



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 478—1996

---

## $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 表面污染仪

Alpha Beta and Gamma Surface  
Contamination Instruments

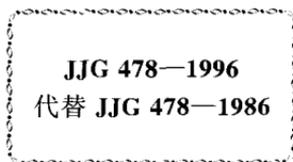
1996-10-18 发布

1997-05-01 实施

---

国家技术监督局 发布

**$\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  表面污染仪  
检定规程  
V.R. of Alpha Beta and  
Gamma Surface Contamination  
Instruments**



---

本检定规程经国家技术监督局于 1996 年 10 月 18 日批准，并自 1997 年 05 月 01 日起施行。

**归口单位：** 全国电离辐射计量技术委员会

**起草单位：** 北京市计量科学研究所

中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释

**本规程主要起草人：**

董洪良 （北京市计量科学研究所）

杨元弟 （中国计量科学研究院）

李 棻 （中国计量科学研究院）

## 目 录

一 概述 .....	( 1 )
二 技术要求 .....	( 1 )
三 检定条件 .....	( 1 )
四 检定项目和检定方法 .....	( 3 )
五 检定结果处理和检定周期 .....	( 4 )
附录 1 标准平面源效率的推荐值 .....	( 5 )
附录 2 检定证书正文内容 .....	( 6 )

## α、β和γ表面污染仪检定规程

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α、β和γ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，X和γ发射体的能量范围为30~150 keV。

### 一 概 述

α、β和γ表面污染仪是由辐射探测器（目前普遍采用闪烁计数器或GM计数管）和显示示值的测量部件组成，用于测量被污染表面单位面积上的活度。指示值可以用Bq/cm<sup>2</sup>或计数率单位（s<sup>-1</sup>或min<sup>-1</sup>）表示。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或计数率超过预定值时，便给出可见的或音响的报警信号。

### 二 技 术 要 求

#### 1 外观

仪器不允许有放射性污染和影响正常工作的锈蚀和破损等缺陷。

#### 2 重复性

仪器的重复性应好于20%。

#### 3 基本误差

仪器的基本误差在整个有效测量范围内不得超过±25%（不包括标准源的单位面积活度实际值的不确定度）。

#### 4 本底

仪器的本底计数率应由生产厂给出。

#### 5 响应

仪器的表面活度响应及其能量响应均应由生产厂给出。

#### 6 监测仪的报警阈

对表面污染监测仪，必须说明报警阈值及其可调范围。

### 三 检 定 条 件

#### 7 表面活度标准

##### 7.1 用于检定仪器表面活度响应的标准源

α发射体<sup>241</sup>Am；

β发射体<sup>204</sup>Tl；

γ发射体<sup>125</sup>I或<sup>129</sup>I。

如果污染仪用来测量最大能量小于 250 keV  $\beta$  粒子, 则参考核素必须是  $^{14}\text{C}$ 。

7.2 检定  $\beta$  和  $\gamma$  表面污染仪的能量响应, 可采用的参考核素分别见表 1 和表 2。

表 1  $\beta$  参考核素

放射性核素	最大能量 / (MeV)	半衰期 $T_{1/2}$
$^{14}\text{C}$	0.156	(5 730 $\pm$ 40) a
$^{147}\text{Pm}$	0.225	(2.623 4 $\pm$ 0.000 4) a
$^{204}\text{Tl}$	0.763	(3.79 $\pm$ 0.02) a
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2.274	(28.15 $\pm$ 0.10) a
$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	3.540	(372.6 $\pm$ 1.0) d

表 2  $\gamma$  参考核素

放射性核素	能量 / (MeV)	半衰期 $T_{1/2}$
$^{125}\text{I}$	0.035 5	(59.90 $\pm$ 0.11) d
$^{129}\text{I}$	0.037 6	(1.57 $\pm$ 0.04) $\times 10^2$ a
$^{57}\text{Co}$	0.122	(271.77 $\pm$ 0.10) d
$^{241}\text{Am}$	0.059 5	(432.7 $\pm$ 0.5) a

7.3 标准平面源单位面积活度实际值的不确定度应不超过 10% (均匀性应优于 10%)。

## 8 其他检定设备

### 8.1 检定架

用于安置标准源和被检仪器的探测器, 能够准确固定探测器与标准源的相对位置。

### 8.2 计时器

最小分度值不大于 0.1 s。

## 9 检定实验室环境条件

9.1 检定时的正常温度为 (20  $\pm$  5)  $^{\circ}\text{C}$ 。

9.2 检定时的相对湿度应在 30% ~ 75% 之间。

9.3 外界电磁场、磁感应和环境本底对测量影响应小至可忽略不计。

9.4 如检定实验室不能满足上述环境条件, 则应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

##### 10 表面活度响应

10.1 仪器必须按使用说明书上要求的时间预热。

10.2 必须用 7.1 款中规定的标准源测定被检仪器的表面活度响应。对于  $\gamma$  表面污染仪应采用与探测器窗口形状和大小相同的标准源，否则可用模板将剩余的活性区遮盖起来，模板厚度要足以挡住辐射。

10.3 将探测器安装在检定架上，使其保护栅网与标准源表面之间距离：对  $\alpha$  探测器为 5 mm，对  $\beta$ 、 $\gamma$  探测器为 10 mm。

10.4 对每个检定点应重复测量 10 次，求其计数率的平均值  $N$  ( $s^{-1}$ )，该检定点的表面活度响应  $R$  ( $s^{-1} \cdot Bq^{-1} \cdot cm^2$ ) 由式 (1) 给出：

$$R = \frac{N - N_b}{A_s} \quad (1)$$

式中： $A_s$ ——检定时标准源的单位面积活度， $Bq \cdot cm^{-2}$ ；

$N_b$ ——平均本底计数率， $s^{-1}$ 。

10.5 在确定表面活度响应时，应记下探测器的工作电压或调压电位器的指示。

10.6 对用  $Bq/cm^2$  刻度的仪器，只需将标准源的  $A_s$  值与仪器示值  $A_1$  相比如式 (2)，求出校准因子：

$$K = \frac{A_s}{A_1} \quad (2)$$

##### 11 基本误差

11.1 必须用同一参考核素的系列标准源进行本项目检定。

11.2 应在仪器的每个量程（线性刻度）或每个量级（对数刻度或数字显示）上选取一个点，测定表面活度响应。

11.3 各检定点的基本误差  $E$  按式 (3) 算出：

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

其中， $\bar{R}$  可取各检定点表面活度响应的平均值或常用量程挡的表面活度响应值。

11.4 将各检定点的基本误差中的最大者作为仪器的基本误差。结果只要落在下述两个限值之间，即可认为满足第 3 条的要求。

(1) 任何一个  $E$  值都不超过  $\pm 35\%$ ；

(2) 任何两个  $E$  值之差不得超过  $\pm 50\%$ 。

##### 12 重复性

12.1 在进行本项检定时，可采用任一种适当活度的放射源，使仪器示值在最灵敏量程

(线性刻度)或最灵敏量级(对数刻度)上满度值的 $1/3 \sim 1/2$ 之间,或者在第二最低有效位(数字显示)里给出一个数字显示。

12.2 在相同条件下,连续测量20次,按式(4)计算单次测量值的相对标准偏差:

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

式中:  $x_i$ ——第  $i$  次测量仪器示值;

$\bar{x}$ —— $n$  次 ( $n=20$ ) 测量的算术平均值。

### 13 能量响应

13.1 此项检定仅对  $\beta$  和  $\gamma$  表面污染仪进行。

13.2 对 10.2 款中用的参考核素,某一量程检定点的表面活度响应值可由第 11 条检定数据中直接得到。

13.3 选择不同能量的  $\beta$  或  $\gamma$  标准源,原则上应取 13.2 款中的检定点附近的读数测出表面活度响应,否则应用 11.3 款中确定的基本误差进行修正。

13.4 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。

### 14 监督值

如果仪器备有检验源,则按使用说明书要求测定检验数据,取 10 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

15 按本规程检定合格的,发给检定证书;检定不合格的,发给检定结果通知书。

16  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  表面污染仪的检定周期为 1 年。检定项目中,能量响应仅在首次检定中进行。仪器经修理、调整后或仪器对检验源读数的变化超过  $\pm 20\%$  时,必须及时送检。

17 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

## 标准平面源效率的推荐值

GB 12128—1989 中定义源效率：

$$\epsilon_s = \frac{q_{2\pi}}{A} \quad (1.1)$$

式中： $q_{2\pi}$ ——源的表面发射率；

$A$ ——源的表面活度。

$\epsilon_s$  与射线能量、衬底材料和源结构等因素有关。

ISO 7503—1 中推荐，对  $\alpha$ 、 $\beta$  标准平面源（薄源） $\epsilon_s = 0.5$ 。

目前，在我国计量检定机构广泛使用的电镀  $\alpha$  和  $\beta$  标准源，衬底分别为镍板和铝板，其厚度均大于饱和反散射厚度，对  $^{241}\text{Am}$   $\alpha$  源表面没有覆盖层，对  $^{204}\text{Tl}$   $\beta$  源表面覆盖层为有机薄膜，经测定其源效率分别为  $\epsilon_s = 0.51$ ， $\epsilon_\beta = 0.62$ ，则标准源的表面活度为：

$$A = \frac{q_{2\pi}}{\epsilon_s} \quad (1.2)$$

## 附录 2

## 检定证书正文内容

## 一 检定条件

- 1 参考核素\_\_\_\_\_。
- 2 源表面与探测窗距离\_\_\_\_\_ mm。
- 3 探测器工作电压\_\_\_\_\_ V。
- 4 检定实验室温度\_\_\_\_\_℃，相对湿度\_\_\_\_\_ %。

## 二 检定结果

- 1 表面活度响应  $R = \text{_____ s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{cm}^2$ 。
- 2 基本误差  $E = \text{_____ \%}$ 。
- 3 重复性：单次测量的相对标准差  $V = \text{_____ \%}$ 。
- 4 能量响应
- 5 监督值：仪器对检验源的读数\_\_\_\_\_。

## 附加说明：

本检定规程经全国电离辐射计量技术委员会审定通过。