

# X 射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准

Radiological standards for X-ray diffraction and  
fluorescence analysis equipment

GBZ115-2002

---

## 前 言

本标准第 4~10 章为强制性的，其余为推荐性的。

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准，原标准 GB16355—1996 与本标准不一致的，以本标准为准。

本标准参考美国国家标准局 NBS Handbook 111(1977) 及 SSRCR part H (1982) 两份文件编制。

本标准由中华人民共和国卫生部提出并归口。

本标准起草单位：北京市疾病预防控制中心。

本标准主要起草人：王时进。

本标准由中华人民共和国卫生部负责解释。

## 1 范围

本标准规定了 X 射线衍射仪和 X 射线荧光分析仪的放射防护标准和放射防护安全操作要求。

本标准适用于 X 射线衍射仪和 X 射线荧光分析仪的生产和使用。

## 2 规范性引用文件

下列标准中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版本均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB4075 密封放射源分级

GB4076 密封放射源一般规定

GB8703 辐射防护规定

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 X 射线衍射仪和 X 射线荧光分析仪

X-ray diffraction equipment and X-ray fluorescence analysis equipment

X 射线衍射仪 利用 X 射线轰击样品，测量所产生的衍射 X 射线强度的空间分布，以确定样品的微观结构的仪器。

X 射线荧光分析仪 利用射线轰击样品，测量所产生的特征 X 射线，以确定样品中元素的种类与含量的仪器。

以下把 X 射线衍射仪和 X 射线荧光分析仪统称为分析仪。

#### 3.2 闭束型分析仪和敞束型分析仪

enclosed-beam analytic analytical equipment and open-beam analytical equipment

闭束型分析仪 以结构上能防止人体的任何部分进入有用线束区域为特征的分析仪。

敞束型分析仪 结构上不完全符合闭束型分析仪特征的分析仪，操作人员的某部分身体有可能意外地进入有用线束区域。

#### 3.3 射线源 radiation source

本标准中，射线源特指 X 射线管或能使样品受激后发出特征 X 射线的密封型放射性核素源(以下简称密封型源)。

#### 3.4 联锁装置 interlocking device

分析仪的一种安全控制装置，当其中相关的组件动作时可以发出警告信号，或能够阻止分析仪进入使用状态，或使正在工作的分析仪立即关停。

#### 3.5 有用线束 primary radiation

来自射线源并通过窗、光栏或准直器射出的待用射线束。

#### 3.6 受照射部件 exposed components

分析仪中受到有用线束照射的部件，如：源套、遮光器、准直器、连接器、样品架、测角仪、探测器等。

#### 3.7 源套 radiation source housing

套在射线源外部的具有一定防护效能的壳体，分为密封源套和 X 射线管套。

#### 3.8 防护罩 protective enclosure

敞束型分析仪中，用来屏蔽源套和所有受照射部件的一种防护设备。在防护罩的侧面，通常装有可以平移的防护窗，调试、校准等操作结束后，关闭防护窗，能够有效地防止人员受到有用线束和较强散射线的照射。

### 3.9 遮光器 shutter

安装在有用线束出口处的可以屏蔽有用线束的器件。

## 4 一般要求

4.1 生产和使用分析仪必须符合国家放射防护基本标准所规定的要求，做到实践正当化，放射防护最优化并严格执行个人剂量限值规定。

4.2 生产和使用分析仪必须合理装配受照射部件，尽可能减少散射线。

4.3 分析仪必须具有下列出厂证件和资料：

- a) 产品说明书，其中必须包括本标准所规定的技术指标；
- b) 由卫生部门颁发的产品放射防护合作证书；
- c) 用户手册，其中必须包括安全操作和放射防护须知。

## 5 分析仪的辐射屏蔽要求

5.1 当源套安装在分析仪的机壳或防护罩内时，在下列任一条件下，距源套外表面 5cm 的任何位置，射线的空气比释动能率不得超过

$25\mu\text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  ( $0.5\text{mrad} \cdot \text{h}^{-1}$ )：

- a) X 射线管处于最高管电压、最大功率；
- b) 源套内密封源不超过产品说明书给定的最大活度。

5.2 在下列位置，射线的空气比释动能率均不得超过

$2.5\mu\text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  ( $0.25\text{mrad} \cdot \text{h}^{-1}$ )：

- a) 人体可能到达的距闭束型分析仪二切外表面(包括高压电源、分析仪外壳等)5cm 的位置；
- b) 距敞束型分析仪的防护罩、遮光器外表面 5cm 的任何位置。

5.3 当 X 射线管处于最高电压、最大功率时，遮光器的厚度不得小于表 1 所列的铅等效厚度。

表 1 遮光器的最低铅等效厚度

阳极电流 1) mA	X 射线管电压(峰值电压), kV		
	≤50	70	100
20	1.5	5.6	7.7
40	1.6	5.8	7.9
80	1.7	5.9	—
160	1.7	—	—

## 6 带有 X 射线管的闭束型分析仪的防护要求

6.1 源套和所有的受照射部件必须安装在分析仪的封闭的机壳内部。正常操作时，人体的任何部位都不可能进入机壳内部。

6.2 闭束型分析仪的机壳必须具有联锁装置，一旦打开机壳，即刻自动切断 X 射线管的高压电源或关闭有用线束的出口。

## 7 带有 X 射线管的敞束型分析仪的防护要求

### 7.1 过滤片

X 射线管防护套窗口的过滤片应符合 ZBY226 所规定的要求。

### 7.2 过载保护

分析仪出现下列过载情况之一时，能自动切断 X 射线管的高压：

- a) X 射线管高压超过额定值 1~3kV；
- b) X 射线管电流超过额定值 1~3mA；
- c) 超过设定功率。

### 7.3 联锁装置

#### 7.3.1 “专用锁—总电源”联锁

分析仪必须有专用锁。专用锁与总电源开关联锁，只有使用专用钥匙开锁之后才能接通总电源。

#### 7.3.2 “防护罩—高压”或“防护罩—遮光器”联锁

敞束型分析仪应当配备防护罩，并可以与 X 射线管的高压或遮光器联锁。分析仪正常工作时，防护罩处于联锁状态，只有严密关闭其可以平移的防护窗，才能射出有用线束；当分析仪正在工作时，一旦拉开防护窗，即刻切断高压或关闭遮光器，中断有用线束。仅当调试、校准分析仪时，方可以切断防护罩的联锁。

### 7.4 控制台

控制台必须包括：

- a) X 射线管高压电源开关、指示灯、高压调节器及读出器；
- b) X 射线管电流调节器和读出器；
- c) 遮光器的控制开关和指示灯。

### 7.5 警示和标志

7.5.1 在表 2 所列位置必须安装红色警告信号灯并与相应的开关联动。

表 2 警告信号灯和联动开关

警告灯位置	相应的联动开关
-------	---------

防护罩内醒目处	分析仪总电源开关
高压电源开关旁侧	高压电源开关
遮光器旁侧	遮光器开关

7.5.2 在下列位置附近必须具有牢固的警告标志：

- a) 分析仪的专用锁和总电源开关；
- b) X 射线管高压电源开关；
- c) X 射线管防护套。

7.5.3 警告标志除具有 GB8703 规定的放射性标志外，并有醒目的警示说明，如：“注意！通电时仪器产生放射线！只准合格人员操作！”或类似的警示说明。

## 8 密封源分析仪的防护要求

8.1 密封源必须符合 GB4075 和 GB4076 所规定的要求。

8.2 必须具有能够防止密封源脱落并保护密封源免遭损坏的机械结构和保护措施，如源套。

8.3 警告标志：

8.3.1 当分析仪具有源套时，在源套外表面必须具有牢固的警告标志。

8.3.2 当分析仪不具有源套时，在密封源附近须有牢固的警告标志。

8.3.3 警告标志必须标有：

- a) 符合 GB8703 的放射性标志；
- b) 密封源或源套的编号；
- c) 密封源的核素、活度、生产厂家、生产日期；
- d) 醒目的文字警告：“内有放射源，小心”或类似的警示说明。

8.4 带有密封源的敞束型分析仪应当具有遮光器及遮光器开、关状态的明显标志。

## 9 维修和使用中的防护要求

9.1 一切不使用的射线束出口必须关闭严密。

9.2 操作分析仪时，应特别注意防止手、头部等局部受照，采取佩戴防护眼镜等防护措施。

9.3 分析仪工作时，对正在受到射线照射的样品须有适当的屏蔽。

9.4 更换样品时必须关闭遮光器。

9.5 拆卸、安装源套和其他受照射部件时，必须关闭遮光器并切断 X 射线管的高压。

- 9.6 不得在 X 射线管裸露的条件下调试分析仪。
- 9.7 校准、调试分析仪的有用线束，须以较低电压、较低电流操作，避开强射线束，并采取局部屏蔽防护措施
- 9.8 未经本单位的放射防护部门或相应的主管部门批准，任何人不得擅自变更分析仪原配套的受照射部件及其装配结构和装配位置。
- 9.9 当发现较强的漏(散)射线时，应分析来源并采取有效的防护措施。

## 10 剂量监测

### 10.1 场所剂量监测

凡下列情况之一，应当进行场所剂量监测：

- a) 变更分析仪原配套的受照射部件或变更其装配结构、装配位置；
- b) 校准、调整分析仪的有用线束；
- c) 分析仪的屏蔽防护设备变更或损坏；
- d) 超过规定的检测周期。

### 10.2 个人剂量监测

10.2.1 当场所剂量监测结果证明，人员受照射的年有效剂量当量没有可能超过 5mSv 时，可免于个人剂量监测，否则应根据需要进行监测，并作记录。

10.2.2 校准、调整、安装、维修敞束型分析仪等操作时，应在手指或腕部佩戴剂量计。

### 10.3 监测仪器与方法

10.3.1 个人剂量计和剂量巡测仪应与待测分析仪的能量范围相符合。

10.3.2 测量本规定第 5.1 和 5.2 条的各项空气比释动能率，应当在 10cm<sup>2</sup> 面积上取平均值。

10.3.3 受照射部件附近区域的小截面、高强度散射线束的测量应当首先使用胶片方法定性探测这种射线的位置，而后使用巡测仪在相应的位置上测量。

10.3.4 当射线束截面积(S)小于剂量巡测仪探测器截面积时，应对仪器的读出值做必要的修正。一般的简化修正方法可以将读出值乘以修正系数 K。

$$K = \frac{\text{探测器的截面积}}{\text{射线束的截面积}} \quad (S > 1\text{cm}^2)$$

..... (1)

K=探测器截面积的平方厘米数

(S < 1cm<sup>2</sup>) ..... (2)