



中华人民共和国国家标准

GB/T 13161—2015/IEC 61526:2010
代替 GB/T 13161—2003, GB/T 14323—1993

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 $H_p(0.07)$ 直读式个人剂量当量仪

Radiation protection instrumentation—Measurement of personal dose
equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0.07)$ for X, gamma, neutron and
beta radiations—Direct reading personal dose equivalent meters

(IEC 61526:2010, IDT)

2015-10-09 发布

2016-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

北京中科核安科技有限公司

中华人民共和国
国家标准
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 $H_p(0.07)$
直读式个人剂量当量仪

GB/T 13161—2015/IEC 61526:2010

*

中国标准出版社出版发行
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.gb168.cn

服务热线: 400-168-0010

010-68522006

2015 年 12 月第一版

*

书号: 155066 · 1-52105

版权专有 侵权必究

目 次

前言	V
引言	Ⅶ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 单位和符号列表	9
4.1 单位	9
4.2 符号列表	9
5 机械特性	11
5.1 尺寸	11
5.2 质量	11
5.3 外壳	11
5.4 开关	11
6 一般特性	11
6.1 剂量信息的存储	11
6.2 指示值	11
6.3 剂量仪的标记	12
6.4 放射性污染的抑制	12
6.5 剂量当量和剂量当量率范围	12
6.6 有效测量范围	12
6.7 影响量的额定范围	12
6.8 使用多个剂量仪	12
6.9 仪器人工本底产生的指示值	12
6.10 剂量或剂量率报警	12
6.11 故障指示值	13
7 一般试验方法	13
7.1 试验特性	13
7.2 参考条件和标准试验条件	13
7.3 F类影响量的试验	13
7.4 S类影响量的试验	13
7.5 试验体模	14
7.6 试验时探测器装置的位置	14
7.7 使用期间剂量仪的位置	14
7.8 影响量的最小额定范围	14
7.9 低剂量当量率	14
7.10 统计涨落	14
7.11 参考辐射的产生	14

8	指示值的叠加	15
8.1	要求	15
8.2	试验方法	15
8.3	结果的解释	15
9	辐射性能要求和试验	15
9.1	概述	15
9.2	约定量值不确定度的考虑	16
9.3	剂量响应稳定性、剂量率依赖性和统计涨落	16
9.4	响应随光子辐射能量和入射角的变化	17
9.5	响应随中子辐射能量和入射角的变化	18
9.6	响应随 β 辐射能量和入射角的变化	19
9.7	剂量当量读数的保持	20
9.8	过载特性	21
9.9	报警	21
9.10	模型函数	23
10	电气和环境的性能要求及试验	23
10.1	概述	23
10.2	电源	23
10.3	环境温度	25
10.4	相对湿度	26
10.5	大气压力	26
10.6	密封	26
10.7	储存	26
11	电磁兼容性能要求和试验	27
11.1	概述	27
11.2	静电放电	27
11.3	射频电磁场	27
11.4	由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰	28
11.5	由浪涌引起的传导骚扰	28
11.6	由射频引起的传导骚扰	28
11.7	50 Hz 磁场	29
11.8	电压暂降和短时中断	29
12	机械性能要求和试验	29
12.1	概述	29
12.2	跌落试验	29
12.3	振动试验	30
12.4	颤振试验	30
13	不确定度	30
14	文件	30
14.1	型式试验报告	30
14.2	合格证书	30
15	操作和维修手册	31

附录 A (规范性附录) 统计涨落	38
附录 B (资料性附录) 确定由辐射能量和辐射入射角产生的相对响应变化的方法	40
附录 C (资料性附录) 个人剂量仪的使用类别	41
参考文献	42
表 1 符号(和缩写词)	9
表 2 ω 个不同剂量值和每个剂量值的 n 个指示值的 c_1 和 c_2 值	31
表 3 参考条件和标准试验条件	32
表 4 X、 γ 和 β 辐射 $H_p(0.07)$ 剂量仪的辐射特性	32
表 5 X 和 γ 辐射 $H_p(10)$ 剂量仪的辐射特性	34
表 6 中子辐射 $H_p(10)$ 剂量仪的辐射特性	35
表 7 剂量仪的电气和环境特性	36
表 8 剂量仪的电磁骚扰特性	36
表 9 剂量仪的机械骚扰特性	37
表 A.1 测量同一仪器两组读数之间的真差(置信水平 95%)所要求的读数次数	38
表 C.1 个人剂量仪的使用类别	41

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13161—2003《直读式个人 X 和 γ 辐射剂量当量和剂量当量率监测仪》和 GB/T 14323—1993《X、 γ 辐射个人报警仪》，与 GB/T 13161—2003 和 GB/T 14323—1993 相比主要技术变化如下：

- 将针对不同辐射类型(X、 γ 、中子和 β 辐射)的不同仪器标准整合为一个标准,扩展了标准的使用范围；
- 电磁兼容性能要求和试验增加了射频电磁场、由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰、由浪涌引起的传导骚扰、由射频引起的传导骚扰、50 Hz 磁场、电压暂降和短时中断等内容；
- 机械性能要求和试验增加了颤振试验；
- 增加了“不确定度”内容；
- 删除了“贮存、运输、包装、标志”。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61526:2010《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 $H_p(0.07)$ 直读式个人剂量当量仪》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 8897.1—2008 原电池 第 1 部分:总则(IEC 60086-1:2007,MOD)
- GB/T 8897.2—2008 原电池 第 2 部分:外形尺寸和电性能要求(IEC 60086-2:2007,MOD)
- GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001,IDT)
- GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002,IDT)
- GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(IEC 61000-4-6:2006,IDT)
- GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(IEC 61000-4-8:2001,IDT)
- GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验(IEC 61000-6-2:1999,IDT)

本标准做了下列编辑性修改：

- 在“2 规范性引用文件”中以 IEC 60529:2001 代替 IEC 60529:1989 及其 Amendment 1 (1999),并将已有相应国家标准的国际标准改为我国的标准；
- 由于 X、 γ 个人剂量当量仪在试验时也可使用其他 ISO 体模,将 7.5、9.3.5、9.4.1.2 和 9.4.2.2 中的“ISO 水板体模”改为“ISO 体模”；
- 将 9.6.2.2 中“ISO 6980 系列标准”改为“GB/T 12164.1—2008、ISO 6980-2:2004 和 ISO 6980-3:2006”；
- 9.9.2.2 中的第 3 行“在步进增加或减少剂量当量率照射的情况下”改为“在步进增加剂量当量率照射的情况下”,第 6 行“在步进增加或减少剂量当量率照射的情况下”改为“在步进减少剂量当量率照射的情况下”,原文有误；
- 将 9.9.4.1 中“(见表 4~表 6 的第 3 行)”改为“(见表 4 的第 10 项、表 5 和表 6 的第 8 项)”并在表 4 的第 10 项以及表 5 和表 6 的第 8 项的“条款编号”中增加“9.9.4”；

- 11.7 删除不符合国情的“60 Hz”；
- 14.2 的第 11 个列项说明中“见 9.4.2”改为“见 9.3.2”，原文有误；
- 表 3 第 1 列的第 7 行“剂量率： $H_p(10)$ 、 $H_p(0.07)$ ”有误，改为“剂量率： $\dot{H}_p(10)$ 、 $\dot{H}_p(0.07)$ ”；
- 表 4 第 5 行(序号 4)的第 4 列中，“ $E < 50 \text{ keV}$ ”应放在第 3 列，与第 4 列的“ $-33\% \sim 100\%$ ”对齐，IEC 标准有误，因为“ $E < 50 \text{ keV}$ ”属于“影响量的最小额定范围”的范畴。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 30)归口。

本标准起草单位：深圳市计量质量检测研究院、西安核仪器厂。

本标准主要起草人：李名兆、孙力平、罗远、高慧、李中原、李建波、周迎春。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 13161—1991、GB/T 13161—2003；
- GB/T 14323—1993。

北京中科核安科技有限公司

引 言

本标准适用于有源、直读式个人剂量当量测量仪和监测仪,仪器用于测量由 X、 γ 、中子和 β 辐射产生的个人剂量当量 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 。

对于个人剂量当量 $H_p(10)$ 或个人剂量当量率 $\dot{H}_p(10)$ 以及 X 和 γ 辐射,给出光子能量的两个最小额定范围。第一个额定范围 20 keV~150 keV 用于使用低能 X 射线的工作场所(例如:医学诊断),第二个额定范围 80 keV~1.5 MeV 用于使用高能 X 射线和(或) γ 源的工作场所(例如:工业)。对于中子辐射,中子能量的最小额定范围为 0.025 eV(热中子)~5 MeV。额定范围可扩展至不同辐射场相关标准覆盖的所有能量。

对于个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 以及 X 和 γ 辐射,给出光子能量的最小额定范围 20 keV~150 keV,对于 β 辐射,最小额定范围是 0.2 MeV~0.8 MeV。额定范围可扩展至不同辐射场相关标准覆盖的所有能量。

扩展标称范围的实例在附录 C 中给出。

在某些应用中(例如:在核反应堆附近存在 6 MeV 的光子辐射),宜要求测量光子能量高达 10 MeV 的个人剂量当量(率) $H_p(10)$ 。在某些其他应用中,宜要求测量低至 10 keV 的 $H_p(10)$ 。

对于个人剂量当量仪,要求测量剂量值 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 并给出用于监测的剂量率值 $\dot{H}_p(10)$ 和 $\dot{H}_p(0.07)$ 。这些剂量率值的测量对个人剂量当量仪是一种选择。

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 $H_p(0.07)$ 直读式个人剂量当量仪

1 范围

本标准适用于具有下述特性的个人剂量当量仪：

- a) 佩戴于人体躯干或四肢；
- b) 测量由外部 X 和 γ 、中子及 β 辐射产生的个人剂量当量 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ ，并可测量个人剂量当量率 $\dot{H}_p(10)$ 和 $\dot{H}_p(0.07)$ ；
- c) 具有数字显示；
- d) 可具有个人剂量当量或个人剂量当量率报警功能。

因此，本标准适用于下列剂量量（包括各自的剂量率）和辐射组合的测量：

- 1) 由 X 和 γ 辐射产生的 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ ；
- 2) 由 X、 γ 和 β 辐射产生的 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ ；
- 3) 由 X 和 γ 辐射产生的 $H_p(10)$ ；
- 4) 由中子辐射产生的 $H_p(10)$ ；
- 5) 由 X、 γ 和中子辐射产生的 $H_p(10)$ ；
- 6) 由 X、 γ 和 β 辐射产生的 $H_p(0.07)$ 。

注 1：除非另有说明，当在本标准中提及“剂量”时，是指个人剂量当量。

注 2：除非另有说明，当在本标准中提及“剂量仪”时，是指包括所有个人剂量当量仪。

本标准规定了剂量仪及其相关读出系统（如提供）的要求。

本标准规定了上述剂量仪的一般特性、一般试验方法、辐射特性以及电气、机械、安全和环境特性。仅对相关读出系统规定了影响个人剂量当量读出准确性和报警设置的要求以及涉及读出器对剂量仪影响的要求。

本标准在附录 C 中根据不同测量能力还规定了仪器的使用分类。

本标准不包括对事故或应急剂量测定的特殊要求，尽管剂量仪可用于该目的。本标准不适用于测量脉冲辐射（例如：由大多数医用 X 射线诊断设备、直线加速器或类似设备产生的辐射）的剂量仪。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.81—2008 电工术语 核仪器 物理现象和基本概念(IEC 60050-393:2003, IDT)

GB/T 2900.82—2008 电工术语 核仪器 仪器、系统、设备和探测器(IEC 60050-394:2007, IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 6592—2010 电工和电子测量设备性能表示(IEC 60359:2001, IDT)

GB/T 12162.1—2000 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(idt ISO 4037-1:1996)

GB/T 12162.2—2004 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 80 keV~1.3 MeV 和 4 MeV~9 MeV 的参考辐射的剂量测定 (ISO 4037-2:1997, IDT)

GB/T 12162.3—2004 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效应和角响应的测定 (ISO 4037-3:1999, IDT)

GB/T 12162.4—2010 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 4 部分:低能 X 射线参考辐射场中场所和个人剂量仪的校准 (ISO 4037-4:2004, IDT)

GB/T 12164.1—2008 β 参考辐射 第 1 部分:产生方法 (ISO 6980-1:2006, IDT)

GB/T 14055.1—2008 中子参考辐射 第 1 部分:辐射特性和产生方法 (ISO 8529-1:2001, IDT)

GB/T 14055.2—2012 中子参考辐射 第 2 部分:与表征辐射场基本量相关的辐射防护仪表校准基础 (ISO 8529-2:2000, IDT)

GB/T 16511—1996 电气和电子测量设备随机文件 (idt IEC 61187:1993)

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 (IEC 61000-4-4:2004, IDT)

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验 (IEC 61000-4-5:2005, IDT)

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验 (IEC 61000-4-11:2004, IDT)

ISO 6980-2:2004 核能 β 参考辐射 第 2 部分:与表征辐射场基本量相关的校准基础 (Nuclear energy—Reference beta-Particle radiation—Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field)

ISO 6980-3:2006 核能 β 参考辐射 第 3 部分:场所和个人剂量仪的校准以及能量和角响应的确定 (Nuclear energy—Reference beta-Particle radiation—Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence)

ISO 8529-3:1998 中子参考辐射 第 3 部分:场所和个人剂量仪的校准以及能量和角响应的确定 (Reference neutron radiation—Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence)

ISO 12789-1:2008 参考辐射场 模拟工作场所的中子场 第 1 部分:辐射特性和产生方法 (Reference radiation fields—Simulated workplace neutron fields—Part 1: Characteristics and methods of production)

ISO 12789-2:2008 参考辐射场 模拟工作场所的中子场 第 2 部分:与基本量相关的校准基础 (Reference radiation fields—Simulated workplace neutron fields—Part 2: Calibration fundamentals related to the basic quantities)

ISO/IEC Guide 98-3:2008 测量不确定度 第 3 部分:测量不确定度的表示导则 (GUM:1995) [Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)]

ISO/IEC Guide 98-3:2008/Suppl.1 使用蒙特卡洛法和修正 1 计算辐射传播的分布 (2009) [Propagation of distributions using a Monte Carlo method and Corr.1 (2009)]

IEC 60068-2-31:2008 环境试验 第 2-31 部分:试验 试验 Ec:粗暴装卸造成的冲击,主要用于设备型样品 (Environmental testing—Part 2-31: Tests—Test—Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens)

IEC 60086-1:2007 原电池 第 1 部分:总则 (Primary batteries—Part 1: General)

IEC 60086-2:2007 原电池 第 2 部分:外形尺寸和电性能要求 (Primary batteries—Part 2: Physical and electrical specifications)

IEC 61000-4-2:2008 电磁兼容(EMC) 第 4-2 部分:试验和测量技术 静电放电试验 [Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Electrostatic discharge test]

IEC 61000-4-3:2008 电磁兼容(EMC) 第 4-3 部分:试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验 [Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test]

IEC 61000-4-6:2008 电磁兼容(EMC) 第 4-6 部分:试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度 [Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-6: Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency]

IEC 61000-4-8:2009 电磁兼容(EMC) 第 4-8 部分:试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验 [Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-8: Testing and measurement techniques—Power frequency magnetic field immunity test]

IEC 61000-6-2:2005 电磁兼容 第 6-2 部分:通用标准 工业环境中的抗扰度试验 [Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 6-2: Generic standards—Immunity for industrial environments]

IEC/TR 62461:2006 辐射防护仪器 测量不确定度的确定 (Radiation protection instrumentation—Determination of uncertainty in measurement)

ICRU REPORT 51:1993 辐射防护剂量测定中使用的量和单位 (Quantities and units in radiation protection dosimetry)

3 术语和定义

GB/T 2900.81—2008、GB/T 2900.82—2008、GB/T 6592—2010 和 ICRU REPORT 51:1993 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

验收试验 acceptance test

为了向客户证明仪器满足其说明书规定要求的合同试验。

3.2

校准(用于本标准) calibration (for the purpose of this standard)

在一组全部 m 个相对响应值 r_q 为 1 和全部 l 个偏差 D_p 为 0 的可控标准试验条件下,定量确定参考校准因子 N_0 与非线性响应修正值 r_n 的关系。

3.3

校准因子 calibration factor

N

在规定的参考条件下,一个规定的参考辐射在试验点上量的约定真值 H_r 与指示值 G_r 之比。表示为:

$$N = \frac{H_r}{G_r} \dots\dots\dots (1)$$

注 1: (见 GB/T 12162.3—2004)当剂量仪指示被测量时,校准因子 N 无量纲。剂量仪准确无误地指示约定真值时,其校准因子为 1。

注 2: (见 GB/T 12162.3—2004)校准因子的倒数等于参考条件下的响应。校准因子只相对于参考条件而言,而响应可以针对测量时的任何条件。

注 3: (见 GB/T 12162.3—2004)校准因子的值可能随被测量值改变。此时称剂量仪呈非线性响应。

3.4

变异系数 coefficient of variation

一组 n 个测量值 x_i 的标准偏差 s 与其算术平均值 \bar{x} 之比:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (2)$$

3.5

合成标准测量不确定度 combined standard measurement uncertainty

合成标准不确定度 combined standard uncertainty

u_c

使用与测量模型中各种输入量有关的不同标准测量不确定度获得的标准测量不确定度。

注: 如果在测量模型中各输入量相关, 在计算合成标准测量不确定度时, 也应考虑协方差, 见 ISO/ IEC Guide 98-3: 2008 的 2.3.4。

3.6

约定量值 conventional quantity value

量的约定值 conventional value of quantity

约定值 conventional value

按约定将量值赋予一给定目的的量。

注 1: 有时用“量的约定真值”表示这一概念, 但不鼓励使用。

注 2: 有时约定量值是对真值的估算。

注 3: 通常认为约定量值只有很低的测量不确定度(可能为零)。

注 4: 在本标准中, 量是剂量当量(率)。

3.7

非线性响应修正 correction for non-constant response

r_n

在规定条件下, 仅有被测量变化得到的响应 R 与参考响应 R_0 之比。表示为:

$$r_n = \frac{R}{R_0} \dots\dots\dots (3)$$

注: 具有线性响应的仪器, 等于 1。

3.8

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: 校准结果仅对该探测器装置有效。

示例: 使用体模校准个人剂量仪。个人剂量仪和体模以及读出仪器与电缆的组合构成一个探测器装置。

3.9

偏差 deviation

D

当影响量连续呈现时, 剂量当量(率)仪对相同被测量值给出的指示值(两个不同数值)之差。

$$D = G - G_r \dots\dots\dots (4)$$

式中:

G ——受影响量影响的指示值;

G_r ——参考条件下的指示值。

注 1: 该术语源于 GB/T 2900.77—2008 中的 311-07-03“(由影响量产生的)变化”, 为了避免混淆“(指示值的)变化”和“响应的变化”, 在本标准中将该术语称为“偏差”。

注 2: 偏差可正可负, 分别取决于指示值的增加或减少。

注 3: 偏差对 S 类影响量特别重要。

3.10

有效测量范围 effective range of measurement

剂量仪的性能满足本标准要求的被测量值范围。

3.11

扩展测量不确定度 expanded measurement uncertainty

扩展不确定度 expanded uncertainty

U

合成标准测量不确定度与大于 1 的一个系数的乘积。

注 1: 该系数取决于测量模型中输出量的概率分布和选择的包含概率。

注 2: 本定义中的“系数”指的是覆盖因子。

注 3: 扩展测量不确定度也称为“总不确定度”或标准中简称为“不确定度”。

3.12

指示值(用于本标准) indicated value(for the purpose of this standard)

G

由剂量仪给出的数字指示值。

3.13

影响量 influence quantity

不是被测量却能影响测量结果的量。

注 1: 例如: 使用千分尺测量长度时的温度。

注 2: 如果对一个影响量测量结果的影响取决于其他影响量, 则将这些影响量作为一个影响量处理。在本标准中, 影响量“辐射能量和辐射入射角”属于这种情况。

3.14

F 类影响量 influence quantity of type F

在响应中影响指示值变化的影响量。

注 1: 例如: 辐射能量和辐射入射角(见 9.4~9.6)以及测量剂量时的剂量率。

注 2: “F”代表系数: 由辐射产生的指示值乘以影响量系数。

3.15

S 类影响量 influence quantity of type S

使指示值产生偏差的影响量, 该偏差与指示值无关。

注 1: 例如: 电磁骚扰(见第 11 章)和颤振(见 12.4)。

注 2: 对 S 类影响量的所有要求以偏差 D 表示。

注 3: “S”代表和: 指示值是由辐射产生的指示值与影响量(电磁骚扰)产生的指示值之和。

3.16

有效测量范围的下限 lower limit effective range of measurement

H_0

在有效测量范围内的最低剂量(率)值。

3.17

最长可能测量时间 maximum possible measuring time

t_{\max}

最长的测量时间, 在此时间内满足本标准的全部要求。

注: 可能由电池寿命或其他要求给出该时间, 见 9.3.6 的注。

3.18

测量值 measured value

M

通过使用模型函数由指示值 G 获得的值。

注 1: 按照不确定度表达方法, 评价测量值的不确定度需使用模型函数。

注 2: 这里给出模型函数的一个实例。包括具有参考校准因子 N_0 的指示值 G 、非线性响应修正值 r_n 、 l 个 S 类影响量的偏差 D_p ($p=1, \dots, l$) 和 m 个 F 类影响量的相对响应值 r_q ($q=1, \dots, m$):

$$M = \frac{N_0}{r_n \prod_{q=1}^m r_q} [G - \sum_{p=1}^l D_p]$$

注 3: 通常, 不按这一模型函数计算, 只有在已知特定影响量和进行适当修正的情况下才使用。

注 4: 按制造厂的说明书调整校准控制旋钮, 将参考校准因子、非线性响应修正值和所有相对响应值置 1, 并将偏差置 0, 这些设置引起测量不确定度, 可通过测量响应值变化和测量偏差确定该不确定度。对于按本标准试验的剂量仪, 所有这些数据均适用。

3.19

最小额定范围 minimum rated range

为满足本标准而规定的影响量或仪器参数值的最小范围, 在此范围内剂量当量仪将在相对响应的相应变化内工作。

3.20

非线性响应 non-constant response

(相对) 响应值随被测量值的变化。

3.21

个人剂量当量 personal dose equivalent

$H_p(d)$

在人体深度 d 处一指定点的软组织的剂量当量。

注: 对贯穿辐射推荐深度是 10 mm, 对浅表辐射是 0.07 mm。

3.22

个人剂量当量仪 personal dose equivalent meter

带有数字剂量指示、用于测量个人剂量当量的装置。

3.23

个人剂量当量率 personal dose equivalent rate

$\dot{H}_p(d)$

$dH_p(d)$ 与 dt 的商, 其中 $dH_p(d)$ 是个人剂量当量在时间间隔 dt 内的增量:

$$\dot{H}_p(d) = \frac{dH_p(d)}{dt} \dots\dots\dots (5)$$

个人剂量当量率的单位是希沃特或其倍数或分数与适当时间单位的商(例如: $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$)。

3.24

试验点 point of test

约定量值已知的一点, 并且探测器装置的参考点放在该点上用于校准和试验目的。

3.25

质量鉴定试验 qualification tests

为了验证仪器设计是否满足技术要求所进行的试验。质量鉴定试验分为型式试验和常规试验。

3.26

额定范围 rated range

指定给仪器的测量、观察、输入或设定的量值范围。

3.27

额定使用范围 rated range of use

影响量的数值范围,此范围给出仪器在规定的相对响应或偏差限值内工作的限值。

3.28

参考校准因子 reference calibration factor

被测量参考值 $H_{r,0}$ 的校准因子 N_0 。 $G_{r,0}$ 表示各自的指示值,表示为:

$$N_0 = \frac{H_{r,0}}{G_{r,0}} \dots\dots\dots (6)$$

注: $H_{r,0}$ 值见表 3。

3.29

参考工作条件 reference operating condition

参考条件 reference condition

为评价测量仪器或测量系统的性能或为比较测量结果而规定的工作条件。

注 1: 参考工作条件规定了被测量数值与影响量数值的区间。

注 2: 在 GB/T 2900.89—2012 的 300-06-02 中,“参考条件”是指工作条件,在此条件下规定的仪器测量不确定度可能最小。

注 3: 表 3 给出的参考条件还包括被测量的参考值。具有非线性响应的仪器应有参考值,例如:试验期间的指示值 G 宜等于 $H_{r,0} / N_0$ (见 3.28)。具有线性响应的仪器, $H_{r,0}$ 可以由标准试验条件给出范围内的任何值,见表 3。

3.30

参考取向 reference orientation

探测器装置相对于由制造厂说明的辐射入射方向的取向。

注: 在校准期间,探测器装置位于参考取向上。

3.31

装置的参考点 reference point of an assembly

在设备上作出的标记,装置置于该处进行校准。

注: 从此点测量到源的距离。

3.32

参考响应 reference response

R_0

在参考条件下,装置的响应:

$$R_0 = \frac{G_{r,0}}{H_{r,0}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$G_{r,0}$ ——相应的指示值;

$H_{r,0}$ ——在规定的参考条件下对规定参考辐射的被测量参考(约定)量值。

注: 参考响应是参考校准因子的倒数。

3.33

相对扩展不确定度 relative expanded uncertainty

U_{rel}

扩展不确定度除以测量结果。

3.34

相对响应 relative response

r

在规定的条件下,在试验点处响应 *R* 与参考响应 *R*₀ 的商:

$$r = \frac{R}{R_0} \dots\dots\dots (8)$$

注:通常,在 0°辐射入射角以参考能量测量参考响应 *R*₀,见 3.30。

3.35

(辐射测量装置的)响应 response (of a radiation measuring assembly)

R

在规定的条件下,由下式给出的比值:

$$R = \frac{G}{H} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

G ——由受试设备或装置测得的量值;

H ——该量的约定量值。

注 1:对于具有非线性响应的仪器,当约定量值改变时,响应值随之变化。

注 2:对于规定的参考条件,响应是校准因子的倒数。

3.36

常规试验 routine test

对制造中或完工后的每一个产品所进行的符合性试验。

3.37

标准试验条件 standard test conditions

当进行校准或对其他影响量或仪器参数进行试验时,允许的某一影响量值或仪器参数值或其取值范围(见表 3 的第 3 列)。

3.38

标准测量不确定度 standard uncertainty of measurement

标准不确定度 standard uncertainty

以标准偏差表示的测量不确定度。

3.39

补充试验 supplementary tests

为了提供剂量仪某些特性补充信息的试验。

3.40

型式试验 type test

对代表产品的一个或多个物项上进行的符合性试验。

3.41

测量不确定度 uncertainty of measurement

不确定度 uncertainty

基于所用的信息,表征赋予某被测量量值分散性的非负数参数。

注 1:测量不确定度包括由系统影响(例如:与修正值和测量标准的赋值相关联的分量)产生的分量以及定义不确定度。有时,不对评价的系统影响进行修正,而并入测量不确定度分量。

注 2:参数可以是诸如标准偏差(或其规定的倍数)或包含概率区间的半宽度。

注 3:测量不确定度通常由多个分量组成。其中一些分量可通过来自测量序列量值的统计分布进行测量不确定度的 A 类评定并以标准偏差表征。另一些可用测量不确定度 B 类评定的分量也能以标准偏差表征,通过基于

经验或其他信息的概率密度函数进行评定。

注 4：通常，对于一组给定的信息，认为测量不确定度与赋予某被测量量值相关。该值的更改导致相关不确定度的更改。

4 单位和符号列表

4.1 单位

本标准使用 SI 单位。辐射量的定义和剂量测量术语见 GB/T 2900.81—2008、GB/T 2900.82—2008 和 ICRU REPORT 51:1993。此外，还可使用下列单位：

- 能量：电子伏特(eV)， $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$ ；
 - 时间：年(a)、天(d)、小时(h)、分(min)。
- 可使用 SI 单位的倍数和分数单位。
 剂量当量的 SI 单位是希[沃特](符号为 Sv)。 $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

4.2 符号列表

表 1 给出了使用的符号(和缩写词)列表。

表 1 符号(和缩写词)

符号	含义	单位
α	辐射入射角	°
α_{\max}	α 在额定使用范围内的最大值	°
D	偏差	Sv
d	在软组织内的深度。推荐深度为 10 mm 和 0.07 mm	m
D_p	由编号为 p 的 S 类影响量产生的偏差	Sv
\bar{E}	平均辐射能量	eV
G	剂量(率)指示值	Sv(Sv · h ⁻¹)
G_a	报警发生时的剂量指示值	Sv
\dot{G}_{high}	剂量率增加后稳定的剂量率读数	Sv · h ⁻¹
G_K	由约定量值 H_K 单独照射产生的剂量指示值	Sv
G_{K+L}	由约定量值 $H_K + H_L$ 组合(同时)照射产生的剂量指示值	Sv
G_L	由约定量值 H_L 单独照射产生的剂量指示值	Sv
$G_{\text{low},1}$	在按 G_{nom} 给定的相同条件下,但当电池电压较低(例如:剂量仪第一次指示“欠压”)时的剂量仪指示值	Sv
Δg_{mix}	由随后照射和混合(同时)照射引起的指示值相对变化,见第 8 章	—
G_{nom}	在给定条件下,当电池电压为标称值时的剂量仪指示值	Sv
G_{nat}	环境中的累积剂量	Sv
G_r	在规定参考条件下的剂量(率)指示值	Sv(Sv · h ⁻¹)
$G_{r,0}$	由 $H_{r,0}$ 照射产生的参考剂量(率)指示值	Sv(Sv · h ⁻¹)
H	剂量(率)约定量值	Sv(Sv · h ⁻¹)
H_0	有效测量范围的剂量(率)下限	Sv(Sv · h ⁻¹)
H_a	报警设置的剂量值	Sv

表 1 (续)

符号	含义	单位
$H_{a,c}$	报警发生时的剂量约定量值	Sv
\dot{H}_a	报警设置的剂量率值	$Sv \cdot h^{-1}$
$H_p(0,07)$	深度为 0.07 mm 的个人剂量当量	Sv
$H_p(10)$	深度为 10 mm 的个人剂量当量	Sv
$\dot{H}_p(0,07)$	深度为 0.07 mm 的个人剂量当量率	$Sv \cdot h^{-1}$
$\dot{H}_p(10)$	深度为 10 mm 的个人剂量当量率	$Sv \cdot h^{-1}$
$H_p(d)$	在人体深度 d 处一指定点软组织的剂量当量	Sv
H_r	在规定参考条件下的剂量(率)约定量值	$Sv(Sv \cdot h^{-1})$
$H_{r,0}$	被测量的参考剂量(率)值	$Sv(Sv \cdot h^{-1})$
$H_{true,nat}$	由天然环境辐射产生的预期个人剂量当量	Sv
$\dot{H}_{true,nat}$	由天然环境辐射产生的已知个人剂量当量率	$Sv \cdot h^{-1}$
$I_{low,1}$	当指示值为 $M_{low,1}$ 时的剂量仪的电源电流	A
$I_{low,2}$	在最低量程设置报警后,当给出声光报警时的剂量仪的电源电流	A
K	照射条件 K 的符号,例如:3 mSv 和 N-80	—
k	覆盖因子(见 GUM)	—
L	照射条件 L 的符号,例如:4 mSv 和 S-Co	—
l	S 类影响量的数量	—
M	剂量(率)测量值	$Sv(Sv \cdot h^{-1})$
m	F 类影响量的数量	—
N	校准因子	—
n	对一个剂量值的指示值数量,用于剂量响应稳定性和变异系数的试验	—
N_0	参考校准因子	—
Q_{nom}	电池的标称容量	Ah
R	响应	—
r	相对响应	—
R_0	参考响应	—
r_n	非线性响应修正	—
r_q	由编号为 q 的 F 类影响量产生的相对响应	—
S_K	K 条件辐射量的符号,例如:N-80	—
S_L	L 条件辐射量的符号,例如:S-Co	—
t_{env}	环境中的测量时间	h
t_{max}	最长可能测量时间	h
t_{min}	剂量仪连续工作所需的最短时间,原电池 100 h 和二次电池 24 h	h
U	扩展不确定度	作为可比较的量

表 1 (续)

符号	含义	单位
u_c	合成标准不确定度	作为可比较的量
u_i	由编号为 i 的分量产生的标准不确定度	作为可比较的量
$U_{low,1}$	在确定 $G_{low,1}$ 条件下的电池电压	V
$U_{low,2}$	在按 G_{nom} 给定的相同条件下,但当电池电压降低至剂量仪指示值为 $0.9G_{nom}$ 时的电池电压	V
U_{nom}	电池电压的标称值	V
U_{rel}	相对扩展不确定度	—
ν	变异系数	—
ν_{max}	设置报警剂量率的最大允许变异系数	—
$\tau\omega$	用于剂量响应稳定性和变异系数试验的剂量值数量	—

5 机械特性

5.1 尺寸

尺寸不应超过 15 cm(长)×3 cm(厚)×8 cm(宽),不包括夹子或固定装置。另外,用于中子/光子混合场的个人剂量当量仪的体积(不包括夹子或其他固定装置)不应超过 300 cm³,所有其他剂量仪不应超过 250 cm³。

5.2 质量

用于中子/光子混合场的个人剂量当量仪的质量不应超过 350 g,用于中子场的个人剂量当量仪的质量不应超过 300 g,所有其他个人剂量当量仪的质量不应超过 200 g。

5.3 外壳

外壳宜平滑、刚性、抗振、防尘和防喷溅水。应提供将剂量仪固定在衣服上的工具,例如:坚固的夹子、环或绳。剂量仪的设计宜有助于将其佩戴在保证探测器和报警指示器所需取向的位置。

5.4 开关

如果提供外部开关,应防止意外或未经授权的操作。操作这种开关不应妨碍剂量仪的积分功能。应能在塑料袋下操作开关和戴手套操作开关。

6 一般特性

6.1 剂量信息的存储

个人剂量当量仪应保留在所有正常情况下存储的剂量信息。

6.2 指示值

个人剂量当量仪的指示值应是数字的并以剂量当量的单位表示,例如: Sv 或 μ Sv。显示器应清晰

可见并易于佩戴者读出。显示器应清晰指示被测量的单位。

6.3 剂量仪的标记

应在剂量仪的外部标明用于校准和试验目的的参考点。还应在剂量仪上标明相对于佩戴者的参考取向。

6.4 放射性污染的抑制

剂量仪的设计应将放射性沾污减至最小并易于去污。可为剂量仪提供防护套,如果配备,剂量仪仍应符合本标准的要求。

6.5 剂量当量和剂量当量率范围

测量的剂量当量在 $1 \mu\text{Sv} \sim 10 \text{ Sv}$ 范围内。对于大多数应用,剂量当量率在 $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内。

6.6 有效测量范围

对于个人剂量当量仪,有效测量范围应至少覆盖 $100 \mu\text{Sv} \sim 1 \text{ Sv}$ 范围[测量量 $H_p(10)$]和 $1 \text{ mSv} \sim 10 \text{ Sv}$ 范围[测量量 $H_p(0.07)$],并从最低量程第二个最低有效数字的第一个非零指示值开始直到最大指示值。

在整个范围内使用多个探测器测量时,应能自动得到并显示结果。具有量程转换功能的剂量仪应自动转换。

注:例如:显示的最大指示值为 9 999.9,有效测量范围宜从最低量程的 1.0 开始直到最高量程的 9 999.9。

6.7 影响量的额定范围

任何影响量的额定范围应由制造厂在文件中说明。影响量的额定范围应至少覆盖表 4~表 9 的第 3 列中给出的最小额定范围。在整个额定范围内,应满足本标准的全部要求。

注:针对特殊用途(见表 C.1)设计的个人剂量仪,制造厂宜规定适合于剂量仪的辐射类型、测量范围、能量范围和所有其他影响量的范围(见 14.2)。用户可参考表 C.1 确定满足其要求的使用类别。

6.8 使用多个剂量仪

如果在未指明的辐射场中使用多个剂量仪(例如:在中子/光子混合场中同时使用中子剂量仪和光子剂量仪),应考虑将不需测量的辐射影响作为一个影响量。举例说明:光子辐射对于中子剂量仪就是一个影响量,反之亦然。对于每个测量特定辐射的剂量仪,制造厂应规定如果受其他辐射类型照射该剂量仪的偏差。据此,在使用多个剂量仪的情况下,使用者可评价总剂量值和相关的不确定度。

6.9 仪器人工本底产生的指示值

对于测量由 X 和 γ 辐射产生的 $H_p(10)$ 的个人剂量仪,制造厂应给出积分周期等于最长可能测量时间 t_{max} 时由仪器人工本底产生的指示值,试验方法见 9.3.5。

注:如果在多天内(例如一个月)累积剂量当量测量值,需要该值并使用不同剂量仪测量加以比较。

6.10 剂量或剂量率报警

6.10.1 概述

对于个人剂量当量仪,不能使用剂量仪外部开关设置报警水平。应由相关读出系统设置报警水平,或应能通过电子或机械操作限制系统禁止未经授权变更报警水平。

6.10.2 剂量当量报警

在剂量仪的整个有效测量范围内,应能至少在每个数量级中设置一个报警值(例如:30 μSv 、0.3 mSv、3 mSv 和 30 mSv)。

6.10.3 剂量当量率报警

在剂量仪的整个有效测量范围内,应至少能在每个数量级中设置一个报警值(例如:30 $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 、0.3 mSv $\cdot \text{h}^{-1}$ 、3 mSv $\cdot \text{h}^{-1}$ 和 30 mSv $\cdot \text{h}^{-1}$)。

6.10.4 报警输出

a) 位置

当剂量仪佩戴在人体时,声响/可视报警的位置应能使佩戴者听见和看见报警。

b) 声响报警

声响报警的频率应在 1 kHz~5 kHz 范围内。如果提供断续报警,信号间隔不应超过 2 s。A 计权声级(断续报警的脉冲水平)在距报警源 30 cm 处应超过 80 dB(A),但不超过 100 dB(A)。在高噪声环境中宜使用可视报警或耳机。

6.11 故障指示值

应给出使累积剂量当量测量不准确(不满足本标准的要求)的运行条件指示,例如:电池电压低、探测器故障、电子设备故障或在高剂量当量率辐射场中使用。

7 一般试验方法

7.1 试验特性

除非在个别条款中另有规定,本标准列出的所有试验均认为是型式试验。经用户与制造厂或供应商协商,某些试验也可作为验收试验。

7.2 参考条件和标准试验条件

表 3 的第 2 列给出了参考条件。除非另有规定,本标准的试验应在表 3 的第 3 列中给出的标准试验条件下进行。对于在标准试验条件下进行的这些试验,应说明试验时的温度、压力和相对湿度,并进行适当修正以给出参考条件下的响应。应说明修正值。

对于确定表 3 给出的影响量变化所产生影响的试验,所有其他影响量应保持在表 3 给出的标准试验条件的限值以内,除非在有关的试验方法中另有规定。

7.3 F 类影响量的试验

可使用大于 10 H_0 的被测量值进行这些试验。通过每次试验的结果,能分别确定相对响应 r 的变化。

F 类影响量试验中的某些少量影响可认为是由 S 类影响量产生的影响。如果这些影响较小,在使用本标准时应将其忽略。如果在试验期间观察到较大的 S 类影响,那么应在 10 H_0 的剂量值处分别进行试验并将结果记录在型式试验报告中。

7.4 S 类影响量的试验

应使用不大于 10 倍有效测量范围下限值 H_0 的剂量当量约定量值 H 进行这些试验。每次试验的

结果都有一个偏差 D_p 。

S 类影响量试验中的某些少量影响可认为是由 F 类影响量产生的影响。如果这些影响较小,在使用本标准时宜将其忽略。如果在试验期间观察到较大的 F 类影响或明显的负偏差,那么应在 $10 H_0$ 的剂量值处分别进行试验并将结果记录在型式试验报告中。

与 7.3 的试验比较,由于本项试验的指示值通常较低,可增加必要的测量次数。

7.5 试验体模

对于所有使用体模的试验,应使用 GB/T 12162.3—2004 给出的 ISO 体模。对于 β 辐射,可由 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 的有机玻璃代替水板体模(见 ISO 6980-3:2006 的 6.31)。

在相关标准中(GB/T 12162.3—2004、ISO 6980-3:2006 或 ISO 8529-3:1998)规定了需要的照射几何条件。

注:剂量仪、体模和附件(例如:夹子)的组合称为“探测器装置”,见 3.8。原则上,按照本标准所有响应值仅对探测器装置是有效的,所以宜将其称为“探测器装置响应”。但实际使用术语“剂量仪响应”。这也符合本标准要求。

7.6 试验时探测器装置的位置

对于使用辐射的所有试验,探测器装置的参考点应置于试验点上,其取向为按参考取向给出的辐射场方向,辐射入射角变化的试验除外。

7.7 使用期间剂量仪的位置

如果剂量仪的设计允许使用者以两个取向佩戴剂量仪,一个为参考取向指向使用者,另一个取向背向使用者(例如:信用卡大小的剂量仪),那么剂量仪应满足本标准对两个取向的要求或应明确说明以错误取向佩戴时可能引起错误结果。

7.8 影响量的最小额定范围

表 4~表 9 的第 3 列给出了所有规定影响量的最小额定范围。

7.9 低剂量当量率

对于由光子和 β 辐射产生的低剂量当量率的测量,有必要考虑天然本底辐射对试验点处剂量当量率的贡献。天然本底辐射产生的指示值应从照射期间的指示值中扣除。

7.10 统计涨落

对于使用辐射的所有试验,如果单独由辐射随机性引起的指示值统计涨落在试验允许的指示值变化中占有显著份额,那么就应取足够多的读数,以保证有足够的准确度估计这些读数的平均值,用于确定是否满足试验特性的要求。

相邻两次读数之间的时间间隔应足够长,以保证这些读数在统计学上的独立性。

附录 A 中的表 A.1 给出了在条件不变的情况下确定在相同剂量当量仪得到的两组读数之间真差所需的读数次数。

7.11 参考辐射的产生

除非在单独的试验方法中另有规定,应使用规定的相关辐射类型(见表 3)进行包括使用 X、 γ 、中子或 β 辐射的所有试验。所用辐射源的性质、结构和使用条件应按下列标准:

- a) GB/T 12162.1—2000、GB/T 12162.2—2004、GB/T 12162.3—2004、GB/T 12162.4—2010;
- b) GB/T 12164.1—2008、ISO 6980-2:2004、ISO 6980-3:2006;

c) GB/T 14055.1—2008、GB/T 14055.2—2012、ISO 8529-3:1998。

8 指示值的叠加

8.1 要求

在不同辐射类型(例如:X和 γ 或 γ 和 β)以及不同能量和辐射入射角的同时照射时,应给出叠加的指示值。

如果剂量仪仅使用一个信号(用一个探测器测量)计算指示值,则满足该要求。

如果剂量仪使用多个信号(或用多个探测器测量,或用一个探测器进行脉冲高度分析)计算指示值,则不会自动满足该要求。在此情况下,应确保由混合辐射产生的指示值相对变化 Δg_{mix} 不应超过 ± 0.1 。

注:如果用于计算指示值的算法是信号的线性组合或是信号的线性优化,则满足该要求并不需再进行试验。

8.2 试验方法

在两种不同照射条件K和L(不同能量、不同辐射入射角甚至不同辐射类型)下,以约定量值 H_K 和 H_L 进行两次照射。确定两次照射的指示值 G_K 和 G_L 。在两种不同照射条件K和L下,以约定量值 $H_{K+L}=H_K+H_L$ 还进行第三次同时照射并确定该同时混合照射的指示值 G_{K+L} 。

指示值的相对变化由式(10)给出:

$$\Delta g_{\text{mix}} = \frac{G_K + G_L - G_{K+L}}{G_{K+L}} \dots\dots\dots (10)$$

对于任何 H_K 和 H_L 值以及任何辐射场的同时组合,应确定 Δg_{mix} 。由于很难进行同时照射,本项试验允许并推荐使用计算代替同时照射。使用计算的必要条件是知道每个信号对所有照射条件K和L的被测响应值和评价程序,以确定对这些信号的指示值。为了确定每个信号对所有照射条件的响应值,不允许借助于辐射传递模拟来计算整个剂量仪的响应。

9.3中论述了信号的非线性。因此,当没有进行计算时,本项试验应对信号进行非线性修正。当不同剂量仪用于确定 G_K 、 G_L 和 G_{K+L} 时,应修正参考校准因子中的差异。

8.3 结果的解释

指示值的相对变化 Δg_{mix} 不应超过 ± 0.1 。在这种情况下,可认为满足8.1的要求。

注:对于中子剂量仪,该要求不能始终满足。在此情况下,有必要由用户和供应商进行特殊商定并在文件中给出警告。

9 辐射性能要求和试验

9.1 概述

本章中所述的所有影响量均认为是F类影响量。附录B给出了确定对辐射能量和辐射入射角相对响应变化的一种可能的方法。

注1:在参考条件(参考辐射和 0° 辐射入射角、参考剂量和/或剂量率以及表3给出的所有其他参考条件)下,根据参考响应 R_0 给出对影响量辐射能量和辐射入射角的要求。GB/T 12162.1—2000中的表1给出了可能使用的光子参考辐射,GB/T 12164.1—2008中的表1给出了可能使用的 β 参考辐射,GB/T 14055.1—2008中的表1给出了可能使用的中子参考辐射。表3给出了最常用的参考辐射,但特别是对于中子剂量仪,有必要选择其他辐射作为参考辐射以满足对该影响量的要求,甚至在没有合适的实际辐射情况下可能选择能量值作为参考条件。在此条件下,通过适用的参考辐射和对(虚拟)参考辐射响应的偏差实现该(虚拟)参考辐射。

注2:IEC/TR 62461给出了由于辐射能量和辐射入射角产生的相对响应非对称限值。

9.2 约定量值不确定度的考虑

剂量当量或剂量当量率约定量值的相对扩展不确定度 $U_{rel}(k=2)$ 应小于 10%。需使用辐射的任何要求,被认为是因 $U_{rel}=0$ 给出的。对于 $U_{rel}>0$, 相对响应的允许变化应通过 U_{rel} 放大。如果使用相同的辐射质进行几个试验(例如:响应稳定性试验),应仅考虑剂量当量(率)的实际值与参考值之比的不确定度。在有其他要求的情况下,这种考虑在各自的试验方法中描述。

9.3 剂量响应稳定性、剂量率依赖性和统计涨落

9.3.1 概述

使用相同的测量数据进行剂量响应稳定性、剂量率依赖性和统计涨落的试验。

如果对光子、 β 和中子或对这些辐射的特定能量范围使用不同的探测方法,应分别对所有辐射类型的要求进行试验。

如果制造厂能证明剂量仪的技术设计保证对很大范围剂量值的剂量响应满足稳定性要求,可减少试验次数。仅要求进行不同剂量率的试验。

9.3.2 要求

- 在标准试验条件下,按制造厂的说明书调整校准控制器,对于选定的 X、 γ 、中子或 β 参考辐射,由剂量响应不稳定性产生的相对响应变化在整个有效测量范围内不应超过 $-17\% \sim 25\%$ 。剂量率应在制造厂规定的剂量测量时的整个剂量率范围内变化。在剂量测量时,如果由制造厂规定的最大剂量率小于 $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$,宜在剂量仪上显示。
- 按变异系数测量的指示值统计涨落应满足表 4~表 6 中给出的要求。
- 对于测量由 X 和 γ 辐射产生的 $H_p(10)$ 的光子剂量仪,在规定的最长可能测量时间 t_{\max} ,指示的本底剂量 G_{nat} 与本底剂量约定量值 $H_{\text{true,nat}}$ 之间的差别不应超过 H_0 。

9.3.3 使用源的试验方法

a) 使用的源

为了进行本项试验,应已知试验点处的个人剂量当量(率)约定量值。试验应使用表 3 给出合适活度的参考源(例如:光子辐射使用 ^{137}Cs ,中子辐射使用 $^{241}\text{Am-Be}$, β 辐射使用 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$)以参考方向照射在所需体模(见 7.5)上的剂量仪。在剂量测量时,剂量率应在制造厂规定的整个剂量率范围内变化。

如果不能在所需体模(见 7.5)上进行试验(例如:在距受照射体模的一定距离内不能产生所要求的高剂量率),只要使用在自由空气中照射的修正因子代替对体模照射的修正因子,也可在自由空气中以较短的距离进行试验。对于试验时的剂量仪和所用的辐射质,该修正因子是特定的,因此应特殊规定。

b) 进行的试验

应分别使用光子辐射(如 ^{137}Cs)、中子辐射(如 $^{241}\text{Am-Be}$)和 β 辐射(如 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$)进行试验。应在剂量的有效测量范围的每个数量级内至少取三个剂量值测量响应。这些值在每个数量级最大值的 20%、40%和 80%附近。在不同剂量值处,同样应使用剂量率额定范围内的不同剂量率值。应在 w 个剂量值的每一个剂量值处进行总计 n 次重复测量,这取决于剂量的有效测量范围。通过测量 w 个响应值,可确定由响应不稳定性产生的相对响应变化。

9.3.4 使用源的试验结果解释

确定 w 个剂量值中每一个剂量值的 n 个指示值的平均值和变异系数。

使用 w 个平均值,由响应不稳定性产生相对响应的变化不应超过 $-17\% \sim 25\%$ 范围。也使用 w 个变异系数和表 2 给出的 c_1 和 c_2 值,这表明:

- $w-2$ 个剂量值的变异系数小于表 4~表 6 给出限值的 c_1 倍;
- 剩余的两个剂量(率)值不应相邻,其变异系数小于表 4~表 6 给出限值的 c_2 倍。

在此种情况下,可认为满足 9.3.2 中 a) 和 b) 的要求。

注 1: c_1 值永远小于 c_2 值。

注 2: 该方法可确保试验通过的概率不依赖于进行试验时剂量值的数量 w 。如果没有使用系数 c_1 和 c_2 , 试验通过的概率将随着进行试验时剂量值的数量 w 的增加而减少。

注 3: 在 Brunzendorf 和 Behrens 的论文中给出了试验方法的说明,见参考文献。

9.3.5 光子剂量仪使用天然辐射的试验方法

- a) 简单试验:在正常实验室环境中,将剂量仪置于 ISO 体模上至少一星期(t_{env})并假定首次评价本底剂量率 $\dot{H}_{\text{true,nat}}$ 为 $2 \mu\text{Sv} \cdot \text{d}^{-1}$ (如果没有其他信息可供使用)。确定仪器在时间 t_{env} 的累积剂量 $G_{\text{i,nat}}$ (见 6.9)。根据假定的剂量率,计算由天然环境辐射产生的预期剂量值 $H_{\text{true,nat}} = 2 \mu\text{Sv} \cdot \text{d}^{-1} \times t_{\text{env}}$ 。
- b) 精确试验:只有当简单试验表明不满足 9.3.6 的要求时才需要进行精确试验。在本底剂量率 $\dot{H}_{\text{true,nat}}$ 已知并且保持不变的环境中,将剂量仪置于 ISO 体模上至少一星期(t_{env})。使其处于一标准场中,使用可溯源至国家标准的参考仪器测量标准场的剂量率。确定在时间 t_{env} 的累积剂量 $G_{\text{i,nat}}$ (见 6.9)。根据已知的剂量率,计算由天然环境辐射产生的预期剂量值 $H_{\text{true,nat}} = \dot{H}_{\text{true,nat}} \times t_{\text{env}}$ 。

9.3.6 使用天然辐射的试验结果解释

如果不等式

$$\left| \frac{G_{\text{nat}} - H_{\text{true,nat}}}{t_{\text{env}}} \right| \times t_{\text{max}} \leq H_0$$

成立,可认为满足 9.3.2 中 c) 的要求。

注: 该不等式也可用于确定(更新) H_0 和 t_{max} 值。

9.4 响应随光子辐射能量和入射角的变化

9.4.1 测量量 $H_p(0.07)$ 或 $\dot{H}_p(0.07)$

9.4.1.1 要求

由于辐射能量和辐射入射角的影响,在额定使用范围内对光子辐射相对响应应在 $0.71 \sim 1.67$ 区间内(见表 4)。最小额定使用范围覆盖 $20 \text{ keV} \sim 150 \text{ keV}$ 能量和 $0^\circ \sim 60^\circ$ 辐射入射角。对于低于 50 keV 的能量,允许在 $0.67 \sim 2.0$ 区间内变化。

如果对特定的剂量(率)量程使用不同的探测方法,应分别对所有量程进行试验。

应对所有剂量指示值进行非线性响应修正和剂量率对剂量测量影响的修正。

9.4.1.2 试验方法

为了进行本项试验,应将剂量仪置于 ISO 体模上。应使用 GB/T 12162.1—2000、GB/T 12162.2—2004、GB/T 12162.3—2004 和 GB/T 12162.4—2010 规定的光子辐射质。首选窄谱系列。宜按附录 B 选取辐射质。

应测量对辐射入射角 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及 $\alpha = \pm \alpha_{\text{max}}$ (如果额定使用范围超过 $0^\circ \sim$

±60°)的响应值。应在通过剂量仪参考点的两个垂直平面(包括参考方向)中进行这些测量。

注 1: GB/T 12162.1—2000、GB/T 12162.3—2004 和 GB/T 12162.4—2010 给出了参考辐射和校准程序的细节。

注 2: 根据 GB/T 12162.1—2000 和 GB/T 12162.3—2004, 距 X 射线管焦斑 1 m 处和管电流 1 mA 的窄谱系列可产生 $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内的典型剂量率 $\dot{H}_p(0.07)$ 。

9.4.1.3 结果的解释

由于光子辐射能量和辐射入射角的影响,所有相对响应值应在 0.71~1.67 区间内(对于所有不小于 50 keV 的能量)和 0.67~2.0 区间内(对于低于 50 keV 的能量)。在此情况下,可认为满足 9.4.1.1 的要求。

9.4.2 测量量 $H_p(10)$ 或 $\dot{H}_p(10)$

9.4.2.1 要求

由于辐射能量和辐射入射角的影响,在额定使用范围内对光子辐射的相对响应应在 0.71~1.67 区间内(见表 5)。最小额定使用范围覆盖 80 keV~1.5 MeV 或 20 keV~150 keV 能量和 $0^\circ \sim 60^\circ$ 辐射入射角。

应对所有剂量指示值进行非线性响应修正和(如必要)剂量率对剂量测量影响的修正。

注: 两种最小额定范围反映两种主要的工作场所条件。最小额定使用范围 80 keV~1.5 MeV 用于使用 γ 源的工作场所(如工业应用),最小额定使用范围 20 keV~150 keV 用于使用 X 射线的工作场所(如医学诊断)。可将这两种额定范围扩展至极端情况,即额定使用范围覆盖 10 keV~10 MeV 的全部能量。

9.4.2.2 试验方法

为了进行本项试验,应将剂量仪置于 ISO 体模上。应使用 GB/T 12162.1—2000、GB/T 12162.2—2004、GB/T 12162.3—2004 和 GB/T 12162.4—2010 规定的光子辐射质。首选窄谱系列。宜按附录 B 选取平均能量。

应测量对辐射入射角 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及 $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ (如果额定使用范围超过 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$)的响应值。应在通过剂量仪参考点的两个垂直平面(包括参考方向)中进行这些测量。

注 1: GB/T 12162.1—2000、GB/T 12162.3—2004 和 GB/T 12162.4—2010 给出了参考辐射和校准程序的细节。

注 2: 根据 GB/T 12162.1—2000 和 GB/T 12162.3—2004, 距 X 射线管焦斑 2.5 m 处和管电流 1 mA 的窄谱系列可产生 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内的典型剂量率 $\dot{H}_p(10)$ 。

9.4.2.3 结果的解释

由于光子辐射能量和辐射入射角的影响,所有相对响应值应在 0.71~1.67 区间内。在此情况下,可认为满足 9.4.2.1 的要求。

9.5 响应随中子辐射能量和入射角的变化

9.5.1 测量量 $H_p(10)$ 或 $\dot{H}_p(10)$

9.5.1.1 要求

由于辐射能量和辐射入射角的影响,对中子辐射的相对响应应在 0.65~4.0 区间内(能量范围在额定范围内的最小能量到 100 keV 之间)、0.65~2.22 区间内(能量范围在 100 keV~10 MeV)和 0.65~4.0 区间内(能量范围在 10 MeV 到额定范围内的最大能量之间),见表 6。最小额定使用范围覆盖 0.025 eV~5 MeV 能量和 $0^\circ \sim 60^\circ$ 辐射入射角(见表 6)。

如果对特定的剂量(率)量程使用不同的探测方法,应分别对所有量程进行试验。

应对所有剂量指示值进行非线性响应修正和(如必要)剂量率对剂量测量影响的修正。

9.5.1.2 试验方法

为了进行本项试验,应将剂量仪置于 ISO 水板体模上。应使用 GB/T 14055.1—2008、GB/T 14055.2—2012、ISO 8529-3:1998 以及 ISO 12789-1:2008、ISO 12789-2:2008 规定的中子辐射质。

对于在额定范围内的最小能量到 100 keV 之间的能量范围,应至少使用一个热中子对个人剂量当量的贡献大于 50% 的主要热场和一个能量大约在 10 keV~100 keV 内的单能中子场。对于 100 keV~1 MeV 的能量范围,应至少使用三个单能中子场。对于 1 MeV~10 MeV 的能量范围,应至少使用三个单能中子场或两个单能中子场和一个宽谱源(²⁵²Cf 或 ²⁴¹Am-Be)。对于 10 MeV~15 MeV 的能量范围,应至少使用单能 14.8 MeV 的中子场。如果额定范围超过 15 MeV,应使用附加的合适能量。

在不能满足上述要求的情况下,允许使用下列替代方法:

- 如果对主要热中子场的响应超出了 9.5.1.1 给出的限值,应使用热中子对个人剂量当量的贡献至少为 10% 的模拟工作场所代替主要热中子场。
- 如果对能量范围在 10 keV~100 keV 内单能中子场的响应超出了 9.5.1.1 给出的限值,应使用中能中子(0.4 eV~100 keV)对个人剂量当量的贡献大于 10% 的模拟工作场所代替。
- 如果对能量范围在 100 keV~10 MeV 内两个单能中子场的响应超出了 9.5.1.1 给出的限值,应使用模拟工作场所或宽谱源代替。单能中子场和替代中子场的平均能量(加权剂量当量)转换系数应在 1/1.5~1.5 内。

另外,建议说明对标准模拟工作中子场源的响应。经制造厂与用户协商,应按仪器使用所处的工作场所选择模拟中子工作场所。

应测量对辐射入射角 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及 $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ (如果额定使用范围超过 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$) 的响应值。应在通过剂量仪参考点的两个垂直平面(包括参考方向)中进行这些测量。

注: GB/T 14055.1—2008、GB/T 14055.2—2012 和 ISO 8529-3:1998 给出了参考辐射和校准程序的细节。模拟实际工作中子场源见 ISO 12789-1:2008、ISO 12789-2:2008。

9.5.1.3 结果的解释

由于中子辐射能量和辐射入射角的影响,所有相对响应值应在 0.65~4.0 区间内(能量范围在额定范围内的最小能量到 100 keV 之间)、0.65~2.22 区间内(能量范围在 100 keV~10 MeV)和 0.65~4.0 区间内(能量范围在 10 MeV 到额定范围内的最大能量之间)。在使用一个或多个替代方法的场合,制造厂应明确说明试验时所用模拟中子场或宽谱源的特性并应说明对替代单能场的响应。在此情况下,可认为满足 9.5.1.1 的要求。

9.6 响应随 β 辐射能量和入射角的变化

9.6.1 测量量 $H_p(0.07)$ 或 $\dot{H}_p(0.07)$

9.6.1.1 要求

由于辐射能量和辐射入射角的影响,在额定使用范围内对 β 辐射的相对响应应在 0.71~1.67 区间内(见表 4)。最小额定使用范围覆盖平均能量为 0.2 MeV~0.8 MeV 和辐射入射角为 $0^\circ \sim 60^\circ$ 。如果额定使用范围没有覆盖 0.06 MeV,由于 β 辐射能量和辐射入射角的影响,还应由制造厂说明对 0.06 MeV 的相对响应变化最大值(见表 4)。

如果对特定的剂量(率)量程使用不同的探测方法,应分别对所有量程进行试验。

应对所有剂量指示值进行非线性响应修正和剂量率对剂量测量影响的修正。

9.6.1.2 试验方法

为了进行本项试验,应将剂量仪置于有机玻璃板体模(见 7.5)上。应使用从 GB/T 12164.1—2008 规定的 β 参考辐射列表选取下列参考辐射质:

^{147}Pm	($\bar{E} \approx 0.06 \text{ MeV}$);
^{204}Tl 或 ^{85}Kr	($\bar{E} \approx 0.24 \text{ MeV}$);
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	($\bar{E} \approx 0.8 \text{ MeV}$).

应测量对辐射入射角 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及 $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ (如果额定使用范围超过 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$) 的响应值。应在通过剂量仪参考点的两个垂直平面(包括参考方向)中进行这些测量。

注: GB/T 12164.1—2008 和 ISO 6980-3:2006 给出了参考辐射和校准程序的细节。

9.6.1.3 结果的解释

由于 β 辐射能量和入射角的影响,所有相对响应值应在 0.71~1.67 区间内。在此种情况下,可认为满足 9.6.1.1 的要求。

9.6.2 测量量 $H_p(10)$ 或 $\dot{H}_p(10)$

9.6.2.1 要求

因为有效剂量 [$H_p(10)$ 对有效剂量是保守的估计] 对 β 辐射不是一个适合的量,剂量仪应尽可能对 β 辐射不敏感。

9.6.2.2 试验方法

为了进行本项试验,应将剂量仪置于有机玻璃板体模(见 7.5)上。在 0° 入射角用 GB/T 12164.1—2008、ISO 6980-2:2004 和 ISO 6980-3:2006 规定的 β 参考辐射照射剂量仪:

$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	($\bar{E} \approx 0.8 \text{ MeV}$).
--------------------------------	--

剂量指示值 $H_p(10)$ 应小于受照剂量 $H_p(0.07)$ 的 10%。

注: GB/T 12164.1—2008、ISO 6980-2:2004 和 ISO 6980-3:2006 给出了参考辐射和校准程序的细节。

9.7 剂量当量读数的保持

9.7.1 概述

应分别对 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 进行试验。

9.7.2 要求

- 结束照射,在随后的 8 h 内,剂量仪的读数变化和由相关读出系统(如提供)指示的读数变化不应超过 $\pm 2\%$ 或读数仅在最低有效数位变化,取最大值。
不应包括由本底辐射产生的指示值变化。
- 在主电源丧失或中断 24 h 后,当更换电源时,由剂量仪测量的累积剂量当量和由相关读出系统指示的累积剂量当量与主电源丧失或中断前相比,其变化不应超过 $\pm 5\%$ 或在最低有效数位变化,取最大值。

9.7.3 试验方法和结果的解释

- 为了忽略本底辐射的影响,以给出足够高剂量当量的辐射源照射剂量仪。当积分周期完成时,立即停止照射并记录显示的读数。在积分周期结束后的 8 h 内,每小时记录一次读数。与初

始读数相比,8个读数中应没有一个读数的变化超过最低有效数位或超过 $\pm 2\%$,取最大值。

- b) 为了忽略本底辐射的影响,以给出足够高剂量当量的辐射源照射剂量仪。记录显示的读数。然后从剂量仪中取出主电池(当主电池故障或取出主电池时,读数可能消失或由一些指示取代)。24 h后应更换剂量仪的主电池或重新充电。与更换主电池前获得的最后一个读数相比,获得的剂量当量读数变化不应超过 $\pm 5\%$ 或仅在最低有效数位变化。

9.8 过载特性

9.8.1 概述

如果对光子、 β 和中子辐射或对这些辐射的特定能量范围使用不同的探测方法,应对所有辐射类型的要求分别进行试验。

9.8.2 要求

当受到大于相当于有效测量范围上限并高达10倍最大指示值的剂量当量(率)照射时,剂量仪的指示值应在满刻度之外,并在该辐射场存在的同时指示值应始终保持这一状态。制造厂应说明在停止过载照射后剂量仪指示的剂量当量率恢复到刻度内合适剂量当量率读数的时间。

以剂量当量照射剂量仪,指示值在移去辐射场时应保持在满刻度之外。在积分期间的剂量当量率超过可测量的剂量当量率时,剂量当量仪应指示过载并保持,直到复位。可测量的剂量当量率是那些满足9.3要求的剂量当量率,制造厂应说明该剂量当量率的上限。剂量仪应始终满足本标准的全部要求。

9.8.3 试验方法和结果的解释

9.8.3.1 概述

应使用合适的源进行试验。如果对于某些辐射类型(例如:中子或 β)不易获得所需的高剂量率场,应告之。应使用电信号试验方法并应进行理论性能分析。

9.8.3.2 剂量当量仪

应以10倍于最大指示值的剂量当量(但不大于10 Sv)照射剂量仪。剂量仪的指示值应保持在最大指示值并应指示过载。

9.8.3.3 剂量当量率仪

应以10倍于最大指示值的剂量当量率(但不大于 $10 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)照射剂量仪约10 min。剂量仪的指示值应保持在最大指示值并应指示过载。

在移去过载剂量当量率辐射场时,应测量剂量仪指示值恢复到刻度内剂量当量率的时间并记录在型式试验报告中。该时间应小于10 s。

9.9 报警

9.9.1 概述

应根据剂量仪的类别,分别对 $H_p(10)$ 或 $\dot{H}_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 或 $\dot{H}_p(0.07)$ 以及光子、中子和 β 辐射进行这些试验,剂量仪的使用类别参见附录C。应对所有剂量当量(率)值进行非线性响应修正。如果对于某些辐射类型(例如:中子或 β)不易获得所需的高剂量率场,应告之,并应使用电信号试验方法。

9.9.2 剂量当量率指示值和报警的响应时间

9.9.2.1 要求

当以剂量仪有效测量范围内一个数量级的剂量当量率步进增加或减少或者缓慢增加或减少的剂量当量率照射剂量仪时,读出器在剂量仪受最终剂量当量率照射后应在 10 s 内指示新的剂量当量率,其偏差在剂量当量率上限值的 $-17\% \sim 25\%$ 。在步进增加或减少剂量当量率照射的情况下,报警(如果设置在剂量当量率上限值的一半处)应在 2 s 内响应。这些要求应适用于从本底剂量当量率到剂量当量率上限值的变化。对于由 X 和 γ 辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$,剂量当量率上限值大于 $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$;对于由 X、 γ 和 β 辐射产生的 $\dot{H}_p(0.07)$,剂量当量率上限值大于 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$;对于由中子辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$,剂量当量率上限值大于 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。也可用下述要求替代:任何大于 2 s 的报警响应延迟或大于 10 s 的指示延迟不应导致受到的剂量超过 $10 \mu\text{Sv}$ [对于由 X 和 γ 辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$]、 $100 \mu\text{Sv}$ [对于由 X、 γ 和 β 辐射产生的 $\dot{H}_p(0.07)$]和 $500 \mu\text{Sv}$ [对于由中子辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$]。

9.9.2.2 试验方法和结果的解释

为了进行本项试验,应将剂量仪置于非照射条件下的照射装置中并使其稳定。照射装置应能快速或缓慢地调整照射条件和连续记录读数,直到剂量仪在给出读数 \dot{G}_{high} 的新剂量当量率上限值处稳定。在剂量仪受最终剂量当量率照射后,应在 10 s 内指示值变化到该读数 \dot{G}_{high} 的 83%。在步进增加剂量当量率照射的情况下,报警(如果设置在剂量当量率读数的一半处, $0.5\dot{G}_{\text{high}}$)应在 2 s 内响应。然后,应将照射装置快速或缓慢地调整到非照射条件。在剂量仪受最终剂量当量率照射后,剂量仪读数应在 10 s 内低于读数 \dot{G}_{high} 的 25%。在步进减少剂量当量率照射的情况下,报警(如果设置在剂量当量率读数的一半处, $0.5\dot{G}_{\text{high}}$)应在 2 s 内停止。应测量在报警延迟期间产生的剂量。在延迟大于 2 s 的任何情况下,当剂量小于 $10 \mu\text{Sv}$ [对于由 X 和 γ 辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$]、 $100 \mu\text{Sv}$ [对于由 X、 γ 和 β 辐射产生的 $\dot{H}_p(0.07)$]和 $500 \mu\text{Sv}$ [对于由中子辐射产生的 $\dot{H}_p(10)$]时,可认为满足 9.9.2.1 的要求。应对剂量仪有效测量范围每个数量级的一个 \dot{G}_{high} 值进行本项试验。

9.9.3 剂量当量报警的准确度

9.9.3.1 要求

当剂量仪受到小于报警设置点剂量当量 13% 的剂量当量照射时,不应给出报警;当剂量仪受到大于报警设置点剂量当量 18% 的剂量当量照射时,应给出报警。

应至少进行两次试验,一次使用接近剂量仪最大量程的报警设置点,另一次使用接近有效测量范围第二个最低有效数量级的最大值。

9.9.3.2 试验方法和结果的解释

为了进行本项试验,应将剂量仪置于所需的体模(见 7.5)上并将剂量报警设置在 H_a 。应将剂量仪复位,然后使剂量仪受到合适参考辐射类型的剂量当量率照射,使其至少在 100 s 内不发生报警。应测量直到发生报警时的剂量仪受照时间并计算相应的剂量约定量值 $H_{a,c}$ 。 $H_a/H_{a,c}$ 的商应在 $0.87(1-U_{\text{rel}}) \sim 1.18(1+U_{\text{rel}})$ 范围内, U_{rel} 见 9.2。

注:如果不能在所需体模(见 7.5)上进行试验(例如:不能产生所要求的剂量率),只要使用合适的修正因子,也可在自由空气中进行试验。

9.9.4 剂量当量率报警的准确度

9.9.4.1 要求

设 ν_{\max} 为设置报警剂量率的最大允许变异系数(见表 4 的第 10 项、表 5 和表 6 的第 8 项)。当剂量仪受到由参考源产生的 $(1-2\nu_{\max})$ 倍设置报警剂量当量率照射 10 min 时,触发报警的时间不应超过该时间段的 5%。同样,在受到 $(1+2\nu_{\max})$ 倍设置报警剂量当量率照射时,触发报警的时间应至少超过该时间段的 95%。第二次试验不应对应响应时间作出要求,因此应给剂量仪足够的时间以获得稳定的条件。

应至少进行两次试验,一次使用接近有效测量范围最大值的报警设置点,另一次使用接近有效测量范围第二个最低有效数量级最大值的报警设置点。

9.9.4.2 试验方法和结果的解释

为了进行本项试验,应将剂量仪置于所需的体模(见 7.5)上。应对报警设置水平进行剂量率响应不稳定性修正。

以参考源产生的 $(1-U_{\text{rel}}-2\nu_{\max})$ 倍报警设置水平的剂量当量率照射剂量仪 15 min。在最后 10 min 内,触发报警的时间不应超过该时间段的 5%。 U_{rel} 见 9.2。

以 $(1+U_{\text{rel}}+2\nu_{\max})$ 倍报警设置水平的较高剂量当量率照射剂量仪 15 min。应至少在最后 10 min 的 95% 时间内触发报警。 U_{rel} 见 9.2。

注:如果不能在所需体模(见 7.5)上进行照射试验(例如:在距受照射体模的一定距离内不能产生所要求的高剂量率),只要使用合适的修正因子,也可在自由空气中以较短的距离进行试验。

9.10 模型函数

制造厂应说明剂量仪测量所用模型函数的通式。可使用 3.18 中给出的实例或其他函数。应说明模型函数变量之间的相互关系。按本标准的规定,在型式试验期间确定这些变量的实际值。

10 电气和环境的性能要求及试验

10.1 概述

本章中所述的所有影响量均认为是 F 类影响量,尽管这些影响量中的有些量也可以是 S 类影响量,见 7.3。

10.2 电源

10.2.1 一般要求

应提供在使用期间最大负载情况下试验电池的装置。另外,当电池的剩余使用寿命将要终结时,应给出指示。在第一次出现该指示时,在正常条件下剂量率约为 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 时的剩余使用寿命应至少为 8 h,其中包括 1 min 的报警。当电池的状态不能使剂量仪满足本标准的性能要求时,也应给出指示。可按所需的任意方式连接电池,制造厂应在剂量仪上清楚地标出电池的正确极性。建议使用按 IEC 60086-1:2007 或 IEC 60086-2:2007 规定外形尺寸的原电池或二次电池。

在第一次出现使用寿命将要终结的指示(例如:“欠压”)以后,该指示应持续显示直到更换电池或电池再充电。

在未使用专用工具的情况下应无法取出电池。

在 $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,大多数类型的电池容量随温度的降低而明显下降。如果温度的额定范围低于

-10℃,应予以考虑。

10.2.2 原电池的特殊要求

制造厂应说明使剂量仪满足本标准要求的电池制造商和型号。

- a) 当剂量仪由原电池供电时,电池容量应满足下述的要求:在标准试验条件下,连续使用 100 h 后,由电源产生的相对响应变化不应超过-0.09~0.11,其他功能满足技术要求。剂量仪应在 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 辐射场中满足该项技术要求。
- b) 在安装新电池后,剂量仪应能带报警状态(声响报警和显示可视报警)至少工作 15 min。

10.2.3 二次电池的特殊要求

- a) 当剂量仪由二次电池供电时,电池容量应满足下述的要求:在标准试验条件下,在至少连续使用 24 h 后,由电源产生的相对响应变化不应超过-0.09~0.11,其他功能满足技术要求。剂量仪应在 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 辐射场中满足该项技术要求。
- b) 在电池再充电后,剂量仪应能带报警状态(声响报警和显示可视报警)至少工作 15 min。二次电池应能使用市电在 12 h 内充满电。

10.2.4 试验方法和结果的解释(原电池和二次电池)

10.2.4.1 概述

可通过测量内部电池的实际电压或(特别是对于二次电池)在使用和再充电期间通过进行充放电测量评价剂量仪的电池剩余容量。

提供两种试验方法。第一种方法使用电池,第二种方法使用电源。如果在使用和再充电期间通过进行充放电测量来确定电池的剩余容量,应选择第一种方法;如果通过测量内部电池的实际电压来确定电池的剩余容量,可选择第二种方法。

10.2.4.2 使用电池的试验

在试验前,应安装由制造厂指定型号的新原电池或充满电的二次电池。

- a) 以 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内的剂量当量率照射剂量仪。使剂量仪在该辐射场中工作 100 h(原电池)或 24 h(二次电池),并在试验结束时记录读数。相对响应的相应变化不应超过-0.09~0.11。
- b) 将剂量仪的报警设置在其最低剂量当量和(或)最低剂量当量率处。以 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内的剂量当量率照射剂量仪,直到发出声响报警和显示可视报警,在继续照射 15 min 后确保仍然发出声响报警和显示可视报警。
- c) 对工作 8 h 一般要求的试验(见 10.2.1)。

以辐射源照射剂量仪直到出现使用寿命将要终结的指示(例如:“欠压”)。然后使用合适的装置(例如:读出系统)将剂量仪置零并继续以大约 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的剂量当量率照射 7 h 59 min。在这段时间周期结束后,设置剂量当量(率)报警使其触发(通过调整报警值或剂量率)并且报警声响应能持续几分钟。由剂量的约定量值和读数来确定电源产生的相对响应变化。该变化不应超过-0.09~0.11。在 8 h 期间,检查使用寿命将要终结的指示(例如:“欠压”)是否持续显示。

10.2.4.3 使用电源的试验

应将内部电池取出并通过一适用的串联电阻器将仪器与外部电源连接,以模拟电池寿命接近终结

的阻抗。应将电源设置为电池的标称电压 U_{nom} 。以 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内的剂量当量率照射剂量仪。打开仪器的开关并使其稳定。

然后,应记录剂量仪的指示值 G_{nom} 。随后降低电源电压直到仪器指示电池电压低(例如:“欠压”)。应记录该电压 $U_{\text{low},1}$ 和相应的电源电流 $I_{\text{low},1}$ 以及仪器的指示值 $G_{\text{low},1}$ 。应检查所有其他功能是否正确工作。 $G_{\text{low},1}$ 应在 $0.91G_{\text{nom}} \sim 1.11G_{\text{nom}}$ 范围内,否则试验失败。然后,应将剂量仪的报警设置在其最低量程,并当发出声响报警和显示可视报警时测量电源电流 $I_{\text{low},2}$ 。应进一步降低电源电压直到剂量仪第一次指示 $0.9G_{\text{nom}}$ 或 $1.11G_{\text{nom}}$ 并应记录相应的电源电压 $U_{\text{low},2}$ 。

改变电压使其值稍大于 $U_{\text{low},1}$,但远小于标称电压。在整个试验期间,检查“使用寿命将要终结”的指示(例如:“欠压”)是否持续显示。

如果满足下述所有要求,即为通过试验:

$$0.91 \leq \frac{G_{\text{low},1}}{G_{\text{nom}}} \leq 1.11 \text{ 和所有其他功能正确工作;}$$

$$\frac{Q_{\text{nom}}}{I_{\text{low},1}} \geq t_{\text{min}};$$

$$\frac{Q_{\text{nom}}}{I_{\text{low},2}} \geq 15 \text{ min;}$$

$$\frac{(497 \text{ min} \times I_{\text{low},1} + 1 \text{ min} \times I_{\text{low},2}) / (U_{\text{low},1} - U_{\text{low},2})}{Q_{\text{nom}} / (U_{\text{nom}} - U_{\text{low},1})} \geq \frac{8 \text{ h}}{t_{\text{min}}}。$$

Q_{nom} 是在适当放电条件下并考虑到温度额定范围(见 10.2.1)的电池标称容量(例如:以 $\text{mA} \cdot \text{h}$ 给出); t_{min} 是连续工作所要求的最短时间,原电池为 100 h,二次电池为 24 h。

该计算假设在其寿命接近终结时电池电压的下降与剩余容量呈线性关系。如果在工作条件下线性关系不成立,宜使用按 10.2.4.2 中规定的电池进行试验。

10.3 环境温度

10.3.1 要求

应分别对所有不同探测器进行试验,试验可要求使用不同辐射类型。

a) 稳定温度

在额定温度范围内,由稳定温度产生的相对响应变化不应超过 $-0.13 \sim 0.18$ 。最小额定温度范围是 $5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (室内使用)和 $-10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (室外使用)。

b) 温度冲击

在额定温度范围内,由温度冲击产生的相对响应变化不应超过 $-0.13 \sim 0.18$ 。应在 5 min 内完成每次温度冲击。

c) 低温启动

仪器应能在额定范围内的最低温度开始工作。

10.3.2 试验方法和结果的解释

为了进行本项试验,剂量仪应在标准试验条件下受到可提供合适指示值的参考源照射。

a) 稳定温度

温度保持在额定范围的每个极限温度下至少 4 h,并在这期间的最后 30 min 测量剂量仪的指示值。相对响应变化不应超过 $-0.13 \sim 0.18$ 。

b) 温度冲击

应将剂量仪和源置于 $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 的温度(室温)中并至少稳定 60 min。然后测量响应。

应将剂量仪和源从该环境中取出并直接放入气候箱内,气候箱具有相同的照射几何条件并且

剂量仪附近温度维持在额定范围最大值。应在 5 min 内完成这一步骤。应立即测量响应并在 2 h 内每 15 min 测量一次。如果剂量仪在试验的第一小时内没有出现故障,就不需在第二小时期间读取数据。但剂量仪仍应保持在环境中以达到温度稳定。

应将剂量仪和源从气候箱内取出并置于最初的环境中,该环境具有相同的照射几何条件并且剂量仪附近温度是 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (室温)。应在 5 min 内完成这一步骤。应立即测量响应并在 2 h 内每 15 min 测量一次。如果剂量仪在试验的第一小时内没有出现故障,就不需在第二小时期间读取数据。但剂量仪仍应保持在环境中以达到温度稳定。

应在剂量仪附近温度维持在额定范围最小值的气候箱内重复试验。

相对响应变化不应超过 $-0.13\sim 0.18$ 。

c) 低温启动试验

应将带电池的剂量仪置于温度为额定范围最小值的气候箱内至少 4 h。然后打开剂量仪的开关,剂量仪应正常工作。

10.4 相对湿度

10.4.1 要求

应分别对所有不同探测器进行试验,按适用的剂量仪使用类别(参见附录 C),试验可要求使用不同辐射类型。

在额定使用范围内,由湿度产生的相对响应变化不应超过 $-0.09\sim 0.11$ 。最小额定相对湿度使用范围是 $40\%\sim 90\%$ 。

10.4.2 试验方法和结果的解释

为了进行本项试验,剂量仪应受到与其有关的合适源照射(第一次使用光子辐射进行试验,然后使用其他辐射)并提供合适指示值。应使用气候箱以 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的单一温度进行试验。因此,本项试验的参考响应是在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 而不是在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 确定的。

相对湿度应保持在 65% 和其每个极限值至少 24 h,在该时间的最后 30 min 记录剂量仪的指示值。按表 7 的规定, $-0.09\sim 0.11$ 的相对响应允许变化(以 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 65% 相对湿度作为参考来进行计算)应附加单独由温度引起的相对响应允许变化。

10.5 大气压力

通常,大气压力仅对使用空气作为探测介质的非密封探测器有效。在此情况下,应说明进行所有试验时的大气压力,由 $86.0\text{ kPa}\sim 106.6\text{ kPa}$ 范围内的大气压力产生的相对响应变化不应超过 $-0.09\sim 0.11$ 。

如果需要,应进行其他大气压力值的典型试验。

只有当制造厂不能证明仪器对大气压力不敏感时,才需进行该影响量的试验。

10.6 密封

制造厂应说明采取防止湿气侵入的防护措施并描述试验及其结果,以用于证明密封的有效性。应由制造厂说明按 GB 4208—2008 分类的 IP 防护等级,至少应满足 IP 53 的要求。

10.7 储存

在温带地区使用的所有剂量仪,其设计应保证能在制造厂的包装条件下、温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内、不带电池存放(或运输)至少三个月后,其技术性能仍符合本标准的规定。在某些条件下,可能需

要制定更严格的规定,例如空运时具有承受低环境压力的能力。

11 电磁兼容性能要求和试验

11.1 概述

电磁骚扰为 S 类影响量。在剂量仪的设计中应采取特殊措施以保证其在电磁骚扰特别是射频场(见 IEC 61000-4-3:2008)存在的情况下能正常工作。如果没有给出其他技术说明,应对剂量仪和相关读出系统进行所有试验。

按表 8 给出的频率数据,电磁骚扰的持续时间应相当于剂量仪工作 1 h。

应按表 8 给出的标准进行试验。对于所有试验,最小额定范围应从 IEC 61000-6-2:2005 选取并在表 8 中给出,同时给出骚扰频率、各自的最大偏差值和性能准则 A、B 或 C(按 IEC 61000-6-2:2005)。仅允许使用准则 A 或 B。如果使用准则 B,表 8 给出的要求适用于试验前和试验后指示的个人剂量当量值。在每次试验前,剂量仪的指示值应置零。

注 1: 如果电磁骚扰的持续时间与 1 h 不同,应按 1 h 计算电磁骚扰的影响。

注 2: 对于特殊应用,如果工作场所的环境能保证剂量仪正常工作,可简化电磁兼容性能要求。例如:剂量仪在禁止使用手机的反应堆区域中应用,11.3 的要求仅限于低于 1 GHz 的频率。在此情况下,有必要经用户与制造厂进行专门协商并在文件中予以警示。

11.2 静电放电

11.2.1 要求

经过 10 次放电后,由静电放电产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ 。(见表 8)。

11.2.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,在试验开始前和结束后,通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

打开剂量仪的开关,如果仪器可选择量程,将其置于最灵敏量程。使用 IEC 61000-4-2:2008 规定的一台合适的试验用静电放电发生器,对操作人员在正常测量期间可能接触到的剂量仪各个部分进行至少五次放电。应按 IEC 61000-4-2:2008 的规定使用 4 kV 电压进行静电放电。在试验带绝缘表面的剂量仪时,应使用 8 kV 空气放电方法。

11.3 射频电磁场

11.3.1 要求

在剂量仪暴露于该电磁场(见 11.1 的注和表 8)6 min(1 h 的 10%)后,由电磁场产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ 。(见表 8)。

11.3.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

在 80 MHz~2.7 GHz 的频率范围内,电磁场强度应为 $30 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$,以 1% 为步长进行试验(见 IEC 61000-4-3:2008)。

为了减少证明满足上述要求所需的测量次数,建议使用下述方法:

仅在一个取向上,使用 $60 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ 的场强在 80、90、100、110、120、130、140、150、160、180、200、220、240、260、290、320、350、380、420、460、510、560、620、680、750、820、900、1 000 MHz 和 1.4、1.5、1.6、1.8、

2.0、2.2、2.4、2.7 GHz 频率上进行试验。在每个频率上,应进行 6 min 的试验或对结果作 6 min 测量时间的修正。如果在上述某一频率上观测到的偏差大于表 8 给出限值的 1/3,按 IEC 61000-4-3:2008 规定,在剂量仪所处的取向、用 $30 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ 的场强、以 1% 为步长在该频率 $\pm 5\%$ 的范围内进行附加试验。

11.4 由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰

11.4.1 要求

本项要求仅适用于由市电供电的相关读出系统。经过 10 次快速瞬变或脉冲群后,由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 8)。

11.4.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,在试验开始前和结束后,通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

将快速瞬变或脉冲群通过耦合/去耦网络或等效的设备加到交流电源的输入端上。重复率不应超过每分钟一次。按 GB/T 17626.4—2008 的规定,应使用 $\pm 2 \text{ kV}$ 的峰值电压进行试验。

11.5 由浪涌引起的传导骚扰

11.5.1 要求

本项要求仅适用于由市电供电的相关读出系统。经过 10 次浪涌后,由浪涌引起的传导骚扰产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 8)。

11.5.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,在试验开始前和结束后,通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

将脉冲通过耦合/去耦网络或等效的设备加到交流电源的输入端上。重复率不应超过每分钟一次。按 GB/T 17626.5—2008 的规定,应使用表 8 给出的 $\pm 2 \text{ kV}$ 或 $\pm 1 \text{ kV}$ 的电压进行试验。

11.6 由射频引起的传导骚扰

11.6.1 要求

本项要求仅适用于至少带一根导电电缆(例如:信号线)的剂量仪和由市电供电的相关读出系统。在剂量仪暴露于该电磁场(见 11.1 的注和表 8)6 min(1 h 的 10%)后,由射频引起的传导骚扰产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 8)。

11.6.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,在试验开始前和结束后,应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

应按 IEC 61000-4-6:2008 的规定产生骚扰并使用 10 V 的电压在 $150 \text{ kHz} \sim 80 \text{ MHz}$ 的频率范围内以 1% 为步长进行试验(见表 8)。

为了减少证明满足上述要求所需的测量次数,可使用与 11.3 和 11.4 给出的类似方法。

11.7 50 Hz 磁场

11.7.1 要求

在剂量仪暴露于该磁场(见 11.1 的注和表 8)6 min(1 h 的 10%)以后,由磁场产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 8)。

11.7.2 试验方法和结果的解释

在将剂量仪置于最灵敏量程进行测量时,应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

应将剂量仪暴露于频率为 50 Hz、场强为 $30 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ 的连续磁场中,在相对于磁力线至少两个取向(0° 和 90°)上进行试验。

11.8 电压暂降和短时中断

11.8.1 要求

本项要求仅适用于由市电供电的相关读出系统。经过 10 次电压暂降和短时中断后,由电压暂降和短时中断产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 8)。

11.8.2 试验方法和结果的解释

将剂量仪置于最灵敏量程,在试验开始前和结束后,应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

按 GB/T 17626.11—2008 的规定,应使用表 8 给出的 30%降幅持续 10 ms 或 60%降幅持续 100 ms 进行试验。

12 机械性能要求和试验

12.1 概述

机械骚扰为 S 类影响量。

在机械骚扰后,剂量仪应正常工作。

12.2 跌落试验

12.2.1 要求

剂量仪从 1 m 的高度六次跌落到混凝土地面(IEC 60068-2-31:2008),由此产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 9)。应对剂量仪的每个面进行试验。储存的剂量信息不应因跌落而丢失。剂量仪的物理状态不应受跌落的影响(例如:焊点应牢固,螺母和螺钉不应松动)。

12.2.2 试验方法和结果的解释

在试验开始前和结束后,应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

应对剂量仪六个面的每个面都进行跌落试验。

在试验后,应检查剂量仪,记录其物理状态并且剂量仪应正常工作。

12.3 振动试验

12.3.1 要求

剂量仪受到 10 Hz~33 Hz 频率范围内的 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 谐波负载振动 15 min, 由此产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 9)。储存的剂量信息不应因振动而丢失。剂量仪的物理状态不应受振动的影响(例如: 焊点应牢固, 螺母和螺钉不应松动)。

12.3.2 试验方法和结果的解释

在试验开始前和结束后, 应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

剂量仪应在三个正交方向的每个方向上受到 10 Hz~21 Hz 和 22 Hz~33 Hz 每个频率范围中一个频率的 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 谐波负载振动 15 min。每振动 15 min 后, 应确定剂量仪的读数。

在试验后, 应检查剂量仪, 记录其物理状态并且剂量仪应正常工作。

12.4 颤振试验

12.4.1 要求

如果剂量仪经受 60 次重复冲击, 每次冲击相当于从 10 cm 的高度跌落到钢板表面, 由颤噪效应产生的偏差不应超过 $0.7H_0$ (见表 9)。储存的剂量信息不应因跌落而丢失。剂量仪的物理状态不应受跌落的影响(例如: 焊点应牢固, 螺母和螺钉不应松动)。

12.4.2 试验方法和结果的解释

在试验开始前和结束后, 应通过观察和记录显示的指示值来检查是否满足性能要求。

剂量仪应从 10 cm 高度跌落到钢板表面 60 次 (IEC 60068-2-31:2008), 使仪器六个面的每个面受 10 次冲击。

在试验后, 应检查剂量仪并记录其物理状态。

13 不确定度

剂量仪符合本标准要求的剂量值测量不确定度能够通过计算获得, 而不需要进行试验测量, 见 IEC/TR 62461:2006。不确定度取决于工作场所的条件和对这些条件的了解。如果仅知道工作场所的条件在所有影响量的额定范围中, 可获得最大的不确定度。进一步必要的假设是: 校准条件(例如: 在 ISO 水板体模上)对于使用条件具有代表性。在此条件下, 由制造厂给出的模型函数(见 9.10)以及获得的相对响应和偏差的变化将直接导致不确定度。

应按 ISO/IEC Guide 98-3:2008 和 IEC/TR 62461:2006 进行所有不确定度的计算。

注: 如果对工作场所的条件有一些了解, 可用于确定实际响应值和修正剂量指示值。这将减少剂量值的不确定度。

14 文件

14.1 型式试验报告

应客户要求, 制造厂应提供按本标准要求型式试验的报告。

14.2 合格证书

每台剂量仪应随带一份至少给出下列信息的合格证书(按 GB/T 16511—1996):

- 制造厂名称或注册商标,剂量仪的型号和序号;
- 该设备已按本标准进行试验并满足要求的声明;
- 探测器类型;
- 测量量;
- 剂量仪所测的辐射类型;
- 有效剂量测量范围;
- 校准剂量仪的参考点和参考方向以及相对于辐射源的参考取向与佩戴者的参考取向;
- 探测器灵敏体积的位置和尺寸;
- 用于确定参考校准因子及其倒数、参考响应的规定参考条件;
- 所有影响量的额定使用范围(例如:辐射能量和入射角、温度)以及型式试验的相应结果(例如:对于所有被测辐射类型,响应随辐射能量和入射角的变化);
- 最长可能测量时间, t_{\max} (见 9.3.2);
- 由零点影响和天然环境辐射产生的指示值及其确定方法(见 6.9 和 9.3.2);
- 剂量测量时的最大剂量率,如果低于 $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 还宜在剂量仪上给出指示(见 9.3.2);
- 剂量仪的质量和尺寸;
- 电源要求;
- 剂量仪测量值的模型函数,见 9.10;
- 按附录 C 划分的使用类别。

15 操作和维修手册

应提供一份至少包含下列信息的手册:

- 原理图(包括元件表);
- 操作细节、维修和校准方法;
- 保留存储剂量信息的方法。

表 2 w 个不同剂量值和每个剂量值的 n 个指示值的 c_1 和 c_2 值

w	c_1 值							c_2 值						
	4	7	10	15	20	25	∞	4	7	10	15	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
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

表 3 参考条件和标准试验条件

影响量	参考条件 (除非制造厂另有说明)	标准试验条件 (除非制造厂另有说明)
光子辐射能量: $H_p(10)$ $H_p(0.07)$	S-Cs 或 S-Co(GB/T 12162.3—2004) N-80 或 S-Am(GB/T 12162.3—2004)	S-Cs 或 S-Co(GB/T 12162.3—2004) N-80 或 S-Am(GB/T 12162.3—2004)
β 辐射能量 $H_p(0.07)$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$
中子辐射能量 $H_p(10)$	$^{241}\text{Am-Be}$ 或 $^{252}\text{Cf}^{\text{a)}$	$^{241}\text{Am-Be}$ 或 $^{252}\text{Cf}^{\text{a)}$
辐射入射角	制造厂给定的参考方向	给定的方向 $\pm 5^\circ$
剂量: $H_p(10)$ $H_p(0.07)$	0.3 mSv 3 mSv	0.1 mSv~10 mSv ^{b)} 0.5 mSv~50 mSv ^{b)}
剂量率: $\dot{H}_p(10)$ $\dot{H}_p(0.07)$	0.3 mSv·h ⁻¹ 3 mSv·h ⁻¹	0.1 mSv·h ⁻¹ ~10 mSv·h ⁻¹ ^{b)} 0.5 mSv·h ⁻¹ ~50 mSv·h ⁻¹ ^{b)}
稳定时间	15 min	>15 min
环境温度	20 °C	18 °C~22 °C ^{c)}
相对湿度	65%	50%~75% ^{c)}
大气压力	101.3 kPa	86.0 kPa~106.6 kPa ^{c)}
电池电压	标称电压	达到电池使用寿命的一半以前
外界电磁场	可忽略	小于引起干扰的最小值
外界感应磁场	可忽略	小于地磁场感应值的两倍
剂量仪的取向(向地性)	由制造厂说明	说明的取向 $\pm 5^\circ$
剂量仪的控制旋钮	调到正常工作状态	调到正常工作状态
天然辐射本底	周围剂量当量率 $2 \mu\text{Sv} \cdot \text{d}^{-1}$	周围剂量当量率小于 $0.25 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
放射性物质的污染	可忽略	可忽略
<p>^{a)} 如果需要,可使用其他源。</p> <p>^{b)} 应说明试验时的剂量(率)实际值。</p> <p>^{c)} 应说明试验时这些量的实际值。这些值适用于温带气候。在较热或较冷的气候中,在试验时,应说明这些量的实际值。同样,在高海拔地区可允许使用 70 kPa 的大气压力下限。</p>		

表 4 X、 γ 和 β 辐射 $H_p(0.07)$ 剂量仪的辐射特性

序号	试验特性或影响量	影响量的最小额定范围	仪器参数或相对响应在整个额定范围内的变化限值	条款编号
1	由剂量和剂量率产生的相对响应变化	个人剂量当量 $1 \text{ mSv} \sim 10 \text{ Sv}$ 和 $5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ^{a)}	剂量当量仪 $-17\% \sim 25\%$ ^{b)}	9.3
2	统计涨落 v : X、 γ 和 β 辐射产生的剂量当量 $H_p(0.07)$	$H_0 \leq H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	$(16 - H/H_0)\%$ 5%	9.3

表 4 (续)

序号	试验特性或影响量	影响量的最小额定范围	仪器参数或相对响应在整个额定范围内的变化限值	条款编号
3	统计涨落 ν : X、 γ 和 β 辐射产生的剂量当量率 $\dot{H}_p(0,07)$	$\dot{H} < 100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ $100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \leq \dot{H} < 600 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ $\dot{H} \geq 600 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	20% [21 - $\dot{H}/(100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1})$]% 15%	9.3
4	X 及 γ 辐射能量和入射角	20 keV ~ 150 keV 和相对于参考方向 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$ $E < 50 \text{ keV}$	-29% ~ 67% ^{c)} -33% ~ 100% ^{c)}	9.4.1
5	β 辐射平均能量和入射角	0.2 MeV ~ 0.8 MeV 和相对于参考方向 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$	-29% ~ 67% ^{c)}	9.6.1
6	β 辐射平均能量和入射角	0.06 MeV (^{147}Pm) 和相对于参考方向 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$	由制造厂说明	9.6.1
7	按第 4 项 ~ 第 6 项但新的参考方向与使用的方向相反	见第 4 项 ~ 第 6 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	见第 4 项 ~ 第 6 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	7.7
8	过载	10 倍量程最大值, 但剂量率不大于 $10 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	指示值在满刻度之外或剂量当量(率)仪指示过载(持续 10 min)	9.8
9	剂量当量率指示值和报警功能的响应时间	$\dot{H}_p(0,07) \geq 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	指示值的 -17% ~ 25% 任何大于 2 s 的报警响应延迟不应导致剂量超过 $100 \mu\text{Sv}$	9.9.2
10	报警设置在 H_a 或 \dot{H}_a 的准确度	$H_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$0.87(1 - U_{\text{rel}}) \leq H_a / H_{a,c} \leq 1.18(1 + U_{\text{rel}})$ ^{d)}	9.9.3
		$\dot{H}_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$\dot{H} \leq (1 - 2\nu_{\text{max}}) \dot{H}_a$: 触发报警的时间不超过照射时间的 5% $\dot{H} \leq (1 + 2\nu_{\text{max}}) \dot{H}_a$: 触发报警的时间至少超过照射时间的 95%	9.9.4
11	非拟测辐射的影响	—	由制造厂说明其响应	6.8

a) 最小剂量率应合理可行尽量低。如果制造厂规定在剂量测量时的最大剂量率小于 $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 宜在剂量仪上显示。

b) 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值的实际值与参考值之比中的不确定度。

c) 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值中的不确定度。

d) $H_{a,c}$ 是报警发生时的剂量约定量值。

表 5 X 和 γ 辐射 $H_p(10)$ 剂量仪的辐射特性

序号	试验特性或影响量	影响量的最小额定范围	仪器参数或相对响应在整个额定范围内的变化限值	条款编号
1	由剂量和剂量率产生的相对响应变化	个人剂量当量 $100 \mu\text{Sv} \sim 1 \text{ Sv}$ 和 $0.5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ^{a)}	剂量当量仪 $-17\% \sim 25\%$ ^{b)}	9.3
2	统计涨落 ν : 剂量当量 $H_p(10)$	$H_0 \leq H < 11H_0$ $H \geq 11H_0$	$(16 - H/H_0)\%$ 5%	9.3
3	统计涨落 ν : 剂量当量率 $\dot{H}_p(10)$	$\dot{H} < 10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ $10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \leq \dot{H} < 60 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ $\dot{H} \geq 60 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	20% $[21 - \dot{H}/(10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1})]\%$ 15%	9.3
4	辐射能量和入射角	80 keV ~ 1.5 MeV 或 20 keV ~ 150 keV 和相对于参考方向 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$	$-29\% \sim 67\%$ ^{c)}	9.4.2
5	按第 4 项和第 5 项但新的参考方向与使用的方向相反	见第 4 项和第 5 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	见第 4 项和第 5 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	7.7
6	过载	10 倍量程最大值, 但剂量率不大于 $10 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	指示值在满刻度之外或剂量当量(率)仪指示过载(持续 10 min)	9.8
7	剂量当量率指示值和报警功能的响应时间	$\dot{H}_p(10) \geq 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 10 s 最长等待时间	指示值的 $-17\% \sim 25\%$ 任何大于 2 s 的报警响应延迟不应导致剂量超过 $10 \mu\text{Sv}$	9.9.2
8	报警设置在 H_a 或 \dot{H}_a 的准确度	$H_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$0.87(1 - U_{\text{rel}}) \leq H_a/H_{a,c} \leq 1.18(1 + U_{\text{rel}})$ ^{d)}	9.9.3
		$\dot{H}_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$\dot{H} \leq (1 - 2\nu_{\text{max}})\dot{H}_a$: 触发报警的时间不超过照射时间的 5% $\dot{H} \leq (1 + 2\nu_{\text{max}})\dot{H}_a$: 触发报警的时间至少超过照射时间的 95%	9.9.4
9	非拟测辐射的影响	—	由制造厂说明其响应	6.8
10	由天然本底辐射产生的响应	—	在 t_{max} 由天然本底产生的指示值偏差小于 H_0	9.3.5

^{a)} 最小剂量率应合理可行尽量低。如果制造厂规定在剂量测量时的最大剂量率小于 $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 宜在剂量仪上显示。

^{b)} 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值的实际值与参考值之比中的不确定度。

^{c)} 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值中的不确定度。

^{d)} $H_{a,c}$ 是报警发生时的剂量约定量值。

表 6 中子辐射 $H_p(10)$ 剂量仪的辐射特性

序号	试验特性或影响量	影响量的最小额定范围	仪器参数或相对响应在整个额定范围内的变化限值	条款编号
1	由剂量和剂量率产生的相对响应变化	个人剂量当量 $100 \mu\text{Sv} \sim 1 \text{ Sv}$ 和 $5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ^{a)}	剂量当量仪 $-17\% \sim 25\%$ ^{b)}	9.3
2	统计涨落 ν : 剂量当量	$H_0 \leq H < 51H_0$ $H \geq 51H_0$	$(25.4 - H / (2.5H_0))\%$ 5%	9.3
3	统计涨落 ν : 报警功能的剂量当量率	$\dot{H} < 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \leq \dot{H} < 6 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ $\dot{H} \geq 6 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	20% $(21 - \dot{H} / (100 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}))\%$ 15%	9.3
4	辐射能量和入射角	0.025 eV ~ 100 keV 和 100 keV ~ 5 MeV 额定范围扩大: 5 MeV ~ 10 MeV 10 MeV 以上 相对于参考方向 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$	$-35\% \sim 300\%$ ^{c) d)} $-35\% \sim 122\%$ ^{c) d)} $-35\% \sim 122\%$ ^{c) d)} $-35\% \sim 300\%$ ^{c) d)}	9.5.1
5	按第 4 项和第 5 项但新的参考方向与使用的方向相反	见第 4 项和第 5 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	见第 4 项和第 5 项, 如果没有说明, 由制造厂给出错误取向	7.7
6	过载	10 倍量程最大值, 但剂量率不大于 $10 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$	指示值在满刻度之外或剂量当量(率)仪指示过载(持续 10 min)	9.8
7	剂量当量率指示值和报警功能的响应时间	$\dot{H}_p(10) \geq 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	指示值的 $-17\% \sim 25\%$ 任何大于 2 s 的报警响应延迟不应导致剂量超过 $500 \mu\text{Sv}$	9.9.2
8	报警设置在 H_a 或 $H_{a,c}$ 的准确度	$H_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$0.87(1 - U_{\text{rel}}) \leq H_a / H_{a,c} \leq 1.18(1 + U_{\text{rel}})$ ^{e)}	9.9.3
		$\dot{H}_a \geq$ 第二个最低有效数量级最大值	$\dot{H} \leq (1 - 2\nu_{\text{max}}) \dot{H}_a$: 触发报警的时间不超过照射时间的 5% $\dot{H} \leq (1 + 2\nu_{\text{max}}) \dot{H}_a$: 触发报警的时间至少超过照射时间的 95%	9.9.4
9	非拟测辐射的影响	—	由制造厂说明其影响	6.8

a) 最小剂量率应合理可行尽量低。如果制造厂规定在剂量测量时的最大剂量率小于 $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, 宜在剂量仪上显示。

b) 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值的实际值与参考值之比中的不确定度。

c) 该相对响应的变化附加了在确定剂量当量(率)约定量值中的不确定度。

d) 为了使用模拟工作场, 允许适当放宽限值, 见 9.5.1。

e) $H_{a,c}$ 是报警发生时的剂量约定量值。

表 7 剂量计的电气和环境特性

序号	试验特性或影响量	影响量的最小额定范围	仪器参数或相对响应在整个额定范围内的变化限值	条款编号
1	电源	原电池连续使用 100 h ^{a)} 或 二次电池连续使用 24 h ^{a)}	-9%~11%	10.2
2	环境温度	a) 室内使用 5 °C~40 °C b) 室外使用 -10 °C~40 °C	-13%~18% ^{b)}	10.3
3	相对湿度	35 °C时相对湿度 40%~90%	-9%~11% ^{c)}	10.4
4	大气压力	86.0 kPa~106.6 kPa ^{d)}	-9%~11% ^{c)}	10.5
5	密封	IP 53	说明防护等级	10.6
6	储存	-25 °C~50 °C存放三个月	满足说明书要求	10.7

a) 在仪器指示电池电压低(例如：“欠压”)后,仍能测量 8 h。
b) 剂量计的显示可被冻结,应能在室温下读出。
c) 本项试验应在 35 °C而不是在 20 °C时确定参考响应(相对湿度 65%)。
d) 在高海拔地区可要求 70 kPa 的压力下限。

表 8 剂量计的电磁骚扰特性

序号	影响量或 仪器参数	影响量的 最小额定范围	试验执行的标准	频率	在整个额定范 围内的最大允 许偏差值 D_p ^{a)}	准则 ^{b)}	条款 编号
1	静电放电,充电 电压	0 kV~±8 kV 空气放电 0 kV~±4 kV 接触放电	IEC 61000-4-2:2008	每小时 10 次骚扰	0.7 H_0	B	11.2
2	射频电磁场,场强 和调制	80 MHz~2.7 GHz 0 V·m ⁻¹ ~30 V·m ⁻¹ (均方根,未调制) 80%AM(1 kHz)	IEC 61000-4-3:2008	时间的 10%	0.7 H_0	A	11.3
3	由快速瞬变或脉 冲群引起的传导 骚扰,峰值电压	0 kV~±2 kV 5/50 ns(t_r/t_h)	GB/T 17626.4—2008	每小时 10 次骚扰	0.7 H_0	B	11.4
4	由浪涌引起的传 导骚扰,峰值电压 和上升时间	0 kV~±2 kV 非对称 0 kV~±1 kV 对称 1.2/50(8/20) μ s(t_r/t_h)	GB/T 17626.5—2008	每小时 10 次骚扰	0.7 H_0	B	11.5
5	由射频引起的传 导骚扰,频率和 电压	150 kHz~80 MHz 0 V~10 V(均方根,未调制) 80%AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6:2008	时间的 10%	0.7 H_0	A	11.6
6	50 Hz 磁场,场强	0 A·m ⁻¹ ~30 A·m ⁻¹	IEC 61000-4-8:2009	时间的 10%	0.7 H_0	A	11.7
7	电压暂降/短时中 断,持续时间	10 ms (30%降幅) 100 ms (60%降幅)	GB/T 17626.11—2008	每小时 10 次骚扰	0.7 H_0	B	11.8

a) H_0 是有效测量范围的下限。
b) 见 IEC 61000-6-2:2005。

表 9 剂量仪的机械骚扰特性

序号	试验特性或影响量	影响量的 最小额定范围	在整个额定范围内的 最大允许偏差值 D_p ^{a)}	条款编号
1	跌落	从 1 m 高度跌落到混凝土地面 (IEC 60068-2-31:2008)	$0.7 H_0$	12.2
2	振动	在 10 Hz~33 Hz 频率范围内 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	$0.7 H_0$	12.3
3	颤振	从 0.1 m 的高度跌落到钢板表面 60 次 (IEC 60068-2-31:2008)	$0.7 H_0$	12.4
^{a)} H_0 是有效测量范围的下限。				

北京中科核安科技有限公司

附 录 A
(规范性附录)
统计涨落

对于使用辐射的所有试验,如果单独由辐射的随机性引起的指示值统计涨落在试验中占有显著份额,那么就应取足够多的读数,以保证有足够的精密度估计这些读数的平均值,用于确定是否满足试验特性的要求。表 A.1 提供了以 95% 的置信水平确定监测仪两组读数之间的真差所要求的监测仪读数次数。表中列出了两组读数之间的真差百分数、两组读数的变异系数(假定每组读数的变异系数相等)和所要求的监测仪读数次数。

在试验期间,应使用剂量当量率以尽可能减少统计涨落对监测仪读数的影响。为了实现这一目的,有必要在有效测量范围中第二个或第三个最灵敏量程的中间刻度或者第二个或第三个最灵敏数量级的中间读取监测仪的读数。

为了保证读数在统计学上的独立性,监测仪读数之间的时间间隔应足够长。制造厂应提供必要的信息。

表 A.1 测量同一仪器两组读数之间的真差(置信水平 95%)所要求的读数次数¹⁾

两组读数之间的真差百分数	制造厂规定的变异系数 %	获得真差百分数所要求的读数次数
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

1) 资料取自美国标准 ANSI N42.17A.D8。

表 A.1 (续)

两组读数之间的真差百分数	制造厂规定的变异系数 %	获得真差百分数所要求的读数次数
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	16
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：此表是在以下假设情况下导出的，即当没有真差时说有差的概率和当有真差时说没有差的概率均为 0.05。

附录 B

(资料性附录)

确定由辐射能量和辐射入射角产生的相对响应变化的方法

对于在预期额定范围内的所有辐射质,确定辐射能量额定范围的最容易的方法是测量对所有能量和入射角的(绝对)响应值。由于响应可能也取决于方位角,所以应特别注意较大的入射极角。通过将这些(绝对)响应值除以对参考能量和 0° 辐射入射角的(绝对)响应值来确定相对响应值。如果相对响应值在允许的限值(例如:对光子辐射是 $0.71-U_{rel}$ 和 $1.67+U_{rel}$)内,那么该预期的额定范围就可以作为剂量仪的额定范围。该额定范围可能并不是最大的额定范围,因为还有更低或更高的能量均可能满足要求,因而该额定范围有可能更大。此外,特别是对于中子剂量仪,参考能量的变化可导致较大的额定范围。下面给出确定最大额定范围(特别是对于光子辐射)的较好和较直接的方法。

对于设计未给出对辐射入射角相对响应的非单调依赖性的剂量仪,可使用下面四个步骤以将测量次数减至最少。第一步,测量在 0° 辐射入射角时相对响应的能量依赖性。第二步,在满足辐射能量和辐射入射角要求的情况下确定额定范围的最小能量。第三步,确定额定范围的最大能量。第四步,验证在最小能量和最大能量之间的能量范围也满足要求。

- a) 以在相关条款中给出的预期额定能量范围中的所有能量测量在 0° 辐射入射角时相对响应的能量依赖性并绘制与(平均)能量的关系曲线。
- b) 确定在 a) 中测量曲线低能端的能量,该能量处的相对响应(首次)处于允许区间(例如:对光子辐射是 $0.71-U_{rel} \sim 1.67+U_{rel}$)外。对于具有次高(平均)能量的辐射质,测量入射角 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及(如果使用的额定范围超过了 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$) $\alpha = \pm \alpha_{max}$ 的相对响应值。应在包括参考方向(通过剂量仪的参考点)的两个垂直平面中进行这些测量。对于该辐射质,如果所有相对响应值均在允许区间(例如:对光子辐射是 $0.71-U_{rel} \sim 1.67+U_{rel}$)内,应使用具有次低(平均)能量的辐射质重复试验。否则,应使用具有次高平均能量的辐射质。

对于试验中使用的两个辐射质,所有测量的相对响应值在绘制曲线中作为(平均)能量的函数。用一直线将相邻的两个相对响应值连接在一起。最小额定能量就是在该能量以上所有直线均处于允许限值(例如:对光子辐射是 $0.71-U_{rel}$ 和 $1.67+U_{rel}$)之间的能量。

- c) 确定在 a) 中测量曲线高能端的能量,该能量处的相对响应(首次)处于允许区间(例如:对光子辐射是 $0.71-U_{rel} \sim 1.67+U_{rel}$)外。对于具有次低(平均)能量的辐射质,测量入射角 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及(如果使用的额定范围超过了 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$) $\alpha = \pm \alpha_{max}$ 的相对响应值。应在包括参考方向(通过剂量仪的参考点)的两个垂直平面中进行这些测量。对于该辐射质,如果所有相对响应值均在允许区间(例如:光子辐射是 $0.71-U_{rel} \sim 1.67+U_{rel}$)内,应使用具有次高(平均)能量的辐射质重复试验。否则,应使用具有次低平均能量的辐射质。使用与 b) 给出的相似方法,确定最大额定能量。
- d) 对于上面确定的在额定范围内的至少一个辐射质,应表明对入射角 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\alpha = \pm 60^\circ$ 以及(如果使用的额定范围超过了 $0^\circ \sim \pm 60^\circ$) $\alpha = \pm \alpha_{max}$ 的相对响应值在允许区间(例如:光子辐射是 $0.71-U_{rel} \sim 1.67+U_{rel}$)内。如果在 a) 中测量的相对响应值是额定范围中的极值,那么其相应的辐射质应执行本步骤。

附 录 C
(资料性附录)
个人剂量仪的使用类别

表 C.1 给出的使用类别可用于对给定目的的个人剂量仪分类。

表 C.1 个人剂量仪的使用类别

类别	符号	最小使用范围	可选的扩展范围		
			能量范围	剂量范围	剂量率范围
$H_p(10)$ γ 辐射	G	能量: 80 keV~1.5 MeV ^{a)} 剂量: 100 μSv~10 Sv ^{b)} 剂量率: 0.5 μSv·h ⁻¹ ~1 Sv·h ⁻¹ ^{c)}	m(中): 下限 60 keV l(低): 下限 20 keV h(高): 包括 6 MeV	f: 下限 10 μSv	a(事故): 上限 10 μSv·h ⁻¹ e(环境): 下限 0.05 μSv·h ⁻¹
$H_p(10)$ X 辐射	X	能量: 20 keV~150 keV ^{a)} 剂量: 100 μSv~10 Sv ^{b)} 剂量率: 0.5 μSv·h ⁻¹ ~1 Sv·h ⁻¹ ^{c)}	l(低): 下限 10 keV h(高): 包括 300 keV	f: 下限 10 μSv	a(事故): 上限 10 Sv·h ⁻¹ e(环境): 下限 0.05 μSv·h ⁻¹
$H_p(10)$ 中子辐射	N	能量: 0.025 eV~5 MeV ^{a)} 剂量: 100 μSv~1 Sv ^{b)} 剂量率: 5 μSv·h ⁻¹ ~1 Sv·h ⁻¹ ^{c)}		f: 下限 10 μSv	a(事故): 上限 10 Sv·h ⁻¹ e(环境): 下限 0.5 μSv·h ⁻¹
$H_p(0.07)$ X、γ 辐射	S	能量: 20 keV~150 keV ^{a)} 剂量: 1 mSv~10 Sv ^{b)} 剂量率: 5 μSv·h ⁻¹ ~1 Sv·h ⁻¹ ^{c)}	l: 下限 15 keV n: 下限 10 keV	g: 下限 100 μSv	a(事故): 上限 10 Sv·h ⁻¹ e(环境): 下限 0.5 μSv·h ⁻¹
$H_p(0.07)$ β 辐射	B	能量: 200 keV~850 keV(E_{mean}) ^{a)} 剂量: 1 mSv~10 Sv ^{b)} 剂量率: 5 μSv·h ⁻¹ ~1 Sv·h ⁻¹ ^{c)}	l: 下限 60 keV(E_{mean})	g: 下限 100 μSv	a(事故): 上限 10 Sv·h ⁻¹ e(环境): 下限 0.5 μSv·h ⁻¹
^{a)} 最小额定能量范围。 ^{b)} 最小有效测量范围。 ^{c)} 剂量率影响量的最小额定范围。					

例如: 核电厂用个人 γ/中子剂量仪可归类为 Gmh-N。

参 考 文 献

- [1] IEC 60050-151:2001, International electrotechnical vocabulary(IEV)—Part 151:Electrical and magnetic devices
- [2] ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary—Basic and general concepts and associated terms(VIM)
- [3] ISO/DIS 29661 , Reference radiation fields for radiation protection—Definitions and fundamental concepts
- [4] ICRU Report 60:1999, Fundamental quantities and units for ionizing radiation
- [5] Brunzendorf, J. and Behrens, R., How to type test the coefficient of variation of an indication, Radiation Protection Dosimetry, Vol.123, pp 21-31(2007)

北京中科核安科技有限公司



GB/T 13161-2015

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-52105