

文章编号:1000-4734(2004)01-0075-06

## 黔西南水银洞金矿床载金黄铁矿标型特征

付绍洪<sup>1,2</sup>, 顾雪祥<sup>2</sup>, 王 乾<sup>1</sup>, 夏 勇<sup>2</sup>, 张兴春<sup>2</sup>, 陶 琰<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059;

2. 中国科学院 地球化学研究所 矿床开放实验室, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**水银洞金矿床为近年来在黔西南地区所发现的又一重要卡林型金矿床, 黄铁矿为矿床的重要载金矿物。通过系统采样和光片鉴定, 区分出具有不同标型特征的四种黄铁矿, 即草莓状黄铁矿、生物碎屑状黄铁矿、粗粒自形黄铁矿和细粒自形黄铁矿。四种黄铁矿的含金性存在着显著差异, 以生物碎屑状黄铁矿和细粒自形黄铁矿的含金性为优, 而草莓状黄铁矿和粗粒自形黄铁矿的含金性较差。各种黄铁矿的主成分及微量组分也显示出一定的变化规律。本文初步分析了四种黄铁矿的形成条件及金的差异性富集机理。

**关键词:**黄铁矿; 标型特征; 卡林型金矿; 水银洞; 黔西南

**中图分类号:** P578.2; P618.5105 **文献标识码:** A

**作者简介:**付绍洪, 男, 1964年生, 博士研究生, 矿物、岩石、矿床学专业。

自20世纪60年代美国西部内华达州发现卡林型(微细浸染型)金矿以来, 相继在世界各地发现了大量类似矿床。我国于20世纪70年代末首次在贵州板其发现同类型矿床, 其后陆续在滇黔桂和陕甘川地区发现了一系列具有相同地质特征的矿床。此类矿床的载金矿物具中低温矿物组合, 以黄铁矿、毒砂、雄黄、雌黄和辉锑矿等为代表性矿物, 具有 Au、As、Sb、Hg 地球化学元素组合特征<sup>[1-5]</sup>。

黄铁矿为卡林型金矿床的重要载金矿物, 可呈多种形态产出。国内外已广泛采用各种先进的测试技术对卡林型金矿床中黄铁矿的成分和金的赋存状态等开展了研究<sup>[6-8]</sup>。常用的测试方法有红外光谱分析、等离子质谱分析、穆斯堡尔谱分析、中子活化分析、电子探针分析、扫描电镜分析、透射电镜分析及离子探针分析等实验技术。

大量研究表明, 卡林型金矿床的黄铁矿中金主要以包裹体自然金和类质同象金的形式存在, 同时还显示, 不同形貌特征的黄铁矿其含金性和化学成分存在着一定的变化规律<sup>[9-12]</sup>。

水银洞金矿床为近年来在黔西南地区所发现的重要的卡林型金矿床, 探明储量已达大型规模。

通过矿石光片鉴定和矿物成分分析, 本文对黄铁矿的标型特征进行了研究。

## 1 矿床地质概况

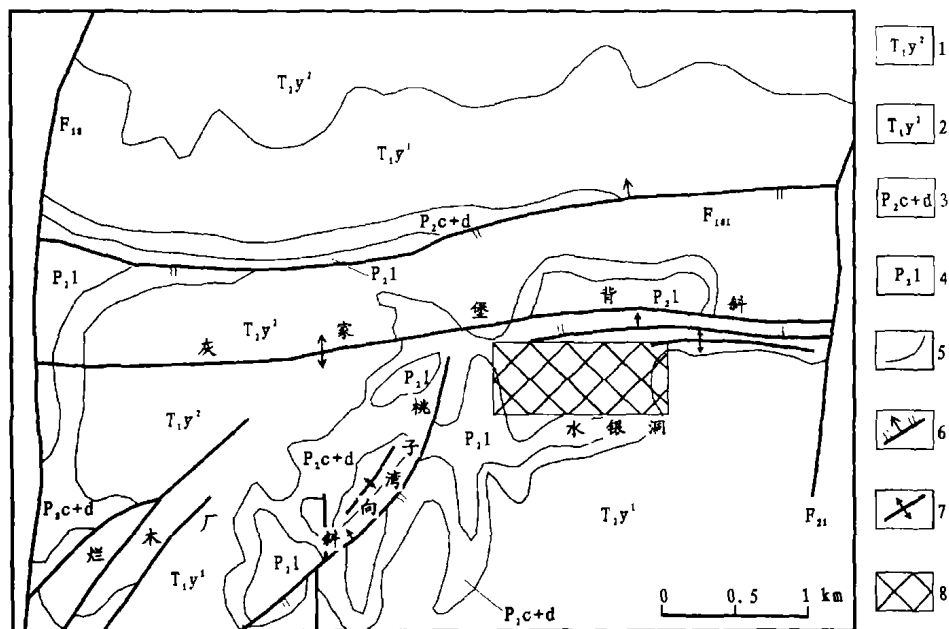
水银洞金矿床位于黔西南卡林型(微细浸染型)金矿区内。该区构造上位于扬子地块西南缘和华南褶皱系右江褶皱带的结合部位, 跨特提斯-喜马拉雅和环太平洋两大构造域, 区域上分布有大量贵金属和有色金属矿产。

卡林型金矿床是黔西南地区重要代表性矿种, 迄今已发现包括烂泥沟、丫他、戈塘等大中型矿床在内的卡林型金矿床十余个。矿床产于灰家堡背斜近核部偏南翼(图1)。赋矿层位以上二叠统龙潭组为主, 其次为上二叠统长兴组、大隆组和下三叠统夜郎组, 地层由一套灰岩、钙质粉砂岩和粘土质泥岩组成。矿体总体上呈近东西向延伸, 以层状似层状产出, 局部为细脉状。其中层状和似层状矿体的产状与地层产状相一致, 呈“整合接触”关系, 细脉状矿体与地层的夹角通常小于30°。主要矿体走向长大于300 m, 最长约900 m, 宽在200~600 m之间, 厚度多为1~5 m, 最厚达7 m<sup>[13]</sup>。

矿床的矿石矿物有黄铁矿、毒砂、雄黄、雌黄。其中以黄铁矿为主, 含量占矿石矿物总量的95%以上; 毒砂常与黄铁矿共生, 但富集范围相对局限, 含量小于5%; 雄黄和雌黄以细脉状分布, 仅

收稿日期: 2003-06-19

基金项目: 国家自然科学基金(49872038); “中国科学院百人计划”项目



1. 下三叠统夜郎组二段 2. 下三叠统夜郎组一段 3. 上二叠统长兴组和大隆组  
4. 上二叠统龙潭组 5. 地质界线 6. 断裂 7. 褶皱 8. 矿床位置

图1 水银洞金矿床地质图

Fig. 1. Geological sketch map of the Shuiyindong gold deposit.

见于个别矿层之中,含量小于1%。脉石矿物主要为方解石和白云石,其次为石英,另含少量高岭石和伊利石。

矿石的主要构造有纹层状构造、团块状构造和浸染状构造,结构以自形粒状结构、草莓结构和生物碎屑结构为主。

## 2 黄铁矿类型

通过系统光片鉴定,识别出具有不同形貌和结构构造特征的四种黄铁矿:草莓状黄铁矿、生物碎屑状黄铁矿、粗粒自形黄铁矿和细粒自形黄铁矿。

### 2.1 草莓状黄铁矿

草莓状黄铁矿以单体(图2A)或集合体(图2B)形式产出。前者为单个莓球零星分布于矿石之中;后者则表现为许多大小不等的莓球密集共生,莓球集合体所呈现的方向与沉积纹理相一致,单层厚从数十微米至大于1mm不等。总体上,单体草莓状黄铁矿的分布广于集合体草莓状黄铁矿。

显微镜下所观测到的草莓状黄铁矿均呈圆形,单个球直径多为数微米至十微米,最大可达20 $\mu\text{m}$ 。球内部由大莓粒组成,粒径约1 $\mu\text{m}$ 或小于1 $\mu\text{m}$ 。多数颗粒边界已不清晰,偶见正六边形颗粒,并且显示出规则有序排列的特征。

### 2.2 生物碎屑状黄铁矿

此类黄铁矿总体呈弯曲形态(图2C、D),显示生物体遗迹特征,系沉积阶段被埋葬的生物体在后期成岩演化过程中被黄铁矿交代而成。生物碎屑状黄铁矿长约50~200 $\mu\text{m}$ ,厚约5~10 $\mu\text{m}$ ,内部由大量自形或他形黄铁矿微粒组成。通常,以群体产出的生物碎屑状黄铁矿具有与层理一致的纹层构造。生物碎屑状黄铁矿在矿体中分布局限,仅见于少量层位之中,其含量小于黄铁矿总量的1%。

### 2.3 粗粒自形黄铁矿

粗粒自形黄铁矿主要以浸染状构造分布于约200m厚的矿化层中(图2E、F)。矿物粒径通常大于20 $\mu\text{m}$ ,最大可大于100 $\mu\text{m}$ 。黄铁矿切面形态有五边形、四边形和六边形,可呈单个矿物形式散布于矿石之中,也可以团块状集合体的形式出现,在局部范围内团块状黄铁矿可高度富集。粗粒黄铁矿的分布范围和含量均明显高于其它类型黄铁矿。

### 2.4 细粒自形黄铁矿

细粒自形黄铁矿的粒径通常仅为数微米,部分甚至低于1 $\mu\text{m}$ (图2G、H)。以稀疏浸染状构造分布与矿石之中,含量约1%~2%。细粒黄铁矿

产出层位相对局限,主要分布于矿化程度高的矿层中。

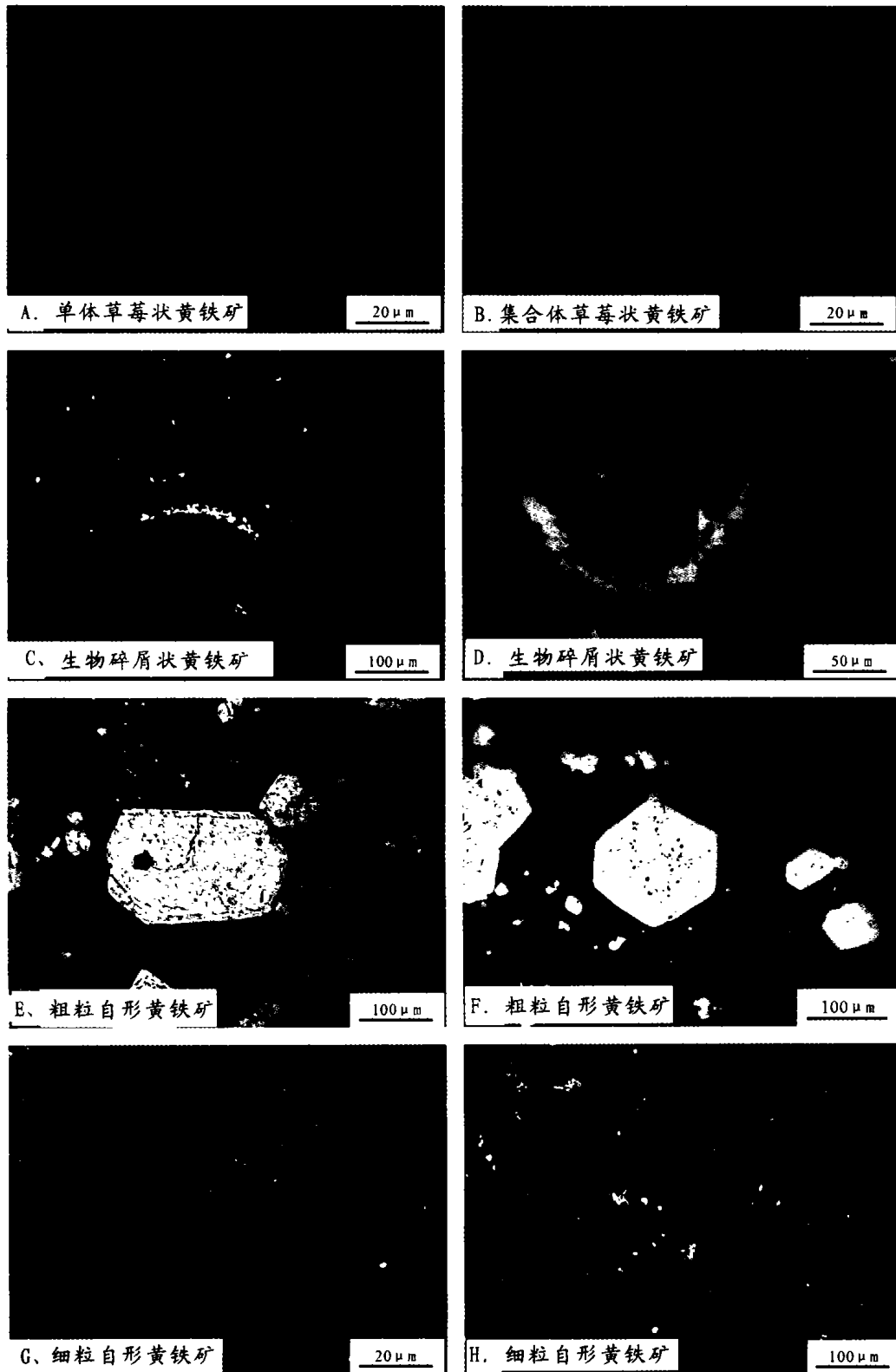


图 2 水银洞金矿床黄铁矿显微照片

Fig. 2. The microscopic images of pyrite from the Shuiyindong gold deposit.

### 3 实验及结果

在对光片进行详细鉴定的基础上,选择具有

不同形貌特征的黄铁矿进行电子探针成分分析。所用仪器为日产 JXA-733 型电子探针仪。测试条件:加速电压,20 kV;电流,15 nA;电子束直径 1

$\mu\text{m}$ ,用波谱法测定。

分析结果列于表 1,共计测试 19 个点,包括了四种不同标型特征的黄铁矿。从表中可看出,

黄铁矿的总体含金性较好,共有 13 个点含金量高于电子探针检测线(0.05%),含金矿物所占比例为 68%,19 个测点的金平均含量达 0.17%。

表 1 水银洞金矿床黄铁矿电子探针成分分析结果 ( $w_B/\%$ )

Table 1. Electron microprobe (EMP) analyses of pyrite from the Shuiyindong gold deposit

| 样品编号     | 形态特征  | S     | Fe    | As   | Co   | Ni   | Ag   | Au   |
|----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| ZK002-36 | 草莓状   | 51.79 | 48.05 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.07 | 0.00 |
| ZK720-23 | 草莓状   | 52.73 | 46.71 | 0.00 | 0.24 | 0.17 | 0.10 | 0.05 |
| II F-1   | 草莓状   | 52.76 | 45.81 | 1.02 | 0.17 | 0.20 | 0.04 | 0.00 |
| ZK002-28 | 生物碎屑状 | 52.29 | 45.51 | 1.05 | 0.37 | 0.29 | 0.00 | 0.49 |
| ZK002-28 | 生物碎屑状 | 51.20 | 46.39 | 1.37 | 0.32 | 0.31 | 0.19 | 0.21 |
| ZK720-14 | 生物碎屑状 | 50.59 | 42.74 | 6.22 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.39 |
| PD-4     | 生物碎屑状 | 48.49 | 43.47 | 7.26 | 0.07 | 0.08 | 0.01 | 0.60 |
| ZK002-35 | 粗粒自形  | 52.41 | 46.75 | 0.74 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 0.00 |
| ZK002-36 | 粗粒自形  | 51.95 | 47.52 | 0.33 | 0.06 | 0.02 | 0.11 | 0.00 |
| ZK002-41 | 粗粒自形  | 53.06 | 46.06 | 0.62 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 0.14 |
| ZK720-34 | 粗粒自形  | 50.66 | 44.20 | 4.83 | 0.06 | 0.05 | 0.11 | 0.10 |
| ZK720-14 | 粗粒自形  | 48.74 | 44.01 | 7.06 | 0.09 | 0.00 | 0.01 | 0.09 |
| ZK720-35 | 粗粒自形  | 52.08 | 45.08 | 2.72 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| PD-4     | 粗粒自形  | 52.05 | 44.97 | 2.70 | 0.04 | 0.09 | 0.01 | 0.14 |
| PD-5     | 粗粒自形  | 53.55 | 46.01 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| ZK002-35 | 细粒自形  | 49.84 | 46.12 | 3.38 | 0.14 | 0.11 | 0.16 | 0.24 |
| ZK002-41 | 细粒自形  | 53.19 | 43.78 | 2.70 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.14 |
| ZK002-59 | 细粒自形  | 51.85 | 44.87 | 2.71 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.44 |
| ZK002-59 | 细粒自形  | 50.46 | 44.90 | 4.21 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.30 |
| 平均       | 草莓状   | 52.43 | 46.86 | 0.34 | 0.16 | 0.13 | 0.07 | 0.02 |
| 平均       | 生物碎屑状 | 50.64 | 44.53 | 3.98 | 0.20 | 0.17 | 0.05 | 0.42 |
| 平均       | 粗粒自形  | 51.81 | 45.58 | 2.38 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.06 |
| 平均       | 细粒自形  | 51.34 | 44.92 | 3.25 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.28 |

从黄铁矿的电子探针测试结果反映出,不同特征黄铁矿的含金性及化学成分存在明显差异。草莓状黄铁矿的含金性较差,测试的 3 个点除一个达 0.05% 外,另两个点的含量均低于检测限。生物碎屑状黄铁矿具有最优的含金性,四个测点的金含量均大于 0.2%,最高达 0.60%,平均为 0.42%。粒径数十至上百微米的粗粒自形黄铁矿的含金性较差,所测试的 8 个点仅两个点金含量达到 0.14%,其余各点的含量均低于 0.1%,并有 4 个点的含量低于检测线。而粒度仅为数微米的细粒黄铁矿的含金性明显优于粗粒黄铁矿,所测试的 4 个点金含量在 0.14% ~ 0.44% 之间,平均达 0.28%。四种黄铁矿的 Fe、S、As、Co 和 Ni 含量也呈现出一定的变化规律。

#### 4 讨 论

四种不同形貌特征的黄铁矿的金及其它化学组分含量呈现出明显的差异性。生物碎屑状黄铁矿、细粒黄铁矿、粗粒自形黄铁矿和草莓状黄铁矿的金平均丰度分别为 0.42%、0.28%、0.06% 和

0.02%,前两种黄铁矿的含金性明显优于后两种黄铁矿。草莓状黄铁矿具有较高的铁、硫含量,平均达 46.86% 和 52.43%,生物碎屑黄铁矿的铁硫含量相对较低,分别为 44.53% 和 50.64%,而热液期形成的粗粒黄铁矿和细粒黄铁矿的铁硫元素的平均含量介于上述两类矿物之间,并且平均含量相近。作为黄铁矿的主要伴生元素砷在几种矿物中的含量存在着明显的变化:草莓状黄铁矿中的含量仅为 0.34%,生物碎屑状黄铁矿中的平均含量高达 3.98%,粗粒黄铁矿和细粒黄铁矿中的平均含量明显高于草莓状黄铁矿,但较生物碎屑状黄铁矿低,分别为 2.38% 和 3.52%。钴和镍在四种类型的黄铁矿中的含量均相对较低,但呈现出明显的差异,即草莓状和生物碎屑状黄铁矿中的含量显著高于粗粒黄铁矿和细粒黄铁矿中的含量。银通常金矿床的重要伴生元素,但在水银洞金矿床的载金矿物黄铁矿中,银的平均含量均小于 0.1%,且大小相近,表明银不是黄铁矿形成条件的指示元素。

通过对黄铁矿中金与主元素和微量元素的相

关性分析显示,草莓状黄铁矿中金与硫呈弱正相关,相关系数为 0.48,与铁的相关性差,仅为 -0.11,与砷呈弱负相关,相关系数为 -0.50。而生物碎屑状黄铁矿中,金与主元素硫和铁具弱负相关,相关系数分别为 -0.49 和 -0.54,与砷却表现为弱正相关,相关系数为 0.54。粗粒自形黄铁矿的金与硫和铁呈弱负相关,相关系数分别为 -0.27 和 -0.53,与砷呈弱正相关,相关系数为 0.41。在细粒自形黄铁矿中,金与硫、铁和砷的相关系数均较低,分别为 -0.24, 0.29, 0.02, 表明金的富集与这几种元素的含量变化无内在的必然联系。钴镍与金的相关性表现为:在相对富含金的生物碎屑状黄铁矿和细粒自形黄铁矿中,它们为负相关;而在贫金的草莓状黄铁矿和粗粒自形黄铁矿中,金与钴镍呈正相关。

初步分析认为各具特征的四种黄铁矿形成于不同成矿环境。草莓状黄铁矿为沉积成岩作用的产物。还原沉积环境中,通过细菌作用形成胶状黄铁矿,在成岩作用阶段,胶状黄铁矿发生重结晶作用,形成具有草莓结构的黄铁矿。生物碎屑状黄铁矿的形成也经历沉积、成岩作用两个阶段,生物体伴随沉积作用埋葬于岩层内,在成岩阶段通过交代作用形成黄铁矿,同时仍保留生物体的形态。可见,这两种类型的黄铁矿均与沉积作用有着直接的成因联系,且黄铁矿的总体产状与地层层理相一致。自形粒状黄铁矿具有分布范围广和不受地层初始形成条件制约的特征,虽然产出在某些部位也表现出一定的纹层状构造,但主要以浸染状分布于矿石和围岩之中,显示为后期热液成矿作用的产物。张均等<sup>[14]</sup>对分布于川西北地区的大量卡林型金矿床的黄铁矿所做的研究也认为具有沉积纹层构造的草莓状黄铁矿是沉积成岩作用的产物,而呈浸染状分布的粒状黄铁矿则是通过后期热液成矿作用形成。

具有沉积成岩特征的草莓状黄铁矿和生物碎屑状黄铁矿的金及硫、铁、砷等元素含量差异反映出两者的形成环境各异。虽然两种黄铁矿的形成均经历沉积成岩作用演化,并且其集合体均显示出与地层层理相一致的纹层,但两种黄铁矿的赋存层位不一致,通常在草莓状黄铁矿富集层位,极少见有生物碎屑状黄铁矿,而在生物碎屑状黄铁矿产出的层位,无草莓状黄铁矿产出,由此认为这两种黄铁矿各自有着不同的初始沉积环境和后期成岩作用条件。生物有机体在生命演化过程中

能对某些金属起超常富集作用,金即是其中的重要元素。水银洞金矿床中生物碎屑状黄铁矿高度富集金可能与生物有机体对金的初始富集有关,即在生物有机体的生命活动阶段以及被埋藏后的成岩过程中,某些生物对金具有超常富集能力,从生活环境和成岩环境中高效“提取”金。当生物体通过化学和生物化学作用向黄铁矿转化时继承了早期所富集的金,因而这种类型的黄铁矿就具有优越的含金性。林丽等<sup>[15,16]</sup>对陕甘川地区卡林型(微细浸染型)金矿床的研究显示生物对金的富集起着重要作用。因此卡林型金矿床中某些生物成因的黄铁矿可高度富集金。

同属于热液成矿阶段所形成的粗粒自形黄铁矿和细粒自形黄铁矿的金平均丰度也显示出明显的差异特征,粗粒黄铁矿中金的平均含量仅 0.06%,而细粒黄铁矿则达 0.28%。两者的主元素硫和铁的平均含量相近,但砷的含量却有所不同。由此认为,形成粗粒黄铁矿和细粒黄铁矿的流体有着不同的性质及成矿作用机制。形成细粒自形黄铁矿的流体相对富含砷和金,而形成粗粒黄铁矿的热液中金和砷的浓度相对较低。在成矿热液的演化上,形成细粒黄铁矿的流体的物理化学条件变化较快、矿物结晶时间较短,而形成粗粒黄铁矿的流体具有相对稳定的物理化学条件,使得黄铁矿在相对较长的时间内充分结晶。Simon 等<sup>[12]</sup>对美国内华达州 Twin Creeks 卡林型金矿床含砷黄铁矿的研究显示,粒径相对较小的黄铁矿(约 2  $\mu\text{m}$ )的含金性明显优于相对较大的黄铁矿(20 ~ 30  $\mu\text{m}$ ),并认为形成两种黄铁矿的流体性质不同,粗粒黄铁矿是在温度和  $\text{K}^+/\text{H}^+$  比值高的热液体系中形成的,而形成细粒黄铁矿的热液体系的温度和  $\text{K}^+/\text{H}^+$  比值均相对较低。可见,是流体性质及成矿作用机制的差异形成了标型各异的黄铁矿。

## 5 结 论

(1)黄铁矿为水银洞金矿床的重要载金矿物,根据矿物形貌和结构构造特征可划分出四种类型的黄铁矿:草莓状黄铁矿、生物碎屑黄铁矿、粗粒自形黄铁矿和细粒自形黄铁矿。

(2)不同特征黄铁矿的金丰度和化学成分差异明显,以生物碎屑状黄铁矿和呈稀疏浸染状分布的细粒自形黄铁矿的含金性为优,而草莓状黄铁矿和粗粒自形黄铁矿仅含微量金。

(3)草莓状黄铁矿和生物碎屑状黄铁矿形成于沉积成岩期,而粗粒黄铁矿和细粒黄铁矿形成于热液成矿期。在沉积成岩期,某些生物体对金起到高效富集作用。热液成矿期,热液体系物理

化学条件的迅速变化有利于金的富集。

致谢:野外工作得到贵州地勘局 105 地质队刘建中等同志的大力支持,谨致谢忱。

### 参 考 文 献:

- [1] Wells J D, Stoiser L R, Elliott J E. Geology and geochemistry of the Cortez gold deposit, Nevada[J]. *Economic Geology*, 1969, 64: 526 ~ 537.
- [2] Radtke A S, Rye R O, Dickson F W. Geology and stable isotope studies of the Carlin gold deposit, Nevada[J]. *Economic Geology*, 1980, 75: 641 ~ 672.
- [3] 谭运金. 滇黔桂地区微细浸染型金矿床的矿床地球化学类型[J]. *矿床地质*, 1994, 13(4): 308 ~ 321.
- [4] 赵琦. 川西北地区微细浸染型金矿成矿的区域地质、地球物理、地球化学特征[J]. *四川地质学报*, 1995, 15(1): 31 ~ 40.
- [5] 董振生, 张哲儒, 战新志. 川西北微细浸染型金矿成矿特点及分布规律[J]. *地质地球化学*, 1996, 24(2): 61 ~ 64.
- [6] Wells J D, Mullens T E. Gold-bearing arsenian pyrite determined by microprobe analyses, Cortez and Carlin gold mines, Nevada[J]. *Economic Geology*, 1973, 68: 187 ~ 201.
- [7] Bakken G B, Jr Hochella M K, Marshall A F, et al. High-resolution microscopy of gold in unoxidized ore from the Carlin mine, Nevada[J]. *Economic Geology*, 1989, 84: 171 ~ 179.
- [8] 王德荫. 硫化物中不可见金的研究现状[J]. *贵金属地质*, 1993, 2(3): 242 ~ 247.
- [9] Mao S H. Occurrence and distribution of invisible gold in a Carlin-type deposit in China[J]. *American Mineralogist*, 1991, 76: 1964 ~ 1972.
- [10] 朱恺军, 张景荣. 湘黔地区“卡林型”金矿中金的赋存形式[J]. *岩石矿物学杂志*, 1994, 13(2): 160 ~ 168.
- [11] 韦龙明, 刘鸾玲. 中国卡林型金矿床金的赋存状态研究[J]. *地质与勘探*, 1995, 31(6): 31 ~ 35.
- [12] Simon G, Kesler S E, Chryssoulis S. Geochemistry and textures of gold-bearing arsenian pyrite, Twin Creeks, Nevada: Implications for deposition of gold in Carlin-Type deposits[J]. *Economic Geology*, 1999, 94: 405 ~ 422.
- [13] 刘建中. 贵州省贞丰县岩上金矿床地质特征[J]. *贵州地质*, 2001, 18(3): 174 ~ 178.
- [14] 张均, 吕新彪, 杨逢清, 等. 川西北金矿地质和成矿预测[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2002. 1 ~ 441.
- [15] 林丽. 拉尔玛金矿生物-有机质成矿重要[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2001, 20(2): 79 ~ 83.
- [16] 陈中强, 谢树成, 余水生. 生物在金矿成矿过程中的作用—以川西北地区东北寨金矿为例[J]. *地质与勘探*, 1995, 31(2): 10 ~ 14.

## THE TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS OF GOLD-BEARING PYRITES FROM SHUIYINDONG GOLD DEPOSIT, SW GUIZHOU

FU Shao-hong<sup>1,2</sup>, GU Xue-xiang<sup>2</sup>, WANG Qian<sup>1</sup>, XIA Yong<sup>2</sup>,  
ZHANG Xing-chun<sup>2</sup>, TAO Yan<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** The Shuiyindong gold deposit, located in SW Guizhou Province, is an important Carlin-type gold deposit discovered recently. Pyrites are the major gold-bearing minerals in the deposit. Based on systemic sample collection and polished section identification, four forms of pyrite have been recognized: framboidal pyrite, bioclastic pyrite, coarse-grained euhedral pyrite and fine-grained euhedral pyrite. Gold abundance in the different forms of pyrite shows significant variation: the gold contents of bioclastic pyrite and fine-grained euhedral pyrite are significantly higher than those of framboidal and coarse-grained pyrites. The different pyrites show some regularities of change in chemical composition. This paper analyzes the formation conditions of the four forms of pyrite preliminarily and discusses the mechanism of gold enrichment.

**Key words:** pyrite; typomorphic characteristics; Carlin-type gold deposit; Shuiyindong; SW Guizhou