

马达加斯加草莓红绿柱石的成因与产状特征

廖尚宜, 彭明生, 李勋贵

中山大学 宝石矿物材料研究所, 广州 510275

摘要: 对马达加斯加新发现的宝石矿物草莓红绿柱石矿床的地质考察和研究发现, 矿体属典型的复杂的锂-铯-钽型稀有金属晶洞花岗伟晶岩。出露于花岗岩的上部, 沿片麻岩理呈脉状产出, 宽十余米, 产状 $170^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。交代作用明显, 带状构造发育, 由矿体边缘至中心部位可分为 6 个带。草莓红绿柱石主要分布于石英-微斜长石带至石英核内, 为伟晶岩晚期形成的矿物, 与锂云母、叶钠长石、多色电气石、锂辉石和烟水晶等伴生。矿化富集与钾钠长石化、锂云母化直接有关。晶体, 多呈不规则块状、六方板柱状或螺柱状; 是由晚期富 $\text{Li}+\text{Cs}$ 的热液交代变质而成。

关键词: 草莓红绿柱石; 稀有金属晶洞花岗伟晶岩矿床; 马达加斯加

中图分类号: P619.280.648.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2006)02-0133-04

Formation and Occurrence of Pezzottaite from Madagascar

LIU Shang-i, PENG Ming-sheng, LI Xun-gui

Department of Geosciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China

Abstract: The authors have visited the pegmatite mine, with a newly discovered gem mineral—Pezzottaite, in Madagascar and have learnt about its geology. The pezzottaite occurred in a complex type (LCT) rare element miarolitic granitic pegmatite. The pegmatite occurred as dikes within mica schists interbedded with impure marbles above the granite. The pegmatite dikes are generally about 10-13m thick, with dipping orientation of $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$ and dipping angles of $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ($170^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 45^{\circ} \sim 55^{\circ}$). There is obvious metasomatism in rocks with banded structure. From the edge to the core of the pegmatite dike, 6 zones were divided. The pezzottaite, formed in late-stage of pegmatite, is mainly distributed in the zones between the massive quartz-microcline zone and the quartz core. It intergrown with lepidolite, cleveandite, multicolored tourmaline, spodumene and smoky quartz. It is closely associated with the K-feldsparization, albitization and muscovitization of lepidolite. Most of the pezzottaite crystals are in irregular, hexagonal tabular or screw forms. It is believed that the pezzottaite was formed through the process of metasomatism by $\text{Li}+\text{Cs}$ rich fluids.

Key words: pezzottaite; rare element miarolitic granitic pegmatite; Madagascar

2002 年, 马达加斯加和阿富汗先后发现了一种新的宝石矿物矿床。这种宝石矿物晶形独特, 主要呈六方板柱状或螺柱状, 紫粉红色和橙红色, 折射率: N_o 为 1.615~1.616, N_e 约为 1.607, 双折射率 0.008~0.009, 密度 2.91~3.09。伴生矿物有锂辉石、锂云母、电气石、烟水晶和叶钠长石等。作者研究成分和结构后指出, 矿物具有高 Cs 含量, 属三方晶系, 空间群为 $R3c$, 为绿柱石族的新种^[1~3], 我们称其为草莓红“绿柱石”(Pezzottaite), 与国外学者同时发表研究结果。笔者初步观察和研究表明, 矿床的成因与粉红色绿柱石相似, 而有别于红色绿柱

石, 属典型的复杂稀有金属晶洞花岗伟晶岩矿床^[4~7]。

1 矿床地理位置和区域地质背景

矿床位于马达加斯加中部 Fianarantsoa 省内的 Mandrosonoro 村东南偏南 18.5 km, Ambatovita 西北 4.5 km 的一个小山丘上。东经 $46^{\circ} 4' 25.6''$, 南纬 $20^{\circ} 44' 46.4''$, 海拔 910 m。离首都塔那那利佛约 250 km。为马达加斯加中部 Ampandramaika-Malakialina 伟晶岩区(马达加斯加电气石和绿柱石主要产区)北面的沙卡维拉那(Sakavalana)地区。

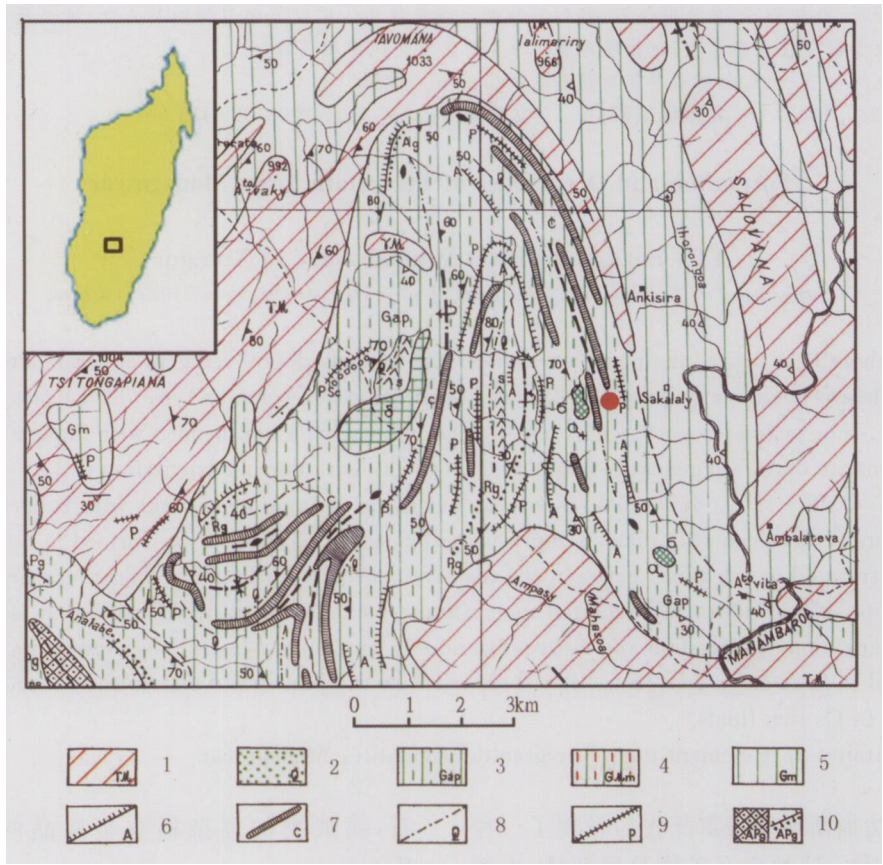
收稿日期: 2005-10-18 收到, 2006-01-24 改回

第一作者简介: 廖尚宜(1968-), 男, 博士研究生, 矿物物理与矿物材料专业。

20 世纪 40 年代, 沙卡维拉那地区的伟晶岩就开始以电气石为主的开采^[8]。但由于交通不便, 自然环境恶劣, 难以进入矿区, 矿产开采和进出矿区受政府严格监控。因此地质工作较为薄弱, 特别是草莓红绿柱石矿床的地质, 几乎没有人进行过现场工作。在缺乏地质数据的情况下, 笔者于 2003 年 8 月前往实地考察, 进行剖面素描和采样工作。

马达加斯加的伟晶岩主要形成于泛非事件 (Pan Africa Event) 晚期, 即 4. 85 亿年前。此前, 马

达加斯加一直与非洲、南极洲和印度大陆相连, 形成冈瓦纳超大陆。期间由于大陆地壳运动频繁, 发育了马达加斯加独特的南北走向岩脉, 即莫桑比克带 (Mozambique Belt); 加里东运动时中部地区出现多次的花岗岩和花岗伟晶岩侵入^[8]。草莓红绿柱石伟晶岩矿床主要形成于这个时期。根据作者的观察, 矿体出露于花岗岩的上部, 含于大理岩的石英片麻岩中(图 1)。



1. 花岗岩 2. Vohimena 群石英岩; 3. Vohimena 群片麻岩 (含大理岩、角闪岩和辉石岩); 4. 片麻质混合岩; 5. Ikalamavony 群片麻岩; 6. 角闪岩; 7. 大理岩; 8. 局部分布的石英岩; 9. 辉石岩; 10. 角闪辉石岩 (含石榴子石); 红点为本文研究的矿区

图 1 马达加斯加的草莓红绿柱石矿床地区的地质图^[9]

Fig. 1 Geological map of pezzottaite mine region of Madagascar ^[9]

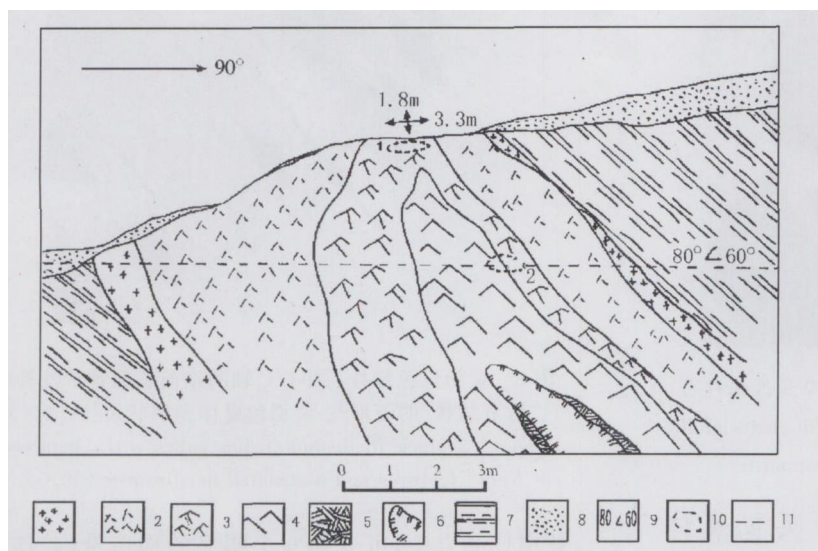
2 矿床地质特征

根据作者的实测剖面, 并与 Pezzotta^[8] 马达加斯加伟晶岩分类对比, 含矿岩体属于复杂的锂-铍-钽 (LCT) 型稀有金属晶洞花岗伟晶岩。围岩产状为 $70^{\circ} \sim 80^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。矿体规模不大(图 2), 沿片麻岩理呈脉状产出, 宽十余米, 长约 200 m, 沿褶皱轴成南南东向延伸, 产状 $170^{\circ} \sim 180^{\circ} \angle 45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。矿床中交代作用如钾长石化、钠长石化和锂云母化等广泛发育, 带状构造明显, 根

据地质产状和矿物共生组合特征, 由矿体边缘至中心部位, 可分为 6 个带(图 2)^[4]: 即细晶岩(长英岩)带、细-中粒文象伟晶岩带、中-粗粒文象伟晶岩带、巨晶或块体石英-微斜长石带、叶钠长石带和石英核带。矿体形成于复杂的岩浆-流体体系, 即早期从岩浆熔体中结晶, 中晚期经复杂的热液交代作用而成^[4-6]。

3 带状构造中草莓红绿柱石的分布特征

草莓红绿柱石主要分布于矿床中的 4、5 和 6 带



1. 细粒花岗岩; 2. 细-中粒文象伟晶岩; 3. 中-粗粒文象伟晶岩; 4. 巨晶或块状伟晶岩; 5. 叶钠长石带; 6. 石英核及晶洞; 7. 片麻岩; 8. 红土; 9. 围岩的产状; 10. 矿洞位置(序号); 11. 地平线

图2 马达加斯加草莓红绿柱石沙卡维拉那矿床的地质剖面图

Fig. 2 Geological map of the Sakavalana pegmatite dike

内, 晶形独特, 呈紫粉红色和橙红色, 透明至半透明柱状或块状。晶体化学研究表明, 它们是在伟晶岩演化的晚期阶段碱金属元素 Li 和 Cs 从外层交代进入先存在的绿柱石晶格而成。化学成分和晶体结构虽与绿柱石不同, 但保留了绿柱石的假象, 主要由 {0001} 底轴面和六方双锥 {101} 所组成, 六方柱多不发育(图3)。



图3 草莓红绿柱石六方板柱状晶体

Fig. 3 Tabular hexagonal prismatic crystals of pezzottaite

草莓红绿柱石的粒度及形状随在伟晶岩中的分布而异。从石英-微斜长石带至石英核, 晶体粒度逐渐变小, 自形程度和透明度则逐渐提高。产于石英微斜长石带中的草莓红绿柱石晶体一般为半自形六方柱状或块状(图4), 粒径较大, $(2\sim 3) \times (1\sim 2)$ cm, 个别大晶体可达 7×5 cm。随粒度的增大, 透明度降低。其中一些晶体沿 c 轴(0001) 生长方向呈明显的颜色分带; 产于钠长石带至石英核部的草莓红绿柱石粒度

一般较小, 颜色较均匀, 透明至半透明, 主要呈六方板柱状或螺柱状。长柱状晶体少见。平行 {11 $\bar{2}$ 0} 常见明显的熔蚀现象, 呈褐黄色。作者认为部分六方板柱状晶体是由长柱状晶体柱面经晚期热液蚀变和淋滤作用而成(图5)^[5]。晚期形成的草莓红“绿柱石”主要分布于叶钠长石和锂云母及其后形成的电气石间的空隙中, 而部分晶体更被包裹在晚期形成的石英内(图6)。由此推论, 成矿阶段应晚于叶钠长石和电气石, 而较伟晶岩核部的石英形成较早。

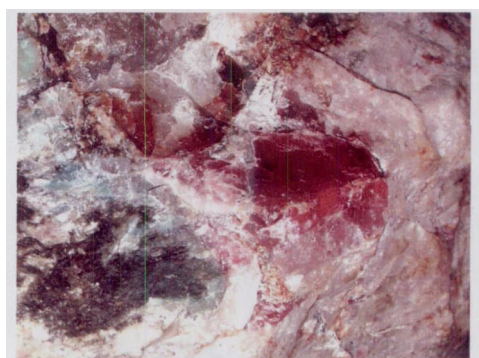
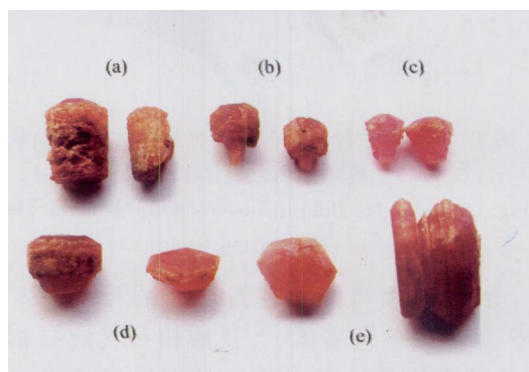


图4 伟晶岩矿床中产于石英微斜长石带中的草莓红绿柱石晶体

Fig. 4 Obvious color zone of with purplish red on top and pink to colourless in the center of the pezzottaite crystal from massive quartz microcline zone of the pegmatite



(a) 柱面经熔蚀和风化的长柱状晶体; (b)、(c)、(d) 被熔蚀的柱面部分剥落而逐步形成螺柱状及板柱状晶体; (e) 由多个六方板柱状以(0001)面平行相连形成的延长晶体

图5 各种晶形的草莓红绿柱石

Fig. 5 The crystals shapes of pezzottaite

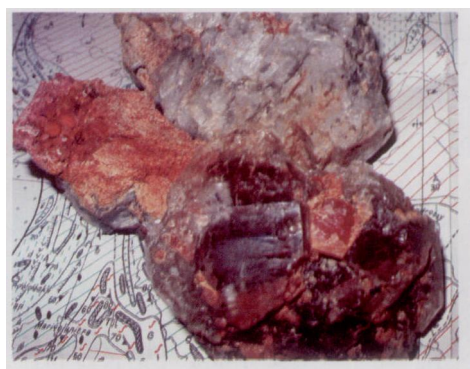


图6 产于钠长石带至石英核部的草莓红绿柱石
Fig. 6 Pezzottaite crystals occurred in cleavelandite zone and quartz core of the pegmatite

4 草莓红绿柱石及伴生石英包裹体

草莓红绿柱石偏光显微镜下的光学特性与绿柱石相似。平行(0001)面($\perp c$ 轴)的切面上可见很多细小的六方孔洞,呈明显多色性(橙红/紫粉红色)。干涉色低,主要为一轴(-)晶,有时出现异常二轴晶,2V角很小。从垂直光轴方向可见很多细而长的管(针)状液相或气液相包裹体;管中常出现如“竹节结状”的菱形隆起(图7,8),平行于次生愈合裂隙,这是由于管状包裹体在晶体生长后期受到应力所致。

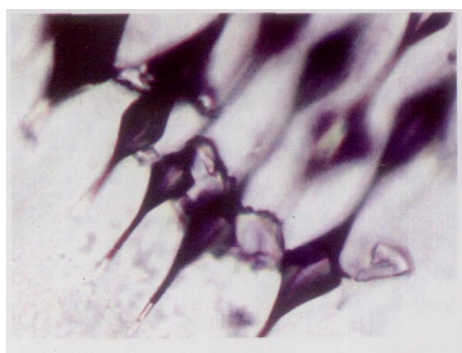


图7 紫粉红色绿柱石中的管状及管中“竹节结状”的菱形液相包裹体(80×)
Fig. 7 Tube-like fluid inclusions with “bamboo-knot” features in crosscutting fissures (80×)

另外,与草莓红绿柱石伴生的石英中发现结晶质-流体融熔包裹体、大量液相和气液二相包裹体,反映矿体是早期岩浆结晶后期经热液交代而成。

5 结 论

马达加斯加草莓红绿柱石产于复杂的稀有金属

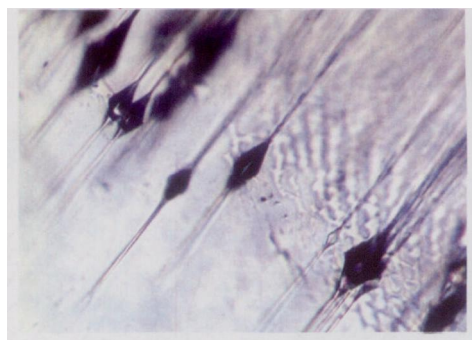


图8 紫粉红色绿柱石中//C轴的细而长的管状及管中“竹节结状”的菱形气-液相包裹体和网状裂纹(50×)
Fig. 8 2-phase inclusions in fine tubes with “bamboo-knot” features and associated net fissures (50×)

花岗伟晶岩中,可分为6个明显的构造带,矿体规模不大,交代作用发育,是伟晶岩晚期碱金属交代产物。

参考文献(References):

- [1] 廖尚宜, 彭明生. 草莓红绿柱石的晶体化学研究[J]. 矿物学报, 2003, 23(4): 319– 322.
Liu Shang-i, Peng Mingsheng. A crystal chemistry study of the Raspberry “Beryl” [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2003, 23(4): 319– 322. (in Chinese with English abstract)
- [2] Liu Shang-i, Peng Mingsheng. A study of a new gem mineral from Madagascar Pezzottaite[C]. The 29th International Gemmological Conference (2004) Paper. 2004. 101.
- [3] Laurs B M, et al. Pezzottaite from Ambatovita, Madagascar: A new gem mineral[J]. Gems & Gemology, 2003: 39(4): 284– 301.
- [4] 廖尚宜, 彭明生, 谢依鸾. 草莓红绿柱石的成因研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2005, 24(增刊): 10.
Liu Shang-i, Peng Mingsheng, Tse Y Eileen. Formation of pezzottaite[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2005, 24(suppl.): 10. (in Chinese)
- [5] 孙鼐. 火成岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 188– 191.
Sun Nai. Igneous petrology[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985. 181– 191. (in Chinese)
- [6] Li Zhaolin, Yang Rongyong, Li Wen. Pegmatite fluids of different origins and their implications for mineralization[J]. Chinese Journal of Geochemistry, 1999, 1(1): 9– 17.
- [7] Cerny P. The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba, VII. Secondary minerals from the spodumene-rich zones[J]. Canadian Mineralogist, 1972, 11: 714– 726.
- [8] Pezzotta F. Madagascar, a mineral and gemstone paradise, extra lapis[Z]. English 1 edition. Lapis International LLC, East Hampton, C.T., U.S.A., 2001. 16– 65.
- [9] Chantre J. Geological investigation and prospection of the 1/100,000 sheets Janjina-Mandrosonoro (J-K, 51) Travaux du Bureau Geologique, No. 58[Z]. Tananarive: Service Geologique, Madagascar, 1965.