

大兴安岭北段碲化物型金矿床的发现及其意义¹

陈美勇^{1,2}, 刘俊来¹, 胡建江³, 邹运鑫¹

1. 中国地质大学(北京)地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京(100083)

2. 河内地质与矿业大学, 越南河内

3. 黑龙江省地质调查研究总院, 哈尔滨(150036)

E-mail: jliu@cugb.edu.cn

摘要: 大兴安岭北段三道湾子金矿床属于中-低温热液型金矿床, 含金石英脉产于上侏罗统塔木兰沟组粗面安山岩和粗面安山质角砾岩中。通过光学显微镜、扫描电子显微镜结合能谱分析, 作者在矿脉中发现大量金、银碲化物。该矿物组合中Au、Ag、Te统计分别为: 30.20wt% Au, 34.35wt% Ag和35.45 wt% Te。根据该矿床的矿物组合与成矿背景可以与国际上典型的浅成低温热液Au-Ag-Te矿床对比。

关键词: 三道湾子, 大兴安岭, 含金石英脉, 碲化物

0. 引言

黑龙江省黑河市三道湾子金矿位于大兴安岭北段。该区原以开采砂金为主, 黑龙江地质调查研究院于2001年在水系沉积物、土壤异常二级查证和岩金普查时发现了三道湾子岩金矿。经初步勘查控制, 金资源量约8.87t, 平均品位 7.47×10^{-6} 。综合异常矿化信息表明, 矿区及外围具有较好的找矿潜力, 预测矿区及外围金资源量在10t以上^[1]。文献报道该矿床中金矿物主要为银金矿、少量自然金和金银矿赋存于脉石矿物裂隙中^{[1][2]}。通过光学显微镜、扫描电子显微镜结合能谱分析, 本文首次在矿脉中发现大量金、银碲化物的存在。本文初步描述各种金、银碲化物矿物的特点、Au-Ag-Te三种元素的含量变化及其区域成矿意义。

1. 矿床地质背景

三道湾子金矿区属于大兴安岭晚中生代火山活动带的一部分。区域构造格架主要受滨太平洋构造域构造活动控制, 以发育NE向断裂构造为主。受局部次级构造应力场控制, 矿区主要发育NWW向和近EW向断裂构造。区域火山活动频繁, 火山岩极为发育, 主要为晚侏罗世塔木兰沟期和光华期活动大陆边缘陆相喷发火山岩^[3]。

三道湾子金矿含金石英脉产于上侏罗统塔木兰沟组粗面安山岩和粗面安山质角砾岩中。在矿区有NWW走向的5条含金石英脉(图1)。对于矿石组成和成矿特征问题, 前人研究普遍认为矿床矿石矿物组合主要包括黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、毒砂、自然金、银金矿、辉银矿和自然银, 并将该矿床的成矿过程分为三个阶段: 1) 石英-黄铁矿化阶段: 早期成矿热液沿构造带充填交代, 形成含少量黄铁矿的石英脉体, 为弱金矿化阶段; 2) 石英-金-多金属阶段: 该阶段成矿热液交代围岩及前期石英脉, 局部形成角砾岩型矿石, 含少量黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉银矿等^{[1][2]}; 3) 碳酸盐化阶段: 表现为方解石细脉沿裂隙充填。

本文关于金、银碲化物矿物组合的研究对于阐述该矿床的成因类型及其区域成矿过程具有重要意义。

¹本课题得到国家自然科学基金(40472105)的资助。

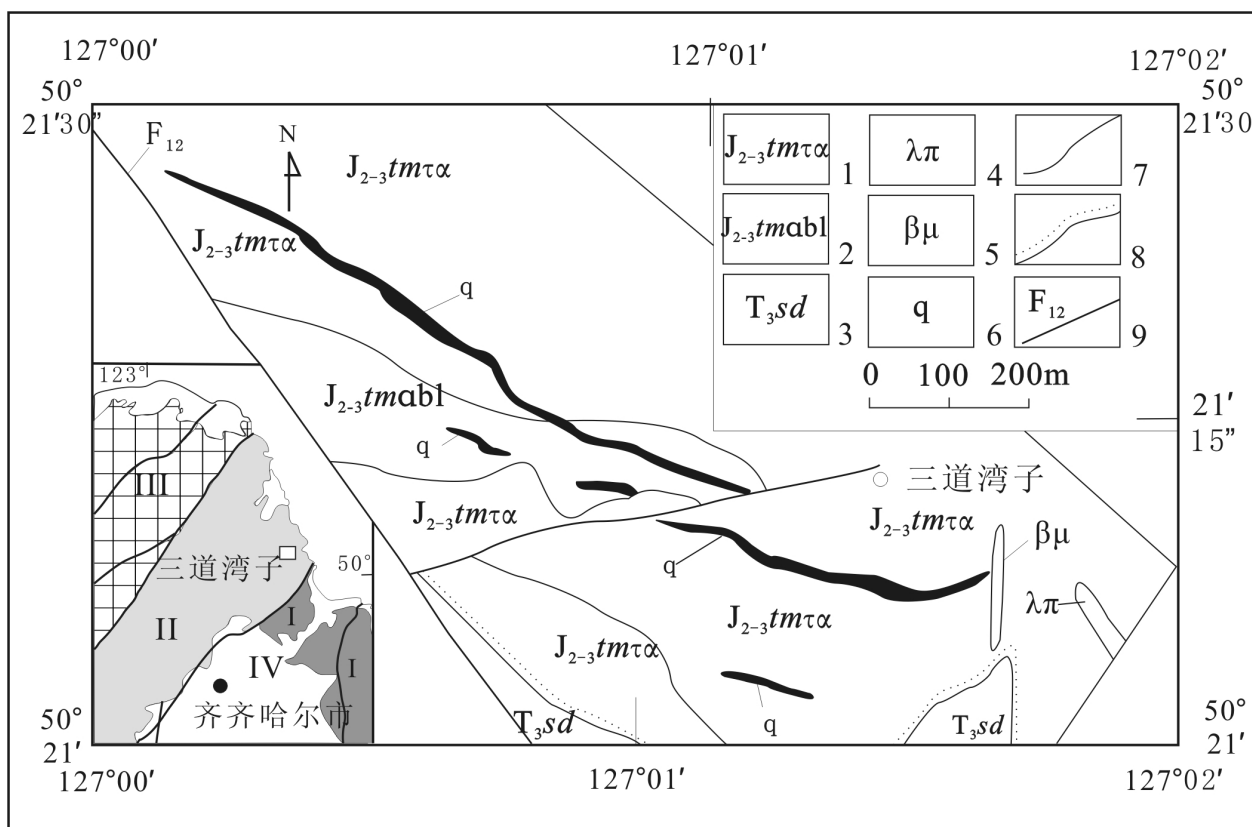


图1 三道湾子岩金矿区地质简图 (据刘宝山、吕军, 2006) [2]

Fig. 1 Geological map of Sandaowanzi gold mine (From Liu & Lu, 2006) [2]

1-塔木兰沟组粗面安山岩; 2-塔木兰沟组粗面安山质火山角砾岩; 3-三道湾子单元; 4-流纹斑岩;
5-辉绿玢岩; 6-石英脉; 7-地质界线; 8-不整合界线; 9-断裂及编号; I- 松嫩-张广才岭微板块; II- 大兴安岭微板块; III- 额尔古纳微板块; IV- 松辽盆地;

2. 金、银碲化物的矿物学特点

显微观察与分析表明, 在矿石中除见有少量银金矿外, 金银主要以碲化物形式存在, 包括碲金矿、斜方碲金矿、针碲金银矿、碲金银矿、碲银矿和六方碲银矿等。与之共生的碲化物还有碲铅矿 (PbTe) 和碲汞矿 (HgTe)。

碲金矿 (AuTe₂) 含Au: 41.45~42.89wt%, Ag:0.2~1.1wt%, Te:56.91~57.45wt%。或呈独立矿物颗粒赋存于石英颗粒边界或裂隙中, 或与黄铜矿、针碲金银矿共生, 粒度0.01-0.15mm。

斜方碲金矿 ((Au,Ag)Te₂) 含Au: 33.43~35.78wt%, Ag:5.75~6.92wt%, Te:58.47~59.65wt%。在样品中出现较少, 主要以独立的矿物颗粒形式出现于石英颗粒边界或裂隙中, 粒度0.01-0.05mm。

针碲金银矿 (AuAgTe₄) 含Au: 23.15~27.07wt%, Ag:11.78~12.64wt%, Te:61.15~64.21wt%。在样品中大量出现, 颗粒粒度和形态变化大, 并与其他矿物共生。共生矿物有碲金矿、斜方碲金矿、六方碲银矿、碲金银矿、碲银矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿等。

碲金银矿 (Ag₃AuTe₂) 含Au: 22.52~26.15wt%, Ag:41.36~43.38wt%, Te:33.1~32.49wt%。与针碲金银矿类似, 碲金银矿在样品中也广泛分布, 粒度0.01-0.1mm, 常常环绕在黄铜矿颗粒边缘与之共生 (图2a)。主要与针碲金银矿、碲银矿和碲铅矿共生。经常观察到自然金/

银金矿分布在这种矿物颗粒的裂隙内或颗粒表面上。

六方碲银矿($Ag_{5-x}Te_3$)含Ag:57.38wt%, Te:41.51wt%。在样品中少量出现,主要通过能谱分析发现它与针碲金银矿共生存在。

碲银矿(Ag_2Te)含Au: 0~1.1wt%, Ag:66.98~64.75wt%, Te:33.02~34.15wt%。呈独立颗粒发育于石英或黄铁矿晶内-晶间裂隙中,或见于闪锌矿颗粒边缘或裂隙内,粒度0.01-0.15mm,常与碲金银矿、碲铅矿共生。

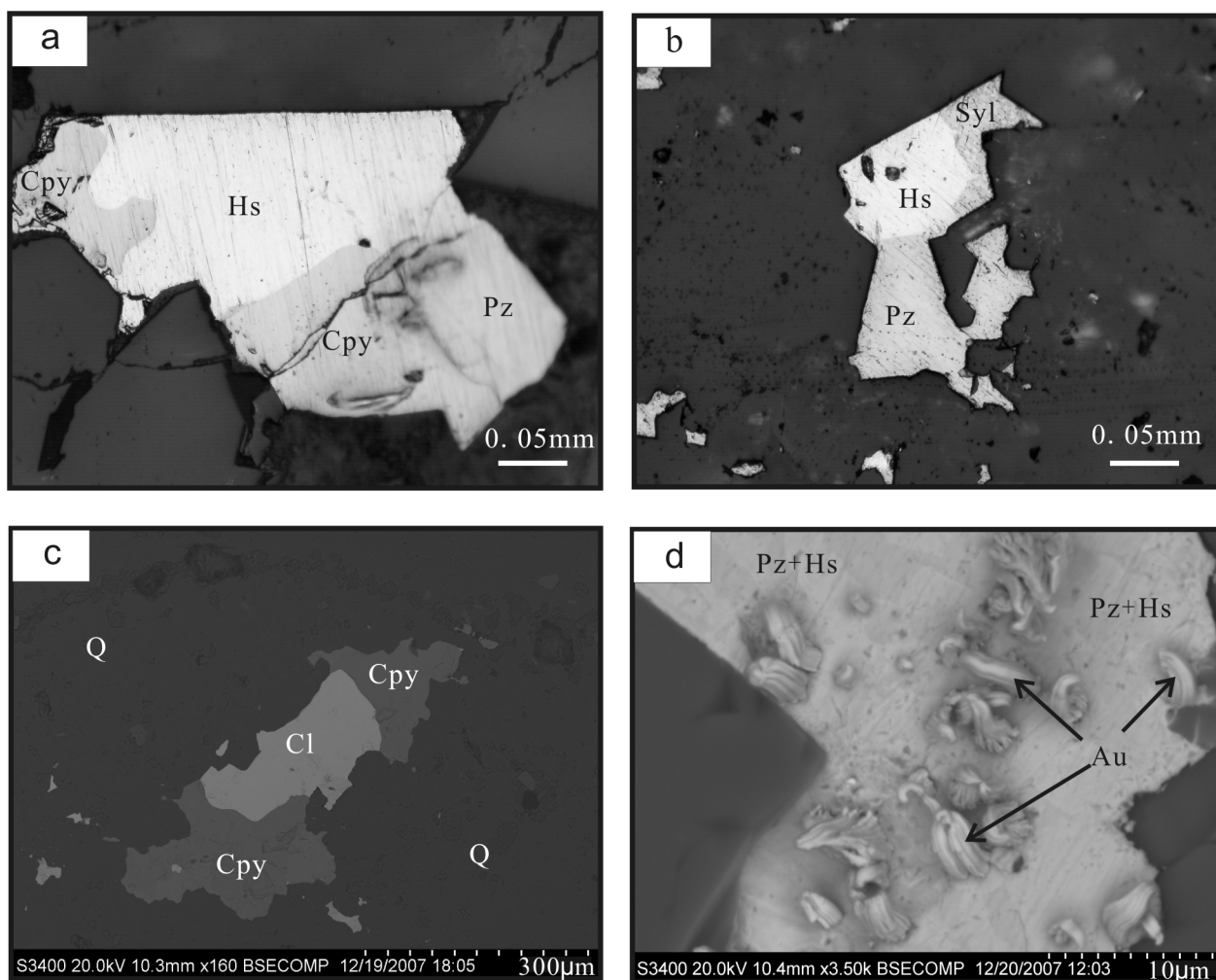


图2反射光显微镜照片(a,b)与扫描电镜图像(c,d)

Fig. 2 Reflected light photomicrographs (a, b) and scanning electron microscope images (c, d)

a. 碲金银矿、黄铜矿和碲银矿共生; b. 碲金银矿、针碲金银矿和碲银矿共生;

c. 碲金银矿与黄铜矿共生; d. 自然金出现在碲金银矿晶面上

Cpy: 黄铜矿; Pz: 碲金银矿; Hs: 碲银矿; At: 碲铅矿; Au: 自然金; Q: 石英

3. 金、银碲化物Te-Au-Ag体系

对44个金、银碲化物颗粒的能谱分析结果表示在Te-Au-Ag三元图上(图3),可以将矿床中各类金、银碲化物矿物分成四个组,每一组Au-Ag-Te三种元素含量都有一定的变化范围。第一组包括碲金银矿、斜方碲金银矿和针碲金银矿;第二组主要是碲金银矿;第三组包括碲银矿和六方碲银矿;第四组包括自然金和含碲银金矿(表1)。金银碲化物分析结果统计获得金、银、碲相对含量分别为30.20%wtAu, 34.35%wtAg, 35.45%Te(银金矿仅仅局部以细小颗粒出现,未将其统计在内)。

表1 Au-Ag-Te 矿物化学成分分析结果
Table 1 Chemical composition of Au-Ag-Te minerals

矿物组	矿物里的成分变化		
	Au (wt%)	Ag (wt%)	Te (wt%)
第一组	23.15~42.89	0.2~12.64	56.91~64.21
第二组	23.52~26.15	41.365~43.38	33.1~32.49
第三组	0~1.1	57.38~66.98	33.02~41.51
第四组	85.02~91.9	8.1~12.88	0~2.3
平均含量	30.20	34.35	35.45

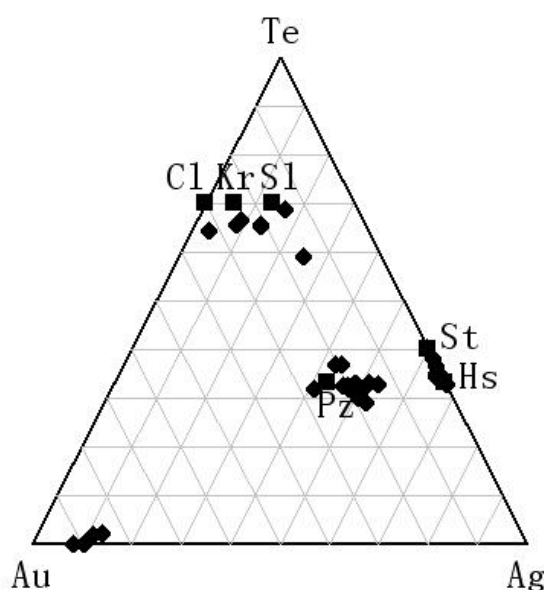


图3 Au-Ag-Te含量关系的三元图

Fig. 3 Ternary diagram of the system Au, Ag, and Te for minerals

Cl: 碲金矿; Kr: 斜方碲金矿; Sl: 针碲金银矿; Pz: 碲金银矿; St: 六方碲银矿; Hs: 碲银矿

4. 区域成矿意义

Au-Ag-Te矿床属于浅成低温热液矿床，是世界上最为重要的金矿床类型之一。近年来在环太平洋地区、古特提斯地区和东欧地区均已经发现了大型同类矿床，如西澳大利亚卡尔古利Golden Mile矿床（1457t, Shackleton & Spry, 2003）^[4]、美国科罗拉多的Cripple Creek金矿床（700tAu, Thompson et al., 1985）^[5]、斐济Emperor金矿床（310tAu, Pals et al., 2003）^[6]、菲律宾Acupan 金矿床（200tAu, Cooke, 2001）^[7]、罗马尼亚Roşia Montană 金矿床（350tAu, Wallier et al., 2006）^[8]、山东平邑金矿床（45tAu, Hu et al., 2006）^[9]、河北东坪金矿床（100tAu, Mao, 2003）^[10]等等。研究表明，浅成低温热液型金矿床的形成主要与碱性和钙-碱性岩浆岩密切相关，主要发育在岛弧及弧后的张裂带^{[11]-[14]}。

三道湾子金矿床属于中-低温火山热液型金矿床，矿石类型为贫硫石英脉型，成矿温度为150-276℃^{[1][2][3]}，成矿流体与碱性火山岩围岩均来自深部。岩浆为成矿物质的运移和流体的循环提供了热能。金成矿流体具有岩浆热液的特征，成矿物质和流体主要来自上地幔，或者来自围岩火山岩，抑或来自深部的成矿流体与火山岩围岩有强烈的物质交换，总体受岩浆体系控制^[3]。从矿床的低硫富碲特点及其主要矿物组合发育特征来看，三道湾子金矿床与世界其他几个典型的浅成低温热液Au-Ag-Te矿床^{[4][6][7]}，特别是与斐济的Emperor金矿床具有很大

的相似性。由于该种矿床往往形成超大型的金矿床,因此引起越来越多矿床学家的重视。同样,三道湾子金矿的矿石组合和区域成矿规律的深入研究对于区域成矿远景评价具有重要意义,该矿床区域成矿具有广阔的远景。。

5. 结论

1) 三道湾子金矿床中存在一个碲化物矿物组合,包括碲金矿、斜方碲金矿、针碲金银矿、碲金银矿、碲银矿、六方碲银矿、碲铅矿和碲汞矿。

2) 根据矿物中Au、Ag、Te三种元素成分变化,该矿床内金、银碲化物矿物可以分为四组。该矿床中各种金、银碲化物矿物Au、Ag、Te统计含量分别为: Au: 30.20%wt, Ag: 34.35%wt, Te: 35.45%。

3) 三道湾子Au-Ag-Te型金矿床的矿物组合与成矿背景可以与国际上同类矿床对比,该矿床区域成矿具有广阔的远景。

参考文献

- [1] 武子玉,王洪波,徐东海,周永昶.黑龙江黑河三道湾子金矿床地质地球化学研究[J]. 地质论评, 2005,51(3): 264-267.
- [2] 刘宝山,吕军.黑河市三道湾子金矿床地质、地球化学和成因探讨[J]. 大地构造与成矿学,2006, 30(4):481-485.
- [3] 吕军、岳邦江、王建民、于荣文、张大鹏. 黑河市三道湾子金矿床特征及找矿标志[J]. 地质与资源, 2005,14(4): 256-264.
- [4] Shackleton J M, Spry P G, Bateman R. Telluride mineralogy of the golden mile deposit, Kalgoorlie, Western Australia[J]. The Canadian Mineralogist, 2003, 41: 1503-1524
- [5] Thompson T B, Trippel A D, Dwelley P C. Mineralized veins and breccias of the Cripple Creek district, Colorado[J]. Econ Geol, 1985, 80: 1669-1688.
- [6] Pals D W, Spry P G. Telluride mineralogy of the low-sulfidation epithermal Emperor gold deposit, Vatukoula, Fiji[J]. Mineralogy and Petrology, 2003, 79: 285-307.
- [7] David R C, Mcphail D C. Epithermal Au-Ag-Te Mineralization, Acupan, Baguio District, Philippines: Numerical Simulations of Mineral Deposition[J]. Econ Geol, 2001, 96: 109-131.
- [8] Stefan W, Roger R, Kalin K, Thomas P. Magmatic Fluids in the Breccia-Hosted Epithermal Au-Ag Deposit of Roşia Montană, Romania[J]. Econ Geol, 2006, 101: 923-954
- [9] Hu H B, Mao J W, Niu S Y, Li Y F, Li M W. Geology and geochemistry of telluride bearing Au deposits in the Pingyi area, Western Shandong, China[J]. Mineralogy and Petrology, 2006, 87: 209-240
- [10] Mao J W, Li Y Q, Goldfarb R. Fluid Inclusion and Noble Gas Studies of the Dongping Gold Deposit, Hebei Province, China: A Mantle Connection for Mineralization? [J]. Economic Geology, 2003, 98: 517-534.
- [11] Richards J P, Ledlie I. Alkalic intrusive rocks associated with the Mount Kare gold deposit, Papua New Guinea; comparison with the Porgera intrusive complex[J]. Economic Geology, 1993, 88: 755 - 781.
- [12] Afifi A M, Kelly W C, Essene E J. Phase relations among tellurides, sulfides, and oxides applications to telluride-bearing ore deposits[J]. Economic Geology, 1988, 83: 395 - 404.
- [13] Richards J P, Robert K. The Porgera gold mine, Papua New Guinea; magmatic hydrothermal to epithermal evolution of an alkalic-type precious metal deposit[J]. Economic Geology, 1993, 88: 1017 - 1052.
- [14] Hedenquist J W, Arribas A, Reynolds T J. Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system; Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines[J]. Economic Geology, 1998, 93: 373 - 404.

Tran My Dung, Liu J L, Hu J J, Zou Y X. Discovery and Geological Significance of telluride type gold deposit in the northern Daxing'anling

Chen Meiyong^{1,2}, Liu Junlai¹, Hu Jianjiang³, Zou Yunxin¹

1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing (100083)

2. Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

3. Geological Survey of Heilongjiang Province, Ha'erbin (150036)

Abstract

Sandaowanzi gold deposit in the northern Daxing'anling belongs to mesothermal-epithermal type gold bearing quartz veins hosted by trachyandezite and trachyandezite breccia of lower Cretaceous Tamulangou formation. Petrographic and scanning electron microscope analyses with EDX analysis indicate that tellurium-bearing gold mineral assemblage are the dominant gold-bearing minerals present in the ore vein. It is shown from statistical analysis that Au, Ag and Te contents are respectively, Au: 30.20wt %, Ag: 34.35wt %, and 35.45%wt. Based on the gold bearing mineral assemblages and metallogenic setting, the Sandaowanzi gold deposit may be comparable with typical epithermal Au-Ag-Te deposits in the world.

Keywords: Shandaowanzi, Daxing'anling, gold bearing quartz vein, Tellurides

作者简介:

陈美勇 (1976-), 男, 博士研究生, 主要从事构造地质学与区域构造学方面的研究工作;

刘俊来 (1960-), 男, 教授, 主要从事构造地质学与区域构造学方面的教学与研究工作。