

临武香花岭矿锡铅锌多金属矿床形成机理的探讨

文国璋 郭立信

(中南工业大学地质系)

对矿区外围泥盆系棋梓桥组和余田桥组碳酸盐岩和矿区内的花岗岩、石英斑岩岩体进行了系统的取样分析,详细研究了碳酸盐岩全岩铅同位素、矿石铅同位素和硫同位素组成以及单矿物包裹体成分、测温和单矿物微量元素含量变化等特点。认为该矿床的成矿物质来源于:①铅锌主要来源于棋梓桥组白云岩、白云质灰岩和余田桥组白云岩、白云质灰岩,部分来于岩体,②锡主要来源于寒武系浅变质砂岩和泥盆系跳马涧组砂岩,部分来自花岗岩岩体,③钨主要来源于花岗岩岩体。从地洼观点进一步分析探讨了该矿床的形成过程和形成机理,认为该矿床为湘南典型的地洼型多因复成矿床,并指出了该类型矿床的找矿要点。

地质背景

香花岭矿位于东南地洼区、赣桂地洼系、来阳地穹的南缘,通天庙短轴背斜的北东倾伏端。区域构造线方向,受南岭东西构造带与耒阳—临武南北构造带的复合部位制约。

矿区出露地层主要为地台构造层泥盆系中上统棋梓桥组和余田桥组,由砂页岩、微晶灰岩、粒状白云岩及枝状层孔虫新月形条带状白云岩、花斑状白云岩和钙质砂岩等组成,是本区Sn、Pb、Zn的含矿层。次为地槽构造层寒武系浅变质砂岩。地洼构造层分布在矿区的外围。

矿区构造以断裂为主,其中以 F_1 断层规模最大,倾向南东,倾角 $25\sim 45^\circ$,自南西向北东,贯穿整个矿区,全长14 km,由地表向下,延伸至花岗岩接触带。下盘为寒武系浅变质砂岩或泥盆系中统跳马涧组砂岩;上盘为棋梓桥组和余田桥组白云岩、灰岩。断裂带中充填有锡石硫化物、铅锌硫化物矿体。矿体下盘绿泥石化强烈,并有一层绿泥石构造岩。据其特征,该断层曾多期多次活动,为张扭性结构面。

由 F_1 断裂所派生出的次一级断裂有 F_2 、 F_4 ,由 F_3 派生出来的更次级断裂为 F_{3-1} 、 F_{3-2} 、 F_{17} 。形成以 F_1 为主干断裂的复杂的“入”字形帚状构造(图1),成为本区的导矿、配矿和容矿构造系统,控制了本区矿田、矿床和矿体的空间分布、形态、产状和规模及

矿化富集规律。

矿区出露有花岗岩、花岗斑岩、煌斑岩和细晶岩脉等。与锡铅锌矿化有关的是癞子岭黑云母花岗岩和花岗斑岩。

花岗岩体沿 F_1 与 F_2 断层交汇部位侵入。地表呈似椭圆形,面积 1.84 km^2 ,呈岩株状产出。主要矿物为石英、钾长石,次为黑云母及少量锂云母。副矿物有黄玉、锆石、金红石等。由表1可知,岩体 $K_2O + Na_2O > 8\%$,与一般花岗岩相比,富钾、钠、硅、铝,而贫钙、铁、镁,为碱质偏酸性典型的地洼型花岗岩。

矿床地质特征

一、矿床基本特征

本区矿床矿化元素种类多,矿床类型复杂,主要有:锡石硫化物矿体;锡—铅锌硫化物混合矿体;铅锌硫化物矿体。按照矿体形态产状特点,可分为缓倾斜矿体、陡倾斜矿体和似管状矿体三类。其特征见表2。

二、矿化富集规律

1. 矿化类型复杂,矿化具有多期多阶段性 本区矿化元素有W、Sn、Pb、Zn、Cu、Fe、Be、Nb、Ta等,据成矿地质特征矿化可分为:

(1) 沉积期的Pb—Zn、Sn矿化,形成本区的矿源层;

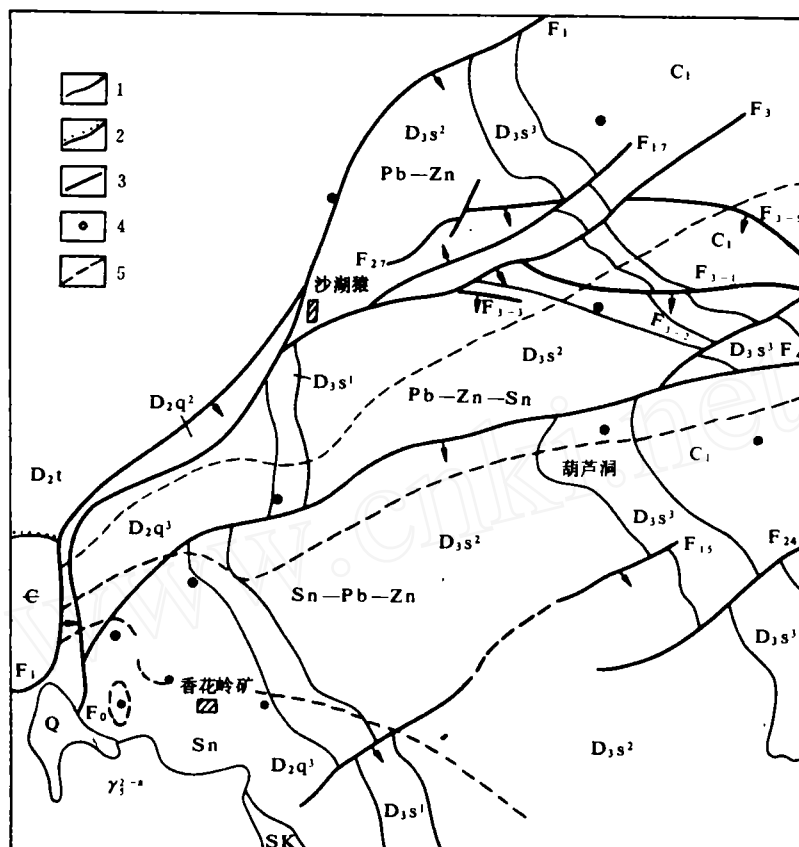


图1 香花岭锡石硫化物多金属矿床地质平面图

Q—第四系；C₁—下石炭统；D₁s₁¹—上泥盆统余田桥组上部灰岩；D₁s₂²—余田桥组中部白云岩；D₁s₃³—余田桥组下部灰岩；D₂q₁¹—中泥盆统棋梓桥组上部灰岩；D₂q₂²—棋梓桥组中部白云岩；D₂t—跳马涧组砂砾岩；€—寒武系变质砂岩；γ₁¹—黑云母花岗岩；SK—夕卡岩；Pb-Zn—铅锌矿化带；Pb-Zn-Sn—铅锌锡矿化带；Sn-Pb-Zn—锡铅锌矿化带；Sn—锡矿化带；1—地质界线；2—不整合线；3—断层；4—钻孔；5—矿化分带界线

香花岭黑云母花岗岩主要化学成分(%)

表1

样品数	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
10	74.2	13.77	0.025	0.73	0.36	0.03	1.48	3.51	4.64

(2) 岩浆期和伟晶岩期稀有元素，形成岩浆自变质作用型和伟晶岩型的Be、Nb、Ta矿床；

(3) 夕卡岩期的Sn、Pb、Zn、Fe元素矿化，形成小型的Sn、Pb、Zn矿床，Pb、Zn、Sn矿床和Pb、Zn矿床；

(4) 气水—热液期的Sn、W、Mo、Pb、Zn、Cu矿化，形成Sn、W矿床；Sn、Pb、Zn矿床和Pb、

Zn矿床。其中夕卡岩期和热液期是本区Sn、Pb、Zn的主要成矿期。

不同矿化期的，矿化阶段也不同。如热液期，据矿体内的穿切、复脉状构造和矿物共生组合、矿石结构构造等特点，矿化阶段可分为：磁黄铁矿—锡石硫化物阶段；黑钨矿—石英阶段；毒砂—锡石硫化物阶段；方铅矿、闪锌矿—石英阶段；方铅矿、闪锌矿—碳酸

盐酸阶段;方铅矿、闪锌矿—铁锰碳酸盐阶段(图2)。同一矿体常是经历了多期多阶段矿化叠加、改造而成的。例如I*矿体是在夕卡岩矿化的基础上,再经热液期的叠加、改造富集成锡石硫化物似层状矿体。

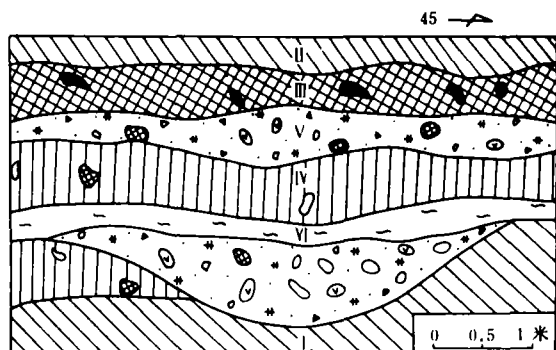


图2 438中段南成矿期成矿阶段特征素描图

I—砂岩; II—白云岩; III—含夕卡岩角砾磁黄铁矿锡石硫化物脉; IV—含磁黄铁矿锡石硫化物角砾黑钨矿石英脉; V—含石英黑钨矿方铅矿闪锌矿角砾方铅矿闪锌矿方解石脉; VI—绿泥石构造岩

2. 矿化富集主要受构造控制 矿体、特别是富矿体,主要赋存在断裂带内,成主断裂的分支及其上盘更次级裂隙内。不同构造序次内赋存的矿化元素、矿化类型和规模大小亦有不同(表2)。

3. 矿化具有正向分带特征 不论在水平方向或垂直方向上,矿体围岩蚀变、矿化元素、矿物组合和矿床类型都显现出正向分带的特征。自癞子岭花岗岩体向外,自上而下,其蚀变依次为钠长石化、云英岩化、硅化、绿泥石化和碳酸盐化。且在同一蚀变带内不同类型的蚀变常叠加在一起(表2)。不同的蚀变类型伴随有不同的矿化类型。矿床围岩蚀变分带实际上体现了矿化类型的分带。自癞子岭花岗岩体向外,自上而下,依次出现花岗岩型的Nb、Ta、Be稀有元素矿床,分布在正接触带;高温热液W、Sn矿床分布在接触带附近;中温热液Pb、Zn矿床则分布于远离岩体的外接触带。同样,矿化元素和矿物组合在空间上也表现出正向分带的特征。如图1、3所示,自癞子岭花岗岩体向外,自上而下依次出现W—Sn—Mo带, Sn带, Sn—Pb—Zn带, Pb—Zn—Sn带和Pb—Zn带。相应的矿物组合依次为黑钨矿—锡石—辉钼矿带, 锡石—闪锌矿—方铅矿带, 方铅矿、闪锌矿—锡石带和方铅矿—闪锌矿带。

矿床形成机理

一、矿化与岩浆岩、地层岩性的关系

1. 矿化与岩浆岩的关系 本区不同类型的矿床,在空间上围绕着癞子岭岩体分布,呈现正向分带的特点。矿化温度自岩体向外依次减弱(图4)。这表明矿化与岩浆侵位活动关系密切。表3表明,黑云母花岗岩和花岗斑岩Sn含量均较高,分别为华南燕山期花岗岩^①的26倍和31倍;花岗斑岩的Pb、Zn含量分别为华南花岗岩的29倍和19倍;花岗岩的Pb、Zn含量为华南花岗岩的14倍和5.3倍,而花岗斑岩Pb、Zn、Sn含量均较高,分别为花岗岩的2.1倍。这也体现了华南复式岩体晚阶段酸性岩脉Sn、Pb、Zn含量增高

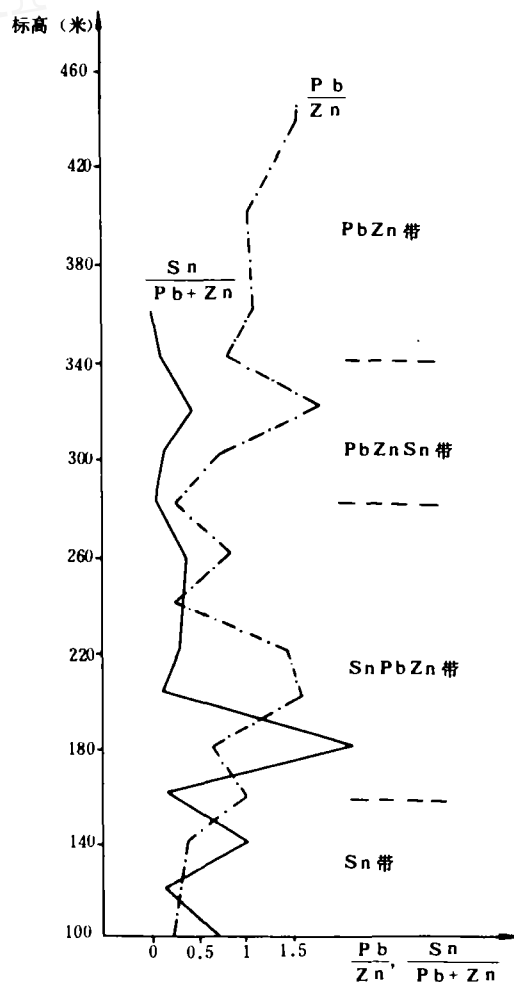


图3 17线以北Sn、Pb、Zn品位比值垂向变化曲线图

矿体编号	矿体类型	矿体赋存构造		矿体	矿体产状		矿体形态	矿石成分		金属元素		矿石的结构构造	围岩蚀变	矿体稳定性	矿床类型	矿床规模
		类型	序次		倾向	倾角		主要矿石矿物	主要脉石矿物	主要金属元素	次要金属元素					
1	缓倾斜	F ₁ 断层	I	115°~130°	30°~45°	似层状	锡石、黑铜矿	绿泥石、方解石、透辉石、石英、萤石	Sn、W	Mo、Cu、Pb、Zn、Nb、Ta、Be	交代残余结构、自形晶结构、块状构造、角砾状构造、细脉状构造	硅化、绿泥石化、大理岩化、云英岩化	稳定、连续性较好	锡石硫化物矿床	大	
0	斜矿体	F ₀ 断层	II	100°~120°	25°±	透镜状、扁豆状	锡石、方铅矿、闪锌矿	绿泥石、方解石、石英、萤石	Sn、Pb、Zn	W、Cu	交代残余结构、块状构造、角砾状构造	硅化、绿泥石化、碳酸盐化	较稳定	锡石铅锌硫化物矿床	较大	
7	陡矿体	层间破碎带		55°±	28°~32°	似层状	方铅矿、闪锌矿	方解石、白云石	Pb、Zn	Cu	交代残余结构、块状构造、角砾状构造	碳酸盐化	较稳定	铅锌硫化物矿床	中	
3	陡斜矿体	F ₃ 断层	III	164°±	75°±	脉状	方铅矿、闪锌矿	方解石、白云石	Pb、Zn	Cu	自形晶结构、固熔体分离结构、块状构造	碳酸盐化、铁锰碳酸盐化	不稳定、连续性较差	铅锌硫化物矿床	中小	
3-1	陡斜矿体	F ₃₋₁ 断层	IV	185°~180°	76°~80°	脉状	方铅矿、闪锌矿	方解石、白云石	Pb、Zn	Cu	自形晶结构、交代熔蚀结构、块状构造、角砾状构造、脉状构造	碳酸盐化、铁锰碳酸盐化	不稳定、连续性较差	铅锌硫化物矿床	较小	
17	陡矿体	F ₁₇ 断层		335°~195°	75°±	脉状	方铅矿、闪锌矿	方解石、白云石	Pb、Zn	Cu	固熔体分离结构、交代熔蚀结构、块状构造、角砾状构造	碳酸盐化	不稳定	铅锌硫化物矿床	较小	
	似管状矿体	F ₁ 、F ₀ 断层面上盘更次一级裂隙	V	185°~195° 165°~175° 290°~310°	70°~80° 65°~75° 35°~50°	囊状、瘤状、巢状、扇状、板状	锡石、方铅矿、闪锌矿	方解石、白云石、绿泥石、透辉石、透闪石、石榴石	Sn、Pb、Zn、Fe	W、Mo、Cu	自形晶结构、固熔体分离结构、交代残余结构、包含结构、块状构造、网脉状构造、脉状穿切构造、角砾状构造	夕卡岩化、萤石化、碳酸盐化	极不稳定、连续性较差	铅锌硫化物矿床、锡石硫化物矿床、锡石铅锌硫化物矿床	小	

的特点。上述说明，癞子岭岩体及其侵位活动对本区锡铅锌多金属矿床的形成提供了重要的热源和物源。

2. 矿化与地层岩性的关系 矿体围岩主要为泥盆系棋梓桥组和余田桥组碳酸盐岩石，而以棋梓桥组含层孔虫化石的粒状白云岩、余田桥组新月形条带状白云岩更为有利。锡铅锌矿体多富集在构造发育或二种岩石接界的部位，且矿体富、规模也较大。如 7* 铅锌矿体，1* 矿体和 0* 矿体上盘的铅锌锡管状矿体（图 5）。

对矿区外围阿尔陀佛—锦田泥盆纪地层剖面所进行的系统分层，采样和测试（表 4）表明，棋梓桥组和余田桥组内 Pb、Zn、Cu 含量较高。与世界碳酸盐岩对比^②，其富集系数较大。此外，对远离矿体下盘 5~30 米内砂岩中的 Sn 分析表明（表 5），跳马涧组砂岩，对面山群砂岩的 Sn 含量高，其富集系数较大。

癞子岭岩体锡铅锌含量表 (ppm) 表 3

岩 体	样品数	Pb	Zn	Sn
黑云母花岗岩	12	259	62	547
花岗斑岩	4	543	215	645

综上所述，棋梓桥组和余田桥组碳酸盐岩，对面山群和跳马涧组砂岩，应属原始沉积。前者为 Pb、Zn 矿源层，后者为 Sn 的矿源层。

二、硫、铅同位素组成

1. 硫同位素组成特点 矿区 S^{32}/S^{34} 的平均值接近于 22.220（表 6）。 δS^{34} 正值占 84%， δS^{34} 在 4% 以内的占测数 77.5%，少数样品为 5% 以上。其离差值最大为 11.672%。从总体来看，全区硫同位素

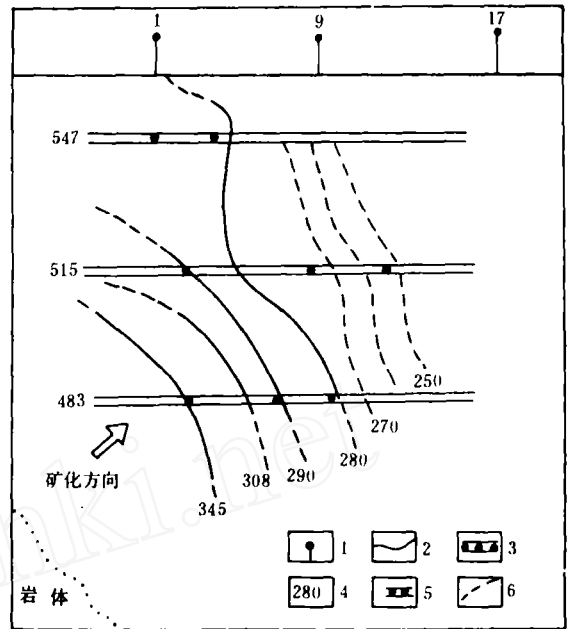


图 4 太平—新风矿段成矿温度等值线图

1—勘探线号；2—等温线；3—测温矿物取样点；

4—爆裂法温度；5—中段标高；6—推测等温线

香花岭矿外围碳酸盐岩成矿元素含量表 表 4

取样位置	样品数	元素含量平均值 (ppm)			富 集 系 数		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
余田桥组	48	120	54	29	13.3	2.7	7.3
棋梓桥组	48	93	27	56	10.3	1.4	1.4
平 均		106.5	40.5	42.5	11.8	2.05	10.65

组成较稳定， δS^{34} 变化范围较狭窄，成矿物质具有幔源或地壳深源的特点。但少数样品的离差和偏离值类似于酒顶铅锌矿床硫同位素组成特点^①，表明本区

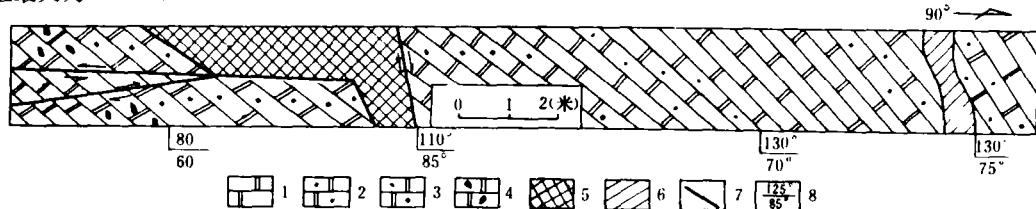


图 5 新风矿段 21 号穿脉北壁素描图

1—白云岩；2—白云岩中苔藓虫化石含量 40~50%；3—白云岩中苔藓虫化石含量 60%；4—黄铁矿、铅锌矿化白云岩；5—锡铅锌矿体；6—铅锌矿体；7—断层；8—地质体产状

① 据南大华南燕山期花岗岩 $\overline{Pb} = 16 \text{ ppm}$ ， $\overline{Zn} = 13.9 \text{ ppm}$ ， $\overline{Sn} = 21.1 \text{ ppm}$ 。

华南花岗岩 $\overline{Pb} = 18.47 \text{ ppm}$ ， $\overline{Zn} = 21.56 \text{ ppm}$ ， $\overline{Sn} = 11.25 \text{ ppm}$ 。

矿化硫的来源复杂,既有幔源或地壳深源硫,又有海水和生物硫。

矿区不同矿段的矿体, δS^{34} 仍有差异,且有一定的波动范围,如7*矿体为 $-0.35 \sim 5.2\%$;0*矿体为 $-1.39 \sim 2.55\%$;管状矿体为 $-0.92 \sim 2.60\%$ 。这说明各矿体的成矿方式和成矿期不同。同一矿体 δS^{34}

矿体下盘砂岩Sn含量表(ppm) 表5

取样位置	样品数	Sn	富集系数 ^③
跳马涧组	6	75	37.5
对面山群	6	198	79

矿田内各类矿体硫同位素组成特征表 表6

测定矿物	样品数	$\delta S^{34}\%$	S^{32}/S^{34}	δS^{34} 变化范围	平均偏离值‰
方铅矿、闪锌矿、黄铁矿 黄铜矿、毒砂、磁黄铁矿	50	2.58	22.175	$-5.03 \sim 6.669$	0.055

香花岭锡铅锌多金属矿床方铅矿及外围碳酸盐岩全岩样铅同位素组成表 表7

样号	样品名称	采样位置	铅同位素组成				铅同位素组成变化率%			
			Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁷	Pb ²⁰⁸	Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁷	Pb ²⁰⁸	Pb ²⁰⁶
			Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁷	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁷
1-18	方铅矿	7*矿体	18.548	15.667	38.748	1.183				
484-3	方铅矿	3*矿体	18.593	15.693	38.842	1.184	0.6	0.1	0.4	0.5
B	方铅矿	1*矿体	18.610	15.673	38.844	1.187				
Pb ₁	方铅矿	0*矿体	18.493	15.663	38.669	1.181				
2-0	竹叶状灰岩	余田桥组	18.994	15.619	38.679	1.216				
18-2	灰质白云岩	"	18.819	15.688	38.729	1.199				
20-2	中粒白云岩	"	18.764	15.706	38.712	1.194	1.7	0.55	0.35	2.3
20-3	白云质灰岩	"	18.803	15.641	38.684	1.202				
24-1	中粒白云岩	"	18.669	15.704	38.811	1.188				
1-0-2A	层孔虫粒状白云岩	棋梓桥组	18.725	15.706	38.917	1.192				
70-2	白云质灰岩	"	18.607	15.680	38.731	1.186	0.72	0.16	0.48	0.60
1-3-19	白云岩	"	18.591	15.691	38.791	1.184				

Pb₁为大地所李志纯提供。

万年),说明方铅矿的形成晚于地层,而与癞子岭花岗岩、花岗斑岩同时或稍晚,故本区方铅矿的形成与岩浆侵入活动有关。可见癞子岭花岗岩岩体和花岗斑岩

的波动范围,显示出矿化阶段不同。从这三个矿体的空间关系来看,管状矿体接近岩体,0*矿体离岩体较远,7*矿体远离岩体。因此,各矿体 δS^{34} 值存在的差异,反映出各矿体成矿条件的差异。

2. 铅同位素组成特点 表7表明:

(1) 矿石铅 $Pb^{206}/Pb^{204} > 18.3 < 18.70$, $Pb^{208}/Pb^{204} < 39$, $Pb^{207}/Pb^{204} < 16$, 铅同位素组成变化率为 $0.1 \sim 0.6\%$, 矿石铅属稳定型, 铅具有岩浆分异铅或地壳深源铅的特点。王增润据表7的数据计算, 方铅矿的模式年龄为 $103 \sim 168$ 百万年, 平均 125 百万年, 晚于癞子岭岩体K-Ar同位素年龄(155 百

万)是矿区各类矿床矿石铅的重要来源。四个矿石铅测试样品中, 一个样品模式年龄 168 百万年, 早于矿化地层的形成。它说明有一部分矿石铅来源于地壳岩石铅。

②据徐和贵, 世界碳酸盐岩Pb 9 ppm, Zn 20 ppm, Cu 4 ppm。

③据泰勒, 砂岩Sn 2 ppm。

④地质部矿产情报网中南分网、地质部宜昌地质矿产研究所: 中南区控矿床专辑。

(2) 香花岭矿田外围棋梓桥及余田桥组碳酸盐岩全岩样品中(表7), 铅同位素的变化范围在 $18.591 \sim 18.994$, 8个样品中有5个 $Pb^{206}/Pb^{204} > 18.7$, 平均变化率为 1.21% , 大于矿石铅平均变化率 0.6% ,

Pb^{08}/Pb^{04} 、 Pb^{06}/Pb^{07} 等比值变化不大,岩石铅较矿石铅变化大,放射成因铅较高,故本区棋梓桥组和余田桥组碳酸盐岩石铅应属地壳铅与岩浆分异铅的混合铅,是本区矿床矿石铅的来源之一。

三、黄铁矿中微量元素钴镍含量特征

不同成因黄铁矿的Co、Ni含量和比值不同^⑤。各类矿体中黄铁矿的Co、Ni含量均小于100ppm。但不同矿体中黄铁矿的Co/Ni值不同(表8),1*矿体黄铁矿的Co/Ni平均值大于1,说明是以岩浆热液成因为主;3*、1*矿体上盘管状矿体中黄铁矿的Co/Ni值均小于1,表明为沉积成因;0*矿体中黄铁矿的Co/Ni值处于1*与3*及管状矿体之间,故具有沉积与岩浆热液双重成因的特征。此外,从本区各类矿体中方铅矿、闪锌矿、石英和方解石等包裹体气液成分分析资料表明,大多含有H₂O、CO₂、CH₄、H₂、K、Na、Cl₂,缺氧,而N₂、Co、Ca、Mg等成分含量不稳定,亦表明与上述矿体成因特征的一致性。

四、矿床形成机理

本区经历了地槽、地台和地洼三个不同的地史发展阶段。相应的具有三个不同的构造层。

地槽阶段:本区沉积了巨厚的海相碎屑岩建造,经区域变质形成一套浅变质岩系,为典型的地槽构造

雷花岭矿床黄铁矿中Co、Ni含量表(ppm) 表8

样号	取样位置	Co	Ni	Co/Ni	平均比值
S-1-1	1*矿体	29	30	0.96	1.32
S-1-2		39	23	1.69	
S-2-1	0*矿体	30	27	1.11	0.96
S-2-2		28	34	0.82	
S-7-1	7*矿体	23	48	0.47	0.75
S-7-2		30	29	1.03	
S-3-1	3*矿体	30	35	0.85	0.78
S-3-2		28	39	0.71	
S-0-1	1*矿体上盘	21	47	0.48	0.49
S-0-2	管状矿体	22	43	0.51	
S-0-3	0*矿体上盘 管状矿体	27	33	0.81	0.87

⑤据成都地质学院《矿床学》教材下册,1979年。

⑥R.G泰勒著《矿床地质学》P44、P448.地质出版社,1983年9月。

层。矿区范围内,地槽构造层主要为寒武系浅变质砂岩,其Sn含量高(见表5),是本区锡矿的重要矿源层。

地台阶段:在古生代沉积了一套滨海—浅海碳酸盐岩建造为主的地台构造层。其中泥盆系中统棋梓桥组和上统余田桥组碳酸盐岩层,在矿区范围内分布广泛,为一套富含层孔虫化石的碳酸盐岩石。经系统剖面测量取样分析(见表4),Pb、Cu含量较其他同类岩层高。含层孔虫化石白云岩是本区Pb—Zn矿化富集有利围岩,全岩样铅同位素具有混合铅的特征。矿体黄铁矿中钴镍含量比值(见表8),以及 δS^{34} 值的变化特征,都表明铅锌矿体具有沉积特征。说明在棋梓桥组和余田桥组碳酸盐岩层沉积时就有Pb、Zn、Cu的原始沉积,形成了本区Pb、Zn矿的矿源层。

地洼阶段:本区构造运动与岩浆活动强烈,是本区矿化富集活动、各类矿床形成的主要时期。燕山运动是地洼构造活动的剧烈期,所形成的断裂裂隙构造是区内岩浆、矿化活动的先导,它控制了区内岩体、矿体的形成与空间分布。

岩浆的侵位不仅本身带来了一定量的成矿元素,而且提供了“热源”及成矿物质搬运“介质”,使周围“矿源层”的成矿物质活化转移,在其接触带或外围富集成矿。因此,麻子岭花岗岩体既提供了成矿物质,又起了“动力机”和“转换剂”的作用。

在岩浆侵位过程中,由于结晶分异作用,晚期形成的残余岩浆融体中富集有Li、Be、Nb、Ta等稀有元素,沿凝固岩体收缩裂隙贯入,在有利的部位形成以天河石为主的伟晶岩脉和含绿柱石较多的不规则的似伟晶岩壳。与此同时,由于岩浆的蒸馏作用,从熔浆分馏出来的大量挥发性组份K⁺、Na⁺、Cl⁻、F⁻、S²⁻、CO₂等以及成矿元素高温气水溶液,与已固化的花岗岩和早期形成的似伟晶岩进行碱质交代,产生钾长石化、钠长石化,形成岩浆自变质型的Sn、Nb、Ta矿床和伟晶岩型的Nb、Ta、Be矿床。

众所周知,黑云母是Sn、Zn的主要携带物,钾长石是Pb的主要携带物。Barsukov(1957)^⑥认为“碱性—富钠热液的钠长石化作用也将导致黑云母的白云母化。赋存在黑云母晶格中的金属含量释放出来”。由于碱质交代作用以及黑云母白云母化,促进了Sn⁴⁺、Pb²⁺、Zn²⁺的活化转移,Sn⁴⁺从黑云母中

解离浸出,而Pb则从钾长石中解离浸出,转入含挥发性组份和富钠的溶液中,Sn和W则可能以 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_2\text{F}_4]$ 、 WOF_4 、 WOCl_4 等形式进行搬运。随着钠长石化的进行, Na_2O 不断消耗,溶液的碱性不断减弱,酸性逐渐增加,使 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_2\text{F}_4]$ 在溶液中不稳定。当溶液沿 F_1 主干断裂自南往北运移至石英砂岩接触带附近,介质由碱性变为酸性,含锡的 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_2\text{F}_4]$ 和含钨的 WOF_4 及 WOCl_4 等络合物,很快从络合物中解离沉淀,而产生锡石和黑钨矿。这就导致了在南段花岗岩体附近1[#]矿体锡品位增高,黑钨矿大量出现和矿体下盘砂岩中浸染状矿化的重要原因。当含矿溶液沿 F_1 进入岩体的外接触带的碳酸盐围岩时,随温度的降低,硫离子浓度不断增高,溶液酸性减弱,碱性增高。这时溶液呈弱碱性,Sn可能以 SnS_2 和 Na_2SnCl_4 等形式搬运。在中性溶液中水解形成锡石:



当溶液在温度不断降低,压力不断减小,硫离子浓度不断增高,硫化物则由开始的低硫毒砂、磁黄铁矿和黄铜矿的出现,至晚期高硫黄铁矿、闪锌矿、方铅矿的大量形成,而导致缓倾斜似层状锡石硫化物矿体、锡石铅锌硫化物混合矿体和陡倾斜铅锌矿体的形成。

当含矿的气水热液沿构造运移至岩体与碳酸盐围岩的接触带或附近有利的围岩中,如含层孔虫化石的白云岩、新月形条带状白云岩、花斑状白云岩等,在中深条件下,发生接触交代作用,形成本区小而富的锡铅锌夕卡岩矿床。总之,本区各类矿床形成经过了一个多期、多阶段沉积再造、叠加改造的复杂的过程。

结 论

1. 地台构造层泥盆系棋梓桥组粒状白云岩和余田桥组新月形条带状白云岩是本区Pb、Zn成矿的矿源层。地洼阶段癞子岭黑云母花岗岩和花岗斑岩提供了部分Pb、Zn、Sn的矿质来源。地台构造层泥盆系跳马涧组砂岩及地槽构造层寒武系砂岩浅变质岩系,是本区锡矿的矿源层。Be、Nb、Ta、W等成矿元素主要来源于地洼阶段的癞子岭黑云母花岗岩体,故本区成矿物质具有多源的特点:

2. 成矿具有多期多阶段性。矿区内各矿化期形成时间上有先后,空间上紧密连生在一起,晚期矿化继承早期的矿化,并叠加改造早期矿化形成新的矿体,使矿体内的矿物组合、结构构造复杂化,是本区矿床叠加改造多成因的标志。

3. 矿化富集活动主要发生在地洼阶段的剧烈期,这一时期构造与岩浆活动极为强烈,构造运动是本区控岩控矿的先导。矿化富集活动主要是由于岩浆侵位活动引起的,它一方面带来了一定量的成矿物质和热液,另一方面提供了成矿的热源,使矿源层内的成矿元素活化转移,在有利的地质、物理化学条件下,富集形成规模大小不等、不同类型的矿床。故本区的矿床为典型的沉积再造、并以岩浆热液为主叠加改造而成的多因复成矿床。它是湘南典型的地洼型多成因复成矿床之一。

4. 寻找“香矿”类型的矿床,首先要找类似于本区的矿源层建造,然后在此建造中找有利的构造及其所控制的有利于成矿的礁灰岩相和隐伏岩体,三者尤以构造礁灰岩相更为重要。

文中化学分析,硫同位素、包裹体成分与测温由我校测试中心测试提供;铅同位素由北京三所测试,部分测温资料由湖南冶金地质研究所测试。此外,香矿、238队提供了一定的资料,地质71~81届毕业同学参加了部分工作;在撰稿过程中得到了陈国达、何绍勋、吴延之等教授的关心和指导,在此,致以衷心的感谢!

参考文献

- [1] 陈国达:大地构造与成矿学,1982,第6卷,第1期
- [2] 陈国达:成矿构造研究法,地质出版社,1978年
- [3] 文国璋等:湖南地质,1984,第3卷,第1期
- [4] 南京大学地质系:地球化学,科学出版社,1964年
- [5] 胡受奚等:矿床学,上册,地质出版社,1982年
- [6] 南京大学地质系:华南不同时代花岗岩类及其与成矿,科学出版社,1981年
- [7] Lambert, I. B., et al.: Constraints on the Genesis of Major Australian Lead-Zinc Silver Deposits, 《Ore Genesis the State of the Art》, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1982, P 625~635

冶金地质探矿和安全工作会议在太原召开



【本刊讯】由冶金部地质局和冶金部安环司主持的1987年度冶金地质探矿和安全工作会议，于2月24日至28日在太原市召开。出席会议的有冶金地质各勘探公司、武警黄金部队、物探公司主管探矿、安全工作的领导、处（科）长、工程师、专业干部和部分先进队、机台的代表以及先进个人，共77人。长春冶金地质学校、《地质与勘探》编辑部、中南冶金机械厂也派代表参加了会议。

会上，代表们听取并认真讨论了冶金部地质局副局长成辅民同志所作的“深化改革，加强管理，增产节约，再创探矿和安全工作新水平”的工作报告。报告指出：在部党组和地方党委、政府的领导与关怀下，冶金地质工作坚持改革，执行以找矿为中心的方针，1986年地质探矿工作又取得了较好的成绩：①在少开动钻机的情况下，超额7.6%完成了探矿计划任务；②在前两年台月效率连续增长的基础上，1986年又有大幅度提高，达到445米，跨入了国内同行的前列。其中，首钢地质公

司和冶金部第一冶金地质勘探公司突破了600米，东北公司、山东公司、福建公司突破了500米，西北公司突破了400米大关；③工程质量有了进一步提高；④金刚石钻探技术推广工作有新的进展，金刚石钻机的台数已占开动钻机的80%；⑤砂钻和外管工程量继续增长。报告在谈到今后任务时提出：要搞好增产节约、增收节支工作；抓好机台建设和升级活动；加强科研攻关，继续搞好技术改造与推广工作；试点改革钻探作业制度，改善钻工生活条件。报告特别强调要做好安全工作。

与会代表们还讨论了局探矿处起草的四个加强探矿技术和管理工作有关规定草案。

最后，地质局还表彰奖励了在1986年探矿、安全工作中作出成绩的先进集体与个人，以及在人造金刚石钻探技术研试和推广中作出贡献的有关同志。地质局探矿处长张思用同志作了大会总结。

代表们表示，要团结一致，奋力拼搏，开拓前进，为全面完成今年的工作任务而努力。

Metallogenic Mechanism of Sn-Pb-Zn Polymetallic Deposits in Xianhualing Area, Lingwu County, Hunan Province

Wen Guozhang

Guo Lixin

(Department of Geology, Central-South University of Technology)

Abstract

Samples from carbonate rocks of Qiziqao and Shetianqao groups outside the mining area, and those from granite and quartz-porphyry inside the mining area were systematically analysed. Whole rock lead isotopic compositions of carbonate rocks, lead and sulfur isotopic compositions of the ores, and compositions, temperature and trace element content of the monomineralic inclusions were also investigated in detail.

From the outcome of the studies stated above, the author suggests that: (1) ore forming materials, lead and zinc, were mainly derived from dolomite and dolomitic limestone and partly from the intrusive; (2) tin chiefly came from Cambrian and Devonian low-grade metamorphosed sandstone and partly from granite; (3) tungsten was provided by granite.

Further analysis of the metallogenic process and mechanism of the studied ore deposits from the viewpoint of diwa theory, they should be the typical diwa-type polygenetic composite ore deposits commonly occurred in southern Hunan Province. At the end of this paper some criteria for prospecting this type ore deposit hereafter are given.