

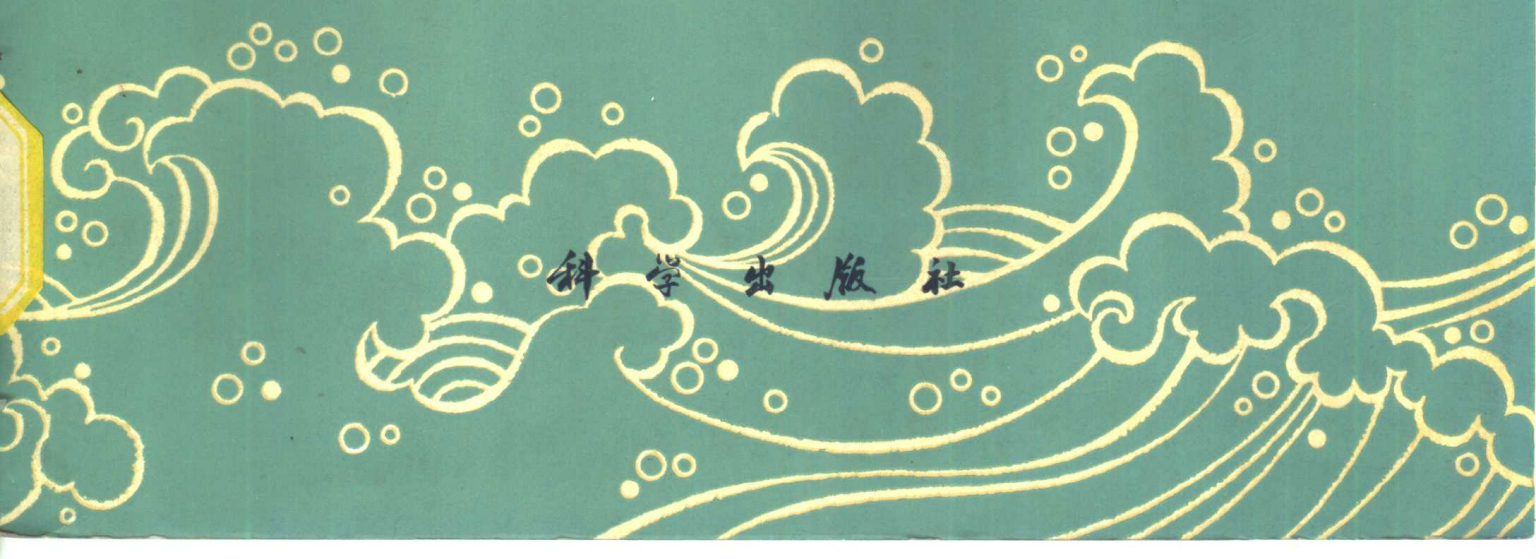
南海海洋科学集刊

NANHAI STUDIA MARINA SINICA

第 6 集

中国科学院南海海洋研究所 编辑

科学出版社

A decorative yellow wave pattern with bubbles, spanning the bottom of the cover. The publisher's name '科学出版社' is printed in black within the waves.

南海海洋科学集刊

NANHAI STUDIA MARINA SINICA

第 6 集

中国科学院南海海洋研究所 编辑

科学出版社

1984

内 容 简 介

本集刊载有关海洋的基础理论、应用研究和区域性(南海北部、北部湾、海南岛、南海诸岛和巴士海峡)的专题研究论文等共 13 篇。其中地质地貌方面有:《有关海洋和大陆地壳的一些基本看法》、《我国南海诸岛的地质地貌特征》、《南海北部沉积作用地球化学的初步研究》和《海南岛沙老珊瑚暗礁沉积》;水文气象方面有:《北部湾的非周期性海流和水交换》、《巴士海峡的海洋学状况》和《冷空气活动对台风的影响》,化学和物理方面有:《原子吸收光谱法测定防污漆渗出液中的有机锡》、《海涂泥样中微量元素钼、硼、铜、锌、锰的光谱定量测定》和《窄激光束在介质中的辐射照度分布》;生物方面有:《南海软珊瑚的研究 II. 西沙群岛的豆荚软珊瑚属和肉芝软珊瑚属》、《海南岛三亚鹿回头第四纪软体动物群》、和《〈本草纲目〉中贝类的考订》。这些论文对于开发利用南海海洋资源、航运交通以及海洋科研、生产和教学等单位都有参考价值。

南海海洋科学集刊

第 6 集

中国科学院南海海洋研究所 编辑

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1984 年 12 月第一次印刷 印张: 10 插页: 6

印数: 0001—1,380 字数: 215,000

统一书号: 13031·2749

本社书号: 3750·13—17

定价: 2.10 元

目 录

有关海洋和大陆地壳的一些基本看法·····	张文佑 (1)
我国南海诸岛的地质地貌特征·····	谢以萱 (7)
南海北部沉积作用地球化学的初步研究 ·····	陈绍谋、吴必豪等 (17)
海南岛东部沙老珊瑚岸礁沉积 ·····	曾文洲、严钦尚 (33)
北部湾的非周期性海流和水交换·····	柯佩辉 (45)
巴士海峡的海洋学状况·····	黄企洲 (53)
冷空气活动对台风的影响·····	袁叔尧 (69)
原子吸收光谱法测定防污漆渗出液中的有机锡 ·····	吴仕权、黄汉树等 (79)
海涂泥样中微量元素钼、硼、铜、锰、锌的光谱定量测定·····	蓝兴华等 (87)
窄激光束在水介质中的辐照度分布·····	张德杏 (93)
南海软珊瑚的研究 II. 西沙群岛的豆荚软珊瑚属和肉芝软珊瑚属 ·····	李楚璞 (103)
海南岛三亚鹿回头第四纪软体动物群·····	黄宝玉等 (131)
《本草纲目》中贝类的考订 ·····	谢玉坎、林碧萍 (157)

CONTENTS

Basic Concepts on the Developments of Oceanic and Continental Crusts	Zhang Wenyao (5)
Characteristics of Geology and Geomorphology of Nanhai Zhudao (the China's Islands in the South China Sea)	Xie Yixuan (15)
Preliminary Study on Geochemistry for the Sedimentation from the Northern South China Sea	Chen Shaomou, Wu Bihao et al. (31)
Sedimentation of Fringe Reefs at Shalao, Eastern Hainan Island	Zeng Wenzhou, Yan Qinshang (42)
Non-Periodic Currents and Water Exchanges in the Beibu Gulf	Ke Peihui (51)
Physical Oceanography of the Bashi Channel	Huang Qizhou (67)
Effects of Cold Air Action on Typhoon	Yuan Shuyao (75)
Determination of Organotin Compounds in Leaching Liquor from Antifouling Paints by Atomic Absorption Spectrometry	Wu Shiquan, Huang Hanshu et al. (86)
A Method for Spectrographic Quantitative Determination of Some Trace Elements (Mo, B, Cu, Mn, Zn) in Seashore Mud	Lan Xinghua et al. (92)
A Study on the Irradiance Distribution of a Narrow Laser Beam Propagating in Water Medium	Zhang Dexing (102)
Studies on the Alcyonacea of the South China Sea II. Genera Lobophytum and Sarcophyton from the Xisha Islands, Guangdong Province	Li Chupu (116)
Quaternary Molluscs from Sanya, Hainan Island	Huang Baoyu et al. (151)
A Revision of the Molluscs in <i>Compendium of Materia Medica</i>	Xie Yukan, Lin Biping (165)

有关海洋和大陆地壳的一些基本看法*

张 文 佑

(中国科学院地质研究所)

科学是人类共同创造的财富,在科学研究中既有继承又有创新。以断块构造系统为例,它的思想萌芽最早见于美国地质学家 Hobbs 的著作中,但发展到现今,远非当时 Hobbs 提出的“线状构造”了。断块概念在 19 世纪末 20 世纪初早已提出,但我们所主张的断块构造已大大地向前发展了。

先谈谈有关地壳的形变和构造运动的基本问题。在断块学说中,特别指出“被岩石圈断裂所围限的层状块体”叫做“岩石圈断块”,即相当于板块。我们叫“断块”而不叫“板块”,这并非标新立异,也并非板块一无所取。“板块构造学说”主要是在对海洋的研究和地球物理研究的基础上发展起来的,它提出了一些有价值的新论点,有它的特长,但也有不足之处,应一分为二地对待它,因此,不能照抄照搬。上面提到,断块学说的思想萌芽是很早的,在国内,约在五十年代末,六十年代初已将断块构造理论应用于找矿勘探、工程建设、地震预报和预防等工作。所以,国内外很多人都研究过断块运动。我们认为与其叫“板块”倒不如叫“断块”,因为从这两个学说的形成和发展来讲,一个在前,一个在后,这个问题过去我们也多次提过,现在则有必要讲清楚。

断裂是岩石受力变形到达破裂阶段的产物。在研究地壳的形成和发展过程时应首先考虑断裂。我们强调断裂,但并没有否定褶皱的作用,在一定的形变过程中,褶皱是控制断裂的。例如,锯齿状张裂的长短、宽窄、疏密和褶皱的强弱程度有密切关系。但是,自从地球有了一个固体外壳之后,或者范围再大一些,叫做岩石圈,它们就要受断裂控制。所以我们认为,在地壳和岩石圈的发展和演化过程中,断裂活动起主要作用。研究断块构造也不是由我们这里开始,研究深断裂也不是由我们这里开始。苏联的沙斯基、别洛乌索夫研究和探讨了垂直运动的深断裂,后来裴伟又研究和探讨了水平运动的深断裂。

水平运动和垂直运动是构造运动中的两个方面,它们是互相矛盾的,又是互相依存的,这可从断层形成的力学机制中得到证明。例如,高角度断层是垂直运动大于水平运动的;低角度的断层则是水平运动大于垂直运动。如果断层的走向位移大于倾向位移,这时水平运动大于垂直运动,反之,则垂直运动大于水平运动。总之,水平运动和垂直运动在构造运动中是随时间、地点和条件而转移的。在同一构造力支配下,因时间、地点和条件的不同,有的以水平运动为主,有的则以垂直运动为主。

收稿日期: 1983 年 5 月 25 日。

* 本文是张文佑教授(兼任中国科学院南海海洋研究所学术委员)于 1982 年 12 月 25 日应邀而作的学术报告,由刘昭蜀、卓家伦整理,并经本人初步审阅。

在研究断块构造的过程中，我们强调了地球的不均一性。地球结构在垂向上具有很多圈层，有很多界面，如莫霍面、康氏面以及高速层和低速层等，这是地球结构在垂向的不均一。此外，地壳和岩石圈的厚度在不同地区和不同时代是不一样的，这表明地球结构在横向上也具有不均一性，而这些垂向和横向的不均一性在各个时期又有所不同。我们曾多次强调指出，应力不集中就不能产生形变，而应力最容易集中并最容易产生形变的地方则是在物体的不均一处，所以，认识物体的不均一性是构造形变研究的基础。

从地球的发展演化来说，地球最早可能是无数的小碎块——石陨石，它们在压缩之下，可以产生收缩热并导致局部融化，于是物质出现了不均一，分异作用开始了，重的物质下沉形成较重的地核，地幔继续分异，向上就可能出现古老的或太古代的较轻的玄武岩和花岗岩壳。这个地壳不是全球都一致的，是一块块的，也是不均一的，有的地方厚，有的地方薄；有的地方有，有的地方没有。在原生地壳的分异过程中，热力作用和重力作用具有重要地位，因为热力导致膨胀，重力导致收缩。此外，物体的转动在原生地壳的分异过程中也是一个很重要的因素。以前有人向我提出这样一个问题，即地球为什么会转动？我查了很多文献，对这个问题都避而不谈。后来我想，地球之所以转动是在其收缩过程中由于不均一的收缩造成的。因为作用在一个物体上的力，一边大，一边小，就必然会产生切线运动而导致转动。所以物体的转动是由于不均一的收缩造成的。每一个天体的转动都是因为压力和力的不均一作用，收缩与膨胀的不均一作用。它们之间的作用都是相对的，这一点很重要。转动促进了运动。从力学观点来说，转动是为了克服摩擦力，为了克服阻力，因此，这些不均一的物体就非转动不可。但是也有人认为这样转动是微不足道的，不足以造成地壳的形变，其原因是将地球视为一个均一的物体。但地球是不均一的，应力会在不均一的地方集中，应力集中就能产生形变，即使应力较弱，但应力集中就能产生明显的形变。1954年中国科学院地球物理所的科研人员在研究柴达木盆地时，就认为地壳内存在高速层和低速层。那时国外还没有报导，外国人没有说的东西我们也就不注意了。现在地壳分层越来越多。有人认为，地震震源测不准，分层是假的；但是，你测不准，他也测不准，好多地震台都测不准，在全不准的情况下得出的分层，这是统计学上的规律，统计学帮助我们思维和认识客观事物。

我们认为，不同离子半径的元素，当它们受挤压时，大的就上升，小的就下沉；轻的上升，重的下降，这叫压力分异或重力分异。中国科学院地球物理研究所有一位同志用一块玄武岩标本做实验，在压力机上压了一下，上面就出现了白色矿物，而且还出现了劈理，白色矿物我推测是长石，这种现象就是分异作用的结果。

低速层和高速层到底是什么？这是关系到地壳的形成和构造演化的问题。我们曾做过玄武岩的加温压缩试验，玄武岩受到高温高压后，出现一些粘滞性的东西，这可能与软流圈或低速层的形成有关。低速层的出现是一种塑性变形，现在美国有些人探测到大山下面是没有“根”的，这些大山有许多是被逆掩断层推复上来的。这也是一种地壳滑动方式。我们认为，不同岩层的滑动只有在不均一的情况下才能产生。

低速层和高速之间的界面是化学界面还是相变界面？看来，包括莫霍面和康氏面在内，既有化学界面，也有相变界面，这个问题值得今后研究。有一位英国人说，地球是相变，没有化学界面。即使是化学界面，它的厚度也不一致。例如，岩石圈的厚度就不一致，它的厚度与地壳的厚度正好相反。地壳厚度在新的造山带最厚，在古老地台、地盾区较

薄;但岩石圈的厚度在古老地台、地盾区最厚,而在新造的造山带中最薄。所以,岩石圈厚度以及软流圈、莫霍面、康氏面的深度是随着其形成时间的早晚和固化的早晚而不同的。这也是不均一的表现。

“拉开造海,挤压造陆”是地壳形成和构造发展的两个基本方式,这是我们在编制“中国及邻区海陆大地构造图”时的一个共同看法。所谓“拉开”,也就是指大陆蠕散或海底扩张。挤压也有几种方式,诸如仰冲、俯冲、对冲、互冲等。我们不赞成“板块构造”只讲俯冲,我们强调仰冲,但又承认俯冲,因为这是一对剪切作用,它们是互相依存的。

众所周知,表层构造和深部构造是不同的。搞科研工作就要善于抓苗头,也要善于思考问题。我们不能怀疑一切,但也要有一定的观点和看法。“板块构造”认为大西洋型边缘没有挤压现象,都是正断层,没有岩浆活动;而太平洋型边缘则有挤压,主要是逆断层。是不是可以认为大西洋新些,太平洋老些?前者仍属构造旋迴初期拉张阶段,而后者则已进入构造旋迴末期挤压阶段。它们活动的深度看来也不一样,大西洋边缘拉开不深,没有切穿地壳,没有岩浆活动;而太平洋边缘的挤压,则切穿岩石圈,伴有超基性岩浆活动。另外太平洋西部有许多海底平顶山或大洋高原,其下有一层十多公里厚的速度达6公里/秒以上的地壳层,其中有的可能是古老的岩层,太平洋中的深海钻探揭示出有片麻岩,这是不是古老大陆地壳的残余?这是值得我们注意的。太平洋中有一条线,北起皇帝海岭和海沟,南经夏威夷群岛而达新西兰以东和以南,将太平洋分为东、西两块。海山主要分布在西边一块,东边没有,但有东太平洋脊拉开带,是比较新的,海上钻探也证实了这一点。西部有中生代沉积,而东部则为新生代沉积所覆盖。因此,可以把“太平洋板块”划为东西两个断块。东太平洋断块向东可能推移得较快,所以美洲大陆边缘没有弧后盆地,并且东太平洋脊北段俯冲在美洲大陆之下,而西太平洋断块则推移较慢,使东亚大陆边缘蠕散成弧-沟-盆系列。

我们也曾多次指出,一个地方拉张,必然会在其它地方出现挤压。例如,祁连山的下古生代地槽区受挤压后,又在两侧出现海西地槽。此外,还有个时间问题,即一个时间出现挤压,另一个时期就会出现拉张。有人问,是地幔隆起产生构造?还是构造引起地幔隆起?是地震产生断裂?还是断裂引起地震?我们认为,一切事物都是依时间、地点、条件为转移,具体问题要具体分析。试问地幔为什么在这里隆起而不在那里隆起?实验表明,由于温度升高或压力释放可使固体物质熔融,由固态变为液态,再由液态变为气态。所以我们认为断裂释放压力升高温度而引起深处地幔隆起产生浅层形变。又可以认为,深部断裂引起地震,地震产生地表断层。

在这里还要顺便提一下有关构造地质研究的一般问题:从事构造地质研究的人员,不仅要研究构造本身,而且要考虑到地层、古生物、岩石、矿物等,还要考虑到地球化学、地球物理等问题。要一专多能,培养出新型的构造地质学家。此外,还要普及计算机、航片和卫片的判读,不要只局限于自己从事的学科范围,要学得广一点,看得远一点。我们讲拉开、挤压,主要是从褶皱、断裂来考虑;形变从褶皱开始,第一期的褶皱控制第一期的断裂;第一期的断裂控制第二期的褶皱。换言之,即基底断裂控制盖层褶皱。我们曾多次强调,在硬的地块上,主要的变形形式是断裂,因此,在地壳形成以后我们就强调断裂。我们做过实验,认为小构造是大构造的基础;地层、古生物、矿物、岩石是地质构造的基础,而地球化学、地球物理则是研究地质构造的重要手段。

断裂的类型,我们按其切割深度分为四种,即岩石圈断裂,地壳断裂,基底断裂和盖层断裂。它们的发展有的可以自上而下,有的可以自下而上;有的由浅到深,有的也可以由深至浅。具有世界规模的断裂有北北东、北北西、北东东、北西西等几种主要基本网格,由它们再形成南-北带和东-西带以及北东带和北西带。此外,还有层间滑动,它在构造运动中占有重要地位。我们不仅认为基底断裂可控制盖层褶皱,而且盖层褶皱也可影响基底断裂;断裂由剪切开始,拉张发展完成;断裂的活动方式有剪切、挤压、拉张、剪切-挤压和剪切-拉张,但以后两者最为常见,可相当于“转换断层”。我们不讲转换断层,因为转换断层不能解释某些现象,特别是洋脊拉开带以外平移断层两端无地震现象。

以上我讲的不一定对,欢迎大家提出批评,甚至相反的、不同的意见。

(附图从略)

BASIC CONCEPTS ON THE DEVELOPMENTS OF OCEANIC AND CONTINENTAL CRUSTS

Zhang Wenyong

(Institute of Geology, Academia Sinica)

Abstract

Earth's crust has primarily been differentiated from mantle. It is inhomogeneous, usually thinner and brittle in continental platform and thicker and ductile in oceanic orogenic belt, which usually makes tectonic stress concentrate on inhomogeneous parts of the earth's crust and results in crustal deformations. The process occurs often with an initial phase of tensile pulling apart and an end phase of compressional colliding with each other in one tectonic cycle. Tensile pulling apart of old continental and oceanic crusts often produces a new oceanic crust; and compressional colliding of old oceanic and continental crusts produces a new continental crust. In short, the development of an oceanic crust is chiefly due to tension and of a continental crust, due to compression, both of which together constitute one tectonic cycle. Thus, the former may be named oceanization and the latter, continentization. The 2 tectonic phases often occur alternatively with time and phase, such as the Lower Palaeozoic ocean in the Chilianshan that closed during Caledonian movement and the Upper Palaeozoic ocean that occurred on both sides due to tensile pulling apart. Furthermore, the processes of tectonic deformation usually start with folding and end with faulting in one tectonic cycle. Once the solid crust has been formed covering the earth, faulting will dominate the tectonic developments. In one and some tectonic cycle folding often controls faulting. However, the first cycle faulting often controls the second cycle folding, i.e. metamorphic basement faulting often controls sedimentary cover folding.

Laboratory experiments and field observations show a fracture usually starts with shearing and develops and ends with tension. Younger zigzag tensile fractures usually develop from adaptation to old X-shaped shear fractures. The produced shear-tension and shear-compression fracture zones may be comparable with the so-called transform faults.

According to the depth penetrated by faulting characterized by gravity and magnetic anomalies as well as rock assemblages, fault-zones, classified into four types, namely, lithospheric, crustal, basement and superficial, have been proposed elsewhere.

Model experiments and field observations also show layer gliding often occurs along bedding planes between competent and incompetent rocks. Competent and incompetent beds are comparable with high-velocity and low-velocity zones in lithosphere respectively and earthquake foci also often show a layered occurrence in seismic belts, a layer gliding type of fault zone is also proposed adding to the 4 types of the deep fault-zone.

Tectonic framework of China is characterized by block-faulting, and differences of the views between fault-block tectonics and plate tectonics have also been emphasized elsewhere.

我国南海诸岛的地质地貌特征

谢 以 萱

(中国科学院南海海洋研究所)

我国南海诸岛是东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛的总称,范围相当辽阔,散布于南海“腹心”(图 1)。北起东沙群岛的北卫滩,南达南沙群岛的曾母暗沙附近,南北共跨纬度 17° ,长约 2000 公里;东西跨经度 9° ,宽达 1000 公里。共有岛屿、沙洲、礁、滩、暗沙等约 300 座。

一、东 沙 群 岛

东沙群岛主要由一个东沙环礁和环礁上的东沙岛及北卫滩与南卫滩组成,底座为南海北部陆坡 300—400 米级的东沙台阶。群岛东南外缘以 $2^{\circ}20'$ 陡坡降至中央海盆。

东沙环礁是一个直径约 20 公里的圆形环礁,中间为一个 16 米以浅的潟湖。湖中有很多珊瑚丘和浅滩。环礁周缘的礁坪在局部低潮时露出水面。环礁西侧有海拔约 6 米的东沙岛,面积约 1.8 平方公里。东沙岛的组成物质是以珊瑚为主的生物碎屑,属松散堆积物夹含磷鸟粪层。南、北卫滩则是最浅水深分别为 58, 60 米的沉没珊瑚礁滩。

东沙群岛的基底,目前只能根据其相邻地区资料推断。其东北邻台湾浅滩,西北接珠江口盆地。根据钻井资料,台湾西南的基准井底部为早白垩世与中白垩世轻变质页岩,属海河交互相。第三纪渐新世海侵,沉积浅海相砂岩和页岩,与中白垩统呈不整合接触。上第三系厚约 1700 米,为一套浅海至半深海的页岩夹粉砂岩,与渐新统成不整合关系。中新统与上新统也呈不整合。第四纪有近 1000 米的浅海相页岩和粉砂岩及砂岩。地震资料表明,珠江口盆地中、新生界巨厚,可达 7500—11000 米。其中,中生界厚约 2000 米,第三系厚 5500—9000 米。钻井资料揭示,第三系以灰色砂砾碎屑岩、页岩、泥岩为主,属海陆过渡相至浅海滨海相沉积建造¹⁾。第三系发育完全并且很可能有海相古新统存在²⁾,与白垩系连续沉积。局部第三系之下为花岗岩,时代可能属中生代。根据上述邻区资料,推测东沙群岛区也可能存在白垩系或中生代花岗岩,其上覆盖着一套厚的第三纪碎屑岩以及至少有 400—500 米厚的上第三纪与第四纪珊瑚礁灰岩。本区布格重力异常值为 $+40 - +50$ 毫伽。地壳厚度为 22—24 公里,属大陆型地壳。

收稿日期: 1982 年 7 月 16 日。

1) 李妙霞等, 1981, 珠江口盆地北坡第三系沉积环境的初步分析, 南海地质及油气资源讨论会论文摘要。

2) 寇才修, 1981, 珠江口盆地古新统的存在及其同期海侵的探讨, 南海地质及油气资源讨论会论文摘要。

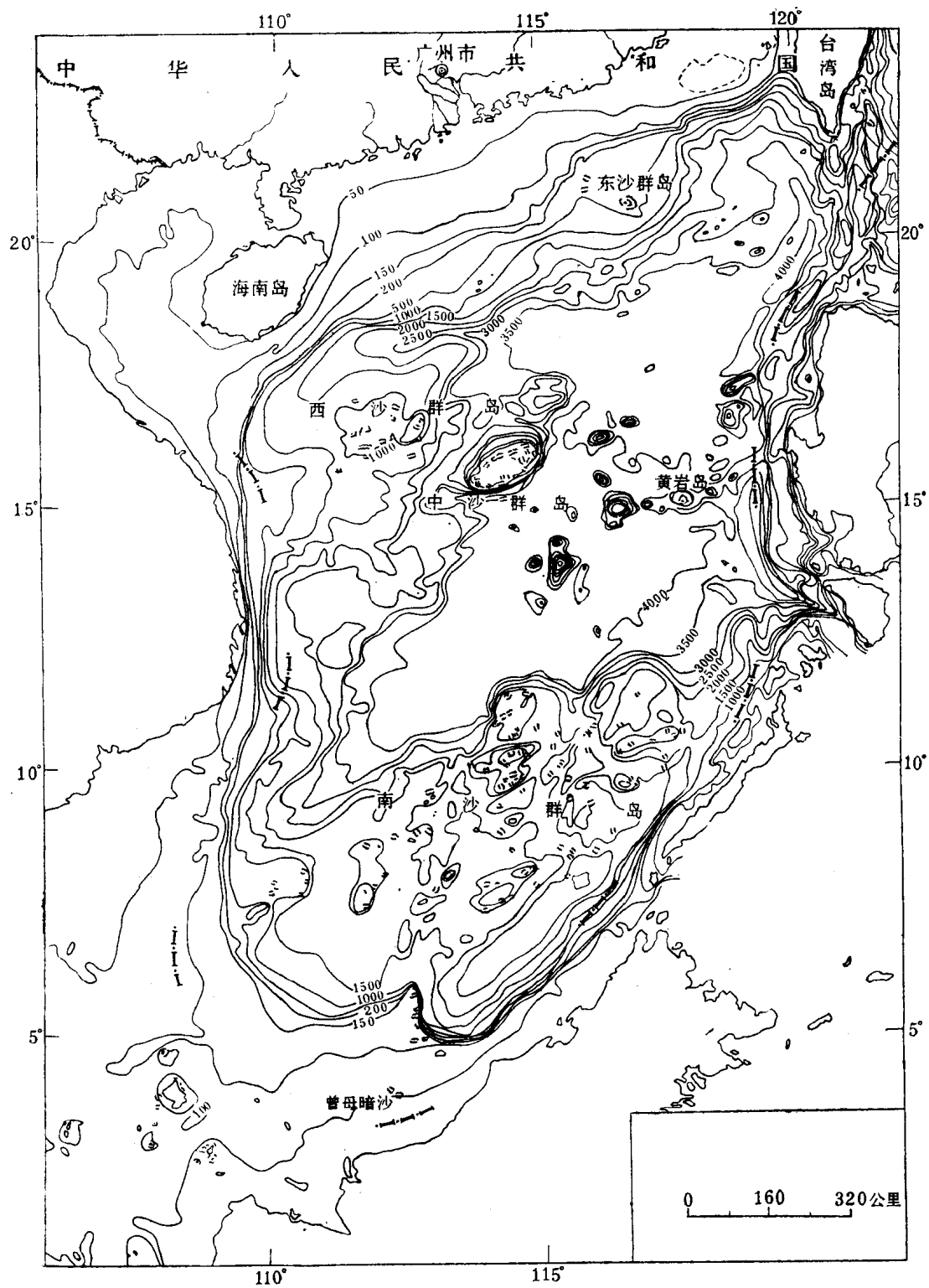


图1 南海水深及南海诸岛分布图

二、西沙群岛

西沙群岛由岛屿、沙洲、礁、滩等约 40 座组成。它们集中分布于永乐、宣德和东岛三个大型环礁和一些零星散布的中、小型环礁或台礁礁盘之中。多列隆起的礁盘与洼陷的槽谷相间排列,走向均为北东-南西向。

西沙群岛的岛屿按成因可分三种类型,即由松散珊瑚贝壳沙、砾组成的沙岛和上升礁构成的礁岛以及由火山喷发形成的火山岛。前两类也称珊瑚岛^[5,9]。在数量上,西沙群岛以沙岛为主,礁滩次之,礁岛最少。还有高尖石是唯一的火山岩岛,它是十分重要的地质露头,提供了宝贵的地质资料。

沙岛,包括永兴岛、赵述岛、北岛、中岛和南岛,以及中建岛、金银岛、甘泉岛、珊瑚岛、全富岛、鸭公岛、咸舍岛、晋卿岛、琛航岛和广金岛等 15 个。它们一般海拔高 3—5 米。岛周缘为松散珊瑚贝壳沙、砾构成的砂砾堤,高出海面 3—5 米(个别 7—8 米)。岛中央是潟湖,大部分干涸,少数积水。一般有鸟粪层堆积。潟湖形成年代距今 3400 ± 160 年^[9]。永兴岛是南海诸岛最大的岛屿,面积约 1.85 平方公里,海拔约 5 米。

礁岛有石岛、东岛和石屿共三个。石岛面积约 0.12 平方公里。海拔高 15 米,是南海诸岛中最高的岛屿。海蚀及淋溶地貌显著,岩层有小褶曲形迹。石岛由上升礁构成,具间歇性抬升特征。可见到海拔高 15 米和 10 米阶地,均由虫藻灰岩构成。¹⁴C 测年,前者距今 19730 ± 1500 年,后者 14130 ± 450 年。海蚀崖底部形成时代距今 8680 ± 250 年^[9]。

东岛面积约 1.8 平方公里,为西沙群岛第二大岛。它是由上升礁及珊瑚贝壳砂堆积体复合而成的岛屿,海拔高约 5 米。四周高,为珊瑚贝壳砂砾堤。中间是低平的干潟湖,堆积物为珊瑚贝壳砂层夹鸟粪层。上升礁保存在岛的中部和北部,由珊瑚砾屑灰岩构成高出海面 5 米的阶地,¹⁴C 测年距今 4856 ± 200 年^[9]。

石屿在永乐环礁东北部,海拔高 2.3 米,由珊瑚屑灰岩组成。形成时代新近。

火山岛高尖石海拔高 5 米多,是一个侵蚀残留火山口。沿岩层层理发育有 3—4 级浪蚀平台。低潮时面积近 1000 平方米,风暴潮时仅有 3—4 平方米。岩石为厚层状黑褐色含凝灰熔岩,也有定名为火山角砾岩。属碱性的基性火山喷发岩¹⁾。钾-氩法测年为 2.05 百万年。

西沙群岛各岛屿、礁、滩的底座是宽缓的西沙台阶。其范围大致由该区 1000 米等深线圈闭而成。台阶水深为 900—1000 米,北东向纵长约 204 公里,宽达 100 公里。地形起伏平缓,水深变化稳定。各礁盘周缘下降至西沙台阶的坡度陡峻。东南坡与西南坡陡,一般为 8° — 15° ,更陡者达 24° — 31° ;西北坡与东北坡稍缓,一般为 3° — 7° ²⁾。

根据钻探得知西沙群岛有厚达 1200 多米的珊瑚礁灰岩和含珊瑚生物碎屑岩,其厚度与各礁盘至西沙台阶面的距离大致相等。按有孔虫、介形虫等化石证明岩石时代属中新世晚期至第四纪。其下有 20 多米厚基岩风化壳。基底岩石为花岗片麻岩和少量石英云母片岩等。经同位素年龄测定为 6.27 亿年(铷-锶法)及 6—7 千万年(钾氩法),分别相当于上元古代与中生代晚期。可能标志着该区存在前寒武纪褶皱基底以及有中生代晚期酸

1) 杨志贤, 1979, 西沙群岛之玻基辉橄岩, 广东地质科技, 第 2 期。

2) 谢以萱, 1979, 西沙群岛海区的水下地形, 海洋科技资料, 第 3 期。

性岩浆岩的侵入^{1,2)}。其后经历长期的隆起,遭受剥蚀。直至早第三纪末,风化壳未经蚀尽即发生大幅度的沉降运动,从而沉积厚层珊瑚礁岩。西沙群岛地区的布格重力异常值为 $+50-+90$ 毫伽;磁异常变化剧烈,异常值为 $0-+100$ 伽玛⁷⁾。地壳厚度为 $20-22$ 公里,属大陆型地壳。

三、中沙群岛

中沙群岛的主要组成部分是中沙水下大环礁。此外,其东邻的黄岩岛和宪法暗沙以及北面的神狐暗沙和一统暗沙亦属中沙群岛的一部分。这几个暗沙水深为 $11-18$ 米。

中沙水下大环礁走向北东,纵长 141 公里,宽 55 公里,是南海诸岛中最大的水下环礁。环礁周缘隆起较高,由一系列水深 $15-20$ 米的暗沙或浅滩组成。已定名的有 20 座,底质为珊瑚丛、珊瑚礁垸和珊瑚砂、砾。环礁内为礁湖,水深通常达 $75-85$ 米。湖内亦有零星散布的暗沙与礁滩,已定名的有 6 座。由环礁周缘往中部依次见有 $20, 60$ 和 80 米三级水下阶地。环礁的基座为两级中沙台阶。上台阶水深 $330-350$ 米。下台阶水深 $2000-2400$ 米。环礁周缘水下坡度西北坡稍缓,一般为 $11^{\circ}-22^{\circ}$;在东南坡的布德暗沙外缘坡度达 52° ³⁾。环礁的布格重力异常值为 $+50-+150$ 毫伽。磁异常均为正值,由 $0-+100$ 伽玛,个别暗沙达 $+450$ 伽玛。地壳厚度为 $20-22$ 公里,属大陆型地壳。

黄岩岛(又称民主礁),为一近乎等腰三角形的大环礁,三角环礁底边为北西-南东向。中间为水深 $10-20$ 米的礁湖。周缘出露星罗棋布的礁块,高出海面约 $0.3-1.5$ 米,是中沙群岛唯一露出水面的岛屿。礁块表面大小为 $1-4$ 平方米。以三角环礁底边北、南两端的礁块最为密集。北端者称为黄岩,南端者称为南岩。它们高出附近海盆底约达 3500 米。据测量,黄岩岛的重磁异常值反常,比其周围海域低得多。布格重力异常为 $+185.6$ 毫伽,比其西邻海域低 $30-40$ 毫伽。 ΔT 磁异常值为 -312 伽玛,而其西邻海域磁异常均为正值。根据重力资料计算出其地壳厚度约为 26 公里⁴⁾,也有算出其地壳厚度为 $10-13$ 公里者⁵⁾。磁异常的负值可能是由于巨厚的低磁化率珊瑚礁岩所致。黄岩岛西中央海盆上的几个海山也有类似的性质。

四、南沙群岛

南沙群岛约由 200 多座岛屿、礁、滩、暗沙组成,它们繁若晨星般散布在南海南部,自古就有“万里石塘”之称。南沙群岛以大型环礁为主,呈北东-南西向展布。岛屿大多发育在环礁边缘的小礁坪上。露出水面的主要岛屿和沙洲有 15 座。它们的面积小,海拔低,高度小。据统计⁶⁾,南沙群岛 12 个主要大岛屿的面积总和只有 1.642 平方公里,比西沙群岛

1) 海洋地质调查局, 1974, 南海石油勘探形势与远景展望。

2) 第二海洋地质调查大队, 1975, 中国海区及其邻域地质图说明书。

3) 谢以萱, 1980, 中沙群岛水下地形概况, 海洋科技资料, 第1期。

4) 中国科学院南海海洋研究所构造室, 1980, 南海中部和北部地质构造的某些特征及南海海盆成因探讨, 广东石油, 第3期。

5) 刘祖惠等, 1983, 南海海域布格重力异常图及莫霍面等深图, 热带海洋, 第2卷, 第2期。

6) 谢以萱, 1980, 我国南沙群岛海区水下地形概况, 海洋科技参考资料, 增刊1。

的大岛之一——永兴岛面积(1.85平方公里)还要小。最高的是太平岛,海拔4.2米,比西沙群岛高约15米的石岛低得多。

南沙群岛的岛屿,以分布在东经 114° — 115° 之间的环礁最集中,也最重要。主要岛屿大都位居其上。由北而南依次为双子群礁、道明群礁、郑和群礁、九章群礁和安达滩等大型环礁。它们整齐而有规律地呈北东-南西向按雁行排列在一个经度之间。

郑和群礁是南沙群岛中最大和最重要的环礁之一,也是南沙群岛中露出水面最高和高出水面岛礁数目最多的一个环礁。它北东向长60公里,宽20公里。周缘约有40个水深20米左右的孤立小礁盘,在其上发育有太平岛、敦谦沙洲(沙岛)、鸿庥岛、安达礁、南薰礁等高出水面的岛礁。太平岛由近期的珊瑚灰岩、珊瑚砂岩、珊瑚砂和有孔虫类砂砾组成^[13]。夹有鸟粪层,主要由鸟粪经雨水淋溶后构成褐色、灰白色的磷灰石。环礁礁湖水深70—80米。礁湖中有20多座水深浅于10米的湖中礁——珊瑚丘。湖底沉积物为薄层珊瑚砂和有孔虫类砂,并有许多粗糙的珊瑚块、软体动物和海百合类的砂砾^[13]。

南沙群岛的岛礁底座是南沙水下平缓台阶。台阶水深为1500—2000米,受海底槽谷割切及繁星般的珊瑚礁体分隔而显得分散零碎。它呈北东向延长780公里,宽约320公里。各岛礁外缘以陡坡下降至南沙台阶,如太平岛北侧坡度达 7.5° 。南沙台阶北缘至中央深海盆的坡度更陡,可达 8° — 12° 。

根据礼乐滩、南方浅滩的钻井资料(转引自B.泰勒),可以分析南沙台阶的地质基础。该处井深4201米,第三系厚约3500米。其下为早白垩统的粉砂岩、页岩夹煤层,砂岩和砾岩夹熔岩、石英闪长岩、凝灰岩,属海陆交互相。下第三系为陆架灰岩,灰绿、褐色页岩、粉砂岩、泥岩,有海绿石。古新统至中始新统是在水深逐渐加大的环境中沉积,然后又由深海至浅海沉积,不整合于早白垩世地层之上。始新世和渐新世期间均有构造变动发生。上渐新世至全新世为一套厚达2200米的白至浅黄色滨海相灰岩。其成份来源应为珊瑚礁。该钻井资料揭示了此区基底属陆壳性质。结合地震资料及邻区地质资料得知:白垩系(可能包括侏罗系)很厚,可达5000—6000多米。如巴拉望岛的地层就有前侏罗系、侏罗系、白垩系一下第三系以及中新统和上新统及印支—喜山期的火成岩。西北加里曼丹的基底可能为古生代片岩及花岗岩。南沙群岛的重磁资料也显示本区属陆壳性质。布格重力异常值为 $+50$ — $+100$ 毫伽。 ΔT 磁异常为平缓变化的正值异常,变化幅度为 $+100$ — $+150$ 伽玛。地壳厚度为10—20公里,一般为14—15公里,岛礁区可达20公里。

五、南海诸岛地质发展与珊瑚礁的发育

综上所述,东沙群岛和南沙群岛所在的南海北、南部大陆边缘,无论是地貌形态或地质基础都对称相似。它们均有宽广的堆积型陆架和断陷台阶式的陆坡,而基底和揭露的地层也大致相同。相近的地质地貌特征表明两区有类似的地质发展史。

北、南两区的对称轴大致位于呈东西走向的西沙-中沙隆起带(图2),还可能往东延伸至黄岩隆起带。其基底属前寒武纪强烈变质的花岗片麻岩、混合岩等,经铷-锶法同位素测定属上元古界,代表本区地槽阶段的产物。其后经历长期的隆起、风化剥蚀,在漫长的古生代至中生代中,地台发展阶段可能为一台凸,沉积很薄或缺乏沉积,至中生代晚期

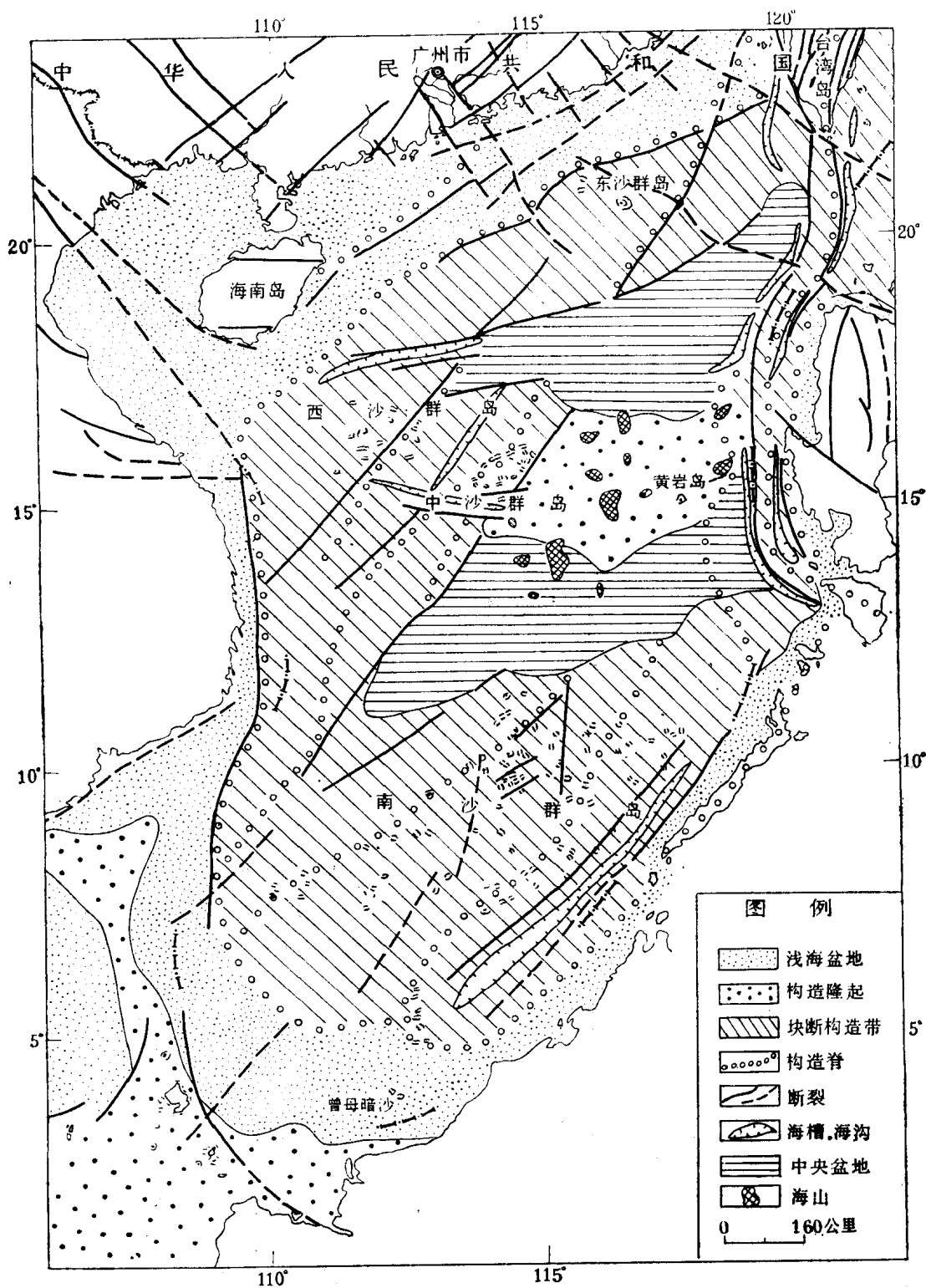


图2 南海海底构造略图

始进入地洼阶段,南部可能有花岗岩侵入。但本区仍为地穹隆起,陆上风化壳发育,厚达20多米。直至早第三纪末才结束隆起状态,地壳下沉,接受珊瑚礁沉积。