



中华人民共和国国家标准

GB/T 12162.3—2025/ISO 4037-3:2019

代替 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

X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy—
Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of
their response as a function of energy and angle of incidence

(ISO 4037-3:2019, Radiological protection—X and gamma reference radiation
for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their
response as a function of photon energy—Part 3: Calibration of area and
personal dosimeters and the measurement of their response as a
function of energy and angle of incidence, IDT)

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 适用于所有场所和个人剂量计的程序 2

5 场所剂量仪的特殊程序 6

6 用于场所剂量测定的转换系数 6

7 个人剂量计的特殊程序..... 19

8 用于个人剂量测定的转换系数..... 21

9 不确定度..... 44

附录 A（资料性） 估算的荧光 X 辐射转换系数 45

附录 B（资料性） 估算的²⁴¹Am 放射性核素 γ 辐射转换系数 50

附录 C（资料性） 估算的基于品质指数连续过滤 X 辐射转换系数..... 52

附录 D（资料性） 附加说明 55

参考文献 58

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 12162《用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射》的第 3 部分。GB/T 12162 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：辐射特性及产生方法；
- 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 的剂量测定；
- 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；
- 第 4 部分：低能 X 射线参考辐射场中场所和个人剂量计的校准。

本文件代替 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》，与 GB/T 12162.3—2004 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了与第 1 部分相对应的两种类型的参考辐射场，匹配的参考辐射场和特征的参考辐射场中空气比释动能到实用量的转换系数（见 4.1.2）；
- b) 增加了具体的转换系数中 1 m 和 2.5 m 的照射条件（见第 7 章）；
- c) 增加了与眼晶体剂量相关的 $H'(3)$ 和 $H_p(3)$ 转换系数等技术内容（见第 9 章）；
- d) 增加了与眼晶体剂量相关实用量筒状体模的规定（见 9.1、9.5 和 9.6）。

本文件等同采用 ISO 4037-3:2019《辐射防护 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》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 标准名称改为《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》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)提出并归口。

本文件起草单位：中国原子能科学研究院、中国计量科学研究院、核工业标准化研究所。

本文件主要起草人：魏可新、宋明哲、李德红、刘川凤、滕忠斌、杭仲斌、黎庆然、梁永涛、靳立强。

引 言

X 和 γ 参考辐射的建立是校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的前提,需要规定相应的辐射场以及测量方法。

GB/T 12162《用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射》的应用对象为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,随着国内核能、核医学与放射性治疗、核技术应用、环境保护和国防等领域的发展,涉及放射性的场所和应用对象不断增加,剂量仪和剂量率仪的使用在大幅增加,伴随的计量校准需求也日益增加,因此用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射近年来国内增加较为明显。

GB/T 12162《用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的 X 和 γ 参考辐射》拟由四个部分构成。

- 第 1 部分:辐射特性及产生方法。目的在于规定 3 组 6 个系列参考辐射的辐射特性和产生方法,分别为在约 8 keV~330 keV 的能量范围内连续的过滤 X 辐射、在 600 keV~1.3 MeV 的能量范围内放射性核素发射的 γ 辐射、在 4 MeV~9 MeV 的能量范围内加速器产生的光子辐射;按照空气比释动能到运行实用量转换系数的使用方法,分别规定了“匹配参考辐射”和“表征参考辐射”,指导建立用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的参考辐射场。
- 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 的剂量测定。目的在于规定 8 keV~1.3 MeV 和 4 MeV~9 MeV 参考辐射剂量学量的确定方法和程序,指导用于近似 8 keV~1.3 MeV 和 4 MeV~9 MeV 能量范围的和高于 1 $\mu\text{Gy/h}$ 的空气比释动能的参考辐射约定量值的确定。
- 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。目的在于规定了个人和场所剂量仪校准的方法和要求,以及由空气比释动能到运行实用量的转换系数,指导用于辐射防护中个人和场所监测的剂量仪和个人剂量计的校准。
- 第 4 部分:低能 X 射线参考辐射场中场所和个人剂量计的校准。目的在于规定在 30 keV 以下低能 X 射线参考辐射场中个人和场所剂量仪校准的特殊要求,指导场所剂量(率)仪、个人剂量(率)仪在低能光子参考辐射中的校准和其能量响应、角响应的确定。

GB/T 12162(所有部分)对 X 和 γ 参考辐射的技术要求进行了系统的界定和要求,能有效规范该类计量装备的性能,有效提高剂量仪和剂量率仪校准结果的准确性和可靠性,进而降低剂量仪和剂量率仪生产厂家的技术风险和成本。

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

1 范围

本文件规定了辐射防护用个人和场所监测剂量仪和剂量率仪校准的程序和所需数据。

本文件适用于在空气比释动能率高于 $1\ \mu\text{Gy/h}$ 的辐射场中,校准用于个人监测的全身和肢端剂量仪以及用于场所监测的便携式和固定安装剂量(率)仪。

本文件不适用于固定式场所剂量仪的原位校准。

本文件使用了 ISO 4037-1 中规定的平均能量在 8 keV 和 9 MeV 之间的光子参考辐射场。附录 D 给出了有关参考条件、所需标准试验条件和与电子射程相关效应的一些附加信息。

尽管在校准剂量仪的实际使用辐射场并不总能建立带电粒子平衡,但参考场原则上需要满足带电粒子平衡。参考深度 d 处的带电粒子平衡取决于能量和参考深度的实际组合,对于没有固有带电粒子平衡的光子能量尤其如此。能量高于 65 keV、0.75 MeV 和 2.1 MeV 的电子可以分别穿透 0.07 mm、3 mm 和 10 mm 的 ICRU 组织,并且光子能量高于这些值的辐射质被认为是对于这些深度定义的量没有固有的带电粒子平衡的辐射质。本文件还涉及作为光子能量和辐射入射角函数的响应的确定。对于确定更多影响量对响应影响的型式试验,可以作为其中的一部分。

本文件描述了不同类型剂量计应遵循的程序。对要使用的体模和要应用的转换系数给出了建议。推荐的转换系数仅针对 GB/T 12162.1—2025 中第 4 章~第 6 章中规定的匹配参考辐射场给出。由于荧光辐射、放射性核素²⁴¹Am 的 γ 辐射(S-Am)缺乏详细的公开信息,GB/T 12162.1—2025 中附录 A 和附录 B 均为资料性附录。GB/T 12162.1—2025 中附录 C 给出了额外的 X 辐射场,这些辐射场由品质指数指定。附录 A~附录 C 中给出所有这些辐射质的转换系数,但由于这些转换系数在实际参考辐射场中的扩展不确定度尚不明确,仅为粗略估计。

注:术语剂量仪作为通用术语使用,指用于个人和场所监测的任何剂量仪和剂量率仪。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 12162.1—2025 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(ISO 4037-1:2019, IDT)

GB/T 12162.2—2025 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 8 keV~1.3 MeV 和 4 MeV~9 MeV 辐射防护剂量测定(ISO 4037-2:2019, IDT)

ISO 4037-1 辐射防护 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(Radiological protection—X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy—