



EOLOGICAL
SOUTH
CHINA SEA

南海地质研究

(2005)

国土资源部广州海洋地质调查局 编

地质出版社

南海地质研究

(2005)

GEOLOGICAL RESEARCH OF
SOUTH CHINA SEA

(2005)

国土资源部广州海洋地质调查局 编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

《南海地质研究》(2005)一书共收集了 14 篇研究论文。分别对南海主要沉积盆地构造演化特征、地震资料处理技术、天然气水合物存在的活证据及其地震数据处理技术、沉积物游离烃和孔隙水的特征及其地球化学意义、中更新世晚期以来古海岸变迁及其地质意义、北黄海盆地构造几何学研究新进展、多波束的关键技术、旋回层序地层学关键技术、地质取样班报数字化面向对象开发及其应用等进行了分析和探讨。本书对南海地区的油气勘查、天然气水合物的调查研究具有重要的参考价值。

本书可供从事海洋地质、油气地质、天然气水合物的地勘、科研人员及高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

南海地质研究. 2005/国土资源部广州海洋地质调查局编. —北京:地质出版社, 2006. 4
ISBN 7-116-04752-2

I. 南... II. 国... III. 海洋地质学—丛刊
IV. P736-55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 030183 号

NANHAI DIZHI YANJIU (2005)

责任编辑:曾繁彩 白 铁 蔡秋蓉 梁世容

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324579(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@ gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm¹/16

印 张:8

字 数:200 千字

印 数:1—800 册

版 次:2006 年 4 月北京第一版·第一次印刷

定 价:25.00 元

ISBN 7-116-04752-2/P·2670

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

目 录

南海南部海域主要沉积盆地构造演化特征	姚永坚等 (1)
北黄海盆地构造几何学研究新进展	李文勇等 (12)
东沙群岛海域沉积物游离烃和孔隙水特征及其地球化学意义	付少英 (24)
从剖面的视觉效果谈海上地震资料处理	张宝金等 (33)
南沙海域地震资料处理技术发展历程	文鹏飞等 (42)
泥火山——天然气水合物存在的活证据	沙志彬等 (48)
南海北部中更新世晚期以来古海岸变迁及其地质意义	陈泓君等 (57)
多波束关键技术——波束形成原理	余 平等 (67)
地质取样班报数字化面向对象开发及其应用	盛 堰等 (74)
旋回层序地层学关键技术研究及应用	胡小强 (83)
“探宝号”船可变阵列震源的实现及应用	赵庆献等 (92)
近岸海底管线路由调查与管线的探测	马胜中等 (101)
神狐海域潮汐分析及其在海洋三维地震作业中的运用	黄永健等 (109)
海洋重磁测量野外工作方法	王功祥等 (116)

CONTENTS

Tectonic evolution of the main sedimentary basins in southern area of the South China Sea	<i>Yao Yongjian Xia Bin Xu Xing</i> (11)
Research Progress on Structural Geometry of the North Yellow Sea Basin	<i>Li Wenyong Wang Houjin Bai Zhilin et al.</i> (22)
The geochemical characteristics of free gases and pore water from core sediments in Dongsha Area, South China Sea	<i>Fu Shaoying</i> (31)
Discussion about Seismic Data Processing in View of the Visual Effect	<i>Zhang Baojin Cheng Gu Feng Zhenyu et al.</i> (41)
The Course of Seismic Data Processing Technology in NanSha Sea Area	<i>Wen PengFei Shu Hu Xu HuaNing et al.</i> (47)
Mud Volcano—One Live Evidence of The Existence of Gas Hydrates	<i>Sha Zhibin Zhang Guangxue Liang Jinqiang et al.</i> (56)
Ancient coastline transfer since late middle-Pleistocene in northern South China Sea and its geological significance	<i>Chen Hongjun Chen Hong Li Wencheng et al.</i> (66)
Multibeam Pivotal Technology —— Beam Forming	<i>Yu Ping Liu Fanglan Xiao Bo</i> (73)
Object Oriented Development and Application for Digital Geological Sampling Log	<i>Sheng Yan Wu Lushan Liao Kaixun</i> (82)
The Applications And Study Of Cycle Sequence Stratigraphy Essential Technical	<i>Hu Xiaoqiang</i> (91)
The Application and Implement of the Variable Source Array for TANBAOHAO Vessel	<i>Zhao Qingxian Wang Liming Yang Shuji et al.</i> (100)
Offshore Submarine Pipeline Route Survey and Exploration	<i>Ma Shengzhong Chen Yanbiao Chen Taihao</i> (107)
Tide Analysis of Shenhu Sea Area and its Application in Marine 3D Physical Geography Survey	<i>Huang Yongjian Wu Zhongliang</i> (115)
The Field Employment Method of Marine Gravity & Magnetism Survey	<i>Wang Gongxiang Tang Wei</i> (123)

南海南部海域主要沉积盆地构造演化特征

姚永坚^{1,2} 夏 斌¹ 徐 行²

(1. 中科院广州地球化学研究所与南海海洋研究所边缘海地质重点实验室
广州 510640; 2. 广州海洋地质调查局 广州 510760)

摘 要 南海南部海域主要沉积盆地沿南沙块体南部、西部两条不同的边界分布,其成盆时代、盆地类型、盆地演化历史以及油气资源效应都有较大的差异,它们的发生发展均与南海的两次海底扩张有关;构造演化具有明显的阶段性,早期均与区域拉张作用有关,都经历了中中新世末期的变形、改造和随后的区域沉降过程,并受到礼乐运动、西卫运动和南沙运动的影响。万安、曾母和北康盆地是南海南部海域具有代表性的新生代沉积盆地,分属于不同的盆地类型。万安盆地是叠置在较薄地壳和高热流值背景之上的一个新生代走滑拉张盆地,经历了三个构造演化阶段。曾母盆地是南沙块体向南俯冲与婆罗洲块体发生软碰撞而形成的一个周缘前陆盆地,经历了四个不同的构造演化阶段。北康盆地是在南沙块体上于白垩纪末—第三纪早期由于地壳拉伸、裂隙而形成的一个陆缘张裂盆地,经历了三个构造演化阶段。

关键词 南海南部海域 沉积盆地 构造演化

1 前 言

南海南部海域具有丰富的油气资源,最新统计资料显示,其总的油气资源量在 $200 \times 10^8 \text{t}$ 以上,至 20 世纪末,周边国家已钻各类探井约 1423 口,探明可采石油储量 $8.27 \times 10^8 \text{t}$,天然气储量 $40958 \times 10^8 \text{m}^3$,发现含油气构造 200 多个,油田 101 个,其中位于我国传统疆界线以内的有 28 个油田、25 个气田,并进行了掠夺性开采,近年来还继续扩大勘探范围,不断向我国陆坡深水区推进。

我国对南沙海域的油气调查始于 1987 年,迄今已完成 8 万多公里的多道地震调查及相应的重力、磁力和水深测量,取得一批重要的基础资料,查明了该海域盆地的分布范围、类型、沉积构造特征,基本掌握了油气资源的分布状况,为维护我国海洋主权权益提供了资源方面的依据。本文在多年油气勘探成果的基础上,结合国外已公开发表的钻井资料,探讨南海南部海域主要沉积盆地的构造演化特征。

2 区域地质背景

南海位于太平洋、欧亚和印-澳三大板块的交汇处,是在中生代大陆边缘背景上扩张而形成的新生代边缘海。其发生发展与印支块体(包括昆嵩地块、中-西沙地块和东马-西南婆

第一作者简介:姚永坚,女,1964 年出生,教授级高工,主要从事海洋地质、石油地质研究。E-mail: <http://www.jyao64@yahoo.com.cn>

罗洲地块)、南沙块体(包括礼乐-东北巴拉望地块、永暑-太平地块和曾母地块)和沙捞越-苏禄增生系在不同阶段的相互作用密切相关(图 1),并在南海周缘形成了一批大中型的沉积盆地。其中,中建南、万安、曾母、北康、南薇西和礼乐六个主要沉积盆地分别位于南海南部、西部两条不同类型的边界上(图 2),从其形成时间分析,以新生代为主。根据地球动力学性质、盆地所处的板块构造位置、盆地基底性质、地壳类型以及盆地内的沉积结构特征和充填样式等,将南海南部海域主要沉积盆地划分为四大类型:与走滑拉张有关的盆地,主要分布

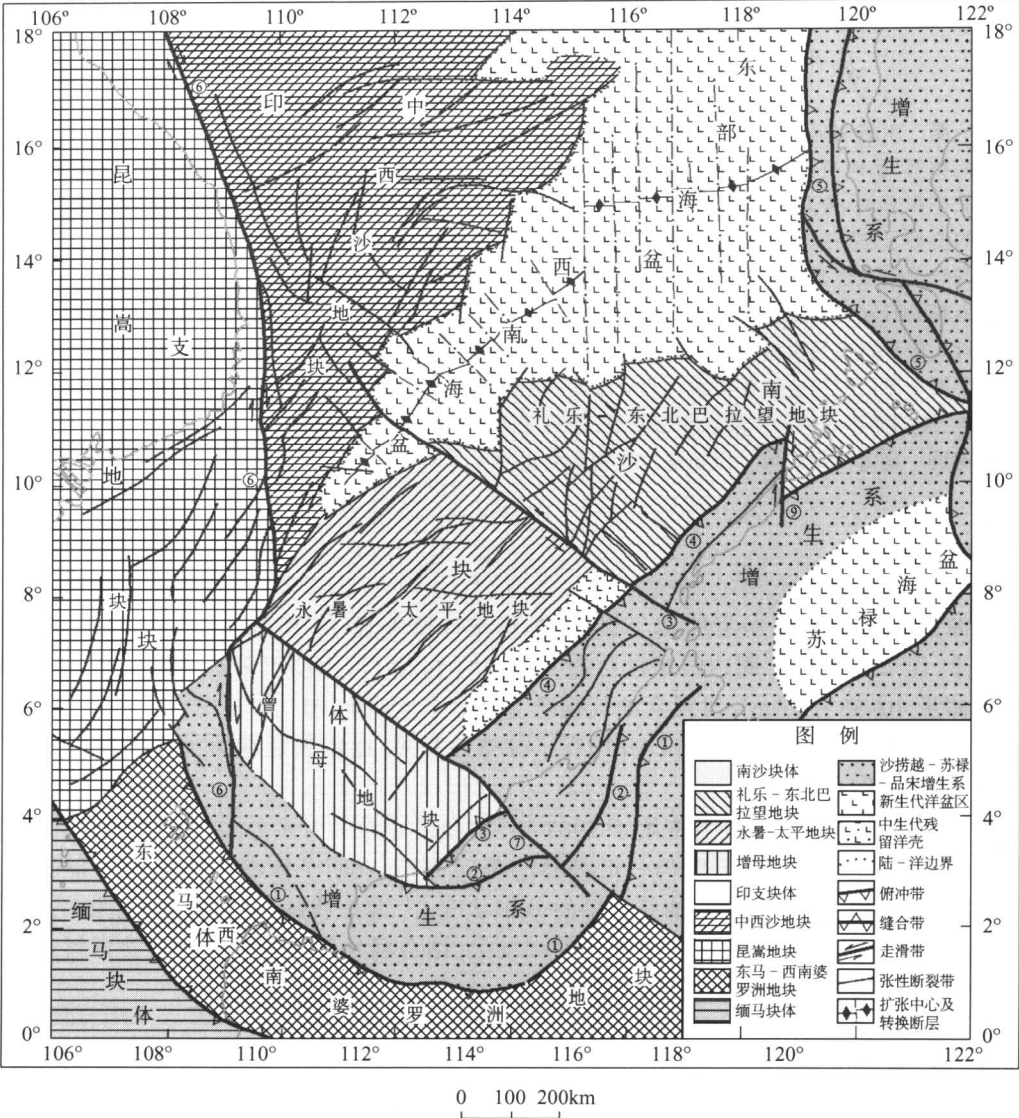


图 1 南海南部海域及邻区大地构造单元划分示意图

(据曾维军、万玲等, 2003)

Fig.1 Map showing the tectonic units in southern part of South China Sea and its adjacent area

- ① 卢帕尔断裂; ② 武吉米辛断裂; ③ 克拉维特断裂; ④ 南沙海槽东南侧断裂; ⑤ 马尼拉海沟东断裂;
- ⑥ 南海西缘断裂; ⑦ 贾贾断裂; ⑧ 巴拉巴克断裂; ⑨ 乌鲁根断裂

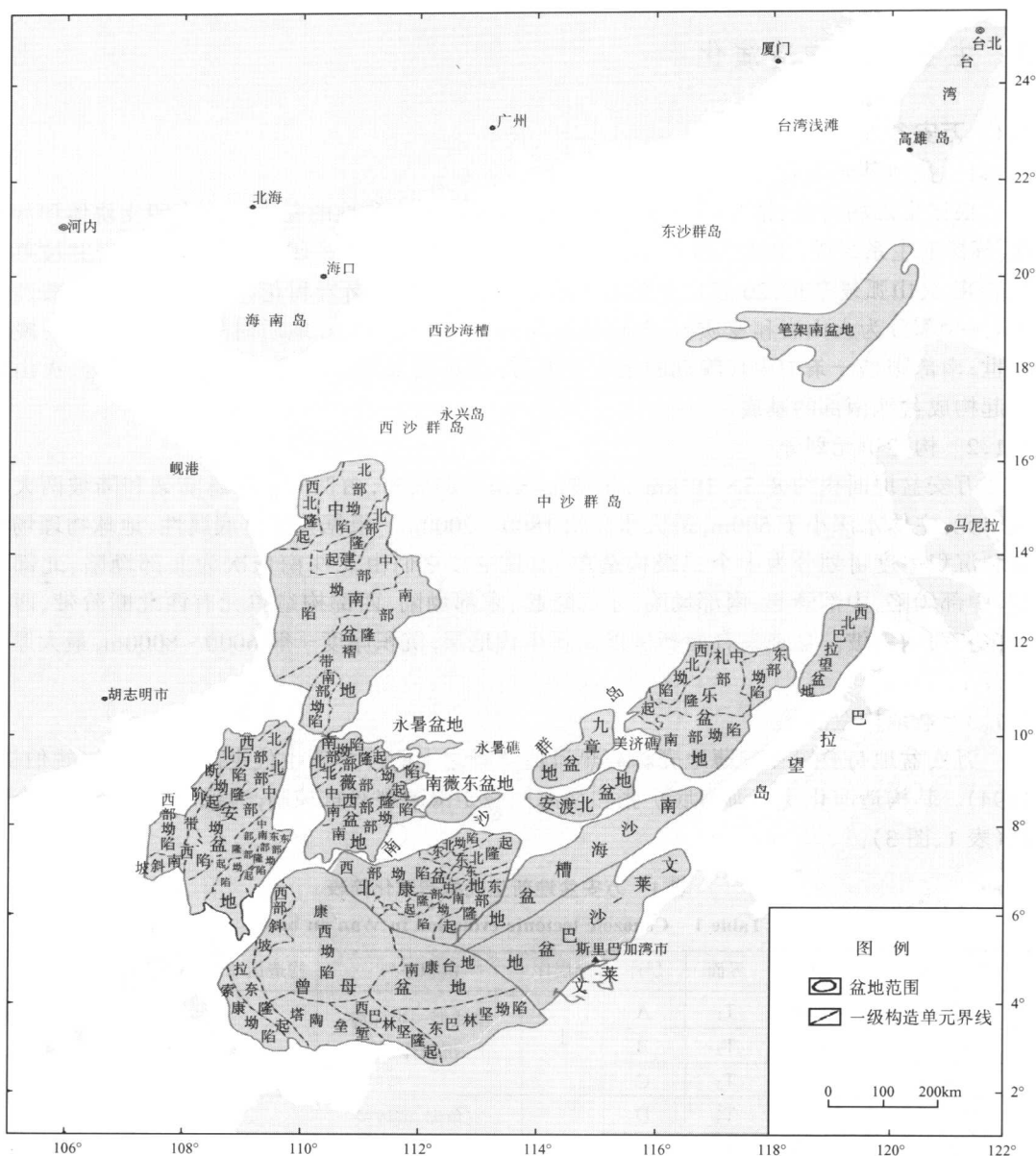


图2 南海南部海域主要沉积盆地分布示意图

Fig.2 Distribution of the main sedimentary basins in southern part of South China Sea

在南海西部边缘,是在晚白垩世末期古南海大陆边缘裂解-离散和内陆拆离过程中形成的,后期受走滑活动改造,以万安盆地和中建南盆地为代表;与挤压有关的盆地主要分布在南沙块体南部,具有代表性的盆地为曾母周缘前陆盆地;与陆缘张裂有关的盆地,是在南沙块体长期剥蚀夷平的基底上,于白垩纪末—第三纪早期由于地壳拉伸、裂陷而形成的,主要有北康和南薇西两个盆地;礼乐盆地是南海南部海域一个典型的中、新生代叠合盆地,位于南沙块体东部(金庆焕等,2000)。

3 主要盆地构造演化

3.1 万安盆地

3.1.1 盆地基底性质

根据重磁场特征、钻井以及区域地质资料推测,万安盆地的基底可能由印支块体和沙捞越-苏禄增生系组成,主体坐落在印支块体之上。北部为海西—印支期褶皱变质岩并被燕山期岩浆-火山弧复杂化,20多口井钻到了基岩,大部分为花岗岩和花岗闪长岩类的中酸性侵入岩,少部分为火山岩和变质岩,其同位素年龄为97~178Ma,地质时代为中侏罗—中晚白垩世;南部则是一条中生代晚期的增生变形带,与燕山末期和喜马拉雅早期岩浆岩、火山岩一起构成盆地南部的基底。

3.1.2 构造单元划分

万安盆地面积约 $8.5\times 10^4\text{km}^2$,呈纺锤状南北向展布,由西向东跨越陆架和陆坡两大地貌单元,主体水深小于500m,最大水深约1800~2000m。根据盆地基底属性、地球物理场特征和沉积厚度可划分为十个二级构造单元(图2),它们由北往南依次为北部坳陷、北部隆起、中部坳陷、中部隆起、南部坳陷、东部隆起、东部坳陷,西部构造单元有西北断阶带、西部坳陷和西南斜坡。盆地发育始新世以来新生代地层,沉积厚度一般6000~8000m,最大厚度超过12500m。

3.1.3 盆地构造演化

万安盆地是叠置在较薄地壳和高热流值背景之上的一个新生代走滑拉张盆地(姚伯初,1994)。其构造演化受南海海底扩张和南海西缘走滑断裂双重控制,大致可分为以下三个阶段(表1、图3):

表1 万安盆地新生代构造演化简表
Table 1 Cenozoic tectonic evolution in Wan'an basin

时代/Ma	地层	界面	层序	超层序	沉积序列	构造运动	构造层	构造演化		
Q 1.64	第四系	T ₁	A	I	滨浅海—半深海 沉积体系		上	区域沉降阶段		
N ₂ 5.2	广雅组	T ₂	B							
N ₁ ³ 10.4	昆仑组	T ₃	C			南沙运动	走滑挤压			
N ₁ ² 16.3	李准组	T ₃ ¹	D	II	三角洲、滨浅及 台地沉积体系	南海运动		断拗沉降阶段		
N ₁ ¹ 23.3	万安组	T ₄	E							
E ₃ ³ 29.3	西卫群	T ₅	E		滨海沼泽、海湾 沉积体系	西卫运动			中	
E ₃ ² 35.4										
E ₃ ¹ 38.6										
E ₂ ³ 50		T _g	F	III	局部河湖 沉积体系		下	抬升、局部 裂谷拉张阶段		
E ₂ ² 56.5										
E ₁ ³ 60.5			G			燕山末期 运动				
E ₁ ² 65										
E ₁ ¹ 90										
K ₂ 97	中生界									

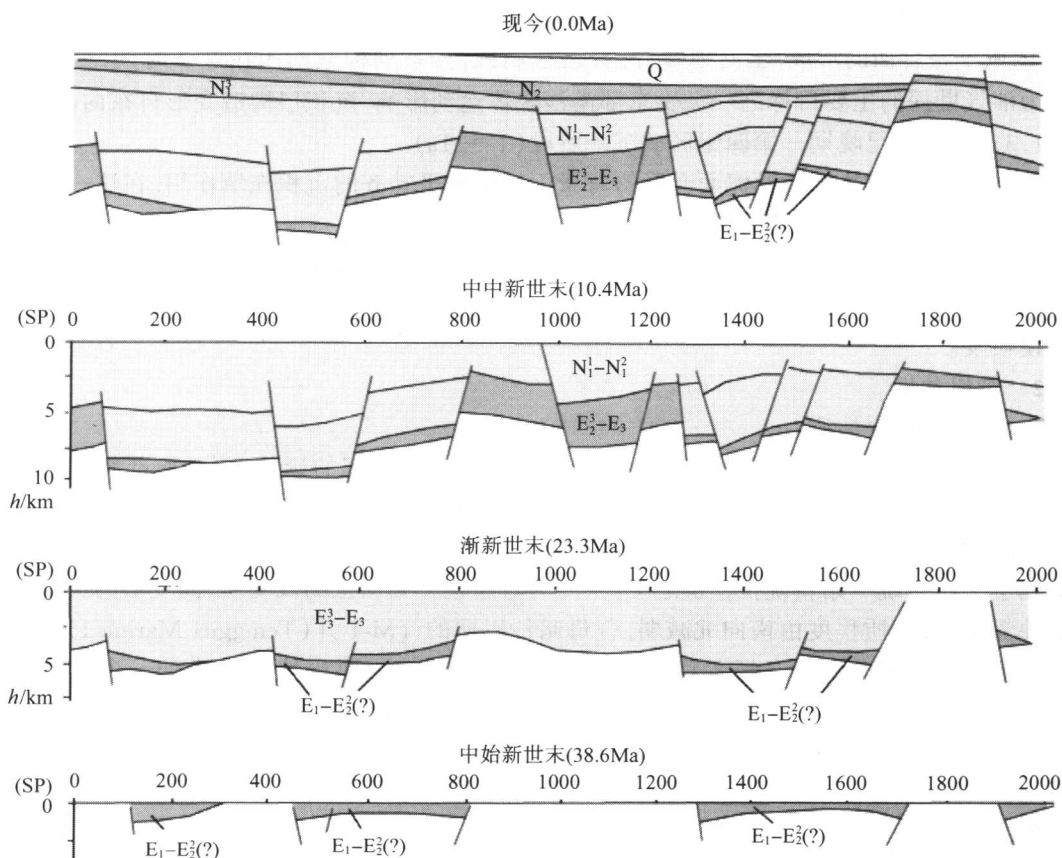


图3 万安盆地新生代构造演化示意图

Fig.3 Map of Cenozoic tectonic evolution in Wan'an basin

3.1.3.1 晚中生代—古近纪早期大陆抬升、局部裂谷拉张阶段

中生代末和新生代初,以块体碰撞、拼贴为特色的燕山运动结束后,东南亚大陆不断抬升,这一时期形成的裂谷盆地受到南海西缘断裂右旋平移活动作用,具有广盆的性质,其西侧近北东 60° 方向排列的一系列雁行断裂即为其次一级的右行张扭断裂,盆地构造走向也由北东向逐渐转为北北东向或近南北向,在它们的控制下形成盆内北东—北北东向的隆坳格局,隆坳走向与盆地走向呈一锐角相交,自北而南逐渐向北北东向偏移。E.Γ. 拉舍维等(1996)认为,越南陆架区由始新世开始的大陆裂谷作用一直持续到渐新世,本应发展到洋盆张开,但由于地壳能量的不足,因而越南陆架上的裂谷形成幕没有得到进一步的发展,并立即被台向斜幕所取代。

3.1.3.2 新近纪早中期断坳和改造阶段

早中新世为断坳阶段,中中新世为走滑挤压、构造反转阶段(图3)。在南海东部海盆扩张和南海西缘走滑断裂活动的影响下,越南陆架上的大陆裂谷发生坳陷,自中新世起除昆仑、纳土纳等大型隆起外,均处于海平面以下。早中新世期间,在潮湿亚热带气候条件下,堆积了海岸—冲积相、三角洲—浅海相和浅海相砂泥岩堆积,以及浅海碳酸盐岩沉积。

南海扩张结束之后,在东南亚及周缘板块的重组、碰撞作用下,中中新世期间,南海西缘

断裂走滑方向发生反转,万安盆地由拉张转为挤压。中中新世晚期的南沙运动主幕,导致 T_3 区域不整合面的形成,全盆地隆升,普遍被剥蚀,一系列构造圈闭在这一时期定型,它们成为油气勘探的主要目标之一。受东部南沙块体运动影响,沉积层构造变形自东向西减弱。

3.1.3.3 新近纪晚期—第四纪区域沉降阶段(T_3-T_0)

早期,在区域热沉降及海面升降的背景下发生填平补齐的沉积充填作用,在这一阶段发育的礁灰岩是最有利的储集构造。

晚期,越南陆架形成,发育巨厚的上新世—第四纪沉积,为油气创造了良好的保存条件。与海区强烈下沉相伴的是邻近陆地及其边缘上新世—第四纪碱性—亚碱性拉斑玄武岩的大规模喷发。

3.2 曾母盆地

3.2.1 盆地基底性质

曾母盆地的基底由四部分组成。盆地西侧为纳土纳隆起的延伸部分,西部斜坡 AP-1X 井、AY-1X 井分别钻遇晚白垩世(K/Ar 年龄为 79.3Ma)深成岩和古新世(K/Ar 年龄为 (54.6 ± 2.7) Ma)火山集块岩,其基底由中生代晚期至古近纪的深成岩和火山岩组成。南部莫基于上白垩统一始新统拉让群之上,主要为古新世—始新世的浅变质、高变形的类复理石的浊流沉积,变质程度由南向北减弱,曾母暗沙以西的 TM-1 井(Temggiri Marine-1)处的始新统为未变质的碎屑岩。据各种文献资料分析,东部的南康台地区可能是一个大陆碎块(Hutshison, 1984, 1986),裂自华南大陆,推测其基底可能由前新生代变质岩、沉积岩和火山岩组成。曾母盆地北部基底情况不明,地震资料显示上覆沉积盖层巨厚(15~17km),对应重力高,推测有地壳减薄或地壳层缺失,上地幔物质(高密度)上涌。

3.2.2 构造单元划分

曾母盆地位于南海西南部宽达 300km 的北巽他陆架上,自南而北,水深由 40m 变化至 2000m,主体水深小于 500m,地形由向北西倾斜转向北东倾斜。盆地面积约 $17 \times 10^4 \text{ km}^2$,呈北西走向的近三角形。根据国外有关资料及前人研究成果,盆地可划分为索康坳陷、拉奈隆起、塔陶垒塹、西巴林坚隆起、东巴林坚坳陷、南康台地、康西坳陷和西部斜坡八个二级构造单元(图 2)。盆地新生代沉积厚度具有东厚西薄、北厚南薄的特点,沉积中心位于盆地中北部的康西坳陷,最大沉积厚度超过 17000m。

3.2.3 盆地构造演化

曾母盆地经历了四个不同的演化阶段(图 4),形成东西、南北不均衡的发展过程,构成“东西两台夹深坳和南挤北张”的构造格局,是一个不典型的周缘前陆盆地(姚伯初, 1998),具有丰富的油气资源。

3.2.3.1 中生代末—古近纪早期被动大陆边缘断陷和断坳发育阶段

(1)中生代末—中始新世被动大陆边缘断陷发育阶段:中生代末—中始新世,华南和东南亚大陆在不断抬升背景下裂解,南沙块体西南缘不断沉降,在南海西南部被动大陆边缘上形成曾母盆地。钻井证实盆地南部基底古新统一始新统为轻变质拉让群,其原岩为一套深海复理石。

(2)晚始新世—早渐新世断坳阶段:晚始新世—早渐新世,随着西南海盆扩展,南沙块体脱离华南大陆向南漂移,曾母盆地经短暂的隆升后,开始断坳发育阶段。晚始新世在盆地内局部发育陆相—三角洲沉积(Morbie, 1983),早渐新世海相沉积逐渐广布。

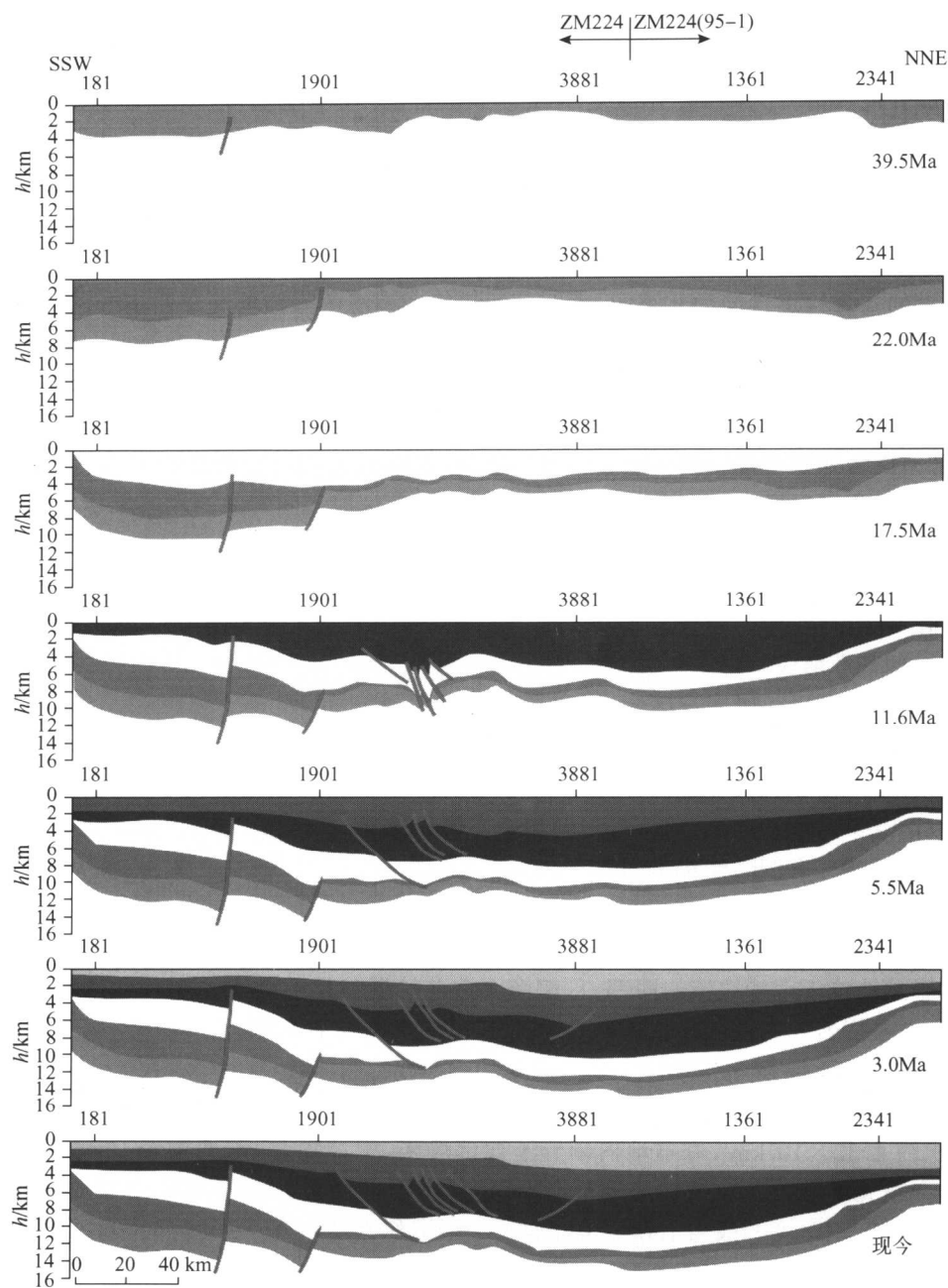


图 4 曾母盆地新生代构造演化示意图

Fig.4 Map of Cenozoic tectonic evolution in Zengmu basin

3.2.3.2 晚渐新世—早中新世周缘前陆盆地形成阶段

晚渐新世—早中新世,南沙块体向南俯冲与婆罗洲发生软碰撞,古南海消亡,曾母盆地形成一个以海退为主的沉积旋回。在构造负荷作用下,南沙块体西南缘和沙撈越-苏禄

增生带发生挠曲沉降,此时古地理格局却发生了明显的变化,由先前的北高南低转为南高北低。渐新世早期除西部有部分陆相-三角洲相沉积和东部浅海相沉积外,南部、西南部和北部大部分地区抬升为陆地,并遭受剥蚀。早中新世,在半地堑、地堑基础上形成各主要坳陷。

3.2.3.3 中中新世前陆盆地定型和改造阶段

早中新世末,曾母盆地表现为南挤北张。盆地南部边缘发育推覆带、褶皱-冲断带,但东南部构造格局与西南部明显不同。西南部塔陶垒堑区以北西西向构造为主;东南部巴林坚坳陷发育的褶皱构造走向为北东向,表明南沙块体东南缘的碰撞要晚于西南缘,构造线从早期的北西西向转为晚期的北东向。这一过程可能与渐新世至早中新世时婆罗洲逆时针旋转活动有关(Hutchison, 1989)。相反,中、北部则出现明显拉张和强烈沉降,康西坳陷主体表现为大规模的前积结构,发育三角洲沉积。东西方向上“两台夹深坳”的构造格局逐渐凸显,东部南康台地和西部斜坡在断裂作用下隆起,在台地上广泛发育碳酸岩盐、生物礁及滨浅海相碎屑岩,现已发现许多大、中型气田。而夹持在台地之间的康西坳陷堆积了多期三角洲复合体及浅海和半深海沉积物。

中中新世末,在南沙运动和北东走向廷贾断裂的右旋走滑挤压作用下,曾母盆地表现为强烈的隆升和剥蚀,使中中新统及以下地层发生剧烈的块断掀斜和褶皱变形,大部分局部构造在此时期基本形成。

3.2.3.4 晚中新世—第四纪区域沉降阶段

晚中新世以来,曾母盆地古海岸线由近南北向或北北西-南南东向转为北东-南西向,盆地进入填平补齐和随后区域沉降阶段。由于廷贾断裂再次发生走滑活动,盆地差异沉降突出,形成南北不对称结构,盆地沉降和沉积中心明显向北、东迁移,在康西坳陷北部泥底辟构造发育,是天然气有利的储集空间。

3.3 北康盆地

3.3.1 盆地基底性质

北康盆地位于南沙块体的南部,目前尚无钻井钻遇盆地的基底。据最新地球物理成果推断,盆地基底岩石由前新生代中酸性-基性火成岩及变质岩组成。

3.3.2 构造单元划分

北康盆地主体位于南沙中部海域陆坡区,水深范围 200~2000m。盆地总体呈北东走向,面积约 $4.32 \times 10^4 \text{ km}^2$,在盆地内划分了西部坳陷、中部隆起、东南坳陷、东部隆起、东北部隆起和东北坳陷六个二级构造单元(图 1),其中西部坳陷和东南坳陷为盆地主体坳陷。盆地新生代沉积厚度一般为 1000~10000m,坳陷沉积厚度较大,均大于 3000m,最大沉积厚度达 12000m。

3.3.3 盆地构造演化

北康盆地是在南沙块体长期剥蚀夷平的基底上,于白垩纪末—第三纪早期由于地壳拉伸、裂陷而形成的一个陆缘张裂盆地,其演化大致可分为以下三个阶段(图 5)。

3.3.3.1 中生代末—古近纪早期被动大陆边缘裂前伸展、断陷阶段

中生代末期—古近纪早期,北康盆地在南沙块体上开始张裂,同时伴有岩浆的喷发活动。成盆初期,北康盆地表现为北高南低的古地理格局。北部、西部和南部、东部构造格局存有差异,前者受断裂控制,发育箕状小断陷,范围局限,凹凸明显;而后者受断裂控制较弱,

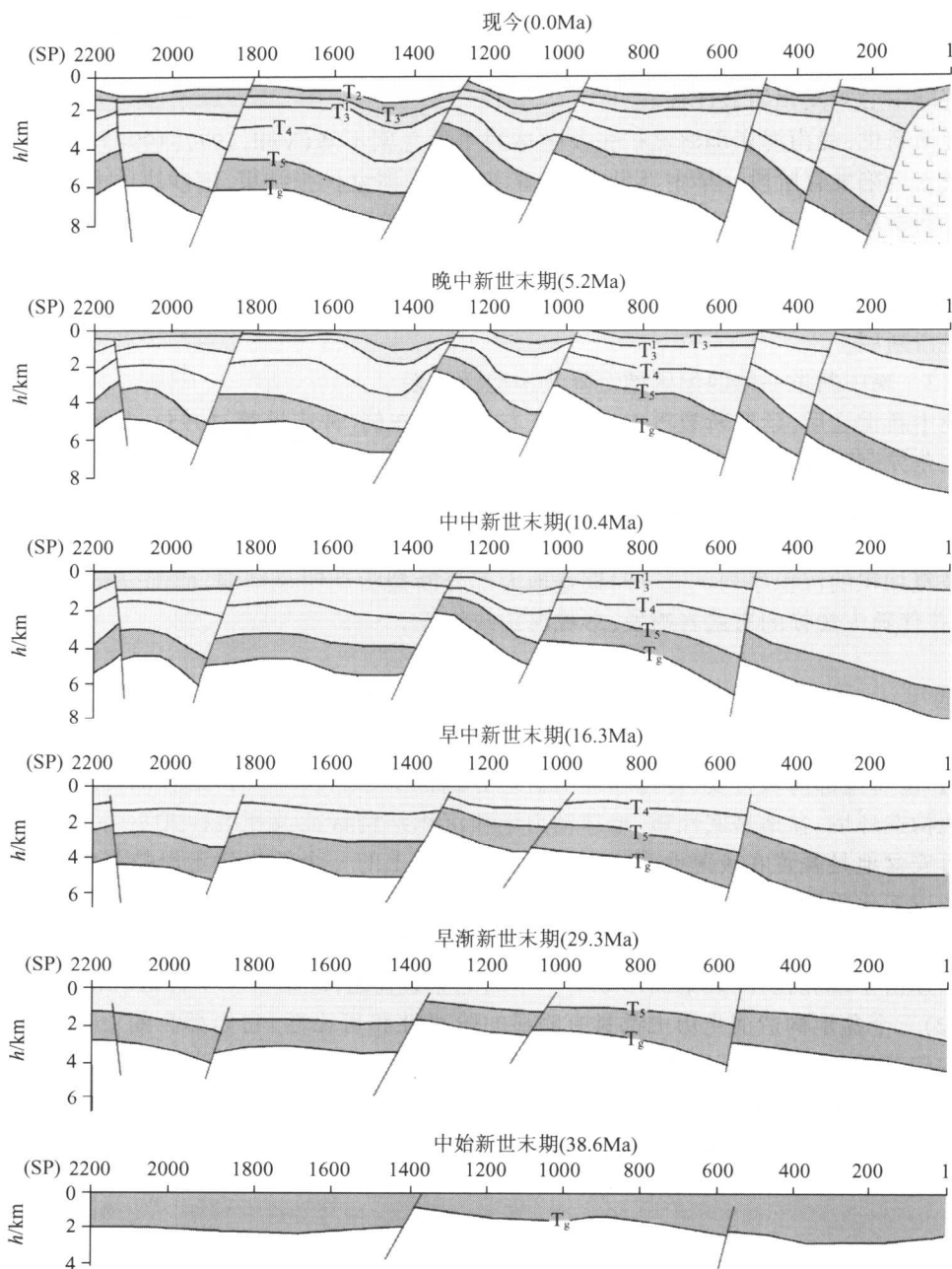


图 5 北康盆地新生代构造演化示意图

Fig.5 Map of Cenozoic tectonic evolution in Beikang basin

呈宽缓的断陷、坳陷格局,分布范围较大。中始新世,随着西南海盆扩张,在拉张应力场控制下,北康盆地先前的凹陷得到进一步发展,断裂活动加剧,盆地的隆、坳结构突出,沉降和沉积中心位于东南部坳陷内,至此盆地进入大规模的断陷发育阶段。

3.3.3.2 晚始新世—中中新世裂后断坳、改造阶段

中始新世末期,在西卫运动的影响下,盆地经短暂抬升和剥蚀,沿袭前期的构造格局,沉积范围和沉降速率加大。至早渐新世,北康盆地进入了广盆沉积阶段,即断拗发育阶段,沉积与沉降中心未发生明显迁移。

晚渐新世,受南海东部海盆扩张及全球海平面急剧下降(Vail, 1977, 1992)的影响,北康盆地进入拗陷发育阶段。早中新世末,随着南海东部海盆扩张结束,南沙块体内的北西向或近南北向断层走滑活动(廷贾断裂等)开始,造成盆地的局部抬升与挤压。中中新世末,廷贾断裂走滑活动加强(钟广见等, 1995),盆地抬升并遭受大规模的剥蚀夷平。这一时期也是盆地断裂、岩浆活动及构造圈闭发育的鼎盛时期,广泛发育北东向压扭性断层及北西向和近南北向走滑断层。

3.3.3.3 晚中新世—第四纪区域沉降及构造活化期

晚中新世之后,廷贾断裂再次活动,从右旋变为左旋(钟广见等, 1995),盆地进一步拉张并发生差异沉降,自东北向西南明显加厚,与中中新世之前的沉积层形成了“翘翘板”式结构,盆地的沉降和沉积中心从东北部转到西南部。

上新世后,区域应力场逐渐进入平静松弛状态,发生区域性沉降,形成了一套早期充填后期披覆加积的沉积序列。这一时期盆地大部分断裂活动明显减弱,而部分断裂再次张性活动,并伴随大规模的玄武岩喷发,形成海山或海丘。

4 结 论

(1)南海南部海域万安、曾母和北康盆地分别位于不同块体及其结合部位上,盆地所处的大地构造环境、盆地基底性质、地球动力学和沉积结构特征及充填样式不同,盆地类型各异。万安盆地是叠置在较薄地壳和高热流值背景之上的一个新生代走滑拉张盆地,经历了三个构造演化阶段;曾母盆地是南沙块体向南俯冲与婆罗洲块体发生软碰撞而形成的一个周缘前陆盆地,经历了四个不同的构造演化阶段;北康盆地是在南沙块体上于白垩纪末—第三纪早期由于地壳拉伸、裂陷而形成的一个陆缘张裂盆地,经历了三个构造演化阶段。

(2)三个盆地构造演化历史都具有明显的阶段性和可比性,它们都有如下特点:盆地的大地构造背景和动力学环境均受到南海两次海底扩张、消亡及周缘板块活动与重组制约;盆地的构造演化主要受到三次构造运动的影响,即礼乐运动、西卫运动和南沙运动作用,盆地构造格局均在南沙运动中定格;盆地成盆初期几乎都与区域拉张伸展作用有关;都经历中中新世末期变形、改造以及其后的区域沉降过程。

参 考 文 献

- 金庆焕,李唐根. 2000. 南沙海域区域地质构造. 海洋地质与第四纪地质. Vol. 20, No. 1: 1~8
姚伯初. 1994. 南海南部地区新生代构造演化. 南海地质研究, Vol. 6, 1~15
姚伯初. 1998. 南海新生代构造演化与沉积盆地. 南海地质研究, Vol. 10, 1~17
姚永坚,姜玉坤,曾祥辉. 2002. 南沙海域新生代主要构造运动的特征. 中国海上油气(地质). Vol. 16, No. 2: 113~117
Abdul Manf Mohammad, Robert H. F. Wong. 1995. Seismic Sequence Stratigraphy of the tertiary Sediments, Offshore Sarawak Deepwater Area, Malaysia, Geol. Soc. Malaysia, 57, 545~561

Tectonic evolution of the main sedimentary basins in southern area of the South China Sea

Yao Yongjian^{1,2}, Xia Bin¹, Xu Xing²

(1. The Key Laboratory of Marginal Sea, Guangzhou Institute of Geochemistry and South China Sea Institute of Oceanology, CAS, Guangzhou, 510640;

2. Guangzhou Marine Geology Survey, Guangzhou, 510760)

Abstract: The main sedimentary basins in southern areas of the South China Sea located at eastern, southern, and western boundaries around the Nansha Block, whose formation time, basins' type, evolution process, and contribution to oil and gas resources are quite different, of which the formation and development were related to the twice sea-floor spreading of the South China sea. The tectonic evolution of the basins possesses distinct stages, from the stage related to territorial extension in the early period, to the stages of distortion and reconstruct in the end of middle Miocene and the succedent territorial subsidence, and to the stages under the influence of Lile movement, Xiwei movement, and Nansha movement. Wan'an Basin, Zengmu Basin, and Beikang Basin are the representative Cenozoic basins in the southern areas of the South China Sea, belonging to different basin types. Wan'an Basin is a Cenozoic slip-extension basin, superposing on the thin crust with the setting of high heat flux, and experienced three stages of tectonic evolution. Zengmu Basin is a peripheral foreland basin, formed from southern subduction of Nansha Block and gentle collision with Borneo Block, and experienced four stages of tectonic evolution. Beikang Basin is a peripheral extension-rift basin, formed from crust extension and rift of Nansha Block in the end of Cretaceous to early Tertiary, and experienced three stages of tectonic evolution.

Key words: The southern areas of the South China Sea sedimentary basin tectonic evolution

北黄海盆地构造几何学研究新进展

李文勇 王后金 白志琳 王嘹亮 陈玲 黄家坚

(广州海洋地质调查局 广州 510760)

摘 要 北黄海盆地是发育于隆起背景之上的中、新生代沉积盆地。新一轮资源调查研究表明,北黄海中、新生代沉积盆地的基底由古生界沉积岩层和前寒武纪变质岩系等组成,盆地不同程度地发育下构造层(J_3-K_1)、中构造层(E_2-E_3)和上构造层(N);从油气资源和中、新生代地层发育情况出发,将北黄海水域划分为辽东-海洋岛隆起区、北黄海盆地和胶北-刘公岛隆起区等3个一级构造单元,其中北黄海盆地包括6个二级构造单元和24个三级构造单元;盆地褶皱、断裂构造十分发育,褶皱构造可划分为区域挤压型、局部伴生型和披盖型等三类,断裂构造主要可见近EW—NE向、NW向和NNE向三组,其中近EW—NE向和NNE向断裂比较发育,控制着盆地隆、拗分布格局和沉积特征。

关键词 北黄海盆地 构造几何学 新进展

北黄海是我国近海海域没有取得油气勘探突破的唯一海域,继在南海、东海、渤海以及南黄海等海区近10个含油气盆地中探明石油地质储量 $20.47 \times 10^8 t$ 和天然气储量 $3956.02 \times 10^8 m^3$ (李德生,2002)后,受朝鲜在北黄海东部海域油气勘探突破的启发和影响(罗斌杰,1995;Massoud等,1991,1993;Kim,1992),我国地质学家们再一次把目光投向了北黄海(李廷栋等,2002;冯志强等,2002;赖万忠,2002;龚建明等,2000)。经近年调查取得了一系列研究成果,本文即为其中的一部分。

1 构造层划分及其特征

构造层是在一定地区、经历了同一构造运动阶段、具有相同的构造发育历史和构造特征的一套地层总和(Ingersoll et al., 1995),具体表现为相同、相似或有联系的岩性、沉积相、地震相、古生物、岩石变形、变质作用等的一套组合,其上、下界面通常为反映重要构造事件的区域性不整合面。

北黄海盆地在漫长的地质年代中经历了多期区域性构造运动(蔡乾坤,2002;李乃胜,1995),形成多旋回的构造-沉积组合以及多个不整合界面。依据地震剖面自下而上共识别 T_g 、 T_5 、 T_4 、 T_3 和 T_2 等5个主要的反射界面(图1),经与朝鲜在东部坳陷的钻井资料对比,并结合区域构造演化分析,可知这些反射界面是区域构造运动及其次级幕式运动的产物,分别对应于上侏罗统的底界面——燕山构造运动Ⅰ—Ⅱ幕界面(朝鲜称之为大宝运动)、上侏罗统与下白垩统的分界面——燕山构造运动Ⅲ幕界面(朝鲜称之为载宁运动)、中生界与

第一作者简介:李文勇,男,1966年出生,教授级高工,主要从事构造地质与油气资源调查研究。