

张立安. 渤海湾盆地垦利 A 油田石油地质特征及成藏模式[J]. 海洋地质前沿, 2022, 38(4): 63-70.

ZHANG Li'an. Petroleum geological characteristics and hydrocarbon accumulation models of the Kenli A Oilfield, Bohai Bay Basin[J]. Marine Geology Frontiers, 2022, 38(4): 63-70.

渤海湾盆地垦利 A 油田石油地质特征及成藏模式

张立安

(中海石油(中国)有限公司天津分公司, 天津 300459)

摘要:针对垦利 A 油田油气成藏条件和成藏模式认识不清的问题, 结合研究区构造特征和沉积背景, 综合运用钻井、测井、分析化验等资料, 对垦利 A 油田油气成藏条件和富集规律进行深入剖析。结果表明: 莱州湾凹陷北洼和南次洼沙河街组沙三中段、沙四段均发育优质烃源岩, 油源供给充足; 储集层储层物性好, 盖层区域分布稳定, 形成 3 套有利储盖组合; 油源断层、渗透性砂体和不整合面构成良好的油气输导系统; 油气富集层位具有“西浅东深”特征。基于上述认识, 建立了 3 种油气成藏模式: 构造东部为近源“侧向式”成藏模式, 在古近系沙河街组和中生界潜山成藏; 构造中部为远源“阶梯式”成藏模式, 具复式成藏特征; 构造西部为远源“网毯式”成藏模式, 在新近系馆陶组成藏。

关键词:成藏条件; 成藏模式; 储盖组合; 垦利 A 油田; 渤海湾盆地

中图分类号: P744.4; P618.13

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2021.268

0 引言

莱州湾凹陷位于渤海海域南部, 油气资源丰富。2008 年以来, 相继在凹陷北部陡坡带和东部走滑带发现了垦利 10-1 亿吨级油田以及垦利 6-4、垦利 12-2 等多个含油气构造^[1-3]。近两年随着勘探力度的加大, 在低勘探程度的凹陷南部斜坡带, 发现了垦利 A 油田, 展现了南部斜坡带的勘探潜力。一些专家学者在垦利 A 油田构造形成机制、沉积储层研究等方面已取得较多的地质认识^[4-12], 但对该油田油气成藏模式的研究工作较少。近年来, 建立油气成藏模式, 揭示油气成藏规律和预测有利勘探区带, 已逐渐成为国内外石油地质学研究领域的热点之一^[13-16]。前人对渤海海域局部区域油田的成藏模式进行过划分, 将构造区带与成藏特征联系起来, 把渤海海域 31 个大中型油田的成藏模式归纳为凸起披覆型、走滑反转型、凹中隆披覆型、陡坡断块型和缓坡断鼻型 5 种^[17], 但对各种模式对应的油气运聚特征分析较少。本文结合研究区构造特征和

沉积背景, 综合运用钻井、测井、分析化验等资料, 对垦利 A 油田油气成藏条件和富集规律进行深入剖析, 突出油气运聚特征分析, 构建油气成藏模式, 以期为莱州湾凹陷南部斜坡带及相似成藏背景的油田提供勘探借鉴。

1 地质概况

莱州湾凹陷为中生界基底之上发育的新生代半地堑, 具有“北断南超”的箕状断陷结构。该凹陷东邻鲁东隆起区, 南接潍北凸起, 西侧以郯庐走滑带西支为界, 北邻莱北低凸起。垦利 A 油田位于莱州湾凹陷南部斜坡构造高部位, 构造整体受反向控洼 F1 断层和西部走滑断层共同控制, 具有多个断块、多个高点, 走向主要为 EW 向。构造西部发育断块型圈闭, 构造中部发育披覆断背斜型圈闭, 构造东部发育断鼻型圈闭, 根据构造特征将垦利 A 油田构造分为东部、中部和西部 3 个区块(图 1、2)。垦利 A 油田北、东两侧邻洼, 成藏条件较为优越。垦利 A 油田钻井揭示的地层自上而下为第四系平原组、新近系明化镇组和馆陶组、古近系东营组和沙河街组以及中生界(未穿), 其中古近系横向变化明显(图 2)。截至目前, 垦利 A 油田共钻探井 11 口, 主要含油层位为馆陶组、沙三下段和中生界。

收稿日期: 2021-10-18

资助项目: “十三五”国家科技重大专项“渤海海域勘探新领域及关键技术研究”(2016ZX05024-003)

作者简介: 张立安(1987—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事海上油气田综合地质方面的研究工作。E-mail: cnooc_zla@qq.com

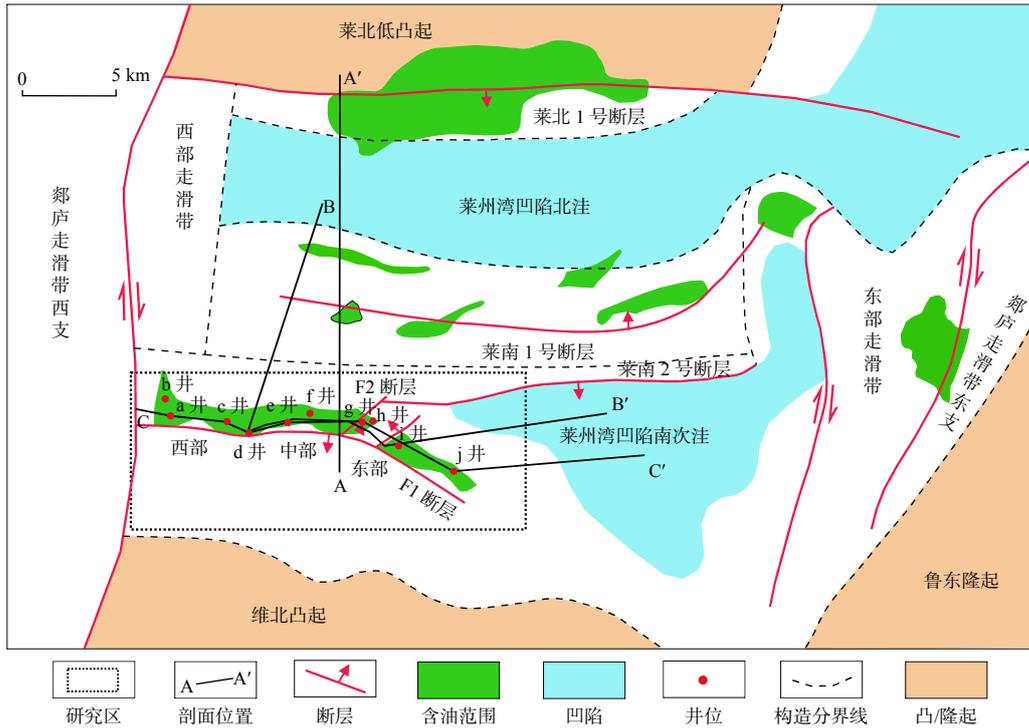
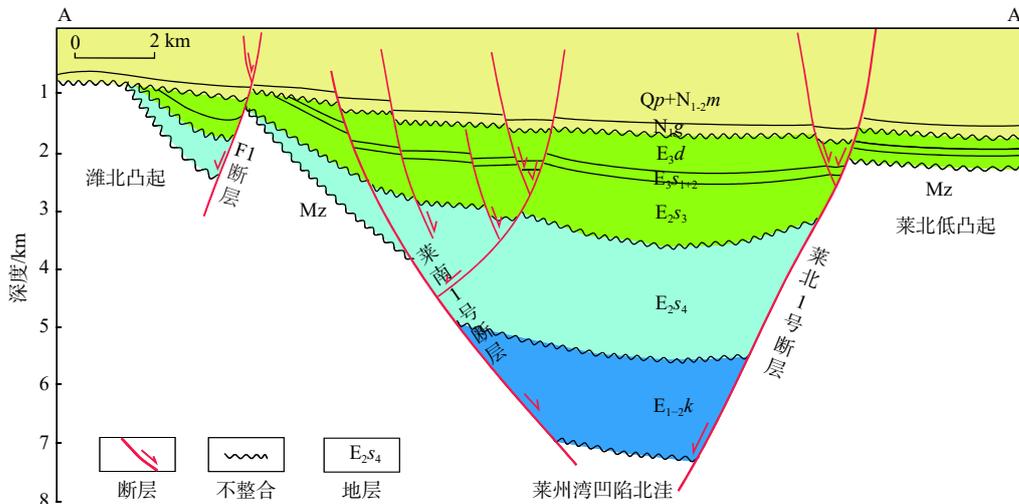


图1 莱州湾地区构造纲要、油气分布及研究区位置

Fig.1 Tectonic framework, hydrocarbon distribution and location of the Laizhou Bay area



剖面 AA'位置见图 1

图2 莱州湾地区南北向地质结构剖面图

Fig.2 North-south geological profile of the Laizhou Bay area

2 油气成藏条件

2.1 烃源岩条件

勘探实践证明,莱州湾凹陷钻遇多套烃源岩,油源对比分析认为,垦利 A 油田油气主要来自于沙三中段和沙四段烃源岩^[18-20]。沙三段沉积时期,烃源岩在全区分布广泛,地层最大厚度可达 1 400 m,

探井钻遇暗色泥岩厚度约为 500~700 m,北洼有机质类型主要为 III 型和 II₁ 型,南次洼有机质类型主要为 II₁ 型,有机地化指标总有机碳(TOC)、热解生烃潜量(S₁+S₂)、热解峰温(T_{max})均较好,综合评价结果表明北洼和南次洼分别为中等-非常好和好-非常好烃源岩(表 1);沙四段沉积时期,地层最大厚度约为 1 600 m,探井钻遇的暗色泥岩厚度约为 200~300 m,北洼有机质类型主要为 II₂ 和 II₁ 型,南次洼有机质类型主要为 II₁ 型,TOC、S₁+S₂、T_{max}

表 1 莱州湾凹陷烃源岩综合评价

Table 1 Evaluation of the source rocks in the Laizhou Bay Sag

构造单元	层位	TOC/%			S_1+S_2 /(mg/g)			$T_{max}/^{\circ}C$			有机质类型	评价结果
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值		
北洼	Es ₃	0.28	7.00	2.29	0.42	38.96	10.56	327.00	447.00	428.42	III-II ₁	中等-非常好
	Es ₄	1.50	4.93	2.60	5.16	20.37	10.42	434.00	443.00	440.31	II ₂ -II ₁	好-非常好
南次洼	Es ₃	1.96	7.15	4.67	8.58	57.53	33.31	417.00	433.00	427.07	II ₁	好-非常好
	Es ₄	0.33	5.04	1.74	0.86	30.28	10.08	313.00	431.00	416.00	II ₁	好-非常好

均非常好,综合评价结果表明北洼和南次洼均为好-非常好烃源岩(表 1)。

2.2 储集条件

垦利 A 油田馆陶组发育辫状河沉积,岩性以中-粗砂岩、含砾砂岩为主,岩石孔隙发育,连通性好。储集空间主要为孔隙,孔隙类型主要为粒间孔,溶蚀粒间孔和溶蚀颗粒孔次之,颗粒表面溶蚀,粒间孔隙被高岭石、伊利石、伊蒙混层和次生石英充填。岩心分析储层孔隙度为 21.3%~37.5%,平均为 29.2%;渗透率为 $(83.7\sim 10\ 342.2)\times 10^{-3}\ \mu\text{m}^2$,平均为 $2\ 216.0\times 10^{-3}\ \mu\text{m}^2$ 。

垦利 A 油田沙三下段发育滨浅湖-半深湖相滩坝砂和湖相碳酸盐岩混积岩、扇三角洲沉积砂岩 2 类储集岩性。储集空间主要为孔隙,偶见微裂缝。孔隙类型主要为粒间孔,少量溶蚀粒间孔和溶蚀颗粒孔,颗粒表面溶蚀,粒间孔隙被高岭石、伊利石、伊蒙混层充填。壁心分析储层孔隙度为 17.2%~33.8%,平均为 25.4%;渗透率为 $(3.7\sim 136.3)\times 10^{-3}\ \mu\text{m}^2$,平均为 $55.1\times 10^{-3}\ \mu\text{m}^2$ 。

垦利 A 油田中生界主要发育火山爆发相和溢流相,岩性为火山碎屑岩和火山熔岩,储层以孔隙型为主,其次发育微裂缝,测井解释储层孔隙度分布范围为 11.3%~23.3%,其中裂缝孔隙度为 0.01%~1.52%。

2.3 盖层及储盖组合

垦利 A 油田泥岩盖层发育,钻探结果显示,明化镇组底部、沙三中段和沙四段底部泥岩集中发育,泥岩厚度分别约为 60、80 和 30 m,结合连井地层对比和地震反射特征,这 3 套泥岩横向分布稳定,可以作为有效的区域盖层(图 3)。

对储集层和盖层条件的综合分析表明,垦利 A 油田自上而下发育 3 套储盖组合。明化镇组底部厚层泥岩盖层与下伏馆陶组辫状河沉积砂岩储层组成上部储盖组合;沙三中段厚层泥岩盖层与下伏

沙三下段滨浅湖-半深湖相滩坝砂和湖相碳酸盐岩混积岩储层、扇三角洲沉积砂岩储层组成中部储盖组合;沙四段底部厚层泥岩盖层与中生界火山岩储层组成下部储盖组合(图 3)。

3 输导系统特征

油气输导系统是指连接烃源岩与圈闭的油气运移通道的空间组合体^[21],断层、渗透性砂体和不整合的三元复合体系为油气运聚成藏提供了立体组合复式输导网络^[22]。

3.1 基本要素

垦利 A 油田油气输导系统主要要素是成藏期活动的油源断层、区域性分布的三角洲或河流相砂体和不整合面(图 4)。

油源断层主要是垦利 A 油田南侧 F1 断层、西部走滑断层、莱南 1 号断层、莱南 2 号断层及其伴生断层 F2 等断层,这些断层因走滑拉张作用而形成,成藏期保持继承性活动,构成油气垂向运移的重要通道。

新近系馆陶组发育辫状河沉积、多期砂体相互叠置,尤其是馆二段和馆三段砂体横向分布较稳定,连通性好;古近系沙三上段和沙三下段发育有大型扇三角洲沉积,发育的砂岩具有分布广、邻近烃源岩等特点。统计分析表明,新近系馆二段和馆三段砂岩占地层总体厚度的 49.9%,古近系沙三上段砂岩占该组地层厚度的 31.4%,古近系沙三下段砂岩占该组地层厚度的 26%,这些广泛分布的砂岩构成了油气横向输导的主要通道。

垦利 A 油田发育多期不整合,其中以古近系沙四段和中生界、新近系馆陶组与古近系东营组-沙河街组 2 期不整合最为显著,不整合渗透性好,分布范围大,是该区油气长距离侧向运移的重要通道。

3.2 类型划分

垦利 A 油田油气输导系统类型主要包括不整

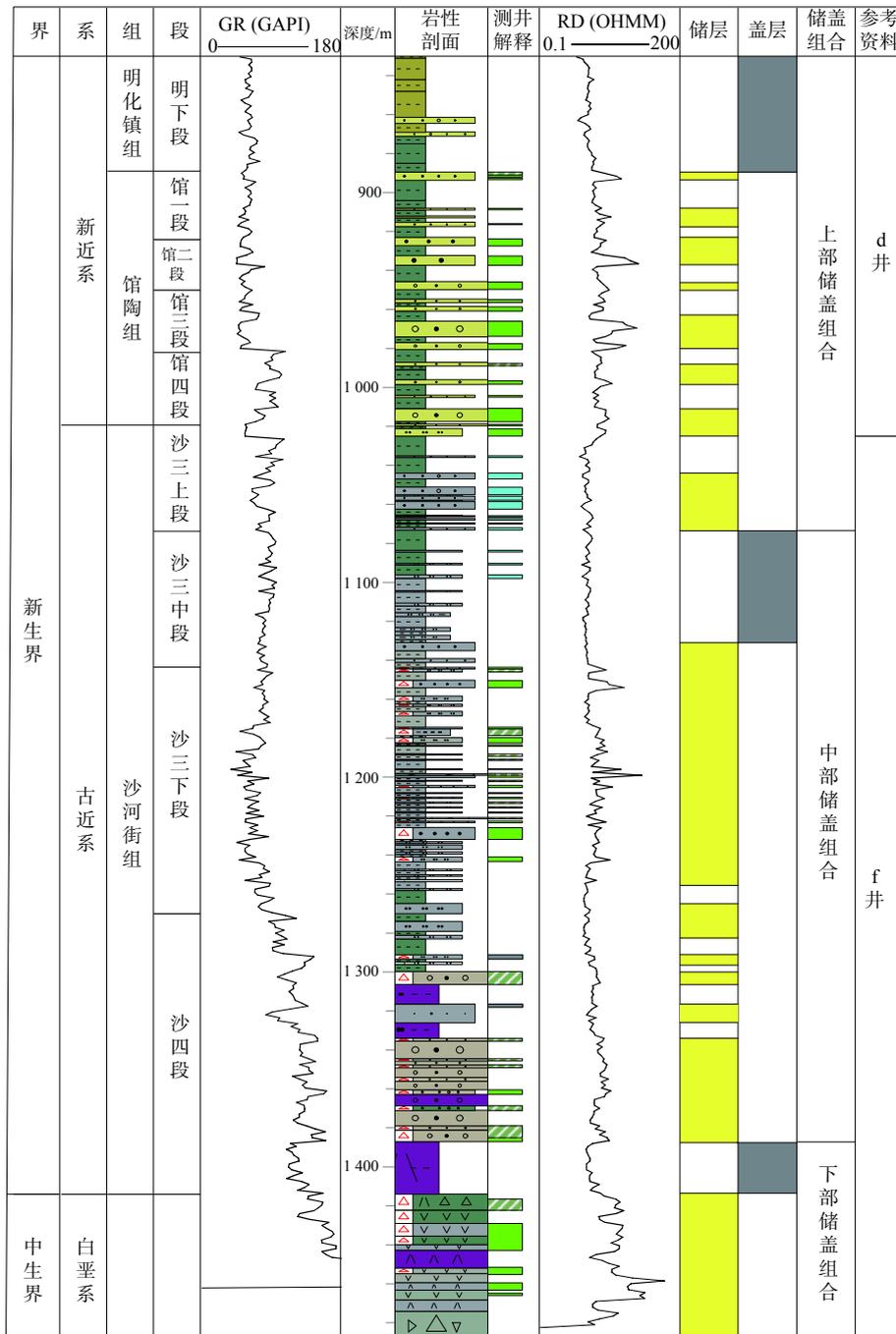


图3 垦利A油田储盖组合综合分析图

Fig.3 Comprehensive analysis chart of the cap and reservoir system in Kenli A Oilfield

合型、断层-砂体复合型和断层-砂体-不整合复合型3种类型(图4、5)。

(1) 不整合型输导体系

该类型主要受不整合面的分布影响,主要分布在垦利A油田东部区块中生界油藏区。莱州湾凹陷南次洼沙四段生成的油气沿不整合面直接侧向运移至中生界储层中成藏。

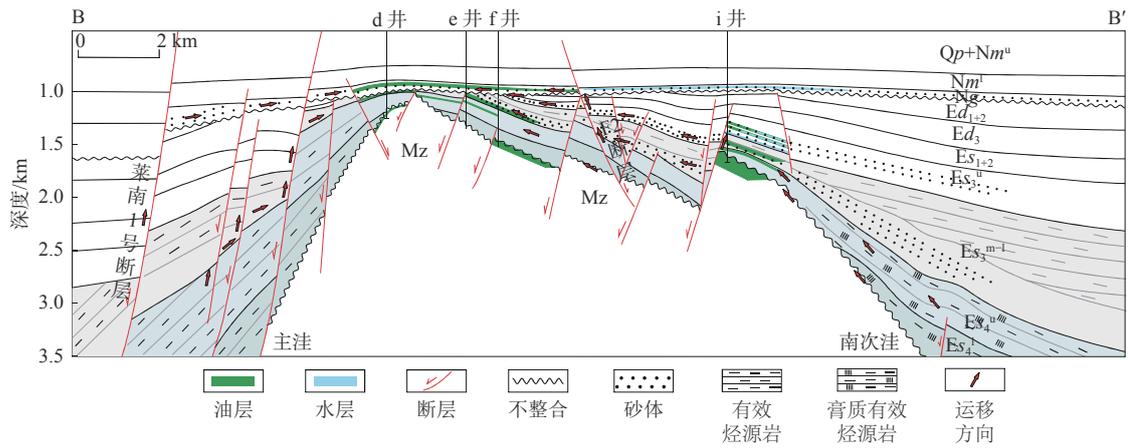
(2) 断层-砂体复合型输导体系

该类型主要受成藏期断层活动性和砂体连通

性影响,主要分布在垦利A油田中部区块馆陶组和沙三下段油藏区。生烃洼陷生成的油气沿莱南1号断层、莱南2号断层及F2断层等断层运移至馆陶组和沙三下段砂体发育区,再沿连通性砂体运移至构造高部位圈闭成藏。

(3) 断层-砂体-不整合复合型输导体系

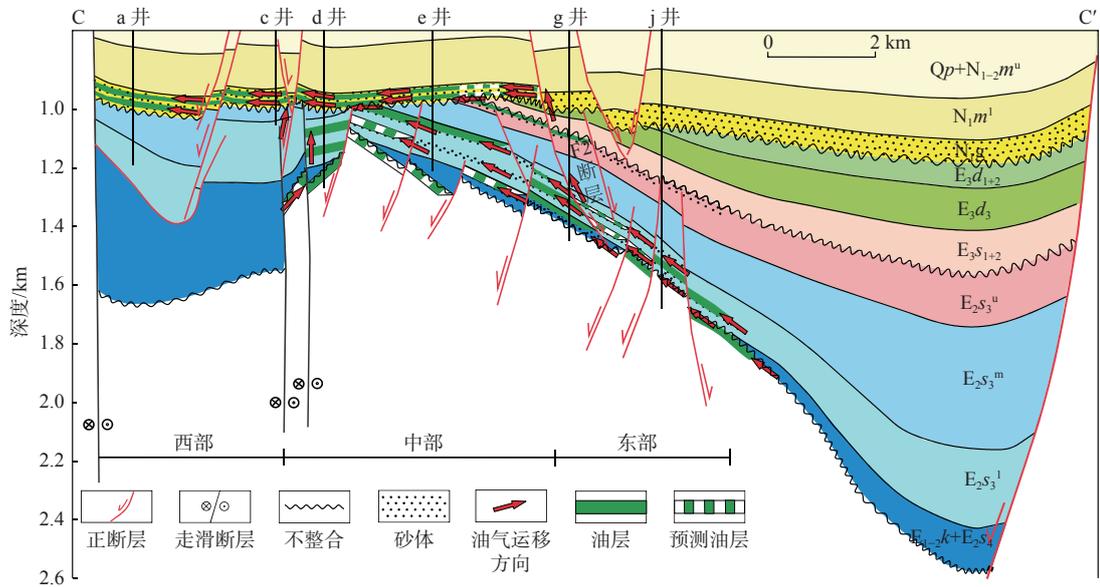
该类型主要受成藏期断层活动性、砂体连通性和不整合分布综合影响,主要分布在垦利A油田西部区块馆陶组油藏区。生烃洼陷生成的油气沿油



剖面 BB'位置见图 1

图 4 垦利 A 油田输导体系模式图

Fig.4 Model diagram of transportation system in Kenli A Oilfield



剖面 CC'位置见图 1

图 5 垦利 A 油田油气成藏模式图

Fig.5 Oil and gas accumulation models of Kenli A Oilfield

源断层和沙三段砂体组合不断向构造高部位运移, 运移至馆陶组底界不整合面, 油气继续沿不整合-砂体运移至构造高部位圈闭成藏。

4 油气富集规律与成藏模式

关于垦利 A 油田油气富集规律和成藏模式的研究较少, 前人以莱州湾凹陷北洼供烃、斜坡外带成藏角度分析认为, 南部斜坡外带因油气远距离横向运移, 浅层油气活跃, 具有下生上储型成藏模式^[23]。本文作者认为垦利 A 油田靠近莱州湾凹陷南次洼, 并以南次洼作为主要供烃洼陷分析该区油气富集规律和成藏模式。

4.1 油气富集规律

垦利 A 油田油气富集具有明显的分层性和差异性。有利储盖组合控制油气富集层位, 距生烃洼陷的距离则控制不同区块油气分布层位的差异性。

已钻井油层分布统计分析认为, 垦利 A 油田油气主要分布在明化镇组、沙三中段和沙四段区域盖层之下的馆陶组、沙三下段和中生界 3 个层系的储层中(表 2)。受构造运动影响, 垦利 A 油田沙三上段-东营组地层在西部和中部区块完全被剥蚀, 在东部区块局部被剥蚀。东部区块紧邻南次洼生烃洼陷, 油气分布在沙河街组和中生界储层中, 表现为深层油气富集特征; 中部区块距南次洼生烃洼陷较

远,油气在馆陶组、沙河街组和中生界储层中均有分布,表现为复式成藏油气富集特征;西部区块距

南次洼生烃洼陷最远,油气分布在馆陶组储层中,表现为浅层油气富集特征(表2)。

表2 垦利A油田油气分布特征统计

Table 2 Statistical table of oil and gas distribution characteristics of Kenli A Oilfield

地层			油气分布									
			西部区块			中部区块			东部区块			
系	组	段	a井	b井	c井	d井	e井	f井	g井	h井	i井	j井
新近系	明化镇组											
	馆陶组		油层	油层	油层	油层	油层	油层				
		东一段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	东营组	东二段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		东三段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		沙一段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
古近系	沙河街组	沙二段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		沙三上段	-	-	-	-	-	-	油层		油层	
		沙三中段										
		沙三下段				油层	油层	油层	油层	油层	油层	油层
		沙四段					油层		油层			
白垩系					油层		油层			油层		

4.2 油气成藏模式

结合油气成藏条件和油气富集规律分析,在垦利A油田建立了3种油气成藏模式:东部区块为近源“侧向式”成藏模式,油气在古近系沙河街组和中生界潜山成藏;中部区块为远源“阶梯式”成藏模式,具复式成藏特征;西部区块为远源“网毯式”成藏模式,油气在新近系馆陶组成藏(图5)。

(1) 近源“侧向式”成藏模式

指油气沿不整合面或沿储层的上倾方向运移和聚集,形成以侧向运移为主的成藏模式^[24]。垦利A油田位于莱州湾凹陷南部斜坡带边界断层下降盘,SN向为一大型单斜构造,EW向为一潜山披覆背斜构造,地层东厚西薄,背斜东翼的垦利A油田东部区块发育断鼻圈闭和岩性地层圈闭,靠近莱州湾凹陷南次洼,是油气长期汇聚指向区。位于东部区块的g、h、i、j井钻后证实,明化镇组、馆陶组、沙河街组和中生界均发育厚层储层,在中生界和沙河街组见良好的油气显示,获得大量油气发现,但在东营组、馆陶组和明化镇组未见油气显示。分析认为,东部区块地层分布较厚,断层不足以断开浅层储盖组合,洼陷生成的油气主要沿不整合面或沿沙河街组储层的上倾方向运移,在古近系沙河街组和中生界潜山圈闭成藏。

(2) 远源“阶梯式”成藏模式

指由断层和骨架砂岩组成的油气输导体系,油

气由低势区向高势区连续运移模式^[21]。垦利A油田油气主要来自莱州湾凹陷南次洼,其次来自北洼。油气沿莱南2号断层及其伴生断层F2断层向上运移,顺着沙河街组和馆陶组连通性砂岩横向输导,在高部位遇到活动性断层向上运移而成藏。伴随着古近系沙河街组和新近系馆陶组连通性砂体侧接地层层位逐步抬高,油气表现出由生烃洼陷向构造高部位方向,即由东向西“阶梯式”侧向和垂向运移,导致含油气层位逐渐变浅。垦利A油田东部区块油层主要集中在中生界和沙河街组,向构造高部位方向的中部区块油层在中生界、沙河街组和馆陶组均有分布,印证了中部区块为远源“阶梯式”成藏模式,具复式成藏特征。

(3) 远源“网毯式”成藏模式

该模式是他源油气通过网毯式聚集形成的次生油气藏组合^[16,25]。该成藏体系通常具备下部油源通道网、中部仓储层和上部油气聚集网3个条件^[26]。垦利A油田沟通沙三中段和沙四段烃源层的莱南2号断层、F2断层和F1断层,沙三下段和沙三上段连续发育的渗透性砂岩层,中生界与沙四段、沙河街组与馆陶组2期不整合构成立体的油源通道网。由于流体势差的影响,构造低部位南次洼生成的油气通过油源断层、渗透性砂体和不整合构成的油源通道网运移到馆陶组。馆陶组内部发育大规模、厚层、多期相互叠置的辫状河砂体对油气进行横向输导,形成中部仓储层,油气在馆陶组下

部砂体聚集。NE向浅层成藏期活动的次级断层系统沟通馆陶组下部已聚集的油气和馆陶组中上部储层,形成上部油气“聚集网”,油源断层、毯状砂岩和调整断层三者时空配置,形成了“油源断层垂向沟通、毯状砂体横向输导、调节断层纵向调整”的油气高效输导格架^[27]。垦利A油田西部区块油层仅在浅层馆陶组大规模分布,进一步证实了该区远源“网毯式”成藏特征。

5 结论

(1)垦利A油田邻近南北2个生烃洼陷,油源供给充足,储集层储层物性好,盖层区域分布稳定,形成3套有利储盖组合;烃源断层、砂体、不整合面构成油气输导体系,成藏条件优越。

(2)垦利A油田油气富集具有明显的分层性和差异性。受区域盖层控制,油气主要在馆陶组、沙三下段和中生界富集;受距生烃洼陷距离控制,油气富集层位具有“西浅东深”特征。

(3)垦利A油田具有3种油气成藏模式:构造东部为近源“侧向式”成藏模式,在古近系沙河街组和中生界潜山成藏;构造中部为远源“阶梯式”成藏模式,具复式成藏特征;构造西部为远源“网毯式”成藏模式,在新近系馆陶组成藏。

参考文献:

- [1] 孙景耀,刘松,王世民,等.构造活动对莱州湾凹陷油气成藏的影响[J].中国海上油气,2006,18(5):299-303.
- [2] 夏庆龙.渤海油田近10年地质认识创新与油气勘探发现[J].中国海上油气,2016,28(3):1-9.
- [3] 翟光明,何文渊.渤海湾盆地资源潜力和进一步勘探方向的探讨[J].石油学报,2002,23(1):1-5.
- [4] 牛成民.渤海南部海域莱州湾凹陷构造演化与油气成藏[J].石油与天然气地质,2012,33(3):424-431.
- [5] 彭文绪,辛仁臣,孙和风,等.渤海海域莱州湾凹陷的形成和演化[J].石油学报,2009,30(5):654-660.
- [6] 蔡东升,罗毓晖,姚长华.渤海莱州湾走滑拉分凹陷的构造研究及其石油勘探意义[J].石油学报,2001,22(2):19-25.
- [7] 孙和风,周心怀,彭文绪,等.莱州湾凹陷东部走滑带盐相关构造特征[J].地球科学与环境学报,2008,30(4):380-384.
- [8] 赵汉卿,温慧芸,穆朋飞,等.垦利A油田沙三上段近源辫状河三角洲沉积特征[J].岩性油气藏,2019,31(3):37-44.
- [9] 赵汉卿,陈存良,陈晓明,等.垦利10-4油田沙三上段成岩作用与油气充注耦合关系[J].断块油气田,2018,25(4):435-439.
- [10] 王航,杨海风,黄振,等.基于可容纳空间变化的河流相演化新模式及其控藏作用:以莱州湾凹陷垦利A构造为例[J].岩性油气藏,2020,32(5):73-83.
- [11] 王亮,牛成民,杨波,等.莱州湾凹陷沙三段含油气系统与有利勘探方向[J].断块油气田,2011,18(5):545-548.
- [12] 王应斌,黄雷,王强,等.渤海浅层油气富集规律:以黄河口凹陷为例[J].石油与天然气地质,2011,32(54):637-641.
- [13] 王德英,于娅,张藜,等.渤海海域石臼坨凸起大型岩性油气藏成藏关键要素[J].岩性油气藏,2020,32(1):1-10.
- [14] 郝芳,邹华耀,姜建群,等.油气成藏动力学及其研究进展[J].地质前缘,2000,7(3):11-20.
- [15] 吴冲龙,林忠民,毛小平,等.“油气成藏模式”的概念、研究现状和发展趋势[J].石油与天然气地质,2009,30(6):673-684.
- [16] 张善文,王永诗,石砥石,等.网毯式油气成藏体系:以济阳坳陷新近系为例[J].石油勘探与开发,2003,30(1):1-10.
- [17] 薛永安,韦阿娟,彭靖淞,等.渤海湾盆地渤海海域大中型油田成藏模式和规律[J].中国海上油气,2016,28(3):10-19.
- [18] 潘文静,杜晓峰,田德瑞,等.渤海莱州湾凹陷烃源岩特征及形成机理分析[J].中国海上油气,2019,31(6):60-68.
- [19] 刘庆顺,杨海风,郭涛,等.莱州湾凹陷垦利16油田混源油定量判析及勘探前景分析[J].特种油气藏,2020,27(5):74-80.
- [20] 孙和风,周心怀,彭文绪.莱州湾凹陷油气成藏动力学特征[J].西安石油大学学报(自然科学版),2009,24(4):27-31.
- [21] 王永诗,郝雪峰.济阳断陷湖盆输导体系研究与实践[J].成都理工大学学报(自然科学版),2007,34(4):394-400.
- [22] 卢红刚,罗焕宏,骆飞飞,等.玛湖凹陷MH1井区上乌尔禾组扇控大面积成藏条件与成藏模式[J].特种油气藏,2021,28(1):42-50.
- [23] 杨波,胡志伟,李果营,等.渤海莱州湾凹陷南部斜坡带构造特征及油气成藏规律[J].中国海上油气,2016,28(5):22-29.
- [24] 梁金强,杨木壮,张光学,等.南海万安盆地中部油气成藏特征[J].南海地质研究,2003,10(1):27-34.
- [25] 彭存仓.盆缘非生烃洼陷它源油气运聚方式及勘探意义:以渤海湾盆地沾化凹陷三合村洼陷为例[J].石油与天然气地质,2019,40(5):1031-1037.
- [26] 张新涛,周心怀,牛成民,等.渤海湾盆地黄河口凹陷油气成藏模式[J].石油天然气学报,2014,36(3):30-36.
- [27] 韩同欣,张善文,林会喜,等.哈山地区东部侏罗系“断-毯”输导特征研究[J].特种油气藏,2016,23(5):62-65.

Petroleum geological characteristics and hydrocarbon accumulation models of the Kenli A Oilfield, Bohai Bay Basin

ZHANG Li'an

(Tianjin Branch of CNOOC (China) Ltd., Tianjin 300459, China)

Abstract: On the basis of structural characteristics and sedimentary background of the Bohai Bay Basin, the Kenli A Oilfield is selected as the case to reveal the oil and gas accumulation conditions. The data of drilling, logging, chemical analysis and testing are integrated for the purpose. It is noticed that high quality source rocks are widely distributed in the middle of the third member and the fourth member of the Shahejie Formation in both the north and south subsags of Laizhou Bay Depression, and the oil supply is sufficient. Oil source faults, permeable sand bodies and unconformities form an excellent oil and gas transmission system, and the oil and gas enrichment horizon, which is shallow in the west and deep in the east. Based on the observation mentioned above, three types of hydrocarbon accumulation models are summarized by this paper: the “lateral” near-source accumulations in the eastern part of the structure, where oil and gas accumulated in the Shahejie Formation of Paleogene and the buried hill of the Mesozoic; the “Stepped” far-source accumulations in the middle of the structure, and the far-source “Net-blanket” accumulations in the western part of the structure in the Neogene Guantao Formation.

Key words: accumulation conditions; accumulation model; reservoir-cap combination; Kenli A Oilfield; Bohai Bay Basin