

# 广西凤凰山银矿构造控矿作用分析

黄继钧

(成都理工学院地质学系, 成都)

**提 要:** 凤凰山银矿床位于广西西大明山复式背斜东北部小明山次级背斜北翼的走向断裂破碎带中。银矿体的形状、产状及规模明显受以 EW 向为主体的复合控矿断裂系统的控制; Ag、Mn、As、Sb 异常群沿控矿构造带分布, 并与断裂带银矿体具有极好的拟合度。主断面的形态明显控制矿体赋存部位, 矿体主要赋存于断裂产状变化部位。含矿断裂带的破碎强度与银矿化关系密切, 银矿化以早期矿化部位的裂隙为通道呈叠加富集。富矿体赋存于成矿期应力场局部引张或减压空间、低能部位。

**关键词:** 银矿 断裂破碎带 成矿构造 构造应力场 有限单元法 广西凤凰山

## 1 矿区地质特征

广西凤凰山银矿位于广西西大明山复式背斜东北部小明山次级背斜北翼, 为一大型银矿床。

### 1.1 矿区地质特征

(1) 地层。矿区内出露地层为寒武系黄洞组 ( $h$ ), 外围出露有寒武系小内冲组三段 ( $x^3$ )、泥盆系至三叠系。

(2) 构造。矿区构造以断裂为主, 褶皱不发育 (图 1)。矿区内仅见有规模极小的 EW 向、NW 向和 NE 向小褶皱, 两翼产状较陡, 倾角一般均达  $50^\circ$  左右。断层发育, 数量多, 有 NW 至近 EW 向、NW 向、NE 向和近 SN 向四组, 其中近 EW 向和 NW 向断层较发育, NE 向次之, SN 向断层不发育。

EW 向断层: 由  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$  组成一 EW 向破碎带, 其中  $F_1$ 、 $F_4$  规模最大, 是矿区内主要储矿断裂。 $F_1$  断层位于矿区东部, 是由数条破裂断面组成的破裂带, 破碎带宽 15~40 m, 东西向延伸 1.3 km, 沿走向呈波状弯曲。断层倾向 S—SSW 向, 倾角  $50^\circ$ ~ $80^\circ$  不等, 由地表向深部总体变陡。 $F_4$  断层位于矿区西部, 地表长 1.1 km, 走向 EW, 局部 NW 向, 倾向南, 倾角  $60^\circ$ ~ $70^\circ$ 。 $F_3$ 、 $F_2$  断层位于  $F_1$  断层南, 走向  $100^\circ$ ~ $280^\circ$ , 倾向 SW, 倾角  $63^\circ$ ~ $70^\circ$ 。破碎带中局部矿化可达工业要求。

NW 向断层: 矿区内 NW 向断层比较发育, 规模比较大, 包括  $F_5$ — $F_{12}$  等 8 条, 断层倾角一般在  $60^\circ$ ~ $80^\circ$  之间。个别断层 (如  $F_5$ 、 $F_6$ ) 破碎带中有工业矿体。

NE 向断层: 包括  $F_{13}$ — $F_{16}$  4 条, 走向  $30^\circ$  左右, 倾向 NW 向, 倾角一般  $70^\circ$ ~ $80^\circ$ 。

矿区内节理发育, 按走向可分为 6 组, 经分期配套为 4 套共轭“X”节理, 分别为加里东期、海西-印支期、印支-燕山期和喜山期构造运动产物。

黄继钧, 男, 58 岁, 教授, 主要从事构造变形、构造应力场及控岩控矿研究工作。邮政编码: 610059

1997-12-03 收稿, 1998-04-03 修改回

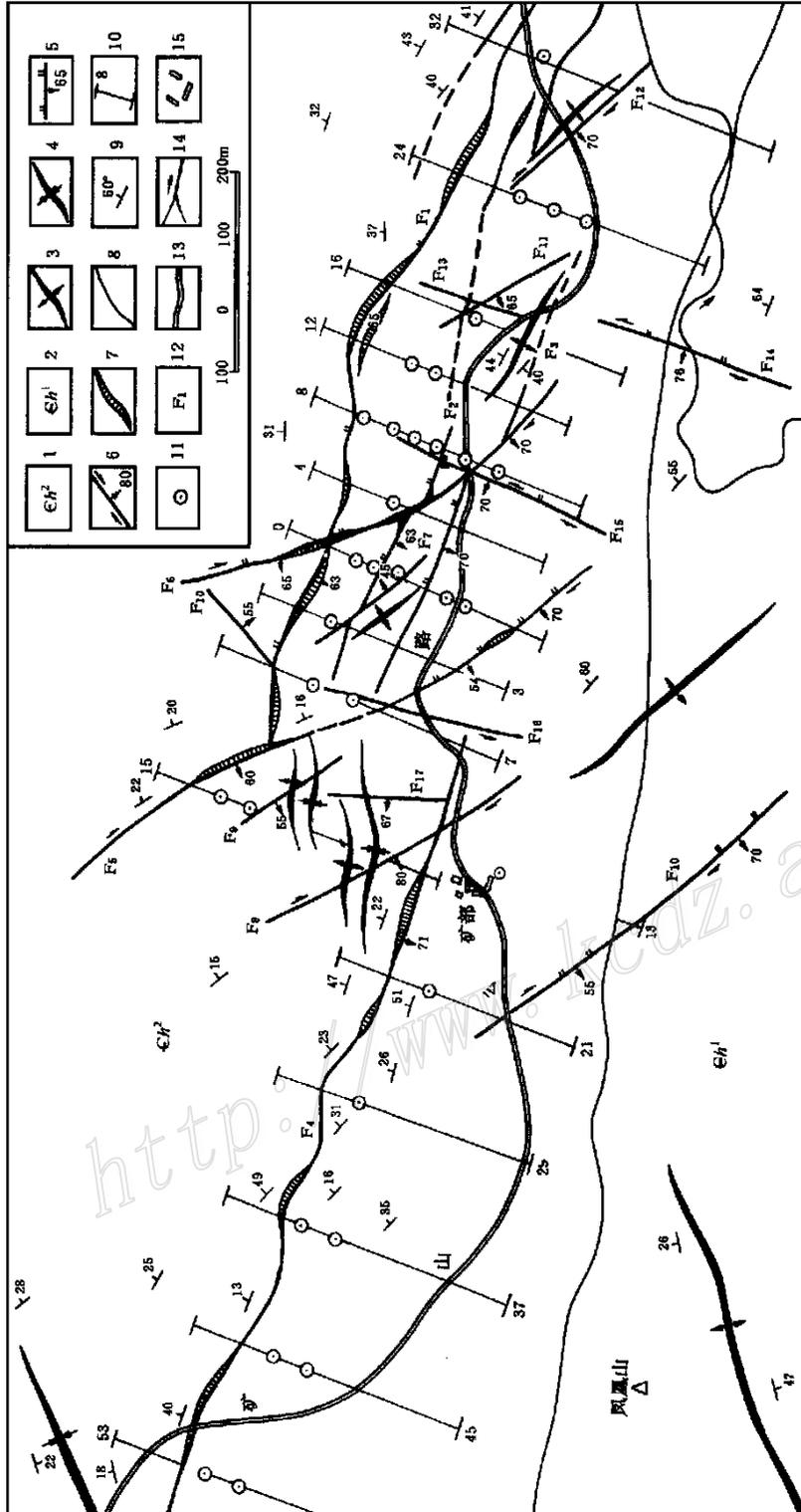


图 1 凤凰山银矿区地质图

1~2—黄河口组一段上、下层; 3—背斜轴; 4—向斜轴; 5—逆断层; 6—平移-逆断层; 7—矿体; 8—地质界线; 9—地层产状; 10—勘探线及编号; 11—钻孔;  
 12—断层编号; 13—公路; 14—河流; 15—建筑物

Fig. 1. Diagrammatic geological map of the Fenghuangshan silver ore district.

1~2—Upper and lower part of Huangdongkou Formation; 3—Anticlinal axis; 4—Synclinal axis; 5—Reverse fault; 6—Strike slip-reverse fault;  
 7—Orebody; 8—Geological boundary; 9—Attitude of strata; 10—Exploration line and serial number; 11—Drill hole; 12—Serial number of fault; 13—Highway;  
 14—River; 15—Building.

## 1.2 矿带与矿体产状特征

凤凰山银矿分布于断裂破碎带中,近东西展布,延伸3 km。按其空间产出的位置可分为5个矿体(矿带)。矿体平均走向NW至近EW,倾向SSW,倾角均较大(60°左右)。

I号矿体位于矿区东部15~36勘探线之间,矿化最好,矿体规模最大,主要赋存于 $F_1$ 断裂之中。I-①矿体靠近断裂破碎带下断面上侧;I-②矿体靠近上断面内侧。矿体呈单脉状,沿倾向向深部分枝;在平面上和剖面上呈侧列特征。矿体走向110°~120°之间,倾向SSW,倾角52°~81°。

II号矿体位于矿区中部0~28线之间,赋存于 $F_1$ 之中,总体走向102°~116°,倾向SSW,倾角60°~70°,矿体呈单脉状。

III号矿体位于0~4线之间,赋存于 $F_4$ 断裂破碎带中,断续延长500余米,由4个矿脉组成。矿体总体走向110°,平面上为一弯曲的单脉体,倾向SSW,倾角60°左右。

V号矿体位于I号矿体西端15~0线之间,向北西方向延伸,矿体产状 $245^\circ \angle 60^\circ$ 。控矿构造与I号矿体配套。

富矿体主要集中于 $F_1$ 断裂破碎带内下断面附近。

## 2 构造控矿作用分析

凤凰山银矿的形成及其特征明显受断裂构造控制。

### 2.1 断裂构造控制矿体的形成及其特征

(1) 成矿构造时期<sup>[2,4]</sup>。凤凰山银矿成矿发生于印支-燕山晚期NW向挤压环境,所以,NW-SE向挤压下发生的构造为成矿期构造;SN向挤压下形成的构造为成矿前构造;NE向挤压和EW向挤压形成的构造为成矿后构造。

成矿期构造活动时其应力场最大主应力( $\sigma_1$ )为NW-SE向,最小主应力( $\sigma_3$ )为NE-SW向。NW向断裂处于拉张状态,NW至近EW向断裂处于顺扭状态,在走向由近EW转为NW向部位为局部引张应力状态,为矿液充填提供了空间。

成矿后断裂对成矿起着两种不同的影响:①对矿体起破坏作用,使矿体破碎;②由于断裂使地下水活动,促使淋滤迁移,发生氧化次生富集。

(2) 导矿构造、配矿构造和储矿构造<sup>[4]</sup>。导矿构造是指含矿熔浆或热液自深部地段(上地幔、地壳深部)进入矿田范围的通道。矿区罗维断层从凤凰山银矿区西南方通过,是区域范围内规模较大的一条NW向断裂。断裂破碎带中Ag含量普遍偏高,而断裂带两侧围岩中Ag含量明显降低,断裂带中硅化现象普遍,显示沿该断裂曾有含矿溶液流动,推测罗维断裂为导矿构造。

矿区内EW向的 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 断层和NW向 $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_7$ 断层矿化明显,但矿化程度差异明显不同。

$F_1$ 、 $F_4$ 断层是主要控矿构造,主矿体(I-①、I-②)均赋存于 $F_1$ 断裂破碎带顶、底部; $F_4$ 断裂中矿化强度虽不如 $F_1$ 强,但热液蚀变——硅化较强,并且由西向东硅化有由强变弱的趋势,银品位由西向东有逐渐增高的趋势,说明EW向 $F_4$ 和 $F_1$ 断层既是矿液从罗维断层向矿区运移的配矿构造又是包含矿体,是决定其矿体形态、产状、大小及内部结构特征的储矿

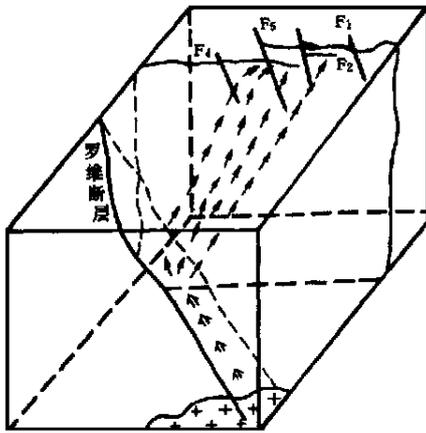


图2 凤凰山银矿导矿构造、配矿构造和储矿构造

Fig. 2. Structures for ore fluid migration, ore distribution and ore accommodation in the Fenghuangshan silver deposit.

构造。矿液由深部沿罗维断裂上升，自西向东运移，于F<sub>1</sub>、F<sub>4</sub>断裂破碎带以及EW向断裂和NW向断裂交汇部位停集、沉淀成矿(图2)。由矿区Ag元素含量的异常分布和地表各探槽Ag品位变化曲线证明了这一点。

矿区垂向上Ag含量变化曲线(图3、图4)表明区内Ag含量高峰区在0~16线的200~300m标高区间，在此区间以外的西、东端Ag含量均有逐渐降低的趋势。似乎显示矿液贯入此区后向上、下和东、西两侧流动。

凤凰山银矿床已圈定的工业矿体主要赋存于F<sub>1</sub>断裂破碎带中，其次为F<sub>4</sub>断层。此外NW向F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub>等断层中也有银矿化。矿体形态、产状规模均严格受断层控制，断层两侧矿化现象极其微弱，矿脉由主矿体向破碎带或围岩伸入。表明EW向F<sub>1</sub>、F<sub>4</sub>断裂和NW向断层既是配矿构造，也是储矿构造。

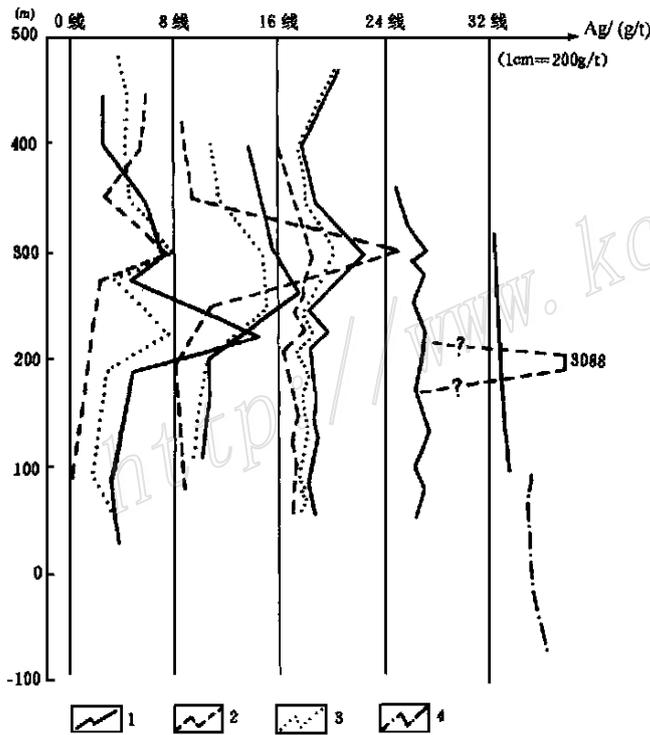


图3 矿区垂向上Ag品位变化曲线图  
1-I-①矿体品位变化曲线; 2-I-②矿体品位变化曲线; 3-I-①和I-②矿体平均品位曲线; 4-底部矿体品位曲线

Fig. 3. Vertical variation of Ag grade in the ore district.

- 1- Variation of Ag grade in I-① orebody;
- 2- Variation of Ag grade in I-② orebody;
- 3- Average grade curve of I-① and I-② orebodies;
- 4- Grade curve of the bottom orebody.

(3) 控矿构造及矿体类型。成矿过程中含Ag矿液除充填于F<sub>1</sub>、F<sub>4</sub>等规模较大的断裂破碎带，形成似层状、脉状、透镜状矿体外，还充填裂隙中，形成大量小矿脉。

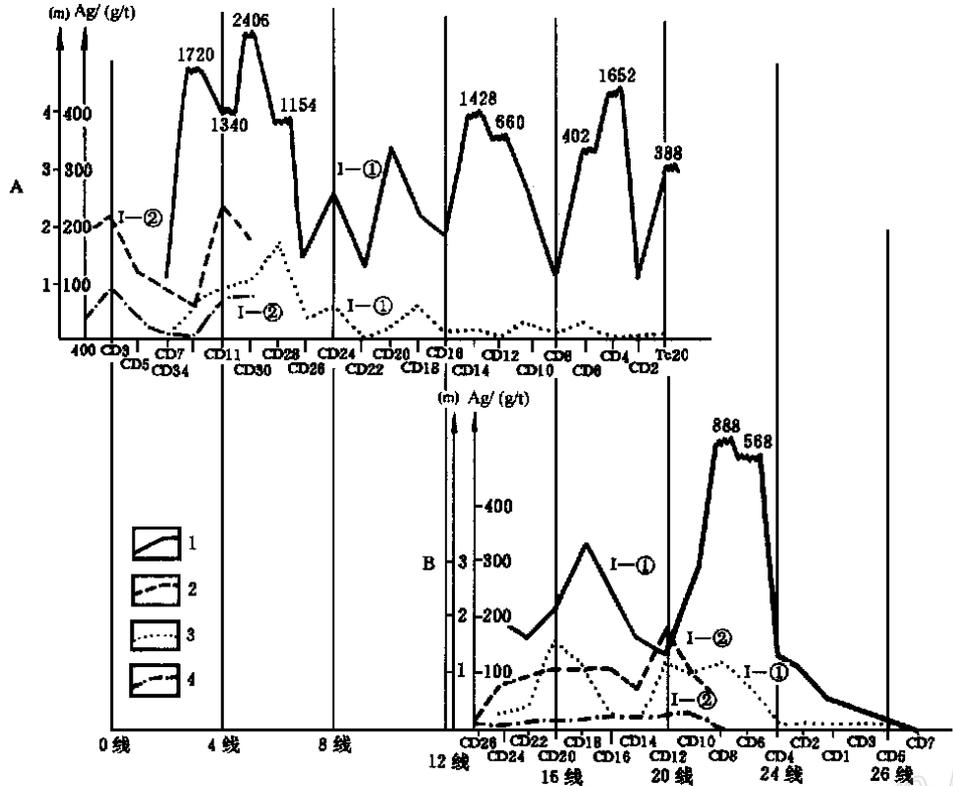


图4 YD400 (A) 和 PD280 (B) 中主矿体 Ag 品位和矿体厚度变化曲线  
 1-I -① 矿体品位曲线; 2-I -② 矿体品位曲线; 3-I -① 矿体厚度曲线; 4-I -② 矿体厚度曲线  
 Fig. 4. Variations of Ag grade and orebody thickness for the principal orebody in YD400

(A) and PD280 (B).  
 1-Ag grade curve of I -① orebody; 2-Ag grade curve of I -② orebody; 3-Thickness curve of I -① orebody; 4-Thickness curve of I -② orebody.

矿区内矿体及裂隙大致分为4组: 石英-黄铁矿体, 多见于砂、泥岩中, 呈马尾丝状; 石英-黄铁矿-毒砂-硫锰矿脉, 多沿NW向、NE向裂隙充填; 石英-含银多金属硫化物矿脉, 多充填于EW向的断裂破碎带中, 是主要的矿脉; 石英-碳酸盐-(硫锰矿)黄铁矿脉, 多穿切前面几种矿脉, 形成最晚。矿脉的规模变化很大, 粗脉达数公分宽, 细脉仅宽数毫米。由于含Ag矿液沿多组裂隙运移充填, 使矿脉形态十分复杂, 有帚状、雁行状、细网脉状、马尾丝状。其脉壁一般均较平直, 显示以剪切裂隙为主。

(4) 断裂产状变化控制银矿化部位。矿区EW向断层走向由近EW向转为NW向的部位在成矿期处于局部引张状态, 银矿化最好, 矿体厚度大、品位相对较高。I -①矿体在2~8号勘探线范围内矿化最好。在剖面上断裂由陡变缓部位银矿化好, 矿体厚度大、品位高, 因这些部位成矿期处于局部拉张状态。不同方向断层交汇处Ag品位偏高。在矿区剖面上断层呈斜列展布, 银矿体也大致呈斜列展布, 越向深部, 矿体越向东迁移, 由此推测, 在矿区东部深处可能找到深部隐伏矿体。

(5) 控矿构造分带特征。矿区内含矿断裂破碎带的构造岩由碎屑岩系列组成。主断面部位为岩粉、岩屑、岩块角砾岩带和条带状、角砾状、块状矿石。向外是角砾状碎裂岩, 其中发育细脉状、网状状矿石; 依次向外的碎裂岩化带, 以低品位浸染状、细脉浸染状矿石为主。其外侧部分地段可分出透镜体化岩带, 有稀疏的含矿细脉组成的矿化体。从构造岩带及矿石类型的特征明显表明构造分带对成矿溶液运移和沉淀的影响, 引起矿化分带现象。

## 2.2 成矿动力学探讨

(1) 构造活动的脉动性导致成矿的多阶段性。构造脉动性是同一构造运动时期中所表现出的多次波动<sup>[3,51]</sup>, 伴之成矿热液多次活动上升, 在同一成矿期出现多个成矿阶段。

凤凰山银矿成矿过程中构造曾经历多次活动, 成矿断裂多次张开成矿热液多次上升, 并在断裂中流动、充填、交代、沉淀, 表现出多阶段成矿特征。根据矿物的结构、构造、物性、微量元素、包裹体测温及矿物之间穿插关系, 依据共生组合特征将矿化划分为4个阶段: 石英-黄铁矿-白铁矿阶段(I); 石英-黄铁矿-毒砂-硫锰矿-银矿物阶段(II); 石英-多金属矿硫化物-银矿物阶段(III); 石英-硫锰矿-菱锰矿阶段(IV)。其中III阶段为银的主矿化阶段。由于银矿化的多次叠加富集, 使主矿体顶底板附近矿特别富。

(2) 偏应力状态影响成矿深度。为了确定有利的成矿部位与应力场的关系, 将应力状态划分为引起体积改变的球应力状态( $\rho$ )和形状改变的偏应力状态( $s$ )。球应力张量为平均正应力,  $\rho = 1/3(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$ , 随深度而增加。主偏应力张量表达式为:

$$S = \begin{vmatrix} \sigma_1 - \rho & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 - \rho & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 - \rho \end{vmatrix}$$

式中 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 为主应力。偏应力张量随深度增大而变小。

凤凰山银矿经石英颗粒位错密度计算成矿期压力 $(\sigma_1 - \sigma_3) = 618 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 用石英亚颗粒直径计算成矿期压力 $(\sigma_1 - \sigma_3) = 607 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。根据矿物包裹体测温结果, 成矿温度为 $200 \sim 250^\circ\text{C}$ , 应用热力学理论和方法经计算得成矿理论压力值为 $200 \times 10^5 \sim 300 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。矿体主要赋存于黄洞口组中段, 其上覆地层厚 $1130 \sim 1150 \text{ m}$ , 其静岩压力为 $280 \times 10^5 \text{ Pa}$ 左右, 考虑到矿区断裂为脆性破裂带, 静岩压力与流体压力相近, 相应深度应在 $1 \sim 1.2 \text{ km}$ 。

当构造应力场一定时, 地壳的某一深度能否形成赋矿空间, 完全受偏应力的控制。凤凰山银矿 $1 \text{ km}$ 深处围压 $\sigma_2 = \sigma_3 = 280 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 主偏应力张量( $s$ )为:

$$|s|_{1\text{km}} = \begin{vmatrix} 890 - 483 & 0 & 0 \\ 0 & 280 - 483 & 0 \\ 0 & 0 & 280 - 483 \end{vmatrix} \quad (\text{单位 } 10^5 \text{ Pa})$$

偏应力较大, 岩石形变明显, 破碎的空间对成矿比较有利。而在 $3 \text{ km}$ 处附近, 围压 $\sigma_2 = \sigma_3 \approx 800 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 此深度偏应力张量( $s$ )为:

$$|s|_{3\text{km}} \approx \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

偏应力近似为零, 整个岩石处于静岩围压状态, 只发生体积的变化而不发生形状的改变, 即不可能形成赋矿空间。因此, 可以认为 $3 \text{ km}$ 是凤凰山银矿区矿化、蚀变的极限深度。实际有

效的矿化深度大致在1~2 km 范围。

目前在矿区从矿体出露的最高部位(海拔530 m)到钻孔控制的最深部位(海拔-100 m)估计垂直深度已接近630 m。考虑到成矿后岩层的风化剥蚀厚度,估计向深部还会有矿体存在。结合矿体向南东方向斜列这一特征,推断矿区南东方是寻找深部矿体的有利地段。

(3) 应力驱动及矿液的运移、停积。主应力和 $(\sigma_1 + \sigma_3)$ 与主应力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ 决定了应变能的大小和矿液运移势的高低<sup>[2,3,5]</sup>。和应力正负代表岩石收缩和扩张,收缩使压力增加,矿液向外流,扩张使压力降低,矿液向内流。因此,运移势不仅控制了矿液的流速,还控制了矿液流向。矿液运移势数学表达式(达西定律)为:

$$v_i = \frac{ak_0}{\eta} [ \exp(\sigma_1 - \sigma_3) ] (\sigma_1 + \sigma_3)$$

式中: $v_i$ 为各点矿液流速; $a$ 为介质的压缩系数; $k_0$ 为介质流通系数; $\eta$ 为矿液粘度; $\sigma_1$ 和 $\sigma_3$ 为最大主应力和最小主应力。

综合考虑对矿区和区域内地层及接触关系,褶皱构造、断层和节理所反映的应力场特征,说明矿区先后经历了SN向挤压、NW-SE向挤压、NE-SW向挤压和近EW向挤压。成矿时间为 $215 \times 10^6 \sim 167 \times 10^6$  a,为印支-燕山期NW-SE向挤压。

为深入研究矿床成矿构造应力场对矿液的驱动运移和停积作用,应用电算对成矿期构造应力场进行了有限单元法模拟计算。以矿区地形地质图、PD280中段地质图和8号勘探线剖面图作底图,保留破碎带,单元划分时其结点和单元边界放在岩性分界线上,即用多个三角形来拟合地质体边界。选取西边和北边结点作约束点,SE方向施加作用力,模拟结果获得全矿区、PD280中段及8号勘探线剖面成矿期应力场围压、最大剪应力和应变能的数据和图件(图5、图6、图7)。

含矿热液是一种热流体,其内压力差是造成运移的主要原因之一<sup>[2]</sup>。这种压力差与运移环境的构造围压大小直接有关,高围压部位的含矿热液会在压力差的驱动下向低围压部位运移,以求达到力学上的平衡。此外含矿溶液的运移通道如处于高围压状态时,会阻止热流体的通过。由此可见,成矿区域中构造围压的分布是含矿热液运移的主要控制因素。另外,热流体发生停积形成矿体以及含矿热液成矿作用彻底与否和成矿域中最大剪应力和应变能的分布密切相关,如在这二者的高值部位构造变形强烈,虽然这里因应力释放而容易造成低压空间利于矿液的涌入,但环境的不安定却影响矿液的充分结晶沉淀。

有限单元分析结果表明成矿期凤凰山 $F_1$ 、 $F_4$ 断裂带为低压区,呈长条状近EW向展布,而且有由西南向东北、由四周向 $F_1$ 、 $F_4$ 断层附近降低的总趋势。特别是EW向断裂,走向由EW转为NW的部位和EW向断层与NW向断层交汇部位围压普遍偏低。矿区南部渌钟顶一带围压较高,异常相对比较分散(图5-a)。

从矿区成矿期最大剪应力等值线图(图5-b)看,凤凰山地区处于较高值区,渌钟顶偏低,凤凰山到渌钟顶之间为低值区,而矿区外围,特别是东北部是最大剪应力高值区。

$F_1$ 、 $F_4$ 断层展布区应变能都处于高值部位,应变能等值线呈线状EW向展布,向外围逐渐降低。渌钟顶一带应变能值则偏低。

构造围压是含矿热液运移的主要控制因素,热流体在压力差的驱动下,由高围压向低围压部位运移。凤凰山一带( $F_1$ 、 $F_4$ 等断层展布区)成矿时处于低围压区,矿液聚集条件较好。

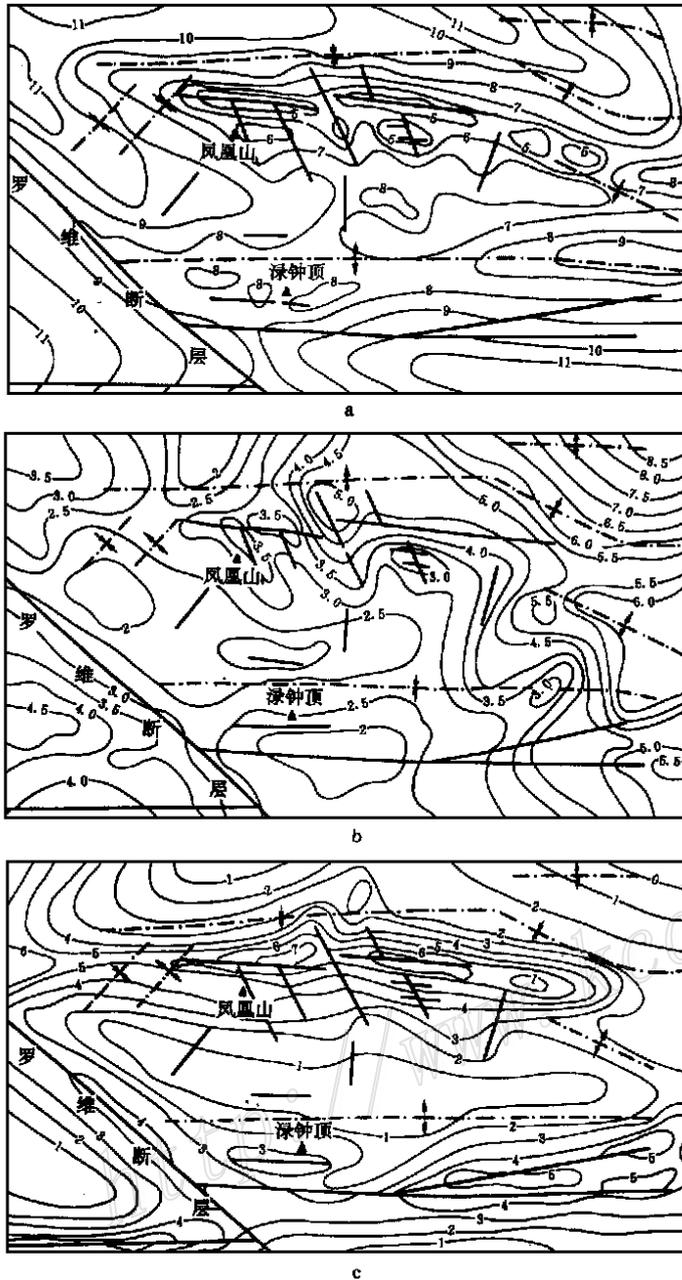


图5 矿区成矿期应力场

a—围压等值线图(单位为 $100\text{ kg/cm}^2$ ); b—最大剪应力等值线图(单位为 $100\text{ kg/cm}^2$ ); c—应变能等值线图(单位为 $10^{-4}$ 焦耳)

Fig. 5. Stress field of the ore-forming stage in the ore district.

a- Contour map of confining pressure ( $100\text{ kg/cm}^2$ ); b- Contour map of maximum shear stress ( $100\text{ kg/cm}^2$ ); c- Contour map of strain energy ( $10^{-4}\text{ J}$ ).

禄钟顶由于围压分散且偏高不利于矿液的汇聚。就矿区总体而言围压是西边高东边低、南边高北边低,矿液在应力驱动下有可能由SW向NE方向运移,而在凤凰山断裂带停积成矿。

成矿域中最大剪应力和应变能的分布状态是控制成矿安定环境和岩石破碎强度的主要因素。凤凰山一带比禄钟顶和周围具有偏高的最大剪应力和应变能,因此具有有利的成矿条件,但仍显示成矿环境较为动荡,影响矿区中银矿物等结晶程度不高,粒度偏小,这与矿床的矿化特征一致。

PD280中段成矿期围压总趋势是四周高, $F_1$ 断裂带较低,并有由西向东围压由高变低的趋势,围压等值线呈近EW向延伸。特别是 $F_1$ 断层走向变化部位为低围压封闭区,与矿体形态接近(图6-a)。

PD280成矿期应变能总趋势是沿 $F_1$ 断裂带较高,向外围变低,应变能等值线呈EW展布(图6-c)。

PD280成矿期最大剪应力也是沿 $F_1$ 出现高值区,等值线呈线状沿EW向分布(图6-b)。由于 $F_1$ 断裂展布地带应变能和最大剪应力相对较高,岩石破碎带抗压强度和抗张强度低于围岩,在相同应力条件下破碎带变形强烈。破碎程度高于周围岩石,造成低围压域,为矿液的贯入提供了有利条件。

8号勘探线成矿期围压、最大剪应力和应变能等值线图(图7)显示200~300m标高段断裂破碎

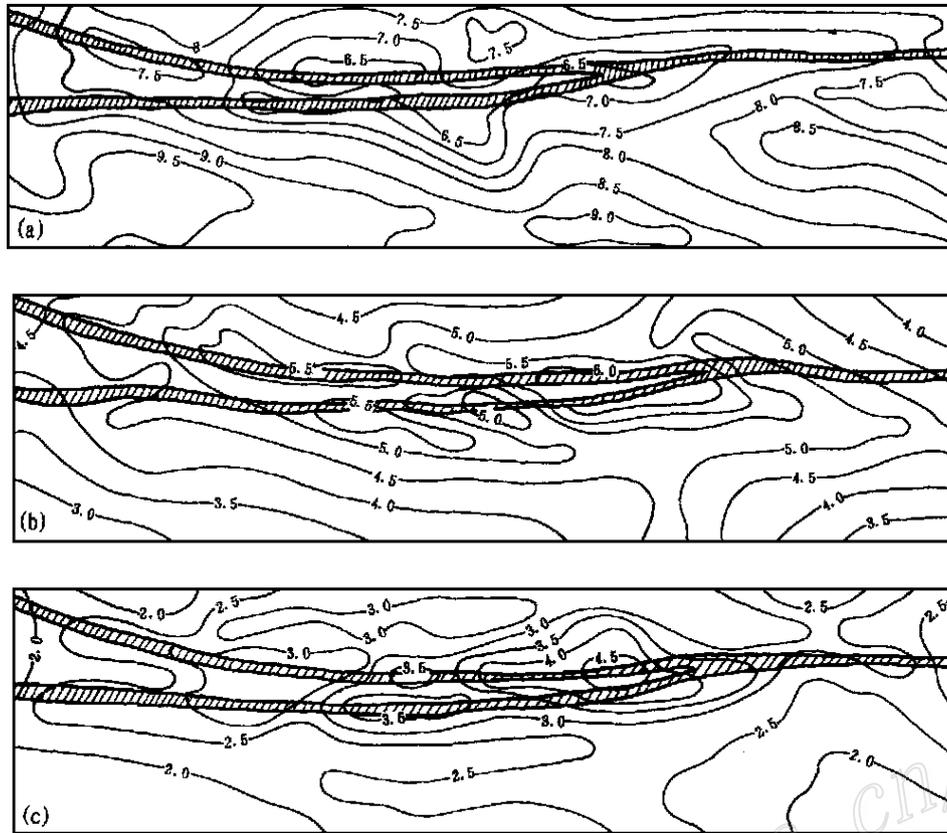


图 6 PD280 中段成矿期应力场

a- 围压等值线图 (100 kg/cm<sup>2</sup>); b- 最大剪应力等值线图 (100 kg/cm<sup>2</sup>); c- 应变能等值线 (10<sup>-4</sup>焦耳)

Fig. 6. Stress field of the ore-forming stage at PD280 level.

a- Contour map of confining pressure (100 kg/cm<sup>2</sup>); b- Contour map of maximum shear stress (100 kg/cm<sup>2</sup>); c- Contour map of strain energy (10<sup>-4</sup>J).

带为低围压区, 向上下围压增高 (图 7-a); 最大剪应力上下部较高, 中部变低, 而矿体分布地带为低值区中的较高地带 (图 7-b); 应变能中部高, 向上下变低 (图 7-c)。

8 号勘探线在剖面上是南、北部和上、下部围压高, 最大剪应力高, 而应变能低, 围岩较之破碎带在成矿期变形小, 没有足够储矿空间。因此不利于含矿溶液的运移和停积, 只有中偏下部变形和应力条件适中, 利于矿液的贯入、聚集、停积而成矿。结合有用元素品位和同位素组成变化趋势及成矿温度变化特征等, 显示含矿热液大致是从南西向北东由深部向上部运移, 这与矿体分布和产状的实际情况很吻合。

此外, 矿区 EW 向压性- 压扭性断层和 NW 向断层曾经历多次活动, 为复合性断层, 并有多组断裂相交汇, 流通性良好。在成矿期多次脉动复活张开, 有利含矿热液的脉动上升叠加成矿。

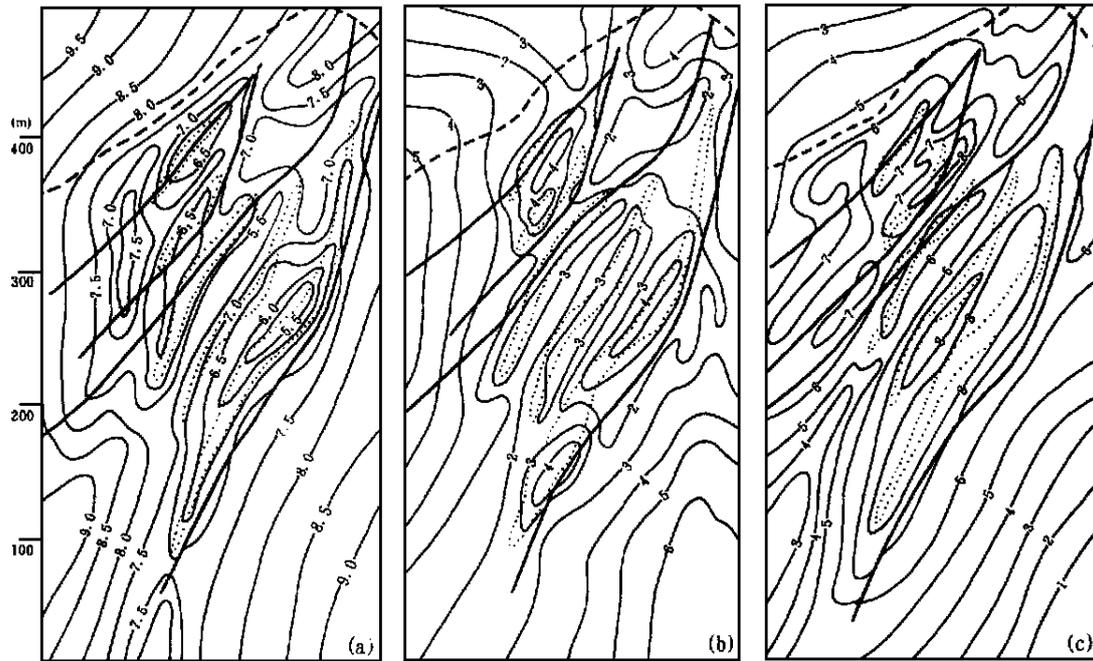


图7 8号勘探线剖面成矿期应力场

a- 围压 ( $100 \text{ kg/cm}^2$ ); b- 最大剪应力 ( $100 \text{ kg/cm}^2$ ); c- 应变能 ( $10^{-4}$ 焦耳)

Fig. 7. Stress field of the ore-forming stage along No. 8 exploration line.

a- Confining pressure ( $100 \text{ kg/cm}^2$ ); b- Maximum shear stress ( $100 \text{ kg/cm}^2$ ); c- Strain energy ( $10^{-4} \text{ J}$ )

电算工作由陆彦副教授完成, 特致谢意!

#### 参 考 文 献

- 1 马宗晋, 邓起东. 节理力学性质的判别及其分期配套初步研究. 构造地质问题. 北京: 科学出版社, 1965, 15~20.
- 2 周济元, 黄继钧. 浙江建德铜矿的构造特征及其控岩控矿作用. 中国地质科学院562队集刊, 第6号. 北京: 地质出版社, 1987, 73~87.
- 3 黄继钧. 喀拉通克铜镍硫化物矿床的岩浆深源熔离-贯入作用及其形成力学机理. 矿物岩石, 1990, 10(4): 97~104.
- 4 翟裕生. 矿田构造学. 北京: 地质出版社, 1993, 9~23.
- 5 黄继钧. 喀拉通克铜镍硫化物矿区一号矿床构造控岩控矿作用分析. 地质与勘探, 1995, 31(6): 23~30.

## AN ANALYSIS OF THE ORE-CONTROL ROLE OF STRUCTURES IN THE FENGHUANGSHAN SILVER DEPOSIT, GUANGXI

Huang Jijun

(Department of Geology, Chengdu College of Technology, Chengdu 610059)

**Key words:** silver deposit, faulted shatter zone, metallotectonics, tectonic stress field, finite element method, Fenghuangshan in Guangxi

### Abstract

The Fenghuangshan silver deposit is located within the strike fault shatter zone on the northern limb of Xiaomingshan anticline in northern Xidamingshan composite anticline, Guangxi. The shape, attitude and size of silver orebodies are obviously controlled by mainly EW-trending composite ore-control fault system, with Ag, Mn, As, Sb anomalous groups distributed along the ore-control faulted structural zone and exhibiting excellent fitting with the silver orebodies in the fault zone. The shape of the principal section evidently controls the positions of the orebodies, and the orebodies mainly appear in places where the attitude of the section varies. The fracturing intensity of the ore-bearing fault zone is closely related to silver mineralization, which assumes superimposed enrichment, with the positions of early mineralization serving as channelways. Rich orebodies occur in local extensional or decompressional space or low energy positions of the ore-forming stage stress field.