



中华人民共和国国家标准

GB/T 21636—2008/ISO 23833:2006

微束分析 电子探针显微分析(EPMA) 术语

Microbeam analysis—
Electron probe microanalysis (EPMA)—Vocabulary

(ISO 23833:2006, IDT)

2008-04-11 发布

2008-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 23833:2006《微束分析 电子探针显微分析 (EPMA) 术语》(英文版)。

为了便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

——5.7.5 的注中对 ISO 23833:2006 勘误将“ $Z>43$ ”改为“ $Z>4$ ”;

——删除了法文版。

本标准由全国微束分析标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:全国微束分析标准化技术委员会。

本标准主要起草人:林卓然、李香庭、李戎、朱衍勇、庄世杰、柳得楷。

引 言

电子探针显微分析(EPMA)是微束分析技术中一个应用极为广泛的领域,是在高技术产业、基础工业、农业、冶金、地质、生物、医药卫生、环境保护、商检贸易乃至刑事法庭等行业中需要通过各种材料或产品的微米尺度成分和结构分析来进行质量管理和质量检验所不可缺少的技术手段。

电子探针显微分析(EPMA)是一门综合性的技术,涉及物理、化学、电子学等广泛术语。本标准只限于定义电子探针显微分析(EPMA)标准化实践中使用和直接有关的术语,其内容包括:

电子探针显微分析用一般术语定义;

描述电子探针显微分析仪器的术语定义;

用于电子探针显微分析方法的术语定义。

本标准是微束分析技术领域为了适应电子探针显微分析(EPMA)标准化实践的基本需要而制定的第一个术语标准。扫描电子显微镜(SEM),分析电子显微镜(AEM),X射线能谱仪(EDS)等其他领域的术语标准也会相继制定。

微束分析

电子探针显微分析(EPMA) 术语

1 范围

本标准定义了电子探针显微分析(EPMA)实践中使用的术语,包括一般概念的术语和按技术等级分类的具体概念的术语。

本标准适用于所有有关电子探针显微分析(EPMA)实践的标准化文件,部分适用于相关领域[例如:扫描电子显微镜(SEM),分析电子显微镜(AEM),X射线能谱仪等]的标准化文件,用于定义共用的术语。

2 缩略语

BSE	backscattered electron	背散射电子
CRM	certified reference material	有证参考物质、标准样品
EDS	energy dispersive spectrometer	能谱仪
EDX	energy dispersive X-ray spectrometry	能谱法
EPMA	electron probe microanalysis or electron probe microanalyzer	电子探针显微分析或电子探针显微分析仪
eV	electron volt	电子伏特
keV	kilo electron volt	千电子伏特
SE	secondary electron	二次电子
SEM	scanning electron microscope	扫描电子显微镜
WDS	wavelength dispersive spectrometer	波谱仪
WDX	wavelength dispersive X-ray spectrometry	波谱法

3 电子探针显微分析用一般术语定义

3.1

电子探针显微分析 electron probe microanalysis; EPMA

根据聚焦电子束与试样微米至亚微米尺度的体积相互作用激发 X 射线的谱学原理,对电子激发体积内的元素进行分析的技术。

3.1.1

定性电子探针显微分析 qualitative EPMA

通过标识 X 射线谱峰的方法来鉴别试样电子激发体积中元素组成的电子探针显微分析方法。

3.1.2

定量电子探针显微分析 quantitative EPMA

对电子束激发区定性分析所鉴定的元素进行浓度测定的电子探针显微分析方法。

注:定量分析可以在相同条件下,对测量的未知试样 X 射线强度与标样的 X 射线强度相比较完成,或者根据基本原理计算浓度,后者也称为无标样分析。

3.2

电子探针显微分析仪 electron probe microanalyzer

进行电子激发 X 射线显微分析的仪器。

注:这种仪器通常配置一道以上的波谱仪和用于精确定位试样的光学显微镜。

3.3

电子散射 electron scattering

具有一定能量的入射电子与试样中原子或电子相互作用后,其轨迹和/或动能发生改变的现象。

3.3.1

散射角 angle of scattering

粒子或光子入射方向与这些粒子或光子经散射后的行进方向之夹角。

[ISO 18115:2001]

3.3.2

背散射 backscattering

入射电子与试样相互作用经多次散射后,电子重新逸出试样表面的现象。

3.3.2.1

背散射系数 backscatter coefficient

η

背散射电子所占入射束电子的分数,由方程: $\eta=n(\text{BS})/n(\text{B})$ 表示。

其中: $n(\text{B})$ ——入射束电子数;

$n(\text{BS})$ ——背散射电子数。

3.3.2.2

背散射电子 backscattered electron

通过背散射过程从入射表面出射的电子。

3.3.2.3

背散射电子角分布 backscattered electron angular distribution

背散射电子相对于试样表面法线所成夹角的函数分布。

3.3.2.4

背散射电子深度分布 backscattered electron depth distribution

背散射电子在逸出入射表面之前进入试样所达最大深度的函数分布。

3.3.3

连续能量损失近似 continuous energy loss approximation

入射电子在物质中行进时能量损失的一种数学描述,其中把不连续的非弹性过程近似为单一连续能量损失过程。

3.3.4

弹性散射 elastic scattering

入射电子与试样中原子相互作用后,只改变轨迹而能量基本不变的散射过程。轨道的改变角度从0到 $\pi(180^\circ)$ 之间变化,平均改变角度约为0.1 rad。

3.3.5

非弹性散射 inelastic scattering

入射电子与试样中原子相互作用后发生能量损失的散射,其中电子动能的损失以多种机制(产生二次电子,韧致辐射,内壳层电离,等离子体及光子激发)发生。

注:对非弹性散射,电子轨道角度改变一般小于0.01 rad。

3.3.6

散射截面 scattering cross section

单位面积的散射事件数。

弹性或非弹性散射事件发生几率的数学描述。

注:散射截面一般以面积(cm^2)表示,而单位面积的散射事件以事件数/(原子数/ cm^2)表示。

参见：电离截面(3.4.4)。

3.3.7

散射效应 scattering effect

试样中具有—定能量的电子在散射过程中因轨迹和/或动能改变所导致的一种可测量的物理现象(例如：电子背散射或产生 X 射线造成的能量损失)。

3.3.8

二次电子 secondary electron

因人射电子与试样中弱束缚价电子非弹性散射而发射的电子。

注：二次电子的能量通常小于 50 eV。

3.4

X 射线 X-ray

通过原子内壳层电离或库仑场对人射电子的减速而产生的电磁辐射光子。

3.4.1

特征 X 射线 characteristic X-ray

原子内壳层电子被电离后，由较外层电子向内壳层跃迁产生的具有特定能量的电磁辐射光子。

3.4.2

连续 X 射线 continuous X-ray

高能电子被原子库仑场减速(一种非弹性机制)而产生的电磁辐射光子。

3.4.3

荧光产额 fluorescence yield

ω

原子内壳层电离过程中产生特征 X 射线的几率。

注：荧光产额与电离方法无关。

3.4.4

电离截面 ionization cross section

单位面积中的电离事件数。

电离事件(将原子中电子从束缚态激发到连续能量态)发生几率的数学描述。

注 1：电离截面通常简单地用面积表示： cm^2 或靶(10^{-24}cm^2)。

电离概率表示为：离子数/(原子数/ cm^2)。

注 2：电离截面通常是用符号 Q 表示。Q 的数学表达式为： $dn = Q(N_p/A)dx$ 。其中：dn 为电子路径增量 dx 时的离子化数； N_p/A 为单位体积的原子数。

参见：散射截面(3.3.6)。

3.4.5

电离能 ionization energy

临界激发能 critical excitation energy

将固体中束缚电子从原子的内壳层(例如 K、L) 激发到连续能态所需的最小能量，亦称为临界激发能。

注：电离能的单位为 eV 或 keV。

3.4.6

J-值 J-value

连续能量损失近似数学处理中的一个临界参数，即平均电离能。

3.4.7

阻止本领 stopping power

dE/ds

入射电子在试样中行进距离的能量损失率(由所有非弹性散射过程引起)。

注：阻止本领用单位距离的能量损失表示(即 eV/nm)。

3.4.8

X 射线荧光效应 X-ray fluorescence effect

二次荧光 secondary fluorescence

原子对特征或连续 X 射线的光电吸收处于激发态,该激发态原子因退激发而产生俄歇电子或特征 X 射线的效应,亦称“二次”荧光效应。

3.4.9

X 射线的产生 X-ray generation

试样在入射辐射束(电子、离子或光子)的激发下,产生 X 射线的过程。

注: X 射线可以通过原子内壳层电离过程(特征 X 射线),或通过辐射突然减速(韧致辐射)的过程产生(连续 X 射线或白色辐射)。

3.5

X 射线吸收 X-ray absorption

在电子探针显微分析(EPMA)的 X 射线能量范围内,主要由于光电吸收所造成的原生 X 射线强度在穿越物质时的衰减。

3.5.1

吸收边 absorption edge

原子的特定内壳层或亚内壳层的临界电离能。

注:由于 X 射线质量吸收系数在吸收边处的突变而在连续谱背底上探测到的不连续性。

3.5.2

吸收因子 absorption factor

$f(\chi)$

在 X 射线探测器方向的 X 射线出射强度对原生强度之比。

3.5.3

深度分布函数 depth distribution function

$\phi(\rho z)$

描述试样表面以下原生 X 射线强度的深度分布关系的函数。

注: ρz 的单位为质量×厚度。

3.5.4

跃迁比 jump ratio

紧邻吸收边两侧能量位置的 X 射线吸收系数之比。

注:在光致离化阈值附近的 X 射线吸收谱形状可能是复杂的,严格处于阈值位置的吸收边是很少见的。

[ISO 18115:2001]

3.5.5

质量衰减系数 mass attenuation coefficient

μ/ρ

与 X 射线穿过物质时强度衰减有关材料参数,由方程 $I/I_0 = e^{[-(\mu/\rho)\rho s]}$ 表示。

式中:

I_0 ——入射 X 射线强度;

I ——X 射线通过物质 s 厚度(cm)后的强度;

μ ——线吸收系数;

ρ ——物质密度。

注:其量纲为面积/质量(cm^2/g)。

3.5.6

质量深度 mass-depth distance

ρz

一个用线性距离(cm)与密度(g/cm^3)的乘积来描述的物理量。

注:质量深度用克每平方厘米(即 g/cm^2)表示。

3.5.7

X射线检出角 X-ray take-off angle

ϕ

X射线谱仪中心轴线与试样表面之间的夹角。

3.6

X射线谱 X-ray spectrum

X射线光子数与能量或波长函数关系的谱图。

注:通常用单位时间的光子数作图,但也可以用其他参数表示强度。

3.6.1

特征X射线谱 characteristic X-ray spectrum

特定种类原子内壳层电子离化(由高能电子、离子或光子产生)和跃迁过程中,多余能量以电磁辐射光子发射的相关X射线谱峰或线系。

3.6.1.1

X射线线系 family of X-ray lines

原子中特定内壳层/亚内壳层的所有电离而产生的系列特征X射线。

3.6.1.2

K线 K line

原子K壳层电离而产生的特征X射线。

3.6.1.3

K谱线 K spectrum

原子K壳层束缚电子电离而产生的特征X射线线系。

3.6.1.4

L线 L line

原子L壳层电离而产生的特征X射线。

3.6.1.5

L谱线 L spectrum

原子L壳层束缚电子电离而产生的特征X射线线系。

3.6.1.6

M线 M line

原子M壳层电离而产生的特征X射线。

3.6.1.7

M谱线 M spectrum

原子M壳层束缚电子电离而产生的特征X射线线系。

3.6.1.8

卫星线 satellite lines

由“禁止”跃迁、“非能级图”谱线和双电离原子等过程所造成的特征峰附近的低强度峰。

3.6.1.9

X射线数据表 X-ray line table

EPMA定性分析的基本参数表。

注:EPMA定性分析X射线表中,包含分析元素的K线、L线和M线波长(或能量),该表也可以包括它们的相对强度、每个峰的半高宽(FWHM)、所用衍射晶体的名称和它们的面间距、卫星线波长(或能量)等。

3.6.2

连续 X 射线谱 continuous X-ray spectrum

连续谱 continuum

韧致辐射 bremsstrahlung; braking radiation

入射电子在原子库仑场中减速而产生的非特征 X 射线谱,其能量分布从 0 到入射束能量 E_0 (Duane-Hunt 限)。

3.6.2.1

Duane-Hunt 限 Duane-Hunt limit

入射束能量 beam energy

E_0

在单一过程中, X 射线连续谱中对应于入射电子能量完全转换的最大光子能量。

3.6.2.2

Kramers' 定律 Kramers' law

X 射线连续谱强度与入射电子束能量、光子能量和试样原子序数的经验函数关系。

4 描述电子探针显微分析仪器的术语定义

4.1

电子光学系统 electron optics

由静电和电磁透镜系统构成的电子束形成系统。

4.1.1

聚光镜 condenser lens

在双透镜系统中紧靠电子枪之下,起会聚电子束作用的第一个透镜。

注:它的主要功能是限定束流。

4.1.1.1

聚光镜光阑 condenser lens aperture

限定聚光镜发散角的轴向开孔的固定薄片。

4.1.1.2

聚光镜电流 condenser lens current

流经聚光镜线圈产生聚焦磁场的可调节电流。

4.1.2

缩小倍数 demagnification

电子束经过透镜会聚前、后其直径缩小的比率。

4.1.3

电子枪 electron gun

电子探针显微分析仪中的电子光源,由一发射体(加热钨丝、LaB₆ 灯丝、冷或热场发射尖端)、静电吸出与加速系统组成。

4.1.3.1

电子枪亮度 electron gun brightness

β

电子束中单位面积、单位立体角的电流。由下式给出: $\beta = 4j(\pi^2 d^2 a^2)$ 。

式中:

j ——电流,单位为安(A);

d ——探针直径,单位为厘米(cm);

α ——发散角,单位为弧度(rad)。

4.1.3.2

电子枪电流 electron gun current

束流 beam current

从电子枪出射的电子束电流。

4.1.4

物镜 objective lens

产生聚焦电子束的透镜,即在双透镜系统中位于样品之上聚光镜之下的透镜。

注:该透镜的主要功能是对探针作最后聚焦。

4.1.4.1

物镜像差 objective lens aberration

导致电子探针聚焦状态不良的各种物镜缺陷(例如:球差、色差、衍射等)。

4.1.4.2

物镜光阑 objective lens aperture

置于物镜下方的轴向开孔薄片,起限定聚焦电子束发散角的作用。

注:光阑的选择通常是通过一个外部滑杆来调节。

4.1.4.3

物镜电流 objective lens current

流经物镜线圈产生聚焦磁场的可调电流。

4.1.5

工作距离 working distance

物镜极靴下表面(底面)与试样表面之间的距离。

注:原来定义为物镜主平面与试样表面之间的距离。

4.2

电子束 electron beam

电子光学系统:被电子光学系统聚焦到试样表面的一束电子。

4.2.1

束流 beam current

电子束中的电流。

参见:电子束(4.2)。

4.2.1.1

束流密度 beam current density

单位电子束面积的平均束流。

注:用安培每平方米(A/cm²)表示。

4.2.1.2

束流稳定性 beam current stability

束流随时间的变化。

参见:束流(4.2.1)。

4.2.1.3

束径 beam diameter

包含总束流特定分数(如总束流的80%)的束斑直径。

注:束径可由电子束的垂直截面直径上束流峰值的半高宽(FWHM)进行测量。

参见：电子束(4.2)。

4.2.2

法拉第杯 Faraday cup

捕捉入射束流并忽略背散射或二次电子引起的电流损失的特殊靶体装置。

注：法拉第杯通常用一块钻有盲孔(孔径约 $100\ \mu\text{m}$)的碳块,并在孔内壁和底部衬以金属做成。

4.3

电子探针 electron probe

〈电子光学系统〉电子光学系统聚焦到试样上的电子束。

〈仪器〉参见：电子探针分析仪(3.2)。

注：在试样表面上的典型束径为纳米至微米范围。

4.3.1

探针电流 probe current

聚焦电子束中的电流。

4.3.1.1

探针电流密度 probe current density

单位探针面积的平均(探针)电流。

注：单位用安培每平方米(A/cm^2)表示。

4.3.1.2

探针电流稳定性 probe current stability

探针电流随时间的变化。

4.3.2

探针直径 probe diameter

包含总探针电流特定分数(如80%)的束斑直径。

注：探针直径可以从垂直探针方向的截面上最大探针电流的半高宽(FWHM)测得。

4.3.3

试样台 sample stage

电子探针显微分析仪的一个组成部分,用于放置和移动试样,通常可对试样进行至少二维(沿垂直于电子束的 x 轴和 y 轴方向)的移动操作。

注：亦可进行三维(x 轴、 y 轴及 z 轴方向,其中 z 轴平行于电子束)的移动操作,以及试样倾斜与旋转操作。

4.3.4

试样(吸收)电流 specimen current; absorbed current

导电试样与地之间的电流。是入射束电流减去背散射电子和二次电子电流的差。

4.4

电子扫描像 electron scanning image

扫描像 scanning image

由入射电子束在试样上作规则扫描,收集试样产生的信息(例如：二次电子信号、背散射电子信号、X射线等),将其在显示器上相应位置显示或作为数值存储在计算机中特定区域而形成的图像。

4.4.1

面扫描 area scanning

记录X射线面分布图时,电子束对试样特定面积进行的扫描过程。

4.4.2

背散射电子像 backscattered electron image

用试样产生的背散射电子调制显示器亮度形成的图像。背散射电子由专用背散射电子探测器[例

如:无源闪烁体(passive scintillator),固态二极管,通道板或负偏置 Everhart-Thornley 探测器]检测。

4.4.3

成分面分布图 compositional mapping

一种用灰度或颜色显示元素定量浓度的 X 射线面分布图像,其中每个象元的元素成分都进行了定量校正。

4.4.4

点绘面分布图 dot mapping

一种用点的黑白两种状态来显示该位置 X 射线强度的面分布图。

注:点绘面分布图实质上是纯定性。

4.4.5

边缘效应 edge effect

由于试样突起或不平部分的边缘产生二次电子数量增加,而使二次电子图像中该位置亮度增强的现象。

4.4.6

图像衬度 image contrast

图像中任选两点(P_1, P_2)之间的对比度 C ,定义为以特定操作条件下可得到的最大信号归一化的两点信号之差。

注: $C = (S_2 - S_1) / S_{\max}$ 此处 $0 < C < 1$, S_2 和 S_1 分别为任意选择的两点(P_1, P_2)的信号, S_{\max} 为特定操作条件下可得到的最大信号。

4.4.7

图像放大倍数 image magnification

扫描显示的线性尺度 L 与试样上扫描范围的相应长度 l 之比, $M = L/l$ 。

4.4.8

图像分辨力 image resolution

能被清楚地分开、识别的两个图像特征之间的最小间距。

注:图像分辨力可以在选定的操作条件下,通过测量图像中两个被分开的细节之间的最小距离得出。

4.4.9

线分析 line analysis

电子探针沿试样表面一条线逐点进行的分析。

注:线分析的各分析点等距并具有相同的电子探针驻留时间。

4.4.10

点分析 point analysis

电子束固定在试样的分析点上进行的定性或定量分析。

4.4.11

二次电子像 secondary electron image

用二次电子探测器检测到的电子信号(能量小于 50 eV)调制显示器亮度形成的扫描电子图像。

4.4.12

吸收电流像 absorbed current image

试样电流像 specimen current image

用吸收电流信号调制显示器亮度形成的图像。

注:吸收电流通常用和试样串联的吸收电流放大器测量。

4.4.13

X 射线像 X-ray image

用能谱仪或波谱仪输出的特征 X 射线信号强度(计数率),来调制显示器上电子束扫描试样对应的

像素点的亮度所形成的图像。

注：X射线信号是指从一种特定元素产生的一个狭窄能量范围 ΔE 或波长范围 $\Delta\lambda$ 的特征 X 射线信号，也包含处在该范围内的连续 X 射线信号。

4.5

X 射线探测 X-ray detection

用 X 射线检测系统测量 X 射线的过程。

4.5.1

重叠损失 coincidence losses

在 X 射线测量过程中，由于脉冲测量电路在一定时间内只能处理一个脉冲的限制（即“死时间”）导致入射到探测器上的 X 射线的损失。

4.5.2

计数器能量分辨率 counter energy resolution

单色 X 射线辐射在正比计数器中产生的计数脉冲的能量分布宽度。

4.5.3

计数脉冲 counting pulse

由正比计数器从单个 X 射线光子的相互作用收集到的电荷。

4.5.4

计数统计学 counting statistics

如电子激发 X 射线之类的随机事件分布的数学处理方法。

4.5.5

计数系统 counting system

脉冲计数系统 pulse counting system

用于探测（和测量）从气体正比计数器或能谱仪的 X 射线探测器输出的计数脉冲的电子学系统。

4.5.6

死时间 dead time

τ

计数测量系统处理一个脉冲信号后，恢复到能处理下一个脉冲信号所需的时间。死时间常常用总时间的百分数表示。

参见：（活时间）4.5.11。

4.5.7

甄别器 discriminator

波谱仪（WDS）中确定所要接收的最高或最低脉冲电压的脉冲处理电路。

4.5.8

甄别阈 discriminator threshold

放大的脉冲能进入脉冲计数系统所需要的最低电压值。

4.5.9

甄别窗 discriminator window

高于甄别阈的一个电压范围，只有处在该范围内的脉冲能进入脉冲计数系统参与计数。

4.5.10

气体倍增 gas multiplication

在正比计数器中 X 射线信号放大的方法。

注：在正比计数器中，X 射线是通过因气体原子的光电吸收而发射的电子测量，发射的电子能和其他原子产生非弹性散射并使气体原子离化而产生低能电子，这些低能电子在电场加速时又产生离化，使初始积累的电荷倍增。

4.5.11

活时间 live time

脉冲测量电路能够探测 X 射线光子的时间。

注：活时间等于实际分析时间减死时间。实际时间用常规时钟计时。在 X 射线测量中，实际时间总是超过活时间。参见：死时间(4.5.6)。

4.5.12

正比计数器 proportional counter

一个充满气体进行 X 射线探测的电离室，是将 X 射线能量转变成光电子的非弹性散射装置。

注：加到正比计数器收集电荷的中心金属丝上的电压范围，必须正比于光子能量。

4.5.13

脉冲高度分布 pulse height distribution

正比计数器接受相同能量的 X 射线光子时所产生的计数脉冲的统计分布。

4.6

X 射线谱法 X-ray spectrometry

用 X 射线谱仪检测 X 射线光子能量或波长分布的方法。

4.6.1

特征峰 characteristic peak

X 射线谱中一个与原子种类相关、强度高于背底的特定强度峰。

注 1：特征峰是原子内壳层电离后产生电子跃迁发射的电磁辐射。

注 2：特征峰的自然峰宽约为 1 eV~3 eV。

4.6.2

探测器 detector

用于检测 X 射线光子与/或测量其能量的器件。

4.6.3

探测器假象 detector artifacts

与试样发射出的真实 X 射线谱无关而是由探测过程(例如：重叠峰、逃逸峰、高次峰)引入到 X 射线谱的假峰。

4.6.4

能谱仪 energy dispersive X-ray spectrometer; EDS

一种测量 X 射线强度与 X 射线能量函数关系的设备。

4.6.4.1

死层 dead layer

紧邻着表面电极的半导体晶体区域，该区域吸收 X 射线光子时产生的电荷堆积效率比晶体内部低。

4.6.4.2

假峰 false peaks; artifact peaks

在能谱中由于脉冲重合(或脉冲和)和探测器的辐射损失(例如 Si 逃逸峰)等过程而产生的峰。

4.6.4.3

内荧光峰 internal fluorescence peak

由探测器内的荧光效应而不是由试样被激发产生的谱峰。

例：半导体 EDS 中，在电极表面下的死层中吸收一个光子后，能发射探测器材料(例如 Si)的特征光子，对于测量谱图的贡献相当于试样产生的低强度源。

4.6.4.4

微热量计 EDS microcalorimeter EDS

一种基于测量光电吸收过程产生热量(热效应)的能谱仪。

4.6.4.5

半导体 EDS semiconductor EDS

一种基于半导体晶体的光电吸收和光电子非弹性散射产生的电荷累积进行测量的能谱仪。

4.6.4.5.1

本征锗 EDS intrinsic Ge EDS

利用本征锗晶体的光电吸收进行测量的能谱仪。

4.6.4.5.2

Si-Li 能谱仪 Si-Li EDS

利用锂漂移硅晶体的光电吸收进行测量的能谱仪。

4.6.4.6

逃逸峰 escape peak

由于探测器材料(例如 Si-Li EDS 探测器中 Si)的荧光效应,造成入射光子能量损失引起的假峰。

注1:逃逸峰的能量为入射特征峰能量减去探测器材料发射的 X 射线能量(Si 为 1.74 keV)。

注2:入射 X 射线能量低于探测器材料的临界激发能时不产生逃逸峰,因此,在 Si-Li EDS 探测器中能量低于 1.84 keV 不能产生 SiK 逃逸峰。

4.6.4.7

和峰 sum peaks

由于两个特征 X 射线光子同时进入探测器无法分辨,而产生两个特征 X 射线光子能量之和的假峰。

注:和峰的能量对应于同时到达探测器的光子能量之和。

4.6.4.8

系统峰 system peaks

在 EDS 谱中,由于入射电子束中的非聚焦成分和/或由试样的背散射而激发试样台、准直器、试样室及透镜极靴等造成的假峰。

4.6.5

能谱法 energy dispersive X-ray spectrometry;EDX

测量单个光子能量建立描述 X 射线能量分布的数字直方图的 X 射线谱方法。

4.6.6

能量分辨率 energy resolution

能谱仪测得的谱峰半高宽。

注1:能谱仪的能量分辨率通常用 Mn K α 线(5.890 keV)测定,因为此线可从一铁 55 同位素放射源获得。

注2:对可检测小于 1 keV 的低能 X 射线的谱仪,还必须给出 C-K 线和 F-K 线的半高宽(FWHM),所给出的半高宽应为上限。

[ISO 15632:2002]

4.6.7

谱峰半高宽 full peak width at half maximum;FWHM

谱峰扣除背底后强度最高值之半处的峰宽度。

注:最大峰强度是通过拟合相应的谱峰所有通道来测定,峰宽是在峰高一半处测量。

4.6.8

入孔 X 射线谱 in-hole spectrum

电子束全部入射到放置在试样正常分析位置的法拉第杯中所测到的 X 射线谱。

注:该方法用于测定电子束仪器的杂散辐射程度。

4.6.9

干扰峰 interfering peaks

由一个以上的特征 X 射线峰合成的谱峰。

4.6.10

自然线宽 natural line width**自然峰宽 natural peak width**

特征 X 射线谱峰的固有宽度。根据海森堡 (Heisenberg) 不确定原理, 原子激发态寿命 dt 确定后, 光子的能量 dE 将是不确定的。

4.6.11

峰位移 peak shift

X 射线谱峰位置的变化, 通常由化学键合作用所引起。

4.6.12

脉冲高度分析 pulse height analysis

在波谱仪 (WDS) 中一种可以甄别有相同的衍射位置而能量不同的 X 射线光子的技术。

注: 在波谱仪 (WDS) 中, 当两个不同能量的 X 射线光子具有相同 $n\lambda$ 乘积时, 会在相同的谱仪位置发生衍射 ($n\lambda = 2d\sin\theta$) 而产生峰干扰。若探测器的工作电压范围使其中心电极收集到的电荷正比于 X 射线光子能量, 则探测器输出的脉冲高度应对应于两个不同能量的 X 射线光子的两个峰。通过在脉冲处理放大线路中设置一电压接受窗, 可实现脉冲峰的甄别。

4.6.13

谱仪效率 spectrometer efficiency

实际检测到的人射到 X 射线谱仪上光子的百分数。

4.6.14

波谱仪 wavelength dispersive spectrometer; WDS

一种测定 X 射线的强度与波长函数关系的装置, 其中波长的区分基于布拉格定律: $n\lambda = 2d\sin\theta$, 式中 λ 为 X 射线波长, d 为晶体原子面间距或为合成衍射体的重复层间距, θ 为衍射角。

注: 衍射 X 射线是用特定角度方向的正比气体计数器测定, 计数器在正比响应范围内产生的电荷正比于光子能量。

4.6.14.1

 d 间距 d spacing

衍射晶体中的原子面间距或合成多层膜结构中重复层间距。

4.6.14.2

失焦 defocusing

X 射线源偏离 Rowland 圆的现象, 例如, 由于扫描电子束位移引起的偏离。

注: 内置弯曲衍射晶体的波谱仪具有光学聚集作用, 因此 X 射线源的位置、衍射晶体及探测器都必须在一个 Rowland 圆上。散焦能引起谱仪传输中的损失, 特别是垂直于衍射晶体厚度方向运动或脱离衍射面时这种损失更严重。

4.6.14.3

衍射晶体 diffracting crystal

波谱仪 (WDS) 中原子周期排列的衍射体, 衍射体可以是天然晶体或合成多层膜。

4.6.14.4

高阶衍射 high-order diffraction

在波谱仪 (WDS) 中所观察到的衍射级数 n ($n\lambda = 2d\sin\theta$) 大于 1 的谱峰。

4.6.14.5

水平几何 horizontal geometry

波谱仪 (WDS) 中谱仪 (或 Rowland 圆) 平面垂直于电子束轴的配置。

4.6.14.6

倾斜几何 inclined geometry

波谱仪(WDS)中,谱仪(或 Rowland 圆)平面与电子束轴有一定夹角的配置。

4.6.14.7

Johan 光学 Johan optics

一种将衍射晶体弯曲成两倍于聚焦圆(Rowland 圆)曲率半径的波谱仪,以达到“半聚焦”状态。

4.6.14.8

Johansson 光学 Johansson optics

一种将衍射晶体弯曲成两倍于聚焦圆(Rowland 圆)曲率半径,然后将其表面磨至该曲率半径的波谱仪,以达到全聚焦状态。

4.6.14.9

层状合成微结构 layered synthetic microstructure;LSM

一种适用于测量低能量(长波长)的大层间距的衍射体,是用强 X 射线散射材料(如钨)和弱 X 射线散射材料(如碳)层状交替合成。

4.6.14.10

LDE 晶体(层状结构分光晶体) LDE(layered dispersive element)crystal

一类适用于测量长波长 X 射线的大层间距的层状合成微结构衍射体。

4.6.14.11

Rowland 圆 Rowland circle

也称聚焦圆,X 射线光源、衍射晶体和探测器必须位于该圆周上以满足布拉格衍射条件。

4.6.14.12

垂直几何 vertical geometry

波谱仪(WDS)中将谱仪(或 Rowland 圆)平面平行于电子束轴的配置。

4.6.15

波谱法 wavelength dispersive X-ray spectrometry;WDX

检测 X 射线强度与波长关系的一种方法。

4.6.16

波长分辨率 wavelength resolution

波谱仪测得的 X 射线谱峰半高宽($\Delta\lambda$)。

4.6.17

波长分辨能力 wavelength resolving power

$\lambda/\Delta\lambda$

谱峰波长(λ)与其半高宽($\Delta\lambda$)之比。

5 用于电子探针微分析方法的术语定义

5.1

加速电压 accelerating voltage

为加速从电子源发射的电子而加到灯丝和阳极之间的电位差。

5.1.1

入射电子能量 incident electron energy

入射束电子进入试样时的动能。

5.1.2

最佳加速电压 optimum accelerating potential

获得特定 X 射线谱峰的理想束电子能量所应用的加速电压。

注:最佳加速电压既有足够的过压比,又可避免电子穿透试样过深因吸收增加而损失强度。

5.1.3

过压比 overvoltage ratio

入射束电子能量与一特定原子壳层的临界激发能量之比。

注：过压比必须大于1才能从该原子壳层产生特征X射线。

5.2

探测限 detection limit

在特定分析条件下，能检测到元素或化合物的最小量值。

注1：通常，探测限对应于试样产生的总信号减去背底信号是背底信号标准偏差三倍的含量。这个方法可能不一定适用于所有的测量，关于探测限更详细的讨论，可参阅[10]。

注2：探测限可根据目的以多种方式表达，例如，质量分数、原子分数、浓度、原子数和质量。

注3：不同材料的探测限一般不相同。

[ISO 18115:2001]

5.2.1

绝对探测限 absolute detection limit

以相互作用体积中被测元素相应的质量表示的探测限。

5.2.2

分析灵敏度 analytical sensitivity

在特定的测量条件下，对于指定元素，能够区分浓度 C 和浓度 C' 两个相近浓度的能力。

注：灵敏度受背底统计涨落(测量的浓度极限)限制，可选用一个合适的统计涨落表达式描述。

5.2.3

背底 background

由X射线连续谱造成的X射线谱的非特征成分。

5.2.3.1

背底滤波 background filtering

一种基于频率滤波的谱图处理数学方法，是将背底的低频成分有选择地滤除而只留下特征峰。

5.2.3.2

背底模型 background modeling

一种用束电子能量、X射线能量及试样成分来描述背底(例如，Kramers表达式)以扣除背底并获得特征峰的数学处理方法。

5.2.3.3

线性内插 linear interpolation

一种扣除背底的方法，即在一谱峰两边各选一背底通道，并在二者之间进行线性拟合以估算背底。

5.2.4

背底统计涨落 background statistical fluctuation

连续谱X射线光子产额随时间的统计偏差。

5.2.5

相对探测限 relative detection limit

以被测元素浓度(质量分数)表示的检测限。

5.3

实验数据校正 experimental data correction

为获得定量分析结果对实验数据进行的校正。

5.3.1

背底校正 background correction

从谱峰中扣除背底强度，得到特征X射线强度的计算过程。

注：背底强度包括连续X射线及与假象有关的背底。

5.3.2

束流校正 beam current correction

在计数时间内,对所测 X 射线强度进行入射束流的偏差校正。

注:在该校正中通常假定束流随时间线性漂移。

5.3.3

死时间校正 deadtime correction

对由于计数系统死时间引起的 X 射线强度损失进行的修正。

5.3.4

积分束流校正 integrated beam current correction

用一个周期性的束流监测系统,记录 X 射线测量过程中的束流,对所测 X 射线强度进行的校正。

5.4

定量分析 quantitative analysis

运用电子激发 X 射线谱的方法测定微米尺度分析体积中的元素含量。

注 1:分析的试样可以是元素或自然界的化合物。

注 2:根据需要,定量结果可以用原子百分比、质量百分比、原子或质量分数、单位体积内的摩尔或质量、单位面积或单位体积内的原子数表示。

注 3:试样可能是非均匀的,因此,能用特殊的模型解释,模型的细节必须是公认的。

5.4.1

经验方法 empirical method

基于 k 值与质量浓度(C)之间的双曲线关系的一种定量的 X 射线显微分析方法。

参见:强度比(5.4.4)。

5.4.1.1

α 因子 alpha factor

α

α 系数 alpha coefficient

在经验方法的双曲线方程中描述 k 与 C 之间关系的一个常数。

5.4.1.2

校准曲线 calibration curves

分析信号与分析物浓度的函数关系的一种作图方法,一般通过测量两个以上不同含量的已知参考物质成分点来确定。

5.4.2

误差 error

测量结果与被测量真值之差。电子探针分析中误差来源于:

——X 射线光子计数随时间的统计涨落;

——定量修正计算方法产生的系统偏差。

5.4.2.1

置信度 confidence level

测量结果落在给定不确定度范围内的预期分析,不确定度是通过测量过程的统计模型估算的。

5.4.2.2

误差分布 error distribution

与一被测量相关的误差范围。

5.4.2.3

误差估计 error estimation

运用统计模型处理测量,以估算测量的误差。

5.4.2.4

误差直方图 error histogram

测量值误差分布图,纵坐标为误差出现的频度,横坐标为误差的大小。

5.4.2.5

误差传递 error propagation

通过校正方法中一个或多个参数对不确定度影响的估计,来确定误差对最后结果的影响的数学方法。

5.4.2.6

相对误差 relative errors

准确度 accuracy

RE%

测量误差的一种表示方法,其表达式: $RE\% = [(测量值 - 真值) / 真值] \times 100\%$ 。

注:该定义中,测量结果高于真值为正偏差,低于真值为负偏差。

5.4.3

Hall 方法 Hall method

一种应用于生物试样的定量 X 射线显微分析方法,是通过测量高能量(>10 keV)X 射线连续谱作为内标,以补偿电子束引起的质量损失。

5.4.4

强度比 intensity ratio

k 值 k -value

k 比值 k -ratio

K 值 K -value

在完全相同的电子束能量、谱仪效率及束流条件下,从未知试样测得的特征峰的强度 I_{unk} 与从标样测得的同一特征峰的强度 I_{std} 的比值 $k: k = I_{unk} / I_{std}$ 。

注:试样和标样测量中的仪器条件有任何变化,例如束流的变化,必须在定量计算被测元素的强度比时加以考虑。

5.4.5

归一化 normalization

在定量 X 射线显微分析中,将每一被测元素浓度除以所有元素浓度之和,使所测各元素浓度之和等于 1 的数学计算。

5.4.6

无标样分析 standardless analysis

X 射线显微分析的一种定量方法,其中 k 值表达式($k = I_{unk} / I_{std}$)中的标样强度 I_{std} 由纯物理计算,或由部分标样用经验拟合或物理计算,以弥补所缺标样或适应于不同的实验条件。

5.4.7

ZAF 基体校正 ZAF matrix correction

电子探针显微分析的一种定量分析方法。是用原子序数修正因子 Z、X 射线吸收修正因子 A,及 X 射线荧光修正因子 F,对试样与标样之间的差异进行修正。

注:Z、A、F 因子是根据试验测量、经验拟合和理论计算结果导出。

参见: X 射线荧光效应(3.4.8)。

5.4.8

 $\phi(\rho z)$ 基体校正 $\phi(\rho z)$ matrix correction

电子探针显微分析的一种定量分析方法,校正因子是通过经验方程计算,该经验方程是对 X 射线产生的实验数据作为深度函数[称 $\phi(\rho z)$ 函数]进行拟合求出的。

注: $\phi(\rho z)$ 读作“phi rho zed”。

5.5

定量分析校正 quantitative analysis corrections

为获得元素的定量分析结果,对元素强度比进行的校正。

5.5.1

吸收校正 absorption correction

对谱仪检测到的“A”元素 X 射线在穿过试样时,受到所有元素吸收而造成的“A”元素 X 射线强度损失的基体校正。

5.5.2

原子序数校正 atomic number correction

对分析体积中所有元素的电子背散射及阻止本领引起某一元素 X 射线强度变化进行的基体校正。

5.5.3

背散射校正 backscattering correction

对电子背散射引起的 X 射线产额损失的基体校正。

5.5.4

有证参考物质 certified reference material; CRM

标准样品(简称标样)

由国家标准化组织提供的物质,它至少有一个特征参数是采用绝对方法测定的,并附有证书。

注:用于电子探针显微分析的有证参考物质,不仅要求其成分而且要求其微米尺度的微区均匀度都得到认证。

[Adapted from VIM, 3rd edition]

5.5.5

特征荧光校正 characteristic fluorescence correction

对由于“A”元素吸收了超过其临界激发能的“B”元素的特征 X 射线而产生的“A”元素特征 X 射线进行的一种基体校正。

5.5.6

连续荧光校正 continuous fluorescence correction

对由于“A”元素吸收了超过其临界激发能的连续 X 射线而产生的“A”元素特征 X 射线进行的一种基体校正。

5.5.7

基体校正 matrix correction; interelement correction

对由于激发体积中其他元素对电子散射、阻止本领、X 射线产生与传播以及二次荧光的影响,引起被测元素的特征 X 射线强度的变化进行的校正。

参见:X 射线荧光效应(3.4.8)。

5.5.8

参考物质 reference material

标准物质

材料或物质,其最少有一个特征参数足够均匀并被测定以用于对仪器、测量装置进行校正或用于对材料赋值。

注:用于电子探针显微分析的参考物质,其全部成分已知,是由独立、理想的绝对方法测定(如分离法和重量法),并在足够小的微区内成分均匀,用电子探针测量任何区域的 X 射线强度都在统计误差范围内。

[Adapted from VIM, 3rd edition]

5.5.9

研究物质 research material

具有有证参考物质的物理和化学特性的物质,但是在获得认证前,其化学成分、稳定性、微观和宏观

均匀性还有待详细的验证。

5.5.10

试样稳定性 specimen stability

〈一般定义〉试样在常温常压下,长期储存过程中物理化学性能保持不变的特性。

5.5.11

试样稳定性 specimen stability

〈电子探针〉在电子束轰击下,试样化学成分保持不变的特性。

5.5.12

阻止本领校正 stopping power correction

对于由于束电子穿越试样发生能量损失而引起 X 射线产额变化进行的基体校正。

5.5.13

不确定度 uncertainty

表征合理地赋予被测量之值的分散性,与测量结果相联系的参数。

5.6

分析试样 sample to be analysed

用 EPMA 测定成分和显微结构的试样。

5.6.1

块状试样 bulk sample

试样尺寸超过所有可能产生 X 射线(由电子束产生初级 X 射线和由特征、连续 X 射线产生二次荧光 X 射线)源的范围,不会由于 X 射线穿过试样底部或边缘非正常逃逸而受到损失。

5.6.2

荷电 charging

由于缺少足够的对地导电途径,当试样受入射电子束轰击时其表面发生电荷积累的现象。

注:绝缘材料的高电阻可使导电路径不能建立,即使对诸如金属的导体材料,若不用导线或导电胶等建立试样到地的导电路径,荷电仍可发生。

5.6.3

导电镀层 conductive coating

镀层 coating

一种覆盖到绝缘试样表面的低电阻材料(例如:铝、金、碳、铬等)薄涂层(一般厚度 2 nm~20 nm),以提供电子束轰击时可能在表面积累的电荷的接地通道。

5.6.3.1

镀层假象 coating artifacts

由镀层材料特性所引起的试样结构和/或 X 射线谱的改变,这些改变可能干扰对真实试样细节的解释。

5.6.3.2

导电层 conductive layer

分层试样中区别于其他非导电层或半导体层的高电导率层状区域。

5.6.4

污染 contamination

试样表面由于所处环境、制样带来的假象或暴露在试样室残余气体中而附着的外来物质。

5.6.4.1

碳污染 carbon contamination

在电子轰击下碳和含碳物质(由电子对试样表面污染物和/或真空系统的残余油气体轰击产生)在

试样表面上的进行性累积。

5.6.4.2

污染层 contamination layer

沉积在试样上的外来物薄层。

5.6.5

场致迁移 field induced migration

在绝缘体中由电子或离子轰击造成的内部电场使原子发生迁移的效应。

[ISO 18115:2001]

5.6.6

几何效应 geometric effects

由于试样大小与形状引起 X 射线产生与/或传播的改变,而导致与成分变化无关的 X 射线强度的变化。

5.6.7

均匀度 homogeneity

试样不同采样点成分一致性的程度。

5.6.8

粒度效应 mass effect

在分析颗粒物时,由于电子束贯穿颗粒物边界而引起的 X 射线强度变化的几何效应。

5.6.9

基体效应 matrix effect; interelement effect

由于元素“B”的存在而导致元素“A”的 X 射线产生过程和发射强度的改变。

5.6.10

辐射敏感度 radiation sensitive

材料在电子轰击下发生改变而导致如质量损失、离子迁移、分子键破坏、颜色改变等类型的损伤的程度。

5.6.11

薄试样 thin sample

厚度小于电子和 X 射线的穿透范围,它比同样成分的块体试样产生的 X 射线强度低,但空间分辨率更好。

5.7

空间分辨率 spatial resolution

微束分析空间特征的一种度量。

注:通常以激发体积表示。

5.7.1

分析空间分辨率 analytical spatial resolution

由特定元素 X 射线电离能确定的空间分辨率。

注:在一个多元素试样中,不同元素的空间分辨率不同,随着电离能的减小,激发体积增加。

5.7.1.1

分析面积 analysis area

相互作用体积在电子束入射面上的投影面积,95%的 X 射线从此面发射并由谱仪接收。

5.7.1.2

分析深度 analysis depth

X 射线经试样吸收后,确定百分数(例如总量的 95%)的 X 射线从相互作用体积内发射的最大深度。

5.7.1.3

分析体积 analysis volume

X 射线经试样吸收后,确定百分数(例如总量的 95%)的 X 射线发射的体积。

5.7.2

电子相互作用体积 electron interaction volume

电子激发体积 electron excitation volume

电子散射体积 electron scattering volume

入射电子束由于弹性和非弹性散射而扩散的三维空间范围。

5.7.3

电子轨道射程 electron trajectory range

在电子轨迹完全在试样内(没有背散射)并且适用连续能量损失定律(如 Bethe 定律)的条件下,入射电子在试样中行进的距离。

5.7.4

荧光 X 射线激发体积 fluorescent X-ray excitation volume

被测特征 X 射线由于试样中其他特征 X 射线通过二次荧光效应而激发的三维空间范围。

5.7.5

低束能分析 low beam energy analysis

使用低于 5 keV 的电子束能量进行的分析。

注: 5 keV 是用不小于 1.25 的过压比激发 $Z > 4$ 的所有元素的特征 X 射线(K 壳层、L 壳层或 M 壳层)的最低束能。

5.7.6

X 射线激发体积 X-ray excitation volume

入射电子束能够激发特定特征 X 射线(过压比 > 1)的三维空间范围。

5.8

X 射线强度 X-ray intensity

用 X 射线计数测定的特定能量的 X 射线光子数。

5.8.1

背景计数 background counting

将 WDS 调至连续背底辐射的波长位置进行的计数率测量,测量位置通常是在测量峰的附近。

5.8.2

积分束流 integrated beam current

在 X 射线计数时间内连续测量的束流。

5.8.3

归一化计数 normalized counting

计数时间内经过束流变化校正的 X 射线计数。

5.8.4

谱峰计数 peak counting

将 WDS 调至所测量谱峰的波长位置进行的计数率测量。

5.8.5

峰背比 peak-to-background ratio

在确定的波长或能量范围内特征 X 射线强度与连续 X 射线强度之比。

5.8.6

X 射线计数 X-ray counting

用 X 射线谱仪的计数器测定特定 X 射线的光子数。

5.8.7

X 射线计数率 X-ray counting rate

单位时间测得的 X 射线光子数目。

符 号 列 表

α	5.4.1.1
τ	4.5.6
β	4.1.3.1
ψ	3.5.7
ω	3.4.3
η	3.3.2.1
$\phi(\rho z)$	3.5.3
ρz	3.5.6
μ/ρ	3.5.5
$\lambda/\Delta\lambda$	4.6.17
RE%	5.4.2.6
C	4.4.6
dE/ds	3.4.7
E_0	3.6.2.1
$f(\chi)$	3.5.2

中文索引

- A**
- α 因子 5.4.1.1
- B**
- 半导体 EDS 4.6.4.5
- 背底 5.2.3
- 背底计数 5.8.1
- 背底校正 5.3.1
- 背底滤波 5.2.3.1
- 背底模型 5.2.3.2
- 背底统计涨落 5.2.4
- 背散射 3.3.2
- 背散射电子 3.3.2.2
- 背散射电子角分布 3.3.2.3
- 背散射电子深度分布 3.3.2.4
- 背散射电子像 4.4.2
- 背散射校正 5.5.3
- 背散射系数 3.3.2.1
- 本征锗 EDS 4.6.4.5.1
- 边缘效应 4.4.5
- 标准物质 5.5.8
- 标准样品(简称标样) 5.5.4
- 波长分辨率 4.6.16
- 波长分辨能力 4.6.17
- 波谱法 4.6.15
- 波谱仪 4.6.14
- 薄试样 5.6.11
- 不确定度 5.5.13
- C**
- 参考物质 5.5.8
- 场致迁移 5.6.5
- 层状合成微结构 4.6.14.9
- 成分面分布图 4.4.3
- 重叠损失 4.5.1
- 垂直几何 4.6.14.12
- D**
- 导电层 5.6.3.2
- 导电镀层 5.6.3
- 低束能分析 5.7.5
- 点分析 4.4.10
- 点绘面分布图 4.4.4
- 电离截面 3.4.4
- 电离能 3.4.5
- 电子光学系统 4.1
- 电子轨道射程 5.7.3
- 电子激发体积 5.7.2
- 电子枪 4.1.3
- 电子枪电流 4.1.3.2
- 电子枪亮度 4.1.3.1
- 电子散射 3.3
- 电子散射体积 5.7.2
- 电子束 4.2
- 电子探针 4.3
- 电子探针显微分析 3.1
- 电子探针显微分析仪 3.2
- 电子扫描像 4.4
- 电子相互作用体积 5.7.2
- 定量电子探针显微分析 3.1.2
- 定量分析 5.4
- 定量分析校正 5.5
- 定性电子探针显微分析 3.1.1
- 镀层 5.6.3
- 镀层假象 5.6.3.1
- d 间距 4.6.14.1
- Duane-Hunt 限 3.6.2.1
- E**
- 二次电子 3.3.8
- 二次电子像 4.4.11
- 二次荧光 3.4.8
- F**
- 法拉第杯 4.2.2
- 非弹性散射 3.3.5
- 分析空间分辨率 5.7.1
- 分析灵敏度 5.2.2
- 分析面积 5.7.1.1

分析深度..... 5.7.1.2
 分析试样..... 5.6
 分析体积..... 5.7.1.3
 峰背比..... 5.8.5
 峰位移..... 4.6.11
 辐射敏感度..... 5.6.10

G

干扰峰..... 4.6.9
 高阶衍射..... 4.6.14.4
 工作距离..... 4.1.5
 归一化..... 5.4.5
 归一化计数..... 5.8.3
 过压比..... 5.1.3

H

和峰..... 4.6.4.7
 荷电..... 5.6.2
 活时间..... 4.5.11
 Hall 方法..... 5.4.3

J

积分束流..... 5.8.2
 积分束流校正..... 5.3.4
 基体效应..... 5.6.9
 基体校正..... 5.5.7
 几何效应..... 5.6.6
 计数脉冲..... 4.5.3
 计数器能量分辨率..... 4.5.2
 计数统计学..... 4.5.4
 计数系统..... 4.5.5
 加速电压..... 5.1
 假峰..... 4.6.4.2
 校准曲线..... 5.4.1.2
 经验方法..... 5.4.1
 聚光镜..... 4.1.1
 聚光镜电流..... 4.1.1.2
 聚光镜光阑..... 4.1.1.1
 绝对探测限..... 5.2.1
 均匀度..... 5.6.7
 Johan 光学..... 4.6.14.7
 Johansson 光学..... 4.6.14.8
 J-值..... 3.4.6

$\phi(\rho z)$ 基体校正..... 5.4.8

K

空间分辨率..... 5.7
 块状试样..... 5.6.1
 Kramers' 定律..... 3.6.2.2
 k 比值..... 5.4.4
 K 谱线..... 3.6.1.3
 K 线..... 3.6.1.2
 k 值..... 5.4.4
 K 值..... 5.4.4

L

粒度效应..... 5.6.8
 连续能量损失近似..... 3.3.3
 连续荧光校正..... 5.5.6
 连续 X 射线..... 3.4.2
 连续 X 射线谱..... 3.6.2
 连续谱..... 3.6.2
 临界激发能..... 3.4.5
 LDE 晶体(层状结构分光晶体)..... 4.6.14.10
 L 谱线..... 3.6.1.5
 L 线..... 3.6.1.4

M

脉冲高度分布..... 4.5.13
 脉冲高度分析..... 4.6.12
 脉冲计数系统..... 4.5.5
 面扫描..... 4.4.1
 M 谱线..... 3.6.1.7
 M 线..... 3.6.1.6

N

内荧光峰..... 4.6.4.3
 能量分辨率..... 4.6.6
 能谱仪..... 4.6.4
 能谱法..... 4.6.5

P

谱峰半高宽..... 4.6.7
 谱峰计数..... 5.8.4
 谱仪效率..... 4.6.13

Q		探针电流密度····· 4.3.1.1	
气体倍增····· 4.5.10		探针电流稳定性····· 4.3.1.2	
强度比····· 5.4.4		探针直径····· 4.3.2	
倾斜几何····· 4.6.14.6		碳污染····· 5.6.4.1	
R		逃逸峰····· 4.6.4.6	
韧致辐射····· 3.6.2		特征峰····· 4.6.1	
入孔 X 射线谱····· 4.6.8		特征 X 射线····· 3.4.1	
入射电子能量····· 5.1.1		特征 X 射线谱····· 3.6.1	
入射束能量····· 3.6.2.1		特征荧光校正····· 5.5.5	
Rowland 圆····· 4.6.14.11		图像衬度····· 4.4.6	
S		图像放大倍数····· 4.4.7	
散射角····· 3.3.1		图像分辨力····· 4.4.8	
散射截面····· 3.3.6		W	
散射效应····· 3.3.7		微热量计 EDS····· 4.6.4.4	
扫描像····· 4.4		卫星线····· 3.6.1.8	
深度分布函数····· 3.5.3		污染····· 5.6.4	
实验数据校正····· 5.3		污染层····· 5.6.4.2	
试样(吸收)电流····· 4.3.4		无标样分析····· 5.4.6	
试样电流像····· 4.4.12		物镜····· 4.1.4	
试样台····· 4.3.3		物镜电流····· 4.1.4.3	
试样稳定性····· 5.5.10, 5.5.11		物镜光阑····· 4.1.4.2	
失焦····· 4.6.14.2		物镜像差····· 4.1.4.1	
束径····· 4.2.1.3		误差····· 5.4.2	
束流····· 4.2.1, 4.1.3.2		误差分布····· 5.4.2.2	
束流校正····· 5.3.2		误差传递····· 5.4.2.5	
束流密度····· 4.2.1.1		误差估计····· 5.4.2.3	
束流稳定性····· 4.2.1.2		误差直方图····· 5.4.2.4	
水平几何····· 4.6.14.5		X	
死层····· 4.6.4.1		吸收电流像····· 4.4.12	
死时间····· 4.5.6		吸收边····· 3.5.1	
死时间校正····· 5.3.3		吸收校正····· 5.5.1	
缩小倍数····· 4.1.2		吸收因子····· 3.5.2	
Si-Li 能谱仪····· 4.6.4.5.2		线分析····· 4.4.9	
T		线性内插····· 5.2.3.3	
弹性散射····· 3.3.4		相对探测限····· 5.2.5	
探测限····· 5.2		相对误差····· 5.4.2.6	
探测器····· 4.6.2		系统峰····· 4.6.4.8	
探测器假象····· 4.6.3		X 射线····· 3.4	
探针电流····· 4.3.1		X 射线的产生····· 3.4.9	
		X 射线激发体积····· 5.7.6	
		X 射线检出角····· 3.5.7	

X 射线计数 5.8.6
 X 射线计数率 5.8.7
 X 射线谱 3.6
 X 射线谱法 4.6
 X 射线强度 5.8
 X 射线吸收 3.5
 X 射线线系 3.6.1.1
 X 射线数据表 3.6.1.9
 X 射线探测 4.5
 X 射线像 4.4.13
 X 射线荧光效应 3.4.8

Y

研究物质 5.5.9
 衍射晶体 4.6.14.3
 荧光产额 3.4.3
 荧光 X 射线激发体积 5.7.4
 有证参考物质 5.5.4

原子序数校正 5.5.2
 跃迁比 3.5.4

Z

甄别窗 4.5.9
 甄别器 4.5.7
 甄别阈 4.5.8
 正比计数器 4.5.12
 质量深度 3.5.6
 质量衰减系数 3.5.5
 置信度 5.4.2.1
 自然峰宽 4.6.10
 自然线宽 4.6.10
 阻止本领 3.4.7
 阻止本领校正 5.5.12
 最佳加速电压 5.1.2
 准确度 5.4.2.6
 ZAF 基体校正 5.4.7

英文索引

A

absolute detection limit	5. 2. 1
absorbed current	4. 3. 4
absorbed current image	4. 4. 12
absorption correction	5. 5. 1
absorption edge	3. 5. 1
absorption factor	3. 5. 2
accelerating voltage	5. 1
accuracy	5. 4. 2. 6
alpha coefficient	5. 4. 1. 1
alpha factor	5. 4. 1. 1
analysis area	5. 7. 1. 1
analysis depth	5. 7. 1. 2
analysis volume	5. 7. 1. 3
analytical sensitivity	5. 2. 2
analytical spatial resolution	5. 7. 1
angle of scattering	3. 3. 1
area scanning	4. 4. 1
artifact peaks	4. 6. 4. 2
atomic number correction	5. 5. 2

B

background	5. 2. 3
background correction	5. 3. 1
background counting	5. 8. 1
background filtering	5. 2. 3. 1
background modeling	5. 2. 3. 2
background statistical fluctuation	5. 2. 4
backscatter coefficient	3. 3. 2. 1
backscattered electron	3. 3. 2. 2
backscattered electron angular distribution	3. 3. 2. 3
backscattered electron depth distribution	3. 3. 2. 4
backscattered electron image	4. 4. 2
backscattering	3. 3. 2
backscattering correction	5. 5. 3
beam current	4. 2. 1
beam current correction	5. 3. 2
beam current density	4. 2. 1. 1
beam current stability	4. 2. 1. 2

beam diameter	4.2.1.3
beam energy	3.6.2.1
braking radiation	3.6.2
bremsstrahlung	3.6.2
bulk sample	5.6.1

C

calibration curves	5.4.1.2
carbon contamination	5.6.4.1
certified reference material	5.5.4
characteristic fluorescence correction	5.5.5
characteristic peak	4.6.1
characteristic x-ray	3.4.1
characteristic x-ray spectrum	3.6.1
charging	5.6.2
coating	5.6.3
coating artifacts	5.6.3.1
coincidence losses	4.5.1
compositional mapping	4.4.3
condenser lens	4.1.1
condenser lens aperture	4.1.1.1
condenser lens current	4.1.1.2
conductive coating	5.6.3
conductive layer	5.6.3.2
confidence level	5.4.2.1
contamination	5.6.4
contamination layer	5.6.4.2
continuous energy loss approximation	3.3.3
continuous fluorescence correction	5.5.6
continuous X-ray	3.4.2
continuous X-ray spectrum	3.6.2
continuum	3.6.2
counter energy resolution	4.5.2
counting pulse	4.5.3
counting statistics	4.5.4
counting system	4.5.5
critical excitation energy	3.4.5
CRM	5.5.4

D

dead layer	4.6.4.1
dead time	4.5.6
deadtime correction	5.3.3

defocusing	4.6.14.2
demagnification	4.1.2
depth distribution function	3.5.3
detection limit	5.2
detector	4.6.2
detector artifacts	4.6.3
diffracting crystal	4.6.14.3
discriminator	4.5.7
discriminator threshold	4.5.8
discriminator window	4.5.9
dot mapping	4.4.4
d spacing	4.6.14.1
Duane-Hunt limit	3.6.2.1

E

edge effect	4.4.5
EDS	4.6.4
EDX	4.6.5
elastic scattering	3.3.4
electron beam	4.2
electron excitation volume	5.7.2
electron interaction volume	5.7.2
electron gun	4.1.3
electron gun brightness	4.1.3.1
electron gun current	4.1.3.2
electron optics	4.1
electron probe	4.3
electron probe microanalysis	3.1
electron probe microanalyzer	3.2
electron scanning image	4.4
electron scattering	3.3
electron scattering volume	5.7.2
electron trajectory range	5.7.3
empirical method	5.4.1
energy dispersive X-ray spectrometer	4.6.4
energy dispersive X-ray spectrometry	4.6.5
energy resolution	4.6.6
EPMA	3.1
error	5.4.2
error distribution	5.4.2.2
error estimation	5.4.2.3
error histogram	5.4.2.4
error propagation	5.4.2.5

escape peak 4.6.4.6
 experimental data correction 5.3

F

false peaks 4.6.4.2
 family of X-ray lines 3.6.1.1
 Faraday cup 4.2.2
 field induced migration 5.6.5
 fluorescence yield 3.4.3
 fluorescent X-ray excitation volume 5.7.4
 full peak width at half maximum 4.6.7
 FWHM 4.6.7

G

gas multiplication 4.5.10
 geometric effects 5.6.6

H

Hall method 5.4.3
 high-order diffraction 4.6.14.4
 homogeneity 5.6.7
 horizontal geometry 4.6.14.5

I

image contrast 4.4.6
 image magnification 4.4.7
 image resolution 4.4.8
 incident electron energy 5.1.1
 inclined geometry 4.6.14.6
 inelastic scattering 3.3.5
 in-hole spectrum 4.6.8
 integrated beam current 5.8.2
 integrated beam current correction 5.3.4
 intensity ratio 5.4.4
 interelement correction 5.5.7
 interelement effect 5.6.9
 interfering peaks 4.6.9
 internal fluorescence peak 4.6.4.3
 intrinsic Ge EDS 4.6.4.5.1
 ionization cross section 3.4.4
 ionization energy 3.4.5

J

Johan optics 4.6.14.7

Johansson optics	4. 6. 14. 8
jump ratio	3. 5. 4
J-value	3. 4. 6

K

K line	3. 6. 1. 2
Kramers' law	3. 6. 2. 2
<i>k</i> -ratio	5. 4. 4
K spectrum	3. 6. 1. 3
<i>k</i> -value	5. 4. 4
K-value	5. 4. 4

L

layered synthetic microstructure	4. 6. 14. 9
LDE crystal	4. 6. 14. 10
line analysis	4. 4. 9
linear interpolation	5. 2. 3. 3
live time	4. 5. 11
L line	3. 6. 1. 4
low beam energy analysis	5. 7. 5
LSM	4. 6. 14. 9
L spectrum	3. 6. 1. 5

M

mass attenuation coefficient	3. 5. 5
mass effect	5. 6. 8
mass-depth distance	3. 5. 6
matrix correction	5. 5. 7
matrix effect	5. 6. 9
microcalorimeter EDS	4. 6. 4. 4
M line	3. 6. 1. 6
M spectrum	3. 6. 1. 7

N

natural line width	4. 6. 10
natural peak width	4. 6. 10
normalization	5. 4. 5
normalized counting	5. 8. 3

O

objective lens	4. 1. 4
objective lens aberration	4. 1. 4. 1
objective lens aperture	4. 1. 4. 2

objective lens current	4. 1. 4. 3
optimum accelerating potential	5. 1. 2
overvoltage ratio	5. 1. 3

P

peak counting	5. 8. 4
peak shift	4. 6. 11
peak-to-background ratio	5. 8. 5
point analysis	4. 4. 10
probe current	4. 3. 1
probe current density	4. 3. 1. 1
probe current stability	4. 3. 1. 2
probe diameter	4. 3. 2
proportional counter	4. 5. 12
pulse counting system	4. 5. 5
pulse height analysis	4. 6. 12
pulse height distribution	4. 5. 13

Q

qualitative EPMA	3. 1. 1
quantitative analysis	5. 4
quantitative analysis corrections	5. 5
quantitative EPMA	3. 1. 2

R

radiation sensitive	5. 6. 10
reference material	5. 5. 8
relative detection limit	5. 2. 5
relative errors	5. 4. 2. 6
research material	5. 5. 9
Rowland circle	4. 6. 14. 11

S

sample stage	4. 3. 3
sample to be analysed	5. 6
satellite lines	3. 6. 1. 8
scanning image	4. 4
scattering cross section	3. 3. 6
scattering effect	3. 3. 7
secondary electron	3. 3. 8
secondary electron image	4. 4. 11
secondary fluorescence	3. 4. 8
semiconductor EDS	4. 6. 4. 5

Si- Li EDS	4. 6. 4. 5. 2
spatial resolution	5. 7
specimen current	4. 3. 4
specimen current image	4. 4. 12
specimen stability	5. 5. 10, 5. 5. 11
spectrometer efficiency	4. 6. 13
standardless analysis	5. 4. 6
stopping power	3. 4. 7
stopping power correction	5. 5. 12
sum peaks	4. 6. 4. 7
system peaks	4. 6. 4. 8

T

thin sample	5. 6. 11
-------------------	----------

U

uncertainty	5. 5. 13
-------------------	----------

V

vertical geometry	4. 6. 14. 12
-------------------------	--------------

W

wavelength resolution	4. 6. 16
wavelength resolving power	4. 6. 17
wavelength dispersive spectrometer	4. 6. 14
wavelength dispersive X-ray spectrometry	4. 6. 15
WDS	4. 6. 14
WDX	4. 6. 15
working distance	4. 1. 5

X

X-ray	3. 4
X-ray absorption	3. 5
X-ray counting	5. 8. 6
X-ray counting rate	5. 8. 7
X-ray detection	4. 5
X-ray excitation volume	5. 7. 6
X-ray fluorescence effect	3. 4. 8
X-ray generation	3. 4. 9
X-ray image	4. 4. 13
X-ray intensity	5. 8
X-ray line table	3. 6. 1. 9
X-ray spectrometry	4. 6

X-ray spectrum 3.6
X-ray take-off angle 3.5.7

Z

ZAF matrix correction 5.4.7
 $\Phi(\rho z)$ matrix correction 5.4.8

参 考 文 献

- [1] ISO 704, Terminology work- Principles and methods.
 - [2] ISO 1087-1, Terminology work-Vocabulary-Part 1: Theory and application.
 - [3] ISO 10241, International terminology standards-Preparation and layout.
 - [4] ISO 18115:2001, Surface chemical analysis-Vocabulary.
 - [5] ISO 15632:2002, Microbeam analysis-Instrumental specification for energy dispersive X-ray spectrometers with semiconductor detectors.
 - [6] VIM, 3rd edition (to be published-Revision of 1993 edition), International vocabulary of basic and general terms in metrology-Third edition, joint publication by BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAP and OIML.
 - [7] Reed, S. J. B. Electron Microprobe Analysis, 2nd Edition (Cambridge University Press, Cambridge, 1993).
 - [8] Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Echlin, P., Joy, D. C., Lyman, C. E., Lifshin, E., Sawyer L., and Michael, J. R., Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, 3rd edition (Plenum Press, New York, 2003).
 - [9] Heinrich, K. F. J., Electron Beam X-ray Microanalysis (Van Nostrand, New York, 1981).
 - [10] Scott, V. D., Love, G., and Reed, S. J. B., Quantitative Electron-Probe Microanalysis, 2nd Edition (Ellis Howrwood, Hemel Hempstead, UK, 1995).
 - [11] Van Grieken, R. E., and Markowicz, A. A., Handbook of X-ray Spectrometry, 2nd Edition (Marcel Dekker, Inc., New York, 2002).
 - [12] Currie, L. A., Nomenclature in evaluation of analytical methods including detection and quantification capabilities. Pure and Applied Chemistry 1995, Vol 67, No. 10:1699-1723.
-