

文章编号: 1672-4461 (2005) 03-0059-02

# 甘肃礼县金山金矿床地质、地球化学找矿模型初探

全俊仁<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2 甘肃省有色地质勘查局 第三勘查院, 甘肃 白银 730900)

**摘 要:**在研究金山金矿床区域地质背景、地球化学背景及矿床地质特征的基础上, 依据成矿特点、控矿因素、地球化学特征及化探异常特征, 建立了金山金矿床综合找矿模型。

**关键词:**成矿; 控矿因素; 地球化学特征; 综合找矿模型; 金山金矿床

**中图分类号:** P632; P612; P618.51 **文献标识码:** A

## 1 区域地质、地球化学背景

### 1.1 区域地质背景

本区大地构造位置属中秦岭海西褶皱带的北亚带, 位于秦岭造山带的西段, 地处华北板块、扬子板块两个不同大地构造单元的交汇部位。区内地壳活动强烈, 成矿地质条件优越, 是秦岭多金属成矿带的重要组成部分。

区域内主要出露晚古生代 - 新生代地层, 以泥盆系、石炭系、二迭系和第三系、第四系分布较广, 中、下侏罗统仅局部出露。此外, 东北角有零星下古生界出露, 西南角分布有零星的三迭系。

以礼县 - 洮坪 - 碾子坝断裂为界, 南侧中泥盆统西汉水组 ( $D_2x$ ) 为一套碎屑岩夹碳酸盐岩的类复理石建造, 北侧中泥盆统李坝群 ( $D_2lb$ ) 为一套以碎屑岩为主的类复理石建造, 是区内重要的含矿层位。

本区断裂、褶皱极其发育。区内几条深大断裂带和 SN 向基底深断裂带控制了本区的地质发展、岩浆活动、沉积 - 变质作用以及次级断裂、褶皱的分布, 也控制金矿源层和金矿的形成。临潭 - 凤县 - 山阳深大断裂在本区的分支礼县 - 罗坝 - 锁龙口断裂带和礼县 - 洮坪 - 碾子坝断裂带为本区的主干断裂, 控制了本区准稳定型沉积, 同时对印支 - 燕山期中酸性岩浆侵入也起了一定的控制作用。

区域性褶皱构造极为发育。其中石家河坝复式向斜为区内的一级褶皱构造, 它们的变异部位及次级褶皱控制了金矿的分布和定位。

本区岩浆活动以印支 - 燕山期岩浆活动规模强度最大, 岩类以酸性岩为主, 产状主要为侵入岩。中川、碌碡坝、柏家庄、闫井、教场坝等五大花岗岩岩体是本区的主要岩体。

区域矿产尤以铅锌最为突出, 在我国占有十分重要的地位, 其次为汞、锑、金、银等矿产, 规模可观。铁、铜、锰、镍及放射性铀也十分重要。

### 1.2 区域地球化学背景

#### 1.2.1 与成矿有关的地质及岩石中金的分布特征

区域内金的矿质来源主要与泥盆系有一定关系, 其次二迭系金丰度也较高。经前人 850 个样品分析结果统计表明: 中泥盆统含金背景值为  $3.1 \times 10^{-9}$ 。经分层统计, 李坝群第二岩性段、第三岩性段的含金量高出本区背景值 2 ~ 3 倍。

在中泥盆统各岩性段内部, 由于岩性的差异, 也会造成含金量的不同。含金较高的岩性主要为泥质岩 - 板岩、细碎屑岩 - 细砂岩和粉砂岩。实际上, 金山矿田内规模较大的金山、大山、阳山等矿床的矿体均产于一套浅灰绿色绿泥绢云母千枚岩、灰色粉砂质绢云母千枚岩及钙质粉砂质绢云母千枚岩等泥质岩 - 板岩中。

#### 1.2.2 与成矿有关的岩浆岩中 Au 的分布特征

金山矿田位于中川岩体南 2 ~ 5 km, 南距碌碡坝岩体 5 km, 但矿田内未见明显的岩浆活动, 仅见长闪玢岩、闪长岩、煌斑岩等后期脉岩, 规模都不大, 一般宽几 ~ 几十米、长几十 ~ 几百米, 分布比较零乱。岩脉本身不含矿, 但在空间上却与金矿体伴生。

与中国花岗岩平均化学成分比较, 中川花岗杂岩体中 Ti、V、Cr、Co、Ni、Cu、Au、Ba 等组分较低, Ag、As、Sb、Pb、Zn 等组分较高。矿化元素组分无明显富集现象, 呈含 Au 偏低, 含 Sb、Pb、Zn 较高, 贫稀土、富铀的花岗杂岩体。

区内煌斑岩岩脉也较发育, 与中川岩体稀土元素组成特征十分相似, REE 值分别为 152.330 和 174.427, 变化较小, 说明它们是同源的产物。

从印支期中川和碌碡坝两大侵入岩体及矿田内各种脉岩的发育程度看, 说明区内岩浆活动的强烈性和长期性, 它们不但为金矿的形成提供了丰富的热动力源, 而且也提供了一定的金质来源。

## 2 矿床地质特征、矿床成因与成矿模式

### 2.1 矿床地质特征

金山矿床位于石家河坝复式向斜南翼的张凤坡次级背斜构造的南翼, 地层大致呈 NEE 向或 EW 向展布。矿区内出露的地层主要为中泥盆统李坝群 ( $D_2lb$ ) 的第二岩性段

(D<sub>2</sub> lb<sup>2</sup>)第三岩段 (D<sub>2</sub> lb<sup>3</sup>)。

第二岩性段 (D<sub>2</sub> lb<sup>2</sup>)为一套浅变质碎屑岩夹少量碳酸盐岩,分布于矿田西北部及南部,主要岩性为石英黑云母片岩、粉砂质绢云母千枚岩、钙质粉砂质绢云母千枚岩、绿泥绢云母千枚岩等。

第三岩性段 (D<sub>2</sub> lb<sup>3</sup>)由大理岩、结晶灰岩、钙质粉砂质绢云母千枚岩、粉砂质绢云母千枚岩、变砂岩等岩性组成,西北以碳酸盐为主,向东碎屑岩增多。

矿区的褶皱构造主要为沟门前倒转向斜,轴向大致为 60°核部由 D<sub>2</sub> lb<sup>3</sup>组成,两翼则为 D<sub>2</sub> lb<sup>2</sup>。向斜北翼由于 F<sub>2</sub>断层的错动和不整合的存在,地层出露不全,南翼出露较宽,核部和北翼地层基本倾向南,而南翼则以北倾为主。另外,在核部和两翼小的紧闭褶皱较发育。该向斜东延伏于中石炭统与中泥盆统接触形成的不整合面之下。

矿区范围内的主要断裂构造为北侧的正沟里 - 圆嘴大断裂、南侧的区域性礼县洮坪 - 碾子坝大断裂带,二者走向近 EW 向,矿田位于两断裂之间。由于受两大断裂的影响,

矿区内断裂构造异常发育,按其走向大致可分为 4 组。

EW 向:该组断裂常呈群出现,平行或近于平行,为区内最主要的控矿构造。

NE 向:在局部形成几十米宽的破碎带。

SN 向:是矿田内一组很重要的断裂,与金矿化关系较为密切。在金山、大山及阳山矿床中,EW 向含金破碎蚀变带与 SN 向断裂叠加往往形成厚大的矿体,金品位明显变富,但其延长以不越过 EW 向主要控矿断裂带为特征。

NW 向:也是一组较常见的断裂,但与金矿化关系不太密切。

矿床内已发现 7 个主要金矿体,矿体多呈 EW 向的带状展布,其矿体特征见表 1。

金山矿床的矿石矿物特征均为金银系列矿物 - 毒砂 - 黄铁矿矿石,矿石矿物组成与李坝矿床大体相似,由 25 种矿物组成,其中绢云母、黑云母、绿泥石等泥质矿物高达 70% 以上,而石英含量相对李坝矿床有所降低、毒砂含量明显增高 (李坝矿床只有 0.03%)。

表 1 矿体特征

矿体号	位置	长 (m)	水平厚度 (m)	最大垂深 (m)	平均品位 (g/t)	形态	产状
19 - 2	31 - 32	1 280	2.74	352	3.72	脉状	327°~25° 47°~75°
19 - 13	19.5 - 22	820	1.37	333	3.74	脉状	340°~355° 62°~70°
10	25 - 4.5	620	2.21	250	3.94	脉状	340°~345° 60°~70°
20	31 - 2	680	2.52	204	2.69	脉状	325°~357° 50°~70°
9	31 - 16	950	2.58	226	3.19	脉状	330°~350° 50°~70°
28	15.5 - 20	700	2.26	168	2.76	脉状	330°~350° 64°~74°
	15.5 - 3	220	4.68	52	4.78	34	5°~350° 66°~68°

## 2.2 矿床成因

金山矿床位于中川花岗岩体外接触带中泥盆统海相碎屑岩夹碳酸盐岩建造中,矿体严格受 NEE - SWW 向构造破碎蚀变带控制。与金矿化有关的有硅化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化等中低温热液围岩蚀变,矿体周围形成 Au、Ag、As、Sb 原生晕异常。金矿化与斑点千枚岩关系密切,金矿物往往赋存于斑点状中的毒砂、黄铁矿、石英、绿泥石、绢云母、伊利石、高岭石中,而且在有碳酸盐 - 石英 - 硫化物细脉穿切部位具有富集现象。根据矿床中稳定同位素、微量元素地球化学特征及矿床产出的空间位置、控矿构造条件等综合分析,认为矿床属于中低温岩浆期后热液矿床,矿床的形成与中川花岗岩岩体有关。

## 2.3 成矿模式

通过对金山金矿床控矿因素及成矿规律的分析,初步对本区金矿床成矿作用模式总结如下:

有矿源层 (岩) 的存在。这个矿源层除了中泥盆统之外,可能还有深部的老地层。

早期固态塑性流动变形和韧性变形作用,使含金建造得以初始富集。

中新世区域伸展构造作用是岩体侵位和成矿的基本背景,印支 - 燕山期花岗岩体的侵位不仅给成矿作用提供了矿源和热源,而且使围岩发生较强的接触变质作用和强烈的挤压破碎带及锥状裂隙,给矿液的循环和沉淀提供了主要

构造空间。

沿临潭 - 凤县 - 山阳深大断裂带,特别是礼县分支断裂带下渗的大气降水与深部地层水、变质水混合,受岩浆热源加热驱动形成地下水热流,并不断萃取深部地层 (或矿源层) 中的成矿物质,深部岩浆也可能提供部分成矿物与岩浆水形成富含成矿物质的热卤水。

成矿热卤水在岩浆热驱动下沿深断裂带上升,进入浅部含矿地层内配套次级控矿断裂构造系统后,由于各种物理化学条件的改变及与围岩交代作用 (伴随绢云母化,析出 Fe<sup>2+</sup> 进入成矿溶液),成矿溶液中的含金络合物被还原成独立金矿物,呈多阶段沉淀富集成矿。

综上所述,金山金矿田微细浸染型金矿具有多来源、多阶段成矿特征,成因上与岩浆活动有关的深层渗滤热液改造型金矿。

## 3 地球化学异常特征及找矿模型

### 3.1 矿床地球化学异常特征

#### 3.1.1 1:50 000 分散流异常特征

以 Au、As 为主的 Au、As、Ag、Sb、Bi、Pb 组合异常吻合较好,异常规模较大,面积大于 100 km<sup>2</sup>,分带性明显,由中心向外为 Au、As、Ag、Sb、Pb、Bi - Au、As、Ag、Bi、Pb - Au、As、Ag、Bi (Pb 零星异常) - As (Au、Ag、Pb、Sb 零星异常),单元素异常规模大小次序: As > Au > Ag > Bi > Pb > Sb。

文章编号: 1672-4461 (2005) 03-0061-03

# 甘肃金山金矿床地质特征及成因探讨

方春家<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2 甘肃省有色地质勘查局 三队, 甘肃 白银 730900)

**摘 要:**金山金矿床位于碾子坝 - 洮坪 - 礼县断裂带以北, 中川和碌碛坝两大岩体之间, 是礼岷金矿带大型造山带型金矿。矿床受地层含金建造、多期次构造变形和岩浆热动力作用等多种因素控制。其成矿模式为: 沉积形成衍生矿源层和含矿层, 区域造山作用形成的剪切作用产生了导矿构造、容矿构造及贫矿体, 碰撞造山运动产生的岩浆作用, 使成矿元素活化、迁移、富集、充填沉淀成矿, 为沉积 - 岩浆再造矿床。

**关键词:**金矿床; 地质特征; 矿床成因; 金山

**中图分类号:** P618.51 **文献标识码:** A

## 1 区域地质

甘肃东部西秦岭泥盆系变质岩经受了秦岭造山带多期变形变质作用, 大多具有复杂的构造演化历史和空间构造格局, 与金矿化关系密切。近年来在这套变质岩系中发现了许多大规模的金矿床及金化探异常区, 如金山金矿、李坝金矿、马泉金矿等, 构成了著名的礼岷金矿带。

礼岷金矿带位于中秦岭华力西褶皱带西段, 地处华北板块和扬子板块两个不同大地构造单元的交汇部位。较多学者(李春昱等, 1980)认为秦岭造山带是华北板块与扬子板块碰撞后在古秦岭洋壳上发育形成的造山带, 板块俯冲方向为扬子板块向华北板块俯冲。礼岷金矿带处于该俯冲带的北侧, 是西秦岭多金属成矿带的重要组成部分。西秦岭带指临夏 - 武山 - 天水 - 宝鸡大断裂和玛沁 - 迭部 - 略阳 - 勉

### 3.1.2 1: 25 000 沟系次生晕异常特征

Au、As、Ag 组合异常面积 60 km<sup>2</sup>, 异常内高浓度带呈 NW - NWW 向群带展布, 内有 Au > 1 000 × 10<sup>-9</sup> 高值点出现, Sb 异常多与 Au、Ag、As 综合异常内的中、高浓度相吻合。

## 3.2 地质找矿模型

### 3.2.1 地层

中泥盆统李坝群第二岩性段、第三岩性段。赋矿有利岩性为浅灰绿色绿泥绢云母千枚岩、灰色粉砂质绢云母千枚岩及钙质粉砂质绢云母千枚岩等泥质岩 - 板岩。

### 3.2.2 构造

金山矿田的矿床均产于中川花岗岩体外接触破碎蚀变带中。野外调查结果表明: 区内破碎蚀变带主要由张剪性、张性断层、节理、劈理及层间滑动破碎带组成。矿体多受构造破碎蚀变带控制、矿体的展布形态和产状与含矿构造破碎带一致。

### 3.2.3 岩浆岩

从印支期中川和碌碛坝两大侵入岩体, 以及矿田内各种脉岩的发育程度来看, 区内岩浆活动的强烈性和长期性不但为金矿的形成提供了丰富的热动力源, 而且也提供了一定的金质来源。

### 3.2.4 蚀变

矿体产于斑点千枚岩中, 具明显的褪色化现象, 其蚀变类型主要有绢云母化、黑云母化、绿泥石化、黄铁矿化、毒砂

化、碳酸岩化及硅化。

## 3.3 地球化学找矿模型

### 3.3.1 1: 50 000 分散流异常模型

以 Au、As 为主的 Au、As、Ag、Sb、Bi、Pb 组合异常吻合较好, 异常规模较大 (面积大于 n × 10 ~ 100 km<sup>2</sup>)。Au 异常强度为 n × 10 × 10<sup>-9</sup>, As 为 25 × 10<sup>-6</sup> ~ 500 × 10<sup>-6</sup>, 异常浓中心明显, 元素组合分带清晰, 由中心向外为 Au、As、Ag、Sb、Pb、Bi、Au、As、Ag、Bi、Pb、Au、As、Ag、Bi (Pb 零星异常)、As (Au、Ag、Pb、Sb 零星异常)。

### 3.3.2 1: 25 000 沟系次生晕异常模型

分别以 Au、As、Ag 含量 10 × 10<sup>-9</sup>、0.2 × 10<sup>-9</sup>、50 × 10<sup>-9</sup> 为异常下限圈定的综合异常面积为 n × 10 km<sup>2</sup>, 规模大、强度高、吻合性好。以 Au、As、Ag 综合异常的中、高浓度呈群带展布, 并有 Cu、Pb、Zn、Sb 异常与之对应, 高浓度带中往往有 Au > 1 000 × 10<sup>-9</sup> 的高值点。含矿构造破碎蚀变带特征元素组合 Au、As、Ag、Sb、Cu、Pb、Zn; 非矿断裂 Cr、Mn、Ti、V。

参考文献: (略)

收稿日期: 2005-05-29

作者简介: 全俊仁 (1967-), 男, 工程师, 1988 年 7 月毕业于昆明理工大学找矿与勘探专业。