

右江盆地晚古生代深水相地层沉积构造演化

陈丛林¹ 史晓颖²

(1. 中国地质调查局, 北京 100011; 2. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要:在对测自桂西地区的田林八渡、那坡坡荷、百色平圩、阳圩等地晚古生代的深水相沉积地层的沉积特征、玄武岩地球化学分析以及重要的构造地质事件研究的基础上,对右江盆地晚古生代盆地沉积演化做了阐述,提出了右江盆地自早泥盆世晚期开始出现大陆边缘裂离,先后经历了裂谷盆地形成阶段(早泥盆世晚期—中三叠世早期)、洋壳盆地形成阶段(晚泥盆世—早石炭世)、洋壳盆地强烈扩张阶段(晚石炭世—中二叠世)、洋壳盆地收缩阶段(晚二叠世—中三叠世早期)—洋盆封闭快速充填阶段(中三叠世晚期)的完整沉积盆地演化序列。

关键词:右江盆地;晚古生代;深水相;沉积演化

中图分类号:P544+.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000—3657(2006)02—0436—08

晚古生代以来,右江盆地深水沉积广布,面积远远大于孤立碳酸盐台地沉积,这些台地只是散布在时限很长,横向纵向延伸都很大的深水沉积中。这种明显的古地理格局在右江盆地十分清楚,与以往认为的右江地区只是零星分布深水沉积条带截然不同。此外从右江盆地深水沉积岩层呈现的明显褶皱可以推知,此区深水沉积地层的原始沉积面积还要广泛的多,如果将这些褶皱复原,再加上被三叠纪大面积的泥石流所覆盖的晚古生代深水沉积部分,那么右江盆地深水沉积区的面积将会大大增加。因此,晚古生代右江盆地的性质很可能是一个面积广布的洋盆,而非传统认为的“台沟”或“台盆”沉积。这方面的证据还来自吴浩若等^[1-2]对桂南晚古生代放射虫硅质岩的深入研究,该区存在晚泥盆世至晚二叠世早期连续硅质岩沉积,其中放射虫组合属于深水远洋型动物群,并指出该区放射虫动物群与日本、菲律宾巴拉望地区同期动物群相似。此外,张伯友等^[3]、俞鸿年等^[4]对桂东粤西进一步研究认为该区深水盆地发育的枕状玄武岩和硅质岩组合,应属于洋壳碎块、深海复理石以及陆壳碎块组成的构造混杂岩,其上被晚三叠世磨拉石组合所覆盖。

笔者通过研究右江盆地多条晚古生代深水沉积剖面,基本上建立了右江盆地腹地的晚古生代地层序列。并通过对沉积微相、层序地层、岩石学和地球化学的综合研究得出,右江盆地不是传统意义上的“台沟”或“台盆”沉积,而是发育在扬子古大陆南缘的大陆边缘盆地,在性质上是分隔扬子古大陆和印度支那地块的洋壳盆地,从大地构造背景上看,应该属

于古特提斯洋东延部分的一个分支,而分布在桂西地区大范围的浅水碳酸盐台地则是古特提斯多岛洋中的孤立碳酸盐台地。

虽然目前还没有找到足够的证据证明右江盆地深水沉积条带是晚二叠世以来洋壳俯冲消减之后残余的小范围地层,但深水沉积地层中暗色薄层硅质岩、泥质硅质岩层的强烈褶皱显然说明右江盆地经受过很强的挤压变形过程,此外,右江盆地大面积的三叠系陆缘碎屑浊流沉积之下的沉积地层性质似乎可以解释深水沉积稀少的原因。

1 右江盆地沉积性质

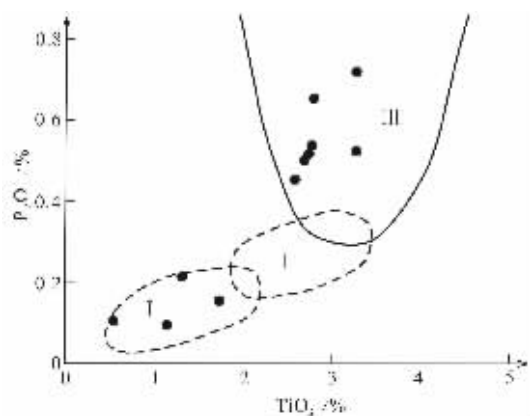
1.1 沉积相带和沉积组合类型

右江盆地沉积相带多种多样,从北至南涵盖了陆架碳酸盐台地、台地边缘生物礁、台地前缘斜坡、盆地边缘、孤立碳酸盐台地和深水盆地沉积。这种层次感很强的古地理变化规律说明右江盆地应该是大陆边缘性质。深水沉积中所夹硅质岩层具有越向南越具有深水洋盆性质;浅色硅质岩到深色硅质岩,不含或少含放射虫、介形虫到含有大量放射虫,不含锰质到含丰富的锰质。这些都证明盆地自北向南水体是逐渐加深的。据贵州地质矿产局^[5]记载,在从晚泥盆世至中三叠世,黔南碳酸盐台地边缘分布着绵延数百千米的生物礁带,这些生物礁从横向上和纵向上都是连续的,分布位置上虽然略有差异,但总体轮廓清晰稳定,从一个侧面反映了黔南地区在晚古生代曾是陆架边缘性质。

收稿日期:2005-10-13;改回日期:2006-03-12

基金项目:国土资源部“九五”重大基础研究项目 PANGEA(9501105)资助。

作者简介:陈丛林,男,1973年生,博士,主要从事地层学及沉积盆地演化研究;E-mail:cconglin@cgs.gov.cn。

图 1 P_2O_5 — TiO_2 图解

I—洋中脊玄武岩;II—岛弧玄武岩;III—洋岛玄武岩

Fig.1 P_2O_5 — TiO_2 diagram

I—mid-ocean ridge basalt; II— island arc basalt; III—oceanic island basalt

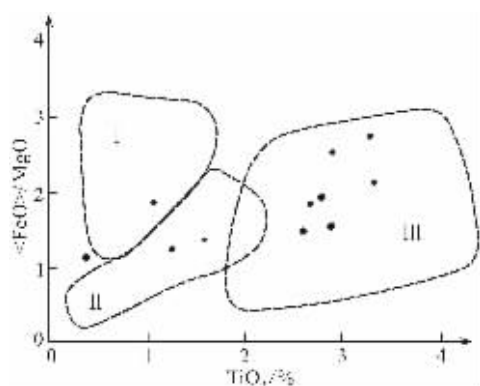
右江盆地显然也具有这个特征。在桂西地区广泛分布着浅水碳酸盐台地,它们不含任何陆缘碎屑,台地边缘往往发育断层,台地与台地之间呈不连续分布,且被深水沉积条带所分隔、环绕。浅水沉积和深水沉积之间这种截然的变化随处可见,在那坡地区浅水台地沉积之下发育着厚层的玄武岩层,地球化学分析表明,这些玄武岩具有岛弧的性质(图 1~2),所有这些特征都说明右江地区孤台都是分布于广阔大洋中的小型岛屿,而不是一个整体的台地被“台沟”或“台盆”所分离。

1.2 深水沉积环境分析

由于强烈的后期构造变形和大面积的三叠系浊流沉积覆盖,导致了广西晚古生代深水沉积记录的不完整。刘宝珺等^[4]认为根据右江盆地浅水碳酸盐台地分布范围大,深水盆地分布局限,提出右江盆地应该是台地、台沟交互沉积的盆地,并认为水深在 500~700m,宽度为几十千米。

分布在右江盆地腹地的田林八渡、百色、那坡坡荷等地的晚古生代地层剖面都显示了相似的沉积特征:暗色薄层的放射虫硅质岩、含锰铁粘土岩、黑色灰泥岩和海底玄武岩交互出现,这些地层沉积连续且持续时间长达 10Ma 以上。从这些特征可以判定当时的沉积水深应在数千米,而不应该是台盆所反映的数百米的沉积水深。

沙庆安等^[7]在研究黔桂地区二叠系时,发现广西大部分开阔台地相和孤立台地相的碳酸盐岩缺少泥质和有机质的沉积,同时也发现晚二叠世合山组的煤层均夹在硅质岩或灰岩中,成煤的物质类似于现代滨海的红树林或藻类。范嘉松等^[8]也认为发育于桂西北隆林、乐业等地的二叠系生物礁形成于深水盆地的孤立碳酸盐台地。周志澄^[9]在研究南丹把平石炭系时发现纯净的碳酸盐沉积中缺少陆缘碎屑,王根发等^[10]对合山组的研究也有相同的认识。笔者此次野外调查也

图 2 $<FeO>/MgO$ — TiO_2 图解

I—洋中脊玄武岩;II—岛弧玄武岩;III—洋岛玄武岩

Fig.2 $<FeO>/MgO$ — TiO_2 diagram

I—mid-ocean ridge basalt; II— island arc basalt; III—oceanic island basalt

发现,右江盆地大范围分布的孤立碳酸盐岩台上的厚层灰岩沉积中几乎没有任何陆缘碎屑物质的混入;深水沉积地层也有相同的特征。此外,吴浩若等^[11]提到南部钦州—云开地体合浦附近早石炭世灰岩样品中测得 20.6°S 古纬度,百色阳圩早石炭世玄武岩中测得 4.1°N 古纬度,说明在二者之间曾有广阔的古海洋存在。所有这些证据都说明右江盆地广布的深水沉积条带不应是“台沟”或“台盆”沉积,而是在晚古生代右江盆地确实存在一个颇具规模的大洋,它在性质上应该是和滇西古特提斯洋相一致的,级别上应该是古特提斯洋的东延部分。

1.3 玄武岩及与之伴生的硅质岩性质

桂西地区大面积出露的玄武岩,常与深海硅质岩和粘土岩层伴生,二者往往呈沉积接触关系。在那坡坡荷地区的玄武岩发育有典型的枕状构造和气孔杏仁构造,且具明显的冷凝边(图 3)。笔者对采于不同剖面的玄武岩进行地球化学分析,发现这些玄武岩主要为碱性,玄武岩的 $<FeO>/MgO$ 对 TiO_2 图解显示大部分玄武岩落入大洋中脊或岛弧火山岩区域。这与吴根耀等^[12]的研究结果是一致的。王忠诚等^[13]对与玄武岩共生的硅质岩进行研究,发现这些硅质岩的稀土元素分析结果都显示有明显的 Ce 负异常,指示一种典型的远洋沉积环境。

1.4 古代洋壳残余

这方面的证据似乎很少,比较有力的证据来自钟大赉^[14]在滇东南发现蛇绿岩套;吴浩若等^[11]在广西百色阳圩发现早石炭世早期黑色薄板状硅质岩与页状硅质泥岩韵律层逆冲于三叠系灰绿色粉砂岩之上。陈懋弘等^[15]在凭祥—夏石—东门深大断裂以南发现一逆冲推覆构造。西起凭祥市,东至上石乡,东西宽约 12km,南北大于 20km。由一系列平面上呈北东走向、向北西凸出且近于平行的弧形逆冲断层和其上盘



图3 桂西那坡坡荷枕状玄武岩(a)及其气孔杏仁构造和冷凝边(b)

Fig.3 Pillow basalt (a) and its vesicular and amygdaloidal structure and chilled borders (b) at Napo County, western Guangxi Province

的逆冲岩席组成。凭祥推覆构造具有几个明显的标志:①飞来峰和构造窗;②推覆残片;③构造混杂堆积。吴诒等^[14]提到在靖西台地小面积出露的寒武系主要为未变质的碳酸盐岩,富含三叶虫化石,构造形变弱,其上为泥盆系泥岩、粉砂岩超覆不整合。虽然右江盆地晚古生代洋壳残余的记录还很零星,但随着野外调查的进一步深入和相关研究的加强,这方面的证据会逐步增加。

2 右江盆地晚古生代沉积演化阶段划分

笔者根据右江盆地晚古生代沉积特征,结合深水区基性岩浆活动以及重要的构造地质事件,大致将右江盆地晚古生代沉积演化划分为以下几个阶段(图4)。

2.1 早泥盆世中期的陆表海浅水盆地阶段

桂西地区此阶段的沉积记录只在田林八渡和那坡地区见到。早泥盆世中期岩相以浅灰黄色陆缘细碎屑沉积为主,沉积厚度巨大,含有大量的浅水陆棚底栖生物化石,其中以石燕类化石最为常见,以 *Rostrospirifer-Eosophrigmophora* 动物群为代表。除此之外,还见有少量海百合茎、双壳类、单体珊瑚和三叶虫化石等。在整个广西不同地区,岩相总体上分异不明显,浅水区的郁江组和深水区的坡脚组岩性大体一致,在广西,深水区 and 浅水区都沿用统一的组,即郁江组。此外黔南地区^[17]和滇东南地区^[18]也都有相似的沉积特征,说明在早泥盆世中期右江盆地总体上是一岩相分异不明显,分布范围广且均一的浅海陆棚环境。

2.2 早泥盆世晚期—中泥盆世裂谷盆地形成阶段

此阶段的岩相较早泥盆世中期有了很大的分异,出现了明显的深水沉积,田林八渡一带,达莲塘组(平恩组)出现以泥质硅质岩和硅质泥岩为主的沉积地层,伴随有海底熔岩喷发,生物类群稀少,且主要以深水类型为主,在田林八渡的达莲塘组硅质岩中发现有大量的竹节石化石。在那坡坡荷一带平恩组以灰泥岩—粒泥灰岩为主,并发育重力流成因的颗粒灰岩和良好的滑塌构造。底栖生物化石罕见或不含,可见丰

富的竹节石和海绵骨针。至罗富组相变为以硅质泥岩为主,并夹有泥质硅质岩和灰泥岩薄层。百色平圩一带罗富组以薄层黑色硅质岩为主,夹有黑灰色泥岩,同时有浊流沉积的细砂岩。本期右江盆地岩相分异显著,除深水地区有不同的相变外,在桂东南—桂东北地区发育一套以碳酸盐岩和泥岩—粉砂岩为主的浅水相沉积,含有丰富的底栖生物化石。

此期除了发育硅质岩等典型深水沉积外,另一重要特征是普遍发育重力流沉积,在那坡坡荷、百色一带都可见此类沉积。此外在黔南—桂北的车河组和火烘组也发育一套深水重力流沉积。这些不同规模的重力流沉积代表了一种动荡的沉积环境,可能与此期处于一种张裂环境有关,从总体特征上看,右江盆地显然已经进入一个全新发展的阶段,裂谷盆地大面积形成并处于进一步发展阶段。

2.3 晚泥盆世—早石炭世洋壳盆地形成阶段

晚泥盆世开始,深水盆地范围进一步扩大,从盆地边缘到腹地都见有大规模的薄层状硅质岩,并伴生有锰质粘土岩,在桂西地区的这一时期是锰矿主要的形成期。除位于腹地的那坡以及滇东南富宁一带发育大规模的放射虫硅质岩外,岩层基本不含生物化石。桂西地区孤立碳酸盐台地在这一时期开始了长期的沉积演化,这些孤台沉积一般不含任何陆缘碎屑,均发育很纯净的厚层浅色碳酸盐岩,说明此时盆地处于全面扩张时期,张裂活动十分剧烈,由于强烈的拉张和基底沉降,台地边缘破裂、分离,形成一系列近于平行的孤立台地。这一时期还出现大规模的海底火山喷发事件,在盆地的不同地区均发育有厚层的玄武岩,特别是早石炭世的南丹组更是发育一套稳定的玄武岩层。总体上,右江盆地在这一阶段的地层序列表现为放射虫硅质岩、玄武岩和锰粘土岩交互出现的特征。玄武岩的地球化学分析表明,在那坡至百色一带在晚泥盆世至早石炭世已经出现了洋壳沉积。

2.4 晚石炭世—中二叠世洋壳盆地强烈扩张阶段

这个时期除了继承上个阶段的沉积特征,即仍然以放射虫硅质岩和玄武岩交互产出,玄武岩活动较以前阶段更为显

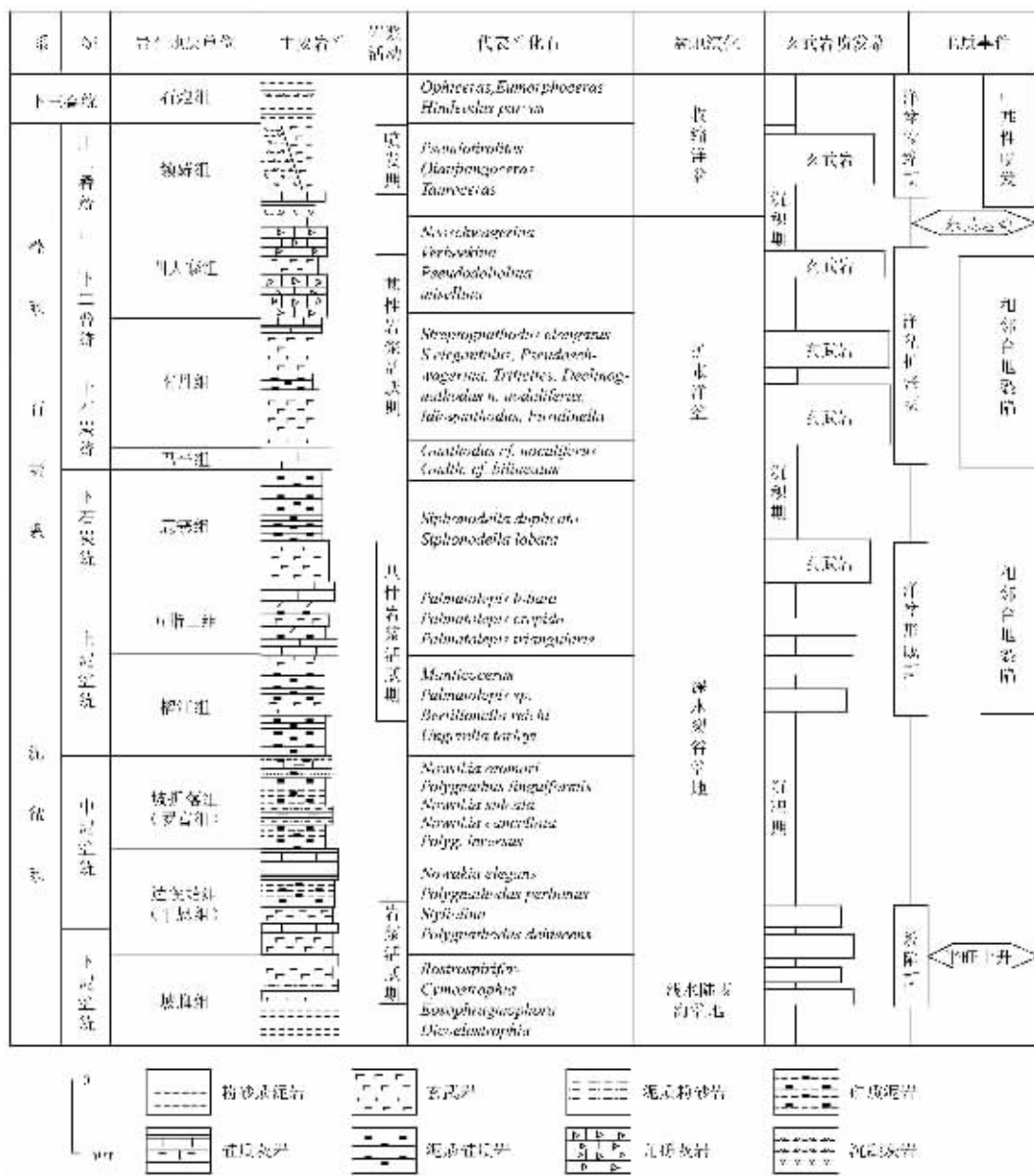


图 4 右江盆地深水区晚古生代主要地质事件与盆地演化阶段

Fig.4 Major Late Paleozoic geological events in the deep-water area of the Youjiang basin and evolutionary stages of the basin

著,基本上可以识别出两个主要的活动期。在盆地腹地如那坡、百色等地,由于洋盆的急剧扩张,海底火山活动剧烈,形成厚度很大的洋岛玄武岩,其上沉积了深水相的灰岩,这些灰岩具有洋岛碳酸盐的重要特征^[9]。在靠近盆地腹地的孤台与盆地北缘的孤台有着本质的不同,在右江盆地北缘分布着一系列大致与陆架边缘平行的孤台,它们是因为洋盆急剧扩张和基底沉降导致陆架边缘碳酸盐台地破裂、分离形成。二者共同的特征是几乎不含陆缘碎屑。对盆地南缘的玄武岩进行地球化学分析表明,这个时期洋岛玄武岩和岛弧玄武岩共

存,这与王忠诚等^[13,19]和吴根耀等^[20]的研究结果是吻合的。

2.5 晚二叠世—中三叠世洋壳盆地收缩阶段

这个时期右江盆地的沉积特征发生了显著变化,浅水碳酸盐岩沉积明显减少,只在孤立台地和盆地边缘少数地区出现,其他各个地区都形成了厚度很大的泥质沉积。

晚二叠世火山活动仍很剧烈,普遍发育有火山凝灰质沉积,主要岩性以沉凝灰岩、含凝灰质泥岩和凝灰质粉砂岩—泥岩为主。此外大规模的火山喷物还形成了规模可观的火山碎屑质浊流。

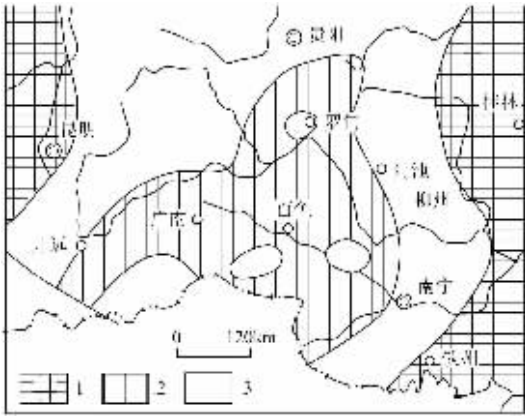


图5 右江盆地中三叠世沉积格局 (据曾允孚等^[20]修改)

1—古陆;2—深水盆地;3—浅水台地

Fig.5 Middle Triassic sedimentary framework of the in Youjiang basin (modified from Zeng et al.^[20])

1—Old land;2—Deep-water basin;3—Shallow-water platform

三叠纪右江盆地发育大量重力流沉积。此时本区西北侧为稳定的黔桂碳酸盐台地,向东南依次为斜坡和盆地沉积区。在北部斜坡带碳酸盐重力流十分发育,以碎屑流砾屑灰岩和钙屑浊积岩为主,常见滑塌和颗粒流沉积。至中三叠世,右江盆地地区仍保持着碳酸盐台地—斜坡—盆地的沉积格局,在斜坡带仍发育以碎屑流砾屑灰岩为主的碳酸盐重力流沉积,在盆地中心那坡、百色一带,早三叠世石炮组和中三叠世百逢组则发育一套巨厚的陆缘碎屑浊积岩系,这套浊积岩系为砂岩、粉砂岩与原地沉积的泥岩、页岩的频繁互层沉积,具有典型的鲍玛层序,槽模、沟模、重荷模等底面构造常见。其厚度变化大,最厚可达5000m。在区域上,自南东向北西浊积岩厚度减小,砂岩粒度变细,砂泥岩比率降低。这个阶段的沉积特征说明在此期右江盆地已经处于板块汇聚、盆地快速收缩阶段,不稳定的沉积背景造成了右江盆地大面积的浊流沉积(图5)。

中三叠世晚期(拉丁期),右江盆地开始出现明显的海退,形成了巨厚的兰木组砂质沉积,这套砂质沉积岩性变化不大,主要以厚层—块状岩屑砂岩为主,并构成了明显向上变浅的序列,标志着盆地最终封闭、填满过程。兰木组厚度变化范围在1000~3000m,在孤立台地区,兰木组厚度较小,主要为块状岩屑砂岩,在深水盆地地区如那坡—凌云地区厚度巨大,其中见有沉积混杂岩,并发育有水道砾岩和海底扇沉积体。

区域上,桂西缺失上三叠统—侏罗系,右江盆地只在黔南边阳一带见有晚三叠世—早侏罗世红色角砾岩,与下伏中三叠统海相陆源碎屑岩呈角度不整合接触。这可能代表右江盆地封闭后的山麓磨拉石沉积。

从以上各时期右江盆地沉积地层发育特征看,右江盆地

从泥盆纪开始到早中三叠世经历了陆表海浅水盆地阶段、裂谷盆地形成阶段、洋壳盆地形成阶段、洋壳盆地强烈扩张阶段和洋壳盆地收缩5个阶段。这5个阶段盆地演化特征明显,沉积连续,构成了一个完整的威尔逊旋回。

3 右江盆地晚古生代构造沉积演化

右江盆地晚古生代深水沉积特征是其构造背景分不开的。右江盆地晚古生代在区域上所处的地理位置为扬子板块、印支板块以及华夏板块汇聚的地方,更大背景它又处于二叠纪泛大陆形成阶段。因此右江盆地在晚古生代特别是二叠纪呈现出复杂的沉积背景。二叠纪古特提斯出现的明显拉伸趋势和泛大陆的汇聚从一个方面证明了右江盆地在晚古生代是一个多岛洋沉积体系。

相对于粤西桂东南地区在早二叠世就开始闭合,右江盆地汇聚闭合的时间相对较晚,从晚二叠世开始闭合,一直延

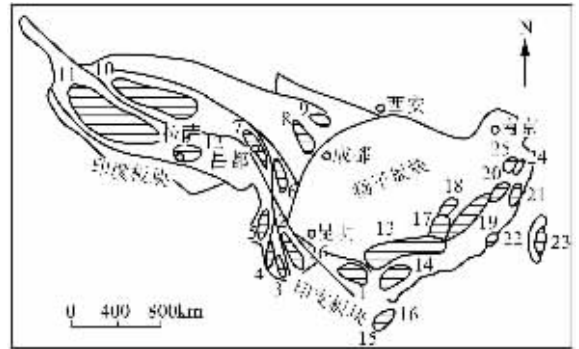


图6 中国南方主要的地体、地块及其相互关系简图

(据张伯友等^[21])

- 1—越北(滇东南)地体;2—兰坪—思茅地体;3—昌宁、双江地体;
4—保山地体;5—腾冲地体;6—巴塘、中咱、得集地体;7—昌都地体;
8—阿坝地体;9—若尔盖地体;10—羌塘地体;11—冈底斯地体;
12—拉萨地体;13—大明山、大瑶山地体;14—云开地体;15—崖县地体;
16—琼中地体;17—赣南地体;18—武功山地体;19—武夷山地体;
20—闽西北地体;21—浙东南地体;22—东山地体;23—大南澳地体;
24—陈蔡地体;25—双溪坞地体;26—红河哀牢山特提斯构造带
- Fig.6 Simplified map showing the major terranes and blocks in southern China and their mutual relations (after Zhang et al.^[21])
- 1—Yuebei (southeastern Yunnan) Terrane;2—Lanping—Simao Terrane;
3—Changning—Shuangjiang Terrane;4—Baoshan Terrane;5—Tengchong
Terrane;6—Batang, Zongza and Deji terranes;7—Qamdo Terrane;
8—Aba Terrane;9—Zoigè Terrane;10—Qiangtang Terrane;
11—Gangdise Terrane;12—Lhasa Terrane;13—Damingshan and
Dayaoshan terranes;14—Yunkai Terrane;15—Yaxian Terrane;
16—Qiongzong Terrane;17—Southern Jiangxi Terrane;18—
Wugongshan Terrane;19—Wuyishan Terrane;20—Northwestern Fujian
Terrane;21—Southeastern Zhejiang Terrane;22—Dongshan Terrane;
23—Dananao Terrane;24—Chencai Terrane;25—Shuangxiwu Terrane;
26—Red River—Ailaoshan Tethys tectonic belt



图 7 粤西—桂东南晚古生代基性—超基性岩体与可能的缝合带示意图(据张伯友等^[3])

1—基性超基性岩体;2—枕状熔岩及构造混杂岩;3—断裂

Fig.7 Diagrammatic map showing the Late Paleozoic basic-ultrabasic intrusions and possible suture in western Guangdong and southeastern Guangxi

1—Basic and ultrabasic rocks;2—Pillow lava and mélangé;3—Fault

续到晚三叠世才最后完成洋盆的闭合。在碰撞造山的过程中,右江盆地发育一系列的推覆构造和深层次推覆构造(如凭祥推覆构造带),由于构造热的作用,致使右江盆地的很多地层出现糜棱岩化作用,如田林八渡的玄武岩出现的糜棱岩化作用,致使以往很多野外调查认为此火山岩为侵入作用形成的,但其与上下地层的沉积接触又很难解释清楚。

桂西、黔南地区广布的深水相晚古生代地层沉积组合和空间分布特征表明,右江盆地是位于扬子板块南部的大陆边缘盆地。在晚古生代期间它构成分割扬子古大陆与印度支那地块的洋盆,并可能是沿昌宁—孟连带展布的古特提斯大洋向东延伸的一部分。

对于钦州地区深水沉积,在晚古生代可能构成了分隔印度支那地块和华夏地块的属于右江洋盆的一个分支,这个分支进而向东继续延伸到达桂东粤西一带。而华夏地块和印度支那地块可能位于右江洋盆的南侧,但都属于古特提斯大洋中的地块。由此看来,晚古生代与扬子地块相邻的若干地块,如华夏地块、印支地块以及一些更小的地体(如大明山—大瑶山地体等)都可能是散布于古特提斯大洋东段的中间地块或大小不等的岛屿(图 6~7)。

晚古生代是泛大陆形成发展的关键时期,也是全球古构造格局、古环境和地质演化的重大转折期。但在大陆和板块总体汇聚的全球格局下,中国南方却出现了明显的拉伸和张裂。泛大陆的分裂—离散主要发生在晚三叠世及其以后;而中国却表现为板块和大陆的碰撞拼合。这种不协调可能与峨眉山玄武岩所代表的深部地幔热柱活动有关。后者可能是造成中国南方晚古生代拉伸、张裂的深部原因。

从构造古地理格局来看,扬子板块、印度支那地块和华

夏地块都是晚古生代散布于特提斯洋东段的中间地块。它们的地质演化与泛大陆的拼合形成和中生代的分裂离散有密切关系。随着泛大陆破裂、离散,导致印支地块与华夏、扬子地块的相继拼合。印支与华夏地块的拼合较早,出现在晚二叠世。钦州地区泥盆系—中二叠统以深水沉积为主,晚泥盆世后形成大套放射虫硅质岩。在中上二叠统之间存在着重大的不整合,上二叠统以红色陆相砂砾岩为特征,标志着华夏与印支地块的拼合和钦州海槽的结束。这个事件可能是造成中国南方中、上二叠统之间不整合(东吴运动)的重要原因之一。随后印支地块与华夏地块作为一个整体与扬子地块在中三叠世末—晚三叠世早期碰撞拼合。这个规模较大的地质事件对中国南方的地质发展有重大影响。越南北部的构造事件和变质基底铅石 U—Pb 年龄研究显示,印支地块有 P_3 — T_1 和 T_3 两期重要的韧性变形和热变质幕事件。这两个幕事件很可能分别反映了印支与华夏地块碰撞,以及印支—华夏地块与扬子地块的拼合。

4 结 论

(1)通过对右江盆地晚古生代深水沉积地层的沉积特征,玄武岩的地球化学分析,以及重要的构造地质事件的研究,认为右江盆地在晚古生代是洋盆性质。

(2)在此基础上,对右江盆地晚古生代盆地沉积演化做了阐述,确立了右江盆地自早泥盆世晚期开始出现大陆边缘裂离,先后经历了裂谷盆地形成阶段、洋壳盆地形成阶段、洋壳盆地强烈扩张阶段、洋壳盆地收缩阶段、洋盆封闭快速充填阶段的完整沉积盆地演化序列。

参考文献(References):

- [1] 吴浩若,咸向阳,邝国敦.广西南部晚古生代放射虫组合及其地质意义[J].地质科学,1994a,29(4):339~345.
Wu Haoruo, Xian Xiangyang, Kuang Guodun. Late Paleozoic radiolarian assemblages of southern Guangxi and its geological significance[J]. Scientia Geologica Sinica, 1994a, 29(4):339~345(in Chinese with English abstract).
- [2] 吴浩若,邝国敦,咸向阳,等.桂南晚古生代放射虫硅质岩及广西古特提斯的初步探讨[J].科学通报,1994b,39(9):809~812.
Wu Haoruo, Kuang Guodun, Xian Xiangyang. Late Paleozoic radiolarian cherts in southern Guangxi and preliminary exploration on Paleo-Tethys in Guangxi[J]. Chinese Science Bulletin, 1994b, 39(9):809~812(in Chinese).
- [3] 张伯友,石满全,杨树锋,等.古特提斯造山带在华南两广交界地区的新证据[J].地质论评,1995,41(1):1~6.
Zhang Boyou, Shi Manquan, Yang Shufeng, et al. The new evidence of Paleo-tethys bordering Guangdong and Guangxi in South China [J]. Geological Review, 1995,41(1):1~6(in Chinese with English abstract).
- [4] 俞鸿年,张伯友,郭令智.粤西桂东古特提斯造山带研究[J].南京大

- 学学报(地球科学),1994,6(1):51~58.
- Yu Hongnian, Zhang Boyou, Guo Lingzhi. Study on mountain-buildup belt of Paleo-tethys in west Guangdong and east Guangxi [J]. Journal of Nanjing University(earth science), 1994,6(1):51~58(in Chinese with English abstract).
- [5] 贵州省地质矿产局.贵州省区域地质志(区域地质第7号)[M].北京:地质出版社,1987.1~698.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province. Regional Geology of Guizhou Province(No.7)[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1987.1~698 (in Chinese).
- [6] 刘宝珺,许效松,潘杏南,等.中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M].北京:科学出版社,1993.104~109.
- Liu Baojun, Xu Xiaosong, Pan Xingnan, et al. Sedimentary Crust Evolution and Mineralization of Palaeo-continent in South China [M]. Beijing:Science Press, 1993.104~109 (in Chinese).
- [7] 沙庆安,吴望始,傅家谟.黔桂地区二叠系综合研究——兼论含油气性[M].北京:科学出版社,1990.1~215.
- Sha Qingan, Wu Wangshi, Fu Jiamo. Comprehensive Study on the Permian of Southern Guizhou[M]. Beijing:Science Press, 1990.1~215 (in Chinese)
- [8] 范嘉松,张维,吴亚生,等.广西隆林二叠纪生物礁[M].北京:地质出版社,1990.1~238.
- Fan Jiasong, Zhang Wei, Wu Yasheng, et al. Permian Organic-Reef at Longlin of Guangxi [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1990.1~238 (in Chinese).
- [9] 周志澄.广西南丹巴平石炭系中间界线剖面的碳酸盐微相特征及其沉积环境[J].微体古生物学报,1995,12(1):23~30.
- Zhou Zhicheng. Carbonate microfacies and sedimentary environments of Mid-Carboniferous boundary section at Baping, Nandan County, Guangxi[J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1995, 12(1): 23~30(in Chinese with English abstract).
- [10] 王根发,黄迺和,黄凤鸣,等.广西晚二叠世合山组沉积相分析[J].现代地质,1995,9(1):119~125.
- Wang Genfa, Huang Naihe, Huang Fengming, et al. Sedimentary facies analysis of Upper Permian Heshan Formation, Guangxi [J]. Modern Geoscience, 1995, 9(1):119~125(in Chinese with English abstract).
- [11] 吴浩若,邝国敦,王忠诚.广西晚古生代构造沉积背景的初步研究[J].地质科学,1997,32(1):11~18.
- Wu Haoruo, Kuang Guodun, Wang Zhongcheng. The preliminary study on the late Paleozoic tectonic sedimentary context in Guangxi[J]. Scientia Geologica Sinica, 1997, 32(1):11~18(in Chinese with English abstract).
- [12] 吴根耀,吴浩若,钟大赉,等.滇桂交界处古特提斯的洋岛和岛弧火山岩[J].现代地质,2000,14(4):393~400.
- Wu Genyao, Wu Haoruo, Zhong Dalai, et al. Volcanic rocks of Paleotethyan oceanic island and island-arc bordering Yunnan and Guangxi, China [J]. Geoscience, 2000, 14(4):393~400(in Chinese with English abstract).
- [13] 王忠诚,吴浩若,邝国敦.广西晚古生代硅质岩的地球化学及其形成的大地构造环境[J].岩石学报,1995,11(3):449~455.
- Wang Zhongcheng, Wu Haoruo, Kuang Guodun. Geochemistry and origin of late Paleozoic Cherts in Guangxi and their explanation of tectonic environments [J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11(3):449~455(in Chinese with English abstract).
- [14] Zhong D L, Wu G Y, Ji J Q, et al. Discovery of ophiolite Southeast Yunnan, China [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(1):36~40.
- [15] 陈懋弘,石显雄,梁金城,等.广西凭祥逆冲推覆构造[J].中国区域地质,1997,16(3):259~266.
- Chen Maohong, Shi Xianxiong, Liang Jincheng, et al. The Pingxiang thrust-nappe structure in Guangxi [J]. Regional Geology of China, 1997, 16(3):259~266(in Chinese with English abstract).
- [16] 吴诒,周怀玲,蒋廷操,等.广西泥盆纪沉积相古地理及矿产[M].南宁:广西人民出版社,1987.
- Wu Yi, Zhou Huailing, Jiang Tingcao, et al. Devonian Sedimentational Facies and Minerals in Guangxi [M]. Nanning:Guangxi People's Press, 1987.
- [17] Shi X Y, Mei S L, Sun Y. Permian sequence stratigraphy of slope facies in southern Guizhou and chronostratigraphic correlation [J]. Science in China (Ser.D), 2000, 43(1):63~76.
- [18] 张海清,刘本培,方念乔.滇西南古特提斯石炭纪海山碳酸盐台地的层序地层学研究[J].沉积学报,1997,15(4):18~23.
- Zhang Haiqing, Liu Benpei, Fang Nianqiao. Study on the Carboniferous sequence stratigraphy of the seamount carbonate platform in Paleo-Tethys in Southwestern Yunnan, China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(4):18~23 (in Chinese with English abstract).
- [19] 王忠诚,吴浩若,邝国敦.桂西晚古生代海相玄武岩的特征及其形成环境[J].岩石学报,1997,13(2):260~265.
- Wang Zhongcheng, Wu Haoruo, Kuang Guodun. Characteristics of the Late Paleozoic oceanic basalts and their eruptive environments in west Guangxi [J]. Acta Petrologica Sinica, 1997,(13)2: 260~265(in Chinese with English abstract).
- [20] 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).

Sedimentary and tectonic evolution of Late Paleozoic deep-water strata in the Youjiang basin

CHEN Cong-lin¹, SHI Xiao-ying²

(1. *China Geological Survey, Beijing 100011, China;*

2. *School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)*

Abstract: The sedimentary evolution of the Late Paleozoic Youjiang basin is dealt with on the basis of the study of the sedimentary characteristics of the Late Paleozoic deep-water sedimentary strata, basalt geochemistry and important tectonic events of the sections at Badu of Tianlin, Pohe of Napo and Pingxu and Yangyu of Baise. The authors suggest that after the continental-margin rifting and separation in the late Early Devonian, the Youjiang basin underwent a complete evolutionary sequence from the formation stage of a rift basin (late Early-early Late Devonian), formation stage of an oceanic basin (Late Devonian-Early Carboniferous), strong spreading stage of the oceanic basin (Late Carboniferous-Middle Permian), contraction stage of the oceanic basin (Late Permian-early Middle Triassic), closing and rapid filling stage of the oceanic basin (late Middle Triassic).

Key words: Youjiang basin; Late Paleozoic; deep-water facies; sedimentary evolution

About the first author: CHEN Cong-lin, male, born in 1973, doctor, mainly engages in research on stratigraphy and basin sedimentary revolution; E-mail: cconglin@cgs.gov.cn.