

文章编号: 1009-3850(2011)04-0034-06

湘中地区下寒武统烃源岩沉积环境及其特征

梁 薇¹ 牟传龙² 周恩恩² 葛祥英³

(1. 中国地质科学院, 北京 100037; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 3. 山东科技大学地质学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 本文通过对湘中地区早寒武世岩相古地理的研究, 认为早寒武世期间, 湘中地区为发育在陆架之上的缺氧滞留盆地沉积环境, 沉积了一套以黑色炭质板状页岩及含硅质炭质泥岩等为主的黑色沉积。该套黑色沉积沿着湘中地区以及扬子东南缘呈带状稳定分布, 反映出当时湘中地区是一“富烃沉积区”, 具有生烃潜力; 该套寒武纪海相地层是油气勘探的重要层位。

关键词: 烃源岩; 沉积环境; 岩相古地理; 湘中地区; 早寒武世

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

在海相油气勘探的前期阶段, 岩相古地理研究是不可或缺的^[1-2]。扬子地区寒武系是中国南方古生界最好的烃源岩发育层系之一, 且具有较为理想的生储盖组合。如果保存条件有利, 将成为中国南方古生界油气勘探的重要目的层系之一^[3]。

1 区域地质背景

湘中地区位于中上扬子板块的东南缘, 武陵山过渡区以南、东安-祁东-衡阳一线以北。雪峰山边缘褶皱带位于本区西北部^[4]。该地区下寒武统海相地层中发育一套以炭质页岩、炭质板状页岩和黑色含硅质炭质泥岩为主的烃源岩。中国南方扬子地台的基底是中深变质的太古界和早元古界以及浅变质的中元古界。自基底形成后, 从震旦纪开始, 扬子地区进入了相对稳定的地台发展阶段^[4-6]。沉积物从早震旦世以陆源碎屑为主开始向以碳酸盐岩、页岩和硅质岩为主的沉积转变。在寒武纪时期, 整个中国南方地区为一个巨大的、盆底地形极为平缓的水流不畅的海域, 控制了中国南方寒武系的沉积类型及其沉积格局。湘中地区位于中上扬子克拉通盆地东南缘, 在早寒武世梅树村期和筇竹

寺期, 随着泛大陆的解体, 发生全球海平面上升, 造成扬子碳酸盐台地第一次淹没^[7]。同时由于沉积盆地中发生缺氧事件, 形成了颇具特色的黑色沉积。其最大特点是黑色炭质页岩十分发育, 底部含有磷结核、夹石煤及硅质岩, 沉积厚度一般100m左右。到了沧浪铺期, 扬子克拉通盆地东南边缘海平面下降、水体变浅, 沉积以泥灰岩夹炭质页岩、硅质泥岩以及硅质页岩或硅质板岩夹炭质页岩为主, 水平纹理发育。到了龙王庙期, 扬子地区才进入碳酸盐岩台地演化时期, 湘中地区则主要沉积富泥质薄板状灰岩夹页岩^[7]。在早寒武世早期, 发生了小壳化石(软舌螺等)发育高峰期, 同时, 也发育了大量的低等植物, 致使在下寒武统下部的梅树村阶、筇竹寺阶及沧浪铺阶发育了数米至数百米厚的炭质板状页岩、黑色硅质板状页岩及石煤^[3]。笔者所阐述的湘中地区的烃源岩, 主要就是指这套以炭质板状页岩及泥岩、含硅质炭质泥页岩及石煤为主的烃源岩。

2 沉积相特征及沉积环境

湘中地区的烃源岩层位主要是下寒武统的梅树村阶、筇竹寺阶及沧浪铺阶的相应层位。这套烃

收稿日期: 2011-05-08; 改回日期: 2011-07-19

作者简介: 梁薇(1987-), 硕士研究生。研究方向: 岩相古地理及沉积盆地分析。E-mail: ravey-liang@163.com.

资助项目: 国家重大科技专项“全国油气基础地质编图”(2008ZX05043-005)、中国地质调查局项目“中国岩相古地理编图”(1212010916060)

源岩是晚震旦世海退之后,由于早寒武世海平面上升导致的快速海侵条件下的产物。烃源岩的岩性主要为黑色炭质板状页岩,下部夹大量黑色硅质岩、硅质炭质板状页岩。炭质高,有的可形成“石煤”层(图版 1、2)。近底部的炭质板状页岩中尚含磷结核及镍、钼、铜、钴、钒、铀等多元素矿产^[7]。黑色炭质板状页岩及板岩中产海绵骨针 *Protospongia* sp.,发育水平层理,为陆架边缘盆地相(图 1)。早寒武世,湘中至湘南地区的沉积相展布自西北向东南依次为内陆架相-外陆架相-陆架边缘盆地相-陆架边缘斜坡相(图 2)。陆棚边缘盆地相主要分布在岳阳-张家界-凤凰一线东南及攸县-永州-江永一线北西。沉积物最大的特点是炭质页岩(图版 5)、含硅质炭质板状页岩(图版 4)等为主的黑色岩系十分发育,其有机质丰度高,有机碳的含量可高达 30%^[8],属藻腐泥型(I 型)^[9]。水平层理发育(图版 6),在其底部发育有薄层硅质岩和磷质结核,某些层位能见局部富集的黄铁矿(图版 3),为湘中地区主力烃源岩之一。湘中地区下寒武统这套烃源岩的沉积环境主要是缺氧停滞陆架边缘盆地环境,是发育在陆架之上的相对深水的盆地(图 2)。

这套烃源岩中黑色炭质板状页岩、硅质板岩以及磷结核等沉积物的形成与上升洋流-缺氧有关:^[8]即沉积了由上升洋流带来的磷质物质营养盐和 SiO₂^[8,10],再加此时中上扬子东南缘的生物繁殖,水体缺氧,使得有机质大量埋藏并得以保存^[8],构成了湘中地区乃至整个中扬子克拉通上下寒武统

优质烃源岩。

3 烃源岩特征

构造运动的差异决定了盆地性质的不同,盆地性质的不同决定了沉积充填序列的差异,也控制和制约了油气基本地质条件^[2]。在早寒武世,湘中地区继武陵运动之后进入了一个构造相对稳定的时期,上寒武统的沉积物在湘中地区分布较为广泛、相对稳定,从西北往东南大致呈现内陆架相-外陆架相-陆架边缘盆地相-陆架边缘斜坡相的沉积格局(图 2)。湘西北主要为以波浪作用为主的陆架环境,沉积广海型陆源碎屑沉积物,湘中地区则为发育在陆架上的盆地环境,湘南地区沉积物则主要沉积在陆架边缘斜坡环境中。其中,浅海陆架相的沉积物以黑色含碳质页岩夹少量粉砂岩、粉砂质页岩为主,陆架边缘斜坡相的沉积物是以长石石英砂岩、石英砂岩与板岩韵律互层的浊流相沉积物为主,而盆地相的沉积物则是以黑色炭质板状页岩和黑色硅板岩为主,在其底部还见石煤及含磷物质或磷质结核,整个湘中地区黑色岩系的平均厚度大约 200m(图 3)。除了在汨罗-桃江-绥宁-通道一线的西北侧仅在下寒武统的上部和顶部见夹有深色灰岩及白云质灰岩和新宁茶园头周边露头的下寒武统上部见黑色条带状板岩外,在其它层位及在汨罗-桃江-绥宁-通道一线的东南侧都发育黑色炭质板状页岩和黑色硅板岩为主的黑色岩系(图 1、图 3)。

系	统	厚度/m	岩性柱状图	沉积构造	岩性描述	沉积相	沉积环境
寒武系	中统				黑色炭质板状页岩		
	下统	195.2			上部黑灰色、黑色炭质板状页岩 下部黑灰色、黑色炭质板状页岩、黑色炭质板状页岩与硅质板状页岩互层夹硅质岩	陆架边缘盆地相	陆架边缘的缺氧滞留盆地
震旦系	上统				黑色块状硅质岩		

图 1 湖南新化大石公社下寒武统柱状剖面图

Fig. 1 Lower Cambrian columnar section in Xinhua, Hunan

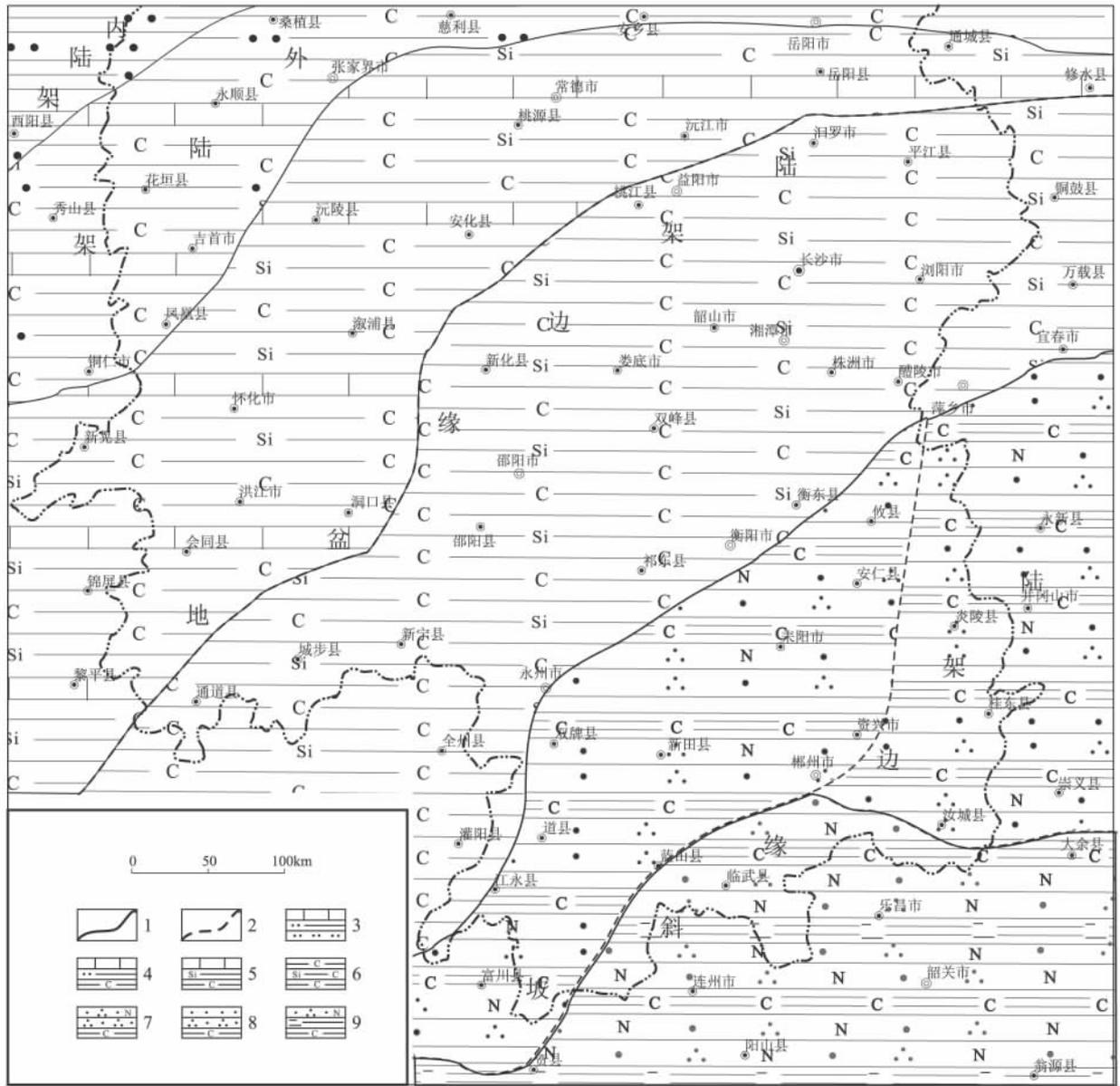


图2 湘中地区早寒武世岩相古地理图

1. 沉积相边界; 2. 岩相边界; 3. 灰岩、粉砂岩、砂质页岩组合; 4. 灰岩、砂质页岩、炭质页岩组合; 5. 灰岩、硅质页岩、炭质页岩组合; 6. 炭质页岩、含硅炭质页岩组合; 7. 长石石英砂岩、石英砂岩、炭质页岩组合; 8. 砂岩、石英砂岩、炭质页岩组合; 9. 石英砂岩、绢云母板状页岩、炭质页岩组合

Fig.2 Early Cambrian sedimentary facies and palaeogeography in central Hunan

1 = sedimentary facies boundary; 2 = lithofacies boundary; 3 = limestone-siltstone-sandy shale association; 4 = limestone-sandy shale-carbonaceous shale association; 5 = limestone-siliceous shale-carbonaceous shale association; 6 = carbonaceous shale-siliceous and carbonaceous shale association; 7 = feldspathic quartz sandstone-quartz sandstone-carbonaceous shale association; 8 = sandstone-quartz sandstone-carbonaceous shale association; 9 = quartz sandstone-sericite slaty shale-carbonaceous shale association

湘中地区下寒武统烃源岩的等效镜质体反射率在2%~3.5%之间,多数为3%左右^[11]。综观湘中地区早寒武世烃源岩的主要特点,表现为有机质丰度高,有机碳含量约为1.96%^[3],残余总有机碳(TOC)含量较高(平均值为0.8%~7.46%)^[12],属中等-好的烃源岩(表1、2),具有较大的生烃

潜力。

4 结论

湘中地区在早寒武世时期是一个发育在陆架上的滞留缺氧的深水盆地。从早寒武世开始,湘中地区的海侵范围和海平面上升幅度随着整个中上扬

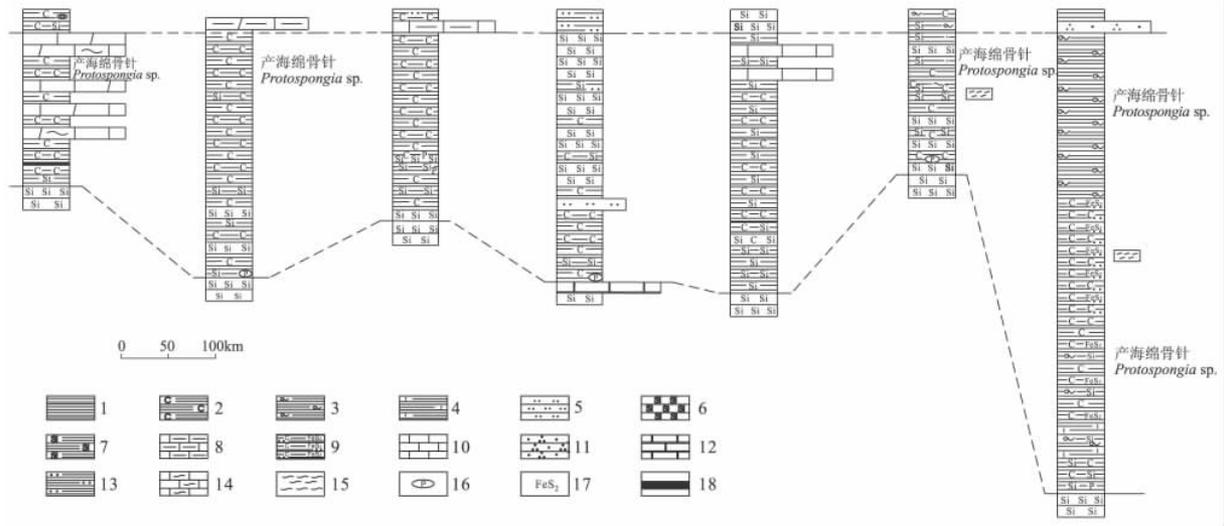


图3 湘中地区下寒武统盆地相中黑色岩系柱状对比图

1. 板岩; 2. 炭质板岩; 3. 条带状板岩; 4. 粘土质板岩; 5. 粉砂岩; 6. 硅质岩; 7. 硅质页岩; 8. 泥灰岩; 9. 含黄铁矿炭质砂质板岩; 10. 灰岩; 11. 石英砂岩; 12. 大理岩; 13. 砂质板岩; 14. 纹层状灰岩; 15. 纹层构造; 16. 磷质结核; 17. 黄铁矿; 18. 石煤层

Fig. 3 Columnar comparison of the black rock series from the Lower Cambrian basin facies in central Hunan

1 = slate; 2 = carbonaceous slate; 3 = banded slate; 4 = clayey slate; 5 = siltstone; 6 = siliceous rock; 7 = siliceous shale; 8 = marl; 9 = pyrite-bearing carbonaceous-sandy slate; 10 = limestone; 11 = quartz sandstone; 12 = marble; 13 = sandy slate; 14 = laminated limestone; 15 = laminated structure; 16 = phosphatic concretion; 17 = pyrite; 18 = stone coal

表1 扬子区海相烃源岩划分标准表(据王韶华等修改)^[13]

Table 1 Criteria for the classification of the marine source rocks in the Yangtze area (modified from Wang Shaohua et al., 2000)

级别	好烃源岩	中等烃源岩	差烃源岩	非烃源岩
相带	盆地相、广海陆棚相	斜坡相、开阔台地相	局限海台地相	
颜色岩性结构组合	黑色、深灰色炭质页岩黑-灰黑色泥、页岩; 黑-灰黑色泥灰岩、含泥灰岩、含碳灰岩	黑灰色泥页岩; 黑-灰黑色砂质泥页岩; 黑-灰黑色泥晶灰岩、泥质条带灰岩	深灰色泥页岩; 深灰-黑灰色泥粉晶灰岩、生屑灰岩; 黑-灰黑色泥粉晶云岩	灰色以下泥页岩、砂质泥页岩; 灰色以下、细晶以上碳酸盐岩

表2 扬子区海相烃源岩有机质丰度(%)评价标准表(据王韶华等修改)^[13]

Table 2 Criteria for the evaluation of the organic matter abundances (%) in the marine source rocks in the Yangtze area (modified from Wang Shaohua et al., 2000)

灰岩	好烃源岩	中等烃源岩	差烃源岩	非烃源岩
泥质岩	>1.0	0.6~1.0	0.4~0.6	<0.4
碳酸盐岩	>0.6	0.4~0.6	0.2~0.4	<0.2

子地区而增大。加之上升洋流的影响和缺氧事件的发生,在该区形成了有利于炭质页岩、黑色硅质岩及少量含磷质沉积物沉积的古地理环境(陆架边缘盆地环境)。湘中地区早寒武世为有利富烃沉积区,形成了分布广泛的烃源岩。

参考文献:

[1] 牟传龙,许效松. 华南地区早古生代沉积演化与油气地质条件[J]. 沉积与特提斯地质, 2010, 30(3): 24-29.

[2] 牟传龙,周恩恩,梁薇,等. 中上扬子地区早古生代烃源岩沉积环境与油气勘探[J]. 地质学报, 2011, 85(4): 526-531.

[3] 文玲,胡书毅,田海芹. 扬子地区寒武系烃源岩研究[J]. 西北地质, 2001, 34(2): 67-74.

[4] 刘文均. 湘中地区的泥盆系基底断裂、岩相和层控矿床[J]. 矿床地质, 1986, 5(3): 7-18.

[5] 刘宝瑞,许效松,徐强,等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京: 科学出版社, 1993. 50-53.

[6] 夏文杰,杜森官,徐新晃,等. 中国南方震旦纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[7] 蒲心纯,周浩达,王熙林,等. 中国南方寒武纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[8] 汪建国,陈代钊,王清晨,等. 中扬子地区晚震旦世-早寒武世

- 转折期台-盆演化及烃源岩形成机理[J]. 地质学报, 2007, 81(8): 1102-1110.
- [9] 腾格尔, 高长林, 胡凯, 等. 上扬子东南缘下组合优质烃源岩发育及生烃潜力[J]. 石油实验地质, 2006, 28(4): 359-365.
- [10] 吕炳全, 王红罡, 胡望水, 等. 扬子地块东南古生代上升流沉积相及其与烃源岩的关系[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(4): 29-35.
- [11] 陶树, 汤达祯, 许浩, 等. 中、上扬子区寒武-志留系高过成熟烃源岩热演化史分析[J]. 自然科学进展, 2009, 19(10): 1126-1133.
- [12] 马立桥, 孙凤霞, 王晓峰, 等. 扬子陆块东南缘海相油气勘探前景[J]. 海相油气地质, 2002, 7(3): 10-18.
- [13] 王韶华, 刘小玲, 张斌, 等. 浅议中扬子区海相有效烃源岩的产烃能力[J]. 江汉石油科技, 2000, 10(2): 52-54.

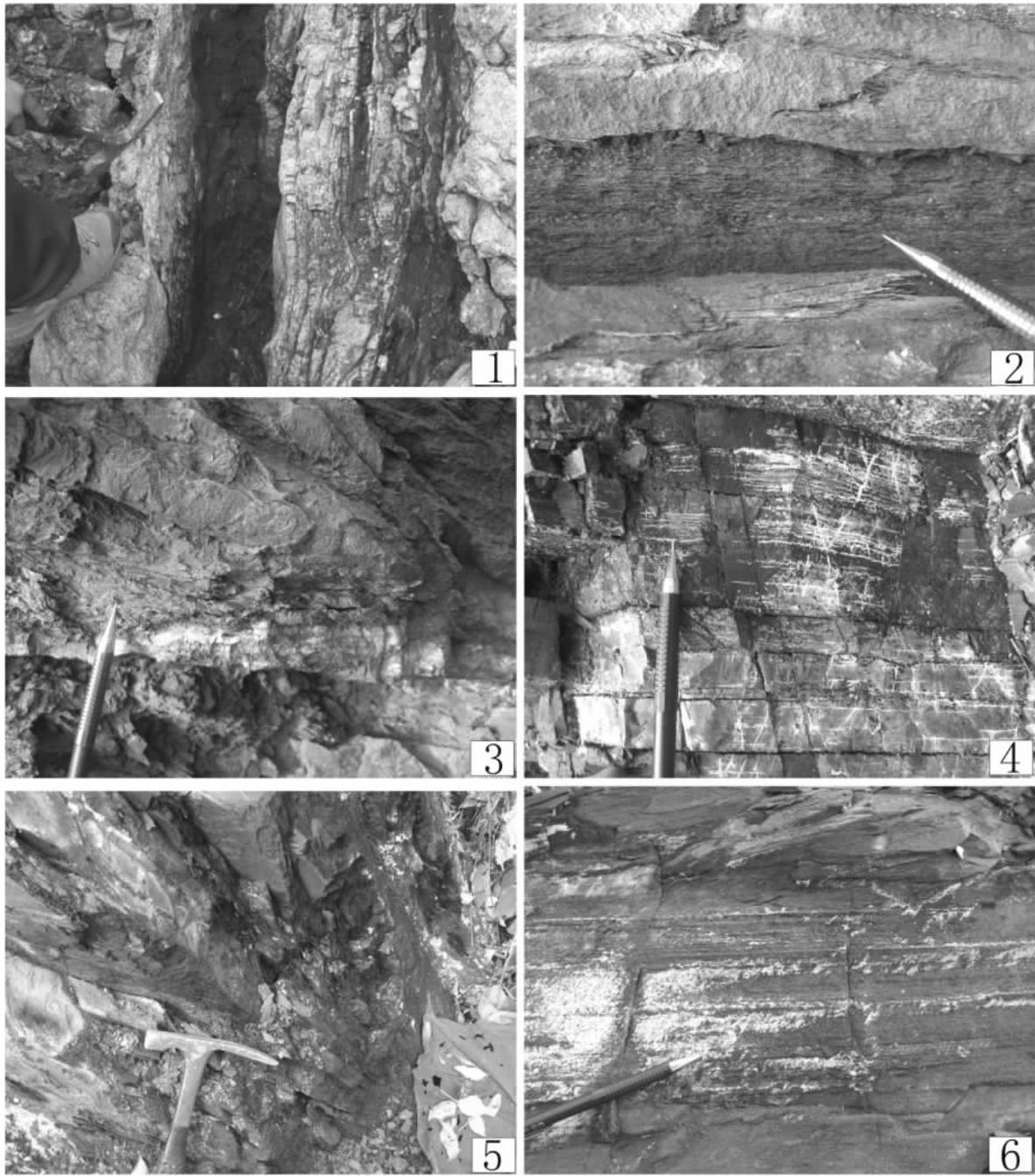
Sedimentary environments of the Lower Cambrian source rocks in central Hunan

LIANG Wei¹, MOU Chuan-long², ZHOU Ken-ken², GE Xiang-ying³

(1. Academy of Chinese Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. College of Geology, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, Shandong, China)

Abstract: Tectonically, central Hunan lies on the southeastern margin of the middle-upper Yangtze plate. During the Early Cambrian, this region was in a relatively stable cratonic basin. The integration of upwelling oceanic currents, sea-level rises and anoxic events gave rise to the formation of the favourable environments for the generation of source rocks. Throughout the Early Cambrian, the central Hunan region was once developed as the anoxic stagnant basin above the continental shelf, and composed of a succession of black deposits comprising black carbonaceous tabular shales and siliceous-carbonaceous mudstones. The black deposits extend from the central Hunan region to the whole southeastern margin of the middle-upper Yangtze plate, implying that the study area was then enriched in hydrocarbons, and thus has great hydrocarbon potential. This region is selected as a key area not only for basic geological survey and oil and gas exploration, but also for the exploration of shale gas.

Key words: source rock; sedimentary environment; sedimentary facies and palaeogeography; central Hunan; Early Cambrian



图版说明

1、2. 黑色炭质板状页岩中夹的石煤层; 3. 黑色炭质板状页岩中的局部富集黄铁矿; 4. 黑色含硅质板状泥岩; 5. 黑色炭质板状泥岩; 6. 黑色炭质板状泥岩中的水平层理。