

文章编号: 1001-6112(2009)02-0154-06

华北南缘新元古界一下古生界 海相天然气前景初探

何明喜¹, 杜建波¹, 王荣新¹, 郭双亭¹, 严永新¹, 武明辉², 谢其锋¹, 李凤勋¹

(1. 中国石油化工股份有限公司 河南油田分公司 石油勘探开发研究院, 河南 南阳 473132;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 经野外实地调查, 结合前人研究成果, 认为华北南缘下寒武统雨台山组/东坡组灰黑色含磷泥页岩为优质烃源岩, 青白口系崔庄组/刘老碑组深灰色泥页岩为潜在烃源岩; 新元古界一下古生界砂岩、白云岩为主要储集岩, 新元古界一下古生界内部多期岩溶侵蚀面发育良好的储集空间; 盖层则以新元古界一下古生界含膏碳酸盐岩及泥页岩为主; 具备形成油气的基本石油地质条件, 但热演化程度较高。华北南缘新元古界一下古生界是值得深入探索的海相天然气新层系和新领域。

关键词: 天然气前景; 海相烃源岩; 下古生界; 新元古界; 华北南缘

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

THE STUDY OF EXPLORATION PROSPECT OF MARINE NATURAL GAS IN THE NEOPROTEROZOIC—LOWER PALEOZOIC ON THE SOUTH MARGIN OF THE NORTH CHINA PLATFORM

He Mingxi¹, Du Jianbo¹, Wang Rongxin¹, Guo Shangting¹,

Yan Yongxin¹, Wu Minghui², Xie Qifeng¹, Li Fengxun¹

(1. *Henan Oilfield Company Ltd., SINOPEC, Nanyang, Henan 473132, China;*

2. *Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China*)

Abstract: According to the field investigation results on the northern edge of the Qingling—Dabie Orogenic Belt, it was showed that the black mudstone and shale containing phosphor in the Lower Cambrian Yutaishan/Dongpo formation on the south margin of the North China Platform was the high quality source rocks, and the dark grey shale in Cuizhuang/Liulaobei formation of the Qingbaikou System was the potential source rocks. The Neoproterozoic—Lower Paleozoic sandstones and dolomites were the main reservoirs, with favorable pore space developed on several karst erosional surfaces internal the Neoproterozoic—Lower Paleozoic sequences. And the shale and the carbonate rocks with gypsum in the Neoproterozoic—Lower Paleozoic were the cap rocks. There were basic conditions for hydrocarbon generation and accumulation although the thermal maturity was higher in the area. Therefore, it is probably the new formation and new domain for exploration of the marine natural gas in the Neoproterozoic—Lower Paleozoic on the south margin of the North China Platform.

Key words: natural gas prospect; marine source rock; Lower Paleozoic; Neoproterozoic; the south margin of the North China Platform

南华北地区油气勘探始自 1955 年, 其中, 河南石油勘探局对南华北地区的油气勘探开始于 1971 年, 至今已届 38 年, 经历了曲折的勘探历程。主要勘探层系也由浅部中生界向深部古生界等层系扩展, 但一直未能取得油气勘探的突破。

依据“造山带北侧油气资源战略选区”课题的调查, 结合戴金星等人的研究成果^[1,2], 初步评价认为华北南缘海相新元古界一下古生界具有一定的天然气资源潜力, 但该层系勘探程度很低, 油气地质问题突出, 是值得进一步深入探索的海相新层

收稿日期: 2008-12-12; 修订日期: 2009-03-02。

作者简介: 何明喜(1951—), 男, 教授级高级工程师, 从事油气地质研究和油气勘探研究。E-mail: yjyhmx@163.com。

基金项目: 全国油气资源战略选区调查与评价项目(XQ-2007-02)。

系和新领域。

1 地层发育特征

依据“造山带北侧油气资源战略选区”课题新的地层划分对比意见,华北南缘新元古界—下古生界地层主要指青白口系、震旦系和寒武系地层,缺失南华系。

1.1 青白口系

华北南缘青白口系以豫西地区“洛峪群”和淮南地区“八公山群”为代表,为一套滨岸—陆棚沉积的以碎屑岩为主的陆源碎屑岩—碳酸盐岩组合。豫西地区“洛峪群”自下而上分为崔庄组、三教堂组和洛峪口组,厚 592 m;与下伏中元古界蓟县系汝阳群和上覆震旦系均为平行不整合接触。其中,崔庄组灰绿色、灰黑色“崔庄页岩”夹石英砂岩和菱铁矿层,厚 120~214 m^[3]。淮南地区缺失长城系—蓟县系,青白口系“八公山群”自下而上分为曹店组、伍山组、刘老碑组和四十里长山组,厚度大于 1 200 m;与下伏下元古界凤阳群和上覆震旦系均为平行不整合接触。其中,刘老碑组灰绿色“刘老碑页岩”夹薄层灰岩,厚 685~837 m^[4]。

1.2 震旦系

豫西震旦系下部黄连垛组为灰白色硅质条带白云岩和硅质(燧石)岩,厚约 96~460 m;上部董家组为灰黄色砂岩和白云岩,厚约 133~343 m;与上覆下寒武统罗圈组平行不整合接触^[3]。淮南震旦系又称“淮南群”,为一套以碳酸盐岩为主的沉积,下部九里桥组为灰色含海绿石粉砂灰岩、白云质灰岩夹泥灰岩,厚约 26 m;上部四顶山组为灰白色白云岩,厚约 255 m;与上覆下寒武统凤台组平

行不整合接触^[4]。

1.3 寒武系

华北南缘下古生界地层主要为寒武系。与华南寒武系四分方案对比,缺失寒武系底部晋宁阶、梅树村阶及筇竹寺阶大部,华北南缘寒武系主要发育沧浪铺阶以上地层^[3~5]。本文暂仍按原习惯分为下、中、上 3 个统:下寒武统罗圈组/凤台组、东坡组/雨台山组、辛集组/猴家山组、朱砂洞组/昌平组;中寒武统馒头组、张夏组;上寒武统固山组、炒米店组。其中,下寒武统罗圈组/凤台组为含砾页岩及纹泥状泥质白云岩,厚约 10~230m;东坡组/雨台山组含磷层位主要为黑色磷块岩、泥页岩,厚度 40~140 m;辛集组/猴家山组,底部含磷,主要为灰白色砂砾岩、砂岩及砂质泥灰岩等,厚约 15~136 m^[3,4]。

2 基本石油地质条件

2.1 海相泥质烃源岩较为发育

华北南缘新元古界—下古生界暗色泥页岩分布较广,主要发育于下寒武统下部东坡组/雨台山组顶部,以及青白口系崔庄组/刘老碑组下部。有机地化分析证实,淮南下寒武统下部雨台山组灰黑色含磷泥页岩为优质烃源岩;豫西青白口系崔庄组下部深灰色泥页岩为潜在烃源岩。

2.1.1 下寒武统优质烃源岩

岩相古地理研究表明,华北南缘早寒武世初期为倾向秦岭洋的大陆边缘及台缘斜坡环境(图 1),发育一套灰黑色、黑色含磷泥页岩。

安徽霍邱马店下寒武统雨台山组顶部灰黑色—深灰色含磷泥页岩,探槽揭露厚约 3.8 m,实测有机碳含量在 3.08%~20.67%之间,平均 9.56%(图 2,

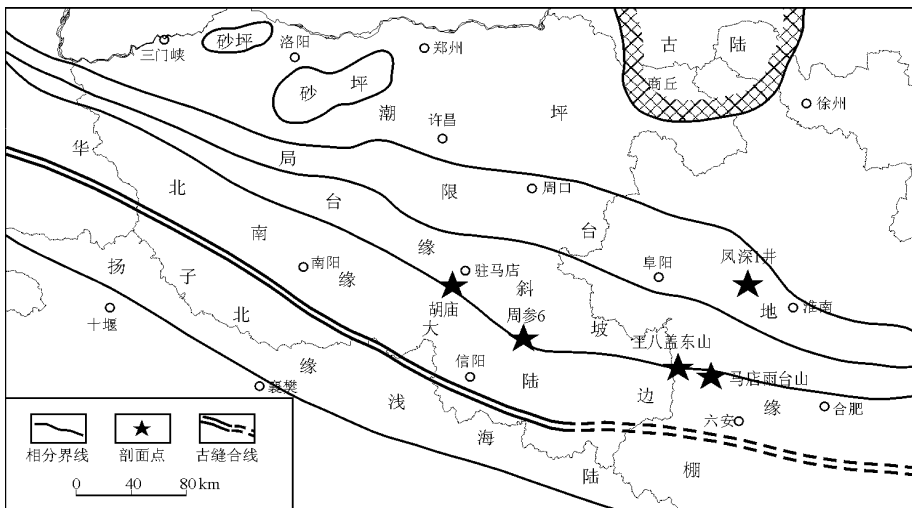


图 1 华北南缘早寒武世大陆边缘斜坡沉积分布

Fig. 1 Depositional facies in continental margin of the Lower Cambrian on the southern margin of the North China Platform

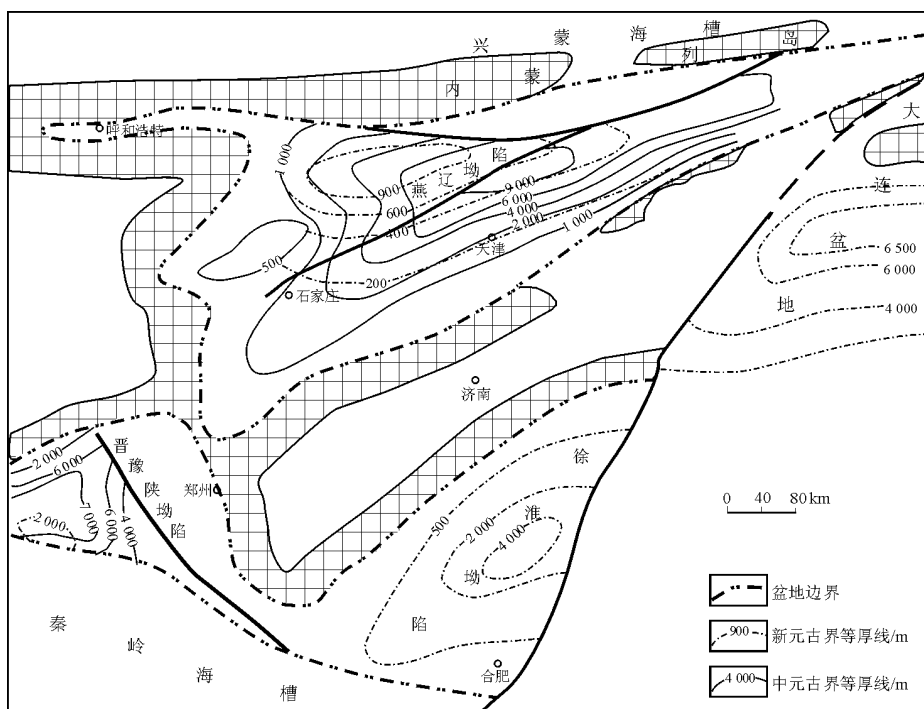


图 3 华北地块中新元古代原型盆地分布^[11]

Fig. 3 Prototype basin of the Meso—Neoproterozoic period in the North China Terrane

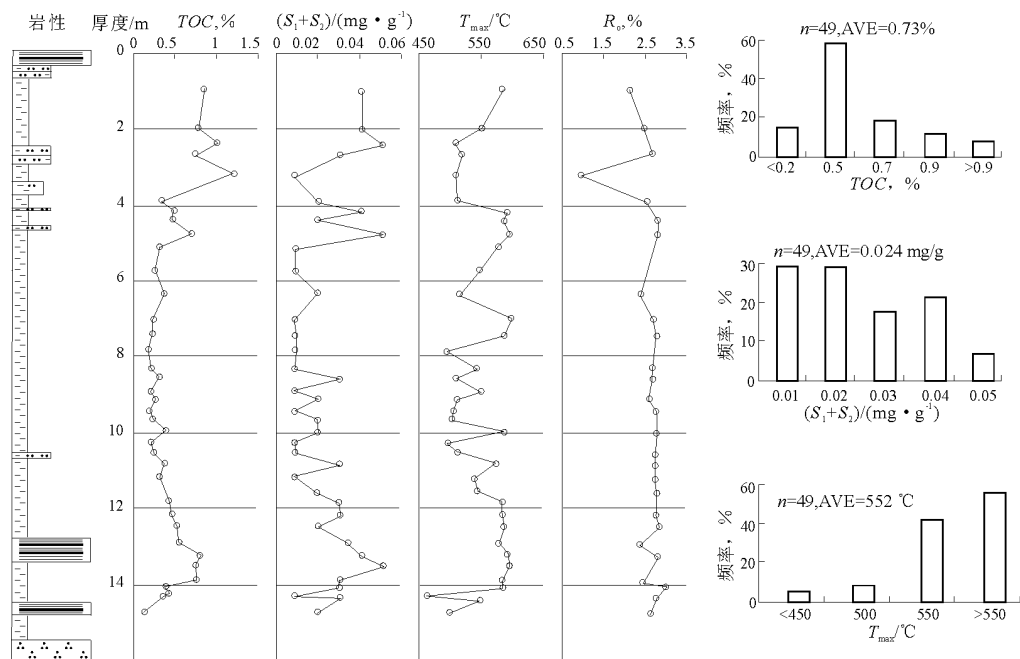


图 4 河南鲁山下汤青白口系崔庄组暗色泥页岩地化特征

Fig. 4 Organic geochemical characteristics of grey mudstone and shale of Qingbaikou System in Xiatang, Lushan, Henan

部徐淮拗陷青白口系厚约 600~1 200 m^[11]。青白口系潜在烃源岩主要分布于豫西崔庄组下部暗色泥页岩段和淮南刘老碑组下部页岩段,岩性为灰色、深灰色泥页岩。

河南鲁山下汤朝阳观探槽揭露青白口系崔庄组下段灰色、深灰色泥页岩厚 14.86 m,实测有机碳

0.11%~1.19%;其中有机碳大于 0.5%暗色泥岩 5.8 m,平均有机碳含量 0.73%(图 4),分布于探槽的下部和上部;中部实测有机碳 0.11%~0.49%,平均 0.30%。另外,鲁山下汤庙前沟洛峪口组底部出露 1~2 m 灰色泥页岩,有机碳含量 0.41%~0.56%,平均 0.46%。河南驻马店胡庙剖面出露的青白口系崔

庄组为一套深灰色板岩,厚度约 10 m,实测有机碳含量 0.52%~0.67%,平均 0.60%。

安徽淮南寿县、凤台出露青白口系刘老碑组灰色、深灰色泥页岩及蓝灰色泥岩,厚度 4~6 m,有机碳含量 0.02%~0.28%,56 块样品平均 0.13%。

东岳凹陷的周参 6 井和淮南风深 1 井钻遇新元古界,钻井揭示暗色地层远大于地表出露的厚度。其中,碳酸盐岩 171~409.5 m,有机碳最高 0.25%,平均 0.15%;暗色泥页岩 214.5~268.5 m,有机碳最高 0.56%,平均 0.22%, T_{\max} 值 482~508 °C。

华北南缘青白口系潜在烃源岩均处于高成熟—过成熟阶段(局部靠近造山带已浅变质),烃源岩镜状体反射率豫西为 2.38%~4.39%,淮南 1.39%~1.54%; T_{\max} 值豫西 470~593 °C,淮南 460~519 °C,伊利石结晶度指数 0.31~0.19,生烃潜量最大仅 0.05 mg/g。各项参数均说明该套烃源岩中的有机碳已全部转化为无效碳,有效碳部分已全部生成烃类^[8,10,12,13]。

华北南缘青白口系潜在烃源岩主要分布于崔庄组/刘老碑组下段,暗色泥页岩厚度和有机质丰度均由东南向西北变好,具有有机质丰度中等,热演化程度高等特征;地史上曾具备较强的生烃潜力,初步认为可作为潜在烃源岩进行深入研究和探索^[10,12,13]。

2.1.3 华北南缘下寒武统油气显示

戴金星等发现霍邱马店下寒武统雨台山组的荧光薄片均具有不同程度的荧光显示,荧光颜色有黄色、橙黄色、褐黄色、黄褐色、蓝色及白色,表明下寒武统烃源岩具有多次生烃的能力,以及明显的油气运移特征^[1,2]。另外,在雨台山组上覆猴家山组底部砂灰岩中,见到固体沥青和轻质原油运移的“浸染状”踪迹。这些油气显示普遍分布于砂灰岩等储层岩石的劈理面和节理面上,从而判断近期生排烃过程仍在进行^[1,2]。

另外,华北北缘燕辽拗陷(图 3)在中晚元古代沉积了上千米的暗色泥页岩和碳酸盐岩^[11],其中,青白口系下马岭组,岩性为灰黑、深灰色页岩,累厚 100~400 m,有机碳为 0.63%~1.38%,最高 5.48%,沥青“A”为 0.003 1%~0.026 7%,为较好烃源岩;而且华北北缘多处已见油气显示。将华北南缘与华北北缘类比,青白口系具有相似的构造、沉积环境,华北南缘发育有与华北北缘相类似的青白口系潜在烃源岩。而到了寒武纪,特别是早寒武世,华北南缘大陆边缘及台缘斜坡环境发育下寒武统下部优质烃源岩。因此,华北南缘青白口系、寒武系含油气前景值得进一步探索和研究。

2.2 发育多套储盖组合,配置关系良好

华北南缘新元古界—下古生界发育多套储盖组合,具有较好的储盖配置关系。

2.2.1 储集岩

华北南缘新元古界—下古生界储集岩主要为砂岩、白云岩以及碳酸盐岩岩溶侵蚀面。砂岩主要发育于青白口系三教堂组(豫西)/伍山组、四十里长山组(淮南),震旦系董家组(豫西)下部,下寒武统辛集组(豫西)/猴家山组(淮南)。白云岩主要发育于青白口系洛峪口组上部,震旦系黄莲垛组、董家组上部(豫西)/四顶山组(淮南),下寒武统朱砂洞组(豫西)/昌平组(淮南),上寒武统炒米店组(豫西)。碳酸盐岩岩溶侵蚀面主要发育于上古生界/下古生界/震旦系/青白口系之间的平行不整合面之下,以岩溶孔洞缝储集空间为主^[14]。钻井及试油资料揭示,南华北地区下古生界顶部多口探井发生井漏现象,表明岩溶侵蚀面具有良好的缝洞发育条件和储集能力。

2.2.2 盖层

华北南缘新元古界—下古生界盖层主要为泥页岩、含膏碳酸盐岩。泥页岩主要分布在青白口系崔庄组/刘老碑组、洛峪口组,下寒武统东坡组/雨台山组;而下古生界顶部最好的盖层为上石炭统本溪组的铝土泥岩,为南华北地区的区域性盖层。含膏碳酸盐岩主要分布在下寒武统朱砂洞组和馒头组馒头段,在辛集野外露头剖面分别见膏溶角砾岩,厚度约为 2~20 m^[15]。

2.2.3 储盖组合

华北南缘新元古界—下古生界储盖组合自下而上可以划分为 3 个储盖组合。上部储盖组合为由奥陶系/寒武系顶部的岩溶侵蚀孔洞缝储层与上覆上石炭统铝土泥岩盖层组成的跨越式组合,储盖配置关系良好;中部储盖组合则由下寒武统辛集组/猴家山组砂岩、以及朱砂洞组/昌平组白云岩为储层,朱砂洞组、馒头组馒头段含膏碳酸盐岩为盖层,与下伏辛集组、东坡组/雨台山组的优质烃源岩组成的良好生储盖组合;下部储盖组合以青白口系—震旦系多套砂岩、白云岩为储层,东坡组/雨台山组页岩为盖层,与下伏青白口系潜在烃源岩组成较好的储盖组合。

3 结论

1)早寒武世大陆边缘及台缘斜坡相区是油气勘探的有利区带。华北南缘早寒武世初期为毗邻秦岭洋的大陆边缘及台缘斜坡沉积环境,且在鲁

山、驻马店、霍邱等地下寒武统东坡组/雨台山组已发现台缘斜坡相含磷泥质烃源岩,有机质丰度高、干酪根类型好,但热演化程度高,表明华北南缘下寒武统具有较好的天然气资源潜力。

2)青白口系边缘坳陷盆地发育潜在烃源岩。青白口纪华北地块西南部晋豫陕坳陷和东南部徐淮坳陷,与华北北缘燕辽坳陷类似,发育大套暗色泥页岩,有机质丰度中等,干酪根类型好,但热演化程度很高,初步评价为潜在烃源岩,推测具有一定的天然气资源潜力。

3)华北南缘新元古界—下古生界油气勘探程度很低,油气地质问题突出。华北南缘具有良好的储盖配置关系,预测具有一定的天然气资源潜力,是华北地区值得深入探索的海相新层系和新领域。

参考文献:

1 戴金星,刘德良,曹高社. 华北陆块南部下寒武统海相泥质烃源岩的发现对天然气勘探的意义[J]. 地质论评,2003,49(3):322~329
 2 戴金星. 华北盆地南缘寒武系烃源岩[M]. 北京:石油工业出版社,2005
 3 河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989

4 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989
 5 汪啸风,陈孝红. 中国各时代地层划分与对比[M]. 北京:地质出版社,2005
 6 秦建中,刘宝泉,国建英等. 关于碳酸盐烃源岩的评价标准[J]. 石油实验地质,2004,26(3):281~285
 7 陈安定. 海相“有效烃源岩”定义及丰度下限问题讨论[J]. 石油勘探与开发,2005,32(2):23~25
 8 秦建中,刘宝泉,郑伦举等. 海相碳酸盐岩排烃下限值研究[J]. 石油实验地质,2007,29(4):391~396
 9 陈践发,张水昌,孙省利等. 海相碳酸盐岩优质烃源岩发育的主要影响因素[J]. 地质学报,2006,80(3):467~472
 10 郝石生,王飞宇,高岗等. 下古生界高过成熟烃源岩特征和评价[J]. 勘探家,1996,1(2):25~32
 11 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京:南京大学出版社,1997.333~355
 12 熊永强,耿安松,张海祖等. 油型气的形成机理及其源岩生烃潜力恢复[J]. 天然气工业,2004,24(2):11~13
 13 王传刚,胡宗全,许化政等. 叠合盆地老烃源岩系油气勘探前景评价方法[J]. 石油学报,2008,29(1):10~22
 14 刘小平,孙冬胜,吴欣松. 古岩溶地貌及其对岩溶储层的控制[J]. 石油实验地质,2007,29(3):265~268
 15 付晓飞,宋岩,吕延防等. 塔里木盆地库车坳陷膏盐质盖层特征与天然气保存[J]. 石油实验地质,2006,28(1):25~29

(编辑 叶德燎)

(上接第 153 页)

11 王洋,裴先治. 北秦岭基底杂岩中变质基性岩的性质及其构造背景研究[J]. 西安工程学院学报,1999,21(1):27~30
 12 吉让寿,秦德余,高长林等. 东秦岭造山带与盆地[M]. 西安地图出版社,1997
 13 崔智林,华洪,宋庆. 晚奥陶世北秦岭弧后盆地放射虫组合[J]. 地质学报,2000,74(3):254~258
 14 张正伟,张中山. 华北古大陆南缘构造格架与成矿[J]. 矿物岩石地球化学通报,2008,27(3):276~288
 15 孙卫东,李曙光,肖益林等. 北秦岭黑河丹凤群岛弧火山岩建造的发现及其构造意义[J]. 大地构造与成矿学,1995,9(3):227~236
 16 裴先治,李厚民,李国光. 北秦岭商丹地区变形中酸性侵入岩

体特征及成因类型[J]. 西北地质,1995,16(4):20~25
 17 裴先治,王涛,李伍平等. 北秦岭商丹地区构造岩浆演化特征[J]. 西北地质,1995,16(4):13~19
 18 裴先治,张维吉,王涛等. 北秦岭造山带的地质特征及其构造演化[J]. 西北地质,1995,16(4):8~12
 19 徐宏节,黄泽光. 南华北中南部中生代盆地演化与油气成藏分析[J]. 石油实验地质,2007,29(6):541~544
 20 安作相,马纪. 华北克拉通分割与华北平原上古生界含气问题[J]. 油气地质与采收率,2001,8(5):22~26
 21 邓晋福. 中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙[M]. 北京:地质出版社,1996

(编辑 叶德燎)