

GEOLOGICAL
RESEARCH OF
SOUTH
CHINA SEA

南海地质研究

地质矿产部广州海洋地质调查局情报研究室编

7

南海地质研究

GEOLOGICAL RESEARCH OF SOUTH CHINA SEA

(七)

地质矿产部广州海洋地质调查局情报研究室 编

中国地质大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

南海地质研究 (七) / 姚伯初等著.
武汉: 中国地质大学出版社, 1995. 8
ISBN 7-5625-1015-6

I. 南…
II. 姚…
III. 南海-海洋地质-研究-文集
IV. P736.527-53

中国地质大学出版社出版发行

(武汉市 430074)

责任编辑: 任菊泉 龙祥符

地质矿产部石油地质印刷厂排印

(湖北省荆沙市 434100)

开本 787 × 1092 1/16 印张 7.5 字数 192 千字 印数 1-1100 册

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

定价: 15.00 元

目 录

中南—礼乐断裂的特征及其构造意义	
姚伯初	(1)
香港南部近海晚第四纪钙质超微化石分布及其地质意义	
黄永祥	(15)
万安盆地扭动构造形迹及构造油气藏研究	
张光学 廖宛岑	(22)
南沙海域万安盆地地震相解释及沉积相分析	
邱 燕 吴进民	(30)
万安盆地油气成藏地质条件的初步研究	
刘振湖	(42)
廷贾断裂特征及其与油气的关系	
钟广见 王嘹亮	(53)
2.48Ma 以来中国境内的地磁极性倒转	
葛同明 刘 坚 樊利民	(59)
石炭纪二叠纪的海南岛何在?	
李国胜	(69)
雷东拗陷的构造特征与构造演化	
梁修权 张 莉	(80)
南海北部陆坡区地震地层解释	
陈 玲 彭学超 廖宛岑 樊林虎	(92)
南极布兰斯菲尔海峡表层沉积物中微量元素的分布特征	
沈恒培	(107)
附录:《南海地质研究》来稿要求	
《南海地质研究》编辑部	(114)

GEOLOGICAL RESEARCH OF SOUTH CHINA SEA (Memoir 7)

CONTENTS

Characteristics and tectonic meaning of Zhongnan-Lile fault	
<i>Yao Bochu</i>	(14)
Distribution and geological significance of calcareous nanofossils in late Quaternary sediments on the south of Hongkong	
<i>Huang Yongyang</i>	(21)
On the share tectonic feature and structural oil & gas pools of Wan'an Basin	
<i>Zhang Guangxue Miao Wanchen</i>	(29)
Seismic facies interpretation and sedimental facies analysis of Wan'an Basin, South China Sea	
<i>Qiu Yan Wu Jinmin</i>	(41)
On the petroleum reservoiring condition of Wan'an Basin, South China Sea	
<i>Liu Zhenhu</i>	(52)
Characteristics of Tingjia fault and its relation to oil and gas	
<i>Zhong Guangjian Wang Liaoliang</i>	(58)
Geomagnetic polarity events in China since 2.48Ma	
<i>Guo Tongming Liu Jian Fan Limin</i>	(68)
Where Hainan Island is in Carboniferous-Permian period?	
<i>Li Guosheng</i>	(78)
Structural characteristics and evolution history of Leidong Depression	
<i>Liang Xiuquan Zhang Li</i>	(91)
The seismic-stratigraphic analysis at the northern slope of South China Sea	
<i>Chen Lin Peng Xuechao Miao Wanchen Fan Linhu</i>	(106)
Distribution features of microelements in superficial deposits at Antarctic Bransfield Strait	
<i>Shen Hengpei</i>	(112)

中南—礼乐断裂的特征及其构造意义

姚伯初

摘要 据中南—礼乐断裂的地形地貌、地球物理场、地壳结构及剖面特征, 作者认为它是一条右旋走滑断层。它北起珠江海谷之出口处, 经南海中央海盆西缘、中南链状海山、礼乐海槽, 直至加里曼丹的沙巴地区, 全长 1700km。它是在南海中央海盆于 32—17Ma 以前的海底扩张中, 礼乐—东北巴拉望地块南移时的边界走滑断层, 其规模宏大, 在南海新生代构造运动中具有十分重要的意义。

前 言

在南海中央海盆西部与中沙群岛东部之交界处, 有一条南北向断裂。它向北经南海西北海盆与中央海盆之交界, 延至陆坡上的珠江海谷的出口处; 向南沿南海西南海盆与中央海盆交界处的中南链状海山, 直至南沙群岛。在南沙群岛上, 该断裂沿礼乐滩西部的礼乐海槽, 向南直至南沙海槽。根据国外学者 (Tongkul, 1990) 研究, 该断裂还可能向南延伸到加里曼丹的沙巴地区。它将东北沙巴的东西向构造与西南沙巴的北东向构造分开。该断裂全长 1700km, 是一条非常重要的断裂。

图 1 的 G 断裂是作者研究南海断裂体系时鉴别出的一条断裂, 即本文的中南—礼乐断裂。当时的图中没有将这条断裂南延至加里曼丹。这条断裂在南海新生代构造运动中起了至关重要的作用。沿该断裂, 原来位于南海北部陆缘的礼乐滩—东北巴拉望地块南移至今日的位置。

对于这条断裂, 其存在的根据何在? 性质及特征如何? 过去的研究只是推测。本文的重要目的是研究该断裂存在的根据、断裂的特征及其在南海新生代构造运动中的意义。

1 地形地貌特征

在南海中沙北海岭至管事滩以北的深海平原上, 海底平坦, 走向东西。水深自南海西北海盆西部的 3400m 向东微倾, 到其东部边缘加深至 4000m。这里, 基底断裂在海底地形上没有明显的界线, 其原因是海底为较厚的沉积所覆盖之故。由此区往南, 东部中央海盆水深

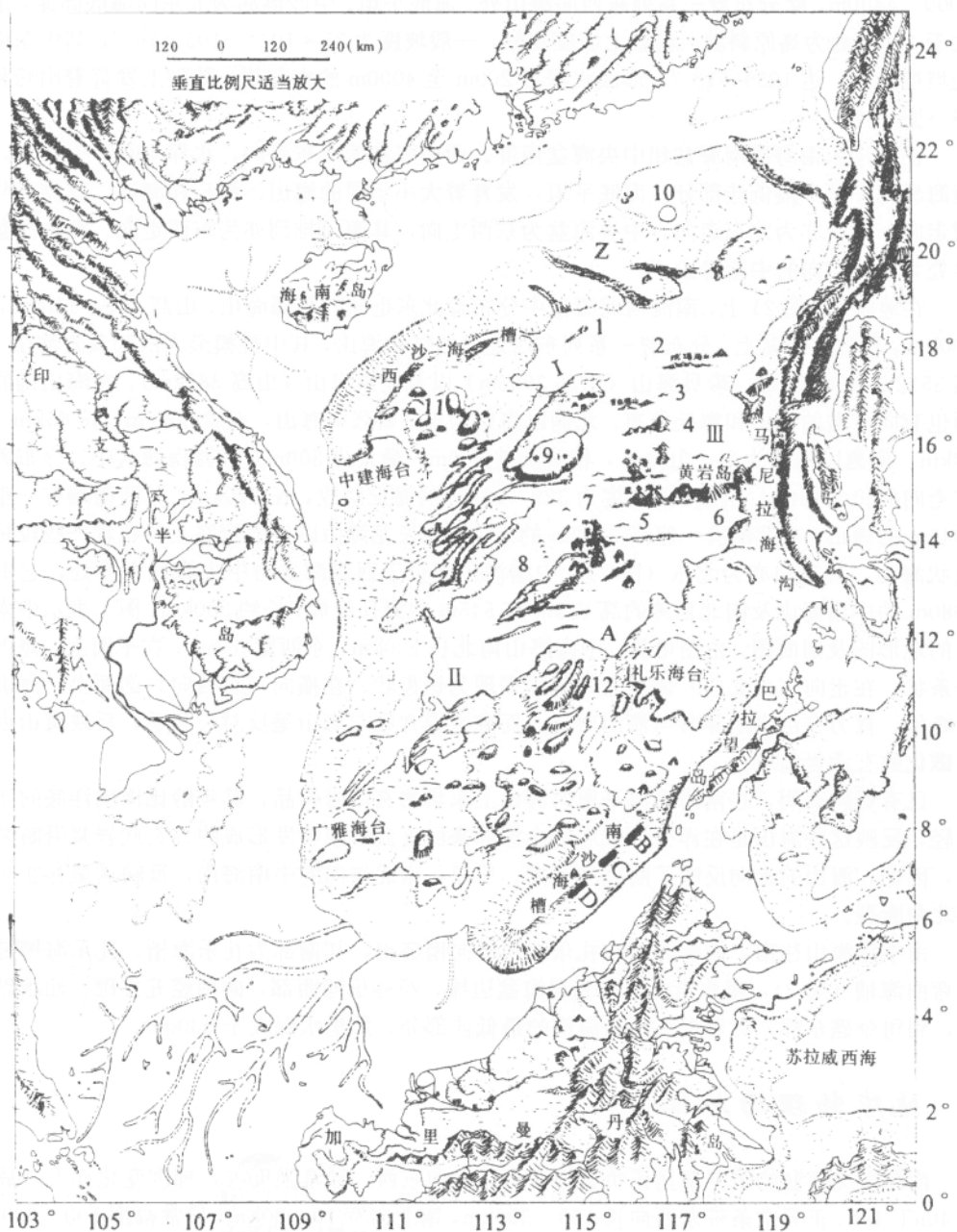


图 2 南海地貌图

1—双峰海山, 2—璇璣海山, 3—宽北海山, 4—宽南海山, 5—珍贝海山, 6—黄岩海山, 7—中南海山, 8—长龙海山, 9—中沙群岛, 10—东沙群岛, 11—西沙群岛, 12—礼乐海槽, Z—珠江海谷, I—西北海盆, II—西南海盆, III—中央海盆

Fig. 2 The topographic map of South China Sea

1—Shuangfeng sea mount, 2—Daimao s. m., 3—Xianbei s. m., 4—Xiannan s. m., 5—Zhenbei s. m., 6—Huangyan s. m., 7—Zhongnan s. m., 8—Changlong s. m., 9—Zhongsha Is., 10—Dongsha Is., 11—Xisha Is., 12—Lile trough, “Z”—Pearl River Seafloor Trench, I—Northwest Subbasin, II—Southwest Subbasin, III—Central Subbasin

4000—4400m, 除分布着一系列东西向海山外, 海底平坦。中沙群岛为北东向海底高原, 水深大于 200m 处为高原斜坡。斜坡上坡度陡峭, 一般坡度为 35×10^{-3} — 105×10^{-3} , 其中东南坡处坡度最大, 达 1235×10^{-3} , 形成水深自 200m 至 4000m 的大陡崖。陡坡上发育着山峰和沟谷 (图 2)。

往南进入南海西南海盆和中央海盆南部。西南海盆为北东走向, 水深 4300—4400m, 是南海深海平原中最低洼部分。海底平坦, 发育着大小不同的海山、海丘和海洼, 其排列与区域走向一致, 亦为北东走向。中央海盆为东西走向, 其海山排列亦为东西走向。两个海盆交界处为南北走向的中南海山。

在地貌图 (图 2) 上, 南海西北海盆中分布着北东走向的双峰海山, 山高 500—1100m, 长 100km。在中央海盆上, 分布着一系列东西走向的链状海山, 其中规模最大的为黄岩海山 (山高 3512m 及 4003m)、珍珠海山 (山高 3966m) 以及宪南海山 (山高 3882m)。在海山链的两侧也有同方向的海山和海丘分布。北侧以海山为主, 如涨中海山, 高逾 3000m, 长 65km, 宽 30km。南侧以海丘为主, 山体小, 相对高差 500m, 最大为 800m。在西南海盆中, 分布着北东走向的长龙海山, 它由两条高度为 329—788m 的海丘组成, 长 270km。其西南端有一座高 3045m 的海山, 东北端有一座高 3357m 的海山。在长龙海山以外的海底上分布着一些较短的线状海山, 其走向亦为北东 (图 3)。中南海山链位于西南海盆与中央海盆交界处, 它由高 3980m 的中南海山及向北延伸的高 622m 与 545m 的海丘组成, 长约 300km。图 4 表示中南海山的地形图及剖面图。由图可见, 中南海山南北长 200km, 东西宽 55km。在平面上, 海山为长条状; 在走向 (南北向) 剖面上, 海山表现为锯齿状; 在横向 (东西向) 剖面上, 海山为尖峰状。重力自由空间异常与海山对应, 而磁力异常则与海山呈反对应关系, 反映海山由反向磁化的玄武岩组成。

已有资料表明, 在南海深海平原的海山上采集的玄武岩样品, 其年龄比周围洋底的洋壳年轻, 反映这些海山是在洋壳形成后再由深部来的玄武岩浆喷发形成的。玄武岩浆沿断裂上升, 因此, 海山的走向反映了断裂的走向。所以, 南北走向的中南海山, 反映这里存在一条南北向断裂。

由中南海山往南, 南海海盆在礼乐滩西部向南突出, 其南部为礼乐海槽。礼乐海槽是一条弯曲海槽 (图 2), 南北走向。它北起海盆边缘, 经礼乐滩西部, 向南经五方礁、仙娥礁西部, 到司令礁东部, 然后进入南沙海槽的最低洼部分, 那里水深大于 3300m。

2 地球物理场特征

南海中央海盆的磁异常呈正负交替变化, 走向东西。异常强度大, 梯度变化亦大, 最大达 40nT/km。正异常条带东西向长 150—300km, 南北向宽 10—30km, 异常幅度 100—300nT 以上。负异常条带长 200—300km, 宽 15—30km, 幅度为 -200—-400nT 左右。在南海西南海盆, 磁异常亦是正负交替变化, 但走向为北东。正异常条带宽 10—15km, 长 50—100km, 幅度 20—150nT。负异常条带宽 10—20km, 长 50—100km, 异常值为 -50—-200nT。异常梯度较大, 为 15nT/km。中央海盆西部的中沙群岛地区, 岛屿与海山林立, 成群成带分布。磁异常呈北东—北东东向展布, 异常带宽 20—80km, 长 150—300km, 异常值为 ± 150 — ± 100 nT。这里, 带状异常内还发育次级异常, 幅度为 50—150nT, 或 -50—-200nT, 宽数公

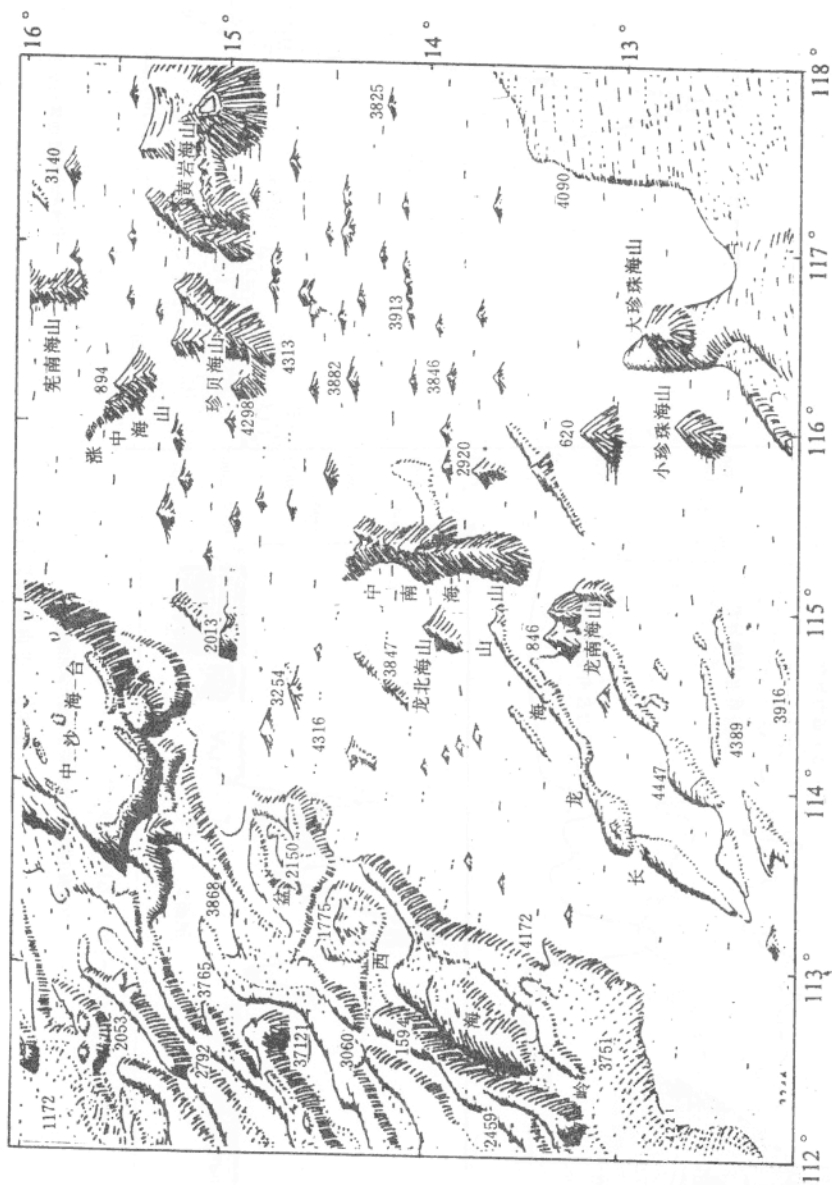
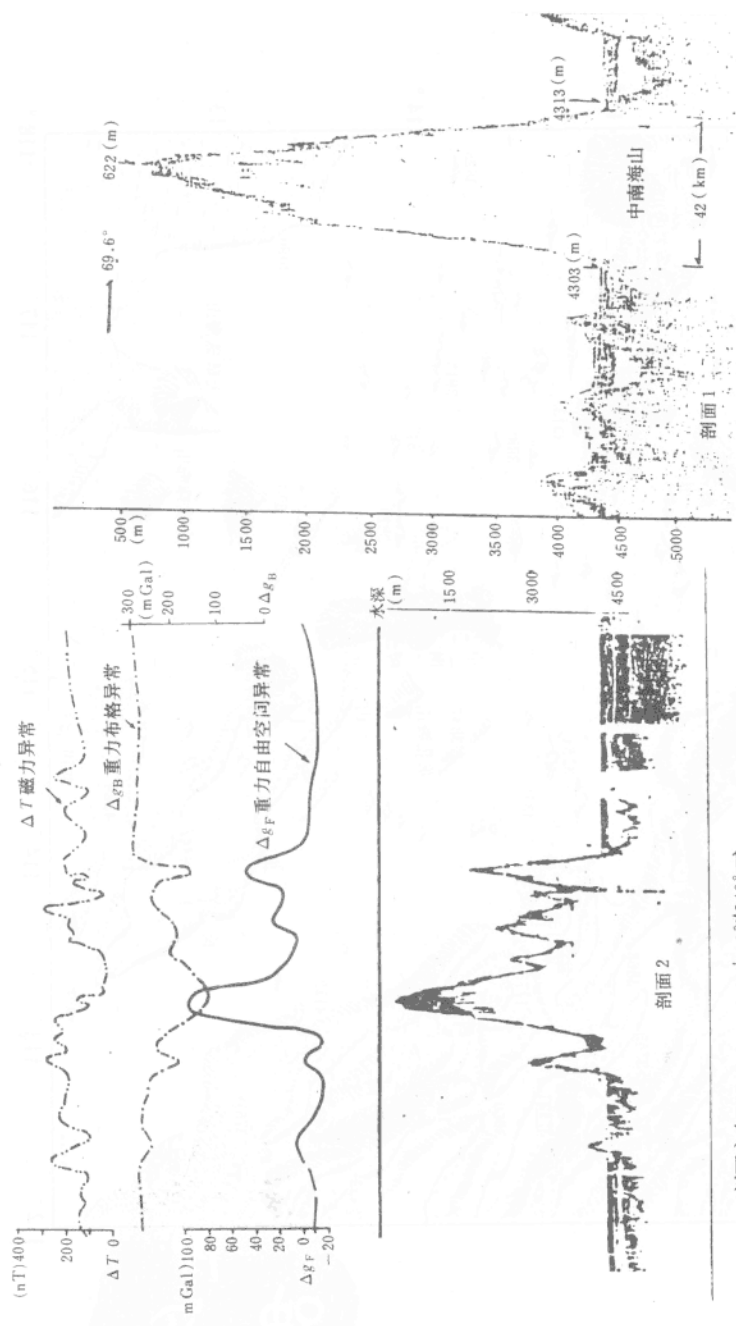


图 3 南海中部地貌图
Fig. 3 Topographic map of the central part of South China Sea



中南海山岸道地震剖面图

中南海山的重力异常和 ΔT 磁力异常剖面图

图 4① 中南海山剖面图

Fig. 4① Profiles of Zhongnan Sea Mount

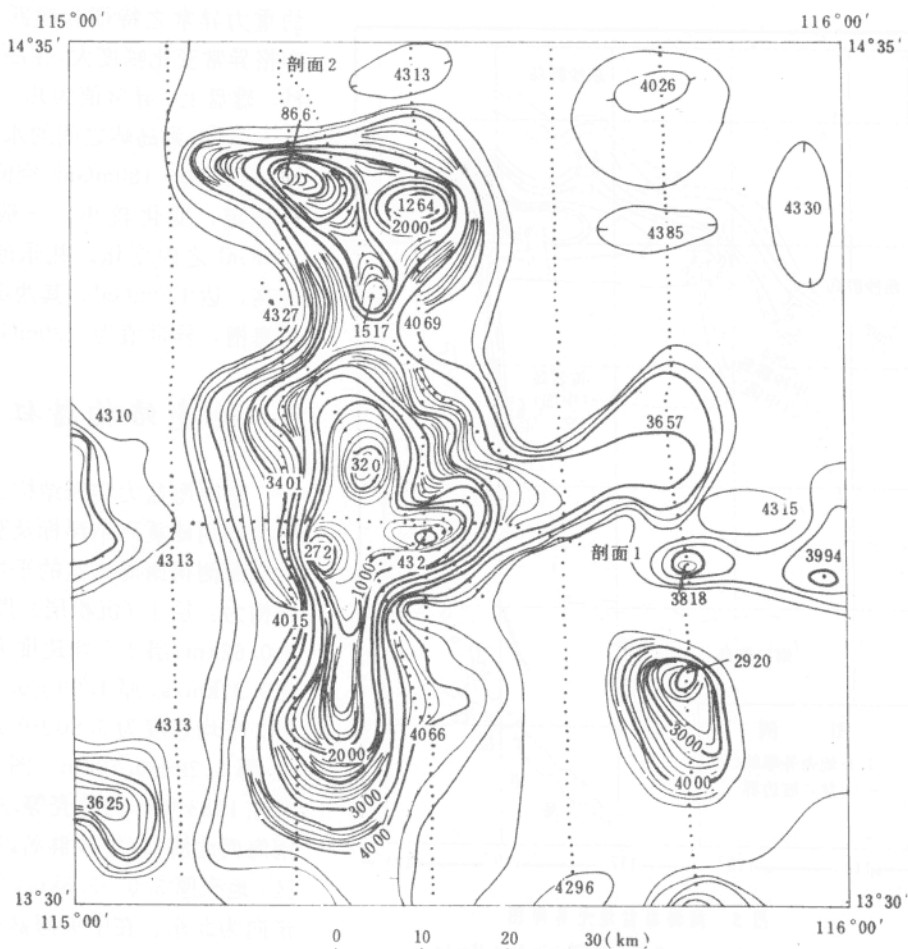


图 4② 中南海山地形图 (据鲍才旺)

Fig. 4② The topographic map of Zhongnan Sea Mount

里至十几公里, 呈串珠状, 或椭圆状。南沙群岛地区的磁异常背景值在 0—50nT 之间, 并发育有次级正、负异常, 或伴生异常, 异常值为 +100nT、+150nT、+200nT、-50nT、-100nT 等, 异常宽 10—20km, 或 80—100km, 异常变化平缓。

南海中央海盆的重力布格异常为宽缓的高值区, 异常幅度达 200—320mGal^①; 空间异常值稳定在 10—20mGal 之间。在海山上, 空间异常较大, 达 50—70mGal。异常走向以东西向为主。布格异常以黄岩岛重力低为界, 分为南北两部分, 北部异常最大达 337mGal, 是南海海盆中最大布格异常区。南部有 300mGal 重力高区, 最大为 320mGal。南海西南海盆的重力异常为北东走向, 布格异常值在 200—300mGal 之间。中沙群岛地区以中沙群岛的布格异常最低, 为 100mGal, 向北方方向升高到 220mGal。空间异常为 60mGal, 最高达 80mGal。在其东部与中央海盆交界处, 为重力梯度带。在该带上, 布格异常之梯度为 4mGal/km, 空间异常

① 1mGal = 10^{-3}m/s^2

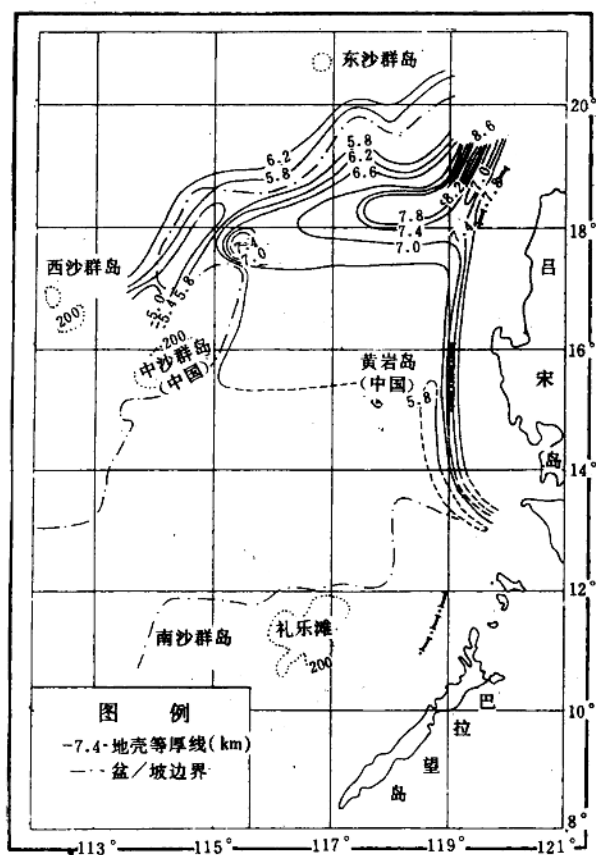


图 5 南海海盆地壳等厚图

Fig. 5 The isopach map of South China Sea Basin

梯度达 6.7mGal/km 。南沙群岛的重力异常之特征为跳跃变化。布格异常变化幅度大,在岛屿、暗沙、礁盘上,异常值为几、十几、几十毫伽;到岛屿之间的水道中,增加到 $120\text{--}180\text{mGal}$ 。空间异常较稳定,变化较小,一般在 $\pm 20\text{mGal}$ 之内变化。礼乐滩地区最高,达 120mGal ,其西部的礼乐海槽,异常值为 -20mGal 。

3 地壳结构特征

南海海盆为洋壳结构。在其中北部用地震声纳浮标及双船折射剖面测得南海海盆的平均地壳结构为:层 1 (沉积层) 厚 $1.76 \pm 0.62\text{km}$;层 2 平均速度为 $4.99 \pm 0.27\text{km/s}$, 厚 $1.99 \pm 0.40\text{km}$;层 3 平均速度为 $6.80 \pm 0.23\text{km/s}$, 厚 $3.22 \pm 0.70\text{km}$ 。图 5 为作者在 1983 年作的地壳等厚图。在南海西北海盆(中沙群岛以北)地区,地壳厚 $5.0\text{--}5.8\text{km}$,等厚线走向为北东。在中央海盆中,地壳厚度在 $5.8\text{--}8.2\text{km}$ 之间变

化,走向近东西。在西北海盆和中央海盆之间,地壳厚度有明显的变化。

图 6a 表示地震声纳浮标和双船折射剖面之位置。作者在 1983 年穿过西北海盆、中央海盆北部作了一条地壳剖面,如图 6b 所示。由图可见,在西北海盆 ($65\text{V}36\text{--}107\text{V}36$),地壳厚 5km 。而在中央海盆 ($107\text{V}36$ 以东),从 $36\text{V}36$ 开始,向东至马尼拉海沟,地壳加厚至 $7\text{--}7.5\text{km}$,最厚达 8.6km 。从 $107\text{V}36$ 到 $36\text{V}36$,地壳厚度变化 2km 。两个海盆的地壳结构亦有明显的变化。在西北海盆中,层 2、层 3 各只有一层,没有亚层;而在东部中央海盆中,层 2 分为 A、B、C 三层,层 3 分为 A、B 两层,和标准的大洋地壳结构一样。由此可见,西北海盆与中央海盆之地壳结构差异很大,在其边界处,从 $107\text{V}36$ 到 $36\text{V}36$,应有一条地壳断层(可能是岩石圈断层)。这条断层正好是中南—礼乐断层的北延部分。

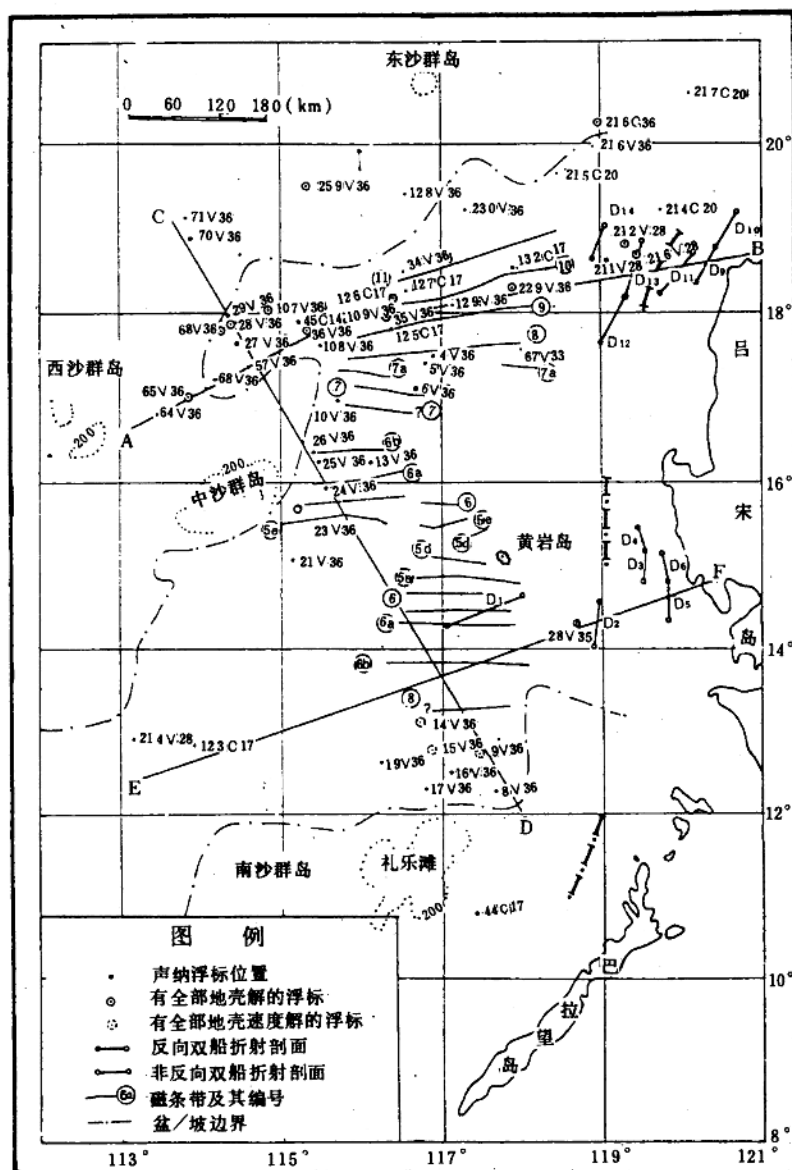


图 6a 南海海盆地震声纳浮标和双船折射剖面的位置图

Fig. 6a A location map for sonobuoys and two-ship seismic reflection profiles

4 地震剖面特征

穿过中南—礼乐断裂的地震剖面，如图 7。该剖面穿过礼乐海槽北部，这里水深 2800m，新生代沉积厚 2.4s (3100m)。新生代沉积分布在一个地堑中，其两侧的两条断裂 F_1 和 F_2 相向倾斜，向深部交汇在一起，合成近似直立的断裂 F 。基底 T_g 的视断距为 1400m 和 2200m。这种基底断裂的负花状构造，反映该断裂为张性走滑断层。

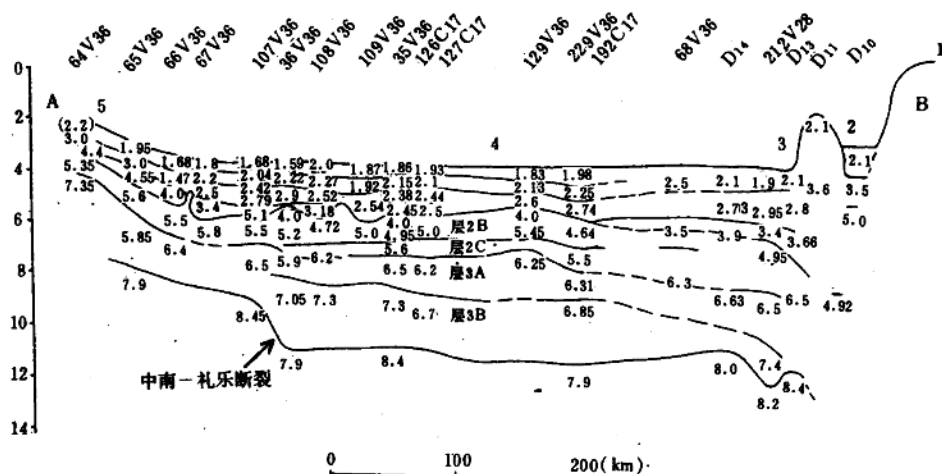


图 6b A—B 地壳剖面

位置见图 6a; 图中, 65V36—107V36 在西北海盆内, 从 36V36 向东, 在中央海盆内

Fig. 6b Crust profiles of section A—B

For location, refer to fig. 6a

图 8a 为南沙海槽南部的地震剖面。这里两条近似直立的断裂 F_1 和 F_2 , 其间形成一个基底地堑, 其中的新生代沉积厚 3400m。由反射波特征看, 这里有 T_0 和 T_2 反射波。 T_0 相当于始新统顶界面的反射波, T_2 相当于中中新统顶界面的反射波。由此推测, 该地堑形成于新生代早期。断裂 F_1 和 F_2 均为负花状构造, 反映它们具走滑性质。这两条断裂相向倾斜, 角度较大; 但到深部, 它们将会交汇起来。因此, 在区域上, 这条断裂可能与图 7 中的断裂是一条断裂, 为张性走滑断层。

图 8b 为图 8a 北部的地震剖面。由图可见, 这里只存在 T_2 反射波。 T_2 之下为变形沉积, 是南沙海槽俯冲带上的增生楔内之沉积。在其西北部的地震剖面上, 可以见到这层沉积之底界。图 8b 和图 8a 在位置上很靠近, 但其剖面特征却迥然不同, 反映它们原来不是在一个构造单元上。图 8c 是图 8a 南部的地震剖面, 这里可追踪到 T_2 和 T_g 反射波。沉积物分布在一个基底半地堑中, 基底在剖面右边断开, 然后沿断面 F 下落, 形成半地堑。这个半地堑的形成时间未能确定, 可能是新生代早期。由图可见, 该剖面的特征和图 8b 所示的剖面也迥然不同。

由上述分析可见, 图 8b 和 8c 在 8a 的两边, 它们的剖面特征不同, 反映它们原先是不在一个构造单元上, 后期才连在一起的。

5 中南—礼乐断裂的构造意义

中南—礼乐断裂分布在南海中央海盆西缘, 北起陆坡上的珠江海谷之出口处, 往南经西北海盆与中央海盆之交界处, 直插中沙群岛东部边缘, 再往南经西南海盆与中央海盆交界处的中南链状海山, 直到南沙群岛上的礼乐海槽, 进入南沙海槽。Fongkul (1990) 在研究加里

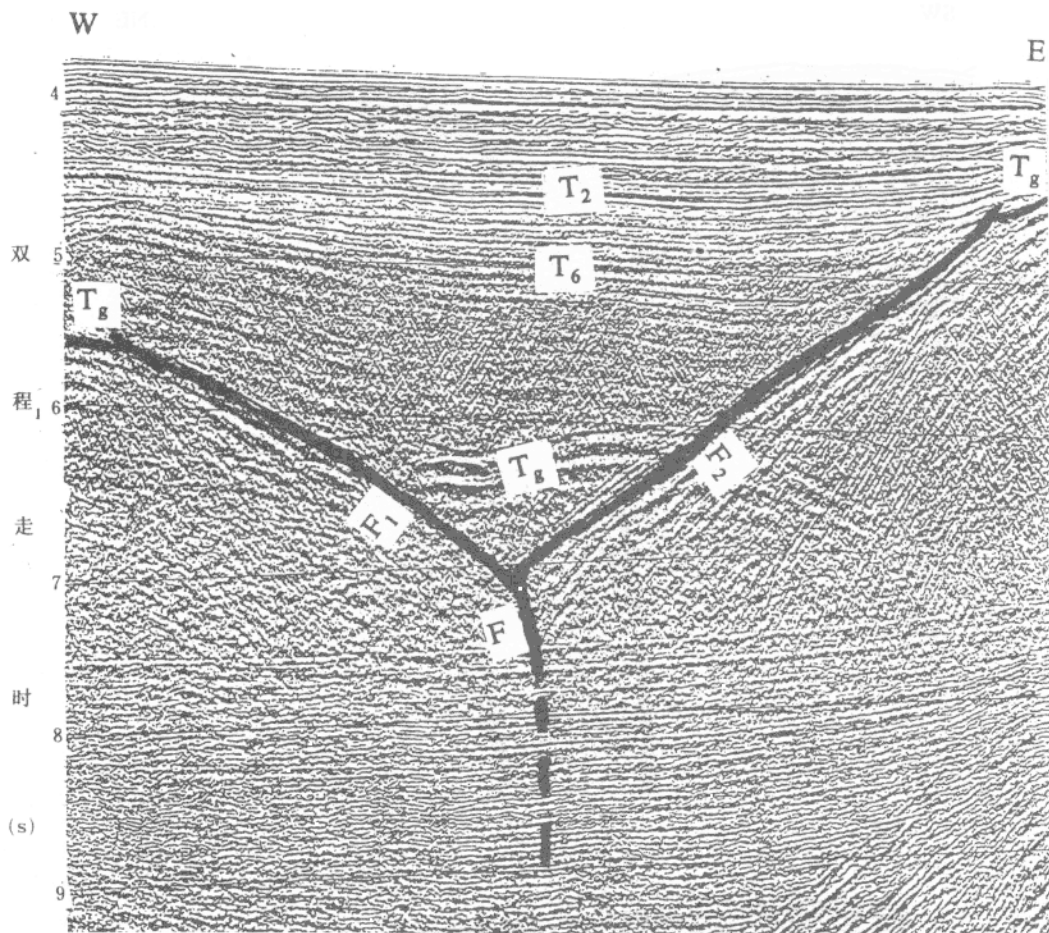


图 7 礼乐海槽出口处的地震反射剖面 (位置见图 2 之 A)

Fig. 7 Seismic reflection profiles at the mouth of Lile Trench

For location, refer to "A", in fig. 2

曼丹沙巴地区之地质构造时, 将这条断裂延至沙巴地区 (图 9), 作为东北沙巴的东西向构造与西南沙巴的北东向构造之分界线。这样, 这条断裂全长 1700km, 是一条规模宏大的断裂。由上面分析可知, 这条断裂至少切断地壳, 可能切断整个岩石圈; 而且, 根据剖面特征, 它应是一条张性走滑断层。

根据区域地质资料及南海中央海盆内磁异常条带之对比分析, 得知中央海盆的海底扩张年代为 32—17Ma。在海底扩张之前, 礼乐滩-东北巴拉望地块位于南海北部陆缘。晚渐新世时, 由于区域构造运动而使南海海盆开始海底扩张, 礼乐滩-东北巴拉望地块随着海底扩张及新洋壳之产生, 沿中南-礼乐断裂南移。直至早中新世, 礼乐滩-东北巴拉望地块与南部地块碰撞, 海底扩张停止, 礼乐滩-东北巴拉望地块才停在今日之位置。因此, 中南-礼乐断裂是礼乐滩-东北巴拉望地块南移时的一条走滑断层, 在南海海盆新生代的构造运动中, 它起了极其重要的作用。

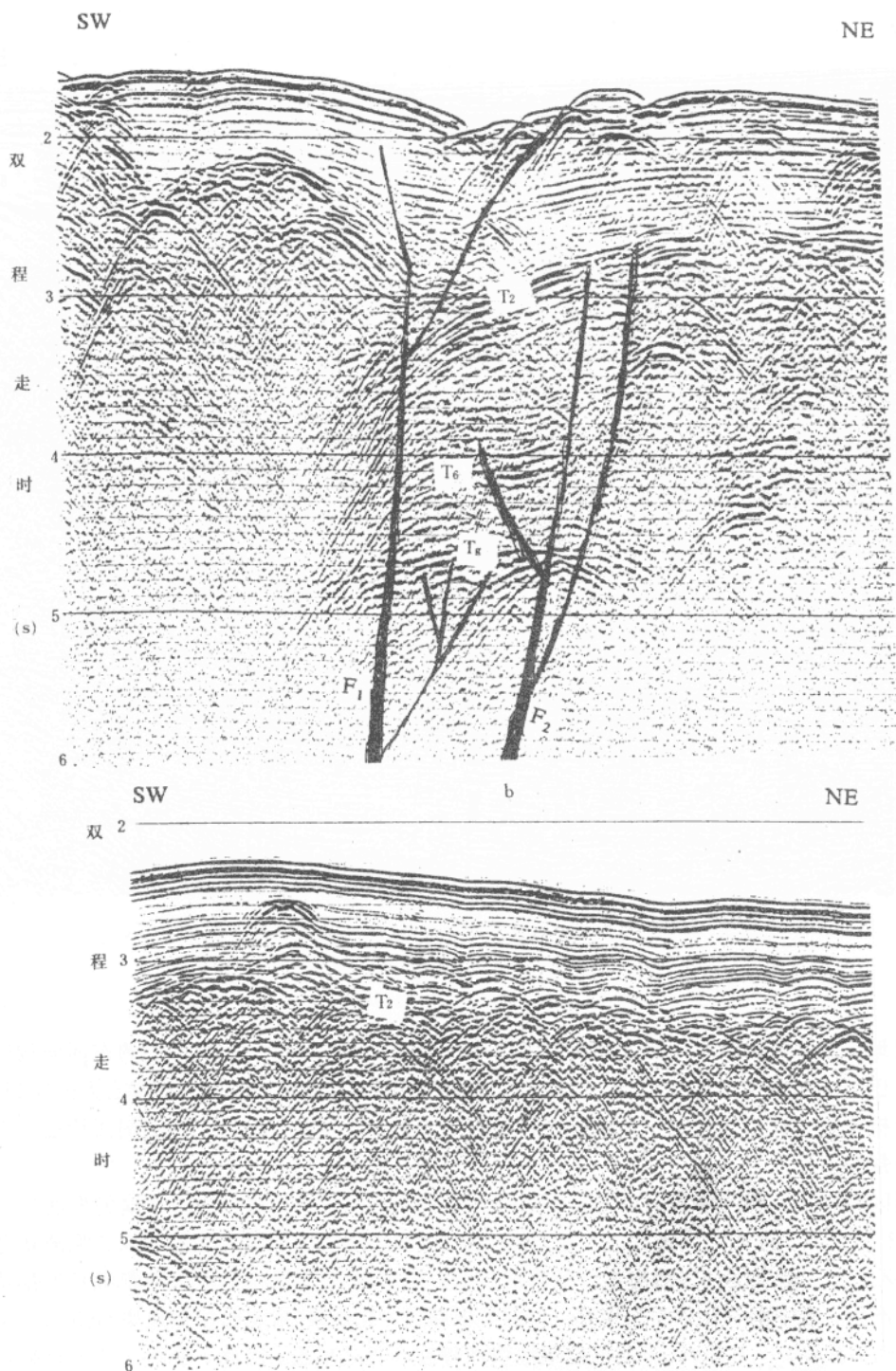


图 8a、b 南沙海槽南部的地震反射剖面

a 的位置见图 2 之 C, b 的位置见图 2 之 B

Fig. 8a、b Seismic reflection profile at the south part of Nansha Trench

For location of a, b, refer to "C", "B" respectively in fig. 2