

文章编号: 1001-6112(1999)04-0302-05

南海西南部含油气区圈闭类型与成因分析

刘宝明

(国土资源部广州海洋地质调查局研究所, 广州 510760)

摘要: 作者在分析该含油气区地质构造特征、地层划分和沉积特征的基础上, 划分了压缩型、伸展型、剪切型 3 种构造类圈闭和重力、地层-岩性两种非构造型的圈闭, 并选用南、北两条典型地震剖面模拟了典型圈闭形成过程及其与构造运动之间的演化关系, 可为在该区中寻找同类型含油气圈闭和进行构造演化史的研究提供可靠依据。

关键词: 圈闭; 构造运动; 成因分析; 含油气区; 南海

中图分类号: P618.13; TE122.3

文献标识码: A

1 前言

研究区位于我国南海西南部的一个新生代含油气盆地^[1], 其西北以昆仑隆起与湄公盆地相隔, 西边毗邻昆仑盆地, 南缘为纳土纳隆起, 东侧为近南北向展布的万安断裂所限, 盆地总面积约 $8.5 \times 10^4 \text{km}^2$, 新生代沉积厚度逾万米, 主体水深小于 500m。

该区的油气勘探始于本世纪 70 年代, Pecten Cities Serrices 石油公司于 1974 年 8 月在盆地西南部完钻的 Hong-1 井见到油气显示, 次年 CNGC 和 BP 石油公司对完钻的 Dua-1 井进行测试获得日产原油 305t 和天然气 $49.8 \times 10^4 \text{m}^3$, 从而揭开了万安盆地油气勘探的序幕。截止目前共发现 2 个油田、4 个气田, 27 口探井中有 14 口井具有商业价值的油气。万安盆地虽然勘探程度尚低, 但其勘探成功率之高和油气测试产能之大, 无疑表明万安盆地具有广阔的油气远景。所以, 对万安盆地圈闭构造进行类型划分和成因分析等有关问题的研究, 从中总结不同类型圈闭在成因上的差异性, 可为研究万安盆地构造演化史、地层格架的建立和圈闭含油气性分析提供可靠依据。

2 地质概况

2.1 基底和地震层序

万安盆地位于印支陆块, 其基底为中生代晚期岩浆岩、火山岩和前第三纪变质岩。岩浆岩为中侏罗世—白垩纪的花岗闪长岩, 火山岩为晚侏罗世—白垩纪的安山岩和流纹岩等, 变质岩主要为片麻岩^[2]。

万安盆地新生代沉积厚度达 12500m, 各时代地震层序和超层序的划分^[3]及地震反射特征参见表 1。

2.2 构造区划和地质构造特征

万安盆地是南海较典型的剪切拉张型盆地, 盆地中主要发育有 NE 向、近 N-S 向和 NNE 向的 3 组断裂, 它们既控制了新生代地层的沉积和圈闭构造的展布, 也是盆地构造单元划分的重要依据。盆地构造单元由北往南依次为西北断阶带、北部拗陷、北部隆起、西部拗陷、中部拗陷、中部隆起、西南斜坡、南部拗陷、东部隆起和东部拗陷。

万安盆地新生代以来经历了西卫运动、西南海盆运动、南沙运动、万安运动和康西运动等^[4]多期大型构造运动, 在地震剖面上依次对应于 $T_5(T_g)$ 、 T_4 、 T_3^1 、 T_3 和 T_2 等 5 个重要的地震反射界面, 它们同时具有各自的地震反射特征(见表 1)。万安盆地在构造演化史上可划分为 4 个阶段: 张扭断陷期(T_5-T_4)、拗陷期(T_4-T_3)、压扭期(T_3-T_2)和区域沉降期(T_2-T_0)。而圈闭构造的形成和演化都与这几期

收稿日期: 1998-06-25. 修订日期: 1999-09-01.

基金项目: 国家一类地勘专项课题(国专 93-517-01-04).

作者简介: 刘宝明(1966-), 男(汉族), 江西泰和人, 硕士、工程师, 主要从事南海油气资源评价和含油气构造分析等地勘和科研工作.

表 1 万安盆地地震层序表
Table 1 Seismic Sequences of Wan'an Basin

地 层 时 代	地 层 组	构造运动	地 震 层 序		地 震 反 射 特 征	沉 积 环 境
			反射界面	超 层 序		
第四纪 (Q)	第四系	康 西 运 动	A +	I	水平- 近水平反射层组	滨海- 半浅海
上新世 (N ₂)	广雅组		B ~T ₂ ~		常见大型前积反射结构	三角洲- 浅海
晚中新世 (N ₃)	昆仑组		C		顶超, 底界上超、下超, 连续性好	滨浅海及台地
中中新世 (N ₂)	李准组	万 安 运 动	~T ₃ ~	II	顶部削截明显, 底界上超、下超, 中连续反射	滨 海
早中新世 (N ₁)	万安组	南 沙 运 动	~T ₃ ~		楔状和发散充填型反射	浅 海
渐新世- 晚始新世 (E ₃ - E ₂)	西卫组	西南海盆运动	~T ₄ ~		削截、顶超、上超, 中连续- 连续反射	滨浅海- 河湖相
中生代	基 岩	西 卫 运 动	~T ₅ ~			
		燕山末期运动	~T _g ~			

构造运动之间有着直接的联系, 并且各期构造运动在区域上表现的地质构造特征都有所不同, 从而使得地层的沉积特征和圈闭类型、规模大小以及几何形态也都表现出不同的特征。

值得一提的是, 中中新世末盆地由于受到来自东部构造应力的推挤, 致使万安运动在盆地中表现为水平挤压运动为主, 从而形成一系列褶皱背斜和具有走滑特征的花状构造及反转构造。早期形成的断块和本期形成的背斜又受到中、晚期断裂构造的改造, 使先前形成的部分背斜构造塑造成断背斜、断鼻, 这就是从总体上看是背斜圈闭, 而从局部看则呈断块型圈闭的原因之所在。

在晚中新世末, 圈闭构造多数是形成与大型断裂活动有关的高断块, 由于古沉积环境和古气候的配合, 在这些高断块之上形成一些台地灰岩、礁灰岩和生物礁等非构造圈闭, 而这些礁隆往往是油气成藏的有利部位^[5], 形成古生新储之成藏模式。

3 圈闭类型

圈闭构造类型的研究, 就是要以构造运动学和构造几何学^[6]为理论基础, 从区域构造地质、沉积特征及演化历史出发, 通过分析各期构造运动的表现形式、规模大小和形成圈闭构造的差异性, 来划分沉积盆地中的圈闭类型。

根据近年来地震调查资料的综合研究和圈闭构造几何形态特征^[7], 可将万安盆地的圈闭类型划分为压缩、伸展、剪切等 3 种构造类圈闭和重力、地层-岩性非构造类圈闭^[8] (表 2)。前者以断层圈闭、背斜圈闭为主, 主要包括断块、断背斜、断鼻、褶皱背斜、

表 2 万安盆地圈闭类型划分表

Table 2 Classification of trap types in Wan'an Basin

构造环境		圈 闭 类 型
构 造 型	压缩	挤压背斜、皱褶背斜
	伸 展	牵引背斜、断背斜、断鼻
		逆牵引背斜、断背斜、断鼻
	剪 切	掀斜断块、断块
花状构造、断块、断背斜、断鼻		
非 构 造 型	重 力	雁行背斜、背斜、断背斜
		披覆背斜
	地 层 岩 性	岩丘、泥丘、底劈、岩体刺穿
		古风化壳、基岩潜山
		地层超覆、生物礁、沉积砂体

披覆背斜等圈闭类型; 而后者包括地层超覆不整合、削截不整合和三角洲砂体、扇状砂体以及生物礁体等圈闭类型^[9]。由于地层-岩性型圈闭受到地震剖面品质的限制, 在本区的研究程度尚低, 故在下文中将着重介绍构造类圈闭的成因分析。

4 圈闭成因分析

我们选择能反映盆地构造单元演化特征的南北两条地震剖面为实例来进行沉积发展史演算^[10],旨在研究剖面上 6 个圈闭构造在各期构造运动中所表现的构造演化特征和空间分布的迭置关系,并对万安盆地圈闭构造的成因作出更确切的分析。

4.1 圈闭构造演化特征

北剖面位于盆地中部坳陷,它在反映该区圈闭发育与万安盆地各期构造运动的关系上具有一定的代表性(图 1)。这条剖面包括 A、B、C 3 个大型圈闭构造。在早中新世末南沙运动之前,它们都表现为断块圈闭,后因受到区域应力场的变化,经中中新世万安运动的改造后,它们无论在圈闭构造位置、形态、幅度、高点和类型上,都有所不同。A 圈闭在中中新世之前为断块圈闭,康西运动发生后盆地进入稳定沉降期,接受了巨厚的上部区域盖层的沉积,从而在

晚中新世时该圈闭变成类似于披覆背斜; B 圈闭经中中新世末万安运动的水平挤压后,圈闭类型由断块型变成褶皱背斜,而且圈闭高点也发生了不同程度的迁移; C 圈闭在剖面上反映不完整,分析面积普查地震资料表明,该构造经断裂构造多期活动后于晚中新世末形成高断块圈闭,然后受古沉积环境的影响,在高断块上形成了碳酸盐岩台地,并在台地的基础上发育了生物礁。

南剖面位于盆地南部,横跨中部坳陷和中部隆起南部、南部坳陷、东部隆起以及东部坳陷,其上包括 D、E 和 F 等 3 个圈闭构造(图 2)。除 F 圈闭晚中新世末期有岩体刺穿外,均属断块圈闭,但它们所处位置和高点以及圈闭形态、规模都有所不同,而且从圈闭形态上看,盆地南部地区在中中新世末受到万安运动的水平挤压较弱,所以形成褶皱背斜、断背斜圈闭的迹象不明显,这是与中北部地区的重要区别,同时也是万安运动由东向西的挤压作用在中北部地区表现得强些,而在南部地区表现较弱的重要证据。

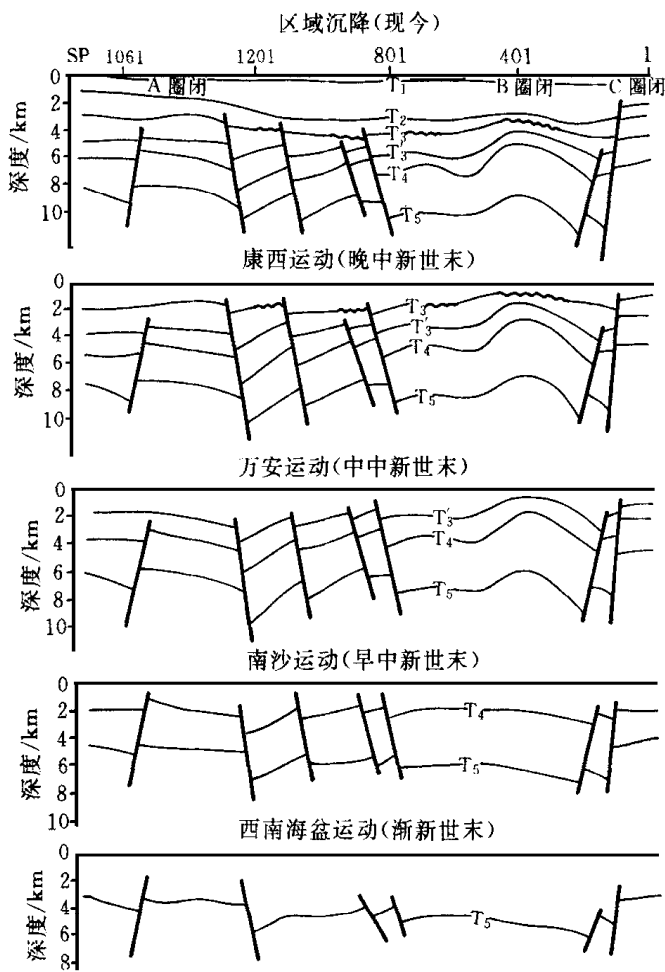


图 1 含油气区北部测线圈闭与构造运动期次的演化关系图
Fig. 1 Evolution relationship of traps and different tectonic movements in north survey-line of hydrocarbon territory.

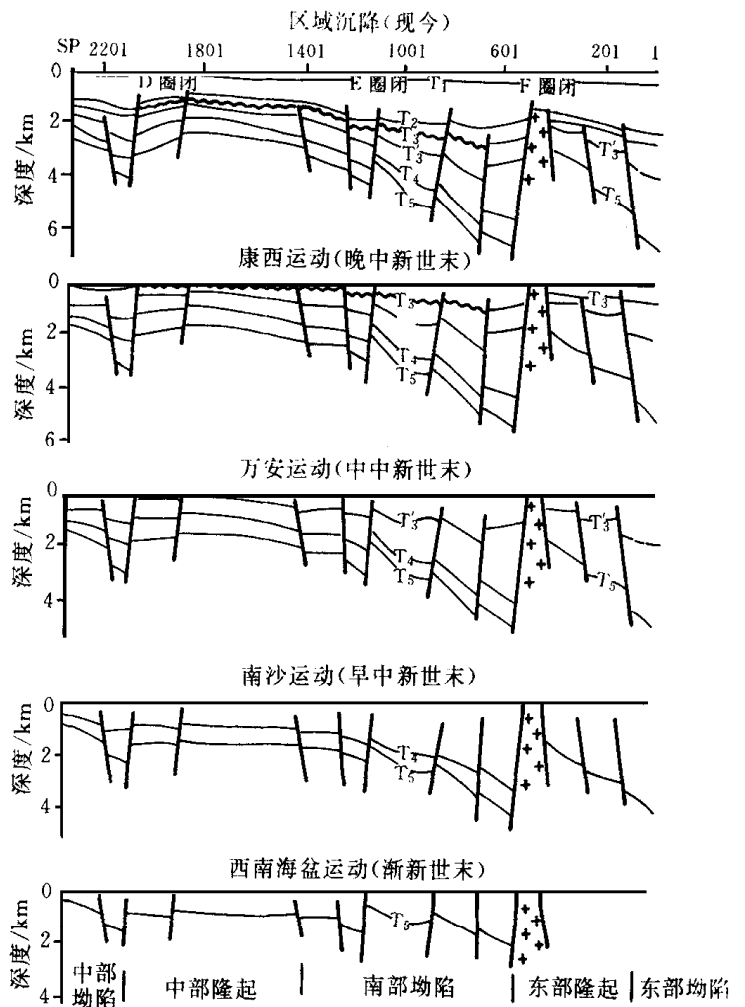


图 2 含油气区南部测线圈闭与构造运动期次的演化关系图
Fig. 2 Evolution relationship of traps and different tectonic movements in south survey-line of hydrocarbon territory.

表 3 万安盆地各种类型圈闭与构造运动期次的演化关系表

Tab 3 Evolution relationship of different traps and tectonic movements in Wan'an Basin

地质时代	构造运动	圈闭形成时间					圈闭类型
		断块、断鼻	褶皱背斜	披覆背斜	岩体刺穿	礁隆	
第四纪 (Q)	~ 康西运动 (T ₂) ~ ~ 万安运动 (T ₃) ~ ~ 南沙运动 (T ₁) ~ 西南海盆运动 (T ₄) ~ 西卫运动 (T ₅) ~						区域盖层
上新世 (N ₂)							披覆背斜, 生物礁, 台地相
晚中新世 (N ₃)							断背斜, 背斜, 断块, 台地
中中新世 (N ₁)							断块、断背斜、穹隆
早中新世 (N ₁)							断块、岩体刺穿
渐新世~晚古新世 (E ₃ ~E ₂)							断块、岩体刺穿
中生代							基岩潜山、基岩断块

4.2 圈闭构造形成时间

圈闭的形成时间即定型时间与盆地的构造演化史和圈闭类型有关(表 3)。根据万安盆地大量的地震资料解释认为,构造类圈闭在成因上主要与断裂活动、褶皱活动和岩浆活动有关。所以构造圈闭的形成时间主要取决于这 3 类构造活动的期次;而非构造圈闭主要取决于同期古沉积环境的地层-岩性变化。

4.2.1 构造类圈闭的形成时间

(1) 断裂活动形成的圈闭: 此类圈闭有断块、断鼻和高断块背景上形成的披复背斜等。万安盆地的断裂活动始于渐新世,止于中中新世末—晚中新世。时间上大致可分为 3 期,早、中期分别发生于渐新世和早—中中新世,断裂作用强烈,是该类圈闭的主要形成时期,且与生、排烃高峰期相匹配,对油气运移聚集有利。晚期发生于晚中新世,少部分可延续到上新世,断裂作用较弱,对油气有一定的破坏作用。

(2) 褶皱作用形成的圈闭: 主要指褶皱背斜圈闭。构造演化史表明,盆地在中中新世末曾有过一次较大规模的水平挤压运动,中部拗陷区因沉积物厚度大,加上正处于应力中心部位,易发生柔性褶皱变形,形成若干宽缓状背斜构造,其它地区则仍以断裂作用为主。

(3) 岩浆活动形成的圈闭: 主要有岩浆刺穿背斜和岩体遮挡圈闭。万安盆地的岩浆活动与断裂作用密切相关,也可分为 3 期。其中渐新世和早—中中新世这 2 期岩浆活动较强烈,晚中新世—上新世较弱,故多数岩浆侵入体及其有关的刺穿圈闭也主要形成

于前两期。

4.2.2 非构造类圈闭的形成时间

该类圈闭是在特定沉积环境下形成的,所以它们的形成时间应与所在的沉积地层同期形成。其中万安盆地最常见的礁隆圈闭多数形成于晚中新世,部分形成于中中新世晚期。

5 结论

万安盆地不同类型的圈闭构造在成因上表现有如下特征:

(1) 圈闭构造类型与断裂构造、褶皱作用和岩浆活动存在着密切的成因关系。受 3 组方向断裂构造的控制,它们的展布方向以 NE 向为主,其次为 NW 向和近 N-S 向;褶皱作用主要发生于盆地的中东部地区;岩浆活动对圈闭构造的形成有着一定的影响。

(2) 圈闭构造在时空演化上具有继承性和连续性的特征。圈闭发育类型的变化由渐新世至中新世表现为基岩潜山、基岩断块—断块、断背斜、褶皱背斜、断鼻—与大型断裂构造有关的高断块、台地灰岩、生物礁体等,并在发育数量上依次逐渐减少。

(3) 不同类型的圈闭构造在形成时间上存在一定的差异。与断裂作用有关的断层圈闭形成时间为渐新世—中新世末;与褶皱作用有关的褶皱背斜、断背斜形成时间较短,主要发生在中中新世中、晚期;岩体刺穿、岩丘等圈闭的形成时间是多期的。

参考文献:

- [1] 朱夏. 论中国含油气盆地[M]. 北京: 石油工业出版社, 1986.
- [2] Areshev E G, Tran Le Dong, Ngo Thuong San. 越南南部陆架裂缝基岩的储层[J]. 辛文锋, 译. 海洋地质译丛, 1993, (3): 54~60.
- [3] 邱燕, 吴进民. 南沙海域万安盆地地震相解释与沉积相分析[A]. 陈邦彦. 南海地质研究(七)[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995. 30~41.
- [4] 吴进民. 南沙群岛地质构造特征与油气远景展望 I A1. 金庆焕. 南海地质研究(三)[C]. 广州: 广东科学技术出版社, 1991. 24~38.
- [5] 金庆焕, 刘宝明. 南沙万安盆地油气分布特征. 石油实验地质, 1997, 19(3): 234~240.
- [6] 朱志澄. 构造地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.
- [7] 真柄钦次[日]. 石油圈闭的地质模型[M]. 童晓光, 贾承造, 译. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.
- [8] 刘宝明, 周昌范. 南海西南部万安盆地构造圈闭样式分析[J]. 海洋地质与第四纪地质. 1997, 17(3): 25~30.
- [9] 吴金才, 刘宝明, 周维奎, 刘伯土. 万安盆地层序地层学基本特征及非构造圈闭预测[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 65~73.
- [10] 刘振湖, 刘宝明, 陈强. 南海万安盆地热演化史的初步研究[J]. 中国海上油气(地质), 1996, 10(6): 364~370.

TRAP TYPES AND THEIR GENESIS ANALYSES OF WAN'AN BASIN IN SOUTH CHINA SEA

LIU Bao-ming

(Guangzhou Marine Geological Survey, MNL R, Guangzhou 510760, China)

Abstract: Five types of traps, including compressional, extensional, shearing, gravitative and stratalithological types, were divided on studying the feature of different tectonic movements, seismic sequences and depositional property in Wan'an Basin. The author have simulated their evolution relationship based on two sections in the north and south of the basin respectively. Furthermore, the genesis of traps was analyzed. It will provide some evidence for studying petroleum geology in the basin.

Key words: trap; tectonic movements; genetic analysis; hydrocarbon province; South China Sea.

(上接第 356 页)

AN APPROACH TO THE SIMULATION EXPERIMENT OF HYDROCARBON GENERATION AND MIGRATION

CHEN Qiang-lu, LIU Yi, ZHU Mei-qian

(Research Institute of Experimental Geology, CNSPC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract: In this paper, the process of hydrocarbon generation and evolution in the four thermal evolution stages (low-mature, mature, high-mature, overmature) of geohistory is simulated by selecting low-mature hydrocarbon source rocks and using the method in which hydrocarbons are generated from artificial pyrolysis and petroleum migration is controlled properly. In the experiment, the hydrocarbons generated from pyrolysis are appropriately classified as drained and occluded hydrocarbons which correspond to the amount of hydrocarbons in geologic body entering reservoirs by primary migration and the amount occluded in parent rocks and evolving continuously together with parent rocks, respectively. The generation of hydrocarbons can be divided into four stages with continuous evolution, from unmaturation to overmature stages, and the migration into three concentrated stages; that is, the geological process of geologic body during which hydrocarbons generate and migrate simultaneously is simulated as multistage generation and concentrated migration. Thus, the possible distribution of hydrocarbons in reservoirs in different evolutionary stages and under different migration efficiency can be obtained.

Key words: thermal simulation; drained hydrocarbons; occluded hydrocarbons; hydrocarbon distribution