

文章编号: 1009-3850(2011)04-0040-06

湘中湘南地区奥陶纪达瑞威尔中晚期 – 凯迪早期 岩相古地理及其油气地质意义

葛祥英¹, 牟传龙², 周恩恩², 梁 薇³

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

摘要: 湘中湘南地区在早古生代时期, 由于受海平面变化以及全球古气候的影响, 形成了有利于烃源岩形成的沉积环境。笔者通过对湘中湘南地区的奥陶纪达瑞威尔中晚期 – 凯迪早期开展沉积相、岩相古地理和油气地质等研究, 结合前人取得的相关研究成果, 将该区划分为陆架相、盆地相和陆架边缘相。陆架相主要由砂质板岩、砂岩、黑色页岩和硅质岩组成; 陆架边缘相为粉砂-细粒石英砂岩、长石石英砂岩夹条带状板岩、炭质板岩和硅质岩等组成; 而盆地相为一套炭质页岩和硅质岩组成的黑色岩系, 代表了一种平静还原的滞流缺氧环境。该套岩性有机质含量高, 具有较高的生烃潜力, 且分布范围广, 是湘中湘南地区达瑞威尔-凯迪阶的富烃沉积区, 也是下一步油气地质调查和勘探的重要层位。

关键词: 湘中湘南地区; 达瑞威尔阶 – 凯迪阶; 烃源岩; 岩相古地理; 油气勘探

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

随着海相油气勘探在中国南方的突破, 尤其是四川普光特大气田的发现, 使得人们更加重视对海相地层的油气勘探工作。事实证明, 在海相油气勘探的前期阶段中, 详细系统的沉积相与岩相古地理研究是不可或缺的^[1, 2]。岩相古地理制约了原始油气基本地质条件及其空间分布, 不同地质时代的岩相古地理类型控制了有效烃源岩储层和盖层的分布和组合, 沉积演化的多样性控制了油气资源的分布和油气藏的类型^[3]。本文主要对湘中湘南地区达瑞威尔期 – 凯迪期进行沉积特征及岩相古地理研究, 探讨沉积环境与油气基本地质条件的关系, 为该区的油气勘探提供基础资料。

1 区域地质背景

湘中湘南地区位于我国南方板块的中部, 地处

扬子陆块和华夏陆块之间^[4, 5]。早古生代时期, 中上扬子地区沉积盆地主要表现为克拉通海相盆地 ($\epsilon - O_2$) 和发育在克拉通之上的隆后盆地 ($O_3 - S$)^[1], 华夏地区沉积盆地表现为多个隆起陆块包围着的陆缘裂谷盆地。达瑞威尔中晚期 – 凯迪早期的沉积地层在湘中地区以烟溪组和磨刀溪组为代表, 而在湘南地区则为白马冲组和双家口组 (表 1)。

湘中地区的烟溪组岩性为黑色炭质页岩、硅质页岩和硅质岩, 具水平层理; 磨刀溪组下部为黑色与灰白色粘土质页岩夹含锰灰岩及钙质白云岩, 局部形成碳酸锰矿; 页岩风化后呈灰白色、黄色或紫红色等, 上部为灰色及暗灰绿色泥岩, 具球状风化特征。

湘南地区白马冲组下部为黑色薄层硅质岩夹纸片状页岩, 上部为黑色中厚层含炭质硅质岩夹炭

收稿日期: 2011-07-21; 改回日期: 2011-08-29

作者简介: 葛祥英 (1986-), 女, 硕士研究生。研究方向: 沉积学与盆地分析。E-mail: gexiangying-2006@163.com

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

表 1 湖南及邻区达瑞威尔 – 凯迪阶地层划分及对比

Table 1 Division and correlation of the Darriwilian – Katian strata in Hunan and its adjacent areas

地层		地区					
		黔北-川东-渝	鄂西	湘西北	赣南	湘中	湘南
上统	凯迪阶	临湘组	临湘组	临湘组	石口组	南石冲组	城步组
	桑比阶	宝塔组	宝塔组	宝塔组	韩江组	磨刀溪组	双家口组
中统	达瑞威尔阶	十字铺组	庙坡组	牯牛潭组	陇溪组	烟溪组	百马冲组
			牯牛潭组		七溪岭组上部	桥亭子组上部	七溪岭组上部

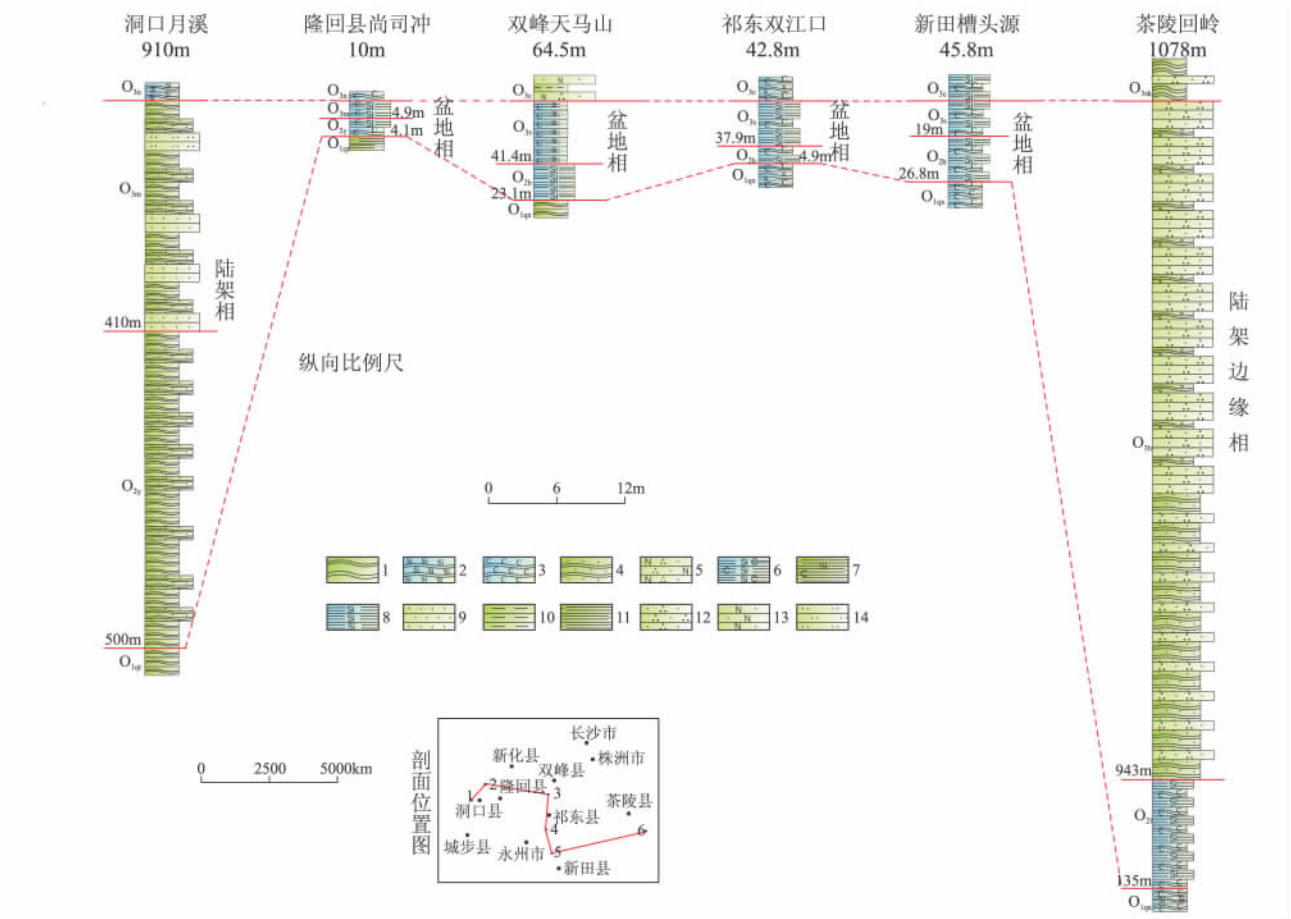


图 1 湘中湘南地区达瑞威尔中晚期-凯迪早期沉积相对比图

1. 板岩; 2. 硅质板岩; 3. 炭质板岩; 4. 砂质板岩; 5. 长石石英砂岩; 6. 含炭硅质岩; 7. 含炭硅质粉砂质页岩; 8. 硅质岩; 9. 细砂岩; 10. 泥岩; 11. 粉砂质页岩; 12. 石英砂岩; 13. 长石砂岩; 14. 粉砂岩。O₃qt. 桥亭子组; O₂y. 烟溪组; O₃m. 磨刀溪; O₃n. 南石冲组; O₃qx. 七溪岭组; O₃s. 双家口组; O₃c. 城步组; O₂l. 陇溪组; O₃h. 韩江组; O₃sk. 石口组; O₂b. 百马冲组

Fig. 1 Comparison of the middle and late Darriwilian to the early Katian sedimentary facies in central and southern Hunan
1 = slate; 2 = siliceous slate; 3 = carbonaceous slate; 4 = sandy slate; 5 = feldspathic quartz sandstone; 6 = carbon-bearing siliceous rock; 7 = carbonaceous-siliceous-silty shale; 8 = siliceous rock; 9 = fine-grained sandstone; 10 = mudstone; 11 = silty shale; 12 = quartz sandstone; 13 = feldspar sandstone; 14 = siltstone. O₃qt = Qiaotingzi Formation; O₂y = Yanxi Formation; O₃m = Modaoxi Formation; O₃n = Nanshichong Formation; O₃qx = Qixiling Formation; O₃s = Shuangjiakou Formation; O₃c = Chengbu Formation; O₂l = Longxi Formation; O₃h = Hanjiang Formation; O₃sk = Shikou Formation; O₂b = Baimachong Formation

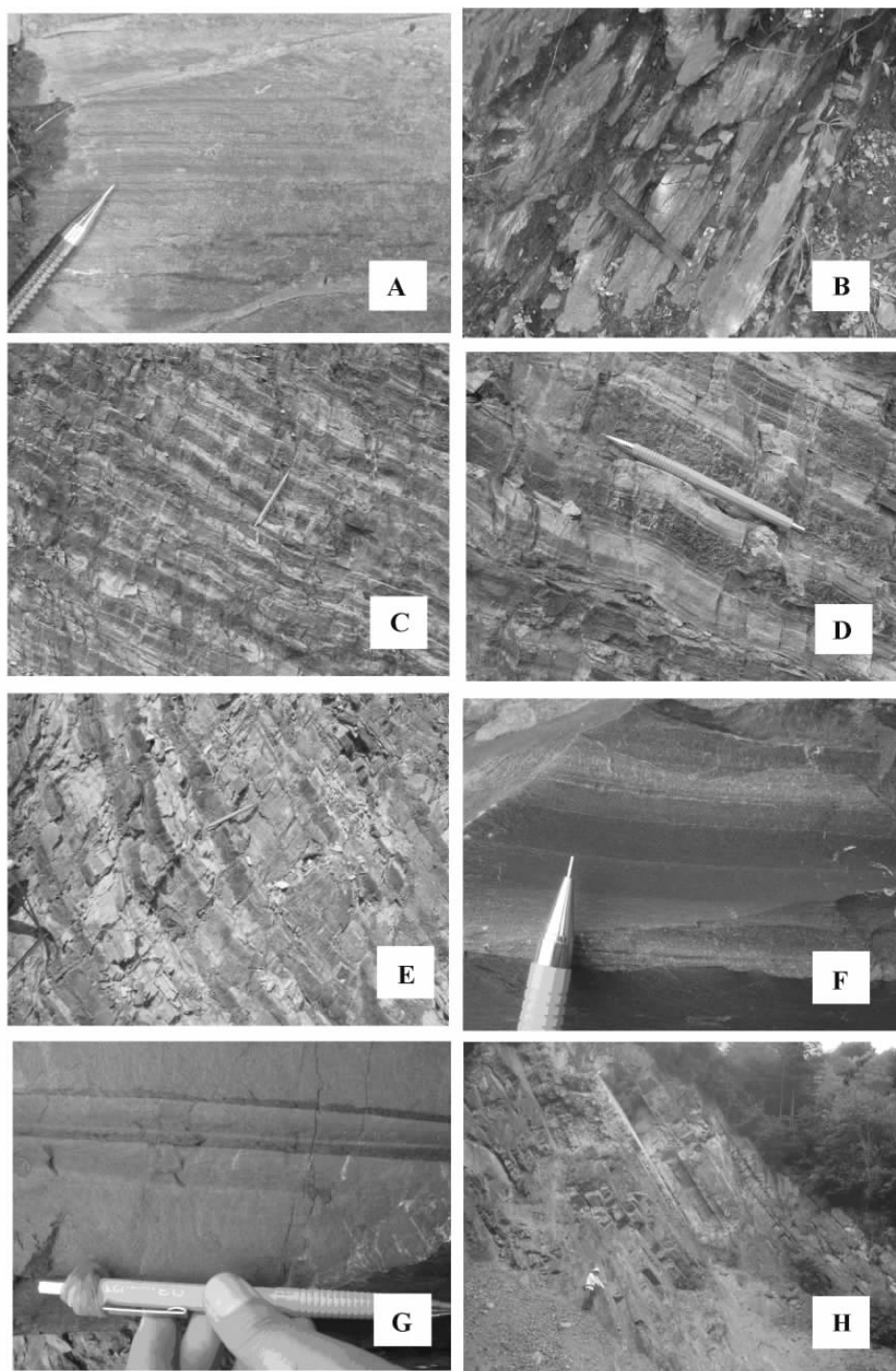


图2 湘中湘南地区奥陶系地层沉积构造

A. 烟溪组灰绿色板岩中水平层理 湖南洞口; B. 磨刀溪组灰绿色的板岩及砂质板岩 湖南洞口; C. 百马冲组黑色硅质板岩与灰白色泥板岩互层 湖南祁东; D. 百马冲组黑白条带状硅质板岩与含炭质泥板岩互层 湖南祁东; E. 双家口组硅质岩与含炭质泥板岩互层 湖南新田; F. 鲍玛序列 AE 段 江西宁冈; G. 鲍玛序列 ACE 段 江西宁冈; H. 砂板岩互层 江西宁冈

Fig.2 Sedimentary structures in the Ordovician strata from central and southern Hunan

A. Horizontal bedding in grayish green slate from the Yanxi Formation in Dongkou, Hunan; B. Grayish green slate and sandy slate from the Modaoxi Formation in Dongkou, Hunan; C. Interbeds of black siliceous slate and grayish white muddy slate from the Baimachong Formation in Qidong, Hunan; D. Interbeds of black and white banded siliceous slate and carbonaceous-muddy slate from the Baimachong Formation in Qidong, Hunan; E. Interbeds of siliceous rocks and carbonaceous-muddy slate from the Shuangjiakou Formation in Xintian, Hunan; F. A and E divisions of the Mouma sequences in Ninggang, Jiangxi; G. A, C and E divisions of the Mouma sequences in Ninggang, Jiangxi; H. Interbeds of sandstone and slate in Ninggang, Jiangxi

质页岩,一般厚约 20~30m;双家口组岩性以硅质岩为主,夹薄层砂质页岩。硅质岩单层厚度向上逐渐增加,含炭量逐渐减少,风化后呈灰白色。双家口组向东厚度明显增大,砂岩增多,在桂东、攸县茶陵一带岩性变为灰色、深灰色中厚层状浅变质细粒石英砂岩与板岩、砂质板岩互层。

2 沉积相划分及其特征

根据沉积特征,湘中湘南地区中奥陶统可以划

分为陆架相、盆地相和陆架边缘相。

2.1 陆架相

陆架相主要由灰绿色、青灰色砂质板岩、板岩夹粉砂岩、砂岩、黑色页岩和硅质岩夹浅变质细砂岩组成(图 1)。生物以笔石为主,并含少量的三叶虫,沉积构造以水平层理为主(图 2A、B),在安化、溆浦、洞口一线以西、西北部沅陵水田庄、小溪桥一带主要沉积灰色炭质页岩、炭泥质硅质岩夹黄绿色微变质细砂岩、灰色板状页岩,厚度约 90m;而在洞

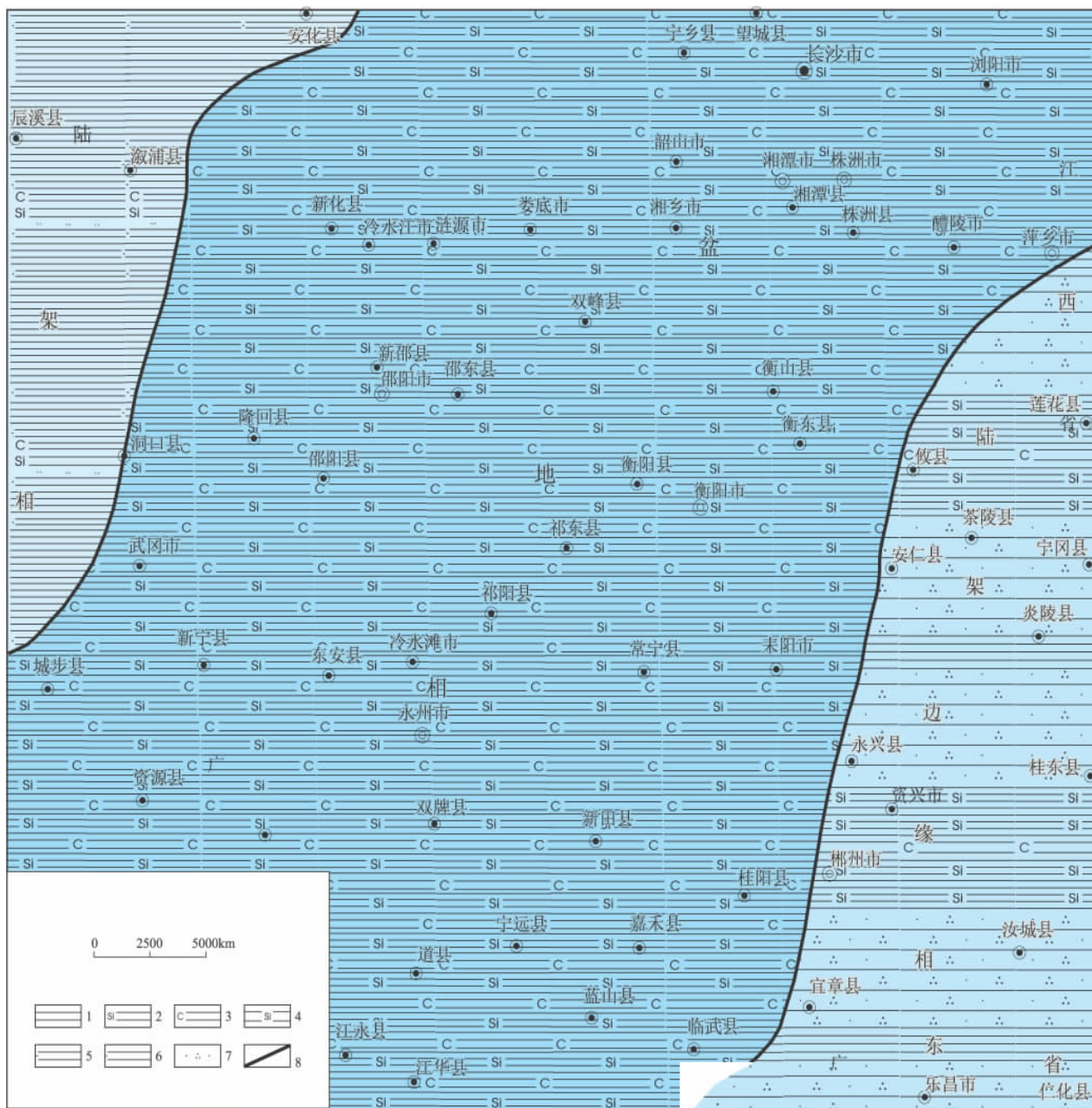


图 3 湘中湘南地区奥陶纪达瑞威尔中晚期-凯迪早期岩相古地理图

1. 页岩; 2. 硅质页岩; 3. 炭质页岩; 4. 硅质岩; 5. 粉砂质页岩; 6. 砂质页岩; 7. 石英砂岩; 8. 相界线

Fig. 3 Middle and late Darriwilian to the early Katian sedimentary facies and palaeogeography of central and southern Hunan

1 = shale; 2 = siliceous shale; 3 = carbonaceous shale; 4 = siliceous rock; 5 = silty shale; 6 = sandy shale; 7 = quartz sandstone; 8 = facies boundary

口北部容溪、石家屋场一带,厚度增至100余米,岩性主要为灰绿色、青灰色的板岩和砂质板岩,向南至月溪、攀溪一带,地层厚度继续增大,岩性变为砂质板岩和砂岩,至武阳一带则相变为粉砂岩。

2.2 盆地相

盆地相主要由黑色炭质页岩及硅质岩组成(图1,图2C、D、E),产有大量笔石并含少量三叶虫,厚度大约几米至几十米。沉积构造以水平层理为主,为典型的非补偿条件下的缺氧滞流沉积环境的产物,沉积速率相对较慢,有利于有机质等的保存。其西部以安化、溆浦、洞口为界线,东部以攸县、安仁、永兴、郴州为界。该相区的黑色岩系有机质含量高,具较高的生烃潜力,且分布范围广,是非常重要的烃源岩分布层位。

2.3 陆架边缘相

陆架边缘相主要由灰色、青灰色浅变质细粒石英砂岩、长石石英砂岩夹条带状板岩、炭质板岩和硅质岩等组成(图1,图2F、G、H)。该相区主要分布于湘东南攸县茶陵、永兴以东一带,沉积厚度约1000m,生物化石以笔石为主,下部以灰黑色炭质页岩、硅质岩为主,向上砂质沉积增多,呈现砂岩夹板岩或呈互层的韵律沉积,砂质层中见有小型斜层理构造,在粉砂岩、细砂岩中发育鲍玛序列(ACE、AE组合)。

3 岩相古地理特征及其油气地质意义

奥陶纪时期,湘中湘南地区基本继承了寒武纪的沉积格局和岩相古地理面貌,始终保持了相对深水的沉积环境。中奥陶世时期,该地区在早奥陶世沉积基础之上发生海侵,海水自西南方向入侵,出现了由西向东为陆架相-盆地相-陆架边缘相的沉积格局(图3),盆地相沉积范围较前期增大,其沉积物主要为黑色炭质页岩、硅质页岩和硅质岩等,反映了一个宁静缺氧的还原环境。沉积速率相对较慢,有机质易于保存。陆架边缘相在湘东南攸县茶陵、永兴一带,沉积物则为灰色、深灰色浅变质细粒石英砂岩夹板岩和砂质板岩沉积,它们呈互层韵律产出,为浊流沉积。

中奥陶世-晚奥陶世早期,全球处于温暖气候下的海侵期,海平面快速上升,限制了陆源碎屑物质的大规模注入,使得海底缺氧环境得以保存(图4)^[6]。而在湘中湘南地区则形成了有利于烃源岩形成的深水盆地环境。在这样一个缺氧滞流的欠

补偿深水盆地沉积环境中,沉积物表现为以黑色炭质页岩、硅质岩为主,沉积厚度不大但有机碳含量相对较高,极具生烃潜力,是该区非常重要的烃源岩分布层位。

实际上,该期的盆地相是早期深水沉积区的继承和发展。大致从艾迪卡拉早期开始,在整个扬子陆块东南缘,虽然盆地分布范围有所变化,但直至中奥陶世-晚奥陶世早期,总体上仍然为深水沉积区,为有利烃源岩形成的沉积环境。沉积了一套黑色岩系,该套沉积延伸稳定,分布较广,是湖南地区甚至中上扬子地区重要的烃源岩层位。

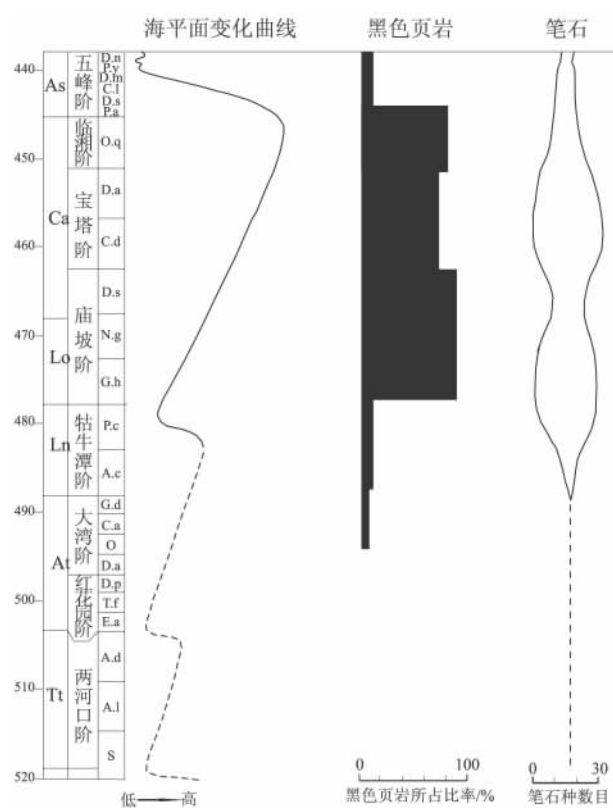


图4 湘南地区奥陶纪海平面变化与黑色页岩、笔石含量关系图(据江茂生,1998)

Fig. 4 Relationship between Ordovician sea-level changes, black shale (%) and graptolite (species numbers) in southern Hunan (after Jiang Maosheng, 1998)

4 结论

根据湘中湘南地区达瑞威尔-凯迪期沉积地层的岩性特征、沉积构造以及所含生物化石特征,并结合前人的研究成果,将其划分为陆架相、盆地相和陆架边缘相。其中研究区中部的黑色页岩盆地相分布稳定,沉积范围广,有机质含量高,生烃潜力大,是重要的烃源岩。

参考文献:

- [1] 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):1-7.
- [2] 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.
- [3] 朱筱敏,杨俊生,张喜林.岩相古地理与油气勘探[J].古地理学报,2004,6(1):101-109.
- [4] 姚敬劬,苏长国,彭三国,等.湘中湘南古构造成锰盆地及锰矿找矿[M].北京:冶金工业出版社,1998.
- [5] 湖南省地质矿产局.湖南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1984.62-65.
- [6] 江茂生.湘黔地区中奥陶世海平面上升的沉积响应[J].地质科学,1998,33(1):93-101.

Sedimentary facies and palaeogeography during the middle and late Darriwilian to the early Katian (Ordovician) and hydrocarbon exploration in central and southern Hunan

GE Xiang-ying¹, MOU Chuan-long², ZHOU Ken-ken², LIANG Wei³

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

Abstract: The areas of central and southern Hunan sandwiched between the Yangtze and Cathaysian landmasses are believed to be the favourable sedimentary environments for the formation of source rocks due to the sea-level changes and global palaeoclimatic changes during the Early Palaeozoic. The middle and late Darriwilian to the early Katian (Ordovician) sedimentary strata dominantly consist of the Yanxi and Modaoxi Formations in central Hunan , and Baimachong and Shuangjiakou Formations in southern Hunan , and may be divided , on the basis of sedimentary facies and palaeogeography and petroleum geology , into continental shelf facies , basin facies and continental shelf-margin facies. The continental shelf facies is made up of sandy slate , sandstone , black shale and siliceous rocks. The continental shelf-margin facies is built up of silty to fine-grained quartz sandstone and feldspathic quartz sandstone , intercalated with banded slate , carbonaceous slate and siliceous rocks. The basin facies is assembled by a succession of black rock series including carbonaceous shale and siliceous rocks , representing the stagnant and anoxic environment. The above-mentioned rocks have higher contents of organic matter , and greater hydrocarbon potential , and thus are believed to be the key horizons for further petroleum exploration.

Key words: central and southern Hunan; Darriwilian - Katian; source rock; sedimentary facies and palaeogeography; hydrocarbon exploration