

文章编号: 1009-3850(2006)01-0008-05

西藏比如盆地竟柱山组沉积-火山岩形成环境及构造意义

和钟铎, 杨德明, 王天武, 黄应聪

(吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 上白垩统竟柱山组为一套冲积扇-扇三角洲沉积体系的粗碎屑岩, 间夹由英安岩、安山岩、石英粗安岩和流纹岩组成的中酸性火山岩。火山岩呈层状、似层状产出, 与碎屑岩均呈整合接触关系。地球化学特征表明, 竟柱山组火山岩形成于岛弧构造环境, 是挤压背景下地壳增厚熔融的产物。竟柱山组沉积-火山岩的形成环境揭示了比如盆地的性质在晚白垩世已由弧后盆地转换为前陆盆地。

关键词: 上白垩统; 竟柱山组; 沉积-火山岩; 比如盆地; 西藏

中图分类号: P534.53

文献标识码: A

竟柱山组是比如盆地沉积体系中的最新地层, 主要分布在盆地北侧的班公湖-怒江缝合带地区。本次在1:25万门巴区幅地质调查中, 在盆地南缘嘉黎断裂的北侧发现了该套沉积-火山岩地层, 对该套地层沉积充填序列和沉积环境进行了分析, 并依据其中的火山岩地球化学特征分析了盆地在晚白垩世的构造背景, 为研究比如盆地的形成演化提供了重要依据。

1 区域地质背景

比如盆地夹持于北侧的班公湖-怒江缝合带和南侧的纳木错-嘉黎断裂之间, 西以格仁错断裂为界而与仓木错-它日错盆地所在的措勤地体相接(图1)。盆地的基底由上古生界和三叠系、中下侏罗统组成, 前者出露在盆地的西侧, 主要由二叠系蒲帮组及石炭系、泥盆系等构成; 后者出露于盆地北侧, 由上三叠统确哈拉群和中下侏罗统希湖群构成。盆地盖层包含中侏罗统马里组和桑卡拉侖组、中上侏罗统拉贡塘组、上侏罗统沙木罗组、下白垩统多尼组和郎山组, 以及上白垩统竟柱山组。

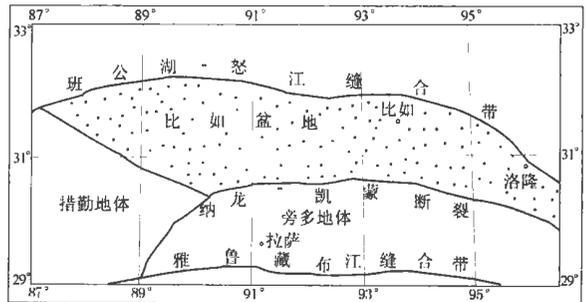


图1 比如盆地大地构造位置^[1]

Fig. 1 Tectonic setting of the Biru Basin (modified from Zhao Zhengzhang et al., 2000)

2 竟柱山组充填序列及形成环境

剖面实测结果表明, 竟柱山组主要由红褐-褐色灰色砾岩、含砾岩屑长石砂岩、岩屑石英砂岩、长石砂岩夹杂色砂质泥岩和粉砂岩组成, 形成于冲积扇-扇三角洲沉积环境(图2)。冲积扇主要为红褐色中厚或中薄层中粒岩屑长石砂岩, 正态概率曲线为三段式, 跳跃总体含量在65%, 斜率为40°, 标准偏差位

收稿日期: 2006-01-16

第一作者简介: 和钟铎, 1968年生, 副教授, 主要从事构造地质的教学和科研工作。

资助项目: 中国地质调查局“1:25万门巴区幅地质调查项目(H46002002)”。

层号	柱状图	厚度/m	主要岩性	亚相	相
13		21.9	褐红色中薄层中粒岩屑长石砂岩夹砾岩	中扇	冲积扇
12		275.1	黄褐色安山岩	溢流	火山岩相
11		71.2	灰黄色中薄层岩屑石英砂岩	中扇	冲积扇
10		12.4	褐红色安山岩	溢流	火山岩相
9		180.8	红褐色中厚层钙质粉砂细粒石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩、页岩	扇三角洲前缘-扇三角洲平原	扇三角洲
8		239.4	紫红色薄层钙质微粒石英砂岩夹泥质粉砂岩	扇三角洲前缘-扇三角洲平原	扇三角洲
7		59.2	褐红色石英粗安岩	次火山岩	火山岩相
6		12.6	红褐色薄层含砾细砂质泥	爆发	火山岩相
5		25.1	褐紫色含角砾流纹质晶屑凝灰岩	爆发	火山岩相
4		62.8	红褐色流纹岩	溢流	火山岩相
3		99.7	紫红色中厚层砾岩夹薄层钙质中细粒岩屑石英砂岩	扇三角洲前缘	扇三角洲
2		131.4	紫红色中厚层钙质粉细粒岩屑石英砂岩	扇三角洲平原	扇三角洲
1		57.4	灰红色薄层钙质含粉砂细粒石英砂岩夹泥质粉砂岩	扇三角洲前缘	扇三角洲

图2 竟柱山组沉积-火山岩系充填序列

Fig. 2 Vertical sequence of the sedimentary-volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

2.64, 分选差。扇三角洲可进一步识别出扇三角洲平原和扇三角洲前缘。扇三角洲前缘主要为灰色薄层状细粒钙质石英砂岩夹薄层灰色泥质粉砂岩、页岩; 扇三角洲平原主要为紫红色细粒岩屑石英砂岩, 分选差, 反映了扇三角洲快速堆积的特点。在扇三角洲平原的根部可见紫红色中厚层状砾岩, 砾石成分主要为灰岩, 次为火山岩、石英岩及花岗岩, 砾石的分选、磨圆很差, 发育大型槽状交错层理和平行层理。

在各种粒级的砂、砾岩中发育有3层以上火山岩, 火山岩呈层状、似层状产出, 单层厚度最小10余米, 最厚达300余米, 与紫红色碎屑岩均呈整合接触关系, 无明显的沉积间断。镜下观察表明, 竟柱山组中的火山岩主要有安山岩、石英粗安岩、英安岩和流纹岩。安山岩的 K-Ar 年龄为 83Ma, 时代为晚白垩世^[2]。

3 火山岩地球化学特征及形成环境

地球化学中的主元素由河北省地质矿产局廊坊实验室采用聚环氧乙炔、络合物滴定法、火焰光度法、重量法、电位法等方法测定, 稀土元素和微量元素由中国地质科学院地球物理地球化学勘探研究所测定, 其中 Ba, Ga, Rb, Sr, Zr 元素由压片法 X 射线-荧光光谱法 (XRF) 测定, Ge 由原子荧光光谱法 (AFS), 其余元素由等离子体质谱法 (ICS-MS) 测定。

3.1 常量元素特征

从表1中可以看出, 除安山岩外, 其余岩石都富硅和碱质及铝, 而贫铁、镁、钙。ACNK 在 1.17~1.53 之间, 平均为 1.30, CIPW 计算结果都出现标准矿物刚玉分子, 说明这些岩石均为过铝质火山岩。它们的分异指数都在 86.52 以上, 分异程度较高。在 SiO₂-K₂O 图解上 (图 3), 安山岩和英安岩落入钙碱性区内, 流纹岩落入高钾钙碱性岩区, 石英粗安岩落入钾玄岩区内。上述岩石化学特征预示着竟柱山组

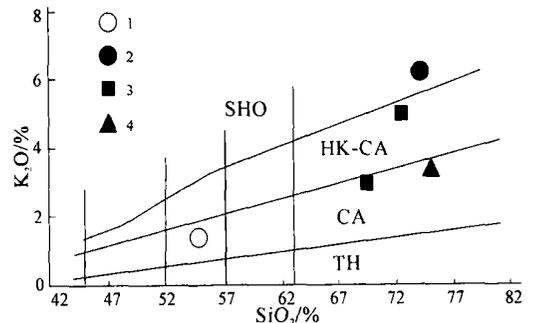


图3 火山岩的 K₂O-SiO₂ 图解^{3]}

1. 安山岩; 2. 石英粗安岩; 3. 流纹岩; 4. 英安岩(下同)。SHO, 钾玄质系列; HK-CA, 高钾钙碱系列; CA, 钙碱性岩石系列; TH, 拉斑系列

Fig. 3 K₂O vs. SiO₂ diagram of the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation (after Miller et al., 1999)

1 = andesite; 2 = quartz trachyandesite; 3 = rhyolite; 4 = dacite. SHO = shoshonitic series; HK-CA = high K calc-alkaline series; CA = calc-alkaline series, TH = tholeiitic series

表 1 竟柱山组火山岩化学成分($w_B/\%$)分析结果

Table 1 Chemical compositions of the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation ($w_B/\%$)

样品号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	总量
1	流纹岩	72.26	0.4	14.35	1.76	0.05	0.037	0.17	0.55	3.32	5.05	0.02	1.23	0.58	99.78
2	石英粗安岩	73.9	0.28	13.58	1.83	0.02	0.05	0.17	0.52	1.98	6.18	0.1	1.13	0.49	100.23
3	英安岩	74.62	0.24	13.49	2.29	0.26	0.007	0.34	0.2	2.75	3.52	0.04	1.53	0.23	99.52
4	安山岩	54.96	1.09	17.14	3.52	2.97	0.096	3.1	4.96	4.42	1.08	0.08	3.52	2.87	99.81
5	流纹岩	69.74	0.4	15.35	3.4	0.41	0.015	0.23	0.95	4.2	2.78	0.04	1.54	0.71	99.77

火山岩可能形成于挤压作用下地壳明显加厚的构造环境。

3.2 稀土元素和微量元素

从表 2 中可以看出,白垩系火山岩的稀土总量较高,均在 142.82×10^{-6} 以上;稀土配分型式(图 4)呈右倾型,且曲线的斜率较大,轻稀土相对富集,而重稀土相对亏损, Σ_{Eu} 变化于 0.40~0.69 之间,平均为 0.49,具较明显的负铕异常。

火山岩在里特曼-戈蒂尼指数图解上(图 6),投影点均落入 B 区,即造山带火山岩区;在长英质火山岩构造环境判别图解上,投影点落入弧火山岩区,而非伸展盆地火山岩区(图 7);在 Th-Hf/3-Nb/16 图解中,投影点均落入岛弧火山岩区内(图 8)。结合火山岩主元素化学特征及微量元素的配分曲线特征,可以确定白垩纪竟柱山组火山岩形成于岛弧构造环

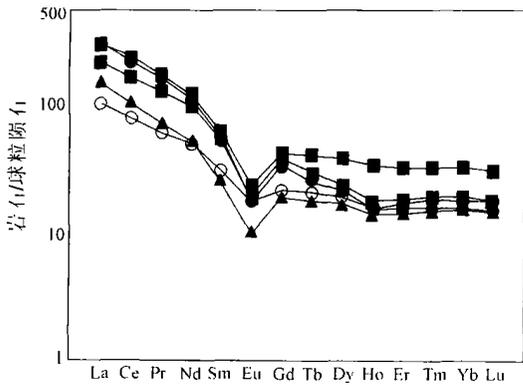


图 4 竟柱山组火山岩稀土元素配分型式

Fig. 4 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

白垩纪火山岩的微量元素(表 3)与地壳平均值比较,富 Ba、Nb、Hf、Zr、Th、U,而安山岩则显示出亏损;火山岩的 Rb、Ga 与地壳平均值相当,安山岩亦显示亏损, Ta、Y 呈亏损状态。微量元素在蛛网图中上显示 Rb、Th 的峰和 Nb、Ta 的谷(图 5),以富 K、Rb、Ba、Th 等大离子亲石元素及亏损 Nb、Ta、Y、Yb 等高场强元素为特征,显示出与俯冲作用有关火山岩的地球化学特点^[4]。

3.3 构造环境判别

火山岩的起源和演化受置于所处的地球动力学环境制约,不同构造环境形成的火成岩其地球化学特征不同,所以可利用火成岩的化学成分、微量元素及其比值关系来判定火成岩的构造环境。竟柱山组

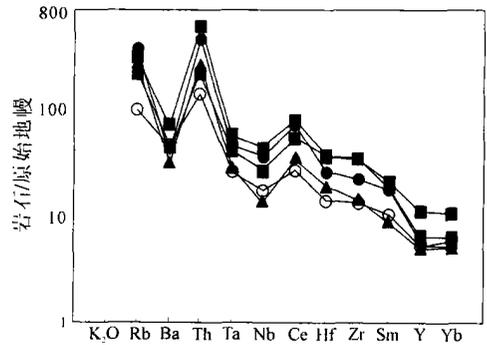


图 5 竟柱山组火山岩的微量元素蛛网图

Fig. 5 PM-normalized trace element spidergram for the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

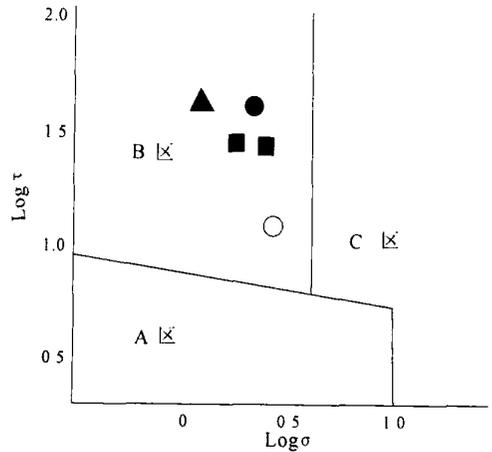


图 6 竟柱山组火山岩里特曼-戈蒂尼指数图解

Fig. 6 Log σ - Log τ diagram of the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

表2 竟柱山组火山岩的稀土元素($w_B/10^{-6}$)分析结果Table 2 REE contents in the volcanic rocks from the Jingzhushan Formation($w_B/10^{-6}$)

样品号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Y	Yb	Lu	Σ REE
1	流纹岩	67	135	15.2	53	8.8	1.07	7.19	1.04	5.9	0.97	2.9	0.47	29.2	3.1	0.44	331.68
2	石英粗安岩	67	124	14.1	49	7.8	1.02	6.55	0.95	5.3	0.86	2.5	0.38	25.5	2.5	0.37	307.83
3	英安岩	34	62	6.5	23	3.9	0.57	3.82	0.63	4.1	0.75	2.3	0.37	22.7	2.5	0.36	167.5
4	安山岩	23	46	5.5	22	4.4	0.99	4.26	0.74	4.7	0.86	2.7	0.44	23.9	2.9	0.43	142.82
5	流纹岩	47	93	11.1	43	8.3	1.32	8.06	1.44	9.4	1.77	5.1	0.79	48.6	5.2	0.74	284.82

表3 竟柱山组火山岩微量元素($w_B/10^{-6}$)分析结果Table 3 Trace element contents in the volcanic rocks from the Jingzhushan Formation ($w_B/10^{-6}$)

样品号	岩石名称	Ba	Rb	Sr	Ga	Ta	Nb	Hf	Zr	Ti	Th	U
1	流纹岩	490	186	220	16	2.22	29.8	11.1	382	0	47.1	5.3
2	石英粗安岩	261	226	135	15	1.89	24.5	7.8	247	0	36.9	3.3
3	英安岩	223	172	47	16	1.15	9.7	5.7	158	0	20.9	2.9
4	安山岩	310	60	203	19	1.05	12.2	4.2	147	1	11.2	1.9
5	流纹岩	300	134	103	25	1.6	18.3	10.5	367	0	17.2	3.2

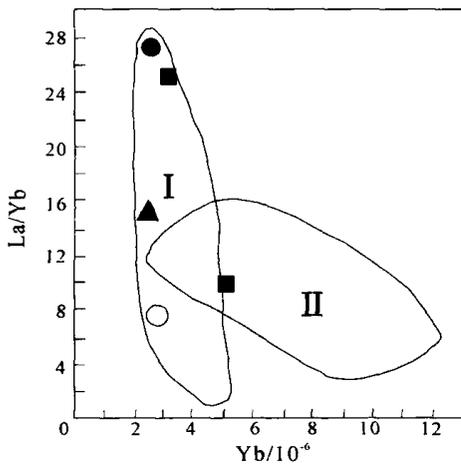


图7 竟柱山组火山岩 Yb-La/Yb 图解

I. 弧火山岩; II. 伸展盆地火山岩

Fig. 7 Yb-La/Yb diagram of the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

I= arc volcanic rocks; II= extensional basin volcanic rocks

境。

4 构造意义讨论

比如盆地位于班公湖-怒江缝合带的南侧, 盆地的演化与班公湖-怒江弧后洋盆的引张、扩展、俯冲和消亡息息相关。晚三叠一早中侏罗世, 比如盆地表现为弧后盆地特征^[3], 确哈拉群是弧后盆地扩张初期的沉积体, 主要岩性由陆源碎屑岩和灰岩组成,

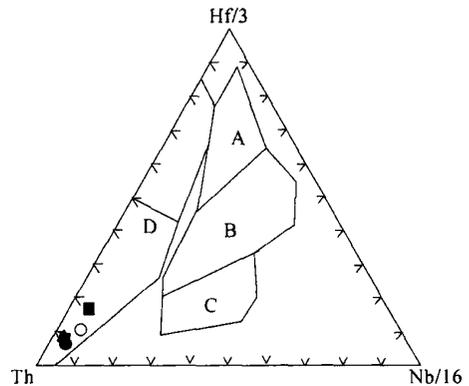


图8 竟柱山组火山岩 Th-Hf/3-Nb/16 图解

Fig. 8 Th-Hf/3-Nb/16 diagram of the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation

厚逾3000m; 中侏罗统马里组、桑卡拉侖组、中上侏罗统拉贡塘组是扩张鼎盛时期的沉积体, 它主要由砂岩、粉砂岩、泥岩组成, 具有发育良好的韵律结构, 为类复理石建造, 厚5000余米。上侏罗统沙木罗组是一套不变质的滨浅海相的磨拉石沉积, 它明显不整合在组成班公湖-怒江缝合带的蛇绿岩之上, 标志着班公湖-怒江构造带由原来的弧后扩张转变为残留弧后盆地, 下白垩统多尼组为一套海陆交互的含煤碎屑岩, 代表了残留弧后盆地阶段沉积^[6]。

竟柱山组沉积时期是比如盆地性质重要的转折时期, 其全方位不整合在下伏不同时代的地层之上,

揭示了比如盆地在早晚白垩世之间发生了重要的构造事件。竟柱山组为一套磨拉石建造,形成于冲积扇-扇三角洲沉积环境。与此同时,在蚀源区构造性质判别图上也清楚表明竟柱山组蚀源区的性质属再旋回造山带或碰撞造山带^[1]。竟柱山组火山岩为钙碱性-高钾钙碱性-钾玄岩系列的火山岩,微量元素和稀土元素特征表明该火山岩形成于的岛弧构造环境。火山岩(除安山岩外)标准矿物刚玉分子的普遍出现及 $ACNK > 1.1$,说明这些岩石为过铝质火山岩,可能是挤压背景下地壳的增厚熔融所致。因此,竟柱山组火山-沉积岩的形成环境预示着在挤压作用下地壳已明显增厚,班公湖-怒江缝合带此时已强烈隆升为地势陡峻的蚀源区,比如盆地性质在晚白垩世已由早期伸展背景下的弧后盆地转变为挤压作用下的前陆盆地。

参考文献:

- [1] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 273—282.
- [2] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993. 346—364.
- [3] MILLER C, SCHUSTER R, KLOTZLIU et al. Post-collisional potassic and ultrapotassic magmatism in SW Tibet; Geochemical and Sr-Nd-Pb-O isotopic constraints for mantle source characteristics and petrogenesis [J]. *Geology*, 1999, 40(9): 1399—1424.
- [4] PEARCE J L A, HARRIS B W, TINDLE A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. *The Journal of Petrology*, 1984, 4: 956—983.
- [5] 潘桂棠,等. 初论班公湖-怒江缝合带[A]. 青藏高原地质文集(15)[C]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [6] 李光明,雍永源. 藏北那曲盆地中—上侏罗统拉贡塘组浊流沉积特征及微量元素地球化学[J]. *地球科学*, 2000, 21(4): 373—378.

Tectonic setting and significance of the sedimentary-volcanic rocks from the Jingzhushan Formation in the Biru Basin, Xizang

HE Zhong-hua, YANG De-ming, WANG Tian-wu, HUANG Ying-cong
(Faculty of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China)

Abstract: The Upper Cretaceous Jingzhushan Formation in the Biru Basin, Xizang consists of a succession of coarse-grained clastic rocks in the alluvial fan-delta depositional system, intercalated with intermediate-acidic volcanic rocks including dacite, andesite, quartz trachyandesite and rhyolite. These volcanic rocks occur as stratified or stratoid beds, and are in conformable contact with the clastic rocks. The geochemical signatures show that the volcanic rocks in the Jingzhushan Formation were formed in the island-arc environment as crustal thickening-melting products in a compressional tectonic setting. The Biru Basin developed into a foreland basin during the Late Cretaceous.

Key words: Upper Cretaceous; Jingzhushan Formation; sedimentary-volcanic rocks; Biru Basin; Xizang