

文章编号: 1672-9854(2009)-03-0037-09

大港油田埕北断阶带油气运移、 成藏期次及成藏模式

曲江秀, 查明, 高长海, 张宗峰

(中国石油大学(华东)地球资源与信息学院)



曲江秀

摘要 通过原油中类异戊二烯烃地球化学变化特征的对比分析, 指出大港油田埕北断阶带的油气主运移方向是由北边的生油凹陷(歧口凹陷)向南(埕北断阶带)运聚和由西边的生油凹陷(歧南凹陷)向(北)东(张东地区、关家堡地区和埕海地区)运聚。利用流体包裹体、生排烃法、饱和压力法等方法技术, 认为存在两个充注期: 古近纪东营末期和新近纪明化镇末期—第四纪。结合输导体系研究成果, 提出了4种油气成藏模式: 沿连通砂体—不整合面向侧向运聚成藏模式、沿断层垂向运聚成藏模式、沿连通砂体(不整合面)—断层阶梯状运聚成藏模式、源内砂岩透镜体运聚成藏模式。

关键词 油气成藏; 油气运移; 成藏期次; 成藏模式; 大港油田; 埕北断阶带

中图分类号: TE112.3 **文献标识码**: A

曲江秀 1974年生, 讲师。1996年本科毕业于石油大学(华东), 2003年毕业于石油大学(华东), 获博士学位。主要从事石油地质勘探的教学及科研工作。通讯地址: 257061 山东省东营市北二路271号; 电话: (0546)7989191

油气运移是连接烃源岩和圈闭的桥梁, 也是目前含油气系统成藏动力学研究中最为薄弱的环节。油气成藏期次是油气勘探地质评价的一个核心问题, 可用于准确认识油气藏形成和分布规律。油气成藏模式的研究是石油地质研究的一个重要环节, 它对于揭示油气成藏机理、过程及其分布规律具有重要的意义。对这些问题的研究可以为进一步评价区带含油气远景、圈定油气聚集部位、优选勘探靶区以及钻后含油气性评价等提供可靠依据。大港油田埕北断阶带作为大港油田南部滩海区的勘探主体, 在上述诸方面的研究程度仍然较弱, 这在很大程度上制约了对该区油气成藏规律方面的认识和进一步勘探。为了研究埕北断阶带油气藏形成规律, 指导勘探方向, 本文在对原油地化特征分析的基础上, 探讨了油气运移方向, 根据油气中蕴藏的成藏信息, 对油气成藏期次进行了研究, 并结合其他相关研究, 建立了埕北断阶带油气成藏模式。

1 地质背景

大港油田埕北断阶带位于黄骅拗陷, 它是北侧歧口凹陷向南侧埕宁隆起过渡的一个斜坡, 勘探面积约1200 km²(图1)。中生代晚期, 在北西—南东向拉张的区域应力场背景下, 埕北断阶带发育了歧东、张东、张北、海4井、赵北、羊二庄、羊二庄南等主要断层, 均为正断层性质, 致使研究区由南向北呈节节下降的断阶结构, 并形成了相对抬升的埕宁隆起。这些断层控制了本区的构造框架、沉积作用、油气运移以及圈闭构造。研究区目前已发现了明化镇组(Nm), 馆陶组(Ng), 东营组(Ed), 沙河街组(Es)一段、二段、三段, 中生界侏罗系以及古生界二叠系等八套含油气层系, 并相继发现了张东、赵东、海4井等多个油田或含油气构造。

勘探研究表明, 埕北断阶带具备良好的生、储、盖及其组合(图2)。

收稿日期: 2007-12-05; 改回日期: 2008-09-03

本文受“中国石油天然气股份有限公司科技攻关项目”(编号: 2006 技 4681)资助

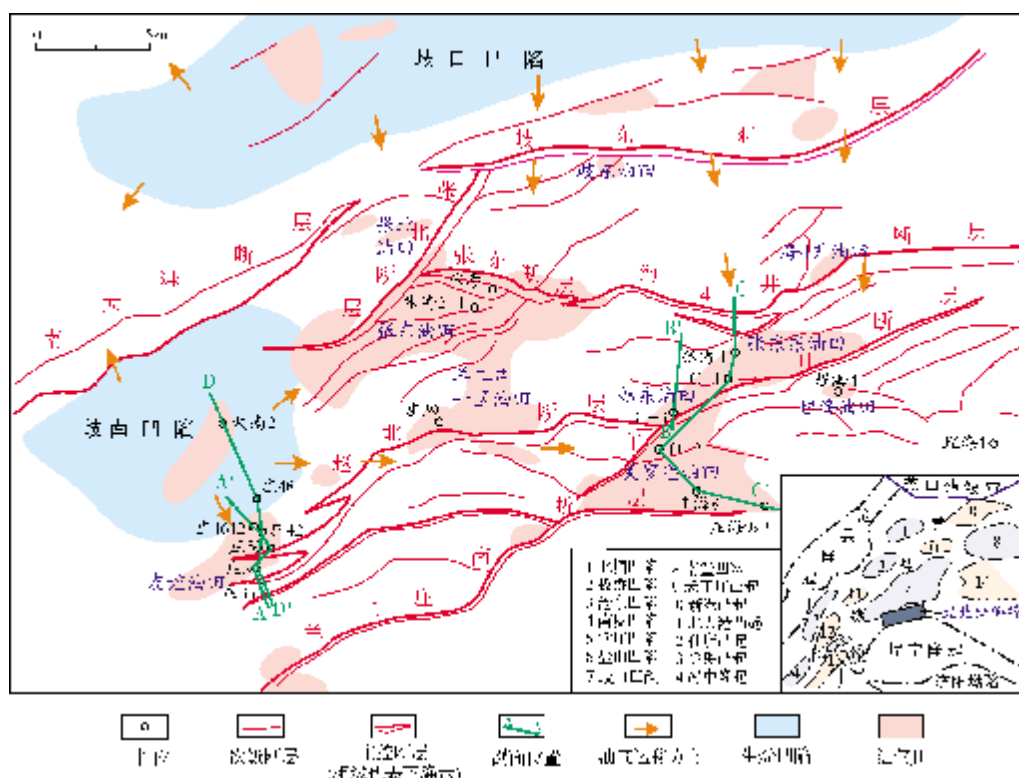


图1 埕北断阶带构造位置及油气田分布图

图中空白区为所划分的凹陷与凸起(隆起)单元之间的过渡区域,未予命名

埕北断阶带发育有沙河街组三段、二段、一段及东营组四套烃源岩^[1],油源对比研究表明沙三段(Es_3)和沙一段(Es_1)暗色泥质岩为本区的主力烃源岩。沙一中—上段(Es_{1+2})烃源岩主要处于低成熟阶段(R_o 为0.5%~0.65%),而歧南地区局部未成熟($R_o < 0.5\%$);沙一下段和沙三段烃源岩在凹陷斜坡区均已达到成熟阶段(R_o 为0.5%~1.4%),而凹陷中心已进入高成熟阶段(R_o 为1.2%~2.0%以上)。

埕北断阶带分布有二叠系至第三系四大套八亚套的砂岩或砂砾岩储层,主要为中、下侏罗统河道砂体,沙河街组近岸扇体、沿岸滩坝等砂体,东营组湖泊三角洲砂体,以及馆陶组、明化镇组辫状河、曲流河砂体。这些纵横向相互交叉叠置的砂体,具有较好的物性条件,尤其是第三系砂岩多为高孔高渗储层,为埕北断阶带的油气聚集提供了良好的储集空间。

沙一段、东二段(Ed_2)和明下段(Nm_1)为区域性盖层,构成了研究区中浅层油气藏得以保存的区域封盖条件。北东和近东西向断层具有封闭能力,为油

气藏的形成提供了良好的侧向遮挡条件。

2 油气运移特征

2.1 运移方向

主要通过油源、油油对比及碳同位素等分析,研究不同产层的母质类型和油气的大致运移方向,确立油气与烃源岩之间的关系。

笔者主要利用原油中类异戊二烯烃的地球化学变化特征,即利用 Pr/Ph 及 $(Pr+Ph)/(nC_{17}+nC_{18})$ 等参数来追溯原油与生油岩的亲缘关系,进而分析、判断油气运移的大致方向。

从分层系、分地区的原油 Pr/Ph 与 $(Pr+Ph)/(nC_{17}+nC_{18})$ 关系图(图3)可以看出, Mz 、 Es_2 、 Ed 、 Nm 、 Ng 与 Es_3 油样特征相似(图3a),说明这些层位的原油可能具有同源性,来源于沙三段烃源岩。从这些层位对应地区的地化特征可以看出,羊二庄地区及少量关家堡地区的油样与歧南凹陷的油样相近;而张东和赵东地区的油样则与歧口凹陷相近(图3b)。这些特征

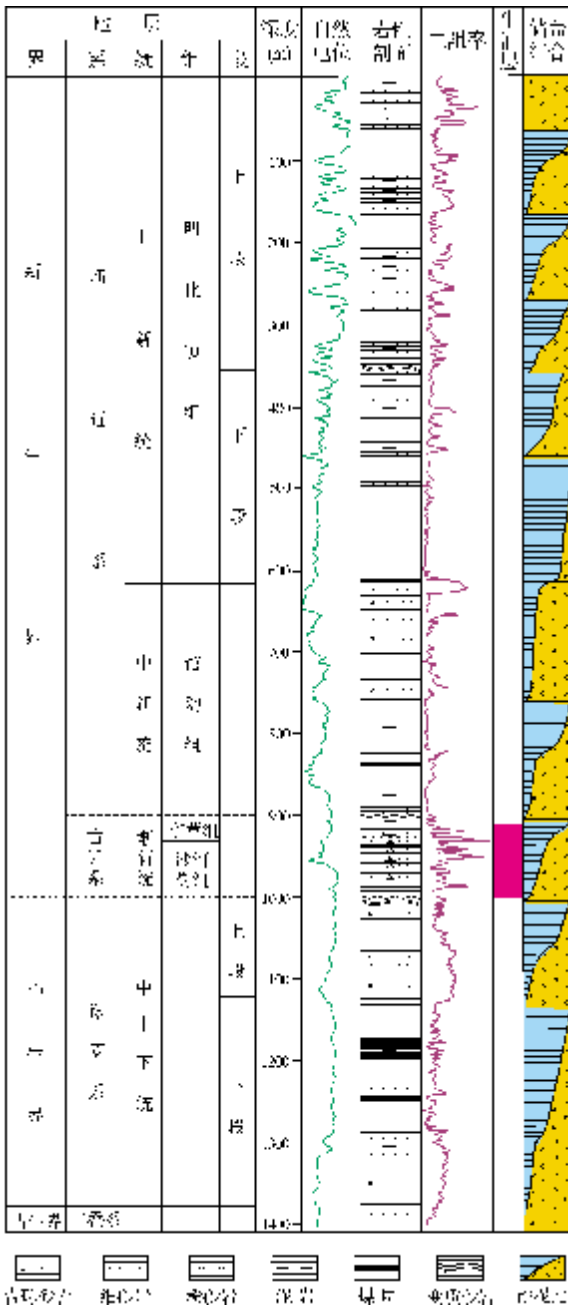


图2 埕北断阶带地层综合柱状图

及原油其它地化特征研究^①表明羊二庄和关家堡地区的油来源于歧南凹陷；而张东与赵东地区的要来源于歧口凹陷，同时混有歧南凹陷的油源。因此，本区油气主运移方向是由北边的歧口凹陷向南侧的埕北断阶带运移和由西边的歧南凹陷向(北)东方向的张东、关家堡及埕海等地区运移(图1)。

① 查明,吴孔友,高长海. 埕北断阶带油气富集规律与资源潜力评价. 中国石油大学(华东),2007.

2.2 距生烃凹陷越近,油气越富集

从上面分析可知,研究区的油气主要是由北边的歧口凹陷向南运移和由西边的歧南凹陷向(北)东运移,油气运移的距离可达50 km(自歧口凹陷至埕宁隆起北斜坡)。根据油气显示的活跃程度、含油饱和度及单井产量等资料分析,总体上,距离油源越近的区块显示越好(表1)。这意味着距离油源越近,油气相对越富集^[2],距油源近的区块具有“近水楼台先得月”的区位优势,歧南凹陷歧南2井沙河街组岩性油藏的形成便是这种区位优势的表现。值得注意的是,对于距歧口凹陷最近的歧东构造,由于歧东断层中深部处于开启状态,使得大量油气得以穿过断层运移至歧东断层上升盘的张东、赵东等构造,从而导致歧东构造油气富集程度较差。

表1 与油源不同距离的区块含油气状况对比

区块位置及其距油源的距离(km)	临近区块		较近区块	较远区块
	张东地区 14~18	羊二庄一区 15	埕海北部地区 32	埕海南部地区 43
代表井	张海2-1	庄39	埕海4	埕海1
油气显示层数(层)	22	18	7	—
油气显示累计厚度(m)	88.7	53.4	38.4	—
单井产量(m³/d)	36.1	78.18	18.95	—
含油饱和度(均值,%)	35.06	46.33	4.51	—

从目前的实钻情况来看,已发现的6个油田,包括张北、张东、张东东、赵东、羊二庄一区及友谊油田等都位于两个凹陷之内或它们的附近(5~25 km)。因此,距油源的距离是本区油气富集的主控因素之一,偏离油源区越远,钻探成功率越低、风险越大。如埕海地区,由于距油源区的距离(30~45 km)远大于上述各个区带,加之受多条主控断层(如海4井断层、羊二庄断层等)的控制,它的捕获油气几率大大降低,埕海1井钻探失败就有这方面的原因。

2.3 油气运移通道

埕北断阶带可作为油气运移通道的有连通砂

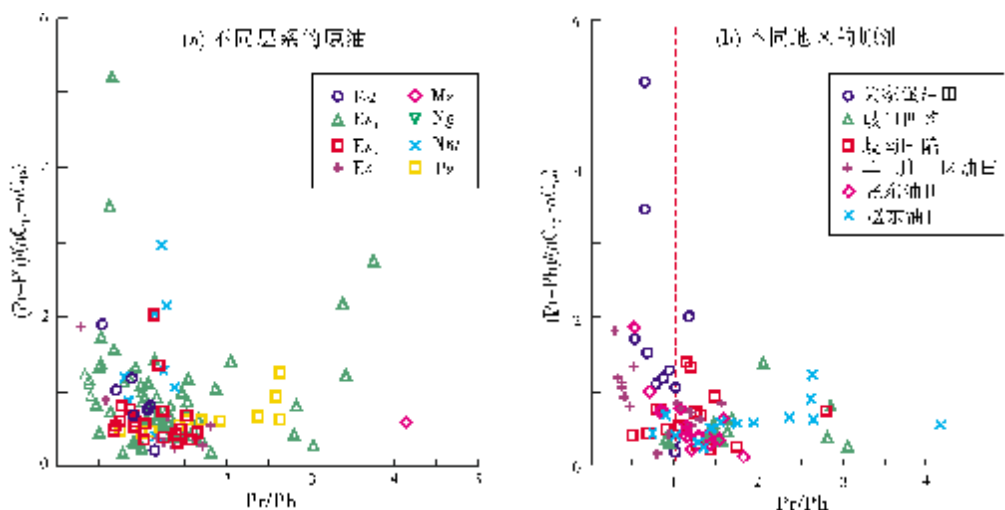


图3 埕北断阶带原油 Pr/Ph 与 $(Pr+Ph)/(nC_{17}+nC_{18})$ 关系

Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

体、不整合面及断层等三种输导体系,其中断层是最重要的控制性通道。断层是油气垂向运移的通道,而连通砂体和不整合面则是油气侧向运移的通道。

研究区发育多套储集砂体(图2),这些渗透性好的砂体(尤其是在凹陷区及其附近,如歧南凹陷)是油气侧向运移通道的一个重要组成部分。受燕山、喜马拉雅等运动内部多幕式活动的影响,区内形成数个不整合面,主要包括 Es/Mz 、 Ng/Ed 、 Es_2/Es_3 、 Es_1/Es_3 以及 $Es_1^{上}/Es_1^{中-下}$ 等五个,其中前三个不整合面分布范围较广,后两个仅局部分布。这些区域性不整合构成的空间网络系统也为油气的侧向运移提供了良好通道。

断陷盆地中的油气运移是断层在起主导作用,通过断层的开启与封闭使得油气在圈闭中聚集成藏。从本区钻遇情况看,油气运聚主要受控于歧东、张北、张东、海4井、赵北、羊二庄及羊二庄南等7条主干断裂。因此,研究这7条主干断裂各主要沉积时期的封闭或开启以及它们与油气运聚之间的关系是非常有必要的^[3]。

付广等主要是利用断层泥比例,辅之以泥岩涂抹系数(SGR)来进行断层封闭性评价^[4]。只要 $SGR > 0.25$ (即断层断开泥岩的比例 $> 25\%$),泥岩涂抹层就能保持空间上的连续性,断层的封闭性就好。因此可将泥岩涂抹系数 0.25 作为泥岩涂抹层在空间上是否连续的判别标准^[5]。通过分析评价,上述各断层

的封堵性在各沉积时期表现不一,整体特征表现为下部地层(Mz 、 Es)断层封闭性普遍较差,SGR 值均小于 0.25;而上部地层(Ed 、 Ng)封闭性好,SGR 值均大于 0.25。如羊二庄断层(西段),其 Es 地层的 SGR 值在 0.07~0.19 之间,而 Ng 地层的 SGR 值在 0.48~0.97 之间。这一特征与本区北部断阶带油气主要富集在 Es 地层中极为匹配。 Mz 、 Es 地层段中的歧东、张北、张东、海4井、赵北、羊二庄等断层是油气运移的良好通道,但这些断层在 Ed 和 Ng 地层中具有较好的封闭性,可以阻止油气继续向上运移而聚集在下部的圈闭中^[6]。对于南部断阶带关家堡地区馆陶组、明化镇组中的油气则是在断层(如羊二庄断层)处于活动期时,主要通过断裂和不整合面组成的输导网络运聚而成。由此导致北部断阶带油气主要富集于中深部地层(Mz 和 Es , 深度 2 300~4 500 m),而南部断阶带油气主要富集于浅部地层(Ed 和 Ng , 深度 1 000~1 800 m)。

3 油气成藏期次

笔者对研究区内 17 口钻井的取心(累计长度近 70 m)进行了认真观察和取样,共选取 56 块油层砂岩样品。对样品自生矿物、胶结物及构造充填物中的流体包裹体类型、形态、产状、大小、丰度及分布等地质特征开展了显微观测和统计学特征分析,采用流体包裹体、生排烃、饱和压力等方法技术对大港油田埕北断阶带的油气成藏关键期次进行了分析。

3.1 流体包裹体分析

储层成岩矿物及其中的流体包裹体形成后一般没有与体系外物质发生交换,因此直接记录了沉积盆地油气成藏条件和过程。作为烃类成藏的化石记录,包裹体中的油气是目前所能获得的具有与成藏时的油气最接近的油气组分,它们可用于重构油气藏形成和演化史^[7-14]。经过近 20 年的发展,利用流体包裹体技术分析油气成藏期次已经成为一项成熟且十分有效的技术手段^[15]。

笔者对 17 口井的 56 块样品作了包裹体分析。

包裹体主要赋存于石英充填缝、加大边和胶结物中,呈单相(气或液)、两相形式存在,共生类型为油水和盐水两类。包裹体个体较小,一般为 2~6 μm ,以椭圆、近圆形和长条状居多,少量不规则状。根据测试结果,尽管研究区样品均一温度变化较大,但主峰还是集中于一定的温度段,如沙一段包裹体均一温度分布在 60~140 $^{\circ}\text{C}$,主峰分布范围 80~130 $^{\circ}\text{C}$;沙二段包裹体均一温度分布范围更大,为 50~140 $^{\circ}\text{C}$,但总体上也只有 1 个主峰,分布范围 70~130 $^{\circ}\text{C}$;沙三段包裹体均一温度分布在 60~150 $^{\circ}\text{C}$,主峰分布范围 80~130 $^{\circ}\text{C}$ (图 4)。

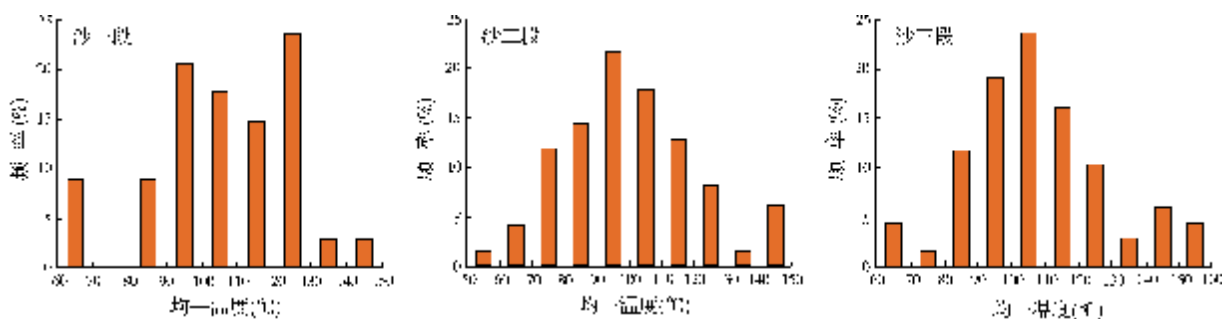


图 4 埕北断阶带沙河街组流体包裹体均一温度分布

笔者选取了 23 个有代表性、能反映成藏期的包裹体均一温度数据,结合埋藏史和热演化史恢复结果,分析了研究区油气的主要充注期(图 5),认为油气充注期主要发生在明化镇末期和第四纪,另外东营末期也有小规模油气充注成藏。

3.2 生排烃分析

油气的生成以及从烃源岩排出是形成油气藏的前提,油气藏的形成时间必然发生在烃源岩的生排烃之后,故大量生排烃的时间为油气的最早成藏期。烃源岩能否生成油气,一方面取决于烃源岩中有机质丰度和类型,另一方面取决于烃源岩热演化史。埕北断阶带沙三段烃源岩在沙一末期开始排烃,东营末期排烃规模增大,排烃的高峰期出现在明化镇组下段沉积末期,明化镇组上段沉积末期—第四纪仍继续排烃。沙一段烃源岩排烃较晚,在馆陶期才开始排烃,同样在明化镇组下段沉积末期达到排烃的高峰期,明化镇组上段沉积末期—第四纪排烃规模也较大。

对生烃史的模拟结果表明^①,歧口凹陷沙三段烃源岩在东营末期进入生烃阶段,此时沙一段烃源岩尚未成熟;东营末期的剥蚀抬升使得生烃停滞;明化镇末期沙三段烃源岩达到生排烃的高峰期,沙一段也开始大量的生烃。歧南凹陷沙三段和沙一段烃

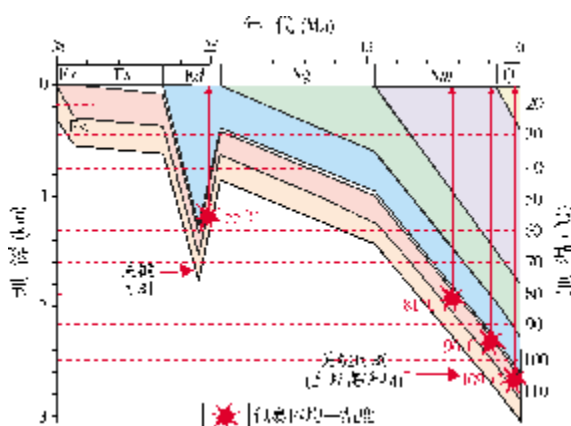


图 5 埕北断阶带张参 1 井埋藏史、生排烃史及热史演化图
Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

源岩在东营末期处于未熟或低熟阶段,明化镇沉积末期沙三段和沙一段烃源岩进入大规模生排烃高峰期(图5)。明化镇末期的生排烃规模显著大于东营末期,为主要的生排烃期。

3.3 饱和压力分析

油藏饱和压力与油藏形成时的埋深有关。如果油气藏形成后,饱和压力没有发生变化,则可用来推断油藏形成时的埋深,然后根据埋藏史进一步厘定地质时间。通常认为,根据油藏饱和压力确定的油藏形成时间是油气藏可能形成的最晚时间。笔者根据张9井、庄6井的饱和压力计算了油藏成藏时的深度,又根据埋藏史确定成藏期为明化镇期^①。

综合上述三个方面的分析认为,大港油田埕北断阶带主要有两期成藏事件,发生了两期次油气充注。第一期发生在东营末期,成藏时间在26~24 Ma左右;第二期发生在明化镇末期—第四纪,成藏时间始自7 Ma并延续至今。其中第二期为本区油气的关键成藏期,以油气强充注、成藏规模大为特点,是大港油田埕北断阶带最主要的油气聚集期,较大程度上决定着现今油气的分布规律。

4 油气成藏模式

在上述油气运移特征、成藏期次分析的基础上,结合输导体系研究成果,以及油气成藏所必备的生、储、盖、圈等诸多地质要素的时空匹配和构造组合特征,笔者提出了埕北断阶带四种油气成藏模式,即沿连通砂体—不整合面侧向运聚成藏模式、沿断层垂向运聚成藏模式、沿连通砂体(不整合面)—断层阶梯状运聚成藏模式以及源内砂岩透镜体成藏模式。

4.1 沿连通砂体—不整合面侧向运聚成藏模式

按该模式成藏的油气,以古近系、新近系连通砂体和整合面为油气侧向运移的通道,在途经的构造、岩性或地层圈闭中聚集成藏,主要发育在歧南凹陷斜坡区、羊二庄断层上升盘的埕宁隆起区、张东及海4井断层下降盘等构造平缓、砂体与整合面在空间上相连接的地区。歧南、歧口生油凹陷沙三段和沙一段烃源岩生成的油气经初次运移至沙二/三段、

沙一/三段不整合或沙一、沙二、沙三段连通砂体,在流体势的作用下向低势区做侧向运移,在运移的途中遇到局部物性较好的储层、岩性上倾尖灭、断层遮挡以及局部的构造凸起等控制的圈闭,都有可能聚集成藏,使得油气运移表现为曲折的运移—聚集—运移—聚集的过程。例如,赵北断层下降盘庄42井区的油气聚集属于这种模式(图6)。歧南凹陷于明化镇末期大量生成的油气主要沿沙一段和沙三段中的I、II号连通砂体以及沙一/三段之间的III号不整合自西向南东方向侧向运移,在庄42井区沙一段和沙三段中受岩性及断层封堵而形成岩性上倾尖灭油藏和断层遮挡油藏。

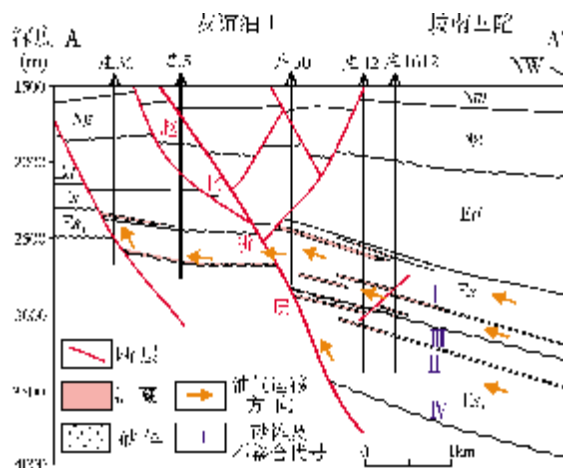


图6 埕北断阶带友谊油田运聚成藏模式

A—A'剖面位置见图1

Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

4.2 沿断层垂向运聚成藏模式

该模式的油气成藏主要受断层输导体控制,油气直接从深部烃源岩或早期油气藏沿断层运移至较浅层圈闭中聚集成藏。这种模式形成的油气藏主要沿海4井断层、歧东断层、赵北断层和羊二庄断层分布。这些断层长期的继承性活动,在下降盘不仅可形成古近系冲积扇、水下扇等砂岩体,在断层两侧形成了多种多样的圈闭类型,为油气的聚集成藏提供了充足的储集空间。歧南、歧口凹陷中成熟烃源岩生成的油气或早期已经形成的油气藏,在断层的活动时期,以涌流的方式向上运移,并在断层两侧合适的圈闭中聚集成藏,形成纵向上多层次叠置的复合含油

特点。

油气沿主断层运移至浅层后,通常受到次级断层的影响,发生再次分配,从而进入不同位置的圈闭中,在主断层下降盘发育的“Y”型断裂组合对于浅层油气的富集最为有利。如赵东油田馆陶组、明化镇组的油气藏形成都与“Y”型的断裂组合有关(图7),图中有 F_1 和 F_2 、 F_3 和 F_4 两组这样的断裂组合。其中 F_1 和 F_2 断裂组合与油气成藏密切相关,这是由于油气更易进入与地层倾向相同的主控断层而发生运移。歧口凹陷沙一段及沙三段烃源岩生成的油气自北向南运移,穿过 F_3 断层,到达羊二庄断层后,沿断层发生垂向运移,进入馆陶组、明化镇组;在 F_1 和 F_2 构成的“Y”型断层组合的控制下,油气发生分配,受断层遮挡聚集成藏,如C-3井油藏。该种成藏模式是控制研究区东营组和新近系油气聚集的主要方式。

4.3 沿连通砂体(不整合面)—断层阶梯状运聚成藏模式

该运聚成藏模式指由连通砂体、不整合面与断层多次组合形成复杂的梯级复合输导网络,油气呈现阶梯状运移,在遇到适宜的圈闭时聚集形成油气藏。实际上,大港油田埕北断阶带节节下掉的断阶结

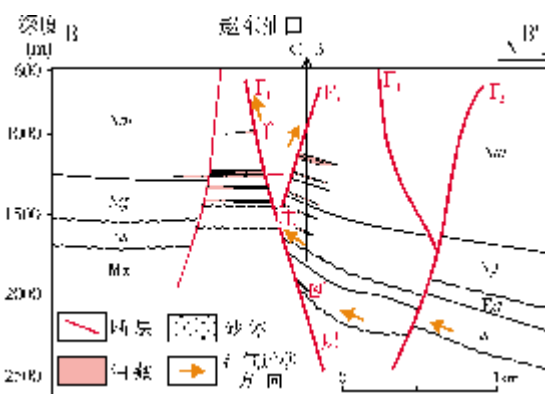


图7 埕北断阶带赵东油田沿断层垂向运聚成藏模式

B—B'剖面位置见图1

图中 F_1 和 F_2 构成的“Y”型断裂组合是赵东油田的主要运移通道

Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

构决定了这类复杂的运聚成藏方式在研究区分布最为广泛,在油气藏的形成中占有主导地位。关家堡、赵东、埕海、刘官庄等地区的油气藏均为阶梯状运聚成藏的产物,如赵东C-1和D-2井,关家堡庄海9x2井等油气藏(图8)。歧口凹陷沙河街组烃源岩生成的油气首先沿凹陷内的连通砂体及不整合自北向南侧向运移至张东东地区海4井断层下降盘,之后油气沿断层发生垂向及斜向运移而进入海4井断层上升盘,通过连通砂体、不整合面及次级断层发生侧

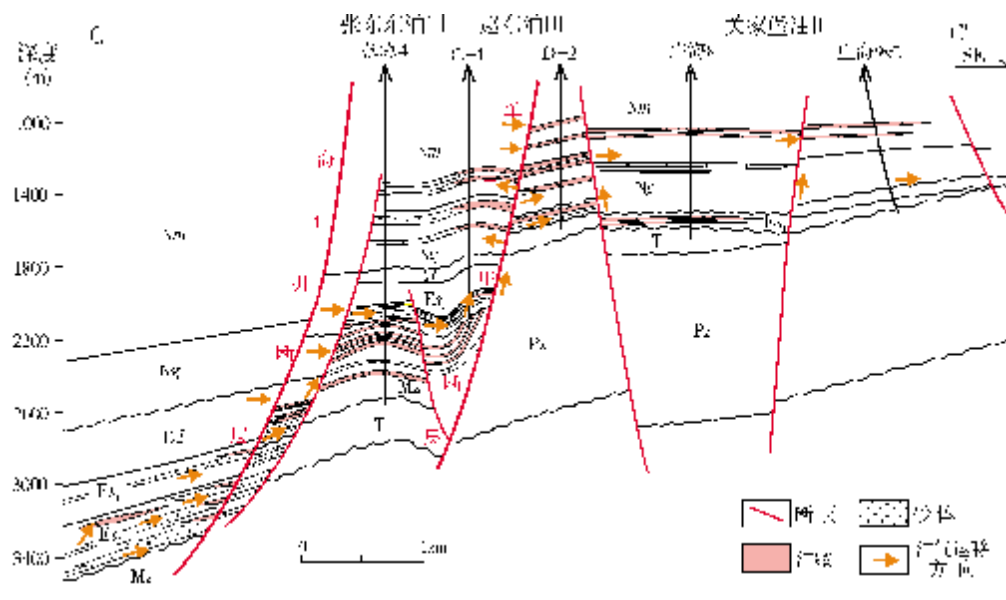


图8 埕北断阶带赵东油田及关家堡油田阶梯状运聚成藏模式

C—C'剖面位置见图1

Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

向运移。部分油气在合适的圈闭中聚集成藏,如张海4井、C-1井油藏;部分油气则在流体势的作用下继续向斜上方运移,通过羊二庄断层的垂向及侧向输导进入断层上升盘,如D-2井区;仍未聚集的油气通过断层、连通砂体及不整合面继续向南部更高部位的圈闭中运移和聚集成藏,如庄海8井、庄海9x2井油藏。

歧口和歧南深凹陷生成的油气,首先沿伸入凹陷中的分枝状砂体或不整合面为主运移输导体进行侧向运移,一部分油气在运移过程中遇到圈闭聚集下来,其余部分油气运移至断层面后进行垂向运移,在纵向上发生油气分配,又有一部分油气在有效圈闭中聚集成藏,仍未能聚集下来的油气继续沿连通砂体(或不整合面)作侧向运移,直至遇到合适的圈闭为止。这种聚集过程构成了阶梯状或螺旋状运聚成藏方式。由于运移的路线较长,上覆岩层的厚度逐渐减薄,导致油气性质发生显著变化,表现为从北向南、从西向东以及从深向浅,原油的密度和黏度具有逐渐增大的特点。

4.4 源内砂岩透镜体成藏模式

这种模式只分布于烃源岩所围限的地层,在研究区主要位于歧口凹陷和歧南凹陷。

在歧口和歧南深凹陷内,古近系发育相当数量的滑塌浊积扇体和下水扇前缘的孤立砂体,这些砂岩体自沉积以来就被泥岩在三维空间上分隔包围,形成透镜状砂体。砂体周围的烃源岩成熟后,油气可在烃源岩与砂体间巨大的毛细管力作用下直接运移至砂体中形成油气聚集。但因为砂岩体与烃源岩接触面积小、砂体体积有限且孔渗性较差,不发生侧向运移和聚集,其油气富集的程度较差。该类油气藏普遍具有异常流体压力,目前已在歧南凹陷的歧南2井等发现此类油气藏(图9)。

以上四种运聚成藏模式在时间和空间上可以相互组合、叠加,从而构建了本区多层系、多类型油气藏纵向上叠置、横向上连片、复杂多变的含油气格局。

5 结 论

(1)大港油田埕北断阶带各产层的原油与Es₃、Es₁烃源岩具有亲缘关系,均来自Es₃、Es₁烃源岩。

(2)歧东、张北、张东、海4井、赵北、羊二庄等断

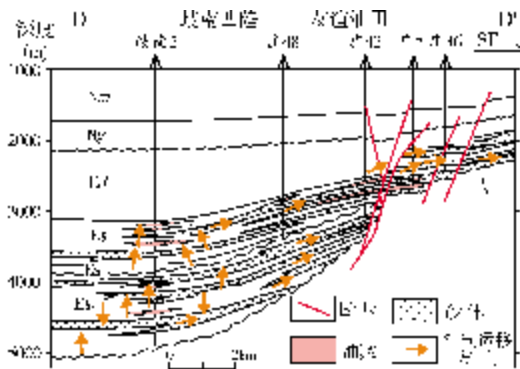


图9 埕北断阶带歧南凹陷源内砂岩透镜体运聚成藏模式

D—D'剖面位置见图1

Es 沙河街组; Ed 东营组; Ng 馆陶组; Nm 明化镇组

层是油气运移的主要通道。

(3)油气的主运移方向是由歧口凹陷向南侧的埕北断阶带运聚和由歧南凹陷向(北)东侧的张东、关家堡及埕海等地区运聚。

(4)埕北断阶带存在两期油气充注,即早第三纪东营期末期和晚第三纪明化镇期末期—第四纪。

(5)存在四种油气运聚成藏模式,即沿连通砂体—不整合面侧向运聚成藏模式、沿断层垂向运聚成藏模式、沿连通砂体(不整合面)—断层阶梯状运聚成藏模式以及源内砂岩透镜体成藏模式,这些成藏模式往往交织复合。

参考文献

- [1] 樊敬亮, 黄志全, 樊卫花. 歧口凹陷新生代构造演化与油气[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2004, 34(4): 536-541.
- [2] 胡见义, 黄第藩. 中国陆相石油地质理论基础[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991.
- [3] 付广, 刘洪霞, 段海风. 断层不同输导通道封闭机理及其研究方法[J]. 石油实验地质, 2005, (4): 404-408.
- [4] 付广, 曹成润, 陈章明. 泥岩涂抹系数及其在断层侧向封闭性研究中的应用[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(6): 38-41.
- [5] 王志欣, 信基麟. 关于地下断层封闭性的讨论——以东营凹陷为例[J]. 高校地质学报, 1997, 3(3): 293-300.
- [6] 史文东. 断裂带封闭势研究及应用[J]. 油气地质与采收率, 2004, 11(4): 16-18.
- [7] Eadington P J, Hamilton P J. Fluid history analysis—A new concept for prospect evaluation[J]. Australian Petroleum Exploration Association Journal, 1991, 12(3): 282-294.
- [8] Cubitt J M, England W A. The geochemistry of reservoir[M]. London: Geological Society Special Publication, 1995.

- [9] 高岗, 黄志龙, 刚文哲. 塔里木盆地库车坳陷依南 2 气藏成藏期次研究[J]. 古地理学报, 2002, 4(2): 98-104.
- [10] 彭军, 郑荣才, 陈果. 广西百色盆地东部古近系那读组湖相灰岩[J]. 古地理学报, 2004, 6(2): 163-173.
- [11] 秦建中, 钱志浩, 曹寅, 等. 油气地球化学新技术新方法[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 519-528.
- [12] 侯启军, 冯子辉, 邹玉良. 松辽盆地齐家—古龙凹陷油气成藏期次研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 390-394.
- [13] 赵力彬, 黄志龙, 高岗, 等. 关于用包裹体研究油气成藏期次问题的探讨[J]. 油气地质与采收率, 2005, 12(6): 6-9.
- [14] 侯建国, 任丽华, 董春梅. 有机包裹体技术在油气运移与聚集中的应用研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 409-413.
- [15] 王飞宇, 金之钧, 吕修祥, 等. 含油气盆地成藏期分析理论和新方法[J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 754-762.

编辑: 吴厚松

Models of Hydrocarbon Migration and Accumulation in Chengbei Fault-step Belt in Dagang Oil Field

Qu Jiangxiu, Zha Ming, Gao Changhai, Zhang Zongfeng

Abstract: Correlation analysis of geochemical characteristics of isoprenoid in crude oil from Chengbei Fault-step Belt in Dagang Oil Field shows two directions of hydrocarbon migration, one is from the hydrocarbon-generating depression (Qikou Depression) in the north to the Chengbei Fault-step Belt in the south, and the other is from the hydrocarbon-generating depression (Qinan Depression) in the west to the Zhangdong, Guanjiabao and Chenghai areas in the northeast/east. With methods of the fluid inclusion, the generation and discharge of hydrocarbon and the saturation pressure, two periods of hydrocarbon emplacement are obtained. The first was at the end of Lower Tertiary Dongying Formation and the second is at the end of Upper Tertiary Minghuazhen Formation to Quaternary. Four models of hydrocarbon accumulation are proposed: the model of lateral migration and accumulation through connecting sand bodies-unconformities, the model of vertical migration and accumulation through faults, the model of stepping migration and accumulation through connecting sand bodies-unconformities-faults, and the model of migration and accumulation in sandstone lens within source rocks.

Key words: Hydrocarbon migration; Period of hydrocarbon accumulation; Model of Hydrocarbon accumulation; Dagang Oil Field

Qu Jiangxiu: female, Dr., Lecturer. Add: Faculty of Geo-Resource and Information of China University of Petroleum, Dongying, Shandong, 257061 China