



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1023—2007

核子密度及含水量测量仪

Testing Instrument for Density and Moisture

with Nuclear Radiation Method

2007-02-28 发布

2007-05-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

核子密度及含水量测量仪 检 定 规 程

Verification Regulation of Testing
Instrument for Density and Moisture with
Nuclear Radiation Method

JJG 1023—2007

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2007 年 2 月 28 日批准，并自
2007 年 5 月 28 日起施行。

归 口 单 位：全国质量密度计量技术委员会

主要起草单位：山东省计量科学研究院

北京求真机电设备研究所

参加起草单位：山东交通学院

本规程委托全国质量密度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

潘建平（山东省计量科学研究院）

王 浩（北京求真机电设备研究所）

李万升（山东省计量科学研究院）

马 立（山东省计量科学研究院）

参加起草人：

黄冬明（山东交通学院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 密度	(1)
3.2 含水量	(1)
3.3 标准块	(1)
3.4 密度标准计数	(1)
3.5 含水量标准计数	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 密度示值误差	(2)
5.2 含水量示值误差	(2)
5.3 密度标准计数、含水量标准计数	(2)
6 通用技术要求	(2)
6.1 外观要求	(2)
6.2 标尺要求	(2)
6.3 标记要求	(2)
6.4 电池要求	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(3)
7.3 检定方法	(4)
7.4 检定结果的处理	(5)
7.5 检定周期	(5)
附录 A 原始记录格式	(6)
附录 B 检定证书内页格式	(8)

核子密度及含水量测量仪检定规程

1 范围

本规程适用于核子密度及含水量测量仪（以下简称核子仪）的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1001—1998 《通用计量术语及定义》

SL275—2001 《核子水分—密度仪现场测试规程》

JJG（铁道）128—1991 《核子湿度、密度测试仪》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 密度 [density]

被测材料质量 m 与其体积 V 之比。即

$$\rho = m/V$$

单位为 kg/m^3 或 g/cm^3 。

3.2 含水量 [water content]

被测材料单位体积中水的质量。

单位为 kg/m^3 或 g/cm^3 。

3.3 校准块 [standard block]

随核子仪配套，用以随时校准核子仪（密度、含水量）标准计数的校准块。

3.4 密度标准计数 [density standard counts]

将核子仪放置在校准块上，在 4min 测量时间内，核子仪密度探测器所检测到的 γ 射线计数。

3.5 含水量标准计数 [moisture standard counts]

将核子仪放置在校准块上，在 4min 测量时间内，核子仪含水量探测器所检测到的慢中子计数。

4 概述

核子仪测量密度与含水量，都是基于核物理学中放射线与被测材料相互作用的机理来实现的。

密度测量原理：由 ^{137}Cs 放射源产生 γ 射线，射线通过被测材料时由康普顿效应可知，密度越大，射线强度的衰减也越大。由核子仪的 γ 射线探头所感测到射线的强弱，即可测得被测材料密度值。

含水量测量原理：由 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源产生中子流，根据氢核对中子流慢化作用最大的特性，被测材料中的含氢量（含水量）越多，则中子流通过被测材料所转化的慢中子就越多。由核子仪的中子探头测量慢中子量，即可测得被测材料中含氢量（含水量）的值。

该仪器广泛应用于公路路基、路面、铁路路基、机场跑道、大坝堤防、高层建筑基础等土建工程碾压施工质量、快速检测土石方材料密度与含水量、混凝土以及沥青混凝土密度。是土建工程实验室、质量监督、工程监理和施工单位的检测仪器。

5 计量性能要求

5.1 密度示值误差：

反射式（BS）： $\pm 0.013 \text{ g/cm}^3$ ；

反射式（AC）： $\pm 0.008 \text{ g/cm}^3$ ；

透射式： $\pm 0.004 \text{ g/cm}^3$ 。

5.2 含水量示值误差：

$\pm 0.004 \text{ g/cm}^3$ 。

5.3 密度标准计数、含水量标准计数

新测取的密度或含水量标准计数分别符合下式要求：

$$|n_{\text{密}} - n_0| \leq 0.01 n_0$$

$$|n_{\text{水}} - n_1| \leq 0.02 n_1$$

式中： $n_{\text{密}}$ ——新测取的密度标准计数；

n_0 ——已测取的前4个密度标准计数的平均值；

$n_{\text{水}}$ ——新测取的含水量标准计数；

n_1 ——已测取的前4个含水量标准计数的平均值。

6 通用技术要求

6.1 外观要求

6.1.1 核子仪表面不应有影响使用的锈迹、裂纹、划痕。涂层表面不应有明显的脱落现象。

6.2 标尺要求

6.2.1 标尺必须牢固地固定在导筒外壁上，不得有松动、扭曲等缺陷。

6.2.2 标尺上标记应清晰完整。

6.3 标记要求

核子仪应有以下清晰而持久的标记。

6.3.1 核子仪应标明名称、型号、编号及出厂年月、制造厂或商标。

6.3.2 核子仪应标明计量单位。如 kg/m^3 或 g/cm^3 等。

6.3.3 核子仪应标明放射源标志。

6.3.4 核子仪应配有校准块。校准块的惟一识别编号应与核子仪的出厂编号一致。

6.4 电池要求

6.4.1 电池电量应充足，无亏电符号出现。

6.4.2 核子仪显示屏显示的字符和数字应清晰无误。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ，周围 8m 范围内不应有放射源。工作室应装有通风、水源及防火设备。

7.1.2 标准器

密度标准块组和含水量标准块组组成。

密度标准块组：

	密度标称值 (g/cm^3)	最大允许误差 (g/cm^3)
低密度标准块	1.400~1.750	± 0.001
中密度标准块	2.100~2.400	± 0.001
高密度标准块	2.600~2.700	± 0.001

含水量标准块组

	含水量标称值 (g/cm^3)	最大允许误差 (g/cm^3)
低含水量标准块	0.000	± 0.01
高含水量标准块	0.002~0.540	± 0.001

注：在测量核子仪的低含水量时，应在低密度标准块上进行。

7.2 检定项目

检定项目见表 1。

表 1 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	-
电源检查	+	+	+
显示屏检查	+	+	+
密度计数	+	+	+
含水量计数	+	+	+
密度示值检定	+	+	+
含水量示值检定	+	+	+
注：“+”表示应检项目；“-”表示可不检项目。			

注：放射性泄漏检查应由制造厂商在出厂前完成。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

目测检查其外观应符合第 6.1 条要求。

7.3.2 显示屏和电源

将核子仪放置在校准块上，打开核子仪电源，显示屏显示的字符和数字应清晰无误。观察电池电量指示，如果在显示屏上出现电量不足显示，则需要充电。

7.3.3 密度标准计数、含水量标准计数

将核子仪放置在校准块上，校准块表面和仪器底面应无油垢、尘土、两者应有良好的接触。手柄放在安全位置，开始密度标准计数、含水量标准计数。进行 5 次测量，第 5 次测量结果与前 4 次测量结果的平均值之差应符合 5.3 条的要求。

7.3.4 密度示值误差的检定

a) 核子仪密度示值误差的检定采用直接比较法，即将被检核子仪放到密度标准块上进行反射式 BS、AC 位置和透射式深度标尺上各定位深度下的密度示值检定。

b) 在检定前，先将核子仪各定位深度的偏置值设为“0”。

c) 将核子仪分别放置在低、中、高密度标准块上，设定测量时间为 4 min，手柄分别放在标尺（BS）位置、（AC）位置，测量核子仪在反射式测量方式下的密度示值。将手柄导杆对准标准块的测量孔，放到各定位深度位置，依次测量核子仪在透射式测量方式下各深度位置的密度示值。以上过程重复 3 次，3 次测量的结果算术平均值应符合 5.1 条的要求。

7.3.5 含水量示值误差

将核子仪分别放置在低含水量标准块（低密度标准块）和高含水量标准块上，设定时间为 4 min，将手柄放在 BS 位置，读取含水量示值。以上过程重复 3 次，3 次测量结果的算术平均值应符合 5.2 条的要求。

7.3.6 数据处理

(a) 密度示值误差按下式计算：

$$\Delta\rho_{\text{密}} = \rho_{\text{核子仪}} - \rho_{\text{标}}$$

式中： $\Delta\rho_{\text{密}}$ ——密度示值误差；

$\rho_{\text{标}}$ ——密度标准块的标准示值；

$\rho_{\text{核子仪}}$ ——每个测量点 3 次测量结果的算术平均值。

测量结果应符合 5.1 条的要求。

(b) 含水量示值误差按下式计算：

$$\Delta\rho_{\text{水}} = \rho_{\text{核子仪}} - \rho_{\text{标}}$$

式中： $\Delta\rho_{\text{水}}$ ——含水量示值误差；

$\rho_{\text{标}}$ ——含水量标准块的标准示值；

$\rho_{\text{核子仪}}$ ——测量点 3 次测量结果的算术平均值。

测量结果应符合 5.2 条的要求。

7.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的核子仪，发给检定证书（内页格式见附录 B）。检定不合格的核子仪发给检定结果通知书（内页格式同附录 B，但需注明不合格项）。

7.5 检定周期

核子仪的检定周期为 1 年。

附录 A

原始记录格式

送检单位：

地址：

仪器名称					证书编号		
制造厂		型 号			出厂编号		
标准器名称		标准器证书号			有效期止		
测量范围		不确定度					
检定依据				温 度	℃	湿 度	%RH
检定日期	年 月 日			有效期止	年 月 日		
密度标准计数： 含水量标准计数：							
标准计数	第一次	第二次	第三次	第四次	平均值	第五次	示值误差
密度							
含水量							

标准器编号				标准器示值	kg/m ³	
深度	被检器示值	被检器示值	被检器示值	平均值	示值误差	
结论			检定员			核验员

原始记录附页

标准器编号				标准器示值	kg/m ³	
深度	被检器示值		被检器示值	被检器示值	平均值	示值误差

标准器编号				标准器示值	kg/m ³	
深度	被检器示值		被检器示值	被检器示值	平均值	示值误差
含水量标准值			低密度		高密度	
核子密度仪含水量值			低密度		高密度	
结论			检定员		复核	

附录 B

检定证书内页格式

检定所使用的主要测量设备：

证书编号：

仪器名称	编 号	测 量 范 围	不确定度或准确度等级 或最大允许误差	检定证书 有效期至
核子密度及含水量 标准块组		(1200~2700) kg/m ³		

检定的环境条件 温 度： ℃ 湿 度： %RH

测量结果的不确定度：U = k =

* 检 定 结 果 *

型号：

仪器编号：

密度标准计数		含水量标准计数			
深度	(1400~1750) kg/m ³	(2100~2400) kg/m ³		(2600~2700) kg/m ³	
含水量标准值		低密度		高密度	
核子密度仪含水量值		低密度		高密度	