

北天山西段喇嘛苏铜矿中酸性岩体岩石 化学特征及其地质意义

毛政利¹, 成功^{2,3}, 赖健清^{2,3}, 彭省临^{2,3}

(1. 百色学院管理科学与工程学院, 广西 百色 533000;

2. 中南大学有色金属成矿预测教育部重点实验室, 长沙 410083;

3. 中南大学地球科学与信息物理学院, 长沙 410083)

摘要: 喇嘛苏铜矿区中酸性岩体的皮科克指数、里特曼指数、赖特指数, 均指示其中酸性岩体属于钙碱性岩系的范围; 分异指数平均值为 77.57, 说明岩体的分异演化程度较为彻底; 固结指数平均值为 12.01, 显示出岩体的岩浆分异程度较高; 长英指数和铁镁指数均反映岩体的分离结晶作用程度中等。在 MF—FL 分异趋势图上, 样品点基本呈连续分布, 说明岩体的演化是连续的; 在 $w(\text{Na}_2\text{O})$ — $w(\text{K}_2\text{O})$ 关系图上多数样品点落入 I 型花岗岩区域, 可以认为本区花岗岩应为 I 型花岗岩。岩体的 TiO_2 含量平均为 $w(\text{TiO}_2)=0.28\%$, 远低于中国及世界同类岩石; 在戈蒂尼指数与里特曼指数对数值的关系图上, 几乎所有的样品点均落在消减带火山岩区, 由此可以推断, 本区斑岩体应形成于与俯冲作用有关的消减带上。在多阳离子的 R1—R2 关系图中, 多数样品点落在地壳熔融花岗岩—同碰撞的花岗岩区, 少数样品点落在其它区域, 这说明了岩浆在演化过程中同化混染了围岩。

关键词: 喇嘛苏铜矿; 中酸性岩体; 结晶环境; 分异演化; 消减带; 北天山西段; 新疆

中图分类号: P588.1 **文献标识码:** A

0 引言

喇嘛苏铜矿区是北天山造山带西段中重要的铜多金属矿化集中区^[1-4]。矿区位于伊犁板块中的温泉—赛里木晚古生代弧前盆地的赛里木推覆构造带上, 该区前人曾做过大量研究工作, 基本可以确定, 本区斑岩体的形成时代是中—晚泥盆世^[5-9], 但对本区斑岩体形成的大地构造背景不同研究者的观点有所不同, 一些学者认为区内中酸性岩体形成于岛弧和活动大陆边缘环境^[10-14]; 也有研究者认为其形成于后碰撞构造背景等^[15-16]。因此, 区内中酸性岩体形成时大地构造背景及其成因研究直接关系到对该区成矿地质背景及成矿作用的认识。本文将通过对

喇嘛苏铜矿区中酸性岩体的岩石化学特征分析, 力图探讨其形成环境及形成过程, 期望能够为研究喇嘛苏铜矿的成矿地质背景和找矿方向有所帮助。

1 岩石化学成分特征

根据喇嘛苏铜矿区内 28 个中酸性岩体的岩石样品的化学全分析结果(表 1), 可以看出区内中酸性岩体的主要岩石化学成分特征为:

(1) 本区中酸性岩体的 SiO_2 含量(质量分数)介于 51.76%~77.80% 之间, 绝大部分在 60%~70% 范围内, 平均值 66.45%, 接近世界花岗闪长斑岩 SiO_2 的平均值(66.09%), 高于中国同类岩石 SiO_2 的平均值(64.98%, 黎彤值, 下同)。说明喇嘛苏

收稿日期: 2016-12-01; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号:41171342)资助。

作者简介: 毛政利(1967—), 男, 博士, 副教授, 矿产普查与勘探专业。通信地址: 广西百色市中山二路 21 号, 百色学院管理科学与工程学院; 邮政编码: 533000; E-mail: zhlmiao@163.com

铜矿区中酸性斑岩体的酸度偏高。

(2)除了 Ft33(黑云母斜长花岗斑岩)的 Al_2O_3 含量(质量分数)较低(9.59%)外,其余样品的 Al_2O_3 质量分数值相对较稳定,介于 14.34%~16.76%,平均 15.26%,略低于世界花岗闪长岩的 Al_2O_3 平均值(15.73%)。

(3)绝大多数样品的 K_2O 含量(质量分数)均高于中国及世界同类岩石的 K_2O 平均值(2.95%、2.73%),而其平均值(4.25%)则远高于前面两个数字。所有样品的 Na_2O 质量分数值变化不大,平均 3.22%,低于世界及中国同类岩石的 Na_2O 平均值,说明喇嘛苏铜矿区中酸性岩体相对富 K_2O 的特点。区内中酸性岩总碱量 $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 平均值 7.45%,高于世界及中国同类岩石的总碱量(6.46%、6.62%),表现了岩体富碱的特点。 $w(\text{CaO})$ 平均

3.318%,低于世界花岗闪长斑岩(3.83%)和中国花岗闪长斑岩(3.7%); $w(\text{MnO})$ 平均 0.045%,则比世界及中国同类岩石平均值(0.08%、0.09%)低得多。

(4)所有样品的 TiO_2 含量(质量分数)平均值为 0.28%,远低于黎彤值(0.52%)和世界花岗闪长岩平均值(0.54%),这可能与喇嘛苏铜矿区中酸性斑岩体形成时所处的大地构造环境有关。

(5)区内中酸性斑岩体的 Fe_2O_3 含量(质量分数)一般在 0.28%~1%之间,平均 0.7428%,均低于中国及世界花岗闪长斑岩(1.89%、1.38%),仅有两个样品 L007-4、72-7 的 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) > 2\%$; $w(\text{FeO})$ 平均值为 1.55%,也低于中国及世界同类岩石(2.49%、2.73%)。说明矿区内中酸性斑岩体具有贫铁的特点。

表 1 喇嘛苏铜多金属矿区岩体化学全分析结果

Table 1 The chemical analysis of granitoid porphyries in Lamasu polymetallic copper deposit

样号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
L007-4	51.76	0.01	15.42	2.36	1.44	0.07	1.95	8.34	0.65	10.7	0.11
L007-5	62.68	0.01	16.17	1.16	0.94	0.03	1.38	3.31	1.69	9.9	0.1
L008-1	64.25	0.01	17.9	0.91	0.59	0.03	1.18	1.98	3.32	8.51	0.09
N41	67.03	0.33	15.53	0.37	1.58	0.06	1.68	5.58	4.41	1.63	0.1
T15	68.71	0.27	15.17	0.56	1.68	0.03	1.25	1.96	3.01	4.13	0.08
Ft4	66.54	0.26	14.85	0.8	0.68	0.03	0.63	4.54	3	3.45	0.1
Ft12	68.2	0.28	15.56	1.06	1.12	0.04	0.83	2.39	3.52	3.39	0.1
Ft33	77.8	0.21	9.59	0.52	1.05	0.04	1.04	2.14	5.04	0.21	0.08
Ft58	67.58	0.28	14.54	0.02	0.5	0.04	0.77	3.54	1.46	7.02	0.09
L1b-57	67.48	0.33	14.34	0.99	3.22	0.05	1.77	1.34	3.29	3.12	0.11
GS-87103	67.38	0.37	15.55	0.39	3	0.04	1.37	2.58	3.43	2.4	0.1
G-87107	67.3	0.285	15.1	0	2.4	0.025	1.25	2.8	3.8	3.7	0.076
72-1	68.88	0.305	14.72	0.67	1.25	0.072	1.13	2.69	3.12	3.75	0.087
72-2	64.68	0.305	14.78	0.55	1.5	0.055	1.37	4.49	3.05	3.55	0.087
72-3	68.06	0.305	15.8	0.56	1.3	0.052	1.29	2.19	3.93	3.15	0.082
72-4	61.46	0.33	15.5	0.89	1	0.06	1.17	4.6	3.78	4.88	0.101
72-5	67.04	0.305	16.06	0.38	1.15	0.058	1.33	2.97	4.18	3.53	0.082
72-6	67.36	0.33	14.85	0.56	0.95	0.058	0.97	3.03	2.58	4.53	0.082
72-7	59.12	0.285	16.06	3.67	1.7	0.135	1.97	6.56	2.65	4.3	0.076
Lb-93	67.54	0.37	14.98	0.74	1.29	0.03	1.41	2.75	2.85	4.38	0.14
GS-87108	67.76	0.33	15.29	0.17	2.6	0.042	1.97	2.3	3.12	3.11	0.076
L3-39	70.34	0.24	14.91	0.11	1.29	0.03	1.05	1.29	3.29	4.97	0.09
IB-03	66.64	0.305	16.44	0.55	1.29	0.02	1.65	3.53	3.53	3.45	0.076
IB-14	68.2	0.285	15.68	0.47	1.42	0.02	1.21	2.47	3.34	4.86	0.069
IB-15	66.36	0.44	16.67	0.71	1.74	0.04	1.45	4.71	3.39	4.47	0.087
ZK351-9	63.66	0.48	15.61	0.92	2.19	0.02	1.65	3.42	3.79	3.13	0.114
302-4	69.22	0.37	14.53	0.43	2	0.055	1.15	2.66	3.35	2.03	0.101
GS-87106	67.52	0.33	15.8	0.28	2.6	0.038	1.29	2.75	3.67	2.69	0.082
平均	66.45	0.284	15.26	0.74	1.55	0.045	1.33	3.32	3.22	4.25	0.092
黎彤值	64.98	0.52	16.33	1.89	2.49	0.09	1.94	3.7	3.67	2.95	0.32
世界花岗闪长岩	66.09	0.54	15.73	1.38	2.73	0.08	1.74	3.83	3.75	2.73	0.18

量单位: $w_B/\%$

表 2 喇嘛苏铜多金属矿区岩体岩石化学指数

Table 2 The schedule of petrochemistry index of granitoid porphyries in Lamasu polymetallic copper deposit

样号	σ	τ	AR	DI	SI	FL	MF	LI	OX°	OX	M/F
L007-4	11.59	1477	2.81	66.76	11.44	57.54	66.09	15.96	0.83	0.38	1.36
L007-5	6.63	1448	3.94	82.52	9.157	77.79	60.35	24.94	0.48	0.45	1.13
L008-1	6.51	1458	3.94	85.97	8.132	85.66	55.97	25.94	0.26	0.39	0.66
N41	1.5	33.7	1.8	70.1	17.37	51.98	53.72	13.89	0.1	0.81	0.92
T15	1.95	45.04	2.08	80.95	11.76	78.46	64.18	21.27	0.1	0.75	0.43
Ft4	1.7	45.58	1.9	76.14	7.36	58.69	70.14	20.17	0.86	0.46	1.34
Ft12	1.85	43	2.25	80.95	8.367	74.3	72.43	21.49	0.29	0.51	0.45
Ft33	0.79	21.67	2.62	88.66	13.23	71.04	60.15	21.42	0.26	0.67	1.04
Ft58	2.85	46.71	2.77	81.73	7.881	70.55	40.31	25.3	0.02	0.96	1.83
L1b-57	1.63	33.49	2.38	78.44	14.29	82.71	70.4	17.01	0.1	0.77	0.35
GS-87103	1.36	32.76	1.95	74.54	12.94	69.32	71.22	15.7	0.05	0.89	0.31
G-87107	2.26	39.65	2.44	78.17	11.21	72.82	65.75	18.09	0	1	0.34
72-1	1.79	38.03	2.12	79.74	11.39	71.86	62.95	21.15	0.15	0.65	0.49
72-2	1.92	38.46	1.93	73.13	13.67	59.51	59.94	17.31	0.14	0.73	0.69
72-3	1.96	38.92	2.3	80.56	12.61	76.38	59.05	20.51	0.11	0.7	0.52
72-4	3.78	35.52	2.21	77.23	9.983	65.31	61.77	18.81	0.69	0.53	1.79
72-5	2.42	38.95	2.36	78.97	12.58	72.19	53.5	19.91	0.08	0.75	0.56
72-6	2.01	37.18	1.81	79.23	10.12	70.12	60.89	22.16	0.16	0.63	0.55
72-7	2.84	47.05	1.61	63.26	13.79	51.44	73.16	12.55	0.95	0.32	1.01
Lb-93	2.08	32.78	1.95	78.79	13.22	72.45	59.01	20.99	0.15	0.64	0.56
GS-87108	1.53	36.88	2.1	75.36	17.96	73.04	58.44	16.99	0.02	0.94	0.43
L3-39	2.46	48.42	2.37	86.48	9.804	86.49	57.14	24.17	0.02	0.92	0.46
IB-03	2.02	42.33	2.08	74.55	15.76	66.41	52.72	18.48	0.1	0.7	0.59
IB-14	2.63	43.29	2.17	81.02	10.71	76.85	60.97	21.62	0.09	0.75	0.48
IB-15	2.65	30.18	1.93	72.91	12.33	62.53	62.82	17.07	0.17	0.71	0.67
ZK351-9	2.21	24.63	2.14	73.24	14.13	66.93	65.34	15.9	0.13	0.7	0.45
302-4	1.08	30.22	1.91	77.03	12.84	66.92	67.88	18.19	0.07	0.82	0.37
GS-87106	1.62	36.76	2.04	75.6	12.25	69.81	69.07	16.67	0.04	0.9	0.33
平均	2.7	190.2	2.28	77.57	12.01	69.97	61.98	19.42	0.23	0.69	0.72

(6) P_2O_5 含量(质量分数)介于 0.069%~0.14%之间,平均 0.0917%,明显低于黎彤值及世界同类岩石,与岩石标本中副矿物磷灰石含量甚微相一致,说明岩浆中挥发组分不丰富。

2 岩石化学指数特征

喇嘛苏铜矿区内 28 个中酸性岩体岩石样品的岩石化学特征指数,如表 2 所述。

(1)皮科克指数(CA):根据皮科克全碱($Na_2O + K_2O$)和 CaO 与 SiO_2 的相关关系图,可以求得本区斑岩的皮科克指数为 57.5,属钙碱性岩系的范围。

(2)里特曼指数(σ):单个样品的里特曼指数绝大多数集中在 0.788~2.845 之间,有三个样品的值较高,其中一个黑云母斜长花岗斑岩超过了 10,其余两个达到 6,平均为 2.7。说明样品岩石属钙碱性

岩系范围,只有一个黑云母斜长花岗斑岩落入过碱性岩系,一个黑云母花岗闪长斑岩和一个黑云母斜长花岗斑岩落入碱性岩系。

(3)赖特指数(AR):样品的碱度率 AR 值介于 1.61~2.81 之间,平均 2.28;从 AR— $w(SiO_2)$ 关系图(图 1)可见,大多数样品点落入钙碱性岩区,只有少部分落入碱性岩区,极少数落入过碱性岩区。

(4)分异指数(DI):岩石样品的分异指数值介于 63.26~88.66 之间,平均 77.57,与花岗闪长岩—花岗岩分异指数平均值基本相符。说明本区岩体的分异演化程度较为彻底,是较晚期产物。

(5)固结指数(SI):样品的固结指数在 7.36~17.37 之间,平均 12.01,显示出本区岩体的岩浆分异程度较高。

(6)长英指数和铁镁指数:长英指数(FL)平均值为 69.96,铁镁指数(MF)平均值为 61.98,反映本区岩体的分离结晶作用程度较高。在 MF—FL 分异趋势图(图 2)中,样品点虽然杂乱,但仍呈连续分

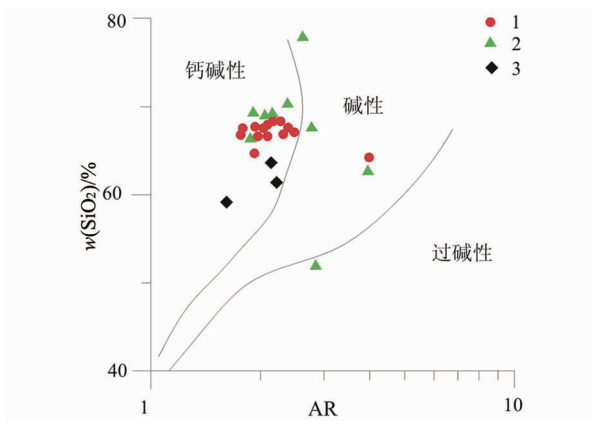


图 1 喇嘛苏铜矿区斑岩体的 AR— $w(\text{SiO}_2)$ 关系图

(据 J B Wright, 1969)

Fig. 1 AR— $w(\text{SiO}_2)$ diagram of intrusive bodies in Lamasu copper deposit

1. 黑云母斜长花岗斑岩;
2. 黑云母花岗闪长斑岩; 3. 石英闪长玢岩

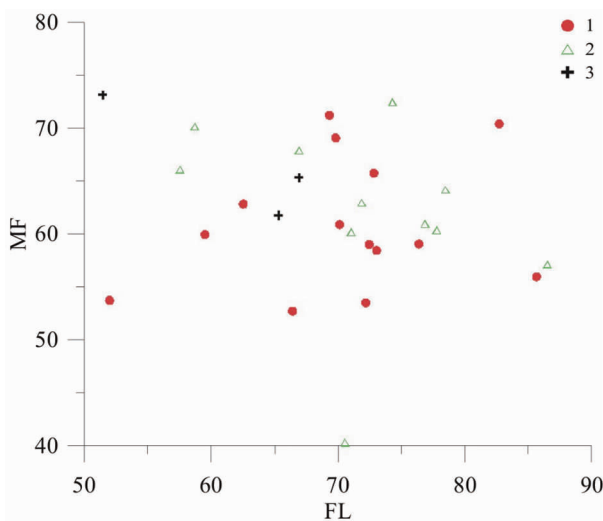


图 2 喇嘛苏铜矿区斑岩体的 MF—FL 分异趋势图

Fig. 2 MF vs FL Differentiation trend diagram of intrusive bodies in Lamasu copper deposit

1. 黑云母斜长花岗斑岩;
2. 黑云母花岗闪长斑岩; 3. 石英闪长玢岩

布,说明矿区内中酸性岩体的演化是连续的。

3 岩体含矿性的岩石化学标志

(1)中酸性岩体铜铁矿化主要的岩石化学标志之一是全碱含量。根据长江中下游地区部分含矿岩体的统计,碱质大于 9% 的为单一铁矿床;碱质介于

9%~8% 的铁铜并存,以铁为主;碱质介于 8%~7% 之间的铜铁并存,以铜为主;碱质小于 7% 的伴生的是以铜为主的矿床。喇嘛苏铜矿区的全碱平均值为 7.47%,应有利于铜矿床的产出。

(2)中酸性岩体的 Na_2O 、 K_2O 、 SiO_2 含量及其相关性。胡受奚等(1979)认为与岩浆岩有关的铁、铜、钨矿床最重要、最有效的岩石化学参数是 Na_2O 、 K_2O 、 SiO_2 的含量以及它们之间的相关性,以查氏岩石化学参数 a、b 为坐标作图,并与戴里的岩石平均成分相比较发现:与铁矿床有关的侵入岩的 a 值远大于戴里相应岩石的 a 值,与铜矿床有关的侵入岩的 a 值(平均 13.3)也明显大于戴里相应岩石的 a 值;与铜矿床有关的 b 值主要集中于 4~11 之间, a/c 值主要为 2.5~9,且与含钾高的岩浆岩有关。喇嘛苏铜矿区中酸性岩体 a 值平均为 13.01, b 值平均为 6.51, a/c 值平均为 3.877, $w(\text{K}_2\text{O})$ 值比世界及中国同类岩石高出很多,在 a—b 图(图 3)中的样品点集中于花岗闪长岩区,且总体略高于戴里相应岩石的 a 值。以上说明了喇嘛苏铜矿区的中酸性岩体有利于铜的成矿。

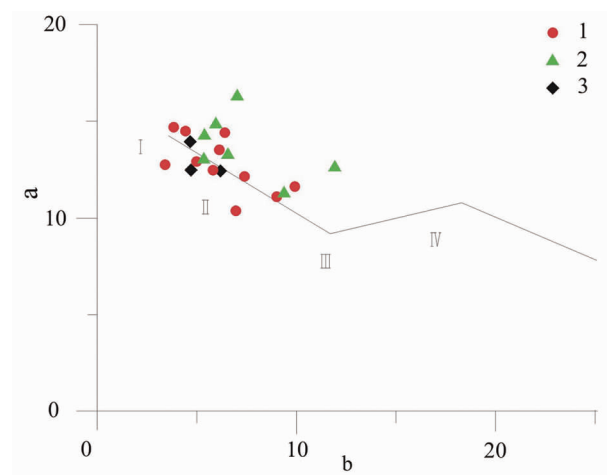


图 3 喇嘛苏铜矿区斑岩体的 a—b 图解

(据胡受奚 1979)

Fig. 3 a—b diagram of the granitoid intrusive bodies in Lamasu copper deposit

1. 黑云母斜长花岗斑岩;
2. 黑云母花岗闪长斑岩; 3. 石英闪长玢岩
I. 花岗岩; II. 花岗闪长岩; III. 石英闪长岩;
IV. 闪长岩; V. 辉长岩(不包括橄榄辉长岩)

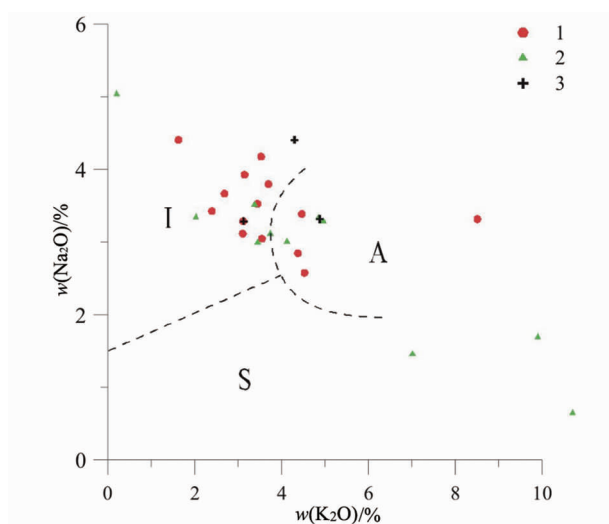


图 4 喇嘛苏铜矿区斑岩体
 $w(\text{Na}_2\text{O})$ — $w(\text{K}_2\text{O})$ 关系图

(据 W J Collins, et al, 1982)

Fig. 4 $w(\text{Na}_2\text{O})$ — $w(\text{K}_2\text{O})$ diagram of granitoid
intrusive bodies in Lamasu copper deposit

1. 黑云母斜长花岗斑岩;
2. 黑云母花岗闪长斑岩; 3. 石英闪长玢岩

4 成因讨论

4.1 中酸性岩体的成因来源

岩浆花岗岩类岩石根据其源岩一般分为 I 型花岗岩和 S 型花岗岩两类, 区分 I 型和 S 型花岗岩一般使用 W J Collins 等 (1982) 的 $w(\text{Na}_2\text{O})$ — $w(\text{K}_2\text{O})$ 关系图。在本区的 $w(\text{Na}_2\text{O})$ — $w(\text{K}_2\text{O})$ 关系图 (图 4) 中, 多数样品点落入 I 型花岗岩区域, 少数样品落入 A 型花岗岩区域, 有 3 个黑云母斜长花岗斑岩样品落入 S 型花岗岩区域, 这可能是由于在黑云母斜长花岗斑岩结晶时期构造活动比较强烈, 岩浆在侵入过程中同化混染了围岩。根据图 4 可以认为, 喇嘛苏铜矿区的花岗岩基本为 I 型花岗岩。

4.2 中酸性岩体形成时的构造环境

Gill J B (1981) 在研究火山岩岩石化学成分与构造环境的关系时指出, TiO_2 的含量 (质量分数) 能够很好地指示其形成时的构造环境; TiO_2 的质量分数低是与俯冲作用有关的火成岩区别于其它构造环境的火成岩的主要特征。喇嘛苏铜矿区的花岗质斑岩体的 $w(\text{TiO}_2)$ 平均值为 0.28%, 远低于中国及世界同类岩石的 TiO_2 平均值。由此可以推断, 喇嘛苏铜矿区的花岗质斑岩体应形成于与俯冲作用有关

的消减带上。

在戈蒂尼指数与里特曼指数对数值的关系图上 (图 5), 几乎所有的样品点均落在 B 区, 即消减带火山岩区, 这进一步说明了本区斑岩体形成于消减带上。

在多阳离子的 R1—R2 关系图 (图 6) 中, 多数样品点落在 VI 区, 即地壳熔融的花岗岩——同碰撞的花岗岩区, 少数样品点落在 VI 区以外的 II 区、III 区和 IV 区, 即钙碱性更长花岗岩—板块碰撞前消减地区

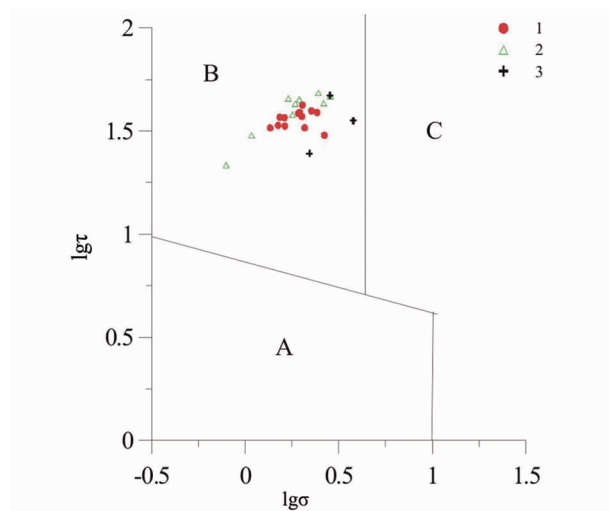


图 5 喇嘛苏铜矿区
斑岩体 $\lg\tau$ — $\lg\sigma$ 关系图

(据 A Rittmann, 1973)

Fig. 5 $\lg\tau$ — $\lg\sigma$ diagram of granitoid intrusive
bodies in Lamasu copper deposit

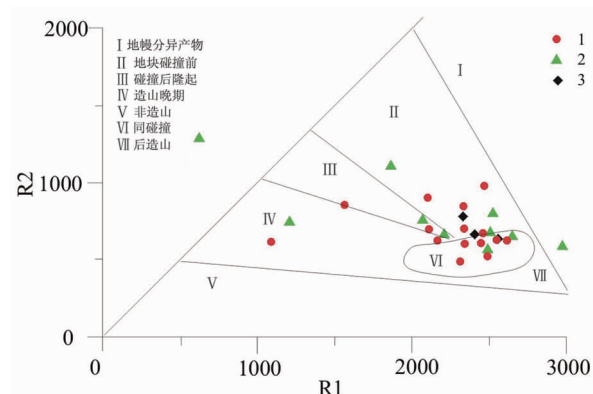


图 6 喇嘛苏铜矿区斑岩体的 R1—R2 关系图

(据 R A Batchelor, et al, 1985)

Fig. 6 R1 vs R2 diagram of intrusive
body in Lamasu copper deposit

1. 黑云母斜长花岗斑岩;
2. 黑云母花岗闪长斑岩; 3. 石英闪长玢岩

花岗岩区及高钾钙碱性花岗岩—板块碰撞后隆起期花岗岩区;其中黑云母花岗闪长斑岩分布相对比较散,这与前述黑云母花岗闪长斑岩在形成时构造环境较为动荡相吻合,可能在演化过程中同化混染了围岩。这表明本区斑岩体的形成具有多期的特点。

4.3 中酸性岩体的分异演化

根据岩体的分异指数、固结指数、长英指数、铁镁指数以及 MF—FL 分异趋势图,可以认为本区花岗质斑岩体的分异演化程度较为彻底,应为岩浆演化较晚期的产物,其分离结晶作用的程度中等偏高,岩浆的演化是连续的。

5 结语

通过对喇嘛苏铜矿区中酸性岩体岩石化学研究,可以得出如下认识:

(1)区内的中酸性岩体应属于 I 型花岗岩类,其在侵入过程中同化混染了围岩。

(2)中酸性岩体应形成于与俯冲作用有关的消减带上,具有多期形成的特征。

(3)中酸性岩体的分异演化程度较为彻底,应为岩浆演化较晚期的产物,其分离结晶作用的程度较高,岩浆的演化应是连续的。

参考文献:

[1] 王志良,毛景文,张作衡,等. 西天山古生代铜多金属矿床类型、特征及其成矿地球动力学演化[J]. 地质学报, 2004, 78(6): 836-847.

[2] 王京彬,徐新. 新疆北部后碰撞构造演化与成矿[J]. 地质学报, 2006, 80(1): 23-31.

[3] Chen Yanjing, Chen Huayong, Khin Zaw, et al. Geodynamic settings and tectonic model of skarn gold deposit in china: An overview[J]. Ore Geology Reviews, 2007, 31: 139-169.

[4] Yang F Q, Mao J W, Bierlein F P. A review of the geological

characteristics and geodynamic mechanisms of Late Paleozoic epithermal gold deposits in North Xinjiang, China [J]. Ore Geology Reviews, 2009, 35: 217-234.

[5] 李永军,庞振甲,栾新东,等. 西天山特克斯达坂花岗岩基的解体及钼找矿意义[J]. 大地构造与成矿学, 2007, 31(4): 435-440.

[6] Zhang Z H, Wang Z L, Wang L S. Metallogenic epoch and ore-forming environment of the Lamasu skarn-porphyritic Cu-Zn deposit, western Tianshan, Xinjiang, NW China [J]. Acta Geological Sinica, 2008, 82(4): 731-740.

[7] 唐功建,王强,赵振华. 西天山喇嘛苏成矿斑岩年代学、地球化学特征与成因初探[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2008, 27(Z1): 269-271.

[8] 张东阳,张招崇,薛春纪,等. 西天山喇嘛苏铜矿成矿斑岩的岩石学及成因探讨[J]. 岩石学报, 2010, 26(3): 680-694.

[9] 解洪晶,武广,朱明田,等. 西天山喇嘛苏岩体年代学、地球化学及成矿意义[J]. 地学前缘, 2013, 20(1): 190-205.

[10] 张增杰,陈衍景,陈华勇,等. 天山海西期不同类型花岗岩类岩石化学特征及其地球动力学意义[J]. 矿物岩石, 2003, 23(1): 15-24.

[11] 李锦铁,何国琦,徐新,等. 新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨[J]. 地质学报, 2006, 80(1): 148-168.

[12] Xiao Wenjiao, Huang Baochun, Han Chunming, et al. A review of the western part of the Altai: A key to understanding the architecture of accretionary orogens [J]. Gondwana Research, 2010, 18: 253-273.

[13] 夏换,陈根文,刘群,等. 西天山吐拉苏盆地大哈拉军山组火山岩地球化学特征及构造意义[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(3): 429-438.

[14] 李宁波,单强,张永平,等. 西天山阿吾拉勒地区 A 型流纹斑岩的初步研究[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(4): 624-633.

[15] 车自成,刘良,等. 论伊犁古裂谷[J]. 岩石学报, 1996, 12(3): 478-489.

[16] Sun L H, wang Y J, Fan W M. Post-collisional potassic magmatism in the Southern Awulale Mountain, western Tianshan Orogen, petrogenetic and tectonic implications [J]. Gondwana Research, 2008, 14: 383-394.

Petrochemical Characteristics and Its Geological Significance of the Acid-intermediate Intrusive Bodies in Lamasu Copper Deposit in the western section of north Tianshan Mountain

MAO Zhengli¹, CHENG Gong^{2,3}, LAI Jianqing^{2,3}, PENG Shenglin^{2,3}

(1. School of Management Science and Engineering, Baise University, Baise 533000, Guangxi, China;

2. Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, Central South University, Changsha 410083, China;

3. School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Peacock index, Rittmann index and Wright index of the acid-intermediate intrusive bodies in Lamasu copper deposit all indicate that the acid-intermediate intrusive bodies in this area belong to calc-alkalic rock series. The average of differentiation index is 77.57 showing their relatively complete differentiation evolution; the average of solidification index is 12.01 showing relatively high magmatic differentiation; the average of felsic index is 69.96 and mafic index 61.98 showing the medium degree of fractional crystallization. On MF vs FL differentiation trend chart, distribution of sample point basically is continuous illustrating their continuous evolution. Most sample points on Na₂O vs K₂O relational diagram fall into the area of I-type granite reflecting that the intrusive bodies are I-type granite. The average content of TiO₂ of the intrusive bodies are 0.28% far below those of the same kind of rocks in other areas of China and other places of the World. On the relational chart of lg τ -lg σ , almost all of the sample points fall into the area of volcanic rock of subduction zone. All this indicates that the intrusive bodies should be formed in subduction zone and they related with subduction process. On the relational chart of R₁ vs R₂, most of the sample points fall into the area of crustal molten granite and syn-collisional granite, and a few sample points fall into other areas illustrating assimilation and blending with country rock during the evolution of magma.

Key Words: Lamasu Cu deposit; acid-intermediate intrusive bodies; crystallographic environment; differentiation and evolution; subduction zone; the western section of north Tianshan Mountain; Xinjiang