

广西龙头山金矿床地质特征及成矿分析

肖来庚¹, 陈根文²

(1.有色金属矿产地质调查中心南方所,长沙 410001; 2.广州地球化学研究所,广州 510640)

摘要: 龙头山金矿床产于一个中生代残留火山颈构造中,火山颈周围的地层主要为下泥盆统莲花山组和寒武系黄洞口组。矿体呈细脉浸染状和脉状产于次火山岩筒与周围地层的内外接触带上。围岩蚀变主要有电气石化、硅化、钾长石化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化和绿泥石化。金矿化与硅化和黄铁矿化密切相关。流体中氧同位素组成反映了流体岩浆水与大气降水混合成因。硫同位素特征表明矿床矿液中硫是多源的,主要来自火山—侵入杂岩及基底地层。据铅同位素特征推测铅主要来自中生代火山岩,部分来自基底地层。该矿床的成矿物质主要来源于深部岩浆和部分基底地层。成矿温度在 215~260℃ 之间,属中—低温次火山期后热液型金矿。

关键词: 广西;龙头山金矿;次火山岩;斑岩;围岩蚀变

中图分类号: P581; P588; P591

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2011)02-0133-06

1 区域地质背景

龙头山金矿位于广西贵港市西北约 14 km 处,构造上位于南华准地台西南的大瑶山凸起西南段龙山鼻状

复背斜西南倾没端,也是广西山字型构造前弧东翼。

区域内出露的地层有寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、白垩系及第四系(图 1)。寒武系为一套浅变质的细砂岩、粉砂岩夹炭质板岩、斑点状板

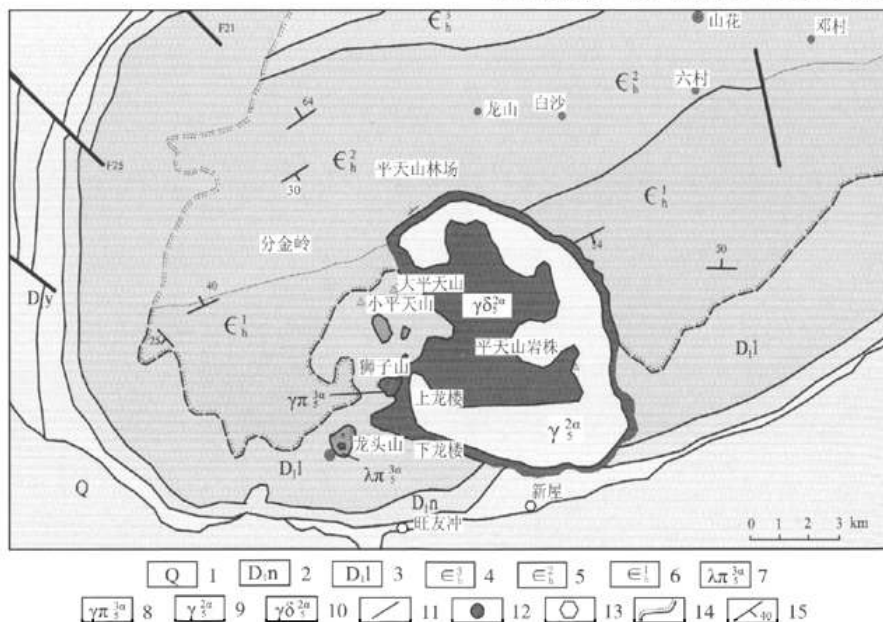


图1 龙头山金矿床地质图(据龙头山金矿,2006)

Fig.1 Geologic map of the Longtoushan gold deposit

1.第四系; 2.泥盆系下统那高岭组粉砂岩、页岩; 3.泥盆系下统莲花山组砾岩、砂岩、粉砂岩; 4.寒武系黄洞口组上段轻变质粉砂岩、页岩夹透镜体灰岩; 5.寒武系黄洞口组上段轻变质粉砂岩、页岩; 6.寒武系黄洞口组上段轻变质砂岩、粉砂岩夹炭质板岩; 7.流纹斑岩; 8.花岗岩斑; 9.黑云母花岗岩; 10.花岗闪长岩; 11.断层; 12.金矿点; 13.多金属矿点; 14.不整合地质界限; 15.岩层产状

收稿日期: 2011-04-06

基金项目: 国家危机矿山项目:广西贵港市龙头山金矿接替资源勘查(200745058)

作者简介: 肖来庚(1979-),男,地质工程师,2001年毕业于中南大学资源环境与建筑工程学院地质专业,现从事资源勘查与找矿工作,Email:jjyy088@163.com。

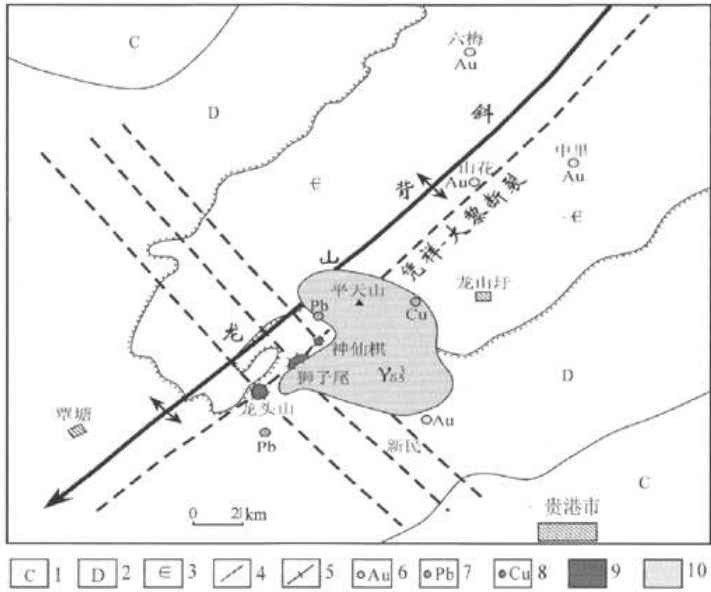


图2 龙头山金矿床地质构造简图

Fig.2 Geological structure sketch of the Longtoushan gold deposit

1.石炭系; 2.泥盆系; 3.寒武系; 4.区域断裂; 5.背斜;
6.金矿点; 7.铅矿点; 8.铜矿点; 9.花岗斑岩; 10.花岗闪长岩体

岩;泥盆系下统为一套砂岩、粉砂岩及砾岩,泥盆系中统至二叠系为一套灰岩、硅质岩、白云岩。三叠系为一套酸性凝灰熔岩、砂岩,白垩系为一套砾岩、砂岩,第四系为坡积层。其中泥盆系莲花山组为龙头山火山岩体和部分矿体的围岩。

区域断裂构造主要有NE、NW、SN向三组,NE向凭祥-大黎断裂带斜贯全区。SN、NW与近EW向三级断裂构造是区内的导矿、容矿构造(图2)。

区内岩浆活动强烈,主要有燕山早期大平天山细粒花岗闪长岩-黑云母花岗岩复式岩体,呈不规则的岩株产出,面积29 km²。燕山晚期有花岗斑岩、石英斑岩、流纹斑岩、角砾熔岩和诸多的霏细斑岩、电英岩脉等,分布在龙头山、大平天山西部狮子头、狮子尾一带。

2 矿床地质特征

2.1 出露地层

矿床出露地层有寒武系黄洞口组下段和下泥盆统莲花山组,两者呈角度不整合接触。寒武系黄洞口组下段分布于龙头山北坡及砷矿沟一带。岩性为浅变质细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、碳质板岩和斑点状板岩。下泥盆统莲花山组分为上、中、下三段。下段分布于矿床北西部,主要为石英砂岩夹细砂岩,

底部为底砾岩与黄洞口组呈角度不整合接触;中段分布于矿床中部龙头山火山-次火山岩体周围,为泥质粉砂岩夹石英砂岩、细砂岩、不等粒砂岩;上段分布在矿床之南缘,为紫红色泥质粉砂岩夹泥岩。

2.2 矿床构造

龙头山矿床褶皱断裂构造发育,以断裂构造为主。区内褶皱主要为龙山复背斜西南倾伏端。矿区北部的寒武系地层呈北东东向紧密线性褶皱,矿区内的莲花山组地层均呈平缓的单斜构造。矿区内断裂构造比较发育,按其展布方向可分为北西向,近南北向,北东向和东西向四组。这些断裂是本区控岩、控矿、储矿构造。

2.3 次火山岩体特征

龙头山金矿床产于残留火山颈构造中,主要岩石有花岗斑岩-流纹斑岩-隐爆角砾岩等(图3)。

花岗斑岩分布于龙头山火山岩体中部,侵入在流纹斑岩中,呈不规则长形体,岩体边缘支脉繁多,部分与角砾熔岩侵入接触。绢云母化、高岭石化强烈,电气石化微弱。岩石为灰白色,地表被风化和铁质渲染,呈白色或黄褐色。斑状结构,基质具变余微细粒花岗结构。主要矿物有石英、斜长石(有环带斜长石、更长石)、钾长石等。

流纹斑岩为火山岩体的主要岩石,分布在岩体

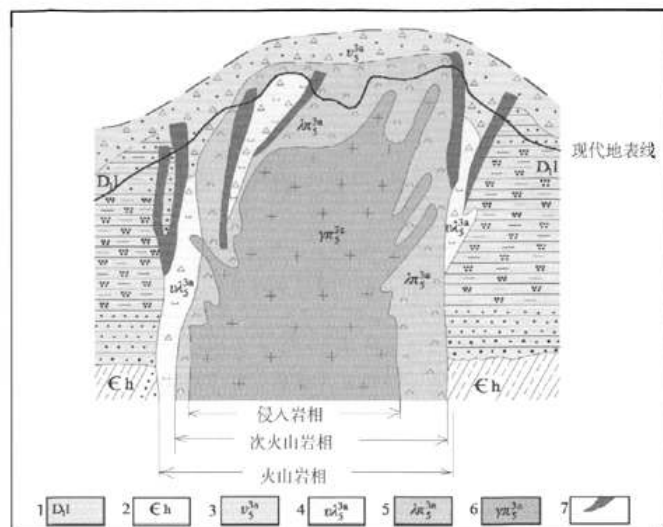


图3 龙头山金矿火山、次火山岩分布示意图(据龙头山金矿2006)

Fig.3 Volcanic rock and sub-volcanic rock distribution of the Longtoushan gold deposit

- 1.莲花组; 2.黄洞口组; 3.火山岩(火山角砾岩、凝灰角砾岩、火山角砾凝灰岩、凝灰熔岩等); 4.角砾熔岩、隐爆角砾岩; 5.流纹斑岩; 6.花岗斑岩; 7.金矿床

中间及边部,花岗斑岩侵入其中。流纹斑岩遭受强烈蚀变呈灰黑色、暗绿色,具有变余流纹构造、多孔状构造,变余斑状-碎斑状结构,基质具变余球粒状结构和变余微粒结构。斑晶有石英、长石,含量约20%~30%。石英斑晶呈不规则粒状,斑晶表面常被熔蚀呈圆形豆状或港湾状。流纹斑岩是本矿区主要的含矿岩石之一。

角砾熔岩,灰-浅灰色,风化后呈浅褐、灰白等混杂色,熔岩结构,角砾状构造。成分主要由砂岩质角砾和熔岩碎屑物(凝灰质、长英质等)凝结组成。岩石经受强烈硅化、电气石化、黄铁矿化,局部绢云母化和高岭石化。砂岩角砾多具有熔蚀边,呈棱角或滚圆状。角砾大小不一,砾径一般1~4 cm,分布杂乱,石英颗粒有次生加大现象。熔岩角砾极不规则,长英质中常见石英斑晶。由于蚀变作用,岩石中常见针状、束状电气石不规则分布。星散状黄铁矿化普遍,且风化后残留的小孔多见。角砾熔岩是矿区主要的含金银矿石之一。

2.4 矿体特征

龙头山金矿体分布于火山岩体的角砾熔岩、流纹斑岩及火山岩体内、外接触带的断裂裂隙带中。金矿体主要受火山岩岩性和断裂构造控制。产于火山岩体内的角砾熔岩、侵入角砾岩、流纹斑岩中的矿

体呈似脉状,产于断裂带中的矿体呈脉状,矿体产状与断裂带产状一致,沿走向或倾向有膨大、收缩、分支复合现象。Au的伴生元素有Ag、Cu、Pb等,个别矿体向深部过渡为银金矿或银矿体,同时,Cu、Pb含量也明显增高,局部地段Cu可富集成为铜矿体。从上向下形成Au(Ag)-Ag(Au,Cu,Pb)-Cu(Au,Pb)分带现象^[5]。

2.5 矿石矿物成分

龙头山金矿体属于角砾熔岩及震碎角砾岩型金矿石,其中角砾熔岩型金矿石石英含量59%~79%、平均67.09%,电气石含量18%~38%、平均30%。震碎角砾岩型金矿石石英含量略有增加。其它金属矿物及次生氧化矿物基本相同,但含量较少,分布不广泛。

金属矿物有自然金、银金矿、黄铁矿、白铁矿、毒砂、黄铜矿、辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿等。次生氧化矿物有铜蓝、孔雀石、臭葱石、泡铋铅矿、褐铁矿、针铁矿、赤铁矿等。

脉石矿物有石英、电气石、绢云母、白云母、高岭石等。其中石英+电气石含量在90%以上,二者呈相互消长关系。

微量矿物有锆石、金红石、独居石、硅灰石等。

根据选矿试验样分析结果,各矿物相对含量见表1。

2.6 金的赋存状态

在原生矿石中的金矿物有自然金及含银自然金两种,以含银自然金为主(70%)。原生矿石中的自然金主要呈包裹金、晶隙金及裂隙金三种形式存在,其中以包裹金为主(占45.56%);次为晶隙金(占33.73%)及裂隙金(占21.21%);载金矿物有黄铁矿、石英、方铅矿、黄铜矿、电气石等。自然金的粒度最长为0.01~0.05及<0.005 mm为主,属于细粒金和微粒金。粗粒金可在含金量较高的氧化矿石中偶见,最大者可达3 mm。自然金呈不规则粒状、片状、棒状、线状、树枝状、海绵状、苔藓状等形状,多分布在石英-电气石细脉中,特别是在梳状石英细脉中,部分在石英-褐铁矿基底之上。

2.7 围岩蚀变

矿区内岩浆期后热液活动十分强烈,其活动阶段多,分布范围广,造成岩体蚀变种类较多。整个火山岩体由于热液蚀变作用而改观。主要有电气石化、硅化、钾长石化、高岭土化、绿泥石化、黄铁矿化,

表 1 各矿物相对含量统计表(据龙头山金矿, 2006)
Table 1 Relative contents of various mineral

矿物名称	含量(%)	矿物名称	含量(%)
石 英	50	毒 砂	0.84
电气石	40	黄铜矿、蓝铜矿、辉铜矿	0.044
绢云母、白云母	2	方铅矿	0.02
褐铁矿、针铁矿、赤铁矿	5	闪锌矿	0.018
黄铁矿、白铁矿	1	白然金、银金矿	0.0004
合 计			98.9224

局部有透闪石、阳起石、绿帘石化和碳酸盐化、角岩化等。

上述蚀变略有分带现象,钾长石化、绢云母化和高岭土化,多分布于火山岩体中部的花岗斑岩中;电气石化、硅化多分布于火山岩体的周围流纹斑岩、角砾岩及内外接触带。绿泥石化、透闪石、阳起石、绿帘石化和碳酸盐化多分布于岩体边缘及外接触带。黄铁矿化普遍,尤以内外接触带较为强烈。后期霏细斑岩、英斑岩、钠长斑岩多为绢云母化和高岭土化。

3 成矿探讨

3.1 硫、铅同位素特征及物质来源

根据黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿等硫同位素测试资料, $\delta^{34}\text{S} + 0.69\text{‰} \sim 1.99\text{‰}$,属于陨石硫类,可见矿区成矿的硫质是来自深部的岩浆。

根据黄铁矿的铅同位素测试结果,铅同位素组成特征 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为 18.548 ~ 19.019; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为 15.736 ~ 16.169; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为 38.972 ~ 40.242。计算单阶段模式年龄为 226.67 ~ 406.32 百万年^[6](表 2)。

这些铅同位素的组成演化呈线性,在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 对 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 对 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的坐标图上,其样品点落在一条直线上。说明铅的来源是同一的,是多阶段长期积累过程。也说明了本区加里东期和印支期铅的演化已经开始并持续进行。

氢氧同位素特征:氢氧同位素测试样是采自 IX 号矿体角砾熔岩金矿石,从中取白石英包裹体测定

$\delta^{18}\text{O}$ 为 + 15.24‰, δD 为 -111.6‰,从 $\delta^{18}\text{O}$ 值高, δD 值低的特点,推测矿区的成矿热液是来自基底的变质水和大气降水相混合的混合水。

3.2 流体包裹体及成矿温度

根据矿区地质特征和矿石矿物包裹体测试资料,成矿介质是复杂的,有单相包体,两相气液包体和复相包体等。

矿区成矿矿化剂主要是有 CO_2 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 CH_4 ,其次有 F、O、CO、Ca、Mg、K、 H_2O 等。成矿介质是富含 HCO_3^- 、 C^- 、 B^- 的碱性气-液体。其中 H_2O 、 CO_2 、 HCO_3^- 、 Cl^- 是主要搬运剂,在初期较高温阶段 Au 是以氯络离子 $[\text{AuCl}_2]^-$ 、 $[\text{AuCl}_4]^-$ 形式迁移,后期中温阶段以硫络离子形式迁移,随着成矿介质物理化学条件的变化,在电英岩化、硅化-多金属硫化物阶段金矿充分沉淀富集。根据矿化剂还原参数值($\text{CO} + \text{CH}_4/\text{CO}_2 + \text{O}$ 的比值)为 0.082 ~ 0.969,比值小,属于弱还原环境。依据有关参数计算得 PH 值为 0.39 ~ 0.50,属于强酸性。从矿化剂的还原参数值和 PH 值了解,当时成矿是在富含气的热液中,是在强酸性,弱还原的条件下成矿的(表 3)。

根据矿石矿物包裹体测温结果(表 4),推测成矿温度,如果以均一法测定温度近似代表成矿时的温度,爆裂法测定温度代表成矿温度上限,则矿区成矿主要为中温阶段。

3.3 矿床成因

龙头山金矿床产于一个中生代残留火山颈构造中,火山颈周围的地层主要为下泥盆统莲花山组和

表 2 铅同位素组成特征统计表
Table 2 Lead isotope composition characteristics

样品编号	RS_1	RS_2	RS_3	备 注
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	18.548	19.019	18.660	3 个样品均采自黄铁矿(由宜昌所测定)
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15.736	16.169	15.829	
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38.972	40.242	39.259	
$^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$	9.717	10.523	9.888	岛弧火山岩为 9.58 ^[6]
单阶段模式年龄	234.80	406.32	226.67	(百万年)

表3 矿石矿物包裹体成分统计表(据广西地质六队,2006)
Table 3 Ore mineral inclusions composition

成分	CO ₂	CO	CH ₄	N	O	Cl	CO+CH ₄ /CO ₂ +O
最低	285.598	14.634	113.098	34.385	15.856	1131.148	0.082
最高	1609.936	245.120	389.330	190.440	594.407	1519.842	1.074
平均	609.085	111.127	203.148	73.068	103.999	1325.495	0.599
成分	K	Na	Ca	Mg	F	HCO ₃ ⁻	H ₂ O
最低	47.54	10.656	357.444	254.714	60.512	1249.648	199.83
最高	132.283	11.821	403.279	260.656	65.574	1527.867	663.93
平均	89.912	11.239	380.362	257.685	63.043	1388.758	431.88

注:单位H₂O为(mg/10 g),其他成分为(μg/10 g)

表4 矿石矿物包裹体测温统计表(据广西地质六队,2006)
Table 4 Ore mineral fluid inclusion temperature

测试矿石矿物	测试方法	温度区间	平均温度
流纹斑岩中石英	均一法	159~256℃	215℃
角砾熔岩中石英	均一法	200~320℃	260℃
黄铁矿 ^a	爆裂法	270~600℃	
电气石	爆裂法	330~490℃	

寒武系黄洞口组,矿体呈细脉浸染状和脉状产于次火山岩筒与周围地层的内外接触带上,围岩蚀变主要有电气石化、硅化、钾长石化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化和绿泥石化,其中金矿化与硅化和黄铁矿化密切相关。

龙头山次火山岩体Au元素丰度值为 $0.24 \times 10^{-6} \sim 0.42 \times 10^{-6}$,是形成龙头山金矿的成矿母岩。

黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿等硫同位素测试资料, $\delta^{34}\text{S} + 0.69\text{‰} \sim 1.99\text{‰}$,属于陨石硫类,说明成矿的硫质来自深部的岩浆^[7]。

氢氧同位素 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $+15.24\text{‰}$, δD 为 -111.6‰ ,呈现 $\delta^{18}\text{O}$ 值高, δD 值低的特点,推测矿区的成矿热液是流体岩浆水和大气降水相的混合水。

根据矿石矿物包裹体测温结果:均一法测定流纹斑岩中的石英平均温度为215℃,角砾熔岩中的石英平均温度为260℃,均一法测定温度近似代表成矿时的温度,所以龙头山金矿床成矿温度区间为215~260℃。爆裂法测定黄铁矿和电气石的温度区间270~600℃,它代表了成矿温度上限,所以成矿主要为中温阶段。

铅同位素组成特征 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为18.548~19.019; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为15.736~16.169; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为38.972~40.242。计算单阶段模式年龄为226.67~406.32百万年(表2)。而且铅同位素的组

成演化呈线性,在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 对 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 对 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的坐标图上,其样品点落在一条直线上,铅的来源是同一的,主要来自中生代火山岩,部分来自基底地层,自加里东期和印支期铅的演化已经开始并持续进行。

综上所述:该区火山岩物质是Au、Ag元素的载体和成矿母岩,深部地层和岩体中的金元素在次火山-斑岩期后断裂构造热液的作用下逐步向上叠加、富集成矿;矿体与岩浆岩体在空间上具有密切的关系;构造-热液作用导致致次火山岩、斑岩体或周围地层产生破碎,并使成矿热液沿裂隙充填和再充填而形成现状金矿化和高品位矿体,后期次火山作用,花岗斑岩的侵入,增加热能、叠加成矿物质,驱动成矿热液迁移,促进Au的活化和再次富集成矿,于前期矿化叠加形成低品位矿化。该矿床属中-低温次火山期后热液型金矿床,具有多期、多阶段富集成矿的特征。

参考文献:

[1] 陈业清.广西龙头山次火山热液型金矿地质特征及成矿条件探讨[J].贵金属地质,1992,1(2-3):153-157.
[2] 李福春,朱桂田,朱金初.关于广西龙头山金矿矿质来源的讨论[J].矿床地质,1998,17(增刊):335-338.
[3] 朱文凤,杨国高,张芳.广西龙头山金矿床显微构造特征及金矿物特征[J].矿产与地质,2007,21(2):155-158.
[4] 朱文凤,朱桂田.广西龙头山金矿床黄铁矿特征与金矿化的关系[J].矿产与地质,2005,19(2):155-158.
[5] 杨国高,朱文凤,张芳.广西龙头山金矿床多期次成矿及金银元素的分布特征[J].矿产与地质,2008,22(5):437-440.
[6] 陈富文,李华芹,梅玉萍.广西龙头山斑岩型金矿成岩成矿锆石 SHRIMP Pb 年代学研究[J].地质学报,2008,82(7):921-925.
[7] 阮思源,陈冬梅.广西龙头山金矿床成矿物质来源.南方国土资源科技园地,2006,8(2):25-27.

Geological Characteristics and Metallogenic Analysis of the Longtoushan Gold Deposit in Guangxi Province

XIAO Lai-geng¹, CHEN Gen-wen²

(1. Southern institute of China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Changsha 410001, China;

2. Guangzhou Institute of Geochemistry, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The Longtoushan gold deposit occurs in a Mesozoic residual volcanic neck. The main strata around the neck are Lianhuashan group of Lower Devonian Series and Huangdongkou group of Cambrian System. Displaying veinlet disseminated type and vein type, the ore bodies are found in the sub-volcanic rock pipe and internal or external contact zone of surrounding strata. The wall-rock alteration have tourmalinization, silicification, potassic alteration, pyritization, sericitization, kaolinization, and chloritization action. The gold mineralization is closely related with silicification and pyritization. The oxygen isotope compositions in the fluid are mixture of magma water with meteoric water. The feature of sulfur isotope shows multiple origins of sulfur in mineralization fluid, mainly from volcanic-intrusive complex and the basement strata. It is assumed from lead isotope characters that lead is mainly origin from Mesozoic volcanic rocks and partly from basement rocks. It is therefore believed that the ore forming matter of the deposit is mainly origin from magma of the mantle and partly from the strata. The temperature for mineralization is between 215 ~ 260 °C. The deposit belongs to middle-lower temperature post-subvolcanic hydrothermal gold deposit.

Keywords: Guangxi; Longtoushan gold deposit; sub-volcanic rock; porphyry; wall-rock alteration

Characteristics of the Magmatic Rocks and Mineralization Age in the Cuihongshan Pb-Zn Polymetallic Deposit, Heilongjiang Province

LI Xiu-rong, YANG Hong-zhi, SHAO Jun

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110034, China)

Abstract: The Cuihongshan Pb-Zn polymetallic deposit, a skarn type, occurred in the contact metamorphic zone between the granitics and Lower Cambrian Qianshan metamorphic rocks of the Xilin Group. With pulsation character, the magmatic activity is strong, and the rock types are monzogranite, syenite granite, alkali-feldspar granite. Summarized the geochemical features of the granitics in this area, the authors proposed that the granit have the transition character from I-type to A-type, and the Zircon SHRIMP U-Pb dating method yield two ages of 192.8 ± 2.5 Ma and 199.0 ± 3.1 Ma for the biotite monzogranite and monzogranite respectively. The result reveals that Pb-Zn polymetallic deposit have a very closely relation with magmatic activity, and the ore-forming age is corresponding to Late Indosinian- Early Yanshanian.

Keywords: Magmatic evolution; ore-forming age; mineralization Period; Late Indosinian- Early Yanshanian period; Cuihongshan Pb-Zn polymetallic deposit