

# 辽河断陷滩海区海月潜山带地层关系与时代探讨

刘乃震<sup>1</sup> 朱世和<sup>1</sup> 赵会民<sup>1</sup> 赵 彬<sup>2</sup> 刘雪松<sup>3</sup> 赵 佳<sup>4</sup> 赵铁辉<sup>4</sup>

(1. 中国石油 长城钻探工程公司, 北京 100010; 2. 总参通信训练基地, 河北 张家口 075100;  
3. 吉林大学 地质博物馆, 吉林 长春 130026; 4. 辽宁省第九地质大队, 辽宁 铁岭 112000)

**摘要:**针对海月潜山带一套碳酸盐岩及碎屑岩的潜山地层, 本文通过区域地层对比, 结合主频分析, 从岩性组合特征、层序结构、化石等方面综合研究, 依据该套地层以白云质碳酸盐岩为主、藻类结构发育、变质石英砂岩成岩作用强、火山岩呈夹层产出等特征, 明确潜山地层时代和探井相对关系, 首次确定海月潜山带潜山地层为中元古界长城系大洪峪组至高于庄组。这一成果改变了以往将该套地层划为古生界奥陶系至石炭系的认识, 为重建研究区潜山地层序列、明确该套潜山地层属有利勘探层系提供了宝贵的依据。

**关键词:**中元古界; 区域地层对比; 主频分析; 海月潜山带; 辽河断陷滩海区

**中图分类号:** P534.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2011)03-0553-07

## 1 地质概况

辽河断陷滩海区位于辽东湾北部滨海区, 是一个中、新生代陆相断陷盆地。其“三凸两凹”的构造格局可与陆上辽河盆地构造格局一一对应, 并发育海月、葫芦岛、燕南等 3 个潜山带(图 1)。海月潜山带为滩海区东、西凹陷所夹持的双断式地垒, 呈 NE 向展布, 面积约 450 km<sup>2</sup>, 属辽河断陷中央凸起在今海域的自然延伸部分。研究区油气资源丰富, 成藏条件优越, 在新生界已找到非常可观的油气储量, 并进行过深入细致的研究<sup>[1-2]</sup>。为了拓宽勘探领域, 近几年对潜山地层也开展了勘探工作, 钻遇了前中生界多套潜山地层, 并在海南 20 井碳酸盐岩潜山顶部古风化壳中获得油气, 展现潜山较好的勘探前景。

搞清地层特征是研究潜山、寻找油气的前提。对于海月潜山带一套以碳酸盐岩及碎屑岩为主的潜山地层时代归属, 前人在未作化石鉴定的情况下, 依据岩性特征将其划分为古生界奥陶系至石炭系<sup>[3]</sup>。由于本区潜山探井数量较少, 基础地质资料有限, 本文根据现有资料综合分析, 合理推断, 应用区域地层对比和主频分析, 重建潜山的地层序列, 对该套地层的

时代划分提出了新的观点, 并对探井潜山地层的相对位置关系作了有益的探讨。潜山地层时代的确定对潜山的形成演化研究具有重要的指导意义<sup>[4-5]</sup>。

## 2 潜山地层特征

地层是潜山油气赖以储存的场所, 岩性是潜山储层的基础。海月潜山带潜山地层总体岩性以白云质碳酸盐岩和变质石英砂岩为主, 并夹有多层中基性火山岩。区内有 4 口探井和海南 3 井区的 13 口开发井钻遇该套潜山地层。海南 7 井、月东 3 井及海南 3 井区的开发井钻遇的潜山地层较薄, 岩性单一, 均为白云岩或灰质白云岩(月东 3 井上部为变质石英砂岩)。下面重点对海南 8 井、海南 20 井的潜山岩性特征加以剖析。

(1) 海南 8 井岩性分为两段(图 2): 下段(2781.5~2898.9 m)为变质石英砂岩夹钙质泥岩和火山岩。薄片石英加大明显, 可达到 III—IV 级, 呈硅质或再生式胶结。上段(2678.0~2781.5 m)为泥晶白云岩夹灰质白云岩。其中陆源碎屑多沿藻纹层分布, 含量为 5%~9%。整体岩段夹 5 层玄武岩和 1 层斜长岩。

(2) 海南 20 井岩性分为 3 段(图 3): 下段

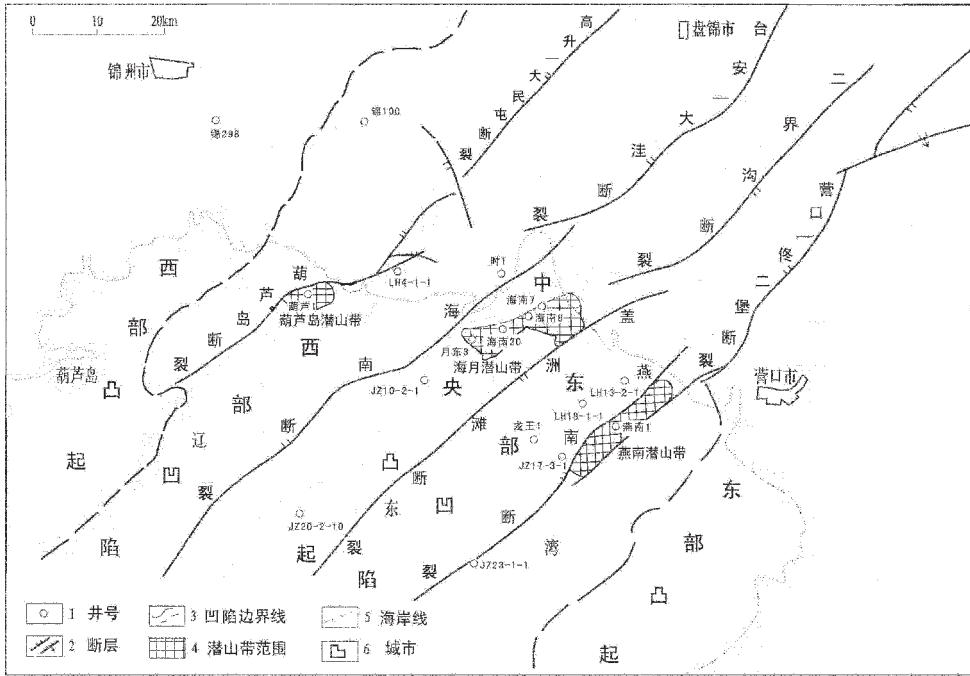


图 1 辽河断陷滩海区主体构造及潜山带分布图

Fig. 1 Distribution of main structures and buried hill belts in the beach area of Liaohedong rift basin

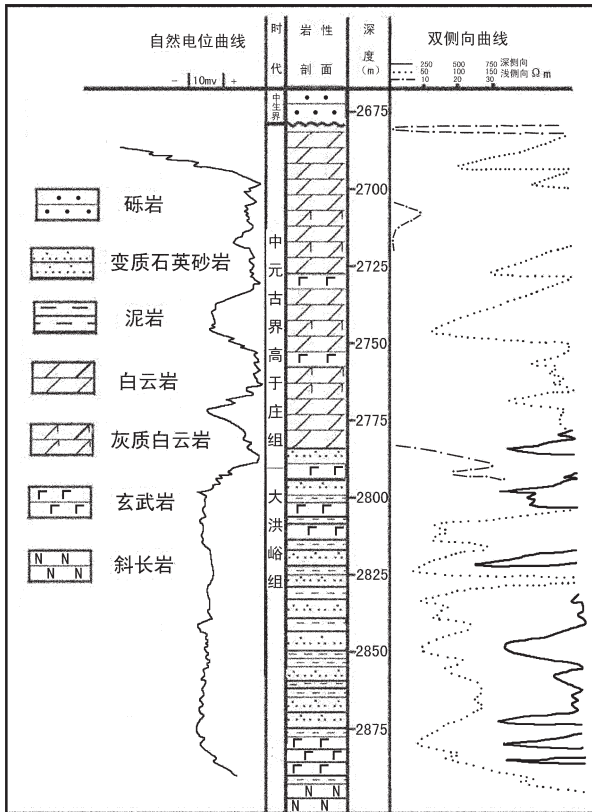


图 2 海南 8 井岩性柱状图

Fig.2 Lithologic columnar section of Hainan 8 well

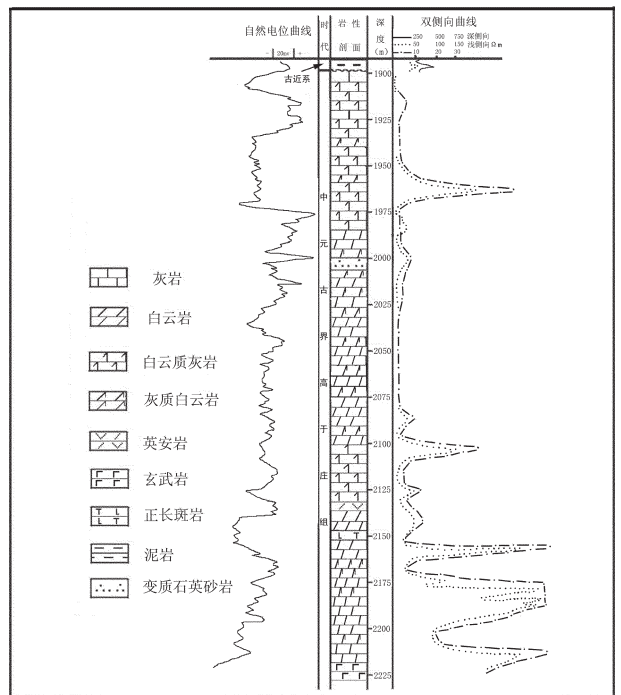


图 3 海南 20 井岩性柱状图

Fig.3 Lithologic columnar section of Hainan 20 well

(2130~2228 m)为粉晶白云岩及灰质白云岩,夹英安岩、正长斑岩等火山岩,底部为黑色玄武岩。在硅质较富集层段形成硅质白云岩。中段(1984~2130 m)为薄层状泥晶白云岩与灰质白云岩互层,顶部有一层变质石英砂岩。岩石中藻球(团)粒、藻纹层发育。藻球粒由丝状藻缠绕而成,粒径 0.05~0.1 mm,接触式排列,局部形成藻球粒白云岩。上段(1894~1984 m)为白云质灰岩夹灰质白云岩、灰岩。该段灰质含量有所增加,内碎屑较为发育。

### 3 潜山地层时代探讨

辽河断陷为中、新生代叠置于华北板块之上的裂谷盆地,潜山地层区域上属华北板块北缘的辽西型地层系统,而非辽东型地层系统(表 1)。在太古宇变质岩结晶基底之上,发育中、新元古界长城系、蓟县系和青白口系、下古生界等盖层,中、新生界则为断陷盆地型火山、碎屑岩系。

辽河断陷中、新元古界潜山分布广泛,内幕岩性复杂,地层产状多变。储集岩性以中元古界长城系大红峪组—新元古界青白口系井儿峪组的白云岩、灰岩和石英砂岩为主,构造裂缝和次生孔隙发育,是

潜山油气藏的主要产层<sup>[6-7]</sup>。辽河滩海区是辽河断陷陆上向海域的自然延伸,其地层特征、构造演化与辽河断陷陆上部分相似<sup>[1]</sup>。因此,海月潜山带这套以碳酸盐岩及碎屑岩为主的潜山地层,区域上也应属于辽西型地层。

对于海月潜山带潜山地层的时代归属,前期研究有属于古生界奥陶系至石炭系的认识<sup>[3]</sup>。本文根据岩石类型及组合特征、层序结构、化石特征、成岩作用强度及沉积环境等方面分析,采用区域地层对比<sup>[8-9]</sup>,认为其应属辽西型中元古界长城系大洪峪组至高于庄组地层。其理由如下:

(1)辽西地区石炭系特点是沉积厚度较薄,岩性为灰黑色页岩、铝土页岩、砂岩互层,夹煤层和山西式铁矿,为典型的海陆交互相沉积。在本区潜山地层中,页岩不发育,未见石炭系标志性的黑色页岩、煤层及山西式铁矿。尤其石英砂岩的成岩作用较强,主要表现为石英加大强烈,呈硅质接触式胶结,成岩矿物组合为自生“石英+伊利石”。从成岩强度角度看,地层形成时间不会早于新元古代。石英砂岩的变质特征明显,石英质纯,成分成熟度高,有别于上古生界石炭系的石英砂岩特征。因此,海月潜山带的

表 1 辽河断陷中、新元古界与邻区地层对比

Table 1 Correlation of Neoproterozoic–Mesoproterozoic strata between Liaohe rift basin and its adjacent areas

地层		辽东地区	辽西地区	辽河断陷盆地		
界	系			曙光、杜家台、胜利塘潜山	牛心坨潜山	静北、安福屯、平安堡潜山
新元古界	震旦系	金县群				
		五行山群				
	青白口系	细河群 桥头组 南芬组 钓鱼台组 永宁组	景儿峪组 下马岭组	景儿峪组 下马岭组		
中元古界	蓟县系		铁岭组 洪水庄组 雾迷山组	铁岭组 洪水庄组 雾迷山组		雾迷山组
	长城系		杨庄组 高于庄组 大洪峪组 团山子组 串岭沟组 常州沟组	杨庄组 高于庄组 大洪峪组	杨庄组	杨庄组

碎屑岩地层不应属于上古生界石炭系。

(2) 辽西地区下古生界奥陶系岩性以碳酸盐岩为主, 主要是鲕状灰岩、花纹状灰岩、竹叶状灰岩等以灰质成分为主的碳酸盐岩, 生物碎屑丰富, 属稳定的浅海相碳酸盐岩沉积。海月潜山带的碳酸盐岩以原生白云质为主, 灰质少量, 未见鲕状灰岩、竹叶状灰岩等特征岩性。经中国科学院南京古生物地质研究所的化石鉴定, 该套地层中未发现牙形石、三叶虫等可确定时代的生物化石及其碎片。而自中元古界蓟县系铁岭组起, 原生白云岩就绝迹了<sup>[8]</sup>。因此, 海月潜山带的碳酸盐岩地层不应属于下古生界奥陶系。

(3) 辽西地区中元古界长城系大洪峪组至高于庄组主要岩性为碳酸盐岩、碎屑岩夹中基性火山岩。其中碳酸盐岩以原生白云质碳酸盐岩为主, 尤其发育藻云岩、藻灰岩、叠层石等具有藻类结构的碳酸盐岩, 碎屑岩则以轻微热变质的石英砂岩较为普遍。本区潜山碎屑岩为细粒变质石英砂岩, 碳酸盐岩主要为泥晶白云岩、灰质白云岩和白云质灰岩及原生的藻球粒白云岩等, 中基性火山岩(玄武岩等)常呈夹层产出, 与辽西型中元古界大洪峪组至高于庄组的岩性组合特征具有很好的可比性。区域地层古生物特征也表明<sup>[8]</sup>, 在辽西地区中元古界地层中, 微古植物化石极为丰富, 组合属、种繁多。有球形、椭球形、梭形、三角形藻等。海月潜山带潜山地层中藻球粒、藻团粒、藻纹层等藻类生物结构发育, 陆源碎屑多沿藻纹层分布, 显示中元古界大洪峪组特有的“席底构造”<sup>[10]</sup>。本区潜山地层变质石英砂岩直接与下伏太古宇混合花岗岩呈角度不整合接触, 与辽西型中元古界大洪峪组的区域地质资料相吻合。以上证据都佐证了该套潜山地层总体上归属中元古界长城系大洪峪组至高于庄组是比较合理的。

## 4 潜山地层的相对位置关系

### 4.1 地质分析

辽河断陷滩海区中元古界长城系主要为一套碳酸盐岩及碎屑岩组合, 为滨海—浅海潮下高能带的沉积环境。由于地壳升降交替, 构造运动频繁, 海水时进时退, 造成中元古界沉积具有明显的旋回性。不论是岩石矿物成分、岩石性质, 还是结构构造, 显示其在纵向上有规律地交替变化, 整体上形成滨岸碎屑岩与浅海碳酸盐岩间互的旋回特点, 反映了潮上→潮间→潮下沉积环境的周期性变化。

根据区域地层对比和古沉积环境特点, 结合海月潜山带各井岩性特征及层序关系分析, 海月潜山带海南 20 井以白云质碳酸盐岩为主, 与高于庄组岩性可对比; 月东 3 井、海南 8 井由碎屑岩和碳酸盐岩组成, 可归为高于庄组一大洪峪组地层。海南 7 井及海南 3 井区开发井的潜山地层与太古宇直接接触, 应位于大洪峪组的底部(图 4)。

### 4.2 主频分析

由于沉积地层一般具有多旋回多韵律特点, 不同地史时期的沉积可分出许多小旋回, 各个小旋回具有本身特殊的主频特征, 可以用其中周期的振幅和波长来描述。这样, 具有相同或近似主频特征岩段可认为它们可能是属于同一时代或近似于同一时代地层。

本文应用主频计算法<sup>[11]</sup>进一步确定海月潜山带各探井间潜山地层的相对位置关系。主频计算法分两步进行。第一步先对各井岩段求取自然伽马测井曲线的主频特征。自然伽马曲线表示地层中的泥质含量, 泥质含量的变化是反映沉积环境的敏感因素, 显示地壳升降周期变化、气候中温度和降雨量变化等旋回特征<sup>[12]</sup>。这里分别对海南 8 井上部与下部、海南 20 井上部与下部及月东 3 井进行了主频相关分

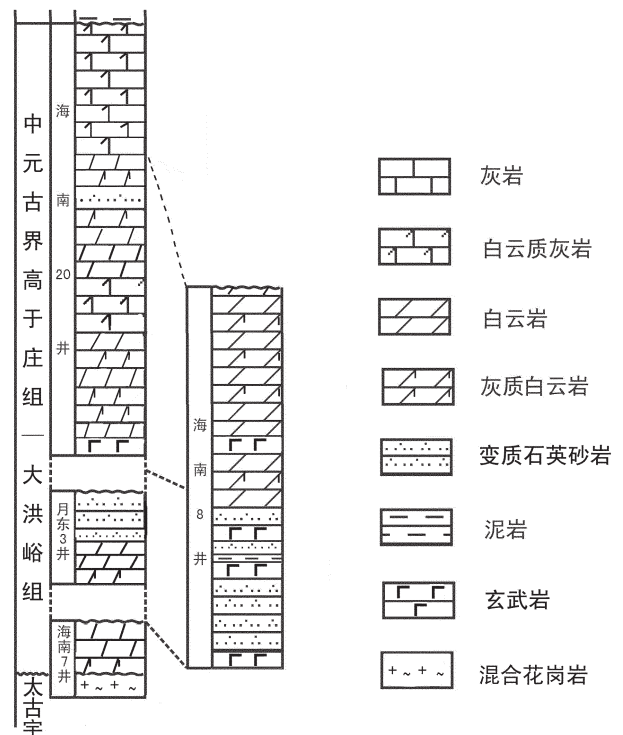


图 4 海月潜山带探井岩性对比示意图  
Fig.4 Lithologic comparison of four prospecting wells in Haiyue buried hill belt

析(图 5),海南 7 井因缺少资料,未作分析。

第二步将各井段地层的主频特征进行对比,求出它们的相关系数。相关系数大者,则认为可能属于同一时代或近似同一时代的地层;相关系数小者,则认为它们可能不属于同一时代或不近似于同一时代的地层,二者不可对比。

研究结果显示(表 2),月东 3 井与海南 8 井下

部的相关系数最高,表明它们主频曲线相关性最好,因而它们可能是同一时期的沉积地层。海南 8 井上部与海南 20 井下部相关系数较高,表明两者可以对比,为近似同一时代的地层。月东 3 井与海南 20 井上、下部的相关系数分别为 0.284 和 0.417,不属于同一时代地层。这一主频相关分析结果与前面的地质研究结论(图 4)完全一致。

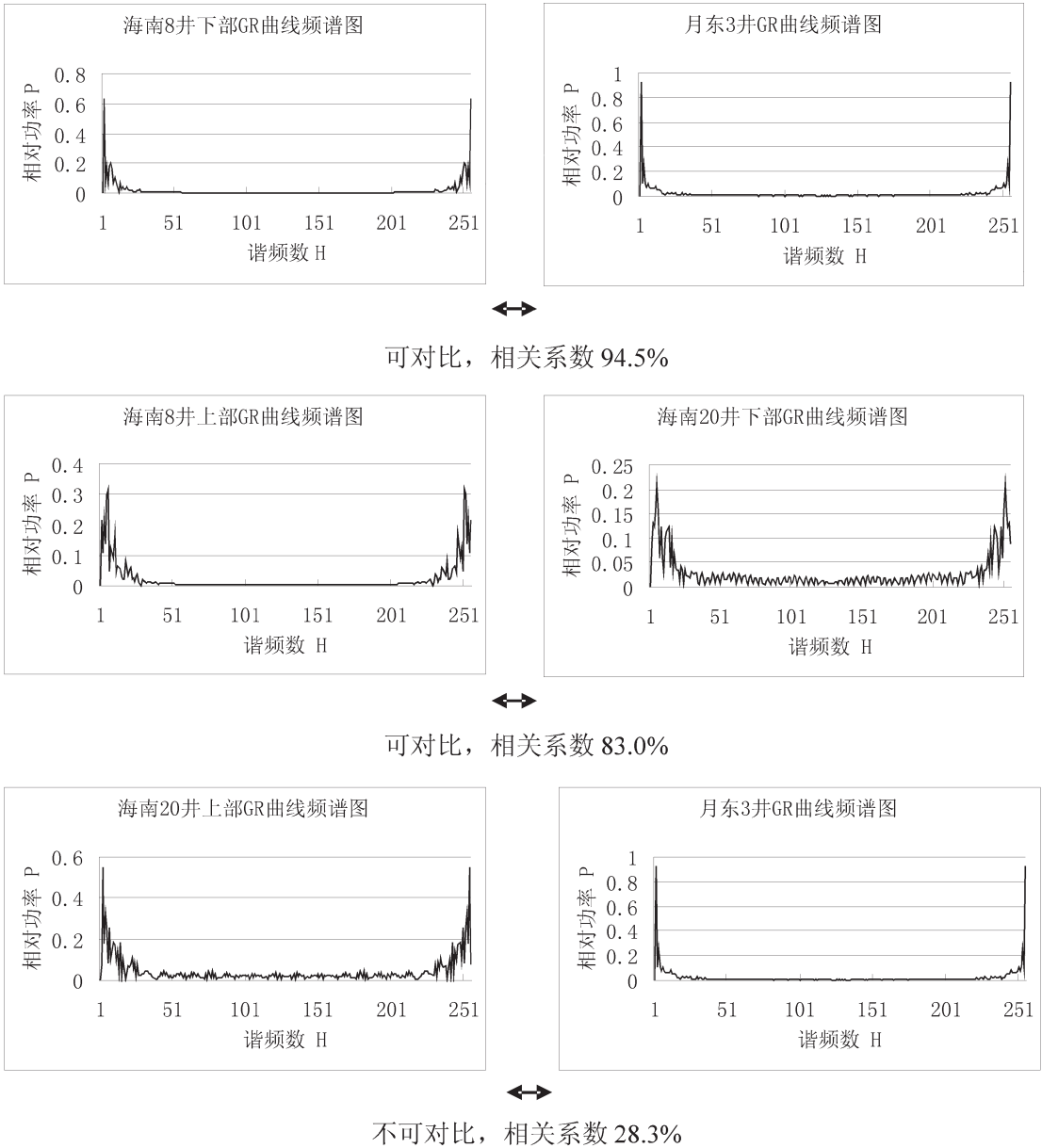


图 5 海月潜山带探井岩段频谱曲线对比图

Fig.5 Comparison of spectral diagrams in lithologic section of prospecting wells in Haiyue buried hill belt



**表 2 海月潜山带探井岩段主频曲线相关系数**  
**Table 2 Correlation coefficients of spectral diagrams in lithologic section of prospecting wells in Haiyue buried hill belt**

各井对比岩性段	主频相关系数
月东 3 与海南 20 上部	0.284
月东 3 与海南 20 下部	0.417
月东 3 与海南 8 上部	0.570
月东 3 与海南 8 下部	0.945
海南 8 上部与海南 20 上部	0.594
海南 8 上部与海南 20 下部	0.830
海南 8 下部与海南 20 上部	0.388
海南 8 下部与海南 20 下部	0.552

## 5 结 语

(1) 本文应用区域地层对比及主频分析, 从岩性组合特征、层序结构、沉积环境、化石等方面综合分析, 确定辽河断陷滩海区海月潜山带碳酸盐岩及碎屑岩潜山地层为中元古界长城系大洪峪组至高于庄组, 与辽西型该套地层具有很好的可比性, 并明确了各探井潜山地层的相对位置关系。

(2) 辽河盆地陆上如西部凹陷的曙光、杜家台、胜利塘等潜山, 大民屯凹陷的静北、安福屯、平安堡等潜山均发现了中元古界潜山油气藏, 取得了很好的勘探成果。本区海月潜山带中元古界潜山地层时代的首次确定, 可与辽河陆上这些蕴涵丰富潜山油气藏的潜山层位相对应, 明确了本区潜山属有利勘探层系, 预示着具有较大的成藏潜力, 为深化潜山勘探指明了方向。

## 参考文献 (References):

- [1] 孙洪斌, 谢文彦. 辽河滩海油气勘探与开发[M]. 北京:地质出版社, 2000.  
Sun Hongbin, Xie Wenyan. Petroleum Exploration and Development of the Beach Area of Liaohe Depressions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000 (in Chinese with English abstract).
- [2] 赵会民, 吕炳全, 刘雪松, 等. 海南油田东营组三段沉积微相及其与油气关系[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2002, 32(3):238-243.  
Zhao Huimin, Lv Bingquan, Liu Xuesong, et al. Sedimentary

microfacies and its relation to hydrocarbon of the third member of Dongying in the Hainan Oilfield[J]. Journal of Jilin university (Earth Science Edition), 2002, 32 (3):238-243 (in Chinese with English abstract).

- [3] 候振文, 姚继峰, 路则平. 辽河滩海中央低凸起古潜山油气藏形成条件研究[C]//孙洪斌, 谢文彦主编. 辽河滩海油气勘探与开发. 北京:地质出版社, 2000:98-106.  
Hou Zhenwen, Yao Jifeng, Lu Zeping. Formation of buried hill reservoirs in center low rise of the beach area of Liaohe Depressions [C]//Sun Hongbin Xie Wenyan (eds.). Petroleum Exploration and Development of the beach area of Liaohe Depressions. Beijing: Geological Publishing House, 2000:98-106 (in Chinese with English abstract).
- [4] 任凤和, 杨晓平, 李仰春, 等. 鸡西群地层时代划分及地质意义[J]. 中国地质, 2005, 32(1):48-54.  
Ren Fenghe, Yang Xiaoping, Li Yangchun, et al. Chronostratigraphic division of the Jixi Group and its geological significance[J]. Geology in China, 2005, 32(1):48-54 (in Chinese with English abstract).
- [5] 罗以达, 俞云文. 试论永康群时代及区域地层对比 [J]. 中国地质, 2004, 31(4):395-399.  
Luo Yida, Yu Yunwen. Age of the Yangkang Group and regional stratigraphic correlation [J]. Geology in China, 2004, 31 (4):395-399 (in Chinese with English abstract).
- [6] 孟卫工, 陈振岩, 李湃, 等. 潜山油气藏勘探理论与实践——以辽河坳陷为例[J]. 石油勘探与开发, 2009, 36(2):136-143  
Meng Weigong, Chen Zhenyan, Li Pai, et al. Exploration theories and practices of buried -hill reservoirs: A case from Liaohe Depressions [J]. Petroleum Exploration and Development, 2009, 36 (2):136-143 (in Chinese with English abstract).
- [7] 李晓光, 刘宝鸿, 蔡国钢. 辽河坳陷变质岩潜山内幕油藏成因分析[J]. 特种油气藏, 2009, 16(4):1-5.  
Li Xiaoguang, Liu Baohong, Cai Guogang. Genetic analysis of interior reservoirs in metamorphic buried hill of Liaohe Depression [J]. Special Oil&Gas Reservoirs, 2009, 16(4):1-5 (in Chinese with English abstract).
- [8] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志, 中华人民共和国地质矿产部地质专报, 第 14 号[M]. 北京:地质出版社, 1989.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. Regional Geology of Liaoning Province, People's Republic of China Ministry of Geology and Mineral Resources Geological Memoirs, Number 14 [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989 (in Chinese with English abstract).
- [9] 辽宁省地质矿产局编著. 辽宁省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. Lithos -Stratigraphy of Liaoning Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997 (in Chinese with English abstract).
- [10] Pfluger F. Matground structures and redox facies [J]. Palaios, 1994, 14:25-39.

[11] Cara M. Time-frequency analysis [J]. Eos, Transactions, American Geophysical Union, 1982, 63(51):12-20.

[12] 吕炳全, 王红罡, 赵会民, 等. 主频算法对测井曲线沉积旋回的精细分析[J]. 海洋地质动态[J]. 2002, 18(4):27-30.

Lv Bingquan, Wang Honggang, Zhao Huimin, et al. Intensively analysis prospecting wells of sedimentary cycle by frequency spectrums [J]. Marine Geology Letters, 2002, 18 (4):27-30 (in Chinese with English abstract) .

## Stratigraphic relationship and age of Haiyue buried hill belt in the beach area of Liaohe rifting basin

LIU Nai-zhen<sup>1</sup>, ZHU Shi-he<sup>1</sup>, ZHAO Hui-min<sup>1</sup>, ZHAO Bin<sup>2</sup>, ZHAO Jia<sup>3</sup>, ZHAO Tie-hui<sup>3</sup>

(1. Great Wall Exploratory Drilling Engineering Company, PetroChina, Beijing 100010; 2. The communication training base of PLA General Staff Headquarters, Zhangjiakou 075100 Hebei, China; 3. Geological Museum of Jilin University, Changchun 130026 Jilin, China;

4. The 9th Geological Prospecting Team of Liaoning Province, Tieling 112000 Liaoning, China)

**Abstract:** This paper has studied lithologic combination, sequence structure and fossil specimens of carbonate and clastic buried hill strata of Haiyue buried hill belt. Based on regional stratigraphic correlation and analysis of frequency spectra, the authors determined ages of buried hills and relative locations of several drilling wells of the buried hill. The main kinds of carbonate rocks of the buried hill strata are composed of multiple types of dolomite, megascopic algae are developed extensively, diagenetic metamorphism of metamorphic quartz sand is intense, and volcanic rock occurs as thin-bedded strata. It is for the first time that the characteristics reveal that carbonate and clastic buried hill strata of Haiyue buried hill belt belong to Mesoprotozoic Dahongyu-Gaoyuzhuang Formation. This discovery has changed the traditional understanding of the past many years that the buried hill in this area totally belongs to Ordovician and Carboniferous, provided valuable evidence for reestablishing stratigraphic sequence of the buried hill in this area, and demonstrated that the buried hill is a favorable place for oil-prospecting.

**Key words:** Mesoprotozoic; regional stratigraphic correlation; analysis of frequency spectra; Haiyue buried hill belt; beach area of Liaohe rifting basin

---

**About the first author:** LIU Nai-zhen, male, born in 1960, senior engineer, engages in the managing and research of oil drilling and production technology; E-mail: zhzmzgy1212@sina.com.