



# 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  
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
微束分析  
电子探针显微分析(EPMA) 术语  
GB/T 21636—2008/ISO 23833:2006

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 67 千字  
2008年7月第一版 2008年7月第一次印刷

\*

书号: 155066 · 1-32059 定价 28.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 21636-2008

## 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

$\eta$

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的连续能量损失过程。

#### 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( $\text{cm}^2$ )表示,而单位面积的散射事件以事件数/(原子数/ $\text{cm}^2$ )表示。

参见:电离截面(3.4.4)。

### 3.3.7

#### 散射效应 scattering effect

试样中具有一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

因入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入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

$\omega$

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:  $\text{cm}^2$  或靶( $10^{-24} \text{ cm}^2$ )。

电离概率表示为: 离化数/(原子数/ $\text{cm}^2$ )。

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:  $\rho z$  的单位为质量  $\times$  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**

$\mu/\rho$

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;

$\mu$ ——线吸收系数;

$\rho$ ——物质密度。

注:其量纲为面积/质量( $\text{cm}^2/\text{g}$ )。

## 3.5.6

**质量深度 mass-depth distance**

$\rho z$

一个用线性距离(cm)与密度(g/cm<sup>3</sup>)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<sup>2</sup>)表示。

## 3.5.7

**X射线检出角 X-ray take-off angle**

$\psi$

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、LaB<sub>6</sub> 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

$\beta$

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

式中:

$j$ ——电流,单位为安(A);

$d$ ——探针直径,单位为厘米(cm);

$\alpha$ ——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:用安培每平方厘米(A/cm<sup>2</sup>)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( $\text{A}/\text{cm}^2$ )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  $\Delta E$  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**

$\tau$

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聚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 $\alpha$  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  $\Delta t$  确定后,光子的能量  $\Delta E$  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  $\lambda$  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, $\theta$  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。