维普资讯 http://www.cqvip.com

山西灵丘刁泉矽卡岩型银铜矿床构造叠加晕模型

李惠,张国义,李德亮,禹斌,王志远,许丽云,陈建飞
(中国冶金地质总局地球物理勘查院,河北 保定 0710051)

摘 要:在研究山西灵丘刁泉矽卡岩型银铜矿床不同成矿阶段元素组合及矿床构造叠加晕特征的基础上,建立了矿床深部盲矿预测的构造叠加晕模型,用模型预测,取得了很好找盲矿效果。

关键词:地球化学;构造叠加晕模型;矽卡岩型银铜矿床;山西刁泉
中图分类号:P632 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2008)05-0529-05

刁泉矽卡岩型银铜(金)矿床严格受花岗岩体与灰岩接触带构造控制,矿体赋存于内、外接触带有利构造部位的矽卡岩内,具有多期多次成矿叠加的特点,每次形成的矿体都有自己的前缘晕、近矿晕和尾晕,不同期次形成的矿体(晕)在接触带的矽卡岩体内有多种叠加结构。研究、建立了矿床的构造叠加晕模式,确定了盲矿预测的标志,用模式和标志对矿床深部盲矿预测,取得了很好效果。

1 矿床地质特征[1]

1.1 与成矿有关地层、构造、岩浆岩

与成矿有关地层主要是寒武系(灰岩),其次是青白口系(砂页岩)。与成矿有关构造为北西向和北东向2组断裂及岩体与寒武系中、上统灰岩接触构造。前者控制了区内与成矿最密切的燕山期刁泉岩体、小彦—枪头岭岩体的分布;后者控制了矽卡岩型银、铜矿床的分布。与成矿有关的刁泉岩体、小彦—枪头岭岩体由黑云母辉石闪长岩、斑状黑云母花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩、石英斑岩组成。

刁泉银铜矿床产于刁泉岩体接触带的矽卡岩体中。刁泉岩体平面呈近圆形,直径900 m,面积0.7 km^2,岩性由花岗斑岩、石英斑岩和黑云母花岗岩组成,以前2种岩石为主。

1.2 变质作用

岩浆侵入使围岩发生热变质作用,寒武系灰岩重结晶形成大理岩化灰岩或大理岩,青白口系砂页岩角岩化或形成角岩。

岩体与灰岩接触带,由于双交代作用形成内矽卡岩—矽卡岩—外矽卡岩带,银铜矿主要赋存于矽卡岩带内。

1.3 矿化类型及有利成矿部位

刁泉矿区内矿化类型有矽卡岩型银铜矿、角岩中银铜矿、青白口砾岩中银铜矿,以矽卡岩型银铜矿为主。

矽卡岩型银铜矿有利成矿部位有:上部大理岩凸入岩体部位、岩体凸入大理岩部位、岩体内矽卡岩和接触带外带大理岩层间,其中以大理岩凸入岩体的港湾最有利成矿。

1.4 矿体特征

刁泉岩体周围接触带长约3 000余m的矽卡岩体中都有矿体分布,其中又以25号矿体(群)规模最大,长900 m,延深99~280 m,厚度1~42 m。

接触带及矽卡岩体的形态、产状控制着矿体的形态和产状。岩体内凹部位的矽卡岩体为有利成矿部位。矿体形态复杂,呈透镜状、弯月状、不规则状,在走向和倾向矿体具有膨缩、分枝复合特点。在外带,大理岩中也有一些层间小的矿体。

1.5 成矿阶段

①矽卡岩期:无矿阶段和磁铁矿阶段;②石英硫化物期:分为含铜硫化物阶段和含银硫化物阶段,为主成矿期;③表生期。

1.6 矿物组成

发现有38种矿物,其中金属矿物21种,主要铜矿物有辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿;铁矿物有磁铁矿、褐铁矿;银矿物主要有自然银、辉银矿、硫碲铜银矿、银金矿等;金矿物主要有银金矿。此外还有黄铁矿。

1.7 成矿模式

中生代侏罗纪早期,区域地壳活动强烈,形成了

[1] 冶金部第三地质勘查局地质勘查院. 山西省灵丘县刁泉银铜矿29—39线详查地质报告. 2001.

收稿日期:2007-11-09

维普资讯 http://www.cqvip.com

NW向和NE向断裂构造，随后燕山中期中酸性岩—黑云母花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩先后充填，形成刁泉岩体。

岩体侵入时与寒武系灰岩和青白口系砂页岩接触，发生热变质作用，灰岩重结晶大理岩化或形成大理岩，砂页岩角岩化或形成角岩。在岩体与大理岩接触构造有利地段，在后期岩浆热液作用下发生双交代，称为矽卡岩期，其中无矿矽卡岩阶段形成各类矽卡岩，磁铁矿阶段形成含磁铁矿化矽卡岩，并能形成磁铁矿体。

石英硫化物期为主成矿期，含Cu、Ag等成矿元素及伴生元素Pb、Zn、Au、As、Sb、Mo等的成矿热液沿接触带的矽卡岩带构造有利部位渗流、交代、充填、沉淀成矿。在含铜硫化物阶段形成以铜为主的铜银矿化，在含银硫化物阶段形成以银矿为主的银铜矿化，二者叠加部位形成富矿体。成矿晚期花岗斑岩、石英斑岩侵入带来Ag、Pb、Zn又叠加在早期形成矿体之上，使矿体Ag、Cu含量更高。但石英斑岩和花岗斑岩对先形成矿体在局部也有截断、穿插破坏现象。

2 矿床地球化学特性

2.1 矿区内不同岩石中微量元素含量特征

大理岩中Hg、Co、Ni、Cr、Ti含量最高，As、Sb、Mo、W、Sn含量最低；角岩中Au、Zn、V、含量最高，Mn含量最低；刁泉岩体中Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Mo、Bi、Mn、Sn含量均高于世界酸性岩平均值，反映了刁泉岩体与成矿的亲缘关系。

2.2 各类矽卡岩中微量元素组合

以各元素的衬值≥2为标准，则各类矽卡岩的元素组合如下。

透辉石矽卡岩：Au、As、Sb、Mo、Cr、Bi、Mn、Sn；

石榴石矽卡岩：Ag、As、Sb、B、Ni、Cr、Bi、Mn；

石榴石—透辉石矽卡岩：Ag、Cu、Pb、As、Sb、B、Mo、Co、Cr、Bi、Ti、Mn、Sn；

绿帘石矽卡岩：Au、Cu、As、Sb、B、Co、Ni、Cr、Bi、Ti、Mn、Sn；

绿帘石—石榴石矽卡岩：Ag、Cu、As、Sb、B、Mo、Co、Ni、Cr、Bi、Mn、Sn。

2.3 矿床元素组合特征

2.3.1 矿床元素组合

元素参加组合的标准是以其衬值为标准，不同矿体及矿床的元素组合如下。

银矿体：Ag、Cu、Au、As、Sb、Hg、B、Pb、Bi、Co、Cr、Ni、Sn；

银铜矿体：Ag、Cu、Au、As、Sb、Hg、B、Pb、Bi、Ni、Sn；

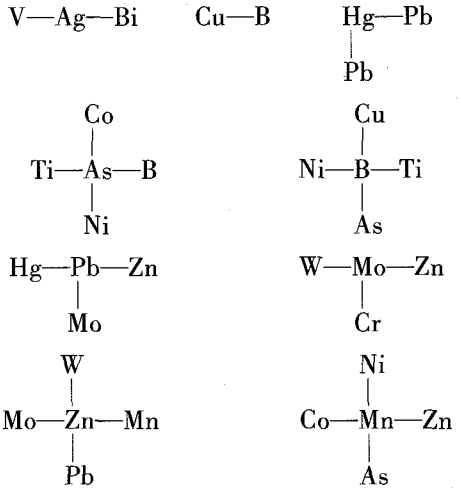
银铜铁矿体：Ag、Cu、Au、As、Sb、Pb、Zn、Mn、Co、Cr、W、Sn；

磁铁矿体：As、Sb、B、Pb、Zn、Mn、Sn、Co；

刁泉银铜矿床元素组合：Ag、Cu、Au、Pb、As、Sb、Sn、(B、Hg、Bi、Cr、Co、Ni、W、Zn、Mn)。

2.3.2 银铜矿床中元素相关星状结构

在1%的信度下，元素间相关的最相关系数值$R_{\alpha=0.01}=0.449$。以主元素为中心，将相关元素与其相连成星状。



2.4 不同成矿阶段矿体(晕)的元素组合

矽卡岩期分为无矿阶段(As、Sb、B、Ni、Mo)和磁铁矿阶段(As、Pb、B、Mn、Sn、Zn、Co)。

石英硫化物期分为含铜硫化物阶段(Ag、Cu、Au、Pb、Zn、As、Sb、B、Hg、Bi、Mo、Mn、Co、Ni、Ti、Sn)和含银硫化物阶段(Ag、Cu、Au、As、Sb、B、Hg、Bi、Mo)。

3 矿床构造叠加晕总体特征[1-2]

刁泉银铜矿床具有多期多阶段叠加成矿成晕的特征，其中矽卡岩期的无矿阶段主要是双交代作用，磁铁矿阶段带来Ag、Cu很低，Ag、Cu及其伴生元素As、Sb、B、Hg、Au、Pb、Zn、Bi、Mo、Mn、Co等，主要是石英硫化物期的含铜硫化物和含银硫化物阶段带来。刁泉银铜矿就是这2个阶段成矿成晕叠加的结果，矿床的构造叠加晕总体特征有以下几个特点。

(1)每个成矿阶段形成矿体都有自己的前缘晕、近矿晕和尾晕。一个成矿阶段形成的串珠状矿体，有总体的前缘晕和总体尾晕，但上部矿体又有自己的小尾晕，下部矿体又有自己的小前缘晕，其规模和强度均小于总体前缘晕和尾晕，当上下2个矿体距离相近时，则上部矿体的尾晕与下部矿体的前缘

维普资讯 http://www.cqvip.com

晕共存。

(2)不同阶段形成的矿体(晕)在接触带的矽卡岩体中有多种叠加形式或结构,如不同阶段形成的矿体(晕)有同位叠加、大部分同位叠加、部分同位叠加、上部矿体的尾晕与下部矿体前缘晕叠加共存或相接。因此在构造叠加晕剖面图上异常表现比较复杂,关键是根据刀泉矽卡岩型银、铜矿床的成矿期及成矿阶段形成矿体元素组合进行识别。

(3)在矿体周围形成异常的元素有 Ag、Cu、Au、Pb、Zn、As、Sb、B、Hg、Bi、Mo、Mn、Co、Ni 等。

(4)每个成矿阶段形成矿体(晕)的轴(垂)向分带共性是:As、Sb、B、Hg 等元素的强异常总是出现在矿体的上部及前缘,为前缘晕特征指示元素;Bi、Mo、Mn、Co 、Ni 的强异常总是出现在矿体的下部及尾晕,为尾晕特征指示元素;Ag 与 Cu 正相关,Ag、Cu 异常是以矿体为中心在轴向和横向上随远离矿体其浓度降低,其异常强度由内带、中带、外带逐渐减弱,其中、内带异常是近矿的指示。Au 主要富集于银铜矿体下部,Pb、Zn 的强异常反映了含银硫化物阶段与含铜硫化物阶段形成矿体(晕)同位叠加部位,即银铜矿体较富部位,Ag、Cu、Pb、Zn 是近矿指示元素。

4　盲矿预测的构造叠加晕模型[1-2]

4.1　矿床构造叠加晕模式

根据刁泉银铜矿床的构造叠加晕的轴向分带和叠加结构,总结出了矿床的构造叠加晕模式(图 1)。

(1)矿体赋存于寒武系大理岩与黑云母花岗岩接触带的矽卡岩体内,其中围岩凸向岩体的港湾内或岩体凸入大理岩形成的矽卡岩体内都有利成矿,其次为岩体内矽卡岩和近接触带岩体内裂隙系统,外带大理岩层间只能形成小矿体。有利成矿标高在 1 610 m 之上,在 1 600 m 之下,其围岩多为角岩,对成矿不利,在角岩中只有顺层小矿体。

(2)上部大理岩凸入岩体的港湾是成矿最富集地段,若下部有岩体凸入大理岩的港湾也是有利成矿部位。在剖面上接触构造呈反 S 型,矿体呈串珠状。上、下 2 个矿体各有自己的前缘晕(As、Sb、Hg、

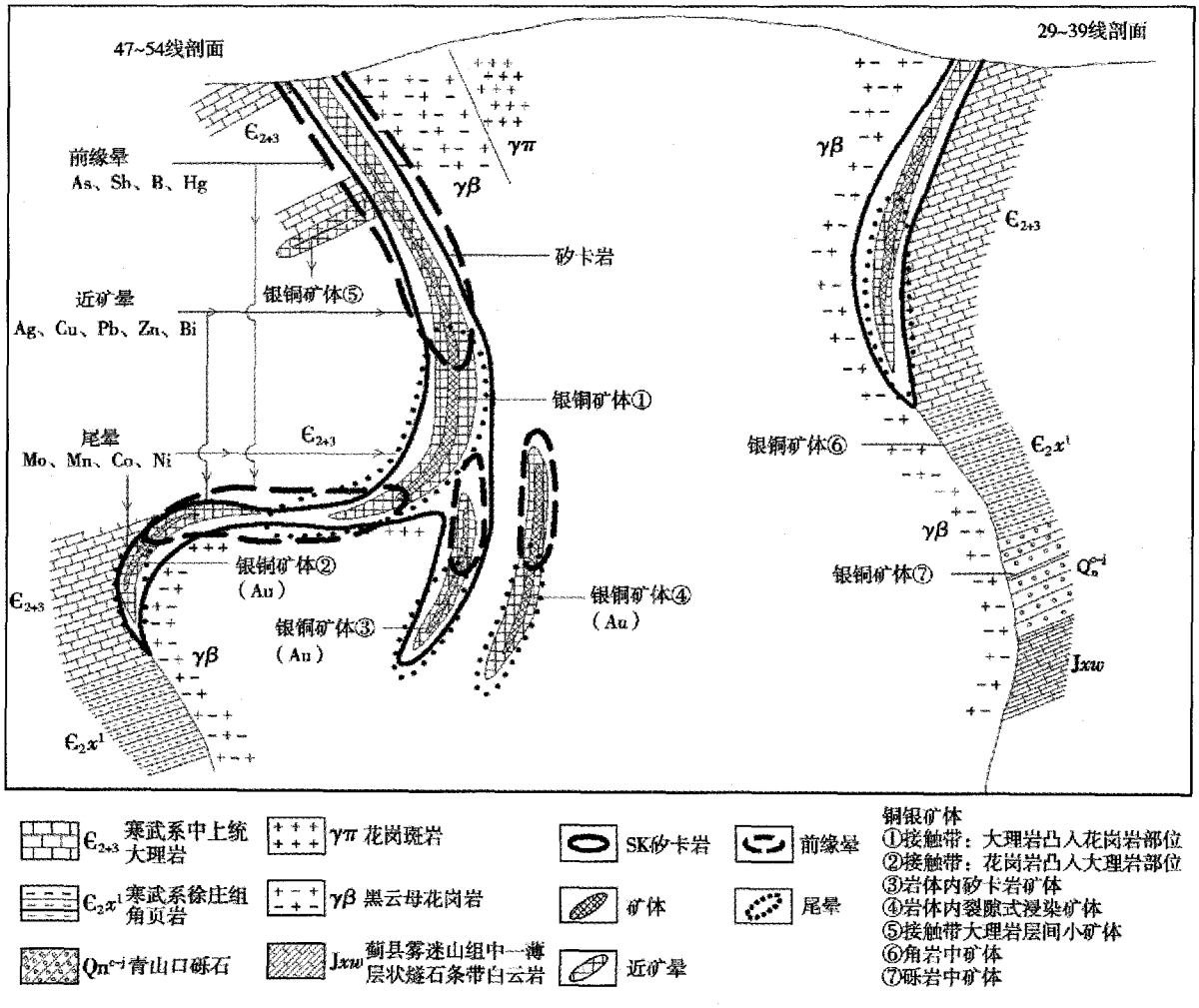


图 1　山西省刁泉银铜矿床构造叠加晕模式

维普资讯 http://www.cqvip.com

B 晕)、尾晕(Bi、Mo、Mn、Co、Ni 晕)和近矿晕(Ag、Cu、Pb 晕)。上、下 2 个矿体可以是一个阶段形成,也可以是 2 个阶段都在相同构造空间都形成串珠状矿体的同位叠加,也可是 2 个阶段分别形成上、下 2 个矿体,当 2 个矿体相近时,其共性是上部矿体的尾晕与下部矿体的前缘晕叠加共存。

4.2 盲矿预测的构造叠加晕标志

(1)在有 Ag、Cu 弱异常条件下,若前缘晕特征指示元素 As、Sb、Hg、B 有强异常出现,而 Bi、Mo、Mn、Co、Ni 尾晕特征指示元素异常弱,则指示深部有盲矿存在。相反,前缘晕元素异常弱,而尾晕元素异常强,则指示深部无矿。

(2)在矿体的尾部或尾晕出现前缘晕特征指示元素 As、Sb、Hg、B 的强异常与尾晕特征指示元素 Bi、Mo、Mn、Co 的强异常共存,则指示深部有盲矿存在。若在矿体中、下部出现前晕缘与尾晕共存,则指示矿体向下延伸还很大。

(3)构造叠加晕轴向下部前缘晕有增强趋势,是指示深部还有盲矿存在的标志。在叠加晕剖面上或垂直纵投影图上,在有 Ag、Cu 异常的条件下,前缘晕特征指示元素 As、Sb、Hg、B 的异常,从已知上部矿体前缘→头部→中部→下部→尾部,由强变弱又变强,与矿体尾部的指示元素 Bi、Mo、Mn、Co、Ni 的强异常共存,则指示深部还有盲矿存在。若前缘晕指示元素的异常从已知矿体前缘到矿体尾部都很强,则反映了多期、多阶段形成的矿体顺序下移,部分同位叠加,若在矿体尾部仍是前缘晕指示元素的强异常与尾晕元素异常共存,同样是深部有盲矿体存在的重要标志。

(4)若 Ag、Cu 异常较弱,前缘晕指示元素异常也较弱,但很连续,则指示盲矿体较深。若 Ag、Cu 异常较弱,且前缘晕指示元素异常也较弱而不连续,则指示深部只有小矿体或无矿。

5 预测效果

用模式和盲矿预测标准对矿床深部预测,共提

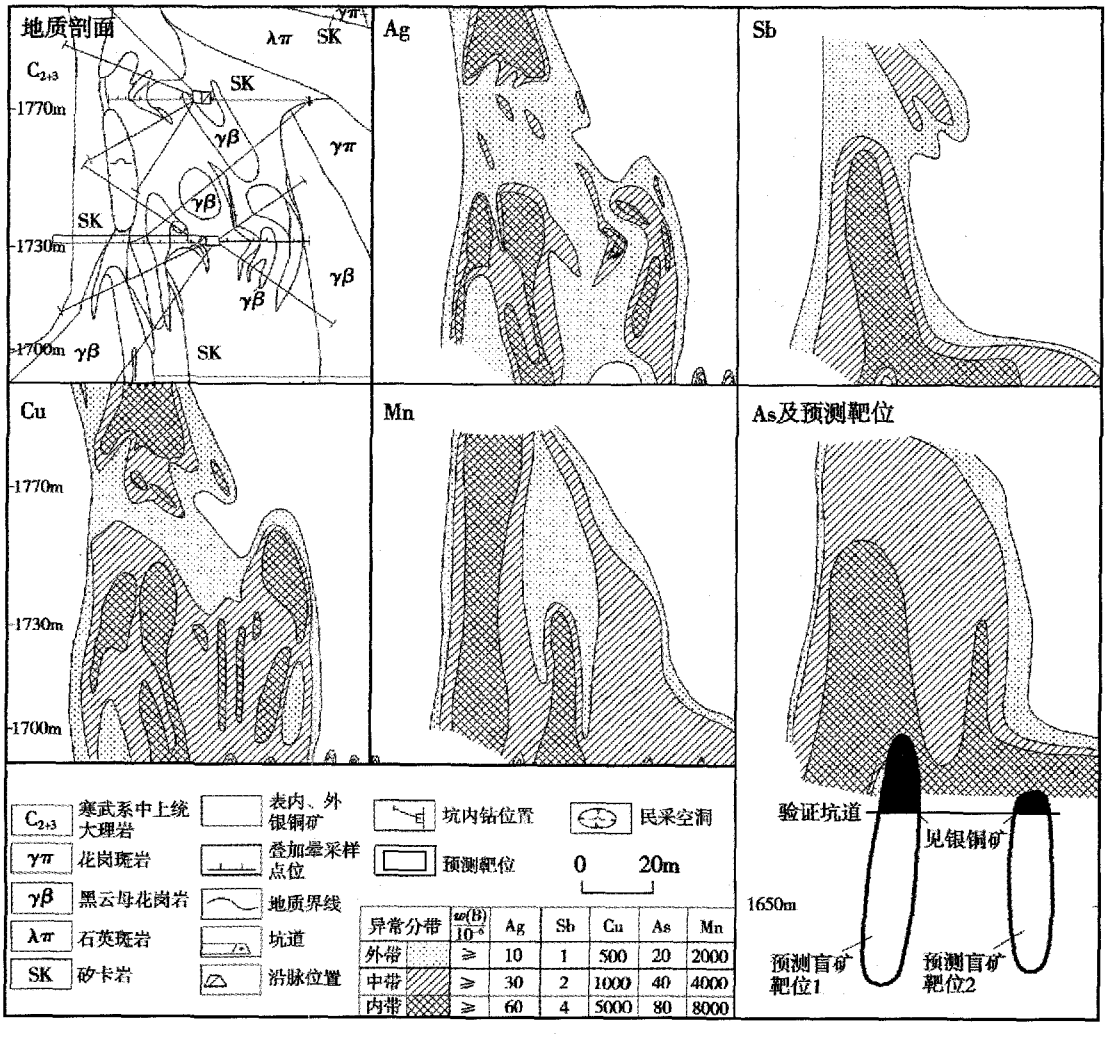


图 2 刁泉银铜矿 25 线构造叠加晕预测验证见矿靶位

维普资讯 http://www.cqvip.com

出 30 个预测靶位,其中 SK 岩中 16 个,接触带中矿体 11 个,矿体延伸 3 个。通过验证,取得了显著找矿效果,图 2 是验证预测盲矿靶位见矿实例之一。

6　结语

刁泉深部盲矿预测靶位验证表明,刁泉矽卡岩型银铜矿床盲矿预测的构造叠加晕模型是一种有效方法和手段,该模型对同类矿床深部预测盲矿也具有重要参考价值。

参考文献:

[1] 李惠,张文华,常凤池,等. 大型、特大型金矿盲矿预测的原生叠加晕模型[M]. 北京:冶金工业出版社,1998.

[2] 李惠,张国义,禹斌,等. 金矿区深部盲矿预测的构造叠加晕模式及找矿效果[M]. 北京:地质出版社,2006.

[3] 李惠,张国义,王支农,等. 构造叠加晕法在预测金矿区深部盲矿中的应用效果[J]. 物探与化探,2003,27(6):438.

THE STRUCTURAL SUPERIMPOSED HALO MODEL FOR THE DIAOQUAN SKARN SILVER-COPPER DEPOSIT IN LINGQIU COUNTY, SHANXI PROVINCE

LI Hui, ZHANG Guo-yi, LI De-liang, YU Bin, WANG Zhi-yuan, XU Li-yun, CHEN Jian-fei

(*Academy of Geophysical Exploration, China Administration of Metallurgical Geology, Baoding* 0710051, *China*)

Abstract: Based on a study of characteristics of element associations and structural superimposed halos at different ore-forming stages of the Diaoquan skarn silver-copper deposit in Lingqiu County of Shanxi Province, the authors established a structural superimposed halo model for prognosis of blind ore bodies at the depth of the ore deposit. The prognostic results show that this model is very effective in search for blind ore bodies.

Key words: geochemistry; structural superimposed halo model; skarn silver-copper deposit; Diaoquan in Shanxi Province

作者简介:李惠(1937 -),男,教授。1964 年毕业于北京地质学院地球化学专业,现从事危机矿山深部及其外围盲矿定位预测的构造叠加晕研究及预测。