

东坪金矿主要地质特征及控矿条件

李怀勇

(河北省崇礼县东坪金矿)

东坪金矿产于水泉沟偏碱性杂岩体与太古宇桑干群变质岩之内接触带, 矿石工业类型为石英脉和蚀变岩型, 以前者为主。矿脉带走向为 NNE, 主要载金矿物为石英、黄铁矿、镜铁矿、黄铜矿和碲金矿, 金成色 937~990, 矿化蚀变主要是钾长石化和硅化; 肉红色钾长石化是东坪金矿乃至赋存于水泉沟杂岩体中所有金矿的典型特征。矿化共分 5 个阶段, 其中第 2~3 两个阶段, 即镜铁矿-自然金-石英阶段和多金属硫化物-自然金-石英阶段为主要成矿阶段。水泉沟杂岩体在东坪金矿成矿过程中, 不仅提供了热动力, 而且提供了成矿物质和矿化剂; 太古宙桑干群涧沟河组提供了部分成矿物质, 近 E-W 向尚义-崇礼-赤诚深大断裂控制了水泉沟金矿田的产出, 而 NNE 和 NW 向两组裂隙则控制了东坪金矿矿体的产出。

关键词 矿床特征 控矿条件 水泉沟 杂岩体 东坪金矿 河北省

东坪金矿是 80 年代中期在偏碱性杂岩体中发现的一个大型金矿床, 随后在该区又相继发现了与此相似的金矿床 (点) 10 多个。因此对其进行控矿条件的研究, 不仅对在该区寻找东坪式金矿床具有重要意义, 而且对在我国其他地区寻找类似的金矿也同样具有重要的参考价值。

1 成矿地质背景

东坪金矿区位于河北省北部崇礼县附近, 大地构造位置处于华北地台北缘, 尚义-崇礼-赤诚深大断裂南侧^[1], 断裂北为内蒙地轴, 南为燕山沉降带, 矿区即位于拗陷区边缘的基底隆起区。区域上出露的地层有太古宇桑干群变质岩系、元古宇长城系和蓟县系的一套海相沉积岩系以及侏罗系的火山沉积岩系。区内断裂构造较发育, 主要有 3 组: E-W 向、NW 向和 NE 向, 其中以 E-W 向断裂最为发育。

区内岩浆岩主要有元古宙小张家口超基性岩、印支期水泉沟碱性-偏碱性杂岩体以及燕山期花岗岩体, 其中与东坪金矿关系密切的是水泉沟杂岩体。

水泉沟杂岩体呈近 E-W 向展布, 出露面积约 400 km², 岩体边界总体向外倾斜, 北缘倾角陡 (70~80°), 南缘倾角缓 (45~50°)。杂岩体南北两侧围岩为太古宇桑干群涧沟河组片麻

岩和斜长角闪岩等,其原岩主要为一套中基性火山岩系.张招崇等(1996, 1997)通过对其岩石化学、稀土元素、微量元素和同位素的研究认为,水泉沟杂岩体是一个钾质-高钾质的钙碱性、弱碱性和碱性岩石共存的杂岩体,但主体为弱碱性和碱性岩石,并且岩浆起源于壳幔过渡带^[1,2].

2 矿床地质特征

东坪金矿位于水泉沟杂岩体南部边缘的内接触带,容矿围岩主要为正长岩、碱长正长岩和石英碱长正长岩.矿区发现矿脉数十条,但目前具有工业价值的仅5条.按矿石的工业类型可以分为两种类型,一种是石英脉型,包括1、2、3和22号脉;另一种是蚀变岩型,以70号脉为代表.一般而言,石英脉型矿体由石英单脉及其上下盘复脉、羽状支脉和肉红色钾长石化蚀变岩组成,局部在石英脉尖灭处,代之以钾长石化蚀变岩;蚀变岩型矿体一般主要由钾长石化蚀变岩组成,并往往有少量的石英细脉.但在东坪矿区,主要的工业矿体仍然是石英脉型矿体.这些矿脉带的走向为 0° ~ 35° ,多数为 25° 左右,倾向NW,倾角约 35° .每条矿脉一般由数个矿体组成,每个矿体延伸一般均超过

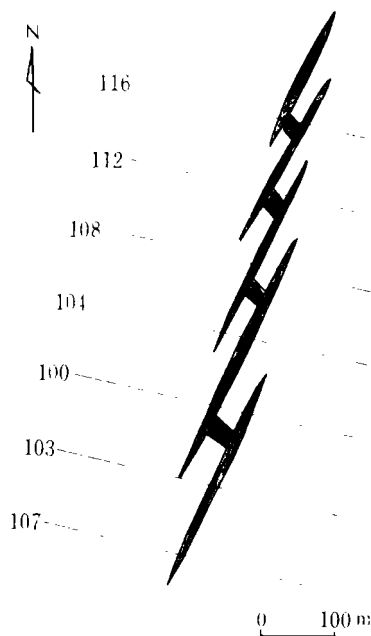


图1 东坪金矿2号脉平面分布示意图

Fig. 1 Planar distribution of No. 2 orebody of Dongping gold deposit

100 m.含金石英单脉品位较高,但向两侧的硅化和钾长石化蚀变岩,其品位逐渐降低.主要矿体之间由短小矿体连接(图1),它们的走向为 320° 左右,倾向SW,倾角 55° 左右.这些小矿体呈石英单脉、石英复脉或石英网脉状,延伸多为数十米,其矿物成分及含矿性与主要矿脉大体相同.从宏观上看,上述两组矿体赋存于侧幕式排列的两组裂隙中,共同构成“多”字型的含矿带.它们的衔接处,即交汇部位常常是金的富集地段.

脉石矿物以石英和钾长石占绝对优势,其次为绢云母、钠长石、方解石、重晶石和高岭石等.金属矿物含量较低,一般小地%,最常见的为黄铁矿,其次有镜铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铜矿等,微量的有自然金、黝铜矿和碲化物(自然碲、碲金矿、碲铅矿、碲铋矿)等.自然金的颗粒一般不超过0.2 mm,最大可达5 mm,成色较高,为973~990,主要载金矿物为石英、黄铁矿、镜铁矿、黄铜矿和碲金矿.

围岩蚀变的主要类型有钾长石化和硅化,另外还有钠长石化、绢云母化、碳酸盐化、高岭土化和重晶石化,其中后三者为成矿期后低温蚀变的产物.而肉红色的钾长石化则是东坪金矿乃至赋存于水泉沟杂岩体的所有金矿的典型特征.在东坪矿区,钾长石化可分为3期:第一期呈面型蚀变,形成的钾长石颗粒粗大,蚀变波及整个矿区,为岩浆期后交代作用的产物.第二、三期钾长石化均呈线型蚀变,第二期钾长石化呈砖红色致密状

分布于主成矿期乳白色石英脉的外侧, 第三期钾长石化呈肉红色中细粒, 主要分布在灰-灰白色石英脉发育处, 尤其是网脉状及复脉状石英脉发育地段. 后两期的钾长石化蚀变岩往往构成金矿石. 在空间分布上, 表现以石英脉为中心, 呈不太明显的分带性: 近石英脉为强蚀变带, 宽度一般为 1~2 m, 蚀变岩石主要由微斜长石组成, 还有少量石英、钠长石和黄铁矿等, 其原岩已无法辨认; 弱蚀变带保留了正长岩的特征, 只是发生了部分钾长石化, 还有微弱的硅化和黄铁矿化, 蚀变宽度为 3~5 m, 蚀变带的颜色也由强蚀变带的肉红色变为粉红-黄白色, 两者之间无明显的界线, 呈渐变过渡关系, 反映了蚀变带是由热液沿断裂扩散交代产物. 另一种蚀变形式是中间为石英脉, 其上、下盘均为硅化、钾化蚀变岩, 其中下盘宽度较宽, 约 2 m, 上盘约 1 m, 表现为岩石退色, 变为灰白色, 蚀变以硅化为主, 次有钠长石化、绢云母化和钾长石化, 它与石英脉的界线清楚. 硅、钾化蚀变岩的另一侧逐渐变为强钾化蚀变岩, 然后再过渡为弱钾化蚀变岩, 再过渡为围岩. 这些都呈渐变过渡关系, 其中强钾化蚀变岩和弱钾化蚀变岩的宽度约 10 m, 并且在强钾化蚀变岩中往往分布有石英细脉 (图 2).

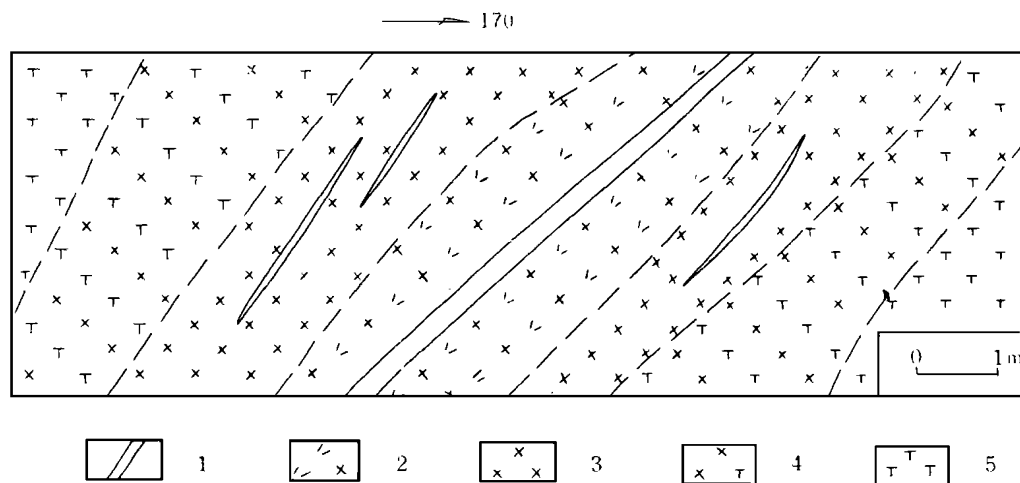


图 2 东坪金矿围岩蚀变分带示意图 (1427中段 CM6)

Fig. 2 The alteration zoning of the Dongping gold deposit (Spot CM 6 at 1427 m level)

1—石英脉 (quartz vein); 2—硅、钾化蚀变岩 (silicified and K-feldspathized rock); 3—强钾化蚀变岩 (strongly K-feldspathized rock); 4—弱钾化蚀变岩 (weakly K-feldspathized rock); 5—正长岩 (syenite)

根据切割关系, 热液活动可以划分为 5 个阶段: (1) 乳白色石英-钾长石-黄铁矿阶段, 该阶段的石英以乳白色、粗粒为特征, 与其共生的黄铁矿呈粗粒、立方体晶体, 该阶段矿化微弱; (2) 镜铁矿-自然金-石英阶段, 为金的主要成矿阶段之一, 其中自然金分布于镜铁矿和石英的裂隙中; (3) 多金属硫化物-自然金-石英阶段, 为金矿化的最主要的成矿阶段, 其中石英呈灰白色、中细粒、半透明; (4) 灰色玉髓状石英-黄铁矿阶段, 此阶段的石英脉常分布在成矿期石英脉的两侧, 宽度一般为 5~20 cm, 中间往往有黄色条带, 在矿体尖灭处

及 70号脉较为发育, 结晶极差, 呈玉髓状, 此阶段金矿化较弱; (5) 碳酸盐-重晶石阶段, 以碳酸盐-重晶石脉的形式沿裂隙贯入, 并切穿所有早期形成的石英脉。

3 控矿条件

3.1 与水泉沟杂岩体的关系

已有的同位素年龄数据表明, 水泉沟杂岩体大多为印支期的产物^[1,2], 而对矿床中蚀变形成的钾长石的同位素年龄测定结果表明为燕山早期^[3], 其时差近 20 Ma, 所以有些学者由此认为东坪金矿的形成与水泉沟杂岩体无关, 而与其附近的上水泉燕山期花岗岩有关^[4]。但是, 值得注意的是, 区域上在水泉沟杂岩体中分布有一系列与东坪金矿几乎完全相似的金矿床, 如后沟、中山沟、黄土梁子和赵家沟金矿等, 这些金矿周围大多不存在有燕山期花岗岩体。所以认为东坪金矿与燕山期花岗岩体有关的证据尚不充分, 而更多的证据反映了它与水泉沟杂岩体有关。众所周知, 我国东部地区, 尤其是在华北地台北缘, 有许多明显与中酸性侵入体有关的金矿床, 其成矿时代大多与侵入体相差几十百万年, 反映出侵入体冷却的速度比较缓慢, 可以为热水循环长期提供热动力。对水泉沟杂岩体的研究表明, 水泉沟杂岩体是多期次侵入的产物, 并且体积较大, 因此它可以在很长时间内保持高热状态, 由此为热液的长期循环提供热动力条件。而且, 本区大多数金矿床(点)都分布在水泉沟杂岩体的南部接触带, 很显然, 这是与水泉沟杂岩体南侧倾斜较缓, 从而可以提供更多的热能有关。

东坪金矿床已有的地球化学研究结果表明, 其成矿作用与水泉沟杂岩体密切相关。硫、铅同位素组成与水泉沟杂岩体相似, 而与桑干群变质岩相差较大, 显示出成矿物质大多来自水泉沟杂岩体^[5]。氢、氧同位素研究表明, 成矿早期基本上为岩浆水, 主成矿期为岩浆水和大气降水的混合水, 晚期主要为大气降水, 并且由水泉沟杂岩体岩浆演化的岩浆水具有高氧化和酸性的特点, 因而具有很强的淋滤围岩中金的能力。另外, 东坪金矿广泛的钾长石化显然也是成矿流体继承了水泉沟杂岩体的高钾质岩浆的特点, 从而发生钾质交代作用。因此, 水泉沟杂岩体在东坪金矿成矿过程中, 不仅起到了热动力的作用, 而且提供了成矿物质和矿化剂。

2.2 与太古宇桑干群变质岩的关系

水泉沟杂岩体侵入于太古宇桑干群变质岩中, 并且本区所有的金矿床都分布在水泉沟杂岩体与桑干群变质岩尤其是涧沟河组变质岩的接触带附近。而在杂岩体与元古宇大理岩的接触带中则没有金矿床(点), 说明金矿与桑干群变质岩有一定的关系。另外, 同位素研究也显示出成矿物质有部分来自桑干群变质岩。原岩恢复表明, 涧沟河组的原岩以基性和超基性火山岩为主, 多属拉斑玄武岩系列, 伴随有陆源碎屑, 并且具有高的金丰度(平均为 7.3×10^{-9})^①。而且以往的实验证明, 基性和超基性火山岩中的金多为易释放金, 所以涧沟河组可以提供部分成矿物质。

2.3 与不同级别构造的关系

前已述及, 水泉沟杂岩体受近 E-W 向的尚义-崇礼-赤诚深大断裂控制, 而水泉沟杂

① 宋瑞先, 张家口地区水泉沟-大南山二长岩杂岩体特征, 金矿成矿作用及找矿(内部资料), 1992

岩体又控制了金矿床的分布,从这个意义上来说,近 E-W 向的深大断裂控制了水泉沟金矿田的产出. 仔细地分析水泉沟金矿田中的各个金矿,可以发现,西部地区(东坪金矿以西)的金矿大致产地 NW 向和 NE 向两组断裂的交汇部位,而东部地区(东坪金矿以东)的金矿大致产于 E-W 向断裂与近 S-N 向断裂的交汇部位. 而东坪金矿中的矿体则受 NNE 向和 NW 向

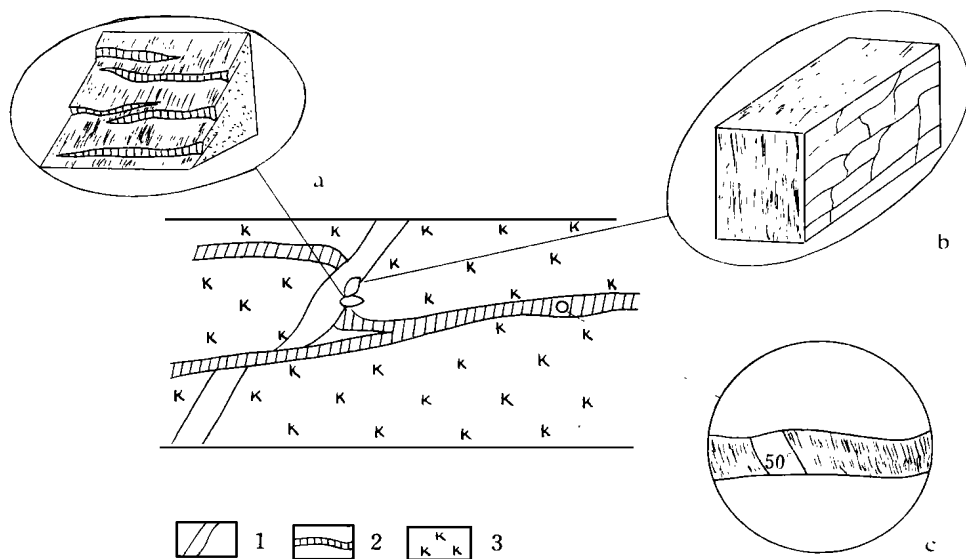


图 3 东坪金矿两组容矿裂隙关系素描图(竖井 1344 m 中段)

Fig. 3 Sketch showing the relationship between two groups of host fissures in Dongping gold deposit (shaft at 1344 m level)

1— NE 向含矿石英脉 (NE-trending gold quartz vein); 2— NW 向含矿石英脉 (NW-trending gold quartz vein); 3— 钾长石化蚀变岩 (K-feldspathized rock); a— 矿脉下盘的断层阶步 (steps on the footwall); b— NNE 向矿脉的压碎条带结构 (crush-banded texture in NNE vein); c— NW 向矿脉的齿状结构 (dental texture of NW vein)

向两组裂隙控制. 这两组裂隙的应力性质可以由矿体内部一些矿物的生长特征和变形特征(图 3)来判别. NNE 向和 NW 向两组含矿石英脉的相互交错构成“X”形特征,表明两组容矿裂隙同属成矿期构造,是同一构造活动的产物. NNE 向石英脉内发育的石英压碎条带结构说明 NNE 向容矿裂隙具压扭的特征;而 NW 向含矿石英脉内齿状石英纤维晶体与脉壁交角大致呈 50° ,表明 NW 向容矿裂隙具张剪性的特征. NNE 向矿脉下盘界面发育有阶梯状的断层阶步,显示出成矿期应力方向为图 4—b 所示的力偶作用方式. 各应力轴产状为 $\sigma_1: 129^\circ \angle 78^\circ$; $\sigma_2: 40^\circ \angle 63^\circ$; $\sigma_3: 278^\circ \angle 17^\circ$ (图 4e—d). 所以,应力分析结果表明,东坪金矿的两组容矿裂隙是在南北向挤压应力作用下,先期形成一对共轭剪节理,后来又在南北应力偶作用下,顺先成一组剪节理而形成(图 4a).

本文在成文过程中得到了中国地质科学院地质研究所张招崇博士的指正,同时在工作过程中也得到了矿领导和地测科其他同志的帮助,在此一并表示衷心的感谢.

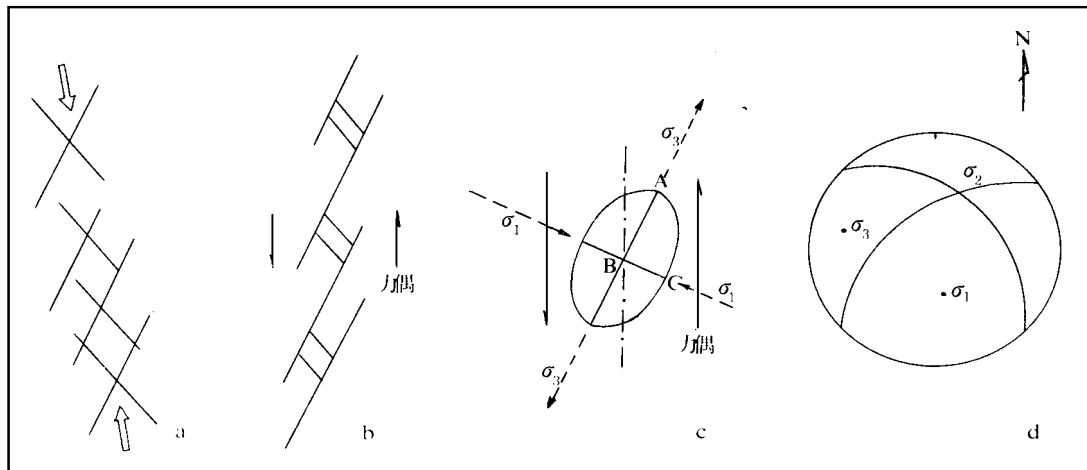


图 4 容矿构造力学分析

Fig. 4 Mechanic analysis for host structures

a- 近南北向挤压应力形成的共轭剪节理 (conjugate shear joints formed by S-N stress); b- 后期南北向应力偶作用下, 顺先 NW 向张节理和 NNE 向压扭性节理 (NW-striking tensional shear joint and NNE-striking compressive-shear joint along earlier formed shear joints); c- 力偶作用下岩体应变示意图 (strain within the Shuiquangou complex); d- 成矿期构造应力轴图解 (stress axis of mineralizing structures)

4 参考文献

- 1 张招崇, 陈洪新. 水泉沟杂岩体的地质学和岩石学研究. 贵金属地质, 1997, 6 (2): 81~ 92.
- 2 Zhang ZC, Chen HX. Geology and geochemistry of the Shuiquangou complex, Northern Hebei Province, China. Scientia Geologica Sinica, 1996, 5 (4): 447~ 468.
- 3 卢德林, 罗修泉, 汪建军, 等. 东坪金矿成矿时代研究. 矿床地质, 1993, 12 (2): 182~ 187.
- 4 魏菊应, 苏琪. 河北东坪金矿区水泉沟岩体的地球化学特征. 地质科学, 1994, 29 (2): 256~ 266.
- 5 Zhang ZC, Mao JW. Geology and geochemistry of the Dongping gold telluride deposit, Hebei Province, North China. Inter. Geol. Rev., 1995, 37 (12): 1094~ 1108.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORE-CONTROLLING CONDITIONS OF DONGPING GOLD DEPOSIT

Li Huaiyong

(*Dongping Gold Mine, Chongli County, Hebei Province*)

Abstract

Dongping gold deposit is located at the internal contact zone between the Shuiquangou weak alkaline complex and the metamorphic rocks of Archeozoic Sanggan group. The ores consist of two industrial types, i. e. , quartz vein and alteration rock types, but the former is dominated. The ore vein zones strike in north-northeast. Quartz, pyrite, specularite, chalcopyrite and calaverite are gold-carrying minerals. Gold fineness ranges from 937 to 990. K-feldspathization and silicification are dominant mineralizing alteration. Red-colored K-feldsparthization is the typical character of Dongping and other gold deposits occurring in the Shuiquangou complex. The mineralization can be divided into 5 stages, of which the second and third stages, i. e. , specularite-native gold-quartz stage and polymetallic sulphides-native gold-quartz stage, are of two main mineralizing stages. Shuiquangou complex supplied not only hot source, but also mineralized materials and mineralizer during mineralization. Approximately E-W-trending deep large Shangyi-Chongli-Chicheng fault controls the occurrence of Shuiquangou gold orefield whereas two groups of NNE- and NW-trending fissures control the occurrence of the orebodies of Dongping gold deposit.

Key words characteristics of gold deposit ore-controlling condition Shuiquangou Dongping gold deposit Hebei Province

作者简介 李怀勇 男 1970年5月生, 1993年毕业于唐山工学院地质系, 现为东坪金矿地测科助理工程师, 主要从事矿山地质工作. 通讯地址: 河北省张家口市崇礼县东坪金矿; 邮政编码 076350.