

Preliminary Study on the Characteristics of Rare Earth Elements in Dabaoshan Mine, Shaoguan, Guangdong

Zhenwei Wei

The 10th Geological Brigade of Guangdong Provincial Bureau of Geology, Zhongshan, Guangdong, 528427, China

Abstract

The chemical similarities and systematic differences of rare earth elements often appear as minerals and rocks as a whole, which can be used for trace geochemical processes involving mineral or mineral-melt trace element differentiation, and used to explain the water-rock reaction mechanism in the hydrothermal system and the genesis of the metal deposit. In this paper, through the study of the rare earth element composition of the rock samples of the Dabaoshan molybdenum polymetallic deposit, an important way to trace the ore-forming process of rare earth elements is used to analyze the composition and distribution of REE in the products of the original rock and different mineralization alteration stages. From the recovery of the nature and evolution of ore-forming fluids, the distribution characteristics of rare earth elements are summarized.

Keywords

rare earth elements; source of ore-forming materials; Dabaoshan, Shaoguan

广东韶关大宝山矿稀土元素特征初探

魏振伟

广东省地质局第十地质大队, 中国·广东·中山 528427

摘要

稀土元素在化学性质上的相似性和系统差异, 经常作为一个整体出现在矿物和岩石中, 可以用于涉及矿物或矿物-熔体之间微量元素分异的地球化学过程示踪, 用来解释热液体系中的水-岩反应机理和金属矿床的成因等方面。本文通过对大宝山钨多金属矿床岩石样品稀土元素组成的研究, 利用稀土元素示踪成矿过程的一个重要途径分析对比原岩和不同成矿蚀变阶段产物中 REE 的组成与分布, 从中恢复成矿流体的性质和演化, 总结其稀土元素的分配特征。

关键词

稀土元素; 成矿物质来源; 韶关大宝山

1 引言

中国广东省大宝山多金属矿位于南岭成矿带南缘, 北东向四会—吴川深大断裂构造带与东西向大东山—贵东构造岩浆带的复合部位。大宝山矿总体以铁、铜、铅锌、硫、钼、钨为主的超大型规模的多金属矿床, 根据其空间分布、产出状态可分为大宝山铁、铜多金属矿床和大宝山斑岩型钨钼矿床两大类矿床。大宝山多金属矿具有 50 多年的开采历史, 长期以来, 大批地质技术人员、专家学者对其进行了系统地质勘查、科学研究。本文在 2007 年接替资源勘查成果综合研究的基础上收集相关资料对大宝山矿区稀土元素分配特征与赋矿岩体、围岩、矿石进行了对比, 为追索成矿物质来源提供地球化学依据。

2 矿岩稀土配分特征

本次采集分析了 4 件花岗闪长斑岩样品、1 件次英安斑岩样品、2 件矽卡岩样品 (见表 1); 5 件围岩样品, 2 件寒武系砂板岩; 1 件天子岭组灰岩, 2 件大理岩化灰岩 (见表 2); 收集了前人 5 件矿石样品^[1] (葛朝华, 1987), 主要特征如表 3 所示。

(1) ΣREE : 大宝山矿区岩体样品中 (表 1), 稀土元素含量较高, 变化范围较大; 其变化区间为 $61.5 \sim 220.3 \times 10^{-6}$, 平均含量为 167.9×10^{-6} 。其中花岗闪长斑岩 ΣREE 平均含量为 161.1×10^{-6} , 次英安斑岩为 195.2×10^{-6} , 低于南岭花岗岩平均值 229.7×10^{-6} 。大宝山矿区围岩样品中 (表 2), 寒武系两个砂板岩样品稀土元素含量较高, ΣREE 值分别为

表1 大宝山矿区岩体稀土元素含量及相关特征参数值

岩性	CD-21	CD-24	CD-6	CD-14	CD-22	ZK5404	ZK5803	南岭花岗岩平均值
La	2.04	2.8	42.1	38.1	13.0	53.7	35.1	38.9
Ce	4.99	6.77	75.6	65.5	20.1	91.6	66.6	75.5
Pr	1.18	1.55	8.51	7.27	2.22	9.3	8.2	9.61
Nd	7.06	8.08	29.4	24.5	7.48	29.4	29.8	32.2
Sm	1.97	2.09	5.19	4.43	1.39	5.3	6.21	7.37
Eu	0.44	0.41	1.3	1.16	0.41	1.04	1.32	0.87
Gd	1.51	1.82	4.11	3.45	1.14	4.59	5.45	6.22
Tb	0.23	0.29	0.54	0.48	0.17	0.58	0.81	1.32
Dy	1.36	1.79	2.94	2.82	1.09	3.23	4.83	6.52
Ho	0.28	0.37	0.61	0.56	0.25	0.62	0.97	1.48
Er	0.75	1.06	1.68	1.63	0.91	1.63	2.79	3.95
Tm	0.11	0.16	0.25	0.25	0.17	0.2	0.4	0.67
Yb	0.72	1.06	1.68	1.75	1.5	1.25	2.63	4.17
Lu	0.12	0.16	0.26	0.27	0.31	0.19	0.4	0.65
Y	8.25	11	18.6	17.7	11.4	17.7	29.7	/
∑ REE	31	39.4	192.8	169.8	61.5	220.3	195.2	229.7
∑ Ce/ ∑ Y	1.33	1.23	5.29	4.89	2.64	6.35	3.07	/
(La/Sm) _N	0.59	0.77	4.65	4.93	5.36	5.8	3.24	3.41
(La/Yb) _N	1.83	1.71	16.19	14.06	5.6	27.8	8.65	9.32
(Gd/Yb) _N	1.77	1.46	2.07	1.67	0.65	3.11	1.75	1.23
δEu	0.75	0.64	0.84	0.88	0.98	0.63	0.68	0.42

(注: CD-21和CD-24为石榴子石矽卡岩; ZK5803为蚀变次英安斑岩, 其余为蚀变花岗闪长斑岩)

表2 大宝山矿区围岩稀土元素含量及相关特征参数值

岩性	CD-1	CD-3	CD-18	CD-25
La	88.8	28.7	5.2	6.05
Ce	98.2	52.7	10.2	10.6
Pr	20.8	7.03	1.23	1.29
Nd	75.2	26	4.55	4.53
Sm	14.4	5.13	1.01	0.94
Eu	2.44	0.89	0.18	0.15
Gd	10.7	4.34	0.91	0.78
Tb	1.46	0.59	0.14	0.12
Dy	7.53	3.33	0.83	0.69
Ho	1.38	0.66	0.17	0.14
Er	3.56	1.71	0.49	0.4
Tm	0.48	0.24	0.073	0.063
Yb	3.06	1.53	0.49	0.43
Lu	0.48	0.23	0.08	0.063
Y	36.6	20.5	5.11	4.07
∑ REE	365.1	153.6	30.6	30.3
∑ Ce/ ∑ Y	4.6	3.64	2.69	3.48
(La/Sm) _N	3.53	3.21	2.95	3.71
(La/Yb) _N	18.77	12.13	6.85	9.09
(Gd/Yb) _N	2.97	2.4	1.57	1.54
δEu	0.58	0.57	0.57	0.53

(注: CD-1和CD-3为寒武系砂板岩; CD-15为天子岭组灰岩, CD-18和CD-25为大理岩化灰岩)

表3 大宝山矿区矿石稀土元素含量及相关特征参数值

岩性	菱铁矿-1	菱铁矿-2	菱铁矿-3	磁黄铁矿	脉石
La	19.32	14.35	14.45	32.98	47.00
Ce	39.64	29.82	29.34	66.24	94.93
Pr	4.35	3.27	3.55	7.30	10.44
Nd	15.73	12.14	12.51	27.03	38.83
Sm	3.44	2.63	2.33	6.66	10.04
Eu	0.74	0.54	0.39	1.07	1.60
Gd	3.34	2.58	2.41	5.50	8.48
Tb	0.40	0.28	0.12	1.00	1.55
Dy	2.67	2.19	2.15	5.97	9.46
Ho	0.67	0.53	0.60	1.09	1.69
Er	1.55	1.22	1.47	2.47	3.89
Tm	0.31	0.24	0.21	0.37	0.57
Yb	1.47	1.22	1.51	1.80	2.81
Lu			0.28		
Y	17.17	12.75	11.18	20.78	33.09
∑ REE	94.05	71.21	71.32	159.71	231.66
(La/Sm) _N	3.6	3.5	4.0	3.2	3.0
(La/Yb) _N	9.4	8.4	6.9	13.1	12.0
(Gd/Yb) _N	1.88	1.75	1.32	2.53	2.50
δEu	0.72	0.69	0.55	0.57	0.56

153.6 × 10⁻⁶ 和 365.1 × 10⁻⁶。泥盆系三个灰岩（大理岩化灰岩）样品稀土元素含量较低，∑REE 值 30.3 ~ 51.8 × 10⁻⁶。

(2) ∑Ce/∑Y: 稀土元素中轻稀土 ∑Ce 的碱性较强，重稀土 ∑Y 的碱性较弱，随着岩浆作用的演化，∑Ce/∑Y 比值逐渐增大。大宝山矿区花岗闪长斑岩 ∑Ce/∑Y 值为 2.64 ~ 6.35，次英安斑岩 ∑Ce/∑Y 值为 3.07，矽卡岩 ∑Ce/∑Y 值为 1.23 ~ 1.33。反映出稀土元素分馏的程度较高，表明岩石轻稀土元素发生了较强的富集。矿区不同成矿岩体中，∑Ce/∑Y 比值最小为 2.64，最大为 6.35，变化较大。五个围岩地层样品 ∑Ce/∑Y 为 2.69 ~ 4.6，围岩地层中轻稀土较为富集。

(3) δEu: 岩浆演化过程中，在还原条件下，Eu³⁺ 可还原成 Eu²⁺，因其与 REE³⁺ 的地球化学性质的差异而发生分离，出现 Eu 异常。δEu 则反映 Eu 异常程度。大宝山花岗闪长斑岩 δEu 值为 0.63 ~ 0.98，次英安斑岩 δEu 值为 0.68，为负 Eu 异常。δEu 值大于南岭花岗岩平均值 0.42，Eu 异常亏损程度轻。围岩地层 δEu 值为 0.53 ~ 0.66。

3 稀土配分模式

岩体、部分矿石和围岩稀土元素采用球粒陨石标准化后的配分模式图见图 1、图 2、图 3。

在图 1 中，矽卡岩、花岗闪长斑岩和次英安斑岩总体分布都呈左高右低向右倾斜的变化曲线。曲线轻重稀土部分出现较明显的变化，轻稀土部分斜率较大，呈陡倾斜状；重稀土部分斜率较小，呈平缓波动的曲线。矽卡岩中轻稀土含量要低于其它两类岩体，导致矽卡岩中稀土配分图中轻稀土部分出现弯曲。

(La/Yb)_N、(La/Sm)_N 和 (Gd/Yb)_N 三个比值参数是稀土元素标准模式图中分布曲线的斜率，能反映曲线的倾斜程度。(La/Yb)_N 比值反映了分布曲线的整体倾斜程度，而 (La/Sm)_N 和 (Gd/Yb)_N 则分别反映了分布曲线中轻稀土段和重稀土段的倾斜程度。大宝山花岗闪长斑岩和次英安斑岩 (La/Yb)_N、(La/Sm)_N 均远大于 1，矽卡岩中 (Gd/Yb)_N 略高于 1。各岩体中稀土曲线为较陡倾斜的右倾型，表明 LREE 富集较强。五个围岩地层样品中，这三个参量也均大于 1，表明围岩地层中不同程度富集轻稀土。

两类岩体稀土元素的配分模式与汤吉方^[2]等（1992）研究基本一致。矿区围岩地层中稀土元素配分模式基本一致，只是稀土总量存在差异，寒武系地层中 ∑REE 要高于泥盆系地层（图 2）。菱铁矿和磁黄铁矿稀土配分模式与围岩地层类似（图 3），也与花岗闪长斑岩和次英安斑岩稀土配分模式大

致类似,为一轻微右倾型。

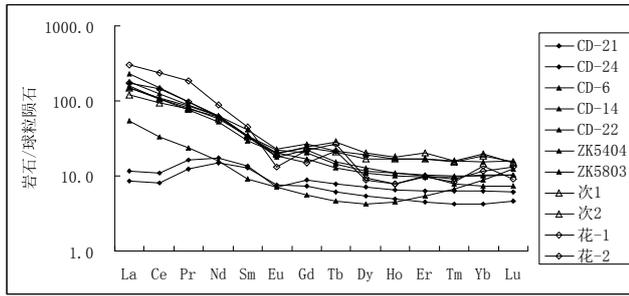


图1 大宝山矿区岩浆岩和矽卡岩中稀土元素配分模式图

(CD-21和CD-24为矽卡岩,CD-6、CD-14、CD-22和ZK5404为花岗闪长斑岩,ZK5803为次英安斑岩;其中次英安斑岩1,次英安斑岩2,花岗闪长斑岩1,花岗闪长斑岩2四个样稀土数据引自汤吉方等)

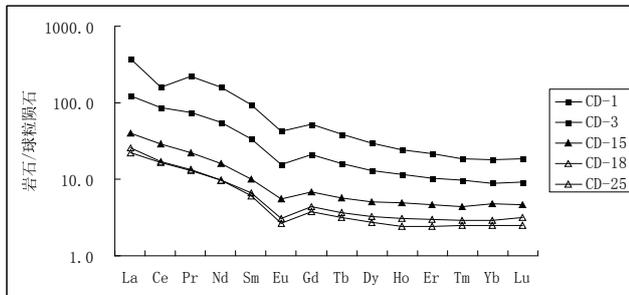


图2 大宝山矿区地层中稀土元素配分模式图

(CD-1和CD-3为寒武系砂页岩;CD-15为天子岭组灰岩;CD-18,CD-25为大理岩化灰岩)

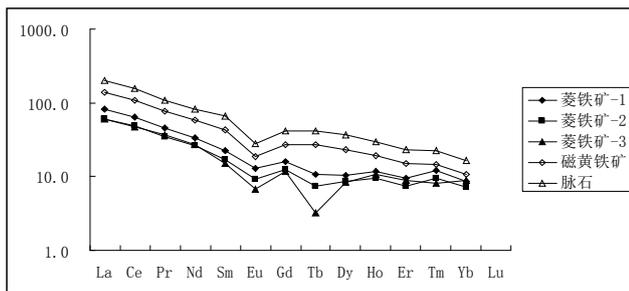


图3 大宝山矿区矿石中稀土元素配分模式图

4 区域岩体对比

为了加深对岩石成因(矿床成因)的进一步认识,将大宝山矿区的两类岩体稀土元素配分形式与区域上岩体进行了比较。选择的区域上的岩体包括大东山岩体、贵东岩体、佛冈岩体、湘东南小岩体(水口山、宝山、铜山岭)、德兴小岩体,各岩体稀土元素配分模式见图4。

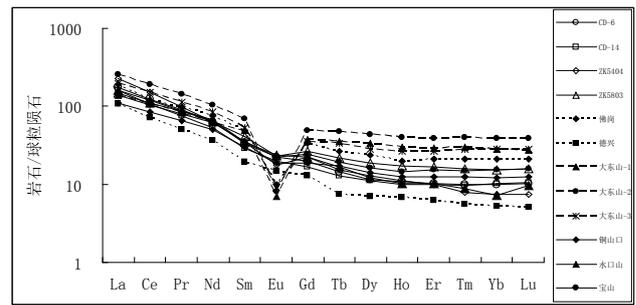


图4 大宝山矿区岩体与区域上岩体稀土元素配分模式比较

(佛冈数据引自陈小,2002;大东山-1、大东山-2和大东山-3数据分别引自张敏,2003;马铁球,2006;黄会清,2008;铜山口数据引自魏道芳,2007;水口山数据引自马丽艳,2006;宝山数据引自路远发,2006)

区域上岩体稀土元素配分模式基本上分为两类。第一类,在稀土配分曲线图上,轻重稀土分配不太明显,相对来说轻稀土部分右倾斜较陡,重稀土形态基本水平。 δEu 值较高,“铕谷”不明显,显示长石分离结晶作用不强。这一类岩体包括大宝山花岗岩长斑岩和次英安斑岩,以及湘东南铜山岭花岗岩体、宝山花岗闪长岩体、水口山花岗闪长岩体、德兴花岗闪长斑岩体。这一类与王联魁^[1]等(2001)提出的长江系列(系列II)花岗岩类似。第二类,稀土总量较高,轻重稀土比值较大,为重稀土相对富集。 δEu 值较小,表明铕亏损程度较大。稀土配分模式明显向右倾斜,“铕谷”明显,呈“海鸥型”。轻稀土一侧陡倾斜,重稀土一侧较平缓。这一类岩体包括大东山岩体、佛冈岩体等。这一类岩体与王联魁等(2001)提出的南岭系列(系列I)花岗岩类似。

5 结语

根据大宝山矿区不同成矿岩体中, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 比值最小为2.64,最大为6.35,变化较大。显示区内不同成矿岩体轻重稀土的分馏特性和分馏程度不一样。与中国不同成因类型的岩浆岩相比, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 比值介于华南和宁芜同熔型岩浆岩(分布为5.41和5.82)与华南重熔型岩浆岩(1.19)之间;菱铁矿和磁黄铁矿稀土配分模式与花岗闪长斑岩和次英安斑岩稀土配分模式大致类似;区域上对比岩体稀土元素配分模式与南岭系列花岗岩类似。因此,大宝山矿区矿岩体成因类型应为同熔-重熔型岩浆岩。

参考文献

[1] 葛朝华,韩发.广东大宝山矿床喷气-沉积成因地球-地球化学

特征. 北京: 北京科学技术出版社, 1987, 1-111.

- [2] 汤吉方, 刘家齐, 傅太安等. 粤北大宝山及其外围地区多金属矿床成矿地质条件、构造控岩控矿规律及隐伏矿. 见: 南岭地质矿产文集(3). 北京: 地质出版社, 1992, 1-67.
- [3] 王联魁, 覃慕陶, 刘师先等. 吴川-四会断裂带铜金矿控矿条件和成矿预测. 地质出版社, 2001.