

河北省碾子沟金矿形成条件及隐伏矿体预测准则^①

刘鹏鹄 郝爱华 Siaka · Dlawara

(长春地质学院地质系·长春·130061)

A 矿区位于华北地台北缘,具有典型的受地层—岩体—构造控制的“三位一体”成矿特征。对区内隐伏金矿体的预测,应注意在岩体外接触带6km范围内的北西向及东西向断裂构造的有利部位,要密切结合围岩蚀变、矿体的变化趋势、矿物及地球化学元素的垂直分带规律、地球物理电异常等信息,最终提出隐伏矿体的预测准则。

关键词 成矿条件 隐伏矿体 预测准则

碾子沟金矿区位于华北地台北缘中段内蒙古地轴及燕辽沉降带的结合部位,处于东西向尚义—赤城—平泉深大断裂带与北北东向平泉—挂兰峪大断裂的交汇部位^②。

区内广泛分布有前寒武纪变质岩系,主要是平泉群(Arp)、迁西群上平房组(Arsh)、单塔子群韩家营组(Arh)。前寒武纪古老变质岩系的变质程度较高,属角闪岩相。混合岩化作用明显,硅化脉及钾化脉沿片理及片麻理注入呈条带状。区内断裂构造发育,特别是东西向构造是本区基本的构造,活动强度大,持续时间长,并且由东西向构造引发形成了北西、北东及南北向构造。这些构造对区域岩浆侵位及金矿的形成提供了条件,众多的岩体及矿床、矿点均分布于这些断裂之中。本区岩浆活动强烈,主要有两期岩浆侵位活动,一是前寒武纪,主要岩石类型为碱性辉长岩、闪长岩及混合花岗岩类;二是中生代燕山期,这个时期岩浆活动强度大,分布广泛,类型多,主要为火山岩及次火山岩类(正长斑岩、流纹斑岩、石英二长斑岩、安山岩、玄武岩等)、花岗岩(花岗闪长岩、花岗斑岩等)以及各种脉

岩类。燕山期侵入岩规模大小不等,大者上百平方公里,小者数平方公里。分布于矿区内的洼子店岩体即属燕山期岩体。

1 成矿地质条件分析

碾子沟金矿区包括碾子沟金矿、卧龙岗金矿及扬家店、鹰窝沟、涝泥塘等矿点。金矿的形成与地层、岩浆岩及断裂构造有着直接关系。

1.1 地层

矿区内出露地层属太古宙迁西群上平房组3段(Arsh3),其岩石组合类型为黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、石英条带状混合质黑云斜长片麻岩等。金矿大都赋存于斜长角闪岩中,这种现象在中国东北部的诸多金矿的分布上具有一定的共性。王有志对26个矿区2751件样品的分析结果得出金平均丰度值为 16×10^{-9} ,而碾子沟金矿区斜长角闪岩金平均丰度值为 10×10^{-9} 。金丰度值较高,为金矿的形成提供了丰富的物质基础。但更重要的是金在斜长角闪岩中属易溶状态,据一些专家学者进行的金在岩石中的易

本文1996年5月收到,文元亮编辑。

①原国家黄金管理局资助课题(93—95—43号)。

②原核工业部航测遥感中心,承德—平泉地区遥感解译构造图(1:20万)。

* 原马里在华盛顿留学生。

溶性试验,在相同的条件下,斜长角闪岩中的金较易释放,而其它岩石中的金属难释放。因此认为,能否成为金矿形成时主要成矿物质金元素来源的基本条件,除具有较高的含量外,最关键的是金的释放程度。故可以认为碾子沟金矿区斜长角闪岩类岩石是金矿形成时金元素的主要来源,也就是说太古宙迁西群上平房组3段(Arsh3)是金矿形成的主要矿源层。

1.2 岩浆岩

矿区内出露的岩浆岩为洼子店花岗闪长岩,该岩体呈东西向略长,南北略短的椭圆形,总面积18km²。岩体形成年龄105Ma(北京大学,1989)。矿物成分由斜长石、钾长石、石英、角闪石、黑云母等组成。化学成分有SiO₂(62%)、Al₂O₃(15%)、TiO₂(0.67%)、Fe₂O₃(3.5%)、FeO(3.6%)、MnO(0.10%)、MgO(1.4%)、CaO(3.3%)、Na₂O(4.2%)、K₂O(4.0%)、H₂O(0.5%)、CO₂(0.4%),属花岗岩类。岩体具有一定的分异性,野外观察可划分为内部相、边缘相及脉岩相。矿区内所见矿床及矿点均分布于岩体的内外接触带中(图1)。金矿的形成与岩体有密切的时空联系。矿区内矿石硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 集中在+5‰—1‰之间,具有深源硫的特点。燕山期花岗岩形成作用是华北地台北缘的重要事件,它属于重熔花岗岩(刘连登等,1992),因此继承了前寒武纪变质岩系的成分,金及相关元素在重熔岩浆中富集;并在岩浆分异后期形成了含矿热液,最终在有利的空间聚集成矿。故可以认为,花岗岩为金矿的形成提供了热源、热液,并导致金及有关元素释放和集中。

1.3 构造

矿区内断裂构造发育,其基本构造格局由于受区域性构造控制,因此形成了东西向、南北向、北西向及北东向4组断裂。其中东西向断裂构造属于压性结构面,是区域性东西向构造在矿区内的表现。而南北向断裂为张性,北西向及北东向断裂为扭性及压扭性,尤

以北西向压扭性特征明显。4组断裂与金矿关系均较密切,成为矿体赋存的良好空间。由于断裂结构面性质不同,故含矿性有着明显的差异。东西向断裂持续脉动作用强烈,构造空间发育,是成矿的理想空间,鹰窝沟矿体就赋存在东西向断裂中,矿体规模较大,品位较高;南北向断裂宽度大,可达10余米,但延深较浅,故形成了破碎带蚀变岩型多金属硫化物矿化,品位较均匀但较贫,矿体下延百余米即尖灭,碾子沟金矿就产于此组断裂中;北西向断裂为压扭性,具有尖灭再现、延深较大、且有一定的延长及宽度等特征,因此此组断裂中矿体规模较大,含金性较好,卧龙岗及杨家店矿体均产于此组断裂中;而北东向断裂具有明显的扭性特征,断裂面狭窄,一般只10~30cm,矿化规模小,意义不大,涝泥塘矿体即产于此组断裂中。综上所述,本区断裂构造是矿液运移、聚集、沉淀的重要空间,特别是北西向及东西向断裂意义较大。断裂构造是金矿形成的必备条件。

碾子沟金矿的成矿条件可以概括为:前寒武纪迁西群上平房组3段(Arsh3)斜长角闪岩系是金矿形成的原始矿源层,中生代燕山期花岗闪长岩为金矿的形成提供了热源、热液及促使金元素的释放聚集,断裂构造是含矿热液运移的通道及成矿的空间,它们是金矿形成的3个基本条件,即“三位一体”成矿(见图1)。

2 矿床特征

2.1 矿体形态、产状特征

由于矿体就位于断裂构造之中,因此呈脉状及透镜状,但是由于断裂性质不同,矿体在形态、产状、规模上又有一定的区别。碾子沟金矿矿体呈透镜状及网脉状,矿体宽达4m,单个矿体延长及延深比为2:1。根据钻孔资料证实,矿化脉总体延深只有120m,矿体走向近南北,倾向西,倾角40~50°;卧龙岗及杨家店矿体呈脉状,具有膨大缩小及分枝

复合的特点,脉宽0.5~2m,延深较大;卧龙岗1号脉延深200m,矿体产状沿走向及延倾向呈舒缓波状,总体走向北西,倾向南西,倾角50~70°;涝泥塘矿体呈细脉状,矿化脉平直但细窄,宽度10~30cm,延深较大但矿化

弱,矿脉走向北东,倾向北西,倾角60°左右;鹰窝沟矿体呈脉状,矿脉宽>2m,单个矿体沿走向长度80余米,推测延深50余米,含矿性好,总体走向东西,倾向北,倾角60°左右,是一个值得重视的含矿地段。

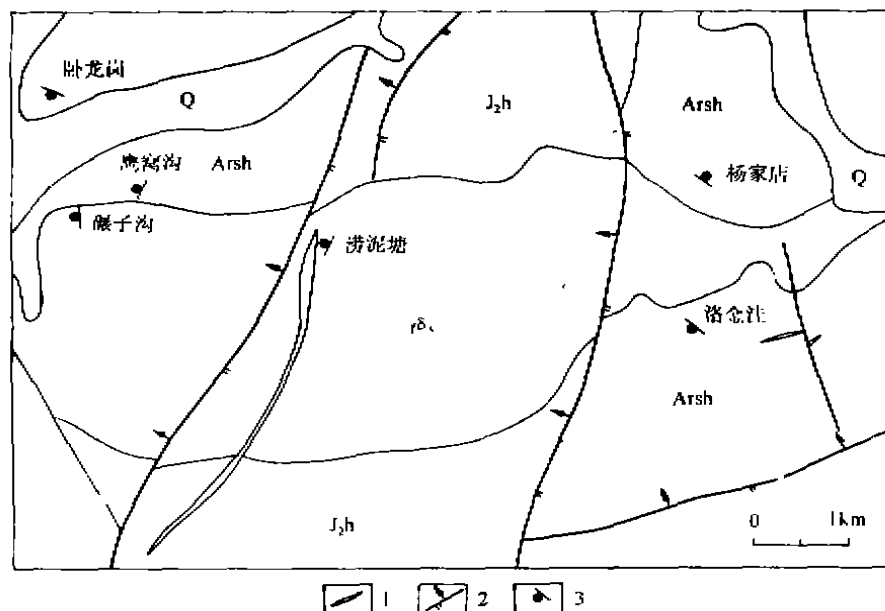


图1 碾子沟全矿区地质简图

Q—第四系;J₂h—中侏罗统后城组;Arsh—辽西群上平房组;γδ₆—燕山期花岗岩长岩;1—脉岩;2—断裂;3—矿床(点)

2.2 物质成分特征

矿石物质成分较简单,主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿、自然金等,脉石矿物主要是石英、方解石、绢云母等。自然金以裂隙金及包裹体金形式赋存在金属硫化矿物中,其中以细粒的烟灰色的黄铁矿含金最好,次为黄铜矿、方铅矿及闪锌矿。金品位在矿体空间序列中的变化,总体上具有趋势性,但局部上为明显随机性。矿体中微量元素组合具有轴向分带性,以卧龙岗1号脉元素组合垂直分带序列为例,其表现为As、W、Sb、Mo-Au、Pb、Ag、Cu-Bi,与中国及世界热液金矿所具有的元素轴向分带序列相比较(表1),发现位于华北地台北缘的碾子沟金矿与它们有相似之处。

2.3 矿化阶段

表1 元素轴向分带序列对照表

地 区	矿体上部	矿体中部	矿体下部
世界热液金矿	Ba, Sb, Hg, As	Cd, Ag, Pb, Zn, Au, Cu	W, Bi, Ni, Co, Mo
中国热液金矿	Hg, Sb, As, F	Pb, Zn, Ag, Au, Cu	Mo, Bi, Mn, Co, Ni
卧龙岗1号脉	As, W, Sb, Mo	Au, Pb, Zn, Ag, Cu	Bi

碾子沟金矿矿化作用可划分为4个阶段,即:Ⅰ—黄铁石英阶段;Ⅱ—石英黄铁矿阶段;Ⅲ—多金属硫化物阶段;Ⅳ—碳酸盐阶段。其中以第Ⅲ阶段为主要成矿阶段,表现为多金属硫化矿物发育,矿化呈浸染状、网脉状、角砾状、洞穴状,反映出热液充填交代的矿化特征。第Ⅰ矿化阶段,主要以颗粒较大、晶形完好的黄铁矿为特征,黄铁矿主要呈稀

疏浸染状,矿化微弱,含金只有 1×10^{-6} 左右,不具工业意义。第Ⅱ矿化阶段以细粒黄铁矿发育为特征,黄铁矿呈细条带状、网脉状及浸染状,含金较好,可以达到最低工业要求,属于次要的矿化阶段。而第Ⅳ矿化阶段,为成矿的晚期阶段,矿化微弱,不具工业意义。

2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变较为发育,主要蚀变类型有钾长石化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化等。蚀变作用是以含矿断裂破碎带为中心向外依次减弱,并且具有叠加复合分带现象(表2),但分带界线不够清楚。蚀变作用与

断裂构造的发育程度及矿化强度有正相关关系,因此说构造作用—矿化作用—蚀变作用是一个相关的统一体,围岩蚀变是寻找隐伏矿体的重要标志。

3 隐伏矿体预测准则

隐伏矿体预测应建立在成矿地质条件及矿化规律分析的基础上,依据地质信息、地球化学及地球物理找矿信息和其它可以利用的信息进行综合分析,建立预测准则,进行具体预测,以期发现隐伏矿体。碾子沟矿区隐伏金矿体预测准则可以总结为以下各点:

表2 蚀变作用分带表

蚀变类型	主要矿物成分	矿化特征	备注
绢云母化、硅化、黄铁矿化	绢云母、石英、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等	以细脉浸染状、斑杂状、角砾状等富矿化为主	集中在主断裂面中,与主矿体一致
绢云母化、硅化、碳酸盐化、黄铁矿化	绢云母、石英、方解石、黄铁矿	条带状、浸染状、聚斑状为主,矿化一般	与上述蚀变呈渐变关系
绢云母化、硅化、钾长石化	绢云母、石英、钾长石	稀疏浸染状为主,矿化较差	蚀变位于断裂边部
钾长石化、绿泥石化	钾长石、绿泥石	矿化极微弱	向外接近围岩

注:据河北省十一地质队资料。

3.1 隐伏矿体就位空间的确定是预测寻找隐伏矿体的关键。由于碾子沟金矿属于典型的地层—岩浆—构造“三位一体”控矿,因此洼子店花岗岩体内外接触带,特别是外接触带6km范围内是寻找隐伏矿体的主要地段。在此地段内,成矿前和成矿期的断裂构造则是矿体赋存的具体空间,其中北西向压扭性断裂和东西向压性(兼压扭性)断裂尤为重要,区内已发现的有意义的矿体均赋存在这两组断裂之中。矿体在断裂中赋存的最佳部位主要是断裂沿走向及沿倾向产状变化处,两组断裂交汇处,尖灭再现处。对断裂构造的斜列、侧伏等变化规律也应予以注意。

3.2 根据已知矿体的变化性来预测未知矿体已逐渐被人们所重视。碾子沟金矿矿体具有双重性变化,即总体上具有趋势性变化,局部上为随机性变化,这种变化可以反映在矿

体的品位及厚度等标志值上。如碾子沟矿区卧龙岗矿体在品位及厚度上均显示出总体趋势性变化规律,经过对1号脉4个水平中段近350件样品分析数据统计得出的矿化强度指数:553中段为1.95,527中段为1.85,493中段为0.26,463中段为0.18,其变化趋势较为明显,矿体在相对深度100m之后矿化减弱。又对杨家店矿体距地表20m水平中段品位变化分析,矿体沿走向由北西向南东总体变富变厚(图2),主矿体分布在南东方向。

3.3 围岩蚀变是找寻热液矿床的重要标志。碾子沟矿区蚀变作用比较发育,特别是硅化、黄铁矿化。绢云母化则是近矿围岩蚀变,有时与矿体重叠,故可做为直接找矿标志。

3.4 载金矿物组合及其分带性是碾子沟矿区比较显著的特性。碾子沟矿体及卧龙岗矿体具有如下规律:主要载金矿物及其含金性

的多少依次为黄铁矿(细粒、烟灰色)、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。矿体上部以黄铁矿及黄铜矿为主,矿体中部以黄铁矿、黄铜矿及方铅矿为主,矿体下部以方铅矿及闪锌矿为主。这种垂直分带性对预测深部隐伏矿体具有一定意义。如杨家店已揭露的矿体载金矿物组合为黄铁矿(细粒、烟灰色)及少量黄铜矿,含金性较好,它只相当于卧龙岗矿体最上部的矿物组合,故预测主要矿体尚在深部,找矿潜力较大。

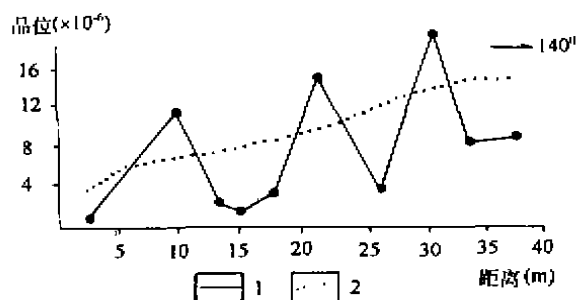


图2 金品位变化趋势图

1. 金品位自然曲线; 2. 金品位趋势线

3.5 原生晕地球化学元素组合及其分带性规律一向被人们所重视,并且做为预测隐伏矿体的重要依据。碾子沟矿区几个主要金矿体均具有明显的轴向分带规律,即元素组合垂直分带规律。以卧龙岗 I 号矿体为例并与其它矿体做类比可以看出,卧龙岗 I 号矿体元素组合垂直分带明显,依次为:As、Sb(矿

体上部)—Au、Ag、Pb、Cu、Zn(矿体中部)—Bi(矿体下部)。鹰窝沟矿体只见:As、Sb、Au、Ag、Cu 组合,相当于矿体上偏中部的元素组合。杨家店矿体为 As、Sb、Au、Ag 组合,只相当矿体上部元素组合。可见鹰窝沟及杨家店两矿体的主矿体部位尚未揭露到位,深部仍具较大潜力。

3.6 地球物理信息,特别是激电测量获得的信息对预测含矿破碎带具有一定的意义^①。对碾子沟金矿所进行的激电测量得到的视极化率异常有两类,即低缓较宽的异常和峰值明显的点异常。经地电联合充电及坑道实际验证,低缓较宽异常由含矿蚀变破碎带引起,它只能确定含矿的目标物;峰值较明显的点异常为埋藏较浅的矿体所引起,一般埋深不超过 30m。据此可将视极化率异常特征做为预测碾子沟矿区的隐伏矿体的依据之一。

参考文献

- 1 王有志. 华北地台北缘中段内生金矿床控矿条件及找矿方向. 华北地台北缘金矿地质科研讨论会论文选编. 东北工学院出版社, 1992, 21~25.
- 2 高占林, 林尔为. 全厂峪金矿有关岩石金丰度的研究. 长春地质学院学报, 1987, 17(1): 65~71.
- 3 刘鹏翥. 断裂构造对石英脉型金矿的控制作用. 世界地质, 构造地质专辑, 1987, 197~204.
- 4 刘鹏翥. 山东玲珑金矿深部预测标志探讨. 黄金, 1992, 13(12): 1~5.
- 5 R. W. 博依尔. 金的地球化学及金矿床. 马万均等译. 北京, 地质出版社, 1984.
- 6 Миронов, А. Г. Геохимия. 1980, No(7): 23~27.

THE GEOLOGICAL CONDITIONS FOR METALLOGENESIS AND THE PREDICTIVE CRITERION OF CONCEALED OREBODY IN THE NIANZIGOU GOLD DEPOSIT HEBEI PROVINCE

Liu Penge, Xi Aihua, Siaka · Dlawara

The comprehensive studies show that the Nianzigou gold deposit located in northern border of North China Platform is a typical joint functions of the stratigraphic rocks, the magmatic intrusion and the fault structure. Therefore, the prediction of concealed gold orebodies in Nianzigou ore district must pay attention to the composite spot of the north—west strike fault and east—west strike fault limited in the range of six kilometre, according to the distributive case of altered rocks, the variation of orebody sign, the vertical distribution of mineral and mineralizing elements, and the induced polarization sign of geo-physical exploration etc.

Key words: Metallogenic condition, Concealed orebody, Predictive criterion

① 河北省平泉县碾子沟金矿激电异常的探讨, 长春地质学院电法教研室, 1983 年资料。