

广西大瑶山—西大明山金银成矿系统研究

崔彬¹ 翟裕生¹ 蒙义峰¹ 黄方方² 树 皋² 刘光华²

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 广西地质调查研究所, 南宁 530023)

摘要: 大瑶山—西大明山是广西主要的金银产地和重要的成矿远景区。区内金银矿床主要产于寒武系中, 矿床形成与加里东和燕山期构造活动和岩浆作用密切相关, 形成与同熔型花岗岩类有关的 Au—Ag—Cu 成矿系统, 并建立了挤压构造条件下的岩浆—热液成矿系统。

关键词: Au—Ag—Cu 成矿系统; 加里东期; 燕山期; 同熔型花岗岩; 广西。

中图分类号: P611; P618.51; P618.52 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2000)04-0352-04

作者简介: 崔彬, 男, 教授, 博士生导师, 1948 年生, 1983 年毕业于中国地质大学, 获硕士学位, 主要从事矿床地质、矿产资源经济等方面的教学科研工作。

广西地处滨太平洋构造带与特提斯构造带复合部位, 位于华南褶皱系西部。大瑶山—西大明山地区横贯广西西南部至东部, 为一呈 SW—NE 向展布的构造隆起带, 它经历了地槽、准地台和大陆边缘活动带 3 个地史发展阶段。区内出露震旦纪以来的大部分地层, 其中寒武系含碳质岩系为区内的主要含矿岩系, 经历了多次挤压构造, 同时发生了强烈的岩浆活动, 其中以加里东期和燕山期花岗岩最为特征, 并成为区内的两大主要含矿花岗岩, 伴随其形成了众多的 Au, Ag, Cu 等矿床, 其特征如表 1, 从而构成了本区的金银成矿系统。成矿系统通常由成矿系列和矿化异常组成。笔者从成矿系列出发, 研究了区内的金银成矿系统。

1 与同熔型花岗岩有关的 Au, Ag, Cu 成矿系列

区内与成矿有关的同熔型花岗岩, 从时代上可以分为两期: 一期为加里东同熔型花岗岩, 另一期为燕山期同熔型花岗岩^[1]。尽管这两期花岗岩的含矿性都与 Au, Ag, Cu 有关, 但其程度不同, 时间跨度较大, 所形成的矿床保存程度不同; 因此, 按照成岩成矿系列^[2], 将与同熔型花岗岩有关的 Au, Ag, Cu 成

矿系列划分为两个亚系列, 并根据不同时期岩体常量元素分析及其有关投影图解, 得出不同时期、不同类型岩浆演化和岩浆含矿性变化的认识。

1.1 加里东期 Au 成矿亚系列

(1) 岩浆演化。区内有加里东岩体数十个, 主要为花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、二长花岗斑岩等中酸性岩体, 其化学成分在 AFM 图解上岩浆由早至晚从富 Fe 向富碱的方向演化, 在 CaO—Na₂O—K₂O 图解上碱质从富 Na₂O 向富 K₂O 方向演化, 这一演化趋势有利于含矿流体的形成。(2) 岩浆含矿性变化。伴随上述演化趋势, 岩浆的含矿性从富 Ag→Cu→Au, 并形成垂向分带, 早期形成 Ag, Cu 矿化已被剥蚀, 目前尚保留的矿化为 Au, 例如, 区内桃花和古袍金矿床都是如此。

1.2 燕山期 Au—Ag—Cu 成矿亚系列

(1) 岩浆演化。区内燕山期同熔型岩浆主要为钙碱性系列, 在 AFM 图解上, 岩浆从富 Mg→富 Fe→富碱方向演化, 这点不同于加里东期岩浆演化趋势。燕山期岩浆较加里东岩浆更富 Mg, 更偏基性一些, 说明来源可能更深一些。在 Na₂O—K₂O—CaO 图解中, 岩浆中碱质演化由富 Na₂O+CaO 向富 K₂O 方向演化, 与加里东同熔型岩浆相比较, 加里东期同熔型岩浆是从富 Na₂O 向富 K₂O 方向演化, 两者存在一定的差异性, 但就其碱质的最终演化方面都是向富 K₂O 方向演化, 因此, 两者的含矿性也有一定的相似之处。(2) 岩浆含矿性变化。伴随上述燕山期同

收稿日期: 2000-04-08

基金项目: 国土资源部资源与环境科技攻关项目(No. 95-02-

013)。

表 1 典型金银矿床地质特征

Table 1 Geological characteristics of typical gold-silver deposits

矿床名称	隆安县凤凰山银矿床	贵港市龙头山金(铜)矿床	昭平古袍金矿床	藤县桃花金矿床	贺县龙水金矿床
所属成矿区	西大明山成矿区	镇龙山—龙山成矿区	昭平—平南—藤县成矿区	昭平—平南—藤县成矿区	富贺钟成矿区
含矿建造	∈ <i>h</i> 碎屑岩(中细长石石英杂砂岩、绢云母泥岩)	火山—次火山岩(流纹斑岩、角砾熔岩、角砾凝灰岩)、花岗斑岩; D ₁ <i>l</i> , ∈ <i>h</i>	∈含炭质砂泥岩及花岗闪长斑岩	∈砂页岩夹硅质岩和炭质页岩, 花岗闪长岩	∈轻变质砂、页岩, 加里东期花岗闪长岩
相关岩体	隐伏酸性岩体, 见有 4 条石英斑岩脉出露	燕山晚期龙头山火山—次火山岩体及花岗斑岩脉、石英斑岩脉等	加里东期古里脑花岗闪长斑岩体(406 Ma), 燕山期花岗闪长岩	加里东期花岗斑岩、燕山期花岗闪长岩	加里东期大宁花岗闪长岩体(383~445 Ma), 见有煌斑岩析离体及海西—印支期花岗斑岩脉、伟晶岩脉、石英斑岩脉、霏细岩脉等
主控矿构造体系	近 EW 向断层破碎带, 次有 NW, NE 向断层	次火山岩岩筒周边的环状构造与 NW 向和 NNW 向断层复合体系	近 EW 向褶皱和断裂与 NW 向断裂复合控矿, 斑岩中主要为 NW 向断层	近 EW 向褶皱及轴向断裂, 层间破碎带及 EW 向构造蚀变岩带, NNW—NE 向断层破坏矿体	NNE 向龙水—三郎中—黑花岭断层带, 产状走向 7°~20°, 总体倾向 SE/80°~90°, 长 18 km
围岩蚀变类型	硅化、碳酸盐化、绢云母化、硫锰矿化、黄铁矿化	电气石化、硅化、黄铁矿化、绢云母化	硅化、黄铁矿化, 绿泥石化, 碳酸盐化, 绢云母化	硅化、黄铁矿化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化, 构造蚀变岩带具硅化、毒砂化、黄铁矿化	黄铁矿化、硅化、角岩化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化
主成矿元素	Ag, 次有 Mn	Au, Cu, 次有 Ag, Bi, Pb, As	Au	Au	Au 为主, Ag 少量
主要矿物组合	Ag 主要载体是方铅矿, 其次有硫锰矿及锰氧化物、黄铁矿、闪锌矿; 脉石矿物有石英、方解石、绢云母	自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、辉铋矿、毒砂、石英、电气石	黄铁矿、自然金、石英多金属硫化物	黄铁矿、自然金、石英多金属硫化物	黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、石英, 次有闪锌矿、斑铜矿、辉铜矿、自然金、绢云母
矿体形态	脉状为主, 次为透镜状	脉状、似脉状、似层状、(Cu)网脉浸染状	脉状, 有分枝复合上缓下陡, 细网脉状	脉状、似层状、网脉状、细脉状	脉状, 沿 NNE 向断层充填交代, 主矿体长 735 m, 厚 0.6~3.0 m, 深 323 m
成矿方式	浸染交代、充填交代	隐爆和潜火山岩气成—高温热液交代	充填—交代	充填—交代	充填—交代
成矿系列	与燕山期同熔型花岗岩有关的 Au—Ag—Cu 成矿亚系列	与燕山期同熔型花岗岩有关的 Au—Ag—Cu 成矿亚系列	与加里东期同熔型花岗岩有关的 Au 成矿亚系列	与加里东期同熔型花岗岩有关的 Au 成矿亚系列	与燕山期同熔型花岗岩有关的 Au—Ag—Cu 成矿亚系列

熔型花岗岩岩浆的演化趋势, 与其有关的岩浆含矿性也发生了变化, 从富 Ag→Cu→Au, 这一含矿性的变化, 与加里东期同熔型岩浆含矿性的变化有共同之处, 但其程度有所差异。

1.3 两个成矿亚系列对比

从表 2 可见, 两个成矿亚系列的成矿岩体都属铝过饱和和中酸性岩石, 燕山期比加里东期更偏向酸性; 同属于钙碱性系列, 岩浆分异程度不高, 为深源的同熔型花岗岩; 燕山期微量元素和稀土元素含量普遍高于加里东期, 更富轻稀土; Sr, S, Pb 同位素资料表明, 加里东期分析值普遍低于燕山期, 但 O 同位素正相反; 岩浆演化也有差别, 加里东期岩浆由富 Fe→富碱, 富 Na₂O→富 K₂O 演化, 燕山期岩浆由富 Mg→富 Fe→富碱演化, 而岩浆含矿性都由富 Ag→

Cu→Au 演化; 矿化上加里东期亚系列以 Au 矿化为特征, 燕山期亚系列以 Ag, Cu, Au 矿化为特征, 而且燕山期亚系列 Au, Ag 矿床规模、数量远比加里东亚系列大、多。所以, 在研究区与燕山期同熔型花岗岩有关 Au—Ag—Cu 成矿亚系列是今后寻找 Au, Ag 矿床的重要对象。

2 区域成矿模式

区内与同熔岩浆有关的成矿系列如图 1 所示。寒武纪形成一套海相陆源碎屑复理石建造, 其中伴有大量浊流沉积, 局部形成热水硅质岩, 使成矿元素初步富集, 形成区内重要的矿源层。同时, 该含矿建

表 2 大瑶山—西大明山地区与同熔型花岗岩有关的成矿系列

Table 2 Metallogenic series related to syntectonic granite in Dayaoshan—Xidamingshan area

成因类型	与加里东期同熔型花岗岩有关 Au 成矿亚系列	与燕山期同熔型花岗岩有关 Au—Ag—Cu 成矿亚系列
时代	330~460 Ma	81~172 Ma
主要岩石组合	花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、二长花岗斑岩、花岗斑岩、闪长岩	花岗岩、二长花岗岩、钾长花岗斑岩、二长花岗斑岩
岩石学		
暗色矿物	镁质黑云母	镁质黑云母、铁质黑云母
副矿物	磷灰石、锆石、独居石、钛铁矿、磁铁矿等	磁铁矿、钛铁矿、锆石、磷灰石、电气石、榍石等
岩浆演化(早→晚)	富 Na ₂ O→富 K ₂ O, 富 Fe→富碱	富 Mg→富 Fe→富碱, 富 Na ₂ O+CaO→富 K ₂ O
岩浆含矿性演化	富 Ag→Cu→Au	富 Ag→Cu→Au
w(SiO ₂)	60.42%~75.65%	66.45%~76.16%
标准矿物分子 Q 值	8.83%~41.22%, 平均 31.25%	56.46%~76.16%, 平均 32.16%
w(Al ₂ O ₃)	12.81%~15.77%, 平均 14.35%	12.49%~16.89%, 平均 14.23%
岩石化学		
w(K ₂ O+N ₂ O+CaO)	0.93~1.58, 多数样品>1	0.79~3.35, 多数样品>1
w(K ₂ O+N ₂ O)	6.02%~7.73%, 平均 6.88%	5.60%~8.18%, 平均 6.89%
w(Na ₂ O)/w(K ₂ O)	0.22~3.36, 多数<1	0.02~2.48, 多数<1
里特曼指数 δ	1.37~2.90	0.58~3.02
碱度率 AR	1.94~3.77	0.91~3.43
分异指数 DI	64~92, 多数<85	55~94, 多数<85
w(LREE)/w(HREE)	1.45~4.78, 平均 3.37	0.84~6.45, 平均 4.33
q̄(Eu)	0.23~0.82, 平均 0.56	0.14~1.26, 平均 0.69
地球化学		
球粒陨石标准化模式曲线及 Eu 含量特征	曲线由向右倾斜转为近于平行, Eu 异常不明显	同左, 但具弱负 Eu 异常, 在 Eu 部位出现“V”形浅谷。
w(⁸⁷ Sr)/w(⁸⁶ Sr)	0.7104~0.72029	0.71028~0.74376
q̄(¹⁸ O)(SMOW)	13.71×10 ⁻³ ~14.11×10 ⁻³	9.6×10 ⁻³ ~11.2×10 ⁻³
q̄(³⁴ S)(CDT)	1.42×10 ⁻³ ~1.45×10 ⁻³	1.59×10 ⁻³ ~3.04×10 ⁻³
w(²⁰⁶ Pb)/w(²⁰⁴ Pb)	18.005~18.406	18.525~19.019
w(²⁰⁷ Pb)/w(²⁰⁴ Pb)	15.505~15.767	15.736~16.169
w(²⁰⁸ Pb)/w(²⁰⁴ Pb)	37.970~38.782	38.972~40.242
矿种元素组合	Au	Ag, Cu, Au
主要矿物组合	黄铁矿、自然金、石英多金属硫化物	自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、辉钼矿、毒砂、硫锰矿、闪锌矿、方解石、绢云母、石英、电气石
矿化特征		
成矿方式	充填—交代	浸染—交代、充填—交代; 隐爆或潜火山岩气成—高温热液交代
围岩蚀变	硅化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化、黄铁绢云岩化、角岩化	硅化、黄铁矿化、绢云母化、电气石化、碳酸盐化、硫锰矿化、角岩化
赋矿层位	∈, 加里东期岩体	∈, D ₁ , 燕山期岩体
矿床规模	中小型	大型、中小型
成矿潜力	好	更好

造以含碳质为重要标志, 自西(西大明山地区)向东(龙水地区), 从 C, Mn→C→C, S(结核状黄铁矿), 说明了区域中沉积水体和环境的变迁趋势, 它们对后期成矿都具有重要的控制作用。加里东中晚期, 区内发生了大规模的构造岩浆活动, 形成以花岗闪长岩类为主的同熔岩浆, 在桃花、古袍地区形成了大量含 Au 石英脉型矿床; 在龙水地区, 大宁岩体与寒武系接触带上形成一系列由侵入构造裂隙控制的蚀变岩型 Au 矿床, 从而构成区内加里东期与同熔型岩浆有关的 Au 成矿亚系列。燕山期区内发生了更大规模构造岩浆活动, 伴随着以花岗斑岩为代表的同熔型花岗岩岩浆活动, 在西大明山地区, 在隐伏岩体

上部寒武系含碳岩系中形成了西大明山大型 Ag 矿床, 周围有 Au, Pb, Zn 矿点伴生; 在龙头山地区, 龙头山岩体与寒武系、泥盆系接触带上形成蚀变岩型 Au 矿化。岩体内部产出斑岩型 Au 矿床, 向深部出现斑岩型 Cu 矿化, 在龙头山岩体外围尚有一些 Au, Ag, Pb, Zn 矿化, 其垂向分带是上 Au 下 Cu; 在龙水地区, 大宁岩体内部侵入燕山期岩体, 形成出溶角砾岩型 Au 矿床, 以及 NW 向热液充填型脉状 Au 矿体, 在该地区尚分布有一些 Pb, Zn, Ag 矿床。以上构成了区内与燕山期同熔型花岗岩有关的 Au, Ag, Cu, Pb, Zn 成矿亚系列, 在区域上表现出: 自西向东 Ag 为主→Cu, Au 为主→Au 为主; 自上而下, Ag 为

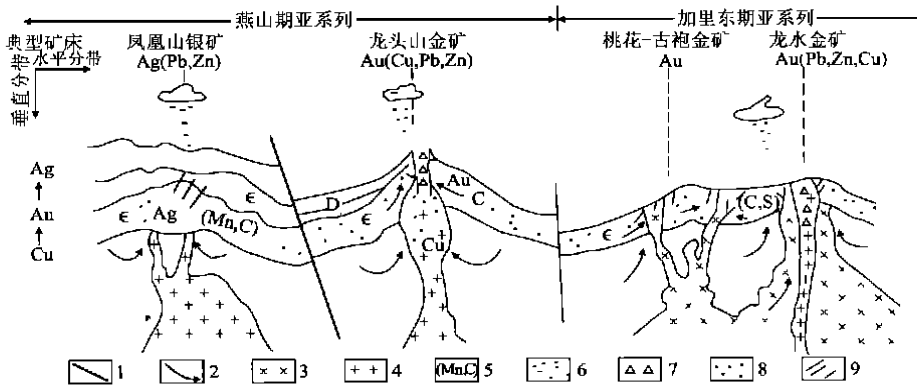


图 1 大瑶山—西大明山地区 Au—Ag—Cu 成矿系列

Fig. 1 Au—Ag—Cu metallogenic model in the Dayaoshan—Xidamingshan area

1. 断层; 2. 流体方向; 3. 加里东期花岗岩; 4. 燕山期花岗岩; 5. 寒武纪地层标志元素; 6. 硫化物结核; 7. 角砾岩; 8. 斑岩型矿床; 9. 脉状矿床

主→Au 为主→Cu 为主的成矿规律.

3 Au—Ag 成矿系统研究

翟裕生等^[3]指出:“成矿系统是在一定地质时空域中,控制矿床形成和保存的全部地质要素和成矿作用动力学过程,以及所形成的矿床、矿化和相关异常构成的整体,是一个具有成矿功能的自然作用系统”.目前已能识别出三大基本成矿系统,即伸展构造体制下的流体聚敛成矿系统,挤压构造体制下的岩浆—热液成矿系统,剪切—走滑构造体制下的热动力成矿系统^[4].

大瑶山—西大明山隆起带,经历了两次重要的挤压褶皱隆升,并伴有大量与深源岩浆有关的岩浆活动,为了达到能量平衡,驱动了大量大气降水和岩浆水混合形成的含矿流体,并在各类成矿空间运移,通过构造—岩浆—流体的耦合达到

$$\text{质量守恒: } \nabla \cdot u = 0;$$

$$\text{成分守恒: } (\partial / \partial t + u \cdot \nabla) \cdot c = D \nabla^2 c;$$

$$\text{能量守恒: } (\partial / \partial t + u \cdot \nabla) \cdot T = \alpha \nabla^2 T.$$

式中: t 为时间; u 为速度; T 为温度; c 为二元岩浆中轻组分浓度; α 为热扩散率; D 为轻组分的物质扩散系数^[5],从而构成了在大瑶山—西大明山挤压隆起构造条件下以同熔型花岗岩为主体的混合流体 Au, Ag 成矿系统.

参考文献:

[1] 崔彬,李忠文.江西九瑞地区铜金成矿系列[M].武汉:中国地质大学出版社,1992.

[2] 翟裕生,姚书振,崔彬.成矿系列研究[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.

[3] 翟裕生,邓军,崔彬.成矿系统及综合地质异常[J].现代地质,1999,13:99~104.

[4] 胡云中.当代矿床学研究现状和发展走势[A].见:当代矿产资源勘查评价的理论与方法[C].北京:地震出版社,1999.11~18.

[5] 於崇文,岑况,鲍征宇,等.成矿作用动力学[M].北京:地质出版社,1998.3~12.

Au-Ag ORE-FORMING SYSTEM IN DAYAOSHAN-XIDAMINGSHAN, GUANGXI, CHINA

Cui Bin¹ Zhai Yusheng¹ Meng Yifeng¹ Huang Fangfang² Shu Gao² Liu Guanghua²

(1. Faculty of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Guangxi Institute of Geological Investigation, Nanning 530023, China)

Abstract: In Day aoshan-Xidamingshan area, both the main gold-silver mining region and the important

(下转 396 页)

TRANSFORMATION OF MESOZOIC TECTONIC DOMAIN AND ITS RELATION TO MINERALIZATION IN SOUTHEASTERN CHINA: AN EVIDENCE OF SOUTHWESTERN FUJIAN PROVINCE

Wu Ganguo¹ Zhang Da¹ Chen Bailin² Wu Jianshe³

(1. Faculty of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China; 3. Institute of Geological Survey of Fujian Province, Fuzhou 350003, China)

Abstract: The systematic study of the depression belt in southwestern Fujian Province, one of the most significant tectonic and metallogenic unit in southeastern China, shows that the transformation from Tethyan-Himalayan tectonic domain into circum-Pacific tectonic domain in southeastern China from the Late Indo-Chinese to the Early Yanshanian induced obvious changes in geophysics, tectono-magmatic distribution, lithofacies and paleo-geography, tectonic system and regional mineralization. Tectonic system analysis indicates that the tectonic regime in this area resulted from the amalgamation, transformation and superimposition between the two tectonic domains. The geodynamic mechanism of the transformation is mainly attributed to the latitudinal and longitudinal heterogeneities of lithosphere and to the interaction between crust and mantle. The analysis of the mineralization and that of the mineralization age show that the transformation of the tectonic regime was accompanied by one significant phase of the multi-metal mineralization that should have occurred during the Late Indo-Chinese to the Early Yanshanian in southeastern China.

Key words: transformation of tectonic domain; regional mineralization; geodynamic mechanism; southeastern China; depression of southwestern Fujian Province.

* * * * *

(上接 355 页)

mineral prospecting region in Guangxi, the gold-silver deposits are mainly situated in the Cambrian strata. The Au-Ag mineralization was closely related to the tectonic activity and magmatism in the Caledonian and Yanshanian movements, resulting in the Au-Ag-Cu metallogenic series related to the syntectic/compressive granite. In this way, the magmatic and hydrothermal ore-forming system was established on the extrusive structure in this area.

Key words: Au-Ag ore-forming system; Caledonian; Yanshanian; syntectic compression granite; Guangxi.