

三山岛海底金矿地质特征及矿床成因探讨

杨清泉,李威,陶晓杰

山东黄金矿业(莱州)有限公司三山岛金矿,山东 莱州 261442

摘要:三山岛金矿区位于胶东半岛西北部,区内构造、岩浆活动强烈,以发育脆性断裂为特征。矿体赋存于第四系之下,矿化与构造活动及蚀变密切相关。该矿是发现最早的破碎带蚀变岩型金矿床,其成因属重熔岩浆中温热液型。通过开展物、化探地质找矿工作,发现矿区深部及走向方向有较好的找矿前景。

关键词:地质特征;矿床成因;找矿前景;三山岛金矿;山东省

中图分类号:P618.51 文献标识码:A 文章编号:1005-2518(2010)03-0005-04

1 区域地质背景

三山岛矿区位于胶东半岛西北部,大地构造位置处于华北地台南缘胶北地体之胶北隆起区,西靠沂沭断裂带,南接胶北地体之胶莱拗陷,北邻龙口凹陷盆地和渤海拗陷,东接牟平—即墨构造混杂带。古老的变质基底变质变形岩系,多期、多成因的岩浆活动和以NE向断裂为主的构造格架,构成了本区金矿的成矿地质背景(图1)。

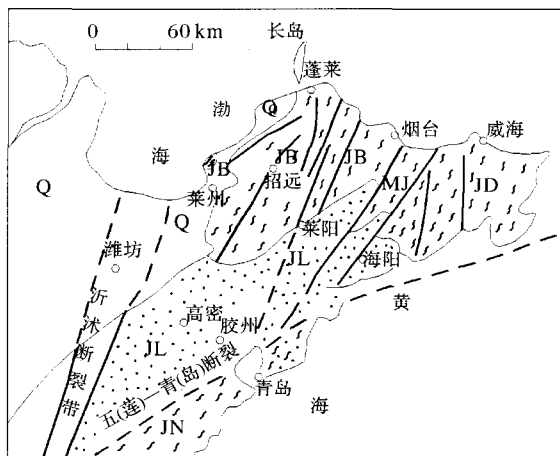


图1 区域大地构造位置示意图

Q—第四系;MJ—牟平—即墨构造混杂带;JD—胶东侵入岩变质岩区;
JB—胶北隆起区;JL—胶莱拗陷区;JN—胶南隆起区

区域出露地层仅有新生界第四系全新统及下第三系渐新一始新统。以发育脆性断裂为特征,走向有NNE、NE和近SN向,断裂形成时代有早有晚,构成了区内的基本构造格架。NE—NNE向断裂以龙(口)—莱(州)断裂、三山岛—仓上断裂为代表,是区内最发育的一级断裂,断裂南部第四系覆盖。区域岩浆活

动强烈,侵入岩十分发育,从晚太古代、元古宙到中生代均有不同程度的活动。成矿带内各矿区发现多条蚀变带,大蚀变带宽50~200 m,倾向延深1 000 m尚未尖灭,向南、北两端逐渐变窄,平面上呈弓背状。

2 矿区地质特征

矿区位于三山岛—仓上断裂带的北东段。区内除临海的3个相连的小山丘上见有崔召单元二长花岗岩出露外,其余均被第四系覆盖。三山岛—仓上断裂带呈NE向贯穿整个矿区。

2.1 地层

区内出露地层主要为第四系,岩性为海积的粗、中、细砂和淤泥,厚一般为30~40 m,最厚50 m。

2.2 构造

矿区构造以断裂为主,规模最大的为NE向三山岛—仓上断裂,其次为NW向三山岛—三元断裂。次级断裂主要有分布于三山岛—仓上断裂带及下盘的NNE—NEE向断裂等。

三山岛—仓上断裂位于胶东金矿化集中区的西端,仅局部出露地表,大部分被第四系覆盖,北东起自三山岛镇,南西至潘家屋子,两端延入渤海,其南西端入海后在芙蓉岛有出露,与沂沭断裂带关系不明。陆地出露长12 km,宽50~200 m,平面上呈“S”形展布,总体走向40°、局部70°~80°,倾向SE,倾角45°~75°。断裂主要沿玲珑超单元二长花岗岩与马连庄超单元变辉长岩的接触带展布,由糜棱岩、碎裂岩和碎裂状岩石组成,有连续而稳定的主裂面,呈舒缓波状,显压扭性特点。该断裂控制了三山岛、新立、仓上金矿床(图2)。

收稿日期:2010-02-15;修订日期:2010-04-08.

作者简介:杨清泉(1969-),男,山东牟平人,工程师,从事矿区地质特征及成矿规律研究工作.yqq19690923@163.com

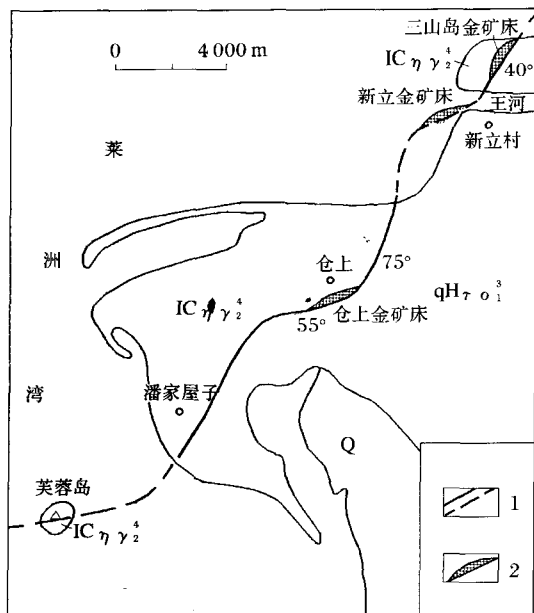


图2 三山岛—仓上断裂带地质简图

Q—第四系;IC γ_2 —玲珑超单元崔召单元;qHr γ_3 —马连庄超单元栾家寨单元;1.实测及推测断层;2.金矿体

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩广布,主要为新太古代五台—阜平期马连庄超单元、栖霞超单元和新元古代震旦期玲珑超单元,与金成矿关系密切。

新太古代马连庄超单元主要分布于三山岛—仓上断裂带上盘,呈岩基状大面积侵入,并与其下盘的玲珑超单元呈断层接触。主要岩性为中细粒变辉长岩(原斜长角闪岩),岩石由基体和脉体两部分组成,脉体为长英质,基体为中细粒变辉长岩。岩石呈灰绿—深绿色,鳞片粒状变晶结构,条纹条带状、片麻状构造,主要矿物成分为角闪石(65%)、斜长石(30%)和石英,副矿物有石榴石、磁铁矿、绿泥石、磷灰石、黑云母和锆石等。斜长石呈粒状、板状,钠长石聚片双晶发育,斜长石排号 39—43,粒径一般为 0.5~1.2 mm。角闪石呈他形柱状,粒径为 0.4~0.9 mm,石英呈他形细粒状,多沿裂隙分布,可能是硅化产物。磁铁矿有被褐铁矿交代蚀变现象。该超单元为一套中基性变质深成侵入岩系,为遭受多期次变质变形岩体。经过长期的黄金地质科研工作,认为该超单元与黄金矿产也有一定的成因演化关系,在成岩岩浆侵位过程中,将地幔含金物质带至地壳,形成金矿的初始“矿源岩”之一,物质来源属幔源。

新太古代栖霞超单元主要分布于断裂带上盘,呈脉状或岩枝状侵入于马连庄超单元中。岩性为片麻状中细粒含角闪黑云英闪长岩,岩石呈深灰—

灰色,中细粒花岗结构,片麻状构造。矿物由斜长石(38%)、石英(38%)、绢云母(21%)、黑云母(2%)及少量褐铁矿、磷灰石及微量绿帘石组成,矿石粒径为 0.5~1.5 mm。其中,斜长石呈他形板状,具清晰的钠长石聚片双晶和明显的绢云母化;白云母呈片状,微带黑色,系交代黑云母的产物,为陆壳改造型。

新元古代玲珑超单元岩性为弱片麻状中粒二长花岗岩。岩石呈浅肉红色,中粒花岗、交代结构,块状构造。矿物由斜长石(40%)、钾长石(23%)、石英(28%)、黑云母(5%)及少量绿帘石、绿泥石、磁铁矿、磷灰石、榍石、绢云母和白云母组成,矿石粒径为 2~4 mm。属酸性岩类,与中国黑云母花岗岩及戴里前寒武纪花岗岩相比,氧化物含量普遍较低,Fe₂O₃、TiO₂、MnO、MgO 和 P₂O₅ 等低 1~4 倍,其他略高或略低。区内脉岩主要分布于玲珑超单元内,主要有伟晶岩、细晶岩、石英闪长玢岩、闪长玢岩、辉绿玢岩和煌斑岩脉。

2.4 围岩蚀变与矿化特征

区内沿断裂带围岩蚀变发育,主要有赤铁矿化、钾化、绢英岩化、碳酸盐化和绿泥石化等,蚀变的强度和规模取决于断裂、裂隙的性质和矿液动力的强度。其特点是蚀变作用延续时间长,各蚀变作用相互叠加,蚀变分带明显,各带之间为渐变关系。矿化与蚀变作用有关,但主要取决于构造活动。矿床成矿作用分为热液期和氧化期,热液期又分为 4 个矿化阶段:黄铁矿—白色石英阶段(I);金—灰色石英—黄铁矿阶段(II);金—石英—多金属硫化物阶段(III);石英—碳酸盐阶段(IV)。其中,II 和 III 是主成矿阶段,金属硫化物多呈浸染状、细脉状、细脉浸染状、网脉状、星点状和团块状分布。

3 矿床地质特征

3.1 构造蚀变岩带特征

蚀变带受控于三山岛—仓上主干断裂带,其形态、规模、产状与断裂带一致。断裂蚀变带在 12 线与三山岛断裂蚀变带呈“Y”字形交会,并以 50°方向继续延伸至 32 线尖灭。蚀变岩分带明显,沿走向、倾向呈带状展布,由上盘至下盘依次为黄铁绢英岩化花岗岩、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩、断层泥(主裂面)、黄铁绢英岩化碎裂岩、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩、黄铁绢英岩化花岗岩。各蚀变岩带之间界线呈渐变过渡接触。

主裂面之下 0~35 m 范围内为黄铁绢英岩化碎裂岩带,蚀变与金矿化最强,也是主矿体的赋存部

位。主裂面以下,随着距离的由近到远,蚀变带的蚀变矿化逐渐减弱。其特点是黄铁绢英岩化碎裂岩带以浸染状或细脉浸染状矿化为主,黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带及黄铁绢英岩化花岗岩带以细脉状、网脉状矿化为主。金矿化均发生在主裂面之下,主裂面之上金矿化甚微,基本无矿体赋存。

3.2 矿体地质特征

三山岛金矿和新立金矿均为特大型中温热液破碎带蚀变岩型金矿床,矿石主要为含金黄铁绢英岩及含金绢英岩化碎裂岩。主要受控于三山岛—仓上断裂之次级断裂 F_1 ,主矿体便产于 F_1 断层下盘的近主裂面处。矿体大部分埋藏于第四系之下,仅三山岛金矿床矿体少量出露地表。

三山岛金矿床矿体工程控制走向长 1 500 m 左右,据海底探矿工程验证,矿体在走向上尚未尖灭;倾向延深已超千米,且深部尚未封闭。矿体呈似层状,见分支复合、膨胀收缩及尖灭现象,总体走向 $NE40^\circ$,倾向 SE ,倾角 40° ,为一缓倾斜矿体,平均厚 10.83 m,厚度变化系数 84.7%,变化程度为较稳定型,金矿石品位 $3.04 \times 10^{-6} \sim 14.56 \times 10^{-6}$,平均 3.86×10^{-6} ,品位变化系数 50.7%,变化程度为均匀型。

新立主矿体①-1 为第四系覆盖的隐伏矿体,赋存于主裂面之下 0~35 m 内的黄铁绢英岩化碎裂岩中,展布于 71~20 线,赋存标高 -30~ -710 m,工程控制走向长 1 145 m,其东北端已基本尖灭,南西侧尚未封闭。沿倾向斜长最大达 900 m,最小 135 m,平均斜长 591 m。矿体厚 0.48~40.65 m,平均厚 8.96 m,厚度变化系数 78.27%。矿体沿走向、倾向呈舒缓波状,矿体走向 $NE42^\circ \sim 80^\circ$ 、总体走向 62° ,倾向 SE ,倾角 $33^\circ \sim 67^\circ$,多在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 之间,平均 46° ,由北向南倾角有逐渐变陡趋势。矿体形态呈大脉状、局部呈似层状,剖面上矿体倾角变化较小。在走向上,两端矿体厚度大、品位高,中间厚度小、品位低。矿体在东北端厚度和品位急剧降低,并很快尖灭;矿体南西端各中段均未封闭。

3.3 矿石质量

(1)矿石物质成分。金属矿物主要为黄铁矿,其次有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、毒砂、磁黄铁矿、褐铁矿、磁铁矿等。非金属矿物主要为石英、绢云母和残余长石,其次为碳酸盐类矿物(方解石、白云石、菱铁矿等)。金矿物主要为银金矿,其次为自然金和金银矿。其中黄铁矿占金属矿物总量的 90%以上,为金的主要载体,其次为毒砂和石英。矿石中主要有用组分为金,伴生有益组分为银、硫、铜、铅和锌。其中银和

硫达到规范规定的综合利用标准。

(2)矿石结构构造。常见的矿石结构以晶粒状结构、碎裂为主,其次有填隙、熔蚀、包含、交代残余、交代假象、文象和乳滴状等。矿石构造以浸染状和斑点状为主,其次有脉状、网脉状、交错脉状、角砾状、斑杂状、梳状和蜂窝状等。

3.4 矿石类型

(1)自然类型。根据系统的物相分析资料,计算铁的氧化率,参照《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》,氧化物中金属含量与总金属含量之比小于 10%,本矿床矿石的类型均为原生矿石。

(2)矿石工业类型。通过矿石组合分析,矿石平均含硫量为 2.73%~3.17%,矿石工业类型属低硫型矿石。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因

三山岛金矿是最早发现的破碎带蚀变岩型特大型金矿床,诸多地质专家对该类型金矿的成因做过较深入的研究。矿床矿石的硫、铅、氢、氧同位素的测定结果均与玲珑岩体、胶东群相近; δD 和 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 同位素组成与含金丰度值较高的胶东群相似; δD 和 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 的直角坐标点均落在岩浆水与大气降水范围之间。认为矿床成矿物质(金)主要来自胶东群绿岩建造的变质岩系,由胶东群改造重熔而成的玲珑花岗岩的岩浆热液(富金)向上运移并有大气降水加入,至三山岛—仓上断裂扩容地段,由于地球物理化学条件的改变而沉淀富集成矿。其成因类型属重熔岩浆中温热液型金矿床,成矿时代为中生代燕山晚期。

4.2 成矿规律

断裂对矿化的控制作用很明显,矿床受三山岛—仓上断裂控制,矿体主要赋存于断层的下盘。主干断裂蚀变带具有多期次和继承性活动的特点,主裂面下 0~30 m,是断裂活动最强烈的部位,岩石破碎程度高,裂隙密集,有利于矿液的运移、渗透及其对围岩进行叠加交代和充填。因而,该部位蚀变强,矿化富集,是主矿体的有利赋存部位。

在构造走向转弯变异地段和倾向由缓变陡部位,金矿体厚度较大,矿体分支复合现象发育。矿体围岩蚀变分带特征明显,由内至外分别为黄铁绢英岩—绢英岩化碎裂岩—蚀变碎裂—二长花岗岩等。主矿体有向 NE 侧伏的趋势。

4.3 找矿标志

(1)玲珑超单元与马连庄超单元或栖霞超单元的接触带是构造的薄弱部位,三山岛—仓上主干断裂带即沿玲珑超单元与马连庄超单元接触带展布。查清接触带的分布,是发现或追索控矿断裂的有效途径。

(2)控矿断裂的引张地段是金矿赋矿的有利部位,矿体规模大,产状稳定,矿化连续。可作为主要的找矿标志。

(3)蚀变岩和石英脉为区域上金矿的赋矿围岩,是最直接的找矿标志,它们的存在,往往预示着该区具有找到蚀变岩型金矿床的可能。

(4)多金属硫化物为主要的载金矿物,往往与金银矿物共生。富含黄铁矿、方铅矿和黄铜矿等多金属硫化物的矿石结构、构造复杂,是寻找富矿体的重要标志。

(5)标型矿物。石英和黄铁矿是主要的载金矿物,含金性好的粒度较细,呈烟灰色,其晶胞参数、密度、相对光密度和 $Al+K+Na$ 值相对较大,其化学成分 SiO_2 亏损较大,微量杂质较多。

含金性好的黄铁矿,呈粗粒碎块状或细粒状,晶形复杂,颜色浅黄—铜黄,光泽暗淡,硬度、密度和晶胞参数较大,反射率低。其化学成分 Fe 、 S 都亏损,而 Au 、 Ag 、 Cu 、 Pb 和 Zn 等元素含量高。

上述标型矿物组合发育的地质体,能预示金矿体的存在,其本身也可能为金矿体,是重要的找矿标志。

(6)地球物理标志。玲珑花岗岩具有高阻、低磁和低密度的特征;马连庄变辉长岩具有低阻、高磁和高密度的特点。依据二者的物性差异所形成的特征物理场,可在第四系覆盖区判断岩体接触带的位置,间接指导找矿。

构造蚀变带具有低磁、高阻、高极化率的特点。当有矿体存在且其中有磁黄铁矿和石英脉时,可在

较低电、低磁背景上出现相对较高电、高磁异常,这种特征,可指示蚀变位置和可能有矿体的存在。

5 找矿前景

三山岛断裂成矿带是山东黄金集团主要产金地之一,带内现已发现 3 个大型焦家式金矿床:三山岛金矿、仓上金矿和新立金矿,其已探明金矿储量约占整个胶东地区金矿储量的 13%。其以规模巨大、矿体形态简单、矿化连续和品位稳定等特点明显有别于石英脉型金矿。

三山岛、焦家和招平成矿带深部和走向方向均具有良好的找矿前景。一方面,金矿床深部探矿工作取得较大突破;另一方面,构造一成矿带走向方向上的地质科研与探矿工作也不断取得新的进展。利用构造解析和高分辨率反射波地震勘探法、EH4、CSAMT 及深穿透地球化学方法等以大探测深度为特征的物、化探方法,在该区域做过许多工作,经验证均发现深部矿体。三山岛金矿床通过地表深钻验证, -2 000 m 以下均发现金矿体,且走向上北东翼(北部海域)尚未尖灭。此外,新立金矿床西南翼也未尖灭。总体来看,找矿前景良好,潜力巨大。

参考文献

- [1] 郭彬,李威,刘帅.三山岛—仓上成矿带控矿规律与深部外围找矿研究[J].现代矿业,2009,(2):95-96,125.
- [2] 刘日富,蔡小宁.三山岛—仓上、新城—焦家成矿带深部找矿理论与实践[J].黄金科学技术,2008,16(4):29-32,37.
- [3] 周国发,吕古贤,邓军,等.山东三山岛金矿床流体包裹体特征及其地质意义[J].现代地质,2008,22(1):24-33.
- [4] 李思玲,王善飞.三山岛金矿矿区构造分布与矿体地质特征[J].采矿技术,2003,3(1):68-70.

Discussion on the Geological Characteristics and Genesis of Sanshandao Submarine Gold Mine

YANG Qingquan, LI Wei, TAO Xiaojie

Sanshandao Gold Mine, Shandong Gold Group Co., Ltd., Laizhou 261442, Shandong, China

Abstract: Sanshandao gold mine is located in the northwest of Shandong peninsula, structure and magmatic activity of this area are strong, and it is characterized by development of brittle fracture. The orebody occurred below Quaternary, mineralization is closely related to tectonic activity and alteration. The mine is the earliest discovered broken belt altered rock type gold deposit, it belongs to remelting magma mesothermal type. Through geophysical and geochemical exploration work, the deep and trending direction of this area has better prospecting.

Key words: Geological characteristics; Genesis; Prospecting; Sanshandao gold mine; Shandong Province