

文章编号:1005-6157(2011)03-0214-5

安徽省金寨县沙坪沟钼矿床有益 成分及其赋存状态

阳 珊,张 青,袁晓玲,张 鹏

(安徽省地质实验研究所, 安徽 合肥 230001)

摘 要:通过一系列岩矿鉴定、电子探针分析、物相分析、X衍射分析及化学分析数据,总结出沙坪沟钼矿床的矿石矿物组成、结构构造、有益组分、伴生有用组分及其赋存状态、主要赋存矿物的分子式等。其有益组分为Mo, 伴生有用组分为S; Mo呈辉钼矿赋存于矿石中, S呈辉钼矿、黄铁矿的阴离子赋存于矿石中。

关键词:有益组分; 伴生组分; Mo; S; 辉钼矿; 黄铁矿; 金寨县沙坪沟

中图分类号: P618.65

文献标志码: A

0 引言

沙坪沟钼矿床由安徽地勘局313地质队于2007年发现。矿区位于安徽省金寨县西南部,行政隶属金寨县关庙乡。

矿区内岩性主要为侵入岩,其它变质岩层已被侵入岩侵蚀、肢解,地表零星出露。变质岩岩性主要为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、花岗片麻岩、变粒岩;岩浆岩为银山杂岩体,其类型复杂多样,从超基性-酸性岩、碱性岩均有分布,岩石种类包括了辉石岩、辉长岩、闪长岩、花岗岩、正长岩,爆发角砾岩等。钼矿体主要赋存于石英正长岩(或石英正长斑岩)、细粒二长花岗岩和钾长花岗岩中,在爆发角砾岩内,亦普遍存在钼矿化现象。

区内断层构造、节理发育,大体由三部分组成,其一为由区域构造派生的断层及对应的节理;其二是与岩体主动侵入有关的挤压、剪切构造,如挤压面理、节理、断层;其三为岩体原生节理。赋矿岩体—银山杂岩体受区域断裂控制,矿体赋矿存于岩体内的原生节理与构造作用形成的节理中。

沙坪沟钼矿体主要为隐伏矿体,形态为筒状,矿化较连续,单孔见矿视厚最大达900mm,平均品位达0.2%左右,钼金属资源量达 100×10^4 t,属超大型钼矿床。

1 矿石有益组分及其赋存状态

1.1 主要有益组分及其赋存状态

经大量光、薄片鉴定、人工重砂分析、电子探针分析、物相分析及X衍射分析,发现矿床中金属矿物主要为辉钼矿,其次为黄铁矿,偶见磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、褐铁矿、铌铁矿、白钨矿、黑钨矿、磁黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、自然铋、辉铋矿。脉石矿物主要有钾长石、石英,斜长石(更长石以上)、黑云母、绢云母、白云母、钠长石;微量角闪石、硬石膏;偶见绿泥石、萤石、绿帘石、方解石、黄钾铁矾、重晶石、阳起石、电气石、磷灰石、磷钼矿、金红石、独居石、锆石等。化学分析发现,矿石中主要有益组分仅为Mo。物相分析结果表明,矿石中辉钼矿的钼含量占总钼含量的96.97%~97.93%、钼酸钙中钼含量占0.6%~0.48%(可忽略)、钼华中钼含量占1.53%~1.27%(可忽略)、钼酸铅中钼含量占0.06%~0.91%(可忽略)(表1);目前显微镜下所见矿石中含钼矿物也只有辉钼矿(MoS_2)。由此说明,矿石中有益组分为Mo, Mo呈辉钼矿存在于矿石中。

电子探针分析结果(表2)表明,辉钼矿中钼含量为59.70%~60.75%,平均为60.23%,近于理论值59.94%;S含量38.56%~40.25%,平均39.67%,近于理论值40.06%;Re0.00~0.16%,平均0.043%,远高于一般辉钼矿的0.0012~0.0025%。经计算辉钼矿化学分子式为: $(\text{Mo}_{0.6278}\text{Fe}_{0.00036}\text{Re}_{0.00021}\text{Cu}_{0.00014})_{0.628}\text{S}_{1.2369}$,

收稿日期:2011-04-10

作者简介:阳珊(1965-),女,湖南衡阳人,高级工程师,长期从事岩矿鉴定技术研究工作。

表1 原矿石钼物相分析结果表						
Table 1Phase analysis results of Mo in raw ore						
样号	矿物名称	辉钼矿中钼	钼酸钙中钼	钼华中钼	钼酸铅中钼	合计
WX-1	含量(%)	0.16	0.00079	0.0025	0.000099	0.163
	分布率(%)	97.93	0.48	1.53	0.06	100
WX-2	含量(%)	0.32	0.0020	0.0042	0.0030	0.33
	分布率(%)	96.97	0.61	1.27	0.91	99.76

表2 电子探针分析结果													
Table 2 Electronic probe analysis results													
样号	S	Fe	Mo	Cu	Zn	Ge	As	Cd	Te	Re	Pb	Total%	备注
10gb68-1	40.01	0.01	59.73	0.02	0.02	0.01	0	0	0.01	0.06	0	99.87	浸状染(Ⅰ)
10gb68-2	39.96	0	60.33	0	0.04	0	0	0	0	0	0	100.33	浸状染(Ⅰ)
10gb72-1	40.15	0.03	59.7	0	0	0.01	0	0	0	0.16	0	100.05	脉状(Ⅱ)
10gb72-2	39.97	0.01	60.71	0	0	0	0	0.01	0	0	0	100.7	脉状(Ⅱ)
10gb74	40.25	0.01	60.6	0	0	0	0	0.04	0.02	0.1	0	101.02	浸状染(Ⅰ)
10gb76	38.06	0.03	60.04	0.02	0	--	0	--	--	0	0	98.15	脉状(Ⅱ)
10gb77	38.56	0.01	60.55	0.03	0	--	0	--	--	0	0	99.17	脉状(Ⅱ)
10gb81-1	39.76	0.01	59.94	0.02	0	0	0	0.01	0	0	0	99.74	脉状(Ⅱ)
10gb81-2	40.16	0.04	59.98	0	0	0.02	0	0.01	0.03	0	0	100.24	脉状(Ⅱ)
10gb82-3	39.8	0.05	60.75	0	0	0	0	0	0	0.07	0	100.67	脉状(Ⅱ)
平均%	39.67	0.02	60.23	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.04	0		

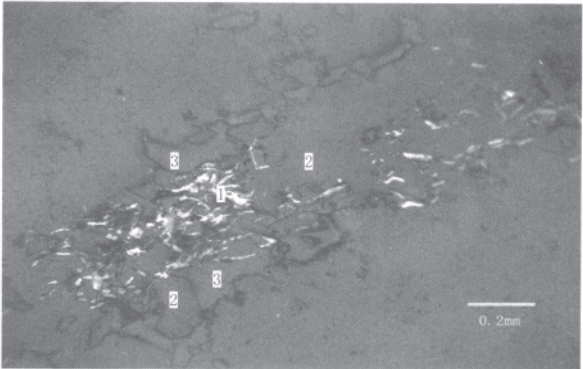
则分子式为 $\text{Mo}_{0.628}\text{S}_{1.237}$, 或 $\text{MoS}_{1.970}$

同其它矿物一样,辉钼矿也具有多型性。采用经初步提纯后的辉钼矿进行X射线粉晶衍射分析,获得辉钼矿皆为2H型。在《矿物X射线粉晶鉴定手册》^[1]一书中,解说辉钼矿的同质多型的形成与温度间关系为:2H₁型600~1300℃(作者以为2H₁型即为2H型);在《成因矿物学概论》^[2]中列举矿床实例时:2H型辉钼矿存在于中温到气化—高温。

1.2 辉钼矿及其粒度特征

辉钼矿(MoS_2):为该矿床中惟一有用矿物。铅灰色,细小鳞片状、叶片状,污手;集合体多呈细脉、网脉、裂隙面薄膜状分布,少量呈浸染状分布。镜下反射色呈灰白色、暗灰色,非均质性特强。大多辉钼矿呈自形一半自形鳞片状,少量呈半自形叶片状,主要分布于石英、钠长石、和硬石膏等矿物晶隙间(图版1),少量分布于钾长石、白云母、黄铁矿等矿物晶隙间,有的包于上述矿物晶内,分布于白云母晶隙者叶片大多弯曲;辉钼矿与上述矿物之间多以平直界面接触,即多呈易解离的规则镶嵌,微量呈难解离的包裹镶嵌。

辉钼矿片状晶体径长0.005~0.3mm,大多为0.02~0.16mm(表3,图1);宽0.002~0.1,大多数0.01~0.03mm,其结晶粒径随含矿细脉中脉石矿物粒径增大而增大。辉钼矿结构多呈自形一半自形鳞片状,少量呈半自形叶片状;构造呈细脉浸染状(图



图版1 半自形—自形鳞片结构、细脉浸染状构造
1辉钼矿、2石英、3硬石膏
Photo 1 Euhedral-subhedral scale structure,veinlet-disseminated structure, 1 molybdenite 2 quartz 3 anhydrite

表3 辉钼矿粒度测量统计表					
Table 3Statistics of measurements of molybdenite grains					
粒级范围 (mm)	比粒径	颗粒数	含量比	含量分布 (%)	累计含量 (%)
-0.32+0.16	32	1	32	0.41	0.41
-0.16+0.08	16	158	2528	32.11	32.52
-0.08+0.04	8	466	3728	47.35	79.87
-0.04+0.02	4	322	1288	16.36	96.23
-0.02+0.01	2	133	266	3.38	99.61
-0.01+0.005	1	31	31	0.39	100
合计 (-0.32+0.005)		1111	7873	100.00	

版2)。

1.3 伴生有益组分及其赋存状态

对矿石做多元素分析,结果如表4。按《规范》

表4 矿石多元素化学分析结果表
Table 4 Multi-element chemical analysis results

分析号	P 10 ⁻²	TFe 10 ⁻²	Cu 10 ⁻⁶	Zn 10 ⁻⁶	Pb 10 ⁻⁶	Mo 10 ⁻²	WO ₃ 10 ⁻²	As 10 ⁻⁶	Bi 10 ⁻⁶	S 10 ⁻²	Nb 10 ⁻⁶	Ta 10 ⁻⁶	Re 10 ⁻⁶	SiO ₂ 10 ⁻²	CaO 10 ⁻²	Ag 10 ⁻⁶	Sn 10 ⁻⁶	Au 10 ⁻⁶
10L510	0.065	3.22	6.78	27.1	10.3	0.091	0.0062	1	3.27	3.53	7.1	1.57	0.09	62.6	2.51	1.12	9.1	<0.20
10L511	0.12	3.73	8.7	15.8	6.54	0.12	0.011	0.6	2.66	2.58	12.2	1.82	0.13	62.94	1.23	1.32	27.2	<0.20
10L512	0.092	3.22	8.48	14.8	20.2	0.28	0.011	0.58	6.64	2.45	34.6	3.19	0.14	64.6	1.33	1.4	18.2	<0.20
10L513	0.028	1.36	6.91	21.6	14.5	0.073	0.0085	0.28	5.67	0.73	51	6.99	0.03	75.7	0.36	1.47	4.5	<0.20
10L514	0.087	1.64	7.76	105	16.9	0.79	0.0061	0.52	7.36	0.85	31.1	3.67	0.09	56.98	0.65	1.61	9.1	<0.20
10L515	0.0048	1.46	6.92	17	17.3	0.11	0.021	0.32	3.63	0.8	20.9	4.54	0.07	80.48	0.3	1.62	4.5	<0.20
10L516	0.0035	1.17	8.59	6.13	19.7	0.41	0.015	0.4	4.5	0.45	97.5	4.42	0.18	79.84	0.39	1.68	9.1	<0.20
10L517	0.096	6.02	13.9	14.5	20.7	0.1	0.0064	1.46	6.8	5.08	38.2	4.12	0.04	60.16	1.72	1.94	13.6	<0.20
10L518	0.15	4.61	36.5	26.6	33	0.19	0.011	0.58	6.9	4.43	24.6	3	0.04	58.4	2.41	1.45	18.2	<0.20
10L519	0.24	4.26	34	63.3	35	0.011	0.0093	0.46	4.29	3.5	21.6	3.63	0.03	56.46	3.46	1.67	13.6	<0.20
10L520	0.16	1.39	9.99	18.2	27.7	0.39	0.018	0.28	5.47	1.85	12.1	1.58	0.1	63.2	3.92	1.72	13.6	<0.20
10L521	0.11	1.68	8.43	27.7	25.7	0.22	0.012	0.42	5.93	1.88	10.4	1.63	0.07	60.26	4.2	1.42	22.8	<0.20
10L522	0.065	1.20	8.53	13.8	17.6	0.32	0.014	0.4	2.56	9.13	6.4	0.7	0.05	64.66	3.93	1.35	13.6	<0.20
10L523	0.57	6.08	8.29	22	29.4	0.035	0.0094	0.36	5.93	5.18	15.2	2.42	0.03	49.92	4.05	1.45	13.6	<0.20
10L524	0.36	5.22	11.4	16	33.1	0.1	0.011	0.4	4.34	4.58	21.9	3.32	0.07	59.22	1.44	1.48	22.8	<0.20
10L525	0.14	2.34	10.8	13.9	25.8	0.072	0.0075	0.34	9.15	2.68	21.5	3.3	0.11	64.92	2.18	1.73	13.6	<0.20
10L526	0.033	2.41	16.6	13.8	19.3	0.074	0.0063	0.78	8.79	0.75	23.1	3.67	0.03	73.46	0.45	1.72	13.6	<0.20
10L527	0.052	0.73	10.3	15.3	32.6	0.35	0.016	0.42	4.29	0.45	12.6	2.31	0.09	73.9	0.84	1.85	9.1	<0.20
10L528	0.017	0.94	11.1	10.8	96.1	0.19	0.0085	0.8	6.95	0.23	9	3.12	0.05	79.38	2.7	1.3	4.5	<0.20
10L529	0.040	1.7	10.3	18.4	25.8	0.14	0.0082	0.56	8.64	0.18	37.7	5.6	0.04	72.16	1.04	1.51	4.5	<0.20
平均值	0.1217	2.719	12.214	24.386	26.4	0.2033	0.0108	0.548	5.6885	2.5655	25.435	3.23	0.074	65.962	1.9555	1.5405	12.94	<0.20

注:其中沙坪沟铅矿床Cu、Pb、Zn、Bi、Re 质量分数为10⁻⁶,其余为10⁻²

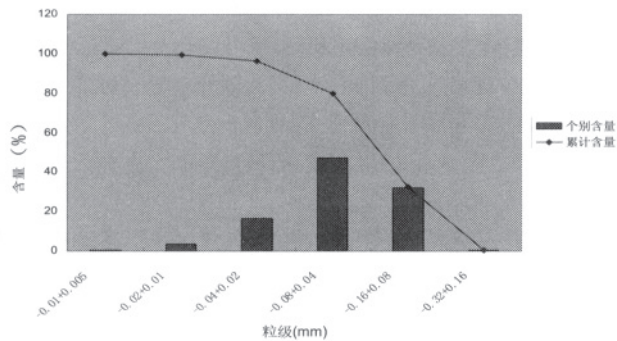
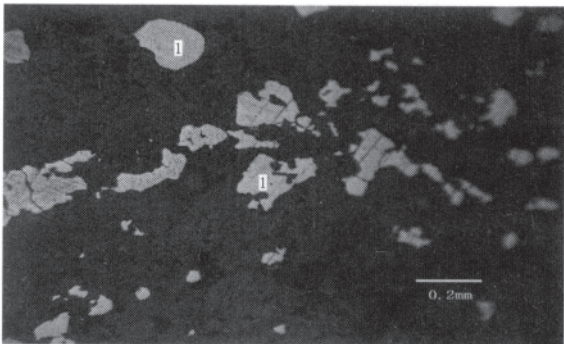


图1 辉钼矿粒度分布曲线图
Fig.2 Molybdenite grain size distribution curve

铁矿手标本呈浅铜黄色，强金属光泽；镜下反射色呈浅黄色、黄白色，均质性，他形一半自形晶，少量呈自形粒状，部分晶内包裹细小石英、白云母，有的包裹金红石、钛铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、辉钼矿等。结晶粒径为0.02~1mm不等，大多为0.1~0.5mm；集合体多呈稀疏浸染状，少部分呈细脉状、细脉浸染状分布；在矿床中主要分布于矿体顶板上部的黄铁绢英岩化、绢英岩化围岩中或矿体上部低品位矿石中，少量呈细脉浸染状与石英、辉钼矿相伴生于主矿体中。在地表或近地表处多被氧化成黄褐色的褐铁矿，或被黄钾铁矾交代呈残余、假

象。黄铁矿结构主要呈他形一半自形粒状结构，构造主要呈稀疏浸染状构造（图版2），部分呈细脉状、细脉浸染状构造。



图版2 黄铁矿他形一半自形粒状结构、浸染状构造（无辉钼矿化），1-黄铁矿

Photo 2 Anhedral-subhedral grain texture and disseminated structure of pyrite (without molybdenite), 1-pyrite

2 结论

沙坪沟钼矿床中的矿石矿物成分主要为辉钼矿，其次为黄铁矿；脉石矿物成分主要为石英、钾长石，其次为斜长石、黑云母、白云母、绢云母等。矿石有益组分为Mo，伴生有用组分为S。Mo的赋存矿物为辉钼矿，辉钼矿的多型为2H型，分子式

表5 伴生有用组分对比表

Table 5 Comparison of associated useful components

组分	WO ₃	Cu	Pb	Zn	Fe	S	Bi	Re
工业指标(质量分数%)	0.06	0.1	0.2	0.4	10	1	0.03	0.001
沙坪沟钼矿床(n=20)	0.011	12.2	26.4	24.39	2.72	2.57	5.69	0.074

表6 钼精矿粉多元素分析结果表

Table 6 Multi-element analysis results of Molybdenum ore concentrate powder

元素	Nb	Ta	Re	Bi	Th	U	P	CaO/10 ⁻²	K ₂ O/10 ⁻²
含量(10 ⁻⁶)	55.4	2.58	1.39	56	47.6	11.06	1446.3	2.71	4.57
元素	MgO/10 ⁻²	Mn	Na ₂ O/10 ⁻²	Zn	FeO/10 ⁻²	Al ₂ O ₃ /10 ⁻²	Ba	Cr	Cu
含量(10 ⁻⁶)	0.71	469.8	2.69	179.8	3.9	10.07	180.4	61.6	101.1
元素	V	Li	Be	Se	Co	Ni	Ga	Rb	Y
含量(10 ⁻⁶)	17.85	77.6	14.3	4.1	14.1	5.8	18	443.5	36.3
元素	Sb	Cs	La	W	Ti	Sr	In		
含量(10 ⁻⁶)	0.72	5	131.6	30.71	2.54	415.6	0.21		

[6]中“钼矿床伴生有用组分评价参考表”（表5）要求对比发现，矿石中仅S可达伴生有用组分的工业指标，其余各组分皆不可利用，甚至远低于工业指标。此外，业内人士常谈及的。

Nb、Ta、Au，其在矿石中的均值（n=20）分别为Nb：25.44×10⁻⁶、Ta：3.23×10⁻⁶、Au：<0.2×10⁻⁶，亦不可被工业利用。如果将Nb、Ta含量换为氧化物，即Nb₂O₅为0.0036×10⁻²，Ta₂O₅为0.00039×10⁻²，远低于工业边界品位Nb₂O₅：0.015×10⁻²，Ta₂O₅：0.008×10⁻²；此外，工业要求

Ta₂O₅/Nb₂O₅≥1.0，而前述结果仅0.11。矿石经选矿工艺后，当钼达10%时，分析结果如表6：

经与矿石成分对比，Nb、Ta、P、Na₂O、K₂O、Fe基本不变，Re、Bi、Zn、Cu、W虽大幅增加，但仍远低于伴生有用指标。因此，可清晰看出，经过以选钼为目的工艺处理后，并不使钼以外的其它某种成分富集到可被工业利用的程度。

伴生有用组分S主要呈辉钼矿、黄铁矿的阴离子存在于矿石中，而以闪锌矿、黄铜矿等其它金属矿物的阴离子存在于矿石中的则可忽略不计。黄

为 $\text{MoS}_{1.97}$, 自形一半自形鳞片结构, 细脉浸染状构造。S主要呈辉钼矿、黄铁矿的阴离子赋存于矿石中, 黄铁矿的结构为他形一半自形晶粒状结构, 构造主要呈稀疏浸染状构造, 部分呈细脉状、细脉浸染状构造。

参考文献:

[1] 中科院贵阳地化所. 矿物X射线粉晶鉴定手册[S]. 北京: 科

学出版社, 1978

[2] 袁见齐, 等. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1979

[3] 王璞, 等. 系统矿物学[M]. 北京: 地质出版社, 1982

[4] 邱国柱, 等. 矿相学[M]. 北京: 地质出版社, 1982

[5] 靳是琴, 等. 成因矿物学概论[M]. 长春: 吉林大学出版社, 1981

[6] 中国国土资源部. 铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范. DZ/T0214-2002 [S]

HELPFUL COMPOSITIONS AND THEIR OCCURRENCES IN THE SHAPINGGOU MOLYBDENUM ORE DEPOSIT, JINZHAI COUNTY, ANHUI PROVINCE

YANG Shan, ZHANG Qing, YUAN Xiao-ling, ZHANG Peng

(Institute of Geo-analysis of Anhui Province, Hefei, Anhui 230001, China)

Abstract: Based on a series of data on mineral and ore identification, electronic probe analysis, phase analysis, X-ray diffraction analysis and chemical analysis, this paper summarized mineral and ore compositions, textures and structures, helpful components, associated useful components and their occurrences and molecular formula of major minerals hosted in the Shapinggou molybdenum ore deposit. The helpful component is Mo, the associated useful component S. Mo is hosted in ores in the form of molybdenite, and S occurs as negative ion of molybdenite and pyrite in the ores.

Key words: helpful components; associated components; Mo; S; molybdenite; pyrite; Shapinggou, Jinzhai

(上接第210页)

APPLIED RESEARCH OF SPOT5 IN BASE MAP PRODUCTION DURING SECOND LAND SURVEY

DANG Mei-li, YANG Wei-chao, LIU Wei

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration Technology of Anhui Province, Hefei, Anhui 230022, China)

Abstract: Land survey aims to make a thorough investigation of land resources and their utilization conditions and provide a basis for scientific planning, rational utilization, effective protection, implementation of most strict cultivated land protection policy, strengthening and improving macro control, and promote sustainable development of economy and society in an overall and coordinated way. Since initiation of second national land survey in July 2007, 3S and other advanced technologies have been used to make nation-wide ortho-photo maps of different scales. Considering experiences from base map production during second national land survey, this paper introduced orthomaster, merging together and inlaying methods for spot5 landsat image and raised how to improve the precision of land survey base map and productivity.

Keywords: SPOT5; DOM; 3S; ERDAS