

伟晶岩里铌钽矿物量的测定

李维华 段玉然

中国地质科学院测试所

某伟晶岩体含有钽铌铁矿、铌钽铁矿、重钽铁矿、钽锰矿、锡钽锰矿五种铌钽矿物，需要对该岩体的不同带定量测定这五种矿物的含量，以研究其成因。这五种矿物都呈黑色，根据矿物的光性及物性在显微镜下难以区分开，也不能准确地测定这五种矿物的含量。对于物相分析，也很难选择出合适的溶剂将这五种矿物各自分离开来测定。本工作是采用激光显微光谱分析手段试验出这五种矿物的光谱特征，依此将它们区分开

进行每种矿物的定量测定。

实验部分

1. 仪器及工作条件

LMA—1型激光显微光谱分析仪。氙灯工作电容508微法，电感127微亨，控制激光输出能量使每颗矿物熔穴直径为70—100微米。辅助激发电容15.3微法，电感125微亨，电

- 本工作是配合地质科学研究所杨岳清同志的研究而进行的。

压3.5千伏。辅助电极为尖锥状，电极间隙1.2毫米，电极至样品距离1.4毫米。

ИСП—28中型水晶摄谱仪，采用单透镜，狭缝宽20微米。天津II型板，A—B混合显影液，21℃，显影3分钟。

2. 矿物的光谱特征：

由于这五种矿物难以区分，从每个测定样品中没能挑出足够的单矿物进行化学分析，只采用电子探针对原样的铌钽矿物进行测定，测定结果如表1所示。

表1 铌钽矿物成分(%)
Table 1. Composition of Niobotantalitic minerals %

	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	FeO	MnO	SnO ₂
钽铌铁矿	51.08	30.36	14.19	5.08	
铌钽铁矿	29.70	50.73	11.23	9.64	
重钽铁矿	5.85	74.75	16.12	2.01	0.50
钽锰矿	13.43	66.71	5.71	14.83	<0.1
锡钽锰矿	2.88	66.62	4.12	11.17	15.21

拍摄五种被测定矿物的光谱，结合人工标样，确定这五种矿物的元素谱线特征如下：

钽铌铁矿：Nb II 2590.9 Å 黑度大于Ta II 2603.6 Å

Fe II 2611.9 Å 黑度大于Mn II 2610.9 Å

铌钽铁矿：Ta II 2603.6 Å 黑度大于Nb II 2590.9 Å

Mn II 2610.9 Å 黑度等于Fe II 2611.9 Å

重钽铁矿：Ta II 2603.6 Å 黑度远大于Nb II 2590.9 Å

Fe II 2611.9 Å 黑度远大于Mn II 2610.9 Å

钽锰矿：Ta II 2603.6 Å 黑度大于Nb II 2590.9 Å

Mn II 2610.9 Å 黑度大于

Fe II 2611.9 Å

锡钽锰矿：Ta II 2603.6 Å 黑度大于Nb II 2590.9 Å

Mn II 2610.9 Å 黑度大于Fe II 2611.9 Å, Sn I 3175.0 Å 线出现

根据以上特征，可以把这五种矿物区分开。

结果与讨论

把经过分级、富集的重砂样品精确地缩分出有代表性的约400颗矿物，用胶水把矿物依次粘在有机玻璃板上，再用激光逐个对每颗矿物激发、摄谱。在放大仪下，根据矿物的元素谱线特征确定每颗矿物的名称，统计出每种矿物的含量。本方法测得的是每种矿物的颗粒百分含量，再根据矿物的比重，换算出矿物的重量百分含量。换算公式如下：

$$C_A = \frac{A \times D_A}{A \times D_A + B \times D_B + C \times D_C + \dots + N \times D_N} \times 100\%$$

其中C_A：矿物A在样品中的重量百分含量

A、B...N：各种矿物的颗粒百分含量

D_A、D_B...D_N：样品中各种矿物的比重

1. 测定的精确度：

取同一样品，进行重复测定，结果列入表2。

表2 重复测定结果(%)
Table 2. results of replicate analysis

	钽铌铁矿	铌钽铁矿	钽锰矿	闪锌矿	锡石	铁矿物	黑钨矿	重钽铁矿
1	88.70	9.57	0.29	0.58	0.58	0.29		
2	90.71	7.29	0.29	0.14		0.43	0.57	0.57

结果表明，采用激光显微光谱法测定重

砂矿物量,能获得较好的精确度。

2. 测定的准确度:

为检验测定结果的准确度,对两个样品进行了元素的平衡计算。这两个样品的化学分析结果如表3所示,矿物定量结果如表4所示。

表3 样品的化学分析结果%*

Table 3. analytical results

	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	SnO ₂
L-5	33.01	46.60	0.23	10.11	7.80	0.95
L-9	26.37	53.36	0.41	9.00	8.00	0.30

* 地质科学研究院测试所李玉珍同志分析

表4 矿物量测定结果

Table 4. measured data of mineral amounts

		钽铌铁矿	铌钽铁矿	锡钽锰矿	锡石	磁铁矿
L-5	>0.2mm	28.22	71.22		0.56	
	0.1-0.2mm	30.67	68.64		0.68	
L-9	>0.2mm	12.79	86.53	0.55		0.13
	0.1-0.2mm	12.27	87.56	0.18		

按下式进行元素平衡计算。设元素的平衡系数为K,则

$$K = \frac{\text{各级样品的矿物中元素的总量}}{\text{全样中元素的绝对量}}$$

当各项测定的误差都很小时,平衡系数K的值应为1左右。

以L-5号样 Nb₂O₅ 的平衡系数计算为例说明如下: L-5号全样重0.266克。>0.2mm级重0.144克,0.1-0.2mm级重0.122克。矿物的分析结果采用表1所示的电子探针分析结果,根据表3的样品化学分析结果和表4的矿物量测定结果计算如下:

L-5号全样中Nb₂O₅的总量为C

$$C = 0.266 \text{克} \times 33.01\% = 0.088 \text{克}$$

>0.2mm级样品中钽铌铁矿及铌钽铁

矿Nb₂O₅的量分别为C₁和C₂

$$C_1 = 0.144 \text{克} \times 28.22\% \times 51.08\% = 0.021 \text{克}$$

$$C_2 = 0.144 \text{克} \times 71.22\% \times 29.70\% = 0.030 \text{克}$$

0.1-0.2mm级样品中钽铌铁矿及铌钽

铁矿Nb₂O₅的量分别为C₃和C₄

$$C_3 = 0.122 \text{克} \times 30.67\% \times 51.08\% = 0.019 \text{克}$$

$$C_4 = 0.122 \text{克} \times 68.64\% \times 29.70\% = 0.025 \text{克}$$

则Nb₂O₅的平衡系数K为

$$K = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{C} = \frac{0.095}{0.088} = 1.08$$

L-5号样与L-9号样的各元素平衡系数K值列于表5

表5 元素的平衡系数k

Table 5. Equilibrium coefficient k of the elements

	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	FeO	MnO
L-5	1.08	0.95	1.33	1.06
L-9	1.22	0.90	1.46	1.13

在平衡计算时全样中各元素的量是根据化学分析结果计算。由于这五种矿物极为相似,从各级样品里分离不出足够量的单矿物做化学分析,因此在元素平衡计算时单矿物的成份是采用电子探针分析结果。因为电子探针分析与化学分析存在着差异,给平衡计算带来一定的误差,使得FeO的平衡系数显著偏高。

由于电子探针没有给出钽铌铁矿、铌钽铁矿中SnO₂的分析结果,因此没有计算SnO₂的平衡系数。由测得的锡石、锡钽锰矿结果可以计算出SnO₂含量的20%来源于这两种矿物,80%的量是分散在钽铌铁矿及铌钽铁矿中。

由表5可以看出,激光显微光谱测定矿物量能获得较好的准确度。

结 论

激光显微光谱分析可用于测定样品里组

成不同的矿物的含量, 解决靠物相分析等不易解决的样品分析, 具有测定精确度高、准确度好的特点, 是配合地质矿物鉴定、测定重砂矿物量的又一种方法。

参考文献

1. 沈瑞平著: 稀有元素及其矿物量的光谱分析, 江苏科学技术出版社, 1983。
2. 李维华 段玉然著: 矿物激光显微光谱分析, 地质出版社, 1981。

Quantitative Determination of Niobo-tantallic-minerals in Pegmatite

Li Wei-hua

The spectral characteristics of Fe-Niobite, Fe-Niobotantalite, Tapiolite, Gerwannobite and Ixiolite in Pegmatite were studied by the technique of laser microspectral analysis. The contents of 5 minerals were determined quantitatively. The equilibrium coefficients of elements were determined. The precision and accuracy were good.