

辽宁东五家子金矿矿脉含矿性评价标志研究

朴寿成¹, 师 磊¹, 杨明亮², 王宝岩²

(1. 吉林大学 地球探测科学与技术学院, 长春 130026; 2. 辽宁朝阳万华企业集团, 辽宁 朝阳 122642)

摘 要: 辽宁东五家子金矿的矿脉由蚀变岩和石英脉透镜体构成, 可采矿体均为硫化物石英脉型。工业矿脉中, 石英为烟灰色, 发育他形、半自形的细粒黄铁矿等硫化物, 有较大规模的矿体。矿化脉中, 石英为乳白色, 发育粗粒、自形的浅色黄铁矿, 无可采矿体。在工业矿脉、次要矿脉、矿化脉的蚀变岩和石英脉样品中, Au、Hg 与其他元素的相关性有明显区别。用石英脉样品的 As-Ni-Ba 图解和蚀变岩样品的 Au-Ag-Ba 图解预测, 矿区外围的西沟 1 号脉和西沟 3 号脉属于工业矿脉。

关键词: 东五家子金矿; 分散矿化异常; 工业矿化异常; 矿脉含矿性评价标志; 辽宁省

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)03-0204-05

0 引言

东五家子金矿为中型金矿床, 位于辽宁省朝阳县北部, 现由辽宁朝阳万华企业集团开采。冯友库(1996)^[1]、王好均(2005)^[2]、朴寿成(2006)^[3]等曾经对东五家子金矿的矿体空间分布、控矿构造、元素分带等方面进行过研究。东五家子金矿及其外围的金矿(化)脉非常多, 但其工业意义差别很大, 有的矿脉中有较大的工业矿体, 而有的矿脉中只具分散的矿化, 无可采的金矿体。东五家子金矿的矿脉由蚀变破碎带和充填其中的石英脉透镜体构成, 石英脉透镜体在矿脉的走向和倾斜方向上断续出现, 无石英脉地段便是蚀变破碎带, 可采矿体位于石英脉透镜体内。但是, 即使是具有工业意义的矿脉, 矿体只是与个别的石英脉透镜体有关, 或只是赋存在石英脉透镜体的局部, 所以在实际工作中经常见到的是那些金含量低于可采品位的石英脉或蚀变破碎带, 因此深入研究那些金含量较低的属于岩石(或脉石)范畴的石英脉和蚀变岩, 区分工业矿化异常和分散矿化异常, 将对矿山的探矿工作产生非常积极的作用。为此, 本文重点探讨属于脉石的石英脉和蚀变岩在不同工业意义矿脉中的地球化学特征, 总结评价矿

脉含矿性的标志, 使得矿山的探矿工作集中于有规模工业矿体的矿脉上, 避免对分散矿化脉投入大量工作, 造成人力、物力及时间上的浪费^[4]。

1 矿床地质概况

东五家子金矿位于华北地台北缘, 内蒙地轴与燕辽沉降带的接壤部位, 承德、北票大断裂的北侧。矿区内断裂构造发育, 主要为 NE 向和 NW 向构造, 其次为 NNE 向、近 SN 向和 EW 向构造, 其中 NW 向、NE 向和近 SN 向构造与金矿化关系较为密切。矿区内主要出露太古宙建平群小塔子沟组(图 1), 岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、辉石麻粒岩和辉石变粒岩等。

矿区内矿脉比较多, 根据矿化强度划分为: 工业矿脉, 如 1 号脉(W1)、2 号脉(W2)、3 号脉(W3)和新 3 号脉(WX3)等, 矿脉中的矿体规模较大, 是矿区内主要生产矿脉; 矿化脉, 如 16 号脉(W16)和新南山矿脉(WN)等, 这类矿脉矿化比较弱, 只有分散矿化, 没有形成可采矿体, 无工业意义; 次要矿脉, 如付井矿脉(WF)、18 线矿脉(W18)和 103 号脉(W103)等, 这类矿脉中虽然有矿体存在, 但矿体规模很小, 矿山生产中只能起补充作用。

收稿日期: 2007-05-14

作者简介: 朴寿成(1950-), 男, 吉林汪清人, 教授, 硕士, 1988 年长春地质学院硕士研究生毕业, 主要从事地球化学教学与研究工作。通信地址: 长春市西民主大街 6 号 吉林大学地球探测科学与技术学院, 邮政编码 130026, E-mail: piaosc@jlu.edu.cn

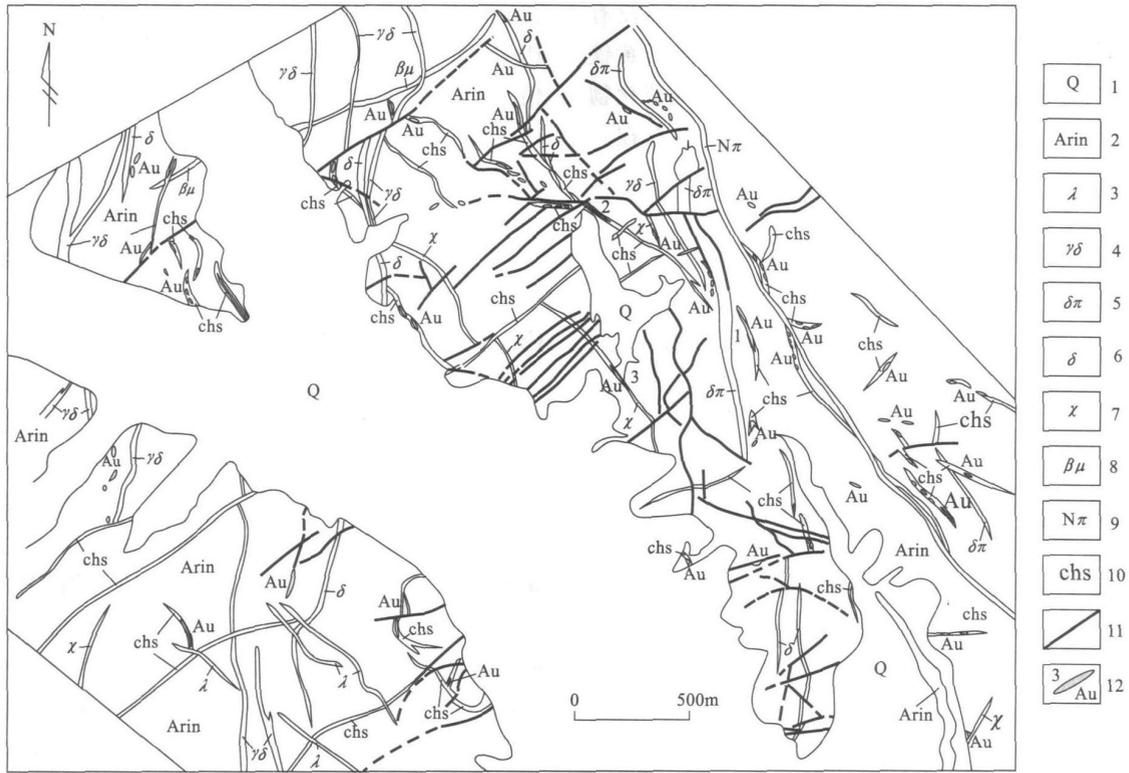


图 1 东五家子金矿地质图
(据辽宁省冶金地质勘探公司 109 队资料修改)

Fig. 1 Geological map of the Dongwujiazi gold deposit

1. 第四系 2. 太古代变质杂岩 3. 纹岩 4. 花岗闪长岩 5. 闪长玢岩 6. 闪长岩 7. 煌斑岩
8. 辉绿岩 9. 碳酸盐化破碎带 10. 绢云母绿泥岩 11. 断层 12. 金矿脉及编号

除 1 号脉倾角比较陡(约 60°)以外,其余矿脉的倾角都比较缓(< 45°)。矿体在石英脉透镜体中,单个石英脉透镜体长可达几十米,厚度不足 1 m 至几米不等,矿石类型为硫化物石英脉型,金属硫化物主要为黄铁矿、方铅矿和黄铜矿等,矿石中金属硫化物的数量与金品位成正消长关系。

根据矿石的物质组成和矿石结构、构造等综合分析,该矿床成矿作用从早到晚划分为 4 个阶段:
() 石英阶段,由乳白色石英和粗粒黄铁矿组成,以石英为主,含有少量的自然金;() 黄铁矿阶段,主要由黄铁矿、石英和金矿物等组成,黄铁矿呈细粒,金矿物为自然金;() 多金属阶段,由黄铜矿、方铅矿、闪锌矿及石英、黄铁矿、银金矿等组成;() 碳酸盐阶段,由方解石组成。

2 矿脉含矿性的地质标志研究

矿脉由蚀变破碎带和石英脉透镜体构成,蚀变

破碎带主要由片麻岩等变质岩组成,蚀变类型包括硅化、绿泥石化、绢云母化、钾长石化、黄铁矿化和碳酸盐化等。蚀变岩中金品位普遍较低,虽然局部地段或样品中金含量超过可采品位,但未能形成连续的、有规模的金矿体。可采矿体都存在于石英脉中,因此石英脉的存在是寻找矿体的基本标志之一。

有规模的石英脉透镜体的倾角比矿脉总体倾角缓 10° 以上(图 2),但还没有发现这种锯齿状的含矿构造是由于岩石的成分不均匀造成的^[5],说明矿脉经历了多次不同性质的构造活动,而且石英脉是继承或充填交代成矿阶段压性构造的局部扩张空间所形成的。

主成矿阶段()的石英,因含有较多的杂质元素和微细金属硫化物散布其中^[6],其颜色为烟灰色,在 1 号、2 号、3 号脉和新 3 号脉中广泛分布这种烟灰色石英。在 16 号脉、新南山矿脉等矿化脉中,广泛发育第一成矿阶段()的乳白色石英,烟灰色石英非常少。

中粗粒、颜色较浅的黄铁矿为第一阶段()的

产物,矿脉中以这类黄铁矿为主时,金品位低,没有可采矿体。矿脉中硫化物以细粒他形、半自形黄铁矿为主,并伴随有方铅矿、黄铜矿及闪锌矿等硫化物时,金品位比较高,可能有较大规模的金矿体存在。

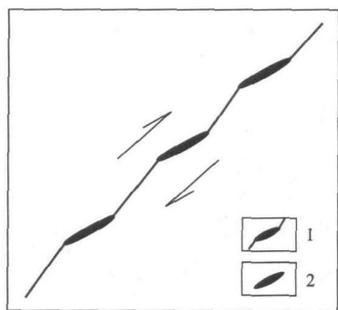


图2 垂直方向上矿脉倾角与石英脉透镜体关系示意图

Fig. 2 Sketch map showing relationship between lode obliquity and lensoid quartz in profile
1. 矿脉 2. 石英脉透镜体

3 分散矿化异常与工业矿化异常标志的研究

蚀变破碎带中金含量普遍低于工业品位,所以蚀变岩中指示元素的含量属于地球化学异常的范畴。在石英脉中也有大量金含量低于工业品位的样品或区段,这类石英脉样品或石英脉区段中指示元素的含量也属于地球化学异常的范畴。利用这些地球化学异常评价矿脉的含矿性,实质上就是判别工业矿化异常和分散矿化异常的问题。分散矿化异常与工业矿化异常的研究是非常复杂的问题,国内外研究都还不够系统和深入,本文只是从元素的相关性及含量特征方面进行初步探讨。

为叙述方便,本文中把那些在石英脉中采集, $w(\text{Au}) < 1 \cdot 10^{-6}$ 的脉石样品称 石英脉 样品。同理,把那些在蚀变破碎带中采集,并且 $w(\text{Au}) < 1 \cdot 10^{-6}$ 的脉石样品称 蚀变岩 样品。

3.1 石英脉的含矿性评价标志研究

石英脉样品中 Au, Ag, As, Sb, Bi, Hg, Cu, Pb, Zn, Mo, Co, Ni, Ba, Cl, SiO₂, Al₂O₃, TFeO, CaO, MgO, K₂O, Na₂O 的相关分析结果表明,矿脉的矿化强度不同,这 21 个元素(或氧化物)间的相关特征也有较大差异。以 Au, Hg 与其他元素的相关性为例,其特征为: 以 1 号、2 号、3 号脉和新 3 号脉为

代表的工业矿脉(样品数=68)中, Au 与 Ag, Bi, Pb, SiO₂ 正相关(相关系数超出 5% 信度下的临界值,下同),并且与 MgO, Al₂O₃, K₂O 负相关, Hg 与其他元素无明显相关性; 以 103 号脉、付井矿脉和 18 线矿脉为代表的次要矿脉(样品数=28)中, Au 只是与 Zn 正相关, Hg 与 As, Zn, Cl 正相关; 以 16 号脉和新南山矿脉为代表的矿化脉(样品数=70)中, Au 与 Bi, Co, TFeO, Sb 正相关, Hg 与 Ag, Cu, Co, TFeO 正相关。

石英脉样品中元素质量分数平均值的研究表明, As, Ni, Ba 的相对含量在不同矿化强度的矿脉中有一定的区别(图 3), 具体表现为: 矿化脉, 即 16 号脉(W16)和新南山矿脉(WN)中 As 相对富集, 这类矿脉落在 As-Ni-Ba 三角图解的 B 区; 工业矿脉, 即 1 号脉(W1)、2 号脉(W2)、3 号脉(W3)和新 3 号脉(WX3)落在图的中间(A 区); 次要矿脉, 即付井矿脉(WF)、18 线矿脉(W18)和 103 号脉(W103)中 As 相对贫化, 落在 C 区; 矿区外围西沟 1 号脉(XG1)和西沟 3 号脉(XG3)落在 A 区, 说明西沟 1 号脉和 3 号脉为工业矿脉, 这与目前探矿和生产情况相符。

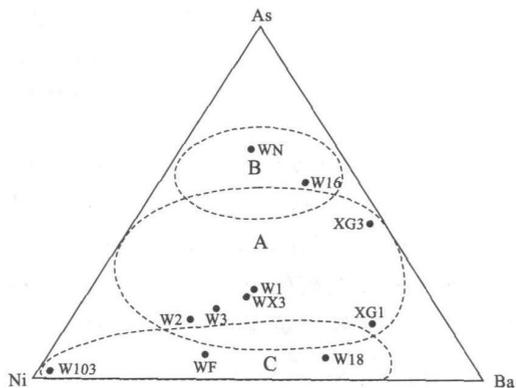


图3 石英脉的 As-Ni-Ba 图解

Fig. 3 As-Ni-Ba diagram of the quartz veins
A. 工业矿脉区 B. 矿化脉区 C. 次要矿脉区(下同)

3.2 蚀变岩的含矿性评价标志研究

蚀变岩样品中 21 个元素(或氧化物)的相关分析结果表明,工业矿脉(样品数=97)、次要矿脉(样品数=75)和矿化脉(样品数=40)中元素的相关特征也有一定区别。也是以 Au, Hg 与其他元素的相关性为例,其特征为: 在工业矿脉中, Au 与 Ag, Bi, Cu, As, Hg, TFeO 正相关, Hg 只是与 Al₂O₃, Au 正相关, 并且与 MgO 负相关; 在次要矿脉中, Au 与 Ag 正相关, 与 Cl 负相关, Hg 与 Zn, Cl 正相

关,与 Na_2O 负相关; 在矿化脉中, Au 与其他元素不相关, Hg 与 Pb, Zn, Sb, Ba 正相关, 与 Na_2O 负相关。

蚀变岩样品中元素质量分数平均值的研究表明,不同含矿性的矿脉中 Au, Ag, Ba 的相对含量也有一定的区别(图 4), 具体表现为: 矿化脉中 Ba 相对富集, Au 非常贫化, 这类脉落在 Au-Ag-Ba 三角图解的底部靠 Ba 一侧(B 区); 次要矿脉中 Ba 含量相对高, 落在靠近 Ba 的一侧(C 区); 工业矿脉在图中的分布比较分散, 但 Ba 相对贫化, Au, Ag 相对富集, 落在 A 区; 矿区外围的西沟 1 号脉(XG1)和西沟 3 号脉(XG3)落在 A 区, 也说明西沟 1 号脉和 3 号脉为工业矿脉。

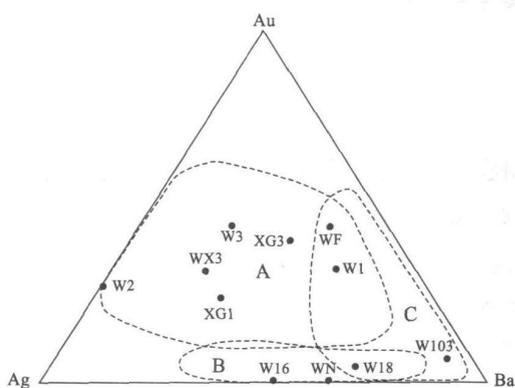


图 4 脉石蚀变岩的 Au-Ag-Ba 图解

Fig. 4 Au-Ag-Ba diagram of the alteration rocks

4 结论

综上所述,对东五家子金矿的矿脉含矿性评价标志和外围矿脉的含矿性得出如下结论。

(1) 石英脉的存在是金矿体存在的前提条件,有规模的石英脉往往赋存在矿脉倾角较为平缓处。

(2) 石英脉中石英为烟灰色,他形、半自形的细粒黄铁矿和方铅矿、黄铜矿等硫化物发育,则该类矿脉中可能存在有规模的工业矿体。石英脉中的石英为乳白色,黄铁矿为粗粒、浅黄色,则该类矿脉可能

属于分散矿化脉,无工业矿体。

(3) 利用石英脉 $w(\text{Au}) < 1 \cdot 10^{-6}$ 的样品中 Au, Hg 与其他元素之间的相关性可判别矿脉的含矿性。Au 与 Ag, Bi, Pb, SiO_2 正相关, Hg 与其他元素无相关性时,该类矿脉中可能存在有规模的工业矿体。Au 与 Bi, Co, TFeO, Sb 正相关, Hg 与 Ag, Cu, Co, TFeO 正相关,则该类矿脉的含矿性比较差,可能无可采的工业矿体。

(4) 利用蚀变岩 $w(\text{Au}) < 1 \cdot 10^{-6}$ 的样品中 Au, Hg 与其他元素之间的相关性也可判别矿脉的含矿性。蚀变岩中发现 Au 与 Ag, Bi, Cu, As, Hg, TFeO 等多个元素正相关, Hg 与 Al_2O_3 , Au 正相关,那么在该矿脉中可能寻找到有规模的硫化物石英脉型工业矿体。蚀变岩中 Au 与其他元素不相关, Hg 与 Pb, Zn, Sb, Ba 正相关, 与 Na_2O 负相关,那么该矿脉可能属于分散矿化脉,无可采的工业矿体。

(5) $w(\text{Au}) < 1 \cdot 10^{-6}$ 的石英脉样品的 As-Ni-Ba 三角图解和蚀变岩样品的 Au-Ag-Ba 三角图解均可用于判别矿脉含矿性。由此可以推断矿区外围的西沟 1 号脉(XG1)和西沟 3 号脉(XG3)的矿化强度与矿区内的 1 号、2 号、3 号脉等工业矿脉相似,应具有较大的工业意义。

参考文献:

- [1] 冯友库. 脉金矿体侧伏研究方法及应用[J]. 黄金地质, 1996, 2(2): 36-40.
- [2] 王好均. 辽宁东五家子金矿控矿断裂及其构造岩研究[J]. 长春工程学院学报(自然科学版), 2005, 6(4): 1-4.
- [3] 朴寿成, 李绪俊, 师磊, 等. 赤峰 朝阳金矿化集中区元素分带特征及其应用[J]. 地质与勘探, 2006, 42(1): 17-20.
- [4] 黄薰德, 吴郁彦. 地球化学找矿[M]. 北京: 地质出版社, 1986: 66-67.
- [5] 郭光裕, 林卓虹. 脉状金矿床深部大比例尺统计预测理论与应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002: 60-63.
- [6] 陈毓川, 李兆霖, 毋瑞身, 等. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 2001: 73-88.

RESEARCH ON THE ORE POTENTIAL OF GOLD LODGES IN THE DONGWUJIAZI GOLD DEPOSIT, LIAONING PROVINCE

PIAO Shou-cheng¹, SHI Lei¹, YANG Ming-liang², WANG Bao-yan²

(1. Jilin University, Changchun 130026, China; 2. Liaoning Chaoyang Wanhua Group,

Chaoyang, 122642, Liaoning, China)

Abstract: The gold lodes in the Dongwujiazi Gold deposit consist of altered rocks and quartz lenses with minable ore bodies being quartz sulphide veins. In industrial lodes with large ore bodies, quartz is smoky-grey, and pyrite is fine, xenomorphic and hypidiomorphic. The mineralized lodes with milky quartz and coarse, pale and idiomorphic pyrite do not contain minable ore bodies. The relationship of Au and Hg with other elements shows great differences among industrial, subeconomic and mineralized lodes. Using the As-Ni-Ba diagram of quartz veins and Au-Ag-Ba diagram of the altered rocks, No. 1 and No. 3 lodes in the Xigou area outside the mine are suggested to be of industrial significance.

Key Words: Dongwujiazi Gold deposit; discrete mineralization anomalies; industrial mineralization anomalies; potential of gold lodes; Liaoning province

(上接第 198 页)

STUDY ON ORE FORMATION MECHANISM AND DEEP PREDICTION OF HUANREN Cu-Zn SKARN DEPOSIT

HU Tie-jun¹, SONG Jian-chao², SUN Li-jun¹, ZHANG Cheng-shuai², JIA San-shi²

(1. Tieling Geo-exploration Bureau of Liaoning Nonferrous Metals, Tieling 112001, Liaoning, China;

2. Institute of Resource & Civil Engineering Northeast University, Shenyang 110004, China)

Abstract: Huanren Cu-Zn deposit is located in skarn within the contact zone between Cambrian limestone and Yanshanian dioritic complex. This paper summarizes regional geological background, metallogenic setting, ore body occurrences and physical and chemical condition for the ore formation and the ore-forming mechanism and the metallogenic model is set up. Then the ore prediction is made to depth.

Key Words: Huanren Cu-Zn ore deposit; skarn; ore formation mechanism; deep prediction; Liaoning province