

# JJG

## 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 825—93

---

### 测 氦 仪

1993年6月4日批准

1993年10月1日实施

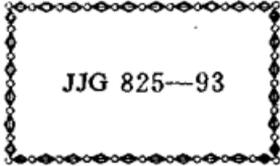
---

国家技术监督局

---

# 测氡仪检定规程

Verification Regulation  
of Radon Meter



JJG 825—93

---

本检定规程经国家技术监督局于 1993 年 6 月 4 日批准,并自 1993 年 10 月 1 日起施行.

归口单位: 浙江省标准计量管理局

起草单位: 浙江省计量测试技术研究所

中国核工业总公司

本规程技术条文由起草单位负责解释.

**本规程主要起草人：**

张燕群（浙江省计量测试技术研究所）

丘寿康（中国核工业总公司第六研究所）

**参加起草人：**

张 知（北京核仪器厂）

夏 添（上海电子仪器厂）

# 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	流气采样系统泄漏检定的压力修正	(6)
附录 2	样品室体积测定方法	(7)
附录 3	用液体镭标准源刻度闪烁室或电离室	(9)
附录 4	检定证书(背面)格式	(11)

## 测氡仪检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的瞬时测氡仪的检定。累积测氡仪的检定可参照执行。

### 一 概 述

测氡仪是一种常用的测量气体中氡浓度的仪器。广泛应用于环境监测、辐射防护、地质勘探、地震预报等部门。

测氡仪是由取样部件、探测部件及测量部件组成。

取样部件可以由动力源带动的取样器，或由氡气自身扩散而取样的取样器。

探测部件可以是闪烁室、电离室、半导体、探测器、固体核径迹探测器等。

测量部件是讯号转换装置和读出装置。

### 二 技 术 要 求

#### 1 外观

- 1.1 仪器不允许有影响正常工作的缺陷。
- 1.2 仪器铭牌应标明：产品名称、型号、编号、出厂日期及厂名。
- 1.3 附件齐全，并附有仪器使用说明书。

#### 2 气密特性

##### 2.1 流气采样系统

流气采样系统的泄漏，应小于标称流量的5%。双滤膜类型的取样器不应有泄漏。

2.2 贮气采样系统，如闪烁室、电离室及所附干燥管等，在系统极限真空条件下（绝对气压不大于1 000Pa），放置30 min，其真空度的下降应小于5%。

#### 3 探测效率和本底

应达到产品说明书规定的指标。

#### 4 刻度系数年偏离量(或固有误差)

仪器的刻度系数年偏离量不超过 $\pm 10\%$ 。对于双滤膜测氡仪,在氡浓度大于 $1\ 000\ \text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,其固有误差不超过 $\pm 10\%$ 。有些应用领域(如物探部门)不超过 $\pm 20\%$

#### 5 重复性

仪器的重复性(单次测量的相对标准偏差)不应超过 $5\%$ 。

### 三 检定条件

#### (一) 检定用设备

#### 6 标准器

##### 6.1 液体镭标准源

用一级标准物质碳酸钡镭粉末配制而成,氡活度值的不确定度 $\leq 3\%$ 。

##### 6.2 标准氡室

氡浓度值的不确定度 $\leq 4\%$ 。

##### 6.3 固体氡标准源(平衡式、流气式或在简易氡室中积累)

氡活度值的不确定度 $\leq 4\%$ 。

##### 6.4 一级 $\alpha$ 面源

$\text{Am}-241$  或  $\text{Pu}-239\alpha$  标准面源表面发射率 $\geq 1\ 000$  粒子 $\cdot \text{min}^{-1}$  ( $2\pi$ )。

#### 7 其他辅助设备

7.1 真空泵:(10—60)l/min。

7.2 真空表:1级。

7.3 样品室体积校正装置:不确定度 $\leq 0.5\%$ 。

7.4 流量计:(10—60)l/min,1级。

#### (二) 环境条件

#### 8 环境温度

$20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

#### 9 相对湿度

$(65 \pm 10)\%$ 。

10 检定实验室不得有其他无关的辐射源。

#### 四 检定项目和检定方法

##### 11 外观检查

外观检查按第1条要求进行。

##### 12 气密特性的检定

###### 12.1 流气采样系统

用两个流量计分别放置于可能有外部泄漏处(如过滤器)的上游与下游,启动采样泵,每隔一适当的时间(如取样时间),连续取10组(上、下游)经压差修正后的流量示值(见附录1),取平均值,按下式计算气密特性:

$$Q = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $Q_A, Q_B$ ——上游和下游两点的流量( $l \cdot \text{min}^{-1}$ )。

###### 12.2 贮气采样系统

样品室与真空表及真空泵相连,启动真空泵,将样品室抽空到绝对气压小于1000 Pa后,将样品室、真空表与真空泵断开(关上阀门)。等待30min后,此时真空表读数与断开前的读数之差与环境气压之比的百分数即为贮气采样系统的气密性。

###### 12.3 双滤膜采样器

将双滤膜采样器的出口处接真空表,按采样状态抽气。当真空表的指示稳定后,关闭入口阀,然后再关闭出口阀,读取真空表示值。等待10min后,真空表示值应无明显变化。

##### 13 探测效率和本底的检定

###### 13.1 探测效率

在与样品测量相同的几何条件下,测得 $\alpha$ 标准面源的净计数率,其统计误差应小于2%,按下式计算仪器的探测效率:

$$\eta = n/2n_s \times 100\% \quad (2)$$

式中  $\eta$  ——仪器的探测效率(%)；  
 $n$  —— $\alpha$  标准面源的净计数率( $\text{min}^{-1}$ )；  
 $n_s$  —— $\alpha$  标准面源的表面发射率( $\text{min}^{-1}$ )。

### 13.2 本底

测量前应消除氡及其短寿命子体对探测器的污染,然后进行本底测量。

### 14 刻度系数年偏离量(或固有误差)的检定

14.1 将已知活度的含氡样品输入样品室进行测量,测得结果为计数率或电离电流,按下式计算刻度系数:

$$k = \frac{A}{V \cdot R} \quad (3)$$

式中  $k$  ——仪器刻度系数 [ $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}/(\text{1}/\text{min})$  或 (格/ $\text{min}$ )];  
 $A$  ——输入样品室的氡活度( $\text{Bq}$ );  
 $V$  ——样品室体积( $\text{m}^3$ ) (样品室体积测定方法见附录 2);  
 $R$  ——仪器的示值,即计数率( $\text{1}/\text{min}$ )或电离电流(格/ $\text{min}$ )。

已知活度的氡可由液体镭标准源、标准氡室或固体氡标准源提供,有关刻度操作方法见附录 3。

每台受检的测氡仪应在不同数量级的两种浓度下刻度,每种浓度下的刻度次数不少于 4 次。将 4 次刻度结果取平均值得  $k_1$ ,若上一年的刻度系数值为  $k_0$ ,则按下式计算仪器刻度系数的年偏离量:

$$f = \frac{k_1 - k_0}{k_0} \times 100\% \quad (4)$$

14.2 对于双滤膜测氡仪,则以测定氡浓度代替上述的刻度系数。将仪器读数乘以换算系数求得氡浓度值。同样也在不同数量级的两种浓度下测定,每种浓度下的测定不少于 4 次,取平均值为  $C_s$ 。若标准源或氡室的标准浓度值为  $C_s$ ,则按下式计算仪器固有误差:

$$E = \frac{C_a - C_s}{C_s} \times 100\% \quad (5)$$

### 15 重复性的检定

在相同的测量条件下,用 $\alpha$ 标准面源重复测量10次,按下式计算仪器的重复性:

$$S = \frac{1}{\bar{R}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (R_i - \bar{R})^2}{9}} \quad (6)$$

式中  $S$  —— 测量结果的相对标准偏差,即重复性;

$R_i$  —— 第 $i$ 次测量的读数;

$\bar{R}$  —— 10次测量读数的平均值。

## 五 检定结果处理和检定周期

16 按本规程检定合格的仪器(包括首次刻度的仪器),发给检定证书;检定不合格的仪器,发给检定结果通知书。

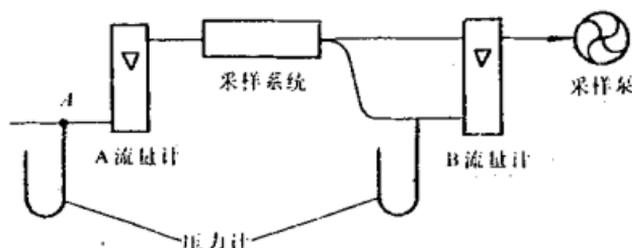
17 检定周期一般为1年,根据仪器性能及使用情况,检定周期可以缩短。送检时应带上一次的检定证书。

## 附 录

## 附录 1

## 气流采样系统泄漏检定的压力修正

气流采样系统泄漏的检定如图示连接。



启动取样泵,调到采样时所需流量,分别读出A(上游)、B(下游)两流量计的指示值,并同时测出A、B两点的绝对压力,对A、B两点的压力差进行修正后的A、B两点流量分别为:

$$Q_A = k_A \cdot Q_A \cdot \sqrt{p_s / p_A}$$

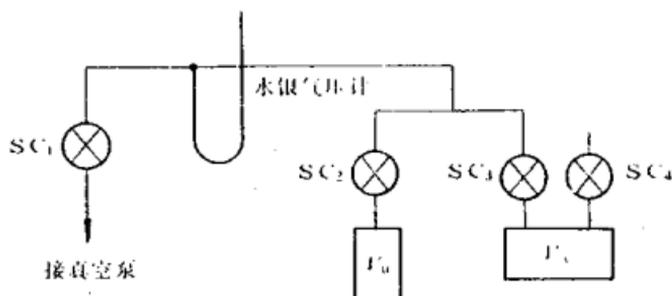
$$Q_B = k_B \cdot Q_B \cdot \sqrt{p_s / p_B} \cdot p_B / p_A$$

式中  $Q_A, Q_B$  —— A、B 两点的流量 (l/min);  
 $Q_A, Q_B$  —— A、B 两点流量计的指示值;  
 $k_A, k_B$  —— 两流量计的刻度系数;  
 $p_A, p_B$  —— A、B 两点的绝对气压;  
 $p_s$  —— 流量计刻度时的绝对气压。

## 附录 2

## 样品室体积测定方法

一、体积测定装置按下图连接,经检查无误后再开始测定工作。



图中:  $SC_1$ 、 $SC_2$ 、 $SC_3$ 、 $SC_4$  —— 阀门;

$V_0$  —— 体积标准容器;

$V_x$  —— 待测体积容器

## 二、步骤

- 1 打开阀门  $SC_1$ 、 $SC_2$ 、 $SC_3$ , 关闭  $SC_4$ , 连接真空泵。
- 2 启动真空泵, 将系统抽成真空后, 关闭  $SC_1$ , 记下水银气压计的压差读数  $h_1$  (cm)。
- 3 关闭  $SC_2$ , 慢慢打开  $SC_4$ , 使整个系统通大气, 待 V 形管两侧水银面平衡为止。
- 4 先关闭  $SC_4$ , 再轻轻打开  $SC_2$ , 记下水银气压计的压差读数  $h_2$  (cm)。
- 5 断开与真空泵的连接, 停泵, 打开  $SC_1$ 、 $SC_4$ 。
- 6 测量大气压  $p_a$ 。

## 三、计算

$$V_x = \left( \frac{h_1}{h_2} - 1 \right) V_0 - \left( \frac{p_a}{h_2} - 1 \right) \frac{h_2 S}{2} - V_L$$

式中  $V_L$  ——管道系统体积,从阀门  $SC_1$  到  $SC_2, SC_3$  的体积( $\text{cm}^3$ );

$S$  ——管道内腔横截面面积  $\text{cm}^2$ .

$V_L$  和  $V_0$  的测量是用蒸馏水灌满后,在万分之一的天平上称得所容蒸馏水的重量,然后按当时温度下水的比重算得体积.

## 附录 3

## 用液体镭标准源刻度闪烁室或电离室

## 1 氡的积累

用双连球或抽气泵使气流通过扩散器中的液体镭标准源,控制适当的气流流量<sup>\*</sup>. 经过约 15min,使扩散器中原有的氡排除干净. 然后立即密闭标准源以积累氡气,记下密闭的时刻  $T_1$ .

- 可控制气泡产生速率,一般每分钟约为 150~200 个气泡.

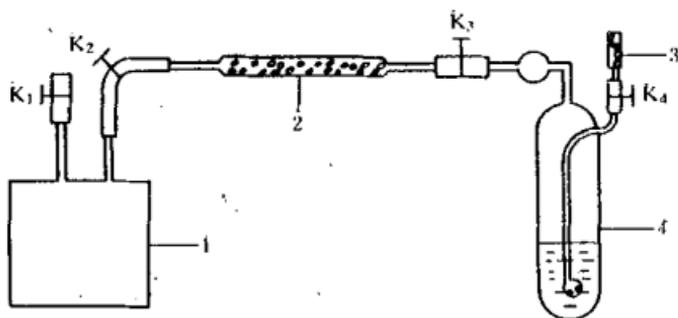
## 2 仪器准备

2.1 检查和调整测量仪器,使之处于正常工作状态.

2.2 将抽空的闪烁室或电离室与干燥管和已密闭了足够时间的镭标准源连接起来(见下图).

## 3 氡的转移

先打开  $K_3$ ,再打开  $K_2$ ,最后缓缓打开并调节  $K_4$ ,使气泡产生速率适当(每分钟约 100 至 200 个气泡). 送气 5~10min 后,可加快送气,使送气在约 15min 内结束. 结束后立即将  $K_2$  关闭,记下此结束时刻( $T_2$ ).



送气系统连接图

1—闪烁室或电离室;2—干燥管;3—除尘用滤布;

4—内装镭标准源的扩散器

4 送气结束后 3h,将闪烁室或电离室放在给定的仪器上测量其  $\alpha$

放射性.

### 5 计算

5.1 闪烁室刻度系数的计算公式如下:

$$k_s = \frac{A(1 - e^{-\lambda t})}{V_s(a - a_0)} \quad (1)$$

式中  $k_s$  —— 闪烁室在给定测量仪器上的刻度系数 [ $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}/(\text{l}/\text{min})$ ];

$A$  —— 镭标准源的镭含量 ( $\text{Bq}$ );

$\lambda$  —— 氡的衰变常数 ( $\text{h}^{-1}$ );

$t$  —— 氡的积累时间 ( $T_2 - T_1$ ) ( $\text{h}$ );

$V_s$  —— 闪烁室体积 ( $\text{m}^3$ );

$a$  —— 闪烁室取样后的计数率;

$a_0$  —— 闪烁室本底计数率.

5.2 电离室刻度系数的计算公式如下:

$$k_i = \frac{A(1 - e^{-\lambda t})}{V_i(I - I_0)} \quad (2)$$

式中  $A, \lambda, t$  的含意与式(1)相同;

$k_i$  —— 电离室在给定测量仪器上的刻度系数 [ $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}/(\text{格}/\text{min})$ ];

$V_i$  —— 电离室体积 ( $\text{m}^3$ );

$I$  —— 电离室取样后的电离电流 (格/min);

$I_0$  —— 电离室的本底电离电流 (格/min).

## 附录 4

## 检定证书(背面)格式

## 1 检定条件

检定时的温度、气压和湿度

所用标准源

## 2 检定结果

仪器刻度系数值

仪器刻度系数年偏离量(或固有误差)

重复性

---