

赤峰—朝阳金矿化集中区元素分带特征及其应用

朴寿成¹, 李绪俊¹, 师磊¹, 于泽新², 武玉琪³, 孙洪礼⁴, 史凤江⁵,

(1. 吉林大学, 长春 130026; 2. 东五家子金矿, 朝阳 122000; 3. 金厂沟梁金矿, 敖汉旗 024307;

4. 撰山子金矿, 敖汉旗 024331; 5. 东风金矿, 宁城 024200)

[摘要] 为了研究赤峰—朝阳金矿化集中区内金矿床的元素轴向分带特征, 归纳总结了区内9个矿床的分带序列。结果表明, 其分带序列为 $F - (Ba, As, Sb, Hg) - Au - Pb - Ag - Zn - Bi - Cu - W - (Mo, Co, Ni, Ti)$, 与热液矿床典型综合分带序列和金矿床的综合分带序列相似。利用这一分带序列给出的前缘元素组合和尾缘元素组合建立了 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 、 $(As + Sb)/(Bi + W)$ 等累加指数, 并以此预测了撰山子金矿26、28号等矿脉的深部含矿性, 后经生产验证预测正确。

[关键词] 赤峰 朝阳 金矿床 轴向分带 深部预测

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2006)01-0017-04

0 引言

元素的分带, 是指不同化学元素的异常在一定地质作用下呈现有规律空间分布的现象。自从格里戈良等人提出热液矿床原生晕典型综合分带序列^[1]以来, 国内外学者对原生晕分带性进行了广泛的研究^[2,3]。研究表明, 热液矿床原生晕具有非常相似的分带序列, 进一步说明了热液矿床中元素分带性的普遍性。近20多年来, 随着金矿地质的蓬勃发展, 李惠^[4]、邵跃^[5]等人提出金矿床原生晕的分带序列, 建立金矿体预测的地球化学标志或分带模型, 为研究金矿的成矿作用, 预测金矿体的剥蚀程度, 指导找矿等方面起到了积极作用。

赤峰—朝阳金矿化集中区内, 金矿床分布广泛, 是我国重要的金矿产地之一。近10多年来, 区内金矿床元素分带规律的研究有了一定的进展, 提出了一些矿床的元素轴向(垂向)分带序列和由此建立的地球化学评价指标或模型^[4,6-13], 预测了矿体(矿脉)的深部含矿性, 收到了较好的效果。

1 金矿化集中区地质概况

赤峰—朝阳金矿化集中区位于华北地台北缘和兴蒙地槽的结合部位。本区太古宙主要发育于陆台区, 元古宙槽台二区各有性质相异的产物, 古生界主

要发育于槽区, 而中生界陆源及火山碎屑的内陆盆地沉积全区均有发育。

本区自中生代以来, 尤其是晚侏罗世—早白垩世, 由于受太平洋板块挤压的影响, 以东西向构造为主体的先期构造格局, 转变为与板块俯冲带基本平行的北北东—东北构造为主导的格局, 形成相对抬升的3个隆断带和相对陷落的两拗断带, 它们自西而东依次为铭山隆断带、锡伯河拗断带、马鞍山隆断带、老哈河拗断带和努鲁儿虎隆断带。赤峰—朝阳金矿化集中区的绝大多数金矿床均位于3个隆断带上(图1)。

区内岩浆岩分布广泛, 出露面积约占隆断带面积的1/2。岩浆活动明显受构造控制, 前中生代岩浆岩大多呈东西向分布, 中生代岩浆岩则沿北北东向成带, 而且岩带常跨越槽台二区。本区花岗岩类岩体周围, 特别是在各金矿床内普遍发育多种脉岩, 与金矿脉具有密切联系。

2 元素轴向分带特征

赤峰—朝阳金矿化集中区内大小金矿床10余处, 本文收集了其中9个矿床的轴向分带资料(表1)。从表中可以看出, 金厂沟梁、东风、热水、东五家子、小塔子沟、东五家子北地矿区、安家营子金矿这7个矿床的分带序列基本属于“正常”, 与热液

[收稿日期] 2004-12-23; **[修订日期]** 2005-03-25; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 国家自然科学基金(编号:40472050)资助。

[第一作者简介] 朴寿成(1950年—), 男, 1988年毕业于原长春地质学院, 获硕士学位, 教授, 现主要从事勘查地球化学的教学与研究工作。

(金)矿床的分带序列基本相似,而撰山子、柴胡兰子金矿的“正常”分带序列被“破坏”,有些活动性强

的元素被排列到序列的后面,另一些活动性弱的元素却被排列到序列的前面。

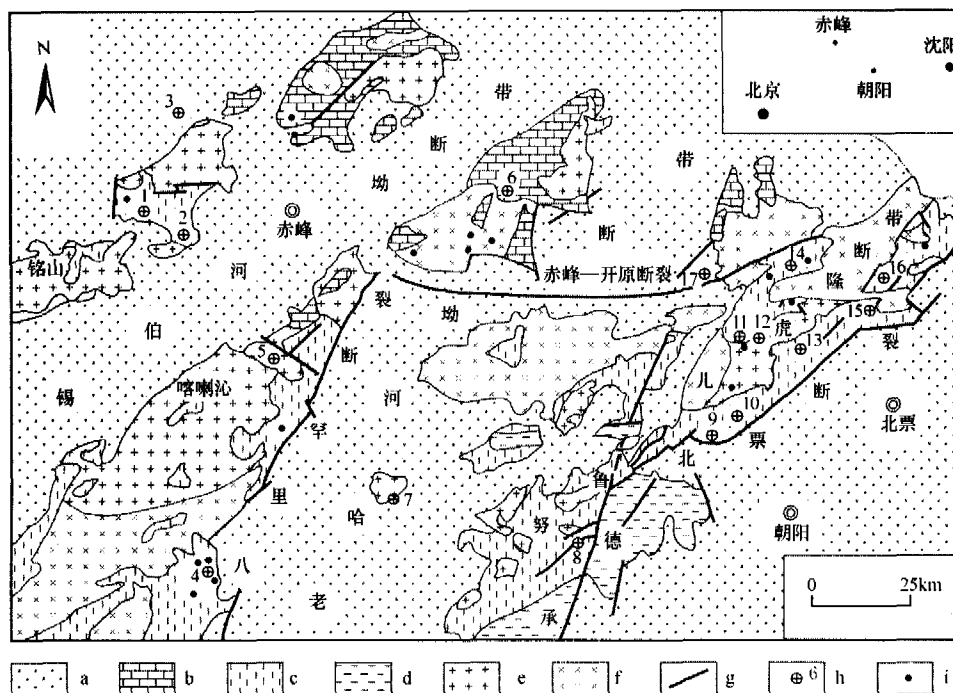


图1 赤峰-朝阳金矿化集中区区域地质和金矿分布简图

a—中、新生代地层;b—晚古生代地层;c—震旦系地层;d—太古宙变质岩;e—中生代花岗岩;f—前中生代花岗岩;g—断裂;h—矿床;i—矿点;1—莲花山金矿;2—红花沟金矿;3—官地金矿;4—热水金矿;5—安家营子金矿;6—撰山子金矿;7—东风金矿;8—中三家金矿;9—小塔子沟金矿;10—东五家子金矿;11—金厂沟梁金矿;12—二道沟金矿;13—平房金矿;14—黄花沟金矿;15—沙金沟金矿;16—迷力营子金矿;17—奈林沟金矿

表1 赤峰-朝阳地区金矿元素轴向分带序列表

序号	矿床	分带序列(从上到下)	资料来源
1	内蒙古金厂沟梁金矿	(F,As)-(Sb,Hg)-(Pb,Zn,Au)-(Bi,Ag)-Cu-(Ti,Mo)-Co	朴寿成**
2	内蒙古东风金矿	Ba-(Hg,Sb)-As-Bi-(Au,Ag)-Cu-(Pb,Zn)-Mo-(Co,Ni)	朴寿成 ^[11]
3	内蒙古热水金矿	Ba-(As,Sb,Hg)-Bi-Cu-(Au,Ag)-(Pb,Zn,Mo)-(Co,Ni)	朴寿成 ^[12]
4	辽宁东五家子金矿	(Hg,Sb)-(Ba,Zn)-(Ag,Au,Pb,Cu,Bi,As)-Mo-(Co,Ni)	朴寿成**
5	辽宁东五家子金矿北地矿区	Ba-(As,Hg,Sb)-(Au,Bi,Cu,Co)-(Ag,Pb)-Mo-(Zn,Ni)	朴寿成**
6	辽宁小塔子沟金矿	Ba-(As,Pb,Sb,Hg)-(Ag,Au)-(Cu,Zn,Bi)-(Co,Ni,Mo)	朴寿成**
7	内蒙古撰山子金矿	Co-As-Ba-Sb-Zn-Cu-Pb-Au-Ag-W-Bi-Hg-Ni	朴寿成等 ^[10]
8	内蒙古安家营子金矿*	Hg-(Au,Ag,Pb,Zn,As,Mn)-(Bi,Mo,W,Ni,Co,Cu)	张魁武等 ^[8]
9	内蒙古柴胡兰子金矿	Au-Mo-Zn-Co-B-Cr-Mn-Pb-Ag-Bi-Cu-Ni-As-Hg-Sb	李惠等 ^[4]
	综合序列	F-(Ba,As,Sb,Hg)-Au-Pb-Ag-Zn-Bi-Cu-W-(Mo,Co,Ni,Ti)	

* 据张魁武等人的论文资料整理; ** 据作者正在进行的科研资料。

“正常”分带序列被“破坏”的原因比较复杂,其可能的原因有:矿体尖灭再现或雁行排列,使上下两个矿体的晕相互叠加;成晕元素赋存的矿物形式不同,影响元素在序列中的位置;不同建造矿化的叠加,形成多建造晕^[2],等。其中,第一个原因是我们利用分带规律进行深部含矿性预测的重要理论依据之一,也是撰山子、柴胡兰子金矿中“正常”分带序

列被“破坏”的原因。

为了得出有代表性的综合分带序列,总结归纳时舍弃了“破坏”比较严重的柴胡兰子金矿的分带序列,用其余8个矿床的资料进行归纳。每个元素在综合序列中的位置,用下面式子中 B_j 的大小来确定。

$$B_j = \sum_{i=1}^8 A_{ij}$$

式中, A_{ij} 为 j 元素在 i 矿床分带序列中的位置, 用 1, 2, 3, ... 表示。如在金厂沟梁金矿中, $A_{1F} = 1$, $A_{1As} = 1$, $A_{1Sb} = 3$, $A_{1Pb} = 5$ 等。经计算, 区内金矿床中元素从上到下的轴向分带序列为:

F - (Ba, As, Sb, Hg) - Au - Pb - Ag - Zn - Bi - Cu - W - (Mo, Co, Ni, Ti)

从上述分带序列可以看出, F、Ba、As、Sb、Hg 为前缘元素, W、Mo、Co、Ni、(Bi、Cu) 为尾晕元素, 与格里戈良提出的热液矿床原生晕典型分带序列和李惠^[4]、邵跃^[5]等人提出的金矿原生晕分带序列基本相似。

3 分带规律在成矿预测中的应用

分带规律在成矿预测中的应用非常广泛。下面以内蒙撰山子金矿为例, 讨论元素的轴向分带规律在深部预测中的应用。

撰山子金矿南部紧靠区域性的 EW 向哈拉海-后公地断裂, 西部为规模较大的 NNE 向黑水-莲花山断裂所限, 两条断裂在矿区构成“入”字形构造, 成为矿区构造的主体骨架。矿区内矿构造主要为一组北西向断裂, 其次尚有一组东西向容矿断裂。矿脉围岩主要为上古生界下二叠系于家沟组结晶灰岩、燕山期花岗岩、花岗斑岩和海西期闪长岩(图

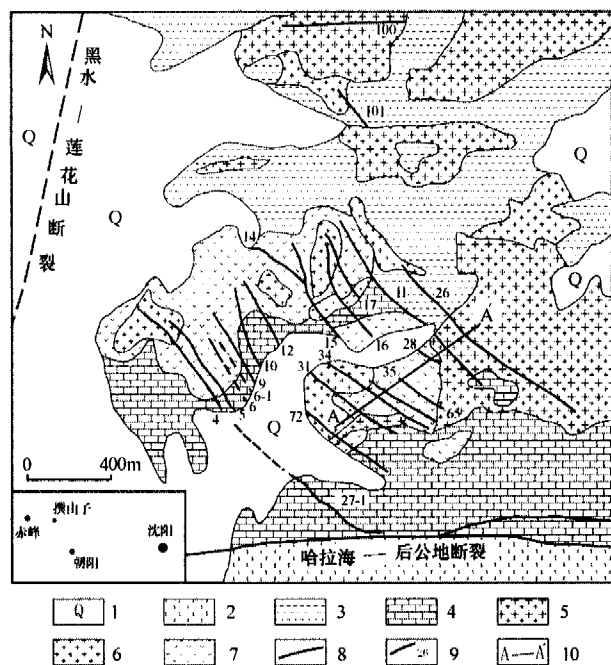


图2 撰山子矿区地质略图

1—第四系; 2—侏罗系中酸性火山岩; 3—晚二叠系砂岩、粉砂岩夹结晶灰岩; 4—早二叠系结晶灰岩; 5—燕山期花岗斑岩; 6—燕山期花岗岩; 7—海西期闪长岩; 8—断裂; 9—矿脉及编号; 10—剖面位置地表投影

2)。金矿的成矿与花岗岩关系密切^[14], 目前对矿床成因较为一致的观点是燕山晚期中温、中浅成的脉状岩浆热液型金矿床。

根据原生晕轴向分带序列, 选择前缘特征元素(如 As、Sb、Ba), 尾晕特征元素(如 W、Bi) 以及由此建立的累加指数(如 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 和 $(As + Sb)/(Bi + W)$) 等参数评价矿体(脉)的深部含矿性, 也是矿体深部预测的地球化学方法之一。在撰山子金矿, 72 号脉至 26 号脉之间 800 多米的地段, 虽然地表见到 31、34、35、65、28、26 号脉等诸多矿脉或含矿破碎带, 但横穿该地段的 515m 标高长穿坑道中(地表标高 700~750m), 只见到 26、28 号脉具有开采价值, 没有发现还有其他一定规模的矿脉。经过对该地段进行地球化学测量(图 3), 对深部的含矿性可得出如下结论。

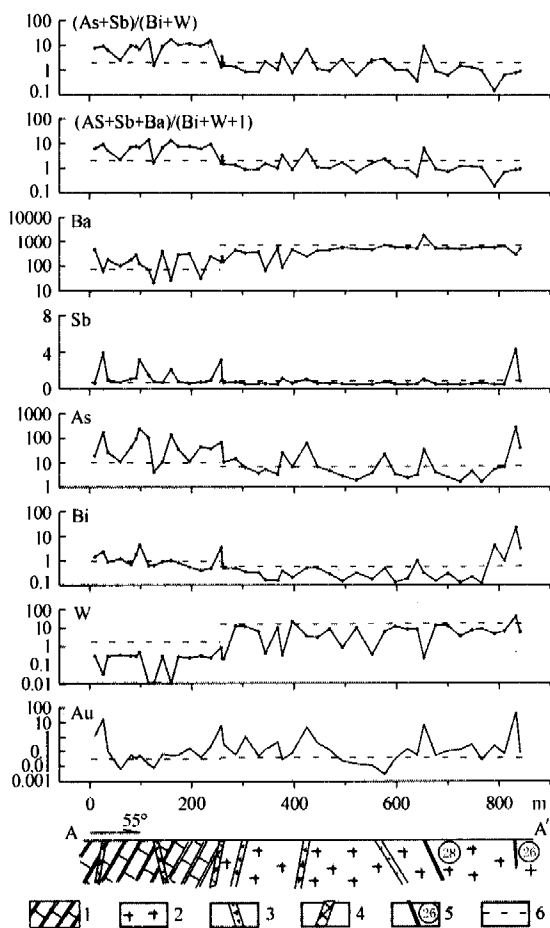


图3 撰山子金矿 72~26 号脉之间 515m 标高坑道地球化学图

1—结晶灰岩; 2—花岗岩; 3—破碎带; 4—石英方解石脉; 5—矿脉及编号; 6—异常下限。注: 元素含量单位: $\omega_B/10^{-6}$ 。

1) 26 号脉中前缘特征元素 As、Sb 和尾晕特征

元素 W、Bi 的含量都较高,分带特征不明显,但累加指数 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 和 $(As + Sb)/(Bi + W)$ 均很低,说明在 515m 标高处 26 号脉应属于矿体的中-下部,找矿勘探的重点应放在 515m 标高以上的较浅部位。

2) 28 号脉中有前缘元素 As、Ba 的异常,尾晕元素 W、Bi 的含量很低,并且累加指数 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 和 $(As + Sb)/(Bi + W)$ 均很高,显示矿体上部特征,说明 28 号脉在 515m 标高处为矿体的上部,矿体向深部还有较大延伸。

3) 在地球化学剖面 0~250m 结晶灰岩地段,裂隙和石英脉较为发育,尾晕特征元素 W 含量低,前缘元素 As、Sb、Ba 含量高,并且累加指数 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 和 $(As + Sb)/(Bi + W)$ 也很高,显示出前缘特征,深部可能出现盲矿体。

4) 地表的 31、34、35、65 号脉北西走向,向北东倾,在 515m 标高处都没有形成工业矿体。但在剖面约 425m 处有一破碎带中,尾晕特征元素 W 含量低,前缘元素 As 含量高,并且累加指数 $(As + Ba + Sb)/(Bi + W + 1)$ 和 $(As + Sb)/(Bi + W)$ 也较高,显示出前缘特征,应注意寻找深部盲矿体。

经后来的生产实践证明,对 26 号脉和 28 号脉的预测与实际吻合。

在撰写本文过程中,得到吉林大学纪宏金教授的热情帮助,在此表示衷心的感谢。

[参考文献]

[1] Beus A, Grigorian S V. Geochemical Exploration Methods For

Mineral Deposits[M]. Moscow: applied publishing LTD, 1975.

- [2] 黄薰德,吴郁彦. 地球化学找矿[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [3] 邵跃. 矿床元素原生分带的研究及其在地球化学找矿中的应用[J]. 地质与勘探,1984,(2):47~55.
- [4] 李惠,张文华,刘宝林,等. 中国主要类型金矿床的原生晕轴向分带序列研究及其应用准则[J]. 地质与勘探,1999,35(1):32~35.
- [5] 邵跃. 金矿化异常评价的几个问题[J]. 中国地质,1988,(5):22~23.
- [6] 刘克义,金相浩. 内蒙古敖汉旗撰山子金矿矿体赋存规律及深部预测[J]. 黄金,1991,12(4):1~6.
- [7] 阴翠珍,阎志军,甄志敏. 内蒙古敖汉旗撰山子金矿床地球化学特征[J]. 黄金,1997,18(9):7~13.
- [8] 张魁武,郑学正,李秀云,等. 内蒙古安家营子金矿床地球化学异常特征[J]. 华北地质矿产杂志,1998,13(2):144~154.
- [9] 李秀琴,杨吉. 内蒙撰山子金矿赋存规律及成矿预测[J]. 长春科技大学学报,2000,30(1):32~35.
- [10] 朴寿成,姚凤良,李碧乐,等. 内蒙撰山子金矿地球化学找矿标志与预测[J]. 长春科技大学学报,2000,30(增刊):111~115.
- [11] 朴寿成,李绪俊,穆国富,等. 内蒙东风金矿勘查地球化学特征与深部预测[J]. 吉林大学学报[地球科学版],2002,32(1):16~20.
- [12] 朴寿成,李绪俊,郑天成,等. 内蒙古热水金矿地球化学特征与成矿预测[J]. 物探与化探,2002,26(6):429~432.
- [13] 朴寿成,贾洪杰,翟玉峰,等. 金厂沟梁金矿床矿脉原生地球化学特征及深部含矿性评价[J]. 地质地球化学,2003,31(1):47~51.
- [14] 阎志军,阴翠珍,孙洪礼,等. 撰山子金矿田花岗岩特征及金矿的关系[J]. 黄金,1997,18(2):8~15.

ELEMENT ZONING AND ITS APPLICATION IN THE CHIFENG - CHAOYANG AURIFEROUS PROVINCE

PIAO Shou - cheng¹, LI Xu - jun¹, SHI Lei¹, YU Ze - xin², WU Yu - qi³, SUN Hong - li⁴, SHI Feng - jiang⁵

(1. Jilin University, Changchun 130026; 2. Dongwujiazhi Gold Mine, Chaoyang 122000; 3. Jinchanggouliang Gold Mine, Aohanqi 024307; 4. Zhuanshanzhi Gold Mine, Aohanqi 024331; 5. Dongfeng Gold Mine, Ningcheng 024200)

Abstract: To reveal the features of axial element zoning of gold deposits in the Chifeng - Chaoyang auriferous province, zonal sequence for 9 gold deposits in the province have been summarized. The present results indicate that the zonal sequence is F - (Ba, As, Sb, Hg) - Au - Pb - Ag - Zn - Bi - Cu - W - (Mo, Co, Ni, Ti), which is similar to the comprehensive zonal sequence of hydrothermal gold deposits. Based on different assemblages of the front and rear elements, some accumulated indicators like $(As + Sb + Ba)/(Bi + W + 1)$ and $(As + Sb)/(Bi + W)$ have been found. These indicators have been applied in the prediction of No. 26, No. 28 and other lodes in the Zhuanshanzhi gold deposit at depth and have been verified to be correct in mining practice.

Key words: Chifeng, Chaoyang, gold deposit, axial zoning, prediction of deep-seated orebody.