

# 河南小秦岭金矿构造控矿规律及控矿模式

冯建之

(河南省地质矿产勘查开发局第一地质调查队, 河南 洛阳 471023)

**摘要:** 小秦岭金矿为产于绿岩中的脉状金矿床, 受韧性剪切带控制。文章根据危机矿山项目在小秦岭地区的深部探矿资料, 结合浅部勘探资料, 通过研究认为: 剪切带的规模与分布密度与金矿的成矿关系密切; 剪切带的产状变化控制矿体的富集部位。剪切带演化的不同期次与不同成矿阶段相对应。总结控矿模式为“一街五巷三层楼”模式。

**关键词:** 金矿床; 剪切带; 控矿规律; 控矿模式; 小秦岭

**中图分类号:** P619.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2009)04-0302-06

小秦岭地区是我国目前三大原生金矿成矿区之一。位于华北地台南缘Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>、W、S等为主的成矿带中, 是华北地块南缘成矿系列的一部分。该区金矿为脉状金矿, 由不同规模、形态、产状的矿脉组成, 每一条矿脉都是一个相对独立的矿化体。因此, 对构造, 特别是断裂构造的研究就成为成矿预测的关键。

## 1 区域构造轮廓

小秦岭地区处于华熊台隆之中, 其北为由山前大断裂(区内称太要断裂)分开的汾渭地堑; 其南由铁炉子—栾川断裂与秦岭造山带相接。

华熊台隆在燕山期地壳活化, 发生了一系列构造热事件, 除大规模花岗岩侵入外, 产生了一系列NE向倾斜式断陷盆地, 在区内形成被横向裂陷自然分割的“盆岭”构造型式。小秦岭台穹位于最西端, 其南侧以小河断裂与灵宝—五亩凹陷相邻。

华熊台隆地壳为典型二元结构, 小秦岭台穹没有盖层, 只有结晶基底, 即太华群。

太华群形成的年龄约为2.5Ga(黎世美, 1996), 具有地壳演化早期的典型特征。根据岩石特征分为下基底和上基底: 下基底代表地壳演化早期的中—基性火山喷发产物(拉斑玄武岩); 上基底为海进式沉积岩(变质岩)。变质程度达角闪岩相和绿片岩相, 并具强

烈的混合岩化作用。变质作用与特征矿物显晶的巴洛式变质带和混合伟晶岩呈密集区产出, 可以看出具有热穹隆区域构造特征, 是处于长期隆升和边缘沉降的区域性构造变形体制之中。

从区域构造配置分析, 小秦岭是一个典型的伸展体制下形成的非对称型“拆离—变质杂岩核构造”, 其组成要素为一核、二界、三拆离(图1)。本区金矿就产于变质杂岩核的拆离构造中。

## 2 拆离—变质核杂岩构造

河南境内小秦岭变质杂岩核体, 呈腰果形, 为具穹隆性质的短轴复背形, 东西长约45km, 南北宽约10~20km。褶皱形态与巴洛式递增变质带相吻合, 应属早期区域热穹隆变形演化的结果(图2)。

小秦岭变质杂岩核体边界十分清楚, 被长期发育的边界断裂(太要断裂、小河断裂)围限。边界断裂遵循早期韧性、中期脆性和晚期脆性的规律发展演化, 有序叠加, 成为一条复合型长寿断裂。起始形成时间大约在1800Ma, 至今仍在活动之中。它们都是高角度正断层, 呈铲形向下延深, 但小河断裂之脆性断裂比太要断裂脆性断裂要浅得多, 规模要小得多; 而韧性期的构造强度却相反, 北侧弱南侧强。这就是“拆离—变质杂岩核构造”具非对称性的主要控制条件。

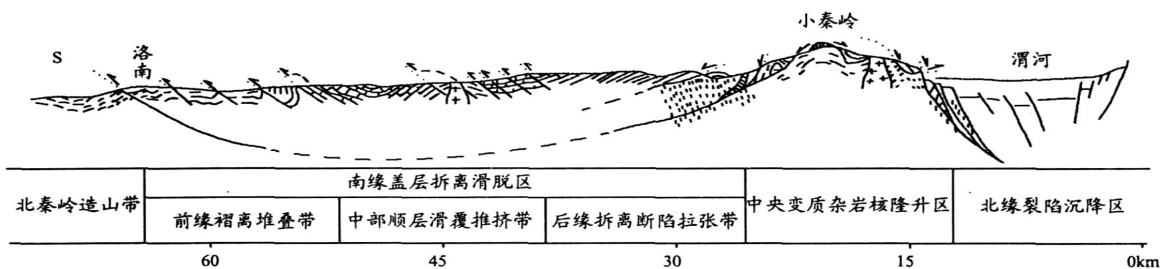


图1 小秦岭拆离—变质杂岩核构造概略剖面图

(据胡正国, 1993)

Fig 1 Tectonic outline profile of detachment metamorphic core complex in Xiaolinling (modified from Hu Zhengguo, 1993)

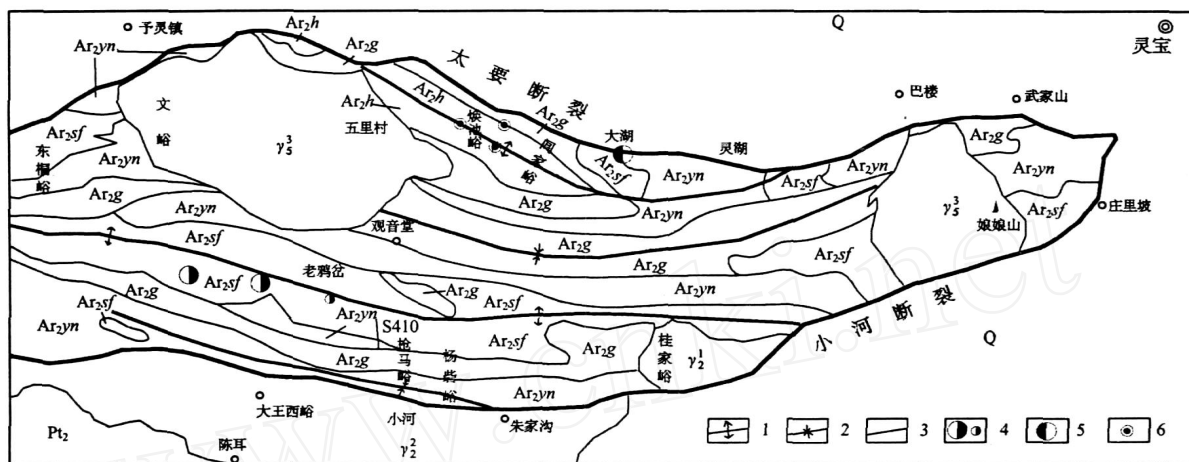


图2 河南小秦岭地区地质矿产略图

Fig 2 Simplified geological and mineral map of the Xiaolinling area, Henan

Q- 第四系 Pt2- 中元古界 Ar2h- 焕池浴组 Ar2g- 观音堂组 Ar2sf- 四范沟片麻状花岗岩 Ar2yn- 杨峪灰色片麻岩  $\gamma_3^2$ - 中生代似斑状黑云二长花岗岩  $\gamma_2^2$ - 中元古代片麻状二长花岗岩  $\gamma_1^2$ - 下元古代似斑状黑云角闪花岗岩 1- 背斜 2- 向斜 3- 地质界线 4- 铂金矿 5- 钼金矿 6- 铁矿

小秦岭现代地貌系由长期隆升, 上覆及两翼长期处于引张伸展状态决定的。其椭圆状背斜是在边界左行平移逆冲剪切带不断侧向挤压下发展起来的。

区内主要褶皱由北向南依次为五里村背斜, 七树坪向斜, 老鸦岔背形及庙沟向斜, 上杨寨背形。它们共同构成以老鸦岔背形为主的复背斜(形)。

这些褶皱构造控制了区内金矿的分布。就其控矿作用看, 背形(斜)强于向斜(形); 主背形(老鸦岔)强于次级背斜(形), 并形成三个矿带: 中矿带(老鸦岔背形)、北矿带(五里村背斜)、北中矿带(七树坪向斜)。其中以中矿带最主要, 它控制矿田内约90%的大中型金矿床; 北矿带其次, 控制一个大型四个中型金矿床; 北中矿带第三, 控制若干中小型矿床。

### 3 剪切构造的控矿作用

本区的围限断裂—小河断裂和太要断裂, 控制着矿田的范围及其总体形态。老鸦岔—娘娘山复背形及与其相关的褶—断脆韧性剪切带是本区金矿的容矿控矿构造。

#### 3.1 控矿脆韧性剪切带构造类型

##### 3.1.1 边界断裂

作为变质杂岩核体的边界, 太要和小河断裂控制着太华群的构造演化。制约着区内一系列呈带状(线状)展布的褶皱和剪切带等构造, 造成主体近东西向的空间形态; 同时, 控制了区内岩浆岩的分布。

##### 3.1.2 结晶基底内断裂

一般所称的构造控矿, 就是指太华群内剪切带控

矿。剪切带控制金矿体的分布、产状与富集。

### 3.2 控矿构造规模、分布密度

#### 3.2.1 剪切构造长度与矿化的关系

从全区统计,剪切构造长度与矿化强度成正比。一般的规律是:长度>4000m 控制大型矿床;长度4000~1000m 控制中小型矿床;长度<1000m 控制小型矿床和矿点。

如:中矿带S505—S209—S50—S60 是区内最长的剪切带,长约16km,赋存有文峪、杨寨峪两个大型金矿,老鸦岔中型金矿。S507—S9 长约8km,赋存东闯大型、金碛岔中型金矿。北矿带F<sub>5</sub> 长约8km,赋存大湖大型、灵湖中型金矿。S0—Ⅷ脉带长约1500m,赋存马家凹中型金矿等。

#### 3.2.2 剪切构造分布密度与矿化的关系

从全区统计,中矿带剪切带分布密度最大,约10条/km<sup>2</sup>;北矿带平均不到6条/km<sup>2</sup>;北中矿带平均不到5条/km<sup>2</sup>;娘娘山岩体以东平均约3条/km<sup>2</sup>;上述矿带的含矿性也存在由中矿带—北矿带—北中矿带—娘娘山岩体以东逐渐降低的变化。

在主要矿区中,剪切带分布密度也显示与矿化强度的关系,但是一般一个矿区有一条主断裂控制主矿体,其资源储量占全区总储量50%以上,如:

大湖钼金矿区:发育各类剪切带91条。其中近东西向43条,有4条含矿。在含矿断裂中F<sub>5</sub> 赋存矿区总储量的95%。

东闯铅金矿区:各类剪切带98条。其中成矿期近东西向断裂29条,有8条含矿,S507 赋存矿区总储量的70.35%。

文峪铅金矿区:各类剪切带90条。其中9条有工业矿化,S505 赋存矿区总储量的51.4%。

马家凹金矿区:近东西向剪切带53条。其中提交储量的4条,0—Ⅱ矿脉赋存矿区总储量的43%。

其他矿区也存在上述规律,说明矿化富集区一般都存在密集分布的同期剪切带,在含矿剪切带中一般都有一条剪切带为主要赋矿构造,这些主要赋矿构造应该是区内的主结构面。因此,在密集分布的剪切带中对主结构面的判定,对找矿特别是中深部找矿十分重要。

#### 3.3 控矿剪切带演化及金矿成矿阶段

太华群内剪切带的韧性变形时间,目前尚无确切数据。根据前人在辉长辉绿岩中辉石获得的K—Ar 年龄为418Ma,而辉长辉绿岩和其后的辉绿(玢)岩存在韧性变形,形成糜棱岩。它们被含金糜棱岩带穿切的事实,可初步确定其形成时间为加里东期至早燕山期之间。

剪切带是多期次发展演化的,它们对金矿多阶段成矿具有明显的控制作用。

##### 3.3.1 成矿前构造演化对成矿的控制作用

成矿前剪切带主要为韧性变形变质作用,形成糜棱岩带。“成矿前和成矿期构造对于内生矿产来说,控制着矿液的运移通道和沉淀位置,以及矿体的形态和产状”(陈国达,1997)。成矿期构造活动是在成矿前糜棱岩带的基础上叠加发育起来的。因此,成矿前糜棱岩带是成矿的基础条件。

##### 3.3.2 成矿期剪切带演化对成矿的控制作用

本区金矿的成矿作用已有深入的研究,分为四个成矿阶段。

(1)第Ⅰ成矿阶段:黄铁矿—石英阶段。该阶段的主要特点是在糜棱岩带中充填形成含少量黄铁矿的石英脉,呈脉状、透镜状,在构造带中尖灭再现或侧现分布(图3)。由石英脉的分布及产状(其倾角一般较构造带缓10°~20°)可以看出,石英脉是在逆冲压剪性过程中形成的引张部位充填形成的。因此,在走向和倾向上构造带产状变化、分枝、复合处,石英脉体增厚。由于黄铁矿含量少,含Au低,不构成矿体。

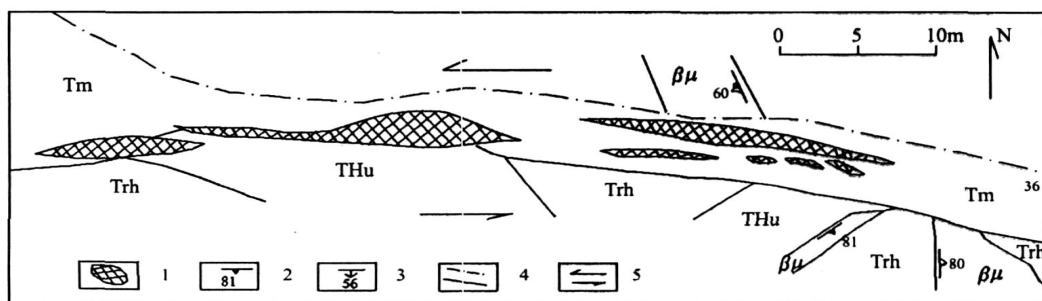


图3 含金石英脉展布形式图

Fig 3 Distribution pattern map of auriferous quartz vein

Tm- 碎糜棱岩 THu- 碎混合岩 Trh- 碎花岗岩 βμ- 辉绿岩  
1- 含金石英脉 2- 岩脉产状 3- 构造带产状 4- 地质界线 5- 扭动方向

(2)第Ⅱ成矿阶段:石英—黄铁矿阶段。特点是黄铁矿含量高,黄铁矿、石英等及其集合体呈条带状、细脉状分布于石英脉顶、底部,并与石英脉大致平行(图4、5)。根据其分布可以看出,本阶段矿化是在第一阶段石英脉和成矿前糜棱岩带的基础上叠加的,力学性质为压剪性,具反扭特征。

此阶段黄铁矿为细粒,晶形主要为五角十二面体,含金性好,为主成矿阶段。在各金矿床中普遍发育。

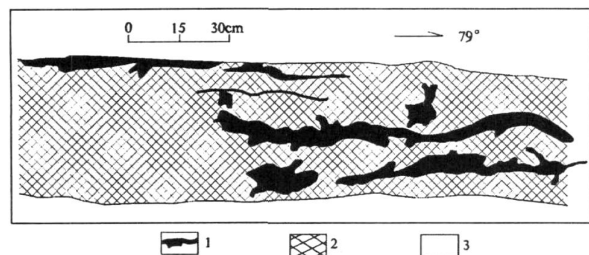


图4 含金石英脉中石英(Ⅱ)—黄铁矿(Ⅱ)条带形态特征素描图

Fig 4 The morphological character sketch of quartz (II)-pyrite (II) in auriferous quartz vein

- 1- 石英(Ⅱ)-黄铁矿(Ⅱ) 2- 石英(Ⅰ)  
3- 黄铁矿化、硅化、糜棱岩化混合岩  
(金铜贫矿区S9脉1904m中段坑道北壁)

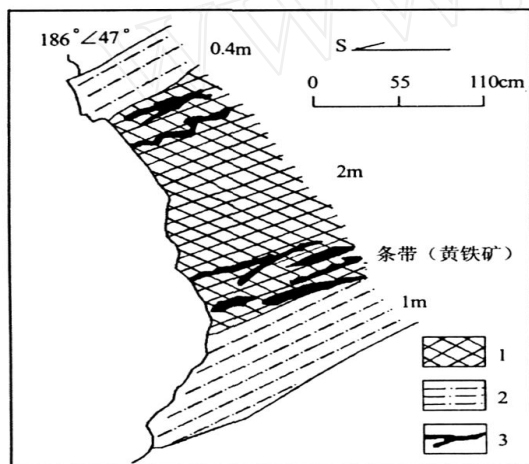


图5 糜棱岩 含金石英脉空间出露形态及其矿化特征 (S505脉1787m中段)

Fig 5 Space shape and mineralization character of milonite and auriferous quartz vein (S505 vein, 1787m section)

- 1- 第Ⅰ阶段含金石英脉 2- 糜棱岩 3- 条带状黄铁矿

(3)第Ⅲ成矿阶段:石英多金属硫化物阶段。主要特征是同时出现较多的黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜

矿等金属矿物。多金属硫化物和石英既可以叠加在第Ⅱ阶段条带之上,也可呈单独条带产出。大多在第Ⅰ阶段石英脉中部沿多组裂隙呈网格状分布,力学性质为压剪性(图6)。

黄铁矿呈他形微-细粒结构,含金高,为主成矿阶段。但此成矿阶段仅在部分矿床中发育。

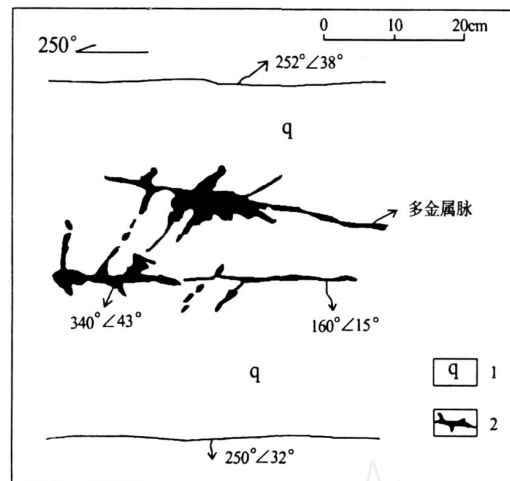


图6 多金属脉在石英脉中的赋存形态 (金洞岔S9脉八坑)

Fig 6 The occurrence form of polymetallic mineral vein in quartz vein (Jindongcha S9 vein, 8 adit)

- 1- 第Ⅰ阶段含金石英脉 2- Ⅲ阶段多金属脉

(4)第Ⅳ成矿阶段:石英—碳酸盐阶段。该阶段的特点是出现碳酸盐矿物(方解石、白云石、铁白云石等),有时伴有黄铁矿。多呈细脉分布于剪切带内及围岩中(图7、8),力学性质为剪性,左行。本阶段矿化弱,一般脉长 $n$  10cm~ $n$  m。厚0.5~5cm,含金甚微。

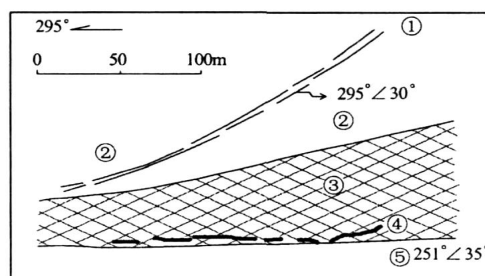


图7 第Ⅳ矿化阶段碳酸盐—石英脉出露状态

Fig 7 The outcrop shape of the carbonate-quartz vein in the stage IV

- 第Ⅳ矿化阶段产生的碳酸盐-石英细脉呈桔黄色黄白色  
- 蚀变矿化伟晶岩 - 含金石英脉(Ⅰ) - 石英(极少量)黄铁矿(Ⅱ) - 强硅化蚀变混合岩(金洞岔八坑)

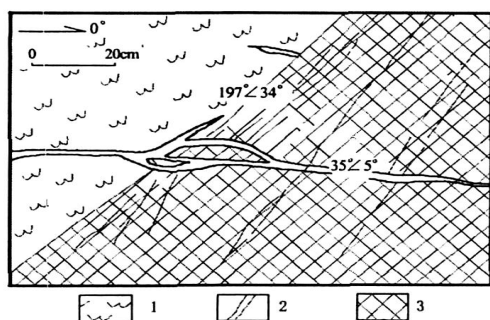


图8 第IV阶段碳酸盐石英脉穿I阶段石英脉素描图

Fig 8 Sketch map of quartz vein of the stage I cut by the carbonate quartz vein of the stage IV

1- 黄铁绢英岩化混合岩 2- IV阶段碳酸岩石英脉  
3- I阶段石英脉

### 3.3.3 成矿后剪切带活动对成矿的影响

成矿后较明显的构造活动有两个阶段(图9), 第一阶段为压剪性, 在石英脉与糜棱岩的界面上产生厚为5~30cm的断层泥, 系强烈研磨的产物, 并具片理化。第二阶段为张剪性, 形成叠瓦状张裂结构面, 错断含金石英脉, 断距小, 一般不超过剪切带。因而对矿体破坏作用小。

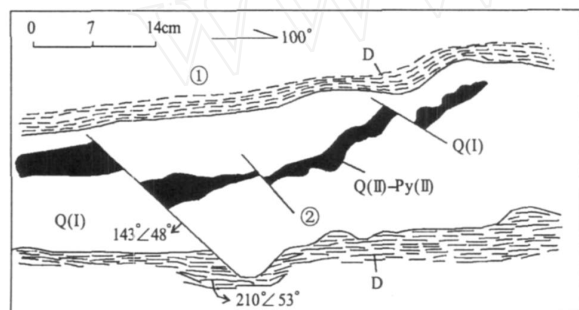


图9 成矿后构造活动特征

Fig 9 Postmineral tectonic activity character

- 为压剪性, 为含金石英脉顶、底形成断层泥 - 为张剪性, 在含金石英脉内错断石英-黄铁矿 Q(I)- 主体含金石英脉 Q(II)- Py(II)- 第二阶段石英-黄铁矿脉 D- 片理化断层泥, 呈泥膏状(杨峒峪矿区Sb 0号矿脉1794m中段)

### 3.4 剪切带产状变化对成矿的控制

#### 3.4.1 走向变化对成矿的控制

矿床(体)在剪切带中受走向控制, 即矿床产于剪切带的特定走向段中, 此种现象早为许多研究中矿带的学者发现, 如黎世美(1996)等, 他们主要研究了

### S505—S60 矿脉的规律。

S505—S60 矿脉长约16km, 总体呈NNW 向展布, 其中近东西向的2、4、6、8段为强和较强矿化段, 1、3、5、7为弱矿化段。自西向东强矿化段分别构成文峪、东闯、老鸦岔—金洞岔、杨寨峪等矿区; 弱矿化段则分别为西闯、南闯、老鸦岔、正南沟等零星矿化和无矿段。这种曲折状剪切带控矿是其形成期和成矿期应力状态决定的。因NNW 向剪切带的力学性质是压剪性, 反扭。近东西向段出现引张空间, 利于矿液沉淀富集。文峪、杨寨峪矿区1872m 中段矿体分布也显示了此种规律。

然而, 同是中矿带的和尚洼金矿, 其矿体则赋存于北西向剪切带中, 东西向时弱矿化或无矿。

在北矿带大湖金矿区, 剪切带在近东西向时成矿, 在北矿带同受F<sub>5</sub>控制的灵湖金矿则在北西向时成矿, 东西向时弱矿化或无矿。

以上说明, 走向方向控矿规律是存在的, 但其具体定位又是复杂的。尚不具有全区统一的控矿规律。

#### 3.4.2 倾向变化对成矿的控制

区内的褶—断脆韧性剪切带, 分布于背形(斜)和向斜的两翼, 其倾向和倾角往往与地层一致或大体一致。由于地层倾角多具有北缓南陡的特点, 脆韧性剪切带的倾角也具有北缓南陡的规律。相比而言, 南倾组强度和规模多大于北倾组。仅在北矿带北倾组强度、规模大。在北中矿带则存在向斜南翼断裂南倾成矿的现象。

脆韧性剪切带具有丛聚性分布的特征, 这些密集平行分布的断裂呈叠瓦状。

由上述可知, 矿化富集主要出现于倾角变化处, 特别是缓倾部位富集显著。

## 4 结论

根据上述分析, 总结本区构造控矿规律:

- (1) 韧性剪切带为主要控矿断裂。
- (2) 剪切带的规模特别是长度与矿化强度成正比。
- (3) 剪切带的分布密度与矿化成正比, 在平行的剪切带中有一条是主结构面, 它是主要控矿构造。
- (4) 剪切带走向与矿化密切相关, 倾角变化处是主要控矿部位。

由构造控矿规律可得出本区构造控矿模式为“一街五巷三层楼”模式。其中一街为主结构面; 五巷为平行于主结构面的多条平行断裂; 三层楼表示为垂直深

度上的矿化物质分带,深部为高温钼矿化带,中浅部为中低温金及铅矿化。

#### 参考文献:

- [1] 黎世美,瞿伦全,苏振邦,等.小秦岭金矿地质和成矿预测[M].地质出版社,1996
- [2] 肖荣阁,刘敬党,费红彩,等.岩石矿床地球化学[M].地震出版社,2008
- [3] 邵世才,等.试论小秦岭金矿带成矿物质条件[J].地质与勘探,1993,29(4).
- [4] 石铨曾.豫西后造山阶段的剥离伸展构造与金矿化[J].河南地质,1993,8(1).
- [5] 胡正国,钱壮志.小秦岭地质构造新认识[J].地质论评,1993,4
- [6] 栾世伟,等.小秦岭金矿主要控矿因素及成矿模式[J].地质找矿论评,1990,4
- [7] 罗铭久,等.河南金矿概论[M].地震出版社,1992
- [8] 陈国达,黄瑞华,王伏泉,等.地洼构造与金成矿[M].地质出版社,1997.
- [9] 吴树仁.控矿断层几何学和运动学及其控矿规律研究[J].地质与勘探,1993,29(4).
- [10] 翟裕生,彭润民,向运川,等.区域成矿研究法[M].中国大地出版社,2004
- [11] 王平安,陈毓川,裴荣富,等.区域成矿系列、构造-成矿旋回与演化[J].地质出版社,1998
- [12] 邵拥军,彭省临,吴淦国.大型矿山接替资源定位预测的途径及其研究意义[J].矿产与地质,2005,19(1).

## Ore-controlling structure and model in Xiaoqinling gold deposit, Henan

FEN G Jian-zhi

*(The 1st Geological Team of Henan Geological Exploration and Exploitation Bureau, Luoyang, Henan 471023)*

**Abstract:** Xiaoqinling gold ore deposit is a veined-type deposit, controlled by brittle ductile shear zone, in the greenstone belts. Based on the deep prospecting reports about Xiaoqinling area of the crisis mine project, and the superficial exploration material, it is proposed that the scale and distribution density of the shear zone is closely relative with the ore-formation. The occurrence pattern changes of shear zone controls the enrichment area of the orebody. Different evolution stages of the shear zone are corresponded to different metallogenic steps. The ore-controlling model is a pattern of Yijie-Wuxiang-Sancenglou.

**Key Words:** gold deposit, shear zone, ore-controlling regularity, ore-controlling model, Xiaoqinling

---

(上接第310页)

## Study on genesis and geological characteristics of Hongshuihe iron deposit in Qinghai province

SHEN Yong-sheng, WANG Xu-chun, ZHANG Yu-jie

*(Geology and Mineral Exploration Institute, Qinghai Provincial Bureau of  
Nonferrous Metal and Geological Exploration, Xining, Qinghai 810010)*

**Abstract:** Hongshuihe iron deposit is located at multiple orogenic series of Pz1-Pz2-Mz1 of the Kunzhong granite-metamorphic belt in the East Kunlun. The analysis shows that the chief orebody presents to be layered, sub-layered and to be in lens shape within calcic and chlorite phyllite of the Jixianji group. The orebody is large scale. The thickness, continuity and ore grade is relatively stable. The geological background and deposit characteristics indicates that it is belonged to the sedimentary metamorphic iron deposit.

**Key Words:** iron deposit, sedimentary metamorphism, geological characteristics, deposit genesis, Hongshuihe, Qinghai