

试论南海新构造运动的时限及其差异性

詹文欢^{1,2)}, 朱照宇^{2,3)}, 孙龙涛^{1,2)}, 孙宗勋^{1,2)}, 姚衍桃¹⁾, 丘学林^{1,2)}

1) 中国科学院南海海洋研究所, 广州, 510301; 2) 中国科学院边缘海地质重点实验室, 广州, 510301

3) 中国科学院广州地球化学研究所, 510640

内容提要:根据南海地形地貌、地质地球物理剖面资料、重磁场异常、地壳结构特征和岩石圈动力学环境,对南海新构造运动起始时限进行了新的解释。传统的观点是把新近纪作为新构造下限,依此观点,南海地区在古近系、新近系之间应为不整合接触,但在此阶段并没有发生重大变革的构造事件。而符合南海地区准平原化阶段的时代是在中中新世末至晚中新世(N_2^2/N_1^1)之间,在此时段普遍存在区域构造不整合接触和地层缺失、断裂、变形及火山活动等构造变动事件。本文把中中新世末作为南海地区新构造运动开始的时间。通过对南海地区中中新世末至晚中新世之间的构造变动事件的对比研究,可以看出新构造运动在不同地点有时间和强度的差异性、构造运动的差异性、沉积相和沉积建造的差异性等特点。

关键词:新构造运动; 时限; 差异性; 南海

南海位于三大板块的结合处,新构造运动之前的基底较复杂。对该区基底的研究,前人已作了大量工作。由于受技术和研究手段的限制,对南海大部分基底的研究仍处于以推测为主的阶段。然而,前新生代基底的形成过程,不仅反映了三大板块的相互作用和演化,而且还制约着南海新构造运动的时限及其演化。自从1945年新构造运动提出以来,这一概念在研究时空范围上已有很大发展。在时间上,原义是把新近纪末期以来的大地构造运动称为新构造运动,而现在它几乎包括整个新生代的地壳构造运动;在空间上,它已从大陆延伸到海洋。本文根据作者在南海海域所做的地球物理资料,并结合前人的研究成果(丁国瑜,2004;刘光勋,1995;金翔龙等,1989;姚伯初等,1994;Taylor B et al., 1983; Thomas Ludmann, 1999;周蒂等,2002),对该区新构造运动的起始时限及演化进行初步探讨。

1 新构造运动起始之前地层和岩石特征

南海东临菲律宾,南靠加里曼丹,西接巽他陆架和中南半岛,北与华南沿海相连(图1)。除南海海盆未发现前新生代基底外,其余均存在新构造运动起始之前地层和岩石。

北部地区:包括西沙群岛、中沙群岛和北部陆缘等,以南海海盆为过渡带而与南沙群岛分开。西永1井于井深1251 m处钻遇前寒武纪花岗片麻岩和黑云母二长片麻岩,其同位素测年为627 Ma,后期贯入岩脉的同位素测年为77 Ma;基底表层见28 m厚的风化壳(金庆焕,1989);中新统一第四系沉积呈不整合接触直接覆盖其上。据钻井和物探资料,南海南、北陆缘均发育晚三叠纪以后的盖层沉积。北部陆缘的前新生代基底为中生代岩浆岩和海西、加里东期变质岩。岩浆岩分布面积较广,岩浆活动比较强烈,中新世沉积中的层状火山物质比较丰富,而南部陆缘岩浆岩分布面积比较局限,岩浆活动比较贫乏,沉积物中的火山物质较少。北部陆缘的磁力异常分带明显,总体异常值较高,而南部陆缘磁异常值基本上为低值负异常。这种现象可能是南部陆缘为汇聚边缘,地壳总体在压应力作用下缺乏岩浆活动通道所致(Hayes D E et al., 1995)。

南海的南北陆缘均发育有三套构造层,下构造层和上构造层的沉积均为滨浅海相沉积,但中构造层差异很大,北部陆缘为陆相沉积,而南部陆缘为海相沉积(刘光鼎,1992)。因此,下构造层由北往南,沉积相带由陆相河湖沉积到滨—浅海相至半深海和深海相洋壳沉积。说明在晚始新世以前,现今的南海海

注:本文为国家自然科学基金项目(编号40476026,40272077)和广东省自然科学基金项目(编号04001309)联合资助的成果。

收稿日期:2005-10-25;改回日期:2005-12-02;责任编辑:郝梓国。

作者简介:詹文欢,男,1963生。博士,研究员,主要从事海洋新构造研究。通讯地址:510301,广州市新港西路164号;电话:020-89023143;

Email: whzhan@scsio. ac. cn。

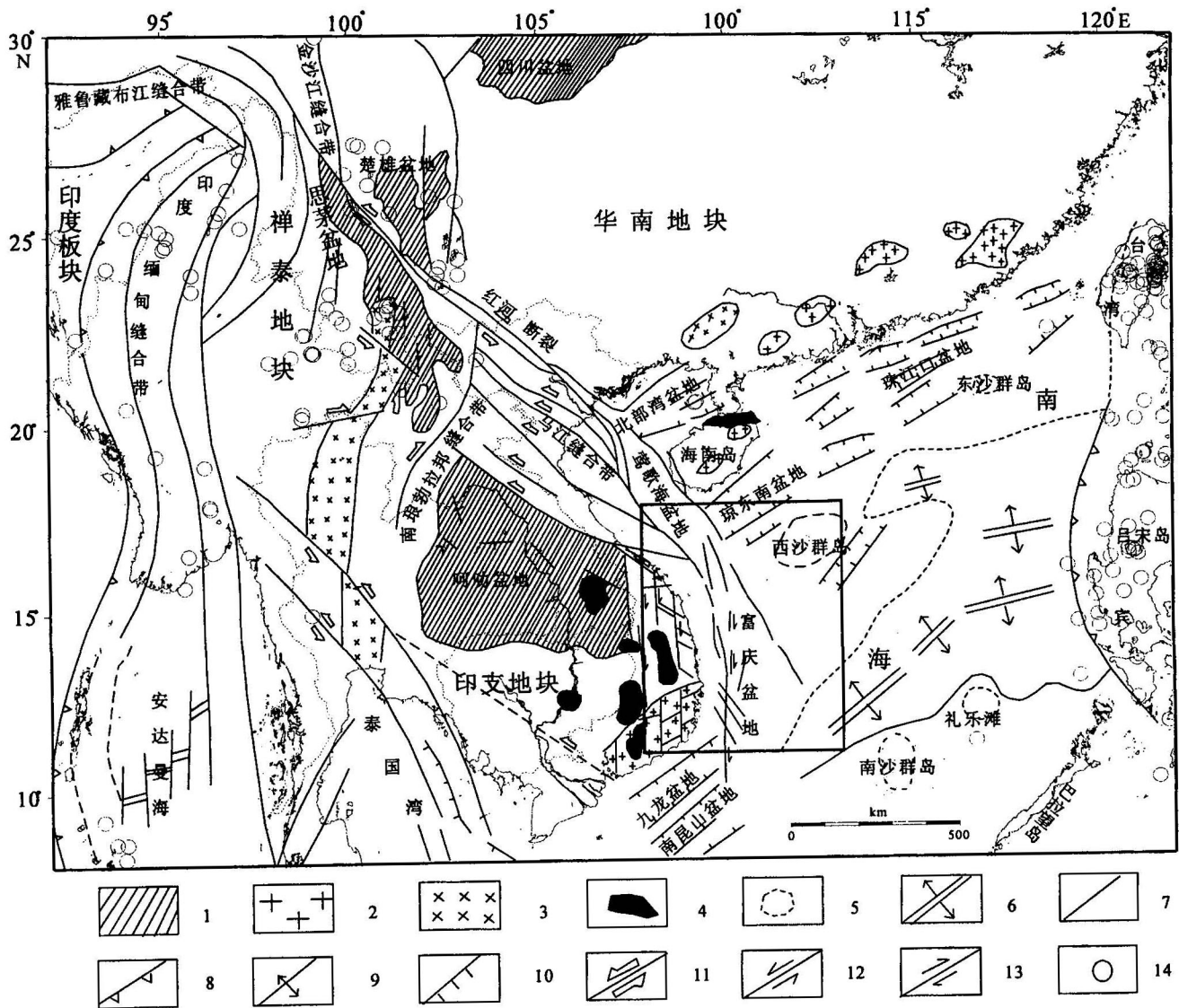


图1 南海及邻区新构造运动纲要图

Fig. 1 Neotectonic map of South China Sea and its adjacent regions

1—中生代盆地; 2—白垩纪花岗岩; 3—早古生代—三叠纪花岗岩带; 4—晚中新世—第四纪玄武岩; 5—群岛或水下高地; 6—扩张脊; 7—主缝合带; 8—古近纪和新近纪推覆或俯冲带; 9—褶皱; 10—正断层; 11—始新世—早渐新世走滑运动; 12—晚渐新世—中新世走滑运动; 13—上新世—第四纪走滑运动; 14—大于6级地震震中分布; 图中小方框区域为红河断裂带向海域的延伸[底图采用GMT制作, 其他构造形迹据郭令智等(2001)]

1—Mesozoic basin; 2—Cretaceous granite; 3—Early Paleozoic—Triassic granite zone; 4—Late Miocene—Quaternary basalt; 5—archipelago; 6—expanding ridge; 7—major suture; 8—Tertiary thrust or subduction zone; 9—fold; 10—normal fault; 11—Eocene—Early Oligocene strike-slip movement; 12—Late Oligocene—Miocene strike-slip movement; 13—Pliocene—Quaternary strike-slip movement; 14—epicenter of earthquakes larger than 6 Ms; base map made by the software of GMT(Wessel P, 1995), other tectonic trace from Guo Lingzhi et al. (2001)

盆尚未形成, 南北陆缘是连在一起的, 同属华南—印支大陆的一部分, 在 E_2 时, 北部陆缘处于陆内裂谷环境, 而南沙地区处于华南—印支陆缘, 与古加里曼丹之间为古南海所隔。

东部地区: 是指包括北巴拉望在内的西南菲律宾, 零星出露有上古生界—中生界变质岩系, 为石炭系—二叠系, 下部为角闪片岩、片麻岩及由细碧岩和

基性火山岩经变质形成的绿片岩, 上部为云母片岩、片麻岩、板岩、砂岩和大理岩, 与上覆层呈不整合接触。卡拉棉及北巴拉望、民都洛中三叠统一上侏罗统为碎屑岩组成的复理石夹硅质岩及凝灰岩, 上部有含锰沉积, 厚度 6500~10000m (Lee T Y et al., 1995)。下白垩统缺失, 上白垩统下部为硬砂岩、页岩、长石砂岩及熔岩流, 上部为细碧熔岩、硅质岩及

硬砂岩,并见以橄榄岩为主的基性超基性岩侵入体。

西部地区:包括纳土纳群岛、巽他陆架和越南南部。纳土纳岛见有燕山晚期—喜马拉雅早期的花岗岩和基性超基性岩;西纳土纳盆地钻遇中生代岩浆岩和变质岩;东纳土纳含油气区钻遇的基底为白垩系变质岩、岩浆岩和古近系古新统一始新统千枚岩,为古晋带和西布带的延伸部分;昆仑盆地钻遇石英闪长岩和前古近系变质岩;湄公河盆地钻遇前新生代地层,其中,发育有白垩纪变质的侵入岩和喷出岩(角闪岩)、石英岩、石英闪长岩及安山岩。据大叻地块出露的地层推测,基底为中生代沉积岩系及中、酸性喷发岩系,伴有以花岗岩为主的大型侵入体。

南部地区:包括加里曼丹西北部及其沿岸,新构造运动起始之前出露最老的为晚古生代变质岩系,三叠系与下伏层呈不整合接触,由复理石建造和火山岩系组成。侏罗系—白垩系不整合覆盖于三叠系之上,下部为灰岩、泥岩、砂岩、砾岩、放射虫硅质岩和熔岩、凝灰岩夹蛇绿岩,厚3000 m左右。在古晋带以南,分布有早白垩世晚期(116~110 Ma)和晚白垩世(92.4~85 Ma)的安山岩、流纹岩及云英闪长岩的火成岩,它们构成一条岩浆岩带。白垩纪末期,地槽褶皱隆起,并有大规模花岗岩侵入。在古晋带西北侧的伊兰山脉和卡普阿斯山脉一带,晚白垩世—始新世为拉让群蛇绿岩建造,厚度大于15 km。始新世末,强烈的构造变动使其形成紧密的褶皱和浅变质,形成这一地区的变质基底(Briaies A et al., 1993)。

据桑帕吉塔-1井资料,下白垩统厚954 m(未钻穿),为固结坚硬的砂岩、粉砂岩和页岩,夹一些薄煤层和褐煤层,岩性变化大,属滨—浅海相沉积;其中,页岩为绿灰色,含钙,坚硬易脆,间夹暗灰色致密含碳质的粉砂岩。1982年和1983年Sonne号在礼乐滩北坡(SO23-36和SO23-37)取得中—晚侏罗世—早白垩世变质岩(石英岩、片理化角闪岩、石榴石云母片岩等),在礼乐滩西南捷胜滩西侧(SO27-21)取得下白垩统片麻岩和千枚岩,在美济礁东侧谷壁上(SO27-24和SO23-23)取得三叠纪黑色硅质页岩和晚三叠世—早白垩世的砂岩、粉砂岩和泥岩(Hinz K, 1985)。据现有资料,巴拉望北部为晚古生代—中生代变质岩、沉积岩和酸性深成岩,最老的为晚古生代片岩、千枚岩、板岩和石英岩;上覆为二叠系中部的角砾化和褶曲的砂岩夹凝灰岩、板岩和灰岩、中三叠统含牙形石燧石层,未见确切的侏罗系和白垩系,但有古近系、新近系灰岩(Paut灰岩,时代为始

新世—上新世)。在巴拉望岛,乌卢甘湾断裂以北由含有变质沉积岩和酸性侵入岩的强烈变形的晚古生代褶皱杂岩层组成,以南则由白垩纪—古近纪蛇绿岩建造组成。综上所述,礼乐滩和西北巴拉望的基底特征与南海北部及台湾西部的基底特征相似或相同。因此,在中生代末期(甚至延续至始新世末期),该基底可能与南海北部基底连在一起而组成统一的华南陆缘。

在曾母盆地,前新生界与下构造层相当。从地震剖面上可见,下构造层与中构造层以Th反射界面为界,两者呈不整合接触。Th反射界面在大多数地区反射波特征呈杂乱反射或无反射结构,层序难以辨认,在N6A剖面东段可追踪到该层,但底界不清(夏戡原,1996)。该套层序受到强烈褶皱,倾角陡;在盆地西南部,已有钻井钻遇前古近系基底,为千枚岩和变质沉积岩。由此推测,曾母盆地南部地区的基底与加里曼丹西北部及其沿岸的前新生代基底相似。

南沙海区除了在西南端的纳土纳东侧钻遇晚白垩世—始新世的千枚岩外,其余大部分地区的基底年代较老。在曾母盆地西部钻遇中生代岩浆岩,在礼乐滩钻遇早白垩世地层,在礼乐滩西南采获大量未变质的晚三叠世—早侏罗世地层。而出露于南沙东部北巴拉望岛的变质杂岩为含纺锤虫蛭科化石的二叠纪灰岩覆盖,变质杂岩的时代应为前二叠纪。在美济礁与仁爱礁之间采获的含羊齿植物化石的晚三叠世砂岩中的黑云母K-Ar年龄为340~260 Ma(夏戡原,1996),显示这些矿物碎屑来源于前石炭纪的结晶基岩。据地震资料,在南沙北缘双子群礁、道明群礁地区,可能出露这套变质岩系。因此,推测南沙海区的基底为中生代岩浆岩及年代更老的变质岩。大部分地区的前新生代沉积为稳定型沉积。

南沙海槽的地震剖面清晰可见中中新世台地灰岩以下的地层插入至文莱滨外陆缘区之下。磁性基底下界面埋深也显示从西北往东南倾斜。从中构造层连片分布和滨—浅海相古新世—始新世沉积特征来看,它并非沉积于持续沉降的高密度洋壳之上,而是沉积于一个中生代或更早期以来长期隆起且遭受剥蚀的古陆之上。渐新世时,南沙海槽的大部分地区曾上升为陆地并遭受剥蚀,造成不少地段的中构造层变薄甚至缺失。而后,由于加里曼丹逆时针方向旋转和逆冲推覆,在重力均衡的作用下,导致推覆带以北强烈沉降,形成南沙海槽。一般位于两个前新生代基底组成的地块的聚敛带之上,如曾母盆地、文莱—沙巴盆地。在本区则位于造山构造相带北侧,即西北

加里曼丹与南沙之间,呈向南突出的弧形。陆—陆碰撞后在南侧造山相带和北侧的台地之间形成前陆盆地。前陆盆地的早期沉积为 E_3 — Q 上构造层的磨拉石建造,与下伏中构造层呈不整合接触。

2 新构造运动起始时限

南海新构造运动发生在中中新世末至晚中新世 (N_2^3/N_1^3) 之间,此时深部应力场进行调整(图 2)(Zoback M L et al., 1989; Tapponnier P et al., 1986; 詹文欢, 1993),地壳挤压隆升,遭受剥蚀,南海及邻域由原来的低山丘陵、河流湖泊地貌经剥蚀侵蚀作用,发育为较平坦的准平原地貌阶段,孕育着南海新构造运动的到来。

中中新世晚期的米里运动使东北加里曼丹的地层强烈褶皱,在早喜山地槽褶皱带的外侧形成了米里地槽褶皱带。上新世末至更新世初的台湾运动使米里褶皱带的 N 地层发生平缓褶皱并有花岗岩侵入,该次运动还波及了整个曾母盆地,使曾母盆地的上新统及其以下地层发生轻微变形,与上覆的第四纪地层呈角度不整合接触(图 3)。

受始新世末期喜马拉雅运动的影响,东北加里曼丹遭受强烈挤压褶皱,并伴有逆冲断裂的出现,使古洋壳的残留物质与地槽复理石以及基性、超基性火山岩等发生叠瓦状逆冲运动,活动时间在中中新世与上新世之间。在这期间,由于南菲律宾—巴拉望地块与吕宋地块碰撞,导致班乃岛和民都洛岛地层遭受到强烈的挤压,形成 NNW—NW 向褶皱以及相伴生的逆冲断层。在班乃岛西部中生代的含蓝闪石片岩向西逆冲到早、中中新世沉积层之上,并被上覆上新世—更新世变形沉积层不整合覆盖。民都洛

岛的 NW 向逆冲断层中,亦见白垩系—古近系逆冲到中新统之上。另外班乃岛以南的宿务岛、内格罗斯岛、保和岛等中新世地层也形成 NNE 向褶皱和出现逆冲断层,在宿务岛见到沿 NNE 向逆冲断层白垩系逆冲到中新统之上。

根据地震反射资料分析,南沙海槽东南侧,在早中新世碳酸岩台地灰岩之上,被一套外来的中中新世以后形成的杂岩体所逆掩推覆,该推覆体内部存在一系列向下可延伸至碳酸岩台地灰岩层顶面的逆冲断层,均向南东倾斜,使地层呈叠瓦状叠覆,而且变形紧密,构成了多个宽度在 3~15 km 之间的叠瓦状推覆体。

在南海北部沿海地区,发生于中中新世末至晚中新世 (N_2^3/N_1^3) 之间的构造变动事件,表现为中新世末地层直接为第四系所覆盖。同时在中中新世末至晚中新世 (N_2^3/N_1^3) 之间见有中—基性岩浆活动,并有玄武岩、安山岩、流纹岩和粗面岩喷出。如三水盆地、西樵山、河源盆地、雷琼盆地、广州南郊等地。在中中新世,华南沿海普遍隆起上升的同时,发生断裂和断块活动。

在南海北部海域中中新世末至晚中新世 (N_2^3/N_1^3) 之间的构造变动事件波及许多新生代盆地。北部湾盆地表现为中新统下洋组不整合(地震剖面为 T_2) 覆盖于下渐新统涠洲组之上。莺歌海盆地、琼东南盆地和珠江口盆地地震剖面表现 T_5 不整合, NEE 向断裂强烈拉张,中性及基性火山熔岩有多次喷发。台西盆地也出现区域不整合,延续时间较长,结束中中新世晚期。

南海东北部邻域该期构造变动十分强烈,在台

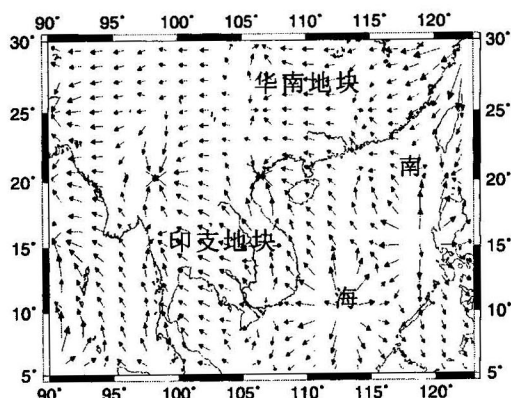


图 2 南海及邻区深部构造应力场分布图
Fig. 2 Distribution of deep tectonic field in South China Sea and its adjacent regions

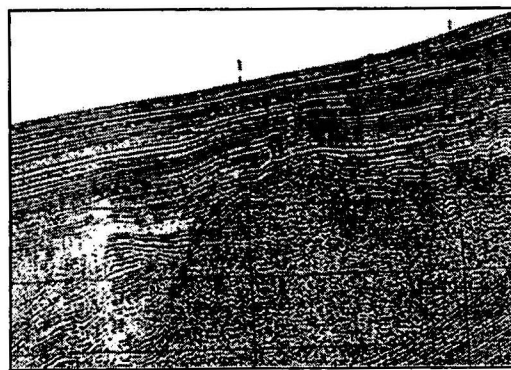


图 3 南海曾母盆地地下构造层地震反射波反映的角度不整合接触特
Fig. 3 Unconformability characteristics of seismic reflected wave of low structural layer at Zengmu Basin in the southern South China Sea

湾岛弧断褶带,发生于中中新世末至晚中新世(N_2^2/N_3^1)之间的构造变动事件,主要见于脊梁山南部的中新世砾岩不整合覆于始新世毕禄山组之上,缺失始新统顶部和渐新统。该次运动伴随有岩浆活动,断裂发生强烈拉张。

南海南部和东南部中中新世末至晚中新世(N_2^2/N_3^1)之间的构造变动事件,在时间上比北部稍早,但亦十分普遍。在礼乐盆地、曾母盆地在该时段出现不整合界面。在沙巴—文莱盆地古近纪穆卢组与中新世塞塔普组之间不整合接触,穆卢组上部地层缺失。

早中新世,曾母盆地总体拗陷,广泛海侵的同时加里曼丹岛逐渐隆升,为曾母盆地提供了丰富的物源,古拉让河在巴林基安地区入海形成了大型的向海推进的河控三角洲。在整个曾母盆地充填发育过程中,早中新世为最大海侵时期,其沉积稳定且广泛分布(李建等,2004)。

中中新世,盆地开始新的断陷,构造沉降加速,平面上自加里曼丹岛往北,依次发育滨岸平原相、三角洲相、浅海碎屑岩亚相、浅海碳酸盐岩亚相。在台地边缘,还发育有浅海碎屑与碳酸盐岩过渡亚相。在剖面上,碎屑岩地层形成两个海退为主的旋回,在碳酸盐岩台地上表现为一个海进到海退的完整旋回。中中新世末的构造运动在南沙地区有强烈反映,表现为前期地层的总体变形并上升隆起遭受剥蚀。

从岩石圈动力学环境分析,该次构造变动事件,是由于太平洋库拉板块在始新世中期前后由NW向转变为NWW向俯冲,40 Ma前,印澳板块与欧亚板块碰撞,极大地改变了全球地质构造演化进程,一方面洋壳在岛弧海沟的俯冲,沿着俯冲带产生次生热隆升;另一方面陆—陆碰撞导致青藏高原褶皱隆升,地壳增厚和缩短,莫霍面下降和上地幔物质向东和东南方向蠕散,由于靠洋一侧有消减带的挤压阻隔,因而在陆缘产生过剩堆积,造成地幔上隆、地壳减薄,南海陆缘地幔物质产生SN向扩张,NEE、EW向断裂形成,陆缘裂谷和“类洋壳”出现,大量基性岩浆喷出,裂离地块向南漂移,南海的演化进程从而进入一个崭新时期—新构造阶段。

3 新构造运动差异性特征

通过对南海地区中中新世末至晚中新世(N_2^2/N_3^1)之间的构造变动事件的对比研究,可以看出有下列差异性特征。

3.1 时间和强度的差异性

在时间和强度上由南向北、由东向西逐步推迟,其构造变动逐步增强。南部海域大都发生在中中新世早期,延续时间长;北部海域大多发生在中中新世末至晚中新世之间,延续时间较短;东部和东北部海域发生于中中新世早期,延续时间较长;西部海域则发生于晚中新世末期,延续时间短。反映出构造变动由挤压俯冲型岛弧地区向南海陆缘扩张区和沿海逐步推进,东部及南部发生时间早,延续时间长,西北部则相反,发生时间晚,延续时间短。

3.2 构造运动的差异性

构造运动的特点是在南海海域普遍区域性抬升和剥蚀作用,伴随有断裂活动和大量岩浆活动(图4),在北部形成破裂性不整合面;在台湾、菲律宾和西北加里曼丹岛弧地区除了表现区域性抬升和剥蚀作用外,尚有地层变形、褶皱和变质作用,形成挤压性不整合面。反映出在同一动力学机制下,东部和南部岛弧为地块碰撞或俯冲消减作用产生强烈挤压背景下所形成;在南海北部则表现为地幔上升,在热隆起背景上产生张裂。

3.3 沉积相和沉积建造的差异性

沉积相产生突变,海水是由东南向北西方向逐步推进,南海北部经过构造抬升变动出现短暂海退和剥蚀作用之后海水入侵,由河湖相转变为滨海相含煤建造、浅海相砂岩建造,它们不整合覆盖在前中中新世陆相或前新生代地层和侵入岩之上。在南海南部该次大面积抬升,由深海相至半深海相沉积逐步转变为浅海相、滨海相或三角洲相沉积。

4 结论

区域性抬升结果使南海北部前期起伏的低山丘陵、河湖地貌遭受强烈剥蚀作用,成为低平的准平原地貌。而南海南部由前期起伏较大的深海至半深海的大陆坡或深海拗陷地貌转变为浅海和滨海平原的

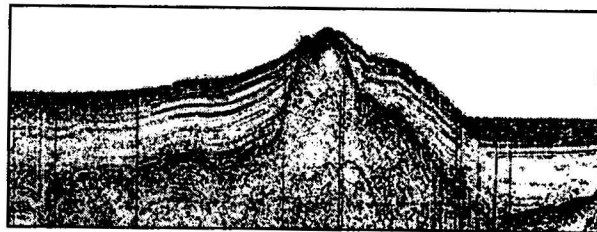


图4 南海海域新构造运动所伴随的岩浆活动
Fig. 4 Neotectonic movement with magma activity shown in seismic reflected wave in South China Sea

平缓地貌。据反射地震和钻井资料分析,整个南海大陆边缘经历或长或短的侵蚀期,侵蚀面以下的中、新生界的残留盆地,侵蚀面以上地层缺失下中新统。对南海地区新生代地层不整合进行区域性对比分析,得出本区新构造运动具有明显的脉动性或旋回性。

经区域性对比发现,南海新生代地层不整合事件必较普遍。构造隆升的不整合面一般伴随有褶皱、断裂、岩浆活动和变质作用,而水动型下降的一般仅是表现海进的过程和露出地表部分遭受剥蚀、沉积缺失、以后的海侵沉积与下伏地层多为平行不整合或局部角度不整合。上述地壳运动在南海及邻域的表现是在强度上具有东强西弱,在应力性质方面为东挤西张,或先挤后张;在时间上具有东早西晚,自东向西波动递进的特点;这些特征反映出该区新构造运动是在全球构造统一构造应力场作用下的幕式运动或称脉动性与多旋回性,因而它并不是毫无内在联系的地壳运动。

参 考 文 献

- 丁国瑜. 2004. 新构造研究的几点回顾. 地质论评, 50(3): 252~255.
- 郭令智, 钟志洪, 王良书, 施央申, 李华, 刘绍文. 2001. 莺歌海盆地周边区域构造演化. 高校地质学报, 7(1): 1~12.
- 李建, 王汝建. 2004. 南海北部一百万年以来的表层古生产力变化: 来自 ODP1144 站的蛋白石记录. 地质学报, 78(2): 228~233.
- 刘光鼎. 1992. 中国海区及邻域地质地球物理特征. 科学出版社.
- 刘光勋. 1995. 新构造学研究趋势的展望. 地学前缘, 2(2): 203~211.
- 金庆焕. 1989. 南海地质与油气资源. 地质出版社.
- 金翔龙, 吕文正, 柯长志, 等. 1989. 南海地球科学研究报告. 东海海洋, 7(4): 1~92.
- 夏赓原. 1996. 南沙群岛及其邻近海区地质地球物理与油气资源. 北京: 科学出版社.
- 姚伯初, 曾维军, Hayes D E, 等. 1994. 中美合作调研南海地质专报. 北京: 中国地质大学出版社.
- 周蒂, 陈汉宗, 吴世敏, 俞何兴. 2002. 南海的右行陆缘裂解成因. 地质学报, 76(2): 180~190.
- 詹文欢. 1993. 南海及邻区现代构造应力场与形成演化. 北京: 科学出版社.
- Briaux A, Patriat P, Tapponnier P. 1993. Updated interpretation of magnetic anomalies and seafloor spreading stages in the South China Sea: implications for the Tertiary tectonics of Southeast Asia. J. Geophys. Res. 98, 6299~6328.
- Hayes D E, Nissen S S, Buhl P, Diebold J. 1995. Through-going crustal faults along the northern margin of the South China Sea and their role in crustal extension. J. G. R. 100(B11), 22435~22446.
- Lee T Y, Lawer L A. 1995. Cenozoic plate reconstruction of Southeast Asia. Tectonophysics 251, 85~138.
- Tapponnier P, Peltzer G, Armijo R. 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia. In: Coward M P, Ries A C eds: Collision Tectonics. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., Blackwell Scientific, Oxford, 19: 115~157.
- Thomas Ludmann, How Kin Wong. 1999. Neotectonic regime on the passive continental margin of the northern South China Sea. Tectonophysics, 311: 113~138.
- Taylor B, Hayes D E. 1983. Origin and history of the South China Sea Basin. In: Hayes D E, ed: The Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas and Islands. Geophys. Monogr., AGU, Washington D C, 27: 23~56.
- Zoback M L, Zoback M D. 1989. Global patterns of tectonic stress. Nature, 341: 291~298.
- Hinz K. 1985. Geology of the dangerous grounds, South China Sea and the continental margin off southwest Palawan: Results of SONNE cruises SO23 and SO27, Energy, 10: 297~315.

The Epoch and Diversities of Neotectonic Movement in the South China Sea

ZHAN Wenhuan^{1,2)}, ZHU Zhaoyu^{2,3)}, SUN Longtao^{1,2)}, SUN Zongxun^{1,2)}, YAO Yantao¹⁾, QIU Xuelin^{1,2)}

1) South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510301

2) Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510301

3) Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510640

Abstract

Based on the topography, geophysical profiles, gravity and magnetic anomalies, structural characteristics and crustal dynamic environment, the paper illustrates the epoch and diversities of the neotectonic movement in the South China Sea. The traditional point looks the late Tertiary as the beginning of the neotectonic movement in the South China Sea. So as this view, the stratum between early and late Tertiary should be unconformable. But there are no many tectonic events during this period. From middle Miocene to late Miocene there is a stage of peneplanation in the South China Sea and there are many tectonic events in this area, such as stratum unconformable contact, faults, deformation and magmatism. So we think the neotectonic movement in the South China Sea begins in middle Miocene. By contrasting the tectonic event between the middle Miocene to late Miocene in the South China Sea, we can see the neotectonic movement has distinct characteristics in different area.

Key words: the epoch; diversities; neotectonic movement; the South China Sea