

# 陕西省镇安县金龙山金矿带控矿因素 与找矿方向分析

王伟峰<sup>1</sup>, 李根民<sup>1</sup>, 徐翠香<sup>2</sup>

(1. 武警黄金第五支队, 西安 710100; 2. 中国地质博物馆, 北京 100034)

[摘要] 金龙山金矿床主要赋矿地层为中泥盆统杨岭沟组的中厚层灰岩, 上泥盆统南羊山组的粉砂质(钙质)页岩夹中薄层灰岩, 下石炭统袁家沟组的薄-中厚层灰岩、粉砂质灰岩。已知矿化体见于多个层位的多种岩性岩石中。有利岩性对金矿化具有控制作用。金龙山矿区存在着明显的褶皱剪切带, 控制了以金、汞、锑成矿带。由于受南北向构造的影响, 本区存在着“东西成行, 南北成列”区域矿产的分布特点。北东、北西断裂在有利岩性部位交汇形成的“米”、“V”, 正是由于多组断裂的交汇形成了成矿热液的通道, 当这些透入性破裂构造发育在有利含矿岩层的剪切带上时, 破碎岩石可直接构成工业矿体。我们得出的金龙山金矿成矿热液来源于深部、向上运移中不断演化的混合热液, 在有利的岩性与构造成矿观点, 在南秦岭沉积岩区金矿勘查领域可扩展许多地区, 浸染状矿化有可能发现于除南羊山组之外的四峡口、杨岭沟、冷水河、西口组, 镇板断裂北侧的九里坪组、铁厂铺组等钙泥质粉砂岩层中; 脉型矿化可能发育于除袁家沟组、冷水河组之外的二叠系、三叠系的界河组、九里坪群灰岩中。

[关键词] 金矿床 控矿因素 找矿方向 金龙山

[中图分类号] P612 [文献标识码] A [文章编号] 0459-5331(2010)增刊-1256-07

Wang Wei-feng, Li Gen-min, Xu Cui-xiang. Ore-control factors and ore-search direction of the Jinlongshan gold deposit in Zhenan County, Shanxi Province [J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46 (Supp.): 1256-1262.

金龙山金矿床是我支队 1989 年在丁-马汞锑矿带上普查找矿工作中发现的产于细碎屑岩-碳酸盐建造中的大型微细浸染金矿床。2004 年以来我支队对部分矿脉深部进行勘查, 取得了重大突破, 2007 年矿床规模达到了特大型。经久益公司详查, 中金公司勘探开发, 现金龙山金矿带累计探明金资源量达 130 余吨。随着金龙山、东沟两区块主矿体转让, 我部勘查区内剩余金资源量不足 18 吨, 且矿体规模小, 分布较分散。近两年我们的找矿工作进展不明显, 金龙山金矿带找矿潜力到底还有多大? 下一步找矿方向重点应放在哪里? 本文通过分析矿床特征、控矿因素和矿床地球化学等资料, 结合区内其他一些同类型金矿床的研究成果, 认为金龙山金矿床的矿质来源于深部、有利岩性。通过这一认识, 旨在拓宽找矿思路, 扩大找矿空间。同时为下步找矿提

出一些具体建议。

## 1 成矿地质背景

金龙山金矿区位于南秦岭印支褶皱带旬阳盆地北侧, 镇安-板岩镇断裂南侧, 金鸡岭复向斜北翼的松树岭-枣树滩次级背斜南翼, 在原丁-马汞锑矿带的西延方向上(杜子图, 1998; 卢纪英, 2001; 马光, 2004; 刘新会, 2003, 2005, 2006; 马中元, 2005)。金龙山矿带北侧有龙王沟-青山金铁矿带, 南侧有文家岭-泗峡口-三天门金汞锑矿带、小河口-公馆-青铜沟金汞锑矿带, 区域找矿潜力较大。

### 1.1 地层

金龙山矿区划分出金龙山、腰俭、丘岭、古楼山、杨家岭、石板沟等六个矿段。赋矿地层主要为中泥盆统杨岭沟组的中厚层灰岩, 上泥盆统南羊山组的

[收稿日期] 2010-10-25; [修订日期] 2010-11-20; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 中国地质勘查项目-陕西省镇安县金龙山金矿床岩金普查(编号: 2009-02)资助。

[第一作者] 王伟峰(1973年-), 男, 1994年毕业于长春工业高等专科学校, 工程师, 主要从事金矿地质勘查工作, E-mail: dizhigu@sina.com。

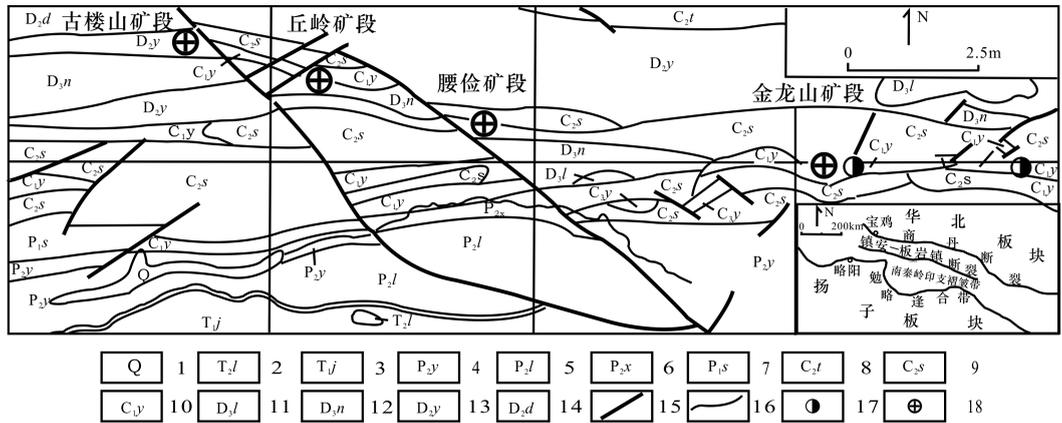


图1 金龙山金矿带区域地质简图<sup>①</sup>

Fig.1 Simplified geological map of the Jinlongshan gold deposit<sup>①</sup>

1-第四系;2-中三叠统岭沟组;3-下三叠统金鸡岭组;4-上二叠统熨斗滩组;5-上二叠统龙洞川组;6-上二叠统西口组;7-下二叠统水峡口组;8-中石炭统铁厂铺组;9-中石炭统四峡口组;10-下石炭统袁家沟组;11-上泥盆统冷水河组;12-上泥盆统南羊山组;13-中泥盆统杨岭组;14-中泥盆统大枫组;15-断裂构造线;16-地质界线;17-锑矿床;18-金矿床

1-Quaternary; 2-Middle Triassic Linggou Group;3-Lower Triassic Jinjiling Group;4-Upper Permian Yundoutan Group; 5-Upper Permian Longdongchuang Group;6-Upper Permian Xikou Group;7 -Lower Permian Shuixiakou Group;8-Middle Carboniferous Tiechangpu Group;9-Middle Carboniferous sixiakou Group;10-Lower Carboniferous yuanjiagou Group; 11-Upper Devonian Lengshuihe Group;12-Upper Devonian Nanyangshan Group;13-Middle Devonian Yanglinggou Group; 14-Middle Devonian Dafenggou Group;15-faults line;16- geogical line;17-antimony deposit;18-gold deposit

表1 金龙山金矿带各矿段赋矿地层特征表

Table 1 Characteristics of ore-body sections of the Jinlongshan gold belt

矿区	岩性	沉积相	赋矿岩石组合	含矿情况
金龙山	浅绿色-淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩与灰岩、粉砂质、泥质灰岩互层	局限台盆	淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩,	是金龙山矿段的主要含矿地层
	灰色厚层灰岩夹紫红色粉砂岩	萎缩盆地		
	含燧石条带薄层灰岩夹页岩 含燧石结核中厚层灰岩		灰色薄层灰岩夹页岩	是金龙山矿段的主要含矿地层
腰俭	浅绿色-淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩与灰岩、粉砂质、泥质灰岩互层	局限台盆	淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩,	是腰俭矿段的主要含矿地层
	浅绿色千枚岩、砂质灰岩、钙质砂岩、石英砂岩	碳酸盐台地	浅绿色千枚岩、砂质灰岩、钙质砂岩	是腰俭矿段的主要含矿地层
丘岭	浅绿色-淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩与灰岩、粉砂质、泥质灰岩互层	局限台盆	淡黄色碳质、粉砂质、钙质页岩, 泥质、钙质粉砂岩	是丘岭矿段的主要含矿地层
	灰黑色生物碎屑灰岩、泥砂质灰岩夹粉砂质页岩、粉砂岩、	开阔碳酸盐台地	泥砂质灰岩夹粉砂质页岩、粉砂岩	是丘岭矿段的主要含矿地层
古楼山	浅绿-灰绿色千枚岩、千枚状粉砂岩, 粉砂质页岩夹少量灰岩	浅海陆棚	浅绿-灰绿色千枚岩、千枚状粉砂岩, 粉砂质页岩	是古楼山矿段的主要含矿地层

粉砂质(钙质)页岩夹中薄层灰岩,下石炭统袁家沟组的薄-中厚层灰岩、粉砂质灰岩。从表1可看出,

金龙山矿段金矿赋存在南羊山组和袁家沟组第二岩性段;腰俭矿段金矿赋存在南羊山组和冷水沟组;丘

岭矿段金矿赋存在南羊山组和杨岭沟组第一、二岩性段;古楼山矿段金矿赋存在杨岭沟组,各矿段容矿层位与岩石组合有明显差异。矿化体岩石组合为灰黄色粉砂质页岩、粉砂岩、薄层灰岩,矿体多赋存在砂岩、页岩中,金矿体对岩性具有明显的选择性。

### 1.2 构造

松树岭-枣树滩复式褶皱南翼的次级褶皱自东向西由金龙山背斜、腰俭背斜、丘岭背斜、古楼山背斜四个短轴背斜等组成。金矿受次级褶皱控制,矿(化)体分布在背斜的核部,褶皱的转换、交接及背斜倾伏部位;派生构造也是金矿化有利的富集场所(杨志华,1991;张复新,1997a、1997b,1999,2000,2004;王瑞廷,2000;钱壮志,2003)。

短轴背斜内岩层强烈揉皱,断面舒缓波状,常充填石英(方解石)脉。近东西向断裂,该组断裂( $260^{\circ} \sim 300^{\circ}$ )数十条,长度100~2000m,破碎带至宽几米-几十米,北倾,倾角较陡。该组断裂发育于脆性岩石中,多表现为脆性断裂,当发育于粉砂岩及页岩互层的南羊山组地层时,该组断裂多顺层发育,宽几-几十米,断裂带(剪切带)无明显的边界,沿该断裂带(剪切带)金丰度值普遍偏高,是金的一次矿化富集过程,当该组断裂叠加有其它不同方向的断裂时,多发育为工业矿体。北东向断裂,是矿区最主要的赋矿构造,在古楼山矿段其规模较小,一般长几百米-上千米,破碎带宽几米-几十米,多成群成带分布,走向 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ,倾向北西,倾角 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ,断裂带两侧次级断裂及羽状裂隙也较发育。北西向断裂,是矿区主要的赋矿构造,在金龙山矿段其规模较小,多与锑矿化关系密切。北西向断裂走向 $300^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ,一般倾向北东,个别断裂带倾向南西,倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。穿刺构造,由于应力而形成的X型剪切和横向张性断裂,以致形成页岩包围灰岩断块的“弧丘状构造”,在这些构造中即在灰岩与页岩的接触带内,形成规模不大的蚀变体。这些蚀变体局部含有金矿化。

### 1.3 岩浆活动

区域上岩浆活动较强,活动期主要为印支期。铁厂区铁铜乡花岗闪长岩小岩体离矿区最近,距古楼山矿段约8km。矿区北侧45~60km有迷魂阵、曹坪、柞水三大花岗岩体出露。矿区南侧产出有王家岭超基性岩体群。金龙山矿区内虽然没有发现岩体,但从容矿岩层中发现的火山碎屑、金的高成色、成矿液体成分、微量稀土元素等方面发现金矿与深源物质有关。有关卫片环形影像可能是隐伏岩体的反映,在沉积岩厚层发育区有可能存在隐伏的岩浆岩体(王世忠,1997;卢纪英,2001;赵利青,2001;朱华平,2003)。

## 2 矿床地质特征

截止2009年底本区共发现40条金矿脉,圈定工业矿体26条。根据容矿岩石和控矿构造的不同,区内矿(化)体可分为两大类:一类是受有利岩性、断裂及小规模节理控制的浸染型矿化体,另一类是明显受断裂控制的脉型金矿化体。各类矿(化)体特征如下:

### 2.1 浸染型矿体特征

分布于金龙山、腰俭、丘岭、古楼山四个背斜轴部、两翼的破碎蚀变带中。破碎蚀变带是在早期的剪切片理化带上叠加横切片理、破碎理、不均匀分布的膝折带,构成NE、NW、EW、SN向破碎蚀变带。其中北东向破碎蚀变带是本区的主要含矿带(如304-3)。矿体多呈似层状、板状、透镜状。矿体长一般140~370m,最长974m,厚度一般0.85~21m,最厚达35.34m,平均品位 $2.88 \times 10^{-6} \sim 5.2 \times 10^{-6}$ ,最高达 $50.24 \times 10^{-6}$ 。矿体与围岩界线不清,呈过度关系,常见膨大狭缩现象。矿石以角砾岩型为主,金属矿物主要分布在角砾中,而胶结物中并不多见。蚀变以硅化、方解石化为主,地表矿化以褐铁矿化为主,深部矿化以黄铁矿化、含砷黄铁矿化、毒砂矿化等为主。

### 2.2 脉型矿体特征

该矿化体沿松枣背斜轴部脊线东西分布,严格受构造角砾岩化带控制(如321矿脉),与围岩界线清晰。断裂属早期张性断裂,形成角砾岩带,后期为压扭性断层叠加,断裂活动强烈,角砾越碎,金品位越高。矿体长400~960m,厚0.72~1.09m,金品位 $1.19 \times 10^{-6} \sim 31.10 \times 10^{-6}$ ,平均 $10.31 \times 10^{-6}$ 。矿化体主要由灰岩角砾岩、似碧玉岩质角砾岩、含铁碳酸盐岩脉和氧化铁质断层泥组成,矿化蚀变主要有黄铁矿化、硅化、碳酸盐化及少量的毒砂矿化。

### 2.3 矿石特征

原生矿石的主要类型有:黄铁矿型金矿石、毒砂-黄铁矿型金矿石、辉锑矿-黄铁矿型金矿石和辉锑矿-毒砂-黄铁矿型金矿石,氧化矿石主要为褐铁矿型金矿石,各类型矿石地质特征如表2。

### 2.4 主要载金矿物及金赋存状态

载金矿物主要为含砷黄铁矿,细微粒毒砂,赤铁矿,其中以构造热液早-中期含砷黄铁矿及细微粒毒砂含金性最佳,具有含砷量越高,含金性越好的正相关性,揭示出金,砷矿化沉淀时的矿物地球化学的内在联系。矿石中含金硫化物颗粒极其细小,黄铁矿多在0.053~0.01mm之间,相对含量为86.5%,毒砂矿物更为细小,多小于0.037mm,小于该粒度的毒砂占其总含量的86.2%。热液期黄铁矿多为

细微粒者出较早,含金性好,往往在含砷极低的黄铁矿外缘附有含砷较高的含砷黄铁矿增生体,形成具有增生环带的复杂结构。该含金黄铁矿以五角十二面体者居多,少量为立方体或八面体形态。其粒径多在0.01~0.05mm之间。毒砂形态多呈微细的鱼刺状,稍粗者呈细针状、细柱状。金以次显微独立金矿物形式出现,赋存在含砷黄铁矿的增生环带或增生体边缘、微裂隙中、晶面、裂隙、晶体边缘,呈小圆珠、链珠、链球状,一般粒径大小为0.025~0.05 $\mu\text{m}$ ;赋存在毒砂的晶体边缘、径粒裂隙,呈小圆珠、链状,一般粒径大小为0.025~0.16 $\mu\text{m}$ 。

2.5 矿区地球化学特征

统计本区域344件样品分析结果,从表3可以

看出,本区明显富集As、Sb、Hg、Ag、Au也较高。微量元素相关性分析表明Au-As-Sb-Hg有较好的相关性。金龙山金矿带微量元素的水平分带:由东向西依次出现Hg-Sb、Hg-Sb(-Au)、Au(-Hg)(-Sb)、Au的元素水平分带特征。由上部至下部垂直分带为Sb、Hg、As、Ag→Au、As、Ag→Au、Ni、Mo。矿体的上部和前晕是以Sb元素出现强烈的正异常丰度为特征的,矿体的中部和下部及尾晕是以与Au始终保持稳定共生关系的As-Ag-Hg元素组合晕为特征的。这与地质观察所见,金、汞锑矿化之间存在的“不离其踪、不在其中”的特点,与客观事实是一致的。根据前人研究结果,从稀土元素、氢-氧同位素、硫同位素特征来看,成矿物质来源具有多源性。

表2 金龙山金矿区矿石类型及其特征

Table 2 Ore types and characteristics in the Jinlongshan gold deposit

类型	原生矿石				氧化矿石
	黄铁矿型	毒砂-黄铁矿型	辉原锑矿-黄铁矿型	辉锑矿-毒砂-黄铁矿型	褐铁矿型
特征					
控矿地层岩性	含铁质粉砂岩、页岩互层,含铁质页岩、碳酸盐互层				
矿体形态规模	透镜体、似层状、规模较大		扁豆体状、脉状、规模较小		透镜状、脉状等
金属矿物	黄铁矿、砷黄铁矿、闪锌矿、次显微金	黄铁矿、毒砂、砷黄铁矿、闪锌矿、次显微金	黄铁矿、砷黄铁矿、辉锑矿、闪锌矿、次显微金	黄铁矿、毒砂、砷黄铁矿、辉锑矿、闪锌矿、次显微金	褐铁矿、锑华、显微金
矿石构造	微细浸染状、细脉浸染状、条带状、团块状、草莓状		微细浸染-网脉状、角砾状、草莓状		蜂窝状、土状、皮壳状
矿石结构	自形-半自形、增生环带、交代残蚀		自形-半自形、增生环带、它形粒状		假象、残余

表3 矿床地球化学背景(据张复新,2007)

Table 3 Geochemical background of the Jinlongshan gold deposit(after Zhang et al., 2007)

类别	元素含量背景值/ $10^{-6}$													
	Au	Ag	As	Sb	Hg	Cu	Zn	Co	Ni	Sr	Ba	V	Li	Mn
本区	0.005	0.19	20	10	0.34	37	65	7	35	75	15	62	18	369
山柞甸泥盆系	0.00125	0.076	9	1.4	0.255	26.7	53.2			187	416			617
世界砂岩		0.01n	1	0.01n	0.03	n	16	0.3	2	20	10n	20	15	10n
世界页岩		0.07	13	1.5	0.4	45	95	19	68	300	580	130	66	850
世界碳酸盐岩		0.01n	1	0.2	0.04	4	20	0.1	20	610	10	20	5	1100

2.6 矿床成矿机制

通过上述地质背景、矿床地质特征、控矿因素、成矿物质来源、成矿流体条件和成矿时代的分析研究表明,金龙山金矿的成矿机制为:在印支期碰撞造山过程中强大的构造-岩浆水(热)事件使深部岩浆水及变质建造水沿深断裂向上运移,沿途与不同

层位建造水、地下水混合,萃取深部基底、盖层中的成矿组分(Au、As、Sb、Hg等),溶解地层中的C、Fe、Si、S等形成含矿溶液;含矿溶液运移在适宜的构造部位随构造的多阶段活动形成多阶段矿化,在泥钙质粉砂岩中多形成受断裂和节理及有利于渗透的岩性控制的浸染状金、毒砂、黄铁矿化,在灰岩中多形

成明显受断裂控制的脉型金、黄铁矿化。Au、As、Sb、Hg 主要来源于深部或(和)基底(中下地壳),与区内深大断裂及岩浆活动有关。

### 3 控矿因素分析

#### 3.1 有利岩性对金矿化的控制作用

区域上金矿化见于多个层位(表4),其中金龙山金矿带(自西向东包括古楼山、丘岭、腰俭、金龙山等矿段)金矿化见于中泥盆系统杨岭沟组生物碎屑灰岩,南羊山组粉砂质千枚岩、泥质和钙质、炭质千枚岩,下石统袁家沟组含燧石条带薄-中厚层灰岩中。已知矿化见于多个层位的多个岩性地层中。与国内外许多微细浸染型金矿由岩性控矿的特征相一致。

表4 镇安-旬阳盆地金矿化层位

Table 4 Gold mineralization layers in the Zhen'an-Xunyang basin

地层	矿化层位	矿床(点)
二叠系	下统	水峡口组 西沟
石炭系	下统	袁家沟组 金龙山
	上统	南羊山组 丘岭、腰俭
		冷水河组 天坑
泥盆系	中统	杨岭沟组 惠家沟、双庙
		石家沟组 砂碛沟
	下统	西岔河组 小河

镇旬盆地中地层的物源来自武当地块等稳定地区(张复新,1997),沉积盆地稳定。金龙山矿区赋矿围岩主要为(泥质)钙质粉砂岩、粉砂质页岩,粉砂质灰岩、泥质灰岩以及它们的互层,粉砂多为石英,偶见长石,主量元素为 Si、Ca、Al、C、K 等。从矿石化学成分看,矿石中硅质或砂质( $\text{SiO}_2$  一般为 36.44%~77.89%)、钙质(CaO 变化于 2.31%~48.23%)、泥质( $\text{Al}_2\text{O}_3$  多变化于 2.2%~18.82%、 $\text{K}_2\text{O}$  变化于 1%~6.01%)均有不同程度的存在,说明赋矿岩石的复杂性。纯粉砂岩、纯泥质岩、纯碳酸盐岩矿石少见。钙质、砂质、泥质共同组成的岩石是矿化的有利岩性,如钙质粉砂岩、粉砂质页岩、含砂灰岩、钙质页岩、泥质灰岩等。砂质成分的粒级及可渗透性是热液扩散并可能吸附成矿组分的重要特征,含较高的钙质可能有利于扩大渗透性,含一定泥质又具有吸附金等物质的作用。能干性中等粉砂质成份较多的岩石,由于兼有钙质、泥质或与灰岩互层产出,则有较大的孔隙度及连通性,因而在顺层或在

断裂、节理附近形成弥散型的蚀变、浸染状的矿化,使矿体与围岩无明显界线,显示“切层顺层”的复杂格局,如 304、103 等矿脉。对能干性大的灰岩,多为断裂控矿,矿脉与围岩界线清楚如 321、106 号矿脉。浸染状矿化受有利岩性及断裂的联合控制,有利岩性为钙质粉砂岩、泥质粉砂质灰岩、粉砂质页岩等,其  $\text{SiO}_2$  一般在 38%~50%,CaO 一般在 10%~25%,在本区有利岩性找矿的观点应取代在某些时代地层找矿的观点,在更广范围内寻找金矿床。

#### 3.2 构造对金矿化的控制作用

镇安-板岩镇断裂以及松树岭-枣树滩复式褶皱在研究区向南突出呈弧形构造,腰俭矿段位于弧形构造的弧顶,金龙山矿段位于弧形构造的东翼,丘岭矿段位于弧形构造的西翼。因此,整个金龙山矿区位于应力最强而且交汇之处,金龙山矿区存在着明显的褶皱剪切带,控制了以金、汞、锑成矿带。在受近南北向( $15^\circ \sim 30^\circ$ )主压应力作用下,随着递进变形的继续进行和加剧,在应变中心部位,穿刺构造、东西向剪褶带、膝折带、破背斜广泛发育,形成较开放的扩容构造空间,有利于含矿流体成矿组分的停滞,形成含金硫化物和蚀变组分的沉淀,组成浸染状金矿体。

南北向断裂对金矿床的控制作用:作为区域上的主压应力方向,南北向构造在造山带演化一开始就伴随着活动,在各个阶段演化中南北向构造一直处于以横向、张性为主的力学性质中,这种特殊的性质构造往往是东西向构造的束状结点,因此南北向构造与成矿物质的迁移就位有内在的必然联系。由于受南北向断裂控制,有利岩相的呈南北向展布。本区存在着“东西成行,南北成列”区域矿产的分布特点。区内金龙山矿段玉皇顶—郭家山南北一线,分布着三处金矿点,腰俭 204 号脉、丘岭矿段 304-4 矿体南北向宽度较大的矿体向东西两侧厚度锐减,呈不协调尖灭状也证实了南北向构造的存在。

北东、北西断裂对金矿床的控制作用:北东向、北西向断裂作为一对共轭断裂是同时发育起来的。在共轴挤压之后,矿区经历了左行平移剪切,在这一应力作用下,北东向构造的力学性质从挤压转向引张,原先向南东方向逆冲的断层后期略显张性,发育了大量张剪性羽状次级断裂,因而北东向构造的含矿性明显优于其他方向次级断裂,金龙山矿区 101、103、106 和丘岭 304-3 均受北东向构造控制。北西向构造后期性质以平移为主,缺乏张性特征,伴生的裂隙构造不发育,含矿性不如北东向构造。

断裂构造的交汇对金矿的控制:丘岭矿段主矿体304-3所在的部位东沟,其地貌为一扇形的洼地,实质上是南北向、北东向、北西向三组断裂构造交汇的产物。它们是在同一应力应变中心部位,受近南北向挤压和东西向左行滑移应力共同作用的产物。该处发生并出现的东西向、北东向、北西向、南北向构造复合是该金矿形成一个主要构造条件。它们在有利岩性部位交汇形成的“米”、“V”,正是由于多组断裂的交汇形成了成矿热液的通道,当这些透入性破裂构造发育在有利含矿岩层的剪切带上时,破碎岩石可直接构成工业矿体,局部地区可形成膨大的矿体。

## 4 找矿方向

### 4.1 在已知矿体深部找矿

金龙山矿区内不同矿段内矿体的最低控矿标高不一致,在西侧的古楼山矿段最低控矿标高为1357m,丘岭矿段最低控矿标高986m,腰俭矿段的最低控矿标高为806m,金龙山矿段最低控矿标高为200m。金龙山矿段内金矿体控制深度达600m,而西侧的古楼山矿段控制平均深度仅77m。所以从控矿标高分析:古楼山矿段、丘岭矿段、腰俭矿段的已知矿体深部尚有很大的找矿前景。

我们研究了丘岭矿段的118线304-3号矿体中元素垂向分布特征,认为前缘元素As、Hg、Sb分布在矿体头部及中部,有叠加现象,近矿元素Pb、Zn、Cu分布在矿体中下部,尾晕元素分布在矿体下部,说明存在晚期的前缘元素叠加在早期的矿体上,说明矿体向深部仍可能有一定的发育。同时黄铁矿的热电性表明:不同标高上的黄铁矿的热电性变化并不明显,揭示矿化向深部仍有一定延深。

经过久益公司详查和中金公司勘探证实,丘岭矿段的304-3号、金龙山矿段的103号主矿体深部延伸较大,矿体向深部品位、厚度等均没有明显减弱的趋势,反映出矿化向深部应有延深。通过综合分析,认为勘查区内的109、218、410等矿体具有相似其构造特征、成矿条件,深部找矿潜力较大。

### 4.2 加大矿区地表异常检查力度,力争发现新矿化体

区内还有较多的土壤化探异常没有检查,如HT92-19、HT92-13、HT92-8、HT93-7、HT93-10等1/万土壤异常有待进一步查证。今年在古楼山矿段西侧新发现了412、417、418等含金蚀变带,说明在该区成矿有利地区仍有可能产出其它未知金矿脉,矿区内找矿仍有较大潜力。

### 4.3 在矿区东段汞锑矿带深部有较大的找矿空间

前人在丁-马矿带已发现了500余条汞锑矿化体,均受一定的褶皱断裂构造控矿,构造形态多样。依据金锑矿“不在其中,不离其踪”赋矿规律,在该地区已知汞锑矿化体的深部,NW、NE、EW向深大断裂带内寻找金龙山式锑金矿有较大的找矿前景。

### 4.4 在松-枣背斜轴部及北翼找矿

根据近几年的找矿实践证实,金龙山矿区的金矿化范围是相当广泛的,在矿区北部剪切褶皱构造也较发育。并已发现多处金矿点(灯台垭、涝池垭、郭家山、青泥沟等),所以本区找矿工作不能局限在松-枣背斜南翼的丁-马矿带上。考虑到受南北向断裂控制,有利岩相的呈南北向展布这一特点,在矿区的北部开展找矿工作是十分必要的,有可能发现新的“丘岭”“金龙山”矿段。

### 4.5 加大矿区外围南北矿带的预查力度

根据“东西成行,南北成列”区域矿产成矿规律,在矿区北部发现了铁厂-龙王沟-青山铁金矿带、南部发现了文家岭-泗峡口-三天门金矿带、小河-公馆金汞锑矿带,矿带内褶皱剪切构造亦相当发育,对已发现矿带,只要加强研究、加大勘查力度,有可能找出第二个“金龙山”矿带。

[注释]

- ① 刘光智,王伟峰,刘新会. 2008. 陕西省镇安县金龙山矿区岩金普查设计[R]. 武警黄金第五支队

[References]

- Du Zi-tu, Wu Gan-guo. 1998. Study tectonic systems and gold metallogenetic tectono-dynamics in the region of west Qinling[M]. Beijing: Geology Book Concern;58-60(in Chinese)
- Liu Xin-hui, Wei Kuan-yi. 2005. The ore fluid transportation and storage regularity of Jinlongshan gold deposit and the regional ore-searching direction[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research,20(Supp.):10-15(in Chinese with English abstract)
- Liu Xin-hui, Yu Lang, Zhang Fu-xin, Liu Shuang. 2005. The geological features and genetic analysis of Zhaishang gold deposit, Min county, Gansu[J]. Northwestern Geology, 38(4):45-53(in Chinese with English abstract)
- Liu Xin-hui, Liu Shuang, Cao dong-hong. 2003. The cover rock lithology-host rock structure combination control on ore fluid and ore formation of carlin type Au deposit[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research,8(Supp.):32-35(in Chinese with English abstract)
- Liu Xin-hui. 2006. The evolution features of gold mineral at Jinlongshan deposit, south Qinling[J]. Mineral Deposits,25(Supp.):213-218(in Chinese with English abstract)
- Lu Ji-ying, Li Zuo-hua, Zhang Fu-xin. 2001. Qinling block gold deposit[M]. Xi'an:Shannxi Technology Book Concern;326-336(in Chinese)
- Ma Zhong-yuan, Wei Kuan-yi. 2005. Regularities of element activities in gold-mineralizing process of the Qinling micro-disseminated gold

- deposits in Zhen'an, Shanxi [J]. *Northwestern Geology*, 38(1): 73-77 (in Chinese with English abstract)
- Ma Guang, Liu Ji-shun, Gong Li. 2004. Geological feature of Carlin-type gold deposit in Qinling area [J]. *Gold*, 8-12 (in Chinese with English abstract)
- Qian Zhuang-zhi, Tang Zhong-li, Li Wen-yuan. 2003. Metallogenic regularity of Qinling-Qilian Kunlun metallogenic domain in Paleozoic [J]. *Northwestern Geology*, 36(1): 34-40 (in Chinese with English abstract)
- Wang Rui-ting, Hao Ying. 2000. Superlarge gold deposits comparatively study [J]. *Northwestern Geology*, 33(4): 1-10 (in Chinese with English abstract)
- Yang zhi-hua. 1991. Fringe transform basin tectonic lithofacies and metallogenetic [M]. Beijing: Science Technology Book Concern: 45-63 (in Chinese)
- Zhang Fu-xin. 1997. Metallogenic potntialities and foreground of prospecting ore for sedimentary rock-host gold deposits in south Qinling [J]. *Northwestern Geology*, 18(3): 12-17 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Fu-xin, Zhang Wang-ding, Zhang Zheng-bing. 2000. Type and structural setting of gold deposit in Qinling orogenic belt [J]. *Gold geology*, 6(4): 8-12 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Fu-xin, Xiao Li, Qi Ya-lin. 2004. Explotation and study of Carlin and Carlin-like type gold deposits; review and prospect [J]. *Geology in China*, 34(4): 406-411 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Fu-xin, Ma Jian-Qin. 1999. Metallogenic characteristics of the Jinlongshan-Qiuling Calin type gold deposit [J]. *Geology and Prospecting*, 30(5): 2-28 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Fu-xin, Wei Kuan-yi. 1997. Geology and prospecting of micro-disseminated (Catlin type) gold deposits in south Qingling [M]. Xian: Northwest University Book Concern: 03-138 (in Chinese)
- Zhu Hua-ping, Ye Lei, Gan Bao-xin. 2003. The relationship to basin constructure system with metallgenic in Shan(yang)-Zha(shui)-Zhen(an)-Xun(yang) area [J]. *Northwestern Geology*, 36(1): 52-58 (in Chinese with English abstract)
- 杜子图, 吴淦国. 1998. 西秦岭地区构造体系及金成矿构造动力学 [M]. 北京: 地质出版社: 58-60
- 卢纪英, 李作华, 张复新. 2001. 秦岭板块金矿床 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社: 326-336
- 刘新会, 于 岚, 张复新, 刘 爽, 华曙光. 2005. 甘肃岷县寨上金矿床地质特征及成因初探 [J]. *西北地质*, 38(4): 45-53
- 刘新会, 魏宽义. 2005. 金龙山-丘岭金矿床成矿流体的储运规律及区域找金方向 [J]. *地质找矿论丛*, 20(增刊): 10-15
- 刘新会, 刘 爽, 曹东宏. 2003. 构造式样组合对卡林型金矿含矿热液封存的控制 [J]. *地质找矿论丛*, 8(增刊): 32-35
- 刘新会. 2006. 南秦岭金龙山金矿床金矿物演化特征 [J]. *矿床地质*, 25(增刊): 213-218
- 马中元, 魏宽义. 2005. 陕西镇安丘岭微细浸染型矿床金矿化过程中元素活动规律 [J]. *西北地质*, 38(1): 73-77
- 马 光, 刘继顺, 官 丽. 2004. 秦岭地区卡林金矿地质特征 [J]. *黄金*, 2(3): 8-12
- 钱壮志. 2003. 秦祁昆成矿域古生代区域成矿规律 [J]. *西北地质*, 36(1): 34-40
- 王瑞廷, 赫 英. 2000. 超大型金矿床比较研究初探 [J]. *西北地质*, 33(4): 1-10
- 杨志华. 1991. 边缘转换盆地的构造岩相与成矿 [M]. 北京: 科学出版社: 45-63
- 张复新, 魏宽义, 王世忠. 1997. 南秦岭微细浸染型金矿床地质与找矿 [M]. 西安: 西北大学出版社: 103-138
- 张复新, 宗静婷, 马建秦. 1998. 秦岭卡林型金矿床及相关问题探讨 [J]. *矿床地质*, 17(2): 172-184
- 张复新, 肖 丽, 齐亚林. 2004. 卡林型-类卡林型金矿床勘查与研究回顾及展望 [J]. *中国地质*, 34(4): 406-411
- 张复新, 张旺定, 张正兵. 2000. 秦岭造山带金矿床类型与构造背景 [J]. *黄金地质*, 6(4): 8-12
- 张复新. 1997. 南秦岭沉积岩型金矿成矿潜力与找矿前景分析 [J]. *西北地质*, 18(3): 12-17
- 朱华平, 叶 磊, 甘宝新, 汪长青. 2003. 山柞镇甸地区盆地体制与金属成矿关系 [J]. *西北地质*, 36(1): 52-57

[附中文参考文献]

## Ore-Control Factors and Ore-Search Direction of the Jinlongshan Gold Deposit in Zhenan County, Shanxi Province

WANG Wei-feng<sup>1</sup>, LI Gen-min<sup>1</sup>, XU Cui-xiang<sup>2</sup>

(1. *Fifth Gold Geological Party of CAPF, Xi'an 710100*; 2. *China Geological Museum, Beijing 100034*)

**Abstract:** The ore-bearing strata of the Jinlongshan gold deposit include medium-thickness limestone in the Yanglinggou Group of middle Devonian, thin and medium-thickness silt shale interbedded by medium-thickness and thin limestone in the Nanyangshan Group of Upper Devonian and the limestone in the Yuanjiagou Group of Lower Carboniferous. Ore-bodies occur in rocks of various lithology in multiple layers. Au mineralization is controlled by favorable lithology. There are obvious shear zones in the Jinlongshan gold deposit which control the gold, mercury and antimony mineralization. Influenced by the north-south structure, mineral distribution in this area is characterized by a pattern of east-west rows and north-south columns. NE and NW trending faults intersect and become the channels of hydrothermal fluids. Broken mineralized rocks could form ore-bodies directly when the penetrative faults developed in favorable layers. It is suggested that the ore-forming hydrothermal fluids in the Jinlongshan gold deposit stemmed from depth, migrated upward and led to mineralization at favorable lithology and structure. In the southern Qinling sedimentary area, gold exploration can be extended to many places, where disseminated mineralization may be found in groups other than the Nanyangshan Group, such as the Sixiakou, Yanglinggou, Lengshuihe, Xikou, Jiuliping, and Tiechangpu Group. Vein mineralization may be found in the Jiehe Group of the Permian and Triassic and limestone of the Jiuliping Group in addition to the Yuanjiagou and Lengshuihe Group.

**Key words:** gold deposit, ore-control factor, ore-search direction, Jinlongshan