

# 断陷盆地内构造带对油气聚集的控制作用

## ——以海拉尔盆地霍多莫尔构造带为例

崔鑫<sup>1,2</sup>, 李江海<sup>1,2</sup>, 姜洪福<sup>3</sup>, 杨少英<sup>3</sup>, 李维波<sup>1,2</sup>, 马丽亚<sup>1,2</sup>

(1. 北京大学 石油与天然气研究中心, 北京 100871; 2. 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871;  
3. 中国石油 大庆油田有限责任公司 海拉尔石油勘探开发指挥部, 黑龙江 大庆 163453)

**摘要:**海拉尔盆地多凹多隆,不同凹陷内的成藏规律不尽相同。以海拉尔盆地霍多莫尔构造带为研究对象,从地质背景、地震资料及重点井位资料入手,划分构造带的构造单元,识别区域内的断层和不整合面,预测主力储层的砂体厚度并刻画研究区及周围的砂体展布范围。通过对断层、砂体和不整合与油气聚集关系的研究,认为断层、砂体和不整合是霍多莫尔构造带成藏的主控因素,并控制了构造带内不同构造单元的油藏类型、输导体系组合样式和成藏模式。构造带内的斜坡区形成砂体—不整合输导体系,主要发育岩性油藏和构造—地层油气藏;古隆起区形成断层—不整合—砂体输导体系,主要发育构造—地层油气藏和潜山油气藏;浅部走滑断层带形成断层—砂体输导体系,主要发育构造—岩性油藏。构造带内不同构造单元对应形成斜坡带成藏模式、古隆起带成藏模式和走滑断层带成藏模式。霍多莫尔构造带隆起区油气聚集受控于断层和不整合,斜坡带油气聚集受控于砂体和岩性圈闭的聚烃规律。

**关键词:**断层;砂体;不整合;霍多莫尔构造带;海拉尔盆地

**中图分类号:**TE122.1

**文献标识码:**A

## Hydrocarbon accumulation in rifted basin tectonic units:

### A case study of Huoduomoer tectonic zone in the Hailaer Basin

Cui Xin<sup>1,2</sup>, Li Jianghai<sup>1,2</sup>, Jiang Hongfu<sup>3</sup>, Yang Shaoying<sup>3</sup>, Li Weibo<sup>1,2</sup>, Ma Liya<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Oil and Gas, Peking University, Beijing 100871, China; 2. School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing 100871, China; 3. CNPC Hailar Exploration and Development Administration, Daqing Oilfield Company, Daqing, Heilongjiang 163453, China)

**Abstract:**The Hailaer Basin is a complicated rifted basin which has various hydrocarbon accumulation distribution patterns. We identified the faults and unconformities of the Huoduomoer tectonic zone, and predicted sandstone thickness by inversion based on seismic, logging and well core data. We found that faults, sandstones and unconformities are three dominant hydrocarbon accumulation factors in the research area by analyzing the relationship among them. They not only controlled hydrocarbon migration but also impacted the accumulation process. In the slope belt, sandstones and unconformities provided hydrocarbon migration routes, and reservoir lithology and structural-stratigraphic reservoirs were developed. In the uplift area, faults, unconformities and sandstones worked as hydrocarbon migration routes, and buried hill reservoirs and shallow structural-stratigraphic reservoirs were developed. In the shallow strike-slip fault belt, faults and sandstones allowed hydrocarbon migration, and structural-stratigraphic reservoirs were developed. There are mainly three categories of hydrocarbon accumulation: slope belt mode, strike-slip fault belt mode and buried hill mode. Hydrocarbon accumulation was controlled by faults and unconformities in the uplift area, and by sandstones and lithologic traps in the slope belt.

**Keywords:** fault; sandstone; unconformity; Huoduomoer tectonic zone; Hailaer Basin

霍多莫尔构造带是海拉尔盆地贝尔凹陷发现的 5 大油气聚集带之一<sup>[1]</sup>,也是该盆地油气的主要产区。在构造带的隆起区、斜坡区和基底等构造单

元均有工业油流或是油气显示。针对海拉尔盆地的油气富集规律,前人进行了大量研究:马中振等<sup>[2]</sup>、张海军等<sup>[3]</sup>认为海拉尔盆地油气富集受控

收稿日期:2014-12-01;修订日期:2015-11-24。

作者简介:崔鑫(1985—),男,博士研究生,从事石油地质与构造地质研究。E-mail:cuixin8868@163.com。

基金项目:中国石油大庆油田分公司项目“霍多莫尔地区霍 12 区块精细构造解释及储层预测研究”(DQYT-0516002-2013-JS-386)和国家海洋局“十二五”重大专项“大洋‘十二五’印度洋脊多金属硫化物成矿潜力与资源环境评价”(DY125-12-R-03)联合资助。

于烃源岩、有利岩相带和断层;吴河勇等<sup>[4]</sup>、刘志宏等<sup>[5]</sup>认为盆地多期建造和多期改造的构造特点控制了盆地油气的分布;崔军平等<sup>[6]</sup>从贝尔凹陷的热演化史分析,认为贝尔凹陷油气聚集与烃源岩的排烃期次有着密切关系。盆地或是凹陷尺度的研究虽然从宏观角度总结了盆地的聚烃规律,但却忽视了海拉尔盆地贫、碎、断、窄的构造特点<sup>[6]</sup>,复杂的构造特征将盆地分割成多个独立成藏单元,宏观的聚烃规律往往不能在盆地特定的构造单元取得较好的应用与验证。勘探实践证明,贝尔凹陷的油气大都发现在凹陷内的构造带及周缘<sup>[7-8]</sup>。因此构造带成藏因素分析与油气聚集规律总结,对于贝尔凹陷乃至整个海拉尔盆地的聚烃规律研究有着重要的意义。本文从小尺度的三级构造单元——霍多莫尔构造带入手,研究构造与沉积背景,结合区域内的地震、测井资料和重要井位的试油结果,寻找控制霍多莫尔构造带油气聚集的地质因素;统计构造带内不同构造单元的油气藏类型,总结油气聚集规律,建立成藏模式,旨在为海拉尔盆地聚烃规律研究开拓思路,为盆地的勘探提供建议。

### 1 地质背景

霍多莫尔构造带位于贝尔凹陷北部,南面与苏

德尔特构造带相邻,西面为贝西次洼,东面为巴彦塔拉地区。构造带划分为中央隆起区、北部贝西次洼斜坡区和南部次级洼槽区(图1a)。中央隆起区为一受主干油源断层控制的北东—南西走向的断鼻隆起;北侧斜坡区与贝西次洼相连,是半地堑的陡倾部位;构造带南侧发育了2个相对较浅的次级洼槽,整体上呈现出“两凹围一隆”的构造格局。霍多莫尔构造带自下而上沉积<sup>[9-11]</sup>:侏罗系火山基底( $J_1b$ ),下白垩统铜钵庙组( $K_1t$ )、南屯组( $K_1n$ )、大磨拐河组( $K_1d$ )和伊敏组( $K_1y$ ),上白垩统青元岗组( $K_2q$ )以及第四纪地层(Q)(图1b)。按照地层沉积旋回特征,南屯组和大磨拐河组分为2段,伊敏组分为3段。研究区内油气自基岩至大磨拐河组皆有分布(图1b)。贝西次洼南屯组一段黑灰色泥岩分布面积广,沉积厚度大,业已被证实为该区主力源岩层<sup>[12-13]</sup>。南一段有机质丰度较高,干酪根类型主要为 $II_2$ 型,偏腐泥型,以产油为主。南一段 $R_o$ 在0.5%~1.3%之间,已进入成熟—高成熟阶段。贝西地区主排烃期为伊敏组沉积中—晚期<sup>[6,12]</sup>,此时圈闭基本形成,大量生烃产生的异常高压为油气运移提供了充足的动力,有利于油气向霍多莫尔构造带低势有利区汇聚。

霍多莫尔构造带经历了3期伸展作用、2期反

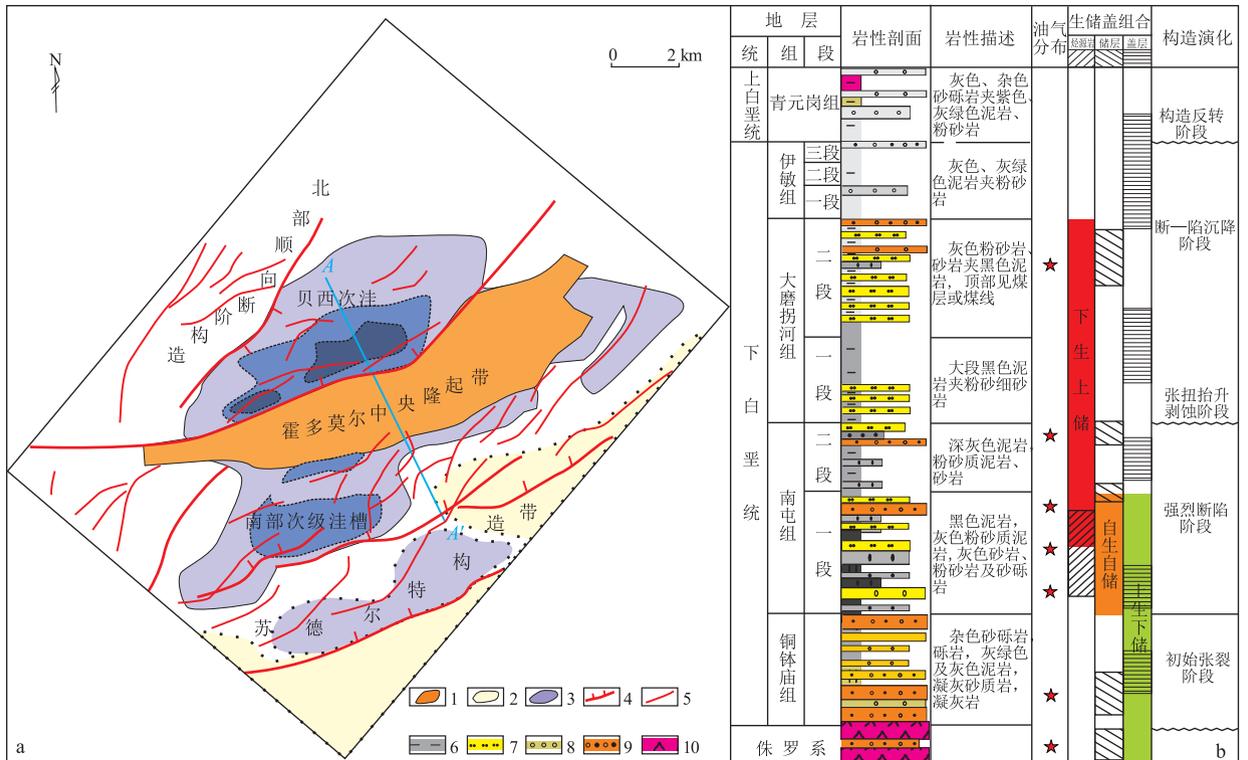


图1 海拉尔盆地霍多莫尔构造带构造纲要(a)及地层综合柱状图(b)

1.隆起;2.次级隆起;3.洼陷;4.油源断裂;5.次级断裂;6.泥页岩;7.砂岩;8.凝灰质砂岩;9.砂砾岩;10.火山岩

Fig.1 Tectonic division and comprehensive stratigraphic column of Huoduomoer tectonic zone in the Hailaer Basin

转作用和1期走滑作用<sup>[7,10]</sup>。晚侏罗世,贝西地区是一个北东向展布的复式箕状断陷,整体处于断陷早期的伸展拉张作用阶段,此时研究区位于断陷的反向斜坡处;南二段沉积末期,区域内发生一次反转作用,导致隆起区抬升剥蚀并形成一系列的反转断层;随后研究区又进入了断陷伸展期,直到伊敏组沉积末期,经历第二次反转作用,再次抬升遭受剥蚀。同时霍多莫尔构造带沿着北东向发生走滑,形成了一系列走滑断裂。晚白垩世以后进入坳陷期,经历第三次伸展作用,以区域沉降为主(图1b)。

## 2 成藏组合及油藏类型

### 2.1 成藏组合

根据生储盖匹配关系,将研究区划分为上成藏组合、中部成藏组合和下成藏组合3部分(图1b)。3套成藏组合的油源均为贝西次洼南一段暗色泥岩<sup>[12]</sup>。下成藏组合为上生下储型,主要储层为基底的火山岩和火山碎屑岩,盖层为南屯组沉积时期的半深湖—深湖相暗色泥岩。中部成藏组合为源储一体的自生自储型,主要以南屯组二段的扇三角洲前缘相的砂岩、砂砾岩为主要储层。大磨拐河组沉积期为浅湖—半深湖相沉积环境,大二段沉积时发育南北向三角洲沉积,与上覆的伊敏组灰色泥岩及粉砂岩形成下生上储的上成藏组合。

### 2.2 油藏类型

霍多莫尔构造带不同的构造单元形成不同的圈闭类型。统计研究区油藏类型,主要有岩性油气藏、构造—岩性油气藏、构造—地层油气藏和潜山油气藏4种。纵向上,基底布达特群发育基底潜山油气藏,南屯组主体上为构造油气藏和构造—岩性油气藏,大磨拐河组则发育受坡折带控制的岩性油气藏。平面上,油藏类型呈现出明显的分带性:中央古隆起区断层发育,砂体相对较薄,南屯组沉积末期的反转抬升作用形成不整合和反转断层,导致该区多形成构造油气藏和构造—地层油气藏,如隆起区边界断层处形成的滚动背斜油气藏及伴生的断块油气藏;北部斜坡区由于隆起区多发育短轴扇三角洲沉积体系,易形成岩性圈闭;斜坡带向下倾方向主要发育岩性油气藏,上倾方向发育构造—地层油气藏;南部的次级洼槽区受边界断层控制,主要发育岩性油气藏和构造—地层油气藏。不同的构造单元由于物源(砂体)、断裂以及不整合的发育程度和组合样式不同,形成霍多莫尔构造带油藏类型空间种类多样、平面上分带的特点。

## 3 主控因素分析

### 3.1 断层

借鉴前人对于贝尔凹陷断裂体系的认知<sup>[10,14]</sup>,结合断裂活动性与贝西次洼生排烃期次的关系,笔者对研究区断层与油气的关系进行了讨论。以南屯组顶面( $T_2$ )为界,霍多莫尔构造带断裂系统划分为下部伸展系和上部走滑系,根据断裂的活动期次和受力特点将其分为控注断裂系、反转断裂系和走滑断裂系(图2a)。

控注断裂系控制洼陷形态(如图2a⑦,⑧等),属于下部伸展断裂系统,主要活跃期为铜钵庙组、南屯组沉积时期和大磨拐河组沉积早期。此类断层具有断穿层位多、断距大、活动时间跨度长等特点。结合断层生长指数和排烃关系(图2b),这类断层活动期次与油气充注时期相匹配,在油气运移过程中多为开启状态,可以成为油气运移的主要通道。

反转断裂系发育于2个时期:南屯组沉积末期和伊敏组沉积末期,分别对应着该区的2次反转作用。南屯组末期的反转断层(图2a中⑩,⑪等)属下部伸展断裂系统,这些断裂延伸性较差,大多终止于南屯组,部分低角度断层甚至与区域不整合重合。南屯组沉积末期大多不再活动(图2b),而伊敏组沉积时期油气大规模运移时,断层都已关闭,起遮挡封闭油气的作用。伊敏组末期的反转断层(图2a中②,③等)属上部断裂系统,此时的反转作用使得霍多莫尔构造带顶部进一步复杂化,部分已进入圈闭的油气发生了二次运移,断裂活动对油藏更多为调整再分配甚至是破坏作用。

走滑断裂系(图2a中⑤,⑫,⑬等)属于上部断裂系统。发育在南屯组沉积末期至青元岗沉积时期,对应着走滑构造变形形迹<sup>[13]</sup>。断坳晚期至反转期,霍多莫尔构造带所受应力由早期的伸展向张扭作用转变<sup>[14]</sup>,发育了一系列北东—北东东向的走滑断层。这些走滑断层向下收敛于主油源断层,构成花状或是似“Y”状的组合样式。此类断层活动期与油气运移时期相吻合,是深层油气向浅层大磨拐河组砂体运移的垂向通道。

### 3.2 砂体

霍多莫尔构造带的砂体主要来自环贝尔凹陷隆起区的远源长轴三角洲<sup>[15-16]</sup>。同时南屯组末期的构造抬升作用使得隆起带遭受剥蚀,在斜坡区和洼槽区形成了多个近源扇三角洲沉积和陡坡扇沉积<sup>[17]</sup>。这种独特的物源供给形式形成了霍多莫尔



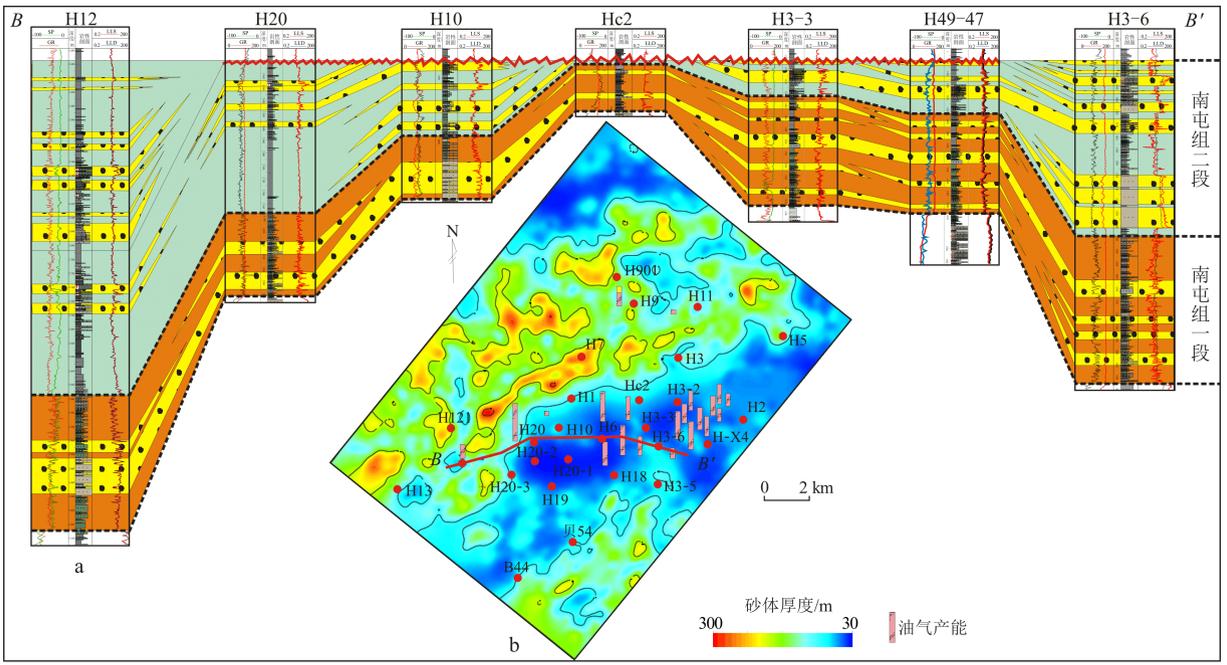


图 3 海拉尔盆地霍多莫尔构造带南屯组砂体厚度分布及连井砂体对比

Fig.3 Contour map of sandstone thickness in Nantun Formation and well correlation in Huoduoer tectonic zone in the Hailaer Basin

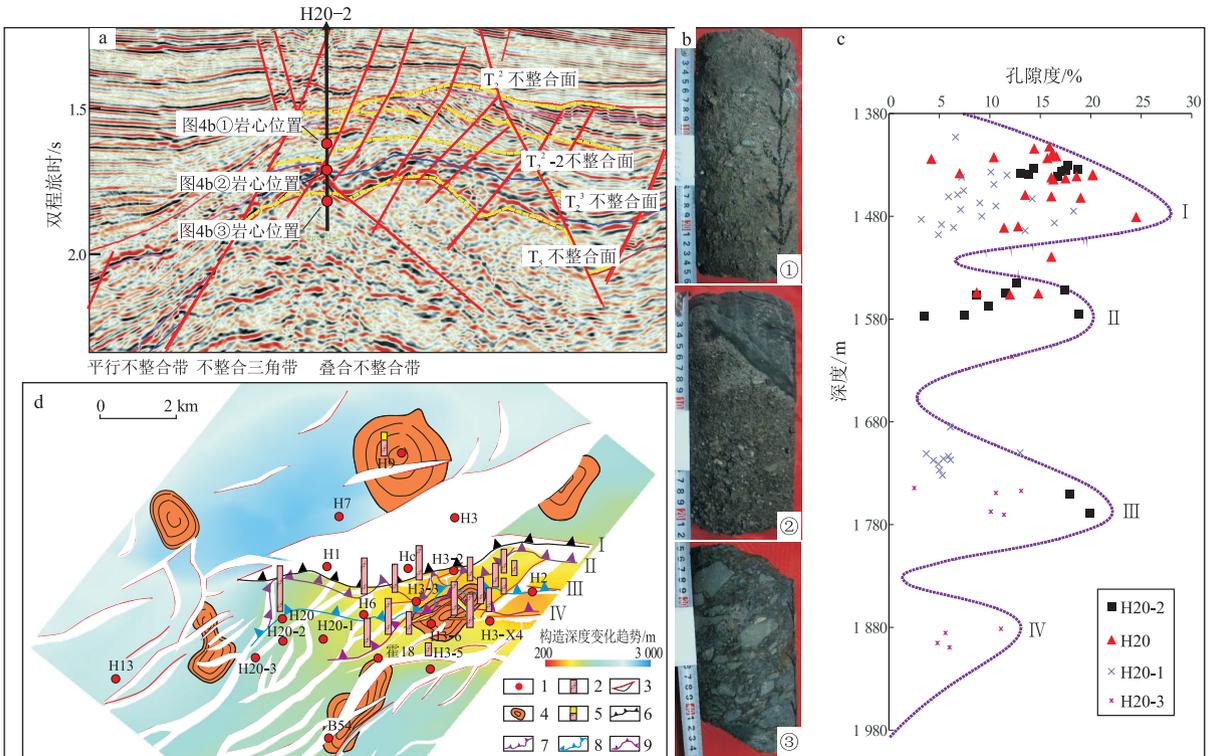


图 4 海拉尔盆地霍多莫尔构造带不整合对油气分布的控制作用

a.霍多莫尔构造带南屯组发育 4 期主要削截型不整合;b.H20-2 井不同深度段支撑性砾岩;c.H20-2 井及周缘 3 口井南屯组深度与孔隙度关系;d.南屯组砂体、断层、地层尖灭线与产能叠合图

1.井位;2.产油量柱状图;3.断层;4.岩性圈闭;5.产气/油量柱状图;6. T<sub>2</sub> 不整合尖灭线;7. T<sub>2</sub>-2 不整合尖灭线;8. T<sub>3</sub> 不整合尖灭线;9. T<sub>4</sub> 不整合尖灭线

Fig.4 Control of oil and gas distribution by unconformities in the Huoduoer tectonic zone in the Hailaer Basin

积过程中受到的多期风化剥蚀作用对储层物性的改善。在 H20-2 井不同深度段,发现的大量支撑砾岩(图 4b),也证明该区地层经历了多期抬升剥

蚀。连接研究区重要井位的剥蚀面,形成 4 条不整合尖灭线(图 4d),叠合油气产能发现:油气产能受控于不整合尖灭线的范围及走向。基底地层尖灭

线对应的不整合面Ⅳ是潜山油藏的有效运移通道,其沟通基岩裂缝,油气沿着不整合面“倒灌”入基底裂缝中成藏。南屯组油气多集中在 I, II 尖灭线之间,该层段储层孔隙度高,孔喉半径大,对于油气运移的阻力小,虽然高部位地层被剥蚀导致砂体较薄,但极高的油气充注效率保证了油气的高效富集(图 4d)。

#### 4 断裂、不整合、砂体对聚烃的控制作用

断裂、砂体、不整合是控制霍多莫尔构造带油气富集的主要地质因素。构造带隆起区的油气主要聚集于油源断层南侧,与不同深度段的不整合尖灭线具有良好的耦合关系,不整合在油气垂向运聚过程中起到侧向输导的作用。虽然隆起处砂体遭受剥蚀,但是不整合与断层对于油气的高效输导,提高了油气的充注效率。对于构造带的勘探,更多应注重有效断层和不整合的识别。斜坡带断层和不整合并不发育,但是南屯组末期砂体的堆积形成了大量的岩性圈闭,位于斜坡区和洼槽的岩性圈闭上的探井发现了工业油流(图 4d),说明该区油气多聚集在岩性圈闭之中。因此,对于斜坡洼槽地区,岩性油藏应为勘探重点。南部的次级洼槽带相对远离油源,贝西次洼的油气运移时要跨过隆起区,

而此时隆起区的南屯组层间断层多数已经关闭,加之次级洼槽带的地层不整合不发育,导致油气无法有效地侧向运移输导,不利于工业油气流聚集。

### 5 成藏模式

霍多莫尔构造带不同构造单元,油气的富集程度、充注度都不同,断层、砂体与不整合三者的组合样式也不同。油气成藏模式整体上呈现出“一横两纵”的特点,总结为 3 种模式:走滑带成藏模式(垂向远源长距运移)、斜坡带成藏模式(侧向近源短距运移)和隆起带成藏模式(垂侧向源外 S 型运移与源外“倒灌式”T 型运移)(图 5)。

#### 5.1 走滑带成藏模式

该模式主要发育在斜坡带及隆起带上部的大磨拐河组中,主要形成构造油气藏,包括被走滑断层分割的断块油气藏和压扭应力挤压的背斜油气藏,为下生上储型。主要输导体系为近似直立的走滑断层,其对于油气的运移阻力小,是油气垂向运移的高效通道。油气先是沿着油源断层向构造带高部位运移,一部分油气沿着近似直立的走滑断层向上运移,并聚集在大磨拐河组薄层砂岩中成藏。另一方面,盆地后期的走滑运动,在形成一系列走滑断层的同时,也对原生气藏进行了再分配。这

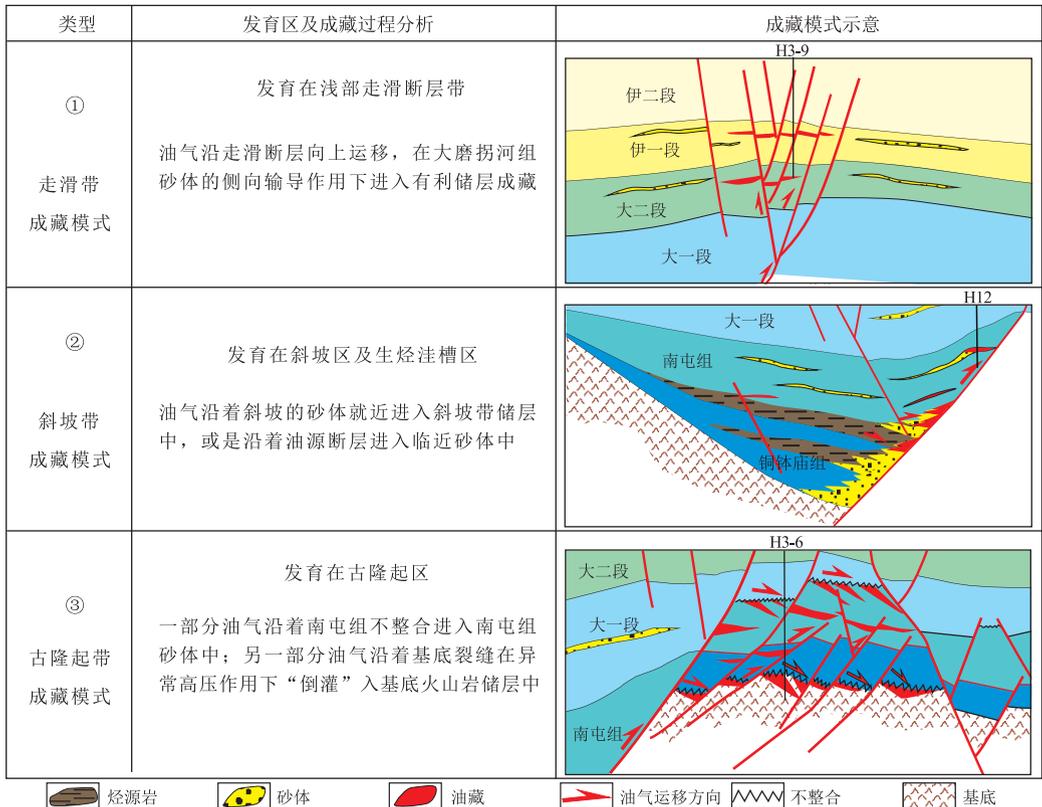


图 5 海拉尔盆地霍多莫尔构造带成藏模式

Fig.5 Classification of accumulation model in Huoduomoer tectonic zone in the Hailaer Basin

些原生的油气沿着新生的走滑断裂聚集到更浅的地层中,形成次生油气藏。

### 5.2 斜坡带成藏模式

该模式的油气主要聚集在贝西次洼与霍多莫尔隆起相邻的陡倾斜坡带,主要形成岩性油气藏和构造—岩性油气藏,主要为自生自储和下生上储2种类型。其主要输导体系组合为砂体和断层,油气以侧向短距运移和沿断层垂向运移后的侧向短距运移为主。斜坡带南屯组二段的砂体呈舌状向南一段生烃泥岩侵入,两者呈交错或侧向接触,生成的油气就近进入同层砂体中,或是沿油源断层向霍多莫尔隆起运移的过程中,遇到斜坡带上倾方向的岩性圈闭,通过砂体侧向输导,聚集于砂体。该模式主要油气聚集条件为岩性圈闭形态和构造幅度差。

### 5.3 隆起带成藏模式

该模式主要发育在霍多莫尔隆起带南屯组沉积地层中和基底潜山,主要形成构造油气藏,包括断块油气藏和滚动背斜油气藏等,为下生上储型。主要输导体系为断裂、不整合与砂体。油气先是在浮力的作用下,沿着通源断层向高部位低势区运聚,到达隆起区后沿南屯组的多套不整合面向隆起处的有利圈闭侧向运移,其间通过隆起带砂体的侧向输导与调整作用,聚集在有利圈闭中,整个过程中油气的运移轨迹近似于“S”型。另一方面,由于基底布达特组火山岩遭受剥蚀风化,松散的砾岩堆积形成了大量裂缝<sup>[21]</sup>,油气沿着基底的不整合侧向运移后,在异常压力差的驱动下沿基底裂缝“倒灌”入火山岩储层中形成油气聚集,整个过程中油气的运移轨迹似“T”型。

## 6 结论与建议

(1)霍多莫尔构造带油气藏类型具有空间上类型多样,平面上成带分布的特点。基底火山岩由于风化剥蚀,多形成潜山油气藏。南屯组被断层切割为断块,又遭受抬升剥蚀,多形成构造—岩性油气藏。浅部大磨拐河组砂岩被走滑断层错断,形成构造—岩性油藏。平面上构造带隆起处多发育构造—岩性油气藏和构造—地层油气藏,油气富集受控于断层和不整合;斜坡带以岩性油藏为主,油气聚集受控于有效砂体展布。

(2)霍多莫尔构造带油气聚集受控于断裂、砂体和不整合。临近生烃洼槽的中央隆起区,是油气运移的低势指向区,纵穿南一段下部主力烃源岩的油源断层是沟通源储的桥梁,多期发育的不整合面是分配油气的通道,不整合面之下发育的储集砂体

为油气聚集提供空间。后期发育的走滑断层对油气进行了调整再分配。斜坡带临近贝西次洼生烃中心,具有“近水楼台”的供烃优势,相对连续的沉积背景使得油气能够有效封堵在砂体储层中。

(3)构造带存在3种成藏模式:斜坡带成藏模式、构造隆起带成藏模式和走滑断层带成藏模式。盆地其他的构造转换带,如苏德尔特构造带、呼和诺仁构造带等,都有类似于霍多莫尔构造带这样的洼中隆构造格局,这些构造带具有相似的构造单元及沉积构造背景。按照霍多莫尔构造带的聚烃规律,类似的构造带勘探重点有所区别,隆起区应注重断层和不整合对油气聚集的作用,近生烃凹陷的斜坡区和洼槽地区则以砂体展布规律及有效岩性圈闭刻画为主要勘探方向。

### 参考文献:

- [1] 魏建设,庞雄奇,卢进才,等.海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷油气成藏条件及有利勘探区预测[J].西安石油大学学报:自然科学版,2008,23(4):19-25.  
Wei Jianshe, Pang Xiongqi, Lu Jincan, et al. Study on oil and gas reservoir formation conditions of Wuerxun-Beier sags in Hailaer Basin and prediction of the favorable exploration areas in the sags[J]. Journal of Xi'an Shiyou University: Natural Science Edition, 2008, 23(4): 19-25.
- [2] 马中振,庞雄奇,魏建设,等.乌尔逊—贝尔凹陷有利区预测与勘探目标优选[J].西南石油大学学报:自然科学版,2008,30(2):45-48.  
Ma Zhongzhen, Pang Xiongqi, Wei Jianshe, et al. Forecasting of favorable hydrocarbon exploration area and evaluation of exploration targets in Wuerxun-Beier depression[J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science & Technology Edition, 2008, 30(2): 45-48.
- [3] 张海军.海拉尔盆地贝尔凹陷油气分布规律及主控因素研究[J].中国石油勘探,2012(2):8-11,21.  
Zhang Haijun. Study on hydrocarbon distribution and control factors of Beier Sag in Hailaer Basin[J]. China Petroleum Exploration, 2012(2): 8-11, 21.
- [4] 吴河勇,李子顺,冯子辉,等.海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷构造特征与油气成藏过程分析[J].石油学报,2006,27(S1):1-6.  
Wu Heyong, Li Zishun, Feng Zihui, et al. Analysis on structural features and reservoir-forming process of Wuerxun and Beier sags in Hailaer Basin[J]. Acta Petroli Sinica, 2006, 27(S1): 1-6.
- [5] 刘志宏,任延广,李春柏,等.海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷的构造特征及其对油气成藏的影响[J].大地构造与成矿学,2007,31(2):151-156.  
Liu Zhihong, Ren Yanguang, Li Chunbai, et al. Structural features and their impacts on hydrocarbon accumulation in Urxun-Beier Depression in Hailaer Basin[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2007, 31(2): 151-156.

- [6] 崔军平,任战利,陈玉林.海拉尔盆地贝尔凹陷热演化史与油气关系研究[J].沉积学报,2011,29(2):388-394.  
Cui Junping, Ren Zhanli, Chen Yulin. Study on the relations between geothermal history and oil-gas generation in Beier Depression of Hailaer Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2011, 29(2): 388-394.
- [7] 冯志强,孙国昕,蒙启安,等.海拉尔盆地贝中次凹—残留型叠合小断陷盆地油气勘探的成功案例[J].石油学报,2011,32(4):551-563.  
Feng Zhiqiang, Sun Guoxin, Meng Qi'an, et al. Beizhong sub-depression in the Hailaer Basin: A successful case for oil exploration in small residual superimposed rift basins [J]. Acta Petroleologica Sinica, 2011, 32(4): 551-563.
- [8] 侯艳平,朱德丰,任延广,等.贝尔凹陷构造演化及其对沉积和油气的控制作用[J].大地构造与成矿学,2008,32(3):300-307.  
Hou Yanping, Zhu Defeng, Ren Yanguang, et al. Tectonic evolution and its controlling on sedimentation and hydrocarbon accumulation in Beier Depression [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2008, 32(3): 300-307.
- [9] 平贵东,吕延防,范立民,等.海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷油气富集规律及主控因素分析[J].中南大学学报:自然科学版,2013,44(10):4167-4178.  
Ping Guidong, Lv Yanfang, Fan Limin, et al. Rules and main controlling factors of hydrocarbon enrichment of Urxun-Beier Depression, Hailaer Basin [J]. Journal of Central South University: Science and Technology, 2013, 44(10): 4167-4178.
- [10] 王家亮,张金川,张杰,等.海拉尔盆地贝尔凹陷的油气运聚分析[J].现代地质,2003,17(4):459-465.  
Wang Jialiang, Zhang Jinchuan, Zhang Jie, et al. Oil migration and accumulation in the Beier Depression, the Hailaer Basin [J]. Geoscience, 2003, 17(4): 459-465.
- [11] 孙永河,万军,付晓飞,等.贝尔凹陷断裂演化特征及其对潜山裂缝的控制[J].石油勘探与开发,2007,34(3):316-322.  
Sun Yonghe, Wang Jun, Fu Xiaofei, et al. Evolutionary of faults and their control on fractures in buried hill in Beier Depression [J]. Petroleum Exploration and Development, 2007, 34(3): 316-322.
- [12] 蒙启安,万传彪,朱德丰,等.海拉尔盆地“布达特群”的时代归属及其地质意义[J].中国科学:地球科学,2013,43(5):779-788.  
Meng Qi'an, Wan Chuanbiao, Zhu Defeng, et al. Age assignment and geological significance of the “Budate Group” in the Hailaer Basin [J]. Science China: Earth Sciences, 2013, 56(6): 970-979.
- [13] 王伟明,邓海,卢双舫,等.断陷盆地单层暗色泥岩厚度与优质烃源岩的关系及其对成藏的控制:以海拉尔盆地为例[J].吉林大学学报:地球科学版,2012,42(6):1610-1616.  
Wang Weiming, Deng Hai, Lu Shuangfang, et al. Relationship between single dark mudstone and high-quality hydrocarbon source rocks and its control on accumulation in fault subsidence Basin: Taking Hailaer Basin as an example [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2012, 42(6): 1610-1616.
- [14] 李占东,李阳,张海翔,等.海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组油气成藏条件[J].石油实验地质,2011,33(5):480-487.  
Li Zhandong, Li Yang, Zhang Haixiang, et al. Petroleum accumulation conditions of Damoguaihe Formation in Urxun-Beier Sags, Hailaer Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(5): 480-487.
- [15] 付晓飞,陈哲,闫百泉,等.海拉尔—塔木察格盆地中部断陷带油气富集主控因素分析:断层和盖层双控模式[J].中国科学:地球科学,2013,43(8):1338-1351.  
Fu Xiaofei, Chen Zhe, Yan Baiquan, et al. Analysis of main controlling factors for hydrocarbon accumulation in central rift zones of the Hailaer-Tamsag Basin using a fault-caprock dual control mode [J]. Science China: Earth Sciences, 2013, 56(8): 1357-1370.
- [16] 李明义,岳湘安,江青春,等.海拉尔—塔木察格盆地中部断陷输导体系类型及其控藏作用[J].石油与天然气地质,2012,33(3):407-416.  
Li Mingyi, Yue Xiangan, Jiang Qingchun, et al. Migration system types and their control on hydrocarbon accumulation in central fault depressions of Hailaer-Tamsag Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(3): 407-416.
- [17] 李占东,卢双舫,周件林.海拉尔盆地贝西斜坡北部白垩系南屯组层序界面识别与地层格架研究[J].地层学杂志,2009,33(2):169-176.  
Li Zhandong, Lu Shuangfang, Zhou Jianlin. Identification of sequence boundaries and establishment of sequence stratigraphic framework in the Cretaceous Nantun Formation in the northern Beixi slope area of the Hailaer Basin [J]. Journal of Stratigraphy, 2009, 33(2): 169-176.
- [18] 刘洪林,杨微,王江,等.地层切片技术应用的局限性:以海拉尔盆地贝尔凹陷砂体识别为例[J].石油地球物理勘探,2009,44(S1):125-129.  
Liu Honglin, Yang Wei, Wang Jiang, et al. Application limitation of stratal slicing technique: A case study on sand body identification in Bell Depression of Hailaer Basin [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2009, 44(S1): 125-129.
- [19] Braun J, Beaumont C. A physical explanation of the relation between flank uplifts and the breakup unconformity at rifted continental margins [J]. Geology, 1989, 17(8): 760-764.
- [20] 何登发.不整合面的结构与油气聚集[J].石油勘探与开发,2007,34(2):142-149.  
He Dengfa. Structure of unconformity and its control on hydrocarbon accumulation [J]. Petroleum Exploration and Development, 2007, 34(2): 142-149.
- [21] 张津海,姜洪福,张迪楠,等.海拉尔盆地布达特潜山裂缝性油藏油水层识别方法[J].石油与天然气地质,2011,32(4):593-600.  
Zhang Jinhai, Jiang Hongfu, Zhang Di'nan, et al. Identification of oil and water layers in Budate fractured buried hill reservoir, the Hailaer Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(4): 593-600.