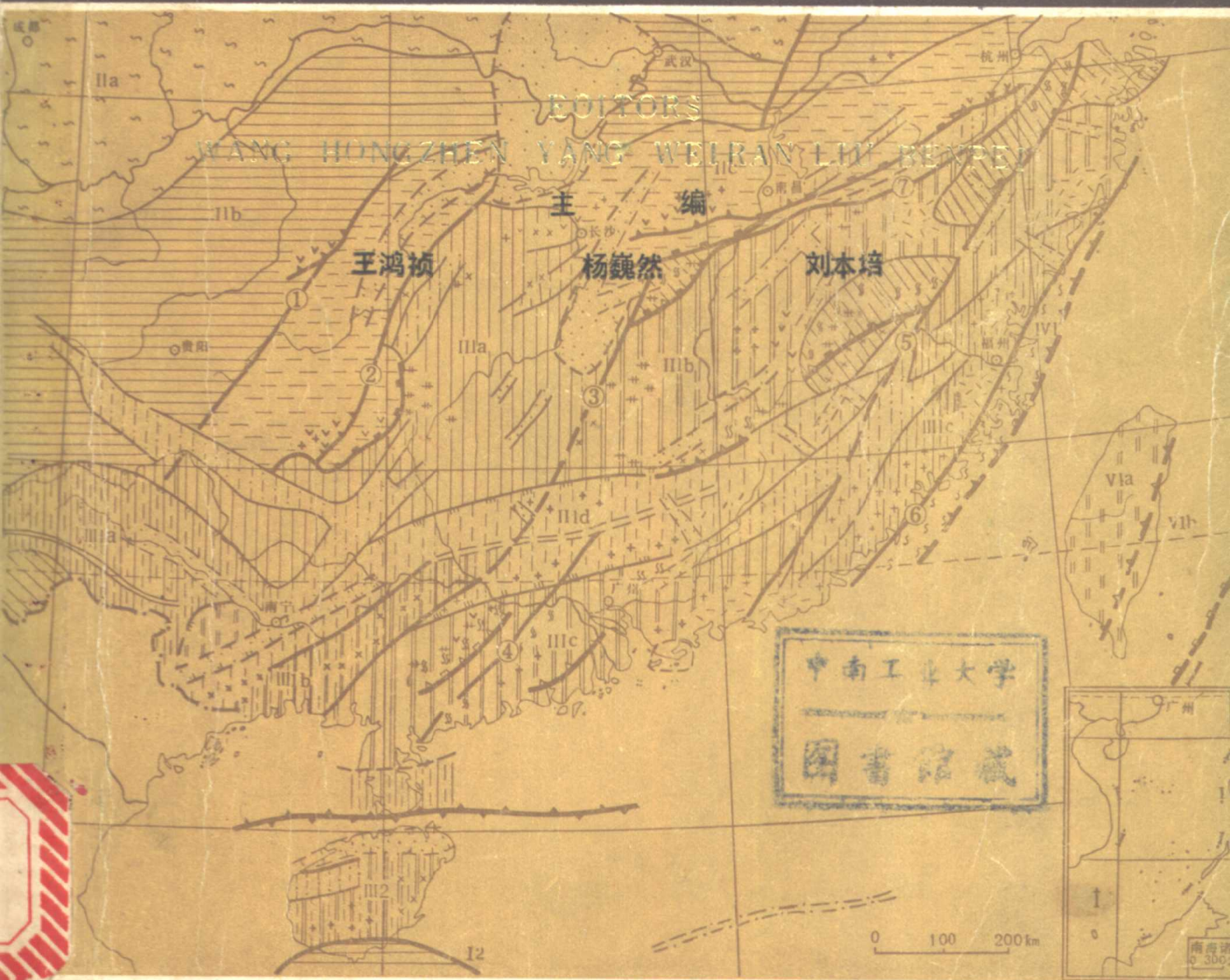


553224

TECTONIC HISTORY OF THE ANCIENT CONTINENTAL MARGINS OF SOUTH CHINA

华南地区古大陆边缘构造史



武汉地质学院出版社

华南地区古大陆边缘构造史

TECTONIC HISTORY OF THE ANCIENT CONTINENTAL
MARGINS OF SOUTH CHINA

主 编

王鸿祯 杨巍然 刘本培

Editors

Wang Hongzhen Yang Weiran Liu Benpei

武汉地质学院出版社

1986年7月

内 容 提 要

现代和地史中的大陆边缘都是沉积、构造、岩浆、变质和成矿等作用最为活跃和丰富多采的地段，我国华南是研究大陆边缘构造演化的理想区域。本书是以王鸿祯教授的全球构造活动论与历史发展阶段论为主导思想，对华南地区古大陆边缘进行系统研究的科研成果。在研究中采用了地层古生物、沉积古地理、构造地质、岩石与岩石化学、古地磁、数学地质、模拟实验等多学科、多种手段的研究方法。

本书由王鸿祯、杨巍然、刘本培主编，是一本在统一学术思想指导下内容上互为配合补充的论文集。包括论文21篇，首先是对全区构造轮廓和各阶段主要特征的概括；接着按前寒武纪、加里东、海西至早印支、后印支四个阶段系统地阐述它们的构造演化、沉积历史和成矿背景；然后从不同方面进行专题论述。

本书观点鲜明，内容完整系统，资料十分丰富，具有广泛的使用价值和重要的科学意义，可供地质类各专业的教学、科研和生产人员参考。

华南地区古大陆边缘构造史

主 编

王鸿祯 杨巍然 刘本培

•

武汉地质学院出版社出版

武汉地质学院印刷厂印刷 湖北省新华书店发行

•

开本 787×1092 1/16·印张18.16 字数300千字

1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷

统一书号：13414·001 印数：1——3000册

精装：4.95元 平装：4.20元

前 言

现代地质与地球物理资料充分证明,大陆与大洋的本质区别不限于地壳,已下延至上地幔一定深度。大陆与大洋之间的大陆边缘,无论是现代或过去都是沉积、构造、岩浆、变质和成矿等作用最为活跃和丰富多采的地区。因而大陆边缘的研究不仅有助于阐明大陆、大洋相互关系及岩石圈的演化规律,而且对地震、火山、能源及其他矿产的找寻有重要的实践意义。

我国东南海域是现代大陆边缘,华南扬子地台的东南为古大陆边缘区,因而华南是研究大陆边缘构造演化的理想地段。为此,我们承担了地质矿产部部属重点基础地质科研项目——《中国南方(湘、黔、桂、赣、皖南)沉积历史和构造特征及有关矿产的成矿背景研究》。本项目由王鸿祯教授负责,刘本培教授、杨巍然副教授共同组织,参加野外和室内研究的教师、研究生共20余人(名单见论文作者)。自1981年开始,至1984年底结束。在研究过程中,以全球构造的活动论与历史发展的阶段论为主导思想,采用了地层古生物、沉积古地理、构造地质、岩石和岩石化学、古地磁、数学地质、模拟实验等多学科、多种手段的研究方法,得出以下认识:1.由扬子地台向东南陆壳不断扩大;扬子地台与南海-印支地块相互靠近而对接,由此显示了华南大陆边缘地质结构的复杂性。2.前寒武纪存在多列岛弧,加里东阶段具有两种不同特点的大陆边缘,海西至早印支阶段大陆边缘内侧出现多种类型的张裂构造,后印支阶段大陆边缘性质发生重要转化。所以华南大陆边缘的演化具有多样性和阶段性。3.华南古大陆边缘演化特征与震旦系铁、锰、磷等沉积矿产、寒武系的含多元素黑色页岩沉积以及层控铅、锌、汞、锑等矿产的形成关系十分密切。

本项目于1985年4月由地质矿产部科技司、地质矿产部教育司组织评审,评审组成员有黎盛斯(组长)、陈焕疆(副组长)、边效曾(由吴崎、王国平代表)、任纪舜、周梅初、沈德麒、李思田、史元盛。根据评审意见和评审单位审查结论,决定将项目成果以《华南地区古大陆边缘构造史》论文集形式公开出版。

《华南地区古大陆边缘构造史》由王鸿祯、杨巍然、刘本培主编,包括论文21篇。虽然是多作者的文集形式,但在编排上贯穿了全球构造的活动论与历史发展的阶段论相结合的系统观点,首先是对全区构造轮廓和各阶段主要特征的概括,然后划分几个阶段,每一阶段也是先作较全面的论述,再从不同方面予以论证,形成一个有统一学术思想的内容上互为配合补充的整体系统。

本书由武汉地质学院出版社出版,袁学勤担任责任编辑,辛建荣同志也作了大量编辑工作。武汉地质学院绘图室和该院北京研究生部绘图室清绘了全部图件,编者在此表示衷心感谢。

编 者

1986年3月

目 录

中国华南地区地壳构造发展的轮廓·····	王鸿祯 (1)
华南地区中、晚元古代阶段古构造及古地理·····	王自强 索书田 (16)
华南加里东阶段古构造特征·····	杨巍然 胡德祥 张旺生 (39)
华南地区海西—印支阶段构造古地理格局·····	刘本培 (65)
华南燕山阶段古构造特征·····	杨森楠 游振东 杜国云 (78)
福建建瓯群某些变质岩岩石学特征及其地质意义·····	游振东 杨森楠 (97)
湘西北晚元古代构造古地理轮廓·····	张淑玲 (113)
湘西北石门杨家坪上元古界板溪群和溁水河组沉积相研究及其地层划分·····	张玲华 (124)
扬子地台震旦系古地磁初步研究及其构造意义·····	朱 鸿 (136)
中、下扬子地区震旦纪早期沉积古地理特征·····	全秋琦 熊兴武 (148)
赣西北中、晚元古代地层及构造古地理·····	徐 备 (159)
赣东北皖南晚元古代地层与构造古地理·····	周洪瑞 (173)
赣北晚前寒武纪的微古植物群·····	王自强 (183)
湘桂地区加里东基底构造及其与盖层构造关系的研究·····	郭 颖 杨巍然 (192)
运用趋势面分析探讨湘桂地区加里东古构造特征·····	罗新民 杨巍然 董月华 (203)
湘中地区五峰铺—花桥弧形断裂带的特征及形成机制探讨·····	何海之 张旺生 (212)
湘中祁阳弧形构造演化特征的古地磁研究·····	朱 鸿 张旺生 何海之 杨巍然 (222)
湘桂地区晚泥盆世早期构造古地理及台间海槽的演化模式·····	王良忱 (230)
湖南泥盆纪沉积铁矿的层位及其牙形刺对比·····	赵锡文 (242)
中国东南地区二叠纪龙潭期岩相古地理及与成煤条件的关系·····	罗新民 (251)
福建燕山期构造应力场探讨·····	万天丰 詹灿惠 龙简康 卢先泽 (260)

TECTONIC HISTORY OF THE ANCIENT CONTINENTAL
MARGINS OF SOUTH CHINA

Wang Hongzhen et al.

7. July 1986

CONTENTS

A synopsis of the tectonic development of South China	Wang Hongzhen (1)
Palaeotectonic and palaeogeography of South China in the middle and late Proterozoic stage.....	Wang Ziqiang Suo Shtian (16)
The palaeo-tectonic features of Caledonian stage in South China	Yang Weiran Hu Dexiang Zhang Wangsheng (39)
On the tectono-palaeogeographical development of South China in the Hercynian-Indosinian stage.....	Liu Benpei (65)
The paleotectonic features of South China in Yanshan stage.....	Yang Sennan You Zhendong Du Guoyun (78)
The petrography and geological significance of some typical metamorphic rocks in Jian'ou group, Fujian.....	You Zhendong Yang Sennan (97)
Outline of the tectono-palaeogeography and sedimentary characteristics in the late Proterozoic, Northwestern Hunan	Zhang Shuling (113)
Sedimentary facies and stratigraphic division of the upper Proterozoic Banxi group, Dieshuihe formation in Yangjiaping region, Northwestern Hunan	Zhang Linghua (124)
A preliminary study on the Sinian paleomagnetism in Yangtze platform and its tectonic significance	Zhu Hong (136)
The early Sinian sedimentary palaeogeographical features in middle-lower reaches of Yangtse	Quan Qiugi Xiong Xingwu (148)
Upper Precambrian sedimentary environment and tectono-paleogeography of Northwestern Jiangxi	Xu Bei (159)
Upper Proterozoic strata and tectono-palaeogeography of North-east Jiangxi and South Anhui	Zhou Hongrui (173)
A micropalaeoflora of late Precambrian in northern Jiangxi province	Wang Ziqiang (183)
A study of the relationship between Caledonian tectonics of the basement and its sedimentary cover in Hunan Guangxi area.....	Guo Ying Yang Weiran (192)
Using trend surface analyses in discussion of Caledonian palaeotectonic features in Hunan-Guangxi area	Luo Xinmin Yang Weiran Dong Yuehua (203)
The characteristics and mechanism of the Wufengpu-Huaqiao arc-shaped	

fault zone in Central Hunan.....	He Huizhi Zhang Wangsheng (212)
The paleomagnetism research on evolution feature of the Qiyang arc in Central Hunan.....	
.....	Zhu Hong Zhang Wangsheng He Huizhi Yang Weiran (222)
Paleostructural paleogeographic outline and model of inter-platform trough development in late Devonian Hunan-Guanxi area	
.....	Wang Liangchen (230)
The horizon of Devonian iron deposit in Hunan province and its conodont biostratigraphy.....	Zhao Xiwen (242)
Paleogeography and sedimentary facies of Permian Longtan stage and their relationship to coal-forming conditions in Southeast China	
.....	Luo Xinmin (251)
On the Tectonic Stress Field of the Yanshanian movement (Late Triassic -Cretaceous) in Fujian	
.....	Wan Tianfeng Zhan Caihui Long Jianlian Lu Xianze (260)

中国华南地区地壳构造发展的轮廓

王 鸿 祯

中国华南地区一般是指扬子地台及其以东以南、直到沿海和台湾省的古大陆边缘区。本文讨论范围限于扬子地台东南部的江南隆起及其以东以南的古大陆边缘区，地台内部也偶有涉及。这个地区是中国南部自中元古代后期以来长期发展的、复杂的古大陆边缘区，与现代西太平洋广大的大陆边缘区相邻接，在研究地壳发展过程及其规律方面，具有重要的意义。中国学者黄汲清(1977)^[14]、李春昱(1980)^[11]、任纪舜等(1980)^[7]对这个地区都做过概括的论述，特别是徐克勤、郭令智等(1980, 1985)^[16]从各方面对这个地区做了研究，发表了大量的论文。近年来，朱夏、陈焕疆等(1983)^[9]从石油地质构造方面，涂光炽等(1980)、莫柱孙、王联魁等从岩浆岩方面，董申保等从变质地质方面，都提出了重要的见解。

过去几年，我们在江南隆起，湘中及粤桂交境以及福建中东部一些地区进行了野外工作和路线观察。在此基础上，作了室内研究和资料文献的整理综合。在本集中按构造阶段对华南地区的构造和古地理发展做了论述。本文的目的是在以上工作的基础上，试对本区的构造格局和阶段发展，特别是对地块开合、挤压、张裂的更迭及其变化，做一探索性的概括。为了使文中使用的一些构造概念和名词体系更加明确，以下稍予申论。

一、关于大地构造名词

多年以来，地槽学说已经建立了为大家所熟知的大地构造名词体系。50年代中，作者(1955)^[3]曾提出：地台区为稳定的一级构造单元，其下分二级单元地盾、地台和沉降带；地槽区为活动性一级构造单元，其下分二级单元中间地块和不同阶段的地槽褶皱带。自60年代以后，大陆漂移的活动论重新为人相信。板块运动，特别是大陆古板块的研究，日益受到重视，相应的构造名词也不断出现。但板块学说的初期较多注意于板缘的构造，强调单一的大陆边缘和沟弧体系。Karig (1971)^[19]和 Hilde 等 (1977)^[17]对西太平洋复杂大陆边缘区的研究指出了不同类型的多列沟、弧、盆体系的存在及其复杂的构造。苏联学者 (Zonenshain 1979, Pieve et al. 1980)^{[24], [25]}较早地探讨了大陆内部古板块和古大陆边缘的问题。板块学者对板块的大小和级别已有所论述。近年以来，在北美洲西海岸的研究中提出了大量小型异地体(terrane)的概念。不少学者试图把地槽学说积累的丰富成果与板块学说的新概念结合起来。黄汲清关于中国三大构造域(tectonic domain)的论述就很好地反映了中国及其邻区中生代以来几大板块之间的关系。张文佑等(1983)^[15]对中国及邻区海陆的构造划分以现代陆壳、过渡壳和洋壳为一级构造单元——构造域，并将陆壳的构造域按构造旋回和基底时代划分二级构造单元。所以，对“构造域”一词的使用，含意是不同的。作者从历史构造的观点出发，力求将时代因素与构造单元和要素结合起来(1982, 1985)^{[5], [23]}，将大陆区或地台区的使用限于800Ma以前固结的大型地块，从震旦纪以来各阶段形成的褶皱带及

其间的中间地块都归于古陆缘区。从全球构造的观点看,地表各阶段最大的一级构造单元是大陆区或地台区及其从属的大陆边缘共同组成的整体,可称为大陆型(continental type)构造域,而在广大的大陆边缘区,常见为海域分隔,但又形成相对稳定组合的地块群,也可作为一级单元称为陆缘型(continental margin type)构造域。不同大陆构造域之间的海域最终消灭,导致大陆边缘区之间的对接碰撞,形成地壳对接消减带(图1, cc)。大陆边缘区不断形成的岛弧和边缘海经过俯冲折起,成为楔状体叠接于大陆外围形成不同时期的褶皱带。大陆边缘区可以有破裂移离的陆壳碎块,出现于多期褶皱带之间或其内部,称为中间地块(图1, M)。各褶皱带之间的界限即是地壳沿俯冲带不断消减的部位,可称地壳叠接消减带(图1, AC)。两个相向运动的大陆及陆缘区构造发展的理想过程图解见图1。

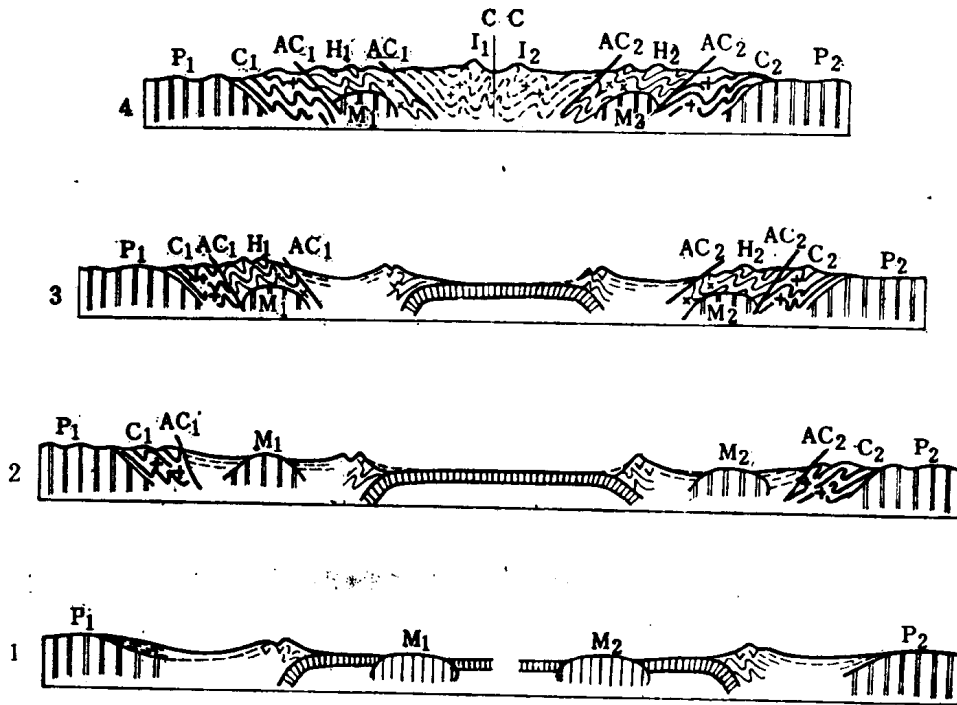


图1 大陆边缘构造及对接示意图

Fig.1 Schematic profiles showing the convergence of two opposite continental margins

1. 加里东阶段初 2. 加里东阶段末 3. 海西阶段末 4. 印支阶段末 P₁, P₂-地台区 M₁, M₂-中间地块 C₁, C₂-加里东褶皱带 H₁, H₂-海西褶皱带 I₁, I₂-印支褶皱带 AC₁, AC₂-地壳叠接消减带 C, C-地壳对接消减带
1. beginning of Caledonian 2. end of Caledonian 3. end of Hercynian 4. end of Indosinian P₁, P₂-Platforms M₁, M₂-median massifs C₁, C₂-Caledonides H₁, H₂-Hercynides I₁, I₂-Indosinides, AC₁, AC₂-accretionary crustal consumption zones C, C convergent crustal consumption zones

大陆上的张裂构造很早就受到注意。Krenkel 1922年提出地裂运动(taphrogeny)一名。沙特斯基(1945)最早研究古老张裂构造,提出裂陷槽或勃拉谷(aulacogen)一名。Milanovsky(1978)对裂谷作了系统分类。Burke(1977)探讨了古裂谷与板块运动的关系。罗志立(1981)^[12]、马杏垣等(1985)^[1]和作者等(1983, 1984)^[6, 22]对中国元古代、晚古生代和中新生代裂陷构造都做了论述。作者初步认为,地裂运动应指限于大陆壳

内部受拉伸裂隙形成的构造，而不包括大规模的大陆漂移和海底扩张作用。最常见的张裂构造是在稳定地壳区形成的切穿地壳的裂隙槽，其特征是结束时无明显的构造变形，如中元古代的燕山裂隙槽和吕梁裂隙槽，震旦纪的苏雄裂隙槽和库鲁克塔格裂隙槽。只切穿地壳上部的小型裂隙，如湘桂地区晚古生代发育于碳酸盐台地之间的水下断陷和中新生代的红层半地槽盆地，规模较小，可称为微裂隙槽（microaulacogen）。此外，在古老基底或褶皱基底上，由大陆边缘破碎开裂地块，移离形成的裂张式地槽，或由洋壳俯冲形成的弧后张裂边缘海，其中出现洋壳基底，但未发展为洋盆，即行褶皱闭合，可称为裂谷地槽（rift geosync line）。裂谷地槽的特点是缺乏典型的洋壳地层组合序列，也不见大规模的复理石和磨拉石沉积。柴达木地块北缘早古生代地槽和广西印支期右江地槽可以为例。

二、关于构造发展阶段

地球和地壳构造发展的历史能否划分构造阶段，构造阶段是否具有全球性，是长期争论的地质根本问题之一。构造阶段应能反映地球和地壳历史发展的自然阶段。构造发展的阶段性具有两方面的含义。一是各阶段的结束期都是地质事件——包括岩浆活动、构造变动和生物界急剧变革集中发生的短暂的时期，各阶段本身则代表长期的、相对稳定和平静的缓慢演化期。二是各阶段都具有独特的互不相同的性质和背景条件，而在整体上和全过程中，又体现了向前的、规律性的发展和演变。地质学者一向把生物演化中大规模绝灭期和岩浆活动中热事件的相对集中期作为反映阶段突变的地质和生物标志，McLaren 最近（1982）^{〔12〕}回顾和总结了生物大规模绝灭与天体撞击和陨石冲击之间的因果关系。导致这些突变现象的直接因素，对生物界来说，是大气与水体的成分和温度等环境条件的变化。重要的绝灭期有晚奥陶世、晚泥盆世、晚二叠世、晚三叠世和晚白垩世—早第三纪，这些绝灭期与岩浆活动和构造变动的强化期并不完全同步。陨石和天体集中撞击地球曾发生于约40亿年前，对地球的内部分异、大气圈和水圈的形成有重要影响。其后撞击规模都是局部、小型和分散的，不会对岩浆活动和构造变动发生全球性的影响。所以由这种灾变引起的生物大量绝灭期与构造阶段不同步，是可以理解的，构造阶段的划分依据和形成原因应该从地球深部地质分异及所受宇宙的，特别是太阳系的周期性影响予以探讨。作者（1981，1985）^{〔4〕〔23〕}曾根据大陆地壳发育的过程提出构造阶段的三级划分，即大构造阶段（megastage），构造阶段（stage）和运动期（movement）。一级阶段，如陆核形成，地台形成，联合古陆形成及其解体，以及二级阶段，如加里东阶段，海西—印支阶段等，可能都具有全球意义。形成地质热事件的集中强化期的直接原因和控制因素可能是陆壳地块的全球分布格局对地幔对流体系的限制和分割，及对流速度的影响。全球性构造活动强弱程度主要表现于陆块漂流的速度，洋壳水平运移遭受陆块抗拒的程度和陆壳之间相互碰撞的强度。现知洋底扩张的速度是不均一的，在时代上是有变化的。作者曾设想（1982，1985）各大阶段地壳构造运动的主导方式是有差异的。这种差异性的规律变化就是前进式阶段发展的表现。一般来说，^①地台形成以前，以小型陆块的不断聚合和集结为主，导致陆壳的增生。这时俯冲和碰撞都是微弱的。^②联合古陆形成以前，以大陆边缘的小规模开合和大陆构造域整体的运移为主，导致二叠、三叠纪联合古陆的形成。^③最后两亿年的阶段以大陆地块大规模解体和远距离漂移为特征，导致全球性张裂体系、大规模俯冲带和强烈碰撞带的形成。广义的板块运动，似乎始于元古代后期，印支阶段以

后大规模的典型的板块运动则可能是前所未有的现象。自地台形成到联合古陆形成包括自震旦纪到三叠纪早期,是地质资料丰富,生物群研究详细的时期,但也是古地磁资料不足,全球构造轮廓的再造很困难的时期。作者所提大陆边缘和两种构造域的设想主要是指这一时期的,因为联合大陆解体,相对稳定的大陆边缘区遭到破坏,大陆块之间的叠接、对接等构造关系也就大大改观了。

三、华南地区大地构造单元及其性质略述

华南地区的构造划分及命名如图2所示。

1. 两个地台区

扬子地台(图2, I1)是震旦纪前¹⁾形成的固结地台,属于稳定陆壳区。另一个震旦纪前稳定陆壳区是现已部分破碎沉陷的南海—印支地台(图2, I2)。从扬子地台区东南直到浙

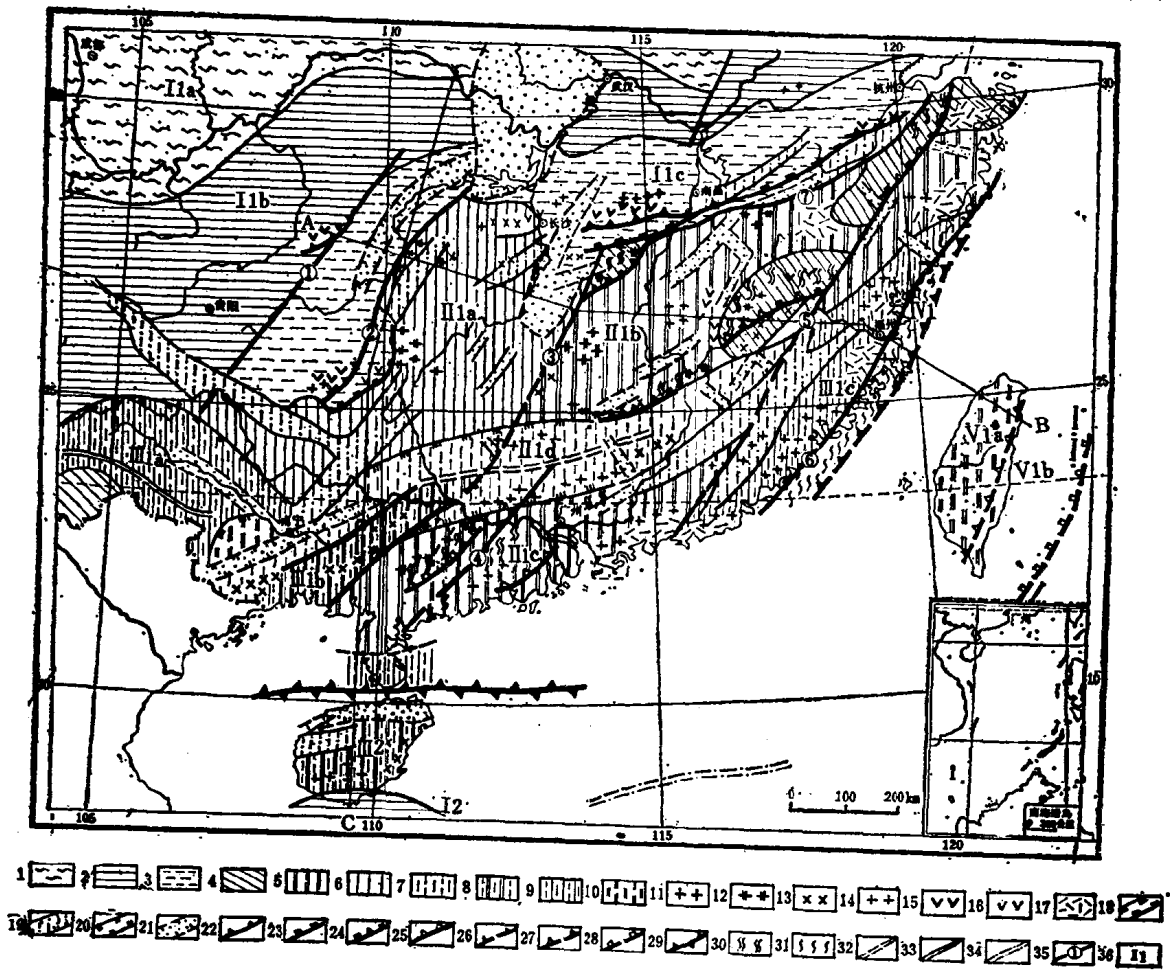


图2 华南地区大地构造简图

Fig.2 Tectonic sketch map of South China

1) 关于震旦系的地层界限和年龄值,作者在另一文中提出,由于莲沱组及其相当层下限不一,横向不稳定,建议将震旦系的底界改置于下冰碛层(古城冰碛层)之底,其年龄值约为740 Ma (马国干等, 1984) (2) 代表全球性冰期事件的开始,有较好的一致性。

1—4. 前寒武纪地块：1. 地台核部 >1850Ma 2. 地台 >1050Ma 3. 江南隆起 >800Ma 4. 活动地块 >800Ma
 5—7. 加里东褶皱区：5. 早期，优地槽型 6. 晚期，冒地槽型 7. 南岭东西向带 8—9. 海西—印支褶皱区：8. 海西期为主 9. 印支期为主 10. 喜马拉雅褶皱区 11—14. 花岗岩类：11. 晋宁期 12. 加里东期 13. 海西—印支期 14. 燕山期 15—16. 蛇绿岩套或细碧岩类：15. 晋宁期 16. 加里东期 17. 晚侏罗世—早白垩世火山岩带 18. 志留纪裂陷边界 19. 晚古生代—三叠纪裂陷带 20. 三叠纪裂陷边界 21. 晚白垩世—早第三纪张裂盆地 22—28. 地壳叠接消减带：22. 四堡期 23. 晋宁期 24. 晋宁至加里东期 25. 加里东期 26. 海西—印支期 27. 燕山期 28. 喜山期 29. 地壳对接消减带，海西印支期 30—31. 混合岩带或动力变质带：30. 加里东期 31. 燕山期 32—34. 海底扩张轴：32. 加里东期 33. 海西印支期 34. 喜山早期 35. 重要断裂带编号 36. 构造单元编号 I 1. 扬子地台区 I 1a. 川中陆核 I 1b. 上扬子地台 I 1c. 江南隆起 II. 加里东褶皱区 II 1a. 湘中桂北带 II 1b. 早加里东带 II 1c. 早加里东带 II 1d. 南岭晚加里东带 III. 右江带(印支为主) III 1b. 钦防带(海西为主) III 1c. 永梅带 III 2. 五指岭带(海西为主) IV. 南日金门燕山带 V 1a. 台东喜马拉雅带 V 1b. 台西喜马拉雅带：①鄂湘黔断裂带 ②滇浦—四堡断裂带 ③茶陵—郴县断裂带 ④吴川—四会断裂带 ⑤丽水—海丰断裂带 ⑥长乐—南澳断裂带 ⑦绍兴—宜春断裂带

1—4. Precambrian continental massifs: 1. nuclear part consolidated prior to 1850 Ma 2. platform area consolidated prior to 1050 Ma 3. Jiangnan uplift consolidated prior to 800 Ma 4. mobile massifs consolidated prior to 800 Ma 5—7. Caledonides: 5. early eugeosynclinal type 6. late miogeosynclinal type 7. Nanling latitudinal belt 8—9. Hercynides and Indosinides: 8. mainly Hercynian 9. mainly Indosinian 10. Himalayides 11—14. granitic rocks: 11. Jinningian 12. Caledonian 13. Hercynian-Indosinian 14. Yanshanian 15—16. ophiolites and spilites: 15. Jinningian 16. Caledonian 17. Late Jurassic-Early Cretaceous volcanics 18. boundary of Silurian aulacogen 19. Late Palaeozoic to Triassic aulacogen 20. boundary of Triassic aulacogen 21. Late Cretaceous to Palaeogene rift basins 22—28. accretional crustal consumption zones: 22. Sibaoan 23. Jinningian 24. Jinningian to Caledonian 25. Caledonian 26. Hercynian to Indosinian 27. Yanshanian 28. Himalayan 29. convergent crustal consumption zones Hercynian-Indosinian 30—31. migmatitic or metamorphic zones: 30. Caledonian 31. Yanshanian 32—34. axis of sea-floor spreading: 32. Caledonian 33. Hercynian-Indosinian 34. early Himalayan 35. serial number of main fault zones 36. serial number of geotectonic units

I 1-Yangtze Platform I 1a-central Sichuan nucleus I 1b-Upper Yangtze shelf I 1c-Jiangnan uplift II-Caledonides: II 1a-central Hunan-northern Guangxi belt II 1b-northern Early Caledonian belt II 1c-southern Early Caledonian belt II 1d-Nanling Late Caledonian belt, III 1a-Youjiang Indosinian belt III 1b-Qinfang Hercynian belt III 1c-Yongmei Indosinian belt III 2-Wuzhiling Hercynian belt, IV-Nanri-Jinmen Yanshanian belt V 1a-eastern Taiwan Himalayan belt V 1b-western Taiwan Himalayan belt

① Hubei-Hunan-Guizhou fault zone ② Xupu-Sibao fault zone ③ Chaling-Binxian fault zone ④ Wuchuan-Sihui fault zone ⑤ Lishui-Haifeng fault zone ⑥ Changlo-Nan'ao fault zone ⑦ Yichun-Shaoxing fault zone

闽沿海和雷琼半岛，都属于不同阶段的大陆边缘区。海南岛五指山区则为南海—印支地台区的北侧陆缘区(图2, II 2)。两个陆缘区在海西阶段后期互相接近对接，印支阶段进一步碰撞，对接带约在雷琼海峡。主要推断根据是构造部位和两个陆缘区在中石炭世以前生物区系的差别(见下)。

扬子地台区东南边界，亦即江南隆起(图2, I 1c)的边界，一向存在争议。根据地台区与加里东褶皱区的含义。界限标志之一是震旦系盖层不整合于褶皱基底之上。这个界线在湘桂一带位于融水、龙胜、城步、黔阳一线，然后沿沅水至桃源，转东南过长沙，再南至衡阳茶陵，为茶陵郴县断裂带(图2 ③④)所截。标志之二是加里东褶皱为泥盆系所不整覆，与上述界线相合，与加里东期花岗岩类分布的西界也相一致。在绥宁—郴县一线之北，震旦系之下虽有间断，但下伏岩系并未形成变质基底，而是与下古生界共同遭受加里东期褶皱变形。安化周围的寒武—奥陶系是标准的非补偿滞流型较深海沉积，属边缘海过渡性质的沉积。江西浙江境内，江南隆起的南界大致沿绍兴—宜春断裂带(图2, ⑦)，在此断裂带以南，茶陵郴县断裂带以东，晚元古代至早古生代洋壳海底占有较大的优势，是无可怀疑的(10)。

海南—印支地台的残留部分见于印支地块，海南岛南端的崖县和西沙群岛等地。西沙群

岛和印支地块都有大于1500Ma的年龄值,印支地块有超过2000Ma的年龄值。崖县地区中寒武统 *Xystridura* 三叶虫群与澳大利亚所产相似,其北五指山区有活动类型的下古生界。直到早石炭世早期,动物群 (*Fusella*, *Neospirifer*) 还具有南大陆和南特提斯的色彩。因此,可以认为海南—印支地台是一度存在的、介于扬子地台区和澳大利亚地台区之间的大陆地块。

2. 加里东褶皱带的不同类型

华南加里东褶皱区面积很广,现在保存比较完整的有四个地带。湘中桂北褶皱带具有陆壳到过渡壳基底,包括除江南隆起外,杨巍然等(本集)所称的陆壳改造区。湘中地带这个阶段的沉积过程是滞流边缘海盆从非补偿状态到逐渐填满和隆升的过程。大体上从震旦系到下奥陶统以暗色含磷和石煤的碳质硅质沉积和含锰的和不纯碳酸盐沉积为主。中、上奥陶统和志留系以碳质硅质粘土和粉砂质、砂质类复理石沉积为主。滞流海的形成是由于受到浏阳攸县一带前震旦系基底隆起隔绝的影响。桂北地区的下古生界代表一个开展的大陆斜坡沉积带,细碎屑和碳酸盐较多,碳质沉积较少。加里东期褶皱的主要形式是短轴背斜和穹窿;酸性侵入岩以黑云母花岗岩为主,分布于绥宁和溆浦,属分异度不高的壳源花岗岩。

在茶陵彬县断裂及其向西南延伸的兰山断裂(图2,③)以东,加里东褶皱带的特点是洋壳海底与岛弧地块相间列,于奥陶纪末即褶皱升起,中间被南岭一带东西向的晚加里东褶皱带分割为南北两区。

作者过去(1978, 1980)曾指出华南地区存在前震旦纪的中间地块和活动地块。近年的研究从地层关系、变质程度都说明浙西的陈蔡群和福建的建瓯群(游振东等,本集)都应为前震旦系。武功山区、诸广山区和云开山区也都有前震旦系地层;它们在震旦纪时构造成不同性质的岛弧,为扬子古大陆东南复杂的大陆边缘区的组成部分。

此区加里东褶皱带自西而东有两个岛弧地带及混合岩化带。西部岛弧在武功山诸广山一带,位于茶陵—郴县断裂带之东。作者曾(1981)(4)从震旦系的沉积相分析指出诸广山区存在古岛隆起,武功山区是赣南确知有前震旦系(神山群)分布的地区,加里东运动使其发生变质和部分重熔,形成混合花岗岩和花岗岩。

东部岛弧及古陆隆起规模更大,浙西的陈蔡群分布越过丽水断裂以东,直到舟山群岛,在浙西被震旦系至下古生界变质的龙泉群覆盖,闽北闽西不独见有前震旦系较深变质的麻源群和迪口群,还有上覆的含有岛弧型火山岩的龙山溪组等,后者时代为自震旦系至下古生界。向南至明溪、永安,震旦系稳定型沉积的丁屋岭组覆于前震旦系之上,所以当时古隆起范围可能更广。在岛弧古地块以东,东北在扬平,西南在寻坞奥定南,都见有超基性岩,可能代表洋壳海底。在这两个岛弧带之间,赣南地区见有震旦系的细碧岩、硅质岩和寒武奥陶系的巨厚硅质、砂泥质浊流和可能的等深流沉积,它们是洋壳基底上的深水沉积。

加里东褶皱区南带包括粤西云开山区和粤东紫金梅县地区。云开山区有无前震旦系虽尚未证实,但其区域变质和混合岩化与建瓯地区极为相似,兴宁、梅县、恩平、阳江都有加里东期混合花岗岩带,恩平一带还可能有早加里东期的岛弧俯冲带。它们之间则是寒武奥陶系深水沉积浊积岩和笔石页岩等。

粤北赣南东西向的晚加里东褶皱带性质特殊。与南北两侧比较,以沉积较薄,火山活动和构造变形较弱为特点。它很可能是南带岛弧在寒武与奥陶纪向北俯冲导致的弧后张裂海槽。海槽内继续接受志留系较深水沉积,在志留纪末褶皱升起以后,其西段南侧仍残留了钦防

张裂海槽，上延到晚古生代（图2，Ⅱ1d）。

3. 海西印支褶皱带的不同类型及存在的问题

华南地区除广西以外，能否划出海西印支褶皱区，一向意见分歧。

广西境内西部发育的北西向的右江印支褶皱带（图2，Ⅱ1a）东部发育北东东向的钦防海西褶皱带（图2，Ⅱ1b）。右江褶皱带是在加里东褶皱基底上经过不断加强的断陷张裂而形成的裂谷式地槽褶皱带。泥盆纪时，桂中桂北就已出现北西向的断陷，造成碳酸盐台地沉积相和底栖壳相动物群与台间陷槽硅质沉积相和浮游相动物群的鲜明对比。在早石炭世，北西向裂陷作用向西北延展，切入扬子地台直达黔西北，构成紫云—水城深水相暗色岩带（图2）。在广西境内，裂陷作用于二叠纪加强，形成基性岩岩浆喷溢和广布的火山碎屑浊流沉积。到早三叠世，在海槽西端南部生成枕状细碧岩，可能出现洋壳海底的边缘海盆，在海槽北部斜坡形成巨厚的浊流沉积，最终于晚三叠世褶皱抬升，并且强烈地向北逆掩推覆。地槽内部只在靖西、凭祥见有小型花岗岩体。右江地区经过裂陷作用，出现洋壳海底，又受强烈褶皱推覆结束地槽过程。其北西的构造方向和大地构造位置，都与越南境内黑水河断裂带及其向北俯冲作用关系密切，可以认为是由弧后张裂发展而成的裂谷型地槽。

钦防海西褶皱带的前身是泥盆纪钦防残余海槽。其特征是具有奥陶志留纪滑塌堆积，海相泥盆系与志留系过渡和晚海西期花岗岩的大量侵入。显然，钦防海槽是云开岛弧古陆后方的张裂边缘海。海槽褶皱上升，其西侧形成十万大山中生代断陷盆地，下陷带不断向西迁移的现象是清楚的。钦防褶皱带向西南延伸，没入北部湾，情况不明。很可能在海西后期沿琼州海峡对接带的位置，曾有强烈的向北俯冲，因而导致钦防海槽的皱起和花岗岩的大规模侵位。

在图2中，将海南岛中北部称为五指岭海西—印支褶皱带（图2，Ⅱ2），代表南海—印支古大陆北侧的大陆边缘区，其分界约在琼州海峡一带，与扬子古大陆南侧的大陆边缘区相对应。五指岭区地层时代尚多争论，陀烈群、抱板群、石绿群和岳岭群都可能包含下古生界和部分泥盆系。这些地层包含复理石沉积，都已变质，有的还有中度变质和混合岩化作用。下石炭统下部南好组也具有低绿片岩相变质。最早的稳定型含化石沉积是不整合于上列岩系之上的维宪阶青天峡组。青天峡组中仍含 *Fusella*, *Neospirifer* 等南特提斯动物群分子，到中石炭世后，动物群与华南已无大的差异，只是沉积相有所区别。刘本培（本集）指出本区直到早石炭世仍属活动类型。早期海西运动有重要影响。考虑到本区地层发育特征和所处的构造部位，作者认为从维宪期起，两大陆地块之间已无深海相隔，海西后期聚合对接，到印支期进一步发生碰撞，导致大量花岗岩侵位。总的说，加里东运动可能有一定影响，但它是以前期海西运动为特征的海西—印支褶皱带。

东南沿海有无单独的海西印支褶皱带，也一向存在争论。闽北浙南属加里东褶皱区，并有前震旦纪地块，已如前述。闽西南和粤东北的永梅坳陷是晚古生代和三叠纪的沉降区。从泥盆纪后期起，成熟的岩屑来自其东部的古陆隆起。中石炭世和早、中三叠世断陷加强，有火山活动。印支褶皱虽不甚强烈，但有普遍的区域动力变质^[15]，有时出现低绿片岩相。在清流、古田有晚海西期花岗岩，广东东部和平县境有印支期花岗岩。但是这个地区基本上是在加里东基底上发展起来的断陷活动带，不是地槽褶皱带性质，图2中暂以海西印支褶皱带命名（图2，Ⅱ1c），留待以后订正。

应该说明台湾东部太鲁阁和玉里带有二叠、三叠纪岛弧型沉积和火山活动。当时台湾位置可能尚在更东的海域，与日本西带的海西—印支褶皱带联为一体，现在的位置是中生代后

期西移的结果,所以对福建沿海并未产生直接影响。

4. 中生代褶皱带与环太平洋岩浆岩带的叠加问题

华南东部沿海是环太平洋西半环的一个区段,火山强烈活动的时期是晚侏罗世到早白垩世。地质学者普遍认为这个中国东部中生代的巨大地质事件是亚州大陆东部大陆与西太平洋之间构造上相互作用的表现,其影响遍及华南加里东褶皱区。在丽水—海丰断裂带以东,地面几乎全为火山岩覆盖,並受到同期花岗岩体的广泛侵入。岩浆活动主要发生在加里东基底之上,关于其形成机制,不少学者(郭令智等,1985^[16];杨森楠等,本集)都曾作出推断和讨论。在粤东北、闽西南的陆缘拗陷区和福建沿海长乐—南澳断裂带以东,都曾发现晚三叠世和侏罗纪巨厚的变复理石沉积,可能形成于当时被动大陆边缘的斜坡地带。晚侏罗世开始,西太平洋板块沿台湾海峡强烈向西北俯冲(图3-Ⅲ),陆缘性质改变,同时形成海岸外的燕山期动力变质和混合花岗岩带——南日金门带(图2,Ⅳ)。杨森楠认为华南特别广阔的燕山期岩浆活动带的形成是陆壳下面地幔熔融造成的岩浆源与陆壳深部各层之间形成剪切错动和大规模水平滑动的共同结果。作者也认为这种强大的水平推动力也是中国东部(包括地台区)燕山期盖层褶皱和强烈挤压的力源(图3-Ⅳ)。台澎地区深水海相侏罗白垩系可能仍为弧后边缘海盆的沉积,当时主要的岛弧可能位于台湾东部,与日本四万十岛弧带相连。

台湾喜马拉雅褶皱带可分东西两带(Juan, 1975)^[18]。中央山脉以西的下第三系以复理石沉积为主,代表东部岛弧后方的边缘海(图1,Ⅴa)。台湾东部海岸山脉的上第三系蛇绿岩套和混杂岩代表岛弧前方盆地和深海沟的产物,俯冲带更在其东(图2,Ⅴb)。这种图案从第三纪以来,似乎没有重要改变。

四、华南地区地壳构造发展的阶段特征

地壳运动中的挤压褶皱和拉伸裂隙是相辅相成的两个方面。但构造阶段的结束期和变革期往往表现在挤压褶皱和岩浆侵入,即所谓地质热事件。拉伸裂隙虽然也应受到充分重视,但往往是一个较长期的缓慢发展过程,往往占据了一个阶段的大部分时间。从构造阶段的分析看,对重要的造山期或褶皱运动期,应予以更多的注意。

本文涉及的华南地区地层记录始于中元古代晋宁阶段(1050—800Ma)后期。最古的褶皱期是四堡运动,其时代以本洞岩体的年龄为下限,约为1050Ma,作者曾以滇东为准,将晋宁运动分为两期,早期为1050Ma,晚期为800Ma。四堡运动和江南古陆东段的神功运动可能都与晋宁运动早期相当。加里东阶段包括三个运动期:寒武纪末的郁江运动,见于粤西的云开山区,奥陶纪末大规模褶皱隆起(与古浪运动相当)和志留纪末的广西运动,使华南加里东褶皱区最后形成。海西印支阶段的褶皱运动和变质作用见于三个地区。一是钦防海槽在二叠纪的皱起抬升和花岗岩的大规模侵位;二是五指岭地槽在早石炭世早期(与天山运动相当)褶皱变质和混合岩化;三是右江地槽在三叠纪后期的褶皱回返。印支运动期更广泛的影响是在三叠纪中后期使扬子地台区和华南加里东褶皱带上的盖层褶皱。在湘粤称艮口运动;在赣北称安源运动。常见向着地台区和坚硬地块方向的逆掩推覆,影响深入地台内部,这是欧亚大陆以及全球性构造格局改变的反映。燕山阶段构造运动的主要表现是岩浆活动,但也有盖层褶皱和逆掩推覆,湘粤地区侏罗纪盆地周围的逆掩褶皱更为常见。喜马拉雅期褶皱和变质作用限于台湾。

现在结合图3和图4两个构造发展系列示意剖面，简述华南地区各构造单元在不同阶段，相互挤压拉伸，开裂聚合的主要过程。图中各剖面表示所标时期（如 Z_1 ， D_1 ， T_3 ， E_2 ）的情况，但也反映了这一时期之前，整个构造阶段的重要变化和结果。例如图3-V，就表示了燕山阶段西太平洋向东亚大陆的强大压挤。

1. 晋宁阶段（图3-I，图4-I）

图3-I是早震旦世的意想剖面。江南岛弧区已经经历了四堡和晋宁两次俯冲和褶皱，作为扬子地台的边缘隆起，已基本固结。在梵净山和九万大山都可见到中元古代蛇绿岩套与中酸性小型侵入岩体相距很近。地台内部也未再见中元古代侵入体。在江西的九岭山区，大规模的花岗闪长岩体侵位于晚元古代岛弧内侧（徐备，本集），也是晚元古代复理石浊积岩观音阁组和东流坑组的沉积中心。在赣东北怀玉山区，婺源、休宁一线的花岗闪长岩体也位于岛弧的中带，在德兴和婺源，其南北两侧是弧前盆地沉积漆工群和弧后盆地沉积上溪群。这些情况说明当时洋壳向陆壳俯冲规模不大，影响不远，与中生代俯冲岛弧和岩浆活动带的规模相差很大。当时诸广山区和武夷山区也都是过渡地壳的岛群分布区，两区之间的赣南地带属洋壳海底，处于拉伸状态。武夷岛弧之东建瓯一带可能有小规模洋壳俯冲（图3-I）。

南海—印支地台的北部边缘当时属于被动性质，其位置可能远在南方（图4-I）

2. 加里东阶段（图3-II，图4-II）

加里东褶皱之后，华南地区除钦防残余海槽，均露出海面。除少数地区，泥盆纪的陆相堆积都从中泥盆世开始。奥陶纪晚期赣中南洋壳海槽被沉积填充和挤压褶皱回返是华南地区重要的地质事件。在其两侧的诸广山区和武夷山区都发生混合岩化和中度变质。福建沿海福鼎福州一带可能为另一岛弧。构成丽水断裂带以东直到海岸的加里东基底，即由两岛弧间的沉积褶皱形成（图3-II），其褶皱时间可能略晚。粤西云开岛弧的局部抬升和下、中奥陶统粗碎屑沉积的形成，是受郁江运动的影响。广东恩平则是另一岛弧，褶皱抬升可能是奥陶纪晚期。两弧的中间分布深海笔石页岩。两个大致平行、时代稍有前后的岛弧，经俯冲升起，造成边幕式排列的叠接带，可能是大陆边缘发展的常见现象。象云开、诸广和武夷地区在前震旦纪已属岛弧性质，加里东期再度受到俯冲抬升，引起花岗岩化，就使陆壳进一步成熟。由于云开、恩平等岛弧的向北挤压俯冲，使其北的南岭东西带张裂下陷，继续接受志留纪较深海沉积，直到志留纪末才褶皱升起。

总的看来，加里东阶段的重要特点是边幕式排列的岛弧带不断发育和成熟，弧间海槽的挤压导致的地壳缩短，可能为南岭海槽的一度扩张所补偿。所以很可能这种大陆边缘区的复杂化并未包含大规模的水平位移和地壳的大规模缩短。

3. 海西—印支阶段（图3-III，IV，图4-III）

华南地区在海西—印支阶段是一个相对平静的时期，其结束阶段则包含了大陆边缘区之间的对接碰撞和大范围内的挤压褶皱。

在晚古生代开始，自海南岛向北与扬子地台之间，还有两个洋壳或过渡壳海域。一是琼州海峡，其南的五指岭区直到早石炭世早期一直处于拉伸下陷阶段（图4-III），从动物群分析，中间可能尚有较广的海域。二是南岭东西向海槽褶皱升起，在其西段留下了钦防残余海槽，直到二叠纪，接受了连续的巨厚沉积。从泥盆纪起，在湘中桂北加里东过渡型褶皱基底上，发育宽几公里至十几公里，长不过百公里的海底张裂下陷槽，方向以东北为主（图3-III），规模最大的是紫云望漠向西北插入地台的北西向断裂（图2）。在东部加里东褶皱基底上，

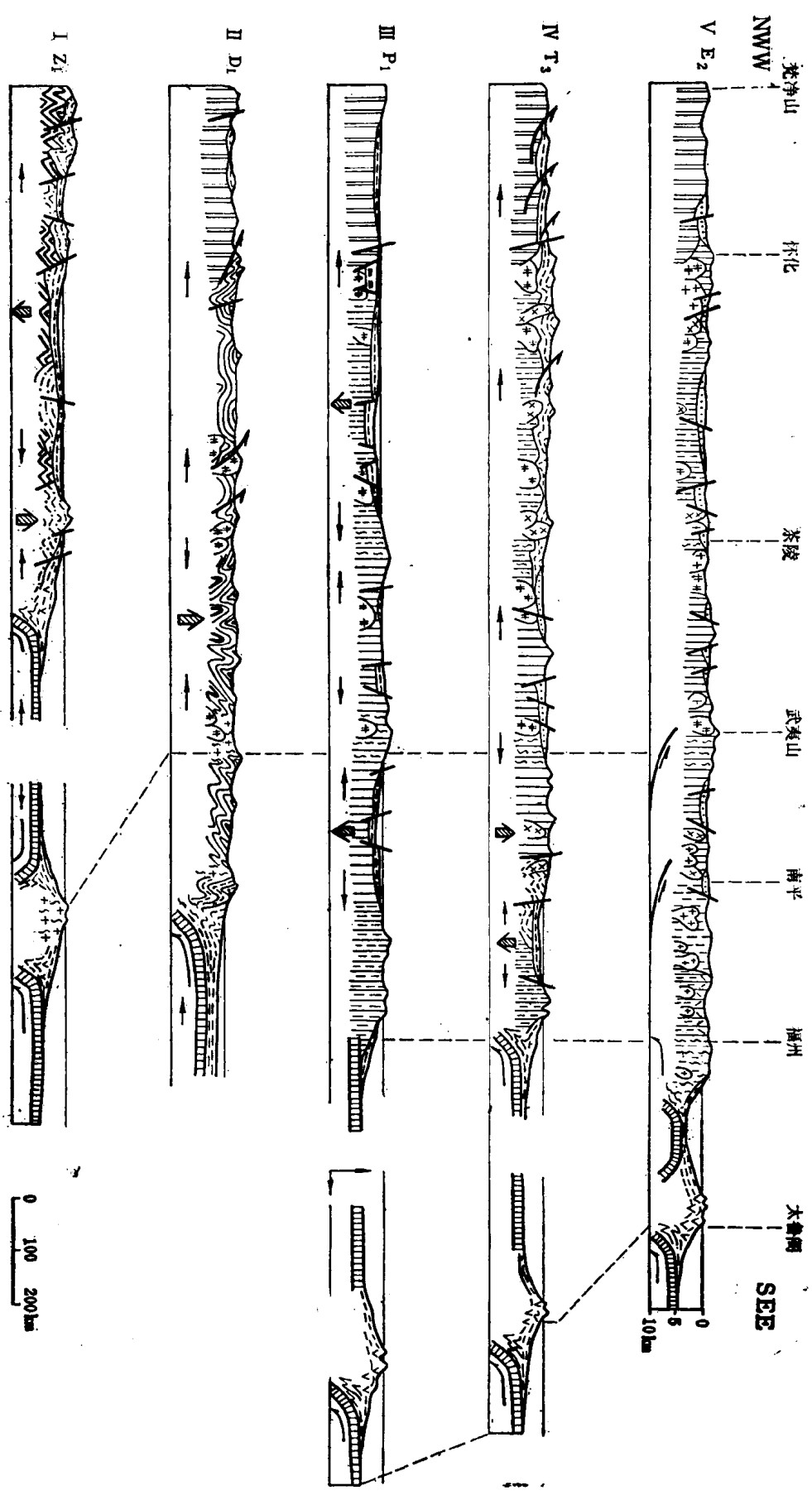


图3 自黔东南梵净山至台湾太鲁阁意想系列剖面 (示地壳构造发展阶段)
 Fig.3 Schematic serial profiles from Fanjing Hill, Guizhou to Tailuge, Taiwan,
 showing the tectonic stages of crustal development