

高邮凹陷阜三段隐蔽油藏主控因素及成藏特征

李储华

(中国石化江苏油田分公司勘探开发研究院, 江苏 扬州 225009)

摘要:随着高邮凹陷阜三段勘探程度不断提高,构造油藏勘探空间越来越小,迫切需要探索潜力较大的隐蔽油藏。从油气成藏基本条件入手,结合油藏分布特征,对高邮凹陷阜三段隐蔽油藏的主控因素及油藏类型进行了分析和总结。结果表明:三角洲前缘前端发育的水下分流河道及河口坝、滩坝等是形成隐蔽油藏的有利砂体类型,控制着岩性圈闭的分布;断层输导和封闭性控制油气分布层系及富集程度;构造背景与砂体展布配置关系控制油气运移趋势。在此基础上,总结了断层-岩性复合油藏和岩性油藏两大类阜三段隐蔽油藏类型,并细分为断层-河道或河口坝岩性、断层-滩坝岩性、岩性上倾尖灭、滩坝砂岩透镜体等4种类型;总结了阜三段具有“断岩、翘倾、独滩坝”的隐蔽油藏成藏特征,明确了隐蔽油藏勘探有利区在三角洲前缘前端,为高邮凹陷阜三段隐蔽油藏勘探指明了方向。

关键词:隐蔽油藏;主控因素;油藏类型;成藏特征;阜三段;高邮凹陷

中图分类号:TE132 文献标志码:A

Main controlling factors and reservoir formation characteristics of the subtle reservoir of the third member of the Funing Formation of Gaoyou Sag

LI Chuhua

(Exploration and Development Research Institute of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou 225009, China)

Abstract: With the increasing exploration degree of the third member of the Funing Formation in Gaoyou Sag, the exploration space of structural oil reservoirs is getting smaller and smaller, and it is urgent to explore hidden oil reservoirs with high potential. Based on the basic conditions of oil and gas accumulation and reservoir distribution characteristics, the main controlling factors and reservoir types of the concealed reservoirs in the third member of the Funing Formation in Gaoyou Sag are analyzed and summarized. The results show that the underwater distributary channels, estuarine bars, and beach bars developed at the front of the delta front are the favorable sand body types for forming concealed reservoirs, which control the distribution of lithological traps. Fault transport and closure control hydrocarbon distribution and the degree of enrichment. The relationship between the tectonic background and the sand body spreading configuration controls the trend of oil and gas transportation. On this basis, two types of concealed reservoirs in the third member of the Funing Formation, namely fault-rock composite reservoirs and rocky reservoirs, were summarized, and subdivided into four types, namely, fault-channel or estuarine bar lithology, fault-beach bar lithology, lithology up-dip pinout, and beach bar sandstone lens. The third member of the Funing Formation was summarized to have the hidden reservoir formation characteristics of “fractured rock, warped dipping, and single beach bar”, and it was clarified that the favorable area for exploration of hidden reservoirs is at the front of the delta front, which points out the direction for the exploration of hidden reservoirs in the third member of the Funing Formation.

Key words: subtle reservoir; control factors; reservoir type; formation characteristics; the third member of the Funing Formation; Gaoyou Sag

引用格式:李储华. 高邮凹陷阜三段隐蔽油藏主控因素及成藏特征[J]. 复杂油气藏, 2023, 16(3): 274-281, 314.

LI Chuhua. Main controlling factors and reservoir formation characteristics of the subtle reservoir of the third member of the Funing Formation of Gaoyou Sag[J]. Complex Hydrocarbon Reservoirs, 2023, 16(3): 274-281, 314.

苏北盆地高邮凹陷古近系阜宁组三段(简称:阜三段, E_{1f3})成藏条件有利,是江苏油田的主力勘探层系之一^[1-5],截至2022年底,累计发现29个含油区块。这些油藏类型以构造油藏为主。随着构造油藏有利区勘探程度不断提高,迫切需要探索勘

收稿日期:2022-12-09;改回日期:2023-03-11。

作者简介:李储华(1975—),高级工程师,主要从事石油地质勘探工作;E-mail:lich.jsyt@sinopec.com

基金项目:中国石化集团公司科技部项目“高邮、金湖凹陷深层油气富集规律及分布预测”(P21034-4)。

探程度较低、潜力较大的隐蔽油藏领域。目前已在瓦庄东等地区零星发现 E_{1f_3} 隐蔽油藏,表明 E_{1f_3} 具备有利的隐蔽油藏成藏条件。

目前针对高邮凹陷 E_{1f_3} 沉积体系、储层物性及构造成藏等方面研究较多^[6-9],而隐蔽油藏方面研究较少^[10-11],特别在成藏配置关系及成藏模式等方面仍缺乏系统研究,本文从 E_{1f_3} 油气成藏的基本条件入手,通过油藏类型及分布特征的分析,明确隐蔽油藏主控因素及成藏配置关系,并建立成藏模式,最终优选隐蔽油藏有利区,推动并实现 E_{1f_3} 油藏新类型的勘探拓展。

1 成藏基本条件

苏北盆地位于郯庐断层带以东的扬子板块北

部,北邻苏鲁造山带。该盆地自北向南分别为盐阜坳陷、建湖隆起与东台坳陷。高邮凹陷位于东台坳陷中南部(图1),是苏北盆地油气资源最为丰富的凹陷之一。

E_{1f_3} 沉积时期,高邮凹陷处在断-拗转换阶段^[12],北部为宽缓斜坡带,而西部通过菱塘桥—柳堡低凸起与金湖凹陷相隔,东侧和南侧分别为吴①大断层、南侧为真①大断层。地层整体北东高南西低,刘陆舍等局部地区转为北西高南东低,沉积物源主要来自北北东及北东方向, E_{1f_3} 沉积时期断裂体系对沉积控制作用弱,随着后期构造活动加剧,上升盘地层被剥蚀,使得吴①、真①大断层成为 E_{1f_3} 地层东侧和南侧的边界。

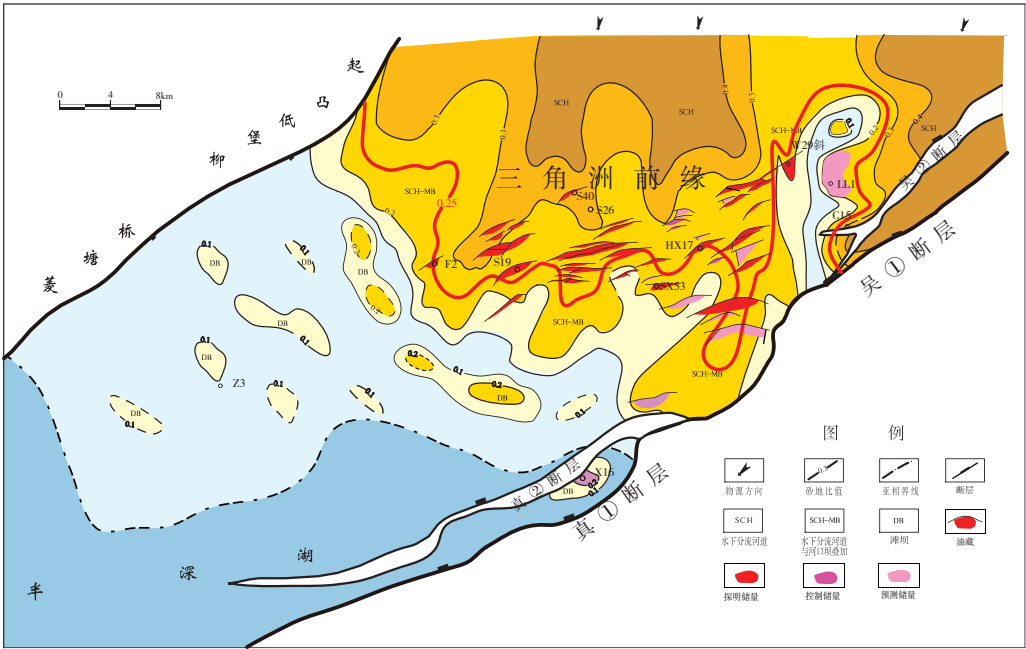


图1 高邮凹陷阜三段砂体展布与油藏展布叠合

受构造背景的影响,斜坡带 E_{1f_3} 发育规模较大的三角洲—湖泊沉积体系,在平面上砂体呈北东—南西向延展的朵叶状,具有自北北东往南南西方向逐渐减少的砂体展布特征^[8],地层厚度220~320 m,砂岩含量10%~60%, E_{1f_3} 为良好的储层(图1)。

E_{1f_3} 油气主要来自阜二段(E_{1f_2})成熟烃源岩, E_{1f_2} 为厚层泥页岩,中下部为优质烃源岩,分布范围广,真武、吴堡断裂带下降盘区带埋深大,演化成熟度高, R_o 值一般大于1.3%^[13],西部车逻鞍槽及码头庄,以及斜坡带北部等埋藏变浅的地区成熟度逐渐

降低到0.6%以下,整体烃源岩条件良好;上覆地层 E_{1f_4} 为泥岩层,分布较稳定,地层厚度约300 m,是良好的区域盖层,与 E_{1f_3} 砂岩储层形成良好的储盖组合。

同时,高邮凹陷断裂发育,并有辉绿岩等火成岩穿插地层,断层、砂岩储层及火成岩变质带等构成良好的输导体系, E_{1f_3} 整体处在成熟烃源岩的输导范围内,油气运移条件有利, E_{1f_3} 生成的油气通过断层等良好输导体系调整到有效圈闭的储层中聚集成藏,整体成藏条件良好。

2 油藏分布特征

油藏展布及油藏解剖统计表明(图1、表1),已发现的E₁f₃油藏主要分布在三角洲前缘亚相主

体部位,平面上分布在砂体发育的斜坡带北部外围、中部主体部位及吴堡断裂带等地区。各地区油藏类型及富集程度等分布特征具有明显差异性。

表1 高邮凹陷E₁f₃油藏类型、特征与砂体情况关系

区域位置	油藏类型		油水关系特征	砂体类型	砂岩含量	砂体连通情况	勘探实例	
斜坡带外围	构造油藏	断鼻、断块	统一油水系统	水下分流河道	40%以上	横向连通、纵向沟通	S42等	
斜坡带中部主体及吴堡断裂带			多油水系统	水下分流河道、河口坝	10%~40%	横向连通、纵向分隔	S19、H17等	
斜坡带两翼、西部码头庄及真武断裂带等地区	复合油藏	断层-岩性	多油水系统	水下分流河道、河口坝	10%~25%	两侧尖灭、纵向分隔	W29斜、X16	
				滩坝砂体			/	
	岩性油藏	岩性上倾尖灭		水下分流河道、河口坝			LLX1	
		滩坝砂岩透镜体		滩坝砂体			/	
				滩坝砂体			/	

在S19块一线以北的斜坡带外围地区,砂体类型以水下分流河道为主,砂体发育程度高,一般超过40%,油气运移及成藏主要受构造高带控制,油藏主要分布在构造高带上,形成以断鼻、断块为主的构造油藏,并具有统一的油水系统,反映出砂岩间具有纵向沟通、横向连通的特征,如S42块。

在S19块至H40块一线之间的斜坡带中部主体地区,随着整体砂岩含量逐渐降低,近南北向展布的水下分流河道、河口坝为主的砂体受河道间泥岩的影响具有相间分布、交叉切割的特征,砂岩百分含量一般介于10%~40%,油气运移受构造和砂体双重控制^[9],油气分布在以沙花瓦地区为整体的宽缓鼻状构造上,可分为多个呈近SN向展布的次级构造高带,形成的油藏类型仍以断鼻、断块为主的构造油藏,但为多油水系统的层状油藏,反映出砂岩间横向连通性好、纵向具有明显分隔的特征,中坡带油气富集,先后发现了S7等储量规模较大的油藏。

吴堡断裂带与斜坡带中部主体部位类似,发育下切水下分流河道和河口坝等微相,砂岩含量较高,一般在25%~50%,油藏类型主要为多油水系统的层状构造油藏,先后发现了C2等富集油藏。

整体来看构造油藏分布在砂体含量较高、砂体横向连通性较好的地区。

在H40块以南的斜坡带内坡领域、斜坡带两翼、吴堡断裂带侧缘、真武断裂带及西部码头庄等地区,随着物源继续推进,砂体类型仍以水下分流

河道、河口坝为主,但河道间湾更加发育,相间分布的特征更加明显,砂岩含量一般介于15%~25%,与断层配置可形成断层-岩性油藏,如瓦庄东地区W29斜井。再向前,砂岩含量进一步降低,一般介于10%~20%,则形成独立分布的滩坝砂体。目前,这些领域勘探程度较低,但已经有零星勘探发现,如在吴堡断裂带西北部侧缘已发现LLX1等岩性上倾尖灭型隐蔽油藏(图2)。

油藏分布特征表明,斜坡带四周等砂岩含量较低的地区具备形成隐蔽油藏的条件,区域范围及勘探潜力较大,是隐蔽油藏勘探拓展的有利地区。

3 隐蔽油藏主控因素分析

结合隐蔽油藏分布的区域、砂体特征等情况分析认为,隐蔽油气成藏受砂体类型、断层输导及封闭作用、构造背景等三方面的主要因素及它们之间的配置关系控制。

3.1 水下分流河道、河口坝、滩坝等砂体是形成隐蔽油藏的有利砂体类型

结合砂体展布与油藏分布图看(图1),隐蔽油藏主要分布在砂岩含量介于10%~25%的有利区。该区域三角洲前缘前端发育河控作用为主相间分布的水下分流河道及河口坝等砂体,以及浪控作用为主的滩坝等独立分布的砂体^[8],是形成隐蔽油藏的有利砂体类型,这些砂体与断层、构造高带等相互配置,共同控制隐蔽油藏的成藏。

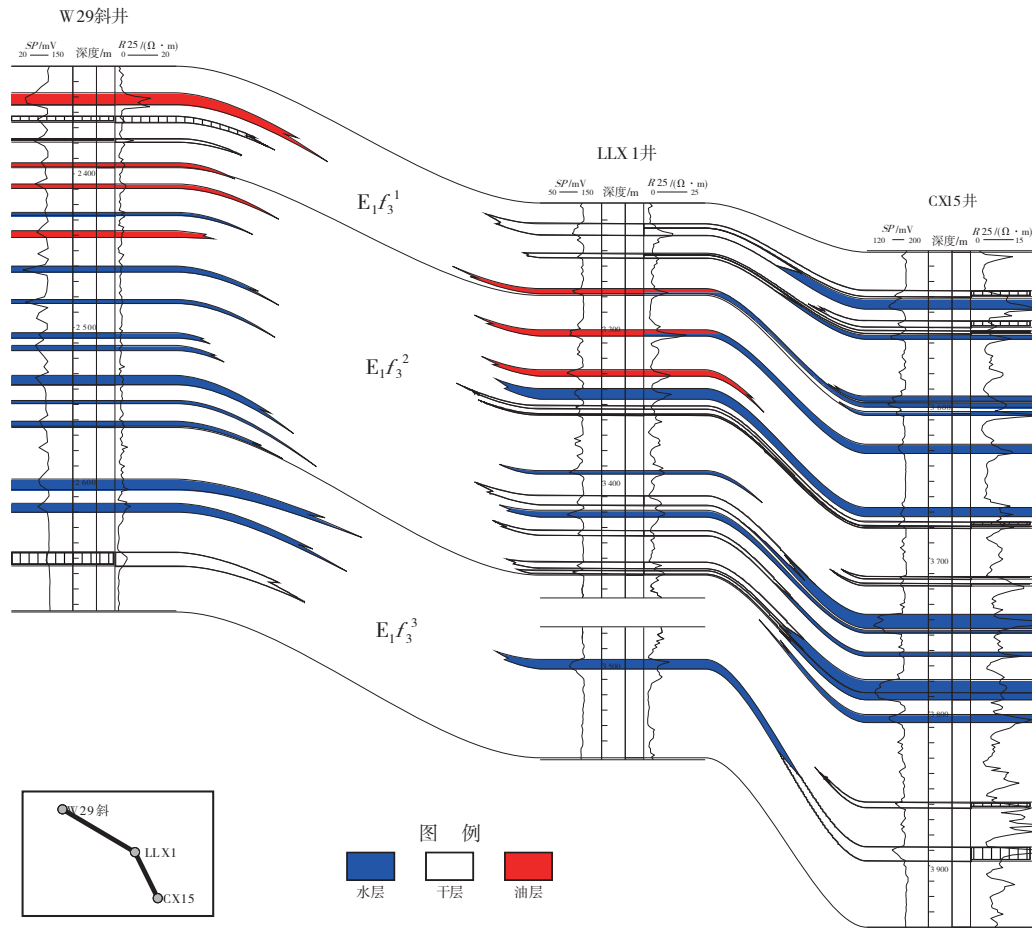


图2 W29斜-LLX1-CX15井油藏剖面

三角洲前缘前端砂岩含量较低,介于15%~25%,河道间湾发育,使得河控作用为主的水下分流通道或河口坝等砂体类型在东西向上相间分布、河道两侧减薄尖灭特征明显,同时结合东西向断层的切割,可形成断层-岩性油藏,如斜坡带瓦庄东地区W29块属于断层与相间分布的水下分流通道控制形成的断层-岩性油藏。另外,在砂体延伸方向上,结合地层产状的配置关系,可形成岩性上倾尖灭型岩性油藏,一般分布在砂体延伸方向与斜坡结合部,如斜坡带与吴堡断裂带之间的刘陆舍地区LLX1块。

滩坝砂体分布在三角洲前缘前端的古构造高带或侧翼,砂岩含量介于10%~20%,砂体一般独立分布,与三角洲前缘前端相隔分布。其中古构造高带容易造成湖浪破碎,使得水体动荡淘洗砂体,是滩坝等砂体发育的有利地区;三角洲前缘侧翼也容易受到湖浪和岸流的重新改造,使得三角洲前缘的砂体发生淘洗分选并沿湖岸线方向发生侧向移动,形成滩坝砂体,都是隐蔽油藏勘探的有利地区。

3.2 断层输导和封闭性控制油气分布层系及富集程度

勘探实践表明,高邮凹陷断层规模差异较大,按断层规模可将断层分为5级^[14],不同规模的断层对断层的输导和封闭控制差异较大(表2)。同时,断距较大的断层两侧封闭性存在明显差异,表现为断层下盘一侧封闭油气,而上盘一侧输导油气,分析认为这跟断层两盘存在的诱导缝差异有关^[15],其中断层下盘一侧的诱导缝弱于断层上盘一侧,造成断层下盘封闭性明显优于断层上盘一侧。

3.2.1 断层与源岩配置关系

隐蔽油藏勘探有利区泥岩较发育,不同断层级别切割烃源岩沟通油气的能力不同,一、二级断层活动时间长,切割烃源岩沟通油气能力强,能够纵向长距离调节油气(图3a),如X16井,来自深凹带的 E_1f_4 烃源岩的油气经真②断层调整进入 E_1f_3 聚集成藏;三级断层断距较大、切割地层较多,储层对接烃源岩面积较大,有利于油气运聚到砂岩储层中,也能具有较强的纵向沟通能力(图3b),如码头庄

S82块因大断层沟通油气成藏。而四级及以下断层断距较小,切割地层较少,储层对接烃源岩面积较小,油气首先运聚到 E_1f_3 下部砂岩储层中,纵向上运移能力较弱(图4),在烃源岩成熟运移范围区,在北

斜坡砂岩含量较低、滩坝等砂体发育的内坡地区,油气显示主要集中在下部;而在油气低熟区,沟通能力更弱,如Z13块多口开发井上部地层也钻遇有效滩坝砂体,但未有油气显示。

表2 断层级别与输导及封闭作用

级别	断层规模			断层输导及封闭作用
	断距	延伸长度	活动期、切割地层	
一级	上千米	断层沿走向延伸长,数十至数百千米	活动期较长,从K ₂ t到N _y 均活动;切割地层多,切割K ₂ t到N _y 地层	静止期,侧向泥岩涂抹作用强,封闭性好;活动期输导性好
二级	几百米至千米	断层沿走向延伸较长,十几公里到数十千米		
三级	几百米	断层沿走向延伸数千米至十几千米	一般在K ₂ t或E ₁ f或E ₂ d—E ₂ s期内多次活动;切割地层较多,可切割K ₂ t或E ₁ f或E ₂ d—E ₂ s	下盘一侧封闭性受对置盘砂地比影响,砂地比低,封闭性好;上盘一侧一般开启,输导性较好
四级	100 ~ 200 m	断层沿走向延伸数百米至数千米	一般在K ₂ t或E ₁ f或E ₂ d—E ₂ s期内一次活动;切割段或亚段地层	
五级	一般小于100 m	延伸数百米至数千米		

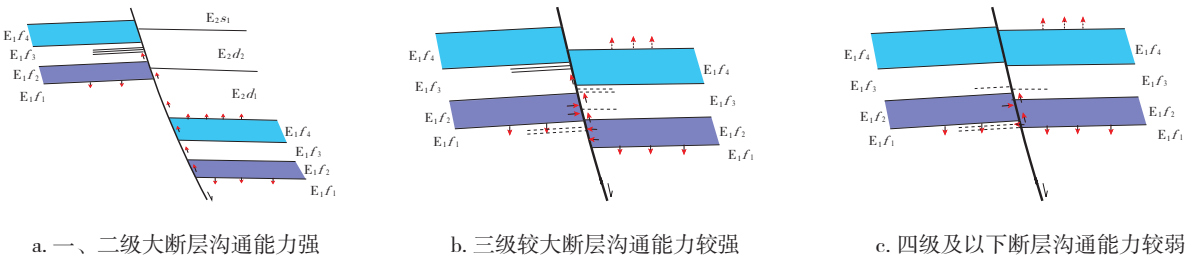


图3 源岩与不同级别断层配置关系示意

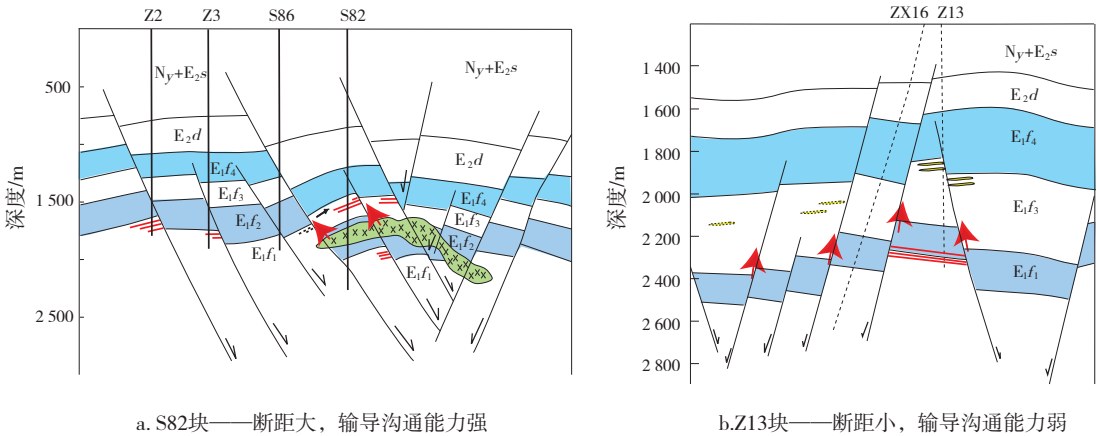


图4 码头庄地区源岩与不同级别断层配置关系对比

3.2.2 断层与砂体配置关系

结合北斜坡油藏成藏解剖分析认为,三级及以上较大断层沟通能力强,油气能较顺畅地进入上部地层的砂岩中,但断层封闭性在断层上下盘两侧存在明显差异,下盘一侧对置盘若砂地比低,封闭性较

好,断层与砂体展布、地层产状及油气注入点共同控制油藏范围,控制形成的油气类型为断层岩性油藏(图5a、b);而上盘一侧诱导缝发育,主要表现为沟通输导能力,油藏范围主要受岩性与地层产状控制,油藏类型为岩性上倾尖灭型油藏(图5a、c)。

四级及以下小断层纵向沟通能力弱,小断层与下部地层的砂岩配置关系较好,控制油气成藏;同时也就表现为断层纵向封闭性较好,无论上盘一侧还是下盘一侧均具有较强的封闭性,从而使油藏含油气范围主要受油气充注点和地层产状控制,油气充满程度较高,断层主要起到沟通作用,看起来是断层岩性复合油藏,实际属于被小断层切割的岩性上倾尖灭油藏(图6a、b)。

同时, E_{1f_2} 中下部为优质烃源岩,上部存在 50 m 左右的非烃源岩段, E_{1f_2} 烃源岩生成的油气以向下

排烃进入 E_{1f_1} 、再调整运移到 E_{1f_3} 储层为主要运聚途径。但 E_{1f_2} 生烃排烃的运聚过程中,烃源岩局部发育裂缝,这些裂缝能够直接沟通 E_{1f_3} 下部地层中的砂岩,形成独立的岩性油藏,由于裂缝沟通能力较弱,油气成藏也与小断层类似,主要集中到下部地层中。同时,裂缝切割砂体的位置是油气充注点,因此,含油气范围与裂缝切割砂体位置的配置关系有关,形成的油藏主要受岩性边界、地层产状和切割位置控制,油藏类型为岩性上倾尖灭或透镜体油藏(图5a、c,图6a、c)。

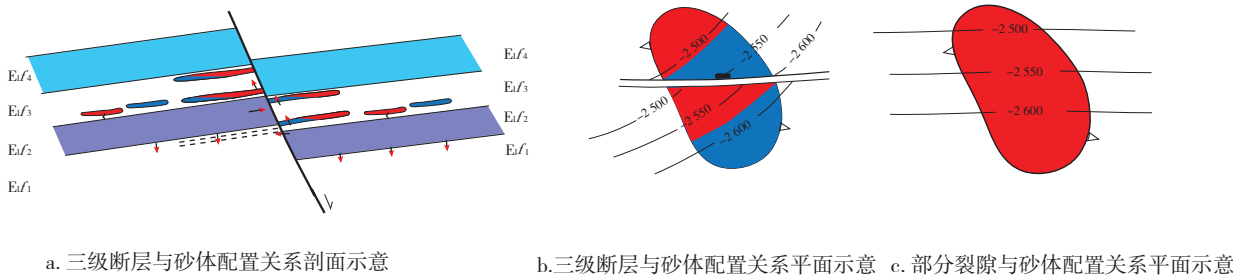


图5 三级断层与砂体配置关系示意

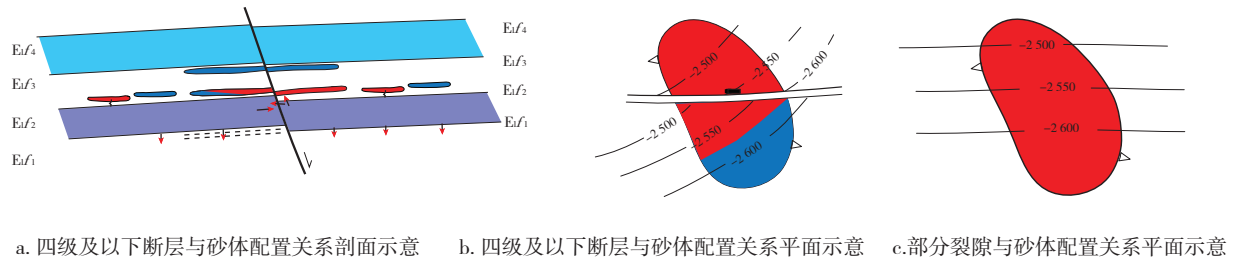


图6 四级及以下断层与砂体配置关系示意

另外,断层倾向与砂体展布方向的配置关系也对油气成藏具有控制作用,特别是水下分流河道等条带状砂体,需要断层走向与砂体展布方向近似垂直。

3.3 构造背景与砂体展布配置控制油气运移趋势

在砂岩发育程度较低、隐蔽油藏有利地区,虽然构造背景不能完全控制油气运聚,但与砂体展布配置可以控制油气的运移方向和趋势,并在隐蔽圈闭中聚集成藏,如单斜构造背景下,与上倾尖灭的砂体控制形成上倾尖灭油藏。

4 阜三段隐蔽油藏类型及成藏特征

4.1 隐蔽油藏类型

在高邮凹陷 E_{1f_3} 典型油藏解剖及成藏配置关系

分析基础上,按照油藏成因类型^[16-20],将 E_{1f_3} 隐蔽油藏总结为断层-岩性复合油藏和岩性油藏两类油藏类型(图7)。

根据砂体类型可将断层-岩性隐蔽油藏分为两种:一种为断层-河道或河口坝砂体岩性油藏,该类型受断层和垂直断层走向的条带状展布水下分流河道或河口坝砂体控制,如瓦庄东地区的W29斜井;另一种为断层-滩坝砂体岩性油藏,该类型是断层与独立分布的滩坝砂体共同控制形成的隐蔽型油藏。

岩性油藏又包括岩性上倾尖灭油藏及透镜体油藏。其中岩性上倾尖灭型主要为水下分流河道或河口坝砂体侧缘与单斜的地层产状配置形成,如吴②断层下降盘区域的LL1块属于此种类型。透镜

体油藏主要指由独立分布的、不被断层切割的滩坝砂体形成的滩坝砂岩透镜体油藏。

4.2 隐蔽油藏成藏特征

在近东西方向上斜坡带与吴堡断裂带之间,以及近南北方向上真武断裂带与斜坡带之间,砂岩含量较低,是隐蔽油藏成藏有利区,结合砂体、断层及构造等成藏主控因素及隐蔽油藏类型的分析,具有“断岩、翘倾、独滩坝”三种主要隐蔽成藏特征:“断岩”成藏特征是指斜坡带三角洲前缘砂体由北北东向南南西方向连片展布,在沙花瓦地区南部三角洲

前缘前端,砂体逐渐分为相间分布的水下分流河道及河口坝等砂体,被近东西的断层切割,容易形成断层-河道或河口坝砂体岩性油藏;“翘倾”成藏特征是指吴②断层下降盘控制的北东向展布水下分流河道或河口坝砂体侧缘与南东倾地层控制,有利于形成岩性上倾尖灭油藏;“独滩坝”成藏特征是指砂体为独立分布的滩坝等砂体,容易与断层配置形成断层-滩坝砂体岩性油藏,也可因裂缝、微断层等沟通油气而形成滩坝砂岩透镜体油藏(图8)。

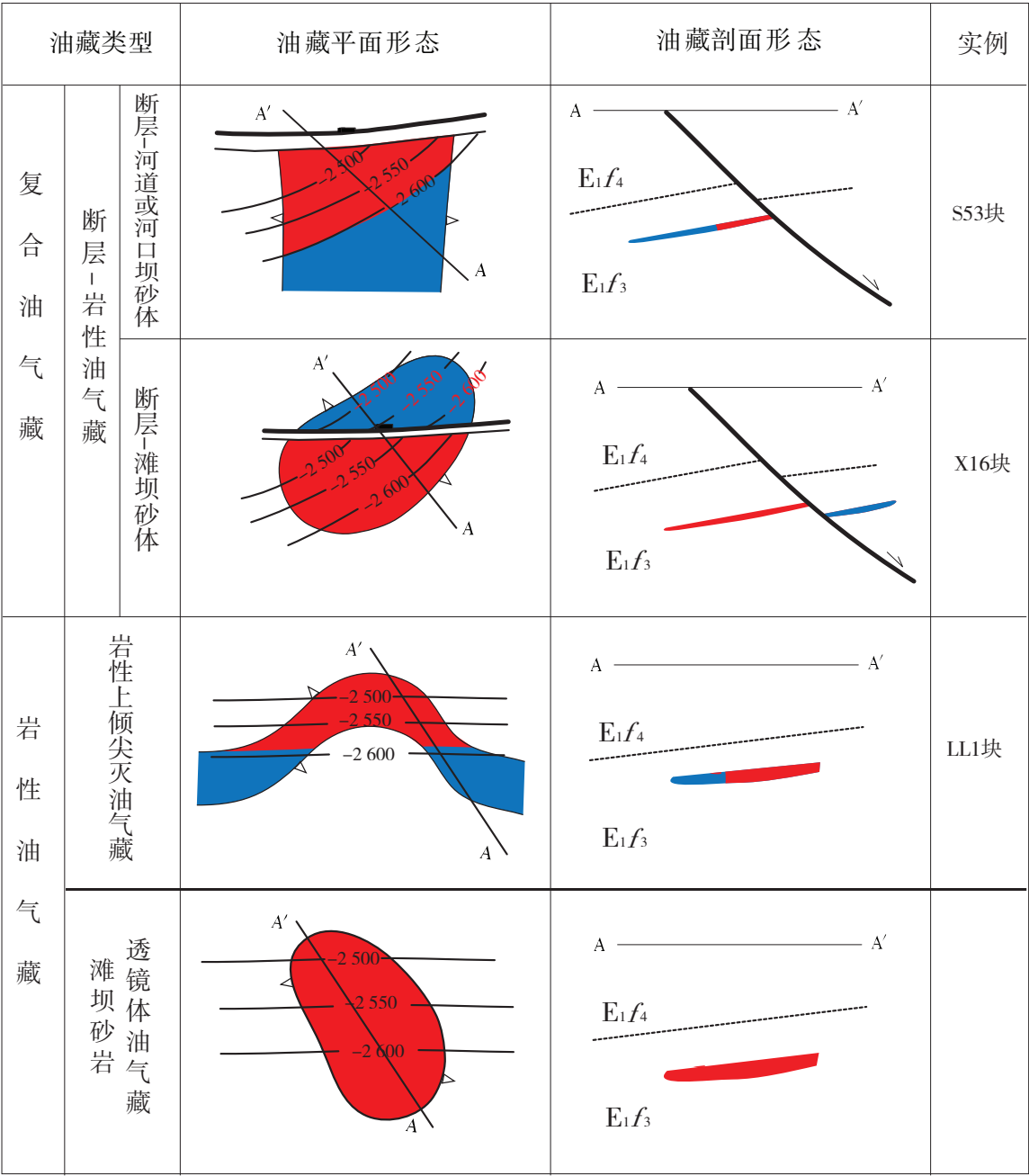


图7 高邮凹陷阜三段隐蔽油藏类型

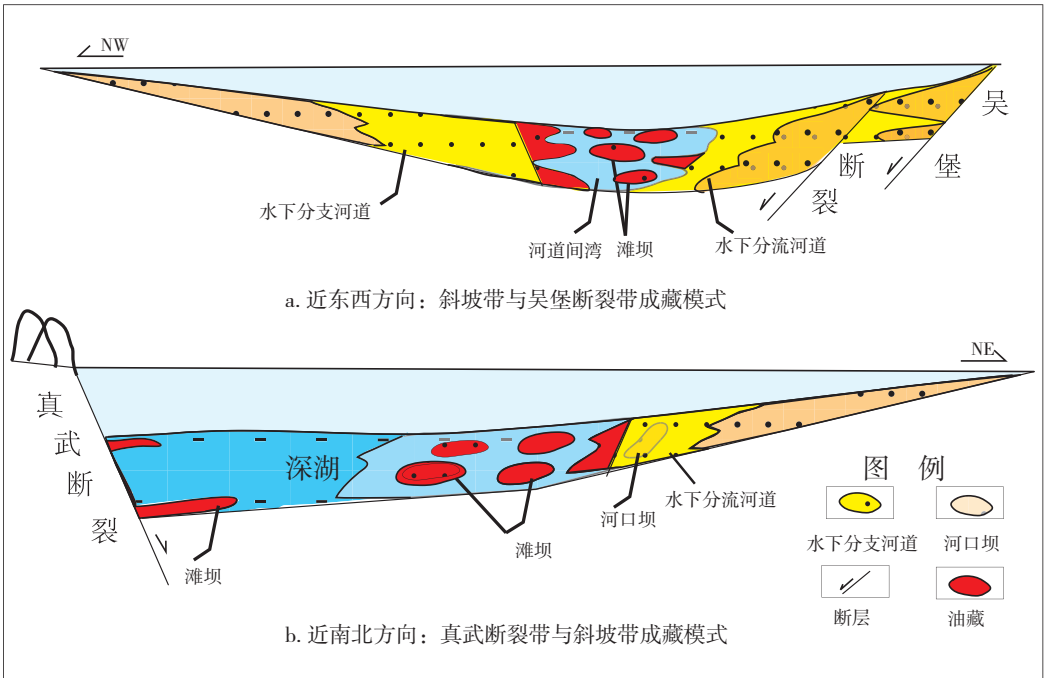


图8 阜三段“断岩、翘倾、独滩坝”隐蔽油藏成藏特征

5 有利勘探方向

结合隐蔽油藏成藏特征,进而明确了 E_1f_3 隐蔽油藏分布规律。整体来看, E_1f_3 隐蔽油藏的主要勘探领域处在砂岩含量较低的三角洲前缘前端,受砂体类型及展布的影响,不同类型隐蔽油藏的勘探有利区不同。其中断层-河道或河口坝砂体岩性油藏主要分布在斜坡带外围,包括发财庄以西、瓦庄以东及沙花瓦中南部地区;岩性上倾尖灭油藏主要分布在刘陆舍等地区;而断层-滩坝砂体岩性油藏、滩坝砂岩透镜体岩性油藏则主要分布在滩坝砂体发育区,包括车逻、西部码头庄、沙花瓦南部及真武断裂带下降盘肖刘庄等地区,在这些地区可与断层配置或独立形成隐蔽油藏。

6 结论

(1)结合油藏展布,认为高邮凹陷 E_1f_3 隐蔽油藏受砂体类型、断层输导及封闭作用、构造背景等三方面的主要因素及它们之间的配置关系控制。其中三角洲前缘前端发育的相间分布的水下分流河道及河口坝、滩坝等是形成隐蔽油藏的有利砂体类型;断层输导和封闭性控制油气分布层系及富集程度;构造背景与砂体展布配置控制油气运移趋势。

(2)根据砂岩类型与构造、断层的配置关系可划分为断层-河道或河口坝砂体岩性、断层-滩坝砂

体岩性、岩性上倾尖灭、滩坝砂岩透镜体等4种类型, E_1f_3 隐蔽油藏具有“断岩、翘倾、独滩坝”成藏特征。

(3)高邮凹陷隐蔽油藏勘探有利区分布在砂岩含量较低的三角洲前缘前端,包括斜坡带外围地区、刘陆舍地区及车逻等滩坝发育区。

参考文献:

- [1] 毛凤鸣,戴靖.复杂小断块石油勘探开发技术[M].北京:中国石化出版社,2005.
- [2] 邱旭明,刘玉瑞,傅强.苏北盆地上白垩统一第三系层序地层与沉积演化[M].北京:地质出版社,2006:55-61.
- [3] 朱夏,徐旺.中国中新生代沉积盆地[M].北京:石油工业出版社,1990.
- [4] 刘玉瑞,王建.苏北盆地复杂断块油气藏勘探及技术[J].江苏地质,2003,27(4):193-198.
- [5] 刘玉瑞.苏北后生-同生断陷盆地油气成藏规律研究[J].石油实验地质,2016,38(6):721-731.
- [6] 周荔青,刘池洋,陆黄生,等.苏北盆地阜三段油气成藏规律[J].石油实验地质,2004,26(2):187-193.
- [7] 于雯泉,叶绍东,陆梅娟.高邮凹陷阜三段有效储层物性下限研究[J].复杂油气藏,2011,4(1):5-9.
- [8] 李储华,郑元财,刘志敏,等.高邮凹陷阜三段砂体展布特征及控砂模式[J].复杂油气藏,2022,15(1):17-22.
- [9] 刘启东.高邮凹陷北斜坡阜三段砂体展布及油气运移特征[J].油气地质与采收率,(下转第314页)

(3)区域不同油田原油物性存在较大差异,其中地温是影响研究区原油物性差异分布的主要因素,储层原油物性与地温存在较好的相关性,整体上,地温越高,原油的黏度、密度越小,而凝固点和含蜡量越高。

参考文献:

- [1] 王良书,李成,刘绍文,等.塔里木盆地北缘库车前陆盆地地温梯度分布特征[J].地球物理学报,2003,46(3):403-407.
- [2] 王良书,施央申.油气盆地地热研究[M].南京:南京大学出版社,1989.20-42.
- [3] 胡圣标,汪集.沉积盆地热体制研究的基本原理和进展[J].地学前缘,1995,2(3/4):171-180.
- [4] 郑晨宇,赵红岩,邱春光,等.东非裂谷系 Albert 湖凹陷新生代构造沉降特征[J].地质科技通报,2021,40(5):162-172.
- [5] YANG X P, GE Z Z, LIU J, et al. Miocene stratigraphic characteristics of Semliki basin in Albertine Graben [J]. GLOBAL GEOLOGY, 2019, 22(1):50-55.
- [6] 温志新,童晓光,张光亚,等.东非裂谷系盆地群石油地质特征及勘探潜力[J].中国石油勘探,2012,17(4):60-65,8.
- [7] 张兴,童晓光.艾伯特裂谷盆地含油气远景评价 极低勘探程度盆地评价实例[J].石油勘探与开发,2001,28(2):102-106.
- [8] 郭瑞婧,季汉成,温志新,等.东非裂谷系 Albert 湖盆地构造活动对沉积充填的影响[J].海洋地质前沿,2019,35(3):1-12.
- [9] XU W, CHEN K Y, FANG L, et al. Hierarchical geomodeling approach for ultra high permeability reservoir [C]// SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Calgary, Alberta, Canada: SPE, 2019: SPE-195861-MS.
- [10] 邱楠生,胡圣标,何丽娟.沉积盆地热体制研究的理论和应用[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [11] 曲江秀,查明,张卫海.准噶尔盆地腹部、南缘温压场与油气成藏[J].新疆石油地质,2002,23(5):380-381.
- [12] 路凤香.深部地幔及深部流体[J].地学前缘,1996,3(4):181-186.
- [13] 陈墨香,黄歌山,汪缉安,等.渤海地温场特点的初步研究[J].地质科学,1984,19(4):392-401.
- [14] 王钧,黄尚瑶,黄歌山,等.华北中、新生代沉积盆地的地温分布及地热资源[J].地质学报,1983,57(3):304-316.
- [15] 肖卫勇,王良书,李华,等.渤海盆地地温场研究[J].中国海上油气.地质,2001,15(2):105-110.
- [16] 熊振,王良书,李成,等.胜利油气区东营凹陷现今地温场研究[J].高校地质学报,1999,5(3):312-321.
- [17] 袁玉松,米立军,张功成,等.沉积盆地地温梯度研究中应注意的问题[J].地质论评,2009,55(4):531-535.
- [18] 张远兴.东海西湖凹陷流体动力场演化及其对油气成藏的影响作用[D].武汉:中国地质大学,2009.
- [19] 仵彦卿,高荣芳.影响油气运移的应力场温度场渗流场耦合的连续介质模型[J].西安理工大学学报,1997,13(3):204-209.

(编辑 卞 炜)

(上接第 281 页)

- 2012, 19(5):24-26.
- [10] 杨杜波.高邮凹陷东部阜三段沉积特征及隐蔽油藏形成条件分析[J].复杂油气藏,2022,15(2):25-31.
- [11] 熊烨,马捷,廖文婷.高邮凹陷阜三段滩坝砂体成藏条件及储层预测[J].复杂油气藏,2021,14(2):15-21.
- [12] 能源,杨桥,张克鑫,等.苏北盆地高邮凹陷晚白垩世-新生代构造沉降史分析与构造演化[J].沉积与特提斯地质,2009,29(2):25-32.
- [13] 姜生玲,聂海宽,荆铁亚,等.高邮凹陷阜宁组烃源岩特征及油源对比[J].特种油气藏,2014,21(2):66-69.
- [14] 刘启东,李储华,卢黎霞.高邮凹陷断层封闭性研究[J].石油天然气学报,2010,32(2):58-61.
- [15] 吴智平,陈伟,薛雁,等.断裂带的结构特征及其对油气的输导和封堵性[J].地质学报,2010,84(4):570-578.
- [16] 邱旭明.苏北盆地断块圈闭分类及油气成藏特征[J].石油与天然气地质,2003,24(4):371-374.
- [17] 邱旭明.苏北盆地扭动构造油气藏[J].石油勘探与开发,2004,31(3):26-29.
- [18] 李亚辉.苏北盆地高邮凹陷构造转换带控油机制研究[J].石油实验地质,2006,28(2):109-112.
- [19] 陈莉琼.苏北盆地形成演化与油气成藏关系研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2006(4):180-181.
- [20] 邱旭明.苏北盆地真武-吴堡断裂带的构造样式及圈闭类型[J].石油天然气学报,2005,27(3):278-280,295.

(编辑 刘义梅)