

华北南缘东部新元古界冰碛砾岩层系中 优质烃源岩的发现及地质意义

秦胜飞, 罗平, 王铜山, 王蓝军, 马奎

(中国石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要:华北陆块南缘普遍发育新元古界震旦系冰碛砾岩,但冰碛砾岩之间是否发育有效烃源岩目前还难以确定。针对当前的华北南缘新元古界间冰期烃源岩研究空白,对华北南缘冰碛砾岩发育特征进行了系统的观察和测量,划分出4套冰碛砾岩,冰碛砾岩之间发育3套灰黑色页岩,自上而下厚度分别为36m、46m和7m。研究表明,这3套页岩有机质丰度都较高,属于优质烃源岩,有机质来自低等生物。华北南缘震旦系冰碛砾岩分布广泛,砾岩中的厚层优质烃源岩发现不仅有望开拓常规天然气新的勘探领域,也为页岩气的勘探提供了有力依据;烃源岩层以及砾岩中坠石的发现,是冰川成因的有力证据,对目前争议较大的该砾岩的成因研究也有重要指导意义。

关键词:华北南缘;新元古界;冰碛砾岩;烃源岩;意义

中图分类号:TE122.1

文献标志码:A

文章编号:1672-1926(2018)01-0055-07

引用格式:Qin Shengfei, Luo Ping, Wang Tongshan, *et al.* Discovery and geological significance of high quality hydrocarbon source rocks in interglacial of Neoproterozoic in the eastern part of southern margin of North China[J]. Natural Gas Geoscience, 2018, 29(1): 55-61. [秦胜飞, 罗平, 王铜山, 等. 华北南缘东部新元古界冰碛砾岩层系中优质烃源岩的发现及地质意义[J]. 天然气地球科学, 2018, 29(1): 55-61.]

0 引言

随着油气勘探往深部和更老地层探索,中新元古界油气勘探逐渐纳入了人们的视野,特别是四川盆地威远气田和安岳气田新元古界震旦系气藏的发现,提振了研究人员和勘探家在元古界勘探油气的信心。华北地区中新元古界层系发育较全,沉积厚度大,早在20世纪80年代,在其北部的燕山和辽西地区的新元古界中就已经发现了石油^[1-3],至今虽未发现商业性油气藏,但却足以说明在元古界中烃源岩的存在。

对华北中新元古界烃源岩的研究早在20世纪80年代就已经开始,但主要集中在华北陆块北部^[4],华北陆块南缘元古界烃源岩研究相对比较薄

弱,过去大家关注最多的是青白口系陆棚环境中形成的刘老碑组灰绿色—暗灰色泥岩,该泥岩有机碳含量很低,介于0.01%~0.5%之间,平均小于0.3%^[5,6],只能评价为差或非烃源岩。因此,至今在华北南缘尚未发现理想的元古界烃源岩。华北南缘普遍发育新元古界震旦系凤台组,以砾岩为主,俗称凤台砾岩,系冰川沉积,但砾岩层之间是否发育有效烃源岩还无法确定,冰碛砾岩之间烃源岩的研究还处于空白状态。

凤台砾岩作为标志层在华北陆块南缘普遍发育,东起安徽淮南、凤台、霍邱,往西经河南确山、临汝,沿陕西秦岭北坡,经宁夏、青海、甘肃直至新疆,长达2 000km^[7],相当于叶连俊^[8]提出的华北地区含磷建造的中下段。21世纪初,研究人员在华北陆

收稿日期:2017-11-12;修回日期:2017-12-25.

基金项目:中国石油天然气股份有限公司科技项目(编号:2014B-0608);中国石油勘探开发研究院科学研究与技术开发项目(编号:2015yj-09);“十三五”国家科技重大专项(编号:2016ZX5004)联合资助。

作者简介:秦胜飞(1969-),男,安徽五河人,高级工程师,博士,主要从事天然气地质与地球化学、油气成藏等研究。

E-mail: qsf@petrochina.com.cn.

块南缘风台砾岩之上发现一套连续沉积的厚层寒武系烩源岩^[9-13],并把寒武系烩源岩连同下部的100多米厚的砾岩以及其中的页岩夹层统称为马店组^[11],但对砾岩层之间的烩源岩研究得却很少。近些年来,研究人员针对华北陆块元古界烩源岩开展了大规模研究,对烩源岩的发育、展布和生物类型有了更深入的认识,研究成果集中体现在《中国东部中新元古界地质学与油气资源》^[14]一书中,也是近年来对华北陆块中新元古界烩源岩研究最全面、最深入的综合成果,但该书对华北陆块南缘风台组是否发育烩源岩也未曾涉及。

本文通过野外观测和地球化学分析,对华北南缘东部煤山剖面出露的风台组进行了系统研究,在砾岩层之间发现了3套优质烩源岩,其中2套烩源岩连续厚度较大。砾岩层之间厚层优质烩源岩发现证实了华北南缘中新元古界优质烩源岩的存在,不仅有望开拓常规天然气新的勘探领域,也为页岩气的勘探提供了有力依据。另外,通过本文观察和研究,发现砾岩层中和烩源岩层面上有大量坠石,是冰川成因的有力证据,对目前争议较大的该砾岩的成因研究也有重要指示意义。

1 样品和分析方法

1.1 样品

所有分析样品均采自华北陆块南缘东部煤山剖面,剖面上的中部和上部2套厚层烩源岩样品采自近期开辟的采石场,样品比较新鲜。靠近剖面底部的源岩样品,因该层段暂未当作石料开采,未能揭露新鲜的样品,所采样品风化严重,已呈紫红色。

1.2 分析方法

烩源岩地球化学分析是在中国石油勘探开发研究院石油地质实验研究中心完成。测定有机碳和 T_{\max} 分别用碳硫分析仪和热解分析仪;干酪根碳同位素组成检测所用的仪器是Flash2000和Delta Advantage。上述分析项目测试依据是SY/T 5238-2008 中华人民共和国中国石油天然气行业标准;生物类型鉴定是由中国科学院南京古生物研究所完成,先把烩源岩中矿物质除去,剩余的有机质在显微镜下进行鉴定。

2 煤山剖面风台组砾岩层之间优质烩源岩的发现

煤山剖面位于华北陆块南缘东部、大别造山带

北侧,地处安徽霍邱县与河南固始县交界处的四十里长山地带,属于华北板块和扬子板块碰撞结合部位(图1)。在寒武系之下普遍发育厚层的冰碛砾岩,被定名为风台组,又名风台砾岩^[15],该组在四十里长山确定为灰黑色—灰紫色中厚—巨厚层砾岩夹灰紫色薄层泥灰岩和含灰质、泥质白云岩,顶、底皆为灰色、灰紫色、褐黄色、黄绿色页岩,厚度大于150m^[15]。长期以来,风台组在人们的观念中是以砾岩为主体的全区内的标志层,不大可能发育烩源岩。

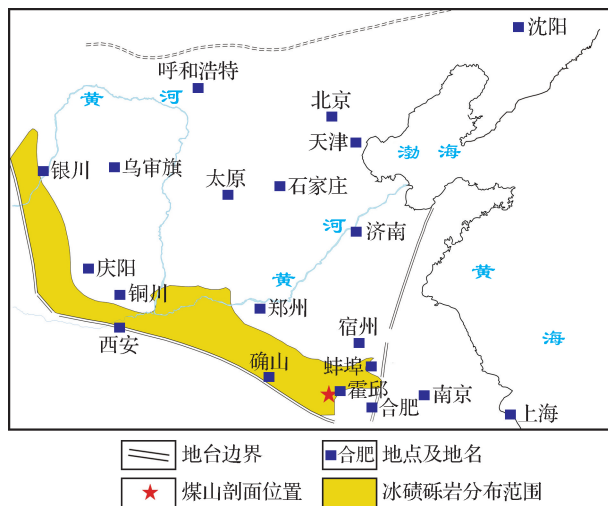


图1 华北南缘煤山剖面位置
(冰碛砾岩的分布范围据叶连俊^[8],1983)

Fig.1 Location of Meishan profile at southern margin of the North China(the distribution range of glacial conglomerate is according to Ye Lianjun^[8],1983)

近年来,由于区内矿山开采,新鲜的地层被揭露出来,使我们对风台组有了新的认识。笔者通过最新研究,在区内划分出4套砾岩,砾岩层之间发现3套烩源岩,每一套砾岩和烩源岩又可划分出若干小层(图2)。其中,烩源岩中磷结核比较常见(图3),多发育在0-1层和11层、14层,与前人^[8]提出的华北陆块含磷建造比较吻合。

3 烩源岩评价

3.1 有机质丰度

第一套烩源岩:图2中的0-1层。厚度为7m,黑色页岩,片状,风化后呈紫红色,加酸强烈气泡,与下伏地层为突变接触,具有一定的风化沉积间断。因所取样品风化严重,故有机碳含量偏低,TOC值仅为0.28%~0.49%,6个样品平均为0.37%。根据推测,风化前该层样品有机碳含量应比较高,属于较好的烩源岩。

第二套烃源岩:总厚度为 46m(图 2 中 4~6 层)。其中,下部的 15m(第 4 层)为砖红色泥灰岩,根据露头剖面变化趋势,判断该层风化前为灰黑色;中部 25m(第 5 层)为块状黑色钙质页岩,因含大量细粒黄铁矿而显示出纹层结构。上部的 6m(第 6 层)为灰黑色含钙质页岩,见大量3~5mm的砾石沿层理

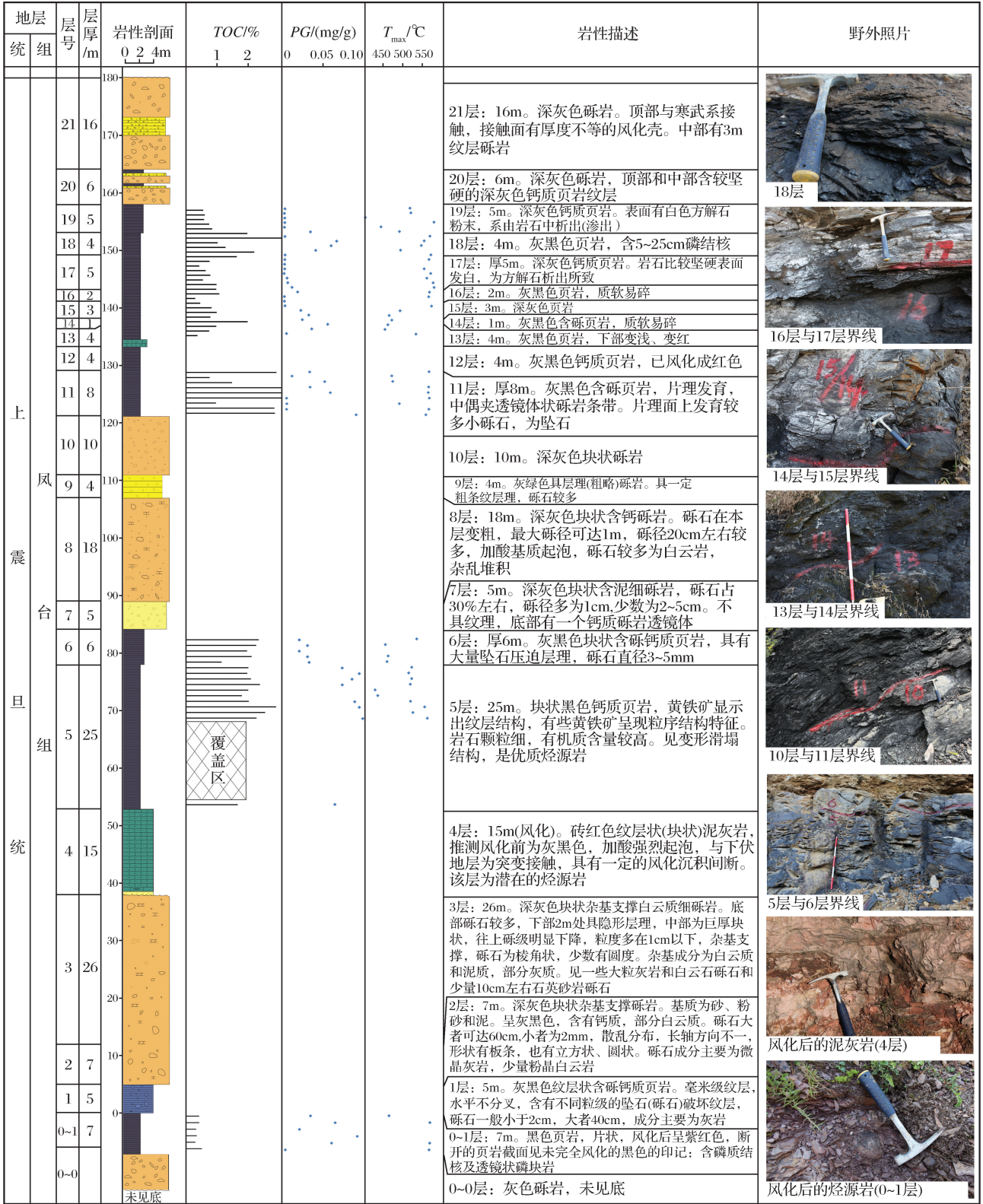


图 2 华北陆块南缘煤山震旦系风台组实测剖面和烃源岩地球化学剖面

Fig.2 The measured and geochemical profile of Sinian hydrocarbon source rocks in Meishan at south margin of North China plate

分布。TOC 值为 1.09%~2.77%，16 个样品平均值为 2.00%，属高有机质丰度的优质烃源岩。

第三套烃源岩：总厚度为 36m(图 2 中 11~19 层)。岩性为深灰色—灰黑色钙质页岩，片理发育。下部靠近砾岩的层位(第 11 层)偶夹透镜体砾岩条带；部分小层见磷质结核，如第 11 层和第 14 层。有机碳含量比较高，TOC 值为 0.27%~3.56%，37 个样品平均值为 1.31%，属高有机质丰度的优质烃源岩。



图 3 华北陆块南缘煤山剖面震旦系烃源岩中磷结核
Fig.3 The phosphate concretions in Sinian hydrocarbon in Meishan profile at southern margin of the North China plate
(a)、(b)图 2 中第 11 层磷结核；(c)图 2 中第 0-1 层磷结核；
(d)图 2 中第 14 层磷结核

由于烃源岩演化程度较高，导致热解数据中的游离 S_1 和裂解烃 S_2 很低，因此造成烃源岩的生烃潜量 $PG(S_1+S_2)$ 很低，一般小于 0.10mg/g(图 2)。

3.2 有机质类型

因为元古界没有陆生高等植物，所以有机质来自藻类等低等生物。经过镜下分析，有机质主要为

无定形干酪根，多数样品还发现了疑源类及其他孢型化石。常见的化石以球形光面类型(*Leiosphaeridia*)为最多，其次为瘤面球藻 *Lophoshaeridium* sp.(未定种)、网面球藻 *Dityosphaera* sp.(未定种)和一些带刺突的疑源类，如星刺藻(*Asteridium*)、斯克阿格藻(*Skiagia*)。另外，底栖藻碎片在镜下也比较常见。

据干酪根碳同位素分析(表 1)，碳同位素组成较重，有机质可能主要来自浮游藻类，因为浮游藻形成的有机质干酪根碳同位素比底栖生物更富集 $^{13}C^{[16-19]}$ 。

3.3 有机质成熟度

烃源岩热解数据 T_{max} 比较凌乱，分布范围较宽，在 400~600℃ 之间，多数样品最高热解温度大于 500℃(图 2)。由于烃源岩有机物来自低等水生生物，没有镜质组，所以只能测量由低等生物转化而来的类镜质组反射率作为参考。从实测干酪根中类镜质组反射率来看， R_o 值处于 3.22%~3.77% 之间，烃源岩已进入过成熟阶段(表 2)。

表 1 华北南缘煤山剖面凤台组烃源岩干酪根碳同位素

Table 1 Carbon isotopes of hydrocarbon source rocks in Fengtai Formation at south margin of North China plate			
原编号	取样位置	岩性	$\delta^{13}C/\text{‰}$
MMSZ-53	图 2 中第 17 层下部	深灰色页岩	-27.70
MMSZ-47	图 2 中第 15 层中部	深灰色页岩	-28.85
MMSZ-34	图 2 中第 11 层中下部	灰黑色含砾页岩	-27.44
MMSZ-18	图 2 中第 6 层上部	深灰色含砾页岩	-28.50
MMSZ-12	图 2 中第 5 层上部	灰黑色钙质页岩	-28.02
MMSZ-8	图 2 中第 5 层中上部	灰黑色钙质页岩	-27.25

表 2 华北南缘煤山剖面凤台组烃源岩成熟度

Table 2 Maturity of hydrocarbon source rocks in Fengtai Formation at south margin of North China plate

原编号	取样位置	岩性	样品类型	类镜质体反射率(R_o)/%		
				最小值	最大值	均值
MMSZ-53	图 2 中第 17 层下部	深灰色页岩	干酪根	3.18	3.38	3.27
MMSZ-47	图 2 中第 15 层中部	深灰色页岩	干酪根	3.11	3.30	3.22
MMSZ-34	图 2 中第 11 层中下部	灰黑色含砾页岩	干酪根	3.48	3.71	3.60
MMSZ-18	图 2 中第 6 层上部	深灰色含砾页岩	干酪根	3.20	3.45	3.32
MMSZ-12	图 2 中第 5 层上部	灰黑色钙质页岩	干酪根	3.64	3.87	3.77
MMSZ-8	图 2 中第 5 层中上部	灰黑色钙质页岩	干酪根	3.34	3.61	3.48

4 地质意义

4.1 有望开拓新的勘探领域

震旦系冰碛砾岩中高有机质丰度的厚层烃源岩

的发现，有望在华北陆块南缘开展常规天然气勘探。尽管烃源岩成熟度很高，但早期生成的原油可以进一步裂解成天然气，和干酪根裂解气一起都可为天然气成藏提供气源。凤台砾岩中构造裂缝比较发育

的地区、寒武系的猴家山组白云岩都可能成为有效的储集层,储集层之上的寒武系馒头组岩性以页岩为主,夹灰岩,可作为较好的区域盖层。

4.2 页岩气

除了常规天然气勘探,该区新元古界烃源岩的发现也可作为页岩气的勘探提供较好的参考。该区新元古界烃源岩以钙质页岩为主,压裂酸化后造缝效果会比较好,再加上烃源岩厚度较大,对页岩气勘探较为有力。目前关于页岩气经济开采所需要的最小页岩厚度目前还没有统一的厚度下线。邹才能等^[20]认为页岩连续发育时有效页岩厚度大于 30m,断续发育时且 TOC 值小于 2% 时页岩的累计厚度大于 50m 即可达到商业开发要求;有的研究人员甚至认为页岩有效厚度大于 9m 即可^[21]。研究区发现的页岩无论从单层厚度还是累计厚度,都超过了页岩气商业开发要求,因此具有较好的页岩气勘探和开发条件。

4.3 冰碛砾岩成因

关于华北陆块南缘砾岩的成因,目前有 2 种观点:一种是冰川成因^[8,22],认为剖面上见砾石大小悬殊、排列杂乱、含量差别大,表面见擦痕、压裂、压坑、磨光面等现象;另外一种是垮塌成因^[23,24],认为凤台砾岩不仅具有冰碛岩的某些特征,而且还有重力流及滑塌沉积的一些特点。本文除了发现前人描述的冰碛砾岩一些特征外,还发现了其他冰碛砾岩成因证据。不仅在砾岩中发现坠石,在烃源岩中也发现了大量坠石(图 4),说明砾岩是冰碛砾岩成因,烃源岩是间冰期的产物。

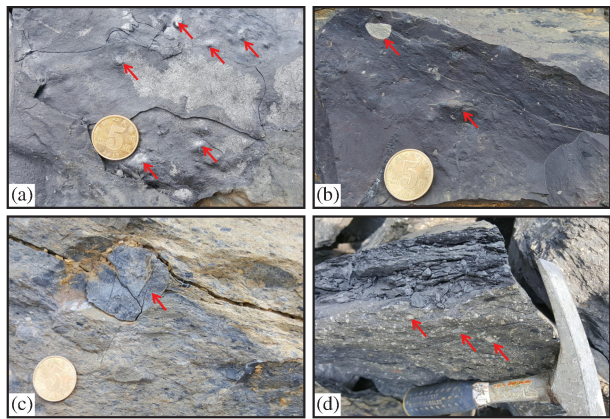


图 4 华北陆块南缘煤山剖面震旦系页岩中各种坠石

Fig.4 Dropstones in Sinian shale of Meishan profile at southern margin of North China plate

(a)图 2 中第 15 层;(b)图 2 中第 7 层;

(c)图 2 中第 6 层;(d)图 2 中第 11 层)

砾岩中的坠石在煤山剖面上的很多小层中出现,例如在第 1 层灰色钙质页岩中砾石,砾岩坠入层理面破坏层理的现象比较明显,其他小层砾岩中的坠石也比较常见(图 5),坠石大小从 0.3cm 到 10cm 不等。

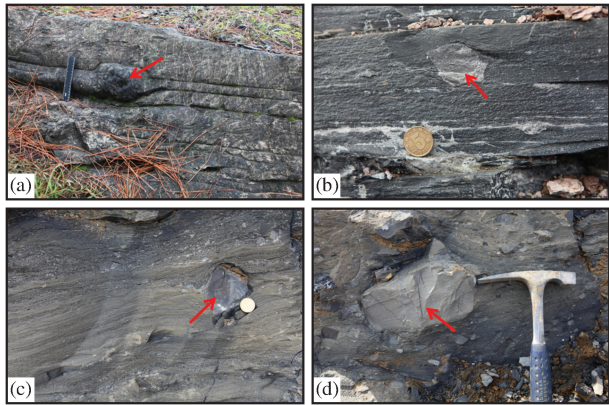


图 5 华北陆块南缘煤山剖面震旦系冰碛砾岩中各种坠石

Fig.5 The drop stones in Sinian glacial conglomerate in Meishan profile at southern margin of the North China plate

(a)图 2 中第 1 层;(b)、(c):图 2 中第 8 层;(d):图 2 中第 21 层

砾岩中的坠石比较容易辨认,由于烃源岩颜色较黑、易碎,其中的坠石不易观察出来。本文研究在第 6、7、11、15 层烃源岩中发现了粒径为 0.3 ~ 0.5cm 的坠石沿层面展布。

5 结论

华北陆块南缘新元古界凤台组间冰期发育多套高丰度、高成熟度、来自低等生物的优质烃源岩,以浮游藻类为主。凤台砾岩或与之层位相当的砾岩在华北陆块南缘普遍分布,凤台砾岩间冰期发育的高有机质丰度烃源岩的发现为华北陆块南缘油气勘探提供了新的思路,无论对常规天然气还是页岩气勘探,都有较重要意义。另外,砾岩和烃源岩层中发现的坠石,为冰碛砾岩的成因提供较有力的证据。

参考文献(References)

- [1] Wang Tieguan. The primary oil and petroleum geological significance of Sinian suberathem in the Yanshan area[J]. Petroleum Exploration and Development, 1980, 7(2): 34-52.
王铁冠. 燕山地区震旦亚界油苗的原生性及其石油地质意义[J]. 石油勘探与开发, 1980, 7(2): 34-52.
- [2] Hao Shisheng, Feng Shi. Paleotemperature evolution of Sinian suberathem in North China and origin of primary oil and gas pools[J]. Journal of East China Petroleum College, 1982, (1): 1-17.
郝石生, 冯石. 华北地区震旦亚界古地温演化及冀中地区原生

- 油气藏形成条件初探[J].华东石油学院学报,1982,(1):1-17.
- [3] Wang Tieguan, Huang Guanghui, Xu Zhongyi. A fossil oil pool on the basement of the Xiamaling Formation of the Upper Proterozoic in Longtangou, west Liaoning[J]. Oil & Gas Geology, 1988, 9(3): 278-287.
- 王铁冠, 黄光辉, 徐中一. 辽西龙潭沟元古界下马岭组底砂岩古油藏探讨[J]. 石油与天然气地质, 1988, 9(3): 278-287.
- [4] Liu Baoquan, Qin Jianzhong, Fang Jie. On petroleum source and maturation characteristics of the organic matter of Cambrian and Middle-Upper Proterozoic in Kuancheng region of northern Hebei Province[J]. Experimental Petroleum Geology, 1989, 11(1): 2-8.
- 刘宝泉, 秦建中, 方杰. 冀北宽城地区中、上元古界、寒武系有机质热演化特征及油源探讨[J]. 石油实验地质, 1989, 11(1): 2-8.
- [5] Li Zhensheng, Liu Deliang, Wu Xiaoqi, *et al.* Hydrocarbon-generating potentials of the Neoproterozoic in Xuhuai area, the east part of southern North China[J]. Chinese Journal of Geology, 2012, 47(1): 154-168.
- 李振生, 刘德良, 吴小奇, 等. 南华北东部徐淮地区新元古界生烃潜力分析[J]. 地质科学, 2012, 47(1): 154-168.
- [6] Zhang Jiaodong, Liu Deliang, Huang Kaiquan, *et al.* Discussion on the hydrocarbon source rock characters of the Liulaobei Formation on the fringes of the Hefei Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2004, 26(5): 474-478.
- 张交东, 刘德良, 黄开权, 等. 合肥盆地盆缘刘老碑组烃源岩特征探讨[J]. 石油实验地质, 2004, 26(5): 474-478.
- [7] Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional Geological of Anhui Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987: 57.
- 安徽省地质矿产局. 安徽区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 57.
- [8] Ye Lianjun. Sedimentary Formation of North China Platform[M]. Beijing: Science Press, 1983: 1-141.
- 叶连俊. 华北地台沉积建造[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 1-141.
- [9] Cao Gaoshe, Song Mingshui, Liu Deliang, *et al.* Sedimentary environment and geochemical characteristics of hydrocarbon source rocks in the Cambrian base of the Hefei Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2002, 24(3): 273-278.
- 曹高社, 宋明水, 刘德良, 等. 合肥盆地寒武系底部烃源岩沉积环境和地球化学特征[J]. 石油实验地质, 2002, 24(3): 273-278.
- [10] Dai Jinxing, Liu Deliang, Cao Gaoshe, *et al.* Affirmation of new hydrocarbon source rocks in North China and their significance for petroleum exploration[J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(6): 345-347.
- 戴金星, 刘德良, 曹高社, 等. 华北石油天然气烃源岩的确认及其地质矿产意义[J]. 地质通报, 2002, 21(6): 345-347.
- [11] Dai Jinxing, Liu Deliang, Cao Gaoshe. Discovery of marine muddy hydrocarbon source rocks in the southern margin of the North China block and its significance for gas exploration[J]. Geological Review, 2003, 49(3): 322-329.
- 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]. 地质评论, 2003, 49(3): 322-329.
- [12] Dai Jinxing, Liu Deliang, Cao Gaoshe, *et al.* Cambrian Source Rocks in the Southern Margin of North China Basin[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2005: 1-126.
- 戴金星, 刘德良, 曹高社, 等. 华北盆地南缘寒武系烃源岩[M]. 北京: 石油工业出版社, 2005: 1-126.
- [13] Tao Shizhen, Liu Deliang, Li Changwei, *et al.* Exploration frontiers of Unexploration shale layer in new district, North China block: Source rocks and its gas system of Madian Formation of Lower Cambrian in the southern part of North China Block(SNCB)[J]. Natural Gas Geoscience, 2014, 25(11): 1767-1780.
- 陶士振, 刘德良, 李昌伟, 等. 华北陆块新区新层页岩气潜在勘探新领域—南华北下寒武统马店组烃源岩及其含气系统[J]. 天然气地球科学, 2014, 25(11): 1767-1780.
- [14] Sun Shu, Wang Tieguan. The Meso-Neoproterozoic Geology and Oil and Gas Resources Geology of Oil and Gas Resources in Eastern China[M]. Beijing: Science Press, 2016: 1-584.
- 孙枢, 王铁冠. 中国东部中—新元古界地质学与油气资源[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 1-584.
- [15] Regional Geological Survey Team of Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources. Stratigraphic Records of Anhui (Precambrian fascicle)[M]. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 1985: 1-174.
- 安徽省地质矿产局区域地质调查队. 安徽地层志(前寒武系分册)[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1985: 1-174.
- [16] Wiencke C, Fischer G. Growth and stable carbon isotope composition of cold-water macroalgae in relation to light and temperature[J]. Marine Ecology Progress Series, 1990, 65(3): 283-292.
- [17] Fenton G E, Ritz D A. Spatial variability of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and D; H in *Ecklonia radiata* (C Ag.) J. Agardh (Laminariales)[J]. Estuarine and Coastal Shelf Science, 1989, 28(1): 95-101.
- [18] Fry B, Lutes R, Northam M, *et al.* A $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ comparison of food webs in Caribbean seagrass meadows and coral reefs[J]. Aquatic Botany, 1982, 14(82): 389-398.
- [19] Ye Lixun, Ritz D A, Fenton G E, *et al.* Tracing the influence on the sediments of organic waste from a salmonid farm using stable isotope analysis[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1991, 145(2): 161-174.
- [20] Zou Caineng, Dong Dazhong, Wang Shejiao, *et al.* Geological characteristics, formation mechanism and resource potential of shale gas in China[J]. Petroleum Exploration and Development, 2010, 37(6): 641-653.
- 邹才能, 董大忠, 王社教, 等. 中国页岩气形成机理、地质特征

及资源潜力[J].石油勘探与开发,2010,37(6):641-653.

[21] Nie Haikun,Tang Xuan,Bian Ruikang.Controlling factors for shale gas accumulation and prediction of potential development area in shale gas reservoir of South China[J].Acta Petrolei Sinica,2009,30(4):484-491.

聂海宽,唐玄,边瑞康.页岩气成藏控制因素及中国南方页岩气发育有利区预测[J].石油学报,2009,30(4):484-491.

[22] Dou Shouchu,Huang Daoquan.Analyses on glacial sedimentary facies of Sinan Period in western Anhui Province[J].Journal of Hefei University of Technology:Natural Science,1989,12(2):119-128.

斗守初,黄道全.皖西震旦纪冰川沉积初析[J].合肥工业大学学报:自然科学版,1989,12(2):119-128.

[23] Wang Xiang,Wang Zhan.Gravity flow and slump deposits of the Fengtai Formation in western Anhui[J].Regional Geology of China,1993,12(2):131-139.

王翔,王战.皖西凤台组重力流及滑塌沉积[J].中国区域地质,1993,12(2):131-139.

[24] Zhang Yuxu,Gao Linzhi,Peng Yang,*et al.*Discovering transitional relation between the Fengtai Formation and the Siding-shan Formation and its geological significance [J].Geosciences:Journal of China University of Geosciences,1998,23(1):9-12.

章雨旭,高林志,彭阳,等.凤台砾岩与四顶山组过渡关系的发现及其地质意义[J].地球科学:中国地质大学学报,1998,23(1):9-12.

Discovery and geological significance of high quality hydrocarbon source rocks in interglacial of Neoproterozoic in the eastern part of southern margin of North China

Qin Sheng-fei,Luo Ping,Wang Tong-shan,Wang Lan-jun,Ma Kui
(Research Institute of Petroleum Exploration and Development,PetroChina,Beijing 100083,China)

Abstract: Conglomerate of glacial deposits from Neoproterozoic Sinian is generally developed in the southern margin of North China plate. However, whether the hydrocarbon source rock exists in conglomerate of glacial deposits is still unable to determine, which has not been studied. The developmental characteristics of the conglomerate was systematically observed and measured, then the conglomerate was divided into 4 sets and the grey black shale were discovered between them with the thickness of 36m, 46m and 7m, respectively from top to bottom. The study shows that the abundance of organic matter in the shale is high, which belongs to the high-quality hydrocarbon source rock. The organic matters are derived from lower organisms. The discovery of thick and high-quality hydrocarbon source rocks in conglomerates opens up new exploration areas for conventional natural gas as well as provides a powerful basis for shale gas exploration. The dropstones appeared in hydrocarbon source rocks and conglomerates are cogent evidence of glaciation and provide an important guiding significance for the genesis of the conglomerate.

Key words: Southern margin of North China plate; Neoproterozoic; Moraine conglomerate; Hydrocarbon source rocks; Significance