

# 华南西部新元古代中期沉积盆地性质 及其动力学分析

——来自桂北丹洲群的沉积学制约

杨菲<sup>1, 2)</sup>, 汪正江<sup>1)</sup>, 王剑<sup>1)</sup>, 杜秋定<sup>1)</sup>, 邓奇<sup>1, 3)</sup>, 伍浩<sup>1, 3)</sup>, 周小琳<sup>1)</sup>

1) 国土资源部成都地质矿产研究所, 成都, 610082;

2) 山东科技大学研究生院, 山东青岛, 266510; 3) 中国地质科学院研究生部, 北京, 100037

**内容提要:**在桂北, 新元古代丹洲群出露在九万大山至越城岭一带, 为一套角度不整合在中—新元古界四堡群变质岩系之上, 整合于南华冰期沉积之下的浅变质/未变质沉积岩夹火山岩组合。本文通过对罗城黄金丹洲群剖面的沉积相及沉积序列研究表明: 白竹组至合桐组为冲洪积相(移地滨岸相)、三角洲相、浅海陆棚相、碳酸盐缓坡(台地)、深水陆棚相(或欠补偿盆地相)等沉积组合, 拱洞组为深水浊积岩、浅海陆棚相沉积组合, 晚期为滨浅海相或三角洲相组合。综合剖面沉积相、沉积层序以及其中多幕式的火山—岩浆活动等沉积记录分析, 作者认为与新元古代新生沉积盆地开启相伴的双模式的、同期的、一系列大火成岩省的形成, 沉积盆地早期的海侵上超和饥饿沉积, 晚期差异沉降和快速充填, 以及与盆地演化阶段相伴的幕式火山岩浆活动等一系列事实与弧陆碰撞模式是相矛盾的, 丹洲群及其相当层位地层应为裂谷盆地充填序列, 其盆地演化的阶段性可能是地幔柱幕式活动的沉积响应。

**关键词:** 桂北; 新元古代中期; 丹洲群; 沉积序列; 裂谷盆地; 地幔柱活动

广西北部地区丹洲群高角度不整合于中—新元古界四堡群之上, 暗示两者分别代表了两个截然不同的盆地—构造演化阶段(王剑, 2000; 王剑等, 2003, 2006; 王剑和潘桂棠, 2009)。目前关于华南新元古代武陵造山运动以来新生沉积盆地的性质问题, 是一个涉及到华南古大陆演化及其在新元古代全球构造中的位置的重要基础地质问题。对此目前主要有3种认识:

(1) 认为扬子和华夏陆块在约0.9Ga前拼贴在一起, 形成了统一的华南大陆(Li Xianhua et al., 2006; Li Zhengxiang et al., 2007; Li Wuxian et al., 2008), 并支持华南处于Rodinia超大陆“核心”位置的认识, 是连接北美和澳大利亚—南极大陆之间的桥梁(Li Zhengxiang et al., 1995, 2008)。华南新元古代早期岩浆活动为四堡期造山运动的产物, 而新元古代中期(850~740 Ma)的岩浆岩为板内非造山成因, 其中830~800 Ma和780~750 Ma两个主要时期的双峰式火山—岩浆活动是全球性新元古代裂

谷带的组成部分, 与导致Rodinia超大陆裂解的地幔柱活动有关(Li Zhengxiang et al., 1999, 2002; Li Xianhua et al., 2002, 2003; 李献华等, 2001a, b)。

(2) 认为华南新元古代岩浆活动是与弧陆碰撞有关的岩石记录(Zhou Meifu et al., 2002b; Wang Xiaolei et al., 2004, 2006, 2007), 扬子周边的俯冲造山运动可能持续到740Ma(Zhao Junhong et al., 2008; Sun Weihua et al., 2008), 并认为华南很可能位于Rodinia超大陆的边缘(Zhou Meifu et al., 2006a, b)或根本不属于Rodinia超大陆的一部分(Zhou Meifu et al., 2002a)。(3) 认为扬子和华夏陆块的造山运动持续到约820 Ma, 820~830 Ma大规模的花岗岩形成于造山带垮塌作用(Zheng Yongfei et al., 2007, 2008), 而随后的同沉积火山—岩浆活动是岩石圈伸展—裂谷作用的产物。

显然, 纵观以往的研究多是基于华南新元古代早期的火山岩系和同期的侵入岩岩石地球化学和同位素年代学研究, 而对新元古代中期以来的沉积盆

注: 本文为国家自然科学基金重点基金资助项目(批准号41030315)、国家自然科学基金资助项目(批准号41072088)和中国地质调查局基础研究项目(编号1212011121111)的成果。

收稿日期: 2012-02-21; 改回日期: 2012-04-29; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 杨菲, 女, 1988年生。硕士研究生, 主要从事沉积大地构造和油气地质研究。Email: yf5667@126.com。通讯作者: 汪正江, 电话: 028-83231801; Email: wzjcf@sina.com。

地充填序列及其演化特征的研究较少。

丹洲群出露于黔东—桂北地区,其所代表的新元古代中期沉积盆地早期充填的沉积序列完整、演化阶段清楚,是开展沉积盆地分析及其动力学研究的重要载体。因此,本文希望通过桂北丹洲群的沉积相、沉积层序、演化阶段以及同沉积火山岩组合等研究,以揭示新元古代中期沉积盆地的沉积充填过程,为探讨桂北新元古代中期沉积盆地的性质及其动力学机制提供沉积学约束。

## 1 丹洲群的沉积特征

广西北部在区域构造上属于扬子地块的南缘(图1),其广泛分布的“楔状地层”是该区前寒武纪地层的重要组成部分。其下伏的四堡群是该区出露的最老褶皱基底,由一套浅海相变质泥岩、粉砂岩和玄武岩组成,普遍发育低绿片岩相区域变质作用,发

育北西西—南东东向紧密的线状及倒转褶皱及伴生断裂组成(周继彬等,2007),这与其上覆的丹洲群变质很弱,变形褶皱呈北东向展布的构造格局有很大不同,反映它们是不同的构造幕的产物。

罗城黄金剖面的丹洲群角度不整合上超在四堡群之上,为一套浅海低绿片岩相变质沉积岩及火山岩组合,总厚968~4780m,与上覆南华系长安组为平行不整合或整合接触,其在地层柱中的位置与板溪群、下江群相当。基于岩石组合特征,前人将丹洲群自下而上划分为白竹组、合桐组、拱洞组(广西壮族自治区地质矿产局,1985)。各组的主要特征如下。

白竹组:底部为灰、灰绿色变质砾岩、含砾砂岩(图2),砾石成分复杂,主要有变质砂岩、泥质岩、硅质岩及脉石英,还有四堡期花岗闪长岩砾石,偶见基性岩砾石。砾石含量50%~75%,分选磨圆较好,大多为3~5cm,最大可达

1m,砾石定向排列轴方向近平行于不整合面,显示古流向为350°。中下部为浅灰色、灰色粗粒岩屑石英砂岩及泥质砂岩夹灰绿色泥岩。中上部为浅灰绿色粉砂岩及泥岩。上部为灰绿色钙质页岩夹条带状大理岩、泥质灰岩,灰岩层因强烈褶皱而发育连续的褶曲构造,该层在桂北普遍发育且稳定,是良好的分层标志。有水平层理、平行层理、斜层理及波痕等沉积构造,在中部砂岩中还发现了小型交错层理。

合桐组:主要为富含碳质及黄铁矿的泥页岩组成。岩性分为上下两段,中间夹一层沉凝灰岩。下段下部为灰色页岩夹粉砂质条带,粉砂质条带绢云母化,页理发育,中上部为灰绿色粉砂质泥岩、厚层杂砂岩。上段底部为一套灰白色凝

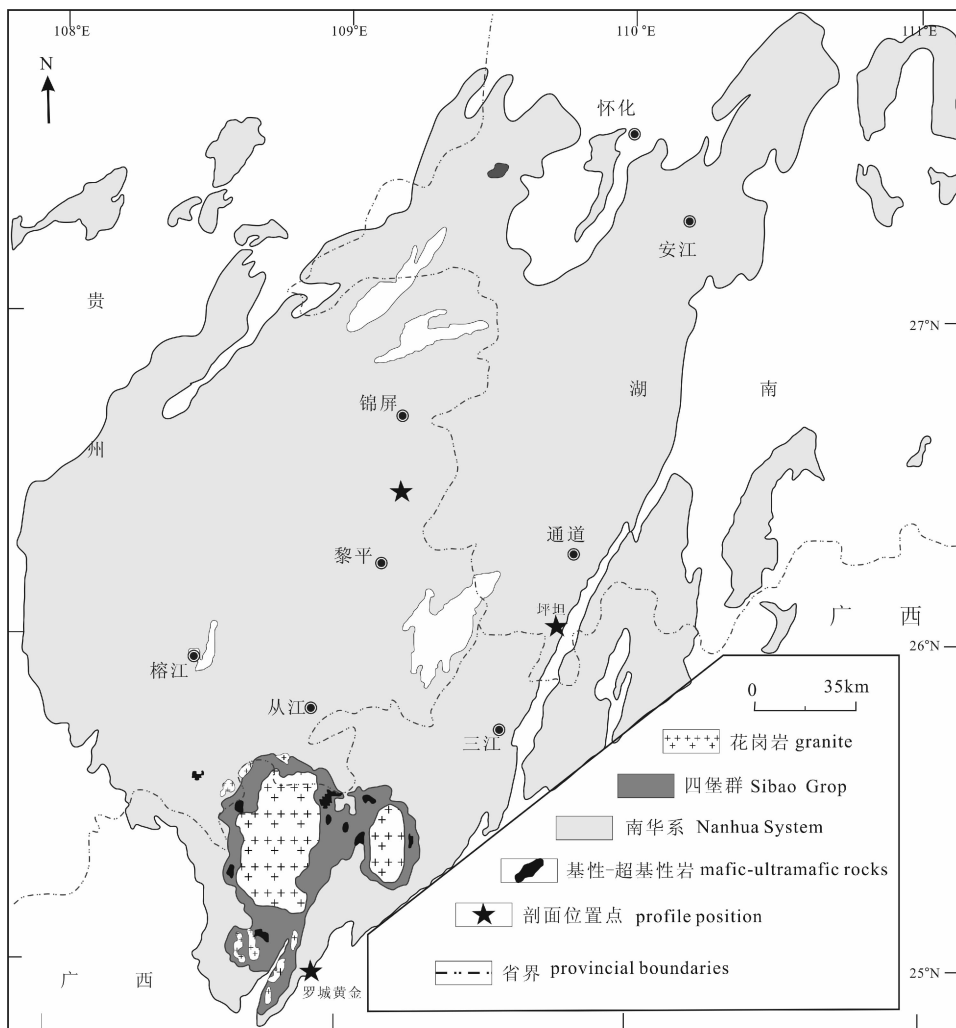


图1 黔东南—桂北剖面位置图

Fig. 1 Location of the southeastern Guizhou—northern Guangxi Section

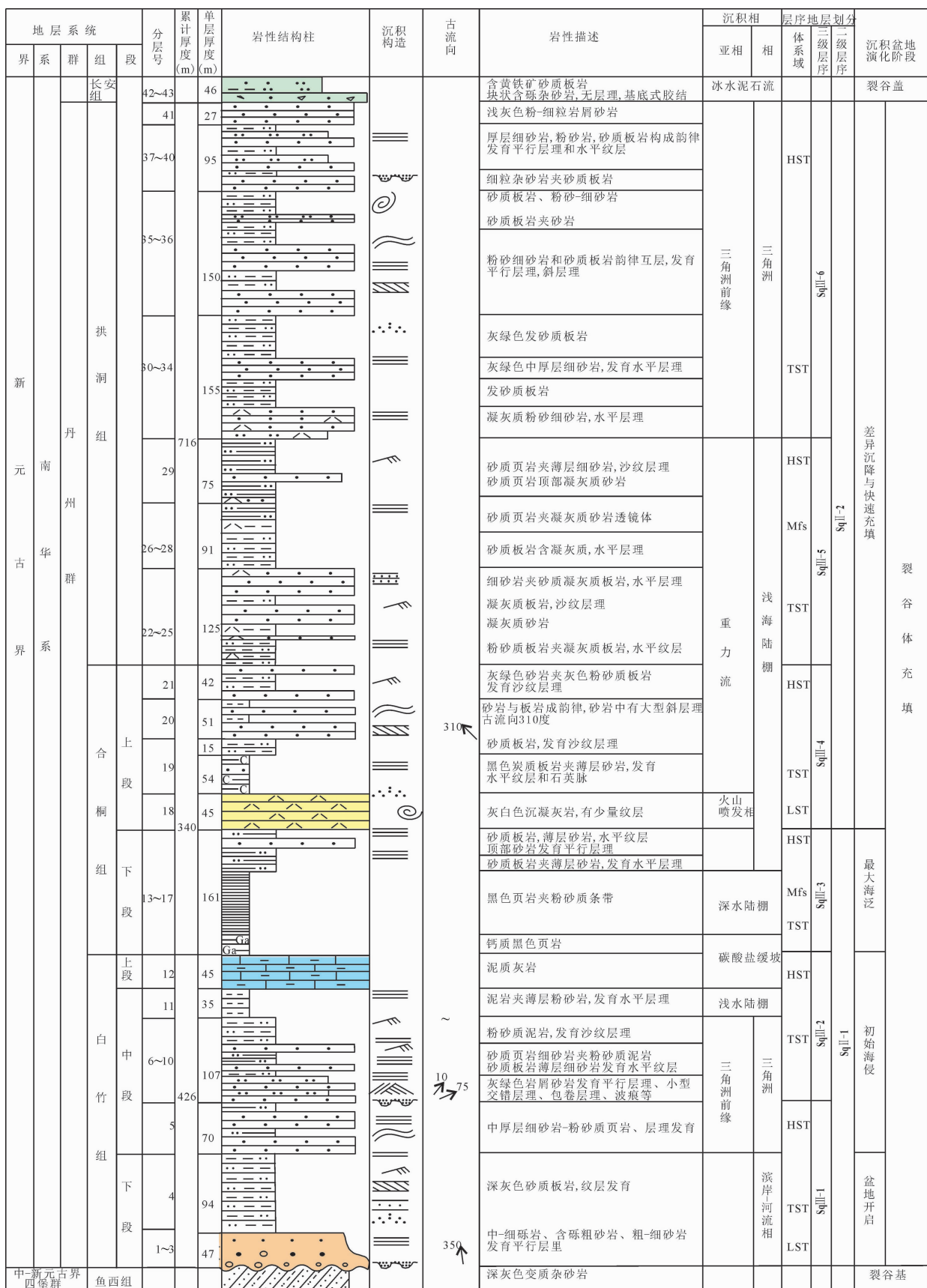


图2 广西罗城黄金剖面丹洲群沉积相与层序划分

Fig. 2 The depositional facies and sequences division of the Danzhou Group at the Huangjin section, Luocheng, Guangxi

灰岩,下部为灰黑色、黑色碳质页岩、粉砂质页岩,发育水平层理、沙纹层理,上部为灰黑色碳质页岩夹中厚层岩屑杂砂岩,或两者韵律互层。岩石中普遍含浸染状黄铁矿。

拱洞组:下部为灰绿色凝灰质砂岩、粉砂岩,灰白色长石石英砂岩,砂质泥岩夹凝灰质泥页岩等,发育极好的水平层理、沙纹层理,以类复理石韵律为突出特征。上部以灰绿色条带状粉砂质页岩为主,夹中厚层砂岩,且砂岩往上逐渐增多,砂岩中发育斜层理及交错层理等,与上覆长安组为渐变过渡沉积,未见明显沉积间断,这与下江群隆里组与长安组的界面特征不同。由于所处的构造位置不同,在黔东南,下江群沉积末期可能存在构造隆升与地层剥蚀,致使下江群与上覆冰期沉积的相变明显,转换界面清晰。

## 2 丹洲群的沉积层序及其演化

王剑(2000, 2005)把华南新元古代沉积序列组合划分为4种类型:盐边型、桂北型、湘黔型、峡东型。丹洲群为桂北型下部,由序列I——陆相火山岩、火山碎屑岩及冲洪积相粗碎屑岩和序列II——海相细碎屑岩夹火山碎屑岩及陆源碎屑沉积岩构成。而根据详细的沉积序列和沉积相分析,罗城黄金有洞剖面丹洲群可划分为6个各具特色的三级沉积层序(图2)。

### 2.1 层序SQ III-1

低位体系域(LST)由白竹组底部冲洪积相(河流相)的灰、灰绿色砂砾岩、含砾砂岩及灰白色粗粒石英砂岩等组成,为下粗上细正粒序,在垂向上可见典型的河流相二元结构。含砾粗砂岩和砂质砾岩为河床滞留沉积,砾石成分复杂,主要成分为脉石英、燧石、花岗岩、变质砂岩、片岩、火山岩角砾等,具次棱角一次圆状,分选中等一较好,多为泥质胶结、过渡型一基质支撑。砂岩以岩屑砂岩为主,其不稳定组分较高,可能与快速海侵背景下陆相磨拉石的快速就地沉积作用有关。

海侵体系域(TST)则表现为由于海侵的快速推进和河流相的收缩,沉积了大套滨浅海相细碎屑岩,发育沙纹层理和水平层理等。

高位体系域(HST)为短暂海平面下降条件下发育起来的三角洲前缘砂体,由两个由粗到细的韵律构成,三角洲前缘砂体中发育平行层理、斜层理、波痕等,三角洲前缘水下分流间湾的粉砂岩或粉砂质泥岩中发育透镜状层理和沙纹层理等。值得注意的

是,由波痕和斜层理显示出古流向为北东方向(图2),这与黔东—湘西一带的古流向为南东方向不同,暗示罗城黄金一带已是处于湘黔桂次级盆地的西南边缘了。

### 2.2 层序SQ III-2

海侵体系域(TST)由浅水陆棚细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩构成,发育平行层理、小型交错层理和包卷层理。高位体系域(HST)早期以陆棚泥岩为代表,晚期由于海侵进一步扩大导致了陆源碎屑补给不足,发育了一套碳酸盐缓坡钙质泥(页)岩、泥质灰岩组合(即白竹组二段),该套碳酸盐岩在区域上分布广泛,是一个良好的区域地层划分对比标志,也是沉积盆地由碎屑岩陆架向碳酸盐陆架转化的沉积响应。

### 2.3 层序SQ III-3

海侵体系域(TST)显示为碳酸盐缓坡(台地)到深水陆棚的转变。由于海侵上超,沉积序列上表现为碳酸盐缓坡或台地的淹没,并快速被合桐组一段深水陆棚(或饥饿盆地)相黑色页岩所取代。合桐组一段下部为富含碳质及黄铁矿的欠补偿的深水细碎屑岩沉积。

高位体系域(HST)为合桐组一段上部的一套深水重力流沉积,该套砂岩厚度较大,单层厚度在0.8~1.5m左右,发育平行层理、包卷层理和沙纹层理、条带状构造等,沉积韵律明显,且每个韵律下部可见有冲刷侵蚀。

### 2.4 层序SQ III-4

海侵体系域(TST)以合桐组二段底部灰白色层凝灰岩开始,可见火山灰流沉积特有的变形层理,为火山喷发岩相,可能是盆地进一步扩展的产物。海侵体系域的主体为合桐组二段下部的黑色碳质页岩、砂质页岩夹薄层细砂岩,砂岩中可见平行层理及少量低角度斜层理。

高位体系域(HST)的发育可能与沉积盆地的构造应力场转换有关,该时期海底火山活动强烈,使得盆地边缘斜坡失稳,重力流活动频发,因此,合桐组二段上部发育浊积砂岩和粉砂质泥岩与黑色页岩或黑色砂质页岩构成多个韵律,顶部还夹有基性火山碎屑岩沉积,尤以龙胜三门街一带为典型,在三江县城一带也可见到同期基性火山碎屑岩夹层,基性凝灰质或火山碎屑风化后显翠绿色调(可能与蛇纹石化有关)。

### 2.5 层序SQ III-5

海侵体系域(TST)为拱洞组下段底部,早期继

承了合桐组晚期的重力流沉积格局。但由于叠加了二级层序的海平面下降作用,导致盆地边缘砂质沉积物的大量进积,使得该时期的重力流规模较大,砂体厚度也较大,成分复杂,砂岩以岩屑杂砂岩和凝灰质砂岩为主。

高位体系域(HST)为拱洞组下段中上部,主体为一套快速充填的浅海陆棚相泥质岩,由具流水沙纹层理和包卷层理的页岩与无层理的块状砂质泥岩韵律互层构成。

### 2.6 层序SQIII-6

海侵体系域(TST)由拱洞组上段下部进积型三角洲前缘砂坝与前三角洲泥质沉积构成,由于三角洲前缘砂体不断向盆地推进,形成了多个向上变粗的逆粒序沉积序列。

高位体系域(HST)由拱洞组上段上部三角洲前

缘砂体和分流间湾泥质岩构成,因物源过于充沛,不仅造成了河道砂体成熟度很低,而且使河道频繁改道或被废弃,因此,在剖面上单个砂体规模也较小,砂体间泥质夹层较多。

综上所述,丹洲群是建立在晋宁—四堡造山剥蚀夷平面之上的新元古代新生沉积盆地的早期充填。丹洲群下部的白竹组至合桐组为河流相、移地滨岸相、浅海陆棚相、碳酸盐缓坡相、深水陆棚相及欠补偿盆地相等沉积组合;上部拱洞组为一套快速充填序列,下段为浅海陆棚夹深水重力流沉积组合,拱洞晚期由于区域性海退,渐次转换为三角洲至滨浅海沉积组合(图2)。

结合同期的湖南板溪群、高洞群、黔东南下江群的沉积序列分析,新元古代中期新生沉积盆地早期充填序列的底界为武陵运动不整合面,顶部为南华

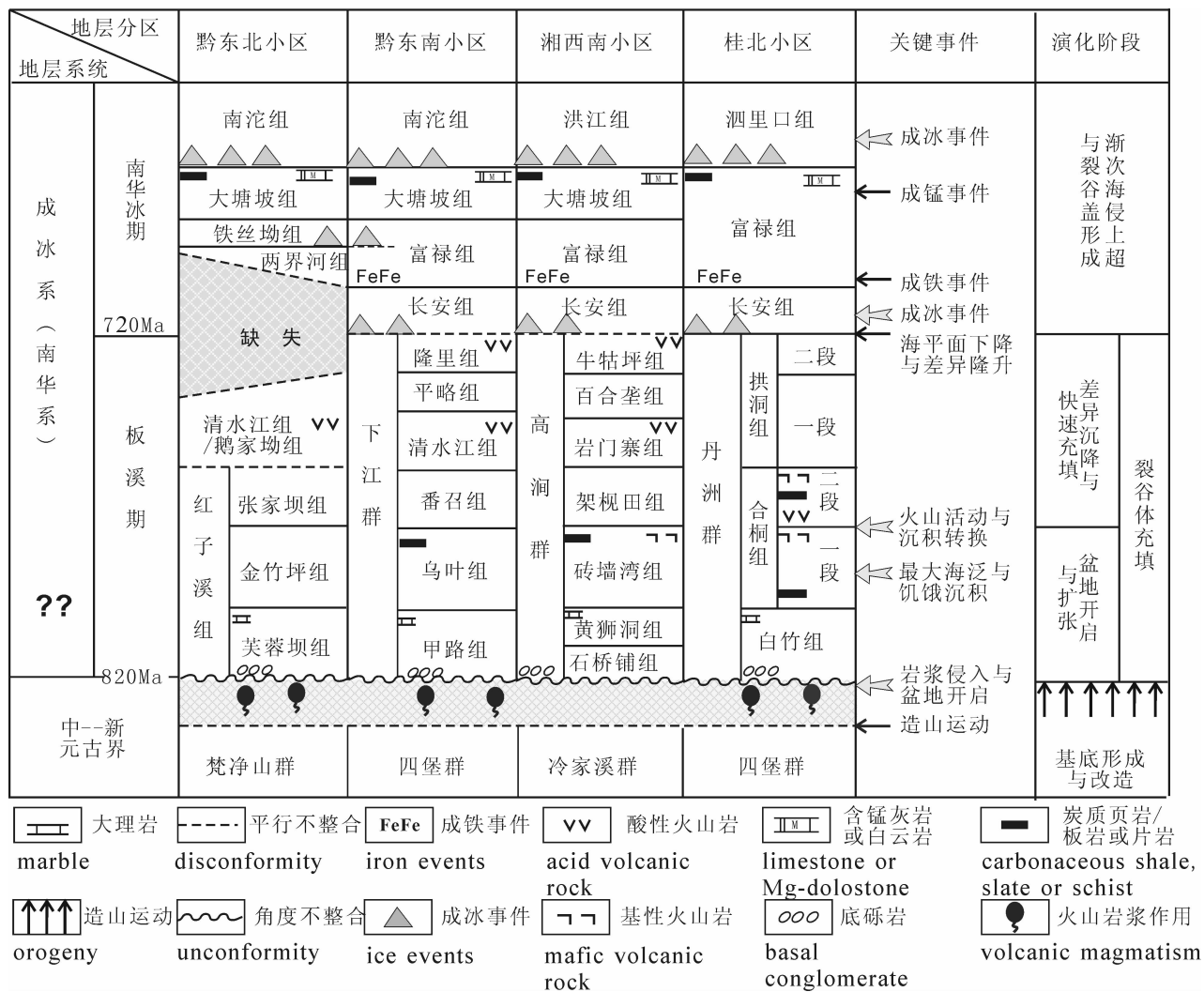


图3 新元古代中期沉积盆地演化阶段与关键事件

Fig. 3 Key events and the evolution stages of middle Neoproterozoic rift basin

纪冰期沉积超覆,显示为一个相对完整的沉积盆地演化序列(汪正江,2008)(图2),且这一序列与陆内裂谷盆地充填序列(谯汉生和于兴河,2004;王成善和李祥辉,2005)相似。因此,我们认为新元古代中期新生沉积盆地的性质为大陆裂谷盆地。

### 3 桂北新元古代中期沉积盆地演化的阶段性

根据上述典型剖面沉积相与层序分析,新元古代中期新生盆地早期充填序列(丹洲群及其相当层)又显示出明显的阶段性:盆地开启、初始海侵、最大海泛和快速充填4个阶段。

**盆地开启:**在湘黔桂地区,武陵不整合面之上的“楔状地层”的最低层位代表了华南武陵造山运动之后新元古代新一轮沉积的“起点”,如丹洲群白竹组、下江群甲路组等底部砾岩。该套底砾岩的沉积作用以冲洪积相为特征,并超覆于强烈变形变质的四堡群及相应岩体之上(图2,3),这一不整合界面在桂北三防岩体周缘、元宝山岩体周缘、黔东南净山周缘、湘西芷江—古丈—沅陵一线等均可见及。这一地质事实表明丹洲群与下伏四堡群为两个不同构造旋回的沉积响应,而且期间还存在一次区域性褶皱造山过程,即该套砾岩及早期陆相磨拉石沉积代表的是在经历一次造山作用后一个新生沉积盆地的

开启(Wang Jian et al.,2003;王剑,2005;王剑和潘桂棠,2009),与新元古代1000~740Ma存在持续的弧陆碰撞作用(Zhao Junhong and Zhou Meifu,2008;Sun Weihua et al.,2008)的观点是矛盾的。

这里需要注意的是,该套底砾岩在不同地区,其时代具有穿时性,这是由海侵上超的超前(沉降中心区)滞后(边缘相区)效应造成的,这就是沉积盆地早期“移地滨岸相”的时代特点。

**初始海侵:**随着盆地的不断扩张和海平面的上升,桂北地区新元古代沉积盆地进入了初始海侵阶段,其沉积以白竹组中—上段为代表,经历了一个从碎屑岩陆架到碳酸盐缓坡建设的过程(图2),在沉积相的演替上表现为由三角洲前缘→浅水陆棚→碳酸盐缓坡的典型退积型沉积序列。

**最大海泛:**该阶段的主要表现就是碳酸盐缓坡(台地)的淹没和饥饿盆地的形成。合桐组下段欠补偿沉积为碳质千枚岩、粉砂质绢云母板岩及变质细砂岩,沉积构造以水平层理为主。合桐组一段上部二段黑色碳质页岩中的砂岩夹层以杂砂岩为主,常见浊流沉积的CE、CD或BCE序列,是间隙性深水重力流活动的产物。

**盆地充填:**合桐组上段火山岩的发育(底部为沉凝灰岩层,上部为基性火山碎屑岩),可能是新元古代沉积盆地由扩张到快速充填之构造转折的构造

表1 扬子东南缘新元古代中期大火成岩省的同位素年代学统计表

Table 1 The statistical chart of isotope chronological data for the middle Neoproterozoic large igneous-rock province in the southeastern Yangtze Craton

位置	岩体或层位	岩性	年龄(Ma)	测试方法	资料来源
大火成岩省 浙皖赣邻区	许村岩体中部	堇青石花岗岩闪长岩	829 ± 11	SHRIMP	李献华等,2001a
	许村岩体	花岗岩	823 ± 8	SHRIMP	Li Xianhua et al., 2003
	上丰村许村岩体	堇青石花岗岩闪长岩	823 ± 12	LA-ICP-MS	吴荣新等,2005
	歙县岩体	堇青石花岗岩闪长岩	823 ± 10	LA-ICP-MS	吴荣新等,2005
	休宁县休宁岩体	堇青石花岗岩闪长岩	824 ± 6	LA-ICP-MS	吴荣新等,2005
	婺源石耳山岩体	黑云二长花岗岩	825 ± 3	TIMS	唐红峰等,1997
	休宁县龙田	井潭组英安岩	820 ± 16	SHRIMP	吴荣新等,2007
大火成岩省 湘赣邻区	赣西北九岭岩体	花岗岩	819 ± 9	SHRIMP	Li Xianhua et al., 2003
	湘北张邦源岩体	花岗岩闪长岩	816 ± 4.6	SHRIMP	马铁球等,2009
	赣西北九岭岩体	花岗岩闪长岩	818 ± 10	SHRIMP	李献华等,2001a
	赣西北九岭岩体	花岗岩闪长岩	820 ± 10	SHRIMP	钟玉芳等,2005
	湘东北长三背	强过铝花岗岩	929 ± 6	TIMS	王孝磊等,2004
大火成岩省 黔桂邻区	三防岩体	花岗岩	825 ± 6	SHRIMP	李献华,1999
	摩天岭岩体	花岗岩	825 ± 2.4	TIMS	曾雯等,2005
	摩天岭岩体	花岗岩	825 ± 2.4	TIMS	王剑等,2006
	桂北杨梅坳	镁铁—超镁铁岩	828 ± 7	SHRIMP	Li Zhengxiang et al., 1999
	本洞岩体	花岗岩闪长岩	822.7 ± 4	LA-ICP-MS	王孝磊等,2006
	本洞岩体	花岗岩	820 ± 7	SHRIMP	李献华,1999
	元宝山岩体	花岗岩	824 ± 4	SHRIMP	李献华,1999

响应,而合桐组上段及拱洞组下段广泛发育的重力流沉积则是这一构造转换的沉积响应。因此,从沉积盆地构造转换的同时性来看,丹洲群合桐组二段可能相当于下江群番召组,拱洞组下段可能相当于清水江组和平略组沉积,拱洞组上段三角洲沉积可与下江群隆里组对比(图3,4)。

### 4 新元古代中期沉积盆地演化的动力学探讨

#### 4.1 盆地开启

自从 Li Zhengxiang 等(1999,2003)提出新元古代 Rodinia 超大陆裂解的地幔柱假说以来,华南新元古代中期新生沉积盆地的动力学背景研究就成为了地学前沿研究和争论的热点。关于不同学者的观点,在此不再赘述。值得重视的地质事实是,新元古代沉积盆地开启与一系列广泛的、同期的非造山火山岩岩浆机制的成因联系。其中广泛性表现在扬子东南缘形成了一个总体呈北东向展布的3个大火成

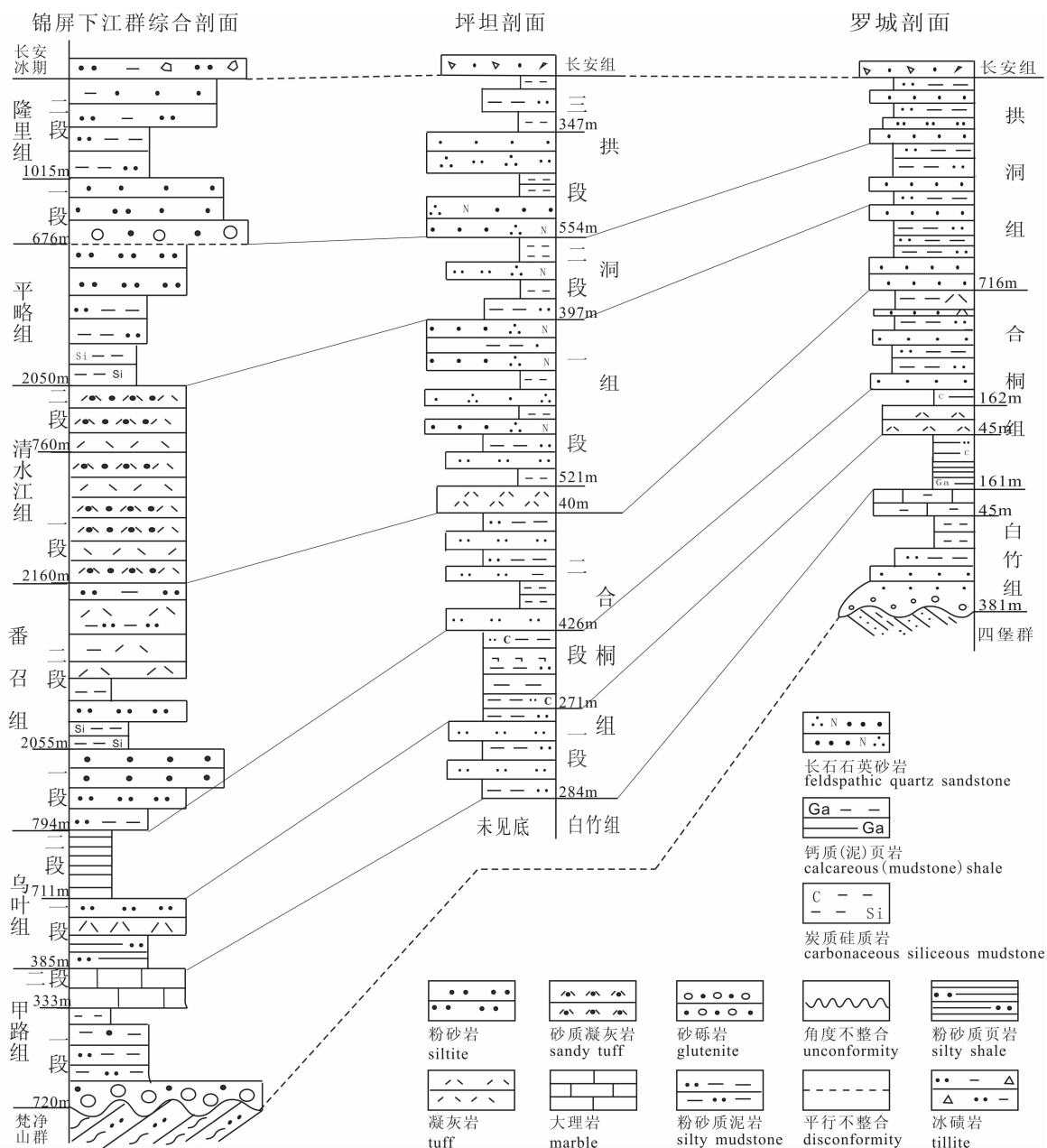


图4 新元古代中期丹洲群—下江群剖面柱状对比图  
Fig. 4 Columnar section comparison of the mid-Neoproterozoic Danzhou Group—Xiajiang Group

岩省(LIP):黔桂邻区大火成岩省、湘赣邻区大火成岩省和浙皖赣邻区大火成岩省。同步性表现在其活动时限主要集中在830~820Ma(表1),而且火成岩岩石组合上又显示出明显的双模式特点,即基性岩墙群与花岗岩组合(Li Zhengxiang et al., 2003; Li Wuxian et al., 2005; Lin Guangchun et al., 2007)。

因此,仅从岩石地球化学分析指出该时期的盆地动力学为弧陆碰撞机制可能是比较武断的。我们认为,在华南新元古代中期新生沉积盆地开启前,同期的、双模式的、一系列大火成岩省的形成,由地幔柱机制来解释更符合目前的地质实际,这也与随后沉积盆地演化的阶段性相吻合。

#### 4.2 盆地演化的阶段与幕式火山活动

根据我们的调查,不论是湘西板溪群、黔东南江群、桂北丹洲群等,其中都含有大量的火山凝灰质或凝灰岩夹层,部分层位还夹有基性火山岩(图3),这些同沉积火山岩的发育是提取沉积盆地动力学信息的重要载体之一。研究表明,这些火山岩的发育不仅在时间上具有明显的阶段性(幕式)、在空间上也具有广泛性(表2)。

火山活动的幕式特征体现在从盆地开启到盆地充填结束各阶段都伴随有广泛的火山喷发,显示的主要阶段包括:Ⅰ—盆地扩张与初始海侵阶段(820~800Ma);Ⅱ—盆地沉积—构造转换阶段(800~785Ma);Ⅲ—早期充填阶段(785~760Ma);Ⅳ—晚期充填阶段(760~720Ma)(表2)。第二幕在部分地区火山活动还显示出双峰式特点。例如,三江城东合桐组,其底部为酸性火山岩,上部为基性凝灰岩及基性火山碎屑岩;龙胜三门街地区虽然主要为基性火山岩,但也有酸性凝灰岩夹层。

火山活动的广泛性不仅体现在扬子东南缘的黔桂邻区,实际上整个扬子周缘,该时期的火山岩都可以划分为相应的幕次,如西缘澄江组、苏

雄—开建桥组(李献华等,2001b),北缘铁船山组(Lin Wenli et al., 2003),浙北上墅组、皖南井潭组等。

因此,我们认为新元古代中期广泛的、多幕式的火山岩浆活动与弧陆碰撞相联系可能是不恰当的。此特征与华南新元古代新生沉积盆地的演化阶段相对应,更可能是与地幔柱幕式活动的一个构造—沉积期响应。

这里需要提及的是,关于龙胜三门街一带合桐组的火山岩时代,前人研究结果是765Ma左右(Zhou Jibin et al., 2007),而根据现有资料(汪正江等,2009,2010;高林志等,2010;Wang Xuance et al., 2011)看来可能需要重新研究或认识。因为,若丹洲群合桐组层位与黔东南江群乌叶组+番召组,或湘西板溪群马底驿组相当或相似(图3、4),则三门街火山岩时代不应小于780Ma。

## 5 结论

基于以上对丹洲群沉积特征分析及相关讨论,我们可以得出以下几点认识。

(1)丹洲群白竹组—合桐组为冲洪积相(移地滨岸相)、三角洲相、浅海陆棚相、碳酸盐缓坡(台地)、深水陆棚相(或欠补偿盆地相)等沉积组合,拱洞组为深水浊积岩、浅海陆棚沉积组合,晚期为滨浅海相或三角洲相组合。在海平面变化上表现为白竹

表2 黔桂邻区下江群—丹洲群同沉积火山岩同位素年龄及幕次

Table 2 Isotope ages and its episodes of the Xiajiang Group—Danzhou Group  
syndimentary volcanic rocks in Guizhou—Guangxi neighboring region

采样点	样品层位及岩性	测试方法	测定年龄(Ma)	资料来源	幕次
贵州从江	甲路组基性火山岩	TIMS U-Pb	816 ± 5	曾雯等, 2005	I
贵州印江	甲路组斑脱岩	SHRIMP U-Pb	814 ± 6	高林志等, 2010	I
贵州台江	番召组凝灰质粉砂岩 最小年龄组平均值	SIMS U-Pb	801 ± 2	Wang Xuance et al., 2011	II
秀山凉桥	红子溪组凝灰岩	SHRIMP U-Pb	792 ± 10	汪正江等, 2009	II
铜仁瓦屋	鹅家坳组下段凝灰岩	SHRIMP U-Pb	782 ± 8	汪正江等, 2010	III
铜仁瓦屋	鹅家坳组下段凝灰岩	SHRIMP U-Pb	785 ± 8	汪正江等, 2010	III
清镇铁厂	鹅家坳组下段凝灰岩	SHRIMP U-Pb	780 ± 9	汪正江等, 2010	III
贵州雷山	清水江组斑脱岩	SHRIMP U-Pb	774 ± 8	高林志等, 2010	III
贵州锦屏	清水江组凝灰岩	SIMS U-Pb	774 ± 5	Wang Xuance et al., 2011	III
桂北丹洲群	三门街流纹英安岩	SHRIMP U-Pb	765 ± 14	Zhou Jibin et al., 2007	III
广西罗城	拱洞组粉砂岩碎屑锆 石最小年龄组平均值	SIMS U-Pb	731 ± 4	Wang Xuance et al., 2011	IV
湖南芷江	牛牯坪组凝灰岩最 小年龄组平均值	SHRIMP U-Pb	725 ± 10	Zhang Qihui et al., 2008	IV



组—合桐组是一个从盆地开启→初始海侵→最大海泛的过程。拱洞组则是一个渐次充填的多韵律叠置层序,其顶部显示出很好的进积序列,可能与南华冰期启动前大规模海平面下降导致的区域性海退有关。

(2)桂北丹洲群与黔东下江群、湘中高洞群、湘西板溪群等一样,均是新元古代中期 Rodinia 超大陆裂解背景下湘黔桂次级裂谷盆地早期充填的一部分。

(3)与新元古代新生沉积盆地开启有关的双模式的、同期的、一系列大火成岩省的形成,沉积盆地早期的海侵上超与饥饿沉积,晚期差异沉降与快速充填,以及与盆地演化阶段相伴的幕式火山岩浆活动等事实,表明板溪群、丹洲群及其相当层位沉积不仅是裂谷盆地充填,而且也暗示盆地的形成及其演化的阶段性均与导致 Rodinia 超大陆裂解的地幔柱幕式活动密切相关。

**致谢:**感谢评审专家对论文修改提出了宝贵的意见。

## 参 考 文 献 / References

高林志,戴传固,刘燕学,王敏,王雪华,陈建书,丁孝忠. 2010. 黔东地区下江群凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地层意义. 中国地质, 37(4): 1071~1082.

广西壮族自治区地质矿产局. 1985. 广西壮族自治区区域地质志. 北京:地质出版社, 10~22.

李献华,李正祥,葛文春,周汉文,李武显,刘颖. 2001a. 华南新元古代花岗岩的锆石 U-Pb 年龄及其构造意义. 矿物岩石地球化学通报, 20(4): 271~273.

李献华,周汉文,李正祥,刘颖, Kinny P. 2001b. 扬子块体西缘新元古代双峰式火山岩的锆石 U-Pb 年龄和岩石化学特征. 地球化学, 30(4): 315~322.

李献华. 1999. 广西北部新元古代花岗岩锆石 U-Pb 年代学及其构造意义. 地球化学, 28(1): 1~9.

马铁球,陈立新,柏道远,周柯军,李纲,王先辉. 2009. 湘东北新元古代花岗岩体锆石 SHRIMP-U-Pb 年龄及地球化学特征. 中国地质, 36(1): 65~73.

譙汉生,于兴河. 2004. 裂谷盆地石油地质, 北京:石油工业出版社, 1~372.

唐红峰,张光辉,周新民,刘伯根. 1997. 一个造山后花岗岩基:石耳山花岗岩的形成时代和成因. 南京大学学报, 33(4): 587~595.

汪正江,王剑,谢渊,杨平,卓皆文. 2009. 重庆秀山凉桥板溪群红子溪组凝灰岩 SHRIMP 锆石测年及其意义. 中国地质, 36(4): 761~768.

汪正江,王剑,段太忠,谢渊,杨平,卓皆文. 2010. 扬子克拉通内新元古代中期酸性火山岩的年代学及其地质意义. 中国科学:地球科学, 40(11): 1543~1551.

汪正江. 2008. 关于建立“板溪系”的建议及其基础的讨论——以黔东地区为例. 地质论评, 54(3): 296~306.

王成善,李祥辉. 2005. 沉积盆地分析原理与方法. 北京:高等教育出版社, 263~273.

王剑,李献华, Duan Taizhong, 刘敦一, 宋彪, 李忠雄, 高永华. 2003. 沧水铺火山岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及“南华系”底界新证据. 科学通报, 48(16): 1726~1731.

王剑,潘桂棠. 2009. 中国南方古大陆研究进展与问题评述. 沉积学报, 27(5): 818~908.

王剑,曾昭光,陈文西,汪正江,熊国庆,王雪华. 2006. 华南新元古代裂谷系沉积超覆作用及其开启年龄新证据. 沉积与特提斯地质, 26(4): 1~7.

王剑. 2000. 华南新元古代裂谷盆地沉积演化——兼论与 Rodinia 解体的关系. 北京:地质出版社, 1~146.

王剑. 2005. 华南“南华系”地层研究新进展——论“南华系”地层划分对比问题. 地质通报, 24(6): 491~495.

王孝磊,周金城,邱检生,高剑峰. 2004. 湘东北新元古代强过铝花岗岩的成因:年代学和地球化学证据. 地质论评, 50(1): 65~76.

王孝磊,周金城,邱检生,张文兰,柳小明,张桂林. 2006. 桂北新元古代强过铝花岗岩的成因: 锆石年代学和 Hf 同位素制约. 岩石学报, 22(2): 326~342.

吴荣新,郑永飞,吴元保. 2007. 皖南新元古代井潭组火山岩锆石 U-Pb 定年和同位素地球化学研究. 高校地质学报, 13(2): 282~296.

吴荣新,郑永飞,吴元保. 2005. 皖南新元古代花岗闪长岩体锆石 U-Pb 定年以及元素和氧同位素地球化学研究. 岩石学报, 21(3): 587~606.

曾雯,周汉文,钟增球,曾昭光,李惠民. 2005. 黔东南新元古代岩浆岩单颗粒锆石 U-Pb 年龄及其构造意义. 地球化学, 34(6): 548~556.

钟玉芳,马昌前,余振兵,林广春,续海金,王人镜,杨坤光,刘强. 2005. 江西九岭花岗岩类复式岩基锆石 SHRIMP U-Pb 年代学. 地球科学—中国地质大学学报, 30(6): 685~691.

周继彬,李献华,葛文春,刘颖. 2007. 桂北元宝山地区超镁铁岩的年代、源区及其地质意义. 地质科技情报, 26(1): 11~18.

Li Wuxian, Li Xianhua, Li Zhengxiang, Lou Fasheng. 2008. Obduction-type granites within the NE Jiangxi ophiolite: implications for the final amalgamation between the Yangtze and Cathaysia Blocks. Gondwana research, 13(3): 288~301.

Li Wuxian, Li Xianhua, Li Zhengxiang. 2005. Neoproterozoic bimodal magmatism in the Cathaysia Block of South China and its tectonic significance. Precambrian Research, 136: 51~66.

Li Xianhua, Li Zhengxiang, Sinclair J A, Li Wuxian, Carter G. 2006. Revisiting the “Yanbian Terrane”: Implications for Neoproterozoic tectonic evolution of the western Yangtze Block, South China. Precambrian Research, 151(1~2): 14~30.

Li Xianhua, Li Zhengxiang, Zhou Hanwen, Liu Ying, Kinny P D. 2002. U-Pb zircon geochronology, geochemistry and Nd isotopic: study of Neoproterozoic: bimodal volcanic: rocks in the Kangdian Rift of South China: Implications for the initial rifting of Rodinid. Precambrian Research, 113(1~2): 135~154.

Li Xianhua, Li Zhengxiang, Ge Wenchun, Zhou Hanwen, Li Wuxian, Liu Ying, Wingate M T D. 2003. Neoproterozoic granitoids in South China: crustal melting above a mantle plume at ca. 825 Ma. Precambrian Research, 122: 45~83.

Li Zhengxiang, Zhang L H, Powell C M. 1995. South China in Rodinia: part of the missing link between Australia - East Antarctica and Laurentia? Geology, 23: 407~410.

Li Zhengxiang, Li Xianhua, Kinny P D, Wang Jian. 1999. The breakup of Rodinia: did it start with a mantle plume beneath South China? Earth Planet. Sci. Lett., 173: 171~181.

- Li Zhengxiang, Bogdanova S V, Collins A S, Davidson A, De Waele B, Ernst R E, Fitzsimons I C W, Fuck R A, Cladkochub D P, Jacobs J, Karlstrom K E, Lu S, Natapov L M, Pease V, Pisarevsky S A, Thrane K, Vernilcovsky V. 2008. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis. *Precambrian Research*, 160(1~2): 179~210.
- Li Zhengxiang, Li Xianhua, Kinny P D, Wang Jian, Zhang S, Zhou S. 2003. Geochronology of Neoproterozoic syn-rift magmatism in the Yangtze craton, South China and correlations with other continents: evidence for a mantle superplume that broke up Rodinia. *Precambrian Research*, 122: 85~109.
- Li Zhengxiang, Li Xianhua, Zhou Hanwen, Kinny P D. 2002. Grenvillian continental collision in South China: New SHRIMP U-Pb zircon results and implications of the configuration of Rodinia. *Geology*, 30(2): 163~166.
- Li Zhengxiang, Wartho J A, Occhipinti S, Zhan Chuanlin, Li Xianhua, Wang Jian, Bao Chaomin. 2007. Early history of the eastern Sibao Orogen (South China) during the assembly of Rodinia: new mica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating and SHRIMP U-Pb detrital zircon provenance constraints. *Precambrian Research*, 159(1~2): 79~94.
- Li Zhengxiang, Zhang Linghua, Powell C M. 1995. South China in Rodinia: Part of the missing link between Australia—East Antarctica Laurentia? *Geology*, 23(5): 407~410.
- Lin Guangchun, Li Xianhua, Li Wuxian. 2007. SHRIMP U-Pb zircon age, geochemistry and Nd—Hf isotope of Neoproterozoic mafic dyke swarms in western Sichuan; Petrogenesis and tectonic significance. *Science in China (Ser. D)*, 50(1): 1~16.
- Ling Wenli, Gao Shan, Zhang Benren, Li Huimin, Liu Ying, Cheng Jianping. 2003. Neoproterozoic tectonic evolution of the northwestern Yangtze craton, South China; implications for amalgamation and break-up of the Rodinia Supercontinent. *Precambrian Research*, 122: 111~140.
- Sun Weihua, Zhou Meifu, Yan Danping, Li Jianwei, Ma Yuxiao. 2008. Provenance and tectonic setting of the Neoproterozoic Yanbian Group, western Yangtze Block (SW China). *Precambrian Research*, 167: 213~236.
- Wang Jian, Li Zhengxiang. 2003. History of Neoproterozoic rift basins in South China; implications for Rodinia break-up. *Precambrian Research*, 122: 141~158.
- Wang Xiaolei, Zhou Jincheng, Qiu Jiansheng, Gao Jianfeng. 2004. Geochemistry of the Meso- to Neoproterozoic: basic—acid rocks from Hunan Province, South China; implications for the evolution of the western Jiangnan orogen. *Precambrian Research*, 135(1~2): 79~103.
- Wang Xiaolei, Zhou Jincheng, Griffin W L, Wang Rucheng, Qiu Jiansheng, Reilly S Y O, Xu Xisheng, Liu Xiaoming, Zhang Guilin. 2007. Detrital zircon geochronology of Precambrian basement sequences in the Jiangnan orogen; dating the assembly of the Yangtze and Cathaysia Blocks. *Precambrian Research*, 15(9): 117~131.
- Wang Xiaolei, Zhou Jincheng, Qiu Jiansheng, Zhang Wenlan, Liu Xiaoming, Zhang Guilin. 2006. LA-ICPMS U-Pb zircon geochronology of the Neoproterozoic igneous rocks from Northern Guangxi, South China: implications for petrogenesis and tectonic evolution. *Precambrian Research*, 145: 111~130.
- Wang Xuance, Li Xianhua, Li Zhengxiang, Li Wuxian. 2011. Episodic Precambrian crust growth: Evidence from U-Pb ages and Hf—O isotopes of zircon in the Nanhua Basin, central South China. *Precambrian Res.*, doi:10.1016/j.precamres.2011.06.001.
- Zhang Qihui, Li Xianhua, Feng Lianjun, Huang Jin, Song Biao. 2008. A new age constraint on the onset of the Neoproterozoic glaciations in the Yangtze Platform, South China. *J. Geol.*, 116: 423~429.
- Zhao Junhong, Zhou Meifu. 2008. Neoproterozoic adakitic plutons in the northern margin of the Yangtze Block, China: Partial melting of a thickened lower crust and implications for secular crustal evolution. *Lithos*, 104: 231~248.
- Zheng Yongfei, Wu Rongxin, Wu Yuanbao, Zhang Shaobing, Yuan Honglin, Wu Fuyuan. 2008. Rift melting of juvenile arc-derived crust: Geochemical evidence from Neoproterozoic volcanic and granitic rocks in the Jiangnan Orogen, South China. *Precambrian Research*, 163: 351~383.
- Zheng Yongfei, Zhang Shaobing, Zhao Zifu, Wu Yuanbao, Li Xianhua, Li Zhengxiang, Wu Fuyuan. 2007. Contrasting zircon Hf and O isotopes in the two episodes of Neoproterozoic granitoids in South China; implications for growth and reworking of continental crust. *Lithos*, 96: 127~150.
- Zhou Jibin, Li Xianhua, Ge Wenchun, Li Zhengxiang. 2007. Age and origin of middle Neoproterozoic mafic magmatism in southern Yangtze Block and relevance to the break-up of Rodinia. *Gondwana Research*, 12: 184~197.
- Zhou Meifu, Kennedy A K, Sun Min, Malpas J, Leshar C M. 2002b. Neoproterozoic arc-related mafic intrusions along the Northern Margin of South China; implications for the accretion of Rodinia. *Journal of Geology*, 110: 611~618.
- Zhou Meifu, Ma Yuxiao, Yan Danping, Xia Xiaoping, Zhao Junhong, Sun Min. 2006a. The Yanbian Terrane (Southern Sichuan Province, SW China): A Neoproterozoic arc assemblage in the western margin of the Yangtze Block. *Precambrian Research*, 144: 19~38.
- Zhou Meifu, Yan Danping, Kennedy A K, Li Yunqian, Ding Jun. 2002a. SHRIMP U-Pb zircon geochronological and geochemical evidence for Neoproterozoic arc-magmatism along the western margin of the Yangtze Block, South China. *Earth and Planetary Science Letters*, 196(1/2): 51~67.
- Zhou Meifu, Yan Danping, Wang Changliang, Qi Liang, Kennedy Allen. 2006b. Subduction-related origin of the 750 Ma Xuelongbao adakitic complex (Sichuan Province, China): Implications for the tectonic setting of the giant Neoproterozoic magmatic event in South China. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 248(1~2): 286~300.

# An Analysis on Property and Dynamics of the Middle Neoproterozoic Sedimentary Basin in the Western of South China: Constraint from the Sedimentary Data of Danzhou Group in Northern Guangxi

YANG Fei<sup>1, 2)</sup>, WANG Zhengjiang<sup>1)</sup>, WANG Jian<sup>1)</sup>, DU Qiuding<sup>1)</sup>,  
DENG Qi<sup>1, 3)</sup>, WU Hao<sup>1, 3)</sup>, ZHOU Xiaolin<sup>1)</sup>

1) *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Ministry of Land and Resources, Chengdu, 610082;*

2) *Graduate Faculty of Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong, 266510;*

3) *Graduate Faculty of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

**Abstract:** The mid-Neoproterozoic Danzhou Group outcropped across the Jiuwandashan Mountains and the Yuecheng Mountains in Northern Guangxi. The Danzhou Group, which consisted of low metamorphic or normal sedimentation inter-bedded with igneous rocks, overlay the Metamorphite series of the Sibao Group with unconformity; and underlay the Nanhua glacial deposition with conformity. Writers characterized the sedimentary facies and depositional sequences of the Danzhou Group at the Huangjin section, Luocheng County, northern Guangxi. From the bottom to the top, the Baizhu Formation and Hetong Formation were composed of five kinds of facies, alluvial—fluvial facies (immigrating beach facies), delta facies, shallow shelf facies, carbonate ramp (or platform), deep shelf facies (or starved basin facies), respectively. The Gongdong Formation contained deep water turbidite and shallow shelf facies from bottom to top, and lately developed delta facies. Based on the comprehensive analysis of sedimentary facies and sedimentary succession, and combined with depositional record of volcanic activity, it is believed that the occurrence of the bimodal large igneous-rock provinces (LIPs) which accompanied with the onset of sedimentary basin, transgression overlap and starve deposition in early stage, and differential subsidence and quickly filling in late stage, and episodic volcano—magmatic activity with the basin evolution, were all contradictory to the arc—continent collision model. The Danzhou Group and its equivalences were an early filling succession of rift basin, and the phases of the basin evolution should be a sedimentary response to mantle plume episodic activities.

**Key words:** North Guangxi; mid-Neoproterozoic; Danzhou Group; sedimentary succession; rift basin; the activity of mantle plume