广东长埔锡矿床的成矿特征及物质来源

谢华光 王文斌

(南京地质矿产研究所)

提 要 长埔锡矿床受地层层位控制,构造定位,并经历了两次矿化,与晚侏罗世火山作用没有直接的成因联系,而与莲花山断裂动力热变质作用密切相关。下侏罗统金鸡群是一富含锡建造,除含 有吸附状态的锡外,还含有古砂锡石及含锡的同生沉积物,并且矿区外围存在一个明显的锡丰度降 低场,因此金鸡群是重要的矿源层。铅、硫同位素组成及稀土元素地球化学特征也说明成矿物质主 要来自地层。成矿水介质以变质水为主,并有大气降水参与。 关键词 层位控矿 构造定位 两次矿化 矿源层

长埔锡矿床是粤东沿海锡成矿带的主要矿床之一。大地构造位置处于欧亚板块的东南 缘,东南沿海褶皱系的西南端,莲花山断裂带的中段(政和一丽水断裂带南段)。该矿床自 1958 年发现以来,许多地质工作者对其进行过研究,但至今尚有一些问题认识不一。近年来, 笔者在长埔锡矿开展研究工作,获得一些实际资料,现撰写本文,供研讨。

一 成矿特征

长埔锡矿区及其外围出露的地层主要是下侏罗统金鸡群海陆交互相的砂页岩和上侏罗统 高基坪群陆相酸性火山岩(图1),前者为赋矿围岩,后者主要分布于矿化带的东南侧,并且大 部分被第四系覆盖。在矿化带的西北侧,火山岩仅出露0.5km⁴左右。高基坪群火山岩与金鸡 群地层呈超覆不整合接触。矿区 NE—NEE 向的层间滑动断裂等构造裂隙发育。一些石英斑 岩沿 NE—NEE 向构造裂隙呈脉状分布,但无较大侵入岩体出露。在莲花山断裂动力热变质 作用下,上述岩石均遭受浅变质,变为千枚岩,片状绢云母石英砂岩、变余斑状石英片岩等。

1、长埔锡矿床产于金鸡群第二亚群砂页岩中,矿化带顺层展布长度达4680米,宽度为 100-250米。矿化带由一组基本平行的矿体组成,主矿体(V₂)长度达1360米。区域上,牛 头山、吉水门、红源等锡矿床的矿化带长度也达数千米,主矿体长度数百米,都赋存于金鸡群地 层中。这些矿床的矿体连续性较好,形态比较简单,一般为似层状和豆荚状,其次为透镜状和 脉状,产状要素与围岩基本一致(图 2)。矿体一般赋存于中一厚层状砂岩中的薄层状夹层,夹 层为千枚岩、炭质千枚岩、片状绢云母(泥质)粉砂岩或细砂岩,矿体明显地表现出受地层控制。

2、构造控制矿体的分布。该矿床厚度较大的矿脉多数产于层间滑动断裂的破碎带内,在 其两侧次级构造裂隙中则发育一些小矿脉。矿脉左行侧列分布,并且向南西侧伏,侧伏角45° 左右。在充填状矿脉的顶、底板常见层间挤压滑动的构造面、断裂阶步、构造透镜体、构造角砾 等构造活动的形迹。构造的规模和等级还控制矿体的大小。V。矿体产于一条规模较大的层



图 1 长埔锡矿区综合地质图

Fig. 1 Synthetical geological map for Changpu tin mining area

间破碎带,因此它是矿区最大的矿体,沿走向呈舒缓波状连续延伸超过千米,占总储量 57.5%。而其它的 V,、V,、V,、等矿体所在的层间断裂延伸不大,一般不超过 300 米,矿体连 续性较差,规模也小得多。总之,矿体具有构造定位的特点。

3、研究表明,长埔锡矿床是两次矿化叠加的结果。第一期以锡矿化为主,形成锡石一石英 建造;第二期以硫化物矿化为主,形成锡石一硫化物建造。在矿区西北侧火山岩的底部含有 "锡石一石英"等矿化砾石。此矿化砾石与矿床中锡石一石英建造矿石(如 V,、V,。矿体)对比, 二者许多特征相同。①矿物组成基本相同,主要为锡石、石英和电气石。②锡石的一些标型特 征相同,粒度较大(一般大于 0.1mm),颜色深,显棕色一褐色,膝状双晶和环带结构清晰;而与 硫化物同时生成的锡石粒度小,显微粒状,颜色较浅,多数为浅黄色。③电子探针测试结果(表 1),锡石的微量元素含量非常相似。④它们都遭受了构造作用的影响,锡石显压碎结构,石英 显微裂纹发育,波状消光普遍。这说明锡石一石英建造的成矿作用发生于晚侏罗世火山作用 之前。另一方面,无矿化无热液蚀变的石英斑岩的 K—Ar 同位素年龄为 143.70±3.5Ma,而 锡石一硫化物矿石的 K—Ar 同位素年龄为 92.90±2.8Ma,同位素年龄说明以硫化物为主的 可化发生于上侏罗统火山岩和石英斑岩成岩之后。锡石一石英建造与锡石一硫化物的形成时 闻不一致,前者形成于中侏罗世,后者形成于晚侏罗世末一早白垩世,二者是两次成矿作用的 产物。

矿石的组构特征说明该矿床是两次叠加形成的。矿石中早期成矿作用形成的锡石一石英 **建造矿石呈角砾状构造**,其中的锡石、毒砂、黄铁矿、石英等普遍呈压碎结构,被第二次矿化形



5、平窿;6、斜井;7、穿脉;8、地质界线。

图 2 长埔矿区联合剖面图

Fig. 2 United section for Changpu mining area

锡石电子探针测试结果

表 1

锡石类型	SnO _z	As ₂ O ₃	TiO,	FeO	MnO	РЬО	wo,	Nb ₂ O ₅	Ta₂O₅
锡石一石英建造中锡石	97.68	0.04	0.02	0.31	0. 02	0.79	0.11	0.53	0.01
锡石一石英建造中锡石	97.34	0. 02	Ø. 10	0. 37	0.02	0.32	0. 08	0. 92	0. 08
锡石一硫化物建造中锡石	96.04	/	0.03	0.16	0. 01	0. 21	0.10	0.04	0.05
"锡石一石英"砾石中锡石	97.03	0.01	0.24	0.33	0.02	0.66	0. 08	1.43	0.04

Table 1 Result of electron probing analysis for cassiterite

测试单位:马鞍山矿山研究院

成的磁铁矿、硫化物(磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等),锰菱铁矿、绿泥石、石英等矿物充填和胶结(照片1、2),而硫化物矿石呈块状构造,它形粒状结构,特别是其中磁铁矿呈八面体自形晶结构。

为了了解锡与铅、锌的相关性,我们对矿体及围岩作了52个样品光谱分析,数据处理统计





照片1 硫化物、石英、绿泥石、锰菱铁矿充 填胶结压碎的锡石 单偏光 6.3× 12.5



图 3 元素相关分析谱系图

Fig. 3 Drendrograph of element relative analysis.

照片2 锡石一硫化物矿石胶结锡石一石英 矿石的角砾

结果(图 3) Pb 与 Zn 的相关系数达 0.97,密切相关,而 Sn 与 Pb、Zn 的相关系数仅 0.19,反映 了 Sn 与 Pb、Zn 不相关。此外,我们在研究了矿床中锡矿体与铅锌矿体的空间分布关系后,同 样得出它们不是统一体,正如虞钟镇等⁽¹⁾(1985)所指出的:"V₂ 矿体可分为二个矿体,10 线以 东为锡矿体,有分散状铅锌矿体叠加,10 线以西为铅锌矿体,锡则作为零星小矿体散布其 间。"这些事实充分说明长埔锡矿床是两次矿化叠加的结果。

4、火山一侵入作用与成矿的关系 长埔锡矿区及其外围无花岗岩类岩体出露,据目前钻探结果也未发现有隐伏的侵入岩体。区域上,距长埔一吉水门锡矿带十几公里之外才有花岗岩体出露,这就很难想象成矿作用与花岗岩类侵入岩有关。

矿区及其外围有上侏罗统高基坪群火山岩和一些石英斑岩脉岩分布。通过岩石学(表 2),岩石化学(表 3),微量元素(表 4)和稀土元素地球化学(见稀土元素地球化学特征一节)等 方面的对比研究,石英斑岩与高基坪群火山岩的特征非常相似,由此推测高基坪群火山岩和石 英斑岩是晚侏罗世同一期火山一岩浆作用的产物。石英斑岩和高基坪群火山岩遭受浅变质, 发生了片理岩化和绢云母化等。仅在矿化带内少数石英斑岩发生了弱的矿化和蚀变,然而蚀 变矿物都沿片理分布。前已提及在晚侏罗世火山作用之前就已形成锡石一石英建造矿石,而 .硫化物形成于晚侏罗世火山作用之后,所以我们认为矿化带内少数石英斑岩的矿化与蚀变是 第二期以硫化物为主的矿化所致。因此,晚侏罗世火山一侵入作用与长埔锡矿床(特别是与锡

岩石 类型	矿物成分				•		
	石英	基质		副矿物	结构	构造	变质程度
	斑晶	绢云母	石英				
石英斑岩	10 / 15	25 / 40	45 / 65	钛铁	变余斑状 变余熔蚀 鳞片花岗	眼球状片状	强烈片理岩 化和绢云母化 石英显微裂纹 发育及波状消光
矿区 NW 侧火山岩	10	30	- 60	 倍 石 钛铁矿 黄铁矿 	同上	同上	同上
高基坪群 火山岩	10	35	55	 错 石 钛铁矿 金红石 	同上	同上	同上

火山岩与石英斑岩岩石特征

表 2

Table. 2 Petrologic character of volcanic rock and quartz-porphyry

石一石英建造的主成矿期)没有直接的成因联系。但是,我们并不排除中生代岩浆作用在粤东 地区对锡成矿起一定的作用。

火山岩与石英斑岩的岩石化学成份

表3

Table. 3 Petrochemical composition of volcanic rock and quartz-porphyry

山丁亚河	14 D #	氧化物含量(%)											++			
石石尖型	厂店即切	11年前3504	SiO,	TiO,	Ai,0,	Fe,O,	FeO	MnO	MgO	CaO	К,Ф	Na ₂ O	P,O,	н,0+	н,0-	會社
石英斑岩			75. 23	0. 013	15.93	1.51	0.05	0.03	0.40	0. 21	4.55	0. 21	0.055			<u>۲</u>
石英斑岩			79. 88	0. 09	11.96	1.59	0. 88	0.04	0.09	0.06	4.04	0. 18	0.041			东 756
石英斑岩		i	80.06	0.16	11. 52	1.66	1. 37	0. 025	0.09	0.13	3.40	0.26	0. 045			臥
石英斑岩	矿化带	2	77.81	0.18	13.36	1.60	0.59	0.02	0.14	0.11	3. 54	0.19	0.06	1.76	0. 09	广东
石英斑岩	矿化带南侧	1	80. 87	0. 08	11.60	0.93	0.34	0.01	0.11	0. 02	3. 53	0.12	0. 03	0. 82	0.10	地矿
石英斑岩	矿化带北侧	2	74.26	0.34	13. 17	0.92	2.29	0. 20	0.44	0.65	3. 42	0.30	0.08	1.69	0. 08	局地
火山岩	矿化带北西侧	3	81.39	0.35	10.32	1.73	0.67	0.01	0.26	0.12	3.04	0.19	0.08	1.17	0. 08	矿肝-
火山岩	矿化带北西侧	1	69.58	0.66	14.76	4.77	0.56	0.04	1.03	0.00	5.34	0.36	0.054	2.72		笔
火山岩	矿区北东侧 桂岭村	1	71.63	0.13	12.36	0. 47	3. 12	0. 09	0. 09	1.10	5.48	2.67	0.02	0.63		者

5、莲花山断裂动力热变质作用与成矿的关系 莲花山断裂动力热变质作用与粤东长埔等 锡矿有着重要的成因联系,具体表现如下。

(1) 据区调资料, 粤东地区锡的地球化学场沿 NE40°-50°方位展布, 异常展布格局与莲花 山断裂变质带基本吻合, 莲花山断裂变质带控制了粤东锡的地球化学场展布格局。

(2) 莲花山断裂变质带控制了锡矿带的分布。莲花山断裂带在海丰地区由两条断裂束组成,对应产生两条断裂变质带。长埔一吉水门锡矿带与海丰一梅陇断裂束的绿片岩相变质带相一致,塌山一银瓶锡矿带与丁家田一银瓶山断裂束角闪岩相变质带相吻合。长埔矿区的矿化带与最强烈的片理岩化和绢云母化带相一致。

火山岩与石英斑岩的微量元素含量

Table. 4 Trace element content of volcanic rock and quartz-porphyry

出工米型	本山 郊/合	民口教	微量元素含量(ppm)											
石石矢尘	() Щ нр Ш.		w	Sn	Bi	Mo	Nb	Ta	Cu	РЪ	Zn	F	Cl	в
石英斑岩	矿化带	2	7	100	6	5	17	10	39	25	24	1524	15	72
石英斑岩	矿化带南侧	1	5	16	1	3	15	2	43	69	20	1333	18	37
石英斑岩	矿化带北侧	2	3	9	1	2	18	3	34	34	45	984	11	34
火山岩	矿化带北侧	3	6	12	1	1	21	4	46	198	50	573	12	19

据广东地矿局地矿所

(3)断裂变质带的变质程度影响相应锡矿带的矿物组成和矿石类型。丁家田一银瓶山断裂束为角闪岩相变质带,变质程度相对较高,相应的塌山一银瓶锡矿带锡矿床的矿石类型主要为锡石一硅酸盐型,矿石内含有较多的石榴石、黑云母等硅酸盐矿物,成矿温度较高。海丰一梅陇断裂束为绿片岩相变质带,变质程度相对较低,对应的长埔一吉水门锡矿带锡矿床的矿石 类型主要为锡石一硫化物型,矿石内出现较多的硫化物,脉石矿物主要为石英、绿泥石和绢云 母,成矿温度相对较低。显然,两条锡矿带的矿石类型不同是由于断裂动力热变质程度差异造成的。

(4) 据丘元禧^①(1987) 报导, 莲花山断裂带曾发生两次强烈活动, 并伴随两次动力热变质 作用, 第一次在中侏罗世, 第二次在晚侏罗世末期至早白垩世初期。长埔锡矿床两次矿化的时 间与莲花山断裂带两次动力热变质作用的时间大体一致。

根据上述莲花山断裂动力热变质作用与锡矿的关系,我们认为长埔锡矿床的两次成矿作 用是由莲花山断裂动力热变质作用引起的。动力热变质作用能使地层中的物质重新组合形成 变质矿物(绿泥石、绢云母、石榴石、黑云母、十字石等),也完全可能使金鸡群地层等含锡岩石 中的锡活化转移,并且富集成矿。

综上所述,长埔锡矿具有地层层位控矿、构造定位和两期矿化的特点,成矿主要与莲花山 断裂动力热变质作用有关。

二、成矿物质来源

(一)、地层的含矿性

1、金鸡群地层的锡丰度

朱圻等²(1987)研究表明,粤东地区各时代的地层中以金鸡群地层的成矿元素 Sn、Pb、

表 4

① **丘元禧等(1987),我国东南陆缘带及其邻近海域中新生代构造演化及岩石圈动力学,**广东地质,NO.1 ② 朱圻等(1987),粤东地区锡矿化带地球化学场初步研究

Zn、Ag、As 等丰度最高,特别是金鸡群的第一、二亚群其 Sn 丰度分别为 39.97ppm 和 16.85ppm,是克拉克值的 10-23.5 倍,是其它层位地层 Sn 丰度的若干一数十倍,其它层位地层 (包括各种火山岩) Sn 丰度多数在 1-12ppm。在长埔矿区及其外围,根据我们和 756 地质 队实测的地层剖面,金鸡群 Sn 丰度也比较高,约 19.87ppm,是克拉克值的 11.69 倍。金鸡群 地层 Sn 丰度说明该地层是一富含 Sn 建造。

粤东地区绝大多数锡矿床产于金鸡群地层,矿床产出部位与区域上 Sn 高丰度层位相一致。并且,长埔、吉水门、厚婆坳等锡矿床伴生有益组份 Pb、Zn、Ag 等及大量毒砂(As),矿床的物质组份与金鸡群地层高丰度的元素组份相吻合。我们认为这绝非偶然,它反映了成矿与金鸡群地层有着内在的成因联系。

2、金鸡群地层中 Sn 的赋存状态

根据大量的光、薄片观察,发现长埔矿区及其外围金鸡群砂岩中含有古砂锡石。古砂锡石 具有下列特征:①形态通常呈浑园状(照片3、),少数为碎屑状(照片4),其内部有许多裂纹。 ②颜色比较复杂,从淡黄色到黄棕色,总体而言,相对于矿石中锡石其颜色较浅。③以重砂矿 物形式出现,单颗零星分布于砂岩的碎屑石英之间。关于古砂锡石及其特征,阎公盛、林桂 清①汪东波@等人也曾先后作过研究。

据阎公盛(1987)和余纪能③(1985)报导,在金鸡群砂岩中可见十几一几十厘米的富含 Sn、Pb、Zn、Ag等成矿元素的"同生椭球体",在炭质千枚岩中还可见到"似鲕粒锡石"。

锡在金鸡群砂页岩中,除了以古砂锡石及含锡的同生沉积物形式存在外,可能还有相当一部分以吸附状态存在。陈骏④(1985)根据表生条件下 Sn 吸附富集模拟实验结果,证明华南某些层控锡矿床矿源层的形成与吸附作用有关。他认为在中偏碱性和还原条件下,锡容易因吸附作用而在含有机炭的沉积物(特别是页岩)中沉淀下来。



照片3 浑园状古砂锡石 单偏光 60×12.5



照片4碎屑状古砂锡石 单偏光25×12.5

3 金鸡群地层的 Sn 丰度变化

①林桂清,1985,长埔锡矿带成矿地质条件及找矿方向研究报告
 ②汪东波,1986,南大硕士论文"粤东南潮安一海丰一带锡矿床地球化学研究"
 ③余纪能,1985,广东莲花山断裂带中段锡矿床成矿地质特征,矿产地质,NO.3
 ④陈骏,1985,论华南某些层控锡矿床的地质特征及形成机制,南大博士论文

在长埔矿区及其外围,我们和 756 地质队一起实测了长埔一大箱西一炸药厂的金鸡群第 二亚群地层剖面,实测直距约 1500 米。 93 个样品分析结果反映 Sn 丰度基本上按地层层序自 下而上有规律地变化(图 3):①在远离矿化带的炸药厂 NW 侧(厚 276 米),地层 Sn 丰度较高 并且稳定,平均 19.87ppm。②从大箝西村至矿区西北侧火山岩(厚 864 米),Sn 丰度普遍较 低,一般在 2—4ppm,除一个高值外 38 个样品平均 2.88ppm。③火山岩出露区(剖面仅切过约 3 米宽的火山岩),3 个样品 Sn 丰度差别非常大(6.7—129.1ppm)。④火山岩与矿化带之间 (厚 182 米),Sn 丰度也较高,除一个高值外 16 个样品平均 13.19ppm。⑤矿化带(厚 117 米), Sn 丰度很高,一般大于 50ppm,平均 85.55ppm。

根据剖面中地层的地质特征及其 Sn 丰度可以得出下列认识:①炸药厂那一段地层遭受变 质程度较低,受改造较弱,它的丰度(平均 19.87ppm)基本上代表金鸡群的含矿性,②矿区外围 存在一个明显的 Sn 丰度降低场,即在大箝西村至火山岩之间。显然,在成矿过程中这段是 Sn 受淋滤被活化转移的贫化区,为成矿提供了 Sn 等组份。



图 4 炸药厂—大箝西—长埔剖面地层锡含量变化曲线图 Fig. 4The chart of tin content variety of starta in the section of "sxplosive mill"——Dagianxi——Changpu 上述研究结果充分说明金鸡群是一富含 Sn 等成矿元素的建造,并且是重要的矿源层。 4、金鸡群中 Sn 活化转移的可能性

陈骏①(1985)作了锡石在 HCl—C— H₂O 体系中的溶解度实验,实验条件为 M_{HCl} = 0.1、T = 350 °C、P = 173.7atm、t = 192 小时,锡石的溶解度为 1.054 × 10⁻² mol/t。他的实验结果 说明古砂锡石能被成矿溶液溶解且发生活化转移。另外,董国仪②(1986)作了 K—Na—Cl (F) (加少量有机炭)体系,在T = 350 °C、P = 500atm、pH = 4-6, fO₂ = 10⁻²⁰ atm 左右的条件下, 金鸡群地层样品的 Sn 淋滤实验,结果 Sn 活化率可达 30%。她还在相似的实验条件下成功地 合成了锡石。由此得出,金鸡群地层中的 Sn 完全可能被活化淋滤出来,并且迁移富集成矿。

(二)稳定同位素组成特征

1、铅同位素组成特征

为了了解成矿物质来源,我们作了矿石中方铅矿和锡石的铅同位素组成测试,并且收集了 龚昌瑞③(1985)作的铅同位素组成测试结果。在卡农(1964)三角坐标图上投影结果,长埔锡

矿床铅同位素组成属于正常铅。在 C. M. Hamitton等(1983)的²⁰ Pb/²⁰ Pb — ²⁰⁹ Pb/²⁰ Pb 图上(图 5),长埔锡矿床的铅落 于上部地壳铅同位素演化曲线附近,说明 成矿物质主要来自上部地壳,即主要来自 地层。

2、硫同位素组成特征

长埔矿区 30 个硫同位素组成测试结 果, $\delta^{*}S = -1.02 \sim -6.93\%$, 平均值为-2.84‰, 总 硫 同 位 素 组 成 $\delta^{*}S_{\Sigma s} = -$ 3.93‰。据广东省地矿所朱圻等④研究, 产于与成矿有关的蚀变花岗岩中为岩浆期 后热液蚀变产物的黄铁矿 (采自宝山嶂矿 床隐伏的云英岩化花岗岩岩体), 其 $\delta^{*}S =$ +2.17‰; 另外, 在一般认为是岩浆成因的







莲花山钨矿,其δ⁴⁴S = +1.5~-2.5‰;而区域上主要赋矿层位金鸡群的炭质页岩中黄铁矿结 核和立方体黄铁矿的δ⁴⁴S 值分别为-6.93‰和-2.41‰。显然,长埔矿区的硫同位素组成与 岩浆源硫同位素组成有较大差异,而与围岩的硫同位素组成相似,由此推测硫主要来自金鸡群 地层。

① 陈骏(1985),博士论文"论华南某些层控锡矿床的地层特征及形成机制。 ② 董国仪(1986),硕士论文"广东潮安厚婆坳锡矿床实验地球化学研究" ③ 霍昌瑞(1985),硕士论文"广东海丰地区脉状锡矿床地球化学研究"

④朱圻等(1985),"粤东地区锡矿化带地球化学场初步研究"

3、氧同位素组成特征

由锡石、石英等矿物的 15 个 δ¹⁶O 值及均一温度换算获得长埔锡矿的成矿溶液氧同位素 δ¹⁶O_{H20} 值,该值介于-3.86‰与+6.31‰,为偏向正值的低负值。据张理刚(1985),我国 W-Sn 系列花岗岩的初始岩浆水的 δ¹⁶O_{H20} 值大致为+8.15~+12.5‰。显然,长埔锡矿的成矿溶 液氧同位素 δ¹⁶O_{H20} 值与 W-Sn 系列花岗岩的岩浆水的 δ¹⁶O_{H20} 值不同,而介于中生代大气降水 δ¹⁶O_{H20} (-7.5‰)和变质水 δ₁₆O_{H20} (4-25%)的值之间。结合长埔锡矿床的成矿特征,我们认 为成矿水介质以变质水为主,并有大气降水混入。

(三)、稀土元素地球化学特征

研究表明,稀土元素地球化学特征能为分析成矿物质来源提供一定的信息。长埔锡矿区的金鸡群砂页岩、高基坪群火山岩,石英斑岩及矿石和锡石单矿物的稀土元素特征值列于表5,配分模式见图 6、7。根据表 5 和图 6、7,13 个样品可分为两组,矿石、锡石与金鸡群砂页岩归一组,石英斑岩与高基坪群火山岩(英安玢岩和凝灰岩)为一组。两组的特征有较大差别:①砂页岩、矿石和锡石的稀土模式与第一期石英斑岩的稀土模式不同。第一期石英斑岩的稀土模式向左倾,与矿石、锡石的稀土模式倾向相反,富集重稀土元素。②火成岩(石英斑岩、高基坪群火山岩)相对于矿石和锡石而言,轻稀土元素镧和铈基本上都明显亏损。③矿石和锡石的、销基本上没有亏损(δEu = 0.845),砂页岩铕亏损很少(δEu = 0.633),而火成岩的铕基本上都明显亏损(δEu = 0.845),砂页岩铕亏损很少(δEu = 0.633),而火成岩的铕基本上都明显亏损(δEu = 0.463)。④砂页岩、矿石和锡石的标准化稀土元素比值(La/yb)x比火成岩的值大,前者平均值 6.77,后者 5.77。⑤砂页岩、矿石和锡石的(La/Sm)x值基本上都大于3.5,而火成岩的(La/Sm)x值一般小于3.0。⑥砂页岩、矿石和锡石的(La/Sm)x值都大于0.5,而火成岩的(La/Sm)x一般小于0.4。总之,矿石和锡石的稀土模式及其稀土元素特征值与金鸡群砂页岩的相似,而与火成岩的明显不同。因此进一步说明成矿物质主要来自金鸡群地层。

综上所述,金鸡群是一富含锡建造,铅、硫、氧同位素组成和稀土元素地球化学特征反映长 埔锡矿与金鸡群地层有着重要的成因联系,成矿物质主要来自金鸡群地层。

虽然粤东地区也产出一些与同熔型岩体有关的斑岩钨矿(如莲花山)和某些学者所认为的 斑岩锡矿(如西岭),但是"这一地区的斑岩型锡矿床的形成,可能与地层的含矿性有关"①(徐 克勤、胡受奚,1981)。徐克勤和胡受奚(1962—1984)多次指出:"钨锡矿床的形成常常需要经 过地壳内的多次作用(包括沉积分异,花岗岩化等)才能完成"。他们和 Asnachinda 都认为,就 成矿金属(钨锡)来源而言,有无老的(前中生代)褶皱基底存在是至关重要的,由洋壳直接分熔 而成的斑岩,如果没有获得壳源成矿物质就不可能形成斑岩型钨锡矿床。因此,可以认为粤东 与同熔型岩体有关的斑岩型钨锡矿床的成矿物质主要来自地壳,尤其与华南加里东隆起区褶 皱基底和新生代(T,--T₁)冒地沉积物(如金鸡群)有关。



图 6 矿石锡石及金鸡群砂页岩稀土模式 Fig. 6 REE distribution pattern of cassiterit and the sandstone,shale of Jingi Group



注:因锡石中 REE 含量太低,将 6、提高了一个数量级的曲线。

三、矿床成因

上述研究表明,对于长埔锡矿,金鸡群地层是矿源层,莲花山断裂动力热变质作用是成矿 的营力。莲花山断裂带的两次动力热变质作用,使金鸡群海陆交互相砂页岩等岩石的同生水 及矿物的结构水等逸出,形成变质热液。变质热液由高压区向低压区迁移过程中,从金鸡群地 层中淋滤萃取了 Sn 等成矿组份,成为含矿溶液。在金鸡群地层中的层间滑动断裂,节理裂隙 等构造发育地段,大气降水混入,溶液的 T、P、pH、fO2、fS,等物理化学条件急剧变化,成矿组 份的络合物稳定性大大降低,成矿元素从溶液中析出而成矿。第一次产生以锡为主的矿化,第 二次发生以硫化物为主的叠加矿化。

		14	able 5 REE Characte	eristics values		
序 号	样品名称	δEu	(La/Yb) _N	(La/Sm) _N	(Eu/Sm) _N	资料来源
1	英安玢岩	0. 179	9.90	3. 94	0. 29	
2	绢云母石英砂岩	0.638	5.56	3. 99	0.53	AT. •
3	千枚岩	0.667	9.75	4. 30	0.52	毛
4	绢云母化页岩	0.606	5. 56	3. 51	0.51	
5	锡石	0.557	4.14	3.62	0.53	有
6	锡石一石英矿石	0. 827	3. 58	2. 78	0.76	
7	锡石一硫化物矿石	1.151	10.05	4. 30	0.87	龚昌瑞
8	石英斑岩	0.735	8. 92	4. 22	0.57	(1986)
9	 石英斑岩	0.086	0. 24	0. 26	0.09	
10	石英斑岩	0.37	2. 98	1.81	0.29	
11	石英斑岩	0.79	7.98	2.87	0.62	● 眞钾珙 → ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
1 2	石英斑岩	0.53	4.72	2.66	0.42	(1982)
13	凝灰岩	0.55	5.69	2.84	0.41	

稀土元素特征值 Table 5 REE characteristics value

总之,长埔锡矿床是在原始沉积时 Sn 等成矿组份已初步富集的基础上,经变质作用形成 的,明显受地层层位控制的矿床。该矿床属沉积一变成层控矿床。

参考文献

〔1〕、刘英俊等,广东潮安厚婆坳锡矿床物质来源及物理化学条件,矿产与地质,(1)1988

〔2〕、张理刚,《稳定同位素在地质科学中的应用》,陕西科学技术出版社,1986

[3]、张秋生等,《矿源与成矿》,地质出版社,1982

〔4〕、阎公盛,广东紫金铁嶂锡矿床地质特征及矿床成因探讨,矿床地质,(1)1987

〔5〕、曾庆丰,《论热液成矿条件》,科学出版社,1986

[6] R.G. 泰勒,《锡矿床地质学》,地质出版社, 1983

表 5

地质找矿论丛

METALLOGENTIC CHARACTERISTICS AND SUBSTANCE SOURCE OF CHANGPU TIN DEPOSIT, GUANGDONG

Xie Huaguang Wang Wenbin

(IGMR, Nanjing)

Abstract

The Changpu tin deposit was controlled by stratigraphy level and structure, undergone two epoches of mineralization, had not direct genetical relation to the late Jurassic volcanism, but was close related to the dynamic metamorphism of Lianhuashan fault belt. The Jinji Group of lower Jurassic series is a suit of formation rich in tin. In addition to the tin in adsorption state, the strata contain tin—bearing syngenetic sediments and ancient clastic cassiterit. Further, there is obviously a depletion of tin in the periphery of the mining area. Therefore, the Jinji Group is an important source bed. Lead, sulfur isotope composition and the characteristics of REE geochemistry indicate that metallogentic substance mainly came from the group. Ore—forming fluid chiefly was metamorphic water but mixed by meteoric water. The tin deposit belongs to sedimento—metamorphic stratobound ore deposits.