

三山岛金矿成矿物质来源及成矿作用探讨

王铮, 李斌, 牛树银

(石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031)

摘要:三山岛金矿位于郭家岭幔枝构造北西缘的三山岛-仓上成矿断裂带上。通过对三山岛金矿成矿作用的详细分析,认为金矿的控矿构造三山岛断裂是郭家岭幔枝构造外围拆离滑脱带上发育的反倾向铲状断裂。幔源成矿流体通过幔枝构造轴部韧性剪切带向上迁移,在有利的温度、压力控制下迁移至幔枝构造外围的三山岛断裂带中,当向上迁移还原环境的成矿流体与向下渗透氧化环境的大气降水相遇,便发生强烈的氧化还原反应并最终富集成矿。该文探讨了三山岛金矿床成矿规律,建立了成矿模式,并提出了今后的找矿方向。

关键词:幔枝构造;断裂控矿;成矿作用;三山岛金矿;胶东地区

中图分类号:P618.51;P611

文献标识码:A

胶东三山岛金矿田位于胶西北隆起带的西端,三山岛-仓上金矿成矿带北东段,是典型的焦家蚀变岩型超大型金矿。三山岛金矿的成矿作用引起了广大地质工作者的广泛兴趣,进行了大量的构造成矿控矿研究,积累了较为丰富的地质资料^[1-5]。该文基于部分调研工作及已有文献资料,从幔枝构造的视角,简要探讨了三山岛金矿的成矿物质来源及其成矿作用。

1 区域地质特征

胶西北成矿小区是胶东地区主要的金成矿带,大地构造位于郯庐断裂带中段以东,渤海盆地以南,莱阳盆地以北。该区经历了多期次的断裂活动,并对岩浆的侵位提供了通道,对成岩成矿有明显的控制作用。断裂按走向可划分为NE,NW,EW向3组,三山岛-仓上断裂带、龙口-莱州断裂带以及招远-平度断裂带是区域内较为发育的NE向成矿控矿构造,控制了三山岛、新城、焦家、玲珑等特大型、大型金矿床。

燕山运动以来的成矿作用主要受郭家岭幔枝构造控制,幔枝构造的中心为郭家岭岩体向上侵位时同化混染围岩成分而形成的核部岩浆-变质杂岩体,外围则为中上元古界及其以上盖层。金矿主要集中

在郭家岭幔枝构造的外围拆离带、铲状断裂等构造薄弱带中。

2 矿区地质特征

三山岛金矿位于郭家岭幔枝构造外围的三山岛-仓上断裂带的北东段,区内地层出露较为简单,以第四系覆盖为主,局部零星出露太古宙胶东岩群。

2.1 构造

区内控矿构造以断裂为主,走向有NE,NNE以及NW向,主要控矿构造为三山岛-仓上断裂带,该断裂带位于龙口-莱州断裂北西侧,大部分被第四系及海水覆盖,露头部分仅出现在三山岛村附近,总体走向40°,局部地段可达75°,呈平缓波状,倾向SE,倾角在30°~50°,宽50~200m不等,由断层泥、碎裂岩以及角砾岩构成,具有多期次继承性活动特征,属于叠加在早期压扭性脆韧性剪切带基础上的张扭性韧脆性剪切带。沿剪切带岩浆活动强烈,围岩蚀变分带明显。三山岛-仓上断裂带控制了矿体的形成,是三山岛、新立、仓上金矿的主要导矿控矿构造。区域内NW向断裂为次级断裂,走向与矿体近乎垂直,对金矿体具有水平错动,为成矿后断裂(图1)。

* 收稿日期:2012-10-17;修订日期:2012-10-26;编辑:王秀元

基金项目:我国典型金属矿科学基地研究(200911007),国家自然科学基金(40872137)资助

作者简介:王铮(1986—),男,山东济南人,硕士研究生,主要从事地质矿产研究;E-mail:wang_zheng1986@sina.com。

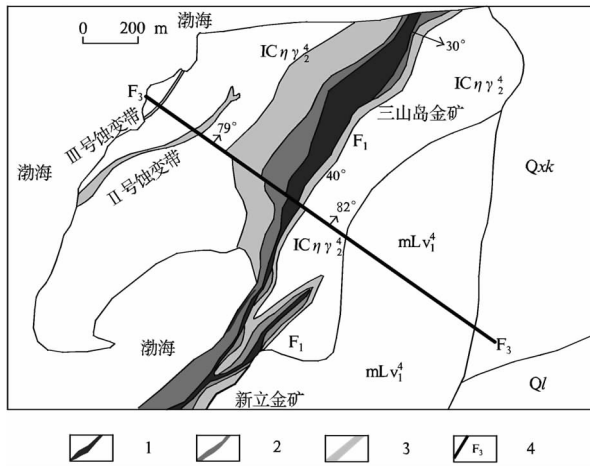


图 1 三山岛金矿矿区地质图

(据周国发, 2011 年编修)

1—矿体; 2—绢英岩; 3—钾化带; 4—断层及编号; mL.v₁—斜长角闪岩; ICηγ_½—玲珑超单元黑云母二长花岗岩; Q_k—第四纪临沂组; Q_k—第四纪旭口组

2.2 岩浆岩

区内岩浆活动强烈, 侵入岩广泛发育于新太古代至中生代, 具有多期次脉动侵位的特点, 其中与成矿相关的主要为下盘的玲珑超单元与郭家岭超单元^[6]。玲珑超单元侵入于太古宙“原始矿源岩系”, 对金起到“预富集”作用, 是成矿的“衍生矿源岩系”。而郭家岭超单元侵入玲珑超单元之中, 是金矿的主要赋矿岩石。

3 矿床地质特征

3.1 矿体形态

三山岛金矿 I 号矿体是目前主要开采矿体, 赋存于三山岛主裂面下黄铁绢英岩上部, 南段被第四系覆盖, 北段延伸入渤海, 出露较少。矿体走向总体呈 40°, 现工程控制走向延长 1 500 m, 倾向 SE, 倾角为 35°~50°, 倾向延深大于 1 500 m, 矿体平均厚度 10.83 m, 金平均品位 3.86×10^{-6} 。矿体沿走向多有透镜体状、尖灭再现、分支复合, 形态复杂多变。

II 号矿体赋存于三山岛主裂面下黄铁绢英岩的中上部, 产状与 I 号矿体基本一致。矿体平均厚度 5.74 m, 金平均品位 3.13×10^{-6} 。常见分支复合、膨胀、狭缩现象。

3.2 矿石特征

矿石矿物成分较为复杂, 金属矿物以黄铁矿为

主, 并有少量方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。黄铁矿占金属矿物总量的 90.83%, 呈浸染状或块状构造。脉石矿物主要为石英、绢云母、长石、方解石等, 矿石的主要结构有晶粒结构, 熔蚀侵蚀结构、交代残余、交代假象结构等。矿石构造以浸染状、细脉状、角砾状构造为主。

3.3 成矿阶段

三山岛金矿床热液成矿期可以划分为 4 个阶段: I: 钾化-黄铁矿化阶段: 形成外围钾化带, 黄铁矿呈浸染状出现。II: 金-石英-黄铁矿-毒砂阶段: 形成含金细粒黄铁矿。III: 金-石英-多金属硫化物阶段: 硅化花岗岩中有方铅矿细脉穿插, 是金矿形成的主要阶段。IV: 石英-碳酸盐阶段。

3.4 金矿物种类粒度及形态

三山岛金矿中, 银金矿约占 74%^[7], 金主要以银金矿的形式赋存于金属硫化物之中, 黄铁矿是金的主要载体。粒度微细, 其中细粒金(0.037~0.01 mm)以下粒级含量占 98.36%。金矿物形态以近等轴状为主, 并以角砾状金居多, 其次是麦粒状金、尖角粒状金和浑圆粒状金。

3.5 构造蚀变带特征

三山岛金矿是胶西北矿集区大规模成矿作用的产物。其矿化蚀变带受三山岛-仓上主干断裂带控制, 产状与断裂带一致, 沿断裂呈带状展布。矿脉蚀变为钾化、硅化、黄铁矿化。矿体两侧围岩蚀变分带明显, 由内向外依次为黄铁绢英岩带、绢英岩带、钾化花岗岩带和花岗岩带。矿体主要出现在主裂面下的黄铁绢英岩化碎裂岩带, 其他蚀变较弱的带矿体规模较小。

4 成矿作用分析与找矿预测

对三山岛金矿床成矿作用进行分析, 首先要探讨成矿物质的来源。而对于成矿物质来源的认识主要有两种: 一种认为成矿物质以围岩萃取的方式富集; 另一种认为成矿物质主要来自深源。三山岛金矿矿化蚀变带主要分布在主裂面下 0~35 m 的构造破碎带中, 其围岩蚀变范围较小, 且含金量在地壳平均值上下, 通过对围岩中金元素的萃取, 无法为形成大型、特大型金矿提供充足的成矿物质来源; 况且三山岛金矿矿化蚀变受脆性剪切带控制作用明显, I

号矿体沿倾向具有较大延深。这些特征说明三山岛金矿成矿物质应以深源为主,以围岩萃取为辅。

4.1 成矿作用分析

胶东地区受到郯庐断裂带持续大规模左行平移运动与库拉-太平洋板块向欧亚板块俯冲消减的共同作用,形成了众多 NE, NNE 向的脆韧性甚至韧脆性剪切带。中生代燕山活动以来,胶东地区进入地幔热柱演化阶段,莱阳-莱西地幔亚热柱上涌,遇到岩石圈的阻碍,沿壳幔过渡带向外围拆离流变^[8,9]。当其受到持续活动的陡倾韧脆性剪切带切割时,因剪切带的减压释荷作用而形成深源岩浆,沿韧脆性剪切带向上迁移。胶东地区因地幔物质向上隆升造成岩石圈的拉伸减薄^[10],后期的韧脆性剪切带利用和改造前期的韧性剪切带形成幔枝构造外围的拆离滑脱带。随着幔枝构造的进一步演化,核部岩浆-变质杂岩向上隆升,外围盖层向外拆离滑脱,由于应力场的调整,在拆离带上盘的构造薄弱带易形成与主滑脱面倾向相反的反倾向铲状断层(图 2)。招远-平度韧性剪切带持续切割地壳,沟通了壳-幔边界中拆离流变的地幔物质,为地幔物质上涌提供了通道。大规模中酸性岩浆的侵入导致核部岩浆-变质杂岩体向上抬升,上覆盖层借助早期龙口-莱州断裂带向 NW 拆离滑脱,并在拆离面上盘形成与龙口-莱州断裂带倾向相反的反倾向铲状断层^[11]。龙口-莱州断裂带与三山岛-仓上断裂带都具有多期次活动特点,其中三山岛断裂带早期特征以压扭性为主,强度较高,断层发育有断层泥,岩石破碎;晚期特征以张性为主,早期岩石进一步破碎,沿主裂面形成大量的碎裂岩,为热液提供了有利的构造扩容带。很显然,拆离滑脱带与反倾向断裂都是良好的导岩导矿构造。携带有深源成矿物质的岩浆热液沿核部剪切带向上侵入,在有利的温度、压力控制下向外围拆离带以及反倾向铲状断层等裂隙发育处运移,当断裂持续活动并沟通地表时,深部还原性质的矿源与外界氧化环境(如富氧的地下水等)接触,便发生强烈地氧化还原反应,在构造裂隙中沉淀成矿。

4.2 找矿方向

通过成矿作用分析,认为郭家岭幔枝构造沟通

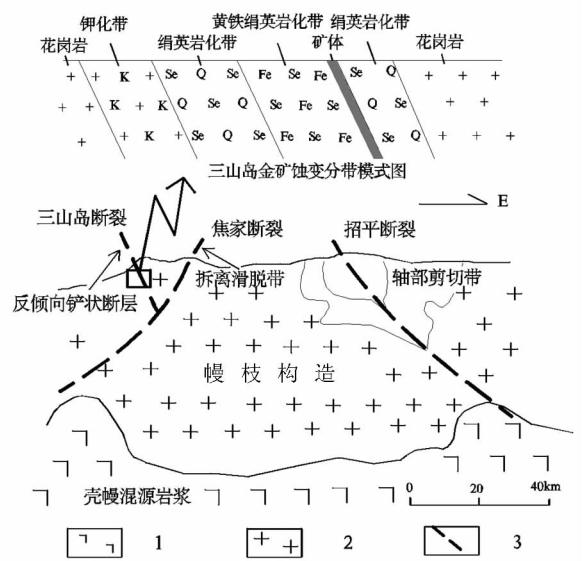


图 2 郭家岭幔枝构造控矿模式图

1—中基性岩浆岩;2—花岗岩;3—剪切带

了深部矿源,为三山岛金矿提供了充足的物质来源,并且在围岩形成拆离滑脱带等构造断裂带,为成矿热液提供了良好的迁移通道和沉淀场所。所以郭家岭幔枝构造是三山岛金矿的主要成矿控矿构造。

(1)根据幔枝构造成矿的特点,幔枝构造核部韧性剪切带沟通了深部矿源,使深部成矿物质沿韧性剪切带向上迁移至地壳,并在外围拆离带和反倾向铲状断层等幔枝构造的有利位置沉淀成矿。因此,可沿焦家断裂带寻找次级拆离滑脱带,沿三山岛断裂带寻找次级反倾向铲状断层等有利的构造成矿带。

(2)因成矿物质来自深源,韧脆性剪切带切割岩浆房,为成矿热液向上迁移提供通道,所以韧脆性剪切带是良好的导岩导矿构造,控制了矿体的规模和产出。三山岛断裂沟通了深部矿源并对矿体有明显控制,据此推测,沿三山岛 I 号矿体向下追索,矿体应该有加厚趋势,金品位也会有所提高。

(3)三山岛金矿、新立金矿、仓上金矿均属于三山岛-仓上断裂带控制的大型、特大型金矿。属于反倾向铲状断裂型金矿。据此推测,在三山岛-仓上断裂带上还应有这一类型的金矿。多组断裂交会处以及断裂走向转换处等构造裂隙发育部位均会形成良好的导矿通道,是下一步的找矿重点。

5 结论

通过对幔枝构造成矿控矿作用的分析表明:郭家岭幔枝构造控制了胶西北幔枝构造成矿集中区含金流体的迁移和金的集聚与成矿,三山岛金矿位于郭家岭幔枝构造外围的反倾向铲状断层之中,是重要的成矿控矿构造,幔枝构造的发展演化为三山岛金矿的形成提供了充足的成矿物质来源与有利的容矿空间。郭家岭幔枝构造是该区重要的成矿控矿构造体系,因此,有必要加强郭家岭幔枝构造的矿田构造解剖,指导矿区深部和外围进一步的地质找矿。

参考文献:

- [1] 杨清泉,李威,陶晓杰.三山岛海地金矿地质特征及矿床成因探讨[J].黄金科学技术,2010,18(3):5-8.
- [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

- 与实践[J].黄金科学技术,2008,16(4):29-32,37.
- [3] 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.
- [4] 姜晓辉,范宏瑞,胡芳芳,等.胶东三山岛金矿中深部成矿流体对比及矿床成因[J].岩石学报,2011,27(5):1327-1340.
- [5] 周国发,吕古贤,申玉科,等.山东三山岛金矿床地质特征及找矿预测[J].黄金科学技术,2011,19(4):1-5.
- [6] 程伟,瞿友兰,田秀林,等.胶西北焦家式和玲珑式金矿的形成机理[J].山东国土资源,2011,27(3):1-12.
- [7] 李铁公.三山岛金矿金银赋存状态特征研究[J].黄金,1985,(1):20-24.
- [8] 牛树银,王宝德,孙爱群.幔枝构造成矿及深部找矿预测[M].北京:地质出版社,2010.
- [9] 牛树银,孙爱群,张建珍,等.胶东西北部金矿集中区深部控矿构造探讨[J].地质学报,2011,85(7):1094-1107.
- [10] 李洪奎,崔传源,耿科,等.胶东金矿成矿构造背景探讨[J].山东国土资源,2012,28(1):5-13.
- [11] 孙爱群,牛树银,张建珍,等.胶西北郭家岭幔枝构造控矿作用分析[J].黄金科学技术,2012,20(1):1-7.

Study on Metallogenic Material Sources and Mineralization of Sanshandao Gold Deposit

WANG Zheng, LI Bin, NIU Shuyin

(Shijiazhuang University of Economics, Hebei Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: Sanshandao gold deposit locates in the Sanshandao - Cangshang Mineralization fault zone in northwest of Guojialing mantle branch structures. Through detailed analysis on mineralization of Sanshandao gold deposit, it is regarded that gold ore - controlling structure is Sanshandao fault. It is a counter-tendency listric fault developed in decoupling detachment belt of Guojialing peripheral mantle branch structure. Mantle - derived ore - forming fluid transferred through the ductile shear zone of mantle branch structure axis, and under favourable temperature and pressure, it will be transferred to Sanshaodao fault of peripheral mantle branch. When ore - forming fluid under the migration and reduction environment met atmospheric precipitation under the downward penetrating oxidizing environment, strong oxidation - reduction reaction can be happened and concentrated into deposit. In this paper, metallogenic regularity of Sanshandao gold deposit has been discussed, mineralization mode has been set up, and ore prospecting direction has been put forward as well.

Key words: Mantle branch structure; ore - controlling fault; mineralization; Sanshandao gold deposit; Jiaodong area