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 系列岩体称之为多玛-聂荣-左贡燕山早期侵入岩带 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

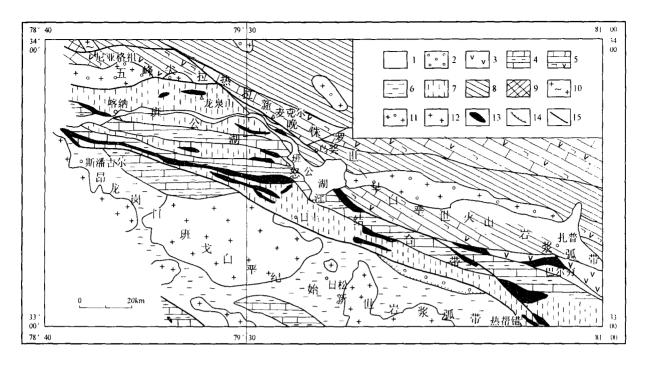


图 1 班公湖地区地质简图

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 $(44\% \sim 80\%)$ 、钾长石 $(10\% \sim 25\%)$ 和石英 $(10\% \sim 15\%)$,有的含黑云母 $(4\% \sim 10\%)$,普通角闪石 $(3\% \sim 4\%)$,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 SiO_2 含量为 $45.04\% \sim 71.03\%$, δ 为 $1.45 \sim 6.35$;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 Sc。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。企业N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(心uN)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

表 1 研究区火山岩、侵入岩主量元素(wg/%)、稀土元素(wg/10-6)特征表

_
ಶ
area
~
÷
Ž
S
نه
Ē
Ξ
8
8
₽
S
×
8
_
<u>ء</u>
-5
Ħ
trusive
=
Ξ
72
ਫ਼
un
×
8
2
in the volcanic
- 53
=
5
-
ž
-
9
ī
_
₹
7
$w_{\rm p}/10$
$(w_{\rm p}/10$
_
_
_
_
_
_
_
_
_
_
_
_
contents (
_
_
_
_
_
_
_
_
_
_
contents $(w_B/\%)$ and REE contents (
_
Major element contents $(w_B/\%)$ and REE contents (
Major element contents $(w_B/\%)$ and REE contents (
contents $(w_B/\%)$ and REE contents (

SiO ₂ TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₉ O ₃ FeO MnO MnO MnO MnO MnO MnO MnO MnO MnO Mn																İ			1	
枚養 椎類無元花岗岩 70.51 0.26 14.75 0.25 0.45 0.89 0.02 松枝 相種無元花岗岩 77.44 0.1 11.62 0.17 1.1 0.04 埃木蜡 中植粒馬元花岗岩 75.21 0.11 12.81 0.44 1.13 0.04 東水蜡 中植粒馬石花岗岩 64.89 0.77 1.1 0.15 0.13 0.19 0.04 東別 中植粒馬石花山花岗岩 64.89 0.77 1.1 0.05 3.5 0.09 3.0 0.04 原山 市加改 再位屬五花以长岩 63.0 0.52 1.60 9.9 3.0 0.04 日本 市加改 石灰以长岩 63.0 0.52 1.60 9.9 3.0 0.04 日本 馬山 再次		单元	北村	SiO2	TiO2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	$N_{a_2}O$	K20	P_2O_5	H2O⁴	-0 ² H	8	说量)	FeO." / (FeO." + MgO)	A/CNK
松機 中海粒素元花岗岩 7.5 0.26 12.55 0.43 1.28 0.04 松機 細粒素元花岗岩 7.4 0.1 11.62 0.17 1.1 0.06 株株 用中粒花岗岩 75.21 0.11 1.2.81 0.44 1.13 0.04 東列北 中細粒原元花岗片岩 64.89 0.71 14.59 3.6 1.18 0.09 海山 田地東元花岗内长岩 6.0 1.0 1.0 0.99 1.33 0.04 南山 再成内保工长岩 6.0 1.0 1.4.59 3.6 1.0 0.13 百人山 高左角山 高元 0.25 1.6 2.9 3.6 0.09 原山 有板川 高元 0.1 1.53 1.3 0.0 0.0 東地山 有板川 高水 0.5 0.5 1.6 1.3 0.0 日本地山 五年 0.5 0.5 1.0 0.5 1.3 0.1 日本地山 五年 0.5 0.5 1.0	*	#				14.53		1 89	0 02	0.61	1.96	3.6	4 68	0 14	1 27		6	9.78	0.77	0.9997
松模 細粒無完在芯め 77.44 0.1 11.62 0.17 1.1 0.06 様水構 申報館和内景元本成尚岩 75.21 0.11 12.81 0.44 1.13 0.04 華列龙 申報館和内景元工水尚岩 64.89 0.77 14.59 3.6 1.18 0.09 事列次 中極麗石花岗内长岩 63 0.62 16.05 0.99 3.26 0.06 再成 用文英内化岩 63 0.62 16.05 0.99 3.26 0.06 原本 無文和内投岩 63 0.62 16.05 0.99 3.26 0.06 原本 無支利内景元大学/ 57.04 0.66 15.18 0.5 5.87 0.11 原本 一人女生/ 53.32 0.53 1.63 0.75 5.87 0.11 原本 一人在美術 56.24 1.1 15.35 1.33 0.09 1.18 0.09 日本 万名 56.24 1.1 15.35 1.33 0.09 1.18 0.09 1.18 0.09 1.18		₩ ¥		74.76				1 28	0.04	0.58	1 46	3.28	4.29	0.1	0.74	0.17	90.0	99.63	0.74	0.99
検水情 租中粒花岗岩 75.21 0.11 12.81 0.44 1.13 0.04 検水情 中租飲無云花岗岩 71.62 0.16 12.46 0.39 1.33 0.04 様水情 中租飲無云花岗岩 64.89 0.77 14.59 3.6 1.18 0.05 積塊 角均算五七水花岗岩 63 0.62 16.05 0.99 3.26 0.06 積塊 角均算五石炭山长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 58.7 0.11 百味山 有支利人长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 58.7 0.11 百味山 有支机人 53.32 0.53 1.63 0.7 5.87 0.11 五峰山 有支机及出 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 五峰山 有支工房内长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 0.09 五峰山 有支工房内长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 0.09 五峰山 有支工房 4.7 5.05 1.8	*	華云			0 1	11.62	0.17	-	90.0	0.23	0.72	3.55	4.16	0.03	9.0	0.09	0.08	99.61	0.84	1
検水情 中租放票云花岗岩 71.62 0.16 12.46 0.39 1.33 0.04 章列龙 中租放票云花岗岩 64.89 0.77 14.59 3.6 1.18 0.07 章列龙 中超製云花岗风长岩 63 0.62 16.05 0.99 3.5 0.06 扇地 角内製造石板点上长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 58.7 0.11 盾柱 無左角内长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 同水山 有英内长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 同水山 有英人化岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 原山 有英山 6.23 1.6 5.9 2.9 3.6 6.0 0.18 原山 有流 6.24 1.1 15.35 1.3 6.0 0.18 東衛山 有英山 56.24 1.1 1.1 3.5 1.3 0.51 3.6 0.0 東衛		公保		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	89.66	0.91	1.01
検外報 中郷粒角内黒三七花尚岩 64.89 0.77 14.59 3.6 1.18 0.07 章列龙 中極無元花岗内长岩 63 0.62 16.05 0.99 3.5 0.16 南加改 有英四大岩岩 57.04 0.66 15.18 0.5 5.87 0.11 南加改 石英口长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 5.87 0.11 百人山 百人山 5.32 0.53 16.3 0.7 5.87 0.11 四人山 石英口 6.05 1.5 97 0.51 3.06 0.18 百樓山 衛云母内保養 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 五棒山 有五年月 64.71 0.5 15.97 0.51 3.0 0.9 五棒山 衛元 66.75 6.8 17.55 2.3 4.33 0.12 本株 五雄園 五雄園 五年日 56.75 6.8 1.7 3.8 0.21 3.0 0.2 本株	<u> </u>	#		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
章列克 中極無云花岗闪长岩 63 0.62 16.05 0.99 3 26 0.06 環境 角闪黑云石英三长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 5.87 0.11 市加改 石英口长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 风火山 石英二长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 风火山 石英二长岩 64.71 0.5 15.97 0.51 3.08 0.1 风火山 石英二长岩 64.71 0.5 15.97 0.51 3.08 0.1 成火山 石英口房岩 64.71 0.5 15.97 0.51 3.0 0.09 成火山 石英口房岩 64.71 0.5 15.97 0.51 3.0 0.09 百樓山 有五角尾 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 水山岩 五年 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 本村 中地製馬 五年 16.		指 第	١.	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
均增 角均黑云石英二长岩 57.04 0.66 15.18 0.5 5.87 0.11 市加改 石英内长岩 55.24 1.1 15.35 1.33 0.05 5.87 0.14 南加改 石英内长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 凤火山 石英二长岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0.1 正峰山 衛云草八长岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0.1 正峰山 第云母化岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0.1 正峰山 第云母化岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0.1 正峰山 第云母化岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.09 0.50 五峰山 第云母化岩 64.71 0.5 15 97 0.51 4.90 0.12 本村 15.3 1.0 1.5 1.46 2.3 4.93 0.02 本村 日本村 1.0 </th <th>Ĺ</th> <th>列龙</th> <th>中粒黑云花岗闪长岩</th> <th>63</th> <th>0.62</th> <th>16.05</th> <th>0.99</th> <th>3 26</th> <th>0.06</th> <th>2.56</th> <th>4.2</th> <th>3.77</th> <th>3.94</th> <th>0 13</th> <th></th> <th>0.19</th> <th></th> <th>99.52</th> <th>0.89</th> <th>0.62</th>	Ĺ	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
市加改	平	聖學		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
唐体 黑云角闪长岩 56.24 1.1 15.35 1.33 6.06 0.18 凤人山 石英三长岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0.1 正峰山 扇云母化屬云石英闪长岩 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 水山岩:空安山岩 55.70 0.68 17.55 2.3 4.37 0.12 東西山路線及出岩 55.21 0.6 17.57 3.13 7.6 0.16 東南山路線及出岩 59.21 0.6 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東南山路線及出場 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京島山路線及出場 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京島山路線及出場 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東村島山路線及北端南県 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京島山路線 17.03 0.32 14.7 0.93 0.83	一色	加改		53.32		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
风火山 石英二长岩 64.71 0.5 15 97 0.51 3.08 0 1 正峰山 第云母化陽云石英闪长岩 58.89 0.56 16.95 2.96 2.43 0.09 正峰山 第云内化岩 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 東本仁水岩東後山岩 53.42 67 14.68 2.36 4.97 0.12 東春仁秋岩麻珠山岩 53.18 1.1 15.79 3.13 7.6 0.06 東南山南麓県石城高和岩 59.21 0.6 15 14.9 3.78 0.08 東京 東京山 59.21 0.6 15 14.9 3.78 0.08 東京 東京 11.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京 日本 45.04 0.5 11.31 2.0 4.88 0.03 東京 中和龍馬五本成岗岩 27.92 46.95 5.53 18.48 3.68 0.01 東京 中和龍馬五本成岗长岩 48.54 84.41 11 38.4		事作		56.24	=	15.35	1.33	90.9	0.18	5.55	6.95	2.64	1.89	0.3		0.52		99.34	0.57	0.81
丘峰山 编云母化黑云石英闪长岩 59.89 0.56 16.95 2.96 2.43 0.09 后極久組 展云闪长岩 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 近極久組 56.75 0.68 17.55 2.3 4.37 0.12 東南上山海線次出岩 53.18 1.1 15.79 3.13 76 0.16 東南上山南縣大岩 59.21 06 15 149 3.78 0.08 東南<>山南衛農園 東南山南縣大岩 45.04 0.52 14.71 0.92 0.85 0.02 松樓 中鄉衛農之花岗岩 45.04 0.5 1.31 2.05 4.98 0.12 松樓 中鄉衛馬云花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 3.60 0.41 林樓 中鄉衛馬三本茂田大岗岩 31.35 8.84 11 38.14 7.4 0.52 林樓 中鄉衛馬三本大島 31.35 8.84 11 38.14 7.4 0.52 大橋 中地 有成の长 48.54	区	父田		64.71	0.5			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
配合 無気内接着 56.75 0.68 17.55 2.3 4.33 0.12 火山岩:変安山岩 53.42 67 14.68 2.36 4.97 0.12 変杏仁状含角砾安山岩 53.18 1.1 15.79 3.13 76 0.16 東京日本名庫 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京日本名庫 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東京日本大名庫の日本経費 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 本村本 日本経費 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 本村本 日本経費 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 本村本 日本経費 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 本村本 日本経費 17.04 0.5 11.31 2.05 4.98 0.12 本村本 日本経費 17.02 4.6 95 5.33 18.48 3.68 0.69 本村本 日本経費 17.02 4.6 95 5.33 18.48 3.68 0.41 本村本 日本経費 17.02 4.6 95 5.35 18.48 3.68 0.41 本村本 日本経費 17.02 4.6 95 5.75 17.93 3.62 0.41 本村本 日本経費 17.02 4.85 1.03 3.63 6.48 1.17 本村 日本経費 17.02 14.0.1 17.36 64.04 11.56 2.24 大山	<u> </u>	川樹		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
大山岩;变安山岩 53.42 67 14.68 2.36 4.97 0.12 近春代後角砾灰山岩 53.18 1.1 15.79 3.13 76 0.16 東南-山路旋灰岩 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 東南-山路旋灰岩 45.04 0.5 11.31 2.05 4.98 0.02 松樓 中細粒黑石花岗岩 27.92 46 95 5.53 18.48 3.68 0.60 松樓 中細粒黑石花岗岩 27.92 46 95 5.53 18.48 3.68 0.61 梅木 48 48.54 88.44 11 38.14 74.4 0.52 横木 中地粒黑石花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 38.2 0.41 梅木 角地粒混石花岗岩 34.3 74.35 964 31.07 73 0.32 梅木 有地型 15.8 38.48 31.02 33.65 6.48 1.17 東地 角地 48.54 88.44 11		IIII		56.75	0.68	17.55		4.33	0 12	3.35	69.9	3.53	3.02	0.45		0.15		99.33	99.0	0.826
技術を指摘を出着 53.18 1.1 15.79 3.13 76 0.16 近後後組 変名式成角砾熔岩 59.21 06 15 149 378 0.08 単元 政権公司、日本 45.04 05 11.31 2.05 4.98 0.12 本格元 本格式品格技術者 17.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 本地 本地 本地 45.04 0.5 11.31 2.05 4.98 0.02 松樓 中組粒黑云花岗岩 27.92 46 5.53 18.48 3.68 0.69 松樓 中租粒黑云花岗岩 27.92 46 5.53 18.48 3.68 0.41 林橋 用地粒馬三花岗岩 27.92 46.95 5.53 18.48 3.68 0.41 東埔 中租地製工売店房 48.54 88.44 11 38.14 744 0.52 村地 有成 48.54 88.44 11 38.14 744 0.53 市地 有成長 48.52 <t< th=""><th></th><th></th><th>[</th><th>53.42</th><th>1</th><th>14.68</th><th>2.36</th><th>4.97</th><th>0.12</th><th>4.87</th><th>9.05</th><th>2.89</th><th>-</th><th>0.23</th><th></th><th>0 16</th><th></th><th>99.85</th><th>0.59</th><th>99.0</th></t<>			[53.42	1	14.68	2.36	4.97	0.12	4.87	9.05	2.89	-	0.23		0 16		99.85	0.59	99.0
抵機() 並文式成角係格岩 59.21 0.6 15 149 378 0.08 政府・品房機大岩 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 政府・品房機大岩 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 単元 古村 26.04 0.5 11.31 2.05 4.98 0.12 松模 中租粒票元花岗岩 27.92 46.95 5.53 18.48 3.68 0.69 松模 中租粒票元花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 3.82 0.41 株様 中租粒無三元花岗岩 36.05 10.04 33.63 6.48 1.17 全別式 中地型充足成岗岩 48.52 83.65 10.04 33.63 6.48 1.17 本地費 市地 48.54 88.44 11 38.14 7.34 7.45 4.86 1.03 大小雄 百年 48.54 88.44 11 38.14 7.46 4.86 1.17 本地費 日本 48.52		L- <u>-</u>		53.18		15.79	3.13		0 16	3.44	7.13	3.91	1.13	0.25		0.16		99.59	0.75	0.77
東房品周藤灰岩 71.03 0.32 14.7 0.92 0.85 0.02 単元 単元 日本 Ce Pr Nd Sm Eu 松模 中細粒無完花岗岩 27.92 46.95 5.53 18.48 3.68 0.69 松模 中粗粒無完花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 3.82 0.41 株林 中粗粒無完花岗岩 48.54 88.44 11 38.14 7.44 0.52 株林 中細粒無元花岗岩 48.52 83.65 10.04 33.63 6.48 1.17 蜂丸 中地類三花岗内	侏罗纪五峰	· 失组		59.21		15	1 49	3 78	0.08	4.36	5.96	4.18	2.54	0.13		0.12		85 66	0.54	0.73
単元 変粒支岩 45.04 05 11.31 2 05 4.98 0 12 松模 岩性 La Ce Pr Nd Sm Eu 松模 细粒點完花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 382 0.41 松枝 中粗粒黑云花岗岩 48.54 88.44 11 38.14 7.44 0.52 株水構 中細粒無乙花岗岩 48.54 88.44 11 38.14 7.44 0.52 株水構 中地粒無乙花岗内岩 43.52 83.65 10.04 33.65 6.48 1.17 車列克 中粒無乙木岗内保岩 31.15 58.98 7.34 24.62 4.86 1.03 南地 再次内长岗 31.15 58.98 7.34 24.62 4.86 1.03 南地 再衛内 19.02 37.56 4.44 16.78 3.66 1.04 西地 再校内 19.02 37.56 4.44 16.78 3.66 1.04 西地 再校内 48 <td< th=""><th></th><th><u> </u></th><th></th><th>71.03</th><th>0.32</th><th>14.7</th><th>0.92</th><th>0 85</th><th>0.02</th><th>0.63</th><th>1.87</th><th>3.68</th><th>4.16</th><th>0.13</th><th></th><th>0.31</th><th></th><th>99.31</th><th>0.73</th><th>1.054</th></td<>		<u> </u>		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
単元 日本 Ce Pr Nd Sm Eu 松樓 中郷粒黒元花岗岩 27.92 46 95 5.53 18.48 3.68 069 3.69 069 6.05 45.89 5.75 17.93 38.2 0.41 松樓 中郷粒黒元花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 38.2 0.41 11 38.14 7.44 0.52 東外茂 相中粒花岗岩 48.54 88.44 11 38.14 7.44 0.52 31.02 73 0.43 7.35 6.48 1.17 韓列克 中地粒黒元花岗内长岩 34.3 74.35 9.64 31.02 73 0.36 48 1.17 48 5.78 1.03 東州本 中地粒黒石、大成岗大岩 31.15 58.98 7.34 24.62 4.86 1.03 48 1.17 南埔 角内黒石、大成岗大岩 76.27 140.1 17.36 64.04 11.56 2.24 西埔 馬左角以长岩 19 02 37.26 4.44 16.78 3.66 1.04 J森山 石英内长岩 61.85 98.73 12.42 40.54 6.91 1.99 京峰山 第云内长岩 51 64 90 35 10.93 38.27 6.31 1.99 安全武原角砾な川岩 23 18 47 5.85 24 7 5.99 1.75 東南 晶屑 藤灰岩 22 1 4 63 1.39 東南 晶屑 藤灰岩 22 1 4 5 39 1.1 東南 晶屑 藤灰岩 24 17 47 3 5.91 22.7 4 63 1.39 東南 晶屑 晶尾篠灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5.4 1 東京 北京 49 77 91 19 10 41 33 96 5.4 1				45.04		11.31	2 05	4.98	0 12		14.53	2.88	0.72	0.15	7.04	0		99.58	0.42	0.35
松模 中细粒黑云花岗岩 27.92 46 5.53 18.48 3.68 0 69 松模 细粒黑云花岗岩 26.05 45.89 5.75 17.93 38.2 0.41 埃永措 中粗粒黑云花岗岩 48.54 11 38.14 744 0.52 東列次 相中粒紅石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭		单元	岩在	2	ථ	P.	PN	Æ	Eu	ટ	Tp	Ą	Нo	Er	Tm	Yb	Y	Lu	NREE	3EuN
松模		1		27.92	46 95	5.53	18.48	3.68	69 0	2.83	0.45	2.5	0.58	1 51	0 25	1 69	13.95	0 26	127.26	0.63
TGR 中租起黑云花岗岩 48.54 88.44 11 38.14 7.44 0.52 様永措 申租粒和内黒云二长花岗岩 43.52 83.65 10.04 33.63 6.48 1.17 章列龙 中枢熱石成炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭石炭		# **		26.05		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
検水情 中和粒花岗岩 34.3 74.35 9 64 31.02 73 0.32 蜂外齿 中粒黑云上优花岗岩 43.52 83.65 10.04 33.63 6 48 1.17 桐墩 角内黑云土优成岗岩 31.15 58.98 7.34 24.62 4.86 1.03 桐墩 角内黑云土长(斑)岩 76.27 140.1 17.36 64.04 11.56 24 府城 石英闪长岩 19 02 37.26 4.44 16.78 3.66 1.04 风水山 石英二长岩 61.85 98.73 1.24 40.54 6.91 1.99 工峰山 绢云母化黑云百英闪长岩 61.85 98.73 1.24 40.54 6.91 1.99 五峰山 網云内长岩 36.44 63.9 7.47 26.04 4.66 1.37 東衛山 異式内长岩 36.44 63.9 7.47 26.04 4.66 1.37 東峰山 東衛山 47 5.85 2.47 5.39 1.75 東衛山 東衛衛 48.7 5.85 2.47 5.39 1.75 東衛山 東衛衛 48.7		7 X Y		48.54		11	38.14		0 52	6.59	1.07	6.37	1.31	3 72	0.57	3.7	36 12	0.56	254.09	0.22
埃永備 中細粒角内黑云上长花岗岩 43.52 83.65 10.04 33.65 6 48 1.17 車列次 中粒黑云花岗内长岩 31.15 58.98 7.34 24.62 4.86 1.03 枸埔 角内黑云花岗内长岩 76.27 140.1 17.36 64.04 11.56 24 春本 再模 用人 76.27 140.1 17.36 64.04 11.56 24 春本 無之角内长岩 19.02 37.26 4.44 16.78 3.66 1.04 风人山 石英二长岩 61.85 98.73 12.42 40.54 6.91 1.99 正峰山 绢云母化黑云百英闪长岩 36.44 63.9 7.47 26.04 4.66 1.37 五峰山 無本内长岩石英风长岩 51.64 90.35 10.93 38.27 6.37 1.83 安全山岩 変女式馬角砾紫岩 22.5 4.33 1.1 東南 晶晶階級大岩 49.77 91.19 10.41 33.96 5.4 1.95 東北山 東京 10.41 33.96	载		粗中粒花岗岩	34.3	74.35	9 64	31.02		0.32	6.68	1.25	7.14	1.49	4.15	0.71	4.51	35.28	0.65	218.76	0.14
		泳错		43.52	83.65	10.04	33.63		1.17	5.22	8.0	4.61	0.95	2.48	0 39	2 59	23.69	0.38	219.6	9.0
桐増 角内黑云石英二长(斑)岩 76.27 140.1 17.36 64.04 11.56 2.24 布加改 石英闪长岩 19.02 37.26 4.44 16.78 3.66 1.04 局体 黑云角闪闪长岩 27 53.06 6.84 25.17 5.31 1.14 风火山 石英二长岩 61.85 98.73 12.42 40.54 6.91 1.99 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 左阜 東西内北岩 51.64 90.35 10.93 38.27 6.37 1.83 安山岩 東西内北岩 23.18 47 5.85 24.7 5.39 1.75 東衛島 品級旅告 24.17 47.3 5.91 22.7 4.63 1.39 北峰大 東原島 品級旅告 28.1 52.6 4.53 1.1 4.53 1.1 東海 東京成原用・経営 49.77 91.19 10.41 33.96 5.4 1 1		列龙		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
布加改 石英闪长岩 19 02 37 26 4 44 16.78 3.66 104 唐体 縣云角闪闪长岩 27 53 06 6.84 25.17 5.31 1.14 风火山 石英二长岩 61.85 98.73 12.42 40 54 6.91 1.99 正峰山 绢云母化黑云石英闪长岩 36 44 63 9 7 47 26 04 4 66 1.37 丘昌 黑云闪长岩 21 64 90 35 10.93 38.27 6.37 183 交出岩 23 18 47 5.85 24 7 5.99 175 変を占て含角砾安山岩 24 17 47 3 5 91 22.7 4 63 139 政府 晶屑様灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 13 11 玻屑 晶屑様灰岩 12 23 18 47 3 59 12.27 4 63 13 12 3 48 3 48 3 48 3 48 3 48 3 48 3 48 3 4		阿墙		76.27	140.1	17.36	64.04	11 56		69.6	1.42	7 22	1 42	3 87	9 0	3 57	32.62	0.57	372.55	0.63
唐体 黑云角闪闪长岩 27 53 6 684 25.17 531 1.14 风火山 石英二七岩 61.85 98.73 12.42 40 54 6.91 1.99 二峰山 绢云母化黑云石英闪长岩 36 44 63 9 74 26 46 6 1.37 丘昌 黑云闪长岩 51 64 93 10.93 38.27 6.37 183 安山岩 20 21 8 47 5.85 24 5.39 175 变杏仁含角砾安山岩 24 17 47 5 9 1.39 139 亚格門 晶屑極灰岩 28.1 5 6 45 2.2 4.33 11 玻璃 東西県 晶屑極大岩 17 9.1 10 10 41 33 9 5 4 3 10 8		おみ		19 02			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
风火山 石英二长岩 61.85 98.73 12.42 40.54 6.91 1.99 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 丘昌 黑云闪长岩 51.64 90.35 10.93 38.27 6.37 1.83 安山岩 23.18 47 5.85 24.7 5.39 1.75 亚杏仁含角砾安山岩 24.17 47.3 5.91 22.7 4.63 1.39 豆工峰火组 变玄武质角砾熔岩 28.1 55.6 6.45 22.5 4.33 1.1 東門 晶屑極大岩 49.77 91.19 10.41 33.96 5.4 1 本村と岩 12.3 13.3 13.6 3.1 1.83 1	M.	唐 炸	黑云角闪闪长岩	27	53 06		25.17		1.14	5.1	0.83	4.94	-	2 74	0.45	2 85	24.4	0 42	161.25	0 66
丘峰山 绢云母化黑云石英闪长岩 36 44 63 9 7 47 26 04 4 66 1.37 丘昌 黑云闪长岩 51 64 90 35 10.93 38.27 6.37 183 安山岩 23 18 47 5.85 247 5.39 1.75 变杏仁含角砾安山岩 24 17 47 3 5 91 22.7 4 63 1.39 3五峰火组 变玄武质角砾熔岩 28.1 52 56 6 45 22 5 4.33 1.1 取屑 晶屑凝灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 1 1 本村と岩 12 3 4 5 33 1.2 8 2 10 86	K	グロ		61.85	98.73	12.42			1.99	5.11	0.69	4.07	0 81	2.08	0 34	2.2	18.3	0.34	256.38	0.98
黒云内长岩 51 64 90 35 10.93 38.27 6.37 183 安山岩 23 18 47 5.85 24 7 5.39 1.75 変杏仁含角砾安山岩 24 17 47 3 5 91 22.7 4 63 1.39 安玄武质角砾熔岩 28.1 52 56 6 45 22 5 4.33 1.1 玻屑 晶屑燧灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 1 本地と当 17 3 24 5 34 1.2 6 5 6 6 5 22 5 4.33 1.2 6 5 4 1	L	一一					26 04		1.37	3.86	9.0	3.2	99 0	1 75	0 3	1 84	16.06	0.3	168.5	0.96
安山岩 23 18 47 5.85 24 7 5.89 1 75 愛杏仁含角砾安山岩 24 17 47 3 5 91 22.7 4 63 1 39 愛玄武质角砾熔岩 28.1 52 5 6 45 22 5 4.33 1 1 玻屑 晶屑燧灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 1 本本本と当 12 23 23 4 12 8 5 0 86	<u> </u>	H			90 35	10.93			1 83	4.88	0.71	3 63	69 0	1 81	0 28	1 73	16 39	0 27	229.8	0 97
变杏仁含角砾安山岩 24 17 47 3 5 91 22.7 4 63 1 39 4. 空交式质角砾熔岩 28.1 52 56 6 45 22 5 4.33 1 1 玻屑 晶屑凝灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 1 3 本枠を当 12 3 4 3 24 1 2 8 1 8 6 7 1 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	i				47	5.85		5 39	1 75	5.19	0.84	5 05	1 04	2 87	0 45	2 81	25 22	0.44	151.8	-
变支式质角砾熔岩 28.1 52 56 645 22 5 4.33 11 取屑 晶屑凝灰岩 49 77 91 19 10 41 33 96 5 4 1 3 水料を出 17 23 24 2 24 1 3		<u> </u>			47 3	5 91	22.7	4 63	1 39	4.27	69 0	3.9	0.79	2.15	0 34	2 06	19 35	0 33	139.9	0 94
12 22 24 5 2 24 17 6 2 10 86 7 7	侏罗纪五峰	(火组 「	变玄武质角砾熔岩	28.1	52 56			4.33	<u>-</u>	4	99 0	3.76	62 0	2 11	0 37	2 29	19 25	0.36	148.6	0 795
7 38 11 5 9 61 145 2 3 16 56 61		·i							_		0.41	1 9	0 35	0.75	- 0	0 62	7 84	60 0	207.1	0 67
2 00 0 6 0 71 46 6 6 47 67 71			变粒玄岩	12_23	24 5	3 34	12.8	3	98 ()	2.9	0.45	2 72	0.53	1.51	0 25	1 45	13 53	0 22	80 29	88 0

表 2 研究区火山岩、侵入岩微量元素(ww/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
	\\h_\(\pm\)	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
拉	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
新	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
₹ /1		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
	拿列龙	中细粒黑云花岗闪长岩	104	310	820		12. 7										
	手列ル	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					
昌	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	
河 	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	
	*	安山岩	14. 6	540	360	180	8. 1	1.5	50	23. 3	4. 23	0.96	52	0. 96			
<u> </u>		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			
3	5	斜长流纹质角砾晶屑凝灰岩				39. 4											
	夆 ₩	中基性熔岩	58	1000	820	44. 6	4. 7		150	7.3	0.36	0.53	86	0.96			
丝	且	玄武质角砾熔岩	59. 8			45.4	11.4		150								
<i>و</i> ا	人 山	玄武质角砾熔岩	82. 5			101	12		72								
<u></u>		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123.7M a(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。拉热拉新岩体曾有锆石 U-Pb 法 192M a的年龄值报道²¹,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 $5.77 \sim 8.02$, Ω uN= $0.79 \sim 1$, 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

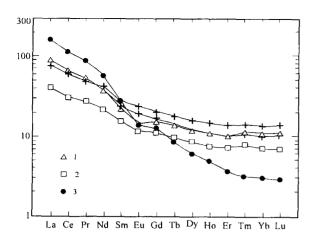


图 2 五峰尖组火山岩 REE 图谱

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

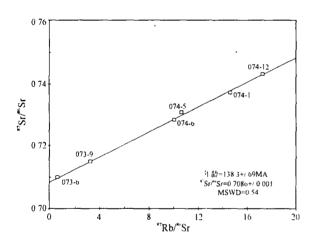


图 4 拉热拉新超单元 Rb-Sr 等时线图

Fig. 4 Rb—Srisochron diagram of the Larelaxin superunit

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

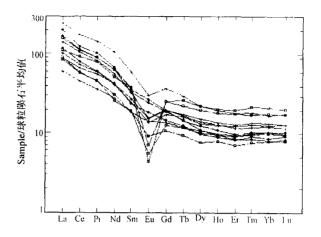


图 3 早白垩世花岗岩 REE 分量图谱

- 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

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 \pm 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

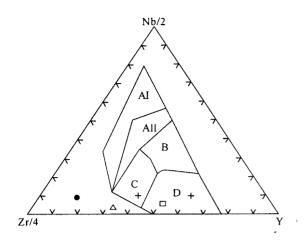


图 5 五峰尖组火山岩 Nb-Zr-Y 图解

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2)(据 Meschede 1986)

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.

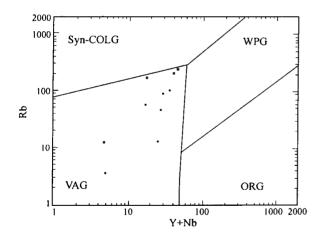


图 7 早白垩世花岗岩 Rb Y+ Nb 图解(据 Pearca 等, 1984)

(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

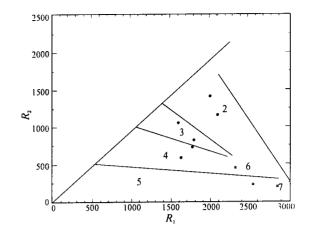


图 6 早白垩世花岗岩 R_1 - R_2 图解(据 Batchelor 和 Bowden, 1985)

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 Bow den. 1985)

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

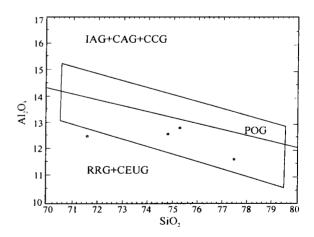


图 8 早白垩世花岗岩 SiO₂-Al₂O₃ 图解(据 Maniar 和 Piccoli, 1989)

(图例说明同图 3)

Fig. 8 SiO_2 — Al_2O_3 diagram for the Early Cretaceous granites (after Maniar and Piccoli, 1989). See Fig $^\circ$ 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[1]. 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 M1. 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] PITCH ER W 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[1]. 地质通报, 2003, 22 (5); 364—366.

The delineation and significance of the continental-margin volcanic-magmatic 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 arc 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