文章编号:1004-7824(1999)04-0026-09

云南思茅地区上石炭统沉积特征 及其构造背景

谭富文,许效松,尹福光,李兴振

(成都地质矿产研究所,四川 成都 610082)

摘要:思茅地区位于东特提斯构造域的东段,晚古生代时期属扬子地台西缘的一部分。晚石炭 世具有台-盆相间的沉积格局,形成了三类不同的沉积:滨岸沉积、浅海-台地沉积和深水浊流沉 积。其中深水浊流沉积以火山源浊流沉积为特征,是在平缓的碳酸盐台地或陆棚之上通过断陷 事件发展起来的,包括了5个沉积旋回,表现出强烈的火山活动期与火山休眠期交递进行的沉 积旋回特征。自晚石炭世早期到晚期,火山活动期逐渐增长,休眠期逐渐缩短,反映出盆地性质 自稳定向活动的转化过程。火山岩具有岛弧型火山岩特征,说明晚石炭世,思茅地区具有活动 型大陆边缘沉积特征。

关键 词:晚石炭世;火山浊积岩;岛弧;思茅地区 中图分类号:P512.2 文献标识码:A

思茅地区位于"三江"构造带内,大地构造上属东特提斯构造域的东段,其西侧为澜沧江 缝合带,东与哀牢山缝合带相邻。追索区内的沉积特征,反演其不同时期的地球动力学性 质,对研究古特提斯洋的构造演化具有重要的意义。有关晚古生代思茅地区的大地构造属 性,许多作者作过论述。黄汲清等^[1]和马文璞^[2]先后认为,龙木错-澜沧江缝合带和扬子地 台之间的广阔地域为扬子地台古生代期间的被动大地边缘。莫宜学等^[3]通过对三江地区火 山活动的研究,认为澜沧江洋在早石炭世前打开,早二叠世时期板块开始向东俯冲于昌都-思茅微陆块之下,即该区晚石炭世尚属被动陆缘。潘桂棠等^[4]结合整个东特提斯构造域的 演化,认为思茅地区西侧的澜沧群为早古生代澜沧江洋东侧形成的大陆增生楔,晚古生代早 期属陆缘弧,晚古生代中期转化为岛弧,思茅地区转为弧后盆地。上述认识说明对晚古生代 思茅地区的构造属性尚有争议。本文通过对该区上石炭统的沉积特征分析,认为晚石炭世 是该区由被动陆缘向活动陆缘转化的时期。

1 上石炭统概况

区内多被中新生界覆盖,古生界出露有限,未见元古界,因此追索中生代以前的沉积特 征及盆地性质有较大的困难。古生界以上石炭统出露较好,且地层中化石较为丰富,定年亦 确切,为探讨本区晚古生代的沉积及大地构造背景提供了一条线索。 上石炭统在景谷、思茅、普洱及墨江一带出露,岩性变化较大,前人据区内岩性组合的差 异划分为3个组,分别命名为龙洞河组、马平组(又称西门崖子组)和下密地组(表1)。

地區	保山	耿 马	景谷	云龙一动腊	中甸一金平	昆明一文山			
下二叠统	永德组	草坝山头组	大新山组	草坝山头组	高井朝组	梁 富 山 宁 组 组			
上石炭统	卧中寺组	人 博蜜阳	长海河的	马密	面抽烟	马平组			
	丁家寨组	坦州 承知	龙神門碧	组、组	贝奴组				
中石炭统	?	石洞寺组	中 统	中统扎普组		达拉组			

表 1 思茅及邻区上石炭统区域对比表

Table 1 Regional correlation of the Upper Carboniferous strata

in Simao and its adjacent areas

资料来源据参考文献[5.6]

龙洞河组分布在景谷-思茅以西与南澜沧江断裂带所夹持的区域(图1),在景谷、小黑江 及大凹子一带出露,为一套火山碎屑岩、放射虫硅质岩及泥岩,局部夹含陆源碎屑的生物屑 灰岩,其中含有鏟科(Pseudoschwagerina cf. borealis, P. schellwieni 等)及珊瑚、放射虫、牙形 刺等化石。其下伏为中石炭统碳酸盐岩沉积,上覆在思茅云仙一带为中三叠统下坡头组不 整合覆盖,在老公寨一带为下二叠统大新山组平行不整合覆盖,地层时代清楚。

马平组分布在云龙一勐腊一带,在普洱及勐腊等地有出露,主要为一套白云岩、白云质 灰岩,含生物屑灰岩组成,局部为变火山碎屑岩。其中含有 Triticites sp.及 Pseudoschwagerina sp.等晚石炭世筵科化石分子。与下伏中石炭统碳酸盐岩呈整合接触,上覆为下二叠统草坝 头组碎屑岩及灰岩。

下密地组分布在墨江至江城一带,以墨江县的坝溜乡出露较好,由一套砂页岩夹泥灰岩 和薄煤层组成,部分地区为砂板岩和砾岩。其中灰岩含有 Pseudoschwagerina sp., Rugosofusulina sp.及 Triticites 等晚石炭世筵科化石分子。其上覆为下二叠统下部灰岩,下伏为中石 炭统灰岩。

上述表明,上石炭统是在中石炭统碳酸盐台地之上发展起来的沉积物,地层中化石丰 富,地层时代清楚。

2 沉积特征

盆地内可分为3种不同类型的沉积(图1):①墨江—江城与印支古陆间的滨岸沉积;②, 云龙—勐腊—带的浅海台地沉积,在思茅—勐腊—带夹有岛弧型火山岩;③景谷—思茅以西 的次深海沉积。其沉积组合分别与下密地组、马平组及龙洞河组相当(图2)。

2.1 滨岸相沉积

滨岸相沉积沿印支古陆的西绷分布。岩性可分为3段,下段以灰黑色碳质页岩、深灰色





薄层粉砂岩、泥质粉砂岩为主,夹泥灰岩、细粒石英砂岩、薄煤层及煤线;中段以灰、黄灰、暗 灰色薄中层状细粒石英砂岩、泥质细粒石英砂岩、泥质石英粉砂岩为主,夹碳质页岩、泥岩和 煤线;上段为深灰色钙质泥岩、泥质粉砂岩与灰岩、泥岩互层,含有丰富的双壳类、腕足类、苔 藓虫、籈类及植物等化石。沉积环境下部为滨岸沼泽相,向上过渡为潮坪-潟湖相。

2.2 浅海台地相沉积

该沉积相主要分布在云龙、普洱、思茅、勐腊一带,其沉积物主要为碳酸盐岩,在勐腊一 带夹少量碎屑岩及火山碎屑岩。沉积组合以普洱县西门崖子一带的马平组剖面为代表(图 2)。剖面总厚 89m,下部为灰黄、灰白色厚层块状白云岩,含白云质灰岩;上部为灰白色中层 块状生物灰岩、灰岩、角砾状灰岩夹白云岩。地层中籈类及海百合茎等生物化石丰富,具有 局限台地相沉积特征。远离该剖面向西南出现岩屑砂岩、粉砂岩及凝灰岩夹层,如景洪、勐 腊及云龙等地。火山碎屑物也相应增多,在勐腊一带,其夹层厚达几十米。在区域上,该沉 积相的东西两侧(如哀牢山地区和澜沧江东侧)为深水相的火山岩-碎屑岩-硅质岩沉积,总 体表现为台-盆相间的古地理沉积格架,后者相当于下文中的次深海相沉积,为被动大陆边 缘上发育的裂陷槽(盆地)沉积物。

2.3 次深海相沉积(深水浊积岩)

该沉积相位于景谷-思茅以西,与临沧早古生代褶皱带间以澜沧江断裂相隔(图1)。原 相带的展布形态被澜沧江断裂带破坏。该相带以一套深水相火山碎屑浊积岩为典型特征, 以龙洞河组为代表。建组剖面位于景谷县龙洞河,为进行1:20万区调填图时创立。但当时 并未对其沉积特征进行识别。笔者通过对该剖面进行实地观测,发现自下而上为一套深水 浊流沉积。该剖面东侧与之对称出现的小黑江边剖面的沉积结构、构造出露良好(图3)。



图 2 思茅地区晚石炭世沉积柱状对比图

火山浊积岩; 2. 砾岩; 3. 砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 粉砂质泥岩; 6. 泥岩; 7. 硅质岩; 8. 煤线; 9. 角砾状灰岩;
 10. 白云岩; 11. 生物灰岩; Li. 滨岸相; Sm. 浅海相; Sl. 斜坡相; Tu. 浊流相

Fig.2 Columnar correlation of the Late Carboniferous sediments in the Simao region, Yunnan
1 = volcanic turbidite; 2 = conglomerate; 3 = sandstone; 4 = siltstone; 5 = silty mudstone; 6 = mudstone;
7 = siliceous rock; 8 = coal seam; 9 = brecciated limestone; 10 = dolostone; 11 = bioclastic limestone;
Li = littoral facies; Sm = shallow marine facies; Sl = slope facies; Tu = turbidite

这一发现对认识晚石炭世该区的构造背景有着十分重要的意义。

关于浊流沉积,自 50 年代以来,一直是沉积学研究的热门课题。Lowe(1982), Shawmugam 等(1988)^[7]和 Lngersoll(1988)等先后对浊流沉积的形成机理、成因类型划分以及浊积 岩的形成与构造环境的关系作了较系统的总结。作为事件沉积的一种,浊积岩的发育是盆 地性质变化的重要信息,它通过沉积物的成分以及结构、构造等方面反映出来。

本区的浊积岩主要为火山源浊积岩,火山碎屑物质在固结成岩之前,以浊流的形式搬运、堆积而形成的火山碎屑浊积岩。该类浊积岩可进一步划分为高密度浊流沉积和低密度 浊流沉积^[8]。在该区火山浊流作用发生前,区域上表现为浅水碳酸盐台地或陆棚相沉积。 显然,浊流沉积与区内的断陷事件有关。从图3可以看出,区内的火山浊积岩在纵向上表现 为高密度火山浊流沉积与低密度火山浊流沉积交递进行,据此可划分为5个沉积旋回。

旋回 I 火山活动相当强烈,反映盆地开始断陷。在以碳酸盐岩沉积为主的陆棚区发 生了强烈的断陷和中基性的火山活动,形成断陷火山盆地(图 4A)。大量的火山物质随着该

统	组	厚度 (m)	岩性柱	沉积构造	岩性组合	沉积相	旋回
T	T ₂ x	60		正粒序	中酸性凝灰质火山角砾岩	高密度火山碎 屑浊流沉积	V
Ŀ	龙	110		平行层理	粉砂质泥岩及沉凝灰岩	低密度含凝灰 质浊流沉积	IV
石	洞	190		沙纹层理 	火山角砾岩-凝灰岩组 成韵律,具浊流沉积特征	高密度火山碎 屑浊流沉积	Ш
		130		-	上部为凝灰质砂屑浊积岩,下 部为火山碎屑浊积岩		
炭	河	340		平行层理	中酸性凝灰岩及凝灰质粉 砂岩和硅质岩,含放射虫, 具浊流沉积特征	低密度含凝灰 质浊流沉积	I
统	组				今石英砂屑的海百合茎灰岩		
		130		包卷层理	凝灰质浊积岩,含火山质及灰岩角砾	高密度火山碎 屑浊流沉积	I

图 3 思茅云仙乡小黑江上石炭统沉积相柱状剖面图

Fig.3 The Late Carboniferous sedimentary facies Column in Xiaoheijiang, Vunxian, Simao, Yunnan

断陷事件产生的浊流经短距离搬运快速堆积,形成了一套高密度火山碎屑浊流沉积。底部 为黄绿、紫灰及灰色块状凝灰质角砾岩(图 5A),砾石含量约 60%左右,成分以灰绿色中基性 凝灰质火山角砾为主,其次为灰岩、硅质岩及石英砾石,含少量砂岩砾石。火山岩、灰岩及砂 岩砾石呈角砾状,几乎未经磨圆,砾径以1~20cm为主,部分达1m左右,呈悬浮状杂乱分布 在凝灰质、砂质及火山碎屑基质中。硅质岩及石英砾石有较好的磨圆度,砾径一般为0.2~ 3cm。石英砾石为白色的脉石英,具有远源特征。胶结物以灰绿色凝灰质为主,其次为石英 及岩屑物质。包卷层理十分发育,为典型的滑塌浊流沉积。向上沉积物组份大致相似,粒度 逐渐变细,过渡为具有一定分选性的浊积砂岩,其中可见平行层理及沙纹层理,偶尔见包卷 层理(图 5B),具正粒序层序。总体上反映出沉积环境自火山活动期向休眠期演变的特征。 在顶部发育一套厚约 25m 的浅灰色中层状含砂屑的海百合茎碎屑灰岩(图 5C),其中砂屑为 经过磨圆的石英、长石及岩屑,大小为0.1~3mm,含量为 20%~30%。海百合茎碎屑的含量 为 60%左右,胶结物为亮晶方解石。该岩层的出现,反映随着断块的继续下沉,以及火山热 能的释放,水体块速加深,同时火山物质以及滑塌堆积快速充填,使断陷盆地的边缘逐渐平 滑,最后演化为相对平缓的斜坡(图 4B),在局部形成了生物碎屑滩的沉积环境,它与被动大 陆边缘碳酸盐生长序列^[9]有着本质的差异。

旋回 [] 经过了旋回] 的演化,构造性质已渐趋稳定,开始转变为深水盆地环境。该旋



图 4 思茅地区晚石炭世早期断陷过程模式 A. 断陷期火山浊流沉积; B. 稳定期生物屑灰岩沉积

Fig.4 Models showing the faulting processes in the Simao region, Yunnan during the early Late Carboniferous

A = volcanic turbidite during the faulting phase; B = bioclastic limestone during the stable phase

回火山活动微弱,以发育低密度浊流沉积为特征,沉积物为一套薄层状灰绿色的中酸性凝灰 岩和凝灰质粉砂岩,向上出现放射虫硅质岩。其中发育平行层理,具正粒序结构(图 5D)。 反映水体逐渐加深,盆地过渡为非补偿沉积状态。

旋回Ⅲ、Ⅳ 沉积特征与旋回Ⅰ、Ⅱ十分相似,只是在旋回Ⅲ的顶部未出现碳酸盐沉积, 规模比旋回Ⅰ要大。沉积物主要为火山碎屑浊积岩,砾石中也没见灰岩碎块,火山活动包括 3个次级韵律旋回。旋回Ⅳ与旋回Ⅱ非常相近,总体上,表现为火山活动更为频繁,规模加 大,时限加大,而休眠期则相对缩短。说明当时沉积环境越来越活动。

旋回Ⅴ 剖面未见顶,主要发育基性火山碎屑浊积岩。火山碎屑块体较旋回Ⅲ更大,代 表了又一次较强水下火山活动。

综上所述,思茅地区西部深水相带的沉积物单调,主要由火山碎屑及少量高成熟的陆源 物组成。反映该带距陆源剥蚀区较远,火山碎屑物质主要来自盆内的水下喷发物,因而火山 碎屑物质的成分是确定盆地性质的关键。

3 火山岩的性质

区内火山岩主要分布在龙洞河组中。火山活动的中心沿澜沧江消减带东侧的酒房断裂 带分布,为该区晚石炭世扩张带的中心,其走向北起无量山西侧,经安乐、民乐、永平、勐养至



图 5 思茅地区上石炭统浊积岩 A. 凝灰质火山角砾岩; B. 凝灰质砂岩及凝灰岩; C. 含砂屑海百合茎灰岩; D. 凝灰质粉砂岩及放射虫硅质岩 Fig. 5 The Upper Carboniferous turbidites in the Simao region, Yunnan

rig.5 The opper carbonierous turbidites in the Sunao region, Tunnan

A = tuffaceous volcanic breccia; B = tuffaceous sandstone and tuff; C = sand-bearing crinoidal limestone;

D = tuffaceous siltstone and radiolarian siliceous rock

帕当进入缅甸。火山岩类型包括基性、中性及酸性凝灰岩类,其中基性及中性岩类大多蚀变 较强,发生强绿帘石化和硅化作用,从其残余辉绿结构及残余斑状结构推测,原岩为玄武岩 及安山质岩类。相对而言,酸性凝灰岩及熔岩角砾保存较好,可用于判别岩石的成因类型。 表2为区内思茅西北大凹子及景谷县龙洞河一带的火山岩化学成分。可以看出,它们的 Na₂O较高,K₂O较低,Na₂O+K₂O的含量为2.48%~7.09%之间,平均为5.6%,介于岛弧型 与大陆边缘型火山岩之间,明显低于陆内和洋岛型火山岩(8%~9%)。各火山岩样品中,里 特曼指数(σ)都小于1.8,在(Na₂O+K₂O)-SiO₂ 图解中(图6),全部样品均落入 A 区,说明岩 石属钙碱性系列。在里特曼-戈蒂尼图解中(图7),所有样品均落入 B 区,属造山带地区火 山岩,与大陆边缘-岛弧带的火山岩相似。其特征说明,思茅地区晚石炭世已由前期的被动 大陆边缘转变为活动陆缘的岛弧-盆地系统。

4 结论

(1)思茅地区晚石炭世具有滨岸碎屑沉积、台地碳酸盐沉积和深水火山浊流沉积。后者 是在前期平缓的碳酸盐台地基础上经过断陷及火山作用事件而发展起来的沉积。

(2)火山浊流沉积有5个沉积旋回,具火山活动期与休眠期交递进行的特征。晚石炭世 早期至晚期为火山活动期加长及休眠期缩短的特征,反映该区构造活动逐渐增强。

Table 2 Chemical compositions of the Late Carboniferous volcanic rocks in the Simao region, Yunnan									
地点	大四子			龙洞河					
岩 石	英安 流纹岩	酸性熔岩	英安 流纹岩	英安质 凝灰岩	英安质 凝灰岩	英安质 凝灰岩	酸性角 砾熔岩	酸性 凝灰岩	酸性 凝灰岩
SiO ₂	76.46	77.58	73.63	71.46	72.50	69.66	74.34	73.82	72.00
Al ₂ O ₃	13.27	12.51	12.94	13.55	12.29	12.92	12.37	11.98	11.78
TiO2	0.28	0.11	0.25	0.50	0.60	0.56	0.34	0.40	0.40
Fe ₂ O ₃	1.70	1.84	0.67	2.54	2.01	1.65	1.82	1.01	2.25
FeO	2.19	0.59	2.40	1.30	1.78	2.97	1.52	2.24	2.17
MnO	0.07	0.05	0.09	0.09	0.10	0.11	0.99	0.11	0.10
MgO	1.52	0.56	1.36	1.14	1.54	2.36	0.89	1.34	1.26
CaO	0.78	0.44	1.00	1.36	1.24	2.04	0.90	1.53	3.45
Na ₂ O	3.75	5.10	5.65	6.01	5.18	4.75	5.01	4.40	0.50
K ₂ O	1.00	0.65	0.10	0.35	1.18	1.01	2.08	1.82	1.98
P ₂ O ₅	0.14	0.10	0.04	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10
烧失	2.33	1.23	1.36	1.88	1.98	1.77	1.39	1.98	4.98
总和	100.49	100.76	99.49	100.33	100.55	99.95	100.90	100.74	100.94

思茅盆地晚石炭世火山岩化学成分(w_B/%) 表 2

据参考文献[5]

(3)火山浊积岩中的火山岩具岛弧型火山岩特征,说明晚石炭世该区由被动大陆边缘逐 渐向活动大陆边缘的弧-盆体系转化。



图 6 晚石炭世火山岩 w(Na₂O+K₂O)-w(SiO₂) 图解

A. 钙碱性; B. 碱性; C. 过碱性



region, Yunnan

A = calc-alkaline; B = alkaline; C = peralkaline



晚石炭世火山岩 lgr-lgo 图解 图 7 A. 非造山带火山岩; B. 造山带火山岩; C.A、B两区派生的碱性、偏碱性火山岩

Fig.7 lg7-lgo diagram of the Late Carboniferous volcanic rocks in the Simao region, Yunnan A = non-orogenic volcanic rock; B = orogenic volcanic rock; C = alkaline and partial alkaline volcanic rock from A and B

参考文献:

- [1] 黄汲清等.中国及邻区特提斯海的演化[M].北京:地质出版社,1987.
- [2] 马文璞,区域构造解析[M].北京:地质出版社,1992.
- [3] 莫宣学,路风香等.三江特提斯火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1993.
- [4] 潘桂棠,陈智粱等.东特提斯地质构造形成演化[M].北京:地质出版社,1997.
- [5] 云南省地质矿产局 .《思茅幅》1:20 万区域地质调查报告[R].1981.
- [6] 云南省地质矿产局.云南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1990.
- [7] SHAWUGAN G and MOIOLA R J et al. Comparison of turbidite facies associations in modern passive margin Mississippi fan with ancient active margin fan[J]. Sedimentary Geology, 1988, 58:63 - 77.
- [8] 罗建宁,张正贵等.三江特提斯沉积地质与成矿[M].北京:地质出版社,1992.
- [9] 许效松.被动大陆边缘碳酸盐生长序列与盆山转换耦合[J].地球学报,1996,17(1):41-53.

Upper Carboniferous sediments in the Simao region, Yunnan and their tectonic settings

TAN Fu-wen, XU Xiao-song, YIN Fu-guang, LI Xing-zhen

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China)

Abstract: The Simao region in Yunnan located in the eastern part of the eastern Tethyan tectonic domain was part of the margin of the Yangtze platform during the Late Palaeozoic and displayed the platform-basin sedimentary framework during the Late Carboniferous. Three types of sediments are recognized: littoral clastic sediments, platform carbonate sediments and deep-water volcanic turbidite sediments, the latter of which are characterized by volcanic turbidites and developed on a pre-existing carbonate platform or a continental shelf due to rift faulting. Vertically, these volcanic turbidites represent the alternation of the high-density volcanic turbidites and low-density volcanic turbidites, and may be arranged into five depositional cycles. The increasing volcanism implies that the regional tectonism became progressively severe from the early stage to late stage of the Late Carboniferous. The volcanic rocks from the volcanic turbidites have the features of island-arc volcanic rocks, indicating that the study area was evolving from the passive margin to the arc-basin system of active margin during the Late Carboniferous.

Key words: Late Carboniferous; volcanic turbidite; island arc; Simao region