

# 南沙微板块的层块构造

刘海龄<sup>1,2</sup> 阎 贫<sup>2</sup> 孙 岩<sup>3</sup> 郭令智<sup>3</sup> 张伯友<sup>1</sup> 张毅祥<sup>2</sup>

(1.中国科学院广州地球化学研究所,广东 广州 510640;2.中国科学院南海海洋研究所,广东 广州 510301;  
3.南京大学地球科学系,江苏 南京 210093)

**摘要** 综合分析了南海南部海域近5万千米的综合地球物理剖面资料和相关的地质资料。从宏观上,在南沙微板块内初次划分出了南沙超壳层块、曾母壳体层块、南薇-安渡壳体层块、礼乐-北巴拉望壳体层块、安渡-毕生基底层块、礼乐-半月基底层块等不同级别的层块构造。讨论了它们的基本特征。提出了层块构造的“立交传输运动”概念。根据多元动力成因观,探讨了各级层块构造的形成机制和主导动力,指出了俯冲板片拆沉-幔隆力、地幔流牵引力、地球转速变化惯性力、区域板块边界力等是驱动超壳层块的主要动力,重力失稳-壳内流塑层隆升-牵引力是驱动壳体层块和基底层块的主要动力。

**关键词** 层块构造;微板块;南海南部海域

中图分类号:P541 文献标识码:A 文章编号:1000-3657(2002)04-0374-08

层块构造(layer-block tectonics)是地质学家们对地球物质系统、运动系统、动力系统不断深入研究进程中新近建立起来的一个反映岩石圈层滑结构的构造新说<sup>[1-5]</sup>。该说认为,岩石圈板块特别是大陆岩石圈板块,是横向上块块相接、纵向上层层相叠而成的整体。“层”即强调岩石圈的流变学层化特征和不同深度的力学上相对软弱的层带对岩石圈构造变形过程中层滑运动的主导控制作用;“块”则强调岩石圈横向上因倾滑、走滑断裂作用分割出各类地质块体而呈现的不连续性。岩石圈不同深度层次的物质分层、能量分层、构造分层、流变分层和化学分层是互相关联而统一的。层块构造作为这种分层性的表现形式,是岩石圈地质体在构造动力(水平的或垂直的)作用下,发生顺层层间滑动—切层倾向滑动(包括正向和逆向)—切层走向滑动(包括斜向、左旋、右旋)的结果。不同级别的层块构造(大到全球性的岩石圈板块构造,小到位错)有着共同的滑移力学机理,围限它们的边界断裂具有“四维

联动性”<sup>[6]</sup>,即动力上源于同一层块的三维空间边界断裂所组成的“倾滑-层滑-走滑”断裂系统在活动时间上具有联合同步作用的性质(三维空间+一维时间),缺少了任何一维,层块都是不能运动的。由此而得到的层块构造的划分原则是:以层滑面为基础,以四维联动断裂系统为边界划分出不同级次的层块,继而按照“立交传输”运动形式和多元地球动力系统的作用规律,进行层块间的有机叠合与拼接,从而勾绘出地壳-上地幔构造的演变历程。根据层块赖以运移的层滑面及与之联动的倾滑-走滑边界断裂所切割的深度将宏观上的层块构造分为4类:超壳层块(切割深度超过岩石圈底面)、壳体层块(切割深度达到莫霍面)、基底层块(切割深度达到中地壳)和盖层层块(切割深度不超过结晶基底顶面)。

南沙微板块处于现代欧亚板块、太平洋板块和印-澳板块的交汇部位,地质构造状况极为复杂。本文在总结南海南部海域近5万千米的综合地球物理

收稿日期:2002-03-20;改回日期:2002-07-15

基金项目:国家自然科学基金(49972069、49873008)、中国科学院知识创新项目(KZCX2-SW-117、KZCX2-209和KZCX2-102)、

国家重点基础研究发展规划(G2000046702)、国家攻关项目“南沙综合科学考察”、中国博士后科学基金、中国科学院王宽诚博士后工作奖励基金以及边缘海地质与古环境开放实验室基金(BYH02A01)联合资助。

作者简介:刘海龄,男,1958年生,博士生,副研究员,主要从事构造地质研究。

(重力、磁力、地震)剖面资料和相关地质资料综合分析结果的基础上,按照层块构造的基本概念和划分原则,在南沙微板块内划分了南沙超壳层块,曾母、南薇-安渡和礼乐-北巴拉望壳体层块,安渡-毕生和礼乐-半月基底层块等不同级别的层块,并探讨了它们的形成机制。

## 1 南沙岩石圈的层块构造

根据层块构造的基本原则,把构筑南沙微板块地壳-上地幔构造轮廓的各层块构造的基本特征(表1,图1)分述如下。

### 1.1 南沙超壳层块

南沙超壳层块以南沙岩石圈底面的超壳层滑面和北部的康泰-双子-雄南(简称康雄)超壳伸展滑覆断裂带、南部的八仙-巴兰-约克-库约(简称八库)超壳逆冲断裂带和东部起协调作用的民都洛-班乃超壳转换走滑挤压断裂带以及西部起协调作用

的万安-纳土纳(简称万纳)超壳转换走滑拉分断裂带等4组切层边界断裂带<sup>[5-8]</sup>作为其整体运动的控制边界。

南沙超壳层滑面的存在状态如图2所示。图中70~140 km深度范围内的横波( $V_s$ )低速层( $V_s < 4.7$  km/s)可视为南沙岩石圈下的软流层,其顶面埋深在南薇滩-郑和群礁出现低谷(埋深大于74 km),向四周,特别是向西南和西北徐徐抬升,至婆罗洲和印支地块浅至58 km,升高了16 km,且以西北侧的变化梯度最大。该低速层的厚度变化亦表现出类似的趋势,在南薇滩-郑和群礁厚度为44 km,往西南至婆罗洲增至68 km,往西北至印支地块变得更厚,达90 km,增厚的梯度也最大。形象地说,南沙软流层的厚度特征恰似一片平放的双面凹透镜,中间薄而顶面深,四周厚而顶面浅。南沙岩石圈中部较厚的根底正好嵌在软流层顶面的凹陷中心。这种耦合关系十分有利于南沙岩石圈的超壳层块随南-南东向流

表 1 南沙岩石圈四维联动断裂系统与层块构造划分  
Table 1 Four-dimensional fault system and layer-block tectonic divisions in the Nansha lithosphere

层块名称		层滑-倾滑-走滑四维联动断裂系统	
壳 体 层 块	南沙超壳层块	南沙超壳层滑-断裂系统	南沙超壳层滑面 南沙北缘康雄超壳伸展滑覆带 南沙南缘八库超壳逆冲推覆带 南沙西缘万纳右旋超壳拉分-走滑带 南沙东缘马民左旋超壳挤压走滑带
	曾母壳体层块	曾母壳体层滑-断裂系统	曾母下壳层滑面 万纳右旋拉分走滑带 李准-廷贾右旋壳体走滑带 八库逆冲带西段
	南薇-安渡壳体层块	南薇-安渡壳体层滑-断裂系统	南薇-安渡下壳层滑面 康雄伸展带西段 八库逆冲带中段 李准-廷贾右旋壳体走滑带 费信-司令右旋壳体走滑带
	礼乐-北巴拉望壳体层块	礼乐-北巴拉望壳体层滑-断裂系统	礼乐-北巴拉望下壳层滑面 康雄伸展带东段 八库逆冲带东段 费信-司令右旋壳体走滑带 马民左旋挤压走滑带
	安渡-毕生基底层块	安渡-毕生基底层滑-断裂系统	安渡-毕生下壳层滑面 南通-司令伸展滑覆断裂带 毕生-北康右旋基底伸展滑覆断裂带 毕生-司令基底走滑带
基 底 层 块	礼乐-半月基底层块	礼乐-半月基底层滑-断裂系统	礼乐-半月上壳层滑面 舰长-卡拉维特伸展滑覆断裂带 费信-司令走滑带 马民走滑带

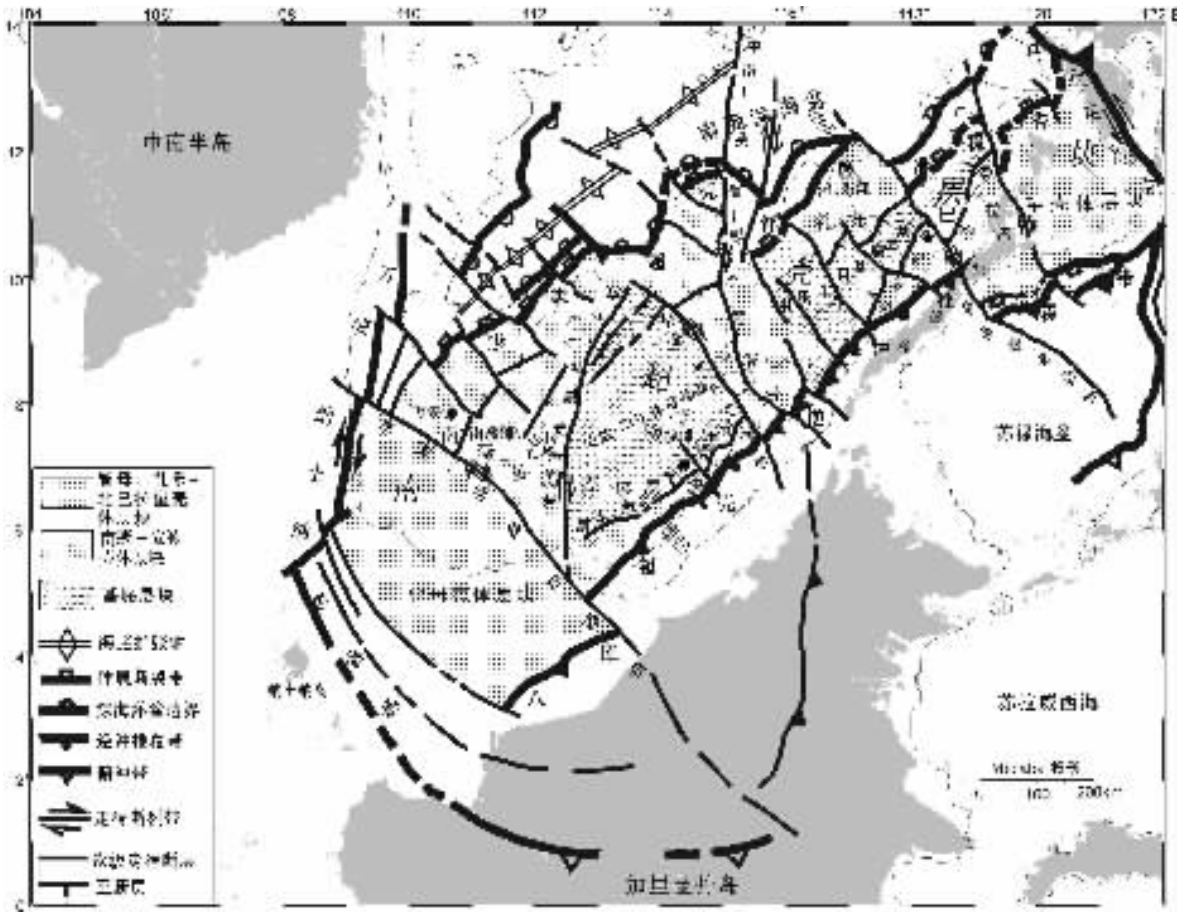


图1 南海南部海域层块构造区划图

Fig. 1 Layer-block tectonic divisions in the southern South China Sea area

动的地幔软流层一起运移<sup>[6]</sup>。

上述4组切层边界断裂带与超壳层滑面一起，在时间和空间上构成一有机运动系统，组成一个岩石圈际的大规模四维联动断裂系统，即南沙超壳层滑-倾滑-走滑断裂系统。这一系统运动统一于南沙超壳层块向南漂移的整体运动之中。

### 1.2 南海南部海域的壳体层块

根据南海南部海域的下壳层滑面和壳体断裂系统特征分析，可初步识别出3个壳体层块，即曾母、南薇-安渡和礼乐-北巴拉望壳体层块，它们分别被曾母下壳层滑面-壳体断裂系统、南薇-安渡下壳层滑面-壳体断裂系统及礼乐-北巴拉望下壳层滑面-壳体断裂系统所组成的3个“四维联动”的壳体层滑-倾滑-走滑断裂系统所控制。

下壳层滑面(或壳底层滑面)即地壳块体与上地幔之间的相对滑移层面，一般地对应于莫霍面，

为尖锐的地震波速度界面，有时也为速度递变的过渡薄层，或模糊界面，或高低速互层带等类型，其属性可为化学成分界面或矿物相变界面，甚至是超高静压载荷下广泛发育的张性岩石裂隙的反映、力学上的非能干层。莫霍面的埋深代表地壳的厚度，是确定岩石圈流变特征和由板块边界力引起的板内应变场的重要参数，它标志着地壳发育成熟度、地壳类型和均衡程度，对因地壳的张裂、分离、下滑而形成的壳体层块起控制作用。通常以地震纵波波速( $v_p$ )为控制，配以重力、磁力、地热等资料的方法来确定莫霍面的空间分布特征。

在南海南部海域，根据重力计算得出的莫霍面深度，与超壳层滑面相比，起伏变化要复杂得多，但总变化趋势似乎与前述超壳层滑面的相近，向SW—S面抬升。从礼乐滩往西南经南薇滩-安渡滩到曾母盆地，莫霍面大体呈现三级台阶的特点(图3)，埋深

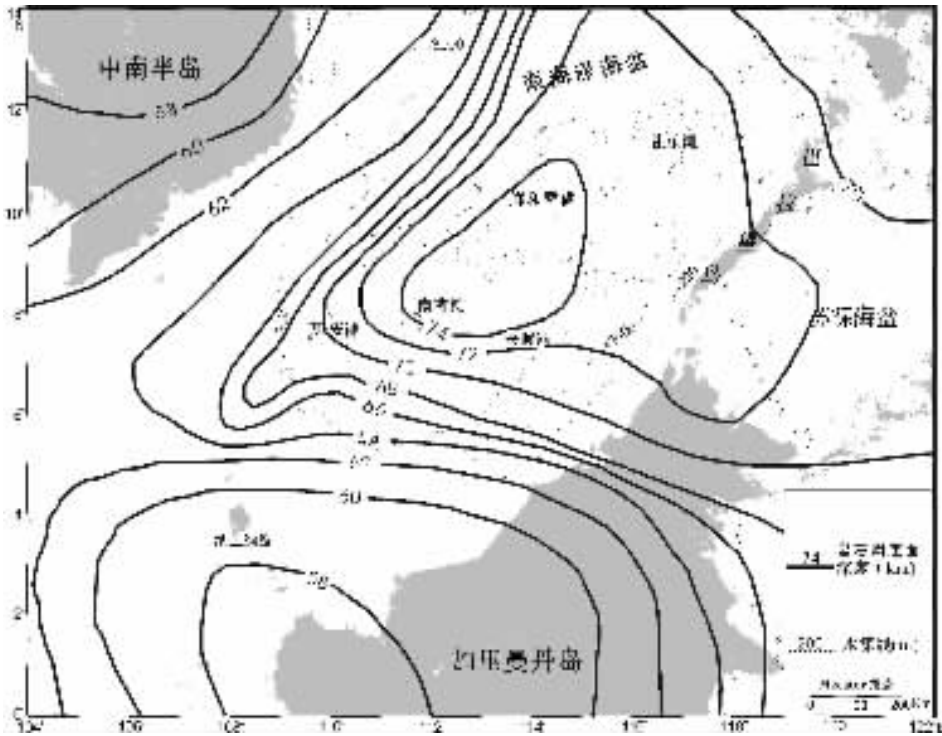


图2 南沙岩石圈底界埋深图(据参考文献[9],略有改动)

Fig. 2 Map showing the burial depth of the base of the lithosphere of Nansha  
此图以 $V_s=4.7\text{km/s}$ 为标志绘制而成,等值线单位 km.

依次从东北段礼乐滩的24 km变到中部的20 km继而变到曾母盆地的16 km,每级相差约4 km。磁测资料的分析结果亦反映出类似的分块特征,并得到了大地热流场的印证。这些资料共同反映了在南海南部海域存在着大体为三级阶状的下壳层滑面(图4)。一个阶梯平台即可视为一个相对独立的层滑面,这样,从北东往南西可依次有礼乐-北巴拉望、南薇-安渡、曾母3个下壳层滑面。它们之间的过渡坡带恰是分割上覆地壳的断裂带即费信-司令、李准-廷贾壳体走滑断裂带(图1)之收敛处,从而划分出上述3个壳体层块。

### 1.3 南海南部海域的基底层块

一般地说,基底层块由上壳层滑面(或中壳层滑面)和几组仅切割至上壳层滑面的基底切层边界断裂带所分割。上壳层滑面大体发育于中地壳层位。大家知道,中地壳一般由花岗闪长岩类物质组成,厚度8~20 km,埋深一般为10~15 km。在正常地热增温条件下,该层位深度恰好可满足石英由脆性变形转变为塑性变形的绿片岩相变质作用的要求,加之放射

性元素比较集中,局部可产生选择性重熔,故表现出明显的塑性特征和强烈的流变作用。该层滑面之上为相对脆性的、由花岗岩类侵入岩、深变质的花岗片麻岩等物质组成的上地壳结晶基底刚硬层,之下为相对强硬的辉长岩类岩石组成的下地壳。上壳层滑面的构造功能在于为上地壳重力能、水平应力能集中释放和向下错动、壳内俯冲提供有利空间,使上地壳构造变形能量消耗于该层的物质长距离塑性流动过程中而缺乏能量继续深入下地壳。研究表明,盆-岭系和冲叠造山带等厚皮构造更多是受该层滑面控制的<sup>[14]</sup>。

在南海南部海域,已有现象表明存在上壳层滑面的滑动作用。笔者利用磁异常的向上延拓可突出主体异常或深部异常从而反映出受大地构造控制的构造磁层或磁构造圈的结构构造特征的特性,通过分别向上延拓5 km、10 km、15 km后所得到的磁异常曲线叠加图(图5),来分析上壳层滑面的空间特征。在图5的中部,李准滩-尹庆群礁-费信礁一线的南侧,可清楚地看到上面3种距离的上延磁异常零值线

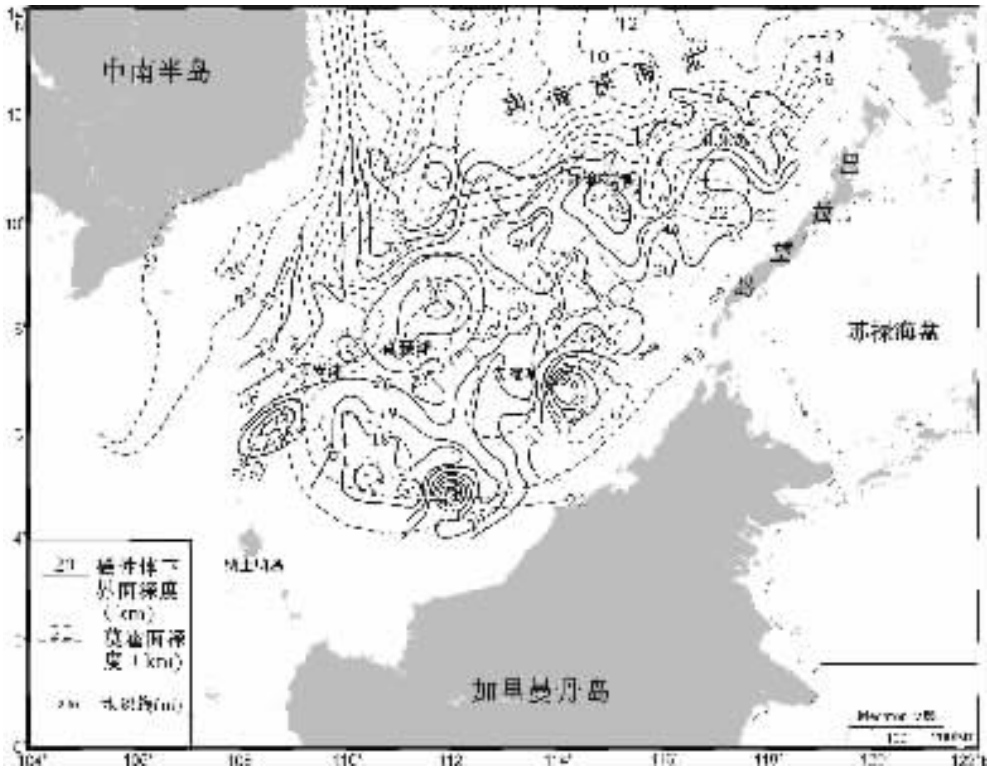


图3 南海南部海域磁性体下界面、莫霍面等深线图(据参考文献 9~11 等资料编制)  
 Fig. 3 Depth contours of the lower boundary of the magmatic body and the Moho in the southern South China Sea area

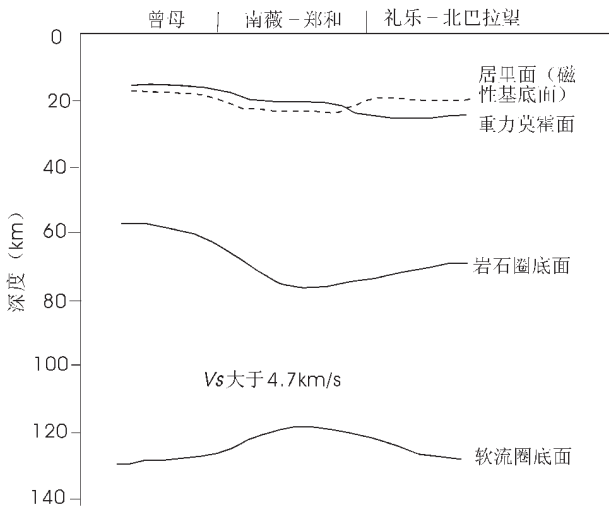


图4 南海南部海域地壳-上地幔结构剖面示意图(据参考文献 10~13 等资料编制)

Fig. 4 Diagrammatic section of the structure of the crust-upper mantle in the southern South China Sea area

有随上延距离的加大(即由浅到深)而向东南漂移的趋势。由此可推断,该区深部存在一顺层伸展拆离面,其深度应大体相当于中地壳部位(10 km 上下)。沿此面,毕生-安渡基底层块发生了明显的向东南滑移、掀斜作用。

毕生-安渡基底层块在地震剖面上表现出明显的复式相向翘倾断块群(图6A),由对向倾斜主断层控制的多套半地堑-半地垒组成,其间出现多个低凸起。断裂主要活动于古近纪至早中新世期间。以毕生-北康右旋基底伸展滑覆断裂带和南通-司令伸展滑覆断裂带为主控边界断裂带。此二边界断裂带向深部延伸拆离,逐渐缓倾,归并于毕生-安渡上壳层滑面。

另一基底层块为由礼乐-半月上壳层滑面与礼乐-半月基底断裂系统所围限的礼乐-半月基底层块。其特征是以同向翘倾断块群为其主要构造形态(图6B)。其东南部的NE向舰长-卡拉维特伸展滑覆断裂带的伸展倾滑作用使该层块沿下伏的上壳层滑面掀斜滑动,结果在其东南部形成长轴均呈NE向展



图5 南海南部海域磁异常(ΔT)分别向上延拓5km、10km、15km的异常平面图

Fig. 5 Abnormal plan obtained from upward continuation 5 km, 10 km and 15 km respectively from the magnetic anomalies ( $\Delta T$ ) in the southern South China Sea area

布的北巴拉望和西巴拉望等断陷盆地,而其西北部的礼乐滩—海马滩一带则翘升隆起。

## 2 南沙层块构造的“立交传输”运动特征

发育于南沙岩石圈中的各个不同级别的层块,因控制其运动的四维联动边界断裂系统各自所受的优势动力的不同而表现出不尽相同的运动特征,不仅运动方式不尽相同,甚至在运动方向上也不尽相同,较低级的层块在服从相关联的较高级层块的整体运动的同时,还会有自成体系的相对独立的子系统运动。南沙超壳层块在下伏的超壳层滑面——向南流动的软流圈的控制下顺该层滑面向南作最高一级的层滑运动。而受下伏下壳层滑面即莫霍面控制的各壳体层块则在服从南沙超壳层块的整体运动的同时还有相互间的差异运动,有的保持与超壳层块一致的层滑方向,如曾母壳体层块;有的则在随超壳

层块向南运移过程中还有独立的向南的层滑运动,如南薇—安渡壳体层块。主要受上壳层滑面控制的基底层块则表现出更复杂的运动过程,除了服从较高级的超壳层块和壳体层块的系统运动外,还会因下伏中地壳塑流层的作用而表现出更复杂的运动,如礼乐—半月基底层块在随南沙超壳层块和礼乐—北巴拉望壳体层块作总体向南运动的同时,还顺上壳层滑面向北西作伸展滑覆运动。层块构造的这种由切层(倾向和走向)断裂控制水平方向上的运移方向和由层滑面控制垂向上的滑移层位的运动特征就是所谓的“立交传输”运动。在这种运动系统中,不同层块既互相联系又各有相对独立的运动特性。

## 3 南沙主要层块构造的形成机制

一个层块的运移需要满足的关键条件是控制层块的三维边界断裂系统的转换机制的形成。处于地球动力系统之中的层块当受到足够引起构造运动的

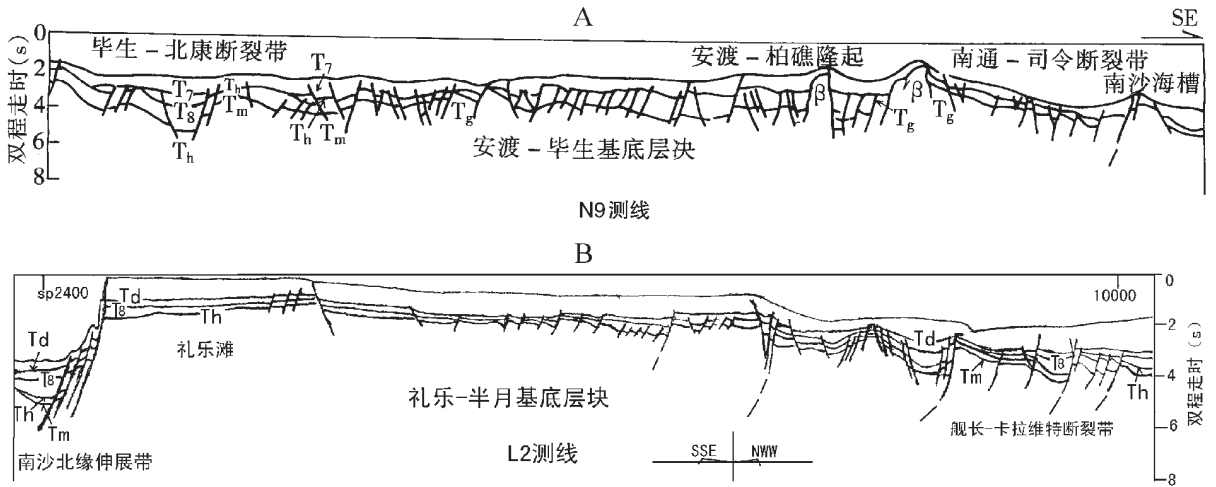


图6 震测剖面解释图

Fig. 6 Interpretation of seismic profiles

A—N9地震测线;B—L2地震测线;位置见图1 β—玄武岩侵入体、T<sub>d</sub>、T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub>、T<sub>h</sub>、T<sub>m</sub>、T<sub>g</sub>分别为中中新统与下中新统、上渐新统与下渐新统、上始新统与上白垩统、下白垩统与上白垩统、下白垩统与前下白垩统之间的地震反射界面

构造动力作用时将呈现整体运动的趋势。共同关联于层块整体运动但又各具不同运动性质的三维边界断裂之间的体制过渡与转换是实现层块整体运动的前提。根据多元动力成因观,层块构造的形成是受多种地球动力控制的,不同级次的层块之间,起主导作用的动力机制是不尽相同的。

就南沙超壳层块而论,它的形成主因是:晚白垩世,由于西太平洋俯冲带的向洋后撤<sup>[15]</sup>,造成华南—印支陆缘NW向的挤压应力松弛,原俯冲下去的特提斯—古太平洋板片发生拆沉作用,诱发软流圈热物质上涌,应力场反转为拉张,地壳—岩石圈下部伸展减薄,使华南—印支陆缘地块出现向洋离散作用,形成由众多与华南—印支大陆母体分离程度不等的离散地块组成的陆缘离散地块系<sup>[16]</sup>和伴生的地堑群。南沙超壳层块便是其中与华南—印支大陆裂离程度最高的一个超壳层块,其北部边界断裂的伸展拆离作用促使南沙超壳层块顺下伏软流圈顶层拆离面和东、西部边界的转换断层向南东漂移,南沙超壳层块南部的古南海壳在西南部向巽他克拉通东北缘俯冲,形成该陆缘上古晋带岩浆弧和西布带增生楔;而在东南部则通过早期可能亦为转换断层的廷贾断裂和马尼拉—民都洛转换断层的调整转移作用而向中特提斯—苏拉威西海洋壳之下俯冲。

南海南部海域壳体层块的形成归因于南沙超壳层块在向南运移过程中,其莫霍面之上的地壳内部

出现差异性的滑动(层滑与走滑),早期以NW向的差异走滑占优势,晚期在东部则表现出强烈的近SN向差异走滑,从而分别形成曾母壳体层块、南薇—安渡壳体层块和礼乐—北巴拉望壳体层块。

毕生—安渡基底层块的成因可理解为这样一种过程:中生代晚期南海地区深部地幔物质热隆,造成南海地区岩石圈纯剪伸展。南沙的岩石圈地幔及下地壳亦因此而发生伸展流变并引起上地壳重力失稳,后者遂以中地壳层为滑脱面,沿可能为先存的NNE向的毕生—北康断裂和NE向的南通—司令断裂发生倾滑—掀斜运动。随着此二断裂的相向倾滑的持续进行,上盘南北两边缘近断层侧不断下降,其下的中地壳塑流物质不断地被挤向下盘上地壳底部而使两侧下盘的上地壳抬升、剥蚀。同时,也会有一部分中地壳塑流物质被挤向上盘中部的底部而使毕生—安渡基底层块内部的低隆起作用加强,形成该层块内的复式垒—堑构造。这种过程在变形力学机制上极为类似于弹性基础悬臂梁变形机制。

礼乐—半月基底层块亦遵循于悬臂梁机制,在不断挤入其底部的中壳塑流物质的作用下而于新近纪不断隆起,经受剥蚀。这种动力机制是对南海东部海盆晚期的以剪切形式为主要的变形机制<sup>[7]</sup>的响应。

## 4 结 语

南沙微板块的地质地球物理资料显示了其层块

构造特征 根据现有资料可识别出南沙超壳层块、曾母壳体层块、南薇-安渡壳体层块、礼乐-北巴拉望壳体层块、毕生-安渡基底层块和礼乐-半月基底层块,它们是多元地球动力系统作用的结果。南海南部海域的层块构造研究为南沙微板块的板内变形和资源研究提供了新思路。随着地质地球物理调查勘探研究的继续深入,资料精度的不断提高,南沙板内更次级的盖层等层块必将得到揭示,为南海南部海域的资源环境和工程开发提供科学依据。

#### 参考文献:

- [1] 孙岩,沈修志,黄钟瑾. 层滑断裂与层控矿床——以苏皖南部上古生界的地层为例[J]. 地质论评, 1984, 58(5):430~436.
- [2] 孙岩,施泽进,舒良树,等. 层滑-倾滑断裂构造与油气地质研究[M]. 南京:南京大学出版社, 1991. 1~181.
- [3] 孙岩,施泽进,勿佛议. 湘赣地区的岩石力学参数和区域层滑系统研究[J]. 中国科学(B), 1992, (8) 860~867.
- [4] Faure M., Y Sun, L. Shu et al. Extensional tectonics within a subduction-type orogen[J]. The case study of the Wugongshan dome (Jiangxi Province, Southeastern China), Tectonophysics, 1996, 263:77~106.
- [5] Liu Hailing, Sun Yan, Guo Lingzhi et al. On the boundary faults' kinematic characteristics and dynamic process of Nansha ultra-crust layer-block[J]. ACTA GEOLOGICA SINICA (English edition), 1999, 73(4):452~463.
- [6] 刘海龄,郭令智,孙岩,等. 南沙地块断裂构造系统与岩石圈动力学研究[M]. 北京:科学出版社, 2002. 1~128.
- [7] 刘海龄,杨树康,周蒂,等. 南沙北部伸展构造的基本特征及其动力学意义[J]. 高校地质学报, 1998, 4(1): 64~72.
- [8] 刘海龄. 南沙西部海域伸-缩型右旋走滑双重构造系统及其动力学过程[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(3):11~17.
- [9] 曾维军,李振伍,吴能友,等. 南海区域的上地幔活动特征及印支地幔柱[M]. 南海地质研究(九),武汉:地质大学出版社, 1997. 1~19.
- [10] 夏戡原. 南海地壳类型与结构特征[A]. 见:龚再升等(著). 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[M]. 北京:科学出版社, 1997. 1~26.
- [11] 张毅祥,邓传明,赵岩,等. 磁异常特征[A]. 见:夏戡原等. 南沙群岛及其邻近海区地质地球物理与油气资源[M]. 北京:科学出版社, 1996. 65~83.
- [12] 姚伯初,曾维军,DE Hayes,等. 中美合作调研南海地质专报[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1994. 1~204.
- [13] 吴能友,曾维军,杜德莉,等. 南海区域岩石圈的壳-幔耦合关系和纵向演化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 31~38.
- [14] 李扬鉴,张星亮,陈延成. 大陆层控构造导论[M]. 北京:地质出版社, 1996. 1~164.
- [15] 郭令智,施央申,马瑞士. 西太平洋中、新生代活动大陆边缘和岛弧构造的形成及演化[J]. 地质学报, 1983, 57(1):11~21.
- [16] 刘海龄,杨树康,刘昭蜀,等. 中、新生代华南陆缘离散地块的基本特征及其演化过程[J]. 热带海洋, 1991, 10(3):37~43.

## Layer-block tectonics of the Nansha microplate

LIU Hai-ling, YAN Pin, SUN Yan, GUO Ling-zhi, ZHANG Bo-you, ZHANG Yi-xiang

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China

2. South China Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China

3. Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** Based on an analysis of the data obtained from 50000 km of integrated geophysical profiles and relevant geological materials, layer-blocks of different orders have been distinguished within the Nansha microplate; they are the Nansha ultra-crustal layer-block, Zengmu crustal layer-block, Nanwei-Andu and Liyue-North Balawan crustal layer-block, Bisheng-Andu and Liyue-Banyue basement layer-block. The basic characteristics of these layer-blocks are discussed. The concept of "cross-deck bridge-like" movement of layer-block tectonics is proposed. In light of the view of the multi-geodynamic origin, the formation mechanism and main driving forces of these layer-blocks are probed. The subducted slab delaminating-mantle upwarping force, mantle flow drawing force, inertial force of earth rotation and regional plate boundary force are considered as the main forces driving the ultra-crust layer-block, and the gravity instability force and intracrustal rheological-plastic layer uplift force are considered as the forces driving the crust layer-blocks and basement layer-blocks.

**Key words:** layer-block tectonics; microplate; southern South China Sea area