

环境监测用 X、 γ 辐射测量仪

第一部分 剂量率仪型

1 主题内容与适用范围

本标准规定了环境监测用剂量率仪型便携式、移动式和固定式 X、 γ 辐射测量仪的技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于环境监测用剂量率仪型便携式、移动式和固定式 X、 γ 辐射测量仪,利用电离室、盖革计数管或闪烁探测器等探测器进行空气比释动能率、空气吸收剂量率或周围剂量当量率的测量。

本标准不适用于无源仪表,如胶片剂量计、热释光剂量计以及那些积分累积剂量测量的仪器。

2 引用标准

GB 156 额定电压

GB/T 8993. 1 核仪器环境试验基本要求与方法 总纲

GB/T 8993. 4 核仪器环境试验基本要求与方法 振动试验

GB/T 8993. 5 核仪器环境试验基本要求与方法 冲击试验

GB/T 10257 核仪器与核辐射探测器质量检验规则

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

EJ 528 核仪器安全基本要求

3 术语

3. 1 测量值

仪器指出的或给出的剂量率值。

3. 2 剂量率

本标准中将空气比释动能率、环境空气吸收剂量率、环境空气中的照射量率和周围剂量当量率等,一律统称为剂量率,仅在进一步研究剂量率这个名词的含义时才去区别它。

3. 3 响应

仪器的响应值 R 等于仪器的测量值 $\dot{K}_I$ 与同样测量条件下给出的约定真值 $\dot{K}_T$ 之比,即:

$$R = \dot{K}_I / \dot{K}_T \dots\dots\dots (1)$$

3. 4 仪器参考点

仪器参考点系指在探测器装置外表上刻印的一个标志或一些标志,其目的是便于将探测器灵敏体积中心定位在被测量约定真值的已知点上。

3. 5 试验点

试验点是指已知剂量率约定真值的那个点。对于所有辐射特性的试验,仪器的参考点必须置于试验点

上。

4 技术特性

4.1 一般特性

4.1.1 单位

仪器的测量值应采用相应的剂量单位显示,例如戈[瑞]每小时(Gy/h)或微戈[瑞]每小时($\mu\text{Gy/h}$)。

4.1.2 有效量程

仪器的有效量程应至少为 $10\text{nGy/h} \sim 250\mu\text{Gy/h}$ 。

线性刻度的仪器,相邻两个量程之间的转换系数不得超过 10。

具有量程转换的对数刻度仪器,相邻量程之间应有一个量级的重叠。

模拟(线性或对数)显示的仪器,其指示值的有效范围为量程最大偏转角的 $10\% \sim 100\%$ 。

数字显示的仪器,其指示值的有效范围是从指示的第二个十进位位的第一个非零值到该量程的最大指示值。例如一个最大显示为 199.9 的指示,其有效范围是 $1.0 \sim 199.9$ 。

4.1.3 仪器结构

仪器设计应使之少受污染和易于去污。

便携式仪器的重量不得超过 4kg,并应装有把手、背带或其他附件,便于携带和操作。

移动式 and 固定式仪器应具有某些故障指示功能,如探测器掉电、或电路故障等。

探测器装置外部必须标出仪器参考点。

4.2 辐射特性

4.2.1 相对固有误差

在标准试验条件下(见表 1),仪器的相对固有误差在有效量程范围内不得超过 $\pm 15\%$ 。此误差不包括剂量率约定真值的不确定度。

4.2.2 能量范围与响应

仪器对 X、 γ 辐射响应的能量范围是 $50\text{keV} \sim 2.5\text{MeV}$ 。仪器在此能量范围内的响应与对 ^{137}Cs 参考源辐射响应的差别不得超过 $\pm 30\%$ 。

当仪器用于核电站周围,需要测量含有由 ^{16}N 产生的 6MeV γ 辐射时,其响应与对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射响应的差别不得超过 $\pm 35\%$ 。

4.2.3 角响应

对于 ^{137}Cs 辐射源而言,当入射角在 $0^\circ \sim \pm 80^\circ$ 内变化时,仪器的角响应相对于校准方向的响应,其差别不得超过 $\pm 25\%$ 。

对于 60keV 的 X、 γ 辐射源而言,当入射角在 $0^\circ \sim \pm 40^\circ$ 内变化时,仪器的角响应相对于校准方向的响应,其差别不得超过 $\pm 25\%$,当入射角在 $+40^\circ \sim +80^\circ$ 或 $-40^\circ \sim -80^\circ$ 范围内变化时,仪器的角响应相对于校准方向的响应,其差别不得超过 $\pm 50\%$ 。

对于辐射入射方向与校准方向的夹角在 $+80^\circ \sim +180^\circ$ 和 $-80^\circ \sim -180^\circ$ 内变化时的响应,由制造厂给予规定。

4.2.4 β 辐射响应

仪器对最大能量为 2.27MeV 的 β 辐射的响应不得超过 2% 。

制造厂应给出能穿入仪器探测器灵敏体积中的 β 粒子的最小能量以及仪器对 $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ 辐射源的响应。

表 1 参考条件和标准试验条件¹⁾

影响量		参考条件	标准试验条件
参考 γ 辐射源		^{137}Cs	$^{137}\text{CS}^{2)}$
预热时间 min		15	≥ 15
环境温度 $^{\circ}\text{C}$		20	18 ~ 22
相对湿度 %		65	55 ~ 75
大气压力 kPa		101.3	86 ~ 106
交 流 电 源	标准电压 V	U_{N}	$U_{\text{N}} \pm 10\% U_{\text{N}}$
	频 率 Hz	f_{N}	$f_{\text{N}} \pm 2\% f_{\text{N}}$
	电压波形	正弦波	总谐波畸变小于 5% 的正弦波
环境本底 $\mu\text{Gy/h}$		空气比释动能率小于 0.1	空气比释动能率小于 0.25
辐射入射角		制造厂给出校准方向	校准方向 $\pm 10^{\circ}$
外界电磁场		可忽略	小于引起干扰的最低值
外界磁感应		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 $\pm 5^{\circ}$
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) 除非制造厂另有说明。

2) 也可用⁶⁰Co 代替。

4.2.5 中子或其他电离辐射响应

当仪器在有中子或其他电离辐射存在的情况下使用时,制造厂应根据用户要求,给出其响应值。试验方法由制造厂与用户协商确定。

此项要求,除特殊情况外,一般不予以考虑。

4.2.6 过载特性

当被测量剂量率超过仪器的测量量程上限至高至测量量程上限的 10 倍值时,仪器的指示值必须保持在该量程的满刻度值以外或给出过载指示,这种状态在过载辐射存在时应保持不变。过载辐射消除后,仪器应在规定的恢复时间内恢复正常工作。

具有多个量程的仪器,仪器的每一个量程都必须满足上述要求。

制造厂必须给出仪器的恢复时间。

4.3 电特性

4.3.1 统计涨落

由于 X、 γ 辐射的随机性,仪器测量值将会在其平均值附近波动,此随机涨落引起的测量值的变异系数应满足下述要求:

- a. 线性刻度的仪器,在剂量率超过最灵敏量程最大值的 1/3 时,变异系数不得超过 10%。
- b. 非线性刻度的仪器,在剂量率超过刻度最低有效标度值的 3 倍时,变异系数不得超过 10%。
- c. 数字显示的仪器,在剂量率超过最小有效值的 10 倍时,变异系数不得超过 10%。

变异系数与测量值读取的次数关系见附录 A(补充件)。

4.3.2 响应时间

当辐射剂量率有一突然变化时,仪器测量值必须在小于 100s 的时间达到如下数值:

$$\dot{K} + \frac{90}{100}(\dot{K}_f - \dot{K}_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中: $\dot{K}_i$ —— 仪器受辐射剂量率突变的起始测量值; $\dot{K}_f$ —— 仪器受辐射剂量率突变的终止测量值。

仪器响应时间由制造厂给出。

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关联的特性, 4.3.1 和 4.3.2 条中给出了它们的允许限值。

如果某台仪器具有许多不同的可选用的统计涨落和响应时间, 则至少应有一种选择能同时满足 4.3.1 和 4.3.2 条的要求。

4.3.4 零点漂移

本项试验只适用于具有手动调零装置的仪器。

在标准试验条件下, 接通电源 30min 后, 将仪器调零, 在随后的 4h 内, 零点变化不得超过每一模拟量程最大值的 $\pm 2\%$ 。

数字显示的仪器零点变化的绝对值不得超过最低位中的 2。

4.3.5 预热时间 仪器预热时间不得大于 15min。

4.3.6 电源

4.3.6.1 电池供电

便携式仪器必须用电池供电。

仪器设计必须清楚标出电池连接的“+”、“-”极性, 还应考虑电池的更换方便, 并提供在最大负载条件下检查电池容量的装置。当电池的状态不能保证仪器正常工作时, 仪器必须给出指示。

使用时必须按规定安装电池。

在选用一次电池时, 必须保证电池容量在标准试验条件下间断工作 40h 时(40h 间断工作指每天工作 8h, 停 16h, 连续工作 5d)。仪器测量值与其在开始工作 15min 后获得的测量值之差不得超过 $\pm 10\%$ 。

采用一次电池时, 制造厂应首选 R20 型电池。

采用二次电池时, 其完成充电时间应不大于 16h, 并建议使用一种在完成充电后能自动切断充电器的开关装置。二次电池的容量应保证连续工作 12h 时, 仪器测量值与其开始工作 15min 后获得的测量值之差不得超过 $\pm 10\%$ 。

4.3.6.2 交流供电

交流供电电压按 GB 156 的规定选用。

交流供电电压在 $88\% \sim 110\%U_N$ 和其频率在 $47 \sim 51\text{Hz}$ 的范围内变化时, 仪器应能正常工作, 其测量值的变化不得超过 $\pm 10\%$ 。

4.3.6.3 电源断电和瞬变要求

仪器由交流供电时, 应能承受 10ms 的瞬时断电以及瞬时过压(见表 2) 而不影响正常工作。

表 2 瞬变电压与持续时间

幅度(相对标称电压)%	持续时间 ms
100	10
200	1
300	0.02
500	0.005

4.3.7 电安全

仪器的电安全特性应满足 EJ 528 中有关电气安全的要求。

4.4 环境特性

4.4.1 环境温度

仪器在环境温度 $-10\sim+40^{\circ}\text{C}$ 范围内变化时,某测量值与标准试验条件下的测量值之差不得超过 $\pm 20\%$ 。当环境温度在 $-20\sim+50^{\circ}\text{C}$ 范围内变化,其测量值与标准试验条件下的测量值之差不得超过 $\pm 50\%$ 。

4.4.2 环境湿度

仪器处在相对湿度 $90\%(40^{\circ}\text{C})$ 条件下,其测量值与其在标准试验条件下的测量值之差不得超过 $\pm 30\%$ 。

4.4.3 大气压力

制造厂应说明仪器是否对大气压力的变化灵敏,并应指出大气压力影响的大小和范围。

4.5 机械特性

4.5.1 机械振动和冲击

按照 GB/T 8993. 1 中表 3 的规定,便携式仪器应属 III 组;移动式 and 固定式仪器应属 II。组,均应分别承受 III 组或 II。组的振动与冲击试验而不影响仪器正常工作。

4.5.2 仪器取向

当仪器绕其探测器的轴线转动时,仪器测量值与其在校准方向上参考取向的测量值之差不得超过 $\pm 10\%$ 。

仪器的参考取向由制造厂规定。

4.5.3 密封

制造厂应说明已采用的密封措施。

4.6 其他

如果用户对外来电磁场、外来磁感应等有特殊要求,由用户与制造厂协商确定。

5 试验方法

5.1 试验的一般规定

5.1.1 参考条件和标准试验条件

见表 1。

5.1.2 标准试验条件下的试验

见表 3 表中各待试验特性分别给出了相应要求与试验方法。

表 3 标准试验条件下的试验

待试验特性	要求	试验方法
相对固有误差	$\leqslant \pm 15\%^{1)}$	5. 2. 1
统计涨落	$\leqslant 10\%$	5. 3. 1
响应时间	$\leqslant 100\text{s}$	5. 3. 2
零点漂移	$\leqslant \pm 2\%$	5. 3. 3

注:1) 不包括测量约定真值的不确定度。

5.1.3 改变影响量的试验

见表 4。表中所列某一项影响量变化时所产生的影响,是指其他影响量均保持在表 2 中所给出的标准试验条件范围内。如另有要求,将在该影响的有关试验方法中另加说明。

5.1.4 γ 参考辐射源

除 4.2.2 和 4.2.3 条以外,其他所有涉及使用 γ 辐射源的试验均应使用 ^{137}Cs 做为 γ 参考辐射源。若无合适的 ^{137}Cs 辐射源,可用 ^{60}Co 辐射源替代,但此时所得的测量结果必须根据仪器对 ^{137}Cs 辐射源和对 ^{60}Co 辐射源响应的差别进行修正。

5.1.5 试验点的选择

选择试验点的原则是应使辐射源与受试仪器的探测器之间有适当的距离,以保证试验点处辐射场的不均匀性对探测带来的误差不超过 $\pm 5\%$,否则要做适当修正。

试验点的选择还应考虑使该点的散射辐射对辐射试验中剂量率的贡献不得超过 5% 。

5.1.6 读取读数的原则

在涉及辐射的试验中为了减少由于辐射本身的随机性对于测量结果的影响,应采用读取足够多的读数来保证其平均值的准确性。所谓“足够多的读数”究竟是多少,在本标准中按附录 A(补充件)的规定予以确定。读取读数的时间间隔至少应为仪器时间常数的 3 倍。

5.2 辐射特性试验

5.2.1 相对固有误差

本项试验用 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射源,从仪器的校准方向入射。为了覆盖仪器的整个测量范围,可用几个不同活度的辐射源,为此,所用辐射源的活度应使在试验点上的剂量率能相互覆盖,这时,从每个所用辐射源获得的剂量率应根据一个特定的辐射源进行修正。剂量率的约定真值不确定度不得超过 $\pm 10\%$ 。

线性刻度的仪器必须检验所有量程。每个量程至少取三点,分别在该量程满刻度值的 30% 、 60% 和 90% 附近。出厂检验可只在每个量程的 $50\% \sim 75\%$ 中任选一点进行检验。

对数刻度或数字显示的仪器必须在每个量程中取三点检验,即分别在每个量级的 20% 、 40% 和 80% 附近。出厂检验可只在每个量级中任选一点进行检验。

对各种仪器,在 $0 \sim 100\text{nGy/h}$ 的范围内至少必须取一个检验点,对该点的检验要在一个较低的环境 γ 本底($10 \sim 60\text{nGy/h}$)的场所或装置内进行。

检验的操作顺序如下:

- 获取仪器在试验点处的本底读数 K_{B} ;
- 将仪器置于约定真值 K_{T} 的试验点处照射,并记下读数 K_{TS} ;
- 算出测量值 $K_{\text{I}} = K_{\text{TS}} - K_{\text{B}}$;
- 计算相对固有误差 $I(\%)$:

$$I(\%) = \frac{\dot{K}_{\text{I}} - \dot{K}_{\text{T}}}{\dot{K}_{\text{T}}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

本试验方法仅适用于散射辐射小于 5% 的情况。如果散射辐射大于 5% 时,应采用阴影屏蔽法测得含有散射辐射的本底值 K_{B} 后,再按上述步骤代入公式(3)求得其相对固有误差。

试验中仪器相对固有误差的单次测量值不得超过 $\pm 25\%$ 。而在有效测量范围内的相对固有误差应符合 4.2.1 条的要求。

有关校准方法的细节见附录 B(参考件)。

5.2.2 能量响应

本项试验除制造厂与用户另有协商外,必须按 GB/T 12162 的规定,选用如下能量的辐射源进行试验。

- 48 、 87 、 148 、和 211keV 的过滤 X 辐射;
- 由 ^{241}Am (59.5keV)、 ^{137}Cs (662keV) 和 ^{60}Co (1.17 和 1.33MeV) 产生的 γ 辐射。

原则上,本项试验应对上述每种辐射能量在相同的剂量率下进行。但实际上可以允许剂量率有一定的范

围,在这种情况下,在每种辐射能量下所得到的仪器的测量值应用仪器对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射在该剂量率时的相对固有误差进行修正。

线性刻度仪器在试验中,所选用的剂量率都必须超过所用量程最大刻度 $1/3$ 的相应值。

对数刻度和数字显示仪器在试验中,所选用的剂量率都必须超过所用量级最低有效读数 3 倍的相应值。

试验中仪器受照射方向应为仪器规定的校准方向。

将各种能量试验所得仪器的响应、按仪器对 ^{137}Cs 辐射源在校准条件下的响应归一,得出典型能量响应曲线附在仪器使用说明书中。

此试验方法对 6MeV 辐射的响应同样适用。

5.2.3 角响应

按照 GB/T 12162 的规定,选用能量约为 60keV 的过滤 X 辐射或 $^{241}\text{Am}(59.5\text{keV})$ 的 γ 辐射和 $^{137}\text{Cs}(662\text{keV})$ 的 γ 辐射,以仪器的校准方向为基准入射方向,确定仪器对上述能量的辐射的角响应。

这时,使辐射源固定不动,将仪器的探测器固定在一个可旋转的试验台上,分别按 4.2.3 条对各种辐射入射角的变化要求范围,以每 20° 的步长使探测装置围绕着参考点转动,测得在每变化 20° 时仪器的角响应,其结果应符合 4.2.3 条的各项规定。

本项试验应在两个互相垂直的平面内进行。

5.2.4 β 辐射响应

将仪器置于 $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}\beta$ 辐射源照射下,以试验点处仪器的指示值与 β 空气吸收剂量率的约定真值之比来表示仪器的 β 辐射响应,应满足 4.2.4 条的规定。

5.2.5 中子或其他电离辐射响应

按 4.2.5 条的规定处理。

5.2.6 过载特性

将仪器每个量程按该量程最大值 10 倍剂量率用 γ 参考辐射照射并持续 5min ,仪器应满足 4.2.6 的要求。

5.3 电特性试验

5.3.1 统计涨落

按 4.3.1 条对各种刻度仪器进行 γ 辐射照射时剂量率应达到的范围,在预定读数时间间隔内读取足够多的测量值,求其平均值和变异系数,变异系数的变化应符合 4.3.1 条的规定。

读数时间间隔至少应为仪器时间常数的 3 倍。

5.3.2 响应时间

本项试验可用一个合适的辐射源照射探测器或用合适的电讯号试验。试验时应应对剂量率的增大和减少两种情况分别进行,剂量率的起始值 $\dot{K}_i$ 和终止值 $\dot{K}_f$ 必须至少相差 10 倍。

本项试验对线性刻度仪器应在每个量程进行,对数刻度或数字显示仪器应在每个量级进行。

线性刻度仪器的起始剂量率 $\dot{K}_i$ 可以本底代替,其终止值 $\dot{K}_f$ 应至少相当于每个量程最大值的 50% 。

如果试验使用电讯号,制造厂应在有关文件中给出符合上述要求的电讯号的大小。

在增加剂量率的试验中,仪器应首先承受高剂量率的照射,并记下 $\dot{K}_f$ 值。然后仪器再承受低剂量率的照射,经足够长的时间使 $\dot{K}_i$ 稳定后记下其指示值。再尽可能地改变剂量率到对应的 $\dot{K}_f$ 值,并算出到达公式(3)给出值的所需时间。

减少剂量率的试验方法与上述方法相同,只要改变相应的 $\dot{K}_i$ 和 $\dot{K}_f$ 值。无显示指示器的仪器,由制造厂提供能说明满足要求的试验方法。

5.3.3 零点漂移

仪器接通电源 30min 后,将仪器的指示调至零点。如系非线性刻度仪器,可将指示调至在非零点处的某个合适的参考点上即可。

仪器在上述条件下保持 4h,在此期间每隔 30min 记录一次读数,其 8 次读数的变化应符合 4.3.3 条的规定。

当本底辐射能在仪器最灵敏度量程上给出明显指示时,必须采用等效电学试验,即将探测器不参与工作,以保证零点漂移试验不受本底辐射的干扰。

5.3.4 预热时间

把仪器置于一个剂量率约定真值相当于仪器最大量程最大值的 $1/2$ 的辐射场中,接通电源,立即以每隔 30s 的速度读一次数,直到 15min 为止,然后,再记录充分多的读数,其平均值作为指示的“最终值”。再用读数与时间的坐标关系拟合出一条测量值的最佳平滑曲线,从曲线上找出各测量值与“最终值”之间误差不超过 $\pm 10\%$ 的那一点,该点对应的的时间应小于或等于 4.3.4 条的规定。

5.3.5 电池

5.3.5.1 电池提供

根据制造厂首选的型号选用新的一次电池或充满电的二次电池。将探测器置于一个对应仪器最大量程最大值 $2/3$ 左右的 γ 辐射场中,让仪器工作,读取开始工作 15min 时的读数,并让仪器按 4.3.5.1 条中规定的时间持续工作,在这段时间结束时,再读取充分多的读数,前后两次读数的平均值之差不得超过 $\pm 10\%$ 。

5.3.5.2 交流供电

将仪器置于与 5.3.5.1 条相同的试验条件下,分别在交流供电电压为标准值,高于标准值 10% 和低于标准值 12% 的三种供电状态下进行试验。每种试验须读取足够的读数,求其每种试验的读数平均值,用电压标准值条件下获得的读数平均值分别与高于或低于电压标准值时获得的读数平均值相比较,其偏差应符合 4.3.5.2 条的规定。上述试验应在试验点处剂量率对应于最灵敏度量程最大值的 $2/3$ 左右重复进行。

非线性刻度和数字显示的仪器,进行试验时,试验点处剂量率应为仪器的最低和最高量级的 50% 左右。

电源频率变化试验,将供电电压保持为标称值,改之为变化电源频率,辐射的照射条件要求同上,分别在电源频率为 50Hz、47Hz 和 51Hz 三种状态下试验,仪器电源频率为 47Hz 和 51Hz 时测量值的平均值的差别应满足 4.3.5.2 条的要求。

5.3.5.3 电源断电和瞬变

电源断电和瞬变试验应在专用试验设备上进行。电源瞬变是通过一个 50Ω 的阻抗将波形为正弦波或半正弦波的信号加到电源线上,测量持续时间是在振幅峰值的 50% 处测得。

5.3.6 电安全 采用 EJ 528 的有关试验方法进行,其结果应符合 EJ 528 中的规定。

5.4 环境特性试验

5.4.1 环境温度

本项试验通常在人工气候箱内进行。除非仪器对于湿度变化特别灵敏,一般在进行此项试验时不加控空气湿度。

将仪器置于人工气候箱中,首先用一合适的 γ 参考源照射仪器,读取足够多的读数,求得在标准试验条件下的读数平均值。然后按 GB/T 8993 的有关规定,分别将人工气候箱的温度升高或降低至 4.4.1 条的规定值,并各自在通电状态的高低温条件下保持 4h,在保持时间结束前 30min,用与标准条件下同样的辐照方法测出高、低温试验后的数据,并求出平均值,分别与标准试验条件下的平均值比较,其相对偏差应符合 4.4.1 条的规定。

5.4.2 相对湿度

本项试验在人工气候箱内进行。首先用一合适的 γ 参考源照射仪器,读取足够多的读数,求得在标准试验条件下的读数平均值。

然后按 GB/T 8993 的有关规定,将人工气候箱的温、湿度升到 4.4.2 条的规定值,受试仪器在此温、湿度条件不通电状态下保持 48h。在试验结束前 1h 接通电源进行预热,并再次进行 γ 参考源同样条件下的照射,测得足够多的读数,求出受湿试验后的读数平均值。此值与标准试验条件下的读数平均值相比较,相对偏差应不得超过 $\pm 30\%$ 。

本项试验后允许仪器在标准试验条件下存放 8h 再进入其他项目试验。

如果仪器有防潮措施,制造厂应在说明书指明使用方法,做本项试验时,必须按使用方法操作仪器。

5.4.3 机械特性

5.4.3.1 机械振动和冲击

a. 振动试验按 GB/T 8993.4 执行。 b. 冲击试验按 GB/T 8993.5 执行。

5.4.4 仪器取向

本项试验仅对具有表头指示的仪器进行考察。主要是在辐射场下不变条件下,试验仪器取向与表头指示的关系。

试验时,将仪器置于最灵敏量程或量级,辐射场照射的剂量率大约为该量程或量级的 50% 左右,使仪器探测器的轴线与辐射入射方向保持在仪器校准方向不变,将仪器操作部分围绕其探测器的轴线,每 90° 处读取足够多的读数,并求其平均值与仪器标准方向的读数平均值比较,其相对偏差应符合 4.5.2 条的规定。

6 检验规则

按本标准设计生产的剂量率型监测仪,质量检验分为型式检验和出厂检验。

6.1 型式检验

符合下列条件之一者应进行型式检验。

a. 新产品投产或老产品转厂生产的试制鉴定; b. 正式生产后,如因结构、材料、工艺有较大改进,可能影响产品的性能时; c. 正式生产时的周期性检验; d. 国家质量监督机构提出进行型式检验。

型式检验项目按表 5 的规定执行。

新产品鉴定的型式检验,按 GB/T 10257 中 8.1.1 和 8.1.2 条及表 5 的规定执行。

周期性型式检验和国家质量监督机构进行抽检按 6.2.2.1 条抽样方法进行。

6.2 出厂检验 本检验指产品在入库前必须进行的各项检验,其检验的项目分组和顺序按表 5 规定进行。

6.2.1 A 组检验

该检验批为 100%,每百单位产品的不合格数不得大于 5。

判为合格的批,剔除批中出现的不合格品,修复成合格品,整批验收;判为不合格的批,整批退回生产单位,找出原因,全部返工后,重新交检。

6.2.2 B 组检验

6.2.2.1 抽样

在 A 组检验合格后,才能进行抽样。一般按以下抽样方案:

a. 采用二次正常检查抽样方案; b. 检查水平(IL)采用特殊检查水平 S-1; c. 合格质量水平 AQL = 6.5。

6.2.2.2 转移规则 产品检验的放宽或加严的转移程序按 GB/T 10257 中 12.1.5.3 和 12.1.6 条的规定实施。

6.2.2.3 B 组检验周期

批量生产的产品,生产周期时间大于 6 个月时,每批都应进行 B 组检验。连续生产的产品,每年进行一次

B 组检验。

6.2.2.4 不合格品处理规定

B 组检验不合格的批,退回生产单位进行 100% 返修,修复后重新抽取样本进行 B 组检验,抽样按一次加严方案处理。如检验结果仍不合格,则判本批检验不合格。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

仪器外部的所有操作机构应有名称或操作标记,在适当处还应有铭牌,其中包括仪器名称、型号、编号、出厂日期、制造厂名及产地等内容。

便携式仪器的携带箱上应标有产号型号。

运输箱上应有“精密仪器”、“小心轻放”及“防潮防雨”、“禁止倒置”等标记。

7.2 包装

出厂产品,如系电池供电产品,产品与电池应分开包装。

携带箱应具有减振措施,不致仪器在携带或运输中受到损坏。

运输包装的减振和防潮设计应保证仪器在规定的运输方式下,不致受到长途运输中带来损坏。

7.3 运输

仪器在外包装条件下,允许以汽车、火车、飞机和轮船等任意方式运输。

仪器的特殊部件允许单独包装运输。

7.4 贮存

在外包装条件下,允许在 $-25 \sim +60^{\circ}\text{C}$ 无腐蚀性气体的环境里存放或运输三个月后,其仪器技术性能仍能符合要求,如有特殊贮存要求者,由制造厂与用户在订货时协商另定。

8 说明书

每台仪器出厂时必须随带一份使用说明书,其内容至少包括:

- 技术性能参数:包括仪器测量范围、工作条件、能量响应曲线、角响应变化曲线和试验时所用辐射源;
- 使用说明:包括仪器的简单原理、探测器的安装及固定方法、方框图和电路图;
- 电路元件明细表:包括各元件和各备品配件的规格型号;
- 维修用的电路参数、故障的判定与排除方法、仪器拆装顺序和其他有关使用数据。

9 检验合格证

检验合格证是代表产品质量合格的凭证,包括:

- 检验合格的必要数据;
- 检验日期与“产品合格”字样;
- 检验证签发员标志。

表 4 改变影响量的试验

影响量	影响量程的数值范围	指示值变化限值 %	试验方法
能量响应	50keV $\sim$ 2.5MeV 6MeV ²⁾	$\pm 30^{1)}$ 制造厂与用户商定	5.2.2
角响应	¹³⁷ Cs 0° $\sim$ $\pm 80^{\circ}$ 60keV 0° $\sim$ $\pm 40^{\circ}$ 60keV $+40^{\circ} \sim -80^{\circ}$ $-40^{\circ} \sim -80^{\circ}$	$\pm 25^{1)}$ $\pm 25^{1)}$ $\pm 50^{1)}$	5.2.3
过载	量程最大值的 10 倍	$>$ 满刻度	5.2.6

其他电离辐射 1. β 2. 中子		$E_{\max} = 2.27\text{MeV}$ 制造厂给出	< 2 制造厂给出	5.2.4 5.2.5
预热时间		15min	$\pm 10^{11}$	5.3.4
电源	电池供电 交流供电	一次电池(间断) 工作 40h	$\pm 10^{11}$	5.3.5.1
		二次电池工作 12h $88\% \sim 110\%U_N$	$\pm 10^{11}$	5.3.5.2
		$47 \sim 51\text{Hz}$	$\pm 10^{11}$	5.3.5.2
		电源断电	工作正常	5.3.5.3
机械冲击		按 GB 8993.5 执行	制造厂给出	5.4.3
仪器取向		任意取向	$\pm 10^{31}$	5.4.4
环境温度		$-10 \sim +40^{\circ}\text{C}$ $-20 \sim +50^{\circ}\text{C}$	$\pm 20^{11}$ $\pm 50^{11}$	5.4.1
相对湿度		$87\% \sim 92\%(40^{\circ}\text{C})$	$\pm 30^{11}$	5.4.2
大气压力		一般不作规定,必要时经制造厂与用户协商另行规定		—
外来电磁场				
外来磁感应				

- 注:1) 相对标准试验条件获得的试验指示值而言。
- 2) 该项试验仅适用于核电站周围需要监测,由 ^{16}N 产生的 $6\text{MeV}\gamma$ 辐射的监测辐射仪。
- 3) 相对于标准方向下试验的指示值。
- 4) 相对于初始值。

表 5 检验项目分组及抽样方法

组别	序号	检验项目名称	型式检验	出厂检验	检验标准	抽样方法
A ₁	1	外观	●	●	—	全检批不合格率不大于 5%
	2	相对固有误差			5.2.1	
A ₂	3	统计涨落			5.3.1	
	4	响应时间			5.3.2	
	5	零点漂移			5.3.3	
B ₁	6	预热时间			5.3.4	一般检查水平 II 二次正常抽样检查 AQL = 6.5
	7	电池供电			5.3.5.1	
	8	交流电压变化			5.3.5.2	
	9	电安全			5.3.6	
B ₂	10	过载特性		○	5.2.6	
	11	能量响应			5.2.2	
	12	角响应			5.2.3	
	13	仪器取向			5.4.4	
	14	β 辐射响应			5.2.4	
	15	电源的断电和瞬变			5.3.5.3	
C ₁	16	环境温度		●	5.4.1	特殊检查 S-3 二次正常抽样检查 AQL = 6.5
	17	相对湿度			5.4.2	
C ₂	18	振动试验		○	5.4.3a	
	19	冲击试验			5.4.3b	
	20	包装运输			7.2、7.3	
	21	贮存			7.4	

注:●—— 必须项目;○—— 选做项目。

附录 A

确定仪器读数间真实差别所需的读数数目

(补充件)

下表规定了确定同一仪器两组读数间真实差别(置信度为 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	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	3
15	7.5	6
15	10.0	10
15	12.5	10
15	15.0	23
15	20.0	40
20	0.5	1
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 录 B

空气比释动能剂量率仪的校准

(参考件)

在环境空气比释动能率水平下校正一台仪器,须对探测器对于各种不同成分本底的响应要有详尽了解。还应测定每台仪器的宇宙辐射响应和其本身内在的本底。

一台仪器受标准源照射时的指示值 $\dot{K}_I$ 由下式表示:

$$\dot{K}_I = R_c \dot{K}_s + R_e \dot{K}_e + R_s \dot{K}_s + R_i \dots\dots\dots (B1)$$

式中: $\dot{K}_I$ ——仪器以适当单位的电压、电流或脉冲计数率或以 Gy/h 为单位等给出的仪器测量值;

$\dot{K}_e$ ——校准室试验点处宇宙辐射造成的空气比释动能率;

$\dot{K}_e$ ——环境 γ 辐射在校准室试验点处的空气比释动能率;

$\dot{K}_s$ ——校准源在试验点处空气比释动能率的约定真值;

R_c ——仪器对宇宙辐射的响应;

R_e ——仪器对环境 γ 辐射的响应;

R_s ——仪器对校准源 γ 辐射的响应;

R_i ——仪器内部放射性污染和电路噪声引起仪器测量值的增量。

对很多探测器来说, R_c 、 R_e 和 R_s 通常是不相等的,而且 R_e 与光子能量有关,以致由实验室用点源或射线束校准所得 R_s 值将不等于 R_e ,故不能直接用作现场测量。为了测定 R_c 、 R_e 、 R_s 和 R_i ,必须利用消除其他三个影响量的办法分别测量各自的响应。

B1 现场使用的仪器,可利用 R_s 随能量变化的大小以及通过环境能谱权重所得 R_s 来计算出 R_e 值。

B2 仪器本身本底造成的 R_i 响应是可估算的,例如,把仪器放到地下深处观测其读数,在 600m 深处,宇宙辐射就能有效地得到消除,再把探测器放到 10cm 的铅屏蔽中,对当地岩石辐射也能有效地排除掉。

电离室的 R_i 通常认为是由于电离室里的固有 α 放射性造成的。把它放在一个屏蔽的低本底装置中,并用一个具有短时间常数的记录仪来监测静电计的输出,就能测得 R_i 。通过在记录仪输出上产生的尖脉冲就能识别出 α 脉冲。还应定期检查漏电流以及绝缘体的内应力。通过测量所用的正、负极化电压就能测得来自绝缘体内应力引起的单向电流。

仪器本身的本底,当它固有长寿命的放射性核素存在时,不应有明显的变化。然而,由于仪器本身会受外来放射性污染,非经常性的检查是必要的。

B3 宇宙辐射响应 R_c 的测定或用试验方法,或根据宇宙射线在探测器中相互作用的理论来计算。宇宙射线响应的试验测量可在淡水湖或水库或离岸约 500 ~ 1000m 的海面上,在一只由低放射性材料构成的船上进行。

B4 仪器的 X、 γ 射线校准值 R_s 可按下式进行:

a. 首先测得仪器的本底读数 K_{IB} ;

b. 再将仪器用放射源照射, 读数记为 K_{IS} ;

c. 将上述两个测量值代入公式(B2), 求得仪器的 R_s $R_s = \frac{K_{\text{IS}} - K_{\text{IB}}}{K_{\text{T}}}$

..... (B2) 式中: K_{T} ——校准源在试验点处剂量率的约定真值。

这种方法将消除辐射, 校准实验室的本底空气比释动能率以及 R_i 贡献造成的响应, 然而应注意, 此方法只适用于放射源的散射辐射忽略不计。当明显的存在散射辐射时, 这就用两次测量来代替; 一是放射源出现的测量, 二是用 5cm 厚的铅屏蔽, 其阴影恰好足以屏蔽探测器从校准源处获得直接辐射, 屏蔽是放在探测器与放射源之间, 减去屏蔽所得读数才能测出放射源原始辐射的响应。