

ICS 13.100

CCS C 57

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 115—2023

代替 GBZ 115—2002

低能射线装置放射防护标准

Standard for radiological protection in low-energy radiation generating devices

2023 - 03 - 07 发布

2024 - 03 - 01 实施



中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 防护设施要求	2
6 安全操作要求	3
7 辐射安全检查要求	3
8 放射防护检测要求	4
9 放射防护培训要求	4
参 考 文 献	5

前 言

本标准8.3.2、8.3.3为推荐性条款，其余为强制性条款。

本标准代替GBZ 115—2002《X射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准》。与GBZ 115—2002相比，除结构调整和编辑性的改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准范围（见第1章，2002年版的第1章）；
- b) 更改了规范性引用文件（见第2章，2002年版的第2章）；
- c) 在术语和定义中增加了低能射线装置、故障安全设计、X射线管套（见3.1、3.4、3.6），删除了X射线衍射仪和X射线荧光分析仪、射线源、联锁装置、有用线束、源套（见2002年版的3.1、3.3、3.4、3.5、3.7），更改了受照射部件、防护罩（见3.5、3.7，2002年版的3.6、3.8），将闭束型分析仪、敞束型分析仪更改为闭束型射线装置、敞束型射线装置（见3.2、3.3，2002年版的3.1）；
- d) 增加了总则（见第4章，2002年版的4.1）；
- e) 删除了出厂证件和资料的要求（见2002年版的4.3）；
- f) 更改了放射防护设施的屏蔽要求（见5.1、5.2，2002年版的5.1、5.2）；
- g) 删除了X射线管遮光器最低铅等效厚度的要求（见2002年版的5.3）；
- h) 更改了对控制面板的要求（见5.3，2002年版的7.4）；
- i) 更改了对联锁装置的要求（见5.6，2002年版的7.3）；
- j) 更改了对警示标志的要求（见5.7，2002年版的7.5）；
- k) 更改了对其他防护设施的要求（见5.8，2002年版的6.1、6.2、7.2）；
- l) 删除了对X射线管过滤片的要求（见2002年版的7.1）；
- m) 删除了密封源分析仪的防护要求（见2002年版的第8章）；
- n) 更改了安全操作要求（见第6章，2002年版的第9章）；
- o) 增加了辐射安全检查要求（见第7章）；
- p) 增加了放射防护检测计划的要求（见8.1）；
- q) 更改了放射防护检测方法的要求（见8.2，2002年版的10.3）；
- r) 更改了个人监测要求（见8.3，2002年版的10.2）；
- s) 增加了放射防护培训要求（见第9章）。

本标准由国家卫生健康标准委员会放射卫生标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委员会职业健康司负责业务管理、法规司负责统筹管理。

本标准起草单位：江苏省疾病预防控制中心、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、山东省医学科学院放射医学研究所、北京市疾病预防控制中心、昆山市疾病预防控制中心、苏州市疾病预防控制中心。

本标准主要起草人：王进、马加一、侯长松、杨小勇、李海亮、白斌、陈群、沈欢喜、史晓东、许哲。

本标准于2002年首次发布，本次为第一次修订。

低能射线装置放射防护标准

1 范围

本标准规定了非医用低能射线装置的放射防护要求。

本标准适用于能量从豁免值至1MeV的X射线衍射仪、X射线荧光分析仪、离子注入装置、电子束焊机、静电消除器、电子显微镜和测厚、称重、测孔径、测密度用的射线装置。

本标准不适用于工业X射线探伤、工业X射线CT探伤、X射线行李包检查系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 98 放射工作人员健康要求及监护规范

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

低能射线装置 low-energy radiation generating devices

在接通电源后能够产生能量从豁免值至1MeV的X射线、电子流、离子流装置。

示例：核技术工业应用类的X射线衍射仪、X射线荧光分析仪、离子注入装置、电子束焊机、静电消除器、电子显微镜和测厚、称重、测孔径、测密度的射线装置。

注：不包含使用放射源的射线装置。

3.2

闭束型射线装置 closed-beam devices

结构上能够防止人体任何部分进入有用线束区域为特征的X射线装置。

示例：电子显微镜、电子束焊机等。

3.3

敞束型射线装置 opened-beam devices

结构上不完全符合闭束型射线装置特征的射线装置，操作人员的身体某部分有可能意外地进入有用线束区域。

示例：X射线液位仪。

3.4

故障安全设计 fail-safe design

所有实际预期的指示器或安全部件故障时，依然可以保证减少人员照射的设计。

3.5

受照射部件 exposed components

射线装置中受到有用线束照射的部件。

示例：X射线管套、遮光器、准直器、连接器、样品架、测角仪、探测器等。

3.6

X射线管套 X-ray tube housing

低能X射线装置中套在X射线管外部的具有一定防护效能的壳体。

3.7

防护罩 protective enclosure

敞束型射线装置中，用来屏蔽X射线管套和所有受照射部件的一种防护设备。

3.8

遮光器 shutter

安装在有用线束出口处可以屏蔽有用线束的器件。

4 总则

- 4.1 生产和使用单位在射线装置的安装、调试和使用过程中，应对工作人员以及公众的防护与安全负责。
- 4.2 涉及低能射线装置的实践应符合 GB 18871 所规定的要求，做到实践正当性，放射防护最优化并严格执行个人剂量限值规定。
- 4.3 生产和使用单位应设置或指定放射防护管理机构，配备专职或兼职的放射防护管理人员，负责本单位的放射防护工作。
- 4.4 生产和使用单位应对工作人员进行上岗前和在岗期间的放射防护培训，并建立放射防护培训档案。工作人员经培训合格后方可上岗作业。因变更工艺、技术、设备、材料导致主要辐射危害因素发生变化时，生产和使用单位应重新对工作人员进行上岗前的放射防护培训。
- 4.5 生产和使用单位应按照 GBZ 98 要求开展放射工作人员职业健康监护，按照 GBZ 128 要求开展外照射个人剂量监测，并建立健康监护档案和个人剂量档案。

5 防护设施要求

5.1 射线装置辐射屏蔽要求

- 5.1.1 具有 X 射线管和遮光器的低能射线装置，X 射线管套构造应确保在所有遮光器关闭时，在任意额定工作状态，距离 X 射线管套外表面 5cm 处的周围剂量当量率不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 5.1.2 射线发生装置或者高压电源的保护柜外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 5.1.3 闭束型射线装置正常使用时，任意可到达的机壳外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

5.2 工作场所辐射水平

- 5.2.1 敞束型射线装置只能在特定的放射工作场所使用，并按控制区、监督区分区管理，控制区边界周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 5.2.2 手持式敞束型射线装置正常工作时，除有用线束范围外任意位置的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 5.2.3 设置有屏蔽室的射线装置，屏蔽室外的 30cm 处周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

5.3 控制面板

- 5.3.1 射线装置的开启应通过控制面板操作。
- 5.3.2 控制出束的指示器、控制装置应使用易于识别和辨认的标签、符号、软件等方式表示。
- 5.3.3 敞束型射线装置的控制面板还应包括：
 - a) 高压电源开关、指示灯、高压调节器及读出器；
 - b) 电流调节器和读出器；
 - c) 遮光器的控制开关和指示灯。

5.4 工作状态指示灯

下列位置应安装工作状态指示灯，并与相应开关联动：

- a) 防护罩处醒目位置应安装工作状态指示灯并与总电源开关联动；
- b) 高压电源旁应安装工作状态指示灯并与高压电源开关联动。

5.5 急停开关

若射线装置可以连续曝光时间大于 1.5 秒，应在以下位置设置急停开关。

- a) 射线装置外壳；

- b) 控制面板;
- c) 设有屏蔽室的敞束型射线装置屏蔽室内。

5.6 联锁装置

- 5.6.1 除非测试联锁装置, 否则不应使用联锁装置关停射线装置。
- 5.6.2 触发任何联锁后, 应通过控制面板将射线装置复位, 才能重新出束。
- 5.6.3 所有联锁都应采用故障安全设计。
- 5.6.4 闭束型射线装置的外壳等闭合应与高压或遮光器联锁, 确保使用时射线装置闭合。
- 5.6.5 敞束型射线装置还应设置以下联锁:
 - a) 专用锁与总电源开关联锁, 只有使用专用钥匙开锁后才能接通电源。
 - b) 设有防护罩的, 防护罩应与高压或遮光器联锁。
 - c) 设置有屏蔽室的, 出束应与屏蔽室防护门联锁。

5.7 警示标志

- 5.7.1 射线装置外壳醒目位置应设有牢固的电离辐射标志, 电离辐射标志应符合 GB 18871 的要求。
- 5.7.2 实施分区管理的射线装置, 在控制区入口和监督区内醒目位置应设置牢固的电离辐射警告标志, 电离辐射警告标志应符合 GB 18871 的要求。
- 5.7.3 敞束型射线装置被检查物体入口, 除设置电离辐射警告标志外, 应设有“注意! 通电时设备产生电离辐射! 只准授权人员操作!”或类似的警示说明。
- 5.7.4 设置有屏蔽室的敞束型射线装置, 屏蔽室防护门上方应设置警告灯并与射线出束开关联动。

5.8 其他防护设施

- 5.8.1 闭束型射线装置 X 射线管套和受照射部件应安装在射线装置封闭的机壳内。正常操作时, 人体的任何部位都不能进入机壳内部。
- 5.8.2 敞束型射线装置出现下列过载情况之一时, 应能自动切断高压:
 - a) 高压超过额定值;
 - b) 电流超过额定值;
 - c) 超过设定功率。

6 安全操作要求

- 6.1 装置不使用时, 射线束出口应关闭。
- 6.2 操作射线装置时, 应分析辐射场的特点, 并采取有效的防护措施, 特别注意防止手、头部等局部受照。
- 6.3 应在不出束的情况下更换样品。
- 6.4 拆卸、安装 X 射线管套和其他受照射部件时, 应关闭遮光器并切断 X 射线管的高压。
- 6.5 不应擅自变更射线装置原配套的受照射部件及其装配结构和装配位置。
- 6.6 校准、调试射线装置有用线束, 应使用低档电压、电流操作, 人员应避开强射线束, 并采取局部屏蔽防护措施。不应在 X 射线管裸露的条件下调试射线装置。
- 6.7 手持式射线装置在操作时, 不应将有用线束对准自己或任何人, 不应手持样品, 不应靠近有用射线束。

7 辐射安全检查要求

7.1 检查周期

使用单位应制定检查计划, 自主定期对安全装置进行检查, 定期检查的周期不多于 6 个月。

7.2 安全装置检查内容

- 7.2.1 检查内容应包括所有安全装置, 包括联锁、遮光器、警示灯、急停开关等。
- 7.2.2 检查发现故障时应停用射线装置。直到安全装置完全修复后, 经由书面批准后方可使用。

7.2.3 使用单位应保存每次检查记录。记录内容应至少包括检查日期、检查安全装置列表、检查用仪器信息及校准日期、检查结果、执行检查人员姓名。

8 放射防护检测要求

8.1 检测计划

8.1.1 使用单位应制订射线装置的防护性能检测计划，委托具有资质的单位定期对射线装置的防护性能进行检测，定期检测的周期为1年。

8.1.2 凡有下列情况之一时，应进行安全装置检查和放射防护性能检测：

- a) 变更射线装置原配套的受照射部件或变更其装配结构、装配位置；
- b) 校准、调整射线装置的有用线束；
- c) 射线装置的屏蔽防护设备变更或损坏。

8.2 检测方法

8.2.1 检测应在常用最大照射范围、常用最大管电压管电流组合的条件下进行。

8.2.2 应选择符合射线装置辐射场特性的防护性能检测仪器。仪器应具有法定计量检定或校准证书，并在证书有效期内。仪器还应满足工作场所的其他特殊需要，如防爆要求或射频屏蔽要求。

8.2.3 开展射线装置周围辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：

- a) 巡测范围应根据射线装置及其屏蔽设计特点、照射方向以及可能出现的问题决定；
- b) 无固定照射方向的射线装置应巡测有用线束照射不同方向时的不同位置的辐射水平；
- c) 屏蔽罩设有屏蔽窗的，应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。

8.2.4 在巡测结果的基础上，应至少对以下各点进行定点检测：

- a) 发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 有屏蔽窗的窗边缝；
- c) 闭束型射线装置正常使用时机壳外表面任何可到达处；
- d) 敞束型射线装置防护罩外表面5cm处与控制区边界处；
- e) 设置有屏蔽室的射线装置，其屏蔽室外；
- f) 操作位置和人员经常活动的区域；
- g) 手持式射线装置操作人员手部操作位。

8.3 个人监测

8.3.1 使用射线装置的工作人员应按照GBZ 128的规定进行放射工作人员外照射个人监测。

8.3.2 敞束型射线装置使用、校准、调整、安装、维修时，宜在手指或腕部佩戴剂量计。

8.3.3 手持式射线装置的操作人员，宜在手指或腕部佩戴剂量计。

9 放射防护培训要求

9.1 操作、维护射线装置以及需要进入屏蔽室的工作人员应接受放射防护培训。

9.2 使用单位应组织培训，培训结束时应对培训内容进行考核，并对每次培训地点、内容、参加培训的人员、考核结果等信息进行记录并存档。

9.3 培训应至少包含以下内容：

- a) 职业病防治的法律、法规、规章、国家放射卫生标准；
- b) 放射防护基本知识，包括放射防护三原则、外照射防护的基本措施及接触放射性危害因素可能产生的症状、个人剂量限值与管理目标值等；
- c) 放射防护的现状，包括主要放射性危害因素和程度、目前采取的主要防护措施、防护用品的使用方法、工作场所警示标志的意义、个人剂量计的使用与管理制度等；
- d) 操作规程既包括正常工况下的操作规程，也包括特殊情况下所需采取的额外防护措施和意外照射发生时的处置方式和报告程序。

参 考 文 献

[1] IAEA Safety Standards for protectiong people and the environment, Radiation Safety in the Use of Nuclear Gauges, Specific Safety Guide No. SSG-58

[2] SSR CR part H Radiation Safety Requirements for Non-healing Arts Radiation Generating Devices (2016)
