



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 393—2018

---

## 便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量 当量(率)仪和监测仪

Portable Ambient Dose Equivalent (Rate) Meters and  
Monitors for X and gamma Radiations

2018-12-25 发布

2019-06-25 实施

---

国家市场监督管理总局 发布

# 便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量

## (率)仪和监测仪检定规程

Verification Regulation of Portable Ambient

Dose Equivalent (Rate) meters and Monitors for

X and  $\gamma$  Radiations

---

JJG 393—2018  
代替 JJG 393—2003

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

中国计量科学研究院

本规程委托全国电离辐射计量技术委员会负责解释

**本规程起草人：**

陈建新（上海市计量测试技术研究院）

李德红（中国计量科学研究院）

唐方东（上海市计量测试技术研究院）

白 雪（上海市计量测试技术研究院）

## 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 .....	( 3 )
6.2 标识 .....	( 3 )
6.3 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 .....	( 7 )
7.5 检定周期 .....	( 7 )
附录 A 检定记录推荐格式 .....	( 8 )
附录 B 检定证书内页推荐格式 .....	( 9 )
附录 C 检定结果通知书内页推荐格式 .....	( 10 )
附录 D 参考辐射特性及相关转换系数 .....	( 11 )
附录 E 统计涨落 .....	( 12 )
附录 F 能量/入射角响应的测量与表述 .....	( 15 )

# 引 言

JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑制定本规程的基础性规范。

本规程是对 JJG 393—2003《辐射防护用 X、 $\gamma$  辐射剂量当量（率）仪和监测仪》的修订，以 GB/T 4835.1—2012《辐射防护仪器  $\beta$ 、X 和  $\gamma$  辐射周围和/或定向剂量当量（率）仪和/或监测仪 第 1 部分：便携式工作场所和环境测量仪与监测仪》、GB/T 12162.1《用于校准剂量仪和剂量率仪以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  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以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  参考辐射 第 2 部分：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以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  参考辐射 第 3 部分：场所剂量仪和周围剂量计的校准及其能量响应和角响应的测定》为主要技术参考。

本次修订的主要技术变化如下：

1. 参照 GB/T 4835.1—2012，名称由“辐射防护用 X、 $\gamma$  辐射剂量当量（率）仪和监测仪”修订为“便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪”。
2. 检定项目中取消“过载特性”“报警阈值误差”，“能量/入射角响应”改为“能量响应”。
3. 对“相对固有误差、重复性、能量响应”项目的计量性能要求与检定方法参照 GB/T 4835.1—2012 的技术要求和试验方法做相应修改。
4. 附录中增加“能量/入射角响应测量方法与校准因子”。

本规程的历次发布情况：

——JJG 393—2003；

——JJG 393—1985 和 JJG 483—1986。

## 便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪的首次检定、后续检定和使用中检查。周围剂量当量  $H^*(10)$  和剂量当量率  $\dot{H}^*(10)$  由外照射 X、 $\gamma$  辐射产生, X、 $\gamma$  辐射能量范围为 80 keV~1.5 MeV。

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:

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1035 电离辐射计量术语及定义

GB/T 4835.1—2012 辐射防护仪器  $\beta$ 、X 和  $\gamma$  辐射周围和/或定向剂量当量(率)仪和/或监测仪 第 1 部分: 便携式工作场所和环境测量仪与监测仪

GB/T 4960.1 核科学技术术语 第 1 部分: 核物理与核化学

GB/T 4960.6 核科学技术术语 第 6 部分: 核仪器仪表

GB/T 12162.1 用于校准剂量仪和剂量率仪以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  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以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  参考辐射 第 2 部分: 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以及确定其能量响应的 X 和  $\gamma$  参考辐射 第 3 部分: 场所剂量仪和周围剂量计的校准及其能量响应和角响应的测定

ICRU Report 47: 1992 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)

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

JJF 1001、JJF 1035、GB/T 4960.1、GB/T 4960.6 界定的及以下术语和定义适用于本规程。

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

辐射场中某点的剂量当量是相应的齐向扩展辐射场在 ICRU 球体内、与齐向扩展场方向相反的半径上、深度为 10 mm 处产生的剂量当量。

### 3.1.2 [剂量当量(率)仪的] 测试点 point of test [of a dose equivalent (rate) meter]

约定值已知的一点,并且剂量当量(率)仪的参考点放在该点上用于测量和试验目的。

### 3.2 计量单位

3.2.1 周围剂量当量  $H^*(10)$ , 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

便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪指用于测定由外照射 X、 $\gamma$  辐射产生的周围剂量当量(率)的手持式辐射防护测量仪器。这类仪器能不依赖外部电源、支架以及数据网络等外部固定设施而独立使用。其结构至少包括一个探测部件和一个测量部件,两部件可以装成一个整体也可以直接或通过电缆、无线信号相互连接。探测部件中含有辐射探测器,如电离室、计数管、闪烁探测器、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,由测量部件测量并指示出来。

周围剂量当量(率)监测仪除具有上述功能外,还包括一个报警(声响或声光报警)部件,因此在测量过程中仪器能给出与周围剂量当量(率)水平相关联的声响(和闪光)信号,使用者可根据其关联性(阈值设置或报警频率)粗略判断周围剂量当量(率)水平。

## 5 计量性能要求

便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪的计量性能须满足表 1 的要求。

表 1 计量性能要求

计量性能	技术要求	测量条件
相对固有误差	$-15\% \sim +22\%$	有效测量范围内,至少覆盖 3 个数量
重复性	$1.4 (16 - \dot{H}/\dot{H}_0)\%$	$H_0 \leq H \leq 11 H_0$
	$1.255 (16 - \dot{H}/\dot{H}_0)\%$	$\dot{H}_0 \leq \dot{H} \leq 11 \dot{H}_0$ , 响应时间 $\leq 10 \text{ s}$
能量响应	$-23\% \sim +43\%$	80 keV $\sim$ 1.5 MeV
注 1: 剂量当量率有效测量范围须包含 $10 \mu\text{Sv/h}$ , 剂量当量须包含 $100 \mu\text{Sv}$ 。		
注 2: $H_0$ 、 $\dot{H}_0$ 分别为剂量当量和剂量当量率有效测量范围的下限。		

## 6 通用技术要求

### 6.1 外观

仪器外观应完好无损，不应有锈蚀、裂纹和破损等缺陷以及影响正常工作的机械损伤，控制面板或系统界面上所设置的功能键都能完成该键指令下的功能。

### 6.2 标识

仪器的型号、编号、制造商等标记应清晰可辨。仪器的探测器位置和参考取向必须明确标示在机身外表。

### 6.3 功能特性

6.3.1 周围剂量当量（率）仪显示单位须为剂量当量（率）Sv（或 Sv/h），有效测量范围至少覆盖 3 个十进位量级，并必须包含  $10 \mu\text{Sv/h}$ （剂量当量率）和/或  $100 \mu\text{Sv}$ （剂量当量）。

6.3.2 周围剂量当量（率）仪的本底计量特性须满足下列 2 条中至少 1 条：

(1) 本底测量平均值不超过  $\pm 0.5 \mu\text{Sv/h}$ ，或不超过最小显示分度的  $\pm 3$  倍/（h）。

(2) 具有零点调节旋钮（或类似装置）的仪器，其调零功能须能使仪器的本底测量值低于  $0.1 \mu\text{Sv/h}$ （或最小显示分度值）。

6.3.3 周围剂量当量（率）监测仪的报警功能须正常有效，并且其报警功能特性与产品说明书规格相符合。

## 7 计量器具控制

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 计量标准

防护水平 X、 $\gamma$  辐射空气比释动能（率）标准由防护水平电离室型剂量仪和 X、 $\gamma$  参考辐射场组成。

周围剂量当量  $H^*(10)$  的约定值（参考值）由参考测试点的空气比释动能值  $K_a$  按式（1）确定：

$$H^*(10) = h_k^*(10) \cdot K_a = h_k^*(10) \cdot M \cdot N_k \cdot K \quad (1)$$

式中：

$M$ ——该测量点计量标准器的读数 div（div 表示分度）；

$N_k$ ——计量标准器的空气比释动能（率）校准因子， $\text{Gy} \cdot \text{div}^{-1}$ ；

$h_k^*(10)$ ——空气比释动能  $K_a \rightarrow$  周围剂量当量  $H^*(10)$  的转换系数， $\text{Sv/Gy}$  [见附录 D 中表 D.2； $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  参考辐射的  $h_k^*(10)$  的推荐值为 1.20]；

$K$ ——由空气密度、场的非均匀性等因素确定的修正因子，无量纲。

周围剂量当量约定值  $H^*(10)$  的扩展不确定度应不大于 10%（ $k=2$ ）。

#### 7.1.2 参考辐射

a) 能量范围：X 辐射为（80~250）kV 窄谱过滤 X 参考辐射， $\gamma$  参考辐射为  $^{137}\text{Cs}$ （661.7 keV）和/或  $^{60}\text{Co}$ （1 173 keV、1 332.5 keV）等，可从表 2 中选取。

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 D 中表 D.1。

表 2 X、 $\gamma$  参考辐射

	管电压/kV	平均能量/keV
过 滤 X 辐 射	80	65
	100	83
	150	118
	200	164
	250	208
$\gamma$ 辐 射	$^{241}\text{Am}$ (59.5 keV)	
	$^{137}\text{Cs}$ (662 keV)	
	$^{60}\text{Co}$ (1.17 MeV、1.33 MeV)	

b) 周围剂量当量率测量范围： $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  参考辐射产生的  $\dot{H}^*(10)$ ，下限不大于  $1.0 \times 10^{-6} \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ，范围至少覆盖 4 个数量级。

如使用多个  $^{137}\text{Cs}$  辐射源以覆盖被检仪器的全部测量范围，从每个源所能获得的所有测试点的  $\dot{H}^*(10)$  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检定可等同于使用同一个特定辐射源检定。

c) 测试点处辐射束的均匀区域应能完全覆盖计量标准仪器及被检仪器的探测器部件，该区域内的不均匀性应不超过 5%。

d) 散射辐射对各测试点剂量当量率的贡献应小于总值的 5%。

### 7.1.3 配套设备

#### a) 定位装置

用于安置标准测量仪器或受检仪器，能在辐射场中移动并准确定位于某一测试点。源至探测器距离的测量误差应不大于 1 mm。

#### b) 温度计

测量范围 (0~50) °C，最小分度值不大于 0.2 °C。

#### c) 气压计

测量范围 (86~106) kPa，最小分度值不大于 0.1 kPa。

#### d) 计时器

测量上限不低于 1 000 s，最小分度值不大于 0.1 s。

### 7.1.4 环境条件

a) 环境温度：(15~25) °C，检定过程中变化不超过  $\pm 2$  °C；

b) 相对湿度：不大于 80%；

c) 大气压力：(86~106) kPa；

d) 环境  $\gamma$  本底辐射：小于 0.25  $\mu\text{Gy/h}$ ；

e) 周围无明显影响正常工作的机械振动和电磁干扰。

## 7.2 检定项目

便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪的首次检定、后续检定和使用中检查项目见表 3。

表 3 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
通用技术要求	+	-	-
相对固有误差	+	+	+
重复性	+	+	-
能量响应	+	+	-
注：“+”为必检项目；“-”为可不检项目。			

## 7.3 检定方法

### 7.3.1 通用技术要求

目测检查便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪是否满足 6.1、6.2 的要求；开机通电检查便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪是否满足 6.3 的要求。

### 7.3.2 相对固有误差

X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量仪相对固有误差和重复性项目的检定推荐使用 $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  参考辐射场，亦可采用 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  辐射场。如在同一台仪器的检定中同时使用 $^{137}\text{Cs}$  和 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  辐射场，需对使用 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  辐射测得的相对误差数据按其能量响应特性进行修正。

如被检仪器及所附文件中未明确给出其有效测量范围，按表 4 中的方法确定  $\dot{H}_0$  和  $\dot{H}_0$  的值（必要时需通过适当的辐照检查来确定其测量上限  $\dot{H}_{\max}$ ）。

表 4 剂量当量(率)有效测量范围的下限取值

测量范围上限 $\dot{H}_{\max}$	$\dot{H}_0$	$\dot{H}_0$
$<1 \text{ mSv/h}$	测量上限/1 000	显示分辨率 10 倍
$1 \text{ mSv/h} \leq \dot{H}_{\max} < 10 \text{ mSv/h}$	$1 \mu\text{Sv/h}$	
$10 \text{ mSv/h} \leq \dot{H}_{\max} \leq 1 \text{ Sv/h}$	$10 \mu\text{Sv/h}$	
* 剂量当量率的测量下限 $\dot{H}_0$ 取表中数值与显示分辨率 10 倍中较大的一个。 $\dot{H}_0$ 应不小于 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 。		

如按上述原则得出的有效测量范围无法完整覆盖 3 个十进制量级，可判定该仪器不符合通用技术要求中对测量范围的要求。

检定测试点按下述原则选取：

剂量当量率仪器须在有效测量范围的最低 3 个十进量级内至少每个量级选取一检定测试点，对数字式和对数显示式仪器相邻两点间相差应不大于 10 倍，首次检定还应包

接近  $\dot{H}_0$  和  $1\,000\dot{H}_0$  的检定测试点；模拟显示的仪器应选在每个量程的 50%~75% 范围内或附近。

对于采用 2 个（或多个）不同灵敏度的探测器组合成一个探头，并通过内部切换探测器来扩展测量范围的仪器，所有的检定测试点范围还应包括探测器切换点附件高低 2 个探测器的 2 个测试点。

将被检仪器按其参考取向置于辐射场中剂量当量（率）约定值  $H_c$  已知的测试点上，测得被检仪器对测试点的周围剂量当量（率）读数值  $H_i$ ，每一测试点上重复测量 3 次。按公式（2）计算各个测试点上仪器测得值的相对偏差  $I$ ：

$$I_i = \frac{\bar{H}_i - H_{ic}}{H_{ic}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\bar{H}_i$ ——第  $i$  个测试点的读数平均值， $i=1\sim w$ 。

$H_{ic}$ ——第  $i$  个测试点的剂量当量（率）约定值。

对累积周围剂量当量测量功能的仪器，应尽量采用不同的剂量当量率和接近的照射时间的组合来得到不同的累积剂量当量约定值。

被检仪器的相对固有误差按以下原则作判定和表述，其中  $U_{rel}$  为约定值  $H_c$  的相对测量不确定度（ $k=2$ ）。

a)  $w$  个测试点中任一个的相对误差  $I$  值均不超出  $[-15\% - U_{rel} \sim +22\% + U_{rel}]$  的范围，且任 2 个  $I$  值之差不超过 37%，则判定仪器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）。

b) 若  $I_i$  值均不超出  $[-15\% - U_{rel} \sim +22\% + U_{rel}]$  的范围，但有 2 个  $I$  值之差超过 37%，则检定结果为不合格，相对固有误差取超出  $[-15\% \sim +22\%]$  范围最大的一个表述。

c) 若有  $I_i$  值超出  $[-15\% - U_{rel} \sim +22\% + U_{rel}]$  的范围，则判定该项目不合格，仪器的相对固有误差按超出  $[-15\% \sim +22\%]$  范围最大的一个  $I$  值表述。

如仪器兼具剂量当量率和累积剂量测量功能，需按下述方法验证其 2 种测量功能的符合性，并以剂量当量率功能测量结果作为最终表述。

在相同剂量率条件下（或同一次辐照中）测得其剂量当量值  $H_D$  和剂量当量率平均值  $\bar{H}$ ，两者须满足式（3），其中  $t$  是总辐照时间， $m$  是剂量当量率的重复测量次数。

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

若两者不满足式（4），则按  $H_D/t$  值计算其相对固有误差；若未超出  $[-15\% - U_{rel} \sim +22\% + U_{rel}]$ ，仍按剂量当量率功能测量结果作为最终表述。若超出则判定该项目不合格，按累积剂量测量结果作为最终表述。

### 7.3.3 重复性

参照仪器的有效测量范围，在  $(1\sim 11)\dot{H}_0$ （或  $H_0$ ）内，选择合适的测试点作重

复性的测量。测量时需注意：对具有响应时间（采样时间）选择功能的仪器，须选在 <10 s 的条件下测量；若仪器无此功能，则按下述方法测量：每次重复关闭一段不等的时间内再开启辐照装置，在开启后 15 s 内完成一次测量。

按剂量当量率功能重复测量 20 次，（累积剂量重复测量 7 次），按式（4）计算重复性：

$$V_i = \frac{1}{\bar{H}_i} \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (H_{ji} - \bar{H}_i)^2} \quad (4)$$

式中：

$n$ ——重复测量次数。

被检仪器的重复性按以下原则作判定和表述：

重复性测量结果不超过表 1 中相应限值为合格，检定结果用实际测量值表述，同时注明该测试点周围剂量当量率约定值。

如仪器兼具剂量当量率和累积剂量测量功能，以剂量当量率功能作为最终判定。

### 7.3.4 能量响应

7.3.4.1 能量响应项目的检定所选取的 X、 $\gamma$  参考辐射须满足 7.1.2 的要求，X 参考辐射的能量按表 2。须至少选取 5 种不同的能量来完成本项目检定，且其中必须包含  $^{137}\text{Cs}$  和最低能量的 2 种 X 参考辐射，如受条件限制不能满足 X 参考辐射条件，可从附录 D 中选择合适的辐射条件；对于不同的辐射能量应使用相同的剂量当量率，如不能实现应利用相对固有误差的测量数据对不同能量下剂量当量率的差别进行修正（可使用线性内插法）。

7.3.4.2 在每个能量点上，按照 7.3.2 的放置和测量方法，测出被检仪器的剂量当量（率）测得值  $H_E$ ，由测量点的约定值  $H_{E,c}$  按公式（5）计算被检仪器对各辐射能量的响应：

该能量的相对响应：

$$R_E = H_E / H_{E,c} \quad (5)$$

$$R'_E = R_E / R_{E,c} \quad (6)$$

$(R'_E - 1)$  值须不超过表 2 中的限值。

### 7.3.5 校准因子

由被检仪器的相对固有误差和能量响应检定结果可得到其对  $0^\circ$  入射角各特定能量  $E$  与剂量当量率  $\dot{H}$  的响应  $R_{H,E}$ ，校准因子  $C_i = (R_{H,E})^{-1}$ 。

### 7.4 检定结果的处理

按本规程检定合格的便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪发给检定证书（推荐内页格式见附录 B），检定结果中有一项不符合本规程的技术要求即为检定不合格，检定不合格的便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪发给检定结果通知书（推荐内页格式见附录 C），并注明不合格的项目。

### 7.5 检定周期

便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪的检定周期一般不超过 1 年。



## 附录 B

## 检定证书内页推荐格式

相对固有误差 %	重复性 %	能量响应 %

剂量当量 (率) Sv/h				
剂量响应校准因子 $C_f(D)$				

辐射能量 kV/keV				
能量响应校准因子 $C_f(E)$				

注1：仪器的测量功能为\_\_\_\_\_。

2：重复性测量时的剂量当量 (率) \_\_\_\_\_；响应 (采样) 时间\_\_\_\_\_。

## 附录 C

## 检定结果通知书内页推荐格式

相对固有误差 %	重复性 %	能量响应 %

剂量当量 (率) Sv/h				
剂量响应校准因子 $C_r(D)$				

辐射能量 kV/keV				
能量响应校准因子 $C_r(E)$				

注 1: 仪器的测量模式为\_\_\_\_\_。

注 2: 重复性测量时的剂量当量 (率) \_\_\_\_\_; 响应 (采样) 时间\_\_\_\_\_。

其中, \_\_\_\_\_的检定结果不符合检定规程的技术要求 (该项目的技术要求为\_\_\_\_\_), 故判定为检定不合格。

## 附录 D

## 参考辐射特性及相关转换系数

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 D.1。表中的管电压是在负载条件下测得的，附加过滤和固有过滤组成总过滤。固有过滤为 4 mmAl。半值层是在距焦点 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 D.1 的一致性。检定所需各参考辐射的转换系数  $h_K(10)$  的推荐值见表 D.2。

表 D.1 过滤 X 参考辐射

窄谱系列过滤 X 辐射								
平均能量 keV	分辨率 %	管电压 kV	附加过滤/mm				半值层/mm Cu	
			Pb	Sn	Cu	Al	1 <sup>m</sup>	2 <sup>m</sup>
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 D.2 窄谱系列过滤 X 参考辐射和  $\gamma$  参考辐射的  $h_K(10)$  的推荐值

(扩展齐向场, ICRU 球)

辐射质	照射距离/m	$h_K(10) / S_v \cdot Gy^{-1}$
N-30	1.0~2.0	0.80
N-40	1.0~3.0	1.18
N-60	1.0~3.0	1.59
N-80	1.0~3.0	1.73
N-100	1.0~3.0	1.71
N-120	1.0~3.0	1.64
N-150	1.0~3.0	1.58
N-200	1.0~3.0	1.46
N-250	1.0~3.0	1.39
N-300	1.0~3.0	1.35
S-Am	1.0~2.0	1.74
S-Cs	1.0~3.0	1.20
S-Co	1.0~3.0	1.16



## 附录 E

## 统计涨落

在使用到电离辐射的所有测量中，因辐射随机波动的自然属性而引起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 E.1 给出了为确定同一仪器的 2 组读数在 95% 置信水平下的真差所需的仪器测量次数。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）和仪器所需测量次数。

在进行这些测试时，如有可能，应使用合适的比释动能率以使仪器的统计涨落效应最小；出于同样目的，尽可能采用仪器的第 2（或第 3）最灵敏十进量级的中间段的读数。

仪器的每 2 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 E.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

表 E.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
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	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
注：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。		

在进行重复性项目检定时,如因某种特定原因需改变本规程 7.2.3 中的重复测量次数,则重复性的限值也随之改变。具体方法是根据测试点数  $w$  和实际的重复测量次数  $n$  将本规程表 1 中对应的剂量当量(率)限值的系数 1.4 (1.255) 改为表 E.2 中的  $c_2$  值。

表 E.2  $w$  个不同剂量(率)值和每个剂量(率)  $n$  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	15	20	25	$\infty$	4	7	10	15	20	25	$\infty$
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
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

## 附录 F

## 能量/入射角响应的测量与表述

便携式 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量（率）仪的能量/入射角相对响应按式（F.1）计算：

$$R'_{E,\alpha} = R_{E,\alpha} / R_{C_{s,0}} \quad (\text{F.1})$$

式中：

$R'_{E,\alpha}$ ——光子能量为  $E$ 、入射角为  $\alpha$  时，仪器的能量/入射角相对响应；

$R_{E,\alpha}$ ——光子能量为  $E$ 、入射角为  $\alpha$  时，仪器的响应值；

$R_{C_{s,0}}$ —— $^{137}\text{Cs}$  辐射、 $0^\circ$  入射角时，仪器的响应值。

在 65 keV~1.5 MeV 能量和  $\pm 45^\circ$  入射角范围内的相对响应值  $R'_{E,\alpha}$  须满足：

$$0.71 \leq R'_{E,\alpha} \leq 1.67$$

可先测出  $0^\circ$  入射角条件下的相对响应  $R'_{E,0}$ ，再选择能量范围低端的 2 种 X 辐射（65 keV、83 keV）和  $R'_{E,0}$  值相对上述 2 种能量更差的能量点，测量  $\alpha = \pm 45^\circ$  的相对响应  $R'_{E,\alpha}$ ，并使用内插法来判定当能量为 80 keV、入射角为  $\pm 45^\circ$  时的相对响应。

如满足  $0.71 \leq R'_{E,\alpha} \leq 1.67$ ，可表述为：能量/入射角响应不超过  $[-29\% \sim +67\%]$ ；若不满足，则取测量结果中与  $[-29\% \sim +67\%]$  相差最大的一个表述，并注明该测试点的能量和角度。

中华人民共和国  
国家计量检定规程  
便携式X、 $\gamma$ 辐射周围剂量  
当量(率)仪和监测仪

JJG 393—2018

国家市场监督管理总局发布

\*

中国质检出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 26 千字  
2019年6月第一版 2019年6月第一次印刷

\*

书号: 155066·J-3377 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



JJG 393—2018