

吉林小石人金矿地球化学异常特征及成矿预测

朴寿成, 刘树田

(吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026)

[摘要]小石人金矿在区域、矿区、矿脉3个不同层次上均存在 Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Hg 和 Bi 等元素的异常。矿区范围内近东西向和北北东向两组构造的交汇部位是成矿的最有利部位。矿区内有3个异常带, 已知矿脉均赋存在北部异常带内, 中部和南部的两个异常带应是 Au 成矿的有望地段。Ag、As、Sb、Hg、Ba 为上部矿脉的特征元素, Bi、Cu、Co 为下部矿脉特征元素。根据矿脉中元素分带标志, 1[#]脉的矿化向深部还有一定延深, 2[#]矿脉深部可能无新的盲矿体。

[关键词]地球化学异常特征 不同层次找矿标志 成矿预测

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)02-0026-04

小石人金矿位于中朝准地台辽东台背斜, 浑江—太子河拗陷老岭复背斜北西翼。矿区出露的地层有早元古宙老岭群珍珠门组 ($Pt_1^2 z$)、花山组 ($Pt_1^2 h$)、侏罗系马达岭组 ($J_2 m$)、林子头组 ($J_3 l$)、石人组 ($J_3 sh$) 和白垩系下统榆木桥子组 ($K_1 y$)。珍珠门组主要由角砾状大理岩、白云质大理岩和透闪石大理岩组成, 是矿区内的容矿围岩。侏罗系地层主要由凝灰质砂岩、酸性凝灰岩、含砾长石砂岩和砾岩组成。榆木桥子组主要由砾岩、砂岩及角砾岩组成, 不整合盖在珍珠门组之上。矿区岩浆岩有石英斑岩和闪长岩脉。区域范围内发育北东向、东西向和北西向构造, 特别是北东向构造对成矿有控制作用。矿区断裂构造以北西向和北东向为主, 还有北北东向和近东西向, 矿脉走向主要为北西和北东东。围岩蚀变主要有硅化、赤铁矿化、孔雀石化、绢云母化和碳酸盐化, 其中硅化、赤铁矿化与金矿化关系密切, 矿石呈紫色, 致密坚硬。

1 区域地球化学异常特征

据 1:5 万水系沉积物地球化学测量结果, 在老岭成矿带不同时代地层中, 早元古宙地层分布区 Au 的平均值和标准离差最大, 分别为 2.26×10^{-9} 和 8.51×10^{-9} 。在早元古宙地层中, 珍珠门组地层分布区 Au 的平均值和标准离差最大, 分别为 3.43×10^{-9} 和 11.24×10^{-9} , 并且 Ag、Pb、Zn、Sb、Hg 等元素的平均值和标准离差也较大^[1], 说明珍珠门组地层

的成矿潜力大, 是本区找金矿的最有利层位, 荒沟山金矿、南岔金矿等均赋存在该层位。

不同级别的水系沉积物地球化学异常在小石人矿区均有异常显示。区域异常面积可达 15 ~ 23 km², 异常元素组合为 Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Hg、Mo、Bi。异常套合较好, 具有一定的分带性, Mo 为内带, Bi 为中带, Au、As、Sb、Hg 为外带。

2 矿区土壤地球化学异常特征

据矿区 4.5 km² 范围内土壤地球化学测量结果, Au 异常 ($\omega(Au) > 7 \times 10^{-9}$) 主要分布在测区的北部, 沿 NNE 向和近 EW 向两个方向发育, 已知 Au 矿脉产在测区北部两个方向异常的交汇部位, 说明这两个方向的构造可能控制 Au 矿化的空间分布。与 Au 异常不同, Cu、Pb、Zn、As 异常以近东西向为主, 而且主要分布在测区的中部, 可能反映异常的分带。根据单元异常和 Au、Ag、Cu 3 个元素的马氏距离^[2]的空间分布, 可以简化出小石人矿区的综合异常结构^[3] (图 1), 该异常结构清晰地反映小石人矿床的成矿受 NNE 向和近 EW 向两个方向构造控制, 两个方向构造的交汇部位是 Au 成矿的有利地段。

Au 异常与其它元素异常空间重叠性比较差, 含量变化与其它元素没有显著的相关性 (表 1)。间接指示元素 Cu、Pb、Zn、As、Ag 之间存在非常显著的正相关关系 (1% 信度下显著正相关), 说明在矿床范围内 Au 异常与间接指示元素异常在水平方向上可

[收稿日期]2002-06-11; **[修订日期]**2002-10-18; **[责任编辑]**余大良。

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

能存在一定的分带现象。这种组合关系在 R 型聚类分析(图 2)中表现的更为明显,相关系数为 0.2

的水平下 Cu、Pb、Zn、As、Ag 成为一类,而 Au 只是单独成一类。

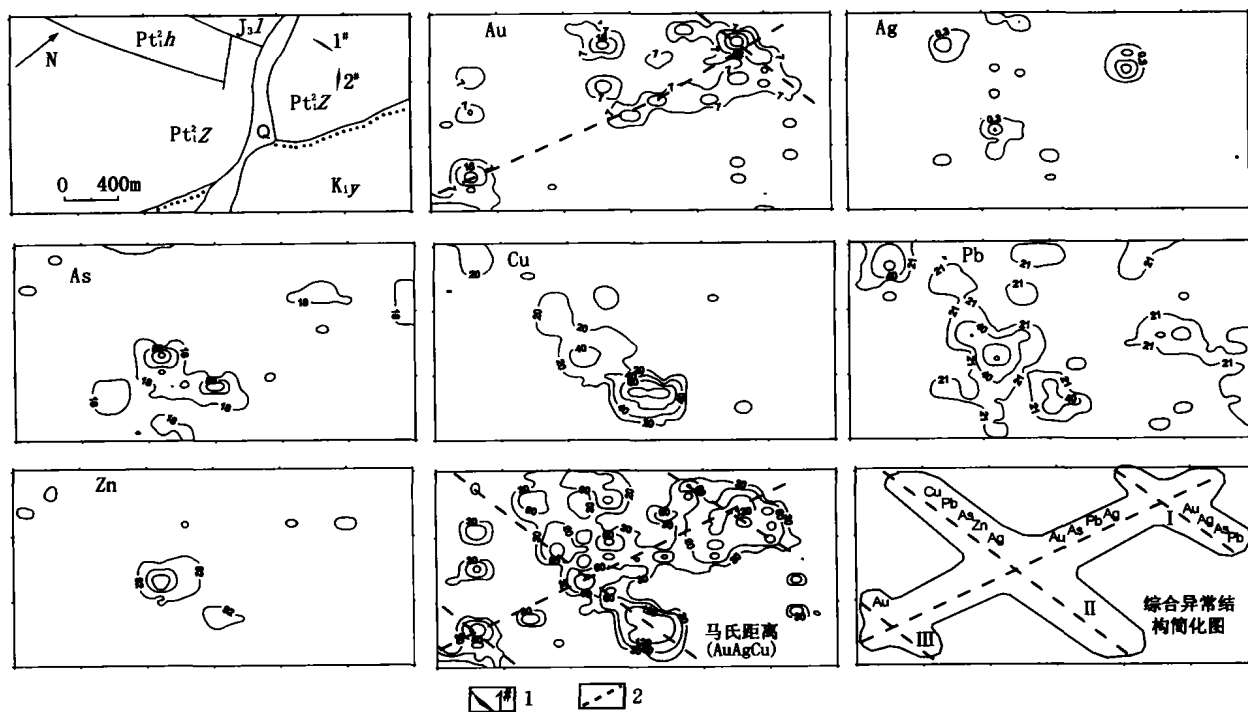


图1 小石人矿区土壤地球化学异常

Q—第四系沉积物;K₁γ—白垩系榆木桥组;J₃l—侏罗系林子头组;Pt₁h—元古宙老岭群花山组;Pt₂z—元古宙老岭群珍珠门组;
II—异常带编号;1—矿脉及编号;2—预测控矿构造(元素含量单位:除ω(Au)/10⁻⁹外,其余为ω_B/10⁻⁶)

表1 小石人金矿土壤中元素的相关系数

	Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn
Au	1.000					
Ag	0.018	1.000				
As	-0.036	0.281	1.000			
Cu	0.000	0.244	0.224	1.000		
Pb	-0.062	0.482	0.467	0.273	1.000	
Zn	-0.009	0.422	0.431	0.288	0.721	1.000

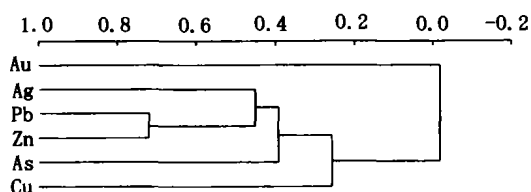


图2 土壤中元素聚类分析谱系图

3 矿区岩石地球化学异常特征

矿体中元素的分布信息是整个原生晕信息的主要组成部分,矿石中指示元素组合能够更明显地反映矿体的元素分带现象^[4]。以 2[#]矿脉斜井中元素含量,利用重心法^[5]计算的从上到下分带序列为:

Au - Sb - As - Ag - Ba - Hg - Pb - Ni - Zn - Bi - Cu - Co

这一分带序列与格里戈良提出的热液矿床分带序列^[6]和邵跃、李惠^[7]提出的金矿原生晕综合分带序列相比,除 Au 偏上部以外基本一致。该序列说明在矿脉中 Sb、As、Ag、Ba、Hg 为上部矿脉的特征元素,Bi、Cu、Co 为下部矿脉的特征元素,并且也说明深部没有叠加新的盲矿体。

根据小石人矿区 98 件岩(矿)石样品的 R 型因子分析(表 2),可解释因子如下:

F₁: [Au、As、Pb、Sb、Bi、Zn、Ag、V、(Sr)]—金矿化因子,反映了矿石中元素组合;

F₂: [Co、Ni、(Ba)]—围岩蚀变因子,Co、Ni 从矿化中心带出,在上下盘围岩中富集,Ba 也在前缘或边部富集,从而使 Co、Ni 与 Ba 在空间上有一定重叠;

F₃: [Ag、Cu、V、Pb、(Au)、(Sr)、(Mn)]—铜、银矿化因子,铜、银矿化中也有金的带入;

F₄: [Hg、As、Ag、(Bi、Au)]、(Sr)—汞、砷矿化因子,也是前缘元素组合,汞、砷矿化中也有金的

带人;

表2 小石人金矿岩(矿)石中元素的斜交因子模型

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Au	1.176	0.174	0.492	-0.443	0.203	-0.485
Ag	0.735	0.188	0.883	-0.580	0.204	-0.364
As	1.127	0.100	0.271	-0.582	0.088	-0.387
Sb	1.026	0.140	0.317	-0.097	0.044	-0.398
Bi	0.885	0.121	0.298	-0.479	0.207	-0.843
Hg	0.338	0.044	0.343	-1.014	-0.005	-0.135
Co	0.134	1.002	0.160	-0.064	0.086	0.017
Cu	0.205	0.046	0.880	-0.134	-0.055	-0.147
Mn	-0.287	0.097	-0.415	-0.003	0.100	0.839
Ni	0.242	1.012	0.199	-0.097	0.096	-0.005
Pb	1.117	0.130	0.534	-0.231	0.103	-0.206
Sr	-0.427	-0.324	-0.706	0.493	0.515	-0.008
V	0.723	0.265	0.796	-0.156	0.394	-0.552
Zn	0.801	0.129	0.199	0.054	-0.294	0.193
Ba	0.181	0.419	0.184	-0.097	0.850	0.010
累计方差贡献	35.0%	49.1%	59.5%	67.1%	74.3%	81.0%

F_5 : [Ba, Sr]—围岩成分因子;

F_6 : [Mn, Bi, V, (Au)]—围岩蚀变因子。正值代表围岩蚀变中 Mn 从矿化中心的带出, 负值代表金与赤铁矿化之间关系。

4 找矿标志

小石人金矿在不同层次上的找矿标志为:

1) 早元古代珍珠门组地层是 Au 成矿的最有利层位(a_{11})。Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Hg、Mo、Bi 等元素水系沉积物地球化学异常是矿床存在的区域地球化学找矿标志(a_{12});

2) Au、Ag、As、Cu、Pb、Zn 等元素土壤地球化学异常存在是矿区地球化学找矿标志(a_{21})。与金矿化有关的 Au、Ag、As、Cu、Pb、Zn 等元素土壤地球化学异常受近 EW 向和 NNE 向构造的控制, 两组构造的交汇部位是成矿的最有利部位(a_{22});

3) 硅化和赤铁矿化是矿脉的围岩蚀变标志(a_{31})。Au、Ag、As、Sb、Hg、Bi、Cu、Pb、Zn 等元素的岩石地球化学异常是矿脉存在的地球化学找矿标志(a_{32})。Ag、As、Sb、Hg、Ba 为上部矿脉的特征元素, Bi、Cu、Co 为下部矿脉的特征元素(a_{33})。

综上所述, 小石人矿床的区域(A_1)、矿区(A_2)、矿脉(A_3)3 个层次的找矿层次模式^[8]为:

$$M_x = (A_1, A_2, A_3)$$

$$A_1 = (a_{11}, a_{12})$$

$$A_2 = (a_{21}, a_{22})$$

$$A_3 = (a_{31}, a_{32}, a_{33})$$

5 成矿预测

在小石人矿区, 3 个平行的近 EW 向地球化学异常形成 3 个异常带, 并且与 NNE 向异常的交汇部位是形成矿体的最有利部位, 已知矿脉均分布在北部的 I 号异常带。在测区中部的 II 号异常带, 虽然没有出现 Au 异常, 但 5 个间接指示元素的异常发育, 更重要的是 As 异常发育, 是金矿化存在的重要标志。南部的 III 号异常带位于测区边部, 虽然只有 Au 一个元素异常, 但地质构造条件非常有利于成矿。根据脉型金矿的等间距规律^[9], 测区中部和南部的两个未知异常带应是 Au 成矿的有望地段。

从横穿 1[#]矿脉的地表岩石地球化学测量剖面结果(图3)可以看出, 由于大理岩的化学性质活泼,

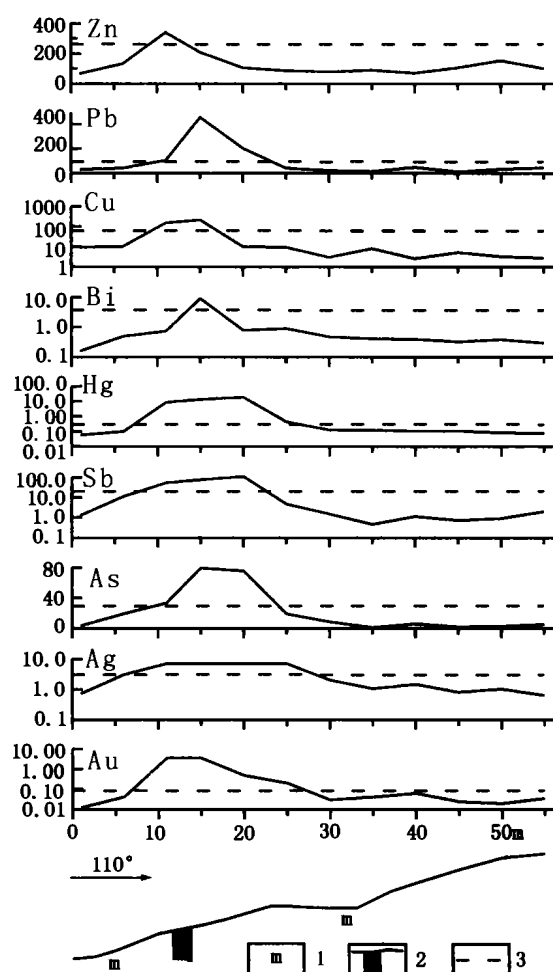


图3 1[#]矿脉原生地球化学异常图

1—大理岩; 2—金矿脉; 3—背景上限

(元素含量单位为 $\omega_B/10^{-6}$)

矿脉附近的异常宽度只有 10 m 左右, 但在金矿脉及

近矿围岩中有 Ag、As、Sb、Bi、Hg、Cu、Pb、Zn 发育。其中,活动性强的 As、Sb、Hg、Ag 的异常相对较强,活动性相对弱的 Bi、Cu 的异常较弱,说明该矿脉向深部应有一定的延深。

从图4还可以看出,由下部矿脉特征元素所组成的累加值 $((Cu + Bi)/2)$ 异常范围很小,宽只有6m,而由上部矿脉特征元素所组成的累加值 $((As + Sb + Hg + Ag)/4)$ 异常值范围较大,宽将近20m,且

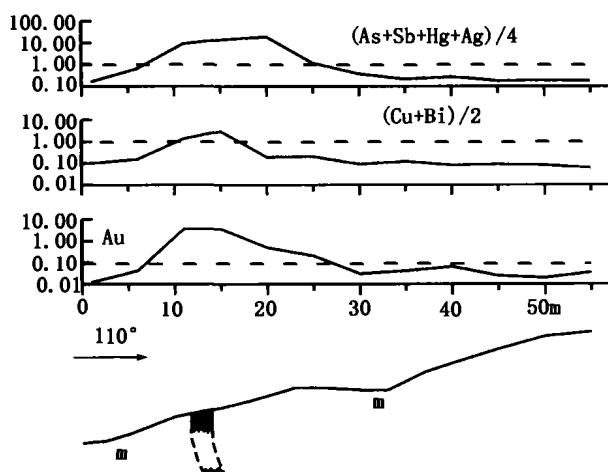


图4 1[#]矿脉原生地球化学异常图

异常值较高,更加明显地反映1[#]矿脉的剥蚀程度较浅,矿脉向深部应有较大的延深。异常在水平方向的分带能够反映矿脉的倾向^[10]。1[#]矿脉地表倾向165°,倾角88°,近于直立,但两组累加值显示出明显的分带现象, $(Cu + Bi)/2$ 位于矿脉近处,形成内带, $(As + Sb + Hg + Ag)/4$ 位于外带,并且异常向南

东方向延伸较大,说明矿脉在深部应向南东倾斜。

2[#]矿脉的元素分带序列未出现“逆向分带”或“反分带”现象,因此该矿体的深部可能不会出现新的盲矿体。

在论文的撰写过程中,得到了我校纪宏金教授和李绪俊教授的帮助,在此表示感谢。

[参考文献]

- [1] 胡明志. 吉林老岭成矿带地球化学异常特征及筛选评价[D]. 长春地质学院硕士学位论文,1993,14~16.
- [2] 纪宏金. 地球化学背景与异常划分的多元方法[J]. 长春地质学院学报,1988,18(3):311~320.
- [3] 纪宏金,仲崇学. 区域化探中若干新图件的计算与制作[J]. 物探化探计算技术,1991,13(2):98~104.
- [4] 邵跃. 金矿化探异常评价的几个问题[J]. 中国地质,1988,(5):22~23.
- [5] 朴寿成,连长云. 一种确定原生晕分带序列的新方法—重心法[J]. 地质与勘探,1994,(1):63~65.
- [6] A A Beus, S V grigorian. Geochemical Exploration Methods For Mineral Deposits[M]. Wilmette, Illinois, USA: Applied Publishing Ltd, 1975. 121~126.
- [7] 李惠,张文华,刘宝林,等. 中国主要类型金矿床的原生晕轴向序列研究及其应用准则[J]. 地质与勘探,1999,35(1):32~35.
- [8] 张定源. 找矿信息及其层次模型[J]. 地质与勘探,1991,27(9):31~36.
- [9] 刘连登,陈国华,刘允良,等. 脉型金矿矿体分段富集论[J]. 长春科技大学学报,2000,30:179.
- [10] 黄薰德,吴郁彦. 地球化学找矿[M]. 北京:地质出版社,1986,61~62.

FEATURES OF GEOCHEMICAL ANOMALIES AND ORE PREDICTION IN XIAOSHIREN GOLD DEPOSIT, JILIN PROVINCE

PIAO Shou - cheng, LIU Shu - tian

(College of Geo - exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026)

Abstract: Xiaoshiren gold deposit is of Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb, Hg and Bi anomalies on regional, deposit and lode scales. The intersecting parts of the EW and NNE trending structures are the most favorable sites for gold mineralization. There are three anomalous zones around and adjacent to the deposit, but the known lodes are all located in the northern anomalous zone, and the middle and southern anomalous zones are lack of gold mineralization. Ag, As, Sb, Hg and Ba are head halo elements, and Bi, Cu and Co are the rear elements in one lode. Based on the zoning index of the indicative elements, it is suggested that it is quite possible to find some blind ore bodies at the depth of No. 1 lode, and it is unlikely to find any blind ore body at the depth of No. 2 lode.

Key words: feature of geochemical anomaly, ore - finding indicators at different scales, ore prediction