维普资讯 http://www.cqvip.com

卷(Volume)28,期(Number)2,总(Total)112
页(Pages)44－50,2008,6,(Jun,2008)

矿 物 岩 石
J MINERAL PETROL

南秦岭大型钡成矿带中硫钒铜矿的特征及成因意义

刘家军[1,2]， 杨 丹[3]， 柳振江[1,2]， 杨 艳[1,2]， 毛光剑[1,2]

1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室，北京 100083；
2. 中国地质大学岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室，北京 100083；
3. 中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037

【摘 要】 在南秦岭下寒武统硅岩建造中的毒重石-重晶石矿床中，产出大量硫钒铜矿。硫钒铜矿呈正方形，长方形及不规则状，粒度大小变化较大，一般为0.01 mm～1 mm，最大可达7 mm。反光显微镜下为淡柠檬黄色，显微硬度134.5 kg/mm^2～139.8 kg/mm^2，相当于摩氏硬度3.46～3.50。主要化学成分为：Cu 47.18～52.02(平均50.44)，V 6.50～14.32(平均11.95)，Sn 0.00～12.85(平均2.15)，S 31.77～34.34(平均33.29)，As 0.00～5.12(平均0.86)，Fe 0.00～3.27(平均0.77)，部分样品含有极少量的Fe，Ni，Co，Sb，Se，Te，In。相应的平均化学分子式为$Cu_{3.04}(V_{0.90},Sn_{0.07},Fe_{0.05},As_{0.04},Sb_{0.01})_{1.07}(S_{3.98},Se_{0.02})_{4.00}$，简化式为：$Cu_3(V,Sn,As,Fe)S_4$。矿物为等轴晶系，晶胞参数值$a=0.5392$ nm。成矿带中硫钒铜矿的形成与钒的富集，与有机质演化受热和生物降解作用有密切联系。

【关键词】 硫钒铜矿；大型钡成矿带；南秦岭

中图分类号：P534.41 **文献标识码**：A

文章编号：1001－6872(2008)02－0044－07

0 引 言

在南秦岭一带的下寒武统硅岩建造中，既存在一大批重晶石矿床[1]，又广泛发育具有重要经济意义的毒重石矿床[2]，构成世界上极为罕见的大型钡成矿带。在该钡成矿带中，金属矿物组分相当简单，除黄铁矿外，硫钒铜矿是矿石中的另一主要金属矿物。自然界中很少出现钒的硫化物[3]，但在南秦岭大型钡成矿带中普遍出现。在黑色岩系及其有关的矿床中，钒的富集程度虽较高，但其主要以含钒水云母(含钒伊利石)形式产出[4～6]，在相关文献中还未见有硫钒铜矿存在的报道。迄今人们对自然界中钒的原始携带者知道的甚少[7]。因此，南秦岭下寒武统大型钡成矿带中硫钒铜矿的发现，对于揭示钒的富集机理具有重要意义。

收稿日期：2007－08－06； **改回日期**：2008－01－15

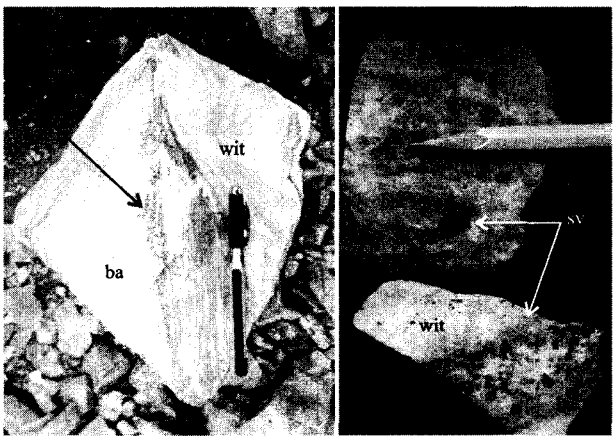
基金项目：国家自然科学基金项目(40573032)；国家重点基础研究发展计划项目(编号2006CB403503)；高等学校学科创新引智计划(B07011)；中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室项目(GPMR0527)

作者简介：刘家军，男，45岁，教授(博士生导师)，矿床地球化学专业，研究方向：贵金属、有色金属和分散元素矿床.

维普资讯 http://www.cqvip.com

1 硫钒铜矿的产状

硫钒铜矿产于南秦岭下寒武统大型钡成矿带中,主要由毒重石矿床、重晶石矿床所组成,采样位置见参考文献[2]。矿石中的原生矿物有毒重石、重晶石、钡解石、黄铁矿和硫钒铜矿。作者发现的硫钒铜矿主要呈浸染状赋存于钡矿石中(照片 1)。通过对与其共生矿物毒重石、重晶石、钡解石和石英包裹体的均一法测温表明,硫钒铜矿形成温度主要在 110 ℃～250 ℃之间。



照片 1 钡矿石中的硫钒铜矿
sv. 硫钒铜矿; wit. 毒重石; ba. 重晶石; bar. 钡解石; q. 石英
Photo 1 Sulvanite from the large barium metallogenic belt in southern Qinling Mountains

2 物理性质与光学性质

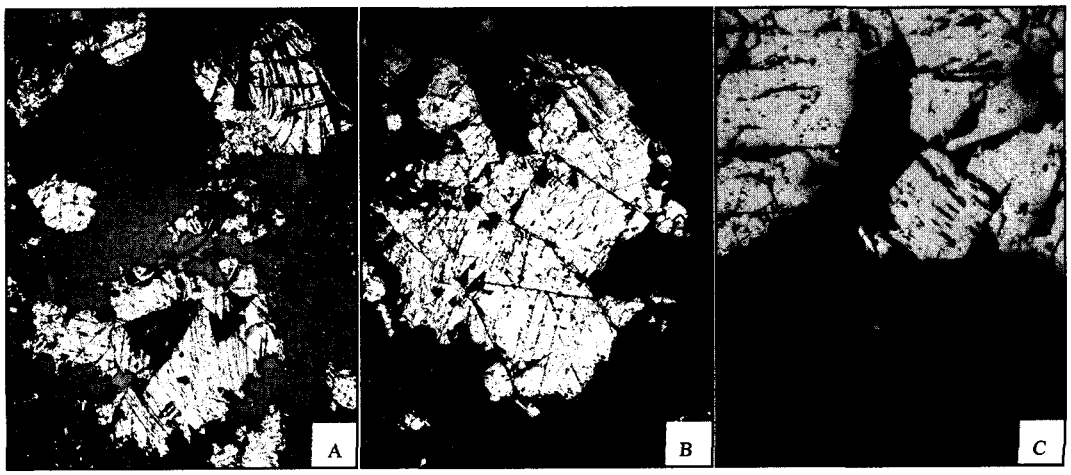
硫钒铜矿呈古铜黄色、浅青铜黄色,不透明,金属光泽,灰黑色条痕,解理{100}完全,贝壳状断口。颗粒其形态为正方形、长方形自形晶或呈不规则状(照片 1)。颗粒大小变化较大,大者可达 7 mm(照片 1),小者仅在电子显微镜下才能观察到,但粒径一般为 0.01 mm～1 mm。矿物性脆,硬度较低,显微硬度值为 $VHN_{50}=134.5\ kg/mm^2$～$139.8\ kg/mm^2$,相当于摩氏硬度 3.46～3.50。

在反光显微镜下,硫钒铜矿呈均质性,反射色为黄白色,无双反射与内反射特征。具有明显的立方体解理,三角形陷穴特别发育(照片 2)。该特点与方铅矿相似,但其反射率较低,约为 25%～30%。

3 化学成分

电子探针由中国地质大学实验中心电子探针室完成,仪器型号:日本 EPMA-1600;工作条件:加速电压 15 kV,探针电流 20×10^{-8} A,电子束斑直径 0.5 μm;分析标样:黄铜矿(Cu),镍黄铁矿(Ni),锡石(Sn),黄铁矿(Fe),重晶石(S),辉锑矿(Sb),As,辉砷钴矿(Co);V,Se,Te,纯金属(In)。对分析数据的处理采用 ZAF 修正法。12 个硫钒铜矿颗粒作了电子探针分析(EPMA)测试结果见表 1。从表 1 中可以看出,硫钒铜矿的主要成分 $w(B)/\%$ 变化范围为:Cu 47.18～52.02(平均 50.44),V 6.50～14.32(平均 11.95),Sn 0.00～12.85(平均 2.15),S 31.77～34.34(平均 33.29),As 0.00～5.12(平均 0.86),Fe 0.00～3.27(平均 0.77),部分样品含少量的 Ni,Co,Sb,Se,Te,In。相应的平均化学分子式为 $Cu_{3.04}(V_{0.90},Sn_{0.07},Fe_{0.05},As_{0.04},Sb_{0.01})_{1.07}(S_{3.98},Se_{0.02})_{4.00}$。简写式为 $Cu_3(V,Sn,As,Fe)S_4$。可见,在不同颗粒的硫钒铜矿中,V 部分被 Sn,As,Fe,Sb 元素以类质同象形式置换,其中 Sn,As,Fe 的置换量分别可高达 40%,23%和 19%,从而形成锡铁质硫钒铜矿、砷铁质硫钒铜矿。

对硫钒铜矿进行了背散射电子图像和元素 Cu,



照片 2 硫钒铜矿的显微特征
A. 单偏光,20 倍; B. 单偏光,50 倍; C. 单偏光,500 倍
Photo 2 Photomicrographs of sulvanite from the large barium metallogenic belt in southern Qinling Mountains

维普资讯 http://www.cqvip.com

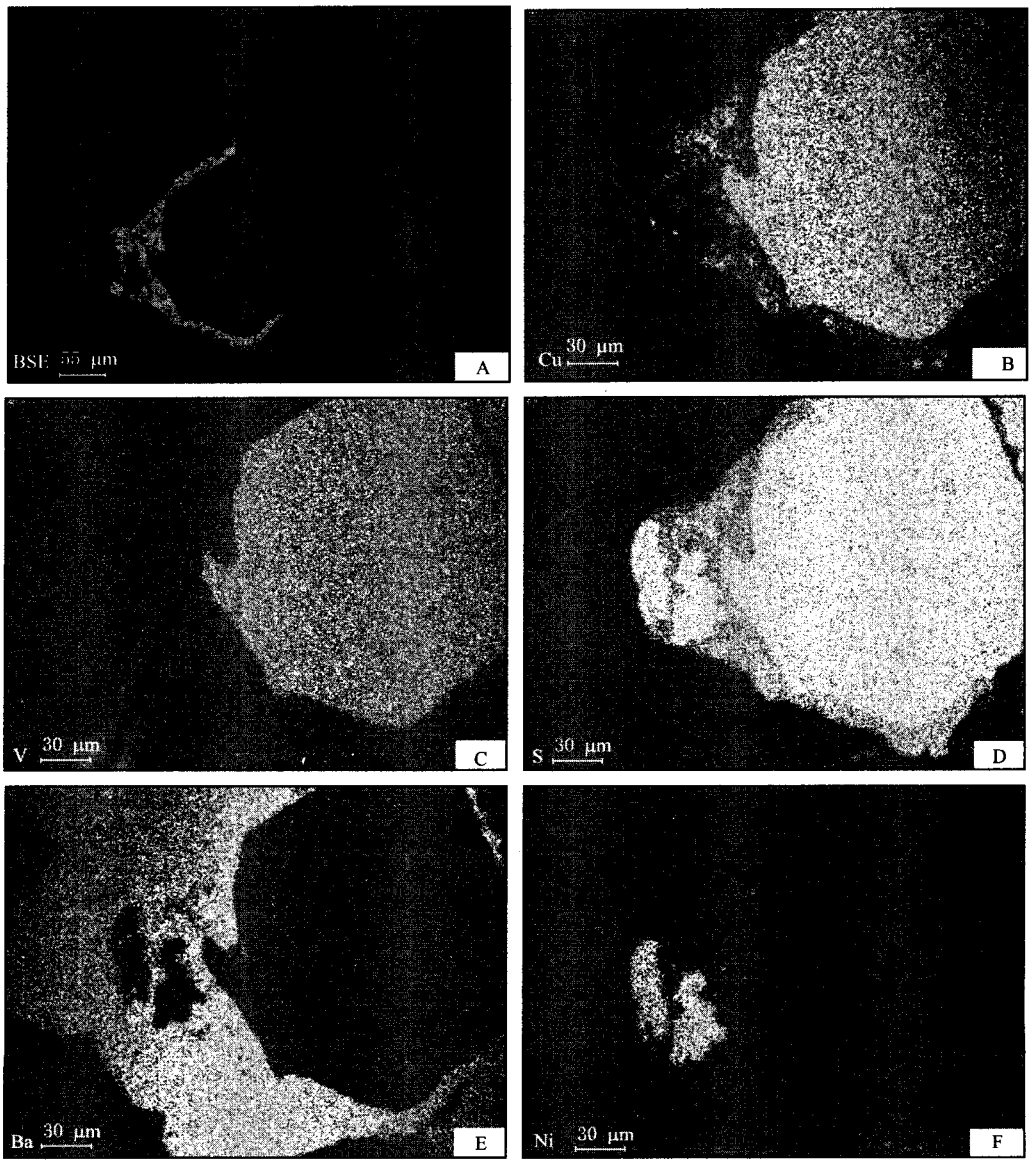
V,S,As,Sn,Ni,Ba 的 X 射线扫描图像(照片 3、照 片4)的研究,结果表明,S,V,As,Sn和Cu元素在硫

表 1 硫钒铜矿电子探针分析数据及化学成分式

Table 1 Electron microprobe analyses and chemical formulas of sulvanite

序号	点号	名称	重量/%												
			As	Fe	Cu	Sb	S	Co	Ni	Se	Te	In	V	Sn	总量
1	05SMZ	硫钒铜矿			51.46		33.34						14.32		99.12
2	05wy6-A	硫钒铜矿			51.67		33.39						14.14		99.20
3	05wy6-B	硫钒铜矿			51.13		33.90			0.32			14.09		99.44
4	05wy6-C	硫钒铜矿			52.02	0.14	33.70			0.47			13.97		100.30
5	05wy8	硫钒铜矿			51.90		33.37	0.22					14.10		99.59
6	WMA	硫钒铜矿		0.14	51.29		33.57	0.08	0.39				14.30		99.77
7	WMB	硫钒铜矿			51.35		34.34						14.28		99.97
8	05sh9-A	硫钒铜矿	0.20	0.05	51.75		32.62			0.86			14.31		100.79
9	05sh9-B	砷铁质硫钒铜矿	4.78	3.11	48.83	1.48	32.62			1.01		0.20	8.11	0.59	100.73
10	05sh9-C	砷铁质硫钒铜矿	5.12	3.27	49.14	1.15	33.21			0.47		0.02	8.40	0.01	100.79
11	05sh9-D	锡铁质硫钒铜矿	0.25	1.09	47.58	0.88	31.77		0.34	0.67	0.34		6.50	12.32	101.74
12	05sh9-E	锡铁质硫钒铜矿		1.58	47.18		32.66			0.63			6.83	12.85	101.73

化学式分别为:1. $Cu_{3.12}V_{1.08}S_{4.00}$; 2. $Cu_{3.12}V_{1.07}S_{4.00}$; 3. $Cu_{3.03}V_{1.04}(S_{3.99},Se_{0.01})_{4.00}$; 4. $Cu_{3.10}V_{1.04}(S_{3.98},Se_{0.02})_{4.00}$; 5. $Cu_{3.14}V_{1.06}S_{4.00}$; 6. $Cu_{3.08}V_{1.07}S_{4.00}$; 7. $Cu_{3.02}V_{1.05}S_{4.00}$; 8. $Cu_{3.07}V_{1.06}(S_{3.96},Se_{0.04})_{4.00}$; 9. $Cu_{2.98}(V_{0.62},As_{0.25},Fe_{0.22},Sb_{0.05},Sn_{0.02})_{1.16}(S_{3.95},Se_{0.05})_{4.00}$; 10. $Cu_{2.97}(V_{0.63},As_{0.26},Fe_{0.22},Sb_{0.04})_{1.15}(S_{3.98},Se_{0.02})_{4.00}$; 11. $Cu_{299}(V_{0.51},Sn_{0.41},Fe_{0.08},Sb_{0.03},As_{0.01})_{1.04}(S_{3.96},Se_{0.03},Te_{0.01})_{4.00}$; 12. $Cu_{2.89}(V_{0.52},Sn_{0.42},Fe_{0.11})_{1.05}(S_{3.97},Se_{0.03})_{4.00}$

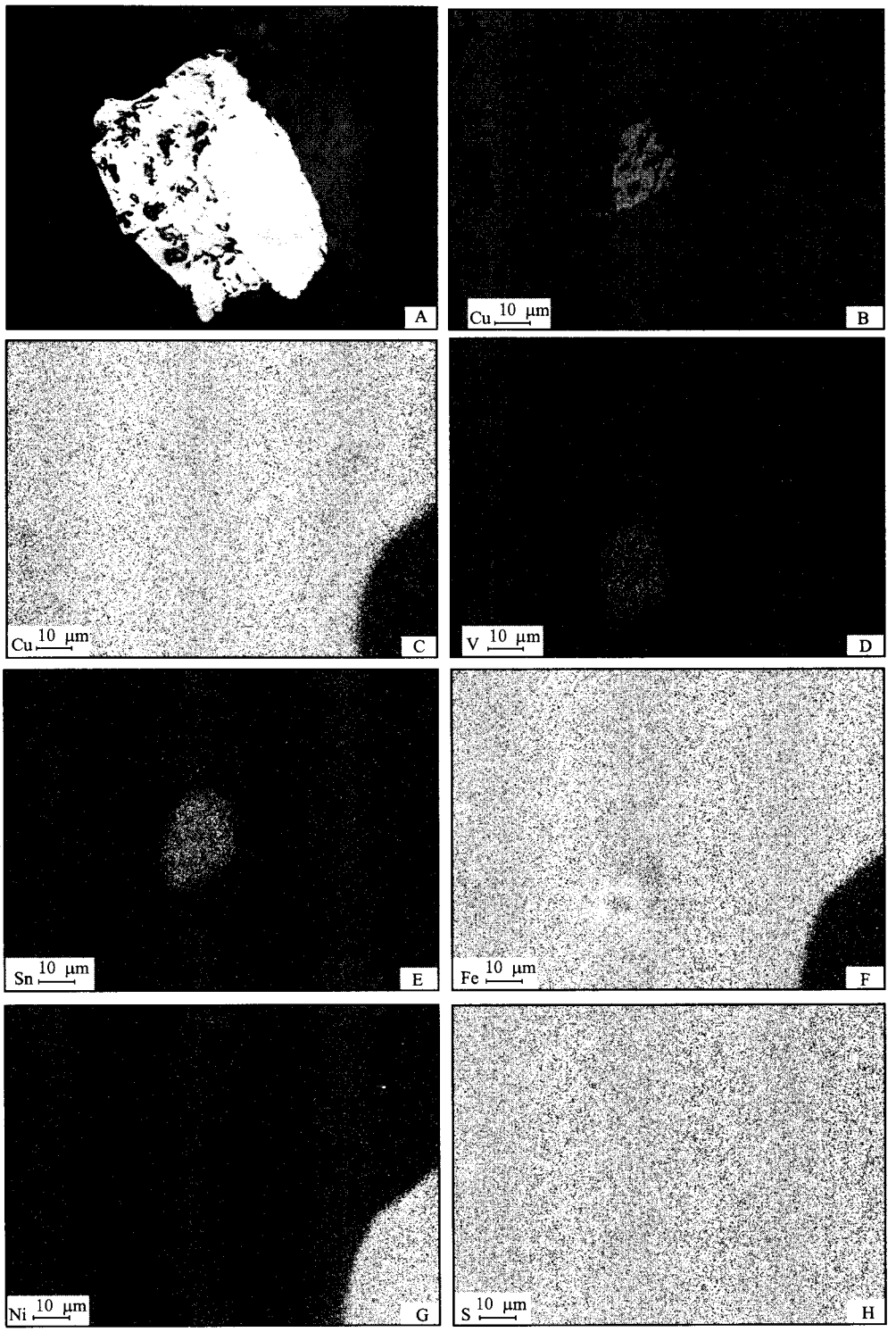


照片 3 硫钒铜矿的背散射电子图像与 X 射线扫描图像

A. 背散射电子图像; B,C,D, E, F. 分别为 Cu,V,S,Ba,Ni 元素的 X 射线扫描图像

Photo 3 Back-scattered electron images, X-ray scanning images of some elements of sulvanite from the large barium metallogenic belt in southern Qinling Mountains

维普资讯 http://www.cqvip.com



照片 4 硫钒铜矿的背散射电子图像与 X 射线扫描图像

A. 硫钒铜矿与黄铁矿(淡黄色)、硫镍矿(黄白色)共生,单偏光,400 倍; B. 背散射电子图像; C, D, E, F, G, H. 分别为 Cu,V,Sn,Fe,Ni,S 元素的 X 射线扫描图像

Photo 4 Back-scattered electron images, X-ray scanning images of sulvanite from the large barium metallogenic belt in southern Qinling Mountains

钒铜矿中呈均匀分布状态,没有呈现局部富集的区域,这排除了硫钒铜矿中包裹独立锡、砷和铁矿物的可能性。锡、砷、铁应该是替代钒而进入到矿物晶格,它们属于同一矿物相。

4 X 射线粉晶衍射分析

2 件硫钒铜矿样品的 X 射线粉晶衍射分析,由

维普资讯 http://www.cqvip.com

中国地质大学实验中心X射线粉晶衍射实验室完成。使用仪器型号为日本理学公司的D/Max-RC型。实验条件为CuKα1靶，石墨单色器，扫描速度8°/min，管电压40 kV，管电流为80 mA，狭缝：DS=SS=1°，RS=0.15 mm。分析结果见表2。可以看出，矿物衍射最强峰0.191 0 nm～0.190 8 nm，次强峰0.312 0 nm～0.311 7 nm，还有其他一些衍射较强的峰。尽管这些衍射峰值与标准硫钒铜矿的衍射特征值[4]相吻合，但它的最强衍射谱线不是标准硫钒铜矿所具有的d值为0.540 nm[8,9]。

数据经最小二乘法计算，得到矿物的晶胞参数为：a = 0.539 2 nm，与硫钒铜矿的理论值（a = 0.539 1 nm）[8,9]完全一致，而与锡-等轴硫钒铜矿（a = 1.066 nm）[11]、含锗锡硫钒铜矿（a = 1.062 nm）[13]的晶胞参数相比，差异较大。这与分析的2件硫钒铜矿样品中不含Sn，As有关。

表2 硫钒铜矿X射线粉晶分析部分数据

Table 2 Powder diffraction analysis for sulvanite

产地	南秦岭大型钡成矿带				标准[8,9]		标准[8]		四川呷村银多金属矿床[10]	
样号	05wy-6		05wy-8							
名称	硫钒铜矿		硫钒铜矿		硫钒铜矿		锡-等轴硫钒铜矿		含锗锡硫钒铜矿	
X射线粉晶数据	I/I_0	d/nm	I/I_0	d/nm	I/I_0	d/nm	I/I_0	d/nm	I/I_0	d/nm
	31	0.542 0	36	0.541 4	100	0.540				
							10	0.435		
	14	0.314 7								
	40	0.312 0	64	0.311 7	50	0.312	100	0.307	100	0.306
	13	0.270 3	16	0.270 3	20	0.270	20	0.265	20	0.267
	28	0.241 8	34	0.241 4	40	0.240				
									10	0.214
	100	0.191 0	100	0.190 8	80	0.191 0	60	0.188 1	90	0.189 0
	24	0.180 0	32	0.179 9	30	0.180 4			10	0.180 0
									10	0.172 0
	28	0.162 8	46	0.162 6	30	0.163 4	40	0.160 0	80	0.161 0
			14	0.155 8						
	19	0.149 7	27	0.149 6	20	0.150 1				
									10	0.141 0
	24	0.134 9	36	0.134 9	30	0.134 9	20	0.132 4	20	0.133 0
a/ nm	0.539 2		0.539 2		0.539 1		1.062 0		1.062 0	

5 红外吸收光谱特征

硫钒铜矿样品的红外光谱分析，是在北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室红外分光光度计上完成的。制样采用KBr压片法。分析仪器型号为PE983G，分辨率3 cm^{-1}，扫描范围400 cm^{-1}～180 cm^{-1}，工作电压220 V～240 V，频率50 Hz～60 Hz，功率250 vA。实验结果（图1）显示，3 421 cm^{-1}，1 447 cm^{-1}，1 086 cm^{-1}和442 cm^{-1}等4个特征的吸收峰。但目前还没有硫钒铜矿相关资料可进行对比。

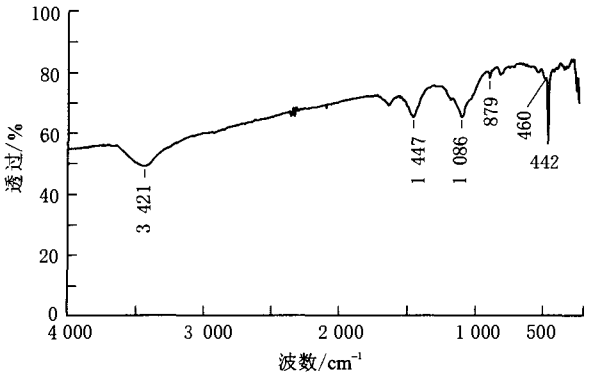


图1 硫钒铜矿红外光谱图

Fig. 1 Infrared spectra for sulvanite from the large barium metallogenic belt in southern Qinling Mountains

6 成因讨论

钒属铁族元素之一，在自然界中主要以氧化物存在，而钒的硫化物极为少见[10]。迄今已报道有硫钒铜矿矿物存在的矿床数量不多，如扎伊尔的普南斯里波得铜矿床[10]、美国的彼特铜矿床[10]、俄罗斯Lebedinoye金矿床[11,12]、保加利亚Medet钼矿床[13]和Srednogorie铜矿带[14]、南斯拉夫Bor铜矿床[15]、南非Tsumeb铅-锌-铜矿床[16]、蒙古Oyu Tolgoi铜-金(-钼)矿床[17]、日本黑矿[18]以及我国四川呷村银多金属矿床[10]、福建紫金山铜-金矿床[19]和西秦岭碳硅泥岩型铀矿床[20]。已知产有丰富硫钒铜矿的产地，几乎均赋存于热液作用形成的方解石脉、石英脉和重晶石脉中[7]。如南澳大利亚Burra附近的Edelweise矿[7]、美国犹他Mercur矿[21]、前苏联北部Pai-Khoi下石炭统沥青质灰岩[22]中的硫钒铜矿就是典型实例。研究发现的产有大量硫钒铜矿的钡矿床，与黑色岩系有密切的联系。

维普资讯 http://www.cqvip.com

6.1 有机质富集钒的可能性

黑色岩系中的金属富集大都与有机质密切相关[23,24]。海生植物可以从海水中将钒富集 2000 倍[25]。有机地球化学特征表明,南秦岭下寒武统含矿岩系中的有机质属以海生低等生物为主的腐泥型有机质[2],其中存在大量蓝绿藻及石煤。在早寒武世时,海平面抬升,气候变暖,藻类繁盛。海水中丰富的藻类等低等生物为钒富集提供了保证[2]。

在黑色页岩形成的局限滞留静水环境,悬浮物质相对较少。在含矿岩系及矿床中未见到后期热液活动改造的证据,因此可以认为在钡矿石中的钒,主要是通过生物有机体富集到矿石中的。

6.2 沉淀机理

沉积过程中有机质积累与金属元素富集是相互矛盾的,快速堆积有利于提高有机质含量,但势必引起金属的稀释和贫化[25]。可以将海水中钒随生物有机体进入到沉积物并发生富集看成是有机碳循环和金属元素地球化学循环两种作用的结果。在有机碳循环过程中,生物体死亡后沉入水底,遭受氧化分解或细菌分解,生成 CH_4 和 CO_2,其最终保存部分以有机碳含量表示出来。钒随有机质沉入水底后同样因有机质分解,水解等作用而发生沉淀与溶解、吸附与解吸、配合与解离等一系列可逆的化学反应[25]。

一般认为,在沉积岩中有卟啉存在的条件下,钒优先与卟啉反应形成钒卟啉,钒在原油中的质量分数是在无机相中的 10^6 以上[26],而且在石油存在的成熟度范围内,即使在强酸性条件下钒也难以从卟啉中置换出来[27]。因此,对于富含腐泥型有机质的黑色页岩中的钒,它在埋藏成熟生烃过程中是以卟啉形式存在的[28]。已有研究成果显示[25,28,29],在黑色页岩中钒主要以无机状态存在的事实表明,钒卟啉可能在晚期成岩阶段,当温度达到 140 ℃~160 ℃时发生分解,可以形成游离的钒。研究区钡矿床的形成温度在 110 ℃~250 ℃之间,能使含矿岩系中的钒卟啉发生分解。

因此,在含矿岩系沉积阶段,有机质和粘土的吸附使进入海水的钒固定在静水还原洼地的黑色岩系中。在成岩阶段,由于有机质作用,硫呈还原态,与还原态 Fe^{2+} 重新组合成黄铁矿,与此同时,在富碳质岩石形成的还原环境中,随着藻类的支解和钒卟啉发生的分解,高价钒离子向低价钒离子转变。一部分钒离子可与硫、铜离子结合,形成硫钒铜矿;另一部分钒离子,则可能以类质同象的形式赋存于粘土矿物中,形成一些含钒的矿物。如黑色岩系中存在钡钒云母、含钒伊利石等[29]。实质上,在含矿黑色岩系与钡矿石形成过程中,钒的富集是层内自组织过程。

参考文献

[1] 高怀忠. 中国早寒武世重晶石及毒重石矿床的生物化学沉积成矿模式[J]. **矿物岩石**,1998,18(2):70-77.

[2] 刘家军,柳振江,杨 艳,等. 南秦岭大型钡成矿带有机地球化学特征与生物标示物研究[J]. **矿物岩石**,2007,27(3):39-48.

[3] Ramdohr P. **The Ore Minerals and Their Intergrowths** (**2nd Ed.**) [M]. Oxford, New York, Toronto, Sydey, Paris, Frankfort: Pergamon Press, 1980, 1: 576-577.

[4] 鲍振襄. 湖南西北部黑色岩系中的贵金属矿化[J]. **矿物岩石**,1997,17(2):70-77.

[5] 任 涛,樊忠平,原莲肖,等. 南秦岭东段早寒武世黑色岩系金钒成矿特征与找矿方向——以夏家店矿床为例[J]. **西北地质**,2007,40(2):85-94.

[6] 江永宏,李胜荣. 贵州遵义下寒武统黑色岩系型 Ni,Mo 矿床 Rb-Sr 同位素测年与示踪研究[J]. **矿物岩石**,2005,25(1):62-66.

[7] 刘英俊,曹励明. **元素地球化学导论**[M]. 北京:地质出版社,1987,113-117.

[8] JCPDS. **Powder Diffraction File**[M]. International center for diffraction data, 1988.

[9] Trojer F J. Refinement of the structure of sulvanite[J]. **American Mineralogist**, 1966, 51: 890-894.

[10] 杨时惠,朱小玲. 新变种矿物含锗锡硫钒铜矿[J]. **岩石矿物学杂志**,1991,10(4):344-349.

[11] Petrovskaya N V. Sulvanite from the Lebedinoye gold-ore deposit (Aldan) [J]. **Doklady Akademii Nauk SSSR (Reports of the USSR Academy of Sciences)**, 1941, 32(6): 424-426.

[12] Safonov Yu G. Role of block tectonics in the formation of the gold ore deposit Lebedinoye, Central Aldan[J]. **Geologiya Rudnykh Mestorozhdeniy (Geology of Ore Deposits)**, 1971, 13(5): 76-86.

[13] Strashimirov S. Sulvanite and colusite of the Medet molybdenum deposit[J]. **Geokhimiya, Mineralogiya i Petrologiya (geochemistry, mineralogy and petrology)**, 1982, 15: 57-66.

[14] Strashimirov S, Petrunov R, Kanazirski M. Porphyry-copper mineralisation in the central Srednogorie zone, Bulgaria[J]. **Mineralium Deposita**, 2002, 37: 587-598.

[15] Starostin V I. Bor and Majdanpek copper deposits in Yugoslavia[J]. **International Geology Review**, 1970, 12(4): 370-380.

[16] Geier H, Ottemann J. New primary vanadium-, germanium-, gallium-, and tin-minerals from the Pb-Zn- Cu- deposit Tsumeb, South West Africa[J]. **Mineralium Deposita**, 1970, 5(1): 29-40.

[17] Perelló J, Cox D, Garamjav D, Sanjdorj S, Diakov S, Schissel D, Munkhbat T O, and Oyun G. Oyu Tolgoi, Mongolia: Siluro-Devonian porphyry Cu-Au-(Mo) and high-sulfidation Cu mineralization with a Cretaceous chalcocite blanket[J]. **Economic Geology**, 2001, 96: 1 407-1 428.

[18] Shimazaki Y. Mineralogical characteristics of kuroko ores (in Joint meeting MMIJ-AIME, 1972, Tokyo; technical session 1) [C]. Tokyo: Japanese Institute of Mining and Metallurgy, 1972, 14.

[19] 廖经祯. 紫金山铜(金)矿床的地质特征和勘探特点[J]. **新疆有色金属**,1995,(4):7-11.

维普资讯 http://www.cqvip.com

[20] 张占鳌. 我国某地铀矿床矿物包裹体研究[J]. **矿物岩石**,1987,8(3):1-10.
[21] Dolanski J. Sulvanite from Thorpe Hills, Utah[J]. **American Mineralogist**, 1974, 59(3-4): 307-313.
[22] Smirnov F L, Premysler K M. Sulvanite in the quartz-carbonate veins of the Pai-Khoi range[J]. **Zapiski Vsesoyuznogo Mineralogicheskogo Obshchestva** (Proceedings of the All-Union Mineralogical Society), 1967, 96(1): 100-104 .
[23] Vine J D, Tourtelot E B. Geochemistry of black shale deposits-A summary report[J]. **Economic Geology**, 1970, 65: 253-272.
[24] 范德廉,刘铁兵,叶 杰. 黑色岩系成矿过程中的生物地球化学作用[J]. **岩石学报**,1991,(2):65-72.
[25] 庄汉平,卢家烂,傅家谟,等. 白果园黑色岩系型银(钒)矿床沉积古环境与银(钒)初始富集[J]. **地质论评**,1997,43(4):373-380.
[26] Manning D A C, Gize A P. The role of organic matter in ore transport processes[A]. In: Engel M H, Macko S A eds. **Organic Geochemistry** [C]. NewYork: Plenum Press, 1993, 547-561.
[27] Quirke J M E. Rationalization for the predominance of nivkel and vanadium porphyrins in the geosphere[A]. In: Fibly R H, Branthaver J F eds. **Fossil Fuels, Geochemistry, Characterization and Processing**[C]. ACS Symposium Series, No. 344. Washington D. C. : American Chemical Society, 1987, 74-83.
[28] 卢家烂,庄汉平,傅家谟,等. 湖北兴山白果园黑色页岩型银钒矿床中银钒赋存状态研究[J]. **地球化学**,1999,28(3):222-230.
[29] 温汉捷,裘愉卓,姚林波,等. 中国若干下寒武统高硒地层的有机地球化学特征及生物标示物研究[J]. **地球化学**,2000,29(1):28-35.

MINERALOGICAL CHARACTERISTICS AND GENETIC SIGNIFICANCE OF SULVANITE FROM THE LARGE BARIUM METALLOGENIC BELT IN SOUTHERN QINLING MOUNTAINS, CHINA

LIU Jia-jun[1,2], YANG Dan[3], LIU Zhen-jiang[1,2], YANG Yan[1,2], MAO Guang-jian[1,2]

1. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*;
2. *Key Laboratory of Lithosphere Tectonics and Lithoprobing Technology of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*;
3. *Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing* 100037, *China*

Abstract: Sulvanite occurred in the Lower Cambrian silicalite and slate in the large barium metallogenic belt of southern Qinling Mountains. Samples were collected from witherite, barite, and barytocalcite ores. Sulvanite was disseminated in the ores with square, rectangular or irregular shape and with grain sizes of 0.01 mm～1 mm. The mineral was light lemon yellow in color, metallic in luster and brashy, 134.5 kg/mm^2～139.8 kg/mm^2 (for 50 g load) in microhardness and Moh's=3.46～3.50. Electron microprobe analyses of 12 points on sulvanite gave the results as follows(%): Cu 47.18～52.02 (50.44 on average), V 6.50～14.32 (11.95 on average), Sn 0.00～12.85 (2.15 on average), S 31.77～34.34 (33.29 on average), As 0.00～5.12 (0.86 on average), Fe 0.00～3.27 (0.77 on average), corresponding to the formula $Cu_{3.04}(V_{0.90}, Sn_{0.07}, Fe_{0.05}, As_{0.04}, Sb_{0.01})_{1.07}(S_{3.98}, Se_{0.02})_{4.00}$, and to a simplified formula $Cu_3(V, Sn, As, Fe)S_4$. The mineral was of cubic system, a=0.539 2 nm. It was considered that the enrichment of sulvanite and vanadium in the belt would be favored by both heated organic matters and biodegradation.

Key words: sulvanite; large barium metallogenic belt; southern Qinling Mountains

ISSN 1001－6872(2008)02－0044－07; CODEN: KUYAE2

Synopsis of the first author: Liu Jiajun, male, 45 years old, a professor of precious metal, nonferrous metal and sidperse element deposit. Now he is engaged in the research of ore deposit geochemitry.