文章编号:1673-5005(2007)04-0001-07

柴达木盆地北缘冷湖-南八仙构造带油气成藏条件及成藏模式

高长海,查 明

(中国石油大学 地球资源与信息学院,山东 东营 257061)

摘要:冷湖-南八仙构造带是柴达木盆地油气勘探的重点地区之一。综合地质、地震和分析化验等资料,应用现代油气成藏、地球物理学、地球化学等理论和方法,对该地区油气成藏的地质条件及成藏模式进行了分析。结果表明,该区带油源丰富,储集条件好,发育多套有效的储盖组合,多种类型圈闭(尤其是构造圈闭)发育且成排成带分布,各成藏要素配置良好,具有形成大中型油气田的有利条件。在此基础上,提出了该区带油气有近源断层输导纵向成藏、远源不整合输导侧向成藏、近源不整合输导纵向成藏和近源混合输导成藏4种模式。其中,近源断层输导纵向成藏模式和近源混合输导成藏模式是本区主要的油气成藏模式,而近源不整合输导纵向成藏模式的油藏可作为本地区下一步勘探的方向。

关键词:柴达木盆地北缘;冷湖-南八仙构造带;油气藏;成藏条件;成藏模式

中图分类号:TE 122.35 **文献标识码**:A

Oil-gas reservoir-forming conditions and patterns in Lenghu-Nanbaxian structural belt in the northern margin of Qaidam Basin

GAO Chang-hai, ZHA Ming

(*Faculty of Geo-Resource and Information in China University of Petroleum, Dongying* 257061, *Shandong Province, China*)

Abstract: Lenghu-Nanbaxian structural belt, an important region for oil-gas exploration, is located in the northern margin of Qaidam Basin. The geologic conditions and patterns of hydrocarbon accumulation were researched by using theories and methods of modern reservoir formation, geophysics, geochemistry, and the data of geology, seismics and analysis assay. The results show that this area is likely to be large or medium-sized oil-gas field with abundant oil-sources, good reservoirs, developed several sets of effective reservoir-caprock assemblage, multiple types of trap (especially structural trap) distributing in lines and belts, and good allocation of various reservoir-forming factors. Based on these researches, the reservoir-forming patterns of the Lenghu-Nanbaxian structural belt can be classified as four kinds: near-source fault translocation vertical reservoir-forming pattern, far-source unconformity translocation lateral reservoir-forming pattern, near-source mixed translocation reservoir-forming pattern and near-source unconformity translocation vertical reservoir-forming pattern. The near-source fault translocation vertical reservoir-forming pattern and near-source mixed translocation reservoir-forming pattern are main reservoir-forming patterns of the area. Near-source unconformity translocation vertical reservoir-forming pattern can be looked on as exploration direction in future.

Key words: northern margin of Qaidam Basin; Lenghu-Nanbaxian structural belt; hydrocarbon reservoir; reservoir-forming condition; reservoir-forming pattern

1 地质概况

冷湖-南八仙构造带是柴达木盆地油气勘探的重点地区之一,位于盆地北缘冲断带,夹持于阿尔金山与祁连山的交汇部位,发育冷湖零号—七号构造、南八仙构造和马海构造。目前,研究区内已发现冷

收稿日期:2007-03-16

基金项目:中国石油天然气股份有限公司重点科技攻关项目(2004KY10031)

作者简介:高长海(1977-),男(汉族),山东东营人,博士研究生,主要从事油气藏形成与分布规律的研究。

万方数据

湖三—五号油田、南八仙油气田、马海气田和冷湖七号冷七 1 井区低产气藏,展示了该构造带油气勘探的巨大潜力(图 1)。但近年来研究区的勘探工作一直未有较大突破,主要是对区内油气成藏规律的认识还不够全面和深入,因此开展油气成藏条件和成藏模式研究,对于认识该区的油气富集规模、程度和富集区以及勘探方向具有重要的意义。

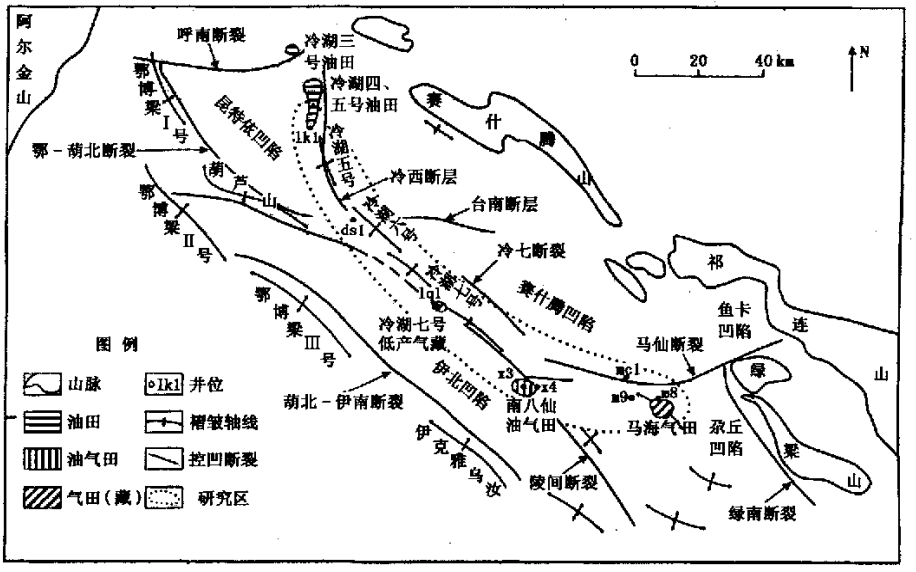

图 1　研究区构造位置及油气田分布

2　油气分布特征

在冷湖-南八仙构造带,从目前已发现的几个油气藏来看,它们均为受断裂控制的构造油气藏[1]。从图 1 中可见,各油气藏均严格沿断裂展布,或分布于断裂一侧,或夹持于断裂带之间,断裂成为控制本区油气分布的主要因素。由于断裂的改造作用,深层侏罗系圈闭为比较完整的断背斜,圈闭规模较大,而在浅层和深、浅断层的交接部位(主要位于古近系)往往被断层复杂化[2],剖面上构成"两层楼式"结构,油气则主要分布于这两套断裂系统中,分别形成深部原生油气藏和中浅部次生油气藏。总体来说,冷湖-南八仙构造带是形成一系列大中型、多层系、多类型油气藏的复合油气聚集区,油气藏平面上呈块状分布,纵向上为多层叠置。

3　油气成藏的地质条件

3.1　烃源岩

柴北缘地区的烃源岩主要为中、下侏罗统的煤系烃源岩(包括煤系泥岩、碳质泥岩和煤层),其展布具有明显的分带性,平面上这两套烃源岩基本不重叠,以冷湖 - 南八仙构造带为界,即下侏罗统烃源岩集中分布在构造带及其以西、以南地区,烃源岩厚度大(达 2000 m),分布面积广(约 7200 km^2),具有多个生烃中心;中侏罗统烃源岩主要分布在以北、以东地区(包括鱼卡凹陷),分布面积为 5 600 km^2,厚度一般为 100 ~ 300 m,最大可达 650 m。

勘探实践表明,下侏罗统烃源岩是本区最主要的生烃源岩,有机质丰度高,区内 75% 的油气来自该套烃源岩。以冷湖五号构造二高点上的冷科 1 井为例,该井已经揭穿 1 700 余米的较深湖相暗色泥岩,其生油指标为:有机碳 3.99% ~ 8.09%,平均 6.04%;氯仿沥青"A" 0.086% ~ 0.19%,平均 0.138%;总烃含量平均 6.23×10^{-4},干酪根类型以Ⅱ-$Ⅰ_1$型为主;镜质体反射率 R_o 为 0.9% ~ 1.3%,正处在生油高峰期[3-4]。其烃源岩有机质丰度达到中—好油源岩标准的有 742 m,因此,冷湖地区下侏罗统为好—很好的烃源岩(表 1)。钻探与地震勘探表明,这套优质烃源岩在冷湖地区分布较稳定,分布面积约 600 km^2。

冷湖-南八仙构造带周缘发育多个生烃凹陷,西有昆特依凹陷、南有伊北凹陷、北有赛什腾凹陷(图 1)。油源分析证实,区内发现的油气田所产的油气均来自这些凹陷(冷湖构造的油气来源于昆特依凹陷,南八仙构造的油气来源于伊北凹陷,马海构造的油气则来源于伊北凹陷和赛什腾凹陷)。该构造带

万方数据

所处的位置非常有利,正处于低势区,成为油气运移的有利指向区,只要存在有效的圈闭,就能成藏。

表 1　柴北缘侏罗系烃源岩综合评价

地区	岩性	有机碳含量 $w(C)$/%	氯仿沥青"A"含量 w("A")/%	总烃含量 $w(HC)/10^{-6}$	氢指数 I_H/(mg·g^{-1})	生烃潜量 $w(S1+S2)$/(mg·g^{-1})	干酪根类型	评价结果	资料来源
冷湖	泥质岩	6.04	0.1380	623	194	12.38	Ⅱ-$Ⅰ_1$	好	冷科 1
南八仙	泥质岩	1.65	0.1617	1158	–	1.57	$Ⅲ_1$	较好	仙 3
赛什腾	泥质岩	0.89	0.0122	32	111	0.34	$Ⅲ_2$-$Ⅲ_1$	一般	结绿素

3.2　储集层

研究区内可作为储集层的有下侏罗统和第三系,其中又以后者的上、下干柴沟组和油砂山组储层为主,是本区的主要目的层。

3.2.1　下侏罗统储集层

下侏罗统储层主要分布于冷湖构造带,发育下侏罗统中部的以扇三角洲平原和前缘的储集体为主的砂体,总体上为成岩压实强—极强的低孔低渗—致密原生—次生孔隙型粗碎屑储层,局部层段可作为勘探目标,如冷湖五号 J_1 孔隙度为 1.80% ~ 16.90%,平均为 5.92%,渗透率为(0 ~ 11.5) × 10^{-3} μm^2,平均为 0.31 × 10^{-3} μm^2(表 2)。

3.2.2　第三系储集层

(1)干柴沟组储层。干柴沟组又细分为下干柴沟组和上干柴沟组。下干柴沟组顶部较优质原生孔隙型储层是重要的有利勘探目的层,属冲积扇、辫状河、曲流河、三角洲及滨、浅湖滩坝相等类型[5];上干柴沟组为河流、泛滥平原相沉积。干柴沟组储层分布广泛,从冷湖到马海均有分布,物性较好,如马海下干柴沟组下段孔隙度为 5.0% ~ 19.9%,平均为 10.34%,渗透率为(0.10 ~ 33.70) × 10^{-3} μm^2,平均为 7.77 × 10^{-3} μm^2(表 2)。

(2)油砂山组储层。分布范围和干柴沟组相近,为河道-泛滥平原和水上洪积堆沉积。南八仙地区油砂山组孔隙度为 1.6% ~ 37.2%,平均为 19.93%,渗透率为(0.01 ~ 3 103.5) × 10^{-3} μm^2,平均为 145.05 × 10^{-3} μm^2(表 2)。

表 2　研究区地层孔隙度、渗透率统计结果

地区	层位	深度 H/m	孔隙度 φ/%			渗透率 $k/10^{-3}$ μm^2		
			最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
冷湖五号	N_1	100.00 ~ 725.00	3.30	14.20	9.08	0.10	9.60	2.97
	E_3	755.00 ~ 1310.00	6.90	18.70	11.41	0.70	59.40	21.91
	J_1	3482.50 ~ 4418.46	1.80	16.90	5.92	0.00	11.50	0.31
南八仙	N_2^1	389.03 ~ 1581.09	1.60	37.20	19.93	0.01	3103.5	145.05
	N_1	1470.01 ~ 1923.28	2.30	29.80	15.56	<0.01	1265.6	85.28
	E_3^2	2910.00 ~ 2300.79	3.00	20.00	12.90	0.01	271.80	50.56
	E_3^1	2836.20 ~ 2911.55	1.30	13.00	6.04	0.01	686.40	20.56
马海	N	1224.50 ~ 1657.83	3.70	20.60	14.92	0.02	127.00	27.09
	E_3^2	472.00 ~ 951.19	13.00	34.70	27.41	0.74	2224.6	937.79
	E_3^1	1463.80 ~ 3681.09	5.00	19.90	10.34	0.10	33.70	7.77

从储层物性角度,结合沉积作用及成岩作用分析认为,冷湖五号地区是侏罗系最有利的储集层;冷湖五号、南八仙、马海地区是古近系最有利地区;南八仙、马海地区是新近系最有利储层区。特别是马海地区,物性好,埋藏浅,是属于有希望找到商业性油气藏的区域。

3.3　盖　层

封盖条件的好坏直接影响到油气特别是天然气的富集程度。由柴北缘钻井剖面可知,本区存在多套盖层,岩性主要为泥质岩类。

(1)侏罗系盖层。侏罗系盖层主要分布于冷湖地区,在南八仙、马海地区侏罗系厚度明显减小或缺失,泥质岩厚度和泥地比值均减小,作为盖层不太理想。冷科 1 井侏罗系油气显示层上部发育一套以泥岩为主的盖层,单层厚度普遍较大,最大可达 56 m,泥质岩累积厚度为 722 m,占该段地层总厚的 88%,是一套比较理想的盖层。

(2)第三系盖层。第三系路乐河组盖层普遍分布于柴北缘地区,在冷湖地区厚为 400 ~ 800 m,在马仙地区厚为 100 ~ 300 m,具有自西向东减薄的趋势。下干柴沟组盖层在柴北缘普遍存在,泥质岩累积厚度一般为 200 ~ 800 m,单层厚度为 20 ~ 40 m,上段泥质岩不仅厚度大,而且以泥岩为主,油气层多分布于该组下段,上段无疑是一套比较重要的区域盖层;上干柴沟组作为盖层主要发育于冷湖七号、南八仙、马海地区,泥岩累积厚度达 535.5 m,单层最

万方数据

厚为 46.5 m,油气层普遍分布于这套地层中。可见,上干柴沟组不仅发育有好的储层,而且具有较好的泥质岩盖层,对油气藏起直接封盖作用。油砂山组盖层主要分布于赛什腾、冷湖东南部及南八仙地区,单层厚度一般为 20 ~ 60 m,可作为局部盖层。

党玉琪等(2003)对柴北缘地区盖层主要物性的分析结果表明,侏罗系盖层作为侏罗系原生油气藏的盖层是有效的,第三系盖层可作为次生油气藏的有效盖层①。

3.4　生储盖组合

根据烃源岩层与储、盖层之间的关系划分,柴北缘发育三大类多种类型的生储盖组合(图 2):① 侏罗系发育的自生自储型组合。② 侏罗系-第三系发育的下生上储型组合,这类组合相当普遍,其中 J-E 组合形成的油气藏以原生油气藏为主,J-N 组合形成的油气藏以次生油气藏为主。另外,在第三系内部还存在多套重要的组合:E_{1+2} 下部/E_{1+2} 上部,E_3^1-E_3^2 下部/E_3^2,N_1 下部/N_1 上部,N_2^1/N_2^2。③ 以侏罗系为烃源岩层、基岩(风化壳)为储层、上部侏罗系为盖层的上生下储型组合。

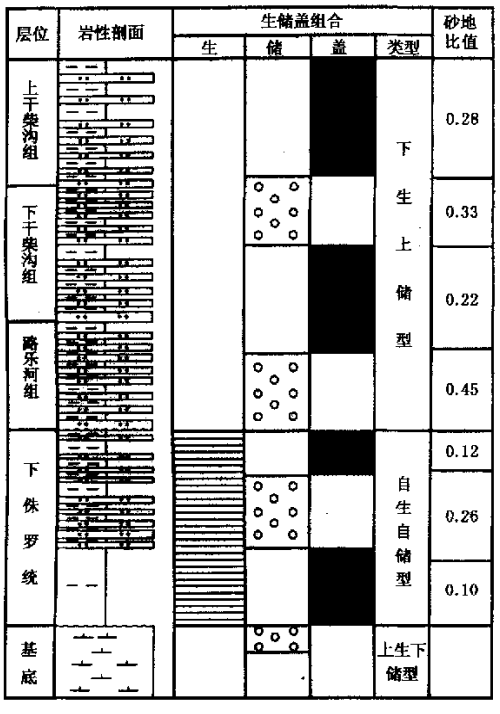

图 2　柴北缘地区中深层生储盖组合示意图

3.5　圈闭条件

柴北缘地区受地史期多阶段演化的影响,构造变形强烈,导致圈闭类型多,数量多,规模大。从研究区已发现的圈闭来看,主要为构造圈闭,其次为地层、岩性圈闭。

柴北缘构造圈闭的展布规律十分明显,由北向南成排成带分布,构造带走向及构造轴线常弯曲呈"反 S 型",其形成演化受断裂控制,由北向南有山前逆冲断褶带、冷湖-南八仙-马海断褶带、鄂博梁Ⅰ号-胡芦山断褶带、鄂博梁Ⅱ号-伊克雅乌汝断褶带、鸭湖-台吉乃尔断褶带(图 3)。主要构造带受控于三级断裂,局部构造圈闭则受四级断裂控制[6]。构造圈闭以下干柴沟组为界,其上为中浅层滑脱逆冲断层所控制,其下为深层基底卷入逆冲断层所控制。中浅层构造圈闭主要以断背斜、断展背斜、断鼻为主,圈闭面积、幅度较大,有良好的储盖组合;深层构造圈闭主要以背斜和断背斜为主,圈闭面积和幅度较大,但储层相对不发育,物性也较差。

3.6　保存条件

沿断层运移出来的油气能否聚集成藏,除了要具备较好的泥岩盖层外,还需具备较好的断层封闭性。通过断层遮挡形成的与断层有关的圈闭在柴北缘地区具有重要地位。但由于柴北缘断层的多次活动,起遮挡作用的断层在持续时间上和空间分布上都是比较局限的[7]。研究区几年来的油气勘探未能获得较好效果,多与断层封闭的有效性有关。

以冷湖五号西倾Ⅰ号逆断层为例,该断层具有断穿层位多、断距较大、分布范围广和活动时间晚的特点[2]。从油气分布来看,沿该逆断层走向,冷湖三—五号构造地面见丰富的油砂出露,冷湖地区 3 个油田的主体部位及深部油气层均位于其下盘,产油层的地层水水型均为 $CaCl_2$ 型,说明西倾逆断层既作为油源通道造成了油气的运移和散失,又具有一定的封堵能力。从冷湖四、五号构造深层的对比结果来看,冷湖四号深 86 井 E_{1+2} 试油获产油量 15.3 m^3/d,产气量 1.8×10^4 m^3/d;而冷湖五号冷科 1 井 E_{1+2} 则产水 390 m^3/d,仅见到了油花显示。这说明西倾Ⅰ号逆断层的封堵性相当复杂。断层封闭性研究结果表明,Ⅰ号逆断层整体上具有较好—好的封闭性,能有效封闭油气,将油气封堵于断层下盘及其附近而聚集成藏,但在不同层段,其封闭性存在一定的差异,如上干柴沟组深度为 904 m 处的断层封闭性要好于深度为 1 034 m 的。

①党玉琪,余辉龙. 柴达木盆地北缘前陆盆地油气富集规律及勘探目标选择. 青海油田勘探开发研究院,2003.

万方数据

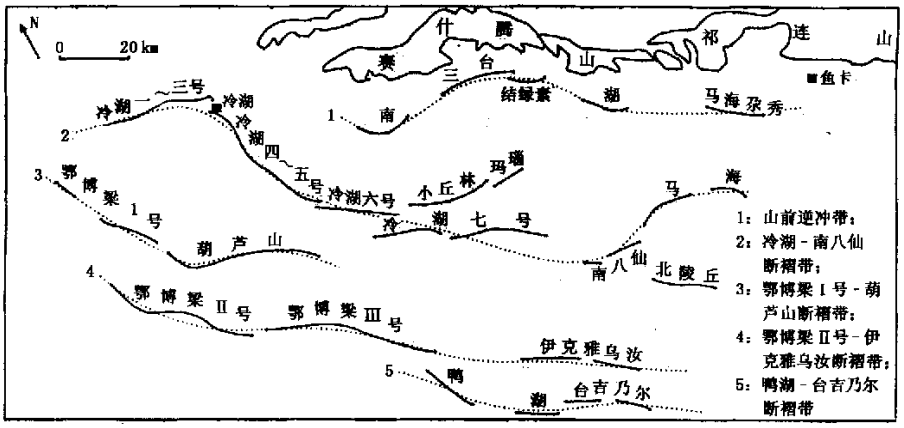

图 3　柴北缘主要构造变形带分布

4　油气运聚及时空配置关系

4.1　油气运聚的介质条件

本区经历了多期构造运动，发育了众多断层，断层的发育为侏罗系油气突破多套盖层的阻隔进入浅层圈闭创造了条件，成为油气垂向运移的重要通道。油气沿断裂运移是个周期性或阶段性的过程，即断层在构造活动期（E_3 末和 N_2^3-Q 时期）起通道作用，构造相对平静期则起封闭作用①。

多期构造运动在柴北缘地区形成了多个区域性不整合面。其中最重要的是印支期和燕山晚期运动，分别形成了侏罗系底、第三系底不整合面，这些区域性不整合面构成的空间网络系统为油气的侧向运移提供了良好的通道。本区发育多套储集层，它们的展布常遍及邻区，这些渗透性好的储集层也是油气侧向运移通道的重要组成部分。

综上所述，来自昆特依凹陷、伊北凹陷与赛什腾凹陷的油气在向本区运移聚集时，主要通过不整合面和其他渗透层作侧向运移，通过断裂作垂向运移，以不同的组合方式使油气在适当的圈闭中聚集成藏。

4.2　时空配置关系分析

对油气成藏控制因素的研究结果表明，油气的运聚成藏除了要具备生、储、盖和圈闭等静态地质条件外，还需要这些地质条件在时空上有机匹配方可形成[8,9]。油气成藏期次研究表明，柴北缘地区主要有两次成藏事件，第一期成藏发生在下干柴沟组末期（E_3 末期），第二期成藏发生在第三系末（N_2^3-Q）。E_3 末期的构造运动对柴北缘大部分构造带的早期形成具有重要影响，并形成了一定幅度的圈闭。同时产生了一系列基底断裂，形成了低幅度的逆牵引背斜。E_3 末和 N_2^3-Q 时期的构造运动分别形成深、浅断裂系统及断层相关褶皱。研究区主要构造带的背斜圈闭多数都为 E_{1+2} 末期开始形成，在 N_1 末期定型[10]。由此可见，柴北缘断裂活动期、圈闭发育史与生烃史配置良好（图 4）。

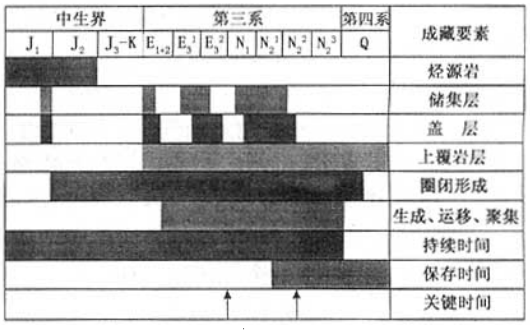

图 4　柴北缘冷湖-南八仙地区成藏要素组合

5　油气成藏模式

根据烃源岩位置、油气运移通道、运移方向以及断层封闭性研究成果①，结合柴北缘地区具体的油气成藏地质条件，总结出本区主要有近源断层输导纵向成藏模式、远源不整合输导侧向成藏模式、近源不整合输导纵向成藏模式和近源混合输导成藏模式。

5.1　近源断层输导纵向成藏模式

该模式主要发现于冷湖构造带和南八仙构造带（图 5）。以南八仙构造为例，该构造的形态为一低凸起，是柴北缘地区主要的产油气区，在燕山早期形成的深部仙南断裂和喜马拉雅晚期形成的中浅部仙

①查明，吴孔友，高长海. 柴北缘重点地区断层封闭性与油气成藏. 中国石油大学（华东），2005.

万方数据

北断裂是本区的主控断裂,直接影响和控制着本区的构造演化、沉积和油气成藏,形成以构造控制为主的圈闭类型。

油源分析表明,南八仙构造的油源来自于西南方向的伊北凹陷的侏罗系烃源岩,由于邻近伊北生烃凹陷,所以油气比较容易运移至南八仙构造,运移距离约 20 km。伊北凹陷于 E_3-N_1 处于生排烃的高峰期,生成的油气沿不整合面和砂岩上倾方向运移并聚集于陵间断裂下盘及其附近,之后油气沿仙南断裂发生垂向运移,于南八仙构造古近系物性较好的储层中聚集成藏,形成成熟度较低的原生油气藏;新近纪末的喜马拉雅运动三幕,导致仙北断裂形成,并使得早期的断层也处于活动期,早期聚集在古油藏中的低熟石油与侏罗系烃源岩二次生成的成熟石油进入古近系储层后发生混合,再通过仙北断层向上运移到新近系储层中,在仙北断层处于封闭状态时,于断层下盘聚集成藏,形成断层遮挡油气藏。

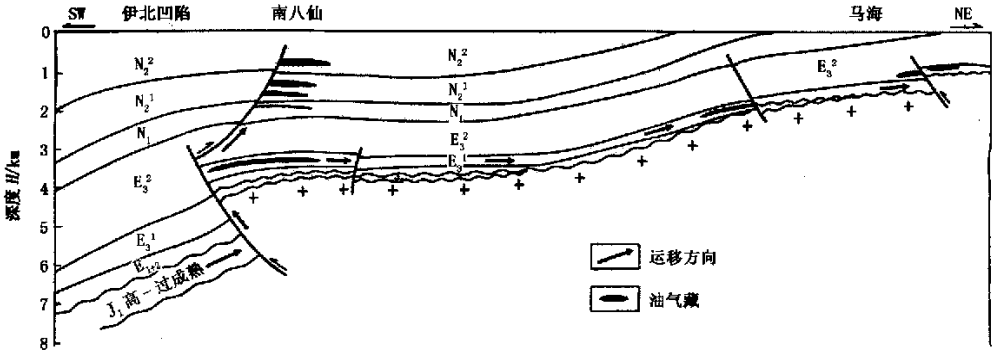

图 5　近源断层输导纵向及远源不整合输导侧向成藏模式

5.2　远源不整合输导侧向成藏模式

钻井和地震资料表明,马海构造是在基岩古隆起基础上形成的同沉积构造。马海构造位于马仙地区东部,西面以一鞍部与南八仙构造相接,北以马仙断裂与马海平滩鼻状潜伏构造为界。油源分析表明,马海气田高成熟的油气不是来自于马仙地区的下侏罗统烃源岩,而是来源于周围的侏罗系深凹陷高-过成熟烃源岩。研究表明,马海气田的天然气来自其西南方向的伊北凹陷和西北部的赛什腾凹陷。新近纪末的喜马拉雅运动三幕,使得本区抬升,马海的抬升最高,顶部剥蚀了大量的地层,南八仙-马海古隆起解体为两个相对独立的构造圈闭。伊北凹陷生成的油气可沿中生界顶不整合面、砂岩上倾方向以及该区断裂形成的输导体系首先运移至南八仙构造中,然后部分油气向隆起幅度更高的马海构造沿区域不整合面发生长距离的侧向运移,运移距离约 30 km,或于不整合面之下聚集形成地层超覆油气藏,或于断层下盘及其附近聚集形成断层遮挡油气藏,或于物性较好的储层中聚集成藏(图 5)。

5.3　近源不整合输导纵向成藏模式

柴北缘地区发育的深部断裂,直接断至基底,导致基岩顶部断裂发育,或在古隆起阶段遭受风化剥蚀形成基岩风化壳,使基岩上部物性变好,成为油气聚集的有利储集空间。侏罗系烃源岩生成的油气直接向下进入基岩裂缝或基岩风化壳,受上部侏罗系泥质岩盖层的遮挡而聚集成藏。该模式主要发育在马仙地区,南八仙构造仙 11 井在 3 232 ~ 3 239 m 井段初测试产气 9 000 m^3;马海构造马北 3、马北 101 和马北·102 井获工业油流,岩性主要是花岗岩和花岗片麻岩,油气显示丰富(图 6)。该模式可作为下一步勘探的方向。

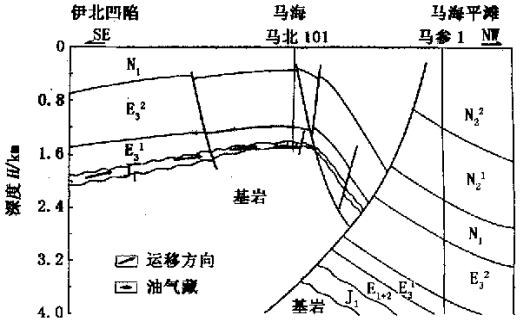

图 6　近源不整合输导纵向成藏模式

5.4　近源混合输导成藏模式

如前所述,赛什腾凹陷是目前在马海构造上发现油气的另一主要油源区。赛什腾凹陷在 N_1-N_2^3 期处于生排烃高峰期,目前处于高-过成熟阶段,其生成的油气首先沿不整合面和砂岩输导层就近侧向运移至马海平滩(即马仙断层下盘),再沿马仙断裂发生垂向运移,部分油气于马仙断裂处于封闭状态时

万方数据

被封堵于断层下盘聚集成藏，部分油气则穿过马仙断裂向马海构造（即马仙断层上盘）运移，通过不整合面、砂岩输导层以及断层组成的运移网络，在马海各局部构造的有利部位聚集成藏，形成近源混合输导成藏模式（图 7）。

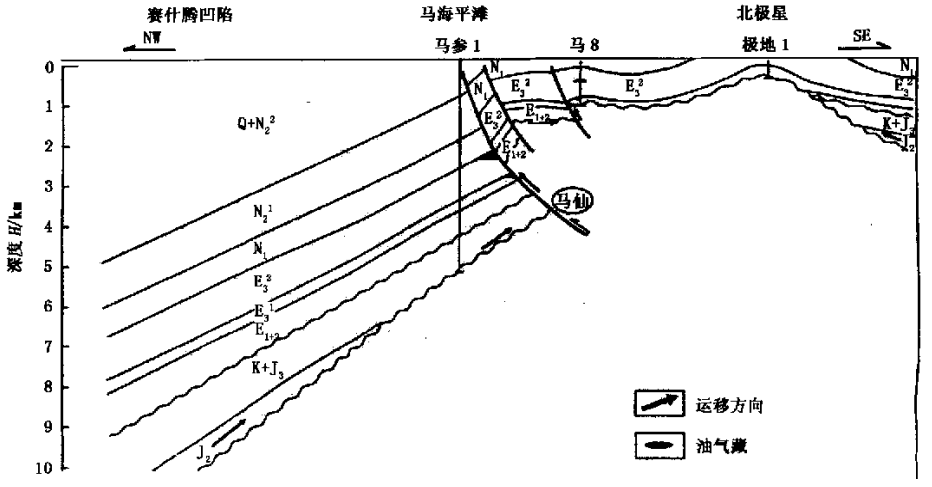

图 7　近源混合输导成藏模式

6　结　论

（1）柴北缘冷湖-南八仙构造带具有形成大中型油气田的有利条件。该区带油源丰富，储集条件好，发育多套有效的储盖组合，多种类型圈闭发育（尤其构造圈闭）且成排成带展布，保存条件好，各成藏要素配置良好。

（2）研究区主要存在近源断层输导纵向成藏模式、远源不整合输导侧向成藏模式、近源不整合输导纵向成藏模式和近源混合输导成藏模式。其中近源断层输导纵向成藏模式和近源混合输导成藏模式是本区主要的油气成藏模式，而近源不整合输导纵向成藏模式可作为本区下一步勘探的新方向。

参考文献：

[1] 曾联波，金之钧，汤良杰，等. 柴达木盆地北缘油气分布的构造控制作用[J]. 地球科学——中国地质大学学报，2001，26(1)：544-548.
ZENG Lian-bo, JIN Zhi-jun, TANG Liang-jie, et al. Structural controls of petroleum and gas distribution on northern margin of Qaidam Basin[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(1): 544-548.

[2] 门相勇，赵文智，余辉龙. 柴达木盆地北缘冷湖地区油气成藏条件研究与勘探建议[J]. 石油勘探与开发，2001，28(4)：4-7.
MEN Xiang-yong, ZHAO Wen-zhi, YU Hui-long. A study on oil and gas accumulation in Lenghu area of the northern margin of Qaidam Basin and some relevant exploration suggestions[J]. Petroleum Exploration and Development, 2001, 28(4): 4-7.

[3] 穆剑，汪立群. 论柴达木盆地冷湖-南八仙构造带的含油气远景[J]. 石油学报，1999，20(2)：18-22.
MU Jian, WANG Li-qun. Petroliferous prospect of Lenghu-Nanbaxian structural belt in Qaidam Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 1999, 20(2): 18-22.

[4] 刘洛夫，妥进才，于会娟，等. 柴达木盆地北部地区侏罗系烃源岩地球化学特征[J]. 石油大学学报：自然科学版，2000，24(1)：64-68.
LIU Luo-fu, TUO Jin-cai, YU Hui-juan, et al. Geochemistry of the Jurassic source rocks in the northern areas of Qaidam Basin[J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 2000, 24(1): 64-68.

[5] 王鹏，赵澄林. 柴达木盆地北缘地区第三系碎屑岩储层沉积相特征[J]. 石油大学学报：自然科学版，2001，25(1)：12-15.
WANG Peng, ZHAO Cheng-lin. Characteristics of Tertiary reservoir sedimentary facies in the north part of Qaidam Basin[J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 2001, 25(1): 12-15.

[6] 陈淑兰，罗群. 柴达木盆地北缘西段断裂发育特征与油气聚集[J]. 天然气工业，2004，24(3)：22-25.
CHEN Shu-lan, LUO Qun. Fault development characteristics and hydrocarbon accumulation in the west section of the northern fringe of Qaidam Basin[J]. Natural Gas Industry, 2004, 24(3): 22-25.

（下转第 13 页）

万方数据

search[J]. Petroleum Exploration and Development, 2000,27(4):3-10.

[4] 张照录, 王华, 杨红. 含油气盆地的输导体系研究[J]. 石油与天然气地质, 2000,21(2):133-135.
ZHANG Zhao-lu, WANG Hua, YANG Hong. Study on passage system of petroliferous basins[J]. Oil & Gas Geology, 2000,21(2):133-135.

[5] 付广, 薛永超, 付晓飞. 油气运移输导系统及其对成藏的控制[J]. 新疆石油地质, 2001,22(1):24-26.
FU Guang, XUE Yong-chao, FU Xiao-fei. On oil-gas migration systems and their control over the formation of reservoir[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001,22(1):24-26.

[6] 吕修祥. 塔里木盆地不整合面石油运移散失量的实验研究[J]. 石油大学学报:自然科学版, 2000, 24(4):112-114.
LÜ Xiu-xiang. Experimental study on losing amount of oil migration along the surface of unconformity in Tarim Basin [J]. Journal of the University of Petroleum, China(Edition of Natural Science), 2000,24(4):112-114.

[7] 姜建群, 胡建武. 含油气系统中流体输导体系的研究[J]. 新疆石油地质, 2000,21(3):193-196.
JIANG Jian-qun, HU Jian-wu. On fluid conduiting system in petroleum system[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2000,21(3):193-196.

[8] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社,1997:1-28.

[9] 张拴宏, 周显强. 断裂系统分形研究新进展[J]. 桂林工学院学报, 2000,20(1):84-88.
ZHANG Shuan-hong, ZHOU Xian-qiang. A review on the fractal of fault systems[J]. Journal of Guilin Institute of Technology, 2000,20(1):84-88.

[10] 曾联波, 金之钧, 李京昌, 等. 柴达木盆地北缘断裂构造分形特征与油气分布关系研究[J]. 地质科学, 2001,36(2):241-247.
ZENG Lian-bo, JIN Zhi-jun, LI Jing-chang, et al. Fractal characteristics of fractural structures and its relation to oil-gas distribution in north Qaidam Basin[J]. Chinese Journal of Geology, 2001,36(2):241-247.

[11] 邬光辉, 李建军, 杨栓荣, 等. 塔里木盆地中部地区奥陶纪碳酸盐岩裂缝与断裂的分形特征[J]. 地质科学, 2002, 37(增刊): 51-56.
WU Guang-hui, LI Jian-jun, YANG Shuan-rong, et al. Fractal characteristics of fissures and fractures of Ordovician carbonate rocks in the central Tarim area[J]. Chinese Journal of Geology, 2002,37(sup):51-56.

[12] WALSH J J, WATTERSON J, HEATH A E, et al. Representation and scaling of faults in fluid flow models [J]. Petroleum Geoscience, 1998,4(3):241-251.

[13] 贾振远, 蔡忠贤, 肖玉茹. 古风化壳是碳酸盐岩一个重要的储集层(体)类型[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1995,20(3):283-289.
JIA Zhen-yuan, CAI Zhong-xian, XIAO Yu-ru. Paleoweathering crust: an important reservoir (body) type of carbonate rocks[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1995,20(3):283-289.

[14] 吴亚军, 张守安, 艾华国. 塔里木盆地不整合类型及其与油气藏的关系[J]. 新疆石油地质, 1998,19(2):101-105.
WU Ya-jun, ZHANG Shou-an, AI Hua-guo. The unconformity types and their relations with oil/gas reservoirs in Tarim Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1998,19(2):101-105.

[15] 何登发. 塔里木盆地的地层不整合面与油气聚集[J]. 石油学报, 1995,16(3):14-21.
HE Deng-fa. Unconformities and oil and gas accumulation in Tarim Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 1995,16(3):14-21.

(编辑　刘艳荣)

(上接第 7 页)

[7] 高先志,陈发景. 柴达木盆地北缘西段油气成藏机理研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2002,27(6):757-762.
GAO Xian-zhi, CHEN Fa-jing. Accumulation model of petroleum in the Tertiary system of the northwestern Qaidam Basin[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences,2002,27(6):757-762.

[8] LAW B E. Basin-centered gas systems[J]. AAPG Bulletin,2002,88(11):1891-1919.

[9] JOHNSON R C, FINN T M, NUCCIO V F. Potential for basin-centered gas accumulation in the Albuquerque Basin, New Mexico[J]. Geological Survey Bulletin,2001,21(8):4-21.

[10] 薛光华,杨永泰. 柴达木盆地北缘油气分布规律研究[J]. 石油实验地质,2002,24(2):141-146.
XUE Guang-hua, YANG Yong-tai. Study on the distribution rules of hydrocarbon in the northern margin of Qaidam Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2002,24(2):141-146.

(编辑　刘艳荣)

万方数据