

# 江西会昌曲水坑锡矿床地质特征及找矿前景分析<sup>\*</sup>

孙社良,朱昌杰,李永明,李吉明,聂龙敏,杨细浩

(江西省地质调查研究院,南昌 330030)

**摘要:**曲水坑锡矿床位于锡坑迳锡矿田东部,大地构造位置处于南岭东西向构造带东段与武夷山北北东向隆起带南段西坡复合部位,成矿地质条件优越。通过分析区域地质、矿区地质及矿床地质特征,认为曲水坑锡矿床属于岩浆期后高一中温热液交代充填型矿床,似斑状(黑云母)花岗岩形成之后,岩浆分异的含矿热液沿断层破碎带、裂隙等导矿构造运移并在有利部位富集成矿。系统总结了岩浆岩、构造、赋矿地层、赋矿围岩、围岩蚀变、地球化学、铁帽等找矿标志,并对矿体沿走向和倾向方向的延伸、厚度、品位变化特征及共(伴)生资源进行了分析,为该地区寻找同类型矿床提供参考。

**关键词:**矿床特征;矿床成因;找矿标志;找矿前景;曲水坑

**中图分类号:**P618.44

**文献标示码:**A

**文章编号:**2096-1871(2016)04-291-09

曲水坑锡矿床位于锡坑迳锡矿田东部、南岭东西向构造带东段与武夷山北北东向隆起带南段西坡复合部位<sup>[1-3]</sup>,成矿地质条件良好。锡坑迳锡矿田已发现岩背锡矿、淘锡坝锡矿、凤凰崇锡矿、苦竹崇锡矿、矿背矿点、上湾矿点、荣荆坝矿点等多处锡矿床(点),主要围绕密坑山岩体分布<sup>[3-7]</sup>。众多地质工作者对锡坑迳锡矿田、岩背锡矿床的地质特征、矿床成因、围岩蚀变、构造控岩控矿、地球化学特征等进行了研究<sup>[1,8-14]</sup>;一些学者研究了淘锡坝锡矿床的地质特征、矿床成因和构造控矿机制等<sup>[5,15]</sup>;另一些学者总结并讨论了锡坑迳锡矿田的成岩演化、成矿作用、控矿条件和成矿预测等<sup>[3,6,16-17]</sup>。本文在前人研究的基础上,根据实际矿产勘查资料,探讨曲水坑锡矿床的地质特征、矿床成因及成矿过程,分析该矿床的找矿前景及找矿标志,为该地区寻找同类型矿床提供参考。

## 1 区域地质背景

区域地层主要为震旦系、寒武系、侏罗系、白垩系和第四系。震旦系和寒武系为海相复理石或类复理石(火山)碎屑岩建造,经区域变质作用,变为一套变

质岩组合;侏罗系下中统为河湖相沉积,上统为陆相火山—沉积建造;白垩系为陆相杂色—红色碎屑岩夹膏盐建造;第四系主要由亚粘土、亚砂土组成。其中上侏罗统为该区锡多金属矿的主要赋矿围岩<sup>[1,4,6,10]</sup>。

区域构造以北北东向(宁都—安远、石城—寻乌、宁化—武平)深断裂为主,与东西向(于都—瑞金、龙南—武平)、北东向(龙南—安远、瑞金—三明)和北西向(会昌—上杭)深大断裂复合,控制岩浆—火山活动带及其有关的钨锡、锡铜银、铜金和锡成矿带<sup>[1,3,10,12]</sup>(图 1)。

区域岩浆活动频繁,从澄江期至喜马拉雅期,每期大规模构造运动均伴随有相应的岩浆活动。其中燕山中期中—酸性岩浆活动最强烈,与锡多金属矿关系最密切。岩浆活动既有喷发又有侵入,形成以(基)中酸性—酸性和弱酸性—酸性为主的火山岩、次火山岩、侵入岩,并伴随一系列锡多金属矿床(点)的形成<sup>[1,9]</sup>。

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区出露地层主要为侏罗系上统鸡笼嶂组

<sup>\*</sup> 收稿日期:2016-02-28 改回日期:2016-04-07 责任编辑:谭桂丽

基金项目:江西省地质勘查基金项目“江西省宝山—夫山铜多金属矿调查评价(项目编号:20090208-2)”资助。

第一作者简介:孙社良,1987 年生,男,工程师,主要从事地质矿产勘查及研究工作。

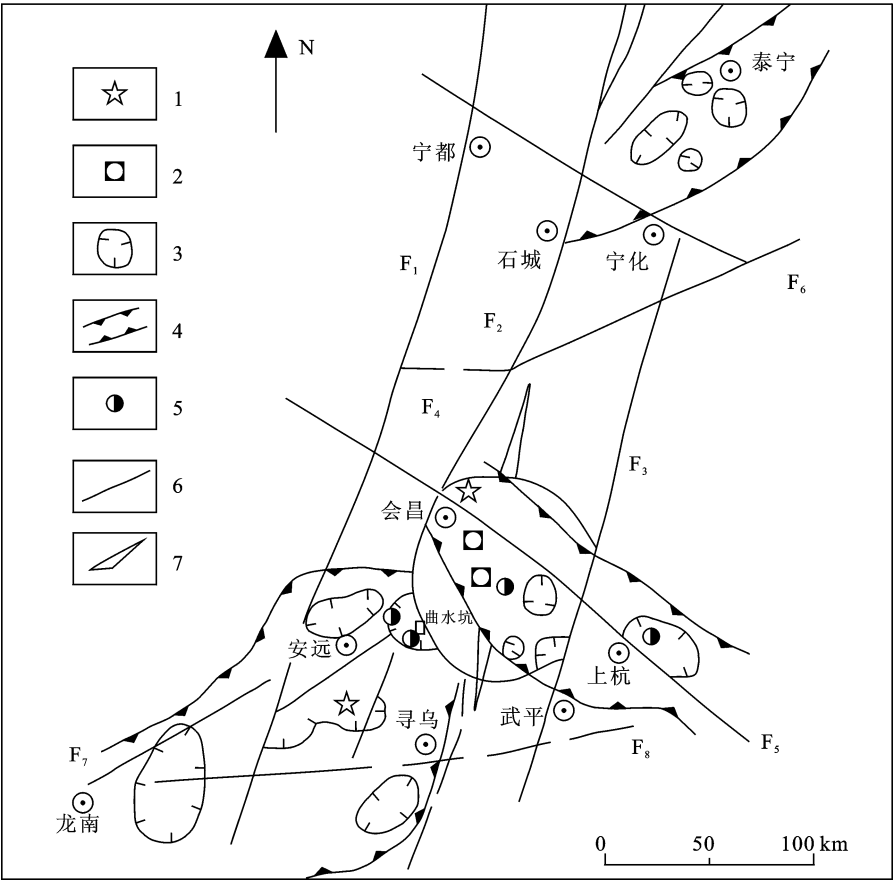


图 1 武夷山南段区域构造简图(据文献[3,18]修编)

Fig.1 Simplified tectonic map of the southern section of Wuyishan

F<sub>1</sub>-宁都—安远深断裂;F<sub>2</sub>-石城—寻乌深断裂;F<sub>3</sub>-宁化—武平大断裂;F<sub>4</sub>-于都—瑞金东西向构造带;F<sub>5</sub>-会昌—上杭断裂带;F<sub>6</sub>-瑞金—三明断裂;F<sub>7</sub>-龙南—安远断裂带;F<sub>8</sub>-龙南—武平东西向构造带;1-古火山口;2-隐爆角砾岩筒;3-火山喷发区;4-火山构造亚带;5-典型矿床;6-深大断裂;7-褶皱。

(J<sub>3j</sub>),主体走向呈南西西—北东东,倾向北北西或南南东,倾角 30°~60°,平均约 45°。根据岩性组合特征自下而上分为三个岩性段(图 2):一段(J<sub>3j</sub><sup>1</sup>)分布于矿区北部,以流纹质含角砾熔结凝灰岩、流纹质角砾熔结凝灰岩为主,局部含集块,该段以含粗大明显的角砾为标志;二段(J<sub>3j</sub><sup>2</sup>)分布于矿区中部偏北与矿区南部,以流纹质晶屑熔结凝灰岩为主,局部含角砾、浆屑等,深部受后期热液影响硅化强烈,原岩特征多被掩盖,而成(弱)硅化流纹质熔结凝灰岩,其与下伏地层呈整合接触;三段(J<sub>3j</sub><sup>3</sup>)分布于矿区中部,为流纹质晶屑熔结凝灰岩夹流纹质熔结凝灰岩,以出现流纹质熔结凝灰岩与二段分界,其与下伏地层呈整合接触。其中,鸡笼嶂组二段(J<sub>3j</sub><sup>2</sup>)为曲水坑锡矿的主要赋矿围岩。

2.2 构造

2.2.1 褶皱

矿区整体为一向斜,呈南西西—北东东向展布

(图 2),与龙南—安远火山构造亚带展布方向基本一致。向斜核部出露地层为鸡笼嶂组三段(J<sub>3j</sub><sup>3</sup>)。北翼出露鸡笼嶂组二段(J<sub>3j</sub><sup>2</sup>)和鸡笼嶂组一段(J<sub>3j</sub><sup>1</sup>),岩层产状 165°∠(30°~60°)。南翼仅出露鸡笼嶂组二段(J<sub>3j</sub><sup>2</sup>),岩层产状 335°∠(35°~60°)。

2.2.2 断层

受区域构造活动影响,矿区主要有北北东向(F<sub>1</sub>、F<sub>3</sub>)、北东向(F<sub>4</sub>)、东西向(F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub>)、北西向(F<sub>2</sub>、F<sub>5</sub>)四组断层,规模均不大(图 2)。在野外地质调查的基础上,结合区域资料综合分析认为:

北东向断层成矿前、成矿期均有活动,控矿作用明显。北东向断层与北区矿化关系密切,为后期成矿提供有利的矿液运移通道和富集空间,区内见北东向 F<sub>4</sub> 断层发育。

东西向断层具有多次活动的特点,以成矿前和成矿期活动为主,控矿作用明显。东西向断层与南区矿化关系密切,为有利的控矿构造,控制东西向矿

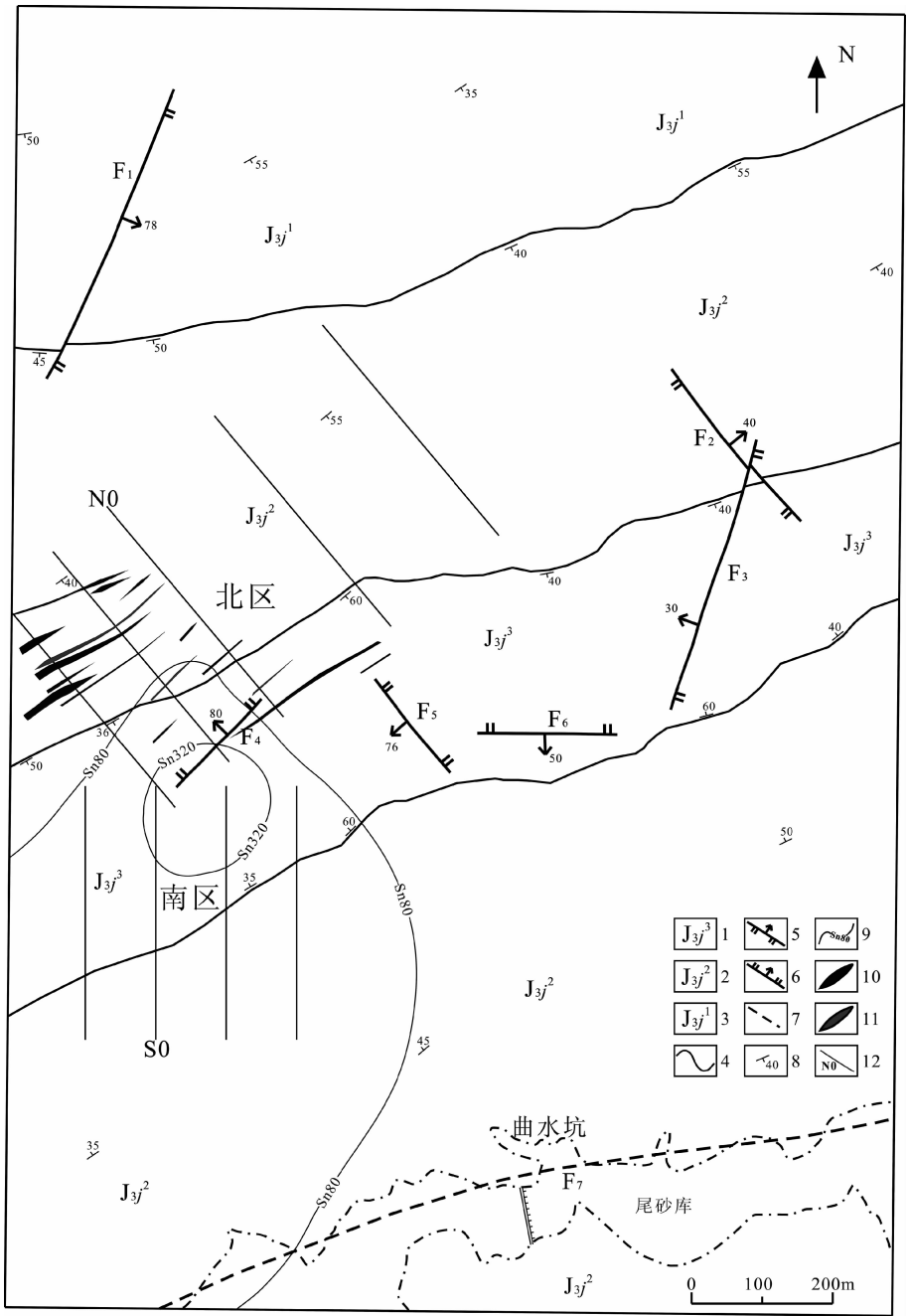


图 2 曲水坑锡矿区地质简图

Fig. 2 Sketch geological map of the Qushuikeng tin ore deposit

1-鸡笼嶂组三段;2-鸡笼嶂组二段;3-鸡笼嶂组一段;4-地质界线;5-逆断层;6-正断层;  
7-推测断层;8-地层产状;9-土壤化探异常线;10-工业矿体;11-低品位矿体;12-勘探线。

(化)体的空间展布,区内见东西向  $F_6$ 、 $F_7$  断层发育。  
北西向断层成矿前、成矿期、成矿后均有活动,为有利的容矿构造,但多被成矿后闪长玢岩充填,区内见北西向  $F_2$ 、 $F_5$  断层发育。  
北北东向断层具有多次活动的特点,但成矿后活动最明显,常见有闪长玢岩充填,且见北北东向断层切割早期北西向断层。北北东向断层属于成矿后断裂,与成矿关系不大,区内见北北东向  $F_1$ 、 $F_3$  断层

发育。  
2.2.3 裂隙  
受区域构造活动影响,矿区裂隙较发育,为本区成矿提供了有利的储矿空间。含矿热液多沿断裂运移并在有利的裂隙中富集,这与野外地表观察到的褐铁矿化、硅化等沿裂隙发育多形成呈细脉或小蚀变带一致,因而地表褐铁矿化、硅化细脉产状能够反映裂隙发育的特征;构造裂隙能够反映控矿构造、含

矿热液运移,进而指示矿(化)体的空间展布规律<sup>[12,19]</sup>。

根据矿(化)体分布、产状将矿区分为北区和南区两个区块(图 2)。分别对北区和南区的地表褐铁矿化、硅化细脉产状绘制走向玫瑰花图(图 3、图 4)。

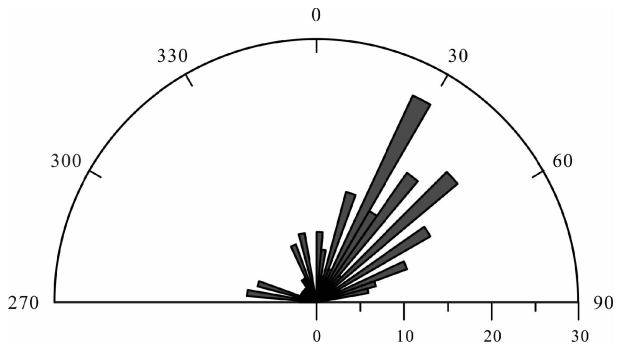


图 3 北区褐铁矿化、硅化细脉走向玫瑰花图  
Fig. 3 Rose diagram showing the trend of limonitized and petrified veins in the northern area

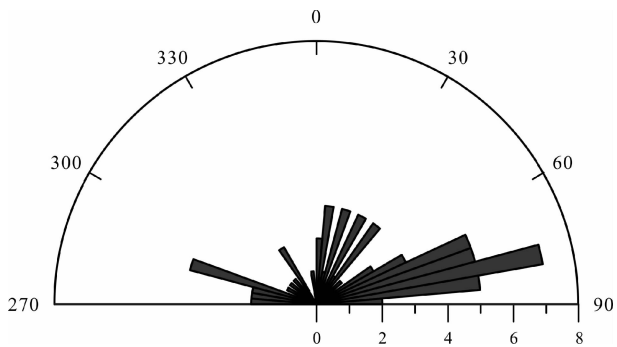


图 4 南区褐铁矿化、硅化细脉走向玫瑰花图  
Fig. 4 Rose diagram showing the trend of limonitized and petrified veins in the southern area

从图 3 可以看出,北区褐铁矿化、硅化细脉走向主体呈北北东向,反应北区矿(化)体主体呈北北东向展布。图 4 表明南区褐铁矿化、硅化细脉走向以北东东向为主,依次为北北东向、北西西向,反应南区矿(化)体空间展布以北东东向为主。

### 2.3 岩浆岩

从钻孔揭露的岩浆岩看,矿区深部均见到似斑状(黑云母)花岗岩( $\gamma_5^{2-2b}$ ),局部呈小岩脉状产出,推测其为一岩体,即可能与矿区西部密坑山岩体相连。前人对密坑山岩体进行锆石 U-Pb 测年和全岩 Rb-Sr 等时线测年<sup>[17]</sup>,结果分别为  $(136.0 \pm 1.7)\text{Ma}$  和  $(124.5 \pm 0.7)\text{Ma}$ ,说明似斑状(黑云母)花岗岩形成于燕山中期。似斑状(黑云母)花岗岩与上部鸡笼嶂组火山岩呈侵入接触,接触界面从矿区西部往东标高逐渐降低,从北往南岩体深度有增加趋势(图 5、图 6)。

似斑状(黑云母)花岗岩呈浅肉红色、肉红色,似斑状结构,块状构造。斑晶主要由钾长石(15%~40%)、石英(10%~20%)、斜长石(2%~5%)及少量黑云母(1%~5%)组成。基质主要由钾长石、石英、斜长石、黑云母及少量磷灰石组成。

与华南花岗岩相比,似斑状(黑云母)花岗岩的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  含量均偏高, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  为 1.29,显示岩石高硅、富碱,相对富 K; $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$  偏低、部分较贫,说明岩石贫 Fe、Mn、Mg、Ca、Ti,低 Al;里特曼指数( $\delta$ )为 2.06,碱度率( $A \cdot R$ )为 2.97,说明岩石为钙碱性岩类(表 1)。

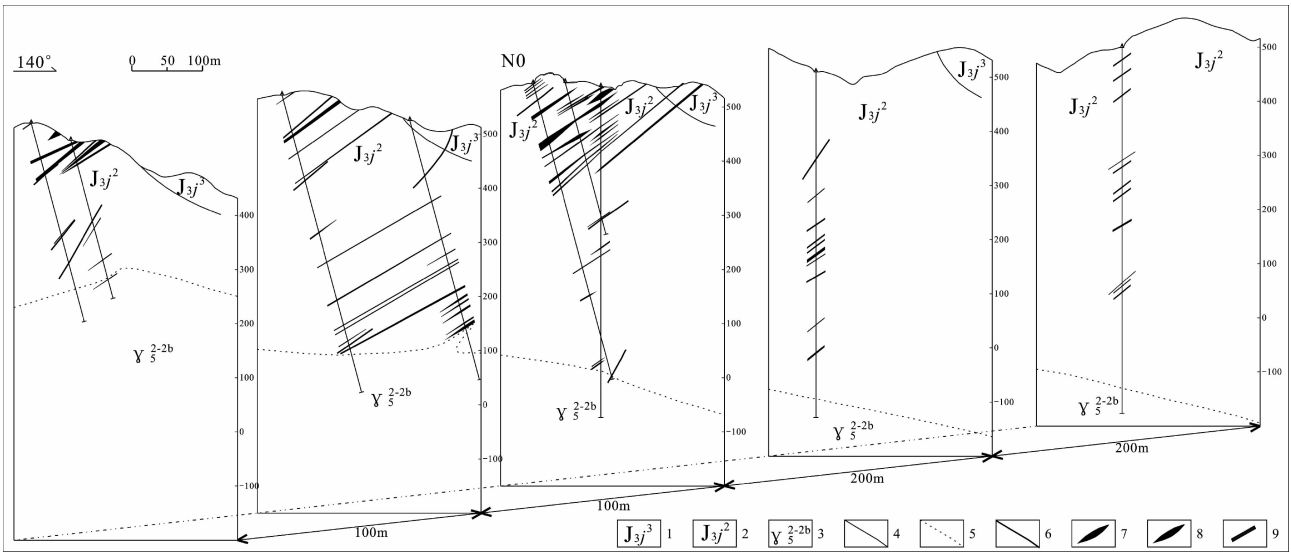


图 5 北区联合勘探线剖面图  
Fig. 5 Geological profile along the union exploration lines in the northern area  
1-鸡笼嶂组三段;2-鸡笼嶂组二段;3-似斑状(黑云母)花岗岩;4-地质界线;5-侵入界线;6-断裂构造;7-工业矿体;8-低品位矿体;9-无矿段

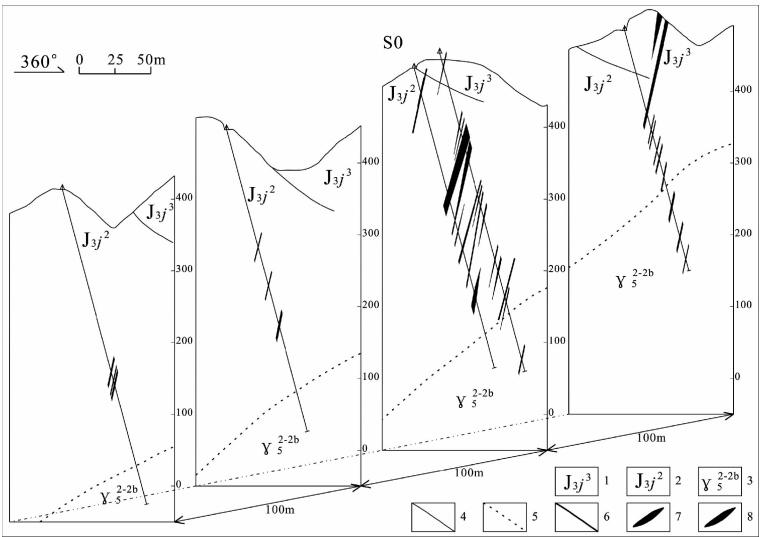


图 6 南区联合勘探线剖面简图

Fig. 6 Geological profile along the union exploration lines in the southern area

1-鸡笼嶂组三段;2-鸡笼嶂组二段;3-似斑状(黑云母)花岗岩;4-地质界线;  
5-侵入界线;6-断裂构造;7-工业矿体;8-低品位矿体

表 1 似斑状(黑云母)花岗岩岩石化学成分									
Table 1 Chemical compositions of porphyritic(biotite) granite									
岩石名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
似斑状(黑云母)花岗岩	75.32	0.08	12.55	0.77	1.23	0.05	0.3	0.52	3.77
华南花岗岩	72.05	0.28	13.72	0.98	1.96	0.08	0.66	1.38	3.22
岩石名称	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	Al/CNK	δ	DI	SI	A·R
似斑状(黑云母)花岗岩	4.86	0.03	8.63	1.29	1.07	2.06	92.47	2.65	2.97
华南花岗岩	4.54	0.12							

注:数据引自文献[1],氧化物单位为%。

将似斑状(黑云母)花岗岩与世界酸性岩进行对比(表 2)发现,似斑状(黑云母)花岗岩中微量元素 Sn、W、Mo、Cu、Pb、Zn、Ag 含量均高于世界酸性岩,其中 Sn 可达世界酸性岩的 8.33 倍,推测似斑状(黑云母)花岗岩为成矿提供了丰富的物质来源。

表 2 似斑状(黑云母)花岗岩微量元素含量

Table 2 Contents of trace elements of porphyritic (biotite) granite

岩石名称	Sn	W	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag
似斑状(黑云母)花岗岩	25	2.3	2.1	43	31	148	0.08
世界酸性岩	3	1.5	1.1	20	21	60	0.05

注:数据引自文献[1],微量元素单位为×10<sup>-6</sup>。

此外,矿区见有中细粒花岗岩( $\gamma_5^{2-2b}$ )、闪长玢岩( $\delta\mu_3^{3-2b}$ ),规模均较小,多以脉岩产出。中细粒花岗岩是成矿岩浆演化到最晚阶段的产物<sup>[1]</sup>,矿化蚀变不明显,推测其与成矿关系不大。闪长玢岩成岩年龄为 91.0Ma<sup>[1]</sup>,形成于燕山晚期,属于成矿期后

岩浆活动,与本区成矿无关。

2.4 围岩蚀变

受深部岩浆热液、含矿热液等活动影响,矿区岩石蚀变发育。结合前人对周边锡矿床蚀变特征研究<sup>[3,8-11,14]</sup>,根据野外地质观察,总结曲水坑锡矿床蚀变特征主要有以下几点:

①高岭土化:主要在地表及浅部发育,尤其沿裂隙面发育明显。高岭土化是酸性低温热液对火山岩蚀变作用而形成,为后期浅部蚀变。

②(弱)硅化:不仅在上部火山岩中分布,且在深部似斑状(黑云母)花岗岩内也有发育。富硅流体作用于围岩导致硅化,显微镜下硅化石英多呈他形粒状、团块状及不规则状,矿化强烈地段岩石硅化明显。

③(弱)绿泥石化:主要在上部火山岩中分布,多在硅化上部发育,部分与硅化共同发育。绿泥石化是由高中温演化到中温热液期间的产物,显微镜下绿泥石呈条痕状集合体,矿化发育的周围多见绿泥

石化。

④钾化:主要在上部火山岩与深部花岗岩接触部位发育,局部沿裂隙形成钾长石小细脉,呈浅肉红色、肉红色。

⑤局部地段见少量萤石化、绢云母化、黄玉化。  
热液多期次、多阶段活动导致上述蚀变相互重叠、同时出现,蚀变分带不明显,但整体上从地表至深部,大致可分为:高岭土化带、(弱)绿泥石化带、(弱)硅化带、钾化带等,并随深度增加逐渐过渡。其中,硅化发育范围广,反应高温热液活动与成矿关系密切;绿泥石化发育较广泛,反应热液活动中低温期,与成矿有关;钾化主要指示深部中酸性岩浆活动;高岭土化反应后期浅部蚀变,与成矿关系不大。

### 2.5 地球化学特征

前人应用土壤地球化学测量,在周边及区域开展矿产预测取得了较好的找矿效果<sup>[4, 6, 13]</sup>,说明土壤地球化学测量适合在该区开展找矿工作。1:2.5 万土壤地球化学测量数据显示<sup>[6]</sup>,岩背—上湾—矿背锡异常明显,呈北东向展布,延伸至矿区西南部。矿区内显示二级锡异常浓度分带(图 2),一级异常线  $80\times 10^{-6}$ ,二级异常线  $320\times 10^{-6}$ ,锡异常值最高  $>320\times 10^{-6}$ 。锡异常反映矿区深部有高温热液活动,在异常区内发现南区东西向隐伏矿体,在锡异常区北部发现北区北东向矿体(北部地形较高异常向南迁移),说明其为有利找矿异常区。

## 3 矿床特征

### 3.1 矿体特征

#### 3.1.1 北区矿体特征

北区矿体主要赋存于流纹质晶屑熔结凝灰岩中,矿体与围岩多呈渐变关系,呈细脉状、透镜状、扁豆状,形态较复杂(图 5)。总体走向北东,倾向北西,平均约  $323^{\circ}$ ,倾角为  $30^{\circ}\sim 42^{\circ}$ ,平均约  $35^{\circ}$ 。工程控制矿体海拔标高为 26~575 m,其中 120~300 m、380~540 m 为两个主要赋矿空间。N0 线以西矿体露头较好,主要在标高为 380~540 m;N0 线以东多为隐伏矿体,主要在标高为 120~300 m。北区共发现一定规模矿体 25 条,矿体沿走向延伸 50.0~646.6 m,平均延伸约 181.6 m。矿体倾向延深 31.7~318.4 m,平均延深约 134.4 m。矿体厚度为 0.97~6.99 m,平均厚度约 2.43 m,厚度变化系数 64.85%。矿体中 有用组分锡分布均匀,品位为 0.11%~0.64%,平均品位 0.22%,品位变化系数 54.02%。矿体内部结构复杂,低品位矿体与无矿夹石断续出现。

#### 3.1.2 南区矿体特征

南区矿体主要赋存于流纹质晶屑熔结凝灰岩中,深部局部地段围岩为似斑状(黑云母)花岗岩。矿体与围岩呈渐变关系,多呈脉状、细脉状、透镜状,形态复杂(图 6)。矿体走向总体呈东西向,倾向南,平均约  $180^{\circ}$ ,倾角为  $76^{\circ}\sim 79^{\circ}$ ,平均约  $78^{\circ}$ 。工程控制矿体海拔标高为 74~493 m。矿体为隐伏矿,主要赋矿空间标高为 140~400 m,西段矿体赋存较浅,往东矿体埋藏变深。南区共发现 8 个具有一定规模锡矿体,矿体走向延长 82.9~250.4 m,平均延长约 175.7 m。矿体倾向延深 40.0~226.2 m,平均延深约 106.2 m。矿体厚度较稳定,为 1.05~5.05 m,平均厚度 2.56 m,厚度变化系数为 55.85%。矿体中 有用组分锡分布较均匀,品位 0.12~0.34%,平均品位 0.21%,品位变化系数为 36.89%。矿体内部结构相对简单,未见无矿夹石。

### 3.2 矿石矿物组分

金属矿物见氧化物和硫化物,主要为锡石、黄铁矿、闪锌矿、褐铁矿,少量黄铜矿、方铅矿、黑钨矿,微量辉银矿、辉钼矿、毒砂、辉铋矿、磁黄铁矿、磁铁矿等;非金属矿物主要见酸性岩组成的矿物以及热液蚀变矿物,主要有钾长石、石英、斜长石、黑云母,少量绿泥石、萤石、高岭土、绢云母,微量黄玉、磷灰石、绿帘石等。

### 3.3 矿石结构、构造

矿石结构主要有半自形—他形粒状、交代溶蚀等(图 7、A、B)。

矿石构造以细脉状和浸染状等构造为主(图 7、C、D),其次为斑点状、团块状等。

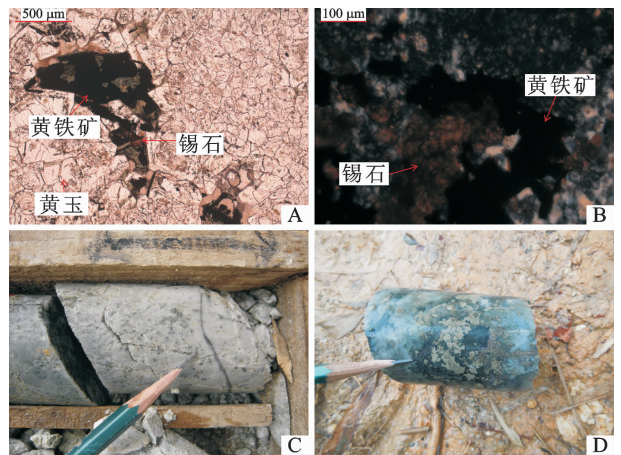


图 7 矿石结构构造图

Fig. 7 Texture and structure of ores

A-半自形—他形粒状结构;B-交代溶蚀结构;C-细脉状构造;D-浸染状构造

3.4 矿石类型

根据有用组分含量及其变化,矿区主要为锡矿石,局部见少量铅锌银矿石、铜钨锌矿石、钨矿石、锌矿石。根据矿物组合特征,矿区主要为锡石—硫化物型矿石。根据构造类型划分为细脉状锡矿石、浸染状锡矿石。根据含矿岩石划分为流纹质晶屑熔结凝灰岩锡矿石、似斑状(黑云母)花岗岩锡矿石。

4 矿床成因及成矿过程

4.1 矿床成因探讨

密坑山岩体锆石 U-Pb 年龄和全岩 Rb-Sr 年龄分别为  $136.0 \pm 1.7\text{Ma}$  和  $124.5 \pm 0.7\text{Ma}$ <sup>[17]</sup>,区内似斑状(黑云母)花岗岩深部可能与密坑山岩体相连,该年龄可以代表本区成岩年龄。密坑山锡矿田辉钼矿 Re-Os 模式年龄为  $114.0 \pm 1.6\text{Ma} \sim 120.2 \pm 5.3\text{Ma}$ ,指示区内成矿延续时间较长<sup>[17]</sup>。可知曲水坑锡矿床成岩、成矿均属于燕山中期,但成矿年龄明显晚于成岩年龄。钻孔深部似斑状(黑云母)花岗

岩中局部位段见有锡矿体发育,也说明成矿年龄明显晚于成岩年龄。

曲水坑锡矿位于锡坑迳锡矿田,其成因与周边的淘锡坝锡矿类似<sup>[5,7,15]</sup>,均受构造作用控制,为岩浆期后高一中温热液交代充填型矿床。

4.2 成矿过程探讨

从岩浆—流体演化过程的锡地球化学性状可知,与花岗岩有关锡矿床的锡可由花岗岩岩浆提供<sup>[20]</sup>。通过分析区域构造、矿区构造、矿床地质及控矿特征,认为曲水坑锡矿成矿与构造作用有关,矿体多沿早期断层破碎带、裂隙等发育,且成矿期矿化蚀变强烈,成矿前断裂特征多被掩盖。在前人对锡坑迳地区矿床成矿模式研究的基础上<sup>[1,3,5,15]</sup>,结合曲水坑锡矿床地质特征、矿床成因,总结其成矿过程为:似斑状(黑云母)花岗岩形成之后,岩浆分异的含矿热液沿成矿期断层破碎带、裂隙等导矿构造运移并在有利部位富集成矿,因而矿体不仅在上部火山岩中分布,而且在深部似斑状(黑云母)花岗岩中也有发育(图 8)。

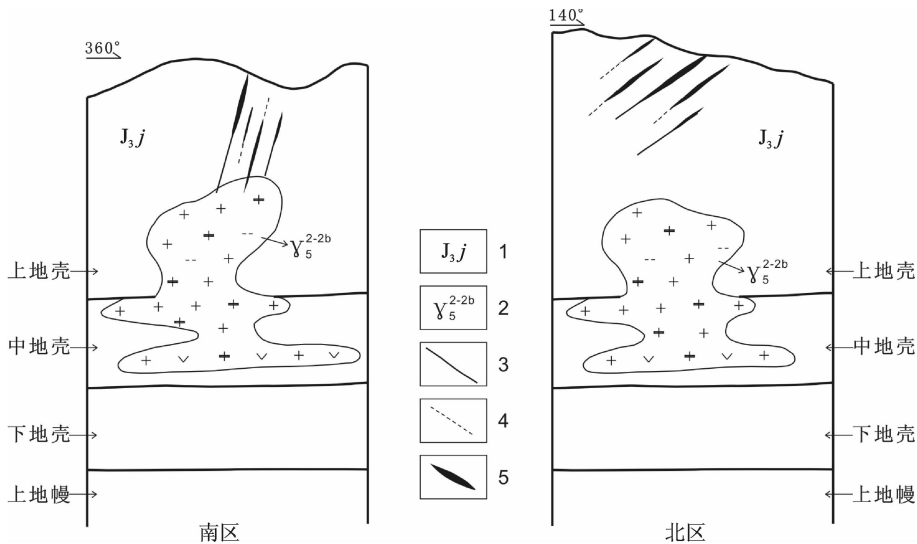


图 8 曲水坑锡矿成矿模式简图(据文献[3,15]修编)

Fig. 8 Sketch metallogenic model of the Qushuikeng tin ore deposit

1-鸡笼嶂组;2-似斑状(黑云母)花岗岩;3-断层;4-裂隙;5-锡矿体

5 找矿标志及找矿前景

5.1 找矿标志

(1) 岩浆岩标志

似斑状(黑云母)花岗岩与锡矿化关系密切,为成矿提供丰富的物质来源。似斑状(黑云母)花岗岩的前锋、突变以及凸出部位往往发育较好的锡矿体(图 5、6),且黄铁矿化、硅化等矿化蚀变强烈,这些部位为有利的找矿标志。

(2) 构造标志

曲水坑锡矿位于锡坑迳锡矿田东部,矿区内北北东向、北东向、东西向、北西向四组断层构造发育,并发育一系列裂隙。成矿期含矿热液沿断层破碎带、裂隙等导矿构造运移并在有利部位富集成矿。因而,研究构造发育特征有利于指导找矿。

由矿区构造特征可知,北东向断层、北北东向裂隙与北区矿体空间展布关系密切,可作为北区找矿标志;东西向断层、北东向裂隙与南区矿体空间展

布关系密切,可作为南区找矿标志。

(3)赋矿地层和赋矿围岩标志

鸡笼嶂组二段( $J_3j^2$ )为曲水坑锡矿主要赋矿地层,从矿体特征看,锡矿体不仅赋存于流纹质晶屑熔结凝灰岩中,且深部局部地段围岩为似斑状(黑云母)花岗岩。

勘查中要注重研究鸡笼嶂组二段流纹质晶屑熔结凝灰岩的分布特征,同时加强对似斑状(黑云母)花岗岩中锡矿化的观察。

(4)围岩蚀变标志

硅化反映含矿热液活动,锡矿化发育部位岩石往往硅化较强,且较致密坚硬,因而硅化可作为找矿标志。

受含矿热液影响,矿区黄铁矿化(地表多氧化为褐铁矿化)强烈,且多与锡石紧密共生,可作为找矿标志。

(5)地球化学标志

1:25000 土壤地球化学测量可以快速缩小找矿范围,提供有利找矿的异常区。锡异常区与南区隐伏矿体、北区部分矿体分布范围基本对应,指示高温热液活动,可指导快速找矿,为有利的地球化学找矿标志。

(6)铁帽标志

矿体露头经地表风化往往呈黄褐色、棕红色,硫化物经氧化变为褐铁矿等铁帽,是寻找矿体的地表标志。

(7)民采标志

老硐、民采坑等表示矿体和矿化的位置,可观察到矿(化)体产状、延伸及围岩蚀变特征等,可为找矿提供有利信息,是寻找矿体的直接标志。

5.2 找矿前景分析

(1)曲水坑锡矿床位于武夷山成矿带南段锡坑迳锡矿田东部,成矿地质条件优越。区域金属矿产资源丰富,已发现锡、金、铜、铅、锌、铁、锰矿床(点)多处,包括国内外著名的岩背锡矿床、淘锡坝锡矿、红山铜矿床和紫金山铜金矿床。

(2)通过现阶段勘查,曲水坑锡矿床控制的 333+334 锡金属量已超过 5000t,具有中一大、甚至大型锡矿找矿前景。

(3)北区矿体沿走向、倾向延伸较好。沿北东走向进行探索,深部均发现锡矿体(图 5),说明北区锡矿体沿北东向延伸较稳定,有较大找矿空间。由于现阶段工程有限,大部分矿体沿走向和倾向均未控制边界,具有较大的找矿潜力。

(4)南区主要沿走向对矿体进行追索和控制。

通过 S0 线对锡矿体沿倾向进行探索(图 6),沿倾向方向矿体延伸稳定,厚度稳定、品位较富,说明南区锡矿体沿倾向延伸可观,找矿潜力较大。多数矿体沿倾向和走向边界尚未控制,找矿前景可观。

(5)现阶段勘查圈定的矿体中很多为单工程控制,下一步进行加密追索和控制,锡资源量将有较大提升。

(6)钻孔内局部地段发现少量铅锌银矿体、铜钨锌矿体、钨矿体、锌矿体,说明矿区尚有铜、钨、铅、锌、银等共(伴)生资源。

**致谢:**成文过程中得到唐峰林教授级高工、刘细元教授级高工的指导,在此表示感谢!

参考文献

[1] 黄常立,唐维新,桂永年,等. 会昌岩背式斑岩型锡矿[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997:1-132.

[2] 杨明桂,王光辉,徐梅桂,等. 江西省及邻区滨太平洋构造活动的基本特征[J]. 华东地质,2016,37(1):10-18.

[3] 周济元,崔炳芳,陈宏明,等. 赣南红山—锡坑迳地区铜锡矿地质及预测[M]. 北京:地质出版社,2000:1-195.

[4] 鄢新华. 多信息方法在锡坑迳矿田找矿预测中的应用[J]. 地质与勘探,1994,13(2):61-64.

[5] 徐贻赣,许建祥,刘孔隆. 会昌县淘锡坝锡矿地质特征、成因初探及找矿意义[J]. 江西地质,2001,15(2):119-124.

[6] 罗春林,刘高峰,左组发. 赣南坪市花岗岩体 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及构造意义[J]. 华东地质,2016,37(2):79-88.

[7] 李雪琴,赵运平,吴正昌,等. 江西会昌锡坑迳锡矿田成矿规律研究[J]. 资源调查与环境,2013,34(2):109-115.

[8] 朱正书. 江西会昌岩背锡矿床地质特征及矿床类型的划分[J]. 矿床地质,1990,9(4):325-331.

[9] 熊小林,朱金初,刘昌实,等. 江西岩背斑岩锡矿蚀变分带及其主要蚀变岩的地球化学特征[J]. 矿床地质,1994,13(1):1-10.

[10] 梅勇文. 岩背斑岩型锡矿床地质特征与预测标志[J]. 地质与勘探,1994,12(1):13-9.

[11] 沈渭洲,王德滋,刘昌实,等. 岩背斑岩锡矿特征和成因[J]. 高校地质学报,1996,2(1):85-91.

[12] 唐维新,赵赣. 岩背矿床成矿地质条件及构造复合控岩控矿特征[J]. 江西地质科技,1997,24(4):151-158.

[13] 廖显珍,梅勇文. 会昌岩背锡矿田地球化学特征及隐伏矿床预测异常指标探讨[J]. 江西地质,1999,13



(2): 119-125.

[14] 梅玉萍,李华芹,王登红,等. 江西岩背斑岩锡矿的成岩成矿时代及其地质意义[J]. 地球学报, 2007, 28(5): 456-461.

[15] 徐敏林,张国培,漆富勇,等. 江西省会昌县淘锡坝大型锡矿床构造控矿机制探讨[J]. 资源调查与环境, 2011, 32(4): 256-266.

[16] 朱正书. 江西会昌锡坑迳矿田中花岗岩与火山岩的演化关系及锡矿化[J]. 地质与勘探, 1991, 5(1): 9-13.

[17] 邱检生,蒋少涌,胡建,等. 同位素年代学研究对江西会昌密坑山锡矿田成矿作用的启示[J]. 岩石学报, 2006, 22(10): 2444-2450.

[18] 梁景时,漆富勇,胡论元,等. 江西安远圆岭寨矿区钼矿床地质特征及矿床成因探讨[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1327-1337.

[19] 孙社良,张寿庭,顾文帅,等. 河南栾川 Mo 多金属矿集区构造地球化学特征及找矿预测[J]. 地质与勘探, 2013, 49(3): 405-416.

[20] 毛骞,孙世华,赵善仁. 岩浆—流体演化过程中锡的地球化学性状[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1998, 17(4): 258-262.

# Geological characteristics of the Qushuikeng Sn ore deposit in Huichang, Jiangxi Province and analysis for the prospect potential

SUN She-liang, ZHU Chang-jie, LI Yong-ming, LI Ji-ming, NIE Long-min, YANG Xi-hao

(Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China)

**Abstract:** The Qushuikeng Sn ore deposit in the east of the Xikengjing tin ore field is tectonically located in the intersection between the eastern section of the Nanling E W-trending tectonic belt and the southern section of the Wuyishan NNE-trending tectonic belt. All this indicates its favorable geological condition. Based on the regional and ore deposit geology, this study classified the Qushuikeng Sn ore deposit into post-magmatic high and medium-temperature hydrothermal fissure filling-metasomatic type deposit. The formation of porphyritic biotite granite was followed by that ore-bearing hydrothermal fluids differentiating from magma migrated along the faults and fractures into favorable sections to form ore deposits. This study summarized prospecting criteria, such as magmatic rocks, structure, ore-bearing strata and country rocks, alteration, geochemistry, and gossan, and analyzed extension, thickness, grade variation and associated mineral resources, providing some references for seeking the deposits of the same type in this area.

**Key words:** deposit's characteristics; genesis; prospecting guide; exploration prospect; Qushuikeng

