

南盘江盆地中北部三叠纪深水盆地古水流方向研究

彭成名^{1,2} 王刚^{1,2,3} 陈原林⁴ 李正友¹ 薛灵文¹
杨慧^{2,5} 卢应辉⁶ 侯芸¹

(1.成都理工大学地球科学学院 成都 610059;2.油气藏地质及开发工程国家重点实验室(成都理工大学) 成都 610059;
3.国土资源部构造矿产成藏重点实验室(成都理工大学) 成都 610059;4.贵州大学资源与环境工程学院 贵阳 550025;
5.成都理工大学能源学院 成都 610059;6.江西省世纪矿业有限公司 南昌 330002)

摘要 南盘江盆地位于中国广西、贵州、云南三省毗邻地区,为晚二叠世—三叠纪期间演化的海相沉积盆地,建立在晚二叠世开始的裂谷系统基础之上,进入三叠纪中期,盆地范围进一步扩展,海水深度进一步加深,盆地内部主要沉积了一套深水复理石,晚三叠世沉积环境为前陆盆地,在盆地北部沉积有碎屑岩和碳酸盐岩建造。针对南盘江盆地中北部深水复理石沉积,测量了鲍马序列C段中的小型斜层理、爬升层理、包卷层理轴面倒向、槽模等反映古水流方向的沉积构造的产状,通过野外和室内复平面校正、古流向玫瑰花图的绘制,对研究区三叠纪古流向进行了系统研究,共获得49组古流向测量数据,通过古流向分析并结合沉积环境演化特征,对南盘江盆地物源区进行了讨论。研究结果认为中三叠世期间盆地南部广南、底圩、八达、富宁一线物源区来自南部的越北古陆;盆地东部的巴马、龙川、望谟一线物源区来自于东部及北东的江南古陆;盆地北部物源区位于盆地西北部和北部的扬子台地内部;盆地的沉积中心位于册亨以南、潞城以北地区;隆林县城和西林县城之间、阳圩和剥隘之间存在古隆起。晚三叠世期间盆地北部古流向发生明显变化,应与构造体制的变化密切相关。

关键词 南盘江盆地 三叠纪 复理石 鲍马序列 古水流

第一作者简介 彭成名 男 1989年出生 硕士 沉积盆地分析 E-mail: pcm_1214@126.com

通讯作者 陈原林 男 硕士 E-mail: gs.ylchen14@mail.gzu.edu.cn

中图分类号 P534.51 **文献标识码** A

南盘江盆地位于中国广西、贵州、云南三省毗邻地区,即滇黔桂地区,北面为扬子地块,南面为越北地块,东南有云开地块和大明山微陆块^[1]。有人称为“滇黔桂盆地”^[2],或将其称为“右江盆地”^[3-4]、“南盘江盆地”^[5-6]。本研究的南盘江盆地地理范围为从钦杭海槽向北到“紫云—罗甸—南丹断裂带”和“师宗—弥勒—盘县断裂带”所围限的北部地区,时代为三叠纪(图1)。茅口组之上,南盘江盆地发生明显的升降运动,同时扬子地台西缘发生了被称为地裂运动或东吴运动的大规模火山活动^[7-8],南盘江盆地进入伸展及裂解环境,存在裂谷系统控制其演化过程^[9-12]。中三叠世南盘江盆地进一步发生沉降,盆地的范围进一步扩展,海水深度进一步加深,发育了一套巨厚的海相复理石沉积^[13-14]。根据中三叠统地层沉积类型将研究区地层划分为碳酸盐岩台地相、碳酸盐岩台地边缘斜坡相及盆地相。南盘江盆地中部、南部普遍缺失上三叠统地层,盆地北部沉积有碎屑岩和

碳酸盐岩建造,而对于中上三叠统的地层划分,前人做了大量工作。贵州省地质矿产局^[15]将上三叠统赖石科组下部地层单独划出,建立了上三叠统瓦窑段,杨守仁等^[16]改称上三叠统瓦窑组。汪啸风等^[17]将相当于上述“瓦窑(段)组”的地层重新命名为上三叠统小凹组。曾雄伟等^[18]认为竹竿坡组为中晚三叠世拉丁—卡尼期沉积。本文沿用陈楚震等^[19]和 Lehrmann *et al.*^[20]将本区卡尼阶划分为竹竿坡组、赖石科组,把南组,诺利阶划分为火把冲组,瑞替阶为二桥组的地层划分方式(表1)。

不同的学者对南盘江盆地广泛分布的三叠纪复理石的物源区也提出了不同的认识。贺自爱^[14]认为黔、桂中三叠世的浊流沉积的物源来自桂东南岛弧。秦建华等^[21]认为黔南桂西的浊积岩来自于盆地西南的越北古大陆。右江盆地浊积岩的物源区具有多源特征,越北古陆、江南古陆及云开古陆都是其物源区^[22]。杨超等^[23-24]对南盘江盆地东南部、中部地区

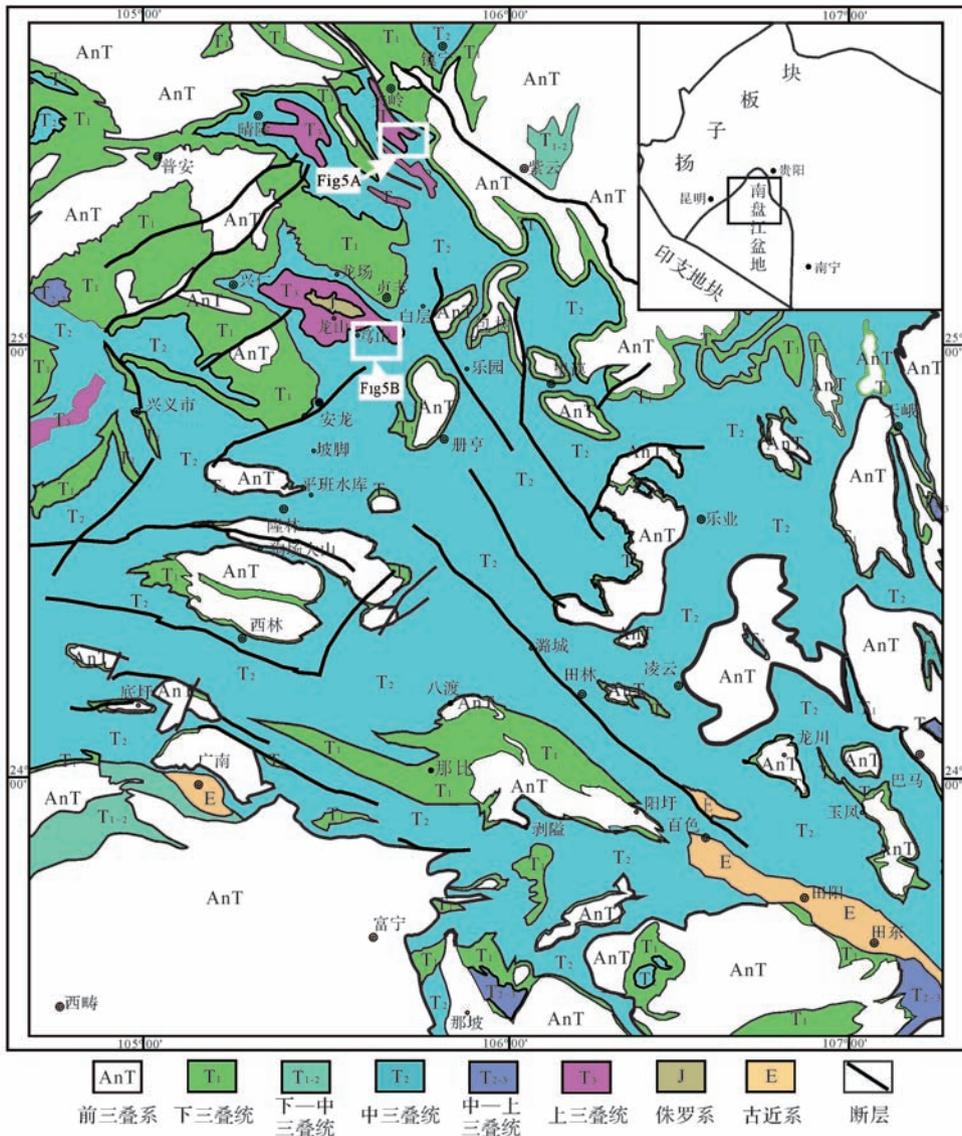


图1 南盘江盆地区域地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Nanpanjiang Basin

表1 南盘江盆地中北部地区下—上三叠统地层划分表(据陈楚震等^[19];Lehrmann^[20])

Table 1 Lower-Upper Triassic stratigraphic subdivision in middle-northern part of Nanpanjiang Basin (after Chen et al.^[19]; Lehrmann et al.^[20])

地层名称	碳酸盐岩台地相区		碳酸盐岩台地边缘斜坡相区		盆地相区	
上三叠统(T ₃)	瑞替阶		二桥组(T _{3e})			
	诺利阶		火把冲组(T _{3h})		?	
	卡尼阶		把南组(T _{3b})			
中三叠统(T ₂)			赖石科组(T _{3ls})	赖石科组(T _{3ls})		
			竹竿坡组(T _{3z})	竹竿坡组(T _{3z})		?
	拉丁阶	杨柳井组(T _{2y})	垄头组(T _{2l})	边阳组(T _{2by})	兰木组(T _{2l})	河口组(T _{2h})
下三叠统(T ₁)	安尼阶	关岭组(T _{2g})	坡段组(T _{2p})	新苑组(T _{2x})	板纳组(T _{2bn})	百逢组(T _{2bf})
	奥伦尼克阶	永宁镇组(T _{1yn})	安顺组(T _{1a})	紫云组(T _{1z})		上组(T _{1⁺})
	印度阶	夜郎组(T _{1y})	大冶组(T _{1d})	罗楼组(T _{1l})		下组(T _{1⁻})

浊积岩进行了古水流方向的测量统计,反映出古流向主要为 SEE—NWW 向,认为南盘江盆地东南侧的碰撞带是盆地物源的主要供给区。杨宗永等^[25]认为南盘江盆地复理石主要物源区应为古特提斯北缘(华南一侧)的石炭—二叠纪岩浆弧。本文在前人研究基础上,重点对南盘江盆地中北部地区三叠纪浊积岩的古流向进行了系统测量,讨论了可能的陆源碎屑物源区。

1 浊积岩沉积特征

黔南、桂西等地广泛分布(面积达 7 000 km²)三叠纪复理石沉积^[13-14]。早三叠世浊积岩分布在广西西林、阳圩等地,岩性为薄层状灰绿色泥岩、粉砂岩呈韵律性产出,发育厘米—分米级鲍马序列 CDE 段组合,显示浊积扇外扇沉积特征,粉砂岩中见粒序层理、小型斜层理、爬升层理等(图 2A、图 3A)。桂西地区中三叠统板纳组为中薄层状灰色细砂岩、粉砂岩和泥岩呈韵律性产出,可见完整的分米级鲍马序列组合和浊积事件间歇期正常深海饥饿段凝缩沉积,以外扇沉积为主(图 2B),粉砂岩中可见平行层理、小型斜层理、包卷层理和爬升层理(图 3E、F),兰木组岩性为中厚层状灰色细砂岩、粉砂质灰色泥岩,砂体呈板状,主要是以分米级鲍马序列 AB 段组合沉积为主(图

2C),显示浊积扇内扇沉积特征,砂岩底面发育重荷膜、槽膜构造,由板纳组到兰木组可见水体变浅的总趋势。同样的,对应中三叠统由河口组向百逢组和黔南等地的新苑组向边阳组都显示水体变浅的特征。贵州贞丰龙场、关岭等地上三叠统赖石科组可见灰色细砂岩、粉砂岩及灰黑色薄层状泥岩韵律性产出,可见分米级鲍马序列 AB 段组合与 BCDE 组合重复出现,含丰富的植物碎屑化石、菊石,显示浊积扇内扇、中扇叠置现象(图 2D)。而在这些浊积岩沉积地层中古流向信息多会以特定的沉积构造形式保存下来,通过测量保存在南盘江盆地浊积岩中沉积构造的方位获得古流向和古坡向可以为解决盆地沉积物物源的供给起到重要的作用^[26]。

2 古水流数据测量及统计方法

古水流分析是进行盆地分析的重要工具^[27],本次野外工作中获得的古水流方向主要来自南盘江盆地浊积岩中的小型斜层理前积细层、包卷层理、槽膜、不对称波痕及爬升层理等。小型斜层理广泛见于南盘江盆地浊积岩鲍马序列 C 段中,在 C 段沉积时出现牵引流特征,水流携带粉砂—细砂沿海底斜坡运动向前加积,可以形成小型斜层理,一般顶部遭受侵蚀,其细层倾向代表古水流前进的方向(图 3A、B)。槽

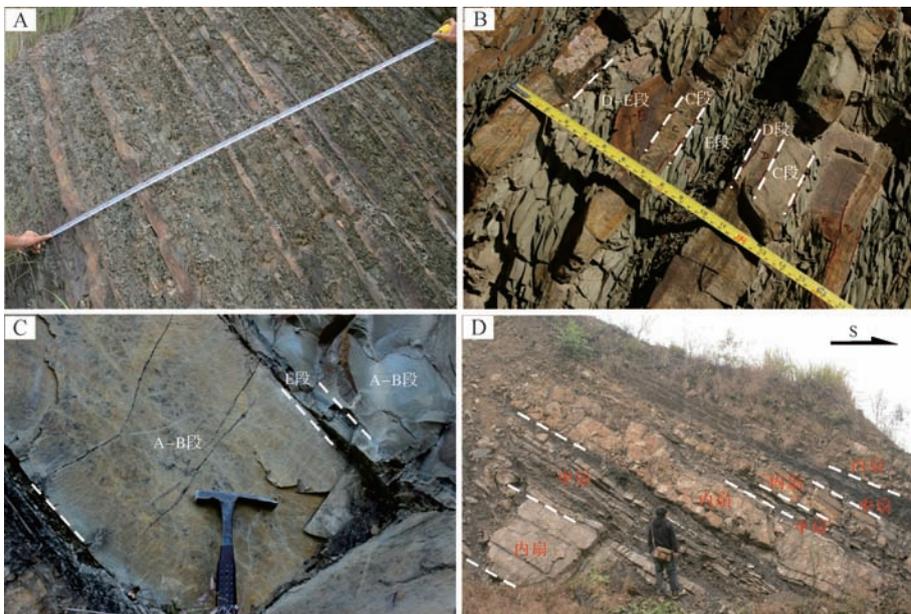


图 2 南盘江盆地三叠纪浊积岩沉积野外照片

A.广西西林县城北下三叠统二段(T_2^2)厘米—分米级浊积岩韵律层,以浊积扇外扇沉积为主;B.广西田林中三叠统板纳组(T_2^{bn})分米级鲍马序列 CDE 段沉积,以浊积扇外扇沉积为主;C.广西田林中三叠统兰木组(T_2^l)分米级鲍马序列 AB 段沉积,以浊积扇内扇沉积为主;D.贵州贞丰龙场上三叠统赖石科组(T_3^{ls})浊积扇内扇、中扇叠置

Fig.2 The outcrop pictures of Triassic turbidite deposit in the Nanpanjiang Basin

模构造多发育在南盘江盆地中三叠统板纳组、兰木组、新苑组、边阳组等浊积岩中,平面呈舌状、锥状等,大多数一端凸起逐渐向另一端变平变宽,逐渐并入底面中,古流向则由凸起处流向变平方向(图3C)^[28]。在南盘江盆地浊积岩中还可可见少量的不对称波痕,水流方向垂直波脊的走向,由于浊积岩的波痕可能是浊流带动海水流动在海底形成,也可能是深水等深流、洋流等造成,所以与海底地形高低的关系可能并不是一一对应的(图3D)。古斜坡方向的获得主要来自浊积岩鲍马序列C段中包卷层理形成的不对称褶皱的轴面倾倒方向的测量(图3E)。而在野外工作中,发育在鲍马序列C段中的小型爬升层理也可代表古水流方向,其成因为浊流携带泥、砂沿海底运动,受到局部地形隆起阻挡,在迎水面发生沉积,背对向来水方向加积而成,其细层倾向代表古水流来水方向,小

型爬升层理与小型斜层理从形态上来看还是可以区分的(图3F),但是如果野外露头较差,则小型爬升层理与小型斜层理的识别会变得困难。野外工作中可以用包卷层理形成的不对称褶皱的轴面倾倒方向等进行相互验证。

根据实际测量经验,在以鲍马序列CDE段组合为主的浊积扇中扇和外扇沉积中,容易测得小型斜层理、爬升层理、包卷层理等古水流测量标志,同时需要新鲜露头,例如,在地形切割明显地区、新开挖施工工地、道路、房屋建设地基开挖等地点。为了保证数据的可靠性,每个点采集的古水流数据多在15个以上,在区域上进行大量的数据统计,从整体上判断古水流方向^[26]。

南盘江盆地浊积岩由于受到褶皱变形的影响,野外采集的数据需要进行复平面校正,校正工作中利用

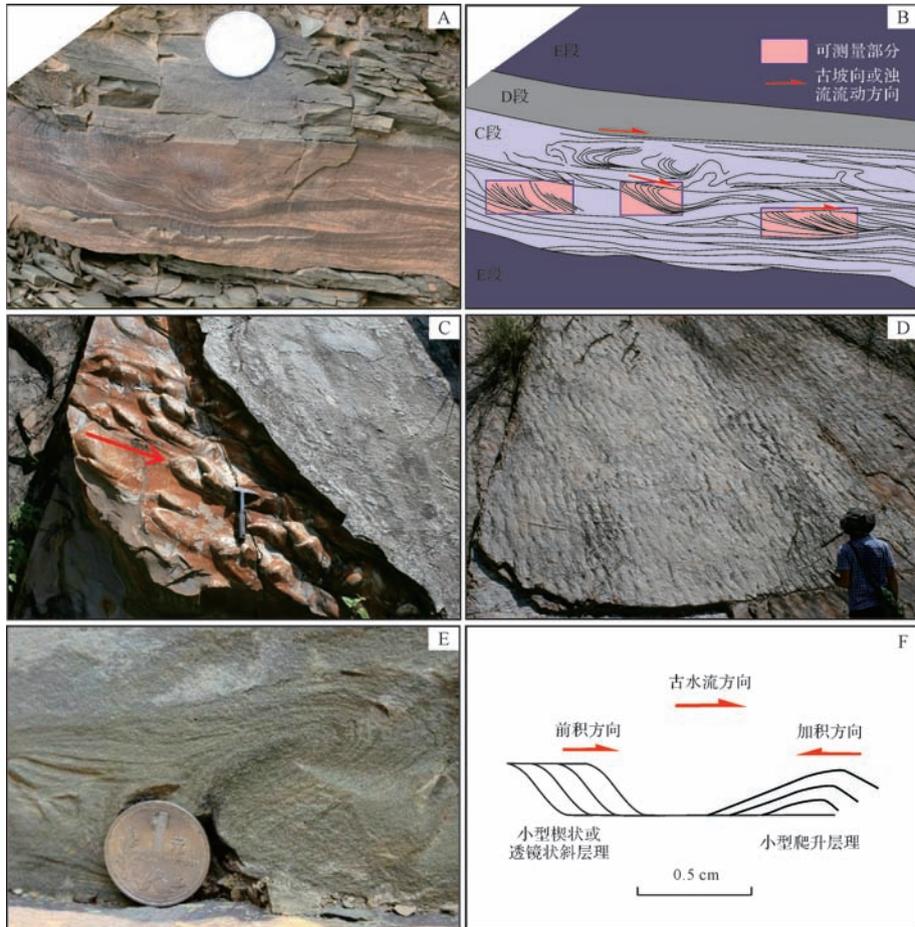


图3 古水流标志及解释

A.广西西林县城北下三叠统二段(T_2^1)浊积岩鲍马序列C段中可供测量斜层理细层露头照片;B.广西西林县城北下三叠统二段(T_2^1)浊积岩中可供测量的斜层理细层示意图;C.广西百色中三叠统百逢组(T_2^{bf})发育在浊积岩中的槽膜构造(箭头表示古水流方向,地层倒转);D.广西百色中三叠统百逢组(T_2^{bf})发育在浊积岩中波痕露头照片;E.广西西林县城北中三叠统板纳组(T_2^{bn})浊积岩鲍马序列C段中的包卷层理露头照片;F.广西西林县城北中三叠统板纳组(T_2^{bn})浊积岩鲍马序列C段中的小型斜层理和小型爬升层理示意图。

Fig.3 Paleocurrent marks and interpretations

成都理工大学地球科学学院陶晓风教授团队的自编软件,对测量的斜层理细层产状等进行复平面校正,然后将校正的数据输入由澳大利亚昆士兰地球科学学院编制的 PC99 玫瑰花图软件,本文按照 Woolfe *et al.*^[29]、Stewart *et al.*^[30] 和刘志飞等^[31] 对 PC99 玫瑰花图软件使用方法的介绍进行操作,将玫瑰花图的花瓣宽度设置为 10°,半径比例尺设置为线性。

3 古水流数据统计结果

野外工作中共在 49 个地质点采集 49 组原始数据(表 2),原始数据经过复平面恢复后,将校正后的数据绘制成玫瑰花图标注在相应的地理位置绘制成古流向平面分布图(图 4)。

从已经获得的古水流数据统计来看,隆林狗场大山以北、隆林县城、平班水库等地区(点 Np17、Np18、

Np19、Np20、Np21、Np22、Np23),中三叠世古流向自南向北,在安龙坡脚以南古水流(点 Np15、Np16)则以向南为主。西林县城以南地区(点 Np24)早三叠世晚期古流向为由北向南,广南、底圩、滇桂省界以北地区,中三叠世浊积岩的古流向(点 Np27、Np28、Np29、Np30、Np35)为自南向北,其中在点 Np29 测量的包卷层理指示的古坡向为 NWW(图 4)。田阳至巴马,中三叠世古流向(点 Np38、Np39、Np46)主要向北西方向,百色龙川以南古水流为南西方向(点 Np36、Np37)。田林—潞城一线,古水流方向主要为北西方向(点 Np25、Np26、Np31、Np32)。阳圩以北,古水流方向(Np33、Np34)主要朝北,剥隘地区中三叠世的古流向有的朝南(点 Np40、Np41、Np44)、部分近东西向(点 Np42、Np43)。富宁—那坡等地之间的古流向主要朝北(点 Np47、Np48、Np49)(图 4)。

表 2 南盘江盆地中北部三叠系古水流统计表

Table 2 Paleocurrent data of Triassic in middle-northern part of the Nanpanjiang Basin

序号	地点	地层	测量标志	地层产状	原始测量标志产状	复原后古流水方向
1	Np1	T ₃ b	小型斜层理	96∠43	58∠45, 37∠42, 54∠42, 55∠50, 55∠40, 58∠42, 75∠59, 55∠46, 60∠43, 55∠48, 68∠50, 75∠52	356, 342, 348, 4, 349, 43, 356, 352, 0, 15, 28
2	Np2	T ₂ by	爬升层理	195∠82	194∠58, 199∠62, 208∠60, 206∠58, 189∠66, 178∠58, 186∠68, 198∠60, 191∠78, 202∠82, 209∠79, 207∠80, 201∠87, 216∠81, 202∠78, 197∠82, 203∠83, 202∠84, 201∠86, 204∠85, 207∠87	197, 184, 167, 173, 214, 225, 225, 239, 106, 105, 118, 115, 74, 109, 136, 105, 98, 89, 71, 87, 82
3	Np3	T ₃ ls	槽膜			110, 119, 108, 112, 105, 193, 105
4	Np4	T ₂ by	小型斜层理	52∠42	75∠38, 68∠42, 72∠44, 80∠40, 85∠25, 84∠14, 100∠15, 86∠16, 84∠32, 100∠30, 85∠35, 82∠40	167, 148, 141, 159, 199, 218, 212, 215, 183, 184, 175, 160
5	Np5	T ₂ by	小型斜层理	172∠32	178∠46, 174∠46, 178∠44, 179∠45, 182∠53, 171∠42, 173∠52, 176∠48, 185∠48, 184∠46	187, 176, 189, 191, 192, 165, 173, 181, 203, 203
6	Np6	T ₃ ls	小型斜层理	228∠32	225∠36, 218∠49, 212∠45, 215∠50, 215∠38, 222∠48, 212∠53, 210∠52, 223∠47, 224∠45, 220∠43, 223∠48, 219∠47, 218∠50, 214∠49, 218∠47, 220∠48	203, 203, 184, 197, 171, 212, 194, 189, 214, 215, 200, 214, 203, 204, 194, 201, 207
7	Np7	T ₂ by	小型斜层理	207∠32	200∠32, 195∠29, 185∠42, 187∠44, 185∠53, 188∠32, 165∠37, 184∠42, 186∠25, 198∠54, 200∠53, 197∠58, 193∠58, 201∠66, 202∠58, 194∠48, 191∠50, 189∠49, 194∠48	203, 203, 184, 197, 171, 212, 194, 189, 214, 215, 200, 214, 203, 204, 194, 201, 207
8	Np8	T ₃ ls	小型斜层理	12∠55	3∠39, 5∠38, 346∠38, 0∠46, 355∠46, 343∠44, 355∠46, 0∠48, 358∠50, 12∠46, 355∠42, 0∠52, 352∠51, 357∠55, 346∠42, 358∠52, 0∠42, 359∠38	211, 206, 231, 234, 242, 246, 246, 241, 253, 261, 230, 261, 262, 277, 240, 262, 222, 243
9	Np9	T ₂ by	小型斜层理	196∠68	177∠85, 172∠87, 191∠88, 183∠87, 186∠70, 177∠70, 195∠74, 187∠86, 192∠85, 183∠75, 198∠74, 194∠83, 198∠86, 197∠83, 186∠77, 195∠80, 185∠75	145, 141, 105, 160, 116, 108, 186, 168, 205, 163, 213, 188, 202, 199, 147, 191, 162
10	Np10	T ₂ bn	小型斜层理	47∠46	40∠46, 35∠47, 24∠48, 27∠49, 30∠48, 36∠47	314, 319, 315, 321, 320, 320
11	Np11	T ₃ ls	小型斜层理	185∠36	160∠28, 165∠27, 175∠24, 181∠27, 173∠34	53, 46, 23, 26, 73

(续表)

序号	地点	地层	测量标志	地层产状	原始测量标志产状	复原后古流水方向
12	Np12	T ₂ bn	包卷层理			211,210,198
13	Np13	T ₂ bn	小型斜层理	215∠25	265∠34, 240∠28, 259∠36, 246∠35, 247∠35, 250∠37, 251∠40, 252∠39, 244∠38, 260∠42, 243∠34, 262∠40, 245∠39, 248∠37, 251∠31	250, 193, 236, 208, 209, 219, 226, 226, 221, 246, 201, 249, 214, 216, 206
14	Np14	T ₂ by	小型斜层理	6∠76	9∠67, 12∠72, 13∠73, 10∠68, 11∠69, 15∠66, 16∠72, 17∠70, 13∠73, 14∠72, 15∠67, 9∠65	169, 131, 120, 161, 152, 146, 119, 127, 120, 124, 143, 172
15	Np15	T ₂ x	小型斜层理	224∠39	220∠68, 225∠62, 232∠56, 221∠71, 231∠64, 228∠57, 224∠56, 229∠58, 235∠50, 237∠59, 234∠67, 226∠65, 230∠63, 221∠57, 222∠69, 228∠30	216, 226, 246, 218, 238, 234, 224, 236, 263, 254, 243, 228, 237, 215, 220, 258
16	Np16	T ₂ x	小型斜层理	207∠50	217∠61, 217∠60, 216∠59, 206∠60, 198∠69, 207∠60, 208∠65, 206∠64, 197∠64, 208∠60, 197∠64, 204∠61, 197∠65, 202∠61, 202∠61, 202∠66	246, 249, 248, 202, 182, 207, 210, 203, 173, 212, 173, 193, 174, 185, 190
17	Np17	T ₂ by	小型斜层理	215∠88	215∠71, 220∠64, 210∠74, 221∠73, 221∠72, 230∠69, 218∠70, 216∠79, 220∠68, 217∠69, 210∠70, 208∠71, 216∠69, 205∠70, 209∠68	28, 24, 54, 14, 358, 26, 28, 21, 29, 49, 54, 32, 62, 50
18	Np18	T ₂ x	波痕			41, 36, 44, 45, 48, 34, 38, 37, 28, 34, 32, 39, 42, 35, 44, 48
19	Np19	T ₂ by	小型斜层理	170∠59	136∠46, 133∠31, 116∠31, 24∠39, 127∠36	44, 20, 25, 35, 30
20	Np20	T ₂ x	小型斜层理	182∠52	202∠35, 166∠32, 174∠40, 189∠43, 206∠46, 198∠41, 225∠43, 197∠49, 189∠49, 200∠50, 195∠53, 205∠55, 198∠44, 190∠42, 185∠46, 203∠55, 200∠54, 198∠42, 183∠42	329, 24, 24, 334, 298, 320, 302, 291, 303, 285, 270, 269, 311, 342, 342, 268, 269, 317, 358
21	Np21	T ₂ x	波痕			351, 5, 0, 7, 4, 12, 335, 0, 349, 6, 33, 15, 4, 2, 9, 12
22	Np22	T ₂ x	小型斜层理	79∠43	38∠30, 29∠31, 19∠26, 32∠36, 13∠20, 26∠35, 18∠30, 23∠31, 21∠32, 29∠46, 37∠31, 36∠31, 33∠37, 29∠51, 32∠46, 17∠30, 30∠30	305, 308, 299, 318, 289, 315, 305, 307, 335, 307, 307, 320, 342, 336, 305, 306
23	Np23	T ₂ x	小型斜层理	18∠72	195∠80, 209∠65, 200∠64, 198∠75, 201∠77, 215∠81, 205∠73, 210∠78, 197∠77, 202∠83, 194∠82, 196∠78, 212∠72, 203∠79, 201∠76	12, 32, 20, 18, 23, 51, 29, 40, 16, 27, 9, 14, 39, 28, 23
24	Np24	T ₁ ²	小型斜层理	195∠54	200∠64, 206∠59, 182∠66, 198∠74, 190∠68, 197∠80, 195∠80, 202∠81, 196∠75, 191∠70, 183∠69, 199∠75, 213∠73, 186∠71, 226∠84, 201∠75, 184∠72, 182∠69	219, 259, 148, 203, 176, 199, 195, 210, 197, 181, 156, 205, 239, 167, 245, 210, 184, 182
25	Np25	T ₂ bn	小型斜层理	15∠51	340∠43, 347∠67, 350∠55, 10∠59, 350∠65, 27∠59, 18∠68, 1∠66	256, 310, 288, 346, 311, 69, 24, 332
26	Np26	T ₂ bn	小型斜层理	25∠37	353∠54, 32∠52, 4∠59, 16∠62, 6∠64, 22∠72, 22∠61, 335∠36, 11∠55	319, 45, 342, 6, 349, 20, 18, 272, 350
27	Np27	T ₂ bn	小型斜层理	222∠71	214∠36, 241∠37, 238∠59, 220∠56, 239∠59, 219∠54, 233∠51, 241∠59, 236∠56, 237∠54, 222∠44, 210∠40, 235∠58, 210∠45, 222∠41, 214∠36	50, 23, 354, 48, 353, 50, 18, 350, 57, 42, 56, 2, 60, 42, 50
28	Np28	T ₂ bn	波痕			350, 343, 351, 339, 341, 345, 341, 352, 344, 345, 341, 338, 339, 344, 346, 340, 337
29	Np29	T ₂ bf	小型斜层理	4∠15	359∠36, 4∠37, 349∠50, 345∠53, 326∠38, 13∠46, 26∠40, 356∠48, 359∠36, 5∠40, 7∠38, 358∠51, 356∠54	355, 4, 344, 339, 308, 15, 36, 353, 35, 5, 5, 8, 356, 353
30	Np30	T ₂ bf	小型斜层理	222∠24	239∠24, 247∠35, 249∠31, 252∠20, 248∠15, 266∠44, 222∠13, 267∠46, 260∠53, 264∠56, 254∠14, 271∠45, 259∠55, 263∠12, 265∠54, 272∠54	319, 282, 295, 344, 22, 31, 39, 292, 278, 281, 8, 297, 275, 12, 283, 291

(续表)

序号	地点	地层	测量标志	地层产状	原始测量标志产状	复原后古流水方向
31	Np31	T ₂ bn	小型斜层理	190∠69	195∠65, 200∠56, 190∠60, 195∠64, 188∠62, 200∠56, 203∠65, 199∠61, 188∠57, 195∠63, 200∠64, 205∠59, 210∠60, 198∠63, 185∠57	321, 305, 10, 328, 24, 337, 300, 326, 18, 333, 310, 319, 310, 320, 29
32	Np32	T ₂ l	波痕			316, 330, 307, 317, 315, 328, 314, 315, 320, 339, 337, 332, 335, 340, 329, 335, 327, 331
33	Np33	T ₁ l	小型斜层理	35∠80	16∠70, 17∠63, 18∠63	186, 193, 194
34	Np34	T ₁ ²	小型斜层理	10∠55	13∠59, 16∠65, 3∠67, 18∠72, 2∠64, 357∠76, 358∠72, 16∠72, 5∠75, 71∠75, 351∠68, 8∠74, 355∠70, 6∠74, 3∠64, 344∠62, 353∠71	43, 39, 342, 34, 330, 338, 334, 29, 356, 96, 312, 4, 324, 358, 334, 29, 0, 322
35	Np35	T ₂	槽膜			15, 19, 11, 20, 13, 14, 18, 22, 15, 24, 22, 10, 8, 12, 16
36	Np36	T ₂ bf	包卷层理			279, 220, 250
37	Np37	T ₂ bf	槽膜			240, 243, 232, 234, 240, 233, 229
38	Np38	T ₂ bf	小型斜层理	82∠78	70∠61, 70∠60, 74∠63, 73∠62, 60∠62, 54∠70, 62∠63, 58∠57, 57∠66, 60∠67, 62∠68, 65∠63, 60∠52, 58∠51, 65∠64, 48∠63, 48∠65	293, 287, 287, 288, 310, 331, 324, 310, 304, 321, 321, 321, 306, 295, 296, 308, 321, 325
39	Np39	T ₂ bf	小型斜层理	219∠52	233∠38, 240∠41, 236∠43, 236∠42, 246∠41, 230∠52, 238∠38, 232∠39, 236∠52, 250∠54, 240∠53, 245∠51, 243∠51, 242∠54, 233∠49, 238∠53	8, 351, 350, 353, 347, 312, 2, 8, 314, 313, 312, 319, 319, 309, 328, 311
40	Np40	T ₂ bf	小型斜层理	188∠54	144∠77, 156∠65, 171∠75, 168∠70, 175∠69, 133∠61, 184∠66, 182∠69, 166∠60	297, 290, 327, 315, 327, 270, 350, 319, 280
41	Np41	T ₂ h	小型斜层理	325∠21	257∠35, 273∠28, 283∠32, 305∠26, 275∠35, 279∠23, 280∠28, 310∠24, 283∠32, 284∠23, 291∠24, 289∠23, 290∠28, 293∠28, 305∠35	225, 227, 245, 257, 241, 219, 233, 255, 245, 223, 231, 226, 243, 247, 281
42	Np42	T ₂	波痕			259, 280, 283, 275, 276, 270
43	Np43	T ₂ bf	小型斜层理	212∠26	257∠44, 251∠40, 244∠34, 249∠30, 232∠35, 224∠49, 246∠31, 230∠43, 247∠30, 240∠38, 248∠42, 238∠36, 246∠32, 235∠38, 254∠46	287, 286, 290, 306, 269, 234, 300, 250, 304, 275, 279, 277, 297, 267, 282
44	Np44	T ₂ bf	波痕			185, 175, 178, 182, 174, 175, 145, 177, 174, 170
45	Np45	T ₁	包卷层理			285, 341, 343, 354, 324, 316, 354, 37, 22, 27, 348, 334, 349
46	Np46	T ₂ bf	小型斜层理	208∠44	265∠39, 270∠37, 256∠33, 265∠30, 256∠30, 261∠29, 235∠26, 272∠35, 251∠30, 255∠28	327, 331, 336, 342, 342, 343, 357, 334, 342, 346
47	Np47	T ₂ bf	小型斜层理	68∠57	58∠69	29
48	Np48	T ₂ bn	小型斜层理	34∠47	9∠67, 19∠65, 22∠59, 27∠71, 18∠44, 35∠69, 19∠62, 12∠60, 8∠59, 18∠62, 5∠59, 7∠56, 11∠58, 19∠65, 17∠59	340, 354, 351, 18, 283, 36, 350, 333, 325, 318, 327, 354, 340
49	Np49	T ₂ bn	波痕			341, 343, 350, 336, 339, 334, 341, 334, 341, 344, 343, 338, 335, 336, 329, 325

注:①数据表格中的96∠43表示岩层倾向96°,倾角43°;②槽膜构造、包卷层理、波痕等标志在野外测量中已经经过复平面校正;③T₁l.下三叠统罗楼组;T₁.下三叠统;T₁².下三叠统二段;T₂.中三叠统;T₂x.中三叠统新苑组;T₂bn.中三叠统板纳组;T₂bf.中三叠统百逢组;T₂by.中三叠统边阳组;T₂l.中三叠统兰木组;T₂h.中三叠统河口组;T₃b.上三叠统把南组;T₃ls.上三叠统赖石科组。

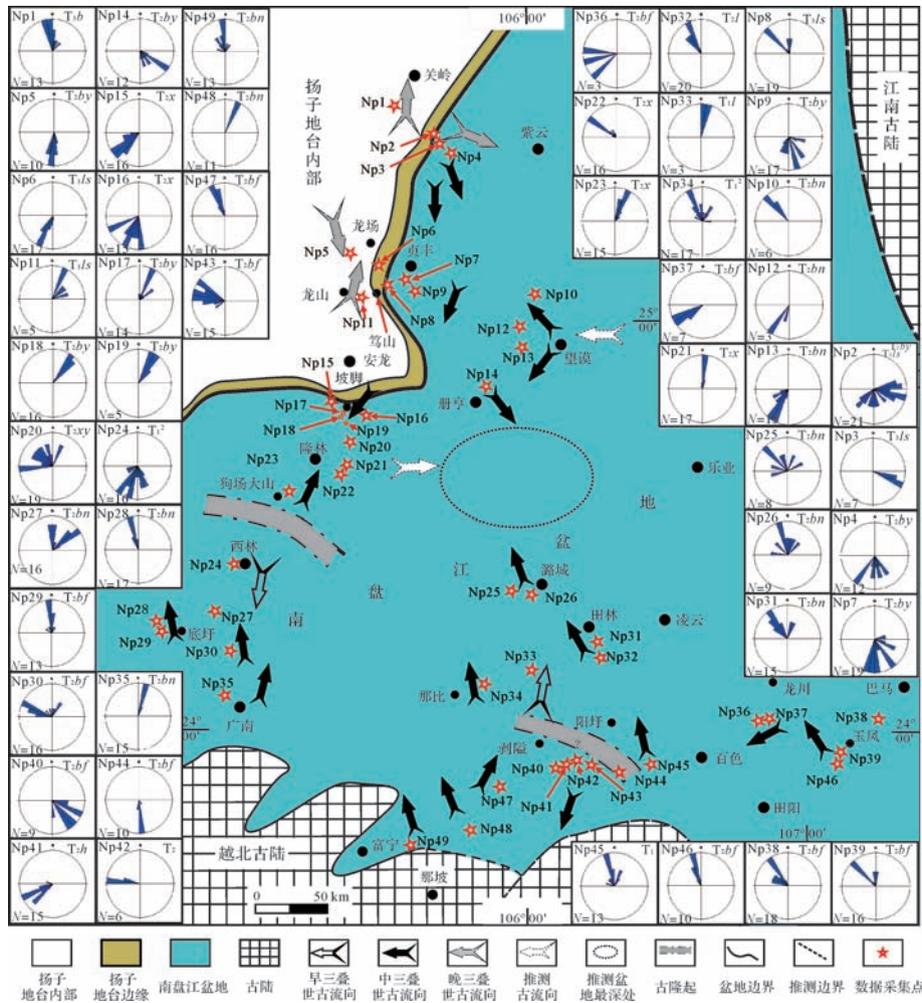


图4 南盘江盆地中北部地区三叠纪古流向玫瑰花图及古流向平面分布图

(底图据吴浩若,2003;Lehrmann等,2005和贵州地质矿产局,1980修改)^[1,20,32]

Fig.4 Paleocurrent measurement with rose plots distribute and paleocurrent flows of Triassic in middle-northern part of the Nanpanjiang Basin(modified from references Wu,2003; Lehrmann *et al.*,2005 and Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1980)^[1,20,32]

册亨、贞丰—关岭以东、望谟以西等地晚二叠世为乐运—乐园裂谷^[9],裂谷演化的基础为二叠系茅口组灰岩。提出的地质证据主要有:①覆盖于茅口组之上的中—上二叠统内部发育大量的基性火山岩;②中—上二叠统内部发育有水下重力流、滑塌堆积,地层展布上显示出—条近南北向的深水相沉积向东西两侧突变为台地相的现象;③裂谷的边界系统为北西—南东走向的同生正断层控制。乐运—乐园裂谷系统控制着望谟以北地区三叠纪复理石深水盆地的沉积分布。三叠系地层在安龙—贞丰—关岭以西,主要为浅海—潮坪相碳酸盐岩沉积,以东通过斜坡堆积进入深水盆地地区,深水区向东至望谟地区,水体相对变浅,古流向变为以南西

向为主(点 Np10、Np12、Np13),在册亨、贞丰—关岭以东、望谟以西所围限的三角形地区中,古水流方向分布表明,北部的浊积岩向南流动、北东地区的浊流向南西流动(点 Np10、Np12、Np13)、北西地区的则向南东流动(点 Np14)。原乐运—乐园裂谷范围内中三叠世以新苑组、边阳组复理石沉积为主,古水流方向主要朝南(点 Np2、Np4、Np7、Np9),晚三叠世在关岭以南地区,物源区来自南方(点 Np1)(图4)。贞丰龙场与龙山、笃山等地,上三叠统赖石科组浊积岩古流向表现出北部向南(点 Np6)、南部向北(点 Np8、Np11)的相向流动特征,北部关岭地区的关岭生物群国家地质公园上三叠统赖石科组古流向自西向东(点 Np3)(图4)。

4 认识和问题讨论

古流向结果显示,安龙与隆林之间的古水流具有相向流动的特点,反映隆林—安龙之间存在一条近东西向展布的深水槽区,同时西林—广南之间的古流向也具有相向流动的特点,暗示在隆林—西林之间存在一个古隆起,在广西西林县城北可见上二叠统吴家坪组—长兴组含生物碎屑、砾屑灰岩组成的碳酸盐岩台地边缘斜坡堆积与中三叠统新苑组一段碎屑岩沉积的角度不整合接触关系,证明早三叠世—中三叠世早期,该地区曾经遭受过剥蚀,存在古岛或陆地,与前人研究认为广西田林—隆林之间中三叠世处于隆升状态,甚至有可能暴露遭受剥蚀的认识是相同的^[32-33]。沿潞城—田林—百色—田阳一线延伸存在一个较低的槽区,古水流由两侧玉凤、龙川、阳圩等地流向槽区,而在深水槽内,古流向主要以北西方向为主,与肖彬等^[34]认为中三叠世田林等地古水流方向为NWW方向(利周至潞城方向)的认识一致的。沿剥隘、阳圩一线,可能存在一条NWW—SEE向的古隆起控制古流向,即古隆起以南古流向向南,分水岭以北古流向则向北,对中三叠世浊积岩古水流流动方向起着控制作用(图4)。富宁—那坡等地之间的古流向主要朝北显示越北古陆是南盘江盆地南部复理石的物源区,这与秦建华等^[35]、张继淹^[36]和牟传龙等^[37]研究结果是一致的。在册亨、贞丰—关岭以东、望谟以西所围限的三角形地区中古流向方向的统计结果,得出册亨以南地区,中三叠世存在一个最深的区域,册亨、贞丰白层等地存在的古隆起可以为原裂谷范围内中三叠统复理石提供陆源碎屑供给^[32-33]。而南盘江盆地北东部的物源区可能来自北东方向的江南古陆^[22,38](图4)。

南盘江盆地中三叠世处于弧后伸展环境^[14,35,39]。而对南盘江盆地的消亡过程,前人研究存在分歧。苟汉成^[13]提出上三叠统把南组、火把冲组为磨拉石粗碎屑含煤沉积。Enos *et al.*^[5]认为晚三叠世把南组、上覆火把冲组等具有海相磨拉石的特征。吕洪波等^[40]通过中三叠统浊积岩中出现大量的同沉积挤压构造,据此认为中三叠世盆地已经进入收缩挤压的演化阶段。杜远生等^[41-42]认为从早三叠世晚期—中三叠世盆地经历了前陆盆地演化阶段。晚三叠世南盘江盆地转换为前陆盆地^[14,23]。李荣西等^[43]认为由杨柳井组至竹竿坡组沉积时扬子碳酸盐台地沉积环境发生突变。梅冥相等^[44-46]提出卡尼期之后黔西南地

区逐步进入具有前陆盆地性质的演化序列。南盘江盆地上三叠统地层多在盆地北缘分布,南盘江盆地北部地区可见从碳酸盐岩台地相—台地边缘斜坡相—深水盆地相的明显相变,相变线沿着台地边缘展布,册亨以北至关岭地区相变线近于南北向展布,册亨以南至坡脚以西,相变线则转变为近东西走向。在关岭断桥、贞丰以西、坡脚、册亨等地区,均可以发现沿相变线存在脆性正断层的现象,证明相变受控于伸展变形作用,至中三叠统杨柳井组还存在相变现象。而上三叠统竹竿坡组沉积时,竹竿坡组超覆在乐运—乐园裂谷西边界之上,把近于南北向展布的相变线覆盖,上三叠统籓石科组也存在此现象(图5),在关岭以东,竹竿坡组为一套开阔台地相的微晶灰岩,超覆于中三叠统杨柳井组巨厚的碳酸盐岩台地边缘斜坡堆积之上,反映海水变浅的过程,是该地区构造体制转换的沉积响应。

上三叠统籓石科组在贞丰龙场与龙山、笃山等地和北部关岭地区的关岭生物群国家地质公园等地古流向显示,晚三叠世龙场与龙山、笃山之间存在一条近东西向展布的深水槽区。北部关岭地区的关岭生物群国家地质公园,其沉积环境同样可能为一条近东西向展布的较深水海湾或海槽^[47-49](图4)。上三叠统竹竿坡组、籓石科组以及层位更上部的火把冲组、龙头山组等在地层展布上同样显示为近东西走向的构造—沉积格局,一改之前的近南北向构造—沉积格局,证明南盘江盆地的整体构造框架至少在上三叠统竹竿坡组沉积时发生了重要的转变,这种构造框架的转变在对晚三叠世古水流的变化产生了影响(图5)。

根据盆地北缘竹竿坡组、籓石科组出现的构造框架的改变现象,推测在兰木组、边阳组沉积之后,晚三叠世期间南盘江盆地南部可能已经挤压隆升,不再接受沉积或者是曾经有上三叠统沉积,但后期造山作用将其全部剥蚀。而南盘江盆地北部地区在上三叠统竹竿坡组之后沉积框架发生变化进入了前陆盆地演化阶段。

经典的陆内造山带通常会在造山作用盛期出现一套近源快速粗碎屑陆相堆积的典型磨拉石建造,在南盘江盆地北缘并未出现,贞丰龙头山的上三叠统二桥组顶部为一套厚层块状的以脉石英、硅质岩为主的细砾岩,不含海相化石,地貌上表现为高耸的陡崖,可能是造山盛期的类磨拉石建造。说明南盘江盆地北部印支晚期的造山过程中,没有形成巨大的造山带,因而未发育巨厚的砾岩堆积。

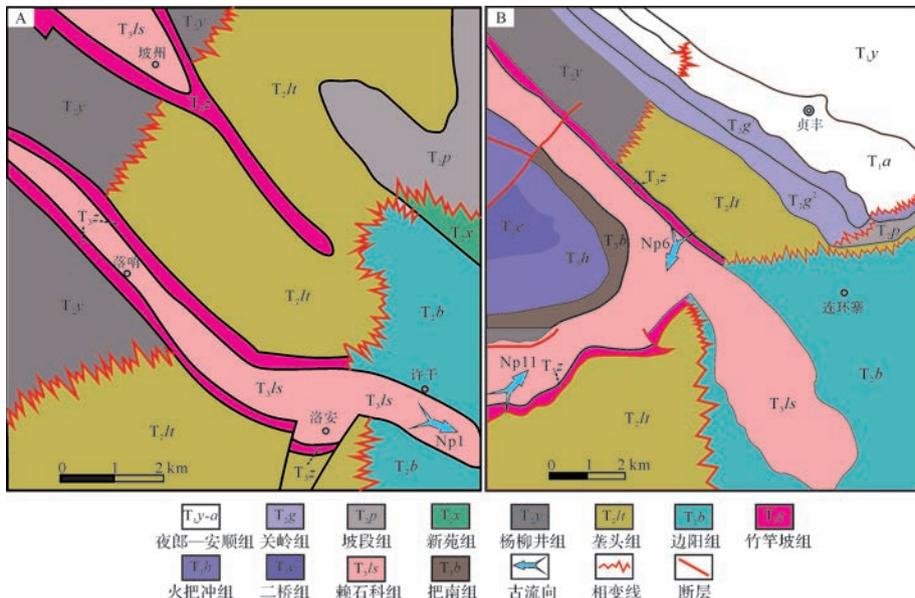


图5 南盘江盆地关岭以南、贞丰以西地区地质略图
(位置见图1,据贵州地质矿产局,1980修改^[32])

A.南盘江盆地北部关岭许干一坡州地区地质略图;B.南盘江盆地北部贞丰地区地质略图

Fig.5 Geological sketch map in the areas south to and the areas west to Zhenfeng, in northern part of the Nanpanjiang (see location in Fig.1, modified after Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1980^[32])

5 结论

(1) 发育在三叠纪南盘江深水盆地浊积岩中的小型斜层理前积细层、包卷层理、槽膜、波痕等沉积构造对古流向有着良好的指示意义,本研究展示了49组古流向测量数据。

(2) 三叠纪南盘江深水盆地浊积岩物源区在盆地的不同部位来源不同,中三叠世期间盆地南部广南、底圩、八达、富宁一线物源区来自南部的越北古陆;盆地东部的巴马、龙川、望漠一线物源区来自于东部及北东的江南古陆;玉凤—凌云—乐业—望漠一线浊积岩来自东部;盆地的沉积中心位于册亨以南、潞城以北地区;盆地内部存在的古隆起对浊积岩的古流向有重要影响。

(3) 南盘江盆地北部地区上三叠统近东西沉积展布超覆于中三叠统近于南北向展布和晚三叠世期间古流向的明显变化,应与南盘江盆地北部地区晚三叠世构造体制的变化密切相关,即南盘江盆地北部地区在上三叠统竹竿坡组沉积时进入前陆盆地演化阶段。

致谢 在野外工作中受到了中国科学院大学闫全人研究员和中国地质科学院地质研究所向忠金博士的指导,成文过程中得到了成都理工大学伊海生教

授、林金辉教授、陶晓风教授、夏国清博士的帮助,两位审稿人及本刊编辑提出了建设性的意见,在此一并表示感谢!

参考文献 (References)

- 1 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.]
- 2 赵自强, 丁启秀. 中南区区域地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 71-118. [Zhao Ziqiang, Ding Qixiu. Regional Stratigraphy of Central-South China [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996: 71-118.]
- 3 陈洪德, 覃建雄, 田景春, 等. 右江盆地层序填充动力学初探[J]. 沉积学报, 2000, 18(2): 165-171. [Chen Hongde, Tan Jianxiong, Tian Jingchun, et al. Sequence filling dynamics of Youjiang Basin, southern China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(2): 165-171.]
- 4 王新强, 史晓颖. 桂西北晚古生代乐业孤立碳酸盐岩台地沉积特征与演化阶段[J]. 古地理学报, 2008, 10(4): 329-340. [Wang Xinqiang, Shi Xiaoying. Sedimentary characteristics and evolution of the Late Paleozoic Leye isolated carbonate platform in northwest Guangxi [J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(4): 329-340.]
- 5 Enos P, Wei Jiayong, Lehrmann D J. Death in Guizhou-Late Triassic drowning of the Yangtze carbonate platform [J]. Sedimentary Geology, 1998, 118(1/2/3/4): 55-76.

- 6 刘特民,刘炳温,陈国栋,等. 南盘江盆地构造演化与油气保存区划分[J]. 天然气工业,2001,21(1):18-23. [Liu Temin, Liu Bingwen, Chen Guodong, et al. Tectonic evolution and hydrocarbon preservation region division in Nanpanjiang Basin[J]. Natural Gas Industry, 2001, 21(1): 18-23.]
- 7 梁定益,聂泽同,宋志敏. 扬子西缘东吴伸展运动[J]. 地球科学, 1994,19(4):443-453. [Liang Dingyi, Nie Zetong, Song Zhimin. Extensional Dongwu movement in western margin of Yangtze region[J]. Earth Science, 1994, 19(4): 443-453.]
- 8 罗志立,金以钟,朱夔玉,等. 试论上扬子地台的峨嵋地裂运动[J]. 地质论评,1988,34(1):11-24. [Luo Zhili, Jin Yizhong, Zhu Kuiyu, et al. On Emei taphrogenesis of the Upper Yangtze Platform[J]. Geological Review, 1988, 34(1): 11-24.]
- 9 廖朝忠,李德明. 贵州贞丰卡务晚二叠世火山岩、重力流沉积物及其地质意义[J]. 贵州地质,1984(2):15-24. [Liao Chaozhong, Li Deming. Volcanic rock, gravity current sediments of Late Permian of Kawu, Zhenfeng county, Guizhou, and its geological significance[J]. Geology of Guizhou, 1984(2): 15-24.]
- 10 柳淮之,钟白云,姚明. 右江裂谷带初探[J]. 桂林冶金地质学院学报,1986,6(1):9-19. [Liu Huaizhi, Zhong Ziyun, Yao Ming. Preliminary study of Youjiang Rift zone[J]. Journal of Guilin College of Geology, 1986, 6(1): 9-19.]
- 11 柳淮之,钟白云,姚明. 扬子地块晚古生代裂谷与地体[J]. 桂林冶金地质学院学报,1988,8(4):321-331. [Liu Huaizhi, Zhong Ziyun, Yao Ming. Late Palaeozoic rifts and terranes in the Yangtze Block[J]. Journal of Guilin College of Geology, 1988, 8(4): 321-331.]
- 12 王海舟. 桂西晚二叠世裂谷概述[J]. 广西地质,1997,10(1):7-10,36. [Wang Haizhou. Riffs of Late Permian epoch in western Guangxi[J]. Guangxi Geology, 1997, 10(1): 7-10, 36.]
- 13 苟汉成. 滇黔桂地区中、上三叠统浊积岩形成的构造背景及物源区的初步探讨[J]. 沉积学报,1985,3(4):95-108. [Gou Hancheng. Preliminary research on tectonic background and material source area of turbidite deposit formation of Middle-Upper Triassic in Yunnan, Guizhou and Guangxi provinces[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1985, 3(4): 95-108.]
- 14 贺自爱. 黔、桂中三叠世浊流沉积的形成环境[J]. 石油与天然气地质,1986,7(3):207-217. [He Ziai. Formation environment of turbidity current deposits in the Middle Triassic of Guizhou and Guangxi[J]. Oil & Gas Geology, 1986, 7(3): 207-217.]
- 15 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987:1-698. [Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional Geology of Guizhou Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987: 1-698.]
- 16 杨守仁,刘疆,张明发. 贵州西南部“法郎组”牙形石及其时代[J]. 地层学杂志,1995,19(3):161-170,198. [Yang Shouren, Liu Jiang, Zhang Mingfa. Conodonts from the "Falang Formation" of southwestern Guizhou and their age[J]. Journal of Stratigraphy, 1995, 19(3): 161-170, 198.]
- 17 汪啸风,陈孝红,程龙,等. 关岭及相关生物群沉积与生态环境的探讨[J]. 古生物学报,2009,48(3):509-526. [Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Cheng Long, et al. Sedimentary and palaeoecological environments of the Guanling and related biotas[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2009, 48(3): 509-526.]
- 18 曾雄伟,陈孝红,程龙,等. 扬子台地西南缘竹杆坝组的厘定[J]. 地层学杂志,2013,37(4):479-484. [Zeng Xiongwei, Chen Xiaohong, Cheng Long, et al. Redefinition of the Zhuganpo Formation in the Southwest Yangtze Platform[J]. Journal of Stratigraphy, 2013, 37(4): 479-484.]
- 19 陈楚震,黎文本,马其鸿,等. 西南地区的三叠系[M]//中国科学院南京地质古生物研究所. 西南地区碳酸盐生物地层. 北京:科学出版社,1979:289-336. [Chen Chuzhen, Li Wenben, Ma Qihong, et al. Carbonate Biostratigraphy of SW China. Beijing: Science Press, 1979: 289-336.]
- 20 Lehrmann D J, Enos Paul, Payne J L, et al. Permian and Triassic depositional history of the Yangtze platform and Great Bank of Guizhou in the Nanpanjiang Basin of Guizhou and Guangxi, South China[J]. Albertiana, 2005, 33(1): 149-168.
- 21 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.]
- 22 陈翠华,何彬彬,顾雪祥,等. 右江盆地中三叠统浊积岩系的物源和沉积构造背景分析[J]. 大地构造与成矿学,2003,27(1):77-82. [Chen Cuihua, He Binbin, Gu Xuexiang, et al. The provenance and tectonic settings interpretations of the Middle Triassic turbidites in Youjiang Basin[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2003, 27(1): 77-82.]
- 23 杨超,陈清华,吕洪波,等. 南盘江盆地中三叠统复理石的物源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.]
- 24 杨超. 南盘江盆地中三叠统复理石的沉积—大地构造背景探讨[D]. 青岛:中国石油大学(华东),2007:23-27. [Yang Chao. Sedimentary environment and tectonic setting of Middle Triassic flysch in the Nanpanjiang Basin, southwestern China[D]. Qingdao: China University of Petroleum (East China), 2007: 23-27.]
- 25 杨宗永,何斌. 南盘江盆地中三叠统碎屑锆石地质年代学:物源及其地质意义[J]. 大地构造与成矿学,2012,36(4):581-596. [Yang Zongyong, He Bin. Geochronology of detrital zircons from the Middle Triassic sedimentary rocks in the Nanpanjiang Basin: provenance and its geological significance[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2012, 36(4): 581-596.]
- 26 李祥辉,曾庆高,王成善. 西藏南部郎杰学群碎屑物质来源的古水流证据[J]. 地质论评,2003,49(2):132-137. [Li Xianghui, Zeng Qinggao, Wang Chengshan. Palaeocurrent data: evidence of the source Langjiexue Group in southern Tibet[J]. Geological Review, 2003, 49(2): 132-137.]
- 27 Buza J W. Paleocurrent analysis: important tool in basin analysis[J].

- AAPG Bulletin, 1987, 71(5): 535-536.
- 28 陈妍,陈世悦,张鹏飞,等.古流向的研究方法探讨[J].断块油气田,2008,15(1):37-40. [Chen Yan, Chen Shiyue, Zhang Pengfei, et al. Discussion on research methods of paleocurrent direction[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2008, 15(1): 37-40.]
 - 29 Woolfe K J, Stewart L K, Francis J E, et al. PC99: a new freeware for manipulating and graphically displaying palaeocurrent data [J]. Sedimentary Geology, 2000, 133(1/2): 1-5.
 - 30 Stewart L K, Woolfe K J, Zwart D P. A new tool for the integration, graphical presentation and comparison of files containing palaeocurrent data[J]. Computer & Geosciences, 2001, 27(3): 351-355.
 - 31 刘志飞, Stewart L K. 图形显示和比较古水流数据的一种软件(PC99),以青藏高原北部可可西里盆地新生代古水流数据为例[J].沉积学报,2002,20(2):354-358. [Liu Zhifei, Stewart L K. A software tool for graphically displaying and comparing paleocurrent data (PC99): an example utilizing paleocurrent data of the Cenozoic Hoh Xil Basin, northern Tibet [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(2): 354-358.]
 - 32 贵州省地质矿产局.《兴仁幅》、《安龙福》(1/20万)区域地质测量报告[M].1980. [Guizhou Bureau of Geology and mineral Resources. Regional Geology of Guizhou Province Geological Map of Xiangren, Anlong (geologic map scale, 1: 200000)[M]. 1980.]
 - 33 夏邦栋,刘洪磊,吴运高,等.滇黔桂裂谷[J].石油实验地质,1992,14(1):20-30. [Xia Bangdong, Liu Honglei, Wu Yungao, et al. The Yunnan-Guizhou-Guangxi rift system[J]. Experimental Petroleum Geology, 1992, 14(1): 20-30.]
 - 34 肖斌,何幼斌,王振奇,等.广西田林地区中三叠统深水沉积研究[J].中国地质,2014,41(2):450-462. [Xiao Bin, He Youbin, Wang Zhenqi, et al. A study of the Middle Triassic deep-water sediments in Tianlin area, Guangxi [J]. Geology in China, 2014, 41(2): 450-462.]
 - 35 秦建华,吴应林.黔南桂西中三叠统浊积扇、物源及板块构造[J].岩相古地理,1989,41(3):1-17. [Qin Jianhua, Wu Yinglin. Middle Triassic turbidite fan, source area and plate tectonics in southern Guizhou and western Guangxi [J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1989, 41(3): 1-17.]
 - 36 张继淹.右江三叠系复理石与印支再生地槽[J].中国区域地质,1988,7(1):29-36. [Zhang Jiyuan. Triassic flysch and Indosinian rejuvenated Geosyncline in Youjiang [J]. Regional Geology of China, 1988, 7(1): 29-36.]
 - 37 牟传龙,吴应林,谭钦银.南盘江盆地中三叠统浊积岩及其物源和大地构造背景[J].成都地质学院学报,1990,17(4):90-96. [Mou Chuanlong, Wu Yinglin, Tan Qinyin. Middle Triassic turbidites, source area and tectonic setting in Nanpanjiang Basin [J]. Journal of Chengdu College of Geology, 1990, 17(4): 90-96.]
 - 38 叶太平,刘玉平,王大鹏,等.右江盆地中三叠统砂岩 LA-ICP-MS 碎屑锆石 U-Pb 年代学[J].矿物学报,2013,33(2):194-202. [Ye Taiping, Liu Yuping, Wang Dapeng, et al. LA-ICP-MS U-Pb chronology of detrital zircon from Middle Triassic sandrock in Youjiang Basin [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2013, 33(2): 194-202.]
 - 39 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.]
 - 40 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—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. [Lü Hongbo, Zhang Yuxu, Xia Bangdong, et al. Syn-sedimentary compression on structures in the Middle Triassic flysch of the Nanpanjiang Basin, SW China [J]. Geological Review, 2003, 49(5): 449-456.]
 - 41 杜远生,黄宏伟,黄志强,等.右江盆地晚古生代—三叠纪盆地转换及其构造意义[J].地质科技情报,2009,28(6):10-15. [Du Yuansheng, Huang Hongwei, Huang Zhiqiang, et al. Basin translation from Late Palaeozoic to Triassic of Youjiang Basin and its tectonic significance [J]. Geological Science and Technology Information, 2009, 28(6): 10-15.]
 - 42 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].地质论评,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.]
 - 43 李荣西,魏家庸,肖家飞,等.黔西南地区早—中三叠世沉积岩相与 Ladinian-Carnian 期大海侵[J].长安大学学报:地球科学版,2003,25(3):1-6. [Li Rongxi, Wei Jiayong, Xiao Jiafei, et al. Early-Middle Triassic sedimentary facies and Ladinian-Carnian transgression in southwestern Guizhou province, South China [J]. Journal of Chang'an University: Earth Science Edition, 2003, 25(3): 1-6.]
 - 44 梅冥相,马永生,邓军,等.南盘江盆地及邻区早中三叠世层序地层格架及其古地理演化—兼论从“滇黔桂盆地”到“南盘江盆地”的演变过程[J].高校地质学报,2003,9(3):427-439. [Mei Mingxiang, Ma Yongsheng, Deng Jun, et al. Sequence-stratigraphic framework of the Early to Middle Triassic and evolution of sedimentary-facies and paleogeography in the Nanpanjiang Basin and its adjacent areas: Discussion on evolutionary process from the Dianqiangui Basin to the Nanpanjiang Basin [J]. Geological Journal of China Universities, 2003, 9(3): 427-439.]
 - 45 梅冥相.中上扬子印支运动的地层学效应及晚三叠世沉积盆地格局[J].地学前缘,2010,17(4):99-111. [Mei Mingxiang. Stratigraphic impact of the Indo-China Movement and its related evolution of sedimentary-basin pattern of the Late Triassic in the middle-upper Yangtze region, South China [J]. Earth Science Frontiers, 2010, 17(4): 99-111.]
 - 46 梅冥相.上扬子地区晚三叠世层序地层格架:扬子地台消亡与上扬子前陆盆地形成的地层学效应[J].地质学报,2014,88(10):1944-1969. [Mei Mingxiang. The sequence-stratigraphic framework of the Late Triassic in the upper Yangtze region, South China: stratigraphic forcing for the death of the Yangtze Platform and the birth of the upper-Yangtze foreland basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(10): 1944-1969.]
 - 47 王尚彦,王宁,罗永明,等.贵州关岭上三叠统瓦窑组中碳酸盐岩结核形成的生物作用[J].地质通报,2002,21(12):855-857.

- [Wang Shangyan, Wang Ning, Luo Yongming, et al. Biological processes for the formation of carbonate concretions in the Upper Triassic Wayao Formation of Guanling, Guizhou[J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(12): 855-857.]
- 48 孟繁松,汪啸风,陈孝红,等. 贵州关岭生物群中植物化石的发现及其意义[J]. 地层学杂志,2002,26(3):170-172. [Meng Fansong, Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, et al. Discovery of fossil plants from Guanling Biota in Guizhou and its significances[J]. Journal of Stratigraphy, 2002, 26(3): 170-172.]
- 49 李旭兵,孟繁松,王传尚. 贵州关岭生物群双壳类化石的古生态特征[J]. 中国地质,2005,32(1):41-47. [Li Xubing, Meng Fansong, Wang Chuanshang. Paleocological characteristics of fossil bivalves from the Guanling biota in Guizhou[J]. Geology in China, 2005, 32(1): 41-47.]

Triassic Paleocurrent Study in the Middle-northern Part of the Nanpanjiang Deep Basin

PENG ChengMing^{1,2} WANG Gang^{1,2,3} CHEN YuanLin⁴ LI ZhengYou¹ XUE LingWen¹
YANG Hui^{2,5} LU YingHui⁶ HOU Yun¹

(1. College of Earth Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

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

3. Key Laboratory of Tectonic Controls on Mineralization and Hydrocarbon Accumulation of Ministry of Land and Resources (Chengdu University of Technology), Chengdu 610059, China;

4. College of Resource and Environmental Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

5. College of Energy, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

6. Jiangxi Century Mining Co., LTD, Nanchang 330002, China)

Abstract: The later Permian-Triassic Nanpanjiang deep marine basin is located in the adjacent areas among Guangxi, Guizhou, and Yunnan, which developed based on the rift system during the later Permian. The space and the depth of the basin increased during the middle-Triassic and a set of deepwater flysch sediment was preserved in the basin. The environment of the basin was identified as foreland basin where there was a set of clastic and carbonate sediment in the northern part of the basin. The main study areas lie in the northern and middle part of the Nanpanjiang Basin (NPJB). Some kinds of flysch sedimentary structures can be used in the field work to get paleocurrent such as small oblique bedding, small climbing ripple bedding, convolute bedding, flute cast and so on. Based on the field measurement, stratum attitude correction and the rose diagrams drawing of paleocurrent, this article discusses the paleocurrent of the sediment during the Triassic time. 49 sets of paleocurrent data were exhibited here by which sedimentary provenances of NPJB can be constrained. During the middle Triassic time the sedimentary provenance of the southern part of NPJB (for example near Guangnan, Dixu, Bada, Funing) would be the Vietnam Block to the south of NPJB, the sedimentary provenance of the eastern part of NPJB (for example near Bama, Longchuan, Wangmo) would be the Jiangnan Block to the east, and the sedimentary provenance of the northern part of NPJB would be the inner Yangtze Platform to the north. The centre of subsidence is located at the areas south to Ceheng and north to Lucheng. Two palaeohigh belts were indentified between Longlin city and Xilin city, between Yangxu town and Boai town. The paleocurrent changed significantly during the late Triassic time at the northern part of the NPJB which was considered as a consequence of the tectonic fragment change.

Key words: Nanpanjiang Basin; Triassic; flysch; Bouma sequence; paleocurrent