

塔前—朱溪多金属成矿带的叠生成矿作用

徐良国 马长信

叠生成矿作用在赣北是一种最重要的成矿作用，塔前—朱溪多金属成矿带就是一例。该成矿带位于景德镇与乐平县的交界处，呈北东向延展达35公里以上。带内有关的多金属矿床，既受中石炭统黄龙组、下二迭统茅口组层位控制，又受中生代地洼阶段中酸性斑岩类叠生成矿作用的制约，几乎每个矿床都具有叠加式层控矿床的特征。

成矿带地质构造特征

成矿带的基底由前震旦纪变质岩系组成。盖层主要为上古生界地层，其中的中石炭统黄龙组

及下二迭统茅口组夹有海相火山—热泉沉积型多金属硫化物矿源层。上三迭统安源组及白垩系石溪组属第三构造层，与下伏地层呈高角度不整合接触，具地洼型沉积性质。

塔前—朱溪成矿带呈一走向北东50~55°的复向斜，横剖面呈W形，走向逆断层及横向正断层均较发育（图1）。在两组断裂的交汇处，常有中酸性斑岩类呈岩墙或岩株侵入，其同位素年龄为81.2~118.2百万年（钾—氩法），属燕山晚期。沿F₃走向断层尚见有一系列基性—超基性岩墙分布。

表 1

性 质	地 层 单 位			地 层 岩 性 及 化 石
	系	统	组	
地 洼	三 迭 系	上 统	安源组	近海相含煤碎屑岩组合（安源式建造），产大量植物化石及海相瓣鳃类化石，地层厚约625~872米，与下伏地层呈高角度不整合接触
		下 统	大冶组	青灰色薄层泥灰岩夹页岩，产海相瓣鳃类及菊石化石，厚度大于120米，与下伏地层呈连续过渡接触
地 台	二 迭 系	上 统	长兴组	灰色及淡肉红色石灰岩夹白云岩及燧石灰岩，产： <i>Pseudotirolites marpingensis</i> 等菊石化石，地层厚30~150米
			乐平组	海陆交互相含煤建造，产： <i>Gigantopteris nicotianaeifolia</i> Schenk 及 <i>Anderssonoceras</i> sp. <i>Protoceras</i> sp. 地层厚50~370米
		下 统	茅口组	上部为硅质岩，中部为厚层状灰岩夹白云岩条带及燧石结核，下部为硅质岩与炭质页岩互层夹灰岩及海泡石镁质粘土层。产大量海相动物化石，地层厚150~190米
			栖霞组	上部为燧石灰岩，中部为含炭灰岩，底部为滨海相粗砂岩。产大量海相动物化石，如 <i>Dictyoclostus graciosus</i> (Waagen)，地层厚约330米
	石 炭 系	上 统	船山组	蓝灰色巨厚层状灰岩夹白云岩条带，产大量以蛭类为主的海相动物化石，地层厚120~320米
		下 统	黄龙组	上部为肉红色石灰岩，中下部为中粗粒球粒状白云岩，产大量海相动物化石，底部有2~10米厚的底砾岩，与下伏地层呈高角度不整合接触，地层厚50~350米
地 槽	前 震 旦 系	降 公 山 群		灰绿色千枚状板岩与变余砂屑沉凝灰岩互层，具复理石韵律，地层厚度不清

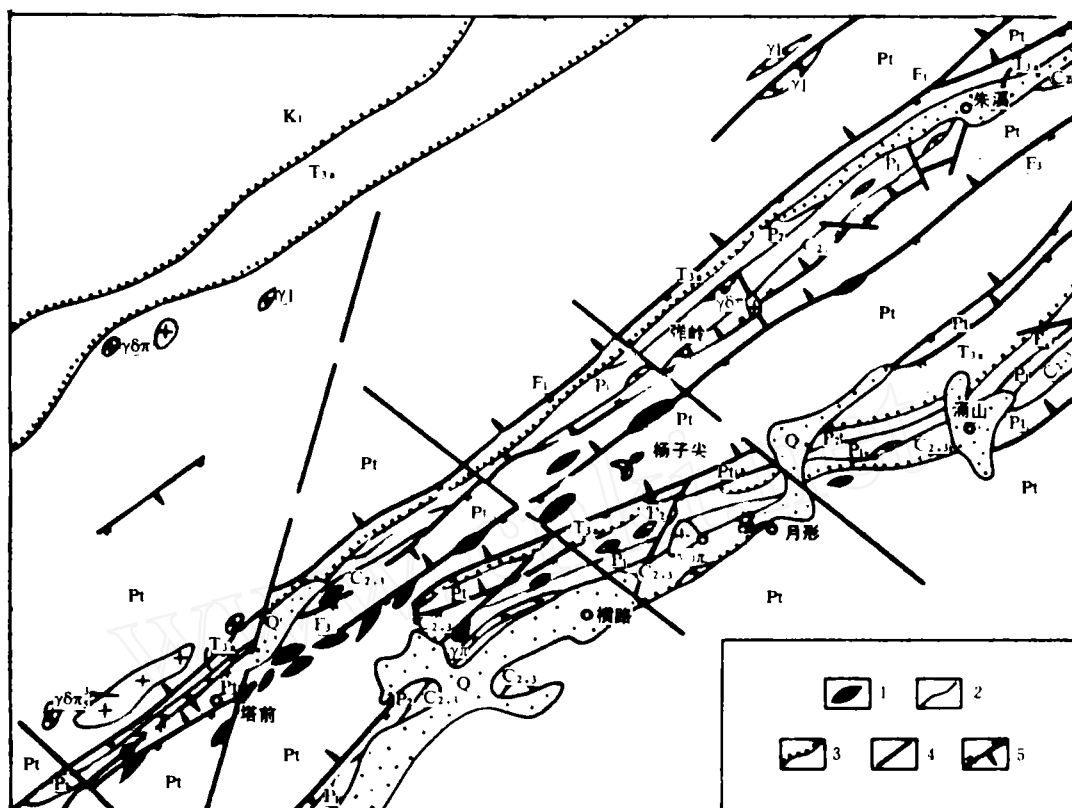


图1 塔前—朱溪多金属成矿带地质构造图

1—基性及闪基性岩；2—地层界线；3—不整合地层界线；4—性质不明的断层；5—逆掩断层；K₁—白垩系石溪组；T_{3a}—上三迭统安源组；T₃—下三迭统大冶组；P₂—上二迭统；P₁—下二迭统；C₂₊₃—中上石炭统；Pt—前震旦系；γδπ—花岗岩；γ—细晶岩

矿源层

1. 中石炭统黄龙组下部的矿源层

(1) 矿源层产状 黄龙组底部有一层厚约2~10米的滨海相碎屑岩，砂砾岩中常夹粉砂岩、硅质岩、凝灰岩及角砾状白云岩。乐平众埠街矿区发现夹两层流纹质凝灰岩，具菱锌矿化。黄龙组下部的球粒状白云岩具礁相特征，富产腕足类及瓣类化石。

球粒状白云岩中，具同生的多金属硫化物矿化。例如月形矿区，共有15个铜、铅、锌硫化物矿体，除7号矿体外，均与地层产状一致，倾向300~340°，倾角约35°，犹如沉积的层状矿床（图2）。32号矿体位于底砾岩中，其他产于球粒状白云岩内，矿层顶底板大多数为白云岩或大理岩及粘土质页岩（层火山岩）。

朱溪矿区的铜、铅、锌、银硫化物主矿体，位于黄龙组底部，矿体产状形态与不整合面一致，矿体厚度与底砾岩厚度呈正相关（图3）。1、5、6、13号多金属硫化物矿层位于黄龙组下部

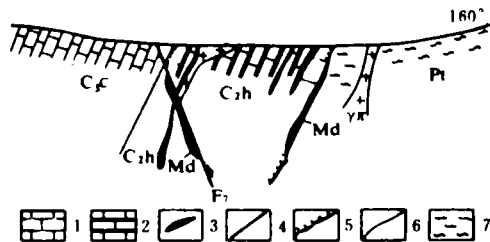


图2 月形矿区地质剖面图

1—厚层石灰岩；2—白云岩；3—铜铅锌矿体；4—断层；5—不整合界面；6—地层界线；7—变质岩；C_{2c}—上石炭统船山组石灰岩；C_{2h}—中石炭统黄龙组白云岩；γπ—花岗岩；Md—铜铅锌矿体

的白云岩中，其产状与围岩一致，走向北东，倾

向南西, 矿层顶底板为白云岩或大理岩。

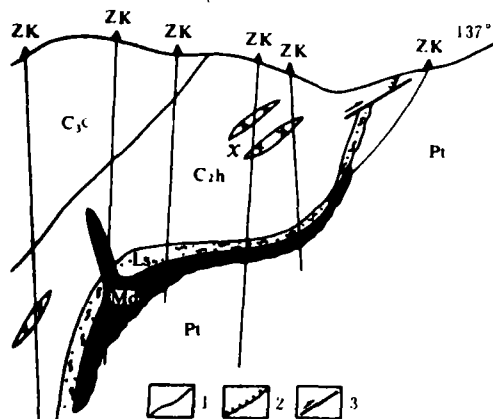


图3 朱溪矿区地质剖面图

1—地层分界线; 2—不整合界面; 3—断层; Cjc—上石炭统船山组; Czh—中石炭统黄龙组; Pt—前震旦系; X—煌斑岩; Ls—“绿色蚀变带”; Md—矿层

(2) 矿石结构构造

①胶状及乳滴状结构: 朱溪矿区的闪锌矿常呈乳滴状胶体。月形矿区的1号矿体中, 发现大量微粒胶状黄铁矿。此类结构, 与现代海底火山喷气—热泉沉积型黄铁矿很相似, 是在低温开放环境中沉积而成。

②鲕状及同心环带状构造: 黄龙组下部的球粒白云岩, 具鲕状及同心环带状构造, 球粒白云岩中所夹的多金属硫化物矿化层中, 也发现了大量的鲕状及同心环带状构造, 是浅水沉积的重要标志。

朱溪矿区的方铅矿常呈0.3~0.5mm的同心环带状构造。月形矿区的含铜黄铁矿呈鲕状构造, 鲕粒直径0.3~1.5mm, 常被黄铜矿或闪锌矿交代。

③显微条带状及韵律纹层状构造: 尽管本区中生代的叠生成矿作用强烈, 但不少矿区的多金属硫化物矿化层中, 仍能辨认出同生沉积的纹理及韵律。例如月形矿区的多金属硫化物矿层中, 原生沉积纹理清晰可见; 黄铜矿、闪锌矿矿石呈显微条带状构造, 其产状与围岩一致, 呈沉积韵律交替出现, 矿层中尚夹有白云岩条带及鲕类化石。朱溪、弹岭、岩口诸矿区的多金属硫化物矿层, 常位于砂质、泥质、碳酸盐岩沉积韵律旋

回的泥硅质岩石中。

(3) 矿石成分 该成矿带内与黄龙组有关的多金属硫化物矿化层, 几乎都是以铜、铅、锌为主, 伴生有金、银。各矿区的矿石类型也相似, 以浸染状矿石为主。主要工业矿物都以黄铜矿、方铅矿、闪锌矿为主, 且三者比例也大致相当。这种在同一层位, 不同矿区的成矿元素组合, 矿物类型有着如此的相似性, 正是同生沉积矿源层的基本特征。

2. 下二迭统茅口组下部的矿源层

(1) 矿源层的产状形态 茅口组下部为一套灰黑色薄层状硅质岩、泥灰岩、炭质页岩夹海泡石镁质粘土页岩, 产大量海相动物化石, 主要有: *Dictyoclostus tranversalis*; *Haydenella kiangsiensis*; *Leptodus nobilis* (Waagen), 燧石结核中蜓类化石丰富: *Verbeekina verbeeki* Geintz; *Nankinella lepide*; *Schwagerina pactiruga* 等。

海泡石镁质粘土层的化学成分, 主要由SiO₂ (57.75~66.26%)、MgO (26.13~25.93%) 组成。与海泡石伴生的粘土矿物除滑石、高岭石、水云母外, 尚见有火山成因的碳硅石及蒙脱石。同层位中尚发现有长石、石英晶屑。

镁质粘土层有燧石结核, 而无菱铁矿及黄铁矿结核。产正常盐度的海相动物化石苔藓虫, 属正常海相沉积无疑。虽为粘土岩, Al₂O₃、K₂O 甚低, 足以说明其物质来源不可能是陆源, 而应该是内源化学沉积。章人俊先生认为, 当时海水中有过量的SiO₂胶体及硫酸镁、氯化镁溶液, 互相结合而形成含水的硅酸镁粘土沉积。这种过量的SiO₂胶体及真溶液应来自海底火山—热泉的不断喷溢。横路、塔前矿区的茅口组下部见有数层花岗斑岩与围岩产状一致, 具同步褶曲, 可能有一部分花岗斑岩是沉火山岩脱玻化的结果。在外围的陈坊、桐子坪相当层位中已确定有多层中酸性沉火山岩夹层。

茅口组下部的泥灰岩及镁质粘土岩中有浸染状的硫化物, 经系统取样分析, Cu 50 ppm (10~300 ppm), Zn 50~200 ppm, W 50 ppm (20~100 ppm), Mo 20 ppm, 明显比其他层位偏高,

是一重要的矿源层。瓜子峰、横路矿区的铜矿层及塔前矿区的白钨矿层，均产于该层位中，它们的产状与围岩基本一致。

(2) 矿石结构构造 茅口组下部有关的矿层中，常保留有沉积纹理及韵律，矿层中有时夹具纹理条带的硅质岩。塔前矿区的1号矿体与地层产状基本一致，夹具沉积特色的似层状粘土岩及胶状赤铁矿，矿石类型及结构构造均保留有沉积特色，与东乡枫林矿区的石炭系海底火山—热泉沉积型白钨赤铁矿石很相似^①。

中生代地洼阶段的叠生成矿作用

1. 地洼阶段的地质构造特征 塔前—朱溪

成矿带位于赣湘桂边缘海的北东段，印支运动使其封闭褶皱呈一系列的北东向短带状紧闭褶皱，晚三迭世初再度形成地堑式断陷盆地，有巨厚的安源式含煤碎屑岩建造堆积。中晚侏罗世时，在近侧有建德式陆相火山岩堆积。白垩纪的紫红色砂砾岩在北西侧有出露，具南雄式建造特征。

白垩纪的断裂，岩浆活动异常强烈，除走向压剪性及横向张剪性断裂外，尚有一系列层间断裂，尤其是在不整合面上最为发育。主干断裂的交汇处，常是重要的控岩导矿构造，如F₁、F₂、F₃断裂带。层间断裂，尤其是发育在矿源层中的层间断裂，常是重要的储矿构造。随同控岩断裂的不断加深，与其有关的岩浆活动顺序是由酸性

表 2

矿 区		朱 溪	张 家 坞	横 路	塔 前	月 形
特 征		闪 长 玢 岩	花 岗 闪 长 斑 岩	花 岗 闪 长 斑 岩	花 岗 闪 长 斑 岩	花 岗 斑 岩
主 要 矿 物 组 合 (%)		斑晶主要由斜长石(12)、角闪石(5)、黑云母(2)组成;基质为斜长石(55)、钾长石(10)、角闪石(8)、石英(10)、黑云母(2)组成	斑晶由石英(15)、斜长石(40)、黑云母(5)、正长石(8)组成;基质为石英(10)、斜长石(10)、正长石(10)组成	斑晶由石英(15)、斜长石(40)、黑云母(3)组成;基质为石英(10)、斜长石(25)、黑云母(5)	石英(21.5)、斜长石(49.3)、钾长石(9.4)、黑云母(13.5)、角闪石(1.3)	斑晶由石英(10)、中长石(38)、黑云母(5)组成;基质为钾长石(18)、石英(10)、白云母少许
副 矿 物		磷灰石、榍石	磷灰石、榍石	磷灰石、榍石、锆石、金红石	磁铁矿、磷灰石、锆石	磷灰石、锆石、金红石、磁铁矿
岩 石 化 学 成 分 (%)	SiO ₂	58.34	67.81	66.54	67.38	
	Al ₂ O ₃	15.27	15.88	15.81	15.23	
	TiO ₂	1.04	0.49	0.35	0.45	
	Fe ₂ O ₃	1.21	0.93	0.44	1.35	
	FeO	5.66	1.21	1.56	2.54	
	MnO	0.078	0.005	0.05	0.029	
	MgO	3.19	0.84	1.25	1.34	
	CaO	4.19	1.37	3.60	2.64	
	Na ₂ O	4.96	3.59	3.10	3.06	
	K ₂ O	4.40	2.81	5.00	3.63	
	P ₂ O ₅	0.38			0.109	
	H ₂ O ⁺	1.01			0.05	
产 状		岩 墙	岩 株	岩 床	岩床及岩墙	岩 墙
围岩蚀变		大 理 岩 化	夕 卡 岩 化	夕 卡 岩 化	夕 卡 岩 化	大 理 岩 化
矿 化		铜、锌、银	铜	铜	钨、钼、铜	铜、钨、锌、金

①朱家安，1980，江西地质。

到基性。先是花岗斑岩的小规模侵入，之后是花岗闪长斑岩的强烈侵入与爆破，最后才是中基

性、基性及超基性岩浆侵入。中酸性斑岩类多呈小岩株、岩床、岩墙产于拗陷带的边部,基性岩墙则多位于拗陷带的中部。

2. 地洼阶段的叠生成矿作用

(1) 岩浆热液的叠生成矿作用 本区与叠生成矿作用的有关燕山晚期中酸性钙碱质次火山岩,以富碱 K_2O 3.65%、 Na_2O 3.83%、高硅 SiO_2 68.56%、低铁镁 Fe_2O_3 0.67%、 FeO 1.85%、 MgO 1.51% 为特点,属二类五科偏碱土的花岗斑岩向花岗闪长斑岩的过渡类型(表2)。

为了了解成矿带内燕山晚期中酸性斑岩类的含矿性,对岩体进行了系统取样,分析结果(%)见表3。

表 3

元素	花岗斑岩	斑状花岗闪长岩	花岗闪长斑岩	石英闪长斑岩	闪长玢岩
Cu	0.003	0.0227	0.0197	0.0272	0.0283
Mo	0.008	0.0075	0.0021	0.0009	0.0058
WO_3	0.01	0.0138	0.0181	0.0129	0.0027

由表3可知,中酸性斑岩类在侵入过程中,也带来了一定数量的成矿元素。

在成矿带内,中酸性斑岩类与不同围岩接触,形成了不同类型的围岩蚀变。塔前矿区,在 F_1 断层上盘的前震旦纪变质岩中有一个约4 km² 的斑状花岗闪长岩及花岗闪长斑岩岩株,其围岩蚀变为云英岩化及钾长石化,伴有细脉浸染型辉钼矿黄铜矿化。 F_1 断层下盘的花岗闪长斑岩则呈岩床、岩墙产出,与硅铝质围岩接触时形成角岩及硅化,与石灰岩接触时形成大理岩化,当与茅口组矿源层接触时,形成似层状夕卡岩化,并伴有白钨—辉钼—黄铜矿化。含矿夕卡岩的形态不受接触带的产状制约,而受矿源层的产状控制(图4),远离接触带的矿源层中也能形成似层状含矿夕卡岩。

塔前矿区的含矿夕卡岩分带较明显,由内向外依次为:石榴子石透辉石夕卡岩、透辉石夕卡岩、大理岩。内带矿化富而范围小,中带矿化贫而范围大,外带一般无明显矿化。早期的夕卡岩

化形成了石榴石透辉石夕卡岩,它使矿源层中的钨离子与热液中的钨络阴离子,以及围岩中的钙相互作用,形成白钨矿沉淀。晚期的夕卡岩化形成透闪阳起石夕卡岩,并伴有小而贫的辉钼矿、白钨矿、黄铁矿化叠加。硅化是石英—硫化物—钨酸盐叠生成矿阶段,形成了致密块状的白钨矿、辉钼矿及黄铜矿。碳酸盐化是最晚的蚀变,它是碳酸盐—硫化物—钨酸盐叠生成矿阶段,形成了范围广矿化弱的辉钼—白钨矿化。

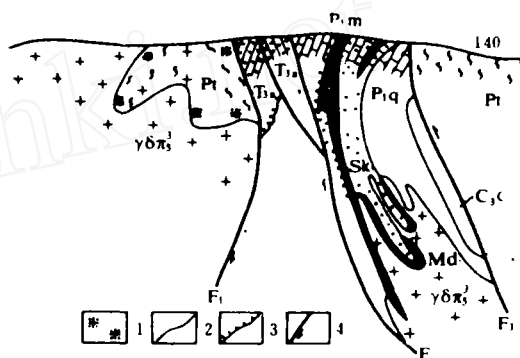


图 1 塔前矿区地质剖面图

1—云英岩化; 2—地层界线; 3—不整合界线; 4—断层;
T_{3a}—上三迭统安源煤系; P_{1m}—下二迭统茅口组灰岩;
P_{1q}—下二迭统桐栗组磁石灰岩; C_{1c}—上石炭统船山组灰岩;
γδπ₁—燕山晚期花岗闪长斑岩; Md—矿层; Sk—夕卡岩

月形矿区与花岗斑岩有关的围岩蚀变限于黄龙组底部的矿源层内,围岩蚀变与不整合面上的顺层断裂紧密相关,形成了较好的蚀变带及多金属硫化物叠加矿化,由内向外依次为:石榴子石透辉石夕卡岩化、透闪石阳起石化、蛇纹石化、绿泥石化。与蚀变作用有关的叠加矿化有铜、铅、锌、黄铁矿及金。

张家钨矿区有一0.2 km² 的花岗闪长斑岩岩株,围岩蚀变仅限于茅口组下部的矿源层中,主要有两期,第一期为石榴子石透辉石夕卡岩,第二期为透辉石阳起石夕卡岩,两期都伴有黄铜矿化叠加。由于茅口组矿源层保存不多,所以难以形成一定规模的矿床。沿走向至西南1 km² 处的瓜子峰矿区,花岗闪长斑岩呈岩床侵入于茅口组矿源层中,形成了较理想的似层状夕卡岩蚀变带及致密块状黄铜矿化。

下冲钨矿区的花岗闪长斑岩侵入于晚二迭世

地层中,区内有一厚度较大的夕卡岩铁帽,其中有铜矿化,尽管花岗闪长斑岩中Cu、Pb、Zn诸元素丰度值较高,但由于其矿化未能叠加在矿源层上(区内无矿源层),故未形成较好的矿床。

弹岭矿区的花岗闪长斑岩岩株,侵入于石炭系船山组及黄龙组上部碳酸盐岩中,形成了较好的夕卡岩蚀变带,并伴有黄铜矿化。但由于已知的热液蚀变及矿化未能叠加在矿源层上,也未发现较好的矿体。由此看来,尚需在黄龙组下部的矿源层内,寻找花岗闪长斑岩的蚀变矿化带。

横路矿区的花岗斑岩及花岗闪长斑岩,呈似层状顺层侵入于茅口组的碳酸盐岩中,接触带上均有夕卡岩蚀变带及黄铜矿化,但其矿床却仅限于茅口组下部矿源层中(图5)。

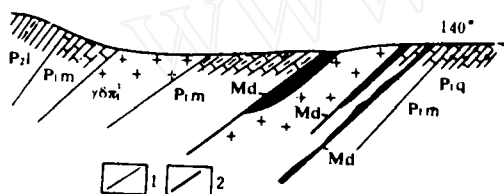


图5 横路矿区地质剖面图

1—地层界线; 2—顺层断层; P₂l—上二迭统乐平煤系砂页岩; P₁m—下二迭统茅口组灰岩、泥质灰岩; P₁q—下二迭统栖霞组燧石灰岩; γδπ₁—燕山晚期花岗闪长斑岩; Md—铜矿体

(2) 断裂热液的叠生成矿作用 塔前一朱溪成矿带经1:50000地质测量,发现在中石炭统底部的不整合面上,几乎都有顺层断裂叠加。在断裂强烈作用地段,由于摩擦生热,形成了顺层矿化蚀变带。如朱溪矿区,沿黄龙组底部矿源层的顺层断裂带两侧,形成了特有的“绿色蚀变带”,由透闪石阳起石化、透闪石化、蛇纹石化、叶绿泥石化、滑石化组成。多金属硫化物矿体与“绿色蚀变带”产状一致。尚见有晚期的硅化、碳酸盐化及铜铅锌银钨矿化叠加。

月形矿区的“绿色蚀变带”与朱溪矿区十分相似,在其蚀变带近侧均未发现有关的岩浆岩。

(3) 在叠生成矿作用中矿床产状及其物理化学性质的改变 塔前一朱溪多金属成矿带内的大多数矿区,都有与似层状主矿体斜交的矿脉及

小矿体。例如月形矿区的7号矿体,就是花岗斑岩将主矿层的一部分活化转移到F₁断层带中充填而成。10~16号矿脉也呈类似的情况与主矿体斜交,其分布范围一般不超出矿源层,矿石类型大多为致密块状矿石。

朱溪矿区,在似层状主矿体的近侧常见有分叉的锯齿状小矿脉,矿石类型已由原来的同生沉积星点状转化成细脉浸染状,星点状的黄铜矿由0.01mm已重结晶次生加大到1mm左右,部分黄铁矿已经热液作用变成磁黄铁矿。矿源层中矿物的种类增多,伴生元素也有明显增加,其中Ag、Cd、W、Ge、Ga等元素已达到综合利用的要求。

塔前矿区的主要矿层,在叠生成矿作用过程中,矿体产状形态及矿物组合都向着复杂化的方向发展,矿体规模变大,品位变富,伴生元素种类增多。

结 论

1.晚古生代,由于吴川—四会、郴州—怀集、崇明—景德镇—萍乡古断裂带的微型扩张,形成了裂陷型赣湘桂边缘海。本区位于边缘海的北东段。由于古断裂是由南西向北东逐步扩张,所以其海侵方向也是由南西向北东逐步扩展,与海底火山—热泉沉积有关的矿源层也是由南西向北东逐步推移升高,本区黄龙组下部及茅口组下部形成了两个多金属硫化矿源层,是本区成矿的重要物质基础。

2.中生代地洼阶段的断裂、岩浆作用较为强烈,燕山晚期的中酸性斑岩类也是一个重要的成矿物质来源,断裂、岩浆热液形成的叠生成矿作用一般有3~5次,是工业矿床形成的重要“加工”阶段,在矿源层的基础上形成了一系列叠加式层控矿床。

3.矿源层是本区形成工业矿床的基础,地洼期断裂、岩浆的叠生成矿作用是形成工业矿床的重要条件,二者缺一不可。在矿源层内找中酸性斑岩体,是最主要的找矿方向。瓜子峰矿区的发现,进一步证明了上述结论的正确性。

文中插图由胡玲玲同志清绘,顺致谢意。