文章编号: 1009-3850(2005)01-0163-08

班公湖-怒江结合带北侧陆缘火山-岩浆弧带 的厘定及其意义

廖六根^{1,2},曹圣华²,肖业斌²,欧阳克贵²,胡肇荣²,冯国胜²

(1. 中国地质大学资源学院,湖北武汉 430074; 2. 江西省地质调查研究院,江西南昌 330201)

摘要: 在班公湖-怒江结合带西段北侧的拉热拉新岩体东、西两侧, 新发现了一些早白垩世岩体、相伴的陆缘火山岩组 合和矿(化)点, 侵入岩和火山岩的岩石化学特征均显示其成因与中特提斯洋向北俯冲消减密切相关。本文将班-怒 带北侧的火山-侵入岩带厘定为五峰尖-拉热拉新晚侏罗世一早白垩世陆缘火山-岩浆弧带, 同时讨论了陆缘火山-岩 浆弧带的厘定在分析中特提斯构造演化方面的研究意义。

关键 词:班公湖-怒江结合带;陆缘火山-岩浆弧带;地球化学;西藏;

中图分类号: P542 文献标识码: A

班公湖-怒江结合带(以下简称班-怒带)以北的 岩浆活动比南侧的冈底斯岩浆岩带相对较弱,其研 究程度也相对较低。前人将班-怒带北侧分布的一 或南羌塘侵入岩带。由于岩浆岩分布范围不大,又 未发现同时代火山岩,因而认为岩浆岩带的形成与 班公湖-怒江边缘海洋盆的盆内聚敛作用有关[1~2]。 通过班-怒带西段1:25万喀纳幅、日土县幅、羌多幅 的地质填图,在班-怒带北侧的拉热拉新岩体东、西 两侧新发现了一些早白垩世岩体、相伴的陆缘火山 岩组合和矿(化)点,侵入岩和火山岩的岩石化学特 征均显示其成因与中特提斯洋向北俯冲消减密切相 关。因此,本文将班-怒带北侧的火山-侵入岩带厘 定为五峰尖-拉热拉新晚侏罗世--早白垩世陆缘火 山-岩浆弧带,同时讨论了陆缘火山-岩浆弧带的厘 定在分析中特提斯构造演化方面的研究意义。

研究区大地构造位置南部位于班公湖-怒江结 合带西段,北部属南羌塘陆块。区内侵入岩属南羌 塘多玛-聂荣-左贡燕山早期岩浆岩带西段,围岩地 层主要为三叠纪一中侏罗世被动陆缘沉积组合,它 们共同构成南羌塘陆块南缘的五峰尖-拉热拉新晚 侏罗世一早白垩世火山-岩浆弧带。该带呈近北西 西向展布于研究区北部红柳沟、五峰尖、拉热拉新、 埃永错一线,东段受北西向班公湖断裂带错动,北以 尼亚格祖-野马滩-吉普断层与南羌塘断隆带为界, 东以班公湖断裂与南羌塘拗陷带为界,南以喀纳-扎 普断裂与班公湖-怒江结合带为邻(图1)。

1 火山岩、岩浆岩基本特征

1.1 地质与岩石学特征

火山岩仅分布在研究区西北五峰尖地区,岩石 地层单位归属为五峰尖组。其岩性下部为一套深灰 绿色砾质粗巨粒岩屑砂岩、砾质不等粒岩屑砂岩,具 陆源火山喷发水下沉积之特征,往上为块状玄武岩、 杏仁状玄武质角砾熔岩、中基性含集块火山角砾岩、 安山岩、流纹质晶屑凝灰岩等。岩石喷发单元厚度 薄,呈层状、似层状产出,常夹正常沉积碎屑岩,构成 沉积-喷发旋回。火山岩相有爆发相、喷溢相、爆溢

收稿日期: 2005-01-04

第一作者简介: 廖六根,1965年生,高级工程师,硕士研究生,主要从事区域地质调查及找矿工作。



图 1 班公湖地区地质简图

1. 第四系; 2. 古近纪陆相沉积; 3. 古近纪火山岩; 4. 晚侏罗世一早白垩世海相沉积; 5. 晚三叠世一早侏罗世被动陆缘沉积; 6. 中晚侏罗世 活动陆缘沉积; 7. 侏罗系木嘎岗日岩群; 8. 晚古生代地层; 9. 志留纪地层; 10. 中泥盆世花岗岩; 11. 早白垩世花岗岩; 12. 晚白垩世花岗 岩; 13. 蛇绿混杂岩; 14. 角度不整合界线; 15. 构造单元边界

Fig. 1 Simplified geological map of the Bangong Lake area

1= Quaternary; 2= Paleogene continental deposits; 3= Paleogene volcanic rocks; 4= Late Jurassic-Early Cretaceous marine deposits; 5= Late Triassic- Jurassic passive continental marginal deposits; 6= Middle- Late Jurassic active continental marginal deposits; 7= Jurassic Muggar Kangri Group Complex; 8= Late Palaeozoic strata; 9= Silurian strata; 10= Middle Devonian granites; 11= Early Cretaceous granites; 12= Late Cretaceous granites; 13= Ophiolitic mélanges; 14= angular unconformity; 15= tectonic boundary

相、喷发沉积相等。上述特征表明,陆缘火山弧上的 火山-沉积岩系在空间上岩相多变,沉积类型多样; 出露陆相、海陆交互相、台地斜坡、深水盆地等各种 不同沉积相和沉积类型组合,为一岛链状分布的构 造古地理格局。

中酸性侵入岩呈北西西向分布于班-怒带北侧 昌隆河、拉热拉新、埃永错一线,岩性主要有黑云闪 长岩、石英二长闪长岩、石英二长岩等,属昌隆河、拉 热拉新超单元。前述岩体的同位素年龄为 120.9Ma~138.3±6.91Ma,个别192Ma。在成分演 化上,超单元内各单元,从闪长岩→石英闪长岩→石 英二长闪长岩→石英二长岩→花岗闪长岩→黑云花 岗岩,晚期局部单元有结构演化现象(从中细粒花岗 岩结构→粗中粒花岗结构)。火山岩和侵入岩主要 岩石类型岩石学特征如下。

(1)变玄武岩:岩石呈灰绿色,斑状结构,基质辉 绿结构,定向构造。残留斑晶有斜长石(5%)、暗色 矿物(2%);残留基质有斜长石(10%)、绿泥石+斜 长石(82%)、杏仁石(1%)、方解石(20%)。

(2)变粒玄岩:岩石呈灰绿色,斑状结构,基质呈 嵌晶 含 长-间 粒 结 构,杏 仁 构 造。斑 晶 为 辉 石 (24 %),基质有斜长石(15 %)、辉石(47 %)、橄榄石 (5%)、杏仁石(8%);少数蚀变的暗色矿物嵌生半自 形斜长石,杏仁石呈不规则状、直径1.25mm,充填 物为绿泥石和方解石。

(3)硅化粗安岩:岩石呈灰色,残余斑状结构,基 质残余粗面结构,杏仁构造。斑晶有斜长石(10%)、 暗色矿物(3%)、钾长石(2%),基质(84%);副矿物 有锆石、磷灰石(少量)、磁铁矿(少量);蚀变矿物有 石英(15%)、绿泥石,杏仁石(10%)。

(4) 变安山岩:岩石呈灰绿色,斑状结构,基质玻 基交织结构,斑晶有斜长石(20%)、暗色矿物(5%); 基质有斜长石+玻璃(73%);副矿物有绿帘石+钛 铁矿(1%)、锆石(微量)、电气石(微量)等。斑晶斜 长石呈半自形板状,粒径0.3~2.5,全蚀变而呈假 象;基质斜长石微晶粒径0.02~0.10mm,呈板条状 定向排列于岩石中,其间充填玻璃质,已被黝帘石交 代多呈微晶状。

(5)玻屑-晶屑凝灰岩:岩石呈灰色,角砾-晶屑 凝灰结构,块状构造。主要成分有角砾(5%)、岩屑 (3%)、晶屑(石英12%、黑云母2%、斜长石37%)、玻 屑+火山尘(40%)等。角砾呈棱角状,砾径2~ 12mm;岩屑呈棱角状,粒径0.5~1.5mm,角砾成分 与岩屑成分相同,均为凝灰岩、安山岩和绢英岩等, 岩石成分属流纹质。

(6)黑云闪长岩:岩石呈灰色,半自形(柱)粒状 结构、块状结构。矿物成分主要有斜长石(40%~ 73%)、钾长石(0~8%)、黑云母(1%~5%)、普通角 闪石(0~10%)、石英(1%~2%),磁铁矿(0~1%)、 斜长石呈半自形板状、板柱状,双晶、环带发育,为 An=40的中长石;角闪石呈半自形长柱状,为普通 角闪石。

(7)石英(二长)闪长岩:包括石英二长闪长岩和 黑云石英二长闪长岩,岩石呈灰绿色,半自形(柱)中 细粒状结构,块状构造。矿物成分主要由斜长石 (44%~80%)、钾长石(10%~25%)和石英(10%~ 15%),有的含黑云母(4%~10%),普通角闪石 (3%~4%,个别达26%)。

(8)石英二长岩:包括石英二长岩和黑云角闪石 英二长岩,岩石呈灰色一灰绿色,二长结构、中细粒 半自形粒状结构,块状构造。矿物成分主要由斜长 石(25%~51%)、钾长石(29%~40%)、石英(5%~ 15%)组成,有的含较多角闪石(7%~40%)和少量 的黑云母(1%~5%)。

(9)花岗闪长岩:岩石多呈灰色,有的呈灰、浅 白、深绿、黑褐等杂色,中细粒一中粒花岗结构,块状 构造,有的局部由于暗色矿物成团状分布略显混杂 构造。矿物主要成分有斜长石(46%~55%)、钾长 石(15%~20%)、石英(20%~26%)组成,常含有少 量的黑云母(5%~6%)和角闪石(3%~4%),其中 团块状暗色矿物应属析离体。

(10)花岗岩:又可细分二长花岗岩和普通花岗 岩。普通花岗岩包括中细粒花岗岩、粗中粒花岗岩、 细粒黑云花岗岩、中细粒黑云母花岗岩、中粗粒黑云 花岗岩,中粒斑状黑云花岗岩。岩石呈灰色,细粒一 中细粒一粗中粒一中粒花岗结构,局部可见蠕英结 构与文象结构,块状构造。矿物成分主要为钾长石 (40%~65%)、斜长石(10%~25%)、石英(20%~ 30%)、黑云母(1%~4%),有的含少量角闪石,偶见 白云母。二长花岗岩岩石多呈浅灰白色一灰色,少 数呈浅肉红色、浅黄白色、黑褐色等,细粒一中细粒 一粗中粒花岗结构或似斑状细粒一中细粒一粗中粒 花岗结构,块状构造,矿物成分主要为斜长石 (30%~36%)、钾长石(35%~40%)、石英(21%~ 25%),黑云母(3%~5%),有时可见少量的角闪石。 1.2 火成岩的地球化学特征

研究区火山岩、侵入岩岩石主量元素含量、稀土 元素含量分析结果见表 1。从表 1中可以看出,火山 岩的 SiO₂ 含量为45.04%~71.03%, δ为1.45~ 6.35;粒玄岩属基性岩中的碱性玄武岩,其它则属中 性岩中的钙碱性岩类的安山岩类;凝灰岩属酸性岩 流纹岩类。火山岩从早到晚具有拉斑玄武岩系列向 钙碱性系列到碱性系列演化的特点,火山岩性质标 志着岛弧发生一发展一成熟的完整过程。

火山岩中微量元素含量(表 2)与其相应的岩石 类型维氏值大致相当,无明显异常现象,仅围绕其维 氏值呈上下波动特征,属正常的变化范围,富集系数 较大的元素为过渡元素 Se。稀土总量为(80.29~ 207.1)×10⁻⁶,属一般基性岩一酸性岩含量范围, 无明显异常。 & uN 为00.67~1,铕从负异常到无异 常;LREE/HREE=5.77~25.33,轻稀土呈较强烈 富集。其稀土元素球粒陨石标准化图式(图 2)呈向 右陡倾略向下凹或"V"字直线型,轻稀土强烈富集 型,除凝灰岩样品外,各样品的稀土分布曲线十分相 似,仅稀土元素含量水平有所差异,说明它们具有相 同的物质来源和相同的岩浆结晶分异规律。它们也 与大陆边缘安山岩或高钾安山岩的稀土元素分布型 式相似或相近。

侵入岩岩石化学 SiO₂ 含量逐渐增高,由中性岩 向酸性岩演化; AbO₃ 含量为15.97% ~17.55%,逐 渐降低,铝指数(A/CNK)=0.82~0.999,均小于 1,为次铝型花岗质岩;里特曼指数 ≥ 2.65~3.41, 属钙碱性岩闪长岩类-花岗岩类。

侵入岩微量元素显示富集的元素有 Rb、Ba、 Th、Ta、Nb、Ce, 而 Rb、Ba、Th 富集较强烈;显示亏 损的元素有 Hf、Zr、Sm、Y、Yb。各单元曲线形态十 分相似,均与同碰撞花岗岩分布形式相同或相似。 REE 为 168.5~256.38, LREE/ HREE 在 11.8~ 14.24,属轻稀土富集。铕异常(ðEuN)在0.96~ 0.98与0.7之间,呈非常微弱的负异常,稀土分配曲 线呈明显的右倾型式(图 3),斜率较大;其中花岗岩 类(埃永错-松模单元)具明显的Eu负异常,曲线呈

)特征表
B/10 ⁻⁶
元素(₩
6)、稀土
素 (w _B /9
主量元
、侵入岩
至火山岩
研究[
表 1

itud
Je S
ntl
roi
S
ğ
vel
Į3
臣
Ē
ar
췽
2
Ĭ
olc
š
Ē
.5
÷
10
È
- 32
Ľ,
ents (M
ontents (M
E contents (M
REE contents (w
nd REE contents (w
) and REE contents (w
%) and REE contents ($%$
$w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
s ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
ents ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
ontents ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
At contents ($w_{\rm B}/\%$) and REE contents (w
ment contents ($w_{\rm B}/\%$) and REE contents (w
element contents ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
for element contents ($w_{\rm B}/\%$) and REE contents (w
Major element contents ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
Major element contents ($w_{\rm B}/\%$) and REE contents (w
e 1 Major element contents ($w_{\rm R}$ /%) and REE contents (w
Table 1 Major element contents ($w_B/\%$) and REE contents ($w_B/\%$)
Table 1 Major element contents ($w_{\rm R}/\%$) and REE contents (w

		Table 1 Major element	conten	ts (w _B /	∕%)an	d REE	contents	$(w_B/1)$	0 ⁻⁶) in	the vol	canic r	ocks and	intrusi	ve rock	s from t	he stud	y area		
超单元	单元	治在	SiO2	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H₂O⁺	H_2O^-	8	总量	FeO* / (FeO* + MgO)	A/CNK
	*	花闼斑岩	70.51	0 26	14.53	0.23	1 89	0 02	0.61	1.96	3.6	4 68	0 14	1 27		6	9.78	0.77	0.9997
	¥ ۲	中细粒黑云花岗岩	74.76	0.26	12.55	043	1 28	0.04	0.58	1 46	3.28	4.29	0.1	0.74	0.17	0.06	99.63	0.74	0.99
	料、社	细粒黑云花岗	77.44	0 1	11.62	0.17		0.06	0.23	0.72	3.55	4.16	0.03	0.6	0.09	0.08	99.61	0.84	-
存	控限	租中粒花岗岩	75.21	0.11	12.81	0.44	1.13	0.04	0.16	0.87	3.67	4.67	0.02	0.63	0 27	0.1	99.68	0.91	1.01
栽	## 1 •	中粗粒黑云花岗岩	71.62	0.16	12.46	0.39	1.33	0.04	0.55	2.79	3.16	5.35	0.21		0.14		99.	0.78	0.75
拉	矢	中细粒角闪黑云二长花岗岩	64.89	0 77	14.59	3.6	1.18	0.07	2.38	4.37	3.44	3.29	0.2	0.86	0.21	0.16	99.42	0.65	0.85
凝	拿列龙	中粒黑云花岗闪长岩	63	0.62	16.05	0.99	3 26	0.06	2.56	4.2	3.77	3.94	0 13		0.19		99.52	0.89	0.62
	檀志	角闪黑云石英二长岩	57.04	0.66	15.18	0.5	5.87	0.11	4.52	5.23	2.62	5.73	0.7		0 73		69.66	0.58	0 76
	布加改	石英闪长岩	53.32	0 53	16.3	0.7	5.87	0.14	5.96	8.96	2.5	1.81	0.31		0 45		99.33	0.52	0.73
	唐炸	黑云角闪长岩	56.24	1.1	15.35	1.33	6.06	0.18	5.55	6.95	2.64	1.89	03		0.52		99.34	0.57	0.81
	风火山	石英二长岩	64.71	0.5	15 97	0.51	3.08	0 1	1.28	3.39	4.25	4.36	0 22	1 13	0.32	0.1	99.30	0.73	0.89
目隆河	二峰山	绢云母化黑云石英闪长岩	59.89	0.56	16.95	2.96	2.43	0.09	2.63	4.84	3.77	2.92	0.3		0 35		99.42	0.66	0.93
	≣ ∐	黑云闪长岩	56.75	0.68	17.55	2.3	4.33	0 12	3.35	6.69	3, 53	3.02	0.45		0 15		99.33	0.66	0.826
		火山岩;变安山岩	53.42	67	14.68	2.36	4.97	0.12	4.87	9.05	2.89		0.23		0 16		99.85	0.59	0.66
		变杏仁状含角砾安山岩	53.18		15.79	3.13	7 6	0 16	3.44	7.13	3.91	1.13	0.25		0.16		99.59	0.75	0.77
侏罗纪	已五峰尖组	变玄武质角砾熔岩	59.21	0 6	15	1 49	3 78	0.08	4.36	5.96	4.18	2.54	0.13		0.12		99 58	0.54	0.73
		玻屑-晶屑凝灰岩	71.03	0.32	14.7	0.92	0 85	0.02	0.63	1.87	3.68	4.16	0.13		0.31		99.31	0.73	1.054
		变粒玄岩	45.04	05	11.31	2 05	4.98	0 12	9.3	14.53	2.88	0.72	0.15	7.04	0		99.58	0.42	0.35
超单元	单元	岩柱	La	రి	$\mathbf{P}_{\mathbf{r}}$	PZ	Ŀ	Eu	ઝ	$^{\rm qL}$	Ð	Ho	Ē	е Н	Υb	Y	Lu	DREE	8EuN
		中细粒黑云花岗岩	27.92	46 95	5.53	18.48	3.68	0 69	2.83	0.45	2.5	0.58	1 51	0 25	1 69	13.95	0 26	127.26	0.63
4	유가 사람	细粒黑云花岗	26.05	45.89	5.75	17.93	3 82	0.41	3.34	0.56	3.29	0.7	1 97	0 32	2.09	17 59	0.31	130.02	0.34
4	忆限	中湘粒黑云花岗岩	48.54	88.44	11	38.14	7 44	0 52	6.59	1.07	6.37	1.31	3 72	0 57	3 7	36 12	0.56	254.09	0.22
荰		粗中粒花岗岩	34.3	74.35	9 64	31.02	7 3	0.32	6.68	1.25	7.14	1.49	4.15	0.71	4.51	35.28	0.65	218.76	0.14
	埃永错	中细粒角闪黑云二长花岗岩	43.52	83.65	10.04	33.63	6 48	1.17	5.22	0.8	4.61	0.95	2.48	0 39	2 59	23.69	0.38	219.6	0.6
拉	拿列龙	中粒黑云花岗闪长岩	31.15	58.98	7.34	24.62	4.86	1.03	4.5	0.78	4.36	0.92	2.65	0.43	2 71	22.78	0 42	167.5	0.66
<u>4</u> 0	檀志	角闪黑云石英二长(斑)岩	76.27	140.1	17.36	64.04	11 56	2 24	9.69	1.42	7 22	1 42	3 87	0 6	3 57	32.62	0.57	372.55	0.63
ANI	布加改	石英闪长岩	19 02	37 26	4 44	16.78	3.66	1 04	3.66	0 58	3.53	0.72	2	0 33	2 2	18.04	0.32	113.58	0 86
	唐炸	黑云角闪闪长岩	27	53 06	6.84	25.17	5 31	1.14	5.1	0.83	4.94		2 74	0.45	2 85	24.4	0 42	161.25	0 66
	风火山	石英二长岩	61.85	98.73	12.42	40 54	6.91	1.99	5.11	0.69	4.07	0 81	2.08	0 34	2.2	18.3	0.34	256.38	0.98
回餐回	二峰山	绢云母化黑云石英闪长岩	36 44	63 9	7 47	26 04	4 66	1.37	3.86	0.6	3 2	0 66	1 75	03	1 84	16.06	0.3	168.5	0.96
	五日	黑云闪长岩	51 64	90 35	10.93	38.27	6.37	1 83	4.88	0.71	3 63	69 0	1 81	0 28	1 73	16 39	0 27	229.8	0 97
		安山岩	23 18	47	5.85	24 7	5 39	1 75	5.19	0.84	5 05	1 40	2 87	0 45	2 81	25 22	0.44	151.8	-
		变杏仁含角砾安山岩	24 17	47 3	5 91	22.7	4 63	1 39	4.27	0 69	3.9	0.79	2.15	0 34	2 06	19 35	0 33	139.9	0 94
侏罗纪	己五峰尖组	变玄武质角砾熔岩	28.1	52 56	6 45	22 5	4.33		4	0 66	3 76	0 79	2 11	0 37	2 29	19 25	0.36	148.6	0 795
		玻屑 晶屑凝灰岩	49 77	61 16	10 41	33 96	54	-	3 35	0 41	1 6	0 35	0 75	- 0	0 62	7 84	60 0	207.1	0 67
		变粒玄岩	12 23	24 5	3 34	12 8	r.	0 86	2.9	0 45	2 72	0 53	1 51	0 25	1 45	13 53	0 22	80 29	0 88

表 2 研究区火山岩、侵入岩微量元素(wg/10⁻⁶)特征简表

Table 2 Trace element contents $(w_B / 10^{-6})$ in the volcanic rocks and intrusive rocks from the study area

超单元	单元	岩性	Rb	Sr	Ba	Cu	Nb	Sn	Zr	Sc	Hf	Та	Cr	Th	Li	Cs	V
次麦		花岗斑岩		600	2000	< 100	300	10	100				200		100		< 100
	次麦	花岗斑岩		500	2000	< 100	30	10	100				100		< 100)	< 100
		细粒黑云花岗岩	202	90	620	6.7	23.8	4.4	125		3.08	3.01	225	31.1	39.4	8.85	15
		中细粒黑云花岗岩	227	200	1000	7.5	13.2	3.5	120		4.36	1.63	150	42.5	26.7	8.9	20
		粗中粒花岗岩	242	65	120	8.9	11.7	1.55	175		3.75	1.21	460	29.4	63.7	13.4	10.9
抷	松模	中细粒黑云花岗岩	258	76	135	4	23.8	1.65	75		2.56	2.49	9.5	14.8	73.1	8.8	10.6
热		中细粒花岗岩	303	54	150	27.9	8	2.9	120		3.26	0.98	5	30.5	12.7	7.5	16
		中细粒黑云花岗岩	307	120	300	34.7	8.8	1	250		4.12	1.03	5	28.7	74.2	19.8	13
拉		微粒多斑黑云二长花岗岩	258	120	250	6.75	13.2	1.15	185		5.31	1.39	5	25.8	66.8	18.9	16
ΧC	埃永错	中细粒角闪黑云二长花岗岩	152	300	700	23	12.5	1.8	200		7.09	1.13	21	23.7	67	12.2	81.9
朳		中细粒黑云二长花岗岩	318	60	150	5.1	12.6	1	170		4.91	1.39	5	26.9	79	21.1	15
	合列犬	中细粒黑云花岗闪长岩	104	310	820		12.7										
		中细粒黑云花岗闪长岩				95.9											
		中细粒角闪黑云花岗闪长岩	259	150	400	44.5	10.9	1.1	250		7.33	1.23	10	25.2	53.7	18.8	57.2
	布加改	黑云石英闪长岩	21.2	300	50	10.7	4.7	1.5				1.44					
目	风火山	黑云角闪石英二长岩	126	300	1500	11.1	9.8	1	150		9.56	6.13	5	17.1	12.5	4.8	84.2
隆	二峰山	绿泥石化绢云母化黑云石 英闪长岩	45.2	500	1400	55.3	11.5	21	200		7.03	1.22	5	7.6	6.98	2.15	
泂	丘昌	黑云闪长岩	88.9	800	1400	35.6	13	3.6	100		6.98	1.38	5	4.3	22.8	2.95	
传	未	安山岩	14.6	540	360	180	8.1	1.5	50	23.3	4.23	0.96	52	0.96			
5	7 2	杏仁含角砾安山岩	21.6	500	300	31.1	9.9	1.7	100	22.8	5.36	1	5	5.5			
Ŧ	Ē	斜长流纹质角砾晶屑凝灰岩				39.4											
峰		中基性熔岩	58	1000	820	44.6	4.7		150	7.3	0.36	0.53	86	0.96			
纟	E	玄武质角砾熔岩	59.8			45.4	11.4		150								
ッ 」	к L	玄武质角砾熔岩	82.5			101	12		72								
L Z		中基性火山角砾岩	28.5	450	580		2.8		45	30.6	3.5	0.55	710	12.5			

"V"字形。

2.3 侵位时代分析

拉热拉新超单元的各单元所侵位地层时代为上 石炭统霍尔巴错群到上三叠统日干配错群,始新统 牛堡组呈不整合覆于其上;昌隆河超单元侵位于上 石炭统一下二叠统展金组、上三叠统日干配错群、侏 罗系木嘎岗日群等地层中。从拉热拉新超单元中的 唐炸单元的黑云角闪闪长岩、拿列龙单元的中细粒 角闪黑云花岗闪长岩、松模单元的中细粒花岗岩、中 细粒黑云母花岗岩、微细粒黑云花岗岩、埃永错单元 的微细粒多斑黑云二长花岗岩中6个组合样 Rb-Sr 同位素等时年龄为138.3±6.9Ma(图4),吉普三队 岩株的松模单元中的中细粒黑云花岗岩单矿物锆石 U-Pb 法同位素地质年龄为120.9±0.3Ma,在红柳 沟岩基的凤火山单元中获黑云母单矿物 K-Ar 法年 龄123.7Ma(1:100万日土幅, 1987),以上年龄值时 代均属早白垩世。综合上述地质和同位素年龄资料 因此将研究区侵入岩侵位时代归为早白垩世较为适 宜。野外见该期岩体侵入于五峰尖组火山岩中,故 火山岩形成时代为晚侏罗世。拉热拉新岩体曾有错 石 U-Pb 法 192Ma的年龄值报道^[2],说明岩浆岩带 形成年龄可延至侏罗纪。

3 构造环境分析

3.1 晚侏罗世火山岩带

火山岩 LREE/HREE 为 5.77~8.02, &uN= 0.79~1, 铕从负异常到无异常, 其稀土元素球粒陨 石标准化图式呈向右陡倾略向下凹或"V"字直线



图 2 五峰尖组火山岩 REE 图谱

1. 玄武质熔岩; 2. 粒玄岩; 3. 流纹质凝灰岩; 4. 安山岩类

Fig. 2 REE patterns for the volcanic rocks from the Wufengjian Formation

= basalitic lava; 2= dolerite; 3= rhyolitic tuff; 4= andesites





型, 轻稀土强烈富集型, 各样品的稀土分布曲线十分 相似, 仅稀土元素含量有所差异, 说明它们很可能具 有相同或相近的物质来源和相似的岩浆结晶分异过 程, 与大陆边缘安山岩或高钾安山岩的稀土元素分 布型式相似或相近。在 Zr-Y-Nb 图解(图 5)中有 4 个样落入 C和D 区属火山弧玄武岩, 结合其位于班 公湖-怒江结合带北侧的喀喇昆仑南-南羌塘-左贡陆 块南部边缘的大地构造背景和钙碱性系列的岛弧或 大陆边缘型的玄武岩-安山岩-流纹岩的火山岩组合 等特征, 推测区内五峰尖组中火山岩形成环境应为 陆缘火山弧。

3.2 早白垩世岩浆岩带

在 R1-R2 图解(图 6)中,早期闪长岩-花岗闪长



图 3 早白垩世花岗岩 REE 分量图谱

· 闪长岩类(昌隆河超单元); + 闪长岩类(拉热拉新超单元);
 □花岗岩类(拉热拉新超单元)

Fig. 3 REE patterns for the Early Cretaceous granites
Diorites (Changlonghe superunit); + Diorites (Larelaxin superunit); Granites (Larelaxin superunit)

岩类(唐炸单元-拿列龙单元、凤火山单元)样点大部 分落入板块碰撞前区及其边界附近,少部分落入造 山晚期区(4区)和碰撞后的抬升区(3区);而晚期花 岗岩类(埃永错-松模单元)多投入同碰撞区(6区) 和后造山区(7区)。在 Rb-Y+ Nb 图解(图 7)各单 元样品均投入火山弧花岗岩(VAG)区,靠近同碰撞 花岗岩区(Syn-COLG);而在SiO2-Al2O3 图解(图 8) 中则进一步确定晚期花岗岩类为后造山型(POG)。 另根据其矿物成分中含黑云母、角闪石、榍石、磁铁 矿斜长石含量 $30 \sim 50\%$ 、初始⁸⁷ Sr/⁸⁶ Sr为0.7086± 0.0011等特征,可进一步判断早期闪长岩-花岗闪长 岩类(唐炸单元-拿列龙单元)属巴尔巴林(Barbarin) 的构造分类的含角闪石钙碱性花岗岩类(ACG),结 合其位于班公湖-怒江结合带北侧的喀喇昆仑-南羌 塘-左贡陆块南部边缘的大地构造背景:钙碱性系列 的石英闪长岩-花岗闪长岩-二长花岗岩等岩石组 合;与玄武岩-安山岩-流纹岩等钙性火山岩共生和 副矿物以磁铁矿为主等特征可认为其地球动力学环 境应为俯冲作用环境,属洋壳俯冲到大陆地壳之下 的产物,为大陆边缘型或岛弧型花岗岩,物质来源应 为壳幔混合源。

4 结论和讨论

该区晚侏罗世火山岩和早白垩世中酸性侵入岩 (拉热拉新、昌隆河超单元)构成的火山-岩浆岩带位 于班-怒带北侧,岩石成分演化和地球化学特征说 图 5

2)(据Meschede 1986)





五峰尖组火山岩 Nb-Zr-Y 图解 A. 正常型洋脊拉斑玄武岩; B. E-型洋脊玄武岩和板内拉斑玄武 den 1985) 岩; C. 板内碱性玄武岩; D. 板边岛弧玄武岩(其它图例说明同图

Fig. 5 Nb-Zr-Y diagram for the volcanic rocks from the Wufengjian Formation (after Meschede, 1986)

A = normal oceanic-ridge tholeiite; B = E-type ocean-ridge basalt and within plate tholeiite; C = within plate alkaline basalt; D= plate-margin island arc basalt. See Fig. 2 for the explanation of other symbols.



图 7 早白垩世花岗岩 Rb-Y+Nb 图解(据 Pearca 等, 1984)

(图例说明同图3)

Fig.7 Rb-Y+Nb diagram for the Early Cretaceous granites (after Pearce et al., 1984). See Fig. 3 for the explanation of the symbols.

明,其火山-岩浆作用经历了较长的构造演化过程。 结合区域地质资料综合分析认为,火山岩和早期(石 英)闪长岩-花岗闪长岩类(唐炸单元-拿列龙单元、 凤火山单元)是在晚侏罗世一早白垩世时中特提斯 图 6 早白垩世花岗岩 R_1 - R_2 图解(据 Batchelor 和 Bow-

1. 地幔分异, 2. 板块碰撞前, 3. 碰撞后抬升, 4. 造山晚期, 5. 非造 山: 6. 同碰撞期, 7 造山后(其它图例说明同图 3)

Fig. 6 $R_1 - R_2$ diagram for the Early Cretaceous granites (after Batchelor and Bowden, 1985)

1= mantle fractionates; 2= pre-plate collision; 3= postcollision uplift; 4 = late orogenic; 5 = an orogenic; 6 = symcollision; 7= post-orogenic. See Fig. 3 for the explanation of other symbols.



图 8 早白垩世花岗岩 SiO₂-Al₂O₃ 图解(据 Maniar 和 Piccoli, 1989)

(图例说明同图 3)

 $SiO_2 - Al_2O_3$ diagram for the Early Cretaceous Fig. 8 granites (after Maniar and Piccoli, 1989). See Fig ° 3 for the explanation of the symbols.

洋向北俯冲、并与南羌塘陆块碰撞所形成的岩浆弧 型花岗岩:晚期花岗岩类(埃永错-松模单元)是在班 公湖-怒江中特提斯洋向北俯冲碰撞结束后相对松 弛阶段所形成的后造山型花岗岩,它们共同构成陆 缘火山-岩浆弧带。

班-怒带北侧晚侏罗世一早白垩世陆缘火山-岩 浆弧带的厘定,进一步说明了中特提斯洋的演化并 不是一个简单的短暂扩张一推覆一定位过程,也不 可能是盆内聚敛作用的结果;而是经历了洋盆扩张、 双向俯冲、消减、碰撞造山等较完整的威尔逊旋回, 每一阶段都有相应的构造岩石组合系列,在空间上 展布相当纷繁,随着时间演化,横向上迁移,垂向上 转化。因此,该火山-岩浆弧带的厘定,对分析中特 提斯构造演化具有一定的研究意义。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 刘庆宏,肖志坚,曹圣华,等.班公湖怒江结合带西段多岛弧盆
 系时空结构初步分析[J].沉积与特提斯地质,2004,24(3):15
 21.

- [3] 潘桂棠 李兴振,王立全,等.青藏高原及邻区大地构造单元初 步划分[J].地质通报.2002,21(11);701-707.
- [4] 高秉璋,洪大卫,郑基俭,等.花岗岩类区 1:5 万区域地质填图 方法指南[M].中国地质大学出版社,1991.
- [5] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].中国地质大学出版社, 1992.
- [6] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [7] 肖庆辉,邓晋福,马大铨,等.花岗岩研究思维与方法[M].武 汉:地质出版社,2002.
- [8] 杨树锋.成对花岗岩带和板块构造[M].北京:科学出版社, 1985.
- [9] PITCHERW S. The nature and origin of granite [M]. London: Chapman & Hall, 1993. 1-321.
- [10] TARNEY J, JONES C E. Trace element geochemistry of orogenic igneous rocks and crustal growth models [J]. J. Geol. Soc. London, 1994, 151: 855-868.
- [11] 廖忠礼,莫宣学,潘桂棠,等.西藏南部过铝花岗岩的分布及
 其意义[J].沉积与特提斯地质,2003.23(3):12-20.
- [12] 李才,王天武,李惠民,等. 冈底斯地区发现印支期巨斑花岗
 闪长岩——古冈底斯造山的存在证据[J]. 地质通报, 2003, 22
 (5): 364-366.

The delineation and significance of the continental-margin volcanicmagmatic arc zone in the northern part of the Bangong-Nujiang suture zone

LIAO Liu-gen^{1, 2}, CAO Sheng-hua², XIAO Ye-bin², OUYANG Ke-gui², HU Zhao-rong², FENG Guo-sheng²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang 330201, Jiangxi, China)

Abstract: The Wufengjian-Larelaxin volcanic-magmatic zone composed of the Late Jurassic volcanic rocks and Early Cretaceous intermediate-acidic intrusive rocks ((Larelaxin and Changlonghe superunits) is aligned in the northern part of the Bangong-Nujiang suture zone. The volcanic rocks and early (quartz) diorite and granodiorite (Tangzha-Nalielong and Fenghuoshan units) are assigned to the magmatic are granites generated from the northward subduction and collision of the Meso-Tethyan Ocean and South Qiangtang block during the Late Jurassic to the Early Cretaceous, whereas the late granites (Aiyongco-Songmo unit) belong to the post-orogenic granites formed posterior to the northward subduction and collision cited above.

Key words: Bangong-Nujiang suture zone; continental-margin volcanic-magmatic arc zone; geochemistry; Xizang