

尖峰坡锡矿床围岩蚀变 与矿化的层型分带

邹文学 高文亮

(江西省地质矿产局916地质队)

尖峰坡锡矿床的围岩蚀变和矿化,具有和地层产状基本一致的层型分带规律。

自下而上分为四带: A—黑云母花岗岩接触带, B—电气石、绢英—夕卡岩锡石金属硫化物带, C—夕卡岩—锡石磁铁矿金属硫化物带, D—透辉石、透闪石角闪岩弱矿化带。控制层型分带的条件是: ①围岩化学性质的差异决定含矿热液的层型选择性交代, ②各地层岩石的密度和孔隙率决定了层型分带的阻挡层与充填交代的空间, ③层间滑动、层间剥离和层间裂隙, 是含矿热液运移的通道及矿物沉淀的场所, ④隐伏花岗岩是锡成矿的载体或热源。

笔者研究了尖峰坡锡矿床的围岩蚀变及矿化, 认为该矿床具有层型(状)分带特征, 它以围岩蚀变、矿化、成矿温度、矿石类型及原生地球化学异常组合分带的协调性, 有别于其他锡矿床的分带模式。

矿床地质概况

尖峰坡锡矿床属江西彭山锡矿田中的一个矿床, 位于江南古陆(台隆)北侧, 修水—都昌拗陷(台拗)带彭山短轴背斜的东翼(图1)。

区内出露地层有震旦系和寒武系, 总体倾向东, 倾角 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。主要赋矿地层为震旦系中统南沱组中段白云岩、含钙泥(粉砂)岩; 下段石英砂砾岩。其次是灯影组下段白云质灰岩、南沱组上段冰碛岩、桐门组石英砂岩。

构造以裂隙为主, 最发育的一组走向为 $350^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 倾角 $68^{\circ}\sim 89^{\circ}$; 其次, 不同时代、不同岩性之层间滑动和层间剥离破碎带比较发育。

矿区北部有隐伏的细粒花岗岩脉和似斑状黑

云母花岗岩。钾氩同位素地质年龄为 $113.4\sim 106.1$ 百万年^[1]。岩石的化学和矿物成分、稀土分析及稳定同位素等数据证实, 属壳源重熔型成岩机制。该岩石含锡 3.429 克/吨, 为S型含锡花岗岩, 系彭山隐伏花岗岩体的南缘部分。此外, 早震旦系中发育细碧—石英角斑岩, 为一完整的多旋回喷发—沉积的细碧角斑岩建造。

该矿床由a、b、c、d四个矿带的若干个矿体组成。a矿带1号矿体呈层状, 面积约 0.3 平方公里, 平均厚度约 3 米, 锡平均品位 0.1% , 为块状锡石硫化物型和锡石硫化物夕卡岩型矿石, 储量可达中型规模。b、c、d矿带的矿体呈凸镜或扁豆状, 矿体厚度及锡品位变化较大, 矿石分别为锡石—石英型和锡石—磁铁矿夕卡岩型。

围岩蚀变类型

尖峰坡锡矿床的围岩蚀变主要有夕卡岩化、绢云母化、硅化、萤石化、云英岩化; 其次为黄玉化、绿泥石化、黑云母化、钠长石化、钾长石化、

^[1]江西地质科学研究所1986年测定。

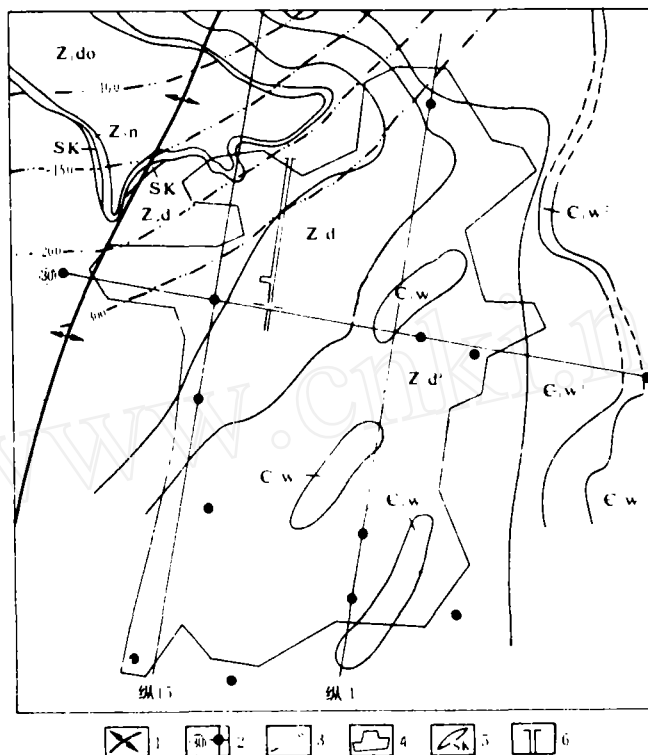


图1 尖峰坡锡矿床矿区地质略图

C.w 1:10000 一下寒武统王音铺组上、中、下段; Z.d 1:10000 上震旦统灯影组上、中、下段; Z.n 一中震旦统南沱组; Z.do—震旦统铜门组; 1—彭山短轴背斜轴; 2—纵横剖面线及主要钻孔; 3—隐伏花岗岩体等深线及标高; 4—锡矿体水平投影边界线; 5—夕卡岩; 6—勘探坑道

碳酸盐化等。现将主要围岩蚀变类型叙述如下:

1.夕卡岩化 广泛发育在灯影组、南沱组镁质碳酸盐岩地层和各种地层的岩石裂隙中。特征矿物为钙质系列的石榴石、透辉石、透闪石、硅灰石和绿帘石,另有少量阳起石、葡萄石、符山石、斧石和绿泥石等。

石榴石:以钙铁榴石为常见,钙铝榴石极少见。钙铁榴石呈自形或被交代成不规则状,粒径可达1厘米,具环带状结构,见光性异常。包裹

体液相成分481.57微克/克包裹体水。包裹体爆裂温度352—460℃。钙铝榴石颜色较浅,其化学成分见表1。石榴石为早期夕卡岩矿物,它交代锡石,又被透辉石、透闪石交代,个别与透辉石共生。

透辉石:为最重要的夕卡岩矿物。多呈半自形—自形,短柱状。透辉石被绿帘石、透闪石、硅灰石、斧石交代;本身又交代锡石。电子探针分析含 SnO_2 0.01~0.04%。透辉石分布在似层

石榴石化学成分表(%)

表1

矿 物	SiO ₂	TiO ₂	SnO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	总 和
钙铁榴石	34.92	0.04	0.16	0.14	0.04	34.29	0.04	28.95	0	0	98.58
钙铝榴石	38.85	0	0.12	24.11	0	24.49	0.03	11.24	0	0	99.14

注:电子探针定量分析。

状夕卡岩中,或呈脉状充填于各种岩石裂隙中。

透闪石:分布广泛,产状同透辉石。常呈束状、纤维状集合体与透辉石共生,并可见到二者互相交代的现象。

硅灰石:分布不普遍。呈半自形—自形晶,交代石榴石或与透辉石、透闪石相互交代。

绿帘石:分布较普遍。呈自形或半自形晶。交代石榴石、透辉石、透闪石,被石英、方解石、绿泥石等交代。

符山石、斧石和葡萄石:仅见于个别钻孔。符山石粒径 0.3×0.2 毫米,被透辉石交代,为早期夕卡岩矿物;斧石呈柱状,切面呈楔形,包裹透闪石和绿帘石,被石英、方解石交代;葡萄石与夕卡岩矿物密切伴生,晶体呈板状,交代石榴石和透辉石。

2. 绢云母化 广泛发育于硅铝质岩石中。尤其是南沱组底部的石英(砂)砾岩和碇门组含砾石英砂岩的胶结物,几乎全被片状绢云母取代,并常伴有强烈的硅化和萤石化。绢云母化发生在锡矿化之后,交代锡石的现象常见。在夕卡岩岩石内,绢云母交代夕卡岩矿物。

3. 硅化 是常见的一种热液蚀变,在各类岩石中均可见到,它有四种产出形式:①硅化石英呈他形粒状分布于夕卡岩中;②硅化石英作为变质砂、砾岩的胶结物出现;③与其他蚀变矿物组成脉状或网脉状沿岩层的破碎带和裂隙充填;④与钠更长石共生,交代夕卡岩。其中以②、③与锡矿化关系最密切。

4. 萤石化 分布广泛。萤石呈浅绿色、紫色,粒状,分布于其他矿物的间隙。包裹体爆裂温度为 $212 \sim 275^{\circ}\text{C}$ 。萤石交代各个成矿阶段的矿物。

5. 云英岩化 呈脉状发育于花岗岩顶部的围岩裂隙中。矿物组合为电气石—黄玉—白云母—萤石—石英。常伴有锡石及金属硫化物矿化,单脉宽 $0.5 \sim 1$ 厘米,脉带宽达10厘米。按矿物组合可分为电气石萤石云英岩脉、黄玉云英岩脉、电气石云英岩脉、萤石云英岩脉和电气石黄玉云英岩化花岗岩脉。

矿化类型

尖峰坡锡矿床已查明矿石矿物17种,主要有锡石、铁闪锌矿、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿;其次有黄锡矿、菱铁矿、方铅矿、白铁矿、蓝辉铜矿、白钨矿、黝铜矿、赤铁矿、辉铋矿和马来亚石。

锡石为本矿床最重要的含锡矿物,黄锡矿和马来亚石含量很少。锡石往往与铁闪锌矿、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿组成锡石—硫化物矿石;与磁铁矿组成锡石—磁铁矿硫化物矿石;与云英岩矿物组合成锡石—云英岩型矿石。

1. 锡矿化

(1) 锡石矿化:矿化范围较广,矿区西北部由于地形切割而暴露地表的锡矿化甚为强烈,见锡石矿化夕卡岩、锡石矿化硅化碎裂岩和锡石矿化云英岩。矿化深度超过600米,据人工重砂资料,早震旦世细碧角斑岩及其下部的隐伏黑云母花岗岩中均见锡石。

锡石呈褐黑、深褐、浅褐色。含Sn $78.48 \sim 79.44\%$ 。(电子探针分析)。晶形为四方柱与四方单锥或双锥的聚形,多数呈溶蚀交代结构,见不规则状或具齿状边缘的圆粒状。粒度一般 $0.01 \sim 0.5$ 毫米,少数达1.5毫米。在块状硫化物型矿石中,锡石常呈他形,呈稠密浸染的条带状分布。脉型锡石则呈自形—半自形,粒径一般为 $0.2 \sim 1.5$ 毫米。

锡石绝大多数在气成热液期沉淀,常被电气石、夕卡岩矿物及金属硫化物交代,个别锡石交代电气石、透辉石、透闪石。锡石包裹体爆裂温度为 $344 \sim 355^{\circ}\text{C}$ 。包裹体的主要成分是 H_2O 、 CO_2 、 N_2 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 F^- 。

(2) 黄锡矿化:据电子探针分析($\%$),含Sn $25.13 \sim 27.40$,Cu $28 \sim 29.15$,Fe $13.02 \sim 14.37$,S $30.27 \sim 31.71$ 。该矿物呈他形、不规则粒状与铁闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿共生,呈固溶体分离结构,个别交代锡石。黄锡矿化主要分布于锡石硫化物矿石中。

(3) 马来亚石:主要见于锡石硫化物夕卡岩型矿石中,颗粒细小。据电子探针分析($\%$),含

SnO_2 32.42 ~ 39.92 , SiO_2 24.7 ~ 27.57 ,
 Al_2O_3 0.75 ~ 4.68 , CaO 18.00 ~ 22.89。

2. 铁闪锌矿化 分布广泛,呈他形一半自形,粒径0.02~0.5毫米,部分大于1.5毫米。矿物化学成分(%)为:Fe 11.53~11.64, Zn 52.75~53.79, S 34.27, Sn 0.01~0.09。由于含铁较高,镜下显弱非均质性,属富铁闪锌矿。共生矿物有磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂。经常与黄铜矿、黄锡矿、蓝辉铜矿呈固溶分离结构。

3. 毒砂矿化 该矿物与夕卡岩化、云英岩化有关,是锡石—石英型和锡石—硫化物型矿石的主要矿物。

毒砂多呈自形晶,部分呈交代残余结构。晶粒0.02~0.55毫米,部分达1.5毫米。常交代锡石,被黄铁矿、黄铜矿、铁闪锌矿和磁黄铁矿交代。

4. 黄铜矿化 呈他形晶粒,粒径0.08~0.8毫米。经常与铁闪锌矿、辉铜矿、黄锡矿呈固溶分离结构,或呈连晶、乳浊状分布于铁闪锌矿中。

5. 磁黄铁矿和黄铁矿化 是组成锡石硫化物矿石的重要矿物。粒径0.01~0.1毫米,黄铁矿可达5毫米。共生矿物为铁闪锌矿、黄铜矿。

6. 磁铁矿化 仅见于d矿带。呈他形一半自形,粒径0.7毫米,被毒砂、黄铁矿等交代,锡石包裹其中。

矿床围岩蚀变及矿化的层型分带

不同的蚀变类型往往伴随着不同的矿化。然而,各种围岩蚀变类型的组合,是在特定的围岩岩性、构造环境、岩浆源条件下多期(或多阶段)热液活动的产物。笔者发现尖峰坡锡矿床的蚀变类型、矿化类型、矿化强度、成矿温度、矿体形态、矿石类型在垂直方向上相互对应,明显具有层型(或层状)分带的特征,自下而上可分为四个蚀变矿化带(表2、图2)。

1. A型(状)蚀变矿化分带

A带:是黑云母花岗岩与围岩的接触带。围岩是细碧岩、石英角闪岩、泥质粉砂岩、火山角砾岩等。泥砂质岩石强烈角岩化。硅化、电气石化、黄玉云英岩脉发育。绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化次之。仅在人工重砂中发现锡石。

B带:是电气石、绢云母、萤石、石英—透辉石透闪石蚀变带,也是锡石、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿强烈矿化带(简称电气石绢英—夕卡岩锡石硫化物带)。由于该带所处的地层层位不同,所以其矿物组合及矿化强度也不同,据此又分为三个亚带。

一亚带:蚀变围岩属闪门组含砾石英砂岩,为硅铝质岩石。陡倾角的锡石云英岩和锡石石英

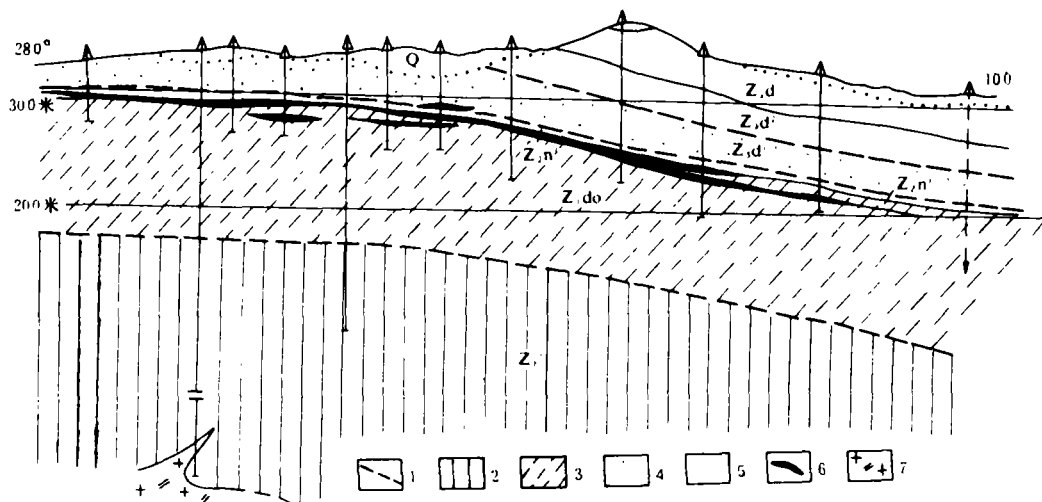


图2 尖峰坡锡矿床围岩蚀变与矿化分带剖面图

1—蚀变矿化分带界线; 2—A带; 3—B带; 4—C带;

5—D带; 6—锡矿体; 7—花岗岩(其他图例同图1)

尖峰坡锡矿床围岩蚀变及金属矿化分带表

表 2

分带	围岩蚀变分带		金属矿化分带		控矿空间	围岩性质	矿带 (体)	矿体形态	矿石类型	
	矿物组合	强度	矿物组合	强度						
D	透闪石、石英、方解石	弱	黄铁矿	弱		厚层硅质岩、 硅质页岩、 粉砂岩、 含炭质页岩				
C	钙质石榴石、透辉石、透闪石、硅灰石、符山石、斧石、葡萄石、绿帘石、阳起石、绿泥石、石英、方解石、萤石	中	锡石、磁铁矿、磁黄铁矿、毒砂、铁闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、菱铁矿、白钨矿、马来亚石	中	层间破碎带、 裂隙、层理	含炭硅质页岩、 薄层硅质岩、 薄层白云质灰岩、中厚层白云质灰岩	d	凸镜状、 似层状	锡石—磁铁矿硫化物夕卡岩型矿石	
B	三 亚 带	白云母、石英、萤石、透辉石、透闪石、绿泥石、电气石	中弱	锡石、毒砂、黄铁矿、铁闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿	中弱	裂碎带	含砾凝灰质粉—细砂岩	c	扁豆状	锡石—石英型矿石
	二 亚 带	絹云母、石英、萤石、白云母、透辉石、绿帘石、硅灰石、石榴石、阳起石、方解石	最强	锡石、毒砂、铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、菱铁矿、辉铜矿、方铅矿、辉铋矿	最强	层间破碎带、 裂隙、孔隙	白云岩、 含钙粉砂岩、 石英砾岩	a	层状	锡石—硫化物型矿石、 锡石—硫化物夕卡岩型矿石
	一 亚 带	白云母、石英、电气石、萤石、方解石、绿泥石、阳起石	强	锡石、毒砂、铁闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、菱铁矿、磁黄铁矿	强	裂隙	含砾石英砂岩	b	脉状、 扁豆状	锡石—石英型矿石
A	电气石、黄玉、白云母、萤石、石英、阳起石、絹云母、方解石、黑云母、绿泥石	中	锡石、白钨矿、(人工重砂见及)、铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿	中	裂隙	细碧角斑岩、 黑云母花岗岩				

矿化元素平均含量表 (ppm) 表 3

蚀变矿化分带	蚀变围岩	Sn	As	Zn	Cu
C 带	粉砂岩、硅质页岩、白云质灰岩、白云岩	104	167	344	111
B 三亚带	凝灰质粉(细)砂岩	311	381	622	145
B 二亚带	白云岩、石英砾岩	930	3780	4000	425
B 一亚带	含砾石英砂岩、长石石英砂岩	262	3147	175	112

注：光谱半定量。

脉发育，硅化较强，以线型蚀变矿化为主，脉旁伴有浸染状矿化。矿石以脉状锡石—石英型为主，锡石硫化物矿石为次。矿化元素含量见表 3。

二亚带：蚀变围岩属南沱组中下段白云岩(次要)、石英砾岩。以孔隙浸透充填和层间充填交代的形式出现，兼有锡石云英岩穿插。矿石类型在横剖面上东西有别：东部为锡石—硫化物夕卡岩型矿石，西部为锡石—硫化物型矿石(无夕卡岩矿物)。

三亚带：相当于南沱组冰碛岩、凝灰质粉砂岩或细砂岩。岩石较致密，局部有陡倾角的锡石云英岩脉和锡石石英脉，见零星锡石—石英型

矿石。

C 带：相当于灯影组下段层位。蚀变围岩以中厚层状白云质灰岩及薄层白云质灰岩为主，粉砂岩、硅质页岩次之。常见陡倾角夕卡岩脉贯通，顺层（或层间破碎带）发育夕卡岩化。为中等程度蚀变，以磁铁矿矿化区别于其他各带。矿石为锡石—磁铁矿硫化物夕卡岩型，矿体呈顺层透镜状。

D 带：常见于透辉石、透闪石角岩（钙硅质角岩）。矿化较弱，锡含量小于 64 ppm。

2. 控制层型（状）分带的条件

（1）围岩化学性质：按岩性分为两大类，即镁质碳酸盐岩和硅铝质碎屑岩、古火山岩。前者以白云岩为例，含 MgO 9.53~16.70%， CaO 29.93~38.68%， Al_2O_3 小于 2.63%，属化学性质活泼的岩石，矿化元素易分散，利于交代作用进行。因此，形成钙铁榴石、透辉石、透闪石夕卡岩。后者以砾岩为例， SiO_2 74.40%， Al_2O_3 12.78%， CaO 1.79%， MgO 2.92%。有利于原生异常的发育，锡、砷的地球化学异常尤其明显。

（2）岩石的密度和孔隙率：矿化元素的原生异常分带在某种意义上与岩石的密度和孔隙率有

关。南沱冰碛岩及灯影组含炭硅质（页）岩，岩石密度大，孔隙率小，在没有裂隙连通时，是含矿热液运移的屏障。石英砾岩孔隙率平均值大于 30%，渗透性能较好，加之裂隙发育，锡、砷异常可能以流渗作用方式形成。含矿溶液遇上砾岩及其上覆盖层——冰碛岩时，溶液势必向压力小的方向运移，这可能是砾岩强烈蚀变及矿化的原因（图 3—*a*）。

（3）层间滑动及层间剥离面：由于成矿前地层褶皱而形成的层间滑动，不同物理性质的岩层产生破碎或揉皱，为含矿溶液的沉淀提供了良好的空间场所（图 3—*b*）。

（4）构造裂隙的沟通作用：区内构造裂隙较为发育，据坑道观察，多数为层内裂隙，且多半被脉体充填。由于裂隙的连通，不仅为热液上升提供了通道，而且贯通了容矿的空间。在压力差的作用下，驱使热液由下向上运移，在封闭或半封闭的条件下，顺层扩散交代（图 3—*c*）。可见导矿裂隙与容矿空间的配合十分重要。

（5）花岗岩：矿床位于隐伏花岗岩体南缘的外接触带中。大量资料表明，花岗岩是锡矿成矿的载体和热源²。在花岗岩顶部的围岩中产生一系

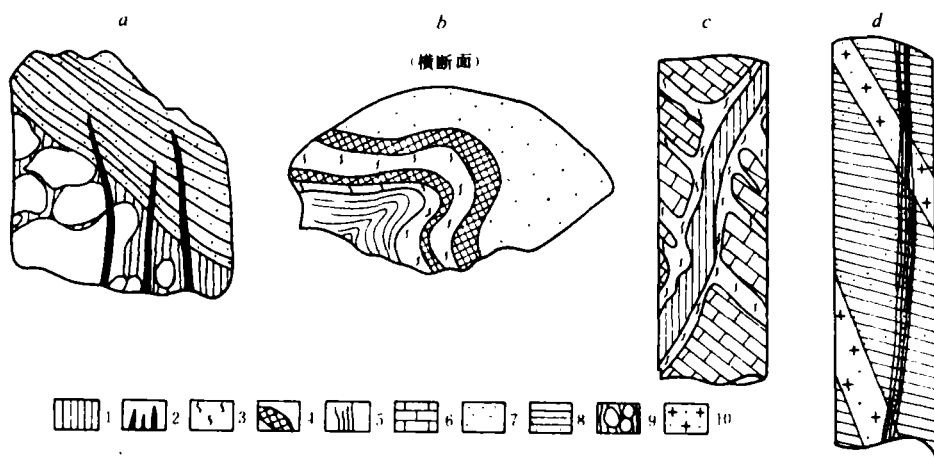


图 3 尖峰坡锡矿床控制分带岩心素描

1—锡石硫化物；2—硫化物矿脉；3—夕卡岩；4—矿
石英脉；5—电气石脉；6—泥质灰岩；7—泥岩；8
—粉砂岩、粉砂质页岩；9—石英砾岩；10—细粒花岗岩

² 邹文学：江西彭山锡矿田地质特征及成矿规律，1984年。

列的热液蚀变和矿化,无疑与其有关。本区花岗岩体侧伏角略大于地层倾角,接触变质带宽,在裂隙沟通的条件下,岩浆期后热液有选择性地交代围岩,当接触带围岩不利于花岗岩的交代时,构造裂隙的疏导作用就显得相当重要,它不仅控制含矿热液的运移,而且还控制岩脉的产状,图3—d说明细粒花岗岩脉沿裂隙侵入,其本身伴有较多黄玉、电气石等富含F、B挥发份的矿物,岩浆期后电气石细脉穿插岩脉及围岩。

综上所述,尖峰坡锡矿床的围岩蚀变和矿化分带具典型的层型(状)分带规律,它受多种地质条件控制。与锡矿化最密切的是石英、萤石、绢云母化,电气石云英岩化,夕卡岩化。锡石和金属硫化物富集在B、C带,其中B带第二亚带锡石和金属硫化物矿化已构成本矿床主要工业矿体。此外,层型(状)分带指导地质找矿已取得了明显地质效果,本文所拟分带模式,实际上是理论和实践的总结。

Stratotype Zoning of Wallrock Alteration and Mineralization in the Jianfongpo Tin Deposit

Zhou Wenxue

Gao Wenliang

(No. 916 Geological Brigade, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Wallrock alteration and mineralization in the Jianfongpo tin deposit manifests a stratotype zoning more or less in accordance with the mode of occurrence of the strata. From bottom to top four zones are recognized. They are: A—the contact zone between biotite granite and wallrocks, B—tourmaline-sericite skarn-cassiterite-metal sulfides zone, C—skarn-cassiterite-magnetite-metal sulfides zone, D—diopside-tremolite-hornstone weakly mineralized zone.

Controlling conditions of the zoning are believed to be as follows: 1—stratified selective metasomatism of orebearing fluids due to different nature of wallrocks, 2—the space provided by strata for hydrothermal metasomatism is governed by the density and porosity of wallrocks, 3—the interformational sliding and desquamating surfaces and intraformational fissures are the ore fluid channelways and sites of deposition, 4—the concealed granite acts as a carrier or a heat source for the tin mineralization.