

新疆北部喇嘛苏铜矿区 有关岩石的稀土元素地球化学

廖启林^{1,2}, 赖健清³

(1. 江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018;
2. 南京大学 地球科学系 成矿作用国家重点实验室, 江苏 南京 210093;
3. 中南大学 地质研究所, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 新疆北部的喇嘛苏铜矿是一个较典型的夕卡岩型矿床, 通过对该矿区内不同类型岩石的稀土元素地球化学研究, 建立了各类岩石的 REE 分布模式, 探讨了矿区内中酸性浅成岩、碳酸盐岩、夕卡岩、基性岩脉等 4 种主要岩石类型的稀土元素地球化学行为, 认为该矿区内不同类型的岩石具有 REE 分布型式相近、具清晰的 Eu 负异常及弱 Ce 负异常、 $w(\text{La})_n/w(\text{Sm})_n$ 值普遍高于 $w(\text{Gd})_n/w(\text{Yb})_n$ 值等共性, 相比之下浅成岩具有较低的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与变化范围偏宽的 (Eu) 值, 碳酸盐岩具有较高的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与变化范围偏窄的 (Eu) 值, 夕卡岩的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与 (Eu) 值变化范围刚好居于这二者之间, 中酸性浅成岩有随着 SiO_2 质量分数增高而 (Eu) 值降低的趋势。

关键词: 喇嘛苏铜矿; 岩石; 稀土元素地球化学; 新疆北部

中图分类号: P595; P618. 41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2002) 03-0145-07

喇嘛苏中型铜矿产于新疆北部温泉县赛里木湖西北角, 有关学者曾对该矿床的成因、成矿特征等做过不同程度的探讨^[1-4], 多认为该矿床是一个较典型的夕卡岩型铜矿^[1, 2, 4]。国内外近年来常见有专门研究夕卡岩型矿床 REE 地球化学的文献^[5-7], 至于系统探讨各类岩石的 REE 地球化学的成果则更为常见^[8-13]。同这些类似或有关的研究成果相比, 作者发现以前系统研究一个铜矿区内不同岩石的 REE 地球化学者还不太多, 并发现喇嘛苏铜矿区的夕卡岩与我国长江中下游一些夕卡岩型铜-铁矿区同类岩石的 REE 特征存在一些差别, 现将所获得的喇嘛苏铜矿区各种岩石的稀土元素分析资料整理成此文, 希望能为深入认识该铜矿提供点新素材。

1 地质背景

作为哈萨克斯坦板块之一部分的伊犁地块^[14]一直是新疆北部寻找铜、金、多金属矿床的重要靶区,

喇嘛苏铜矿即位于伊犁地块之赛里木湖早古生代弧前盆地的北缘。该铜矿区内主要出露一套中元古界蓟县系库西姆契克群下亚群滨—浅海相碳酸盐岩地层, 主要由灰岩、硅化灰岩、大理岩等组成。矿区北端与西南缘有极少量的石炭系碎屑岩分布。矿区内断裂构造十分发育, 包含有早期的近 SN 向张扭性断裂、近 EW 向压扭性断裂和晚期的 NEE 向断裂、NNW 向断裂及 NE 向成矿期断裂等, 早期断裂集控岩、控矿、后期活动于一体。岩浆活动以海西期(其岩体中锆石 U-Th-Pb 法的同位素年龄为 $360\text{ Ma}^{[1]}$)中酸性—中基性的浅成侵入为主, 最常见的浅成侵入岩有斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩、辉绿玢岩脉、石英闪长玢岩等, 这些岩体多成群出现、成带展布。该铜矿床各矿体的分布与中酸性浅成岩体有密切的联系, 3 个矿化密集区分别对应 3 个以斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩等为主体的弧形岩体群, 层间滑动破碎带、NE 向成矿期断裂、中酸性浅成岩与碳酸盐岩的接触带等主要控矿构造控制了约 20 个规模不等的矿化脉群的具体展布, 铜矿化主要伴随夕卡岩

收稿日期: 2002-03-11; 收稿日期: 2002-05-27
基金项目: 本文曾受国家 305 项目 96-915-03-03 专题的部分资助。
作者简介: 廖启林(1964-), 男, 湖北荆门人, 博士后, 高级工程师, 地球化学与矿床学专业。

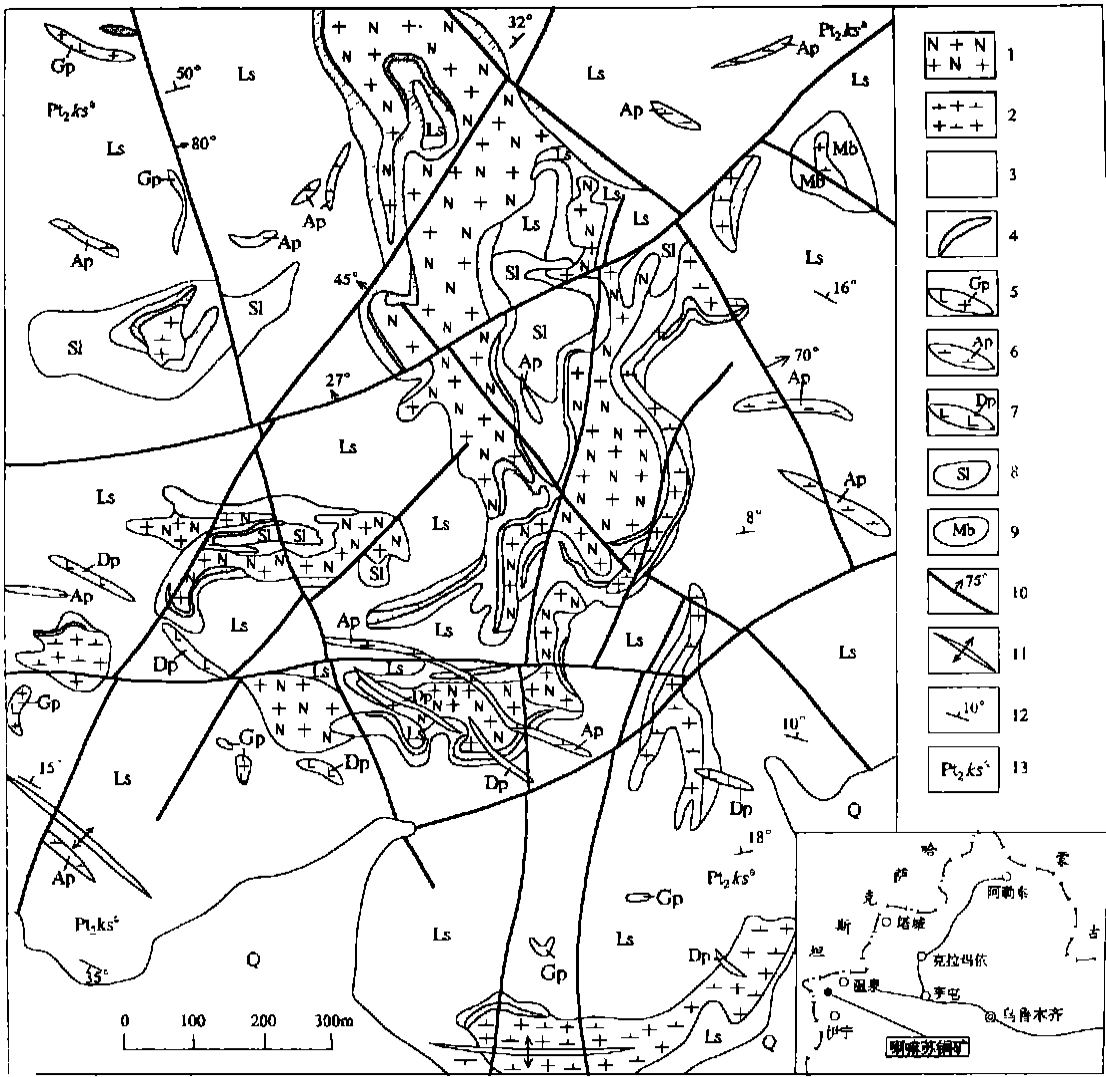


图 1 喇嘛苏铜矿床地质简图(据原新疆有色 703 地质大队资料修编)

Fig.1 Sketched geological map of the Lamasu copper deposit

- 1. 斜长花岗斑岩 2. 花岗闪长斑岩 3. 夕卡岩 4. 铜矿体 5. 花岗斑岩脉 6. 闪长玢岩脉
- 7. 辉绿玢岩脉 8. 夕卡岩化灰岩 9. 大理岩 10. 断层及其产状 11. 背斜
- 12. 地层产状 13. 中元古界(蓟县系)库西姆契克群下亚群 Ls—灰岩 Q—第四系

产出,铜储量 90% 来源于夕卡岩型矿体^[2],但并非所有的夕卡岩都见有铜矿化(图 1)。单个矿体规模一般长 18~400 m,宽 0.9~22 m,铜品位 $w(\text{Cu}) = 0.3\% \sim 3.68\%$,另伴生有金、银等有用元素。矿石矿物主要为黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿等,脉石矿物有透辉石、石榴石、绿泥石、绿帘石、方解石、石英、符山石等。

2 样品分析及其结果

有关样品分别采自喇嘛苏铜矿区的斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩、辉绿玢岩、含矿夕卡岩与非矿夕

卡岩、各类碳酸盐岩地层中的新鲜基岩。由原地质矿产部武汉综合岩矿测试中心采用 ICP-AES 法分析测试了各样品的稀土元素质量分数,分析总误差 < 3%。有关各类岩石样品的 REE 质量分数及其相关 REE 参数列于表 1。

3 讨论

喇嘛苏铜矿区内所出露的岩石主要可分成 4 类,即碳酸盐岩、中酸性浅成岩、夕卡岩、基性侵入岩。矿区内这 4 类岩石在 REE 分布型式(图 2)、Eu

表 1 新疆北部喇嘛苏铜矿区有关岩石的稀土元素分析结果($w_B/10^{-6}$)

Table 1 REE analytical results of relevant rocks for the Lamasu copper deposit in northern Xinjiang													
样品号	N1	N5	N41	T11	T15	Ft4	Ft12	Ft33	Ft40	Ft58	L8- 1	L14- 2	L7- 4
La	18.82	15.68	10.26	12.24	18.36	20.01	18.19	15.44	19.39	16.76	20.03	18.90	7.89
Ce	39.78	32.95	23.38	25.79	39.52	42.72	37.31	31.53	39.46	37.30	41.51	42.75	20.68
Pr	4.65	4.05	2.86	2.92	4.42	4.67	4.25	3.50	4.07	4.62	4.82	4.93	2.70
Nd	18.01	15.15	11.52	11.32	16.45	16.95	15.47	12.80	15.26	17.86	18.00	18.04	10.85
Sm	3.30	2.83	2.38	2.28	3.27	3.27	3.04	2.28	2.78	3.49	3.38	3.42	2.33
Eu	0.65	0.77	0.52	0.67	0.47	0.66	0.59	0.36	0.58	0.57	0.94	0.61	0.42
Gd	2.67	2.32	2.11	2.13	2.90	2.97	2.77	1.84	2.65	3.08	3.20	3.17	2.29
Tb	0.42	0.40	0.34	0.35	0.47	0.47	0.45	0.26	0.41	0.49	0.50	0.51	0.37
Dy	2.44	2.45	2.05	2.10	2.83	2.80	2.67	1.45	2.48	2.96	2.91	2.90	2.17
Ho	0.48	0.47	0.39	0.42	0.56	0.52	0.52	0.28	0.49	0.57	0.57	0.56	0.43
Er	1.29	1.22	1.03	1.11	1.47	1.44	1.44	0.74	1.36	1.49	1.50	1.53	1.18
Tm	0.21	0.20	0.17	0.18	0.23	0.23	0.23	0.12	0.22	0.23	0.25	0.25	0.19
Yb	1.32	1.21	0.99	1.08	1.39	1.36	1.37	0.76	1.35	1.43	1.51	1.61	1.15
Lu	0.21	0.19	0.15	0.18	0.21	0.21	0.20	0.12	0.21	0.21	0.23	0.25	0.19
REE	107.45	93.39	69.36	74.67	108.01	113.84	103.38	78.46	104.81	106.81	115.78	116.11	64.85
(Eu)	0.67	0.93	0.72	0.94	0.47	0.65	0.63	0.54	0.66	0.54	0.88	0.57	0.56
(Ce)	0.95	0.92	0.96	0.96	0.98	0.98	0.94	0.96	0.99	0.94	0.94	0.99	1.00
$w(La)_n/w(Yb)_n$	9.22	8.38	6.70	7.33	8.55	9.52	8.59	13.14	9.29	7.58	8.58	7.60	4.44
$w(La)_n/w(Sm)_n$	3.27	3.18	2.47	3.08	3.22	3.51	3.43	3.88	4.00	2.75	3.40	3.17	1.94
$w(Gd)_n/w(Yb)_n$	1.71	1.62	1.80	1.67	1.76	1.85	1.71	2.05	1.66	1.82	1.79	1.67	1.68

样品号	L4- 9	1- 73	N2	N21	E64	L9- 3	T10	T13	1- 37	1- 54	L3- 4	E29	N14
La	20.58	17.90	10.04	3.88	11.78	126.50	13.05	18.96	43.47	41.94	12.60	7.32	10.19
Ce	44.74	42.38	20.67	10.83	22.39	142.50	23.46	32.84	88.56	82.54	26.31	14.00	20.18
Pr	5.65	5.54	2.92	1.84	3.02	11.93	3.13	4.68	10.71	10.08	3.43	2.04	2.45
Nd	25.29	23.93	10.88	8.50	10.58	33.77	10.04	15.94	38.00	34.91	12.06	7.02	8.21
Sm	5.22	5.33	2.51	2.03	2.06	5.14	1.69	2.76	6.05	6.05	2.79	1.43	1.62
Eu	1.53	1.63	0.44	0.50	0.31	1.03	0.37	0.41	0.67	1.01	0.56	0.22	0.25
Gd	5.75	5.72	2.51	1.88	1.73	4.24	1.35	2.32	4.80	5.11	2.56	1.12	1.22
Tb	0.84	0.88	0.39	0.32	0.29	0.67	0.22	0.37	0.71	0.75	0.43	0.19	0.19
Dy	5.48	5.44	2.34	2.02	1.71	3.97	1.20	2.32	4.20	4.56	2.76	1.05	1.09
Ho	0.98	1.07	0.45	0.38	0.33	0.75	0.24	0.44	0.85	0.91	0.50	0.19	0.20
Er	2.93	2.95	1.17	0.90	0.78	1.85	0.58	1.01	2.30	2.41	1.17	0.46	0.46
Tm	0.42	0.45	0.18	0.14	0.18	0.29	0.08	0.14	0.33	0.40	0.16	0.06	0.07
Yb	2.67	2.67	1.12	0.32	0.76	1.52	0.46	0.91	2.31	2.35	0.96	0.35	0.39
Lu	0.44	0.41	0.17	0.12	0.12	0.23	0.07	0.15	0.35	0.37	0.14	0.05	0.06
REE	151.73	145.48	68.43	44.72	64.95	356.49	61.92	94.90	224.52	217.99	81.06	40.56	51.88
(Eu)	0.86	0.91	0.54	0.79	0.51	0.68	0.76	0.50	0.38	0.56	0.65	0.54	0.55
(Ce)	0.92	0.95	0.85	0.90	0.84	0.82	0.82	0.78	0.91	0.89	0.89	0.81	0.90
$w(La)_n/w(Yb)_n$	4.99	4.34	5.80	7.84	10.03	53.85	18.36	13.84	12.18	11.55	8.49	13.53	16.91
$w(La)_n/w(Sm)_n$	2.26	1.93	2.29	1.10	3.28	14.12	4.43	3.94	4.12	3.98	2.59	2.94	3.61
$w(Gd)_n/w(Yb)_n$	1.82	1.81	1.90	4.97	1.93	2.36	2.48	2.16	1.76	1.84	2.26	2.71	2.65

样品名称: N1. 花岗闪长斑岩 N5. 花岗闪长斑岩 N41. 花岗闪长斑岩 T11. 花岗闪长斑岩 T15. 斜长花岗斑岩 Ft4. 斜长花岗斑岩 Ft12. 斜长花岗斑岩 Ft33. 斜长花岗斑岩 Ft40. 斜长花岗斑岩 Ft58. 斜长花岗斑岩 L8- 1. 8 号矿化体附近的花岗闪长斑岩 L14- 2. 14 号矿化体附近的斜长花岗斑岩 L7- 4. 7 号矿体附近的斜长花岗斑岩 L4- 9. 4 号矿化体旁侧的斜长花岗斑岩 1- 73. 辉绿玢岩脉 N2. 夕卡岩 N21. 夕卡岩 E64. 夕卡岩 L9- 3. 9 号矿体所产出的含矿夕卡岩 T10. 大理岩 T13. 不纯大理岩 1- 37. 硅化灰岩 1- 54. 硅化灰岩 L3- 4. 3 号矿体旁侧的近矿灰岩 E29. 灰岩 N14. 灰岩。(Eu)、(Ce)、 $w(La)_n/w(Yb)_n$ 、 $w(La)_n/w(Sm)_n$ 、 $w(Gd)_n/w(Yb)_n$ 等参数的计算公式与球粒陨石标准含量引自文献[15]。

与 Ce 负异常、LREE 与 HREE 的相对分异趋势等方面呈现了一定的相似性, 各类岩石的 REE 分布型式总体上呈相似的右倾式斜“V”型折线, 呈现了近于一致的强 Eu 亏损及弱 Ce 亏损, 除个别样品外各类岩石的 $w(La)_n/w(Sm)_n$ 值普遍高于其 $w(Gd)_n/w(Yb)_n$ 值。矿区内不同类型的岩石在稀土总量(REE)、具体的 REE 分布型式、 $w(La)_n/w(Yb)_n$ 值等均存在一些差异, 表现为:

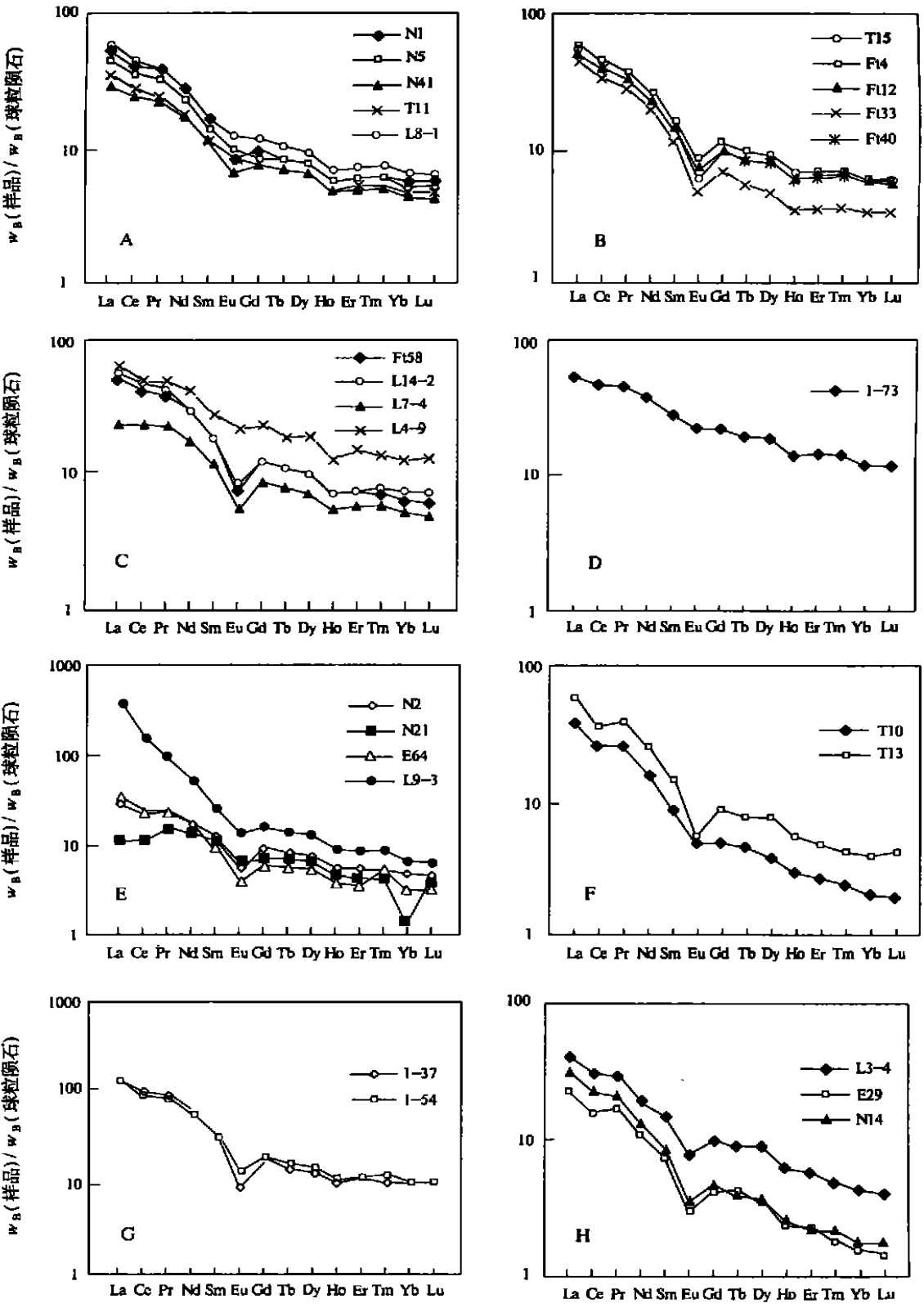


图 2 喇嘛苏铜矿区有关岩石的稀土元素配分模式

Fig. 2 Chondrite-normalized REE distribution patterns of relevant rocks in the Lamasu copper mine

A 图为花岗闪长斑岩类浅成岩: N1, N5, N41, T11 为花岗闪长斑岩, L8-1 8 号矿化体附近的花岗闪长斑岩 B 图和 C 图为斜长花岗岩类浅成岩: T15, F14, F112, F133, F140, F158 为斜长花岗岩, L14-2 14 号矿化体附近的斜长花岗岩, L7-4 7 号矿体附近的斜长花岗岩, L4-9 4 号矿化体旁侧的斜长花岗岩 D 图为基性岩脉: 1-73 辉绿玢岩脉 E 图为各类夕卡岩: N2, N21, E64 为夕卡岩, L9-3 9 号矿体所产出的含矿夕卡岩 F 图、G 图和 H 图为各类碳酸盐岩: T10 大理岩 T13 不纯大理岩 1-37 硅化灰岩 1-54 硅化灰岩 L3-4, E29, N14 为普通灰岩

以斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩为主的中酸性浅成岩,其 REE 值较为接近($w(\text{REE}) = 64.85 \times 10^{-6} \sim 151.73 \times 10^{-6}$),呈现一致的弱 Ce 亏损($(\text{Ce}) = 0.92 \sim 1.00$)。除少数样品外,绝大多数中酸性浅成岩的 REE 分布型式都呈很相似的右倾式折线(图 2-A, B, C),相比之下花岗闪长斑岩的 Eu 亏损强度稍弱于斜长花岗斑岩,个别靠近铜矿体的中酸性浅成岩样品显示了相对偏高的 REE 值(如 L4-9 号样);就基性侵入岩而言,本次所采集的代表性样品只有 1 件,可初步看出该矿区的基性侵入岩(辉绿玢岩)具有 Eu 亏损强度偏低、LREE 与 HREE 的分异不太明显、REE 分布型式呈较平缓的略向右倾的折线(图 2-D);矿区内夕卡岩表现为含矿夕卡岩的 REE 值与 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值明显高于非含矿夕卡岩、不同的非含矿夕卡岩样品之间的 REE 分布型式略有差异(图 2-E);就矿区内的碳酸盐岩而言,硅化灰岩的 REE 值明显高于那些非硅化的灰岩及大理岩,硅化灰岩的 $w(\text{REE}) = 217.99 \times 10^{-6} \sim 224.52 \times 10^{-6}$,而那些非硅化灰岩与大理岩的 $w(\text{REE}) = 40.56 \times 10^{-6} \sim 94.90 \times 10^{-6}$,不同类型的碳酸盐岩比其他岩石类型的 Ce 亏损程度稍偏高,其 $(\text{Ce}) = 0.78 \sim 0.90$,在 REE 分布型式上呈现了基本一致的较强 Ce 亏损与强 Eu 亏损的右倾式折线,不同类型碳酸盐岩呈现了一致的 LREE 与 HREE 分异程度高的特性,其 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值为 $8.49 \sim 18.36$,不纯大理岩比普通大理岩的 REE 值偏高(图 2-F),不同硅化灰岩的 REE 分布型式完全一致(图 2-G),靠近矿体之灰岩比离矿体较远之灰岩的稀土元素总量偏高(图 2-H),反映了本区碳酸盐岩地层不同部位的稀土分布存在较大的差异。

喇嘛苏铜矿区的夕卡岩与我国长江中下游一些典型夕卡岩型铁-铜矿区的夕卡岩^[7]相比在 REE 地球化学特征上具有较大差异(图 3),可发现喇嘛苏铜矿区的夕卡岩以 Eu 负异常清晰、LREE 与 HREE 分异程度高、含矿夕卡岩的 REE 值远高于非含矿夕卡岩为特征,而长江中下游小铜官山地区的夕卡岩则呈现了 Eu 正异常清晰、含矿夕卡岩的 REE 值低于非矿夕卡岩、Ce 正异常较清晰、LREE 与 HREE 分异不甚明显的特征,说明喇嘛苏夕卡岩型铜矿的成矿同长江中下游一些同类矿床相比具有一定的特殊性。

将该矿区部分浅成侵入岩的岩石化学成分与其相关的 REE 参数做一对比(表 2)可发现:那些 SiO_2 质量分数相对高、 MgO 质量分数相对低的浅成岩通

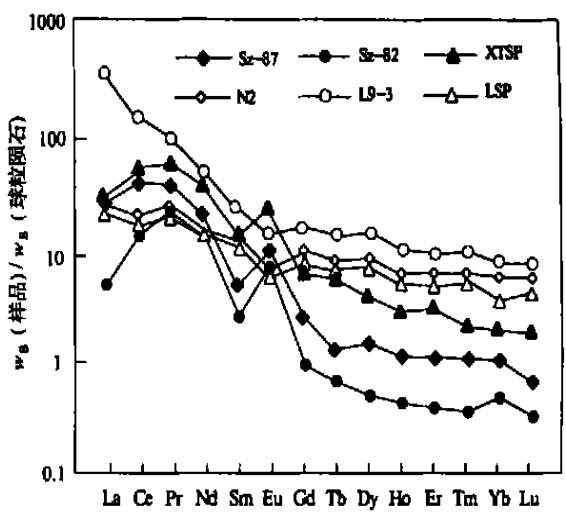


图 3 喇嘛苏铜矿与小铜官山铁-铜矿有关夕卡岩的 REE 分布模式

Fig. 3 Chondrite-normalized REE distribution patterns of relevant skarns for the Lamasu copper deposit and Xiaotongguanshan iron-copper deposit
Sz-87. 小铜官山矿区钙质夕卡岩 Sz-82. 小铜官山夕卡岩型铁铜矿区铜矿石(含铜夕卡岩) XTSP. 小铜官山夕卡岩型铁铜矿区夕卡岩平均值 N2. 喇嘛苏铜矿区夕卡岩 L9-3. 喇嘛苏铜矿区含矿(铜)夕卡岩 LSP. 喇嘛苏铜矿区夕卡岩平均值 小铜官山的原始数据引自文献[7]

常具有相对较低的 (Eu) 值,反之,那些 SiO_2 质量分数相对低、 MgO 质量分数相对高的浅成岩通常具有相对较高的 (Eu) 值,表现了浅成岩的 Eu 亏损强度有随其酸度增高而增大的趋势;而浅成岩的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值基本上随其 SiO_2 质量分数的增高而增大,这与中酸性岩浆正常演化过程中稀土的分异模式不太一致,反映了与喇嘛苏夕卡岩型铜矿有关的中酸性浅成岩具有一定的特殊性。

Eu 作为 REE 系列中相对较特殊的一个元素,其地球化学行为受到体系的氧逸度、温度、成分、熔体结构、交代作用等多重因素的控制^[16-18],因而 (Eu) 值在判断岩石的 REE 地球化学行为方面具有一些特殊的指示意义。从该矿区有关岩石的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n - (\text{Eu})$ 图解(图 4)可以判定各类岩石的 (Eu) 值总体上有随着其 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值增高而下降的趋势,即矿区内岩石的 LREE 与 HREE 的分异性愈好则其 Eu 亏损相对愈强。相比之下,碳酸盐岩具有相对偏高的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与变化范围相对窄的 (Eu) 值,而以斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩为主的中酸性浅成岩则具有相对较低的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与变化范围相对宽的 (Eu) 值,夕卡岩的 $w(\text{La})_n/w(\text{Yb})_n$ 值与 (Eu) 值变化刚好介于

表 2 喇嘛苏铜矿区部分侵入岩样品的岩石化学成分与有关 REE 参数对比
Table 2 Petrochemical analytical results and relevant REE parameters of some
intrusive rock samples in Lamusu copper deposit

岩 性	样品号	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	REE	w(La) _n /w(Yb) _n	(Eu)
花岗闪长斑岩	N5	63.89	0.28	14.35	0.11	1.30	0.06	1.00	5.44	3.59	4.43	0.09	1.88	93.39	8.38	0.93
花岗闪长斑岩	N41	67.03	0.33	15.53	0.37	1.58	0.06	1.68	5.58	4.41	1.63	0.10	1.73	69.36	6.70	0.72
斜长花岗斑岩	T15	68.71	0.27	15.17	0.56	1.68	0.03	1.25	1.96	3.01	4.13	0.08	2.63	108.01	8.55	0.47
斜长花岗斑岩	Ft4	66.54	0.26	14.85	0.80	0.68	0.03	0.63	4.54	3.00	3.45	0.10	2.60	113.84	9.52	0.65
斜长花岗斑岩	Ft12	68.20	0.28	15.56	1.06	1.12	0.04	0.83	2.39	3.52	3.39	0.10	2.32	103.38	8.59	0.63
斜长花岗斑岩	Ft33	77.80	0.21	9.59	0.52	1.05	0.04	1.04	2.14	5.04	0.21	0.08	1.48	78.46	13.14	0.54
斜长花岗斑岩	Ft58	67.58	0.28	14.54	0.02	0.50	0.04	0.77	3.54	1.46	7.02	0.09	1.90	106.81	7.58	0.54
辉绿玢岩	1-73	51.50	1.74	16.81	2.66	5.70	0.13	5.29	7.92	2.75	1.10	0.34	3.70	145.48	4.34	0.91

样品由武汉综合岩矿测试中心分析, w(REE)/10⁻⁶, 氧化物均为 w_B/%。

这二者之间, 这与该矿区夕卡岩的形成主要源于碳酸盐岩与中酸性浅成岩的交代作用是一致的。基性侵入岩因样品太少而难以统计其变化规律。

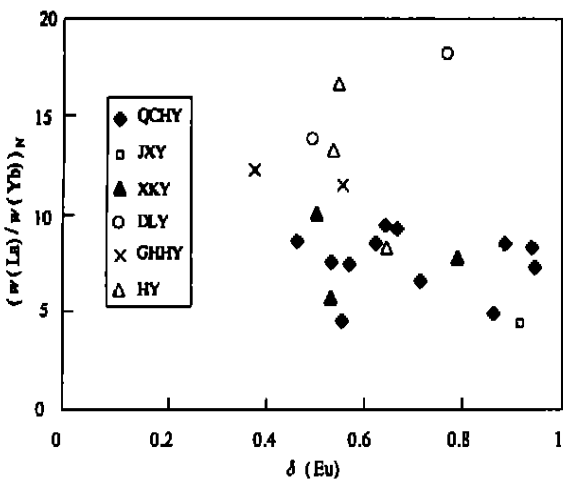


图 4 喇嘛苏铜矿区有关岩石的
w(La)_n/w(Yb)_n-(Eu) 变异图

Fig.3 w(La)_n/w(Yb)_n-(Eu) variation diagram of
relevant rocks for the Lamasu copper deposit
QCHY. 中酸性浅成岩 JXY. 基性岩类(辉绿玢岩) XKY. 夕卡
岩 DLY. 大理岩 GHHY. 硅化灰岩 HY. 普通灰岩

从以上讨论中可发现该铜矿区内不同岩石的 REE 地球化学行为具有一定的相似性, 可能与形成这些岩石的初始物源基本同源有一定联系, 这一点可从喇嘛苏铜矿的铅同位素研究中找到相似的证据^[3]。矿区内的海西期花岗岩类岩石呈现了较高的碱金属含量与近于一致的清晰的 Eu⁻异常, 同世界上一些地区的海西期花岗岩或富碱花岗岩具有相似

性^[9,13]。矿区内不同类型的岩石其 REE 地球化学特征也呈现了一些具体的差别, 反映了各自的演化过程及其对成矿的影响不尽相同。本区中酸性浅成岩的稀土演化展示了一些特殊性, 这也可能正是喇嘛苏矿区有关夕卡岩的 REE 特征与长江中下游夕卡岩型矿床相关夕卡岩存在较大差异的内因之一。

4 结论

- (1) 该铜矿区内不同类型岩石均表现了相似的强 Eu 亏损与弱 Ce 亏损、REE 分布型式总体呈富集 LREE 优势较明显的右倾式折线、LREE 的分异程度普遍高于其 HREE 等特征;
- (2) 该矿区夕卡岩与我国长江中下游一些夕卡岩型铁-铜矿区之夕卡岩相比, 二者的 REE 地球化学特征具有一定的差异, 这与喇嘛苏矿区的有关浅成岩的稀土演化具有一定的非正常性有一些联系。本矿区中酸性浅成岩具有相对较低的 w(La)_n/w(Yb)_n 值与变化范围较宽的 (Eu) 值, 碳酸盐岩具有相对偏高的 w(La)_n/w(Yb)_n 值与变化范围较窄的 (Eu) 值, 夕卡岩的 w(La)_n/w(Yb)_n 值与 (Eu) 值的变化正居于浅成岩与碳酸盐岩之间, 这与夕卡岩主要是由浅成岩与碳酸盐岩接触交代而形成的解释是一致的;
- (3) 硅化灰岩的 REE 值明显高于一般灰岩及大理岩, 靠近矿体之灰岩的 REE 值高于矿区内离矿体相对较远的灰岩, 含矿夕卡岩的 REE 值远高于非矿夕卡岩, 反映了本区相同类型岩石中不同部位的稀土分布的不均一性, 一些蚀变与矿化过程对

矿区附近同一地质体内稀土的分布具有明显的影
响。

致谢: 南京大学地球科学系 蒋少涌教授给予了
悉心指教与帮助, 成文中曾引用了原新疆有色 703
地质队的部分基础资料, 作者在此一并诚致谢忱!

参考文献:

[1] 杨军臣, 崔彬, 李天福. 新疆喇嘛苏铜矿床地质特征和成因研究
[J]. 地质论评, 1998, 44(1): 23-30.

[2] 王永新. 新疆喇嘛苏铜矿成矿地质条件[J]. 矿产与地质, 1994,
8(5): 369-374.

[3] 赖健清, 彭省临, 王核, 等. 喇嘛苏铜矿区铅同位素特征及其意
义[J]. 中南工业大学学报, 1999, 30(4): 364-367.

[4] 赖健清, 彭省临, 钟运鄂, 等. 新疆温泉县喇嘛苏铜多金属矿床
成因初探[J]. 有色金属矿产与勘查, 1998, 7(5): 267-271.

[5] Kato Y. Rare earth elements in the skarn-type deposits in
Japan [J]. Min Geol, 1989, 36(1): 62.

[6] 邱瑞龙, 杨义忠. 铜官山地区夕卡岩型铜金矿床稀土元素特征
及其成因意义[J]. 地球化学, 1994, 23(4): 358-361.

[7] 赵斌, 赵劲松, 刘海臣. 长江中下游地区若干 Cu(Au)、Cu-Fe
(Au) 和 Fe 矿床中钙质夕卡岩的稀土元素地球化学[J]. 地球化
学, 1999, 28(2): 113-125.

[8] Bea F. Residence of REE, Y, Th and U in Granite and crustal
protoliths; Implications for the chemistry of crustal melts [J].

Journal of Petrology, 1996, 37(3): 521-552.

[9] Morteani G. , Mö ller P, Hoefs J. Rare-earth element and oxy-
gen isotope studies of altered variscan granites: The western
Harz (Germany) and southern Sardinia (Italy) [J]. Chem.
Geol, 1986, 54: 53-68.

[10] Granch R I. Rare earth elements in metamorphic rocks [J].
Rev Mineral, 1989, 21: 147-167.

[11] WANG Yongbiao, XU Guirong, LIN Qixiang, *et al.* Distri-
bution of Rare Earth Elements in Permian Reef- Island Ocean
Sediments in Eastern Kunlun [J]. Acta Geologica Sinica,
2000, 74(1): 68-73.

[12] Strong D F. Rare earth elements in volcanic rocks of the
Buchans area, Newfoundland [J]. Can. J. Earth Sci. , 1984, 21:
775-780.

[13] Bowden P. Whitley J E. Rare-earth elements in peralkaline
and associated granites [J]. Lithos, 1974, 7; 15-21.

[14] 李锦轶, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆北部金属矿产与板块构造
[J]. 新疆地质, 1992, 10(2): 138-145.

[15] 王中刚, 于学元, 赵振华. 稀土元素地球化学[M]. 北京: 科学
出版社, 1989. 90-110.

[16] Annie Mchard. Rare earth element systematics in hydrother-
mal fluids [J]. Geochim Cosmochim Acta, 1989, 53: 745-750.

[17] 赵振华. 铈(Eu) 地球化学特征的控制因素[J]. 南京大学学报
(地球科学), 1993, 5(3): 271-280.

[18] Michael Bau. Rare-earth element mobility during hydrother-
mal and metamorphic fluid-rock interaction and the significance
of the oxidation state of europium [J], Chem Geol, 1991, 93:
219-230.

REE GEOCHEMISTRY OF ROCKS IN LAMASU
COPPER DEPOSIT IN NORTHERN XINJING

LIAO Qi-lin^{1, 2}, LAI Jian-qing³

(1. Jiangsu Geological Institute, Nanjing 210093, China;
2. State Key Laboratory for Mineral Deposits Research, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
3. Institute of geology of Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Lamasu Cu deposit is a typical skarn type in northern Xinjiang. REE patterns of various rocks
in the mine are established with the REE geochemical study and REE geochemical behavior of intermediate
acidic shallow introssive rock, carbonate rock, skarn and basic dyke is discussed. The rocks are character-
ized by the similarity of strong negative Eu and weak Ce negative anomly, $w(La)_n / w(Sm)_n > w(Gd)_n / w$
(Yb)_n. The shallow intrussive is characterized by lower $w(La)_n / w(Yb)_n$ and wide range of (Eu) values,
carbonate by higher $w(La)_n / w(Yb)_n$ and narrow range of (Eu) values, skarn by the values lying in be-
tween the former two rocks and the intermediate acidic intrussive by increasement of SiO₂ with decrease-
ment of (Eu).

Key words: Lamasu Cu deposit; rock; REE geochemistry; the Northern Xinjiang