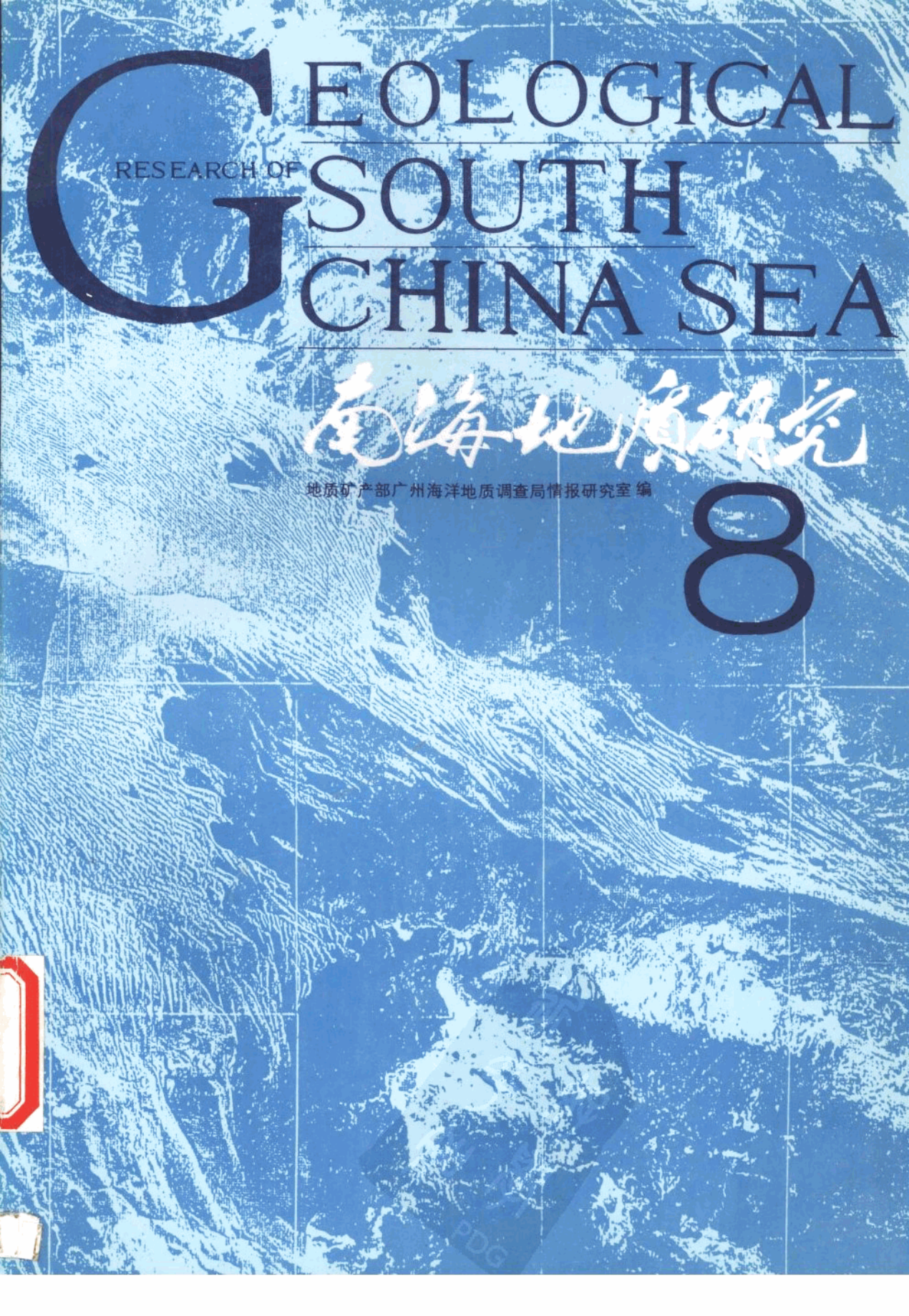




GEOLOGICAL RESEARCH OF SOUTH CHINA SEA

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

8



南海地质研究

GEOLOGICAL RESEARCH OF SOUTH CHINA SEA

(八)

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 (八) / 姚伯初等著.
武汉: 中国地质大学出版社, 1996. 11
ISBN 7-5625-1133-0

I. 南…
II. 姚…
III. 南海-海洋地质-研究-文集
IV. P 736.527-53

中国地质大学出版社出版发行
(武汉市鲁磨路 31 号, 邮编 430074)
责任编辑: 任菊泉 龙祥符
中国地质大学印刷厂印

开本 787 × 1092 mm 1/16 印张 7.875 字数 202 千字 印数 800 册
1996 年 11 月 第 1 版 1996 年 11 月 第 1 次印刷

定价: 15.00 元

目 录

南沙海槽的构造特征及其构造演化史	
姚伯初	(1)
地壳伸展及走滑与万安盆地的形成	
张光学	(14)
东太平洋海盆 CC 区晚新生代沉积史与多金属结核生长史的对比	
黄永祥 李 扬 梁德华	(24)
南沙海域西南部地层划分及命名	
杨木壮 吴进民 杨 锐 段威武	(37)
南沙海域西南部新生代古地理演化	
王嘹亮 吴进民 钟广见	(48)
南海西南部主要盆地碳酸盐岩层序地层学解释	
邱 燕	(62)
南沙海域西南部油气地质条件分析及油气远景预测	
姚永坚 曾祥辉	(75)
珠海钻孔剖面沉积特征与海平面变化	
陈俊仁 李学杰	(87)
南极半岛西北海域表层沉积物中微植物有机质分布特征及其意义	
郑 卓 段威武	(97)
南极半岛地质特征及其西北边缘的油气资源潜能	
王树民 康长生 龚跃华	(108)

GEOLOGICAL RESEARCH OF SOUTH CHINA SEA (Memoir 8)

CONTENTS

Tectonic Characteristics and Evolution of the Nansha Trough	(13)
<i>Yao Bochu</i>	
The Formation, Crust Extension and Strike-slip Tectonics of Wan'an Basin	(23)
<i>Zhang Guangcui</i>	
Comparison Between the Sedimentary History of Late Cenozoic and the Growth History of Polymetallic Nodules in Eastern Pacific Ocean	(36)
<i>Huang Yongyang, Li Yang and Liang Dehua</i>	
Stratigraphic Division and Nomenclature of the Southwestern Nansha Sea Area	(47)
<i>Yang Muzhuang, Wu Jirmin, Yang Rui and Duan Weiwu</i>	
The Palaeogeographic Evolution of Cenozoic in the Southwestern Nansha Sea Area	(61)
<i>Wang Liaoliang, Wu Jirmin and Zhong Guangjian</i>	
Interpretation of Carbonate Sequence Stratigraphy in the Main Basins of Southwestern South China Sea	(74)
<i>Qiu Yan</i>	
Petroleum Geology Study and Oil- & Gas-bearing Prospecting of the Southwestern Nansha Sea Area	(86)
<i>Yao Yongjian and Zeng Xianghui</i>	
Sedimentation Characteristics and Sea-level Changes at Wells in Zhuhai During the Historic Time	(96)
<i>Chen Junren and Li Xuejie</i>	
Palynomorph Analysis of the Surface Sediments off Northwest Antarctic Peninsula and its Significance in Sedimentology	(107)
<i>Zheng Zhou and Duan Weiwu</i>	
Geological Structural Characteristics of Antarctic Peninsula and the Oil & Gas Potential in its Northwestern Margin	(122)
<i>Wang Shumin, Kang Changsheng and Gong Yuehua</i>	

南沙海槽的构造特征及其构造演化史

姚伯初

摘要 南沙海槽位于南沙群岛东南缘,为一长 680km、宽 80—120km、水深 2000—3300m 的 NE 向水槽。由区域地质和横穿该海槽的地震反射剖面之综合解释可知,该海槽的北段为陆壳,晚渐新世—早中新世碳酸盐沉积从南沙群岛至南沙海槽、进而延伸到西北巴拉望陆坡之下,说明这一段是由外来地体(西南巴拉望岛)仰冲而使地壳向下弯曲所形成的水槽。在该海槽的南段,基底反射波呈圆弧状,其下为散乱反射,且多绕射波,说明这一段海槽的基底可能是洋壳。因此,作者认为,南沙海槽的北段为一仰冲带,南段为古南海的俯冲带。

1 绪 言

南沙海槽位于南沙群岛东南边缘,东部以巴拉望岛和加里曼丹岛为界,为一 NE 走向的海槽。

早期的研究者(Haile, 1969)认为,在礼乐地块和婆罗洲(加里曼丹)地块之间有一洋盆,古新世时它已俯冲于婆罗洲地块之下,西北婆罗洲地向斜中的沉积记录了这次俯冲活动。Ben-Avraham 和 Uyeda (1973),以及 Bowin 等(1978)在南海海盆中识别出东西向磁异常条带,但未鉴别出其时代。他们认为,礼乐-东北巴拉望地块是从华南陆缘分离出来的,并向南漂移到今天的位置,在其南面有一古南海,已从南沙海槽俯冲到加里曼丹-西南巴拉望地块之下。Hamilton (1973, 1979)认为,这次俯冲活动发生在始新世,在西北婆罗洲地向斜中的深海碎屑沉积记录了这次俯冲活动。上覆的晚渐新世—早中新世沉积可能是在俯冲前沿由西北婆罗洲向西北移至南沙海槽时沉积在外弧盆地(Outer-arc basin)中的沉积。Ludwig (1979)则认为,南沙地块与加里曼丹地块之间的洋壳俯冲,可能发生在从沙巴海槽(南沙海槽的南段)向东北延至礼乐地块与北巴拉望之间。Taylor 和 Hayes (1980, 1983)在南海中央海盆中鉴别出 5d—11 号磁异常条带,由此他们认为,礼乐地块和东北巴拉望-明都洛地块是一个地块,它们和华南大陆边缘裂离后向南漂移到今天的位置(晚渐新世—早中新世)。他们认为,晚渐新世—早中新世俯冲带从沙巴海槽向东北可延至 10°N、118°E 处。根据观测的地质地球物理资料,他们证实南沙海槽曾是一条晚渐新世—早中新世俯冲带。

Hinz 和 Schlüter (1985, 1989)通过在南沙群岛、南沙海槽和巴拉望西北边缘的地质地球物理工作认为,南沙地块上最老的岩石为中生界(根据采样结果)。由重力资料的计算解释,他们认为南沙地块和南沙海槽之下为拉伸的陆壳。根据地震反射剖面解释的结果,晚渐

新世一早中新世碳酸盐台地从礼乐地块之下向南沙海槽延伸至西北巴拉望陆架之下。由此他们认为,中部和南部巴拉望曾是礼乐-东北巴拉望地块的一部分。他们认为,南沙海槽不代表一条俯冲带,它是由厚的外来楔形体的均衡压力从而使地壳向下弹性弯曲而形成的。Hinz 等人的看法得到了一些地质学家 (Hutchison, 1988, 1989, 1991, 1992; Tan 和 Lamy, 1990) 的支持。他们进一步研究表明,在南沙海槽的南部,即沙巴陆缘外的俯冲活动延续到上新世才停止。结合深海钻探 (ODP 124 航次) 的结果, Hinz 等 (1991) 进一步认为,新生代古南海洋壳的俯冲带位于巴拉望岛的东南部,婆罗洲微陆块向东北方向的延伸部分为火山弧。由于古南海的俯冲,引起了弧后扩张,将火山弧分裂为卡加延脊和苏禄脊,中间为由海底扩张而形成的苏禄海。

由上述讨论可以看出,关于南沙海槽的形成,目前有两种不同的看法:一是以 Taylor 和 Hayes 为代表的地质学家认为南沙海槽是古俯冲带 (海沟);另一看法是以 Hinz 为代表的地质学家认为南沙海槽是陆壳弯曲而形成的水槽。这两种看法孰是孰非? 究竟南沙海槽的形成机制及其在南海新生代构造演化历程中的地位如何? 据我们的观测研究,讨论如下。

2 地形地貌特征

南沙海槽位于巴拉望岛、沙巴陆架和南沙海底高原之间,呈 NE—SW 向展布。槽底水深 2000—3300m, 低于周围陆坡 800—1000m (图1)。槽底平坦,两边坡度较陡。槽底上还有

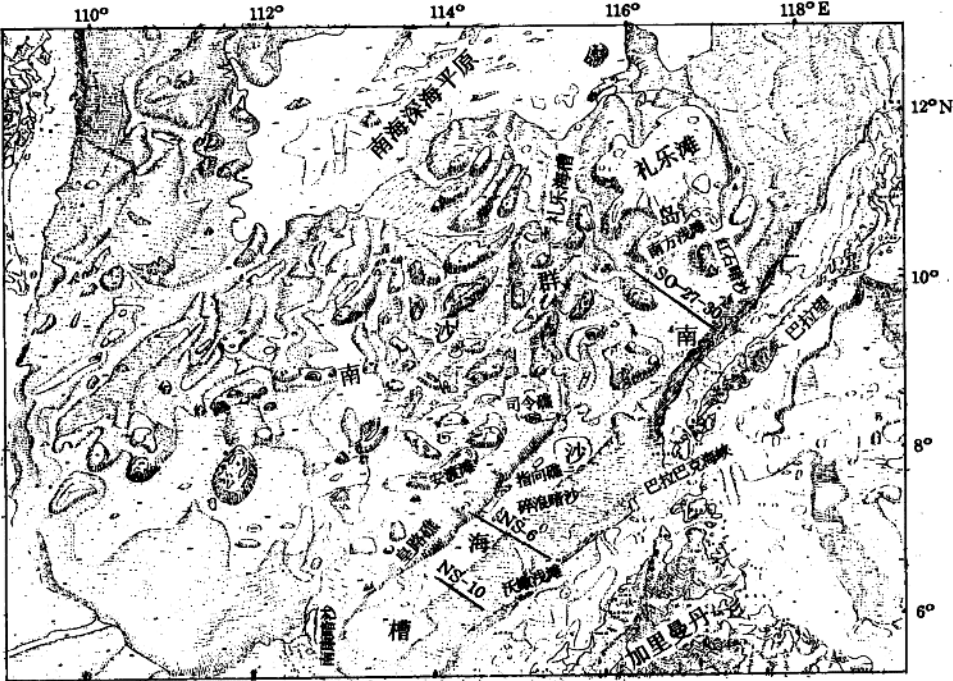


图1 南海南部地貌图

Fig.1 Geomorphology of the southern South China Sea

分布着一些海洼(薛万俊, 1987; 鲍才旺, 1987; 鲍才旺和薛万俊, 1991)。海槽向西南延至文莱的西北边缘, 那里为北康暗沙和南康暗沙所截断。往东北方向可延至 10°N 、 118°E 处, 那里为红石暗沙所堵截。过了红石暗沙往北, 水深变浅, 不再形成海槽(图 1)。因此, 作者认为, 南沙海槽是从南康暗沙至红石暗沙的一段水槽。

南沙海槽可以分为两段: 以巴拉巴克海峡到指向礁一线为界, 西南段海槽底部宽, 东北段窄。从沃嫩浅滩至皇路礁所做的横断面上看, 其东南侧的坡度在上部为 $2^{\circ}19'$, 到下部变为 $1^{\circ}49'$; 而其西北侧的坡度为 $2^{\circ}09'$ 。在海槽中部有一碎浪暗沙海山, 高出海底 2818m, 它是发育于槽底的火山。海槽底部有几个洼地, 如在司令礁的东南部海槽中有一圆形洼地, 直径达 48km, 水深达 3000—3292m。在安渡滩东南槽底, 有一北东向洼地, 长 50km, 宽 5km, 水深 3000—3291m。海槽的北段, 槽底变窄, 但到南方浅滩南部, 槽底又变宽。海槽北段两边的坡度变陡, 东南坡坡度为 $6^{\circ}46'$, 西北坡的坡度在 $6^{\circ}10'$ 左右。

南沙海槽的西南段和东北段均较宽, 中间在 115° — 116°E 、 8° — 9°N 处, 由于舰长礁和半月礁的插入, 槽底变窄。礼乐海槽位于礼乐滩西部, SN 走向, 它可能在司令礁附近进入南沙海槽。在地质构造上, 礼乐海槽应是南沙地块和礼乐-东北巴拉望地块的分界线。它由一条 SN 走向的走滑断层形成, 这条断层穿过南沙海槽, 进入东北婆罗洲, 将东北沙巴的近 EW 向构造与西北沙巴的 NE 向构造分开 (Felix, 1990)。

3 地震反射剖面特征

1983 年 4—6 月, 联邦德国地学和自然资源研究所 (BGR) 在南沙群岛东北海域进行综合地质地球物理调查 (SO-27 航次), 包括 10004km 综合地球物理测线及 13 个站位的地质取样。Hinz 等 (1985) 解释了这些地震反射剖面, 识别出 5 个不整合面 (紫、蓝*、蓝、红和黄色不整合面) 以及 6 个反射波组 (DG_1 , DG_2 , DG_3 , DG_4 , DG_5 和 DG_6)。根据地质取样和钻井资料, 他们对比出这 6 个反射波组所对应的沉积之地质时代 (图 2)。紫色不整合面是中生界顶界面, 它所反映的构造运动发生于中生代末至新生代早期。对于南海北部陆缘来讲, 它应是张裂不整合 (rifting unconformity; Falvey, 1974)。 DG_6 为上三叠系—白垩系。蓝* 色不整合面的时代为早渐新世末, 它所反映的构造运动发生于始新世末至早渐新世。对于南海北部陆缘来讲, 它应是大陆分离、海底扩张前的构造运动, 所产生的不整合面称做分离不整合 (breakup unconformity)。蓝色不整合面对应的时代为早中新世末, 它所反映的构造运动是南海中央海盆海底扩张停止, 礼乐-东北巴拉望地块与加里曼丹-西南巴拉望地块发生碰撞的事件。 DG_4 是晚渐新世—早中新世浅水碳酸盐沉积。Hinz 还判别 DG_4 下延到西北巴拉望陆坡和陆架之下。他们认为, 在西北巴拉望陆缘, DG_3 不是增生楔, 而是从东南部逆冲上来的外来沉积 (混杂堆积)。由此他们认为, 南沙海槽不是古俯冲带, 而是由外来地体的压力而使地壳向下弹性弯曲而形成的槽地。

作者认为, Hinz 等人对 SO-27—30 (图 2) 的解释是正确的, 也就是说, 南沙海槽的北段不是晚渐新世—早中新世俯冲带, 而是由于西南巴拉望混杂堆积 (外来地体) 的压力而使地壳弹性弯曲的结果。从晚渐新世开始的古南海洋壳向东南俯冲, 当时的俯冲带应位于今日西南巴拉望岛的东南面。

1993 年, 作者在南沙群岛东南边缘做了逾 2000km 的综合地球物理测线。对于横穿南沙

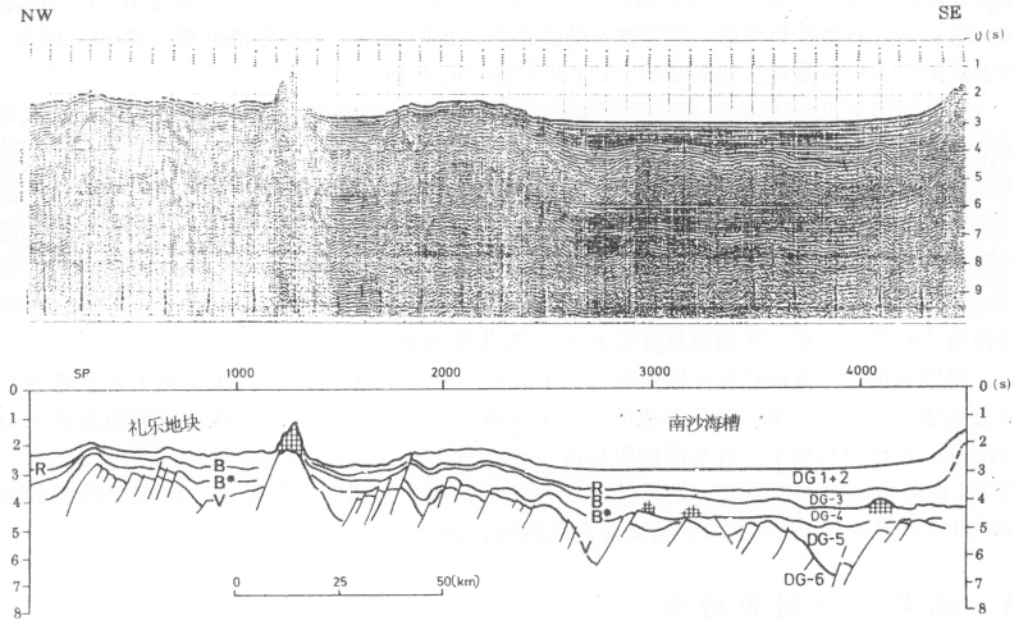


图2 穿过南沙海槽的地震反射剖面及其解释结果 (SO-27-30 测线, 据 Hinz 等, 1985)
位置见图 1

Fig.2 A seismic reflection profile (SO-27-30) crossing northern Nansha Trough and its explanation
(After Hinz, et al., 1985). For location, refer to fig.1

海槽的测线, 在海槽的北段, 我们的解释结果与 Hinz 等人的结果相似。但在南沙海槽的南段 (图 3、图 4 和图 5), 我们解释的结果与 Hinz 等不同。从图 3 看出, 我们识别出 3 个不整合面, T_g 、 T_4 和 T_2 , 它们分别和 Hinz 等人的紫色、蓝色和红色不整合面对应。在西北沙巴陆坡上, 我们发现了 4 条逆冲断层, 它们从 SE 向 NW 方向逆冲, 断层接近海底。在沙巴上陆坡处, 沉积物只受到挤压而褶皱变形, 并无逆冲断层。说明这种挤压活动发生在加里曼丹地块与南沙地块之间, 在两个地块的接触处 (沙巴下陆坡), 挤压作用最强, 发生了接近海底的逆冲断层。往沙巴上陆坡及陆架方向, 挤压作用减弱。在沙巴陆架—陆坡转折处, 还出现正断层 (Tan 和 Lamy, 1990), 反映这里的挤压作用已减弱了。

在南沙海槽南段的中部 (图 3), 海槽的基底反射波 (T_g , 图中方框所示部分, 解释结果见图 4) 特殊, 大多为圆弧状反射; 圆弧下面之反射很散乱。这种圆弧反射反映基底面的两个特征: 一是基底面呈圆丘状, 起伏不平; 二是圆弧的两翼延续较长, 反映了绕射波的特征, 它们是由基底面上的尖锐部分产生的, 说明基底面上有许多向上突出的尖锐部分。这两个特征反映了玄武岩顶面之特征, 说明在这段海槽中, 基底可能是由玄武岩构成。也就是说, 这一段海槽的地壳可能是洋壳, 即古南海的残余洋壳。如果这一解释是正确的话, 那么, 在南沙海槽的南段, 还存在未俯冲完的古南海洋壳, 即中生代洋壳。Felix (1990) 曾在沙巴地区发现有中新世—上新世侵入岩 (Kinabalu 山深成岩) 和喷发岩 (Sirar 岛火山岩),

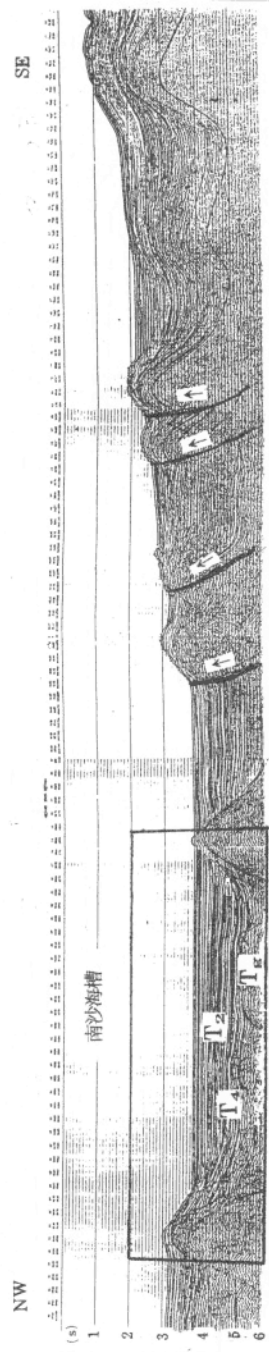


图3 南沙海槽南段的地震反射剖面 (NS-6), 位置见图1
 Fig.3 A seismic reflection profile (NS-6) crossing southern Nansha Trough
 For location, refer to fig.1

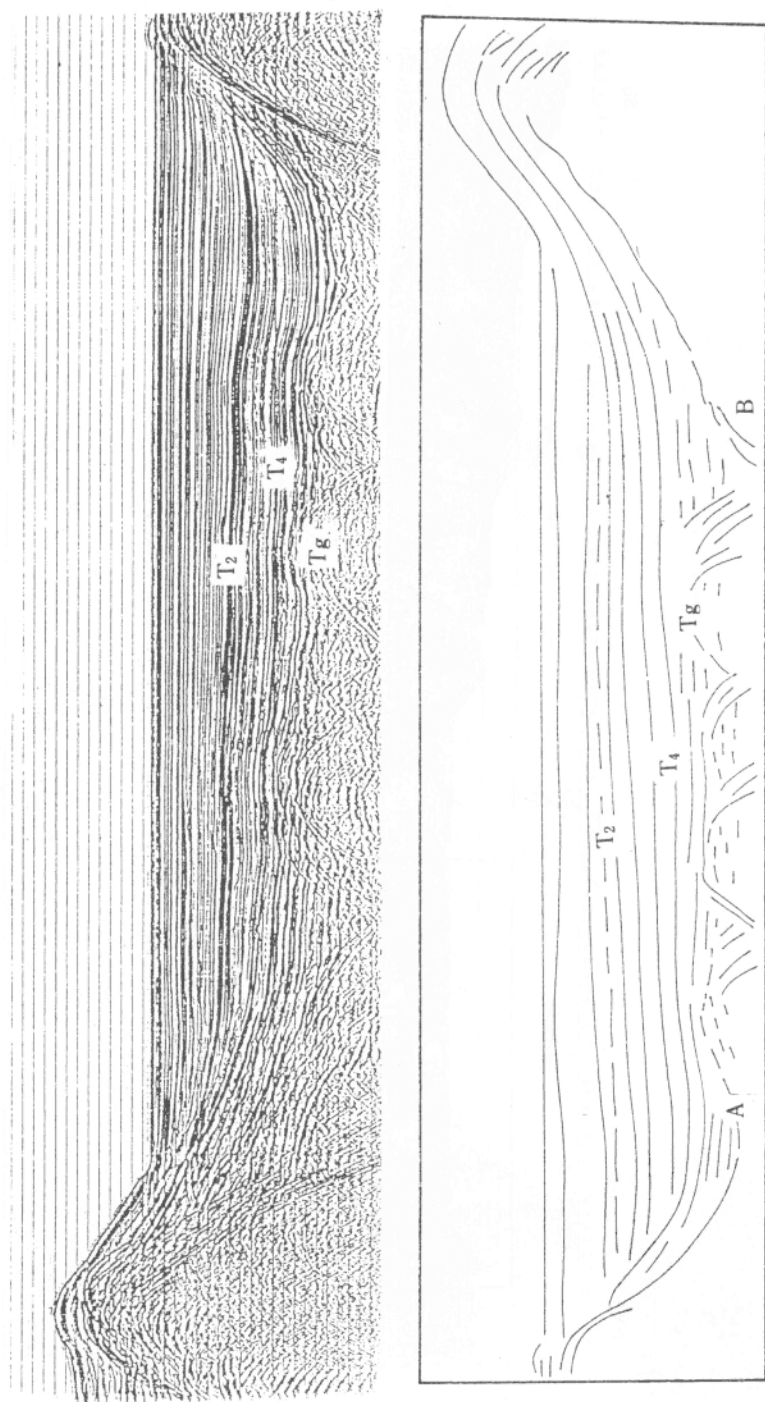


图4 横穿南沙海槽南段的地震反射剖面及其解释结果, 位置见图3中的方框
 Fig.4 A seismic reflection profile and its explanation crossing southern Nansha Trough
 For location, refer to the square diagram in fig.3

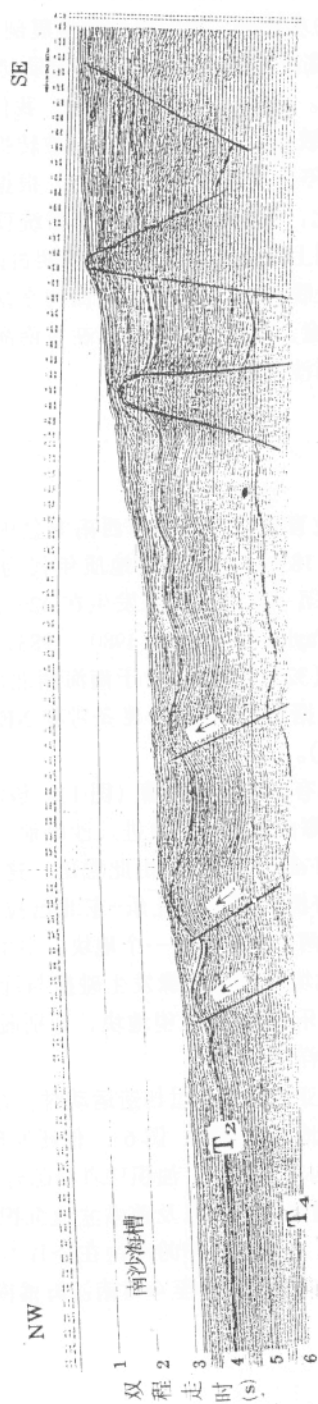


图 5 横穿南沙海槽南段的地震反射剖面 (NS-10), 位置见图 1

Fig.5 A seismic reflection profile (NS-10) crossing southern South China Sea

For location, refer to fig.1

可能与南沙海槽南段在早中新世之后的继续俯冲有关。

在南沙海槽的南端,海槽中的水较深。我们所做的地震剖面(图5, NS-10),由于记录时间较短(6s),所以未记录到基底反射波,但我们可以记录到 T_4 反射波。相信这一段海槽的基底反射波与图3(NS-6)相似。这里,在沙巴陆坡上,我们识别出3条逆冲断层;在上陆坡, T_4 至 T_2 之间的沉积受到褶皱变形;但到陆架—陆坡转折处则出现正断层。由这条剖面看,这里的挤压活动到 T_2 时已停止。Hinz等人(1985)根据钻井资料,推测他们的红色不整合面为上新世的不整合。因此,我们推测, T_2 为上新统顶界。由此可看出,在南沙海槽南段,古南海洋壳的俯冲活动到上新世末才停止。这说明古南海在南沙地块东南边缘,为一向西北凹进的海湾,当南沙地块脱离西沙—中沙地块而向东南运动时(始新世末—早渐新世),它的南部与加里曼丹地块碰撞,其北部东缘仍存在古南海洋壳,这一段的俯冲活动到上新世时才结束,俯冲海沟就是南沙海槽南段。

4 区域构造特征

我们在研究南海新生代构造发育史时,在南海西南海盆中识别出NE走向的磁异常条带,并鉴定出这些条带的编号为18—13,对应的地质年代为晚始新世—早渐新世(42—35Ma),由此推测南海在新生代的第一次海底扩张发生在42—35Ma期间(姚伯初,曾维军等,1994)。对于南海中央海盆,Taylor和Hayes(1980,1983)早已通过磁异常条带鉴别其扩张时代为晚渐新世—早中新世(32—17Ma)。对于南海西北海盆,由于洋盆窄而面积小,不能由磁异常判别其扩张时代,但据其NE向磁异常条带和NE向海山,我们推测其年龄和南海西南海盆相同(姚伯初,1994)。

南沙群岛地区,在礼乐滩西部有一条礼乐海槽(图1)。该海槽为SN走向,向北至南海洋盆,与洋盆中的SN走向之中南海山对应,向南进入沙巴地区,将东北沙巴的近EW向构造与西北沙巴的NE向构造分开(Felix,1990)。由此看出,这时存在一条大型SN向断层,它将南沙群岛分为两个古地块:海槽以东称做礼乐—东北巴拉望地块,以西称做南沙地块(姚伯初,1994)。我们还推测,这两个地块原是一个地块,中生代燕山运动时期,它位于古南海洋盆之中;中生代末,这个地块与华南陆缘发生碰撞与缝合,燕山运动结束。新生代时,这个地块分裂为南沙地块与礼乐—东北巴拉望地块,分别脱离华南陆缘而向南运动,在其后面由海底扩张而产生了南海新洋盆。

Hutchison(1992)在研究东南亚地区始新世构造运动时,在加里曼丹至西南巴拉望地区发现有晚白垩世—渐新世的浊积盆地(拉姜群,图6)。他还发现拉姜群是由Barremian燧石(晚白垩世)以及浊积砂岩和砾岩构成。其中,浊积砂岩和砾岩中含蛇纹岩碎块。我们认为,Hutchison的拉姜群是俯冲带中的增生楔沉积以及前弧盆地沉积组成。它是古南海向加里曼丹—西南巴拉望地块俯冲时的沉积。古南海俯冲的海沟在今日西北婆罗洲的锡布带与米里带之交界即Bukit—Mersing断裂处,向东北延伸至今日南沙海槽南段之东部边缘。

5 南海海盆在晚渐新世—早中新世的构造演化史和南沙海槽之形成

综合区域地质地球物理资料可以看出,南海地区在晚渐新世—早中新世经历了古南海洋壳的俯冲、陆块缝合、大陆分离、海底扩张及陆块缝合的构造演化历程。

在侏罗纪—白垩纪(燕山运动)时期,华南和印支半岛东南陆缘,发育一条安第斯型俯冲带。古南海(库拉洋西部边缘的一个海湾)沿亚洲陆缘向WN方向俯冲,其火山弧位于今日的台湾浅滩、东沙群岛、中沙群岛和万安滩一线。今日的南沙群岛(称做南沙-礼乐地块)当时位于古南海中间,为一独立地块。它随着古南海的向WN俯冲而向WN方向运动(图7a)。白垩纪晚期,南沙-礼乐地块与亚洲陆缘碰撞和缝合,俯冲活动停止,燕山运动结束(图7b)。白垩纪末至古新世早期,中国东南部有一次张性构造运动,南海地区称做神狐运动(姚伯初,1993)。这次运动在陆缘产生一系列NE向断裂,由此生成一系列NE向断陷,大多为半地堑,彼此分离。在古新世至始新世期间,这些断陷内接受了陆相沉积。神狐运动是亚洲大陆东南陆缘向ES方向拉伸的张裂运动,陆壳被拉伸减薄,古南海洋壳向ES运动,俯冲于加里曼丹地块之下(图7c)。始新世末,这里又发生了南海构造运动。这次运动将东沙-西沙-南沙地块拉开,在中沙群岛的后面由海底扩张产生了南海西北海盆。南沙地块向南运动,到早渐新世,它与加里曼丹地块碰撞,在其后面产生了南海西南海盆(图7d)。缝合线在加里曼丹岛上的Bukit-Mersing断裂处,其南部的锡布带为原俯冲带上的增生楔(拉姜群),以及前弧盆地沉积(Sarawak群),其北部的米里带为原南沙地块被动大陆边缘上的沉积(巴林坚和庭贾群)。此时,西南巴拉望岛已出现,它是由俯

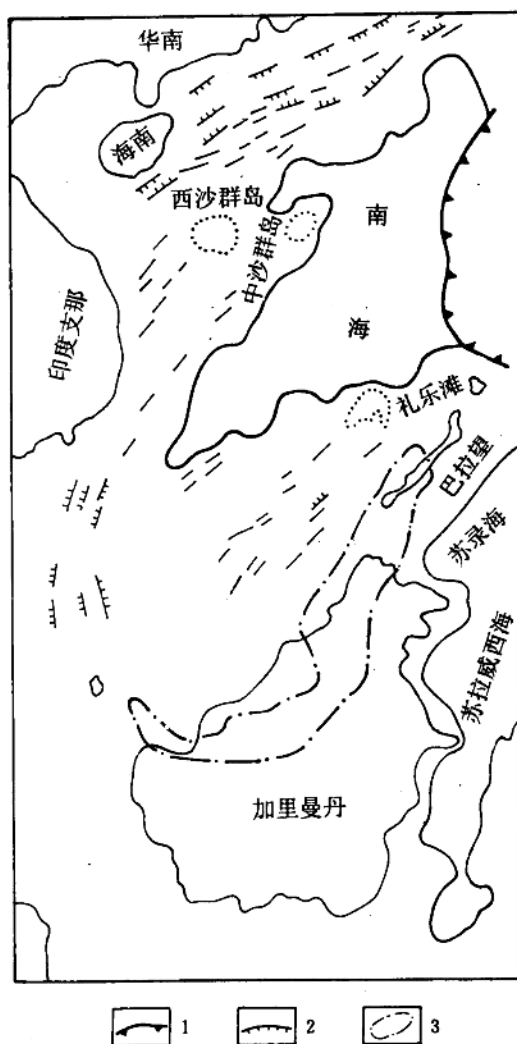


图6 南海南缘的晚白垩世—早渐新世浊积盆地之分布
(据 Hutchison, 1992)

Fig.6 Distribution of K_2-E_3 turbidite sediments at the southern border of South China Sea
(After Hutchison, 1992)

1—俯冲带, 2—正断层, 3— K_2-E_3 浊积盆地(拉姜群)

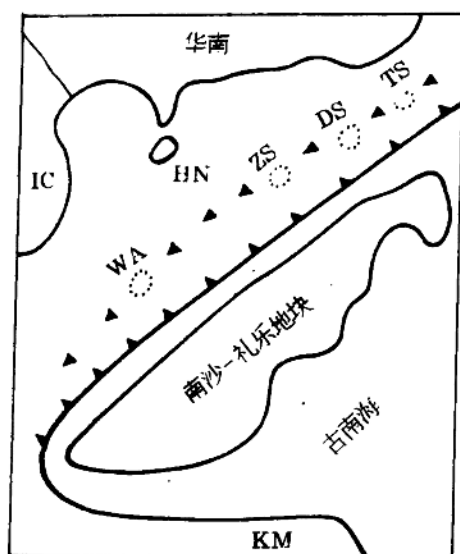


图 7a 侏罗纪—白垩纪
Fig.7a Jurassic - Kretaceous

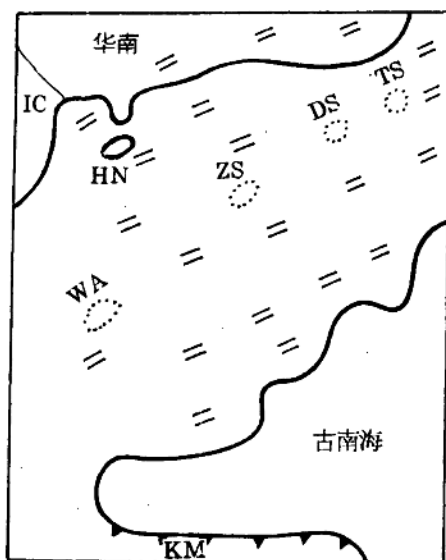


图 7c 中生代末—新生代早期
Fig.7c Late Mesozoic - early Cenozoic

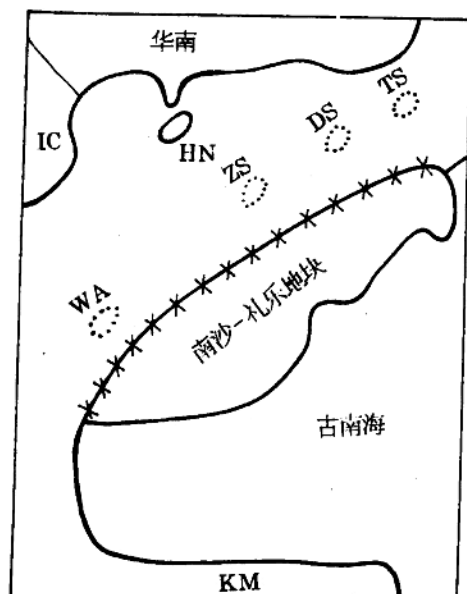


图 7b 晚白垩纪
Fig.7b Late Kretaceous

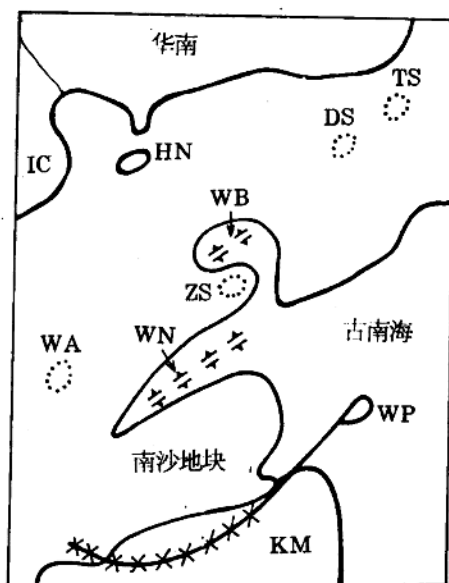
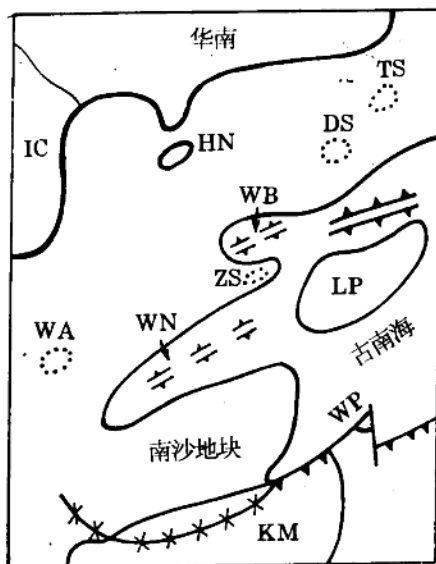


图 7d 早渐新世
Fig.7d Early Oligocene



1



2



3



4



5

图 7e 渐新世末

Fig.7e End Oligocene

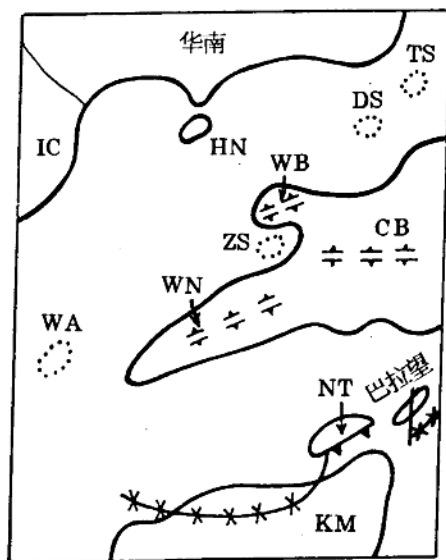


图 7f 早中新世末

Fig.7f End Early Miocene

图 7 南海的构造演化 (E_3-N_1) 和南沙海槽形成模式

Fig.7 Explanatory model between the formation of Nansha Trough and the evolution of South China Sea in late Oligocene - early Miocene

1—火山弧, 2—俯冲带, 3—缝合带, 4—扩张中心, 5—停止的扩张中心, DS—东沙群岛, ZS—中沙群岛, TS—台湾浅滩, IC—印支半岛, HN—海南岛, WB—西北海盆, WN—西南海盆, KM—加里曼丹, CB—中央海盆, NT—南沙海槽, LP—礼乐-东北巴拉望地块

冲带增生楔沉积构成。

晚渐新世, 礼乐-东北巴拉望地块脱离亚洲陆缘, 破裂带为原缝合线。它随着古南海向南运动, 古南海洋壳俯冲于加里曼丹-西南巴拉望地块之下。在该地块的后面, 发生了海底扩张 (图 7e)。早中新世末, 礼乐-东北巴拉望地块与加里曼丹-西南巴拉望地块碰撞, 巴拉望岛形成。此时海底扩张停止, 南海中央海盆诞生 (图 7f)。但在西南巴拉望至沙巴西北陆缘外, 古南海由于原来有向西凸出的海湾而未俯冲完。这里的俯冲活动后来继续进行, 直至上新世才结束。俯冲活动结束后, 留下了一条海沟, 后来由于沉积物充填而使水深变浅, 形成了今日南沙海槽。

由上述讨论可知, 南沙海槽是一条古俯冲带, 但其北段在俯冲结束后, 由于巴拉望岛向西北方向运动, 并仰冲于原俯冲带之上。由于外来地体的压力, 使地壳弹性弯曲而形成一水槽。但在南沙海槽南段, 原俯冲海沟依然存在, 只是由于后来沉积物的充填而使水深变浅。因此, 南沙海槽的北段为一弯曲的陆壳, 是一年轻的水槽; 南段为古南海洋壳, 是一条老的海沟。

参 考 文 献

- [1] 薛万俊, 1987; 南海地貌图; 见: 南海地质地球物理图集; 广州: 广东地图出版社。
- [2] 鲍才旺, 1987; 南海地形图; 见: 南海地质地球物理图集; 广州: 广东地图出版社。
- [3] 鲍才旺, 薛万俊, 1991; 南海的海槽与海沟; 见: 南海地质研究 (3), 118—125; 广州: 广东科技出版社。
- [4] 姚伯初, 1993; 南海北部陆缘新生代构造运动初探; 见: 南海地质研究 (5), 1—12; 武汉: 中国地质大学出版社。
- [5] 姚伯初、曾维军等, 1994; 中美合作调研南海地质专报; 武汉: 中国地质大学出版社。
- [6] Ben-Avraham, Z. and Uyeda, S., 1973; The evolution of the China Basin and the Mesozoic Paleogeography of Borneo; *Earth Planet. Sci. Lett.*, 18, 365—376.
- [7] Bowin, C. and Schouten, H., 1978; Plate convergence and accretion in the Taiwan - Luzon region; *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 62, 1645—1672.
- [8] Falvey, D. A., 1974; The development of continental margins in plate tectonic theory; *Aust. Petrol. Explor. Ass. J.*, 14, 95—106.
- [9] Felix, T., 1990; Structural style and tectonics of Western and Northern Sabah; *Geol. Soc. Malaysia*, 27, 227—239.
- [10] Haile, M. S., 1969; Geosynclinal theory and the organisational pattern of the Northwest Borneo Geosyncline; *Quat. J. Geol. Soc. Lond.* 124, 171—194.
- [11] Hamilton, W., 1973; Map of sedimentary basins of the Indonesian region; U. S. Geol. Survey Map I-875-B.
- [12] Hamilton, W., 1979; Tectonics of the Indonesian region; USGS Prof. Paper, 1078, US Gov't Print. Off., Washington, D. C.
- [13] Hinz, K. and Schlüter, H. U., 1985; Geology of the dangerous grounds, South China Sea, and the continental margin off south-west Palawan; Results of some cruises SO23 and SO27; *Energy*, 10, 291—315.
- [14] Hinz, K., Fritsch, J., et al., 1989; Thrust tectonics along the north-western continental margin of Sabah, Borneo; *Geological Research*, 78 (3), 705—730.
- [15] Hinz, K., Block, M., et al., 1991; Structural elements of the Sulu Sea, Philippines; *Geol. Jb.*, A127, 483—506.
- [16] Hutchison, C. S., 1988; Stratigraphic-tectonic model for eastern Borneo; *Geol. Soc. Malaysia*, 22, 135—151.
- [17] Hutchison, C. S., 1989; Geological evolution of South-East Asia; Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 13, Clarendon Press, Oxford.
- [18] Hutchison, C. S., 1991; Neogene arc-continent collision in Sabah, Northern Borneo (Malaysia) —Comment; *Tectonophysics*, 200, 325—332.
- [19] Hutchison, C. S., 1992; The Eocene unconformity on south-east and east Sundaland; *Geol. Soc. Malaysia*, 32, 69—88.
- [20] Ludwig, W. J., Murauchi, S., and Houtz, R. E., 1979; Profiler-sonobuoy measurements in the South China Sea Basin; *J. Geophys. Res.*, 84, 3505—3518.
- [21] Tan, D., and Larry, J. M., 1990; Tectonic evolution of NW Sabah continental margin since the Late Eocene; *Geol. Soc. Malaysia*, 27, 241—260.
- [22] Taylor, B., and Hayes, D. E., 1980; The tectonic evolution of the South China Sea Basin; In: Hayes D. E. (ed.): The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands; *Am. Geophys. Union, Geophysical Monography*, 23, 89—104.
- [23] Taylor, B., and Hayes, D. E., 1983; Origin and history of the South China Sea Basin; In: Hayes D. E. (ed.): Tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands, part 2; *Am. Geophys. Union, Geophysical Monograph*, 27, 23—56.