

文章编号:0253-9985(2012)03-0407-10

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

李明义¹,岳湘安¹,江青春²,王洪伟³,吴育林⁴

(1. 中国石油大学(北京)石油天然气工程学院,北京 102249; 2. 中国石油勘探开发研究院,北京 100083; 3. 中国石油大庆油田公司勘探开发研究院,黑龙江 大庆 163712; 4. 中国石油川庆钻探工程公司地球物理勘探公司,四川 成都 610213)

摘要:通过油藏解剖和成藏条件空间配置关系的详细分析,对海拉尔-塔木察格盆地(简称海塔盆地)中部主要断陷带生储盖组合类型、油气输导体系及其对油气成藏的控制作用进行了研究。结果表明,该区发育有自生自储式、下生上储式和上生下储式3种生储盖组合类型,每种生储盖组合中油气运移输导体系及有利的油气富集部位均有所差异。在自生自储式生储盖组合中,油气运移输导体系为孔隙裂缝和梳状输导体系;孔隙裂缝输导体系沟通的洼槽和梳状输导体系沟通的反向断裂翘倾隆起和洼中隆是该类生储盖组合中岩性油气藏形成的有利区域。在下生上储式生储盖组合中,油气运移输导体系为花状输导体系,由其沟通的反转构造是该组合内油气成藏的有利区域。在上生下储式生储盖组合中,油气运移输导体系为阶梯状或倒U字型输导体系,其所沟通的不整合面古隆起是油气藏形成的有利区域。

关键词:生储盖组合;输导体系;油气成藏;断陷;海拉尔-塔木察格盆地

中图分类号:TE122.1

文献标识码:A

Migration system types and their control on hydrocarbon accumulation in central fault depressions of Hailar-Tamtsag Basin

Li Mingyi¹, Yue Xiang'an¹, Jiang Qingchun², Wang Hongwei³ and Wu Yulin⁴

(1. Petroleum and Natural Gas Engineering College, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

2. PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100083, China;

3. Exploration and Development Research Institute, PetroChina Daqing Oilfield Company, Daqing, Heilongjiang 163712, China;

4. Sichuan Geophysical Company, CNPC Chuangqing Drilling Engineering Company Limited, Chengdu, Sichuan 610213, China)

Abstract: The types of source-reservoir-cap rock assemblages, migration systems and their control on hydrocarbon accumulation in the main central fault depressions in Hailar-Tamtsag Basin (Haita Basin) were investigated by analyzing spatial combinations of hydrocarbon accumulation elements and processes. Three types of source-reservoir-cap rock assemblages were recognized, including self-source and self-reservoir, up-source and down-reservoir, and down-source and up-reservoir. Different source-reservoir-cap assemblages have different hydrocarbon migration and accumulation systems. For the self-source and self-reservoir type, hydrocarbon migration pathways are pore-fracture and comb-like systems. Subsags connected by the pore-fracture system and tilting uplifts and uplifts within sag connected by the comb-like system are favorable for development of lithologic reservoirs. For the up-source and down-reservoirs type, the migration system is flower-like. The reverse structures connected by the flower-like system are favorable for hydrocarbon accumulation. For the down-source and up-reservoir type, the migration systems are step-like or inverted U-shaped. The palaeouplifts connected by unconformities are favorable for hydrocarbon accumulation.

Key words: source-reservoir-cap assemblage, migration system, hydrocarbon accumulation, fault depression,

收稿日期:2012-01-05;修订日期:2012-04-15。

第一作者简介:李明义(1971—),男,博士研究生,高级工程师,油田开发技术研究与管理。

Hailar-Tamtsag Basin

截至2011年底,海拉尔-塔木察格盆地(简称海塔盆地)中部断陷带内已经发现油气近 5×10^8 t,表明其具有广阔的油气勘探前景。目前海塔盆地中部主要断陷带油气在基岩至大磨拐河组皆有分布,但油气均主要来自南屯组一段(简称南一段)的烃源岩。由于南一段的烃源岩与各套储层的空间叠置关系复杂,所以每种生储盖组合中油气运移机制明显不同,油气分布规律与成藏聚集及主控因素差异较大。尽管曾有学者从构造及其演化^[1-7]、断裂^[8-11]、裂缝^[12-13]、盖层^[14-15]、油气运移^[16-17]及对海塔盆地重点断陷或某些断陷的油气成藏控制因素与成藏模式^[18-25]开展过不同的研究和讨论,但却没有针对不同层位油气运移输导通道和4个断陷进行整体研究。因此,开展不同生储盖组合运移输导通道及油气成藏的主控因素分析,对深入认识海塔盆地中部断陷油气分布规律具有重要意义。

1 生储盖组合类型及其特征

海塔盆地位于中国内蒙古的东北部和蒙古国的东部,总面积 79.6×10^4 km²,中部断陷由南至北依次为塔南断陷、南贝尔断陷、贝尔断陷和乌尔逊断陷,是当前石油勘探的热点地区。研究区地层由上至下依次为下白垩统呼查山组、青元岗组、伊敏组、大磨拐河组、南屯组、铜钵庙组及上三叠统的基岩(图1)。

依据海塔盆地中部主要断陷带不同层位的油气藏与南一段源岩之间的空间位置关系,可以将其生储盖组合划分为3种类型。第一种为自生自储式生储盖组合,即南一段源岩生成的油气储集在自身发育的储层中,并被南一段盖层所封盖;目前在海塔盆地中部主要断陷带内大多数工业油流井均钻遇了该组合(图2),已发现油气藏主要分布于乌尔逊凹陷的乌东斜坡、苏仁诺尔及巴彦塔拉油田,贝尔凹陷的贝中油田、霍多莫尔油田、苏德尔特油田和呼和诺仁油田、南贝尔凹陷的东次凹北洼槽和南洼槽油田、塔南凹陷西次凹、中次凹和东次凹油田(表1;图1)。第二种为下生上储式的生储盖组合,即南一段源岩生成的油气储集在

上覆南二段和大磨拐河组储层中,被大磨拐河组一段泥岩盖层封盖;油气主要分布于贝尔断陷贝中和霍多莫尔油田、南贝尔断陷东次凹南洼槽油田、塔南断陷中次凹油田、乌尔逊断陷的苏仁诺尔、乌东斜坡和巴彦塔拉油田(图2)。第三种为上生下储式生储盖组合,即南一段源岩生成的油气储集在下伏铜钵庙组和基岩储层中,被南一段泥岩盖层封盖;海塔盆地中部主要断陷带内揭示该组合的工业油流井数最少,油气主要分布在贝尔凹陷的贝中油田、霍多莫尔和苏德尔特油田、乌尔逊凹陷巴彦塔拉油田和塔南凹陷中次凹油田(图2)。

2 油气输导体系类型及其特征

2.1 自生自储式生储盖组合输导体系类型

由于自生自储式生储盖组合中南一段源岩和储层为同一层位,其生成的油气不需要长距离运移,而是通过孔隙或裂缝运移至其内部储层中。油气藏研究表明,海塔盆地中部主要断陷带南一段储层主要发育砂岩透镜体、岩性上倾尖灭、不整合遮挡、反向断层遮挡圈闭。由于这些圈闭在盆地内所处的部位不同,油气运移输导体系也不尽相同。砂岩透镜体圈闭主要发育在盆地的凹陷区,南一段源岩生成的油气通过孔隙或裂缝输导体系从四周进入砂岩透镜体圈闭中聚集成藏(图3a)。岩性上倾尖灭、不整合面遮挡和反向断层遮挡圈闭主要发育在盆地的隆起区,南一段源岩生成的油气首先运移至砂体或不整合带内,再沿砂体和不整合面构成的梳状输导体系向隆起部位侧向运移(图3b)。这种梳状输导体系以T23-1或T23-2不整合面为“梳背”及一组近平行砂体为“梳栅”,南一段源岩生成的油气沿“梳背”和“梳栅”一起向隆起顶部运移和聚集,形成反向断层遮挡、不整合面遮挡和岩性上倾尖灭油气藏。如乌尔逊凹陷苏仁诺尔、乌东斜坡、巴彦塔拉、贝尔凹陷贝中次凹、霍多莫尔、苏德尔特和呼和诺仁,南贝尔凹陷东次凹北洼槽和南洼槽,塔南凹陷西次凹、中次凹和东次凹。

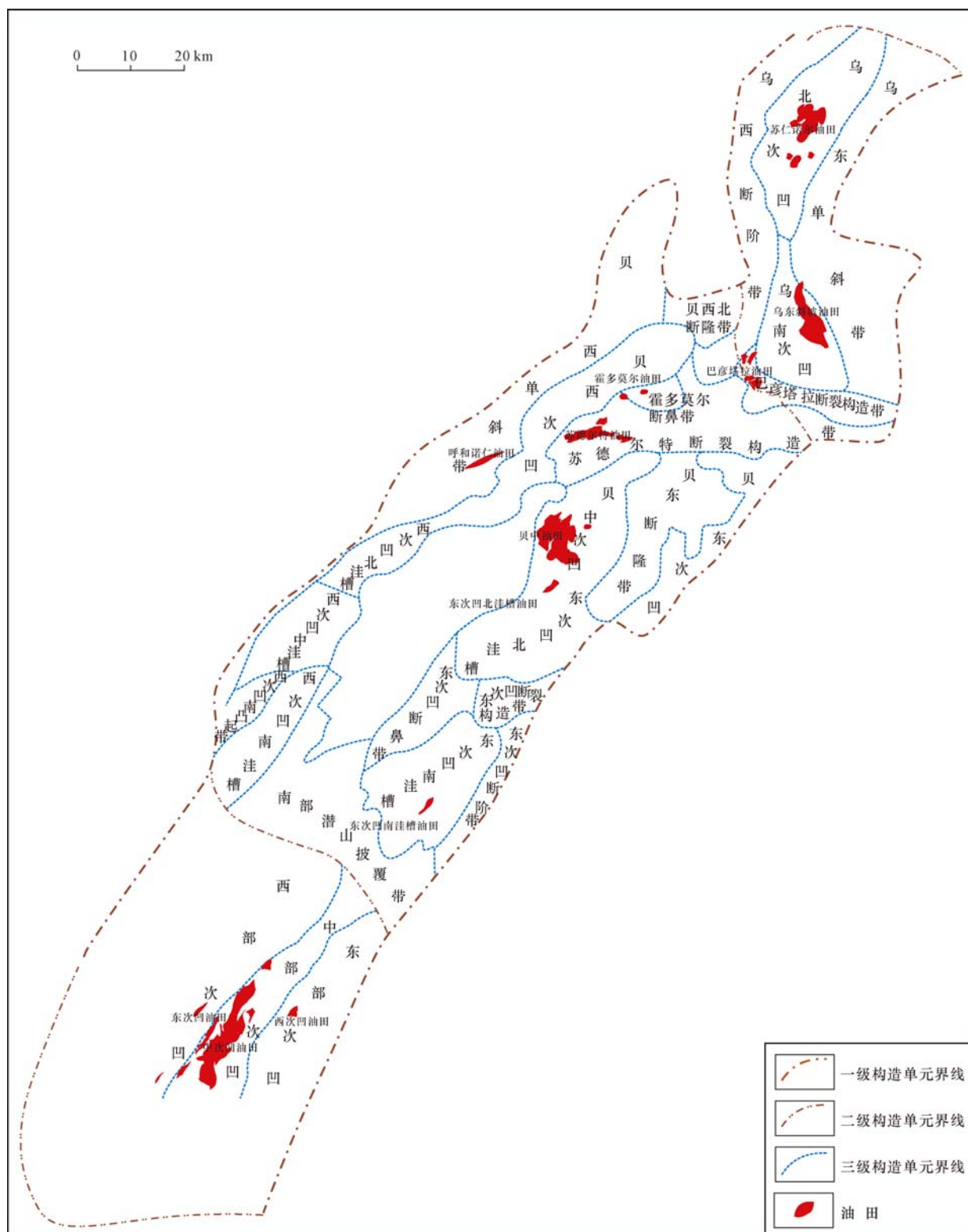


图1 海塔盆地中部主要断陷带构造单元划分与油田分布关系

Fig.1 Map showing tectonic units and oil fields in the main central fault depressions in Haita Basin

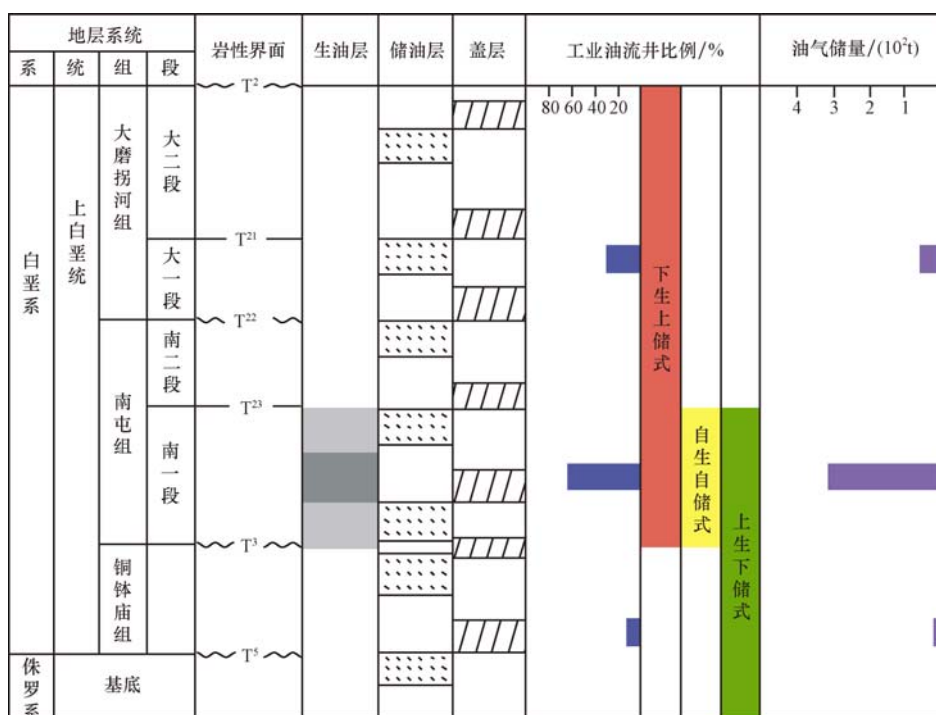


图2 海塔盆地中部主要断陷带生储盖组合与油气分布关系

Fig. 2 Relationship between source-reservoir-cap assemblage and petroleum pool distribution of the main central fault depressions in Haita Basin

表1 海塔盆地中部主要断陷带不同生储盖组合油气藏分布特征

Table 1 Distribution characteristics of petroleum reservoirs of different source-reservoir-cap assemblages in the main central fault depressions in Haita Basin

生储盖组合类型	油气田	构造背景	凹陷
自生自储型	苏仁诺尔	注中隆	乌尔逊
	乌东斜坡	反向断裂翘倾隆起	
	巴彦塔拉	反向断裂翘倾隆起	
	贝中	注中隆	贝尔
	霍多莫尔	注中隆	
	苏德尔特	古隆起	
	呼和诺仁	反向断裂翘倾隆起	南贝尔
	东次凹北洼槽	反向断裂翘倾隆起	
	东次凹南洼槽	反向断裂翘倾隆起	
	西次凹	反向断裂翘倾隆起	塔南
	中次凹	注中隆	
	东次凹	反向断裂翘倾隆起	
下生上储型	苏德尔特	反转构造	乌尔逊
	乌东斜坡	反转构造	
	巴彦塔拉	反转构造	
	贝中	反转构造	贝尔
	霍多莫尔	反转构造	
	东次凹南洼槽	反转构造	
上生下储型	中次凹	反转构造	塔南
	巴彦塔拉	古隆起	
	贝中	古隆起	
	霍多莫尔	古隆起	贝尔
	苏德尔特	古隆起	
	中次凹	古隆起	

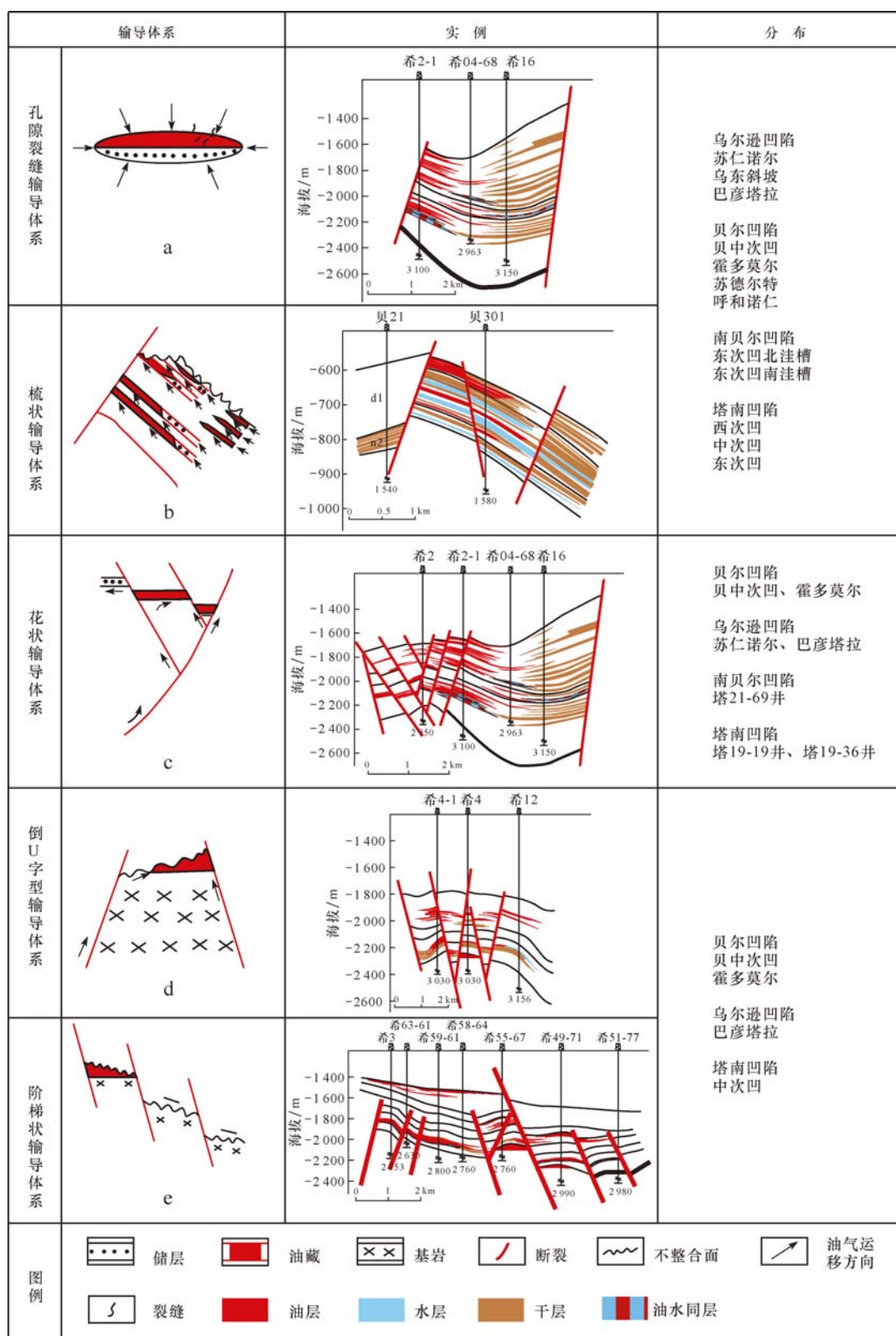


图3 海塔盆地中部主要断陷带不同生储盖组合油气运移输导体系模式

Fig. 3 Migration models for different source-reservoir-cap assemblages in the main central fault depressions in Haita Basin

2.2 下生上储式生储盖组合输导体系类型

油气藏研究表明^[14],海塔盆地中部主要断陷带南二段和大磨拐河组主要发育断层圈闭,它们与下部的南一段烃源岩之间存在多套泥岩隔层,只有通过断裂与砂体构成的花状输导体系才能使南一段源岩生成的油气运移至上覆南二段和大磨拐河组中(图3c)。依据地震资料解释成果,可知海塔盆地中部断陷主要发育四种类型断裂,即早期伸展断裂、中期的走滑断裂、晚期的反转断裂和长期活动的断裂。然而并不是四种类型的断裂均能作为油气向上运移至南二段和大磨拐河组储层的通道。只有那些直接与南一段烃源岩和南二段储层和大磨拐河组储层直接相连的断层,并在南一段烃源岩大规模排烃阶段至伊敏组沉积后期持续活动的断层,才能做为油气的输导通道。在海塔盆地中部主要断陷带,长期发育的断裂与上部砂体构成的花状输导体系,可以做为南一段烃源岩向南二段储层和大磨拐河组储层运移油气的输导通道,如贝尔凹陷中贝中次凹、霍多莫尔、乌尔逊凹陷苏诺尔、巴彦塔拉、南贝尔凹陷塔21-69井和塔南凹陷塔19-19井、塔19-36井南二段和大磨拐河组油藏输导体系均属此类(图4)。

2.3 上生下储式生储盖组合输导体系类型

海塔盆地中部断陷基岩和铜钵庙组的油气藏解剖表明^[24],主要断陷带基岩和铜钵庙组发育基岩潜山风化壳圈闭和反向断层遮挡、不整合面遮挡圈闭。这些圈闭位于南屯组源岩一侧或两侧,源岩生成的油气只能沿着断裂和不整合面构成的阶梯状或倒U字型输导体系才能运移至基岩潜山或铜钵庙组中(图3d,e)。如果基岩潜山或铜钵庙组一侧与南一段源岩对接,其输导体系为阶梯状输导体系;如果基岩潜山或铜钵庙组与南一段源岩两侧对接,其输导体系为倒U字型输导体系。南一段源岩生成的油气沿断裂和不整合面构成的阶梯状或倒U字型输导体系向基岩潜山或隆起上的铜钵庙组侧向运移,在基岩风化裂缝圈闭和铜钵庙组反向断层遮挡、不整合面遮挡圈闭中聚集成藏,如贝尔凹陷贝中次凹、霍多莫尔、乌尔逊凹陷巴彦塔拉和塔南中次凹基岩和铜钵庙组油藏。

3 输导体系对油气成藏的控制

3.1 自生自储式生储盖组合中输导体系控藏

此类生储盖组合中,南一段烃源岩生成的油气通过孔隙或裂缝首先进入扇三角洲前缘亚相砂体储层中,再沿砂体、T23-1或T2-2不整合面构成的“梳状”输导体系,侧向运移至反向断裂翘倾隆起和注中隆起上的断层遮挡圈闭、小型背斜圈闭、地层不整合遮挡圈闭、构造—岩性圈闭及岩性上倾圈闭中聚集成藏(图3b)。这些类型的油藏在海塔盆地中部主要断陷带最多,主要分布在乌尔逊凹陷苏仁诺尔、乌东斜坡、贝尔凹陷苏德尔特、呼和诺仁和贝中、南贝尔凹陷东次凹南北洼槽、塔南凹陷西中东次凹(图5)。

这种生储盖组合中南一段源岩生成的油气还可以通过孔隙裂缝输导体系从四周进入洼槽中南一段源岩透镜体圈闭中聚集成藏(图3a)。这类油藏主要分布乌尔逊凹陷乌31井和贝尔凹陷的贝39井。

3.2 下生上储式生储盖组合中输导体系控藏

此类生储盖组合中,南一段源岩生成的油气主要通过花状输导体系向上部南二段和大磨拐河组储层中运移,只有在位于花状输导体系附近的反转构造中,南一段源岩生成的油气才能沿此输导体系进行运聚成藏(图3c)。此类油藏在海塔盆地中部主要断陷带已发现的油藏中所占比例很小,且分布无规律性,较为分散,主要分布在乌尔逊凹陷的苏仁诺尔、乌东斜坡和巴彦塔拉、贝尔凹陷呼和诺仁、霍多莫尔和贝中、南贝尔凹陷东次凹南洼槽、塔南凹陷中次凹和东次凹(图4)。这些油藏均是烃源岩与储层被花状输导体系沟通,并在反转构造上聚集成藏的。

3.3 上生下储式生储盖组合中输导体系控藏

此类生储盖组合中的圈闭主要发育于古隆起之上,南一段烃源岩与铜钵庙组和基岩储层圈闭侧向对接,只有被阶梯状或倒U字型输导体系连接的古隆起上的铜钵庙组和基岩圈闭才能从南一段源岩处获得油气成藏(图3d,e)。否则即使古隆起上的铜钵庙组和基岩圈闭的成藏条件再好,

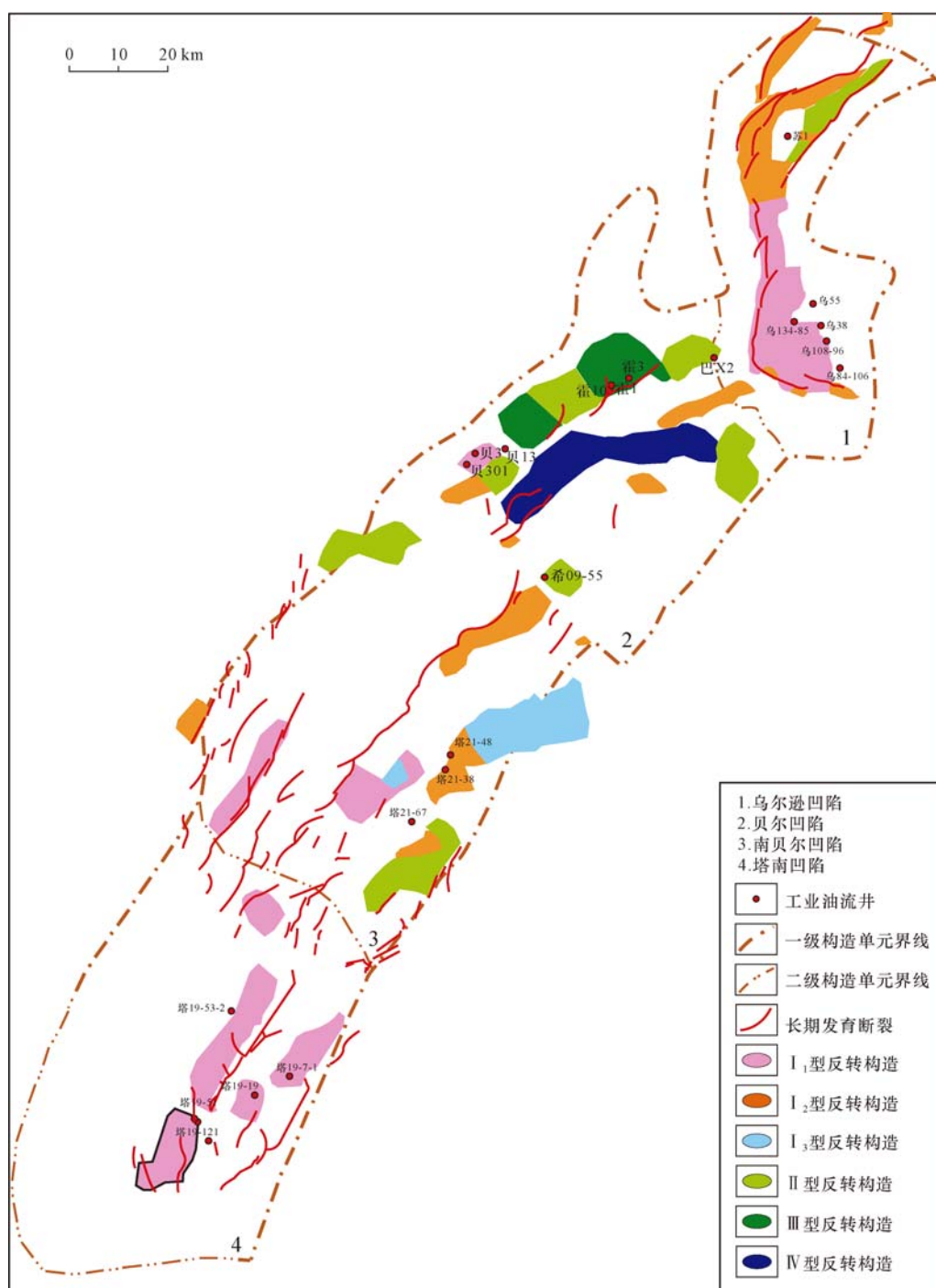


图4 海塔盆地下生上储式储盖组合油气与长期发育断裂、反转构造叠合分布

Fig. 4 Distribution map showing hydrocarbon accumulations and faults and inverted structures for the up-source and down-reservoir assemblages in Haita Basin

也无法聚集成藏。由此看出,被阶梯状或倒U字型输导体系沟通的古隆起上铜钵庙组或基岩圈闭是上生下储式生储盖组合中油气成藏的有利区域。这种类型油气藏在海塔盆地中部主要断陷带很少发育,仅见于贝尔凹陷贝中部、苏德尔特和霍多莫尔,乌尔逊

凹陷的巴彦塔拉,塔南凹陷中次凹(图6)。

4 结论

1) 海塔盆地中部主要断陷带发育有自生自

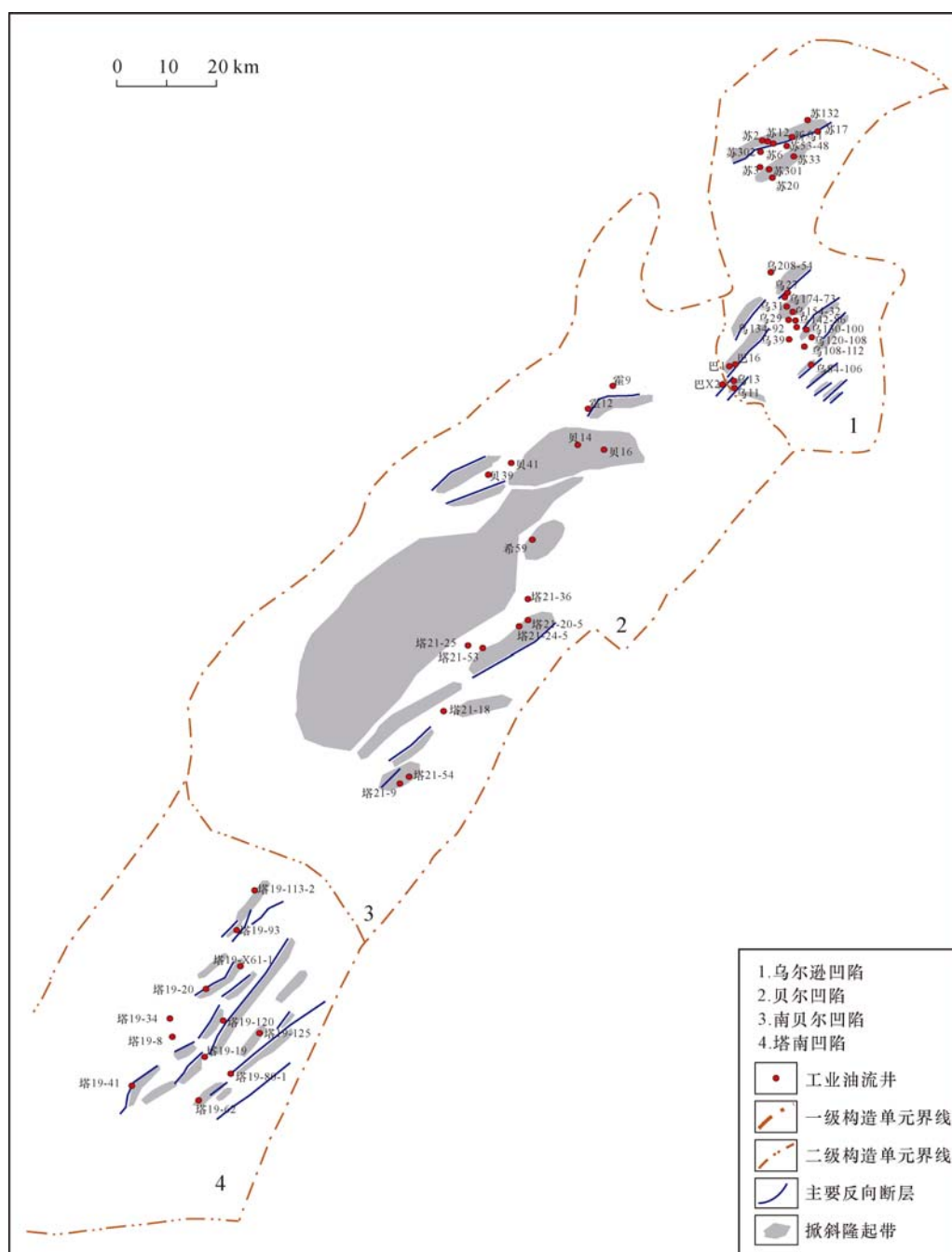


图5 海塔盆地自生自储式储盖组合油气与反向断裂翘倾隆起、注中隆叠合分布

Fig. 5 Distribution map showing hydrocarbon accumulations and antithetic fault tilting uplifts and uplifts within sags for the self-source and self-reservoir assemblages in Haita Basin

储式、下生上储式和上生下储式3种类型的生储盖组合。自生自储式生储盖组合中油气最丰富,其次是下生上储式组合,上生下储式组合中油气最少。

2) 不同生储盖组合中具有不同类型的油气运移输导通道,自生自储式生储盖组合中油气运移输导体系为孔隙裂缝输导体系 and 梳状输导体

系,下生上储式生储盖组合中油气运移输导体系为花状输导体系,上生下储式生储盖组合中油气运移输导体系为阶梯状或倒U字型输导体系。

3) 不同类型生储盖组合中油气运移输导通道对油气成藏起着不同的作用,被梳状输导体系沟通的反向断裂翘倾隆起和注中隆是油气藏的有

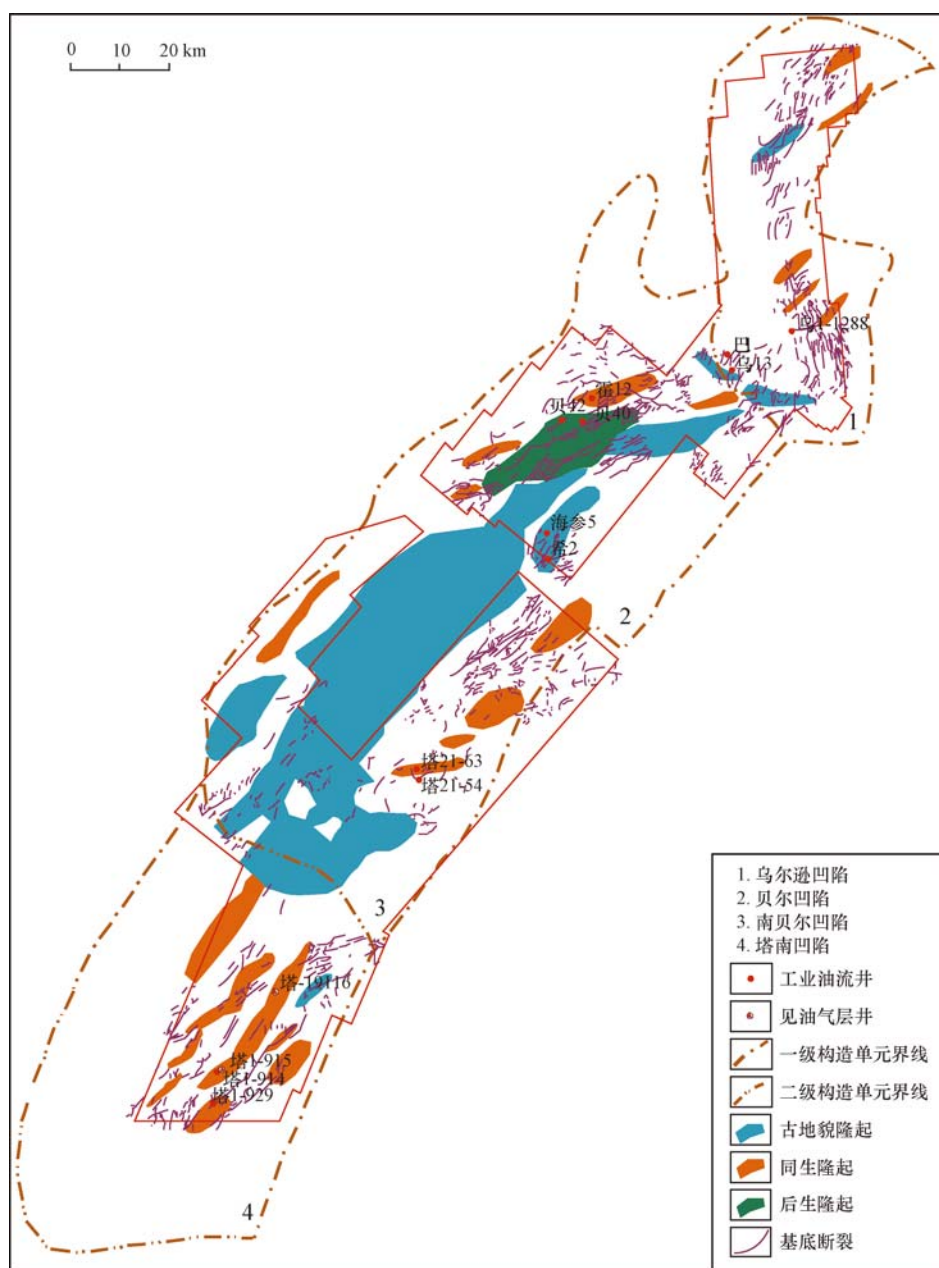


图6 海塔盆地上生下储式储盖组合油气与基岩潜山叠合分布

Fig. 6 Distribution map showing hydrocarbon accumulation and buried hills for the down-source and up-reservoir assemblages in Haita Basin

利区域;被花状输导体系沟通的反转构造是储盖组合中油气藏形成的有利区域;被阶梯状或倒 U 字型输导体系沟通的反转构造是该储盖组合中油气藏形成的有利区域。

参考文献

- [1] 康德江,张斌迟. 潜山构造运动与油气的运聚成藏——以海拉尔盆地贝尔凹陷为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2009, 39(5): 767-772, 780.

Kang Dejiang, Zhang Binchi. Tectonic movement of buried hill

and hydrocarbon accumulation-an example from Beier Depression in Hailaer Basin[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition),2009,39(5):767-772,780.

- [2] 刘志宏,柳行军,王芃,等.海拉尔盆地乌尔逊-贝尔凹陷挤压构造的发现及其地质意义[J].地学前缘,2009,16(4): 138-146.

Liu Zhihong, Liu Hangjun, Wang Peng, et al. Discovery of compressional structure in Wuerxun-Beier Sag in Hailar Basin and its geological significance [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(4): 138 - 146.

- [3] 秦雁群,邓宏文,丁寒生. 乌尔逊—贝尔凹陷构造调节带特

- 征、成因机制及其地质意义[J]. 现代地质, 2009, 23(5): 872-879.
- Qin Yanqun, Deng Hongwen, Ding Hansheng. Characteristic, geologic meaning and forming mechanisms of the structural accommodation zones in Wuerxun-Beier Depression[J]. Geoscience, 2009, 23(5): 872-879.
- [4] 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.
- [5] 陈守田, 刘招君, 于洪金. 海拉尔盆地热演化史研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34(1): 85-88, 92.
- Chen Shoutian, Liu Zhaojun, Yu Hongjin. Researches of thermal evolution history in Hailaer basin[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2004, 34(1): 85-88, 92.
- [6] 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 Petrolei Sinica, 2006, 27(S1): 1-6.
- [7] 秦雁群, 邓宏文, 侯秀林, 等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷北部高分辨率层序地层与储层预测[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(2): 214-221.
- Qin Yanqun, Deng Hongwen, Hou Xiulin, et al. High resolution sequence stratigraphy and reservoir prediction of northern Wuerxun Sag, the Hailaer Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(2): 214-221.
- [8] 孙国听, 陈均亮, 张明学. 乌尔逊凹陷大磨拐河组油气成藏机制[J]. 断块油气田, 2011, 18(6): 696-700.
- Sun Guoxin, Chen Junliang, Zhang Mingxue. Hydrocarbon accumulation mechanism of Damoguaihe Formation in Wuerxun Depression[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2011, 18(6): 696-700.
- [9] 付广, 黄劲松, 康德江, 等. 源断裂在油气成藏与分布中的作用研究——以贝尔凹陷布达特群潜山为例[J]. 石油物探, 2006, 45(5): 459-463.
- Fu Guang, Huang Jinsong, Kang Dejiang, et al. Influence of source faults of Budate group in Beier depression on hydrocarbon accumulation and distribution[J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2006, 45(5): 459-463.
- [10] 马中振, 庞雄奇, 王洪武, 等. 海拉尔盆地乌尔逊-贝尔凹陷断层控藏作用[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2009, 31(6): 27-31, 205.
- Ma Zhongzhen, Pang Xiongqi, Wang Hongwu, et al. Study on fault controlling hydrocarbon accumulation in Wuerxun-Beier Sag, Hailaer Basin[J]. Journal of Southwest Petroleum University(Science & Technology Edition), 2009, 31(6): 27-31, 205.
- [11] 付广, 王国民, 王有功. 贝尔凹陷布达特群垂直裂缝垂向封闭性演化特征[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2007, 37(5): 913-918.
- Fu Guang, Kang Dejiang. Hydrocarbon accumulating model and forecasting of favorable prospecting areas in buried hill of Budate Group, Beier Sag[J]. Petroleum Exploration and Development, 2007, 37(5): 913-918.
- [12] 付广, 王有功, 黄劲松. 倾斜裂缝垂向封闭性演化特征研究——以海拉尔盆地贝尔凹陷布达特群为例[J]. 地质科学, 2008, 43(1): 23-33.
- Fu Guang, Wang Yougong, Huang Jinsong. Study on Evolutional features of vertical seal of dip fractures—A case study from the Budate Group in the Buir Sag, Hailaer Basin[J]. Chinese Journal of Geology, 2008, 43(1): 23-33.
- [13] 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层识别方法[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(4): 593-600.
- Zhang Jinhai, Jiang Hongfu, Zhang Dinan, 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.
- [14] 康德江, 付广, 吕延防. 贝尔凹陷南一段泥岩盖层和对成藏的控制作用[J]. 海洋石油, 2006, 26(1): 34-38.
- Kang Dejiang, Fu Guang, Lv Yangfang. Evaluation on mudstone caprock in Nantun Formation and its effect on oil accumulation in Beier rift-subsidence basin[J]. Offshore Oil, 2006, 26(1): 34-38.
- [15] 周文, 刘文碧, 程光瑛, 等. 海拉尔盆地乌尔逊-贝尔断陷泥岩类盖层破裂作用研究[J]. 天然气工业, 1996, 16(3): 20-23, 12.
- Zhou Wen, Liu Wenbi, Cheng Guangying, et al. Researches on fracturing actions of mudstone caprocks in Wuerxun and Beier Fault Depressions in Hailaer Basin[J]. Natural Gas Industry, 1996, 16(3): 20-23, 12.
- [16] 霍秋立, 汪振英, 李敏, 等. 海拉尔盆地贝尔凹陷油源及油气运移研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(3): 377-383.
- Huo Qiuli, Wang Zhenying, Li Min, et al. Study on the source and migration of oil and gases in the Beier Depression in the Hailaer Basin[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2006, 36(3): 377-383.
- [17] 王伟明, 卢双舫, 曹瑞成, 等. 海拉尔盆地乌东斜坡带优质烃源岩识别及油气运聚特征再认识[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(5): 692-697.
- Wang Weiming, Lu Shuangfang, Cao Ruicheng, et al. High quality hydrocarbon source rock identification and hydrocarbon migration and accumulation characteristics in the Wudong slope zone of the Hailaer Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(5): 692-697.
- [18] 付晓飞, 胡春明, 李景伟. 贝尔凹陷布达特群潜山演化及含油气性[J]. 石油学报, 2008, 29(3): 356-362.

(下转第423页)

- [4] 陈玲,马昌前,凌文黎,等. 中国南方存在印支期的油气藏—Re-Os 同位素体系的制约[J]. 地质科技情报, 2010, 29(2):95-99.
Chen Linga, Ma Changqian, Lin Wenli, et al. Indosinian hydrocarbon accumulation in South China: A Re-Os isotope constrain [J]. Geological Science and Technology Information, 2010, 29(2):95-99.
- [5] 刘德汉,史继扬. 高演化碳酸盐烃源岩非常规评价方法探讨[J]. 石油勘探与开发, 1994, 21(3):113-115.
Liu Dehan, Shi Jiyang. Unconventional evaluation method of carbonate source rocks with high maturity [J]. Petroleum Exploration and Development, 1994, 21(3):113-115.
- [6] 张渠,腾格尔,张志荣,等. 凯里-麻江地区油苗与固体沥青的油源分析[J]. 地质学报, 2007, 81(8):1118-1124.
Zhang Qu, Teng Ge'er, Zhang Zhirong, et al. Oil source of oil seepage and solid bitumen in the Kaili-Majiang area [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(8):1118-1124.
- [7] Hogg A J C, Hamilton P J, Macintyre R M. Mapping diagenetic fluid flow within a reservoir: K-Ar dating in the Alwyn area (U K North Sea) [J]. Marine and Petroleum Geology, 1993, 10: 279-294.
- [8] 王飞宇,何萍,张水昌,等. 利用自生伊利石 K-Ar 定年分析烃类进入储集层的时间[J]. 地质论评, 1997, 43(5):540-546.
Wang Feiyu, He Ping, Zhang Shuichang, et al. Constraining the time of hydrocarbon emplacement into reservoir using authigenic illite dating [J]. Geological Review, 1997, 43(5):540-547.
- [9] 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):403-407.
Wang Feiyu, Jin Zhijun, Lu Xiuxian, et al. Timing of petroleum accumulation: theory and new methods [J]. Advance in Earth Sciences, 2002, 17(5):403-407.
- [10] 张有瑜,罗修泉. 油气储层自生伊利石 K-Ar 同位素年代学研究现状与展望[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2):231-236.
Zhang Youyu, Luo Xiuquan. K-Ar isotopic chronological study of authigenic illite in reservoirs [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2):231-236.
- [11] 林景晔,杨庆杰,尹大庆,等. 对成藏期定量分析中自生矿物定年的探讨[J]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(6):14-16.
Lin Jingye, Yang Qingjie, Yin Daqing, et al. Dating of authigenic mineral in quantitative analysis on reservoir formation time [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2005, 24(6):14-16.
- [12] 陈红汉. 油气成藏年代学研究进展[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(2):143-150.
Chen Honghan. Advances in geochronology of hydrocarbon accumulation [J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(2):143-150.

(编辑 董立)

(上接第416页)

- Fu Xiaofei, Hu Chunming, Li Jingwei. Evolution of buried hill and oil-gas bearing property in Budate Group of Beier Depression [J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(3):356-362.
- [19] 陈守田,刘招君,崔凤林,等. 海拉尔盆地含油气系统[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2002, 32(2):151-154.
Chen Shoutian, Liu Zhaojun, Cui Fenglin, et al. Oil-gas bearing system of Hailaer Basin [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2002, 32(2):151-154.
- [20] 刘志宏,万传彪,任延广,等. 海拉尔盆地乌尔逊-贝尔凹陷的地质特征及油气成藏规律[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(4):527-534.
Liu Zhihong, Wan Chuanbiao, Ren Yanguang, et al. Geological features and the rule of oil and gas accumulation of Urxun-Beier Depression in Hailaer Basin [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2006, 36(4):527-534.
- [21] 付广,康德江. 贝尔凹陷布达特群潜山油气成藏模式及有利区预测[J]. 石油地球物理勘探, 2007, 34(2):165-169.
Fu Guang, Kang Dejiang. Hydrocarbon accumulating model and forecasting of favorable prospecting areas in buried hill of Budate Group, Beier Sag [J]. Petroleum Exploration and Development, 2007, 34(2):165-169.
- [22] 付广,玄昌姬. 潜山油藏分布规律及其主控因素——以海拉尔盆地贝尔凹陷布达特群为例[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(6):6-9.
Fu Guang, Xuan Changji. Distribution and main control factors of buried hill reservoirs—taking Budate group of Beier Depression as an example [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2008, 15(6):6-9.
- [23] 康德江,庞雄奇,张云峰. 贝尔凹陷苏德尔特潜山储集性能及其主控因素[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(2):188-194.
Kang Dejiang, Pang Xiongqi, Zhang Yunfeng. Reservoir properties of Suderte buried hill and main controlling factors, Beir Sag, NE China [J]. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(2):188-194.
- [24] 魏建设,庞雄奇,卢进才,等. 乌尔逊-贝尔凹陷油气分布规律及其主控因素[J]. 天然气工业, 2008, 28(9):24-27, 132.
Wei Jianshe, Pang Xiongqi, Lu Jincai, et al. Distribution patterns of oil and gas and their major controlling factors in Wuexun and Beier Sags [J]. Natural Gas Industry, 2008, 28(9):24-27, 132.
- [25] 张吉光,彭苏萍,张宝玺,等. 乌尔逊-贝尔凹陷油气藏类型与勘探方法探讨[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(3):48-50.
Zhang Jiguang, Peng Suping, Zhang Baoxi, et al. The oil/gas reservoir types in Wuexun-Beier faulted-down depression and their exploration methods [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(3):48-50.

(编辑 董立)