

文章编号: 1001-6112(1999)-04-0297-05

南海雷东凹陷区油气地质条件及勘探前景

杨木壮

(中国地质大学, 湖北武汉 430074)

摘要: 雷东凹陷区处于稳定、分割、封闭且具较高地温的构造-地质环境中, 具有较好的生、储、圈、盖等油气地质条件, 有利于油气的生成、聚集和保存, 油气资源潜力尚可, 总生烃量为 1.5×10^8 t, 聚集量为 1.5×10^4 t。具有远景较佳、可供钻探的圈闭构造, 圈闭油气聚集量为 1.5×10^4 t。同时, 该区离岸近、水浅、海底平坦, 具有优良的工程地质条件和便利的油气勘探开发环境, 值得进一步开展油气勘探工作。

关键词: 雷东凹陷区; 油气地质; 勘探前景

中图分类号: P618.13; TE121.1

文献标识码: A

雷东凹陷区具有近岸、水浅、海底平坦等优越自然条件和一定的油气资源潜力。1984~1985年, 广州海洋地质调查局在该区作了地震普查、详查, 对凹陷的边界及其构造、地层特征和油气远景作了初步分析。本文通过对前人调查、研究资料的深入分析和油气资源再评价, 指出本区的油气地质条件及其油气资源勘探前景, 认为值得进一步开展油气勘探工作。

雷东凹陷区基底可能为前新生代变质岩、沉积岩和花岗岩, 沉积盖层主要为新生代陆相-浅海相地层, 最大沉积厚度约 $4950\text{m}^{[2]}$ 。海陆沉积转换期大致在早、晚第三纪之间, 且早、晚第三纪沉积中心不一致, 基本没有继承关系。下第三系主要为冲积相、三角洲相及湖相碎屑岩, 上第三系-第四系以滨海

1 地质背景

雷东凹陷区位于广东省雷州半岛东侧、硃洲岛-海陵岛一线以南的南海北部海域, 面积约 7500km^2 , 水深 $20\sim 60\text{m}$, 海底地形平缓, 地貌简单, 普遍为三角洲水下冲积平原(图 1)。

区域地质上, 雷东凹陷区位于海南-万山隆起区, 是在隆起背景上发展起来的新生代小型断陷区。根据沉积厚度及主断层分布, 可划分出 4 凹 3 凸共 7 个次级构造单元^[1]。其中, 雷东二、三凹陷面积最大、沉积最厚, 是最主要的沉积凹陷; 4 个凹陷中可进一步圈出 A-J 共 10 个次级凹陷(图 2)。区内正断层较发育, 走向为 NE 向和 NW 向, 主断层有 ①、④、⑤、⑥、⑦ 共 5 条, 控制着各凹陷的形成和展布, 形成北断南超或东断西超的箕状断陷。

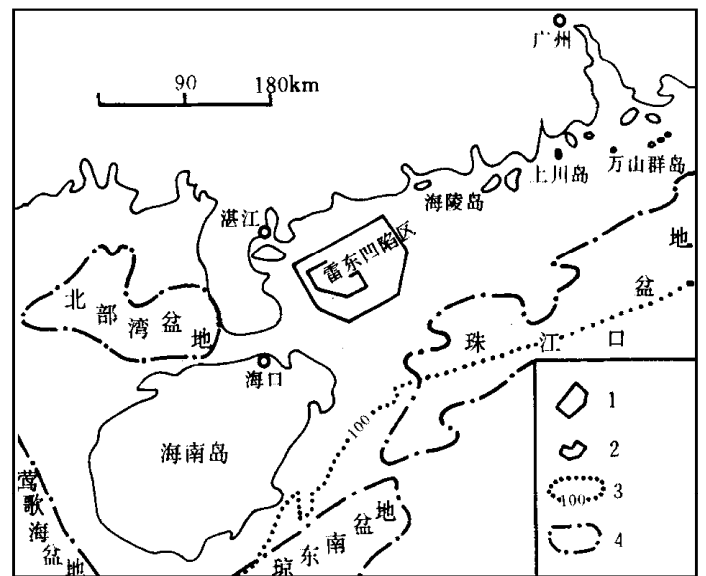


图 1 雷东凹陷区位置图

1. 842 工区; 2. 852 工区; 3. 水深线/m; 4. 主要盆地

Fig. 1 Location map of Leidong depression

收稿日期: 1998-11-13. 修订日期: 1999-08-24

基金项目: 国家专项研究项目“我国专属经济区和大陆架勘测”专题(HY126-04-04-04).

作者简介: 杨木壮(1966-), 男, 高级工程师, 广州海洋地质局在职博士生, 主要从事石油、海洋地质专业.

— 浅海相沉积为主。隆起上大多缺失早第三纪地层。区内存在 T_1^1 、 T_2 、 T_6 、 T_1^6 、 T_2^6 和 T_g 6 个不整合面，将沉积层系划分为 A、B、C、D、E 和 F 共 6 个地震层序（表 1）。其中，层序 A 相当于上中新统—第四系，层序 B 相当于下—中中新统，层序 C 相当于渐新统，层序 D—E 相当于上始新统和中始新统，层序 F 主要为下始新统一古新统。层序 A、B 遍布全区，而层序 C、D、E 和 F 主要分布于凹陷中。

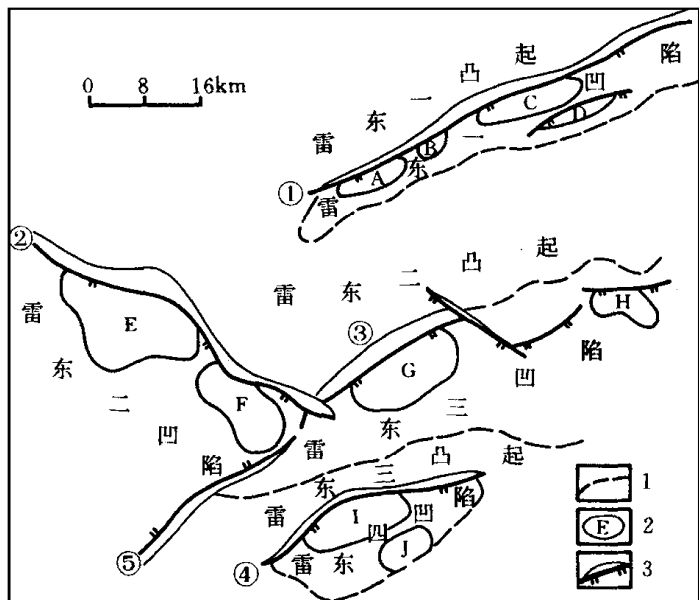


图 2 雷东凹陷区构造区划图(据梁修权,等,1987)

1. 凹陷边界; 2. 次级凹陷及编号; 3. 断层

Fig. 2 Tectonic units of Leidong depression

表 1 雷东凹陷区地震层序划分及地层对比表

Table 1 Seismic sequences division and stratigraphic correlation in Leidong depression

地质时代	代号	雷东凹陷区		北部湾盆地	珠江口盆地	
		地震界面	地震层序	(1991)	(1991)	
第四纪	Q			第四系	第四系	
上新世	N_2		A	望楼港组	万山组	
中新世	晚 N_1^3	T_1^1	B	灯角楼组	粤海组	
	中 N_1^2			角尾组	韩江组	
	早 N_1^1			下洋组	珠江组	
渐新统	晚 E_3^3	T_2	C	珠海组	恩平组	
	早 E_3^1			涠洲组		
始新世	晚 E_2^3	T_6	D	流沙港组	文昌组	
	中 E_2^2					E
	早 E_2^1					
古新世	晚 E_1^3	T_g	F	长流组	神狐组	
	早 E_1^1					
前新生代						

2 油气地质条件

雷东凹陷区与邻区沉积盆地(凹陷)如北部湾盆地、福山凹陷、茂名盆地、珠江口盆地珠三坳陷和雷琼地区陆上小凹陷的早第三纪沉积均为陆相，它们的沉积环境、古地理和古气候条件都较相似。这些地区的油气调查和研究工作程度较高，可为本区的石油地质条件分析提供类比。

2.1 生油岩特征

根据地震相—沉积相分析及生油岩热演化史研究，中—上始新统(即地震层序 D、E，相当于北部湾盆地的流沙港组)是本区的主要生油层。为湖相、冲积相及冲积平原相砂泥岩，最大沉积厚度近 3000m，其中泥岩含量约 66%。经综合对比分析，认为雷东凹陷区生油岩特征类似于北部湾盆地流沙港组生油岩，即有机质属 II—III 型干酪根，有机碳含量为 1.75%，氯仿沥青“A”为 0.182%，总烃 930×10^{-6} (表 2)^[3]。

雷东二凹陷的 E、F 次凹陷和雷东三凹陷的 G 次凹陷为主要生油凹陷。凹陷内中—上始新统生油层顶面埋深 1800~3700m；生油门限深度 2500~2550m，门限温度为 98℃；生油岩大多数已成熟，于上新世开始进入大量生油期，以生油为主。采用氯仿沥青“A”、有机碳法和残烃法^[4-6]，分别计算的生烃量、排烃量和聚集量分别为 *—* * $\times 10^8$ t、* * * —* * * * $\times 10^4$ t、* * * * $\times 10^4$ t。

2.2 储层特征

区内主要储层发育于下第三系(即地震层序 C、D、E 和 F，相当于北部湾盆地的涠洲组、流沙港组和长流组)，储集岩为岩性较粗的冲积相—河湖相砂岩。据围区资料了解到，雷琼地区陆上小凹陷(包括福山凹陷)和北部湾盆地流沙港组和涠洲组及中新统均含有砂岩储集层，砂岩含量可占 40% 多，最厚的砂岩单层达 348m，油层可达 27m；砂岩储集性也较好，孔隙度为 13%~17%，渗透率 $(44 \sim 188) \times 10^{-3} \mu m^2$ 。

储集岩与生油岩的组合关系主要为自生自储和下生上储两种类型，即层序 D、E 生油岩生成的油气既可储存在本层序的储集岩中，也可储集到上覆层序的储集岩中。

2.3 局部构造及油气圈闭

表 2 雷东凹陷区生油岩特征综合表

Table 2 Characteristics of source rocks in Leidong depression

项 目	特 征	说 明
生油凹陷	E、F、G 次凹陷	位于雷东二、三凹陷
生油层	层序 D、F(中- 上始新统)	相当于北部湾盆地流沙港组
成熟生油岩体积/ km ³	203. 63	
地温梯度/(°C/ 100m)	3. 9	取自北部湾盆地
生油门限深度/ m	2500~2550	
生油门限温度/ °C	98	
有机质类型	II - III型干酪根	
有机碳/ %	1. 75	取自北部湾盆地
氯仿沥青 'A' / %	0. 182	取自北部湾盆地
总烃(B) / 10 ⁻⁶	930	取自北部湾盆地
排烃系数(K) / %	15	二类生油凹陷下限值
聚集系数(a) / %	15	二类生油凹陷下限值
有机碳转化系数(K _c) / %	6. 2	北部湾流沙港组生油岩统计

区内构造较简单, 局部构造不甚发育, 仅发现 3 个较可靠的局部构造。即 2、3、7 号构造, 均位于雷东二凹陷中, 靠近凹陷北侧④号主断层分布。其中, 2 号构造有 4 层圈闭, 3、7 号构造各有一层圈闭, 均为断层圈闭, 并具有滚动背斜性质, 圈闭闭合高度为 89~349m, 圈闭面积为 $(2. 7 \sim 35. 18) \times 10^4 \text{km}^2$ 。

从剖面特征可看出, 上述局部构造都是在边界主断层作用下, 随着地层沉积而逐渐形成的同生构造, 中中新世末(T₁) 基本定形, 早于大量生油期(上新世), 可形成有效油气圈闭(图 3、4)。其油源主要来自 E、F 次凹陷, 运移距离 8~20km; 其次来自 G 次凹陷, 运移距离 28~50km。采用容积法估算的圈闭油气聚集量为 * * * $\times 10^4 \text{t}$ 。

2.4 盖层及保存条件

根据普查、详查资料及围区资料推测, 本区不缺盖层。上第三系—第四系(地震层序 B、A) 为滨浅海沉积, 泥岩发育, 厚度 800~1300m, 分布广泛且较为稳定, 为本区的区域盖层; 同时, 各层序内均有多层泥岩频繁出现, 可作为局部盖层。

另外, 本区处于相对较稳定的隆起区上, 除早第三纪活动较强烈外, 晚第三纪以后构造活动较弱, 为油气聚集和保存创造了较为安宁的环境。区内断层均属正断层, 大多于上新世以前停止活动, 且垂向断距较大, 下降盘为砂、泥岩互层, 上升盘往往为基岩

或泥砂岩层, 断层封闭性较好, 有利于油气保存。

3 油气勘探前景

综合评价结果表明, 雷东凹陷区具有一定的含油气远景, 但各区块差异较大。

雷东一、三凸起和雷东一、四凹陷, 由于沉积薄, 总沉积厚度小于 1800m, 自身不能生成油气, 又距离油源较远, 凹陷中虽有下第三系存在, 但厚度小, 储层及局部构造均不发育, 属于差的油气远景区或无远景区。

雷东三凹陷沉积较厚, 源岩、储层及盖层条件较好, 但局部构造不发育, 在砂体发育之处, 有可能形成岩性油气藏, 为区内较有利的油气远景区。

雷东二凹陷沉积厚, 发育有 E、F 两个生油凹陷; 下第三系主要为冲积相—湖相沉积, 储层、盖层发育, 储集性较好; 局部构造发育, 目前落实的 3 个局部构造都位于区内北侧, 是本区有利的油气远景区。其中, 凹陷北侧④号主断层附近一带为本区最有利的含油气区。其中, 位于④号主断层南侧的 2、3 号构造, 是有利的局部构造。它们均属断层控制的逆牵引滚动背斜构造, 是世界上最重要的油气圈闭类型之一, 可能是本区最重要的两个含油气构造, 尤以 2 号构造远景最佳。

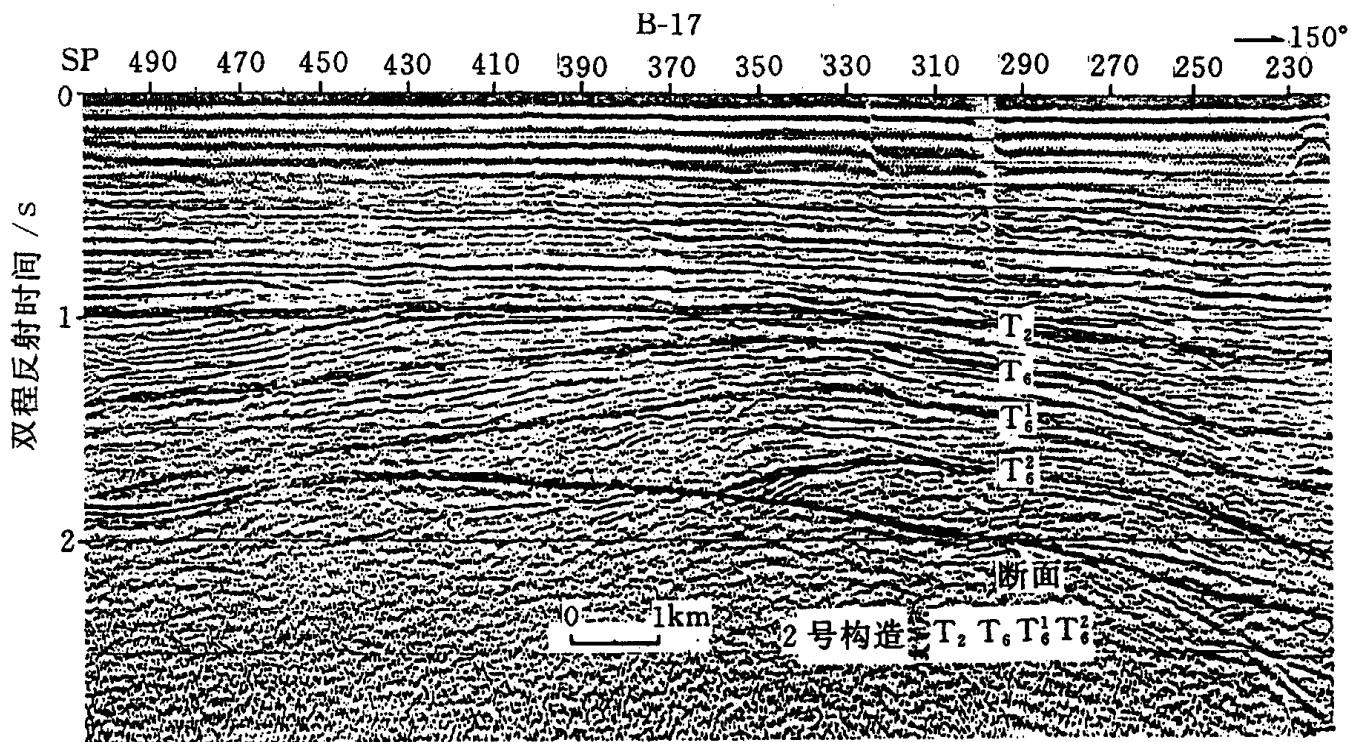


图 3 雷东凹陷区 2 号构造特征(据温宁等, 1987)

Fig. 3 Features of No. 2 structure

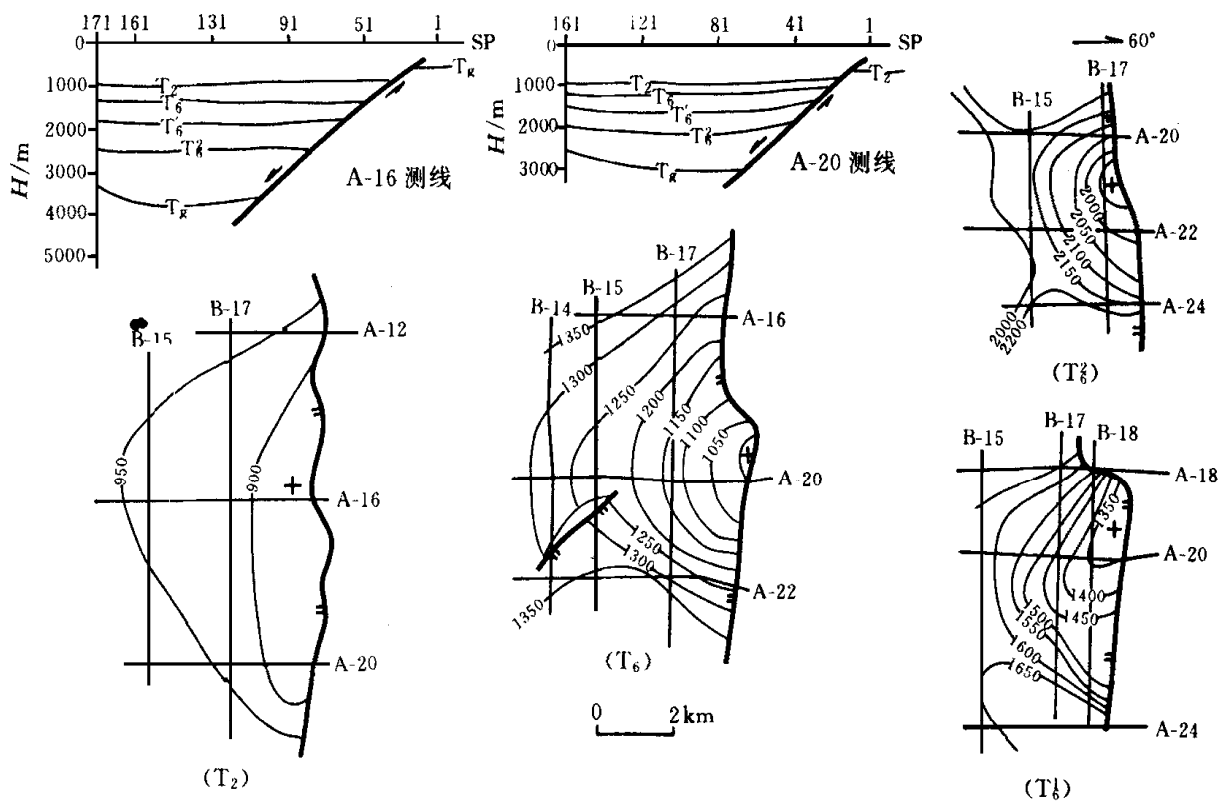


图 4 2 号构造深度剖面、平面图(据温宁等, 1987)

Fig. 4 Depth contours in section and plan views of No. 2 structure

总之,雷东凹陷区具有一定的油气资源潜力和优越的勘探开发条件,值得进一步开展油气勘探。

参考文献:

- [1] 梁修权,等.雷东坳陷的构造特征与构造演化[A].南海地质研究(7)[C].武汉:中国地质大学出版社,1994.
- [2] 梁修权,等.雷东凹陷地震相特征及沉积发育史[A].南海地质

- 研究(6)[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
- [3] 《沿海大陆架及毗邻海域油气区石油地质》编写组. 沿海大陆架及毗邻海域油气区(下册)[M]. 中国石油地质志, 卷十六. 北京: 石油工业出版社, 1992.
- [4] 《油气资源评价方法研究与应用》编委会. 油气资源评价方法研究与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989.
- [5] 《中国含油气盆地烃源岩评价》编委会. 中国含油气盆地烃源岩评价. 北京: 石油工业出版社, 1989.
- [6] 夏明忠, 等. 油气资源评价及勘探决策系统[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

PETROLEUM GEOLOGY AND EXPLORATION PROSPECT OF LEIDONG DEPRESSION IN SOUTH CHINA SEA

YANG Mu-zhuang

(China university of Geosciences, Wuhan 430740, China)

Abstract: Leidong depression is situated in the stable, isolated, close and high geothermal geological setting, with fairly good source rocks, reservoirs, traps and cap rocks. The hydrocarbon was in favor of generation, gathering and preservation. The total hydrocarbon produced is $* - * * \times 10^8 \text{t}$, the total gathering is $* * * * \times 10^4 \text{t}$. In addition, the exploration and development condition is favorable due to it is near shore, with shallow and smooth bottom. So, the oil and gas exploration is worth making progress in this area.

Key words: Leidong depression; petroleum geology; exploration prospect

(上接第 375 页)

A NEW METHOD FOR DETERMINING FRACTAL DIMENSION OF PORE STRUCTURE

HE Yan, WU Nian-sheng

(Exploration Dept., Southwest Institute of Petroleum, Nanchong, Sichuan 637001, China)

Abstract: There is fractal property in reservoir rocks. According to the principle of the fractal geometry, the pore structure can be studied, and the fractal model of the capillary pressure curve and the relative permeability and the pore throat distribution can be set up. But the pore structure can be predicted when the fractal dimension D has been acquired. At present, the fractal dimension is acquired by the scanning electron microscopy. But it is not easy to use it to calculate D . Based on proposed fractal capillary pressure model, the fractal dimension D is predicted by capillary pressure data. The practical data verifies the validity of this method and the method is simpler than scanning electron microscopy.

Key words: the fractal geometry; pore structure; scanning electron microscopy; the capillary pressure; the fractal dimension