

河南省桐柏银洞岭银矿床地质地球化学特征

万守全^{1,2}

(1. 河南省地质调查院, 河南 郑州 450007; 2. 河南省地质矿产勘查开发局 第三地质调查队, 河南 信阳 464000)

摘要: 银洞岭银矿床属变质碎屑岩型银(金)矿床, 其成矿元素含量变化与歪头山岩组地层层序、岩石类型密切相关, 歪头山岩组下部变粒岩、云母石英片岩 Ag 含量相对较高, 成为银矿体的直接赋矿围岩; 蚀变作用导致成矿元素显著带入, 而对稀土元素的迁移影响不大; 成矿热液的运移以渗流作用为主、渗透作用为辅; 通过对银洞岭银矿床地质地球化学评价标志的建立, 为该类型矿床的普查评价起到借鉴作用。

关键词: 河南省桐柏地区; 银洞岭银矿床; 地质特征; 地球化学特征; 找矿标志

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2005)06-0510-05

银洞岭银矿床是继破山、银洞坡大型银金矿床之后, 在围山城成矿带的又一重大发现, 也是我国变质碎屑岩型银(金)矿近年来又一新的突破。因此, 对银洞岭银矿床成矿地质条件及地球化学特征的总结, 具有重要意义。

1 区域地质特征

银洞岭银矿位于桐柏山北坡围山城金银多金属成矿带东部。属秦岭—大别造山带中段的北秦岭构造带。该带是由多个形成于不同构造环境、具有各自独立建造特征和变形变质演化序列的构造地层地体, 经多次聚合后拼贴并焊接为一体的复杂构造带, 是在多期碰撞造山地球动力学背景下形成的。现今的构造格架是印支—燕山晚期碰撞造山形成的双侧造山带的一部分, 空间展布受碰撞挤压导致的陆内俯冲所控制。其基本构造样式表现为不同时期、不同成因的各种构造片岩、岩块在垂向上堆垛叠置, 平面上镶嵌拼合而形成的线状强应变带和透镜状弱应变域相间排列的条块构造和透镜状构造。

围山城多金属成矿带介于吴城、南阳断陷盆地之间, 呈北西向狭长带状展布, 东宽西窄, 全长 25 km, 矿带西部是破山大型银矿, 中部为银洞坡大型金矿, 新发现的银洞岭大型银矿位于最东端, 构成围山城金银成矿带。矿带的主体岩层是上元古界歪头山岩组, 为一套叠置厚度大于 2 500 m 的火山碎屑-沉积岩系, 以变粒岩为主, 夹碳质绢云石英片岩和二

云石英片岩、斜长角闪片岩及大理岩透镜体。这套岩石总体变质程度不深, 上部为低绿片岩相变质碳酸盐岩-火山碎屑沉积岩沉积建造, 分 5 个岩性段; 中部为高绿片岩相火山碎屑沉积岩建造, 分为 6 个岩性段; 下部为低角闪岩相碳酸盐岩-碎屑岩建造, 分为 6 个岩性段。上、中、下部各有 1 个含矿层, 分别为破山银矿赋矿层位、银洞坡金矿赋矿层位、银洞岭银矿赋矿层位。

呈北西向纵贯矿带的主干构造为朱庄背斜, 是以顺层流劈理为变形面, 向北西倾伏的斜歪倾伏背斜, 控制了矿带地层展布。银洞岭银矿的基本构造形迹表现为轴迹北西向朱庄背斜横跨轴迹北东向老洞坡背斜之上所构成的穹隆状构造, 褶皱之后的层间剥离断层控制了矿床(点)及矿体定位。

2 矿床(体)地质特征

银洞岭银矿床位于朱庄背斜(形)北东翼和老洞坡 A 型褶皱北西翼结合部的上元古界歪头山岩组下部第 5 岩性段北东向层间剥离断层面内, 受层位和构造双重控制。赋矿岩石主要为硅化白云石英片岩、变粒岩和碎裂大理岩。近矿围岩蚀变以硅化为主, 硅化自下而上由弱变强, 地表形成厚大硅化帽, 深部为硅化-绢云母化。横向上表现为以硅化、绢云母化、铅锌矿化为中心, 两侧伴以碳酸盐化、绿泥石化和泥化。围岩与矿体无明显界线, 圈定的 A1、A2 银多金属矿体分别受控于 F_{1-1} 、 F_{1-2} 层间剥离断层。

A1 矿体总体走向 70°, 倾向北西, 倾角 30° ~ 40°; 产状与 F₁₋₁ 层间剥离断层一致, 中浅部顺层发育; 中下部倾角变缓并在歪头山岩组下部第 5 岩性段内具穿层现象; 受褶皱影响矿体东部局部倾角较陡, 沿走向、倾向延伸呈舒缓波状。矿体具膨缩及尖灭再现, 厚度随赋矿断裂产状变化, 矿体呈似层状(图 1)。A2 银矿体(隐伏矿体)赋存于 F₁₋₂ 层间剥离断层内, 呈似层状平行 A1 矿体半隐伏产出。

发育在歪头山岩组下部第 5 岩性段内的层间剥离断层, 是主要的控矿、储矿构造。

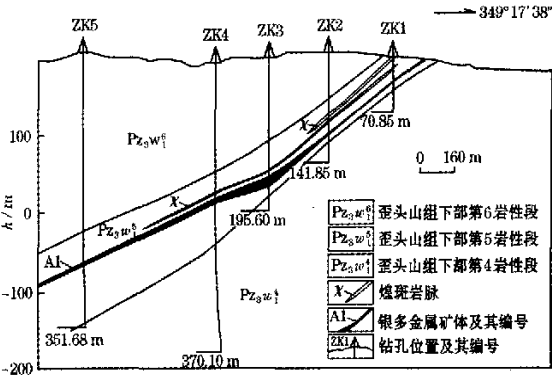


图1 银洞岭矿段0线地质剖面

3 矿床地球化学特征

3.1 各地层及(岩)矿石微量元素含量特征

矿带内各类地质体 Ag 含量均高于地壳丰度, 歪头山岩组上部、下部最高, 为地壳的 33 ~ 48 倍; Au 在歪头山岩组中部最高, 为地壳的 3.18 倍。

Pb、Zn 与 Au、Ag 含量有一致性, Cu 含量在大栗树岩组和混染带中高于歪头山岩组及其他地质体。

在歪头山岩组中, 成矿元素含量变化与地层层

序、岩石类型及所处构造部位密切相关。歪头山岩组中部第 2 段 Au 含量高, Ag 相对较低; 上部第 2 岩性段和下部第 5 岩性段含 Ag 高, Au 相对较低, 这与前者赋存金矿, 后者赋存银矿相一致。

歪头山岩组中主要岩石类型间成矿元素有明显差异, 碳质绢云石英片岩是金银矿床的直接赋矿围岩; 变粒岩、白云(二云)石英片岩(歪头山岩组下部)成矿元素 Ag 含量比较高, 它们与炭质绢云石英片岩共同组成矿源层。

矿石与围岩的稀土元素配分曲线非常相似, 表明蚀变作用对稀土元素的迁移影响不大, 变粒岩与炭质绢云石英片岩的稀土配分曲线基本吻合, 反映它们具有相同源区。

综上所述, 矿带地球化学特征是以 Au、Ag 为主的多元素矿化富集。然而有成矿意义的只有歪头山岩组上部第 2 段、中部第 2 段和下部第 5 段。

3.2 围岩蚀变及元素带入带出

选取正常围岩与近矿蚀变围岩微量元素含量比, 计算浓集系数(表 1), 可以看出几种主要近矿围岩在蚀变过程中微量元素的带入带出有如下特点。

硅化: 显著带入的有 Au、Ag、Pb、Zn、Cd、Ni、Co、Cu、Mo 迁移不明显, 仅 As 为带出。

碳酸盐化(围岩为炭质绢云石英片岩): 显著带入的有 Mn、Pb、Ag、Ni、Cd、As、Co、Zn; Mo 则带出。

斜长角闪片岩的碳酸盐化: 带入的有 Ag、Au、Mn、Pb、As、Mo、Zn, 带出的为 Ni、Cu。

绢云母化: 带入的微量元素 Ag、Au、Mn、Pb、As、Zn; Mo、Ni 无迁移, Cu 为带出元素。

绿泥石化(伴有弱碳酸盐化): 带入少量 Zn、Pb、Ag、Mn、As; Cu、Cd 无迁移, Co、Ni 有少量带出。

炭质绢云石英片岩的硅化与碳酸盐化相伴; 带

表1 各蚀变类型微量元素浓集系数

围岩	蚀变类型	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	Mo	As	Cd	Co	Ni	Mn
炭质绢云石英片岩	硅化	22.38	>10	7.5	2.67	2.3	1	0.5	5	3.6	6	4
	硅化碳酸盐化	6.75	>4	3.8	3.33	2.3	3	1.0	5	3.6	5	5.3
	碳酸盐化	2.26	>2	7.5	1.33	1.0	0.4	2.0				11.3
变粒岩	绢云母化	2.56	25	11.7	4.30	1.5	1	>4	>1.4	2	1	1
	绢云母化及碳酸盐化	4.49	>25	83.3	20.0	2.5	0.7	>6	>10	2	2	2.5
	碳酸盐化及高岭土化	2.13	21.3	23.3	7.5	1.3	0.3	>1.5	>4	1.7	1.7	1
斜长角闪片岩	碳酸盐化	3.12	26.7	1.7	1.3	0.9	1.7	>1	1	1	0.8	2
	绿泥石化		1.7	1.7	2.0	1.0	1.0	>1	1	0.8	0.8	1.7
白云石英片岩	硅化白云石英片岩	1.93	19.90	2.72	2.66	1.01	0.63	1.45	4.88	1.65	3.14	
	绿泥石化白云石英片岩	4.04	3.67	1.69	1.68	0.97	1.03	0.54	3.80	1.73	1.82	
	碳酸盐化白云石英片岩	1.06	0.35	0.39	0.41	0.38	1.76	0.39	0.88	0.57	0.25	

注: 浓集系数为蚀变围岩与正常围岩的平均含量比

入元素有 Au、Mn、Ni、Cd、Ag、Pb、Co、Zn、Mo、Cu；As 无迁移。

不等粒黑云变粒岩的碳酸盐化与高岭土化相伴：带入元素有 Pb、Ag、Zn、Cd、As、Au、Ni、Co、Cu，仅 Mo 为带出。

白云石英片岩的硅化与绿泥石化相伴：带入元素有 Au、Ag、Pb、Zn、Cd、Co、Ni；Cu、Mo、As 为带出。

综上所述，含矿溶液中的成矿元素 Au、Ag、Pb、

Zn、Cd，在近矿蚀变围岩内沉淀富集的含量，随着炭质绢云石英片岩—变粒岩—白云石英片岩—斜长角闪片岩逐次降低，因而主要矿体多赋存在碳质绢云石英片岩、白云石英片岩及变粒岩内。

4 矿床地球化学异常特征

矿床主要由 A1、A2 矿体组成，研究表明，每个矿体均伴有原生地球化学异常。从图 2 中可以

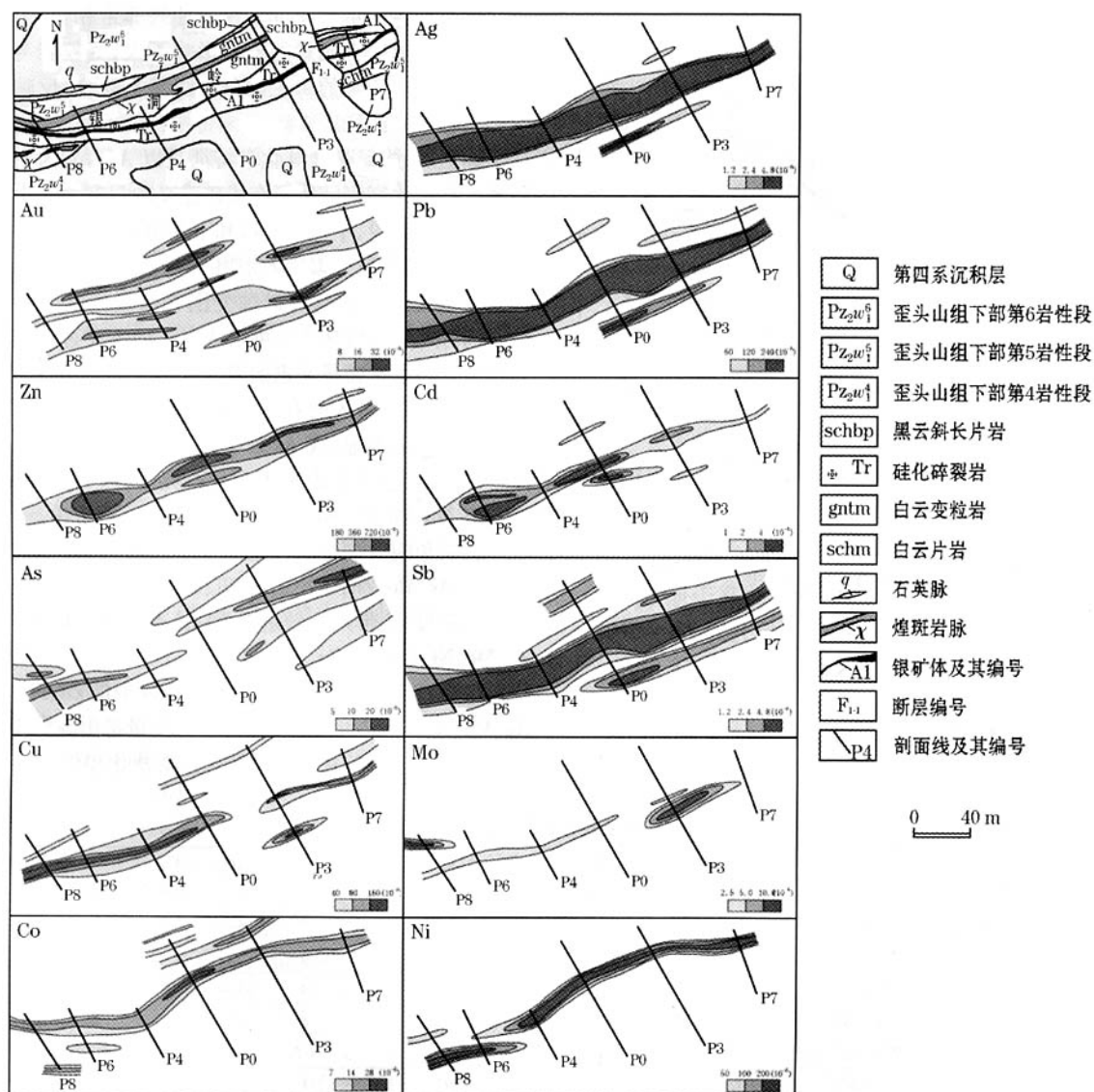


图 2 银洞岭矿区地球化学异常

看出,化探异常围绕矿体分布在歪头山岩组下部第 5 岩性段,受 F_1 层间剥离断层制约,与硅化白云石英片岩及硅化大理岩密切相关,沿走向、倾向具膨缩及尖灭再现现象。异常呈近东西向展布,主要(矿)异常在地表及剖面上均呈带状平行排列,主要元素异常形态规整、规模大,成矿元素异常强度高,浓集中心清晰,梯度变化明显,异常组分复杂,多种元素异常套合分布,具有一定的组分分带。

4.1 异常元素组合

研究异常元素组合,对识别异常的性质和成因,区分矿或非矿异常,对异常的推断解释和指导找矿起着重要作用。确定异常元素组合的依据主要有以下 2 点:

(1)从地球化学图上可见,Ag、Pb、Zn、Cd、Sb 密切共生,异常形态相似,范围基本一致;Au、Cu、Mo、As 与 Ag 有较为密切的伴生关系;Co、Ni 异常仅在 Ag 异常局部出现。这种共生、伴生关系表明,本矿床主要元素组合为 Ag、Pb、Zn,其次是 Au、Cd、Sb、As、Mo,部分出现 Cu、Co、Ni 异常。

(2)0 勘探线剖面的异常元素相关分析结果表明,Ag 与 Pb、Zn、Cd 的相关程度高于 Au、As、Sb、Cu、Mo;Co 与 Ni 相关,Co 与其他元素不相关。这种共生、伴生关系表明本矿床异常主要元素组合为 Ag、Pb、Zn、Cd,其次是 Au、As、Sb、Mo、Ni、Co;Ag、Pb、Zn、Cd 是直接指示元素,Au、As、Sb 为间接指示元素。

4.2 异常强度及浓度分带

按 $a^n T$ (T 为异常下限; a 为系数,一般取 2、3; $n=0、1、2$) 值将异常划分为外、中、内 3 个浓度带。由图 2 中可以看出,主要元素均具有清晰的浓度分带,在三度空间内围绕着矿体依次套合分布。成矿元素 Ag、Pb、Zn 的内带指示了矿体及强矿化的位置,中带反映了弱矿化,外带反映了矿化蚀变范围。剖面上 Sb、Au 在矿体中上部有较强的富集,Cd 在中下部富集,Cu、Mo 峰值出现在矿体的中下部;Co、Ni 异常强度低,在中带不发育,其异常中心趋于矿体的下部。

4.3 异常组分分带及其序列

本矿床组分基本格架是以 Ag 矿体为中心,主要元素异常围绕矿体或 Ag 异常内带依次套合分布,各元素内、中、外带彼此套合或左右、上下相邻,次要元素则分布在矿体或 Ag 异常内带的近侧。

水平上成矿元素及伴生元素分带不明显,根据

异常元素在地表出露晕宽,大致确定水平分带为:Cu、Mo、Ni、Co(中心带)—Zn、Au、Cu、As(过渡带)—Ag、Pb、Sb(边缘带)。

垂向分带序列采用重心法计算确定。根据 A1 矿体 0 线剖面不同标高 Ag 相关元素线金属数值及重心数值,经整理后得出本矿床垂向(由上至下)分带序列为:Sb(As)—Ag—Au—Pb—Cd—Cu—Mo—(Ni、Co),其中,Sb(As)、Ag 为矿体前缘元素,Ag、Au、Pb、Cd 为矿体元素,Cu、Mo(Ni、Co)为矿体尾部元素。

4.4 不同标高的元素比值

依据矿床垂向分带序列,选取前缘 Sb、Ag 与尾部 Cu、Mo,分别计算 0 线和 419 线不同标高的 $[w(\text{Ag})/w(\text{Mo})] \times 10$ 和 $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})]$ 元素对及累乘比值。各元素对及累乘比值自矿体前缘至尾部呈有规律的变化,由前缘至尾部依次减弱,利用这种变化规律可用来区分矿与非矿异常或判别矿体(异常)剥蚀程度,比值愈大,表明矿体(异常)剥蚀程度愈浅,预示深部可能有盲矿体存在。由此得出如下评价指标:

矿体前缘, $[w(\text{Ag})/w(\text{Mo})] \geq 50$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \geq 70$;

矿体中部, $w(\text{Ag})/w(\text{Mo}) = 1 \sim 13$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \geq 1.5$;

矿体尾部, $w(\text{Ag})/w(\text{Mo}) \leq 1$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \leq 1$ 。

4.5 异常形成方式

地球化学异常元素组分分带,显示出在水平方向上,从矿体中心向围岩成晕元素由高温元素组合变化为低温元素组合,指示矿化温度从中心向外降低;剖面上矿体从下部向上部,元素垂向分带也是从高温元素组合变化为低温元素组合,指示矿化温度从下向上逐渐降低。这表明成矿热液的主体不是由围岩的侧分泌作用形成,而是在温压梯度、化学势能梯度及差应力梯度的共同驱动下,从深部高温、高压区向浅部低温、低压区迁移。异常元素的侧向晕不发育,如 Ag 异常侧向晕与轴向晕长度比值为 1:17,表明成矿热液运移以渗流为主,渗透为辅。

5 地质-地球化学找矿标志

根据银洞岭银矿地质、地球化学特征,综合找矿标志列于表 2。

表 2 综合找矿标志信息

找矿标志		信息特征
地 质	赋矿层位	上元古界歪头山岩组下部第 5 岩性段(Pt3w15)
	赋矿岩石	硅化白云石英片岩、变粒岩及硅化碎裂大理岩
	控矿、储矿构造	上元古界歪头山岩组下部第 5 岩性段内的层间剥离断层
	围岩蚀变	硅化、绢云母化、碳酸岩化、绿泥石化、泥化、黄铁钾矾化是地表的直接找矿标志
地 球 化 学	赋矿层位	银丰度较高的歪头山岩组下部第 5 岩性段
	岩(矿)石特征	硅化白云石英片岩、变粒岩及碎裂大理岩是直接赋矿围岩
	元素组合	主要元素组合:Ag、Pb、Zn、Cd;次要元素组合: Au、As、Sb、Cu、Mo、Ni(Co)。直接指示元素:Ag、Pb、Zn;间接指示元素: Au、As、Sb。
	水平分带及元素比值	Cu、Mo、Ni、Co(中心带)—Zn、Au、Cu、As(过渡带)—Ag、Pb、Sb(边缘带); $w(\text{Ag})/w(\text{Mo}) \times 10 \geq 50$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \geq 70$ (矿异常评价指标)
	垂向分带及元素对比值	由上至下为 Sb(As)—Ag—Au—Pb—Cd—Cu—Mo—(Ni、Co)。 矿体前缘: $[w(\text{Ag})/w(\text{Mo})] \times 10 \geq 50$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \geq 70$; 矿体中部: $w(\text{Ag})/w(\text{Mo}) = 1 \sim 13$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \geq 1.5$; 矿体尾部: $w(\text{Ag})/w(\text{Mo}) \leq 1$, $[w(\text{Ag}) \cdot w(\text{Sb})]/[w(\text{Cu}) \cdot w(\text{Mo})] \leq 1$

6 结束语

在对银洞岭银矿地质及地球化学特征研究的基础上,建立银洞岭型银矿床地质-地球化学找矿评价标志,为丰富我国变质碎屑岩型银矿床的研究内容和服务领域起到一定的借鉴作用。

参考文献:

[1] 韩存强,张宗恒,万守全.河南桐柏银洞坡金矿综合找矿标志及找矿模型[J].物探与化探,1996,20(2):87-97.
[2] 索书田,桑隆康,韩郁菁,等.大别山前寒武纪变质地体岩石学与构造学[M].武汉:中国地质大学出版社,1993.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE YINDONGLING SILVER DEPOSIT, TONGBAI COUNTY, HENAN PROVINCE

WAN Shou-quan^{1,2}

(1. Geological Survey of Henan Province, Zhengzhou 450007, China; 2. No. 3 Geological Party, Henan Geological Bureau for Exploration and Development of Mineral Resources, Xinyang 464000, China)

Abstract: The Yindongling silver deposit is another important discovery in the Weishancheng metallogenic belt after the discovery of the Poshan silver deposit and the Yindongpo gold deposit. Its discovery is also a new breakthrough in prospecting for metaclastic type silver (gold) deposits in recent years. The summarization of the ore-forming geological conditions and geochemical characteristics of the Yindongling silver deposit is of great significance. Geochemical characteristics of the Yindongling silver deposit show that the variation of ore-forming elements is closely related to stratigraphic sequences and rock types of Waitoushan Formation. Ore-forming elements are obviously different in different strata and rock types. Au and Ag are relatively high in carbonaceous-sericite-quartz schist and leptyte of the middle-upper part of Waitoushan Formation, and in leptyte and mica-quartz schist of the lower part of Waitoushan Formation, which are direct wall rocks of Ag-Au orebodies. Alteration leads to obvious entrance of ore-forming elements but exerts no remarkable influence on the transportation of rare earth elements. Based on horizontal and vertical zoning, the author considers that the transportation of ore-forming hydrothermal solution is mainly in the form of percolation, and subordinately in the form of infiltration. According to geological and geochemical characteristics and element ratios at different elevations, the author has established geochemical assessment criteria, which are of reference value in the prospecting and evaluation of ore deposits in this area.

Key words: Tongbai county Henan province; Yindongling silver deposit; geological environment; geochemical characteristics; prospecting criteria

作者简介:万守全(1962-),男,河南罗山人,高级工程师。2003年毕业于中国地质大学(北京),工程硕士,长期从事地质矿产勘查及科研工作,发表论文4篇。