

鄂尔多斯盆地杭锦旗地区不整合结构类型及运移特征

孙晓¹, 李良¹, 丁超²

[1. 中国石化 华北油气分公司 勘探开发研究院, 河南 郑州 450006;

2. 中国石油大学(北京) 地球科学学院, 北京 102249]

摘要:杭锦旗地区地处鄂尔多斯盆地北部边缘,存在上古生界-下古生界、上古生界-元古生界、上古生界-太古界3个不整合面。根据已钻井测井响应特征以及岩心观察和岩屑录井资料,对研究区不整合空间结构特征进行了详细研究,同时结合不整合面上下岩性结构的输导作用以及气藏分布等因素,分析了不整合结构类型的运移特征,指出了优势运移通道的分布区域。研究表明,杭锦旗地区存在9种不整合结构类型:砂-泥-砂、砂-泥-灰、砂-泥-变、砂-变、砂-灰、泥-泥-砂、泥-泥-灰、泥-泥-变和砂-泥-泥结构类型。同时存在3种运移通道类型:双运移通道Ⅰ型、单运移通道Ⅱ₁型和单运移通道Ⅱ₂型。双运移通道Ⅰ型是优势运移通道,主要分布在3个区域:最大区域位于中东部,其目标圈闭是断裂南侧的十里加汗东圈闭以及断裂北侧的什股壕圈闭,其次是位于西部的新召东圈闭,东部阿镇圈闭面积最小;十里加汗西圈闭双运移通道相对不发育,有利于天然气就近富集成藏。

关键词:运移通道类型;不整合结构类型;杭锦旗地区;鄂尔多斯盆地

中图分类号:TE121.2

文献标识码:A

Unconformity structure types and hydrocarbon migration characteristics in Hangjinqi area of Ordos Basin

Sun Xiao¹, Li Liang¹, Ding Chao²

[1. Exploration and Development Research Institute, SINOPEC North China Company, Zhengzhou, Henan 450006, China;

2. College of Geosciences, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, China]

Abstract: Hangjinqi Block is located in northern Ordos Basin and has three unconformities including the Upper Paleozoic-Lower Paleozoic, Upper Paleozoic-Paleozoic and Upper Paleozoic-Archean. Logging data, core data and cutting logging data were integrated to study the characteristics of unconformity space structure in detail. In addition, hydrocarbon migration characteristics of various types of unconformity structure were also analyzed in combination with the carriers above and below the conformities and distribution of gas reservoir. It also figured out the distribution area of advantageous migration pathways. The research shows that there are nine unconformity configuration types in Hangjinqi Block, namely sand-mud-sand, sand-mud-limestone, sand-mud-metamorphic rock, sand-metamorphic rock, sand-limestone, mud-mud-sand, mud-mud-limestone, mud-mud-metamorphic rock and sand-mud-mud. And there are three kinds of migration pathways, namely double migration pathway I-type, single migration pathway II₁-type and single migration pathway II₂-type, among which the double migration pathway I-type is the primary pathway and is mainly distributed in three areas. The largest area is in the central-eastern part of the block, and its target traps are Shilijiahan in the south of fault and ShiguohaoYin in the north of fault. And the second area lies in the western block and its target trap is Xinzhaohao. The smallest area lies in the eastern block and its target trap is Azhen. Double migration pathway is poorly developed in Shilijiahan trap and is favorable for the in-situ enrichment and accumulation of gas.

Key words: migration pathway type, unconformity structure type, Hangjinqi area, Ordos Basin

杭锦旗地区位于鄂尔多斯盆地北部,横跨伊盟隆起、伊陕斜坡、天环向斜3个一级构造单元,泊尔江海

子-三眼井断裂系统贯穿杭锦旗地区东西部(图1),勘探已证实发育大型气田。古生代以来基本处于隆起

收稿日期:2015-12-20;修订日期:2016-02-20。

第一作者简介:孙晓(1980—)男,硕士、工程师,天然气勘探。E-mail:sunxiao0377@163.com。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05002-001);中国石化科技部项目(P13109)。

状态,构造面貌总体呈北部高南部低,基底主要由太古界至元古界变质岩、泥岩和砂岩组成,晚古生代沉积前,杭锦旗地区一直属于基岩隆起区。至晚石炭世沉积以来,上古生界以不同层位由南向北超覆于太古界-元古界基底之上,先后沉积了石炭系太原组、二叠系山西组、上石盒子组、下石盒子组及石千峰组,形成不同时期的超覆不整合。

受构造格局影响,杭锦旗地区不整合面呈现出北高南低特点。生烃高峰时,西部、南部为高气势区,北部为低气势区,南部的石炭系-二叠系煤系烃源岩在中晚侏罗世一早白垩世开始大量生气后,天然气沿不整合面向北运移,在不同层位的圈闭聚集成藏。泊尔江海子断裂以北烃源岩较差,但发现多个气藏富集区,证实气源主要来自于断裂以南,存在天然气的侧向运移,不整合面构成一个重要的天然气运移通道,为油气侧向运移提供了有利输导路径。

近年来,一些研究者通过露头、钻井和地震剖面对不整合进行刻画,同时对不整合面上、下地层的接触关系如超、削关系^[1-4]及不整合面的形态和形成机制进行识别,进而划分不整合面及其结构类型^[5]。张其林2005年在对断陷盆地不整合类型、地球物理特征和多种类型不整合油藏分析的基础上,阐述了不整合的组成及其对油气运移和封堵的作用^[6]。准噶尔盆地不整合面上、下富集大部分油气藏,表明不整合对于油气运

移聚集的重要性^[7]。研究表明,不整合垂向结构及岩性特征、叠置程度和发育规模等决定了不整合的输导有效性^[8]。

目前,针对杭锦旗地区不整合面研究较少,对于其作为油气运移通道和聚集场所的研究,尤其是作为油气运移通道的研究较少,尚不清楚该地区不整合输导油气的机理,输导效率影响因素,制约了不整合在油气运移研究中所起作用的认识。笔者通过已钻井的测井响应特征以及岩心观察和岩屑录井资料,从微观角度对研究区不整合空间结构特征进行了详细研究。同时结合不整合面上、下岩性结构的输导作用以及气藏的分布等因素,分析了不整合结构类型的运移特征。指出了优势运移通道的分布区域,对于推动该地区勘探开发工作具有重要意义。

1 不整合面输导体特征

1.1 不整合面分布特征

杭锦旗地区不整合面主要表现为上古生界底面与奥陶系或前古生界顶面接触,存在上古生界-下古生界、上古生界-元古生界、上古生界-太古界3个不整合面。受古地形影响,不同区域的不整合面的上、下地层层系并不相同。上覆地层的超覆区由东南向西北呈带状分布,由南向北,在不同层系之间的不整合面的间

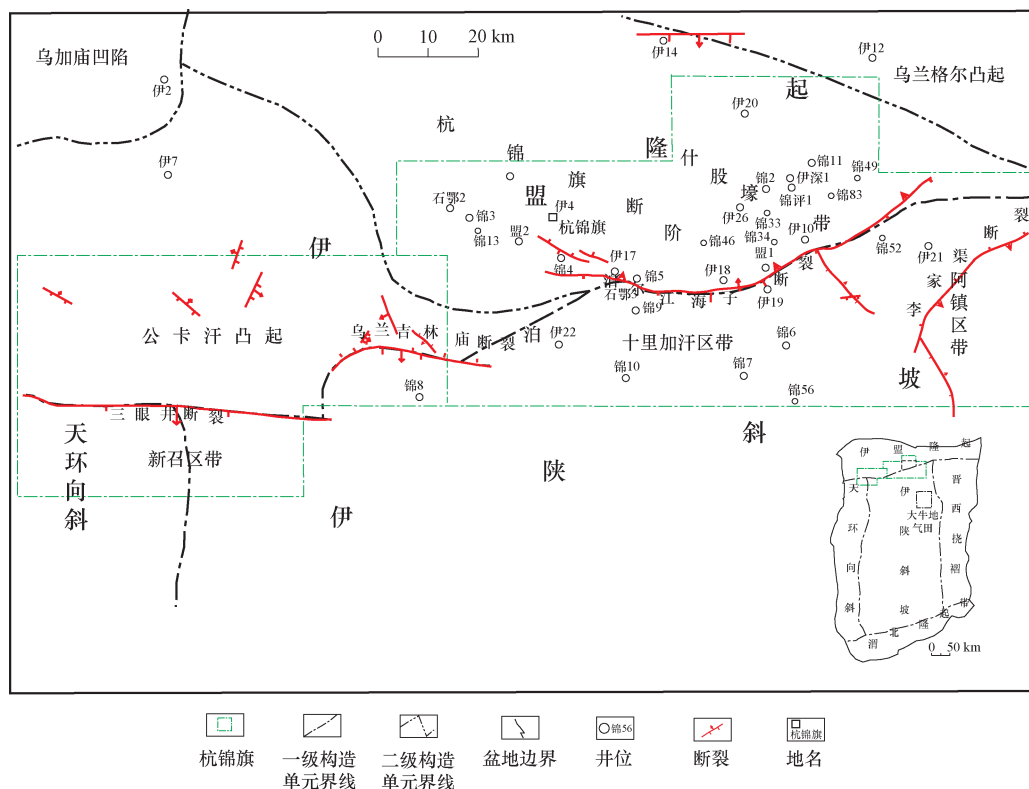


图1 杭锦旗地区位置及构造背景简图

Fig. 1 The location and structural background of Hangjinqi Block

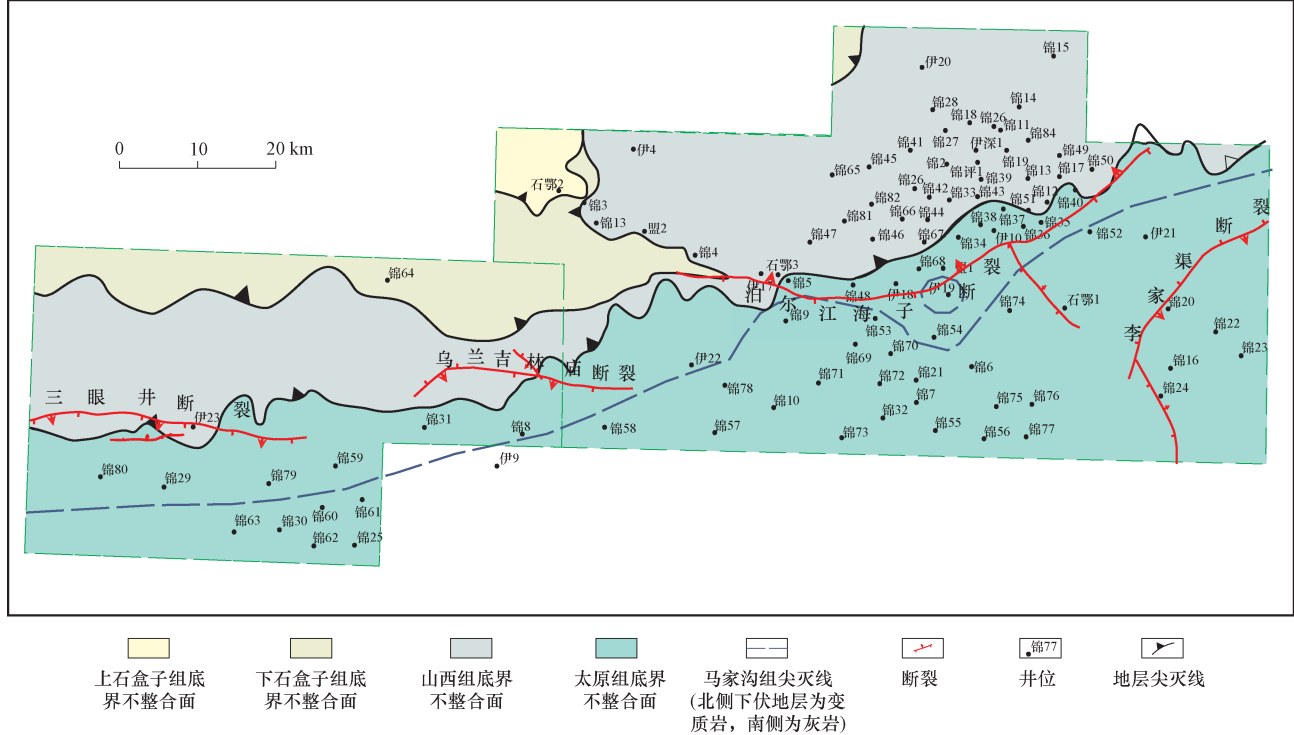


图 2 杭锦旗地区上古生界底面超覆不整合面分布

Fig. 2 Distribution of the overlap unconformity of the Upper Paleozoic bottom in Hangjinqi area

隔时间逐渐变长。其中太原组的尖灭线基本沿三眼井断裂、乌兰吉林庙断裂和泊尔江海子断裂一线展布。什股壕构造和伊 22 井区缺失元古界。寒武系 - 奥陶系和太原组的缺失线走向近一致,但前者略偏南,在伊 19 井附近有风化残余的灰岩显示,山西组在浩绕召地区附近缺失。因此,在断裂南侧发育太原组与奥陶系之间的不整合面,在断裂以北,主要发育山西组与元古界之间的不整合面,什股壕地区发育山西组与太古界不整合面,而在浩绕召地区,发育下石盒子组与中元古界的不整合面(图 2)。

1.2 不整合结构特征

不整合是由不整合面及其上、下岩石等 3 部分组成,在空间上具有 3 层结构^[9-11](图 3):不整合面之上岩石、风化粘土层及半风化岩石。每层结构发育着不同的岩石类型及各自的特征,其形成主要与沉积间断时间、母岩的特征(物理性质、化学性质和矿物组成)、古气候、古地貌以及后期保存条件等有关。

1.2.1 不整合面之上岩石

不整合面之上岩石可以分为底砾岩和砂岩两种。底砾岩粒度较粗,分选磨圆较差、分布连续、孔渗性好,为“畅通型”残积层,是油气运移的良好通道,主要分布在杭锦旗地区下石盒子组底部心滩砂体。砂岩主要分布于山西组分流河道砂体和太原组障壁砂坝砂体,分选、磨圆中等,连续性较差。

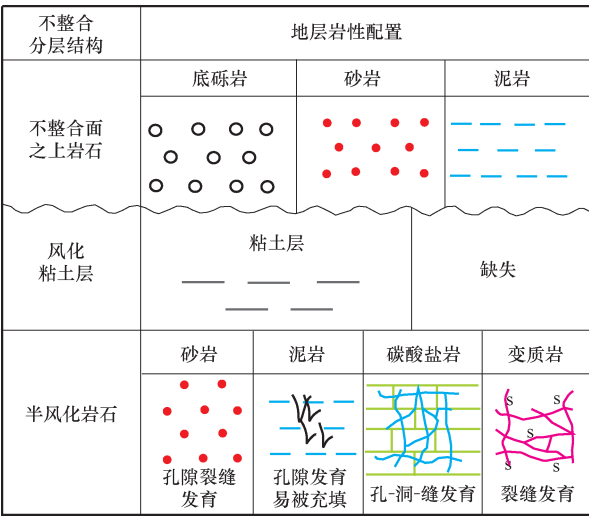


图 3 杭锦旗地区不整合纵向结构模式

Fig. 3 Vertical structural models of unconformity in Hangjinqi area

1.2.2 风化粘土层

风化粘土层位于不整合面之下,主要是指母岩在物理风化作用下形成的细粒残积物,是识别不整合的重要标志,主要分布在杭锦旗地区下石盒子组、山西组、太原组的底部以及中元古界顶部。由于受岩性、气候、暴露时间等多因素的影响,不同构造部位风化粘土层的发育程度不等,在局部地区可有缺失现象。

1.2.3 半风化岩层

杭锦旗地区半风化岩层的岩石类型主要有泥质

岩、碳酸盐岩、变质岩等,主要分布在太古界、中元古界、下古生界奥陶系风化壳。碳酸盐岩风化淋滤带较厚,发育垂直与近垂直针状溶孔、水平溶蚀的溶蚀孔洞层,砂质岩、变质岩分布区往往仅发育垂直淋滤带。半风化的砂质岩类次生孔隙、裂缝较发育,连通性较好,而泥质岩由于其低渗透性及强塑性等特征,风化带往往较薄,甚至不发育。

1.3 不整合测井特征

由于沉积作用形成的不整合造成地层缺失、风化粘土层和半风化岩石等,不整合面上下测井曲线具有异常响应特征,因此可以利用测井曲线在垂向上的异常变化进行不整合面的识别和确定^[10]。

根据钻井资料分析,不整合的3层结构各具其测井响应特征。①不整合面之上岩石:低自然伽马值、低中子孔隙度值、低声波时差值、自然电位高幅度负异常、高密度值和高电阻率值,深、浅侧向电阻率曲线呈“钟”形且出现明显的幅度差。②风化粘土层:低电阻率值、深浅电阻率曲线近“箱状”且无幅度差,具有低密度、高声波时差特征。③半风化岩层:其测井响应特征比较复杂,介于底砾岩和风化粘土层之间。

根据不整合面结构不同的测井响应特征,杭锦旗地区不整合面纵向可以识别出9种结构类型的测井响应特征(图4a—i)。

2 不整合内部结构分类

通过测井曲线组合对比,结合岩心观察和岩屑录井分析,杭锦旗地区不整合发育不整合面上覆岩层、风化粘土层和半风化岩石,可以将杭锦旗地区上古生界底面不整合纵向结构分为9种类型(图5)。

2.1 砂-灰型

上覆地层为太原组砂岩,下伏地层为马家沟组灰岩,仅在锦56井中见到,处于研究区的南部地区,风化粘土层的缺失原因并不确定(图5a)。

2.2 砂-泥-灰型

上覆地层为太原组砂岩,中间地层为风化粘土层,下伏地层为奥陶系碳酸盐岩。此种不整合结构比较典型,有19口井的测井曲线显示此种结构类型,几乎全部分布在太原组分布范围内。只有锦78井分布在山西组分布范围内,其分布界线与太原组尖灭线保持平行,即与断裂带走向保持平行,反映当时海进的方向,也能说明断裂对沉积作用的控制(图5b)。

2.3 泥-泥-灰型

上覆地层为太原组泥岩,中间地层为风化粘土层,下伏地层为奥陶系碳酸盐岩。该种结构类型只在锦9井、锦52井等6口井中见到,并且均处于太原组分布范围内,处于东部地区,其类型与砂-灰型相似,形成原因主要是太原组砂岩在平面上分布不均衡造成的(图5c)。

2.4 砂-变型

上覆地层为太原组或下石盒子组砂岩,下伏地层为太古界花岗片麻岩。此类结构在研究区分布较少,仅在锦15井、锦34井和锦81井3口井中显示,3口井的分布均在泊尔江海子断裂的北部地区,锦15井离断裂较远,可能的原因是此类不整合形成时期,构造活动强烈,断裂处于强烈活动期,离断裂较近的部位,未形成风化粘土层便已开始接受沉积(图5d)。

2.5 砂-泥-变型

上覆地层为太原组、山西组砂岩或砂泥互层,中间地层为风化粘土层,下伏地层为太古界杂色花岗片麻岩或中元古界浅红、棕红色石英岩、变质岩。这种不整合结构分布在山西组分布范围内(11口井)主要集中在研究区的东北部地区,分布在太原组分布范围内(12口井),并且由东南向西北,下伏地层从中元古界变质岩变为太古界花岗片麻岩,其界线也与断裂带走向一致(图5e)。

2.6 泥-泥-变型

上覆地层为太原组和山西组的泥岩或煤,中间地层为风化粘土层,下伏地层为太古界花岗片麻岩或中元古界变质岩。此结构类型在研究区分布较少,仅在锦4井、锦8井、锦60井、锦64井、锦65井、锦80井和锦83井等7口井中见到,零星分布。其中,锦64井地处研究区西北部,紧邻下石盒子组分布范围,反映在下石盒子组沉积时,杭锦旗地区东部高西部低(图5f)。

2.7 砂-泥-砂型

上覆地层为太原组、山西组砂岩砂泥互层,中间地层为风化粘土层,下伏地层为中元古界砂岩。该种类型的不整合结构在全区分布较少,仅在7口井中见到,主要分布在杭锦旗中北部地区,不是该地区主要的不整合纵向结构类型(图5g)。

2.8 泥-泥-砂型

上覆地层为太原组、山西组或下石盒子组泥岩,

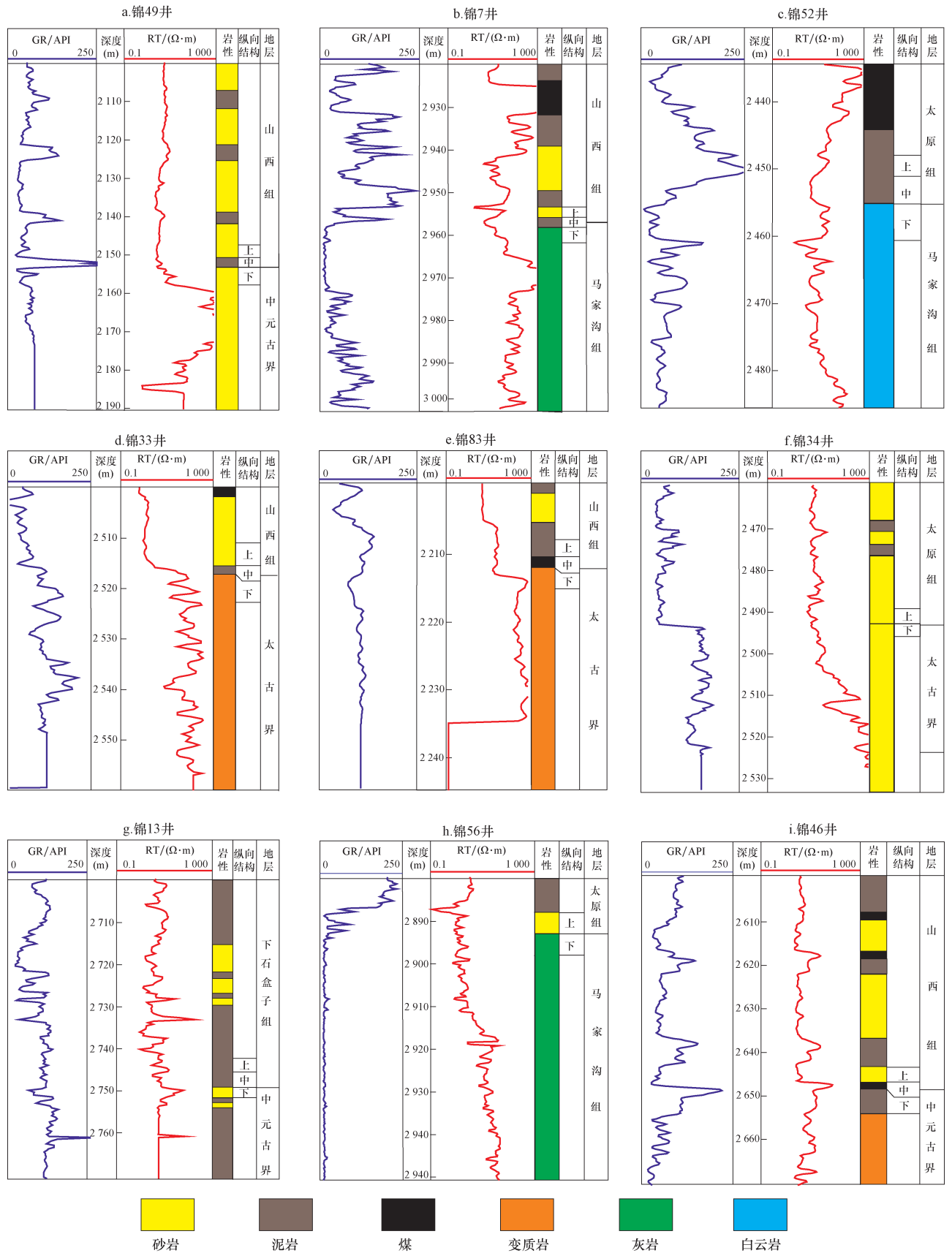


图4 杭锦旗地区不整合面纵向结构测井响应特征

Fig. 4 Logging response characteristics of vertical unconformity in Hangjinqi area

a. 砂-泥-砂型; b. 砂-泥-灰型; c. 泥-泥-灰型; d. 砂-泥-变型; e. 泥-泥-变型;
f. 砂-变型; g. 泥-泥-砂型; h. 砂-灰型; i. 砂-泥-泥型

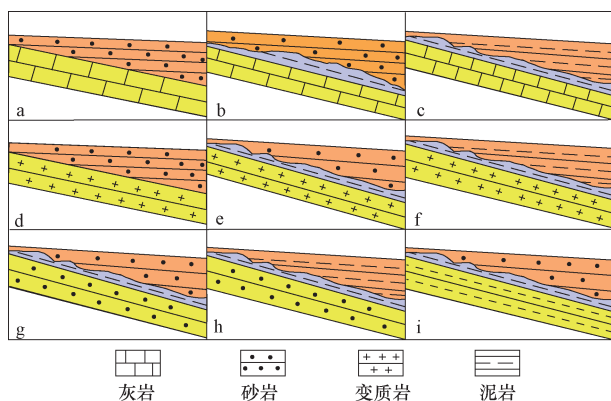


图5 杭锦旗地区不整合纵向结构类型

Fig. 5 Vertical unconformity structure types in Hangjinqi area

- a. 砂-灰型; b. 砂-泥-灰型; c. 泥-泥-灰型; d. 砂-变型;
e. 砂-泥-变型; f. 泥-泥-变型; g. 砂-泥-砂型;
h. 泥-泥-砂型; i. 砂-泥-泥型

中间地层为风化粘土层,下伏地层为中元古界或马家沟组砂岩,分布较少,仅在4口井中见到,分布零星,在3个层位中均有分布,与砂-泥-砂型类似,形成原因可能是沉积岩层在平面上的不均匀性导致(图5h)。

2.9 砂-泥-泥型

上覆地层为太原组或山西组砂岩,中间地层为风化粘土层,下伏地层为中元古界和马家沟组泥岩,仅在锦46井和锦69井中见到,下部的显示泥岩可能与不整合风化剥蚀的量有关(图5g)。

杭锦旗地区上古生界底面不整合纵向结构分为9

种类型(图6),其中,砂-泥-灰型和砂-泥-变型占了大多数,其余的类型仅在少数地区分布,不是该地区主要类型。可以看出,断裂系统控制地层的沉积与展布,进而影响不整合纵向结构类型分布,砂-泥-灰型主要分布在断裂南侧,砂-泥-变型主要分布在断裂的北部。

3 不整合运移通道类型

按油气运移通道类型进行分类^[12],综合考虑不整合面上下岩性配置关系、风化粘土层的发育情况以及气藏的分布等因素,以风化粘土层为界,宏观上,不整合可以形成以不整合面之上底砾岩和不整合面之下半风化岩石为主的两种高效运载层^[13-15],将不整合的空间结构分为双运移通道型(I型)、单运移通道型(II型)和封堵型(III型)3大类,单运移通道型(II型)又分为II₁型、II₂型和II₃型3个亚类。

根据不整合面上下岩性结构的输导作用,砂-变型和砂-灰型两种结构发育上、下两套高效运载层,更有利于油气输导运移,归为双运移通道型。由此,杭锦旗地区9种不整合内部结构可以分为3种通道类型:①双运移通道I型,包括砂-泥-砂、砂-泥-灰、砂-泥-变、砂-变和砂-灰5种结构类型;②单运移通道II₁型,包括泥-泥-砂、泥-泥-灰和泥-泥-变3种结构类型;③单运移通道II₂型,只有砂-泥-泥1种结构类型(图7)。

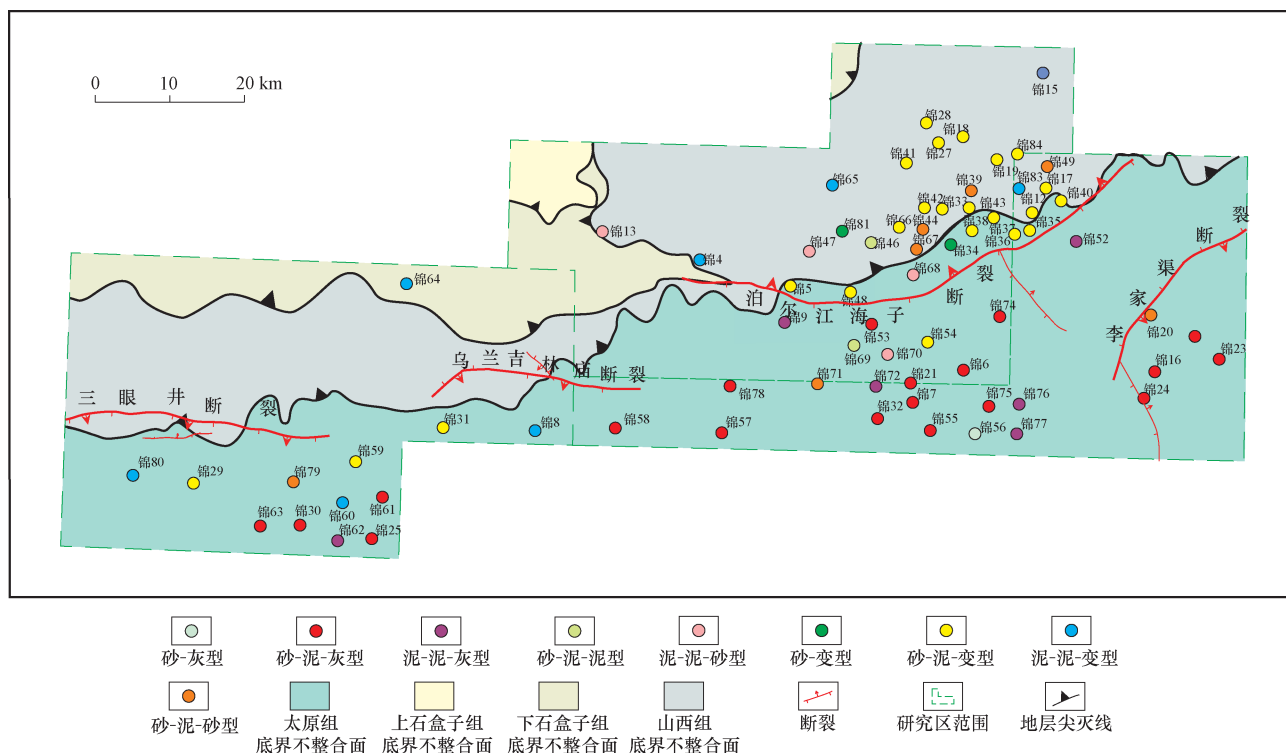


图6 杭锦旗地区不整合纵向结构的分布

Fig. 6 Spatial distribution of vertical unconformity in Hangjinqi area

类型		特征	岩性				作用	成藏
双运移通道型	I ₁	不整合面之上岩层	砂岩				输导储集	不整合面上、下均可成藏
		不整合面风化粘土层	粘土层				封堵	
	I ₂	半风化岩层	砂岩	碳酸盐岩	变质岩		输导储集	
单运移通道型	II ₁	不整合面之上岩层	砂岩				输导储集	不整合面之上成藏
		不整合面风化粘土层	粘土层				封堵	
		半风化岩层	泥岩					
	II ₂	不整合面之上岩层	泥岩				封堵	不整合面之下成藏
		不整合面风化粘土层	粘土层					
		半风化岩层	砂岩	碳酸盐岩	变质岩		输导储集	

图 7 杭锦旗地区不整合面油气运移通道类型(据王艳忠,修改)^[12]

Fig. 7 Unconformity migration pathway types in Hangjinqi area(modified from Wang Yanzhong)^[12]

综上所述,不整合面作为该地区的运移通道并不是区域性的,不整合之上岩层的双运移通道类型 I 型优势运移通道主要分布在 3 个区域:最大区域位于中东部,其目标圈闭是断裂南侧的十里加汗东圈闭以及断裂北侧的什股壕圈闭;其次是位于西部的新召东圈

闭,东部阿镇圈闭面积最小;十里加汗西圈闭双运移通道不发育,有利于天然气就近富集成藏,是下步值得关注的有利区域(图 8)。

4 结论

- 1) 杭锦旗地区不整合纵向结构分为 9 种类型:砂-泥-砂、砂-泥-灰、砂-泥-变、砂-变、砂-灰、泥-泥-砂、泥-泥-灰、泥-泥-变和砂-泥-泥结构类型。其中,砂-泥-灰型和砂-泥-变型占了大多数,其余的类型仅在少数地区分布,不是该地区主要类型。断裂系统影响不整合纵向结构类型分布,砂-泥-灰型主要分布在断裂南侧,砂-泥-变型主要分布在断裂的北部。
- 2) 杭锦旗地区 9 种不整合内部结构可以分为 3 种通道类型:双运移通道 I 型、单运移通道 II₁ 型、单运移通道 II₂ 型。
- 3) 不整合之上岩层的双运移通道类型 I 是优势运移通道,主要分布在 3 个区域:最大区域位于中东部,其目标圈闭是断裂南侧的十里加汗区带东圈闭以及断裂北侧的什股壕圈闭;其次是位于西部的新召区带东圈闭,东部阿镇圈闭面积最小;十里加汗区带西圈闭双运移通道不发育,气藏应该就近富集成藏,是下步值得关注的有利区域。

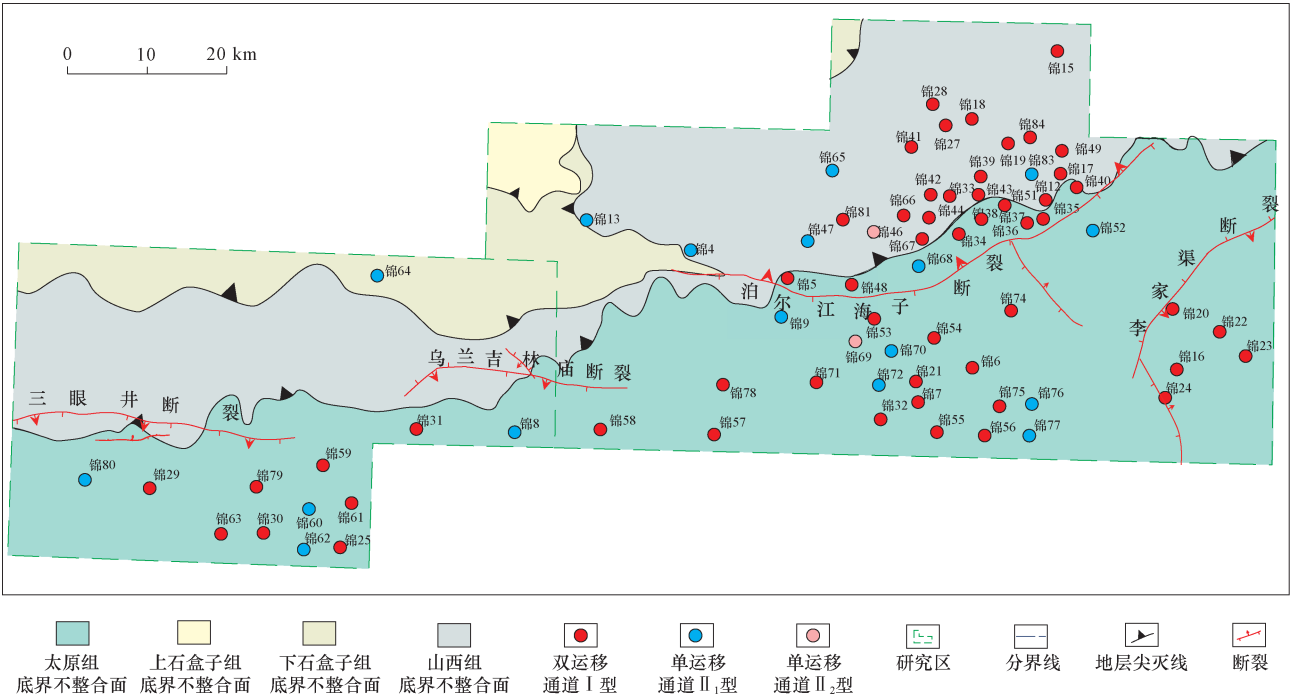


图 8 杭锦旗地区不整合通道类型分布

Fig. 8 Unconformity pathway distribution in Hangjinqi area

参考文献

- [1] 牟中海,何琰,唐勇,等.准噶尔盆地陆西地区不整合与油气成藏的关系[J].石油学报,2005,26(3):16-20.
Mou Zhonghai, He Yan, Tang Yong, et al. Relation of unconformity with hydrocarbon accumulation in Luxi area of Junggar Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2005, 26(3): 16-20.
- [2] 郭维华,牟中海,赵卫军,等.准噶尔盆地不整合类型与油气运聚关系研究[J].西南石油学院学报,2006,28(2):1-3.
Guo Weihua, Mou Zhonghai, Zhao Weijun, et al. Search on the relation of unconformity type with oil and gas migration accumulation at Zhunger basin[J]. Journal of Southwest Petroleum, 2006, 28(2): 1-3.
- [3] 隋凤贵,赵乐强.济阳坳陷不整合结构类型及控藏作用[J].大地构造与成矿学,2006,30(2):161-167.
Sui Fengui, Zhao Leqiang. The unconformity configuration type and its reservoir forming control in Jiyang depression[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2006, 30(2): 161-167.
- [4] 孙冬胜,李双建,朱东亚,等.四川盆地都匀运动不整合及其油气意义[J].石油与天然气地质,2015,36(5):721-728.
Sun Dongsheng, Li Shuangjian, Zhu Dongya, et al. Unconformity of the Duyun Movement in the Sichuan Basin and its significance of petroleum geology[J]. Oil & Gas Geology, 2015, 36(5): 721-728.
- [5] 尹微,樊太亮,曾清波.塔里木盆地巴楚地区输导体系类型及油气成藏[J].石油与天然气地质,2006,28(4):340-343.
Yin Wei, Fan Tailiang, Zeng Qingbo. Pathway system types and hydrocarbon accumulation in bachu area, the Tarim basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2006, 28(4): 340-343.
- [6] 张建林.地层不整合对油气运移和封堵的作用[J].油气地质与采收率,2005,12(2):26-29.
Zhang Jianlin. The function of stratigraphic unconformity to the oil-gas migration and seal[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2005, 12(2): 26-29.
- [7] 潘忠祥.不整合对于油气运移聚集的重要性[J].石油学报,1983,4(4):1-10.
Pang Zhongxiang. Significance of unconformity to oil and gas migration and accumulation[J]. Acta Petrolei Sinica, 1983, 4(4): 1-10.
- [8] 曹剑,胡文瑄,张义杰,等.准噶尔盆地油气沿不整合运移的主控因素分析[J].沉积学报,2006,24(3):400-406.
Cao Jian, Hu Wenxuan, Zhang Yijie, et al. The Main factor controlling petroleum migration along unconformity in the Junggar Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2006, 24(3): 400-406.
- [9] 陈涛,蒋有录,宋国奇,等.济阳坳陷不整合结构地质特征及油气成藏条件[J].石油学报,2008,29(4):499-503.
Chen Tao, Jiang Youlu, Song Guoqi, et al. Geological features and hydrocarbon reservoir of unconformity structures in Jiyang Depression[J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(4): 499-503.
- [10] 高长海,查明,曲江秀,等.柴达木盆地东部不整合结构的地球物理响应及油气地质意义[J].石油学报,2007,28(6):32-36.
Gao Changhai, Zha Ming, Qu Jiangxiu, et al. Geophysical response of unconformities and petroleum geological significance in the eastern Qaidam Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(6): 32-36.
- [11] 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.
- [12] 王艳忠,操应长,王淑萍,等.不整合空间结构与油气成藏综述[J].大地构造与成矿学,2006,30(3):326-330.
Wang Yanzhong, Cao Yingchang, et al. Advances in research of spatial structures of unconformity[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2006, 30(3): 326-330.
- [13] 杨德彬,朱光有,苏劲,等.中国含油气盆地输导体系类型及其有效性评价[J].西南石油大学学报(自然科学版),2011,33(3):8-17.
Yang Debin, Zhu Guangyou, Su Jin, et al. The passage system and effectiveness evaluation of oil and gas basin in china[J]. Journal of Southwest Petroleum University (Science & Technology Edition), 2011, 33(3): 8-17.
- [14] 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 Dengfa. Unconformities and oil and gas accumulation in Tarim Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 1995, 16(3): 14-21.
- [15] 陈中红,查明,朱筱敏.准噶尔盆地陆梁隆起不整合面与油气运聚关系[J].古地学报,2003,5(1):120-126.
Chen Zhonghong, Zha Ming, Zhu Xiaomin. Relation between unconformity surface and hydrocarbon migration and accumulation of luliang uplift in junggar basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2003, 5(1): 120-126.

(编辑 张亚雄)