

JCXA—733 型电子探针 快速、综合应用程序

曹东彝

提要 为 JCXA—733 型电子探针新编写的综合应用程序, 兼顾了谱仪特性测量、四道波谱定性分析、金属和氧化物定量分析。应用一个小的正文区执行较大的程序。测试内容按顺序号排列, 调用灵活, 提高了分析测试速度。在定量分析中对较轻元素的定量分析作了初步的尝试。

关键词 电子探针综合分析程序 定性、定量测定。

在近代科学技术发展前缘之一的微束分析中, 电子探针 X 射线显微分析仪是目前相当活跃的微分物质成分设备。电子探针分析是建立在 X 射线光谱分析和电子显微镜这两门技术基础上的分析方法。在冶金、地质、材料、生物学等自然科学领域以及刑事侦察、考古等社会科学领域中, 得到了广泛的应用。六十年代初期, 电子探针开始被应用于地质领域, 进行矿物成分分析, 随着定量修正法、样品制备法的不断提高以及分析精度的改善, 至今它已成为矿物岩石学、地质地球化学、矿床综合评价、综合利用等众多科研课题研究的重要手段。

计算机技术的飞速发展也促使电子探针向自动化、高精度方向发展, 八十年代以来, 微型处理机或小型电子计算机被普遍地装配在电子探针分析仪上, 进行仪器操作的自动控制和冗长地定量修正计算。这不仅减轻了操作人员的烦琐劳动, 而且也提高了工作效率和质量, 使定量分析修正计算得以真正的完全实施。我院的 JCXA—733 型电子探针装配的是美国 DEC 公司的 PDP—11/04 型电子计算机。计算机的外围设备是 RX02 双软盘驱动装置, PC—11 高速低带阅读穿孔机和 LA—36 型宽行打字机。计算机系统使用 DEC 公司的 RT—11 操作系统和根据该公司 FOCAL 语言改编的高效会话式程序语言—JASCAL。并带有定性、定量分析程序和制图、检查等应用程序。

通过几年来的分析工作实践, 我们感到原配程序在许多方面需要改进, 有必要编写适应需要的快速、综合分析程序。其原因为以下几方面:

(1) 随着分析方法的发展和改进, 自编的应用程序逐渐增多, 由于程序名称最多用六位数字符号书写。大量的缩写名称使操作者容易记混, 而且在调用程序时很容易产生差错。对此, 只用工作项目的号数来输入命令是非常方便的。

(2) 对某些分析样品, 如未知样品的定量分析、送样者原确定的元素名字不当等等, 都经常需要变更不同的分析程序。而新程序的调入使得原有程序正文与变量全部消失。所以每次都要重新输入谱仪、样品台等座标位置和变量, 这浪费了大量时间。

(3) 独立的应用程序之间有不少程序语句相同, 如能根据情况随调随用, 可减少计算机的内存和防止占据更多的软盘存储区。

(4) 原有程序中有些程序未能充分发挥原有部件的功能。如原定性分析程序只供两道或

三道谱仪使用,而国内不少用户都备有四道波谱仪。这四道波谱仪如也能做定性分析时,不但可节省定性分析所用时间,而且可大大地减少 X 射线不同线系和级次峰值的相互干扰。

(5)原有程序的修正计算公式对轻元素有的不太适用需要进一步完善。

(6)原有程序之中不同程度的存在着一些不必要的输入、输出条件,宽行打字机的打印格式不太紧凑。

TJYD · JCL 应用程序

当前我们新编写的快速综合应用程序是在原来几种应用程序基础上编制的,并命名为 TJYD 程序。目前,它暂时包括下列工作项目清单、四道 X 射线波谱仪特征曲线测定、四道快速定性分析、金属样品 ZAF 定量分析和氧化物样品的 ZAF 定量分析等五项工作内容。该程序包括五部分,并编有五个应用数据文件。使用时只需先调入主程序 TJYD、JCL,具体工作内容可根据主程序询问的工作项目号,输入所需要工作项目的编号即可。例如:需要下列工作项目清单(表 1)时,只需在“JOBNO. ? :”后面输入 0。文件的使用极为方便。五个应用文件和五个数据文件列于表 2

[表 1]

V R TJYD

SPECT. PRESENT POS. (MM):	CH-1 ,183.1	CH-2 ,229.15	CH-3 ,160.85	CH-4 ,229.86
STAGE PRESENT POS. (MM):	X ,21.02	Y ,42.50	Z ,10.75	

JOB NO. ? : 0

JOB: CONTENTS

```

0      LIST
1      SPECT. CHARACTERISTIC CURVE DETERMINATION
2      QUALITATIVE ANALYSIS
3      QUANTITATIVE ANALYSIS(METAL)
3.1    MEAS. COND.
3.2    STD. MEAS.
3.3    UNK. MEAS.
3.4    REMEAS.
4      QUANTITATIVE ANALYSIS(OXIDE)
4.1    MEAS. COND.
4.2    STD. MEAS.
4.3    UNK. MEAS.
4.4    REMEAS.
  
```

JACA 语言的程序职能包括三个部分：指令解释 (Command. interpreten)，程序存储区和变量存储区。软磁盘系统寄存器设计如表 3，为使得可以用一个较小的正文区去执行一个大的程序，我们在编写程序中使用了文件装入/存储 NEXT 指令。用“V NEXT”指令在主程序中实施子程序不像“V GET”指令那样增加正文的存储区域，但是，应指出：执行该指令时，子程序装入和起动后主程序将被消除，所有变量将保持不变，直到子程序执行完毕 NEXT 指令才被控制回到原来的程序。为此，其控制指示语句要写到每个子程序中去，并希望只有很少的控制语句。在 TJYD. JCL 中编写为第 45 语句群(Gvoup)这一语句只包含四个行编号：

```
45. 10 X FPRM(12,1);A 1 " JOB NO. ? "JN, " " ;1(JN-1)45. 2,45. 2;1(JN-5)45. 45;Q
45. 20 S J=FITR(JN)
45. 40 V N TJYD'J'. JCL
45. 45 S J=JN-1;G 45. 4
```

TJYD 程序的全部文件 [表 2]

TJYD	. JCL	2	16-Jul-86	TJYDO	. JCL	2	16-Jul-86
TJYD1	. JCL	15	16-Jul-86	TJYD2	. JCL	9	16-Jul-86
TJYD3	. JCL	12	16-Jul-86	TYDT	. JCL	13	16-Jul-86
ZKAB	. DAT	23	15-Nov-78	QL	. DAT	1	20-Jul-86
ZLAB	. DAT	32	15-Nov-78	QA4	. DAT	2	13-Aug-86
ZATM	. DAT	2	15-Nov-78	JASCAL	. SAV	37	03-Mar-80

该程序可根据情况增添更多的工作内容。在此增加的程序只需给出文件的新的编号，程序按此编号命名，如 TJYDO. JCL。然后适当地在 TJYDO. JCL 中增加该项工作的全部名称，并相应地改写 45 群中的有关语句即可，只要两个软盘中有用的存储区块，可将大量的工作项目串编在一起。

“JOB ON. ? ; 0”是列清单。问号后面的零是经键盘输入的。下面分别叙述其他四个测试项目：

谱仪特性曲线测定

原有的谱仪特性曲线程序只对二道谱仪或三道谱仪进行，由于定性工作的需要，有必要对第四道波谱仪的特性曲线进行测定。

一个理想的全聚焦波谱仪的位置 L(指分光晶体到 X 射线源的距离)值可由下式得到：

$$L = \frac{2R}{2d}n\lambda \tag{1}$$

式中 R 是谱仪罗兰圆的半径(140mm), d 是分光晶体的晶面间距, n 为射线数, λ 为特征 X 射线

表 3 寄存器设计:28KW 软磁盘系统

底	146000	软磁盘监听
起始	106000	变量 (8KW)
顶	42000	正文 (8.4KW)
	0	JASCAL—FD

(八进制)

表 3 为 28KW 软盘寄存器设计

的波长,由于种种原因如加工不完善,温度、湿度的变化等,方程 1 则需要进行必要的补偿,补偿的方法是通过多组实验数据使用最小二乘法计算特征曲线系数。每条特征曲线对 5 个标准特征波峰探索。在我们的第四道波谱仪中,根据需要对 PET 晶体 ($2d = 8.742 \times 10^{-8}m$ 进行谱仪特征测定。因此,只要原程序中增加这部分语句即可。由于原来的程序带有的是二道和三道谱仪的数据文件,所以要重新编写一个谱仪特性数据文件:QL·DAT 文件。开始先虚拟一个文件,经实际测定后就可以形成一个新的符合谱仪特性的文件了。

谱仪特性曲线测定项目编码为 1、实测的格式如下(表 4):

```
JOB NO. ? : 1
CORRECTION OF PEAK POS. BY LEAST SQUARE METHOD
SET STAGE POS. FOR EACH STD. ELEM.
EL:  TI  SI  AL  MG  CR  FE  CU  AU  CD
CH(1) SI 77459          77365  AL  99655      90610  MG 107513    107510  SI 154918    154950  AL 181310    181355
THE FITTED VALUE      77364          90611          107510          154950          181355
CH(2) CR 73337          74205  TI  88033      88725  CD 126721    127120  AU 187051    186945  SI 228222    226880
THE FITTED VALUE      74216          88706          127132          186939          226882
CH(3) AU 88755          88565  CU  107127    107045  FE 134621    134640  CR 159216    159275  TI 159216    159690
THE FITTED VALUE      88563          107050          134636          159483          159483
CH(1) CR 73337          73535  TI  88033      88280  CD 126721    126835  AU 187051    187230  SI 228222    228405
THE FITTED VALUE      73566          88226          126869          187215          228410

SPECT. DISPLACEMENT COEF.
S 0(1,0)=-9.177350E+02;S 0(1,1)=1.982721E+02;S 0(1,2)=-1.399543E+01;S 0(1,3)=3.338484E-01;
S 0(2,0)=3.865226E+03;S 0(2,1)=-2.298745E+03;S 0(2,2)=5.355439E+02;S 0(2,3)=-4.427082E+01;
S 0(3,0)=-4.918866E+03;S 0(3,1)=8.248277E+03;S 0(3,2)=-4.755357E+03;S 0(3,3)=9.55678E+02;
S 0(4,0)=6.177814E+02;S 0(4,1)=-2.637128E+02;S 0(4,2)=4.677448E+01;S 0(4,3)=-2.557852E+00;
0 TK

JOB NO. ? : 2
```

原来的程序中需要用手动方法对九个标准样品给出测定位置,此项工作很麻烦,而且输出的经聚焦后载物台的位置毫无用处,新改编的程序中则直接在程序中给出其位置,执行时只需确认一下是否聚焦,就可以按动 STORE 键依次储存所需测定标准样品的位置,这里也删除了原来将此值打印的语句,只分别打印出九个样品的元素名称。第四道谱仪测定的五个样品与第二道相同,仍然是 Cr、Ti、Cd、Au 和 Si。样品的位置与前三道测定位置都是一次给定的。

样品成分定性测定

定性成分分析项目编码为 2,只要在询问语句后输入 2 即可执行该项工作。由于用四道谱仪测定,首先需要编写新的数据带 DA4.DAT。本数据带仍然与原来所分析的元素相符,但原来的程序将 71 种元素置于三道谱仪增多了由于统计波动,仪器不稳定等引起的波峰重叠或产生虚幻波峰的可能,使得本来不存在的一些元素被判定存在,如过去测量黄铜矿等的含量较高的样品,判定元素中总是有 Os,现在用四道谱仪测定,则相对减少了波峰重叠和虚幻波峰现象的存在,判定更准确,而且测定次数减少了四分之一,提高了分析速度,减少了样品的损伤情况。

由于测定谱仪特征曲线参数的工作更容易和方便了,故可以利用空间进行测定。这样使得过去每次定性分析前先完成的工作程序 1 可再不需要,为此,本程序中有关这项工作被删去,本程序根据误差统计学给出的波峰,背景平均强度差的标准误差公式:

$$\sigma = \sqrt{\frac{I_p}{3} + \frac{I_\beta}{Z}}$$
 (2)

采用 $I_p - I_\beta \geq 3\sigma$ 和 $I_p - I_\beta \geq 3$ 作检测依据,并以强度的对数图表示测定结果,其打字格式如下:其中“*”表示背底强度,“+”表示峰值与背景的差值强度(格式见表 5)

SAMPLE NAME;J;54					
ACCEL.	VOLT.	(KV);25	NO. OF	MEAS.	POS. ;1
NO.	X	Y	Z		
1	8512	43154	10745		
POS. NO. 1 PROBE CURRENT;2.200E-08(A)					
STAGE POS. : X 8512 Y 43154 Z 10745					
CH(1) TAP			CH(2) PET		
EL	COUNT	INTENSITY(LOG)	EL	COUNT	INTENSITY(LOG)
Y	21*****		TI	11*****	
SR	13*****		1	9*****	
SI	14*****		TE	8*****	
TA	16*****		CA	9*****	
RB	11*****		SB	5*****	
LU	15*****		SN	8*****+	
YB	13*****		K	5*****	
AL	14*****		U	5*****	
BR	13*****		AG	8*****	
ER	13*****		RH	5*****	
HO	9*****		CL	6*****	
AS	15*****		RU	5*****	

MG	10*****	BI	6*****
TB	9*****	PB	6*****
GE	6*****	S	128*****++++++
GA	6*****	MO	11*****
NA	2**	AU	7*****
F	2**	P	4*****
CH(3) LIF		CH(4) PET	
EL	COUNT INTENSITY(LOG)	EL	COUNT INTENSITY(LOG)
SE	52*****	CR	60*****
TL	47*****	ND	42*****
HG	43*****	PR	40*****
PT	38*****	V	31*****
IR	31*****	CE	24*****
ZN	30*****	LA	19*****
W	23*****	BA	17*****
CU	34*****	CS	11*****
HF	24*****	SC	14*****
NI	20*****	IN	3***
TM	14*****	CD	5*****
CO	23*****	TH	3***
DY	9*****	PD	1*
FE	3036*****++++++	TC	2**
GD	4*****	NB	1*
MN	8*****	ZR	3*++
EU	5*****	OS	0
SM	7*****	RE	1*

在 QA4.DAT 文件中,最后三行是为谱仪特征曲线测定而编写的,在本项工作内容中不进行测定。四道谱仪定性分析程序数据带(见表 6)

.COPY QA4.DAT TT;

Files copied;

DK,QA4.DAT to TT;

21

39	6.4488	22	2.7485	34	1.1048	24	2.2897
38	6.8628	53	3.1486	81	1.2074	60	2.3704
14	7.1254	52	3.2892	80	1.2412	59	2.4630
73	7.2520	20	3.3504	78	1.3130	23	2.5076
37	7.3180	51	3.4394	77	1.3514	58	2.5615
71	7.8400	50	3.5999	30	1.4352	57	2.6657
70	8.1490	19	3.7414	74	1.4764	56	2.7760
13	8.3393	92	3.9100	29	1.5406	55	2.8924
35	8.3746	47	4.1544	72	1.5696	21	3.0309

68	8.8200	45	4.5974	28	1.6574	49	3.7719
67	9.2000	17	4.7278	69	1.7268	48	3.9564
33	9.6709	44	4.8457	27	1.7890	90	4.1381
12	9.8900	83	5.1100	66	1.9088	46	4.3677
65	10.0000	82	5.28860	26	1.9360	43	5.1148
32	10.4360	16	5.3722	64	2.0468	41	5.7243
31	11.2920	42	5.4066	25	2.1018	40	6.0705
11	11.9101	79	5.8400	63	2.1209	76	6.4780
9	18.3200	15	6.1570	62	2.1998	75	6.7290
28	14.5610	24	2.2897	79	1.2764	22	2.7485
27	15.9720	48	3.9564	24	2.897	79	5.8400
26	17.5900	14	7.1254	21	3.0309	14	7.1254

样品在测定后进行元素识别时应考虑统计波动和线系之间波峰的干扰,否则会出现错误的结论,尽管用四道谱仪测定的几率比原来的要小,但并不是完全不会出现,在这里尤其是相邻线之间 $K\alpha$ 峰的重叠 $K\beta$ 峰重叠,对 Na、Mg、Al、Si 等元素的 $K\alpha$ 峰之间的距离相对峰的宽度而言比在高能量时更为接近,原子序数为 Z 的元素的 $K\alpha$ 峰,由于相邻元素的峰会使其计数增加许多,对此须加以考虑。而 $Z=20\sim 28$ 范围的 $K\alpha$ 峰与 $Z-1$ 元素的 $K\beta$ 峰也有明显重叠。此外较重元素的 $L\alpha$ 线与较轻元素的 K 线也有重叠(例如: Pb 的 L_{α} 线和 As 的 K_{α} 线)。因此,在实际分析工作中还要根据具体情况加以分析或用不同线系峰值来细心地验证。

金属及氧化物定量分析

金属定量分析的编码为 3,氧化物定量分析程序编码为 4,这两个项目共占有三个子程序段,其中 TYDT·JCL 程序是共同的程序。定量分析程序都选用 ZAF 修正方法进行修正计算。

众所周知,在定量分析中首先测定标准样品和试样的特征 X 射线强度比值 K ,然后根据特定的关系将 K 值换算成待分析元素的真实浓度值 C ,这种换算的 ZAF 修正方法可用下式来表达:

$$C = K \cdot Z \cdot A \cdot F \quad (3)$$

这里 Z 、 A 、 F 分别为原子序数修正因子,吸收修正因子和荧光修正因子,原来配备的 ZAF 修正程序中吸收修正采用简化 Philibert 公式,原子序数修正采用 Duncumb-Reed 公式,荧光修正采用 Castang-Reed 公式,这些公式对原子序数 $Z \geq 11$ 的元素符合的相当好,但是,它们对轻元素的分析有较大的误差。尽管轻元素电子探针分析仍然是目前尚未完满解决的重要而复杂的问题,我们在编写定量分析程序时参照大量文献和数据,还是考虑了这一问题。因为我们的工作中经常遇到轻元素的分析问题。

由于轻元素电子探针分析时,除了要采用与试样尽可能相似的标样来减少 L 壳层电子不满而带来的 $K-L$ 跃迁产生的 k 谱线受到的较大化学影响,还必须考虑由于轻元素特征 X 射线波长较长,从而吸收严重的基质吸正问题。

Philibert (1963 年) 结合 Castqing 和 Qescamps 对深度分布函数 $\phi(93)$ 的实验测定提出了一个被广泛采用的吸收校正模型。其析式为:

$$F_a = (1 + \frac{x}{\sigma}) \cdot (1 + \frac{h}{1+h} \cdot \frac{x}{\sigma}) / 1 + \frac{(\phi_0/4)hx/6}{1 + (\phi_0/4)h} \quad (4)$$

式中 σ 为勒纳德系数, $h = 1.2A/Z^2$ 。Philibert 虽然考虑了入射电子数的减少与深度的关系, 以及散射引起的入射电子飞行方向的变化, 但是由于缺少 ϕ (深度分布函数在表面的值) 的全面数据, 同时也为了简化, 令 $\phi = 0$, 从而得到简化的 Philibert 公式:

$$F_a = (1 + \frac{x}{\sigma}) \cdot (1 + \frac{h}{1+h} \cdot \frac{x}{\sigma}) \quad (5)$$

这一近似明显地改变了 $\phi(93)$ 在靠近样品表面处的情况。但是因为在此区域内产生的 X 射线在样品中只进行很短的距离, 故吸收不很严重的重元素, 不会产生明显的分析误差, 可是对吸收相当严重的轻元素来说简化的 philibert 公式就相应不很适用了。

图一中的 (a) 是用简化 philibert 公式给出的深度分布函数; (b) 是 Duncum 和 Meltord (1966) 对铁的碳化物 (Fe_3C) 经蒙特卡洛法 (在计算机中模拟一个个电子弹道法) 算出的碳 K α 射线的 $\phi(\rho Z)$ 值。为此, 必须对轻元素等求适合于 Philibert 全吸收修正公式的 ϕ_0 值。

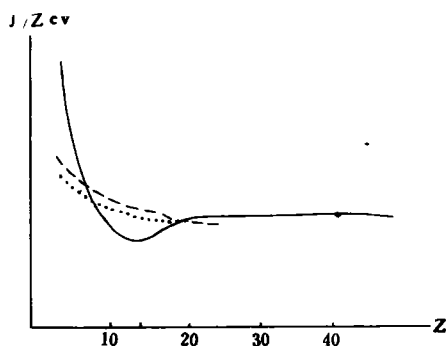


图2 J/Z 曲线(参考文献1)第185页
(参考文献1)

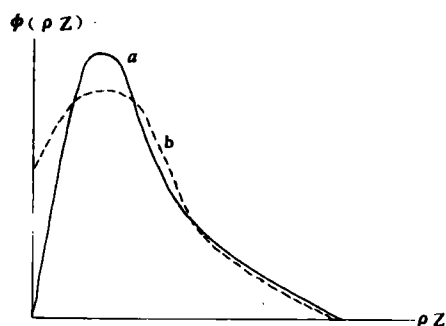


图1 深度分布函数
(a) 简化 Philibert 近似曲线; (b) 实际分布
(参考文献1) 第221 页

Reuter (1972) 对 (3) 式中的各个参数给出了表达式并补足了所需数据, 他建议做如下的经验公式表示 ϕ_0 :

$$\phi_0 = 1 + 2.8(1 - 0.9/V)\eta \quad (6)$$

式中 V 为过压比; η 为电子背散射系数, 可由下面的多项式计算:

$$\eta = -0.0254 + 0.016Z - 1.86 \times 10^{-4}Z^2 + 8.3 \times 10^{-7}Z^3 \quad (7)$$

与简化的 Philibert 公式相对, 对中等吸收样品的改善是微不足道的, 不过当吸收严重时, 特别是对轻元素将会有好处^[1]。这正是我们所要借用的。由于 Reuter 的方法在计算时间上要增加, 但是随着电子探针的计算机化, 花费这点代价换取测试结果的改善还是有益的。为此我们在计算程序中加入了判别语句, 当原子序数值 ≥ 9 时仍用简化的 Philibert 公式, 而当 $Z \leq 9$

用 Reuter 公式。判别语句写于 TYDT·JCL 文件的 10.40 行中, η 的计算写于第五语句群; ϕ 的计算写于行 10.15; 全吸收 Philibert 公式写于 10.42 行。

在原子序数修正因子的计算中, 影响轻元素分析结果的主要是平均激发能量 J 的计算, 原程序中 Duncumb-Reed 公式引入的是 Duncumb 和 DaCaSa (1967) 根据已知成分的二元化合物的探针分析经验地决定了一些元素的 J 值, 并导出如下的拟合公式:

$$J/Z = 14\{1 - \exp(-0.1z)\} + 755/ZZ/75 - Z/(100 + Z) \quad (8)$$

对硅酸盐氧化物的分析数据与上式是吻合的, 但是由于他们拟合公式时所用二元化合物中的吸收校正和荧光校正小, 因此对轻元素分析必定有误差。图 2 是根据 Suncumb-DaCasa 公式绘制的 J/Z 曲线示意图, 大量的实验数表明, 在曲线低 Z 部位, J/Z 虽有增加趋势, 但不会增加的那样陡峭; 而且在 $Z=13$ 附近也不应出现极小值。

早在 1933 年 Bloch 根据 Thomson-Fermi 的原子统计模型推测到平均激发能量 J 应与 Z 成比例, 即 $J/Z = \text{常数}$ (Bloch 定律)。Bloch 给出的常数值为 13.5ev, 不过更常用的值是 11.5 电子伏特, 我们参照 Sternheimer 发表的经验公式适用于原子序数 12 以上的元素和 Zeller (1967 年私人通讯未发表) 的公式以及发表的 J 值模拟了条适合于低于原子序数 14 的经验公式:

$$J/Z = 8.84 + 30.71Z^{-1.02} \quad (9)$$

在计算平均激发能量 J 时也在原程序中加上断语句, 根据 $Z \geq 14$ 还是 $Z < 14$ 决定使用 (8) 式还是 (9) 式。本判断语句写于 11.8 行, (8) 式和 (9) 式分别写在群 14 中。

由于荧光修正中轻元素的荧光修正因子接近于 1, 我们仍用原来的修正公式。

实际测量的格式如下, 与原来的格式基本相同。通过对含氟矿物的测定表明改编的程序是可能行的, 我们在对萤石及碳酸盐矿物的分析中都得出了较为满意的结果。但是由于目前还没有标准样品可供对比, 在此也不好列出可供比较的数据资料, 这一工作还有待于进一步探讨。

我们目前对轻元素的分析只不过是一次尝试。这里面影响因素非常之多。首先是这些元素的特征 X 射线强度一般都较低, X 射线强度测量的误差大小与计算数值 N 的平方根成反比 (表 7), 峰值的总计数越小误差越大。其次是标样品问题, 不同的标样所得的结果有出入。试样与标样越相近, 结果就越理想一些。但是, 目前轻元素的标准样品还是相当欠缺的, 其它诸如对不导电样品的喷涂导电层、碳的污染等问题都给轻元素的分析带来较大的误差。

ELEM.	MESC (%)	CONC (%)	STD. F	AB. F	AN. F	FL. F	UNK. F
S	18.4373	15.8838	0.6947	0.5956	1.3537	1.0001	0.8064
AG	0.0173	0.0289	0.7254	0.4145	1.0497	1.0002	0.4352
AU	0.0000	0.0000	0.9386	0.9347	0.9120	1.0000	0.8526
CU	0.0179	0.0161	0.9678	0.8833	1.1592	1.0469	1.0719
FE	0.0076	0.0076	0.9543	0.7944	1.1913	1.0117	0.9575
SB	0.1627	0.2518	0.7733	0.4976	1.0036	1.0004	0.4996
BI	50.7044	56.2937	0.9498	0.9548	0.8962	1.0000	0.8555
PB	25.5822	28.4970	0.9471	0.9502	0.8948	1.0000	0.8502
SE	0.0000	0.0000	0.9826	0.9563	1.0861	1.0000	1.0387

TE	0.0000	0.0000	0.7834	0.5000	0.9750	1.0006	0.4878
.....							
TOTAL	94.9294	100.9789					

结 语

通过实际试验本程序是可行的,在使用中感到有如下一些特点:

(1) 使用 3VNEXT 指令可用一个小的正文区去执行较大的若干程序,不需每次打入文件名称,故显得更方便;

(2) 每次输入正文后只需一次输入谱仪,样品台架初始位置后再更换工作内容不需重新输入,减少了烦琐事项;

(3) 四道谱仪的定性分析,速度快,分辨的误差有所减少;

(4) 全部程序比原来程序所占有贮存区域减少,可供编写更多的程序;

(5) 多种工作项目可自由编码在一起进行串接显得更有利于应用。

在分析工作中也发现一些问题,有待进一步考虑:

1, 轻元素的分析程序有待进一步分析对比,急待一批已知成分的标准样品;

2, 程序打印格式虽有所改善,有些还应进一步考虑,并使打印格式明显,美观;

3, 一些语句可再进一步缩写,以减少所占内存。

以上是程序编制的基本情况,因为工作仅仅是初步尝试,不妥之处一定不少,恳请有关同志批评指正,笔者深表感谢。

参考文献

- (1) SJB 里德著 电子探针显微分析 上海科学技术出版社 1980 年 P157-312
- (2) Masayuki Otsuki An Application program for Superprobe JEOL mews 1984 p5-11
- (3) X-RAY Emission wavelength and L-value table-JEOL LTD
- (4) JCXA-SYS-733-11DCE JEOL LTD System language Jaseal
- (5) IEPCXA-733-APL-QLA JEOL LTD Qualitative Analysis Program
- (6) JCXA-APL-ZAFM-A JEOL LTD Qualitative correction program(on line ZAF)

A NEW RAPID COMPREHENSIVE PROGRAM FOR JCXA-733 MICROPROBE

Cao Dongyi

Abstract

TJYD • JCL is a new comprehensive program designed for JCXA-733 Electron probe Microanalyzer (EPDA). It consists of characteristic curve determination and qualitative analysis for four channels, and ZAF quantitative analysis for metals and oxides.

The NEXT command can execute a large program using a small text area, and a subprogram is automatically loaded and started, with variables being left intact. So the operator can quickly change the analytical mode, and instantly return to the original mode without remembering many program names. Other new analytical modes can be increased as well.