

二郎坪地体火山成因块状硫化物矿床的成矿规律和找矿预测*

王建明^{1, 2}

(河南省地质调查院, 郑州 450007; 2. 河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院, 南阳 473056)

摘要: 东秦岭二郎坪地体夹持于瓦穴子断裂和朱夏断裂之间, 主要由早古生代弧后盆地环境的火山-沉积建造和晚古生代以来的花岗岩类侵入体组成。近期地质调查表明, 二郎坪地体蕴涵重要的银、金、铜、铅、锌等矿床, 是一个新的矿集区。本文总结了近几年实施的国土资源大调查项目成果, 将该区火山成因块状硫化物矿床划分为铜-锌型矿床、铅-锌-铜型矿床、铁(铜)型矿床、金(银)矿床和黄铁矿层等五大类, 它们成矿物质同源, 且与火山-沉积作用时空关系密切, 总体形成于早古生代二郎坪弧后盆地发育阶段的海底喷流沉积作用, 与古生代活动大陆边缘成矿系统相关。作者按成矿系统的形成、发展和演化观点, 总结了矿床的时空分布规律、找矿标志, 认为二郎坪地体资源潜力较大, 提出了6个找矿预测远景区。

关键词: 东秦岭; 二郎坪; 火山-沉积型矿床; 成矿规律; 找矿预测

中图分类号: P612, P618.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2006)03-0193-10

东秦岭北坡的二郎坪地体呈 NW 向楔形夹持于瓦穴子断裂和朱夏断裂之间(图 1), 主要由二郎坪群变质岩系和一些花岗岩类侵入体构成。二郎坪群为一套早古生代弧后盆地环境的火山-沉积建造^[1], 主要出露于南阳盆地以西, 西至豫陕交界处, 其中块状硫化物型多金属矿床发育, 已经发现 VMS 型水洞岭铜矿、上庄坪铜铅锌矿, 脉状银洞沟银矿和高庄金矿^[2]以及大量矿点, 显示了较好的找矿潜力。关于二郎坪地体的含矿性以及优势矿床类型, 目前尚不明朗, 限制了进一步的地质调查和矿产勘查工作的部署。本文是近几年实施的国土资源大调查项目“豫西南地区铅锌银矿评价”、“河南朱阳关-湍源地区铅锌银矿评价”、“豫西南成矿规律和成矿预测”、“东秦岭(河南段)二郎坪群铜多金属成矿规律研究”取得的初步认识, 旨在探讨二郎坪的成矿规律和找矿方向。

1 二郎坪地体的地质特征

二郎坪地体主要由早古生界二郎坪群地层和早古生代以来的花岗岩类侵入体组成。

1.1 二郎坪群的岩石组合与层序

二郎坪群自下而上可分为小寨组(Pz_{1x})、火神庙组(Pz_{1h})和大庙组(Pz_{1d})等3个岩石组合单元, 总体构成一复式向斜, 以大庙组为核心, 南北两翼分别对称分布着火神庙组和小寨组地层(图 2), 各岩性组的岩石组合特征如下:

小寨组: 分布于二郎坪群的南、北两侧, 分别被朱夏断裂和瓦穴子-乔端断裂围限, 主要岩性是云母石英片岩、黑云变粒岩夹碳质片岩。原岩为一套盆地边缘沉积的类复理石建造, 伴随盆地“拉张”到“闭合”的整个过程发育, 具有较长的穿时性。

火神庙组: 分布于测区中部, 夹持于小寨组与大庙组之间。主要岩性为变细碧岩、变石英角斑岩、变角斑质凝灰岩, 夹少量含炭硅质岩及变质砂岩层。为一套海底喷发的双峰式火山岩系列。由于火山活动的多旋回性, 形成多个岩石分布韵律层。

大庙组: 呈带状分布于中部两侧, 主要岩性为变火山角砾岩、变火山凝灰岩、变质砂岩夹大理岩, 是一套火山沉积向正常沉积过渡的变质沉积岩系。

通过区内二郎坪群变质岩的原岩恢复, 现已识别出6种原岩岩性组合:(1)超镁铁质-铁镁质堆晶岩;(2)辉长岩-辉绿岩;(3)细碧岩-石英角斑岩组合(枕状熔岩);(4)含放射虫的硅质岩;(5)浊积岩-泥质岩-碳酸盐岩;(6)英云闪长岩-奥长花岗岩-花岗闪长岩组合。

二郎坪群细碧-角斑岩系由多旋回、多阶段性火山喷发作用形成, 火山喷发作用可划分为3个喷发旋回、7个韵律层和15个喷发阶段, 每个旋回由2~3个韵律层组成, 韵律序列为喷溢

*收稿日期: 2006-07-18

基金项目: 国土资源部地质大调查项目“河南朱阳关-湍源地区铅锌银矿评价”(200310200041)

作者简介: 王建明(1965—), 男, 工程师, 1990年毕业于成都地质学院矿产系, 长期从事地质矿产勘查、矿床地质研究工作, E-mail:wangjianming060@sina.com; 联系电话: 13937773767

爆发 沉积阶段,相应的岩性序列为细碧岩 角斑岩 沉积岩。3 个火山喷发旋回的总体特征是: 由基性岩浆变为酸性岩浆活动; 火山活动由喷溢变为喷发方式; 火山作用由弱变强; 各旋回顶部都有火山沉积岩或正常沉积岩发育, 第三旋回之后发育厚度较大的大庙组碳酸盐岩和陆源碎屑岩沉积, 标志着火山活动的结束。

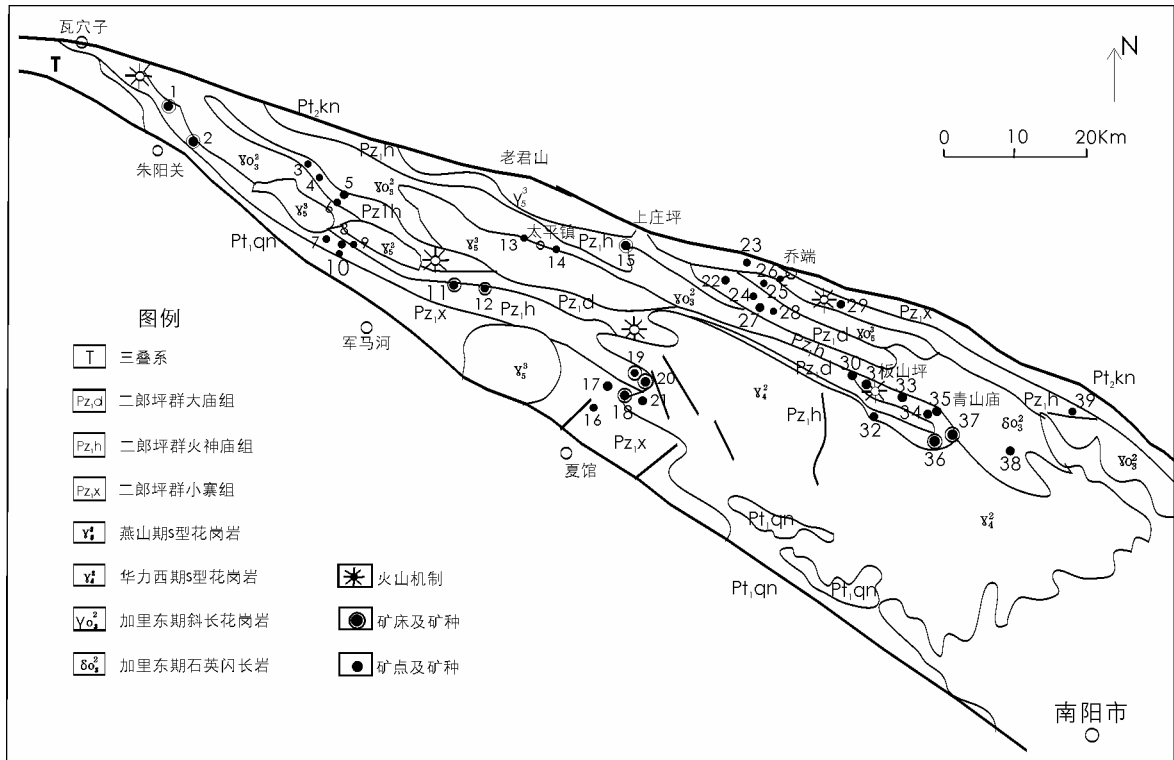


图 1 二郎坪地区地质矿产图

Fig. 1 Sketch map of geology and mineral resources in Erlangping region, east Qinling

1.卢氏县东涧北沟金矿; 2.西峡县万沟金矿; 3.西峡县七道河铜矿点; 4.西峡县西湾铜矿点; 5.西峡县白石尖铁矿点; 6.西峡县窑沟铜矿点; 7.西峡县阴坡金矿点; 8.西峡县河南金矿点; 9.西峡县周家庄金铜矿点; 10.西峡县磨石沟铅锌矿点; 11.西峡县高庄金矿; 12.西峡县梅子沟金矿; 13.西峡县桦树盘铜金矿点; 14.西峡县断树崖铜铁矿; 15.嵩县上庄坪铅锌矿; 16.内乡县万人洞沟金矿点; 17.内乡县西茶铅锌矿点; 18.内乡县银洞沟铅锌矿; 19.内乡县东山洼铅锌矿; 20.内乡县许窑沟金矿; 21.内乡县大赵峪金矿点; 22.南召县河口铁矿点; 23.南召县蚂蚁沟铜矿点; 24.南召县苦菜沟铁矿点; 25.南召县八里坡铜矿点; 26.南召县黄家庄铜矿点; 27.南召县后坑铁矿点; 28.南召县黄龙潭铁矿点; 29.南召县三圣庵铜矿点; 30.南召县庙岭铜矿点; 31.南召县钟店铅锌矿点; 32.南召县堂子沟矿点; 33.南召县蒿坪铅矿点; 34.南召县青山庙铜矿点; 35.南召县银洞岭铜矿点; 36.南召县桑树坪铜矿点; 37.南召县水洞岭铜矿点; 38.南召县郭庄铜矿点; 39.南召县园顶山铁矿点

1.2 花岗岩类特征

区内岩浆活动强烈,岩浆岩分布广泛。岩浆岩的侵入破坏了二郎坪群的完整性和层序连续性,使二郎坪群似扁舟“漂浮”于花岗岩类侵入体之中。花岗岩类总体分为加里东期、海西-印支和燕山期,并从早到晚呈幔源型 同熔型 改造型演化趋势^[3]。加里东期的花岗岩类主要是闪长岩和斜长花岗岩,多呈北西向带状侵入到火神庙组火山岩内,个别与角斑岩有过渡现象,岩石化学及同位素地球化学特征显示其属 M 型花岗岩^[3],可能是火山岩的同源岩浆岩。海西-印支期花岗岩类多呈岩基和岩株状侵入于小寨组和火神庙组地层,与围岩侵入关系清楚,属于同熔型或改造型,是古商丹洋俯冲造山的产物。燕山期花岗岩类是秦岭陆内造山时期的产物,也是秦岭花岗岩的一次主要活动期,其产出多为巨大岩基和部分岩株(如黄花幔、二郎坪岩体等),岩性主要为黑云母花岗岩及黑云母二长花岗岩,还有大量的浅成-超浅成相的小型(0.01 ~ 1 km²)花岗岩斑岩,花岗闪长斑岩及爆发角砾岩(如板厂、秋树湾、南河店等),与 Mo、W、Au 等矿产密切相关^[4]。

2 区域矿产特征

二郎坪地体位于秦岭一级成矿带东段,属北秦岭一级成矿带的一部分^[2]。区内整体矿产地质工作程度较低,目前已发现金属矿床(点)50余处,其中与火山活动有成因关系的硫化物型的金、银多金属和铁矿床(点)近40处(图1)。

2.1 矿产分布特征

依区内各矿床(点)的空间分布规律,可划分成两个一级成矿带、六个重点成矿区段(二级成矿亚带),不同成矿带具有不同矿床组合。

2.1.1 汤河—青山铁、银、多金属成矿带

西自陕西兰草入河南省,向东到南阳盆地西缘,沿二郎坪群中部火山活动中心带及其附近呈带状分布,长达200 km。该成矿带中含有块状硫化物型铜锌矿、银多金属矿、铁(铜)矿,伴生重晶石矿。其共同特征是:顺层产出、成群分布和有规律的共生。

该成矿带中部和东部受到晚期岩体侵位,被分割为三个区段(亚带)。

(1) 兰草—陆家漫区段:位于成矿带西段,出露地层主要为火神庙组和大庙组,多个层位分布黄铁矿化层和铁(铜)矿层。化探异常中心多,强度较高,有七道河、西湾、白石尖、窑沟等多个铜矿化点,但目前尚无成型矿床。

(2) 上庄坪—乔端区段:位于成矿带中段,火神庙、长探河、湍源、川心垛等火山喷发中心北侧,北西向长度36 km,出露地层主要为火神庙组和M型斜长花岗岩岩体。该区段北部分布较多铁矿层,河口、蚂蚁沟、苦菜沟、八里坡、黄家庄等多处形成铁(铜)矿床(点);中部多个层位出现黄铁矿化层和重晶石矿化层。在该段内已发现上庄坪等多个多金属硫化物矿床、矿(化)点。

(3) 板山坪—桑树坪区段:位于成矿带东段,长24 km。带内出露地层下部为火神庙组,上覆大庙组,表现为一向斜构造。沿向斜两侧和仰起端的火神庙组上部层位,呈带状分布着重晶石层和黄铁矿化层。该段已发现水洞岭、桑树坪等五个中、小型矿床和大量矿(化)点,它们严格受矿化层位的控制。

2.1.2 涧北沟—七潭金(银)成矿带

该成矿带西起卢氏魏王坪,东到内乡正南沟,长达170 km。该带位于大庙—青山复式向斜南侧,受高庄—南河店韧性剪切带的控制,沿带分布地层主要为火神庙组和大庙组,局部出现小寨组。区内已知有10余个矿床(点)和大量Au、Ag异常分布,是区内最为重要的贵金属成矿带。

该成矿带金银矿床属构造蚀变岩-石英脉型,受地层岩性和韧-脆性构造双重控制。矿化常与含黄铁矿硅质(糜棱)岩伴生,矿床(点)分段集中,自西向东可分为三个成矿区段。

(1) 魏王坪—白土堰区段:位于成矿带西端,长约14 km。区内出露地层主要为火神庙组,小寨组分布于南侧,北部出露有M型斜长花岗岩岩带。涧北沟、万沟等矿床(点)受地层和构造带双重因素控制。

(2) 高庄—湾潭区段:位于成矿带中段,长36 km。出露地层有火神庙组和大庙组,北部分布大面积燕山期花岗岩侵入体。高庄、梅子沟等矿床(点)均分布在火神庙组上部的火山碎屑岩内,层控特征明显。

(3) 万人洞—七潭区段:位于成矿带东端五垛山花岗岩体西部,长25 km。出露地层主要为火神庙组,次为小寨组。万人洞沟、许窑沟、大赵峪等矿(化)体主要受挤压破碎带控制,集中分布于岩体内、外接触带及其附近。

2.2 矿床类型划分

二郎坪地体块状硫化物型矿床可划分为铜—锌型矿床、铅—锌—铜型矿床、铁(铜)型矿床、金(银)矿床和黄铁矿层等五大类。

2.2.1 铅—锌—铜型矿床

该种类型矿床多表现为含多金属重晶石脉,产于酸性火山岩及其上部凝灰岩夹层中。矿石中重晶石和铅、金、银含量较高,矿石矿物成分复杂。桑树坪—水洞岭和上庄坪矿床均属此类。

桑树坪—水洞岭多金属矿床矿体赋存在火神庙组顶部,赋矿围岩为绢云石英片岩(变石英角斑质凝灰岩),含矿层处在青山向斜的仰起端,南翼的桑树坪矿段和北翼的水洞岭矿段在转折端两侧对称出现,且与曾家庄、小果子沟等矿床为同一层位(图2)。

水洞岭多金属矿床,目前已圈定8个矿化体,呈层状、透镜状产出,与围岩地层产状一致。含矿围岩上部是石英角斑质凝灰岩,下部为石英角斑岩。矿体上盘直接围岩为重晶石岩层,矿体本身与重晶石岩、硅质岩等热水沉积岩密不可分。主要金属硫化物为黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、

方铅矿，主要脉石矿物为重晶石和石英。矿石构造有块状、浸染状、条带状、脉状和角砾状，矿体中心部位多为块状或浸染状构造，上部多为条带状构造，而脉状和角砾状矿石往往分布在矿体的中下部。近矿围岩蚀变为硅化、绢云母化、重晶石化、绿泥石化等，重晶石化向矿体上部变强，硅化、绢云母化向下部变强。

矿石主要成矿元素为 Cu、Pb、Zn，伴生 Au、Ag，重晶石也可综合利用。矿体中矿石的品位变化较大，变化系数分别为铜 62%、铅 101%、锌 150%，金、银的变化系数更大。它们在垂向上的分布也有一定的规律性，地表及浅部铅大于铜和锌，向深部含铅量变低，而铜和锌含量升高，逐渐变为锌 > 铜 > 铅。

2.2.2 铜—锌型矿床

铜—锌型矿床与铅—锌—铜型矿床大同小异，一般产于石英角斑岩、石英角斑质凝灰岩中，或者石英角斑岩与细碧岩的接触带上。矿体呈透镜状，成群或斜列式分布，矿区范围内一般广泛发育指示火山喷气（流）成因的含铁硅质岩层。该类矿床以邻区桐柏刘山岩铜锌矿床为代表，区内仅有矿点出现。

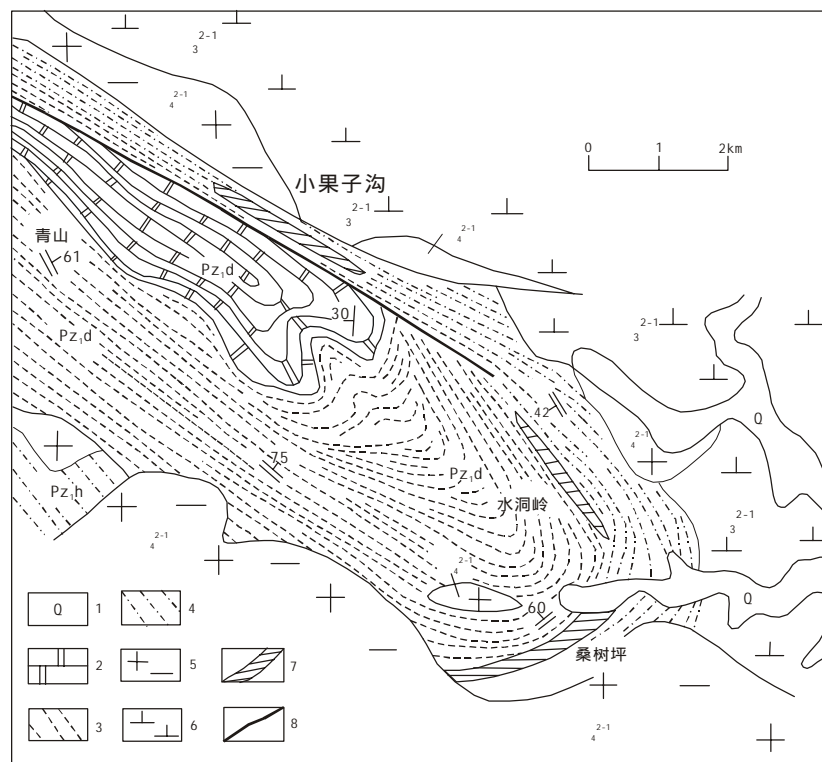


图2 桑树坪-水洞岭多金属矿带分布图^[5]

Fig.2 Distribution of polymetallic ore belt in Sangshuping-Shuidongling area
1. 第四系；2. 大理岩；3. 大庙组；4. 火神庙组；5. 花岗岩；6. 闪长岩；7. 赋矿层位；8. 断层

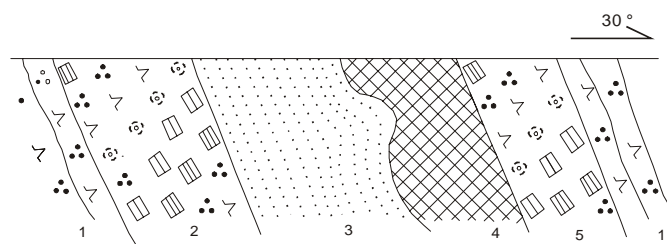


图3 刘山岩铜锌矿床矿体水平分带示意图

Fig.3 Sketch showing Cu-Zn orebody horizontal zone of Liushanyan deposit
1. 变石英角斑岩；2. 强重晶石化硅化黄铁矿化蚀变带；3. 浸染状矿体；4. 块状矿体；
5. 弱重晶石化硅化黄铁矿化蚀变带

刘山岩铜锌矿床赋矿地层为下古生界二郎坪群刘山岩组(二郎坪群地区为火神庙组)上部, 赋矿地层变石英角斑岩和火山岩角砾岩、硅质岩、凝灰质沉积岩构成火山喷发沉积韵律, 且矿石中夹有火山角砾岩及火山岩碎块等, 反映出块状硫化物矿床形成于火山活动喷发到间歇, 由间歇到喷发的过程中。有 K9、K10、K8、K12 四个主要工业矿体, 由北向南, 从上而下, 组成三个大致平行的矿带。K9、K10 矿体出露于地表; K8、K12 矿体属盲矿体, 顶端埋藏深度 30 ~ 350 m。矿石可分为团块状硫化物矿石和网脉状—浸染状硫化物矿石两大类。团块状硫化物矿石分布于矿体上盘, 与网脉状—浸染状硫化物界线清晰; 矿体边部及中下盘为网脉状—浸染状硫化物矿石, 与下盘围岩呈渐变过渡。在矿体顶部可见条纹状构造, 金属硫化物呈细纹状排列, 上细下粗, 显示了矿液原始沉淀的分层构造。

矿石金属矿物以黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、闪锌矿、方铅矿为主; 脉石矿物主要为重晶石、石英、钠长石、方解石。主要有益组分为 Cu、Pb、Zn、S 四种, 伴生有益元素有 Au、Ag、Ga、W、Ge、Se、Te、Mo 等 8 种。其中 Au、Ag、W、Ga 可综合利用。

矿体中金属组份轴向分带明显, 顶部为白色重晶石岩、硅质岩, 金属组份含量很少, 沿倾向向下约 5 ~ 10 米后, 形成富 Cu、Zn、Pb 矿体, 向下 40 米后, 逐渐显示贫 Cu、Zn、Pb 的特征。另外, 矿体横向分带现象明显, 顶盘为重晶石、硅质薄层, 依次为块状硫化物, 网脉—浸染状硫化物至底盘黄铁矿化变石英角斑岩(图 3)。

2.2.3 金银矿床

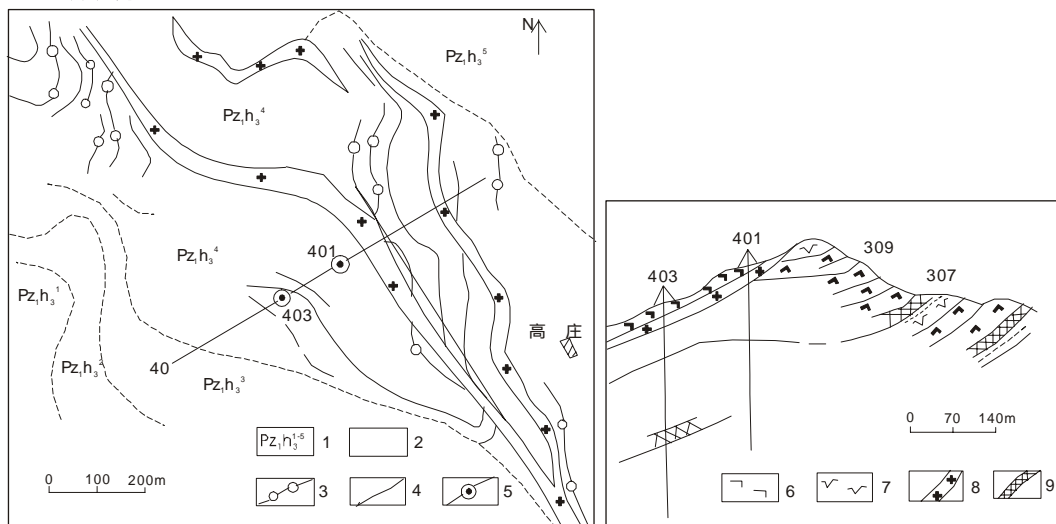


图 4 高庄金矿(东段)地质图及 40 线剖面图^[6]

Fig.4 The geologic map of Gaozhuang gold deposit and the sectional drawing of No.40 exploration line
1. 火神庙组上段, 分别为中酸性凝灰岩、变细碧岩夹角斑岩、变凝灰岩夹变细碧岩、变细碧岩夹凝灰岩、大理岩;
2. 石英斑岩; 3. 石英脉; 4. 含金石英脉; 5. 钻孔; 6. 细碧岩; 7. 角斑岩; 8. 流纹斑岩; 9. 含金石英脉

该类矿床分布于涧北沟—七潭金银成矿带, 围岩是火神庙组顶部变细碧岩、角斑岩夹凝灰岩, 与黄铁矿化硅质岩的关系密切。由于后期构造热动力作用, 岩石变质变形强烈, 矿体具有层控和构造控矿的双重属性。该类矿床主要为蚀变岩—石英脉型。石英脉型矿石金品位很高, 只有出现方铅矿化时才有较高的银品位。同位素研究表明, 其成矿物质仍来源于火神庙组火山岩, 与块状硫化物矿床一致。该类矿床以西峡高庄金矿为代表。

高庄金矿区内出露火神庙组上部变细碧岩、变石英角斑岩、变凝灰岩夹大理岩(图 4)。矿体分布于晚期初—脆性挤压破碎带内, 岩石普遍发生糜棱岩化。矿区已发现含金石英脉 30 余条, 其中规模较大的有 12 条, 呈脉状或似层状, 与构造面理产状一致。金矿体多呈斜列式产出或尖灭再现, 空间分布有一定的等距性。矿石有石英脉型和蚀变岩型两种, 矿石矿物主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿, 有用元素为 Au, 伴生组分为 Cu、Pb、Zn、Ag 等。围岩蚀变有黑云母化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化, 硅化与金矿化关系最密切。

2.2.4 铁(铜)型矿床

铁(铜)型矿床(点)大致沿卢氏汤河—西峡太平镇—南召河口一带分布, 多位于火山喷发

中心带内部或其北侧，南部很不发育。矿石类型主要有矽卡岩型、磁铁石英岩型、细碧岩型和大理岩型四种。

断树崖矽卡岩型铁铜矿的矿体不大，品位较富，主要矿石矿物为磁铁矿，次有黄铁矿和黄铜矿，自上而下，矿石中硫化物增多，铜品位逐渐变富；磁铁石英岩型矿体为似层状，品位稳定，但矿石较贫；细碧岩型矿床往往含有较高铜矿化，可形成独立铜矿床。

2.2.5 黄铁矿化层

黄铁矿化层发育于二郎坪群第二、第三旋回的末期石英角斑岩中。该层位延伸稳定、连续性好。其中黄铁矿的 Co/Ni 比值为 1.02 ~ 1.14，反映成矿物质来源于火山岩，黄铁矿的硫同位素特征与块状硫化物矿床一致^[5]。

二郎坪地体主要矿床的基本地质特征见表 1。

表 1 二郎坪群所含主要矿床的基本地质特征
Table 1 Geological characteristics of the main deposits in Erlangping Group

序	1	2	11	18	20	15	36	37
矿床	涧北沟	万沟	高庄	银洞沟	许窑沟	上庄坪	桑树坪	水洞岭
县名	卢氏	西峡	西峡	内乡	内乡	嵩县	南召	南召
规模	小	小	小	大	小	中	中	中
资源量	Au	0.6 t	1.0 t	2.8 t	1.7 t	3.444 t		
	Ag				2304 t		473 t	
	Cu						0.014 Mt	0.09 Mt
	PbZn				0.27 Mt		0.26 Mt	0.155 Mt
品位	Au	11 g/t	4.7 g/t	7.4 g/t	0.5-7.2g/t	12.4 g/t		0.48 g/t
	Ag			7.14 g/t	68-739g/t		93 g/t	33.4 g/t
	Cu			0.18 %			0.53 %	0.70 %
	Pb				0.5-7.4 %		6.35 %	0.41 %
	Zn				0.5-7.4 %		6.35 %	5.82 %
矿石矿物	自然金, 银金矿, 黄铁矿, 黄铜矿, 磁黄铁矿	自然金, 黄铁矿, 闪锌矿, 黄铜矿, 方铅矿, 磁黄铁矿	自然金, 银金矿, 碲金矿, 碲金银矿, 黄铁矿, 磁黄铁矿, 黄铜矿	银金矿, 辉银矿, 自然金, 方铅矿, 闪锌矿, 黄铁矿, 黄铜矿, 磁黄铁矿	黄铁矿, 黄铜矿, 镜铁矿, 菱铁矿, 闪锌矿, 方铅矿	闪锌矿, 方铅矿, 黄铜矿, 黄铁矿	黄铜矿, 斑铜矿, 闪锌矿, 方铅矿, 黄铁矿	黄铜矿, 斑铜矿, 闪锌矿, 方铅矿, 黄铁矿
围岩蚀变	硅化, 绢云母化, 绿泥石化, 碳酸盐化	硅化, 绢云母化	绿泥石化, 帘石化, 硅化, 碳酸盐化, 绢云母化	硅化, 绢云母化, 绿泥石化, 碳酸盐化	硅化, 绢云母化, 绿泥石化	重晶石化	硅化, 绢云母化, 绿泥石化, 重晶石化, 碳酸盐化, 金云母化	硅化, 绢云母化, 绿泥石化, 重晶石化, 碳酸盐化, 金云母化
时代	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	加里东期	加里东期	加里东期
数据来源	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(4)	(7)

注：表中资源量标准为 333+334₁ 资源量；资料来自：(1) 河南省卢氏县东涧北沟金矿勘探报告，(2) 河南省西峡县万沟金矿普查报告，(3) 河南省西峡县高庄金矿勘探报告，(4) 河南省内乡-南召地区银铅锌矿评价报告，(5) 河南省内乡县许窑沟金矿床勘探地质报告，(6) 河南朱阳关-湍源地区铅锌银矿评价成果，(7) 河南省南召县水洞岭铜铅矿区水洞岭矿段 7 ~ 19 线详查报告

3 成矿规律及找矿标志分析

3.1 成矿规律

二郎坪地体块状硫化物型金属矿床和矿点分布广，类型复杂，成矿物质同源，规律性强，且与火山—沉积作用时空关系密切，矿床总体形成于早古生代二郎坪弧后盆地发育阶段的海底喷流沉积作用，均与古生代活动大陆边缘成矿系统相关^[1]。区内的铜—锌型矿床、铅—锌—铜型矿床、铁（铜）型矿床、金（银）矿床和黄铁矿层等，在时间上，不同矿床（矿源层）形成于不同的火山活动阶段；在空间上，不同矿床（矿源层）分布于火山机构或沉积盆地不同部位。

3.1.1 矿床的层控性与火山活动演化的关系

在宏观上表现为有一定的矿化层位，反映出不同阶段的火山作用有着不同的成矿特征。二郎

坪群第一个火山旋回为大规模基性熔浆喷溢，形成了广泛分布的火山喷发熔浆型及“矽卡岩”型铁矿层和铁（铜）矿床；在第二、第三火山旋回的顶部，即基性 - 酸性火山活动的末期，形成铜 - 锌型、铅 - 锌 - 铜型硫化物矿床；在每一个火山旋回的强烈喷发末期，形成大规模的黄铁矿化层。

3.1.2 矿床的分带性与火山机构的关系

由于距火山喷发中心带的距离不同，火山作用方式和火山物质的迁移、分配方式存在差异，形成了矿床的横向分带。在近火山喷发中心带，发育铁（铜）矿床或铁矿层；距火山喷发中心带近距离的火山机构内，主要分布铜 - 锌型、铅 - 锌 - 铜型硫化物矿床。黄铁矿化层和硅质岩层分布很广，分带性不明显。

3.1.3 矿床类型与岩性关系

铁矿多发育在巨厚的基性熔岩中。铜 - 锌型和铅 - 锌 - 铜型火山成因块状硫化物矿床则多发育于酸性火山岩或酸性火山碎屑岩中。黄铁矿化层和硅质岩层的层位较多，大多与火山碎屑岩一起，夹持于熔岩之间或分布于火山碎屑岩中。

3.1.3 金银矿化与后期构造带的关系

同生期金银矿化仅表现为与多金属矿产伴生或形成矿源层，只有经后期构造热动力叠加方能形成独立矿床。区内金银矿床主要沿区域韧性剪切带分布，特别是 NW 向韧性构造带和 NE 向脆性构造带的构造叠加部位。该类矿床具有北西呈成带，等距分布的规律性。

3.2 找矿标志

二郎坪地体古生代活动大陆边缘成矿系统中的不同矿床类型，表现出不同的地质和物、化、遥异常特征。通过对典型矿床的研究，总结出主要矿床类型的找矿标志见表 2。

表 2 主要矿床类型找矿标志一览表

Table 2 List showing prospecting criteria for the main types of ore deposits			
找矿标志	铜铅锌矿床	铁（铜）矿床	金银矿床
地层层位	火神庙组上部、大庙组底	火神庙组中下部位	火神庙组上部
赋矿岩性	中、酸性火山碎屑岩，石英角斑岩	细碧岩，细碧玢岩	糜棱岩、构造片岩
构造部位	古火山机构附近，火山洼地	火山喷发中心两侧	韧性构造与脆性叠加
标志层	重晶石岩、硅质岩、黄铁矿化层	硅化、赤铁矿化层	硅质岩、黄铁矿化层
围岩蚀变	硅化、重晶石化、绢云母化、黄铁矿化	硅化、磁铁矿化、绿泥石化	硅化、绢云母化、黄铁矿化
元素组合	Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Ba 等	Cu、As	Au、Sb、As、Bi、Ag
化探异常特征	带状，元素组合复杂，强度高	组合简单，强度低	带状，强度较高
矿石物性	弱磁、低阻、高极化	强磁、低阻	高阻、中极化
物探异常特征	带状，低阻、强激电异常	带状、点状，强磁异常	带状，高阻、高激电
遥感影像特征	弧形、环形影像周边	不明显	线形影像交叉部位

4 找矿预测

4.1 成矿远景区的划分

通过对区内金属矿产成矿规律和找矿标志的综合分析，可将二郎坪地体划分为 6 个成矿远景区（图 5）。

4.2 各成矿远景区地质特征

(1) 陆家幔远景区：出露火神庙组的细碧岩、角斑岩、凝灰岩及黄铁矿化层、铁矿化层热水沉积岩，分布有 Cu、Pb、Mn、Sb 化探组合异常和带状航磁异常，遥感解译显示有线状、弧状构造，是寻找铅 - 锌 - 铜型、铁（铜）型矿床的有利地区。

(2) 上庄坪远景区：出露火神庙组和大庙组的角斑岩、角斑质凝灰岩及黄铁矿化层、铁矿化层、重晶石层、硅质岩层热水沉积岩，分布有 Cu、Pb、Zn、Ag、Au、As、Ba 元素异常和多点航磁异常，遥感解译显示有线状、环状构造，是寻找铅 - 锌 - 铜型、铜 - 锌型、铁（铜）型矿床的有利地区。

(2) 水洞岭远景区：出露火神庙组和大庙组的角斑质凝灰岩、大理岩及黄铁矿化层、重晶石层、硅质岩层热水沉积岩，分布有 Cu、Pb、Zn、Ag、Ba 元素化探组合异常和多点航磁异常，遥感解译显示有环状、弧状构造，是寻找铅 - 锌 - 铜型、铜 - 锌型矿床的有利地区。

(4) 涧北沟远景区：出露火神庙组和小寨组的角斑岩、云母石英片岩和黄铁矿化层、硅质岩层热水沉积岩，分布有 Au、As、Sb、Bi 化探组合异常和重力急变带，遥感解译显示有线性构造，是寻找改造（蚀变岩 - 石英脉）型金矿的有利地区。

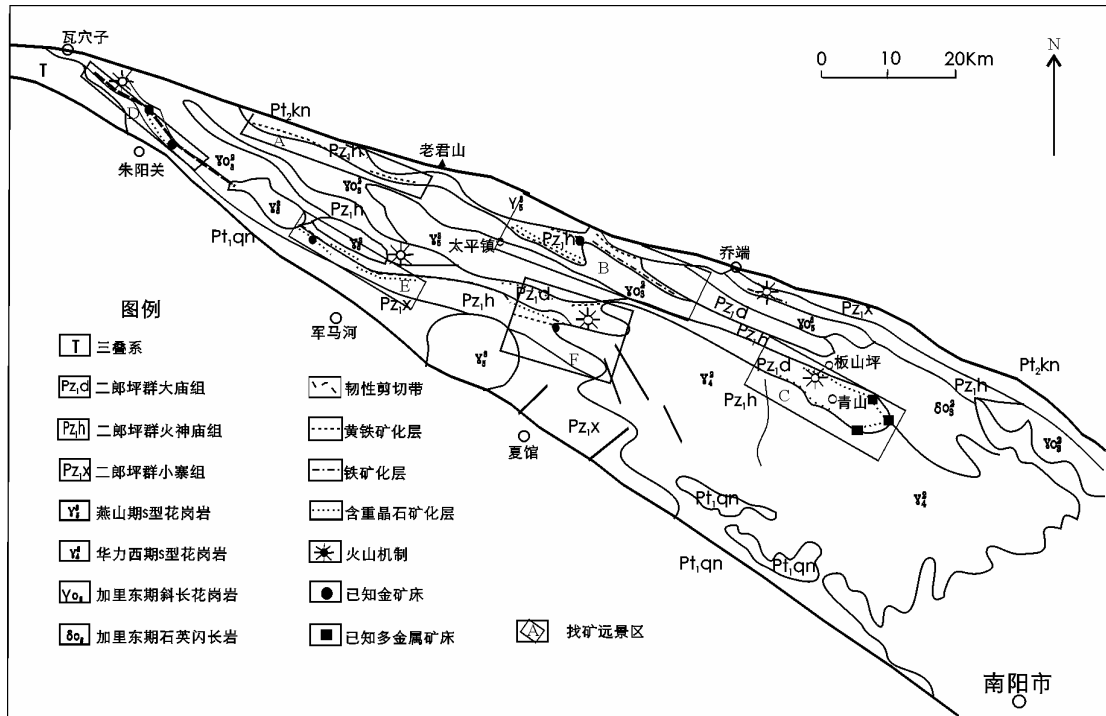


图5 二郎坪地区火山喷流成矿系列找矿预测图

Fig. 5 Exploration prognosis map of the volcanic metallogenic system in Erlangping area

表3 二郎坪地体火山喷流成矿系统找矿预测远景区基本特征一览表

Table 3 Characteristics of exploration prospects of the volcanic metallogenic system in Erlangping area

远景区 编号	A	B	C	D	E	F
远景区 名称	陆家慢远景区	上庄坪远景区	水洞岭远景 区	涧北沟远景 区	高庄远景区	湍源远景区
远景区 面积	160 km ²	250 km ²	126 km ²	60 km ²	120 km ²	240 km ²
主攻 矿种	多金属、铁(铜)	银、多金属、铁 (铜)、重晶石	银、多金属、重 晶石	金	金、银、铅	金、银、多金属
矿床 类型	铅-锌-铜型、 铁(铜)型	铅-锌-铜型、铜 -锌型、铁(铜) 型	铅-锌-铜型、 铜-锌型	改造(蚀变 岩~石英脉) 型	改造(蚀变 岩~石英脉) 型	铅-锌-铜型 改造(蚀变岩~ 石英脉)型
出露 地层	火神庙组	火神庙组、大庙 组	火神庙组、 大庙组	火神庙组、 小寨组	火神庙组、 大庙组	火神庙组、大 庙组、小寨组
主要 岩性	细碧岩、角斑 岩、凝灰岩	角斑岩、角斑质 凝灰岩	角斑质凝灰 岩、大理岩	角斑岩、云 母石英片岩	细碧岩、凝 灰岩、大理 岩	细碧岩、角斑 岩、大理岩、 云母石英片岩
热 水 沉 积 岩	黄铁矿化层、 铁矿化层	黄铁矿化层、铁 矿化层、重晶石 层、硅质岩层	黄铁矿化层、 重晶石层、硅 质岩层	黄 铁 矿 化 层、硅质岩 层	黄 铁 矿 化 层、硅质岩 层	黄铁矿化层、 铁矿化层、硅 质岩层
构 造 特 征	喷发中心带北 侧,单斜构造、 有火山机构存 在	喷发中心带北 侧,单斜构造、 有火山机构存 在	喷发中心带 北侧,向斜构 造、有火山机 构存在	喷发中心带 南部、单斜 构造、韧性 剪切带	喷发中心带 南部、单斜 构造、韧性 剪切带	喷发中心带南 部、复式褶皱、 脆韧性构造带 叠加
地化异 常主要 元素组 合	Cu、Pb、Mn、 Sb	Cu、Pb、Zn、Ag、 Au、As、Ba	Cu、Pb、Zn、 Ag、Ba	Au、As、Sb、 Bi	Au、Ag、As、 Sb、Bi	Ag、Au、Cu、 Pb、Zn、As、Sb
物探异 常特征	带状航磁异常	多点航磁异常	多点航磁异 常	重力急变带	重力急变带	重力急变带

遥感解译特征	线状、弧状构造	线状、环状构造	环状、弧状构造	线性构造	线性构造、交叉构造	环状、弧状、线性构造
相对找矿前景	小	大	较大	小	中	大
找矿难度	大(以往工作程度低)	中(以往工作程度低)	小(以往工作程度高)	中(以往工作程度很高)	中(以往工作程度很高)	(以往工作程度较高)

(5)高庄远景区：面积 120 km²，位于喷发中心带南部韧性剪切带上，出露火神庙组、大庙组细碧岩、凝灰岩、大理岩和黄铁矿化层、硅质岩层热水沉积岩，分布有 Au、Ag、As、Sb、Bi 化探组合异常和重力急变带，遥感解译显示有线性构造、交叉构造，是寻找改造（蚀变岩 - 石英脉）型金、银、铅矿的有利地区。

(6)湍源远景区：面积 240 km²，位于喷发中心带南部复式褶皱、脆韧性构造带叠加部位，出露火神庙组、大庙组、小寨组细碧岩、角斑岩、大理岩、云母石英片岩和黄铁矿化层、铁矿化层、硅质岩层热水沉积岩，分布有 Ag、Au、Cu、Pb、Zn、As、Sb 化探组合异常和重力急变带，遥感解译显示有环状、弧状、线性构造，是寻找铅 - 锌 - 铜型、改造（蚀变岩 ~ 石英脉）型金、银矿的有利地区。

各找矿预测远景区基本特征表 3。

5 结论

早古生代时期，秦岭洋向北俯冲，华北陆块被动陆缘转化为活动陆缘，在拉张环境下形成了二郎坪弧后裂谷盆地，早期形成了厚度大于 2 000 m 的海相火山沉积建造，形成了一系列的块状硫化物型矿床：在裂隙喷溢源的近旁及两侧卢氏汤河—西峡太平镇—南召河口一带形成了铁(铜)型矿床(点)；在火山喷溢的中晚期远离喷溢源的内乡河湾 - 南召桑树坪 - 卢氏丹矾窑等地形成了水洞岭、上庄坪等铅—锌—铜、铜—锌型矿床(点)；火山喷溢的末期，即火神庙组顶部和大庙组底部形成金银矿化矿源层，在 NW 向和 NE 向构造叠加的涧北沟—七潭一带形成金银矿床(点)；至晚古生代，在残余洋壳的基础上又一次拉张作用形成了一狭长的裂隙海槽，堆积了小寨组火山碎屑沉积建造，富金属热卤水强破碎的火山通道和同生断裂沉积形成热水沉积岩和银铅(锌、金)型矿床，如银洞岭银铅矿床和桐柏地区(邻区)的破山银铅矿床、银洞坡金铅矿床。总体看，区内内生金、银、铁、铜、铅、锌矿的形成均与古生代海底火山喷流作用有关，同属古生代活动大陆边缘成矿系统，因此，结合二郎坪岩群复杂的火山作用和岩相分带，研究古生代岩相古地理特征，在二郎坪地体寻找金、银、铁、铜、铅、锌矿床具有重要意义。

致谢：本文在撰写过程中河南省地质调查院燕长海教授级高级工程师、河南省地质矿产勘查开发局焦守敬教授级高级工程师、河南省地质调查院苏小岩工程师给予指导和帮助，在此一并表示感谢！

参考文献

- [1] 燕长海. 东秦岭铅锌银成矿系统内部结构[M]. 北京：地质出版社，2004，25-26，46-47
- [2] 张静，陈衍景，李国平，等. 河南内乡县银洞沟银矿地质和流体包裹体特征及成因类型[J]，矿物岩石，2004，24(3)：55 - 64.
- [3] 胡受奚，林潜龙，等. 华北与华南古板块拼合带地质与成矿[M]. 南京：南京大学出版社，1988，489-511.
- [4] 张国伟，张本仁，袁学诚，等. 秦岭造山与大地动力学[M]. 北京：科学出版社，2001，519-558.
- [5] 王铭生，宋峰，刘铁，等. 二郎坪群、宽坪群金银矿成矿预测研究报告. 河南省第一地质调查队，1991.
- [6] 李庆恒，江和中，马庚杰，等. 河南省高庄金矿勘查报告[R]. 河南省第四地质调查队，1992.
- [7] 宋峰. 东秦岭二郎坪群蛇绿岩中的火山成因块状的硫化物矿床[J]. 华南地质与矿产，2000,16(1): 63-68.

Metallogenic Deposit Regularity and Prospecting Prediction of the Massive sulphide deposits in Erlangping Terrain, East Qinling

王建明

Wang Jianming^{1, 2}

(1. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, China; 2. The First Geologic Exploration Institute of Exploration & Development Bureau of Geology and Mineral Resources, Nanyang 473056, China)

Abstract: Located between Waxuezi Fracture and Zhuyangguan-Xiaguan Fracture, the Erlangping Terrain in East Qinling, mainly consists of volcano-sedimentary formation formed under the environment of Early Paleozoic back-arc basin and granitic intrusive since Paleoproterozoic. According to the latest geologic survey, the Erlangping Terrain contains massive sulphide deposits such as silver, gold, copper, lead and zinc, becoming a new mineral concentration area. The article summarizes the investigation achievements of the resources in recent years. The deposits can be divided into five types: copper-zinc deposit, lead-zinc-copper deposit, iron (copper) deposit, gold (silver) deposit and pyrite bed. They are characterized with the consanguinity of metallogenic materials, have a close relation with the space-time of volcano-sedimentary process and forms in the mass because of sedimentation of submarine spout during the formation of Erlangping back-arc basin in Early Paleozoic, which is related with metallogenic system of Paleozoic active continental margin. According to the formation, development and evolution of the metallogenic system, the author summarizes the space-time distribution regularity and prospecting criteria of mineral deposits, and suggests that there is a great potential resource in Erlangping Terrain and offers six prospects of exploration prognosis.

Key words: East Qinling ; Erlangping Terrain ; Mineral deposit ; Metallogenic regularity ; Exploration prospecting