



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 377—1998

放射性活度计

Radioactivity meter

1998—05—12 发布

1998—12—01 实施

国家质量技术监督局 发布

放射性活度计检定规程

**Verification Regulation
of Radioactivity meter**

JJG 377—1998
代替 JJG 377—1985
JJG 522—1988

本检定规程经国家质量技术监督局于 1998 年 05 月 12 日批准，并自 1998 年 12 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： 中国计量科学研究院

北京市计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

李作前 （中国计量科学研究院）

杨元第 （中国计量科学研究院）

马国华 （中国计量科学研究院）

董洪良 （北京市计量科学研究所）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定条件	(1)
(一) 检定用计量标准	(1)
(二) 检定环境	(2)
四 检定项目和检定方法	(3)
五 检定结果的处理和检定周期	(5)
附录 A 检定结果应包括的主要内容	(6)

放射性活度计检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的 $4\pi\gamma$ 电离室型放射性活度计的检定。

活度测量范围为 $3.7 \times 10^5 \sim 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)。

一 概 述

放射性活度计（以下简称活度计）应由 $4\pi\gamma$ 电离室、显示示值的电测系统组成，并必须配备监督源，用于稳定性检验。

活度计复现的计量单位名称是贝可勒尔（Bq）。按测量不确定度分为标准级和工作级。

二 技 术 要 求

- 1 外观：电离室无外伤，仪器无损坏，标牌完整。
- 2 活度计可测量核素至少应包括 ^{125}I , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, $^{113\text{m}}\text{In}$, ^{57}Co , ^{137}Cs 和 ^{60}Co 等核素，光子辐射能量范围为 $25 \sim 3\,000 \text{ keV}$ 。
- 3 活度计应具有的技术性能见表 1。

表 1

项 目	标 准 级 / (%)	工 作 级 / (%)
重复性	≤ 0.5	≤ 2
7 h 稳定性	≤ 2	≤ 3
非线性	≤ 2	≤ 5
基本误差	≤ 4	≤ 6
监督值变动范围	≤ 3	≤ 6

- 4 活度计的说明书、检定证书、监督源说明书及各核素设置条件下的监督值记录等技术文件应齐全。

注：核素设置条件系指测量仪器测量各种核素时的状态要求，如按键指定核素、拨盘号指定核素或设置代号指定核素。每种核素为一个核素设置条件。

三 检 定 条 件

（一）检定用计量标准

5 计量标准的量值应溯源到国家基准。检定用计量标准的不确定度应满足表 2 的要求。

表 2

核素名称	扩展不确定度 ($k=3$) / (%)		核纯度 / (%)
	检定标准级用源	检定工作级用源	
^{241}Am	≤ 3	≤ 5	γ 杂质 < 0.1
^{57}Co	≤ 3	≤ 5	γ 杂质 < 0.2
^{137}Cs	≤ 3	≤ 5	$^{134}\text{Cs} < 0.1$
^{60}Co	≤ 3	≤ 5	γ 杂质 < 0.1

6 检定用标准源应是标准溶液密封在规定的容器中。

6.1 标准源的推荐核素：低能核素为 ^{241}Am 或 ^{125}I ；中能核素为 ^{137}Cs 或 ^{57}Co ；高能核素为 ^{60}Co 。

6.2 标准源的容器及标准溶液取样量要求见表 3。

表 3

容器型号	外径 / mm	壁厚 / mm	溶液量 / g
玻璃安瓿瓶	16.5 ± 0.3	0.6 ± 0.1	3.6 ± 2
青霉素瓶	22.5 ± 0.3	1.0 ± 0.1	3.0 ± 2

7 标准活度计的技术性能应符合标准级的要求，并且具备计量标准证书，经计量考核和检定合格。

(二) 检定环境

8 检定时环境温度和湿度要求见表 4。

表 4

实验室检定及现场检定项目	标准级	工作级
检定实验室 温度范围	$15 \sim 30^\circ\text{C}$	符合说明书要求
检定时温度 变化范围	$\pm 2^\circ\text{C}$	符合说明书要求
相对湿度	小于 85 %	符合说明书要求

9 检定时外磁场、外界磁感应及外界核辐射对测量结果的影响应小至可忽略。

10 检定时供电电源的周波、电压应符合仪器使用要求，并应有良好的接地线。

四 检定项目和检定方法

11 外观检查

目力观察电离室和电子仪器应无外伤, 无损坏。仪器标牌齐全。

12 监督值变动范围的检定

将监督源置于测量位置, 依次在每个核素设置条件下测量监督值 R_i (为 3 次测量的平均值)。监督值变化范围 C 按式 (1) 计算:

$$C = \left| 1 - \frac{R_{i0} \cdot e^{-\lambda(t-t_0)}}{R_i} \right| \times 100\% \quad (1)$$

式中: R_{i0} , R_i ——分别为上次检定 (t_0 时刻) 和本次检定 (t 时刻) 测量的监督值;
 λ ——为监督源核素的衰变常数。

13 重复性的检定

选择某中等能量以上核素监督源 (推荐核素为 ^{137}Cs), 其活度应大于 $2 \times 10^6 \text{Bq}$, 在该核素设置条件下连续测量 n ($n \geq 10$) 次。

重复性 V 按式 (2) 计算:

$$V = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \times 100\% \quad (2)$$

式中: X_i ——第 i 次测量值;
 $\bar{X}$ —— n 次测量的算术平均值;
 n ——测量次数。

14 稳定性的检定

在检定用放射源核素设置条件下, 7 h 内等时间间隔, 测量该放射源 10 次, 每次测 3 个数取平均值 X_i 。

7 h 稳定性 S 按式 (3) 计算:

$$S = \frac{|X_i - X_1|_{\max}}{X_1} \times 100\% \quad (3)$$

式中: $|X_i - X_1|_{\max}$ ——偏离 X_1 的最大值;
 X_1 ——第 1 次测量值。

15 基本误差的检定

15.1 基本误差检定应用低能、中能和高能核素标准源。在上述 3 个核素设置条件下, 分别测得各核素的 t 时刻 10 次测量平均值 $\bar{A}$ 。

基本误差 E 按式 (4) 计算:

$$E = \left| 1 - \frac{\bar{A}}{A_s} \right| \times 100\% \quad (4)$$

式中: A_s ——标准源在 t 时刻的放射性活度值;

$\bar{A}$ —— t 时刻 10 次测量平均值。

15.2 对监督值变动范围超过规定的核素或使用单位提出要求检定的其它核素, 其检定方法同 15.1。

15.3 采用标准活度计比较法检定核素基本误差。

以常规操作方法取被检核素放射性溶液制成放射源后, 用标准活度计测量其活度值 A_s , 作为活度的标准值。再按第 15.1 条基本误差检定方法检定。

16 非线性的检定

16.1 衰变法。在 ^{99m}Tc 或 ^{113m}In 核素设置条件下, 测量 ^{99m}Tc 或 ^{113m}In 放射源的活度, 其初始活度 A_0 应为仪器的测量上限值。连续测量 6~10 个半衰期, 可得若干测量点, 在半对数坐标系做活度—测量时刻衰变曲线。在同一坐标系按衰变规律 $A_s = A_0 e^{-\lambda \Delta t}$ 计算值 (A_0 为初始活度值) 做标准衰变曲线。以实测值偏离该测量时刻标准值最大点计算非线性, 如图 1 所示。

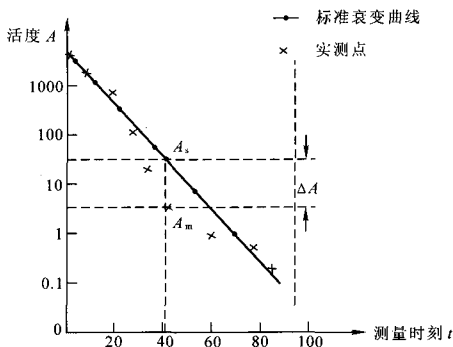


图 1

偏离标准衰变曲线最大点实测值为 A_m ; 该测量时刻标准值为 A_s 。

非线性 U_1 按式 (5) 计算:

$$U_1 = \left| 1 - \frac{A_m}{A_s} \right| \times 100\% \quad (5)$$

式中: A_m ——偏离标准衰变曲线最大点实测值;

A_s ——对应标准衰变曲线上的值。

16.2 放射源叠加法。选任意核素的两个放射源, 其活度适于相邻两量程中低量程的测量, 并且两个放射源活度之和适于相邻两量程中的高量程测量。两源相叠加测量其几何条件应满足仪器使用的要求。用相邻两量程中的低量程分别测量两个放射源的活度 A_1

和 A_2 ，叠加后再用高量程测量放射源的活度 A_p 。

非线性 U_1 按式 (6) 计算：

$$U_1 = \left| 1 - \frac{A_1 + A_2}{A_p} \right| \times 100\% \quad (6)$$

式中： A_1, A_2 ——两个源分别在低量程测量值；

A_p ——两个源叠加后在高量程测量值。

五 检定结果的处理和检定周期

17 非线性 U_1 为选检项目

检定项目中若有一项不合格，则判为不合格。

18 经检定合格的活度计发给检定证书；检定不合格的活度计发给检定结果通知书。

19 活度计的检定周期不得超过 2 年。

附录 A

检定结果应包括的主要内容

检定结果		
监督值变动范围	核素	$C =$
重复性	$V =$	
稳定性	$S =$	
非线性（选检项目）	$U_1 =$	
基本误差	核素	
	$E =$	

监督源号码：	测量日期：
核素设置条件：	监督值：

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。