

滇西北春都斑岩铜矿床侵入岩岩石地球化学^①

邹国富^{1,2}, 李峰¹, 李波², 徐国端³, 杨宪涛², 坚润堂², 赵向东², 罗书斌², 李娜²

(1. 昆明理工大学 云南 昆明 650093; 2. 中国有色金属工业昆明勘察设计院 云南 昆明 650051;

3. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012)

摘要:春都斑岩铜矿床的侵入岩主要为闪长玢岩和花岗闪长斑岩, 文章对其进行了岩石学、地球化学研究。研究表明春都斑岩铜矿床侵入岩属于钙碱性系列, 产出于俯冲构造环境。闪长玢岩、花岗闪长斑岩富集大离子亲石元素 Sr、K、Rb、Ba、Th, 相对亏损高场强元素 Ta、Nb、P、Hf、Ti。稀土元素球粒陨石标准化曲线显示轻稀土富集, 分配曲线右倾, δEu 异常不明显, δCe 呈轻微负异常。

关键词:斑岩铜矿; 元素地球化学; 闪长玢岩; 花岗闪长斑岩; 春都; 滇西北

中图分类号: P618.41; P595 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2011)05-0405-07

0 前言

春都铜矿区地处西南三江成矿带南段, 位于巴颜喀拉—甘孜褶皱系印支期义敦—中甸岛弧带南部的中甸弧内; 其东部和南部分别是甘孜—理塘板块缝合带, 西部是乡城—格咱深大断裂^[1-2]。曾普胜等^[2-5]把中甸岛弧分成东、西两个斑岩带和一个蛇绿混杂岩带, 东斑岩带以普朗式的斑岩型铜矿为主, 西带则主要产出雪鸡坪、春都、烂泥塘等斑岩型、矽卡岩型铜矿床。本文主要从闪长玢岩、花岗闪长斑岩的岩石学、地球化学等方面进行研究, 并与雪鸡坪铜矿、普朗铜矿的容矿斑岩体进行对比研究, 为探讨区内斑岩型铜矿的成矿规律提供地质依据。

1 矿床地质特征

春都斑岩铜矿位于格咱深大断裂的东侧, 格顶水背斜的东翼。矿区主要出露地层为三叠系上统图姆沟组(T_3t)和曲嘎寺组(T_3q)。图姆沟组(T_3t)主要为印支期闪长玢岩体, 是铜矿体与铜矿化的主要赋矿围岩(图1), 曲嘎寺组(T_3q)为深灰色板岩、变质砂岩, 夹灰岩、基性火山岩及少量硅质岩。矿区构造主要表

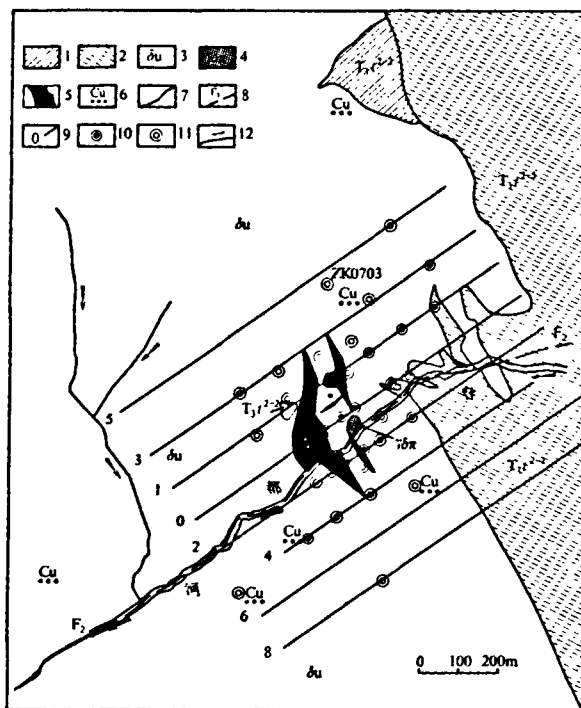


图1 春都斑岩铜矿地质简图

Fig. 1 Geological map of the Chundu porphyry copper deposit

1—图姆沟组第二段二层 2—图姆沟组第二段三层 3—闪长玢岩 4—花岗闪长斑岩 5—铜矿体 6—铜矿化点 7—地质界线 8—断层及编号 9—勘探线及编号 10—见矿钻孔 11—未见矿钻孔 12—河流

^① 收稿日期: 2011-02-01 作者简介: 邹国富(1970-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 矿产普查与勘探专业。

基金项目: 云南省技术创新人才计划(2010C1054)、云南铜业集团博士后基金和云铜集团重点科技项目(20100102、20100104)。

现为褶皱和断裂。其中，F₂断裂主要沿春都河展布，沿断裂侵入有多个闪长玢岩体，为矿区主要的导岩、导矿构造。

日前，春都斑岩铜矿床已圈出工业矿体9个，矿体主要赋存于花岗闪长斑岩、花岗闪长斑岩与闪长玢岩的接触部位、侵入岩与围岩接触带的角岩中。走向上，矿体主要分布于3*~4*勘探线之间；垂向上，矿体主要分布于3180~3888m之间。矿体主要呈似层状、透镜状产出，总体走向NNW，倾向NE，倾角45°；在走向和倾向上明显具有“尖灭再现”、“分枝复合”的特征。矿物组成简单，矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿，及少量的斑铜矿、磁铁矿、方铅矿；脉石矿物以石英、斜长石、钾长石、绢云母、黑云母、绿泥石和绿帘石为主。围岩蚀变主要为钾化、硅化、黑云母化、绢云母化及青盘岩化等。

2 侵入岩特征

2.1 野外特征

闪长玢岩、花岗闪长斑岩为春都斑岩铜矿床最主要的侵入岩，闪长玢岩体呈岩株状产出，走向NW，倾向NE，倾角50°~70°。闪长玢岩中零星出露花岗闪长斑岩，规模均不大；钻孔岩心揭露到花岗闪长斑岩脉穿插闪长玢岩中，地表亦发现花岗闪长斑岩中存在闪长玢岩捕虏体，这些现象均表明闪长玢岩先于花岗闪长斑岩形成。花岗闪长斑岩体地表出露有限，花岗闪长斑岩的空间分布控制了矿体的空间形态。花岗闪长斑岩体呈岩枝、岩脉状分布于闪长玢岩内部，整

个花岗闪长斑岩体埋藏较深，靠近地表部分规模较小，且几乎未被剥蚀。

2.2 镜下特征

闪长玢岩具斑状结构，斑品成分主要为斜长石和角闪石，并见有少量的石英、正长石；基质成分主要为微粒—细粒的斜长石；副矿物为少量的呈柱状或六边形磷灰石及浑圆状锆石。斜长石斑品中可见钠长石聚片双晶和卡钠复合双晶，用上(010)品带的最大消光角法测得 $Np' \wedge (010) = 14^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，为An31—37，为中长石；部分样品中可见斜长石具明显的环带结构。斜长石具绢云母化、钠黝帘石化蚀变，且蚀变强烈。角闪石可见一组完全解理的纵切面和两组解理的横切面，解理夹角为52°~53.6°， $Ng \wedge c = 14.5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化蚀变强烈，仅剩余角闪石残骸。

花岗闪长斑岩呈斑状结构，斑品成分主要为斜长石、黑云母、石英和少量正长石，基质成分为微粒—细粒斜长石。斜长石斑品具钠长石聚片双晶和卡钠复合双晶， $Np' \wedge (010) = 12^{\circ} \sim 13^{\circ}$ ，为An27—28，为更长石；斜长石中绢云母化、绢云母化蚀变强烈。黑云母呈片状，可见一组极完全解理，具明显多色性；部分黑云母已白云母化。

3 岩石地球化学

3.1 主量元素

春都斑岩铜矿床闪长玢岩、花岗闪长斑岩的主量元素含量见表1，可以看出：

表 1 春都斑岩铜矿床岩石主量元素化学成分组成															
Table 1 Major element contents of rocks in the Chundu porphyry copper deposit														$w_B/10^{-2}$	
岩石	样号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	烧失量	H ₂ O ⁺	CO ₂
闪长 玢岩	B-2	55.82	15.71	5.64	0.606	2.94	2.16	3.18	2.89	1.2	0.389	0.224	8.42	2.36	4.96
	B-9	59.39	15.7	2.67	2.55	2.38	3.16	3.12	4.02	1.15	0.393	0.044	4.99	2.25	2.03
	B-29	56.7	15.11	2.78	3.52	4.2	2.86	2.44	4.68	1.08	0.377	0.138	5.4	2.02	3.62
	D-12	56.05	15.65	2.42	4.67	2.68	4.18	1.23	5.38	1.23	0.497	0.044	5.31	2.74	2.22
	No. 5	57.75	15.77	3.77	2.41	4.12	3.52	3.07	4.96	1.19	0.395	0.124	1.95	1.6	0.37
花岗 闪长 斑岩	B-18	63.55	15.91	3.02	2.52	1.1	0.693	4.36	3.62	0.976	0.31	0.046	3.73	2.19	1.72
	B-28	65.73	15.41	1.92	2.34	1.02	0.472	4.41	3.28	0.781	0.274	0.075	3.62	2.01	1.63
	D-0	68.53	16.17	0.39	0.254	0.749	0.307	7.16	2.14	0.894	0.276	0.015	2.6	2.29	0.147
	E-9	61.37	15.48	2.3	3.29	1.79	3.7	2.19	5.34	1.16	0.454	0.035	3.11	2.53	0.74

测试单位：国土资源部中南矿产资源监督检测中心、国土资源部昆明矿产资源监督检测中心。

(1) 闪长玢岩 $w(\text{SiO}_2)$ 在 55.82%~59.39% 之间, 平均含量为 57.14%; $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 为 4.12%~8.56%, $w(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ 为 0.22~1.10, 里特曼指数为 1.8~3, 属于钙碱性系列; 其主量元素含量接近于中国闪长岩平均含量(表 2)。

(2) 花岗闪长斑岩 $w(\text{SiO}_2)$ 为 61.37%~68.53%, 平均为 64.80%, 属中酸性岩石; $w(\text{K}_2\text{O} +$

$\text{Na}_2\text{O})$ 为 4.33%~12.5%, 变幅较大; $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 为 15.41%~16.17%, 全碱含量为 7.53%~9.28%, 高于闪长玢岩; 里特曼指数也较高(3~4.37), 属于钙碱性系列; $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 0.41~3.35。其主量元素除 K_2O 含量略高外, 其它元素与中国花岗闪长斑岩的氧化物含量基本一致(表 2)。

表 2 春都斑岩铜矿床及其邻区矿床侵入岩主量元素含量统计表

Table 2 Major element contents of intrusive rock in the Chundu porphyry copper deposit and its adjacent deposits

岩石	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
春都闪长玢岩(5)	57.14	15.59	6.21	2.75	3.26	3.18	2.61	4.39	1.17	0.41	0.11
普朗石英闪长玢岩(2) ^[7]	62.36	14.335	4.67		4.57	3.135	4.19	3.345	0.635	0.385	0.07
雪鸡坪石英闪长玢岩(1) ^[7]	64.09	12.17	3.18	1.62	2.13	2.18	2.97	2.2	0.77	0.28	0.02
中国闪长岩 ^[6]	58.14	16.42	2.68	4.22	5.74	3.45	2.23	3.87	0.809	0.284	0.115
春都花岗闪长斑岩(4)	64.8	15.74	1.91	2.1	1.16	1.29	4.53	3.6	0.95	0.33	0.04
普朗花岗闪长斑岩(4) ^[8]	66.53	14.615	3.353	2.07	3.3825	2.04	3.7625	4.0825	0.44	0.2675	0.04125
中国花岗闪长岩 ^[6]	66.4	15.23	1.58	2.69	3.29	1.83	3.05	3.5	0.484	0.163	0.072

注: 括号内为样品数

(3) 与雪鸡坪、普朗铜矿的主量元素含量进行对比(表 2), 春都闪长玢岩 SiO_2 、 K_2O 含量低于雪鸡坪和普朗石英闪长玢岩; CaO 含量高于雪鸡坪, 低于普朗; 其余主要氧化物含量均高于雪鸡坪和普朗石英闪长玢岩。春都花岗闪长斑岩的 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 MnO 含量低于普朗花岗闪长斑岩; Al_2O_3 、 TFeO 、 K_2O 、 TiO_2 、 P_2O_5 含量高于普朗花岗闪长斑岩。

(4) 在 FAM 图解中, 除一件样品投影在拉斑玄武质岩区域, 其余所有样品均投影在钙碱性岩系区域内。同雪鸡坪铜矿、普朗斑岩铜矿相比, 三矿床的的侵入岩均属钙碱性系列, 但投影点集中区有所不同(图 2), 表明三矿床的侵入岩在化学成分上具有一定差异。春都斑岩铜矿床的侵入岩总体具有低 M、高 F 特征。

3.2 微量元素

从春都铜斑岩铜矿床侵入岩的微量元素含量(表 3、图 3)及其与中国侵入岩、邻区矿床侵入岩对比图解中(图 4、图 5), 可以看出:

(1) 与中国闪长玢岩相比, 春都铜斑岩铜矿床闪长玢岩成矿元素 W、Sn、Mo、Bi、Cu、Pb、Zn 含量较高(图 4 A); 铜元素的富集尤为明显($w(\text{Cu})$ 平均为 177.52×10^{-6}), 是中国闪长玢岩的 6.57 倍, 为地壳丰度(75×10^{-6})的 2.37 倍。春都铜斑岩铜矿床花岗

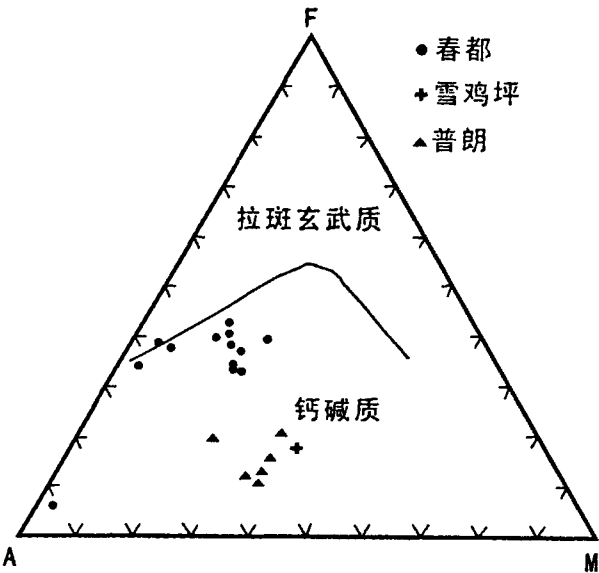


图 2 春都及其相邻矿区侵入岩 FAM 图解 (F = $\text{FeO} + 0.9\text{Fe}_2\text{O}_3$; A = $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$; M = MgO ; 据 Irvine, 1971)

Fig. 2 FAM map of intrusive rock in the Chundu deposit and its adjacent deposit

闪长斑岩中成矿金属元素除 Bi、Zn 外, W、Sn、Mo、Cu、Pb 含量均高于中国花岗闪长斑岩(图 4 B); 铜元

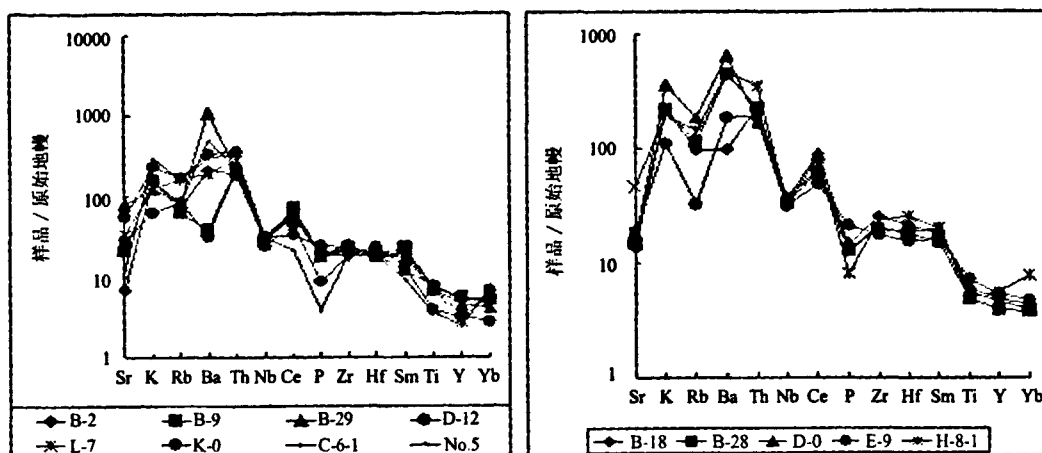


图3 春都斑岩铜矿床侵入岩微量元素蛛网图

(左图:闪长玢岩;右图:花岗闪长斑岩,原始地幔标准据 Taylor et al. ,1985)

Fig.3 Trace element spider diagram of intrusive rock in the Chundu porphyry copper

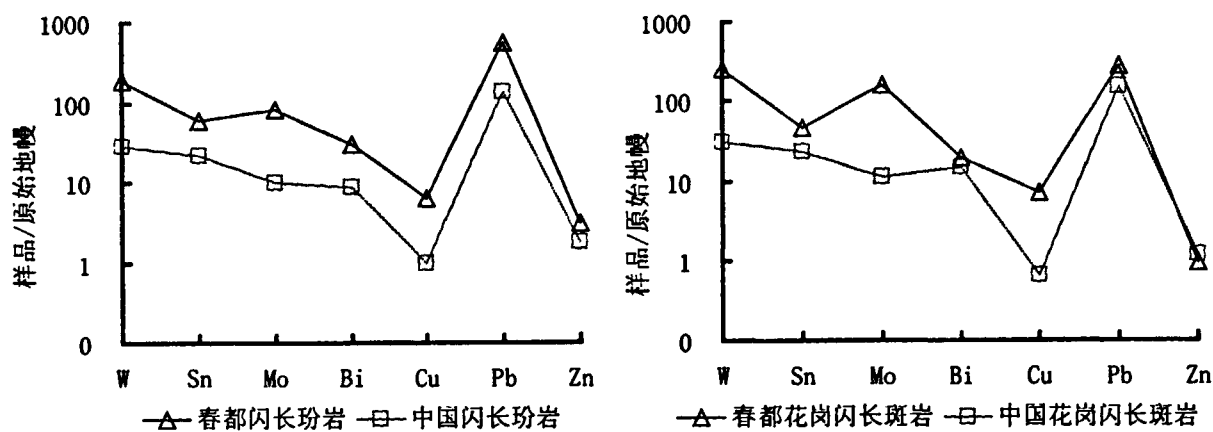


图4 春都斑岩铜矿床侵入岩与中国同类岩石微量元素含量对比图

(原始地幔标准据 Taylor et al. ,1985)

Fig.4 Comparison chart of trace element content of intrusive rock in the Chundu deposit and similar rocks of China

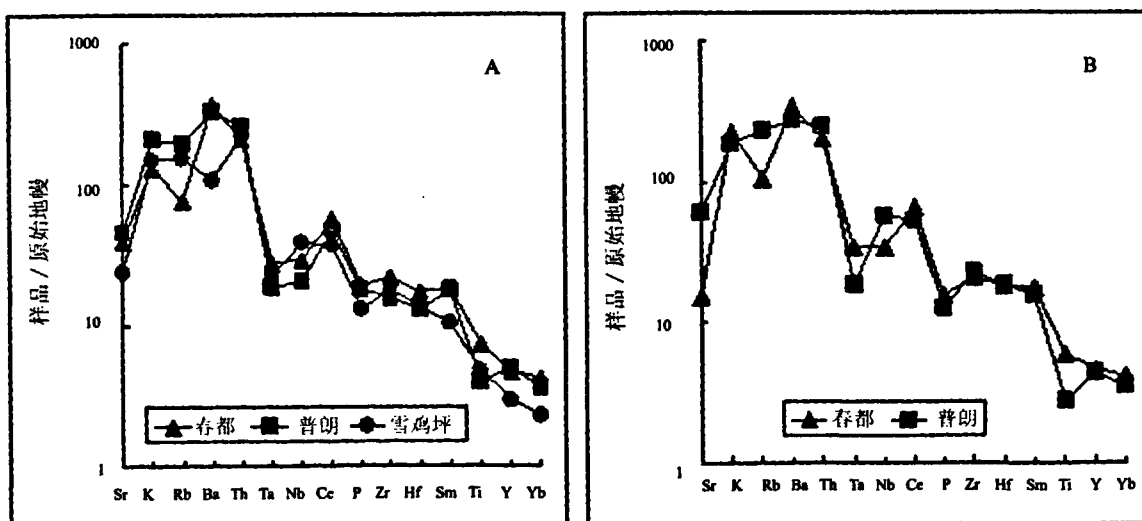


图5 春都斑岩铜矿床及其相邻矿床侵入岩微量元素蛛网

(A:闪长玢岩,B:花岗闪长斑岩;原始地幔标准据 Taylor et al. ,1985)

Fig.5 Trace element spider diagram of intrusive rock in the Chundu porphyry copper deposit and its adjacent deposits

表3 春都斑岩铜矿床侵入岩微量元素含量表

岩石	样号	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Rb	Cs	W	Mo	Bi	Sr	Ba	V	Nb	Ta	Zr	Hf	Be	Sn	U	Th
闪长 玢岩	B-2	15.6	88	80.2	73.3	24	20.6	39.8	17.3	3.98	2.84	0.66	121	1060	174	16.4	1.13	205	4.7	1.96	0.7	3.82	11.8
	B-9	283	74.1	222	29.4	19.7	18.9	33.9	11.5	2.54	12	0.23	367	194	177	16	1.11	188	4.93	3.34	0.8	4.3	12.9
	B-29	85.6	29.4	87.4	33.4	18.2	9.84	45.4	12.6	2.5	1.87	0.12	1400	5560	174	15.8	1.1	177	4.68	2.8	3.9	3.53	13.6
	D-12	429	110	265	29.9	25.8	30.3	46.8	6.65	2.46	5.88	0.37	502	158	179	17.3	1.14	190	5	2.64	6	3.47	14.9
	No.5	74.4	37.1	100	55.2	18.6	20.9	45.3	1.47	3.22	1.46	0.1	1120	2520	190	17.2	1.16	165	4.49	2.63	6.2	3.66	14.2
	L-7	267	33.9	119.3	36.9	11.6	9.4	89.2	30.7	2.45	7.23	0.48	588	976.6	250.7	15.9	<0.002	144.7	5.34	2.82	8.9	5.33	17.4
	K-0	3487.2	39.4	69.4	24.2	14.6	7.3	93.7	16.5	2.66	4.24	2.14	972.8	1680.4	121.6	13.3	<0.002	153	6.2	2.68	3.11	4.8	22.5
	C-6-1	3679.7	46.3	68.1	12.9	9.8	3.3	89.2	16.5	3.47	1.9	2.15	206.1	1482.6	99.2	17.1	<0.002	156	4.79	1.92	4.56	2.93	20.9
	B-18	330	66.1	56.3	24.1	12.8	13.4	53.8	19.2	2.84	3.48	0.19	238	497	132	20.5	1.5	213	5.77	3.74	2	4.22	14.7
	B-28	423	17.9	43.3	16.6	6.47	6.26	62.4	13.2	2.23	3.44	0.47	269	2250	110	18.8	1.4	164	4.85	3.43	0.7	2.42	14.4
闪长 斑岩	D-0	19.2	29.7	39.2	64.1	18.8	6.46	101	30.5	6.13	29.2	0.06	266	3310	84.6	20.1	1.42	172	4.9	2.63	1.5	6.69	11
斑岩	E-9	8.09	19.5	52.9	35.7	14.4	10.6	17.8	5.34	4.97	1.03	0.06	330	938	199	17.5	1.17	147	4.14	2.73	7	2.65	12.2
	H-8-1	1750.5	27.4	68	28.1	10	6.6	77.7	18.9	2.67	4.52	0.38	821.7	2336.8	184.8	18.6	<0.002	195.1	6.89	3.77	3.55	3.6	22.6

素富集更明显($w(\text{Cu})$ 平均为 195.07×10^{-6}),是中国花岗闪长斑岩的 10.54 倍,为地壳丰度的 2.60 倍。闪长玢岩和花岗闪长斑岩中成矿元素的富集为春都铜矿的形成奠定了物质条件。

(2)春都斑岩铜矿床闪长玢岩、花岗闪长斑岩微量元素蛛网图均表现为向右陡倾,大离子亲石元素 Sr、K、Rb、Ba、Th 等富集,其含量相当于原始地幔的数十倍;高场强元素 Ta、Nb、P、Hf、Ti、HREE 等则相对亏损(图 3)。

(3)与雪鸡坪石英闪长玢岩相比,春都矿床闪长玢岩中大离子亲石元素 Sr、Ba 含量较低,Rb 含量较高,K、Th、Ta 含量相近;非活动性元素 Nb 含量较

高,P、Zr、Hf、Ti 含量较低(图 5 A)。与普朗石英闪长玢岩相比,春都矿床闪长玢岩中大离子亲石元素 Sr、K、Rb、Th 含量低;非活动性元素 Ta、Nb、P、Zr、Hf、Ti 含量均较普朗高。与普朗矿床花岗闪长斑岩相比,春都矿床花岗闪长斑岩大离子亲石元素 Sr、Rb 含量较低,K、Ba、Th 含量相近,非活动性元素 Ta、Ti 含量低于普朗,Nb 含量高于普朗(图 5 B)。这表明春都矿床闪长玢岩、花岗闪长斑岩与雪鸡坪、普朗矿床石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩的岩浆分异过程略有不同。

3.3 稀土元素

春都斑岩铜矿床侵入岩稀土元素含量见表 4。

表4 春都斑岩铜矿床侵入岩稀土元素含量表

岩石	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
闪长 玢岩	B-2	49.80	84.90	10.00	35.90	6.71	1.95	5.27	0.73	3.48	0.63	1.64	0.27	1.75	0.23	17.20
	B-9	55.60	101.00	12.00	43.00	7.91	2.11	6.07	0.82	3.82	0.69	1.78	0.29	1.85	0.25	18.30
	B-29	41.20	78.00	9.37	33.60	6.01	1.56	4.76	0.64	3.00	0.55	1.44	0.22	1.48	0.22	15.40
	D-12	27.20	47.30	5.63	20.60	4.04	1.28	3.31	0.47	2.14	0.37	0.95	0.16	1.02	0.14	10.90
	No.5	53.40	94.00	11.20	40.40	7.16	1.86	5.71	0.76	3.54	0.64	1.64	0.26	1.72	0.24	18.40
	L-7	50.20	90.89	10.12	37.55	5.97	1.23	5.65	0.64	2.48	0.42	1.34	0.21	2.40	0.25	9.35
	K-0	34.79	60.70	6.90	26.29	4.49	2.08	4.18	0.53	2.43	0.44	1.38	0.22	2.43	0.24	10.56
	C-6-1	14.28	30.20	3.87	16.25	3.19	1.67	2.80	0.40	1.99	0.36	1.18	0.21	2.32	0.25	8.29
	B-18	49.50	93.70	10.40	35.90	6.29	1.63	4.92	0.68	3.18	0.58	1.50	0.27	1.61	0.22	16.30
	B-28	51.00	88.90	9.86	32.80	5.36	1.26	4.26	0.56	2.45	0.45	1.19	0.20	1.40	0.19	13.40
闪长 斑岩	D-0	71.10	129.00	13.60	43.60	7.00	1.84	5.71	0.70	3.02	0.55	1.38	0.22	1.45	0.20	15.50
斑岩	E-9	37.60	69.50	8.35	31.00	5.65	1.33	4.47	0.64	3.11	0.60	1.62	0.27	1.76	0.24	18.20
	H-8-1	69.79	117.70	12.43	44.53	7.04	3.06	7.17	0.88	3.99	0.71	2.21	0.32	2.86	0.33	19.02

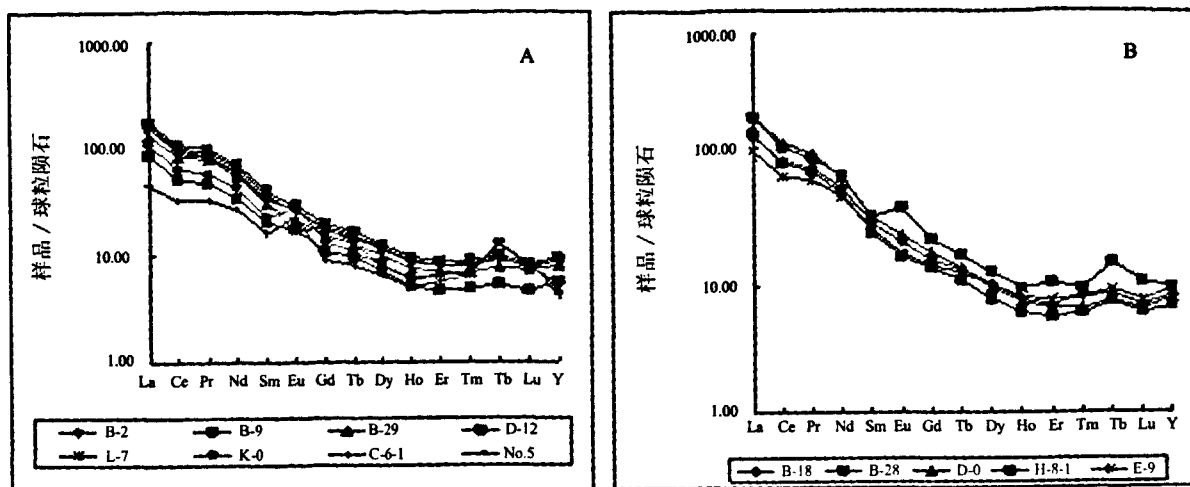


图6 春都斑岩铜矿床侵入岩稀土元素配分模式

(A—闪长玢岩,B—花岗闪长斑岩;球粒陨石标准据 Herrmann.,1970)

Fig. 6 REE distribution patterns of intrusive rock in the Chundu porphyry copper deposit

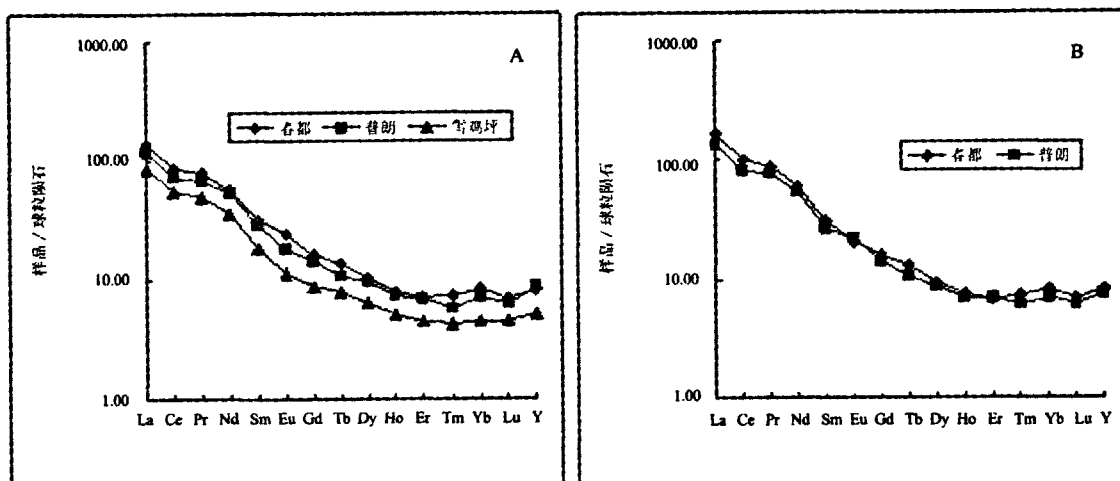


图7 春都斑岩铜矿床及其邻区矿床侵入岩稀土元素配分模式图

(A—闪长玢岩,B—花岗闪长斑岩;球粒陨石标准据 Herrmann.,1970)

Fig. 7 REE distribution patterns of intrusive rock in the Chundu porphyry copper deposit and its adjacent deposits

闪长玢岩稀土元素总量在 $87.25 \times 10^{-6} \sim 255.49 \times 10^{-6}$ 之间,平均 187.93×10^{-6} ,高于中国闪长玢岩。球粒陨石标准化曲线为轻稀土富集型,分配曲线右倾,铈异常不明显,有轻微的铈正异常,具有弱的铈负异常(图6A)。与普朗和雪鸡坪矿床的同类岩石相比,春都矿床闪长玢岩稀土配分曲线与普朗、雪鸡坪基本相似,稀土总量略高于普朗,明显高于雪鸡坪(图7A)。

春都花岗闪长斑岩稀土总量变化于 $184.34 \times 10^{-6} \sim 294.87 \times 10^{-6}$ 之间,平均为 242.24×10^{-6} ,高于中国花岗闪长斑岩。球粒陨石标准化图显示轻稀

土富集,配分曲线右倾,有微弱铈负异常和微弱铈正异常(图6B)。春都和普朗斑岩铜矿花岗闪长斑岩稀土配分曲线基本相似,但普朗矿床花岗闪长斑岩稀土总量略低于春都矿床,且普朗矿床表现为轻微铈正异常(图7B)。

4 结论

春都斑岩铜矿床侵入岩的元素地球化学研究表明:

(1)侵入岩岩性主要为闪长玢岩和花岗闪长斑

岩,二者均属于钙碱性系列,产于俯冲构造环境;

(2)闪长玢岩、花岗闪长斑岩中富集大离子亲石元素 Sr、K、Rb、Ba、Th,相对亏损高场强元素 Ta、Nb、P、Hf、Ti;并且明显富集铜元素,为春都铜矿的形成提供了物质基础;

(3)稀土元素球粒陨石标准化曲线显示轻稀土富集,分配曲线右倾, δEu 呈无异常—微弱正异常, δCe 呈现轻微负异常。

参考文献:

- [1] 杨岳清, 候增谦, 黄典豪, 等. 中甸岛弧碰撞造山作用与岩浆成矿系统[J]. 地球学报, 2002, 23(1): 17-24.
- [2] 曾普胜, 莫宜学, 喻学惠, 等. 滇西北中甸地区中酸性斑岩及其含矿性初步研究[J]. 地球学报, 1999, 20(增刊): 359-366.
- [3] 曾普胜, 莫宜学, 喻学惠, 等. 滇西北中甸斑岩及斑岩铜矿[J]. 矿床地质, 2003, 20(4): 393-400.
- [4] 曾普胜, 王海平, 莫宜学, 等. 中甸岛弧带构造格架及斑岩铜矿前景[J]. 地球学报, 2004, 25(5): 535-540.
- [5] 曾普胜, 李文吕, 王海平, 等. 云南普朗印支期超大型斑岩铜矿床: 岩石学及年代学特征[J]. 岩石学报, 2006, 22(4): 989-1000.
- [6] 杨夕辉. 三江成矿带中甸地区斑岩型铜矿成矿综合信息研究及资源预测[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2005.
- [7] 王之田, 等. 大型铜矿地质与找矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994.
- [8] 姚春亮, 陆建军, 等. 斑岩铜矿若干问题的最新研究进展[J]. 矿床地质, 2007, 26(2): 221-229.
- [9] 冷成彪, 张兴春, 王守旭, 等. 滇西北中甸松诺含矿斑岩的锆石 SHRIMP—Pb 年龄及地质意义[J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32(2): 124-130.
- [10] 吕伯西, 王增, 张能德, 等. 三江地区花岗岩及其成矿专属性[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

Rock geochemistry of intrusive rocks in the Chundu porphyry copper deposit in the northwest of Yunnan province

ZOU Guo-fu^{1,2}, LI Feng¹, LI Bo², XU Guo-duan³, YANG Xian-tao²,
JIAN Run-tang², ZHAO Xiang-dong², LUO Shu-bin², LI Na²

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

2. Kunming Prospecting Design Institute of China Nonferrous Metals Industry, Kunming 65051;

3. China Survey of Non-ferrous Resource Geology, Beijing 100012)

Abstract: The intrusive rocks in the Chundu porphyry copper deposit are mainly diorite porphyrite and granodioritic porphyry. The study on petrology and geochemistry of intrusive rocks indicates that, intrusive rocks in the Chundu porphyry copper deposit are calc-alkaline series, and formed in a tectonic environment of plate subduction. Trace elements are rich in large-ion elements such as Sr, K, Rb, Ba, Th and poor in Ta, Nb, P, Hf, Ti. Rare earth element distribution patterns show right slope, anomaly of δEu is not obvious, and δCe shows a slight negative anomaly.

Key Words: element geochemistry, diorite porphyrite, granodioritic porphyry, the Chundu porphyry copper deposit, northwestern Yunnan province