

## 西沙群岛与邻近海域地质构造 特征及地壳性质的转化

高战朝

(国家海洋局海洋情报研究所)

南海腹心的西沙群岛,由40个礁岛、礁滩、沙岛和沙洲组成。总体展布为北东向。四周皆为水深壁陡的海槽所环绕。从地壳性质看,这里既有厚度超过20千米的大陆地壳,又有薄到几千米的大洋性地壳,还有介于二者之间的过渡性地壳。该区的形成和发展主要受断裂构造的控制,且与南海中央海盆的多次扩张活动有关。因此,加强对这一地区的地质地球物理的研究,是很有必要的。

### 一、地质构造特征

一般认为,南海是位于太平洋、欧亚和印度-澳大利亚三大板块会聚处的弧后盆地。它的演化受三大板块的制约,较为复杂。刘昭蜀等人<sup>[1]</sup>提出,南海属陆缘地槽系,是陆缘地槽系演化到一定阶段的产物。西沙群岛、中沙群岛等则是该陆缘地槽系内的张裂或裂离的岛块。

#### (一) 海底地貌

西沙群岛及其邻近海域是南海北部台阶式陆坡的重要组成部分(图1)。西沙群岛的基座是一宽阔平坦的“西沙台阶”,水深约为1000米左右。据中国科学院南海海洋研究所调查,该台阶呈北东—南西向展布,纵长约204千米,北西向宽102千米。调查结果表明,“西沙台阶”的展布与区内主要构造线(北东向或近东西向)方向基本上相对应,其发育主要受断裂构造的控制。另外,台阶本身亦被众多的放射状陡峭海底峡谷所切割<sup>[2]</sup>。这是由于台阶上拱产生的表面张力而造成的,反映西沙群岛地区一度曾以上升运动为主。

西沙群岛以北,有一个“厂”形的西沙北海槽,长约460千米,底宽8—10千米;西段呈北东—南西向延伸,水深超过1650米;东段呈近东西向延伸,水深超过3000米,并由此伸入南海中央海盆。海槽底面平坦,由西向东倾斜,槽壁相当陡。地震反射剖面上表现为一南北不对称的“V”型地堑,两侧断层均很发育,以正断层为主,有的断层从下向上穿达海底(图2)。海槽近期内仍经常发生地震(唐鑫,1981)。

西沙群岛东侧,即在西沙群岛与中沙群岛之间,有一北东向延伸的西沙东海槽(有人称为中沙西海槽),长约300千米,宽50—90千米。

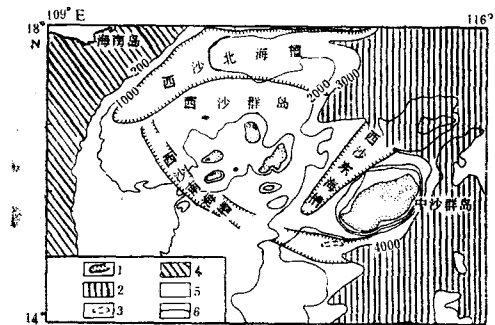


图1 西沙群岛及邻近海域地貌  
1. 海槽; 2. 深海盆地; 3. 水下平台;  
4. 陆架; 5. 陆坡; 6. 等深线。

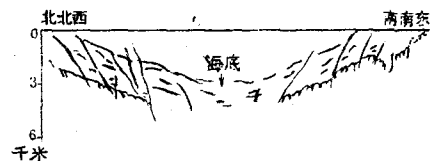


图2 西沙北海槽剖面示意(据第二海洋地质调查大队资料编)

海槽的东北部水深超过2000米，西南部超过3000米。从海底地貌图上看(图1)，北部较南部宽，槽壁东陡西缓。该海槽两侧为北东向的地壳断裂所限，属拉张型地堑。

另外，在西沙群岛的永乐环礁与宣德马蹄形礁之间和西沙群岛之南各自有一条北西方向延伸的海槽。前者谓之西沙中海槽，长约110千米，水深为800—900米。后者长约60千米，水深1000—1100米，其西北端与西沙北海槽西南端相连。它们的形成发展与北西向构造活动有关。

## (二) 断裂构造基本特征

根据地球物理资料和海底地形特征编制了西沙群岛及邻近海区构造图(见图3)。区内主要分布有北东向、北西向和近东西向断裂，这些断裂大部分为锯齿状张裂，它们将该区分割成一些裂谷和块断区。下面拟将几条较大的断裂及其存在证据加以说明。

1. 西沙北海槽北缘大断裂：该断裂东段构成陆坡和中央海盆的分界线，向西它可能沿袭较早的北东向断裂，使断裂走向发生变化。沿断裂布格重力异常表现为高梯度带，梯度值可达5毫伽/千米，地热异常高达5个热流单位(HFU)，磁异常在此急剧升高，表明沿断裂可能有基性或超基性岩侵入。总之，该断裂是剧变的地球物理异常带，而且近期扩张活动还十分强烈，有人推断它为新生代喜山期张性断裂带。因此，西沙群岛至今可能还有向南或东南漂移的趋势。

2. 西沙群岛北缘断裂：该断裂是西沙北海槽和西沙台地的分界线，重、磁异常上亦有明显反映，唯规模较前者小。在控制断裂两侧块体的发育上仍起着重要的作用。

此外，在西沙群岛上较小规模的近东西向断裂颇为发育，延伸多在100千米左右<sup>1)</sup>。这些断裂对西沙群岛现代地貌的形成有一定的影响。

3. 西沙东缘北东向断裂：在西沙群岛东侧有两条较大的北东向断裂，它们控制西沙东海槽的形成和发展。从图3可以看出，这组北

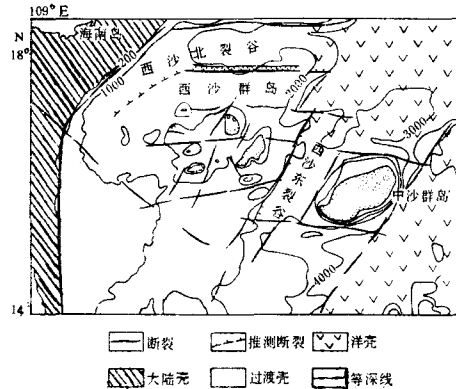


图3 西沙群岛及邻近海区构造(据中国科学院南海海洋研究所资料编)

东向断裂往往被近东西向断裂切割，特别是西沙东缘的北东向断裂被几条近东西向断裂切割成几段，说明北东向断裂形成的时间要早。尽管如此，它们对西沙群岛地区以及整个南海海域的控制作用还是明显的，因为南海总体似一菱形，其长轴展布方向为北东向。而且有资料表明，在喜山期南海北东向断裂多次强烈活动，特别在早中新世以后，活动更为强烈。

西沙东缘北东向断裂两侧的地貌类型迥然不同，其西是高昂的海底高原，东边则是很深的海槽，相对高差达3000米左右。在重、磁异常特征方面，断裂两侧亦有很大差别。例如，西沙群岛布格重力异常值一般为40毫伽左右，而西沙东海槽竟高达180毫伽，这说明其间有一急剧变化的重力梯度带。另一条北东向断裂，即西沙东海槽东缘断裂在重力异常上亦表现为一重力梯度带，布格异常值变化范围为+80—+170毫伽，水平梯度4.5毫伽/千米。

4. 北西向断裂：据调查，在西沙群岛西南方向出现北西向的布格重力异常，异常梯度值高达8—10毫伽/千米，磁异常也表现为北西向的高值异常带。因此，推测这里有一北西向的大断裂。该断裂可能是华南、印支两微板块之间的红河断裂向南海的延入部分。该断裂

1) 袁应琼等，1979。地质矿产部第二海洋地质调查大队。南海纬向构造带的初探。

从中生代以来均有活动。西沙群岛西北方向上的莺歌海裂谷，就是在新生代区域张裂的构造背景上发展起来的年青裂谷。

上述几组断裂构造在区内往往互相穿插、干扰、交织在一起。断裂均表现为张裂的正断层性质，而且在新生代以来都有不同程度的扩张活动。由它们控制形成的裂谷呈一端宽一端窄的楔形围绕着西沙地块。在空间展布上，该断裂-裂谷系大体上构成一个不规则的四边形。

## 二、深部构造

从重力、磁力以及声呐浮标测量的资料来看，西沙群岛及邻近海域的地质构造特征受到地壳深部变动的的影响是很清楚的。重力资料表明，该区是重力异常急剧变化的地区，布格重力异常在西沙北海槽为+145毫伽，西沙东海槽高达+180毫伽，而西沙群岛的布格重力异常却在+40—+60毫伽之间变化，自由空间重力异常接近零值。均衡异常皆为负值，说明该区尚未达到均衡补偿。

计算表明<sup>1)</sup>，区域重力异常与海拔高程基本上为线性关系，它反映了深部地壳的起伏。区域内，地壳厚度变化范围为5—25千米。变化较大。西沙北海槽东部的地壳厚度为5千米，属大洋性地壳，西部地壳厚度较大，为17千米，属于过渡性地壳。西沙东海槽亦有类似特点。两个海槽的声呐浮标测量也证实了这一点，因为它们的地壳均缺结晶花岗岩质地壳层( $V_p = 5.90 - 6.30$ 千米/秒)，且上地壳层厚度小于2千米。从图4可以看出，地壳的增厚区与减薄区恰好同上述裂谷和地块相对应，裂

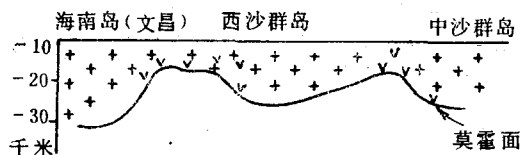


图4 海南岛—西沙群岛—中沙群岛地壳厚度剖面(据中国科学院南海海洋研究所)

谷发育的地区也就是地壳厚度较薄的地区，即地幔上拱的区域。

对该区地震活动的研究证明，这里是地震产生的有利场所。但地震强度较弱，且为浅震。同时热流值在该区沿不同方向构造线也有差异。这两点，表明地壳深部物质活动较为强烈，但在不同时期、不同方位上是有差别的。

## 三、陆壳向洋壳的转化

地壳的厚度和性质是可以变化的。洋壳可以转化为陆壳。地槽的向洋迁移，其结果是陆壳区向洋扩展。陆壳亦可以转化为洋壳，这是通过大陆拉张和壳下发生改造而实现的。西沙群岛及其邻近海域已经发生或正在发生陆壳向洋壳的转化。下面仅就转化作用比较显著的地区加以简述。

西沙北海槽实际上是由两条深大断裂围限的断堑。它可能是在区域隆起的背景上由于南北向的张裂作用而形成的。张裂时间大致为早第三纪。在晚第三纪，西沙北断堑继续发展，这一时期的发育特点主要表现为边断、边拗、边沉积。如前所述，断堑在近代仍有活动。

西沙北海槽的陆壳向洋壳转化与断裂活动有着密切的联系。受近东西向区域应力场挤压，海槽地区首先形成X型断裂网格，牵就X型断裂网格形成近东西向锯齿状断裂。断裂下切，出现拉张断陷，断裂进一步下切，使上地幔物质上涌，造成了玄武质火山岩大量喷发。岩浆的热作用还会导致局部发生熔融，这就造成物质柱的密度减小，加上地壳上层低压带的存在，引起上升地幔流的发展，发生壳下侵蚀(陆壳向洋壳的转化)，陆地变为海洋。由此不难看出，西沙北海槽的地壳演化经历了一个“拉张造洋”的构造阶段。

但是，该区水深和布格重力异常值所反映出来的地壳东薄西厚，说明向洋壳转化的程度不同。转化首先是从东端开始的，然后向西发

1) 刘昭蜀等，1981。西沙北海槽的成因探讨。

展。因为西沙北海槽的东部恰好处在北东向和近东西向两组断裂的复合部位上。两次断裂活动的叠加使断裂的深度和广度都有所发展。因此东端已转化为洋壳,而西端却近于陆壳类型。

西沙群岛和中沙群岛之间的北东向西沙东海槽是由于北西—南东向的拉张作用而形成的,其水深大于2500米,海槽两侧的水深线相当平直,而且水深变化急剧,它的陆壳向洋壳转化作用可能比西沙北海槽还要彻底。

另外,地壳厚度和水深成负相关。这是因为地壳沉没于海平面以下所失去的重力值由地幔上隆增加岩石圈柱的密度得以补偿。反过来说,地幔上隆的地方,地壳一定要下沉,以达到重力均衡。西沙群岛地区,除了有珊瑚礁的地方外,水深已达1000—1500米,说明那里的陆壳减薄,向洋壳转化。

#### 四、构造演化

从现有的地质、地球物理资料来看,西沙群岛及邻近海域在中生代以前曾与华南微陆块相连,同属一古生代地块。据西沙群岛钻井资料,在1200余米厚的上第三系珊瑚礁地层之下是花岗片麻岩基底,铷锶法年龄指示其为元古代,其间有厚达20多米的基岩风化壳。这说明该区在中新世以前长期处于上升隆起状态。

上田诚也等根据古地磁和深海钻探资料,曾详细地研究了西太平洋的板块运动。认为在距今16000—8500万年(晚侏罗世—早白垩世)之间,太平洋板块主要是向北的快速运动。由于太平洋板块向亚洲大陆边缘的俯冲,中国东部包括南海地区受到强烈挤压,形成北东—北东向压性兼左旋平移断裂构造。因此,西沙群岛及邻区的北东向构造早期具压扭性质。此时华南和印支两微陆块间的缝合线(元江—红河断裂)业已形成。

早第三纪后期,大约距今2000万年(中新世),太平洋板块运动的方向发生了变化,由原来的向北(或北北西)运动改变为向西(或北西西)的运动,这样使亚洲大陆边缘再次遭受强烈的挤压,南海中央海盆地就是在此时期内扩张形成的。由于南海中央海盆的海底扩张作用,西沙群岛及邻区开始分裂解体。

首先是在西沙群岛北缘,平行南海中央海盆扩张轴的方向,出现了近东西的张裂构造带。这使得早已受到北东向构造作用影响的华南大陆南部边陲的西沙、中沙等大陆碎块从华南微陆块中分离出来。随着断裂规模的增大,导致地块陷落成谷,逐渐演化为近东西向的西沙北海槽。

西沙北断裂带继续向西发展,近东西向的断裂沿袭了较老的北东向断裂,并与红河断裂延入南海的部分,共同构成了规模巨大的“Y”型构造。由于应力易在此集中,引起地壳深部物质变动,产生“热柱”(Plume)。结果,西沙群岛地区进一步向东南漂移。在其西北端形成一巨大的“V”型沉积凹陷,是一含油气远景区。与此同时或稍后,西沙地块与中沙地块沿原北东向构造线发生分离,形成裂谷,继而又演化为西沙东海槽。

值得提出的是,在环西沙地块之裂谷形成以后,西沙地块本身也被规模较小、方向不同的断裂分割,火山活动强烈。从西沙群岛东部的高尖石岛出露有玻基辉橄岩质火山角砾岩来看,地壳深部物质已向上溢出。说明有的断裂可能已向纵深发展。

#### 主要参考文献

- [1] 刘昭蜀等, 1983. 热带海洋 2 (4): 251—257.
- [2] 黄金森等, 1978. 海洋文选 2: 67—70.