

恩施双河渔塘坝硒矿床成因探讨

姚林波,高振敏

(中国科学院地球化学研究所 矿床开放实验室,贵州 贵阳 550002)

关键词:渔塘坝;稀土;微量元素;同位素

中图分类号:P618.760.663

文献标识码:A

文章编号:1007-2802(2000)04-0350-03

鄂西南下二叠茅口组顶部含碳硅质岩段(P_{1m}^3) 硒含量高,且分布广泛,局部如双河渔塘坝出现硒的高度富集,形成了独立硒矿床。该矿床平均硒品位 0.13%,储量约 50 t。

矿区位于扬子准地台上扬子台坪的北东段。渔塘坝硒矿位于双河向斜北西翼中段,赋硒矿层受向斜控制。赋硒矿层为下二叠茅口组含碳硅质岩段,上覆地层为上二叠吴家坪组含煤段,下伏地层为下二叠茅口组灰岩段^[1]。赋硒层又细分为三个亚段:上段浅灰色页岩、黄褐色碳质页岩;中段碳质硅质岩夹黑色硅质碳质页岩,下部含薄层腐泥煤;下段含碳硅质岩与碳质页岩。硒在空间上集中分布在下段和中段的界面附近。含碳硅质岩具水平层理和纹层理构造,常与含硅碳质页岩形成交替的韵律层构造。含硅碳质页岩有机碳含量高,有的可高达 40% 以上,被当地当作低燃烧值的石煤开采利用。电子探针分析表明,硒的存在形式除以类质同象进入黄铁矿晶格外,还存在独立硒矿物,如方硒铜矿、单质硒、蓝硒铜矿、硒铜蓝、硒钼矿。

渔塘坝硒矿自发现以来,尚未有成因方面的系统研究,本研究拟提供一些地球化学方面的证据,以期对其成因作一初步分析。

1 岩石化学特征

渔塘坝含碳硅质岩的主要化学成分(%)平均值

SiO_2 为 77.04,有机碳为 7.67%, Al_2O_3 为 5.41%,硫含量 0.75%。具有粘土(水云母)及有机质含量高、 SiO_2 和 S 含量低的特点。 K_2O/Na_2O 远远大于 1 及 $Al/(Al+Fe+Mn)$ 比值说明渔塘坝硅岩主要受正常的生物化学作用的影响。另外 MnO/TiO_2 低,仅 0.06,说明渔塘坝硅岩沉积环境为离大陆较近的浅海台地。

表 1 渔塘坝硒矿床含碳硅质岩岩石化学特征

参数比值	渔塘坝	与生物(有机质)成因有关(扬子地台) ^[2]	与热液(火山成因)有关(扬子地台) ^[2]
Fe/Ti	7.58	17.3	44
$Al/(Al+Fe+Mn)$	0.735	0.55	0.42
MnO/TiO_2	0.06	0.09	2.26
Corg(%)	7.67	>4	<0.5
$(Fe+Mn)/Ti$	7.65		
SiO_2/Al_2O_3	22.18		

从表 1 的各种参数比值的对比看出,渔塘坝硅质岩与生物化学成因有关的硅岩类似。

2 稀土与微量元素特征

与克拉克值(维诺格位多夫,1962)比较,主要富集的微量元素有:富集系数大于 100 的有 Mo、Te、Re;100~10 的有 V、Cr、Ag、Cd、Sb、U;1~10 的有 Ni、Cu、As。U/Th 值 9.5~14.14,大于 1,表明硅岩受到热液活动的影响。Wignall(1994)认为 $V/(V+Ni)$ 值

收稿日期:2000-05-30 收到,08-23 改回

基金项目:国家自然科学基金重点项目资助(49633110)

第一作者简介:姚林波(1967—),男,助理研究员,在读博士研究生,矿床地球化学专业。

大于0.83即为缺氧环境,渔塘坝 V/(V + Ni)为 0.88 ~ 0.93,进一步说明硒矿的形成与缺氧事件有关。

稀土分析结果表明(表 2),稀土总量较低,轻重稀土分异不显著,重稀土略显富集,明显的铈负异常和微弱的铈负异常。样品 Sh-42 例外,其稀土总量异常的高,这与其中有机质、粘土矿物含量高和含有稀土矿物如磷钇石、磷灰石有关。典型的海相热水沉积物具有稀土总量低,重稀土富集,具明显的负铈异常。渔塘坝硅岩北美页岩标准化稀土配分型式表现为近水平并略微左倾(图 1),据研究^[3],渔塘坝硅岩的形成和热液活动的参与有关,但主要属非热水沉积成因。

表 2 渔塘坝硒矿床稀土特征

REE	sh-22	sh-24	sh-40	sh-42	sh-44	sh-46
ΣREE	81.81	46.46	13.21	396.46	16.12	73.52
LREE	72.60	35.53	10.97	291.50	13.60	59.18
HREE	28.62	36.12	7.71	126.76	8.16	50.25
δEu	0.69	0.92	0.75	1.12	1.40	0.69
δCe	0.66	0.27	0.54	0.44	0.49	0.44
(La/Yb) _N	7.83	3.26	6.75	0.53	5.27	4.31
(La/Sm) _N	6.07	3.27	4.22	0.89	2.99	4.11
(Gd/Yb) _N	0.67	0.66	0.98	0.82	0.69	0.74
LREE/HREE	2.536	0.983	1.424	2.300	1.667	1.178

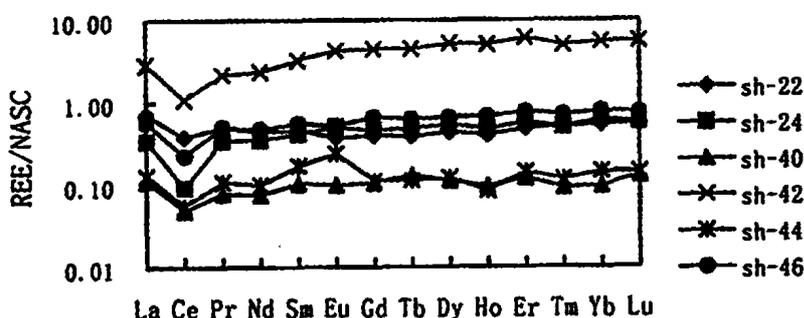


图 1 渔塘坝硒矿稀土元素配分型式

3 氧硅同位素组成

表 3 为渔塘坝含硒硅质岩的氧、硅同位素组成。含硒硅质岩的 δ¹⁸O 为 17.3 ~ 21.3‰, δ³⁰Si 为 0.0‰ ~ 1.2‰。宋天锐^[4]提出 δ³⁰Si 值从浅海至洋盆环境有变小趋势,即浅海 δ³⁰Si 最高,平均 1.3‰;半深海平均为 0.4‰;洋盆 δ³⁰Si 值最低,平均 0.16‰。夏文杰(1992)认为不同成因类型硅质岩的硅氧同位素值相差较大,其中生物成因的 δ³⁰Si 值为 -1.4‰ ~ 1.7‰,交代成因的 δ³⁰Si 值为 2.4‰ ~ 3.4‰,湖相燧石成因硅岩的 δ³⁰Si 值为 0‰。原生沉积硅岩的 δ¹⁸O 为 17‰ ~ 22.1‰,交代成因硅岩的 δ¹⁸O 为 12‰ ~ 20.3‰。渔塘坝矿区 3 件含硒硅质岩样品的分析结果(表 3)基本上接近浅海环境中生物成因和原生沉积成因硅岩的硅、氧同位素组成。

表 3 渔塘坝含硒硅质岩的氧、硅同位素组成

样品号	δ ³⁰ Si _{NBS-28} ‰	δ ¹⁸ O _{SMOW} ‰
Sh-45	1.2	21.3
Sh-48	1.1	21.6
Sh-52	0.0	17.3

4 成因分析

对现代海洋的研究证实,200 m 的海水深度范围,由下而上硒的浓度逐渐减小,最终降至表面的 1 nmol/kg,中部和深部(200 m 以下),硒浓度几乎是常数,约 2 nmol/kg。海洋中硒总的含量是 2.2 × 10⁵ kt。洋底中脊热液活动喷出的硒含量为 15 ~ 103 nmol/kg,释放出的硒仅仅只是微粒子,没有溶解的硒组分,喷流孔明显有 H₂Se 的释放。太平洋底的块状硫化物矿床中,硫化物含量在 30% ~ 50%,硒含量

为 $(5 \sim 170) \times 10^{-6}$,而洋中脊近玄武岩中平均含硒为 0.2×10^{-6} 。

海洋中硒循环的研究表明硒是一个生物活性元素,它经生物固定作用(氧化态的硒种类被还原)进入不稳定的有机态。表水中,海洋有机体吸收并使硒结合成微粒有机质,有机体死亡之后,在深水海域沉淀分解,硒得以再生。上升的深水海流把溶解的硒带到表水区,重新被生物结合,开始了再循环过程。生物对硒的结合作用维持了整个海洋中硒的平衡。海洋中硒的重要来源是河流和大气降水,每年5 000 t的气态有机硒从海水释放到空气中,海底火山喷发所占份额微小。有机物使硒进入沉积物的循环过程很慢,被有机质固定的硒绝大部分获得再生,只有少部分硒被运移到沉积物中^[5]。

因此,海洋中硒的循环,生物活动是关键的制约因素。某个区域性异常富硒层的形成,必须具备这样的条件:1)充足的硒的来源破坏原有的平衡机制;2)缺氧环境造成大量生物繁殖聚集和死亡堆积;3)特殊的沉积环境——相对滞留的浅海盆地,缺少上升海流,以阻断沉积物中硒的再生循环。

鄂西早二叠茅口组沉积区隶属该期上扬子台坪北东端的鄂川滇海和建松浅海盆地,依附秦淮古陆和江南古陆的构造格局。栖霞期和茅口期是晚古生代最大的海浸期,这是由于大陆解体和裂谷形成相

联系的拉张作用所致。拉张作用导致我国西南峨眉山玄武岩喷发,同时伴生大量的海底热液活动,海水中的Si和Se及Mo、Te、Re、Cr、Ag、Cd、Sb、U、Ni、Cu等元素激增。海平面上升导致缺氧的还原环境,有利于菌藻等生物的大量繁殖,微生物本身可直接或间接地富集硒、硅等元素。晚期东吴运动,使本区地壳平缓上升,由于差异升降,使盆地具有封闭条件,海水不流畅,生物死亡堆积后,Se被大量固定在沉积物中,最终形成富硒的含碳硅质岩层。

上述地球化学方面的证据,有力印证了我们的推论。所有的证据表明渔塘坝硒矿床是一种在浅海环境形成的、与热液有关,并主要受生物化学作用控制的沉积矿床。

参考文献:

- [1] 王鸿发,李均权. 湖北恩施双河硒矿床地质特征[J]. 湖北地质, 1996, 10(2): 10-20.
- [2] 王东安,陈瑞君. 雅鲁藏布江缝合带硅岩的地球化学成因标志及其地质意义[J]. 沉积学报, 1995, 13(1): 27-31.
- [3] Fleet A J. Hydrothermal and hydrogeneous ferrumaganose deposits [A]. P. A. Rona et al eds. Hydrothermal Process at Sea Floor Spreading Centers[C], 1983. 537-570.
- [4] 宋天锐,丁梯平. 硅质岩中的硅同位素($\delta^{30}\text{Si}$)应用于沉积相分析的新尝试[J]. 科学通报, 1989, 1408-1411.
- [5] Herring J R. Selenium geochemistry - A conspectus[J]. US Geological Survey Circular, 1991, 1064: 7-33.