

UDC 614.876
F 84



中华人民共和国国家标准

GB 14054—93

辐射防护用固定式 X、 γ 辐射剂量率仪， 报警装置和监测仪

Installed X or gamma radiation dose rate
meters, warning assemblies and monitors for
use in radiation protection

1993-01-04 发布

1993-07-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

辐射防护用固定式 X、 γ 辐射剂量率仪，
报警装置和监测仪

GB 14054—93

Installed X or gamma radiation dose rate
meters, warning assemblies and monitors for
use in radiation protection

1 主题内容与适应范围

1.1 本标准规定了辐射防护用固定式 X、 γ 辐射剂量率仪，报警装置和监测仪的技术要求、试验方法和检验规则等。

1.2 本标准适用于辐射防护领域中场所监测用固定式 X、 γ 辐射剂量率仪，报警装置和监测仪。这种类型的仪器，测量比释动能率，或周围剂量当量率，或吸收剂量率，或照射量率。本标准给出测量这些辐射量时相同的辐射特性要求数值，但约定真值必须使用相应的辐射量。X、 γ 的能量范围为 50 keV~7 MeV。对达不到此能量范围的仪器，至少应达到 80 keV~1.5 MeV。

1.3 本标准也适用于为某些特殊应用(如很高的辐射剂量率)设计的固定式 X、 γ 辐射剂量率仪，报警装置和监测仪。此类装置，可按本标准规定的原则，对某些要求作必要的修改和补充。

1.4 本标准不适用于反应堆的控制仪器和临界事故的监测仪器。

2 引用标准

GB 4835 辐射防护用携带式 X、 γ 辐射剂量率仪和监测仪

GB 8993.1 核仪器环境试验基本要求与方法 总则

GB 10257 核仪器与核辐射探测器 质量检验规则

GB 12162 用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应用的 X、 γ 参考辐射

3 术语

3.1 周围剂量当量 $H^*(10)$ ambient dose equivalent

辐射场中某一点处的周围剂量当量 $H^*(10)$ 是相应的齐向扩展场在 ICRU 球体内逆向齐向场的半径 10 mm 深处产生的剂量当量。

3.2 空气比释动能 K air kerma

空气比释动能 K 是不带电电离粒子在质量为 dm 的空气中释放出来的全部带电粒子的初始动能总和 dE_{tr} 除以 dm 。

$$K = dE_{tr}/dm \quad \dots\dots\dots(1)$$

3.3 剂量 dose

本标准中，被测量无论是空气比释动能，或周围剂量当量，或空气吸收剂量，或照射量，一律统称为剂量。仅在进一步研究剂量这个词的含义时才去区别它。

国家技术监督局 1993-01-04 批准

1993-07-01 实施

GB 14054—93

3.4 剂量率仪 doserate meter

一种测量 X 或 γ 辐射引起的剂量率的装置；其中包括一个或几个辐射探测器及有关部件或基本功能单元。

3.5 报警装置 warning assembly

一种当 X 或 γ 辐射的剂量率超过某预定值或测量值不在某预定范围内时便发出灯光和(或)音响的报警信号的装置。

3.6 监测仪 monitor

具有剂量率仪和报警装置两种功能的仪器。

3.7 量的约定真值 conventional true value of quantity

满足规定准确度的用来代替真值使用的量值。通常,它的数值由基准或标准确定,或者由一台基准或标准校准过的传递仪器确定。

3.8 指示值 indication

仪器指示的剂量率值。

3.9 变异系数 V coefficient of variation

V 是一组 n 次测量值 X_i 的标准偏差 S 与其算术平均值 \bar{X} 的比,其值为:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (2)$$

4 技术要求

4.1 一般特性

4.1.1 一般要求

测量值显示应采用相应的剂量率和剂量单位。如 Gy/h 和 Gy 等。

仪器的有效测量范围应为 3~5 个量级,典型测量范围在 10 μGy/h 以上。量程的转换应是自动的。

最小有效测量值,为最灵敏量程最大刻度值的 10%(线性刻度),或最小可读刻度值的 1.5 倍(对数刻度),或第二位最低有效十进位(数字显示)。

对于线性刻度的仪器,相邻两个量程之间的转换系数必须不超过 10(大约等于 3)。对数字显示和对数刻度的仪器,若带有转换量程的装置,则相邻两个量程之间应该有一个量级重叠。

在辐射条件下,调节零点或参考点的控制器仍应有效。

必须在探测器外部标出探测器灵敏体积的几何中心位置,并由制造厂在说明书中说明探测器尺寸及有关数据,包括探测器窗和壁的材料和厚度等。

带有触发电路的测量仪器,应尽可能设计成:当电源发生故障或探测元件失效,或测量电路发生故障没有信号输出,仪器能发出失效报警。当电源发生故障时,此报警信号不应失效。

探测器与测量装置间的电缆长度达 100 m,仪器仍能正常工作。能否使用更长的电缆,由制造厂和用户协商。制造厂须给出允许使用的最长电缆长度。

仪器应有接记录仪的输出接口。

4.1.2 报警器

仪器中报警器的数目由制造厂和用户协商决定。报警阈必须是可调的。采用任何调节方式都不得使报警器失效。

报警器的工作必须是:直至复位操作之前,保持报警状态;或报警信号消失后,自动复位。这两种报警方式,在仪器中必须能通过简单调整后互换。

报警器的工作状态,都必须能方便地用检查信号或检查源检验。

4.1.3 可靠性

GB 14054—93

仪器的平均无故障工作时间(MTBF)应该达到 10 000 h。

制造厂必须提供依据以证明具有这一特性。通常应用理论评价(预计)的方法或某些经验数据,对使用的原始数据和方法由制造厂与用户商定。

4.1.4 抗污染

仪器的设计和构造必须使它受污染的可能性最小和易于去污。

4.1.5 仪器的等级

仪器应分为 I、II 级。表 3、表 4 以及有关各条款详细规定了满足每一等级要求的技术特性。

任何一台仪器必须满足它所属等级的所有要求。

对于不区分适用等级的任一条款,所有等级的仪器要求都是相同的。

4.2 辐射特性

4.2.1 相对固有误差

在标准试验条件下,按照制造厂说明书的规定,调节校准控制器,其指示的相对固有误差必须不超过表 3 规定的限值。

4.2.2 能量响应

在校准方向上,仪器对能量为 50 keV~7 MeV 之间的入射辐射的响应与参考辐射的响应的差别,不得超过表 4 规定的限值。

每台仪器必须附有一张表示响应随辐射能量变化的典型曲线图。

4.2.3 入射角响应

4.2.3.1 校准方向(0°)平行于探测器对称轴线的装置

a. 仪器对 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射,在校准方向的 $\pm 120^\circ$ 内的响应变化,相对于校准方向(0°)不应超过 $\pm 20\%$ 。

制造厂应给出能量约为 60 keV 和 200 keV 及 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射大于 120° 时的角响应变化,且相对于校准方向都不应超过 $\pm 50\%$ 。

b. 对于垂直于探测器对称轴线且通过其几何中心的平面任何点的响应,相对于校准方向的响应变化,不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.2.3.2 校准方向(0°)垂直于探测器对称轴线的装置

a. 仪器对 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射,在校准方向的 $\pm 60^\circ$ 内的响应变化,相对于校准方向的响应,不应超过 $\pm 20\%$ 。

制造厂应给出能量约为 60 keV 和 200 keV 及 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射大于 60° 的角响应变化,且相对于校准方向都不应超过 $\pm 50\%$ 。

b. 对于垂直于探测器对称轴线且通过其几何中心的平面内任何点的响应,相对于校准方向的响应变化,不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.2.4 β 辐射响应

制造厂应该说明仪器对 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 的 β 辐射剂量率的响应。

对于这类仪器,并不规定一定要对 β 辐射的响应进行试验。

4.2.5 中子辐射响应

当仪器在有中子辐射存在的情况下使用时,制造厂应说明仪器对中子辐射的响应。

对中子响应的试验不一定要做,只是在提出这种要求时才做。

4.3 电气特性

4.3.1 统计涨落

在使用辐射源的所有试验中,由于 X 和 γ 辐射的随机性,仪器的指示值会在平均值上下波动。此随机涨落造成剂量率读数的变异系数必须小于表 3 规定的限值。

由于辐射的随机性引起的仪器指示的波动值占该试验中允许的指示变化的一个显著份额时,则应取足够多的读数,确保准确地得出读数的平均值,以便确定该项检验是否符合要求。具体确定读数的数

GB 14054—93

目见附录 A(补充件)。

读数间隔时间至少应为仪器响应时间的三倍,以保证这些读数是统计无关的。

4.3.2 响应时间

如果剂量率突然增加,则在小于表 3 所规定的时间内,指示值应达到下列数值:

$$N_L + \frac{90}{100}(N_H - N_L) \dots\dots\dots(3)$$

式中: N_L ——最初指示值;

N_H ——最终指示值。

如果剂量率突然减少,则在小于表 3 所规定的时间内,指示值应达到下列数值:

$$N_H - \frac{90}{100}(N_H - N_L) \dots\dots\dots(4)$$

4.3.3 响应时间与统计涨落的关系

响应时间与统计涨落的变异系数是两个相互有关的特性,表 3 规定了它们的允许限值。

对于高剂量率,在统计涨落满足规定的限值要求时,制造厂应该减小响应时间,如果响应时间不大于 1 s 时,统计涨落已能满足所要求的限值,则减少统计涨落要比减少响应时间到 1 s 以下更可取。对于很低的剂量率,制造厂必须给出变异系数和响应时间的恰当值,在此情况下,其中一个可以超出表 3 规定的限值。

4.3.4 零点漂移

仪器在标准试验条件下预热 30 min 后,在此后连续工作 24 h 和 30 d,指示的零点漂移,不得超过表 3 规定的限值。

4.3.5 报警阈的可调范围、延迟时间和稳定性

报警阈必须用调节范围的百分数或剂量率值表示。

报警阈的可调范围:对于线性刻度仪器,至少是满刻度读数的 10%~90%;对于对数和数字显示的仪器是最灵敏有效十进位区的 50%至最不灵敏十进位区的 90%。

报警阈触发的延迟时间必须是:由于延迟时间引起的剂量不大于 100 μ Gy。在任何情况下,这一延迟时间不得超过 1 min,但也不必小于 1 s。

任何辐射报警阈的工作点,24 h 内必须不超过 90%~110% X (X 是报警调节点的名义值);30 d 内必须不超过 80%~120% X 。

仪器失效报警的设置要求和表示方式,由制造厂确定。

4.3.6 预热时间

达到标准试验条件的预热时间规定在表 2,但仪器受参考 γ 辐射照射时,打开电源开关 10 min 后,仪器所给出的指示值与其在标准试验条件下得到的指示值的差别不得超过 $\pm 10\%$ 。

4.3.7 电源

必须按国家标准规定设计仪器电源。

仪器能在电源供电电压 88%~110% U_N 范围内正常工作,其指示变化的差值不超过 10%。

仪器能在供电频率 47~51 Hz 范围内正常工作,其指示变化的差值不超过 10%。

仪器能承受直至 10 ms 的瞬时断电而不影响正常工作,且不发生报警指示。如果要求仪器在更长的断电时间下工作,可以在仪器中设计备用电源,实现应急使用,具体要求由制造厂和用户协商决定。

仪器能承受随机瞬时过压而不影响正常工作,试验条件是内阻 50 Ω ,波形为正弦波或半正弦波。电源电压瞬变峰值振幅及持续时间见表 1。

GB 14054—93

表 1 电源电压瞬变峰值振幅及持续时间

| 振幅(相对电源电压的百分数) | 持续时间,ms ¹⁾ |
|----------------|-----------------------|
| 100 | 10 |
| 200 | 1 |
| 300 | 0.02 |
| 500 | 0.005 |

注: 1)持续时间为峰值的 50%处测得。

4.4 过载特性

当剂量率大于满刻度所对应的剂量率值时,仪器的指示必须保持在刻度最大值之外(数字仪器显示过载);过载现象消除后,仪器应该能恢复正常工作。对于有几个量程的仪器,这项要求必须应用于每一量程。

4.5 环境特性

4.5.1 环境温度

根据仪器的不同使用环境,表 4 规定了三种不同的使用环境及相对指示变化的限值要求。相应的仪器必须满足相应的条件及相应的限值要求。

4.5.2 相对湿度

表 4 规定了仪器使用中可能出现的相对湿度条件及限值,所有仪器都必须满足表 4 规定的限值要求。

4.5.3 大气压力

制造厂应该说明仪器是否对大气压力变化敏感和对大气压力影响的大小及范围。

4.5.4 密封

对用于潮湿环境条件的仪器,其敏感部分必须防潮。制造厂必须说明已采用的防止潮气浸入的措施、使用方法及检验方法。

5 试验方法

5.1 试验的一般规定

5.1.1 基准条件和标准试验条件

基准条件和标准试验条件列于表 2。

表 2 基准条件和标准试验条件
(除非制造厂另有说明)

| 影响量 | 基准条件 | 标准试验条件 |
|----------------|------------------------|------------------------|
| 参考 γ 辐射 | $^{137}\text{Cs}^{1)}$ | $^{137}\text{Cs}^{1)}$ |
| 热平衡(不通电) | 60 min | ≥ 60 min |
| 预热时间 | 15 min | ≥ 15 min |
| 环境温度 | 20℃ | 18~22℃ |
| 相对湿度 | 65% | 55%~75% |

GB 14054—93

续表 2

| 影响量 | 基准条件 | 标准试验条件 |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| 大气压力 | 101.3 kPa | 86~106 kPa |
| 电源电压 | 额定电压 U_N | $U_N \pm 1\% U_N$ |
| 电源频率 | 额定频率 f_N | 额定频率 $f_N \pm 2\% f_N$ |
| 交流电源波形 | 正弦波 | 总谐波畸变低于 5% 的正弦波 |
| 辐射入射角 | 制造厂给出标准方向 | 给出方向的 $\pm 10^\circ$ |
| γ 本底 | $< 0.2 \mu\text{Gy/h}$ | $< 0.25 \mu\text{Gy/h}$ |
| 外界电磁场 ²⁾ | 可忽略 | 小于引起干扰的最低值 |
| 外界电磁感应 ²⁾ | 可忽略 | 小于地磁感应的 2 倍 |
| 仪器取向 | 由制造厂给出 | 给出取向的 $\pm 10^\circ$ |
| 仪器控制器的位置 | 置于正常工作状态 | 置于正常工作状态 |
| 放射性污染 | 可忽略 | 可忽略 |

注：1) 经协商可用⁶⁰Co 代替。

2) 见表 4。

标准试验条件进行的试验项目及要求见表 3。

表 3 标准试验条件进行的试验项目及要求

| 待检验的特性 | 要 求 | | 试验方法 |
|--------|--|--|------|
| | I 级 | II 级 | |
| 相对固有误差 | 约定真值的 $\pm 15\%$ | 约定真值的 $\pm 30\%$ | 5.2 |
| 统计涨落 | 线性刻度或数字显示的仪器 变异系数为 5% 非线性刻度的仪器为 10% | 线性刻度或数字显示的仪器 变异系数为 10% 非线性刻度的仪器为 20% | 5.7 |
| 响应时间 | a. 增加剂量率 剂量率低于 $10 \mu\text{Gy/h}$ 或 $10 \mu\text{Sv/h}$ 为 30 s; 剂量率在 $10 \mu\text{Gy/h} \sim 1 \text{mGy/h}$ 或 $10 \mu\text{Sv/h} \sim 1 \text{mSv/h}$ 之间为 10 s; 剂量率大于 1mGy/h 或 1mSv/h 为 3 s b. 减少剂量率为上述时间的 2 倍 | | 5.8 |

GB 14054—93

续表 3

| 待检验的特性 | 要 求 | | 试验方法 |
|--------|---|------|------|
| | I 级 | II 级 | |
| 零点漂移 | a. 线性刻度 24 h 为最大角偏转值的 2%； 30 d 为最大角偏转值的 10% b. 对数刻度 24 h 为最灵敏十进位区的 5%； 30 d 为最灵敏十进位区的 25% c. 数字刻度 24 h 为第二个最小有效十进位区的 5%； 30 d 为第二个最小有效十进位区的 25% | | 5.9 |
| 报警阈漂移 | 24 h 为 10% 30 d 为 20% | | 5.10 |
| 报警触发范围 | 与 4.3.5 条要求一致 | | 5.10 |
| 装置失效报警 | 与制造厂的技术要求一致 | | 5.10 |

5.1.2 改变影响量的试验

为了试验表 4 中某一项影响量变化产生的影响,所有其他影响量应该保持在表 2 所列标准试验条件栏的限值之内。由于条件限制,允许制造厂采用其他代替方法,但要对试验结果作出相应的修正。

试验表 4 中某些主要影响量,只需从测量范围内选一个具有代表性的试验点,考核其固有误差的变化即可。

改变影响量进行的试验项目和要求见表 4。

表 4 改变影响量进行的试验项目和要求

| 影响量 | 影响量的数值范围 | 指示值变化的限值 | | 试验方法 |
|------|--|---|--------------------|------|
| | | I 级 | II 级 | |
| 辐射能量 | 50 keV~0.3 MeV 0.3~1.5 MeV 1.5~7 MeV | ±25% ¹⁾ | ±25% ¹⁾ | 5.3 |
| | | ±10% ¹⁾ | ±25% ¹⁾ | |
| | | ±25% ¹⁾ | ±25% ¹⁾ | |
| | | | | |
| 入射角 | a. 校准方向平行于探测器 对称轴线的装置 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{对 } ^{137}\text{Cs}\gamma \quad \pm 20\% \\ \text{对 } 60 \text{ keV 和 } 200 \text{ keV} \quad \pm 50\% \end{array} \right.$ | | 5.4 |
| | 0°±120° | 对 ¹³⁷ Cs γ ±50% | | |
| | >120° | 对 ¹³⁷ Cs γ ±10% | | |
| | 探测器旋转 360°(校准条件) | 对 ¹³⁷ Cs γ ±10% | | |

GB 14054—93

续表 4

| 影响量 | 影响量的数值范围 | 指示值变化的限值 | 试验方法 |
|------------|---|---|--------|
| 入射角 | b. 校准方向垂直于探测器 对称轴线的装置 $0^\circ \pm 60^\circ$ $>60^\circ$ 探测器旋转 360° (校准条件) | $\left\{ \begin{array}{l} \text{对 } ^{137}\text{Cs}\gamma \quad \pm 20\% \\ \text{对 } 60 \text{ keV 和 } 200 \text{ keV} \quad \pm 50\% \end{array} \right.$ 对 $^{137}\text{Cs}\gamma \quad \pm 50\%$ 对 $^{137}\text{Cs}\gamma \quad \pm 10\%$ | 5.4 |
| 其他电离辐射 | | | |
| a. β | 用 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 试验 | 由制造厂说明 | 5.5 |
| b. 中子 | 由制造厂说明 | 由制造厂说明 | 5.6 |
| 过 载 | 100 倍最大量程 | 大于满刻度 | 5.13 |
| 预热时间 | 10 min | 10% | 5.11 |
| 电源电压 | $88\% \sim 110\% U_N$ | $\pm 10\%^{1)}$ | 5.12.1 |
| 电源频率 | 47~51 Hz | $\pm 10\%^{1)}$ | 5.12.2 |
| 电源瞬变 | 与 4.3.7 条要求一致 | 与 4.3.7 条要求一致 | 5.12.3 |
| 环境温度 | $5 \sim 30^\circ\text{C}$ $-10 \sim 40^\circ\text{C}$ $-20 \sim 50^\circ\text{C}$ | $\pm 10\%^{1)}$ $\pm 20\%^{1)}$ $\pm 50\%^{1)}$ | 5.14 |
| 相对湿度 | 上至 90% (40°C) | $\pm 10\%^{1)}$ | 5.15 |
| 大气压力 | | | 5.16 |
| 外来电磁场 | 未作一般规定,必要时则规定影响量的数值范围及指示值变化的限值 | | 5.17 |
| 外来磁感应 | | | 5.17 |

注: 1) 相对标准条件下试验的指示值。

5.1.3 试验点

选择试验点的原则是辐射源和仪器的探测器之间,必须有足够大的距离,由辐射场的不均匀性对探测带来的误差不得超过 $\pm 5\%$,否则要做适当修正。

在试验点的自由空气中,散射辐射的剂量率值不得超过待测剂量率的 5%。

安放仪器时,必须使试验点在探测器灵敏体积的几何中心。如有特殊要求,制造厂需另作说明。

5.2 固有误差

必须优先选用 ^{137}Cs 作参考源。 ^{60}Co 也可使用,但必须修正对 ^{60}Co 和 ^{137}Cs 辐射响应的差别。

线性刻度的仪器,必须试验所有量程,在每个量程中至少取三个值,分别在满刻度的 75%, 50%, 20% 附近(出厂检验只检 50%~75% 中一个点)。

对数刻度和数字显示的仪器,至少必须在每个十进位区中取二个值试验,大值在区的 70% 以上,小

GB 14054—93

值为大值的三分之一(出厂试验只试 10%~90%之间的一个值)。

检验 I 级装置时,剂量率约定真值的不确定度必须不超过±5%,检验 II 级装置时,其不确定度不超过±10%。

为了试验仪器的全部范围,可以用几个 γ 参考源,在这种情况下,必须按照下述原则:从小源至大源依次选用所用源的相对放射性活度;每个较小源给出的剂量率有用范围的一部分必须与相邻较大源给出的剂量率有用范围的一部分互相重叠。

试验结果,必须用相对固有误差 I 表示, I 由下式给出:

$$I = \left(\frac{R_i - R_t}{R_t} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中: R_i ——剂量率的仪器指示值;

R_t ——剂量率的约定真值。

剂量率的约定真值的误差 ϵ 是已知的,则相对固有误差 I ,对于 I 级仪器必须不超过±($\epsilon+15$)%,对于 II 级仪器必须不超过±($\epsilon+30$)%。

5.3 能量响应

本试验选用 GB 12162 规定的各种能量的 X、 γ 辐射源进行试验。除制造厂与用户另有商定外,至少必须选用下列能量的辐射源:

- a. ^{241}Am (59.5 keV)或 60 keV X 射线;
- b. 83 keV X 射线;
- c. 109 keV X 射线;
- d. 211 keV X 射线;
- e. ^{137}Cs (661.6 keV);
- f. ^{60}Co (1 117.3 和 1 332.5 keV)。

原则上,对每种辐射能量,本项试验应该在同样的剂量率条件下进行,执行时可以容许剂量率有一定的范围,但必须用不同剂量率下仪器的相对固有误差进行校正。并且尽量避免装置的其他影响量对此项试验的干扰。

对于线性刻度仪器,所用的任一剂量率都必须超过所用量程最大刻度 1/3 相应的值;对于对数刻度和数字显示的仪器,所用的任一剂量率都必须超过最低有效读数值三倍相应的值。照射仪器的方向为制造厂规定的入射方向。将各种能量试验得到的指示值,按标准试验条件下对 ^{137}Cs 源的响应归一化,得出典型的能量响应曲线,并附于仪器说明书中。

当探测器的主要参数变更时,必须重新做出上述能量响应曲线。

响应随辐射能量的变化,不得超出表 4 给出的限值。

5.4 入射角响应

采用符合 GB 12162 规定的 ^{137}Cs 和能量约 60 keV 和 200 keV 的 X 或 γ 辐射源作试验。

采用辐射源不动,改变探测器放置角度的方法进行。试验前必须使安放探测装置的设施能方便地做到要求的各种试验角度。

根据探测装置的类型,按 4.2.3.1 条或 4.2.3.2 条的要求进行试验。

5.4.1 对应于 4.2.3.1 条 a 项或 4.2.3.2 条 a 项要求,测出在校准方向(0°)和改变入射角每 15° 的仪器响应,应满足 4.2.3 条要求。

5.4.2 对应于 4.2.3.1 条 b 项或 4.2.3.2 条 b 项要求,测出校准方向和旋转探测器每隔 45° 的仪器响应,共 8 组数据,应满足 4.2.3 条要求。

应该用 ^{137}Cs 辐射源对仪器进行试验。把仪器置于正常使用位置,辐射源放置的位置要使源到探测中心的连线垂直于探测器前表面,记下在该位置的读数,然后在水平方向将探测器旋转一适当角度,再

GB 14054—93

记下此时的读数。

5.5 β 辐射响应

将仪器放到 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 辐射源的 β 辐射下照射,并记下其响应。

对 β 辐射的响应,应该用试验点处仪器指示值与 β 空气吸收剂量率的约定真值之比表示。

5.6 中子辐射响应

试验方法由制造厂和用户协商确定。

5.7 统计涨落

用辐射源照射仪器时,其剂量率相当于最灵敏量程(线性刻度)或最灵敏十进位区(对数刻度)或第二个十进位(数字显示)最大值 $1/3 \sim 1/2$ 之间。

每隔适当的时间间隔记下仪器指示值,取足够读数,见附录 A(补充件)。得到的变异系数应满足表 3 规定的限值。

5.8 响应时间

本试验可以用一个合适的辐射源来完成,也可以用合适的电信号接入装置的输入端来完成。

最初和最终的剂量率必须相差 10 倍或更大。必须按照这个倍数来做增大和减小剂量率的两种测量。

N_L 不得超过表头刻度的最低有效刻度值(非零)的 10 倍。

如果采用电信号试验,其输入信号必须符合上述要求。

在做增加剂量率试验时,仪器必须先受高剂量率的照射,并记下指示值 N_H ,然后在低剂量率下照射足够长时间,使仪器的指示达到稳定值,记下此指示值。

然后再尽可能快地把剂量率改变到指示值为 N_H 的相应值,记下指示值达到按 4.3.2 条公式(3)算出的数值所需要的时间。

把对应于 N_L 和 N_H 的剂量率互相对换,用同样方法做降低剂量率的试验。

对于没有自动开关的仪器,用合适的时间常数在最灵敏的量程上进行本试验。

5.9 零点漂移

线性刻度仪器必须在最灵敏有效量程的 20% 处做此项试验的起始点。

对数刻度和数字显示的仪器应该选择某一参考点进行试验。

接通仪器电源,预热 30 min,调好起始工作点,在最初的 8 h 内每小时记一次读数,接着 24 h 记一次读数,然后在 30 d 时间内每隔 48 h 记一次读数。其变化值应满足表 3 规定的限值。

对于本底辐射超过最小有效值的十分之一的仪器,必须用等效电信号进行试验,在做此试验时,只要不会改变仪器的漂移特性,就可以不让探测器工作。

5.10 报警阈的可调范围、延迟时间和稳定性

本项试验使用制造厂指明的电信号发生器进行。发生器的范围必须能覆盖报警器的全部触发范围。

5.10.1 可调范围

试验时,先调好报警器的最低报警工作点,然后慢慢增加发生器的输出信号,直至报警器触发报警,记下此数值;再调好报警器的最高报警工作点,慢慢增加发生器的输出信号,直至报警器触发报警,记下此数值。

对于减少信号的报警器工作,按减少信号的方法作出上述试验。

5.10.2 延迟时间

先测出最低和最高两报警工作点相对应的剂量率 X ,然后突然加上相当 $1.1X$ 的信号,测定触发时间 T 。在最低和最高两报警工作状态下,都要求满足规定:

$$1 \text{ s} < T < 1 \text{ min} \text{ 和 } T \cdot X \leq 100 \mu\text{Gy} (100 \mu\text{Sv})$$

5.10.3 稳定性

GB 14054—93

要求起始值小于 $0.1 X$ 。然后突然加上相当 $0.9 X$ 的信号,仪器不能报警;再突然加上相当 $1.1 X$ 的信号,仪器在正常的延迟时间之后必须报警。此试验在 1 h、8 h 和 24 h 后重做一遍。

在上述试验合格的条件下连续工作,每间隔 7 d 的最后一小时和 30 d 后的最后一小时,突然加相当于 $0.8 X$ 的信号,仪器不能报警;突然加相当 $1.2 X$ 的信号,仪器在规定的延迟时间后必须报警。

5.10.4 报警阈可调到不同数值的仪器,如果是线性刻度,其报警阈调整位置与量程有关,则选择有代表性的量程上进行试验,如果是对数刻度或数字显示的,则选择有代表性的十进位区上进行试验。

5.10.5 仪器的失效报警,按制造厂提供的试验方法进行。

5.11 预热时间

用一适当的辐射源照射探测器,该辐射源至少能使仪器指示值达到最大刻度值的一半左右。

接通仪器电源开关,在 5~15 min 时间内,每 30 s 记下一次读数。从第 15 min 开始,至少再取 10 个读数。求出这些读数的平均值作为“最终”指示值。按指示值随时间的变化,画出一条与观测值符合的光滑曲线。

检验最终值与曲线上 10 min 时的读数之差应满足表 4 规定的限值。

5.12 电源

5.12.1 电源电压

将探测器放在辐射场某一点处,其剂量率大约相当于最灵敏量程或最小有效十进位区的 50%,在电源电压为额定值 U_N 时连续取 10 个读数,求其平均值。

把电源电压上升到 $110\%U_N$ 或下降到 $88\%U_N$,分别取 10 个读数,求其平均值。这两个平均值与 U_N 电压下的平均值比较,必须满足表 4 规定的限值。

必须再在仪器的最不灵敏量程或最不灵敏十进位区的 50%,重复上述试验,试验结果必须同样满足表 4 规定的限值。

5.12.2 电源频率

在电源电压为额定值 U_N ,频率为 50 Hz,在 5.12.1 条选用的辐射场下,测出此状态的平均读数,然后改变频率为 47 Hz 和 51 Hz 测出两种状态下的平均读数,此两个平均读数与 50 Hz 状态下的平均值比较,必须满足表 4 规定的限值。

必须再在仪器的最不灵敏量程或最不灵敏十进位区的 50%点重复上述试验,试验结果也必须满足表 4 规定的限值。

5.12.3 电源瞬变

电源瞬变试验在专门的电源瞬变试验室进行,其试验条件和要求应符合 4.3.7 条规定。

5.13 过载

过载试验前,先建立最灵敏量程和最不灵敏量程试验点的指示值。然后用 100 倍刻度最大值或 10^4 Gy/h 剂量率照射仪器的探头。选取两剂量率值中较小者。持续 5 min。

试验期间,仪器的指示必须保持刻度最大值之外,数字显示的仪器必须显示“过载”状态标志。

过载试验后 1 min,用试验前相同的条件,在最不灵敏量程试验仪器,其指示变化必须不超过 20%。最灵敏量程的恢复时间,由制造厂和用户协商决定。

更大过载剂量率的试验,由制造厂根据电子组件、探测器、电缆等器件的耐辐射特性,和用户协商决定。

5.14 环境温度

本项试验通常在气候箱内进行,除非仪器对湿度变化特别灵敏,一般不需要调节箱内空气的湿度。

首先在标准试验条件下,在最小有效值的 5~8 倍处,用 γ 辐射源照射,测出第一次读数。然后把气候箱升温或降温到要求的温度,在规定的高(低)温度下至少恒温 4 h,在最后 30 min 内,以第一次相同的测量条件(温度除外),测出仪器在温度变化后的读数,试验前后的两次读数变化值应该满足表 4 规定的限值。

GB 14054—93

对于有零点控制的仪器,温度变化可能引起仪器零点变化,因此,在测量时允许调节零点。

温度试验后,仪器应该在标准试验条件下恢复 4 h,方可再进行其他项目的试验。

5.15 相对湿度

本项试验在气候箱内进行。先升温到 40℃,恒温 4 h,用 γ 辐射源照射仪器,在仪器最小有效值的 5~8 倍处测出第一次读数,然后使气候箱的湿度上升到 90%(40℃),仪器在此条件下保持 48 h 后,以第一次相同的测量条件(湿度除外),测出仪器在湿度变化后的读数。试验前后的两次读数变化值应该满足表 4 规定的限值。

潮湿试验后,仪器应该在标准试验条件下恢复 8 h,方可再进行其他项目的试验。

如仪器有防潮措施,则制造厂应该在说明书中说明其使用方法。作本项试验时,必须按使用方法操作仪器。

5.16 大气压力

用户对仪器受大气压力的影响有特殊要求者,应该与制造厂协商确定气压变化范围和检验方法。

5.17 其他

对表 4 提出的外来电磁场、外来磁感和 4.5.4 条密封要求等,因无限值要求,只要装置工作正常,一般不作试验。

如果用户有特殊要求,制造厂应该与用户协商,确定该项目的变化范围和仪器指示的变化限值,并确定切实可行的试验方法。

6 检验规则

6.1 型式检验

必须按第 4 章规定的要求进行检验。

6.2 出厂检验

投入批量生产的每台仪器,应该在第 4 章中所规定的固有误差、统计涨落、响应时间、零点漂移及报警阈漂移(24 h)进行检验。检验合格后按 GB 10257 规定的抽样办法抽取样品,抽样加作环境温度和相对湿度的检验。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

仪器外部的操作机构应该有名称与操作标记。仪器外部适当位置应该有铭牌,包括仪器名称、型号、编号、出厂日期、制造厂名等内容。

携带箱上应该有仪器型号。

运输箱上应该有精密装置,小心轻放和防雨、防倒置等标记。

7.2 包装

检验合格出厂的仪器,必须取出电池,另行包装。

携带箱内的减震措施,应该保持装置不致因携带、运输而损坏。

运输包装的减震设计,应该保证仪器在规定的运输方式下,不致因长途运输而损坏,并且还应该考虑包装的防潮。

7.3 运输

仪器在外包装条件下,允许以汽车、火车、飞机、轮船等任意方式运输。

有特殊要求的仪器应该在说明书中说明专门的运输要求。

7.4 贮存

温带地区使用仪器(-25~50℃),在制造厂包装条件下,不带电池存放(或运输)至少三个月后,其技术性能仍能符合本标准规定。

GB 14054—93

热带或寒带地区使用的仪器的贮存条件,由制造厂和用户协商。

8 说明书和检验合格证

8.1 说明书

每台出厂仪器必须携带一份使用和维修说明书,它至少包括以下资料:

a. 符合本标准的技术性能指标,其中包括仪器的等级,每个测量量程的刻度范围、响应随辐射能量的变化、灵敏体积的位置和大小、包围灵敏体积的壁材料和每种材料的质量厚度(mg/cm^2)、响应随角度的变化曲线图以及进行角响试验所采用的辐射能量;

b. 使用说明;

c. 完整的方框图、电路图(包括单元线路图);

d. 标明规格和型号的元件表(包括单元线路元件表);

e. 维修用的电压参数、仪器拆装程序和与使用有关的其他技术数据;

f. 厂名、商标、型号、序号等。

8.2 检验合格证

每台出厂仪器必须携带一份检验合格证。它应该包括以下资料:

a. 检验合格证明;

b. 检验数据;

c. 检验员专用标志。

GB 14054—93

附 录 A
确定仪器指示间真实差别所需的读数数目
(补充件)

下表规定了为确定同一仪器两组读数间真实差别(置信度 95%)所需的仪器读数数目。

表 A1

| 真实差别 % | 变异系数 % | 所需读数数目 次 |
|-----------|-----------|-------------|
| 5 | 0.5 | 1 |
| 5 | 1.0 | 1 |
| 5 | 2.0 | 4 |
| 5 | 3.0 | 9 |
| 5 | 4.0 | 16 |
| 5 | 5.0 | 25 |
| 5 | 7.5 | 56 |
| 5 | 10.0 | 99 |
| 5 | 12.5 | 154 |
| 5 | 15.0 | 223 |
| 5 | 20.0 | 396 |
| 10 | 0.5 | 1 |
| 10 | 1.0 | 1 |
| 10 | 2.0 | 1 |
| 10 | 3.0 | 3 |
| 10 | 4.0 | 4 |
| 10 | 5.0 | 6 |
| 10 | 7.5 | 14 |
| 10 | 10.0 | 24 |
| 10 | 12.5 | 37 |
| 10 | 15.0 | 53 |
| 10 | 20.0 | 94 |
| 15 | 0.5 | 1 |
| 15 | 1.0 | 1 |
| 15 | 2.0 | 1 |
| 15 | 3.0 | 1 |
| 15 | 4.0 | 2 |
| 15 | 5.0 | 2 |

GB 14054—93

续表 A1

| 真实差别 % | 变异系数 % | 所需读数数目 次 |
|-----------|-----------|-------------|
| 15 | 7.5 | 6 |
| 15 | 10.0 | 10 |
| 15 | 12.5 | 10 |
| 15 | 15.0 | 23 |
| 15 | 20.0 | 4.0 |
| 20 | 0.5 | 11 |
| 20 | 1.0 | 1 |
| 20 | 2.0 | 1 |
| 20 | 3.0 | 1 |
| 20 | 4.0 | 1 |
| 20 | 5.0 | 2 |
| 20 | 7.5 | 3 |
| 20 | 10.0 | 6 |
| 20 | 12.5 | 9 |
| 20 | 15.0 | 12 |
| 20 | 20.0 | 21 |

附加说明:

本标准由中国核工业总公司提出。

本标准由西安核仪器厂负责起草。

本标准主要起草人谭世夫。