

莺歌海盆地充填史及中—深层储层特征*

王 华

(中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074)

朱伟林 王 彦

(海洋石油勘探开发研究中心, 河北高碑店 074010)

莺歌海盆地为前第三系基底上发育的断拗转换伸展盆地。纵向上总体显示海进充填序列。自始新世以来, 该盆地经历了 3 次由快到慢的沉积过程, T_g-T_{70} (280 Ma 以前) 阶段为快速沉降期, 最大总沉降率达 600 m/Ma, $T_{70}-T_{30}$ (2.8~5.2 Ma) 阶段为 500 m/Ma, T_{30} 至现今 (5.2 Ma 至现今), 最大总沉降率又达 600 m/Ma。构造作用产生的沉降量占总沉降量的 1/2~1/4, 其他主要为均衡沉降所致。三角洲砂体、海滩砂体和浊积砂体是本区中—深层主要储集层。黄流组沉积时期, 分流河道发育, 可能形成良好的储层。

关键词 充填序列 沉降期 沉降速率 储层 莺歌海盆地

第一作者简介 王华 男 34 岁 教授 盆地分析

莺歌海盆地位于我国海南岛与越南之间的海域, 呈长条纺锤形, NW 向展布, 其面积为 $12.7 \times 10^4 \text{ km}^2$, 具典型的早期断陷、晚期拗陷的构造样式, 为一受红河断裂走滑作用影响^[1~3] 的转换—伸展盆地。总体上, 该盆地以快速沉降充填、高地温及高地温梯度、大规模异常压力体系和热流体底辟为重要特征^[4~5]。

1 充填序列

莺歌海盆地为第三系盆地, 基底为下古生界浅变质岩系、上古生界沉积岩及中生界侵入岩等。盆内发育有古新统、始新统、渐新统、中新统、上新统及第四系 (图 1)。

1.1 T_g-T_{80}

从盆地基底 (T_g) 至 T_{80} 反射界面, 为古新世—早始新世的沉积; $T_{80}-T_{70}$ 为始新统上部沉积充填产物, 目前在該盆地尚未钻遇上述二套地层, 但在北部湾—珠江口盆地已钻遇, 为河湖相沉积, 部分见煤层, 故推测为河流—湖泊相沉积充填。

1.2 $T_{80}-T_{70}$

由渐新统的崖城组组成, 顶部 T_{70} 界面存在明显削蚀和不整合面特征, 属冲积—河流—湖泊沉积体

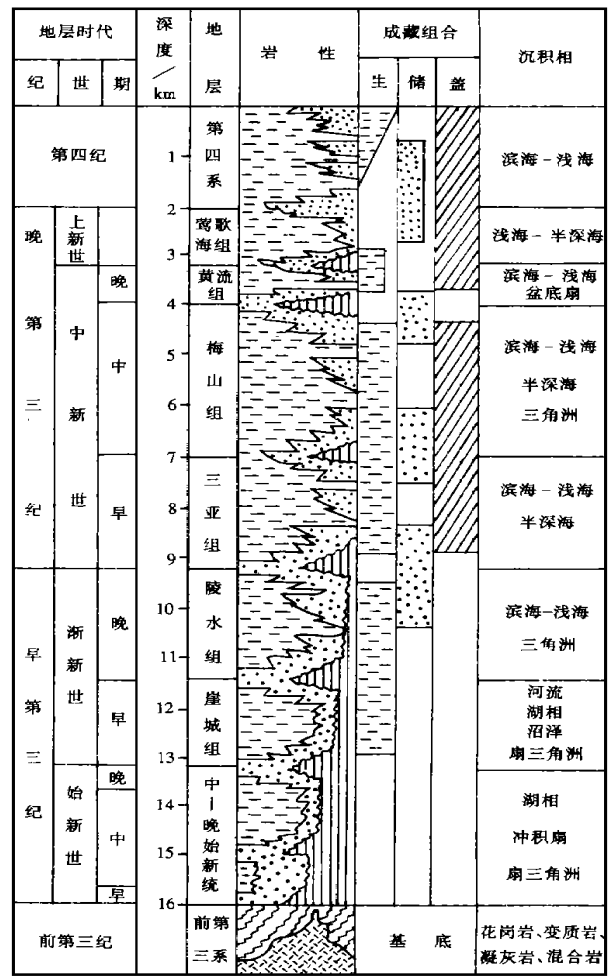


图 1 莺歌海盆地沉降中心迁移图 (据文献 1 修改)

Fig. 1 Displacement of subsiding center in Yinggehai Basin

* 国家自然科学基金项目 (49672122 和 49732005) 及中国海洋石油勘探研究中心 9808 课题资助
收稿日期: 1998 10 09

系产物;T₇₀以前,沉降中心在盆地的西北部。

1.3 T₇₀—T₆₀

由渐新统陵水组组成。在 T₇₀界面以上,盆地充填已从陆相过渡为滨浅海相,其顶界 T₆₀为一破裂不整合面^[1]。此时盆地北部已抬升,盆地北部的物源主要来自西北的红河,岩性较细;而东部来自海南岛的近源沉积物则以粗质为主。

1.4 T₆₀—T₅₀

由下中新统的三亚组构成,此时盆地地南部开始下沉,沉积中心继续向南转移,沉积体系以滨浅海碎屑沉积体系占优。

1.5 T₅₀—T₄₀

由中新统梅山组构成,沉降中心略向北转,但南部仍继续下沉,沉积面积加大,越过I号断层进入东北斜坡带。盆地中部已出现底辟活动,沉积体系仍以滨浅海碎屑岩沉积,尤其是三角洲沉积为主。

1.6 T₄₀—T₃₀

为黄流组沉积,以低海平面的粗碎屑沉积为主,地层厚度明显变薄,具有热沉降坳陷的典型特征。T₄₀界面见明显冲刷,为不整合界面,早期(T₄₀—T₃₁)沉积期间,其沉积中心南移,在 T₄₀反射

面(S₄₀层序界面)上,在大规模海平面下降的背景下,发育了大范围的低水位体系域(图 2);而其后的 S₃₁—S₃₀沉积期间,沉降中心又向 NW 方向迁移了一些,并使盆地的可容空间迅速增大,在盆地西部先形成较为典型的陆架陆坡,其沉积体系由滨浅海向浅海、半深海沉积体系转化;T₃₀以后,由于 I 号断裂的再活动,沉降中心向东迁移,沿海南岛周缘的陆架/陆坡开始形成,尤其在 T₂₇以后,随着南海盆地的急速沉降,沉降中心迅速南移,并逐渐退出了莺歌海盆地。来自海南岛的沉积大规模前积,最终自北向南将盆地填满,形成了碎屑供给充足的海退层序。

纵向上看:莺歌海盆地充填从底部的冲积扇、河流、湖泊沉积(T₇以前为陆相)向上过渡为滨浅海碎屑岩相(T₇₀—T₄₀)直至半深海相沉积(T₄₀—T₂₇),总体上显示了一个海进充填序列^[6-7]。其沉降中心总体上由 NNW 向 SSE 方向大幅度迁移,这种迁移被认为是右旋张扭作用的产物^[1]。

2 沉降史

莺歌海盆地自始新世以来,经历了 3 次由快到慢的沉降过程。每一次沉降过程形成一个沉降幕。

2.1 第一沉降幕

T_g—T₇₀发育阶段(28 Ma 以前),盆地初始发育时期为快速沉降期,总沉降的最大沉降速率高达 600 m/Ma,构造沉降速率达 350 m/Ma(占总沉降量的 60%左右),其后变缓,在 T₇₀界面形成时,一度出现了局部反转隆起、地层遭剥蚀的现象(主要见于盆地的北部)。

2.2 第二沉降幕

T₇₀—T₃₀发育阶段(28~5.2 Ma),T₇₀—T₅₀是第二次明显沉降加速期(即陵水组—三亚组沉积期),最大沉降速率可达 500 m/Ma,构造沉降达 150 m/Ma(已不到总沉降量的 1/3),但总体上比第一幕的沉降速率要小一些,其后逐渐变慢,以 T₄₀—T₃₀发育期间,沉降速率最小,致使滨海—陆架的部分地区遭受剥蚀。

2.3 第三沉降幕

T₃₀至现今(5.2 Ma 至现今),盆地再次发生快速沉降,最大沉降速率可达 600 m/Ma,构造沉降仅为 100 m/Ma(仅为总沉降量的 1/4)。

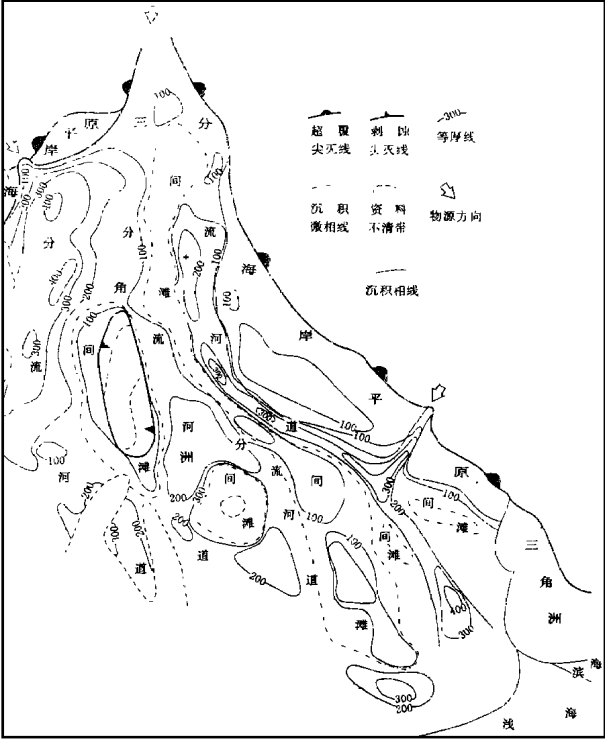


图 2 莺歌海盆地 S₄₀面上低位域沉积相图

(据吕明*, 略做修改)

Fig. 2 Sedimentary facies of lowstand system tract on S₄₀ surface in Yinggehai Basin(from Ming. Lu, 1995, modified)

* 吕明. 莺—琼盆地沉积体系及层序地层研究. 1995

总之,构造作用所产生的沉降量占总沉降量的 1/2~ 1/4,其他部分主要是盆地充填物的均衡沉降所致,即盆地发生与发展的早期主要受构造因素控制与影响;而其后,尤其是 T₆₀以后,由于盆地内堆积的沉积物厚度大,沉积物压实和巨厚沉积物均衡引起的下沉是盆地沉降的主要原因之一。

3 储层

3.1 特征

海相优质的储层类型主要是:(1)低位三角洲及扇三角洲砂体;(2)海滩砂、浅滩砂体;(3)浊积砂体。其中以低位三角洲砂体最为重要。莺歌海盆地 S₄₀和 S₃₁层序界面上发育的大型低位三角洲伴有明显的下切水道侵蚀与充填,可在全区大范围内追踪,是盆地中深层区域性储层。据地震反射特征及钻井地震相标定,骨架砂岩体可靠。这些三角洲在泥拱带中深层构造部位的埋深一般在 3 000 m 左右。S₄₀和 S₃₁界面上的低位三角洲都来源于多个物源,S₄₀界面上的低位三角洲物源主要来自海南岛(图 2),其由分流河道和间滩两部分组成,3 条分流河道汇合为扇形;而 S₃₁界面上的低位三角洲可能总体上以西边的物源为主,东边物源对盆地南部起作用,而北部的物源则仅影响到盆地边缘^[7]。

在黄流组之上发育的 S₃₀—S₂₇层序为莺歌海组。早期(S₃₀—S₂₉)沿海南岛岸线的南部发育高位三角洲,成条带状,由多个朵叶构成,范围较大。东北部的三角洲范围较小,但可为中央底辟带的储层提供物源。盆地东北部发育有低位或陆架边缘体系域的三角洲斜坡扇、盆底扇。东南部见低位浊积体。

3.2 评价

莺歌海盆地的上部储层尽管孔隙度、渗透率随埋深的加大而变小,但在埋深 2 600~ 3 000 m 以下,由于异常高压的影响和高温热流体的作用,导致了溶蚀作用增强,次生孔隙发育,低位域砂岩的孔隙度开始变大(高者可达 30%),渗透率也有变大的趋势。黄流组是在大规模海退后发生大规模海侵背景下沉积的一套地层,处于扇三角洲前缘及平原相带,分流河道砂体发育,是该区中深层勘探最为有利的层位。

本文在完成过程中,得到了中国地质大学李思田教授的指导,受益于海洋石油勘探开发研究中心赵松华,李剑红,马立武,范廷恩等同志的帮助,中国地质大学(武汉)的屈友华同志协助打字和清绘图件,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

1 龚再升,李思田,谢泰俊,等.南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集.北京:科学出版社,1997.63~ 126,163~ 192
2 金庆煊.南海地质研究(五).武汉:中国地质大学出版社,1993.1~ 25
3 姚伯初,曾维军,Hayes D E,等.中美合作调研南海地质专报.武汉:中国地质大学出版社,1994.51~ 65
4 陈洪汉,孙永传,张启明,等.莺—琼盆地的独特埋藏史.中国海上油气(地质),1994,8(5):329~ 336
5 单家增.构造模拟实验在石油地质学中的应用.北京:石油工业出版社,1996
6 龚再升,杨甲明,杨祖序,等.中国近海大油气田.北京:石油工业出版社,1997.7~ 67,199~ 222
7 于肇全,谢培勇.莺歌海盆地浅层气藏的形成条件及勘探技术.天然气工业,1997,9(17):9~ 13
8 龚再升.海上天然气勘探领域和重要认识.中国海上油气(地质),1998,12(1):1~ 3

CHARACTERISTICS OF MEDIUM-DEEP RESERVOIR AND
SEDIMENTARY HISTORY IN YINGGEHAI BASIN

Wang Hua

(Institute of Resources, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei)

Zhu Weilin Wang Yan

(Research Center, China Offshore Oil Exploration & Development, Gaobeidian, Hebei)

Abstract

Yinggehai Basin is a fault-depressed basin developed on the basement of Pre-Tertiary System. In vertical, the basin

实作用、胶结作用和破裂作用。其中下白垩统河口组-大通河组上段储集层的机械压实作用和方解石的胶结作用较为强烈;中上侏罗统大通河组下段-窑街组储集层自生粘土与石英的胶结作用和破裂作用较为强烈。

(2) 巴州坳陷下白垩-中侏罗统储集层处于早成岩阶段 B 期—晚成岩阶段 B 期。其中河口组-大通河组储集层处于早成岩阶段 B 期, 享堂组-窑街组中上段储集层处于晚成岩阶段 A 期, 窑街组下段储集层处于晚成岩阶段 B 期。

(3) 强烈的机械压实作用和胶结作用导致下白

垩-中侏罗统砂岩成为物性很差的致密集层; 破裂作用在一定程度上改善了中上侏罗统大通河组下段-窑街组储集层的孔隙结构, 使其成为裂缝性致密储集层。

参 考 文 献

1 张虎权, 杨中轩. 民和盆地的构造特征. 石油实验地质, 1996, 18(3) : 283~ 288
2 郑浚茂, 庞明. 碎屑储集岩的成岩作用研究. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989. 65~ 76
3 裘怿楠, 薛叔浩. 油气储层评价技术. 北京: 石油工业出版社, 1997. 216~ 217

DIAGENESIS OF RESERVOIRS IN BAZHOU DEPRESSION,
MINHE BASIN

Liu Linyu Di Shixiang Xue Xiangxi
(*Geology Department, Northwest University, Xi'an, Shaanxi*)

Abstract

The reservoir diagenesis of Bazhou Depression, Minhe Basin was intense. The major diagenesis of clastic rocks in the Hekou Formation and the upper section of the Datonghe Formation was mechanical compaction and calcite cementation. The major diagenesis of the lower section of the Datonghe Formation and the Yaojie Formtion was authigenic clay and quartz mineral cementation and fracturing. The primary pore texture of the reservoirs was destroyed by diagenesis. The fracturing transformed the reservoirs of the lower section of Datonghe Formgtion and the Yaojie Formation into dense fracture reservoirs.

Key Words: Minhe Basin reservoir diagenesis fractoring

(上接第 57 页)

shows generally transgressive filling sequences. The basin underwent three deposition processes since Eocene. Tg~ T₇₀ (before 28 Ma) was rapid subsidence period, the total rate of descent was 600 m/ Ma; the total descent rate of T₇₀~ T₃₀ (28 Ma~ 5. 2 Ma) period was 500 m/ Ma; that of T₃₀~ present day (5. 2 Ma~ present) is 600 m/ Ma. The amount of subsidence caused by tectonics is about 1/2~ 1/4 of the total amount; the rest is mainly related to isostatic subsidence. It is proposed that deltaic, beach and turbidite sandbodies are the main medium-deep reservoirs in the basin; the distributary channel sandbodies deposited during Huangliu Formation may be favourable reservoirs.

Key Words: filling sequence subsiding period descent rate reservoir Yinggehai Basin