

文章编号: 1001 - 6112(2005)06 - 0594 - 03

# 湘中坳陷海相油气勘探前景再认识

徐言岗<sup>1,2</sup>, 祁开令<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学, 成都 610059; 2. 中国石化 中南石油局研究院, 长沙 410007)

**摘要:**湘中坳陷海相油气勘查区块与南方其他区块相比, 具有较为明显的成藏条件优势: 1) 烃源岩演化程度相对最低, 龙潭煤系现今仍以烟煤为主; 2) 测水、龙潭 2 套煤系在区域上连片分布, 封盖能力较强, 钻井证实其下油气显示异常活跃; 3) 湘中在古生代时地处赤道附近, 广泛发育的风暴岩有利于油气及时运移与聚集; 4) 早期形成的江南雪峰古隆起为油气藏的保存和重建创造了有利条件。因此, 湘中坳陷具有较好的勘探前景, 根据勘探现状, 应以涟源凹陷下组合为主攻目标, 依次向江南雪峰古陆推进。

**关键词:** 风暴岩; 烃源岩; 煤系; 涟源凹陷; 雪峰古陆; 湘中坳陷

中图分类号: TE122

文献标识码: A

湘中坳陷自 1975 年系统开展海相油气勘探以来, 走过了“三上三下”的艰辛历程。2001 年, 湘中 1 井获得工业油气流, 终于结束了湘中坳陷海相油气勘探徘徊不前的局面。湘中油气勘探之所以“上”, 是因为从宏观上看具有较好的油气地质条件; 之所以“下”, 是因为始终难以找到重大突破口。这一客观现实导致人们在决策湘中坳陷海相油气勘探时举棋不定。随着研究的深入和勘探力度的加大, 湘中坳陷海相油气勘探的优势日显突出。因此, 有必要对这一地区的油气勘探前景重新认识, 争取湘中坳陷海相油气勘探的早日突破。

## 1 烃源岩演化程度

湘中坳陷为加里东运动后发育的陆棚浅海盆地的一部分, 中泥盆统(D<sub>2</sub>)—下三叠统(T<sub>1</sub>)连续沉积了总厚逾 5 000 m、以海相为主的碳酸盐岩夹碎屑岩, 烃源岩总厚达 1 500 ~ 2 000 m。有机地球化学分析资料显示: 上泥盆统余田桥组(D<sub>3s</sub>)和下石炭统刘家塘组(C<sub>1l</sub>)为主力烃源岩<sup>[1]</sup>。与南方其他区块相比, 该区烃源岩最大的特点是演化程度相对最低。有资料显示: 晚古生代烃源岩(以下二叠统为例)在南盘江坳陷中部为过成熟区( $R_o > 3\%$ ), 以此为中心依次向外呈环状降低。湘中坳陷主要煤矿煤层的测试结果也反映了这一变化特点(表 1)。

湘中坳陷的低演化程度和南盘江的高演化程度并不是孤立、偶然的, 而主要是印支运动时期应

力综合作用的结果: 南盘江地区受到多方向应力作用, 成为应力聚中的中心区; 而湘中坳陷所受应力相对单一、分散。湘中坳陷烃源岩的这种较低的演化程度背景, 一方面反映其生烃时期相对较晚; 另一方面也表明该区可能具有晚期成藏或二次生烃成藏的地质背景, 尤其是处于雪峰推覆体之下的古生代烃源岩的有效性应引起足够重视<sup>[2,3]</sup>。

## 2 测水、龙潭煤系的封盖性

测水、龙潭 2 套煤系在湘中厚度大, 以泥质岩夹煤层沉积为主<sup>[4,5]</sup>, 区域上具有连片分布的特点(图 1, 2)。实验测试结果表明这 2 套煤系具有较好的封盖性能(表 2)。在煤系之下, 不仅油气显示活跃, 而且在湘中 1 井、湘冷 1 井中均获得了高产工业油气流。湘中坳陷的 2 套煤系弥补了该区区域盖层(T<sub>3</sub>—J<sub>1</sub>)的不足, 为晚古生代油气保存提供了良好的条件。

表 1 湘中主要煤矿龙潭煤系演化程度

Table 1 Evolution degrees of the Longtan coal series in some main coal mines in the Middle Hunan depression

样号	产地	煤层号	煤阶	$R_o, \%$
BHT	群力煤矿	2 煤	气煤	0.73
EK	恩口煤矿	2 煤	肥煤	0.94
DLS	斗笠山煤矿	2 煤	焦煤	1.25
LYT	鲤鱼塘煤矿	2 煤	瘦煤	1.55
MTL	余家寮煤矿	12 煤	无烟煤	2.34

收稿日期: 2005 - 03 - 11; 修订日期: 2005 - 10 - 11。

作者简介: 徐言岗(1964—), 男(汉族), 湖北石首人, 高级工程师, 主要从事石油地质研究。

基金项目: 中国石化科技部项目(P05104)。

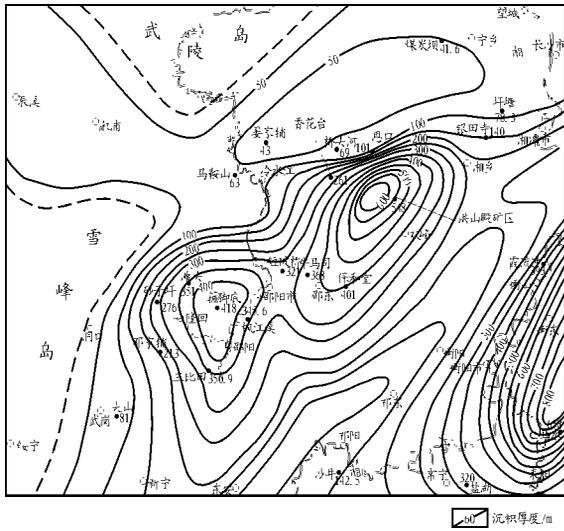


图 1 湘中坳陷龙潭煤系沉积厚度

Fig. 1 Deposition thickness of the Longtan coal series in the Middle Hunan depression

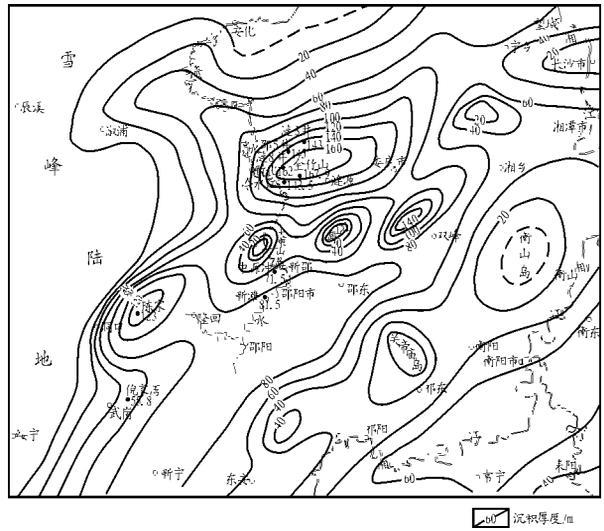


图 2 湘中坳陷测水煤系沉积厚度

Fig. 2 Deposition thickness of the Ceshui coal series in the Middle Hunan depression

表 2 湘中地区 (C<sub>1</sub>d<sup>2</sup>) 盖层微孔隙、突破压力分析数据

Table 2 Micro-pores and breakthrough pressure data of cover rocks (C<sub>1</sub>d<sup>2</sup>) in the Middle Hunan depression

地点	井深/ m	岩性	比表面积/ (m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	孔隙 流体能/ (J·g <sup>-1</sup> )	突破 压力/ MPa	突破 半径/ nm	突破 时间/ (a·m <sup>-1</sup> )	中值 半径/ nm	中值 压力/ MPa	孔隙集中		气柱 高度/ m	遮盖 系数, %
										范围/ nm	含量, %		
锡矿山 马颈坳	地表	粉砂质 泥岩	1.45	0.10	5.86	23.88	5.99	10.78	12.99	1.0~25.0	86.78	568	1 137
冷水江庙 湾煤矿	200	泥岩	0.92	0.06	28.19	4.97	138.55	3.15	44.44	1.0~10.0	95.58	2 734	5 469
涟源 浆江村	地表	炭质 泥岩	2.22	0.16	5.21	26.90	4.72	15.06	9.30	1.0~63.0	97.85	504	1 009
零陵 毛竹山	地表	粉砂质 泥岩	3.09	0.22	1.83	76.50	0.58	47.06	2.97	6.3~100.0	94.05	177	355
邵阳廉桥	地表	泥岩	0.92	0.06	4.44	31.51	3.44	18.43	7.60	1.0~100.0	97.97	430	861
零陵祁东 黎家坪	地表	泥岩	1.39	0.10	11.54	12.13	23.20	5.37	26.06	1.0~16.0	81.89	1 119	2 238
娄底 茶子坳	地表	泥灰岩	2.72	0.19	9.55	14.67	15.88	5.49	25.49	1.0~25.0	86.23	925	1 851
涟 7 井	230	灰黑色 灰岩	1.10	0.08	10.35	13.52	18.68	8.53	16.41	1.0~25.0	1 004	2 008	1 374
涟 8 井	360	灰黑色 泥质 灰岩	0.95	0.07	22.70	6.17	89.84	4.18	33.48	1.0~10.0	84.36	2 202	4 404
邵 10 井	590	浅灰色 灰泥岩	1.83	0.13	18.78	7.45	61.49	5.38	26.04	分散		1 822	3 644

### 3 广泛发育风暴岩沉积

湘中坳陷早石炭世时期位于雪峰古陆东南侧的浅海陆棚或浅海盆地内,据近年来的古地磁和板块构造资料<sup>[6]</sup>,华南板块在早石炭世时期位于接近赤道的南半球,正好处于飓风作用带上。不言而喻,湘中滨外陆棚区必然形成了极为发育的风暴沉积。野外地质调查发现,湘中坳陷陆源碎屑风暴岩发育于邵东组和测水组;孟公坳组、刘家塘组和石碇子组发育碳酸盐风暴岩<sup>[7]</sup>;梓门桥组也有发现。因风暴岩离物源区远近的不同,沉积物又发生一定的变化,但总体表现为上、下地层之间岩性的突变。湘中风暴岩沉积多紧邻主力烃源岩,不仅为早期油气聚集提供了有效空间,而且为早期烃类的及时排出提供了便利,也在某种程度上延缓了早期油气的演化进程。

### 4 江南雪峰古隆起的控油作用

中国南方古隆起的控油气作用已被南方油气勘探突破区的成果所证实。南方目前发现的工业性油气藏及古油气藏均与古隆起有一定的成因联系<sup>[8]</sup>。江南雪峰隆起在古生代处于浅埋状态,加之其上覆中生界较薄,由此导致古生界烃源岩在中生代末热演化程度较低。虽然部分地区已发生了生烃过程,但大多未达到高、过成熟阶段,从而保存了部分生烃潜力。这为二次生烃形成再生油气藏储备了物质基础。另外,古隆起作为早期油气的长期指向区和聚集地,为天然气的出溶成藏创造了有利条件。目前,湘中坳陷测水煤系中天然气的甲烷碳同位素并不显示煤型气特征(表 3),表明其极有可能来自原油的裂解。

表 3 锡矿山地区源岩及天然气甲烷、乙烷碳同位素分析结果

Table 3 Carbon isotope analysis results of methane and ethane of source rock and natural gas in the Xikuangshan area

井号	井深/m	层位	岩性	<sup>13</sup> C <sub>FDB</sub> , ‰	
				CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
湘中 1 井	280~293	C <sub>1</sub> d <sup>1</sup>	灰黑色灰岩	-40.08	-33.53
邵 10 井	478.6	C <sub>1</sub> y <sup>3</sup>	灰黑色灰岩	-37.62	-31.22
邵 10 井	695.4	C <sub>1</sub> y <sup>3</sup>	黑灰色灰岩	-37.96	-31.87
涟 8 井	403.6	C <sub>1</sub> d <sup>1</sup>	灰黑色灰岩	-37.27	-32.46
涟 8 井	619.5	C <sub>1</sub> y <sup>3</sup>	黑灰色灰岩	-36.88	-31.71

### 5 勘探目的层探讨

湘中坳陷以测水煤系和龙潭煤系为区域盖层,可以划分为 3 套含油气组合。

#### 5.1 下组合(D<sub>2</sub>—C<sub>1</sub>)

该组合主要含气层为石碇子段,测水煤系为直接盖层,除具有中泥盆统及下石炭统岩关阶源岩外,可能还具有原油裂解气源。目前在此组合中,井下以气为主的油气显示十分活跃,并且在湘中 1 井、湘冷 1 井获得了日产数百 m<sup>3</sup> 的工业气流。此组合在湘中坳陷的涟源凹陷已大面积见气,有望首先成为湘中坳陷天然气勘探突破的靶区。另外,这套组合在邵阳、零陵凹陷亦连片分布,只是因勘探程度的原因,目前尚未获得工业油气流。

#### 5.2 中组合(P<sub>1</sub>—P<sub>2</sub>)

该组合主要以凝析油(轻质油)显示为主,初步分析认为其主要来自龙潭组下段的海相泥岩,龙潭组上段煤系为直接盖层。目前,在湘中坳陷的邵阳、零陵凹陷油显示丰富,这与凹陷内的煤阶处于肥煤—瘦煤阶段也是吻合的。由此说明龙潭组现今尚具有一定的生烃能力。

#### 5.3 上组合(T<sub>1</sub>—J<sub>1</sub>)

尽管上组合源岩演化程度较低,但分布十分有限,难以形成有价值的工业油气流。

### 6 结论及建议

- 1) 湘中坳陷和中国南方其他油气勘探区块(四川盆地、鄂西—渝东区块除外)相比,具有独特的优越成藏条件,有望在近期内获得大的油气勘探突破。
- 2) 湘中油气勘探应以以下组合为主攻目标,以涟源凹陷为靶区,油气勘探工作逐步向江南隆起带推进。

致谢:本文取材于中南石油局研究院湘中项目的研究成果,项目人员还有罗小平高级工程师、唐平工程师等;中南分公司韩定坤处长及陈孔全副总地质师给予了大量指导,在此一并表示感谢!

#### 参考文献

- 1 李启桂. 湘中涟源凹陷海相油气成藏地质特征与勘探潜力[J]. 中扬油气勘探, 2003, 46(1): 20~32
- 2 范小林, 江兴歌, 蒋洪堪等. 雪峰区(江口—洞口)深部地质构造初探[J]. 石油实验地质, 1994, 16(2): 128~136
- 3 范小林. 雪峰山系—沅麻盆地地质结构及找油意义[J]. 石油实验地质, 1996, 18(1): 64~70

(下转第 600 页)

## SEDIMENTARY FACIES AND TECTONIC EVOLUTION IN THE TONGZIYAN FORMATION OF THE LOWER PERMIAN IN THE SOUTHWEST OF FUJIAN PROVINCE

Zhou Zhenqi

- (1. *School of Resources, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430074, China;*  
2. *Geologic Brigade of the West Fujian Province, Sanming, Fujian 365001, China*)

**Abstract:** The Permian Tongziyan Formation in the southwest of Fujian Province can be divided into 3 members. There are 3 types of sedimentary facies: Liancheng, Longyan and Tianhushan. This formation is generally composed of coal-bearing clastic rock sediments of marine and continental facies, 700-800 m thick, reducing from east, south to west, north. Having experienced tectonic evolution, magmatism and weathering degradation in the Indosinian and Yanshan epochs, part of the sedimentary basin of the Permian Tongziyan Formation is preserved. The Indosinian epoch has the largest influence, and the Yanshan epoch the second.

**Key words:** sedimentary characteristics; tectonic evolution; the Permian; the southwest Fujian Province

(上接第 596 页)

- |   |  |
|---|--|
| 4 陈纯芳, 张爱云, 曲美艳. 湘中南龙潭煤系显微组分的有机地球化学特征与生烃潜力 [J]. 石油实验地质, 1998, 20 (4): 417~421 | 10 (3): 197~211; 1988, 10 (4): 329~333                                     |
| 5 陈正辅. 湖南湘中坳陷泥盆—石炭系的生油地球化学特征及找油气方向 [J]. 石油实验地质, 1981, 3 (4): 245~251          | 7 邵龙义. 湘中下石炭统风暴岩研究 [J]. 地质科学, 1993, 28 (4): 336~347                        |
| 6 武守诚. 中国板块演化与油气盆地 [J]. 石油实验地质, 1988,   | 8 赵宗举, 朱 琰, 邓红婴等. 中国南方古隆起对中、古生界原生油气藏的控制作用 [J]. 石油实验地质, 2003, 25 (1): 10~18 |

## RECONSIDERATION ON MARINE PETROLEUM EXPLORATION PROSPECTS IN THE MIDDLE HUNAN DEPRESSION

Xu Yangang<sup>1,2</sup>, Qi Kailing<sup>2</sup>

- (1. *Chengdu University of Science and Engineering, Chengdu, Sichuan 610059, China;*  
2. *Research Institute of the Central-South Petroleum Bureau, Changsha, Hunan 410007, China*)

**Abstract:** Compared with other exploration areas in south China, the Middle Hunan depression has fairly superior conditions for petroleum accumulation. 1) Evolution degree of hydrocarbon source rocks is relatively lower and the Longtan coal series are still dominated by soft coal. 2) Regionally, two sets of coal series, the Ceshui and the Longtan, are distributed continuously with fairly good covering ability. Drilling data has proved that oil and gas shows are very active. 3) The Middle Hunan depression was located near equator in Paleozoic and the storm rocks developed widely is favorable for oil and gas migration and accumulation. 4) The Jiangnan Xuefeng Palaeo-lifts formed early support condition for preservation and rebuilding of oil and gas accumulation. Therefore, the Middle Hunan depression has fairly good exploration prospects. According to present exploration status, exploration targets should be the lower combinations in the Lianyuan depression, advancing toward the Jiangnan Xuefeng Palaeo-continent gradually.

**Key words:** storm rock; source rock; coal series; the Lianyuan depression; the Xuefeng Palaeo-continent; the Middle Hunan depression