

坦桑尼亚汉德尼金矿床地质特征与找矿方向分析

刘 军¹, 朱谷昌²

(1. 昆明理工大学, 云南昆明 650093; 2. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012)

[摘 要] 汉德尼 (Handeni) 金矿是近来在坦桑尼亚绿岩带中发现的大型金矿床。该金矿床产在坦桑尼亚元古宙绿岩带中, 矿体位于元古代斜长角闪岩 (原岩为基性火山岩) 的断裂带中, 矿体多呈脉状、似层状, 局部网脉状和浸染状, 其容矿围岩为石榴石英岩, 矿化主要发育黄铁矿化、黄铜矿化、磁黄铁矿化和毒砂化等, 金矿物主要为自然金和金银矿, 一般颗粒较粗大。研究发现该矿为构造控矿, 矿体沿韧性剪切带从北到南呈“S”型分布, 且矿体在韧性剪切带的转折端处富集。今后的找矿重点应在 Au、Cu、As、Zn 等多元素组合高异常部位以及韧性剪切带的转折部位。

[关键词] 绿岩带 金矿 矿床特征 找矿预测 汉德尼金 坦桑尼亚

[中图分类号] P62 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2012)01-0177-8

Liu Jun, Zhu Gu-chang. Geological characteristics of the Handeni gold deposit in Tanzania and its ore-search direction [J]. *Geology and Exploration*, 2012, 48(1): 0177-0184.

0 引言

前寒武纪是世界金矿的主要成矿期, 约占世界总储量的 60% (沈保丰, 1987)。前寒武绿岩带是世界主要的含金岩系, 有的把绿岩带称为金矿带。绿岩带是一种绿色的古老变质岩火山-沉积岩系, 多见于古老的褶皱变质基底地块分布区, 以太古代为主, 元古代次之。世界上很多大型超大型金矿很多为绿岩带型金矿, 如南非巴伯顿金矿、加拿大阿比提比金矿、西澳耶尔岗金矿、印度达瓦尔金矿等。坦桑尼亚汉德尼金矿产于坦桑尼亚绿岩带中, 属于典型的绿岩带型金矿。绿岩带型金矿床特征自 20 世纪 60 年代就开始了研究 (C. R. Anhaeusser, 1960; 朱奉三, 1981; G. N. Phillips 等, 1984; 王魁元, 1987; Д. В. Рундквист, 1991; 毛德宝, 1992; 涂荫玖, 1993; 高坪仙, 1994; 沈保丰等, 1996; 沈保丰, 1999), 构造在绿岩带型金矿成矿过程中作用的研究也于上个世纪 80 年代开始 (Hubert, 1984; Harris, 1987; Mueller, 1987; Sibson 等, 1988; White, 1988; Veacombe, 1989; Eisenlohr 等, 1989; Hubert, 1990; Stott, 1990; Kerrich 等, 1988, 1992; Robert, 1991)。

汉德尼 (Handeni) 绿岩带金矿区位于坦桑尼亚

汉德尼城以南直线距离 21 km 处, 距首都达累斯萨拉姆北西 207 km。有色金属矿产地质调查中心的技术人员于 2009 年 5 月在国外矿产资源风险勘查项目中, 通过化探、填图、钻探、钻探编录等工作勘查到该金矿床。该矿床位于坦桑尼亚汉德尼元古宙绿岩带中, 矿体矿体呈脉状、似层状, 局部网脉状和浸染状分布于斜长角闪岩层的断裂带中, 厚 50m 左右。文章在前人勘查工作与笔者考察研究的基础上, 全面论述了该矿床的地质特征、化探异常特征、成矿控制因素, 为之后进一步找矿提供了方向。

1 区域地质背景

矿区在大地构造上位于坦桑尼亚克拉通西侧的元古宙褶皱带中, 经历了自元古宙到新生代的多旋回、多期次的构造运动, 形成了既发育有褶皱, 又有韧性剪切带和脆性断裂的复杂的构造格局。区域上存在两条 NW 向深大断裂, 即 Morogoro-Bulyanhulu 断裂和 NW 向 Kilindi-Geita 断裂, 两者相距 280 km, 平行展布, 横穿坦桑尼亚全境。在两断裂之间构成一个重要的金成矿带, 著名的 Geita、Bulyanhulu 和 Golden Pride 等大型-超大型金矿就位于这个 NW 向的构造带上, 勘查区位于该带的东南端 (如图 1)。

[收稿日期] 2011-03-23; [修订日期] 2011-08-06; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 国外矿产资源风险勘查专项资金 (编号: 10254B004) 资助。

[第一作者] 刘 军 (1986 年—), 男, 昆明理工大学在读研究生, 构造地质学专业。E-mail: lj6330683@163.com。

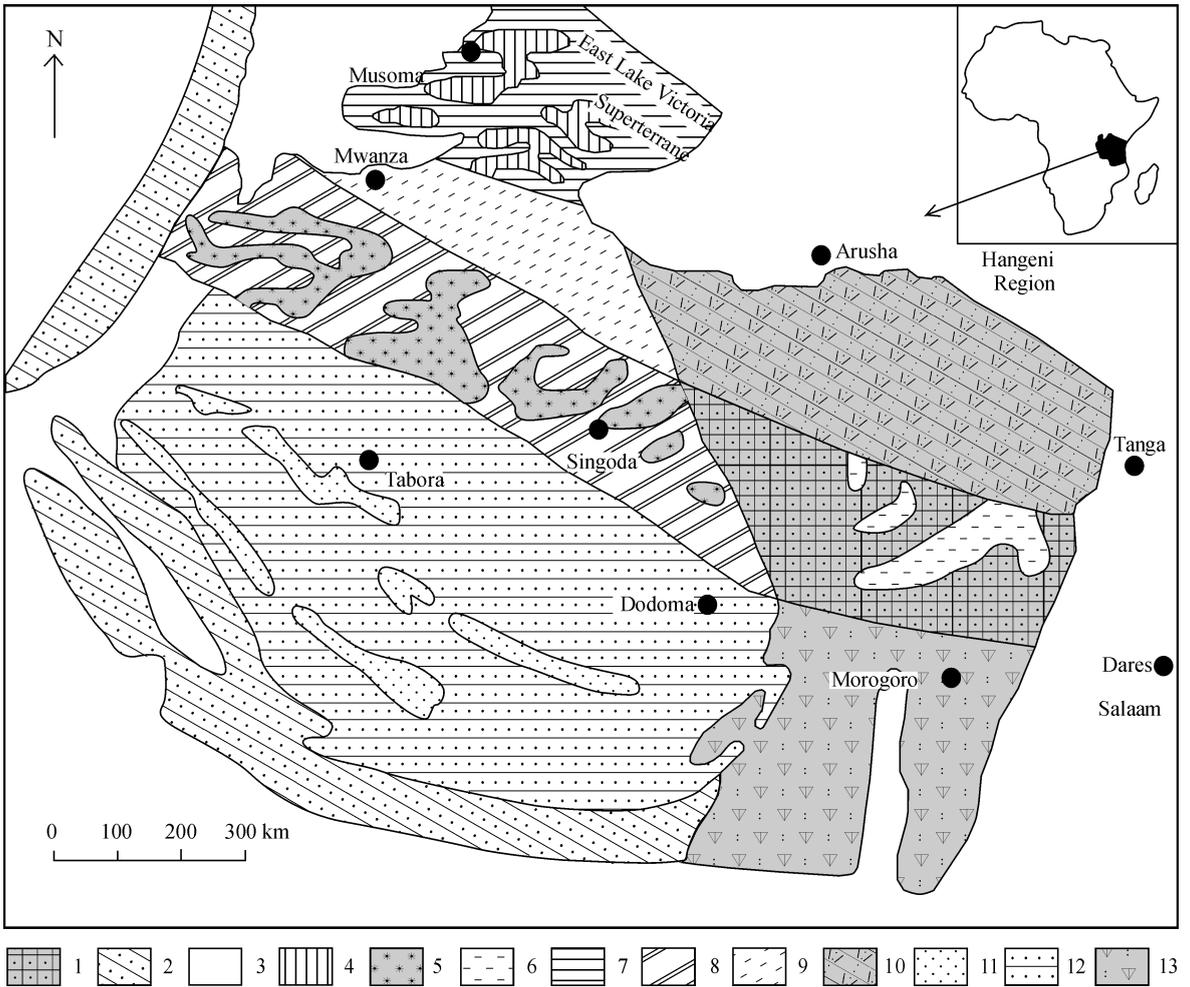


图 1 坦桑尼亚汉德尼金矿区区域地质简图

Fig. 1 Regional geological map of the Handeni gold ore district, Tanzania

1-后寒武纪盖层;2-元古代褶皱带;3-与再造太古界在一起的元古代褶皱造山带;4-北部绿岩;5-南部绿岩;6-再造绿片岩;
7-花岗岩;8-再造花岗岩;9-火成岩弧;10-再造弧;11-老绿片岩;12-老片麻岩;13-再造片麻岩

1-after the cambrian cover;2-proterozoic fold belts;3-together with the re-archean proterozoic fold orogenic belt;4-northern greenstone;5-southern greenstone;6-re-greenschist;7-granite;8-recycled granite;9-igneous arc;10-recycled arc;11-old green schist;12-old gneiss;13-re-gneiss

区域地层主要为元古宙 Usangaran 超群。其下部主要由辉石岩、角闪岩、斜长角闪岩组成;上部由花岗质片麻岩、斜长角闪岩、角闪质片麻岩、蓝晶石片麻岩、黑云母片麻岩和少量石英岩,夹大理岩薄层或透镜体和少量金矿化石榴石硅质蚀变岩构成。该超群经历了角闪岩相变质作用,原岩为基性火山岩或火山碎屑岩、泥质沉积岩,夹少量碳酸盐和石英砂岩薄层。在矿区东部主要为斜长角闪岩,西部为花岗质片麻岩。该超群经历了角闪岩相变质作用,汉德尼地区金矿主要即赋存在该群中。

2 矿床地质特征

2.1 地层

矿区地层全部为元古宙 Usangaran 超群,Usangaran 超群下部主要由辉石岩、角闪岩、斜长角闪岩组成;上部由花岗质片麻岩、斜长角闪岩、角闪质片麻岩、蓝晶石片麻岩、黑云母片麻岩和少量石英岩,夹大理岩薄层或透镜体和少量金矿化石榴石硅质蚀变岩构成。

在矿区东部主要为斜长角闪岩,西部为花岗质片麻岩。Usangaran 超群经历了角闪岩相变质作用,

汉德尼地区金矿主要赋存在该群中。

2.2 构造

矿区位于坦桑尼亚克拉通西侧的元古宙褶皱带中,经历了自元古宙到新生代的多旋回、多期次的构造运动,形成了既发育有褶皱,又有韧性剪切带和脆性断裂的非常复杂的构造格局。

2.2.1 褶皱

Magambazi 向斜发育在 Magambazi 一带,该向斜向北西进入 Kilindi 探矿权区,其延长有待今后进一步调查,东南端延出勘查区,区内出露长 0.9 km,宽约 0.6 km。向斜发育在元古宙 Usangaran 超群内,核部由角闪岩、斜长角闪岩和少量金矿化石榴石硅质蚀变岩组成,现已发现的金矿体就位于斜长角闪岩层内的韧性剪切带中;翼部由花岗质片麻岩、角闪质片麻岩、黑云母片麻岩和少量石英岩,夹大理岩薄层或透镜体构成。该向斜大部分被第四系覆盖,核部局部被 Magambazi 韧性剪切带破坏,出露不完整,为一紧闭歪斜倾伏褶皱。

2.2.2 断裂

矿区的断裂有 NW 向、NNE 向和 NWW 向三组断裂,其中以 NW 向和 NNE 向两组断裂为主。其中 NW 向断裂活动时间长,常表现为一组走向 NNE 的断层。NNE 向断裂属导矿构造,NW-NWW 向构造为主要的容矿构造,许多规模较大的金矿体受其控制。

NW 向 Magambazi 断裂,该断裂分布于勘查区东部的 Magambazi 一带的 Usangaran 超群中,东南端消失于 Magambazi 金矿附近,西北端被第四系掩盖。区内出露长约 0.6 km。断裂东北盘(下盘)为含石墨千糜岩,西南盘(上盘)为斜长角闪岩、角闪质片麻岩、蓝晶石片麻岩、黑云母片麻岩和少量石英岩,夹大理岩薄层或透镜体和少量金矿化石榴石硅质蚀变岩层。断层早期为左旋逆冲性质,晚期为挤压性质,形成时代为中生代。

NWW 向 Majiri 断裂,该断裂位于南部 Majiri-Yasanga 一带。断裂由两条平行,间隔 50m 的主断面构成,区内出露长约 4 km。断裂发育在元古宙 Usangaran 超群中。该断裂早期为左旋逆冲活动,晚期以挤压作用为主,形成时代为中生代。

NW 向 Magambazi 韧性剪切带,该韧性剪切带该带分布 Magambazi—Semwaliko 一带,长约 2000 m,宽 100~500 m。该带是由强变形域与弱变形带构成,平面上形成拉长的网花状,北端宽,南端窄,在北端的 Magambazi 一带被 NW 向 Magambazi 断裂改造。构造岩为石墨构造片岩、绢云绿泥片岩、长英质

糜棱岩。带内主要发育条带构造,斜长角闪岩在弱变形域中呈扁豆状、透镜状;而在强变形带中则为似层状。带内尚发育不对称揉皱。长石和石英塑性变形明显,前者形成旋转拖尾,后者呈丝带状;黑云母多沿暗色条带分布,且与条带呈一很小夹角。Magambazi 金矿就位于该带中,据不对称揉皱及旋转晶体指明该剪切带剪切指向属左旋剪切性质。

韧性剪切带在绿岩带金矿中的作用主要有三个方面:(1)韧性剪切带的剪切作用可以导致矿物晶格的变形和调整,造成带内化学成分的迁移和富集;(2)韧性剪切带是深部成矿流体上升的通道,剪切带有利于外来流体的蚀变交代;(3)剪切带的长期多阶段活动、多级次分支、韧-脆性状态变化形成特殊的物化条件有利于成矿物质的迁移和沉淀。因此韧性剪切带对绿岩型金矿的形成起到至关重要的作用。

2.3 矿化蚀变

汉德尼矿区的铜金矿化与造山带有关。铜金矿化主要赋存在元古宙高级变质地质体中,矿床类型认为是与热液活动有关的太古宙高级绿岩带型矿床,与西澳 Yilgarn 地块的绿岩带矿床相类似。

汉德尼金铜矿化蚀变带断续长约 9 km,宽 200~1000 m,多为受构造(剪切带、断层和可能的膨胀阶)控制。矿体多呈脉状、似层状,局部网脉状和浸染状,赋存于石榴石-强硅化斜长角闪岩(原岩为基性火山岩)中,局部长英质片麻岩(原岩为沉积岩和长英质火山碎屑岩)层中。围岩蚀变主要有绿泥石化、绢云母化、高岭土化和碳酸盐化。

矿化主要发育黄铁矿化、黄铜矿化、磁黄铁矿化和毒砂化等。矿石结构主要为半自形-自形粒状结构、块状构造。金矿物主要为自然金和金银矿,一般颗粒较粗大,个别肉眼可见。

金矿床是形成早前寒武纪花岗岩-绿岩地体地质作用一定阶段的产物。金矿和花岗岩-绿岩地体形成时间相近或稍晚。它一般形成在火山作用之后,与花岗质岩石有关的围岩蚀变期相一致。

2.4 矿体特征

根据矿化蚀变带内部矿化蚀变强度、矿体特征、控矿因素及空间位置的不同,可将其分为南、中、北三个矿段:

(1) 南矿段(Magambazi 矿段)

该矿段位于汉德尼金铜矿化带的东南部。该带长约 400 m,宽 50~130 m。矿化强烈,已发现的矿体有下矿体、上矿体、1号矿体、2号矿体和3号矿体共 5 条矿体(图 2、图 3)。

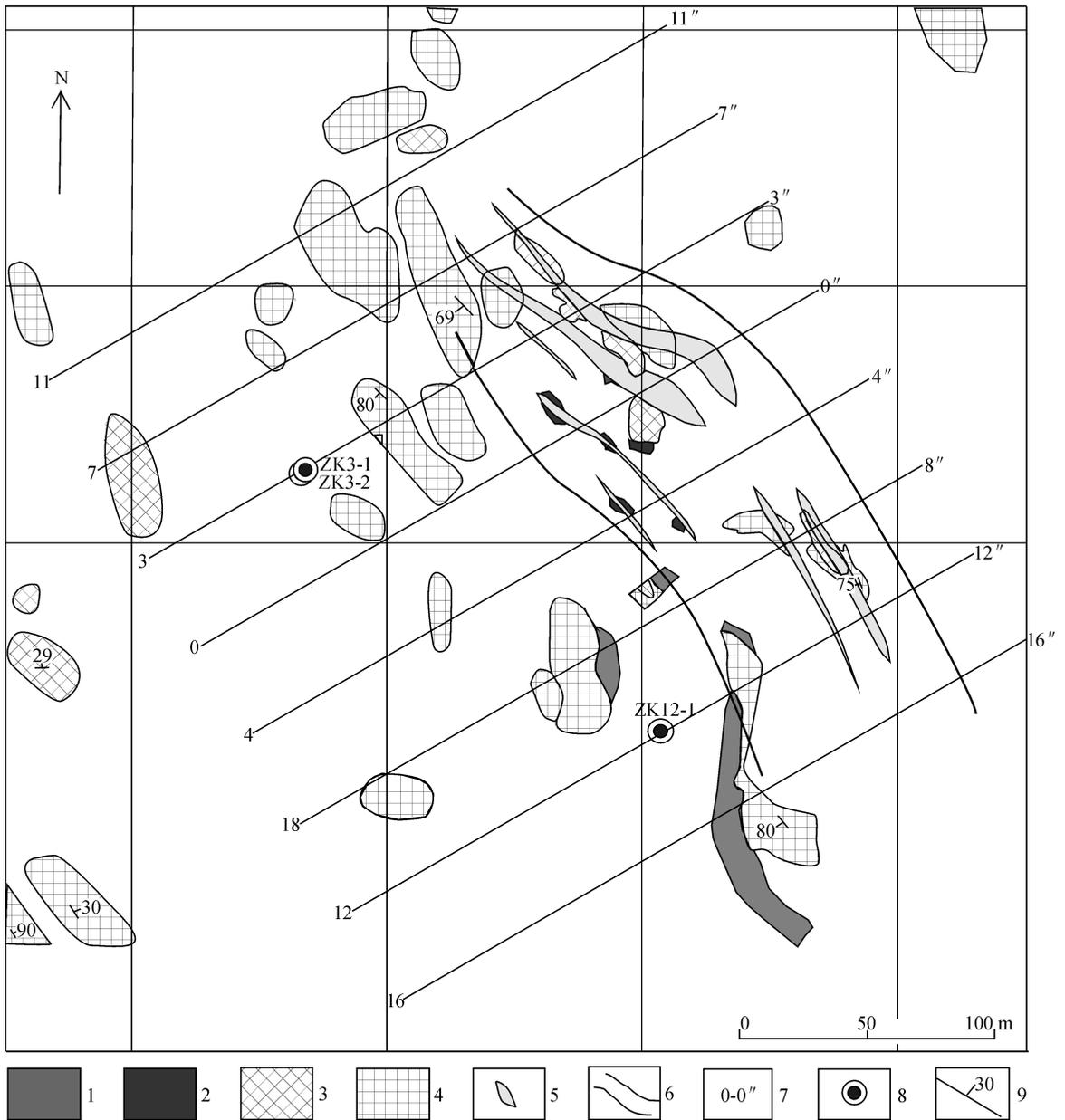


图2 Magambazi 矿段南部地形地质简图

Fig. 2 Map showing terrain and geology of the southern Magambazi deposit

1-片麻岩;2-石墨片麻岩;3-石榴硅质蚀变岩;4-绿岩;5-金矿体;6-断裂带;7-勘探线;8-钻孔;9-产状
 1-gneiss;2-graphite gneiss;3-pomegranate siliceous altered rock;4-greenstone;5-gold body;6-fault;
 7-exploration line;8-drilling;9-occurrence

下矿体:下矿体位于南矿段(Magambazi 矿段)的东南部,矿体控制长 250 m,平均厚 10.5 m,控制延深 125 m,平均品位 5.76×10^{-6} 。矿体总体走向 N 40°~45°W,向南西陡倾,倾角 65°~75°。矿体为强硅化蚀变岩及石英脉。

上矿体:上矿体位于下矿体的东南部,与其平行产出。矿体地表 N 40°~45°W,南西陡倾,倾角 65°~75°。矿体控制长 250 m,宽 2~12 m,平均厚

5.90 m,平均品位 3.86×10^{-6} ,控制延伸 110 m。矿体为强硅化蚀变岩及石英脉。

倾角大,西南翼倾角小,向斜轴东南端扬起,并向北西方向倾复,南矿段(Magambazi 矿段)已发现的 5 条矿体都位于 Magambazi 向斜的东北翼上。矿体总体呈北西向。矿石都为强硅化蚀变岩及石英脉,主要由石榴石、石英组成。该段矿体的围岩为元古代的斜长角闪岩,所有的矿体都位于元古代斜长

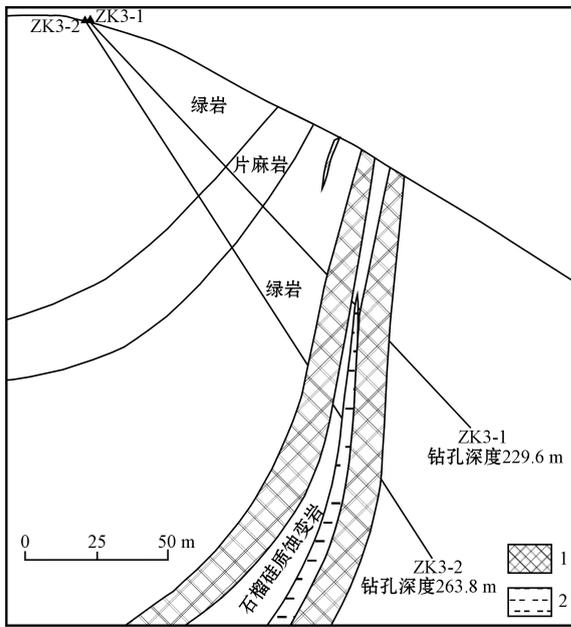


图3 Magambazi 矿段南部3勘探线剖面

Fig. 3 Profile along prospecting line No. 3 of the southern Magambazi deposit

1-工业金矿体;2-低品位金矿体

1-industrial gold orebody;2-low-grade gold ore body

角闪岩的断裂带中。

(2) 中矿段(Semwaliko 矿段)

位于汉得尼金铜矿带的中北段。矿体主要受NNE向和NW向构造裂隙带控制,矿石为含金磁黄铁毒砂石英细脉带。矿(化)体断续延长大于650 m,宽1~10 m,平均厚4.08 m,含金 $0.51 \sim 14.3 \times 10^{-6}$,平均 3.58×10^{-6} 。

根据地表和钻孔资料分析,该段金铜矿体受产状 $N10^{\circ} \sim 20^{\circ}W \angle 70^{\circ}$ 的构造裂隙带(宽10~40 cm)及产状 $N15^{\circ}W \angle 15^{\circ} \sim 28^{\circ}$ (厚80 cm)层间构造裂隙的复合控制。

(3) 北矿段(Majiri)矿段

该矿段位于汉德尼金铜矿带的最北部。除土壤化探异常外,该带产砂金为主,目前尚未发现原生金矿体。金异常带延伸方向为 $N70^{\circ}E$,宽100~200 m,延长大于1.5 km。Au元素含量一般 $15 \sim 30 \times 10^{-9}$,峰值 0.765×10^{-6} ,且向西具逐渐增高的趋势。

3 化探异常特征

目前汉德尼矿区的土壤化探工作已完成了矿区总面积的四分之一,采用了 400×40 m和 40×40 m两种不同的网度,测量面积分别为 46 km^2 和 2 km^2 。

分析的元素有以下十种: Au、Cu、As、Fe、Mn、

Pb、Zn、Zr、Ba、Sr。

从所测结果来看,测区内存在一条长约9 km,宽约200~1000 m的金属元素化学异常带(见图4)。

位于测区西北部,为呈弧形 Au、Cu 地球化学异常带,元素组合为 Au、Cu、Pb、Zn、As、Mo,其特点是:(1)元素组合套合好,各元素分布与形态基本吻合一致;(2)形态规则。异常带呈由北向南且向西突出的弧形,各元素分布及相关性都比较一致;(3)浓集中心明显。

由北向南浓集中心可分三段:(1)北段大致呈北东东向,长约3 km,宽50~250 m;(2)中段呈近南北向,长约2 km,宽300~500 m;(3)南段为北北西向,长约1700 m,宽80~500 m。这三段浓集中心十分明显。

金元素含量一般为 $15 \sim 30 \times 10^{-9}$,最高值达 0.765×10^{-6} 。总体呈向北西方向延伸,在各地区金的具体分布又存在一定差异:

(1)在 Magambazi North 地区有一条长600 m的强金异常带,其中2件 Au 大于 0.5×10^{-6} 样品,19件 Au 大于 0.1×10^{-6} 样品,As 普遍大于 0.1×10^{-6} 。

(2)在 Magambazi West 地区金的异常延长大于0.8 km,其中金的峰值为 0.45×10^{-6} 。

(3)在 Majiri Bomba 地区金异常带长度大于1.3 km,Au 的异常峰值为 0.765×10^{-6} ,从东到西金异常值有逐渐增高的趋势,如在 Majiri 工作面以西600 m处 Au 的异常值为 0.443×10^{-6} ,而在工作面以西1200 m的 0.765×10^{-6} 。

结合地质因素,化探的异常都位于斜长角闪岩层中,已知的金矿体与化探的浓集中心部位相吻合。通过化探,可以清晰的看出金矿的具体位置与展布形态。金矿与韧性剪切带的展布形态吻合的较好,整体上从北向南都成“S”型,由此可看出该金矿受韧性剪切带的控制。通过化探图可看出, Magambazi 的东北部以及 Semwaliko 的西部异常还很明显,进一步找矿的空间还很大。

4 找矿方向

由 Majiri 经 Semwaliko 到 Magambazi 为一个 S 形的剪切构造带、复合异常带及其浓集中心均位于 S 形剪切带的转折处;剪切带具有左旋剪切特点,上盘(东盘)往东边滑移,下盘(西盘)往西边滑移,这样就在转折部位引起局部拉伸,从而导致矿化作用形成,因此在该两个转折部位形成了两个较强的异常浓集中心。

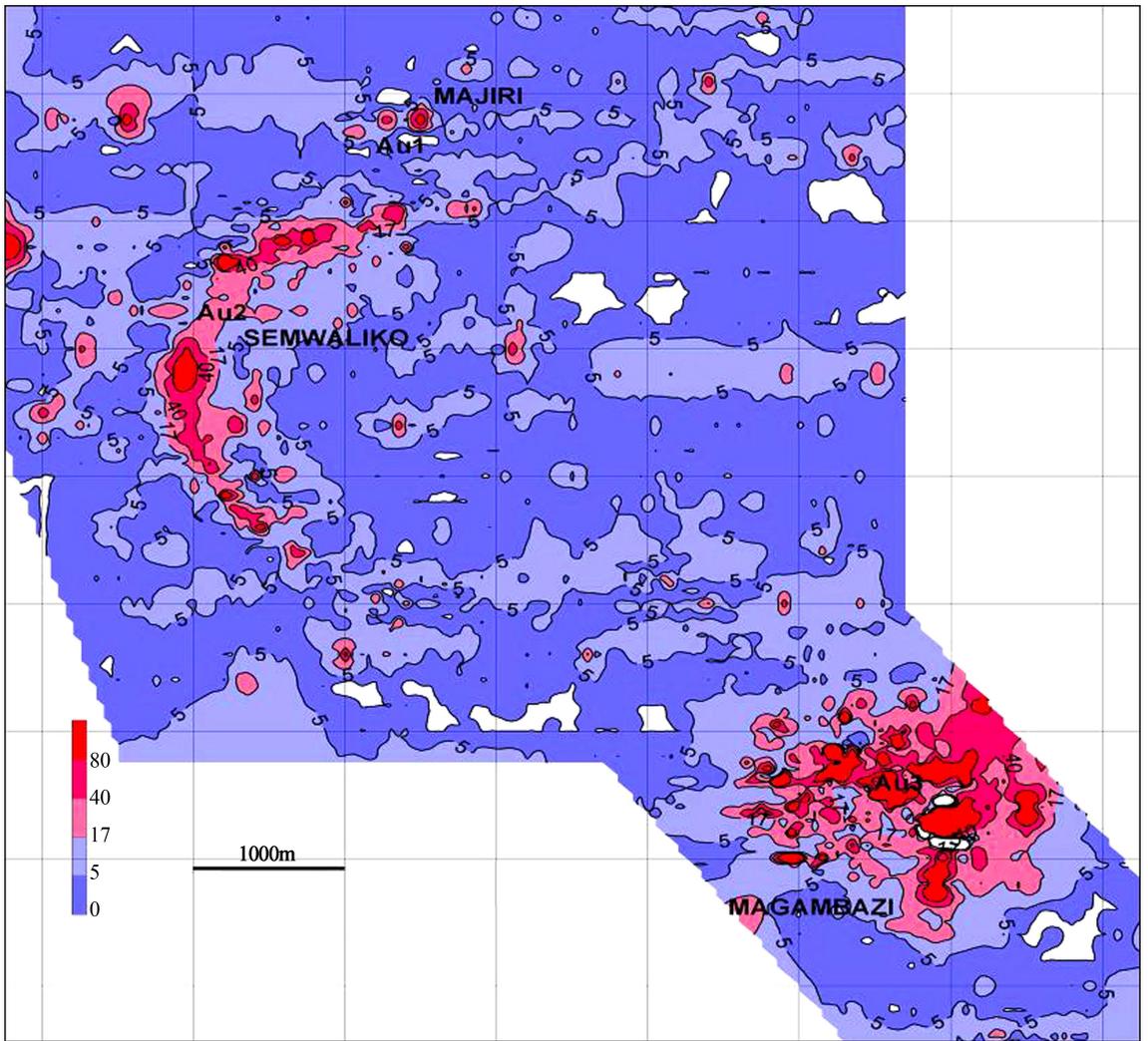


图4 汉德尼矿区东北部金属元素地球化学异常值图

Fig. 4 Map showing geochemical anomalies for metallic elements of the northeastern Handeni ore district

根据钻孔编录资料可知,矿体都位于斜长角闪岩的断裂带里面,矿体都为强硅化蚀变岩及石英脉,因此该矿为热液交代型矿床,根据矿体的分布、构造情况及矿体所在的层位可看出,矿体受韧性剪切带控制。矿体可分为细脉和大脉两种, Magambazi 矿段、Semwaliko 矿段、Majiri 矿段三个矿段按其空间分布,在整体上呈 S 形,具有韧性剪切带的特征,而三段矿体恰好正在转折端岩层被拉伸的处所,因此岩层被拉伸,出现张性断裂、节理,矿液易于流动并在此处富集,由此也可看出韧性剪切带的左旋移动方向。

上述化探异常,特别是其空间分布的形态特征说明了金矿成矿的构造控制作用。可将矿体与韧性剪切带的位置关系用一张示意图表示(图5)。

综上所述,今后的找矿方向主要是:

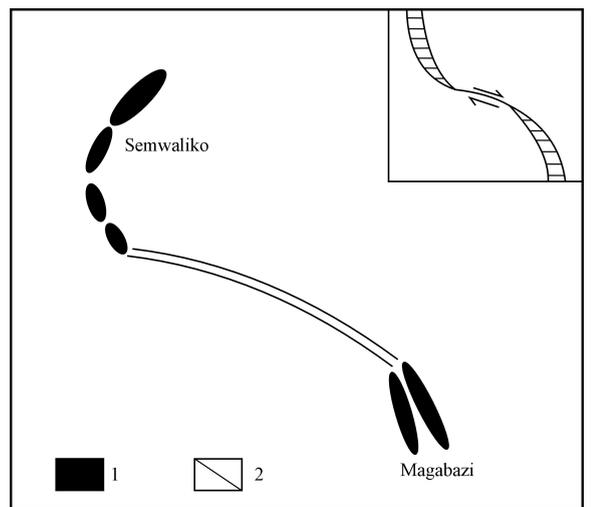


图5 矿体与韧性剪切带的位置示意图

Fig. 5 Sketch showing positions of ore bodies and the ductile shear zone

1-金矿体;2-韧性剪切带
1-gold body;2- ductile shear zone

(1) 加强韧-脆性剪切带构造的研究,重点应在韧性剪切带的转折部位。

(2) 化探是本区找矿的一种重要手段。Au、Cu、As、Zn 等多元素组合异常且浓集中心较高的部位就是金矿体的目标部位,可安排深部钻探进行施工验证。

[References]

Chen Ping, Miao Pei-sen, Li De-sheng, Li Xiao-guang, Tian Yong-qing, Li Xiao-feng, Yu Ke-ren, Li Chun-dian, Wu Sheng, Wang Chun-liang, Ao Shu-qing, Duan Li-suo. 1999. A simple discussion on metallogenic system of gold deposits in Wutaishan archean greenstone belt of Shanxi[J]. Progress in Precambrian research, 22(3): 14-21 (in Chinese with English abstract)

F. P. Bierlein, D. C. Arne, W. R. H. Ramsay. 1998. Metatholeiites and interflow sediments from the Cambrian Heathcote greenstone belt, Australia: sources of gold mineralization in Victoria? [J]. Journal of Precious Metallic Geology, 7(4): 304-307 (in Chinese with English abstract)

Han Li, Li Guang-hui. 1998. The superficial view of tenacious shear zone in Lao-Zuo-Shan Gold Deposit [J]. Gold, 19(8): 8-11 (in Chinese with English abstract)

Jia Wen. 1994. Archean era greenstone belt gold deposit of ore-hunting evidence in middle part inner Mongolia [J]. Mongolia Geology, (Z1): 54-62 (in Chinese with English abstract)

Li Jun-jian, Zhou Xue-wu, Shen Bao-feng, Hu Feng-xiang, Sang Hai-qing, Liu Xiao-yang, Wang Jian-min, Li Tie-jun. 2005. Metallogenic age of the Xindigou greenstone belt-type gold deposit in the Daqingshan area, central inner Mongolia [J]. Geology and Prospecting, 41(5): 1-4 (in Chinese with English abstract)

Liu Ji-shun. 1996. Some problems in the study of gold mineralization in ductile shear zones [J]. Geology Review, 42(2): 123-128 (in Chinese with English abstract)

Liu Tie-bing, Zeng Qing-dong. 2001. Studies on ore-controlling factors of strike-slip ductile shear zone in changma gold deposit, mengyin county, Shandong province [J]. Geology and Prospecting, 37(1): 15-19 (in Chinese with English abstract)

Mao De-bao. 1992. The progress in the study of archean greenstone belt gold deposits [J]. Progress in Precambrian research, (4): 42-53 (in Chinese)

Meng Xiang-jin, Ye Jin-hua, Wang Li-ben. 2000. Ductile shear zone and gold metallization in the Sahentuohal-dashankou metallogenic belt, southern Tianshan, China [J]. Journal of Precious Metallic Geology, 9(2): 20-26 (in Chinese with English abstract)

Qi Yuan-jiang, Wang Cui-juan, Zhao Qi. 2001. Variations in deep part of deposits in the Jiapigou gold assembled area, Jilin [J]. Gold Geology, 7(3): 37-41 (in Chinese with English abstract)

Qing Min, Liu Lian-deng. 1994. The type of shear zone in Xiaoqinling and their relations with gold deposits in space-time [J]. Henan Geology, 12(3): 171-176 (in Chinese with English abstract)

Qing Min, Liu Lian-deng. 1995. shear zone in Xiaoqinling and their relations with gold deposits in space-time and Prospecting significance, [J]. Gold Science and Technology, 3(2): 17-20 (in Chinese)

Shen Bao-feng. 1980. The geological characteristics and prospecting of archean greenstone belt gold deposits [J]. Geology and Prospecting, 8(6): 25-32 (in Chinese)

Shen Bao-feng. 1986. Gold mineralization of the early Precambrian granitoid-greenstone terrains [J]. Contributions to Geology and Mineral resources Research, 3(2): 1-10 (in Chinese with English abstract)

Sun Xiao-ming, Yu Shao-gui, Ye Chao-hui. 1993. Main geological features of gold deposits in the Taiyangshan ductile shear zone, northern Fujian [J]. Geology and Prospecting, (10): 22-26 (in Chinese with English abstract)

Tian Yong-qing, Yu Ke-ren, Miao Pei-sen. 2000. A simple analysis of metallogenic geologic features and ore - Control factors of Dongyaozhuang gold deposit in Wutaishan greenstone belt [J]. Progress in Precambrian research, 23(2): 88-97 (in Chinese with English abstract)

Wang Shi-lin. 1989. The greenstone belt and the evolution series of gold deposits at the northern Margin of the northern China platform [J]. Geology and Prospecting, 25(3): 1-7 (in Chinese with English abstract)

Xu Xue-Chun. 1991. Geological features and ore-forming Mechanism of the ductile shear belt type gold deposit in Wulashan Region, inner Mongolia [J]. Geology and Prospecting, (7): 12-15 (in Chinese with English abstract)

Zhang Tuo-fu. 1997. Deformation and ore-controlling mechanism of Kanggur ductile shear zone [J]. Xinjinag Geology, 15(4): 342-348 (in Chinese with English abstract)

Zhu Yong-feng. 2003. Ductile-shear zone related gold deposits in craton and paleozoic orogenic belt; an analysis of their ore-forming processes and environments [J]. Mineral Deposits, 23(4): 509-519 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

F. P. Bierlein, D. C. Arne, W. R. H. Ramsay. 1998. 澳大利亚寒武纪 Heathcote 绿岩带中变质拉斑玄武岩和层间沉积物: 维多利亚州金矿化的来源? [J]. 贵金属地质, 7(4): 304-307

陈平, 苗培森, 李德胜, 李效广, 田永清, 李晓峰, 余克忍, 李春电, 武胜, 王春亮, 郝青书, 段礼锁. 1999. 山西五台山太古宙绿岩带金矿成矿系统初论 [J]. 前寒武纪研究进展, 22(3): 14-21

韩丽, 李广慧. 1998. 浅谈老柞山金矿中的韧性剪切带 [J]. 黄金, 19(8): 8-11

贾文. 1994. 内蒙古中部地区太古宙绿岩带金矿找矿标志 [J]. 内蒙古地质, (Z1): 54-62

李俊建, 周学武, 沈保丰, 胡飞翔, 桑海清, 刘晓阳, 王建民, 李铁军. 2005. 内蒙古中部大青山新地沟绿岩带型金矿的成矿时代 [J]. 地质与勘探, 41(5): 1-4

刘继顺. 1996. 韧性剪切带中金成矿研究的若干问题 [J]. 地质论评, 42(2): 123-128

刘铁兵, 曾庆栋. 2001. 山东蒙阴常马走滑式韧性剪切带控矿研究 [J]. 地质与勘探, 37(1): 15-19

毛德宝. 1992. 太古宙绿岩带金矿床研究的若干进展 [J]. 国外前寒武纪地质, 1992(4): 42-53

孟祥金, 叶锦华, 王立本. 2000. 中国南天山撒根托亥-大山口成矿带韧性剪切带与金成矿作用 [J]. 贵金属地质, 9(2): 20-26

慕远江,王翠娟,赵琪. 2001. 吉林夹皮沟金矿集中区矿床深部的变化规律[J]. 黄金地质,7(3):37-41

卿敏,刘连登. 1994. 小秦岭剪切带类型与金矿的时空关系[J]. 河南地质,12(3):171-176

卿敏,刘连登. 1995. 小秦岭不同性质剪切带与金矿的时空关系及其找矿意义[J]. 黄金科学技术,3(2):17-20

沈保丰. 1986. 早前寒武纪花岗岩-绿岩地体中金的成矿作用[J]. 地质找矿论丛,3(2):1-10

沈保丰. 1980. 太古宙绿岩带中金矿床的地质特征和找矿标志[J]. 地质与勘探,8(6):25-32

孙晓明,余绍桂,叶朝晖. 1993. 闽北建阳太阳山韧性剪切带型金矿主

要地质特征[J]. 地质与勘探,(10):22-26

田永清,余克忍,苗培森. 2000. 五台山绿岩带东腰庄金矿成矿地质特征及控矿因素浅析[J]. 前寒武纪研究进展,23(2):88-97

王时麟. 1989. 华北地台北缘绿岩带与金矿演化系列[J]. 地质与勘探,25(3):1-7

徐学纯. 1991. 内蒙古乌拉山区韧性剪切带型金矿地质特征及形成机理-以乌兰布浪沟金矿为例[J]. 地质与勘探,(7):12-15

张拓夫. 1997. 康古尔韧性剪切带变形特征及控矿作用[J]. 新疆地质,15(4):342-348

朱永峰. 2003. 克拉通和古生代造山带中的韧性剪切带型金矿:金矿成矿条件与成矿环境分析[J]. 矿床地质,23(4):509-519

Geological Characteristics of the Handeni Gold Deposit in Tanzania and Its Ore-search Direction

LIU Jun^{1,2}, ZHU Gu-Chang²

- (1. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093;
2. Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100012)

Abstract: The Handeni gold mine is a large gold deposit recently discovered in a Proterozoic greenstone belt in Tanzania. The ore body is located in the fault zone of Proterozoic amphibolite rocks (its protolith is mafic volcanic rocks). The most ore bodies are of vein- and bedded-looking, and locally of vein network and dissemination forms. The ore-bearing country rock is garnet quartzite. The ore contains pyritization, chalcopyrite, pyrrhotite and arsenopyrite and so on. Gold minerals are mainly the natural gold and silver, which have generally big grains. Our study found that this ore deposit is controlled by a S-shaped ductile shear zone which extends from north to south. And ore bodies are concentrated at the turning points of the ductile shear zone. The future prospecting direction should focus on the sites with high-anomalies of Au, Cu, As, Zn and other elements as well as the turning loci on the ductile shear zone.

Key words: greenstone belt, gold deposit, ductile shear zone, Handeni, Tanzania