

山东莱州三山岛金矿床的构造 叠加晕模式研究与深部预测

禹 斌¹, 李 惠¹, 李德亮¹, 张连发¹, 刘 青¹, 李 威²,
王善飞², 李思玲², 杨清泉², 郭 彬², 曲伟勋², 赵冬冬³

(1. 中国冶金地质总局 地球物理勘查院, 河北 保定 071051;

2. 山东黄金集团有限公司 三山岛金矿, 山东 莱州 261400;

3. 中国冶金地质总局 山东局三分院, 山东 烟台 264000)

摘 要: 通过对三山岛金矿床地球化学背景、矿床地球化学特征及构造叠加晕特征的研究, 建立了三山岛金矿床的构造叠加晕模式, 确定了深部盲矿预测标志, 并对三山岛金矿深部进行了预测, 提出了4个靶位, 部分靶位验证见矿, 取得了显著的找矿效果。

关键词: 三山岛金矿; 构造叠加晕; 模式

中图分类号: P632; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)03-0260-05

0 引言

胶东地区是我国最大的金矿集中区之一, 三山岛金矿床位于胶东半岛西北部, 地处华北地台南缘胶北地体的胶北隆起中, 西靠NNE向的沂沭断裂带, 南接胶北地体之胶莱拗陷, 北邻龙口断陷盆地和渤海拗陷, 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, 构成了三山岛金矿床的成矿地质背景。

1 矿床地质特征

1.1 三山岛金矿的控矿构造

NNE向的三山岛一仓上断裂带是区内最主要的控矿构造, 次为NW向三元断裂(F_3); 次级断裂NNE-NEE向断裂构造(如 F_2)有一定的控矿作用。

三山岛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3山岛金矿床。断裂带内主断层为 F_1 , 位于断裂带中偏上部, 宽6~40 cm, 由断层泥、糜棱岩及构造角砾岩组成。

1.2 三山岛金矿的矿体特征

三山岛金矿共圈定6个矿体。其中, 1号矿体主要赋存在1号蚀变带的上部、 F_1 断层下盘的绢英岩带中, 呈平行似层状产出; 倾向延深一般800~900 m, 矿体呈似层状, 平均厚度10.83 m, 金平均品位 3.86×10^{-6} , 该矿体金的资源储量占矿床总资源储量的91.6%。2号矿体赋存在1号蚀变带下部的绢英岩化带中, 两矿体亦呈似层状平行产出, 为次要矿体, 占总储量的8.4%。

1.3 三山岛金矿的矿物组合、结构构造、蚀变特点

(1) 矿石的矿物组合。主要金属矿物为黄铁矿, 次要的为闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、磁黄铁矿、褐铁矿、磁铁矿等; 主要非金属矿物为石英、绢云母、残余长石, 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、次为自然金。其中黄铁矿为主要载金矿物, 次为毒砂和石英。

收稿日期: 2009-05-14

作者简介: 禹斌(1965-), 男, 湖南双峰人, 高级工程师, 学士, 1987年毕业于长春地质学院, 从事地球化学勘查、危机矿山深部及其外围构造叠加晕研究及盲矿定位预测。通信地址: 河北省保定市阳光北大街139号, 中国冶金地质总局地球物理勘查院; 邮政编码: 071051; E-mail: yubin008008@126.com

(2) 矿石的结构构造。矿石结构主要为晶粒结构, 次之有交代残余、压碎结构等; 矿石构造主为浸染状构造, 次之有角砾状构造等。

(3) 蚀变特点。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。蚀变带较宽处的围岩蚀变显示对称水平分带, 中间为黄铁绢英岩带, 向两侧(即上、下盘)依次为绢英岩、绢英岩化碎裂岩及绢云母化(硅化)碎裂状二长花岗岩带。金矿体主要产于 F₁ 断裂下盘的黄铁矿化绢英岩带中。

1.4 三山岛金矿的成矿期次

三山岛金矿受构造控制, 构造活动有脉动性, 金矿成矿成晕也具有多期多阶段脉动叠加的特点, 三山岛金矿床成矿作用可划分为 4 个成矿阶段, 不同的成矿阶段出现不同的矿物组合:

I、黄铁矿- 绢英岩阶段; II、金- 石英- 黄铁矿- 毒砂阶段; III 金- 石英- 多金属硫化物阶段; IV、石英- 碳酸盐阶段。其中 II, III 阶段为主成矿阶段, 其同位叠加部位形成富矿体。

2 矿床地球化学特征

2.1 围岩的微量元素特征

在三山岛金矿床围岩中采集了背景样品, 数据列于表 1。从表中可以看出: ①黑云斜长片麻岩已有明显的 Pb 矿化; 除 B 外, 黑云斜长片麻岩中所有的微量元素质量分数均高于花岗岩中各微量元素的质量分数, 其中 As, Ag, Cu, Pb, Ni, V 高出一个数量级; ②三山岛金矿床赋矿围岩以富含 Bi, Au, Pb, W, Ag, As 为特点。

表 1 三山岛金矿床围岩的微量元素组成

Table 1 Micro-element compositon in wall rock of Sanshandao gold deposit

元素	黑云斜长片麻岩(2)		中粒二长花岗斑岩(38)		矿区背景	地壳丰度
	几何均值	浓集克拉克值	几何均值	浓集克拉克值		
Au	0.17	49.40	0.02	6.24	0.02	0.0035
As	44.25	20.11	4.62	2.10	2.62	2.20
Sb	2.71	4.52	0.42	0.70	0.32	0.60
Hg	23.07	0.26	18.89	0.21	18.27	90
B	5.00	0.38	6.22	0.48	5.61	13
Ag	9.41	117.61	0.31	3.86	0.2	0.08
Cu	227.02	3.60	10.33	0.16	8.77	63
Pb	4487.98	374.00	93.00	7.75	58.31	12
Zn	223.86	2.38	39.15	0.42	34.97	94
Bi	3.54	885.30	0.41	102.30	0.39	0.004
Mo	1.13	0.87	0.48	0.37	0.47	1.3
Mn	452.98	0.35	261.13	0.20	235.11	1300
Co	17.79	0.71	2.15	0.09	2.11	25
Ni	88.37	0.99	2.26	0.03	2.16	89
V	121.32	0.87	6.76	0.05	6.24	140
Ti	1641.34	0.26	205.70	0.03	205.12	6400
W	6.22	5.66	3.09	2.81	2.99	1.1
Sn	2.75	1.62	1.21	0.71	1.16	1.7

注: 量的单位: $w_B/10^{-6}$, 其中 $w(Hg)/10^{-9}$; 括号内数字为样品数; 背景值为几何平均值;
地壳丰度据黎彤(1976); 浓集克拉克值= 均值/丰度。

2.2 三山岛金矿床的元素组合及相关关系

(1) 元素组合。对三山岛矿区样品进行统计得出三山岛金矿床矿体元素组合是: Au, As, Sb, Hg, B, Ag, Cu, Pb, Bi, Mo, Mn, Sn; 金矿体特征元素组合是: Au, As, Sb, Hg, Ag, Cu, Pb, Bi。

(2) 相关关系。在 5% 信度下三山岛金矿床矿

体元素相关关系(相关星)见图 1。

2.3 原生晕轴向分带序列

通过对三山岛金矿床上部已知矿体的构造叠加晕研究, 可以确定 As, Sb, Hg, B 是金矿床的前缘晕元素; Au, Ag, Cu, Pb, Zn 为近矿晕元素; Bi, Mo, Mn, Co, Ni, V, Ti, W, Sn 为尾晕元素。应用分带指

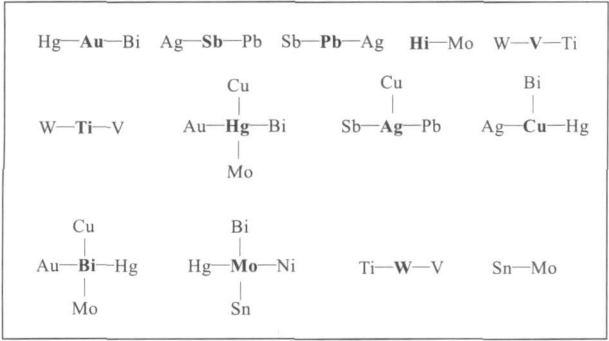


图 1 三山岛金矿床矿体微量元素的相关星
Fig. 1 Relevant star of micro-element in gold ore bodies of Sanshandao gold deposit

数法,参考前人在相关金矿区的研究成果,确定了三山岛金矿体轴向分带序列从上往下为: Hg-Sb-As-B → Cu-Ag-Au-Pb-Zn → Bi-Co-(W)-Mn-Mo-(V)-(Ni)-(Sn)-(Ti)。

计算不同剖面的轴向分带序列,与总体的分带序列对比,如果前缘晕元素 Hg, B 处于矿体的中、下部, Sb 处于矿体的尾部,出现了明显的反分带现象,表明矿体往深部还有盲矿体存在。

3 三山岛金矿床构造叠加晕模式

3.1 三山岛金矿床构造叠加晕的总体特征

综合研究三山岛金矿床各中段、各勘探线上原生晕特点及不同成矿阶段形成矿体原生晕的叠加结构,得出了三山岛金矿床构造叠加晕在三度空间上发育的特点及其分带性:

- (1) 在矿体内及周边形成异常的主要元素有 Au, As, Sb, Hg, B, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Mo, Mn, Co。
- (2) 矿体(晕)中各元素的浓度分带特征: ①Au 具有明显的以矿体为浓集中心的浓度梯度分带,从矿体中心→矿体边部→近矿→远矿, Au 的质量分数逐渐降低; ②Ag 也具有明显的以矿体为中心的浓度梯度分带,与 Au 关系密切,且异常强度、范围小于 Au; ③As, Sb, Hg, B 均表现了强异常趋向于矿体上部和前缘; ④Cu, Pb, Zn 是多金属硫化物阶段特征指示元素, Cu, Pb 的异常范围与 Ag 异常相若, Zn 异常范围相对较小; ⑤Bi, Mo, Mn, Co 在三山岛金矿床矿体及其周围也有较明显异常,在空间上多分布在矿体下部,即强异常中心在矿体下方范围大、且连续。

(3) 构造叠加晕的组分轴向分带: ①As, Sb, Hg, B 为前缘晕指示元素,异常分布在矿体的上部为前缘晕; ②从矿体→近矿→远矿体: Au, Ag, Cu, Pb, Zn 由内带异常→中带异常→外带异常,异常与矿体规模基本一致为近矿晕, Au, Ag, Cu, Pb, Zn 为矿体的近矿晕指示元素; ③Bi, Mo, Mn, Co 为尾晕指示元素,强异常分布于矿体尾部为尾晕。

(4) 三山岛金矿床在成矿过程中的多期多阶段叠加成矿成晕特点: 由于不同期次成矿成晕的叠加有同位、近于同位、前-尾等多种形式的叠加结构,导致了在剖面图上、平面图上及垂直纵投影图上叠加晕的复杂性。

3.2 构造叠加晕模式及预测标志

(1) 三山岛金矿床严格受构造控制,并具有多期多阶段叠加成矿成晕特点,根据三山岛金矿床构造叠加晕特征,建立了三山岛金矿床的构造叠加晕模式(图 2)。①最佳指示元素组合: Au, As, Sb, Hg, B, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Mo, Mn, Co; ②模式展示了上部第一富集带矿体和预测深部第二富集带盲矿体的叠加晕分带特征; ③单一次成矿形成矿体的前缘晕、近矿晕和尾晕: 前缘晕特征指示元素组合是 As, Sb, Hg, B; 近矿晕元素组合是 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, 其强异常出现指示有第 III 成矿阶段叠加,可能形成富矿体; 尾晕特征指示元素组合是 Bi, Mo, Mn, Co; ④模式中每个矿体都有自己的前缘晕、近矿晕和尾晕: 上、下两个串珠状矿体可有 3 种解释: 一是可理解为 II, III 阶段成矿成晕的同位叠加结果,也可解释为先形成上部矿体(晕),后形成下部矿体(晕),还可理解为一次成矿形成上、下两个串珠状矿体(晕); 无论哪一种情况,其上部矿体的尾晕总是与下部盲矿体前缘晕叠加共存; ⑤模式中展示了对主断裂带深部下盘平行矿脉的预测,是根据焦-新断裂带寺庄矿床深部发现 III 号矿体群预测的。

(2) 盲矿预测的标志: ①深部盲矿预测的构造空间标志: 断裂带中黄铁绢英岩化碎裂岩(HJS)宽度向深部没有尖灭趋势、或变宽,但要注意三仓主断裂带深部下盘黄铁绢英岩化花岗岩带宽度,因寺庄金矿 II 号矿体群赋存于该带中; ②盲矿预测的前缘晕标志: 在有 Au 异常的条件下,特征前缘晕指示元素 As, Sb, Hg, B 具有中、内带异常,尾晕元素 Bi, Mo, Mn, Co 不发育,是盲矿前缘晕叠加结果,指示深部有盲矿体存在,若再有 Cu, Pb, Zn 异常出现,则指示有第 II 阶段叠加,盲矿可能较富; 相反,深部无矿; ③盲矿预测的前、尾晕共存标志,在剖面或垂直纵投

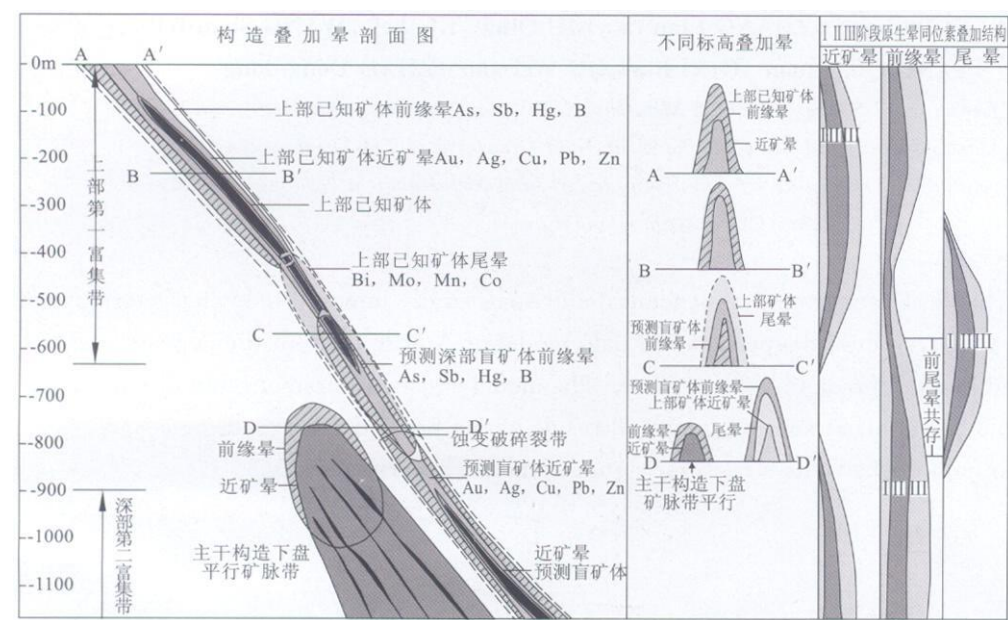


图 2 三山岛金矿床构造叠加晕模式图

Fig. 2 The structural superimposed halo model of Sanshandao gold deposit

影图上,构造叠加晕既有前缘晕指示元素的强异常,又有尾晕指示元素的强异常,即前、尾晕共存,是盲矿前缘晕叠加结果,指示深部有盲矿存在,在矿体中出现前、尾晕共存则指示矿体向深部还有很大延伸;④前缘晕指示元素向深部增强趋势准则,即在剖面上或垂直纵投影图上,若前缘晕指示元素从上部向深部到最深钻孔(或开拓中段)一直为强异常或异常有增强趋势,是盲矿前缘晕叠加结果,指示深部有盲矿存在;⑤反分带准则:计算原生晕轴向分带结果,若出现前缘晕元素 As, Sb, Hg, B 出现在中、下部或尾部,是盲矿前缘晕叠加结果,指示深部有盲矿。

4 深部预测及效果

以三山岛金矿床 30 线剖面为例,①通过计算得出其轴向分带序列为 As-Sb-Pb-Ag-Cu-Au-Ti-Mn-Bi-Mo-Sn-Hg-B-Zn-V-Ni-Co-W;很明显,与矿床的

正常分带序列对比 30 线剖面出现了反分带现象,前缘晕元素 Hg, B 偏向尾部;② 30 线在- 600 m 中段出现 Au 的强带异常,As, Sb, Hg 的内带异常, B 的中带异常;③在 30 线剖面图上,前缘晕元素 B 在- 600 m 中段往深部有增强的趋势;根据三山岛金矿床构造叠加晕模式和深部盲矿预测标志认为深部应有盲矿体存在,后经钻孔验证 ZK32A-1 在- 640 m 标高附近见多条金矿体, ZK30-1 在- 1 020 m 标高附近见 2 条厚大的金矿体, ZK30-2 在- 1 200 m 标高附近见多条金矿体。

根据三山岛金矿床构造叠加晕模式和深部盲矿预测标志,在三山岛金矿深部共提出了 4 个靶位,包含勘探线剖面上的 28 个靶位,预测金金属资源量为 35.2 t;目前预测靶位内已控金金属量为 8 088 kg,取得了显著的找矿效果,同时也表明了三山岛金矿深部具有很好的找矿前景。

参考文献:

[1] 中国冶金地质总局物勘院物探中心. 山东三山岛一新立一仓上金矿床的构造叠加晕研究及成矿预测[R]. 保定: 中国冶金地质总局地球物理勘查院, 2008.

[2] 山东省莱州市三山岛金矿资源储量核实报告[R]. 济南: 山东黄金集团有限公司, 2006.

[3] 山东正元地质资源勘查有限责任公司. 山东省莱州市三山岛矿区深部金矿普查报告[R]. 济南: 山东黄金集团有限公司, 2006.

[4] 李惠, 张国义, 禹斌, 等. 金矿区深部盲矿预测的构造叠加晕模型及找矿效果[M]. 北京: 地质出版社, 2006.

YU Bin¹, LI Hui¹, LI De-liang¹, ZHANG Lian-fa¹, LIU Qing¹, LI Wei², WANG Shan-fei²,
LI Si-ling², YANG Qing-quan², GUO Bin², QU Wei-xun², ZHAO Dong-dong³

(1. Institute of Geophysical Survey of China Metallurgical Geology Bureau, Baoding 071051, Hebei, China; 2. Sanshandao Gold Mine of Shandong Gold Group Co. LTD, Laizhou 261400, Shandong, China; 3. The 3rd Branch of The Shandong China Metallurgical Geology Bureau, Yantai 264000, Shandong, China)

Abstract: Based on geochemical background, geochemical and structurally imposed halo characteristics of Sanshandao gold deposit the structurally superimposed halo model of Au ore body in the deposit is established and criteria for the blind ore prediction determined. The model is used to predict blind ore and 4 targets are put forward. Gold ore is hit at some targets and result of the prediction is good.

Key Words: Sanshandao gold deposit; the structurally superimposed halo; model

欢迎订阅2011年《黄金》杂志

传播信息 传递经验 促进创新 服务行业



- ◎全国中文核心期刊
- ◎中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)
- ◎中国期刊网全文收录期刊
- ◎中国学术期刊(光盘版)入编期刊
- ◎美国化学文摘(CA)收录期刊
- ◎中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
- ◎中国期刊全文数据库收录期刊
- ◎中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
- ◎中文科技期刊数据库来源期刊
- ◎万方数据——数字化期刊群全文收录期刊

《黄金》杂志于1980年创刊,是黄金行业唯一的综合性科技期刊。主要报道黄金及其相关行业在经济管理、黄金市场、工业用金、黄金地质、采矿工程、机电与自动控制、选矿与冶炼、环保与分析等方面的科研成果和综合评述,以及新理论、新技术、新工艺、新设备、生产管理经验等内容,同时还开辟了信息纵横(国内信息、国外信息)、读编往来等栏目。

《黄金》杂志具有权威性,内容翔实,信息量大,实用性强,覆盖面广,现已遍布黄金、冶金、有色金属、黑色金属、地质矿产、化工、机械、核工业、耐磨、金融及金银饰品等行业。

《黄金》广告合理的价格定位,全方位的优质服务,为客户提供了理想的宣传平台。《黄金》广告现已融入到黄金行业及相关行业的专业学术会议中,是厂矿企业联系的桥梁和纽带,是生产、经营、销售的良师益友。通过《黄金》广告宣传,有助于树立企业形象,创出企业名牌,提高企业知名度,促进产品销售,增加企业效益。

《黄金》杂志为月刊,国际标准连续出版物号 ISSN 1001-1277, 中国标准连续出版物号 CN 22-1110/TF, 国际期刊CODEN码 HANGFV, 彩色封面, 64页, 国际开本(A4), 国内外公开发行, 国内邮发代号 12-47。国外发行由中国国际图书贸易总公司代理, 代号 M3331。全国各地邮局和我社发行部均可订阅。国内每册定价15.00元, 全年180.00元。

地址: 吉林省长春市南湖大路6760号 黄金杂志社发行部
电话: 0431-85514586转3068
网址: www.ccgrl.com/gold
联系人: 李跃辉

邮编: 130012
传真: 0431-85521861
电子信箱: ggb3068@126.com

欢迎国内外新老朋友订阅《黄金》杂志、洽谈《黄金》广告业务!