

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2015.01.021

坦桑尼亚姆贝亚 Sangambi 地区土壤地球化学特征

付小锦¹, 杨秀俊¹, 田 麒¹, 刘晓阳², 曹 健¹, 高 雄¹

(1. 天津华北地质勘查局地质研究所, 天津 300171; 2. 天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘要: 坦桑尼亚的 Sangambi 地区位于姆贝亚的东北部、卢帕金矿田的东部。通过 1:10 000 土壤地球化学测量,圈定了 6 个 Au,Cu,Cr,Ni 元素的组合异常,其中 ZH-1 和 ZH-6 组合异常与金、铜的矿化关系密切,而 ZH-3 和 ZH-4 组合异常与铬、镍(铜)矿化有一定关系。在片麻状花岗岩、细晶闪长岩和花岗闪长岩中发育大量 NW 向的韧性剪切带和断裂构造,其中的石英脉中经常见有黄铁矿、黄铜矿和金的矿化,刻槽取样最高品位 $w(\text{Au})=11.5 \times 10^{-6}$ 。土壤测量的结果证实,在卢帕金矿田的东部依然存在金成矿的潜力。

关键词: Sangambi 测区;土壤测量;异常特征;卢帕金矿田;坦桑尼亚

中图分类号: P632.1;P618.5 **文献标识码:** A

0 引言

坦桑尼亚金矿资源丰富,现已探明的金储量超过 840 t,远景资源量超过 1 500 t,已知金矿床主要分布在 2 个成矿带内,一是坦桑尼亚克拉通北部维多利亚湖的周围地带,二是位于坦桑尼亚西南部乌宾迪活动带的姆潘达和姆贝亚两个地区^[1-4]。前人的金矿勘查和地质研究工作主要集中于维多利亚湖周边金矿带^[5-9],而对乌宾迪活动带中金矿的研究非常薄弱,且多局限于姆潘达金矿和卢帕金矿区本身,对于矿田和成矿带的整体性研究几乎是空白。Sangambi 地区位于姆贝亚的东北部、卢帕金矿田的东部边缘,为在该区寻找可供勘探的金矿后备靶区,在 Sangambi 地区开展了 1:10 000 土壤地球化学测量,本文主要介绍该测区的土壤地球化学特征。

1 区域地质

在坦桑尼亚克拉通(Tanzanian Craton)的西南

部外围发育着 NW 向带状展布的乌宾迪活动带,将坦桑尼亚克拉通与刚果克拉通、班韦乌卢地块分隔开来。乌宾迪活动带的长度大约为 600 km,平均宽度为 150 km。根据目前的研究,乌宾迪活动带被分为 8 个岩性-构造地体,卢帕地体(Lupa Terranes)即为其中的一个^[10]。

卢帕地体位于姆贝亚的北部,是一个三角形的地块,面积约 2 800 km²,其中分布有众多金矿点,被称为卢帕金矿田。卢帕地体与金矿田的范围大致相同,西部边界为 NW 向的卢帕断裂,又称鲁夸湖(Lake Rukwa)构造带,北部以姆康多(Mkondo)剪切带为界,这个剪切带也是一条区域航磁的特征线构造,东部的边界为乌桑古(Usangu)断裂带。卢帕金矿田是坦桑尼亚的第二大产金区,主要金矿床有恩通比(Ntumbi)、萨扎(Saza)、根盖(Kenge)和波库派恩(Porcupine)等。

1.1 区域地层

卢帕地体内主要出露元古宇和新生界。

元古宇主要分为古元古界乌宾迪超群(Ubendian Supergroup)和新元古界布科巴超群(Bukoban Supergroup)。^①乌宾迪超群:为卢帕地体中的主要地层,呈 NW-SE 向延伸,岩性以黑云母石英长石质

收稿日期: 2014-05-30; 责任编辑: 赵庆

基金项目: 2010 年国外矿产资源风险专项基金项目(编号:10202A010)资助。

作者简介: 付小锦(1983—),女,助理工程师,硕士,2013 年毕业于中国地质大学(北京),从事矿床地质调查研究工作。通信地址:天津市河东区广瑞西路 67 号,天津华北地质勘查局地质研究所;邮政编码:300171;E-mail:fuxiaojinamina@163.com

片麻岩为主,次有片岩、千枚岩,少量大理岩;乌宾迪超群经历了多期、强烈的区域性变质与变形作用,变质地层的构造形态复杂,变质程度主要为角闪岩相,局部达到麻粒岩相;变质地层中裹挟了许多太古代片麻状花岗岩类,以及同构造期的镁铁-超镁铁岩和TTG花岗岩类;②布科巴超群:在卢帕地体中零星出露,岩性为厚层砂岩、红色页岩、白云质灰岩、杏仁状玄武岩等,变质不明显,主体为新元古代产物。

新生界第四系分布广泛,主要为冲洪积物,其中多含砂金矿。

1.2 区域岩浆岩

卢帕地体中岩浆岩发育,岩性上基性-超基性、酸性、碱性都有产出;岩体时代有新太古代、古元古代和新元古代。

新太古代岩浆岩:以一系列变形的花岗闪长岩和花岗岩为主,2 750 Ma的地质年代学研究数据显示,它们形成于新太古代,是区域最早的岩浆岩。岩石中石英和绿泥石等矿物的定向排列,构成特征性的片麻状构造、条带状-条纹状构造;片麻理或矿物条带呈陡立的产状,呈NW向或近EW向延展,虽然露头上的片麻理或条带的产状并不稳定,但却普遍存在。镜下观察,石英中普遍呈压扁状,多见波状消光现象,石英晶体边缘具有尖角状形态,显示出石英经历了明显的压溶作用和塑性变形。有些部位的岩石中还出现微斜长石的变斑晶。这期花岗质岩石反映了乌宾迪活动带早期地壳变质变形的特点。

古元古代岩浆岩:包括英云闪长岩、花岗闪长岩和镁铁-超镁铁质岩等。花岗闪长岩为深成岩株,通常呈块状构造,有时具条带状构造或呈片理状,但一般都是块状的、小面积分布的岩体。金的成矿与该期岩浆岩关系密切。镁铁-超镁铁质岩多呈岩脉、岩墙、岩株状产出,主要岩性有变质辉长岩、斜长岩、橄榄岩、辉橄岩、橄榄辉石岩、蛇纹岩等,

早元古代岩浆岩:在区域北部有小面积出露,岩性为花岗岩、花岗闪长岩及少量石英正长岩,其特点是含有正长石或奥长石,它们以大小不同的不规则岩株状产出。

1.3 区域构造

乌宾迪活动带形成于古元古代,在元古宙主要有3期大规模的变质-变形活动。

第一期:发生在古元古代早中期(2 100~2 000 Ma),主要的特点是岩层的麻粒岩相变质作用和榴辉岩的贯入,以岩石发育近EW向或NWW向的构造面理为标志,一般认为是沿坦桑尼亚克拉通

西部边缘与刚果克拉通碰撞造山的产物。

第二期:发生于古元古代中晚期(1 800~1 900 Ma),其特点是岩层中发育NW向左行剪切带和角闪岩相变质作用叠加在早期的变形之上,活动带中形成8个地体,该期变形伴随晚造山期钙性花岗岩基的侵入,如卢帕地体中被前人称为“强变形的酸性片岩”和片麻岩的伊隆加正长花岗岩((1 931±44) Ma)和萨扎花岗闪长岩((1 936±47) Ma)实际上均为该期侵入的深成侵入岩。1 725 Ma前后,局部地段发生构造再活化。

第三期:发生在新元古代(约750 Ma)。表现为左行脆-韧性剪切带,形成退变质矿物组合,被碱性深成岩体侵入。剪切带为以后的东非裂谷系西支裂谷的发展提供了有利的构造基础。

多期的构造变形作用,使卢帕地体内出现了复杂的构造格局,新太古代花岗质岩石中清晰可见的片麻状构造、条带状-条纹状构造,较为密集的糜棱岩带、片理化带、碎裂岩带,显示出卢帕地体在造山运动中经受了强烈的塑性、韧性和脆性变形过程;同时,强烈的构造活动为金的成矿提供了有利的富集条件和赋矿空间。

2 测区地质简况

测区位于坦桑尼亚西南部的丘尼亚(Chunya)以东约30 km处,有土路相连,南距省会姆贝亚(Mbeya)约80 km,交通便利。测区总面积约40 km²。测区属于卢帕金矿田的东北部,前人研究甚少(图1)。

区内出露地层零星,主要为乌宾迪超群的斜长角闪片麻岩和绢云片岩等。各类岩浆岩是测区内的主要地质体。岩性为片麻状花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩及辉长岩等,在大面积分布的片麻状花岗岩基础上石英闪长岩和花岗闪长岩多呈岩株状侵入其中,而辉长岩、正长花岗岩多呈岩脉贯入。区内普遍发育有石英脉,脉宽一般0.5~2 m,常构成石英脉带,走向以NW向和NE向为主,相互间近平行分布。

区内韧性剪切带和构造破碎带较为发育,规模较大,以NW向为主,次为NE向,宽数米到十几米。其中,NW向断裂为区域性断裂,断裂带中石英脉发育,可见孔雀石化、黄铜矿化、黄铁矿化等,是金矿的控矿构造。

表 1 土壤地球化学测量元素异常下限

Table 1 The minimum limit anomaly of the soil geochemical survey

元素	对数背景值	对数(算术)标准差	对数异常下限	背景值	异常下限	使用异常下限	剔除次数	元素最大值
Au	-2.70	0.82	-1.06	0.00	0.09	0.085	3	3.16
Cu	1.69	0.26	2.20	48.77	159.26	160.00	3	639.00
Cr	1.62	0.45	2.53	41.64	335.64	336.00	3	2 763.00
Ni	0.79	0.51	1.82	6.19	66.07	66.00	3	1 083.00

量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。背景值为剔除离群值后的算术平均值。

常:位于矿区东南角,由 27 个异常点组成,异常面积 0.12 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向 NW,浓集中心明显,异常强度 $w(\text{Cu}) = 264.56 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cu}) = 639 \times 10^{-6}$;②Cu-3 异常:位于矿区东南部,由 3 个小区块组成,共 32 个异常点,异常面积 0.09 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Cu}) = 207 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cu}) = 401 \times 10^{-6}$;③Cu-2 异常:位于矿区东南部,由 6 个异常点组成,面积 0.02 km^2 ,椭圆形,异常长轴走向为 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Cu}) = 269.5 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cu}) = 453 \times 10^{-6}$;④Cu-1 异常:位于矿区东部,由 13 个异常点组成,面积 0.03 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NNW,浓集中心不明显,异常强度 $w(\text{Cu}) = 191.08 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cu}) = 256 \times 10^{-6}$ 。

4.1.3 Cr 元素异常

Cr 元素共圈定 4 个异常区(图 2c),按规模大小排序为 Cr-3, Cr-4, Cr-2, Cr-1。①Cr-3 异常:位于矿区东南部,由 149 个异常点组成,面积 0.64 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向总体为 NW,浓集中心明显,异常强度 $w(\text{Cr}) = 1 198.21 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cr}) = 2 763 \times 10^{-6}$;②Cr-4 异常:位于矿区东南部,由 83 个异常点组成,面积 0.42 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向 NW,浓集中心明显,异常强度 $w(\text{Cr}) = 1 126.8 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cr}) = 2 605 \times 10^{-6}$;③Cr-2 异常:位于矿区东南部,由 79 个异常点组成,面积 0.33 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Cr}) = 579.71 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cr}) = 1 670 \times 10^{-6}$;④Cr-1 异常:位于矿区西部,由 26 个异常点组成,面积 0.19 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Cr}) = 650.77 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Cr}) = 1 408 \times 10^{-6}$ 。

4.1.4 Ni 元素异常

Ni 元素共圈定 6 个异常区(图 2d),按规模大小

排序为 Ni-3, Ni-2, Ni-5, Ni-4, Ni-6, Ni-1。

①Ni-3 异常:位于矿区东部,由 226 个异常点组成,面积为 0.97 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NW,浓集中心明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 267.69 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 1 083 \times 10^{-6}$;②Ni-2 异常:位于矿区南部,由 141 个异常点组成,面积 0.61 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NW,浓集中心明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 189.21 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 416 \times 10^{-6}$;③Ni-5 异常:位于矿区东南部,由 67 个异常点组成,面积 0.34 km^2 ,形状近似椭圆形,异常长轴走向为 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 197.66 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 406 \times 10^{-6}$;④Ni-4 异常:位于矿区东部,由 71 个异常点组成,面积 0.28 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向近 EW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 110.96 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 245 \times 10^{-6}$;⑤Ni-6 异常:位于矿区东南部,由 20 个异常点组成,面积 0.09 km^2 ,形状近似椭圆形,异常长轴走向为 NW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 249.45 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 627 \times 10^{-6}$;⑥Ni-1 异常:位于矿区西部,由 2 个小区块组成,共 117 个异常点,面积 0.14 km^2 ,形状不规则,异常长轴走向为 NNW,浓集中心较明显,异常强度 $w(\text{Ni}) = 136.76 \times 10^{-6}$,最大值 $w(\text{Ni}) = 235 \times 10^{-6}$ 。

4.2 组合异常特征

将 Au, Cu, Cr, Ni 单元元素异常叠加成为综合异常,全区共圈定 6 个综合异常,编号为 ZH-1, ZH-2, ZH-3, ZH-4, ZH-5, ZH-6(图 3)。

(1)ZH-1 异常:由 Au-3, Cu-3, Cu-4 和 Ni-6 组成, Au, Cu 元素异常套合较好,异常内民采坑遍布。该综合异常主要位于前寒武纪闪长岩体内,区内破碎石英脉较发育,总体 NW 走向,呈脉状,宽 $0.5 \sim 3 \text{ m}$,可见长度 $6 \sim 15 \text{ m}$,铁染发育,可见黄铁矿、黄铜矿、孔雀石。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 11.5 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 2.62\%$; $w(\text{Cr}) = 1.93\%$; $w(\text{Ni}) = 0.32\%$ 。

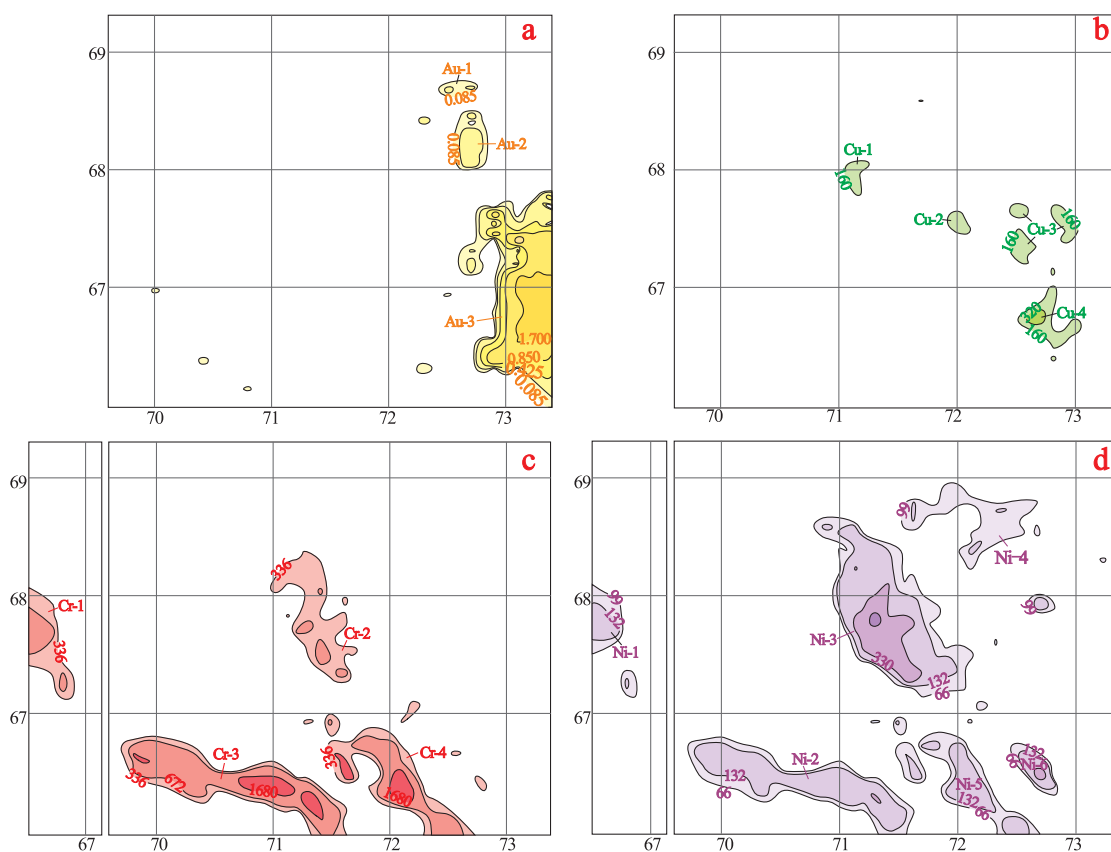


图 2 Sangambi 矿区 1 : 10 000 土壤地球化学测量 Au,Cu,Cr,Ni 异常图

Fig. 2 Mono-element (Au,Cu,Cr,Ni) anomaly map delineated by soil geochemical survey at scale 1 : 10 000 in Sangambi area

a. Au 元素异常; b. Cu 元素异常; c. Cr 元素异常; d. Ni 元素异常

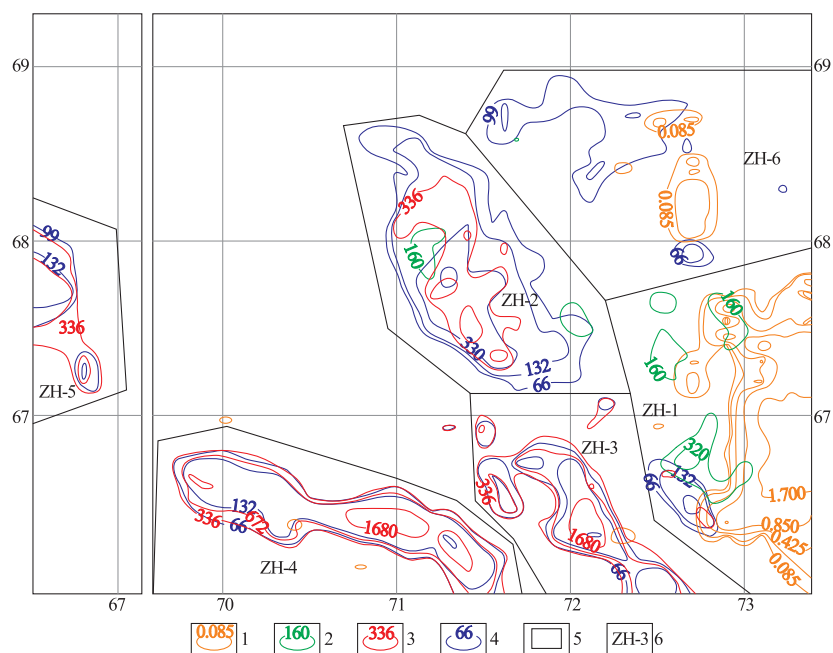


图 3 Sangambi 矿区 1 : 10 000 土壤地球化学测量综合异常

Fig. 3 Integrated anomaly map of the mono-element anomaly delineated by soil geochemical survey at scale 1 : 10 000 in Sangambi area

1. Au 元素异常; 2. Cu 元素异常; 3. Cr 元素异常; 4. Ni 元素异常; 5. 组合异常范围; 6. 组合异常编号

(2)ZH-2 异常:由 Ni-3, Cr-2, Cu-1 和 Cu-2 组成,3 元素异常套合很好,异常内民采坑遍布。该区出露岩性为闪长岩、花岗闪长岩及片麻状花岗岩。区内破碎石英脉较发育,总体 NW 走向,呈脉状,铁染发育,偶见黄铜矿、孔雀石。在 Ni-3 附近见辉长岩转石,直径 3~15 cm。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 0.13 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 0.21\%$; $w(\text{Cr}) = 2.13\%$; $w(\text{Ni}) = 0.92\%$ 。

(3)ZH-3 异常:由 Cr-4 和 Ni-5 组成,异常套合很好。该区出露闪长岩、花岗闪长岩及片麻状花岗岩。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 0.15 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 0.12\%$; $w(\text{Cr}) = 1.22\%$; $w(\text{Ni}) = 0.62\%$ 。

(4)ZH-4 异常:由 Cr-3 和 Ni-2 组成,异常套合很好,异常走向 290° 。异常区出露闪长岩及片麻状花岗岩,破碎石英脉较发育。区内见辉长岩脉,呈透镜体状,间断出露,脉宽 0.2~1.5 m,长 50 m 左右,走向 NW。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 0.08 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 0.19\%$; $w(\text{Cr}) = 6.2\%$; $w(\text{Ni}) = 0.53\%$ 。

(5)ZH-5 异常:由 Cr-1 和 Ni-1 组成,等值线套合较好,出露岩性为片麻状花岗岩,地表未见矿化信息。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 0.01 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 0.05\%$; $w(\text{Cr}) = 0.12\%$; $w(\text{Ni}) = 0.29\%$ 。

(6)ZH-6 异常:由 Au-1, Au-2, Ni-4 组成,出露岩性为片麻状花岗岩和闪长岩,破碎石英脉随处可见,铁染发育,可见黄铁矿和黄铜矿。各元素最高品位: $w(\text{Au}) = 2.18 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 0.03\%$; $w(\text{Cr}) = 0.35\%$; $w(\text{Ni}) = 0.23\%$ 。

从上述组合异常特征来看,ZH-1 和 ZH-6 组合异常与金、铜的矿化有关,而 ZH-3 和 ZH-4 组合异常与铬、镍的矿化关系密切。

5 金矿化特征

Sangambi 地区有砂金矿和岩金矿 2 种金矿化类型。砂金矿分为产于山地边缘的残坡积砂矿和产于河床中的冲积砂矿,其中冲积砂金矿有巨大的金块产出;岩金矿为产于前寒武纪花岗岩、花岗闪长岩建造中受断裂或剪切带构造控制的热液脉型金矿。

含金石英脉产于闪长岩、花岗闪长岩、片麻状花岗岩的剪切破碎带中,呈不连续的透镜体,走向 NW,倾向 $195^\circ \sim 215^\circ$,倾角 $60^\circ \sim 80^\circ$ 。石英脉中金品位较高,刻槽取样最高品位 $w(\text{Au}) = 11.5 \times$

10^{-6} ;断裂破碎带中局部也有金矿化。矿石矿物成分有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、方解石、电气石,局部出现辉钼矿。

区内石英脉大致分为 2 期。①早期为含金石英脉,走向 NW,石英脉较为破碎,呈透镜状,在石英脉的脉壁及裂隙中发育黄铁矿、黄铜矿等金属矿物,金品位较高,最高可达 11.5×10^{-6} ;②晚期石英脉不含金,走向多为 NE 或近 EW,晚期石英脉较为完整,切割早期石英脉。

注释:

- ① 王志刚,杨秀俊,田麒,等. 坦桑尼亚 HQ-P19289 矿区金矿、HQ-P20894 和 HQ-19288 矿区铜多金属矿地质调查与评价成果报告. 天津:天津华北地质勘查局地质研究所,2011.
- ② 王志刚,杨秀俊,付小锦,等. 坦桑尼亚 HQ-P19289 矿区金矿、HQ-P20894 和 HQ-P19288 矿区铜多金属矿预查报告. 天津:天津华北地质勘查局地质研究所,2013.

参考文献:

- [1] 刘晓阳,王杰,任军平,等. 坦桑尼亚主要成矿区(带)的划分[J]. 矿床地质,2012,31(增刊):1151-1152.
- [2] Maier W D, Barnes S J, Bandyayera D, et al. Early Kibaran rift-related mafic-ultramafic magmatism in western Tanzania and Burundi: Petrogenesis and ore potential of the Kapalagulu and Musongati layered intrusions[J]. Lithos, 2008, 101(1): 24-53.
- [3] Borg G, 吴礼道. 坦桑尼亚盖塔和朱比利里夫太古代条带状铁建造中金矿床的成因探讨[J]. 国外火山地质, 1992(1): 32-43.
- [4] 郭鸿军,林晓辉,刘焕然,等. 坦桑尼亚西部基戈马-姆藩达地区前寒武纪地质特征及铅石测年新资料[J]. 地质找矿论丛, 2009, 24(3): 260-266.
- [5] 任军平,王杰,刘晓阳,等. 坦桑尼亚 Nzega 绿岩带 Golden Pride 金矿床研究进展[J]. 地质调查与研究, 2013, 36(1): 47-53.
- [6] Vos I M A, Bierlein F P, Standing J S, et al. The geology and mineralisation at the Golden Pride gold deposit, Nzega Greenstone Belt, Tanzania[J]. Mineralium Deposita, 2009, 44(7): 751-764.
- [7] Vos I M A, Halley S H, Christie M H D. Targeting Gold deposits along a regional shear zone: a case study from the Archaean Golden Pride deposit in Tanzania[R] // Milkereit B. Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration. 2007: 953-956.
- [8] Lambert I B, Phillips G N, Groves D. Sulphur isotope compositions and genesis of Archaean gold mineralisation, Australia and Zimbabwe[C] // Foster R P. Gold '82[C]. Balkema, Rotterdam. 1984: 373-387.
- [9] Mc Cuaig T C, Kerrich R. P-T-t-deformation-fluid charac ter-

- istics of lode-gold deposits; evidence from alteration systematic [J]. *Ore Geol Rev.* 1998, 12:381–453.
- [10] Lawley Christopher J M. Geochronology and Structure of the Lupa Goldeld, Tanzania[R]. Durham theses; Durham University, 2012. Available at Durham E—Theses Online: <http://etheses.dur.ac.uk/5906/>.
- [11] DZ/T 0145—94 土壤地球化学测量规范[S]. 北京:地质出版社, 1994.

Soil geochemical characteristics of Sangambi area, Mbeya region of Tanzania

FU Xiaojin¹, YANG Xiujun¹, TIAN Qi¹, LIU Xiaoyang², CAO Jian¹, GAO Xiong¹

(1 *Geological Institute of Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300171, China;*

2 *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China*)

Abstract: Sangambi area is located in the northeast Mbeya and the east Lupa Au ore field. The survey at scale 1 : 10 000 delineates 6 element (Au, Cu, Cr, Ni) association anomalies of which anomaly ZH-1 and ZH-6 are closely related to Au, Cu mineralization, anomaly ZH-3 and ZH-4 related to Cr, Ni (Cu) mineralization. In the gneissic granite, fine grained diorite and granodiorite there developed many NW ductile shear zones and faults in which quartz veins occur. In the veins pyrite, chalcopyrite and Au mineralization occur. $w(\text{Au}) = 11.5 \times 10^{-6}$ is the maximum of the channel sampling. The soil geochemical survey data show that the east Lupa Au ore field is also potential for Au prospecting.

Key Words: Sangambi area; soil geochemical survey; anomaly characteristics; Lupa Au ore field; Tanzania