

中国地质科学院

成都地质矿产研究所所刊

第 14 号

地 质 出 版 社

中 国 地 质 科 学 院

成都地质矿产研究所刊

第 14 号



地 质 出 版 社

《成都地质矿产研究所所刊》编辑委员会

Editorial Committee of Bulletin of the Chengdu

Institute of Geology and Mineral Resources

名誉主编 Honorary Editor in Chief 路兆洽 *Lu Zhaoqia*

主 编 Editor in Chief 刘宝珩 *Liu Baojun*

副 主 编 Deputy Editor in Chief

余光明 *Yu Guangming* 颜仰基 *Yan Yangji*

曾绪伟 (常务) *Zeng Xuwei*

编 委 (以姓氏笔划为序) Members of Editorial Committee

刘宝珩 *Liu Baojun*

刘朝基 *Liu Chaoji*

余光明 *Yu Guangming*

杨瑞尧 *Yang Ruiyao*

李光岑 *Li Guangcen*

李德惠 *Li Dehui*

李玉文 *Li Yuwen*

何世沅 *He Shiyuan*

何立贤 *He Lixian*

丘东洲 *Qiu Dongzhou*

陈福忠 *Chen Fuzhong*

陈智梁 *Chen Zhiliang*

陈远德 *Chen Yuande*

陈国豪 *Chen Guohao*

金淳泰 *Jin Chuntai*

罗君烈 *Luo Junlie*

罗建宁 *Luo Jianning*

郝子文 *Hao Ziwen*

赵 叶 *Zhao Ye*

徐永生 *Xu Yongsheng*

曹佑功 *Cao Yougong*

曾绪伟 *Zeng Xuwei*

路兆洽 *Lu Zhaoqia*

阙梅英 *Que Meiyiing*

潘桂棠 *Pan Guitang*

颜仰基 *Yan Yangji*

编辑部主任 Director of Editorial Staff

赵 叶 *Zhao Ye*

《成都地质矿产研究所所刊》编辑委员会

Editorial Committee of Bulletin of the Chengdu
Institute of Geology and Mineral Resources

名誉主编 Honorary Editor in Chief 路兆洽 *Lu Zhaoqia*

主 编 Editor in Chief 刘宝珩 *Liu Baojun*

副主编 Deputy Editor in Chief

余光明 *Yu Guangming* 颜仰基 *Yan Yangji*

曾绪伟 (常务) *Zeng Xuwei*

编 委 (以姓氏笔划为序) Members of Editorial Committee

刘宝珩 *Liu Baojun* 刘朝基 *Liu Chaoji*

余光明 *Yu Guangming* 杨瑞尧 *Yang Ruiyao*

李光岑 *Li Guangcen* 李德惠 *Li Dehui*

李玉文 *Li Yuwen* 何世沅 *He Shiyuan*

何立贤 *He Lixian* 丘东洲 *Qiu Dongzhou*

陈福忠 *Chen Fuzhong* 陈智梁 *Chen Zhiliang*

陈远德 *Chen Yuande* 陈国豪 *Chen Guohao*

金淳泰 *Jin Chuntai* 罗君烈 *Luo Junlie*

罗建宁 *Luo Jianning* 郝子文 *Hao Ziwen*

赵 叶 *Zhao Ye* 徐永生 *Xu Yongsheng*

曹佑功 *Cao Yougong* 曾绪伟 *Zeng Xuwei*

路兆洽 *Lu Zhaoqia* 阙梅英 *Que Meiyang*

潘桂棠 *Pan Guitang* 颜仰基 *Yan Yangji*

编辑部主任 Director of Editorial Staff

赵 叶 *Zhao Ye*

目 录

华南盆地的演化·····	刘宝珺 潘杏南 许效松 徐 强 (1)
西藏的变质作用与地壳演化·····	杨遵和 (15)
亚洲及太平洋地区中部三叠纪岩相古地理·····	丘东洲 (29)
江达车所乡镁铁质熔岩的地球化学特征及其形成机制·····	····· 郑来林 罗建宁 李兴振 陈 明 (51)
四川呷村多金属矿区金、银赋存状态及富集规律·····	杨时惠 (63)
黔南微细粒浸染型金矿中毒砂含金性及赋存状态研究·····	王立全 (83)
安徽淮河中游平原第四纪磁性地层学的初步研究·····	金 权 (101)
四川二郎山志留纪腕足群落及其古地理意义·····	江新胜 (111)
C. M. 处理系统及其在化探找矿工作中的应用·····	姚建敏 (121)

中国地质科学院
成都地质矿产研究所所刊
第14号

*
责任编辑: 赵 叶 李上男
地质出版社出版发行
(北京和平里)
地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

*
开本: 787×1092¹/₁₆·印张: 7.75 插页: 2页 铜版图: 3页 字数: 191000
1991年6月北京第一版·1991年6月北京第一次印刷
印数: 1—1150册 国内定价: 5.10元
ISBN 7-116-00846-2/P·727

BULLETIN OF THE CHENGDU INSTITUTE OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES

No.14

CONTENTS

Evolution of Huanan (South China) Basin.....	
..... <i>Liu Baojun Pan Xingnan Xu Xiaosong Xu Qiang</i> (1)	
Metamorphism and Crustal Evolution in Xizang(Tibet).....	<i>Yang Xianhe</i> (15)
The Triassic Lithofacies and Paleogeography in the Central Part of Asia and The Pacific Region.....	<i>Qiu Dongzhou et al.</i> (29)
The Geochemical Characteristics of Mafic Rocks from Chesuoxiang, Jomda and Their Genetic Mechanism	
..... <i>Zheng Lailin Luo Jianning Li Xingzhen Chen Ming</i> (51)	
Occurrence and Enrichment of Gold and Silver in Gacun Polymetal ore District, Sichuan.....	<i>Yang Shihui</i> (63)
The Research on Gold Content and Its Occurrence Form in Arseno- pyrite from Fine-impregnated Gold Deposit in Southern Guizhou, china	<i>Wang Liquan</i> (83)
On Quaternary Palaeomagnetic Stratigraphy in Middle Reaches Plain of Huaihe River, Anhui Province	<i>Jin Quan</i> (101)
Silurian Brachiopoda Communities of Erlangshan, Sichuan, China and their Palaeogeographic Significance.....	<i>Jiang Xincheng</i> (111)
C. M. Treating system and Its Application to Geochemical Explo- ration.....	<i>Yao Jianmin</i> (121)

Geological Publishing House

Address: Hepingli, Beijing, China

**Chengdu Institute of Geology
and Mineral Resources**

Address: No. Xin 82 Yihailu Běi-
sānduàn, Chengdu, China

华南盆地的演化

EVOLUTION OF HUANAN(SOUTH CHINA) BASIN

刘宝珺 潘杏南 许效松 徐 强

内容提要 本文以构造学和沉积学材料为基础, 阐述华南盆地的演化。可分成四个演化阶段: 原始洋盆阶段、残留盆地阶段、转换拉张裂谷阶段和消亡造山阶段。华南盆地的性质和演化具有独特的个性和历程, 它的造山作用明显不同于典型的大陆造山带, 因此可以建立起新的“南华型”造山模型。

查明华南盆地的演化是研究中国南方大地构造之纲。对南方大地构造的歧见主要源自对华南盆地的不同认识。在众说纷纭的各家之见中, 郭令智^[1]、王鸿祯^[2]、许靖华^[3]、水涛^[4]、杨森楠^[5]、汪新^[6]等的文章是主要代表作, 反映了80年代中国地质界对华南盆地的认识现状。

我们在“中国南方岩相古地理”项目研究中, 以沉积地质学为基础, 将构造地质学与沉积地质学相结合, 研究华南盆地的演变, 奠定了中国南方构造-古地理格架的基础。

中国南方大地构造演化可划分为三大阶段: ①原始陆块形成阶段(1700Ma前); ②板块活动阶段(1700—400Ma); ③板内活动阶段(400Ma后)。志留纪时, 华南盆地转变为华南造山带, 广西运动是第二、三两大阶段的界线。本文从华南盆地的演化着手, 研究第二阶段中我国南方两大板块——扬子板块和华夏板块的活动史。

根据盆地的性质和地动力环境的演变, 我们将华南盆地的演化划分为四个阶段: ①原始洋盆阶段(1700—850Ma); ②残留盆地阶段(850—800Ma); ③转换拉张(transtension)裂谷阶段(800—500Ma); ④盆地消亡造山阶段(500—400Ma)。

一、原始洋盆阶段

早元古代末, 在扬子域内, 经小官河运动(1700Ma)原始扬子陆块形成^[7]; 在华夏域内, 闽浙运动(1800Ma左右)形成了原始华夏陆块。浩瀚的原始华南洋将两陆块分隔。中国南方的板块活动体制从两陆块形成开始。

以四堡运动(1050—1000Ma)为界, 将原始洋盆阶段分为两个时期: 四堡期和晋宁早期。

(一) 四堡期

华南洋(壳)向北俯冲于扬子板块之下, 形成沟弧盆系。弧体分成东、西两段, 东段为向南凸出的江南古岛弧, 西段为向北凸出的滇黔桂弧, NNE向罗城-安化转换断层将两者相连(图1)。

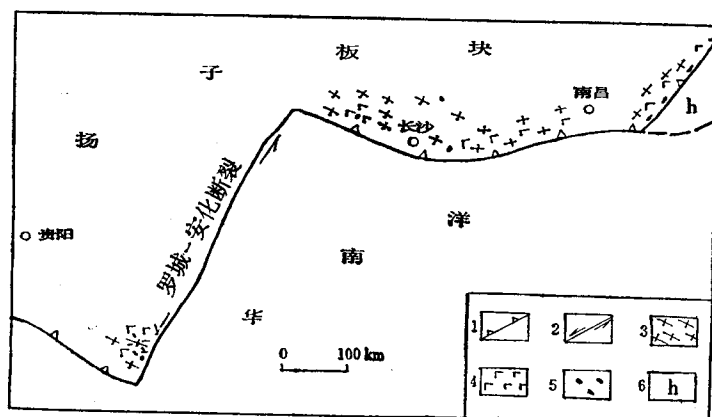


图 1 华南四堡期构造格架

Fig. 1 Tectonic framework of Huanan during Sibaonian

1—俯冲带；2—转换断层；3—构造线；4—低钾拉斑玄武岩；5—蛇绿岩；6—怀玉地体

四堡造山运动在鹰潭之东表现为怀玉地体沿赣东北断裂带与扬子板块相拼接。缝合带发育有世界最古老的蛇绿岩。蛇绿岩Sm-Nd等时线年龄为1024Ma^[8]。在鹰潭之西主要表现为弧-陆碰撞引起的岛弧和弧后造山作用。

四堡运动使原始扬子陆块的东南边缘增生，形成中元古代晚期褶皱带。褶皱构造线与岛弧一致。江南弧西段的平江—常德一线，冷家溪群组成北西西向线形褶皱，板溪群与其呈高角度不整合。湘黔桂弧东段的四堡地区，四堡群的构造线也为北西西向，并被丹洲群不整合覆盖，且明显为罗城-安化断裂所截（见图1）。为罗城-安化断裂所连接的两岛弧相距500km左右。断裂之东的盆地中，没有发生褶皱作用，板溪群（丹洲群）与冷家溪群（四堡群）为假整合或整合接触。

（二）晋宁早期（1000—850Ma）

华南洋（壳）发生双向俯冲（图2）。在扬子板块边缘，随着大陆的增生，俯冲线后退到绍兴—江山—萍乡—全州—南宁一线，在该线的北西形成龙门山—九岭—龙胜岛弧。根据火山岩的性质可将该带的岛弧分成两类：龙门山—九岭岛弧以发育钙碱性中酸性火山岩为特征，可以浙西龙门山地区的双溪坞群和长沙地区的板溪群冷水铺组中酸性火山岩为代表，这是类似于日本岛弧的成熟岛弧；龙胜岛弧以发育低钾拉斑玄武岩为特征，几乎不存在中酸性火山岩，指示它具有年轻的洋弧性质。在龙胜岛弧之西发育三江—黔阳边缘海。三江—黔阳边缘海的基底由两部分组成，罗城-安化断裂之西为四堡期褶皱基底，其东为洋壳基底。这里的弧后拉张历史虽不长，但却有基性-超基性岩带形成，这显然与以洋壳为基底有关。边缘海中堆积有巨厚的浊积岩层，在扬子板块上则堆积浅海相沉积（即“红板溪”）。

华南洋（壳）向南东俯冲，在华夏陆块边缘形成武夷-云开古岛弧。岛弧岩系可以清流—宁化一带巨厚的中酸性火山-沉积岩系为代表。岛弧的东南为闽浙弧后盆地。盆地中的沉积物（浙江称龙泉群，Sm-Nd等时线年龄为1376Ma）^①，由浊积岩夹大陆拉斑玄武岩

① 浙江丽水七队资料；在福建称其为龙北溪组。

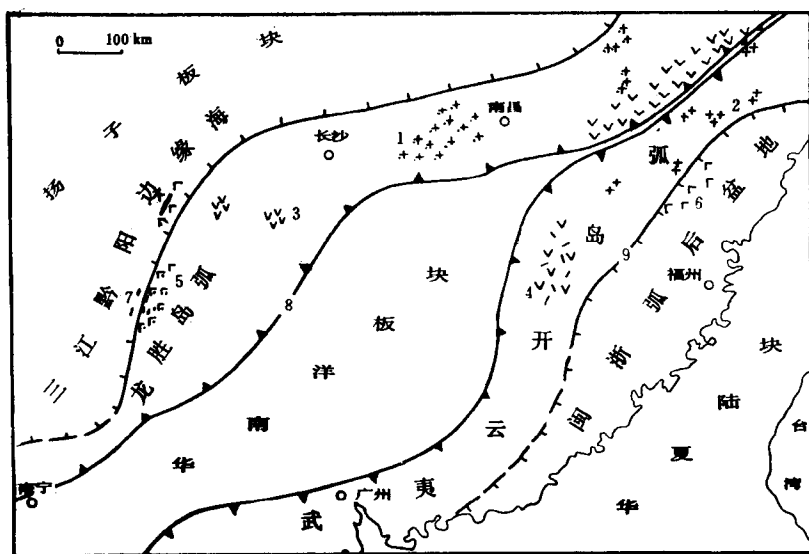


图 2 华南晋宁早期构造格架

Fig. 2 Tectonic framework of Huanan during Early Jinningian

1—晋宁早期花岗岩；2—晋宁期花岗岩；3—晋宁早期酸性火山岩；4—晋宁期中酸性火山岩；5—晋宁早期玄武岩；6—晋宁期玄武岩；7—基性-超基性岩；8—俯冲带；9—岛弧和弧后盆地的边界

和碱性玄武岩组成。

二、残留盆地阶段

在850Ma左右，扬子陆块与华夏陆块在江山—绍兴带（以下简称江绍带）相撞，形成山系。绍兴西裘幔源型花岗岩 Rb-Sr 等时线年龄为 852Ma^[9]，陈蔡群变质作用生成的角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 $844.7 \pm 9.7\text{Ma}$ （劳秋元等，1989）可以作为陆-陆相撞的时限。陆-陆碰撞后的 A 型俯冲，在陈蔡群中形成一系列向北倒转的褶皱和叠瓦式冲断构造^[10]，同时北侧形成浙西前陆盆地（图3、4）。前陆盆地中堆积了晋宁晚期骆家门组和虹赤村组磨拉石—复理石建造。骆家门组高角度不整合于双溪坞群片理化英安岩之上，其下部为厚 650m 余的块状巨砾岩层，砾石中有大量花岗岩，其岩性与江绍带的花岗岩类相似；中、上部为浊积岩层。浊积岩的印模指示流向自南南东向北北西。浊积岩之上被虹赤村组河流相紫红色砂岩平行不整合覆盖。虹赤村组之上又被震旦系志棠组冲积砾岩微角度不整合超覆。

前人根据骆家门组与双溪坞群的不整合，命名为神功运动，将其与四堡运动相对比。程海等（1989）对双溪坞群英安岩作单颗粒锆石同位素测年，年龄为 903.6 ± 3.9 和 $875 \pm 4.3\text{Ma}$ ，因此，骆家门组的时代应小于 875Ma，与板溪群上部地层相当，为江绍带缝合后前陆盆地中的磨拉石—复理石建造；而双溪坞群岛弧型火山—沉积建造则相当于板溪群中下部地层，即双溪坞群不是四堡期产物，而是晋宁早期岛弧产物。

沿江绍缝合带往南西延伸，华南盆地仍保持着半深海环境，堆积了神山群浊积岩。此时，华南盆地（洋壳）向扬子板块的俯冲作用已经停止，龙胜初始岛弧——洋弧夭折，丹

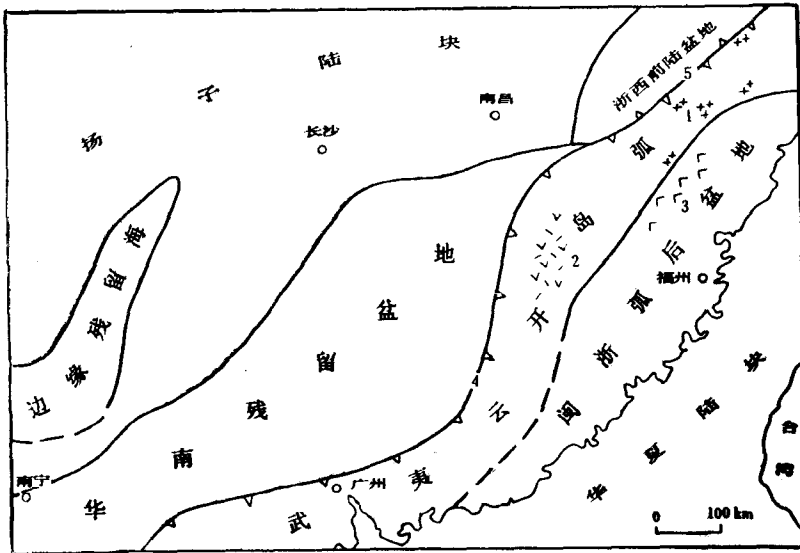


图 3 华南晋宁晚期构造格架图

Fig. 3 Tectonic framework of Huanan during Late Jinningian

1—花岗岩; 2—中酸性火山岩; 3—玄武岩; 4—俯冲带; 5—板块缝合带

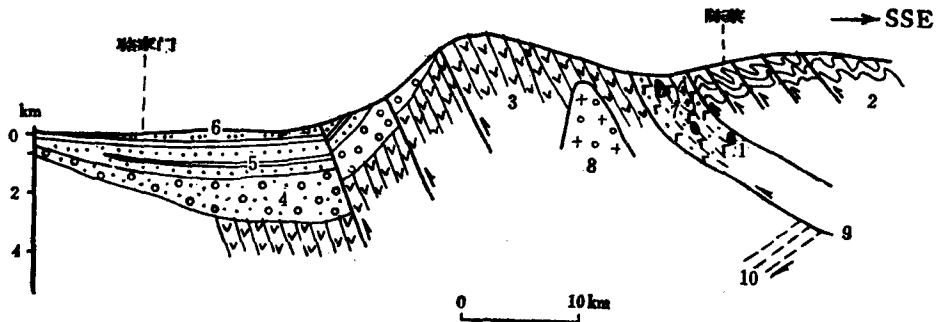


图 4 江绍缝合带和浙西前陆盆地剖面图

Fig. 4 A profile across Jiangshao suture zone and Zhexi (western Zhejiang) foreland basin

1—由包含超基性岩块的绿片岩组成的韧性剪切带; 2—陈蔡群片麻岩和混合岩; 3—双溪坞群片理化英安岩和火山-沉积岩; 4—骆家门组块状砾岩层; 5—骆家门组浊积岩; 6—虹赤村组紫红色河流相砂岩; 7—幔源型花岗岩; 8—石英闪长岩; 9—冲断层带; 10—示意性地表示的华南洋(壳)向扬子陆块的早期俯冲带

洲群合桐组岛弧型低钾拉斑玄武岩系为上部拱洞组浊积岩所代替; 在三江-黔阳边缘海盆中也连续堆积了板溪群—丹洲群上部浊积岩层。

在华夏陆块的西北边缘仍保持着活动大陆边缘环境, 俯冲作用一直延续到800Ma, 至震旦纪开始的新一轮旋回的拉张作用后才结束。

从江绍带华夏陆块与扬子陆块缝合开始, 至震旦纪拉张作用前结束, 共经历了大约50Ma。在这一时期里, 华南盆地的环境, 可与现代的孟加拉湾盆地类比, 可作为古残留盆地的典型实例。

残留盆地是板块缝合过程中, 缝合尚不完全时的产物。因此, 在通常情况下, 残留盆

地是短命的，随着俯冲作用的进行，会很快消亡，被卷入到特提斯造山作用中。

晋宁晚期的华南残留盆地则不同，震旦纪开始的拉张作用使它免受了消亡的厄运。在华南盆地地区，晋宁期没有发生特提斯造山作用。在相当于板溪群的地层之上连续堆积了震旦系浊积岩和重力流沉积物，并与古生代地层一起褶皱。但是，我们认为，不能据此把加里东时期的华南盆地也作为残留盆地，因为，从震旦纪开始，华南地区已不存在地壳的消减作用，晋宁旋回晚期的收缩作用，已为加里东旋回的拉张作用所代替。地动力环境改变了，盆地的性质也就不同了。实际上，震旦纪开始的拉张作用是晋宁晚期的残留盆地没有转变为造山带的原因。把拉张环境长达三亿年的加里东华南盆地作为残留盆地，显然是不合适的。

三、裂谷盆地阶段

晋宁晚期，中国南方形成了广袤千里的陆地。这是晋宁晚期地壳收缩作用的产物。从震旦纪（800Ma）开始，地壳的快速沉降代替了隆升，这是拉张环境代替挤压环境造成的。

下震旦统的沉积相序清晰地记录了这种变化。例如，在浙西地区，志棠组自下而上表现为冲积相砾岩→河流相砂岩→滨浅海相砂、泥岩→浅海相泥-硅质岩的强烈海进相序；在福建长汀地区，下震旦统丁屋岭组以陆相砾岩层微角度不整合（局部为高角度）于楼子坝群粉砂质硅质板岩之上。砾岩层厚数米至十余米，后经数百米滨、浅海相石英砂岩层，向上渐变为浊积岩层，这里的地壳沉降速度比浙西更大。

在古地理景观上，晋宁晚期形成的山脉和广袤千里的陆地，经地壳的快速沉降后，至早震旦世末已只残存不大的孤岛了。中国南方古地理景观的这种巨变所记录的只能是地球动力学环境的改变。

（一）地壳拉张原因

震旦纪开始的裂谷作用不是主动地幔对流产物，而是差异应力产生的被动裂谷作用，是与走滑作用有关的斜向拉张。用Harland的术语就是转换拉张（transtension）。

晋宁晚期的挤压收缩环境是怎样转变成震旦纪的拉张环境的呢？

H·G·里丁^[13]指出，“大多数造山带都包含有两种（指俯冲-碰撞造山和平移造山）模式要素。与消减作用相比，平移运动的重要性随大陆碰撞作用的开始而增大”。在江绍缝合带，华夏陆块与扬子陆块的碰撞是近南北向斜撞。这对北东走向的缝合带来说，除发生南北方向的地壳消减和缩短外，还存在明显的左行平移分量。陆-陆相撞开始后，陆壳俯冲所受的阻力日益增大，相应地在差异应力作用下，平移运动分量则日益增大，在经50Ma的量变过程后，发生了质变，斜向俯冲转变为左行平移运动。

这一转变导致了华南地区地动力状态的根本变化，原先以挤压为特征的板块缝合带转变为如圣安德烈斯断裂那样的分开两大板块的转换断层带。沿江绍带的左行走滑运动使华夏陆块向东运动，扬子陆块向西运动。这样晋宁晚期处于收缩环境中的华南残留盆地，在震旦纪就受到了拉张作用，转变成受转换拉张作用控制的裂谷盆地。

江绍带的构造研究以及区域沉积作用研究可追溯出江绍带走滑运动的历史。

江绍带的构造特征, 我们将另文论述, 这里仅引用主要结论。

江绍带主要由糜棱岩和糜棱岩化岩石组成(原岩为拉斑玄武岩、花岗岩、硬砂岩等), 属于强烈的走滑韧性剪切带。晋宁期俯冲作用所产生的推覆韧性剪切构造, 在江绍带内已被彻底改造, 其形迹主要见于两侧的前震旦纪地层中。

走滑作用可清晰地分为两期, 早期为左行走滑, 750—640Ma的同位素年龄峰值代表了它的强烈活动期; 晚期为右行走滑, 为加里东运动产物, 且与江绍带的金矿形成有关。

区域沉积作用所勾画出的裂谷带构造格架清楚地反映出受江绍转换断层的左行走滑作用控制, 北东—北北东走向的地堑盆地和地垒沿绍兴-宜春断裂带呈左行雁列展布(图5)。自东向西依次为东南盆地系, 武夷-云开地垒, 华南主裂谷盆地, 衡山-龙胜地垒和三江-黔阳地堑盆地。

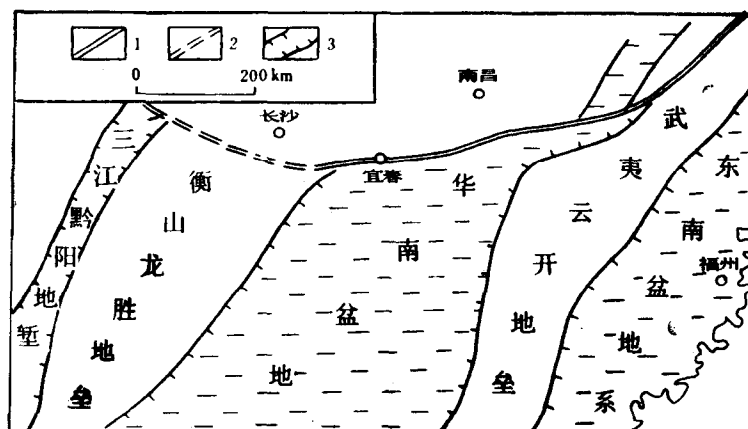


图 5 华南裂谷带格架图

Fig. 5 Tectonic frame work of Huanan rift zones

1—绍兴-宜春断裂; 2—绍兴-宜春断裂使晋宁期基底断裂复活部分; 3—裂谷盆地

在绍兴-宜春断裂带北侧的扬子陆块上, 震旦纪和早寒武世沉积也显示出同样的格局: 北东向的次级隆、凹呈东西向左行雁列。这种小型隆、凹, 在岩相古地理图上表现为具不同水深的相带, 在等厚图上表现为岩层的厚薄。这种格局至沧浪铺期已不明显, 因此, 我们将此作为江绍带左行走滑运动终止的时限。

裂谷带的沉积相资料也与前述结论不谋而合。发生于700Ma左右的强烈的区域性海侵作用与江绍带的强烈走滑期相一致。在整个裂谷带内, 下震旦统巨厚的陆源碎屑沉积为非补偿型沉积——硅质岩等代替, 至早寒武世筇竹寺期, 广泛发育黑色页岩和磷块岩组合, 反映盆地拉张达到了最大规模, 并形成不同成因的沉积体系域组成的沉积层序和两种层序界线。此后, 则表现为以热沉降为主, 伴随脉动性拉张。随着浊流沉积物在华南盆地中快速堆积, 以及扬子大陆边缘的地壳热沉降, 盆地与衡山-龙胜地垒的地形差异便逐渐减小, 这就使中晚寒武世时期来自东、南方向的强大浊流越过盆地, 达到扬子陆块东南边缘的边缘地带, 这样, 在盆地与扬子大陆边缘的接壤地带, 在某些层序中就不存在明显的跳相现象, 而呈现出某种指状交互的特点。

(二) 裂谷带特征

图5反映的仅是裂谷构造的粗线条, 实际情况远为复杂。它具有非常复杂的断裂网系, 以及受其控制的盆、隆镶嵌图案, 其复杂程度与宽达500km的圣安得烈斯断裂系控制的盆地系相比也毫不逊色。

笔者根据所编的华南地区前泥盆纪基岩地质图及沉积相资料编绘了华南裂谷盆地及东西向转换断层(图6)、华夏大陆边缘浙闽地区前泥盆纪基岩地质及盆地格架图(图7)和华夏大陆边缘广东地区前泥盆纪基岩地质及盆地格架图(图8)。

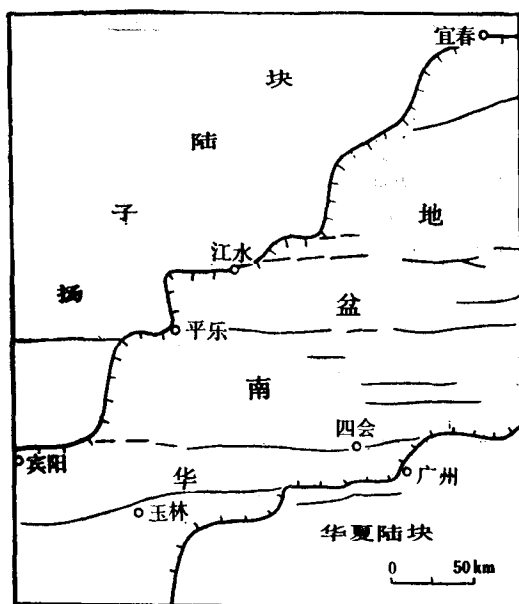


图6 华南裂谷盆地及东西向转换断层图

Fig. 6 Huanan rift basin and E-W transform fault

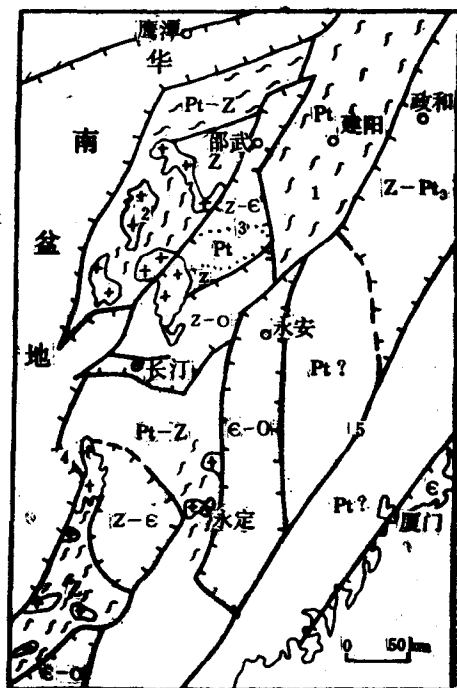


图7 华夏大陆边缘浙闽地区前泥盆纪基岩地质及盆地格架

Fig. 7 Basement geology and tectonic framework of basins during Pre-Devonian in Zhe-ming region along peripheral zone of Cathaysian continent

1—片麻岩; 2—花岗岩; 3—地层界线; 4—盆地边界; 5—断裂

从图6上, 可以清晰地见到东西向转换断层, 以及受其控制的华南盆地的曲折边界。其边界也是加里东运动所产生的不同构造变形区的边界。

图7和8则反映出华夏大陆边缘上的复杂的断裂网系和盆地系统; 图8上还可见到东西向转换断层的作用。

在建造序列上, 裂谷拉张期的沉积表现为强烈的非补偿性。震旦纪早期, 扬子大陆东南边缘的盆地中, 快速堆积了厚4000m余的粗碎屑重力流沉积物(夹少量浊流沉积物), 然而快速堆积也未能补偿地壳凹陷, 至晚震旦世便出现了典型的非补偿性硅-泥沉积建造, 至早寒武世早期发育黑色页岩建造; 在陆源碎屑供给充分的华夏大陆边缘和华南盆地中,

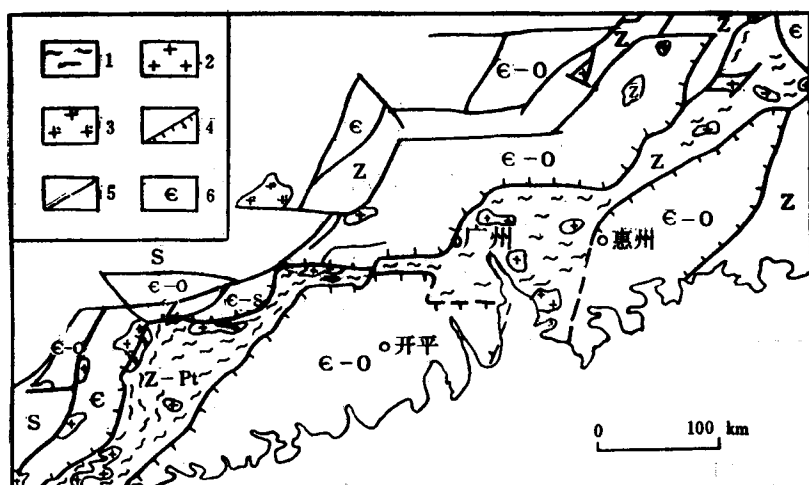


图 8 华夏大陆边缘广东地区前泥盆纪基岩地质及盆地格架

Fig. 8 Basement geology and tectonic frame work of basins during Pre-Devonian in Guangdong region along peripheral zone of Cathaysian continent

1—片麻岩; 2—混合花岗岩; 3—花岗岩; 4—盆地边界; 5—断裂; 6—地层代号

在晚震旦世也广泛发育非补偿型硅-泥沉积建造。

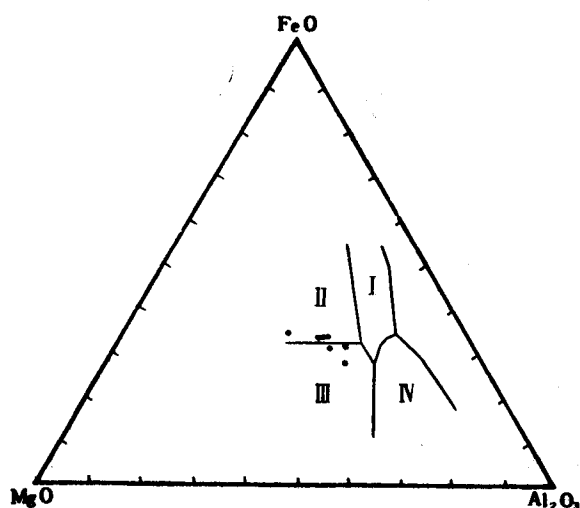
有机黑色页岩相是威尔逊旋回中幼年洋阶段离散边缘的典型相之一。扬子大陆边缘的硅质岩相、黑色页岩相和磷块岩相组合具有与大西洋墨西哥湾相似的凝缩层和最大的饥饿面特征, 这说明盆地的开启已达相当规模。盆地消亡后的现存宽度为350km。盆地已经受了强烈的消减和褶皱作用, 因此, 消减前的宽度当在600km以上, 加上两侧的大陆坡(盆边), 其宽度不小于1200km。这是最保守的估计值。

盆地的这一规模是在残留盆地背景上, 又经过二、三亿年的拉张作用才取得的, 其扩张速率与威尔逊旋回的大洋成长速率相比, 是相当小的。扩张速率小是转换拉张型裂谷的特点之一, 因为它是差异应力作用下产生的斜向拉张, 其扩张速率当然要比地幔对流产生的正向拉张作用低得多。

扩张的低速率和沉积的高速率使华南盆地明显不同于大洋, 而具有一系列独特的特点。例如, 在海底不可能形成中脊地貌, 扩张中心被埋在快速堆积的沉积物之下; 新生地壳的岩石化学成分应区别于大洋中脊, 沿盆地周边侵位于板溪群—寒武系中的基性—超基性岩的岩石化学成分^[11-12]可作佐证; 同时, 由于新生地壳上覆有很厚的浊积岩层, 因此, 地壳的性质和结构也区别于典型的洋壳。

在大陆上, 走滑盆地型式多而复杂^[13], 且多为小型盆地。加利福尼亚湾盆地可算是其中的佼佼者。华南盆地则不同, 它在残留盆地背景上形成, 因而无论在盆地规模, 还是沉积相上都不相同。在沉积相上, 它不是从陆相开始, 而是在残留盆地的浊积岩层上, 连续堆积浊流沉积物。

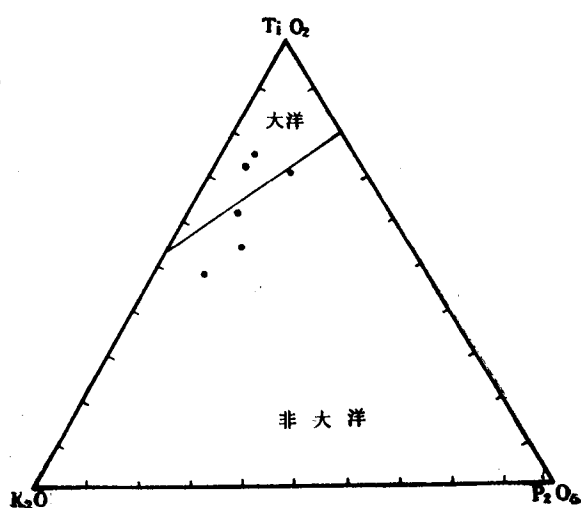
与走滑作用有关的盆地常与隆起相伴, 沿走向, 转换拉张可能变为转换挤压(transpression)。我们推断, 沿江绍带向NEE向延伸, 入东海后应有隆起与华南盆地相伴, 并为华南盆地提供大量陆源物质, 成为盆地中自东向西的纵向浊流的主要物源区。在海底不

图 9 丰城玄武岩FeO-MgO-Al₂O₃图解

(Pearce et al., 1977)

Fig. 9 FeO-MgO-Al₂O₃ diagram of the Fengcheng basalt

I—大陆区；II—洋岛区；III—洋底区；IV—造山区

图 10 丰城玄武岩TiO₂-K₂O-P₂O₅图解

(Pearce et al., 1975)

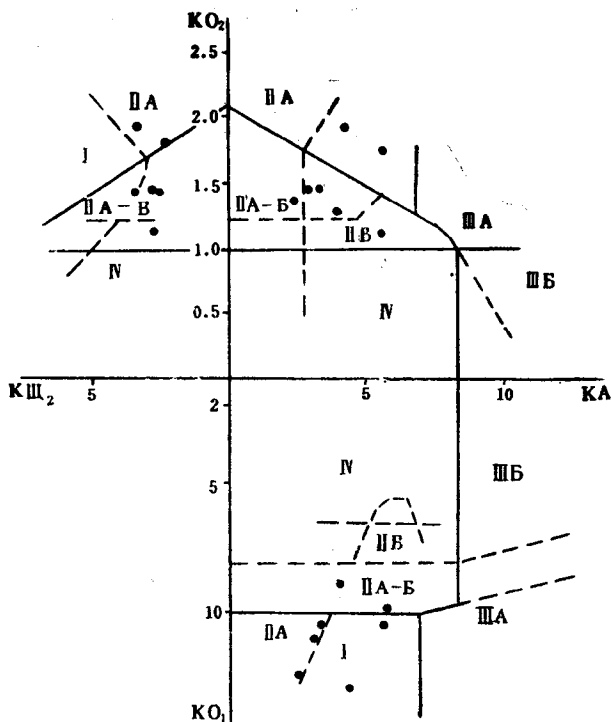
Fig. 10 TiO₂-K₂O-P₂O₅ diagram of the Fengcheng basalt

图 11 丰城玄武岩多勃列佐夫图解

Fig. 11 Dobretsov diagram of the Fengcheng basalt

I—大洋及夏威夷橄榄玄武岩区；II A—大洋碱性橄榄玄武岩区；II A-B—裂谷带，过渡玄武岩区；
II B—大陆碱性玄武岩区；III A—大洋中脊玄武岩区；III B—岛弧高铝玄武岩区；IV—大陆玄武岩区

存在中脊地貌的情况下,纵向浊流使整个盆地具有同源的陆源碎屑成分,同时造成盆地中浊积砂岩与华夏陆缘浊积砂岩的成分差异,前者含有较多的长石,后者则经过大陆架上的陶洗、分选,因此主要为石英砂岩类。走滑带隆起与盆地相伴,是华南盆地中长达四亿年的时期陆源碎屑源源不断,供给充足的重要原因。海底钻探表明,东海和南海第三系直接覆于前震旦系片麻岩之上,它们应是当时的古陆的一部分。

裂谷带拉张早期有相当强烈的基性岩浆活动。例如,华南盆地中发育有鹰扬关细碧岩斑岩、丰城细碧岩、武夷西坡变玄武岩—基性岩、水吉玄武岩等,在江西定南、安远和广东和平一带还发育有超基性岩;在扬子大陆边缘有长沙雷祖殿、麻田苦橄玄武岩、新化云溪玄武岩等。

丰城晚震旦世细碧岩^[14]与硅质岩呈互层产出,细碧岩岩石化学成分具有明显的亲洋性(图9—11);沿武夷西坡至和平一带分布的基性—超基性岩带与盆地消亡时的俯冲带一致,并侵位于震旦系和寒武系中;在盆地向扬子板块的俯冲带附近,超基性岩侵位于神山群中。这些基性—超基性岩虽有别于典型的蛇绿岩,但它们无疑来自亏损地幔^[11、12],可作为存在初始洋壳的佐证。

四、盆地消亡和造山阶段

我们推测,华南盆地消亡的动力来源主要与华夏板块从澳大利亚分离出来,向北西漂移有关。古地磁^[15]、崖县地区的古生物^[16、17]、含磷层以及华夏大陆边缘和塔斯曼地槽陆源碎屑物的相似性^[18]等说明,奥陶纪之前,华夏板块可能是与澳大利亚相连的。

此外,加里东秦祁洋的消亡过程中,扬子板块向东运动也是动力学来源之一。

在华夏板块向北西漂移,扬子板块向东运动的过程中,便产生自南东向北西的推挤作用。在该应力场的作用下,江绍带将发生右行位移,形成右行走滑韧性剪切带。

华南盆地的收缩是脉动式的。第一幕发生在奥陶纪和寒武纪之间,那就是郁南运动。此运动主要表现为云开地区的隆升,以及武夷—云开带的中酸性岩浆活动。此幕的起因与华南盆地沿武夷—云开带的北西侧向东南俯冲有关。俯冲带有基性—超基性岩侵位,武夷—云开带发生热事件和混合岩化作用;沿大断裂带(如吴川—四会断裂)有不大的I型花岗岩岩株侵入,并伴有安山岩浆喷出^[19]。但是,华南盆地的消减没有形成发育良好的沟弧盆系,岩浆活动很弱,I型花岗岩属大断裂控制型^[20],与岩浆弧带不能相提并论,同时,I型花岗岩和安山岩形成于开平盆地中,而不是形成于武夷—云开带上。

第二幕发生于奥陶世中期,前人根据中奥陶统尖岭组磨拉石与沙塘组页岩的角度不整合,命名为崖县运动(夏邦栋,1979)。在大陆上,表现为浙闽沿海地区的盆地封闭,隆升为陆;浙西地区从晚奥陶世开始,形成前陆盆地,堆积浅水陆屑复理石,其物源即来自中奥陶世晚期开始隆起的浙闽沿海地区。

经此幕运动后,华南盆地的消亡加剧,随着盆地的收缩,盆地中心自南东向北西大踏步迁移。至奥陶纪末,盆地主体已褶皱隆升,除西南部钦防一带继续着盆地沉积外,志留纪盆地向北西迁移到了湘中地区,成为叠置在扬子大陆边缘上的前陆盆地。它可以作为华南盆地已经消亡的可靠证据。

最后一幕，即广西运动，发生于志留纪末，华南造山带最终形成。

华南盆地的消亡造山过程延续了一亿多年，整个过程明显不同于大洋的消亡和特提斯造山作用。例如，在这里不存在蛇绿混杂岩带、双变质带、成对花岗岩带；没有发育良好的沟弧盆系；造山带宽度大，宽达1000km，尤其是组成造山带的各个单元的宽度大，华南盆地消亡后的宽度竟达350km，这与大洋消亡后“浓缩”为狭窄的蛇绿混杂岩组成的缝合带是大不相同的。

上述特点的形成，是由华南盆地的性质决定的。由于在华南盆地中堆积有巨厚的沉积物，沉积层厚度（包括残留盆地阶段的浊积岩层）达20km以上，因此，在盆地消减，发生俯冲时，不可能象大洋壳俯冲那样形成沟弧盆系，如此巨厚的沉积物阻碍着海沟的形成，同时随着俯冲作用的进行必将引起沉积层的强烈变形，以及沉积层与基底之间的滑脱作用，导致沉积盆地的快速迁移。

盆地的俯冲又不同于陆-陆相撞后的A型俯冲，因为堆积了巨厚沉积层的华南盆地，避免了华夏陆块与扬子陆块直接相撞，华南盆地成了绝好的缓冲地带。在这种情况下，夹在两个大陆硬块体之间的华南盆地软块体便成了主要变形体。在变形作用推进到扬子大陆边缘之后，“软体”无法迫使硬块体褶皱，而是表现为硬块体抬升，向盆地方向仰冲，因此，我们在扬子陆块上见不到加里东时期的明显褶皱，泥盆系与下伏地层仅表现为平行不整合超覆。前人的江南隆起之说就是这一仰冲作用抬升起来的。

正由于上述原因，在华南加里东造山带，我们看不到特提斯造山模型，看不到特提斯造山带中的三个变形单元^[3]。

华南造山带的变形单元与特提斯造山带大不相同。在这里可划分为四个变形区。

华南盆地变形区：以形成S形线形褶皱和冲断为特征。S形褶皱的形成与造山期间江绍转换断层系的右行走滑运动有关。北部近绍兴-宜春断裂处，构造线趋近与断裂一致，为北东东向，向南构造线逐渐转为近南北向，更向南至盆地的南部边界附近，在平乐-定南等东西向转换断层的控制下又形成近东西向褶皱和冲断。

华夏大陆边缘变形区：其变形特征可参阅图7和8，这里不再赘述。

扬子湘桂边缘变形区：可分为二个亚区，在衡山-龙胜地垒上褶皱和缓，以短轴褶皱和北北东向冲断为特征；三江-黔阳地堑盆地中则以较强烈的北北东向线形褶皱和冲断为特征。该区的变质作用极弱。

江南隆起变形区：以整体抬升为特征，地层未变质。

华南造山带的花岗岩浆活动与上述变形作用密切相关。其特点是在成分上，以混合花岗岩和S型花岗岩为主；在分布上，具面型分布特点，且主要分布在华南盆地区和华夏大陆边缘区。华南盆地中的花岗岩的形成主要与沉积层与基底玄武岩层之间的滑脱作用产生的构造热有关，因此，在花岗岩的源岩物质中由三端元组分：蚀变玄武岩、深海沉积物和陆源沉积物按不同比例混合形成（李献华，1989）。华夏大陆边缘的花岗岩的形成则主要与俯冲作用产生的构造热有关。

综上所述，可以得出结论，华南造山带具有独特的模型，笔者建议将其称为“南华型”。

华南盆地的演化历程、造山模型和构造型式等都具有独特的个性。它客观地反映了地