

镇旬盆地金矿地质特征及找矿方向

史光德, 刘新会, 张永文, 刘爽, 张智义

(武警黄金部队第五支队, 陕西西安 710100)

[摘要] 镇-旬盆地金鸡岭向斜南北两翼是秦岭板块内重要的成金区域。区内金矿类型有三种: 金龙山细碎屑岩-碳酸盐岩型、二台子钠长石角砾岩型、牛家沟石英脉-蚀变岩型。主要载金矿物为黄铁矿、含砷黄铁矿、黄铜矿、毒砂、石英、方解石等。金以自然金为主, 次有含银自然金。本区含矿地层主要为中泥盆统古道岭组(D_{2g})、上泥盆统南羊山组(D_{3n})、星红铺组(D_{3x})和下石炭统袁家沟组(C_{1y})。近东西向的剪切破碎带直接控制矿体的分布。蚀变以黄铁矿化、黄铜矿化、毒砂矿化、汞锑矿化、硅化、方解石化等为主。Au As Sb Hg元素组合直接指示金矿床的存在。分析镇-旬盆地金鸡岭复式向斜南北两翼成矿条件, 得出在北带金龙山-丘岭金矿带东延的西坡岭-丁家山背斜带; 中带的泗峡口-二天门带; 南带的仁河口-公馆-回龙复背斜汞锑矿带; 是成金的有利区域。

[关键词] 金矿; 地质特征; 成矿条件; 镇安-旬阳盆地; 陕西

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)03-0010-05

[作者简介] 史光德(1964-), 男, 河南新乡人, 高级工程师, 从事金矿床勘探与研究。

1 地质概况

镇(安)-旬(阳)沉积盆地处于秦岭板块东秦岭一带(图1), 是在秦岭地块独立演化过程中发展形成的^[1,2]。盆地东西两侧对峙着南北排列的岩体, 西侧为小磨岭、牛山-平利岩体, 东侧为武当、陡岭岩体。盆地北侧受限于镇安-板岩镇断裂, 南侧受限于安康断裂, 中部发育有南羊山断裂。盆地为一向南突出东西近于对称的弧形盆地, 盆地内发育从志留纪到泥盆纪连续沉积。在盆地形成演化过程中, 于张性

域中盆地内部南北向同生断裂发育, 导致沉积古地理面貌复杂, 沉积岩相多变和强烈分异, 同时带出了深部火山热液活动组分, 盆地有浅水台地相沉积、台缘斜坡相的近源沉积、局部断陷台盆相沉积³⁻⁵。盆内构造以金鸡岭级复式向斜为主体, 发育有II级、III级复式背、向斜; 断层构造以近东西向北倾压扭性断裂为主, 北西向断裂次之。盆内赋存有与含矿建造存在成生联系的金、银、汞、锑、铅、锌、银、锰、铜、钼、硫等具有重要工业价值的矿产^[2]。镇旬盆地内, 金矿主要分布在金鸡岭复式向斜南北两侧构成南北矿带(图2), 北带主要以金龙山-丘岭金矿床为主, 其西北方向有二台子金矿; 南带主要有文家岭、二天门、泗峡口金矿点以及牛家沟金矿等。

目前分布在北带的金龙山-丘岭金矿为大型金矿床, 二台子金矿为中型金矿床, 而分布在南带的几个金矿点最好的为牛家沟金矿只不过为一小型而已。南北金矿带与汞锑矿带在空间分布上密切相关, 总结汞锑金矿带上金矿成矿条件、成矿规律、成矿模式, 用于在镇旬盆地内寻找卡林型金矿尤其在南矿带找金, 具有重要的理论和现实意义。



1 - 一级构造单元界线; 2 - 二级构造单元界线 3 - 金矿带; 4 - 汞锑矿带; (据武警黄金第五支队修改)

图1 镇旬盆地地质略图

Fig 1 Simplified geological map of Zhenxun Basin

[收稿日期] 2004 12 02

[基金项目] 国家经贸委项目(陕西镇安金矿及外围岩金普查(2001~2004))

2 矿床地质特征

镇旬盆地内沉积岩区金矿在成矿地质背景、容

育地段, 赋矿地层为中上石炭统羊山组 - 泗峡口组碳质板岩。发现矿化体 4 条, 以北西向为主, 北东向次之。矿化体长 200~300 m, 宽 0.8~1.0 m, 金品位 $(0.61 \sim 20.3) \times 10^{-6}$ 。以黄铁矿化、毒砂矿化、辉锑矿化、硅化、方解石化为主。

2.2 矿石成分及组构

矿石中金属矿物主要有自然金、砷黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、砷黝铜矿、褐铁矿、毒砂、辉锑矿; 次有磁铁矿、白铁矿、赤铁矿、闪锌矿、方铅矿、斑铜矿、白铅矿、辉银矿、辉铜矿、锑华等。矿石中脉石矿物主要有石英、铁白云石、方解石、钠长石, 次要的有石墨、有机碳、白云母、绢云母、重晶石、绿泥石、高岭土等。从矿石化学组分看, 均具有对同类含矿原岩的继承性。沉积改造型(金龙山-丘岭金矿) 矿石 FeO 较围岩有明显增加, CaO 略有减少, K₂O, SiO₂ 变化不明显; 热水沉积改造型(二台子金矿), SiO₂, Al₂O₃ 明显增高; 石英脉-蚀变岩型(牛家沟金矿), Al₂O₃, C 等质量分数较高。

矿石中金以自然金为主, 次有含银自然金, 多呈不规则粒状、小圆球状、链状等, 粒径一般较小, 呈可见金、细-微粒金、显微-次显微金、显微-超显微金形式存在, 以次显微金为主。次显微金绝大多数赋存于含砷硫化物矿物中, 占 80.45%~85.2%, 其中主要为含砷黄铁矿、毒砂, 次有含砷黝铜矿、辉锑矿、辰砂等^[1]。次显微金主要分布在含砷硫化物增生体环带中或边缘、晶面或晶粒的显微裂隙中。

据矿石矿物与脉体穿插关系、形成世代、蚀变交代及结构构造特点, 区内矿物共生组合有 5 种: 黄铁矿+石英组合; 黄铁矿+毒砂+石英(+次显微金) 组合; 辉锑矿+黄铁矿+方解石+石英组合; 黄铁矿+石英+含铁白云石; 白云石+黄铁矿+黝铜矿。

盆地内各金矿矿石结构以半自形-自形粒状、它形粒状、交代残余结构为主, 次为环带结构、假像结构、包含结构、胶状结构、填隙结构等。矿石构造以稀疏浸染状、细脉-浸染状、条带状、角砾状构造为主, 次为蜂窝状构造。

根据矿石的金属矿化特征划分出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、辉锑矿-毒砂-黄铁矿型金矿石、铜金矿石; 氧化矿石主要为褐铁矿型金矿石。各个矿床均具有各自的特征, 表 2 是金龙山金矿区矿石类型及其特征。

区内各矿床氧化作用较强烈^[6], 近地表氧化矿石发育。在氧化带内, 矿石中金属硫化物所含可溶

性组分如 CaO, FeSO₄, MgO 等大量流失, 矿石中可见较多的微细空洞和大量的铁质污染, 颜色一般为黄褐色、褐红色; 另一方面, 有大量氧化物褐铁矿、臭葱石、锑华等出现, 多呈假像交代原生硫化物。由于砷黄铁矿和毒砂是矿石中次显微金的主要载体, 因此, 表生氧化作用不仅仅是原生硫化物分解和形成氧化物的过程, 而且对次显微金的解离和次生富集具有重要意义^[7]。

表 2 金龙山金矿区矿石类型及其特征

Table 2 Types and features of ore in Jinlongshan gold mine area

地质特征	原生矿石				氧化矿石
	黄铁矿型	毒砂-黄铁矿型	辉锑矿-黄铁矿型	辉锑矿-毒砂-黄铁矿型	褐铁矿型
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

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

3 矿床成矿规律

3.1 地层及岩性控矿特征

本区含矿地层主要为中泥盆统古道岭组(D_{2g})、上泥盆统南羊山组(D_{3n})、星红铺组(D_{3x})和下石炭统袁家沟组(C_{1y})。根据地球化学资料, 上泥盆统南羊山组(D_{3n})粉砂岩、粉砂质页岩、钙质页岩中, 金的丰度值为 $(6.48 \sim 9.38) \times 10^{-9}$, 平均 9.14×10^{-9} ; 下石炭统袁家沟组(C_{1y})薄层灰岩、粉砂质页岩中金的平均丰度值为 14.28×10^{-9} ; 中泥盆统古道岭组(D_{2g})中-厚层状灰岩中金的丰度值为 $(5 \sim 6) \times 10^{-9}$, 均高于区域丰度值 (3.8×10^{-9}) 。当有利岩性段叠加构造、蚀变时则可能形成工业矿(化)体。本区赋存于灰岩内的金矿化体金品位变化范围为 $(1.00 \sim 5.70) \times 10^{-6}$, 而赋存于粉砂岩、页岩内的金矿化体金品位变化范围为 $(7.45 \sim 33.68) \times 10^{-6}$, 明显高于前者。显然, 细碎屑岩是

本区的主要赋矿岩石,碳酸盐岩次之。

3.2 构造控矿

矿区内矿体主要赋存于短轴背斜核部或翼部。由于来自北向南的强烈挤压,褶皱轴部发育密集的节理、破裂理及断裂构造是成矿的有利部位;其两翼地层,由于挤压弯曲劈理集中发育,对矿化有一定控制作用。区内矿体的分布、发育与断裂构造关系十分密切,尤其以近东西向的剪切破碎带常直接控制矿体的分布,一般在断裂带变宽部位、断裂交汇部位及产状变化部位,矿化相对集中,矿体变宽,品位增高。另外,分布于松-枣背斜南翼,平行枢纽东西向展布的张扭性断裂控制的是构造角砾岩型金矿体,如丘岭金矿 307 号矿体。

3.3 蚀变控矿特征

蚀变体的发育与构造活动及围岩性质有关,蚀变的强弱、种类代表热液活动的强弱和热液的物质成分,与矿化关系十分密切,矿区内普遍发育硅化、方解石化、黄铁矿化、褐铁矿化,其次有毒砂矿化、辉锑矿化。与金矿化关系最密切的是黄铁矿化及晚期硅化、石英方解石化。细粒雾状、星点状、浸染状或具增生环带的含砷黄铁矿与金矿化关系密切。

3.4 地球化学特征

(1) Au, As, Sb, Hg 组合直接指示金矿床的存在,其中 Au, As 异常吻合最好。

(2) 异常形态较规则,呈带状分布,异常强度高,浓集中心突出。

(3) 异常浓集中心由金矿(化)体中心部位向水系下游位移,如金龙山-丘岭金矿带,异常向南漂移了约 1~3 km。

(4) 在北成矿带上,元素水平分带明显,如金龙山-丘岭金矿带,从东向西,元素分带为 $Hg \rightarrow Hg + Sb \rightarrow Sb + Au \rightarrow Au$ 。金矿体微量元素从矿体到围岩水平分带为 Au, As, Ag, Sb, Hg, Zn, Ni, Mn; 矿体由上部至下部垂直分带为 Sb, Hg, As, Ag \rightarrow Au, As, Ag \rightarrow Au, Ni, Mo。

3.5 找矿标志

(1) 有利地层岩性指示矿源层和矿化体的存在:区内 80% 的矿(化)体赋存于上泥盆统南羊山组(D_3n)和下石炭统袁家沟组(C_{1y})砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩、钙质页岩及薄层灰岩中,这些地层叠加构造时往往就有矿(化)体存在,如金龙山-丘岭金矿带,金矿床主要赋存于南羊山-袁家沟组地层中,二台子金矿主要赋存于古道岭地层中。

(2) 韧性剪切破碎带控制矿化带及矿体的分

布:发育于矿源层中的近东西向、北西向、北东向剪切破碎带往往赋矿,特别是不同方向的构造交叉部位是富矿体的赋存部位,如丘岭金矿 301 号、303 号矿体,金龙山金矿 1 号矿体。

(3) 含砷黄铁矿直接指示矿化:热液期黄铁矿化富含砷,具增生环带,在透射电镜放大 4 万倍时,才可在含砷黄铁矿增生体、环带构造中或增生体边缘、增生体微裂隙中、含砷黄铁矿晶面及晶体边缘可观察到小圆珠或链状形态的次显微金^[2]。所以含砷黄铁矿是直接找矿标志。

(4) 毒砂直接指示矿化:热液期形成的微细粒自形晶毒砂与金矿化关系密切, Au 与 As 密切相关,相关系数可达 0.84^[2]。在透射电镜下观察, Au 呈小圆球状颗粒分布于毒砂晶粒边缘或微裂隙中。所以毒砂是直接找矿的标志。

(5) 褐铁矿化直接指示矿化:黄铁矿、含砷黄铁矿等在地表几乎全部氧化为褐铁矿,因此,褐铁矿化形成的铁帽是野外找金的直接标志。

(6) 锑矿化间接指示矿化:当锑矿化较好,达工业品位时,一般金矿化不发育;当锑矿化较弱时,则可能有金的矿化显示。Sb 与 Au 关系密切, $w(Sb)$ 为 0.011%~0.029%, $w(Au)$ 为 0.6%~1.7%, 呈明显正相关关系, Au 矿体与 Sb 矿体伴生或共生^[1]。

(7) 硅化方解石化间接指示:区内蚀变体的发育与构造活动和围岩蚀变密切相关,在多种蚀变中,尤其石英、方解石化同时发育时,则发育有金矿化;在断裂带中有石英方解细脉产出时,则直接指示有金矿化存在。

3.6 成矿模式

镇旬盆地金矿床成矿模式为:中晚泥盆纪时期,镇旬盆地内,富含陆源物质和区域大断裂及同生断裂带来的深部物质的古热卤水在深水半深水环境下沉积,使 Au, Ag, As, Sb, Hg 等成矿物质聚集;经沉积压实作用形成矿源层,同时成矿流体初次形成;在印支碰撞造山作用下,形成金鸡岭复式向斜及次级宽缓背、向斜。造山期后的热液脉动和持续的近南北向挤压应力作用以及地热、岩浆热使由多种流体成分混合而成的渗流热卤水发生环流,对深部地层中 Au, Ag, As, Sb, Hg, Ba 等元素发生较强的淋滤作用,并在背、向斜核部、翼部应力集中区形成成矿流体储集层;进一步挤压,褶皱紧闭,岩石破裂,出现了破裂理、同生断裂,使成矿流体因应力释放而迁移至这些开放性构造部位,使 Au 及其化合物发生沉淀、富集而成矿;构造作用再进一步发展,成矿流体也进

一步运移,成矿物质进一步富集形成富 Au 矿化体。

4 结语

镇旬盆地南北成矿带具有相似之处,同时也具有很大差异。在晚泥盆纪时,由于盆地萎缩,造成盆地西部、南部上泥盆统沉积范围较中泥盆统明显缩小,盆地南部矿源层晚泥盆统南羊山组 and 早石炭统袁家沟组地层($D_3n - C_{1y}$)范围缩小。以公馆-双河断裂为界,南北两侧沉积环境也出现差异,北侧在下泥盆统沉积是以钙质板岩、泥岩为主,古海水是以 Ca^{2+} , CO_3^{2-} , HCO^- , K^+ , Na^+ , Fe^+ , S^- 为主的热卤水场。南侧在下泥盆统地层中发现重晶石($BaSO_3$)、钠长石、含铁菱镁矿等热水沉积矿物,说明古海水是硫酸盐热水场^[8]。不同沉积环境可能导致矿源层出现差异。盆地总体上向南突出呈弧形,相对于盆地北带而言,南带断裂更为发育,尤其北西向断裂,此外南带的向斜发育。虽为同一个沉积盆地,在不同区域出现不同的矿床类型,有沉积型改造型的金龙山-丘岭金矿、二台子钠长角砾岩型金矿、牛家沟石英脉-蚀变岩型金矿等,这就提醒在镇旬盆地内找金矿时,应寻找该地区存在的矿床组合或矿床系列,即由一定成矿系统产生的全部矿种和矿床类型^[9]。在南带仁河口-公馆-回龙复背斜一带,公馆-青铜沟汞锑矿带发育,容矿地层 $D_3n - C_{1y}$ 地层出现在背斜两

翼,北西向断裂发育。有利成矿条件,指示了金矿床可能出现。此区域与北矿带东部丁家山-西坡岭地区颇为相似,是寻找微细浸染型金矿的远景区域。当然,镇旬盆地内的其他地区,如北带金龙山-丘岭金矿带东延的西坡岭-丁家山 2 个卵圆形背斜,盆地中部的泗峡口-二天门一带。运用已有的镇旬盆地北带的金成矿规律、成矿模式、找矿标志,在镇旬盆地内寻找微细浸染型金矿是大有前景的。

[参 考 文 献]

- [1] 马光,刘继顺,宫丽.秦岭地区卡林型金矿地质特征[J].黄金地质,2004,3(25):8~12.
- [2] 张复新,魏宽义,马建秦.南秦岭微细粒浸染型金矿床地质与找矿[M].西安:西北大学出版社,1997.
- [3] 卢纪英,李作华,张复新.秦岭板块金矿床[M].西安:陕西科学技术出版社,2001.
- [4] 杨志华.边缘转换盆地的构造岩相与成矿[M].北京:科学出版社,1991.
- [5] 薛春纪.秦岭泥盆纪热水沉积[M].西安:西安地图出版社,1997.
- [6] 张智义.陕西省镇安县金龙山-丘岭金矿床普查地质报告[R].西安:武警黄金第五支队,2002.
- [7] 魏宽义,孟宪忠,刘淑文.马鞍桥金矿控矿构造规律及成矿预测[J].西安工程学院学报,2001,23(1):20~24.
- [8] 方维宣.秦岭造山带古热水场地球化学类型及流体动力学模式探讨[J].西北地质科学,1999,20(2):1~11.
- [9] 翟裕生,彭润民.区域成矿学与找矿新思路[J].现代地质,2001,15(2):15~16.

Characteristics of gold deposits in Zhen' an Xunyang Basin and gold resources targeting

SHI Guang de, LIU Xin hui, ZHANG Yong wen, LIU Shuang, ZHANG Zhi yi
(The Fifth Branch Party, The Gold Geological Party of CAPF, Xi'an 710100, China)

Abstract: Both northern and southern flanks of the Jinjiling Syncline in the Zhen' an Xunyang Basin belong to an important gold vein belt. To date within the belt, three type gold deposits are recognized as the clastic carbonate rock hosted disseminated (Jinlongshan), albite breccia (Ertaiqi) and quartz vein altered rocks (Niujiagou). The auriferous minerals mainly comprised pyrite, arsenic pyrite, chalcopyrite, arsenopyrite and calcite. Gold was dominated by the natural Au element and less frequently it also contained certain silver. Three Devonian formations, namely Middle Devonian Gudaoqing (D_2g), Upper Devonian Nanyangshan (D_3n) and Xinghongpu (D_3x), acted as the major hosting sequences of gold deposits in the study area, and some gold deposits were also hosted by the Yuanjiagou Formation (C_{1y}) of Lower Carboniferous age. Nearly EW orientated shearing zones controlled the distribution of ore bodies and the main alteration was identified by pyritization, chalcopyritization, arsenopyritization, mercury and antimony mineralization, silicification and calcitization. The Au-As-Sb and Hg association hence was indicative of gold deposits. On the basis of the geological setting of the northern and southern flanks of the Jinjiling Synclinorium and synthetic analyses of gold metallogeny, the Xilingpo Dingjiashan Anticline (north zone) as the east extension of the Jinlongshan Qiliang Gold Belt, Sixiakou Ertianmen (middle zone) and the Renhekou Gongguan Huilong Hg and Sb bearing Synclinorium (south zone) were proposed as important targets for locating gold resources.

Key words: gold deposits; geological feature; metallogenic condition; Zhen' an Xunyang Basin; Shaanxi