

大兴安岭中段铜多金属矿床矿物 稀土元素地球化学*

盛继福

范书义

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京) (内蒙古地勘局 115 地质队, 乌兰浩特)

提 要: 通过对大兴安岭中段铜多金属矿床中矿物稀土元素地球化学研究, 其结果表明金属硫化物中稀土含量很低, $\Sigma\text{REE} + \text{Y}$ 都小于 14×10^{-6} , 多数矿物的 REE 球粒陨石标准化模式与成矿岩体的标准化模式一致, 属轻稀土富集型, 反映了成矿物质与成岩物质来源一致性。作者还通过矿物的稀土标准化模式分析, 探讨了矿床的氧化还原环境。

关键词: 矿物 稀土元素 地球化学 铜多金属矿床 大兴安岭中段

大兴安岭是我国重要的铜多金属成矿带, 区内与火山侵入活动有关的铜多金属矿床已发现十余处, 其中有斑岩型(敖瑙达巴银锡矿床)、斑岩+热液脉型(布敦化铜矿、闹牛山铜矿)、热液脉型(莲花山铜矿、孟恩陶勒盖银铅锌矿)、夕卡岩型(浩布高铅锌矿、白音诺铅锌矿)。产在中生代断隆区的有孟恩陶勒盖及敖瑙达巴矿床, 产在中生代断陷区的有浩布高和白音诺铅锌矿床, 布敦化、闹牛山和莲花山铜矿则产在中生代断隆和断陷的过渡带。该区矿床主要赋矿地层为下二叠统大石寨组、黄岗梁组以及中上侏罗统的火山岩、砂岩、板岩。

为了探讨大兴安岭中段铜多金属矿床成矿氧化还原环境、物质来源, 以及与火山-侵入岩的关系。作者对布敦化、莲花山、孟恩陶勒盖、敖瑙达巴、浩布高等矿区的主要硫化物的稀土元素进行测定。分析数据采用 22 个球粒陨石平均值(赫尔曼, 1971)进行标准化处理。分析数据及主要地球化学特征值见表 1。为了对上述矿物稀土元素地球化学特征与成矿岩体的稀土元素球粒陨石标准化模式进行对比, 分别按矿区表示在图 1、2、3、4 上。从表 1 和有关模式图我们可以得出下列几点认识:

(1) 研究区内与金属矿床有关的含矿岩体所含的稀土元素总量都较高, $\Sigma\text{REE} + \text{Y}$ 为 $(80 \sim 299) \times 10^{-6}$ ^[1], 而黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等矿物中的稀土含量普遍很低(表 1), $\Sigma\text{REE} + \text{Y}$ 都小于 14×10^{-6} 。矿物中以黄铜矿最高, 闪锌矿最低, 其演化次序为黄铜矿→黄铁矿→方铅矿→闪锌矿。6 个黄铜矿 $\Sigma\text{REE} + \text{Y}$ 仅平均为 6.28×10^{-6} , 3 个黄铁矿平均为 3.70×10^{-6} , 3 个方铅矿平均为 2.98×10^{-6} , 4 个闪锌矿平均为 2.50×10^{-6} 。值得提及的是华北地台北缘蔡家营铅锌矿床各矿物含稀土丰度也有上述演化次序^[2], 只是矿物中稀土元素含量还低于本区, 矿物含稀土量都小于 6×10^{-6} , 平均为 2.43×10^{-6} 。可见硫化物晶格中容纳稀土元素量是很少的。

* 国家“八五”科技攻关项目资助(编号 85-901-01-03)

盛继福, 男, 1936 年生, 研究员, 长期从事矿床地质研究。邮政编码: 100037

表 1 兴安盟地区铜多金属矿床硫化矿物的稀土元素含量 (10^{-6}) 及主要参数

矿床	序号	样号	矿物名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
布敦化	1	B93-1	黄铜矿	0.415	1.200	0.110	0.405	0.112	0.028	0.198	0.040	0.242	0.052
	2	B303-120	黄铜矿	0.939	1.310	0.203	1.080	0.309	0.110	0.646	0.158	0.925	0.175
	3	B32-3-2	闪锌矿	0.135	0.307	0.032	0.098	0.022	0.016	0.024	0.005	0.020	0.003
	4	B93-2	方铅矿	0.937	2.480	0.300	0.924	0.220	0.012	0.219	0.028	0.204	0.038
莲花山	5	HY-3	黄铜矿	0.641	1.300	0.160	0.457	0.103	0.013	0.106	0.020	0.133	0.028
	6	HY-4	黄铜矿	0.281	0.572	0.073	0.254	0.064	0.013	0.077	0.009	0.055	0.011
孟恩陶勒盖	7	KD-111	黄铁矿	1.070	1.920	0.223	0.671	0.179	0.300	0.159	0.024	0.173	0.035
	8	KD-025	闪锌矿	0.120	0.238	0.028	0.105	0.020	0.022	0.019	0.003	0.015	0.003
	9	KD-061	方铅矿	0.162	0.398	0.042	0.125	0.038	0.011	0.030	0.005	0.023	0.008
	10	KD-097	方铅矿	0.239	0.617	0.062	0.175	0.048	0.115	0.036	0.006	0.032	0.006
敖瑙达巴	11	AZK1-06	黄铜矿	0.119	0.232	0.026	0.137	0.075	0.025	0.128	0.043	0.281	0.065
	12	AZK3-02	黄铜矿	2.600	5.340	0.654	2.220	0.585	0.105	0.425	0.055	0.215	0.042
	13	AZK1-04	黄铁矿	0.511	0.944	0.111	0.558	0.160	0.012	0.134	0.025	0.100	0.021
	14	AZK-03	闪锌矿	0.395	0.888	0.111	0.338	0.086	0.004	0.092	0.015	0.094	0.020
浩布高马鞍山	15	HB-1	闪锌矿	0.740	1.580	0.242	1.240	0.389	<2	0.0307	0.048	0.196	0.042
	16	M-22	黄铁矿	0.135	0.307	0.032	0.098	0.022	0.016	0.024	0.005	0.020	0.003
矿床	序号	样号	矿物名称	Er	Tm	Yb	Lu	Y	$\Sigma\text{REE} + \text{Y}$	δEu	$\frac{\Sigma\text{LREE}}{\text{HREE} + \text{Y}}$	$(\frac{\text{La}}{\text{Yb}})_N$	$(\frac{\text{Gd}}{\text{Yb}})_N$
布敦化	1	B93-1	黄铜矿	0.148	0.021	0.131	0.018	1.270	4.390	0.639	1.071	1.882	0.927
	2	B303-120	黄铜矿	0.410	0.063	0.307	0.044	4.340	11.419	0.831	0.616	1.816	1.289
	3	B32-3-2	闪锌矿	0.008	<0.002	0.012	0.003	0.081	0.768	2.342	3.861	6.698	1.222
	4	B93-2	方铅矿	0.110	0.017	0.120	0.022	0.823	6.454	0.054	3.082	4.633	1.117
莲花山	5	HY-3	黄铜矿	0.042	0.006	0.040	0.007	0.566	3.622	0.415	2.821	9.493	1.621
	6	HY-4	黄铜矿	0.025	0.004	0.026	0.004	0.355	1.823	0.627	2.221	6.409	1.810
孟恩陶勒盖	7	KD-111	黄铁矿	0.098	0.016	0.107	0.018	1.190	6.183	5.838	2.397	5.938	0.911
	8	KD-025	闪锌矿	0.006	<.002	0.008	0.003	0.087	0.825	3.739	3.650	8.928	1.452
	9	KD-061	方铅矿	0.020	0.003	0.022	0.004	0.133	1.024	1.052	3.129	4.362	0.577
	10	KD-097	方铅矿	0.016	0.002	0.012	0.002	0.083	1.451	8.848	6.441	11.857	1.841
敖瑙达巴	11	AZK1-06	黄铜矿	0.160	0.029	0.282	0.043	0.883	2.528	0.868	0.321	0.251	0.278
	12	AZK3-02	黄铜矿	0.120	0.018	0.138	0.020	1.380	13.917	0.669	4.767	11.191	1.888
	13	AZK1-04	黄铁矿	0.062	0.010	0.071	0.011	0.566	3.296	0.266	2.296	4.270	1.155
	14	AZK2-03	闪锌矿	0.061	0.010	0.063	0.011	0.045	2.233	0.151	4.433	3.717	0.894
浩布高马鞍山	15	HB-1	闪锌矿	0.117	0.031	0.236	0.051	0.953	6.174	0.0057	2.117	1.862	0.797
	16	M-22	黄铁矿	0.008	<0.002	0.012	0.003	0.081	1.633	0.787	0.488	1.144	0.449

注: 测试单位为地矿部测试技术研究所; 测试方法为等离子光谱

(2) 区内各矿物的 LREE/HREE 和 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值差别较大, 但总体上显示大于 1 (表 1), 属轻稀土富集型, 与成矿岩体一致。对同一个矿区上述特征值晚成矿阶段矿物要大于早成矿阶段矿物, 如布敦化晚成矿阶段的方铅矿、闪锌矿的 LREE/HREE 为 3.08~3.86, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值为 4.63~6.69, 而成矿早阶段的黄铜矿 LREE/HREE 为 0.61~1.86。上述现象表明成矿流体在演化过程中轻重稀土发生过分馏, 而且轻稀土在成矿作用晚期有较明显的富集。

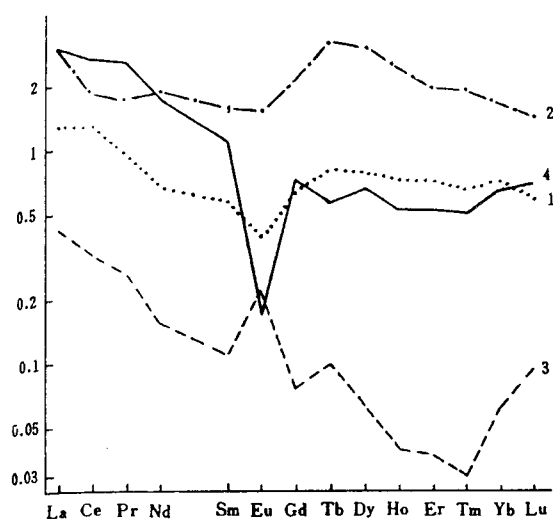


图1 布敦化铜矿硫化物矿物稀土元素
球粒陨石标准化形式

1—2—黄铜矿；3—闪锌矿；4—方铅矿

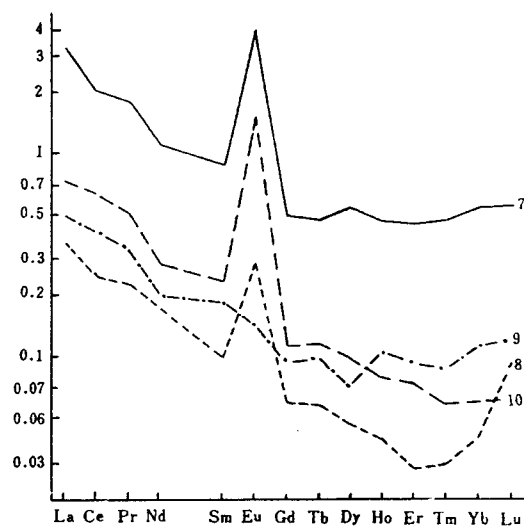


图2 孟恩陶勒盖铅锌矿硫化物矿物
稀土元素球粒陨石标准化型式

7—黄铁矿；8—闪锌矿；9—10—方铅矿

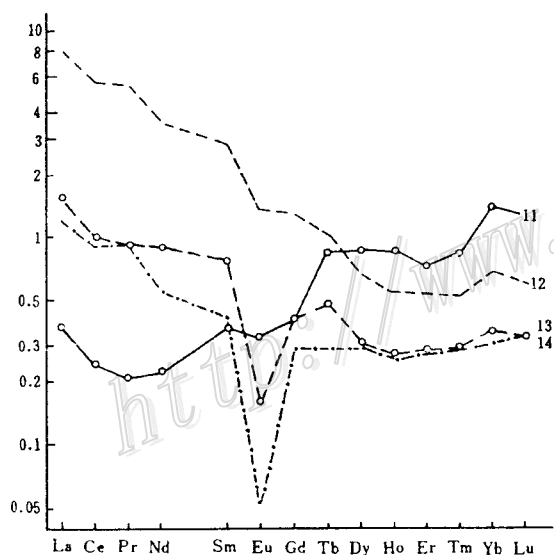


图3 敖瑙达巴银锡铜矿硫化物矿物
稀土元素球粒陨石标准化型式

11—12—黄铜矿；13—黄铁矿；14—闪锌矿

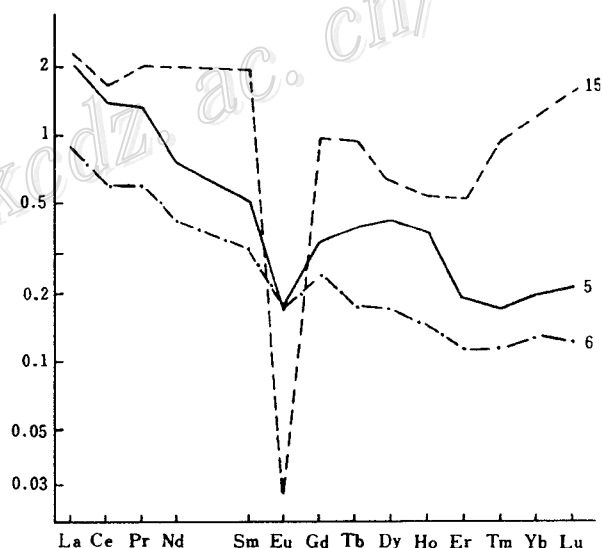


图4 硫化物矿物稀土元素球粒陨石标准化型式

5—6—莲花山铜矿床黄铜矿；15—浩布高铅
矿床闪锌矿

(3) 从图1—图4看出各矿区多数(或全部)矿物的REE球粒陨石标准化模式(排除Eu异常干扰)呈向右倾斜的平滑曲线,其LREE/HREE值无大于1,而且各矿区多数矿物的REE标准化模式与有关的成矿岩体的标准化模式基本一致,反映了成矿与成岩物质来源的一致性。如布敦化、莲花山与斜长花岗斑岩等岩体,敖瑙达巴与花岗闪长斑岩、石英正长

斑岩, 浩布高与区内钾长花岗斑岩一致 (图 4)。

(4) 布敦化矿区、莲花山矿区矿物的 REE 球粒陨石标准化曲线 (图 1, 图 4) 无明显的“V”形谷, 显示不太明显的正、负铕异常; 敖瑙达巴的多数矿物表现为明显的“V”形谷 (图 3), Eu 负异常明显, 而孟恩陶勒盖矿物则表现出倒“V”形谷, Eu 正异常明显 (图 2)。上述现象表明敖瑙达巴成矿作用是在较强的还原环境中进行的, 而且铈呈 Ce^{2+} 形式存在, 而孟恩陶勒盖的成矿作用是在强氧化环境下进行的, Ce 可能呈 Ce^{3+} 形式存在, 而布敦化、莲花山矿区的成矿作用是在弱还原或弱氧化环境下进行的。

(5) 布敦化矿区、敖瑙达巴矿区都有部分样品的 REE 球粒陨石标准化曲线 (图 1, 3) 与成矿岩体的标准化曲线有较大的差别, 而与二叠纪变质砂岩、石英钠长片岩、斜长角闪片岩相近似, 这可能暗示着成矿物质来源为多源性。

(6) 布敦化矿区、孟恩陶勒盖矿区、敖瑙达巴矿区都有部分样品 Eu 异常与多数样品相反, 即以负异常为主出现了正异常 (布敦化、敖瑙达巴) (图 1、3), 以正异常为主的出现负异常 (孟恩陶勒盖) (图 2), 这可能是由于在成矿作用过程进行中的复杂性和多阶段性造成的。

参 考 文 献

- 1 赵一鸣, 王大畏, 张德全等. 内蒙古东南部铜多金属矿床成矿地质条件及找矿模式. 北京: 地震出版社, 1994, 1~24.
- 2 黄典豪. 蔡家营铅-锌-银矿床. 北京: 地质出版社, 1992, 60~61.
- 3 宋学信, 张景凯, 徐庆生等. 白银厂铜多金属矿田微量元素与稀土元素地球化学研究. 矿床地质, 1993, 12 (4): 308~317.