

文章编号: 1009-3850(2012)04-0094-06

江西冷水坑矿田银铅锌矿床特征及成矿模式探讨

罗泽雄, 万浩章, 何细荣

(江西省地质矿产勘查开发局九一二大队, 江西 鹰潭 335001)

摘要: 江西贵溪冷水坑矿田是国家级银资源基地。本文在系统研究冷水坑矿田成矿地质条件、矿床地质特征的基础上, 从分析主要控矿因素和成矿系统入手, 初步建立了冷水坑矿田成矿模式。认为冷水坑矿田矿床类型主要有两类: 即斑岩型矿床和层控叠生型矿床。结合矿田成矿特征和成矿模式, 进行了成矿预测, 提出冷水坑矿田小源区、麻地-燕山区和闽坑-岭西铅锌区3个成矿预测区具有较好的找矿远景, 为进一步开展找矿工作提供了依据。

关键词: 成矿模式; 成矿系统; 银铅锌矿床; 冷水坑; 江西

中图分类号: P611.1

文献标识码: A

江西冷水坑银铅锌矿田, 既有斑岩型矿床, 也有层控叠加型矿床, 是目前我国已知的最大隐伏银矿田, 已探明银资源储量近1万吨, 铅、锌资源量400万吨。系统研究总结冷水坑矿田银铅锌矿床地质特征, 分析探讨控矿因素和成矿系统, 建立成矿模式, 可以为区域成矿理论研究提供科学依据, 也对提高隐伏矿预测的效果具有重要指导意义。

1 成矿地质背景

矿田处于扬子板块与华南板块拼接带南侧, 华南褶皱系赣中南褶皱隆上的武夷隆起与饶南拗陷接合处的隆起一侧之月凤山火山陷盆地北西边缘, 受区域性鹰潭-安远深断裂及鹰潭-瑞昌大断裂控制^[1]。震旦系变质岩组成褶皱基底, 盖层主要是侏罗系上统陆相火山杂岩, 局部分布石炭系及第四系。研究区构造复杂, 以断裂为主, 可分为北北东-北东向、北西向、近东西向和近南北向断裂系统, 其中以北北东-北东向断裂系统最为发育。岩浆岩分布广泛, 主要为加里东期和燕山中期、晚期中酸性-酸性岩类。

2 矿床地质特征

冷水坑矿田的成矿作用发生于冷水坑斑岩内及其围岩中, 斑岩体内及其接触带的细脉浸染状矿化与蚀变相伴, 而赋存于火山岩内的似层状矿化具有多期叠加特征。成矿元素以银、铅、锌为主, 伴有金、铜等有用组分。矿床规模较大, 矿体形态较为复杂(图1)。

2.1 矿体特征

根据矿化特点与成矿作用的不同, 冷水坑矿田的矿床类型可分为有两类: 即斑岩型矿床和层控叠生型矿床^[2]。

1. 斑岩型矿体

斑岩型矿体随斑岩体产出, 在平面上大致呈北东向带状分布, 矿体多呈透镜状产于花岗斑岩前缘带、主体带及接触带附近, 部分产于岩体近根部带及外带火山岩中, 产状与花岗斑岩产状一致, 走向北东, 倾向北西, 矿体倾角浅部至中浅部为10~30°, 中深部为35~50°(图2)。

斑岩型矿体可分为银铅锌矿体、铅锌矿体、金硫矿体、铜硫矿体等, 以银铅锌矿体为主。矿石矿物以硫化物为主, 并可见大量的硅酸盐矿物。

收稿日期: 2011-10-25; 改回日期: 2011-11-26

作者简介: 罗泽雄(1957-), 男, 高级工程师, 主要从事地质找矿、矿产研究工作。E-mail: ytlzx@sina.com

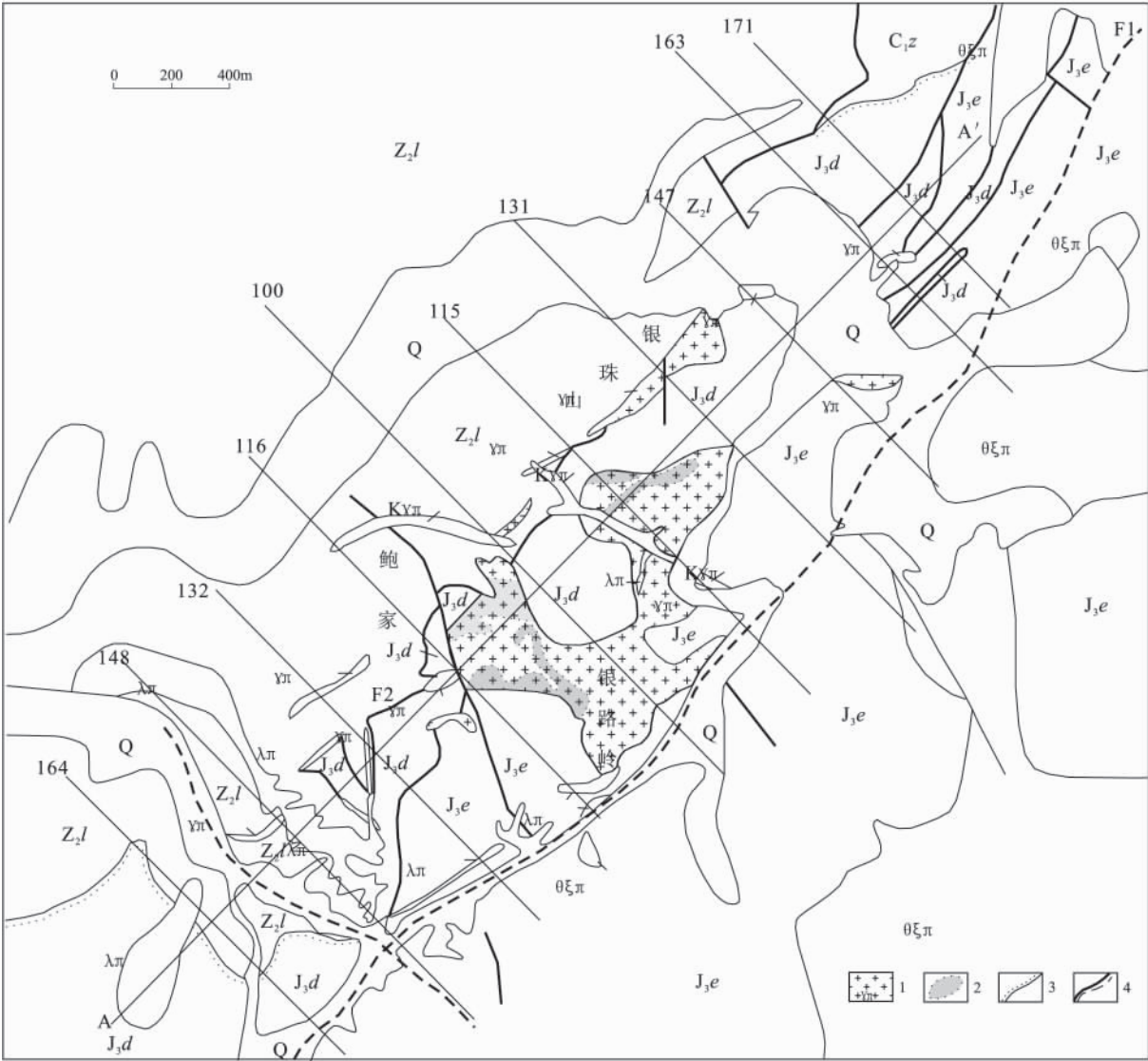


图1 冷水坑矿田地质图

Q. 第四系; J₃d. 侏罗系上统打鼓石组; J₃e. 侏罗系上统鹅湖岭组; C₁z. 石炭系下统梓山组; Z₂l. 震旦系老虎塘组; λπ. 流纹斑岩; κγπ. 钾长花岗岩; θξπ. 石英正长斑岩. 1. 含矿花岗岩斑; 2. 隐爆角砾岩; 3. 地层不整合界线; 4. 实测、推测断层

Fig. 1 Geological map of the Lengshuikeng ore field

Q = Quaternary; J₃d = Upper Jurassic Dagushi Formation; J₃e = Upper Jurassic Ehuling Formation; C₁z = Lower Carboniferous Zishan Formation; Z₂l = Sinian Laohutang Formation; λπ = rhyolite porphyry; κγπ = K-feldspar granite porphyry; θξπ = quartz syenite porphyry. 1 = ore-bearing granite porphyry; 2 = cryptoexplosion breccia; 3 = unconformity; 4 = measured/inferred fault

2. 层控叠生型矿体

层控叠生型矿体呈似层状、透镜状,均产于侏罗系上统陆相火山岩含矿层中,与火山岩及含矿层产状变化一致。由于火山沉积岩中的铁锰碳酸盐层受到冷水坑花岗岩斑岩的叠加作用,从而形成层控叠生型的铁锰银矿体、铁锰铅锌矿体。矿石矿物以铁锰碳酸盐矿物为主,并见较多的磁铁矿等氧化物矿物和含水石英、白云石、碧玉等特征矿物及少量叠加的硫化物矿物。

2.2 围岩蚀变

围岩蚀变主要发育有绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、硅化和黄铁矿化。矿化蚀变具有一定的分带性,由岩体内向外蚀变可以分为3个带:绿泥石绢云母化带、绢云母化碳酸盐化硅化黄铁矿化带和碳酸盐化绢云母化带。以岩体接触带为蚀变中心,向两侧依次减弱。岩体接触带蚀变交代作用最强,是银、铅、锌等硫化矿物沉淀的良好场所。

2.3 成矿流体

流体包裹体分析显示,流体盐度为5.7~35Wt% NaCl,存在低盐度和中高盐度两种流体。成

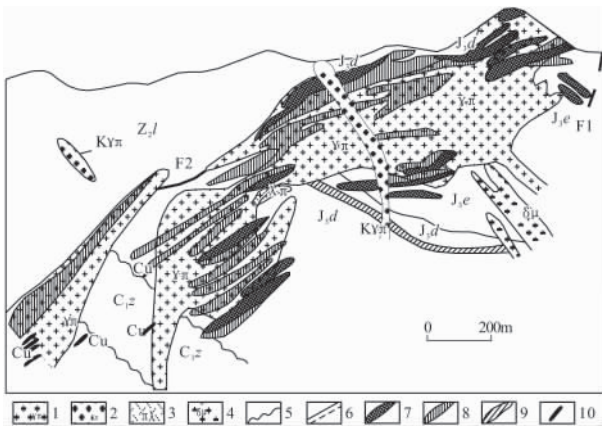


图2 冷水坑矿田100线矿体分布图(据江西912队)

Q. 第四系; J_3d . 侏罗系上统打鼓石组; J_3e . 侏罗系上统鹅湖岭组; C_{1z} . 石炭系下统梓山组; Z_2l . 震旦系老虎塘组。1. 含矿花岗斑岩; 2. 钾长花岗斑岩; 3. 流纹斑岩; 4. 闪长斑岩; 5. 地层角度不整合界线; 6. 实测、推测断层; 7. 银铅锌矿体; 8. 铅锌矿体; 9. 铁锰含矿层; 10. 铜矿体

Fig. 2 Distribution of ore bodies along 100 line of the Lengshuikeng ore field

Q = Quaternary; J_3d = Upper Jurassic Dagushi Formation; J_3e = Upper Jurassic Ehuling Formation; C_{1z} = Lower Carboniferous Zishan Formation; Z_2l = Sinian Laohutang Formation. 1 = ore-bearing granite porphyry; 2 = K-feldspar granite porphyry; 3 = rhyolite porphyry; 4 = diorite porphyrite; 5 = angular unconformity; 6 = measured/inferred fault; 7 = silver-lead-zinc ore body; 8 = lead-zinc ore body; 9 = iron-manganese ore bed; 10 = copper ore body

矿流体属于 $\text{CaSO}_4(\text{MgCl}_2) - \text{NaCl} - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ 体系。矿田的矿化作用温度在 $350 \sim 170^\circ\text{C}$ 之间, 成矿作用主要发生在中低温阶段, 银矿化温度在 200°C 左右。从斑岩成矿期早阶段到晚阶段, 成矿作用进行时的氧逸度、硫逸度逐渐降低, pH 值逐渐升高。成矿发生在酸性至弱酸性、弱还原环境^[4]。

2.4 成矿物质来源

成矿流体的氢、氧同位素组成范围分别为 $\delta\text{O} - 6.70\text{‰} \sim 11.78\text{‰}$ 、 $\delta\text{D} - 37.1\text{‰} \sim -93.5\text{‰}$, 指示成矿流体源自于岩浆, 在成矿过程中有大气水的加入。碳酸盐矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 变化范围在 $-2.76\text{‰} \sim -7.42\text{‰}$ 之间, $\delta^{18}\text{O}$ 变化范围在 $9.79\text{‰} \sim 16.22\text{‰}$ 之间, 碳酸盐的碳氧主要来自岩浆, 并有部分来源于地层。矿石中硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值在 $-3.88\text{‰} \sim +4.88\text{‰}$ 之间, 硫主要来源于斑岩岩浆体系, 有地层硫加入成矿流体中。矿石铅同位素组成与含矿斑岩近于一致, 其来源与花岗斑岩相同。成矿物质主要来源于斑岩岩浆体系^[4]。

2.5 成矿年龄

通过含矿斑岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素分析, 得到含矿斑岩结晶年龄为 $162 \pm 2\text{Ma}$, 对含矿斑岩岩石 Rb-Sr 同位素组成测定, 得到含矿斑岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄 $159.3 \pm 7\text{Ma}$ 。对蚀变矿物绢云母的分析, 获得绢云母 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 年龄 $163 \pm 1\text{Ma}$ 。冷水坑矿体成岩成矿作用发生于燕山中期^[4]。

2.6 成矿期次

矿田发育 3 种典型的矿物共生组合类型: 绿泥石、绢云母-铜铁硫化物组合; 绢云母、碳酸盐、石英-铅锌硫化物组合和碳酸盐; 绢云母-银铅锌硫化物组合。它们的产出在空间上有一定的分带性: 绿泥石、绢云母-铜铁硫化物组合多产于赋矿岩体近根部带和内带, 绢云母、碳酸盐、石英-铅锌硫化物组合多产于岩体主体带和内外接触带, 碳酸盐、绢云母-银铅锌硫化物组合多产于岩体前缘带和接触带以及外带火山岩中。

成矿可划分为 4 个成矿期: 火山喷流-沉积成矿期; 岩浆热液交代成矿期; 斑岩成矿期; 表生氧化期。斑岩成矿期为主成矿期, 含 3 个重要成矿阶段: 铜铁硫化物阶段、铅锌硫化物阶段和银铅锌硫化物阶段^[4]。

2.7 矿床成因

斑岩型矿床, 其成矿作用属陆壳重熔花岗岩类火山期后中温热液矿床; 而层控叠生型矿床, 其成矿作用属内陆湖盆相火山沉积-岩浆叠加改造复成矿床。

3 主要控矿因素

3.1 构造条件

矿田构造对成矿流体起着分配、容纳作用, 通过对成矿流体演化的控制来制约成矿的发生、发展。矿田构造控制成矿表现为以下几个方面:

断裂带: F1 北东向区域断裂带与北西向断裂带的复合交接部位, 控制矿床定位; F2 推覆构造直接控制岩体空间形态以及矿床的产出; 推覆席体中封闭性较好的变质岩系对矿床的形成起屏蔽作用^[4]。

接触带: 含矿斑岩体接触带尤其是上接触带, 断裂及裂隙密集发育, 且延深较大, 为含矿流体上升沉淀提供有利通道和沉淀场所, 成为矿化富集带。

裂隙带: 赋矿岩体前缘及其与围岩接触的边缘地带, 多组原生裂隙和构造裂隙交叉发育, 也成为矿化富集部位。

层间破碎带: 火山岩铁锰含矿层因其岩性差异

较悬殊,易于形成层间破碎带,为含矿热液提供了充填交代的良好场所,形成层控叠生型矿体赋存空间。

隐爆角砾岩带:隐爆相岩石原生裂隙与构造裂隙发育,对蚀变矿化很有利,隐爆岩带不仅为成矿热液运移提供通道,也是重要的容矿场所。

3.2 岩浆岩条件

矿田含矿斑岩体由壳源重熔岩浆分异演化于燕山早期形成,是浅成-超浅成相被动侵位岩体,沿深大断裂上侵后顺 F2 推覆构造定位,岩浆分异作用明显,富含 Ag、Pb、Zn、Cu、Au 等元素,它既是矿液携带体,又是赋矿围岩。

3.3 围岩条件

侏罗系上统火山岩是矿田银铅锌矿的直接围岩,与成矿关系密切。其所夹的铁、锰矿含矿层位直接控制层控叠生型铁锰-银铅锌矿床的产出。与成矿有关的岩石主要是花岗斑岩和流纹质晶屑凝灰岩,在含矿流体作用下,化学性质较为活泼,易于选择长石斑晶或晶屑交代,形成浸染状矿化。隐蔽爆破相岩石原始结构较松散,孔隙度较大,利于矿液充填交代,形成微脉、细脉状矿化。铁锰碳酸盐岩类岩石,因钙镁含量较高,化学性质活泼,层间裂隙发育,易于交代充填形成浸染状、细脉状、脉状矿化。

4 成矿系统

矿田产出的两类矿床与 Ag、Pb、Zn、Cu、Au 矿化构成了冷水坑矿田成矿系统。虽然不同类型矿床的成矿元素组合有一定的差异,但成矿物质大部分具有同源性。矿田两类矿床总体上围绕含矿花岗斑岩分布,斑岩型矿床赋存在浅(上)部,层控叠生型矿床呈隐伏状,分布在较深部位,多在斑岩型矿床下部、含矿斑岩体的边部及近外侧。层控叠生型与斑岩型矿床具有紧密的空间关系,彰显它们存在着内在的成因联系^[4]。虽然矿田两类矿床的具体矿化时间有一定的差异,但主要成矿阶段基本一致,特别是银铅锌矿化完全同步。由于两种类型矿床赋存的空间位置的不同,使得它们在形成后保存条件有一定的差异。含矿斑岩为超浅成就位,因此在地壳隆升后斑岩型矿床易于遭受剥蚀,而位于矿田中深部的层控叠生型矿床保存完好。冷水坑矿田成矿系统的形成-变化-保存特点为矿田隐伏矿的预测提供了依据。

冷水坑矿田及其区域上形成于燕山早中期且与岩浆作用有关的铜铅锌银多金属矿床,具有相同的成矿背景,构成了区域(岩浆矿床)成矿系统。燕山早中期挤压造山作用阶段,于不同的构造部位形成两种岩浆,即与壳幔混合作用有关的深源岩浆和地壳熔融而成的壳源岩浆,在不同的围岩条件下发生不同的矿化作用并形成不同的矿床类型。

5 成矿模式探讨

冷水坑矿田发育两种矿床类型,均与冷水坑浅成-超浅成花岗斑岩有成因关系。在区域性的挤压构造环境下,中下地壳武夷变质基底岩石熔融而形成花岗质岩浆,在晚侏罗世大规模的火山喷发之后,沿月风山火山断陷盆地边缘大断裂快速上侵。在区域型挤压作用下,形成了矿田的 F2 逆冲推覆构造和侏罗系火山岩地层由于逆冲作用引起的层间构造。这些构造部位为花岗质岩浆浅成-超浅成就位提供了空间并控制了岩体的形态。在岩体上侵过程中由于岩浆的浅成-超浅成就位形成花岗斑岩,并在岩体前缘带与接触带发育一定规模的隐爆作用。随着含矿斑岩体的内热、压力的聚集增大,致使岩体前缘带、接触带的岩石发生隐蔽爆破,形成了隐爆相岩石和较为密集的裂隙带,为含矿流体提供赋矿空间。

晚侏罗世火山作用过程中形成火山沉积型铁锰矿层。岩体超浅成就位为大量的大气水向岩体渗透提供了便利条件。随岩浆而来的含矿流体在岩体就位过程中随着温度、压力等条件的改变以及大气水的加入而发生矿化作用。一方面在岩浆热液与先成的铁锰层发生接触交代作用,形成顺层的叠加改造型铁锰铅锌银矿体,即层控叠生型铅锌银矿床;另一方面,在花岗斑岩近根部发生铜(金)矿化,随后在温度降低过程中于岩体内部发育大规模的铅锌矿化作用。大气水的持续渗透,使岩浆热液与大气水混合加剧,在岩体边部及接触带形成银铅锌矿化^[4]。冷水坑矿田成矿作用过程如图 3 所示,成矿模式简要表示如图 4。

6 成矿预测

冷水坑矿田及其外围具有良好的成矿条件,矿化以 Ag、Pb、Zn 矿化为主,并且有明显的蚀变现象,具有较好的找矿远景。

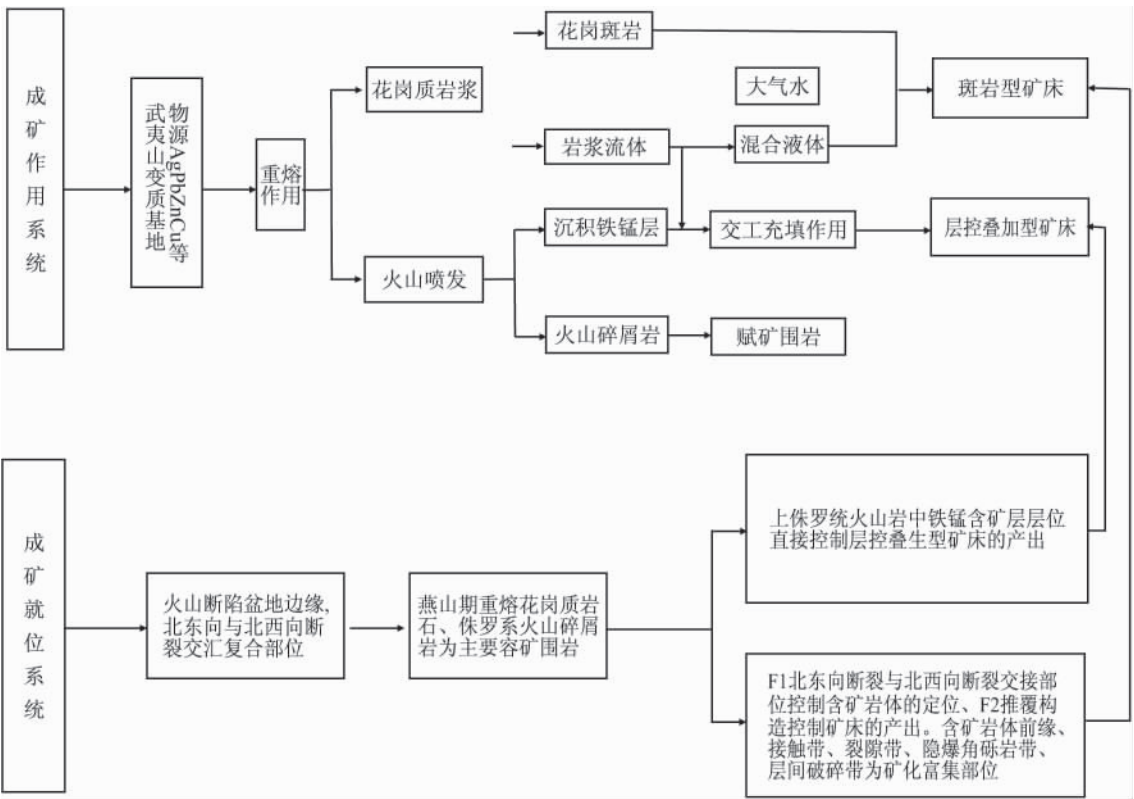


图3 冷水坑矿田矿成作用过程示意图

Fig.3 Sketch to show the mineralization processes of the Lengshuikeng ore field

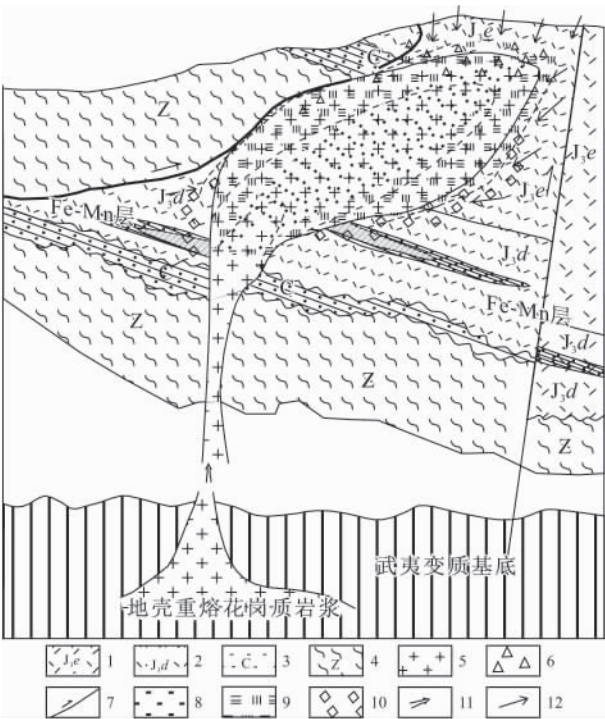


图4 冷水坑矿田成矿模式

1. 上侏罗统鹅湖岭组火山岩; 2. 上侏罗统打鼓顶组火山岩; 3. 石炭系碎屑岩; 4. 震旦系变质岩; 5. 冷水坑花岗斑岩; 6. 爆破角砾岩; 7. 逆冲断层; 8. 绿泥石化-绢云母化带; 9. 绢云母化-碳酸盐化-硅化-黄铁矿化带; 10. 碳酸盐化-绢云母化带; 11. 岩浆流体运移方向; 12. 大气

水运移方向

Fig.4 Metallogenic model for the Lengshuikeng ore field

1 = volcanic rocks in the Upper Jurassic Ehuling Formation; 2 = volcanic rocks in the Upper Jurassic Dagushi Formation; 3 = Carboniferous clastic rocks; 4 = Sinian metamorphic rocks; 5 = Lengshuikeng granite porphyry; 6 = explosion breccia; 7 = thrust fault; 8 = chloritization-sericification zone; 9 = sericification-carbonation-silicification-pyritization zone; 10 = carbonation-sericification zone; 11 = migration direction of magmatic fluids; 12 = migration direction of meteorological water

小源区: 处于矿田北东向断裂构造的北东端, 也是含矿斑岩体侵位的前缘地带。地表已有含矿花岗斑岩出露, 并具较好的银铅锌矿化, 有大范围的 Mn 异常, 并伴有浓集中心明显的 Pb、Ag 异常, 同时也有低缓的正磁异常反映。是寻找斑岩型银铅锌矿床和隐伏层控叠生型铁锰-银铅锌矿床的重要地段。

麻地-燕山区: 区内地层岩浆岩、构造等与冷水坑银铅锌矿田类似, 尤其是与成矿关系密切的花岗斑岩与冷水坑矿田的极其相似。区内地表矿化虽弱, 但成矿条件极为有利, 并且花岗斑岩剥蚀较浅, 深部存在隐伏矿体的可能性极大。具有寻找斑岩

型银铅锌矿床与隐伏层控叠生型银铅锌矿床的巨大潜力。

闽坑-岭西铅锌区: 位于月凤山火山构造盆地北缘, 区内成矿地质条件与冷水坑矿田相似, 区内有众多异常, 特别是对区内重砂、次生晕等异常尚未进行查证, 引起各种异常的原因尚不清楚, 具有寻找斑岩型、脉型铅锌矿床的潜力。

7 结论

(1) 根据矿化特点与成矿作用的不同, 冷水坑矿田的矿床类型主要有两类: 即斑岩型矿床和层控叠生型矿床。两类矿床总体上围绕含矿花岗斑岩分布, 斑岩型矿床赋存在浅(上)部, 层控叠生型矿床呈隐伏状, 分布在较深部位, 多在斑岩型矿床下部、含矿斑岩体的边部及近外侧。

(2) F1 北东向区域断裂带与北西向断裂带的复合交接部位, 控制矿床定位; F2 推覆构造直接控制岩体空间形态以及矿床的产出; 斑岩体近前缘带、接触带及隐爆岩相隐爆角砾岩带, 火山岩中的铁锰碳酸盐层位层间破碎带, 均为成矿的有利场所和富集部位。

(3) 结合矿田成矿特征和成矿模式, 进行了成矿预测, 提出冷水坑矿田小源区、麻地-燕山区、闽坑-岭西铅锌区 3 个成矿预测区具有较好的找矿远景, 为进一步开展找矿工作提供了依据。

参考文献:

- [1] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [2] 邹隆铭, 何细荣, 董光裕, 刘建光, 罗泽雄. 江西省贵溪市冷水坑矿田下鲍矿区银铅锌矿详查报告 [R]. 内部资料, 2004.
- [3] 左力艳, 侯增谦, 宋玉财, 等. 冷水坑斑岩型银铅锌矿床成矿流体特征研究 [J]. 地球学报, 2009, 30(5): 616-626.
- [4] 左力艳, 孟祥金, 杨竹森. 冷水坑斑岩型银铅锌矿床含矿岩石地球化学及 Sr、Nd 同位素研究 [J]. 矿床地质, 2008, 27(3): 367-382.
- [5] 赵志刚, 万浩章, 董光裕, 何细荣. 江西贵溪冷水坑银铅锌矿田及外围构造-岩浆-成矿系统解析 [J]. 中国西部科技, 2008, 7(30): 4-6.
- [6] 严学信, 赵志刚, 何细荣. 贵溪冷水坑银铅矿床银元素富集规律研究 [J]. 资源调查与环境, 2007, 28(1): 46-5.
- [7] 侯增谦, 孟祥金, 董光裕, 等. 冷水坑银铅锌多金属矿成矿系统与隐伏矿预测研究 [R]. 2007.

Metallogenic model for the silver-lead-zinc deposits in the Lengshuikeng ore field, Jiangxi

LUO Ze-xiong, WAN Hao-zhang, HE Xi-rong

(No. 912 Geological Party, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Yingtan 335001, Jiangxi, China)

Abstract: The metallogenic model for the silver-lead-zinc deposits in the Lengshuikeng ore field, Jiangxi is constructed on the basis of geology, ore-controlling factors and mineralization systems of the Lengshuikeng ore field. The ore deposits in the ore field may be classified into two types: porphyry-type and stacked stratabound-type ore deposits. The metallogenic prognosis is also made in the light of the metallogenic model presented in this study, and three exploration prospects are delineated, including the Xiaoyuan, Madi-Yanshan and Minkeng-Lingxi lead-zinc mining districts favourable for further exploration.

Key words: metallogenic model; mineralization system; silver-lead-zinc deposit; Lengshuikeng; Jiangxi