江西会昌红山斑岩-隐爆角砾岩型铜矿床 特征、成矿物质来源及成矿过程动力学^{*}

周济元 崔炳芳 陈世忠

(中国地质科学院南京地质矿产研究所,南京)

提 要:该矿区地层为中元古界中村群变质岩系;有北东、北北东、北北西和北东东向断裂; 燕山晚期花岗斑岩、花岗闪长斑岩,伴随其侵入产生隐爆角砾岩筒、蚀变和矿化。有8个矿体, 平均 Cu 品位为 0.636%;主要有辉铜矿、斑铜矿和黄铜矿,主元素为 Cu,伴生 Pb、Zn、Ag、 Au、Mo和 S。围岩蚀变以硅化、绢云母化、钾长石化和黄铁矿化为主,具分带性。热液成矿分为 3 期,主成矿期为 97×10⁶~98×10⁶ a。矿质源自下地壳;介质以岩浆水为主,与变质水、地层水 和雨水组成混合水;热源由斑岩岩浆提供。在构造动力作用下,地壳圈层剪切致热,地壳部分熔 融,形成岩浆房,上侵成岩浆室,随其结晶分异,在岩体顶部聚集挥发组分和金属物质,强大机 械能引起裂隙、隐爆,温压下降,气体变为液相,矿质淀积、成矿,经历面型、线型和叠加矿化, 形成斑岩-隐爆角砾岩型铜矿床和"一体五型"成矿体系。

关键词:斑岩 隐爆角砾岩 铜矿床 成矿物质来源 成矿过程动力学

红山铜矿床位于武夷山南段西坡、会昌城南 30 余公里的中村乡所辖。自 70 年代初群众报矿、江西 909 地质队和赣南地调队先后勘查,接近中型。近年经作者系统研究认为,有大型前景。现就矿床特征、 成矿物质来源及成矿过程动力学等进行论述。

1 地质概况

该矿床位于古生代华夏和南华陆块拼接带、中新生代东南沿海活动大陆边缘、前陆冲断推覆带隆起一 侧。

1.1 地层。

主要为中元古界中村群片岩(1850×10⁶ a, Rb-Sr)、变粒岩、片麻岩和混合岩,为赋矿围岩;其次为 下白垩统版石组碎屑岩和流纹岩、上白垩统茅店组碎屑岩、玄武岩和角闪安山岩;第四系粘土和砂砾岩层。 1.2 次火山岩

主要有花岗斑岩、流纹斑岩、石英斑岩、辉绿(玢)岩和花岗闪长斑岩(钻孔见),呈岩瘤、岩滴和岩脉状。分为3期:>109.88×10⁶ a、101.1×10⁶~106.1×10⁶ a和91.8×10⁶~80.7×10⁶ a(K-Ar、Rb-Sr),与成矿关系最密切的是第二期花岗斑岩、花岗闪长斑岩(合称斑岩,下同),其次为石英斑岩和流纹斑岩。

1.3 隐爆角砾岩筒

长 2000 m、宽 1000 m; 面积约 1.6 km², 呈北北东向不规则椭圆形, 向南东东倾斜、南南东侧状, 倾 角 50°~70°。外围有大小不等、走向各异的隐爆角砾岩筒, 垂直或平行大岩筒分布, 构成岩筒群。至少可 分两期: <109.88×10°a、<101.1×10°a。与成矿关系最密切的为<101.1×10°a的隐爆角砾岩。矿体主

^{*} 本文系地矿部定向基金项目(96-06): 赣南红山一锡坑迳地区铜锡成矿规律及成矿预测研究报告部分内容 周济元, 男, 1936年生, 教授, 长期从事构造地质学, 地质力学, 矿田、矿床构造学及构造动力成矿学研究。 邮政编码: 210016

要分布在红山隐爆角砾岩筒内、接触带和外围断裂破碎带。

1.4 构造

与成矿直接有关的是断裂破碎带。有北北东、北东、北东东、北北西、北西—北西西和东西向断裂, 局部有南北向断裂。其形成依次为东西向构造带、北东向华夏系构造、北西向构造带、北北东向新华夏系 构造和南北向构造^[1]。其成因作者已有专论^[1,2]。其控岩控矿重要性依次为:北北东向新华夏系构造,北 西向构造带和东西向构造带;前者为主导性控岩控矿构造体系,余者为辅助性控岩控矿构造体系^[2]。

2 矿床特征

2.1 矿体的形状、产状、规模和品位

红山隐爆角砾岩简内的铜矿化十分普通。据钻孔揭露,铜品位大于 0.2%者、几乎孔孔见矿;> 0.4%、-200m标高以上者主要圈出 8 个矿体, V₁-V8。均离地表 4~400m,为隐伏矿体或矿床。

(1)矿体形状:沿倾向或走向呈透镜状、串珠状和脉状,呈分叉、尖灭再现;平面投影呈椭圆形、哑 铃状和不规则状,与围岩界限清晰或渐变过渡。

(2) 矿体产状:在隐爆角砾岩筒内,矿体分布在南 15 线、北 12 线,长约 800 m、标高 - 200 m 范围内。走向大多为 340°,两端偏向北北东、倾向北东东,倾角 35°~40°,个别走向 5°,倾向南东东,倾角 13°。

(3) 矿体规模: 长 650~160 m, 一般为 300 m, 厚 1.76~7.86 m, 一般为 2~5.86 m; 深 205~580 m, --般为 312~350 m。大部分矿体延深大于延长。

(4) 矿体品位:最高 Cu 品位 0.554% ~4.74%, 平均品位为 0.481% ~1.318%; 8 个矿体平均品位为 0.636%, 变化较大。大多与矿体厚度呈正相关,部分矿体沿走向 Cu 品位呈 150 m 间距高低变化,平面上 呈北东东向,与矿体走向垂直。

2.2 矿石的组成、结构、构造及类型

(1) 矿物组成:已发现达 48 种,而最主要的金属矿物有辉铜矿、黄铁矿,其次为斑铜矿、方铅矿、闪 锌矿和黄铜矿。此外,黄铜矿、闪锌矿、硫砷锌铜矿、黄铁矿、辉铜矿、斑铜矿和金红石等还不同程度含 Ag。

(2) 化学组成: 主元素为 Cu, 伴生 Pb、Zn、Ag、Au、Mo 和 S。后者含量虽低, 但可综合利用。

(3) 矿石结构:主要有结状、叶片状、残骸、港湾、文象、交代充填、包含、填间、碎裂(压碎)、环带、钻边等结构。

(4) 矿石构造: 主要有角砾状、条纹状、块状和细脉浸染状构造。

(5) 矿石类型:自然类型分为原生硫化物和次生氧化物矿石;工业类型分为块状、条带状富铜矿、细脉浸染状和微细脉浸染状或浸染状矿石。

2.3 围岩蚀变的类型、分期和分带

(1)围岩蚀变类型:有硅化、绢云母化、钾长石化、绿泥石化、高岭石-蒙脱石-伊利石化、白云母化、 碳酸盐化;还有重晶石化和萤石化等。以硅化、绢云母化或绢英岩化最为广泛,与黄铁矿伴随,与矿化成 正相关。

(2)蚀变作用分期:① 钾长石化-绿泥石化、黄铁矿化-石英岩化;② 长石蚀变成高岭石、蒙脱石、伊 利石、绢云母和石英,钾长石蚀变为粘土,第一期角闪石、黑云母蚀变为绿泥石,后又水解成白云母或水 白云母、金红石、磷灰石、黄铁矿和石英,伴随铜的硫化物沉淀;③ 以碳酸盐化、硅化和高岭石化为特 征,前者以方解石脉穿插、交代绢云母-石英集合体或充填角砾间,硅化则叠加在第一、二期硅化以上而使 之增强,后者以高岭石细脉穿切斑岩,均有黄铁矿、斑铜矿、辉铜矿细粒散布。

(3) 矿化蚀变分带:可分面型和线型。前者以隐爆角砾岩筒中心、接触带至外带由绢云母化、黄铁矿

化为主, 硅化、钾长石化、绿泥石化、高岭石化为次; 强硅化、绢云母化或强绢英岩化; 弱硅化、绢云母 化为主, 绿泥石化、碳酸盐化为次。后者则以断裂带、斑岩脉和接触带为中心, 向两侧呈对称或不对称蚀 变分带, 往往在面型蚀变基础上线形增强。

同样, 矿化有水平和垂直分带。水平分带以隐爆角砾岩筒、斑岩体为中心,内带:W、Mo、Bi、Cu; 过渡带:Cu、Au、Ag;外带:Pb、Zn、Ni、Co、Mn。垂直分带以辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、方铅矿或和 闪锌矿为中心;上为辉铜矿、斑铜矿、铜蓝,下为斑铜矿、辉铜矿对称分布。

2.4 成矿期、成矿阶段和矿物生成顺序

(1) 成矿期:可分3个热液成矿期:面型矿化期、主成矿期(97.1×10⁶~98.8×10⁶a, K-Ar)、叠加 矿化期和表生氧化期。前3者与后者的成矿条件不相同。

(2)成矿阶段:鉴于早、晚2个热液期成矿较弱,仅以主成矿期分为4个成矿阶段:①石英-黄铁矿阶段,440~360℃;②石英-铜多金属硫化物阶段,360~320℃;③石英-含铜硫化物阶段,320~240℃;④碳酸盐-含铜硫化物阶段,240~140℃。其中以③、②成矿阶段为主,余者则起叠加变富作用。

3 成矿物质来源

3.1 矿质来源

(1) 硫同位素组成: 6 件黄铁矿和辉铜矿的硫同位素组成较为集中: $\delta^{34}S$ 为 + 1.03‰~ + 3.6‰, 平均 为 + 2.4‰, 表明硫源单一,较陨石硫富³⁴S, 且 $\delta^{34}S_{Py} > \delta^{34}S$ (2.5‰ > 2.2‰): 反映成矿过程中不同硫化 物的硫同位素分馏达到了平衡,较接近下地壳物质部分熔融的均一体,在同一物理化学条件下形成。

(2) 铅同位素组成: 6 件黄铁矿和辉铜矿的²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb、²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb、²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 比值小于 1,不同矿物、 部位间差异很小,同位素比值分布在 μ值: 8.686~9.218 增长线范围内,铅同位素比值投在²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb-²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 图解和 Cannon 三角图解上,均落在正常铅区域。将²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 和²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb 比值投入 R E Zartman 和 B R Doe (1981)铅同位素组成图上,集中分布在造山带曲线下侧附近,表明铅源于造山带。铅同位 素组成投在中国中新生代铅同位素组成图上,均落在太平洋西岸岛弧铅范围,沿零等时线两侧分布,也反 映铅源于中新生代岛弧构造环境,与地质实际吻合。

(3)氧同位素组成:该矿区花岗斑岩氧同位素(δ¹⁸O_{SMOW})为+9.0‰(梅勇文等,1994),相当于 Η P Taylor (1977)正常花岗岩δ¹⁸O值(+6‰~+10‰),与地壳物质部分熔融有关。

(4)稀土元素组成:其ΣREE为84.82×10⁻⁶~138.83×10⁻⁶,LREE/HREE为0.96~5.04,较斑岩、 辉绿玢岩、橄榄玄武岩和变质岩小,但其配分型式则与其极为相似:轻稀土富集平滑右倾型,Eu具弱一中 等亏损低缓负异常(δEu=0.51~0.96),大于变质岩而小于斑岩和隐爆角砾岩。δCe(0.85~0.86)大于 花岗闪长斑岩、隐爆角砾岩而小于花岗斑岩和变质岩;La/Sm(4.3~4.95)、La/Yb(13.03~22.60)小于 变质岩而大于斑岩和隐爆角砾岩;La/Y(8.58~23.52)均大于上述岩类。可见,矿质不仅与斑岩和隐爆 角砾岩密切相关,系同源、分异产物,而且显示斑岩、隐爆角砾岩和矿质是由中基性变质岩组成下地壳部 分熔融岩浆晚期衍生物和分异物。

(5) 微量元素:矿石的 Ti 为 747.33×10⁻⁶,低于变质岩、斑岩和基性岩;Zr 为 285×10⁻⁶,高于变质 岩、斑岩、隐爆角砾岩(较后两者高 2.3 倍)而低于基性岩,含矿斑岩较一般斑岩高 1.63 倍。这是因 Cr 在挥发分参与下可形成 CrO₂F₂,在成矿溶液中迁移,使 Cr 含量矿石大于围岩,近矿围岩大于远矿围岩。

过渡元素(TME)经计算机处理并成图,其配分型式呈"W"型,Ti、CO、Pb、Ag为正异常峰,Cr、 Ni、Zn为负异常谷。与斑岩、隐爆角砾岩和变质岩的过渡元素配分型式极为相似,并在其∑TME、Ti/V、 Ni/CO和Ti/CO变化范围。表明矿液是成矿母岩晚期衍生物,与变质岩也有密切关系。

3.2 介质来源

据氢氧同位素组成,石英的 δ¹⁸O_{so,}为 7.9‰~12.0‰,平均为 10.51‰;石英平衡水 δ¹⁸O_{H2O}为 1.2‰

~6.1‰,平均为4.23‰,与原生岩浆水有所偏离,但较紫金山铜金矿偏离小; δD 为-53‰~-88‰,在 原生岩浆水范围。

据大气降水与岩浆水二元混合模式:

 $\delta^{18}O_{\rm F} = Y \delta^{18}O_{\rm m} + (1+Y) \delta^{18}O_{\rm R}$

运用张理刚(1985)^[3] $\delta^{18}O_R$ 为-6.25‰, $\delta^{18}O_m$ 为+8‰,求得成矿热液中岩浆水占87%~52%,并随由 深至浅、由早到晚而由多变小。 $\delta^{18}O_{H,O}$ 还显示由上到下、由边缘向中心变小。与地质分析一致。

把氢、氧同位素值投至 δD-δ¹⁸O_{H2}O关系图上,则投点分散,不易用氧漂移解释,多数落在岩浆水和变质水范围或其附近,表明成矿热液多来源:以岩浆水为主,与变质水、地层水和大气水组成的混合水。 3.3 成矿热源

对斑岩-隐爆角砾岩型矿床来说,不言而喻,热源由斑岩岩浆提供。

4 成矿过程动力学

该区中元古界中村群变质岩系经历多次构造、岩浆、变质和成矿作用的叠加。在燕山期,位于活动大陆边缘岛弧带的红山地区再次发生大规模构造活动,地壳圈层剪切生热,引起地壳部分熔融成浆,聚集成房,上侵成室。由于岩浆结晶分异,硅酸盐熔体顶部挥发分和金属物质富集,具强大机械能,使斑岩体顶部、上覆围岩产生破裂和隐爆,形成裂隙网络和隐爆角砾岩筒^[4],随后温压下降,气体变为液相,矿质淀积,产生广泛蚀变和矿化,即面型蚀变和矿化。由于构造动力继续作用,使岩体、固结隐爆角砾岩体及其围岩产生断裂破碎带,与岩浆房相连的岩浆沿断裂带上侵,岩浆结晶、气热流体分异聚集、隐爆,温压下降,气体变为液体,沿断裂充填交代,形成线型蚀变和矿化,即主成矿期。类似地,还有第三次断裂形成、岩浆上侵、结晶分异、蚀变和矿化叠加、改造,使原有矿化变富或贫化,为叠加成矿期。最后为表生氧化期,浅部产生次生淋滤、氧化富集。这样,红山斑岩-隐爆角砾岩型铜矿床便成为一体五型,即浅部隐爆角砾岩型、深部斑岩型,边部接触带细脉浸染型,岩筒内、外断裂充填交代型。

考文献

1 周济元. 试论华夏类型构造的体系划分与命名. 中国区域地质. 北京: 地质出版社, 1986, (4).

2 周济元. 地质力学引论. 成都: 成都科技大学出版社, 1989.

3 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用. 西安: 陕西科技出版社, 1985.

4 周济元,崔炳芳,陈世忠等. 江西会昌红山隐爆角砾岩简及其成因和动力学. 成都理工学院学报, 1998, 25 (2): 261~268.