

河南庙岭—小南沟—赵岭构造蚀变岩型金成矿带地质地球化学模式

崔来运

(河南省地质调查院, 河南 郑州 450007)

摘要: 河南庙岭—小南沟—赵岭金成矿带是受马超营断裂带控制的次级成矿带。通过系统总结该成矿带的地质特征、矿床特征, 对元素进行聚类分析、因子分析, 系统总结地球化学特征, 按照 C. B. 格里戈良(1975)热液矿床原生晕元素分带序列的计算方法, 得出微量元素水平和垂直分带特征, 建立了地质地球化学找矿模式, 为该地区找矿工作提供找矿思路。

关键词 地质地球化学模式 构造蚀变岩型金成矿带 河南 庙岭—小南沟—赵岭

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2006)06-0505-04

自上个世纪80年代中期以来, 豫西出现了寻找构造蚀变岩型金矿高潮, 尤其是在熊耳山—外方山地区, 相继发现了大麻园、虎沟、上官、瑶沟、北岭、庙岭等规模不等的金矿数10处, 金矿床严格受断裂构造控制, 并形成了数条NE—NNE金成矿带, 其中庙岭—小南沟—赵岭金成矿带(图1)就是其中之一。笔者参加了规模较大的小南沟、赵岭、九仗沟等金矿床的评价工作和深部找矿靶区定位预测工作, 本文中以小南沟、九仗沟金矿床研究为基础, 进而建立庙

岭—小南沟—赵岭金成矿带的地质地球化学模式。

1 区域成矿地质背景

河南庙岭—小南沟—赵岭金成矿带位于华北板块南缘, 马超营断裂带(A型陆内俯冲带^[1])之北侧。马超营断裂带是熊耳群火山活动的中心^[1], 它控制了熊耳山、外方山地区的火山分布与形成, 构成了本区重要的金的矿源层, 在马超营断裂带波及范围内, 形成了规模不等、期次繁多、类型复杂的岩浆

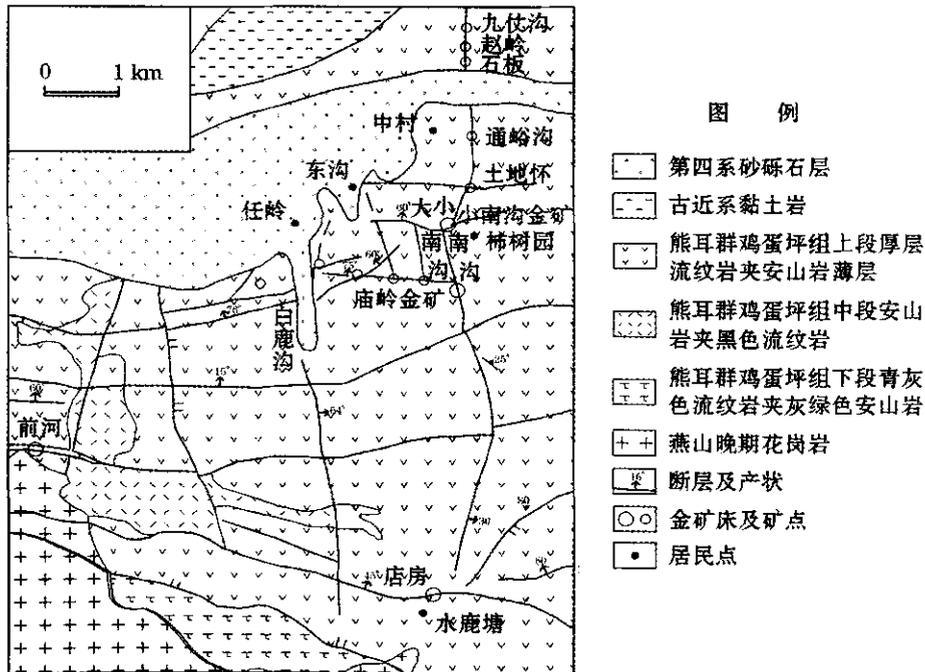


图1 庙岭—小南沟—赵岭金成矿带地质概况

岩体或岩浆岩带,与本区成矿关系密切的是合峪岩体和五丈山岩体,这些岩体总体都属于我国东部燕山旋回大陆边缘活动带火山活动产物^[2],其成因与下地壳(上地幔)物质重融有关。马超营断裂带是区域性的导矿(或容矿)构造,其衍生出来的NE—NNE向次级断裂是容矿或配矿构造,是含矿热液进行分流的渠道。绝大部分金矿床都赋存于NE—NNE向断裂带之中,构成了相应的构造蚀变岩型金矿成矿带。其中庙岭—小南沟—赵岭金成矿带是本次研究的重点。

2 成矿带地质特征及其对金矿体的控制作用

庙岭—小南沟—赵岭金成矿带全长20余千米,宽度数十米至数百米。总体走向近南北,倾向西,倾角35°~75°。由庙岭金矿床、小南沟金矿床、通峪沟金矿床、赵岭金矿床、九仗沟金矿床、张家沟金矿点、阴坡金矿点等组成(图1)。其中小南沟—通峪沟地区金矿床地表工作程度较高,东湾—蛮峪地区金矿床深部工作程度较高,是比较典型的金矿床。

小南沟—通峪沟地区控矿断裂带在走向上呈舒缓波状,具膨胀狭缩之特征。走向变化特征是:SN→NNE→NE,由SN转向NNE、NNE转向NE方向时,断裂构造带出现膨大现象,构造带最大厚度大于50m。已经发现的矿床(体)绝大部分都产于断裂构造带的膨胀部位,金矿化较强。近SN(或NNW)向断裂构造带则一般为构造带的狭缩部位(最薄处仅有数十厘米),金矿化较弱。

断裂构造带(或金矿体)在剖面上表现为大于50°和介于50°~30°的变化特征。当倾角介于50°~30°时,断裂构造带厚度小,金矿体厚度小;当倾角大于50°时,是构造带的膨大部位,金矿体厚度大。

3 矿物共生组合及围岩蚀变

在长期持续南北向挤压应力作用下,岩浆热能及其热液携带并萃取围岩中的有益元素和成矿指示元素沿断裂迁移、交代、淀积,形成规模不等、强度不同、类型繁多的蚀变矿物组合。在主要控矿断裂附近分布的蚀变岩带规模从数米至数十米,有些地段可达数百米,其规模大小与断裂构造带产状有直接关系。成矿带蚀变类型主要有硅化、绢云母化、钾长石化、碳酸盐化、绿泥石化、高岭土化等,其中与金矿化关系密切者为硅化、绢云母化、钾长石化。主要的矿化类型有自然金、自然银、黄铁矿化、褐铁矿化、赤铁矿化、方铅矿化、闪锌矿化、蓝铜矿化等,其中与金矿化关系最为密切的矿化类型是细粒黄铁矿化。表生作用主要是氧化环境下形成的褐铁矿化、赤铁矿化等,是较好的找矿标志。

矿石类型可分为构造蚀变岩型和蚀变岩型^[4],其中以前者为主。构造蚀变岩型是构造岩经过构造成矿热液蚀变之后形成的岩石,包括蚀变碎裂岩型、蚀变角砾岩型、蚀变糜棱岩化碎裂岩(泥砾岩)型等,是该成矿带的最主要的矿石类型。蚀变岩型是分布于构造带两侧经过构造成矿热液蚀变之后形成的岩石,矿石类型依围岩的不同而不同,主要包括蚀变安山岩型、蚀变流纹岩型、蚀变流纹斑岩型等。矿石结构有包含结构、交代假象结构、充填结构、自形—半自形细粒粒状结构、交代残余结构、它形粒状结构等,其中包含结构、充填结构及自形—半自形细粒粒状结构对金矿的富集最为有利。矿石构造有浸染状、细脉浸染状、星点状、块状、角砾状、网脉状、蜂窝状和土状,其中浸染状、细脉浸染状、网脉状和蜂窝状与金矿化关系最为密切。

4 构造蚀变岩型金矿地球化学特征

4.1 微量元素地球化学特征

4.1.1 微量元素聚类分析

通过对小南沟金矿区、东湾—蛮峪金矿普查区、赵岭金矿区300余件原生晕样品(由河南省第二地质队实验室测试)资料的初步整理,认为Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Mo、Co、Ni等与矿体的空间分布密切相关。用对数值对其R型聚类分析(图2),具有如下特点。

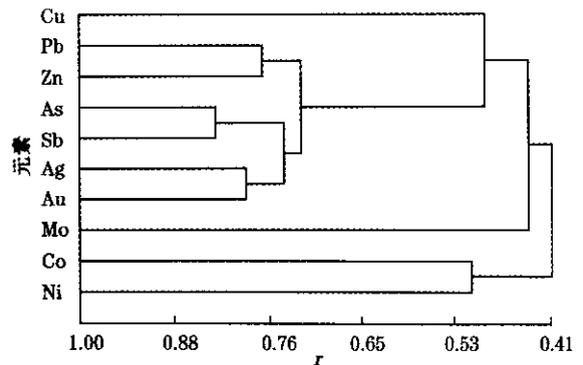


图2 小南沟矿区微量元素R型聚类分析

(1)在 $r=0.41$ 的水平下,相关元素分成2个点群,A群以As、Sb、Ag、Au、Pb、Zn、Cu、Mo为代表,B群以Co、Ni为代表。前者反映了主要成矿元素组合特征,后者反映了高温(或围岩)元素组合特征。两群之间的相关系数较高则反映了成矿作用与中高温热液活动有密切的关系。

(2)As、Sb、Au、Ag、Pb、Zn的相关系数大于0.7,说明元素在成矿作用中的相关性极强,Ag、As、Sb、Pb、Zn是Au成矿的主要伴生元素,是评价该矿床的

重要指示元素。

(3) Mo 具高温元素的特性,是矿质来源于地壳深部的反映。

4.1.2 微量元素因子分析

经过对因子分析的不同解进行对比,以累计方差贡献率大于 90% 为标准,备选主因子(F_i)。经过综合分析,斜交参考因子结构矩阵中微量元素的分布、分配形式基本符合本矿区的实际(表 1)。其中:F1 因子轴反映了 As、Sb、Ag、Au 的富集;F2 因子轴元素组合 Co、Ni 基本上反映了围岩元素组合特征;F3 和 F5 因子轴反映了 Zn、Pb、Ag、Sb、Au、Cu 的活化迁移;F4 因子轴反映了岩浆热液活动与成矿作用之间的关系;F6 因子轴反映了 Au、Ag、Sb、Pb、As 的富集。

表 1 小南沟金矿区斜交参考因子结构矩阵

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Sb、As、 Ag、Au	Ni、Co	Zn、Pb、 Ag、Sb、 Au、Cu	Ag、Mo	Cu、Pb Ag、Sb Zn、Cu	Au、Ag、 Sb、Pb、 As

该结果与赵岭金矿床基本一致,尤其是 F1、F2、F3 因子轴^[5]。充分说明与金矿体密切相关的元素组合是 Pb、Zn、As、Sb、Ag、Au;围岩指示元素为 Co、Ni;深成指示元素为 Mo;活化迁移元素组合是 Cu、Pb、Zn、Sb、Ag、Au。Au、Ag 在多个因子轴出现,反映了成矿的多期次性和成矿元素活化迁移的多期次性。

4.2 异常元素的垂直分带特征

热液矿床在成矿过程中,由于成矿元素、伴生元素自身地球化学学习性的差异,在物理化学条件发生改变时,总是按一定的顺序沉淀富集,表现出元素的量值及种类在空间上有规律地变化。这种变化规律能够揭示成矿作用的地球化学过程,依照元素的分布分配特征可定位矿床的空间位置,对未知区域进行预测。根据 C. B. 格里戈良(1975)提出的热液矿床原生晕元素分带序列的计算方法^[6],沿主矿体剖面计算出各异常元素的空间分布位置及组合。

选择小南沟金矿区第 0、9 勘探线 5 个中段 6 个标高的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Mo、Co、Ni 元素,根据 C. B. 格里戈良(1975)热液矿床原生晕元素分带序列的计算方法^[6],得出不同勘探线的不同标高具有不同的元素组合(表 2)。根据各个成矿微量元素在分带序列中的分带指数和金矿体侧伏特征,参考一般热液矿床微量元素在垂直分带序列中的位置,确定出小南沟金矿体微量元素原生晕在垂向上的分带序列(由上而下)为 Sb—As—Cu—Zn—Pb—

表 2 小南沟矿区异常元素垂直分带序列

高程	0 勘探线剖面	9 勘探线剖面
地表和 550 中段	Sb—As—Ag	Cu—Sb—Zn
478 中段	Cu—Co—Zn	Mo
451 中段	Au—Mo	
421 中段		As—Au
391 中段	Pb	Ag—Pb

Ag—Au—Zn—Pb—Mo—Co—Ni。该垂直分带序列与赵岭金矿^[5,8]基本吻合。

由此可以判定:第 0 勘探线的 451~478 m 中段元素组合是 Cu、Zn、Au、Co、Mo,具原生晕叠加带^[7]特征,是主矿体偏下部位的反映;550 m 中段和地表的元素组合是 As、Sb、Ag,反映了前缘元素组合特征。而第 9 勘探线的 550 m 中段元素组合是 Sb、Cu、Zn,478 m 中段元素组合以 Mo 为主,反映主矿体的偏下部位;421~391 m 中段元素组合是 As、Ag、Au、Pb,具矿体前缘元素组合特征,在其下部应有矿体存在。深成指示元素 Mo 分别位于第 0、9 线的 451 m、478 m 中段,说明金矿体具有向北侧伏的趋势。

4.3 异常元素的水平分带特征

选择小南沟金矿区的 451 中段,从南到北第 9、0、8、16、24 勘探线的水平方向上 5 个探矿工程中,同样按照 c. b. 格里戈良(1975)热液矿床原生晕元素分带序列的计算方法,得出微量元素在走向方向水平分带特征(表 3)。第 9、0、8 线元素组合 Cu、Au、Ag、Pb、Zn,反映了主矿体位置,与矿区勘察结果一致;第 16 线元素组合是 Mo、Ni,反映了尾部元素组合特征;第 24 线元素组合是 Co、Sb、As,反映了前缘元素和尾部元素组合的叠加特征,具有异常叠加带^[7]特征,充分反映了矿区内成矿的复杂性和多期次性。表明第 16、24 线具有较高的剥蚀程度,第 24 线的深部应有金矿体存在。

表 3 小南沟矿区 451 中段异常元素分带特征

9 线	0 线	8 线	16 线	24 线
Cu	Au、Ag	Zn、Pb	Mo、Ni	Co、Sb、As

5 地质地球化学模式建立

通过研究小南沟—通峪沟、东湾—蛮峪金矿床的地质特征、控矿构造规模及其产状、矿床(体)特征、地球化学特征、找矿标志,结合区域成矿地质背景、找矿经验,以地质模式和地球化学模式,在统计的基础上,按照与金矿化密切相关、一般相关的定性概念,总结和建立庙岭—小南沟—赵岭金成矿带的构造蚀变岩型金矿地质地球化学找矿模式(表 4)。

表 4 庙岭—小南沟—赵岭金成矿带构造蚀变岩型金矿地质地球化学模式

项目	找矿标志	与金矿化相关程度		
		密切相关	一般相关	
地质模式	地层	熊耳群中酸性火山岩		
	断裂构造	NNW		一般相关
		SN		一般相关
		NNE	密切相关	
		NE		一般相关
		规模	>3 m	<3 m
	倾角	>50°	30° ~ 50°	
	距燕山期花岗岩距离	0 ~ 10 km	10 km	
	矿石矿物组合	自然金、黄铁矿		
	矿石结构	包含结构、充填结构、自形一半自形细粒粒状结构	交代残余结构、它形粒状结构	
矿石构造	浸染状、细脉浸染状、网脉状和蜂窝状	星点状、块状、角砾状		
蚀变带规模	>10 m	<10 m		
蚀变类型	硅化、绢云母化、钾长石化			
表生作用	褐铁矿、赤铁矿			
地球化学模式	微量元素组合(一般)	As, Sb, Ag, Au, Pb, Zn, Cu, Mo		
	土壤化探异常强度较低(金异常下限为 10 ⁻⁶)时的微量元素组合	Au, As, Hg, Ag(局部点异常有 Pb, Cu)		
	元素水平分带	Au, Ag-Zn, Pb-Mo, Ni-Co, Sb, As-Au, Ag		
	元素垂直分带(由上而下)	Sb-As-Cu-Zn-Pb-Ag-Au-Zn-Pb-Mo-Co-Ni		
	前缘元素组合	As, Sb, Ag		
	矿中元素组合	Au, Ag, Pb, Zn, Cu		
	尾部元素组合	Co, Mo, Ni		
	$(w_{As} \times w_{Sb}) / (w_{Co} \times w_{Ni})$	10 ~ 100 ^[8]		
$(w_{As} \times w_{Sb}) / (w_{Au} \times w_{Ag})$	<0.1 ^[8]			
$100u(Au) + 100u(Ag) + u(Pb) + u(Zn)$	1 500 ~ 4 000 ^[8]			

6 结语

熊耳山—外方山地区是河南省重要的金矿化密集区,构造蚀变岩型金矿是该区主要矿床类型。金矿体除了受区域地质背景控制外,还与 NNE 向构造及其有利产状有关,同时金矿床有其独特的矿物组合、结构构造和蚀变类型,金矿床的微量元素及其指示元素有水平分带和垂直分带,不同期次的矿化有原生晕叠加特征。庙岭—小南沟—赵岭金成矿带是在近 20 年来地质工作基础上厘定的成矿带,其北延仍有较大找矿空间,向西分布有与该成矿带近于平行的成矿带,还有若干条,向东仍有较好的成矿地质背景。因此,该模式的建立可以促进本区的找矿工作,为找矿靶区圈定和“攻深找盲、探边摸底”提供评价指标。

参考文献:

- [1] 刘红樱,胡受溪,周顺之. 豫西马超营断裂带的控岩控矿作用研究[J]. 矿床地质, 1998, 17(1): 71.
- [2] 卿敏,陈祥,关连绪. 金矿与花岗岩类关系的“同源说”. 黄金地质[J]. 1997(3): 31.
- [3] 李亚林,高凤泉. 从豫西熊耳群金矿地质特征看陕西熊耳群找矿方向与前景[J]. 陕西地质, 1997, 15(1): 51.
- [4] 刘耀文. 庙岭金矿床地质特征及找矿方向[J]. 黄金, 2003, (4): 21.
- [5] 崔来运. 河南赵岭构造蚀变岩型金矿床微量元素地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2005, 41(2): 31.
- [6] 翟裕生,邓军,崔彬,等. 成矿系统及综合地质异常[J]. 现代地质, 1999, 13(1): 99.
- [7] 邵跃. 热液矿床岩石测量(原生晕法)找矿[M]. 北京:地质出版社, 1997.
- [8] 崔来运,李世华,丁汉锋,等. 嵩县小南沟金矿床地球化学模式[J]. 物探与化探, 2005, 29(4): 33.

GEOLOGICAL-GEOCHEMICAL MODEL FOR THE MIAOLING-XIAONANGOU-ZHAOLING STRUCTURAL ALTERED ROCK TYPE GOLD METALLOGENIC BELT IN HENAN

CUI Lai-yun

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: The Miaoling-Xiaonangou-Zhaoling gold metallogenic belt is a secondary ore-forming belt controlled by Machaoying faulted zone. The authors formulated a geological-geochemical ore-prospecting model for this metallogenic belt on the basis of a systematical summary of the characteristics of the belt, which provides the train of thought for ore-prospecting work in this area.

Key words: geological-geochemical model; structural altered rock gold metallogenic belt; Henan; Miaoling-Xiaonangou-Zhaoling

作者简介: 崔来运(1958-)男,高级工程师。1983年毕业于河北地质学院,现主要从事地质找矿及综合找矿研究工作。