

# 南盘江拗陷晚古生代隆林孤立台地 沉积特征与演化阶段

杨怀宇<sup>1,2</sup> 陈世悦<sup>1</sup> 郝晓良<sup>3</sup> 郭桦<sup>1</sup> 李聪<sup>1</sup> 杨勇<sup>1</sup>

(1. 中国石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061; 2. 中石化胜利油田分公司地质科学研究院, 山东 东营 257015; 3. 中海油田服务股份有限公司, 河北 燕郊 065201)

**摘要:**南盘江拗陷隆林孤立碳酸盐台地在中泥盆世至晚二叠世的大部分时间内属于四周被深水海槽围绕的、受南盘江演化拉张断裂而形成的一个孤立碳酸盐台地环境(其中早石炭世晚期—晚石炭世为连陆台地阶段)。通过对隆林地区晚古生代野外地层踏勘成果表明,孤台—台间海槽相区共识别出碳酸盐潮坪、台地边缘浅滩、台地边缘礁、台缘斜坡、台棚及台盆相等 6 种沉积相类型,并建立了其独具特色的孤立台地沉积模式。研究表明,它的演化经历了边缘碳酸盐台地(D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>)、孤立碳酸盐台地(D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>)、连陆台地(C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>)、孤立—淹没碳酸盐台地(P)4 个发展阶段,反映了南盘江盆地在晚古生代强烈扩张、沉降,扬子地台边缘拉伸、破裂,微地块向盆地滑移的构造背景。

**关键词:**隆林孤立台地;沉积特征;演化阶段;晚古生代;南盘江拗陷

**中图分类号:** P588.24\*5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)06-1638-09

孤立碳酸盐台地,是指孤立的或独立的,由深水沉积物包围的浅海碳酸盐岩的聚集物<sup>[1-3]</sup>,大多数孤立台地有陡峭的边缘和通往深水处的陡坡,外部高能量部分以边缘礁或砂体为特征,内台地的常见特点是泥质和砂质的钙质沉积物台地边缘周围的快速碳酸盐沉积以及一个稳定的背景沉积可以形成一个中心处有一个潟湖的镶边孤立台地<sup>[4]</sup>。南盘江晚古生代孤立台地主要由于大陆边缘拉伸破裂、陆缘撕裂块体向盆地滑移而形成,本区众多的孤立碳酸盐台地占据了主体部位,这类台地及其斜坡体系也构成了本区碳酸盐形成环境的重要特色<sup>[5-7]</sup>。对这些孤立台地地层、沉积特征以及发育阶段的研究,不仅为进一步认识盆地性质、演化、板块运动以及区域古地理演变提供直接证据,同时也能够为该地区的油气资源勘查提供重要的信息。笔者试图以盆地北部具典型的隆林孤立碳酸盐台地为研究对象,通过对典型剖面晚古生代地层序列与沉积相的分析,揭示这

类孤立台地的形成、演化过程及其对南盘江盆地构造发展的响应,从而进一步认识南盘江盆地的地质演化过程及其可能的板块构造运动背景。

## 1 地质背景

南盘江拗陷位于滇黔桂三省交界地带,面积 59000 km<sup>2</sup>。其西部以师宗—弥勒断裂为界,西北侧大致以南盘江断裂为界,东侧为垭都—紫云断裂和南丹—都安断裂,南侧与马关隆起、西大明山隆起相接(图 1)。该拗陷可能是海西—印支期的多期叠加拗陷<sup>[8]</sup>,尤其以中三叠世拗陷最为显著,晚古生代地层主要由碳酸盐岩组成,多形成穹窿状背斜或复式背斜。

在晚古生代,南盘江拗陷属于被动大陆边缘裂谷盆地,泥盆纪拉开,石炭纪延续,二叠纪发展<sup>[7-8]</sup>,其范围包括滇东南、黔南及桂西、桂西南地区,四周为断裂带。南盘江拗陷内以北西向断裂带为主,北东向断裂为辅,平行排列,均具拉张性,造成深水盆地

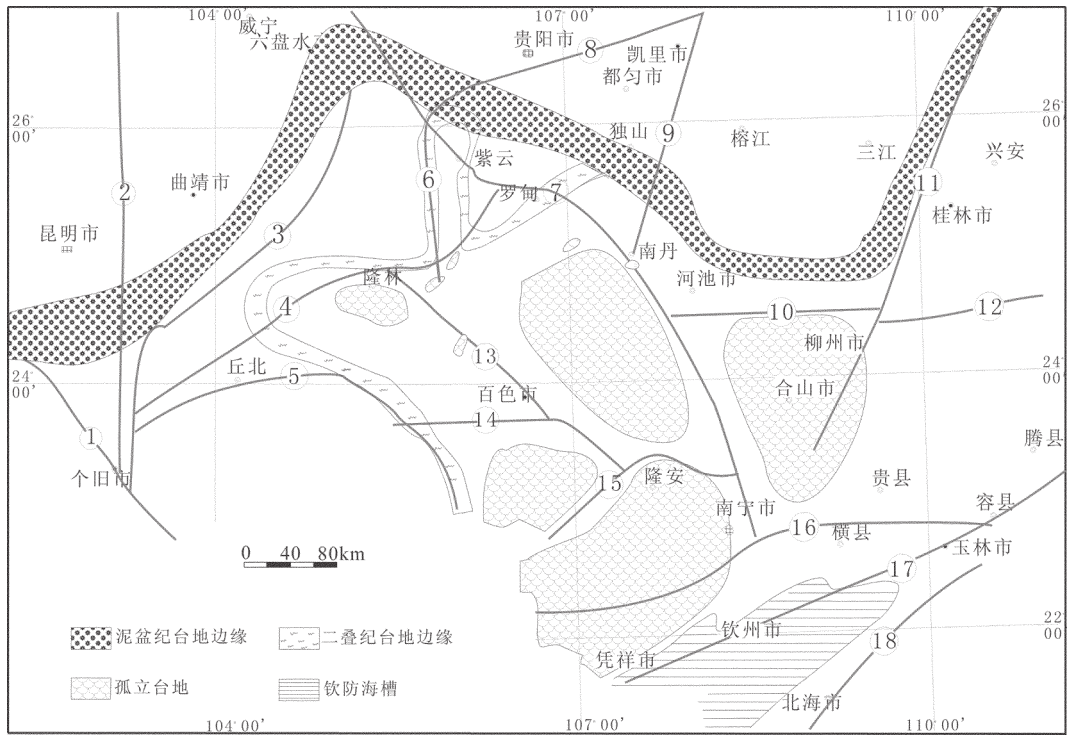


图 1 南盘江盆地的空间展布及主要地质特征(据梅冥相<sup>[9]</sup>修改)

- 1—金沙江—红河断裂;2—小江断裂;3—弥勒—师宗—普安断裂带;4—南盘江断裂;5—丘北—富宁—那坡断裂带;
- 6—镇宁—册亨断裂;7—紫云—都安断裂带;8—贵阳—黄平断裂;9—三都—南丹断裂;10—宜山断裂;11—永富—来宾断裂;
- 12—荔浦断裂;13—右江断裂;14—田阳断裂;15—下雷—宁马断裂;16—宁明—南宁断裂;17—灵山断裂;18—博白断裂

Fig.1 Spatial distribution of the Nanpanjiang Basin and main geological characteristics (modified from Zeng et al.<sup>[9]</sup>)

- 1—Jinshajiang—Honghe fault; 2—Xiaojiang fault; 3—Mile—Shizong—Puan fault; 4—Nanpanjiang f fault; 5—Qiubei—Funing—Napo fault;
- 6—Zhenning—Ceheng fault; 7—Ziyun—Duan fault; 8—Guiyang—Huangping fault; 9—Sandu—Nandan fault; 10—Yishan fault;
- 11—Yongfu—Laibin fault; 12—Lipu fault; 13—Youjiang fault; 14—Tianyang fault; 15—Xialei—Ningma fault;
- 16—Ningming—Nanning fault; 17—Lingshan fault; 18—Bobai fault

内大小不等的孤立碳酸盐台地发育,形成了深水与较深水,盆地与浅水台地相间的沉积格局。早三叠世及中三叠世,滇黔桂盆地以发育大套浊积岩系地层为特征<sup>[10]</sup>,中三叠世末期的印支运动初幕在本地区影响巨大,大面积的持续上升及海退作用,迅速使滇黔桂盆地关闭,结束了海相沉积的历史。

## 2 孤台-槽盆地层特征

隆林孤立台地是南盘江盆地北部中小型规模的孤立台地之一,其东侧相邻乐业孤立台地约 120 km,距南侧的靖西孤立碳酸盐台地约 150 km,距西北侧连陆台地 30~50 km,其间为深水台间海槽沉积。同时该孤立台地两侧相邻的北东向和北西向断裂为海西期形成的南盘江断裂和右江断裂(图 1),这两组断裂对于孤立台地的形成、演化具有控制性作用。

隆林孤立碳酸盐台地缺失泥盆纪以前地层,下泥盆统大部分缺失,仅在隆林德峨乡残留坡脚组地层以及含山地区的塘丁组地层,坡脚组以深水环境的坡脚页岩出名(图 2),超覆于寒武系白云岩之上,呈角度不整合接触。塘丁组则以灰黑色泥岩、页岩为主;中泥盆统地层在台地相区由下至上称为应堂组、东岗岭组,而在槽相区则称为纳标组、罗富组。应堂组及东岗岭组岩石类型主要为生物碎屑灰岩、生屑白云质灰岩、条带状泥质石灰岩及少量生物丘灰岩等(图 2),含腕足类、珊瑚、介形类、牙形刺等生物化石;盆相区纳标组及罗富组的岩性以灰黑色-黑色泥岩、页岩为主,夹炭质泥岩等,含腕足类、菊石等、竹节石等化石;上泥盆统在南盘江坳陷台相区称为融县组,而槽相区则为响水洞组。融县组与桂中地区的榴江组和五指山组为同期异相,以灰岩、鲕粒灰岩为主,夹白云岩、白云质灰岩等,含腕足类、珊瑚及介

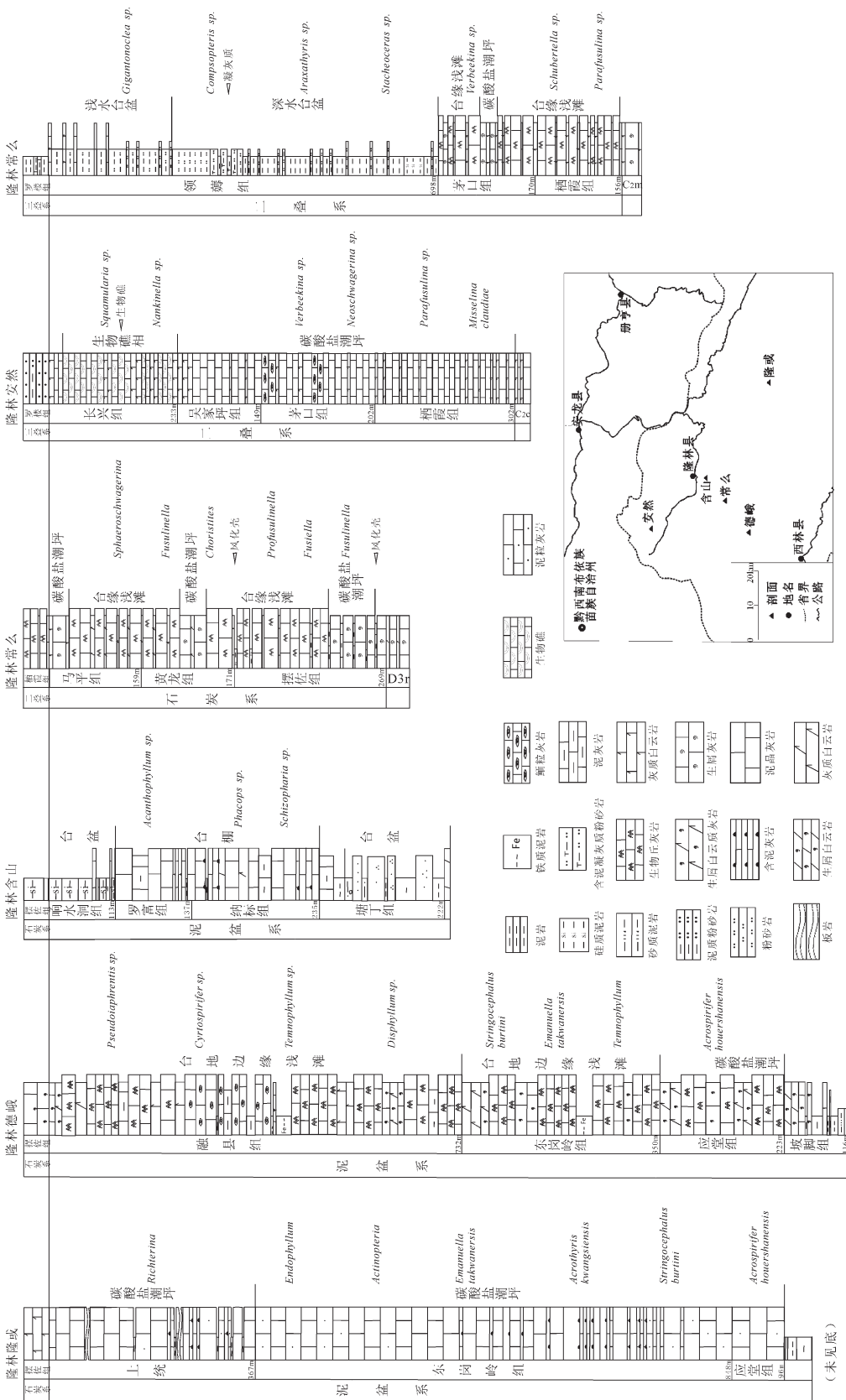


图 2 广西隆林地区上古生界地层序列图 Fig.2 Stratigraphic sequence of Upper Paleozoic in Longlin area, Guangxi

形类等化石;响水洞组主要以深灰色及灰黑色薄层硅质泥岩夹薄层黑色、灰黑色泥灰岩的代表台盆相环境岩性组合。

相比之下,隆林地区石炭纪由于遭受了紫云运动及黔桂运动抬升作用的影响,造成了下石炭统逐渐超覆在泥盆系之上,在孤立台地之高处(如隆林常么地区),甚至缺失了整个下石炭统及上石炭统摆佐组地层(图 2)。上石炭统由下至上依次为摆佐组、黄龙组及马平组。摆佐组厚度一般较薄,岩性主要为浅灰至深灰色厚层块状粒泥生物丘灰岩,隆林常么地区摆佐组底部发育灰紫色黏土风化壳,约 20 cm 厚,其顶部的区域白云化作用及风化层作为黄龙组与摆佐组之间的黔桂运动第一幕不整合面表现形式;而黄龙组与马平组则沉积了灰色及浅灰色厚层至块状石灰岩,包括生物屑灰岩、生物丘灰岩、核形石灰岩等,化石以筴类最为丰富,还产腕足类化石等。

由于早二叠世的构造抬升,南盘江坳陷北部的栖霞组底部的梁山组底部存在明显的沉积物转换面即为少量沼泽相泥页岩沉积,这套称为“石炭—二叠系过渡层”的梁山组地层在隆林地区并不发育,在此不作过多论述。在早二叠世栖霞和茅口期,该时期岩性以粒泥灰岩、泥晶灰岩及生物屑灰岩为特征,局部发育颗粒滩及生物屑滩,生物化石以筴和珊瑚为主,并发育少量腕足类等。茅口期末发生的东吴运动造成南盘江地区槽—台格局分异又具明显特征,隆林孤立台地开始变小。孤台相区上二叠统地层称为吴家坪组、长兴组,而台间盆地相区则称为领薨组(图 2)。吴家坪组为一套平行不整合于茅口组灰岩之上、整合于三叠系大冶组灰岩之下的一套含燧石灰岩、生物屑灰岩为主的地层,含筴类,珊瑚类等,当划分不出长兴组时本组乃指整个晚二叠乐平世的地层;隆林地区长兴组一般为深灰色灰岩、泥质灰岩和燧石灰岩,底部或上部夹炭质岩和煤层,隆林安然、播纯一带发育生物礁,一般厚 20~50 m;领薨组是晚二叠乐平统的台盆相沉积,主要由砂岩、粘土岩夹硅质岩及灰岩所构成(图 3-B),其底部一般发育少量凝灰岩、凝灰质砂岩等火山碎屑沉积。

从以上论述可知,隆林孤台及其周缘的深水台沟岩相存在巨大差异,通过找出隆林地区晚古生代各种岩相类型组合、分析其沉积相展布及演化便可进一步总结该区的沉积模式,从而对隆林孤立台地的形成与演化阶段具有较系统的认识。

### 3 沉积类型及台—槽沉积模式

南盘江坳陷晚古生代发育了独具特色的孤立碳酸盐台地—台缘斜坡—台间海槽沉积体系,其沉积模式也被众多学者作为典型沉积类型来研究<sup>[11]</sup>。根据大量学者对桂西北地区古地理研究的成果<sup>[5-17]</sup>及笔者对研究区多条剖面的野外踏勘及室内研究的分析基础上,认为隆林地区晚古生代的沉积相可识别出 6 种类型,台地相区识别出台内碳酸盐潮坪、台地边缘浅滩、台地边缘礁等 3 种相类型;台坡相区仅发育台地边缘斜坡 1 种相类型;海槽相区可识别出台棚、台盆 2 种相类型。

根据地貌特征、水动力条件和沉积物组合,结合本次研究在隆林地区识别出的 6 种相类型,具体阐述隆林孤台—台沟体系的沉积模式:

(1)在水流较畅通的孤立台内洼地一般发育碳酸盐潮坪相,台内浅水碳酸盐沉积以潮间坪和潮上坪沉积物为主,总体上表现为相对低能的礁后洼地环境,因此灰泥占有较大比例。潮间坪多发育藻纹层灰岩、粒泥灰岩及少量云质灰岩等,常表现为薄层状;而潮上坪则多发育一些暴露构造,如钙质粘土层、淋滤的喀斯特角砾灰岩,例如隆林隆或(D<sub>2-3</sub>)、常么(C<sub>2</sub>)等地区发育以中薄层粒泥灰岩夹有白云质灰岩、暴露粘土岩等为主的潮上坪沉积物(图 3-A),部分含生屑、砂屑的灰岩,局部区域见到鸟眼构造等,其中窄盐性的底栖生物茂盛,澡包壳和澡粘结现象多见。

(2)台地边缘礁、滩环境,根据台地发育的规模,可详细分为台缘内侧的滩与外侧的礁环境。这些滩、礁在泥盆纪、二叠纪均甚发育。

台地边缘滩岩性主要为生屑、藻鲕、核形石灰岩与含生屑灰岩互层,且颜色浅,白云化作用严重,如在隆林德峨(D<sub>2-3</sub>)、常么(C<sub>2</sub>)不同时期便发育生物滩(图 3-C),按生物碎屑种类可具体为藻滩、介屑滩等,主要发育在台地边缘内侧或台内(图 4-1C);台地边缘礁则主要发育于孤立台地的迎风外侧,以抗风浪性的骨架岩、粘结岩的为主。岩性主要因时因地而异,有粘结岩、障积岩、骨架岩及藻鲕、核形石(图 4-1B),并常见显粒序层的风暴岩。隆林地区礁体主要出现在隆林安然附近,层位主要为二叠系长兴组,安然地区二叠纪礁体为堤礁,已发现 20 多个地表礁体露头,构成串珠状礁群,宽数千米,呈

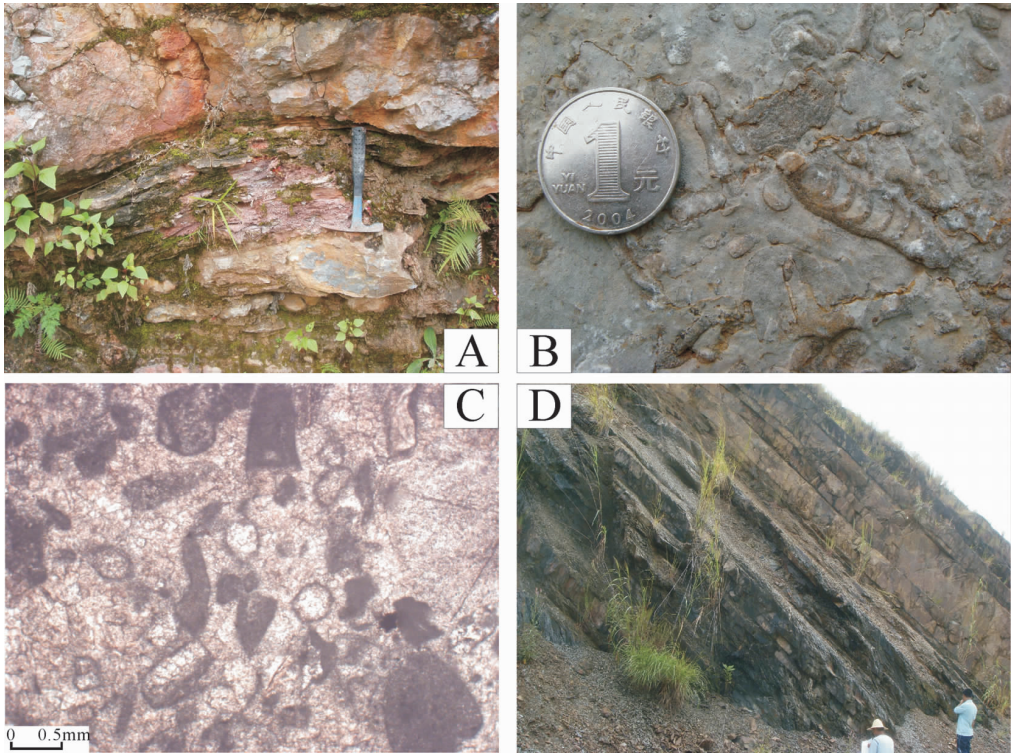


图 3 隆林地区晚古生代地层-沉积特征图版

A—隆林德峨中薄层灰岩夹紫红色泥岩(泥盆系东岗岭组); B—隆林安然礁灰岩(二叠系长兴组); C—隆林常么生物碎屑(石炭系摆佐组,正交光); D—隆林天生桥深水泥岩(二叠系领薨组)

Fig.3 Sheet of formation-sedimentary characteristics of Longlin area and basin among isolated platforms of Longlin area in Late Paleozoic

A—Middle-thin bedded limestone with amaranth mudstone in Dee of Longlinarea (Donggangling formation of Devonian);B—Reef limestone in Anran of Longlin area(Changxing formation of Permian);C—Bioclastic in Changme of Longlin area(Baizuo formation of Carboniferous, orthogonal light, 10×4);D—Deep water mudstone in Tianshengqiao of Longlin area (Linghao Formation of Permian)

北东-南西向展布,造礁生物主要为红藻、蓝绿藻和海绵等(图 3-B),伴生有苔藓虫、珊瑚等。

(3)孤立台地前缘则是台缘斜坡,该环境中碳酸盐碎屑流组成的重力流十分发育,向台间海槽呈不规则状的席状分布(图 4-2A)。按照陡缓,斜坡可进一步分为以高密度钙屑浊积岩及席状或底凹顶平透镜状正粒序碎屑流砾屑灰岩为主的跌积边缘斜坡及以岩崩角砾岩和滑塌角砾岩的边缘悬崖等类型。典型的沉积角砾灰岩在隆林地区的几个剖面中不是很明显,只在隆林祥播地区茅口组中见有重力流滑塌现象。

(4)台间海槽相区,是受同沉积断裂控制,一般位于碳酸盐台地之间的较深水沉积盆地(图 4-3A),按照沉积物组合、生物特征及水体相对深浅,可划分为两种类型,一种为较浅水的碳酸盐为主的台棚环境,岩石组合主要为交互的低密度钙屑浊积

岩和瘤状灰岩、泥灰岩、条带状灰岩及硅质灰岩为主,灰岩中常见水平层理、韵律层理等;另一种为较深水以硅质岩-泥质岩为主的台盆环境(图 4-3B)。该环境水体深度位于深水陆棚以下,岩石组合主要为硅质岩、泥岩及少量火山碎屑浊积岩为主。此种深水岩相沉积物在隆林地区主要出现在含山地区中上泥盆统、常么地区上二叠统领薨组等地区(图 3-D)。此种相类型代表了海水深、能量低,沉积界面多在碳酸盐补偿深度上下,环境安静、还原、闭塞。

从隆林地区晚古生代的孤台-台沟的总体沉积模式上看,孤台上发育相对的洼地或半局限的碳酸盐潮坪,其台缘常发育镶边状的滩、礁,类似于镶边在连陆台地的边缘,而孤立台地的边缘斜坡,由于强烈、频繁的构造活动,一般是陡倾的,普遍发育跌积-沉积边缘型的剖面结构。由于受同生断裂控制,孤台之间的台沟则发育风暴浪基面上下的台棚或台

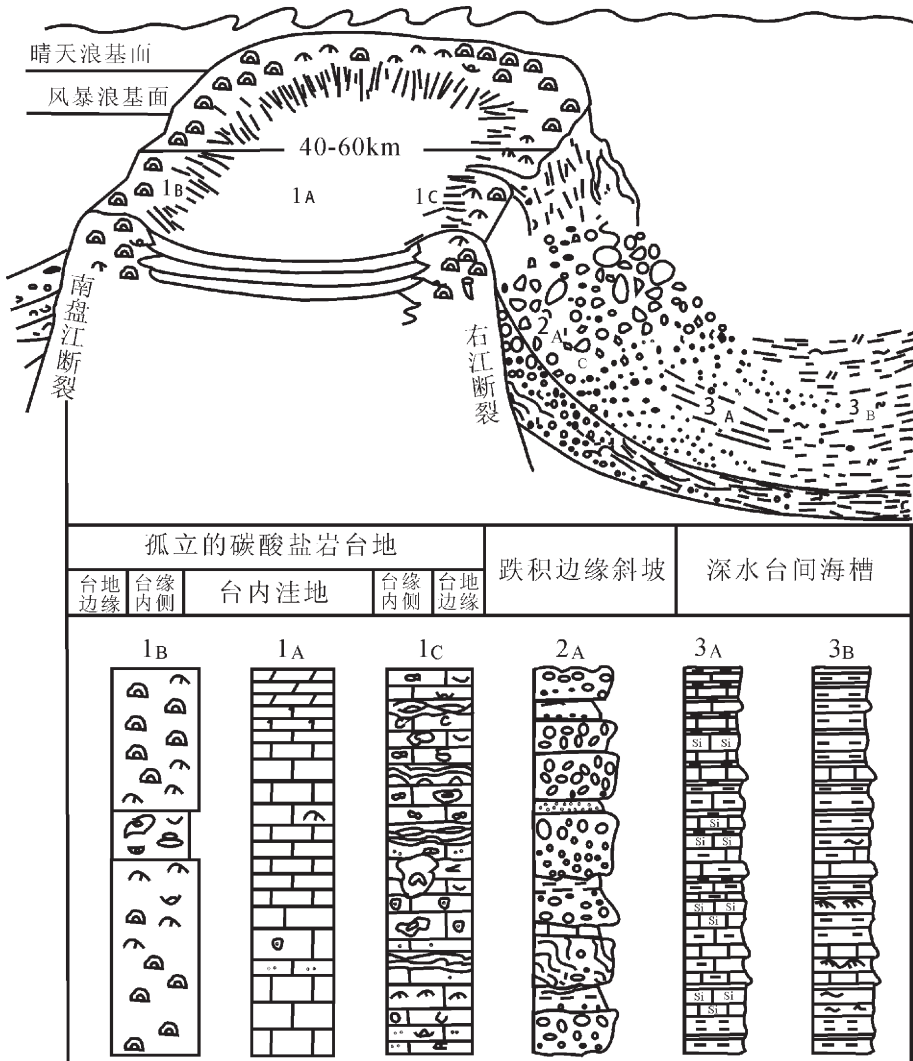


图 4 隆林地区晚古生代孤立台地、斜坡及台间海槽的综合沉积相模式

Fig.4 Synthesized sedimentary model of isolated platforms and slopes

盆相的较深水环境。

### 4 隆林孤立台地形成与演化阶段

隆林地区的区域地质特征、地层序列特征及沉积环境各种相关因素表明,该孤立台地的形成与演化过程与南盘江坳陷地质构造与古地理演化有密切关系,空间上明显受同生断裂(南盘江断裂和右江断裂)的控制(图 1,图 4),它是在强烈的伸展构造背景下形成的<sup>[6-7]</sup>。根据隆林地区附近晚古生代的地层-沉积特征,并结合研究区的盆地演化过程和大量学者的研究成果<sup>[5-17]</sup>,可将隆林孤立台地的演化阶段划分为 4 个阶段:边缘碳酸盐台地阶段(D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>)、孤立碳酸盐台地阶段(D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub><sup>1</sup>)、连陆台地阶段(C<sub>1</sub><sup>2</sup>-C<sub>2</sub>)、

孤立-淹没碳酸盐台地阶段(P)。

#### 4.1 边缘碳酸盐台地(早泥盆世—中泥盆世)

早泥盆世,加里东运动之后海水由南向北海侵,整个南盘江地区被大面积海水淹没,桂西隆林地区海侵时间稍晚,此时南盘江总体上陆表海环境,尚无孤立碳酸盐台地存在。据区域地质资料及隆林德峨、隆或台相区的野外踏勘情况来看,早泥盆世晚期的坡脚组地层直接覆盖在寒武系娄山关群白云岩之上,以黑色及灰黑色沼泽相泥页岩为主要特征,其顶部见不均匀白云石化现象,反应了碎屑潮坪-沼泽的浅水环境;相比之下,隆林含山的盆相区主要发育了一套暗色泥岩为特征;由于早泥盆世晚期南盘江坳陷发生了第一次玄武岩活动,标志着地壳拉伸变薄

及其引发的基底沉降,并导致了南盘江拗陷大范围的海进,隆林地区中泥盆统台相区均以厚层块状致密灰岩(生物丘灰岩)为主夹少量中薄层灰质白云岩及白云质灰岩,从隆林隆或—德峨则代表了潮上坪—台缘浅滩的过渡,如隆林德峨发育极浅水的紫红色泥坪沉积物(图 3-A),而隆林含山地区则代表了深灰色泥质灰岩、硅质灰岩台棚环境。因此,这个时期盆地边缘开始形成碳酸盐岩缓坡至边缘台地。

由此看来,早泥盆世—中泥盆世隆林台地经历了早泥盆世中期陆源碎屑为主的沉积—早泥盆世晚期碳酸盐夹陆源碎屑沉积—中泥盆世碳酸盐为主沉积的演变过程。由于南盘江在晚古生代早期盆地内的玄武岩活动引起的基底裂隙沉降<sup>[7]</sup>,隆林台地该时期仍与相邻的靖西台地、乐业台地相互连成一体,构成一个较大的边缘碳酸盐台地,仍有陆源碎屑的输入,中泥盆世晚期盆地内广泛发育的碳酸盐沉积可能代表了由台地边缘向孤立台地发展的过渡状态。

#### 4.2 孤立碳酸盐台地(晚泥盆世—早石炭世早期)

晚泥盆世,广布的玄武岩活动可能代表了盆地内的强烈扩张和断陷沉降,由于强烈的拉伸沉降,先前的边缘碳酸盐台地发生破裂,并向盆地滑动,开始脱离陆架边缘<sup>[6,17]</sup>。这个时期隆林地区(如隆或、德峨及常么等地区)均以纯净的碳酸盐沉积为特征,完全缺乏陆源碎屑输入,进入了真正的孤立台地阶段。之后,由于紫云运动 I 幕影响,在隆林德峨剖面的融县组内部大套碳酸盐岩地层中发育紫红色泥岩构成的古土壤层,也就是说该时期发生的强迫型海退事件使得隆林孤立碳酸盐台地在晚泥盆世晚期—早石炭世发生了短暂的暴露。

#### 4.3 连陆台地(早石炭世晚期—晚石炭世)

早石炭世晚期,由于紫云运动 II—IV 幕乃至黔桂运动 I 幕不整合面之叠加影响,泥盆系与石炭系之间是一个较长间断时限的平行不整合面,根据对隆林一带的野外实地考察,发现早石炭世地层逐渐超覆在泥盆纪地层之上,在孤立台地之高处甚至缺失了整个早石炭世及晚石炭世早期(摆佐组地层),从高处向四周,摆佐组灰质白云岩及白云质灰岩超覆在泥盆系之上。由于构造抬升,造成水体大面积海退,该时期隆林孤台及邻近的孤台与西部的连陆台地连为一体,成为南盘江拗陷西部的大型连陆台地阶段。

#### 4.4 孤立—淹没碳酸盐台地(二叠纪)

从晚石炭世至早二叠世是南盘江拗陷岩浆最活

跃的时期,厚层玄武岩广布(如百色火山岩、那坡一带的枕状玄武岩)<sup>[7]</sup>,这个时期是南盘江盆地的强烈扩张和基底沉降时期,导致连陆台地进一步破裂、向盆滑脱,隆林孤立台地进一步形成,在孤台二叠系地层的总体特征是(以隆林科沙、安然剖面为例),类似梁山组沉积期及吴家坪期的龙潭组煤系地层发育期,即不发育含煤碎屑岩系地层,整个二叠系均以大套碳酸盐岩为特征,岩相上主要为粒泥灰岩及泥粒灰岩为主,局部发育颗粒滩相灰岩及块状生物丘灰岩或浅水的中薄层灰质白云岩及白云质灰岩;到了晚二叠世,由于东吴运动使得云开地区抬升的影响,沉积环境发生了巨大的变化,由于板块的俯冲和消减,形成了火山岛弧,此后南盘江盆地进入小洋盆的收缩阶段,由断陷活动引起的基底沉降或冰川消融都会造成海平面上升,导致台地淹没,大部分地区上二叠统以陆源碎屑沉积为主,广泛分布了中酸性火山岩与凝灰质沉积,如隆林常么地区的领薨组则以细粒碎屑与凝灰质互层的深水盆相区的沉积为主,与此同时逐渐被淹没的隆林孤台开始变小,其台地边缘会发育环台缘的生物礁,如隆林安然地区则发育晚二叠世长兴期的数个由“生物礁灰岩—生物滩灰岩—灰质白云岩及白云质灰岩”所构成的造礁旋回(图 3-B)。

二叠纪末期,受泛大陆演化的影响,海平面产生大幅度下降,在隆林孤台上可见到显著的陆上风化面标志—紫红色泥岩及灰白色铝土层等,造成了二叠系、三叠系之间的重大不整合,三叠系则以浊流沉积的碎屑岩的快速注入,使得台地迅速被淹没,从而结束了隆林孤立碳酸盐台地的历史。

## 5 结 论

1)隆林台地中泥盆世晚期形成,晚二叠末期结束,此段时期隆林地区的岩相展布受到了断裂活动及沉积环境的控制,沉积了台地相区与海槽相区差异性较大的岩石地层。通过对隆林地区的野外踏勘,发现该区晚古生代的孤台与台间海槽相区识别出 6 种相应的沉积相类型,并建立了孤立台地—斜坡—台间海槽的典型沉积相模式。

2)隆林孤立碳酸盐台地从中泥盆世—晚二叠世,经历了边缘碳酸盐台地(D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>)、孤立碳酸盐台地(D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub><sup>1</sup>)、连陆台地(C<sub>1</sub><sup>1</sup>-C<sub>2</sub>)、孤立—淹没碳酸盐台地(P)4 个阶段的地质发展过程,反映了南盘江盆地在晚古生代强烈扩张、沉降,扬子地台边缘拉伸、破

裂,微地块向盆地滑移的构造背景。

## 参考文献 (References):

- [1] Erik Flügel. Microfacies of Carbonate Rocks—Analysis, Interpretation and Application [M]. Berlin: Springer-Verlag, 2004.: 639–640.
- [2] Tucker M E, Wright V P. Carbonate Sedimentary [M]. Oxford: Blackwell Scietific Publication, 1990:1–428
- [3] Read J F. Carbonate platform facies models [J]. AAPG Bulletin, 1985, 69(1):1–21.
- [4] Kiessling W, FIE, Golonka J, et al. Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation[J]. Lethaia, 2003, 36(3):195–225.
- [5] 陆刚, 胡贵昂, 张能, 等. 右江盆地二叠纪生物礁时空分布和沉积构造演化新知[J]. 地质论评, 2006, 52(2):190–197.  
Lu Gang, Hu Gui'ang, 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): 190–197(in Chinese with English abstract).
- [6] 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).
- [7] 吴浩若. 晚古生代-三叠纪南盘江海的构造古地理问题 [J]. 古地理学报, 2003, 5(1):63–76.  
Wu Haoruo. Discussion on tectonic palaeogeography of Nanpanjiang sea in the Late Palaeozoic and Triassic [J]. Journal of Palaeogeography, 2003, 5(1):63–76(in Chinese with English abstract).
- [8] 陈丛林, 史晓颖. 右江盆地晚古生代深水相地层沉积构造演化[J]. 中国地质, 2006, 33(2):436–443  
Chen Conglin, Shi Xiaoying. Sedimentary and tectonic evolution of Late Paleozoic deep-water strata in the Youjiang basin [J]. Geology in China, 2006, 33(2):436–443(in Chinese with English abstract).
- [9] 梅冥相, 马永生, 戴少武, 等. 南盘江盆地晚古生代盆地充填序列特征及生储盖组合划分[J]. 中国地质, 2001, 15(1):74–82.  
Mei Mingxiang, Ma Yongsheng, Dai Shaowu, et al. Late Paleozoic filling succession of the Nanpanjiang Basin and the division of association of oil-generating strata, Reservoir and capping bed[J]. Geology in China, 2001, 15 (1):74–82 (in Chinese with English abstract).
- [10] 杨超, 陈清华, 吕洪波, 等. 南盘江盆地中三叠统复理石的物原和沉积构造背景分析 [J]. 中国石油大学学报 (自然科学版), 2008, 32(6):22–27.  
Yang Chao, Chen Qinghua, Lv Hongbo, et al. Provenance and Tectonic settings of the middle Triassic flysch in Nanpanjiang Basin [J]. Journal of China University of Petroleum, 2008, 32 (6):22–27 (in Chinese with English abstract).
- [11] 冯仁蔚, 王兴志, 张帆, 等. 四川盆地东北部下三叠统飞一-飞三段孤立碳酸盐台地沉积相及相关研究 [J]. 中国地质, 2008, 35 (1):54–66.  
Feng Renwei, Wang Xingzhi, Zhang Fan, et al. Sedimentary facies of isolated carbonate platform of the first to third members of the Lower Triassic Feixianguan Formation in the northeastern part of the Sichuan basin and other related aspects [J]. Geology in China, 2008, 35(1):54–66(in Chinese with English abstract).
- [12] 梅冥相, 马永生, 邓军, 等. 滇黔桂盆地及其邻区石炭纪至二叠纪层序地层格架及三级海面变化的全球对比 [J]. 中国地质, 2005, 32(1):13–25  
Mei Mingxiang, Ma Yongsheng, Deng Jun, et al. Carboniferous to Permian sequence stratigraphic framework of the Yunnan - Guizhou -Guangxi basin and its adjacent areas and global correlation of third-order sea-level change [J]. Geology in China, 2005, 32(1):13–25 (in Chinese with English abstract).
- [13] 赖生华, 孙来喜, 陈洪德. 南盘江坳陷泥盆系层序地层格架及古地理环境[J]. 西南石油学院学报, 2005, 27(2):1–5  
Lai Shenghua, Sun Laixi, Chen Hongde, Framework of sequence stratigraphy and palaeogeography environment in Devonian, Nanpanjiang Sag[J]. Journal of Southwest Petroleum Institute, 2005, 27(2):1–5(in Chinese with English abstract).
- [14] 赖生华, 陈洪德, 余谦. 南盘江坳陷二叠系层序地层格架及古地理环境[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(3):80–89.  
Lai Shenghua, Chen Hongde, Yu Qian. Sequence stratigraphic framework and palaeogeographic environments of the Permian strata in the Nanpanjiang depression, Guangxi [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24 (3):80–89 (in Chinese with English abstract).
- [15] 陈洪德, 王成善, 刘文均, 等. 华南二叠纪层序地层与盆地演化 [J]. 沉积学报, 1999, 17(4):529–535.  
Chen Hongde, Wang Chengshan, Liu Wenjun, et al. Permian sequence stratigraphy and basin evolution in south of China[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17 (4):529–535 (in Chinese with English abstract).
- [16] 梅冥相, 曾萍, 初汉明, 等. 滇黔桂盆地及邻区泥盆纪层序地层格架及其古地理背景[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34 (4):744–752.  
Mei Mingxiang, Zeng Ping, Chu Hanming, et al. Devonian sequence -stratigraphic framework and its paleogeographical background in the Dianqiangui Basin and its adjacent areas [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2004, 34 (4): 744–752(in Chinese with English abstract).
- [17] 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 Yuan, Shuai Kaiye. Late Paleozoic deep-water stratigraphy succession in central Youjiang Basin:Constraintson basin evolution[J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13(6):153–170(in Chinese with English abstract).



## Sedimentary characteristics and evolutionary stages of Late Paleozoic Longlin isolated platform in Nanpanjiang depression

YANG Huai-yu<sup>1,2</sup>, CHEN Shi-yue<sup>1</sup>, HAO Xiao-liang<sup>3</sup>, GUO Hua<sup>1</sup>, LI Cong<sup>1</sup>, YANG Yong<sup>1</sup>

(1. Faculty of Geo-Resource and Information, China University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong, China;

2. Geological Science Research Institute of Shengli Oilfield Branch Company, China Petroleum & Chemical Co., Ltd., Dongying 257015, Shandong, China; 3. China Oilfield Services Co., Ltd., Yanjiao 065201, Hebei, China)

**Abstract:** During most time of Middle Devonian-Late Permian period, the Nanpanjiang depression was in an environment of isolated carbonate platform surrounded by a deep sea trough and formed by extensional faulting during the evolution of the Nanpanjiang Ocean. The platform was a land platform during the period from late Early Carboniferous to Late Carboniferous. The field exploration of Late Paleozoic strata in Longlin area revealed six kinds of sedimentary facies types in the isolated platform-trough facies region, i.e., carbonate tidal flat, restricted platform, platform margin beach, platform margin reef, shelf between platforms, and basin between platforms, and established a sedimentary model for the unique isolated platform. The current study shows that its evolution experienced four stages of development, namely, marginal carbonate platform ( $D_1-D_2$ ), isolated carbonate platform ( $D_3-C_1^1$ ), land platform ( $C_1^2-C_2$ ) and isolated-drowned carbonate platform (P), implying that during the Late Paleozoic period, the Nanpanjiang basin evolved from rifting to a small oceanic basin with intense expansion and subsidence, while the southern margin of the Yangtze Platform experienced extension and breaking splitting.

**Key words:** Longlin isolated platform; sedimentary characteristics; evolution stage; Late Paleozoic; Nanpanjiang depression

---

**About the first author:** YANG Huai-yu, male, born in 1982, doctor candidate, mainly engages in the study of tectonics, lithofacies and paleogeography; E-mail: upcyang@gmail.com.