

鄂东南岩株黑云母特征及其找矿意义

黄 锐 华

(中南冶金地质勘探公司六〇八队)

近年来,国内外利用岩株中黑云母成分,特别是氟和氯等卤素成分的研究,作为岩体是否含矿的标志方面做了大量的工作,并在斑岩型铜矿床的找矿评价中有一定成效。但是,也有一些不含矿的岩株的黑云母中,亦含有较高的氟和氯,还有待于深入研究。

在一些地区,含铜矿化的斑岩侵入体中的黑云母,含氟、氯和铜等元素显著偏高。因而,我们就可以利用这些元素的含量和成分变化特征作为找矿标志,对扩大斑岩型矿床的找矿远景,加速矿床的评价有重要的现实意义。

一、岩株黑云母研究意义

鄂东南岩株中的黑云母作为一种常见的铁镁质造岩矿物分布甚广。黑云母一般可分为岩浆、交代和热液三种成因类型。分析研究这些岩株中黑云母的卤素和铜²有关元素的含量及其变化特征,并作为一种找矿标志,对于寻找和预测与斑岩岩株有关的铜、钼、钨、锡、金及稀有金属等类型矿床,具有重要的现实意义。

从岩株中的黑云母、角闪石与流体包裹体成分的变化特征来看,具有某些共同特点,基本上反映了成矿溶液的特征。因此,黑云母中卤素的含量及其变化特征,在一定程度上反映成矿作用的某些特点。国外早已开展这项研究工作,并在寻找斑岩类型矿床方面有较大的进展,引起人们的重视。近年来,我国的地质工作亦已做了一些工作,逐步推广应用。利用黑云母等标志矿物特征,寻找与岩株有关的隐伏矿床,将起重要作用。

二、鄂东南岩株黑云母中氟和氯的含量

鄂东南铁、铜成矿区除一些大岩体外,燕山晚期的小岩体有42个。其中分布于大岩体外围三迭系碳酸盐岩层和志留系砂页岩层中的“卫星”岩体34个;分布于大岩体中的小岩体5个;分布于大岩体与沉积岩的接触带中的有3个。上述这些小岩体的分布直接控制着矽卡岩型铜矿床和斑岩型铜矿床的分布。在时间和空间上,矿床与小岩体有着密切联系。因此,利用岩株黑云母中的卤素和铜含量及其成分的变化特征,圈定斑岩铜矿的有望远景区是一种有效的方法。本区的丰山洞和铜山口铜矿床,是一种产于碳酸盐岩层中的矽卡岩—斑岩型复合类型的矿床。前者赋存于角砾岩筒的边部,后者则赋存于斑岩周边的内侧。而白云山铜矿,主要赋存于斑岩中及其附近围岩中。

含矿岩株黑云母中卤素和铜的含量明显偏高。我们对鄂东南13个不同的小岩体中的黑云

母的氟和氯，做了41个样品分析（见表1）。

鄂东南花岗闪长斑岩岩株黑云母
氟和氯的含量（重量%）

表 1

编 号	粒 度 (目)	地 点	与砂卡岩—斑岩铜矿伴生的黑云母	
			F	Cl
M27	>80	丰山洞	0.52	0.30
M29	>80	"	0.76	0.28
M30	>80	"	0.64	0.28
M31	>80	丰山洞	0.44	0.28
M32-2	>80	"	0.66	0.32
M33	"	"	0.21	0.28
M34	"	"	0.06	0.22
M35	"	"	0.37	0.32
M36	"	"	0.56	0.32
M37	"	"	0.48	0.32
M38	"	"	0.37	0.32
M39	"	李家湾	1.85	0.06
M40	"	鸡笼山	0.58	0.07
M42	"	"	0.30	0.07
M45	"	"	0.47	0.09
C 6	"	富家山	0.09	<0.01
C 7	"	"	0.48	0.02
C 8	"	"	0.50	0.02
C 9	"	"	0.58	0.03
C 10	"	"	0.60	0.04
C 11	"	"	0.58	0.03
C 12	"	"	0.68	0.04
C 2	"	龙角山	0.25	0.03
C 2	<80	"	0.40	0.06
C 4	>80	李何福	0.20	<0.03
C 4	<80	"	0.49	0.03
C 13	>80	铜鼓山	0.58	0.04
C 13	<80	"	0.68	0.04
C 14	>80	"	0.47	0.06
C 14	<80	"	0.54	0.07
B 1	>80	铜山口	0.37	0.06
B 1	<80	"	1.15	0.03
B 2	>80	何锡铺	0.37	0.06
B 2	<80	"	1.10	0.03
B 6	>80	金钟盖	0.15	0.03
B 6	<80	"	0.22	0.20
B 8	>80	马岭芦	0.14	0.08
B 8	<80	"	0.21	0.07
B 3	>80	螺丝山	0.45	0.06
B 4	>80	鲁大山	0.31	0.10
R 21	>80	下四房	2.00	0.13

注：单矿物分选：黄锐华；分析：桂林有色地质研究院化验室

上述分析结果表明含铜矿化的斑岩，如丰山洞、铜山口等岩体的黑云母卤素含量异常，其它有铜矿化岩体的黑云母，卤素等元素含量亦偏高。白云山斑岩铜矿的流体包裹体中，含氟、氯挥发分及钾、钠、钙、镁等高盐度的成矿溶液，表明与黑云母、角闪石的成分有着成因联系。

斑岩铜矿受全球性的板块构造所控制，各大洲的斑岩型矿床的成矿模式和找矿标志都大致相同。鄂东南的斑岩型矿床也不例外，岩株中黑云母氟和氯的含量与北美的斑岩铜矿黑云母相似（表2）。

斑岩铜矿岩株黑云母的氟和
氯含量比较（重量%） 表2

与斑岩铜矿床伴生的黑云母	F	Cl
韦里里弗莱特	3.84	0.05
伊 利	2.8	0.14
拉斯特钱斯	1.06	0.26
宾 厄 姆	1.00	0.15
圣 里 塔	0.84	0.21
圣 里 塔（热液黑云母）	0.89	0.19
圣里塔（岩浆黑云母）	0.49	0.23
圣 里 塔（交代黑云母）	0.67	0.20
汉诺弗—菲尔罗（岩浆黑云母）	0.52	0.20
汉诺弗—菲尔罗（交代角闪石）	0.58	0.18
巴 特	0.69	0.08
富家坞	0.14	0.29
丰 山	0.52	0.30

鄂东南地区若干小岩体K₂O、Na₂O平均含量 表3

岩体	岩 性	含 矿 性	K ₂ O%	Na ₂ O%	K ₂ O/Na ₂ O
丰 山	花岗闪长斑岩	砂卡岩—斑岩复合型铜钼矿	3.53	1.44	2.45
铜山口	花岗闪长斑岩	砂卡岩—斑岩复合型铜钼矿	2.33	0.12	19.4
李家湾	花岗闪长斑岩	砂卡岩铜钼矿	4.27	2.23	1.91
鸡笼山	花岗闪长斑岩	砂卡铜金矿	3.77	3.10	1.22
阮家湾	花岗闪长斑岩	砂卡岩钨铜钼矿	4.01	1.56	2.57
龙角山	花岗闪长斑岩	砂卡岩铜钼矿	3.59	2.15	1.67
付家山	花岗闪长岩	砂卡岩钨钼矿	3.24	3.29	0.98
铜鼓山	花岗闪长斑岩		2.07	3.70	0.56
上刘安	石英正长闪长斑岩		2.39	3.09	0.60
项家山	石英正长闪长斑岩		2.32	2.61	0.89
下 田	花岗闪长岩		2.32	2.68	0.87
螺蛳山	花岗闪长斑岩		4.01	3.15	1.27

从北美西部和加勒比地区的35个不同岩体的92个黑云母样品中分析氟和氯的结果来看，与斑岩铜矿有关的岩株的黑云母，氟和氯的平均含量比不含矿岩体高，而铜的平均含量比不含矿岩体低；富钾岩株的黑云母，卤素的平均含量高于贫钾岩体。许多斑岩型矿床都与钾化带有密切关系，钾化带中常伴有高盐度的气液包裹体，且卤素富集。富钾斑岩是寻找斑岩型铜钼矿床的重要标志。鄂东南的丰山、白云山和铜山口等与铜矿有关的小岩体，钾和卤素都非常富集（表3）

根据智利和中美一系列侵入岩的全岩和黑云母的氟、氯测定结果,热液黑云母和岩浆后期黑云母含有较高的卤素,但研究表明氟和氯这两种元素与铜矿化并不是简单的正比关系。例如鲍德石英二长岩岩基的原生黑云母的卤素浓度与矿化地段没有明显的变化关系,虽然在岩基周围的蚀变岩中黑云母的氯含量降低,但铜的含量可作为矿化标志。鄂东南的鸡笼山和铜山口等岩株与此很相似,在风化很强的蚀变带的黑云母中含铜很高,可作为找矿标志。这种黑云母中的铜,很可能与矿体的剥蚀—风化淋滤和吸附作用有关。因此,在具体评价时,除卤素之外,还应考虑其它因素。

岩株黑云母中氟和氯的含量:

1、氟的含量:

鄂东南13个小岩体41个样品的黑云母含氟0.06%~2.00%,含氯<0.01%~0.32%。磷灰石比伴生的黑云母中的氟和氯更富。氟的最大含量往往是矿化深成岩体黑云母的特征。在非矿化深成岩的黑云母中,也能出现氟的最高浓度,但在平均值上则含矿岩体要超过无矿岩体。最近,发现磷灰石中的卤素含量,有希望成为花岗岩矿化与否的指示剂,因为花岗岩的 Cl^-/OH^- 比值,可作的区分花岗岩含矿与不含矿的标志。含斑岩铜矿的岩体,往往氟磷灰石富集。我国几个主要斑岩铜矿的岩体中,都含较多的富氟羟基氟磷灰石。这是一种斑岩铜矿的特征矿物,一般呈短柱状,并具熔蚀特征。如铜厂斑岩铜矿的黑云母含氟0.52%,而铜山口铜矿的黑云母含氟高达1.15%。

2、氯的含量

据美国西部深成岩黑云母的分析结果,含氯为0.1~0.25%,这些岩体大部份都是含矿岩体。而鄂东南富家坞花岗闪长斑岩含氯为0.29%,丰山花岗闪长斑岩含氯为30%。如果斑岩黑云母中含氯偏高或偏低,一般是不含矿的特征。据有关分析结果,氯的最高含量出现于与辉石共生的黑云母中,且往往与交代铁矿有关。从岩株黑云母中氯化物的含量和石英矿物中高盐度流体包裹体来看,岩体矿化溶液是含水氯化物溶液。含矿岩体黑云母含氯较高,可能是蚀变和矿化过程中迭加的。因此,侵入岩全岩含氯大于500 ppm可能是矿化标志。但是,亦有含氯大于500 ppm不含矿的,如德国的花岗岩类。

三、岩株黑云母的成分变化特征及其与找矿的关系

据鄂东南15个小岩体的43个黑云母成分的系统分析结果,镁、铁、钛和铜等元素的成分变化,具有一定规律。岩浆黑云母,铁、钛含量较高,镁的含量较低;而热液黑云母,则相反,镁的含量较高,而铁、钛含量较低。此外,从卤素和铜的含量以及 $Mg/Mg + \Sigma Fe$ 的比值来看,一般热液黑云母大于岩浆黑云母。热液黑云母往往以富镁为特征,同时又是活化活动的矿物标志,所以,可利用黑云母含镁高的并常作为找矿标志。例如,鄂东南岩株黑云母含镁达2%以上的,一般都显示出矿化作用强烈。铜山口岩株黑云母含镁2.5%,而铁山岩体黑云母含镁2~3%,龙山角岩体黑云母含镁大于10%。这些黑云母中高浓度的镁异常,是矿化的重要标志。铁山、龙角山岩体黑云母中的 $Mg/Mg + \Sigma Fe$ 比值都较高,其中以铁山为最高,达0.27~0.66。这些来自上地幔的富镁黑云母和金云母的广泛发育,可能与矿化

鄂东南地区若干小岩体主元素含量 (%)

表 4

编 号	网 目	岩 体	Cu	Mg	Ti	Fe	Mg/Mg+Fe	备 注
C ₁	<80	龙角山	0.04	>10	0.8	>10	>0.5	矽卡岩铜钨矿
C ₂₋₁	>80	"	0.01	1	1	5	0.17	"
C ₂₋₂	<80	"	0.02	1	0.8	5	0.17	"
C ₃₋₁	>80	"	0.04	1.5	1.2	5	0.23	"
C ₃₋₂	<80	"	0.03	1	0.8	5	0.17	"
C ₄₋₁	>80	李何福	0.012	1.2	0.8	5	0.19	
C ₄₋₂	<80	"	0.06	2	1	5	0.28	
C ₇₋₁	>80	富家山	0.08	1	0.6	3	0.25	矽卡岩钨钼矿
C ₇₋₂	<80	"	0.1	1.2	0.8	4	0.23	"
C ₈₋₁	>80	"	0.03	1.2	1.2	4	0.23	"
C ₈₋₂	<80	"	0.04	1.5	0.8	4	0.27	"
C ₉₋₁	>80	"	0.01	1.2	1	4	0.23	"
C ₉₋₂	<80	"	0.01	2	0.8	4	0.33	"
C ₁₀₋₁	>80	"	0.05	2	1	5	0.28	"
C ₁₀₋₂	<80	"	0.06	2	0.6	5	0.28	"
C ₁₁₋₁	>80	"	0.04	1.5	0.6	4	0.27	"
C ₁₁₋₂	<80	"	0.05	2	0.6	5	0.28	"
C ₁₂₋₁	>80	富家山	0.06	2	0.8	5	0.28	矽卡岩钨钼矿
C ₁₂₋₂	<80	"	0.05	2	0.6	5	0.28	"
C ₁₃₋₁	>80	铜鼓山	0.004	1.5	0.6	4	0.27	
C ₁₃₋₂	<80	"	0.005	1.8	0.7	4	0.31	
C ₁₄₋₁	>80	"	0.01	1.8	1.2	5	0.26	
C ₁₄₋₂	<80	"	0.01	1.8	1	4	0.26	
B ₁	>80	铜山口	>1	2.5	1	6	0.29	矽长岩—斑岩复合铜钼矿
B ₂	"	何锡铺	0.01	1.8	0.8	4	0.31	
B ₃	"	螺丝山	0.01	2	0.8	4	0.33	
B ₄	"	鲁达山	0.012	2	0.8	5	0.28	
B ₅	"	"	0.01	1.5	0.7	4	0.27	
B ₆	"	金钟盖	0.8	2	0.7	5	0.28	
B ₈	"	马岭芦	0.01	1.8	0.7	5	0.26	
M ₃₉	"	李家湾	0.4	1.5	0.6	3	0.33	
M ₄₀	"	鸡笼山	1	1.2	0.6	4	0.23	矽卡岩铜金矿
M ₄₂	"	"	0.01	1.5	0.7	4	0.27	"
M ₄₅	"	"	0.012	1.5	0.7	5	0.23	"
梧 ₄	>140	殷 祖	0.008	1.5	0.7	5	0.23	
梧 ₅	>140	殷 祖	0.4	1.8	0.8	6	0.23	
J ₉	>80	铁 山	0.005	2	0.3	1	0.66	金 云 母
T ₁₄	>140	铁 山	0.012	2	0.6	4	0.33	
T ₂₄	"	"	0.01	2	1	3	0.40	矽卡岩铜铁矿床
T ₃₉	"	"	0.018	1.8	0.1	3	0.37	"
T ₄₃	"	"	0.008	2	1	4	0.33	"
T ₄₄	"	"	0.015	2	0.8	4	0.33	"
坑 ₃	<200	"	0.07	3	0.5	8	0.27	金 云 母

单矿物分选: 黄锐华 分析: 中南勘探公司六〇六队化验室

有成因联系,它们常呈脉状、网脉状或团块状与富矿体伴生。

从表4的分析结果来看,黑云母成分的变化显示出镁增高,而钛明显降低,铁相对稳定,且有上下浮动的趋势。富镁黑云母一般卤素和铜的含量较高,含金 $0.015 - 0.05$ 克/吨。岩株黑云母中金含量异常也是矿化度的标志之一。丰山、鸡笼山、白云山和铜山口等岩株的黑云母中都含有伴生金,说明这些岩株可能是铜、金矿床的成矿母岩。

岩体中铁镁质角闪石、黑云母,由于矿化、蚀变所产生的退色现象,也是成分变化的反映,同样可作为找矿标志。例如,白云山等斑岩铜矿岩株中的角闪石 $\rightarrow$ 阳起石 $\rightarrow$ 透闪石;黑云母 $\rightarrow$ 绢云母 $\rightarrow$ 水白云母。这些暗色矿物的颜色由深变浅,引起了一系列矿物的物理化学和结构形态的变化,在一定程度上反映了成矿环境和成矿作用中矿物成分的变化。从宏观上看各种蚀变带的形成与演化,与矿物成分的变化以及元素的运移、淋滤、交代等地球化学行为密切相关。因此,只有把微观的和宏观的找矿标志有机地结合起来,进行综合分析研究,才能获得较好的预测效果。

岩株黑云母的成分变化,除氟、氯和铜含量的系统变化有可能成为划分含矿与否的指标之外,铁、镁和钛等主元素成分的系统变化,对特殊侵入岩的含矿与非含矿的确定,同样具有指示意义。例如,巴布亚新几内亚布干维尔和潘古纳西海兰斑岩铜矿床,用电子探针对矿化岩体中的黑云母沿晶体横切线进行分析,发现向黑云母边缘 TiO_2 降低,而 $Mg / (Mg + \Sigma Fe)$ 增加。认为有意义的变化值:置信度在95%, $TiO_2 \pm 0.3\%$, $Mg / (Mg + \Sigma Fe) \pm 0.7\%$ 。含矿岩体中角闪石与黑云母的成分变化相似,镁角闪石核心 $\rightarrow$ 阳起石质角闪石 $\rightarrow$ 阳起石边(向边缘镁富集),并具特征的环境构造。总的趋势是边缘 ΣFe 减少(Al^{IV} 也减少(而镁增加。因此,可初步表明含矿岩类角闪石的边部富镁,而非含矿岩体的角闪石边部富铁。角闪石成分的不连续性也是含矿岩类的特征。

岩株的含矿与不含矿取决于结晶时岩浆条件的差异,这种差异可从镁铁质矿物成分变化的差异反映出来。这种差异可以解释成产生矿化的岩石系列结晶时的氧逸度较高。这些条件是晚期热液成矿的标志。

岩株黑云母的系统变化,显示斑岩铜矿床形成的环境特征。氟、氯和铜之间的含量变化并不是简单的关系。据有些含铜矿化斑岩的分析结果,其新鲜岩石样品的黑云母,其成分变化亦可构成这样一个总体:即氟、氯平均含量比其它无矿化岩体高,而平均含铜量低。所以,要对含矿与不含矿岩体进行评价时,要结合多种变量综合考虑,才可能得出比较可靠的结论。

四、结 论

1. 岩株黑云母的卤素和铜含量是评价岩体含矿性的主要指标。卤素在成矿流体中呈络合物携带大量铜、钼等金属元素,在成矿过程中活化、迁移和沉积,是斑岩铜矿成矿作用的重要因素。

2. 岩株黑云母中,除指示元素氟、氯和铜外,主元素铁、镁和钛的系统变化及其不连续性,对特殊侵入岩体含矿性的确定,同样具有指示意义。黑云母的边部含镁增加,而铁、钛

减少，一般是矿化岩体的特征。

3.通过岩株黑云母卤素和铜含量及其变化特征的分析研究，对于找矿远景区的评价，尤其是对隐伏斑岩型铜（钼）矿床的预测，将起重要的指示作用。

主要参考文献

- (1) 黄锐华 鄂东南地区岩株黑云母的分选方法：《单矿物分选方法》 贵州人民出版社 1982。
- (2) David C. Jacobs and William T. Parry, 1976, A Comparison of the Geochemistry of biotite from some basin and range stocks Econ. Geol. V. 71 P.1029-1033.
- (3) Stollery G. Borcsik M. and Holland H.D 1971, Chlorine in intrusive :A Possible prospecting tool Econ. Geol. V. 66, P 361-367
- (4) Parry W. T and Jacobs D. C, 1975, Fluorine and chlorine in biotite from basin and range plutons Econ. Geol. V. 70 P 554-559
- (5) Ford J. H., 1978, A chemical study of alteration at the Panguna porphyry copper deposit, Bougainville Papua New Guinea Econ. Geol. V. 73, P. 707-714.

THE CHARACTERISTIC OF BIOTITE IN STOCKS OF SOUTHERN HUBEI PROVINCE AND THEIR SIGNIFICANCE IN PROSPECTING

Huang Ruehua

(608 geological team of central-south exploration corp.)

Abstract

It is of great significance using variation features of halogen in biotite from intrusions as mineralization guide, especially for porphyry copper deposits. The halogen content in biotite from mineralized intrusions is higher than that of barren stocks.

Except for halogen and discontinuity of Fe, Mg and Ti contents can also provide guidelines for determining the favourability of intrusives. Along biotite crystal traverses, the increases in $Mg / (Mg + \Sigma Fe)$ and the decreases of TiO_2 towards the rims represent the characteristics of mineralized stocks. It is evident that using multivariate analysis for discriminating between mineralized and barren stocks might lead to reliable results.