

# 柞水-山阳多金属成矿带成矿地质条件 及找矿方向<sup>①</sup>

陈松岭 张亚雄 胡祥昭

(中南工业大学地质系, 长沙 410083)

**摘 要** 通过对柞水-山阳多金属成矿带地质条件的分析, 阐明了成矿带内两大系列多金属矿床的矿床地质特征、控矿因素和成矿模式, 查明了上泥盆统青石垭组是区内有利的含矿层位以及燕山期中酸性小岩体与斑岩型、砂卡岩型、热液型铜、钼、金多金属矿床的成因联系, 对成矿带内的基底构造格局进行了较系统的研究, 找出了基底构造与层状层控系列矿床空间分布之间的内在联系, 同时, 对盖层断裂构造系统与多金属矿化的关系也进行了较详细的探讨, 最后, 对该地区的找矿方向提出了几点认识。

**关键词** 多金属成矿带 控矿因素 成矿模式

## 1 地质概况

研究区位于东秦岭褶皱造山带中, 其北侧发育一长达数百公里的深大断裂: 唐藏-商南断裂带, 被认为是中国南、北两大块—扬子地块和华北地块的缝合线。南侧发育另一条深大断裂: 具有类复理式建造的特点, 其形成明显受到扬子地块北侧的大陆边缘前陆裂隙盆地所控制。华力西运动和印支运动是本区主要造山运动, 形成一系列走向北西西-南东东方向的褶皱和断裂, 整个柞水-山阳成矿带实际上处在一个大型复式向斜的南翼, 复向斜核部在成矿带北部红岩寺一带, 因此, 研究区地层总体北倾, 倾角约  $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ , 局部地段发育有小型褶皱和层间小褶皱。

岩浆活动在研究区内较为强烈, 从古生代至中生代均有不同规模和类型的岩浆活动, 它们主要受到区内两条近东-西方向深大断裂(唐藏-商南断裂和柞水-山阳断裂带)及其旁侧派生断裂的控制, 具有成群、成带分布的特点, 岩性以中、酸性为主, 有少量的基性岩分布。

矿带内已发现的矿种, 有铁、铅、锌、银、铜、金、钼、钨、钛、重晶石、萤石、硫、煤等。

## 2 地层含矿性

区内发育的地层主要为中、上泥盆统砂岩、粉砂岩和泥质岩, 经区域变质作用变质成板岩、砂质板岩、变质砂岩等, 局部夹有炭质板岩、钙质板岩和变质碳酸盐岩(大理岩), 整套岩层厚度巨大, 岩性单调, 但岩性和岩相的横向变化很大, 具有明显的浊积岩系的特点。石炭系地层仅在复向斜核部(红岩寺一带)部分出露, 分布范围很小, 岩性以碳酸盐岩为主, 前泥盆系地层在区内仅零星出露。

区内泥盆系地层自下而上可以细分为: 牛耳川组( $D_{2n}$ )、池沟组( $D_{2c}$ )、青石垭组( $D_{2q}$ )、下东沟组( $D_{3x}$ )和桐峪寺组( $D_{3t}$ )。

柞水-山阳成矿带内的主要金属矿床绝大多数产在一定的地层层位中, 即具有明显的层控特征。其中, 中泥盆统青石垭组地层中赋存的金属矿床不论从规模和种类来说都占绝对优

<sup>①</sup> 国家教委留学回国人员科研资助费支持项目 收稿日期: 1994-05-18; 修回日期: 1994-09-09

势,是区内最重要的赋矿层位,其成矿元素组合为 Fe-Pb-Ag-Cu 及 Zn-Pb-Cd 两类。区内主要金属矿床,如大西沟菱铁矿、银洞子铅银矿、黑沟菱铁-铅银多金属矿、桐木沟锌(铅)镉矿、穆家庄铜矿等均产于青石垭组砂质板岩中。中泥盆统池沟组 and 上泥盆统下东沟组、桐峪寺组地层中以铜、金矿床(点)较发育为特征,是铜、金矿床有利的赋矿层位,中泥盆统牛耳川组地层含矿性最差,几乎没有金属矿床(点)产于该层位中。

根据中国地质大学张本仁教授等对成矿带内泥盆系地层中 700 多个样品采样分析和我们对区内 400 多个样品采样分析的结果,表明泥盆系地层中成矿金属元素和微量元素的含量分布是不均匀的,中泥盆统各组成矿元素 Pb、Ag、Cu、Zn、Ba、As、Mn 等的富集程度均有不同的提高,特别是主要赋矿层位青石垭组中,Pb、Ag、Cu、Ba、As 等成矿元素的平均含量远远高于陆地地壳丰度值,是强烈富集的元素,与当时的沉积成矿作用有着密切的关系。金在各组地层中的平均含量均较高,超过地壳中金克拉克值(3.6 mg/t)的 1.7 倍以上,尤其是上泥盆统(下东沟组)板岩中,金的平均含量达到地壳中金平均含量的 2.7 倍。在红岩寺一带下石炭统碳酸盐岩中,金的平均含量更高,达 14.28 mg/t。总体而言,泥盆-石炭系地层中金的含量自下而上有逐渐递增的超势,在上泥盆统顶部和下石炭统底部,金的含量达到最高峰值,是区域金矿成矿的有利层位。

### 3 岩浆岩及其与成矿的关系

矿带内岩浆岩广泛发育,岩性从基性、中酸性到酸性均有,形成时代从加里东期、印支期到燕山期,但区内分布最广、与成矿关系最为密切的岩浆岩类型为燕山期的中酸性小岩株、岩脉和印支期的花岗岩基。前者主要沿柞水-山阳断裂带及其旁侧分布,主要岩体有:小河口岩体(群)、马阴沟岩体、池沟岩体、白沙沟岩体、袁家沟岩体、冷水沟岩体、下官坊岩

体、园子街岩体,岩性以花岗闪长斑岩和石英闪长玢岩为主;后者主要沿板块缝合线(唐藏-商南断裂带)南侧分布,主要岩体包括:柞水岩体、曹坪岩体、东江口岩体和沙河湾岩体,以二长花岗岩为主。基性岩仅零星出露。

根据岩石学、矿物学、岩石化学、同位素、稀土元素等测试分析结果,表明矿带内大量分布的印支期花岗岩基和燕山期中酸性岩株的成因和物质来源大体相似,属幔源型或同熔型花岗岩类,岩浆物质来源于上地幔或下部地壳,区内主要岩体的稀土元素组成模式图均较相似,为右倾斜平滑曲线。

本矿带内岩浆岩与金属矿床成矿的关系比较密切,尤其是斑岩型铜(钼)、金矿床、矽卡岩型铜(金)矿床、热液充填交代型铜、钼、金矿床等与岩浆活动有直接的联系。其中,燕山期中、酸性小岩体总是伴有铜、钼、金、铅、锌和铁等矿化,有的已形成具有工业意义的矿床(如小河口铜矿和园子街铁矿);印支期花岗岩体矿化普遍较弱,以铜、钼、金等矿化为主。

根据主要岩体中成矿金属元素和微量元素测试分析结果,燕山期中酸性小岩体中 Cu、Mo、Ag、W、Pb 等金属元素的含量明显高于其它岩类和同类岩石的丰度值。除个别岩体外金元素在岩浆岩体中的含量一般略高于同类岩石中的平均含量,没有明显的富集现象。

### 4 主要控矿构造类型

柞水-山阳成矿带内多金属矿床的形成,与区内断裂构造的长期活动有密切相关关系。在晚古生代沉积阶段,金属元素的初始富集受到当时断裂构造格架的控制,在有利的构造、岩相古地理部位,形成了区内重要的层状铁、铅、银、锌、镉矿床;华力西期褶皱造山运动使已有的矿床遭受一定的变质和改造作用;印支期和燕山期是本矿带内又一次重要的成矿时期,区内斑岩型、矽卡岩型、热液充填交代型的铜、钼、金、铅、锌、铁等矿床均在此时期形成,控制成矿作用的主要因素为构造-岩浆-热

液，此外，泥盆-石炭系地层中初始富集的金属元素此时也起着矿源层的作用。

#### 4.1 深大断裂和区域性断裂的控矿特征

成矿带内的深大断裂主要有两条：唐藏-商南断裂带和柞水-山阳断裂带(图1)，它们均为多期活动的古老断裂，至少从古生代就开始活动，控制了区内晚古生代(中晚泥盆-早石炭世)的沉积作用和岩相古地理条件，以及与其相关的层状铁、铅、银、锌、锡矿床的成矿作用。这些金属矿床的绝大部分产在一条近东西方向、与柞水-山阳断裂近于平行，距其5~8 km左右的狭窄带中。

区内主要岩浆岩体也均产在上述两条深大断裂中或其旁侧，尤其是燕山期的中酸性小岩体，几乎全部沿柞水-山阳断裂带或其旁侧发育，形成区内主要的铜、钼、金、铅、锌等斑岩型、矽卡岩型和热液型矿化带。

#### 4.2 基底构造格局与成矿的关系

通过卫星遥感图象解译，并综合航空物探(重力、磁法)资料解释成果和地面调查结果，我们在柞水-山阳成矿带内查明了一系列近南北方向的隐伏断裂构造，它们与近东-西向的深大断裂和区域性断裂一起，构成了区内晚古生代沉积时期经纬交织的基底构造格局(见图1)。根据区域地质资料和已知矿区地质资料，晚古生代的岩相古地理条件在很大程度上受到这种经纬交织的基底构造格局的控制，部分沉积矿体的长轴方向也为南-北向和东-西向。区

内已发现的多金属矿床，自西向东呈等间距分布，与基底构造格局十分吻合，从一个侧面上说明了两者之间的相关关系。大西沟-银洞子铁、铅、银矿，黑沟铁、铅、银矿，桐木沟锌铅(镉)矿，小河口铜(金)矿、二台子金(铜)矿、穆家庄铜矿、张家坪铜矿等矿区及旁侧均为大规模近南-北向基底断裂构造通过的部位。

#### 4.3 矿区控矿构造类型

除上述深大断裂、区域性断裂、基底断裂对成矿作用起了区域性控制外，在矿区范围内，控制矿体形态、产状、规模的断裂构造主要为中小型断裂构造、层间构造带、岩体与围岩接触带构造带。

东-西向挤压带控矿特征：本矿带中，东-西向挤压断裂带是重要的控矿断裂类型，热液型的铜、钼、金、铅、锌等矿床与之关系更为密切，金属矿体常常呈透镜状、扁豆状、脉状等直接产在挤压破碎带中。例如，二台子金(铜)矿的工业矿体主要产在由东-西向挤压断裂造成的角砾岩带中。

层间破碎带、层部滑动带控矿特征：层间破碎带和层间滑动带剪切带是区内另一重要的控矿断裂构造类型，小河口铜矿的工业矿体大部分均产在石英闪长玢岩与青石垭组地层接触带附近的层间破碎带、层间滑动剪切带中。

岩体与围岩接触带构造控矿特征：斑岩型铜(钼、金)矿的控矿构造主要为岩体与围岩接触带构造，如二元沟、土地沟、池沟等斑岩型

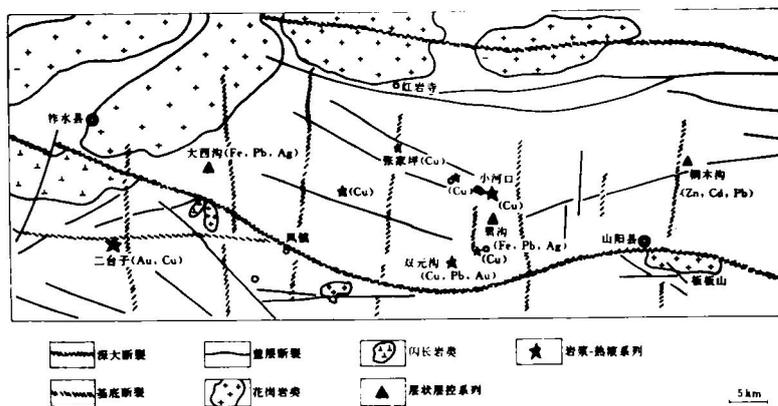


图1 柞水-山阳成矿带基本构造格局与多金属矿床的关系

铜钼矿(化)体产在岩体接触带(内、外接触带)的隐爆角砾岩、震碎角砾岩和侵入角砾岩中。

东-西向断裂旁侧次级断裂控矿: 在大规模东-西向断裂旁侧的次级断裂, 常常是较好的矿化场。例如, 张家坪铜(金)矿的主要矿体是呈北北东走向, 产在近东-西向的庙沟-小河口断裂旁的次级断裂中。

#### 4.4 构造复合部位控矿特征

在本矿带中, 不同方向构造交汇复合部位对多金属矿化常常十分有利。在经纬交织的基底构造格局中, 东-西向和南-北向基底断裂构造的交叉部位与层状铁、铅、银、锌、镉多金属矿床有密切的空间关系; 在盖层构造中, 东-西向断裂与南-北方向、北东向断裂交叉部位常常是燕山期中酸性小岩体侵入的最佳构造部位, 与斑岩型、矽卡岩型和热液型的铜、钼、金多金属矿床有直接的成因联系; 在许多矿区中, 多组断裂交汇复合部位常常伴着矿体变厚和变富的现象。

## 5 成矿系列和找矿方向

### 5.1 成矿系列

柞水-山阳成矿带是东秦岭重要的成矿带之一, 已发现矿点上百处, 主要金属矿种包括: 铁、铅、锌、银、铜、金、钼、钨、镉、钛等, 其中, 大西沟菱铁矿、银洞子铅银矿、黑沟菱铁-铅银矿、桐木沟锌矿、小河口铜矿、二台子金矿等均为正在开采的矿床。

根据矿床地质特征、成矿地质条件及矿床的成因联系, 可将区内金属矿床划分为: 层状层控和岩浆-热液两个成矿系列。

层状层控成矿系列是区内重要的成矿系列, 主要产在上泥盆统青石垭组地层中, 明显受到地层层位的控制, 矿体呈层状、似层状、透镜状, 在水平方向上常常出现金属元素的水平分带现象。例如大西沟-银洞子菱铁-铅银矿自西向东存在明显的分带: 车房沟以西主要为菱铁矿, 车房沟以东为铅银多金属矿, 地层中相应金属元素的含量自西向东也呈有规律的变

化: Pb、Ag、Cd、Co、Mg、Na 含量逐渐增高, Ba、Mn、Fe 含量逐渐降低。黑沟、桐木沟金属矿也存在类似的水平分带现象。矿区基底构造格局及其活动形式对该系列矿床的形成和空间定位及分布起着至关重要的作用。本矿带内经纬交织的基底构造格局造成了该系列矿床在空间上的有规律分布: 自西向东呈等间距分布(大西沟、银洞子-黑沟-桐木沟), 主要矿床均产在南-北向基底构造旁侧, 且距东-西向的柞水-山阳断裂约 5~8km, 矿床之间相距 33km。

岩浆-热液成矿系列包括三种不同的类型: 斑岩型、矽卡岩型和热液-裂隙充填型, 代表性矿床分别为: 二元沟、土地沟、池沟斑岩铜(钼、金)矿, 小河口矽卡岩型铜(金)矿, 二台子、张家坪热液型金(铜)矿。该成矿系列的主要成矿金属元素为: 铜、钼、金、铅、锌等。成矿物质来源的多样性是该成矿系列的另一特点, 其中, 铜、钼主要由深部岩浆携带自地表浅层, 而金、铅、锌等大部分来自围岩(中、上泥盆统地层)。燕山期中酸性小岩体与该系列矿床具有直接的成因联系, 尤其是斑岩型和矽卡岩型铜(金)矿均产在岩体和接触带中, 热液-裂隙充填型铜、金矿一般产在岩体附近的地层中, 也可远离岩体, 除岩浆期后热液外, 地下热卤水循环也是重要的成矿因素。盖层断裂构造(包括基底断裂复活而形成的多期活动断裂)与该系列矿床的形成和空间定位有密切的关系, 东-西向和南-北向断裂构造交叉部位是控制燕山期中酸性小岩体侵入的最佳构造条件, 岩体与围岩的接触带构造、围岩中的层间破碎带、层间滑动剪切带、挤压断裂带、次级断裂等均构成了良好的矿化场所。图 2 综合概括了本矿带两大成矿系列的成矿模式。

### 5.2 找矿方向

柞水-山阳多金属成矿带具有矿种多、矿床类型多样性、成矿物质来源多样化、控矿因素复杂等特点, 给该地区找矿工作带来一定难度, 尽管如此, 我们认为在该区进行找矿工作应紧紧抓住以下几个关键点。

(1)层位: 上泥盆统青石垭组是层状层控

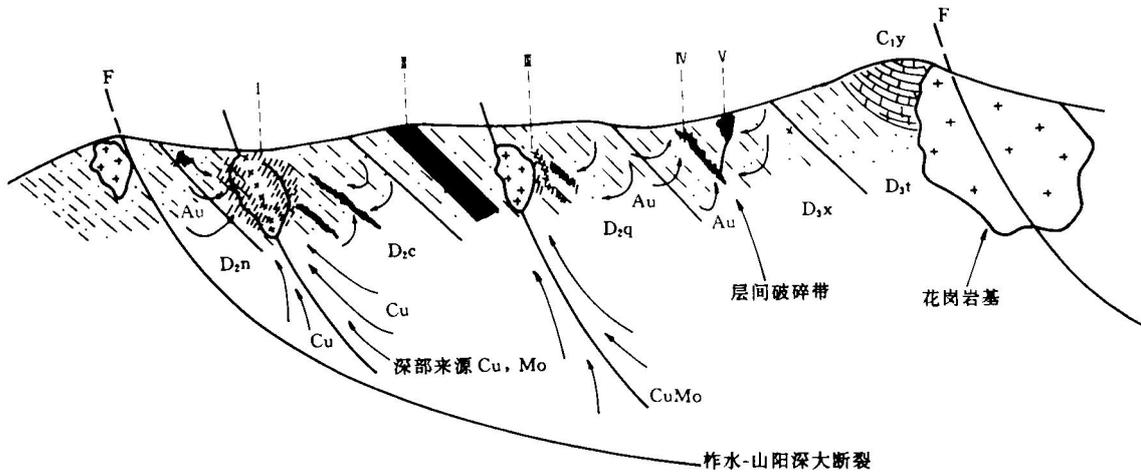


图2 柞水-山阳成矿带两大系列多金属矿床成矿模式图

I—斑岩型 Cu、Mo、Au；II—层状层控型 Fe、Pb、Ag、Cd；

III—砂卡岩型 Cu、Au；N、V—热液型 Cu、Au

系列 Fe、Pb、Ag、Zn、Cd 矿的赋矿层位，是找矿的重点；对于岩浆-热液系列多金属矿床，层位控制特点则不明显。

(2) 岩性、岩相组合特点：层状层控系列的矿床与特定的古地理条件以及岩性、岩相组合有密切的关系，根据野外现场观察，粉砂岩、砂岩、泥质岩、薄层碳酸盐岩互层的地方矿化一般较好。对该地区进行系统的岩性、岩相研究，重建古地理模型，对寻找层状层控系列的矿床会有很大的指导意义。同时，地球化学相的系统研究有利于直接追寻矿化部位。

(3) 岩体：岩浆-热液成矿系列的矿床与燕山期中酸性小岩体有直接的成因联系，查明区内燕山期中酸性小岩体的分布特点，尤其是借助遥感、物化探、构造分析等方法，在区内寻找隐伏小岩体，进一步寻找有利矿化部位，将会收到很好的预期效果。

(4) 构造格局：基底构造格局控制了层状层控系列矿床的空间分布，而盖层断裂构造系统控制了岩浆-热液系列矿床的空间定位。

根据上述主要控矿因素，建议今后将找矿的重点放在柞水-山阳断裂带的两侧，尤其是上盘，距断裂带距离不宜过远，一般在 3~8 km 之内，尤其是注意在南-北向基底构造的附近，应加强找矿工作量，同时注意燕山期小岩

体和隐伏岩体出露部位，沿盖层断裂构造系统进行观察和采样，在矿种方面，注意铜矿中常常伴生有金，有时能形成金矿床，同时注意寻找地下热卤水成因的微细粒浸染型金矿床。

## 6 结语

柞水-山阳多金属成矿带中两大系列的多金属矿床，其矿床特点、成因类型和控矿因素均有较大区别，通过对其成矿地质条件的分析，找出了控制矿床空间分带的主要因素。由于该成矿带范围较大，地质条件较复杂，尤其是经过了区域变质作用，使有些地质现象变得更为复杂，因此，我们所得出的一些认识也是比较初步的，有待于进一步的深入研究工作。

### 参考文献

- 1 杜定汉等. 陕西秦巴地区泥盆系研究. 西安: 西安交通大学出版社. 1986.
- 2 张国伟等. 秦岭造山带的形成及其演化. 西安: 西北大学出版社. 1988.
- 3 张本仁等. 陕西柞水-山阳成矿带区域地球化学. 北京: 中国地质大学出版社. 1989.
- 4 严阵等. 陕西省花岗岩. 西安: 西安交通大学出版社. 1989.