ICS 17.240
CCS F 85

中华人民共和国国家标准

GB/T 12162.4—2026/ISO 4037-4:2019
代替 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

X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy—Part 4:Calibration of area and personal dosemeters in low energy X reference radiation fields

(ISO 4037-4:2019,Radiological protection—X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy—Part 4:Calibration of area and personal dosemeters in low energy X reference radiation fields,IDT)

2026-10-30 发布　　2027-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

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 …… 1
4　符号 …… 2
5　校准和确定响应的一般程序 …… 3
6　低能X射线参考辐射的产生和特性 …… 4
6.1　通则 …… 4
6.2　管电压 …… 4
6.3　谱注量和转换系数 …… 4
7　低能X射线参考辐射剂量测定 …… 4
7.1　通则 …… 4
7.2　设备的稳定性检查 …… 4
8　校准和确定能量响应和角响应 …… 4
8.1　射线 …… 4
8.2　校准方法的选择 …… 4
8.3　用测量 K_a 的标准仪器进行校准 …… 5
8.4　使用测量ICRU剂量当量的标准仪器进行校准 …… 7
8.5　不确定度表述 …… 10
附录A（规范性）　空气密度修正 …… 11
A.1　概述 …… 11
A.2　空气密度修正方法 …… 11
A.3　K_a、$h_{pK}(10,\alpha)$和$h_K^*(10)$的空气密度修正参数 …… 12
A.4　$H_p(10)$和$H^*(10)$的空气密度修正参数 …… 12
A.5　$h_{pK}(3,\alpha)$和$h'_K(3,\alpha)$空气密度修正参数 …… 12
参考文献 …… 18

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4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仪的校准。

本文件代替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》，与GB/T 12162.4—2010相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——删除了“引起标称管电压30 kV以下(包括30 kV)辐射质转换系数变化2%的管电压变化值”的要求(见2010年版的表2)；

——删除了“辐射场均匀性和散射辐射”的要求(见2010年版的6.3)；

——更改了“标准仪器的使用”为“设备的稳定性检查”(见7.2，2010年版的7.2)；

——增加了$h_{pK}(3,\alpha)$或$h'_K(3,\alpha)$的空气密度修正的要求(见8.3.4.1)、$H_p(3)$或$H'(3)$的约定量值确定(见8.3.4.3)；

——增加了$H_p(3)$或$H'(3)$的空气密度修正的要求(见8.4.2.1)、$H_p(3)$或$H'(3)$的辐射入射角度α调整的要求(见8.4.2.2)、$H_p(3)$或$H'(3)$的约定量值确定(见8.4.2.3)；

——增加了$m(d_{air})$参数m(1.0 m)和参数m_d对于3 mm深度运行实用量转换系数的简单近似值、辐射质W-30的数据(见附录A中表A.1～表A.8)。

本文件等同采用ISO 4037-4:2019《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》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——为与现有标准协调，将标准名称改为《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》；

——表1中删除了正文中未使用的$\Phi_E(E)$、N、Q和$R(E,Q)$，并增加了$h'_K(0.07,\alpha)$和$h'_K(3,\alpha)$(见第4章)。

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、杭仲斌、滕忠斌、刘川凤、黎庆然、倪雪婷。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2010年首次发布为GB/T 12162.4—2010；

——本次为第一次修订。

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 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 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 8 keV～1.3 MeV 和 4 MeV～9 MeV 能量范围的和高于 1 μGy/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仪的校准。目的在于规定在 30 kV 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 X 射线参考辐射中的校准和其能量响应、角响应的确定。

GB/T 12162 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

1　范围

本文件给出了低能X射线参考辐射表征的其他方面的指导原则,以及在低能X射线参考辐射场中校准场所剂量(率)仪、个人剂量(率)仪和确定其能量响应、角响应的程序,规定了由空气比释动能到$H^*(10)$、$H_p(10)$、$H'(3)$和$H_p(3)$的转换系数和低能X射线的能谱分布的要求,描述了通过直接复现$H^*(10)$、$H_p(10)$、$H'(3)$和$H_p(3)$标准仪器直接校准的方法。

本文件适用于在低能X射线参考辐射场中校准场所剂量(率)仪、个人剂量(率)仪和确定其能量响应、角响应。

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 12162.2—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为8 keV～1.3 MeV和4 MeV～9 MeV的剂量测定(ISO 4037-2:2019,IDT)

GB/T 12162.3—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 4037-3:2019,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 dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy—Part 1:Radiation characteristics and production methods)

注: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:辐射特性和产生方法(ISO 4037-1:2019,IDT)

ISO 29661　辐射防护用参考辐射场　定义和基本概念(Reference radiation fields for radiation protection—Definitions and fundamental concepts)

注:GB/T 44632—2024　辐射防护用参考辐射场　定义和基本概念(ISO 29661:2012,IDT)

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

注:GB/T 27418—2017　测量不确定度评定和表示(ISO/IEC Guide 98-3:2008,MOD)

3　术语和定义

ISO 4037-1和ISO 29661界定的以及下列术语和定义适用于本文件。