

冀西北黄土梁金矿控矿构造分析及深部矿体预测

牛树银¹, 王宝德¹, 孙爱群¹, 李红阳¹, 侯泉林², 李富³, 王文星³(1. 石家庄经济学院资源学院, 石家庄 050031; 2. 中国科学院地质地球物理研究所, 北京 100101;
3. 赤城县黄土梁金矿, 赤城 075500)

[摘要]通过冀西北黄土梁金矿区成矿控矿构造的详细分析解剖,发现矿区成矿控矿构造为一铲状韧性剪切带。在该韧性剪切带上盘发育一系列与韧性剪切带呈入字型相交的近直立次级断裂。在一定的温度、压力等条件控制下,含矿流体沿韧性剪切带向上运移,并沿途萃取部分围岩中的成矿元素,在上盘断裂中沉淀、聚集成矿。因此,沿铲状韧性剪切带倾向方向深部仍有隐伏矿体,从深部布置的穿脉已打到新的盲矿体,且矿体厚大,前景可观。

[关键词]断裂控矿 找矿预测 黄土梁金矿 冀西北地区

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)04-0017-04

黄土梁金矿具有矿带宽度大、沿走向延伸稳定、矿体排列密集的特征,仅浅部勘探已达中型规模^①。根据浅部矿体长宽展布推断,矿体深部仍应有较大的延深,但钻孔验证则不理想,一度使深部探矿陷入困境。笔者通过矿区成矿控矿构造的研究,确认了矿区成矿控矿构造为一向北陡倾、叠加于早期韧性剪切带之上的韧性剪切带,矿体受该剪切带上盘之一系列“入”字型次级裂隙所控制,提出了应沿该韧性剪切带的倾向向深部寻找矿体,并得到了探矿工程验证,大幅度增加了矿山金矿储量。

1 区域地质背景

黄土梁金矿位于崇礼—赤城韧性剪切带南侧的赵家沟—二堡子韧性剪切带上。崇礼—赤城韧性剪切带属于华北地台北缘尚义—赤城剪切带的东段,由多条韧性剪切带组成,并具有多期活动特征^[1]。早期多以韧性剪切变形为主,形成宽大的韧性糜棱岩带;海西—燕山早期随着张宣地块的抬升,被脆韧性、韧性剪切带,甚至脆性断裂所叠加,构成大规模构造—岩浆带,成为重要的导岩导矿构造。控矿构造赵家沟—二堡子韧性剪切带,走向近东西,倾向北,倾角上陡(80°~70°)下缓(60°~50°),亦由一系列叠加在韧性剪切变形带上的韧性剪切

带组成,宽几十米至上百米。沿倾向可切割桑干群变质岩系、海西期正长岩和燕山期斑状花岗岩等不同岩石单元(图1)。钾化、硅化蚀变强烈。

矿体总体位于水泉沟一大南山碱性杂岩体的北东缘。其直接赋矿围岩为黄土梁海西期正长岩体,出露面积近2 km²。正长岩主要由微斜长石、条纹长石(70%~80%)组成,次为钠长石—更长石(10%~15%)、石英(1%~5%)及副矿物磁铁矿、磷灰石(1%)。中粗粒结构、碎裂结构、糜棱结构,块状构造。黄土梁正长岩体的南、北两侧为燕山期斑状花岗岩,岩石糜棱岩化明显。

2 矿体特征

黄土梁金矿是张宣大型矿集区大规模成矿作用的产物^[2],金矿脉带呈狭长状赋存于海西期碱性正长岩体中。沿叠加于早期韧性剪切带之上的构造裂隙展布,矿脉以钾化、硅化和黄铁矿化蚀变岩为主,单纯的含金石英脉少见。矿带呈近东西向展布,长约1000 m,大体走向为85°,矿带向北陡倾,宽60~100 m。已勘探的5条矿脉近平行延伸,矿脉间距在中部稍宽,东西两端较密集,一般3~10 m。经钻孔验证和40 m间距探槽揭露,已获得C+D级金储量为10.694 t。

[收稿日期]2002-08-14; **[修订日期]**2002-12-09; **[责任编辑]**余大良。

[基金项目]国家自然科学基金项目(编号:40272088)、教育部高等学校骨干教师资助计划(编号:J-2000-25)、中国科学院知识创新项目(编号:KZCX1-07)共同资助。

^①河北省地勘局第三地质大队. 河北省赤城县黄土梁金矿详查地质报告, 1998。

[第一作者简介]牛树银(1952年-),男,1979年毕业于北京大学,获学士学位,教授,主要从事构造地质学、构造成矿学的教学和科研工作。

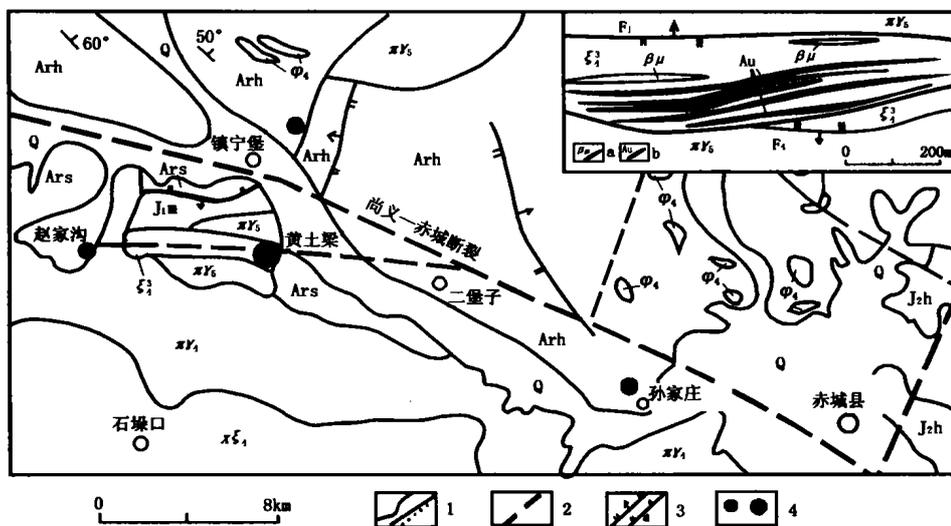


图1 黄土梁金矿区域地质图(右上角插图为矿脉展布图)

Q—第四系;J₂h—侏罗系后城组;J₁m—侏罗系门头沟组;Arh—太古宙红旗营子群;Ars—太古宙桑干群;πγ₅—燕山期斑状花岗岩;ξ₂—海西期正长岩;xξ₄—碱性杂岩;φ₄—辉石岩;πγ₄—海西期斑状花岗岩;1—地质界线;2—推测区域性断裂带;3—正、逆断层;4—小、中矿床;a—岩脉;b—矿脉

2.1 矿体形态

根据工程控制和品位变化共圈出5条矿脉、10个金矿体。矿脉主要呈脉状、透镜状展布(见图1中插图),平面、剖面上矿体外轮廓均不规则,需靠品位圈定。单个矿体走向延长200~320m,倾斜延深40~150m,矿体近平行展布。矿体厚一般2~18m,最小厚度1m,平均厚6.3m。矿体总体特征为膨缩相间的豆荚状。沿走向、倾向多有分枝复合、尖灭再现,形态复杂多变。以Ⅲ号矿体为例,垂向控制标高为1160~1280m,矿体走向长约320m,矿体走向较为稳定,但垂向变化很大,局部厚大矿体宽可达33m,但厚度稳定段仅出现在30~50m,向上、下很快变薄。矿体平均品位 4.58×10^{-6} 。其它矿体也有类似特征。

2.2 主要标型矿物

黄铁矿:主要载金矿物,含量3%~6%,粒径一般小于0.5mm。原生矿石中黄铁矿多呈半自形粒状或粒状集合体,浸染于脉石矿物中,分布不均。

黄铜矿:呈粒状、细脉状嵌布于黄铁矿边部或裂隙中,粒度0.005~0.3mm,含量约为0.4%~1.6%,有时浸染于脉石矿物中。少量黄铜矿边部偶见蚀变。

方铅矿:一般单独或与闪锌矿连生嵌布于脉石矿物中,粒度0.005~0.08mm,少见。

闪锌矿:极少,粒度0.01~0.3mm。

2.3 成矿阶段

热液成矿期可分4个阶段:Ⅰ—热液钾化、硅化

阶段;Ⅱ—石英—黄铁矿阶段(含金量较低);Ⅲ—石英—黄铁矿—多金属硫化物阶段:烟灰色,半自形—它形粒状石英与中细粒它形—半自形黄铁矿伴生,并有少量黄铜矿、方铅矿等硫化物伴生(主成矿阶段);Ⅳ—碳酸盐阶段。

2.4 金矿物种类、粒度及赋存状态

金矿物种类单一,均为自然金。金黄色,粒状或片状,平均含Au 89.18%,Ag 8.5%,Fe 2.32%。粒径0.001~0.06mm,最大0.078mm,平均0.017mm。

赋存状态:呈不规则中、细粒状,少量呈片状嵌布于矿石裂隙、晶体间或被其它矿物包裹。其中,按嵌连状态分为:包体金(47.8%),晶间金(51.0%),裂隙金(1.2%)。

2.5 品位变化

属低品位的钾质蚀变岩型矿床,全区工业矿体平均品位 4.83×10^{-6} ,单样最高 52.24×10^{-6} 。807件样品统计,变化系数93.39%,属较均匀型。

一般样品中金属矿物含量越高,金品位越高。而与矿体的走向、倾向及厚度变化无明显相关关系。

2.6 围岩蚀变

类型:钾化、硅化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭石—高岭土化等。前3种蚀变全区普遍发育,且与金矿化关系密切。

3 控矿构造分析

黄土梁金矿浅部矿带宽大、矿体密集、走向延伸

稳定,仅浅部(150 m)工程(槽探、坑探、钻探)控制储量已超过 10 t。按勘探常规推断,深部探矿应具有很大潜力。但是,由于矿体陡倾,在垂向上矿体多呈膨缩相间、分枝复合、尖灭再现,其形态复杂多变,规律性不明显,给矿床勘探带来了困难。在前期勘探中,在矿带南侧打北倾斜钻,全孔未见矿;而在矿带北侧打南倾斜钻,除穿过 I、II、III号矿体、并在标高 1100 m 附近穿过一韧脆性剪切带外,深部亦未见矿(图 2)。甚至不同中段虽已采矿,但矿体的上下关系也不甚明了。因此,矿体空间展布形态存在争议,使深部矿体勘探陷入困境。

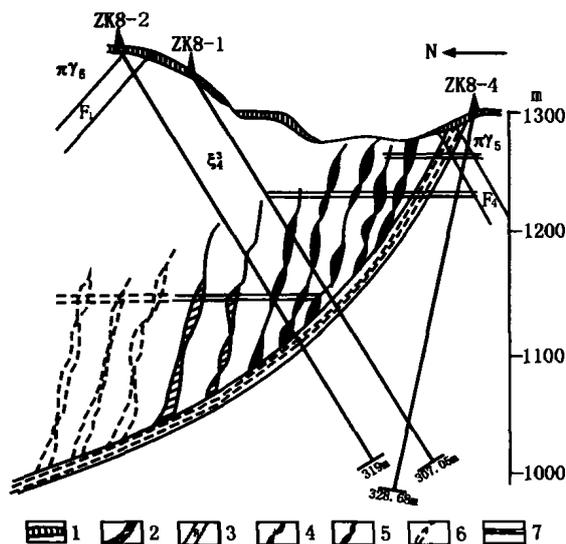


图 2 黄土梁金矿勘探剖面及深部矿体预测图

$\pi\gamma_5$ —燕山期斑状花岗岩; ϵ_3 —海西期正长岩;1—第四系;2—韧脆性剪切带;3—断层;4—已勘探矿体;5—预测并已验证矿体;6—推测矿体;7—穿脉巷道和部署穿脉巷道

笔者研究认为,黄土梁金矿成矿控矿的主导因素是韧脆(脆韧)性剪切(断裂)带^[3]。

3.1 问题的焦点

笔者在不同剖面 and 采矿中段注意到,黄土梁金矿矿体在不同中段倾角有明显变化,矿体的宽度也有明显变化,但总体应以向北陡倾为主。问题是原认为控制矿带的 F_4 断裂位于矿体南侧,产状 $180^\circ \angle 60^\circ \sim 82^\circ$,而矿带北侧的 F_1 断裂产状为 $355^\circ \sim 15^\circ \angle 69^\circ \sim 75^\circ$ 。也就是说矿带南、北两侧的断裂(F_4 、 F_1)相对矿体而言均向外倾斜,矿带在两断层的下盘,越向深部断裂带越远离矿体,显然 F_4 、 F_1 不是控矿构造。那么,究竟是哪种构造控制着矿带(体)就成了问题的焦点。

3.2 导矿构造分析

在详细的构造分析过程中,首先在第 15 勘探线

矿带南侧发现了向北陡倾的糜棱岩构造带,带宽 6 m 以上,总体走向近东西,倾向北,倾角 80° 。该带中石英颗粒被明显拉长定向,X Z 轴比在 6~20,甚至形成了拔丝构造(强直糜棱岩),是一构造形迹十分清楚的韧性剪切带,并有晚期叠加的同向韧脆性剪切带,即晚期韧脆性剪切带利用和改造了早期韧性剪切带。 F_4 断裂在浅部与之叠加,早期糜棱岩成为断层带中的构造角砾。根据变形特征及切割关系分析认为,韧性剪切带活动在前,是地壳深部韧性变形的产物。冀北地区,中生代燕山期断裂—岩浆活动强烈^[4]。在张宣地块强烈上隆期间,由于先存韧性剪切带本身就是构造薄弱带,很容易被后期韧脆性剪切带利用和改造。赵家沟—二堡子剪切带就是叠加在早期韧性剪切带之上的韧脆性剪切带,成为燕山期主要导岩导矿构造。沿该带进行追索,发现其走向延伸和倾向延深基本稳定,总体产状 $0^\circ \angle 80^\circ$ 。很显然,该韧脆性剪切带应是矿区成矿控矿构造,而且已发现的几条矿体的控矿构造是韧脆性剪切带上盘一系列次级裂隙构造。沿韧脆性剪切带向上迁移的含矿硫化物,在温度、压力等物理、化学条件的控制下,向上运移到上盘裂隙中沉淀、聚集形成矿体。正是由于韧脆性剪切带上盘次级裂隙构造发育,故矿体只出现在韧脆性剪切带的上盘。在矿带南侧向北打斜钻,钻孔打在韧脆性剪切带的下盘,自然徒劳无获。而布置在矿带北侧的 ZK8-1 孔,以 59° 的倾角向南打斜钻,在标高 1138 m 处穿过剪切带后亦未见矿化显示;ZK8-2 孔在 1120 m 处穿过剪切带后同样也未发现矿化;而在标高 1200 m 上下仅有矿化显示。很显然,韧脆性剪切带的下盘无矿化。这证明了该韧脆性剪切带是主导性成矿控矿构造的推断是正确的。

3.3 深部矿体分析预测

随着地表矿、易找矿的日益减少,深部矿、隐伏矿的找矿难度不断加大,因此,矿产勘查越来越依赖于新的成矿理论和找矿理论的指导以及新技术、新方法的运用^[5]。

根据韧脆性剪切带的空间展布特征及其控矿特征分析,沿韧脆性剪切带的倾向,在深部还应有类似的次级裂隙存在,也即在韧脆性剪切带倾向的深部,还应该同上部矿体类似的深部矿体。在 ZK8-2 的上部见到的矿化就应该是深部矿体的头(顶)晕。根据上述推断,明确提出深部还有类似矿体,找矿潜力(至少在沿韧脆性剪切带向北斜深 300~400 m 的范围)仍很大(图 2)。笔者的推断、预测向该矿矿方

有关工程技术人员作了汇报,得到了一致赞同,认为此分析十分符合矿山开采的实际情况。决定从深部布置沿倾向的穿脉探矿工程。

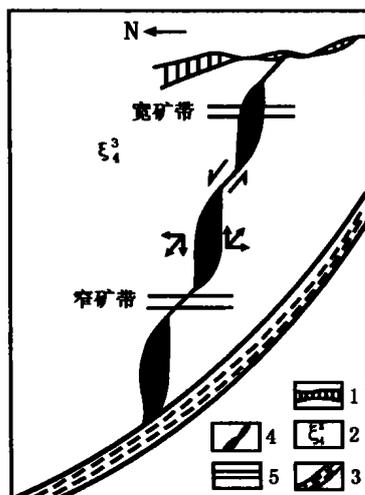


图3 矿体空间展布特征图
1—第四纪沉积物;2—海西期正长岩;3—初
性剪切带;4—矿体;5—穿脉巷道

至于上部矿体的分枝复合、膨缩相间特征,则与韧性剪切带上盘断裂的形态及运动学特征有关,一般正向拆离性韧性剪切带的上盘裂隙往往成组出现。对单条裂隙来讲往往在剖面上呈舒缓波状,或“之”字状。在进一步的断裂活动中,派生的局部应力场使断裂陡倾段扩张,进而被含矿流体充填而形成膨大矿体;而缓倾段只是以顺断层的剪切

为主,该处往往形成闭合段(图3),因此,断裂的陡倾段往往是矿体的膨大处,而断裂的缓倾段就往往是矿体的变窄处或尖灭处。矿体的胀缩相间、分枝复合、尖灭再现的复杂变化受这种运动学控制。如果搞清楚断层性质,就可掌握矿体的空间变化规律。

黄土梁金矿韧性剪切带向北倾斜方向的深部究竟有无隐伏矿体存在,需要探矿工程的验证。由于预测隐伏矿体的依据较为充分,矿方决定直接从深部开挖的采矿巷道向倾向方向打穿脉进行探矿,并在预测部位打到了相应矿脉,矿体宽度和品位与已采矿体相当,表明黄土梁金矿深部找矿远景可观。此外,新矿带的西延也具有一定的潜力,应予以足够的重视。

致谢:衷心感谢翟裕生院士、李廷栋院士、陈毓川院士、陈华山总工对项目研究所给予的热情指导和鼓励。

[参考文献]

- [1] 牛树银,孙爱群,尚义.赤城深断裂的成矿控矿作用研究[A].裴荣富,翟裕生,张本仁编:深部构造作用与成矿[C].北京:地质出版社,1999.
- [2] 毛景文,华仁民,李晓波.浅议大规模成矿作用与大型矿集区[J].矿床地质,1999,18(4):291~299.
- [3] 牛树银,李红阳,孙爱群,等.幔枝构造理论与找矿实践[M].北京:地震出版社,2002.
- [4] 吴珍汉,杨玉东,孟宪刚,等.燕山地区中元古界金多金属矿床类型及其时空分布规律[J].地质与勘探,1998,34(3):10~15.
- [5] 汤中立.超大型Ni-Cu(Pt)岩浆矿床的划分与找矿[J].地质与勘探,2002,38(3):1~7.

THE STUDY OF ORE - CONTROLLING STRUCTURES AND DETERMINATION OF DEEP ORE BODIES IN HUANGTULIANG GOLD DEPOSIT, NORTHWEST HEBEI

NIU Shu - yin¹, WANG Bao - de¹, SUN Ai - qun¹, LI Hong - yang¹, HOU Quan - lin², LI Fu², WANG Wen - xing³

(1. College of Resources, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031;

2. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

3. Huangtuliang gold mine of Chicheng County, Chicheng 075500)

Abstract: Huangtuling gold deposit is celebrated for its wide, long mineralized zones, and closely spaced ore bodies. Deep-seated ore bodies were not drilled in this field, so deep-seated exploration land in a predicament. After analyses of ore-forming and ore-controlling structures, listric ductile shear zones with E-W strike, toward north with high-angle (80° - 90° /ND 85°) were found. The zones are main ore-forming and controlling structures in Huangtuliang field. A series of sub-first faults form on the hanging wall of the listric ductile shear zones, moreover the both intersect as small angle. The deep dissected ductile shearing zones link up deep ore-bearing fluids derived from mantle plume. Together with the magma, the fluids moved up along the ductile shear zone, and extracted some ore-forming elements in wallrocks. When oxidized precipitation met with reduced upwelling hydrothermal fluid in structural expending zone, the variation of the physicochemical state made Au, Ag precipitated and concentrated in favorable structures on hanging walls. The studies have shown the reasons for early exploration failure is that drill hole of toward N dip in south ore belts drilled under ductile shear zone. Because orebodies are deeply buried in the north ore zone, toward S dip drill hole merely drilling to shallow ore bodies, and drill hole drilling across the ductile shear zone do not find ore bodies too. Owing to understanding structures of ore-forming and ore-hosting, new blind and thicker ore bodies have been found in deep of the field. Thus, the field is imbued with good exploration prospects.

Key words: ore-controlling faults, exploration prediction, Huangtuliang gold deposit, Northwest Hebei