



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1009—2016

X、 γ 辐射个人剂量当量 $H_p(10)$ 监测仪

Personal Dose Equivalent $H_p(10)$ Monitors
for X and γ Radiations

2016-11-30 发布

2017-05-30 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

X、 γ 辐射个人剂量当量 $H_p(10)$

监测仪检定规程

Verification Regulation of Personal Dose Equivalent

$H_p(10)$ Monitors for X and γ Radiations

JJG 1009—2016

代替 JJG 1009—2006

归口单位：全国电离辐射计量技术委员会

起草单位：上海市计量测试技术研究院

深圳市计量质量检测研究院

本规程委托全国电离辐射计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

陈建新（上海市计量测试技术研究院）

周迎春（深圳市计量质量检测研究院）

白 雪（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

叶东胜（上海市计量测试技术研究院）

王思利（深圳市计量质量检测研究院）



仪器服务网
YIQIFUWU.COM

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(2)
5 计量性能要求	(2)
6 通用技术要求	(3)
6.1 外观特性	(3)
6.2 操作功能特性	(3)
6.3 附加功能特性	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(5)
7.3 检定方法	(5)
7.4 检定结果的处理	(9)
7.5 检定周期	(9)
附录 A X 参考辐射和相关转换系数推荐值	(10)
附录 B 统计波动	(11)
附录 C 检定记录内页格式	(13)
附录 D 检定证书/检定结果通知书内页信息及格式	(15)

引 言

本规程为 JJG 1009—2006《直读式 X、 γ 辐射个人剂量当量（率）监测仪》的修订，其中对个人剂量当量监测仪的通用要求、计量性能、检定方法主要参照 GB/T 13161—2015；检定中所使用的个人剂量当量 $H_P(10)$ 约定值的测定方法及其不确定度评估主要参照 GB/T 12162.2—2004 和 GB/T 12162.3—2004。所使用的参考辐射取自 GB/T 12162.1—2000，部分参照 ICRU Report 47；各种辐射质的 $H_P(10)$ 的转换系数采用 GB/T 12162.3—2004 中提供的数据。

与 JJG 1009—2006 相比，本规程的主要技术变化为：

- 名称按 GB/T 13161—2015，原规程名称为《直读式 X、 γ 辐射个人剂量当量（率）监测仪》，修订后为《X、 γ 辐射个人剂量当量 $H_P(10)$ 监测仪》；
- 原规程 JJG 1009—2006 的检定项目为“相对固有误差、重复性、报警阈值误差、能量响应、入射角响应、剂量当量率响应、过载特性”7 项，修订后为“相对固有误差、统计涨落、报警阈值误差、能量/入射角响应”4 项，原“重复性”改为“统计涨落”，“能量响应、入射角响应”2 项合并为“能量/入射角响应”1 项，原规程中的“剂量当量率响应”项目包含在修订后的“相对固有误差”项目中，原“过载特性”项目取消；
- 对“相对固有误差、统计涨落、报警阈值误差、能量/入射角响应”项目的检定具体要求和方法按 GB/T 13161—2015 的技术要求和试验方法做相应修改。

本规程的历次版本发布情况为：

- JJG 1009—2006。

X、 γ 辐射个人剂量当量 $H_P(10)$ 监测仪检定规程

1 范围

本规程适用于佩戴在人体胸部，用来测量、记录并警示由外照射 X、 γ 辐射作用于佩戴者的个人剂量当量 $H_P(10)$ 的数字显示型监测仪器（以下简称监测仪）的首次检定、后续检定和使用中检验。所适用的 X、 γ 辐射能量范围为 48 keV~1.5 MeV。

本规程所适用的监测仪必须为小型一体化的可佩戴仪器，外形（不包括夹具）不超过：长 15 cm/宽 8 cm/厚 3 cm，体积 250 cm³；整体质量包括附件不超过 200 g。

本规程不适用于弱贯穿 X、 γ 辐射个人剂量当量 $H_P(0.07)$ 监测仪的检定。

本规程不适用于中子和 β 辐射个人监测仪的检定。

本规程不适用于诸如胶片剂量计、热释光剂量计或石英丝静电计等无源测量装置的检定。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

GB/T 12162.1 用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射第 1 部分：辐射特性及产生方法

GB/T 12162.2 用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射第 2 部分：辐射防护用的能量范围为 8 keV~1.3 MeV 和 4 MeV~9 MeV 的参考辐射的剂量测定

GB/T 12162.3 用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射第 3 部分：场所剂量仪和个人剂量计的校准及其能量响应和角响应的测定

GB/T 13161—2015 辐射防护仪器 测量 X、 γ 、中子和 β 辐射个人剂量当量 $H_P(10)$ 和 $H_P(0.07)$ 的直读式个人剂量当量仪

IEC 61526—2010 辐射防护仪器—用于 X、 γ 、中子和 β 辐射的个人剂量当量 $H_P(10)$ 和 $H_P(0.07)$ 的测量—直读式个人剂量当量仪（Radiation protection instrumentation—Measurement of personal dose equivalent $H_P(10)$ and $H_P(0.07)$ for X, gamma, neutron and beta radiation—Direct reading personal dose equivalent meters）

ICRU Report 47 外照射光子和电子辐射剂量当量的测量（Measurement of dose equivalent from external photon and electron radiations）（1992）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 个人剂量当量 $H_P(d)$ personal dose equivalent $H_P(d)$

在人体中软组织内深度为 d 的一指定点处的剂量当量，对于强贯穿辐射推荐的深度 d 为 10 mm， $H_P(d)$ 可写为 $H_P(10)$ 。

3.1.2 约定值 conventional quantity value

为特定目的而按一定规范赋予某一量的（量）值。

3.1.3 参考值 reference value

用作与同类量的值进行比较的基础的量值。

3.1.4 探测器装置 detector assembly

由一个辐射探测器和校准或确定响应所需的相关部件组成的装置。

注：在此条件下校准结果只对该探测器装置有效。在本规程中，所需使用的体模、已安置的被检个人监测仪及可能的测读配件电缆等即构成一探测器装置。

3.1.5 测量点 point of test

辐射场中剂量当量率 $\dot{H}_P(10)$ 约定值（或参考值）已测定的一特定点，校准（检定）测量时探测器装置的参考点必须被准确定位于该点。

3.1.6 参考点 reference point of an assembly

为校准（检定）目的对装置的整体定位而设定的标记点。

3.1.7 参考取向与校准方向 reference orientation and calibration direction

参考取向是由制造商指定的探测器装置关于辐射入射方向的取向，除了进行入射角响应变化的检测之外，在所有其他辐射检测项目中应采用该取向。上述辐射入射方向即校准方向。

3.2 计量单位

3.2.1 个人剂量当量 $H_P(10)$ ，计量单位是希沃特，符号：Sv， $1\text{ Sv}=1\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

3.2.2 空气比释动能 K_a 的计量单位是戈瑞，符号：Gy， $1\text{ Gy}=1\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

3.2.3 本规程中所用到的其他量均采用国际单位制（SI）单位。另外对辐射能量也可采用电子伏特，符号：eV， $1\text{ eV}=1.602\times 10^{-19}\text{ J}$

4 概述

本规程涉及的监测仪指佩带于人体躯干部位、能测量并记录由外照射 X、 γ 辐射作用于佩带者的个人剂量当量 $H_P(10)$ 并同时具有个人剂量当量率 $\dot{H}_P(10)$ 声光报警功能的数显仪器 [部分监测仪亦兼有个人剂量当量率 $\dot{H}_P(10)$ 测量功能或累积剂量当量 $H_P(10)$ 报警功能]。监测仪的报警阈值可预置调整。

个人剂量当量监测仪的探测部件主要采用 GM 计数管、闪烁体探测器、半导体探测器等。其在光子的作用下产生某种形式的电信号，由测量部件测量处理并显示出来。这类监测仪外形设计均为小型一体化的，其设计和功能是专为佩带于人体躯干部位使用的，不适宜当作手持式巡测仪使用。

5 计量性能要求

监测仪的辐射计量性能必须满足表 1 的要求。

表 1 辐射性能要求

性能	影响量的变化范围	技术要求	备注
相对固有误差	有效测量范围内 3 个数量级	$-17\% \sim +25\%$	
统计涨落	$1 \mu\text{Sv} \leq H \leq 11 \mu\text{Sv}$	$(16 - H/1 \mu\text{Sv})\%$	
	$10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \leq \dot{H} \leq 60 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	$[21 - \dot{H}/(10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1})]\%$	
能量/入射角响应	$80 \text{ keV} \sim 1.5 \text{ MeV}/0^\circ \sim 60^\circ$	$-29\% \sim +67\%$	
报警阈值 $\dot{H}_a$ 偏差	$10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \leq \dot{H} \leq 60 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	$-17\% \sim +25\%$, $t_d \leq 10 \text{ s}$	*
* t_d : 剂量当量率有效测量范围的次最灵敏量级中点附近其报警响应延迟时间。			

6 通用技术要求

6.1 外观特性

监测仪外观应完好无损,附件应配套齐全。其型号、编号、制造商、标志及编号等必要的标记应清晰可辨。监测仪的探测器位置和参考取向须明确标示在机身外表,同时应在机身上或所附技术文件中明确注明监测仪的有效测量(报警)范围。

监测仪的外形、重量及配件应便于佩戴(附有夹子或系绳)且不妨碍操作和测量的准确;如监测仪附带专用的保护套,则必须在戴套的条件下满足本规程的所有检定项目,且在佩戴时其报警声响和灯光信号不受影响。

6.2 操作功能特性

监测仪须为数显式,显示单位须为剂量当量单位 Sv(或兼有剂量当量率 Sv/h 显示)。个人剂量当量有效测量范围和剂量当量率报警范围至少覆盖 3 个十进位量级,且其有效测量(报警)范围必须覆盖表 1 中统计涨落的检定范围。

如果监测仪的整个有效测量范围分成多量程或使用多探头,则测量时量程和探头的切换动作必须是自动的。

测量过程中监测仪的任何外部开关按键的操作不得影响监测仪的累积剂量测量功能;在非解锁状态下对监测仪的任何操作(包括掉电)均不能使累积剂量值清零。

监测仪的报警阈值不允许使用仪器外部开关来设置,其阈值的设置须使用其附带的读出系统或是通过自身带有的加密限制系统来防止因误动作而改变其设置。

在监测仪整个有效测量范围内,应保证剂量当量率报警阈值在每个十进量级内能设置至少一点。

测量过程中遇到电池欠压、累积剂量当量或剂量当量率过载时,监测仪须给出相应的非正常状态指示。对剂量当量率过载监测仪还必须有音响警示功能。

6.3 附加功能特性

如监测仪的测量灵敏系数或其他参数可调整设置,该调整设置功能亦不允许使用外部开关,且须采用独立的加密系统以防止因误操作改变其设置。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 计量标准

7.1.1.1 测量点的空气比释动能（率）值由防护水平电离室型剂量仪测量，其量值应可溯源至国家空气比释动能基准。

7.1.1.2 用于对监测仪测量值加以校准的个人剂量当量 $H_P(10)$ 的约定值（参考值）由空气中同一点的空气比释动能 K_a 的测量值按式（1）确定：

$$H_P(10) = h_{PK}(10, \alpha) \cdot K_a = h_{PK}(10, \alpha) \cdot M \cdot N_K \cdot K \quad (1)$$

式中：

M ——该测量点的计量标准的测量读数，div；

N_K ——电离室型标准剂量仪的空气比释动能校准因子， $\text{Gy} \cdot \text{div}^{-1}$ ；

$h_{PK}(10, \alpha)$ ——空气比释动能 $K_a \rightarrow$ 个人剂量当量 $H_P(10)$ 的转换系数， Sv/Gy ，见附录 A 表 A.2； ^{137}Cs γ 参考辐射的 $h_{PK}(10, 0^\circ)$ 的推荐值为 1.21；

K ——由空气密度修正、场的非均匀性修正等决定的修正因子，无量纲。

7.1.1.3 个人剂量当量约定值 $H_P(10)$ 的扩展不确定度应不大于 10%（ $k=2$ ）。

7.1.2 参考辐射

7.1.2.1 需采用的 X、 γ 参考辐射见表 2。辐射场条件应满足 GB 12162.1—2000 规定的要求。参考辐射的特性和产生条件见附录 A。

表 2 X、 γ 参考辐射

辐照质	N60	N80	N100	N150	N200	N250	^{137}Cs	^{60}Co
平均能量 keV	48	65	83	118	164	208	662	1.25 MeV

7.1.2.2 ^{137}Cs γ 参考辐射在各测量点产生的 $\dot{H}_P(10)$ 的范围至少须覆盖 $10 \mu\text{Sv/h} \sim 10 \text{ mSv/h}$ ，在检定中可能需使用多个 ^{137}Cs 辐射源以覆盖被检监测仪的全部测量范围，在此情况下，从每个源所能获得的所有测量点的 $\dot{H}_P(10)$ 可用范围（可通过改变辐射源与仪器探头距离的方法获得）必须至少与由另一个源所能得到的可用范围相衔接，以使仪器对所有源的校准可等同于使用同一个特定辐射源校准。

7.1.2.3 在测量点的辐射束的均匀区域应能完全覆盖计量标准仪器和受检监测仪装置（包括体模），该区域内的不均匀性应不超过 5%。

7.1.2.4 散射辐射对各测量点剂量当量率的贡献应小于总值的 5%。

7.1.3 配套设备

7.1.3.1 板模

本规程使用 ISO 标准板模水箱：外部尺寸为 $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ （高×宽×厚）有机玻璃，前壁部分的厚度不大于 2.5 mm，其他部分厚度为 10 mm。

7.1.3.2 定位装置

用于安置标准测量仪器或受检监测仪，使其能在辐射场中一定范围内移动并能精确定位于某一测量点。定位状况用光学准直系统观测，源至探测器距离用尺或其他测距装置测量。

7.1.3.3 温度计

测量范围 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最小分度值不大于 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.3.4 气压计

测量范围至少 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ ，最小分度值不大于 0.1 kPa 。

7.1.3.5 远距离读数设备

用于读取被检仪器的指示值，可采用工业电视设备。

7.1.3.6 计时器

测量上限不低于 $1\ 000\text{ s}$ ，最小分度值不大于 0.1 s 。

7.1.4 环境条件

检定实验室的环境条件应符合表 3 的要求。

表 3 对实验室环境条件的要求

环境参量	要求
环境温度	$15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，检定过程中变化不超过 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
相对湿度	$\leq 80\%$
大气压力	$86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$
γ 辐射本底	周围剂量当量率不大于 $0.25\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$

7.2 检定项目

X、 γ 辐射监测仪的首次检定、后续检定和使用中检验需进行检定的项目列于表 4。

表 4 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
相对固有误差	+	+	+
统计涨落	+	+	+
报警阈值偏差	+	+	—
能量/入射角响应（校准因子）	+	—	—
注：“+”为必检项目，“—”为可不检项目。			

7.3 检定方法

7.3.1 相对固有误差、统计涨落

7.3.1.1 X、 γ 辐射个人剂量当量监测仪相对固有误差和统计涨落项目的检定应尽量使用 ^{137}Cs γ 参考辐射场。如 ^{137}Cs 辐射场无法覆盖监测仪的全部有效测量范围，亦可采用 ^{60}Co γ 辐射场，但需对采用 ^{60}Co 的相对误差数据按其能量响应特性进行修正。相对固有误差、统计涨落项目可使用相同的测量数据。检定时使用合适的不同剂量当量率在监测仪剂量当量有效范围的每个十进量级内至少选取一点，且相邻两点间相差应不大于 10 倍。这些剂量当量率须在监测仪的剂量当量率有效范围内。

如能确定监测仪在相同剂量当量率条件下其累积剂量当量不存在非线性响应问题（如使用计数管探头的监测仪等），则上述测量点可适当减少，只需检测不同剂量当量率的测量点。

7.3.1.2 将被检监测仪装置置于 ISO 标准板模上，使该装置的参考点（即模体表面下

10 mm 点) 位于辐射场中剂量当量约定值 H_C 已知的测量点上, 其中统计涨落的测量点约定值应取在表 1 的统计涨落检定范围内。测出监测仪剂量当量 H_i , 各测量点的重复测量次数不少于 4 次, 最低十进量级内及统计涨落的测量点重复测量不少于 7 次。按下式计算出各个测量点的相对偏差:

$$I_i = \frac{\bar{H}_i - H_{iC}}{H_{iC}} \times 100\% \quad (i = 1 \sim w) \quad (2)$$

参照所提供的监测仪的有效测量范围, 在表 1 的统计涨落检定范围 (1~11) μSv 内选择合适的测量点按下式测定变异系数:

$$V_i = \frac{1}{\bar{H}_i} \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (H_{ji} - \bar{H}_i)^2} \quad (j = 1 \sim n, n > 10) \quad (3)$$

式中:

w ——测量点的总数;

n ——该测量点的重复测量次数。

7.3.1.3 相对固有误差的判定

w 个测量点中任一个的相对误差 I 值均不超出 $[-17\% - U_{\text{rel}} \sim +25\% + U_{\text{rel}}]$ 的范围, 且任二个 I 值之差不超过 42%, 则认为监测仪的相对固有误差满足表 1 的要求。相对固有误差检定结果按实际测量值中绝对值最大的一个表述 (若超过表 1 中的相应限值, 就用该限值表述)。若任一个 I 值均不超出 $[-17\% - U_{\text{rel}} \sim +25\% + U_{\text{rel}}]$ 的范围, 但有二个 I 值之差超过 42%, 判定该项目不合格, 取距 $[-17\% \sim +25\%]$ 范围相差最大的一个表述。若有一个点的相对误差 I 值超出 $[-17\% - U_{\text{rel}} \sim +25\% + U_{\text{rel}}]$ 的范围, 则判定该项目不合格, 相对固有误差检定结果按距 $[-17\% \sim +25\%]$ 范围相差最大的一个表述。其中 U_{rel} 为约定值 H_C 的相对测量不确定度 ($k=2$)。

如监测仪的测量灵敏系数可通过独立的加密系统进行调整, 且在相对固有误差检定数据不合格的情况下通过对灵敏系数的简单调整可显著改善其相对偏差, 则应对其灵敏系数加以调整, 并按调整后的相对固有误差测量结果进行判定。

7.3.1.4 统计涨落的判定

从表 5 中按 w 、 n 值找出该测量点相应的系数 c_1 和 c_2 , 如该统计涨落测量点的变异系数 V 值不超过表 1 中的相应限值与表 5 中 c_1 值的乘积, 判定该监测仪统计涨落合格, 检定结果用实际测量值表述 (若实际值超过相应限值, 按合格的限值表述), 同时注明该测量点的约定值。

表 5 w 个不同测量点和每个测量点 n 次测量的 c_1 和 c_2 值

w	n 次测量的 c_1 值							n 次测量的 c_2 值						
	4	7	10	16	20	25	∞	4	7	10	16	20	25	∞
5	1.000	1.007	1.009	1.009	1.009	1.009	1	1.499	1.400	1.344	1.290	1.255	1.231	1
6	1.058	1.051	1.046	1.039	1.035	1.032	1	1.572	1.454	1.389	1.326	1.287	1.261	1
8	1.147	1.117	1.100	1.084	1.074	1.067	1	1.687	1.536	1.458	1.383	1.336	1.304	1

表 5 (续)

w	n 次测量的 c_1 值							n 次测量的 c_2 值						
	4	7	10	16	20	25	∞	4	7	10	16	20	25	∞
10	1.215	1.166	1.141	1.117	1.102	1.092	1	1.772	1.597	1.508	1.423	1.372	1.335	1
12	1.269	1.205	1.173	1.143	1.124	1.112	1	1.840	1.645	1.548	1.455	1.399	1.360	1
14	1.315	1.238	1.200	1.164	1.142	1.128	1	1.895	1.684	1.578	1.480	1.421	1.379	1
16	1.351	1.265	1.222	1.182	1.158	1.142	1	1.940	1.716	1.605	1.502	1.440	1.396	1
18	1.388	1.289	1.242	1.211	1.171	1.153	1	1.980	1.743	1.628	1.409	1.453	1.409	1
20	1.418	1.311	1.259	1.233	1.183	1.164	1	2.015	1.767	1.646	1.394	1.466	1.421	1
25	1.483	1.355	1.295	1.240	1.210	1.186	1	2.081	1.812	1.683	1.563	1.445	1.444	1
50	1.683	1.494	1.407	1.328	1.283	1.252	1	2.275	1.945	1.789	1.646	1.561	1.504	1

若该 V 值超过表 1 中的相应限值与 c_1 值的乘积, 但不超过相应限值与 c_2 值的乘积, 则还需在统计涨落检定范围内另选一测量点按相同方法测定其统计涨落, 如另一测量点的 V 值不超过相应限值与 c_1 值的乘积, 则判定该监测仪的统计涨落项目合格, 按合格测量点的限值表述。否则判定该项目不合格, 按较大的一个实测 V 值表述。

若该 V 值超过表 1 中的相应限值与 c_2 值的乘积, 则直接判定该项目不合格, 按该实测 V 值表述其统计涨落。

7.3.1.5 对兼具累积剂量当量和剂量当量率测量功能且其剂量当量率测量功能可持续保持的监测仪, 并确定监测仪的剂量当量率和累积剂量是由同一套测量体系得出, 其量值等效一致, 可用剂量当量率测量功能来检定该监测仪的相对固有误差和统计涨落项目, 并按 7.3.1.3 中的相同的方法对该项目进行最终的判定。

在以剂量当量率测量功能检定时, 应在监测仪的有效范围内 3 个十进量级上每个至少选取一点, 且相邻两点间相差应不大于 10 倍, 按 7.3.1.2 类似方法测定其相对固有误差和统计涨落并判定。此外, 还必须选择一合适的测量点 (检定范围的中点附近) 来验证其量值的一致性: 在同一次辐照中同时测得其剂量当量值 H_D 和剂量当量率平均值 $\bar{\dot{H}}$, 两者须满足:

$$\left| \frac{H_D}{t} - \bar{\dot{H}} \right| \leq 3 \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \cdot \sum_{k=1}^m (\dot{H}_k - \bar{\dot{H}})^2} \quad (4)$$

式中:

t ——总辐照时间;

m ——剂量当量率的重复测量次数。

若实际测量结果不满足式 (4), 则还需按累积剂量当量的方法进行检定。在此情况下, 两种测量模式的相对固有误差均需满足表 1 的要求。

7.3.1.6 用剂量当量率测量值来检定该监测仪的统计涨落时, 在表 1 的统计涨落检定范围 (10~60) $\mu\text{Sv/h}$ 内选择合适的测量点按 7.3.1.2 类似的方法测定变异系数 V , 测

量次数取为 20 次。按 7.3.1.4 中的相同的方法对检定结果进行判定。

在此情况下若统计涨落检定不合格, 还需再按累积剂量当量测量模式进行检定, 并以剂量当量功能的测量值作为最终的检定结果, 并须在检定证书中注明测量模式。

7.3.2 报警阈值偏差

参照所提供的监测仪的有效测量 (报警) 范围, 选取 $\sim 50 \mu\text{Sv/h}$ 的测量点进行本项目检定, 将报警阈设定值为 $\dot{H}_A$ 的监测仪装置按 7.3.1.2 的方法置于 ^{137}Cs γ 辐射场中个人剂量当量率约定值为 $(1-20\%-2\nu_{\max}-U_{\text{rel}}) \dot{H}_A$ 的位置辐照 5 min, 监测仪应不报警; 将监测仪装置置于 $(1+20\%+2\nu_{\max}+U_{\text{rel}}) \dot{H}_A$ 的位置, 监测仪需在 10 s 内报警, 且在之后 5 min 内连续报警, 如测量结果符合上述 2 条, 判定该监测仪合格, 检定结果表述为报警阈值偏差不超过 $[-17\% \sim +25\%]$ 并注明报警响应时间小于 10 s。其中 $\nu_{\max}$ 指表 1 统计涨落项目中剂量当量率等于 $\dot{H}_A$ 时的变异系数允许值。

如监测仪兼具累积剂量当量和剂量当量率测量功能, 且监测仪的报警指示与其显示值是一致的, 本项目免做, 只需验证其声光报警功能有效正常和报警响应时间不超过 10 s (可在相对固有误差或重复性项目检定时, 在剂量当量率有效测量范围的次最灵敏量级中点附近恰当设置 $\dot{H}_A$ 值获得验证), 直接用 7.3.1 中测得的剂量当量率的相对固有误差来作为其报警阈值的偏差。其表述方法与相对固有误差的相同。并证书中注明报警响应时间小于 10 s。

7.3.3 能量/入射角响应

7.3.3.1 应使用 7.1.2 所推荐的 X、 γ 参考辐射。如受条件限制无法获得上述过滤 X 辐射, 也可从附录 A 中选择合适的辐射条件。对于不同的辐射能量, 原则上应使用相同的剂量当量率。如果这一点无法做到, 应利用相对固有误差的测量数据对各能量的剂量当量的差别进行修正 (如果需要, 可使用内插法)。

7.3.3.2 对于表 2 中每一特定能量 E 的参考辐射, 按 7.3.1.2 的方法将被检监测仪装置置于已知剂量当量约定值 H_{EC} 的测量点上, 读出仪器的测得值 $H_{\text{E},0}$, 作为 0° 入射角的测量值, 两者的比值 $H_{\text{E},0}/H_{\text{EC}}$ 即其对该辐射能量 E 的响应值 $R_{\text{E},0}$, 被检监测仪的相对响应为:

$$R'_{\text{E},0} = R_{\text{E},0}/R_{\text{Cs},0} \quad (5)$$

7.3.3.3 如 0° 的相对响应 $R'_{\text{E},0}$ 在 80 keV $\sim$ 1.5 MeV 的能量范围内都能满足:

$$0.71 \leq R'_{\text{E},0} \leq 1.67 \quad (6)$$

且相对响应值 $R'_{\text{E},0}$ 的变化趋势是随能量增加单向变好, 则选择能量范围低端的 2 种 X 辐射 (65 keV、83 keV), 将上述测量装置在通过其参考点并包含参考方向的两个垂直平面内改变至 α 角度, $\alpha = \pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$, 分别测出仪器的相对响应 $R'_{\text{E},\alpha}$:

$$R'_{\text{E},\alpha} = R_{\text{E},\alpha}/R_{\text{Cs},0} \quad (7)$$

使用内插法来判定当能量为 80 keV、入射角为 $\pm 60^\circ$ 时的相对响应能满足:

$$0.71 \leq R'_{\text{E},\alpha} \leq 1.67 \quad (8)$$

如 $R'_{E,0}$ 在所要求的能量范围内能满足 $0.71 \leq R'_{E,0} \leq 1.67$ ，但随能量增加在某个能量处有超出上述范围的趋势，则需增加此能量的入射角变化响应的测量，以确定此能量下 $\pm 60^\circ$ 范围内能同样满足 $0.71 \leq R'_{E,\alpha} \leq 1.67$ 。

7.3.3.4 如在 65 keV~1.5 MeV 能量范围内 0° 的响应值 $R'_{E,0}$ 能满足：

$$0.77 \leq R'_{E,0} \leq 1.43 \quad (9)$$

则无需再测定其在 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 条件下的响应值，直接判该仪器的能量/入射角响应合格。

7.3.3.5 检定结果表述：能量/入射角响应测量结果能符合 7.3.3.3 或 7.3.3.4 条的要求，判定该项目合格，检定结果表述为：能量/入射角响应不超过 $-29\% \sim +67\%$ ，并注明所测能量范围。如若不能满足 7.3.3.3 条的要求，取测量结果中与 $-29\% \sim +67\%$ 相差最大的一个表述，并注明该测量点的能量和角度。

7.3.3.6 不同能量的校准因子

从相对固有误差、能量响应的检定数据中能获得 0° 入射角时对各特定剂量当量率 $\dot{H}$ 、能量 E 的响应 $R_{H,E}$ ，其校准因子 $C_f = (R_{H,E})^{-1}$ ，并在检定结果中给出。

7.4 检定结果的处理

7.4.1 按本规程检定合格的监测仪发给检定证书，检定不合格的发给检定结果通知书，并注明不合格的项目。

7.4.2 检定证书内页格式见附录 D。

7.5 检定周期

X、 γ 辐射剂量当量 H_P (10) 监测仪的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

X 参考辐射和相关转换系数推荐值

检定中需使用的过滤 X 参考辐射的特性以及产生这些辐射所使用的高压和过滤条件列于表 A.1。表中的管电压是在负载条件下测得的，附加过滤和固定过滤组成总过滤。固定过滤为 4 mmAl。半值层是在距焦斑 1 m 处测量的。检定实验室应通过测谱法或半值层法证实所使用的过滤 X 辐射质与表 A.1 的一致性。表 A.2 为常用的参考辐射在 ISO 标准板模中空气比释动能 K_a 到剂量当量 $H_P(10)$ 的转换系数 $h_{PK}(10, \alpha)$ 推荐值。

表 A.1 窄谱系列过滤 X 参考辐射特性

平均能量 keV	分辨力 %	管电压 kV	附加过滤/mm				半值层/mmCu	
			Pb	Sn	Cu	Al	1 st	2 nd
48	36	60	0	0	0.6	0	0.24	0.26
65	32	80	0	0	2.0	0	0.58	0.62
83	28	100	0	0	5.0	0	1.11	1.17
100	27	120	0	1.0	5.0	0	1.71	1.77
118	37	150	0	2.5	0	0	2.36	2.47
164	30	200	1.0	3.0	2.0	0	3.99	4.05
208	28	250	3.0	2.0	0	0	5.19	5.23
250	27	300	5.0	3.0	0	0	6.12	5.15

表 A.2 ISO 标准板模中空气比释动能 K_a 到剂量当量 $H_P(10)$ 的转换系数 $h_{PK}(10, \alpha)$ 推荐值

辐射质	照射距离 m	均匀场直径 d_F/cm	$h_{PK}(10, \alpha) / Sv \cdot Gy^{-1}$			
			入射角 0°	30°	45°	60°
N-60	1.0~3.0	11	1.65	1.59	1.47	1.27
N-80	1.0~3.0	11	1.88	1.83	1.71	1.50
N-100	1.0~3.0	11	1.88	1.82	1.73	1.53
N-120	1.0~3.0	11	1.81	1.76	1.68	1.51
N-150	1.0~3.0	11	1.73	1.68	1.61	1.46
N-200	1.0~3.0	12	1.57	1.55	1.49	1.38
N-250	1.0~3.0	13	1.48	1.47	1.42	1.33
N-300	1.0~3.0	15	1.42	1.41	1.38	1.30
S-Am	1.0~30	11	1.89	1.83	1.72	1.50
S-Cs	1.0~3.0	15	1.21	1.22	1.22	1.19
S-Co	1.0~3.0	15	1.15	1.15	1.16	1.14

注：由于测量点实际能谱的差异，上述 $h_{PK}(10, \alpha)$ 推荐值伴有 2% 的标准不确定度。

附录 B

统计波动

在使用到电离辐射的所有测量中，因辐射的随机波动的自然属性而引起的测量值的统计涨落幅度可能会成为测试项目所允许的测量值的波动范围中一个显著的分量，这时必须增加重复测量次数来保证其测量平均值具有足够的准确度来判定所测项目是否符合测试要求。表 B.1 给出了为确定监测仪的 2 组读数在 95% 置信水平下的真差所需的监测仪的测量次数。其中列出了 2 组平均值的百分比差别、2 组读数的变异系数（假设每组读数相同）和监测仪所需测量次数。

在进行这些测试时如有可能，可使用比释动能率以使监测仪的统计涨落效应最小，出于同样目的，尽可能采用监测仪的量程或第 2（3）最灵敏十进量级的中间的读数。

监测仪的每两次读数之间的时间间隔应大于响应时间的 3 倍，以确保每次读数在统计意义上的独立性。

表 B.1 为确定同一仪器的 2 组读数之间的真差
(95% 置信水平) 所需的仪器的测量次数

真值与测得值之间的 百分差值/%	制造商给出的仪器的 变异系数/%	为获得真差所需的 测量次数/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

表 B.1 (续)

真值与测得值之间的 百分差值/%	制造商给出的仪器的 变异系数/%	为获得真差所需的 测量次数/次
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
本表是基于这样的假设而导出的：即 2 组读数（平均值）有差别但不存在真差的可能性与 2 组读数无差别但存在真差的可能性相同，均为 0.05。		

二、报警阈值偏差 $\dot{H}_A$ 、响应时间 t

$\dot{H}_A$	$(1-17\%-2\nu_{\max}-U_{\text{rel}}) \dot{H}_A$	$(1+25\%+2\nu_{\max}+U_{\text{rel}}) \dot{H}_A$	t	结论
1.				
2.				
3.				



附录 D

检定证书/检定结果通知书内页信息及格式

D.1 检定证书/检定结果通知书内页应包括下列信息：

D.1.1 检定证书/检定结果通知书编号

D.1.2 检定所用计量基准或计量标准信息

D.1.2.1 计量基准或计量标准名称

D.1.2.2 测量范围

D.1.2.3 不确定度/准确度等级/最大允许误差

D.1.2.4 证书编号

D.1.2.5 检定证书有效期

D.1.3 检定条件

D.1.3.1 环境条件：温度、相对湿度等

D.1.3.2 检定地点

D.1.4 检定项目及检定结果

D.1.4.1 相对固有误差（给出测量功能：剂量当量或剂量当量率）

D.1.4.2 统计涨落 [给出检定时的剂量当量（率）值]

D.1.4.3 报警阈值偏差（注明报警响应时间）

D.1.4.4 能量/入射角响应

D.1.4.5 各剂量当量（率）、能量的校准因子

D.1.5 检定不合格项说明（只用于检定结果通知书内容格式）

D.1.6 页码

D.1.7 附加说明部分

以上信息，除 D.1.7 条为可选择项，其余均为必备项。

D.2 检定证书/检定结果通知书内页格式式样

检定证书/检定结果通知书第 2 页

证书编号××××××—×××××				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点				
温度	℃		地点	
相对湿度	%		其他	
检定使用的计量（基）标准装置				
名称	测量范围	不确定度 准确度等级 最大允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度 准确度等级 最大允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
第×页，共×页				

D.3 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样

D.3.1 检定证书/检定结果通知书第3页

证书编号××××××—××××

检定结果

被检项目及检定结果



以下空白

第×页，共×页