

文章编号:1673-5005(2010)02-0019-05

网毯式成藏体系结构与油气成藏特征

刘桢颖¹, 徐怀民¹, 张健², 胡斌², 叶春², 张晓²

(1. 中国石油大学 资源与信息学院, 北京 102249; 2. 新疆油田 勘探开发研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:利用网毯式成藏体系的研究思路,对准噶尔盆地白垩系油气成藏规律进行分析,研究网毯式成藏体系结构与油气成藏的关系。结果表明:准噶尔盆地油气成藏体系可划分为毯状仓储层、油源通道网层和油气聚集网层3个层次,其中仓储层以岩性地层油气藏为主,聚集网层以构造油气藏为主;总体上油气分布呈沿层发散,顺断汇聚的特点;分布稳定、物性好、厚度大的仓储层和沟通仓储的断裂及不整合是准噶尔盆地网毯式成藏体系结构中油气成藏的主控因素。

关键词:准噶尔盆地;网毯式油气成藏体系;断裂;仓储层;油气成藏

中图分类号:TE 122.1 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1673-5005.2010.02.004

Configuration of fault-fracture mesh petroleum plays and oil-gas accumulation character

LIU Ya-ying¹, XU Huai-min¹, ZHANG Jian², HU Bin², YE Chun², ZHANG Xiao²

(1. School of Resource and Information Technology in China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
2. Exploration and Development Research Institute, Xinjiang Oilfield, Urumchi 830011, China)

Abstract: Using the fault-fracture mesh petroleum plays research method, the oil and gas reservoir forming rules in the Cretaceous of Junggar Basin were analyzed, and the relationship of fault-fracture mesh petroleum plays and oil-gas accumulation was researched. The results show that the petroleum accumulation system in Junggar Basin can be divided into three layers, including carpet type storage layer, meshwork layer of oil source passage and meshwork layer of oil and gas accumulation. In this configuration, lithologic stratigraphic oil and gas reservoir is the main reservoir type in storage layer, structural reservoir is the main reservoir type in meshwork layer of oil and gas accumulation. In generally, oil and gas distributed along the layer and accumulated and followed fault. The stable distribution, good physical properties, and a large thickness of the storage layer and fracture and unconformity which is connected with the storage layer are the main controlling factors for hydrocarbon accumulation in the configuration of fault-fracture mesh petroleum plays in Junggar Basin.

Key words: Junggar Basin; fault-fracture mesh petroleum plays; fracture; storage layer; oil-gas accumulation

张善文^[1]提出网毯式油气成藏体系的概念,开拓了隐蔽油气藏勘探的新思路,表明在不发育与烃源岩直接相接的油源断层的区域,仍然可以有油气聚集成藏。国内很多学者从成藏体系结构、油气运聚和动态平衡等方面进行了研究^[1-6],认为对仓储层内部岩相结构、形态、输导性和储集性的研究是网毯式成藏体系研究的关键,围绕仓储层开展工作,进而讨论其与油源断层的组合关系、在油气网毯式成藏

过程中所起的作用是网毯式成藏体系的研究思路^[2]。准噶尔盆地腹部陆南地区缺乏直接沟通深部油源的深大断裂,却在浅层呼图壁河组(K₁h)地层中油气聚集成藏。准噶尔盆地白垩系底砾岩储层物性好,分布广,具备仓储层的特征,但多见油气显示少成藏,油气仅输导过路。笔者拟借鉴网毯式油气成藏体系的研究思路,分析准噶尔盆地白垩系油气成藏体系结构以及油气藏的成藏和定位,为准噶

收稿日期:2009-11-08

基金项目:国家重大专项课题(2008ZX05001)

作者简介:刘桢颖(1978-),女(汉族),四川简阳人,博士研究生,主要从事油气田地质研究工作。

尔盆地浅层油气藏勘探开拓新的领域提供思路。

1 准噶尔盆地网毯式成藏体系结构

网毯式油气成藏体系是它源油气通过网毯式聚集形成的次生油气藏组合^[1]。网毯式成藏体系形成的前提是存在将下伏地层中的油气输送到仓储层的油源断裂网,并发育有分布稳定、物性好、厚度大的砂砾岩体作为仓储层^[7-8]。

准噶尔盆地白垩系自身生烃能力差,油气主要来源于成熟的二叠系烃源岩和二叠系、三叠系、侏罗系已形成的油气藏^[9-10]。白垩系地层内部除呼图壁河组(K₁h)和清水河组(K₁q)含砂丰富外,其他层段厚度大于10 m的砂层少见,不足以形成自生自储的大油气田。白垩系下伏地层具有沟通油源的断裂,底部发育可以作为毯状仓储层大面积分布的底砾岩层,内部发育沟通仓储层的次级断裂,具有网毯式成藏体系特征^[11-12]。网毯式成藏体系包含油源通道网层、仓储层和油气聚集网层3个部分(图1)。

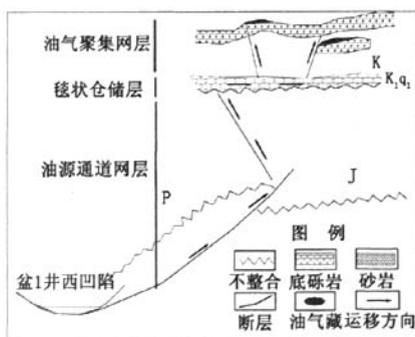


图1 盆地白垩系网毯式油气成藏体系结构示意图

Fig. 1 Sketch map about configuration of fault-fracture mesh petroleum plays of Cretaceous in basin

1.1 油源通道网层

油源通道网层是由断开白垩系下覆地层的断裂和不整合面组成的不规则网状结构,成藏作用是为白垩系提供油气。长期活动的油源断裂规模、活动期次及其与烃源岩的成烃期次匹配关系是白垩系油气源是否充足的关键。

组成油源通道网层的要素为断裂,其次为不整合面,再次为连通砂体。盆地主要发育4组断裂:①北东向断裂体系,主要分布于车排子及准东地区,断裂多断至白垩系下部,为燕山期末或更早就已成型的多期断裂,个别断裂喜山期有所活动,断至古近系;②北西向断裂体系,主要分布于盆地北部或北缘,以向南逆冲伴随右行走滑为主,并衍生出一些小

型北东向或近南北向的压扭或花状断裂;③近东西向断裂体系,主要分布在南缘,向北强烈逆冲,伴随走滑、拉分、拆离,结构十分复杂;④近南北向的压扭性断裂为主的断裂体系,主要分布于车排子地区。这些断裂都是以周缘山系隆升及向盆内逆冲而形成的,大部分断至白垩系或古近系,是白垩系成藏沟通下部油源的主要渠道。不整合主要包括石炭纪与二叠纪之间不整合,二叠纪早期与晚期之间不整合,三叠纪晚期与早、中侏罗世的不整合,中、晚侏罗世之间以及侏罗纪与白垩纪之间的区域性不整合,这些不整合为油气侧向运移的主要通道,在这些不整合面上发育的砂体对油气的运移也有促进作用。

1.2 毯状仓储层

毯状仓储层由白垩系底部发育的底砾岩层(K₁q₁)组成,具有分布范围大、储层连通性好的特点。成藏作用是存储二叠系—侏罗系幕式输导的油气,这些油气进入白垩系地层后并不稳定,一方面油气可沿连通性好的仓储层呈发散式运移,在适宜条件下在仓储层圈闭内成藏,另一方面油气可沿断裂呈汇聚运移方式进入上覆聚集网层形成构造、岩性和构造—岩性复合油气藏。

仓储层为河流、三角洲环境下形成的各类岩屑砂岩、长石质岩屑砂岩,分布广泛且岩性变化较大,盆缘以辫状河相砾岩、砂砾岩为主,腹部广大地区及北三台一带以三角洲相细砂岩、砂岩、粉砂岩为主,厚度为10~50 m,较东部济阳拗陷的仓储层厚度(平均251 m,最厚600 m)薄^[1]。腹部三个泉凸起及西北缘红山嘴一带较薄,厚度约为25 m,北三台、四棵树及北部边缘地层较厚,一般大于30 m。储层物性在区域上有差异。北部及近盆腹区底砾岩的储集性能要相对好些,平均孔隙度为15%,平均渗透率为 $51.16 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,多为中孔低渗—中孔中渗储集层;东部及西北缘地区储集物性差异大,孔隙度为3.57%~31%,渗透率为 $(0.01 \sim 800) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,从低孔低渗到中孔高渗的储集层都有。卡因迪克区储层物性略差,平均孔隙度为3.66%,渗透率为 $(0.1 \sim 60) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,为差—极差储层。

虽然较东部济阳拗陷仓储层发育厚度薄,储层物性差,但是准噶尔盆地白垩系底部广泛发育的不整合面与底砾岩储层相配合使得油气在仓储层中得以“成毯”和“溢散”(图2)。

白垩系底砾岩形成时期是构造活动相对活跃,含油气系统油气成藏的关键时期^[13],此时正值昌吉凹陷二叠系烃源岩生排烃时期,三叠系—侏罗系烃

源岩也逐步进入低熟—成熟演化时期^[14-16]。活跃的构造运动不仅是圈闭形成的重要因素,也是对前期已形成的油气藏进行改造,促使油气重新再分配的契机,同时生成许多浅层断裂并沟通油源。加之

白垩系底部风化作用有效改造了不整合面下储层的物性^[17-18],为油气输导提供便利,广泛发育的底砾岩为油气运聚提供空间,形成了良好的储运结构。

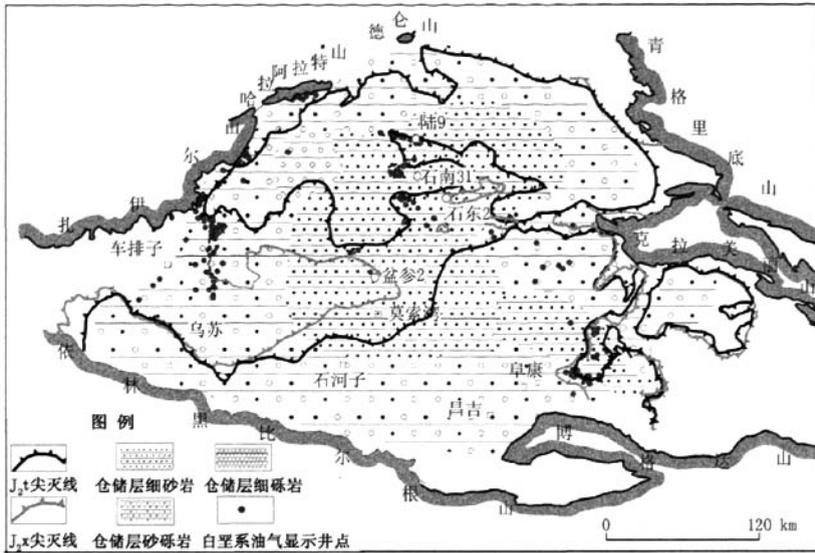


图2 仓储层底砾岩与不整合关系

Fig.2 Relation between storage layer basal conglomerate and unconformity

油气“成毯”是指油源网层的油气沿断裂、不整合面或连通砂体进入仓储层,在仓储层内汇聚形成油毯。油毯的“溢散”是指仓储层内的油气发生再次运移和聚集。一方面油气沿与油源沟通的断裂纵向输导进入仓储层,另一方面油气沿仓储层内高速公路侧向输导,输导距离取决于仓储层的性质和分布。例如车—莫低凸起带仓储层聚集来自盆1井西凹陷二叠系的油气,在石西凸起带的底砾岩层(K₁q₁)见多井油气显示,油气沿着不整合面在仓储层中成毯溢散,在缺乏油源断裂的石南31井区形成岩性油气藏,该区底砾岩层厚度大,物性好;在发育浅层断裂的石东2井区形成低幅构造油气藏,该区砂砾岩层上部以中、粗砂岩为主,为高孔高渗的好储层,中下部以细砂岩为主,为中孔低渗的中等储层(图3)。

1.3 油气聚集网层

油气聚集网层由白垩系内部断裂和湖侵、高水位期形成的透镜状或树枝状砂砾岩体组成,发育在清水河组上部(K₁q₂-K₁q₆)以及呼图壁河组(K₁h)和连木沁组(K₁l),主要功能是汇聚来自于输导层中的油气形成各类油气藏。成藏规模及分布取决于圈闭规模及断裂与岩相的组合关系。

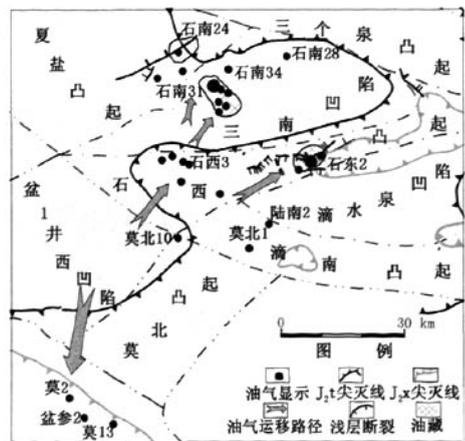


图3 车-莫低凸起带仓储层油气运聚模式

Fig.3 Model about petroleum migration and accumulation of storage layer in Che-Mo low uplift area

聚集网层储集体是一套三角洲和湖泊相沉积,以褐色、灰色细砂岩为主,储层总体厚度大,单层砂体较薄、层数多、横向变化快,有利于形成岩性油气藏。例如车64井位于红-车断裂下盘的沙门子鼻隆上,发育多期的三角洲水下分支河道砂体叠合,聚集周围断裂输送的油气形成岩性油气藏。

发育在白垩系地层中,由差异性升降造成的各类中小型的张性断裂对于油气在聚集网层中成藏起到了重要的作用,这类断裂多分布于车排子、陆梁、白家海、沙丘河至北三台等古隆起发育地区。例如陆梁隆起三个泉凸起背斜带上的陆9井区,呼图壁河组(K₁h)构造为简单的近东西向短轴背斜,在背斜东倾末端发育一条陆113井正断裂,断距为15~20 m,断开层位为侏罗系和白垩系清水河组,沿该断层运聚来的油气在三角洲水下分支河道砂体中聚集,被周围的滨浅湖相泥岩封堵形成砂岩透镜体岩性油气藏。

2 油气成藏特征

2.1 与仓储层有关的油气成藏

油气藏沿不整合面在仓储层分布有5种类型:①油气在仓储层顶部的微构造砂岩体中聚集,砂岩体上部被泥岩封堵,形成低幅构造型油气藏;②位于油源断裂附近,仓储层内断裂和岩性上倾尖灭组合,油气沿断裂侧向充注聚集成断块型和断块-岩性型油气藏;③位于斜坡和古凸起之上,地层因超覆而终止,储层上倾方向尖灭被上覆泥岩地层遮挡或物性变差或沥青封堵,形成地层超覆型油气藏;④底砾岩之下的淋滤带和风化或半风化黏土层构成储盖组合,油气汇聚在高渗淋滤带内,沿不整合面侧向充注,被风化黏土层封闭,聚集成不整合遮挡型油气藏^[18];⑤由仓储层内储层非均质性差异形成的局部遮挡岩性油气藏(图4)。

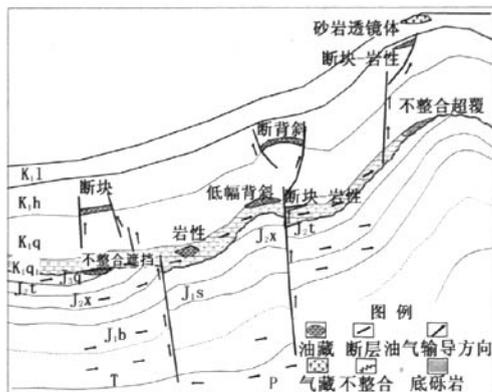


图4 仓储层-聚集层内油气成藏组合

Fig.4 Oil-gas reservoir forming assemblage in storage layer and meshwork layer

2.2 与聚集层内有关的油气成藏

在白垩系聚集网层中,主要有4种类型油气藏:低幅背斜型、断块型、断块-岩性型和岩性型。除岩

性型为气藏之外,其他3类均为油藏(图4)。

2.3 油气分布规律

油气藏的分布与圈闭和油气运移通道及指向密切相关。陆南断裂带、基南断裂带、红车断裂带、帐北断裂带是重要的油气富集带,在断裂带及相邻斜坡带,既发育断块型油气藏,又发育地层超覆不整合型油气藏和背斜型油气藏。油气藏在纵向上主要分布在不整合面附近的储层中,且储层多为河流和三角洲沉积成因砂体,说明油气藏除受断裂控制外,还受岩相和不整合面的影响。油气分布还具有明显的区带性:车莫低凸起以低幅背斜油气藏为主,具有多套出油层位,油气来源主要是邻近的盆1井西凹陷和东道海子北凹陷;西北缘以断块、地层型油气藏为主,与断裂相伴生,储层较为单一;东部以背斜、断块油气藏为主,辅以地层超覆不整合油气藏,储层以白垩系底部砂砾岩为主,油气主要源于阜康凹陷。

总体而言,目前准噶尔盆地白垩系已知油气分布总体呈现沿层发散(底砾岩层、不整合面)、顺断汇聚(白垩系内断裂)的特点,油气主要富集层位在呼图壁河组和清水河组地层中,主要富集区带为各斜坡中部,其中陆梁坡折区油气最富集。

3 结论

(1)准噶尔盆地网毯式油气成藏体系由下部油源通道网层(由白垩系下覆地层的断裂和不整合面构成不规则网状结构)、中部毯状仓储层(白垩系底砾岩层和不整合面)和上部油气聚集网层(白垩系内部断裂和连通砂体构成的不规则网状结构)组成。其中毯状仓储层分布稳定,主要为河流和三角洲沉积成因砂体,储层物性好,油源通道网层断裂发育。

(2)广泛分布、发育稳定的仓储层和沟通仓储层的断裂及不整合是准噶尔盆地网毯式成藏体系油气成藏的主控因素。

(3)仓储层以岩性地层油气藏为主,兼有断块、断块-岩性等构造油气藏。聚集网层以构造油气藏为主。油气分布总体呈现沿层发散(底砾岩层、不整合面)、顺断汇聚(白垩系内断裂)的特点。

参考文献:

- [1] 张善文,王永诗,石砥石,等.网毯式油气成藏体系——以济阳拗陷新近系为例[J].石油勘探与开发,2003,30(1):1-10.

ZHANG Shan-wen, WANG Yong-shi, SHI Di-shi, et al.

- Meshwork-carpet type oil and gas pool-forming system-taking Neogene of Jiyang depression as example[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2003, 30(1): 1-10.
- [2] 张善文,王永诗,石砥石. 网毯式油气成藏体系——以济阳拗陷新近系为例[M]. 东营:中国石油大学出版社,2008.
- [3] 胡贤根,姜素华,高平. 东营凹陷网毯式成藏体系结构研究[J]. *石油地球物理勘探*, 2005, 40(4): 478-481. HU Xian-gen, JIANG Su-hua, GAO Ping. Structural study of meshwork and carpet-like oil-gas-reservoir-forming system in Dongying[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2005, 40(4): 478-481.
- [4] 石砥石. 济阳拗陷太平油田网毯式油气成藏体系研究[J]. *成都理工大学学报:自然科学版*, 2005, 32(6): 592-596. SHI Di-shi. Study of the meshwork-carpet type oil and gas accumulation system in the Taiping oil field, Jiyang depression, China[J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 2005, 32(6): 592-596.
- [5] 姜素华,查明,张善文. 网毯式油气成藏体系的动态平衡研究[J]. *石油大学学报:自然科学版*, 2004, 28(4): 16-20. JIANG Su-hua, ZHA Ming, ZHANG Shan-wen. Dynamic balance analysis of meshwork-carpet type oil and gas pool-forming system[J]. *Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science)*, 2004, 28(4): 16-20.
- [6] 张善文,王永诗,彭传圣,等. 网毯式油气成藏体系在勘探中的应用[J]. *石油学报*, 2008, 29(6): 792-796. ZHANG Shan-wen, WANG Yong-shi, PENG Chuan-sheng, et al. Application of fault-fracture mesh petroleum plays in exploration[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2008, 29(6): 792-796.
- [7] 姜素华,李涛,姜雨. 东营凹陷网毯式油气成藏体系油气运聚探讨[J]. *中国石油大学学报:自然科学版*, 2007, 31(5): 12-17. JIANG Su-hua, LI Tao, JIANG Yu. Discussion on petroleum migrating and accumulating of meshwork-carpet type oil and gas pool-forming system in Dongying depression[J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Nature Science)*, 2007, 31(5): 12-17.
- [8] 姜素华,张善文,王永诗,等. 网毯式油气成藏体系的仓储层定量评价探讨——以东营凹陷为例[J]. *油气地质与采收率*, 2004, 11(3): 22-24. JIANG Su-hua, ZHANG Shan-wen, WANG Yong-shi, et al. Discussion of quantitative evaluation on the storage layer in meshwork carpet type oil gas pool forming system—taking Dongying sag as example[J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2004, 11(3): 22-24.
- [9] 张立平,王社教,瞿辉. 准噶尔盆地原油地球化学特征与油源讨论[J]. *勘探家*, 2000, 5(3): 30-35. ZHANG Li-ping, WANG She-jiao, QU Hui. Geochemistry of crude oil and oil-source analysis of Junggar Basin[J]. *Petroleum Explorationist*, 2000, 5(3): 30-35.
- [10] 魏东涛,贾东,赵应成,等. 准噶尔盆地南缘白垩系原油成藏特征[J]. *地质论评*, 2008, 54(3): 399-408. WEI Dong-tao, JIA Dong, ZHAO Ying-cheng, et al. The formation of cretaceous source derived oils in the Southern Junggar Basin, NW China[J]. *Geology Review*, 2008, 54(3): 399-408.
- [11] 曲国胜,马宗晋,张宁,等. 准噶尔盆地及周缘断裂构造特征[J]. *新疆石油地质*, 2008, 29(3): 290-295. QU Guo-sheng, MA Zong-jin, ZHANG Ning, et al. Fault structure in and around Junggar Basin[J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2008, 29(3): 290-295.
- [12] 谭明友,张云银,宋传春,等. 准噶尔盆地油气幕式成藏规律探讨[J]. *石油勘探与开发*, 2004, 31(1): 28-31. TAN Ming-you, ZHANG Yun-yin, SONG Chuan-chun, et al. Episodic reservoir-formation rules in the Junggar Basin, Northwest China[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2004, 31(1): 28-31.
- [13] 方世虎,宋岩,贾承造,等. 准噶尔盆地白垩系底砾岩与油气成藏的关系[J]. *天然气工业*, 2006, 26(5): 13-16. FANG Shi-hu, SONG Yan, JIA Cheng-zao, et al. Relationship between Cretaceous basal conglomerate and oil/gas reservoiring in the Junggar Basin[J]. *Natural Gas Industry*, 2006, 26(5): 13-16.
- [14] 张义杰,柳广弟. 准噶尔盆地复合油气系统特征、演化与油气勘探方向[J]. *石油勘探与开发*, 2002, 29(1): 36-39. ZHANG Yi-jie, LIU Guang-di. Characteristics and evolution of composite petroleum systems and the exploration strategy in Juggar Basin, Northwest China[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2002, 29(1): 36-39.
- [15] 宋岩,王喜双,房德权. 准噶尔盆地含油气系统的形成与演化[J]. *石油学报*, 2000, 21(4): 20-25. SONG Yan, WANG Xi-shuang, FANG De-quan. The formation and development of petroleum systems in Junggar Basin[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2000, 21(4): 20-25.

(下转第30页)

- and Development, 1994, 21(2):1-6.
- [11] GHISETTI F, VEZZANI L. Detachments and normal faulting in the Marche fold-and-thrust belt (central Apennines, Italy); inferences on fluid migration paths [J]. *Journal of Geodynamics*, 2000, 29(3/5):345-369.
- [12] NIE Fengjun, LI Sitian, WANG Hua, et al. Lateral migration pathways of petroleum in the Zhu III subbasin, pearl river mouth basin, South China Sea [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2001, 18(5):561-575.
- [13] 姜素华, 李涛, 姜雨. 东营凹陷网毯式油气成藏体系油气运聚探讨 [J]. *中国石油大学学报:自然科学版*, 2007, 31(5):12-17.
- JIANG Su-hua, LI Tao, JIANG Yu. Discussion on petroleum migrating and accumulating of meshwork-carpet type oil and gas pool-forming system in Dongying depression [J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Natural Science)*, 2007, 31(5):12-17.
- [14] 郝芳, 邹华耀, 姜建群. 油气成藏动力学及其研究进展 [J]. *地学前缘*, 2000, 7(3):11-21.
- HAO Fang, ZOU Hua-yao, JIANG Jian-qun. Dynamics of petroleum accumulation and its advances [J]. *Earth Science Frontier*, 2000, 7(3):11-21.
- [15] 刘华, 蒋有录, 陈涛. 东营凹陷辛东地区有效输导体系及成藏模式 [J]. *中国石油大学学报:自然科学版*, 2008, 32(4):13-18.
- LIU Hua, JIANG You-lu, CHEN Tao. Effective migration pathways and pool-forming model of Xindong area in Dongying depression [J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Natural Science)*, 2008, 32(4):13-18.
- [16] 罗群, 庞雄奇, 姜振学. 一种有效追踪油气运移轨迹的新方法——断面优势运移通道的提出及其应用 [J]. *地质论评*, 2005, 51(2):156-162.
- LUO Qun, PANG Xiong-qi, JIANG Zhen-xue. A new method for effective trace petroleum migration path—concept of fault section dominant migrating channel and its application [J]. *Geological Review*, 2005, 51(2):156-162.
- [17] 付广, 付晓飞, 吕延防. 盖层对油气聚集的控制作用 [J]. *天然气地球科学*, 1999, 10(5):17-22.
- FU Guang, FU Xiao-fei, LÜ Yan-fang. The controlling of caprock on accumulation of oil and gas [J]. *Natural Gas Geoscience*, 1999, 10(5):17-22.
- [18] 付晓飞, 刘小波, 宋岩, 等. 中国中西部前陆冲断带盖层品质与油气成藏 [J]. *地质论评*, 2008, 54(1):82-93.
- FU Xiao-fei, LIU Xiao-bo, SONG Yan, et al. Caprock quality and hydrocarbon accumulation in the basin of foreland thrust belts in central and western China [J]. *Geological Review*, 2008, 54(1):82-93.
- [19] 吕延防, 付广, 高大岭, 等. 油气藏封盖研究 [M]. 北京:石油工业出版社, 1996:55-123.
- [20] 付广, 许凤鸣. 盖层厚度对封闭能力控制作用分析 [J]. *天然气地球科学*, 2003, 14(3):186-190.
- FU Guang, XU Feng-ming. Quantitative research on controlling of thickness to seal abilities of caprock [J]. *Natural Gas Geoscience*, 2003, 14(3):186-190.

(编辑 徐会永)

(上接第23页)

- [16] 薄冬梅, 姜林, 曲江秀. 准噶尔盆地莫索湾地区原油运移研究 [J]. *中国石油大学学报:自然科学版*, 2007, 31(4):18-23.
- BO Dong-mei, JIANG Lin, QU Jiang-xiu. Study on oil migration in Mosuwan area of Junggar Basin [J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Nature Science)*, 2007, 31(4):18-23.
- [17] 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 Deng-fa. Structure of unconformity and its control on hydrocarbon accumulation [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2007, 34(2):142-149.
- [18] 洪太元, 蔡希源, 何治亮, 等. 准噶尔盆地腹部白垩系底部不整合的控油作用 [J]. *新疆地质*, 2007, 25(1):87-91.
- HONG Tai-yuan, CAI Xi-yuan, HE Zhi-liang, et al. Effect of Cretaceous bottom unconformity on controlling on oil in the blackland of Junggar Basin [J]. *Xinjiang Geology*, 2007, 25(1):87-91.

(编辑 徐会永)