

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 807—93

利用放射源的测量仪表


1993年1月27日批准

1993年7月1日实施

国家技术监督局

利用放射源的测量仪表检定规程

Measuring Instruments Utilizing
Radioactive Sources



JJG 807—93

本检定规程经国家技术监督局于1993年1月27日批准，并自1993年7月1日起施行。

归口单位：北京市技术监督局

起草单位：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：

董洪良（北京市计量科学研究所）

高舒庸（北京市计量科学研究所）

范建武（北京市捷力测控新技术公司）

张 韧（北京市汇科光电技术研究所）

目 录

一 概述.....	(1)
二 技术要求.....	(1)
三 检定条件.....	(2)
四 检定项目和检定方法.....	(3)
五 检定结果处理和检定周期.....	(5)
附录	
附录 1 术语	(6)
附录 2 源容器的屏蔽性能级别	(8)
附录 3 标定样品水分方法	(9)
附录 4 检定证书正文内容	(11)

利用放射源的测量仪表检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的利用放射源的测量仪表，包括电离辐射厚度计、密度（浓度）计、连续式料位计和中子水分计的检定。

一 概 述

利用放射源的测量仪表（以下简称仪表）主要由源部件、探测器 and 电测量部件组成。按机械结构可分为固定式、移动式和便携式等。

仪表是利用介质对射线（ β 、 γ 和中子等）的散射和吸收特性来测量物料的厚度、密度、料位和水分等。其辐射测量方式有透射和反散射两种。使用中要求被测介质和测量的几何条件与标定时一致。由于探测装置与被测介质可不接触，特别适用于连续在线测量。

二 技 术 要 求

1 外观

1.1 仪表上必须标明制造厂（或商标）、仪表编号和出厂日期。

1.2 仪表各部件应完好，装配应牢固。不允许有影响使用性能的缺陷。

1.3 仪表的源容器上必须有放射性标志，一般还应有屏蔽性能的级别标记。源闸必须有锁紧装置，源闸和开关位置标记应清晰醒目。

2 基本误差

仪表的基本误差限按准确度等级要求，一般应符合表1规定。

表 1 仪表的基本误差限

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0	10.0
基本误差限 (%)	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0	± 10.0

也可按生产厂给定的准确度等级分级,并按相应的基本误差限要求。

对多功能或多量程的仪表,可对不同类的被测量或不同测量范围,各自规定其准确度级别。

对单量程的仪表,亦可以划分为不同准确度等级的几个范围,以其常用的一个范围的准确度等级作为该仪表的准确度等级。

3 重复性(统计涨落)

在仪表的有效测量范围内,对同一试验样品连续测量10次,单次测量值的相对标准偏差必须不超过相应等级基本误差限的1/3。

4 稳定性

仪表工作在有效测量范围内,在检定时间内其示值或输出信号相对于初始值的变化应不超过仪表的基本误差限。

5 仪表的探测器不应有放射性污染。源容器屏蔽性能应符合GB 4792《放射卫生防护基本标准》和GB 8703《辐射防护规定》的有关规定。应给出源闸关闭和开启时离源容器外表面5 cm或1 m处的最大剂量当量率(见附录2)。

三 检定条件

6 计量标准器

6.1 厚度标准板

厚度标准板或镀层厚度标样的表面粗糙度和平行度,以及厚度的检定不确定度,均应不大于被检仪表基本误差限的1/3。

6.2 密度标准

对液体密度,用标准密度计标定,标准密度计的测量不确定度应不大于被检仪表基本误差限的1/3。

对稠液密度,采用稠液比重计或称重等方法标定,其测量不确定度应不大于被检仪表基本误差限的1/3。

6.3 长度标准

测定料位用的线纹尺,其测量不确定度应不大于被检仪表基本误差限的1/3。

6.4 水分标准

对水分标样含水量实际值,采用烘干称重法标定,其测量总不确定度应不大于被检仪表基本误差限的1/3(见附录3)。

7 其它检定设备

7.1 α 、 β 表面污染测量仪

7.2 γ 辐射防护仪器

7.3 试验样品或模拟装置

应该是在测试期间性能稳定的、能较好地模拟实际情况的材料或设备。

8 检定环境条件

8.1 检定的大气环境及电网条件应遵从标准试验条件的规定。

8.2 对于某些项目,在无异议时,检定可在室温条件下进行。

四 检定项目和检定方法

9 接收检定

通过目测和通电检查确认被检仪表具备下列条件:

9.1 仪表外观符合本规程第1条要求。

9.2 仪表各功能键、旋钮和开关应有效地按使用说明书规定正常动作。

9.3 带微处理机的仪表,应能按规定程序正常运行。

10 基本误差

10.1 必须先按仪表说明书中规定方法,对被检仪表进行校验。

10.2 试验样品或模拟装置被测量(如介质厚度、密度、料位和水分)的实际值应由计量标准器测定。

10.3 使用试验样品或模拟装置进行检定时,应在仪表的有效测量范围内,至少选择3个均匀分布的检定点(一般为满刻度值的20%、50%和80%附近)。

10.4 每个检定点的测量次数应为10次。

10.5 检定点的相对基本误差由下式算出:

$$E = \frac{x - x_0}{x_F} \quad (1)$$

式中 x ——仪表的示值；

x_0 ——被测量的实际值；

x_F ——引用值。对厚度计， x_F 即为 x_0 ，对密度计和料位计， x_F 用仪表量程表示。

10.6 对中子水分计，由于用百分比含水量表示介质水分 x ，按照行业习惯用法，将 $(x - x_0)$ 直接表示为仪表的基本误差。

10.7 如果所测 E 值中任何一个 E 的测量值不超过 $\pm(\sigma + \sigma_0)$ ，而且任何两个 E 值之差不超过 $\pm 2\sigma$ ，则可评定为仪表的基本误差满足技术要求。其中 σ 和 σ_0 分别为仪表的基本误差限和计量标准的测量不确定度。

10.8 对带有校准调节部件的仪表，可以利用改变校准系数或附加偏差值对仪表进行校准。

11 重复性

11.1 本项检定应在仪表的有效测量范围内，其统计涨落较大的量限附近进行。

11.2 仪表的响应时间选为规定值。

11.3 对同一试验样品（或装置）连续地重复测量 10 次，相邻两次读数的时间间隔不得小于仪表时间常数的 3 倍，则重复性为单次测量值的相对标准偏差按下式计算并以百分比表示：

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

式中 x_i ——第 i 次读数；

\bar{x} —— n 次测量的算术平均值。

12 稳定性

12.1 仪表应工作在有效测量范围内，响应时间应选用规定值。

12.2 用标准吸收片、模拟样品或模拟装置进行。

12.3 测试时间要与仪表具体检定时间相应，每隔 0.5~1 h 均匀

地记录一组输出信号或读数 x_i (每组测量 10 次, 取平均值), 稳定性按下式计算:

$$\frac{|x_i - x_1|_{\max}}{x_F} \times 100\% \quad (3)$$

式中 x_1 ——初始测量值;

x_i ——第 i 组测量值;

x_F ——对水分计 $x_F = 1$, 其余同 (1) 式。

13 放射性污染和源容器屏蔽性能

13.1 对使用 β 射线源的仪表, 应利用 β 表面污染仪测量探测器表面的放射性水平, 并可在污染仪的探测窗前加一适当挡板测量本底。

13.2 对使用 γ 或中子射线源的仪表, 应利用剂量率仪测量距离源容器表面一定距离处 (5 cm 或 1 m) 的剂量当量率。

14 其他检定项目

14.1 如果仪表备有标准块 (板), 则按说明书要求测定检验数据。除非已规定测量次数的, 均取 10 次读数的平均值作为参考读数以监督仪表长期稳定性。

14.2 根据用户要求, 可依据各有关国家标准对某些项目的技术要求 and 测试方法的规定, 对该项进行检测。

五 检定结果处理和检定周期

15 经检定合格的利用放射源的测量仪表发给检定证书, 检定不合格者发给检定结果通知书。

16 利用放射源的测量仪表, 属于强制检定的检定周期为 1 年, 其他的可适当延长。

17 送检时, 应附有仪表使用说明书和上次检定证书, 初检仪表应附有出厂检验合格证书。

附 录

附录 1

术 语

1 利用放射源的测量仪表 (Measuring instruments utilizing radioactive sources)

带有放射源并利用其电离辐射测量物理量和化学量的测量仪表或装置。

2 电离辐射厚度计 (Thickness gauge utilizing ionizing radiation)

带有电离辐射源并利用其电离辐射对被测材料的厚度或单位面积质量进行非破坏性测量的装置，也称为测厚仪。

电离辐射厚度计实际测量的是被测材料的单位面积的平均质量，只有当被测材料的有效原子序数和密度不变的情况下，输出信号才能直接反映几何厚度。

3 电离辐射密度计 (Density meter utilizing ionizing radiation)

带有电离辐射源，并利用其电离辐射测定物质平均密度的装置。

4 电离辐射料位计 (Level meter utilizing ionizing radiation)

带有放射源并利用其电离辐射对容器内部液体的液位，颗粒状或粉末状固体物料的装填高度或密度不同的两种介质的分界面位置进行测量或指示的仪表或装置。

5 连续式料位计 (Continuous level meter)

仪表的输出信号能显示容器内料位连续变化的料位计。

6 中子水分计 (Neutron moisture meter)

利用中子与被测介质中水分子内氢核发生弹性碰撞所导致的慢化与扩散效应，对被测介质所含水分进行测定或监测的装置。

7 水分 (Water content)

含水介质内的含水量。常以容积百分比或质量百分比表示。

8 源部件 (Source subassembly)

由放射源、源闸和源容器及某些功能单元组成。主要用于产生及控制所需的电离辐射。

9 源闸 (Source shutter)

控制放射源有用射线束通和断的开关。

10 基本误差限 (Limit of intrinsic error)

仪表基本误差的最大允许值。

附录 2

源容器的屏蔽性能级别

级 别	最大剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$		源容器的 结构特点	对使用对象 的要求	
	距离源容器外 表面 5 cm 处	距离内装放射 源 1 m 处			
A	7.5	—	—	使用时不受限制	
B	25	—	—	职业性放射 性工作人员使 用时不受限制	
Z	Z _a	200	20	无源闸	在限制条件下 使 用
	Z _b	25 (源闸关)	—	有源闸	
	Z _{a/b}	200 (源闸关)	20 (源闸关)	有源闸	
	Z _c *	—	—	有源闸	

* 仅适用于在剂量当量率超标准的范围内无人工作的仪表。

附录 3

标定样品水分方法

一、对地表土壤等样品，通常采用“环刀”采样器取样，用“称重—烘干—称重”法测定水分。样品在被测对象中应具有代表性。

将样品在衡器上称量 (m_1)，然后在茂福炉中烘干，取出再在衡器上称量 (m_2)。

注意，若在取样与称量、烘干与称量之间有一时间间隔（温度变化）时，则应采取措施防止样品水分减少或增加。

用游标卡尺量得“环刀”的内径 D 和高度 H ，则样品水分

$$W = \frac{m_1 - m_2}{V} \times 100\% \quad (1)$$

式中， $V = \frac{1}{4} \pi D^2 H$ (cm^3)。

因此
$$W = \frac{4(m_1 - m_2)}{\pi D^2 H} \times 100\% \quad (2)$$

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{\Delta_1}{m_1 - m_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_2}{m_1 - m_2}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_H}{H}\right)^2} \cdot W \quad (3)$$

式中， Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_D 和 Δ_H 分别为测量 m_1 、 m_2 、 D 和 H 时的误差。根据对 W 的测量准确度要求，就可选用符合要求的衡器和卡尺。

举例说明：用读数值为 0.05 mm 的游标卡尺量得一种环刀尺寸为： $H = 50$ mm， $D = 56$ mm，取 4 块土样，用准确度为 1/1000 的案秤称得： $m_1 = 1$ kg， $m_2 = 800$ g，则 $W \approx 45\%$ 。

按 (3) 式计算： $\Delta = 0.3\%$ 。

满足检定 1.0 级水分计的要求。

二、对焦炭样品，样品水分常用质量百分比表示，

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (4)$$

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{\Delta_1}{m_1 - m_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_2}{m_1 - m_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_3}{m_1}\right)^2} \cdot W \quad (5)$$

例如：用精度为1/1 000的台秤称量得 $m_1 = 50 \text{ kg}$, $m_2 = 40 \text{ kg}$, 则 $W = 20\%$, $\Delta = 0.13\%$, 满足检定0.5级水分计的要求。

附录 4

检定证书正文内容

1 检定条件

简要说明仪表的工作电压、使用的标准器以及检定的环境条件等。

2 检定结果

2.1 基本误差

说明仪表级别和检定点。

2.2 重复性

应注明仪表的响应时间、仪表示值。

2.3 稳定性

应注明测试时间。

2.4 辐射防护

给出表面污染水平和源容器屏蔽性能。

3 检定时仪表状态

注明仪表带的标准块（板）的参考读数，仪表的校准系数或偏差值的设置等。
