

柞水—山阳多金属矿集区成矿条件 及找矿潜力分析

王瑞廷¹ 李剑斌¹ 任 涛¹ 杨智慧¹ 毛景文² 王 涛¹

(1. 西北有色地质勘查局地质勘查院, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

提要:柞水—山阳盆地发育热水沉积岩和复理石建造, 断裂构造和岩浆活动强烈, 成矿条件优越, 是重要的多金属矿集区。目前, 在泥盆系碳酸盐岩建造内发现了 Ag-Pb-Cu-Zn 矿床, 但众多化探异常尚未评价, 故找矿潜力较大。笔者认为, 在银洞子—桐木沟菱铁银铅锌铜金成矿带、东川—小川铅锌铜金成矿带以及沿山阳—凤镇断裂发育的铜金镍钼(钴)成矿带内, 具有寻找热水沉积(改造)型多金属矿、钠长角砾岩型金矿、沉积变质型磁铁矿床及斑岩—矽卡岩型铜(钼)矿床的前景。其中, 凤镇断裂北侧干沟—万丈沟—二元沟—土地沟一带、南侧李家砭—冷水沟—张氏沟口一带和穆家庄—肖台地段应是找铜的首选靶区; 穆家庄铜矿和银洞子银铅多金属矿等矿床的外围和深部也具有寻找新矿床或矿体的潜力。

关 键 词:柞—山多金属矿集区; 成矿条件; 找矿潜力; 勘查靶区

中图分类号: P618.41, 42, 43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2008)06-1291-08

柞水—山阳多金属矿集区位于柞水断陷盆地, 该断陷盆地是秦岭微板块北缘被动陆缘之上的深海地堑式聚矿伸展沉积盆地。该盆地在先存残余洋盆之上形成, 从中泥盆世初开始发育, 处于稳定的微振荡深海—次深海环境, 充填、沉积一套深海—半深海浊积岩系, 为区内大规模成矿提供了环境基础, 并接受了巨厚的泥质岩与碳酸盐岩互层沉积, 形成主要的赋矿层。至石炭纪演化为残余海盆, 实际上是一个复合盆地^[1-12]。盆地内发育近 EW、NW、NE 及 SN 向断裂, 在两断裂复合处常形成次级深水洼地(如穆家庄、银洞子、黑沟等), 其中大西沟—穆家庄二级断陷盆地西缘的肖家台子—穆家庄三级断陷盆地分布在柞—山一级断陷盆地的中南部, 赋存有穆家庄 Cu 矿床, 大西沟—银洞子三级断陷盆地分布在柞—山一级断陷盆地的西部, 赋存有银洞子大型 Ag-Pb-Zn-Cu 矿床和大西沟大型 Fe-Ba 矿床。区内矿产资源丰富, 成矿条件优越, 仍具有较大的找矿潜力。

1 柞(水)—山(阳)矿集区区域地质背景与主要金属矿床成矿系列

1.1 区域地质背景

区域上, 囊括柞(水)—山(阳)矿集区的柞(水)—山(阳)—镇(安)—旬(阳)成矿区带位于商丹断裂以南, (汉江)志留系与泥盆系接触面以北。大地构造属秦岭(II 级)海西—印支褶皱带构造单元, 包括北部海西期裂陷带和南部加里东期板内裂谷带。其主要特征是海西期发育近东西向断裂带, 沉积了泥盆—石炭纪地层, 并被北东向基底断裂分割成诸如柞(水)—山(阳)盆地、镇(安)—旬(阳)盆地、板(房子)—沙(沟)沉积盆地等。这些沉积盆地控制了矿集区的形成, 次级近东西向顺层断裂和含矿层复合控制了矿带的分布。

柞—山铁银铜铅锌金(镍钴)矿集区处于商丹断裂与凤镇—山阳断裂之间(图 1), 构造位置属南秦

区内岩浆岩发育,岩性以花岗岩为主。岩浆活动频繁并主要集中于控制盆地的边缘断裂带,以加里东至燕山期中酸性岩浆为主。区域上主要分为 3 个期次的岩浆作用,加里东期岩体主要沿凤镇—山阳断裂侵入,较为典型的有小岭花岗岩、李家砭辉绿—辉长岩、迷魂阵石英闪长岩和冷水沟闪长岩,相关的矿化较弱,主要为铜、磁铁矿和黄铁矿化;印支期花岗岩沿商丹大断裂侵入,规模较大,且呈岩基状分布于该区北部,自西而东主要有柞水二长—闪长花岗岩岩体(单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄为 $213.6 \pm 1.8 \text{ Ma}^{[13]}$)、曹坪石英二长岩—二长花岗岩岩体(基)(黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 $216.9 \pm 1.2 \text{ Ma}^{[14]}$)和沙河湾角闪石英二长岩—二长、闪长花岗岩岩体等(黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 $213.5 \pm 2.0 \text{ Ma}^{[14]}$),岩体与古生代地层接触带常形成较宽的热蚀变角岩化带;燕山期岩浆活动主要发生在柞—山地区的东部,形成中酸性小斑岩体(株)群,同时伴有少量爆发角砾岩,主要有袁家沟、二元沟、小河口、原子街、土地沟、下官坊等单元,围岩接触带普遍发育矽卡岩化、角岩化,常伴有铜、铁、钼、金矿化,个别能达到小型矿床规模,如小河口铜矿床等。研究表明,印支期、燕山期岩浆作用对柞—山地区层控金属矿床的成矿有一定的改造作用。另有少量基性—超基性岩体零星分布。

山(阳)—凤(镇)断裂是柞水—山阳残留海盆与凤县—镇安裂陷海盆的分界构造,呈 NW 向延伸,北倾,倾角 $60 \sim 80^\circ$,具有长期复杂的构造演化史,为一控矿断裂,区内常呈现为韧性剪切带。海西期是控制沉积盆地演化的巨型同生断裂,成矿物质沿该断裂以热水喷流方式进入含矿地层;印支燕山期沿山—凤断裂发生强烈的构造—岩浆活动,为区内金、铜、铁、银铅多金属矿床的形成创造了不可缺少的地质条件。山—凤断裂两侧分布有多处金属矿床(点),如穆家庄铜矿床、银洞子银铅矿床、大西沟菱铁多金属矿床、夏家店金矿床、正河金矿床等,是区内主要的控矿构造,例如正河金矿床分布于山—凤断裂南侧 $1.5 \sim 4.0 \text{ km}$,为该断裂长期构造活动的影响范围,区内地化异常、矿化带(体)展布方向与该断裂相一致,清晰地显示了山—凤断裂对金成矿的控制作用。

1.2 主要金属矿床成矿系列

该矿集区位于秦岭造山带印支褶皱带,处于北

侧黑山—营盘深大断裂(商丹断裂的一部分)和南侧山阳—凤镇深大断裂二者挟持的裂陷带中,深大断裂不仅控制了盆地的边界,而且控制了泥盆纪古地理环境及其发展演化规律,后泥盆纪秦岭造山过程奠定了区内现今的构造格架。即秦岭北部鄂尔多斯板块左行旋转,扬子地块向北挤压及左行旋转,使秦岭微板块沿商丹和勉略两条深大断裂发生大规模的左行走滑,主要形成 EW 向的柞水(凤镇)—山阳断裂、镇(安)—板(岩镇)大断裂;伴随佛坪地块的隆滑而产生的 NW-NWW 向公(馆)—白(河)断裂、旬河断裂,形成和控制了柞—山、旬阳热水盆地(图 2)。随着秦岭造山带的发展演化,柞—山矿集区(盆地)内沉积了巨厚的复理石建造,局部形成热水沉积岩系(钠质岩、硅质岩、重晶石等)。泥盆纪时发生一定规模的同生成矿,上部地壳的扩张裂陷作用导致成矿热卤水的形成,并于上部张裂带中予以释放,在圈闭条件较好的次级盆地中富集成含矿层或矿胚,后期的构造岩浆活动对其有一定的改造作用,形成泥盆系碳酸盐岩容矿的 Ag-Pb-Cu-Zn 矿床(化)。印支—燕山期由于构造—岩浆活动发育,区内形成了一些中、酸性岩体,其中的深源浅成型花岗斑岩小岩体与铜铁矿化关系密切,如小河口岩体、冷水沟岩体、二元沟岩体等。柞—山盆地受热液改造较强,元素分带复杂,从西至东依次为 FePbAg(Cu)-Cu(Au)-Zn-Au,从南至北依次为 Au(Cu)-Cu(AgPb)-PbZn(Au)。这些构成了该区整体有利的成矿环境,是发生不同成矿作用的基础。

因此,本区主要发育泥盆纪热水喷流沉积成矿作用,其银铅锌矿床可分为两类,一类以银洞子、黑沟、桐木沟矿床为代表,属热水喷流沉积改造矿床;另一类以锡铜沟、月西、泗人沟矿床为代表,属热水喷流充填交代矿床。铜矿床属热水喷流沉积—热液改造型,如穆家庄铜矿床、蜜蜂沟铜(银)矿点等。整体上,区内主要形成泥盆系与海相沉积作用有关的碳酸盐岩容矿的 Ag-Pb-Cu-Zn 矿床成矿系列,代表矿床为银洞子银铅多金属矿床、穆家庄铜矿床等。另外,中生代早期进入陆内造山阶段以后,还发生构造—岩浆及动热作用驱动下的叠加改造和后生再造富集成矿系列,形成印支—燕山期卡林型、类卡林型金矿、沉积改造型铜铅锌矿床以及矽卡岩—斑岩型铜铁矿化(园子街—小河口一带等)。柞—山地区绝大多数金属矿床均是这两类成矿作用的产物。

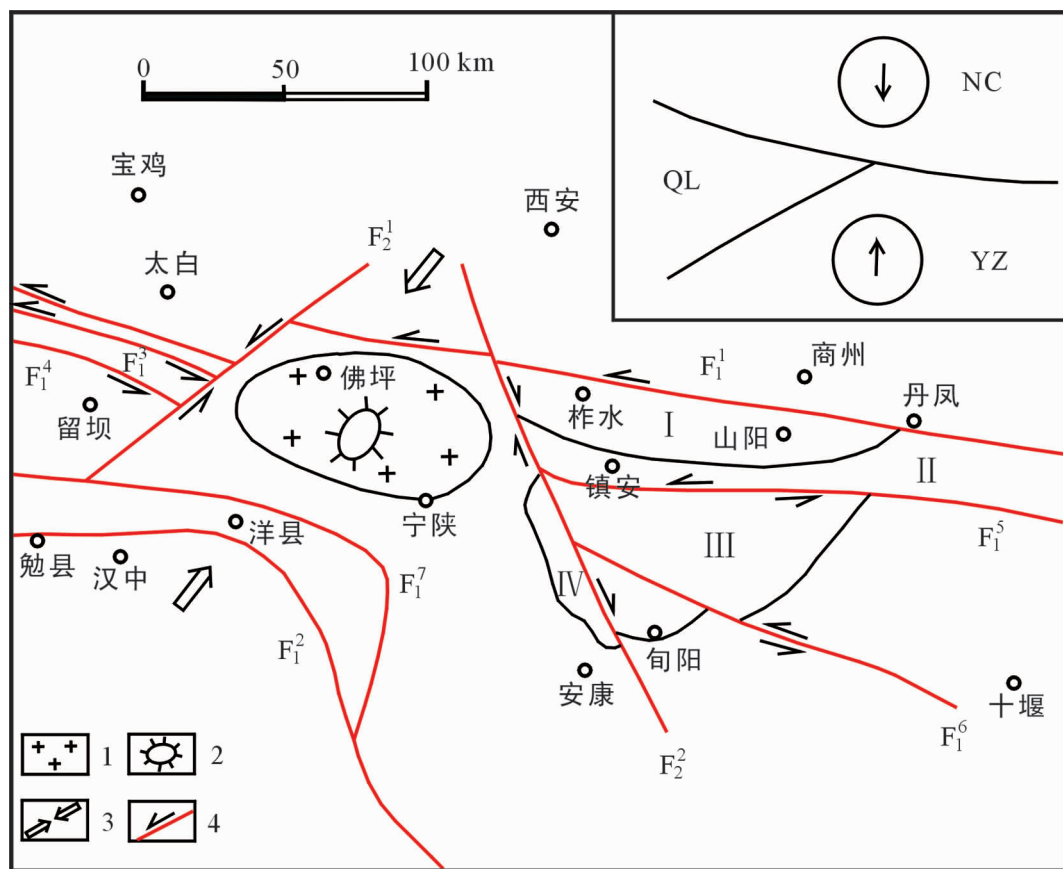


图2 柞—山盆地成盆动力学示意图

1—隆起;2—对冲应力;3—降滑应力;4—走滑断层;I—柞—山盆地;II—镇安盆地;III—旬阳盆地;IV—乾佑河裂陷;
 F_1 —东西向断层; F_1^1 —商丹断裂; F_2^1 —巴山弧断裂; F_3^1 —礼县—修石崖断裂; F_4^1 —宕昌—江口断裂;
 F_5^1 —镇安—板岩镇断裂; F_6^1 —双河—白河断裂; F_7^1 —康县—略阳断裂; F_2^2 —南北向断层; F_3^2 —胥水河断裂; F_2^3 —旬河断裂

Fig. 2 Sketch map showing formation mechanism of the Zha-Shan basin

1-Uplift;2-Ramp stress;3-Drawdown slip stress; 4-Strike-slip fault; I-Zhashui-Shanyang basin; II-Zhen'an basin;
 III-Xunyang basin; IV-Qianyou River depression; F_1 -E-W-trending strike fault; F_1^1 -Shangdan fault; F_2^1 -Bashan arc-like
 fault; F_3^1 -Lixian-Xiushiya fault; F_4^1 -Dangchang-Jiangkou fault; F_5^1 -Zhen'an-Banyanzhen fault; F_6^1 -Shuanghe-Baihe fault;
 F_7^1 -Kangxian-Lueyang fault; F_2^2 -S-N-trending strike fault; F_3^2 -Xushuihe fault; F_2^3 -Xunhe fault

2 成矿条件及找矿潜力分析

柞—山盆地是沿凤镇—山阳断裂断陷沉降发展而成的泥盆纪沉积盆地,凤镇—山阳断裂以南为一古隆起,盆地呈现箕状犁式半地堑形态,近东西向大型同生断裂和隆起控制了盆地基本格架。但与之同时,由于沉降速率的差异、南北向次级基底断裂或同生断层等多种因素的影响,盆地又被分割为一系列水下隆起和洼地相间的似地堑、地垒式组合。比较突出的聚矿洼地有3个,即大西沟—银洞子洼地、黑沟—小河口洼地和桐木沟洼地。这是形成穆家庄和银洞子矿区的地质基础。该区地质研究和矿产勘查

工作程度较高,银洞子矿区达到勘探程度,穆家庄矿区也至少达普查程度,区内研究成果众多^[1,3,7,15-16],为研究分析矿集区的成矿地质条件和找矿潜力奠定了基础。

柞—山盆地作为秦岭泥盆系主要热水沉积盆地之一,经历了加里东期—早海西期扩张裂陷活动和印支—燕山期碰撞造山作用,形成多个构造—岩浆岩带、构造—热水沉积岩相带、构造—钠长角砾岩带和构造蚀变岩带,顺层剪切、层间断裂、推覆滑脱等后期构造发育,构造热事件产生十分有利的动热条件和复杂多样的流体活动,不仅带来深部成矿物质,而且对泥盆系热水沉积含矿层(或矿胚)的金属分

异、活化、迁移、富集非常有利,成矿前景较好。遥感解译证实,柞—山地区存在环形构造,这些环形构造所围限的构造带,可能是环形坳陷或是岩浆穹隆(图 3)。近年来银洞子、穆家庄、黑沟、桐木沟等矿区及外围(纸房沟—万丈沟、土地沟等)找矿不断有新的发现,显示了较大的找矿潜力。

区内矿产丰富,蕴藏着储量可观的金、银、铁、铜、铅、锌、汞、锑、钴、镍、钒等金属资源,仅大西沟菱铁多金属矿床已勘探的储量规模就达铁矿石 3 亿 t、铜 1 万 t、重晶石矿石 400 万 t。金属成矿基本特征是分区富集、多旋回改造,显示同位多期、深源浅成及多源复成的成矿特征。柞—山矿集区受 EW-NWW 向断裂带控制展布,区内从北向南基本划分为 3 个成矿带:即曹坪—卅里铺—两水寺铜、银、金成矿带——矿点沿断裂两侧分布普遍,代表矿床有卅里铺铜银矿和两水寺金矿;张家坪—小河口—桐木沟铜、钼、铅、锌成矿带——矿床分布与酸性小岩体关系密切,成因类型以矽卡岩型为主,代表矿床有(小型)袁家沟铜矿、小河口铜矿及中型桐木沟锌矿,与小岩体有关的铜(钼)矿点 10 余处;青林沟—穆家庄—黑沟菱铁、贵多金属成矿带为矿集区最主要的成矿带,以中泥盆统大西沟(青石垭)组为主要赋矿层位,自西向东有大型的大西沟菱铁矿床、银洞子银

铅多金属矿床,中-小型的韭菜沟金矿床、穆家庄铜矿床及黑沟菱铁、多金属矿床,已构成省内重要的矿产资源基地之一。

对东起姜家坡,西至瓦房口西庙沟,长 11 km,南北宽 9 km,面积 91 km² 的成矿预测区范围,采用地球化学丰度值法预测成矿区远景资源潜力为 Cu 41 万 t、Pb 30 万 t、Ag 2607 t(甘宝新个人交流,2001)。

柞—山盆地泥盆系层控菱铁、贵多金属成矿带东西长达 80 km,自西向东已知较大的矿山有大西沟铁矿、柞水银洞子银铅矿、韭菜沟金矿、穆家庄铜矿、小河口铜矿、桐木沟锌矿等,是陕西省目前主要的银、铜、铅、锌资源基地之一。矿山开采多在 20 年以上,银洞子银铅矿属其中资源危机矿山之一。从区域地质条件分析,柞—山矿集区的主要控矿构造应是矿区南侧 6 km 的凤镇—山阳断裂。该断裂是一条基底(亦即同生)断裂,长达 300 余千米,自泥盆纪起随着地壳的扩张和坳拉谷的形成而不断发展,直至中生代仍有活动。它控制着南北沉积相的差异,形成一系列基底凸起及其周边的磨拉石建造,其上还有许多较小的横向断裂与之交叉,导致成串的酸—中基性小岩体侵入。从基底上升的含大量成矿物质的热卤水沿山阳—凤镇大断裂喷出并进一步形成浊流,迁移至洼地沉积成矿。由此可见,柞—山菱铁多

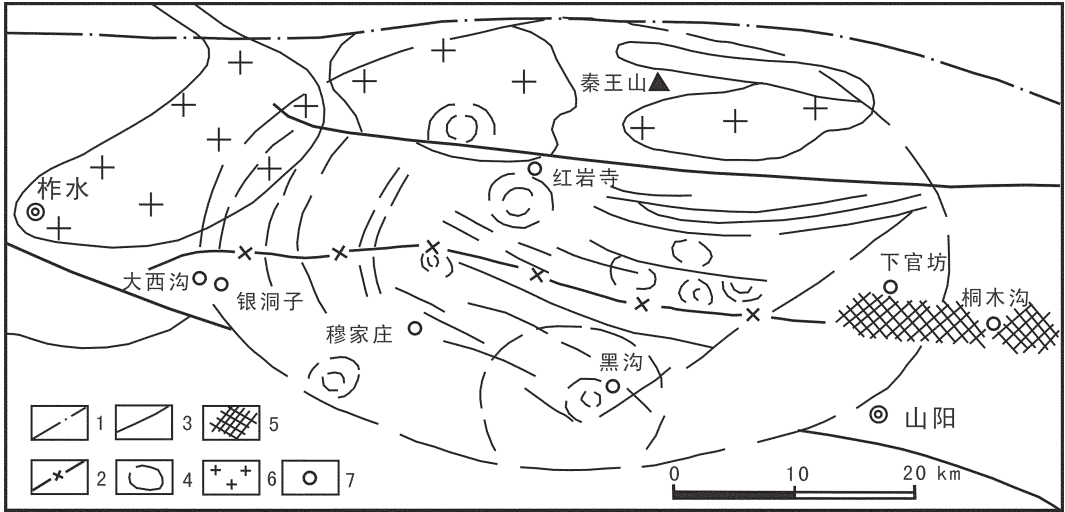


图 3 柞水—山阳银铅铜矿集区遥感解译图
1—区域性断裂;2—同生断裂;3—一般断裂;4—环形构造;5—热液蚀变区;
6—花岗岩;7—Ag(Cu)、Fe、Pb、Zn 矿床(点)

Fig.3 Geologic map of the Zhashui-Shanyang Ag-Pb-Cu ore cluster interpreted from remote sensing data

1-Regional fault;2-Synchronous fault;3-Fault;4-Ring structure;5-Hydrothermal alteration belt;6-Granite;7-Ag (Cu),Fe, Pb and Zn deposits or occurrences

金属成矿带成矿条件优越,找矿潜力大。

该区矿种主要为铁、铜、铅、锌、金、银、镍、钴等。除相应已知矿床(点)外围及深部找矿前景可观外,矿(床)点和异常成群成片集中分布,并有 1:5 万分散流异常 100 多个,沿成矿带分布,尚有大部分异常有待查证、评价,显示其巨大的资源潜力。同时如前所述,区内岩浆岩发育,北部有印支期柞水二长—闪长花岗岩、曹坪石英二长—二长花岗岩等岩基;东部主要为燕山期中酸性小(斑)岩体或岩株,如袁家沟、小河口、原子街、土地沟、双元沟等小岩体,且成群分布,这也为矽卡岩型、斑岩型矿床的形成提供了有利条件。综合分析认为该区铜、银多金属的找矿潜力较大。通过资料系统研究分析,预计柞—山矿集区泥盆系层控改造—再造型铜矿在 40 万 t 以上,泥盆系层控矿床共、伴生银矿 5 万 t 左右。

依上所述提出,柞—山矿集区进一步勘查工作的重点对象应是银洞子—桐木沟菱铁银铅锌铜金成矿带、东川—小川铅锌铜金成矿带和山阳—凤镇断裂两侧铜金镍(钴)钼成矿带,主攻类型为热水沉积(改造)型多金属矿、钠长角砾岩型金矿、沉积变质型磁铁矿床及斑岩—矽卡岩型铜(钼)矿。其中,凤镇断裂北侧干沟—万丈沟—双元沟—土地沟一带、南侧李家砭—冷水沟—张氏沟口一带和穆家庄—肖台地段应是找铜的首选靶区。

穆家庄铜矿床成矿作用受中泥盆统大西沟组第三岩性段(D_3d_3)——矿源层控制,矿床展布于金钱河—胡家沟背斜轴部或两翼部,矿体受沿背斜轴或两翼发育的走向挤压片理破碎带及轴面劈理叠加改造构造控制,特别是分布于轴部的 F_3 、 F_1 控制的矿体形成了矿床的主矿体。目前基本查明 III 号矿带(地表)III-1、III-3 矿体在深部连为同一矿体并向东部侧伏延伸;I 号矿带(地表)I-1、I-2 矿体在深部同样也连成一个矿体向西延伸,使得 III、I 号矿体规模大幅度增大,IV、VI 号矿体(地表)较原来均有相应的增大。最新数据表明,该铜矿床共获铜资源量(333+334)52 万 t,所提交的(122b+333)资源储量已达中型规模(122b 级铜储量 5.42 万 t),从矿床控矿构造分布特征和成矿区带地质背景条件分析,穆家庄矿区及外围仍具有很大的找矿潜力。

银洞子银铅多金属矿床在百米厚的含矿层内共有 29 个矿体,均呈似层状整合产出,但其深部尚有大的找矿远景。近年来,通过实施危机矿山接替资源

勘查项目,在矿区深部 720 等中段已初步新增资源量银 513 t、铅 1.17 万 t、铜 4.25 万 t。银洞子 13 号主矿体东部的铅矿段向北东方向延伸 600 m,矿化层厚度 23.3 m,铅平均品位 0.32%,矿化体埋深 450 m。根据矿床成矿元素水平分带规律分析,该矿段向东、向北(喷溢口)方向仍具有很大的找矿潜力。同时研究认为,银洞子银铅多金属矿床外围的黑沟、张家坪地段是两个寻找银矿有较大远景的地区。

另外,在已知韭菜沟金矿床的西北延伸方向发现了由几条含金铁白云石脉组成的顺层产出的金矿化带,长大于 3 km,局部已圈出金矿体。类比韭菜沟金矿床成矿特征——石英铁白云石金矿脉受层间破碎带控制产出分布,沿倾向延深稳定,且向深部有品位变富趋势,认为庙沟段是找金的有利靶区。进一步调查评价对象主要应为庙沟地区金矿点和有关异常。

3 结 论

柞—山矿集区热水沉积复理石建造发育,断裂构造和岩浆活动强烈,成矿作用显著,以泥盆系碳酸盐岩容矿的 Ag-Pb-Cu-Zn 矿床成矿系列为主,资源丰富,虽然经过 30 多年的地质工作,发现了一批矿床,但矿集区成矿条件优越,众多化探异常没有评价,仍具有较大的找矿潜力。区内银洞子—桐木沟菱铁银铅锌铜金成矿带、东川—小川铅锌铜金成矿带和山阳—凤镇断裂两侧铜金镍(钴)钼成矿带内寻找热水沉积(改造)型多金属矿、钠长角砾岩型金矿、沉积变质型磁铁矿床及斑岩—矽卡岩型铜(钼)矿前景广阔,其中凤镇断裂北侧干沟—万丈沟—双元沟—土地沟一带、南侧李家砭—冷水沟—张氏沟口一带和穆家庄—肖台地段应是找铜的首选靶区。而且,穆家庄铜矿和银洞子银铅多金属矿等典型矿床的外围和深部也具有较大的找矿空间。总之,加大综合研究力度,科学预测选区定靶,切实投入有效勘查方法,柞—山矿集区找矿一定会有新的突破!

在本文的撰写、修改过程中得到了北京大学陈衍景教授的指导和审阅,在此表示衷心的感谢!

参考文献(References):

- [1] 张本仁,陈德兴,李泽九,等. 陕西柞水—山阳成矿带区域地球化学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1989:162—171.
Zhang Benren, Chen Dexing, Li Zejiu, et al. Region Geochemistry of Shanyang—Zhushui Metallogenic Belt in Shannxi Province[M]. Wuhan: Press of China University of Geosciences, 1989:162—171

- (in Chinese with English abstract).
- [2] 张本仁, 骆庭川, 高山, 等. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994: 257–311.
- Zhang Benren, Luo Tingchuan, Gao Shan, et al. Geochemical Study of the Lithosphere, Tectonism and Metallogenesis in the Qinling–Dabashan Region [M]. Wuhan: Press of China University of Geosciences, 1994: 257–311 (in Chinese with English abstract).
- [3] 王相, 唐荣扬, 李实, 等. 秦岭造山与金属成矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996: 170–182.
- Wang Xiang, Tang Rongyang, Li Shi, et al. Qinling Orogeny and Metallogenesis[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1996: 170–182 (in Chinese).
- [4] 方维萱. 柞水银铜子特大型银多金属矿床矿物地球化学研究[J]. 矿物学报, 1999, 19(3): 349–357.
- Fang Weixuan. Mineral geochemistry study on Yindongzi silver multi–metals ore deposit, Zhashui County, Shannxi Province, China [J]. Acta Mineralogica Sinica, 1999, 19 (3): 349–357 (in Chinese with English abstract).
- [5] 杨志华, 姜常义, 赵太平, 等. 秦岭造山带成矿作用概述 [J]. 大地构造与成矿学, 2000, 24(1): 44–50.
- Yang Zhihua, Jiang Changyi, Zhao Taiping, et al. Review on metallogenesis of Qinling orogenic belt [J]. Geotectonica et Metallogenica, 2000, 24(1): 44–50 (in Chinese with English abstract).
- [6] 苏瑞侠, 刘平. 秦岭穆家庄铜矿地球化学特征 [J]. 地质地球化学, 2001, 29(4): 20–27.
- Su Ruixia, Liu Ping. Geochemical feature of Mujiashuang copper deposit, Qinling aera [J]. Geology–Geochemistry, 2001, 29(4): 20–27 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王瑞廷. 秦岭造山带陕西段主要矿集区典型金属矿床成矿模式和找矿预测研究[R]. 北京: 中国地质大学博士后研究报告, 2005, 1–173.
- Wang Ruiting. Study on Metallogenic Model for Typic Metal Ore Deposits and Exploration Predicting of Qinling Orogenic Belt in Shannxi Province [R]. Beijing: Research Report of Postdoctor, China University of Geosciences, 2005, 1–173 (in Chinese with English abstract).
- [8] 朱华平. 柞山地区铜锌多金属矿床地质–地球化学–后生成矿作用的重要性[D]. 中国地质科学院博士学位论文, 2004, 1–117.
- Zhu Huaping. Impotance of Epigenetic Metallogenece and Geology, Geochemistry for Copper–zinc Multi–metals Ore Deposits in Zhashui–Shanyang Region[D]. Ph.D Dissertation, 2004, 1–117 (in Chinese with English abstract).
- [9] 高菊生, 王瑞廷, 张复新, 等. 南秦岭寒武系黑色岩系中夏家店金矿床地质地球化学特征[J]. 中国地质, 2006, 33(6): 1371–1378.
- Gao Jusheng, Wang Ruiting, Zhang Fuxin, et al. Geology and geochemistry of the Xiajiadian gold deposit in the Cambrian blach rock series in the South Qinling[J]. Geology in China, 2006, 33(6): 1371–1378 (in Chinese with English abstract).
- [10] 张复新, 杜孝华, 王伟涛, 等. 秦岭造山带及邻区中生代地质演化与成矿作用响应[J]. 地质科学, 2004, 39(4): 486–495.
- Zhang Fuxin, Du Xiaohua, Wang Weitao, et al. Mineralization response to Mesozoic geological evolution of Qinling orogenic belt and its adjacent area[J]. Scientia Geology Sinica, 2004, 39(4): 486–495 (in Chinese with English abstract).
- [11] 卢纪英, 李作华, 张复新, 等. 秦岭板块金矿床[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2001: 104.
- Lu Jiying, Li Zuohua, Zhang Fuxin, et al. Gold Deposits in Qinling Block[M]. Xi'an: Shaanxi Sciene & Technology Publishing House, 2001: 104 (in Chinese).
- [12] 邹海洋, 陈松岭, 胡祥启. 陕西旬阳淋湘金矿床成矿机制 [J]. 大地构造与成矿学, 1997, 21(3): 221–227.
- Zou Haiyang, Chen Songling, Hu Xiangqi. Metallogenic mechanism of Linxiang gold deposit in Xunyang County, Shannxi Province [J]. Geotectonica et Metallogenica, 1997, 21(3): 221–227 (in Chinese with English abstract).
- [13] 胡健民, 崔建堂, 孟庆任, 等. 秦岭柞水岩体锆石 U–Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质论评, 2004, 50(3): 323–329.
- Hu Jianmin, Cui Jiantang, Meng Qingren, et al. Zircon U–Pb age and its geological significance for Zhashui intrusion, in Qinling region [J]. Geological Review, 2004, 50 (3): 323–329 (in Chinese with English abstract).
- [14] 张宗清, 张国伟, 刘敦一, 等. 秦岭造山带蛇绿岩、花岗岩和碎屑沉积岩同位素年代学和地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 208–212.
- Zhang Zongqing, Zhang Guowei, Liu Dunyi, et al. Isotopic Geochronology and Geochemistry of Ophiolites, Granites and Clastic Sedimentary Rocks in the Qinling Orogenic belt [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006: 208–212 (in Chinese with English abstract).
- [15] 黄宾, 姚仲友. 陕西柞水银铜子银、铅多金属矿床物质来源初探[J]. 西北地质, 1991, 12(4): 24–28.
- Huang Bin, Yao Zhongyou. The preliminary study on mass source of Yindongzi silver multi–metals ore deposit, Zhashui county, Shannxi Province, China [J]. Northwest Geology, 1991, 12(4): 24–28 (in Chinese with English abstract).
- [16] 炎金才. 陕西柞水银铜子银铅矿床硫同位素地质研究[J]. 矿物岩石, 1995, 15(1): 80–86.
- Yan Jincai. Sulfar isotope geological research in Yindongzi silver–lead ore deposit, Zhashui county, Shannxi Province, China [J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 1995, 15 (1): 80–86 (in Chinese with English abstract).

Metallogenic conditions and prospecting potential of the Zhashui-Shanyang poly-metal ore cluster

WANG Rui-ting¹, LI Jian-bin¹, Ren Tao¹, YANG Zhi-hui¹, MAO Jing-wen², WANG Tao¹

(1. Geological Exploration Institution of Northwest Mining and Geological Exploration Bureau for Nonferrous Metals, Xi'an 710054, Shanxi, China; 2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The Zhashui-Shanyang basin is developed with hydrothermal sedimentary rocks and flysch formation, which were reworked by strong magmatism and faulting. The basin has good ore-forming conditions and is now an important ore-cluster area. To date, remarkable Ag-Pb-Cu-Zn deposits have been found in Devonian carbonate strata, with numerous no-evaluated geochemical anomalies, indicating that the basin is potential for ore exploration. In this paper it is suggested that the reworked hydrothermal sedimentary type poly-metal deposit, albite breccia type gold deposit, metamorphosed sedimentary type magnetite deposit, and porphyry-skarn type copper (molybdenum) deposit can be found in the Yindongzi-Tongmugou siderite-Ag-Pb-Zn-Cu-Au belt, Dongchuan-Xiaochuan Pb-Zn-Cu-Au belt, and the Cu-Au-Ni (Co)-Mo metallogenic belt along the Fengzhen-Shanyang fault. Particularly, the Gangou-Waizhanggou-Shuangyuangou-Tudigou area in north side of the Fengzhen-Shangyang fault, the Lijiabian-Nengshuigou-Zhangshigou area in the south side of the Fengzhen-Shangyang fault, and Mujiazhuang-Xiaotai area can be targeted for copper exploration. The areas surrounding or beneath the campus of the Mujiazhuang Cu deposit and Yindongzi Ag-Pb-dominated poly-metal deposit are favorable for new deposits or orebodies.

Key words: Zhashui-Shanyang poly-metal ore cluster; metallogenic condition; prospecting potential; exploration target

About the first author: WANG Rui-ting, male, born in 1969, Ph.D, senior engineer, engages in the research of geology and mineral exploration; E-mail: wrtyf@163.com.