

28-33

## 赣东北地区铜银金矿床成矿模式

黄源英

(江西有色地质一队 鹰潭 335003)

**摘要** 赣东北地区铜银金资源丰富,矿床类型复杂多样,通过赣东北重点成矿区带三年找矿研究工作,总结提出了该区中生代火山—侵入岩成矿系列、海底火山作用成矿系列、变质热液金成矿系列及矿床综合成矿模式,指出了各种成矿的找矿意义。

**关键词** 铜银金矿床 成矿系列 成矿模式 赣东北地区

赣东北重点成矿区带包括乐德成矿带、信江成矿带和北武夷山成矿带。区带铜银金(铅、锌)矿床是在晋宁期—华力西期海底火山成矿作用、晋宁期—加里东期变质热液成矿作用和中生代陆相火山喷发—斑岩侵入成矿作用的基础上形成的。在区带研究的11000km<sup>2</sup>范围内,分布着铜厂、富家坞、朱砂红、银山、永平等特大型、大型铜矿床五处,冷水坑、虎家尖大型银矿床二处,金山大型金矿床一处,中型矿床多处。铜银金资源丰富,矿床类型复杂多样。笔者和黄世全等在1991—1993年区带找矿研究课题总结中,提出了赣东北地区巨型铜银金成矿区带的三个成矿系列和四种成矿模式<sup>①</sup>。

## 1 成矿系列

在一定地质背景下形成有成因联系的一组矿床,称为一个成矿系列。它可以是某一矿种在统一的成矿作用下形成的一系列成因类型不同的矿床或矿体,也可以是不同矿种在统一的成矿作用下形成的一组成因类型不同的多金属矿床。根据这一基本原则,将赣东北重点成矿区带铜、银、金(铅、锌)矿床划分为三个成矿系列。

## 1.1 中生代火山—侵入岩成矿系列

本系列是指由火山喷发—岩体侵入作用形成的铜、银、金(铅、锌)等一系列矿床,也称火山—斑岩成矿系列,主要矿床类型有:

1)斑岩型铜(金)矿床:铜厂、富家坞等斑岩铜(金)矿床。

2)火山、次火山热液型和斑岩型复合矿床:银山式铜、金、银、铅、锌矿床,上部为火山热液型脉状铜、铅、锌矿床和银、铅、锌矿床,次火山岩体边部形成角砾岩型铜、铅、锌矿体,下部形成浸染状和细脉浸染状铜(金)矿床。

3)火山—次火山热液型银铅锌矿床:冷水坑式花岗斑岩体内外接触带形成隐爆角砾岩型和斑岩型银、铅、锌矿床,外部形成大脉型银铅锌矿床。

1994-10-30 收稿,1995-09-11 改回。

① 江西有色地质勘查局,赣东北地区铜银金成矿规律、勘查方法和成矿预测研究,1994

## 1.2 海底火山作用成矿系列

海底火山作用经过岩浆喷发(喷溢)到火山喷气衰减期的热液活动,在不同的沉积环境和不同的物理化学条件下形成的铜多金属矿床主要类型有:

1)黄铁矿矿床:海底火山喷硫阶段,在还原的条件下,形成层状、似层状黄铁矿矿床,如东乡枫林中型铜矿底部的黄铁矿层。本类矿床含少量的Cu、Ag、Au组份,一般品位较低。含硫量可达30%~40%,是一种组分简单的块状黄铁矿矿床。

2)块状铜硫矿床:火山喷气—热泉沉积形成的层状、似层状铜硫矿床,有的金银含量较高,形成铜、银、金矿床。典型矿床有永平、枫林、铁砂街等铜硫矿床。

3)铁锰矿床:主要是火山喷发沉积过程中,成矿环境由还原向氧化环境变化,在块状硫化物矿床的顶部或同一火山沉积盆地的边部沉积的层状、似层状铁锰矿床、菱铁矿床、铅锌银矿床等。如枫林铜矿的含钨赤铁矿,乐华层状铁锰矿、铅锌银矿。

## 1.3 变质热液金矿成矿系列

本系列金矿床又可分为晋宁期变质作用成矿系列和加里东期变质作用成矿系列,前者浅部岩浆热液叠加不明显,后者有明显的叠加混合岩化变质作用。这两个系列虽然成矿的时代有差异,但是成矿的机理基本相同。因此,将这两个时期的矿床总称为变质热液金矿成矿系列,主要矿床类型有:

1)变质热液型金矿床:产于双桥山群变质岩系,受韧性剪切带控制的金矿床,典型实例有特大型“金山式”金矿床。

2)混合岩化变质热液金矿床:产于寒武系底部和震旦系顶部碳硅质层和震旦系片岩中,受韧性剪切带控制的金矿床,典型实例有大型茅排式金矿床。

3)石英脉型金矿床:典型实例有金山矿区阳山矿段。

## 2 矿床综合成矿模式

本区三个成矿系列具有不同的成矿模式,各种模式的特征如下:

### 2.1 火山—斑岩型复合矿床的成矿模式

本系列矿床的形成取决于岩浆岩的成因和演化、成矿裂隙系统的发育和规模、成矿物质来源等综合条件。

锶、铅、氧等同位素资料以及稀土元素地球化学等有关参数的变化表明,火山—侵入岩的岩浆是属于慢源岩浆混熔一定比例壳源物质形成的慢—壳源过渡型岩浆。其喷发—侵入于不同深度固结成岩,形成浅成、超浅成岩体喷发相的火山岩体。随着侵位增高,它们的稀土元素地球化学发生变化。铈的亏损由弱变强, $\delta\text{Eu}$ 值分别由1.14→1.01→0.46。铅的模式年龄增大。浅成岩体铅同位素模式年龄 $276\times 10^6\text{a}$ ,喷出相火山岩最大模式年龄为 $276\times 10^6\text{a}$ ,反映岩体侵位增高混熔壳源物质的比例增大,使铅同位素发生变异,导致模式年龄接近地层时代年龄。火山—侵入岩的混熔比计算结果也证明:侵位增高混熔壳源物质比例增大。随着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的岩浆岩,产生不同的成矿专属性,出现不同的矿化类型。中酸性岩体——花岗闪长斑岩、英安斑岩等以铜矿化为主,酸性岩体——花岗斑岩、石英斑岩、流纹斑岩等以银、铅、锌矿化为主,高硅高钾的酸性岩组合形成银、金矿化。演化程度高的岩体,由中酸性→酸性岩组合,形成 $\text{Cu}(\text{Au})\rightarrow\text{Cu},\text{Pb},\text{Zn}(\text{Au},\text{Ag})\rightarrow\text{Ag},\text{Pb},\text{Zn}\rightarrow\text{Ag},\text{Au}$ 的矿化序列。

随着岩浆作用由深部向浅部侵入—喷发—再侵入的过程,成矿作用也由深部向浅部推进,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,岩浆水不断和地表水混合,成矿溶液的性质逐渐演化,导致形成不同矿种的空间分带和不同类型矿床组合出现。当岩浆侵位于浅成环境固结成岩,成矿溶液在侵入体顶部裂隙系统沉淀富集,形成细脉状和细脉浸染状的斑岩型铜矿床;当岩体侵位升高,进入超浅成环境,产生隐蔽爆破作用,产生隐爆角砾岩,成矿溶液在角砾岩带的裂隙系统充填交代,形成网脉状和角砾状铜、银、金、铅、锌矿床;岩浆喷出地表,岩浆中的热水溶液与地表水混合,形成低温含矿溶液,渗透、充填于火山机构裂隙系统形成大脉型银铅锌矿床或银金矿床。因此,岩浆作

用由侵入—喷发—一次火山岩体再侵入—岩浆隐蔽爆破的演化进程,形成上部大脉型银铅锌矿床、下部细脉型和细脉浸染型的斑岩铜矿床,在次火山岩体周边形成角砾岩型铜银金矿床,组成完整的火山—斑岩型复合矿床的综合成矿模式(图1)。这种模式对于寻找隐伏铜矿具有指导意义,适用于在中生代火山—侵入岩区开展找矿工作。

## 2.2 块状硫化物矿床的成矿模式<sup>①</sup>

本区带块状硫化物矿床的成矿作用是由于地壳拉张、断裂下切,形成断裂拗陷盆地,伴随着局部的火山作用,产生热水沉积环境,从而沉积形成块状黄铁矿、黄铜矿以及块状铅、锌、银矿床和铁锰矿床。各矿床的研究资料表明,在适当的海水深度,温度 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ,相对盐度 $8\text{wt}\%\pm$ , $\text{pH}=6.8\sim 7.7$ 的弱酸弱碱环境下, $\text{Cu}^{2+}$ 沉淀富集。随着时间的推移,冷却和氧化作用不断发生变化, $\text{Cu}/(\text{Zn}+\text{Pb})$ 比率随着温度的下降而逐渐降低, $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 增加,并在远离硫化物矿层或在较高的层位沉淀,产生火山喷气—热液沉淀分异演化,使成矿物质再分配

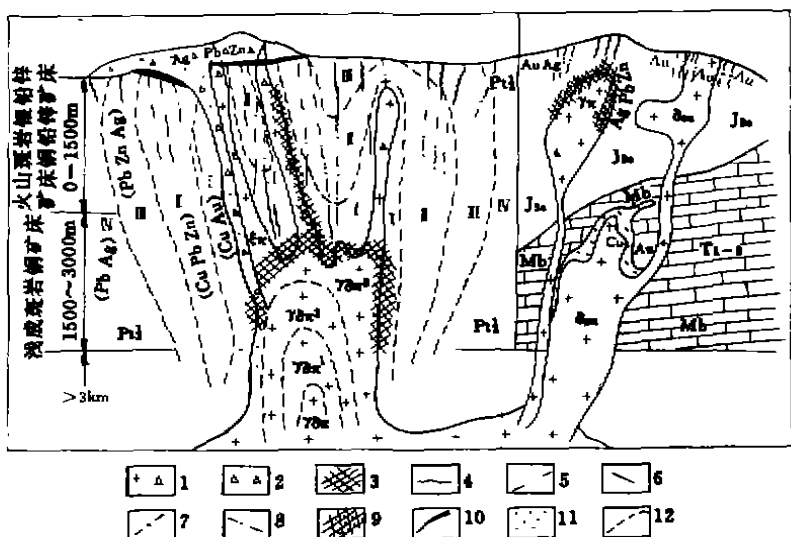


图1 火山—斑岩矿床体系综合成矿模式图

Fig. 1 The integrated metallogenetic model of volcano-porphyry metallogenetic system

Pt1—双桥山群下亚群变质岩; $T_1-T_2$ —三叠系碳酸盐建造; $J_3$ —鹤湖岭组火山岩; $\gamma_8$ —花岗闪长斑岩; $\gamma_8\pi^1$ —绿泥石化花岗闪长斑岩; $\gamma_8\pi^2$ —绢云母化绿泥石化花岗闪长斑岩; $\gamma_8\pi^3$ —石英绢云母化花岗闪长斑岩; $\epsilon$ —英安斑岩; $\delta ou$ —石英闪长玢岩; $\gamma\pi$ —花岗斑岩; $Mb$ —大理岩化; $I$ —石英绢云母化—铜硫金矿带; $II$ —石英绢云母化绿泥石化—铜铅锌重叠带; $III$ —绢云母化绿泥石化—铅锌银矿带; $IV$ —绿泥石化碳酸盐—铅银矿化带; $1$ —火山斑岩岩墙隐爆角砾岩相; $2$ —火山管道; $3$ —浸染状细脉浸染—面型铜金矿体; $4$ —脉状铅锌银矿体; $5$ —脉状铜铅矿体; $6$ —脉状铜硫金矿体; $7$ —脉状金矿体; $8$ —脉状银金矿体; $9$ —面型银铅矿体; $10$ —似层状铅银矿体; $11$ —砂卡岩铜(金)矿体; $12$ —构造界线

<sup>①</sup> 黄世全、赣东北火山—斑岩铜多金属矿床的成矿模式,中国地质学会“七五”科技论文汇编,1991

和金属沉淀分带,在火山活动喷气中心部位形成具有沉积特征的硫化物矿层,远离喷气中心形成矿源层,在硫化物矿的顶部或沉积盆地边部,沉积有各种具有沉积相的含硅铁锰矿层,组成完整的块状硫化物矿床的成矿模式(图2)。

块状硫化物矿层沉积后,燕山期岩浆作用追踪喷气活动中心侵位,形成岩浆热液的叠加、改造作用。永平铜硫矿区华力西期海底火山喷发作用形成初始矿源层后,经华力西期—印支期混合岩化成矿作用和燕山期花岗斑岩的成矿作用的叠加、改造,形成火山沉积—叠生复控矿床。枫林铜矿也经历了燕山期的岩浆作用改造,具有相似的成矿机理。铁砂街中型银(铜)矿床在晋宁晚期海底火山喷发作用成矿后,

经加里东期混合岩化变质作用和燕山中晚期石英斑岩、流纹斑岩岩浆热液的叠加、改造,形成同一成矿中心三次叠生成矿的火山喷气沉积—叠生复控矿床。从而确立本类型矿床为异时同位成矿火山沉积—叠生复控矿床综合成矿模式(图3)。这种综合成矿模式对于寻找本区多成因、多期次、多来源的铜银金大中型矿床,具有指导意义。

### 2.3 变质热液金矿床的成矿模式

本类型金矿床的成矿作用是在区域变质作用的基础上,含金建造中的金形成初始富集的矿源层,经韧性剪切变形和变质作用,富集形成矿床,典型模式有金山式和茅排式金矿。氢氧同位素研究表明:金山金矿床 $\delta D(\text{‰})$ : $-41.3 \sim 63.9$ , $\delta^{18}O(\text{‰})$ : $+10.12 \sim +17.13$ ,茅排金矿: $\delta D(\text{‰})$ : $-60.49 \sim -71.68$ , $\delta^{18}O(\text{‰})$ : $+10.722 \sim +18.893$ 。在 $\delta D(\text{‰})-\delta^{18}O(\text{‰})$ 关系图上,金山金矿的投影点落在变质水区间,茅排金矿的投影点落在变质水与岩浆水区间,说明成矿热液来源复杂。金山矿床是在区域变质作用下,被加热的循环建造水演化为成矿溶液,后经加里东—印支—燕山( $405 \sim 165\text{Ma}$ )的动力变质和燕山期岩浆热液(特别在深部靠近铜厂斑岩铜矿田部位)的叠加改造形成的金矿床;茅排金矿床是在变质热液的基础上,叠加有较多的岩浆热液形成的金矿床。在区域变质过程中,在静力变质作用和动力变质作用下,形成的韧性剪切带或脆韧性剪切带,通过强烈的剪切作用释放出热液流体,对含金建造进行淋滤,使金活化迁移,以及一些富含 $\text{SiO}_2$ 的岩层产生强烈的糜棱岩化,产生动态重结晶和多孔隙的构造岩,组成具有捕获金的有利岩相,促进金的沉淀富集,形成沿韧性剪切带的主切面分布的构造岩—蚀变—矿化的分带模式(图4):

- I 超糜棱岩—糜棱岩带:以石英—黄铁矿化、铁白云石化为主,出现主要金矿体;
- I 糜棱岩—初糜棱岩带:相应蚀变为石英—绢云母—白云石化,局部有金矿体;

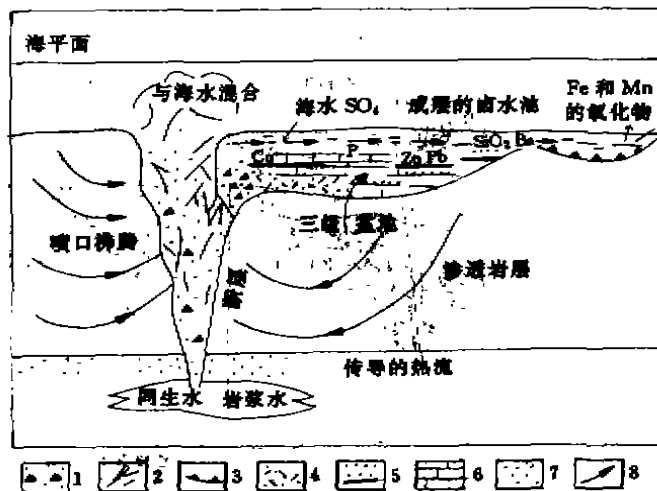


图2 块状硫化物矿床成因模式图

Fig. 2 The metallogenetic model of massive sulfide deposits

1—角砾岩;2—交错脉体;3—铁和锰矿层;4—层状火山碎屑岩;5—细粒碎屑岩;6—碳酸盐;7—非渗透性岩石;8—热液流动路线;Cu—层状铜矿体;PbZn—层状铅锌矿体

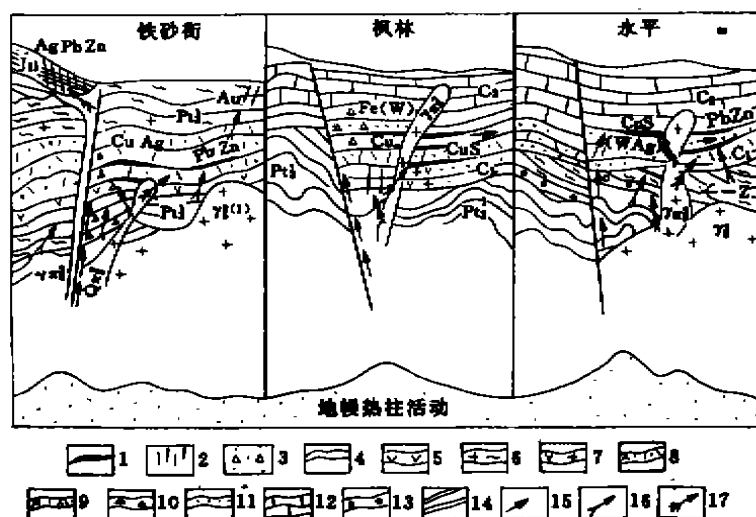


图 3 异时同位成矿火山沉积—叠生复控矿床综合成矿模式图

Fig. 3 The integrated metallogenic model of the telescoped and multicontrolling volcano-sedimentary ore deposit

Pt<sub>2</sub>—中元古界; Pt<sub>1</sub>—晚元古界;  $\epsilon$ -Z—寒武—震旦系; C<sub>1</sub>—下石炭统; C<sub>2</sub>—中石炭统; Cu, S—铜硫矿体; Pb, Zn—铅锌矿体; Fe(W)—赤铁矿(钨)矿体; Cu, Ag—铜银矿体; Ag, Pb, Zn—银铅锌矿体; Cu, S, (W, Ag)—铜硫钨银矿体; 1—层状矿体; 2—脉状矿体; 3—角砾岩; 4—变质岩; 5—细碧岩; 6—石英角斑岩; 7—英安岩流纹岩; 8—凝灰质砂岩; 9—凝灰岩; 10—底砾岩; 11—砂岩; 12—白云岩、灰岩; 13—含砾砂岩; 14—炭质页岩; 15—海相火山喷气热泉热液流动路线; 16—变质热液流动方向; 17—燕山期岩浆热液流动方向;  $\gamma_{\text{K}}$ —燕山期流纹斑岩; Q<sub>K</sub>—燕山期石英斑岩;  $\gamma_{\text{K}}$ —燕山期花岗岩;  $\gamma_{\text{K}}$ —燕山期花岗岩

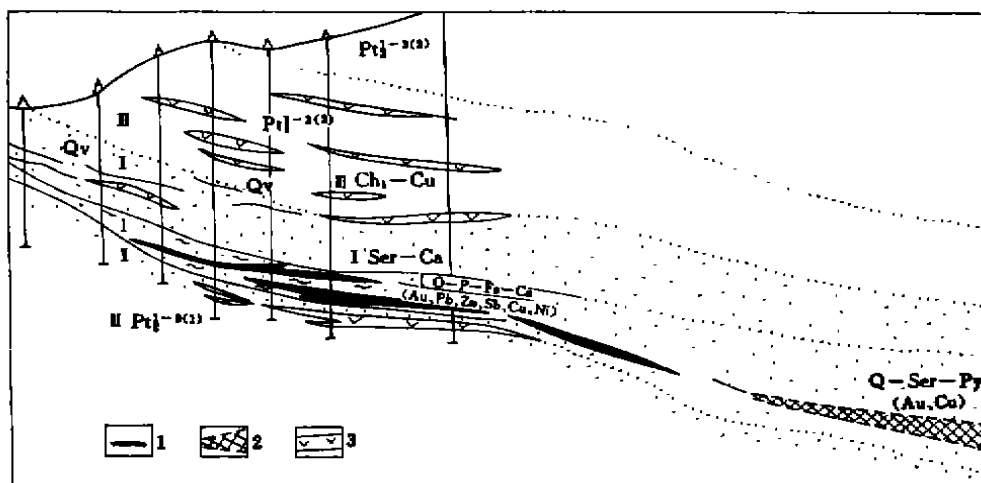


图 4 金山矿区构造岩及蚀变分带矿化分带模式图

Fig. 4 Tectonite and the zoning model of alteration and mineralization in the Jinshan gold deposit

I—超糜棱岩—糜棱岩带; I—糜棱岩—初糜棱岩带; II—糜棱岩化带; Qv—含金石英脉; 1—金矿体; 2—预测铜金矿体; 3—变玄武岩; Q—Py—FeCa—石英—黄铁矿化—铁白云石化带; S—Ser—Ca—绢云母—白云石化带; Chl—Ca—绿泥石—方解石化带; Q—Ser—Py—石英—绢云母—硫化物带; Pt<sub>1</sub>-3(1)(2)(3)—双桥山群含金建造下中上段

■ 初糜棱岩—糜棱岩化带:伴随绿泥石化—方解石化,一般没有工业矿体产出。

“金山式”金矿床地球化学元素分带模式在倾向上从浅部→深部表现为: Au、As、Ag、Co 元素组合带→Au、Pb、Zn、Sb、Cu、Ni 元素组合带→Au、Cu 元素组合带;矿化分带相应表现为区域变质热液金矿体(含金石英脉型)→复成金矿体(硫化物—石英型,有少量燕山期岩浆热液叠加)→金铜矿体(铜厂式斑岩成矿系列与金山式变质热液金矿成矿系列两种成矿作用复合叠生成矿)。分带模式经燕山期岩浆热液叠加后,深部显得分带不明显,相带变化更复杂,但仍保留有上述分带的痕迹。这种构造岩—蚀变—矿化分带模式对本区带变质热液金矿的选区和找矿具有良好的指导意义。

### 3 结论

由于本区带具有三次海相火山成矿作用,两次变质热液成矿作用和中生代陆相火山—一次火山成矿作用,成矿时代的时空演化规律总体表现为从北向南、从西向东具有由老变新、多期、多次、多旋回、多阶段的演化特征,其中晋宁早期海相火山沉积成矿作用及晋宁晚期变质热液金矿成矿作用,主要分布在北部乐德成矿带银山—金山—铜厂双桥山群中;晋宁晚期及华力西期海相火山沉积成矿作用及加里东期—印支期变质热液金矿成矿作用,主要分布在中部信江成矿带;燕山期火山—一次火山斑岩热液 Cu、Ag、Au、Pb、Zn 成矿作用,则遍布整个区带,且具有多旋回火山活动,并叠加在前三期海相火山成矿作用和二期变质热液成矿作用之上。依据这种区域成矿演化规律,建立了本区 Cu、Ag、Au(Pb、Zn)三个成矿系列和四种成矿模式。而异时同位叠生成矿和同时同位多旋回、多阶段叠生成矿是本区带铜银金(铅锌)中大型—特大型矿床最重要的成矿机制,从而确立中生代陆相火山—斑岩型铜银多金属矿床、火山沉积—叠生复控型铜银矿床、变质热液金矿床是区带的主要找矿类型。

### 参考文献

- 1 林岳生等. 赣北斑岩矿床成矿模式探讨. 地质与勘探, 1983(10)
- 2 徐海江. 新发现的茅排金矿. 黄金科技动态, 1991(10)

## THE METALLOGENIC MODEL OF Cu—Ag—Au DEPOSITS IN NORTHEASTERN JIANGXI

Huang Yuanying

(The No. 1 Geoprospection Party of Jiangxi, CNNC, Yingtan, 335003)

**Abstract** The mineral resources of Cu, Ag, Au in northeastern Jiangxi are plentiful, and the deposit types are complicated and diversified. The study of the major ore belts has revealed that the Mesozoic volcanic—intrusive Cu—Ag—Au deposits, the submarine volcanic Cu—Ag—Au deposits and the meta—hydrothermal Au deposits belong to three metallogenic systems in this district. Meanwhile, the integrated metallogenic models and their prospecting significance are pointed out.

**Key words** Cu—Ag—Au deposits; metallogenic system; metallogenic model; northeastern Jiangxi