

南盘江断陷区二、三叠系的 火山碎屑浊积岩——一种独特的 无海底扇浊流沉积模式

侯方浩 黄继祥*

(西南石油学院 南充)

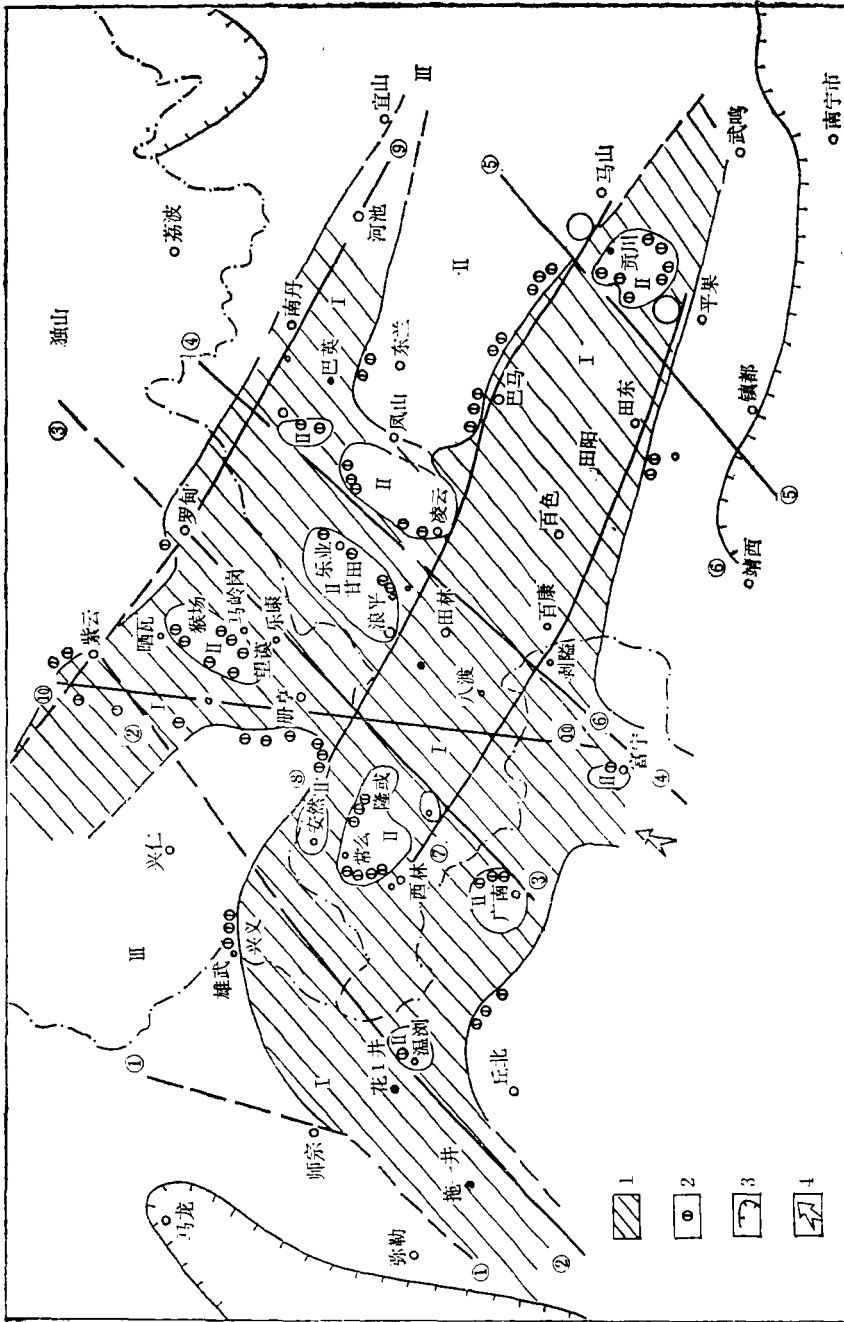
一、概 况

位于滇、黔、桂三省间的南盘江断陷区面积达十万平方公里以上,自下二叠统茅口阶顶部至下三叠统印度阶,除周边和区内的一些孤立的碳酸盐岩台地外,连续地沉积了一套火山碎屑浊积岩及其伴生的富含放射虫、硅质海绵骨针的硅质岩,区域上大致作北西向的南、北两带展布,延伸约400公里,宽30—60公里不等,并于三省交界处汇合(图1)。地层东薄西厚,以茅口阶顶部和上二叠统的火山碎屑浊积岩厚度为准,南带最东端出露于广西武鸣、灵马等地,仅厚70—100米,向西至百色阳圩厚200米左右,至田林八渡厚361.44米,至隆林岭砦厚673米,西林石炮厚675米,再西至贵州雄武厚910米,云南师宗花桂一号井厚达1400米以上;北带情况类似,东端的广西南丹龙王坡厚不足100米,向西至拥里厚127米,再西至贵州乐康厚612米,紫云卡务厚796米。

火山碎屑浊积岩分布区与碳酸盐台地毗邻区,常发育有钙角砾岩屑流层。在隆或一广南一线以西,火山碎屑浊积岩层之下有巨厚的细碧岩,云南师宗花桂一号井井下厚达1500公尺以上(夹数套钙屑重力流沉积物)。在隆或一广南一线以东,常有辉绿岩以岩席、岩墙侵入于茅口灰岩内。

晚二叠世,在南盘江断陷区周边及区内孤立的碳酸盐岩地周围,常发育有水媳、串管海绵—兰绿藻粘结岩礁或海绵障积岩、兰绿藻粘结岩。台地内上、下二叠统间有发育的铁铝岩古风化壳。上二叠统主要沉积了一套代表半局限海环境的泥晶红藻灰岩,并有数层由碳酸盐台地潮坪成煤环境下堆积的煤层和煤线及二至三期短暂抬升形成的古侵蚀面。下三叠统底部常出现叠层藻和正常浅水沉积的富含克氏蛤的粉砂岩、泥岩、亮晶生屑灰岩等。对二十余条台地上碳酸盐岩剖面所作的溶残渣分析结果,未发现任何火山碎屑物质。台地边缘斜坡沉积了巨厚的跌积边缘型钙屑岩屑流—浊流沉积物,后者延伸较

*先后参加本项工作的有我院林维澄、何远碧、荀先汉、方少仙、洪庆玉、兰光志、唐杰等;广西石油勘探指挥部的张学清、王英民、王华民、张可怀、张合奎、张焕平等。



1.火山碎屑沉积岩沉积区 2.生物礁 3.侵蚀区 4.潜水方向
 I. 断槽区 II. 台地区 III. 右陡源物混入的台地或沼泽成煤环境
 ①弥勒—盘县 ②南盘江 ③罗甸—乐康 ④向阳—利周 ⑤下塘—印茶 ⑥凭祥—富宁 ⑦西林—田东
 ⑧隆林—巴马 ⑨罗甸—河池 ⑩紫云—富宁

图1 南盘江断陷区二叠纪—早三叠世印度期活动断陷和沉积相概图

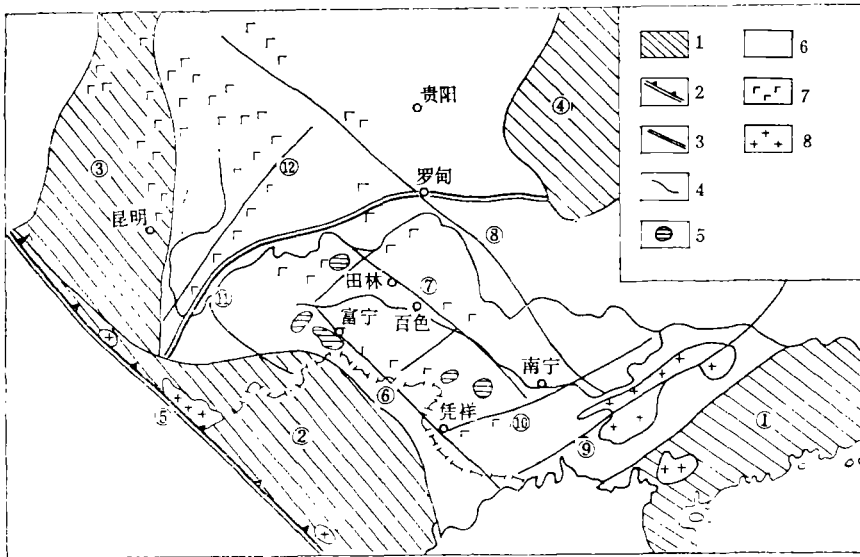
Fig. 1 Schematic diagram of active rifts and sedimentary facies of Permian-India epoch of the Early Triassic in Nanpan River rifted-settlement area

远,可与火山碎屑物质以各种比例混合和过渡。

根据火山碎屑浊积岩的展布规律,野外和室内岩石学研究,结合区域地质背景分析,我们认为:这是海西期后的陆缘断陷海盆区,由东吴运动拉张、深断裂切割形成的海槽内水下火山灰流型*凝灰岩喷发侵位再沉积的一套安山质火山碎屑浊积岩层系。

二、区域地质背景

南盘江地区跨黄汲清教授所划分的扬子准地台与东南加里东褶皱系两大构造单元过渡带上,大体上包括南盘江、红水河和右江流域一带。本文研究的重点区是由两组北东和北西向断裂围限的区域,它是早古生代末广西运动后于海西期形成的统一陆缘断陷海盆,四周为元古代以来形成的岛弧、古陆和隆起所包围。因之,我们称之为南盘江晚古生代和中生代早期的断陷沉降区(图2)。



- 1.印支期以前古陆和岛弧隆起 2.海西晚期到印支期板块消减带 3.扬子准地台和华南加里东褶皱带界线
4.区域深大断裂 5.下古生代构造层 6.晚古生代和三叠纪地层分布区 7.海西晚期到印支期火山岩和次火山岩 8.海西晚期到印支期酸性侵入体 ①武夷云开加里东期古岛弧(西南部分) ②滇越海西到印支期陆缘隆起 ③康滇古陆 ④江南古陆(西南倾没端) ⑤金沙江—哀牢山断裂带(向西南伸入越南) ⑥凭祥—富宁断裂带 ⑦右江断裂带 ⑧紫云—罗甸、南丹—上林断裂带 ⑨灵山断裂带 ⑩凭祥—贵县断裂带 ⑪南盘江断裂带 ⑫弥勒—盘县断裂带

图2 南盘江地区区域构造略图

Fig. 2 The regional structure schematic diagram in Nanpan River Area

区内早古生代地层出露零星,缺失部分奥陶系和志留系地层。除靖西以东外,广西运动并不强烈。晚古生代是本区构造活跃和沉积发育的重要时期。泥盆纪到中三叠世地

*火山灰流是指从火山口或火山裂隙喷出、沿火山坡面或地面呈汹涌湍急流动的高温气体和火山碎屑的混合物,其所含物质主要是颗粒小于4mm的火山灰,并可有不定量的火山砾块。火山灰流一词主要说明火山碎屑物质喷发后流动、侵位的机制。

层齐全,最大厚度可达18000米以上。活动性的断裂把早古生代隆起基底切割成条块状,形成条状地堑陷落和块状地垒隆起的古地貌格局,控制了整个晚古生代及至早三叠世的沉积相分异和岩浆活动。近年来,笔者对该区的研究表明,条形地堑陷落区在晚古生代乃至早、中三叠世,也是不同物源和各种类型的重力流沉积物的主要沉积场所。中三叠世,由于条块差异相对减弱,整个南盘江地区下沉成深水坳陷海盆,并为巨厚的陆源碎屑浊积物充填。

早二叠世晚期开始的东吴运动使本区东南的钦州—灵山继承性海槽褶皱隆起,以康滇隆起为中心的大陆裂陷谷发生强裂的基性火山喷溢。处于滇、黔、桂三省间的南盘江地区内的条带状地堑陷区,大致与其同时,沿断裂带继基性岩浆喷溢和侵入后,从茅口期末到早三叠世印度期,发育了水下安山质火山灰流凝灰岩喷发、侵位为特色的浊积岩层。

根据大陆古板块划分和活动情况研究,本区在晚古生代处于板块活动边缘附近,西邻的滇青藏一带是古特提斯的北支,晚二叠世沿金沙江—哀牢山形成俯冲消减带,在松藩—甘孜三角区,产生弧后扩张,形成新生洋壳。这次扩张和分裂可能与我国西南地区一次大的地幔枕上隆有关,它引起松藩—甘孜小洋盆新生,康滇古裂谷系活动和杨子古板块边缘的解体。显然,处于杨子古板块边缘的南盘江地区受到这次分裂的影响;同时也因为它直接位于哀牢山古岛弧沟系之后侧,从而导致本区沿三条北西向主断裂的分离。三条断裂分别为凭祥—富宁(向西可能到罗平一带)断裂、右江断裂、紫云—罗甸及其南延的南丹—上林断裂。裂陷活动在西南最强、凭祥,那坡到富宁一带晚二叠世到早三叠世有强裂基性火山岩喷发,那坡一带下三叠统深海浊积物中夹三层细碧角斑岩,说明这里可能局部发生了洋壳化。向东北,活动性减弱,并有中到中酸性岩浆喷发,显示向陆内过渡,陆壳加厚。上述三条北西向深断裂形成的断陷带,正是晚二叠世到早三叠世印度期火山灰流凝灰岩水下喷发和沉积的场所。

三、岩石学特征

(一) 宏观特征(以广西田林八渡剖面为例)

八渡剖面火山碎屑浊积岩总厚557.26米。其中茅口阶顶部和上二叠统361.44米,下三叠统印度阶195.82米,下伏泥盆系至茅口阶上部地层为相当于威尔逊(1975)碳酸盐沉积理想模式中I—III相带的沉积,茅口阶上部与火山碎屑浊积岩接触地层为一套钙屑岩屑流层,内有辉绿岩侵入。产 *Neomisellina* sp.; *Yabeina* sp. 等筳化石。上覆下三叠统奥伦尼阶为陆源碎屑浊积岩和钙屑浊积岩,偶夹火山碎屑浊积层;再上为巨厚的中三叠统陆源碎屑浊积岩层系。

火山碎屑浊积岩为一套深灰色的韵律层(图版I, 1)。单个浊积岩层从几厘米至几十厘米,少数可达1米以上(西林石炮个别层厚达3米左右)。除少数中、厚层者可能具完整的鲍马序列外,一般均缺失底部或顶部段(图版I, 2),或者仅显粒序层(A—E序列)(图版I, 3, 4)。前者C段较发育,可成斜波状纹层理或包卷构造(图版I, 2, 3)。除茅口阶顶部个别火山碎屑浊积岩积粒序层的底部有中、粗砂级碎屑外,

即使中、厚层浊积岩层底部亦只达细砂级或粗粉砂级,向上递变为尘屑凝灰岩,甚至有的顶部出现含尘屑凝灰质的硅质岩纹层。而薄层者一般底部为细粉砂级,向上递变为尘屑凝灰岩或硅质岩。

八渡剖面上二叠统下段地层除少数层有鲍马序列的A段和偶尔出现E段外,大多数为少A、E段的不完整的鲍马序列层。上二叠统上段剖面主要为缺失A段或A、B段的不完整的鲍马序列层,但E段常有出现。到下三叠统印度阶剖面,除下部少数厚层的成完整的鲍马序列外,大多数层仍为缺少A段的沉积,但普遍有E段存在。特别到印度阶的上段地层E段发育(与远洋沉积层合并)其内常有较丰富的菊石和瓣鳃化石,如*Ophiceras* sp.; *Ophicerolidae* gen. cf. sp. indet; *Claraia Cenceralidae* (Yabo) 等。然而,在整个剖面中,不论那一段都夹有一些薄层的尘屑凝灰岩和硅质岩的粒序层或小层段。

上述剖面结构演化规律表明:海底断裂带中性岩浆火山灰流喷发和侵位的频度在不断地、波浪式地递减,特别到下三叠世印度期,两次浊流间有较长的间歇期,浊流尾部及其被载运的尘屑物质及远洋泥有足够的时间沉积下来,故含较多的自泳和飘泳生物。至下三叠统奥伦尼阶,仅偶尔有火山碎屑浊积岩夹于其它物源的陆屑和钙屑浊积岩中,表明火山喷发趋于衰竭(图3)

底模构造较不发育,除见一些冲刷和截切现象(图版I, 3)外,仅少数层见小型槽模构造。此外尚见少数重荷模、火焰构造(图版II, 7)等。笔者认为它是沿水下断裂带喷发侵位成浊流搬运的,并为海水所稀释,同时其坡降梯度不及来自陆坡或海底峡谷的陆源碎屑浊流大,故湍流能量较弱,不足以冲蚀出大型的、众多的槽模来。由于火山碎屑物质细,很少携带较粗的“器具”物质,故少见沟模、刷模等刻蚀底痕构造。因之,剖面中绝大多数浊积岩层面平整。

由于水下火山喷发时大量 SiO_2 进入水体,同时火山碎屑物质本身为“间稳物质”,在成岩作用过程中,特别是成岩早期物质重新分配过程中,有 SiO_2 析出,除部分进入水体外,并使火山碎屑物质本身发生强烈自硅化作用。其结果是火山碎屑颗粒相互焊接。而水体中的 SiO_2 为硅质生物汲取后构成骨架或直接沉淀成硅质层。后期构造运动使整套地层沿节理劈开,顺层面不能剥离,故底模构造不能暴露。这是这套地层过去被笼统地误认为“硅质岩”的原因之一。

对八渡剖面及广西西林县石炮,田林县利周等剖面中C段及槽模测得的古流向在 $260^\circ-280^\circ$ 之间,亦即浊流向西倾海槽流动。

(二) 室内岩石学研究

火山碎屑浊积岩的组分可分为火山碎屑组分和外来组分两大类。

1. 火山碎屑组份:

(1) 石屑 有浆屑和岩屑两种。浆屑是由岩浆直接喷发出的石屑,成非晶质或因成岩转变成显微霏细结构。八渡剖面除底部地层中见发育不良的气孔构造外,上部地层中无气孔构造;成不太规则状或浑圆状,无塑性变形,表明外界水体压力不断增加,即裂隙喷发火口的水深在不断增加(图3)。

岩屑是指那些岩浆通往地表的裂隙中,或岩浆流经地表时被虏获的早期岩浆岩屑。

除剖面底部见个别玄武岩屑外,无例外地都是具玻基交织结构的安山岩屑(图版 I, 3);不太规则状至浑圆状,其结晶程度由下向上不断变好(长石微晶粒径增大、石基量减少),其含量由下部约5%向上增至25%左右,反映岩浆渊深度及喷发频度在不断递减。

(2)晶屑 几乎都为斜长石晶屑,显钠长石式双晶,呈棱角状和条板状(图版 I, 5)。偶见个别石英晶屑、发育不良的磁铁矿和黑云母晶屑。新鲜露头样品中斜长石无风化迹象、亦无磨蚀边。斜长石牌号№1—10号间,与下伏层中辉绿岩中斜长石牌号迥然不同(表1),表明为水下喷发深度钠长石化的结果。其含量由剖面下部1—5%向上渐增,到上部三叠统印度阶地层中增至50—60%。表明岩浆中早期晶出的晶体不断增加,即火山喷发的频度在不断递减。

(3)玻屑 成棱角状,无撕裂的月牙形,海绵骨针状等弧面棱角状,亦无气孔壁构造,少数玻屑显浅棕色或棕色环带,甚至呈橙玄玻璃状,均为玻屑水化的结果。所有玻屑均已绿泥石化而保存假像。在同一薄片玻屑粒经常较其它火山碎屑小。其含量由剖面下部地层中占碎屑的1/3—1/4,向上渐减至不足1/10。当铁方解石交代火山碎屑岩时,玻屑与火山尘的杂基首先被交代。

表1 斜长石牌号表

Table 1 The character of Plagioclase

样品号	岩石名称	层位	斜长石№	2V	双晶名称	取样地点	备注
1-(1)	石屑晶屑凝灰岩	T ₁ 下	An 4	82°(+)	钠长石双晶	广西田林八渡	晶屑
1-(2)	"	"	An 4	80°(+)	底面一翻底双晶	"	"
2-(1)	"	"	An 10	78°(+)	钠长石双晶	"	"
2-(2)	"	"	An 1	78°(+)	卡斯巴双晶	"	"
2-(3)	"	"	An 7	82°(+)	钠长石双晶	"	岩屑中的
3-(1)	"	T ₁ 中	An 3	80°(+)	卡斯巴双晶	"	晶屑
3-(2)	"	"	An 7	82°(+)	"	"	岩屑中的
4-(1)	多屑凝灰岩	P ₂ 上	An 3	82°(+)	"	广西西林石炮	晶屑
4-(2)	"	"	An 7	82°(+)	钠长石双晶	广西西林石炮	岩屑中的
5-(1)	辉绿岩	P ₁ 顶	An 63	90°(+)	肖钠长石双晶	"	
5-(2)	"	"	An 72	82°(+)	"	"	

由陕西省地质局西安实验室李作真工程师测定

(4)尘屑 尘屑是指直径小于0.0039毫米的火山碎屑物质¹⁾。火山灰流喷发过程中,产生大量“热云”尘屑,它除作为砂和粉砂级火山碎屑浊积岩的填隙物外,主要组成D、E段层序,它在镜下显均质性或霏细晶质,并自硅化剧烈,以区别于泥质沉积物。在下三叠世印度期晚期,由于火山喷发的频率降低,因之剖面中尘屑凝灰岩的比例向上不断减少,并与悬浮的陆源泥不等程度地混合。

1)有的文献中将<0.01mm碎屑物质定为尘屑

八渡剖面中各火山碎屑物质在各地质时期中含量变化见图 3。

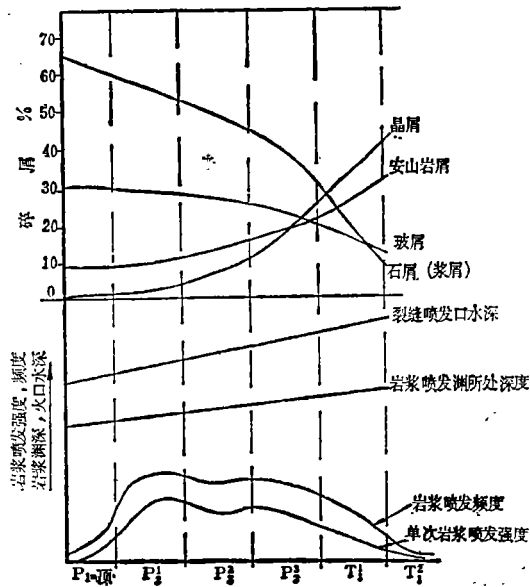


图 3 各地质时期火山碎屑浊积岩中不同火山碎屑
组分百分含量与各地质因素间的关系 (据八渡剖面)

Fig. 3 Relation between percentage of varied clastics in volcaniclastic turbidites in different geological time and various geological factors

需要提出的是,笔者对南断槽中的广西西林县石炮,隆林县岭荪,云南广南,师宗花桂一号井;北断槽中的广西南丹县拥里,贵州望谟县马岭岗等十余条地面和井下剖面薄片观察表明,八渡剖面中各火山碎屑成分和组构演化特征在区域上具普遍性。即展布近十万平方公里的这套火山碎屑浊积岩是同源岩浆在相同的地质条件下搬运沉积的。

2. 外来组分

(1) 生物化石 1) 来自浅水台地被改造的钙生屑有棘屑、有孔虫、介形虫、鲢、腕足、绿藻、海绵等(图版 I, 8)。含量较少,但个别层较多。不少剖面中见钙生屑和再挖掘起来的火山碎屑岩屑混合组成的水道透镜体。

2) 深水硅质化石有放射虫和硅质海绵骨针,保存完整。主要存在于 E 段地层中和与火山碎屑岩伴生的硅质岩内,亦可在粉砂级火山碎屑岩内产出(图版 I, 1, 2),并可与被改造的浅水钙生屑混生。由于亿万年的成岩改造,现均成微晶石英质集合体。大量硅质生物的产出,其硅质来自海底火山喷发和火山碎屑物质成岩过程中析出的 SiO_2 。

此外,还能见到下述遗迹化石:

Chondribes sp.; *Dendrotichnium* sp.; *Helminthopsis* sp.; *Actinoichnus*

sp.; *Parachomatichuns malingganensis* (gen. et sp. nov.)^{*}; *Cupressphyllichuns malingganensis* (gen. et sp. nov.)^{**}; *Planolites malingganensis* (gen. et sp. nov.)^{***}. *Dendrotichnium* sp. *Helminthopsis* sp.

(2)再沉积的尘屑凝灰岩屑 它是先期沉积的火山碎屑浊积岩层上部段的沉积物,被下一次浊流冲蚀挖掘起来的产物。可有可无塑性变形(图版 I, 3)。在砂和粉砂级岩中成纹层状分布,其粒径常较其它碎屑大。有的剖面中,如贵州望谟县马岭岗,见到火山碎屑浊积岩再沉积的岩屑流透镜体。

(3)碳质和碳屑 上二叠统地层内碳质含量较高,成细分散状将尘屑凝灰岩的D—E段浸染成暗黑色(图版 I, 2)亦有大小不等的炭屑散布于砂和粉砂级凝灰岩中。在靠近台地的剖面甚至可见炭化植物碎片成纹层状产出并于层面富集。这显然与晚二叠世时期周边台地和区内孤立碳酸盐台地上的成煤环境有关。至下三叠统印度阶地层中则炭质少见。

(4)陆源泥 量少。当时周围主要为浅水碳酸盐台地区,即使有少量陆源泥带入,亦混于火山尘屑物质中而无法识别。到早三叠世印度期,由于火山喷发频度降低,两次浊流间歇期较长,至使悬浮泥能有足够的时间沉积下来。

火山碎屑浊积岩的岩性从组分叙述和图 3 可看出,八渡剖面的下段,即茅口阶顶部和上二叠统下段地层为含玻屑的石屑凝灰岩(图版 II, 3)。向上,随着玻屑、晶屑含量的增多,至剖面中段,即上二叠统上段地层,过渡为多屑凝灰岩(图版 II, 4)。再向上,即到下三叠统印度阶地层,玻屑、浆屑量已不多,安山岩屑相对增多,主要为斜长石晶屑,故成含石屑的晶屑凝灰岩(图版 II, 5)。在剖面的下段和上段地层中,常含一些钙生屑,个别层钙生屑较多时,成含钙生屑沉凝灰岩,甚成凝灰质钙生屑浊积岩。在一些台地边缘的剖面中,生屑含量更高,以至成含凝灰质的钙生屑浊积岩岩性段。

对砂级和粗粉砂级火山碎屑浊积岩所作粒度分析结果如图 4, 表 2。

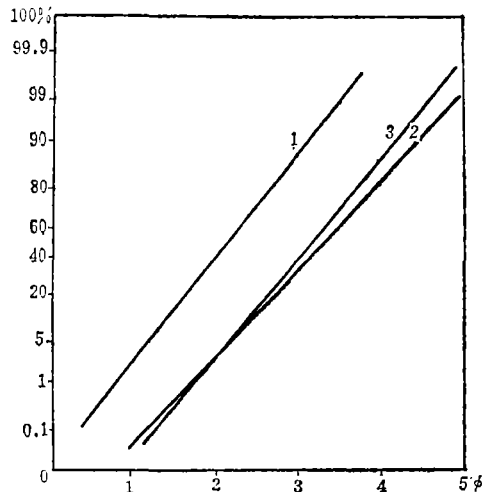


图 4 八渡剖面火山碎屑粒度概率图

Fig. 4 Grain size probability diagram of volcaniclastic rocks in Badu section

••• 为新属, 新种, ••• 为新种, 由西南石油学院地质系碳酸盐岩研究室首次发现暂定, 待刊。

表2 广西田林八渡剖面火山碎屑岩粒度参数

Table 2 The parameters of grain size of volcanoclastic turbidites, Tianglin Badu, Guangxi

层位	岩石名称	平均粒径 Mzφ	标准偏差		偏度		尖度		Y 值	C/M值	概率图直线段斜率
			σ ₁	分选	Sk ₁	近对称	kg	程度			
P ₂ 7层	玻屑石屑凝灰岩	2.2084	0.7169	中等	0.0242	·	1.1197	尖锐	7.4754	853.5/250	42.5°
T ₁ ¹ 34层	石屑晶屑凝灰岩	3.6259	0.6397	·	-0.0124	·	0.7141	平坦	6.1182	270.8/83.2	44°
T ₁ ¹ 36层	·	3.5567	0.7487	·	-0.063	·	1.0154	近常态	7.2904	322.8/85.5	42°

可以看出: 1. 在C-M图中, 各投影点位于R. Passage的浊流沉积的相应位置上。2. 薄片所作正态概率图中均为一斜率在42°—44°间的直线段, 大部分质点呈递变悬浮搬运, 偶有少数跃移组分的特点。3. 将各粒度参数代入Basanta和Saku给出的沉积环境鉴别综合公式:

$$Y_{\text{河流·浊流}} = 6.7215M_z - 0.403\sigma_1^2 + 6.7322SK_1 + 5.2927Kg$$

当Y > 9.8433时为河流沉积环境; Y < 9.8433时为浊流沉积环境。表2中Y值分别为7.4754; 6.1782; 7.2904, 均属浊流沉积环境。

表3 南盘江断陷区火山碎屑浊积岩及下伏的基性侵入岩化学成分表

Table 3 The chemical composition of volcanoclastic turbidites and underlying basic intrusive mass in Nanpan River seg area

取样地点	岩石名称	岩石化学组份											总 计	δ = (K ₂ O + Na ₂ O) ₂ / SiO ₂ - 43	
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			H ₂ O
广西隆林隆 或P ₁ m顶	玻屑石屑 凝灰岩	52.34	3.45	16.51	1.51	12.25	0.016	4.80	2.31	2.66	2.39	0.32	0.70	99.26	2.73
贵州册亨纳 夜P ₁ m顶	玻屑石屑 凝灰岩	55.03	2.40	13.89	1.55	8.60	0.023	5.56	6.68	0.77	3.81	0.25	0.99	99.96	1.70
广西西林石 炮P ₂ 下	含晶屑的 玻屑石屑 的凝灰	59.36	1.70	9.78	1.41	5.11	0.29	1.18	17.63	1.65	1.08	0.24	0.99	100.02	0.46
广西西林石 炮P ₂ 顶	多屑凝 灰屑	54.04	3.03	17.23	2.34	11.41	0.07	5.25	0.98	2.80	2.14	0.49	0.49	100.37	2.30
广西田林八 渡下底	晶屑石屑 凝灰岩	52.47	3.15	13.07	1.53	9.86	0.15	5.15	3.24	2.45	2.11			93.18	2.20
广西西林 石炮	辉绿岩	49.88	1.50	14.34	0.82	12.58	0.09	7.45	4.54	3.94	0.09	0.15		99.90	2.36
广西田林八 渡标屯	辉绿岩	51.47	2.82	17.50	0.40	12.76	0.19	5.45	10.61	1.75	1.00	0.50		100.03	0.89

辉绿岩资料引自广西西林幅区测报告。凝灰岩由四川地质局中心实验室分析

研究区内不同剖面不同时期火山碎屑岩的化学成分见表3,并与下伏的辉绿岩的化学成分进行比较,得出:1. SiO_2 在52—59之间,属安山岩质。2. δ 值小于3.3,属钙碱性岩浆系列。3. P_{1m} 顶, P_2, T^1_1 的火山碎屑岩,尽管颗粒成分、组构不同,但化学成分一致,表明为同源岩浆,相同喷发、沉积机制。4. 凝灰岩和下伏辉绿岩 δ 值接近, TiO_2 均偏高,揭示安山质岩浆可能为玄武质岩浆的同源分异产物。

薄片观察显示,火山碎屑岩经历了较剧烈的成岩转变。主要成岩作用顺序如下:

压实作用—硅化(强)—绿泥石化(强)—碳酸盐化(较普遍)—黄铁矿析出,成细分散状或结核状(较普遍,以 T^1_1 中常见)—沸石化(常见于尘屑凝灰岩段内)—锐钛矿析出(限于下三叠统)—铁绿泥石析出(限于下三叠统)。

四、火山碎屑岩的剖面类型及分布规律

(一) 崩屑流—浊流型(广西田林县八渡型) 主要由火山砂和粉砂级碎屑组成的浊积岩层系,火山砂+粉砂/火山尘 >2 。剖面位于断槽的轴部位置,它是沿海底断裂带喷发的崩屑流,迅速与海水混合、侵位,顺西倾断槽轴向成火山碎屑浊流搬运、沉积的产物。是研究区内火山碎屑岩的主要类型。

(二) 热云尘屑—悬浮沉积型(广西南丹县龙王坡型) 主要为薄层尘屑凝灰岩与放射虫硅质岩组成,夹不等量的薄层粉晶屑—尘屑凝灰岩粒序层。这类剖面见于南、北两条火山碎屑岩分布带的最东端,即西倾海槽的上翘部位,以及断槽的最边部位置。当海底断裂带火山灰流喷发时,大量的尘屑热云物质悬浮于水体中,除一部分与前一种类型凝灰物质一道沉积外,相当一部分尘屑物质悬浮搬运至海槽的东部上翘部位和海槽两侧缓慢沉积下来。只有当猛烈的喷发作用时期,才有一些粉砂级物质搬运至该处沉积。相反,在喷发较弱或相对宁静期,海水中的 SiO_2 为硅质生物的造架提供足够的原料,同时在较低的pH值条件下,特别是在湿热气候条件下,有机质较丰富时有利于 SiO_2 呈硅胶状沉淀,形成放射虫硅质岩和含尘屑放射虫硅质岩。这类剖面厚度一般较小,如广西南丹龙王坡 P_2 厚度不到100公尺,田东义圩只75.8公尺厚。位于南带南缘的云南富宁剥隘 P_2 厚度不足200公尺(剖面类型介于两类型之间),而至正北面适于断槽中心位置的八渡剖面 P_2 厚361.44(米)。

(三) 火山碎屑浊流与钙屑浊流叠复型(贵州望谟县马岭岗型) 这类剖面位于断槽边缘,不连续地出现于碳酸岩台地的坡脚地带。由火山碎屑浊积岩层和钙屑浊积岩层,及由这两类碎屑以任意比例混合的浊积岩层组成的间互层,并常夹水道岩屑流透镜体。当以火山碎屑浊流沉积为主时,钙屑掺入其内,并被带至远方。当以台地边缘沉积为主时,形成坡脚钙屑浊积岩或水道岩屑流沉积。当这两类浊流同时发生时,可成各种比例混合的浊积岩层。在这类浊积岩中,生物门类繁多,大量来自台地的钙生屑与深水的硅质海绵骨针,放射虫等混积。它们生于异域,葬于同塚,为这类浊积岩剖面的一大特征。

在局部层段上,原先的火山碎屑浊积岩遭受等高流的改造,成等高流岩(图版I,

6) 细粉砂岩, 分选较好, 粒序不明显, 砂纹层理十分发育。马岭岗剖面中典型的火山碎屑浊积岩C段测得古流向一般为 275° 左右, 而等高流岩砂纹层理测得古流向为 235° — 325° 之间, 说明等高流流向是不稳定的。

五、一种独特的无海底扇浊流沉积模式

无海底扇浊流沉积已越来越引起世界沉积学家和海洋地质学家们的关注。1982年6月在英国基尔大学举行了一次有关非扇状浊积岩专题讨论会, 会议主要议题之一是扇状模式能在多广范围上应用到古老浊积岩层方面。越来越多的实例说明: “许多浊积岩组不能完全应用扇状模式来解释”。

Walker (1978) 提出, 至少有两种情况发育起无海底扇的典型浊积岩, 而“没有粗粒的、具水道的海底扇的证据”。一种情况是属于外枝准地槽 (Exogeosynclinal) 型, 其物源源于沿伸长海槽边缘的许多地点, 顺斜坡流向海盆轴部, 然后始终与海盆轴部保持总体平行而左右摆动地流动。因此, 尽管海槽边缘脚底处可以发育起海底扇, 最终为顺轴向流动的浊流破坏并混合。第二种情况出现于坚硬地块上的三角洲底脚区内, 可能是由于三角洲源区物质的粒度和浊流产生机制的不同, 以及使浊流在斜坡上获得加速的三角洲底脚斜坡的长度和角度的不同, 在三角洲斜坡上可能缺失单个的主要补给水

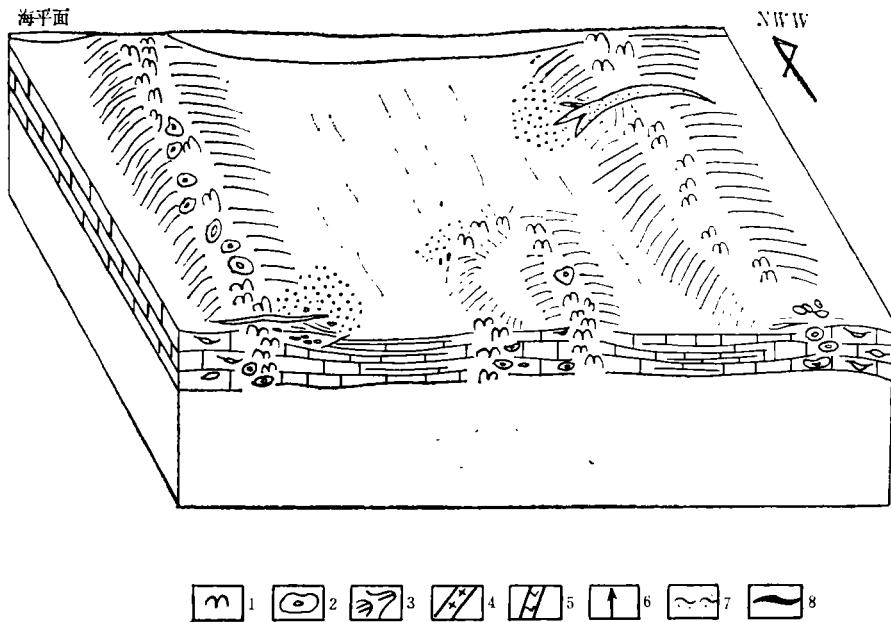


图5 图例: 1.礁 2.核形石或藻粘结岩 3.火山灰流凝灰岩喷发侵位

4.基性岩 5.安山岩 6.火山碎屑浊流流动方向 7.火山碎屑浊积岩 8.煤线

图5-1 早二叠世茅口期以前, 已具海槽与台地相间的古地貌格局, 台地边缘有海绵—蓝绿藻粘结岩礁带环绕, 局部有钙屑浊积岩堆积。

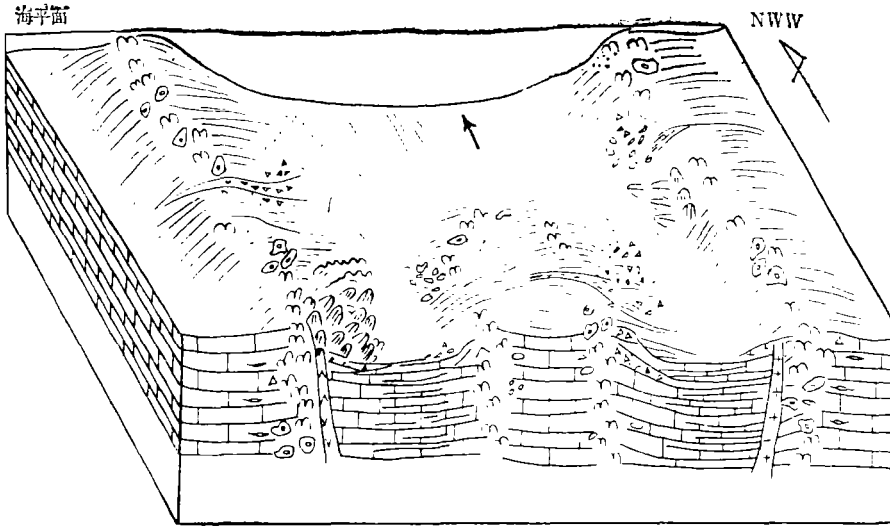


图 5-2 早二叠世茅口晚期东吴运动的影响, 导致陆壳减薄, 弧后拉张, 产生基底断裂, 沿断裂带有基性岩浆侵入和喷溢, 继而局部断裂带有中性火山灰流凝灰岩喷发, 台地边缘普遍发育钙角砾岩屑流堆积。

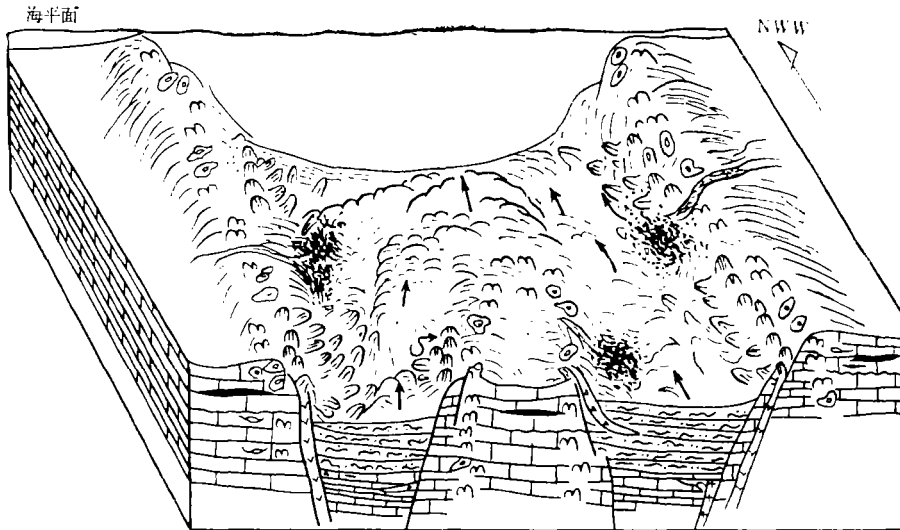


图 5-3 晚二叠世至早三叠世印度期, 断槽加深沿断裂带有大规模的频繁的中性火山灰流凝灰岩喷发, 向斜坡侵位, 并顺西倾断槽成浊流搬运。台地边缘局部跌积, 发育钙屑浊流并与火山碎屑浊积物叠复。

图 5 南盘江地区早二叠世茅口晚期至早三叠世印度期断陷海槽发展及火山碎屑浊积岩沉积模式图

Fig. 5 The development of rifted trenches and the sedimentary models of volcanoclastic turbidites of Late Maokou epoch of Early Permian—India epoch of Early Triassic in Nanpan River Area

道, 以及三角洲舌体较快迁移, 导致浊流补给位置的改变等原因而形成无海底扇浊流沉积。

南盘江地区东吴运动后形成的断堑海槽可与外枝准地槽类比, 但浊流的物源并非来

自伸长海槽边缘，而主要来自断槽两侧沿断裂带水下火山喷发的凝灰物质。来自伸长海槽边缘某些点上的钙屑重力流物质绝大多数混入火山碎屑浊流中，成为火山碎屑浊流中的“外来物质”。形成一种独特的无海底扇浊流沉积。

图 5 概略地表示出了南盘江地区早二叠世茅口晚期—早三叠世印度期断陷海槽发展及火山碎屑浊积岩的沉积模式。

参 考 文 献

- [1] 西南石油学院地质系碳酸盐岩研究室, 1982, 滇黔桂南盘江地区晚二叠世沉积相及火山碎屑浊积岩成因研究, 西南石油学院学报, 1 期。
- [2] 西南石油学院地质系碳酸岩研究室, 1982, 南盘江地区二、三叠纪深水碳酸盐岩角砾岩, 西南石油学院学报, 3 期。
- [3] 华东石油学院岩矿教研室主编, 1982, 沉积岩石学, 石油工业出版社。
- [4] 刘宝琦主编, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- [5] 武汉地质学院岩石教研室编, 1980, 岩浆岩岩石学(上册), 地质出版社。
- [6] 李石、王彤编著, 1981, 火山岩, 地质出版社。
- [7] C.S. Ross and R.L. Smith, 1966, Ashflow Tuffs: Their origin, Geologic Relations, and Identification. U.S. Geol Survey.
- [8] Middleton, G.V. and Bouma A.N., 1973, Turbidites and Deep Water Sedimentation, SEMP Pacific sec. short Course.
- [9] Klein G.d., 1975, Sandston Depositional Models for Exploraton for Fossil Fuels. Short Course Syllabus.
- [10] Walker R.G., 1978, Deep-water Sandstone Facies and Ancient Submerine Fans: Models for Exploration far Stratigraphic Traps. AAPG. Bull. Vol. 62. P. 932-966.
- [11] Pettijohn. F.J., 1975, Sedimentary Rocks.
- [12] A.H. Bouma., 1964, Turbidites. Developments in Sedimentology(3).

RESEARCH INTO THE PERMIAN AND TRIASSIC VOLCANICLASTIC TURBIDITE OF NANPAN RIVER SEG—A UNIQUE TURBIDITE MODE WITHOUT SUBMARINE FAN

Hou Fanghao and Huang Jixiang

(South-western Petrpleum Institute)

Abstract

Nanpan River seg is located in the junction of Yunnan, Guizhou and Guangxi Provinces and its area is about 100, 000 km². Besides isolated carbonate platforms which are different in size and roughly distribute in the WE direction, a set of

volcaniclastic turbidite and chemigenic or biochemigenic silicilith associated with it were extensively deposited in this area from late Maokou Stage to Early Triassic epoch. Its maximum thickness is up to 1,400.

There is still a dispute about the lithologic character, naming, distributive regularity, eruptive mechanism and depositional mechanism of the volcaniclastic turbidite and silicilith. On the basis of the results of the field and laboratory work over four years, the author has pointed out that it is a set of andesitic volcaniclastic turbidite that erupted along the rift belt on sea floor and belongs to an ash flow type.

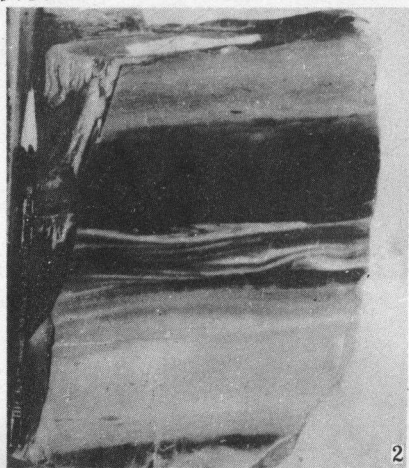
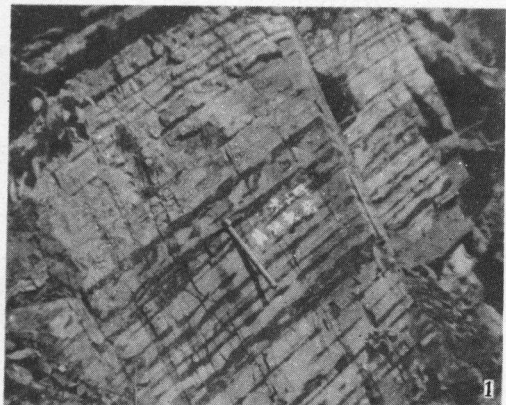
According to the regional distributive regularity of the section types of different lithologic fabrics it can be divided into three types,

- (1) Volcanic lasfic avalanche--turbidite type
- (2) Dust cloud--suspension depositional type
- (3) The super type of volcaniclastic turbidity current and calciclastic turbidity fan.

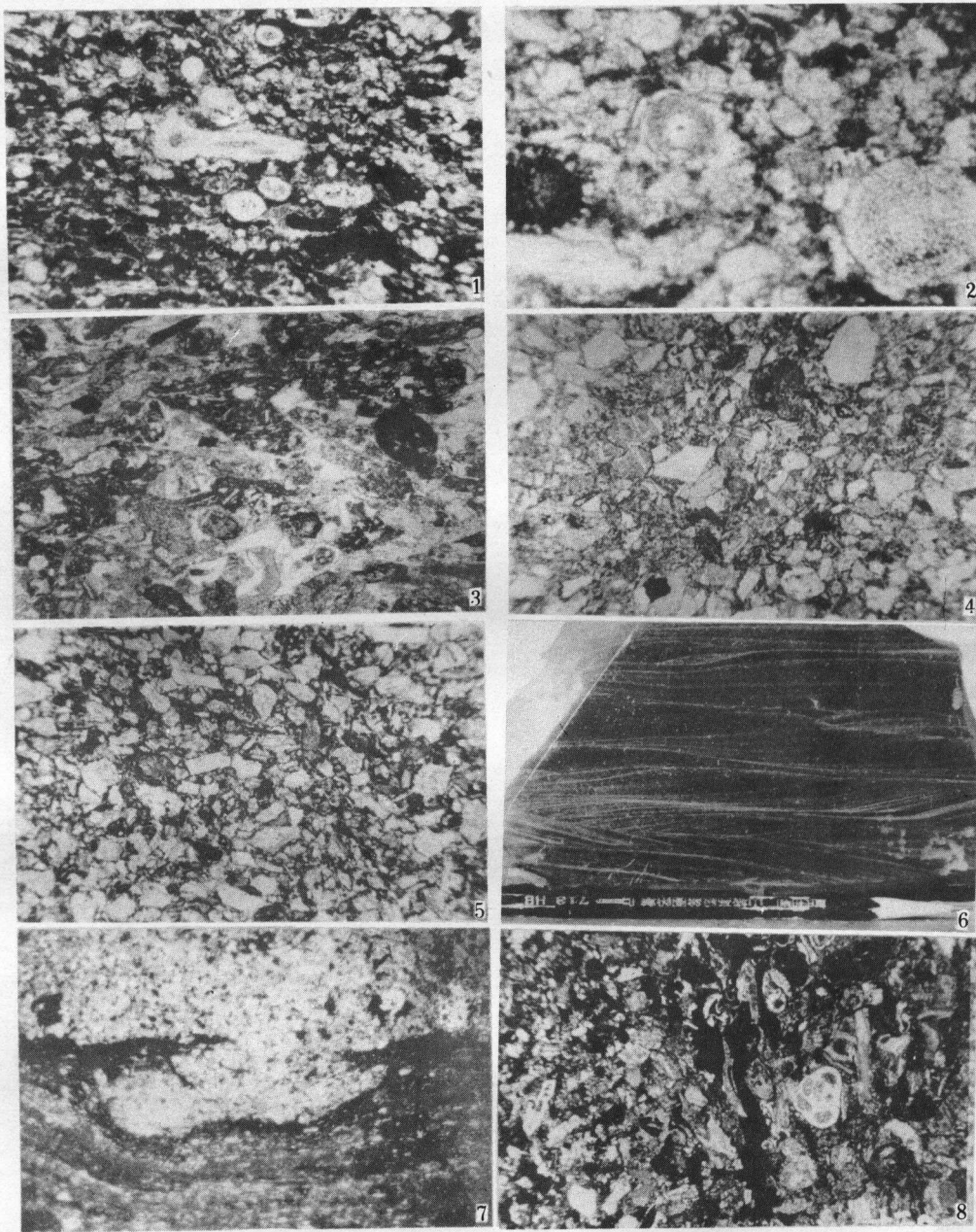
Nanpan River seg was located in Yunkai-Wuyi back-arc expending belt in late Paleozoic epoch. On the foled basement of early Paleozoic epoch, the activity of the seg became so strong that the crust thinned and back arc was expending. Thus paleogeomorphologic prototype which showed the form of alternation of trenches with platforms revealed itself.

Under the great influence of Dongwu movement, the basement rift movmeent in NW, NE and NS directions happened in this area and this paleostructure was formed from the graben type of trenches alternating with the carbonate platforms that belong to horst type. Soon after eruption and intrusion of basic magma, in the trenche, there frequently happened intermediate ash flow tuffs eruption and after the middle Triassic the whole area began to subside. Then the seg mainly received calciclastic gravity flow sediments that came from adjacent carbonate platforms and terrigenous clastic turbidity sediments from the east part of Yunkai Mountain. In addition, there was a bit of the turbidity sediments resulting from acidic magma eruption during early Ladinic stage. The regional strong folding of the second episode of Indo-China movements made the sedimentary depositional history come to end.

Two types of turbidite without submarine fan were summarized by Walker (1978). The first is the exogeosynclinal situation, the second is in the predeltaic areas on the craton. Nanpan River seg was located in back-arc expending belt from late Maokou stage to Early Triassic epoch. Actually, the graben type trench in this area is an exogeosyncline. The difference between them consists in material source, turbidity sediments in this seg from ash flow type tuffaceous materials erupted in the trench. So it is a unique turbidite mode without submarine fan.



1. 薄、中层状的火山碎屑浊积岩剖面广西田林八渡 2. 中层状火山碎屑浊积岩，呈鲍马的B-E序列，D、E层中含炭质，色暗。广西南丹拥里P₂ 3. 薄层状火山碎屑浊积岩。显正粒序。其内有一些再沉积的尘屑凝灰岩细砾。第三浊流单元中显包卷构造，各浊流单元间是冲蚀的底，贵州望谟马岭岗P_{1m} 顶 4. 薄层状火山碎屑浊积岩、显正粒序、层面平整广西隆林隆或P_{1m} 顶



1. 尘屑凝灰岩中的硅质海绵骨针广西田林八渡 P_2 中 $\times 25$ 2 粉屑级凝灰岩中的放射虫广西田林八渡 P_2 中 $\times 25$
 3 含玻屑的石屑凝灰岩, 有的碎屑为具玻基支织结构的安山岩岩屑广西田林八渡 P_2 顶单光 $\times 25$ 4 多屑凝灰岩广
 西田林八渡 P_2 顶单光 $\times 25$ 5. 含石屑的晶屑凝灰岩广西田林八渡 T_1 单光 $\times 25$ 6 经洋流改造的火山碎屑等
 高流岩, 斜层理方向 $235^\circ - 325^\circ$, 贵州 马岭岗 P_2 7. 火山碎屑浊积岩中的重荷模和火焰构造广西田林八渡
 $P_2 \times 5$ 8 火山碎屑浊积岩中的浅水有孔虫化石广西田林八渡 $P_2 \times 10$