

中华人民共和国国家标准

GB/T 14318—2008/IEC 61005:2003
代替 GB/T 14318—1993

辐射防护仪器 中子周围剂量当量(率)仪

Radiation protection instrumentation—
Neutron ambient dose equivalent(rate)meters

(IEC 61005:2003, IDT)

2008-01-22 发布

2008-09-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
辐 射 防 护 仪 器
中 子 周 围 剂 量 当 量 (率) 仪
GB/T 14318—2008/IEC 61005:2003

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

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 1.75 字数 48 千字
2008年4月第一版 2008年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-31065

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)68533533

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 总则	2
3.2 剂量学术语和量	2
3.3 辐射防护仪器术语	3
3.4 试验术语	4
4 测量仪器的一般特性	5
4.1 仪器的标识	5
4.2 仪器的指示值	5
4.3 外部信号连接	5
4.4 有效测量范围	5
5 一般试验方法	5
5.1 试验要求	5
5.2 标准试验条件下进行的试验	5
5.3 随影响量变化进行的试验	5
5.4 统计涨落	6
5.5 中子参考辐射	6
6 辐射特性	6
6.1 周围剂量当量率指示值的相对固有误差	6
6.2 报警设置准确度的要求	7
6.3 响应随中子能量的变化	8
6.4 指示值随辐射入射角的变化	8
6.5 工作场所中子场的响应	9
6.6 对其他电离辐射的响应	9
7 电气特性	9
7.1 统计涨落	9
7.2 响应时间	10
7.3 响应时间与统计涨落之间的关系	10
7.4 零点漂移	10
7.5 预热时间	11
7.6 电源——电池供电	11
7.7 电源——交流供电	11
8 电磁兼容	12
8.1 总则	12
8.2 静电放电	12
8.3 射频电磁场	12

8.4	由射频引起的传导骚扰	13
8.5	由浪涌和振荡波引起的传导骚扰	13
8.6	由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰	13
8.7	外磁场(50 Hz)	14
8.8	电磁辐射的发射	14
9	机械特性	14
9.1	机械冲击	14
9.2	仪器的取向(向地性)	14
9.3	振动试验	14
10	安全特性	14
10.1	过载特性	14
10.2	易去污	15
11	环境特性	15
11.1	环境温度影响	15
11.2	温度冲击	15
11.3	相对湿度	16
11.4	大气压力	16
11.5	密封	16
11.6	贮存与运输	16
12	文件	16
12.1	检验合格证书	16
12.2	使用和维修手册	16
附录 A (规范性附录)	单能中子的注量对周围剂量当量的转换系数	20
参考文献		22

前 言

本标准等同采用 IEC 61005:2003《辐射防护仪器 中子周围剂量当量(率)仪》(英文版)。

为了便于使用,本标准对 IEC 61005:2003 做了下列编辑性修改:

- 删除国际标准的前言;
- 在“2 规范性引用文件”中用采用国际标准的我国标准代替对应的国际标准;
- 按照汉语习惯对一些编排格式进行了修改(例如:注的后面加“:”,一些列项说明的后面将“。”改为“;”);
- 用小数点符号“.”代替国际标准中的小数点符号“,”;
- 7.4.1 的 a) 中“2%”与表 2 中的“±5%”不符,改为“±5%”;
- 8.7.2 的注中“1.26 mT”有误,改为“1.26 μ T”;
- 在交流电源的电压和频率中只保留我国现行使用的内容;
- 增加参考文献,将“规范性引用文件”列出但未在标准正文引用的 ICRP Report 43:1988 放到参考文献中。

本标准代替 GB/T 14318—1993《辐射防护用便携式中子周围剂量当量率仪》。

本标准与 GB/T 14318—1993 相比主要变化如下:

- a) 标准的名称改为《辐射防护仪器 中子周围剂量当量(率)仪》;
- b) 将范围与内容分开,对内容增加了注解,注解中对能量响应和校准的辐射场作了说明;
- c) 将术语分为剂量学术语和量、辐射防护仪器术语和试验术语三部分。在“剂量学术语和量”中增加了注量和注量率;
- d) 将原标准中的“设计要求”改为“测量仪器的一般特性”,增加了对仪器的铭牌与标志、外部信号连接等部分要求;
- e) 在原标准中将“技术特性与试验方法”放在同一章节,现在分为一般试验方法、辐射特性、电气特性、机械特性和安全特性分别来规定。内容也有变化;
- f) 在“一般试验方法”中主要的修改内容有:在中子参考辐射中增加了工作场所中子场的内容;辐射源的内容根据国际标准的变化作了调整,注量对周围剂量当量的转换系数的值也发生了变化;
- g) “辐射特性”中的内容作了较大修改,包括:增加了型式试验和常规试验的内容;常规试验中增加了改变校准距离的试验方法;增加了报警阈的内容,分别规定了剂量当量和剂量当量率报警要求以及相应的试验方法;增加了工作场所中子场的响应,给出了其要求以及相应的试验方法;细化了对 γ 辐射响应的要求;
- h) 增加“电磁兼容”的内容,规定了静电放电、辐射电磁场、射频引起的传导骚扰、浪涌和振荡波引起的传导骚扰、快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰、外磁场和电磁辐射发射的要求以及相应的试验方法;
- i) “机械特性”中增加了对振动试验的要求及其相应的试验方法;
- j) “环境特性”中增加了对温度冲击的要求及其相应的试验方法;
- k) 关于相对固有误差、环境温度、相对湿度、相对固有误差的单次观测平均值等技术指标做了相应修订;
- l) 附录 A 的数据进行了全面的更新,列出了更多的数据点。

本标准的附录 A 为规范性附录。

GB/T 14318—2008/IEC 61005:2003

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归口。

本标准起草单位：中国原子能科学研究院、深圳市计量质量检测研究院。

本标准主要起草人：刘毅娜、李名兆、周迎春、容超凡。

本标准于 1993 年 4 月首次发布。

辐射防护仪器

中子周围剂量当量(率)仪

1 范围

本标准适用于测量能量为 16 MeV 以下中子辐射产生的周围剂量当量(率)的仪器,其至少包括:

- a) 探测装置,例如由热中子探测器与探测器周围的慢化和吸收介质组成的装置;
- b) 带有显示测量结果的测量装置,它可以与探测装置形成一体,也可以是采用电缆连接的分立装置。

下面给出了对上述装置的要求。对有特殊用途的装置,而下文的要求有些不是必需时,允许制造厂和用户协商规定适用于这些装置的特殊要求,但是确定装置性能的方法应遵守本标准。

本标准未规定在脉冲辐射场中装置的性能试验方法,因此不能确定满足本标准设计的装置是否适用于脉冲辐射场。

本标准规定了中子周围剂量当量(率)仪的性能要求和为了确定其性能满足本标准要求的试验方法。本标准也规定了中子周围剂量当量(率)仪的一般特性、一般试验方法、辐射特性、电气特性、机械特性、安全特性和环境特性,并给出了检验合格证书的要求,还规定了对具有报警功能的中子周围剂量当量(率)仪的要求和试验方法。

注:中子周围剂量当量(率)仪的周围剂量当量响应与能量有关,可能与一致性要求有较大偏离。但是,对于工作场所的实际能谱,不同能量范围的偏离可能倾向于相互抵消,因此对实际中子场的响应往往接近于一致。ISO 12789 规定了一系列适用于这类仪器试验的宽能谱中子源。也规定了可以由制造厂和用户之间协商确定对已知能谱的工作场所的试验。

对一个以上探测器组成的非常规的剂量当量率仪,根据单能中子来评价这类仪器并不合适,对这类仪器也可以按上述方法考虑。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4960.6 核科学技术术语 核仪器仪表

GB/T 8897.1—2003 原电池 第1部分:总则(IEC 60086-1:2000, 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:辐射特性和产生方法(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 8 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响应和角响应的测定(ISO 4037-3:1999, IDT)

GB/T 14055—1993 校准辐射防护用的中子测量仪表并确定其能量响应的中子参考辐射(eqv ISO 8529:1989)

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

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 14318—2008/IEC 61005:2003

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 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5—1998 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)

GB/T 17626.6—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验(idt IEC 61000-4-6:1996)

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 17626.12—1998 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验(idt IEC 61000-4-12:1995)

EJ/T 1204.1 电离辐射测量探测限和判断阈的确定 第1部分:忽略样品处理影响的计数测量(ISO 11929-1:2000,IDT)

ISO 12789:2000 中子参考辐射 模拟工作场所中子场的特性和产生方法

ICRU 51号报告:1993 辐射防护剂量学的量和单位

ICRU 57号报告:1998 用于外照射辐射防护的转换系数

ICRP 74号报告:1996 用于外照射辐射防护的转换系数,(ICRP 年报 26卷,2/4)

3 术语和定义

3.1 总则

GB/T 4960.6中给出了有关辐射量、剂量学、电离辐射探测与测量以及核仪器的通用术语。本标准采用下列术语。

3.2 剂量学术语和量

下列剂量学术语和量适用于本标准。

注:本标准所采用的辐射单位制是SI单位制,采用的倍数单位和分数单位也和SI单位制一致。使用的专用辐射防护量和单位也与ICRU 51:1993和GB/T 14055—1993一致。此外,时间还使用小时(h)和分(min)作为单位。

3.2.1

注量 fluence

dN 与 da 的商(单位为 m^{-2}),其中 dN 是入射到截面积为 da 的球体中的粒子数:

$$\Phi = \frac{dN}{da}$$

3.2.2

注量率 fluence rate

通量密度 flux density

$d\Phi$ 与 dt 的商(单位为 $m^{-2} \cdot s^{-1}$),其中 $d\Phi$ 是在时间间隔 dt 内粒子注量的增量:

$$\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$$

3.2.3

周围剂量当量 ambient dose equivalent

辐射场中某点的周围剂量当量 $H^*(10)$ 是相应的齐向扩展辐射场在ICRU球体内、与齐向场方向相反的半径上、深度为10 mm处产生的剂量当量(ICRP 74:1996,ICRU 57:1998)。

注:具有各向同性响应的仪器在辐射场中测量 $H^*(10)$ 时,辐射场应在整个仪器的尺度范围内保持均匀。

3.2.4

周围剂量当量率 ambient dose equivalent rate

$dH^*(10)$ 与 dt 的商,其中 $dH^*(10)$ 是剂量当量在时间间隔 dt 内的增量:

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

注:剂量当量率的单位是希沃特(Sv)或它的倍数或分数与适当的时间单位的商($Sv \cdot s^{-1}$ 、 $mSv \cdot h^{-1}$ 等)。

3.2.5

注量对周围剂量当量的转换系数 fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficient

周围剂量当量 $H^*(10)$ 与注量 ϕ 之比。

注:附录A给出了本标准中采用的转换系数,它引自ICRU 57:1998。

3.3 辐射防护仪器术语

3.3.1

中子周围剂量当量(率)仪 neutron ambient dose equivalent(rate) meter

用于测量和评价中子辐射产生的中子周围剂量当量率的仪器。它包括一个或多个辐射探测器和有关部件或基本功能单元。

注:仪器可以是移动式或便携式。仪器在常规使用时,辐射探测器和相关部件也可以安装在固定的地方。

3.3.2

仪器参考点 reference point of an assembly

仪器上用于将其定位于试验点的实际或假设的标志。该标志通常是探测器的几何中心或有效中心。

3.3.3

试验点 point of test

辐射场中周围剂量当量(率)约定真值已知的一点。对所有辐射场中的试验,仪器参考点都应按照制造厂规定的取向放在试验点上。但仪器指示值随入射角变化的试验除外。

3.3.4

参考取向 reference orientation

在校准中仪器相对于辐射入射方向的取向。

3.3.5

校准距离 calibration distance

仪器参考点到校准源中心的距离。

3.3.6

周围剂量当量(率)约定真值 conventional true value of ambient dose equivalent(rate)

用于校准仪器的周围剂量当量(率)真值 $H_t^*(10)$ 的最佳估计值,此值的大小及其不确定度由初级标准或次级标准确定,或由经过次级标准或初级标准校准过的参考仪器来确定。

注:中子辐射的初级标准或次级标准通常用注量(率)表示。用附录A中给出的注量对周围剂量当量的转换系数将中子注量(率)转换为周围剂量当量(率)的约定真值。

3.3.7

周围剂量当量率的指示值 indicated ambient dose equivalent rate

在试验条件下,测量仪器指示的周围剂量当量率值 $H_i^*(10)$ 。

3.3.8

周围剂量当量响应 ambient dose equivalent response

周围剂量当量(率)的指示值 $H_i^*(10)$ 与周围剂量当量(率)的约定真值 $H_t^*(10)$ 之比:

$$R = \frac{H_i^*(10)}{H_t^*(10)}$$

3.3.9

指示值误差 error of an indication

在试验点处,周围剂量当量(率) $H_i^*(10)$ 的指示值与周围剂量当量(率)的约定真值 $H_i^*(10)$ 之差。

3.3.10

指示值相对误差 relative error of an indication

指示值误差与约定真值 $H_i^*(10)$ 之比:

$$I = \frac{H_i^*(10) - H_i^*(10)}{H_i^*(10)}$$

3.3.11

相对固有误差 relative intrinsic error

在规定的参考条件下,受到规定的参考辐射照射时,仪器指示值的相对误差。

3.3.12

变异系数 coefficient of variation

一组 n 个指示值 H_{ij} 的实验标准偏差 s 与其算术平均值 \bar{H}_i 之比。变异系数 ν 由下式给出:

$$\nu = \frac{s}{\bar{H}_i} = \frac{1}{\bar{H}_i} \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (H_{ij} - \bar{H}_i)^2}$$

3.3.13

有效测量范围 effective range of measurement

周围剂量当量(率)仪的性能满足本标准要求的周围剂量当量(率)值范围。

3.3.14

标称使用范围 nominal range of use

当剂量当量(率)仪在规定的变化限值内工作时,影响量或仪器参数值的范围。其限值是最大和最小额定值。

3.3.15

最小标称使用范围 minimum nominal range of use

为满足本标准,当剂量当量(率)仪在规定的变化限值内工作时,影响量或仪器参数值的最小范围。

3.4 试验术语

3.4.1

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。

3.4.2

型式试验 type tests

在产品有代表性的一个或多个样本上进行的符合性试验。

3.4.3

常规试验 routine tests

在制造过程中或完工后对每台仪器所进行的试验,以确定其是否符合某种准则。

3.4.4

验收试验 acceptance tests

为了向客户证明仪器满足其说明书规定要求的合同试验。

3.4.5

补充试验 supplementary tests

为了提供剂量当量(率)仪某些特性的补充信息的试验。

4 测量仪器的一般特性

4.1 仪器的标识

测量中子周围剂量当量(率)的仪器应使用专门的标识注明其用途。

用于校准和试验目的的参考点应在仪器的外部标出和(或)在文件中明确说明。

4.2 仪器的指示值

仪器的指示值应使用周围剂量当量(率)的单位表示,如 mSv($\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$)。指示值可以是模拟显示或数字显示。建议仪器的指示值可远距离读出。

4.3 外部信号连接

建议提供可供远距离读出的外部连接设备(例如与外部计数器或积分器、记录仪或二次数字显示连接的设备),并且应有适当的标志。根据仪器的情况,建议使用下列输入和输出连接:

- 用于电气试验的前置放大器的输入端;
- 放大器的输出端;
- 甄别器的输出端。

如果仪器具有数据处理器和存储器,建议应有与外部数据设备连接的输出接口,如串行数据接口。

4.4 有效测量范围

有效测量范围应至少覆盖周围剂量当量率的四个量级,通常为 $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10 \text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。如果用户要求测量 $100 \text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 等较高的周围剂量当量率时,由用户与制造厂协商。

有效测量范围应满足下列要求:

- a) 对模拟显示(线性显示或对数显示)的仪器,在每一量程上,不小于满刻度的 10%~100%;
- b) 对数字显示的仪器,在每个量程上,不小于第二个最小有效数字位的第一个非零指示值到最大指示值(如:显示的最大指示值为 99.9,有效测量范围应从 $1.0 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 9.99 \text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$)。

数字显示的仪器建议配备积分设备来测量较低的周围剂量当量率。如果配备有积分设备,用户应选择不小于 1 min 倍数的积分时间。

注:积分时间是指设备记录在该时间内的脉冲数和根据脉冲数计算指示值的时间。

5 一般试验方法

5.1 试验要求

除了 6.1.2.2 规定的常规试验之外,以下条款中列举的所有试验都是型式试验(见 3.4)。

此外,由制造厂与用户之间协商确定的有些试验可作为验收试验。

表 1 规定了标准试验条件。

本标准规定的试验可根据其是在标准试验条件或是在其他条件下进行来分类。对于在标准试验条件下进行的试验应说明试验时的温度、气压和相对湿度值,并进行适当的修正以便给出参考条件下的响应值。

5.2 标准试验条件下进行的试验

表 2 给出了在标准试验条件下进行的试验,它包括试验中的每一特性及其要求和相应的试验方法的条款号。

5.3 随影响量变化进行的试验

这些试验是用来确定影响量变化的影响。表 3 给出了每个影响量的变化范围以及由这些变化所引起的仪器指示值变化的限值。表 3 中给出的影响量的变化范围规定了仪器的标称工作范围,制造厂应说明在此范围内仪器指示值的变化限值,并且这些限值在任何情况下都不能超过表 3 的规定。

为了检验列于表 3 中任一影响量变化的影响,其他所有影响量应保持在表 1 给出的标准试验条件的限值之内,除非在有关的试验方法中另有说明。

5.4 统计涨落

对任何使用辐射的试验,如果单独由辐射的随机性引起的指示值的统计涨落在试验中占有显著的份额,那么就应取足够多的读数,以保证有足够的精密度去估计这些读数的平均值,用于证明试验的符合程度。推荐使用 EJ/T 1204.1。

相邻两次读数之间的时间间隔应足够长,以保证这些读数统计学的独立性。

5.5 中子参考辐射

5.5.1 辐射源

中子参考辐射源应是²⁴¹Am-Be 放射性核素中子源、²⁵²Cf 自发裂变中子源或加速器中子源中的一种。对热中子和超热中子参考辐射场,可以使用具有适当慢化体的加速器中子源或反应堆中子束。

辐射源的特性、结构和使用条件应符合 GB/T 14055—1993 中的规定。

上述中子源产生的周围剂量当量率的约定真值可以由源的谱注量率分布和注量对周围剂量当量的转换系数(见表 A.1)得到。附录 A 中表 A.2 给出了三种中子源的转换系数。制造厂应说明所使用的转换系数(见 12.1)。

应已知中子源发射光子的周围剂量当量率。

5.5.2 工作场所中子场

工作场所中子场可以是:

- a) ISO 12789:2000 中规定的模拟场;
- b) 其他工作环境辐射场,该辐射场可进行谱计算和(或)其量值可溯源到初级标准实验室或被初级标准实验室认可。

中子场的特性、产生方法和使用条件应与 ISO 12789:2000 中推荐的一致。

在这些场中,测量点的周围剂量当量率的约定真值可以从谱注量分布和注量对周围剂量当量的转换系数得到(见表 A.1)。

注:待测量的中子场可能与参考辐射场差别很大。为了提高对这种中子场测量的准确度,可以用修正因子来修正仪器的读数。修正因子可以从仪器的注量响应、注量对周围剂量当量的转换系数和校准与测量场的谱注量计算得到。

6 辐射特性

6.1 周围剂量当量率指示值的相对固有误差

6.1.1 要求

在标准试验条件下,仪器在试验点上的相对固有误差不应超过参考辐射周围剂量当量率约定真值的±20%。

6.1.2 试验

6.1.2.1 型式试验

对于线性刻度的仪器,型式试验应在仪器的所有量程上测量相对固有误差。每个量程上至少选取三个测量点,它们应大约在每个量程满刻度的 30%、60%和 90%处。

对于对数刻度或数字显示的仪器,型式试验应在剂量当量率中的每个十进位位中至少选取三个测量点,它们应大约在每个十进位位的 20%、40%和 80%处。对每个系列的仪器,应至少选择其中一台进行型式试验。

6.1.2.2 常规试验

对于线性刻度的仪器,常规试验应在仪器的所有量程测量相对固有误差。每个量程上至少选取一个测量点,该点应在每个量程满刻度的 50%~75%之间。

对于对数刻度或数字显示的仪器,常规试验应在剂量当量率的每个十进位位中取一个值进行。

对每个系列的仪器,应对每一台仪器进行常规试验。

6.1.3 使用中子参考辐射源的试验

试验应在 5.5.1 规定的一种中子参考辐射场中进行。参考辐射场的使用条件按 GB/T 14055—1993 的规定。对使用的每个中子源,试验点处周围剂量当量率的约定真值应在扩展不确定度 $U=10\%$ ($k=2$) 之内已知。

本项试验应考虑附录 A 中所列的注量对周围剂量当量的转换系数值的不确定度。

6.1.4 改变校准距离的试验方法

GB/T 14055—1993 中规定了几种使用中子参考辐射源确定响应的实用方法。这些方法考虑了散射辐射对仪器指示值和参考点位置的影响。该方法包括确定在一系列校准距离上的指示值,这些指示值的范围可能在一个或多个数量级内。由数据分析拟合方法确定响应、散射贡献和几何参数。在这种情况下,任一指示值可以认为是 6.1.2.1 和 6.1.2.2 中给出的各量程中的一点。如果对散射和几何参数的拟合值与通过计算或实验确定的经验值一致,则可以使用拟合的指示值来确定各量程的固有误差。

6.1.5 等效电信号试验方法

当所用的中子源无法提供试验所要求的全部量程的周围剂量当量率时,对辐射源不能提供的周围剂量当量率,允许使用等效电信号试验方法确定相对固有误差。

在这种情况下,对于型式试验,辐射源至少应在仪器有效测量范围的较高端提供一个周围剂量当量率。对于型式试验和常规试验,辐射源至少应在仪器有效测量范围的较低端提供一个周围剂量当量率。电信号的波形应尽可能接近来自于探测器的信号波形。信号输入的位置应考虑能检验除探测器本身或闪烁探测器的光电倍增管以外的整机性能。

如果中子参考辐射源给出的周围剂量当量率约定真值为 $\dot{H}_0^*(10)$, 仪器测量的周围剂量当量率的指示值为 $\dot{H}_0^*(10)$, 则应输入一个电信号 S_0 以使仪器产生同样的指示值 $\dot{H}_0^*(10)$ 。当由另一个输入信号 S_1 产生另一个指示值 $\dot{H}_1^*(10)$ 时,相对固有误差 I 由下式给出:

$$I(\%) = \left[\frac{\dot{H}_1^*(10) \times S_0}{\dot{H}_0^*(10) \times S_1} - 1 \right] \times 100$$

观测值应落在 6.1.6 给出的限值之内。如果使用等效电信号试验方法,则应在相应的文件中加以说明。

6.1.6 观测值的解释方法

在评价是否满足 6.1.1 的要求时,应考虑在试验中所用的周围剂量当量率约定真值的不确定度 U ($k=2$)。

如果平均值的相对固有误差 I 都不超过 $\pm(20\%+U)$, 则满足 6.1.1 的要求。

6.2 报警设置准确度的要求

6.2.1 剂量当量率报警要求

在标准试验条件下,当剂量当量(率)仪受到剂量当量率报警阈值 0.8 倍的剂量当量率照射 10 min 时,误报警的时间总和不应超过 1 min。同样,当剂量当量(率)仪受到剂量当量率报警阈值 1.2 倍的剂量当量率照射 10 min 时,应在大于 90% 的试验期间内报警,并且此时报警启动时间应在 5 s 之内或报警启动时间与报警阈剂量当量率的乘积小于 $10 \mu\text{Sv}$ 。

当剂量当量(率)仪使用多于一个探测器去覆盖剂量当量(率)仪指示值的整个量程时,上述要求应分别适用于每个探测器的相关量程。

6.2.2 剂量当量报警要求

在标准试验条件下,当剂量当量仪受到剂量当量报警阈值 0.8 倍的剂量当量照射时应不报警。在剂量当量仪受到剂量当量报警阈值 1.2 倍的剂量当量照射时应报警。

6.2.3 试验方法

6.2.3.1 剂量当量率报警

应至少进行两次试验。一次报警阈设置在最大有效指示值附近,另一次设置在第二个最小有效十

进位位的最大值附近。应考虑剂量当量(率)仪受照射的剂量当量率约定真值的不确定度。如果不确定度是 U , 则所用的剂量率应是:报警阈剂量当量率的 $0.8(1-U)$ 倍和 $1.2(1+U)$ 倍。

6.2.3.2 剂量当量报警

应至少进行两次试验。一次报警阈设置在最大有效指示值附近,另一次设置在第二个最小有效十进位位的最大值附近。报警复位,然后使剂量当量仪受到照射,其剂量当量率的约定真值使仪器至少在 100 s 内不报警。应测量剂量当量仪受照射的时间,并使其满足下列准则:设置的报警阈除以所用剂量当量率和测量时间的乘积的商应在 $0.8(1-U) \sim 1.2(1+U)$ 范围内。

6.3 响应随中子能量的变化

6.3.1 要求

用于辐射防护目的时,希望在规定的能量范围内,仪器响应随中子能量的变化不超过 50%。但直到目前,这一性能尚不能达到。因此,制造厂应力求得到实际可行的最佳能量响应,并至少在下列能量点说明仪器的能量响应。

对于所有现有的仪器和正在开发的主要基于适当响应计算的仪器,其计算结果应适用于整个能量范围,在该范围内辐射能量的每个十进位位至少有两个能量点的数据。

由于不可能在从热中子到 16 MeV 的九个能量的量级上检查仪器的性能和验证计算的数据,所以应使用下列能量:

- a) 热中子;
- b) 在 1 keV~50 keV 能量范围内,至少有一种中子能量;
- c) 在 50 keV~600 keV 能量范围内,至少有一种中子能量;
- d) 在 1 MeV~5 MeV 能量范围内,至少有一种中子能量;
- e) 在 13.5 MeV~16 MeV 能量范围内,至少有一种中子能量。

如果仪器用于从热中子到能量限值小于 16 MeV 的能量范围时,则应在相应的文件中明确说明并规定其能量的上限值。

6.3.2 试验方法

应使用 6.3.1 中 a)~e) 内列出的每个能量范围的至少一种中子源来照射仪器。这些中子源的产生和使用方法应按照 GB/T 14055—1993 的要求。

原则上,对每个辐射能量,本项试验最好在同样的周围剂量当量率条件下进行。但实际上很难做到,在这种情况下,对于每种能量的剂量当量率指示值,应使用相同指示值下对于参考辐射(见 6.1)的相对固有误差(如果需要可内插)进行修正。

6.4 指示值随辐射入射角的变化

6.4.1 要求

当辐射相对于校准方向从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的任何角度入射时,仪器指示值的变化不应超过 $\pm 25\%$ 。

当辐射相对于校准方向从 $90^\circ \sim 180^\circ$ 和 $-90^\circ \sim -180^\circ$ 的任何角度入射时,制造厂应说明仪器指示值的变化。

注:本标准针对具有宽接收角且在一个平面上圆形对称的探测器装置。本标准认为这是在整个 4π 立体角内达到响应一致的实际限制。

6.4.2 试验方法

应使用 5.5.1 中规定的任何一种中子参考辐射源照射探测装置。将仪器置于与在校准方向上的辐射源成规定的取向(即制造厂规定的相对于所用辐射源的方向)。

校准距离至少是源和探测器最大几何尺寸之和的三倍。散射中子对仪器指示值的贡献不应超过非散射中子贡献的 20%。散射中子贡献的测量应符合 GB/T 14055—1993 的规定。

将探测装置沿水平面旋转,每次转 30° ,从 0° 转到 $\pm 180^\circ$,并记录读数。在两个互相正交的垂直平面内,还应分别进行类似的测量。两个平面中有一个平面与源的方向一致。

6.5 工作场所中子场的响应

6.5.1 要求

对于本标准涉及的辐射防护仪器,要求测量 3.2.3 中规定的量时应有可接受的不确定度。由于仪器可能在某些能量范围内过响应,而在其他能量范围则欠响应,或者与其他能量范围相比其偏差较小,所以制造厂可与用户协商确定对实际工作场所中子场的试验和更加严格的误差限制,但相对固有误差不应超过 $\pm 20\%$ 。

如果试验是在 ISO 12789:2000 规定的模拟中子场中进行,则该模拟中子场应与仪器使用时的工作场所中子场一致。

6.5.2 试验方法

应将仪器的参考点置于辐射场的试验点处,且谱注量率或积分注量率与其注量对剂量当量的转换系数都应已知。

6.6 对其他电离辐射的响应

6.6.1 α 和 β 辐射

根据设计,这类仪器对 α 和 β 辐射一般无响应,因此不用进行此项试验。

6.6.2 光子辐射

6.6.2.1 要求

对光子辐射的响应,应以仪器在试验点处单位光子周围剂量当量率的指示值来表示。

当中子仪器受到光子辐射时,可能不仅导致仪器出现指示值,而且会改变仪器对中子辐射的响应。因此应在两方面分别要求:

- a) 由光子周围剂量当量率为 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的 ^{137}Cs 源照射产生的指示值不应超过由 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 中子周围剂量当量率引起的指示值。
- b) 在中子参考源产生的 $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 场中,用 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的 ^{137}Cs 光子辐射源照射仪器,其指示值的变化不应超过 10% 。
上述试验所用的 ^{137}Cs 源应符合 GB/T 12162 系列标准的要求。
- c) 此外,由于在一些测量中子周围剂量当量率的场所中存在高能 γ 辐射(如从 ^{16}N 产生的 6 MeV 光子),应由制造厂与用户协商,并在较高光子能量辐射场和 ^{137}Cs 源辐射场中检验仪器对 γ 辐射的响应。在这种情况下,制造厂应说明仪器对高能光子辐射的响应。

注:实际上所有中子辐射场都伴有光子辐射,因此有必要确定仪器对光子辐射的响应。

6.6.2.2 试验方法

对于 6.6.2.1 中 a) 的要求,用 ^{137}Cs 源照射仪器,使其参考点处于周围剂量当量率为 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的光子辐射场中,仪器的指示值不应超过 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

对于 6.6.2.1 中 b) 的要求,用中子参考源照射仪器,使其指示值为 $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。然后再增加 ^{137}Cs 源照射,使仪器在试验点处的光子周围剂量当量率为 $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 。由中子源产生的指示值受增加的光子辐射影响而引起的指示值的变化不应超过 10% 。

对于 6.6.2.1 中 c) 的要求,试验所用的辐射源应符合 GB/T 12162 系列标准的要求。

7 电气特性

7.1 统计涨落

7.1.1 要求

仪器的周围剂量当量率指示值可以在其平均值上下波动。

指示值的变异系数应小于 20% 。

对于线性刻度的仪器,上述要求适用于超过最灵敏量程满刻度 $1/3$ 的所有周围剂量当量率。

对非线性(如的对数)刻度的仪器,上述要求适用于超过最低有效刻度三倍的所有周围剂量当量率。

对于数字显示的仪器,上述要求适用于超过最小有效数字位十倍的所有周围剂量当量率。

7.1.2 试验方法

用辐射源照射探测装置,该源应在仪器的最灵敏量程(线性输出)或最灵敏十进位位(对数输出)满量程的 1/3~1/2 之间给出稳定的周围剂量当量率。

按 5.4 的要求至少取十个读数并计算其变异系数。由此得到以百分数表示的变异系数应在 7.1.1 规定的限值之内。

7.2 响应时间

7.2.1 要求

响应时间应符合下述要求,如果周围剂量当量率发生突然改变,指示值应达到下述值:

$$\dot{H}_{ii}^*(10) + \frac{90}{100} [\dot{H}_{if}^*(10) - \dot{H}_{ii}^*(10)]$$

式中:

$\dot{H}_{ii}^*(10)$ ——初始指示值;

$\dot{H}_{if}^*(10)$ ——最终指示值。

此时所需时间应满足下列规定:

- 当周围剂量当量率增加或减少的最终指示值小于 0.1 mSv·h⁻¹时,小于 30 s;
- 当周围剂量当量率增加或减少的最终指示值在 0.1 mSv·h⁻¹~1 mSv·h⁻¹之间时,小于 10 s;
- 当周围剂量当量率增加或减少的最终指示值大于 1 mSv·h⁻¹时,小于 4 s。

制造厂应说明响应时间。

7.2.2 试验方法

本项试验既可以用合适的中子源来进行,也可以将合适的电信号输入到仪器的输入端来进行。

周围剂量当量率的初始指示值和最终指示值之间至少应相差十倍,并按此倍数进行增加和减少周围剂量当量率的两种测量。

如果使用电信号试验方法,输入的信号应符合上述要求。

对于增加周围剂量当量率的试验,探测装置应先受较高的周围剂量当量率照射,并记录指示值 $\dot{H}_{ii}^*(10)$ 。

然后,探测装置再受较低的周围剂量当量率照射,照射时间要足以使指示值 $\dot{H}_{ii}^*(10)$ 达到稳定值,记录此值。

最后,尽可能快地将周围剂量当量率改变到相当于 $\dot{H}_{if}^*(10)$ 的周围剂量当量率,记录指示值达到 7.2.1 中公式给出值所需的时间。

减少周围剂量当量率的试验按同样方式进行,只是 $\dot{H}_{ii}^*(10)$ 和 $\dot{H}_{if}^*(10)$ 对应的的周围剂量当量率数值互换。

7.3 响应时间与统计涨落之间的关系

响应时间与统计涨落的变异系数是两个相互关联的特性,在 7.1.1 和 7.2.1 中给出了可接受的限值。

对于高的周围剂量当量率,建议在满足统计涨落限值的条件下尽可能地减少响应时间。

当响应时间小于 1 s 时,应更注重减少统计涨落。

7.4 零点漂移

7.4.1 要求

仪器工作 30 min 后,在无或可忽略的中子场中(在标准试验条件下)工作,其指示值与以后 8 h 内指示值的差别在每个量程内都不应超过下列值:

- a) 对于模拟显示的仪器:不大于满刻度偏转角的±5%;

b) 对于数字显示的仪器:最小有效数字位值的变化不大于5。

7.4.2 试验方法

打开仪器并等待 30 min。如果有调零控制器,则应将仪器的指示值调零。对于非线性刻度的某些仪器,可用此种控制器将指示值调到某个非零参考点。如果是这种情况,控制器应将指示值调到合适的参考点。

保持此状态,并在以后的 8 h 内每隔一小时记录一次读数。指示值应符合 7.4.1 的要求。

7.5 预热时间

7.5.1 要求

制造厂应说明预热时间。

7.5.2 试验方法

本项试验是非强制性的。

在仪器电源开关断开时,用合适的辐射源照射仪器,该源可使指示值至少达到最灵敏量程或十进位位最大值的一半。

然后接通仪器电源开关,并在电源接通之后的 3 min~6 min 内每隔 15 s 记录一次读数。

在仪器打开 30 min 之后,取足够多的指示值(见 5.4),以其平均值作为指示值的“最终值”。在指示值随时间变化的函数关系图上,画出一条光滑的观测指示值的最佳拟合曲线。

指示值的最终指示值与曲线上 5 min 时的读数之差应在制造厂规定的限值之内。

7.6 电源——电池供电

7.6.1 总则

应提供仪器在最大负载条件下检验电池状态的装置。在显示部件上或显示部件旁应清晰地标出仪器性能仍满足本标准要求的最低电池电压指示。

电池可以用任何需要方式连接,但是电池应能逐个更换。制造厂应在仪器上清楚地标出电池的安装极性。

7.6.2 原电池(非可充电式)

当由原电池供电时,在仪器间断使用 40 h 后,电池的供电能力应使仪器的指示值与初始指示值的差别不超过 10%。使用的原电池应从 GB/T 8897.1—2003 规定的电池中选择。

注:间断使用 40 h 是指连续使用 8 h 后停机 16 h,持续 5 d。

7.6.3 二次电池(可充电式)

当由二次电池供电时,在仪器连续使用 12 h 后,电池的供电能力应使仪器的指示值与初始指示值的差别不超过 10%。如果使用二次电池供电,应在 16 h 内完成充电。

建议使用完成充电后自动关闭充电器的装置,此外,建议使用对相应类型的电池有控制最佳充放电模式的设备。

7.6.4 电池运行试验

应使用新的原电池或由制造厂指定的已充满电的二次电池进行本项试验。

将仪器置于辐射场中照射,使其至少在 $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 范围内有合适的指示值。仪器置于该辐射场中的工作时间应符合 7.6.2 或 7.6.3 中的规定。在相应的时间结束时,每个指示值应符合 7.6.2 或 7.6.3 规定的要求。

注:对电池试验更严格的规定正在考虑之中并与 IEC 正在进行的相应的研究和开发的技术工作相一致。

7.7 电源——交流供电

7.7.1 要求

剂量当量(率)仪应设计为使用单相 50 Hz 的交流电源,电压为 220 V。

交流供电的剂量当量(率)仪应允许交流电源电压标称值变化 10% 和 -12%,在频率 $50 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$ 下也能正常工作。

在整个电源电压的范围内,剂量当量(率)的指示值变化不应超过±10%。

7.7.2 试验方法

将仪器的探测装置置于中子辐射场中,测量点处的剂量当量率大约是仪器有效测量范围下限的三倍(见 4.4)。在电源电压为标称值 U_N 时,读取足够多的周围剂量当量率读数并求其平均值(见 5.4)。当电压高于标称值的 10%和低于标称值的 12%时,分别读取足够的读数并求其平均值(见 5.4)。这些平均值与电压标称值时平均值的相对变化不应超过±10%。

在周围剂量当量率至少相当于有效测量范围上限的 2/3 处重复上述试验。

将仪器再置于上述两个同样的周围剂量当量率处,在每个周围剂量当量率下,电源频率为标称值 50 Hz、53 Hz和47 Hz时分别读取足够多的读数并求其平均值。这些平均值与电源频率标称值时平均值的相对变化不应超过±10%。

注:如果仪器没有以交流电源频率为基频定时的功能,则不需要进行本项实验。

8 电磁兼容

8.1 总则

应对仪器将要使用的模式进行所有试验,即通常的剂量当量和剂量当量率两种模式。

用一个合适稳定的检查装置(如 2GBq 的²⁴¹Am-Be 源)使剂量当量(率)仪在测量期间产生最灵敏量程的指示值或 10 倍于有效测量范围下限的指示值。检查装置应不干扰剂量当量(率)仪进行试验。

在所有试验期间,应使周围剂量当量(率)仪处于接通状态。如果可选择量程,则应置于最灵敏档。

8.2 静电放电

8.2.1 要求

由静电放电产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无此骚扰时指示值的 10%。

当仪器处于放电状态时,应不触发报警或其他输出。

8.2.2 试验方法

应将剂量当量(率)仪紧靠 GB/T 17626.2—2006 规定的一个合适的试验用静电放电发生器。对导电表面和耦合平面采用接触放电方法。对绝缘表面则采用空气放电方法。应根据用户的可操作性选择放电点。

进行下列操作:

- a) 对操作人员在正常测量期间可能接触到整个仪器的各个部分进行至少五次放电;
- b) 对于带导电表面和耦合平面的仪器,使用 GB/T 17626.2—2006 规定的接触放电方法,静电放电应相当于给 150 pF 的电容器充电至 6 kV 电压并通过 330Ω 电阻放电(严酷度等级 3);
- c) 在试验带绝缘表面的仪器时,应使用 8 kV 空气放电方法(严酷度等级 3)。

8.3 射频电磁场

8.3.1 要求

由射频电磁场产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无此骚扰时指示值的 10%。

8.3.2 试验方法

将仪器完全置于 GB/T 17626.3—2006 规定的射频电磁场。在有电磁场和无电磁场时都应进行下列操作:

- a) 电磁场强度应为 10 V/m,频率范围为 80 MHz~1 GHz。试验时自动扫描速度不应超过 1.5×10^{-3} 十倍频程/秒或基频的 1%步长。

注 1:选择 20 V/m 是为了在一个取向下进行试验,GB/T 17626.3—2006 规定(严酷度等级 3)的强度为 10 V/m。

- b) 信号应能被 1 kHz 的正弦波进行幅度调制,调幅深度 80%。

- c) 如果不能进行频率自动扫描,应在下列频率进行试验:27 MHz,80 MHz,90 MHz,100 MHz,110 MHz,120 MHz,130 MHz,140 MHz,150 MHz,160 MHz,180 MHz,200 MHz,220 MHz,240 MHz,260 MHz,290 MHz,320 MHz,350 MHz,380 MHz,420 MHz,460 MHz,510 MHz,560 MHz,620 MHz,680 MHz,750 MHz,820 MHz,900 MHz 和 1 000 MHz。
- d) 如果观测到响应的任何变化大于 8.3.1 规定值的 1/3,按 GB/T 17626.3—2006 的规定,对仪器在所有三个取向、用 10 V/m 的场强、以 1% 为步长在该频率±5% 的范围内进行附加试验(如果要进行 d)项试验)。

注 2: 允许有一定的磁化率。临界频率由用户决定。

8.4 由射频引起的传导骚扰

8.4.1 要求

由射频场产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无此骚扰时指示值的 10%。当仪器处于此射频场中时,应不触发报警或其他输出。

本项试验适用于频率范围为 150 kHz~80 MHz 的射频发射器的仪器。对无传导电缆(如信号线)而用电池供电的剂量当量(率)仪不进行本项试验。

8.4.2 试验方法

在有射频场和无射频场引起的传导骚扰(GB/T 17626.6—1998,严酷度等级 3)时,都应进行下列操作:

- 设置频率范围为 150 kHz~80 MHz、强度为 140 dB(μ V);
- 信号应能被 1 kHz 的正弦波进行幅度调制,调幅深度 80%;
- 试验时自动扫描速度不应超过 1.5×10^{-3} 十倍频程/秒或基频的 1% 步长。

注: 允许有一定的磁化率。临界频率由用户决定。

8.5 由浪涌和振荡波引起的传导骚扰

8.5.1 要求

由浪涌和振荡波引起的传导骚扰产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无此骚扰时指示值的 10%。

当仪器处于脉冲下时,应不触发报警或其他输出。使用电池供电的剂量当量(率)仪不进行本项试验。

8.5.2 试验方法

交流电源通过耦合/去耦网络连接到 GB/T 17626.5—1998 和 GB/T 17626.12—1998 规定的脉冲发生器(严酷度等级 3)后进行下列操作:

- 对仪器发送 10 个脉冲,脉冲间隔的最短时间为 1 min;
- 每个脉冲应包含强度为 2 kV 的合成波(1.2/50 μ s~8/20 μ s);
- 环形波脉冲不超过 2 kV。

8.6 由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰

8.6.1 要求

由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无此骚扰时指示值的 10%。使用电池供电的剂量当量(率)仪不进行本项试验。

8.6.2 试验方法

按 GB/T 17626.4—1998 的规定(严酷度等级 3)将快速瞬变或脉冲群通过耦合/去耦网络加到交流电源上,然后在存在与不存在骚扰两种情况下进行下列操作:

- 使用重复率不超过每分钟一次;
- 所加的峰值电压为±2 kV。

8.7 外磁场(50 Hz)

8.7.1 要求

如果仪器的指示值受外磁场的影响,制造厂应对这种影响给出警告并在仪器说明书中注明。本标准建议由外磁场产生的最大虚假指示值(包括瞬态和稳态)或数据输出应小于无外磁场时指示值的10%。

当仪器处于磁场中时,应不触发报警或其他输出。

注:便携式仪器可能受到磁场剧烈变化的影响,这与仪器使用的场所有关。工作在加速器或类似设备附近时可能出现强磁场。

8.7.2 试验方法

试验方法和场强(见 GB/T 17626.8—2006)应由制造厂与用户协商。建议进行下列操作:

- a) 在频率为 50 Hz 时,设置场强为 30 A/m 的连续磁场;
- b) 将仪器置于磁场中,在相对于磁力线至少两个取向(0° 和 90°)上进行试验。

注:1 A/m 相当于自由空间的磁感应强度为 $1.26 \mu\text{T}$ 。

8.8 电磁辐射的发射

使用相关的国家标准。

9 机械特性

9.1 机械冲击

测量装置应能经受来自于各个方向、时间间隔为 18 ms、加速度为 $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 、波形为半正弦波的机械冲击而不损坏。

9.2 仪器的取向(向地性)

9.2.1 要求

仪器处于任意取向时的指示值与参考取向的指示值之差不应超过 $\pm 2\%$ 。制造厂应说明参考取向。

9.2.2 试验方法

原则上应在仪器的所有取向进行本项试验。通常不同的取向只对模拟指示的仪器有影响。因此,取向试验只限于仪器拿在手里,操作者能够看得见指示率表的那些取向。本项试验用电信号方法进行。

9.3 振动试验

9.3.1 要求

在 10 Hz~35 Hz 的频率范围内施加 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 的谐波负载 15 min 之后,仪器的平均响应不应超过参考指示值的 15%。振动应不影响仪器的结构状态(如:焊点牢固、螺母和螺钉不松动)。

9.3.2 试验方法

以可重复的方式用合适的光子源和中子源依次照射仪器。源的强度要足够强,使得统计涨落对仪器指示值的影响尽可能小。确定仪器的平均指示值。然后仪器在三个正交取向的每个取向接受在 10 Hz~21 Hz 和 22 Hz~35 Hz 频率范围中的一个或多个频率的 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 谐波负载 15 min。每振动 15 min 之后,在与开始振动前确定仪器指示值相同的照射几何条件下确定仪器的平均指示值。应检查仪器和记录其物理状态。

10 安全特性

10.1 过载特性

10.1.1 要求

当周围剂量当量率大于仪器相应的满刻度时,仪器的指示值应超过满刻度,并保持在满刻度之外。对于多量程的仪器,本项要求应适用于每个量程。在受到试验方法中规定的周围剂量当量率照射后仪器应满足 6.1.1 的要求。

10.1.2 试验方法

用十倍于最大刻度值或 $250 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ (取两者中较小的) 的中子周围剂量当量率照射探测装置 5 min。在此期间,仪器的指示值应保持在满刻度之外。

10.2 易去污

仪器的结构应易于去污。为此,仪器的外表面应光滑无孔、无裂缝或把仪器放在薄而柔软的封套内,封套的一部分是透明的,便于仪器读数。

11 环境特性

11.1 环境温度影响

11.1.1 要求

在制造厂与用户之间协商的温度范围内,剂量当量(率)仪的指示值变化应保持在下列限值之内:

- 在正常温度范围使用的仪器:在 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (中间点温度 22°C) 温度范围内的指示值与在标准试验条件下得到的指示值相对变化不应超过 $\pm 10\%$;
- 在较宽温度范围使用的仪器:在 $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ (中间点温度 18°C) 温度范围内的指示值与在标准试验条件下得到的指示值相对变化不应超过 $\pm 20\%$ 。对于在室外和高温室内使用的仪器,便携式仪器的设计应满足这些要求;
- 在极端温度范围使用的仪器:在 $-25^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ (中间点温度 12°C) 温度范围内的指示值与在标准试验条件下得到的指示值相对变化不应超过 $\pm 50\%$ 。

注:对工作在 -10°C 以下的仪器,需要采取某些措施以使电池保持在额定的工作温度范围内。

11.1.2 试验方法

用足够强的中子源照射仪器,使其指示值在第二个最灵敏的十进位位。试验应在环境室内进行。除非仪器对湿度的变化灵敏,否则一般不需要控制环境室的湿度。

温度应在每一个温度限值处至少保持 24 h。在此期间最后 30 min 内得到的读数应在适当的允值范围内。此外,应在 11.1.1 中规定的温度范围的中间点温度获得一个读数。

建议湿度保持在较低水平以防止温度变化时结露。还建议温度变化率不超过 $10^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

注:对于通常具有较大质量慢化体的仪器可能需要较长的热平衡时间。

11.2 温度冲击

11.2.1 要求

当温度在 5 min 内从 20°C 增加到 50°C 或从 20°C 降低到 -10°C 时,剂量当量(率)仪的指示值相对变化不应超过 20°C 时的 $\pm 15\%$ 。

当温度从 50°C 或 -10°C 变化到 20°C 时,剂量当量(率)仪的指示值相对变化不应超过 50°C 或 -10°C 时的 $\pm 15\%$ 。

11.2.2 试验方法

用足够强的中子源照射仪器,使其指示值在第二个最灵敏的十进位位。试验中仪器和中子源的几何位置应可重复。

仪器在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下至少稳定 60 min,然后读取剂量当量(率)仪的指示值。

将仪器和源从该环境直接移到环境室,建立同样的照射几何条件,仪器的环境温度保持在 $45^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间。此过程应在 5 min 内完成。在整个 2 h 内每 15 min 测量一次仪器的读数。在这个过程中,仪器应保持在此环境中直至温度稳定。

将仪器从环境室移出,返回到开始时的环境中,建立同样的照射几何条件,仪器的环境温度保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。此过程应在 5 min 内完成。在整个 2 h 内每 15 min 测量一次仪器的读数。在这个过程中,仪器应保持在此环境中直至温度稳定。

应在环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 的环境室内重复进行试验。

11.3 相对湿度

11.3.1 要求

由相对湿度(RH)的影响造成仪器指示值的变化应受以下限制:

当温度为 35℃、相对湿度达到 95%时,仪器指示值的相对变化不应超过±10%。

当湿度的影响明显时才需要进行本项试验。

11.3.2 试验方法

试验只在 35℃进行。用恒定的周围剂量当量率的参考中子源照射仪器。相对湿度为 95%时至少保持 24 h,在此期间的最后 30 min 读取仪器的指示值。允许在 11.3.1 规定的±10%指示值变化上附加单独由于温度带来的变化。

11.4 大气压力

大气压力一般对仪器响应没有明显的影响。

如果要求在其他大气压力下进行典型试验,例如某些仪器需要在空中低大气压力条件下使用,这时可能会对电缆和接头的电场强度特性有影响。

11.5 密封

对于在室外使用的仪器,制造厂应说明防潮措施。

11.6 贮存与运输

在温带地区使用的仪器,其设计应保证能在制造厂的包装条件下、温度在-25℃~50℃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。

12 文件

12.1 检验合格证书

每台仪器应携带一份检验合格证书。至少应包括下列信息(见 GB/T 16511—1996):

- 制造厂名称或注册商标;
- 仪器的类型和序号;
- 每一量程的刻度限值;
- 校准所用的参考源和对参考源所用的注量对周围剂量当量的转换系数;
- 对参考辐射的响应(即相对固有误差试验的结果);
- 在整个能量范围内响应随中子能量的变化;
- 对光子辐射的响应;
- 仪器的参考点(如果必要,说明与中子能量的关系)和校准取向;
- 探测器类型和规格;
- 探测装置和整台仪器的尺寸和重量;
- 经过检查的满足入射角要求的中子能量;
- 响应随辐射入射角的变化;
- 仪器含有的任何危险和可燃材料;
- 说明本仪器通过了本标准的试验并全部满足要求。

12.2 使用和维修手册

仪器应有详细的说明书,应包括仪器性能、工作方式和仪器维护、探测器和慢化体的详细情况、死时间的数据、在脉冲辐射场的响应、服务、校准和试验的全部信息以及相关的维修指导(见 GB/T 16511—1996)。

表 1 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)
中子参考辐射场	$^{241}\text{Am-Be}$, ^{252}Cf 或 $\text{D(d,n)}^3\text{He}$ 中子源	$^{241}\text{Am-Be}$, ^{252}Cf 或 $\text{D(d,n)}^3\text{He}$ 中子源
预热时间	15 min	不小于 15 min
环境温度	20℃	18℃~22℃
相对湿度	65%	50%~75%
大气压强	101.3 kPa	86.0 kPa~106.0 kPa
电源电压 ^a	额定电压 U_N	额定电压 $(1\pm 1\%)U_N$
电源频率 ^a	额定频率 f_N	额定频率 $(1\pm 1\%)f_N$
电源波形 ^a	正弦波	正弦波总的谐波畸变小于 5%
辐射入射角	制造厂给定的校准方向	给定的校准方向 $\pm 10^\circ$
外电磁场	可以忽略	小于能引起干扰的最小值
外界感应磁场	可以忽略	小于由地球磁场引起的感应值的两倍
仪器的取向	由制造厂说明	规定取向 $\pm 5^\circ$
仪器的控制旋钮	调到正常工作状态	调到正常工作状态
放射性物质的污染	可以忽略	可以忽略

^a 只针对用交流电源供电(或也可用交流供电)的仪器。

表 2 在标准试验条件下进行的试验

待测试的特性	要 求	试验方法(条)
相对固有误差	$\pm 20\%$	6.1.2
统计涨落	变异系数不大于 20%	7.1.2
响应时间	当周围剂量当量率的最终指示值小于 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 时小于 30 s; 当周围剂量当量率的最终指示值在 $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 之间时小于 10 s; 当周围剂量当量率的最终指示值大于 $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 时小于 4 s	7.2.2
零点漂移	仪器连续工作大于 8 h 时(经过 30 min 的预热时间之后): 对模拟显示仪器:不大于满刻度偏转角的 $\pm 5\%$; 对数字显示的仪器:最小有效数字位的指示值不大于 5	7.4.2
过载特性	用十倍于满刻度或 $250 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ 的周围剂量当量率(取两者中较小的)照射仪器时,仪器的指示值保持在满刻度以外 在过载测试之后要根据说明书进行操作	10.1.2

^a 这些要求也适用于周围剂量当量率减小时的试验。

表 3 随影响量变化进行的试验

影响量	影响量的变化范围	指示值的变化限值	试验方法(条)
中子能量	热中子 1 keV~50 keV 50 keV~600 keV 1 MeV~5 MeV 13.5 MeV~16 MeV	由制造厂说明指示值的相对固有误差 ^a	6.3.2

表 3(续)

影响量	影响量的变化范围	指示值的变化限值	试验方法(条)
入射角	0°~±90° ±90°~±180°	指示值的相对固有误差小于±25%； 由制造厂说明	6.4.2
光子辐射	a) 由 ¹³⁷ Cs源产生的10 mSv·h ⁻¹ 周围剂量当量率 b) 在上述辐射场中再加上1 mSv·h ⁻¹ 的中子辐射 c) 高能光子响应(6 MeV)	指示值小于0.1 mSv·h ⁻¹ ±10% ^b 由制造厂说明	6.6.2.2
预热时间	由制造厂规定	由制造厂说明	7.5.2
电源电压			
a) 原电池	间断性使用40 h之后	±10% ^d	7.6.4
b) 二次电池	连续使用12 h之后	±10% ^d	7.6.4
c) 交流电源 (可用于交流供电)	88%U _N ~110%U _N 47 Hz~53 Hz	±10% ^e ±10% ^d	7.7.2 7.7.2
仪器的取向	任意取向	±2%	9.2.2
振动	10 Hz~35 Hz, 20 m·s ⁻²	±15%	9.3.2
环境温度	标准值: 10℃~35℃ 扩展值: -10℃~45℃ 极限值: -25℃~50℃	±10% ^e ±20% ^e ±50% ^e	11.1.2
温度冲击	20℃~50℃ 20℃~-10℃ 50℃~20℃ -10℃~20℃	±15% ^d ±15% ^d ±15% ^d ±15% ^d	11.2.2
相对湿度	在35℃时最高95%	±10%	11.3.2
大气压力	f	f	11.4
<p>a 对于参考辐射的响应。</p> <p>b 在无γ辐射时的指示值。</p> <p>c 在标准试验条件下的指示值。</p> <p>d 初始指示值。</p> <p>e 用于温带地区的仪器,在过热或过冷的气候条件下采用-25℃~50℃温度范围的要求。对于在很低温度中工作的仪器建议提供电池加热的方法。</p> <p>f 没有通用规定。若有需要,应规定影响量的数值范围和指示值的变化限值。</p>			

表 4 由影响量带来的特性变化限值

影响量	影响量的最小范围	变化限值 ^a	试验方法(条)
静电放电	与 GB/T 17626.2—2006 的规定相同	±10%	8.2.2
射频电磁场	与 GB/T 17626.3—2006 的规定相同	±10%	8.3.2
由射频引起的传导骚扰	与 GB/T 17626.6—1998 的规定相同	±10%	8.4.2
由浪涌和振荡波引起的传导骚扰	与 GB/T 17626.5—1998 和 GB/T 17626.12—1998 的规定相同	±10%	8.5.2
由快速瞬变或脉冲群引起的传导骚扰	与 GB/T 17626.4—1998 的规定相同	±10%	8.6.2
外磁场(50 Hz)	与 GB/T 17626.8—2006 的规定相同	±10%	8.7.2
^a 在无外界干扰时的指示值。			

附录 A
(规范性附录)

单能中子的注量对周围剂量当量的转换系数

表 A.1 单能中子的注量对周围剂量当量的转换系数(数据引自 ICRU 57:1998)

中子能量/MeV	转换系数, $H^*(10)/\phi/(pSv \cdot cm^2)$
1.00×10 ⁻⁹	6.60
1.00×10 ⁻⁸	9.00
2.53×10 ⁻⁸	10.6
1.00×10 ⁻⁷	12.9
2.00×10 ⁻⁷	13.5
5.00×10 ⁻⁷	13.6
1.00×10 ⁻⁶	13.3
2.00×10 ⁻⁶	12.9
5.00×10 ⁻⁶	12.0
1.00×10 ⁻⁵	11.3
2.00×10 ⁻⁵	10.6
5.00×10 ⁻⁵	9.90
1.00×10 ⁻⁴	9.40
2.00×10 ⁻⁴	8.90
5.00×10 ⁻⁴	8.30
1.00×10 ⁻³	7.90
2.00×10 ⁻³	7.70
5.00×10 ⁻³	8.00
1.00×10 ⁻²	10.5
2.00×10 ⁻²	16.6
3.00×10 ⁻²	23.7
5.00×10 ⁻²	41.1
7.00×10 ⁻²	60.0
1.00×10 ⁻¹	88.0
1.50×10 ⁻¹	132
2.00×10 ⁻¹	170
3.00×10 ⁻¹	233
5.00×10 ⁻¹	322
7.00×10 ⁻¹	375
9.00×10 ⁻¹	400
1.00	416
1.20	425
2.00	420
3.00	412
4.00	408
5.00	405
6.00	400
7.00	405
8.00	409
9.00	420
10.0	440
12.0	480
14.0	520
15.0	540
16.0	555

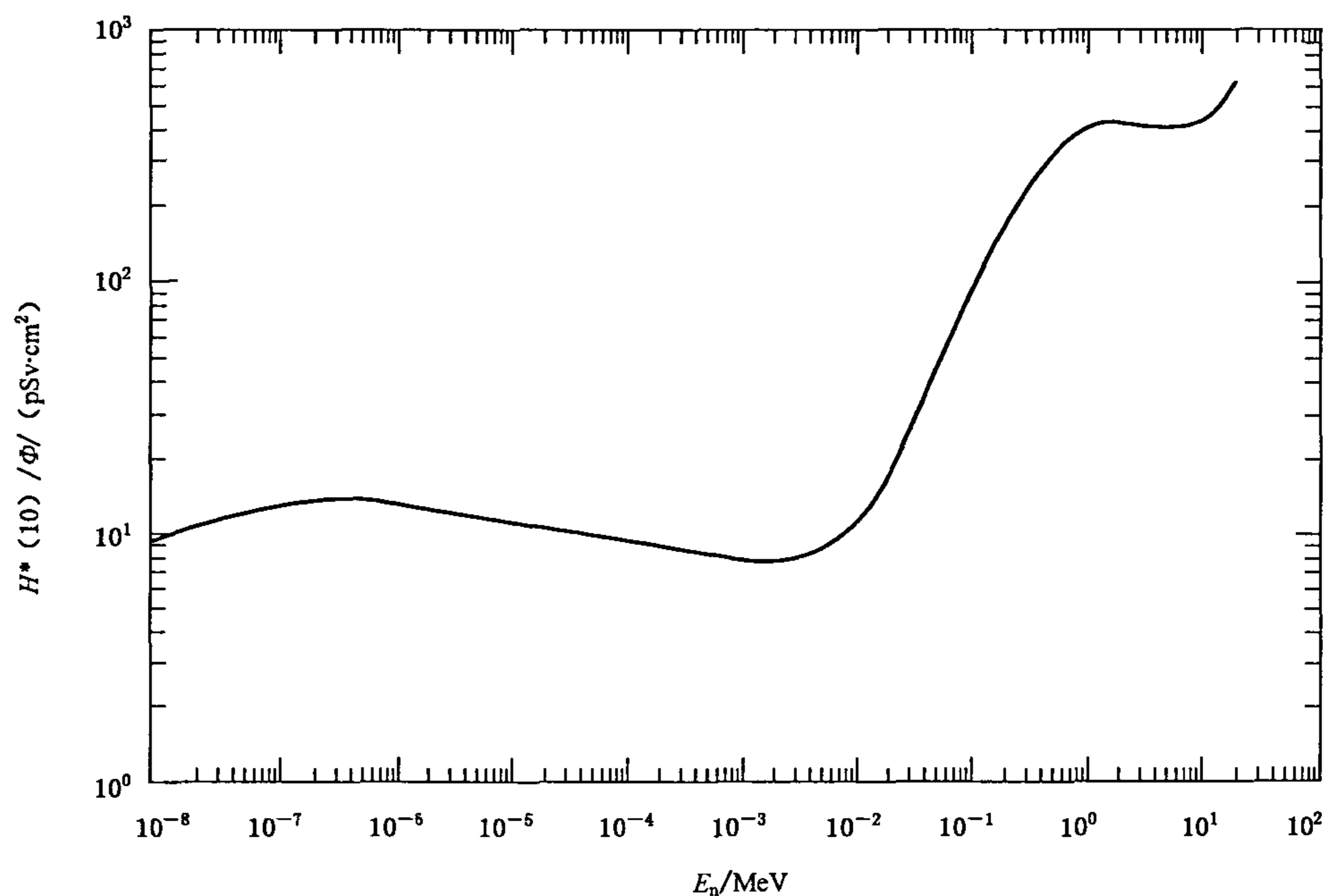


图 A.1 单能中子注量对周围剂量当量的转换系数(数据引自 ICRU 57(1998))

表 A.2 中子参考辐射源的注量对周围剂量当量的转换系数

(数据引自 ICRU 57:1998 和 GB/T 14055—1993)

中子源	按周围剂量当量计算的平均能量/ MeV	转换系数, $H^*(10)/\Phi$ (pSv · cm ²)
²⁴¹ Am-Be(α, n)	4.3	391
²⁵² Cf(裂变)	2.13	385
D(d, n) ³ He	2.8	413

参 考 文 献

ICRP Report 43:1988, Determination of Dose Equivalents from External Radiation Sources—Part 2



GB/T 14318-2008

版权专有 侵权必究

*

书号:155066 · 1-31065