

# 湖北省郧西县泗峡口金矿床地质特征成矿时代及成因类型浅析

叶竹君<sup>1</sup> 石威<sup>2</sup> 何洪涛<sup>3\*</sup> 张豪<sup>3</sup>

1 湖北省地质调查院

2 湖北省地质局冶金地质勘探大队

3 湖北省地质局第八地质大队

DOI:10.32629/gmsm.v9i2.2456

**[摘要]** 南秦岭湖北口一带发育较多的金、锑矿床(点)及汞、砷矿(化)点,本文介绍了泗峡口金矿床地质特征,分析了成矿条件,探讨成因类型及成矿时代。认为其区域成矿地质背景及成矿地质条件与陕西镇旬盆地中生代沉积~改造型金、锑矿床一致,属类卡林型金矿。

**[关键词]** 微细浸染型金矿; 地质特征; 南秦岭

中图分类号: P5 文献标识码: A

## A Brief Analysis of the Geological Characteristics, Metallogenic Period, and Genesis Type of the Sixiakou Gold Deposit in Yunxi County, Hubei Province

Zhujun Ye<sup>1</sup> Wei Shi<sup>2</sup> Hongtao He<sup>3\*</sup> Hao Zhang<sup>3</sup>

1 Hubei Geological Survey Institute,

2 Metallurgical Geological Exploration Brigade of Hubei Geological Bureau,

3 The Eighth Geological Brigade of Hubei Provincial Geological Bureau,

**[Abstract]** A considerable number of gold and antimony deposits (sites) as well as mercury and arsenic mineralization points are developed in the Nankunlun area of Hubei. This paper introduces the geological characteristics of the Sixiakou gold deposit, analyzes the metallogenic conditions, and explores the genetic types and metallogenic epochs. It is concluded that the regional metallogenic geological background and conditions are consistent with the Mesozoic sedimentary-transformed gold and antimony deposits in the Zhenxun Basin of Shaanxi, belonging to the Carlin-type gold deposit

**[Key words]** Micro disseminated gold deposit; geological features; Southern Qinling Mountains

### 1 引言: 区域地质背景

泗峡口金矿区位于郧西县西北部的湖北口回族自治乡北约1km处, 矿区东西长1.08km, 南北宽0.8km, 面积0.9km<sup>2</sup>。南秦岭湖北口一带属武当—桐柏—大别成矿带西段, 是秦岭复合造山带的东延部分及陕西镇旬盆地东缘部分, 区域成矿地质背景及成矿地质条件与陕西镇旬地区一致。区内发现有泗峡口、黄家槽、天台等产于泥盆系碳酸盐岩中的微细浸染状金矿床(点)及多个中—小型锑矿床(点)、铅锌矿点、汞矿点, 显示该地区具有良好的找矿前景。泗峡口金矿区大地的构造单元隶属于秦岭褶皱系南秦岭印支褶皱带之金鸡岭复式向斜南翼东段, 处在山阳——凤镇断裂带南侧、公馆——十堰断层北侧, 东临武当山隆起之北西端<sup>[1]</sup>。

区内主要发育上古生界地层, 其中泥盆系上统铁山组下段为白云质灰岩, 系潮坪相沉积, 铁山组上段为一套细碎屑岩, 代表典型的浊流相沉积; 石炭系下统袁家沟组为一套中厚层含燧

石结核生物碎屑泥晶灰岩, 代表浊流相沉积; 石炭系下—中统泗峡口组主要为一套含炭灰岩, 富含生物化石, 系滨崖岸沼泽相沉积。矿区内无岩浆岩出露, 近东西向褶皱、东西向和北西向断层发育。金、银、锑、铅、锌、砷、汞、铜等元素异常明显, 尤其在东西向和北东向断层交汇处, 元素异常叠加集中, 找矿潜力良好。

### 2 矿区地质特征

#### 2.1 地层

矿区主要出露上古生代泥盆系和石炭系地层, 泥盆纪地层为矿区主要含矿地层。泥盆系上统铁山组(D<sub>3t</sub>): 分布于矿区中部罗家山背斜核部及南部, 呈北西—南东狭长带状展布, 为一套潮坪相沉积的白云质灰岩、泥质岩、细碎屑岩等, 发生轻微的变质作用。石炭系下统袁家沟组(C<sub>1y</sub>)、泗峡口组(C<sub>1-2s</sub>), 组成罗家山背斜翼部, 由泥质岩、碳酸盐岩及少量碎屑岩组成, 见图1。

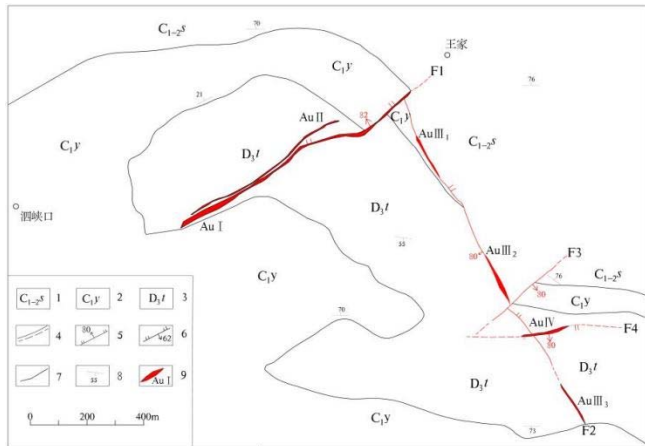


图1 泗峡口金矿区平面地质图

(1) 石炭系下统泗峡口组; (2) 石炭系下统袁家沟组; (3) 泥盆系上统铁山组; (4) 实测、推测断层; (5) 正断层及编号; (6) 逆断层及编号; (7) 地质界线; (8) 地层产状; (9) 矿体及编号。

## 2.2 构造

区域主体褶皱为泗峡口—上津褶皱束之泗峡口—药树坪倒转向斜,由四个次级褶皱组成,分别为桃园倒转向斜、罗家山背斜、刘家院倒转背斜、后印背斜。矿区处于罗家山背斜西部倾伏端,罗家山背斜为轴面北倾的斜歪褶皱,核部地层为泥盆系上统铁山组(D<sub>3</sub>t),两翼为石炭系下统袁家沟组(C<sub>1</sub>y);背斜向西倾伏,其倾伏角为10°~20°。矿区断裂构造发育,构造变形强烈。断裂主要包括北西向、北东向、近东西向,均为金矿控矿断裂。

## 2.3 岩浆岩

区内未见岩浆岩,矿区北部沿商丹断裂带岩浆岩发育,遥感解译的环形构造显示矿区深部可能有隐伏岩体存在。

## 3 矿体特征

### 3.1 矿体特征

矿体产于石炭系下统袁家沟组(C<sub>1</sub>y)含燧石结核生物碎屑泥晶灰岩、泥盆系上统铁山组(D<sub>3</sub>t)钙质页岩夹薄层灰岩层或互层的岩层中。共圈出4个矿体,矿体严格受北东向断裂(I、II)、北西向(III)和近东西向断裂(IV)控制,I号矿体规模最大,II号矿体次之。矿体呈似层状或透镜状,矿脉走向波状起伏,倾向近直立,局部略反倾,揉皱发育。I、II号矿体产状323~335°∠75~80°,III号矿体地表由3个不连续的小矿体构成,产状210~255°∠84~85°,IV号矿体产状175~185°∠87°。矿区共求得金推断资源量2664kg,矿床平均品位2.36g/t。

### 3.2 矿石特征

#### 3.2.1 矿石类型

矿石依氧化程度划分为氧化矿石、混合矿石与原生矿石三类。氧化矿石主要矿物组成为褐铁矿、粘土矿物及方解石,矿石呈红褐色、铁锰红色或铁锰黄色。褐铁矿是最重要的载金矿物,金主要以超细粒形式赋存于褐铁矿和水云母里,或呈游离金形

式,在构造岩和泥页岩中相对富集。氧化矿石一般分布于地表以下5~15m氧化带内。原生矿石多由热液充填交代构造岩及近旁页岩形成,呈灰色、蓝灰色至深灰色。微细粒状黄铁矿含量较高,局部见针状毒砂矿化,方解石化与黄铁矿化作用较强。含矿热液主要沿构造岩裂隙、页岩层理或页岩与灰岩接触界面充填成矿,局部发生强交代作用,形成稠密浸染状黄铁矿化矿石,同时伴随似碧玉岩化(硅化、脱碳酸盐化)。混合矿石:介于两者之间,一般深度15~20m不等。矿石自然类型以剪切蚀变岩型金矿石为主,少量的构造角砾岩型。剪切蚀变岩型:矿石发育于次级剪切面中,矿石条带状构造、浸染状构造,矿石一般发育低温热液交代型方解石化、硅化、黄铁矿化,局部见有毒砂、辰砂和辉锑矿化。构造角砾岩型:矿石沿构造裂隙充填,呈角砾状、细网脉状、团块状构造,并发生方解石化、硅化。

#### 3.2.2 矿石矿物成分

矿石里的矿物种类不多,主要有这几类:含金的是银金矿和含银自然金;金属矿物有褐铁矿、黄铁矿、毒砂、辉锑矿<sup>[2]</sup>;非金属矿物主要是石英、方解石、水云母、白云石和高岭石。自然金:金黄色不规则片状、粒状、树枝状。主要呈显微一次显微金,在人工重砂矿物中偶可见自然金,粒径达0.01mm,粒度0.001~0.005mm、个别0.007mm;砷黄铁矿、毒砂是金的主要载体矿物,破碎粉砂质页岩内的细方解石、石英脉亦含金。黄铁矿:是矿石中的主要金属矿物,呈浅黄色,自形立方体状、半自形—它形五角十二面体状,霉菌状、星散状及脉状产出,嵌布于脉石矿物晶隙间,粒度一般0.005~0.08mm,最大5~6mm。含量3~5%。单纯黄铁矿内未见金,具增生环带结构的富砷黄铁矿与金化关系密切,其中见次显微自然金,呈小圆球状存在于增生环带面上。毒砂:主要呈钢灰色小柱状、菱形粒状、星散状自形晶,浸染状嵌布于脉石矿物裂隙中,局部见放射状集合体。粒度一般0.005~0.02mm,最大0.08×0.174mm,平均含量2.1%。褐铁矿:主要由黄铁矿氧化形成,呈三种形态产出,一是交代黄铁矿细脉呈脉状分布;二是交代黄铁矿颗粒形成残晶黄铁矿,其周边为褐铁矿;三是交代同生沉积黄铁矿,呈立方体假象和草帽状黄铁矿假象。辉锑矿:在矿石中分布很不均匀,一般呈叶片状、放射状集合体—团块状集合体产出,其粒度一般大于0.05mm。水云母:粒度一般0.01~0.03mm,最大0.05mm,灰白色显微鳞片状,层状或条带状产出,平均含量51.5%。石英:是最常见的脉石矿物,早期硅化多为细粒状,晚期硅化粒度较粗,常表现为交代和重结晶的自形粒状石英,粒度0.02~0.1mm,主要呈粉砂状、它形粒状、半自形粒状,含于页岩中,团块状,局部呈细脉、细网脉状,成脉成带产出,平均含量20.2%。硅化与金矿化关系密切。方解石:是主要的脉石矿物,多呈浸染状分布于矿石中,与石英、重晶石、辉锑矿共生。粒度0.01~1mm,白色、灰色它形—半自形粒状,脉状,平均含量13.2%。

#### 3.2.3 金的赋存状态

通过显微镜、X射线和电子探针分析发现,金主要以超细粒形式存在于褐铁矿和水云母里,这两种矿物合占矿石中金的95%,

其它则呈银金矿—含银自然金形式存在。其大小为 $0.05 \times 0.025 \sim 0.5 \times 0.25\text{mm}$ , 主要成分: 金为75.54~79.76%, 银为18.9~23.03%, 并含少量铜。符合微细浸染型金矿特征。

### 3.2.4 矿石结构构造

矿石结构主要为粉砂泥质结构、自形一半自形粒状结构、它形粒状结构、草莓状结构、增生结构、交代结构以及碎裂结构等, 反映成矿期不同阶段的沉淀与改造特征。矿石构造包括层状构造、条带状构造、浸染状构造、脉状网格状构造、角砾状构造, 体现矿体在空间上的分布规律及成矿流体运移路径。各类结构构造共同记录了矿床的形成过程与演化历史, 为矿床成因研究提供重要依据。

### 3.2.5 围岩蚀变

围岩蚀变主要呈条状沿着断裂带分布, 蚀变越强烈范围越宽, 一般1到2米。最常见的蚀变有硅化、黄铁矿化和方解石化, 其次是毒砂化和绢云母化。其中硅化和黄铁矿化跟金矿关系最紧密。硅化表现为两种, 一种为沿构造裂隙充填有呈脉状、细网脉状、团块状的石英脉, 另一种则表现为热液活动使围岩硅质成分增高, 发生褪色化, 并使岩石硬度增大; 毒砂—黄铁矿化也表现为两种, 一种为粗粒自形毒砂、黄铁矿呈放射状集合体团块状分布, 另一种为细粒状黄铁矿、毒砂呈浸染状分布于含矿岩石中。这些蚀变特征是找矿的重要线索。黄铁矿化与硅化叠加时, 常预示金矿化产出。方解石化: 热液蚀变之方解石常呈乳白色, 细—粗粒状, 有时呈块状巨晶, 方解石化多呈细脉状或网脉状充填于构造破碎带或灰岩裂隙中, 沿构造破碎带顶底板充填的方解石脉, 厚度0.1~2.0m不等。纯方解石脉通常不含金, 但方解石化角砾岩中含金, 矿区内灰岩中方解石化较为普遍, 单纯的方解石化不能作为含矿性的判别标志, 通常需要结合其他蚀变标志共同参考。

## 4 成矿地质条件

### 4.1 地层、岩性条件

地质调查发现, 晚泥盆世时期的镇甸盆地从西到东地形差异很大, 自西向东依次出现湖坪→潟湖→水下台隆→局限台盆→台前斜坡→局限台地, 具有地堑→地垒式盆地特征<sup>[3]</sup>。南北向的断裂把不同岩相区分开, 磨里沟和红岩山一带沿断裂上升的火山热液物质, 在受限的盆地环境里富集, 为成矿创造了条件。本区微细粒金矿产于泥盆系铁山组中, 控矿岩系为重力流沉积碎屑岩, 经相分析为台盆相产物。重力流成因的沉积碎屑岩分布于周公山—二天门一线以西, 目前已发现的微细粒金矿就分布在周公山—二天门以西地区, 以酒峡口—天台一带最为发育, 而且较典型。周公山—二天门一线以东逐渐相变为碳酸盐台地相的沉积。

### 4.2 构造条件

挤压推覆构造成为区内上古生界各类矿床的控矿条件, 特别是内生低温成因的矿床, 由于强烈的抗压作用形成一条后峡—三天门的强挤压褶皱变形带, 构成区内成矿带的控矿构造。在上述强变形带中的一系列背斜构造中, 特别是短轴背斜构造

成区内金矿、锑矿矿床或矿田的控矿构造。金矿明显产于以南羊山组为核的背斜中。酒峡口金矿床中矿体受断裂构造控制, 且均依附于前述的背斜构造特别是短轴背斜构造中, 矿化沿断裂发育, 富集者构成矿体。

## 5 矿床的成矿时代探讨

本次研究对与金成矿作用密切相关的方解石开展年代学研究, 酒峡口金矿床发育四种方解石世代: Cal-1是热液交代成矿过程中容矿岩石内部重结晶方解石; Cal-2为热液充填过程中与黄铁矿共生的方解石, 局部可见闪锌矿、方铅矿等贱金属硫化物; Cal-3为成矿晚阶段石英—辉锑矿脉中局部充填方解石, 多穿切围岩或胶结围岩角砾; Cal-4为成矿后白色方解石脉。其中LA-ICP-MS微区分析数据分析显示仅Cal-1方解石中U-Pb含量满足开展年代学研究的条件, 该期方解石呈他形粒状重结晶形式分布在容矿岩石内部, 其复杂的CL特征表明其受多期次热液的影响, 且边部与毒砂紧密共生, 我们认为Cal-1方解石与成矿密切相关(图2), 因此对其开展了LA-ICP-MS方解石U-Pb定年工作。

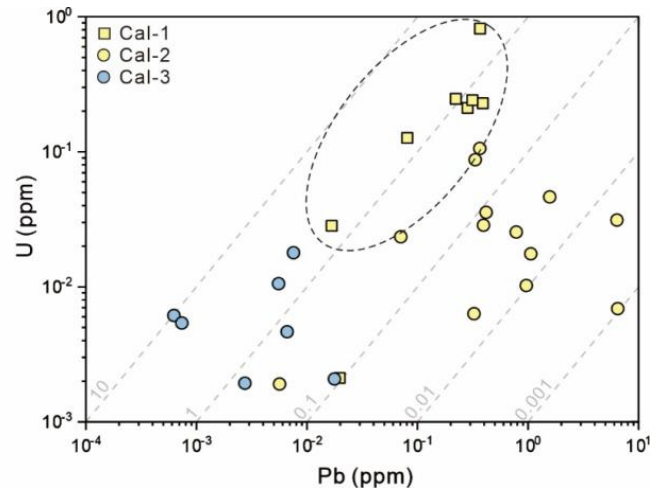
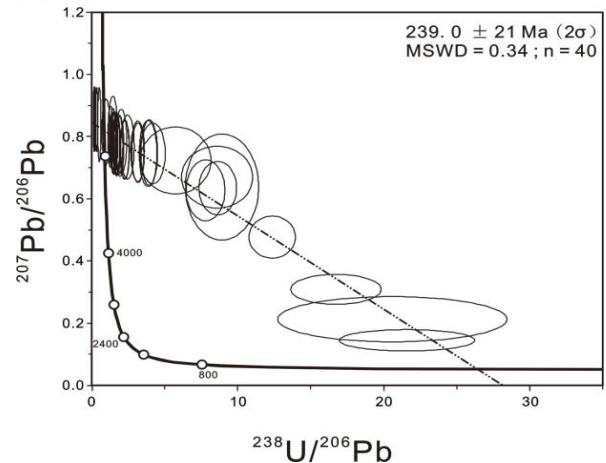


图2 酒峡口金矿床不同世代方解石U-Pb二元图解

LA-ICP-MS方解石U-Pb同位素测试所获得的Cal-1年龄为 $239 \pm 21 \text{ Ma}$  (MSWD=0.34, n=40) 以及 $247 \pm 5.7 \text{ Ma}$  (MSWD=1.2, n=50) (图3)。



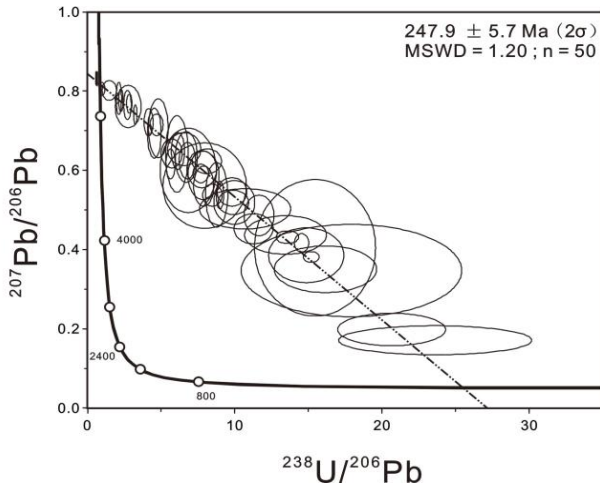


图3 泗峡口金矿床方解石U-Pb定年结果

但由于分析束斑和与成矿相关的方解石粒径的限制,无法对Ca1-1的三种不同发光特征的方解石开展精确测年,结合岩矿相学观察和微量元素地球化学结果,我们认为Ca1-1中与成矿关系最为密切的Ca1-1多发育在它形粒状方解石的边部且与毒砂密切共生,因此本次研究所获得的年龄可能为成矿期和/或成矿前的多次热液活动的混合年龄,该年龄可作为泗峡口金矿床成矿时代的下限。

从大地构造背景来看,250–230Ma期间,勉略洋从东至西呈剪刀式闭合,230 Ma为镇旬盆地所在的南秦岭东段的陆-陆碰撞活动的高峰期,230–220 Ma进入碰撞后伸展阶段。已发表的研究成果显示,区域内代表性金矿床成矿时代分布于~240–220 Ma,在220–240 Ma期间,随着勉略洋的最终闭合,镇旬盆地所在的南秦岭造山带进入陆陆碰撞晚阶段,构造体制由挤压逐步向压扭转换,并随后转入碰撞后伸展阶段,形成一套从挤压-压扭到伸展的复杂构造演化序列。这导致仅依据泗峡口金矿床略早于主成矿期的一次热液活动时代(239–247 Ma)作为泗峡口金矿床的成矿年龄下限,难以明确泗峡口金矿床的矿化受区域何种构造背景的影响。因此,后续将进一步加强对泗峡口金矿床精细的成矿年代学的研究,以揭示其成矿作用与特定构造事件的成因联系。

## 6 矿床成因

### 6.1 矿质来源与成矿流体

根据前人作S同位素测试研究,认为S主要以幔源岩浆来源为主,并且经历了陆壳硫的混染;H、O同位素组成表明成矿流体是来源于变质热液与大气降水的混合流体;C同位素研究表明成矿流体中的C主要来自围岩。

### 6.2 成矿温度

通过对矿石中方解石和石英包裹体均一法测温,石英的均一温度在126℃–341℃之间,呈双峰式,但以140℃–160℃区间及240℃–270℃区间为主;方解石均一温度在71℃–186℃之间,以100℃–140℃区间为主,总体显示了中低温的特征。

### 6.3 矿床类型

微细浸染型金矿床是目前世界上最重要的金矿床类型之一,提供了目前世界上半以上的黄金储量,具有重要的经济价值<sup>[4]</sup>。这类矿床是指矿石矿物以微细浸染状分布在地壳浅部未变质或浅变质沉积岩中、发育中-低温热液蚀变的金矿化类型。根据金的赋存状态、矿化元素组合、热液蚀变特征、成矿流体和成矿物质来源以及与岩浆活动的关系,主要可以细分为类卡林型、浅成造山型以及侵入岩远端微细浸染型三种成因类型<sup>[5][6][7]</sup>。

本次研究认为,泗峡口金矿床赋矿围岩为一套潮坪相沉积的白云质灰岩、泥质岩、细碎屑岩等,发生轻微的变质作用,发育典型的碳酸盐化,硫化,泥化以及硅化等中-低温蚀变,成矿流体温度不超过300℃,金主要以不可见的固溶体金或纳米级包裹金的形式赋存在含砷硫化物中,金的卸载和沉淀与赋矿围岩脱碳酸盐化和硫化作用以及砷的加入密切相关,S-H-O同位素特征显示其成矿流体和成矿物质主要来自深源地幔流体或变质流体,均符合类卡林型微细浸染金矿的深源流体模式。

综上,结合方解石成矿时代的限定,初步认为鄂西地区泗峡口金矿属于印支期洋陆俯冲增生-陆陆碰撞体制下的一系列幔源及变质流体主导的类卡林型微细浸染金矿。

## 7 结论

在镇旬盆地东缘及南缘发现与沉积岩有关的多个大中型金矿、汞锑矿及十多个志留系、泥盆系沉积~改造型大中型铅锌矿,组成镇旬金锑汞铅锌矿集区。成矿区带内鄂西泗峡口金矿区位于镇(安)~旬(阳)古生代沉积盆地东缘,赋矿层位为上泥盆统铁山组上段、下段的粉晶灰岩、含炭粉砂质页岩、细砂岩、钙质页岩,金呈微细浸染状分布于矿石中,矿石自然类是以碎裂蚀变岩型金矿石为主,极少量方解石石英脉型。矿质来源与成矿流体研究表明:S主要以幔源岩浆来源为主,并且经历了陆壳硫的混染,H、O同位素组成表明成矿流体是由来源于变质热液与大气降水的混合流体;C同位素研究表明成矿流体中的C主要来自围岩。

综合研究认为,泗峡口金矿床符合中低温热液成因的微细浸染型金矿床特征,属类卡林型金矿。239–247 Ma为泗峡口金矿床的成矿年龄下限,后续将加强对泗峡口金矿床精细的成矿年代学的研究,以揭示其成矿作用与特定构造事件的成因联系,进一步指导找矿。

### [项目来源]

湖北省自然科学基金项目;项目名称:南秦岭造山带湖北段金锑矿成矿机制及成矿规律研究;项目编号:2024AFD386。

### [参考文献]

- [1]李己华,王建国,吴继承,等.湖北泗峡口金多金属矿床控矿因素分析[J].黄金科学技术,2009,17(5):11–15.
- [2]李己华,张秀琴,李永光,等.湖北省鄂西县三天门金矿床地质特征与找矿预测[J].资源环境与工程,2011,25(1):22–28.
- [3]向祥辉,陈以春,何洪涛.南秦岭湖北口地区锑金多金属矿床预测研究[R].襄阳:湖北省地质局第八地质大队,2020.

[4]Berger,V.I.,Mosier,D.L.,Bliss,J.D.etal.Sediment-hosted gold deposits of the world-Database and grade and tonnage models:U.S.Geological Survey Open-File Report[R],2014-1074,2014: 1-51.

[5]Groves,D.I.,Goldfarb,R.J.,Gebre-Mariam,M.etal.Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types[J].Ore Geology Reviews,1998,13(1-5):7-27.

[6]Hofstra,A.H.,Cline,J.S.,2000. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits.Reviews in Economic Geology,

13:163-220.

[7]Lang,J.,Baker,T.Intrusion-related gold systems:the present level of understanding[J].Mineralium Deposita,2001,36(6):477-489.

#### 作者简介:

叶竹君(1988--),女,汉族,湖北黄冈人,硕士研究生,工程师,地质矿产勘查。

#### \*通讯作者:

何洪涛(1971--),男,汉族,湖北省黄梅县人,本科,正高级工程师,研究方向:矿产勘查及综合研究。