

王水龙, 王大钊, 刘爽, 等. 江西甘坊岩体发现罕见的含铍矿物——红磷锰铍石[J]. 岩矿测试, 2022, 41(4): 688 - 690.  
WANG Shuilong, WANG Dazhao, LIU Shuang, et al. Discovery of Rare Beryllium Mineral, Väyrynenite in Ganfan Granite Body, Jiangxi Province[J]. Rock and Mineral Analysis, 2022, 41(4): 688 - 690. [DOI: 10.15898/j.cnki.11-2131/td.202204190083]

## 江西甘坊岩体发现罕见的含铍矿物——红磷锰铍石

王水龙<sup>1</sup>, 王大钊<sup>1</sup>, 刘爽<sup>2</sup>, 廖生万<sup>2</sup>, 聂晓亮<sup>2</sup>, 李凯旋<sup>1</sup>, 徐林<sup>1</sup>, 周宾<sup>2</sup>

(1. 东华理工大学核资源与环境国家重点实验室, 江西 南昌 330013;

2. 江西省地质局生态地质大队, 江西 南昌 330002)

红磷锰铍石 (Väyrynenite), 化学式为  $Mn^{2+} [BePO_4(OH, F)]$ , 是一种十分罕见的含铍磷酸盐矿物<sup>[1]</sup>。红磷锰铍石最早发现于芬兰的 Viitaniemi 地区<sup>[2]</sup>, 目前仅在芬兰、中国等少数地区的花岗伟晶岩中发现<sup>[2-8]</sup>。红磷锰铍石与绿柱石具有同构型, 是岩浆演化过程中铍矿物相结晶与演化的重要指示矿物<sup>[1]</sup>, 同时也是一种稀有的宝石<sup>[8]</sup>。

江西西北部是中国重要的铀钼铍锂稀有金属成矿区之一<sup>[9]</sup>, 九岭成矿带甘坊岩体钽、铌、锂、铷、铯等稀有金属品位较高, 以往只是作为含锂瓷石矿开采, 近年来随着关键金属找矿勘查, 甘坊岩体稀有金属成矿作用受到广泛关注。

作者项目组对江西九岭成矿带甘坊岩体宜丰等地的含稀有金属花岗岩开展野外调查工作时, 在圳口里的钠长石化白云母花岗岩中发现一种粉红色矿物(图1)。因红磷锰铍石矿物较为稀有, 故没有选择湿法化学分析, 实验中通过手标本和镜下观察, 综合运用电子探针(EPMA)、激光剥蚀电感耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)、激光拉曼光谱和单晶X射线衍射分别对矿物的化学成分、拉曼光谱特征和晶体结构进行分析测试。单晶X射线衍射在中南大学地球科学与信息物理学院完成, 其余实验均在东华理工大学核资源与环境国家重点实验室完成。

江西甘坊岩体中的红磷锰铍石(图1a), 以单晶体矿物颗粒分布于钠长石化白云母花岗岩中, 呈现半自形产出, 边上有大量黑色物质。粉红色, 条痕白色, 玻璃光泽, 莫氏硬度与小刀相当, 在5.0~5.5

(a)手标本照片



(b)红磷锰铍石

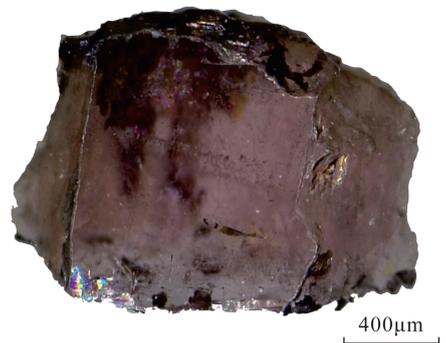


图1 江西甘坊岩体红磷锰铍石(a)手标本照片和(b)矿物颗粒照片

Fig. 1 (a) Specimen photo and (b) mineral grain photo of Väyrynenite in Ganfan granite body, Jiangxi Province

之间。切出小块单矿物颗粒制成矿物靶, 镜下观察矿物晶体透明(图1b)。电子探针分析表明该矿物

收稿日期: 2022-04-19; 修回日期: 2022-05-19; 接受日期: 2022-05-24

基金项目: 江西省自然科学基金项目(20202BABL213032); 东华理工大学博士科研启动基金项目(DHBK2019302);

核资源与环境国家重点实验室开放基金(NRE1909); 核资源与环境国家重点实验室自主基金(Z1919)

作者简介: 王水龙, 博士, 助理研究员, 主要从事稀有金属矿产研究工作。E-mail: 383491562@qq.com。

主要成分是  $P_2O_5$ 、 $MnO$ 、 $FeO$ , 其中  $w(P_2O_5)$  为 34.92% ~ 38.57%,  $w(MnO)$  为 30.70% ~ 35.57%,  $w(FeO)$  为 0.94% ~ 1.64%。由于本次所用的电子探针不能对 Be 和  $H_2O$  进行定量分析<sup>[10]</sup>, 因此 Be 的含量采用 LA-ICP-MS 进行分析,  $H_2O^+$  的含量依据矿物理论成分计算。 $w(BeO)$  为 19.89% ~ 20.03%, 还有少量  $CaO$ 、 $Na_2O$ 、 $K_2O$ 、 $Al_2O_3$  等,  $H_2O^+$  的含量以理论成分 5.12% 计算, 总量为 92.20% ~ 100.54%。与芬兰、中国南平、巴基斯坦、瑞典、西班牙、俄罗斯等其他地区报道的红磷锰铍石的成分相近<sup>[2-8]</sup>, 特别是与巴基斯坦宝石级的红磷锰铍石具有极高的相似性<sup>[8]</sup>。激光拉曼光谱谱图显示在  $1003\text{cm}^{-1}$  和  $3217\text{cm}^{-1}$  位置的特征峰(图 2), 分别代表了  $PO_4^{3-}$  的对称拉伸和  $OH^-$  的拉伸振动, 与芬兰的红磷锰铍石一致<sup>[11]</sup>, 其他弱峰不一致可能是元素成分上的差异导致。

晶体结构分析使用中南大学地球科学与信息物理学院 Rigaku XtaLAB Synergy 单晶 X 射线衍射仪

完成。实验条件为 Mo  $K\alpha$  射线( $\lambda = 0.07107\text{nm}$ ), 石墨单色器, 晶体中心与 Hypix6000 检测器的距离 35mm, 管压 50kV, 管流 1mA, 帧曝光时间 205s, 获得晶胞参数: 晶胞参数  $a = 4.722\text{\AA}$ ,  $b = 14.557\text{\AA}$ ,  $c = 5.421\text{\AA}$ ,  $\alpha = \gamma = 90^\circ$ ,  $\beta = 102.723(3)^\circ$ ,  $V = 363.496\text{\AA}^3$ ,  $Z = 4$ , 属于单斜晶系, 空间群为  $P2_1/c$ , 使用 VESTA 生成晶体结构模型(图 3)。

综上所述, 可以确定甘坊岩体所发现的矿物确定为红磷锰铍石。花岗岩中红磷锰铍石的发现尚属首次。显然, 进一步系统地研究该矿物的产出条件及分布规律, 对研究铍的地球化学特征和铍矿物相结晶与演化无疑具有重要意义。

**致谢:** 野外工作得到江西省地质局生态地质大队和江西省地矿资源勘查开发有限公司汪龙飞、曹正建等工程师的支持, 中南大学地球科学与信息物理学院谷湘平教授帮忙完成了晶体结构分析, 审稿专家对论文提出宝贵意见, 在此一并致以诚挚谢意!

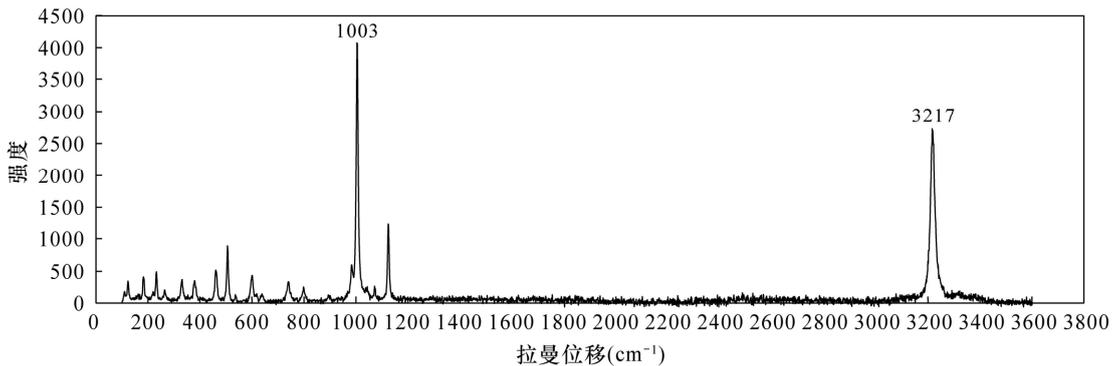


图2 江西甘坊岩体红磷锰铍石的激光拉曼光谱图

Fig. 2 Laser Raman spectrum of Väyrynenite in Ganfan granite body, Jiangxi Province

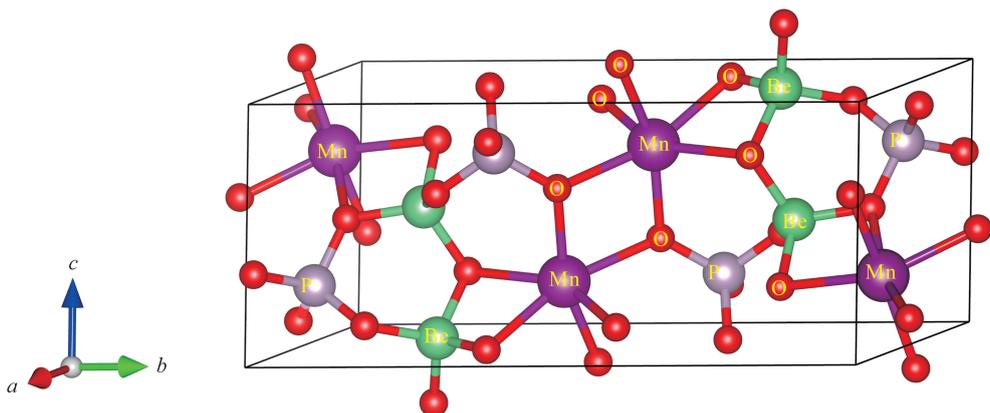


图3 江西甘坊岩体红磷锰铍石的矿物晶体结构

Fig. 3 Crystal structure of Väyrynenite in Ganfan granite body, Jiangxi Province

## 参考文献

- [1] Černý P. Mineralogy of beryllium in granitic pegmatites [J]. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 2002, 50 (1): 405 - 444.
- [2] Mrose M E, von Knorring O. The mineralogy of Väyrynenite, (Mn, Fe) Be (PO<sub>4</sub>) (OH) [J]. *Zeitschrift Für Kristallographie - Crystalline Materials*, 1959, 112 (1): 275 - 288.
- [3] 倪云祥, 杨岳清. 一种罕见的铍矿物——红磷锰铍石 [J]. *岩石矿物学杂志*, 1992, 11 (3): 252 - 257, 288.  
Ni Y X, Yang Y Q. Väyrynenite, a rare beryllium mineral [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 1992, 11 (3): 252 - 257, 288.
- [4] Heinz M, Werner P. Ein Vorkommen von Väyrynenit - Kristallen aus "Pakistan" [J]. *Zeitschrift für Kristallographie - Crystalline Materials*, 1976, 143 (S): 309 - 318.
- [5] Nysten P, Gustafsson L. Beryllium phosphates from the proterozoic granitic pegmatite at Norrö, southern Stockholm Archipelago, Sweden [J]. *Geologiska Föreningen I Stockholm Förhandlingar*, 1993, 115 (2): 159 - 164.
- [6] Roda E, Fontan F, Pesquera A, et al. The phosphate mineral association of the granitic pegmatites of the Fregeneda area (Salamanca, Spain) [J]. *Mineralogical Magazine*, 1996, 60 (402): 767 - 778.
- [7] Lykova I S, Varlamov D A, Chukanov N V, et al. Phosphates of the Chalotskoe pegmatite deposit, Transbaikal Region [J]. *Geology of Ore Deposits*, 2018, 60 (7): 636 - 642.
- [8] Zwaan J C. Cat's-eye Väyrynenite from Pakistan [J]. *The Journal of Gemmology*, 2016, 35 (4): 288 - 290.
- [9] 王成辉, 杨岳清, 王登红, 等. 江西九岭地区三稀调查发现磷锂铝石等铍铋锡钽矿物 [J]. *岩矿测试*, 2018, 37 (1): 108 - 110.  
Wang C H, Yang Y Q, Wang D H, et al. Discovery of amblygonite and Li - Be - Sn - Ta minerals in the Jiuling area, Jiangxi Province [J]. *Rock and Mineral Analysis*, 2018, 37 (1): 108 - 110.
- [10] 李超, 王登红, 屈文俊, 等. 关键金属元素分析测试技术方法应用进展 [J]. *岩矿测试*, 2020, 39 (5): 658 - 669.  
Li C, Wang D H, Qu W J, et al. A review and perspective on analytical methods of critical metal elements [J]. *Rock and Mineral Analysis*, 2020, 39 (5): 658 - 669.
- [11] Frost R L, Lopez A, Xi Y F, et al. The molecular structure of the phosphate mineral Väyrynenite: A vibrational spectroscopic study [J]. *Spectroscopy Letters*, 2014, 47 (4): 253 - 260.

## Discovery of Rare Beryllium Mineral, Väyrynenite in Ganfan Granite Body, Jiangxi Province

WANG Shuilong<sup>1</sup>, WANG Dazhao<sup>1</sup>, LIU Shuang<sup>2</sup>, LIAO Shenwan<sup>2</sup>, NIE Xiaoliang<sup>2</sup>, LI Kaixuan<sup>1</sup>, XU Lin<sup>1</sup>, ZHOU Bin<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Nuclear Resources and Environment, East China University of Technology, Nanchang 330013, China;

2. Ecological Geology Brigade of Jiangxi Geology Bureau, Nanchang 330002, China)