

琼东南盆地第三系层序地层分析^①

王根发 吴冲龙 周江羽 李绍虎

(中国地质大学, 武汉 430074)

琼东南盆地的发展经历了由断陷到拗陷的演化过程, 盆内充填了巨厚的沉积地层, 该套地层在上、下第三系内可识别出 14 个层序, 断陷期 6 个, 拗陷期 8 个。断陷期层序发育主要受控于幕式构造运动, 层序由冲积扇、河流、湖泊、扇三角洲和碎屑滨岸体系沉积的粗碎屑岩组成。拗陷期层序发育主要受控于全球海平面变化并具有典型被动大陆边缘特征, 低位域由盆底扇、斜坡扇和海底水道沉积组成; 海进体系域和高位体系域由三角洲、碎屑滨岸、碳酸盐台礁和浅海陆架体系沉积组成。

关键词 层序地层 盆底扇 幕式构造运动 海平面变化 琼东南盆地

第一作者简介 王根发 男 37 岁 讲师 煤及石油地质

琼东南盆地是发育于南海北部大陆架西缘的新生代拉裂盆地。盆地轴向北东, 面积 $4.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 东西分别与珠江口盆地和莺歌海盆地相毗邻。盆地南部陡而深, 北部浅而缓, 由北向南隆凹相间的构造格局(图 1)。该盆地属于莺琼大气区的重要部分, 具有广阔的油气勘探开发前景, 虽经多年的勘探开发, 但就整个盆地而言, 其勘探程度仍然比较低。

琼东南盆地的盆地基底为中生代花岗岩、浅变质岩和古生代白云岩。盆地内充填了巨厚的新生代

沉积物, 厚数千米, 最厚处万余米。盆地构造演化可分为两个阶段, 即断陷期和拗陷期, 断拗转换面为 T_1 破裂不整合面。断陷期包括下第三系始新统崖城组和陵水组。拗陷期包括上第三系的三亚组、梅山组、黄流组、莺歌海组。以 T_1 不整合面为界, 盆地充填层序被划分为 2 个构造层序, 它们分别与断陷期和拗陷期相对应。通过对地震、钻井、测井、古生物及全球海平面变化周期(Haq 等, 1987)等资料进行分析, 断陷期构造层序可细分为 6 个层序, 拗陷期构造

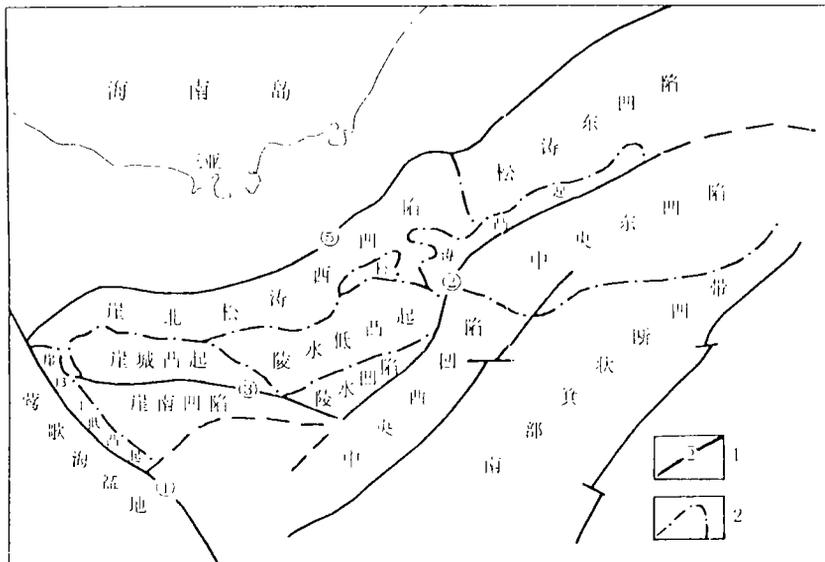


图 1 琼东南盆地构造区划略图
1. 断层及编号; 2. 构造带界线

① 本文为中国海洋石油总公司“九五”重点科技攻关项目“海上油气勘探目标模拟评价系统研制”的成果之一

层序可细分为 8 个层序(图 2)。

1 断陷期构造层序发育特征

断陷期,控制盆地充填及层序发育的主要因素

是构造活动(解习农等,1996;焦养泉等,1997)。根据构造活动机理变化,本区断陷期的构造活动又可划分为裂陷作用期(始新世-渐新世崖城期)和断拗活动期(渐新世陵水期)。在裂陷期,控制层序发育的主要因素是幕式构造活动(Glloyay,1989)。进入断

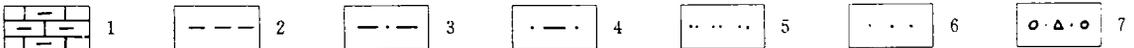
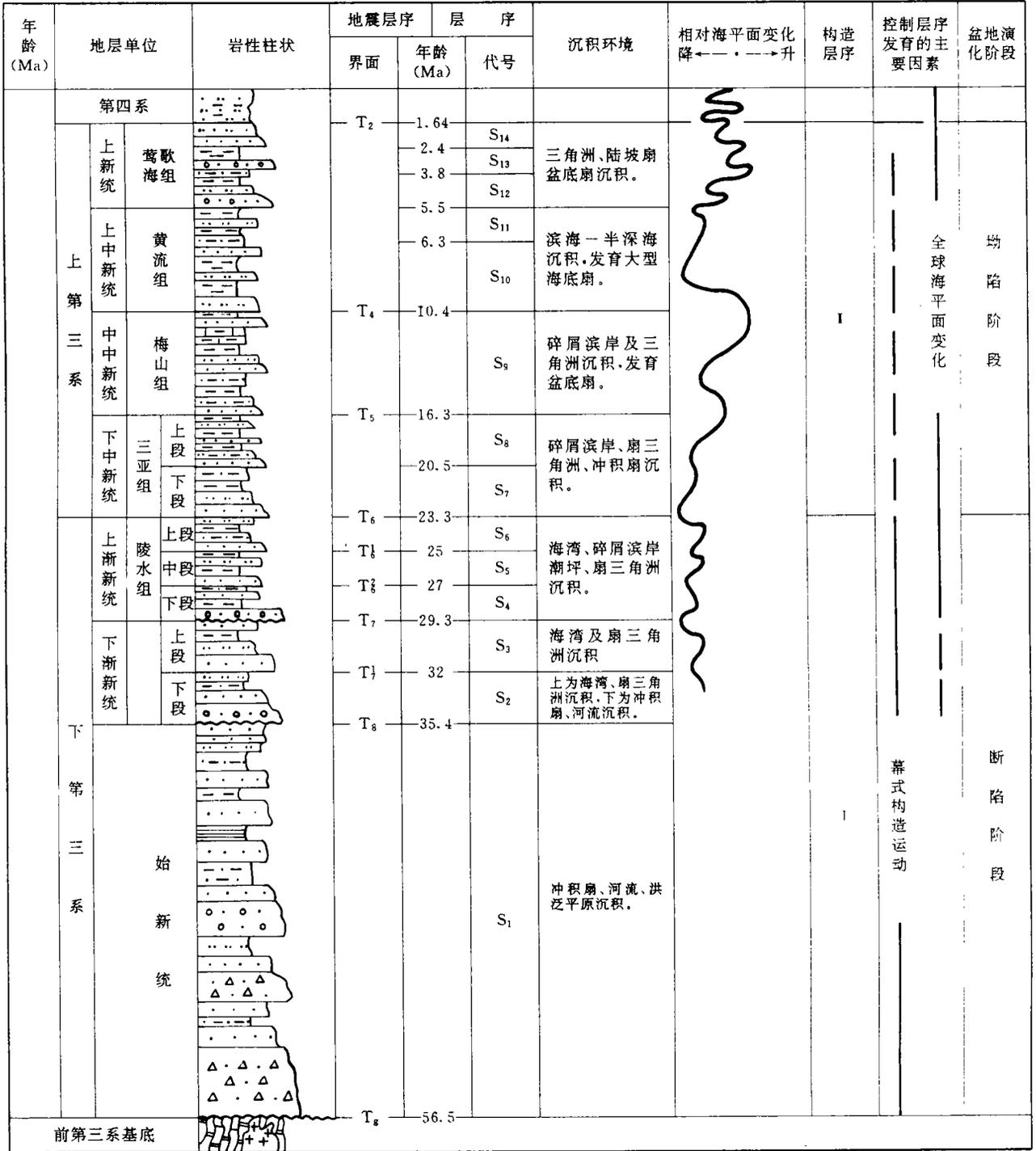


图 2 琼东南盆地盆地充填及层序地层柱状图

1. 泥灰岩; 2. 泥岩; 3. 粉砂质泥岩; 4. 泥质粉砂岩; 5. 粉砂岩; 6. 砂岩; 7. 含砂(角)砾岩

坳期后,控制层序发育的因素除幕式构造活动外还有全球海平面变化。对本区而言,由于海水在裂陷晚期就侵入本区,断坳期主要为滨浅海沉积,全球海平面变化对层序发育的影响更为明显一些。

1.1 层序 S_1 (56.5~35.4Ma, T_6 - T_9)

为始新世构造裂陷幕产物,底界为盆地充填与基底间的 T_6 不整合面,顶界为始新统与渐新统间的 T_9 不整合面。目前琼东南盆地尚未钻遇到这一套地层,根据地震剖面及类比分析推测为一套冲积扇、扇前洪泛平原及河流等沉积形成的砂砾岩、砂岩,断陷盆地中央可能有湖泊体系沉积形成的细碎屑岩沉积。

1.2 层序 S_2 (35.4~32.0Ma, T_8 - T_7^1)

发育于崖城组下段,为渐新世早期裂陷幕产物。该期为裂陷作用的鼎盛时期,在早期构造裂陷幕的基础上断陷进一步扩张,形成更大范围但又相互分隔的多个半地堑。层序下部为冲积扇、河流及洪泛平原沉积的杂砂岩、砂砾岩,中上部为受海水影响形成的海湾及扇三角洲沉积的泥岩、泥质粉砂岩和砂岩等。

1.3 层序 S_3 (32.0~29.3Ma, T_7^1 - T_7)

发育于崖城组上段,为崖城晚期裂陷幕的产物。该期为裂陷作用衰减期,沉积作用继承了前一裂陷幕中晚期的特点,以较封闭的海湾-泻湖及扇三角洲沉积为主。在层序顶、底部为较粗的砂岩、杂砂岩沉积,中部为粉砂质、泥质沉积。

1.4 层序 S_4 (29.3~27.0Ma, T_7 - T_6^2)

发育于陵水组下段,为断坳构造作用幕早期的产物。进入断坳构造幕后,全球海平面变化成为控制层序发育的主要因素,并叠加了幕式构造作用的影响。由于该层序形成于断坳构造幕早期,盆缘断裂活动对其影响较为明显。下部低水位期和海进期以较开阔的海湾和扇三角洲沉积为主,主要为较粗的厚层状含砾粗砂岩、中砂岩夹粉砂岩和泥岩等组成。上部高水位期为海湾及开阔潮坪沉积,主要由一套中细粒砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩组成。

1.5 层序 S_5 (27.0~25.0Ma, T_6^2 - T_6^1)

发育于陵水组中段,形成于断坳构造幕中期。随着盆地基底从断裂控制的局部伸展沉降向区域挠曲沉降的转变,盆地沉积范围逐渐扩张,使早期互相分隔的半地堑逐渐连通。受全球海平面上升及较高的

构造沉降速率的共同影响,该层序下部的海进体系域底部为一套较粗的海滨带中粗粒砂岩、含砾砂岩夹粉砂岩沉积。海进体系域中上部及高位体系域主要为开阔海湾-滨浅海-小型三角洲环境下形成的一套较细的粉砂岩、粉砂质泥岩和细砂岩沉积。

1.6 层序 S_6 (25.0~23.3Ma, T_6^1 - T_6)

发育于陵水组上段。由于断陷期之后盆地发生了整体抬升,形成破裂不整合面,该层序顶部曾遭受了不同程度的剥蚀,有些地区(如崖 13-1 区)整个层序都被剥蚀掉,多数地区仅残存下部海进体系域部分,为一套滨海砂岩到浅海粉砂岩、泥岩的正粒序沉积。

2 坳陷期层序地层发育特征

进入晚第三纪后,琼东南盆地从引张断陷转为裂后热沉降形成的坳陷,沉积范围进一步扩大,隆凹连成一体,但并非均匀性沉降。在中央坳陷区,由于受主动热事件的影响,沉降幅度最大^①,形成深海、半深海沉积区。②号断层带以北地区为浅水陆架区,陆架与深海盆地间的陆坡带位于②号断层带附近,陆坡窄而较陡。层序发育具有被动大陆边缘特征。

2.1 层序 S_7 (23.3~20.5Ma)

发育于三亚组下段。随着海平面上升,沉积范围进一步扩大,但海侵范围也只限于崖 13-1、崖 19-1 以东,⑤号断层带以南。该层序底部的低位体系域为发育于②号断层以南的盆底扇粗碎屑岩沉积,以砂岩、粉砂岩沉积为主。海进体系域和高位体系域由碎屑滨岸、扇三角洲、滨岸平原和冲积扇等沉积体系沉积的砂岩、粉砂岩和泥质岩组成。扇三角洲和冲积扇体系主要集中在⑤号断层带南侧。

2.2 层序 S_8 (20.5~16.3Ma)

发育于三亚组上段。海侵范围进一步扩大,沉积特征与三亚组下段相同。低位体系域除盆底扇外还发育斜坡扇。海进体系域和高位体系域中发育于⑤号断层带南侧的扇三角洲和冲积扇体系规模有所增大。

2.3 层序 S_9 (16.3~10.4Ma)

发育于梅山组。当时海岸线已推至⑤号断层以北地区。低位体系域为大型盆底扇沉积。海进体系域和高位体系域除三角洲体系和碎屑滨岸体系沉积

① 中国海洋石油总公司. 中国近海油气资源评价. 研究报告, 1993

的砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩外,在盆地西北部的崖城隆起区还发育浅水碳酸盐台地沉积。该层序形成后曾发生区域性海退,层序顶部遭受了不同程度的侵蚀。

2.4 层序 S_{10} (10.4~6.3Ma)

发育于黄流组下段。层序 S_9 末的大规模海退使海岸线退出陆架区,在该层序形成期间虽然发生了海侵,但其范围仅限于东部陆架区。层序下部的低位体系域以陆坡下的大型盆底复合扇粗碎屑岩沉积为特征。海进体系域和高位体系域以碎屑滨岸体系沉积为主。

2.5 层序 S_{11} (6.3~5.5Ma)

发育于黄流组上段。海侵范围进一步扩大,海岸线推至⑤号断层带附近。低位体系域除大型盆底复合扇外还有海底水道粗碎屑岩沉积,它们主要分布于西部地区。海进体系域和高位体系域主要为碎屑滨岸体系和三角洲体系沉积的砂岩、粉砂岩和泥质岩组成。

2.6 层序 S_{12} (5.5~3.8Ma)

发育于莺歌海组下段。低位体系域为斜坡扇沉积,并见侵蚀谷。海进体系域和高位体系域仍为碎屑滨岸体系和三角洲体系沉积。

2.7 层序 S_{13} (3.8~2.4Ma)

发育于莺歌海组中段。低位体系域为海底复合扇及海底水道浊积岩沉积。海进体系域和高位体系域主要为碎屑滨岸体系、三角洲体系沉积,西北陆架区的局部地区发育浅水碳酸盐台礁沉积。

2.8 层序 S_{14} (2.4~1.64Ma)

发育于莺歌海组上段。层序发育特征与莺歌海组中段相同,低位体系域中的海底复合扇规模较大,陆坡带发育海底峡谷。海进体系域和高位体系域主要为碎屑滨岸体系、三角洲体系沉积。

3 结论与认识

(1) 琼东南盆地是位于南海北部大陆边缘的拉裂型盆地,盆地发展分为2个主要阶段,早期为断陷期,晚期为拗陷期。不同构造发展阶段控制层序发育

的主要因素不同,层序发育的特征也不相同。断陷期控制层序发育的主要因素是幕式构造运动,其层序由下部的退积式准层序组和上部的进积式准层序组组成。拗陷期控制层序发育的主要因素为全球海平面变化(伴有幕式构造作用影响),层序由低位、海进和高位体系域组成。

(2) 断陷期,盆地发育成为多个相互分隔的多阶式半地堑,层序发育情况较为复杂。垂向上以层序下部和上部粗碎屑沉积及中部的细碎屑沉积为特征;横向上以近盆缘断裂处的粗碎屑沉积及远盆缘断裂处的细碎屑沉积为特征。拗陷期,盆地发育成为一个统一盆地,层序发育具有典型被动大陆边缘特征。南部深水盆地区主要发育低水位盆底扇、斜坡扇、海底水道等粗碎屑沉积和深海、半深海细碎屑沉积。北部和西部陆架区及上陆坡区主要发育三角洲体系、碎屑滨岸体系及碳酸盐台礁沉积。

(3) 由于拉裂型盆地特征决定了构造圈闭的不足,岩性圈闭亦应引起重视。低位期形成的盆底扇、斜坡扇、海底水道等粗碎屑沉积是良好的储集体,它们与海进及高水位期形成的细碎屑沉积构成的岩性圈闭是该盆地内最好的岩性圈闭。

在工作中得到海洋石油研究中心杨甲明、朱伟林、吴景富、崔早云和我校罗映娟等同志的大力帮助,在此深表感谢!

参 考 文 献

- 1 Bilal U Haq, Jan Hardenbol and Peter R Vail. 中、新生代年代地层表与海平面变化周期. 见 C. K. 威尔格斯等编, 徐怀大等译. 层序地层学原理. 北京: 石油工业出版社, 1993: 86~137
- 2 解习农, 程守田, 陆水潮. 陆相盆地幕式构造旋回与层序构成. 地球科学, 1996, 21(1): 27~33
- 3 焦养泉, 李思田, 解习农等. 多幕裂陷作用的表现形式. 石油实验地质, 1997, 19(3): 222~227
- 4 Galloway W E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units. *AAPG Bulletin*, 1989, 73(2): 125~142

(收稿日期: 1997年10月20日)

SEQUENCE STRATIGRAPHIC ANALYSIS OF THE TERTIARY IN THE QIONGDONGNAN BASIN

Wang Gengfa Wu Chonglong Zhou Jiangyu Li Shaohu

(*China University of Geosciences, Wuhan 430074*)

Abstract

The Qiongdongnan basin involved from a fault basin into a downwarped basin, and is filled with very thick sediments. Of this suite sediments, 14 sequences can be recognized in the Lower-upper Tertiary, with 6 sequences being formed in faulting stage and 8 being formed in down-warping. In faulting stage, the development of sequence was mainly controlled by episodic tectonic movement, and the sequence consists of coarse clastic sediments deposited in alluvial fan, river, lake, fan-delta and clastic littoral environments. In the down-warping stage, the formation of sequence was mainly controlled by global change of sea level, and the sequence is characteristic of typical passive continental margin and includes lower system tracts, progressive system tracts and high system tracts. The lower system tracts consists of basin-bottom fan, slope fan and submarine channel sediments, and progressive and high system tracts consist of delta system, clastic littoral system, carbonate platform reef system and neurotic shelf systems.

(上接 123 页)

THE FORMATION AND EVOLUTION OF THE BAOSHAN BASIN, YUNNAN PROVINCE

Dai Sulan Liu Shugen Zhao Yongsheng

(*Chengdu University of Technology, Chengdu 610059*)

Zhao Zejiang

(*Southwest Petroleum Geology Bureau, Chengdu 610081*)

Gao Fangzhen Wu Shilin Mou Fengrong

(*Dianqiangui Petroleum Administration Bureau, Kunmin 650200*)

Abstract

The Baoshan basin is a typical Tertiary basin in west Yunnan Province, which is composed of western fault zone, central sag zone and eastern slope zone. The extensional quantity is from small, to big and to small from the north to the south of the basin. The extensional history consists of three cycles. Three unconformities can be recognized in the basin. The process of the formation and evolution of the basin can be divided into the primary formation stage, the extensional development stage and the filling stage.