

吉林东部中生代火山岩区的成矿环境 及成矿模式探讨

Preliminary Study on Metallogenic Environment and Model of Ore Deposits in Eastern Jilin

刘 斌

(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110032)

Liu Bin

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110032, Liaoning, China)

摘 要 吉林东部中生代以来不同方向的断裂构造发育, 火山活动强烈, 岩浆侵入频繁; 与中生代火山-岩浆活动有成因联系的金、铜多金属矿床多处, 矿化蚀变线索多见, 构成了知名度很高的五凤—小西南岔近东西向火山-岩浆期后低温热液型金、铜多金属成矿带。区内中生代火山-岩浆岩的形成是上地幔岩浆上侵的结果, 同时伴有成矿作用的发生, 在构造有利部位形成金、金铜或铜金多金属矿体, 成矿物质来源为地幔来源。研究揭示的成矿环境是在酸性介质中还原条件下发生的。成矿(从远源至近源)分带为 Au、Ag—Au、Cu、Ag—Cu、Au、Pb、Zn—Cu (Mo、Au), 成矿温度从低至高、矿石组合从贫硫化物到富硫化物变化。

关键词 成矿模式 成矿环境 中生代火山-岩浆活动 吉林东部

1 区域地质背景

吉林东部地处滨太平洋构造活动带的外带, 古亚洲东西向构造带与滨太平洋构造活动带的交界部位, 是吉黑褶皱系延边优地槽褶皱带、延边复向斜的北东部中生代陆相火山断陷盆地。以东西向为主的断裂构造, 控制着面积约 8400 km² 中生代火山断陷盆地的展布。区内中生代以来不同方向的断裂发育, 火山活动强烈, 岩浆侵入频繁, 矿化蚀变线索多见。与中生代火山-岩浆活动有成因联系的金、银、多金属矿床、矿点、矿化点 40 余处, 构成了吉林省东部延边地区知名度很高的五凤-小西南岔东西向火山-岩浆期后低温热液型金、多金属成矿带。

2 成矿物质来源探讨

成矿物质来源的研究对于探讨矿床成因、成矿作用方式、进行矿床分类以及建立矿床模式、指导找矿具有重要意义。综合研究认为成矿物质来源是与中生代火山-岩浆活动密切相关, 其证据有:

(1) 稀土元素的分布模式及参数特征显示, 区内不同岩石类型(火山岩、次火山岩和矿石等)是来自同一岩浆源的不同演化阶段的产物, 矿石与闪长岩类(安山岩)的稀土元素比值一致, 表明成矿与闪长岩类关系密切(刘斌等, 1999)。

(2) 锶同位素组成是判别岩浆物质来源的重要参考值, 区内晚侏罗世火山旋回的安山岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.70503, 早白垩世火山旋回的安山岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.70342(邹祖荣, 1992), 次火山岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.70365

(吉林第六地质调查所, 1986), 与洋岛玄武岩的锶同位素组成一致。

(3) 硫同位素和氧同位素的组成, 火山岩的 ^{18}O 为 4.8‰~5.1‰ (邹祖荣, 1992), 远远低于 10‰ 的深源界线 (Fritg, 1976)。区内火山岩系及其有关金铜矿床的硫同位素 ^{34}S 变化范围在 +3.4‰~-4.9‰ 之间, 具有较好的塔式效应, 具有幔源特点。

(4) 地球物理特征, 利用等压面投影方法计算的区内火山岩系之岩浆的形成深度为 85~95 km (周永昶, 1992); 或为 160~230 km (刘文达, 1983)。均说明本区岩浆形成深度较大, 远远超过了本区莫霍面深度 40 km。

3 成矿热液性质

对区内主要矿床刺猬沟、五凤、闹枝、九十三沟和小西南岔等金(铜)矿床有关矿物的气液包裹体测试, 结合矿床的围岩蚀变和矿物组合等研究成矿热液的性质及来源。

成矿早期即冰长石-绢云母石英脉阶段形成温度为 185~221.4℃, 金成矿期温度为 240.3~304.5℃; 成矿后期出现玉髓质石英, 表现出低温特点。矿床的成矿深度为 263~1063 m, 按 1 km 岩石静压力为 25 MPa 梯度, 换算出成矿压力为 (6.5~26.6) MPa。利用冷冻法测得成矿流体的盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 0.1%~0.7% (周永昶, 1992), 如此低的盐度值表明成矿介质主要来自大气降水, 在各个成矿阶段中阳离子的 Na^+/K^+ 值大多数小于 1, 按 Roedder 等 (1972) 提供的资料表明其成矿介质应具岩浆热液成因。测得的 $^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -5.5‰~0.56‰, D 为 -94‰~-105‰, 位于大气降水与岩浆水之间。成矿时的还原系数在 1.310~6.583 之间, 平均 3.312 (沈远超, 1990); 成矿时成矿流体 pH 值为 6.53~6.94 (周永昶, 1992), 表明成矿作用是在酸性介质中还原条件下发生的。

4 成矿作用

成矿作用主要与中生代晚侏罗世—早白垩世的火山-岩浆活动有关, 从岩石化学、稀土元素地球化学等结果看, 成矿作用是同源岩浆分异演化过程的产物 (杨刚宾等, 1997, 刘斌等, 1999a)。

成岩成矿作用, 都是在地壳地幔运动应力控制下发生的。随着地壳地幔深部的岩浆活动 (上侵), 物质存在状态的产生变化, 活化、运移、分散富集重新组合。含矿热液随着岩浆上侵向两侧渗透形成围岩蚀变, 在岩体的内外接触带形成含矿蚀变岩或浸染 (细脉浸染) 型金、金铜或铜金多金属矿体。从远离岩浆源至近岩浆源成矿分带为 Au、Ag—Au、Cu、Ag—Cu、Au、Pb、Zn—Cu (Mo、Au), 同时成矿温度也从低至高变化, 矿物组合从贫硫化物向富硫化物变化 (刘斌, 2000)。

矿床的就位与构造-岩浆活动密切相关, 也与地壳的差异抬升相关, 在盆地内形成的矿床多为低温热液型脉状金矿床, 近盆地的边部形成的矿床多为中低温细脉浸染型金铜或铜金矿床; 盆地边缘形成的矿床多为中高温浸染型铜金或铜多金属矿床。

5 成矿模式的探讨

5.1 矿床的成因

矿床成因是一个复杂的、多样性的物理化学演化过程。本区是太平洋大陆边缘活动带的一部分, 与环太平洋成矿带上一些大型、超大型矿床的成因特点相同。

笔者等在研究本区的过程中, 确认区内与中生代晚侏罗世火山旋回和早白垩世火山旋回的火山活动相

关的浅成低温热液金矿和斑岩型(铜)金矿是存在的。发现该地区的成矿主要为低硫化物的矿床和斑岩型矿床,且两者成因关系密切;故而认为成矿模式是同一热液体系在“垂向分带”或“横向分带”演化过程中不同演化阶段之结果(刘斌,2000)。

5.2 成矿模式的确立

目前,在金矿研究中出现了各种成矿模式,诸如描述性模式、成因模式、演化模式等。据 D P Cox(1986)等认为“矿床模式(mineral deposits model)是描述一类矿床的基本属性的系统排列的信息”,即是对成矿条件、控矿因素以及典型矿床地质特征的系统总结和成矿过程的理论性概述括。

通过区内的不同矿体成矿热液流体的同位素、稀土元素、微量元素、主要成矿元素的组成和不同矿体成矿热液流体的成矿物理化学条件的参数特点与变化特征进行了研究,初步建立起本区矿床的简单成矿模式。

5.3 成矿模式的特点

(1) 矿体赋存部位。赋矿围岩由两部分组成,网脉状浸染型硅化破碎岩型矿体(金矿、铜金矿体)主要产于早白垩世金沟岭组安山岩、安山质凝灰岩中,其次产于次火山岩体(闪长玢岩、石英闪长斑岩)的内外带;含碳酸盐(冰长石)绢云母-石英脉型矿体(金矿体)主要产于晚侏罗世刺猬沟组火山岩中,其次产于早白垩世金沟岭组火山岩中。

(2) 矿体基本特征。由矿体产出形态可以划分为脉型矿体、网脉型矿体两类。

(3) 矿石矿物组合。金矿体的主要金属矿物为银金矿、黄铁矿,偶见自然银;铜-金矿体的金属矿物为银金矿、自然银、辉银矿、黄铜矿、斑铜矿、银黝铜矿等。

(4) 矿石结构构造。矿石结构有细粒、显微粒状、环带状或交代残余结构;矿石构造主要有条带状、细脉—网脉状构造、细脉—浸染状构造、角砾状构造及囊状(窝子状)构造。

(5) 围岩蚀变。安山质岩石的蚀变以青磐岩化为主,偏中酸性的火山岩的蚀变则以硅化、碳酸盐化为主;与次火山岩有关的蚀变有时则形成黄铁绢英岩化。近矿或矿上蚀变,是硅化-绢云母化-冰长石化-黄铁矿化-碳酸盐化和绢云母化-硅化-黄铁矿化-碳酸盐化等。沿断裂出现为线型蚀变带,伴随有单脉或复脉状金或铜矿脉;沿火山机构、构造角砾岩带和次火山岩体出现面型蚀变带(刘斌等,1999b)。

(6) 矿床(体)空间分布。具有明显的在火山盆地中部多分布脉状金矿体,近火山盆地边部分布硅化蚀变岩型金、银、铜和斑岩型铜、金或铜矿体。

5.4 矿床模式描述

模式简要说明:本区中生代受太平洋板块向大陆板块俯冲作用的影响,形成拉伸状态下的火山盆地,并形成中心式火山穹隆构造和隆起断块;火山穹隆的次级火山机构(爆破角砾岩筒、次火山岩相、锥状火山口、环状和放射状断裂)和近东西向断裂带、南北向断裂带的次一级北东向、北西向断裂构造形成容矿构造体系;这些容矿构造直接控制了区内金矿床的各个矿体的分布(见图1)。

随着广泛的火山-岩浆侵入体的就位,岩浆水-大气降水的对流循环,以及地热水的活动,引起岩浆岩、基底岩石和火山岩中的矿质成分,在热流体的驱动下、发生新的迁移和沉淀;矿液沿火山穹隆中心的古火山口外侧的环状裂隙带或次火山岩体的内外带分布。

在火山盆地边缘隆起区和火山盆地的隆起断块区产出与斑岩有关的矿床;在火山盆地的喷发中心和破火山口附近产出浅成热液型矿床(刘斌等,2000;芮宗瑶等,1995)。

总的说来,区内的矿化-蚀变由深而浅共分3个层次:斑岩型矿床 斑岩-浅成热液过渡型矿床 浅

成热液型矿床。在斑岩型矿床中可以包含浅成热液型矿床和过渡型矿床，而浅成热液型矿床中则很少包含斑岩型矿床。

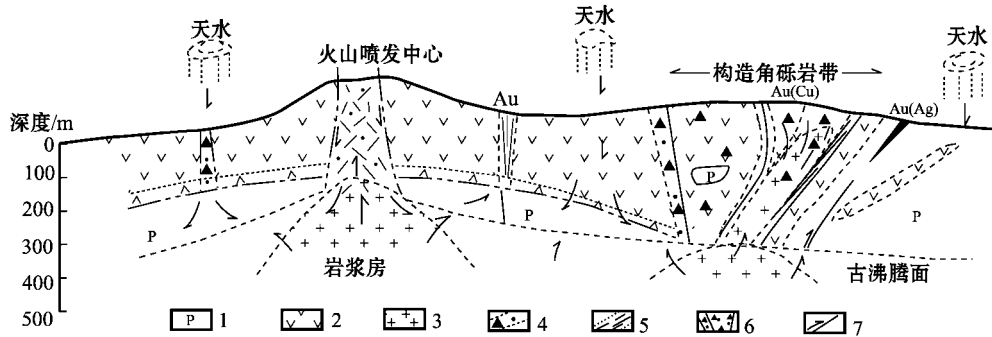


图 1 吉林东部地区火山-岩浆热液型金(铜)矿床成矿模式图

1 - 二叠系地层; 2 - 晚侏罗 - 早白垩世火山岩; 3 - 岩浆岩(或岩浆房); 4 - 构造破碎带; 5 - 金(铜)矿体; 6 - 破碎角砾岩带; 7 - 断层

参 考 文 献

刘斌,等. 1999a. 九十三沟金矿床地质特征. 贵金属地质, 8(3): 136~146.

刘斌,等. 1999b. 延边地区东部火山-岩浆活动特点及矿化特征.地质论评, 45(增刊).

刘斌,等. 2000. 延边东北部地区中生代火山-岩浆岩区金铜矿成矿特征. 贵金属地质, 9(3): 149~154.

刘斌. 2000. 延边地区东部中生代火山-岩浆岩的成矿作用.“九五”地质科技重要成果论文集. 北京: 地质出版社. 12.

芮宗瑶,等. 1995. 吉黑东部斑岩型-浅成热液型铜金矿床多重成矿模型. 矿床地质, 14(2).

杨刚宾,等. 1997. 延边地区火山岩型金矿地球化学及成矿作用研究. 西安地质学院学报, 19(3).