

金平地区二叠纪玄武岩与铜镍矿成因关系初探

张学书^{1,2}, 秦德先¹, 范柱国¹, 刘光亮¹

(1. 昆明理工大学, 昆明 650093; 2. 云南省有色地质勘查院, 昆明 650051)

[摘要] 金平地区玄武岩分布于扬子克拉通西南缘哀牢山深大断裂南西侧。文章通过对金平地区分布的二叠纪玄武岩、(超)镁铁质侵入岩及其共生铜镍矿矿石的岩石化学特征、微量元素及稀土元素特征等方面的研究, 初步认为, 金平地区玄武岩兼具洋中脊及大陆裂谷碱性-拉斑玄武岩特征, 而镁铁质侵入岩兼具岛弧带和造山带的特征, 并认为白马寨铜镍矿的(超)镁铁质侵入岩体及共生的矿床与玄武岩存在成因上的关系。

[关键词] 二叠纪玄武岩 (超) 镁铁质侵入岩 铜镍矿 白马寨 金平

[中图分类号] P618.41; P618.63 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)05-0049-07

0 引言

金平地区下-上二叠统玄武岩分布于哀牢山深大断裂西南侧, 并主要集中分布于金平县大老塘至

李家寨一线以西、三家河以东的地区及沿勐拉河-藤条河北西向断裂的东侧的狭长地带(图1), 向南延伸进入越南境内, 与黑水河裂谷带相接; 火山岩层总体走向北西, 与区域构造线相一致。许多学者通

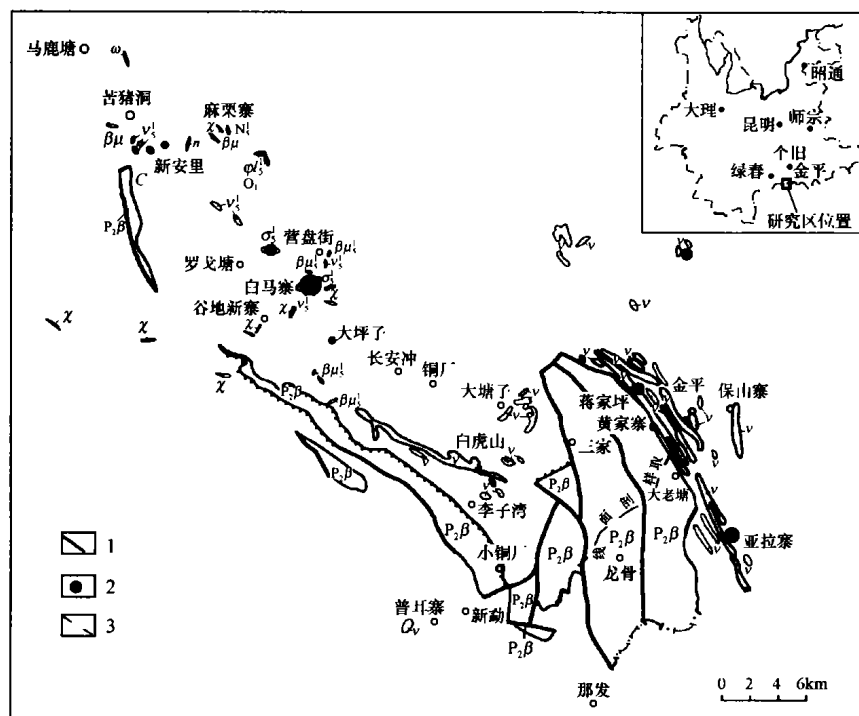


图1 金平地区火山岩、镁铁岩及铜镍矿(床)点分布图

系	统	组	层	柱状图	厚度	样号	岩性描述
二叠纪	上统	玄武岩组	11		161.7		未见顶
			10		200.6		杏仁状、斑状玄武岩夹多层玄武质凝灰岩
			9		329.4	JP-13	致密玄武岩及含斑、杏仁状玄武岩。
			8		308.9	JP-12	粗玄武岩
			7		294.2	JP-11	致密玄武岩夹粗玄武岩
			6		676.9	JP-14	杏仁状、斑状玄武岩夹致密玄武岩及玄武质凝灰岩
			5		186.9		致密玄武岩和杏仁状玄武岩互层, 夹紫红色玄武质凝灰岩
			4		268.5	JP-09	致密玄武岩夹少量杏仁状玄武岩
			3		493.1	JP-08	杏仁状玄武岩
			2		116.7	JP-07	顶部为斑状杏仁状玄武岩。
			1		1498.7	JP-01	灰-深灰色致密灰岩。

金平县大老塘二叠系玄武岩实测剖面柱状图

$P_2\beta$ —二叠系玄武岩; ϕl_1^1 —辉石岩; $\beta\mu_1^1$ —辉绿岩; v_1^1 —辉长岩; σ_1^1 —橄辉岩; ω —苦橄岩脉; n 及 N —基性岩脉(未分); v —基性-超基性侵入岩(未分); x —煌斑岩脉; 1—断层及推断层; 2—铜镍矿床点; 3—玄武岩取样剖面示意图

[收稿日期] 2003-10-22; **[修订日期]** 2004-01-29; **[责任编辑]** 曲丽莉。

[基金项目] 云南省国际合作项目(编号:2002GH11)资助。

[第一作者简介] 张学书(1965年-), 男, 1990年毕业于中南大学, 获硕士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事矿产地质研究及勘查找矿工作。

过研究认为金平地区玄武岩与丽江—宾川地区玄武岩可以进行对比,并以此作为推断金平地块是由于红河断裂的左行滑移作用而自丽江或宾川地区推移而至现今位置的证据^[3,4,5](肖龙等,2003,吴根耀,1993,钟孙霖等,1997,任纪舜等,1996)。本文旨在对金平地区玄武岩及白马寨铜镍矿(超)镁铁质侵入岩的岩石化学特征及微量元素和稀土元素特征的研究的基础上,初步探讨玄武岩与镁铁质岩及铜镍矿化间的成因联系。

1 地质特征及采样位置

1.1 地质特征简况

金平地区玄武岩呈喷出状分布于金平县南东及西部藤条河北西向断裂东侧一带,其中金平县城东南大老塘一带二叠纪玄武岩厚度最大,达4530余米,向西至伊黎河减薄至1221m,且以熔岩占绝对优势。熔岩有斑状玄武岩、杏仁状玄武岩、致密状玄武岩及粗玄岩,火山碎屑岩为玄武岩屑火山角砾岩及玄武质凝灰岩。在金平大老塘一带火山岩可大致划分为自火山角砾岩、斑状或杏仁状玄武岩、致密块状玄武岩、粗玄岩至主要为玄武质凝灰岩的两个火山旋回。

区内沿金平—白马寨—新安里及牛栏冲—蒋家坪超镁铁岩带总共分布有约200余个镁铁质—超镁铁质侵入岩体,其中白马寨超基性岩体群3号岩体分异性和含矿性最好,具中型规模铜镍矿化,铜镍矿化赋存于自外向内由辉长岩、辉石岩、橄辉岩、橄榄岩组成同心环状岩体的中心部位;其他岩体分异较差,铜镍矿化较弱。

1.2 样品采集

本次玄武岩样品采自金平—那发公路玄武岩剖面,由于上部玄武岩风化程度较高,较难采集新鲜岩石样品,因此玄武岩样品主要集中于该公路剖面中下部,样品控制厚度约为4000m左右;镁铁质及超镁铁质侵入岩和矿石样品采自白马寨铜镍矿区的755m水平坑道。

2 玄武岩及(超)镁铁岩的岩石化学特征

2.1 玄武岩岩石化学特征

各类岩矿石的常量元素分析数据如表1。金平地区玄武岩SiO₂含量为46.1%~53.14%,平均49.8%,K₂O+Na₂O含量为0.21%~4.81%,平均3.09%,Al₂O₃含量为10.99%~14.56%,平均13.73%,TiO₂含量为0.59%~3.6%,平均1.65%;岩石(K₂O+Na₂O)/(SiO₂-39)比值为0.02~0.67,按该比值0.37为划分拉斑玄武岩(<0.37)与碱性玄武岩(>0.37)的标准,本区玄武岩下部以拉斑玄武岩为主,上部以碱性玄武岩为主(图1中柱状图样品位置)。岩石里特曼指数为0.01~7.46,且岩石Na₂O>K₂O,综合各种指标,岩石为太平洋型—大西洋型(钠质)钙碱性—碱性系列岩石^[6,7,8]。侵入于玄武岩中的煌斑岩(K₂O+Na₂O)/(SiO₂-39)比值为0.41,为拉斑玄武岩,里特曼指数为3.89,全碱含量为7.55%,且K₂O>Na₂O,为弱太平洋型钙碱性岩系^[1,2]。金平地区玄武岩与峨嵋山玄武岩的岩石化学成分特征基本相同(表1),表现为低钛、Na₂O>K₂O及相近似的里特曼

表1 金平地区玄武岩及超镁铁岩常量元素含量表

序号	样号	岩性	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 ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	总和	里特曼指数σ
1	JP-05	杏仁状玄武岩	50.52	1.34	14.47	2.14	8.46	0.16	4.96	8.11	3.39	0.18	0.22	4	0.23	1.87	100.05	1.69
2	JP-06	玄武岩	50.69	1.34	14.6	1.58	8.46	0.17	5.92	8.44	3.84	0.36	0.2	3.38	0.24	0.69	99.91	2.29
3	JP-07	致密状玄武岩	52.08	1.44	14.16	3.08	7.64	0.16	6.93	8.72	1.97	1.23	0.18	2.28	0.26	0.38	100.51	1.13
4	JP-08	煌斑岩	57.64	0.59	13.81	6.95	0.53	0.15	4.88	2.06	2.8	4.75	0.44	5.58	4.98	0.15	105.31	3.89
5	JP-09	块状玄武岩	46.1	2.1	14.56	5.74	8.32	0.2	5.01	8.96	4.27	0.54	0.46	3.16	0.19	0.85	100.46	7.46
6	JP-10	粗玄岩	47.8	3.6	14.17	2.85	9.83	0.19	5.03	8.34	3.08	1.71	0.39	2.44	0.3	0.09	99.82	4.78
7	JP-11	致密块状玄武岩	46.58	1.16	14.26	2.01	9.24	0.2	7.94	10.81	2.86	0.34	0.13	3.32	0.24	0.4	99.49	2.86
8	JP-12	块状玄武岩	48.4	1.08	14.39	7.25	3.65	0.1	3.17	15.86	0.19	0.02	0.22	5.36	0.39	0.23	100.31	0.01
9	JP-13	致密块状玄武岩	53.14	1.17	10.99	1.39	8.17	0.15	9.32	8.02	1.56	0.1	0.11	4.71	0.49	1.67	100.99	0.27
10	JP-14	角砾玄武岩	51.26	1.64	13.46	1.55	8.47	0.14	6.73	9.1	2.26	1.14	0.18	3.88	0.24	0.16	100.21	1.4
11	JP-15	致密玄武岩	51.4	1.66	12.23	2.64	7.48	0.16	6.68	11.81	1.64	0.13	0.18	3.46	0.2	0.1	99.77	0.37
	金平玄武岩平均		49.8	1.65	13.73	3.023	7.972	0.16	6.169	9.817	2.51	0.58	0.23	3.6	0.28	0.64	100.15	1.4
	峨嵋山玄武岩		49.73	13.79	3.37	5.05	6.27	9.02	0.12	4.67	0.53	3.03	0.33	烧	失	量	95.93	1.88
12	BMZ-09	橄辉岩	48.91	0.62	11.87	2.9	3.15	0.12	8.98	7.11	5.06	4.1	0.46	1.32	0.37	4.32	99.29	14.2
13	BMZ-10	橄榄岩	40.16	0.54	5.77	1.23	12.39	0.15	24.78	3.01	0.11	0.05	0.09	6.34	0.18	3.97	98.77	-0.01

测试单位:中国地质调查局宜昌地质矿产所,测试时间:2003年9月;峨嵋山玄武岩资料据莫宜学,1993。

指数等特征,其含钛量特征与肖龙(2003年)的研究结果相同,为低钛系列岩石^[5]。

2.2 镁铁岩岩石化学基本特征

白马寨矿区镁铁岩的 SiO_2 含量为 40.16% ~ 48.91%, $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})/(\text{SiO}_2 - 39)$ 比值为 0.14

~0.92,可与拉斑玄武岩类比,里特曼指数为 -0.01 ~ 14.2,变化较大。岩石具有低硅、低铝、高镁(MgO 为 9.89% ~ 24.78%)、低 P_2O_5 含量和低钛的特点(表1、表2)。橄辉岩 m/f 比值为 1.48,橄榄岩为 1.82,均属富铁质超镁铁质岩石。

表2 金平地区玄武岩及超镁铁岩微量元素含量表

样号	岩性	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Rb	Cs	Sr	Ba	V	Sc	Nb	Ta	Zr	Hf	U	Th
JP-05	杏仁状玄武岩	15.2	<1	84.8	259	29.6	33.3	6.8	5.3	144	234	238	30.2	12.6	0.84	101	3.35	1	9.28
JP-06	玄武岩	15.6	1	94.4	307	2.35	31	19	5.95	265	294	234	29.6	12.4	1.2	142	3.93	1.16	12.6
JP-07	致密状玄武岩	64.3	<1	88.8	335	134	37.2	52.4	6.3	280	467	275	29.9	14	0.93	174	5.04	1	12
JP-08	煌斑岩	64.6	30	75.1	300	59.6	22.3	146	4.4	737	1770	124	22.7	11.4	0.81	137	4.07	3	8.2
JP-09	块状玄武岩	234	<1	120	33.5	51.4	31.1	10.5	7.3	91.4	254	308	20.6	22.2	1.28	164	4.48	0.87	15.2
JP-10	粗玄岩	222	<1	115	66.3	74.7	37.7	52.1	7	513	578	387	26.1	36.3	1.93	222	6.12	1	8.44
JP-11	致密块状玄武岩	192	15.5	91	201	122	43.8	15.4	5.95	184	276	299	43.7	10.5	0.72	88.2	2.86	1.1	2.64
JP-12	块状玄武岩	86.1	6	109	59.9	46.5	30.2	<1	3.4	16.1	193	291	20	9.75	<0.5	93	2.78	1	6.56
JP-13	致密块状玄武岩	62.3	<1	77.4	512	123	35.8	5.9	6.1	95.1	203	235	26.4	8.37	<0.5	73.1	2.38	1.33	8.44
JP-14	角砾玄武岩	57.7	29	96.1	220	42.1	34.4	41.2	5.2	141	366	270	25.8	14.6	0.73	138	4.34	1.33	7.52
JP-15	致密玄武岩	62.1	27	94.1	263	65.9	32.8	4.5	4.6	68.7	198	250	18	14	0.72	161	4.65	0.67	6.8
BMZ-01	辉长岩	9810	154	90.9	796	4970	117	25.1	7.8	330	415	159	18.3	9.62	0.77	187	5.13	1	6.96
BMZ-02	浸染状矿	17000	52	162	933	22900	955	80.4	75	114	38.3	136	9.12	2.95	<0.5	72.1	2.65	0.67	2.08
BMZ-03	块状矿	18600	43	171	1290	35300	1390	14.7	51.5	10.4	23.4	147	5.13	1.06	<0.5	41.1	1.27	0.87	2.68
BMZ-04	海绵状矿	21700	20	196	912	5900	490	66.8	69	79.3	64.3	128	8.21	1.92	<0.5	66.2	2.73	0.84	0.66
BMZ-05	煌斑岩	68.1	30	88	228	169	22.9	225	8.3	1340	1730	141	14.7	8.47	1.25	148	4.56	2.33	2.24
BMZ-06	块状矿	25200	139	155	75.8	43400	1710	9.6	47.7	10.7	30.1	54.4	1.32	<1	<0.5	71.5	2.47	0.87	1.72
BMZ-07	海绵状矿	3900	76	135	1110	24000	1070	13.3	38.5	16.2	30.4	164	13.4	4.66	0.81	52	1.81	1	1.92
BMZ-08	石英砂岩	25.3	11	29.4	<1	21	2	79.5	3.4	146	856	38.6	3.58	3.77	<0.5	126	3.81	1.33	5.96
BMZ-09	橄辉岩	80.8	28	69.6	308	244	25.7	177	14.6	1240	1340	98.2	8.64	15.3	1	210	6.01	3.5	14.9
BMZ-10	橄榄岩	705	70	88.5	2920	955	110	8.3	9.9	61.9	171	117	13.5	3.89	<0.5	70.5	2.22	1	10.5
BMZ-11	浸染状矿	5840	<1	93.2	1960	10700	771	6.4	25.8	7.98	30.3	143	13.5	3.51	<0.5	81.2	2.63	1.16	5.92

测试单位:中国地质调查局宜昌地矿所,测试时间:2003年9月。

2.3 岩石化学图解特征

在 TAS 图解中(图2),玄武岩投影点多数落于

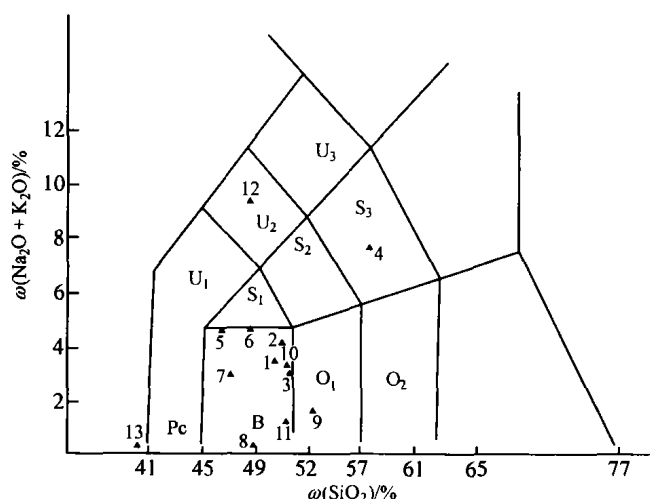


图2 金平地区玄武岩及镁铁岩 TAS 图解

(据 MJ. Lebas 等,1986)

Pc—苦橄玄武岩;B—玄武岩;O₁—玄武安山岩;O₂—安山岩;
S₁—粗面玄武岩;S₂—玄武粗安岩;S₃—粗面安山岩;U₁—碧玄
岩、碱性玄武岩(序号同表1)

B 区玄武岩的范围内,只有 9 号块状玄武岩落于玄武安山岩区;12 号橄辉岩落于碱性玄武岩区,13 号橄榄岩落于苦橄岩区附近;在 ATK 图解(图3)中,4 号煌斑岩、12 号橄辉岩落于造山带玄武岩及安山岩区,3 号、6 号致密玄武岩、10 号角砾玄武岩投影点在大陆裂谷玄武岩区内,其他投影点落于洋脊玄武岩(及三江洋脊玄武岩)、弧后玄武岩的分布区。在 TFe - MgO - Al₂O₃ 三角图解(图4)中玄武岩均落于洋岛区和大陆区,只有 4 号煌斑岩落于造山带区,12 号橄辉岩、13 号橄榄岩落于洋中脊区。

总体上玄武岩兼具洋中脊玄武岩及洋岛玄武岩和大陆裂谷玄武岩的特征,白马寨超镁铁质侵入岩具造山带玄武岩特征。

3 玄武岩及超镁铁岩的微量元素含量特征

3.1 微量元素图解特征

各类岩矿石的微量元素分析数据如表2。在 Ti - Zr 图解(图5)中,主要投影点落于洋中脊玄武岩

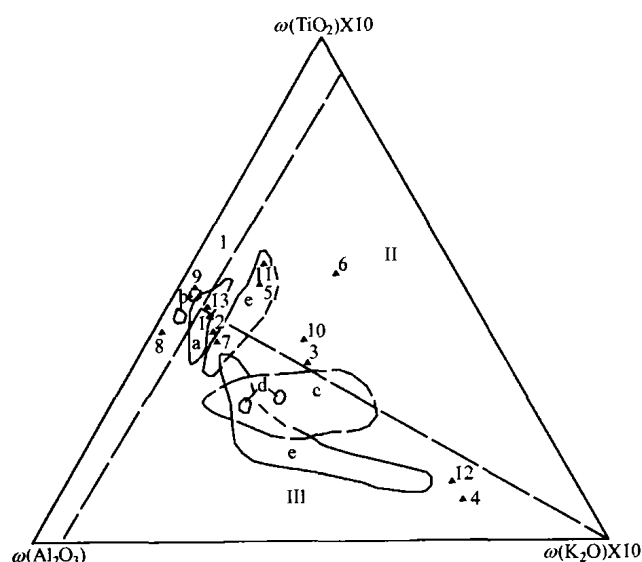


图3 金平地区玄武岩及镁铁岩的 ATK 图解

(据赵崇贺,1991)

I—洋脊玄武岩; II—大陆裂谷玄武岩; III—造山带玄武岩及安山岩(虚线为赵崇贺划分三区的界线)

a—三江地区洋脊玄武岩平均; b—世界洋脊玄武岩平均; c—三江地区弧玄武岩平均; d—美国西部及爪哇以北弧玄武岩平均; e—三江地区弧后玄武岩平均; ▲—为金平地区火山岩投影

(序号同表1)

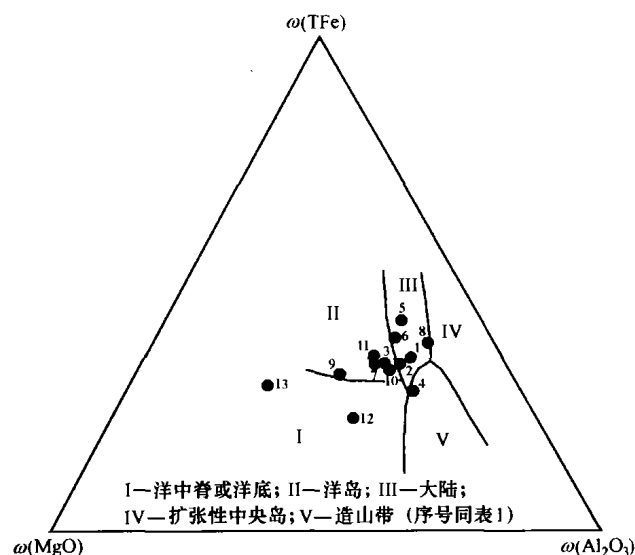


图4 金平地区火山岩及镁铁岩 FeO—MgO—Al₂O₃ 图解(据 Pearce,1977)

(序号同表1)

区,而侵入于玄武岩中的煌斑岩及白马寨超镁铁岩投影点均落于派生的火山岛弧玄武岩区;而相应地在 Ti/100—Zr—Y·3 图解(图6)中主要玄武岩及侵入其中的煌斑岩和超镁铁岩均落于岛弧钙碱性玄武岩区,少数落于板内玄武岩区。

3.2 玄武岩及镁铁质岩主要地球化学特征参数值

金平地区玄武岩及镁铁质侵入岩主要地球化学特征参数值见表3。主要微量元素比值除 Ti/Y 外,

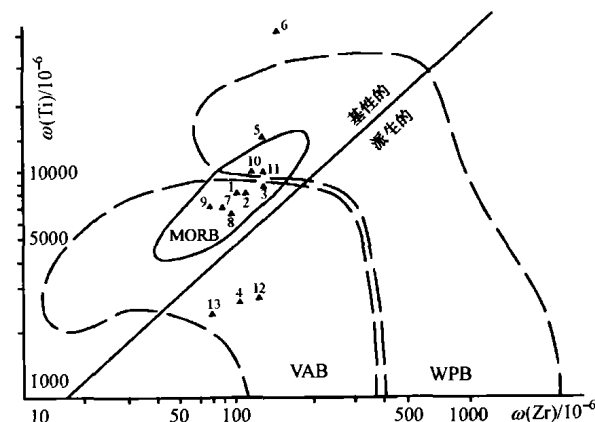


图5 金平地区火山岩和镁铁岩微量元素与构造环境关系图解

WPB—板内玄武岩; MORB—洋中脊玄武岩; VAB—火山岛弧玄武岩(序号同表1)

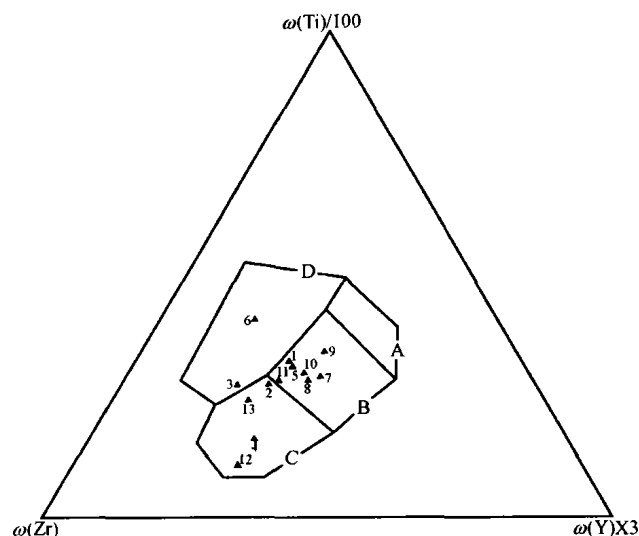


图6 金平地区火山岩 Ti/100—Zr—3Y 图解

(据皮尔斯和坎,1973)

板内玄武岩(WPB)落入D区;洋底(洋中脊)玄武岩(OFB)落入B区;岛弧低钾拉斑玄武岩(LKT)落入A和B区;岛弧钙碱性玄武岩(CAB)落入B和C区(序号同表1)

其他均基本一致,表明源区特征应相似;本区玄武岩的 Th/Hf 比值比汪云亮、李巨初等(1993)所定义的峨嵋山玄武岩比值(Th/Hf < 0.5)要高,而 Ta/Hf 比值要比其所定义的峨嵋山玄武岩(Ta/Hf > 0.5)低,亦较其所定义的地幔热柱成因玄武岩的 Ta/Hf 比值(> 0.3)略低这可能与峨嵋山玄武岩并非原始岩浆(MgO < 8%)所造成的^[5](肖龙等,2003)。

4 玄武岩及超镁铁岩的稀土元素含量特征

各类岩矿石的稀土元素分析数据如表4。总体上自金平地区玄武岩、白马寨不同类型侵入岩和赋

存于其中的矿石以及侵入玄武岩和侵入于白马寨铜镍矿床中的煌斑岩的球粒陨石标准化稀土配分曲线均为右倾轻稀土富集型。锆的亏损或富集程度均不

明显,总体上煌斑岩、白马寨橄榄岩、橄辉岩及块状矿石为亏损,而玄武岩、浸染状及海绵状矿石表现出既有轻微亏损亦有轻微富集的特征(图7、8、9、10)。

表3 金平地区主要岩矿石地球化学特征参数值

岩性	Ti/Y	Th/Hf	Th/Ta	Ta/Hf	Th/Zr	Th/Nb	Nb/Zr
金平玄武岩	238.2~365.5(JP10 例外为 677.1)	0.92~3.39	3.61~12.9	0.155~0.32	0.03~0.12	0.23~1.02	0.08~0.16
侵入于玄武岩中煌斑岩	150	2.01	10.1	0.2	0.06	0.72	0.08
白马寨煌斑岩	0.49	1.79	0.27	0.02	0.26	0.06	0.49
辉长岩		1.36	9.04	0.15	0.04	0.72	0.05
橄辉岩	109.1	2.47	14.9	0.17	0.07	0.97	0.07
橄榄岩	281.7	4.73			0.15	0.13	0.06
块状矿石		0.7~2.1			0.02~0.07	2.53	0.03
浸染状矿		1.4~2.3			0.07	0.7~1.7	0.03~0.04
海绵状矿		0.2~1.1	2.37	0.45	0.01~0.04	0.34~0.41	0.03~0.09

表4 金平及白马寨地区玄武岩、超镁铁矿岩和矿石稀土元素丰度表

 $\omega_B/10^{-6}$

样号	岩(矿)性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	ΣCe	ΣY	ΣCe/ΣY	(La/Yb) _N	(La/Lu) _N	δEu
JP-05	杏仁状玄武岩	20.8	40.8	4.7	19.1	4.34	1.48	4.73	0.8	5.16	0.94	2.55	0.35	2.02	0.25	22	130	91.22	38.8	2.35	6.78	8.51	1
JP-06	玄武岩	23.1	43.3	5.15	19.6	4.73	1.76	5.89	0.83	5.38	0.98	2.76	0.43	2.26	0.3	26.6	143.1	97.64	45.43	2.15	6.73	7.88	1.03
JP-07	致密状玄武	30.7	57	5.99	24.2	5.24	1.76	5.84	0.94	5.57	1.1	2.75	0.4	2.3	0.33	28.1	172.2	124.94	7.33	2.64	8.79	9.52	0.98
JP-08	玄武岩中煌斑岩	71	121	9.52	38.3	7.11	2.01	7.28	0.74	4.53	0.84	2.01	0.36	2.1	0.29	23.6	290.7	248.94	1.75	5.96	22.3	25.1	0.85
JP-09	块状玄武岩	33.6	66.3	6.82	27.6	6.78	2.49	7.48	1.12	7.51	1.39	3.91	0.56	3.48	0.53	38.6	208.2	143.66	4.58	2.22	6.36	6.49	1.07
JP-10	粗玄岩	56.7	109	10.5	43.6	8.56	2.78	9.75	1.08	6.52	1.17	2.92	0.44	2.78	0.45	31.9	288.2	231.15	7.01	4.05	13.4	12.93	0.94
JP-11	致密块状玄武岩	12.4	25.1	3.18	11.6	3.2	1.35	4.45	0.8	5.05	0.99	2.97	0.42	2.7	0.43	28.3	102.9	56.83	46.11	1.23	3.03	2.95	1.1
JP-12	块状玄武岩	16.3	32	3.25	13.6	3.2	1.26	4.01	0.71	4.3	0.87	2.24	0.37	2.05	0.35	27.2	111.7	69.61	42.1	1.65	5.24	4.77	1.09
JP-13	致密块状玄武岩	14	31.1	3.01	12.2	3.52	1.25	4.05	0.61	3.93	0.74	2.05	0.37	2.11	0.34	23.2	102.5	65.08	37.4	1.74	4.37	4.21	1.02
JP-14	角砾玄武岩	32.8	63.6	5.88	23.1	5.51	2.03	6.65	1.11	5.93	1.13	3.01	0.45	3.12	0.52	37.7	192.5	132.95	9.62	2.23	6.93	6.48	1.03
JP-15	致密玄武岩	27.4	55.2	4.97	21.9	5.22	1.92	6.37	1.1	5.39	1	2.7	0.4	2.52	0.46	34.7	171.3	116.65	4.64	2.13	7.16	6.1	1.03
BMZ-01	辉长岩	23.4	38.4	4.5	19.5	4.21	1.02	3.66	0.63	3.79	0.7	1.55	0.2	1.34	0.15	12.5	115.6	91.03	24.52	3.71	11.51	15.95	0.8
BMZ-02	浸染状矿	6.5	7.98	1.4	5.34	1.25	0.53	1.34	0.19	1.41	0.24	0.65	0.056	0.45	0.069	4.95	32.36	23	9.36	2.46	9.5	9.66	1.27
BMZ-03	块状矿	1.03	1.01	0.12	0.42	0.0970	0.024	0.11	0.017	0.1	0.0230	0.071	0.01	0.051	0.01	0.46	3.553	2.7	0.85	3.18	13.6	10.46	0.73
BMZ-04	海绵状矿	4.04	3.94	0.77	3.06	0.68	0.33	0.74	0.14	0.82	0.15	0.46	0.059	0.33	0.055	3.65	19.22	12.82	6.4	2	8.05	7.54	1.44
BMZ-05	白马寨煌斑岩	42.2	76.1	8.66	41.4	8.61	1.99	6.33	0.93	4.46	0.77	1.89	0.24	1.63	0.21	16.6	212	179	33.06	5.41	17.1	17.1	0.83
BMZ-06	块状矿	0.35	0.52	0.066	0.3	0.0810	0.0170	0.064	0.01	0.06	0.0130	0.032	<0.01	0.016	<0.01	0.12	1.649	1.33	0.32	4.16	15.5	+∞	0.74
BMZ-07	海绵状矿	4.75	8.14	1.18	4.02	1.04	0.18	1.16	0.16	1.21	0.17	0.56	0.064	0.45	0.08	4.43	27.59	19.31	8.28	2.33	6.96	6.1	0.51
BMZ-09	橄辉岩	102	174	11.5	48.6	9.91	2.55	8.8	1.29	5.23	0.9	2.07	0.39	2.14	0.36	34.1	403.8	348.655	2.8	6.31	31.43	29	0.84
BMZ-10	橄榄岩	5.44	13.9	1.04	5.01	1.47	0.32	1.84	0.28	1.38	0.34	0.76	0.16	0.96	0.21	11.5	44.61	27.18	17.43	1.56	3.73	2.65	0.6
BMZ-11	浸染状矿	6.63	11.2	1.28	5.41	1.25	0.13	1.45	0.19	1.32	0.2	0.68	0.082	0.58	0.1	5.04	35.54	25.9	9.64	2.69	7.51	6.78	0.3
	金平玄武岩平均(10)	26.8	52.3	5.35	21.7	5.03	1.81	5.92	0.91	5.47	1.03	2.79	0.42	2.53	0.4	29.83	162.3	112.9	49.3	2.24	6.96	6.93	1.02
	白马寨浸染状矿平均	6.57	9.59	1.34	5.38	1.25	0.33	1.4	0.19	1.37	0.22	0.65	0.07	0.52	0.09	5	34	24.5	9.5	2.6	8.38	7.96	0.77
	白马寨块状矿平均	0.69	0.77	0.093	0.36	0.0890	0.0210	0.0870	0.014	0.08	0.0180	0.052	0.005	0.034	0.005	0.29	2.601	2.0150	5.85	3.67	14	14.04	0.731
	白马寨海绵状矿平均	4.4	6.04	0.98	3.54	0.86	0.26	0.95	0.15	1.02	0.16	0.51	0.06	0.39	0.07	4.04	23.41	16.07	7.34	2.17	7.42	6.68	0.87
	白马寨橄辉岩	102	174	11.5	48.6	9.91	2.55	8.8	1.29	5.23	0.9	2.07	0.39	2.14	0.36	34.1	403.8	348.655	2.8	6.31	31.43	29	0.84
	白马寨橄榄岩	5.44	13.9	1.04	5.01	1.47	0.32	1.84	0.28	1.38	0.34	0.76	0.16	0.96	0.21	11.5	44.61	27.18	17.43	1.56	3.73	2.65	0.6
	白马寨辉长岩	23.4	38.4	4.5	19.5	4.21	1.02	3.66	0.63	3.79	0.7	1.55	0.2	1.34	0.15	12.5	115.6	91.03	24.52	3.71	11.51	15.95	0.8

4.1 金平地区玄武岩稀土元素特征

金平地区玄武岩稀土总量 $\Sigma \text{REE} = 102.9 \times 10^{-6} \sim 288.2 \times 10^{-6}$, 稀土含量变化较大; $\Sigma \text{Ce}/\Sigma \text{Y}$ 为 1.23~5.96, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 为 3.03~13.4, 轻稀土富集; ΣEu 为 0.94~1.1, 稀土分布模式无明显的 Eu 异常, 稀土配分曲线为右倾轻稀土富集型。岩石的 $(\text{La}/\text{Lu})_{\text{N}}$ 比值在 4.21~12.93 之间。

据王中刚(1989)等认为, 大陆拉斑玄武岩的稀土元素含量变化范围很大, $\Sigma \text{REE} = 15.2 \times 10^{-6} \sim 322 \times 10^{-6}$, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 0.5 \sim 7.6$; 而岛弧和弧后盆地拉斑玄武岩含量 $\Sigma \text{REE} = 10 \sim 262 \times 10^{-6}$, $(\text{La}/$

$\text{Yb})_{\text{N}} = 0.4 \sim 7.3$; 结合岩石化学成分特征及微量元素特征来看金平地区玄武岩岩石较为复杂, 兼具洋岛、洋中脊、大陆和弧后拉斑—碱性玄武岩特征, 这可能与金平地区所处的构造环境的复杂性如处于造山带及克拉通边缘及裂谷盆地裂陷深度等因素有关。

4.2 金平白马寨铜镍矿侵入岩及矿石稀土元素特征

4.2.1 金平白马寨铜镍矿镁铁质侵入岩稀土元素特征

金平白马寨铜镍矿为岩浆熔离—贯入型矿床, 含矿岩体分异良好, 块状矿与岩体形成十分明显的

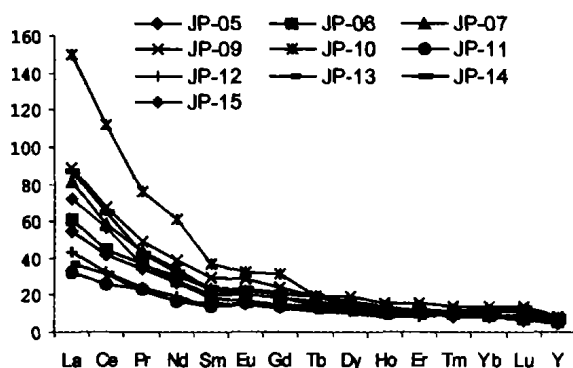


图7 金平地区原始地幔标准化的玄武岩

稀土元素蛛网图

图例见表4

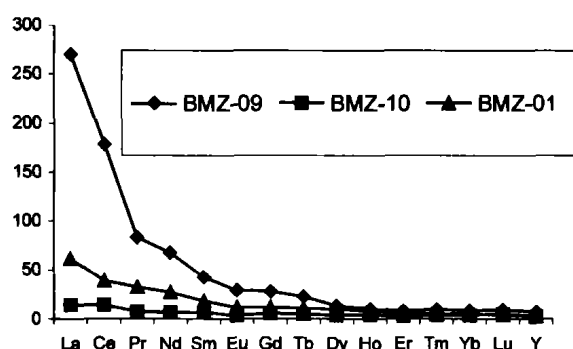


图8 金平白马寨铜镍矿原始地幔标准化

含矿围岩稀土元素配分图

图例见表4

同心环状构造,由内向外依次为块状矿、橄榄岩、橄辉岩、辉石岩及辉长岩,其形成时间则依次较晚。由于浸染状矿及海绵状矿石在岩石中的广泛分布,因而较难采集到无矿化的侵入岩的样品。由本次分析资料看,白马寨矿区侵入岩的稀土元素含量特征为:辉长岩 $\sum \text{REE} = 115 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 3.71$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 11.51$, $\delta \text{Eu} = 0.8$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 15.9$;橄辉岩 $\sum \text{REE} = 403.8 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 6.3$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 31.43$, $\delta \text{Eu} = 0.84$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 29$;橄橄榄岩 $\sum \text{REE} = 44.61 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 1.56$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 3.73$, $\delta \text{Eu} = 0.6$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 2.65$,均表现为轻微Eu亏损的轻稀土富集特征,稀土元素原始地幔标准化配分曲线为右倾轻稀土富集型。

4.2.2 金平白马寨铜镍矿石稀土元素特征

白马寨铜镍矿主要矿石的稀土元素特征参数值为:块状矿: $\sum \text{REE} = 2.6 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 3.67$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 14$, $\delta \text{Eu} = 0.73$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 14.04$,浸染状矿石: $\sum \text{REE} = 34 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 2.6$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 8.38$, $\delta \text{Eu} = 0.77$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 7.96$,海绵状矿石: $\sum \text{REE} = 23.4 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 2.2$,

$(\text{La}/\text{Yb})_N = 7.42$, $\delta \text{Eu} = 0.87$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 6.68$,稀土总量明显比玄武岩及镁铁质侵入岩低,与橄榄岩的稀土特征更为接近一些,但总体特征基本一致,即均表现为轻稀土富集型的右倾配分曲线(图9),具轻微的Eu负异常。

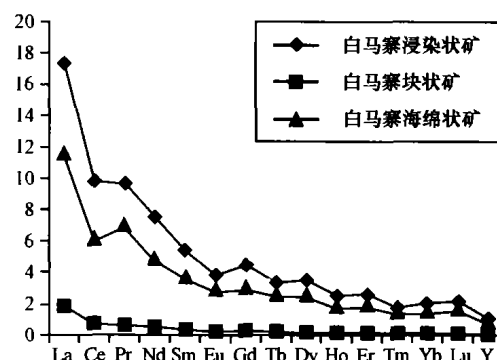


图9 金平白马寨铜镍矿原始地幔标准化

矿石稀土元素配分图

4.3 煌斑岩稀土元素特征

煌斑岩在金平地区玄武岩分布区及镁铁质侵入岩带附近均十分常见,常与区内的金矿化有关,多见侵入于玄武岩或穿切于白马寨矿区的矿石及岩体之中,应形成于玄武岩或侵入相镁铁岩含矿岩石之后,其稀土元素特征参数值为:侵入于玄武岩中的煌斑岩: $\sum \text{REE} = 290.7 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 5.96$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 22.3$, $\delta \text{Eu} = 0.85$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 25.1$;侵入于白马寨铜镍矿岩体及矿石中的煌斑岩: $\sum \text{REE} = 212 \times 10^{-6}$, $\sum \text{Ce}/\sum \text{Y} = 5.41$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 17.1$, $\delta \text{Eu} = 0.83$, $(\text{La}/\text{Lu})_N = 20.63$ 。稀土总量与玄武岩接近,并在镁铁岩稀土含量变化范围之内。稀土配分曲线与玄武岩、镁铁质侵入体及矿石的特征均为右倾轻稀土富集型(图10),具轻微的Eu负异常。

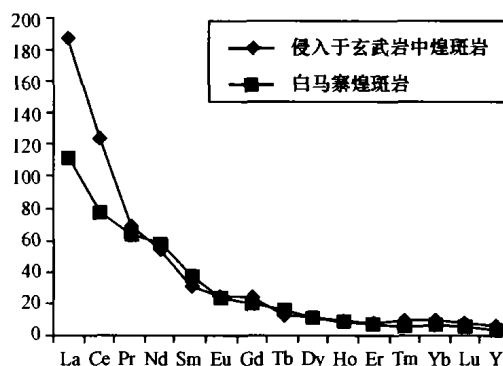


图10 金平地区原始地幔标准化煌斑岩

稀土元素配分图

5 结论

通过本次对金平地区的初步分析,表明本区二

叠纪玄武岩兼具洋中脊玄武岩、洋岛及大陆裂谷玄武岩的一些特征,岩性上为钙碱性-拉斑玄武岩系列,呈侵入产状产出的镁铁矿及煌斑岩兼具岛弧带及造山带玄武岩的特征。从岩石化学成分特征、微量元素及稀土元素配分特征初步判断看,呈侵入产状的煌斑岩、(超)镁铁岩及其相伴产出的铜镍矿化与玄武岩存在成因及演化上的联系,四者之间具有时空演化及化学成分演化上的继承关系^[9,10]。但玄武岩与镁铁质侵入岩时间和空间上的演化关系和镁铁岩与熔离-贯入的矿化的演化机制尚需通过进一步的同位素数据进行论证。

[参考文献]

- [1] 李兴振,刘文均,王义昭,等.西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论)[M],北京:地质出版社,1999,1~276.
- [2] 王中刚,于学元,赵振华,等.稀土元素地球化学[M],北京:科学出版社,1989.
- [3] 李红阳,牛树银,王立峰,等.幔柱构造[M],北京:地震出版社,2002,1~224.
- [4] 牛树银,孙爱群,邵振国,等.地幔热柱多级演化及其成矿作用-以华北矿聚区为例[M],北京:地震出版社,2001,1~219.
- [5] 肖龙,徐义刚,梅厚均,等.云南金平晚二叠纪玄武岩特征及其与峨嵋地幔柱关系-地球化学证据[J],岩石学报,2003,19(1):38~48.
- [6] Franco Pirajno. Ore - Deposits and Mantle Plumes[M], Netherlands: Kluwer Academic Publishers,2000,1~545.
- [7] 涂光炽,等.中国超大型矿床(1)[M].北京:科学出版社,2000,250~269.
- [8] 李光品,高尔根,徐果明,等.中国西部地壳上地幔速度和Q β 结构[J],地质与勘探,2000,36(6):58~61.
- [9] 姚敬金,张素兰,曹洛华,等.东天山色尔特能东部大型铜镍矿成矿条件分析[J].地质与勘探,2002,(增):69~73.
- [10] 刘应汉.青海拉水峡铜镍矿纳米物质地球化学异常特征及找矿模型[J],地质与勘探,2003,39(2):11~15.

GENETIC RELATION BETWEEN PERMIAN FLOOD BASALTS AND NICKEL - COPPER DEPOSITS IN THE JINPING AREA

ZHANG Xue - shu^{1,2}, QIN De - xian¹, FAN Zhu - guo¹, LIU Guang - liang¹

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093;

2. Yunnan Bureau of Non - ferrous Metals Geology, Kunming 650051)

Abstract: The flood basalts in the Jinping area are distributed along the SW side of Ailaoshan deep - situated structure zone which located in the southwest margin of Yangtze craton. On the basis of primary study focused on the petrochemistry, trace elements and REE of flood basalts and (ultra) mafic intrusions, it is preliminarily concluded that flood basalts in the Jinping area have both the alkali and calc - alkali basalts of middle ocean ridge and continental rift, while the (ultra) mafic intrusions possess the features of basaltic rocks in arc - islands and intrusive rocks in orogenic zone. Results suggest that there is a genetic correlation among the flood basalts, (ultra) mafic intrusions and associated nickel - copper deposits.

Key words: Permian flood basalts, mafic intrusions, nickel - copper deposits, Baimazhai, Jinping

我国将建注册地质师制度

我国注册地质师资格认证制度筹备工作正抓紧进行。10月10日前,注册地质师管理委员会、考评与继续教育委员会、纪律监督委员会将成立。2005年1月1日前,各委员会的机构设置、各项程序和规则的制定将完成。

这项工作得到了国土资源部和中国科协的认可。认证工作的组织、筹备工作由中国地质学会负责,该学会的常务理事单位及中矿联地勘协会共同参与,国土资源部有关司局在筹备期间予以指导。

据悉,在我国推行注册地质师制度,是由香港地质学会会长陈龙生教授于2001年年底向全国政协委员、中国地质学会秘书长王弼力研究员提出的。为此,王弼力于2002年、2003年、2004年连续3年向全国政协提交提案,要求尽快建立注册地质师制度,引起人事部和国土资源部等部门重视。

建立注册地质师制度是与国际接轨、资本市场、矿权交易市场和地质技术服务的需要,是市场经济发展的必然趋势。目前注册地质师认证工作已成立了包括院士、专家、地质工作各专业、各方面代表和政府有关部门负责人组成的筹备组。组长由原地质矿产部总工程师陈毓川院士担任。筹备组办公室设在中国地质学会。