

山东省海阳市土堆-沙旺地区金矿床原生晕分带特征及找矿前景

乔增宝,冯园园,李大兜,张振飞

(山东省第一地质矿产勘查院,山东 济南 250014)

摘要:土堆-沙旺金矿床位于胶莱盆地东北缘,为牟乳成矿带的组成部分。选取464线、480线、532线3个勘探线剖面并采集样品,通过分析样品中Au、Ag、Hg、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、As、Sb元素的含量;进行原生晕找矿,经对比分析,3条线分带序列大致符合我国金矿的原生晕理想分带序列,但也有异常。推测T3-1矿体、T3-2矿体深部具有深部找矿前景,S39矿体深部找矿潜力不大。

关键词:土堆-沙旺金矿;原生晕;找矿分析;山东海阳

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

引文格式:乔增宝,冯园园,李大兜,等.山东省海阳市土堆-沙旺地区金矿床原生晕分带特征及找矿前景[J].山东国土资源,2016,32(12):19-24.QIAO Zengbao, FENG Yuanyuan, LI Dadou, etc. Zoning Characteristics and Prospecting Prospects of Primary halo in Gold Deposits in Tudui-Shawang Area in Haiyang City of Shandong Province [J].Shandong Land and Resources, 2016,32(12):19-24.

0 引言

原生晕方法是利用矿体周围赋存在岩石中的地球化学分散晕进行找矿的一种地球化学方法,是地球化学找矿的最主要方法之一,在隐伏矿床找矿方面更具优势^[1]。原生晕分带是指由于热液矿床周围不同元素的地球化学性质及在运移的过程中赋存形式和运移方式的差异造成流体中的成矿元素和伴生元素的沉淀有先有后,在空间上呈现分带的现象^[2]。构造叠加晕是李惠等^[3]在原生晕分带理论的基础上拓宽研究思路而发展起来的一种盲矿预测方法。

山东省海阳市土堆-沙旺金矿床位于胶莱盆地东北缘,为牟乳成矿带的组成部分^①。随着对已完成的探矿工程分析研究,对该金矿床局部地段的矿化情况、矿体分布规律有了深入的了解,但对有的地段矿化情况由于无探矿工程揭露,其控制研究程度较低。故利用现有的探矿工程,选出矿化情况较好的3个勘探线剖面(464线、480线和532线)并采集

样品,通过分析样品中Au、Ag、Hg、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、As、Sb元素的含量;进行原生晕找矿分析,进而了解矿床各矿体展布规律,为下一步的深部探矿提供依据。

1 矿床地质特征

山东省海阳市土堆-沙旺金矿床横跨胶莱盆地西部与胶北隆起。出露地层以荆山群为主,另有少量的莱阳群地层。荆山群地层岩性主要为大理岩、黑云变粒岩,是该矿床的主要赋矿围岩。

区内断裂构造十分发育,以NE向构造为主,其派生的并与其平行的次级断裂广布全区。该区的矿体分布严格受NNE向与NEE向构造控制。

岩浆岩广泛分布,以新元古代“牧牛山”岩体中细粒二长花岗岩为主要岩石类型,侵入荆山群地层中。岩体内含有变粒岩、大理岩等地层包体。岩体普遍遭受糜棱岩化,局部钾化。二长花岗岩是该矿床的重要赋矿围岩之一。另外,区内中生代辉绿玢

收稿日期:2016-04-27;修订日期:2016-10-09;编辑:王敏

基金项目:山东省地质矿产勘查开发局,山东海阳市土堆-沙旺金矿床控矿因素及找矿潜力评价(编号:KY201201)

作者简介:乔增宝(1976-),男,山东郯城人,高级工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:qiaozengbao@163.com

①山东省第一地质矿产勘查院,山东省海阳市土堆、沙旺矿区深部及外围金矿补充详查报告,2013年。

岩、闪长玢岩、煌斑岩、花岗斑岩、花岗闪长岩、正长岩等脉岩也十分发育,穿插于荆山群地层及“牧牛山”岩体中。

区内矿体多呈脉状,局部有透镜状、扁豆状和不规则状,有明显的分支复合、尖灭再现、膨大狭缩的特点,产状平缓,一般在 15°~25°之间。是缓倾斜薄而局部富的矿体,矿化顺着成矿构造连续发育,但有无矿段存在。成矿构造连续发育,纵向延深比水平延长范围略大,含矿断裂面有舒缓波状特征。目前 T3-2 号矿体是该区规模较大的矿体。

T3-2 号矿体呈似层状,主要产于野头组大理岩中,位于 463~504 线之间,矿体走向 NNE25°左右,整体倾向 295°,倾角 5°~30°。已控制走向长度 530 m,厚度 1.02~5.50 m,平均 2.86 m,矿体品位为(1.00~6.70)×10⁻⁶,平均 3.38×10⁻⁶。矿石类型主要以块状硫化物为主,兼有细脉状、网脉状、团块状及浸染状矿石。矿石矿物组成简单,以黄铁矿和磁黄铁矿为主,少量黄铜矿、白铁矿、自然金等。

2 原生晕特征

2.1 464 勘探线特征

464 勘探线位于土堆矿区,该剖面共布置 T II ZK46401, T II ZK46402, T II ZK46406, T II ZK46407 及 ZK46406 五个钻孔^[4];控制 T3-1, T3-2, T3-3, T3-4, T3-8 及 46-7 六条矿体;其中 T3-2 矿体是土堆矿区的主矿体之一(图 1)。从 464 勘探线采样共计 36 件,其样品测试元素的含量统计特征值见(表 1)。

表 1 研究区 464 勘探线剖面测试元素含量统计特征值

元素	个数	极差	最小值	最大值	平均值	标准差	方差	峰度
Au	36	40.606	0.004	40.61	2.415	7.547	56.953	20.109
Ag	36	17.25	0.1	17.35	1.632	3.416	11.667	12.856
Pb	36	1001.70	8.3	1010.00	81.186	166.996	27887.66	29.284
Cu	36	0.589	0.001	0.59	0.042	0.11	0.012	18.424
Zn	36	784.7	34.3	819	111.439	131.704	17346.05	25.086
Ni	36	102.2	0.8	103	29.803	26.247	688.897	0.701
Co	36	57.6	2.9	60.5	25.556	17.166	294.657	-0.644
As	36	66.4	1.6	68	11.369	15.311	234.42	7.82
Sb	36	1.87	0.12	1.99	0.447	0.38	0.144	8.582
Hg	36	53	5	58	16.861	14.126	199.552	2.455

注: Hg: 10⁻⁹, Cu: 10⁻², 其他: 10⁻⁶

对 464 线测试元素进行数据分析并制成断面等值线图(图 2)。可以看出, Au 在深部的浓集中心就是 T3-2 矿体的位置,断面图中异常显示较多,但仍未闭合,说明 T3-2 矿体向下可能仍有延伸。Ag

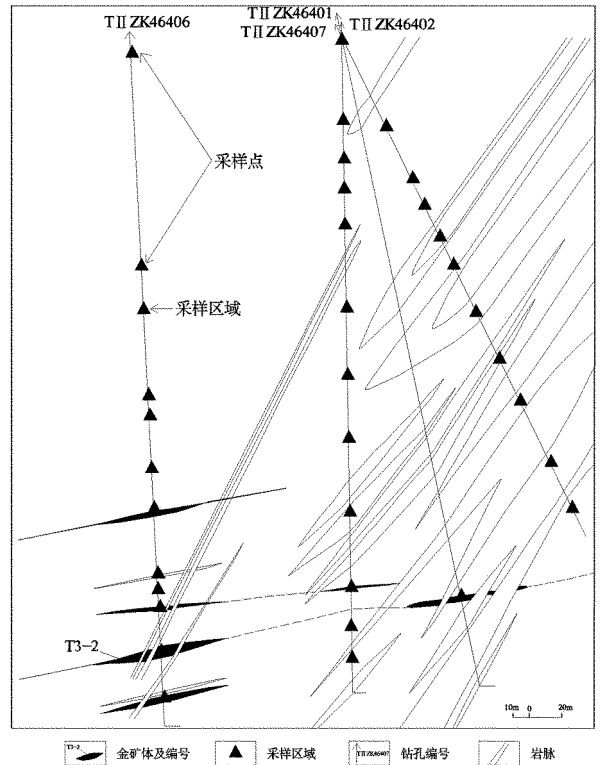


图 1 464 勘探线剖面图及采样区域

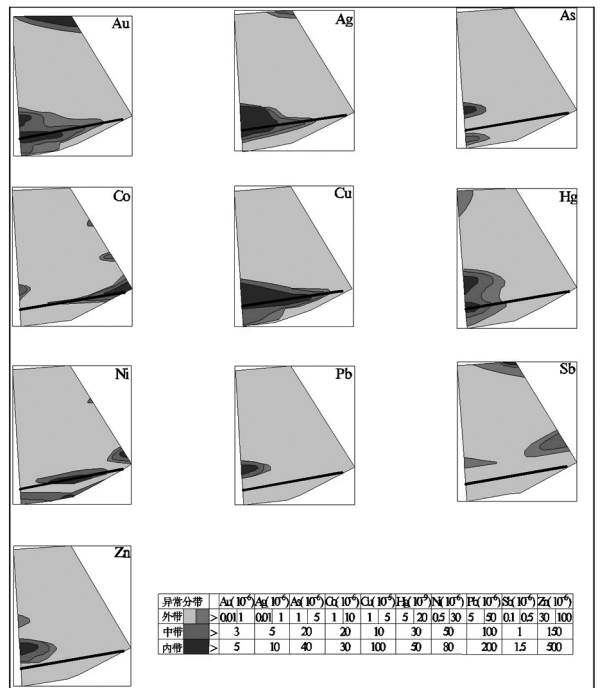


图 2 464 勘探线剖面断面等值线图

(图中线条代表 T3-2 矿带的大致位置)

与 Au 的异常比较相似,都是在 T3-2 矿体处富集,但是 Ag 的异常要比 Au 的异常范围大,说明 Ag 的浓集中心比 Au 更靠下。断面图中 As 有 2 个浓集

中心,但是 2 个异常的显示范围都较小,根据异常的形状推测,As 的浓集中心可能在 Au 与 Ag 的浓集中心之间,更靠近 Au 一些。Co 有 2 个浓集中心,分别在断面中控制的 T3-2 矿体的上部 and 下部,矿体下部的异常显示范围比 As 异常和 Au 异常显示的范围小,根据其异常的形态推测,其浓集中心可能还在 Ag 异常浓集中心的下边。Cu 的异常与 Ag 的异常比较相似,但是范围比 Ag 异常的范围更大,推测 Cu 的浓集中心在 Au 浓集中心之上。Hg 的异常形态也与 Au 异常相似,根据其异常范围推测 Hg 的浓集中心在 Ag 与 As 之间。断面图中 Ni 有 2 个浓集中心,但都在 T3-2 矿体的上部,其靠上的浓集中心在 Co 上部浓集中心之上。根据 Pb 异常的形态推测 Pb 的浓集中心在 As 和 Hg 的浓集中心之间。断面中 Sb 也有 2 个浓集中心,分别在断面中控制的 T3-2 矿体的上部 and 下部,根据异常的形态推测,Sb 的 2 个浓集中心都在 Cu 与 Co 的浓集中心之间。根据 Zn 的异常形态推测其浓集中心在 Pb 和 Hg 的浓集中心之间。这样就得出 464 勘探线剖面的元素分带序列从前缘晕到尾晕为: Ni - Co - Sb - Cu - Au - AS - Pb - Zn - Hg - Ag - Co。

2.2 480 勘探线特征

480 勘探线位于土堆矿区,该剖面共布置 10 个钻孔,其中 ZK48008, Zk48010, T II ZK48002, II ZK48004 及 II ZK48005 五个钻孔见矿;控制 T3-12, T3-21, T3-1, T3-2 及 T3-6 五条矿体(图 3)。其中 T3-2 矿体是土堆矿区的主矿体之一,但是由于 464 勘探线剖面采样主要研究 T3-2 矿体,所以 480 勘探线采样主要针对规模仅次于 T3-2 的 T3-1 矿体。T3-1 矿体位于土堆矿区深部,在 T3-2 矿体的上盘,走向 NNE,倾向 NWW,倾角约 10° ,从 464 线延伸到 484 线,走向控制长度 100 余米,见矿标高 -210 ~ -258 m,品位 $(2.22 \sim 4.90) \times 10^{-6}$,平均品位 3.41×10^{-6} 。从 480 勘探线采样共计 25 件,其样品测试元素的含量统计特征值见表 2。

对 480 线测试进行元素数据分析并制成断面等值线图(图 4)。可以看出,Au,Ag,Cu 3 种元素的异常位置及形状等都非常的相似;都是在矿区深部 T3-1 矿体的位置出现了高强度的异常,通过对比分析 3 种元素的异常范围、形态,可以得出他们的浓集中心的相对位置情况从上到下应该为: Cu - Au - Ag。Co 只在断面图中 T3-1 矿体的下部有一个小

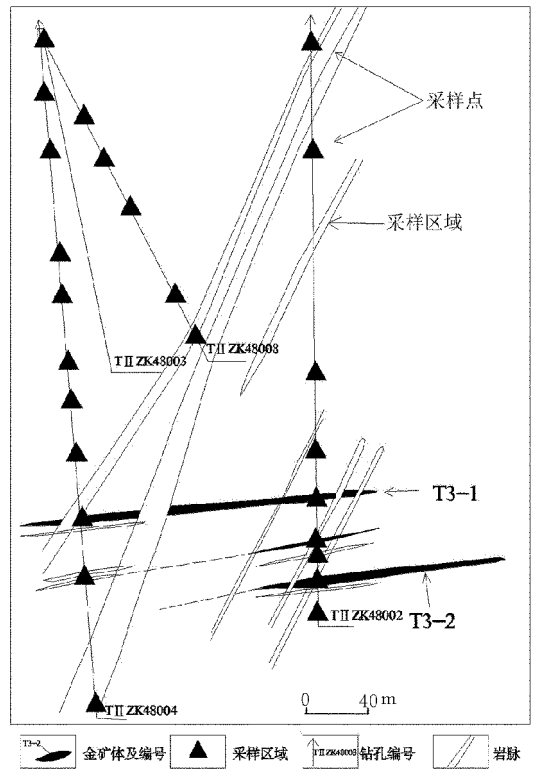


图 3 480 勘探线剖面图及采样区域

表 2 研究区 480 勘探线剖面测试元素含量统计特征值

元素	个数	极差	最小值	最大值	平均值	标准差	方差	峰度
Au	25	15.609	0.001	15.61	1.7506	3.770598	14.217	7.619
Ag	25	13.46	0.1	13.55	1.5993	3.81053	14.52	6.411
Pb	25	141.6	11.2	152.8	44.703	34.8213	1212.53	4.514
Cu	25	0.433	0.001	0.434	0.04182	0.098155	0.01	11.008
Zn	25	383.3	43	426.3	118.033	93.9784	8831.93	5.954
Ni	25	115.4	0.3	115.6	31.69	28.7534	826.758	2.034
Co	25	50.3	2.7	52.9	24.734	12.4652	155.381	0.466
As	25	125.1	0.9	126	15.532	27.5623	759.679	11.217
Sb	25	0.5	0.14	0.65	0.3096	0.14454	0.021	0.519
Hg	25	48	7	55	17.72	14.076	198.127	1.164

注: Hg: 10^{-9} , Cu: 10^{-2} , 其他: 10^{-6}

范围的异常,根据异常的形状推测,Co 的浓集中心应该比较靠下。As 的异常也显示在 T3-1 矿体的位置,根据其异常的范围及形态推测,As 的浓集中心在 Cu 的浓集中心的上边。Hg 在断面图中的异常范围较大,根据其异常的范围及形态推测,Hg 的浓集中心在 As 的浓集中心的上边。Ni 在 T3-1 及 T3-2 矿体的位置都有小范围的异常,根据其异常范围及形态推测,Ni 在 T3-1 矿体附近的浓集中心应该在 Co 的浓集中心的上边。由于在 T3-2 矿体位置出现异常的只有 Ni 和 Sb 两种元素,所能反映的信息量有限,不具备比较意义,故在此不做论述。Pb 在 T3-1 矿体的位置也有浓集,根据其异常的范围及形态推测,Pb 的浓集中心应该在 Co 与 Ni 的浓

集中心之间。Sb 在 T3-1 及 T3-2 矿体的位置都有异常,根据其异常的范围及形态推测,Sb 在 T3-1 矿体附近的浓集中心在 As 与 Cu 的浓集中心之间。根据 Zn 在断面图中的异常范围及形态推测,Zn 的浓集中心在 Ni 的浓集中心的下边。这样,就得到了 480 勘探线剖面的元素分带序列从前缘晕到尾晕为:Hg - As - Sb - Cu - Au - Ag - Co - Pb - Ni - Zn。

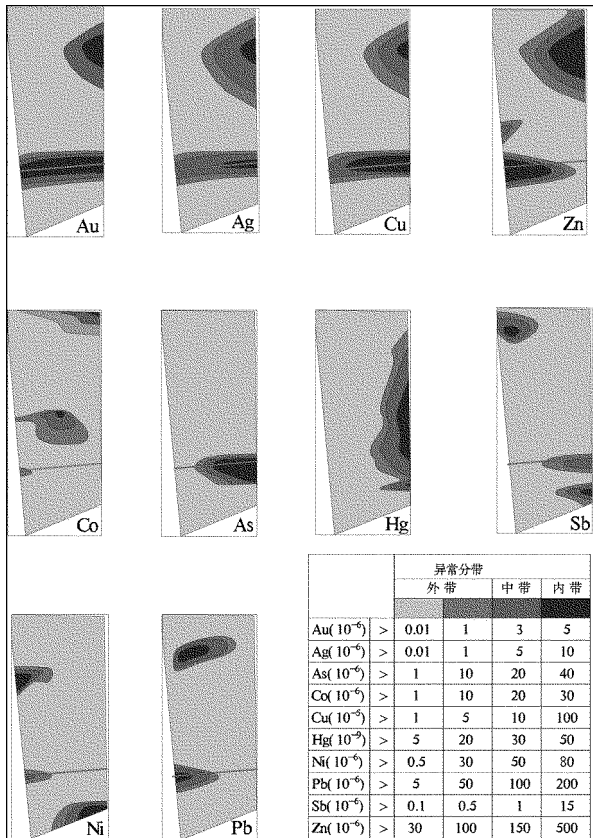


图 4 480 勘探线剖面断面等值线图
(图中线条代表 T3-1 矿体的大致位置)

2.3 532 勘探线特征

532 勘探线剖面属于沙旺矿区南西矿段,该剖面长 2 600 余米,可分为 2 个部分,一部分靠近土堆矿区,一部分靠近沙旺矿区,该文主要研究 532 勘探线靠近土堆矿区的部分。该部分共布置 7 个钻孔,控制 T4-1, T4-2, T4-6, T4-12, S13, S15, S39 和 S52 八条矿体。其中 S39 号矿体见矿标高为 -491.02m,厚度 8.31 m,平均品位 2.61×10^{-6} 。532 勘探线主要是从 ZK5323, ZK5324 和 ZK5326 中采样,共计 40 件(图 5),其样品测试元素的含量统计特征值见表 3。

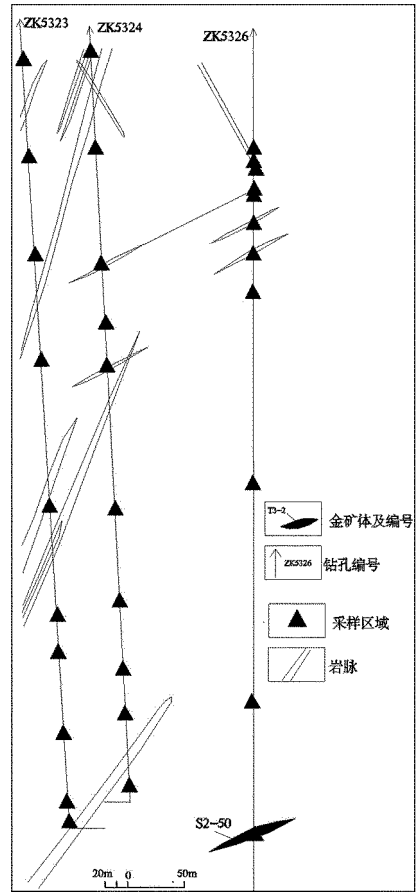


图 5 532 勘探线剖面图及采样区域

表 3 研究区 532 勘探线剖面测试元素含量统计特征值

元素	个数	极差	最小值	最大值	平均值	标准差	方差	峰度
Au	40	33.248	0.002	33.25	2.406	5.509	30.347	26.228
Ag	40	12.358	0.102	12.46	0.725	2.019	4.075	31.187
Pb	40	701.213	8.787	710	76.043	134.622	18123.161	15.803
Cu	40	0.302	0.001	0.303	0.021	0.051	0.003	24.857
Zn	40	276.562	17.031	293.593	72.221	55.85	3119.196	5.921
Ni	40	62.787	0.69	63.477	19.498	19.141	366.387	-0.197
Co	40	56.621	2.884	59.505	18.512	13.64	186.055	1.185
As	40	402.5	2.5	405	31.703	67.245	4521.888	25.452
Sb	40	6.408	0.072	6.48	0.575	1.008	1.015	32.08
Hg	40	96	3	99	20.975	21.243	451.256	4.862

注: Hg: 10^{-9} , Cu: 10^{-2} , 其他: 10^{-6}

对 532 线测试元素进行数据分析并制成断面等值线图(图 6)。从图 5 和图 6 中可以看出, S39 和 S52 矿体相距较近,而且见矿孔都是 ZK5326,由于钻孔 ZK5323 和 ZK5324 终孔深度分别为 -503.37 m 和 -465.3 m,而 S39 和 S52 矿体的见矿深度均在 -490 m 以下,因此, ZK5323 和 ZK5324 在 S39 和 S52 矿体沿倾向向下的方向上均未能控制矿体,导致断面图中 Au 的异常形态不规则,该文认为对断面图中 Au 和 Ag 的异常的形态进行修正后,应该如图 7 所示(由于 S39 和 S52 矿体相距较近,该文认为

这 2 个矿体可能形成总体的原生晕)。

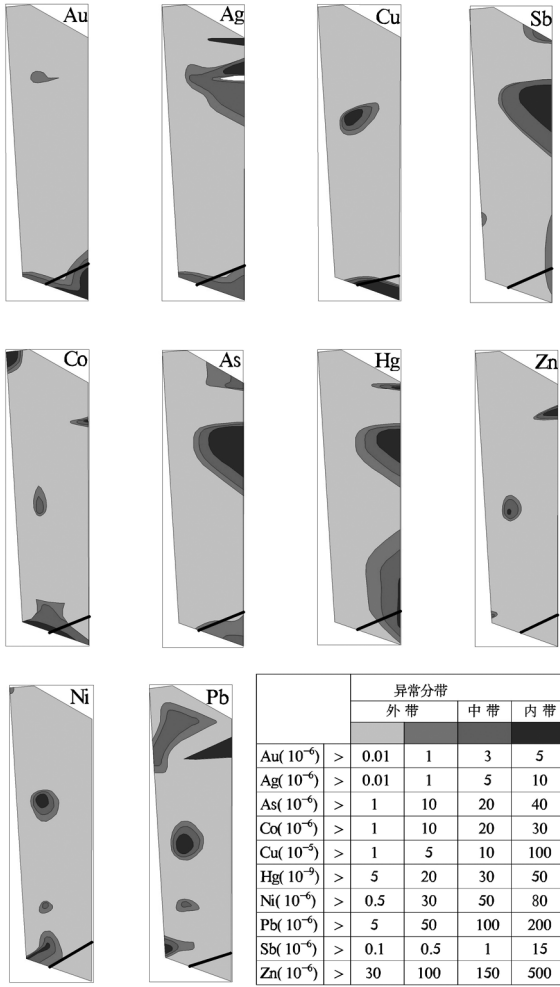
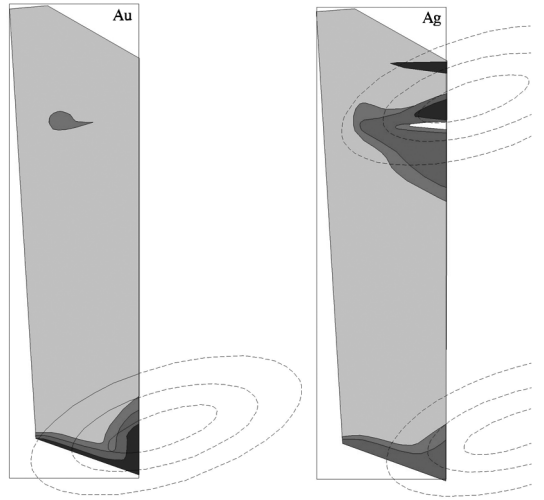


图 6 532 勘探线剖面断面等值线图

(图中线条代表 S39 和 S52 矿带的大致位置)

从图 6 和图 7 中可以看出, Au 与 Ag 的异常形态比较相似, 从异常的形态及范围分析, Au 的浓集中心在 Ag 的浓集中心的下边。Cu 的异常范围较小, 从其异常的形态推测, Cu 的浓集中心在 Au 的浓集中心的下边。Co 的异常形态与 Cu 的异常类似, 但是 Co 的浓集中心靠下, 在断面图中接近 S39 和 S52 矿体的下端。As 的异常范围较小, 只显示出了中带和外带, 根据异常的形态推测, As 的浓集中心在 Ag 的浓集中心的上边。Hg 的异常范围较大, 根据其形态推测, Hg 的浓集中心在 As 的浓集中心的上边。Ni 的异常范围也较小, 根据其异常形态推测, Ni 的浓集中心在 Co 和 Cu 的浓集中心之间。Pb 的异常范围较小, 根据其形态推测 Pb 的浓集中心在 Co 和 Ni 的浓集中心之间。根据断面图中 Sb 异常的范围和形态推测, Sb 的浓集中心应该在 Hg

的浓集中心的上边。Zn 在断面图中的异常范围很小, 根据其形态推测, Zn 的浓集中心在 Pb 和 Ni 的浓集中心之间。综上所述, 532 勘探线的原生晕分带序列从前缘晕到尾晕为: Sb - Hg - As - Ag - Au - Cu - Ni - Zn - Pb - Co。



	异常分带			
	外带	中带	内带	
Au(10 ⁻⁶) >	0.01	1	3	5
Ag(10 ⁻⁶) >	0.01	1	5	10

图 7 532 勘探线 Au 和 Ag 异常修正图

3 构造叠加晕特征

李惠等提出构造叠加晕的特点主要有以下几个方面^[4-11]:

(1) 单个阶段形成的矿体有独立的前缘晕、尾晕以及正常的原生晕分带序列。李惠等研究并统计了我国 60 余个典型金矿床的原生晕轴向分带序列, 提出我国金矿床原生晕的理想分带序列: B - As - Hg - F - Sb - Ba(矿体前缘及上部) → Pb - Ag - Au - Zn - Cu(矿体中部) → W - Bi - Mo - Mn - Ni - Cd - Co - Ti(矿体下部及尾晕)。

(2) 同阶段在同一构造内形成的串珠状的金矿体, 每个矿体都有自己的前缘晕和尾晕, 而所有串珠状矿体形成的总矿体又有总体的前缘晕和尾晕。单个矿体的前缘晕及尾晕规模要比总体的前缘晕及尾晕规模小, 当 2 个串珠状矿体相距较近时, 上部矿体的尾晕常常和下部矿体的前缘晕叠加。

(3) 有后期成矿热液叠加时, 先形成的金矿体的成矿元素及伴生元素会受到影响而发生迁移, 对矿

体的原生晕分带结构会有一些影响,但是不会破坏其分带特点。

4 结语

对比理想分带序列,3 条线分带序列大致符合我国金矿的原生晕理想分带序列,但也有异常。

464 线 Ni,Co 2 种元素作为尾晕元素都出现在 T3-2 矿体原生晕的上部;可能是受在 T3-2 矿体顶部的次级矿体影响的结果;As,Hg 2 种元素作为前缘晕元素却出现在 T3-2 矿体原生晕的中下部;说明 T3-2 矿体向下仍有很大延伸或者有盲矿体的存在。

480 线 Ni 与 Co 2 种典型的尾晕元素却与 Pb,Zn 等近矿晕元素出现在一起;可能是受 T3-1 矿体下盘的 T3-2 矿体的尾晕影响,使得断面中 Ni 与 Co 的浓集中心向上迁移。从断面图中 Au 的异常形态可以看出,Au 的异常向上、向下都还没有封闭,说明 T3-1 矿体向上、向下可能都还有一定的延伸。

532 线元素只有 Ni 的浓集中心较靠上,在 Zn 和 Pb 的浓集中心的上边,可能是在 Ni 的浓集中心处有一条闪长玢岩脉侵位的原因。谭俊等研究了区内脉岩的元素组成,得出区内二长斑岩、煌斑岩及闪长玢岩具有高 Cr 和 Ni 的特征,所以该文认为 Ni 的异常浓集可能是因为采样点离脉岩较近,脉岩侵位

导致 Ni 的含量升高的缘故。综上所述,S39 矿体向下已接近矿体尾部,深部找矿潜力不大。

参考文献:

- [1] 刘崇民.金属矿床原生晕研究进展[J].地质学报,2006,80(10):1529-1538.
- [2] 李惠,张国义,禹斌.金矿区深部盲矿预测的构造叠加晕模型及其找矿效果[M].北京:地质出版社,2006:13-15.
- [3] 李惠,张文华,刘宝林,等.中国主要类型金矿的原生晕轴向分带序列研究及其应用准则[J].地质与勘探,1999,35(1):32-35.
- [4] 李惠,张文华,常凤池.大型、特大型金矿盲矿预测的原生叠加晕理想模型[J].地质找矿论丛,1999,14(3):25-33.
- [5] 李惠,禹斌,李德亮,等.构造叠加晕法预测盲矿的关键技术[J].物探与化探,2014,38(2):189-193.
- [6] 李惠,禹斌,李德亮.构造叠加晕找盲矿新方法及其找矿效果[M].北京:地质出版社,2011:22-30.
- [7] 李惠,禹斌,李德亮,等.构造叠加晕找盲矿方法及研究方法[J].地质与勘探,2013,49(1):154-161.
- [8] 李惠,禹斌,李德亮,等.胶东石英脉—蚀变型金矿床深部盲矿预测的构造叠加晕模型[J].黄金科学技术,2012,20(4):1-6.
- [9] 谭俊,魏俊浩,郭玲利,等.胶东郭城地区脉岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年及斑晶 EPMA 研究:对岩石圈演化的启示[J].中国科学(D 辑),2009,38(8):913-929.
- [10] 苏旭亮.山东平度旧店金矿田帚状构造成因及控矿特征分析[J].地质学刊,2014,38(2):227-231.
- [11] 王巧云,刘汉栋,陈建平,等.山东焦家金成矿带三维地质建模及成矿预测[J].地质学刊,2014,38(3):412-420.

Zoning Characteristics and Prospecting Prospects of Primary halo in Gold Deposits in Tudui—Shawang Area in Haiyang City of Shandong Province

QIAO Zengbao, FENG Yuanyuan, LI Dadou, ZHANG Zhenfei

(No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: - Tudui—Shawang gold deposit is located in northeastern margin of Jiaolai basin. It is a part of Mouru ore-forming belt. Selecting exploration profiles of No.464 line, No.480 line and No.532 line and collecting samples, through analysis on the contents of Au, Ag, Hg, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As and Sb, primary halo prospecting has been carried out. Through comparison and analysis, zoning sequences of three lines are roughly confirm with zoning sequences of primary halo in China. It is conducted that there are prospecting prospects in deep part of T3-1 ore body and T3-2 ore body, while there is little potential in the deep part of S39 ore body.

Key words: Tudui—Shawang gold deposit; primary halo; prospecting analysis; Haiyang in Shandong province