

# 王龙庄油田阜宁组二段碳酸盐岩与碎屑岩混合沉积滩坝体系

丁玉盛<sup>1</sup>,周巨标<sup>1</sup>,石先达<sup>1</sup>,陈盼盼<sup>2</sup>,王海波<sup>1</sup>,覃恒杰<sup>1</sup>,杨远<sup>1</sup>,吕志娟<sup>1</sup>

(1. 中国石化江苏油田分公司 安徽采油厂,安徽 天长 239300;2. 山东科技大学 地球科学与工程学院,山东 青岛 266590)

**摘要:**在钻探过程中,发现王龙庄油田既有陆相沉积物,亦有海相沉积物,其沉积环境和沉积体系一直是人们关注的焦点。综合利用钻井、测井、物性及重矿物等分析,通过20余口取心井的岩心观察和100多块岩心薄片分析,认为金湖凹陷王龙庄油田阜宁组二段沉积物源主要来自西南部的张八岭隆起,发育碳酸盐岩与碎屑岩混合沉积滩坝体系,将混合沉积滩坝相进一步划分出混积坝、混积滩和裂流水道三个微相,阜二段沉积时期研究区砂体整体呈环带状分布。在沉积演化指导下,采用单井相相控砂体分析技术建立了断块的小层沉积微相分布模式。

**关键词:**王龙庄油田;阜宁组二段;混积坝;混积滩

中图分类号:P618.13

文献标志码:A

文章编号:1672-3767(2015)02-0058-06

## Beach Bar System Mixed Carbonate and Siliciclastic Sediments in the Second Member of Funing Formation in Wanglongzhuang Oilfield

Ding Yusheng<sup>1</sup>, Zhou Jubiao<sup>1</sup>, Shi Xianda<sup>1</sup>, Chen Panpan<sup>2</sup>,  
Wang Haibo<sup>1</sup>, Qin Hengjie<sup>1</sup>, Yang Yuan<sup>1</sup>, Lü Zhijuan<sup>1</sup>

(1. Anhui Oil Production Plant of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Tianchang, Anhui 239300, China;

2. College of Geological Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology,  
Qingdao, Shandong 266590, China)

**Abstract:** With both continental sediments and marine sediments discovered in the process of drilling, the sedimentary environment and sedimentary system in Wanglongzhuang oilfield have always been the focus of attention. By observing the core of more than 20 wells and analyzing more than 100 pieces of thin section of core with the help of data from well drilling, logging, physical properties, and heavy mineral analysis, studies have shown that the sediment source of the second Member of Funing Formation in Wanglongzhuang oilfield in the Jinhu sag mainly comes from the Zhangbaling ridge uplift in the southwest, contributing to the development of mixed dam system including sedimentation of carbonate rock and clastic rock. Featured with circular and zonal distribution of the sand body, the sedimentary facies in the second member of Funing Formation can be further divided into three microfacies, which are mixed dam, mixed beach and rip channel. Based on the technology of single well phase-controlled drawing technique of sand body and under the guidance of sedimentary evolution, the distribution model of single layer sedimentary microfacies within the fault block was established.

**Key words:** Wanglongzhuang oilfield; the second member of the Funing Formation; mixed bar; mixed beach

金湖凹陷西斜坡王龙庄地区阜二段储层是一套砂岩-灰岩双岩相复合储层,苏北盆地以内部构造复杂、

收稿日期:2014-09-01

基金项目:山东科技大学研究生科技创新基金项目(YC140312)

作者简介:丁玉盛(1975—),男,安徽天长人,高级工程师,主要从事油气田滚动勘探开发方面的研究工作。

E-mail:dingys.jsyt@sinopec.com

断块分隔、油气成藏“油气分布散、断块破碎、含油饱和度低、油藏规模小”为特点。金湖凹陷位于苏北盆地东台拗陷的西部,是晚白垩世发育起来的断陷盆地。西斜坡作为长期继承发育的古斜坡,阜二段发育滩坝相沉积。由于研究区储层的特殊性及其沉积环境的复杂性,造成储层纵向上层多、层薄,平面上砂体变化大、砂体连通关系复杂,砂体对比难度大,沉积微相展布分析难度极大。

前人研究<sup>[1-2]</sup>认为王龙庄油田阜二段发育滩坝相沉积,但认识比较粗略,不利于对砂体展布的预测。因此,本文通过岩心观察与化验资料分析,明确研究区沉积微相类型及发育特征,并采用小层划分与对比技术,实现单砂体的划分与对比。在前人研究<sup>[3-4]</sup>基础上提出砂质滩坝和碳酸盐岩滩坝的混合沉积类型,明确了王龙庄地区沉积微相的展布特征,有利于实现单砂体的对比,对油田的滚动勘探开发具有重要指导意义。

## 1 研究区地质特征

王龙庄油田位于安徽省天长市境内,构造上位于金湖凹陷汭涧次凹西北内斜坡的泥沛-张铺构造带东侧,是一系列鼻状构造组成的断块群<sup>[5]</sup>,西邻建湖隆起,南止于张八岭隆起,东邻天长凸起(图 1)。现已发现 8 个含油断块,含油层系为阜宁组,自下而上可进一步划分为阜一段、阜二段、阜三段和阜四段,主力含油层阜二段为晚白垩世开始发育的南断北超的箕状凹陷。目前该区已在王龙庄-安乐油田发现多个油气藏,表现出复杂小断块油藏的基本特征。

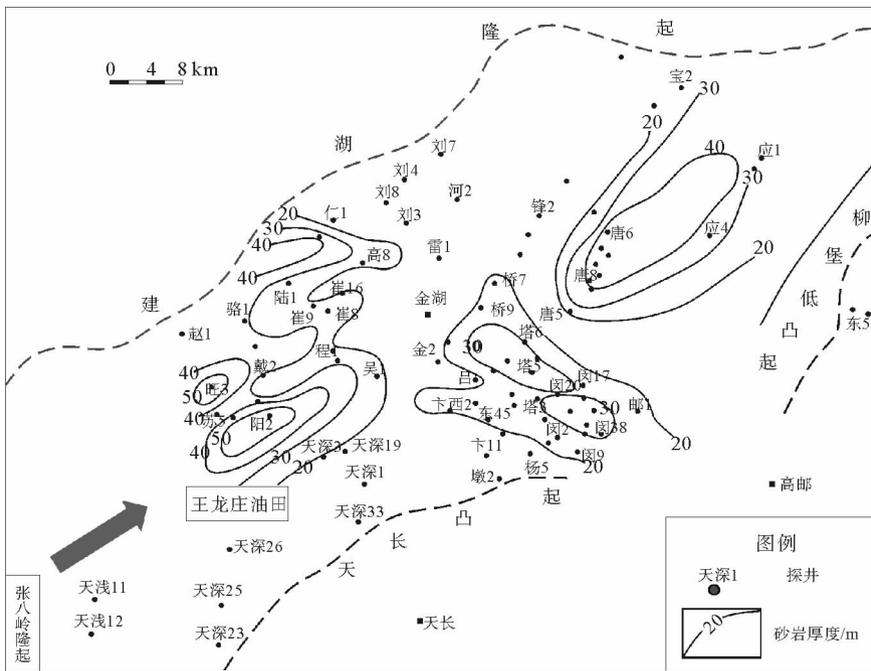


图 1 金湖凹陷阜二段砂体等厚图

Fig. 1 Isopach map of sand body in  $E_1f_2$ , Jinhu sag

## 2 沉积体系类型特征

### 2.1 沉积环境与物源分析

ZTR(zircon, tourmaline and rutile, 锆石、电气石、金红石之和)指数是判断沉积物源的一种方法,指矿物中所含锆石、电气石和金红石的总和与矿物中透明重矿物的比值。金湖凹陷西斜坡阜二段 ZTR 重矿物指数平面分布特征显示(图 2),王龙庄油田 ZTR 指数为 20%~30%,不稳定重矿物绝对含量高,锆石、电气石和石榴石等稳定重矿物含量较低,说明王龙庄油田离物源较近,沉积物未经过长距离的搬运,导致样品中不稳定重矿物富集,稳定重矿物相对较低。

从西南方向到东北方向的研究区, ZTR 指数由 10% 增大到 30%, ZTR 指数由西南向东北方向的研究区附近逐渐增大, 说明物源从西南向东北方向运移, 重矿物逐渐富集, 结合王龙庄油田周围的 ZTR 指数平面分布特征, 可以推测王龙庄油田物源主要来自西南方向, 这与砂岩分布特征判断的物源方向一致。

## 2.2 沉积相类型与沉积微相识别标志

研究区阜二段三亚段  $E_1f_2$  和阜二段二亚段  $E_1f_2$  广泛发育滨浅湖亚相砂质滩坝和碳酸盐滩坝混合沉积体系, 为研究区不可忽视的良好储层<sup>[7-8]</sup>。岩性以灰色、灰黑色泥岩、杂色、灰色粉砂岩和泥质粉砂岩、深灰色灰质泥岩和生物灰岩为主, 偶见浅灰色白云岩。在湖流及湖浪作用下, 碎屑物质间歇性地进入碳酸盐滩坝发育区, 除王龙庄区块阜二段发育纯砂质滩坝外, 王龙庄油田其他区块均发育砂质滩坝和碳酸盐滩坝的混合滩坝沉积。根据本区混合沉积环境、组成特征差异, 进一步把本区的混合沉积分为混积坝相和混积滩相。

### 2.2.1 混积坝

王龙庄油田混积坝以粉砂岩和泥质粉砂岩为主, 含少量细砂岩, 砂体厚度较大。发育平行层理、浪成沙纹层理和交错层理(图 3(a)), 顶部常出现槽状层理, 含磨圆状泥砾和炭化植物碎屑。

天 89 井混积坝粒度概率曲线多为跳跃组分和悬浮组分构成的两段式(图 4(a), 4(b)), 沉积物粒度较小, 分布的区间较大, 发育跳跃总体和悬浮总体两个粒度总体, 缺少滚动组分, 跳跃总体与悬浮总体之间截点为  $(4 \sim 5)\Phi$ ,

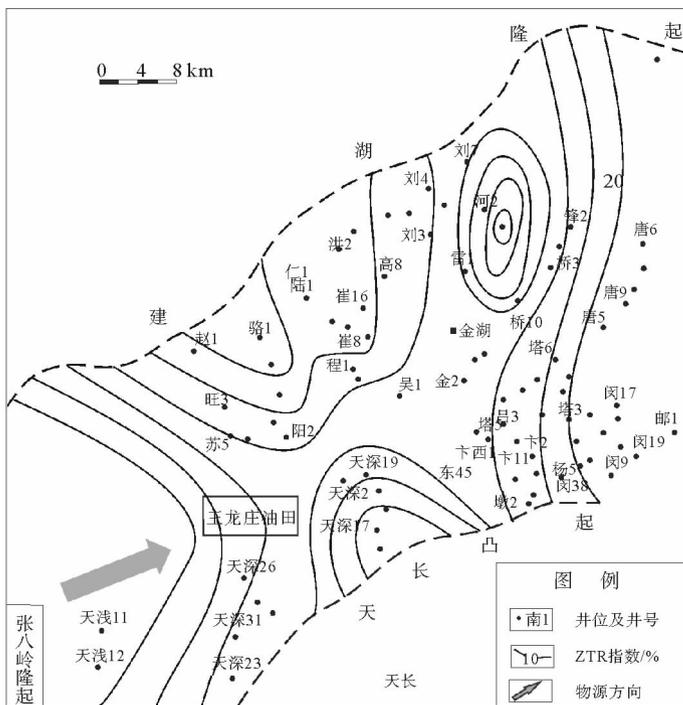


图 2 金湖凹陷阜二段 ZTR 指数平面分布图

Fig. 2 Planar distribution of ZTR index in  $E_1f_2$ , Jinhu sag

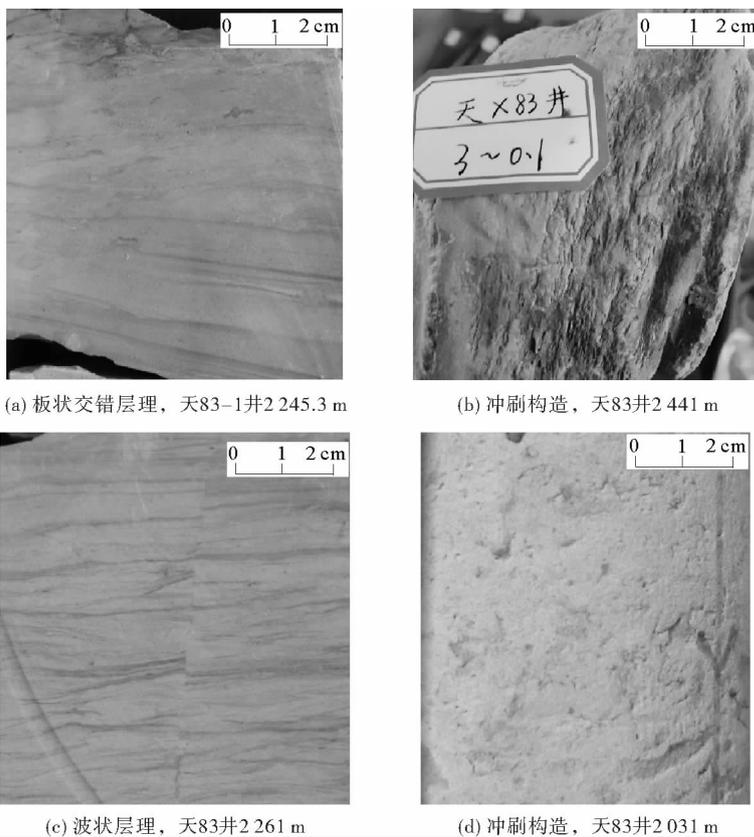


图 3 王龙庄油田阜二段滨浅湖沉积构造特征

Fig. 3 The sedimentary structures of shore-shallow lacustrine  $E_1f_2$  of Wanglongzhuang oilfield

跳跃组分含量较高占 90% 以上, 悬浮组分含量较少, 反映沉积物粒度较细。粒度概率累积曲线斜率较高, 说明沉积物分选较好<sup>[9]</sup>。

### 2.2.2 混积滩

王龙庄油田阜二段混积滩砂体厚度较薄, 与浅水泥岩呈频繁互层, 主要发育沙纹层理、波状层理(图 3(c))、平行层理和交错层理, 部分砂层底部具有微冲刷面。混积滩砂体的分布面积较大, 呈较宽的条带状或席状, 平行岸线分布。

混积滩在垂向上发育向上变粗的反韵律, 由下到上依次发育波状层理泥质粉砂岩、沙纹层理粉砂岩, 底部可见生物扰动构造。

混积滩粒度概率累积曲线存在两种类型, 有两段式和两段夹过渡段式, 反映了沉积物的牵引流沉积特征。坝砂体粒度概率曲线为两段夹过渡段式, 其中跳跃总体发育两个粒度总体, 缺少滚动组分, 跳跃组分占 80% 以上, 斜率较高, 说明分选较好; 滩砂体粒度概率累积曲线为两段式, 由跳跃总体和悬浮总体构成, 跳跃总体含量较高(图 4(c))。

### 2.2.3 裂流水道

裂流可切割滩砂和坝砂, 在王龙庄油田滩坝砂体长条状分布的总体背景下, 可见到裂流作用形成的层内冲刷现象(图 3(c), 3(d))。

天 89 井裂流水道粒度概率累积曲线多为由跳跃组分和悬浮组分构成的两段式(图 4(d)), 沉积物粒度较小, 分布的区间较大, 发育跳跃总体和悬浮总体两个粒度总体, 缺少滚动组分, 跳跃总体与悬浮总体之间截点在(4~5) $\Phi$  之间, 跳跃组分占 90% 以上, 含量较高, 悬浮组分含量较少, 反映了沉积物粒度较细。粒度概率曲线斜率较高, 说明分选较好。

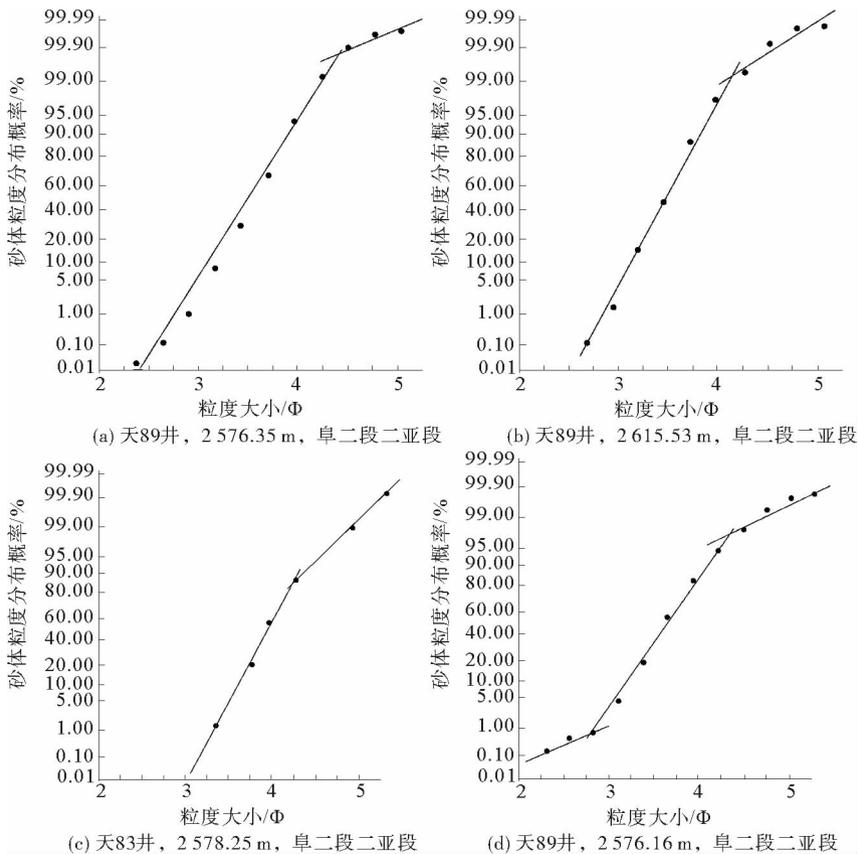


图 4 王龙庄油田阜二段砂体粒度概率累积曲线

Fig. 4 The sand grain size cumulative probability curves of in  $E_1 f_2$  of Wanglongzhuang oilfield

### 2.3 单井沉积微相分析

单井沉积微相分析主要研究沉积微相的纵向展布规律,为研究沉积微相的平面分布规律奠定基础。通过取心井岩性、结构、构造以及粒度等特征,绘制了天 89 井阜二段单井相分析剖面图(图 5),取心层位为阜二段二亚段和三亚段,有利砂体主要集中在阜二段的沙坝内。天 89 井取心井段砂岩主要有粉砂岩、泥质粉砂岩、细砂-粉砂岩和砂质泥岩,发育沙纹层理、波状层理和平行层理,砂体显示反韵律特征。泥岩颜色为灰绿色,说明形成于浅水沉积环境。

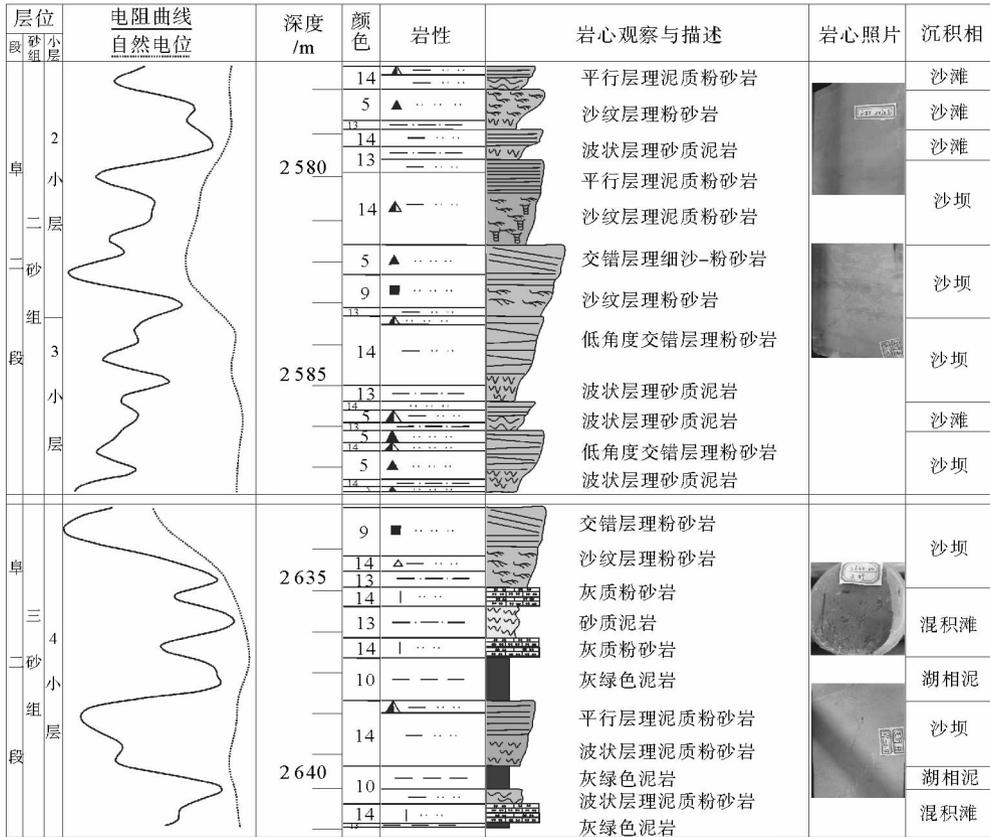


图 5 天 89 井阜二段滩坝体系单井相分析剖面

Fig. 5 The single well facies profile of beach bar system in  $E_1 f_2$  of Tian 89 block

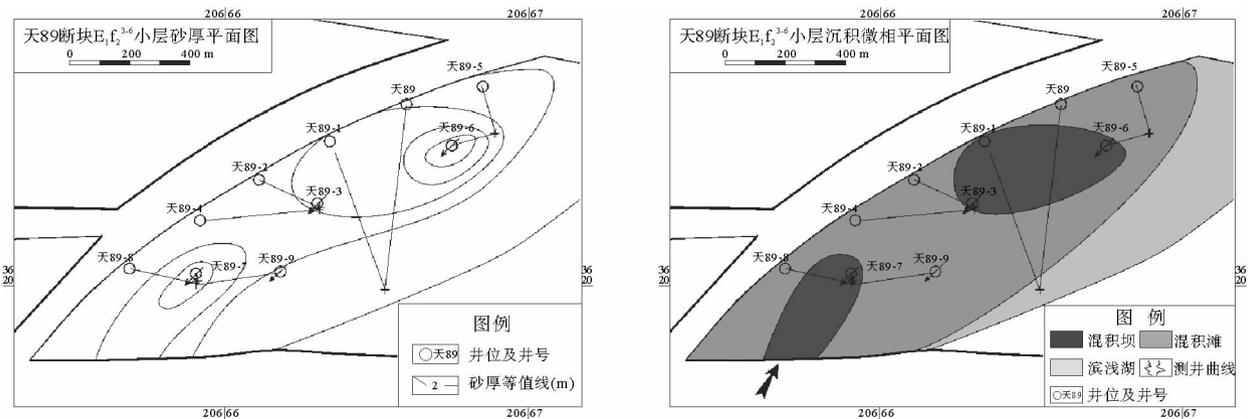


图 6 天 89 断块  $E_1 f_{23-6}$  小层砂体厚度、沉积微相平面图

Fig. 6 The sandstone thickness and sedimentary microfacies map of  $E_1 f_{2-6}$  layer for Tian 89 Block

王龙庄油田阜宁组二段最大砂体厚度分布于天 89-6 井区附近,主要发育混积坝、混积滩、滨浅湖等微相(图 6)。混积坝分布在天 89-6 和天 89-7 井区附近,分布面积较小,混积滩分布在天 89、天 89-4 和天 89-8 井区附近,展布面积较大,滨浅湖围绕混积滩分布。

### 2.4 连井沉积微相分析

在单井沉积微相研究基础上,结合王龙庄的沉积特征,分别顺物源方向和垂直物源方向解剖研究区阜二段滩坝相的剖面形态、横向上的连通性以及纵向上不同时期的演化特征。

选取天 89-8 井一天 89-4 井一天 89-2 井一天 89-1 井一天 89 井一天 89-5 井平行物源方向剖面(图 7)。该剖面位于研究区中部,延伸方向为西南—东北向,反映了阜二段二亚段和三亚段砂体发育混积坝微相和混积滩微相等特征。其中:阜二段二亚段滩坝相主要分布在天 89-1 井一天 89 井一天 89-5 井区一带,砂体厚度较大,连通性较好;阜二段三亚段滩坝相主要分布在天 89-2 井和天 89-5 井附近,砂体厚度小,连通性差。

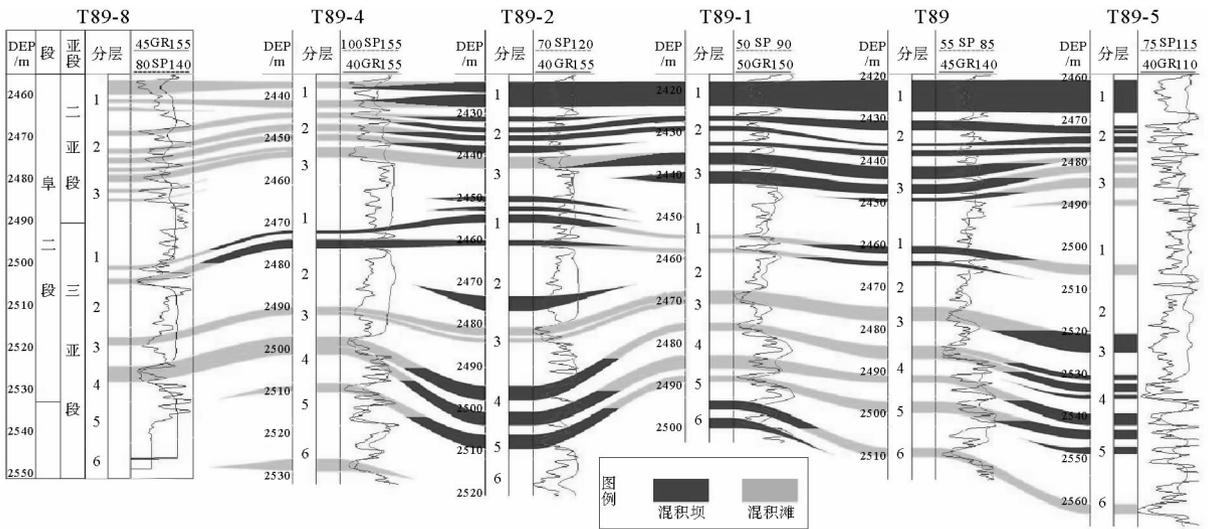


图 7 天 89 断块平行物源方向的沉积微相剖面图

Fig.7 The sedimentary microfacies profile map in parallel source direction of Tian 89 block

### 3 结论

1)王龙庄油田阜二段物源主要来自研究区西南方向的张八岭隆起。阜二段沉积时期主要发育滨浅湖滩坝相沉积。

2)阜二段下部发育杂色砂岩、粉砂岩与泥岩不等厚互层,局部井区夹有薄层生物灰岩,为滨浅湖环境,主要发育滩坝体系;中部为灰黑色泥岩、泥灰岩、生物灰岩等岩性组合,显示滩坝沉积环境;上部主要以灰色泥岩为主,显示浅湖-半深湖环境。

3)王龙庄油田阜二段的 E<sub>1</sub>f<sub>2</sub><sup>1</sup> 和 E<sub>1</sub>f<sub>2</sub><sup>2</sup> 广泛发育滨浅湖亚相沉积,发育砂质滩坝和碳酸盐滩坝的混合滩坝沉积。岩性以灰色、灰黑色泥岩、杂色、灰色粉砂岩和泥质粉砂岩、深灰色灰质泥岩和生物灰岩为主。

#### 参考文献:

[1]Mount J F. Mixed siliclastic and carbonate sediments: A proposed first order textural and compositional classification[J]. Sedimentology, 1985(32): 435-442.

[2]刘金华,唐建东,钟思瑛. 金湖凹陷西斜坡阜二段湖相碳酸盐岩沉积模式研究[J]. 沉积学报, 2013, 3(3): 89-93.

Liu Jinhua, Tang Jiandong, Zhong Siying. Sedimentary model of lacustrine carbonate rock in the second member of Funing Formation, the west slope of Jinhu Sag[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2013, 3(3): 89-93.