

# 湘中新化铋金矿床成矿构造系列及其找矿预测

汪劲草, 夏斌

(中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

**摘要** 新化铋金矿床并置两套成矿构造系列。一套为走滑型成矿构造系列, 形成于加里东期; 另一套为下滑型成矿构造系列, 形成于雪峰期。前者发育于震旦系地层中, 受控于左旋脆-韧性剪切带, 已知的 I、III 号脉分别为 D 型主张剪脉和 R 型张性桥脉, 预测的 IV、V 号脉为与 I 号脉平行的 D 型主张剪脉, VI 号脉为与 III 号脉平行的 R 型张性桥脉。后者发育于板溪群五强溪组地层中, 受控于下滑型脆-韧性剪切带, 其中局部所见的矿脉确定为 VII 号层状含金石英脉, 且预测深部尚有其它平行矿脉, 类似于沃溪钨铋金矿床层状矿脉的构造成因。

**关键词** 成矿构造系列, 脆-韧性剪切带, 脉状铋金矿床, 湘中新化县

中图分类号: P618.51 文献标识码: A 文章编号: 1001-1552(2002)03-271-05

在隐伏矿床预测过程中, 据以地质、物探、化探的资料越多, 则预测结论的可信度也越高, 但是, 对一个物、化探资料十分缺乏, 地质认识也相当模糊的危机矿山而言, 提高预测可信度的最佳途径就是对已知成矿构造的“身份”进行正确鉴别。方法是: 首先通过详细的构造解析, 将已知成矿构造归结到相同或不同的成矿构造系列中去, 然后再研究它们在时间、空间上的配置关系, 最后尽量把具有成因联系的已知和预测的所有成矿构造“组装”成一个有机的相互制约与影响的地质构造模型, 这个模型被称为成矿构造系列的空间结构 [2000a, 2000b, 汪劲草, 等]。在实施上述技术思路的过程中, 特别重要的是要全力解决影响成矿构造预测得以顺利进行而呈现已久或新近认识的“疑难杂症”即地质关键。所谓关键地质问题是指对某一地质现象的认识将直接导致认识思路的取向及认识结论的正误, 集中力量解决它是成矿构造预测所要求的。

## 1 矿区地质概况与关键地质问题

新化铋金矿床位于湘中东西向金成矿带的西

部, 龙山至白马山东西向隆起与雪峰弧形隆起的复合处, 白马山穹窿东端突出部位。区域地层自下而上为晚元古界、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系及石炭系。矿区地层为晚元古界板溪群五强溪组与震旦系江口组。五强溪组为浅变质岩屑砂岩、石英砂岩、砂质板岩和绿泥绢云板岩; 江口组为含冰渍砾石的石英长石砂岩、含凝灰质粉砂板岩和粉砂质泥岩。穹窿核部发育加里东期白马山复式花岗岩体, 其北东端 3 km 处为矿区。受加里东期北东-南西向挤压, 矿区形成一个复式倾伏背斜构造, 并在小倾伏背斜的倒转翼形成一系列北东向右旋逆断层 (图 1)。

矿区主要关键地质问题可归纳为: (1) 已知的 I、III 号矿脉的成因机制及其相互关系, 为何 I 号矿脉倾向南西, 倾角约 60°, III 号矿脉倾向北北东, 倾角约 80°? 为何 I 号矿脉向北西方向侧伏, 侧伏角约 30°, III 号脉向南东东侧伏, 侧伏角约 70°? (2) ZK2、ZK0505、ZK0506 钻孔控制的深部矿体的构造性质。(3) 成矿构造系列类型及其时空结构。

## 2 走滑成矿构造系列

I号矿体为矿区已知的最大矿体,发育于震旦系下统江口组下部蚀变的含砾砂质板岩中(图1)。矿脉走向北西 $310^{\circ}\sim 315^{\circ}$ ,倾向南西,倾角 $55^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 。其南东端出露地表,往北西方向标高渐次降低,为隐伏的盲矿体(图2)。北西部分被F4错切向北推移二十余米,后经矿山开拓于440中段探获。I号矿

体水平延长近500 m,垂直延深已超过250 m,且北西端还未见尖灭迹象。矿体早期为含金硫化物石英脉,石英呈肉红色,黄铁矿呈浸染状,矿脉厚20~150 cm,呈膨缩的透镜状,相邻透镜体C轴(矿脉最厚处)间距约40 m。晚期为含金辉锑矿脉,辉锑矿顺石英脉中间的张剪裂隙分布,呈透镜体状,边部尚见辉锑矿充填的羽列脉。上述矿体特征表明,早期的成矿构造是在左旋剪切作用下形成的张性裂隙,呈雁列式分布,后经压性桥连接,扩展为一条贯通的张剪裂隙。继后的一次左旋剪切叠加,在含金石英脉上形成一条剪切裂隙,为含金辉锑矿愈合(图3)。成矿后构造活动还使矿脉产生不同程度的碎裂,两侧形成压性断裂面,伴有厚度不等的碎裂岩及断层泥。

III号矿体规模仅次于I号矿体,也发育于I号矿体北侧的震旦系下统江口组中下部蚀变的含砾砂质板岩中。矿脉走向北西 $295^{\circ}$ ,倾向北北东,倾角 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。矿体向南东方向陡侧伏(图4)。平面上,与I号矿脉呈“入”字型,且互不连通,呈两端封闭的长扁透镜体,矿脉长约100 m,垂直延深超过250 m,最大厚度约150 m。其内部结构类似于I号矿体,且矿化类型与I号矿体相同。受成矿后压扭性断裂构造叠加,矿脉走向发生局部转折,原张裂脉两端向外扩展,致使西延部分与I号脉相切,造成I、III号脉呈“X”型关系假象。

在震旦系地层中,可辨识出三种面理。一是层理,但不甚清晰;二是轴面破劈理,产状为 $290^{\circ}\sim 310^{\circ}\angle 60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ,局部发育于小褶皱的核部;三是剪节理,走向 $300^{\circ}\sim 315^{\circ}$ ,倾向南西,倾角 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,非常发育,最大密度50余条/m,一般10~20条/m。在下伏的板溪群五强溪组地层中,板劈理非常发育,

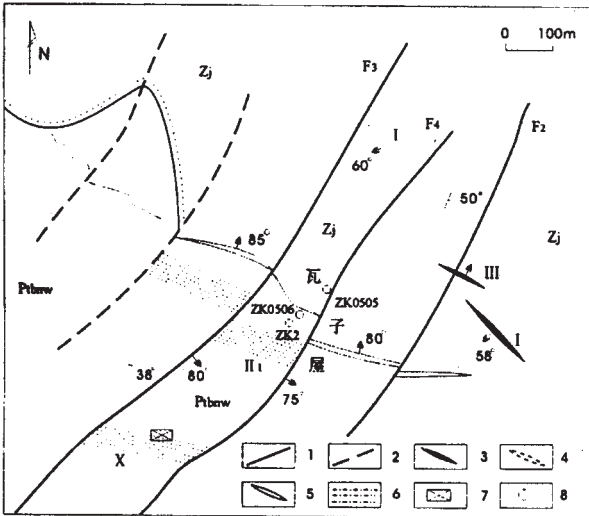


图1 新化锑金矿床地质构造简图

Fig.1 Geological and structural sketch of Xinhua Sb-Au ore deposit

1-实测断层 2-推测断层 3-锑金矿脉 4-440中段I号脉地表投影 5-无矿石英脉 6-高角度含金石英细脉带 7-520中段见层脉地表投影 8-钻孔 Z<sub>j</sub>-震旦系江口组 Ptbnw-板溪群五强溪组

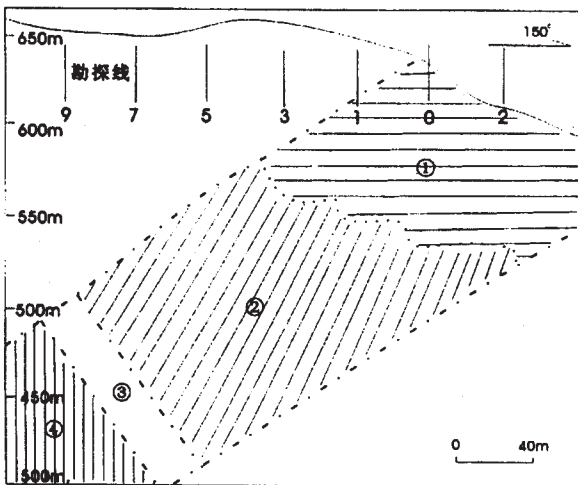


图2 I号矿脉纵投影图(据新化锑金矿床资料简化)

Fig.2 Projection for the longitudinal profile of No. 1 ore vein

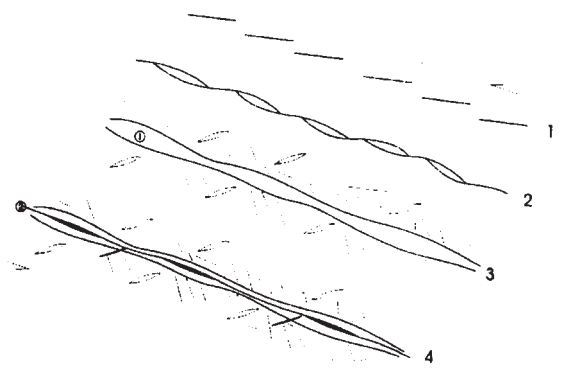


图3 I号矿脉的形成与演化

Fig.3 Formation and evolution of No. 1 ore vein

1-初始张裂隙的形成;2-压性桥的形成;3-含金石英脉的形成;4-含金锑脉的形成;①-含金石英脉;②-含金锑脉

而剪节理不发育,仅局部可见,这可能是早期的板劈理形成褶皱对晚期剪应力吸收的结果。综合上述认为,加里东期间,区域性北西-南东向非共轴挤压与穹窿核部的同构造花岗岩侵位向北东方向产生的斜推力复合后,导致矿区震旦系地层中发育的脆-韧性剪切带具左旋斜逆冲性质。该脆-韧性剪切带无明显的边界,宽度大于 1 km,走向 310°左右,倾向南西,倾角 60°左右。根据矿脉的地质特征、剪切带内不对称小褶曲及一系列小石英脉雁列排布的构式,认为该脆-韧性剪切带具左旋逆斜冲性质,斜冲仰角约 30°。I号矿脉走向上与剪切带中剪切面理(S<sub>c</sub>)走向一致,倾向及倾角也与剪切面理的倾向及倾角相同,因此 I号矿脉是受剪切带控制的平行剪切面理的“D”型张剪脉。III号矿脉与剪切带中剪切面理小角度相交,倾向与剪切面理倾向相反,且产状陡于剪切面理。因此,III号矿脉是在北西向(305°)低角度倾滑(30°)的左旋剪切作用下形成的,属剪切带内的“R”型张裂脉。由于 I号矿脉是主脉,规模远大于 III号矿脉,且 III号脉位于 I号脉之南东端近尾部,故分析两者的空间关系呈“入”字型,即 III号脉为“桥”型张裂脉。符合剪切带中脉的构式规律[1986, Robert *et al.*]。

根据成矿构造系列的概念,由控制 I、III号已知矿脉及与其有成因联系的其它未知矿脉组成的成矿构造可归入走滑型成矿构造系列。

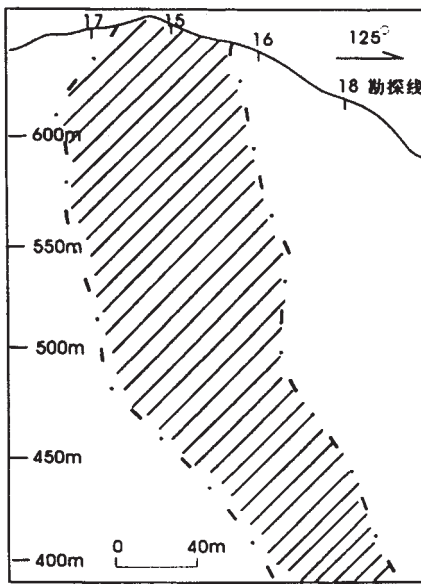


图 4 III号矿脉纵投影图 III

Fig. 4 Projection for the longitudinal profile of No. III ore vein

### 3 伸展成矿构造系列

钻孔 ZK2、ZK0506 及 ZK0505 于深部见到一层缓倾的含金石英脉,平均厚度为 3.52 m,平均金品位为  $14.85 \times 10^{-6}$ ,湖南有色地质勘查局 246 队认为该矿脉为地表高角度出露的 II<sub>1</sub>号矿体的下延部分。但是,研究后发现:I、III号矿体是含金铋的石英脉型矿体,而三钻孔所见的矿体是单纯含金的石英脉型矿体;I、III号矿体的含金石英脉呈蔷薇色,粒度较粗,三钻孔所见的含金石英脉呈淡绿色,粒度较细,并较前者破碎;前者产于震旦系中,切层,后者产于板溪群五强溪组中,顺层;前者有两次构造矿化事件发生,一次是含金石英脉的形成,二次是含金铋脉的形成,而后者则是单一的含金石英脉。显然,板溪群中的层状含金石英脉无疑属另一成矿构造系列范畴的金矿体,目前,X号蚀变带下部 520 中段所见的顺层含金石英脉矿体与三钻孔所见层状矿脉特征完全一致,应为同一矿脉(图 5)。

矿区板溪群五强溪组地层中发育有一顺层下滑型脆-韧性剪切带,理由是:(1)区域分布的五强溪组地层可见清晰的层理,而矿区不整合面下盘的五强溪组地层层理已完全为顺层构造面理(S<sub>1</sub>)置换;(2)顺层构造面理发育的岩石完全退化,且硅质含量明显增加,表明其为构造带且存在大量热液活动及水/岩相互作用;(3)发育许多顺层含金和非含金石英小脉,而 VII号层脉也发育于其中,表明蚀变岩带为顺层剪切带;(4)愈往上,蚀变愈强,面理愈发育,表明其为正滑顺层脆-韧性剪切带。因此,由控制 VII号层脉及与其有成因联系的其它未知层脉组成的成矿构造应归入伸展型成矿构造系列。

### 4 成矿构造系列的空间结构

#### 4.1 走滑成矿构造系列的空间结构

前已述及,发育于震旦系地层中的高角度石英脉型金铋矿床受控于北西向的脆-韧性剪切带。I号脉属 D型张剪主脉,III号脉属 R型张性桥脉。据此,根据剪切带内脉的构成规律认为,D型主脉可组成相互平行的雁列脉,各雁列脉之间则为桥脉相衔。依此分别在 I号矿脉的北东侧和南西侧分别预测 IV号、V号雁列式 D型张剪脉,在 V号与 I号之间预测了 VI号桥脉。已知 D型脉与预测 D型脉在矿化空间结构及地质特征上类似,已知 R型桥脉与预测 R型

桥脉在矿化空间结构及地质特征上也类似。根据该走滑型脆-韧性剪切带的动力学特征分析后认为,从南西往北东方向,D型张剪脉出露标高越来越高。由于脆-韧性剪切带左旋斜冲及岩石破裂后剪切力偶具不对称性,认为从南西往北东,张剪脉的发育程度呈递减的趋势。

#### 4.2 伸展成矿构造系列的空间结构

预测的Ⅶ号层脉矿体发育于板溪群五强溪组绢云石英构造板岩中,经研究认为该层脉受控于一条下滑型顺层脆-韧性剪切带,其性质与湘西金矿沃溪金锑钨矿床的控矿构造类似

[1981,梁金城,等;1983,李石锦;1984,罗献林,等;1992,刘亚军;1992,牛贺才;1995,奚小双;1998,黄瑞华,等;1998,吴延之],该剪切带可能形成于雪峰期,与沃溪金锑钨矿床形成时代相同。矿体呈板式,属剪切带内D型张剪裂隙。目前,只发现了一条主层脉,估计上、下尚有小的棚脉与底脉。特别值得注意的是,在Ⅶ号矿体下部的脆-韧性剪切带内可能还会发现其它平行的D型主张剪脉。因此,伸展型成矿构造系列中的成矿构造在空间上会具有上下叠置及动力作用方向上的雁列特征。

### 5 结论与讨论

(1)确定已知I、Ⅲ号矿脉受控于一条北西向非透入性脆-韧性剪切带,该剪切带走向310°左右,倾向南西,倾角60°左右,宽度大于1 km,剪切性质为左旋斜冲,斜冲仰角约30°。该剪切带控制了北西向土坪-云溪一带的金、锑成矿带,形成时代为加里东期。

(2)I号矿脉为主脉,受控于D型张剪裂隙,Ⅲ号脉为桥脉,受控于R型张裂隙。研究表明,D型张剪脉向北西方向缓侧伏(30°±);R型张裂脉向南东方向陡侧伏(70°±),故认为I号脉南东方向已出露地表遭受剥蚀,继续往南东方向已无找矿希望,而北西端除发现断失的部分矿体外,侧伏方向往深部(410中段以下)尚有相当延伸潜力。由于Ⅲ号脉属桥脉,故预计440中段以下延伸会十分有限。

(3)确定ZK2、ZK0505、ZK0506三孔深部所见矿体不属Ⅱ号矿体,而属板溪群五强溪组地层中的低角度(<30°)层状含金石英脉体,与520中段在X

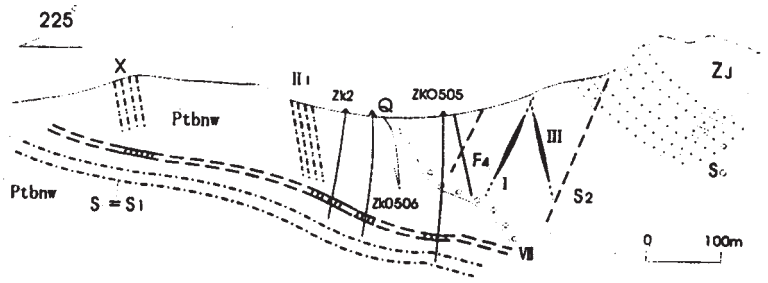


图 5 矿区地质构造剖面图

Fig. 5 Geological and structural cross section in the ore district

I - I号矿脉;Ⅲ - Ⅲ号矿脉;Ⅶ - 预测的Ⅶ号矿脉;X - X号高角度含金石英细脉带;Ⅱ<sub>1</sub> - Ⅱ<sub>2</sub>号高角度含金石英细脉带;Q - 无矿石英脉;S<sub>0</sub> - 层理;S<sub>1</sub> - 下滑型剪切带中的构造面理;S<sub>2</sub> - 走滑型剪切带中的构造面理;Zj - 震旦系江口组;Ptbnw - 板溪群五强溪组

号矿化带下部坑探所见的层状含金石英脉体为同一矿体。初步分析认为该层脉受控于五强溪组发育的下滑型顺层脆韧性剪切带,类似于沃溪金锑钨矿床中的层状矿脉。该层脉矿石类型为单一含金石英脉型矿体,形成时代为雪峰期。

(4)矿区的成矿构造可归结为走滑型成矿构造系列与下滑型成矿构造系列,前者为金锑石英脉型矿体,成矿构造系列主要包括已知的I、Ⅲ号及预测的IV、V及Ⅵ号张剪或张裂成矿构造,空间结构呈具桥构造的右阶雁列排布的D型平行矿脉;后者为含金石英脉型矿体,成矿构造系列包括本次工作确定的Ⅶ号及其下部尚未发现的其它平行的层状张剪成矿构造,空间结构呈平行雁列排布。

#### 参考文献:

1981 梁金城,李石锦,易诗军. 湘西沃溪金矿床层状石英脉的显微构造与组构初探[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1(3): 41 - 52.

1983 李石锦. 湘西沃溪金锑钨矿床褶皱构造及其控矿作用[J]. 湖南地质, (4): 15 - 21.

1984 罗献林,梁金城,易诗军. 论湘西沃溪金锑钨矿床的成因[J]. 地质与勘探, 20(1): 9 - 14.

1986 Robert F and Brown A C. Archean gold-bearing quartz veins at the sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada [J]. Econ Geol, 81: 578 - 593.

1992 刘亚军. 湘西沃溪金锑钨矿床褶皱构造及其控矿规律与动力成矿作用[J]. 矿床地质, 11(2): 134 - 141.

1992 牛贺才. 湘西层状金矿床成因机制的研究[J]. 矿床地质, 11(1): 65 - 75.

1995 奚小双. 湘西金矿顺层矿脉的构造特征和成因 [J]. 中南工业大学学报, 26(4): 136 - 139.

1998 黄瑞华,谭碧富,刘正庚. 湘西金矿沃溪断层特征及

- 其找矿意义[J]. 地质找矿论丛, 13(2) 39 - 45. 2000a 汪劲草, 彭恩生, 雷鸣波, 等. 湘西金矿沃溪断层的形成与演化[J]. 桂林工学院学报, 20(4) 315 - 318.
- 1998 吴延之. 论湘西金矿的复合褶皱控矿与找矿方向[C]. 湖南矿物岩石地球化学论丛, 长沙: 中南工业大学出版社, 94 - 96. 2000b 汪劲草, 彭恩生, 孙振家. 初论成矿构造系列[J]. 桂林工学院学报, 20(2) :123 - 127.

## METALLOTECTONIC SERIES OF XINHUA Sb - Au ORE DEPOSIT, CENTRAL HUNAN PROVINCE AND ITS PROSPECTING PREDICTION

WANG Jin-cao , XIA Bin

( Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640 , China)

**Abstract** : There exist two metallotectonic series at the Xinhua Sb - Au ore deposit, central Hunan province. One was controlled by a left-lateral strike-slip brittle-ductile shear zone in Sinian system, formed in Caledonian orogeny, and called as strike-slip-type metallotectonic series, the other was controlled by a downglide brittle-ductile shear zone in the Wuqiangxi Formation of the Banxi Group, formed in Xuefeng orogeny, and called as extensional-type metallotectonic series. the known No. I and III ore-veins in the strike-slip shear zone belong to D-type main tensile-shear veins and R-type tensile bridge-veins respectively. The predicted No. IV and V ore-veins, being parallel with No. I, are D-type tensile-shear vein, and the predicted No. VI ore-vein, being parallel to No. III, is R-type tensile bridge-vein. The predicted No. VII ore-vein, bedded gold-bearing quartz vein which had been seen at local sites before, was controlled by the downglide shear zone, in which it is likely to exist the other ore-veins in parallel with No. VI ore-vein, similar to the structural genesis of the bedded ore-veins at the Woxi W - Sb - Au ore deposit.

**Key words** : Metallotectonic series; brittle-ductile shear zone; vein-type Sb - Au ore deposit; Xinhua county, central Hunan Province