

doi: 10.12029/gc20160318

张能, 黄启明, 谭建政, 等. 桂西右江盆地伸展构造特征[J]. 中国地质, 2016, 43(3): 953–968.

Zhang Neng, Huang Qiming, Tan Jianzheng, et al. Extensive structural characteristics of Youjiang Basin, western Guangxi[J]. Geology in China, 2016, 43(3): 953–968(in Chinese with English abstract).

## 桂西右江盆地伸展构造特征

张 能 黄启明 谭建政 李 江

(广西壮族自治区区域地质调查研究院, 广西 桂林 541003)

**摘要:** 桂西右江盆地属扬子陆块西南缘晚古生代—中生代复合型裂谷盆地, 在区域引张体制下, 呈现盆—台相间、堑—垒式断块构造等以伸展作用为主的构造格局。台缘斜坡环境二叠纪海绵礁、同沉积角砾岩带和浊积岩系等构造—沉积事件层发育; 台内及边缘以上泥盆统与下石炭统、上石炭—下二叠统与中二叠统、中二叠统与上二叠统、下三叠统与中三叠统之间为主的平行或微角度或超覆不整合, 分别反映了柳江、黔桂、东吴、桂西伸展不整合构造运动事件。文章旨在通过该盆地晚古生代—三叠纪伸展构造特征的总结, 为深入探讨其动力学背景及演化机制提供有益的参考。

**关键词:** 伸展构造; 晚古生代—中生代; 右江盆地; 桂西

中图分类号: P542 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2016) 03-0953-16

## Extensive structural characteristics of Youjiang Basin, western Guangxi

ZHANG Neng, HUANG Qi-ming, TAN Jian-zheng, LI Jiang

(Institute of Regional Geological Survey of Guangxi, Guilin 541003, Guangxi, China)

**Abstract:** The Youjiang Basin in western Guangxi is a late Paleozoic–Mesozoic compound rift basin on the southwestern margin of Yangtze landmass. Under the regional extensional system, there appears the structural framework of extension–dominated alternate basin–platform and horst–graben style fault block structure. Structural–sedimentary event layers such as Permian sponge reefs, synsedimentary breccias belt and turbidite series are well developed, suggesting a marginal platform slope environment. In the interior or on the margin of the platform, there are parallel, micro–angle or overlap unconformities dominantly between upper Devonian and lower Carboniferous, between upper Carboniferous—lower Permian and middle Permian, between upper Permian and middle Permian, and between lower Triassic and middle Triassic strata, which respectively reflect four unconformable structural events of Liujiang orogeny, Qiangui epirogenic event, Dongwu revolution, and Guixi movement. Based on the summarization of Late Paleozoic–Triassic extensive structural features of the Youjiang Basin, this study aims at providing useful reference for the investigation of the dynamics background and evolution mechanism of the Youjiang Basin, western Guangxi.

收稿日期: 2015–08–29; 改回日期: 2015–09–26

基金项目: 中国地质调查局项目“广西区域地质调查片区总结与服务产品开发”(12120113012600)及 2015 年第二批广西找矿突破战略行动地质矿产勘查项目“广西右江盆地演化与成矿关系研究”联合资助。

作者简介: 张能, 男, 1967 年生, 博士, 高级工程师, 从事区域地质调查与找矿研究; E-mail: 1173938529@qq.com。

**Key words:** extensive structure; Youjiang Basin; western Guangxi

**About the first author:** ZHANG Neng, male, born in 1967, doctor, senior engineer, engages in the study of regional geological survey and prospecting for mineral resources; E-mail: 1173938529@qq.com.

**Fund support:** Supported by Guangxi Regional Geological Survey Area Summary and Service Product Development Project (No. 12120113012600) and The Second Batch of Prospecting Breakthrough Strategic Action Geological Mineral Exploration Project in 2015, Guangxi "Youjiang Guangxi Basin Evolution and Metallogenic Relationship Research".

## 1 引 言

右江盆地地处广西西部(简称桂西,下同),又称黔桂盆地或南盘江盆地<sup>[1]</sup>。该盆地是在夷平的南华早古生代造山带基础上,再生裂陷的晚古生代—中三叠世大陆边缘裂谷盆地<sup>[2-4]</sup>,系裂谷长期拉张伸展的结果,业已成为当今地学领域的主流共识。但是,长期以来由于对裂谷伸展作用及伸展构造基础的、重要的概念现象理解与定义的不同,对大多数晚古生孤立碳酸盐岩台地是盆地中发育的孤立台地<sup>[5]</sup>还是无根的外来系统<sup>[6-8]</sup>? 长期以来备受争议。晚古生代碳酸盐岩地层内部沉积间断面、尤其与早—中三叠世浊积岩地层之间的不整合接触关系,代表了大陆收缩机制下的角度不整合事件,还是裂谷伸展作用下的岩溶超覆不整合面或古侵蚀沉积间断面<sup>[9-11]</sup>,即伸展不整合,一直存在分歧。除少数报道外<sup>[12]</sup>,至今,对于右江裂谷盆地的伸展作用及伸展构造的研究仍显薄弱与不足,如伸展作用的方式、产物等,伸展构造的分布、类型、结构样式及组合特点等。

近年,在广西第二代地质志修编过程中,通过对桂西地区地质矿产的综合研究表明,晚古生代—中三叠世右江盆地具盆—台相间、堑—垒式断块构造等以伸展作用为主的构造格局,晚古生代碳酸盐岩台地边缘同生断裂是其伸展构造的主要类型,以盆地中环台地为代表的不整合面代表了同生断裂活动形成的一系列伸展不整合面,伸展不整合面附近的重力滑塌、重力流沉积等事件沉积是同生断裂重要的构造—岩相学标志之一。

鉴于上述在右江盆地伸展作用与伸展构造方面的认识取得的一些进展,笔者认为对其伸展与沉积特征、伸展构造进行全面而系统的总结,必定会为进一步深入探讨盆地成因背景及动力学演化机制提供有益的参考。

## 2 区域地质背景

桂西右江盆地居于古特提斯构造域和环太平洋构造域的复合部位,隶属扬子板块西南缘,由师宗—弥勒( $F_6$ )、南丹—昆仑关( $F_1$ )、红河( $F_7$ )、凭祥( $F_3$ )盆缘断裂所围限(图1),状若一不对称菱形<sup>[13]</sup>。盆内以北西、北东向为主的多方向组断裂发育,其中以北西向右江( $F_2$ )、靖西( $F_4$ )、那坡( $F_5$ )断裂最为重要。加里东运动以来,由于上述盆缘、主要盆内断裂多期次(同沉积)活动断裂,铸造了极富特色的堑垒式右江裂谷盆地,成就了台地和台间海槽或沟—盆间列的盆地格局<sup>[2]</sup>。

盆内地层以连续完整地出露上古生界和中生界为主,多样化沉积建造明显。早泥盆世早中期右江盆地以一套砂砾岩、砂岩、粉砂岩及泥质岩滨岸相沉积为主,至晚期开始台地、盆地相沉积分异。浅水台地相区早泥盆世晚期到晚二叠世一直是台地浅色碳酸盐岩沉积,次深水、深水斜坡—盆地相区(图1中浅蓝色区块)为深色碳酸盐岩、硅质岩、陆源细碎屑岩夹基性火岩岩及其碎屑岩,层内同沉积变形褶皱和滑塌构造发育。其中台地边缘常为伸展不整合面环绕(图1),台地边缘—斜坡相区局部发育生物礁(丘)。早三叠世仍大体继承晚二叠世的沉积格局,台地相为灰岩夹泥岩、灰岩夹基—中酸性火山岩,台地前缘斜坡相为泥质条带灰岩、砾状灰岩夹钙质泥岩及凝灰岩,盆地相为凝灰岩、泥岩、粉砂质泥岩夹薄层泥质灰岩,斜坡—盆地相层内同沉积变形褶皱和滑塌构造发育。中三叠世除天峨—东兰—都安—崇左一线及桂西孤立台地边缘分布有浅海陆棚相细碎屑岩外,均为一套厚度巨大的深水盆地相复理石浊积岩系,层内同沉积变形褶皱和滑塌构造发育。

研究表明,晚古生代以来,桂西及邻区经历了

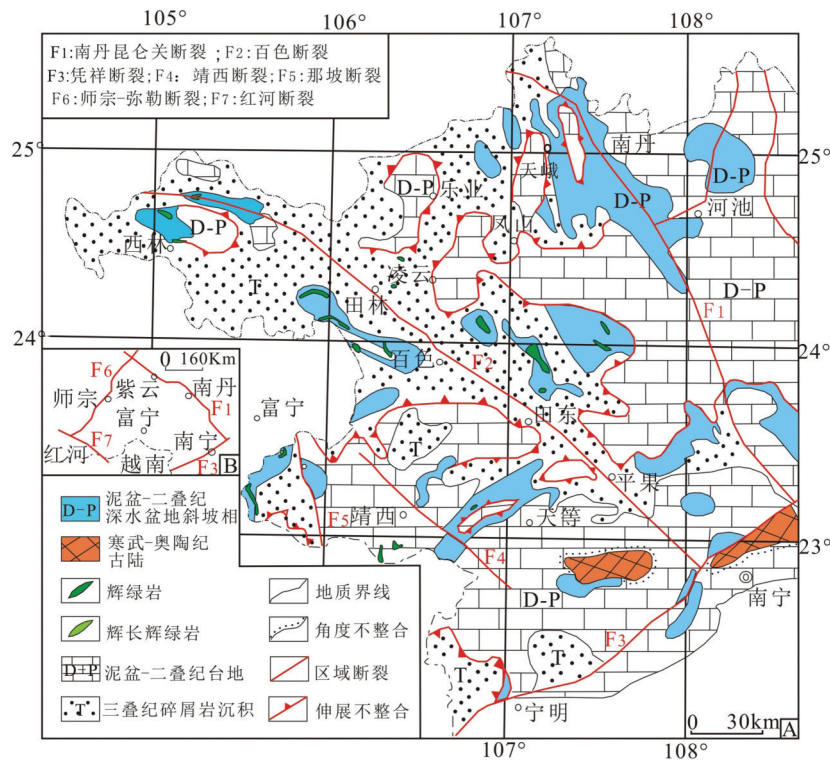


图1 桂西右江盆地晚古生代—中生代台、盆相间沉积简图

Fig.1 Interphase deposition of Late Paleozoic–Mesozoic platform and basin in the Youjiang Basin, western Guangxi

泥盆纪—早三叠世伸展裂陷及中三叠世残余盆地的动力演化过程,发生了以基性火山熔岩、辉绿(玢)岩侵入为主的海西—印支期多期次的构造—岩浆事件,形成 Au、Sb、Cu、Pb、Zn、Mn、Al 等门类的“层控型”矿产。

### 3 伸展与沉积特征

#### 3.1 伸展不整合

朱志澄<sup>[14]</sup>指出,在区域伸展背景下,地层接触多表现为平行不整合或微角度不整合,是伸展构造重要的特征之一。桂西地区晚古生代(孤立)台地碳酸盐岩系内部及与早、中三叠世火山—浊积岩系之间发育一系列沉积间断面或古侵蚀面,该面之下古喀斯特溶蚀地貌发育、之上分布有含古土壤层的残余堆积或沉积<sup>[15]</sup>。碳酸盐岩台地内沉积间断面主要发育于 C<sub>1</sub>/D<sub>3</sub>(图 2-a)、P<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>、P<sub>3</sub>/P<sub>2</sub>(图 2-c)、T<sub>1</sub>/P<sub>3</sub>(图 2-d)、T<sub>3</sub>/T<sub>2</sub> 及台缘二叠纪海绵礁灰岩(Pbls)/C<sub>2</sub> 或更老层位之间,在深水斜坡—盆地相域多表现为连续整合沉积或含事件层的水下间断不整合;前三

者表现为平行不整合接触,后者呈陡崖式不整合接触(图 2-b),广西 1:50 万数字地质图说明书(2006)<sup>[16]</sup>称之为陡崖式同构造沉积不整合接触(此类现象在中泥盆世与晚泥盆世、与早炭世之间亦有发育)。台地碳酸盐岩系之上常为下、中三叠统火山—浊积岩系披盖式或“不整合”覆盖,两者之间的接触面,代表了由早前区域上无法对比的“角度不整合”接触面<sup>[17]</sup>转为岩溶超覆不整合接触面<sup>[18]</sup>或古侵蚀沉积间断面<sup>[11]</sup>的变化。事实上,上述不连续面的成因与右江裂谷拉张伸展作用有关,是裂谷长期拉张、同沉积断裂活动形成的一系列伸展不整合面<sup>[18-19]</sup>。

研究发现,桂西右江盆地发育的一系列伸展不整合面,是不同级别区域构造隆升运动的响应,代表了不同性质盆地之间的(层序)转换面,或反映了同一盆地充填韵律或构造沉积幕的间断面或不连续面,是不同成因沉积盆地构造属性和应力转化的记载<sup>[20]</sup>。根据广西 1:50 万数字地质图说明书<sup>[16]</sup>可知,桂西右江盆地上述主要伸展不整合面分别是下



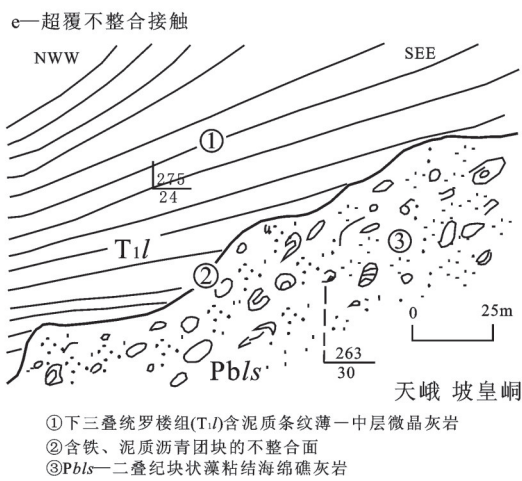
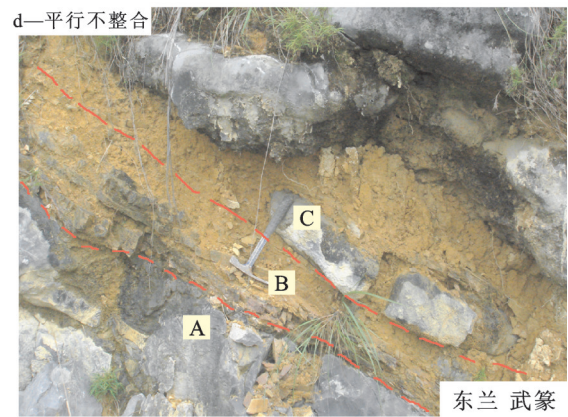
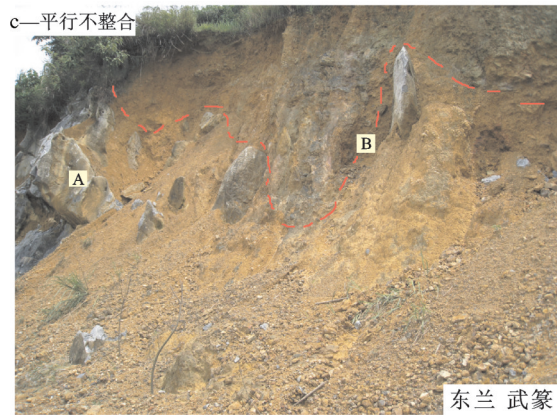
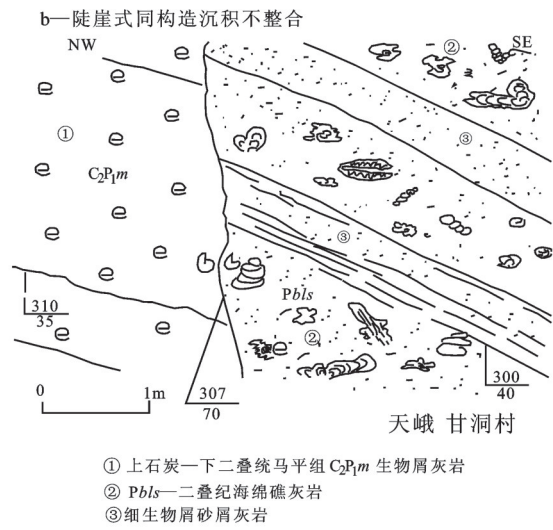
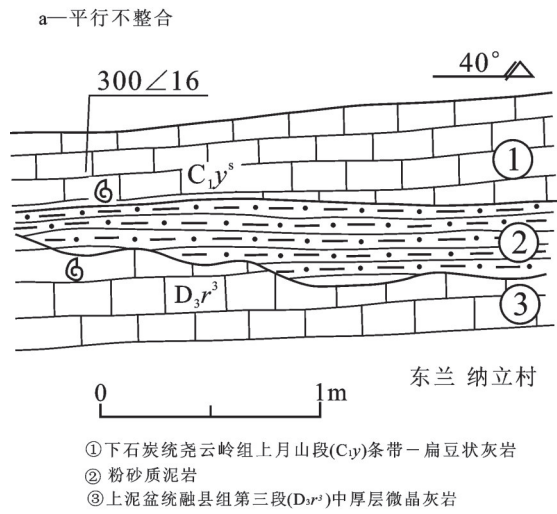


图2 桂西右江盆地的伸展不整合  
Fig.2 Stretching unconformity in the Youjiang basin, western Guangxi



述构造运动的响应:

柳江运动,发生于晚泥盆世与早石炭世之间,台内早石炭世初期有铁、锰质沉积,或缺失部分地层,长期暴露地表,往台缘方向下石炭统逐渐超覆在界线之上。有孔虫 *Quasiendothyra* 等泥盆纪末繁盛一时的生物属种骤然消失,代之以单壳有孔虫为主的 *Bisphaera* 组合。黔桂运动,中二叠统栖霞组底部有数米至数十米的炭质页岩夹薄煤层或为砾岩、粉砂岩与上石炭统—下二叠统马平组灰岩呈平行不整合接触关系。界面上下生物出现了明显更替:界线之下 *Pseudoschwagerina* 组合灭绝,之上代之以 *PamirinMisellina* 动物群兴起。

东吴运动,发生于中、晚二叠世之间,上二叠统底部为厚数米至20余米的铝土矿层或铁铝岩,与中二叠统茅口组灰岩呈平行不整合接触,表明地壳曾经过较长时间的上升剥蚀,造成如珊瑚、腕足类、筳类等底栖生物大量衰退。该运动标志着桂西右江盆地已进入弧后盆地演化的新阶段。

苏皖运动,发生于早三叠世与晚二叠世之间,下三叠统或平行不整合于上二叠统合山组之上,接触面凹凸不平,常有铁、泥质古风化壳,地层缺失;或超覆于中二叠统之上。界线之下以筳为代表的二叠纪多门类生物群落骤灭绝,界线之上取而代之的是以菊石、双壳为代表的生物群落。由于三叠纪起陆源碎屑物注入,结束了晚古生代台地持续的清水碳酸盐岩沉积。

桂西运动,发生于早、中三叠世之间,隆林一带中三叠统百逢组超覆于上二叠统之上;盆地西和西南部,早三叠世晚期和中三叠世初普遍有酸性和少量中基性火山活动,孤立碳酸盐台地边缘二叠纪海绵礁灰岩顶部往往为下三叠统甚至中三叠统下部超覆不整合接触(图2-e,f)。界线附近生物群出现了更替,中三叠世由 *Hollandites—Balatonites* 动物群取代了早三叠世的 *Tirolites—Dieneroceras* 动物群。该运动的发生开启了残余盆地演化的新序幕。

### 3.2 重力滑塌、重力流沉积

一个沉积盆地的发展史往往就是以事件沉积、不连续沉积为主的演化历史<sup>[21]</sup>。桂西右江盆地在晚古生代—中生代不同层位中滑塌、滑坡、碎屑流和浊流等灾难性事件层发育。这些事件层广泛出现于台地边缘—深水斜坡环境,具阵发性、递进发展

的特点,由单成分—复成份岩石或岩块组成,形态除岩块外,多呈楔状体或扇形体,自台缘往盆地在纵、横方向上,主要出现(滑塌)角砾岩(图3-b、d)(含崩落的岩块或震裂(积)岩(图4-a)、碎裂砾质滑移体—板块状砾屑灰岩、板条状砾屑灰岩(图3-a、c)、浊积岩系,不同事件层底面常发育冲刷构造或蚀底构造。同时还常伴随有水下沉积岩脉或沉积灰岩墙及震积岩墙或岩脉(图4-b)的出现及火山岩和火山碎屑沉积(图5)。它们均是同生(沉积)断裂的最重要沉积记录<sup>[22]</sup>,系火山—构造—地震等综合因素主要作用于软沉积物—半固结岩层的结果。其中沉积灰岩墙与其所穿入的围岩之间的时间间隔,代表地层缺失和古构造运动。研究表明,桂西地区(水下岩脉)沉积灰岩墙的时代主要是  $P_1$ 、 $P_2$  和  $T_1$ , 分别代表了早、中二叠世、早三叠世3个主要的地震活动期<sup>[17]</sup>。

### 3.3 纵向和横向上的剧烈相变

桂西晚古生代台、盆长期割据(图1),是区域引张作用下断陷和隆起的响应。中泥盆世以来,台地以沉积浅色碳酸盐岩为主,为同生断裂所夹持的盆内发育深色薄层灰岩、不纯灰岩、细碎屑岩、硅质岩组合,台缘常形成生物礁和重力滑塌堆积,(台地前缘是孤台的台前向海斜坡)斜坡相,向台方向与台缘相呈指状穿插相变,向盆方向则与盆地相相变(图6)。桂西右江盆地深水沉积类型的晚古生代巴平组( $C_2b$ )、南丹组( $C_2P_n$ )、四大寨组( $P_4s$ )属台地之间的盆地沉积,其沉积物以原地灰泥、异地的砂砾屑和生物屑为主。其中中二叠统四大寨组底部出现石英砂岩,在深水碳酸盐岩沉积区突然注入浅水沉积的碎屑物,形成与上下地层差别悬殊、跳相的特殊沉积层。在区域引张作用下,地壳减薄、地层柱减薄或部分地层缺失明显。如天峨台地南东缘东兰县金谷一带(图6),由台内向台缘,C/D界线下的上泥盆统融县组( $D_3r$ )第三段至第二段顶部,地层缺失量逐渐增加;而上覆下石炭统尧云岭组上月山段( $C_1y^*$ )、第一段( $C_1y^1$ )、第二段( $C_1y^2$ )由台内向台缘方向逐渐超覆在界线之上,局部地段为上覆石炭统“都安组”以楔状形式超覆。

## 4 伸展构造特征

伸展构造是地壳或岩石圈在引张状态下形成的构造,各种正断层及其组合是其基本型式。桂西右江

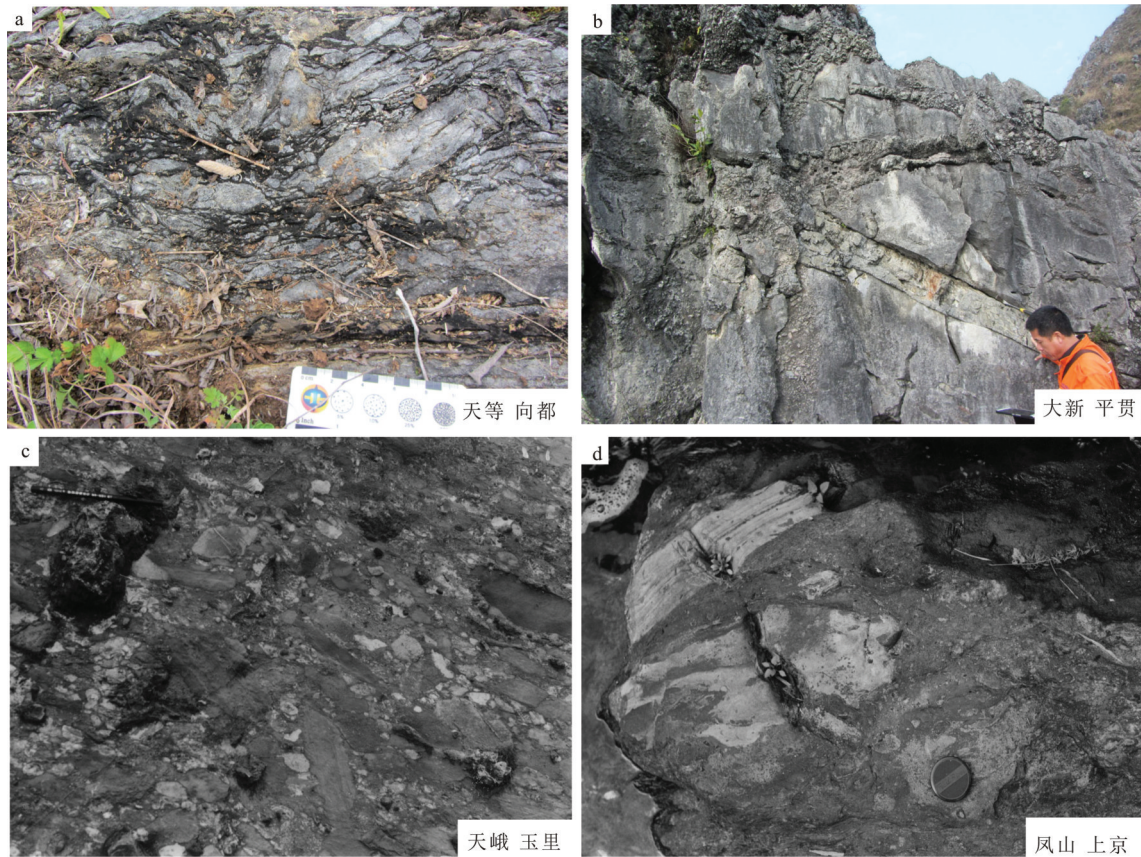


图3 桂西右江盆地晚古生代-中生代重力滑塌、重力流沉积

a—上泥盆统五指山组(D<sub>3</sub>w)板条状砾屑灰岩, 灰岩碎屑流或震积岩; b—上石炭统南丹组(C<sub>3</sub>P<sub>1</sub>n)底部滑块灰岩岩块或角砾岩; c—台地边缘中二叠统四大寨组(P<sub>2</sub>s)砾屑灰岩; d—中三叠统兰木组(T<sub>2</sub>l)泥岩(深色)中细砂—粉砂岩砾块(浅色)

Fig. 3 Gravity slump, gravity-flow deposits in the Youjiang basin, western Guangxi

a—Stripe shaped calcirudite debris flow or seismites in the Upper Devonian Wuzhishan Formation; b—Bottom slider of limestone or breccia in the Upper Carboniferous Nandan Formation; c— Platform margin calcirudite in the Middle Permian Sidazai Formation; d—Mudstone (dark) – siltstone block (light) in the Middle Triassic Lanmu Formation

盆地是在扬子陆块西南缘基础上,经晚古生代—中生代多幕次伸展裂陷作用发展而来的复合型裂谷盆地,以各种正断层及其组合的伸展构造发育。

#### 4.1 地堑-地垒构造

在晚古生代—中生代伸展裂陷期间,桂西地区台、(沟)盆纵横交错格局,反映了由正断层系控制的地堑-地垒构造、类盆-岭构造结构样式特点。正断层系一般发育台地边缘其附近,由一系列平行或近平行的正断层组成,其断面样式多呈倾向沟、盆方向的铲状<sup>[12]</sup>,大多数产状陡倾(60°以上)(图7)。在双向引张动力作用下,常以断层相背出现为特征,上盘沿弧形凹面下滑或斜滑过程中常产生反向或正向的次生断层系列和岩块的解体、旋转和掀斜。

#### 4.2 台背形、槽向形

由于伸展作用下导致的差异升降,桂西右江盆地呈现隆、凹相间的堑-垒断块样式,加之沉积盖层的自身重力、沉积压实、高孔隙压力等因素,往往发生同沉积褶皱作用,形成同生台背形和槽向形构造,属同生构造范畴。台背形均具有“顶薄翼厚”的特点,其顶部和翼部的沉积厚度差和厚度变化梯度反应背斜的生长强度<sup>[24]</sup>;同时,在水下隆起或古潜山等地垒断块上,常形成(潜山)披覆构造—如背斜披覆构造(图8)、鼻状背斜等,如天峨台地砦牙一带往南东尖楔如鼻状的深水相水下隆起(图1),局部可见底劈背形构造(图9)。垂直剖面,这些褶皱常构成箱形、屈状背向斜,后期挤压造山期仍保持、强化



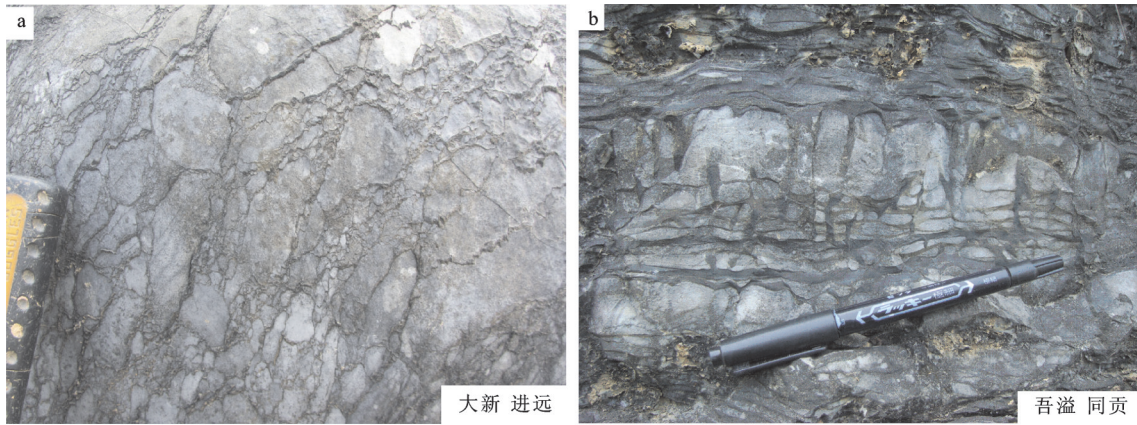


图4 地震事件

a—下三叠统石炮组(T<sub>1s</sub>)震裂岩和锯齿状同生断裂;b—上泥盆统五指山组条带状灰岩中的震裂岩脉(据文献[23])

Fig.4 Seismic events

a—Shatter breccias and zigzagged syngenetic fault in the Lower Triassic Shipao Formation; b— Seismites dyke in banded limestone in the Upper Devonian Wuzhishan Formation (after reference [23])

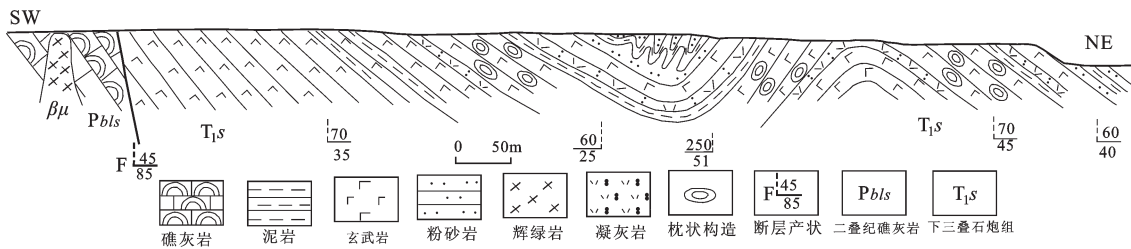


图5 广西那坡县百面乡布王屯石炮组(T<sub>1s</sub>)实测剖面图

Fig. 5 Measured geological section of Shipao Formation(T<sub>1s</sub>) in Buwang of Napo, Guangxi

此类构造样式。

### 4.3 同沉积断裂

又叫同生断裂,与上述台背形、槽向形可统称同沉积构造或同生构造、或生长构造,系指在沉积过程中形成的构造。桂西右江盆地晚古生代—中生代伸展裂陷期间,反映盆地生长过程同沉积断裂发育,构造—岩相学标志十分清晰,主要有:同生角砾岩相带、台地—台缘斜坡—盆内相变强烈且相体结构不对称、裂隙式火山喷发形成了带状火山岩相带和火山链,其中前者常表现震积岩相带、滑塌角砾岩相带和重力流沉积相带等组合<sup>[3]</sup>,系同生断裂带强烈活动造成的海底沉积物发生再沉积、混杂而成,故又有滑裂—滑混岩带或沉积混杂岩之称谓。

桂西右江盆地同沉积断裂活动主要集中于石炭—三叠纪,依发育的构造位置不同可划分盆(或台)缘、斜坡、盆内同生断裂及台缘钙质糜棱岩带。

#### 4.3.1 盆(台)缘同生断裂

盆(台)缘同生断裂主要环绕晚古生代孤立碳酸盐岩地边缘展布,形态环状,接触面倾向盆地,倾角一般较陡,大于50°。可进一步划分为晚古生代同生断裂、中生代同生断裂。

##### (1)晚古生代同生断裂

晚古生代同生断裂主要形成于晚古生代孤立碳酸盐岩台地边缘,常表现为“同构造沉积不整合”现象(广西1:50万数字地质图说明书<sup>[16]</sup>)。在桂西普遍存在,如乐业、天峨、凤山、凌云、隆林德峨、平果县的果化榜圩及邹圩等孤立台地边缘,均有分布,尤以凌云、凤山及天峨为甚,沿台地周边分布,长达60~120 km,其余长度一般为10~20 km,不整合面呈凹凸不平、产状多变的自然陡崖或古断崖<sup>[12]</sup>,总体倾向盆地,倾角一般较陡,为70°~80°,走向以北西—北西向为主,次为北东向和近南北向(图10)。



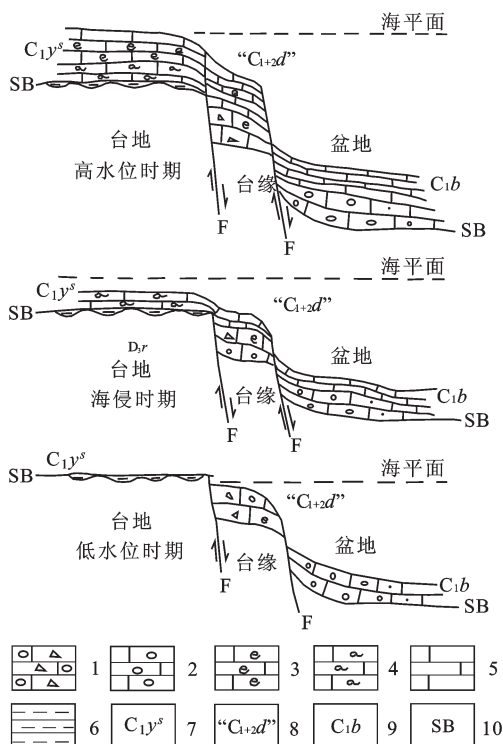


图6 桂西右江盆地早石炭世沉积特征

1—角砾—角砾状灰岩；2—砾岩；3—生物屑灰岩；4—条带状灰岩；5—灰岩；6—泥岩；7—台地下石炭统尧岭组上月山段；8—台缘斜坡向“都安组”；9—盆地巴平组；10—层序层面。台地下石炭统尧岭组上月山段：低水位海侵期为薄层条带状灰岩，高水位期为中层生物屑灰岩、灰岩；台缘斜坡“都安组”：低水位期为厚层块状角砾—角砾状灰岩，海侵—高水位期主要为深色中—厚层灰岩；盆地巴平组：海侵—高水位期为深色薄—中层灰岩

Fig.6 The early Carboniferous sedimentary characteristics in the Youjiang Basin western Guangxi

1—Breccia—breccia-shaped limestone; 2—Conglomerate rock; 3—Biological crumbs limestone; 4—Banded limestone; 5—Limestone; 6—Mudstone; 7—Lower Carboniferous Yaoyunling Formation; 8—Lower Carboniferous Du'an Formation; 9—Lower Carboniferous Baping Formation; 10—Sequence layer. Lower Carboniferous Yaoyunling Formation Shangyueshan Member: low water transgression period for a thin layer of banded limestone, high water period for middle crumbs limestone, limestone; Platform margin slope in the Lower Carboniferous Du'an Formation: low water period for thick massive breccia—breccia limestone, transgressive—high water period mainly in the dark—thick layers of limestone; Basin Baping Formation: transgressive—high water period for dark thin—middle limestone

沿不整合面两侧产状不同的新老地层的岩石紧密嵌并在一起，具“正断层”表象，但无任何构造作用形迹，仅表现为一条不平直而清晰的岩性、岩相突变线性分界面，下部地层中有时可见溶蚀洞穴、震积角砾岩及水下沉积岩脉穿插。

桂西右江盆地“同构造沉积不整合”主要发育于二叠系中(图10)，“上部”涉及最老的地层是中二叠世与茅口组底部—栖霞组相当的二叠纪海绵礁灰岩，“下部”涉及最新的地层是上石炭—下二叠统马平组(图2-b)，表明马平期末—栖霞期是“同构造沉积不整合”主要发育时期。在盆地西南土湖地区，深水盆地相上泥盆统榴江组含锰硅质岩系、石炭系巴平组深色沿走向分别与台地边缘下一中泥盆统北流组浅色灰岩呈陡崖式接触，暗示该类接触关系早在泥盆纪生成台、(沟)盆间列时就有出现。

## (2) 中生代同生断裂

中生代同生断裂是桂西右江盆地重要的断裂构造，主要沿上古生界与中生界、碳酸盐岩与非碳酸盐岩分界接触带位置发育，受台缘基底断裂控制，控岩控矿作用显著，造成了桂西地区台地相区与盆地相区长期而显著的分异(图1)。断面主要为碳酸盐岩台地边陡倾的边界面，沿断面一般无明显的断层活动形迹，但正断层效应明显。界面之下可见古喀斯特溶蚀现象；界面之上或为早三叠世细碎屑岩、或为中三叠世浊积岩系，地层缺失明显，同沉积角砾岩带、同沉积滑动变形构造、硅化岩带等发育。

由于差异侵蚀作用，晚古生代碳酸盐岩台地大多呈高耸的山体，而碎屑岩、浊积岩等构成的山体相对低缓，造成碳酸盐岩逆冲于浊积岩之上的假象。

### 4.3.2 斜坡同生断裂

该类断裂常构成古地貌上突变的断裂坡折带或断坡带<sup>[24]</sup>或构造坡折带<sup>[26-27]</sup>，即由同沉积构造长期活动引起的沉积斜坡明显突变的地带(台地前缘斜坡相环境)。该地带断裂多倾向盆内，呈阶梯状组合样式，产状总体与所夹持的楔状岩系或地层产状相协调一致(图11, 12-a)。由于伸展裂陷、同生活动断裂的持续，往往加剧海底不稳定性(如不均匀沉积作用、侵蚀下切或构造切削等)，催生重力滑动和重力扩展作用，形成同生(沉积)角砾岩带(图12-b)、重力滑覆构造等，同时还常伴生火山活动。

### 4.3.3 盆内同生断裂

此类断裂主要发育于中生代深水盆地环境，涉及层位有下三叠统石炮组、中三叠统百逢组及兰木组，多沿强(中厚—块状杂砂岩)、弱(厚度较大的薄层泥岩—粉砂岩)能干层界面及稍靠上的软弱层中发育，表现为面理化的同生角砾岩带，带内因强烈

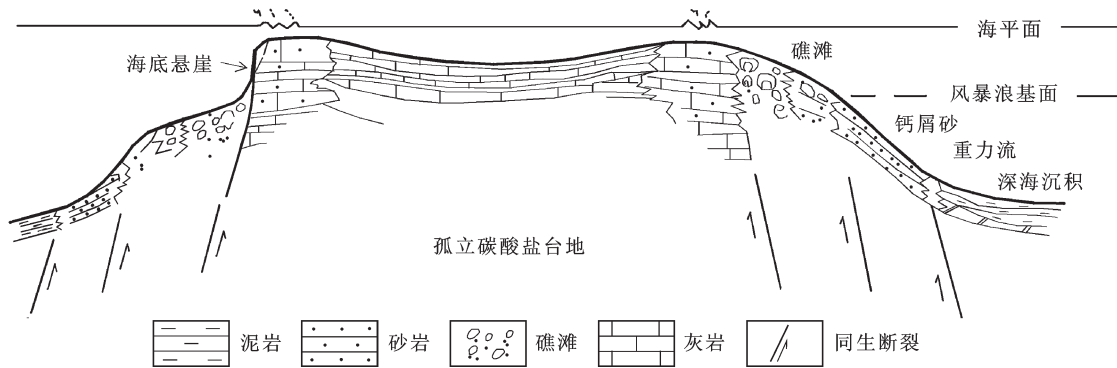


图7 桂西右江盆地孤立碳酸盐沉积模式图

Fig. 7 Sedimentary facies of isolated carbonate platform model in the Youjiang Basin, western Guangxi

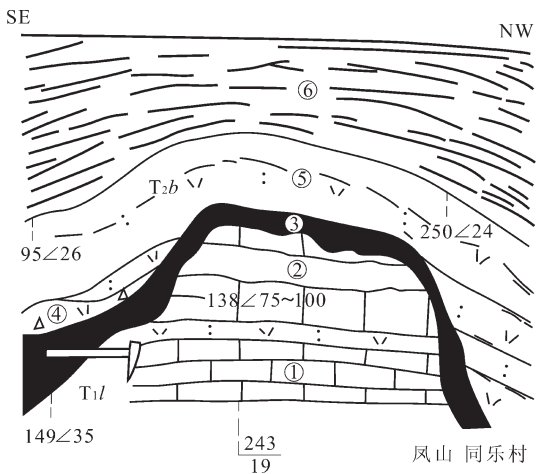


图8 披覆构造

①—条带状灰岩;②—中厚层灰岩夹泥质条纹;③—古风化壳(铁、锰质泥岩);④—角砾状凝灰岩;⑤—凝灰岩;⑥—薄层凝灰岩、沉凝灰岩、凝灰质泥岩;下三叠统罗楼组(T<sub>1</sub>l)与中三叠统板纳组(T<sub>2</sub>b)呈平行不整合接触

Fig. 8 Nappe structure

①—Banded limestone; ②—Medium bedded limestone with argillaceous stripe; ③—Paleo weathered crust (ferruginous mudstone and manganic mudstone); ④—Breccia tuff; ⑤—Tuff; ⑥—Thin-layered tuff, sedimentary tuff, tuffaceous mudstone. The contact relationship between the Lower Triassic Formation and the Middle Triassic Lanmu Formation exhibits parallel unconformity

混杂、变形(含塑性-半塑性)又称之为滑混岩带(图13-a)、或韧-脆性剪切变形带<sup>[28]</sup>。空间上,强弱分带明显,多数表现为线状强应变带与透镜状弱应变域相间构成菱形“网格状”样式(图17)。强带宽十几米至数百米,发育泥质千糜岩,且自中心往两侧塑性变形逐渐减弱,与弱变形域表现为过渡关系,其间并无截然的构造滑断面。在弱变形域中发育

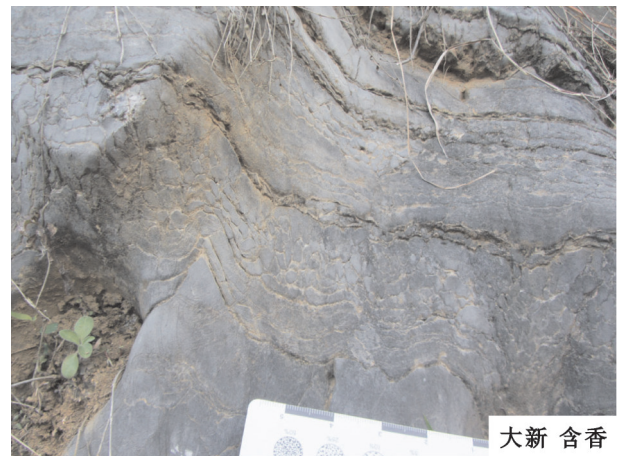


图9 下三叠统石炮组(T<sub>1s</sub>)薄层灰岩中底劈背形构造

Fig. 9 Bottom antiformal structure of the Lower Triassic Shipao Formation

板岩、轻变质砂泥岩,过渡域中发育千糜岩化砂泥岩(相当于初糜棱岩)。其中千糜岩宏观上已变成绿泥石-绢云母千糜岩,透入性面理发育,线理微弱,无层理,原岩宏观构造消失殆尽。同时变形带内以层理、剪切面理为变形面的多期褶皱构造发育,多数具被动褶皱形态特点,如顺层掩卧褶皱、豆荚状褶皱、片内无根勺褶皱(图13-b)等。

研究表明,在三叠纪以来地壳伸展、走滑剪切薄化的构造背景下,呈韧-脆性剪切变形的盆内同生断裂与下述台缘钙质糜棱岩带,均是浅层次低变质强变形作用的结果<sup>[28]</sup>。

桂西右江盆地规模较大的同生角砾岩带主要见于天峨台地两侧及那坡县百南一带中生代深水

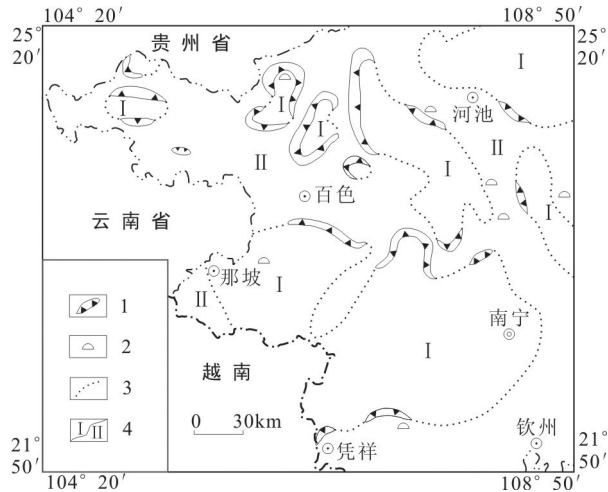


图 10 桂西右江盆地二叠纪生物礁(丘)分布图(据文献[25]修编)

1—生物礁;2—丘;3—同构造沉积不整合;4—I 台地, II 盆地  
 Fig. 10 Distribution of the Permian reefs in the Youjiang basin, Western Guangxi (modified after reference[25])  
 1-Reef bank; 2-Bioherm; 3-Syntectonic unconformity; 4-Platform, basin

盆地,中三叠统百逢组二段顶部至三段下部。中三叠世拉丁中晚期,右江盆地由拉伸盆地向反转挤压盆地转化<sup>[29]</sup>,裂谷关闭,原同生断裂(带)发生构造反转,演化为压剪性断裂-褶皱构造带<sup>[3]</sup>。

4.4 重力滑覆构造

重力滑覆是重力作用下发生的<sup>[14]</sup>,主要通过层间界面及其软弱夹层的变形即逐层剪切滑移来完成<sup>[30]</sup>。该类构造在桂西右江盆地广泛发育,由于常伴随重力扩展作用,台缘-斜坡盆地环境晚古生代-中生代地层均可出现。已有成果表明,桂西重力

滑覆构造主要通过上泥盆统与下石炭统,中、晚二叠统之间、晚古生代碳酸盐岩与中生代碎屑岩之间的伸展不整合面为主滑脱面及之上的滑动系统或滑脱岩系或滑脱带组成,滑脱面之上发育顺层或近顺层强面理化带或脆-韧性剪切变形带(图 13,图 14)。重力滑动过程所产生的构造样式,可分为滑片型和滑褶型:滑片-块型,主要发育于晚古生代碳酸盐岩及中三叠统浊积砂岩如百逢组二段、兰林组一段等强能干岩区,滑动系统主要因次生断裂而解体,呈片状滑移,而很少褶皱(图 15-a);滑褶型,主要发育于层理薄、厚度较大的富含泥页岩(如鹿寨组、领好组)、或不纯的泥质灰岩(如四大寨组)等弱能干性岩区或软弱岩系(图 15-b),滑动系统以褶皱为主伴有少量断裂<sup>[22]</sup>。

4.5 台缘钙质糜棱岩带

属台缘同生断裂范畴,在桂西碳酸盐岩台地边缘较为发育,尤其在峨、凤山、乐业、凌云等台地边缘常呈带出现,构成一种特殊的浅成-超浅成脆-韧性剪切带<sup>[31-32]</sup>。钙质糜棱岩带主要沿石炭系、二叠系一定层位形成了一套浅变质强变形、面型展布的钙质韧性剪切变形带,剪切变形带由强、弱亚带及两者之间过渡亚带组成<sup>[31]</sup>(图 16)。强带宽十几厘米至数十米,发育糜棱岩、超糜棱岩、千糜岩、变晶糜棱岩;过渡亚带发育眼球状糜棱岩,带宽数米至数百米;弱带宽数米至数百米,发育糜棱岩化灰岩、初糜棱岩、变形轻微,原岩结构特征基本保持不变。带内反映强烈塑性流变的面理组成的流状构造及拉伸线理发育。拉伸线理多由浅色藻粒、海绵等颗粒塑变拉长而致,并与暗色方解石基质相间

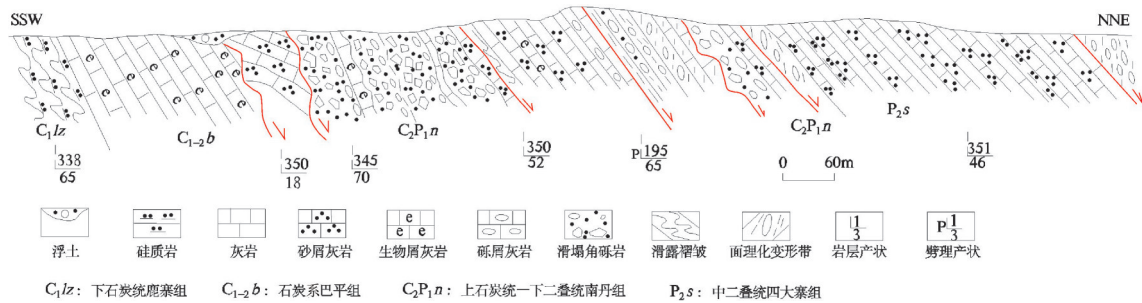


图 11 天等县东平镇晚古生代构造剖面  
 Fig. 11 Structural section of late Paleozoic in Dongping Town, Tiandeng County



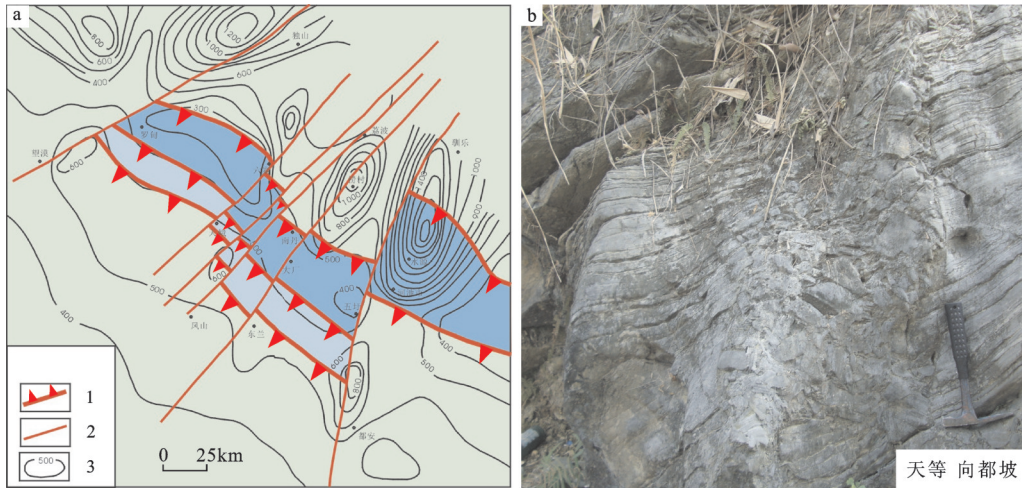


图12 斜坡相同生断裂

a—南丹地区(据文献[23]修编): 1—同沉积断裂; 2—走滑断裂; 3—早石炭世沉积等厚线; b—下-中泥盆统平恩组顶部同生角砾岩

Fig. 12 Contemporaneous fault of slope facies

a—Nandan district (modified after reference [23]): 1— Syn depositional fault; 2— Strike-slip fault; 3— Sedimentary isopach of Early carboniferous; b— Syngenetic breccia of the upper Ping'en Formation in the Medium-Lower Devonian

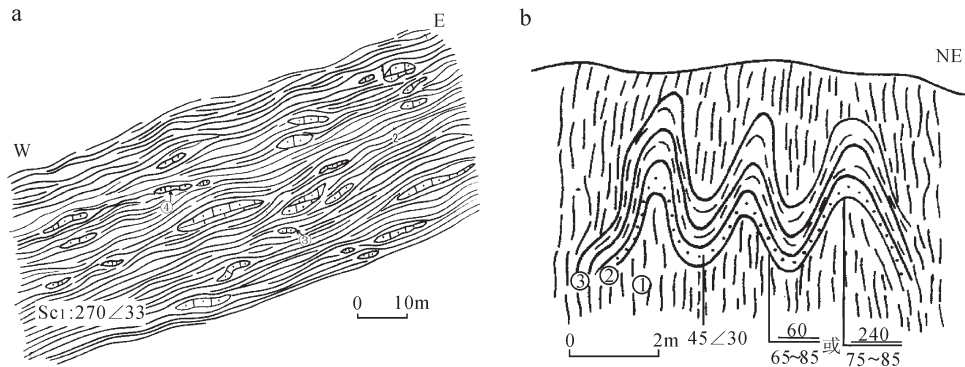


图13 天峨县坡结乡中三叠统百逢组中滑混岩带或剪切变形带

a: 1—砂屑灰岩, 2—千糜岩, 3—透镜体, 4—石香肠; b—无根勺褶皱: ①—泥质千糜岩, ②—细砂岩, ③—泥岩

Fig. 13 Collapse melange rock or ductile deformation belts of the middle Triassic Baifeng Formation in Pojie Village, Tian'e County

a: 1—Calcarenitic, 2—Phyllonite, 3—Lenticular body, 4—Boudin; b—Rootless fold: ①—Argillaceous phyllonite, ②—Fine sandstone, ③—Mudstone

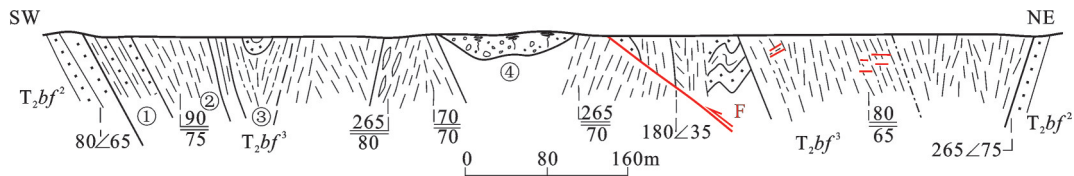


图14 天峨县板么—纳洞路线构造剖面(据文献[28])

①—轻变质砂泥岩; ②—泥质千糜岩; ③—千糜岩化砂泥岩; ④—浮土; T<sub>2</sub>bf<sup>2-3</sup>—中三叠统百逢组第二—三段

Fig.14 Route structural section in Banme-Nadong (modified after reference [28])

①—Slightly metamorphic sandy mudstone; ②—Argillaceous phyllonite; ③—Phyllonitized sandy mudstone; ④—Aggradation; the second and third member of the Medium Triassic Baifeng Formation

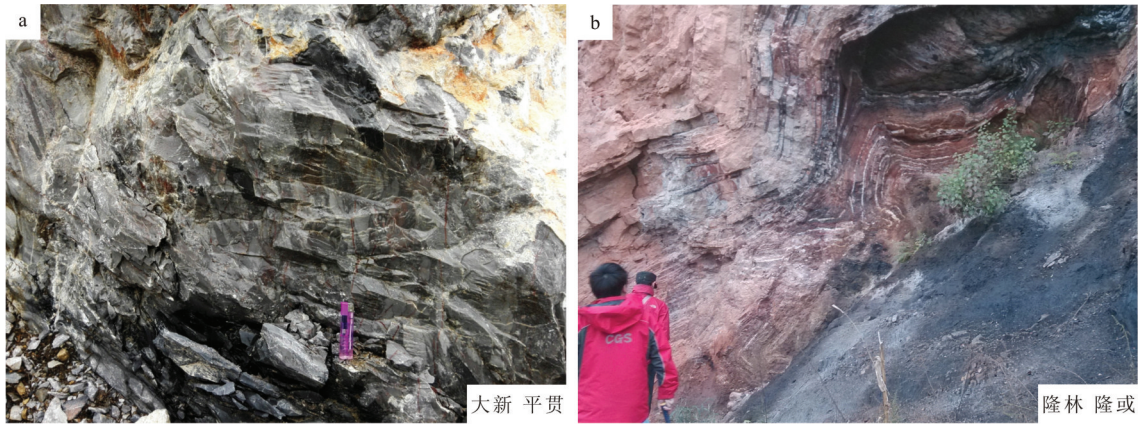


图15 重力滑覆构造

a—上石炭统一下二叠统南丹组上部呈片状滑移的条块砾屑灰岩;b—下石炭统鹿寨组与上泥盆统融县组之间含碳泥质滑脱岩系及之上的滑褶带

Fig. 15 Gravity sliding nappe structures

a—Slipping massive calcirudite in the Upper Carboniferous and the Lower Permian Nandan Formation; b— Slipping fold belt and carbon—argillaceous rock of sliding between the Lower Carboniferous Luzhai Formation and the Upper Devonian Rongxian Formation

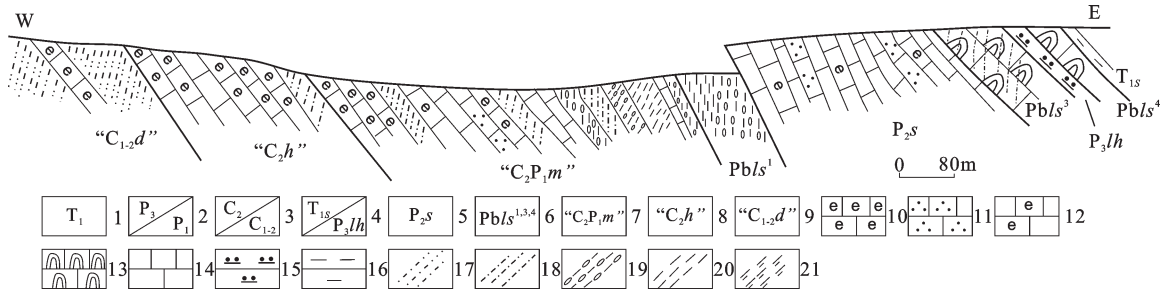


图16 天峨县金谷乡板么钙质糜棱带剖面图(据文献[31])

1—下三叠统;2—上/下二叠统;3—上/上-下石炭统;4—下三叠统石炮组/上二叠统领好组;5—下二叠统四大寨组;6—二叠纪海绵礁灰岩第一段(中二叠世)/晚二叠世第三、四段;7—上石炭-下二叠统“马平组”;8—上石炭统“黄龙组”;9—石炭系“都安组”;10—生物屑灰岩;11—砂屑灰岩;12—含生物屑微晶灰岩;13—礁灰岩;14—微晶灰岩;15—硅质岩;16—泥岩;17—糜棱岩化灰岩;18—初糜棱岩;19—眼球状糜棱岩;20—糜棱岩;21—千糜棱岩或超糜棱岩

Fig. 16 Section of calc-mylonite belt in Banme, Jingu Village, Tian'e County (modified after reference [31])

1— Lower Triassic; 2—Upper and Lower Permian; 3—Upper Carboniferous and Upper-Lower Carboniferous; 4—Lower Shipao Formation and Upper Permian Tonglinghao Formation; 5—Lower Permian Sidazhai Formation; 6—The first member of Medium Permian sponge-reef limestone and the third and fourth member of Late Permian sponge-reef limestone; 7—Upper Carboniferous and Lower Permian Ma'ping Formation; 8—Upper Carboniferous Huanglong Formation; 9—Carboniferous Du'an Formation; 10—Bioclastic limestone; 11—Calcarenite; 12—Bioclastic microcrystalline limestone; 13—Reef limestone; 14—microcrystalline limestone; 15— Silicalite; 16—Mudstone; 17—Phyllonitized limestone; 18—Primary mylonite; 19—Augen mylonite; 20—Mylonite; 21— Phyllonite or ultramylonite

交替构成条纹条带构造(图17)。

### 5 右江盆地形成演化的动力学背景

右江盆地形成演化的动力学背景最早可追溯到早泥盆世古特提斯洋的扩张,经历了早一中泥盆世的扬子板块陆内裂陷、中泥盆世一中二叠世被动陆裂谷盆地的演化;晚二叠世以来,古特提斯洋向

欧亚板块的强烈俯冲<sup>[33]</sup>,右江盆地转化弧后盆地,并发生强烈扩张<sup>[34]</sup>,至中三叠世,转为残余盆地<sup>[35]</sup>。期间,基于太古代结晶基底、元古代变质基底和早古生代褶皱基底(或称过渡性基底)构成的“三层式”不稳定基底结构的右江盆地,在区域引张体制下,经显著多次的强烈幔-壳相互作用<sup>[15]</sup>,形成以伸展作用为主的构造格局,如盆-台相间、堑-垒式断块构



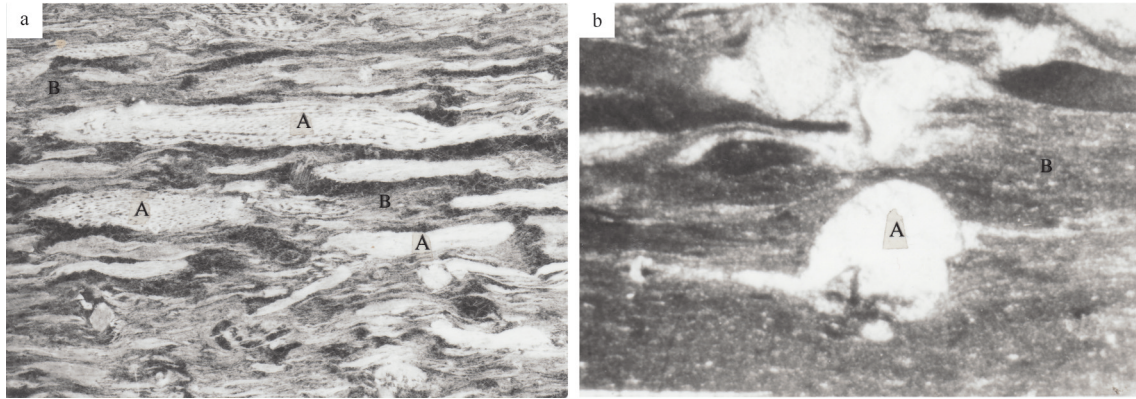


图17 天峨县月里钙质糜棱岩带中的剪切变形构造(据文献[31])

a—拉伸线理,A—筵呈线形拉伸,B—糜棱基质,(薄片直接放大); b—旋转碎斑(单偏×20),A—海百合茎的旋转碎斑,B—糜棱基质  
 Fig.17 Shear deformation structure of calc-mylonite in Yueli Town, Tian'e County (modified after reference [31])  
 a—stretching lineation, A—Fusulinids showing linear stretch, B—mylonite matrix; b—rotated porphyroblast, A— porphyroblast of Crinoids, B—mylonite matrix

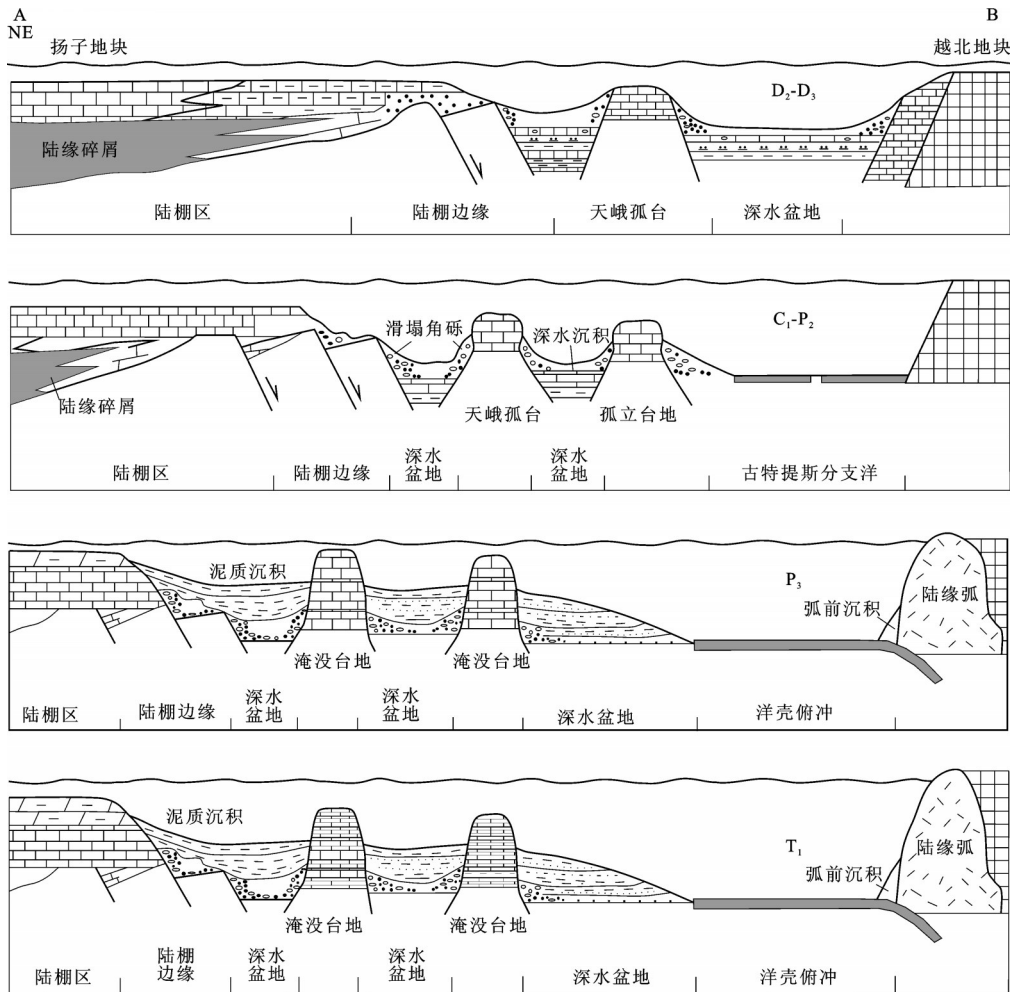


图18 桂西北天峨孤立碳酸盐岩台地形成与右江盆地演化示意图(未按比例)(据文献[37])

Fig.18 Schematic model for evolution of Tian'e isolated carbonate platform in northwest Guangxi and Youjiang Basin (modified after reference [37]) (not in actual proportion)



造等(图18),类似盆地-海岛格局和“秦岭式”伸展构造<sup>[36]</sup>。

## 6 结 论

综上所述,广西右江盆地属扬子陆块西南缘晚古生代—中生代复合型裂谷盆地,自晚古生代缘于古特提斯洋的扩张—俯冲,经历了陆缘裂陷盆地、被动陆缘裂谷、弧后裂谷盆地的动力学演化。在区域引张体制下,经显著多次的强烈幔—壳相互作用,形成以伸展作用为主的构造格局,如盆—台相间、堑—垒式断块构造等。在伸展与沉积作用上,存在台、盆长期割据,台缘斜坡环境二叠纪海绵礁、同沉积角砾岩带和浊积岩系等沉积事件层、水下岩脉或同沉积灰岩墙发育,岩浆活动强烈;台内及边缘以上泥盆统与下石炭统、上石炭—下二叠统与中二叠统、中、上二叠统、下、中三叠统之间为主的平行或微角度或超覆不整合,分别反映了柳江、黔桂、东吴、桂西伸展不整合运动事件。在伸展构造结构样式上,盆地呈现受陡倾正断层系控制的地堑—地垒—断块构造,台背斜和槽向斜、以伸展不整合面为断面及与之平行的(台缘—斜坡)同生断裂、重力滑覆构造、台缘钙质糜棱岩等发育。

**致谢:**在野外工作和室内资料整理过程中,得到变质岩与地质构造项目组王汉荣、姚杰、莫斌吉、罗伟杰、戴昱、吴年冬,及第四分院黄祥林、吴立河等同志的大力支持,匿名审稿专家和责任编辑李亚萍老师给予了宝贵修改意见,在此一并致以诚挚的谢意!

### 参考文献(References):

- [1] 秦建华, 吴应林, 颜仰基, 等. 南盘江盆地海西—印支期沉积构造演化[J]. 地质学报, 1996, 70(2): 99–107.  
Qin Jianhua, Wu Yinglin, Yan Yangji, et al. Hercynian–Indosinian sedimentary–tectonic evolution of the Nanpanjiang basin[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1996, 70(2): 99–107(in Chinese with English abstract).
- [2] 杜远生, 黄虎, 杨江海, 等. 晚古生代—中三叠世右江盆地的格局和转换[J]. 地质评论, 2013, 59(1): 1–11.  
Du Yuansheng, Huang Hu, Yang Jianghai, et al. The basin translation from late Paleozoic to Triassic of the Youjiang basin and its tectonic signification [J]. *Geological Review*, 2013, 59(1):1–11 (in Chinese with English abstract).
- [3] 方维萱, 张海, 贾润幸. 滇桂个旧—那坡三叠纪弧后裂谷盆地动力学与成矿序列[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(4): 552–566.  
Fang Weixuan, Zhang Hai, Jia Runxing. Dynamics of Triassic Back–Arc Rift Basin and Its Metallogenic Sequence in Gejiu of Yunnan Province to Napo of Guangxi Zhuang Autonomous Region, China [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2011, 35(4):552–566 (in Chinese with English abstract).
- [4] 曾允孚, 刘文均, 陈洪德, 等. 华南右江复合盆地的沉积构造演化[J]. 地质学报, 1995, 69(2): 113–124.  
Zeng Yunfu, Liu Wenjun, Chen Hongde, et al. Evolution of sedimentation and tectonics of the Youjiang composite basin, South China[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1995, 69(2): 113–124 (in Chinese with English abstract).
- [5] 陆刚, 胡贵昂, 张能. 右江盆地二叠纪生物礁时空分布和沉积构造演化新知[J]. 地质评论, 2006, 52(2): 190–198.  
Lu Gang, Hu Guiang, Zhang Neng, et al. Recent approach to space–time distribution and sedimentary structural evolution of Permian reef in Youjiang basin[J]. *Geological Review*, 2006, 52(2): 190–198 (in Chinese with English abstract).
- [6] 吴继远, 孙忠. 桂西那坡混杂岩的特征及其形成机制[J]. 广西地质科技, 1981, (24): 29–37.  
Wu Jiyuan, Sun Zhong. The features and formation mechanism of mixed rock slope in Western Guangxi[J]. *Geological Science and Technology of Guangxi*, 1981, (24): 29–37 (in Chinese with English abstract).
- [7] 索书田, 候光久, 张明发, 等. 黔西南盘江大型多层次席状逆冲—推覆构造[J]. 中国区域地质, 1993, 46(3):239–247.  
Suo Shutian, Hou Guangjiu, Zhang Mingfa, et al. Large multilayer second thrust nappe in Nanpanjiang, Western Guizhou[J]. *Regional Geology of China*, 1993, 46(3):239–247 (in Chinese with English abstract).
- [8] 张振贤. 桂南断裂构造和微粒型金矿的关系[J]. 广西地质, 1998, 11(4):31–43.  
Zhang Zhenxian. Fracture structure and relations of the particle deposits in Southern Guangxi[J]. *Guangxi Geology*, 1998, 11(4): 31–43 (in Chinese with English abstract).
- [9] 陈开礼. 广西金矿地质[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2001.  
Chen Kaili. *Gold Geology in Guangxi*[M]. Nanning: Guangxi Science and Technology Press, 2001 (in Chinese with English abstract).
- [10] 陆刚, 韦文林, 张能, 等. 桂西北上二叠统及下三叠统古岩溶不整合[J]. 广西地质, 2002, 15(4): 5–10.  
Lu Gang, Wei Wengling, Zhang Neng, et al. Paleokart unconformity of late Permian and early Triassic in Northwestern Guangxi[J]. *Guangxi Geology*, 2002, 15(4): 5–10(in Chinese with English abstract).
- [11] 陈开礼. 桂西古侵蚀沉积间断面型金矿床[J]. 广西地质, 2000, 13(4): 19–22.  
Chen Kaili. Palaeoerosion sedimentary discontinuity type gold deposit of Western Guangxi[J]. *Guangxi Geology*, 2000, 13(4):

- 19–22(in Chinese with English abstract).
- [12] 罗允义, 唐宾, 林崇献, 等. 桂西右江裂谷的伸展作用和伸展不整合[J]. 地质通报, 2004, 23(2): 160–168.  
Luo Yuanyi, Tang Bin, Lin Chongxian, et al. Extension and extensional unconformity of the Youjiang rift in western Guangxi[J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(2): 160–168 (in Chinese with English abstract).
- [13] 周余国, 刘继顺, 王作华, 等. 从滇黔桂“金三角”区域地层地球化学演化特征探讨卡林型金矿的物质来源[J]. 地学前缘, 2009, (2): 199–208.  
Zhou Yuguo, Liu Jishun, Wang Zuohua, et al. The sources of ore-forming substance of Carlin-type gold deposit: A discussion based on the characteristics of regional stratigraphic geochemical evolution in “Gold-Triangle” area of Yunnan, Guizhou, Guangxi Provinces[J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(2): 199–208 (in Chinese with English abstract).
- [14] 朱志澄. 伸展构造问题[M]. 北京: 地质出版社, 1989: 19–21.  
Zhu Zhicheng. Stretching Structure[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 19–21 (in Chinese with English abstract).
- [15] 方维萱, 胡瑞忠, 苏文超, 等. 滇黔桂湘地区中生代复合大陆动力成矿系统特征[J]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(4): 470–480.  
Fang Weixuan, Hu Ruizhong, Su Wenchao, et al. Features of metallogenic system of compound continental dynamics in Yunnan–Guizhou–Guangxi–Hunan Provinces[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2006, 30(4): 470–480(in Chinese with English abstract).
- [16] 广西地质矿产勘查开发局. (1:50万)广西壮族自治区数字地质图2006年版说明书[M]. 2006.  
Guangxi Geological and Mineral Exploration and Development Bureau. (1:500 000) The Guangxi Zhuang Autonomous Region Digital Geological Map of the 2006 Edition of the Manual [M]. 2006(in Chinese with English abstract).
- [17] 广西地质矿产勘查开发局. 广西壮族自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 658–659.  
Guangxi Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau. The Guangxi Zhuang Autonomous Region Regional Geology Annals [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985: 658–659(in Chinese with English abstract).
- [18] 马杏垣. 论伸展构造[J]. 地球科学, 1982, (3): 18–32.  
Ma Xingyuan. On extensional tectonics[J]. Earth Science, 1982, (3): 18–32(in Chinese with English abstract).
- [19] 杜远生, 韩欣. 论震积作用和震积岩[J]. 地球科学进展, 2000, 15(4): 389–394.  
Du Yuansheng, Han Xin. Seismo-deposition and seismites [J]. Advance in Earth Sciences, 2000, 15(4): 389–394(in Chinese with English abstract).
- [20] 覃建雄, 陈洪德, 田景春, 等. 右江盆地层序充填序列与古特提斯海再造[J]. 地球学报, 2000, 21(1): 62–70.  
Qin Jianxiong, Chen Hongde, Tian Jingchun, et al. Sequence filling succession and paleo-Tethyan sea reconstruction of the Youjiang Basin, Southern China[J]. Acta Geoscientia Sinica, 2000, 21(1): 62–70 (in Chinese with English abstract).
- [21] 蔡雄飞. 事件地层学与层序地层学在盆地研究中具同等作用[J]. 地层学杂志, 1997, 21(2): 156–160.  
Cai Xiongfei. Status Quo and Trend of NTC Thermistors[J]. Journal of Stratigraphy, 1997, 21(2): 156–160(in Chinese with English abstract).
- [22] 薛林福, 刘立, 王东坡. 大陆伸展和引张盆地形成模式及其沉积特征[J]. 世界地质, 1994, 13(3): 1–10.  
Xue Linfu, Liu Li, Wang Dongpo. The formation patterns and their sedimentary characteristics of [J]. World Geology, 1994, 13(3): 1–10(in Chinese with English abstract).
- [23] 广西壮族自治区地质调查院. 广西丹池盆地演化与成矿研究报告[R]. 2011:1–117.  
The Guangxi Zhuang Autonomous Region Institute of Geological Survey. Study on the Evolution and Mineralization of the Guangxi Basin[R]. 2011:1–117(in Chinese with English abstract).
- [24] 崔晓玲, 张晓宝, 马素萍, 等. 同沉积构造研究进展[J]. 天然气地球科学, 2013, 24(4): 747–754.  
Cui Xiaoling, Zhang Xiaobao, Ma Suping, et al. Developments in research of syndepositional structure[J]. Natural Gas Geoscience, 2013, 24(4): 747–754(in Chinese with English abstract).
- [25] 周怀玲, 张振贤. 广西二叠纪生物礁的特征和分布规律[J]. 广西地质, 1995, (2):19–29.  
Zhou Huailing, Zhang Zhenxian. Features of Permian reef in Guangxi and its distributing regulation[J]. Guangxi Geology, 1995,(2):19–29(in Chinese with English abstract).
- [26] 林畅松, 潘元林, 肖建新, 等. “构造坡折带”——断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2000, 25(3): 260–265.  
Lin Changsong, Pan Yuanlin, Xiao Jianxin, et al. Structural slope-break zone: Key concept for stratigraphic sequence analysis and petroleum forecasting in fault subsidence basins[J]. Earth Science——Journal of China University of Geosciences, 2000, 25(3): 260–265(in Chinese).
- [27] 吕洪波, 章雨旭, 夏邦栋, 等. 南盘江盆地中三叠统复理石中的同沉积挤压构造——一类新的沉积构造的归类、命名和构造意义探讨[J]. 地质论评, 2003, 49(5): 449–456.  
Lu Hongbo, Zhang Yuxu, Xia Bangdong, et al. Syn-sedimentary compression structures in the Middle Triassic flysch of the Nanpanjiang basin, SW China[J]. Geological Review, 2003, 49(5): 449–456(in Chinese with English abstract).
- [28] 陈暑荣, 陆刚, 张能, 等. 右江盆地三叠系的极低级变质作用与变形构造——以天峨地区为例[J]. 桂林工学院学报, 2007, 27(3): 304–309.  
Chen Shurong, Lu Gang, Zhang Neng, et al. Triassic, Low metamorphism and deformation tectonics of Triassic System in



- Youjiang Basin——Take Tian'e area as an example [J]. *Journal of Guilin University of Technology*, 2007, 27(3): 304 – 309(in Chinese with English abstract).
- [29] 章正军, 丁俊, 赵珉. 南盘江盆地三叠纪沉积构造演化[J]. *云南地质*, 2000(2):171–178.
- Zhang Zhengjun, Ding Jun, Zhao Min. The sedimentary and structural evolution of Triassic in the Nanpan River Basin[J]. *Yunnan Geology*, 2000(2):171– 178 (in Chinese with English abstract).
- [30] 彭美丽, 易金, 姚蓉, 等. 华南多层推滑构造系的物理模拟实验[J]. *大地构造与成矿学*, 2011, 35(2): 198–206.
- Peng Meili, Yi Jin, Yao Rong, et al. Physical simulation experiments on the multilayer nappe– detachment structure system in South China[J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2011, 35 (2): 198–206(in Chinese with English abstract).
- [31] 张能, 卢海峰, 严育通, 等. 桂西天峨—凤山地区碳酸盐岩台地韧性剪切变形带[J]. *现代地质*, 2012, 26(4): 696–704.
- Zhang Neng, Lu Haifeng, Yan Yutong, et al. Deformation belt of ductile shear from carbonate platform in the Tian'e– Fengshan area, western Guangxi[J]. *Geoscience—Journal of Graduate School, China University of Geosciences*, 2012, 26(4): 696– 704 (in Chinese with English abstract).
- [32] 钟建华. 一条特殊的超浅成脆—韧性剪切带: 湘西白沙镇含油瘤状灰岩带[J]. *岩石学报*, 1997(4):515–528.
- Zhong Jianhua. A special ultra shallow into brittle—ductile shear zone: West Hunan Baisha Town oily nodular limestone belt[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 1997(4): 515– 528 (in Chinese with English abstract).
- [33] 索书田, 毕先梅, 赵文霞, 等. 右江盆地三叠纪岩层极低级变质作用及地球动力学意义[J]. *地质科学*, 1998, 33(4): 395–405.
- Sou Shutian, Bi Xianmei, Zhao Wenxia, et al. Very low grade metamorphism and its geodynamical significance of Triassic strata within the Youjiang river basin [J]. *Chinese Journal of Geology*, 1998, 33(4): 395–405(in Chinese with English abstract).
- [34] 黄宏伟, 乃中专. 桂西金矿的生物成矿作用[J]. *广西地质*, 2002, 15(1):19–24.
- Huang Hongwei, Nai Zhongzhuang. Biological mineralization of gold in Western Guangxi[J]. *Guangxi Geology*, 2002, 15(1):19– 24 (in Chinese with English abstract).
- [35] 史晓颖, 侯宇安, 帅开业. 桂西南晚古生代深水相地层序列及沉积演化[J]. *地学前缘*, 2006, 13(6):153–170.
- Shi Xiaoying, Hou Yu'an, Shuai Kaiye. Late Paleozoic deep– water stratigraphic succession in central Youjiang basin: Constraints on basin evolution[J]. *Earth Science Frontiers*, 2006, 13(6): 153–170 (in Chinese with English abstract).
- [36] 方维萱, 张国伟, 李亚林. 南秦岭晚古生代伸展构造特征及意义[J]. *西北大学学报: 自然科学版*, 2001, 31(3):235–240.
- Fang Weixuan, Zhang Guowei, Li Yalin. Characteristics and significance of Late Paleozoic extensional tectonics in southern Qinling Mountains[J]. *Journal of Northwestern University: Natural Science Edition*, 2001, 31 (3): 235–240 (in Chinese with English abstract).
- [37] 杜远生, 杨江河, 黄虎, 等. 右江造山带海西—印支期沉积地质学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2014.
- Du Yuansheng, Yang Jianghe, Huang Hu, et al. Hercynian– Indonesian Sedimentary Geology of Youjiang Orogenic Belt[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2014(in Chinese).