

一种罕见的铍矿物——红磷锰铍石

倪云祥 杨岳清

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

主题词 红磷锰铍石 铍磷酸盐 矿物学 花岗伟晶岩 福建

提 要 红磷锰铍石是一种很罕见的铍磷酸盐矿物, 在国外, 目前仅知发现于芬兰等几个国家, 其量也极少。我国是 1984 年首次发现于福建南平花岗伟晶岩田中的白云母-钠长石-锂辉石型伟晶岩中, 沿粗粒原生绿柱石中的微裂隙分布, 是伟晶岩形成晚期热液蚀变作用的产物。本文较系统地研究了南平伟晶岩中红磷锰铍石的矿物学特征, 包括产状及共生组合、物性及光性、化学成分、X射线衍射特征和红外吸收光谱分析等, 最后概述了该矿物的鉴定特征。

红磷锰铍石 (Väyrynenite) 是一种十分罕见的含锰、铁、铍的磷酸盐矿物, 最早是在 1939 年, Von Knoring 研究芬兰中部 Viitaniemi 地区的含复杂磷酸盐矿物的稀有金属花岗伟晶岩时所发现^[1], 在该伟晶岩中, 红磷锰铍石与其他磷酸盐矿物组成集合体产出, 并以较鲜艳的粉红色为特征, 后经 Volborth 详细工作最终于 1954 年正式确定为新矿物, 并命名为 Väyrynenite, 其中文译名取其主要成分和特征的粉红色而称之为红磷锰铍石。

1959 年 M. E. Mrose 和 Von Knoring 发表了该矿物最详细的矿物学研究论文^[1], 确定的理论分子式为 $(\text{Mn}, \text{Fe}) \text{Be}(\text{PO}_4)(\text{OH})$ 。这以后只有少数伟晶岩中有红磷锰铍石产出的报道, 如: 东哈萨克斯坦、西巴基斯坦等地^[3]。在国内, 笔者于 1984 年在深入研究福建南平稀有金属花岗伟晶岩时才首次发现, 但由于样品量少, 未能及时进行详细和系统的矿物学研究, 近数年来才陆续积累了较为完全的矿物学研究数据。

1. 产状及共生组合

产出红磷锰铍石的福建南平伟晶岩构成了一个以富铍为特征的稀有金属矿田。伟晶岩产出的围岩主要为震旦系变粒岩和石英云母片岩, 矿田内海西期混合花岗岩和燕山期黑云母二长花岗岩广泛分布, 伟晶岩是由混合花岗岩形成过程中产生的富含挥发分和稀有金属的熔体-溶液侵入震旦系的构造裂隙、经结晶分异及交代蚀变作用而形成^[2]。

根据伟晶岩的形成演化顺序、结构特征及矿物组合, 可将其划分成 4 种类型: I. 白云母-钾长石-早期厚板状钠长石伟晶岩; II. 白云母-钠长石-钾长石伟晶岩; III. 白云母-钾长石-钠长石伟晶岩; IV. 白云母-钠长石-锂辉石伟晶岩。产出红磷锰铍石的 IV 类型 31 号伟晶岩脉, 其结晶分异和交代蚀变作用最为发育, 按形成顺序可划分出 8 个结构带: 1. 钾长石块体带; 2. 石英-锂辉石-钾长石带; 3. 石英-叠层白云母带; 4. 石英-锂辉石-羟磷铝锂石带; 5. 石英-锂辉石-钾长石-钠长石带; 6. 石英-钠长石带; 7. 绿色白云母带; 8. 石

英-钠长石-细磷白云母带。该伟晶岩中以富含复杂多变的磷酸盐矿物为特征,目前已鉴定出18种磷酸盐矿物。红磷锰铍石分布在该脉中部的石英-锂辉石-羟磷铝锂石带和绿色白云母带的相邻部位。该部位常产出粗粒($d=5-20\text{ cm}$)自形或半自形绿柱石(照片1),红磷锰铍石常与磷灰石、石英一起充填在绿柱石中的细小网脉状裂隙内(照片2),红磷锰铍石主要产出在裂隙的中心,有时也表现出交代绿柱石的一些特征,自形磷灰石和石英基本沿这些裂隙的脉壁生长。根据这些特征,可以认为南平红磷锰铍石是在伟晶岩基本固结之后、晚期富磷、富铍热液作用在原生绿柱石上的产物。这是目前在南平伟晶岩中观察到的红磷锰铍石的唯一产状,它与芬兰中部 Viitaniemi 地区伟晶岩中红磷锰铍石的产状明显不同,后者常与其他复杂磷酸盐矿物一起以集合体形式产出,而与绿柱石无关^[1]。

2. 物性和光性

红磷锰铍石属单斜晶系,空间群为 $P2_1/a^{[1]}$,其晶体结构特点是 $[\text{BeO}_2(\text{OH})_2]$ 和 $[\text{PO}_4]$ 四面体以角顶相连,沿 a 轴延伸,呈“Z”字状链,链间由 $\text{Mn}(\text{Fe})$ 相连^[3],晶体多呈板状或短柱状。

南平红磷锰铍石所产出的裂隙宽不足 2 mm ,而且它又主要位于裂隙的中部,因而阻碍了其晶体的发育生长,故一般多为他形,偶见呈厚板状,粒径在 0.1 mm 左右,粉红色,有时带浅黄色调,透明,条痕白色,玻璃光泽,摩氏硬度为5, $\{010\}$ 解理完全, $\{001\}$ 中等。参差状断口,在钠光下用油浸法测定的折光率: $N_p=1.637$; $N_m=1.661$; $N_g=1.667$,精度为0.002。二轴晶,负光性,实测光轴角($2V$)为 50.5° 。单偏光下无色透明,多色性不明显,突起正、中等。在正交偏光下,干涉色最高可达二级黄绿。

南平红磷锰铍石的物性和光性与芬兰 Viitaniemi、东哈萨克斯坦和西巴基斯坦所产该矿物基本类似,仅光轴角偏小 $2^\circ-5^\circ$,但其产状差别较大^[3]。

3 化学成分

由于南平伟晶岩中所产红磷锰铍石数量很少,加之颗粒又细小,所以无法获得足够的样品进行湿法化学分析,开始先用激光光谱进行了半定量分析,其结果:Be 2%,P 37%,

表1 红磷锰铍石的化学成分(wt%)

Table 1 Chemical Composition of Väyrynenite(wt%)

产地	成分												合计
	P ₂ O ₅	MnO	FeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	BeO	H ₂ O ⁺	其余		
南平	43.37	30.09	7.60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00					81.36
芬兰 ^[1]	39.98	34.01	5.92	0.53		0.40	0.20	0.04	13.85	4.93	0.06		100.11
理论组成	40.34	40.32							14.22	5.15			100.00

测定者:中国地质科学院矿床地质研究所 王文瑛

Mn 18%, Fe 3%, 根据这些成分可以判定该矿物为含铁锰铍磷酸盐矿物,其特征符合红磷锰铍石的分子式: $(\text{Mn,Fe})\text{Be}(\text{PO}_4)(\text{OH})$ 。

其后,又做了电子探针分析,结果见表1。遗憾的是探针无法测定矿物中的Be和 H_2O^+ 含量。为了讨论方便,表1中同时列举了芬兰Viitaniemi伟晶岩中红磷锰铍石的化学成分和该矿物的理论化学成分。与芬兰样品相比,南平红磷锰铍石含磷略偏高,锰含量稍低。从化学成分可以看出, Fe^{2+} 类质同象取代了 Mn^{2+} ,同时还有少量的 Ca^{2+} 。总体来看,南平红磷锰铍石的化学成分是较单纯的,基本符合理论组成。

4 X射线粉晶衍射分析

对南平红磷锰铍石先后进行了两次X射线粉晶衍射分析,其分析结果见表2,表中还列举了芬兰Viitaniemi红磷锰铍石的衍射结果以便比较。

总体来看,南平红磷锰铍石样品的纯度是较高的,故分析结果中的 d 值及其相对强度值精度也较高,但美中稍不足的是在1983年进行照相分析时,由于样品数量少,中高角度区的衍射线不太清晰,因而有时彼此不能明确分开。

从表2所列数据可看出,南平红磷锰铍石与芬兰的该矿物样品的衍射谱十分类似,尤其在中、高角度区更接近。稍有差别的有两处:一是南平红磷锰铍石的4条衍射线(d 值为3.129; 2.961; 2.803; 2.705 Å)在芬兰红磷锰铍石的衍射谱中未见到,二是中角度区面网为(060)、(230)的2条谱线,在两个样品中不能很好对应,其 d 值相差稍大,这可能反映两者在化学成分上的一些差异。

5 红外吸收光谱分析

到目前为止,国内外还未见有红磷锰铍石红外吸收光谱分析的报道,因此,本文中对红磷锰铍石红外吸收光谱分析工作在世界上尚属首次,其结果见图1。图中还同时标出了各吸收谱带的波数。从图谱形态看,多数吸收谱都很尖锐、明显,很少有杂质干扰,但其图谱仍具有典型磷酸盐矿物的特征。

从图可看出,表示H—O伸缩振动(ν_2)的谱带 3217 cm^{-1} 很明显,吸收强度大,表明该矿物含相当数量水。中等能级($1200\text{—}900\text{ cm}^{-1}$)间的吸收谱主要反映P—O的各种振动,所有磷酸盐矿物都有此特征,低能级处众多复杂的吸收谱表示Mn—O、Be—O等金属阳离子的振动特点。中、低能级处出现密集且尖锐的吸收谷带是南平红磷锰铍石的代表性特征。

6 小结

南平稀有金属花岗伟晶岩中红磷锰铍石的发现在国内尚属首次,至今也还未见第二个产地的报道,在世界上也是为数不多的几个产地之一,特别是南平红磷锰铍石和磷灰石、石英一起分布于绿柱石微裂隙中这一特征产状,在世界上尚属首例。显然,进一步系统地

表 2 红磷锰铍石 X 射线粉晶衍射分析

Table 2 X-ray diffraction pattern of värynenite

产地	南平伟晶岩				芬兰 Viitaniemi	
资料来源	本文作者				〔1〕	
时间	1983 ^①		1986 ^②		1959	
<i>hkl</i>	<i>d</i>	<i>I/I₀</i>	<i>d</i>	<i>I/I₀</i>	<i>d</i>	<i>I/I₀</i>
020	7.35	70	7.27	50	7.251	85
110	4.98	30	4.97	8	4.960	25
011	4.39	70	4.399	40	4.399	60
021	3.90	30	3.885	20	3.890	14
121	3.455	90	3.453	100	3.452	100
031	3.370	40	3.342	35	3.340	14
			3.129	20		
111			3.071	15	3.073	14
140			2.994	13	2.991	6
			2.961	8		
121	2.855	100	2.883	70	2.885	85
041			2.854	35	2.851	35
	2.785	50	2.803	20		
			2.705	15		
141	2.670	80	2.667	40	2.662	40
200			2.641	35	2.642	25
201	2.575	30	2.546	20	2.548	18
220	2.428	40			2.480	6
060			2.423	30	2.413	18
230			2.297	10	2.312	6
012	2.245	20	2.275	8	2.279	4
231			2.252	20	2.253	14
122, 022	2.207	40	2.202	30	2.202	14
061	2.108	20	2.143	15	2.140	10
201			2.100	20	2.100	14
161	2.074	40	2.061	35	2.057	25
221			2.015	8	2.019	6
			1.962	20	1.964	10
			1.942	25	1.944	10

① 由中国核工业总公司 270 研究所用粉晶衍射照相机测定

② 由中国地质科学院矿床地质研究所王立本用岛津粉晶衍射仪测定

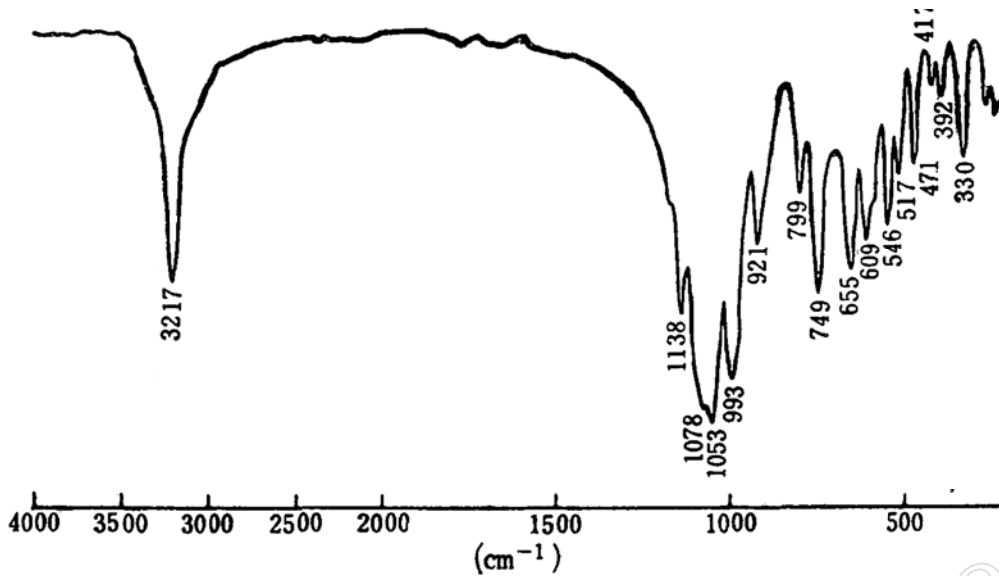


图 1 南平红磷锰铍石的红外吸收光谱图
(测定者: 中国地质科学院矿床地质研究所 郭立鹤)
Fig.1 IR spectrum of the Nanping värynenite

研究该矿物的产出条件及分布规律, 对丰富矿物学理论宝库及研究铍的地球化学无疑具有很大意义。除产状外, 南平红磷锰铍石无论是在物性、光性、化学成分还是在矿物的X射线衍射特征方面, 都与芬兰Viitaniemi 等国外的红磷锰铍石类似。从形成时间看, 南平红磷锰铍石在伟晶岩中形成较晚, 是晚期热液蚀变作用的产物。

通过本文讨论, 可以认为, 在磷酸盐矿物发育的稀有金属花岗伟晶岩中, 可以根据特征的粉红色, 并与磷灰石密切伴生的特征, 在绿柱石内或其附近找到红磷锰铍石。

参 考 文 献

- 1 Mrose, M. E. and Von Knöring. The Mineralogy of Värynenite. (Mn, Fe) Bc (PO₄)(OH). Z. Krist., 112. 1959, 275—280.
- 2 杨岳潜, 倪云祥, 郭永泉等. 福建西坑花岗伟晶岩成岩成矿特征. 矿床地质, 1987, 3(3): 10—21.
- 3 王 濮, 潘兆枢, 翁玲宝等. 系统矿物学 (下册). 北京: 地质出版社, 1987. 209—211.

Värynenite, A Rare Beryllium Mineral

Ni Yunxiang, Yang Yueqing

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Key words: värynenite; Beryllium phosphate; mineralogy; granite pegmatite; Fujian

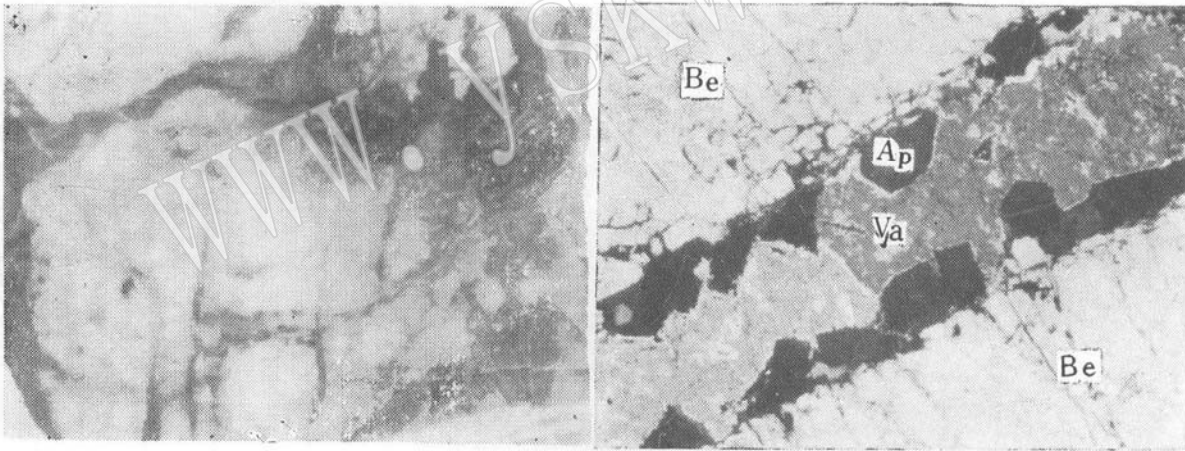
Abstract

Värynenite, a very rare beryllium mineral, has been recognized only in

a few localities abroad (e. g. in Viianiemi pegmatite, Finland). In China, the mineral was first found by the authors in 1984. Occurring within the quartz-muscovite-spodumene pegmatite (Type IV) of the Nanping rare metal granite pegmatite field, Fujian Province, it can be seen in fissures of coarse primary beryl, being a product of late hydrothermal activity of the pegmatite. This paper systematically studies mineralogy of the Nanping vaeyrynenite, including its mode of occurrence, paragenetic association, physical and optical properties, chemical composition, X-ray diffraction pattern and infrared absorption spectrum. The distinctive features of this mineral for its identification are also indicated.

www.yskw.ac.cn

倪云祥、杨岳清：一种罕见的铍矿物——红磷锰铍石



照片 1 含有红磷锰铍石的绿柱石（白色）
常呈自形-半自形晶 原大的 1/3

照片 2 红磷锰铍石(Va)和磷灰石(Ap)
在绿柱石(Be)裂隙中的分布 正交偏光 $\times 32$