

## 肖板及其外围金矿成矿规律与找矿方向

吴淦国 陈柏林 黄仁生 吴建设 张 达

**摘要：**肖板及外围地区是闽中“金三角”，矿点(床)众多。该区有利的成矿、控矿构造条件、麻源群变质岩以及燕山早期岩浆活动是金矿成矿的最重要因素，也是找矿的主要标志。金矿床以与燕山早期岩浆岩有关的岩浆热液型为主，矿化类型以构造蚀变岩型为主。肖板、龙门场、杨梅、徐州、岭头坪、葛坑是有利的找矿远景区，特别是火山拗陷区内的金矿点或小型金矿床集中区，应注意寻找盖层之下基底变质岩系中与肖板类似的大、中型金矿床。

**关键词：**金矿；成矿规律；找矿方向；福建肖板

**中图分类号：**P612, P618.51

**文献标识码：**A

### METALLOGENIC REGULAR OF GOLD DEPOSIT IN XIAOBAN, FUJIAN, AND ITS VICINITY AND THEIR FURTHER EXPLORATION

WU Gan-guo<sup>1</sup>, CHEN Bai-lin<sup>2</sup>, HUANG Ren-sheng<sup>3</sup>, WU Jian-she<sup>3</sup>, ZHANG Da<sup>2</sup>

(1. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

2. *Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China;*

3. *West Fujian Geological Party, Fujian Sanming 365001, China.*)

**Abstract :** With more than 20 gold deposits (or gold ore spots) and favorable ore-forming conditions, Xiaoban and its vicinity are a concentric area of gold deposit in middle part of Fujian. The main metallogenic and ore-controlling factors for the gold deposit in the area are a favorable assemblage of metallogenic and ore-controlling structures, the metamorphic rocks of Proterozoic Mayuan Group and the intermediate acid magmatic activity in the early Yanshanian; and all these are also the important prospecting criteria. The main kind of gold deposit is magmatic hydrothermal type, and the altered fractured rock type predominated in gold mineralization. The targets of further gold ore exploration in the area are as follows: Xiaoban, Longmenchang, Yangmei, Xuzhou, Lingtouping and Gekeng. Particularly more attention may be paid to the minor scale gold deposits or gold ore spots situated in volcanic depression and to altered fractured rock type gold deposits like Xiaoban-Shuangqishan in the Mayuan Group metamorphic rocks beneath the volcanic cover rock.

**Key words :** gold deposit; metallogenic regular; further exploration; Xiaoban of Fujian

福建省尤溪、德比、永泰三县交界处的肖板及其外围地区处于政和—大埔断裂带中段南东侧、闽中前寒武纪隆起区；次级构造单元位于东华-大铭山火山基底隆起带和永泰-德化火山喷发带的交接部位<sup>[1]</sup>。矿区出露中元古界麻源群变质岩，零星出露加里东-印支期片麻状中酸性岩体和燕山晚期中酸性岩脉<sup>[2]</sup>。金矿体赋存于麻源群中，受其中的低角度正断层(剥离断层)的控制，倾角平缓(5°~25°)，并呈波状起伏。从S、Pb、H、O同位素、初始铀比值、REE等反映出成矿物质主要来源于麻源群，并有少量岩浆物质的加入，成矿时代为燕山早期；成矿流

体主要为岩浆水，并有大气降水的混入；成矿温度190 ~ 244 ，矿化类型以构造蚀变岩型为主，部分石英脉型。

肖板及外围地区金矿点(床)密布，已发现中型矿床1处，小型矿床6处，矿点21处 [3]。

### 1 矿床类型

本区金矿床可分为内生(原生)金矿和砂金矿床两类，其中以内生金矿为主，且大多以岩浆热液型或与岩浆热液有关的类型为主。按照成矿环境、赋矿岩石和矿石组合特征等可划分为：(1)构造蚀变岩型；(2)石英脉型；(3)铁帽型；(4)砂金。其中又以构造蚀变岩型和石英脉型为主(图1)。

构造蚀变岩型金矿包括产于前寒武系麻源群中受低角度正断层(剥离断层)控制和产于中生代火山岩中受陡倾角断裂控制的两种类型；前者主要分布于肖板地区，赋矿围岩为麻源群变质岩，矿体受蒲洋变质核杂岩北西侧的低角度正断层(剥离断层)控制，目前区内唯一的中型矿床(肖板-双旗山金矿床)即属于此类。第二种类型的金矿床分布于上侏罗统南园组中酸性火山岩或长林组陆相含火山碎屑岩中，受陡倾角构造破碎带控制。

石英脉型金矿床产于包括麻源群变质岩、古生代地层、中生代火山岩及片麻状岩体等各种围岩中，受陡倾角断裂控制。

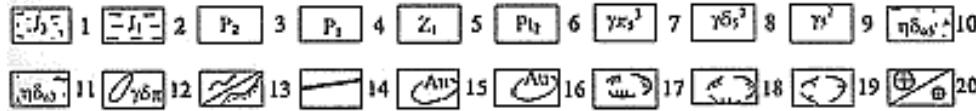
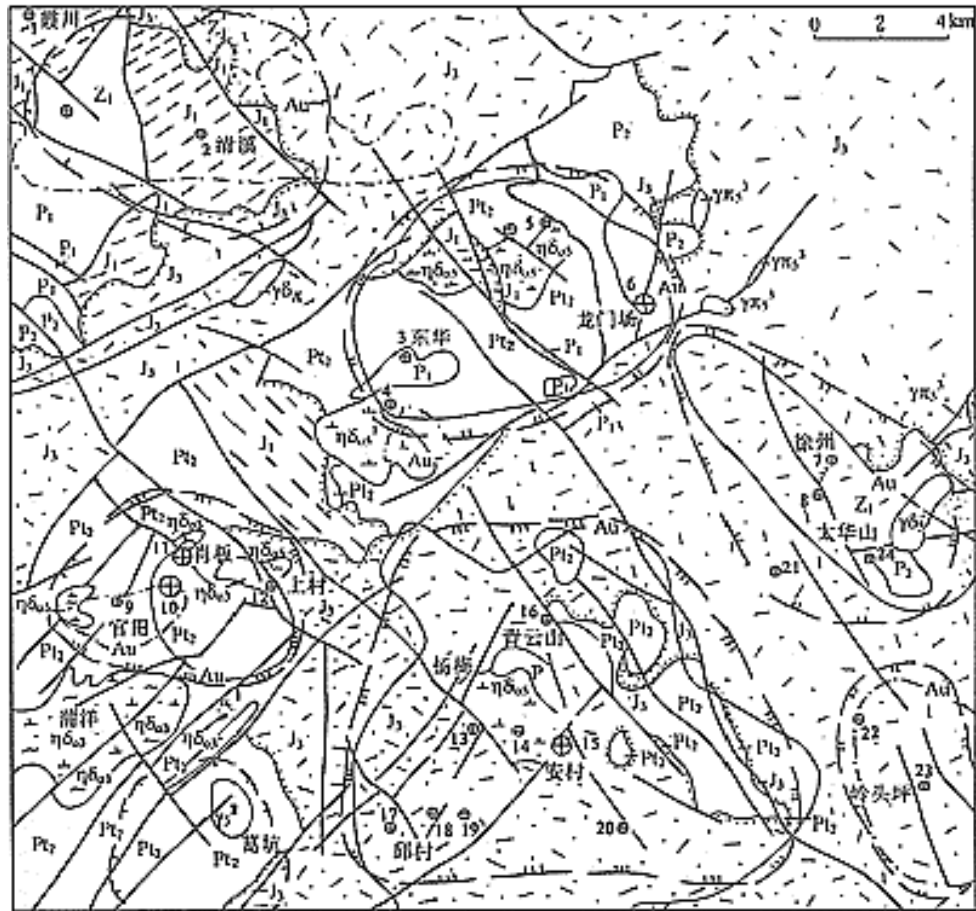


图1 福建省尤溪县肖板及外围地区金矿分布及成矿预测图  
(据闽西队资料修编)

Fig.1 Map of gold-ore distribution and prediction in Xiaoban and its vicinity, Youxi, Fujian

- 1.上侏罗统; 2.下侏罗统; 3.上二叠统; 4.下二叠统; 5.下震旦统; 6.上元古界;  
7.花岗斑岩; 8.花岗闪长岩; 9.黑云母花岗岩; 10.石英二长闪长岩; 11.片麻状石英二长闪长岩;  
12.花岗闪长斑岩; 13.地质界线/不正合界线; 14.断裂; 15.金重砂异常; 16.水系沉积物金异常;  
17.A类预测区;  
18.B类预测区; 19.C类预测区; 20.金矿床/金矿点

## 2 金矿成矿规律

### 2.1 成矿物质来源

区内各组地层金元素平均丰度一般较低, 大于 $5 \times 10^{-9}$ 的仅有二叠系童子岩组( $P_{1t}$ )和麻源群卓地组( $Pt_{2z}$ )和葛坑组( $Pt_{2g}$ ), 分别为 $5.8 \times 10^{-9}$ 、 $11.9 \times 10^{-9}$ 和 $6.2 \times 10^{-9}$ (表1)。区内岩浆岩金元素丰度变化于 $1 \times 10^{-9} \sim 21.9 \times 10^{-9}$ , 但加里东-印支期变形岩体(石英闪长岩、石英二长闪长岩及二长闪长岩、二长花岗岩、花岗闪长岩)含金普遍比较高, 少数燕山早期二长花岗岩(仙公仑岩体)含金丰度也很高, 而燕山晚期多数岩浆岩含金较低(表2)。

表1 肖板及外围地区地层金丰度一览表(据文献 [ 2 ] 和闽西队等资料统计)

Table 1 Gold content of all strata in Xiaoban and its vicinity

时 代	地层单位	1/5万区调结果		有关科研成果	
		Au/ $10^{-9}$	样品数	Au/ $10^{-9}$	样品数
中 生 界	南园组( $J_3n$ )	1.88	54	1.51	234
	长林组( $J_3c$ )	2.55	33	2.2	43
	漳平组( $J_2z$ )	1.04	10	—	—
	梨山组( $J_3l$ )	0.77	15	0.9	25
	文宾山组( $T_3w$ )	0.67	6	1.8	8
上古生界	翠屏山组( $P_2cp$ )	1.42	6	1.4	6
	童子岩组( $P_{1t}$ )	6.30	19	5.8	21
	文笔山组( $P_{1w}$ )	4.35	2		
	栖霞组( $P_{1q}$ )	2.5	1		
上元古界	稻香组( $Zdx$ )	1.43	13	1.4	11
中元古界	麻 葛坑组( $Pt_{2g}$ )	6.2	6	6.2	6
	源 卓地组( $Pt_{2z}$ )	16.0	13	9.9	26
	群 东华组( $Pt_{2d}$ )	3.9	7	4.6	12

肖板金矿石的  $^{34}\text{S}$ 平均为-3.9‰，在频数图上呈峰值突出的单峰式，与未蚀变矿化的变粒岩(-2.6‰)接近。说明矿床中的硫很可能主要来源于麻源群变质岩(由大洋壳-9.2‰和深海浊流沉积-5.6‰组成)，但明显受到重熔型花岗质岩浆岩源硫(+4‰~+10‰)的影响和混入。铅同位素多数投影点位于造山带偏向地幔一侧，反映出本区铅来源具造山带特色(即燕山期重熔型花岗岩来源)。锶同位素初始锶比值( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>i0</sub>=0.7146~0.7151，该结果>0.7071，说明与蚀变相关的热液来源以重熔型岩浆岩为主。所以，成矿物质主要来自基底变质岩，部分来自变形花岗岩，成矿流体与燕山早期岩浆岩有关[2,3]。

按区内26个内生金矿点(床)统计所赋存的层位，可发现麻源群占23.1%，震旦系和二叠系各占7.7%，侏罗系占50%，岩体占11.5%，似有明显的选择性，即以麻源群和侏罗系为主；然而，若用上述比例除以相应地层或岩体的出露面积，发现单位面积内各地层或岩石中金矿点(床)分布的几率基本相近，因此，层位控制特征不明显。

表2 肖板及外围地区主要侵入岩金丰度表(据文献[2]和闽西队等资料统计)

Table 2 Gold content of main intrusive rocks in Xiaoban and its vicinity

期次	岩性	1/5万区调成果		有关科研成果		代表性 岩体
		Au/10 <sup>-9</sup>	样品数	Au/10 <sup>-9</sup>	样品数	
燕山晚期	花岗斑岩( $3d_5$ )	7.58	6	6.3	10	
	钾长花岗岩( $3c_5$ )	-	-	0.2	1	
	二长花岗岩( $3b_5$ )	-	-	0.4	7	
	石英二长斑岩( $o3a_5$ )	1.6	2	-	-	
	花岗闪长岩( $3a_5$ )	3.7	1	1.8	9	
	石英闪长岩( $o3a_5$ )	1	4	1.1	8	
燕山早期	二长花岗岩( $2-3c_5$ )	20	1	20	1	仙公仑岩体
印支期	石英二长岩( $o1c_5$ )	4.6	1	4.6	1	安村岩体
	石英二长闪长岩( $o1b_5$ )	3.7	2	3.6	3	祭坑岩体
	石英闪长岩( $o1a_5$ )	1.7	1	-	-	浸坪岩体
	二长花岗岩( $1_5$ )	-	-	0.5	4	桂洋岩体
加里东期	花岗闪长岩( $3e_3$ )	21.9	1	-	-	岭边岩体
	石英二长岩( $o3d_3$ )	15.35	2	-	-	蒲洋岩体
	石英二长闪长岩( $o3c_3$ )	2.4	2	8.9	4	仙亭洋岩体
	闪长岩( $3b_3$ )	3.2	1	-	-	大蛇岩体
	黑云母角闪岩( $o3a_3$ )	1.55	2	-	-	吉安岩体

在金矿床分布区之下存在较广泛的麻源群基底，而这个基底乃是提供矿源物质的。所以，不论其上有无侏罗系盖层，只要构造条件和岩浆热动力条件合适就可以形成矿床，矿源岩是整个麻源群变质岩。这与浙江治岭头金矿床非常相似<sup>[4]</sup>。

## 2.2 构造控矿特征

(1)区域构造格局控制成矿带的分布 从区内现有金矿分布来看，绝大多数在东华~大铭山火山基底隆起(区内为东华~葛坑火山基底隆起)区及其两侧火山拗陷带邻近火山基底隆起的地区(图1)，构成了尤溪-德化-永泰毗邻地区的金矿集中区(带)。反映出金矿床与以麻源群为主的基底岩系的关系。

(2)次级构造控制矿田的分布 除直接出露麻源群变质岩的隆起带外，在火山拗陷区内的次级隆起区是金矿田的分布区。如杨梅~安村一带，虽然大多数金矿床直接赋矿围岩为侏罗系或岩体，但该区有零星的麻源群变质岩出露，反映出它是次级基底隆起区，火山岩盖层较薄；在徐州、大华山一带虽未出露麻源群变质岩，但有震旦系出露，同样是次级基底隆起区；七官场~清流一带也是如此，而淳湖~岭头坪一带虽然未出露基底岩系，但推测基底岩系不会太深。

(3)区域性断裂构造的控矿特点 区内发育NE向龙门场-葛坑断裂带、东华-芹菜洋断裂带、吉华-杨梅断裂带和NW向 FDA1·头-龙塔断裂带、 FDA1·坑-淳湖断裂带、古迹口-安村断裂带。这两组断裂带倾角较陡，切穿中生代火山岩盖层，直达基底变质岩系，并控制了中生代中酸性次火山岩、浅成脉岩的分布，沟通了岩浆活动、基底变质岩和火山岩盖三个层次地质体。这对于金矿成矿作用至关重要，导致了深层次岩浆热动力对金矿源层中金等元素的活化分异，含矿热液迁移，促使中浅层次地下水的循环，盖层与基底元素的交换等成矿作用过程，起到了导矿和控矿的作用。因而区内大多数金矿床除了受基底和次级隆起等控制外，也受这些脆性断裂带的控制，特别是在NE向断裂和NW向断裂的交汇部位，上述作用会更加强烈，这是形成矿床或矿床集中区(矿田)的必要条件。

(4)区内不整合构造及其控矿作用 区内各构造层之间有多个不整合面，但是，侏罗系火山岩与基底变质岩(以麻源群为主、少数震旦系变质岩)之间的不整合对金矿是至关重要的构造。由于金的成矿物质来源于麻源群变质岩，而热动力条件以岩浆作用为主(包括侵入和喷出)，且大多数金矿床均分布于麻源群变质岩出露区及其周边，作为新、老岩层界线(不整合)的上下是金矿床分布的集中带，区内如上村、徐州、青云山、龙门场等金矿床都分布于不整合面附近或不远处即是例证。目前已在变质岩中发现肖板大型金矿，那么，在火山岩中如星星般的众多小金矿之下的变质岩中很可能有大型金矿床存在。

(5)不同构造单元的不同控矿构造型式 隆起带内的金矿床是受在蒲洋变质核杂岩基底剥离带基础上发育的低角度正断层和核杂岩近核部陡角度断层的控制；在火山拗陷区的金矿床主要受陡倾角为主的脆性小断裂及破碎带控制，褶皱构造对矿化控制不明显。尽管肖坂—双旗山一带矿带呈波状起伏，但各处含矿构造都比较一致指示上盘向NW相对运动，说明这种波状起伏很可能是低角度正断层本身的起伏<sup>[5]</sup>。

## 2.3 岩浆岩与成矿的关系

肖板金矿床氢氧同位素测定结果为  $^{18}Q_Q=11.0\text{‰} \sim 11.7\text{‰}$ ，与花岗岩相当( $+7\text{‰} \sim +12\text{‰}$ ，福尔，1986)；相应包裹体水的氢同位素  $D=-43\text{‰} \sim -63\text{‰}$ 。根据Clayton(1972)等关系式换算求得的成矿流体中水的  $^{18}O_{\text{水}}$ 为 $2.59\text{‰} \sim 3.31\text{‰}$ 。在  $D-^{18}O$ 投影图上投影点位于岩浆岩与变质水的混合流体之左侧，表明以岩浆水为主，变质水次之，并有一定的大气降水混入。此外，燕山早期强烈的岩浆活动为成矿提供了热动力学条件，促使了成矿物质的活化、迁移和地下水的循环及元素交换，导致金矿床的形成。

## 2.4 成矿时代

肖板金矿床中与测定矿化密切相关的绿泥石Rb-Sr等时线，确定成矿年龄为182 Ma~196 Ma。这个成矿年龄相当于燕山早期，但产于火山岩中的金矿床可能形成于燕山中至晚期<sup>[2]</sup>。

## 2.5 与矿化有关的蚀变

区内与金矿化有关的蚀变有硅化、黄铁矿化、绿泥石化、绢云母化、黄铜矿化、方铅矿

化、方解石化等。

## 2.6 矿床成因分析

本区成矿作用过程可以概括为：在中生代岩浆活动提供的热液和热源的作用下，麻源群变质岩中的金元素被活化，由于有区域性断裂构造的沟通，地下水受热循环及其对金元素的萃取，因而形成岩浆热液与地下水混合而成的含矿热液，并迁移至适宜的构造部位(如麻源群中的低角度正断层、侏罗系中的构造破碎带、加里东至印支期岩体中的陡倾角断裂等)富集成矿。或者，有一部分中生代岩浆是由深部麻源群变质岩熔融形成，本身就富含金元素，在侵位和结晶过程中，后期剩余岩浆已成含金流体并沿小裂隙贯入形成含金脉岩或金矿体。

## 3 找矿标志和找矿方向

火山基底隆起区和火山拗陷区两种构造单元金矿找矿标志有明显的差异。

### 3.1 火山基底隆起区找矿标志

(1)以麻源群变质岩为主体的变质岩系，是区内赋矿层位和矿源层；(2)具有在深层次变形之后叠加有浅层次低角度正断层及变质核杂岩核部陡倾角张性、张扭性断层；(3)加里东期—印支期片麻状中酸性岩的附近或其中；(4)有硅化、绿泥石化、黄铁矿化、绢云母化、方解石化等蚀变；(5)金重砂异常、水系沉积物或土壤异常区；(6)地表具褐铁矿化或蜂窝状石英。火山基底隆起区主要产出构造蚀变岩型和石英脉型金矿。

### 3.2 火山拗陷区金矿找矿标志

(1)火山拗陷内的次级隆起区或偶尔有少量基底变质岩系出露的地区，或据物探等资料分析火山岩盖层较薄、下伏基底变质岩系埋藏较浅的地区；(2)有中酸性岩脉或小岩株发育的地区，且脉岩本身有硅化和黄铁矿化；(3)区域性NE向、NW向断裂带交汇部位，并具有产状陡立的脆性断层和构造破碎带；(4)岩石具硅化，且黄铁矿呈浸染状；(5)具水系、重砂和土壤等Au异常；(6)地表具网脉状、不规则状褐铁矿化，不规则硅化岩带。火山拗陷区主要金矿类型为石英脉型和构造破碎带蚀变岩型。特别值得指出的是，在火山拗陷内金矿点或小型金矿床集中区，应注意寻找盖层之下基底变质岩系中与肖板类似的金矿床，这或许是本区金矿重大突破之所在。

### 3.3 找矿方向

根据上述成矿规律和找矿标志，可以确定区内金矿战略找矿方向是：在基底隆起区以寻找肖板式的构造蚀变岩型金矿为目标；在火山拗陷区则注重火山岩型金矿的同时，也要注意火山岩盖层较薄地区之下基底岩系中与肖板类似的构造蚀变岩型金矿床。

本区有远景的找矿地区为：肖板金矿床周围、龙门场、杨梅、徐州、岭头坪、葛坑。

基金项目：国家计委科技找矿项目(JG9471909)

作者简介：吴淦国(1946—)，男，教授，主要从事构造地质和区域成矿规律研究。

福建地矿局区域地质调查大队.1：5万街面幅、中仙幅区调报告，1991.

作者单位：吴淦国 中国地质大学，北京 100083；

陈柏林 张 达 中国地质科学院地质力学研究所，北京 100081；

黄仁生 吴建设 福建闽西地质队，福建 三明 365001

## 参考文献

- [ 1 ] 福建省地质矿床局.福建省区域地质志 [ M ] .北京：地质出版社，1985.
- [ 2 ] 张家元.福建省双旗山金矿床地质特征及成因研究 [ J ] .福建地质，1992，11(1)：17~32.
- [ 3 ] 周维 FDA2 • .闽中尤溪-德化-永泰地区金矿地质特征.成矿条件及成矿规律 [ J ] ，福建地质，1996，15(4)：199~209.
- [ 4 ] 郑明华，刘建明.论浙江治岭头金银矿床的成矿物质来源 [ J ] .矿床地质，1986，5(1)：39~52.

[5] 陈柏林, 吴淦国, 黄仁生, 等. 福建尤溪肖板金矿控矿构造特征及其对矿化的控制 [J]. 火山地质与矿产, 1998, 19(4): 321 ~ 328.

收稿日期: 1999-07-20