

黔南桂中地区二叠纪—中三叠世沉积充填特征及演化过程

张成弓^{1,2} 陈洪德^{1,2} 林良彪^{1,2} 陈安清^{1,2}

(1.成都理工大学“油气藏地质与开发工程”国家重点实验室,四川 成都 610059;
2.成都理工大学沉积地质研究院,四川 成都 610059)

摘要:对野外露头、钻井剖面进行了层序界面识别和层序地层分析,重新厘定了研究区二叠系—中三叠统不同相区的地层划分对比方案,将研究区二叠系—中三叠统划分出 2 个超层序和 19 个三级层序;以超层序体系域为编图单元,编制了研究区二叠纪—中三叠世层序岩相古地理图,系统揭示了研究区二叠纪—中三叠世各超层序的不同体系域的相带发育规律;分析了研究区二叠纪—中三叠世 3 个盆地演化阶段(被动陆缘裂谷盆地阶段、弧后裂谷盆地阶段、前陆盆地阶段)的盆地充填特征,并建立了相对海平面升降过程中的沉积充填过程及动态演化模式,提出了研究区被动陆缘裂谷盆地阶段和弧后裂谷盆地阶段的低位期为盆—隆相间期,海侵期为台—盆相间的建设期,高位期为台—盆相间格局定型期,中三叠世的受印支运动破坏了台—盆相间格局,转化为前陆盆地的浊积岩沉积。

关键词:黔南桂中;二叠纪—中三叠世;层序地层;沉积充填;盆地演化

中图分类号: P534.46; P534.51 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2012)02-0414-12

碳酸盐岩覆盖区的层序地层学研究、层序岩相古地理图的编制具有理论上的创新意义,取得的成果对海相地层的勘探有着重要的指导意义。众所周知,中国南方海相地层具有其特殊性,即地层年代老、构造复杂、热演化程度高、成藏规律复杂等^[1-3]。而黔南桂中地区是中国南方保存条件相对较好的地区,二叠纪—中三叠世层系具有较好的石油地质条件^[4],但在油气勘探上至今未能取得突破,只在麻江等地有古油藏出露。川东北碳酸盐油气勘探的成功经验告诉我们,层序—岩相古地理研究对碳酸盐岩区礁滩—白云岩型油气田的寻找至关重要。本文将通过研究黔南桂中地区二叠纪—中三叠世层序格架内的沉积充填特征,揭示不同时期的相带展布发育规律和盆地演化过程,为黔南桂中地区油气勘探提供依据。

1 地质背景

研究区为黔南—桂中坳陷,位于贵州省东南部、广西壮族自治区中北部,有效勘探面积 8.3 万 km² (图 1)。区域构造位于加里东期扬子古板块的南缘、华南岩浆造山带的西北侧。其北部以贵阳—镇远断裂与武陵坳陷、黔中隆起为界;东北部与雪峰山隆起(江南古陆)毗邻,东部以龙胜—永福断裂及大瑶山断裂与桂林坳陷及大瑶山隆起为界;西部以紫云—罗甸断裂为界,与南盘江坳陷相接,是一个由古生界和三叠系充填的残留盆地。

黔南坳陷位于贵州东南部,北界以贵阳—镇远断裂为界,西界为垭都—紫云断裂,南以南盘江和南丹—河池断裂为界,东界为铜仁—三穗—三都深大断裂和雪峰隆起西南缘断裂,面积 3 万 km²。桂中坳

收稿日期:2011-07-17;改回日期:2011-09-27

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40739901)资助。

作者简介:张成弓,男,1984 年生,博士生,主要从事沉积地质学研究;E-mail:batistutaqq@163.com。

通讯作者:陈洪德,男,1956 年生,教授,博士生导师,主要从事沉积地质学研究;E-mail:chd@cdu.edu.cn。

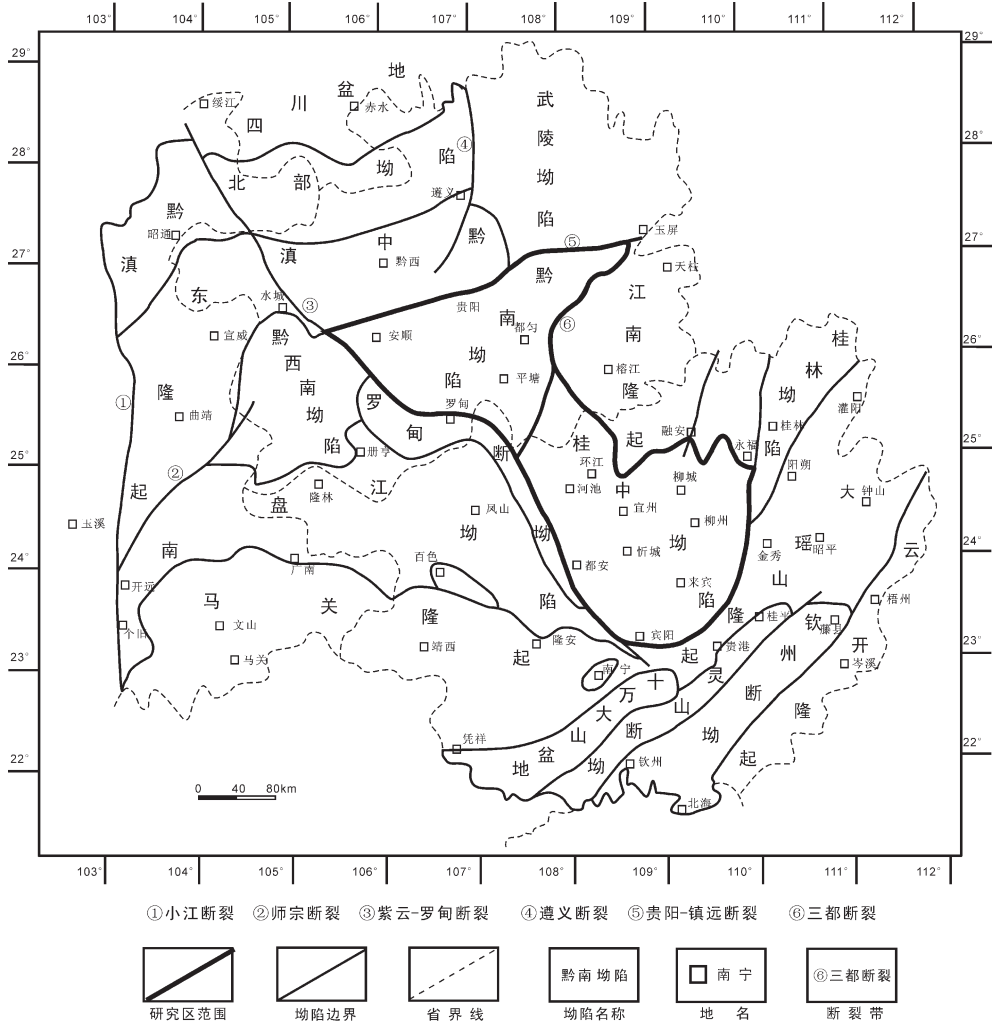


图 1 研究区位置图(据中国石油地质志·十一卷)^[5]

Fig.1 Location of the study area (after Petroleum Geology of China, Vol.11)^[5]

陷位于广西壮族自治区中部,区域构造位置上处于华南板块的西南缘,其北部与江南古陆毗邻,东部以龙胜—永福断裂及大瑶山隆起为界,西部以南丹—都安断裂为界,它是在加里东运动基础上形成的晚古生代海相大型沉积拗陷。该拗陷在沉积发育史上,各相带发育齐全,沉积岩相粗细相间,同期异相和同相异期沉积发育,平面上相互交错,垂向上韵律频繁,为拗陷提供了多套多类型的生储盖组合,且区内构造圈闭类型多样,具有形成大中型油气藏的良好石油地质条件,露头、井下油气显示丰富,油气勘探前景乐观,是南方海相油气勘探十分有利的地区之一。

2 层序划分

通过对基干剖面的详细测制和全区辅助剖面观

测,依据层序界面特征、体系域结构、区域板块构造和沉积盆地演化特点,结合前人研究资料^[6-9],将黔南桂中地区二叠系—中三叠统划分为 2 个超层序(二级)和 19 个三级层序(表 1)。

在二叠系中识别出 12 个三级层序,下二叠统隆林阶包括 1 个三级层序(PSQ1)(图 2);中二叠统包括 6 个三级层序(PSQ2-PSQ7)(图 2),上二叠统包括 5 个三级层序(PSQ8-PSQ12)(图 3)。其中 PSQ1-PSQ7 叠加构成 SS1 超层序,PSQ8-PSQ12 叠加构成 SS2 超层序的 LST 和 TST。下、中三叠统可识别出 7 个三级层序。下三叠统括 4 个三级层序(TSQ1-TSQ4)(图 4),中三叠统安尼阶—拉丁阶包括 3 个三级层序(TSQ5-TSQ7)。HST 沉积在研究区内可分为两部分,即早期高位沉积(EHST)和晚

表 1 黔南桂中地区二叠系-中三叠统层序划分方案
Table 1 Stratigraphic classification scheme from Permian to middle Triassic in South Guizhou and Middle Guangxi

地 层 系 统				界 限 年 龄 /Ma	时 间 跨 度 /Ma	二 级 层 序	构 造 运 动	三 级 层 序	
界	系	统	阶						
中 生 界	三 叠 系	上 统	卡尼	230	10.0	SS2	印支运动		
			拉丁					TSQ7	
			安尼					TSQ6	
		下 统	奥伦尼克	240	11.0			TSQ5	
			印度					TSQ4	
								TSQ3	
上 古 生 界	二 叠 系	乐 平	长兴	251	6.0	SS1	东吴运动	TSQ2	
			吴家坪						TSQ1
		阳 新	冷坞	257	23.0			PSQ12	
			茅口					PSQ11	
			祥播					PSQ10	
			栖霞					PSQ8	
		船 山	隆林	280	18.0			PSQ7	
			紫松					PSQ5	
		石 炭 系	上 统	小独山	298				PSQ4
									PSQ2
					PSQ1				
					CSQ12				
					CSQ10				

期高位沉积 (LHST)。EHST 由 4 个三级层序组成 (TSQ1、TSQ2、TSQ3 和 TSQ4 组成), LHST 由 3 个三级层序组成 (TSQ5、TSQ6 和 TSQ7)。

3 沉积充填特征

本文在基于剖面研究、沉积体系研究、层序地层学研究的基础上^[10-15], 以超层序的体系域为编图单元, 结合本区的区域构造背景, 编制了层序岩相古地理图, 本文在前人^[16-17]提出的台-盆相间沉积格局的基础上, 通过编制的岩相古地理图, 反映出不同体系域阶段其沉积格局并不相同, 提出黔南桂中地区二叠纪-中三叠世各超层序的低位期为盆-隆相间期, 海侵期为台-盆相间的建设期, 高位期则形成典型的台-盆相间沉积格局, 其沉积充填特征分述如下。

3.1 SS1 超层序

SS1 超层序的时限为早二叠世晚期至中二叠世晚期, 其下部发育低位体系域的碎屑岩沉积, 上部海侵体系域开始出现台盆相间格局, 高位体系域仍然

保持这一沉积格局。所以在古地理及相带展布上具有较好的一致性, 其低位期为盆-隆相间期, 海侵期为台-盆相间的建设期, 高位期形成典型的台-盆相间沉积格局。

低水位期 (SS1LST, 早二叠世晚期即船山统隆林阶, 图 5): 研究区边缘地区表现为克拉通盆地沉积特点, 但大部分地区均被暴露剥蚀, 局部残留台盆相主要为灰岩夹硅质页岩沉积。仅在黔南桂北的小部分地区维持二叠纪前的台盆古地理格局。

海侵期 (SS1TST, 中二叠世早期即阳新统栖霞阶和祥播阶, 图 6): 由于受到北西、北东两组方向的同沉积断裂控制, 再次表现为台盆相间的格局。海域随之扩大, 黔南地区发育局限台地和开阔台地相。前者岩性以灰岩、白云岩及生屑灰岩为主, 后者则主要发育灰岩和生物碎屑灰岩。该期值得注意的是, 发育了狭窄但很有意义的台地边缘-台地边缘斜坡沉积, 沿紫云-罗甸-宜州-柳州-桂林一线发育, 其岩性以含角砾灰岩为主。向南则出现台、盆相间的沉积格局。台盆内主要发育硅质岩、页岩、泥灰岩, 孤立台地上主要发育生物碎屑灰岩。

高水位期 (SS1HST, 中二叠世晚期即阳新统茅口阶和冷坞阶, 图 7): 海域进一步扩大, 台盆相间的沉积格局明显。局限台地向北大大拓展, 南至安顺-惠水-丹寨一线附近, 其岩性为泥灰岩和生物碎屑灰岩。开阔台地也大大拓宽, 至紫云-河池-融安一线附近, 其岩性为灰岩, 含生物碎屑灰岩。向南为狭窄的台缘斜坡, 以含角砾灰岩为主, 再向南则为台、盆相间的沉积格局。孤立台地主要发育生物碎屑灰岩, 台盆内则主要发育硅质岩、灰岩、泥灰岩。

3.2 SS2 超层序

SS2 超层序的时限为晚二叠世早期至中三叠世, 其下部发育低位体系域的混屑浊积岩沉积, 海侵体系域台盆相间格局再次出现, 高位早期仍然保持这一沉积格局, 在古地理及相带展布上也体现出低位期为盆-隆相间期, 海侵期为台-盆相间的建设期, 高位早期则形成台-盆相间的沉积格局, 由于海水大面积南撤, 印支运动的影响表现更为明显, 研究区沉积了一套巨厚的陆源碎屑浊积岩。

低水位期 (SS2LST, 晚二叠世早期即乐平统吴家坪阶, 图 8): 由于中二叠世末期东吴运动的影响, 海平面下降, 研究区大部地区隆升暴露, 仅在西南部残留台盆沉积, 主要发育粉砂质泥岩、灰岩、凝灰质砂

地 层 系	层 组	层 号	厚 度 (m)	累 计 厚 度 (m)	岩 性	岩 性 简 述	沉 积 相		层 序 地 层		二 级 层 序		
							微 相	亚 相	体系 构 造	体系 域	层 序	体系 域	层 序 划 分
中 茅 口	中 茅 口	227	4.11	456.23	泥质岩	227. 灰色、浅灰色中-厚层鲕灰岩,生物碎屑丰富,其中钙质石砾分布,该层上部局部出露,实际出露厚度仅约1m多	泥质岩	滩间	HST				
		226	11.71	452.11	泥质岩	226. 深灰色中层夹厚层含生物碎屑泥质岩,下部灰岩中含黑色燧石结核	泥质岩	滩间		PSQ7			
		225	6.34	440.40	泥质岩	225. 灰色、深灰色中层生物碎屑灰岩,底部为一层深灰色中层生物介壳灰岩(腕足腹足介壳)	泥质岩	滩间					
		224	1.91	434.06	泥质岩	224. 灰色-深灰色厚层块状泥质灰岩夹中-薄层褐色钙质泥岩,具水平层理,灰岩中含有海绵化石	泥质岩	滩间					
		223	9.66	432.15	泥质岩	223. 灰色-深灰色厚层块状含生物碎屑微晶灰岩	泥质岩	滩间					
		222	9.83	422.49	泥质岩	222. 深灰色中-厚层含泥质生物碎屑灰岩,下部灰岩层间可见灰岩厚度约6cm,延伸2m多的灰黑色色层条带	泥质岩	滩间					
		221	7.25	412.66	泥质岩	221. 灰色中层夹薄层含生物碎屑灰岩	泥质岩	滩间					
		220	20.95	405.41	泥质岩	220. 灰色厚层块状生物碎屑灰岩,含少量髓,由于灰岩明显具重结晶作用,大多生物结构不清楚	泥质岩	滩间					
		219	5.72	384.46	泥质岩	219. 灰色中层含生物碎屑灰岩	泥质岩	滩间					
		218	15.23	378.74	泥质岩	218. 灰色厚层-块状含生物碎屑灰岩	泥质岩	滩间					
		217	5.57	363.57	泥质岩	217. 灰色中层含生物碎屑灰岩	泥质岩	滩间					
		216	10.87	357.94	泥质岩	216. 灰色、深灰色中层夹薄层和中层的含生物碎屑灰岩与生物碎屑灰岩不等厚互层,生物屑主要为髓等有孔虫类	泥质岩	滩间					
		215	16.46	347.08	泥质岩	215. 灰色、深灰色中-厚层含生物碎屑灰岩与生物碎屑灰岩互层,前者主要含髓及其他有孔虫类,少量珊瑚,腕足介壳,海百合茎等	泥质岩	滩间					
		214	12.4	330.61	泥质岩	214. 灰色-深灰色块状生物碎屑灰岩,含丰富的髓等有孔虫化石,还见珊瑚,海百合茎,腕足介壳等	泥质岩	滩间					
		213	14.61	318.21	泥质岩	213. 灰色-深灰色厚层状-块状大瘤状灰岩与瘤状结构灰岩层,明显的瘤状灰岩多在层间分布,而瘤状不明显的部分多在层的内部,上部含有丰富的有孔虫化石	灰岩 瘤状灰岩	滩间			PSQ6		
		212	19.45	303.80	泥质岩	212. 在底部两侧顶面和底面均见似黑色燧石层,厚约10cm左右,或层透镜体,该层岩性为灰色-深灰色厚层-块状大瘤状灰岩,瘤状结构明显程度有差别	灰岩 燧石层 燧石灰岩	滩间				HST	
		211	5.06	284.15	泥质岩	211. 灰色-深灰色含泥质-中层生物碎屑灰岩(主要为丰富髓和有孔虫),灰岩层间多夹有较厚的褐色钙质泥灰岩(最厚可达45cm),也含有较多有孔虫	泥质岩	滩间					
		210	5.42	278.10	泥质岩	210. 灰色、深灰色中层生物碎屑含泥灰岩,主要含丰富有孔虫类生物化石,并顺层集中	泥质岩	滩间					SS1
		209	12.91	273.68	泥质岩	209. 底部为中层状,其余地方为厚层块状的深灰色含泥生物碎屑灰岩,灰岩间多夹褐色含生物碎屑泥质灰岩,富含丰富的髓化石,顶部块状灰岩中泥质减少,为生物碎屑灰岩,其生物化石(特别是髓和有孔虫)丰富,且见颗粒结构	泥质岩	滩间					
		208	11.14	260.77	泥质岩	208. 底部中层,其余为厚层-块状生物碎屑含泥灰岩	泥质岩	滩间					
		207	9.87	249.62	泥质岩	207. 底部为灰色-深灰色中层夹薄层生物碎屑灰岩(0.8米厚),向上为中-厚层状含泥生物碎屑灰岩,生物碎屑中见大量有孔虫,海百合茎等化石,并时顺层密集分布,灰岩中海见有刺毛、珊瑚、腕足、介壳等化石,有时见溶蚀孔	泥质岩	滩间					
		206	5.5	239.76	泥质岩	206. 下部中层状,上部块状,含燧石结核含生物碎屑结核泥质灰岩,燧石结核大(可达10-30cm),黑色,泥质灰岩中含髓、刺毛类、海百合茎、腕足介壳等化石	泥质岩	滩间				PSQ5	
205	5.72	234.20	泥质岩	205. 下部厚层块状,上部中-厚层含小燧石结核的生物碎屑灰岩,燧石结核不规则状,常风化为土状	泥质岩	滩间							
204	7.94	208.34	泥质岩	204. 灰色厚层-块状含褐色泥质条带的生物碎屑灰岩,泥质条带不规则不稳定分布,常围绕钙质团分布,致使岩石呈“似瘤状”	泥质岩	滩间							
203	6.95	200.40	泥质岩	203. 灰色厚层生物碎屑灰岩夹深灰色薄层含生物碎屑灰岩	泥质岩	滩间							
202	3.13	228.54	泥质岩	202. 灰色中-厚层互层的“似瘤状灰岩”(具瘤状结构,但泥质成分不多),含生物碎屑丰富	泥质岩	滩间							
201	193.45	193.45	泥质岩	201. 灰色中层状含生物碎屑灰岩,含不规则褐色钙质泥岩	泥质岩	滩间							
199	10.83	182.52	泥质岩	199. 灰色中厚层含燧石结核灰岩,含生物碎屑,髓等化石	泥质岩	滩间							
198	2.09	182.52	泥质岩	198. 深灰色、灰黑色中层生物碎屑灰岩,夹褐色薄层生物碎屑泥质灰岩,含珊瑚,髓,腕足,腕足介壳,海百合茎	泥质岩	滩间							
197	28.12	180.43	泥质岩	197. 深灰色中-薄层生物碎屑灰岩,及褐色钙质泥岩,含三叶虫,苔藓虫,珊瑚,腕足,海百合茎化石	泥质岩	滩间				PSQ4			
196	9.13	192.31	泥质岩	196. 灰色厚层块状生物碎屑灰岩,含髓足,苔藓虫,珊瑚等化石,中部厚层灰岩中含有大的黑色燧石结核,可达15*50cm大小	泥质岩	滩间							
195	14.88	143.16	泥质岩	195. 该层岩性基本同,二者是以其间的仅1米总厚的薄层状含泥灰岩	泥质岩	滩间							
194	18.28	128.3	泥质岩	194. 深灰色中层生物碎屑灰岩夹较多的褐色薄层(夹泥比可达3:1)钙质泥岩,泥岩若单层厚度可达40cm,但横向厚度变化大	泥质岩	滩间							
193	19.93	110.02	泥质岩	193. 深灰色中-薄层生物碎屑灰岩,灰岩层间多夹有褐色钙质泥岩	泥质岩	滩间							
192	4.7	90.09	泥质岩	192. 深灰色燧石条带中层灰岩,含生物碎屑,燧石条带,为黑色,厚可达十余厘米,顺层延伸可达1m	泥质岩	滩间							
191	13.01	85.39	泥质岩	191. 深灰色、灰黑色厚层状大瘤状灰岩,及泥质和钙质沉积分布特征如瘤状灰岩,但钙质团块稀疏,大	灰岩	滩间				PSQ2			
190	16.41	72.38	泥质岩	190. 深灰色厚层中层含生物碎屑微晶灰岩,局部含有较多泥质(显示细密的深纹层理),含有珊瑚化石少量,也含有少量的髓化石	生物碎屑灰岩	滩间							
189	3.68	55.97	泥质岩	189. 灰色、深灰色中层泥质灰岩,夹褐色钙质泥岩	泥质岩	滩间							
188	8.14	52.72	泥质岩	188. 底部为30cm厚的灰色中层石英细砂岩,向上为深灰色-黄灰色页岩	泥质岩	滩间							
187	2.27	44.14	泥质岩	187. 下部为灰色薄层石英砂岩夹褐色页岩,中部为黄灰色、灰白色粘土岩,上部为不均匀的灰色、深灰色页岩	泥质岩	滩间					PSQ1		
186	1.1	41.87	泥质岩	186. 下部为深灰色薄层中细粒石英砂岩,夹少数深灰色粗砂质页岩,中上部为黑灰色页岩夹深灰色极薄层石英砂岩	中细粒石英砂岩	前滨							
185	2.4	39.22	泥质岩	185. 下部为中-厚层黑色中细粒石英砂岩,中上部为黑色页岩夹黑色极薄层石英砂岩	中细粒石英砂岩	前滨							
184	26.37	37.12	泥质岩	184. 下部灰色,黄灰色薄层中细粒石英砂岩,中上部为灰黑色页岩	中细粒石英砂岩	前滨							
183	26.37	37.12	泥质岩	183. 灰白色中层夹厚层中细粒石英砂岩,夹灰黑色页岩	中细粒石英砂岩	前滨							
182	10.75	10.75	泥质岩	182. 黄灰白色薄层夹中层中细粒石英砂岩	中细粒石英砂岩	前滨					LST		

图 2 贵阳平塘甘寨 PSQ1-PSQ7(中二叠统)层序特征

Fig.2 PSQ1-PSQ7 (middle Permian) stratigraphic sequence characteristics of Ganzhai in Pingtang, Guiyang

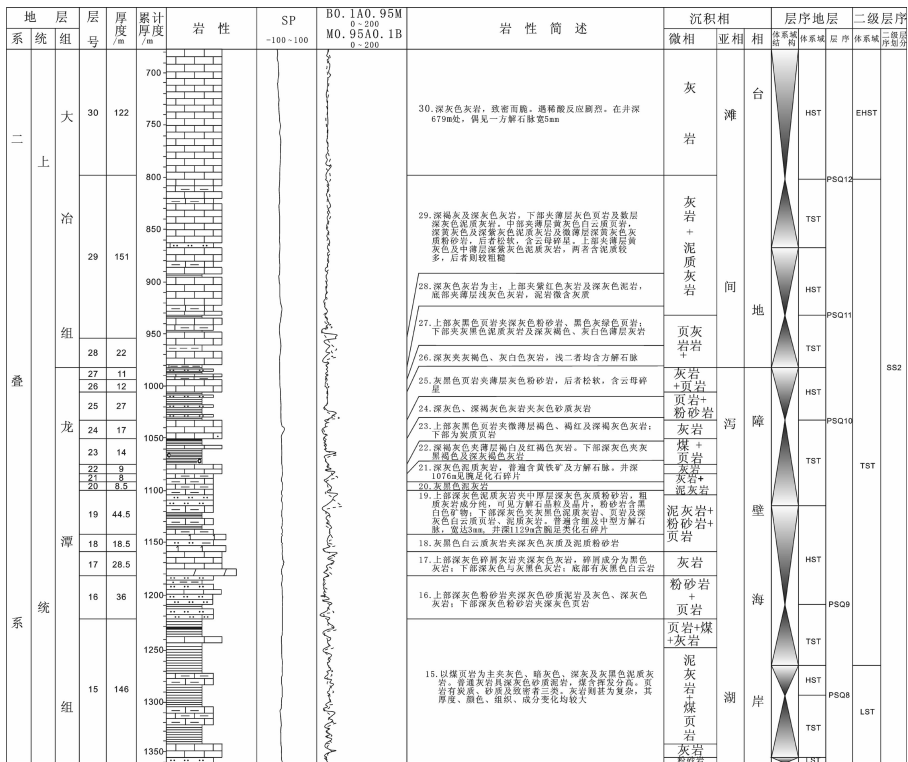


图 3 黔南坳陷安参井 PSQ8-PSQ12(上二叠统)层序特征

Fig.3 PSQ8-PSQ12 (Upper Permian) stratigraphic sequence characteristics of Ancan well in South Guizhou depression

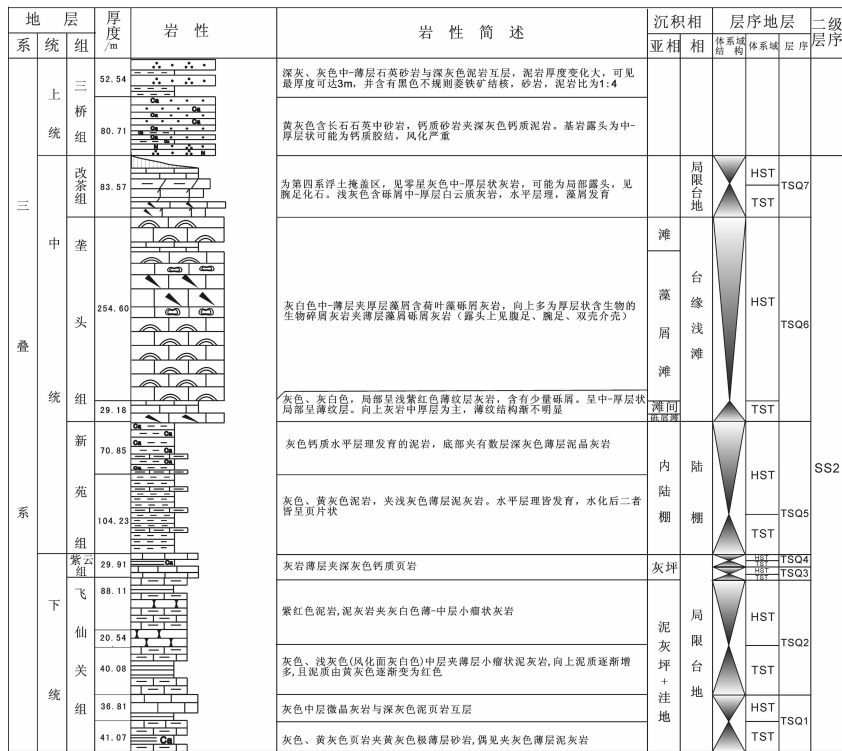


图 4 黔南桂中地区 TSQ1-TSQ7(三叠系)层序特征

Fig.4 TSQ1-TSQ7 (Triassic) stratigraphic sequence characteristics of south Guizhou-middle Guangxi area

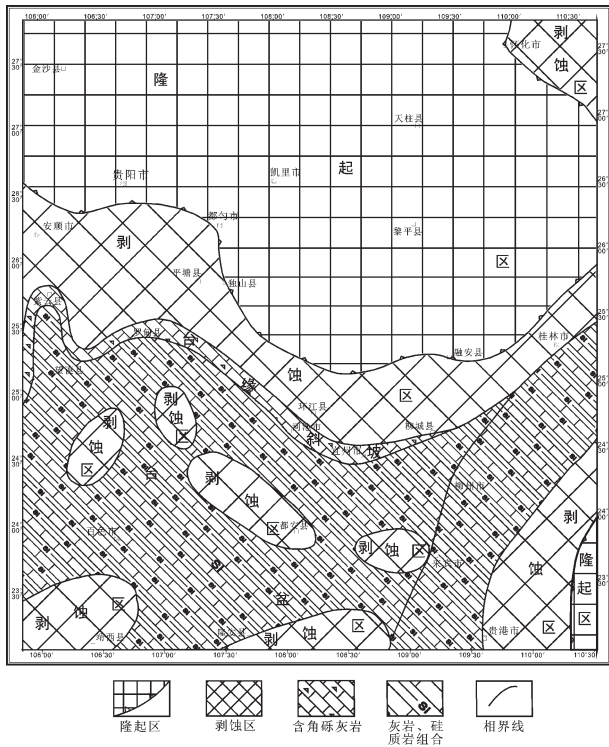


图 5 黔南桂中地区 SS1 低位期构造层序岩相古地理图
Fig.5 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS1 lowstand system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

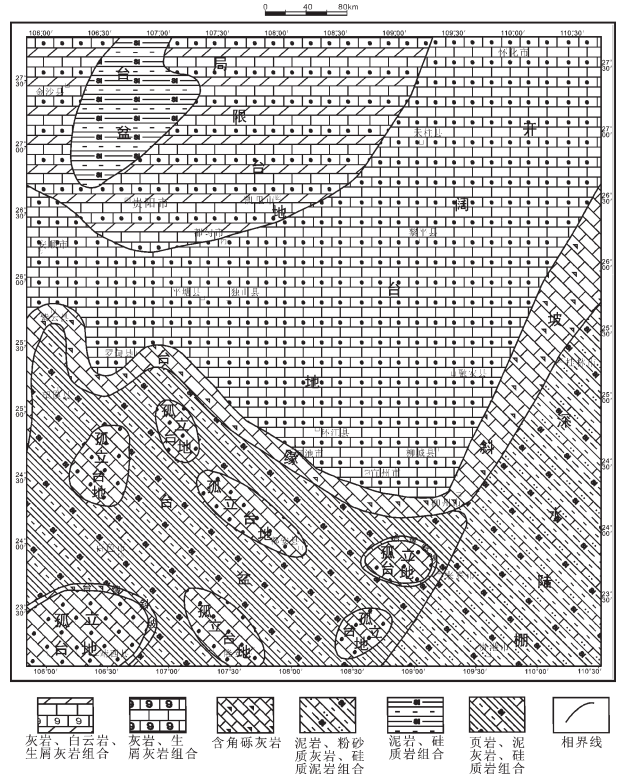


图 6 黔南桂中地区 SS1 海侵期构造层序岩相古地理图
Fig.6 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS1 regression system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

岩,为混屑浊积岩沉积,其台地隆起沉积被剥蚀。

海侵期(SS2TST,晚二叠世中晚期即乐平统长兴阶,图 9):主体为开阔台地-局限台地沉积。在贵阳—都匀—剑河一带为台盆,其发育硅质岩、泥质灰岩、页岩。沿台地南部边缘紫云—罗甸—河池—柳州—桂林一线,发育宽约 3.7 km 的台地边缘滩、礁及前缘斜坡,其岩性以含角砾灰岩为主。再往南仍然为台盆相间的沉积格局,台盆内主要发育硅质岩、页岩、泥灰岩,孤立台地上主要发育灰岩及生物碎屑灰岩。

高水位期(SS2HST,早中三叠世):高水位早期(即早三叠世印度阶和奥伦尼克阶,图 10),研究区范围内沉积格局没有发生明显变化,黔南地区仍然以局限台地和开阔台地相为主岩性较为复杂,以灰岩、白云岩、鲕粒灰岩和泥灰岩为主,向南则是以含角砾灰岩为主的台缘斜坡相。再向南则是台盆相间的沉积格局,孤立台地主要发育生物碎屑灰岩,台盆内岩性则以砂泥岩互层为主。

到了高水位晚期(即早三叠世安尼阶和拉丁阶,图 11),由于海水大面积南撤,印支运动的影响表现更为明显,研究区沉积了一套巨厚的陆源碎屑浊积

岩。岸线则迁移到黎平县一带。以砂泥岩为主的障壁海岸相出现。研究区以陆棚沉积为主,主要发育泥岩、砂岩、页岩等碎屑岩沉积,也发育灰岩。孤立台地的范围明显减小,台盆内位砂泥岩互层。

4 盆地演化与沉积充填过程

大量研究显示,研究区在早二叠世晚期大部分地区被隆起剥蚀,中二叠世海侵几乎淹没了整个研究区,成为晚古生代的最大海泛期,出现海西—印支期最强烈的基性火山喷发作用,局部的海西褶皱运动,并导致部分盆地的构造性质发生改变,以及随之而来的海侵范围缩小,隆起区逐渐扩大。东吴运动以后,晚二叠世的盆地展布仍保持前期特点,弧后裂谷盆地依然存在。直到早三叠世,研究区的构造格架才发生显著变化,其主要特点是出现挤压性的前陆盆地(图 12) [18-22]。

虽然前人对黔南桂中地区的构造演化、古地理格局的研究较多,并提出了经典的台-盆相间的模式。本文通过对研究区内钻井和野外露头的层序地层分析,以及以体系域编制的层序-岩相古地理图,

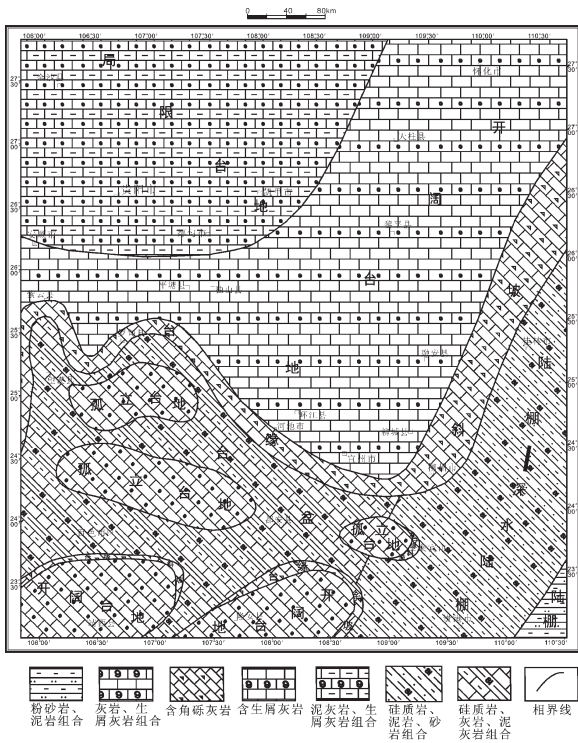


图7 黔南桂中地区 SS1 高位期构造层序岩相古地理图
Fig.7 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS1 highstand system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

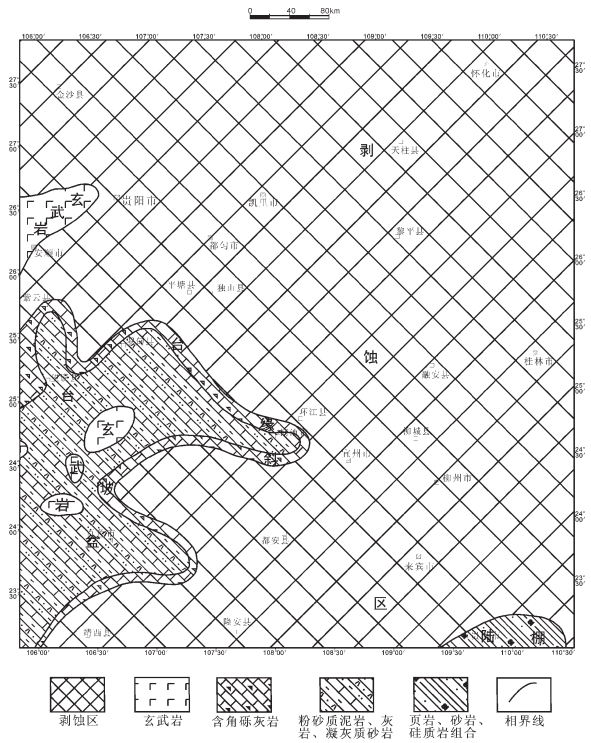


图8 黔南桂中地区 SS2 低位期构造层序岩相古地理图
Fig.8 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS2 lowstand system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

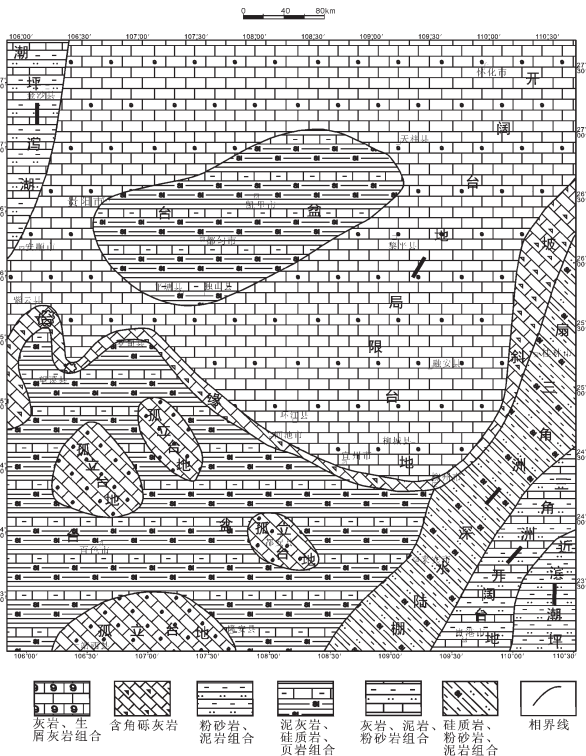


图9 黔南桂中地区 SS2 海侵期构造层序岩相古地理图
Fig.9 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS2 regression system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

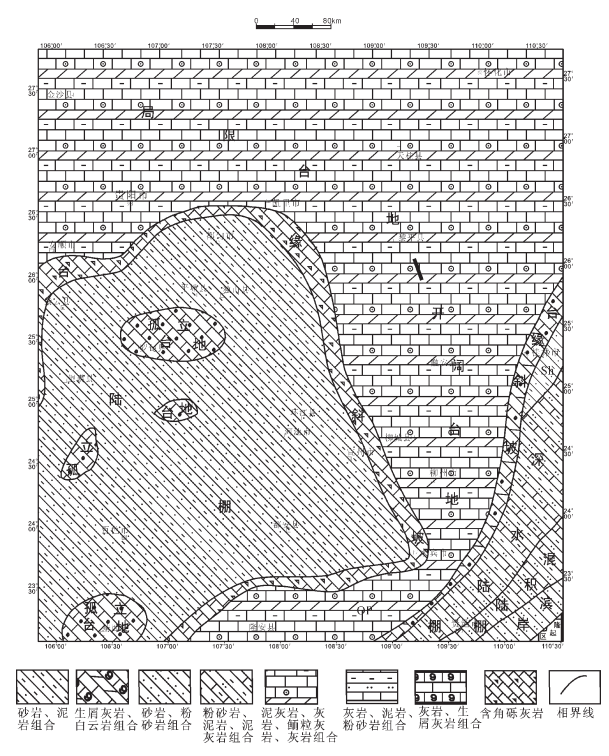


图10 黔南桂中地区 SS2 高位早期构造层序岩相古地理图
Fig.10 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS2 early highstand system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

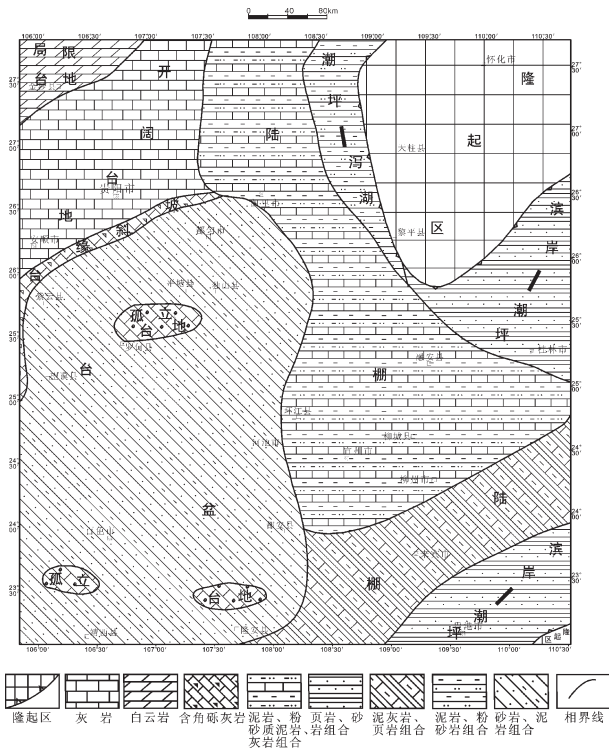


图 11 黔南桂中地区 SS2 高位晚期构造层序岩相古地理图
Fig.11 Sequence lithofacies-paleogeographic map of SS2 late highstand system tracts in south Guizhou-middle Guangxi area

进一步揭示了不同时期的古地理格局虽然具有一定的继承性,但是在相对海平面变化过程中,沉积相带展布和隆起剥蚀区具有明显的差异。被动陆缘裂谷盆地阶段和弧后裂谷盆地阶段的沉积充填为一动态演化过程,即低位期为盆-隆相间期,海侵期为台-盆相间的建设期,高位期形成典型的台-盆相间沉积格局。直到中三叠世,由于受印支运动的影响,研究区的沉积格局发生了明显的转变,结束台-盆相间的沉积格局,转化为前陆盆地的浊积岩沉积(图 13)。

被动陆缘裂谷盆地阶段:早二叠世晚期,由于受到北西、北东两组方向的同沉积断裂控制,形成了典型的破裂型克拉通边缘,同时由于海平面下降的影响,研究区大部分地区暴露剥蚀,仅在地堑区充填 SS1 超层序的低位体系域。中二叠世早期,由于海平面上升,黔南地区以开阔-局限台地为主,沿紫云—罗甸—宜州—柳州—桂林一线发育了台地边缘斜坡沉积,其南侧发育了一系列孤立台地,向南至桂中地区则呈现台-盆相间的沉积格局,形成了 SS1 超层序的海侵体系域。中二叠世晚期,海域进一步扩大,

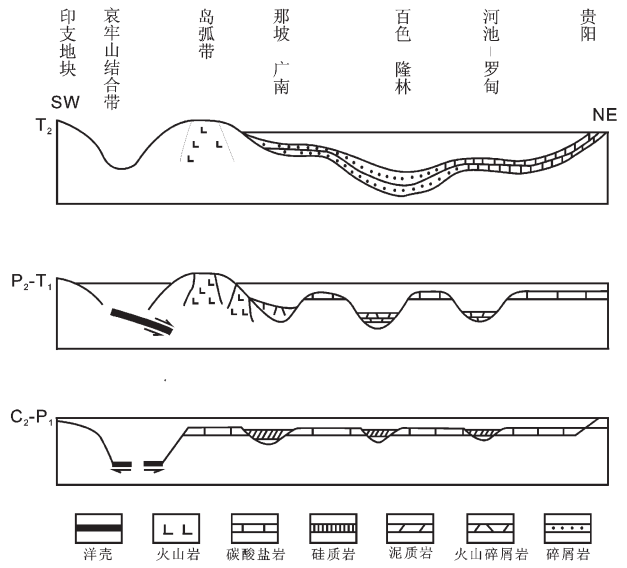


图 12 右江盆地演化示意图(据曾允孚,1995,略改)^[18]
Fig.12 Evolution of Youjiang basin (modified after Zeng Yunfu, 1995)^[18]

成为晚古生代的最大海泛期,由于台地的镶边作用,台盆相间格局明显,形成了 SS1 超层序的高位体系域。海西晚期发生的东吴运动,是盆地拉张裂陷达到高峰的表现,盆地逐渐向弧后裂谷盆地过渡。

弧后裂谷盆地阶段:晚二叠世早期,即茅口末期由于东吴运动的影响,地壳剧烈上升,海平面下降,研究区大部地区隆升暴露,仅在西南部的深水台盆区发育 SS2 超层序的低位体系域。晚二叠世中晚期,随着海平面上升,隆升暴露区再次被海水侵没,黔南地区又呈现台地相为主,沿台地南部边缘紫云—罗甸—河池—柳州—桂林一线,发育台地边缘滩、礁及前缘斜坡。桂中地区则再次出现台盆相间格局,形成 SS2 超层序的海侵体系域。早三叠世沉积格局并没有出现大的变化,海平面持续上升,至奥伦尼克期达到最大,形成了 SS2 超层序的早期高位体系域。由于南部的钦防海槽在东吴运动时强烈褶皱(称钦防褶皱带),表明南部古特提斯洋(位于广西北部湾海域和越南境内)正在逐渐关闭、褶皱、逆冲推覆,并对钦防海槽和右江盆地形成有力的挤压。南盘江盆地强烈下拗,盆地逐渐转变为前陆盆地。

前陆盆地阶段:中三叠世,海平面下降,印支运动的影响表现更为明显,研究区沉积了一套巨厚的陆源碎屑浊积岩,形成了 SS2 超层序的晚期高位体系域。随着前陆盆地不断向东北方向迁移,这套碎屑

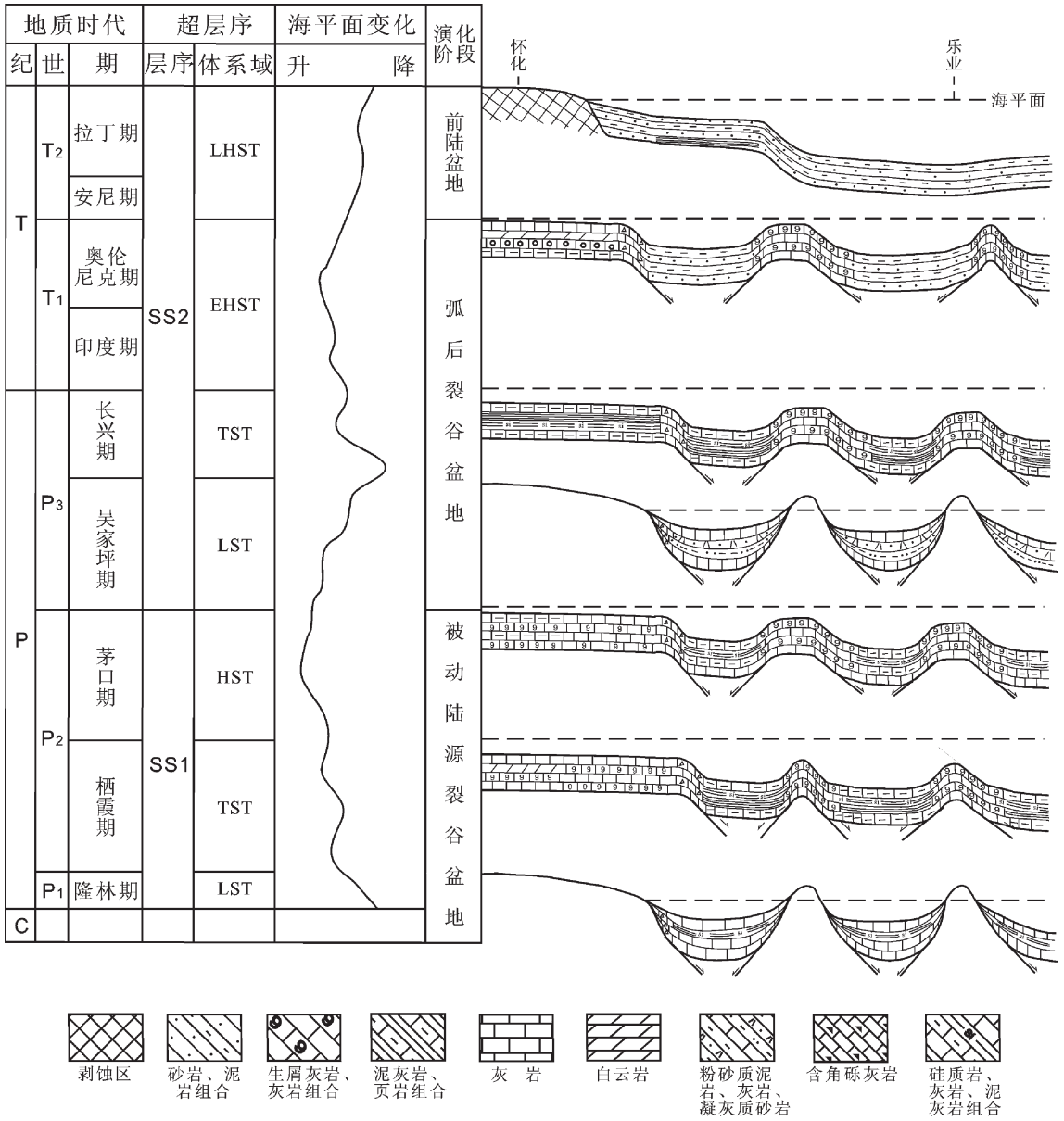


图 13 黔南桂中地区二叠纪—中三叠世盆地演化模式图

Fig.13 Basin evolution pattern from Permian to middle Triassic in south Guizhou-middle Guangxi area

沉积逐渐超覆在原上扬子南东缘的碳酸盐岩台地沉积之上。受印支运动的影响,研究区结束了台-盆相间的格局,转化为前陆盆地浊积岩沉积。

5 结论

(1)对黔南桂中地区二叠系—中三叠统的层序界面特征及成因类型进行了详细研究,研究区二叠系—中三叠统共划分出 2 个超层序,19 个三级层序,其中在二叠系中识别出 12 个三级层序,下、中三

叠统中识别出 7 个三级层序。

(2)以超层序体系域为编图单元,编制了 7 张构造-层序岩相古地理图,系统揭示了黔南桂中地区二叠纪—中三叠世不同时期的相带展布规律。黔南桂中地区二叠纪—中三叠世各超层序的低位期为盆-隆相间期,海侵期为台-盆相间的建设期,高位期形成典型的台-盆相间沉积格局。SS1 超层序低位期,研究区大部分均被暴露剥蚀,仅在黔南桂北的小部分地区维持二叠纪前的台盆古地理格局;SS1 超

层序海侵期,海域随之扩大,黔南地区发育局限台地和开阔台地相,并发育了台地边缘—台地前缘斜坡沉积,向南则出现台、盆相间的沉积格局;SS1 超层序高位期,研究区台盆相间格局更加明显。SS2 超层序低位期,由于东吴运动的影响,海平面下降,研究区大部分地区隆升暴露,仅在西南部残留台盆沉积;SS2 超层序海侵期,主体为开阔台地—局限台地沉积,向南发育台地边缘滩、礁及前缘斜坡,再往南台盆相间格局再次出现;SS2 超层序高位早期,基本延续了海侵期的沉积格局;SS2 超层序高位晚期,受印支运动的影响,研究区发育碎屑岩沉积。

(3)分析了黔南桂中地区二叠纪—中三叠世的沉积充填演化过程;SS1 超层序低位期,研究区大面积暴露剥蚀,体现出盆—隆相间的格局;SS1 超层序海侵期,由于海平面的上升,黔南地区以开阔—局限台地为主,向南至桂中地区则呈现台—盆相间的沉积格局;SS1 超层序高位期,由于台地的镶边作用,台—盆相间格局更加明显。SS2 超层序低位期,由于东吴运动的影响,研究区大部地区隆升暴露,仅在西南部残留台盆沉积,再次呈现盆—隆相间的格局;SS2 超层序海侵期至高位早期,黔南地区再次被海水淹没成为碳酸盐台地,其南重新呈现台—盆相间格局;SS2 超层序晚期高位,受印支运动的影响,研究区结束台—盆相间的格局,转化为前陆盆地浊积岩沉积。

参考文献(References):

- [1] 关士聪. 中国海陆变迁、海域沉积相与油气[M]. 北京:科学出版社, 1984:15-37.
Guan Shicong. The Changes of Land and Sea, Marine Sedimentary Facies and Hydrocarbons in China[M]. Beijing:Science Press, 1984: 15-37(in Chinese with English abstract).
- [2] 孙肇才, 郭正吾, 等. 中国南方古—中生界海相油气勘探研究[M]. 北京:科学出版社, 1993:56-88.
Sun Zhaocai, Guo Zhengwu, et al. Marine Hydrocarbon Exploration and Study of Palaeozoic Era to Mesozoic in the South of China [M].Beijing:Science Press, 1993:56-88 (in Chinese with English abstract).
- [3] 陈洪德, 田景春, 刘文均, 等. 中国南方海相震旦系—中三叠统层序划分与对比[J]. 成都理工大学学报, 2002, 29(4):355-379.
Chen Hongde, Tian Jingchun, Liu Wenjun, et al. Division and correlation of the sequences of marine Sinian system to middle Triassic series in the south of China [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2002, 29 (4):355-379 (in Chinese with English abstract).
- [4] 贺训云, 姚根顺, 贺晓苏, 等. 桂中坳陷桂中 1 井沥青成因及油气成藏模式[J]. 石油学报, 2010, 31(3):420-431.
He Xunyun, Yao Genshun, He Xiaosu, et al. Bitumen genesis and hydrocarbon accumulation pattern of Well Guizhong -1 in Guizhong depression[J]. Acta Petrolei Sinica, 2010, 31(3):420-431 (in Chinese with English abstract).
- [5] 翟光明. 中国石油地质志第十一卷 [M]. 北京:石油工业出版社, 1992:195-212.
Zhai Guangming. Petroleum Geology of China. (Vol.11) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1992:195-212(in Chinese with English abstract).
- [6] 侯中健, 陈洪德, 田景春, 等. 右江盆地海相泥盆系—中三叠统层序界面成因类型与盆地演化[J]. 沉积学报, 2000, 18(2):205-209.
Hou Zhongjian, Chen Hongde, Tian Jingchun, et al. Genesis of sequence boundary and basin evolution in Youjiang basin during the Devonian to the Middle Triassic [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(2):205-209(in Chinese with English abstract).
- [7] 郭建林, 贾爱林, 何东博, 等. 滦平上侏罗统—下白垩统扇三角洲露头层序地层学研究[J]. 中国地质, 2007, 34(4):628-635.
Guo Jianlin, Jia Ailin, He Dongbo, et al. Sequence stratigraphy of Upper Jurassic—Lower Cretaceous fan—delta outcrops in Luanping [J]. Geology in China, 2007, 34 (4):628-635 (in Chinese with English abstract).
- [8] 侯明才, 陈洪德, 田景春. 泥盆纪右江盆地演化与层序充填回应[J]. 地层学杂志, 2005, 29(1):62-70.
Hou Mingcai, Chen Hongde, Tian Jingchun. Devonian sequence filling response to the evolution of Youjiang basin [J]. Journal of Stratigraphy, 2005, 29(1):62-70(in Chinese with English abstract).
- [9] 苗顺德, 李秋芬, 欧阳诚. 黄骅坳陷古近系层序地层格架特征及模式研究[J]. 中国地质, 2008, 35(2):256-263 .
Miao Shunde, Li Qiufen, Ouyang Cheng. Paleogene sequence stratigraphic framework and model in the Huanghua depression [J]. Geology in China, 2008, 35(2):256-263 (in Chinese with English abstract).
- [10] 陈洪德, 侯明才, 林良彪, 等. 不同尺度构造—层序岩相古地理研究思路与实践[J]. 沉积学报, 2010, 28(5): 894-905.
Chen Hongde, Hou Mingcai, Lin Liangbiao, et al. Research idea and practice of tectonic—sequence lithofacies paleogeographic in diverse scales[J]. Acta sedimentologica Sinica, 2010, 28(5):894-905 (in Chinese with English abstract).
- [11] 彭勇民, 向奎, 穆同雨. 准噶尔盆地中部 2 区块高分辨层序地层研究[J]. 中国地质, 2008, 35(2):264- 272.
Peng Yongmin, Xiang Kui, Mu Tongyu. High-resolution sequence stratigraphy of Block 2 in the interior of the Junggar basin [J]. Geology in China, 2008, 35 (2):264-272 (in Chinese with English abstract).

- English abstract).
- [12] 谢利华, 林畅松, 董伟, 等. 珠江口盆地番禺低隆珠江组-韩江组高精度层序地层[J]. 中国地质, 2009, 36(2):366-377.
Xie Lihua, Lin Changsong, Dong Wei, et al. High-resolution sequence stratigraphy of Zhujiang Formation and Zhuhai Formation in Panyu low uplift of the Zhujiang River mouth basin [J]. Geology in China, 2009, 36 (2):366-377 (in Chinese with English abstract).
- [13] 罗顺社, 张建坤, 陈小军, 等. 辽西凌源地区雾迷山组沉积特征与层序地层罗顺社[J]. 中国地质, 2010, 37(2):394-403.
Luo Shunshu, Zhang Jiankun, Chen Xiaojun, et al. Sedimentary characteristics and sequence stratigraphy of Wumishan Formation in Lingyuan area, western Liaoning Province [J]. Geology in China, 2010, 37(2):394-403(in Chinese with English abstract).
- [14] 赵永刚, 陈景山, 雷卞军, 等. 川西邛崃县白马庙气田上侏罗统蓬莱镇组高分辨率层序地层分析 [J]. 中国地质, 2005, 32(4):674-681.
Zhao Yonggang, Chen Jingshan, Lei Bianjun, et al. Analysis of high-resolution sequence stratigraphy of the Upper Jurassic Penglaizhen Formation in the Baimamiao gas field, Qionglai County, western sichuan [J]. Geology in China, 2005, 32(4):674-681 (in Chinese with English abstract).
- [15] 梅冥相, 郑宽兵, 初汉明, 等. 滇黔桂盆地及邻区二叠纪层序地层格架及古地理演化[J]. 古地理学报, 2004, 6(4):401-418.
Mei Mingxiang, Zheng Kuanbing, Chu Hanming, et al. Sequence stratigraphic framework and palaeogeographical evolution of the Permian of Dian-Qian-Gui Basin and its adjacent areas [J]. Journal of Palaeogeography, 2004, 6(4):401-418 (in Chinese with English abstract).
- [16] 陈洪德, 曾允孚, 李孝全. 丹池晚古生代盆地的沉积和构造演化 [J]. 沉积学报, 1989, 7(4):85-96.
Chen Hongde, Zeng Yunfu, Li Xiaoquan, et al. Evolution of the sedimentation and tectonics of Late Paleozoic Danchi Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1989, 7 (4):85-96 (in Chinese with English abstract).
- [17] 梅冥相, 李仲远. 滇黔桂地区晚古生代至三叠纪层序地层序列及沉积盆地演化[J]. 现代地质, 2004, 18(4):555-562.
Mei Mingxiang, Li Zhongyuan. Sequence-stratigraphic succession and sedimentary-basin evolution from late Paleozoic to Triassic in the Yunnan-Guizhou-Guangxi region [J]. Geoscience, 2004, 18 (4):555-562 (in Chinese with English abstract).
- [18] 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):113-123.
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):113-123 (in Chinese with English abstract).
- [19] 马永生, 陈洪德, 王国力. 中国南方层序地层与古地理 [M]. 北京: 科学出版社, 2009:425-538.
Ma Yongsheng, Chen Hongde, Wang Guoli. Sequence Stratigraphy and Paleogeographic in the South of China [M]. Beijing: Science Press, 2009:425-538 (in Chinese with English abstract).
- [20] 王绍忠, 周红科, 杨启浩. 渤海湾埕岛东部古近系层序地层及沉积特征研究[J]. 中国地质, 2010, 37(2):404-413.
Wang Shaoshong, Zhou Hongke, Yang Qihao. Sequence stratigraphy and sedimentary characteristics of Paleogene hydrocarbon reservoirs in eastern Chengdao offshore oilfield of Bohai Gulf [J]. Geology in China, 2010, 37(2):404-413 (in Chinese with English abstract).
- [21] 柏道远, 吴能杰, 李长安, 等. 华容隆起及周缘第四纪构造-沉积特征与演化[J]. 中国地质, 2010, 37(5):1243-1256.
Bai Daoyuan, Wu Nengjie, Li Chang'an, et al. Quaternary tectonic and sedimentary characteristics and geological evolution of the Huarong uplift and its adjacent areas [J]. Geology in China, 2010, 37(5):1243-1256 (in Chinese with English abstract).
- [22] 梅冥相, 马永生, 高金汉, 等. 滇黔桂盆地及其邻区晚古生代层序地层格架及相对海平面变化[J]. 现代地质, 2002, 16(4):365-373.
Mei Mingxiang, Ma Yongsheng, Gao Jinhan, et al. Sequence-stratigraphic framework and relative sea-level changes of late Paleozoic in the Dian-Qian-Gui Basin and its adjacent areas [J]. Geoscience, 2002, 16 (4):365-373 (in Chinese with English abstract).

Sedimentary filling characteristics and evolution process from Permian to middle Triassic in South Guizhou and Middle Guangxi

ZHANG Cheng-gong^{1,2}, CHEN Hong-de^{1,2}, LIN Liang-biao^{1,2}, CHEN An-qing^{1,2}

(1.State Key Laboratory of Oil & Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2.Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: Based on identifying the sequence surface and analyzing the sequence stratigraphy of outcrops and well data, this paper regularized the stratigraphic classification of different facies from Permian to middle Triassic in south Guizhou and middle Guangxi. The Permian–middle Triassic strata in the study area can be divided into 2 super sequences and 19 third–order sequences. Taking super sequence system tracts as the mapping units, the authors drew the tectonic–sequence lithofacies paleogeographic map, which shows depositional facies distribution pattern of different stages from Permian to middle Triassic. This paper analyzed the filling processes at three evolution stages from Permian to middle Triassic in the study area, i.e., stage of rift valley basin of passive margin, stage of rift valley basin of back–arc, stage of foreland basin. On such a basis, a model of sedimentary filling and dynamic evolution during the process of relative sea level change was constructed, which shows that the lowstand period was the alternate basin–upheaval stage, the transgression period was the formation stage of alternate platform–basin, and the highstand period was the typical sedimentary pattern of alternate platform–basin during the period of the passive continental margin rift basin and the backarc rift basin from Permian to middle Triassic in south Guizhou and middle Guangxi. From middle Triassic, affected by Indosinian movement, the sedimentary pattern of alternate platform–basin was ended and transformed into the sedimentation of turbidite of foreland basin.

Key words: South Guizhou and Middle Guangxi; Permian to middle Triassic; sequence stratigraphy, sedimentary filling; basin evolution

About the first author: ZHANG Cheng-gong, male, born in 1984, doctor, engages in the study of sedimentary geology; E-mail: batistutaqqg@163.com.