

地质与矿产

山东栖霞马家疃金矿区地质特征及找矿前景分析

史宏江

(山东省核工业二七三地质大队, 山东 栖霞 265300)

摘要:马家疃金矿区位于胶东著名的台前-陡崖金成矿带上盘, 笏山、西陡崖金矿床东邻。笏山、西陡崖矿区已累计提交金资源储量30余吨, 其主矿体倾向深部, 向马家疃矿区延伸稳定。区内地层出露单一, 岩浆岩发育, 矿体产于玲珑花岗岩体中, 严格受NNE向压扭性断裂控制, 矿石类型主要为黄铁绢英岩化碎裂岩。通过对矿床地质特征及矿床成因的分析, 其深部有较大的找矿前景, 在总结成矿规律的基础上, 围绕有利构造部位进一步勘查, 有望实现栖霞地区找矿的再次突破。

关键词:地质特征; 远景分析; 马家疃金矿; 山东栖霞

中图分类号: P618.51

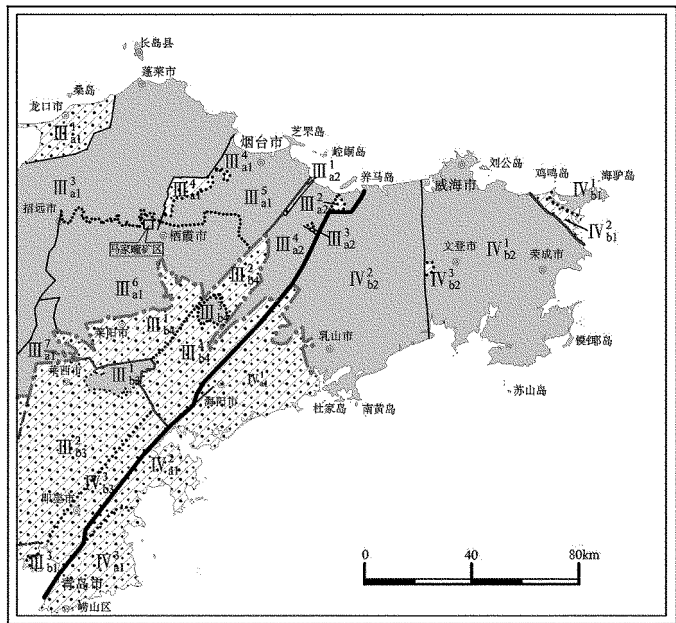
文献标识码: A

引文格式:史宏江. 山东栖霞马家疃金矿区地质特征及找矿前景分析[J]. 山东国土资源, 2016, 32(10): 5-11. SHI Hongjiang. Geological Characteristics and Prospecting Potential of Majiatuan Gold Mining Area in Qixia City of Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(10): 5-11.

0 引言

为了保持黄金事业的持续发展, 寻找新的金矿资源, 山东省核工业二七三地质大队申报了《山东省栖霞市马家疃地区金矿普查》项目, 经山东省国土资源厅批准该项目分别为2011年度、2013年度及2016年度山东省地质勘查项目。山东省核工业二七三地质大队负责了该项目的地质勘查工作, 分别于2013年4月和2015年5月提交了《山东省栖霞市马家疃地区金矿普查报告》和《山东省栖霞市马家疃地区金矿普查(续作)报告》两个成果报告。目前第二次(续作)的勘查工作正在抓紧进行中。

该区以往地质工作程度较高, 自20世纪50年代末起, 省内外地勘单位及地质院校做了大量矿产普查和基础研究工作, 为地质找矿奠定了基础; 1996—2012年, 山东省核工业二七三地质大队先后在笏山、西陡崖、西沟等地区开展了金矿普查、详查工作, 并提交了勘查报告。台前-陡崖断裂带从矿区西北部通过, 笏山金矿床V号带倾向深部延伸至区内, 为马家疃金矿区勘查工作的重点。通过勘查,



1—一级单元界线; 2—三级单元界线; 3—四级单元界线; 4—五级单元界线; 5—断层及推测断层; 6—单元代号; 7—凹陷区; 8—隆起区

图1 马家疃金矿区大地构造位置图

V号带延伸产状稳定, 构造活动强烈, 金矿化特征明

收稿日期: 2016-03-06; 修订日期: 2016-05-11; 编辑: 陶卫卫

项目支撑: 2011年度、2013年度及2016年度山东省地质勘查项目(编号: 鲁勘字[2011]138号、鲁勘字[2013]150号、鲁勘字[2016]33号)

作者简介: 史宏江(1986—), 男, 陕西咸阳人, 助理工程师, 主要从事区域地质及矿产勘查工作; E-mail: shihj1986@163.com

显。ZK532-32 揭露显示,深部矿体厚度为4.83 m,平均品位为 2.23×10^{-6} ,深部成矿潜力较大。

1 区域地质背景

马家疃金矿区位于栖霞台前-陡崖金成矿带上盘,大地构造位置处于华北板块(I)、胶辽隆起区(II)、胶北隆起区Ⅲ_a(III)、胶北断隆Ⅲ_a(IV)、栖霞-马连庄凸起Ⅲ_a⁶(V)(图1)^[1]。

区域出露地层主要为古元古界荆山群禄格庄组、粉子山群祝家乔组,新元古界南华-震旦系蓬莱群豹山口组、辅子乔组、南庄组,中生界白垩系莱阳群林寺山组、青山群八亩地组及新生界第四系山前组、沂河组。区域上断裂构造发育,主要有NE向、NW向和近EW向断裂,而NE向断裂与金矿的关系密切^[2]。NE向规模较大的有台前-陡崖断裂、枣林庄断裂及栖霞断裂等,其中台前-陡崖断裂为区域性大断裂,为区域主要的导矿构造^[3],总体走向30°~40°,SE缓倾,其力学性质为压扭性,主要由碎裂岩-糜棱岩组成。NW向主要有吕家断裂、大霞址断裂等,一般规模小,形成较晚,多具张扭性特征。区域岩浆岩活动强烈,主要为新太古代早期马连庄序列、栖霞序列及晚期谭格庄序列、官道序列和中生代燕山早期玲珑序列及燕山晚期伟德山序列,中生代脉岩较发育。新太古代马连庄序列、谭格庄序列等以及古元古界粉子山群等老变质地层和岩体,以及大量中基性脉体群为成矿物质主要来源。

2 矿区地质

2.1 地层

(1)古元古代粉子山群祝家乔组。矿区内零星出露,地层厚度约906.6 m,岩性为黑云变粒岩、浅粒岩、砂线黑云片岩、斜长角闪岩、透闪变粒岩等。

(2)新生界第四系山前组。分布于沟谷低洼处,以洪冲积、残坡积为主。岩性为砂砾岩、砾岩、粉砂岩、粘土等。

2.2 构造

通过地质勘查,矿区断裂构造甚为发育,按构造走向主要有NE向、近EW向、近SN向及NW向。

2.2.1 NE向断裂

(1)台前-陡崖断裂:斜贯笏山矿区及西陡崖矿

区,从马家疃矿区西北部出露(图2),部分学者认为该断裂是西林-陡崖断裂的一部分,西林-陡崖断裂带全长36 km,为胶西北地区分布的4条S形断裂之一^[4]。膨胀收缩明显,最大宽度超过600 m,收缩部位在200 m以上,倾向延伸至马家疃矿区内。断裂在区内走向30°~40°,倾向SE,倾角20°~45°,向深部延伸倾角明显变缓。断裂往往沿岩体接触带及其附近分布。断裂显多期活动的特征,早期显压扭性质,形成灰绿色为主糜棱岩和碎裂岩;中期呈张扭性,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,形成大量灰白色的糜棱岩和碎裂岩带,断裂中先压扭后张扭的现象是同一个构造不同时段的表现形式^[5]。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现象。该断裂为西陡崖金矿床(中型)、笏山金矿床(中型)的导矿断裂。

(2)F₅断裂:在台前-陡崖断裂下盘见一组与其大致平行的次级断裂,规模较大的为F₅断裂。F₅断裂总体走向20°~30°,倾向SE,倾角平均28°,具压扭性特征。该断裂控制了笏山金矿床V号含矿蚀变带的展布,而V号含矿蚀变带倾向深部,延伸至马家疃矿区内。

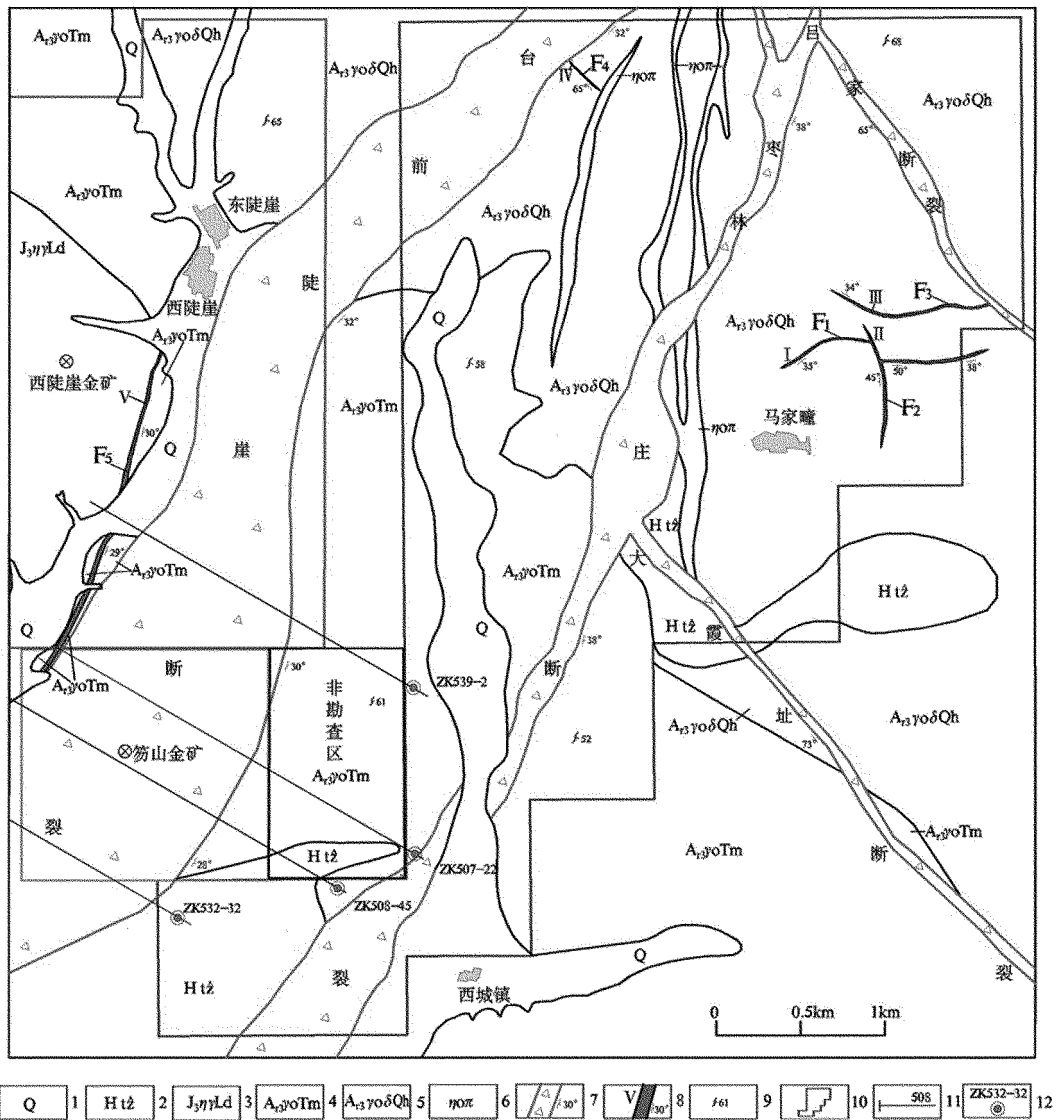
(3)枣林庄断裂:为一区域性断裂,出露于矿区中部,位于台前-陡崖断裂上盘约1~2.5 km,浅部特征与台前-陡崖断裂相似。斜贯整个矿区,走向15°~40°,倾向SE,倾角25°~38°。区内走向长7 000余米,膨胀收缩明显,地表最大宽度约400 m,收缩部位约100 m。主要由浅灰色碎裂岩及糜棱岩组成,带内晚期裂隙中见石英脉透镜体,蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化为主,局部硫化物富集部位,见有金矿化异常。

2.2.2 近EW向断裂

F₁断裂:分布于矿区东部,走向近EW,倾向S,倾角35°~50°,出露长约1 500 m,向西延伸,被F₂断裂右行错动,错距约120 m。主断裂面光滑平直,断裂中心部位为石英脉,两侧为硅化碎裂岩带。该断裂显压扭性特征,控制I号含矿蚀变带的产出。

2.2.3 近SN向断裂

F₂断裂:位于F₁断裂南侧,走向近SN向,倾向W,倾角约40°,长约600 m,沿走向波状弯曲,具压



1—第四纪冲积堆积物;2—古元古代粉子山群;3—中生代玲珑序列大庄子单元;4—新太古代谭格庄序列牟家单元;5—新太古代栖霞序列回龙乔单元;6—石英二长斑岩;7—区域性断裂及产状;8—含矿蚀变带及产状;9—片麻理产状;10—马家疃金矿区;11—勘探线及编号;12—钻孔位置及编号

图2 马家疃金矿区地质简图

扭性特征,主断面见有少量断层泥,往北延伸横切 F_1 断裂,控制了II号含矿蚀变带的产出。

2.2.4 NW向断裂

吕家断裂和大霞址断裂同为区域性断裂,二者特征相似,走向NW,倾向SW,倾角 65° 左右。宽度数米至几十米不等。主要为浅灰色碎裂岩,局部为碎裂片麻岩,蚀变主要见绿泥石化、绢云母化、高岭土化等。 F_4 断裂位于矿区北部,走向 310° ,倾向SW,倾角约 65° ,走向长约150m,宽约0.50m。由石英脉组成,局部略显油脂光泽,褐铁矿化发育,见有空洞。

2.3 岩浆岩

(1)新太古代栖霞序列回龙乔单元。岩性为条带状细粒含角闪黑云英云闪长质片麻岩,浅灰色,粒状变晶结构,条带状、片麻状构造,呈岩株状产出。

(2)新太古代谭格庄序列牟家单元。岩性为片麻状细粒奥长花岗岩,浅灰色,地表风化后为土黄色—浅黄色。细粒变晶结构,片麻状构造。主要矿物成分为斜长岩,石英,少量钾长石及角闪石。

(3)脉岩。主要为石英二长斑岩,走向近SN向,宽数米至数百米不等,一般不含矿。

2.4 含矿蚀变带特征

(1) V 号含矿蚀变带。赋存于 F_5 断裂中, 浅部主要沿新太古代变质岩与中生代二长花岗岩接触带分布, 而深部逐渐延伸至二长花岗岩内部, 总体走向 $20^\circ \sim 30^\circ$, 倾向 SE, 倾角 $27^\circ \sim 30^\circ$, 带宽 $10 \sim 70$ m 不等, 已控制最大斜深 2 600 m, 带内以碎裂岩为主, 金矿化蚀变强烈, 蚀变主要为硅化、绢云母化、黄铁矿化及黄铜矿化等。含矿蚀变带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, 且向两侧蚀变破碎变弱, 逐渐过渡为正常岩性。矿体主要分布于含矿蚀变带中部, 且向两侧逐渐变弱, 无明显界限, 与围岩为过渡关系。

(2) I 号含矿蚀变带。赋存于 F_1 断裂中, 区内延伸长约 450 m, 往西延伸被 II 号含矿蚀变带呈右行错动, 错距约 120 m。浅部由碎裂岩夹石英脉组成, 蚀变带中心部位为宽约 0.60~1.20 m 的石英脉, 两侧为 2.0~6.0 m 的碎裂岩带, 石英脉中见星点状、细脉浸染状分布的黄铁矿。碎裂岩中蚀变主要为黄

铁矿化、硅化、绢云母化等。

(3) II 号含矿蚀变带。赋存于 F_2 断裂中, 区内延伸长约 400 m, 走向近 SN 向, 倾向 W, 倾角约 45° , 宽约 3.0~10.0 m, 往北延伸横切 I 号含矿蚀变带。由灰褐色硅化碎裂岩夹石英脉组成, 石英脉多呈小透镜体, 浅部褐铁矿化、蓝铜矿化明显, 深部黄铁矿化及黄铜矿化发育。

3 矿体地质

3.1 矿体特征

勘查工作共圈定金矿(化)体 11 个, 编号依次为 V-1, V-2……V-10 和 I-1, V-1~V-10 矿体赋存于 V 号含矿蚀变带及其上下盘, I-1 矿体赋存于 I 号含矿蚀变带。由于该区尚属普查阶段, 大多数矿体为单工程控制, 其中 V-9 矿体赋存于 V 号含矿蚀变, 为笏山主矿体向深部的延伸, 现将 V-9 矿体地质特征简述如下, 其他矿体特征见表 1。

表 1 金矿(化)体特征

矿体编号	形态	产状($^\circ$)		分布范围及 控制标高	控制范围(m)		平均 厚度(m)	平均品位 (10^{-6})
		倾向	倾角		走向延伸	倾向延伸		
V-1	脉状	120	30	508 线+165 m	40	40	1.30	1.44
V-2	脉状	120	28	508 线+102 m	40	40	0.65	5.03
V-3	脉状	120	30	508 线-215 m	40	40	1.08	1.01
V-4	脉状	120	30	539 线-250 m	40	40	0.48	22.84
V-5	脉状	118	30	507 线-10 m	50	65	3.42	10.80
V-6	脉状	118	30	507 线-680 m	50	65	0.95	1.37
V-7	脉状	118	30	507 线-943 m	50	65	0.94	2.29
V-8	脉状	118	30	532 线-515 m	50	65	1.88	1.42
V-9	脉状	118	21	532 线-635 m	50	65	4.83	2.23
V-10	脉状	118	30	532 线-635 m	50	65	0.75	1.17
I-1	脉状	182	50	0-1 线+135 m	21	20	0.36	2.31

V-9 矿体赋存于 V 号含矿蚀变 532 线的-622~-648 m 标高, 由 ZK532-32 控制, 距离 ZK532-18 斜深 610 m, 矿体由含黄铁矿绢英岩化碎裂岩组成, 黄铁矿沿裂隙呈细脉浸染状分布, 局部可见少量黄铜矿。矿体呈脉状, 产状与含矿蚀变带一致, 走向 28° , 倾向 SE, 倾角 21° , 控制走向长 50 m, 倾向延伸 65 m。矿体单样金品位为 $(0.62 \sim 4.85) \times 10^{-6}$, 平均品位 2.23×10^{-6} , 平均厚度 4.83 m。矿体沿走向和倾向均未封闭。

3.2 矿石质量

(1) 矿石矿物成分: 矿石矿物成分由金属矿物

和非金属矿物 2 部分组成, 金属矿物主要为黄铁矿、磁黄铁矿, 其次为少量黄铜矿、闪锌矿等。非金属矿物主要为石英、绢云母等。金矿物主要为自然金, 呈金黄色, 赋存于黄铁矿、闪锌矿与石英晶隙及磁黄铁矿包体中, 金颗粒以中细粒为主, 粒径在 0.074~0.1 mm 之间, 黄铁矿为矿石中主要金属矿物, 晶面光亮, 淡黄色, 粒径一般在 0.10~1.2 mm 之间, 大多呈自形一半自形晶粒状分布, 少量呈细脉浸染状分布, 由于受力被压碎, 裂隙发育, 裂隙中充填黄铜矿、闪锌矿等, 为成矿期产物, 是金的主要载体, 金的含量一般与黄铁矿呈正相关^[6]。石英是主要的脉石矿

物,亦是金的载体矿物之一,主要是交代形成的石英,呈粒状,与绢云母共生。

(2) 矿石化学成分: 矿石有益组分以 Au 为主, 有害元素 As 含量甚微, 不会对矿石质量产生影响^[7]。

(3) 矿石结构构造: 矿石结构主要以晶粒状结构、压碎结构、填隙结构为主。矿石构造主要有浸染状构造、细脉状构造等。

(4) 矿石类型: 矿石自然类型均为原生矿石; 按成因划分为含金蚀变岩型; 矿石工业类型属低硫型矿石。

3.3 矿体围岩及围岩蚀变

矿体主要为黄铁绢英岩化碎裂岩, 成矿围岩主要为中生代玲珑序列二长花岗岩及新太古代栖霞序列。矿体上下盘见强弱不等的硅化、绢云母化蚀变碎裂岩带, 其上下盘外侧为正常围岩。含矿热液沿先期的构造裂隙扩散、渗透、交代, 对构造岩石和周围岩石产生蚀变作用, 形成较典型的中低温蚀变, 即钾化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化等。整个蚀变受构造控制, 且多期性。矿前蚀变主要为钾化, 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。

4 矿床成因

4.1 成矿物质来源

成矿物质来源具有多源性, 区内广泛分布新太古代马连庄序列、谭格庄序列等以及 TTG 系列片麻岩和古元古代粉子山群等老变质地层和岩体, 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, 而这些地层和岩体金丰度值较高 $\omega(\text{Au}) = (22.24 \sim 38.39) \times 10^{-9}$, 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。部分地质学者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地层和上地幔岩浆。

4.2 金的迁移

矿源层中的金经受长期活化, 以机械、化学等方式迁移, 直至燕山晚期岩浆活动, 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 Au^{3+} , K^+ , Na^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} 等金属离子及 S^{2-} , Cl^- , 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。

4.3 成矿温度

近矿围岩蚀变主要为硅化、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。矿体受蚀变破碎带控制, 结合矿体围岩特点、矿体的共生组合和蚀变特征分析, 矿床属岩浆期中低温热液交代破碎蚀变岩型。

5 找矿标志及前景分析

5.1 找矿标志

(1) 区域性的 NE 向断裂及其派生的次级平行断裂构造是矿床赋存的重要构造标志。

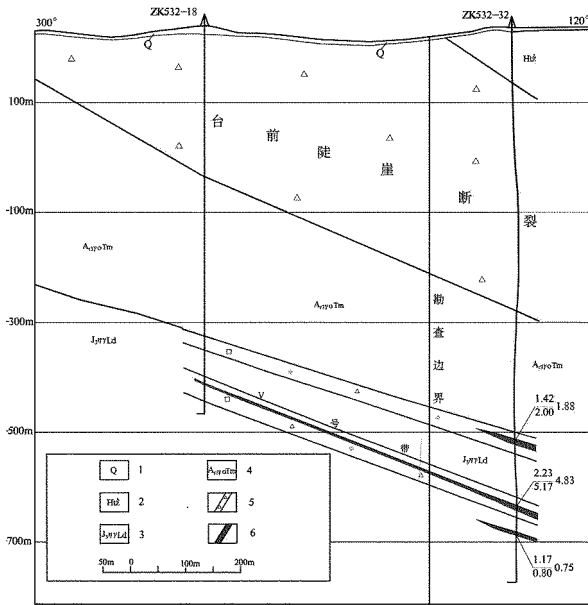
(2) 黄铁绢英岩化蚀变叠加的蚀变岩带, 是直接找矿标志; 蚀变带中石英多金属硫化物共生组合是找矿的重要标志; 黄铁矿、石英是主要载金矿物, 是矿床形成的重要标志; 蚀变带中常含黄铁矿, 表生作用下, 黄铁矿氧化成褐铁矿, 经淋滤形成蜂窝状构造, 也是找矿的重要标志。

(3) 台前—陡崖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。

(4) 煌斑岩与金矿化关系密切, 可直接指示金矿化的存在^[8]。

5.2 找矿前景分析

(1) 笏山金矿床 V 号含矿蚀变带深部为马家疃矿区找矿的重点, 笏山、西陡崖矿区已经累计提交金资源储量 30 余吨, 矿体倾向深部, 未封闭; 依据就矿找矿的思路, 马家疃矿区先后施工 4 个钻孔, 累计进尺 4 840.21 m, 对 V 号含矿蚀变带深部延伸情况进行了揭露, 所施工钻孔均在设计位置见 V 号含矿蚀变带。其中: ZK532-32 见矿体厚度为 4.83 m, 金品位为 2.23×10^{-6} , 控制标高为 -635 m, 矿体向深部延伸, 产状稳定(图 3)。参照笏山、西陡崖矿区找矿经验, 主矿体深部向 SE 方向侧伏, 而 ZK532-32 的揭露成果, 验证了矿体的侧伏特征。



1—第四系;2—粉子山群祝家乔组;3—中生代玲珑序列大庄子单元;4—新太古代谭格庄序列牟家单元;5—构造破碎带;6—金矿体

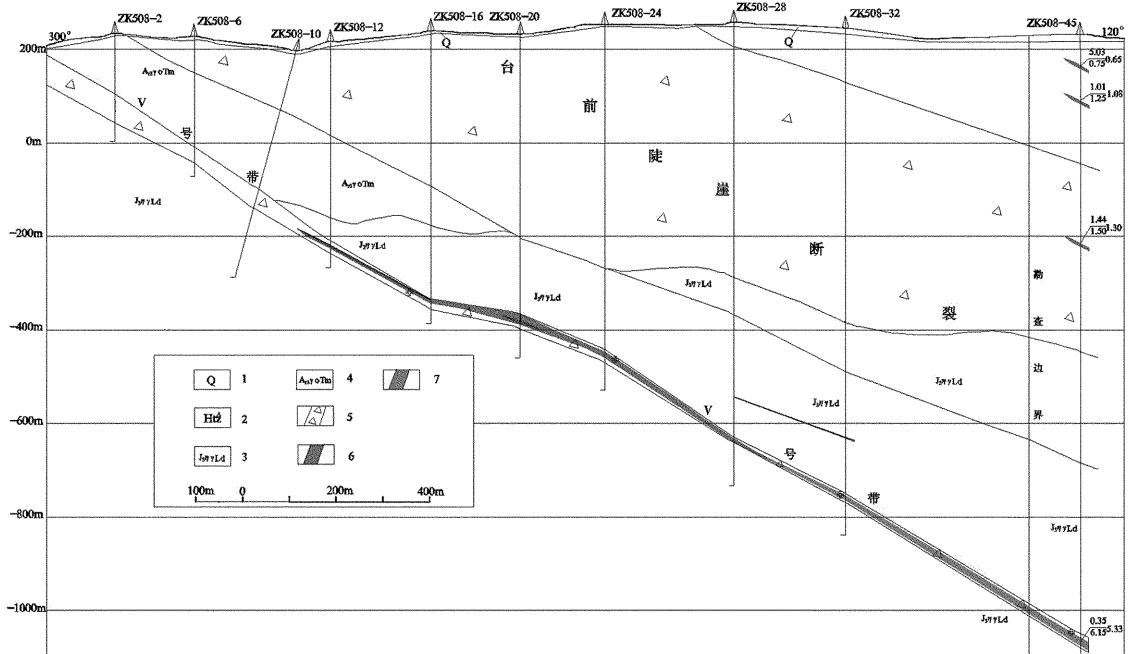
图 3 第 532 勘查线地质剖面图

ZK508-8 在 -1 071 m 标高见 V 号含矿蚀变带,

金品位为 0.35×10^{-6} , 厚度为 5.33 m, 含矿蚀变带深部延伸规模, 产状稳定。虽未达到工业品位, 但结合笏山矿区 508 勘探线分析, 矿体赋存于 -200 ~ -700 m 标高范围内(图 4), 斜长约 500 m, 该段为赋矿段, 而在 ZK508-28 ~ ZK508-45 的 -700 ~ -1 200 m 范围内为无矿段, 该无矿段斜长约 500 m。根据“胶西北主要成矿带深部金矿床与浅部金矿的关系”^[9], 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, 若按矿体赋存等间距分布规律, 分析认为, 可能在 -1 200 ~ -1 700 m 标高(斜长约 500 m)范围内出现矿体第二富集带, 愈往深部, “第二富集带”的资源远景较乐观。

此外, 所施工 4 个钻孔在 V 号含矿蚀变带的上下盘 +165 ~ -943 m 标高范围内, 见到金品位 $(1.01 \sim 22.84) \times 10^{-6}$, 厚度 0.48 ~ 1.30 m 的 5 层金矿(化)体, 其走向及倾向深部均未封闭。

(2) 枣林庄断裂带浅部性质、特征与台前-陡崖断裂带特征相似, 带内存在低品位金矿化, 类比台前-陡崖断裂带, 寻找下盘的次级 NE 向、NNE 向断裂, 有一定的找矿前景。



1—第四系;2—粉子山群祝家乔组;3—中生代玲珑序列大庄子单元;4—新太古代谭格庄序列牟家单元;5—构造破碎带;6—金矿体;7—金矿化体

图 4 第 508 勘查线地质剖面图

6 结语

马家瞳矿区处于栖霞-马连庄凸起台前-陡崖金成矿带上盘,西邻西陡崖、笏山中型金矿床,成矿地质条件优越,有利的地层、构造、岩浆岩条件控制着金矿的生成。区内广泛分布的古元古代粉子山群以及新太古代等老变质地层和岩体,为金矿的形成提供了丰富的物质来源,燕山早期玲珑序列中生代中酸性岩浆活动是主要的成矿围岩。台前-陡崖金成矿带控制了该区金矿床的分布,其下盘派生的 NE 向、NNE 向及近 EW 向次级构造控制了矿体的产出。虽投入勘查工作量较少,但 V 号含矿蚀变带向深部延伸产状稳定,揭露分析矿体深部延伸具有较大的增储空间。因此,应进一步加大勘查投入,加强该区成矿地质条件及成矿规律的研究,实现栖霞地区找矿的再次突破。

致谢:该文撰写中得到肖东石、谢军民等的支持与帮助,在此表示感谢!

Geological Characteristics and Prospecting Potential of Majiatuan Gold Mining Area in Qixia City of Shandong Province

SHI Hongjiang

(No.273 Geological Brigade of Shandong Nuclear Industry, Shandong Qixia 265300, China)

Abstract: Majiatuan gold area is located in the upper part of Taiqian - Douya gold mineralization belt in Jiaodong area, and east part of Hushan and Douya gold deposits. 30 tons gold reserves have been submitted accumulately. Its main tendency of deep orebody extended to Majiatuan mine. Strata in this area overcropped simply, magmatic rocks developed well, ore bodies occurred in Linglong granite and are strictly controlled by compresso - shear faults with the trend of NNE, and ore types are mainly beresitization cataclastic rocks. Through analysis on geological characteristics and the origin of the deposit, it is regarded that there is a great prospect for prospecting in its deep part. On the basis of summarizing etallogenic regularity and further exploration of favorable structures, breakthrough of ore prospecting can be realized in Qixia area.

Key words: Majiatuan gold deposit; geological characteristics; prospect analysis; Qixia city in Shandong province

参考文献:

- [1] 孔庆友,邹国强.山东省矿产资源储量报告编制指南[M].济南:山东省地图出版社,2012:274-280.
- [2] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2007.
- [3] 廖明伟,陈玉菡,谢军民.山东栖霞市笏山-西陡崖金矿地质特征及深部找矿远景[J].山东国土资源,2014,30(4):21-26.
- [4] 孔庆友,于学峰.地矿知识大系(下册)[M].济南:山东科学技术出版社,2014:595-606.
- [5] 赵冬冬,黄吉友,金刚.胶东半岛金矿床控矿构造特点浅析[J].地质找矿论丛,2008,(2):125-129.
- [6] 迟洪纪.山东栖霞地区金、银矿床类型及找矿方向[J].山东地质,1992,8(1):95-100.
- [7] 国土资源部.铜铅锌银镍铝矿地质勘查规范(DZ/T0200-2002)[S].北京:地质出版社,2003.
- [8] 朱凤丽,张强.山东栖霞地区金矿找矿方向探讨[J].西部探矿工程,2012,(4):161-163.
- [9] 李洪奎,杨锋杰.山东金矿类型划分及其主要特征[J].上海地质,2006,(4):61-67.