

工业 X 射线探伤放射卫生防护标准

1 主题内容与适用范围

本标准规定了工业 X 射线探伤装置和探伤作业场所及有关人员的放射卫生防护要求。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置)的生产和使用。

2 引用标准

GB 4792 放射卫生防护基本标准

3 术语

3.1 X 射线专用探伤室探伤(以下简称探伤室探伤)

在专用探伤室对物体内部缺陷进行 X 射线透照检查的工作过程。

3.2 X 射线现场探伤(以下简称现场探伤)

在室外、生产车间或安装现场使用移动式或携带式 X 射线探伤装置对物体内部缺陷进行 X 射线透照检查的工作过程。

3.3 探伤室

放置 X 射线装置和被检物体进行 X 射线透照检查并具有一定屏蔽射线作用的照射室。

4 X 射线探伤装置的放射卫生防护要求

4.1 防护技术要求

4.1.1 X 射线管头

4.1.1.1 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。

4.1.1.2 X 射线管头应安装有限一束装置。

4.1.1.3 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。

4.1.1.4 X 射线管头必须具有如下标志:a. 制造厂名称或商标;b. 型号及顺序编号;c. X 射线管的额定管电压、额定管电流;d. 焦点的位置;e. 出厂日期。

4.1.2 漏射线空气比释动能率

X 射线装置在额定工作条件下,距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如下要求:

管电压, kv	漏射线空气比释动能率, mGy · h ⁻¹
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

4.1.3 控制器

4.1.3.1 控制器必须安设 X 射线管电压的通或断 X 射线管电压与管电流和照射时间显示装置。

4.1.3.2 工作在固定的管电压或固定的管电流的 X 射线装置必须在控制器上安设标明管电压或管电流的数值。

4.1.3.3 控制器必须安设高压接通的外部报警或指示装置。

4.1.4 连接电缆

移动式或携带式 X 射线装置,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。

4.1.5 产品说明书

产品说明书应注明 X 射线装置的型号、规格和主要技术指标与防护性能。

4.2 漏射线空气比释动能率的测试条件

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 B(参考件)〕;

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 100cm^2 面积上的平均测量值;

c. 漏射线监测误差应小于 30%。

4.3 验收规则

4.3.1 X 射线装置的防护性能是否符合本标准的要求,应由生产单位检验部门进行检验,放射卫生防护监督部门抽验。

4.3.2 在下列情况下,应进行型式试验(按本标准规定的项目进行检查)。a. 新产品或老产品转厂投产前;b. 连续生产中的产品,每年应不少于一次;c. 间隔一年以上再投产时;d. 产品的设计、工艺或材料有改变,可能影响产品的防护性能时。

a 与 d 型式试验应有所在地省级卫生行政部门指定的放射卫生防护监督机构参加。型式试验结果均应送该机构备案。

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 专用探伤室的设置必须充分考虑周围的放射安全,探伤室必须与操作室分开。

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,确保室外人员放射防护达到 GB4792 要求。

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

5.2.1 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。

5.2.2 进行透照检查时,可将被检物体周围的空气比释动能率在 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的范围内划为控制区〔特殊情况参见附录 A(补充件)〕,在其边界上必须悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”标牌,探伤作业人员应在控制区边界外操作,否则必须采取防护措施。

5.2.3 进行透照检查时,控制区边界外空气比释动能率在 $4\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的范围内可划为管理区,在其边界上必须设警戒标志,如信号灯、铃、警戒绳,并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。尚应注意控制在管理区边界附近不应有经常停留的公众成员。

6 放射防护监测

- 6.1 必须加强对现场探伤作业人员进行个人剂量监测。
- 6.2 专用探伤室建成后必须进行验收监测,当工作条件变动时应注意进行场所监测。
- 6.3 现场探伤的工作条件和现场变动时,必须进行场所监测,并验证确定的控制区和管理区。

附 录 A

X 射线现场探伤作业控制区与管理区的确定

(补充件)

A1 把控制区边界空气比释动能率定为 $40\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 是按放射工作人员年个人剂量当量限值的十分之三(15mSv)和每周实际开机时间为 7.5h 推算的。如果每周实际开机时间 t 大于 7.5h,控制区边界空气比释动能率应按下式计算:

$$\dot{K} = \frac{300}{t} \dots\dots\dots (A1)$$

式中: K ——控制区边界空气比释动能率, $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;

t ——每周实际开机时间, h。

同时,管理区边界空气比释动能率也相应改变。

附 录 B

x 射线防护材料半值层

(参考件)

B1 宽 X 射线束屏蔽材料的近似半值层

见表 B1。

表 B1 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

X 射线防护材料屏蔽性能 及检验方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了对 X 射线防护材料的屏蔽性能要求及检验方法。

本标准适用于管电压低于 400kV 的 X 射线防护材料。

2 引用标准

GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)

GB 2829 周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)

3 术语

3.1 防护材料:本标准中系指专用于管电压在 400kV 以下的 X 射线的各类防护材料,如铅橡胶、铅塑料、铅玻璃、含铅有机玻璃、玻璃钢类复合防护材料、橡胶类复合防护材料以及建筑用防护材料等。

3.2 铅当量:相同照射条件下,具有与被测防护材料等同屏蔽能力的铅厚度,单位为毫米铅(mmPb)。

3.3 比铅当量:每单位(mm)厚度防护材料板的铅当量。

4 屏蔽性能要求

4.1 铅当量 出厂的 X 射线防护材料必须标明其标称铅当量,允许误差 $0 \sim +20\%$ 。

4.2 不均匀性 防护材料铅当量的不均匀性应不超过 $\pm 10\%$ 。

4.3 比铅当量 X 射线防护材料的比铅当量,必须是屏蔽性能、物理性能与使用性能的最佳结合。附录 A(参考件)中列出 7 种防护材料比铅当量的推荐值。

5 试验方法

5.1 铅当量测定

5.1.1 测量几何条件

a. 各测量点的位置见下图。

K_c ——初级射线束中心轴上,位于射线源与被测样品之间测点的空气比释动能率, $Gy \cdot S^{-1}$;

K_{oc} ——经限束装置衰减后,与 K_c 点距射线源同距离处的空气比释动能率, $Gy \cdot S^{-1}$;

K_{is} ——经被测样品衰减后的空气比释动能率, $G_s \cdot s^{-1}$;

K_s ——初级射线束中,经准直器限束极衰减后与 K_{is} 距射线源同距离处的空气比释动能率, $Gy \cdot S^{-1}$;

K_o ——初级射线束未经衰减的空气比释动能率, $Gy \cdot S^{-1}$;

K_i ——初级射线束经待测样品衰减后的空气比释动能率, $Gy \cdot s^{-1}$ 。

b. 限束装置的屏蔽性能应满足 $K_{oc} \leq 0.05K_c$ 。

c. 准直器直径不得小于 100mm,其限束板屏蔽性能应满足 $K_s \leq 0.01K_{is}$ 。

5.1.2 测量探头的位置

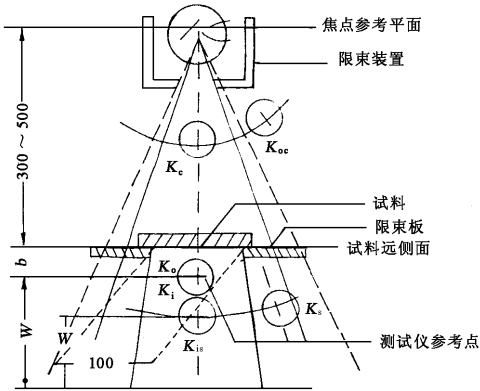
a. 测量点与毗邻墙壁或其他物体间的距离 W (见图) 必须不小于 500 mm。b. 当测量衰减时, 在射线束中心线上, 被测样品远离射线源的一面距探头灵敏体积中心点的距离 b (见图) 为 50 mm。

5.1.3 测量仪器

a. 探测器应为电离室式 X 射线剂量仪。b. 探测器的角响应在 180° 的测试角内, 其测量误差可以忽略。c. 探测器在 40~400 keV 射线能量之间的能量响应值不可超过 $\pm 20\%$ 。d. 探测器灵敏体积的长度和直径应不大于 100 mm。e. X 射线高压发生装置应满足试验管电压的要求, 其试验管电压的实际值不得低于规定试验管电压的 90%。f. 标准铅片的纯度应为 99.99%, 厚度精度为 $\pm 0.01\text{mm}$, 测量仪器与装置重复读数的波动, 不得超过平均值的 $\pm 5\%$ 。

5.1.4 过滤条件

用于管电压在 120 kV (包括 120 kV) 以下的 X 射线防护材料, 其试验管电压为 80~120kV, 总过滤为 2.5mmAl。用于管电压在 120 kV 以上的 X 射线屏蔽材料, 按最常使用的管电压进行。其总过滤按表 1 的规定。



铅当量测量几何条件

表 1

管电压, kV	总过滤, mmCu
≤ 120	2.5mmAl
150	0.7
200	1.2
250	1.8
300	2.5
400	3.5

5.1.5 被检样品

a. 被检样品的面积必须不小于 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 。b. 测定衰减时, 各种厚度的样品可以通过几层相同厚度或不同厚度的样品叠加而获得。

5.1.6 测量方法

采用标准铅片替代法测量被检样品及标准铅片衰减后的空气比释动能率。通过作留或最小二乘法计算出错当量。用标准铅片测量衰减时, 应至少使用 3 块不同厚度的标准铅片, 其选用厚度的范围应能覆盖被测样品的铅当量。每块标准铅片测量 3 次, 取其平均值。

5.1.7 表示方式

铅当量用铅元素符号和铅的厚度表示。同时标出测量铅当量所用线质管电压 kV 和总过滤 mmAl 或 mmCu。如 $1\text{mmPb}; 120\text{kV}2.5\text{mmAl}$ 。

5.2 不均匀性测定

5.2.1 测定方法

在 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$ 的试样上, 取其四角和中央五个典型位置, 按 5.1 条测试各点的铅当量 δ_i , 求其平均值 δ 。测试各点与平均值的最大偏差不得大于 $\pm 10\%$ 。

5.2.2 表示方法

防护材料的不均匀性用试样的平均值和标准偏差表示。如

$(2.0 \pm 0.2) \text{mmPb}; 100 \text{kV} \quad 2.5 \text{mmAl}$ 。

6 检验规则

6.1 X射线防护材料由制造厂技术检验部门进行检验,合格后方可出厂。

6.2 X射线防护材料的检查分为逐批检查和周期检查。

6.3 逐批检查

逐批检查应按 GB 2828 的规定进行。

6.3.1 采用正常检查一次抽样方案。批量范围在 100 以下者,抽检样本 3~5 块。批量范围在 100 以上者,抽检样本可适当增加。

6.3.2 检查的项目为 4.1 和 4.2 条。

6.3.3 抽检样本中全部技术指标合格,则判该检查批为合格批;若有一项技术指标不合格,则判该检查批为不合格批,其处置方法按 GB 2828 中 4.12 条规定执行。

6.4 周期检查

6.4.1 在下列情况下应进行周期检查。

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;b. 正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变,可能影响产品性能时;c. 连续正常生产时,应周期性(一般不多于 2 年)进行一次检查;d. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;e. 国家质量监督机构提出进行周期检查的要求时。

6.4.2 周期检查的样本应从本周期制造的并经逐批检查合格的某批或若干批中抽取。抽取样本的数量为任一规格的 3 块。

6.4.3 周期检查的项目应包括逐批检查的全部项目。

6.4.4 样本中各项技术指标均合格,则判该周期检查所代表的产品周期检查合格。否则,就判该周期检查所代表的产品周期检查不合格,处置方法按 GB2829 中 4.12 条规定执行。

7 标志

7.1 在 X射线防护材料的适当位置,至少应有下列标志:产品名称、型号、规格、铅当量、出厂日期、制造厂名称等。

7.2 该产品应有检验合格证、说明书。检验合格证上至少应有下列标志:产品名称、规格、制造厂名称与地址、检验员代号。

附录 A

几种 X 射线防护材料比铅当量推荐值

(参考件)

表 A1

防护材料	比铅当量 mmPb/mm 材料	
铅橡胶	0.2~0.3	
铅玻璃	0.17~0.30	
含铅有机玻璃	0.01~0.04	
填充型安全玻璃(半流体复合物)	0.07~0.09	
橡胶类复合防护材料	软质(做个人防护用品)	0.15~0.25
	硬质(做屏蔽板)	0.30~0.50
玻璃钢类复合防护材料	0.15~0.20	
建筑用防护材料(防护涂料、防护砖及防护大理石)	0.1~0.3	

* X射线线质:80~120kV 2.5mmAl;所列比铅当量数值为该种防护材料常用型号数值。