

文章编号: 1000- 6524(2001) 02- 0171- 09

三江地区中段地球化学省初探

沈上越, 魏启荣, 莫宣学

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

摘要: 三江中段可划分为(亲)扬子地球化学省与(亲)冈瓦纳地球化学省。前者上地幔岩有方辉橄榄岩和二辉橄榄岩, 幔型元素(KT)富集, REE 呈平坦-弱富集型; 大洋火山岩以基性岩、亚碱性、洋脊型为主; 铅同位素 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 18.5$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 38.65$ 、 $\mu < 9.35$ 、 $\omega < 38.60$ 、 $V_1 < 75$ 、 $V_2 < 65$ 。后者上地幔岩主要为方辉橄榄岩, 幔型元素(K_T)贫乏, REE 呈弱富集型; 大洋火山岩有超基性-基性-中基性岩, 亚碱性与碱性、洋岛型与洋脊型并重; 铅同位素特征数值均大于前述数值。

关键词: 三江中段; 上地幔岩; 大洋火山岩; 铅同位素; (亲)扬子地球化学省; (亲)冈瓦纳地球化学省

中图分类号: P596; P597

文献标识码: A

三江(金沙江、澜沧江、怒江)中段跨滇西、川西、藏东三省交界处, 俗称“三江蜂腰段”, 本研究区大约为北纬 $26^{\circ}30' \sim 29^{\circ}$, 东经 $99^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 范围。该区是古生代以来的地质活动区, 具有多类型的沉积建造、频繁的岩浆活动、不同程度的变质作用和复杂的地质构造, 同时也造就了十分有利的成矿条件, 是我国重要的有色金属与贵金属成矿远景区和国家“跨世纪找矿工程”重点攻关区。我国著名的区域地球化学家张本仁曾经指出^[1]: “上地幔化学组成独特的区域应作为地球化学省划分的基础。”以这种思想为指导, 本文试图根据本区上地幔岩与反映上地幔岩的大洋火山岩及铅同位素等诸方面特征来探讨该区地球化学分省问题(图 1), 以期重新认识本区复杂的地质构造演化及找矿问题提供一个新的思路。

1 上地幔岩特征

上地幔岩组成工作区内蛇绿岩的最底部单元。由于区内经历了强烈的构造-岩浆作用, 致使蛇绿岩各单元多被强烈肢解而呈构造岩片的形式产出。因此, 恢复区内蛇绿岩层序对工作区地球化学省的划分至关重要。

1.1 蛇绿岩层序特征

工作区及邻区出露的各蛇绿岩单元经恢复重建后层序如图 2。

从图 2 来看, 澜沧江带上地幔岩为单调的方辉橄榄岩, 而金沙江-哀牢山带上地幔岩除

收稿日期: 2000- 11- 27; 修订日期: 2001- 02- 09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49772122); “九五”国家科技攻关计划资助项目(96- 914- 01- 03); 国土资源部“九五”科技攻关资助项目(95- 02- 001- 02)

作者简介: 沈上越(1941-), 男, 教授, 岩石学与岩石矿物新材料专业。

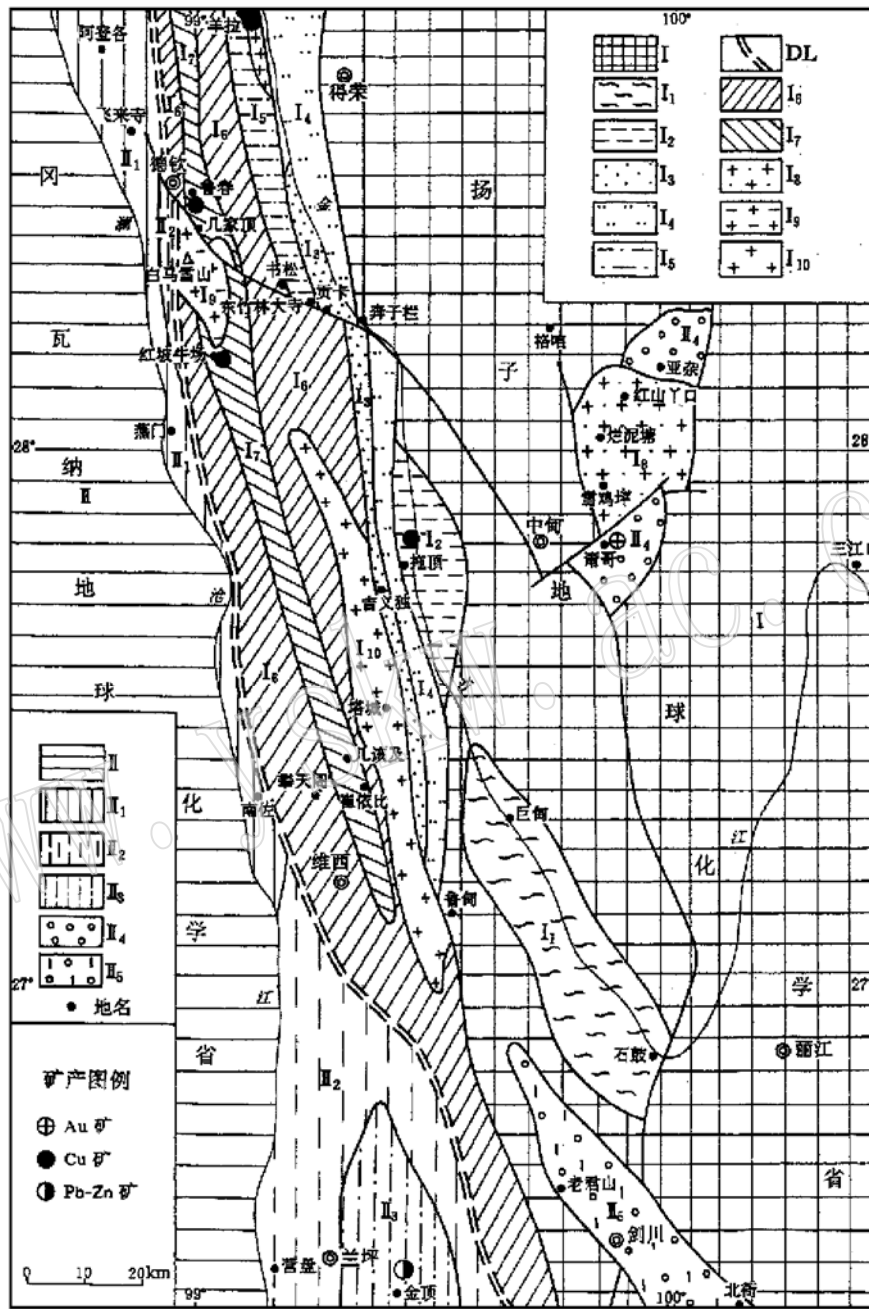


图1 三江中段地球化学分区略图

Fig. 1 Geochemical divisions of central Sanjiang region

I—扬子地球化学省: I₁—扬子基底地化区(I-A); I₂—扬子盖层地化区(I-B); I₃—贡卡-吉义独洋脊子区(I-C-a-①); I₄—呷金山-拖顶洋岛子区(I-C-a-②); I₅—羊拉-贡卡-东竹林大寺洋内弧子区(I-C-b-①); I₆—德钦-维西碰撞弧子区(I-C-b-②); I₇—鲁春-几家顶-红坡牛场-几家及弧上裂谷盆地子区(I-C-b-③); I₈—雪鸡坪-烂泥塘-红山丫口印支期岩体子区(I-D-a); I₉—白马雪山印支期岩体子区(I-D-b); I₁₀—羊拉-吉义独-塔城-鲁甸印支期岩体子区(I-D-c)
 II—冈瓦纳地球化学省: II₁—阿登各-飞来寺-燕门-南佐陆缘弧子区(II-A-a); II₂—澜沧江碰撞后子区(II-A-b); II₃—兰坪中生代盆地子区(II-B); II₄—甬哥-亚杂喜山期岩体子区(II-C-a); II₅—剑川-北衙喜山期岩体子区(II-C-b); DL—地球化学省界线

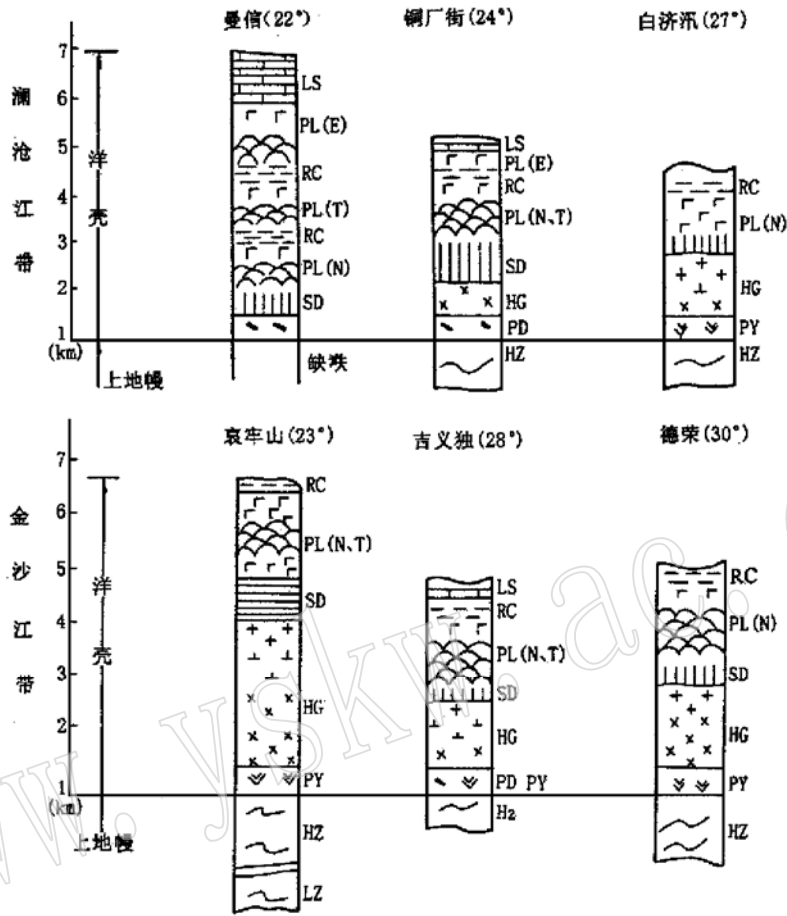


图 2 澜沧江和金沙江带典型蛇绿岩剖面对比图

Fig. 2 Correlation of typical ophiolite sections in Lancangjiang belt and Jinshajiang belt

LS—灰岩; RC—放射虫硅质岩; PL—枕状熔岩(N 亏损型 T 过渡型 E 富集型); SD—岩墙(床); HG—辉长岩(斜长岩) 闪长岩 斜长花岗岩; PY—辉石岩; PD—橄橄榄岩(辉橄岩); HZ—方辉橄橄榄岩; LZ—二辉橄橄榄岩(地名后括号内为纬度)

了有方辉橄橄榄岩外,还有二辉橄橄榄岩。在哀牢山带中南段,二辉橄橄榄岩断续出露达 100 km 以上,其规模十分宏大。

1.2 两种地幔橄橄榄岩的元素地球化学特征

在工作区白茫雪山两侧,系统采集了地幔岩样品(共计 19 个样品,白茫雪山以东称金沙江地幔岩,以西称澜沧江地幔岩;下同),对其进行地球化学丰度分析,测试结果经数据处理后分区指标值列于表 1^①。

由表 1 可以看出,金沙江地幔岩富集和强富集幔型元素 T(Ti、Fe、Co、Ni),放射性元素 Th,大离子亲石元素 Sr、Ba,主元素 K、Na,成矿元素 Au、Cu、Sb、Hg。而澜沧江地幔岩仅富

① 莫宜学,沈上越,等. 三江地区中段铜、金区域成矿岩石-地球化学研究,“九五”国土资源部科技攻关项目,中国地质大学,2000 年 2 月。

表1 三江中段两种地幔岩若干元素富集系数对比表

Table 1 Comparison of the enrichment coefficients of some elements between two sorts of pyrolite in central part of Sanjiang region

	KT	KTh	KSr	KBa	KK	KNa	KAu	KCu	KAs	KSb	KHg
金沙江地幔岩	4.64	1.20	2.00	1.47	2.18	2.12	1.26	1.53	0.04	2.01	1.29
澜沧江地幔岩	3.57	0.87	0.33	0.69	0.21	0.25	0.83	0.65	1.64	0.33	0.81

注:元素富集系数即以样品某圆熟含量除以研究区该样品所属岩类的总平均值。KT为幔型元素Ti、Fe、Co、Ni富集系数(Ki)的累加值。

集As、幔型元素T、Sr、Ba、K、Na、Cu贫或极贫。因此,金沙江地幔岩与澜沧江地幔岩在元素地球化学特征上存在明显的不同。

1.3 两种地幔橄榄岩的稀土元素特征

两种地幔橄榄岩的稀土元素资料,部分为此次工作所测试,部分是收集90年代以来前人发表的资料^[2-5],共计19个样品。两种地幔橄榄岩的稀土元素配分模式如图3所示。

从图3可以看出,澜沧江带地幔橄榄岩均为轻稀土元素弱富集型, $(La/Yb)_N$ 为3.87~6.26,平均5.07,稀土元素总量变化小, ΣREE 为 4.99×10^{-6} ~ 5.81×10^{-6} ,平均 5.40×10^{-6} ,显示该带地幔橄榄岩为弱富集的地幔岩;而金沙江—哀牢山带地幔橄榄岩,其稀土元素配分模式除了有弱富集型外,尚有一些为近平坦型, $(La/Yb)_N$ 为0.90~9.32,平均4.64,稀土元素总量变化相对较大, ΣREE 为 0.72×10^{-6} ~ 8.77×10^{-6} ,平均 4.11×10^{-6} ,说明该带地幔岩不仅具有弱富集地幔岩,还存在一些原始地幔岩组分^[6-8]。

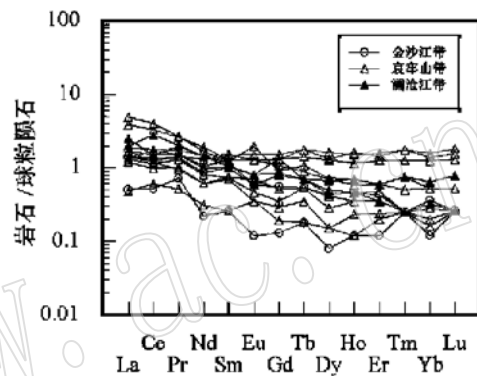


图3 金沙江—哀牢山带和澜沧江带地幔橄榄岩稀土元素配分曲线

Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns of mantle peridotite from Jinshajiang, Ailaoshan belt and Lancangjiang belt

2 反映地幔性质的大洋火山岩特征

此次工作除了补采测试了部分样品外,大部分大洋火山岩的岩石化学、稀土及微量元素资料收集自近几年来发表的文献^[2-5,10],共计90个样品,其数据精度及分析项目是可信的。

2.1 岩石化学特征

图4及图5表明,澜沧江带大洋火山岩种类较多,其岩石类型为超基性岩—基性岩—中基性岩,以基性岩为主。岩石系列表现为亚碱性与碱性并重,亚碱性系列中以拉斑系列占绝对多数,只有极个别显示钙碱性的特点。相比较而言,金沙江—哀牢山带大洋火山岩岩石种类较单调,基本上为基性岩,其岩石系列表现为以亚碱性为主,少数为碱性系列。同样,亚碱性系列中也以拉斑系列为主,只有极少数表现出钙碱性的特点。

图6显示,澜沧江带及金沙江—哀牢山带火山岩均存在洋岛型与洋脊型火山岩,但洋岛型火山岩明显在澜沧江带出露较多,这与澜沧江洋是多岛洋^[11-12]主体的构造环境的特点

相一致。

2.2 稀土元素特征

图 7 显示, 澜沧江带大洋火山岩稀土元素总量变化大(ΣREE 为 $17.2 \times 10^{-6} \sim 484.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 166.0×10^{-6}), 稀土元素分馏强烈, $(La/Yb)_N$ 为 $0.49 \sim 23.78$, 平均 8.29 , 其配分型式由近平坦型一直过渡到强烈富集型; 而金沙江—哀牢山带大洋火山岩的稀土元素总量变化较小(ΣREE 为 $27.4 \times 10^{-6} \sim 158.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 78.9×10^{-6}), 稀土元素分馏相对较弱, $(La/Yb)_N$ 为 $0.63 \sim 6.84$, 平均 2.94 , 其配分型式为弱亏损的近平坦型至弱富集型。

2.3 微量元素特征

图 8 表明, 澜沧江带大洋火山岩的微量元素丰度变化范围较大, 部分火山岩显示出亏损 Sr、K, 极个别火山岩显示了 Ce→Hf 的亏损, 大多数火山岩严重亏

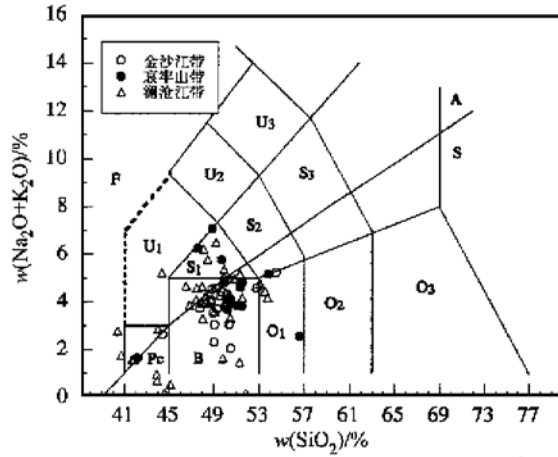


图 4 SiO₂- Na₂O+ K₂O 图

Fig. 4 SiO₂ versus Na₂O+ K₂O diagram

(仿 Le Bas, 1986; Ivine, 1972)

A—碱性系列; S—亚碱性系列; Pc—苦橄玄武岩; B—玄武岩;
O₁—玄武安山岩; O₂—安山岩; O₃—英安岩; S₁—粗面玄武岩;
S₂—玄武粗安岩; S₃—粗安岩; U₁—碧玄岩

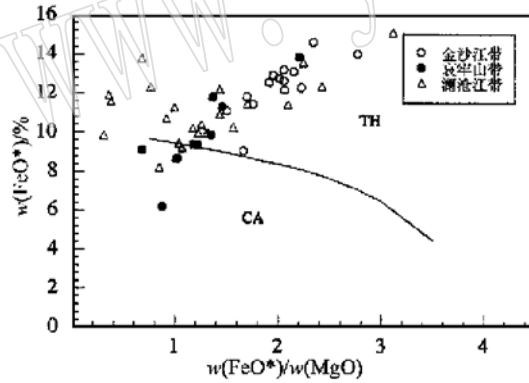


图 5 FeO* - FeO* / MgO

Fig. 5 FeO* versus FeO* / MgO diagram

(仿 A Miyashiro, 1974)

TH—拉斑系列; CA—钙碱性系列

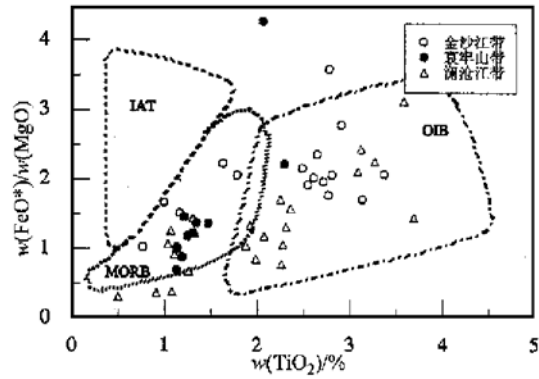


图 6 FeO* / MgO - TiO₂

Fig. 6 FeO* / MgO versus TiO₂ diagram

(仿 W Glassiey, 1974)

MORB—洋中脊玄武岩; IAT—岛弧玄武岩;
OIB—洋岛玄武岩

损 Y→Cr, 微量元素比值蛛网图总的型式是一个“大隆起”, 更多地显示了洋岛(板内)火山岩的特点^[13]。金沙江带大洋火山岩只存在 Y→Cr 的亏损, 哀牢山带大洋火山岩有部分样品显示了 Sr 及 Ce→Cr 的亏损, 总的来看金沙江—哀牢山带大洋火山岩微量元素比值蛛网图较“平坦”, 因而更多地表现了洋脊火山岩的特征^[13]。

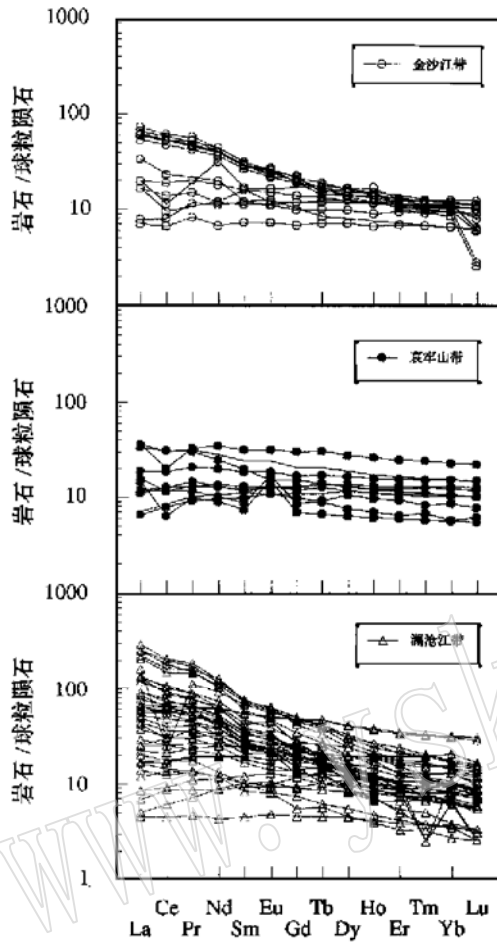


图7 大洋火山岩稀土元素配分曲线
Fig. 7 Chondrite-normalized REE patterns
of ocean volcanic rocks

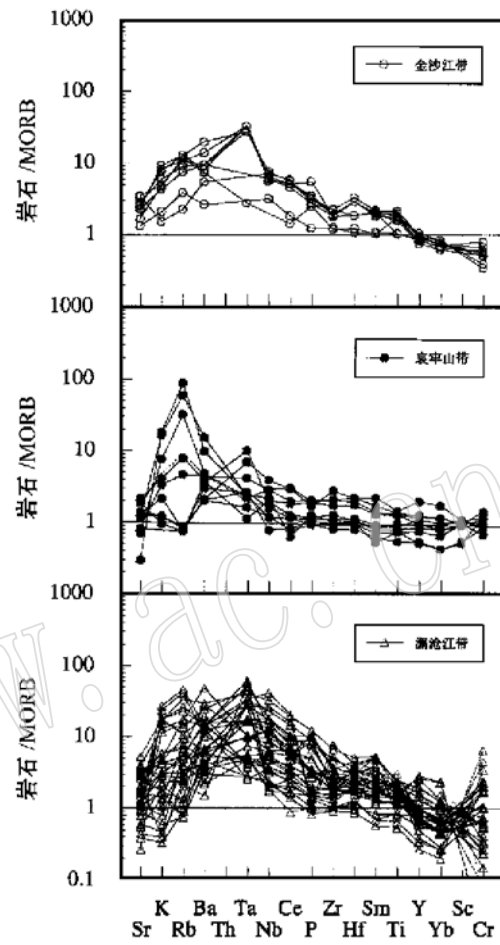


图8 大洋火山岩微量元素比值蛛网图
Fig. 8 Web diagram of trace element
ratios in ocean volcanic rocks

3 铅同位素特征

将收集到的铅同位素资料^[14-25]及此次工作测试的铅同位素数据(表2)(计137件)经过处理后,编制 V_1-V_2 图(图9)。

图9^①清楚地表明,工作区跨越冈瓦纳与扬子两个铅同位素省,其铅同位素既显示了冈瓦纳陆块的特点,又更多地表现出扬子陆块的特征。同时,该图还佐证了哀牢山带与扬子陆块明显的亲缘性。作者还对铅同位素的其它特征值进行了研究^[26],首次发现三江中段火山岩铅同位素方面存在明显的“块体效应”,识别出冈瓦纳铅同位素省与扬子铅同位素省大致以 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.5$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.65$ 、 $\mu=9.35$ 、 $\omega=38.60$ 、 $V_1=75$ 及 $V_2=65$ 为分界

① 莫宣学,沈上越,等. 三江地区中段铜、金区域成矿岩石-地球化学研究. “九五”国土资源部科技攻关项目报告, 2000.

表 2 三江中段及主要邻区 C-T 火山岩 Pb 同位素组成及特征参数值

样品号	样品名称	采样地点	时代	年龄 (Ma)*	$\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	$\frac{207\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	$\frac{208\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	μ	ω	$\Delta\epsilon$	$\Delta\beta$	$\Delta\gamma$	V_1	V_2	$\Delta 8/4$	$\Delta 7/4$	$\Delta 8/4$
LT-2	玄武岩	洛沙-拖顶	C1	340	18.439	15.685	18.609	9.34	38.58	88.96	24.42	45.29	79.87	64.65	19.52	68.92	
LT-4	玄武岩	洛沙-拖顶	C1	340	18.221	15.622	38.380	9.12	37.61	76.09	20.30	39.09	68.63	54.94	15.58	72.38	
LT-6	玄武岩	洛沙-拖顶	C2	300	18.390	15.557	38.475	9.23	37.69	82.82	15.85	39.88	72.30	58.74	7.25	61.45	
LT-15	玄武岩	洛沙-拖顶	P	260	18.403	15.566	38.485	9.18	37.42	80.37	16.25	38.38	69.87	57.44	8.01	60.88	
GL-2	玄武岩	贡卡	P1	260	18.199	15.572	38.270	8.98	36.53	68.39	16.64	32.57	59.38	49.89	10.82	64.04	
GL-5	玄武安山岩	东竹林大寺	P12	255	18.248	15.578	38.555	9.02	37.67	70.87	17.00	40.04	67.18	49.01	10.89	86.62	
GL-10	玄武安山岩	东竹林大寺	P12	255	18.215	15.589	38.316	8.98	36.64	68.54	17.70	33.38	60.17	50.05	12.35	66.71	
SS-II	英安岩	书松	P2	250	18.449	15.632	38.613	9.21	37.87	82.27	20.51	41.39	73.41	59.27	14.11	68.12	
SS-1	流纹岩	书松	T2	235	18.733	15.659	38.953	9.48	39.16	97.72	22.20	49.89	87.85	69.35	13.73	67.78	
SS-4	流纹岩	书松	T2	235	18.659	15.647	38.999	9.40	39.35	93.38	21.42	51.13	87.05	64.91	13.34	81.33	
BM-1	玄武岩	白茫雪山	P1	260	18.110	15.584	38.200	8.85	36.05	61.21	17.30	29.59	53.54	45.30	12.99	67.80	
YL-8	玄武岩	几家顶	T3	220	18.234	15.602	38.355	8.96	36.61	67.69	18.43	33.33	59.75	49.61	13.44	68.31	
LCS-13	流纹岩	鲁春	T2	235	19.150	15.682	39.578	9.90	41.74	122.15	23.70	66.73	113.74	83.48	11.51	79.87	
LCS-14	流纹岩	鲁春	T2	235	18.757	15.680	39.019	9.50	39.43	99.12	23.57	51.66	90.06	70.27	15.57	71.48	
LCN-9	流纹岩	鲁春	T3	220	18.259	15.580	38.413	9.00	36.93	69.94	17.04	35.33	62.54	50.19	10.97	71.09	
LCN-11	玄武岩	鲁春	T3	220	18.068	15.547	38.131	8.82	35.80	59.14	14.91	27.95	51.15	43.41	9.74	65.98	
FD-6	玄武安山岩	飞来寺	P1j	260	18.796	15.659	39.191	9.58	40.35	103.44	22.32	57.42	97.14	71.09	13.05	83.96	
LA-5	安山岩	阿登各	P1j	260	18.825	15.643	39.367	9.61	41.08	105.14	21.27	62.17	102.15	70.20	11.14	98.06	
LA-11	英安岩	阿登各	P1j	260	18.298	15.616	38.650	9.08	38.11	74.20	19.51	42.83	71.15	51.54	14.15	90.07	
YG-25	洋岛火山岩	铜厂街	C1-P2	300	19.288	15.667	39.471	10.14	41.86	135.66	23.04	66.79	119.75	94.60	8.52	52.52	
ZH-19	洋岛火山岩	铜厂街	C1-P2	300	18.287	15.569	38.320	9.12	37.00	76.75	16.66	35.41	65.61	55.76	9.60	57.37	
ZH-48	洋岛火山岩	铜厂街	C1-P2	300	18.931	15.620	39.030	9.78	40.02	114.66	19.95	54.88	99.79	80.77	7.66	51.55	

分析单位: 国土资源部壳-幔体系开放实验室; YG-25、ZH-19、ZH-48 引用钟大赓(1998)资料;

* 非实测资料, 根据火山岩中沉积夹层的地质及化石时代资料查地质年代表(王鹤祁, 李光岑, 1989)得来。

线^①。大于上述界线的为冈瓦纳铅同位素省, 主要分布在研究区的澜沧江带; 小于上述界线的为扬子铅同位素省, 主要分布在研究区的金沙江带。

综上所述, 三江中段, 无论是地幔橄榄岩、大洋火山岩的地球化学特征, 还是块体的铅同位素特点均显示了工作区明显受两个同位素省的影响与控制, 因此将工作区划分为两个地球化学省是可行的与合适的。

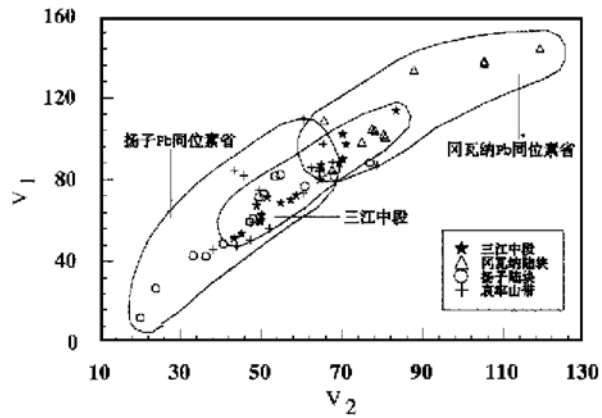


图9 $V_1 - V_2$ 相关图

Fig. 9 $V_1 - V_2$ correlogram

4 结论

(1) 根据上地幔岩、大洋火山岩、块体的铅同位素特征, 初步可将三江中段划分为(亲)扬子地球化学省与(亲)冈瓦纳地球化学省。

(2) 扬子上地幔岩由方辉橄榄岩与二辉橄榄岩组成; 冈瓦纳上地幔岩主要由方辉橄榄岩组成。二者元素富集系数及稀土元素有明显的不同。前者富地幔型元素, 贫放射性元素, 稀土元素呈平坦—弱富集型; 后者贫地幔型元素, 放射性元素较正常, 稀土元素呈弱富集型。

(3) 两个地球化学省的大洋火山岩在岩石类型与岩石系列、稀土、微量元素及形成构造环境方面亦有明显的区别。扬子大洋火山岩较单一, 基性岩为主, 岩石系列以亚碱性为主, 少数碱性, 亚碱性中拉斑系列为主, 极少钙碱系列, 稀土元素为弱亏损的近平坦型—弱富集型, 微量元素基本呈平坦型, 形成环境总体为洋脊型; 冈瓦纳大洋火山岩种类多, 从超基性—基性岩—中基性岩, 岩石系列碱性与亚碱性并重, 亚碱性中拉斑系列占绝对优势, 稀土元素从近平坦型到强烈富集型, 微量元素由近平坦型到“大阳离子元素”及“高场强元素”隆起型, 形成环境有洋脊型与洋岛型两类。

(4) 首次在该区识别出扬子铅同位素省与冈瓦纳铅同位素省大致以 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.5$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.65$ 、 $\mu=9.35$ 、 $\omega=38.60$ 、 $V_1=75$ 及 $V_2=65$ 为分界线。小于上述界线为扬子铅同位素省, 位于研究区的金沙江带; 大于上述界线值者为冈瓦纳铅同位素省, 位于研究区的澜沧江带。

参考文献:

- [1] 张本仁. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994, 349~390.
- [2] 莫宣学, 路凤香, 沈上越, 等. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1993, 7~177.
- [3] 张保民, 沈上越, 魏启荣. 金沙江带南段蛇绿岩特征研究[J]. 地质实验室, 1996, 12(2): 98~108.
- [4] 沈上越, 张保民, 魏启荣, 等. 金沙江洋脊—准洋脊火山岩特征研究[J]. 特提斯地质, 1994, 18: 130~142.
- [5] 莫宣学, 沈上越, 朱勤文, 等. 三江中南段火山岩—蛇绿岩与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998, 5~47.
- [6] 沈上越, 魏启荣, 程惠兰. “三江”哀牢山带蛇绿岩特征研究[J]. 岩石矿物学杂志, 1998, 17(1): 1~9.
- [7] 沈上越, 魏启荣, 程惠兰, 等. 云南哀牢山带蛇绿岩中的变质橄榄岩及其岩石系列[J]. 科学通报, 1998, 43(4): 438~422.

- [8] Shen Shangyue, Wei Qirong, Chen Huilan et al. Metamorphic peridotite and rock series of ophiolite belt in Mt. Ailao, Yunnan Province[J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(11): 955~ 959.
- [9] 魏启荣, 沈上越. 哀牢山北段老王寨—浪泥塘一带蛇绿岩的形成环境[J]. 特提斯地质, 1995, 19: 56~ 70.
- [10] 魏启荣, 沈上越. 哀牢山蛇绿岩带两种玄武岩的成因探讨[J]. 特提斯地质, 1999, 23: 39~ 45.
- [11] 刘本培, 冯庆来, 方念乔, 等. 滇西古特提斯多岛洋构造古地理格局[A]. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用论文集[C]. 成都: 电子科技大学出版社, 1991. 212.
- [12] 刘本培, 冯庆来, 方念乔, 等. 滇西南昌宁—孟连带和澜沧江带古特提斯多岛洋构造演化[J]. 地球科学, 1993, 18(5): 529~ 538.
- [13] Pearce J A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries[A]. In : Thorpe R S ed. Orogenic andesites and related rocks[C]. Chichester: Wiley, 1982. 525~ 548.
- [14] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 56~ 170.
- [15] 张本仁, 张宏飞, 赵志丹, 等. 东秦岭及邻区壳幔地球化学分区和演化及其大地构造意义[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(3): 201~ 208.
- [16] 马鸿文. 西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999, 116.
- [17] 陈吉琛, 林文信, 陈良忠. 腾冲—梁河地区含锡花岗岩序列表研究[J]. 云南地质, 1991, 10(3): 241~ 289.
- [18] 陈式房, 刘仪来, 包育秀, 等. 德钦—下关铅锌矿带矿床类型、成矿规律研究[J]. 云南地质, 1991, 10: 119~ 14.
- [19] 叶庆同, 胡云中, 杨岳清, 等. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1992. 171~ 238.
- [20] 林方成. 康滇地轴东缘铅锌矿床铅同位素组成特征及其成因意义[J]. 特提斯地质, 1995, 19: 131~ 139.
- [21] 马振东, 单光祥. 长江中下游及邻区区域铅同位素组成背景及其应用[J]. 地质学报, 1996, 70(4): 324~ 334.
- [22] 张志兰, 张树发, 袁海华, 等. 云南墨江金厂金矿的同位素地质特征及成因探讨[J]. 成都地质学院学报, 1987, 14(4): 29~ 40.
- [23] 李定谋. 哀牢山蛇绿混杂岩带金矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [24] 朱炳泉. 矿石铅同位素三维空间拓扑图解用于地球化学省与矿种区划[J]. 地球化学, 1993, 91(3): 209~ 215.
- [25] 战明国, 路远发, 陈式房, 等. 滇西德钦羊拉铜矿[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999. 60~ 127.
- [26] 魏启荣. 三江中段火山岩同位素示踪及元素地球化学分区与成矿[D]. 中国地质大学, 1999.

A Preliminary Study of the Geochemical Provinces in the Central Part of Sanjiang Region

SHEN Shang_yue, WEI Qi_rong, MO Xuan_xue
(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract: The central part of Sanjiang region can be divided into Yangtze(ϕ) geochemical province and Gondwana(ϕ) geochemical province. In the former province, the upper mantle rocks consist of harzburgite and lherzolite, characterized by the concentration of mantle type elements (K_T) and the smooth_weak enrichment type REE patterns; the ocean volcanic rocks are dominated by basic rocks of subalkaline and oceanic ridge type; lead isotopes are noted for $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 18.5$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 38.65$, $\mu < 9.35$, $\omega < 38.60$, $V_1 < 75$ and $V_2 < 65$. In the latter province, the upper mantle rock is mainly harzburgite characterized by impoverishment of mantle type elements (K_T) and the weak enrichment type REE patterns; the ocean volcanic

(下转第 188 页) (to be continued on p. 188)

www.yskw.ac.cn

(上接第 179 页)(Continued from p. 179)

rocks are comprised of ultrabasic, basic and intermediate_basic rocks, being both subalkaline and alkaline in nature and assuming both oceanic island type and oceanic ridge type; the characteristic lead isotope values are all higher than the above_mentioned values.

Key words: central part of Sanjiang region; upper mantle rock; ocean volcanic rock; lead isotope; Yangtze(_phile) geochemical province; Gondwana(_phile) geochemical province