

东秦岭铅锌银金钼多金属成矿带成矿规律及找矿标志

朱广彬^{1,2}, 刘国范², 姚新年^{1,2}, 杨振军^{1,2}

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 河南省第一地质勘查院, 河南 南阳 470003)

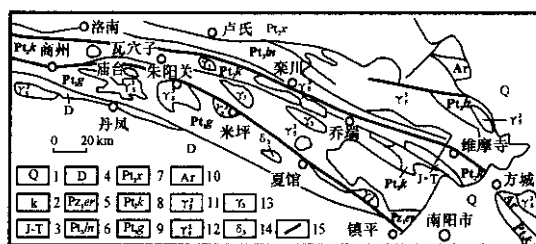
[摘要] 东秦岭位于华北板块与扬子板块之间的拼合带——秦岭造山带东段。该区是一典型的地球化学急变带与地球物理梯度交叉区,壳幔富含 Pb, Zn, Au, Ag, W, Mo 元素,为一元古宙—古生代裂陷槽,熊耳群、宽坪群、二郎坪群、耀岭河组火山岩系中的火山喷发 Cu, Pb, Zn, Ag, Au 矿(化)层;秦岭群、官道口群、栾川群、陶湾群滨海、浅海陆缘碎屑碳酸盐建造中强烈的火山喷(气)发活动形成的硅质条带(团块)硅质岩以及含 Ag, Pb, Zn, Au 矿化层状砂卡岩带,多期次的构造岩浆活动,使区内 Pb, Zn, Ag, Au, W, Mo 叠加富集体成矿,从而使东秦岭地区 Pb, Zn, Ag, Au, W, Mo 多金属矿床在区域分布、成矿空间、时间上呈现出一定的规律性和明显的找矿标志。

[关键词] 铅、锌、银、金、钨、钼多金属;成矿带;成矿规律;成矿标志;东秦岭

[中图分类号] P612;P618.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)01-0044-09

[作者简介] 朱广彬(1963—),男,河南鲁山人,高级工程师,硕士研究生,从事地质科研及地质矿产勘查工作。

位于豫陕交界的东秦岭地区(图1)是秦岭贵金属、多金属成矿带的东段,这里蕴藏着丰富的铅锌银多金属矿产,各类铅锌银多金属矿床星罗棋布,从而成为中国重要的铅锌银金钨钼多金属矿集区^[1~4]。综合信息表明,东秦岭地区具有巨大的铅锌银金钨钼多金属找矿潜力。笔者初步分析了该区的成矿背景、含矿岩层、岩体特征,总结了本区的成矿规律和找矿标志,以期对本区找矿有所裨益。



1—第四系;2—白垩系;3—侏罗系;4—泥盆系;5—二郎坪群;6—栾川群;7—熊耳群;8—宽坪群;9—秦岭群;10—太华群;11—燕山期花岗岩;12—海西期花岗岩;13—加里东期花岗岩;14—闪长岩;15—断裂

图1 东秦岭地质构造图

Fig. 1 Outline map of East Qinling

1 区域成矿背景

1.1 区域岩浆活动

阜平运动,岩浆活动表现为大规模的岩浆侵入与火山喷发构成花岗绿岩地体。嵩阳运动,岩浆活动主要发生在华北陆块南缘,与具裂谷环境下的熊耳群火山岩共生。晋宁期为区内非常重要的一期岩浆活动,主要分布在商丹断裂北侧,由超镁铁质岩(体)带、岛弧(俯冲)型、碰撞型、碰撞拉张型花岗岩类组成。

加里东期和海西期侵入活动主要分布在朱阳关—大河断裂两侧,由岛弧(俯冲)型花岗岩带→碰撞型花岗岩带→碰撞后拉张型中基性岩石组成,显示北秦岭带活动陆缘特征。燕山期侵入岩表现为造山后陆内地壳隆起伸展、岩浆大规模上侵特征,沿栾川—维摩寺断裂带,朱阳关—大河断裂成群成带出现。

1.2 区域构造演化

1.2.1 区域构造演化

位于华北板块与扬子板块拼合部位,东秦岭地区其地质构造演化主要经历了以下几个阶段:

(1)华北、扬子古陆块形成阶段:华北、扬子古

[收稿日期] 2004-04-10

[基金项目] 中国地质调查局国土资源大调查项目

陆块先后在 19 Ga 和 8.5 Ga 左右形成,均由零散的古陆核和覆盖其上的 3 个基底层构成,经历了阜平运动、嵩阳运动、中岳运动、晋宁运动,逐步转化为地台状态。

(2)板缘增生带形成阶段:晋宁末期—加里东期,由于秦岭古洋底的扩张,秦岭洋逐渐缩小,秦岭洋北部是活动性大陆边缘,南部属被动性大陆边缘。南秦岭广泛出现盆隆构造景观,代表了扬子板块北缘被动大陆边缘沉积体系,形成了一套震旦纪—早古生代远硅质建造;同时华北板块在拉张转换机制作用下,北秦岭演绎出晚元古—早古生代裂陷海槽,形成了熊耳群、宽坪群、二郎坪群火山岩系,生成了火山喷发型 Cu, Pb, Zn, Ag, Au 矿床及与碳酸盐建造有关的热液沉积层状 Pb, Zn, Ag, Au 矿床。如赤土店铅锌矿、土地庙沟铅锌银金矿床。

(3)板块对接阶段:海西晚期,华北、扬子两陆块在商(南)—丹(凤)断裂碰撞闭合,其间沉积信阳群复理石建造和石炭纪含煤磨拉石建造,褶皱造山,中国陆块形成。

(4)板块挤压推覆阶段:印支末期—燕山早期,已对接的南北陆块发生 A 型俯冲。由于扬子板块北缘作为俯冲盘下覆于华北陆块,壳幔作用的活动带和构造作用集中发生在商丹断裂北侧,发育了相应系列的岩浆岩。表现在成矿方面,矿化集中在华北陆块南缘华—熊陆缘带和北秦岭板内增生带,成矿作用为构造—流体成矿和岩浆—流体成矿两个方面,如大河锑矿床、老湾金矿床等韧性剪切构造式和著名的金堆城—南泥湖钼钨矿床等岩浆—流体形式。

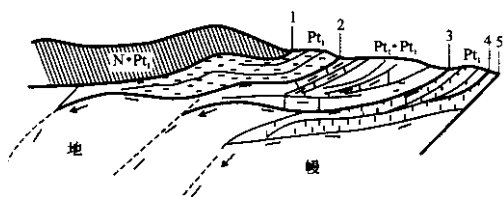
(5)板块稳定发展阶段:推覆构造形成东秦岭块断造山格局,燕山晚期在东秦岭形成山间红盆沉积。

(6)中国板块裂解—伸展阶段:喜山期太平洋板块对欧亚板块的俯冲,深部地幔上隆,表层地壳拉张,产生东西向挤压、南北间拉张的应力场,原已形成的深大断裂复活伸展,使其上的推覆体破碎,展现了当今的构造地貌形态。

1.2.2 区域构造

东秦岭成矿带(见图 1)的主构造线走向为北西向,均向南倾(图 2),形成了一系列向北逆冲的叠瓦构造式。其主要断裂为(图 1,图 2):马超营—拐河—确山断裂、黑沟—栾川—羊册断裂、瓦穴子—乔端断裂、朱阳关—夏馆—大河断裂、商(南)—丹(凤)断裂。其中栾川—羊册断裂为华北板块南缘华—熊陆

缘带与北秦岭板内增生带的分界,商—丹断裂为华北板块南缘北秦岭板内增生带与扬子板块北缘南秦岭板内增生带的分界。



1—马超营断裂;2—黑沟—栾川断裂;3—瓦穴子—乔端断裂;4—朱阳关—大河断裂;5—商丹断裂

图 2 东秦岭构造示意图

Fig. 2 Sketch of East Qinling

北东向断裂作为燕山期及之后的活动断裂发育,成群成带密集分布,倾向北北西或南南东,均为逆—平逆断层。

这些断裂对本区的沉积建造、岩浆活动、变形变质乃至成矿均具有重要作用。

华—熊陆缘带内,由中元古界变质的熊耳群火山岩、板内盆地稳定边缘沉积新元古界栾川群、官道口群和下古生界陶湾群组成。该带具双重构造特征,即有华北型地壳组合关系,又有北秦岭板内增生带变形变质特点,是东秦岭燕山期岩浆活动发育的地区之一。该带内形成了熊耳群火山喷发型 Cu, Pb, Zn, Au 矿床;与栾川群、官道口群、碳酸盐相关的神洞沟沉积锰矿;热水沉积层状 Pb, Zn, Ag 矿床;与燕山期岩浆岩相关的大型钼钨矿床。

北秦岭板内增生带:介于栾川—羊册断裂与商(南)—丹(凤)断裂之间,自南向北由陆缘增生带丹凤岩群、松树沟岩群、峡河岩群;岛弧地壳—秦岭岩群、裂谷海或边缘海盆地沉积—抱树坪组、小寨组、二郎坪群、宽坪群;板内稳定边缘沉积—上古生界,以及不整合上覆的三叠系、侏罗系、白垩系组成。是华北板块南缘构造带中变形变质活动最发育的地区,该带岩浆活动以古生代酸性岩体最发育。带内分布有较多的金、银多金属矿床,喷流型铜、铅、锌、银、金矿床,为东秦岭地区最重要的金、银、铜、铅、锌成矿带。

扬子板块南秦岭板内增生带:位于商(南)—丹(凤)断裂以南,自北向南由构造岩石地层单位——龟山岩组;古秦岭海沉积—泥盆系南湾组;裂谷海盆地沉积—一定远组、周进沟组、陆缘增生带—许湾组,岛弧地壳陡岭岩群;大陆稳定边缘沉积—红安群;裂谷海盆地沉积—武当群;以及在武当群基础

上堆积的青白口系—石炭系板内盆地稳定边缘沉积组成。岩浆活动在南阳盆地以东以燕山期酸性岩为主,以西以前燕山期中酸性岩为主。

1.3 地球物理及遥感影像特征

东秦岭成矿带位于莫氏面、居里温度面由浅变深的斜坡陡梯度带上,居里面和航磁异常展布方向与地层走向一致,为北西西向。从东向西场幅急剧上升而重力则表现为下降趋势,下降幅值达 10^{-3} m/s^2 ,是壳幔异常变化地带,构造上为有利成矿区。

遥感解释结果(图 3)表明,本区除有北西向、北东向线性构造外,尚存有较多比较清晰地环形构造。环形区内往往有隐伏岩体存在,硅化、黄铁矿化蚀变发育,环形构造外部,铅、锌、银、金矿化普遍。形成矿化水平分布。目前,已知矿(床)点均分布在环形影像区与北东向、北西西向线性构造交汇处。

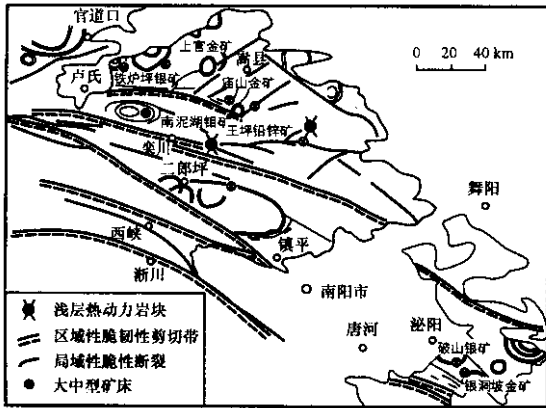


图 3 东秦岭遥感解释图

Fig. 3 Remote sensing interpretation map of East Qinling

1.4 地球化学异常特征^[5]

东秦岭地区 Au, Ag, Pb, Cd, W, Mo 极强分异, 后生增量 Au 高达 227%, Ag 为 52%, Pb 为 95%。熊耳群、二郎坪群, 叠加、弱分异 Zn, 极强叠加、极强分异 Au, Pb, Cu, Mo; 官道口群、宽坪群, 弱分异 Au, 叠加、分异 Zn, W, Bi 极强叠加、强分异 Ag, Pb; 栾川群弱富集 Ag, Mo, 富集 Cu, Pb, Zn, 极强叠加、极强分异 Ag, Pb, Cd, W, Mo; 秦岭群、耀岭河组, 弱分异 Au, 极强分异 Cu, Zn 元素。由于受构造、岩浆岩、地层等因素的控制, 异常在区域分布上也表现出明显地规律性。

1.4.1 北西成带北东成行

(1)北西成带,自北向南大致可分为 6 个带:

白土—旧县—杨寺沟—杨楼异常:沿马超营—拐河断裂展布,全长 320 km,南北宽 5~20 km,元素组合为 Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, As, Bi, 异常规模

大,强度高,浓度梯带明显,元素套合较好,元素组合复杂。

鳖家滩—维摩寺异常:沿栾川—维摩寺断裂带展布,全长 360 km,宽 2~8 km,元素组合为 Pb, Zn, Ag, Au, 异常规模大,强度高,浓集中心明显,元素组合复杂。

茄子河—龙王庙—南阳盆地异常:长 190 km,宽 3~6 km,以 Au 为主叠加 Pb, Zn, Ag, 元素组合简单,强度较低。

断树—太平镇—洞街异常:呈近椭圆状绕太平镇岩体分布,长 70 km,宽 8~10 km,元素组合分别为 Cu, Co, Ni, V; Mo, W, Cu, Ag, 异常规模小,强度高,浓集中心明显。

魏王坪—长探河—南河店异常:分布在二郎坪群火山—沉积岩中,全长 135 km,宽 8~10 km,异常组合为 Au, Pb, Ag, Zn, Cu, Ni, Co。浓集中心明显,元素套合较好。

磨沟口—夏馆—大河异常:全长 200 km,与朱阳关—大河断裂带展布一致,宽 5~10 km,元素组合西段为 Sb, As, Au; 中段为 Au, Ag, Pb, Zn, Sb, As, Cu, Mo, W 等多种元素,大河一带为 Cu, Zn, Cr, Ni, V, 异常面积大,强度高,浓集中心明显,元素组合复杂。

(2)北东向异常,可划分为 4 个带:

白土—冷水—小河面异常:长 186 km,宽 20~30 km,元素组合为 Au, Ag, Pb, Cd, W, Mo, 成矿元素极强分异,异常强度高,浓度梯带明显,元素套合较好。

黄柏树—板厂异常:长 60 km,宽 10~15 km,元素组合为 Au, Ag, Pb, Zn, Cu, 成矿元素极强分异,强度高,浓集中心明显,元素套合较好。

大铜山—刘山岩异常:长 45 km,宽 20~30 km,元素组合为 Au, Ag, Cu, Zn, As, Sb, 成矿元素极强分异,强度高,浓度中心明显,元素套合较好。

天目山—固县镇异常,长 30 km,宽 5~8 km,元素组合为 Ag, Au, Pb, F, 异常强度高,浓集中心明显。

1.4.2 异常绕花岗岩体分布

与岩浆活动和异常分布关系密切的岩浆岩主要为海西期和燕山晚期小岩体。岩体中心或其外部为 Mo, Bi, W, Cu, Ni 等元素异常,外带则为 Ag, Sb, Au, Pb, Zn, As 等异常。

1.4.3 元素组合相同的异常与地层分布相一致

Cu, Cr, Ni, Co, V 元素异常多产于熊耳群、宽坪群广东坪组及二郎坪群火神庙组中; Au, Ag, Pb, Cr 多赋存于太华群、二郎坪群上部地层之中; Pb, Zn, Ag, Au 异常主要产于宽坪群、栾川群、陶湾群碳酸盐中; Sb, Au, As 异常产于太华群、秦岭岩群碳酸盐中,其特征是区内成矿重要的层控标志。

以谢学锦的地球化学块体理论,东秦岭地区为 Ag, Au, Pb, Zn, W, Mo 地球化学省,这里 Ag, Pb, Zn, W, Mo, Au 等成矿元素背景值高,变化系数大, Ag 为 2.86, Pb 为 1.82, Zn 为 2.33, 属极不均匀分布,离散度大,局部含量高,有利于富集形成大型—特大型 Ag, Pb, Zn, Au, Mo, W 矿床。

2 含矿岩层与含矿岩体特征

东秦岭铅锌银金钨钼多金属矿床,绝大多数分布在熊耳群鸡旦坪组、官道口群碎屑岩—碳酸盐岩建造和栾川群、宽坪群碎屑岩—碳酸盐岩—碱性火山岩建造、二郎坪蛇绿岩建造之中,与燕山期小花岗(斑)岩体密切相关。

2.1 含矿岩层特征

2.1.1 熊耳群含矿岩层

主要为熊耳群第一个火山喷发旋回顶部的鸡旦坪组酸性流纹岩,产有火山岩浆型 Cu, Pb, Zn, Au 含矿层。

2.1.2 官道口群含矿岩层

主要为巡检司组和冯家湾组硅质条(带)纹状白云质大理岩夹绢云母千枚岩及钙质千枚岩,为浅海相碳酸盐岩沉积建造,该套岩性中富含 Cu, Zn, Mo, Ag, Cr, Co, V, Ti, 其含量为地壳平均值 8~10 倍,且 Pb, Zn, Ag 分异极强。

2.1.3 栾川群含矿岩层

主要为三川组含石英细砾变质砂岩,厚层状黑云大理岩;南泥湖组硅质条带大理、硅质大理岩;煤窑沟组白云质大理岩、黑云石英片岩夹石英岩、磁铁云母片岩、石煤层,该套岩性中富含 Ag, Zn, Cu, 其含量为地壳平均值 10~15 倍, Ag, Pb, Cd 分异极强。

2.1.4 上元古界歪头山组

歪头山组仅分布在桐柏地区,其岩性为浅粒岩,夹薄层白云石英片岩、透镜状大理岩,碳质绢云石英片岩,共 3 个岩性段,其中包含了下、中、上 3

个含矿层。银洞坡金矿含矿层 Au 为 26.85×10^{-9} , 是地壳丰度值 7.67 倍,而破山银矿含矿层,银含量可达地壳丰度值的 101.73 倍,含矿层中 Pb, Zn 含量也较高,与 Au, Ag 呈正相关关系。

歪头山组是桐柏地区 Au, Ag, Pb, Zn 多金属成矿的重要矿源层。

2.1.5 二郎坪岩群含矿岩层

二郎坪岩群的含矿岩层主要为火神庙组和大庙组底部。火神庙组为一套细碧、角斑岩系,具有 3~4 个火山喷发旋回,在这套火山岩中,发现 3~4 个火山岩含矿层位,它们均产于每一个喷发旋回顶部,第一旋回顶部为一富铁层位,为姑山式火山熔浆型铜、锌、磁铁矿层,矿层稳定延伸 400 km 多;第二、三旋回顶部为富硫层位,为火山射气作用形成的低品位硫铁矿层, $w(\text{Ag})$ 高达 $(3 \sim 10) \times 10^{-6}$, $w(\text{Pb}) (0.05 \sim 15) \times 10^{-2}$, $w(\text{Zn}) (0.1 \sim 15) \times 10^{-2}$, 进入大庙组后,海底继续喷流活动生成第四个喷流矿层银、铅锌多金属重晶石层。

2.1.6 宽坪群黄铁矿层

宽坪群谢湾组与广东坪组夹多层黄铁矿化黑云石英片岩与黄铁矿化绿片岩,其特点是含矿层分布广泛,层位稳定,多呈层状产出。该层中 Au, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr 含量较高, Pb, Zn, Cu 极强分异,该套岩性原岩为基性火山喷出岩。

2.1.7 古生界小寨组

其岩性主要为黑云石英片岩、黑云片岩、二云片岩、含碳硅质岩、变粒岩,该套岩性中强烈富集 As, Sb, W, Ni 和 Cr, 较富集 Au, Co, 含碳硅质岩中的 Au, Ag 含量为地壳平均值 5~8 倍,其中 As, Sb, Au, W, Mo 等元素呈强分异型分布,自生叠加地球化学作用明显。

2.2 含矿岩体特征

东秦岭地区岩浆岩广泛分布,海西期、燕山期花岗岩对本区成矿关系较密切,尤其是燕山期花岗岩、花岗斑岩对金、银、铜、钨、锌等矿产起着控制作用。

2.2.1 燕山期中酸性岩浆岩含矿特征

区内已知具有矿化和构成矿体的燕山期中酸性小岩体严格受深大断裂控制,沿大断裂成群成带分布,自北向南可划分为 5 个构造岩浆岩带:①龙王庙—祁雨沟构造岩浆岩带;②窟窿山—尚洞构造岩浆岩带;③卢氏—栾川—云阳构造岩浆岩带;④板厂—秋树湾构造岩浆岩带;⑤蒲塘—毛堂构造岩浆岩带。代表性岩体有祁雨沟、笔架山、板厂、秋树

湾、蒲塘、毛堂等超浅成小岩体,岩性为花岗闪长斑岩、花岗斑岩、石英斑岩及斜长花岗斑岩等,斑状结构十分典型,岩体分异相带不发育,且多为杂岩体,规模小,一般在 $0.1\sim 0.4\text{ km}^2$ 。岩石化学特征一般为 SiO_2 较低, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$; 稀土元素总量较低(笔架山 $\Sigma\text{REE} = (96.85 - 106.13) \times 10^{-6}$), 为右倾平坦型; 微量元素以富含 Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zn 等成矿元素为特征, 副矿物为磁铁矿-磷灰石-锆石组合, 并富含硫化物(如秋树湾岩体含黄铁矿达 1.2% , 黄铜矿为 $0.2\% \sim 0.3\%$)。在 ACF 图解中落入 I 型花岗岩区(卢欣祥)。岩体含矿性好, 并且表现出一定的成矿专属性^[6], 其表现为:

(1) 岩石类型对成矿的控制作用。与 Au, Cu 有关的岩石类型主要是深源浅成 I 型黑云母二长花岗斑岩, 花岗闪长斑岩(银家沟、八宝山等岩体)。Mo 及 W 矿主要和富硅、富钾的 I 型超酸性花岗斑岩有关(上房、夜长坪等岩体)。

(2) 岩石化学成分对成矿的控制作用。东秦岭有色金属和贵金属矿床很多, 它们无不受花岗岩岩石化学成分的制约, 主要表现在岩石的酸、碱度对成矿的控制。已发现的矿床中, 当 $w(\text{SiO}_2) > 72\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) \geq w(\text{Na}_2\text{O})$ 时, 生成钼矿, 并伴生一些金矿(雷门沟斑岩 Mo(Au) 矿); 当 $w(\text{SiO}_2) \leq 72\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) \leq w(\text{Na}_2\text{O})$, 则对金、铜矿化有利(如蒲塘、八宝山、银家沟等矿床); 当 $w(\text{SiO}_2) > 72\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) \gg w(\text{Na}_2\text{O})$ 时, 只生成高品位的单一钼矿, 无金伴生, 如上房、南泥湖、夜长坪等矿床。

(3) 含矿岩体元素地球化学的控制作用。主要表现为 Au, Mo, Cu 矿化的分离倾向。含 Au 岩体中 Mo, Pb 含量普遍较低, 而 Mo(Pb) 矿化岩体的 Mo 含量明显增高。蒲塘、银家沟、八宝山等 Au 矿化岩体, Mo 含量都比较低, 有的构不成独立的 Mo 矿体, 仅为矿化。Pb 含量同 Mo 相似。含 Au 岩体的 Pb 含量一般为不含 Au 岩体的 2 倍左右, 而含 Mo(Pb) 岩体 Pb 平均含量高达 $(1\ 371.28 \sim 3\ 976.99) \times 10^{-6}$, 极值达 $12\ 800 \times 10^{-6}$, 为含 Au 岩体的 20~60 倍(邵克忠等)。

该类花岗岩是东秦岭 Au, Mo, W, Cu, Zn, Ag 矿床的主要成矿母岩, 是构成中国秦岭有色金属、贵金属成矿带的主要因素之一。

2.2.2 海西期岩浆岩含矿特征

海西期岩浆侵入活动主要分布于朱阳关—夏馆断裂南北两侧, 由岛弧(俯冲)型张家庄—板山坪

中酸性花岗岩带, 碰撞型溧池—马山口花岗岩带, 汤河—五垛山花岗岩带、郭条坪岩体, 碰撞后拉张型蛇尾—雁岭沟中基性岩带组成, 岩浆侵入规模从南向北逐渐由大到小, 平行断裂带北西—南东向展布, 构成由中酸性—酸性的岩浆演化, 显示北秦岭活动陆缘特征, 主要为改造二郎坪群、小寨组地层而形成的岩浆岩, 代表岩体有五垛山花岗岩、马山口花岗岩、黄花曼岩体等, 岩体多为复式 S 型花岗岩体, 岩体规模较大, 分异相带发育, 一般 SiO_2 较低, $\text{K}_2\text{O} < \text{Na}_2\text{O}$, 富含 Sn, Pb, Zn, Au, Ag 等成矿元素, 形成环绕岩体的 Au, As, Ag 异常。已发现的主要矿床有许窑沟金矿、高庄—梅子沟金矿、涧北沟金矿、杏树坪金矿等, 金矿体均产在岩体与围岩的接触带内或岩体中的构造蚀变带内。

3 矿床类型及成矿带划分

东秦岭地区目前共发现各类金属矿床(点) 268 个, 其中黑色金属矿产 55 个, 有色金属矿产 48 个, 贵金属矿产 56 个, 以矿床最明显的标志为主线, 将本区金属矿床分为 9 类(表 1)。

东秦岭铅锌银金多金属矿床往往成群成带出现, 属东秦岭 II 级成矿带中的 III 级成矿带。依据控矿条件、矿产及物化探异常的空间分布特征, 由北至南划分出 3 个 III 级成矿带, 8 个 IV 级成矿带, 20 个 V 级成矿亚带(表 2)。

4 成矿规律及找矿标志

4.1 成矿规律

东秦岭铅锌银多金属矿床, 成群成带分布, 有较强的规律性, 明显受地层、构造、岩浆等因素控制。

4.1.1 成矿空间

东秦岭铅锌银多金属主要分布在马超营断裂以南、朱夏断裂以北, 表现为:

北部马超营断裂带中以金、银、铅、锌矿产分布为主, 马超营断裂与栾川—羊册断裂之间以银铅钨钼矿产为主, 栾川—羊册断裂与瓦穴子—王岗断裂之间分布有钨钼、铅锌(金)多金属矿产, 二郎坪岩群中为金银、铅锌和铁铜多金属矿产, 朱阳关—大河断裂附近为金、银、锑、砷矿产。总体反映以栾川为中心, 向南北两侧及成矿温度由中(高)温向低温变

表 1 东秦岭铅锌银多金属矿床类型

Table 1 Classification of lead-zinc-silver-polymetallic ore deposits in the East Qinling

类型	亚类型	矿种	矿床实例	构造位置	控矿构造	矿石建造	围岩蚀变
	火山岩浆(熔浆)型铁铜矿床	Fe,Cu	高县大坪铁铜矿床		同生断裂	磁铁矿、黄铜矿	局部矽卡岩化
火山沉积矿床	黄铁矿型矿床	Cu,Zn,Pb,Ag	桐柏刘山岩铜锌矿床	北秦岭板内增生带	同生断裂层间破碎带	黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、(方铅矿)	硅化、绢云母化、重晶石化、绿泥石化
	火山喷流型矿床	Ag,Pb,Zn(Cu)	高县上坪坪铅锌银(铜)矿		同生断裂	黄铁矿、方铅矿、闪锌矿(黄铜矿)、重晶石	硅化、黄铁矿化、重晶石化
爆破角砾岩型矿床	爆破角砾岩型铜金矿床	Cu,Au	浙川毛堂金矿	南秦岭板内增生带	爆破角砾岩筒	黄铜矿、黄铁矿、自然金	硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化
	爆破角砾岩型铜银多金属矿床	Cu,Ag,Pb,Zn	内乡板厂铜银多金属矿床	北秦岭板内增生带	爆破角砾岩筒与断裂破碎带复合部位	黄铜矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、碲银矿、黄铁矿等	硅化、铁白云石化、绢云母化、绿泥石化、蛇纹石化、少量矽卡岩化
斑岩型矿床	斑岩型铅锌矿床	Pb,Zn(Mo,W)	卢氏后瑶峪铅锌矿	华熊陆缘带	二长花岗斑岩与白云岩外接触带	方铅矿、闪锌矿、辉钼矿	矽卡岩化
	斑岩型钨钼矿床	Mo,W	栾川南泥湖钨钼矿床		斑状加长花岗岩与黑云母角岩接触部位	黄铁矿、辉钼矿、白钨矿	钾化、绢英岩化、硅化、青盘岩化
矽卡岩型矿床	矽卡岩型金矿床	Au	西峡河南庄金矿	北秦岭板内增生带	闪长岩与白云石大理岩外接触带	含金黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿	矽卡岩化、黄铁矿化、硅化
	矽卡岩型钨钼矿床	W,Mo	栾川三道庄钨钼矿床	华熊陆缘带	斑状花岗岩与大理岩	辉钼矿、白钨矿、磁铁矿	矽卡岩化、钾化、硅化
	矽卡岩型铜锌矿床	Cu,Zn	栾川骆驼山铜锌矿床		矽卡岩中的破碎带	黄铜矿、闪锌矿、黑钨矿	矽卡岩化、钾化绿帘-阳起石化、绿泥-碳酸盐化
	脉状铅锌银矿床	Pb,Zn,Ag	南召银山沟铅锌矿		推覆逆掩断裂	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿(黄铜矿)	铁锰碳酸盐化、硅化、黄铁矿化、蛇纹石化、重晶石化
	石英脉型金银多金属矿床	Au,Ag	西峡高庄金矿		北西西向韧脆性剪切带	自然金、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿	黑云母化、硅化、碳酸盐化、黄铁矿化
	微细粒浸染型金矿床	Au	镇平祁子堂金矿	北秦岭板内增生带	北西西向层间挤压糜棱岩带	闪锌矿、方铅矿、毒砂、黄铁矿、辉锑矿、辉钼矿	硅化、泥化、重晶石化、碳酸盐化
似层状矿床	似层状锑矿床	Sb,As,Ag	卢氏大河沟锑矿		入字型分枝断裂	辉锑矿为主,次为黄铁矿、辉银矿	硅化、黄铁矿化、白云石化、绢云母化、高岭石化、方解石化
	似层状铅锌银金矿床	Ag,Au,Pb,Zn	高县土地庙沟金银多金属矿	华熊陆缘带	层间破碎带	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿(黄铜矿)	碳酸盐化、硅化、绢云母化、绿泥石化

化的趋势^[7],区内分布的地球化学异常元素组合亦显示这一特征,这与燕山期地壳重熔花岗岩以栾川为中心向南北两侧演化侵位相一致。

带内铅锌银多金属矿床(点)空间分布沿东西向具有大致的等距规律,间距约 20~30 km,而且沿北东方向集中成带产出,它们受北东向构造控制,与燕山期构造活动密切相关。铅锌银金属矿化在区内分布极不均匀,在一定地区相对聚集,形成一系列矿床(点),成为矿化集中区或集中带。

4.1.2 成矿时间

区内铅锌银多金属矿产形成主要分 4 期:晋宁成矿期、加里东成矿期、海西成矿期和燕山成矿期。在不同成矿期中,其成矿环境与物质来源具有明显的差异,从而造成区内铅锌银多金属矿床有明显的

层控分带性。

火山岩浆型、火山沉积型铅锌银多金属矿床分布在中元古代熊耳群鸡旦坪组、晚元古代宽坪群谢湾组广东坪组和早古生代二郎坪群火神庙组、大庙组地层之中。

层状碳酸盐岩型银铅锌多金属矿床分布在晚元古代官道口群巡检司组、冯家湾组、栾川群三川组、南泥湖组、煤窑沟组地层之中。

斑岩型矿床及与热液相关的矿床多形成于中生代晚期,与燕山期岩浆侵入活动密切相关。

4.1.3 成矿构造

(1)构造单元对铅锌银金钨钼多金属矿床控制。不同的构造单元,由于地质建造、岩浆活动、构造活动及成矿作用不同^[8,9],矿(矿种)床共生组合也不

表 2 东秦岭铅锌银多金属成矿带划分

Table 2 Metallogenic of lead-zinc-silver-polymetallic belt division in the East Qinling

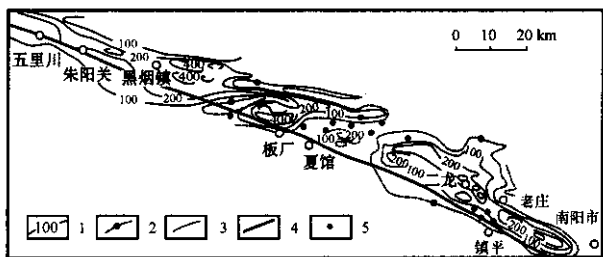
Ⅲ级成矿带名称	编号	Ⅳ级成矿带名称	编号	区段	Ⅴ级成矿带名称	编号
华熊陆缘铅锌金钨钼成矿带	Ⅲ	马超营多金属成矿带	Ⅳ 1	西段	杜关—后瑶峪铅锌银多金属成矿亚带	V 1
				东段	马超营—旧县金银铅多金属成矿亚带	V 2
		金堆城—栾川钼钨多金属成矿带	Ⅳ 2	北部	八宝山—三川钼钨多金属成矿亚带	V 3
				南部	黑沟—庙子铅锌金多金属成矿亚带	V 4
		土地庙沟—银洞沟铅锌银多金属成矿带	Ⅳ 3	西段	土地庙沟—维摩寺铅锌银多金属成矿亚带	V 5
				东段	马大庄—银洞沟铅锌多金属成矿亚带	V 6
北秦岭板内增生铅锌金银多金属成矿带	Ⅲ	兰草—朱庄铅锌银金多金属成矿带	Ⅳ 4	北部	三条岭—毛集铁铜成矿亚带	V 7
				北中部	丹矾窑—南召大庄铅锌银多金属成矿亚带	V 8
				东段	围山城—朱庄银金多金属成矿亚带	V 9
				南部	郭家曼—刘山岩铁铜锌成矿亚带	V 10
		河北沟—二龙铅锌多金属成矿带	Ⅳ 5	南段	河北沟—湾潭金银多金属成矿亚带	V 11
				东段	万人洞—二龙铅锌银多金属成矿亚带	V 12
		朱阳关—大河多金属成矿带	Ⅳ 6	西段	洞沟—大河沟锑砷多金属成矿亚带	V 13
				中段	磨子沟—祁子堂银铜(金)多金属成矿亚带	V 14
				东段	老坟扒—大白田铜多金属成矿亚带	V 15
		南秦岭金铜多金属成矿带		毛堂—平氏(金)铅锌银成矿带	Ⅳ 7	北西段
南西段	毛堂—蒲塘金、铜多金属成矿亚带					V 17
东段	平氏—竹沟铅锌银成矿亚带					V 18
山阳—荆关—浙川银金铜多金属成矿带	Ⅳ 8			南部	荆关银多金属成矿亚带	V 19
				北部	山阳—浙川银铜多金属成矿亚带	V 20

同。洛南—栾川台褶带中由于熊耳群基性火山岩建造及官道口群、栾川群陆源碎屑岩—泥砂质碳酸盐建造中富含 Ag, Pb, Zn, Cu, Mn 元素及燕山期花岗岩斑岩中富含 W, Mo, Ag, Au 等元素, 形成了以 W, Mo 特大型矿床为主的 Ag, Pb, Zn, Cu 多金属矿床共生及矿床共生分带现象。熊耳岭—回龙寺中元古褶皱带, 由于宽坪群基性火山—陆源碎屑岩—泥质砂质碳酸盐建造中富集 Pb, Zn, As, S, (Au) 等元素, 在各期构造—岩浆活动中, 热液叠加改造形成铅、锌、金、银矿产共生和硫铁矿、金矿化共生, 局部出现铅、锌、锑共生。二郎坪—毛集加里东、华力西褶皱带, 二郎坪群火神庙组上部以基性熔浆喷发为主, 形成熔浆型铁—铜矿共生组合, 桦树盘铜矿伴生金; 火山喷发末期以喷气为主, 大量挥发分与海水作用, 形成喷流岩型多金属矿(化)层, 其金属组合为铅、锌、银(金), 铜、锌、铅、银(金), 如嵩县白河上庄坪银多金属矿床, 南召桑树坪重晶石多金属矿床。夹塘组底部为火山碎屑—杂砂岩建

造, 经成岩变质及后期热液叠加, 使成矿元素活化迁移, 在有利地段聚集成矿, 形成单一的金、铅、铜矿床, 如嵩坪金矿床。狮子坪—大河早元古褶皱带中, 秦岭群为基性火山岩—陆源碎屑岩、硅镁质碳酸岩建造, 其中赋存有金、锑、砷、铜金属矿产, 西部锑矿带为锑—砷共生组合, 河南庄—南阳盆地西出现金、铅、锌组合和银、铜、铅、锌组合, 南阳以东为铜、铅、锌组合。

(2) 断裂褶皱构造对铅锌银金矿床的控制。区内 5 大断裂构造(见图 2)均为岩石圈断裂, 这些断裂不但是本区各构造单元的分界线, 而且是本区铅锌银多金属成矿亚带的控矿断裂, 如马超营断裂、朱阳关—大河断裂(图 4), 由于这些断裂在本区切割出露层次不同, 从而表现为不同地段矿产分布的差异性^[10], 如朱阳关—大河断裂西段为锑砷矿产, 中段为金、银、铜、铅锌矿床组合, 祁子堂为铜钼矿床, 东段为铜、铅、锌矿床。

次级基底断裂及同生断层为容矿构造, 北西



1—航磁正常等值线;2—航磁异常零值线;3—航磁负异常等值线;4—朱阳关-夏馆断裂;5—金银、铜、锡矿床(点);据宋峰资料

图 4 断裂带与金银铜多金属矿产分布

Fig. 4 Fault zone in connection with gold-silver-polymetallic deposits map

西向和北东向断裂交汇部位往往为矿床分布地段及富矿体产出部位。

与推覆构造活动相关的矿产主要分布在推覆构造的前缘带上。

带内铅锌银多金属矿(体)床和异常多集中于背斜轴部和向斜构造两翼,在褶皱形成过程中,背斜轴部为张裂环境,为产生张性裂隙构造,在向斜及其两翼为挤压环境,易形成层间滑动构造带,这些同褶皱期构造,经后期构造活动利用改造叠加,即成为矿液运移的通道和储矿场所,从而控制了铅锌银等成矿元素的分布富集。

带内其他类型的铅锌银多金属矿床及化探异常的分布常沿晋宁期、加里东期、海西期、燕山期岩体(尤其是燕山期花岗斑岩类)及接触带成群成环带状分布,表明该区成矿与区内岩浆活动有明显的成生联系。

4.2 找矿标志

4.2.1 地层标志

(1)中上元古界的官道口群龙家园组、冯家湾组和栾川群三川组、南泥湖组、煤窑沟组碎屑碳酸盐岩,是本区铅、锌、银矿的重要矿源层,是寻找碳酸盐岩层状型铅锌银金矿的重要地层标志。

(2)上元古界歪头山组及古生界小寨组是本区重要的矿源层,尤其是其中的碳质绢云母石英片岩是变质热液型铅锌银金矿的重要地层标志。

(3)熊耳群鸡旦坪组,二郎坪群火神庙组,宽坪群谢湾组、耀岭河组是本区火山熔浆型铜、锌、铅的主要含矿层位,是寻找该类型矿床的重要地层标志。二郎坪群火神庙组上部及大庙组底部及宽坪群谢湾组中的硫铁矿层、重晶石层是本区火山喷流型铅锌银矿的赋存部位,是本区寻找火山喷流型铅

锌银矿的重要地层标志。

4.2.2 构造标志

(1)区域性深大断裂破碎带是热液活动的主要部位,形成重要的成矿带,而在这些构造带中的推覆构造前缘及断裂带上盘的分枝断裂中则构成矿床或矿体的赋存部位。

(2)构造活动的强度特别是燕山期热液与构造活动的强烈程度是热液型铅、锌、银矿床集中程度及矿化强度的标志。

(3)北东向断裂,推覆构造与北西西向构造交汇处,控制了东秦岭地区大部分热液矿床。

(4)不整合面,岩性突变面与层间逆冲构造滑动面(层间破碎带)是本区热液型铅、锌、银矿的有利构造标志。

(5)侵入岩浆冷凝时,在区域应力场作用下,形成的多组网格状断裂,是岩浆热液充填交代的有利场所,断裂密集区形成矿化集中区,即断裂多次活动及分枝复合部位,为矿床或矿体的富集部位。

(6)南秦岭边缘带中基底与盖层的交界面是重要的成矿部位,为南秦岭地区的重要找矿标志。

4.2.3 岩浆标志

(1)晋宁期、加里东期、海西期、燕山期岩浆岩与火山碎屑岩碳酸盐岩接触带是矽卡岩矿床形成的有利部位,是寻找热液交代型矿床的重要标志。

(2)燕山期花岗斑岩、石英斑岩、爆发角砾岩、长英质岩脉的产出与 Pb, Zn, Ag, W, Mo, Au 矿床及矿化密切相关,斑岩发育处,多形成矿化集中区,不同小斑岩体为相应不同矿床的直接找矿标志。

4.2.4 蚀变标志

与铅、锌、银、金多金属矿床矿化关系密切的蚀变主要有硅化、绢云母化、绿泥石化、重晶石化、铁碳酸盐化、黄铁矿化、高岭石化、赤铁矿化等。

4.2.5 多金属矿化标志

铅、锌、银铁帽及铅锌矿化露头,不仅是直接的找矿标志,而且还反映出铅、锌、银、金矿化在空间上具有带状分布或集中的特点,这是划分成矿带及远景区的主要依据,这些区域为铅锌银多金属矿床的主要找矿靶区。

4.2.6 遥感信息

(1)在 1:20 万 MSS 与 TM 卫星影像解译图上,北东向主要构造带呈群束状贯穿南北,直接控制了部分斑岩体与铅锌银矿化。不同方向解译构造交汇部位也为重要的找矿标志。

(2) 遥感环状影像对应于部分侵入岩或隐伏地质体,是预测铅、锌、银矿化的间接标志。

4.2.7 重砂标志

自然重砂金、金铅、金、铜、铅金、黑钨矿等组合是寻找铅、锌、银多金属矿床的直接找矿标志。

4.2.8 地球化学标志

(1) 变质热液型(层控型)铅、锌、银多金属矿的元素组合为 Ag, Au, Pb, Zn, Hg, Mn。

(2) 区域断裂破碎带中异常分二类: ① 栾川断裂、马超营断裂构造蚀变岩型铅、锌、银多金属矿的元素组合为 Pb, Zn, Ag, Au, 部分伴生 Cd - Cu - Sb; ② 朱阳关-大河断裂带在南阳盆地以西典型元素组合为: Au - Sb - Ag - As - Pb - Cu - W - Hg。

(3) 燕山期岩浆热液型铅、锌、银矿典型元素组合为: Au - Pb - Ag - Cu - Zn 及 As - Sb - W。

(4) 与斑岩有关的铅锌银多金属矿化表现为高温元素组合 Au - Mo - Cu - Ag - Bi - W。

5 结论

东秦岭地区是中国重要的 Ag, Pb, Zn, Au, W, Mo 地球化学省,具有极为有利的成矿地质条件和不同层次的地质异常和物化探异常。成矿规律性强,找矿标志明显,1999 年,国家启动国土资源大调

查以来,通过对一些异常的解剖,已发现数处大中型铅、锌、银、金矿床,随着地质工作的进一步开展,东秦岭地区有可能找到超大型铅、锌、银、金、钨、钼矿床,成为我国重要的铅、锌、银、金、钨、钼矿产基地。

[参 考 文 献]

- [1] 王志宏,关保德,裴放,等. 阶段性板块运动与板内增生[M]. 北京:中国环境科学出版社,2000.
- [2] 河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京:北京出版社,1989.
- [3] 罗铭坎,黎世美,卢欣祥,等. 河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [4] 杨志华,郭俊锋,苏生瑞,等. 秦岭造山带基础地质研究新进展[J]. 中国地质,2002,8,29(3):246~256.
- [5] 刘国范. 东秦岭金、银多金属成矿带成矿规律及找矿标志[J]. 地质找矿论丛,2003,18(3):178~184.
- [6] 卢欣祥,于在平,冯有利,等. 东秦岭深源成型花岗岩的成矿作用及地质构造背景[J]. 矿床地质,2002,21(2):168~178.
- [7] 彭聪,李秋生,匡朝阳,等. 中国大陆主要成矿域地壳速度结构与成矿作用[J]. 矿床地质,2003,22(4):415~423.
- [8] 裴荣富,吴良士,熊群尧,等. 中国特大型矿床成矿偏在性与异常成矿构造聚敛场[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [9] 翟裕生,张湖,宋鸿林,等. 大型构造与超大型矿床[M]. 北京,地质出版社,1997.
- [10] 赵鹏大,陈永清,刘吉平,等. 地质异常成矿预测理论与实践[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999.

Metallogeny and mineral resource prospecting in the Pb-Zn-Ag-Au-Mo polymetallic ore belt of eastern Qinling

ZHU Guang-bin^{1,2}, LIU Guo-fan¹, YAO Xin-nian^{1,2}, YANG Zhen-jun^{1,2}

(1. School of the Earth Sciences and Resources China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. No. 1 Geological Prospecting Institute of Henan Province, Nanyang 473003, China)

Abstract: Eastern Qinling between the North China and Yangtze plates is marked by both of the geochemical and geophysical gradient zones. The earth's mantle and crust beneath the area are enriched in Pb, Zn, Ag, Au and Mo. Some volcanic lagers in the Xionger, Kuanping, Erlangping and Yaolinghe groups acted as the source bed for Cu, Pb, Zn, Au and Ag mineralizations. The Qinling, Guandaokou, Luanchuan and Taowan groups contain the shallow marine clastic carbonate formation in which an intensive volcanic eruption (exhalation) led to the formation of multi-layer chert bands (nodules), siliceous rocks and Ag, Pb, Zn and Au mineralized skarn belts. Certain episodes of structural and magmatic activities eventually resulted in the polymetallic concentration in eastern Qinling, which were identified by some spatial and temporal rules. These rules can be used for locating unknown mineral resources.

Key words: Pb-Zn-Ag-Au-W-Mo-polymetallic; ore belt is Located; minerogenic pattern; ore guide of prospecting; East Qinling

[英文审定:周军]