学等组合,形成特有的剖面结构特征^[8]。在青东凹陷钻井剖面分析中,剖面结构综合研究对沉积体系的识别划分有重大意义。在研究区,远砂坝具有向上变粗的剖面结构,而三角洲(水

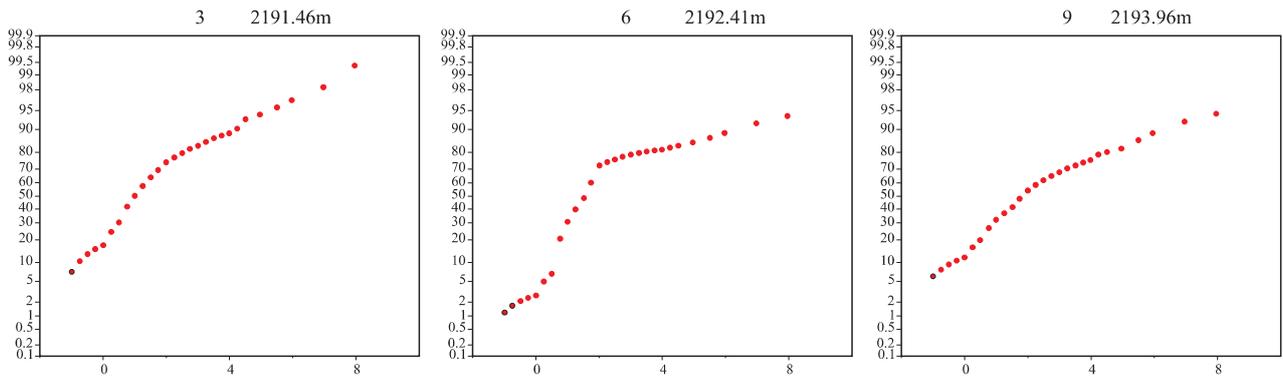


图2 青东斜6井沙四上亚段I油组粒度概率曲线(据胜利油田 2010, 修改)

Fig.2 Grain size probability accumulation curves for I oil measures in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation through the Xie-6 well in the Qingdong depression



图3 青东凹陷沙河街组岩性及沉积构造图

a. 冲刷面, 灰色细-粗砂岩, 青东8井, 1513.84m, 沙四上亚段; b. 平行层理, 灰色油浸中砂岩, 青东4井, 1328.18m, 沙三上亚段; c. 韵律层理, 灰色粉砂岩, 青东12井, 2257.7m, 沙四上亚段; d. 递变粒序, 灰色砾岩-砂岩, 青东17井, 1882.0m, 沙四下亚段

Fig.3 Lithology and sedimentary structures in the Shahejie Formation in the Qingdong depression

下)分流河道向上变细的剖面结构较为常见(图5a-b)。

2.2 古生物学标志

研究区沙河街组岩芯中常见腹足类化石和植物碎片(图4a-b),特别是腹足类化石常呈层富集,以化石形成类平行层理的构造,这指示了高能的滩

坝相沉积。

另外,孢粉和藻类可以分别用以指示盆地周边陆地的温度和湿度和盆地内的水深、盐度等古环境条件。毕立刚^[7]等根据孢粉类群和藻类的含量的相对变化,重建了垦利构造的古近纪沉积环境,其中沙河街组主要为滨-浅湖环境沉积。

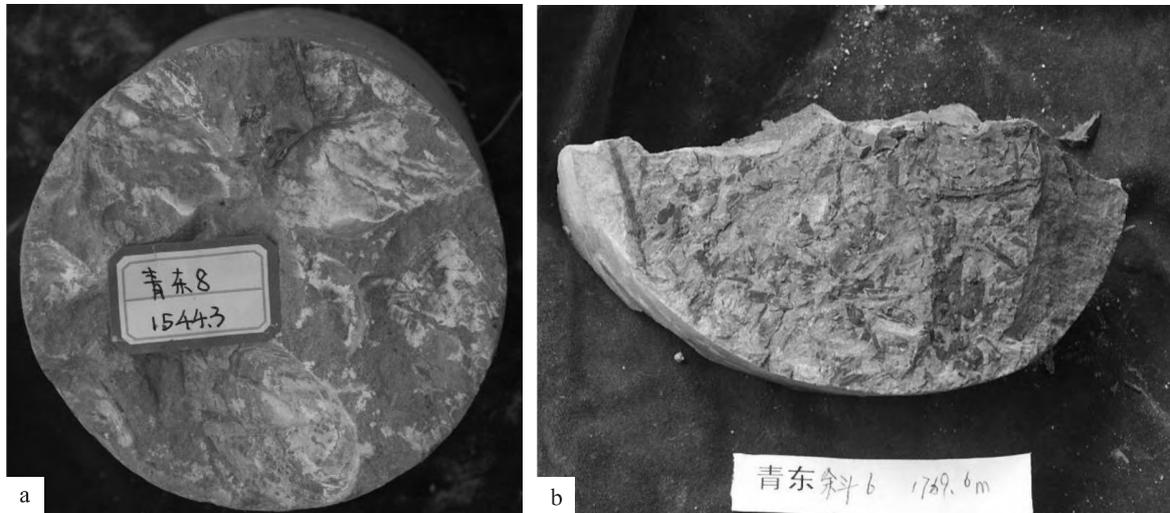


图4 青东凹陷沙河街组古生物学相标志

a. 腹足化石,灰色粉砂岩,青东8井,1544.3m,沙四上亚段;b. 植物碎片,灰色粉-细砂岩,青东斜6井,1769.9m,沙三上亚段

Fig. 4 Palaeontological indicators for the Shahejie Formation in the Qingdong depression

2.3 地球化学标志

沉积岩中化学元素的分析可以用来判断古水介质的物理、化学性质、古气候及物源区。沉积环境的地球化学标志主要是指利用常、微量元素对古盐度、古氧相等沉积环境进行判别。

1. 古盐度分析

古盐度是指记录在古代沉积物中的古代水体的盐度,可作为分析地质历史时期沉积环境特征的一个重要标志。

针对研究区地质、化学背景和研究任务,选取常用的、较为成熟的 Sr/Ba 法对研究区沙河街组古盐度进行了分析。

参照前人研究成果^[10]并结合研究区实际情况,选取划分标准为: Sr/Ba < 0.6,为淡水环境; 0.6 ≤ Sr/Ba < 1,为半咸水环境; Sr/Ba ≥ 1,为咸水环境。研究区沙河街组古盐度数据见表2。

对研究区沙河街组具有代表性的11个砂、泥岩样品微量元素测试数据分析发现, Sr/Ba 平均值为0.88,其中8个样品指示淡水环境,1个样品指示半咸水环境,2个样品指示咸水环境。

2. 古氧相

为了确定研究区的水体环境,引进了古氧相的

概念及其研究方法。有国外相关研究指出^[11-12],在判别古氧相地球化学时微量元素比值最可靠,且它们之间有一定的对比关系。本次研究选取 U/Th、V/Cr、Ni/Co 比值研究为主。

根据选取的11个样品的微量元素测试、分析资料(表2)发现,沙四段地层的 U/Th 的平均值为0.22,均指示常氧环境; V/Cr 的平均值为1.11,均指示常氧环境;而 Ni/Co 的平均值为2.21,均指示常氧环境。

分析以上古氧相结果,这种沉积环境主要在内陆咸化湖泊中出现,所以古氧相分析佐证了研究区沙河街期为内陆咸化湖泊沉积环境。

通过古盐度与古氧相的综合对比分析,认为研究区沙河街期为内陆咸化湖泊环境,其中沙四亚期盐度最高,为盐湖沉积;沙三至沙一亚期,盐度有所下降,为半咸水或淡水-半咸水沉积。

2.4 地球物理学标志

地球物理相标志主要用于钻井(测井)和地震资料丰富的探区,是在综合已有资料的基础上,抽取和提炼适用于研究区的地球物理相标志,再将这些相标志应用于缺少相关资料的沉积相研究中。在此次研究中,主要采用了测井相标志作为重点研

表2 研究区沙河街组古盐度及古氧相数据(原始数据据胜利油田 2010)

Table 2 Palaeosalinity and fossil oxygen facies data for the Shahejie Formation

| 序号 | 钻井 | 深度(m) | 地层 | Sr/Ba | U/Th | V/Cr | Ni/Co |
|-----|----------|--------|-------|-------|------|------|-------|
| 1 | 青东 12 | 2205.1 | 沙四上亚段 | 0.26 | 0.19 | 0.93 | 1.73 |
| 2 | 青东 12 | 2234.6 | 沙四上亚段 | 0.29 | 0.21 | 1.08 | 2.20 |
| 3 | 青东 12 | 2258.5 | 沙四上亚段 | 0.31 | 0.18 | 1.23 | 2.13 |
| 4 | 青东 5-1 | 1668.3 | 沙四上亚段 | 2.42 | 0.19 | 0.89 | 2.38 |
| 5 | 青东 5-1 | 1712.5 | 沙四上亚段 | 3.69 | 0.42 | 1.41 | 2.74 |
| 6 | 青东 5-1 侧 | 1874.6 | 沙四上亚段 | 0.54 | 0.18 | 0.96 | 1.95 |
| 7 | 青东 5-2 | 1423.3 | 沙四上亚段 | 0.39 | 0.13 | 1.12 | 1.89 |
| 8 | 青东 5-斜 3 | 1779.9 | 沙四上亚段 | 0.61 | 0.34 | 1.36 | 3.29 |
| 9 | 青东 5-斜 4 | 1584.9 | 沙四上亚段 | 0.39 | 0.17 | 1.25 | 2.03 |
| 10 | 青东 8 | 1513.3 | 沙四上亚段 | 0.47 | 0.20 | 1.02 | 2.02 |
| 11 | 青东斜 6 | 1773.3 | 沙三上亚段 | 0.28 | 0.19 | 0.98 | 1.92 |
| 平均值 | | | | 0.88 | 0.22 | 1.11 | 0.88 |

研究对象。

据已有测井资料的岩-电转换对比关系分析,以自然伽玛曲线(简称 GR 曲线)和视电阻率曲线的测井相分析结果与取芯井段的岩性、岩性组合以及沉积相序列的分析结果拟合性最好,因而选取这两类曲线的测井相与取芯段的沉积相分析结果的拟合

关系,建立不同沉积相类型和层序级别的测井相-沉积相的岩-电转换模型^[13],用以指导非取芯井段测井曲线的沉积相解释和层序划分。

据此对研究区测井曲线形态与沉积相类型进行了分析,识别出了水下分流河道(图 5a)、远砂坝(图 5b)、河口坝、滩坝等沉积微相。

表3 青东凹陷沙河街组沉积体系划分

Table 3 Classification of the depositional systems in the Shahejie Formation in the Qingdong depression

| 沉积体系 | 沉积相 | 亚相 | 微相 | 分布层位及地区 |
|-------|-------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 三角洲体系 | 扇三角洲 | 扇三角洲平原 | 分流河道、天然堤、决口扇、洪泛湖泊、支间沼泽 | 沙四段沙三段:研究区西部、东部;沙二段-沙一段:研究区西部 |
| | | 扇三角洲前缘 | 水下分流河道、水下天然堤、水下决口扇、河口坝、远砂坝、前缘席状砂、分流间湾 | |
| | | 前扇三角洲 | (位置与滨-浅湖、滩坝重叠) | |
| | 三角洲 | 三角洲平原 | 分流河道、天然堤、决口扇、洪泛湖泊、支间沼泽 | 沙四段沙三段:研究区南部;沙二段沙一段:研究区东部 |
| | | 三角洲前缘 | 水下分流河道、水下天然堤、水下决口扇、河口坝、远砂坝、前缘席状砂、分流间湾 | |
| | | 前三角洲 | (位置与滩坝重叠) | |
| 湖泊体系 | 湖泊 | 滨-浅湖 | | 沙四段沙一段:研究区中部 |
| | | 半深-深湖 | | |
| | 滩坝 | 砂坝 | 坝主体、坝侧缘、坝间 | 沙四段沙三下亚段:研究区西部、东部;沙三中-上亚段:研究区西部 |
| | | 砂滩 | 滩脊、滩席、滩间 | |
| | | 碳酸盐岩滩 | 滩主体、滩间 | |
| | 近岸水下扇 | 扇根 | 主水道、主水道间 | 沙四段:研究区西北部 |
| | | 扇中 | 辫状水道、辫状水道间、扇中前缘 | |
| | | 扇端 | 扇端席状砂、扇端泥 | |
| | 湖底扇 | 重力流水道 | 水道砾、水道砂 | 沙四上亚段I-III油组、沙三下亚段、沙二段:研究区中西部 |
| | | 内扇 | 主水道、主水道间 | |
| 中扇 | | 辫状水道、辫状水道间、中扇前缘 | | |
| 外扇 | | 扇端席状砂、扇端泥 | | |

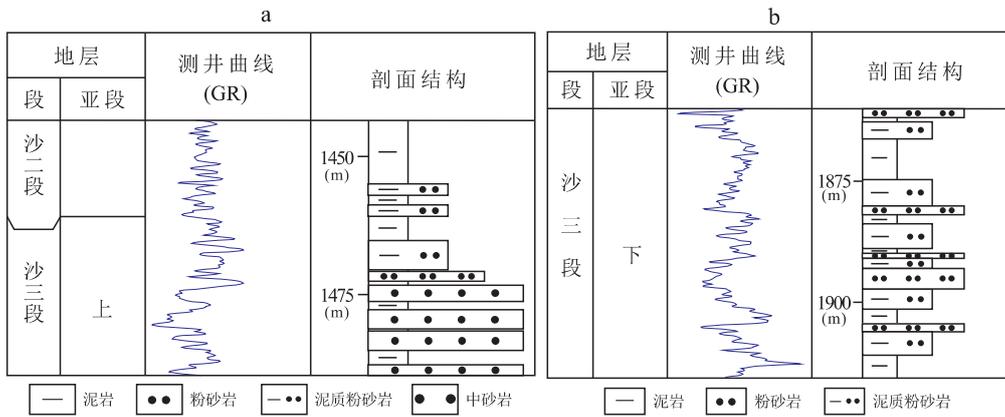


图5 沙河街组剖面结构及测井曲线-沉积相转化图

a. 水下分流河道、天然堤等(青东23井); b. 多期远砂坝叠置(青东23井)

Fig.5 Profile architectures , well logs and sedimentary facies transition in the Shahejie Formation

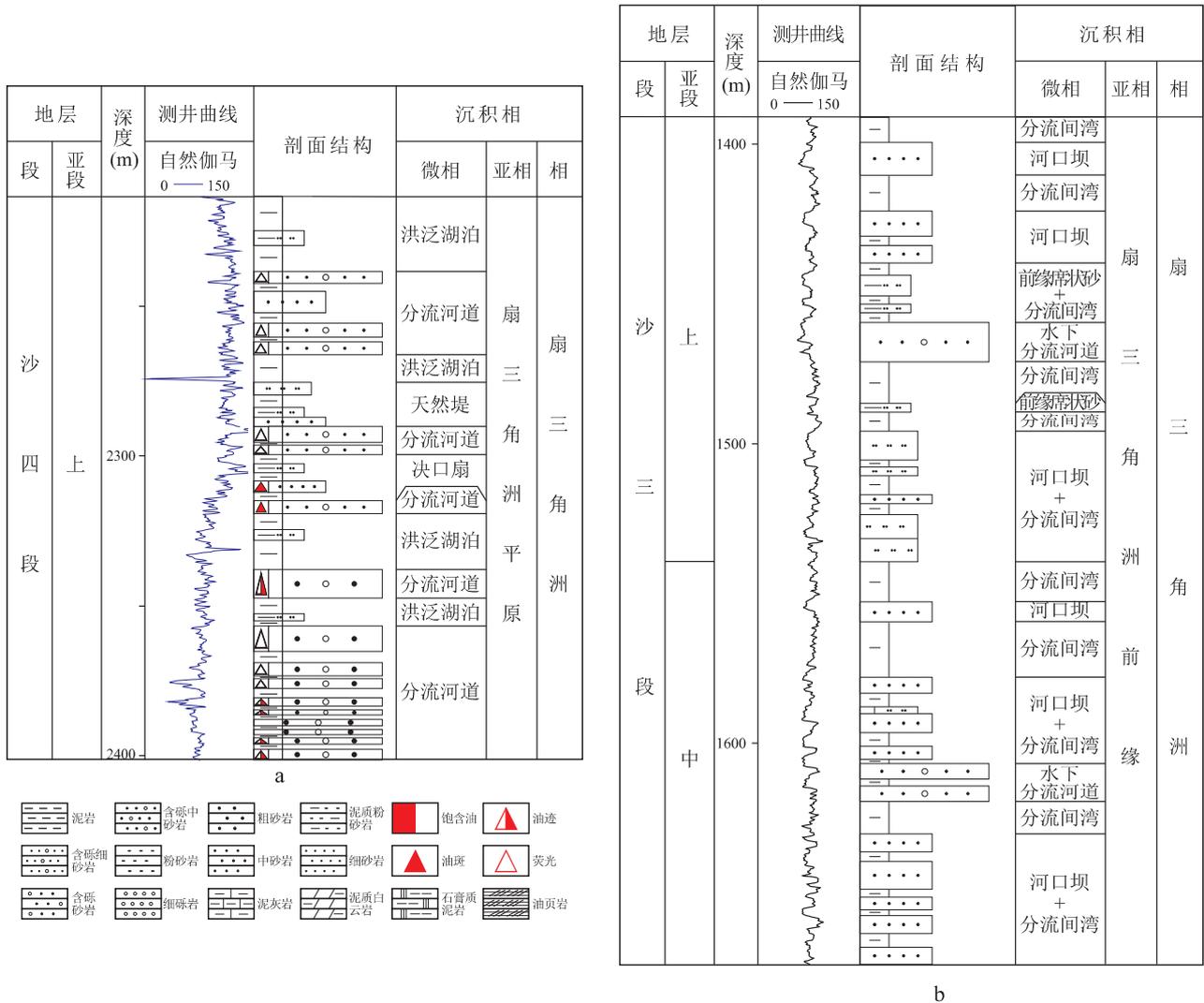


图6 研究区沙河街组扇三角洲沉积组合特征

a. 扇三角洲平原沉积微相组合(青东斜6井); b. 扇三角洲前缘沉积微相组合(青东斜6井)

Fig.6 Sedimentary subfacies and microfacies associations in the fan delta facies in the Shahejie Formation

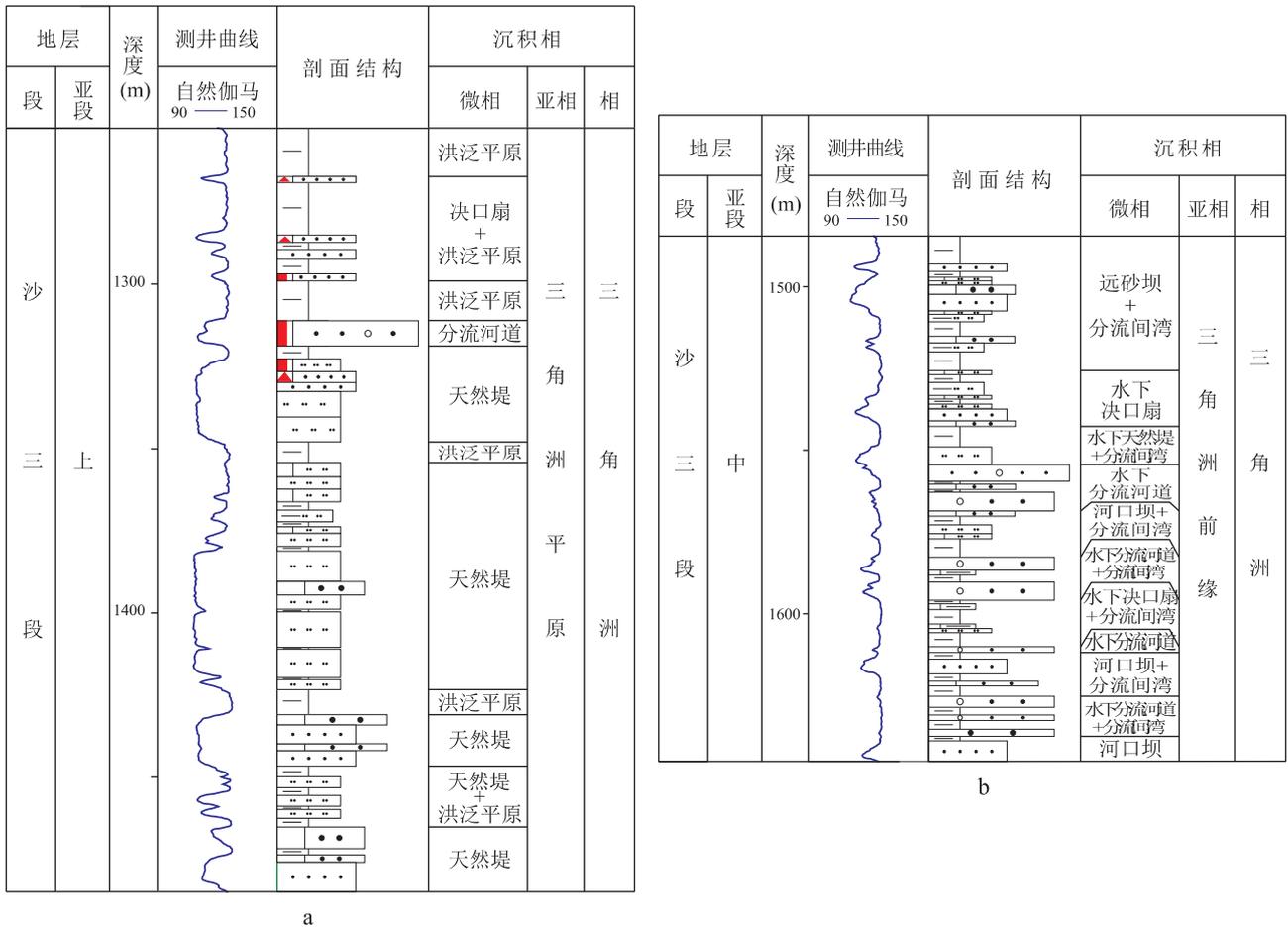


图7 研究区沙河街组三角洲沉积组合特征(图例同图6)

a. 三角洲平原沉积微相组合(青东4井); b. 三角洲前缘沉积微相组合(青东4井)

Fig. 7 Sedimentary facies associations in the delta facies in the Shahejie Formation (symbols as in Fig. 6)

3 沉积体系及其特征

根据区域沉积格局和沉积作用特点,在前人研究成果的基础上,通过对研究区31口钻井测井、录井数据的详细分析,并结合15口钻井岩芯资料以及地震资料等,对研究区沙河街组沉积体系进行了划分,识别出了三角洲体系和湖泊体系两类沉积体系,并进一步划分出不同的相、亚相和微相(表3)。

3.1 三角洲体系

本文的三角洲体系是指湖泊沉积背景下形成的扇三角洲和湖泊三角洲,即包括了扇三角洲相和三角洲相。

研究区三角洲相与扇三角洲相主要以距离物源远近、进入沉积盆地的地形坡度等因素区分。扇三角洲距离物源近、进入沉积盆地的地形陡峭;而三角洲一般距离物源较远,经过河流的长距离搬运,进入沉积盆地的地形较缓。

3.1.1 扇三角洲

扇三角洲系指从山口直接推进到湖泊内的冲积扇,除扇体的水上部分仍保留有冲积扇沉积特征,其前缘受到河流与湖泊的双重改造作用。按水动力状况和沉积特征,扇三角洲可划分为扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲3个亚相及与其对应的微相类型,其中前扇三角洲亚相与滩坝、滨-浅湖位置重叠、不易区分,在本次沉积环境研究中未作进一步区分。

(1) 扇三角洲平原

扇三角洲平原系指此类三角洲的水上沉积部分,可细分为分流河道、天然堤、决口扇、洪泛湖泊、支间沼泽等微相(图6a)。

(2) 扇三角洲前缘

扇三角洲前缘系指进入湖泊的冲积扇中前缘部分,可细分为水下分流河道、水下天然堤、水下决口扇、河口坝、远砂坝、前缘席状砂、分流间湾等微相(图6b)。

(3) 前扇三角洲

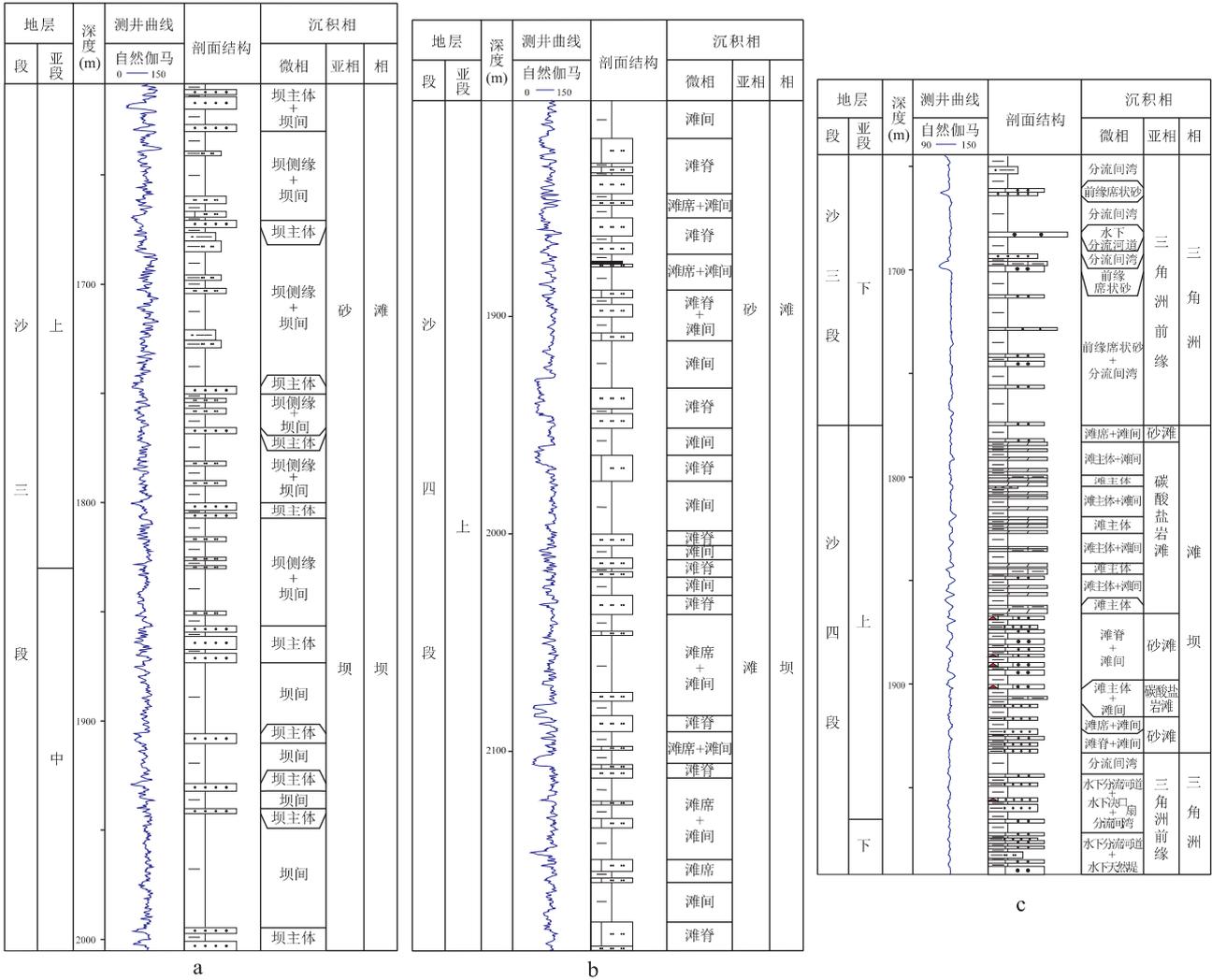


图8 研究区沙河街组滩坝沉积组合特征(图例同图6)

a. 砂坝沉积微相组合(青东12井); b. 沙滩沉积微相组合(垦利20-3-1); c. 碳酸盐岩滩沉积微相组合(青东4井)

Fig.8 Sedimentary subfacies and microfacies associations in the beach bar facies in the Shahejie Formation (symbols as in Fig.6)

前扇三角洲亚相系指完全进入湖泊并被完全淹没的扇端较深水的细粒沉积部分,主要由薄互层的深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩组成,水平层理发育。

3.1.2 三角洲

按水动力状况和沉积特征,三角洲可划分为三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲3个亚相及众多的微相类型,其中前三三角洲亚相与滩坝、滨-浅湖位置重叠、不易区分,在本次沉积环境研究中,未作进一步区分。

(1) 三角洲平原

三角洲平原亚相是三角洲沉积的水上部分,位于三角洲沉积层序的最上部,俗称顶积层,可以细分为分流河道、天然堤、决口扇、洪泛湖泊、支间沼泽等微相(图7a)。

(2) 三角洲前缘

三角洲前缘亚相位于三角洲平原前方河流入湖的部位,也是三角洲体沉积作用最活跃的部位,又细分为水下分流河道、水下天然堤、水下决口扇、河口坝、远砂坝、前缘席状砂、分流间湾等微相(图7b)。

(3) 前三三角洲

位于三角洲前缘的滨-浅湖过渡的宽广平缓地带,与滩坝、滨-浅湖位置重叠。总体上该亚相与浅湖泥呈过渡关系,有时二者很难区分,水平层理、纹层发育,在相序上与席状砂或远砂坝互层。

3.2 湖泊体系

研究区沙河街组的湖泊体系主要包括滩坝、近岸水下扇、湖底扇、湖泊等4个沉积相。

3.2.1 滩坝

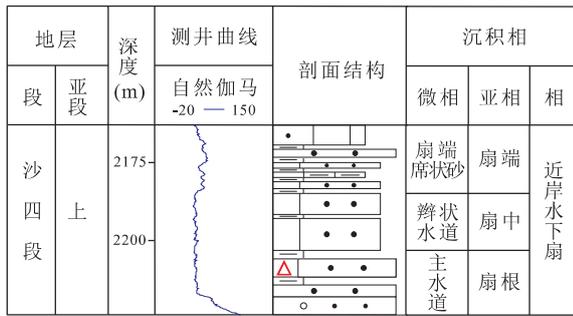


图9 研究区近岸水下扇沉积亚相、微相组合特征(青东斜6井,图例同图6)

Fig.9 Sedimentary subfacies and microfacies associations in the nearshore submarine fan facies in the Shahejie Formation (Qdx-6 well) (symbols as in Fig.6)

滩坝为滩和坝的总称,滩坝相沉积一般形成于开阔的滨-浅湖地区,与前(扇)三角洲亚相等位置重叠。

滩坝相为研究区重要的沉积相类型,可细分为砂坝、砂滩、碳酸盐岩滩等3种亚相类型。

(1) 砂坝

砂坝发育在滨-浅湖地带,研究区的砂坝沉积以细砂岩、粉砂岩为主,常由多个旋回叠置组成。砂坝亚相可以进一步划分为坝主体、坝侧缘、坝间等3种微相类型(图8a)。

(2) 砂滩

砂滩亚相是在较平坦地形上由湖浪、湖流作用形成的砂体,与砂坝亚相相比,水动力能量较弱,泥岩和砂岩之间为渐变接触。砂滩亚相可进一步划分滩脊、滩席、滩间等三种微相类型(图8b)。

(3) 碳酸盐岩滩

碳酸盐岩滩发育在缓坡带,多出现于邻近物源区、碳酸盐岩发育、附近无携带大量陆源碎屑砂泥的河流注入的、比较安静的地区。碳酸盐岩滩亚相可进一步划分为滩主体、滩间两种微相类型(图8c)。

3.2.2 近岸水下扇

近岸水下扇是由山地洪水直接进入湖盆堆积,形成全部没于水下的扇形砂砾岩体。就单个近岸水下扇扇体而言,其平面形态一般呈扇状。岩性以分选差的砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩及砂岩为主,部分夹泥岩层。按水动力状况和沉积特征,可进一步细分为扇根、扇中、扇端3个亚相及众多微相类型(图9)。

3.2.3 湖底扇

湖底扇(浊积扇)系指由浊流作用于湖底快速堆积而成的扇形沉积体,主要发育于近物源、沉积物供给充沛、坡度陡和同沉积断裂活动频繁的半深、深湖区。单个深水湖底扇主体水道旋回厚度一般在1~3m之间,按水动力状况和沉积特征,可进一步细分为重力流水道、内扇、中扇、外扇等4个亚相及众多微相类型(图10)。

3.2.4 湖泊

研究区沙河街期主要为碎屑型湖泊沉积,在研究区中部发育,仅在局部地方发育碳酸盐沉积。湖泊相按其水深和地理位置可划分为滨-浅湖及半深-深湖两个亚相及若干微相类型(图11),其中滨-浅湖亚相与(扇)三角洲前缘、前(扇)三角洲、滩坝等位置重叠。

滨-浅湖亚相系指位于远离河口的湖岸线附近

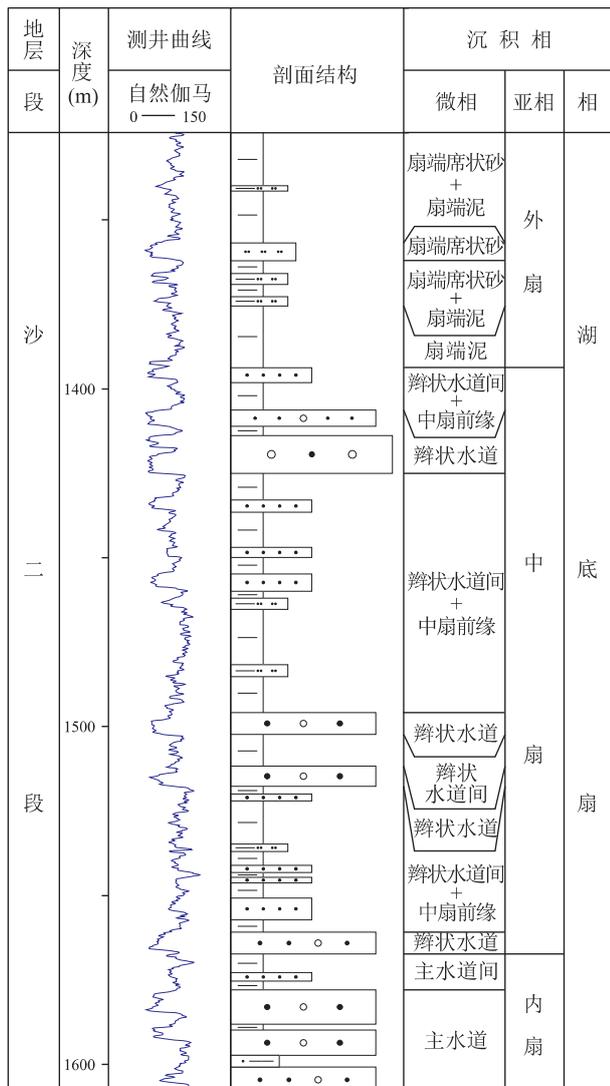


图10 研究区湖底扇沉积亚相、微相组合特征(青东12井,图例同图6)

Fig.10 Sedimentary subfacies and microfacies associations in the sublacustrine fan facies in the Shahejie Formation (Qd-12 well) (symbols as in Fig.6)

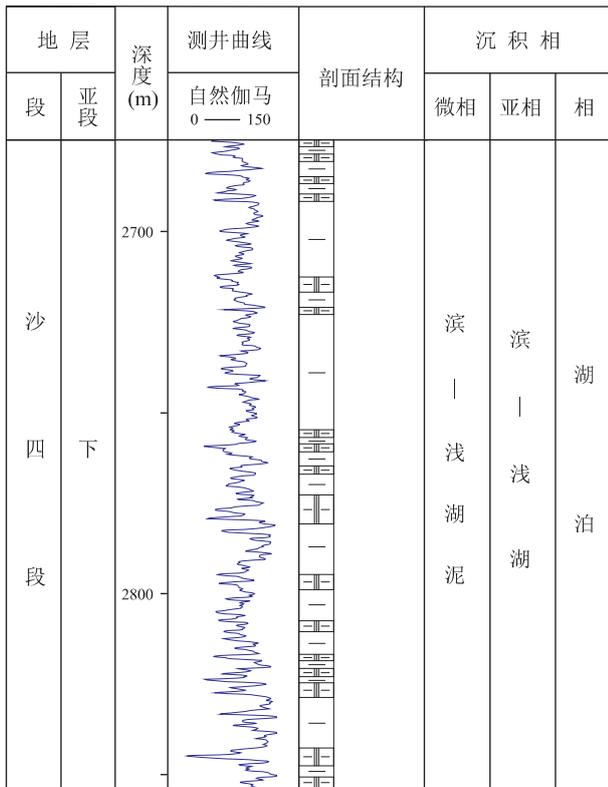


图 11 研究区湖泊沉积亚相、微相组合特征(青东 12 井,图例同图 6)

Fig. 11 Sedimentary subfacies and microfacies associations in the lake facies in the Shahejie Formation (Qd-42 well) (symbols as in Fig. 6)

及(扇)三角洲前方向湖心方向延伸的过渡带,为洪水期水位与枯水期浪基面之间的沉积产物。

半深-深湖亚相系指位于浪基面之下和无明显波浪作用的半深-深水沉积环境,主要发育于研究区中部,与区内滨、浅湖亚相构成了连续沉积。

4 结论

(1) 根据沉积学、古生物学、地球化学和地球物理学相标志特征,结合青东凹陷区域地质特征,分析了青东凹陷古近系沙河街组的沉积环境,认为古近系沙河街组主要发育扇三角洲、三角洲、湖泊、滩

坝、近岸水下扇和湖底扇等沉积相。

(2) 综合沉积相的研究,结合区域地质背景,建立了青东凹陷古近系沙河街组以三角洲体系和湖泊体系两种体系为主的完整的沉积体系,填补了青东凹陷地区沉积体系研究的空白。

(3) 对青东凹陷沙河街组开展了沉积体系的精细研究,确定了各沉积相的发育类型及其特征,并对各沉积相、亚相及微相进行了比较详细的描述,为青东凹陷地区有利储层的预测以及进一步的油气开发提供了重要依据。

参考文献:

- [1] 王文君,李伟等.青东凹陷古近纪构造演化与盆地转型[J].大地构造与成矿学,2012,36(1):32-38.
- [2] 黄铮,吴智平等.青东凹陷新生代垂向地层序列及展布特征[J].高校地质学报,2010,16(1):94-102.
- [3] 时丕同,方旭庆.青东凹陷石油地质特征和勘探方向分析[J].西南石油大学学报(自然科学版),2009,31(5):43-48.
- [4] 俞家声,王普伟,林玉祥.青东凹陷油气资源潜力[J].油气地质与采收率,2001,2(1):5-8.
- [5] 李春荣,辛仁臣,李建平等.郯庐断裂对青东凹陷古近纪沉积体系的控制[J].新疆石油地质,2008,29(2):209-213.
- [6] 翟光明,胜利油田石油地质编辑委员会.中国石油地质志(卷六)胜利油田(M).北京:石油工业出版社,1991.1
- [7] 毕立刚,李建平等.渤海青东凹陷垦利构造新生代微体古生物群特征及古环境分析[J].古生物学报,2009,48(2):155-162.
- [8] 曾允孚,夏文杰.沉积岩石学(M).北京:地质出版社,1986.
- [9] 周江羽,王家豪.含油气盆地沉积学(M).武汉:中国地质大学出版社,2010.
- [10] 郑荣才.鄂尔多斯盆地长6油层组古盐度研究[J].石油与天然气地质,1999,20(1):20-25.
- [11] JONES B J, MANNING A C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones[J]. Chemical Geology, 1994, 111:111-129.
- [12] RHOADS D C, MORSE J W. Evolutionary and ecological significance of oxygen-deficient marine basins [J]. Lethaia, 1971, 4: 413-428.
- [13] 陈立官.油气测井地质(M).成都:成都科技大学出版社,1980.

Depositional systems of the Neogene Shahejie Formation in the Qingdong depression

WEN Hong-lei , HOU Zhong-jian , LIN Xiao-xian

(*College of Earth Sciences , Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , Sichuan , China*)

Abstract: The Neogene Shahejie Formation is interpreted as the important target horizons for the hydrocarbon exploration in the Qingdong depression. Two depositional systems are distinguished for the Formation in the light of cores , well logs and seismic data , and six sedimentary facies are discriminated , including the fan delta , delta , beach bar , nearshore submarine fan , sublacustrine fan and lake facies. The results of research on the types and characteristics of the sedimentary facies in this study may provide an important basis for the prediction of the favourable hydrocarbon reservoirs and hydrocarbon exploration and development in the Qingdong depression in the future.

Key words: Qingdong depression ; Shahejie Formation ; depositional system