

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程

α , β 表面污染仪

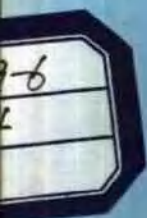
JJG 478—86

(试 行)



国家计量局

北 京



中华人民共和国

国家计量检定规程

α 、 β 表面污染仪

JJG 478—88

(试行)

国家计量局颁布

中国计量出版社出版

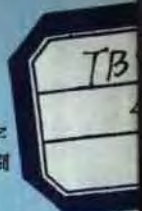
北京和平门内大街7号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 850×1168/32 印张 0.375 字数 8 千字
1987 年 7 月第 1 版 1987 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—5000 定价 0.29 元
统一书号 15210·780

标准新书目: 070—053③



目 录

一 概述.....	(1)
二 技术要求.....	(1)
三 检定条件.....	(2)
(一) 活度标准	(2)
(二) 其他检定设备	(2)
(三) 环境条件	(2)
四 检定项目和检定方法.....	(3)
五 检定结果处理和检定周期.....	(6)
附录1 术语说明	(7)
附录2 用电脉冲确定基本误差的方法	(8)
附录3 检定证书正文内容	(9)

Abu22/10

α 、 β 表面污染仪

试行检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的辐射防护领域中使用的携带式或固定式 α 、 β 和 α - β 表面污染测量仪和监测仪的检定。 β 粒子的最大能量大于 0.15 MeV。

一 概 述

α 、 β 和 α - β 表面污染测量仪是由射线探测器（目前普遍采用双闪烁体探头）和显示示值的测量部件组成。用来测量被污染表面单位面积上的活度。读数刻度可以用 Bq/cm² 或计数率单位（计数/分或计数/秒）。表面污染监测仪具有报警装置，当被污染表面单位面积上的活度超过预定值时，便给出可见的或音响的报警信号。

二 技 术 要 求

1 外观

仪器不允许有明显影响正常工作的破损等缺陷。

2 仪器表面的放射性污染应该符合国家放射性防护规定中关于“可在一般工作中使用”的仪器设备表面污染的控制标准。

3 监测仪的报警阈

对表面污染监测仪，应该说明报警阈值的可调节范围，在标准环境下，24 h 内阈值漂移应小于 $\pm 20\%$ 。

4 基本误差

仪器的基本误差在整个有效测量范围内都不得超过 $\pm 35\%$ 。

5 仪器的表面活度响应及其随射线能量的变化，均应由生产厂给出。

6 仪器指示值的重复性应小于 20%。

7 仪器的固有本底计数率应由生产厂给出。

三 检 定 条 件

(一) 活度标准

8 用于检定仪器表面活度响应的参考核素

α 源是 ^{241}Am ;

β 源是 ^{204}Tl 。

如果探测器用来测量最大能量小于 250 keV 的 β 粒子, 则必须是 ^{14}C 。

9 检定 β 表面污染测量仪和监测仪的能量响应, 可以采用的标准源放射性核素的特性列于表 1。

表 1 适于检定用的 β 源

放 射 性 核 素	最大能量 (MeV)	半 衰 期 (年)
^{14}C	0.156	5730
^{147}Pm	0.225	2.82
^{204}Tl	0.783	3.78
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2.274	28.5
$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	3.540	1.01

10 标准放射源表面发射率的总不确定度应不大于 5% (置信概率大于 99%), 活度的不确定度应不大于 8%, 均匀性应好于 6%, 其衬底材料的厚度应足以阻止从源的背面发射粒子。

(二) 其他检定设备

11 检定架

用于安装被检仪器的探测器和标准源, 并以适当精度定位。

12 计时器

最小分度值不大于 0.1 s。

(三) 环境条件

13 标准检定环境条件列于表 2。

表 2

参 量	标准检定环境条件要求
环境温度	22±2℃
相对湿度	65%~75%
大气压力	86 kPa~106 kPa
环境γ辐射本底	空气中吸收剂量率小于 0.25 μGy·h ⁻¹ (25 μrad·h ⁻¹)
外界电磁场	可以忽略
外界磁感应	可以忽略
放射性核素污染	可以忽略

14 如果检定实验室不具备标准检定环境条件,则必须在检定证书中注明检定时的实际条件。

四 检定项目和检定方法

15 一般检定方法

15.1 仪器必须按说明书要求的时间预热。

15.2 仪器的平均本底计数率应该达到说明书给出的指标,进行检定时,仪器指示值中必须扣除本底计数率。

15.3 标准源活度数值的修正

由于放射性核素在不断衰变,检定仪器时的标准源单位面积活度A按下式计算:

$$A = A_0 e^{-\frac{t}{T} \ln 2} \quad (1)$$

式中: A_0 ——标准源检定证书上给定的单位面积活度;

t ——给定 A_0 时刻到检定仪器时中间相隔的时间;

T ——放射性核素的半衰期。

15.4 仪器表面活度响应的调整

如果仪器的表面活度响应太低,用户要求或取得用户同意,可先调整探测器的工作电压使表面活度响应接近说明书的给定值,再进行其他项目的检定。

16 检定分为常规检定和专项检定

常规检定项目包括：表面活度响应、基本误差和重复性。

专项检定项目：能量响应。

17 表面活度响应的检定

17.1 必须用参考核素标准源检定被检仪器的表面活度响应。标准源的活性区面积应该等于或大于探测器窗面积。

17.2 选择一合适标准源，使仪器读数在某一量程的满刻度值的 50%~75% 之间（线性刻度的仪器）或某一区段（对数刻度或数字显示仪器）。

17.3 标准源表面与探测器窗保护栅网之间的距离为 5 mm。

17.4 如果仪器的指示值 N 由于辐射的随机性而产生的涨落较大，则对于每个检定点至少应重复测量 10 次，求其读数的平均值。为了保证每个读数是互不相关的，各读数之间的时间间隔至少是仪器时间常数的三倍。那么检定点的表面活度响应 R 由下式给出：

$$R = \frac{N - N_b}{A} \quad (2)$$

式中： A ——标准源的单位面积活度，

N_b ——平均本底计数率。

17.5 如果没有大面积源，可以使用面积比探测器窗小的标准源进行检定，但应该在探测器窗不同位置上选取足够多的点进行测量，求出表面活度响应的平均值。

18 基本误差的检定

18.1 必须用同一参考核素的系列标准源检定被检仪器的基本误差。

18.2 新仪器的检定，对线性刻度的，应在每个量程上选取三个点（一般为每个量程的 50%、60% 和 85% 附近），测出仪器的表面活度响应 R' ；对对数刻度或数字显示的，应在每个量级中选取三个点测出其表面活度响应 R' 。对定期送检的仪器，其常规检定可以在每个量程或每个量级中取一个点（中点附近）进行检定。

18. 各检定点的基本误差 E 按下式算出：

$$E = \frac{R' - R}{R} \times 100\% \quad (3)$$

其中, R 可取各检定点表面活度响应的平均值。

18.4 如果标准源的数量或活度值不能满足 18.2 款中的需要, 则可以用附录 2 中介绍的方法用等效电脉冲部分地代替标准源进行检定。

18.5 对监测仪报警阈值, 应作为检定点给出基本误差。

19 重复性的检定

19.1 进行本项检定时, 应采用任一种适当活度的放射源, 使仪器指示值在最灵敏量程 (线性刻度) 或最灵敏十进位 (对数刻度) 上满刻度值的 $1/2 \sim 1/2$ 之间, 或者在第二最低有效位 (数字显示) 里给出一个数字指示。

19.2 在相同条件下, 至少连续测量 20 次, 为保证每个读数是互不相关的, 相邻两次读数的时间间隔不得小于仪器时间常数的三倍。

19.3 由 n 次测量值按下式计算单个测量值的相对标准偏差 V 。

$$V = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

式中: x_i ——第 i 次测量值;

$\bar{x}$ —— n 次测量的算术平均值。

20 能量响应的检定

20.1 对 β 表面污染测量仪 (或监测仪) 根据送检单位的要求可选作本项检定, 对 α 表面污染测量仪 (或监测仪) 不作规定。

20.2 对参考核素, 其量程的 50% 附近的检定点的表面活度响应值可由 17 或 18 条检定数据中直接得到。

20.3 用不同能量 (至少三种) 的 β 标准源, 原则上同样应取该量程中点附近的一点测出表面活度响应。实际上难以做到都在同一点附近, 那么就应用此指示值下的参考核素确定的基本误差进行修正 (必要时可用内插法)。

20.4 检定结果以参考核素的测量值归一, 作出表面活度响应随射线能量变化的图或表。

21 如果仪器备有检验源,则按说明书的要求测定检验数据,取 20 次读数的平均值作为参考读数。

五 检定结果处理和检定周期

22 按本规程检定合格的计量器具,发给检定证书,检定不合格者发给检定结果通知书。

23 α , β 和 $\alpha-\beta$ 表面污染测量仪和监测仪的检定周期为一年。

对专项检定项目仅在首次检定时进行。

24 仪器经修理、调整后或仪器对检验源的读数的变化超过 $\pm 20\%$ 时必须重新检定。

25 送检时应带有上次检定证书和仪器说明书,初检仪器应附有出厂合格证书。

附录 1

术 语 说 明

1 表面活度响应：在给定的几何条件下，以计数率表示的仪器响应（对本底进行修正后）除以标准源的单位面积活度，同时注明核素名称即 $(s^{-1} \cdot Bq^{-1} \cdot cm^2)$ 。

2 重复性：一组测量值 x_i 的标准偏差与其算术平均值 $\bar{x}$ 的比值。由下式给出：

$$V = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

附录 2

用电脉冲确定基本误差的方法

检定仪器的基本误差时,如果标准源的数量或活度范围不能满足全量程检定的需要,则可以用电脉冲部分地代替标准源进行测量。但必须至少在最低量程上的一点和最高量程满刻度 35% 附近的点用标准源进行测量。电脉冲的波形必须尽可能模拟探测器输出信号的波形。脉冲发生器与被检仪器的测量部件必须按仪器说明书进行连接。

先选择一个标准源按照 17 条规定取得仪器指示值 N (对本底进行修正),去掉探测器后,再输入频率 Q 的电脉冲,使仪器产生同样的指示值。当给仪器输入另一频率 q 的电脉冲时,仪器产生另一个指示值 N' (按 18.2 款规定选取检定点)。则该检定点的 基本误差由下式计算:

$$E = \left(\frac{N'Q}{qN} - 1 \right) \times 100\%$$

附录 3

检定证书正文内容

1 检定条件

检定用的参考核素（注明源衬底材料）、源表面与探测器窗之间距离、探测器工作电压和环境条件等。

2 检定结果

2.1 表面活度响应

2.2 基本误差

2.3 重复性

2.4 能量响应

3 仪器对检验源的读数
