

# 武当隆起西缘金(银)矿成矿分析与找矿探讨

罗西玲,施方根

(湖北省鄂西北地质矿产调查所,襄樊 441003)

[摘要]文章旨在运用成矿理论对武当隆起西缘金(银)成矿进行分析,试图通过成矿机理分析,建立综合标志找矿模式,来探讨找矿问题。

[关键词]成矿分析 模式建立 隐伏矿床 找矿探讨

[中图分类号]P618.51 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2004)04-0042-05

## 0 引言

武当隆起西缘是我国金、银(多金属)矿重点成矿区(带)。在武当隆起西缘出露的地层中,中、上元古界武当岩群和震旦系是金(银)矿床的主要赋存层位。截止目前,在武当岩群中发现了银洞沟大型银金矿床、许家坡中型金银矿床及李家湾、铺子门小型银金矿床。在震旦系中发现了白岩沟金矿、六斗金矿、金包金矿、余家院银金矿等。良好的成矿地质环境为进一步寻找金银矿床提供了条件。但是,随着地质找矿工作的不断深入,发现地表矿越来越难,寻找隐伏矿床已成为当务之急。本文试图运用成矿理论对武当隆起西缘金(银)成矿进行分析,通过探讨成矿机理,建立找矿模式,来寻找隐伏矿床。

## 1 武当隆起西缘金(银)矿成矿地质环境概述

武当山地区位于秦岭褶皱系东段南缘,扬子准地台北侧<sup>[5]</sup>,处于两个大地构造单元的接合处,其成矿地质条件十分有利,特别是前寒武系是该区的重要赋矿层位。其成矿地质背景是:

### 1.1 地层

前寒武系由中、上元古界武当岩群、震旦系组成,其地层主要岩性特征如(表1)。

### 1.2 岩石

武当隆起西缘沉积岩、岩浆岩、变质岩均有出露。沉积岩包括陆源沉积岩、内源沉积岩和火山沉积岩。陆源沉积岩主要为碎屑岩,按粒度划分为砾

表1 前寒武系地层层序、岩性特征简表

| 地层系统                       |                         |      |       | 地层代号               | 岩性特征                      | 厚度/m     |
|----------------------------|-------------------------|------|-------|--------------------|---------------------------|----------|
| 界                          | 系                       | 统    | 群     |                    |                           |          |
| 上元古界<br>(Pt <sub>3</sub> ) | 震旦系                     | 上统   | 灯影组   | Z <sub>2</sub> dn  | 灰岩、白云质灰岩、白云岩夹绢云片岩         | 245~2129 |
|                            |                         |      | 陡山沱组  | Z <sub>2</sub> d   | 含砾砂岩、砂岩、绢云石英片岩夹大理岩        | 20~770   |
|                            |                         | 下统   | 耀岭河组  | Z <sub>1</sub> y   | 上段:变细碧岩含磁铁矿变角斑质凝灰岩互层      | 70~200   |
|                            |                         |      |       |                    | 中段:变细碧岩、绢云石英片岩夹铁锰质大理岩     | 256~500  |
| 中元古界<br>(Pt <sub>2</sub> ) | 青白口系<br>蓟县系<br>I<br>长城系 | 武当岩群 | 变沉积岩组 | Pt <sub>3</sub> wc | 变砂岩、夹绢云石英片岩、含黄铁矿、炭、磷条带    | 0~2791   |
|                            |                         |      | 变火山岩组 | Pt <sub>2</sub> wh | 变酸性火山岩与变基性火山岩互层、基性岩夹浅色岩条带 | 97~1884  |
|                            |                         |      |       |                    |                           |          |

[收稿日期]2003-08-04;[修订日期]2004-01-14;[责任编辑]曲丽莉。

[第一作者简介]罗西玲(1961年-),女,2002年毕业于武汉大学函授本科,工程师,现主要从事地质工作。

岩、砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩等,其主要成分为石英、长石,次要成分为粘土等,具硅、钙质胶结。内源沉积岩主要是化学沉积的碳酸盐岩。火山沉积岩中细碧—石英角斑岩。

岩浆岩其主要类型有基性、超基性岩、酸性岩和碱性岩。基性、超基性岩主要有辉绿岩、辉长辉石岩、辉石岩、斜长岩、橄榄辉石岩、辉石橄榄岩,基性火山喷出岩等岩石类型;酸性岩包括花岗斑岩、细晶岩和流纹斑岩及酸性火山喷发岩等岩石类型,碱性岩有正长岩、正长斑岩、粗面岩、碳酸岩等。

区内变质作用普遍,但强度低一般为绿片岩相。

### 1.3 构造

区内经历了多期、次构造运动。主要构造期、次为:晋宁、澄江、桐湾、加里东、华力西、印支、燕山、喜山。对区域构造起主导作用的是晋宁、加里东、印支和燕山期。从区域构造样式分析,前寒武系形成的构造样式与寒武系之后形成的构造样式,有一定的差异。武当隆起西缘夹持于房竹断裂与两郧断裂之间,形成了前寒武系裸露的独特形式(图1)。

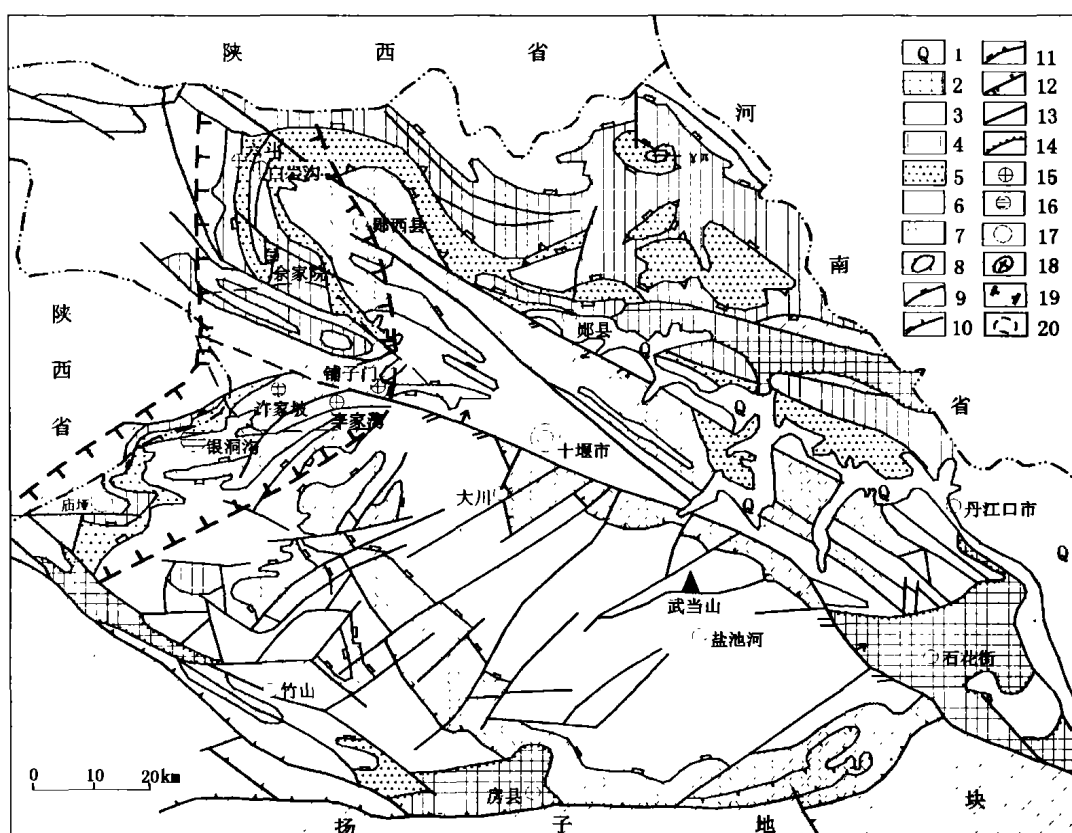


图1 武当地区地质构造略图 (据文献[4])

1—第四系;2—中新世;3—古生界;4—震旦系;5—上元古界耀岭河组;6—中新元古界武当岩群变沉积岩组;7—武当岩群变火山岩组;8—穹隆;9—主要滑脱构造或层滑层;10—脆—韧性主干逆冲断层;11—脆—韧性继承断层;12—脆性逆(斜)冲断层;13—一般断层;14—角度不整合界线;15—金矿;16—银金矿;17—稀土矿;18—华力西—印支期花岗岩斑岩;19—成矿带位置;20—地热异常区

## 2 武当隆起西缘金(银)矿成矿分析

翟裕生教授指出:一个矿床的形成必须具备五个因素,即物质(m) + 空间(s) + 作用(a) + 流体(l) + 时间(t)。如把成矿物质和流体合为一项,则为 m + s + a + t 等四项基本因素,即物质来源,必要空间,有利作用和足够时间等<sup>[1]</sup>。另外热(动)源在内生矿床成矿中也是一个必备的条件。成矿物质来源一般具有多样性:①含矿岩浆;②含矿热液,包括

岩浆热液、变质热液、地下水热液、埋藏水、海水、地幔成因热液等;③热(动)源,主要有岩浆热、火山热、地热流等;④矿源层(矿源岩)或矿源层(区)。成矿空间主要是指导矿构造和容矿构造,成矿时间一般是指成矿时代、期次。据此,进行武当隆起西缘金(银)矿成矿分析。

### 2.1 成矿物质来源分析

从武当岩群细碧—石英角斑质岩石建造属钙碱性系列分析,中元古代早期武当山地区处于俯冲带

的古构造环境。由于火山间歇性喷发,从地幔中带出大量成矿物质。从武当群地层特征分析,楼台组沉积了大量变酸性火山碎屑岩,火山活动早期以喷发酸性岩浆为主。进而进行基性、超基性—酸性岩浆相间间歇喷发,形成了火山岩组。之后进入一个相对稳定的沉积环境沉积了沉积岩组。

从下震旦统耀岭河组细碧—石英角斑岩建造属拉斑玄武岩系列分析,晚元古代火山口处于大洋扩张中心地带。以基性、超基性岩浆喷发为主,间夹酸性岩浆喷发。在喷发过程中,地幔成矿物质不断喷出。耀岭河组形成之后,火山活动停止地壳整体上升,进入了一个相对稳定的沉积期,沉积了陡山沱组、灯影组。

从火山喷发的特点分析,地幔岩浆经过一定的分异作用喷出海底,后经沉积作用,火山期后热液作用,成岩作用,使成矿物质初始富集,形成矿源层(区)。

## 2.2 含矿热液分析

武当地区含矿热液主要有:岩浆热液,变质热液,地下水热液等。岩浆热液主要指火山期后热液和加里东期侵入岩浆热液。岩浆岩的侵入也给区内注入了含矿热液;变质热液,绿片岩相中变质热液较为丰富,一般可达岩石量的4%左右;地下水热液对成矿非常重要,地下水的循环为含矿物质的迁移、富

集提供了介质和动力。如银洞沟大型银金矿床成矿流体主要是地下循环水。

## 2.3 热源

武当地区的热源来自岩浆热和地热,主要是地热。在褶皱回返前,寒武系至二叠系基本连续沉积(仅在郧西涧长沟一带可见S、D之间局部不整合),据已有资料统计,其沉积厚度达>14km,按平均地热梯度20℃/km计,前寒武系地热温度>280℃,该温度足可使成矿元素活化迁移。

## 2.4 矿源层或矿源岩

从岩浆的成矿专属性分析,金(银)元素的成矿主要与基性、超基性岩有关。有关资料指出:金的地球化学性质表明,金的原子半径与银一致(1.48Å),故可与20%的银形成连续的Au—Ag混合晶胞<sup>[2]</sup>。所以,金和银的成矿具有亲和性。按酸度不同而划分的各种岩石类型都有各自的专属元素。即:

超基性岩:Fe、Cr、Co、Ni、Au

基性岩:Ti、V、Mn、Cu、Zn、As、Mo、Ag、Cd、Sb、Hg

酸性岩:Li、Ba、Nb、Sn、Ta、W、Ti、Pb、Bi、Tb、U、F、Br<sup>[1]</sup>

本区采用浓度克拉克值表示元素在前寒武系地层火山岩系中的集中与分散特征(见表2)。

表2 本区各岩性浓度克拉克值

Au为 $10^{-9}$ ,其他为 $10^{-6}$ , $\omega_B/10^{-6}$

| 岩 性   | Au    | Ag    | Cu   | Pb   | Zn   | As   | Hg    | Sb   | Ba   | Mo   |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 酸性火山岩 | 0.13  | 0.39  | 0.22 | 0.89 | 0.61 | 0.41 | 0.17  | 0.53 | 1.83 | 0.60 |
| 基性火山岩 | 0.24  | 0.47  | 0.48 | 1.20 | 1.00 | 0.51 | 0.10  | 0.33 | 0.88 | 0.11 |
| 泥质粉砂岩 | 0.12  | 0.40  | 0.41 | 1.09 | 1.06 | 0.82 | 0.26  | 0.40 | 1.84 | 0.47 |
| 克拉克值  | 0.004 | 0.008 | 63   | 12   | 94   | 2.2  | 0.089 | 0.6  | 390  | 1.30 |

注:克拉克值采用1976年黎彤引自①。

从表2可以看出金在不同岩性中均呈分散状态,集中程度仅为克拉克值的十分之一左右,但基性岩比酸性岩相对集中些。银分散与金相比,分散程度稍低一些,但也只有克拉克值的二分之一左右,其余元素均分散。其主要原因是因为母体经历了成矿作用,改变了初始状态。

由此可见,武当岩群和耀岭河组中金(银)矿的形成与基性火山喷溢的细碧角斑岩系关系密切,细碧角斑岩系可作为武当隆起西缘成矿矿源岩。

## 3 武当隆起西缘 Au(Ag)矿找矿模式

以上,笔者对武当隆起西缘金(银)成矿进行了

初步分析,其目的是为了建立找矿模式,进一步寻找隐伏矿床。

## 3.1 成矿元素组合

通过研究相同的成矿元素具有不同的成因类型这一特点,提出了成矿系列<sup>[1]</sup>。在自然界中,具有类似地质成矿环境、成因类型的矿床,也存在着不同的成矿元素组合,武当隆起西缘金(银)矿成矿就是这样。总体上讲在武当岩群、震旦系中,存在着一个与金有亲和关系的硫、铁成矿元素组合。即Au—Ag—Pb—Zn—(Fe)。这些元素分异组合,在武当岩群中已发现了Pb—Zn—Ag—Au矿床(银洞沟),Au—Ag矿床(许家坡),Ag—Au矿床(李家湾等)。由此

① 孙才良,王宗合.湖北省银洞沟—郧县鲍峡矿带成规律及成矿预测报告.鄂西北地矿所刊,1986.

推测,在武当岩群中可能形成 Pb-Zn-Ag-Au、Pb-Zn-Ag、Ag-Au、Au-Ag、Au 成矿元素组合,并形成独立的矿床。同理,在震旦系中存在 Au(白岩沟)、Au-Ag、Ag-Au(余家院)、Ag-Pb-Zn、Pb-Zn(锡洞沟)成矿元素组合。从武当山群—震旦系形成一个完整的成矿元素组合类型系列。

### 3.2 地层岩石

如前所述,武当隆起西缘武当岩群的 Au(Ag)矿均赋存于变火山岩组中,说明变火山岩组是武当隆起西缘中元古界 Au(Ag)矿床的矿源层,而变火山岩组中基性火山喷发岩——细碧角斑岩,则是 Au(Ag)矿床的主要矿源岩。而耀岭河组中的细碧角斑岩是上元古界成矿的矿源岩。

### 3.3 构造

研究表明:前寒武系地层中产生诸多的韧性剪切带。而韧性剪切带本身不成矿,主要是为成矿提供巨大的矿源流体<sup>[6]</sup>。所以,以热液成矿作用为主的武当隆起西缘,韧性剪切带是 Au(Ag)成矿的主要导矿构造。

作为导矿构造的韧性剪切带,存在于一个相对封闭的系统中,温度、压力、pH 值、Eh 值处于相对稳定的状态,当韧性剪切带前沿或两侧,形成张性裂隙,破碎带或韧脆性剪切带时,含矿热液从一个相对封闭的系统向一个相对开放的系统迁移时,由于物、化条件的改变成矿作用才能发生。所以,韧性剪切带前沿、两侧的韧脆性剪切带、层间破碎带,裂隙(孔隙)是容矿构造。

武当隆起西缘银洞沟银金矿床、许家坡金银矿床均具有一个共同的构造特征,那就是背斜+正断层(图2)。所以,背斜+正断层是矿床的控矿构造模式。

许家坡 Au(Ag)矿体,明显受层间韧脆性剪切带、层间破碎带控制,矿体呈似层状产出,说明层间韧脆性剪切带、层间破碎带等次级构造是矿体的控矿构造。

### 3.4 蚀变矿化

从目前已发现的武当隆起西缘 Au(Ag)矿床看,蚀变现象比较明显。主要有绢(白)云母化、绿泥石化、铁白云石化、白云石化、方解石化、透闪石化、滑石化、弱硅化、强硅化等。特别是当方解石化、白云石化出现时,是矿床成矿作用发生的重要标志,说明金已从含矿流体开始析出、沉淀。

区内蚀变带内主要矿化类别有:黄铁矿化、黄铜矿化、辉铜矿化、铅锌矿化等。需要指出的是,银洞

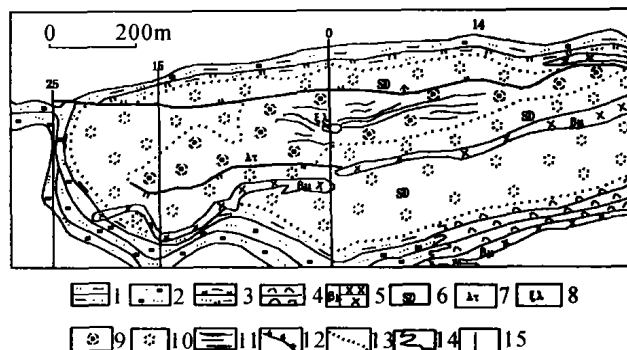


图2 银洞沟银金矿区地质图(据吴贤资,1994)

1—变泥质粉砂岩;2—含黄铁矿变粉砂岩;3—变白云质泥质粉砂岩;4—变石英角斑质沉凝灰岩;5—变辉绿岩;6—变泥质粉砂岩、粉砂岩、变白云质粉砂岩及白云岩;7—变石英角斑质沉凝灰岩;8—变流纹质火山岩;9—强硅化带;10—弱硅化带;11—银金矿体;12—正断层;13—蚀变带界线;14—岩性渐变界线;15—勘探线及编号

沟矿床富矿段南西端被黄铁矿化包围,说明黄铁矿化具有找矿标志意义,这是由金与黄铁矿具有亲和性决定的。还需指出,铅锌矿化的出现对金(银)矿的寻找也有指示意义。古人在《山海经》中曾有记载:“上有铅锌、下有金银”。如锡洞沟铅锌矿(赋存于灯影组)之下有余家院银金矿(赋存于陡山沱组)可作证据。

### 3.5 成矿机理分析

武当隆起西缘金银成矿总体上属多来源、多期次、多成因矿床。但是,从银洞沟银金矿体产于背斜轴面劈理中分析,武当隆起西缘金(银)成矿主成矿期应属印支期。成矿作用与构造运动同步进行,后期成矿。在印支期褶皱回返过程中,由于前寒武系埋藏较深(>14km),极易形成韧性剪切,携带大量从矿源岩中萃取活化的金银离子,组成含量巨大的含矿热液。在构造运动相对稳定的条件下,含矿热液不断迁移到成矿有利部位(破碎带、裂隙、孔隙、韧脆性剪切带等),由于物、化条件改变发生沉淀,经碳酸盐化、硅化固结,后经地下水循环强化补给形成矿体。

## 4 综合标志找矿模式的应用实例

综上所述,笔者建立了武当隆起西缘金(银)矿找矿标志。即:成矿元素组合标志,地层岩石标志、构造标志、蚀变矿化标志。这些归结起来组合成综合标志找矿模式,其目的是为了提高找矿效果及成矿预测。目前在武当隆起西缘,发现了诸多的物、化探异常,这些异常是矿异常还是非矿异常,是否具有进一步工作的价值,那么,就需要运用这些综合标志

找矿模式进行判别。

比如,1993 年,笔者在余家院对  $2 \text{ km}^2$  范围的分散流异常检查时,发现异常区产于耀岭河组基性火山岩中,断裂、裂隙构造发育,并见层间柔皱、片劈理、石香肠构造,岩石较破碎可能为脆-韧性剪切带。蚀变现象有硅化、绢云母化、黄铁矿化。岩石地球化学测量,圈出异常与原 Au 异常重合而且峰值高( $166.2 \times 10^{-9}$ )分带好规模大,提出了进一步工作的方案。该异常区经矿产普查揭露矿体 14 个,其中最大的一个矿体长 830m,平均厚 4.49m,平均品位  $\text{Ag}169.8 \times 10^{-6}$ 、 $\text{Au}0.67 \times 10^{-6}$ ,属银金矿床,探得远景储量  $\text{Ag}218.82\text{t}$ 、 $\text{Au}743.76\text{kg}$ ,并且矿石可选性好并有一定发展远景,可望构成中-大型矿床。

又如 1992 年在金包进行原生晕异常检查时,发现该异常处在耀岭河组基性火山岩中,位于高庙-大龙山背斜核部,区内出现北东、北西向两组共轭节理构成“X”型,其中北东向节理产有含金石英脉,脉两侧出现 0.01~0.3m 宽的蚀变,蚀变主要为硅化、绿泥绿帘石化、方解石化、黄铁矿化等。脉宽一般 0.02~0.35 m,延深 10~50m,且有集中成群出现之特点。脉群有疏密之分,密集型一般(密度  $>3$  条/m),稀疏型一般(密度 2~3 条/m),区内可分为 9 个含金石英脉群,脉群之间间距 10~20m。其中 5、6 两个脉群含金较高。如 5 脉群脉宽为 0.02~0.39m 由 7 条含矿石英脉组成,矿体平均品位为  $1.32 \times 10^{-6}$ ;又如 6 脉群脉宽 0.01~0.25m 由 6 条含矿石英脉组成,经取化学样分析发现了品位为  $24.31 \times 10^{-6}$  金矿体,局部可见明金。经工作后,当地群众组织开采效益可观,说明该异常区存在有工业价值矿体,且具有一定规模,找矿前景较好值得进一步工作。

应该注意的是,在寻找隐伏矿床过程中,必须运用适量工程验证。在采用工程验证时,不仅要对其

常区的异常特征值进行分析,而且还要运用综合标志找矿模式所获得方方面信息信息进行综合研究来判别异常找矿价值。从许家坡、余家院钻探验证风险分析,当原生晕异常峰值  $\text{Au} > 100 \times 10^{-9}$ ,  $\text{Ag} > 2 \times 10^{-6}$  时,实施异常验证其找矿效果比较明显。

## 5 结论

1) 武当隆起西缘金(银)矿床的形成具有层控性,主要受武当岩群变火山岩组、耀岭河组变细碧角斑岩控制,变细碧角斑岩是矿源岩。

2) 武当隆起西缘找矿重点,仍应在前寒武系。其隐伏矿床潜在资源巨大,应进行深入研究。

3) 武当隆起西缘金(银)成矿主成矿期,属印支期。构造运动与成矿作用同步进行,后期成矿。

4) 武当隆起西缘金(银)成矿主要成因类型为海相火山喷发、沉积-变质热液型。

### [参考文献]

- [1] 翟裕生. 矿床学研究的进展[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1983.
- [2] 吴美德,贾忠蓬,戴自希. 世界金矿及典型矿床[J]. 地质矿产部情报研究所所刊,1986.
- [3] 吴贤奎,周骏华,刘兴义,等. 郧阳矿产[S]. 郧阳矿产编辑委员会,1994.
- [4] 吴德宽,刘兴义. 武当隆起西缘顺层滑脱构造特征及其控矿作用[J]. 湖北地质,2002,16(2):7~12.
- [5] 湖北省地质局,湖北省区或地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990.
- [6] 刘志明,张万平. 变质岩区剪切带流体与金的成矿作用[J]. 湖北地矿,2001,15(4):45~48.
- [7] 谭秋明,李江州,李均权. 湖北省矿床成矿系列及其时空分布[J]. 湖北地矿,2002,16(2):14~19.
- [8] 吴树仁. 控矿断裂几何学和运动学及控矿规律研究[J]. 地质与勘探,1993(1):1~6.
- [9] 朱华平. 区域化探异常的地球化学勘查评价方法技术进展综述[J]. 地质与勘探,2003(3):35~38.

## MINERALIZATION AND EXPLORATION OF GOLD - SILVER DEPOSITS IN THE WESTERN WUDANG UPLIFT

LUO Xi - ling, SHI Fang - gen

(Northwestern Hubei Survey of Geology and Mineral Resources)

**Abstract:** Based on analyses of ore-forming mechanism of gold-silver deposits in the western Wudang uplift, the synthesis ore prospecting mode is built and exploration problems are discussed.

**Key words:** mineralizing analysis, modeling, blind ore deposit, exploration