

# 山东省栖霞市笏山-西陡崖 金矿地质特征及深部找矿远景

廖明伟<sup>1</sup>, 陈玉菡<sup>2</sup>, 谢军民<sup>1</sup>

(1. 山东省核工业二七三地质大队, 山东 栖霞 265300; 2. 山东省地质博物馆, 山东 济南 250013)

**摘要:**笏山-西陡崖金矿为台前-陡崖成矿带 2012 年新提交的大型金矿床, 该金矿严格受台前-陡崖断裂带控制, -675 m 标高以上累计探明资源储量金金属量 30 t, 通过对其成矿地质背景、矿床地质特征及矿床成因、找矿标志、成矿规律的总结分析, 指出了深部-1 000 m 标高以深的找矿远景, 为进一步开展深部及走向上继续“攻深找盲”提供了依据。

**关键词:**金矿; 地质特征; 深部找矿; 山东栖霞

**中图分类号:** P618.51

**文献标识码:** A

山东省栖霞市笏山金矿和西陡崖矿区 1 号矿带金矿是 2012 年在台前-陡崖断裂带提交储量的新矿床, 也是 2003 年以来栖霞市矿产资源调查评价区<sup>[1]</sup> (P-3: 栖霞市寨里-官道) 内盛家断裂带岩金评价取得的重大突破, 新查明的笏山金矿与西陡崖 1 号矿带金矿相连, 属同一矿体, 两矿床是由山东省核工业二七三地质大队分别与南京金曼科技有限公司和山东五彩龙投资有限公司合作勘查的金矿床。两处矿区查明金矿资源金属量超过国家规定的 20 t 大型金矿标准, 改变了栖霞有史以来没有大型金矿的历史。

## 1 矿床的发现

笏山-西陡崖金矿位于山东省栖霞市西城镇笏山村-西陡崖村东, 是栖霞地区目前发现的唯一大型金矿床。

矿区位于栖霞西部的破碎蚀变岩型金成矿区的李家庄-台前及西沟-陡崖 2 处成矿密集区<sup>[2]</sup>。20 世纪 50 年代至 80 年代在该区地质找矿工作从未间断, 区域地质、矿产普查和基础研究程度较高, 但找矿工作未有大的突破。1998 年和 2004 年分别取得了笏山、西陡崖 2 个探矿权, 1995—2006 年, 通

过地质测量、物探、槽探、少量坑探等工作, 发现了矿化蚀变明显的 I 号带, 并在该带施工了钻孔 752 m/5 孔, 在笏山村东坑道中局部拣块取样金最高品位大于  $20 \times 10^{-6}$ , 钻孔见矿不理想。2004 年提交了《山东省栖霞市笏山地区金矿普查报告》(鲁国土资成验[2005]04), 未圈定工业矿体及提交资源量。

2007—2010 年, 在 I 号带下盘发现了 V 号矿带。在 V 号矿带共施工钻孔 2 800 m/13 孔, 多个钻孔见矿化体, 表现为矿化蚀变强、厚度大。通过钻孔揭露的地质现象和成矿规律的综合研究, 预测了深部有盲矿体存在的可能, 是该矿区找矿突破最重要的一个阶段。

2011—2012 年, 笏山与西陡崖矿区进入详查阶段, 找矿工作取得重大突破, 共施工钻孔 41 100 m/83 孔, 于 2012 年 6 月、10 月分别提交了《山东省栖霞市西陡崖矿区 1 号矿带金矿详查报告》和《山东省栖霞市笏山矿区金矿详查报告》。经审查核定查明累计新增金矿矿石量 1 000 多万吨, 金金属量 30 余吨, 以及伴生银金属量 125 t<sup>①</sup>。

## 2 矿区地质特征

收稿日期: 2013-05-06; 修订日期: 2013-05-31; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 廖明伟(1968—), 男, 湖南娄底人, 工程师, 主要从事地质勘查工作; E-mail: xjm.888@163.com。

①山东省核工业二七三地质大队, 山东省栖霞市西陡崖矿区 1 号矿带金矿详查报告和山东省栖霞市笏山矿区金矿详查报告, 2012 年。

## 2.1 区域地质

笏山-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Ⅲ<sub>a</sub>之栖霞-马连庄凸起区Ⅲ<sub>a</sub><sup>[3]</sup>。组成胶北隆起的结晶基底为新太古代胶东岩群,古元古代的荆山群和粉子山群深变质岩系,区内出露地层以古元古代粉子山群为主;岩浆活动强烈,主要形成于太古宙、元古宙和中生代,太古宙岩性十分复杂,演化历史较长,普遍遭受

了变质变形的改造,发育有片麻状和多带状构造,元古宙岩性从基性岩到酸性岩皆有,以酸性岩为主,中生代岩性以发育酸性岩为主要特征,各地质时代的脉岩均较发育,以燕山晚期居多;区内断裂构造均较发育,中部有大庄头-金山-小庄韧性剪切带,北部有西林韧性剪切带,西部有NE向陡崖-台前断裂,东部有马家窑、罗家断裂<sup>[4]</sup>。矿区直接受区域陡崖-台前断裂带控制(图1)。



图1 笏山-西陡崖金矿区域地质矿产略图

- 1—新近纪尧山组(橄榄霞石岩);2—白垩系(砂砾岩);3—新元古代蓬莱群(泥灰岩);4—古元古代粉子山群(片岩、大理岩);5—中生代燕山晚期伟德山二长花岗岩;6—中生代燕山早期郭家岭中粗粒二长花岗岩;7—新元古代震旦玲珑中粗粒二长花岗岩;8—新太古代栖霞片麻状奥长花岗岩;9—新太古代马连庄变辉长岩;10—断裂构造;11—破碎蚀变岩型金矿;12—裂隙充填石英脉型金矿;13—笏山-西陡崖矿区

## 2.2 矿区地质

### (1) 地层

仅见古元古代粉子山群祝家夼组及新生代第四纪地层。在台前-陡崖断裂带的上盘出露古元古代粉子山群祝家夼组。其上部为长石石英岩、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透辉大理岩。

### (2) 构造

主要有NNE及NE向2组断裂。NE向台前-陡崖断裂是区内一级断裂为区域性大断裂。部分学者认为该断裂是西林-陡崖S形断裂的一部分,斜贯整个矿区。西林-陡崖断裂全长36 km。该断裂在矿区内走向长1500余米,膨胀收缩波状起伏明显,最大宽度超过600 m,收缩部位在200 m左右。断裂在区内走向23°~40°,NE倾,倾角20°~45°。断

裂往往沿各种岩体接触带或附近分布,显多期活动的特征。早期显压扭性质形成灰绿色为主糜棱岩和碎裂岩。中期为张性(张扭性)活动。构造中常见大小不等棱角清楚的角砾。其成分主要是早期的糜棱岩及部分围岩。晚期则是明显的压扭性特征,往往形成大量灰白色的糜棱岩和碎裂岩带。局部有早期产物构造透镜体,断裂带下盘一般有大量伟晶岩产出。断裂在深部地段见浸染状和细脉状的黄铁矿,甚至有多期次的硫化物出现,往往出现低品位金矿(化)体。金矿(化)体往往不连续。此断裂是该矿床的导矿断裂。

在该断裂下盘见一组与主断裂大致平行的次级断裂。是笏山矿床的主要含矿断裂。长度超过4000余米,宽度数十米,最大幅度为70余米,走向与主断裂走向大致平行 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ,倾向SE,倾角平均 $28^{\circ}$ 。

### (3) 岩浆岩

主要出露新太古代谭格庄岩套片麻状细粒奥长花岗岩和马连庄岩套中细粒变辉长岩(斜长角闪岩)以及中生代玲珑超单元大庄子单元含斑粗中粒二长花岗岩。中生代玲珑超单元岩体在区内浅部与主矿带主要为构造接触,深部伸向新太古代岩体内部,形成二长花岗岩岩盆。

## 2.3 矿床地质特征

矿床地质条件比较简单,矿体赋存于NE向台前-陡崖断裂带及其下盘的分支次级断裂中。矿体主要由黄铁绢英岩组成,成矿围岩主要为中生代玲珑超单元二长花岗岩及少量基性脉岩和新太古代谭格庄岩套。矿体上下盘均见强弱不等的绢英岩化碎裂岩,其上下盘外侧均为正常围岩。

矿床的主要控矿构造为陡崖-台前断裂带,断裂规模决定含矿蚀变带的规模,断裂产状就是含矿蚀变带的产状,浅部主要沿新太古代变质岩与中生代二长花岗岩接触带及其附近分布,而向深部(约-100 m左右)逐渐延至二长花岗岩内部,总体走向 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ,SE倾,倾角 $27^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 左右,平均 $28^{\circ}$ 。破碎带宽10~70 m不等,带内以强碎裂岩为主,金矿化蚀变强烈,主要为绢云母化、硅化、黄铁矿化、黄铜矿化等,在中心部位局部破碎强烈地段常形成糜棱岩带,两侧为碎裂岩带,且向两侧蚀变破碎愈来愈弱,逐渐过渡为正常岩性。矿体主要分布于蚀变带中部,岩石愈破碎金矿化愈好,向两侧逐渐变弱,无

明显界限,与围岩为过渡关系。

### 2.3.1 矿体特征

笏山矿区已基本查明大小金矿体21个,西陡崖矿区基本查明大小金矿体7个,两矿区主矿体相连,为同一矿体。

笏山矿区储量主要集中于1号矿体中,占矿床比例为96.57%,其他20个矿体均为小矿体。1号矿体分布于23~32线之间,主要由ZK523-8等26个钻孔控制,矿体呈脉状、透镜状,走向 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。矿区内已控制走向长1400 m(北部延伸至西陡崖矿区),倾向延伸平均524 m,控制标高+61~-639 m,矿体厚0.71~18.14 m,平均厚度3.59 m,厚度变化系数96%,属较稳定型,矿体品位在 $1.15 \times 10^{-6} \sim 20.48 \times 10^{-6}$ ,平均品位 $2.68 \times 10^{-6}$ ,单样最高品位 $22.44 \times 10^{-6}$ 。品位变化系数140%,属较均匀型。矿体主要富集在516~523线之间,富集标高为-60~-450 m,北部及南部矿体厚度减小,品位亦降低,总体呈哑铃状,具尖灭再现及分支复合特征;夹石主要在1号矿体厚大部位出现,形态呈板状、透镜状,位于511~519线-150~-350 m标高,夹石走向长200 m,斜深350 m,平均厚度3.0 m,产状与矿体基本一致,且结构构造及蚀变矿化特征与矿体相同(图2)。矿体向北、南均未尖灭,向深部延伸到探矿权范围边界仍未封闭。

西陡崖矿区是笏山矿区的北延,储量主要集中于1-1和1-2号矿体中,占矿床比例为99.5%,其他5个矿体均为小矿体。1-1和1-2矿体:由ZK65-1等17个钻孔控制,矿体呈脉状、透镜状,走向 $20^{\circ} \sim 36^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $27^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。区内已控制走向长约670 m,倾向延伸约460 m,控制标高+40~-264 m,矿体厚0.87~30 m,厚度变化系数115%,属较稳定型,矿体品位在 $1.12 \times 10^{-6} \sim 13.31 \times 10^{-6}$ ,单样最高品位 $13.31 \times 10^{-6}$ 。品位变化系数63%,属均匀型。矿体向北已基本尖灭,向深部延伸到探矿权范围边界仍未封闭。

### 2.3.2 矿石特征及矿石类型

矿石矿物成分由金属矿物和非金属矿物组成,金属矿物主要为黄铁矿,其次为黄铜矿、磁黄铁矿,金矿物主要为自然金及银金矿。非金属矿物主要为绢云母、石英、长石等。金为矿石中的主要有益组分,矿石中金品位单样最高为 $22.44 \times 10^{-6}$ 。对矿石进行组合样分析,组合分析项目为Ag,S,Cu;平均品

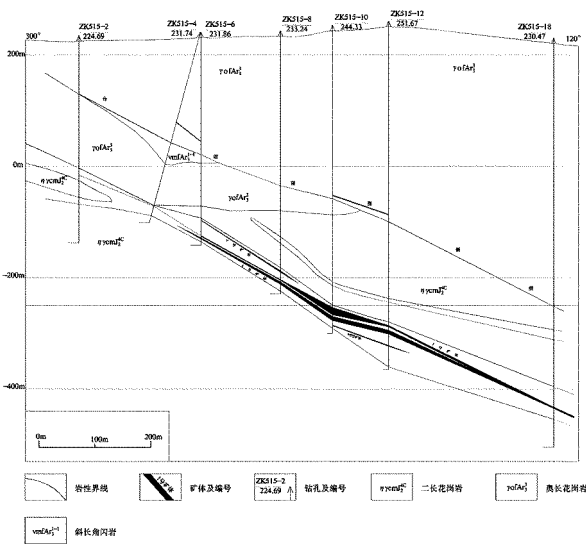


图2 笏山矿区515号勘查线地质剖面略图

位分别为  $4.53 \times 10^{-6}$ 、 $4.28\%$ 、 $0.05\%$ ；有益组分 Ag、S 达到伴生工业指标要求，可以综合利用。其他有益组分和伴生的有害组分含量较低。

矿石结构以晶粒状结构、压碎结构、充填结构为主。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。

矿体埋藏深度较深，地表及浅部无矿，故矿石自然类型为原生矿石类型。矿石主要由含金黄铁矿组成，金属硫化物主要为黄铁矿，其次为黄铜矿，硫含量平均为  $4.28\%$ ，故工业类型属低硫金矿石类型。

### 2.3.3 矿床成因及控矿因素

#### (1) 矿床成因

##### ① 成矿物质来源

成矿物质来源具多源性。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，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。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，在胶东地区已是不争的事实，从而构成了广泛的金—多金属地球化学背景，对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。

##### ② 金的迁移

矿源层中的金经受长期的活化，以机械、化学等方式迁移。岩浆活动尤其是中生代玲珑超单元岩浆岩侵入，不但为成矿热液提供了通道，且为金的活化迁移提供了热源。一般认为矿液中包括  $\text{Au}^{3+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等金属离子及  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等酸根离子，实验表明金在强氧化条件下，非常活泼，以金氯  $[\text{AuCl}_4]^-$ 、 $[\text{AuCl}_2]^-$  和金硫  $[\text{AuS}_2]^-$ 、 $[\text{AuS}_3]^{2-}$  等络阴离子状态存在，与碱金属离子一同迁移。

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，该矿床属岩浆期中低温热液交代破碎蚀变岩型矿床。

#### (2) 控矿因素分析

##### ① 构造对矿化的控制作用

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 600 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有利条件，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，而被迁移的金元素最后在大断裂下盘次级 NNE 向断裂和派生的近 EW 向断裂沉淀富集，而形成脉状矿体。可见断裂构造对该矿床的控制作用极其明显。

##### ② 岩性对矿化的控制作用

矿区西部大面积出露的中生代二长花岗岩是成矿必不可少的条件。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。该矿床处于中生代二长花岗岩岩体与老变质岩的接触带附近，二长花岗岩岩体是主要提供热源的，如果没有中生代二长花岗岩也就没有充足的热源和热液，也就不可能形成热液蚀变交代矿床。

##### ③ 岩性接触带也是矿体定位的有利场所

当中生代二长花岗岩与新太古代老变质岩接触带附近，当有构造通过时，亦是矿体存在的有利部

位。

### 3 找矿标志和成矿基本规律

#### 3.1 找矿标志

(1) 台前-陡崖大断裂是该区的导矿构造,在其下盘发育着大量伟晶岩脉和岩石发生强烈的面型钾化是矿床找矿的间接标志。

(2) 台前-陡崖断裂下盘,新太古代老变质岩和中生代二长花岗岩附近,发育着该断裂派生的与主断裂大致平行的 NNE 向次级断裂是找矿的直接标志。

(3) 台前-陡崖断裂常沿岩体接触带展布,它与构造的交会部位是矿床定位的重要构造标志;主干断裂与分支断裂的交会部位也是重要的地质找矿标志。

#### 3.2 成矿基本规律

(1) 笏山-西陡崖金矿位于台前-陡崖-西林断裂带的中段,与早期发现的台前金矿相距约 6.0 km,属岩浆期后中低温热液交代破碎蚀变岩型金矿床,断裂构造控制了矿体的产出。

(2) 中生代玲珑超单元郭家店单元中粗粒二长花岗岩与新太古代晚期谭格庄岩套牟家单元片麻状细粒奥长花岗岩接触带是赋矿有利部位,矿床严格受接触带内的岩性控制。

(3) 断裂活动与蚀变矿化相一致,矿床内金矿化强弱依附于主要矿化阶段的发育及叠加程度,矿前蚀变主要为钾化、青盘岩化,主要在构造外围形成一个庞大的面形蚀变带,而成矿期蚀变主要沿断裂分布,与金矿关系密切,主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化,三者往往组成黄铁绢英岩。硅化、黄铁矿化愈强,则金品位愈高,往往形成厚而富的工业矿体。

(4) 从笏山-西陡崖金矿矿体特征来看,矿体的空间分布服从于矿体的侧伏规律,总体向 SE 侧伏。

(5) 目前的勘查程度表明,笏山-西陡崖金矿为深部隐伏矿床,主矿体控制标高在 -55 ~ -675 m, -1 000 m 深部马家疃段施工的钻孔仍见矿(化)段。根据“胶西北主要成矿带深部金矿床与浅部金矿的关系”<sup>[6]</sup>,深、浅部矿体连为一体,构成延伸延续的大矿体,但中间出现低品位段,有构成已查明的第一矿化富集带和未查明的第二矿化富集带的可能,二者之间没有明显的界线位置。

## 4 深部找矿及远景评述

笏山矿区和西陡崖矿区详查受探矿权边界的限制,主矿体控制标高在 -55 ~ -675 m,矿体边界沿斜深因条件限制未能控制。2012 年在马家疃地区(矿体深部)倾深方向上施工了两个深孔,两钻孔均在设计部位见矿化蚀变带,在 508 线控制标高约为 -1 000 m,深部延伸产状稳定,取样分析均见工业矿体,且金矿化蚀变强烈,矿化段明显,再往深部有品位变高的趋势,但因资金问题未沿倾向再继续实施钻孔,详查期 507 ~ 532 线深部主矿体均未封闭,参照近年来吕古贤教授利用“成矿深度的校正测算”<sup>[7]</sup>方法测算胶东地区玲珑-焦家式金矿床属于中浅成矿床,深部“第二富集带”的资源远景应更乐观,这已被近几年的深部找矿突破所证实,类比胶东地区几大金矿探矿实践来看,总体认为成矿深度大致在 1 500 ~ 3 500 m,集中于 2 500 m 左右<sup>[8]</sup>,故在 507 ~ 532 线继续实施钻探可望取得 -1 000 m 以深见矿的再次突破,同时也能进一步证实“成矿深度的校正测算”方法的实用价值。因此,笏山-西陡崖金矿为深部隐伏矿床, -1 000 m 标高以深仍有较大的找矿空间,有望在深部第二矿化富集带取得找矿的重大突破。

## 5 结语

胶东地区尤其胶西北是山东省乃至全国著名的金矿集结区,栖霞地区因投入少、勘查程度低,以往多年找金矿一直未有突破,2010—2012 年,山东省核工业二七三地质大队地质工作者不懈努力,栖霞市笏山-西陡崖找矿终于取得重大突破,结束了栖霞地区无大型金矿的历史。今后应该加强在台前-陡崖断裂带控赋矿条件、矿体赋存规律等方面的综合研究,打破矿权界线限制,实行矿带整装勘查,在台前-陡崖断裂带深部及走向上继续“攻深找盲”,以期扩大找矿远景。

致谢:该文撰写中得到肖富丰、肖东石等领导的支持帮助,在此表示感谢!

## 参考文献:

- [1] 烟台市国土资源局. 栖霞市矿产资源总体规划 [EB/OL]. [2012-07-13]. <http://qx.ytqt.gov.cn/qxgtj/index.php?a=>

show&m = Article&id = 227.

- [2] 余普贤,徐怀峰,曹铁生,等. 山东栖霞金矿的空间分布及其矿化特征[J]. 山东国土资源,2008,24(3):32-36.
- [3] 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.
- [4] 张国刚. 山东栖霞区域地质特征及找矿标志和方向[J]. 黄金科学技术,2008,16(4):54-57.
- [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.
- [6] 宋明春,王化江,崔书学,等. 胶西北主要成矿带深部金矿床与浅部金矿的关系[J]. 矿床地质,2010,29(S1):989-990.
- [7] 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.
- [8] 单伟,张增奇,程光锁,等. 胶东金矿成矿系统分析[J]. 山东国土资源,2011,27(10):7-15.

## Geological Characteritics and Deep Gold Prospecting of Hushan – Xidouya Gold Deposit in Qixia City of Shandong Province

LIAO Mingwei<sup>1</sup>, CHEN Yuhan<sup>2</sup>, XIE Junmin<sup>1</sup>

(1. No. 273 Geological Brigade of Nuclear Industry in Shandong Province, Shandong Qixia 265300, China; 2. Shandong Geological Museum, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Hushan – Xidouya gold deposit in Taiqian – Douya metallogenic belt is a new large gold deposit submitted in 2012. It is strictly controlled by Taiqian – Douya fault belt. Total proven reserves of gold metal content above the elevation of – 675m is 30t. Through summary and analysis on its geological background, geological characteristics and genesis, prospecting and metallogenic rule, deep prospecting potentiality under 1000m elevation for further development has been pointed out. It will provide basis for deep prospecting.

**Key words:** Gold deposit; geological characteristics; deep prospecting; Qixia city in Shandong province