



中华人民共和国国家标准

GB 22448—20XX
代替 GB 22448-2008

无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤 机防护规则

Non-destructive testing instruments—Protection rules for industrial X-ray
radiographic equipment up to 500kV

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 要求	1
5 X射线探伤作业场所的放射卫生防护要求	3
6 使用过程射线防护监测	4
7 使用规则	5
7 监测	6
附录 A（资料性） X射线防护材料半层值	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB 22448—2008《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》，与 GB 22448—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 文件名称改为《无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》；
- 修改了漏射线空气比释动能率详细规定（见 4.1.1，2008 年版的 3.1.1）；
- 增加了 X 射线管头的防护要求（见 4.2.6）；
- 增加了连接电缆的要求（4.2.10）；
- 增加了漏射线空气比释动能率的测试条件（见 4.3）；
- 增加了 X 射线探伤作业场所的放射卫生防护要求（见第 5 章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2008 年首次发布为 GB 22448—2008；
- 本次为第一次修订。

无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则

1 范围

本文件规定了500kV以下工业X射线探伤机（以下简称X射线机，包括一般结构X射线机、精细结构X射线机、特级防护X射线机、全防护X射线机等）的防护性能要求、对X射线机的结构防护要求，以及使用过程中X射线防护、探伤作业场所防护、使用规则和监测要求。

本文件适用于500kV以下的X射线机设计、制造、安装和使用。

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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射安全基本标准

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 要求

4.1 X 射线机漏射线空气比释动能率限值（以下简称漏射线比释动能率）

4.1.1 一般结构 X 射线机

包括固定式X射线机、移动式X射线机、携带式X射线机的一般结构仪器，在生产厂家规定的最高工作值时，在X射线管主束窗口应用遮光罩遮盖下，用防护级剂量仪测量漏射线比释动能率。

X射线机在额定工作条件下，距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率应符合表1要求。

表 1 漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率 MGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

4.1.2 精细结构 X 射线机

精细结构X射线机在生产厂家规定的最高工作值时，在X射线管主束窗口应用遮光罩遮盖下，距焦点0.5m处用防护级剂量仪测量的X射线机的漏射线比释动能率应不大于25 μGy/h。

配有铍窗口的射线管应配有一个可取下的最小厚度为2mm的A1遮光罩。漏射线比释动能率测试时用相当于10个半值层厚度的遮光罩屏蔽X射线机窗口，其厚度如表2所示。

表2 X射线遮光罩铅厚度

X射线机管电压 kV	100	150	160	200	225	250	300	320	400	450	500
遮光罩铅厚度 mm	2	2.2	3.5	4.2	7.8	8.7	17	20	25	27	31

4.1.3 特级防护X射线机

特级防护X射线机在规定的使用条件下，距其辐射防护外壳外表面0.1m处用防护级剂量仪测量的比释动能率应不大于 $25\ \mu\text{Gy/h}$ 。拆除或打开防护外壳装置应确保高压不被接通。

在生产厂家所规定的最大使用条件时，其辐射场内的漏射线比释动能率应不大于 0.25mGy/h ，X射线机工作状态而打开防护外壳时漏射线比释动能率应不大于 $25\ \mu\text{Gy/h}$ 。

4.1.4 全防护X射线机

全防护X射线机在距其防护外壳外表面0.1m处用防护级剂量仪测量得到的漏射线比释动能率应不大于 $7.5\ \mu\text{Gy/h}$ 。一个防护装置或两个互相独立的机械装置应确保射线管在防护壳罩完好的条件下才可操作，在工作时防护外壳在窗口罩好时才能被打开，此时在防护壳内漏射线比释动能率应不大于 $7.5\ \mu\text{Gy/h}$ 。当符合时此防护壳被视为合格。

4.2 X射线机结构防护

4.2.1 X射线管头

4.2.1.1 移动式或固定式的X射线装置管头组装体应能固定在任何需要的位置上加以锁紧。

4.2.1.2 X射线管头应安装有限束装置。

4.2.1.3 X射线管头窗口孔径不得大于额定最大有用线束射出所需尺寸。

4.2.1.4 X射线管头应具有如下标志：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 型号及出厂编号；
- c) X射线管的额定管电压、额定管电流；
- d) 焦点位置；
- e) 出厂日期；
- f) 电离辐射标志。

4.2.2 控制器

控制器应保证未经许可不能启动。在控制器上应用明显的黄灯或声控装置来告示该X射线机正在工作中。在X射线机进行移动式工作时控制器应作为防护安全设施起作用。与防护性能相关的操作标志应明显标示出。在移动式X射线机工作时，应设置一个有20m长导线的黄灯和有保护功能的应急断路开关作为附加的防护安全设施。安全设施上连接一锁定机构可用于断开X射线机管电压（例如X射线机上的开关、门触点、光栅），应有是否连接外部的标志。

4.2.3 X射线输出窗

X射线输出窗是由活动锁紧机构装在X射线管防护外壳上或X射线管座的防护用部件上。X射线输出窗打开状态应由X射线管防护外壳上的或X射线发生器附近的一个安全设施（例如报警灯）清楚地显示。多窗X射线管应给每扇窗配置一个单独的安全设施。

4.2.4 应用仪器

X射线窗的防护安全设施应保证只有在接通应用仪器时，控制器才能发出发射指令，断开应用仪器时X射线输出窗应自动关闭。不应随意改变应用仪器的安装状况。

4.2.5 拆卸射线管或射线发生器

当要从X射线防护外壳里取出X射线管或从支座上取下X射线发生器时，安全设施应保证发生器自动切断。

4.2.6 多窗口X射线管

在用多窗口的X射线管时，在X射线管防护外壳上的暂时不用的X射线输出窗口应装有或盖有双重的保护锁罩。当X射线窗不使用时，此盖子只有借助工具才能取下。

4.2.7 X射线防护设施的开启

当打开X射线防护设施时，安全设施应断开发生器或者令另外的安全防护装置发挥作用，避免有效X射线束辐射的逸出，在打开X射线防护设施时应没有X射线机的泄露辐射。

4.2.8 试样更换

在更换试样时，应做到自动切断X射线机高压或者自动屏蔽X射线机的辐射。

4.2.9 屏蔽材料

X射线机管头内铺设的X射线屏蔽材料厚度应符合4.1中对漏射线比释动能率的要求。

4.2.10 连接电缆

移动式或便携式X射线机，控制器与X射线管头或高压发生器的连接电缆不得短于20m。

4.3 漏射线空气比释动能率的测试条件

漏射线空气比释动能率的测试应满足以下条件：

- a) X射线管头窗口的最大有用线束截面积用10个半值层的吸收材料进行屏蔽，参见附录A(资料性)；
- b) 在额定工作条件下，用剂量率仪测定以焦点为球心半径1m球面上的空气比释动能率，应是100cm²面积上的平均测量值；
- c) 漏射线监测误差应小于30%。

5 X射线探伤作业场所的放射卫生防护要求

5.1 X射线专用探伤室探伤

5.1.1 专用探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全，探伤室应与操作室分开。

5.1.2 探伤室屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况，确保室外人员年有效剂量小于其相应的限值。

5.1.3 探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同，并安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器，必须在门关闭后 X 射线装置才能进行透照检查。

5.1.4 探伤室的窗口必须避开有用线束的照射方向，并应具有同侧墙的屏蔽防护性能。

5.2 X 射线现场探伤作业

进行透照检查时，必须考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，以保证探伤作业人员的受照剂量低于剂量限值，并应达到可以合理做到尽可能低的水平。

6 使用过程射线防护监测

6.1 职业照射剂量限值

职业照射人员必须进行常规个人剂量监测，并建立个人剂量和健康管理档案，剂量限值应符合 GB 18871-2002 中附录 B 的要求：

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量应不超过 20mSv；
- b) 任何 1 年中的有效剂量应不超过 50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量应不超过 150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量应不超过 500mSv。

6.2 控制区

6.2.1 固定工作的控制区

职业照射人员年平均有效剂量可能为 15mSv 的区域定为控制区，并加以标记。控制区的剂量率按 X 射线机的工作时间内确定。控制区标志应清晰可见，应有红色的“禁止进入 X 射线区”的字样。

6.2.2 移动式工作的控制区

在用移动式 X 射线机进行检测工作时，按每周总接通时间 7.5h 计，控制区内有效剂量不应大于 40 μ Sv/h，大于 40 μ Sv/h 应取得监管部门的同意。控制区的边界要有标志，并进行监控。工作人员应在边界外操作，否则应采取防护措施。应采取措施如利用铅屏蔽，使移动式 X 射线仪器的工作控制区应限制在尽可能小且适度的范围内。

在设立控制区时，应按下列步骤：

- a) 估计控制区的范围；
- b) 确定控制区的边界；
- c) 标明控制区。

不允许在接通 X 射线机后用测得的剂量率来确定控制区边界。在第一次工作开始前要根据估计和经验划定并标志出控制区边界。在第一次工作期间要借助剂量率测量仪进行检测或修正。应用绳索或条带来隔离或由保安人员阻止非工作人员进入控制区。所有入口应用警戒牌标明，现场的监视人员应配备有射线监测仪器。应委托专门人员在 X 射线辐射场前指路。

6.3 监督区

6.3.1 固定工作场所的监督区

职业照射人员有全身照射所致的年平均有效剂量可能高于5mSv/h的区域界定为监督区并加以标记。监督区属于工作区，标志应清晰可见，应有橙色的“无关人员禁入X射线区”的字样。

6.3.2 移动工作场所的监督区

在控制区外漏射线空气比释动能率大于25 μ Gy/h的区域。

7 使用规则

7.1 防护负责人和防护代理人

X射线仪器的使用注册者是辐射防护负责人。该负责人应书面委派必要数量的受过正规专业训练的辐射防护代理人，规定他们在企业内部的职权范围，并上报审管部门备案。

7.2 指导

使用X射线机的工作人员应掌握必要的辐射防护专业知识。辐射防护负责人应重视对这些人员的首次上岗前及以后的定期培训和指导。记录培训内容和时间。

7.3 剂量监测

采用审管部门指明的符合国家标准的剂量仪对工作人员进行剂量监测(例如用通用的剂量测量仪)。同时审管机关应当要求辐射防护负责人及辐射防护代理人能独立使用测量仪，能随时进行剂量监测工作。

7.4 安装工作

在安装X射线仪前，应根据预期的工作情况对结构上应有的射线辐射防护设施的防护性能进行评估和实测试验证。

控制区的通道应满足下列条件：

- 通过装置能观察到X射线机的开启情况；
- 能做到在控制器上或在附近通过开关设备紧急断开X射线机高压；
- 在通道处配置安全装置（如门接点、光栅），可使所及范围X射线中断。如需再重新接通，只能使用接通器；
- 通向控制区范围的通道应有红色清楚简洁的词语标示：“禁止进入X射线区”。

7.5 工作

使用X射线机应遵守本文件和随机文件所要求的工作规范，用书面规定X射线工作时的防护要求。例如，允许的X射线束方向、防护墙到X射线机的最小距离、防护墙厚度、最大区域范围和接通时间以及禁止停留时间或限制条件等。

7.6 X射线防护用的文件

7.6.1 随机文件

随机文件有防护审管部门颁发的X射线机生产许可证，并注明X射线机的主要防护性能。各种结构类型的X射线机防护性能应符合GB 18871-2002的规定。

在文件中应有下列文件和标志：

- a) 批准证件;
- b) 专业检测部门检验证明;
- c) X 射线机标志。

7.6.2 X 射线机使用者应具备的资质

X射线机使用者应具备的资质包括:

- a) 专业知识证明;
- b) 培训证明;
- c) 剂量测量结果;
- d) 体检资料。

7.6.3 X 射线机使用单位应提供的资料

X射线机使用单位应提供的资料包括:

- a) 专家的检验报告和证明;
- b) 使用单位被授权的证明书或证明书的复印件;
- c) 辐射防护区域平面图及其作为根据的工作方式;
- d) X 射线机的操作规程说明, 由此得出射线防护措施、允许的操作方法和工作参数, 必要时可与其他探伤机和附件组合;
- e) 辐射防护标示。

7.7 待批使用 X 射线机的条件

当满足下列全部条件, 已经上报当地审管部门但还在待批中的X射线机允许使用:

- a) X 射线机结构是经批准的;
- b) X 射线机已由一个经审管部门确认的专家检验过;
- c) X 射线防护代理人具备射线防护专业培训证明, 代理人这种专业知识应通过参加被审管部门认可的射线防护班进修并经专业考核而获得;
- d) 其他专业人员应掌握有关射线防护的必备专业知识, 应符合 7.2、7.6.2 的要求;
- e) X 射线仪器至少应在按规定的期限使用前报告当地审管部门, 报告上应附上所允许的结构类型证明的复印件, 包括部件检验证明、专家检验报告、专业知识考察报告、委托书以及 X 射线防护代理人的射线防护方面的专业培训证明。

7.8 免批准使用特级防护 X 射线机的条件

应满足下列全部条件:

- a) 特级防护 X 射线机的结构类型是已批准的;
- b) X 射线辐射防护代理人具备射线防护方面的专业证明;
- c) 特级防护装置至少在按规定的期限使用前报告当地审管部门, 报告上应附上结构类型批准证明、包括部件检验证明的复印件、X 射线辐射防护代理人在射线防护方面的专业证明。

7.9 免批准使用全防护射线机的条件

应满足下列前提条件:

- a) 全防护 X 射线机的结构类型是已经批准的;
- b) 全防护 X 射线机在开始使用前 14 日报告当地审管部门, 报告应附有结构类型证明书的复印件, 包括部件的检验证明。

7.10 需要批准的使用

凡更换没有批准的X射线机关键部件（例如，更换一个没有批准管型的X射线管），这种X射线机的使用需要当地审管部门的批准。

8 监测

8.1 监测仪器性能要求

最小量程为 $0\ \mu\text{Gy/h}\sim 10\ \mu\text{Gy/h}$ ，能量响应为 $30\text{kV}\sim 500\text{kV}$ ，最大误差为 $\pm 30\%$ ，读数响应时间小于 15s 。应到被授权的计量部门检定后方可使用。

8.2 监督工作的范围

8.2.1 监测工作的范围

X射线管与墙的距离应大于 2m ，且在距X射线管焦点 2m 范围内不应存在散射物体。X射线管电压和管电流为额定值。测点距离按4.1规定。

8.2.2 监测周期

连续使用中的X射线探伤机和携带式X射线机1次/年；固定式和移动式X射线机1次/2年。

附 录 A
(资料性)
X 射线防护材料半层值

A.1 宽 X 射线束屏蔽材料的近似半值层

宽X射线束屏蔽材料的近似半值层见表A.1。

表 A.1 铅和混凝土的宽 X 射线束的近似半值层

X 射线管电压 kV	$d_{1/2}$, cm	
	铅	混凝土
50	0.005	0.4
75	0.015	—
100	0.025	1.6
150	0.029	2.2
200	0.042	2.6
250	0.086	2.8
300	0.17	3.0
400	0.25	3.0
500	0.31	3.6