

银山矿床的矿床类型及成因

黄世全

(江西有色地质研究所·南昌县)

作者认为,银山铜多金属矿床的形成,起主导作用的不 是韧性变形带。矿床深部有隐伏斑岩体存在。矿床的形成是多期次岩浆作用的结果。成矿作用与斑岩体侵入-火山喷发-潜火山岩再侵入-岩浆隐爆的整个成岩过程密切相关。矿床类型属火山、次火山热液型和斑岩型铜矿的复合矿床

关键词: 银山矿床; 韧性变形带; 隐伏斑岩体; 矿床类型; 成因

银山矿床的矿床类型及成因问题引起不少学者的关注,发表文章颇多,观点主要有两种:一种认为是火山、次火山作用成矿^[1,2,3];另一种认为韧性变形带是成矿的主导因素,可与金山类比^[4]。本文对后一种观点提出异议,并认为斑岩体侵入-火山喷发-一次火山岩体再侵入-岩浆隐蔽爆破等成岩过程,是银山矿床成矿作用的主导因素。矿床属火山、次火山热液型和斑岩型的复合矿床,简称火山-斑岩矿床。矿床模式与V.F.霍利斯特(Hollister)^[5]模式有明显区别,而与R.H.西利托(Sillitoe)^[6]模式及W.J.麦克米伦(McMillan)^[7]的火山型斑岩铜矿模式有些相似。但在矿床分带和矿床组合方面又具有其独特的构型,是一种由斑岩铜矿模式演化发展形成的多种矿床类型组合的模式。

地层与金属矿化关系

银山矿床的基底地层是双桥山群变质岩系,按沉积建造和岩性组合特征,可分为上、下2个亚群和4个岩组。上亚群是一套类复理石建造,以千枚岩、砂质千枚岩、板岩为主,火山岩和火山碎屑不发育;下亚群以千枚岩、凝灰质千枚岩、凝灰质砂岩、含碳千枚岩等夹多层中-基性火山岩。尤其是第一岩组火山岩和火山碎屑沉积岩较发育,可见数十层、单层厚度0.5~15m的中基性火山岩层,而第二岩组火山岩的夹层较少。铜厂矿田和金山矿田产于第一岩组,银山矿田产于第二岩组,上亚群第三、四岩组目前尚未发现成型的铜、金矿床。各岩组的含矿丰度如表1。第一岩组含Cu最高,根据其中含铜的平均数据,由韧性变形作用,促进地

双桥山群地层Cu、Pb、Zn、Au(Ag)含量表(ppm)

表1

群 组		样品个数	Cu	Pb	Zn	Au (ppb)	Ag (ppb)
上亚群	第四岩组	25	33.23	21.33	139.89	4.15	57.16
	第三岩组	60	32.18	30.32	126.83	6.25	54.83
下亚群	第二岩组	308	44.49	49.58	132.26	11.66	221.80
	第一岩组	91	80.96	36.94	128.42	11.88	166.96

层中成矿物质活化、迁移、沉淀富集,从81 ppm的含铜丰度,100%萃取率,最终形成含Cu0.5%,储量达150万t的大型铜矿,需要有长2700m、宽2000m、延深1500m的韧性变形带。实际上银山矿区并不存在如此规模的韧性变形带,成矿过程中也不可能把全部铜质萃取出来。Pb含量21~51ppm,更不可能形成现有的矿床规模。因此,强调成矿物质主要来自地层,没有深部岩浆来源的观点缺乏依据。

控矿构造性质

银山矿区的主要控矿构造有3组(图1):

1. 北东和北北东组

北东组最大的断裂为F₁,延长大于5000m,宽1~5m。其主要特征:①挤压片理明显,片理方向多与变质岩的层理方向一致;

②构造角砾岩和挤压透镜体发育,局部出现糜棱岩化,坑道可见明显的断层面和断层泥;③沿构造带蚀变以绿泥石化为主;④没有矿体充填。这些特征表明它们属于脆性断层,成矿后继续活动。

北北东组主要发育于西山火山口的东半部分,并平行于火山口边界。深部钻孔所见盲矿脉(图2)也表现为一组平行的脉体,是大脉型铜矿的容矿构造,应属火山机构的环形裂隙系统。

2. 北西组

地表没有大型断裂出现,但根据区域重力异常分布特征,银山附近有北西向的重力梯度带显示,表明深部岩石密度差异或莫氏面不连续,推测有隐伏断层存在,并与北东组断裂组成交叉结点,控制火山通道和岩体侵位。

地表出露的北西向裂隙主要分布于仙人

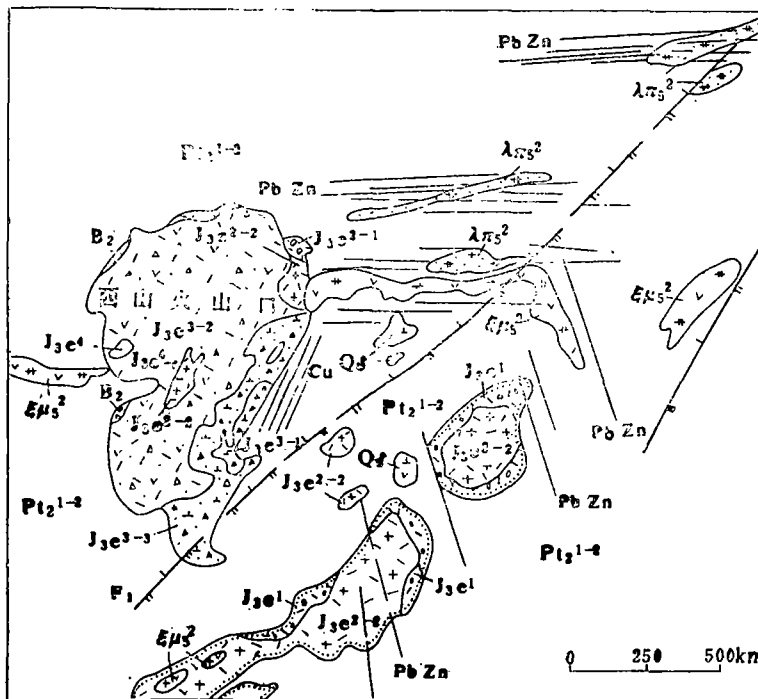


图1 银山矿区地质构造略图

J₃e¹—千枚岩角砾岩; J₃e²⁻³—流纹质集块岩; J₃e³⁻³—角闪流纹岩; J₃e³⁻¹—火山震碎角砾岩; J₃e³⁻²—凝灰岩、英安质角砾岩、集块岩; J₃e³⁻⁵—英安质角砾岩、英安质凝灰岩; J₃e⁴—安山粉岩; λπ₅²—流纹英安斑岩; ξμ₅²—英安斑岩; B₂—爆碎角砾岩; Pt₁¹⁻²—双桥山群变质岩

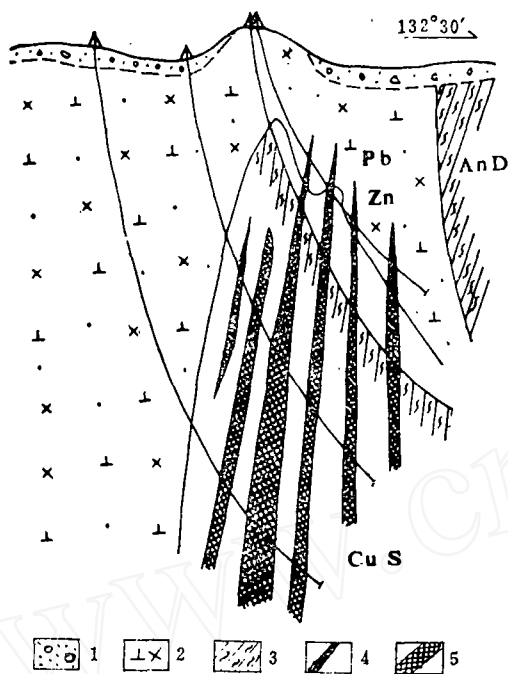


图 2 西山17线剖面图

1—坡积层；2—英安质熔岩；3—闪长岩；4—铅锌矿体；5—铜硫矿体

架板区段，位于火山口外侧，具有张裂面特征，是大脉型铅锌矿的容矿构造之一。根据与火山口的空间关系，当属火山机构的放射状裂隙系统。

3. 北东东组

在矿区最为发育的是九区、九龙上天区、北山区大脉型铜和铅锌矿的容矿构造。

3#英安斑岩也沿这组裂隙侵位。其主要特征：①有明显的裂隙面，矿脉充填后有明显的界线；②片理发育，构造角砾明显；③构造岩类的显微特征观察，动态重结晶及压溶作用等标志不明显；④近岩体部位的裂隙带主要发育硅化，远离岩体则以绿泥石化为主。

从区域应力场分析，本组断裂形成最早，在晋宁期，南北向的挤压作用形成压扭性断层，经过历次构造运动叠加、改造，现在区域上多表现为片理化带。除金山缓倾斜破碎蚀变带具有明显的韧性变形特征外，其他均以陡倾斜脆性变形为主。银山矿区本组

裂隙也发育于火山口附近，可能由于火山机构部分放射状裂隙系统的叠加改造，引起原有裂隙扩大加深，形成容矿构造。在目前所控制的深度范围内，仍然是以脆性断裂为主，它们能否遵循S.G.Ramsay^[8]的断层模式，深部演变为韧性断层，尚无充分的依据。因此，强调韧性变形带是银山矿床成矿作用的主导因素，值得商讨。

火山喷发与斑岩体侵入

火山喷发及其后的次火山岩体侵入，形成了火山机构控矿系统。这个系统不仅是容矿构造，更主要的是随着岩浆结晶固化而逐渐从岩体中分馏出富含挥发组份和贱金属组份的岩浆水，形成含矿的气热液流体，并通过岩浆水和地下水的对流循环，从围岩中萃取部分成矿物质，形成富含 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 等的成矿溶液，为矿床的形成提供物质来源。其主要依据：

1. 矿床的原生分带特征

围绕斑岩体，在水平方向和垂直方向上，均呈现出明显的蚀变矿化分带（图3），由下到上为：①石英、绢云母化——铜金矿带；②石英、绢云母化、绿泥石化——铜、铅、锌矿带；③绢云母化、绿泥石化——铅、锌、银矿带；④绿泥石化、碳酸盐化——铅（锌）银带矿。表明从成岩到成矿是一个统一的和连续的岩浆—气热流体—热液地质作用过程。

2. 稳定同位素和稀土元素地球化学

银山矿床成岩成矿作用具有深源特征：

① $\delta^{34}\text{S}$ 平均值+0.5‰，表明硫来源于深部，并受到地壳硫的污染；②铅同位素单阶段模式年龄280~590Ma，大部分为350~385Ma，既不代表成岩年龄，也不反映元古代变质年龄，说明铅的来源复杂，属幔源铅混染有上部地壳铅，使铅同位素发生均一化；③流体包体氢、氧同位素结果表明， $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 的变化范围-28.5~-78.9‰，平均-60.7‰，铅

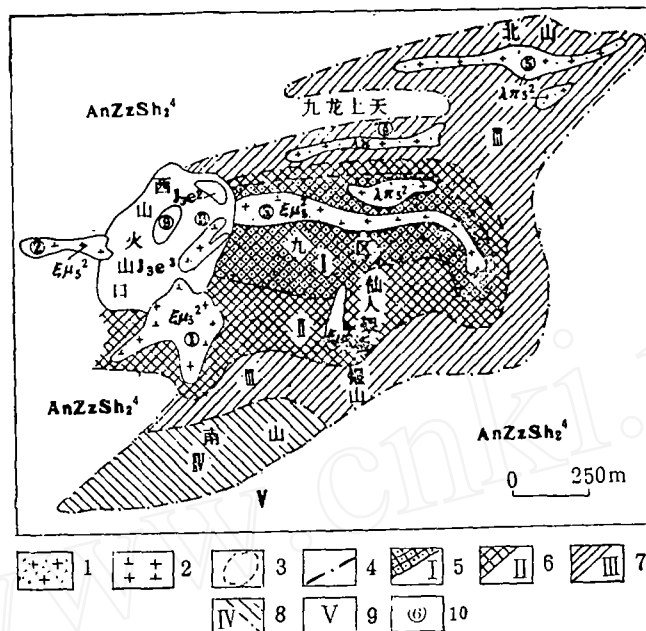


图 3 银山矿区50m中段蚀变矿化分布示意图

1—石英斑岩；2—英安斑岩；3—矿带界线；4—无矿带界线；5—石英绢云母化—铜硫金矿化带；6—石英绢云母化绿泥石化—铜铅—锌矿化重叠带；7—绢云母绿泥石化—铅—锌矿化带；8—绿泥石化碳酸盐化—铅—银矿化带；9—无矿带；10—岩体编号； J_3e^3 —上侏罗统上部火山熔岩、火山碎屑岩； J_3e^2 —上侏罗统中部集块角砾岩； J_3e^1 —上侏罗统下部千枚质砾岩夹砂岩； $AnZzSh_4$ —前震旦系双桥山群千枚岩

锌矿化阶段 δD_{H_2O} 上升，反映成矿流体晚期阶段有地表水加入；④碳同位素资料表明：碳酸盐中 $\delta^{13}C_{PD}$ 为 $-4.71 \sim -7.66\%$ ，石英包裹体微量 CO_2 的变化范围 $-1.97 \sim -6.2\%$ ，与火山喷气中 CO_2 的 $\delta^{13}C$ 值 $-3 \sim -5\%$ 相当，反映碳主要来源于岩浆作用的火山喷气；⑤稀土元素地球化学资料也反映出岩浆主要来源于上地幔，混熔有部分壳源物质。

上述资料表明：银山矿床的成矿作用与火山、次火山及斑岩体侵入作用有成因联系，它们不仅提供了成矿的热力和动力，促进成矿介质和成矿物质活化、迁移和聚集，更主要的是提供成矿介质和成矿组份，是矿床形成的主要因素。

3. 深部隐伏斑岩体

①赣东北地区中酸性斑岩体具有中—低磁场强度，采用低空高精度航磁测量，可有效确定斑岩体的存在。铜厂矿田深部已证实

有岩基存在银山矿田高精度航磁（图4）在3#英安斑岩及西山火山口南西缘（M78），查明了明显的航磁异常，反映了隐伏斑岩体的位置。

②根据西山火山口的岩相变化判断，其上部为火山碎屑岩相，下部为熔岩相，已有工程证实，预测磁异常的深部可能递变为侵入相，出现斑岩侵入体。

③成矿元素及矿物变化，指示深部有隐伏岩体，西山区段深部坑道取样分析查明，W、Bi(Sn)品位增高，并出现黑钨矿、辉钼矿等，表明接近岩体，成矿温度高。

根据上述资料预测，银山深部存在中酸性斑岩体，组成下部斑岩体，上部为火山岩、次火山岩和隐爆角砾岩的成矿系统，矿质不单纯来源于3#英安斑岩体，深部也有矿源存在。

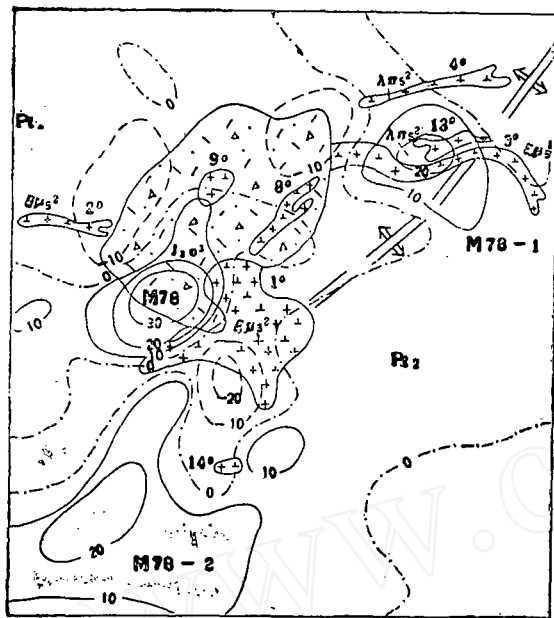


图 4 银山矿床航磁化极局部场异常图

1—石英斑岩；2—英安斑岩；3—背斜轴；4—岩体编号；5— T_1 等值线(伽马)； Pt_2 中元古界双桥山群千枚岩
(其余同图 3 图例)

火山、次火山热液型和斑岩型复合矿床

根据上述资料，认为银山矿床上部是火山、次火山热液型脉状铜矿和铅锌矿床，下部是斑岩型铜矿床，现在控制的深部是斑岩铜矿的顶部，其主要依据是：

1. 上部铜和铅锌矿化与火山、次火山岩体的时空关系密切，大脉型铅锌矿体主要受火山机构中的环形裂隙和放射状裂隙系统控制，表明火山喷发—火山机构的形成—热液作用是一个统一的和连续的成岩成矿过程。

2. 次火山岩体周边的隐爆角砾岩发育，局部形成角砾状铅锌矿石，表明火山喷发至次火山侵入后，岩体下部的气热流体逐渐向岩体顶部聚集，当其内压大于上覆岩层

的静岩压力时，发生隐蔽爆破，形成角砾岩，并发育不规则的裂隙系统，同时出现蚀变—矿化，形角砾状、网脉状铜铅锌矿体，反映矿体形成与火山、次火山作用有关。

3. 深部既有大脉型、细脉形铜矿体，也有细脉浸染状和浸染状斑岩矿化类型(图 5)，产于英安斑岩和蚀变千枚岩中，特别是 07 线施工的深孔，在 1400~1500m 区间斜切 3# 英安斑岩体，无矿核心缩小，几乎被细脉状和浸染状铜矿体所取代，说明愈接近深部

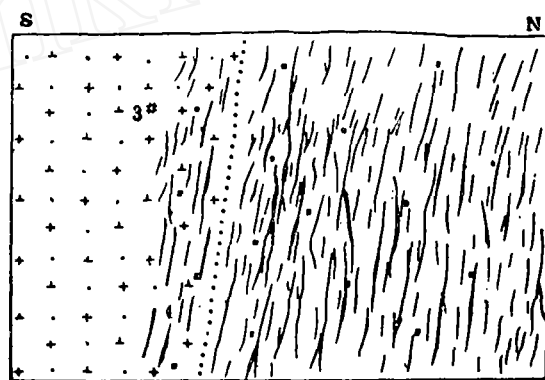


图 5 -60m 大巷细脉浸染型矿体素描图

1—含铜黄铁矿细脉；2—浸染状黄铁矿、黄铜矿；3—英安斑岩；4—千枚岩

斑岩体，斑岩型铜矿的面型矿化标志愈明显，目前控制的深度仍是斑岩铜矿的顶部。

4. 矿床深部硫砷铜矿、砷黝铜矿、黝铜矿等消失、出现以黄铜矿、黄铁矿为主的矿物组合，形成由上到下，由方铅矿、闪锌矿—黄铁矿、黄铜矿、硫砷铜矿、砷黝铜矿—黄铁矿、黄铜矿的矿物分带，即向深部逐渐过渡为斑岩铜矿的矿物组合。

矿床成因

深部隐伏岩体的存在及地表出露 3 个旋回的火山、次火山岩体(每个旋回都是以火山碎屑喷发开始，继之熔岩溢流，最后以次火山岩侵入和隐爆角砾岩的形成而告终)，反映岩浆作用从斑岩体侵入—火山喷发—次火山

岩体再侵入一岩浆隐蔽爆破，是一个统一的地质作用过程。由于岩浆作用方式不同，形成不同的裂隙系统，控制不同类型矿床产出。这些裂隙系统可分3种类型：

1. 火山机构型

中心式火山喷发，形成火山口和环状、放射状裂隙系统。火山喷发，次火山岩侵入，导致原有断裂扩大加深，产生规模较大的控矿裂隙。

2. 隐爆角砾岩型

次火山岩体侵入后，岩浆中的气热向岩体顶部聚集，引起隐蔽爆破，形成角砾岩筒，发育网脉、细脉等不规则的裂隙系统。

3. 侵入体顶部型

斑岩体侵位后，岩浆冷凝结晶，体积缩小，出现真空效应，在岩体顶部及接触带产生裂隙，形成微裂隙系统。

上述裂隙系统组成复合控矿容矿构造，形成银山火山一斑岩矿床不同类型矿体空间组合的基本构型。

关于银山矿床分带的成因，笔者提出以下认识：

1. 幔源岩浆混熔壳原物质的比例不同，矿化类型也不同，形成矿化分带。

对赣东北地区产矿的火山—侵入岩的研究结果： $\delta^{87}\text{Sr}/\delta^{86}\text{Sr}$ 0.7044~0.7088, $\delta^{18}\text{O}$ 0.17~13.6‰, δEu 0.5~1.45, $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 1~16, 多数>5, 表明与玄武岩浆活动有成因联系，属于幔源岩浆不断混熔壳源物质形成的幔—壳源过渡型岩浆，侵位于不同深度固结成岩，形成深—中深型岩体、浅成型岩体、超浅成型岩体和喷出相的火山岩

体。它们的侵位高度不同，混熔壳源物质的比例也不同，根据C.J. Allingore等人铽混合参数计算铜厂浅成相岩体，其玄武质熔体约占73%，混熔沉积岩熔体约占27%。利用REE部分熔融模式计算银山流纹英安斑岩体，其玄武质熔体约65%，混熔沉积岩熔体约占35%，对浅成岩体、超浅成岩体及喷出相火山岩体稀土元素地球化学模式对比，其 δEu 分别为1.14、1.01、0.46，钕亏损由弱到强。铅同位的模式年龄值227~760Ma，反映出侵位增高，混染壳源铅的比例增大，使铅同位素发生均一化。由此可见，岩体侵位升高，混熔壳源物质比例增大，岩浆向酸性演化，形成中酸性和酸性两个系列岩浆岩，产生不同的矿化类型。经微量元素分析，中深成岩体含Mo，伴有Cu；浅成岩体含Cu，伴生Mo、Au；超浅成岩体含Cu、Pb、Zn，伴生Au、Ag；酸性火山岩体以Pb、Zn、Ag矿化为主。因此，随着成矿岩体由中深成型→浅成型→超浅成型→火山岩体侵入—喷发的演化，形成(Mo、Cu)→Cu(Mo、Au)→Cu、Pb、Zn→Pb、Zn、Ag的矿化分带，银山的岩浆作用正是从喷发相、超浅成相向隐伏的浅成相岩体过渡，所以形成现有的分带格局。

2. 金属离子电负性差异是决定矿床分带的因素之一。

银山矿床的成矿元素，包括Cu、Pb、Zn、Au、Ag等，它们的电负性大小顺序见表2。由表可见，电负性大的元素趋向于在还原环循下优先沉淀， Cu^{2+} 、 Au^{1+} 的电负性相近，容易形成共生组合体， Pb^{2+} 、

主要金属离子电负性顺序表

表2

金属离子	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Ag ¹⁺	Cu ¹⁺	Cu ²⁺	As ²⁺	Au ⁺
电负性	1.4	1.5	1.6	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3
氧化性增强 ←					还原性增强 →				

Zu^{2+} 、 Ag^{1+} 电负性小,趋向于在氧化环境中沉淀,并形成共生组合体。因此,随着成矿环境从还原向氧化过渡,形成Cu、Au→Cu、Pb、Zn→Pb、Zn、Ag、Mn的矿化分带。

综上所述,幔源岩浆从深部向浅部侵入一喷发一侵入,成矿作用也从深部向浅部推进,成矿环境由相对封闭系统向相对开放系统转化,由还原环境向氧化环境过渡。当岩浆侵位到浅成环境固结成岩,成矿溶液在侵入体顶部裂隙系统沉淀富集,形成细脉浸染状和浸染状斑岩型铜矿床;当岩体侵位升高,进入超浅成环境,产生隐蔽爆破,成矿溶液在角砾岩筒的裂隙系统充填、交代,形成网脉状、细脉状角砾岩型铜铅锌矿床;当岩浆喷发进入地表环境,岩浆中的热水溶液与地表水混合,形成低温含矿流体,渗透或充填于火山口裂隙系统,形成大脉型铅锌矿床。因此,由斑岩体侵入一火山喷发一潜火山岩再侵入一岩浆隐蔽爆破的整个成岩成矿过程,形成上部大脉型铅锌矿床,深部形成斑岩型铜矿床,组成完整的火山一斑岩铜多金属矿床的组合模式。

矿床模式演化预测

银山矿床的模式是由斑岩铜矿模式演化发展,形成一组不同矿种、不同类型矿床组合的矿床模式。它有别于V.F 霍利斯特模式,而与R.H西利托及麦克米伦的火山型斑岩铜矿的基本构型有些相似,但在矿种和矿

床组合及矿床分带等方面又有其独特的构型。这种模式的演化并没有到此而终止,根据现有资料,预测仍有可能向更高层次演化,演化的趋势有二种:一是火山一斑岩矿床和块状硫化物矿床组合。根据双桥山群变质岩系产出有中元古代海相火山岩,可能伴随有块状硫化物矿床的出现,形成两个成矿系列矿床组合。在坑道发现有顺层产出的硫化物脉体以及与变质岩层呈同步褶皱的硫化物矿层,其成因问题值得研究。二是钨、铋(锡)矿床和铜铅锌矿床组合。根据西山区深部钨、铋和锡的品位增高,并有黑钨矿、辉铋矿、钨锡矿的单矿物出现,预测深部可能形成工业矿体,形成华南同熔型岩浆岩的W、Bi(Sn)→Cu、Au→Cu、Pb、Zn→Pb、Zn、Ag的完整矿化序列的组合模式。这两种演化趋势都值得今后进一步追踪研究。

本文引用有汪茂松、林德松、李惠琳等研究的有关资料,谨致衷心谢意!

主要参考文献

- [1] 李传明,地质与勘探,1986,第6期.
- [2] 李传明,矿床地质,1987,第2期.
- [3] 陈克荣,地质与勘探,1988,第1期.
- [4] 邱德同,地质与勘探,1991,第6期.
- [5] Hollister, V. F. et al., Econ. Geol., 1974, v.69, №5.
- [6] Sillitoe, R. H., Econ. Geol., 1973, v.68, pp.789~851.
- [7] McMillan, W. J., Geosc. Canada., 1980, v.7, №2, pp. 52~62.
- [8] Ramsay, S. G., J. of Struct. Geol., 1980.

Genetic Type of the Yinshan Deposit

Huang Shiquan

The author believes that the leading role for the generation of the Yinshan deposit is not paid by the tough deformable zone. A porphyrite intrusive body concealed is existed in the lower part of the deposit, which was formed as a result of multiple magmatism. The metallogenesis is closely related to the intrusion of the porphyrite body-volcanic eruption-the reintrusion of the cryptovolcanic rock-the whole diagenetic process of concealed magmatic eruption. The deposit studied belongs to a composite one consisting of the volcanic-subvolcanic-hydrothermal type and the porphyry copper type.