

文章编号 :1007-3701(2005)03-0038-06

湖南骑田岭白腊水锡矿围岩蚀变与矿化关系浅析

黄革非^{1,2}, 侯茂松^{1,2}, 刘阳生², 资柏忠²

(1. 中国地质大学, 武汉 430074 2. 湖南省地质调查院, 长沙 410000)

摘要 :白腊水锡矿是骑田岭芙蓉矿田的重要组成部分,与锡矿化有关的围岩蚀变有钠长石化、绿泥石化、矽卡岩化、云英岩化、黑(绿)鳞云母化、萤石化等。以野外观察和镜下分析为基础,结合矿体中石英包裹体的化学成分研究和绿泥石的电子探针分析结果,认为钠长石化、绿泥石化、复杂矽卡岩化和云英岩化与区内锡的成矿关系最为密切,蚀变强度与矿化强度呈正相关关系。

关键词 :锡矿, 锡矿化, 围岩蚀变, 白腊水

中图分类号 :P618.44

文献标识码 :A

白腊水锡矿是湖南地质调查院近几年新发现的超大型锡矿床。该矿床产于骑田岭花岗岩内外接触带,研究矿床围岩蚀变特征及其与矿化的关系,对区内锡矿类型的划分、矿床成因的认识及指导今后找矿有着十分重要的意义。

的控制,在空间上明显组成二条 NE 向的锡矿带,即奇古岭—白腊水—安源锡矿带及大板上—清水江—铁夹山锡矿带(图 1)。

2 围岩蚀变特征及其与矿化的关系

1 地质概况

白腊水矿区地处骑田岭芙蓉矿田西部,区内出露地层较简单,主要有石炭纪黄龙组、船山组、二叠纪栖霞组、当冲组、龙潭组等。岩浆岩广泛分布,属骑田岭复式岩体的一部分,主要为中酸性花岗岩,是燕山早期的产物。区内断裂构造十分发育,按展布方向可划分为 NE 向、NW 向和近 SN 向 3 组,其中 NE 向断层是区内的导矿和容矿构造。

区内已发现各类型锡矿脉(体) 27 条(个)。矿床类型有构造蚀变带型、矽卡岩型、蚀变岩体型和斑岩型等^[1-4]。矿体主要赋存于中粒斑状角闪黑云母钾长(二长)花岗岩体内和岩体接触带附近的矽卡岩、灰岩、砂页岩中,主要受 NE 向断裂构造

区内岩石蚀变十分普遍,其蚀变程度高,种类多,在岩体中的破碎带及其两侧多见有钠长石化、绿泥石化、云英岩化、黑(绿)鳞云母化、绢云母化、硅化、钾长石化、萤石化、碳酸盐化等;岩体与地层接触部位主要见有矽卡岩化、大理岩化、角岩化等。其中钠长石化、绿泥石化、矽卡岩化、云英岩化等与锡矿化关系密切,一般蚀变越强矿化越好,是区内重要的找矿标志之一。

2.1 钠长石化

矿区最为常见,特别是在 10、31、32、19 号等矿体中钠长石化非常强烈。它的形成至少有二种方式:一种是在气化—高温热液作用下,由含碱的成矿溶液中带进了大量的钠组份,对花岗岩进行交代,在强烈交代作用过程中,可使花岗岩中的钾长石、石英、斜长石、黑云母等矿物大量甚至全部消失;另一种是花岗岩中的斜长石在热液作用下发生分解,带出了钙(斜长石脱钙化),形成钠长石。在

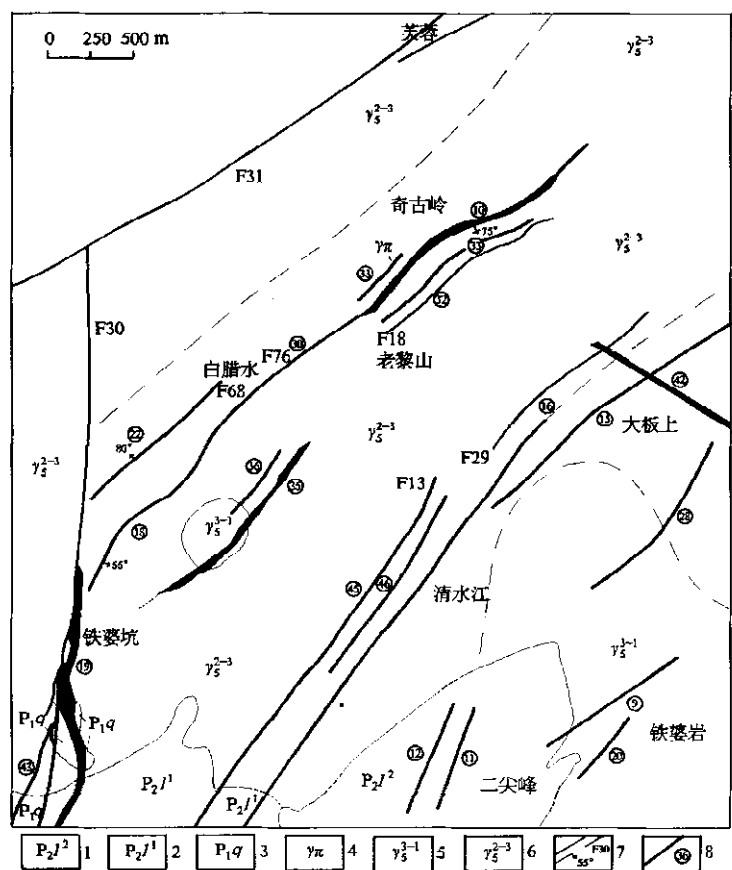


图1 白腊水矿区地质略图

Fig. 1 Geological map of Bailashui mine

1. 二叠纪龙潭组含煤砂页岩段 2. 二叠纪龙潭组砂页岩段 3. 二叠纪栖霞组 4. 花岗岩斑岩 5. 燕山晚期第一阶段花岗岩；
6. 燕山早期第三阶段花岗岩 7. 实测断层及编号、航片解译断层 8. 锡矿脉及编号

矿区二种方式可能同时存在,但以前者为主。

根据研究资料^[5],19号矿体中石英包裹体的化学成分阳离子以 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 为主,其中 Na^+ 的含量为 $(13.17 \sim 22.07) \times 10^{-6}$, K^+ 的含量为 $(2.47 \sim 7.53) \times 10^{-6}$, Ca^{2+} 的含量为 $(14.55 \sim 28.50) \times 10^{-6}$;阴离子则以 Cl^- 为主,含量为 $(17.67 \sim 28.30) \times 10^{-6}$ 。包裹体的气体成分主要是 CO_2 ,含量为 $(410.00 \sim 500.00) \times 10^{-6}$,这就显示了成矿溶液大体上是属于 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$ 离子型水,这种富钠的气化-高温含矿溶液沿着岩石中的构造破碎带上升、迁移过程中,与裂隙两侧(或顶底板)的花岗岩发生交代作用,从而使围岩中的锡从晶格中释放出来形成各种含锡的络合物,如 $\text{Na}_2(\text{Sn}(\text{OH})_6)$ 等,当环境酸碱度、温度、压力等发生变化时,由于高温水解作用,会沉淀出锡石,发生锡矿化,同时生成钠长石,形成钠长石岩或钠长石化花岗岩。

钠长石化作用形成的锡石,其颜色一般较深,在单偏光下为深红棕色、棕褐色。粒度一般较大,集合体可达2mm,一般的 $<0.35\text{mm}$,锡石内部双晶及环带状结构非常普遍,最多的环带有30余环,说明锡石结晶时,其环境非常动荡。锡石中常有锐钛矿或板钛矿、铁质、绿鳞云母等包体。锡石主要与钠长石、石英、黑鳞云母、钾长石、无色萤石、锐钛矿等共生,有时被钠长石溶蚀或与钠长石共边。

通过对矿体顶底板中细粒斑状角闪闪石黑云母花岗岩与钠长石化矿化花岗岩的化学成分对比(表1),可以看出:

(1)矿体顶底板的花岗岩其化学成分最大特点是 $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$,其中 K_2O 4.86%~5.18%, Na_2O 2.07%~3.16%。而钠长石化矿化花岗岩的化学成分最大特点是 $\text{K}_2\text{O} < \text{Na}_2\text{O}$,其中 K_2O 0.25%~4.22%,一般 $<2\%$,大大低于原岩的含量; Na_2O 3.93%~10.50%,多数 $>5\%$,大大高于原岩的含

量。

(2)在钠长石化矿化过程中从花岗岩中带出的组份主要有 SiO_2 、 K_2O ,其次为 CaO ,从成矿溶液带进的组份主要有 Al_2O_3 、 Na_2O 和 FeO 等。

(3)锡品位与 Na_2O 含量似有成正比趋势。

2.2 绿泥石化

主要分布于断裂破碎带及其两侧 ,矿体附近的花岗岩几乎都呈不同程度的绿色。是一种中低温热液蚀变作用 ,其成因有两种情况 :

一种是在低温热液作用下 ,由铁、镁硅酸矿物直接分解形成绿泥石化 ,属于这种情况形成的绿泥石 ,其铁、镁组份没有从成矿溶液带入 ,如矿区花岗岩中的角闪石、黑云母 ,蚀变岩中的透闪石、阳起石、透辉石、金云母及黑鳞云母等可直接在低温条件下退变或分解 ,形成绿泥石 ,并且往往保留了原矿物的外形 ,或仍残留有原矿物。还有一种低温绿泥石化 ,其成因是由含矿溶液带入铁、镁组份 ,对岩石中的矿物进行交代 ,使岩石发生绿泥石化 ,常见

表 1 花岗岩与钠长石化矿化花岗岩化学成分										
Table 1 Chemical compositions of albitization mineralized granite and ordinary granite										$w_B/\%$
岩性	骑田岭花岗岩	顶底板花岗岩	细粒花岗岩	钠长石化矿化花岗岩					钠长石化花岗岩	
样号	1 (11)	2 (4)	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO_2	69.69	70.54	74.49	63.73	61.74	59.54	60.79	68.68	71.18	62.82
TiO_2	0.52	0.475	0.091	0.796	0.712	0.71	0.37	0.17	0.268	0.698
Al_2O_3	13.74	14.28	12.74	17.78	17.30	17.07	19.09	18.53	13.42	12.17
Fe_2O_3	0.70	1.20	0.418	0.408	0.872	0.62	1.27	0.01	1.94	2.04
FeO	3.32	1.61	1.468	6.616	6.134	7.08	3.30	0.83	0.41	4.17
MnO	0.05	0.08	0.028	0.026	0.038	0.62	0.14	0.02	0.25	0.211
MgO	0.59	0.32	0.11	0.46	0.48	1.08	0.50	0.20	0.40	2.95
CaO	2.28	1.18	1.00	1.59	1.93	1.62	1.87	0.33	0.42	3.51
Na_2O	3.16	2.07	2.25	4.40	3.93	7.34	8.19	10.50	6.25	5.71
K_2O	5.18	4.86	4.74	1.98	1.84	0.25	1.01	0.01	1.76	4.22
P_2O_5		0.183	0.105	0.375	0.339	0.24	0.11	0.07	0.08	0.15
CO_2						0.89	0.79	0.08		
H_2O^+						2.37	1.74	0.43		
灼失		2.13	0.73	2.38	3.34				1.47	1.46
总和	99.23	98.939	8.179	7.529	8.655	99.43	99.17	99.84	97.90	98.80
Sn		0.024	0.02	0.05	0.146	0.11	0.35	1.996		
CaF		1.18	0.68	1.40	1.33	1.21	2.05	0.065		

注 1 号样资料来源于庄锦良等 2~5 号样及 9、10 号样为本文资料 6~8 号样为文献 [6] [11] 表示 11 个样平均值 ;1 号样为骑田岭花岗岩化学成分平均值 ;2 号样为 10 号矿体 (PD33、BT6) 顶底板 ,岩性为中细粒斑状角闪石黑云母花岗岩 ;3 号样采自 PD35 ;4、5 号样采自 10 号矿体 PD33 ;6~8 号样采自奇古岭 ;9 号样采自五里桥 ;10 号样采自 10 号矿体 ZK011 孔。

的是花岗岩中的钾长石、更 - 中长石、钠长石等被绿泥石交代,其交代方式开始一般沿长石的解理缝、双晶接合面、长石的边缘对长石进行交代与蚕食,形成交代结构,使长石成为残余状或假象。这二种低温绿泥石化,经常叠加在矽卡岩化、钠长石化、黑(绿)鳞云母化、云英岩化等蚀变岩石之上,其本身与矿化没有成因关系。

第二种是中温热液阶段的绿泥石化,常见有叶片状的绿泥石与各种硫化矿及锡石在一起,这种绿泥石化与锡矿化有一定的关系。区内主要见于 19 号矿体南部,如 PD41 号坑道中,可见绿泥石与锡石在一起,呈脉状出现。与绿泥石化有关的锡石,其颜色一般较浅,为浅黄色 - 黄色、棕色,少数无色。

矿区的绿泥石成分比较复杂(表 2),产在蚀变花岗岩型锡矿石中的绿泥石,其主要化学成分与蠕绿泥石的化学成分相对比,很接近,故其种属可能是蠕绿泥石;产在花岗岩与矽卡岩接触带附近及产在硫化物型锡矿石中的绿泥石,其主要化学成分与叶绿泥石、斜绿泥石的成分很接近,故其种属应是叶绿泥石或斜绿泥石。蚀变花岗岩型矿石中的绿泥石具有高 Fe 低 Mg 的特点,而锡石硫化物型矿石中的绿泥石 Mg 高 Fe 低。

2.3 矽卡岩化

主要分布在花岗岩与灰岩的接触带附近,由双交代作用形成,少量分布在矿区花岗岩体内的构造断裂带中,其规模很小。根据矿物成分把矽卡岩分为简单矽卡岩(早矽卡岩)和复杂矽卡岩(晚矽卡岩)。

简单矽卡岩化:分布在芙蓉超单元燕山早期花岗岩体与二叠系栖霞组灰岩的接触带中,按其矿物成分含量,岩石的种类有:透辉石矽卡岩、透辉石榴石矽卡岩、符山石透辉石矽卡岩、透闪石透辉石矽卡岩、透辉石粒矽镁石矽卡岩、金云母透辉石矽卡岩等,其中以透辉石矽卡岩为主,从矿物成分看,岩石多数属于镁矽卡岩类。早期矽卡岩中没有出现锡矿化。

复杂矽卡岩化:早期简单矽卡岩形成后,由于后期含矿溶液活动的影响,含矿溶液中有较多的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Li^+ 阳离子和 Cl^- 阴离子,因此使早期简单矽卡岩又叠加了钠铁闪石化、阳起石化、透闪石化、绿帘石化、绿鳞云母化、萤石化、绿泥石化等。这些蚀变作用主要呈不规则的小脉状、网脉状、团块状或大致的条带状对简单矽卡岩进行交代、穿插,形成复杂矽卡岩化。伴随着复杂矽卡岩化,岩石中出现了磁铁矿化、硼矿化、锡矿化、锡石硫化物矿化及弱的白钨矿化、辉铋矿化等,其中以磁铁矿化、锡矿化较强,复杂矽卡岩期形成的锡石,

表 2 绿泥石的电子探针分析结果
Table 2 Microprobe analysis of chlorite

矿石 样号	蚀变花岗岩型锡矿石 ^①							硫化物型锡矿石 ^②	
	17-2	15-4	17-4	15-2	11-6	11-4	11-5	73-1	73-4
SiO ₂	23.060	23.827	24.351	24.528	26.017	26.443	26.786	27.550	25.639
TiO ₂	0.02	0.076	0.030	0.027	0.058	1.198	0.607	0.012	0.064
Al ₂ O ₃	18.478	18.579	19.806	19.112	17.119	17.480	15.750	17.448	13.180
FeO	35.667	36.889	36.219	37.020	35.599	33.557	34.232	2.946	18.153
MnO	0.524	0.501	0.583	0.474	0.277	0.140	0.242	0.111	0.080
MgO	6.727	6.442	6.930	6.577	7.957	6.430	7.777	17.448	17.596
CaO	0.026	0.031		0.006	0.009	0.027	0.024		0.002
Na ₂ O	0.100	0.017	0.031	0.060		0.019	0.025		0.018
K ₂ O	0.004	0.009	0.001	0.012	0.014	0.240	0.080	0.004	3.579
Cr ₂ O ₃	0.078	0.036	0.060	0.106	0.029	0.049	0.044	0.062	0.077
P ₂ O ₅	0.002								

注 据王登红等,①样品采自 10 号矿体,②样品采自 19 号矿体 ZK801 孔 73m 处。
万方数据

其颜色变化较大,由深色至浅色都有出现,说明是多次矿化的叠加,锡石的粒度一般较小,并紧密与磁铁矿、硫化矿、萤石、石英、阳起石、钠铁闪石等在一起。19 矿体就是因为简单砂卡岩的基础上,由于多次蚀变和多次矿化的叠加,才使锡矿石的品位变富,矿床规模变大,形成了本区重要的构造蚀变带-砂卡岩复合型锡矿床(体)。复杂砂卡岩是本区良好的找矿标志。

2.4 云英岩化

云英岩化较普遍,蚀变体的规模一般不大,根据产状不同,可分为两种:

面状云英岩:分布在花岗岩顶部的局部地方,一般呈小的透镜体,规模不大,主要是钾长石分解成白云母及石英的蚀变过程,形成白云母石英云英岩,往深部逐渐过渡到花岗岩,且矿化不好。

带状或似脉状云英岩:分布在构造断裂带或其附近的裂隙中。当成矿溶液沿着裂隙上升时,在有利部位与花岗岩发生交代作用,同时含锡络合物(如 Na_2SnF_2)通过高温水解作用使锡沉淀下来,形成锡石和黄玉、白云母、萤石、石英等矿物。根据主要矿物组合不同,常见有白云母石英云英岩、电气石白云母石英云英岩、富石英云英岩、萤石黄玉白云母石英云英岩等岩石类型。这种云英岩化有的叠加在钠长石化之上,与锡矿化关系十分密切,此蚀变作用形成的锡石颜色很深,往往呈黑褐色、褐色或深棕色,说明杂质含量高,其粒度一般变化大,由 $0.005 \sim 1 \text{ mm}$,锡石的内部双晶及环带结构也能见到,但只有几环。主要见于 32、33、42 号矿体中,是本区寻找锡矿的重要标志之一。

2.5 黑(绿)鳞云母化

矿区的黑(绿)鳞云母化,非常普遍,其强度比钠长石化、绿泥石化稍弱,但与锡矿化有非常密切的成因关系。根据其颜色、多色性、矿物共生组合和产状的不同,大致有两种情况:

第一种是产在钠长石化花岗岩型锡矿石中的黑鳞云母,肉眼观察为绿色-黑褐色,在薄片下 Ng 棕褐色-褐色, Nm 浅褐色, Np 浅黄色-无色,干涉色 3 级,这些特征与黑云母几乎完全一样,但从产状、矿物共生组合来看,其密切与锡石、钠长石、电气石、萤石、磷灰石等矿物在一起,常呈团块状或不规则状出现,有的有交代钠长石的现象,其粒度一

般 $\geq 0.10 \text{ mm}$,光谱分析 $\text{Li} > 0.10\%$,根据这些把它定为黑鳞云母,主要见于 31 号矿体中。

第二种是产在花岗岩与砂卡岩接触部位及磁铁锡石矿石中的绿色云母,薄片下 Ng 为绿色, Nm 为淡黄绿色, Np 无色,干涉色 2~3 级,其粒度一般为 $0.05 \sim 0.5 \times 1.10 \text{ mm}$,少数 $> 0.50 \text{ mm}$ 。光谱分析 $\text{Li} > 0.1\%$,这种绿色云母与柿竹园、野鸡尾砂卡岩矿床中的绿鳞云母对比,无论从产状、矿物组合等方面都极为相似,所以把它定为绿鳞云母。砂卡岩中的绿色云母与钠铁闪石、阳起石、钠长石、萤石等矿物在一起,磁铁锡石矿石中的绿色云母则与磁铁矿、金云母、萤石等在一起,两者都与锡石共生,锡石呈棕色,粒度较细。主要见于 19 号矿体中。

3 结论

(1)通过对矿床蚀变作用与矿化关系的研究,白腊水锡矿床在形成过程中,从含矿溶液开始出现至结束,经历了气成 $\rightarrow$ 高温 $\rightarrow$ 中温 $\rightarrow$ 低温热液蚀变作用,一种蚀变作用往往可以代表一个矿化期或矿化阶段。由于含矿溶液的不断演化及围岩性质的不同,在不同的部位会出现各种不同类型的交代蚀变作用,不同类型的蚀变作用往往有着不同的矿化与矿物组合,又因区内成矿作用的多期次、多阶段性,在同一矿体中往往出现多种矿化、蚀变的相互叠加,形成了区内独特的锡矿类型。

(2)区内与成矿作用有关的围岩蚀变有钠长石化、绿泥石化、砂卡岩化、云英岩化等,其中钠长石化作用形成的蚀变花岗岩型锡矿是湖南锡矿床一个新的成因类型,值得注意。

(3)区内锡矿体中钠长石化十分发育,交代强烈时可形成钠长岩,在钠长石化蚀变过程中一直伴有锡矿化,从 10、31、32 号矿体的资料来看,钠长石化的范围与锡矿体的分布在空间上完全重合在一起,说明钠长石化与锡矿化的亲密关系。

这种由热液作用形成的钠长石化与发育在含 Nb、Ta 矿化细粒花岗岩顶部、由晚期岩浆自变质作用形成的钠长石化,其成因和找矿方向是不同的。

参考文献:

[1] 许以明,侯茂松,廖兴钰,等.郴州芙蓉矿田锡矿床类型

及找矿远景[J]. 湖南地质 ,2000 ,19(2) 95—100.

[2]黄革非 ,曾钦旺 ,魏绍六 ,等. 湖南省骑田岭芙蓉矿田锡矿地质特征及控矿因素初步分析[J]. 中国地质 ,2001 ,28(10) 30—34.

[3]魏绍六 ,曾钦旺 ,许以明 ,等. 湖南省骑田岭芙蓉矿田锡矿地质特征及找矿前景[J]. 中国地质 ,2002 ,29(1) : 67—75.

[4]黄革非 ,龚述清 ,蒋希伟 ,等. 湘南骑田岭锡矿成矿规律探讨[J]. 地质通报 ,2003 ,22(6) :445—450.

[5]蔡锦辉 ,韦昌山 ,等. 芙蓉矿田白腊水锡矿矿化特征及找矿意义[J]. 地质与勘探 ,2004 ,40(5) 27—32.

[6]王登红 ,陈毓川 ,李华芹 ,等. 湖南芙蓉锡矿的地球化学等征及找矿意义[J]. 地质通报 ,2003 ,22(1) :45—55.

Discussion on the relationships between wallrock alterations and mineralizations in Bailashui tin mine in Qitianling , Hunan Province

HUANG Ge-fei^{1 2} , HOU Mao-song^{1 2} , LIU Yang-sheng² , ZI Bai-zhong²
(1. China University of Geosciences ,Wuhan 430074 ,China 2. Hunan Institute of Geological Survey ,Changsha 410000 ,China)

Abstract : The Bailashui mine constitute the main part of the Furong orefield in Qitianling area. Alterations related to tin mineralization in the mine include albitization , chloritization , skarnization , greisenization , lepidolitization and fluoritization. Field geological observation and microscopic identification as well as study of chemical compositions of quartz inclusion in the tin ore bodies and microprobe analysis of chlorites show that the albitization , chloritization , complicated skarnization and greisenization are closely associated with tin mineralization and that the stronger the wallrock alteration , the better the tin enrichment.

Key words : tin deposit ; tin mineralization ; wallrock alteration ; Bailashui

《 华南地质与矿产 》

2005 年 第 4 期 要目预告

广东大宝山多金属矿山环境污染问题及其启示	蔡锦辉等
三江源区的自然资源善与可持续发展——以直根尕卡地区为例	涂 兵等
三峡库区老坟园残留阶地型斜坡稳定性评价	伏永朋等
粤北始兴鱼岔坑锡矿地球化学特征与找矿标志	张福来等
浙江煤山地区北北东向平移 – 逆冲断裂特征及变形环境	刘 荣等