

问题
讨论

鄂西南渔塘坝沉积型硒矿化区概况

宋成祖

(湖北省第三探矿工程大队)

内容提要: 这是个正在工作的地区,文中描述的状况可供有关人员研究。该矿赋存于二叠系茅口组硅质岩段(孤峰层)中,层位稳定,并有一定品位和规模。伴生组分钒、钼可供综合利用。硒主要呈分散状态分布于有机碳中,推测硒以吸附状态存在,少部分硒呈类质同象形式分布于黄铁矿中。

主题词: 沉积型硒矿 硅质岩段 赋存状态 鄂西南渔塘坝

硒(Se)为分散元素,极少形成独立矿床。渔塘坝硒矿化区,是由湖北省地矿局第二地质大队硒矿普查组^①,于1987年发现^②。这个正在工作地区的情况,有必要向大家作一简要介绍,供感兴趣的同志们研究。

一、硒矿化区地质概况

渔塘坝硒矿化区在区域上位于扬子准地台上扬子台褶皱带北东段中部,双河向斜北西翼,

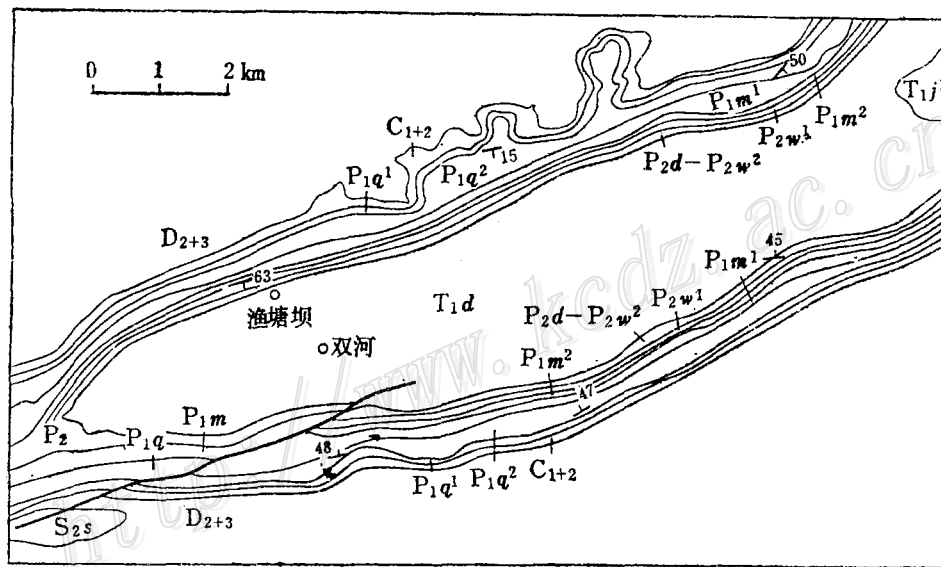


图1 渔塘坝硒矿化区地质简图

T_{1j}¹—三叠系嘉陵江组; T_{1d}—三叠系大冶组; P_{2d}-P_{2w}²—吴家坪组灰岩段与大隆组; P_{2w}¹—吴家坪组含煤段; P_{1m}²—茅口组硅质岩段(含硒层位); P_{1m}¹—茅口组灰岩段; P_{1q}²—栖霞组灰岩段; P_{1q}¹—栖霞组含煤段; C₁₊₂—石炭系中下统; D₂₊₃—泥盆系中上统; S_{2s}—志留系纱帽统

Fig.1. Diagrammatic geological map of the Yutangba selenium ore district.

T_{1j}¹—Triassic Jialingjiang Formation; T_{1d}—Triassic Daye Formation; P_{2d}-P_{2w}²—Limestone member of Wujiaping Formation and Dalong Formation; P_{2w}¹—Coal-bearing member of Wujiaping Formation; P_{1m}²—Siliceous rock member of Maokou Formation (selenium-bearing horizon); P_{1m}¹—Limestone member of Maokou Formation; P_{1q}²—Limestone member of Qixia Formation; P_{1q}¹—Coal-bearing member of Qixia Formation; C₁₊₂—Middle and Lower Carboniferous; D₂₊₃—Middle and Upper Devonian; S_{2s}—Silurian Sha-mao Series.

① 参加普查工作的除笔者之外,还有罗祖恩、杨和平二位同志

② “中国地质报”1988年3月11日

地层倾向 155° — 172° ，倾角 52° — 65° 。向斜核部出露地层主要为三叠系，两翼为二叠系、石炭系、泥盆系和志留系（图1）。矿区内断裂构造不发育，亦未见岩浆岩出露。

二、矿床地质特征

（一）赋矿层位 硒矿赋存于二叠系茅口组硅质岩段（ P_1m^2 ）中。含矿岩性主要是一套厚13m左右的浅海相黑色薄层含碳质硅质岩，间夹含硅质碳质页岩与腐泥煤薄层。上覆地层为二叠系吴家坪组含煤段（ P_2w^1 ），与含矿层为不整合接触；下伏地层为茅口组灰岩段（ P_1m^1 ），与含矿层为整合接触。

矿区所见含矿地层层序（图2）由上至下为：

浅灰色与黑色页岩及泥岩层：上部0.40m为浅灰色页岩，普遍为铁质浸染；中部1.10m为浅灰色、黄褐色泥岩；下部1.50m为黑色碳质页岩。总厚3.00m。经4个平硐的14个样品测定^①，硒含量为0.004—0.018%。

黑色薄层含碳质硅质岩夹黑色含硅质碳质页岩：具水平层理，硅质岩单层厚2—8cm。

界	系	统	组	段	地层代号	柱状图 1:200	厚度 (m)	岩性描述
古 生 界	二 叠 系	上 统	吴家坪组	含煤组	P_2w^1		11	灰黑色、杂色泥岩，中部夹有煤线，底部有0.20m黄铁矿层——平行不整合——
				硅质岩	P_1m^2		3	上部为浅灰色页岩；中部为灰色、黄褐色泥岩；下部为黑色碳质页岩
				硅质岩	P_1m^2		6.55	黑色薄层含碳质硅质岩夹黑色含硅质碳质页岩，底部夹有2—3层薄层腐泥煤。为主要硒矿层
				硅质岩	P_1m^2		3.54	黑色薄层含碳硅质岩夹黑色碳质页岩，为硒矿层
				灰岩段	P_1m^1		>3.40	灰色厚层含燧石结核粉晶灰岩

图2 渔塘坝硒矿含矿地层柱状图

Fig.2. Columnar section of ore-bearing strata in the Yutangba selenium ore district.

底部0.65m为黑色薄层含碳质硅质岩，夹2—3层厚4—7cm的黑色薄层腐泥煤。总厚6.55m。为主要硒矿层，经4个平硐的66个样品测定^①，一般硒含量为0.01—0.259%，最高达0.839%。

黑色薄层含碳质硅质岩夹黑色碳质页岩：具水平层理，顶部见波状层理，硅质岩单层厚3—6cm，含菊石化石，厚3.54m。为硒矿层，经4个平硐的39个样品测定^②，一般硒含量为

①、② 湖北省地矿局第二地质大队实验室测定

0.0047—0.035%，有的地段硒含量为0.112—0.54%。

尚须指出的是，地下含硒层位的硒含量往往比地表要高0.2—2.5ppm。

(二) 矿体形态、规模及产状 双河向斜两翼含硒层位长度为25km，宽度为2.5—3km。渔塘坝硒矿区仅是其中一小部分，现地表已控制5km，硐探控制3km。矿体圈定均采用硐探资料。矿体为层状（图3），厚8—10m左右，长大于3km，产状与地层一致。

矿体边界硒品位按0.01%圈定。这主要考虑到渔塘坝硒矿是个新的矿床类型（含碳质硅

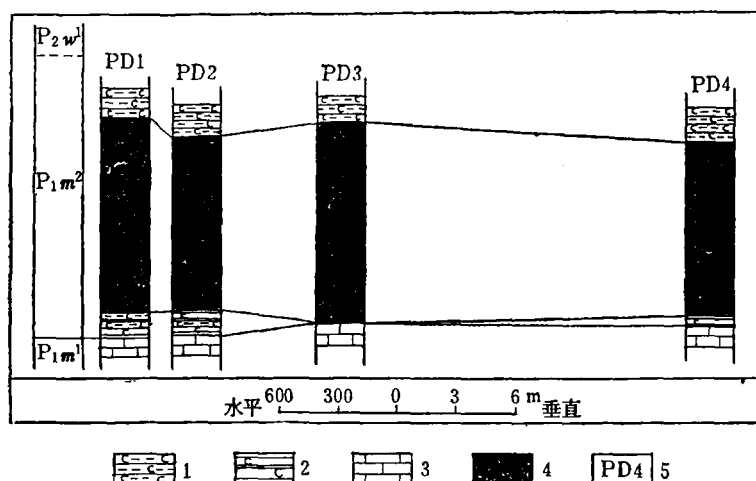


图3 渔塘坝硒矿区矿体产出特征

1—碳质页岩；2—含碳质硅质岩；3—灰岩；4—硒矿体；5—平硐

Fig.3. Occurrence mode of selenium orebodies in the Yutangba selenium ore district.

1—Carbonaceous shale; 2—Carbonaceous siliceous rocks; 3—Limestone; 4—Selenium orebody; 5—Adit.

质岩沉积型），国家目前尚无工业指标规定，但从沉积矿床观点出发，与“含钾、钼的铀矿床及沥青质和碳质页岩的沉积铀矿床”中①对硒的要求比较（该类矿床硒工业要求为0.002—0.01%，则把硒品位0.01%定为边界品位。

另外，渔塘坝硒矿初步冶炼简单，成本低。当地称硒矿石为石煤（烧石灰用），本身是一种燃料，初步冶炼时把硒矿石堆积燃烧，从烟道沉降室收集富硒烟尘（硒沸点为684.9℃），烟尘硒含量为16.96—23.31%②，再从烟尘中进行硒的提取③，而烧渣还可提取钒、钼，所以，矿石中的硒含量不要求很高。

(三) 矿石类型、物质组分和结构构造 根据硒矿石的物质组分、结构构造划分出三个自然类型。

1. 含碳质硅质岩型硒矿石：为主要硒矿石类型（仍指矿石量大致比例，下同）。主要由石英及玉髓组成，其次为碳质及微量水云母、白云石、黄铁矿、褐铁矿等。黄铁矿呈微细粒状或草莓状星散分布于硅质岩中。另见有介形虫、有孔虫、海百合茎、腕足类的壳、刺、螺等生物碎片。具隐晶结构、生物碎屑结构，微层状构造、块状构造。此类型硒含量为0.07%。

① 矿产工业要求参考手册编写组 1986 《矿产工业要求参考手册》（修订版）地质出版社

② 上海冶炼厂石煤提硒试验组，1987年11月测定

③ 上海冶炼厂石煤提硒试验组，1987年11月试验，硒直收率火法在90%左右，湿法在95%左右

2.含硅质碳质页岩型硒矿石:此类型较少,主要由碳质、水云母组成,其次有石英及微量黄铁矿、褐铁矿、黄钾铁矾等。碳质和水云母混在一起形成腐泥质,均一分布。黄铁矿呈微细粒星散分布于腐泥质中,多数包于石英中。具隐晶结构、腐泥结构,微层状构造、均一构造。此类型硒含量为0.063%。

3.半暗腐泥煤型硒矿石:为次要硒矿石类型。主要由腐泥质组成,矿物成分主要有水云母、石英,其次有微量黄铁矿、褐铁矿、白云石等。煤的变质程度为无烟煤阶段,有机碳含量为7.99—28.2%。发热量为11773J。此类型硒含量为0.29%。

如从工业类型考虑,上述三类均属碳质吸附硒矿类型。

矿石的化学成分列于表1,矿石的矿物组成及粒度列于表2。

由上述及表1可知,混合矿以及三种不同自然类型矿石的含量均在边界品位(0.01%)以上。伴生组分钒亦达工业品位,钼达边界品位,可供综合利用。

表2表明矿石矿物成分较简单,主要由石英、玉髓、碳质和水云母等组成,次要矿物有黄铁矿、赤铁矿和褐铁矿等。由于矿物粒度较细,一般野外难于辨认。

黄铁矿有两种,微细粒黄铁矿为含硒黄铁矿,粒径一般为0.004—0.05mm;稍粗的黄铁矿则不含硒,粒径为0.25—0.625mm。其能谱分析结果见表3。

表1 渔塘坝硒矿区矿石化学分析结果

Table 1. Chemical analyses of ores from the Yutangba selenium ore district.

样号	矿石类型	分析结果(%)										
		Se	V ₂ O ₅	Mo	有机碳	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
87-220	混合矿	0.2892	0.71	0.05	17.84	68.67	3.77	0.79	0.90	0.06	0.40	0.19
		Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O	S	Te	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	总计
		0.03	0.74	0.31	0.04	4.60	0.66	0.00003	4.9	0.409	1.39	100.05

(由湖北省地质实验研究所测定, 1988)

表2 渔塘坝硒矿区矿石的矿物组成及嵌布粒度

Table 2. Mineral composition and mosaic grain sizes of ores in the Yutangba selenium ore district.

矿物成分	大致含量(%)	粒度(mm)		
		最大	最小	一般
石英及玉髓	65±	0.26×0.22—0.28×0.16	<0.004	0.004—0.01
碳质	20±	0.06×0.02—0.24×0.008		<0.004
水云母	12±	0.024×0.008		<0.004—0.004×0.008
黄铁矿及含硒黄铁矿	1	0.35×0.25—0.625×0.425	0.001	0.004—0.05×0.025
微量矿物 (其含量小于1%)		赤铁矿、褐铁矿、白云石、黄钾铁矾、黑云母、绿帘石、胶磷矿、萤石、闪锌矿		
仅在人工重砂样中 见到的微量矿物		钼铁矿、金红石、榍石、锆石、透闪石、角闪石、磷灰石、重晶石、孔雀石、辉钼矿、硒铁铜矿?雄黄、硅灰石、蓝晶石、刚玉		

(由湖北省地质实验研究所测定, 1988)

表3 黄铁矿能谱分析结果

Table 3. Energy spectral analyses of pyrite

矿物名称	S(%)	Fe(%)	Se(%)	分子式
黄铁矿	54.57	45.43	0.00	$\text{Fe}_{0.96}\text{S}_2$
含硒黄铁矿	55.66	39.35	5.09	$\text{Fe}_{0.78}(\text{S}_{1.93}\text{Se}_{0.07})_2$

(由湖北省地质实验研究所测定, 1988)

表4 硒铁铜矿(?)能谱分析结果

Table 4. Energy spectral analyses of achavalite

矿物名称	S(%)	Fe(%)	Cu(%)	Se(%)	分子式
硒铁铜矿(?)	7.08	5.27	25.49	62.16	$(\text{Cu}_{0.8}\text{Fe}_{0.18})_{0.98}(\text{Se}_{1.56}\text{S}_{0.44})_2$

(由湖北地质实验所测定, 1988)

硒铁铜矿(?)含量极微, 颗粒极细(20—25 μm), 其能谱分析结果见表4。

三、 硒的赋存状态

为了确定硒的赋存状态, 对硒矿石作了光薄片观察, 样品经破碎、摇床、浮洗、扩散、离心、超声波等分离, 再经重砂鉴定, 浸取试验、化学分析、电子探针分析(能谱分析), 以及矿物定量及硒金属量平衡等一系列工作。

混合矿分离后不同产品化学分析结果列于表5, 对表5结果进行相关系数计算, 得出硒与有机碳的相关方程式为 $y_{\text{sc}} = 0.0475 + 0.0108x_c$, 相关系数 $r_{\text{sc-c}} = 0.8709$, 相关群点图如图4。

硒与硫的相关方程式为 $y_{\text{sa}} = -0.0262 + 0.4374x_s$, 相关系数 $r_{\text{sc-s}} = 0.9377$ 。计算结果说明硒与有机碳, 硒与硫的关系密切。

表5 混合矿分离后不同产品化学分析结果

Table 5. Chemical analyses of different products after the separation of mixed ore

化验号	鉴定号	Se(%)	C(%)	SiO ₂ (%)	S(%)	Al ₂ O ₃ (%)	备 注
88—48	C ₁	0.5514	31.98				} 浮1离心产品 上部
88—49	C ₂	0.5339	47.77	35.29	1.17	3.80	
88—50	C ₃	0.1931	28.68	53.91	0.78	5.84	浮2
88—51	C ₄	0.3161	25.93	58.17	0.73	4.92	浮3用(NaPO ₃) ₆ 短时间分离粘土上部分
88—52	粘 ₁	0.0575	3.61	76.97	0.15	8.43	} 用(NaPO ₃) ₆ 扩散抽出粘土部分
88—53	粘 ₂	0.2550	10.64				
88—54	粘 ₃	0.0800	7.60	84.90	0.23	2.30	} 浮4 经离心分离得出
88—55	C ₄ 粘	0.0643	3.14	81.90		6.50	
87—220	原矿	0.2892	17.84	68.17	0.66	3.77	粘1和粘2、粘3是扩散沉淀物 浮3的下部

(由湖北省地质实验研究所测定, 1988)

硒的浸取试验表明,在相同条件下,硒在碱性溶液中析出最多,其次为酸性溶液,蒸馏水析出最少。另外,随着浸泡时间的增加,硒含量也增加,证明可能有可溶性硒的存在。

硒金属量平衡结果(表6)表明,硒的分布率在有机碳中最高,达65.48%。

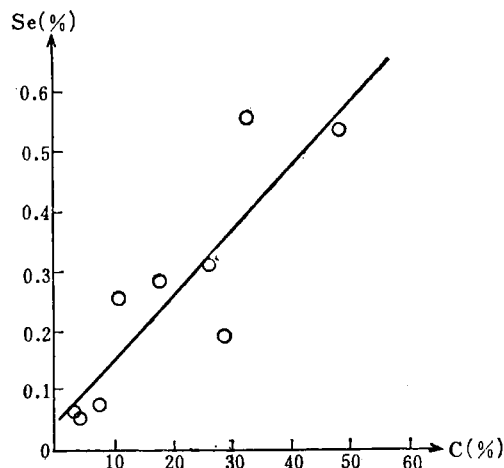


图4 硒和有机碳的相关点群图

Fig.4. Correlation cluster diagram of selenium and organic carbon.

通过上述试验说明,硒的赋存状态除见到个别硒的独立矿物,如硒铁铜矿(表4)外主要呈分散状态产出,硒与有机碳关系密切,推测硒是以吸附状态存在的。有机质除了与金属形成络合物或螯合物外,物理吸附作用对于金属元素的聚集也起了一定的作用,在泥炭中腐殖酸是主要组分,它具有胶体性质,腐殖酸表面积大,粘度较高,吸附能力强,可以将大量金属吸附在其表面。由于硒与硫的地球化学参数比较接近,少部分硒呈类质同象形式分布于黄铁矿中。

表6 硒的金属量平衡结果

Table 6. Balance results of selenium metal quantity

矿物名称	质量(g)	品位(%)	金属量(g)	分布率(%)
有机碳	0.892	1.1275	0.0101	65.84
含硒黄铁矿+硒铁铜矿	0.08	6.503	0.0052	33.90
黄铁矿	0.04	0	0	0
石英	3.18	0.0006	0.00002	0.13
水云母	0.58	0	0	0
浸泡水	18.87(L)	0.00008	0.00002	0.13
总计			0.01534	100
混合矿	5	0.2892	0.01446	

$$\text{平衡系数} = \frac{0.01534}{0.01446} \times 100 = 106$$

(据湖北省地质实验研究所,1988)

主要参考文献

- [1] 刘英俊等 1984 《元素地球化学》 科学出版社

A BRIEF DESCRIPTION OF THE YUTANGBA SEDIMENTARY TYPE SELENIUM MINERALIZED AREA IN SOUTHWESTERN HUBEI

Song Chengzu

(No. 3 Exploration Engineering Party of Hubei Province, Huanggang County, Hubei)

Abstract

This is an area under investigation, and what is discussed in this paper is only for researchers' reference. The mineralized area is located in the middle of the northeastern sector of Upper Yangtze platformal folded belt in the Yangtze paraplatform and the northwestern limb of the Shuanghe syncline, with dip of strata 155° — 172° and dip angle 52° — 65° . The exposed strata are mainly Triassic at the core of the syncline and Permian, Carboniferous, Devonian and Silurian on the two limbs. Fractural structures are not well-developed in the ore district, and no magmatic rocks are seen. The ore deposit occurs in Siliceous portion (Gufeng layer) of Permian Maokou Formation. The ore-bearing sequence is mainly a suite of neritic black thin-layered carbonaceous siliceous rocks some 13 m in thickness intercalated at some places with thin-layered siliceous carbonaceous shale and sapropelic coal. The overlying strata are Permian Wujiaping coal-bearing member which shows unconformable contact with the ore-bearing bed; the underlying strata are limestone member of Maokou Formation in conformable contact with the ore-bearing bed. Orebodies are in layered form and consistent with the strata in attitude, with the length over 3 km and thickness 8—10 m or so. Selenium ore itself is a sort of fuel (stone coal). The refinement proceeds as follows: the selenium ores are first piled up and burned, and selenium-rich soot (with Se content 19.96—23.31%) is collected from flue settlement chamber, and then selenium is extracted from the soot. A series of experiments demonstrate that selenium is mainly scattered in organic carbon, and it is inferred that selenium exists mostly in adsorption form with a small part distributed in micrograined or fine-grained pyrite as isomorphous composition. A few individual selenium minerals, such as achavalite-klockmannite (?), are observed. The associated composition vanadium and molybdenum can be utilized comprehensively.