

新元古代—早古生代华南裂谷系的格局及其演化

杨明桂, 祝平俊, 熊清华, 毛素斌

江西省地质矿产勘查开发局, 南昌, 330002

内容提要:本文运用地层、构造与地质事件的综合研究方法, 对新元古代—早古生代华南裂谷系的格局及其演化进行了研究。该裂谷系发生于晋宁期造山(约 820 Ma)后不久的青白口纪晚期(约 815 Ma), 有皖浙赣铀垒带、湘桂台阶式斜坡带和南华裂谷海盆 3 个部分。皖浙赣铀垒带由“两谷两隆”组成, 火山活动强烈, 消亡于“青白口纪”末(约 780 Ma)。湘桂斜坡带拥有武陵(红板溪)、雪峰(灰板溪)和钦杭西段(黑板溪)3 个台阶式斜坡。南华裂谷海盆以南岭中央海盆为核心, 外侧有武夷、岭南两个水下裂陷块体和闽中裂谷等。海盆于志留纪时由东向西逐渐闭合造山, 以“北贴西拼”为主要运动方式, 形成了复杂的复合构造格局。由于南岭与岭南块体不同步的向西推移并南北贴合并形成了河池-定南挤压转换式拼贴带, 出现了南岭东西向构造带的雏形。钦杭裂谷是华南裂谷系的主干和主要海水通道, 其南端的钦州残留裂谷海槽于中二叠世末才宣告封闭。华南裂谷系的形成发展是华南地史上的一个重大事件, 对后期地质构造以及岩浆成矿活动都具有重要的约束作用。

关键词: 华南裂谷系; 构造格局; 发展演化; 造山样式

新元古代晚期—早古生代华南裂谷活动是华南地区晋宁期造山后又一重大地质事件。裂谷系经伸展开裂、闭合造山后, 基本上完成了华南陆壳的固结, 奠定了区内的基本构造格局, 对后期地质构造活动与成矿事件具有重大影响。约在上世纪 80 年代, 已有地质工作者(王鸿楨等, 1986; 余达淦, 1988; 杨明桂等, 1988; 杨森楠, 1988)着手研究, 由程裕淇主编本文第一作者参与编著的《中国区域地质概论》(1994)称其为澄江—加里东期南华裂谷。上世纪 90 年代陆松年(1998)等将该裂谷事件与 Rodinia 超大陆裂解联系了起来。本世纪初王剑(2000)对华南新元古代裂谷海盆进行了较系统的研究。此后, 华南新元古代年代地层(高林志等, 2010)、岩石地层(杨明桂等, 2012)研究又取得了重要进展, 华南裂谷系的构造格局及其演化问题随之趋于明朗。笔者就此提出一些初步认识与同行们探讨, 并以此作为对敬爱的程裕淇先生百年诞辰的纪念。

1 华南裂谷系的基本格局

华南裂谷系发生于晋宁期华南洋消亡、扬子古板块与华夏古板块对接(约 820 Ma)之后的青白口纪晚期, 约为 815 Ma。在裂谷系早期(约 815 Ma)

至南华纪底界(780 Ma)这个时段形成的地层, 习惯上统称为板溪期地层。这套地层与下伏地层间为区域性角度不整合, 与其上的南华系下统莲沱组普遍为平行不整合, 并与后者属同一大的沉积旋回和构造层。

该裂谷系的演化历史相当漫长, 主要活动时期从青白口纪晚期至志留纪末的加里东运动, 此后残留的钦州裂谷海槽, 至华力西—印支期才封闭造山。裂谷期形成的地层有 3 大套: 第一套为青白口纪晚期的“板溪期”地层, 形成于强烈伸展环境, 各地岩性岩相差别很大, 对比困难; 第二套为南华纪—震旦纪地层, 这一时期华南地区南、北地层形成环境不同, 划分对比尚存一些不同认识; 第三套为古生代地层, 含有古生物化石, 地层层序基本上已划分清楚。基于这种情况, 笔者运用岩石地层序列、地质事件序列、标志层组合等综合对比方法, 结合区内近期取得的同位素测年资料, 着重对“板溪期”及南华纪—震旦纪地层进行了划分对比, 列于表 1、2。

根据区域地层对比及沉积环境分析, 可将华南裂谷系划分为皖浙赣铀垒带、湘桂台阶式斜坡带和南华裂谷海盆等 3 大部分和若干次级单元(图 1)。

表 1 华南裂谷系北部新元古代晚期地层对比表

Table 1 Correlation of late period of Neo-Proterozoic strata in the northern part of South China rift system																															
岩石地层			中 扬 子				下扬子	江 南		钱 (塘) — 信 (江)																					
年代地层			鄂中南	石 门	武 宁	都 昌	庐 山	休 宁	沅 陵	怀玉山	广 丰	白际山	富 阳																		
上覆地层			下 寒 武 统																												
新元古代晚期	震旦纪	晚	542 Ma			灯 影 组		皮 园 村 组		灯影组	皮园村组	灯影组	皮园村组	灯影组																	
		早	635 Ma			陡 山 沱 组		蓝 田 组		陡山沱组	蓝田组	陡山沱组	蓝田组	陡山沱组																	
	南华纪	晚	南 沱 组																												
			大 塘 坡 组						大塘坡组		猛 虎 山 组		洋 安 组																		
		古 城 组						古 城 组		榔 口 组		下 涯 埠 组																			
		中	莲沱组		漂水河组		莲 沱 组		休宁组		莲 沱 组		休 宁 组																		
			780 Ma		马槽园组		张家湾组		落可山东组		马涧桥组		汉阳峰组		小安里组		溪口群		通塔湾组		叶 家 组		广 丰 组		听门组		井潭组		河上镇群		上墅组
		早	810 ± 5 Ma		神衣架群		冷家溪群		双 桥 山 群		溪口群		冷家溪群		(未见底)		田里岩片		未见底		双溪坞组										
中元古代																															

表 2 华南裂谷系南部元古宙地层划分对比表

Table 2 Division and correlation of Proterozoic strata in southern part of South China rift system														
岩石地层			东 南 大 陆 区											
			双峰	湘南	罗霄山	抚州-饶南	赣东南	闽北	闽中	闽西南	福建沿海	浙南	云开	桂平
年代地层			牛蹄塘组	香楠组	牛角河组	外管坑组	牛角河组	林田组	亲营山			牛角河组	小内冲组	
上覆地层——寒武系														
新元古代	南华纪	晚世	542 Ma	留茶坡组	丁腰河组	老虎塘组	老虎塘组	西溪组	龙北溪岩组	黄莲组	岩组	陈蔡岩群	老虎塘组	培地组
			550 Ma	金家洞组	埃岐岭组	坝里组	坝里组	楼前组	桃溪岩组	南岩组	未见底	坝里组	下龙组	
			635 Ma		正园岭组	大沙江组	洪山组	沙坝组	楼子坝组	未见底	陈蔡岩群	沙坪湾组	黎家坡组	
				富禄组	天子地组	下坊组	沙坝组	万全岩群	下峰岩组	桃溪岩组	未见底	兰坑组	大塘坡组	
				长安组	泗洲山组		黄潭岩组	未见底	未见底	未见底	未见底	大垌山组	鹰阳关组	
		中世	725 Ma	架枫田组	大江	上施组	上施组	黄潭岩组	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底
			780 Ma	寨门组										
				砖墙湾组	边	潭头组	库里组	未见底						
				黄狮洞组	组	神山组	未见底							
				“冷家溪群”?	(未见底)	(未见底)	(未见底)							
早世	815 Ma	(未见底)												
	1000 Ma													
	1800 Ma													
中元古代														
古元古代	晚期						天井坪岩组	麻源岩群	大金山岩组		八都岩群	天堂山岩群		
		2300 Ma												
			▼ 硅钙层	◇ 含磷、猛层	△ 冰积或似砾岩层	▲ 磁铁矿石岩层	○ 含炭石墨质层	▽ 含海相火山层						

▼ 硅钙层 ◯ 含磷、猛层 △ 冰积或似冰砾岩层 ▲ 磁铁石英岩层 c 含炭石墨质层 v 含海相火山岩层

2 皖浙赣鄂全带的地质构造特征

该带地跨扬子东南陆缘与华夏北部陆缘,发育于“板溪期”,受江南、宜丰—苏州、横峰—箫山、萍乡—绍兴等北东东向断裂带控制,形成相间排列的北东东向“两谷两隆”4个单元,裂陷与火山活动强烈,裂谷与断隆的地层与岩相差别明显(图2)。

(1)长江中下游裂谷:由于沿江地带覆盖层厚,“板溪期”地层仅见于赣北庐山—彭山一带,称庐山

垌群,下部筲箕洼组为深海—浅海相含枕状玄武岩的变细碧岩-石英角斑岩建造,下部夹少量角斑岩,总体具双峰式火山岩特征。在庐山其下与青白口纪早期双桥山群为断层接触。上部为陆相的汉阳峰组变斑状石英流纹岩。董树文等(2010)获筲箕洼组英安岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄值 840±7 Ma。高林志等(2012)用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法获筲箕洼组同位素年龄:细碧岩 840.0±6.3 Ma,流纹岩 833±4 Ma、830.8±2.19 Ma,年龄值与下伏双桥山群相近。

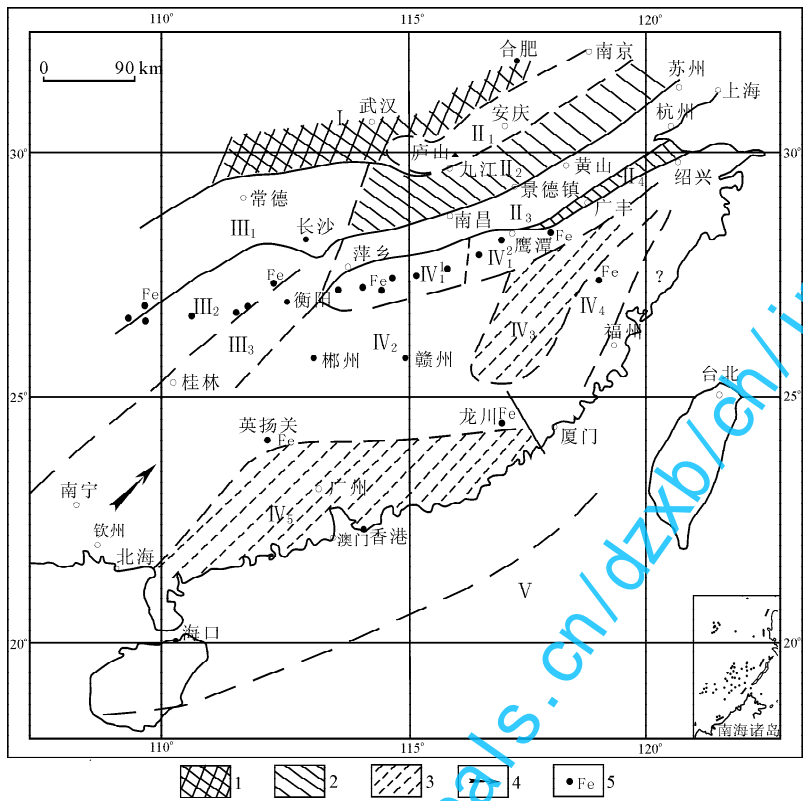


图 1 青白口纪晚期—早古生代华南裂谷系略图

Fig. 1 Sketch map of late period of Qingbaikou—Early Paleozoic South-China rift System

I—中下扬子剥蚀区; II—皖浙赣至地槽; II₁—长江中下游裂谷; II₂—江南东段断隆; II₃—钦杭裂谷东段; II₄—广丰断隆; III—湘桂台阶式断陷斜坡带; III₁—武陵(“红板溪”)斜坡(滨海—陆棚); III₂—雪峰(“灰板溪”)斜坡(陆坡—一次深海); III₃—钦杭裂谷西段(“黑板溪”); IV—南华裂谷海盆; IV₁—海盆北缘裂陷带; IV₁²—武功山含硅铁矿碎屑岩沉积带; IV₁²—宜黄—洪山含硅铁、碳、钙(磷)碎屑岩带; IV₂—南岭中央裂谷海盆; IV₃—武夷裂陷块体; IV₄—闽中含海底火山—热水喷流铅锌矿裂谷; IV₅—岭南裂陷块体; V—华夏古陆; 1—剥蚀区; 2—地垒式断隆; 3—水下裂陷块体; 4—海水入侵方向; 5—南华纪间冰期沉积或沉积变质铁矿

I—Denudation area of the middle and Lower of Yangtze River; II—Anhui-Zhejiang-Jiangxi graben-horst belt; II₁—rift in the Middle-Lower of Yangtze River; II₂—faulted uplift of eastern section of Jiangnan fault; II₃—eastern section of Qinzhou-Hangzhou rift; II₄—Guangfeng faulted uplift; III—Xiang-Gui step fault depression slope; III₁—Wuling (“red Banxi”) slope (littoral-shelf facies); III₂—Xuefeng (“gray Banxi”) slope (shelf-bathyal facies); III₃—west section of Qinzhou-Hangzhou belt (“black Banxi”); IV—South-China rifting ocean basin; IV₁—rift depression zone (faulted downwarping) in the northern edge of the sea basin; IV₁²—Wugongshan ferrosilicate-bearing clastic rock sedimentary zone; IV₁²—Yihuang-Hongshan ferrosilicate-, carbon-, calcium-, (phosphorus)-bearing clastic rock zone; IV₂—Nanling ocean basin in the central rift; IV₃—Wuyi rifting block; IV₄—Central Fujian volcanic-hot water cascade lead-zinc rift valley under the seabed; IV₅—Lingnan rifting block; V—Cathaysia; 1—denudation area; 2—graben fracture-uplift; 3—depression block; 4—transgression direction of sea water; 5—Nanhua interglacial sedimentary or metamorphosed sedimentary iron deposit

笔者据野外观察,庐山汉阳峰筲箕洼组与汉阳峰组之间地层产状交角约为 10°左右。在彭山刘家山和张十八矿区坑道中见筲箕洼组与南华纪莲沱组之间分别为低角度不整合和平行不整合关系。庐山垭群与下伏的双桥山群岩性与变形差别很大,具准盖层特点,应属晋宁造山后的板溪期产物。除此,值得提及的是安徽安庆市董岭穹隆中深变质的董岭岩群之上有一套浅变质的海相火山岩时代层位,是否与筲箕洼组相当有待进一步研究。

(2)江南东段断隆:为一条地垒式断隆,仅沉积

有“板溪期”晚期的陆相碎屑岩、火山岩地层,成层较薄,且分布零星,赣北落可崇组、马涧桥组分别为磨拉石火山碎屑建造和火山碎屑建造。断隆向东北方向地层有增厚、面积增大趋势,在皖南称历口群,下部为邓家组砂岩、上部为铺岭组安山质火山岩。由于断隆向东北方向倾伏,可能造成长江中下游裂谷与下述的钦杭裂谷相通。

(3)钦杭裂谷:循晋宁期钦杭古板块结合带发展(杨明桂等,1997)。南西自钦州湾,经湘中、赣中至杭州湾一带,西段位于南华海盆西部,东段发育于晋

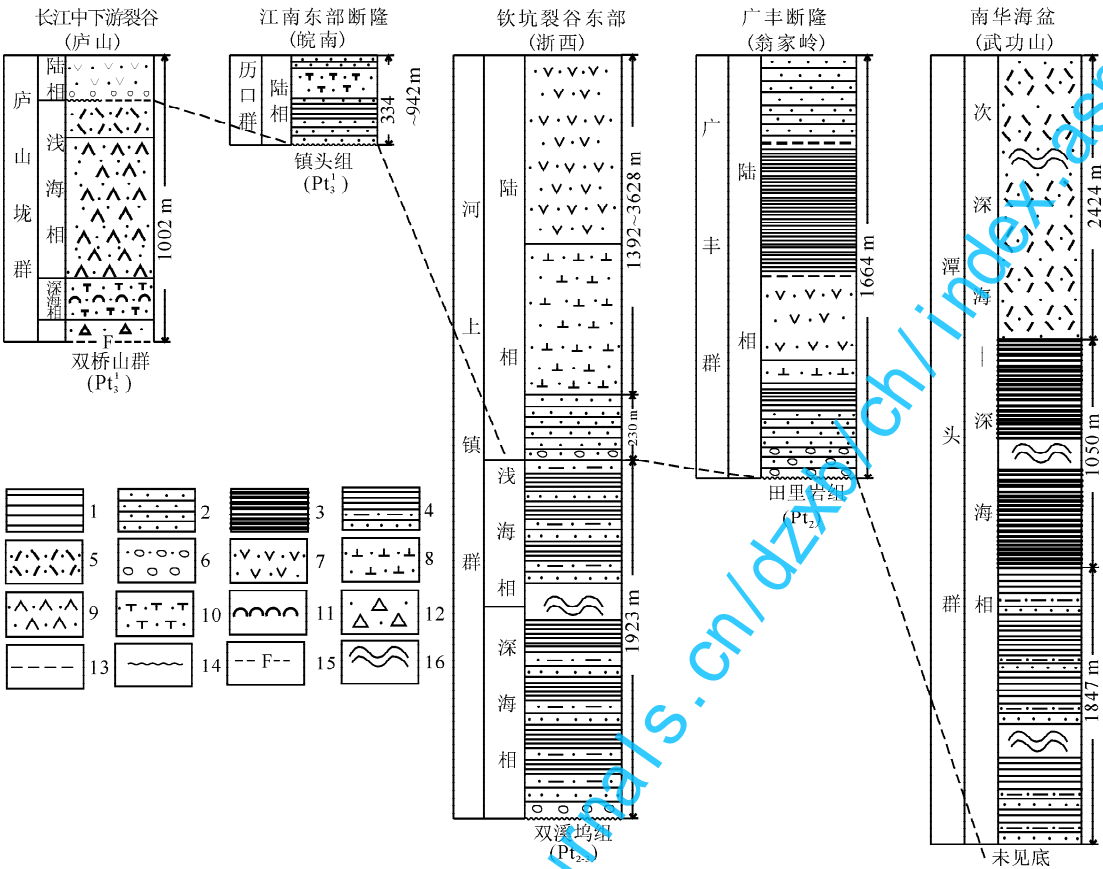


图 2 皖浙赣“板溪期”堑垒火山带地层岩相对比简图

Fig. 2 Correlation of stratigraphic facies in Anhui-Zhejiang-Jiangxi “Banxi stage” graben-horst volcanic zone

- 1—页岩、泥岩、板岩;2—砂岩、变质砂岩;3—黑色页岩、板岩;4—陆屑(含火山)浊积岩;5—凝灰碎屑岩;6—砾岩、砂砾岩;7—酸性火山岩;8—中基性火山岩;9—石英角斑岩;10—细碧岩;11—枕状玄武岩;12—火山角砾岩;13—平行不整合;14—角度不整合;15—断层接触;16—地质厚度缩减符号
- 1—Shale, argillite, slate; 2—sandstone, metamorphic sandstone; 3—black shale, slate; 4—terrestrial clastics (glass-bearing) turbidite; 5—tuffaceous clastics; 6—conglomerate, sandy conglomerate; 7—acidic volcanic rock; 8—intermediate-basic rock; 9—quartz breccia; 10—spilite; 11—pillow basalt; 12—volcanic breccia; 13—parallel unconformity; 14—angular unconformity; 15—faulted contact; 16—cut symbols of geological thickness

宁期怀玉古岛弧地体之上。是华南“板溪期”早期深海浊流沉积出露的唯一地带。湘中地区整合伏于高洞群之下的“冷家溪群”,据笔者观察很可能为“板溪期”早期的深海浊积岩地层。在萍乡一万年一带,“板溪期”地层遭后期构造叠覆和新地层覆盖,这套地层在皖浙赣地区出露较好,包括赣东北弋阳登山群下部的榔树底组、皖南歙县深渡一带的昌前组、浙西的骆家门组。裂谷于“板溪期”中期因地壳抬升,海水变浅,发生大规模双峰式火山喷发。在赣东北横峰一带变成一套碳酸盐岩、灰黑色灰色页岩层、安山玄武岩层。此后裂谷自北东向南西逐渐萎缩,转变为陆相火山碎屑沉积。伴随裂谷火山活动有横峰港边等地由玄武安山玢岩与石英正长岩组成的岩浆混合岩和次火山岩及中基性岩墙群。王剑(2000)在

浙西虹赤村组中获有 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄值 807 Ma。

(4)广丰断隆:发育于华夏陆块残留的广丰微陆块之上,其基底田里岩组为中元古界片岩。“板溪期”广丰群为陆相的磨拉石—钾玄岩系列火山岩和泥砂质碎屑岩。

皖浙赣堑垒带结构复杂,火山活动强烈,但发育历史比较短暂。于“板溪期”中晚期地壳频繁震荡隆升。广丰断隆上陆相的广丰群组段之间有清晰的 3 次平行不整合记录。裂谷沉积环境总体上也由深海次深海向浅海和陆地转化。至“板溪期”末有一次影响范围很广的地壳隆升,使扬子南缘由过渡型陆壳转化为稳定陆壳。这一事件的名称尚不十分明确,笔者建议采用“雪峰运动”比较合适。至此堑垒发生

拼合,陆块进一步稳化。其后转变为陆表浅海台地环境。莲沱组为区域第一个稳定盖层。

3 湘桂台阶式斜坡带的地质特征

该带发育于江南西段地块之上,受益阳-安化-三江、长寿街-双牌等一系列北北东向、北东向断裂带控制,从“板溪期”至早古生代,形成总体作北东向展布的台阶式斜坡沉积带。丘元禧等(1999)曾做过详细的相带研究。该区“板溪期”时自北西向南东形成了北东向的河流-滨海、广海陆棚、陆坡(上部)等相区(图 3),以红色的马底驿组碎屑岩为标志的板溪群,通称“红板溪”;沿益阳-安化-三江断裂带形成了早期的宝林冲火山角砾岩。斜坡的次深海相区已进入南华裂谷海盆范畴,形成了浅变质的高涧群。该群曾被称为“黑板溪”,但据笔者等在双峰地区实地观察,地层以灰色为基调,深灰色并不多,故宜称之为“灰板溪”。需要提到的是,整合或平行不整合于高涧群之下称作“冷家溪群”的一套灰色浅变质砂泥

质岩层,笔者认为很可能仍属“板溪期”地层,层位相当于浙西的骆家门组。上述“板溪期”地层据高林志等(2010)研究,其 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄值 $814 \pm 12 \sim 805 \pm 16$ Ma。深海相的“黑板溪”分布于衡阳—冷水滩一线的南东地区,即“板溪期”的大江边组。该区南华纪—早古生代时大体上仍继承上述斜坡格局。如震旦纪时自北西向东南依次分为碳酸盐台地、台地砾屑白云岩斜坡、台缘斜坡含磷陆棚、陆坡、浊流盆地等相区(图 4)。南华纪时在陆棚—陆坡相区形成了江口式沉积铁矿和湘潭式沉积锰矿。

4 南华裂谷海盆的基本轮廓

南华裂谷海盆发育于扬子、华夏陆缘之上,其范围北自桂东南经柳州、双峰、萍乡至绍兴一线,南至东南沿海。内部结构构造可初步勾绘出一个大致轮廓,可分为 5 个单元。

(1)盆地北缘带:湘桂斜坡带的“灰板溪带”可归

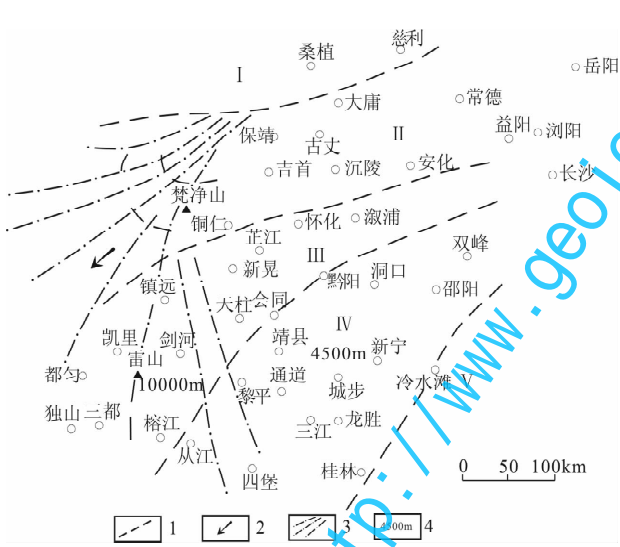


图 3 湘桂斜坡带“板溪期”沉积古地理示意图 (据丘元禧等,1999 资料修改)

Fig. 3 Sketch map showing the sedimentary paleogeography of “Banxi stage” in Hunan and Guangxi slope area (Modified from the data of Qiu Yuanxi et al., 1999)

I—河流-滨海岩相区;II—广海陆棚相区;III—陆坡(上部)相区(红板溪);IV—次深海相区(灰板溪);V—深海相区(黑板溪);1—相带界线;2—浊流古流向;3—浊流扇;4—沉积厚度点
I—Fluvial littoral rock facies area; II—Guangzhou-Hainan shelf facies; III—slope (upper) facies (red Banxi); IV—bathyal facies (gray Banxi); V—abyssal rock facies (black banxi); 1—boundary of facies zone; 2—turbidity current paleo-flow direction; 3—turbidity fan; 4—points of sedimentary thickness

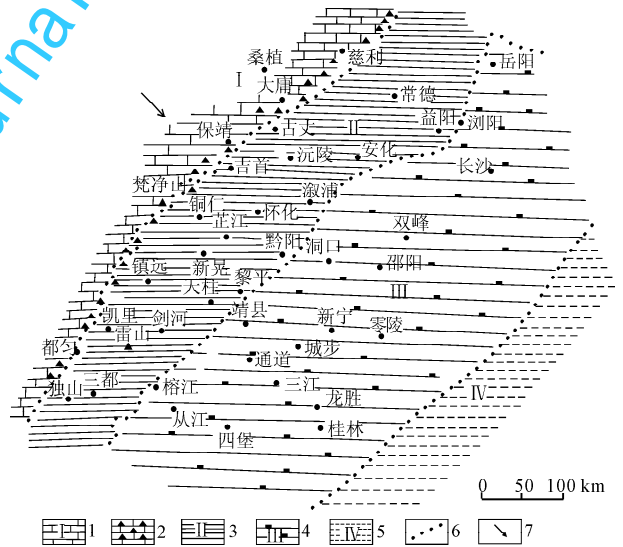


图 4 湘桂斜坡带震旦纪沉积古地理示意图 (据丘元禧等,1999 资料修改)

Fig. 4 Sketch map showing the Sinian sedimentary paleogeography of Hunan and Guangxi slope area (modified from the data of Qiu Yuanxi et al., 1999)

1—碳酸盐台地相区;2—台地砾屑白云岩斜坡相区;3—台缘斜坡陆棚相区;4—陆坡相硅质岩、碳质硅质岩饥饿盆地相;5—粉砂岩远源陆屑浊积盆地相;6—岩相界线;7—物源搬运方向
1—Carbonate platform facies; 2—platform rudaceous dolomite slope facies; 3—platform margin slope facies; 4—slope facies siliceous rock, carbonaceous-siliceous rock famine basin facies; 5—siltstone terminal end terrestrial clast turbidite basin facies; 6—boundary of rock facies; 7—transportation direction of material sources

于裂谷海盆北缘,是南华系沉积铁锰矿的主要成矿地带。江西中部,由于萍乡-绍兴断裂带南盘大幅度断落,构成一个深的陡坎,早期形成以“黑板溪”为代表的深海沉积。南华纪冰期地壳隆升,海水变浅,于间冰期形成了武功山新余式磁铁石英岩型铁矿带,东延至宜黄断裂带,其东变化为宜黄-弋阳南华系上统一寒武系底部的含硅铁、磷、钙、碳(石墨)碎屑岩沉积带,岩石变质加深,“板溪期”周潭岩组,南华纪早世万源岩组,为中深变质含火山物质的片麻岩、变粒岩、片岩。南华纪晚世至震旦纪岩层急剧减薄,统称洪山组含磁铁石英岩,磷块岩层、碳酸盐岩、石英岩层,其上残留有下寒武统牛角河组,以含碳为标志,产含V、U、石墨层。为广丰微陆块南侧的浅海沉积带。该带向东为浙南的陈蔡岩群,含有大理岩、石英岩、石墨石英片岩与磁铁矿层等标志地层,SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄值:变辉长岩脉 1780 Ma,变质火山碎屑岩 770 Ma(包超民等,2006),主体部分为新元古代,混入有古元古界八都岩群的岩片。

(2)武夷裂陷块体与岭南-云开裂陷块体:这两个盆内水下裂陷块体的厘定依据:一是,块体内发现有裂陷的古老结晶基底的残块。武夷块体为古元古界的八都岩群、大金山岩组、天井坪岩组,中新元古界南山岩组、迪口岩群等。在岭南-云开块体有古元古界的天堂山岩群;二是,这些岩层与“板溪期”一早古生代地层之间往往为构造接界,且后者均为裂谷海盆沉积,未见到陆相沉积边界,所以这些结晶基底岩块,不是裂谷期的“古陆”,主要是后期剥露出来的加里东造山带下部或根部裂解的“华夏古陆”块体;但需要提出:南华裂谷海盆北缘带南华纪—震旦纪沉积向武夷方向渐变为浅海相含铁、磷、钙沉积,厚度急剧变薄。同时闽北邵武—将乐一带震旦系西溪组主要为一套砂泥质碎屑岩,与其他各地不同的是很少含或不含硅质层,表明沉积水体较浅。这些迹象显示,闽北浙南有可能存在南华纪—震旦纪局部水下隆起,也不排除有古岛出现。三是,两个块体在加里东期造山时,都具有挤压拼合的块体运动特征。如岭南块体与北侧的南岭地区构造形变差异很大,并以一条显著的南北向构造拼接形成的东西向挤压-剪切带相隔。

(3)闽中裂谷:该带青白口纪晚期—震旦纪马面山岩群,下部东岩岩组含基性火山岩与大理岩夹层,中部大岭岩组以含变粒岩(原岩中酸性火山岩)为特征,层位大致相当赣东的青白口纪晚期的周潭岩组、南华纪下统万源岩组。上部龙北溪岩组,以含铁、

磷、钙、硅、碳质层为标志。东岩岩组、龙北溪岩组均以发育海底火山热水喷流叠改型铅锌矿为特征,具有海相火山裂谷特点,其范围西界为崇安—河源断裂带,大致以政和—大埔断裂带为中轴,东界为早白垩世火山岩层所掩,其与沿海裂陷块体的界线,由于沿海地区为大面积白垩系火山地层覆盖,尚难划定。浙闽沿海前泥盆系仅见于闽东海岸带,称亲营山岩组(傅树超等,2010),由于受长乐—南澳断裂带的强烈剪切作用和受后期侵入岩破坏,出露零星。主要为一套灰色片岩夹变粒岩。含微古植物化石与几虫丁,时代为早古生代。说明福建沿海早古生代时或更早也为华南裂谷海盆的一部分。

(4)南岭中央裂谷盆地:为一个被南华海盆上述各单元所围限的近东西走向的深水盆地,西与北北东向的钦杭裂谷西段相联,构成华南裂谷系的核心海盆。出露地层以浅变质的下古生界为主。在崇义—赣州一线受东西向基底断裂影响,奥陶纪时其北罗霄地区为笔石相,其南包括粤北主要为介壳相。区内“板溪期”地层出露很少,所见为“黑板溪”。南华纪与震旦纪浅海相含铁磷岩系主要形成于盆地北缘雪峰山、武功山、洪山一带,盆地南部在岭南块体北缘的桂东英扬关、粤西龙川也有含铁岩系发现,共同围绕南岭中央深水海盆分布。

5 裂谷系的发展演化

裂谷系的形成始于青白口纪晚期,但南北两区发展历程差异很大。

5.1 裂谷系北部的发展演化

裂谷系北部钦杭裂谷东段和长江中下游裂谷于“板溪期”中期末已结束海相沉积,转化为以陆相—火山为主的沉积,包括湘桂斜坡北部在“板溪期”末,陆壳经历过一场大面积轻度挤压、隆升,即雪峰运动,结束了裂谷环境。自南华纪开始了以陆表浅海为主的台地稳定盖层沉积。钦杭裂谷是华南裂谷系一条主干性裂谷和海水通道。海水自南西向北江侵进,南西深北东浅,南连海洋,北入陆区,具坳拉谷特征。海退由东北向南西发展,北东段于“板溪期”末夭折,南西段仍继续与南岭中央裂谷海盆融为一体。

5.2 南华裂谷海盆的发展演化

南华裂谷海盆的发展演化时间相当漫长。海盆中心迄今未发现洋壳依据,对其沉积环境主要是海水深浅有不同认识。事实上其边部与中部,早、中、晚期的沉积环境是有所不同的。

“板溪期”海盆西北部雪峰斜坡的“灰板溪”为含

碳酸盐层、深灰色层、火山岩层,属陆坡型次深海—浅海沉积。海盆其他广大地区,均以“黑板溪”为主,属深海、次深海沉积。伴有双峰式海底火山喷发。“板溪期”未经雪峰运动,海盆有所隆升,但仍为连续沉积。华南冰期时海盆两度抬升,形成不稳定的“似冰碛砾岩”。在海盆边缘地带雪峰、武功山、洪山和英扬关、龙川一带形成浅海相含铁建造。武夷水下块体海水也较浅。海盆中央地带以次深海为主环境。

震旦纪时海盆北部海水一般较浅,萍乡南坑震旦系为含磷碳酸盐层。武功山区海水稍深,向东过宜黄断裂带后,海水又变浅形成含硅、碳及磷块岩矿化层。海盆中部形成含碳硅质层的陆屑沉积,属次深海环境。

进入早古生代,海盆火山活动趋于沉寂,进入碎屑充填期,形成了一套局部夹薄层灰岩的巨厚的泥砂质沉积。近期舒良树等(2008)对其作了新的研究,发现寒武系具波痕层、冲刷痕、泥包砂等浅水沉积标志。最近郑宁等(2011)研究认为赣西南地区寒武系属快速堆积的半深海海底扇相,物源来自东南方的华夏古陆。综合以上意见,南华海盆寒武系总体具快速的浊流沉积特征,海水有深浅变化,但以次深海为主。

奥陶纪海盆继承寒武纪环境,具充填期特点。自中奥陶世局部碳酸盐岩地层增多。至晚奥陶世已出现加里东运动前兆,沉积砾岩楔增多。自志留纪始海水自北东向南西即向钦杭裂谷西南段撤退,至中晚志留世爆发了强烈的造山运动,海盆封闭,仅留

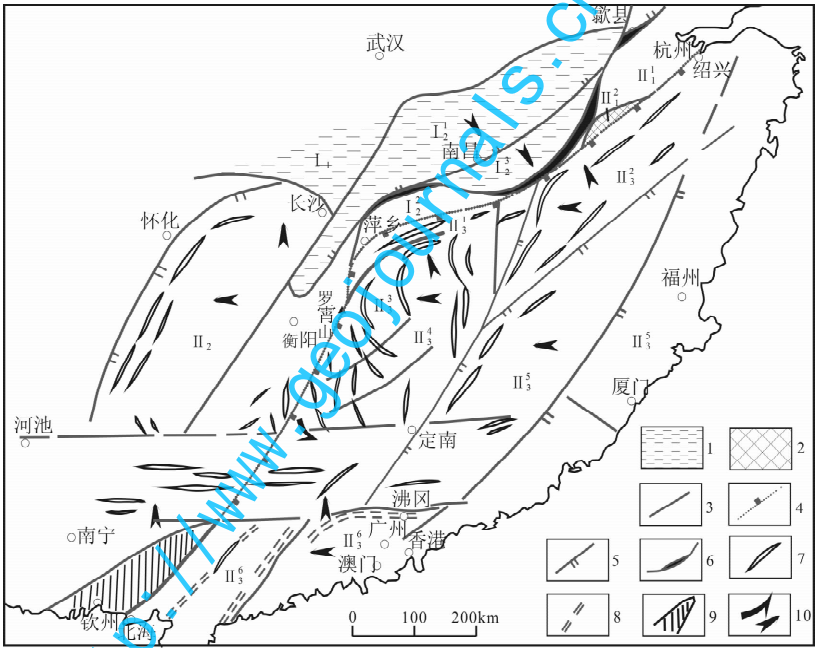


图 5 华南早古生代末地质构造格架图

Fig. 5 Sketch map showing the geo-tectonic framework of the end of the early Paleozoic in South China

I_1 —扬子板块—江南地块; I_2 —扬子东南陆缘逆冲推覆带; $I_2^{1/2}$ —九岭逆冲推覆带; I_2^2 —锦江对冲岩片叠覆带; I_2^3 —万年逆冲推覆体; II —华夏板块; $II_1^{1/2}$ —怀玉残留地块; II_1^2 —广丰残留微陆块; II_2 —湘桂造山带; II_3 —东南造山带; $II_3^{1/2}$ —武功山前缘逆冲推覆带; II_3^2 —北武夷山—会稽前缘逆冲推覆带; II_3^3 —罗霄褶皱带; II_3^4 —零山褶皱带; II_3^5 —南武夷褶皱带; II_3^6 —岭南—云开褶皱带; 1—新元古界下部; 2—中元古界; 3—断裂带(性质未分); 4—东南造山带前缘拼接带; 5—逆冲推覆断裂带; 6—晋宁期构造蛇绿混杂岩带; 7—主要褶皱带; 8—韧性剪切带; 9—钦州残留海槽; 10—地块相对运动方向

I_1 —Yangtze Plate—Jiangnan block; I_2 —overthrust zone in continental margin of south-east Yangtze plate; $I_2^{1/2}$ —Jiuling overthrust zone; I_2^2 —Jinjiang ramp rock slice superposition zone; I_2^3 —Wannian overthrust zone; II —Cathaysia plate; $II_1^{1/2}$ —Huaiyu remained block; II_1^2 —Guangfeng remained micro-block; II_2 —Hunan-Guangxi orogenic belt; II_3 —Dongnan orogenic belt; $II_3^{1/2}$ —Wugongshan front marginal overthrust zone; II_3^2 —northern Wuyi-Huizhi front margin; II_3^3 —Luoxiao folding zone; II_3^4 —Yushan folding zone; II_3^5 —South Wuyi overthrust zone; II_3^6 —Lingnan-Yuankai folding zone; 1—the lower part of Neoproterozoic Erathem; 2—Mesoproterozoic Erathem; 3—fault zone (properties uncertain; 4—front suture zone of Dongnan orogenic belt; 5—thrust nappe fault zone; 6—tectonic ophiolitic mélange zone; 7—major folding zone; 8—ductile shear zone; 9—Qinzhou remained trough; 10—relative movement direction of block

下钦州裂谷海槽与外海连通。

5.3 华南加里东期造山带的造山样式

南华裂谷海盆封闭、聚合,陆内块体拼合、挤压,形成了十分复杂的构造格局,但总体反映以“北贴西拼”为主的运动方式(图 5)。

一是,造山带各部分不均一的相对自南而北拼贴:形成雪峰弧(向北弯曲)、武功山-会稽山、近东西向—北东东向褶皱带。南侧岭南块体相对向北拼合,与南岭之间形成近东西向褶皱带和佛冈等韧性剪切带。

二是,自东而西拼合:主要发生于南岭中央海盆及其以北的盆区,即南华腰部,形成伴有向西弯曲的弧形、半弧形的湘西、赣中南北向褶皱断裂带,罗霄—诸广山脉形成向西弯曲主体由北西向南东撒开的帚状褶皱带。武夷块体显示自东而西拼贴压缩,武夷块体内部则由北东东向转为北东、北北东向的半弧形褶皱带。由于岭南-云开块体逐步向钦州海槽拼合也形成了半弧状褶皱带,即由岭南佛冈东西向褶皱带弯转为云开北东向褶皱带。由于南岭与岭南块体不同步的向西推移并南北拼贴,形成了河池-定南挤压转换式拼接带,出现了南岭东西向构造带的雏形。上述各项褶皱往往发生复合叠加,形成了十分复杂的结构构造,其中南岭地区构造尤为复杂。

三是萍(乡)-绍(兴)对冲构造带:约在加里东造山晚期华南造山带前缘沿萍乡-绍兴拼接带分段向北、北西向大规模仰冲叠覆于华夏陆块的广丰微陆

块和怀玉-钱塘拗陷带之上,使陆块发生严重消减。使造山带前缘中深部岩层上冲暴露出中深变质带,韧性剪切带,变形花岗岩带。

同时扬子陆缘的九岭推覆体、万年推覆体向南、南南东大规模逆冲推覆,巨大的九岭推覆体前缘达衡阳、浏阳、景德镇一线;万年推覆体叠覆于怀玉-钱塘早古生代拗陷带之上(图 6)。在其前缘形成了德兴-弋阳准原地的蛇绿混杂挤出岩带。使怀玉拗陷受到南北两面消减,向西呈楔形尖灭,现在的萍乡-乐平晚古生代拗陷基底很可能是岩片堆叠和蛇绿混杂带。

最后要指出的是,华南裂谷系对后期地质构造、岩浆活动与成矿作用的约束是显而易见的。如裂谷系北部形成的坳陷构造格局,制约着扬子东南陆缘的长江中下游、江南、钦杭“一隆两拗”3 条大型成矿带的形成与展布(杨明桂等,1997)。又如南岭中央裂谷海盆与岭南裂陷块体的厘定,为认识“南岭何在”提供了重要的古构造地质背景,南岭中央裂谷海盆是华南陆壳最脆弱的地带,也是多向构造复合地带,是燕山期陆内造山的策源地,也是燕山期岩浆与成矿大爆炸的核心地区(杨明桂等,2009)。在加里东造山时形成的河池-定南东西向构造带与南岭地区南北向构造带相伴的越城岭-骑田岭、都庞岭-诸广山东西向张裂带,于燕山期形成了著名的南岭构造—花岗岩—钨锡成矿带。

致谢:笔者在华南裂谷系研究的过程中曾同陆

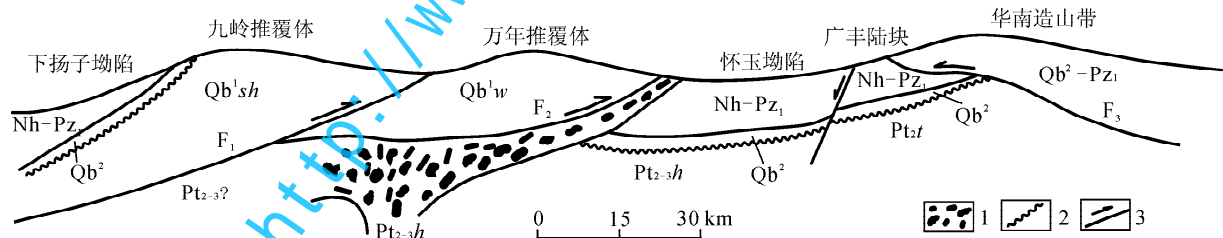


图 6 加里东造山期江西北部扬子陆缘与华南造山带对冲构造示意图

Fig. 6 Sketch map showing the ramp structure between the Yangtze epicontinent during the Caledonian orogenic period
Nh-Pz₁—南华系—下古生界; Qb²—青白口系上部; Qb²-Pz₁—青白口系上部—下古生界; Qb¹sh—青白口系下部二桥山群; Qb¹w—青白口系下部万年群; Pt₂₋₃t—中新元古界铁沙街岩组; Pt₂₋₃?—推测的扬子陆缘中新元古界岛弧沉积; Pt₂₋₃h—中新元古界张村蛇绿混杂岩; Pt₂—中元古界田里岩组; F₁—宜丰-景德镇断裂带; F₂—德兴-弋阳对接断裂带; F₃—萍乡-绍兴断裂带; 1—蛇绿混杂岩; 2—角度不整合界线; 3—断层与运动方向
Nh-Pz₁—Nanhua System-lower Paleozoic Group; Qb²—upper part of Qingbaikou System; Qb²-pz₁—upper part of Qingbaikou System-lower Paleozoic Group; Qb¹sh—Shuangqiaoshan Group at the lower part of the Qingbaikou System; Qb¹w—Wannian Group of the Qingbaikou System; Pt₂₋₃t—Tieshajie petrofabric rock association; Pt₂₋₃?—inferred the Meso-Neoproterozoic island arc deposition of Yangtze epicontinent; Pt₂₋₃h—Zhangcun ophiolitic melange of the Meso-Neoproterozoic erathem; Pt₂—Meso-Neoproterozoic Tianli rock association; F₁—Yifeng-Jingdezhen fault zone; F₂—Dexing-Yiyang ramp fault zone; F₃—Pingxiang-Shaoxing fault zone; 1—ophiolitic mélange; 2—angular unconformity boundaries; 3—fault and movement direction

松年、潘桂棠、许效松、刘训、丁孝忠、高林志等研究员进行过研讨交流,受益良多。耿元生研究员对文稿进行了详细审阅,提出了重要的修改意见。龙梅同志对文稿英文进行了校改。谨表感谢。

参 考 文 献

包超民,邢光福,周宁章,曾勇. 2006. 华东地区前寒武纪地层划分综述. 2006 年华东六省一市地学科技论坛. 南昌:江西科学技术出版社,10~17.

程裕淇. 1994. 中国区域地质概论. 北京:地质出版社.

董树文,薛怀民,项新葵,马立成. 2010. 赣北庐山地区新元古代细碧—角斑岩系枕状熔岩的发现及其意义. 中国地质,37(4):1021~1033.

傅树超,马金清,林亨财. 2010. 福建中级变质岩岩石(构造)地层单位新划分. 地质通报,29(8):1152~1159.

高林志,丁孝忠,曹茜,张传恒. 2010. 中国晚前寒武纪年表与年代地层序列. 中国地质,37(4):1014~1020.

高林志,黄志忠,丁孝忠,刘燕学,张传恒,王自强,庞建峰,韩坤英. 2012. 庐山筲箕洼组与星子岩群年代地层关系及 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄的制约. 地球学报,33(3):295~304.

陆松年. 1998. 新元古时期 Redinia 超古陆研究进展评述. 地质论评,

44(5):489~495.

丘元禧,张渝昌,马文璞. 1999. 雪峰山的构造性质与演化. 北京:地质出版社. 广州:中山大学出版社.

舒良树,于津海,贾东. 2008. 华南东段早古生代造山带研究. 地质通报,27(10):1581~1593.

王鸿楨,杨巍然,刘本培. 1986. 华南地区古大陆边缘构造史. 武汉:武汉地质学院出版社.

王剑. 2000. 华南新元古代裂谷盆地沉积演化. 北京:地质出版社.

杨明桂,梅勇文. 1997. 钦杭古板块结合带与成矿带的主要特征. 华南地质与矿产,3:49~55.

杨明桂,吴安国,钟南昌. 1988. 华南中晚元古代地层划分、沉积建造特征及其地质构造演化. 江西地质,2(2):112~121.

杨明桂,黄水保,楼法生,唐维新,毛素斌. 2009. 中国东南陆区岩石圈结构与大规模成矿作用. 中国地质,36(3):528~543.

杨明桂,刘亚光,黄志忠,吴富江,宋志瑞. 2012. 江西中新元古代地层的划分及其与邻区对比. 中国地质,39(1):44~53.

杨森楠. 1988. 扬子地地及其陆缘带前震旦纪古构造格局. 江西地质,2(2):167~175.

余达淦. 1988. 江西及其邻区前寒武纪地壳演化特点. 江西地质,2(2):190~198.

郑宁,李廷栋,耿树方,宋志瑞,阎丽艳. 2011. 赣西南地区寒武纪沉积构造环境分析. 中国地质,38(6):1455~1466.

Framework and Evolution of the Neoproterozoic-Early Paleozoic South-China Rift System

YANG Minggui, ZHU Pingjun, XIONG Qinghua, MAO Subin

Jiangxi Bureau of Exploration and Development of Geology & Mineral Resources, Nanchang, 330002

Abstract

This paper deals with the framework and evolution of the Neoproterozoic-Early Paleozoic South-China Rift System based on the stratigraphy, structure and geologic events, etc. The rift occurring in the Qingbaikou Period (ca 815±Ma) shortly after the Jinning Orogeny (about 820±Ma) consists of Anhui-Zhejiang-Jiangxi graben-horst belt, Hunan-Guangxi step slope belt and South-China rifting ocean basin. The graben-horst belt is composed of "double upwarplings and double valleys" accompanied with intensive volcanic activities, maintained at the end of Qingbaikou Period (about 780±Ma). The step slope belt is composed of three step slopes, namely; Wuling (red Bnaxi), Xufeng (gray Banxi) and west section of Qinzhou-Hangzhou belt (black Banxi). South-China rifting ocean basin takes the Nanling central ocean basin as the core, surrounded by the Wuyi and Lingnan rifting blocks at underwater and the central Fujian rift valley along the outer rim. During the Silurian, the basin was gradually closing from east to west to form mountains in the movement form of "affixed to the North and matched to the West", resulting in the complex structural framework. The asynchronous westward movement of Nanling and Lingnan blocks and their integration formed a Hechi-Dingnan compressed transform suture zone, which constitutes the primary framework of Nanling east-west-trending tectonic belt. The Qinzhou-Hangzhou rift is the main branch and water channel of South-China Rift system, while the Qinzhou residual rift trough in the south was not closed until end of middle Triassic. The formation and development of South-China rift system was a major event in the geological history of South China and played an important restriction on later structure and magmatic metallogenesis.

Key words: South-China rift system; structure framework; development and evolution; orogenic pattern