



栖霞市西陡崖矿床地质特征及找矿方向*

谢军民¹, 肖翔¹, 史宏江¹, 崔煜峰²

(1. 山东省核工业二七三地质大队, 山东 栖霞 265300; 2. 烟台市国土资源局, 山东 烟台 264003)

摘要:西陡崖金矿为台前-陡崖成矿带上又一新发现的金矿床, 该金矿受台前-陡崖断裂带严格控制, 矿体呈脉状、透镜状; 矿床平均品位 3.96×10^{-6} , 平均厚度 1.67 m; 围岩蚀变主要有黄铁绢英岩化, 矿石中金属矿物主要为银金矿、自然金, 黄铁矿等, 矿床属岩浆期后中低温热液交代破碎蚀变岩型矿床。通过分析研究, 西陡崖金矿在深部及外围找矿前景较大。

关键词:金矿; 地质特征; 断裂带; 找矿方向; 西陡崖矿床; 山东栖霞

中图分类号: P631; P618.41

文献标识码: A

山东省栖霞市西陡崖金矿是台前-陡崖断裂继台前矿床后发现的又一新矿床, 也是 2003 年以来栖霞市矿产资源调查评价区(栖霞市寨里-官道)内盛家断裂带岩金评价取得的又一新的突破^①, 该矿床是由山东省核工业二七三地质大队与南京金曼科技有限公司合作勘查的金矿床, 截至 2010 年 4 月提交《山东省栖霞市西陡崖矿床 6, 9 号带金矿详查报告》, 经核定查明新增金矿矿石量 620 051 t, 金金属量 2 455 kg, 银金属量 13 690 kg, 铜金属量 1 767 t, 标硫 55 029 t。该矿床的提交对于进一步研究分析台前-陡崖成矿带成矿地质条件, 探讨评价该区成矿作用, 完善区域成矿规律以及进行区域找矿具有十分重要的意义。

1 矿区地质特征

西陡崖金矿大地构造位置位于华北陆块(Ⅰ)、鲁东隆起Ⅲ(Ⅱ)、胶北隆起区Ⅲa之栖霞-马连庄凸起区Ⅲ⁷a^[1]。区内出露地层以古元古代粉子山群为主, 岩浆岩及断裂构造均较发育, 矿区直接受区域断裂台前-陡崖断裂带控制(图 1)。

矿区出露地层简单, 仅见古元古代粉子山群祝家乔组及新生界第四系。在台前-陡崖断裂带的上盘出露古元古代粉子山群祝家乔组。其上部为长石

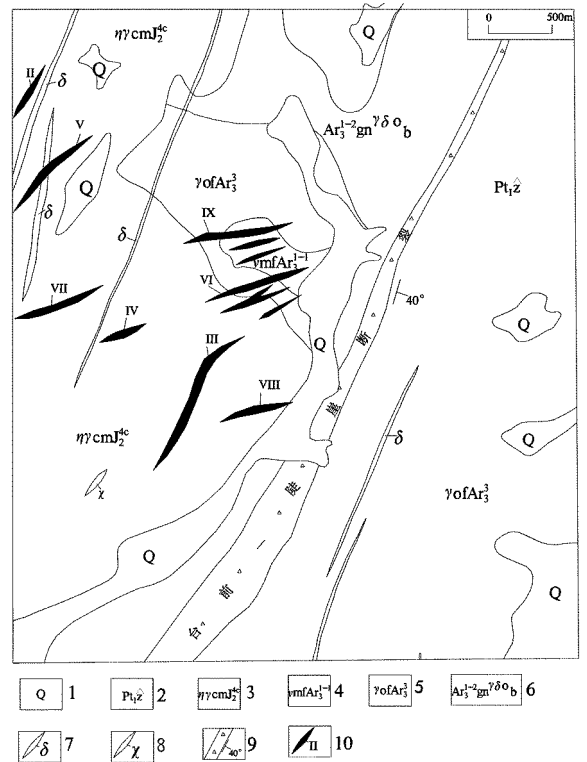


图 1 西陡崖金矿地质简图

1—第四系; 2—粉子山群祝家乔组; 3—玲珑超单元; 4—梁家寨单元; 5—牟家单元; 6—回龙乔单元; 7—闪长玢岩; 8—煌斑岩; 9—断裂带及产状; 10—金矿带及编号

* 收稿日期: 2011-04-15; 修订日期: 2011-05-12; 编辑: 陶卫卫
作者简介: 谢军民(1968—), 男, 江西大余人, 工程师, 主要从事地质勘查工作; E-mail: xjm.888@163.com。
① 栖霞市人民政府, 曲高亭、于学峰、孟宪云等, 栖霞市矿产资源总体规划, 2003 年 5 月。

石英岩、黑云变粒岩夹透闪长石石英岩,下部为黑云片岩、黑云变粒岩、透闪变粒岩夹透镜状透闪辉大理岩。第四系其岩性主要为粘土、亚粘土及砂砾石等。

矿区主要为NE向及NEE向2组断裂构造,均与金矿关系密切,是该区主要控矿构造。NE向断裂为台前-陡崖断裂,属区域性大断裂,部分学者认为此断裂是西林-陡崖S型断裂的一部分,区内出露长约3000m,断裂构造带最大宽度达350m左右,在收缩部位为数十米,走向 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,倾向SE,倾角 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$,断裂上下盘岩性不同,断裂面基本沿各种不同岩性接触带分布,总体显压扭性特征。主要由碎裂岩和糜棱岩组成,糜棱岩分布靠近断裂的下盘,宽1~2m。灰白色或浅灰色为主,高岭土化、绢云母化明显。一般松软,片理化强烈。断裂下盘围岩钾化明显,可见大量花岗伟晶岩出现,整个碎裂带中钾化、绢云母化、硅化、高岭土化发育。局部地段可见浸染状、细脉状黄铁矿、甚至有多金属硫化物出现,此断裂是该矿床的导矿构造。NEE向断裂构造为发育在台前-陡崖断裂下盘约500~1500m范围内派生的次级断裂,一般成组成群出现,每一组都有大致平行又相互靠近的数条断裂组成一个断裂带。矿区含矿蚀变带严格受这些NEE向断裂控制,大部分金矿体分布在NEE向构造中。

区内大面积出露新太古代早期栖霞岩套的回龙单元含角闪黑云英云闪长质片麻岩、新太古代晚期谭格庄岩套牟家单元片麻状细粒含角闪奥长花岗岩和新太古代早期马连庄岩套栾家寨单元中细粒变辉长岩(原胶东岩群斜长角闪岩)以及中生代燕山早期玲珑超单元大庄子单元含斑粗中粒二长花岗岩^[2]。此外发育中生代燕山晚期煌斑岩脉,闪长岩脉,闪长玢岩脉,花岗伟晶岩脉等。

2 矿床地质特征

2.1 矿化蚀变带特征

含矿蚀变带严格受NEE向次级断裂控制,断裂规模决定了含矿蚀变带的大小,断裂产状就是含矿蚀变带产状。区内含矿蚀变带大小数十条,成群出现,组成多个矿带,每条带由数条大致平行的含矿蚀变带组成。具规模的含矿蚀变带6条,其中在6,9号蚀变带中发现并查明了工业矿体。

6号带:位于矿区北侧,地表由大致平行且互相靠近的2条含矿蚀变带组成,且基本特征相同,上下盘断裂面光滑平整,舒缓波状。两含矿蚀变带走向长均为300m左右,走向 80° 左右,倾向SE,倾角平均 $43^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。NEE方向地表出露不明显,逐渐隐伏于深部,故控制的矿体亦向NEE方向侧伏趋势。含矿蚀变带由浅到深其倾角呈逐渐变缓趋势,导致两含矿蚀变带向深部逐渐复合成一条。含矿蚀变带一般宽1.5~2.0m,局部3~4m,深部复合部位明显变宽,其碎裂蚀变带可达10~20m。含矿蚀变带主要由黄铁绢英岩化糜棱岩及黄铁绢英岩化碎裂岩组成,一般前者居中心部位,后者在两者两侧分布。

9号带:分布于6号矿带的北侧。同样由地质特征相同,互相平行且靠近的2条蚀变带组成。两者呈左行排列。蚀变带上下盘光滑平整,呈舒缓波状。地表走向长450m左右,走向 $75^{\circ} \sim 80^{\circ}$,平均倾角 $45^{\circ} \sim 52^{\circ}$,在深部两含矿蚀变带复合成一条。地表宽一般1~2m,局部膨胀变宽达3m以上,而复合部位则明显变宽,但复合部位多数情况下矿体并未明显同步变宽,甚至有相反情况,含矿蚀变带变宽,而矿体变薄。金矿成矿有利地段大致在含矿蚀变带中段部位的909~903线之间,而两端基本不含矿。含矿蚀变带主要由黄铁绢英岩化糜棱岩和黄铁绢英岩化碎裂岩组成。

在6,9两矿带之间,有数条大致平行的蚀变带分布,其地质特征大致与两主矿带的蚀变带相同,但规模相对较小,含矿性较差,局部见低品位矿化体。

2.2 矿体特征

西陡崖金矿床由7个工业矿体组成,分别赋存于6号带和9号带的NEE向含矿蚀变带内,其中6-1矿体为主矿体,矿体规模较大,占全区总探求储量的41%,6-2,9-1,9-2为主要矿体,占全区总探求储量的57%。

6-1矿体:位于602~609线之间,由PX2及ZK609-1等7个钻孔控制。矿体呈脉状、透镜状,走向 $78^{\circ} \sim 82^{\circ}$,倾向SE,倾角 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。已控制走向长325m,倾向延伸240m,赋存标高192~18m,矿体厚0.81~7.40m之间,平均厚度2.61m,厚度变化系数85%,属较稳定型。矿体品位 $1.35 \times 10^{-6} \sim 10.71 \times 10^{-6}$,平均品位 3.68×10^{-6} ,品位变化系数98%,属均匀型。矿体向东侧伏,侧伏角为 43° (图2)。

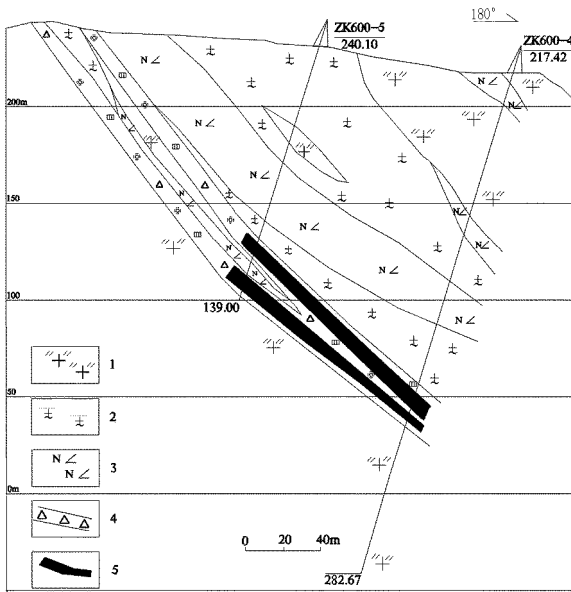


图2 西陡崖金矿床600线地质剖面略图

1—含斑粗中粒二长花岗岩;2—片麻状细粒奥长花岗岩;3—中细粒变辉长岩(斜长角闪岩);4—构造破碎带;5—矿体

6-2 矿体:位于600~603线之间,主要由ZK600-5等5个钻孔控制,矿体呈脉状,走向78°,倾向SE,倾角43°~46°,已控制走向长180m,倾向延伸160m,赋存标高176~13m,矿体厚度1.18~3.57m,平均厚度2.55m,厚度变化系数为88%,属较稳定型。矿体品位在 1.01×10^{-6} ~ 5.50×10^{-6} 之间,平均品位 4.05×10^{-6} ,品位变化系数85%,属均匀型。矿体在地表未出露,为隐伏矿体。

9-1 矿体:位于903~909线之间,由PX1及ZK909-1等10个钻孔控制,矿体呈脉状,走向80°,倾向SE,倾角45°~52°,已控制走向长215m,倾向延伸280m,赋存标高200~60m,矿体厚度0.41~1.89m之间,平均厚度1.06m,厚度变化系数98%,属较稳定型。矿体品位 1.35×10^{-6} ~ 23.06×10^{-6} ,平均品位 5.19×10^{-6} ,品位变化系数122%,属较均匀型。矿体连续性较差,在907线60~200m之间为无矿段,矿体在907线附近出露地表。

9-2 矿体:位于903~909线之间,主要由ZK909-3等11个钻孔及TC33等3个槽探控制。矿体呈脉状,走向80°,倾向SE,倾角45°~50°,控制走向长215m,倾向延伸245m,赋存标高280~30m,矿体厚度0.53~2.64m,平均厚度1.07m,厚度

变化系数105%,属较稳定型。矿体品位在 1.18×10^{-6} ~ 28.06×10^{-6} 之间,平均品位 4.20×10^{-6} ,品位变化系数130%,属较均匀型。

2.3 蚀变带地球化学特征

(1) 常量元素地球化学特征。根据蚀变带岩石和黑云变粒岩的岩石化学对比^[3,4],从破碎蚀变带边部到中心断面附近,绢云母化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化逐渐增强,蚀变岩石中的 H_2O 和 CO_2 有明显地增高, Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ 含量有所降低,而 Al^{3+} 和 Si^{4+} 的变化相对稳定,说明蚀变作用是一个水化、去钠、去钾的过程,成矿环境相对较为封闭。

(2) 蚀变带岩石的多元素分析表明,微量元素主要由Cu,Pb,Zn,Ag,As,Bi,Hg,Sn,S,Fe,Co,Ni,Mn,Ti,Cl,P等组成。这些元素与金矿化的关系可分为2类:一类呈正相关,主要为亲硫元素,如Cu,Pb,Zn,Ag,Fe,As,Sb,Bi,其含量随着蚀变作用的增强而增高,为矿化有利的指示元素组合;另一类则与矿化关系不大,元素与金的相关性较差,主要有Co,Ni,Mn,Ti,V等。蚀变带中Au的质量分数为原岩的40倍左右,表明部分成矿物质可能来自围岩。

2.4 矿石及矿物特征

2.4.1 矿石矿物组成

矿石中主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿,金矿物主要为银金矿、自然金。脉石矿物主要为绢云母、石英、碳酸盐岩等。

金矿物形态以粒状、角砾状、浑圆状、片状、枝叉状为主。反射色呈金黄色,高反射率均质性,低硬度。金以细粒金为主,粒度在0.01~0.037mm之间。金的赋存状态主要为晶隙金和裂隙金及少量包体金。

2.4.2 矿石化学成分

分析表明,金为矿石中的主要有益组分,最高品位 28.06×10^{-6} ,矿床平均品位 3.96×10^{-6} 。矿石中伴生有用元素Ag,Cu,S达到综合利用要求,其平均品位:银为 22.60×10^{-6} 、铜为0.29%、纯硫为3.18%。有害元素As其含量小于 0.1×10^{-4} 。银主要赋存于银金矿之中,铜赋存于黄铜矿中,硫赋存于黄铁矿、黄铜矿中,其分布范围与金矿体一致。

2.4.3 矿石结构构造及矿石类型

矿石结构以晶粒状结构、压碎结构、充填结构为主。岩矿鉴定资料表明银金矿、自然金主要赋存于

黄铁矿的裂隙、晶隙中,部分被包于黄铁矿晶体中。矿石构造主要有浸染状构造、细脉浸染状构造;其次为角砾状构造。矿石类型主要为含金黄铁矿绢英岩型。

2.5 围岩蚀变特征

矿体主要由含金黄铁矿绢英岩组成,成矿围岩为含角闪黑云英云闪长质片麻岩、片麻状细粒含角闪奥长花岗岩和中细粒变辉长岩(原胶东岩群斜长角闪岩)以及含斑粗中粒二长花岗岩。矿体上下盘围岩均见强弱不同的绢英岩化碎裂岩,其外侧为正常围岩。矿体中未见夹石。

2.6 成矿阶段的划分

根据野外观察和光薄片鉴定,结合该矿区矿物结构、构造特点,西陡崖金矿可明显地划分3个成矿阶段:即金-石英-黄铁矿阶段;金-石英-多金属硫化物阶段;石英-碳酸盐阶段。其中后2个阶段是主要的金成矿阶段。

3 矿床成因与找矿方向

3.1 成矿条件

3.1.1 矿源层

新太古代早期马连庄岩套(新太古代胶东岩群)和新太古代栖霞、谭格庄岩套(原栖霞超单元)为金的高背景值。新太古代胶东岩群斜长角闪岩中 $\omega(\text{Au}) = 22.24 \times 10^{-9} \sim 38.39 \times 10^{-9}$ ^[5],被认为是胶东地区金矿的初始矿源层,矿源层中的金经区域变质、动力变质作用后活化、迁移、富集,最终形成矿体。

3.1.2 构造

区域EW向基底断裂构造是控制金矿的重要因素,一直起着区域控岩、控矿作用。而台前-陡崖断裂是区域大断裂,区内最宽可达350余米,强烈的动力变质、岩浆热力变质作用下使带内岩石强烈破碎、变质、蚀变,形成了高孔隙和高渗透带,成了金元素大规模活动带和转移带,为金元素提供了良好的迁移条件,同时也是深部及上地幔金元素上升的通道。因此,台前-陡崖断裂是该区的导矿构造,控制着西陡崖矿床的产出。而被迁移的金元素最后在大断裂下盘近EW向的次一级断裂沉淀富集,而形成脉状矿体。而矿床中6,9两矿带均有2条相互平行的含矿蚀变带组成,且向深部渐渐复合成一条。在浅部

两断裂本身构成一个断裂夹持区,断裂夹持区是形成热液金矿极为有利的地区,事实上该矿床主要赋存在夹持区内。可见断裂构造对该矿床的控制作用极其明显。

3.1.3 岩浆岩

栖霞、谭格庄岩套在成岩过程中,大量熔融了古老的新太古代早期马连庄岩套斜长角闪岩,此岩体具有较高的金丰度值,且是主要的成矿围岩,也就是说大断裂只有穿过富金元素岩体或者说一些特定的岩体才可能成矿,此岩体在成矿作用过程中可能有一种不可替代的作用,其深层次原因尚须进一步认识,至于大面积出露的中生代二长花岗岩也是必不可少的条件。二长花岗岩的岩浆是老变质岩局部选择性熔融的结果,它继承了老变质岩的物质成分,当然金元素也随着岩浆的侵位结晶而保留在岩体中,而且由岩浆热液进一步作用,金不断活化,不断富集,最后在有利的空间沉淀成矿。因此岩石对金矿的控制与金的来源有着密切的关系。

3.2 矿床成因浅析

以上成矿条件可知,区内广泛分布新太古代胶东岩群、TTG系列片麻岩和古元古代荆山群、粉子山群等老变质岩地层和岩体,以及大量中基性脉体群。从整个成矿机理来看,其物质来源于陆源和上地幔、下地壳有关的中基性—中酸性火山岩。而这些古老地层和岩体金丰度值较高,从而构成了广泛的金—多金属地球化学背景,为金矿的形成提供了丰厚的物质基础。人们普遍认为幔源物质中含有较多的金元素,因此有理由认为成矿物质来源主要来自古老的变质火山岩系和上地幔岩浆。

根据近矿围岩蚀变特征主要为硅化、绢云母化、黄铁矿化、黄铜矿化及少量绿泥石化、碳酸盐化等,均为中低温热液蚀变产物,故该矿床成矿温度应属中低温,因此根据矿体受蚀变破碎带控制以及围岩特点、矿体的共生组合和蚀变特征分析,该矿床属岩浆期后中低温热液交代破碎蚀变岩型矿床。

3.3 找矿方向

(1)矿床深部:目前金矿6,9号带走向上未完全控制,倾向上控制标高在+13m左右,但蚀变带并未尖灭,向深部逐渐明显变宽,已知矿体没有封底,根据矿液运移方向和矿体的侧伏规律,矿床在深部具有较良好的成矿条件,是西陡崖金矿最具潜力

找矿远景区。

(2)矿区外围:目前发现的主矿体走向均为NEE向,且均在台前-陡崖断裂下盘约500~1500m范围内,一般成群成组出现,每一组都由大致平行又相互靠近的数条断裂组成一个构造带。因此,在台前-陡崖断裂下盘约1500m范围内是今后找矿的重要地段。

4 结语

(1)栖霞市西陡崖金矿矿体严格受台前-陡崖断裂带控制。目前发现的4个主要矿体产状及其变化基本一致,矿体呈脉状、透镜状,蚀变带上下盘光滑平整,呈舒缓波状,局部具分枝复合现象,总体走向NEE,倾向SE,矿体厚度1.04~2.61,金品位 $3.68 \times 10^{-6} \sim 5.11 \times 10^{-6}$ 。

(2)矿石主要由含金黄铁绢英岩组成,金属硫化物主要为黄铁矿,其次为黄铜矿。围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化、黄铜矿化及少量绿泥石化、碳酸盐化等,并具较明显分带性。矿石中金属

矿物主要为银金矿、自然金,黄铁矿等。金矿物形态主要为细粒状、角砾状、浑圆状、片状、枝叉状。金的赋存状态主要为晶隙金和裂隙金及少量包体金。

(3)西陡崖金矿成矿物质主要来自古老的变质火山岩系和上地幔岩浆。因此,该矿床属岩浆期中低温热液交代破碎蚀变岩型矿床。

通过上述分析,认为栖霞市西陡崖金矿深部及外围具有较大找矿前景。

参考文献:

- [1] 张增奇,王世进.山东省矿产资源储量报告编制指南(下篇)[M].济南:山东省地图出版社,2010.
- [2] 王世进,王来明,宋志勇,等.鲁东地区侵入岩形成时代和期次划分[J].山东国土资源,2009,25(12):8-20.
- [3] 吕古贤,林文蔚,罗元华,等.构造物理化学与金矿成矿预测[M].北京:地质出版社,1999:345-347.
- [4] 许方.山东省栖霞台前金矿床地质特征及找矿方向[J].地质找矿论丛,2008,(6):140-143.
- [5] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,2006:236-240.

Geological Characteristics and Exploration Direction of Xidouya Deposit in Qixia City of Shandong Province

XIE Junmin¹, XIAO Xiang¹, SHI Hongjiang¹, CUI Yufeng²

(1. No. 237 Geological Brigade of Shandong Provincial Nuclear Industry, Shandong Qixia 265300, China; 2. Yantai Bureau of Land and Resources, Shandong Yantai 264003, China)

Abstract: Xidouya gold deposit is another newly discovered gold deposit in Taiqian - Douya ore - forming belt. This gold deposit is strictly controlled by Taiqian - Douya fault belt. Its ore bodies are vein type and lenticular type. The average grade of this deposit is 3.96×10^{-6} , and the average thickness is 1.67m. Its alterations of country rocks are mainly pyrite phyllic alteration, and ore minerals are mainly silver metallic gold, native gold and pyrite etc. This deposit is low - temperature hydrothermal alteration type deposit formed after the magmatic stage. Through analysis and study, there is a large ore prospecting future in deep part and surrounding areas of Xidouya gold deposit.

Key words: Gold deposit; geological characteristics; fault belt; prospecting direction; Xidouya deposit; Qixia city in Shandong province