

湖北省陨西县三天门金多金属矿区控矿条件 与成矿规律*

李己华, 吴继承, 李永光, 李太兵

(中国人民武装警察黄金技术学校, 湖北 襄樊 441002)

摘要 在分析岩相古地理、地层建造及岩石类型、构造、岩浆岩、风化剥蚀等控矿条件与成矿的关系的基础上, 总结了三天门金多金属矿区在时间与空间上的成矿规律, 建立了该矿区区域及矿区容矿岩系成矿模式, 指出了下步的找矿方向, 为该区进一步找矿提供理论指导。

关键词 地质学; 三天门矿区; 金多金属; 控矿条件; 成矿规律; 湖北陨西

1 区域地质概况

湖北省陨西县三天门金多金属矿区的大地构造单元隶属秦岭褶皱系的南秦岭印支褶皱带上, 金鸡岭复向斜(三级)南翼东段, 山阳—凤镇断裂南侧, 公馆—十堰断层北侧, 东临武当山复背斜之北西倾伏端(王世忠等, 1997)。

区内主要发育上古生界地层(胡宁等, 2001; 梅志超等, 2000), 其中上泥盆统南羊山组为一套细碎屑岩, 代表典型的浊流相沉积, 冷水河组为白云质灰岩系潮坪相沉积, 下石炭统袁家沟组为一套中厚层含燧石结核生物碎屑泥晶灰岩, 代表浊流相沉积, 郧西岭组主要为一套含碳灰岩, 富含生物化石, 系滨崖岸沼泽相沉积。地表未见岩浆岩出露, 近东西向褶皱和东西向、北西向断层较发育。矿床(点)分布受褶皱(地层)和断层构造的控制, 另外, 区内金、银、锑、铅、锌、砷、汞、铜异常发育, 元素异常叠加套合处, 常是东西向和北西向断裂的交汇地段, 显示该地区具有良好的找矿前景。

2 矿区地质特征

矿区出露的地层为上古生界的泥盆系和石炭系(图1), 各地层之间为整合接触。泥盆系主要有上泥盆统冷水河组(D_3l)和南羊山组(D_3n), 冷水河组主要分布于研究区中部罗家山背斜核部, 呈东西向狭长展布, 为一套潮坪相沉积, 主要岩性为白云质灰岩、泥质岩及细碎屑岩。南羊山组主要分布于矿区中部及南部, 出露较广, 由泥质岩、碳酸盐岩及少量碎屑岩组成, 有轻微变质作用, 泥盆系为矿区主要含矿层位。石炭系主要为下石炭统, 自下而上分为袁家沟组(C_{1y})、郧西岭组(C_{1yn}), 在矿区分布较广泛, 常构成金鸡岭复向斜各级次级倒转向斜之核部, 由泥质岩、碳酸盐岩及少量碎屑岩组成, 富含生物化石, 且分带清楚。

*本文得到刑警黄金指挥部地质专项基金资助项目(hjxx200701)的资助

第一作者简介 李己华, 男, 1969年生, 硕士, 副教授, 主要从事金矿地质研究和教学工作。Email:ljh_wj43@sina.com.cn

矿区构造发育，褶皱、断层一般呈线性分布。矿区主体褶皱为四峡口—上津褶皱束的四峡口—药树坪倒转向斜，由四个次级褶皱构成，分别为桃园倒转向斜、罗家山背斜、刘家院倒转背斜、后印背斜。矿区内各方向断裂构造均较发育，主要包括北西向、近东西向及北东向。印支期以北西向及北东向断裂为主，而燕山—喜马拉雅期则发育近东西向断裂。

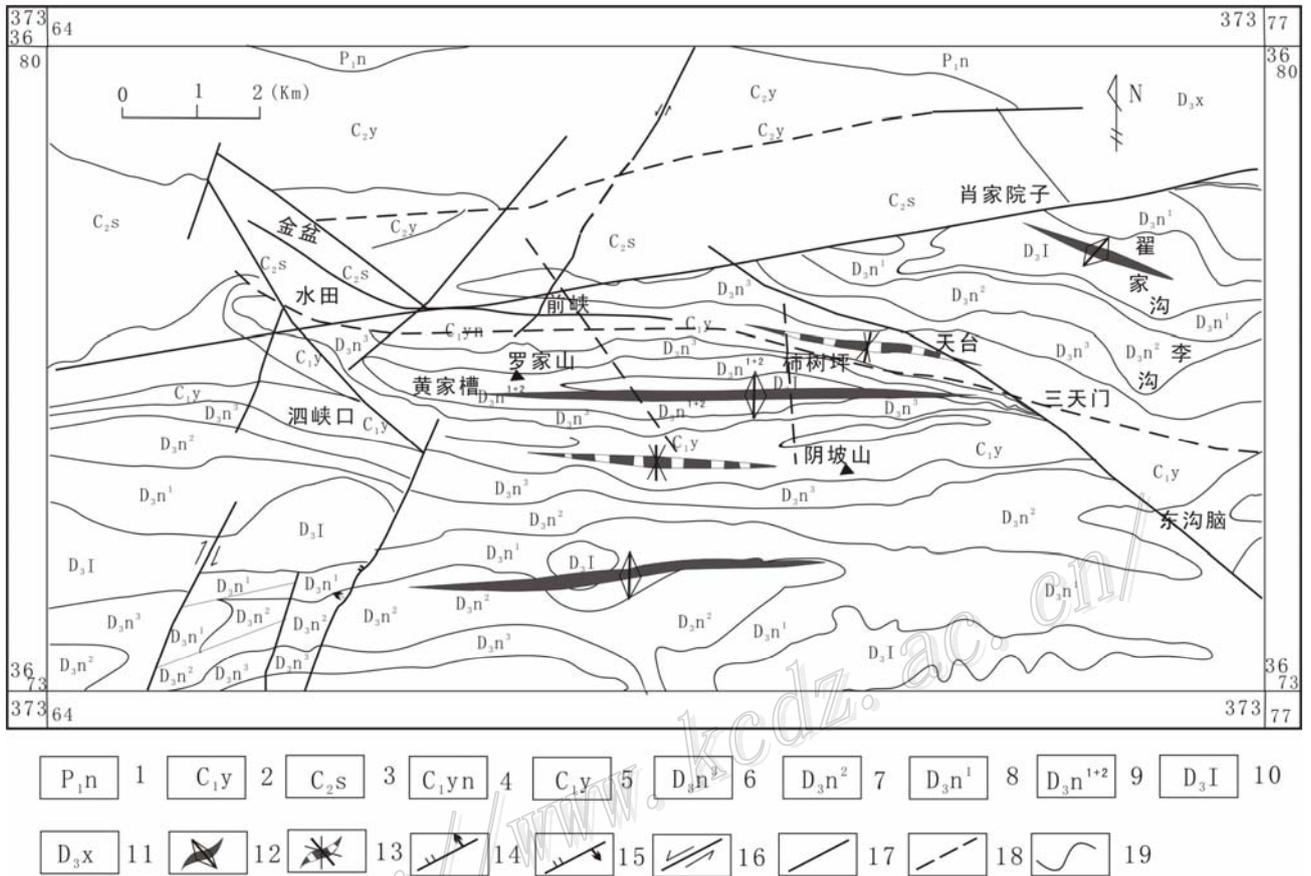


图1 三天门矿区地质图

1—二叠系下统南沟组；2—石炭系上统羊山组；3—石炭系上统四家庄组；4—石炭系上统郟西岭组；5—石炭系下统袁家沟组；6—泥盆系南羊山组上段；7—泥盆系南羊山组中段；8—泥盆系南羊山组下段；9—泥盆系南羊山组中-下段；10—泥盆系冷水河组上段；11—泥盆系冷水河组（未分）；12—背斜；13—向斜；14—实测正断层；15—实测逆断层；16—实测平移断层；17—实测性质不明断层；18—推测性质不明断层；19—地质界线

矿区岩浆岩不发育。但矿区北部沿商丹断裂带发育众多岩体，矿区南边有武当变火山岩组。遥感解译的环形构造也显示矿区深部有隐伏岩体存在。因此，岩浆岩对矿区成矿的贡献也不容忽视。笔者在高桥坡地区调查时，发现一条脉岩矿化体，经薄片鉴定为钠长岩脉，粗粒结晶结构，块状构造，主要矿物为钠长石，粒径集中在0.3~6.0 mm。钠长石以半自形-自形为主，无色，负低突起，最高干涉色I级黄，可见条纹，多数颗粒中包裹有细粒石英颗粒，沿着矿物边界或内部局部地方出现少量绢云母，为后期作用的产物。

矿区岩石仅经受了轻微的区域变质作用，经薄片鉴定，在水田矿段中发现有轻微蚀变大理岩，但总体来说，原岩沉积结构、构造清晰易辨认。

三天门矿区自西向东可划分为水田矿段、黄家槽矿段、柿树坪矿段、天台矿段，已发现矿脉24条，提交金资源量5601 kg。矿体呈透镜状、脉状、扁豆状、似层状。

矿石中金属矿物成分主要为超微细金、黄铁矿、毒砂、褐铁矿，在水田、黄家槽、天台等矿脉中还见

有浅色闪锌矿、金红石、石墨、沥青，在阳坡山、灰沟等矿脉中见有辉铋矿、闪锌矿、黄铜矿、铜蓝等，在黄家沟、高桥坡等金铋矿点中见有辉银矿、辉铋矿、铋华、铋锗石、辉铜矿，脉石矿物有水云母、方解石、石英、白云石等，副矿物有白钛石、锆石等，在高桥坡铋金矿中见钠长石。矿石结构主要有碎裂结构、自形-半自形结构、他形粒状结构、骸晶结构、压碎结构、交代结构、网脉状结构、霉菌状结构以及含粉砂泥质结构、生物碎屑结构、泥晶结构。矿石构造主要有浸染状构造、脉状构造、纹层状构造。

围岩蚀变主要为硅化、方解石化，次为黄铁矿化、毒砂化、绢云母化、碳化，次生蚀变有褐铁矿化、高岭土化。

3 控矿条件

3.1 岩相古地理对成矿的控制

秦岭泥盆系主要分布在南秦岭，在北秦岭仅有零星分布（胡宁等，2001；梅志超等，2000）。按照地层与沉积特征可以将南秦岭自南向北分为南、中、北三个构造-沉积作用带，而三天门矿区位于中带。

中带位于山阳-凤镇断裂与安康断裂之间。按照泥盆纪地层发育的状况和沉积特征可以镇安—板岩镇断裂将其细分为南部的旬阳盆地和北部的镇安盆地两个小区。中-下泥盆系主要见于旬阳地区。中泥盆世晚期地层向盆地周缘大规模超覆，镇安地区才接受沉积。上泥盆统则显示出明显的不同。下统是一个冲积扇/河流体系向局限海演化的序列，主要分布于旬阳仁河-双河镇断裂两侧范围不大的地区。早期的冲积扇体系仅限于断裂以北，并呈楔形体向北减薄，显示盆地的半地堑特征。至中-上泥盆世早期，沉积范围迅速扩大到全盆地，广大地区为硅质碎屑—碳酸盐岩混合陆棚占据。在旬阳盆地沉积厚度通常为2000m左右，向南厚度逐渐减薄，海滩砂岩的比例却逐渐增大，显示盆地南部为一平坦的缓坡地形。向北地层厚度逐渐增大，石灰岩减少，至盆地北缘出现扇三角洲，地层厚度达3000m以上。这种反映盆地沉降速率北大南小的箕状充填形态和北部粗粒近源沉积组分集中的现象，指示盆地北缘边界受断裂控制。晚泥盆世后期，因中部的镇安—板岩断裂的影响，盆地的环境格局发生显著变化。断层南侧为广阔的碳酸盐岩台地，地层厚度只有300~400m；而北侧则突然陷落为深水沉积盆地，厚度达2000~3000m。硅质碎屑物主要来源于北部古陆，到板岩镇断裂附近又转向东流。盆地北缘晚泥盆世早期的二台子组的浅水碳酸盐岩建也因边界断层活动陷落为深水环境结果，使北部镇安盆地成为典型的地堑。具体表现到金龙山矿区（旬阳盆地北侧，已发现的一个特大型金矿）和三天门矿区（旬阳盆地南侧）来说，金龙山矿区石炭纪袁家沟组和泥盆纪南羊地层厚度明显要大于三天门矿区，从矿床地质特征来看，袁家沟组和南羊山组为金矿主要赋矿层位，从这种观点出发，金龙山矿区金矿体的埋深要大于三天门矿金矿体的埋深。

3.2 地层建造及岩石类型组合对成矿的控制

研究区中出露的主要为上泥盆系和石炭系地层，区内规模较大微细浸染型金矿床（点）（水田、赵家台子、黄家槽、柿树坪、天台、阴坡山、东沟脑、张家沟）和金铋矿床（点）（阴坡山、灰沟）主要产在泥盆系南羊山组中，少量产在石炭系袁家沟组地层中。现在发现矿床（点）的直接围岩主要为泥盆系上统南羊山组薄层灰岩夹钙质页岩、粉砂质泥岩和下石炭统袁家沟组为含燧石结核生物碎屑泥晶灰岩，这些岩石本身金背景值不高（小于 1×10^{-9} ），但在局部形成矿床（点），说明金成矿与金初始富集关系不密切，有其特殊的成矿机理，笔者研究后初步认为由于该地层中有大量碳酸盐矿物易溶解，粉砂质岩石致使岩石多孔，有利于溶液流通，进而促进了金的活化和集中。岩石中又常含炭质和粘土质矿物，对吸附和富集金又有很大作用，因而这类岩石尽管金含量不高，但在后期热水溶液作用下，在有利地方可形成矿床。

3.3 构造对成矿的控制

3.3.1 研究区构造分期

研究区控矿构造具有区域性的褶皱式脆-韧性、韧-脆性剪切变形构造的特点，并以变形序列的阶段性特点，划分出4期构造变形。

研究区范围内的第一期构造变形为区内延伸的短轴背斜、向斜褶皱构造，罗家山背斜是主要代表。在此次褶皱过程中，在层间滑动面产生绢云母、方解石、黄铁矿等的轻度重结晶。在轻度重结晶黄铁矿中偶见有同生沉积成岩生物成因结构的残留。

在区域褶皱变形递进的第二期构造作用中，由于应力集中及其强烈的垂直剪切作用，在短轴背斜两翼发育层间褶皱。此阶段以细碎屑岩比例较高的岩段较碳酸盐岩高的岩段变形强。

第三期构造变形为韧—脆性变形，较前两次变形范围小。在第二期褶皱变形的基础上，于褶皱两翼发育破劈理式构造变形，核部发育轴面劈理、面理置换及横张节理等联合组成的较宽的破碎带，伴生的蚀变矿化往往重叠，从而提高构造破碎带的矿化品位。

第四期构造以脆性断裂为特征，发育于前三期变形上部和边缘，分布为北西向、北东向及近南北向的断裂和节理密集带。本期构造伴随的矿化组合含金性较差，以铋矿化为主。

3.3.2 褶皱构造对成矿的控制

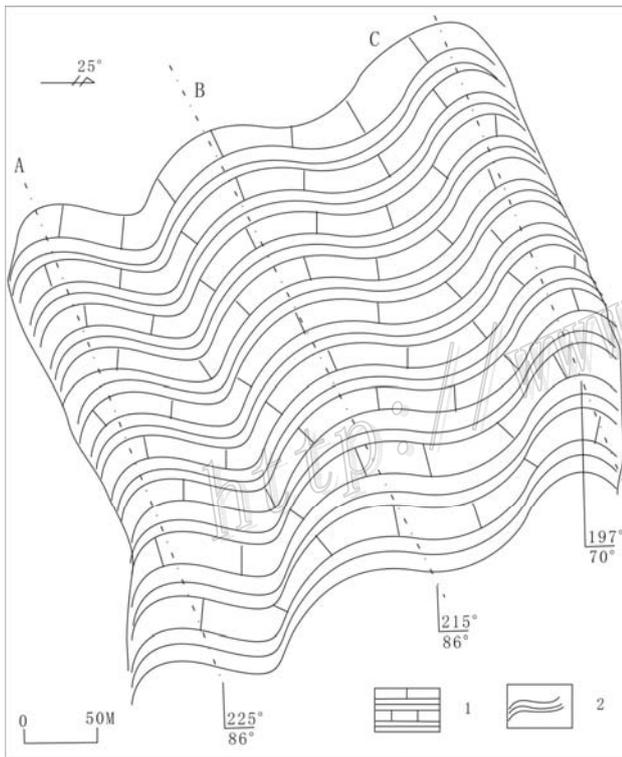


图2 观花坪褶皱构造控矿素描图(图中A、B、C为褶皱轴面)

1-薄层灰岩(有矿化), 2-蚀变硅化页岩(达边界品位)

研究区褶皱呈现多期叠加现象。褶皱控制的矿体在张家沟和水田、观花坪地区(图2)都能见到。褶皱构造控制的矿体,一般地表矿化较好,为民采对象,但由于矿体规模与褶皱规模密切相关,而且随着褶皱产状的变化矿体赋存空间也会发生变化,总体来说,这类矿体在本区不会有太大规模。

3.3.3 断裂构造对成矿的控制

(1) 研究区大断裂对成矿的控制。研究区内较大断裂主要为一系列近东西向和近南北向的断裂,研究区发现的矿化较好、规模最大的矿床(点)基本上处于这两组断裂的交汇部位。这两组断裂两边的岩石破碎程度高,岩石渗透性好,形成了良好的导矿构造,使矿液在其后的次级容矿构造中沉淀富集。

(2) 北东、北西向断裂对成矿的控制。研究认为,矿区的北东向与北西向断裂为共轭的同期断裂,北西向断裂发育且规模较大。北东向的断裂断面向北西陡倾,其性质早期逆冲,后期为张裂,兼有左行平移性质。其分支断裂和羽状裂隙系统十分发育,地貌上常形成地堑式帚状或束状构造洼地,由于上述的断层性质及伴生构造的发育,使该组断裂的含金性较好,矿区的1号、7号等矿脉就是该组断裂控制形成的较

富矿体。北西向断裂断面向南西陡倾,与北东向断裂性质一致,断裂的含金性较好,矿区的6号脉(图3)、9号脉是本区的较富矿体,深部还出现铋矿化。总体认为北东、北西向两组断裂是本区成矿前景较好的两组断裂。

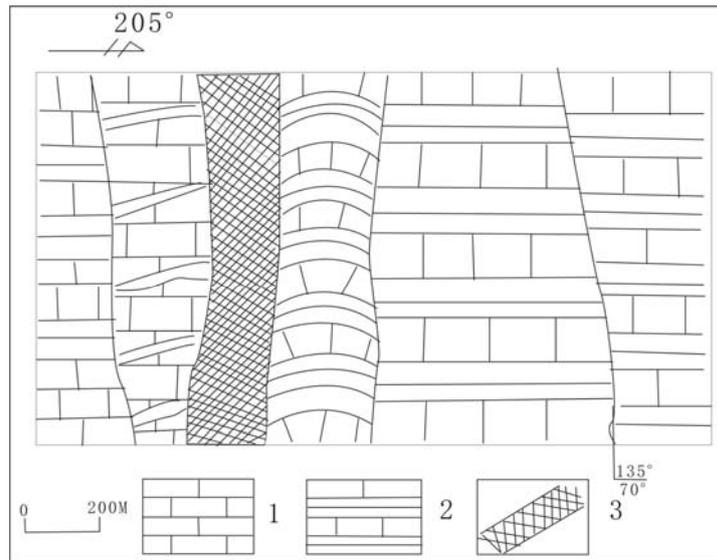


图3 水田6号脉矿化分带素描图

1—薄层灰岩（有矿化显示）；2—薄层灰岩夹页岩（达边界品位）；3—富矿体

(3) 近东西向断裂对成矿的控制。通过构造填图研究，近东西向断裂在本区也有，主要发育在厚层页岩、砂岩中，一般产状较陡，倾向南，张裂特征明显，有较强的硅化、褐铁矿化，金矿化较好，并有较好的锑矿化，发现的灰沟矿点、里彪池矿点就属于这组断裂控制。

(4) 断裂构造的复合及透入性破裂对金的富集的影响。研究区内不同方向的构造交汇部分可以产生较好的矿化，如水田、灰沟等矿床（点），同时节理、劈理集中处，金矿化也相对富集。

3.4 岩浆岩对成矿的控制

前已述及，我们这次研究，首次在三天门矿区发现了矿化钠长岩脉，主要金属硫化物有辉锑矿、闪锌矿、黄铁矿，经取样分析，Au含量为 0.13×10^{-6} 、Ag含量 13.6×10^{-6} 、Sb含量 1.06%，说明钠长岩脉本身就是一多金属矿化体。对矿区的1号脉、6号脉、7号脉矿石进行了H、O同位素测定， δD 值变化范围-64.1‰~124.4‰， $\delta^{18}O$ 值变化范围-6.96‰~1.34‰，说明O同位素 $\delta^{18}O$ 及H同位素 δD 值变化范围较大，这一特征反映了成矿流体在迁移过程中不同成矿阶段的同位素组成不一，亦反映了成矿流体并非同一来源，经投影，投影点落在岩浆与大气降水之间和浅成低温热液金矿床区域，这表明本区成矿流体主要是岩浆热液与大气降水的混合流体。因此认为，矿区岩体不仅为成矿提供了热液，同时脉岩本身可能就是矿体。

3.5 风化剥蚀对矿床的控制

研究区从西到东可分为水田、黄家槽、柿树坪、天台等几个金矿床，表面上看只是一个等距性的问题，但经综合研究发现，水田金矿床主要出露在石炭系袁家沟和泥盆系南羊山组，地表袁家沟 Au 品位比南羊山组要高，黄家槽金矿主要出露在泥盆系南羊山组，Au 品位中等，柿树坪金矿出露在泥盆系南羊山组和冷水河组，Au 品位较低，天台金矿床出露在石炭系袁家沟和泥盆系南羊山组中，据鄂西北地质队资料 Au 品位较高。这种现象表明，研究区内从袁家沟组到南羊山组再到冷水河组所赋存矿床 Au 品位是逐步降低的。因此对研究区内，剥蚀程度越高的地区，矿床的埋藏越浅，Au 品位也越低，所以在罗家山背斜中部出露冷水河组地层中寻找有利金矿的可能性不高，本区要寻找好的微金矿床要在南羊山组与袁家沟中进行。

4 成矿规律

4.1 矿床时间演化规律

早泥盆世(胡宁等 2001),华北板块与扬子板块对接,在薄硅-铝壳基底上诱发形成裂陷海盆,沉积了一套细碎屑岩-碳酸盐岩建造。由于基底同生断裂多次活动,出现地壳局部高热流值背景,为深部循环水体提供热源,加热的深循环水在其循环过程中,与深部富含 Au、Ag、Pb、Zn 多金属岩石相互作用,形成富卤离子和金属元素的高盐度含矿热卤水。含矿热卤水沿同生断裂上升喷至海底,因热卤水温度、密度和盐度的差异出现不同成矿过程,其中密度大于海水的热卤水流入海底洼地参与沉积过程,原地形成泥岩细碎岩中层状铅锌矿;密度较底而温度较高的热卤水与海水混合,密度增大,混合物下沉并沿坡流动,在碳酸盐洼地形成同生矿层,后经成岩、浅变质作用改造,形成于碳酸盐、碎屑岩中的铅锌矿、铋矿、金矿、银矿。

通过野外大量矿床(点)的调查,结合分析区域资料,认为研究区内各时代地层含矿性具体表现为在上泥盆南羊山组—石炭系下统袁家沟组中以 Au、Ag 为主,上泥盆冷水河组中以 Sb 矿为主,中、下泥盆中以 Pb、Zn 矿为主。

4.2 矿床空间分布规律

(1) 矿床的分带性特点

研究认为,三天门矿区由南向北可根据厚层灰岩与薄层灰岩及页岩、砂岩的互层关系,将矿化分成不同的成矿带。具体划分应该在进一步进行厚层灰岩填图的基础上进行,一般两层厚层灰岩之间为一个带。据此,可把一个带内的矿化脉进行重组,有利于将矿床做大。比如,对天台地区的一系列矿脉,不管哪个方向的作为一个近东西向的整体研究,将有可能成为一个大的蚀变带同时,对水田、黄家槽、柿树坪等地一些蚀变现象也纳入近东西向的带来研究,而不是一味地去考虑断层穿过厚层灰岩,将有可能有新的发现。

(2) 矿床(点)等距性展布特点

对于上述根据厚层灰岩来划分矿带后,同一个带来说,矿化具有明显的等距性分布特点。从野外调研结果看,本区矿床(点)间距一般为 1 000 m。

(3) 矿化类型分带

三天门矿区矿化元素组合也存在分带性,经研究,从西到东划分为 HgAu 矿化、Au 矿化、AuSb 矿化、SbAu 矿化。

4.3 成矿模式

本文在借鉴王世忠等总结的金龙山矿区成矿模式(王世忠等,1997;韦昌山等,2002)对鄂西北成矿研究的基础上,研究认为三天门金铋多金属矿床区域的成矿模式(图 4)为:早泥盆世开始,华北板块与扬子板块对接,在薄硅铝壳基底上诱发形成裂陷海盆,沉积了一套细碎屑岩-碳酸盐岩建造。印支期南秦岭褶皱造山伴随大规模构造岩浆活动,到燕山期秦岭地区由北向南一系列逆冲推覆运动伴随强烈的构造岩浆活动。这两次大的岩浆活动使古生代地层形成复杂的褶皱、断裂构造、浅变质作用,岩浆水及变质水向上移动,沿途与不同层位的建造水、地下水混合,萃取基底、盖层中的成矿组分(Au、Ag、Sb、Pb、Zn、Cu),溶解地层中的 Ca、C、Fe、Si 等形成含矿溶液运移到合适的构造部位沉淀成矿,中、下泥盆中以 Pb、Zn 矿为主,上泥盆冷水河组中以 Sb 矿为主,上泥盆南羊山组、石炭系下统袁家沟组中以 Au、Ag 为主。对于上泥盆南羊山组来说,在浅变质的页岩、粉砂岩中多形成浸染状、细脉状黄铁矿、石英脉,其中发育的断裂带有较好矿化,易形成富的 Au、Sb 矿体,矿脉以东西向为主;在薄层灰岩中多形成受断裂构造控

制的脉型黄铁矿、细方解石脉、少量石英脉，矿化亦较好，主要形成微金矿床，矿脉以北东、北西向为主；在厚层灰岩中多形成厚大网脉状方解石脉，有矿化，但不易形成工业矿体。

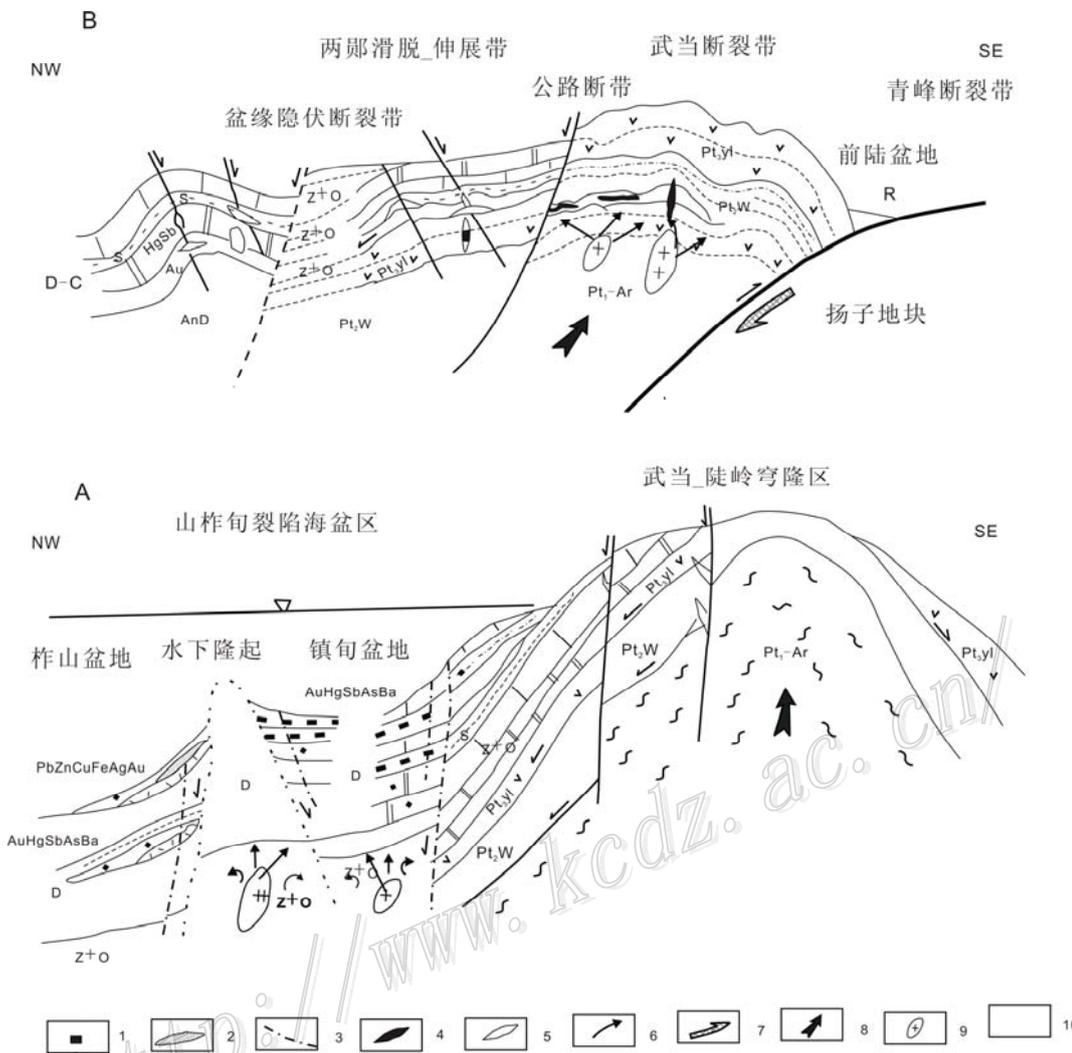


图 4 三天门矿区区域成矿模式图 (据胡宁等, 2001, 修改)

A. 泥盆纪同生沉积成矿期 (盆缘同生断裂控矿); B. 印支-燕山期碰撞造山成矿期 (构造岩浆改造叠加富集)。1—矿源层; 2—同生沉积矿床; 3—同生断裂; 4—中深成热液矿床; 5—浅成热液矿床; 6—流体运动方向; 7—板块俯冲方向; 8—块体仰冲或隆升方向; 9—隐伏花岗岩体

5 下步找矿方向

通过对三天门矿区控矿条件与成矿规律研究，认为矿区下步找矿方向为：

(1) 三天门矿区要进一步的工作，必须进行重点突破。第一，用钻探加快对水田 6 号脉的深部探矿，真正摸清薄层灰岩与厚层灰岩接触带上的矿化类型和变化规律。第二，用钻探或坑道对天台地区阴、阳坡山上各矿脉的上金下锑规律进行深部揭露，确实弄清是否存在这种变化规律。

(2) 加强面上工作。不能仅局限于罗家山背斜，要全区域地开展地质填图和物化探工作。利用填图、槽探、物化探工作加强对水田地区、螺丝庄地区、肖家院子、灰沟地区的面上研究。

(3) 加强含矿岩性的研究。调研中发现研究区含矿岩系主要有薄层灰岩夹页岩和弱蚀变石英砂岩两种，通过研究认为薄层灰岩夹页岩中的含矿构造的矿化可与金龙山矿田中的金龙山矿段类比，而厚大弱蚀

变石英砂岩中的含矿构造矿化可与金龙山矿田中的丘岭矿段类比。

(4) 加强矿区外围找矿。通过调查认为矿区外围东边的黄家槽—高桥坡一带, 西边的里彪池—油坊坪都有良好的成矿条件。

参 考 文 献

王世忠, 等. 1997. 陕西省金龙山微细浸染型金矿地质.

胡 宁, 熊成云, 谢才富, 等. 2001. 鄂豫陕毗邻区地层岩相建造及沉积盆地的控制作用. 华南地质与矿产, (3): 23-29.

梅志超, 孟庆仁, 崔智林, 等. 2000. 秦岭造山带泥盆纪的沉积体系与古地理格局演化.

韦昌山, 等. 2002. 鄂豫陕相邻区综合找矿预测.

<http://www.kcdz.ac.cn/>