

马达加斯加 Maevatanana 地区金矿床研究进展

杨喜安¹, 刘善宝¹, 李海松², 李 鹏³, 陈毓川⁴

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 山东正元地质勘察院, 烟台 264002;

3. 中国地质大学, 北京 100083; 4. 中国地质科学院, 北京 100037)

摘 要: 马达加斯加位于非洲东部。到目前为止, 马达加斯加 Maevatanana 地区还没有进行工业化开采金矿床, 主要靠手工采集砂金矿, 估计马达加斯加每年的金产量 3~4 t。Maevatanana 地区金矿床是典型的绿岩带中含金石英脉型金矿床, 石英脉严格受断层控制。流体包裹体研究表明, 成矿流体为低盐度水溶液流体和 CO₂ 流体, 并含有微量的 CH₄、H₂S、N₂, 成矿流体的均一温度为 250℃, 压力约为 130 MPa。根据钻孔岩心化验结果可知, 本地区的矿化类型主要为含金石英脉, 其次为含金长英质脉。后期的含金石英脉切穿了早期的含金长英质脉, 说明该地区具有 2 期成矿作用。

关键词: 马达加斯加; Maevatanana; 金矿床

中图分类号: P618.51

文献标志码: A

文章编号: 1000-7849(2013)05-0126-05

马达加斯加共和国位于非洲东部, 隔莫桑比克海峡与非洲大陆相望。国土面积 62.7 万 km², 是世界第四大岛。海岸线总长 4 828 km。岛内地势呈南北向, 中部高, 两侧低, 台阶式落差较明显。因此导致了岛内的气候具有明显的分带性。东部沿海属热带雨林气候, 终年湿热, 年平均气温 24℃; 中部为热带高原气候, 温和凉爽, 年平均气温 18.3℃; 西部为热带草原气候, 干旱少雨, 年平均气温 26.6℃。

1845 年, 马达加斯加首次发现金矿, 但当局禁止开采。直到 1883 年, 当局才立法准许开采金矿。自从金矿开发合法化以来, 采金迅速成为一个主要行业。到 20 世纪初, 该国每年至少采金 3 万盎司, 1909 年马达加斯加砂金矿的年产量达到 500 kg, 自第一次世界大战爆发后, 马达加斯加金的产量急剧降低, 直到 1929 年, 该地区的淘金热才重新活跃起来^[1]。目前, 估计马达加斯加每年的金产量 3~4 t。马达加斯加 20 世纪金的总产量估计为 70 t^[2]。

伴随我国经济的快速发展, 矿产资源供给在经济发展中的瓶颈作用日显突出, 能源和原材料供应日趋紧张。中国政府适时地提出了“走出去”的发展战略, 实行国内、国外“两种资源、两个市场”统筹兼顾, 并鼓励国内企业参与矿产资源领域的国际合作, 勘查、开发和利用国外矿产资源。为了贯彻实施“走出去”战略, 鼓励和引导地勘单位和矿业企业到国外勘查、开发矿产资源, 财政部连续数年设立了国外矿产资源风险勘查专项资金。特别是近年来, 已有数十家中国矿业公司相继在马达加斯加开展地质勘查

及矿业开发活动。因此, 在马达加斯加这样的不发达国家或地区, 无论在区域上开展成矿规律研究, 还是在点上开展典型矿床研究, 都是十分必要的, 都可为中国矿业公司在该地区开展地质找矿或矿业开发提供理论指导或参考。

1 区域地质

马达加斯加岛由占该岛 2/3 面积的东部前寒武纪基底和西部沉积盆地组成。东部前寒武纪基底主要由正、副变质岩和花岗岩组成。Collins 等^[3-4]将马达加斯加中北部前寒武纪基底分为 5 个构造单元(图 1)。同一个构造单元中所有的岩石具有相似的构造历史, 构造单元之间的接触关系为区域不整合或者剪切带。5 个构造单元分述如下: ① Antongil 板块, 由 3 200 Ma 年龄的片麻岩和 2 600~2 500 Ma 的花岗岩组成, 约 2 500 Ma 的花岗岩大部分未变质^[5]。② Antananarivo 板块, 由 F2 600~2 500 Ma 的片麻岩、820~740 Ma 的花岗岩和辉长岩夹层组成^[5-6]。③ Itremo 岩片, 由古元古代到新元古代早期变质沉积岩组成^[7-8]。Itremo 岩片叠瓦状逆冲推覆在 Antananarivo 板块上^[9-11]。Itremo 岩片变质沉积岩与下部的片麻岩呈不整合接触^[7], Itremo 岩片岩石年龄为 (2 511±3/-2) Ma^[5], 与 Antananarivo 板块大多数片麻岩的年龄相似^[5]。④ Tsaratanana 岩片, 由中新太古代铁镁质片麻岩组成, 其 Sm/Nd 年龄和锆石捕虏晶的年龄为 2 700~

收稿日期: 2013-01-14

编辑: 杨 勇

基金项目: 中国地质调查局项目“全球巨型成矿带区域构造与成矿地质背景对比研究”(1212011120326); 中国博士后基金项目(2013M541000)

作者简介: 杨喜安(1972—), 男, 主要从事矿床地球化学及成矿规律方面的研究。E-mail: yangxianyantai@163.com

2 500 Ma^[5,12]。该构造单元在约 2 500 Ma 时变形和变质,800~760 Ma 时辉长岩侵入该片麻岩。在 630 Ma 之后该岩片再次发生挤压变形^[12]。⑤ Bemarivo 带,下部由 SE—NW 向的变质沉积岩、花岗岩和片麻岩组成,上部为挤压变形的变质火山岩。马达加斯加东北部与塞舌尔、印度西北部相连接,在每个地区都发育有大约 750 Ma 的火山岩或岩浆岩^[5,13-14]。

马达加斯加中北部和南部被左行 Ranotsara 剪切带分离(图 1)。

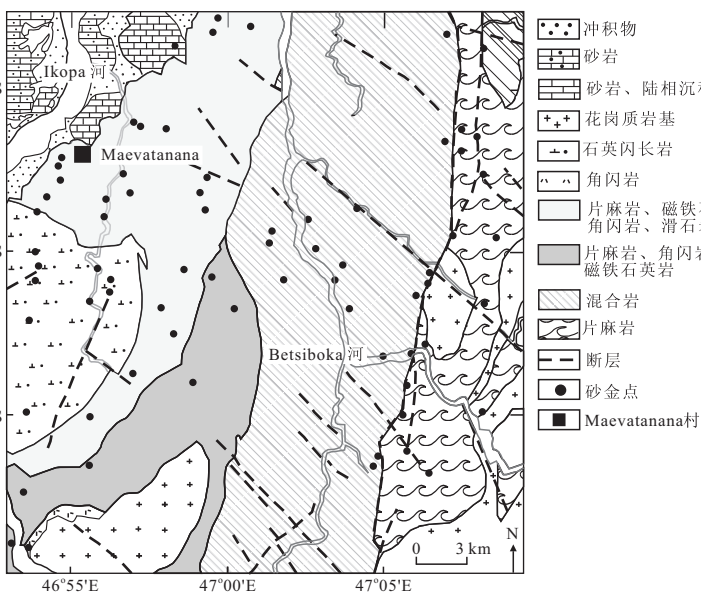


图1 马达加斯加区域地质构造简图(据文献[6]修改)

Fig.1 Simplified geology map of Madayascar

Maevatanana 绿岩带位于 Tsaratanana 绿岩带的最西侧,Tsaratanana 绿岩带由 4 个弯曲的、近南北向的绿岩带组成(图 1)。Maevatanana 绿岩带的岩性^[11]主要为:混合岩、片麻岩、角闪岩[锆石 U-Pb 年龄为(2 502±2)Ma]^[5]、磁铁石英岩、变质基性岩到超基性岩(滑石岩),侵入岩为花岗岩[Benana 花岗闪长岩的锆石 U-Pb 年龄为(779±2)Ma]^[5]。在中元古代(800~770 Ma)或新元古代(580~520 Ma)泛非构造事件中,马达加斯加发生了广泛的岩浆构造活动,该绿岩带被强烈地褶皱和变质,其变质程度为绿片岩相到角闪岩相。

2 矿区地质特征

Maevatanana 地区的主要产金区集中在 Ikopa 河、Menavava 和 Betsiboka 河所围成的不规则的区域内(图 2),其面积约为 7 500 km²。开采对象不仅是含“黑砂”的冲积物,也包括露出地表的含金石英脉。拉张作用为主,形成了近东西向的破碎带,并被辉绿

2.1 变质岩

(1)片麻岩 它是 Maevatanana 地区出露最广泛的岩石,可分为 2 个亚类:①黑云母-角闪片麻岩,其矿物组成主要由 40% 的浅色矿物(石英、微斜长石、正长石、斜长石和磷灰石)和 60% 的暗色矿物(角闪石、黑云母、铁氧化物和钛氧化物)组成;②白云母-黑云母片麻岩,其矿物组成为 65% 的浅色矿物和 35% 的黑云母。

(2)磁铁石英岩 磁铁石英岩产于片麻岩和角闪岩内,呈层状产出,一般走向长度为几千米,其厚度变化在几厘米至几米不等,该岩石为条带状构造,其浅色条带主要为白色的石英和浸染状的磁铁矿,暗色条带主要为磁铁矿和含铁硅酸盐,该岩石条带状的特征符合 BIF 型的特点。

在磁铁石英岩的浅色条带内,石英为白色,它呈纤维状或针状,粒径为 0.1~0.8 mm。在局部可见到纤维状或针状角闪石(阳起石类)。浅色条带内的磁铁矿的粒径为 0.02~0.2 mm,多呈它形星点状分布于石英粒间;在暗色条带内,主要为磁铁矿和角闪石,磁铁矿占全岩含量的 10%~40%,少量的磁铁矿呈自形分布在石英晶体内部,通常呈赤铁矿的假象。磁铁矿带内的角闪石呈半自形,属于镁铁闪石-铁闪石系列。

2.2 构造

矿区内地质构造复杂,由于经历了多期区域变质、变形作用和混合岩化作用,其原生构造遭受了较彻底的改造,难以辨认。依据已有的区域研究成果,结合工作区的地质测量,将矿区的构造作用初步划分为 4 期,主要表现为褶皱、断裂(层)、脆韧性剪切带及其次级节理裂隙等。

(1)第一期构造作用 该期构造作用以挤压为主,岩石变形以韧性为主,主要表现为“N”、“M”、“S”型层间牵引褶皱。常局限于条带状磁铁石英岩中,主要表现为层间揉皱,总体轴迹走向 NW—近 SN,倾向 SW—W,倾角 28°~75°。该期构造运动在水平方向以右行剪切为主。在小范围内主要表现为层间揉皱,如磁铁石英岩脉内的“N”、“M”、“S”型层间牵引褶皱和条带状片麻岩带内的似鞘褶皱。

(2)第二期构造作用 该期构造作用以拉张作用为主,早期伴有辉绿岩脉的贯入,并切割片麻理。岩石变形以脆韧性为主,伴有金矿化作用,是矿区内的主要成矿期。晚期主要为混合岩化作用,形成了矿区东半部具眼球状特征的混合岩带。

(3)第三期构造作用 该期构造作用以东西向挤压为主,岩石主要表现为脆韧性变形。

(4)第四期构造作用 该期构造作用以南北向岩脉充填,其锆石 U-Pb SHRIMP 谱和年龄为 155

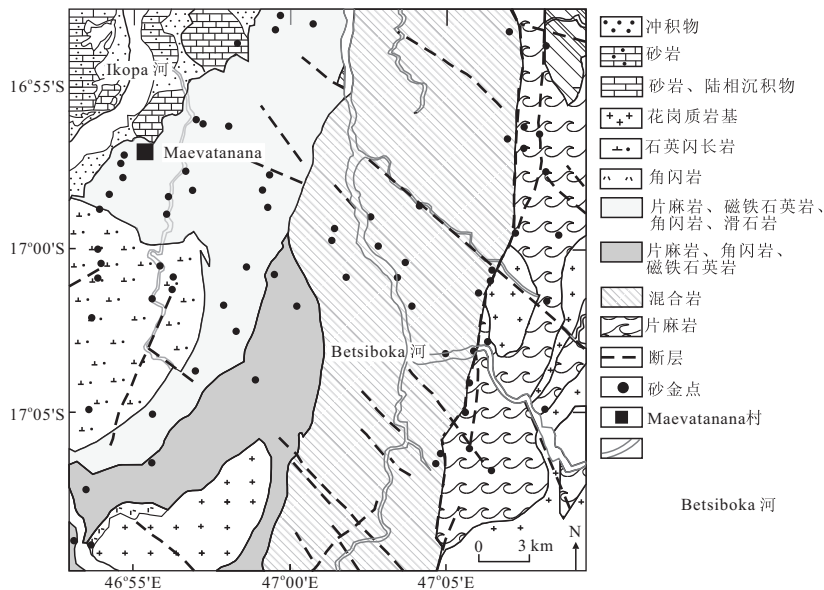


图2 Maevatanana 金矿区地质图

Fig.2 Geology map of Maevatanana gold deposit district

Ma,初步确定该期构造作用的时代为中侏罗世。

2.3 岩浆岩

(1)花岗岩 在本地区广泛分布,部分呈层状或透镜状产于片麻岩中。花岗变晶结构。主要矿物成分为石英、碱性长石、斜长石和黑云母。花岗岩体内发育显微剪切带。在剪切带中,石英伟晶岩呈透镜状产出。石英伟晶岩的主要矿物为石英、碱性长石、黑云母,副矿物为榍石、电气石、锆石。

(2)铁镁质—超铁镁质岩 一般呈几米厚的层状出露,常被挤压呈片麻状。根据其成分,可分为2个亚类:块状的暗绿色角闪岩和丝状的浅色滑石岩。角闪岩的矿物成分主要为镁角闪石、钠长石、磁铁矿、云母、石英、榍石,滑石岩的矿物成分主要为直闪石、滑石、绿泥石等。

2.4 蚀变与金矿化

研究区金矿体的主要围岩为片麻岩、铁镁质—超铁镁质岩、花岗质片麻岩、磁铁石英岩等。金主要赋存在硫化物石英脉及其围岩内。矿化带总体走向NW,倾向SW,倾角 $27^{\circ}\sim 47^{\circ}$,受断层控矿。矿化带在地表出露长度为 $25\sim 1\,400\text{ m}$,厚度为 $0.1\sim 15\text{ m}$,金品位为 $0.2\sim 17.9\text{ g/t}$ 。

含金硫化物石英脉主要由细粒石英组成,石英多呈乳白色至烟灰色,具有中等至强烈波状消光现象,表明其发生了强烈变形。石英脉中含有硫化物和少量的绿泥石,其中黄铁矿、磁黄铁矿是主要的硫化物,此外还有少量的黄铜矿和方铅矿。在石英脉两侧的围岩内,自形—它形的黄铁矿、磁黄铁矿呈浸染状、星点状分布。局部黄铁矿被磁黄铁矿交代形

成港湾状、孤岛状等交代残留结构。但在石英脉的接触面上,硫化物多呈自形、半自形结构,黄铁矿呈孤立的半自形至它形粒状结构。方铅矿粒径一般小于 4 mm 。沿石英脉边界可见硫化物脉(主要为黄铁矿+黄铜矿+方铅矿组合),在与围岩的接触蚀变带上或石英脉两侧的围岩内可见交代残留的磁铁矿或赤铁矿,表明其与金矿化是同期形成的。

石英脉内的金通常以显微金的形式存在(粒径小于 0.5 mm ,肉眼可见)。在一些公开展示的含金石英脉样品中可看到自然金。电子探针分析表明自然金以银金矿的形式存在,其 $w(\text{Ag})$ 为 7% ^[15]。

3 流体包裹体研究

Andrianjakavah 等^[15]将马达加斯加 Maevatanana 地区含金石英脉内的包裹体分为以下3种类型:Ⅰ类,即 CO_2 包裹体。由液相 CO_2 和气相 CO_2 组成。部分包裹体在室温条件下为单相,但在冷冻过程中出现 CO_2 气相。该类包裹体通常具规则的形态(负晶形),大小为 $5\sim 25\text{ }\mu\text{m}$,独立分布(原生),在次生的包裹体群内很少见到该类包裹体。Ⅱ类,即含 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 流体包裹体。该类包裹体在室温条件下呈三相(液相水、液相 CO_2 和气相 CO_2),呈不规则状、圆状、或负晶形。该类包裹体也出现在次生包裹体群内,其大小与Ⅰ类包裹体相近。在降温时,该类包裹体与Ⅰ类包裹体相似,也出现 CO_2 气泡。富 CO_2 包裹体的气液比为 $30\%\sim 70\%$,主要在 $50\%\sim 70\%$ 之间。Ⅲ类,即含水溶液的包裹体。该

类包裹体为在室温条件下仅含水溶液的包裹体,其大小为 $5\sim 35\ \mu\text{m}$,形态多样,具不规则状、圆状、椭圆状等。

3.1 流体包裹体显微测温

(1)Ⅰ类和Ⅱ类流体包裹体 在所有的含 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 流体包裹体测试中,笼合物融化温度在 $6.9\sim 9.1^\circ\text{C}$ 之间,其中间值为 $(8.2\pm 0.1)^\circ\text{C}$ [其对应的盐度 $w(\text{NaCl})$ 为 $1.8\%\sim 5.9\%$]。Ⅱ类包裹体的均一温度为 $210\sim 380^\circ\text{C}$,平均值为 250°C ,压力约 $130\ \text{MPa}$ 。

(2)Ⅲ类流体包裹体 该类包裹体的初始熔点(冰点)低于 -24°C ,接近于 $\text{NaCl-KCl-H}_2\text{O}$ 体系的冰点 (-22.9°C) 和 $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ 体系的冰点 (-21.2°C),水溶液包裹体的最终熔点(冰点)变化在 $-4.3\sim -0.5^\circ\text{C}$ 之间,中间值为 $(-2.3\pm 2)^\circ\text{C}$ [与其对应的盐度 $w(\text{NaCl})$ 为 $0.7\%\sim 7.8\%$]。其均一温度变化在 $130\sim 270^\circ\text{C}$ 之间,集中在 $(220\pm 40)^\circ\text{C}$ 。

3.2 激光拉曼分析

激光拉曼分析结果表明,Ⅰ类和Ⅱ类包裹体的气相主要由 CO_2 组成,含有微量的 CH_4 (x_{B} 小于 1%) 和 H_2S (x_{B} 小于 0.1%)。在一个Ⅰ类包裹体内还检测到 N_2 ($x_{\text{B}} < 0.2\%$)。

4 矿床成因

根据钻孔岩心化验结果可知,本区的矿化类型主要为含金石英脉,其次为含金长英质脉。后期的含金石英脉切穿了早期的含金长英质脉,说明该区具有2期成矿作用:① $804\sim 776\ \text{Ma}$ 期间的成矿作用,在马达加斯加、斯里兰卡、印度、南极、西澳大利亚等微陆块合并形成东冈瓦纳的过程中,这些微陆块之间的碰撞导致了大规模的岩浆构造活动^[16]。地层发生褶皱,形成 NNW-SSE 向褶皱,产生大量的层间片理带、糜棱岩、碎裂岩带和韧性剪切带。铁镁质—超铁镁质岩脉沿裂隙侵入^[17]。同时,本区发生了区域变质作用和混合岩化作用,原始矿源层中的金被活化并部分迁移,形成含金丰度较高的长英质脉^[3-4,18]。长英质脉沿层间面理贯入,厚度为几毫米至几十厘米。② $550\sim 522\ \text{Ma}$ 期间的成矿作用,在此期间,东、西冈瓦纳碰撞,形成东非造山带^[19]。Rambeloson^[20] 认为东非造山期是马达加斯加主要的金成矿期。区内发生强烈的构造岩浆活动,下地壳部分熔融,形成花岗质岩浆和成矿流体。成矿流体在沿断裂上升过程中,与不断渗入地下的含矿热水混合,构成混合成矿流体。成矿流体进入构造有利空间,形成含金石英脉,并对早期形成的含金长英质脉进行叠加、改造,形成工业矿体^[21-22]。

5 找矿标志

(1)构造标志 北西向构造与北北东向、东西向构造的交汇部位,地层破碎,是成矿热液运移的有利场所,也是富厚矿体的赋存部位。

(2)矿化蚀变标志 矿化带中蚀变矿化现象普遍,蚀变种类有以下2种:①黄铁矿化。黄铁矿呈细小晶粒星点状、浸染状产出,晶形主要有五角十二面体、立方体和不规则形状,在钻孔中可见大小不等的各种晶形的黄铁矿共生。②硅化。矿区硅化普遍,局部较强,断裂带附近出现大量石英脉,有的石英脉宽可达 $2\sim 4\ \text{m}$,石英脉及其两侧围岩一般金矿化较好。由于硅化作用形成的次生石英岩非常坚硬,抗风化能力强,而相邻地层易风化往往呈负地形。因此矿(化)体赋存地段常有陡壁、孤山地貌并与沟谷或洼地相邻。

(3)岩浆岩标志 部分细晶岩具金矿化,一般石英脉两侧或石英脉上部金含量较高,因此含金石英脉可作为找矿标志。

(4)地球化学标志 以 Au 为主的 Ag 、 As 、 Pb 、 Zn 等多元素化探组合异常;在异常带上,强度大,指示元素相关性好,具有一定规模、浓集中心明显的异常分布区,为地球化学标志。

(5)物探标志 磁法测量获得的中低磁异常带反映的热液蚀变范围可提供缩小的找矿靶区,热液型矿体物探激电异常表现为高阻、高极化的特点,可以初步判定热液型矿体分布范围及隐伏金矿体的大致区域,线状低阻带可能反映含金硫化物矿体的存在。

6 结 语

Maevatanana 金矿床是一个典型的绿岩带中含金石英脉型金矿床,在构造活动中,经历了中等程度的变质作用。含金石英脉的流体包裹体研究表明,成矿流体为含 CO_2 的低盐度水溶液,并含有微量的 CH_4 、 H_2S 、 N_2 。成矿流体中气液包裹体的均一温度约为 250°C ,压力约为 $130\ \text{MPa}$ 。根据钻孔岩心化验结果可知,本区的矿化类型主要为含金石英脉,其次为含金长英质脉。后期的含金石英脉切穿了早期的含金长英质脉,说明该区具有2期成矿作用。

参考文献:

- [1] Bésairie H. Gites Minéraux de Madagascar [J]. Ann. Geol. Madag., 1966, 34: 822.
- [2] Nawaratne S W, Dissanayake C B. Gold occurrences in Madagascar, South India and Sri Lanka: Significance of a possible Pan-African event [J]. Gondwana Res., 2001, 4: 367-375.
- [3] Collins A S, Razakamanana T, Windley B F. Neoproterozoic extensional detachment in central Madagascar: Implications for the collapse of the East African Orogen [J]. Geological

- Magazine, 2000, 137: 39-51.
- [4] Collins A S, Windley B F. The tectonic evolution of central and northern Madagascar and its place in the final assembly of Gondwana[J]. J. Geol., 2002, 110: 325-340.
- [5] Tucker R D, Ashwal L D, Handke M J, et al. U-Pb geochronology and isotope geochemistry of Archean and Proterozoic rocks of north-central Madagascar[J]. J. Geol., 1999, 107: 135-154.
- [6] Collins A S, Fitzsimons I C W, Hulscher B, et al. Structure of the eastern margin of the East African Orogen in central Madagascar[J]. Precambrian Research, 2003, 123: 111-133.
- [7] Cox R, Armstrong R A, Ashwal L D. Sedimentology, geochronology and provenance of the Proterozoic Itremo Group, central Madagascar, and implications for pre-Gondwana palaeogeography[J]. Journal of the Geological Society of London, 1998, 155: 1009-1024.
- [8] Cox R, Coleman D S, Wooden J L, et al. SHRIMP data from detrital zircons with metamorphic overgrowths reveal tectonic history of the Proterozoic Itremo Group, central Madagascar [J]. GSA Abstracts with Programs, 2000, 37: A248.
- [9] Pique A. The geological evolution of Madagascar: An introduction[J]. Journal of African Earth Sciences, 1999, 28: 919-930.
- [10] Tucker R D, Kusky T M, Buchwaldt R, et al. Neoproterozoic nappes and superimposed folding of the Itremo Group, west-central Madagascar[J]. GSA, Abstracts with Programs, 2001, 33: A448.
- [11] Collins A S, Johnson S, Fitzsimons I C W, et al. Neoproterozoic deformation in central Madagascar: A structural section through part of the East African Orogen [C] // Yoshida M, Windley B, Dasgupta S. Proterozoic East Gondwana: Supercontinent Assembly and Breakup. London: Special Publication of the Geological Society, 2003, 206: 363-379.
- [12] Kröner A, Windley B F, Jaeckel P, et al. New zircon ages and regional significance for the evolution of the Pan-African orogen in Madagascar[J]. Journal of the Geological Society of London, 1999, 156: 1125-1135.
- [13] Torsvik T H. Rodinia refined or obscured: Palaeomagnetism of the Malani igneous suite (NW India) [J]. Precambrian Research, 2001, 121: 319-333.
- [14] Ashwal L D, Demaiffe D, Torsvik T H. Petrogenesis of Neoproterozoic granitoids and related rocks from the Seychelles: The case for an Andean-type arc origin[J]. J. Petrol., 2002, 43: 45-83.
- [15] Andrianjakavah P, Salvi S, Béziat D, et al. Textural and fluid inclusion constraints on the origin of the banded-iron-formation-hosted gold deposits at Maevatanana, central Madagascar [J]. Miner. Deposita, 2007, 42: 385-398.
- [16] Handke M, Tucker R, Ashwal L D. Neoproterozoic continental arc magmatism in west-central Madagascar[J]. Geology, 1999, 27: 351-354.
- [17] Bybee G M, Ashwal L D, Wilson. New evidence for a volcanic arc on the western margin of a rifting Rodinia from ultramafic intrusions in the Andriamena region, north-central Madagascar [J]. Earth and planetary science Letters, 2010, 293: 42-53.
- [18] Carrington D P, Watt G R. Contrasting geochemistry of granulite-facies leucosomes and S-type granites: K-feldspar as culprit [J]. Min. Mag., 1994, 58: 152-153.
- [19] Paquette J L, Nédélec A. A new insight into Pan-African tectonics in the East-West Gondwana collision zone by U-Pb zircon dating of granites from central Madagascar[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1998, 155: 45-56.
- [20] Rambeloson A R. Gold in Madagascar [J]. Gondwana Research, 1999, 2: 423-431.
- [21] 陈毓川, 朱裕生. 中国矿床成矿模式[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [22] 陈毓川, 李兆蒲, 毋瑞身, 等. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 2001.

New Research Progress of Gold Deposit in Maevatanana Region, Madagascar

YANG Xi-an¹, LIU Shan-bao¹, LI Hai-song², LI Peng³, CHEN Yu-chuan⁴

(1. Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2. Shandong Zhengyuan Institute of Geological Exploration, Yantai Shandong 264002, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. CAGS, Beijing 100037, China)

Abstract: Madagascar is situated in the eastern Africa. Up to now, there is no organised industrial gold exploitation in Maevatanana region. It is a large amount considering that it is presently mainly from artisanal mining of alluvial deposits. The region's estimated gold production is approximately 3—4 tonnes/year. The Au deposit in the Maevatanana region is a classical quartz vein type gold deposit in the greenstone belt, and the quartz veins was strictly controlled by faults. Fluid inclusion studies indicate homogeneous trapping of a low-salinity aqueous fluid coexisting with a carbonic fluid, and it may contain small amounts of CH₄, H₂S, N₂. Fluid inclusion trapping average temperature is 250°C, and pressure is 1.3 kbar. According to the laboratory report of the drill core, it is demonstrated that the gold deposits in the Madagascar mainly comprise gold-bearing quartz veins, and the gold-bearing felsic veins is the subordinate. The late gold-bearing quartz veins crosscut the gold-bearing felsic veins, indicating that there are two epochs of mineralization in the study area.

Key words: Madagascar; Maevatanana; gold deposit