

## 痕量氡气测量仪器自动标定装置的研制

黄凡<sup>1</sup> 廖志良<sup>2</sup> 黄龙珠<sup>3</sup> 周书民<sup>2</sup> 汤彬<sup>1</sup> 张兴磊<sup>3</sup> 陈焕文\*<sup>3</sup>

(东华理工大学核技术应用研究所<sup>1</sup>, 机械与电子工程学院<sup>2</sup>, 江西省质谱科学与仪器重点实验室<sup>3</sup>, 南昌 330013)

**摘要** 研究了空气中痕量氡的动态稳定技术和氡及其子体浓度的准确测量方法。研制了具有氡浓度自动控制、温湿度调控、气溶胶发生/采集等功能的标准氡室, 并建立了主氡室标称体积达 4 m<sup>3</sup> 的氡测量仪器检定/校准装置和氡子体放射性气溶胶检测与实验研究平台。研究表明, 本装置测氡浓度范围为 370~20000 Bq/m<sup>3</sup>; 检测精确度达 3%; 单点校正时间为 40 min; 单台仪器校正时间为 7 h, 可同时进行 3 台主动式和 4~6 台被动式测氡仪的检定或校准, 并能够按照检定/校准结果自动生成证书及报告, 自动保存测量数据, 且可以按多种方式进行查询。

**关键词** 测量方法; 放射性; 自动校正

### 1 引言

氡是从放射性元素镭衰变而来的自然界唯一的一种无色、无味的天然放射性惰性气体。氡的半衰期是  $(3.8235 \pm 0.0003) \text{ d}$ <sup>[1]</sup>, 易溶于脂肪, 可通过呼吸过程中进入人体。调查表明, 肺癌的发病率与空气中氡浓度有线性关系<sup>[2]</sup>。氡及其子体被人体吸入后, 首先辐射支气管和肺上皮细胞, 约有 1/3 经肺吸入血液, 进而对相关器官产生辐射损害<sup>[3]</sup>。Daniel 等<sup>[4]</sup>报道, 从短衰期放射性氡衰变产物发射的  $\alpha$ -粒子能损伤细胞的 DNA。研究表明, 氡辐射伤害占人体一生中所受到的全部辐射伤害的 55% 以上, 其诱发肺癌的潜伏期多在 15 年以上, 世界上有 1/5 的肺癌患者与氡有关。氡是除吸烟以外引起肺癌的第二大因素, 世界卫生组织把它列为使人致癌的 19 种物质之一。因此, 氡的监测具有重要意义。

常用的氡的测量方法有电离室法<sup>[5]</sup>、闪烁室法<sup>[6,7]</sup>、双滤膜法<sup>[8]</sup>、气球法<sup>[9]</sup>、静电收集法<sup>[10]</sup>、固体径迹法<sup>[11]</sup>、热释光法、活性炭被动吸附法<sup>[12]</sup>和驻极体测氡法<sup>[13]</sup>等。氡子体测量方法分为三点法<sup>[14]</sup>、三段法<sup>[15]</sup>、五段法<sup>[16]</sup>和  $\alpha$  谱法<sup>[17]</sup>。氡测量仪可分为瞬时法测氡仪、累积法测氡仪和累积法氡收集器。对测量仪器的标定是影响氡气测量准确度的关键环节。

氡监测仪自动标定装置(简称氡室)按体积大小可分为大型、中型以及小型氡室系统。氡室系统的工作原理可分为循环法和排代法。在循环法中, 氡源补给速度、氡的衰变速度、系统的泄露率和吸附速度可引起氡浓度变化。此系统不易控制, 影响因素多, 建造价格高, 但是容积可很大。排代法氡室系统中影响氡浓度变化的只有氡源, 空气混合情况和气流流量稳定, 其它因素影响很小, 较适合于小型氡室。

本研究自行研制的标准氡室为 5.456 m<sup>3</sup>, 其中主氡室标称体积达 4 m<sup>3</sup>, 具有氡浓度自动控制、温湿度调控、气溶胶发生/采集等功能, 在结构设计上进行了技术创新, 实现了氡浓度动态稳定技术的创新, 进行了功能的扩展。结合 Alpha 能谱仪, 实现了放射性气溶胶检测功能等, 并建立了氡测量仪器检定/校准装置和氡子体放射性气溶胶检测与实验研究平台。

### 2 氡监测仪自动校准装置的结构和工作原理

#### 2.1 氡监测仪自动校准装置的结构

氡监测仪自动校准装置如图 1 所示。主要由氡室、标准氡浓度测量仪、Alpha 能谱仪、气溶胶发生/采集系统、废气排放系统等组成。

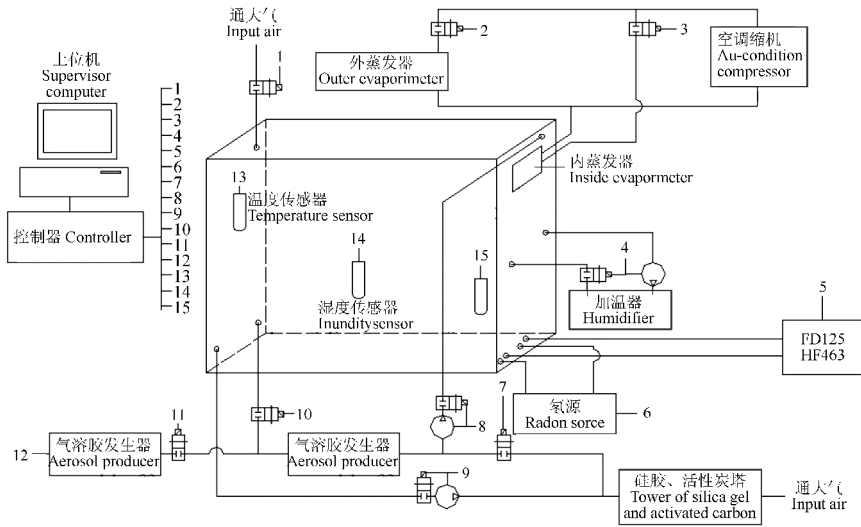


图 1 氡监测仪自动校准装置图

Fig. 1 Chart of automatic calibration equipment of radon monitor

### 2.2 氡监测仪自动校准装置的工作原理

氡室是提供浓度均匀稳定、量值确定的参考氡气的装置,用于提供氡浓度的参考标准,由标准氡气源(固体镭源)、氡室箱体以及气路系统、氡浓度调控与监测系统、温湿度调控与监测系统等组成。氡室箱体内的氡来源于固体镭源(也称氡源),通过时间积累达到预期的浓度,氡室内氡浓度采用动态稳定技术进行自动调控,氡浓度的准确量值由标准测氡仪测定。标准氡浓度测量仪采用目前国际上技术指标最先进的、以正比脉冲电离室为探测器的 PQ2000PRO 型氡测量仪(Alpha Guard)。用脉冲电离室作为氡的探测器是最经典的测氡方法,它是工作在饱和区的记录单个入射粒子的气体探测器。当一定能量的带电粒子进入电离室灵敏体积后,将产生一定数量的离子对。在电离室两极施加工作电压,电子和正离子在电场作用下,分别向两极漂移,从而在收集极上产生电流脉冲,在电离室输出电路的负载电阻上形成一个电压脉冲。脉冲幅度正比于入射粒子在电离室灵敏体积中损失的能量。通过测量脉冲数目和脉冲幅值可以求得入射粒子数及入射粒子的能量。标准氡浓度测量仪由镭-226 液体标准源进行检定获得校准因子,标准液体镭源的量值溯源到放射性活度国家基准。

氡是气体,其子体均为固体,吸附在空气中的微粒上就形成了放射性气溶胶。装置配备的气溶胶发生器,以 NaCl 溶液或 SiO<sub>2</sub> 在高压气流下撞击产生粒径为 0.1~10 μm 的微粒形成气溶胶,进入氡室箱体内,在确定的氡浓度和温湿度条件下,形成一定浓度的氡子体放射性气溶胶。大气气溶胶发生/采集系统能够在氡监测仪自动校准装置中增加大气气溶胶粒径和浓度,研制的气溶胶采样器能够采集氡室中的氡子体放射性气溶胶,在 α 能谱仪上进行 α 能谱测量,检测氡子体的核素及其活度。

装置的废气排放系统由多级活性炭过滤器、活性炭塔和排气管路构成,氡室箱体内的废气经多级吸附过滤后再通过实验室通风橱排放。

### 2.3 使用范围

氡监测仪自动校准装置满足国家标准 GB50325-2001《民用建筑工程室内环境污染控制规范》和 GB/T18883-2002《室内空气质量标准》中检测室内氡浓度的仪器、设备、装置进行检定和校准之要求,可以检定/校准如下类型测氡设备:瞬时法测氡仪、累积法测氡仪、累积法氡收集器。

## 3 结果与讨论

### 3.1 氡室箱体与气路结构设计

氡室由主箱体与积累箱组成。(1)主箱体 主箱体用双层夹胶钢化玻璃制作。玻璃对氡的吸附明显弱于其它材料,夹胶钢化玻璃机械强度高、热传导能力低、保温性能优异,可有效减少箱体对氡的吸附

及环境温度对氡室的影响。主箱体结构为长方体,垂直方向的 4 个角用玻璃隔成一个小三角区域,用作氡室气路管道、控制线路的布线。箱体内呈六边形结构,有利于气流的循环。两侧分别设计安装过渡室和检修门。箱底设有排水管,便于对箱体内壁进行清洗,清除氡子体的残留。(2) 积累箱 积累箱体由有机玻璃材料制作而成,圆柱状,一端设有过渡室。当主箱体不补氡时,氡源发生器产生的氡气积累在积累箱体中;当主箱体需要较高氡浓度时,将积累箱体中的氡气补充到主箱体中,可迅速获得较高浓度氡气。

氡发生器为流气式固体镭源,镭源的射气系数接近于 100%,封闭在铝制的容器内。在  $-10\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下,固体镭源的氡产生率保持稳定,不受温度、湿度和气压的影响。氡发生器产生的氡气由管道通入箱体中,通过扩散、气流循环搅拌,形成浓度均匀稳定的氡气环境(图 2)。

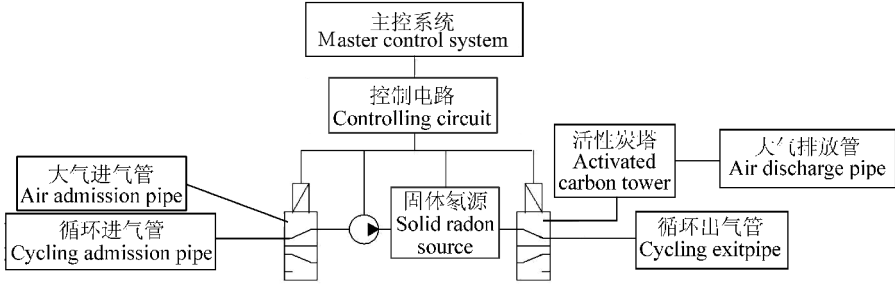


图 2 氡源装置的示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the equipment of radon source

主箱体内以空调器产生气流循环流动,调节控制空调的风速和风向及摆动角度,使箱体内形成浓度均匀稳定的氡气环境。在箱体内大于  $2\text{ m}^3$  的区域内,选定不同点进行浓度监测。结果表明,氡浓度的均匀性小于 3%。

### 3.2 氡浓度的调控方法

氡监测仪自动校准装置采用氡浓度动态稳定技术,按照氡的自然衰变规律,以及吸附与泄漏等因素,通过理论推导和实验验证建立动态补氡数学模型。由实验方法确定相关参数,在确定的温湿度条件下设定目标氡浓度,由计算机按数学模型自动计算补氡时间和间隔时间,并以软件技术通过电气设备控制氡源,使氡室内氡浓度稳定在设定的误差范围内,实现氡浓度的自动控制。动态循环补氡流程如图 3 所示。

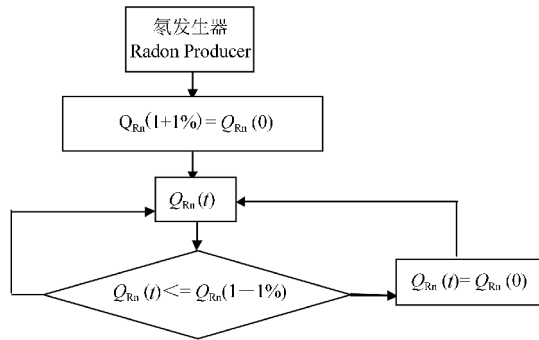


图 3 氡检测仪器自动校准装置动态循环补氡流程

Fig. 3 Dynamic circular fill radon process of automatic calibration equipment of radon monitor

$Q_{Rn}$ : 设定氡浓度的期望值(氡浓度范围  $200\sim 5000\text{ Bq/m}^3$ );  $Q_{Rn}(0)$ : 首次开启氡发生器, (氡浓度为  $200\sim 5000\text{ Bq/m}^3$  的某个期望值加误差上限 1%);  $Q_{Rn}(t)$ : 氡室氡浓度按放射性衰变规律自然衰减和泄漏(含箱体吸附)或刻度测氡仪取出少量气体使得氡浓度降低。  $Q_{Rn}$ : Setting the expected value of radon's concentration (Radon's concentration ranges from  $200\text{ Bq/m}^3$  to  $5000\text{ Bq/m}^3$ );  $Q_{Rn}(0)$ : Turn on radon producer for the first time, (Radon's concentration is the certain expected value from  $200\text{ Bq/m}^3$  to  $5000\text{ Bq/m}^3$  and plus 1% of error limit);  $Q_{Rn}(t)$ : The natural attenuation and leak of Radon's concentration in radon chamber according to radioactive decay rule (including cabinet absorption) or reducing radon's concentration by using scale measuring radon apparatus to remove a little gas.

### 3.3 温湿度的控制

氡监测仪自动校准装置具备由计算机自动调节氡室箱体内部温湿度的功能。设定目标温湿度值后,启动温湿度调节控制,系统自动调节箱体温湿度。待到达设定值后,系统自动进入温湿度保持模式,维持箱体内温湿度的稳定。控制模型为较典型的闭环反馈控制,如图 4 所示。控制系统由温度调节和湿度调节两部分组成。温度调节采用计算机控制的分体式空调,分别进行制冷和制热操作,以实现箱体内温度的降低和升高;湿度调节采用超声雾化装置将纯净水雾化成细小水滴,经循环气泵送入箱体内,细小水滴快速蒸发后便能增加箱体内湿度。湿度的降低由空调的制冷功能附带完成,一般不进行专门的除湿操作。

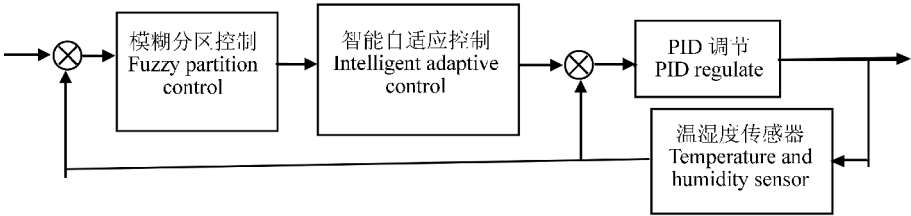


图 4 氡监测仪自动校准装置温湿度控制与调节过程

Fig. 4 Control and regulate process of temperature and humidity of automatic calibration equipment of radon monitor

### 3.4 放射性气溶胶检测系统的设计

氡监测仪自动校准装置的气溶胶发生装置见图 5。以 NaCl 为介质,将一定浓度的 NaCl 溶液经特制的喷雾器雾化后,再经撞击板去除大雾滴,然后进入混合干燥器中使雾滴的水分蒸发,形成亚微米级多分散固体 NaCl 气溶胶。

气溶胶发生器产生的气溶胶经缓冲箱均匀后进入氡室,气溶胶粒子吸附氡衰变产生的子体核素,形成放射性气溶胶粒子,气溶胶采样器采用不同孔径的滤膜过滤氡室内气体,可获得一定粒径范围的放射性气溶胶粒子,在  $\alpha$  能谱仪进行能谱测量,便可获得被吸附氡子体的核素及其活度。

气溶胶采样器的结构设计采用上下筒螺纹连接的方式,通过密封圈压紧采样膜,以便更换采样膜并保持采样器良好的密封性。为了使采样膜的上游侧气流分布均匀,使采样具有代表性,采样器的上筒采用侧向进气的形式。采样最大设计流速为 2.5 cm/s,采样膜的直径为 6 cm,此时的采样最大设计流量为 1710 L/h。

### 3.5 测控系统的设计与功能

氡监测仪自动校准装置测控系统由计算机采集温湿度数据和氡浓度数据,通过阀门控制实现环境参数及氡浓度的自动控制。测控系统主要包括硬件和软件两部分。

测控系统的硬件(电气控制)包括温湿度数据采集、氡浓度数据采集及阀门控制 3 个模块。电气控制部分主要任务是完成氡监测仪自动校准装置内数据采集和控制。数据采集通过各传感器获取数据信号,并将数据发送到软件控制部分;设计相关电路,接受操作软件的控制命令并对氡监测仪自动校准装置进行控制。

软件控制部分提供操作接口,可以对控制参数进行设置,实时显示采集数据,并对数据进行分析,结合用户设置的控制指标(如预期氡浓度等)向电气控制部分发送控制指令。

软件控制的主要完成以下任务:数据采集及实时显示;根据采集到的数据进行分析,制定控制策略和反馈控制命令;对各设备的运行状态进行监测;完成仪器检定/校准任务;保存结果;打印报告。

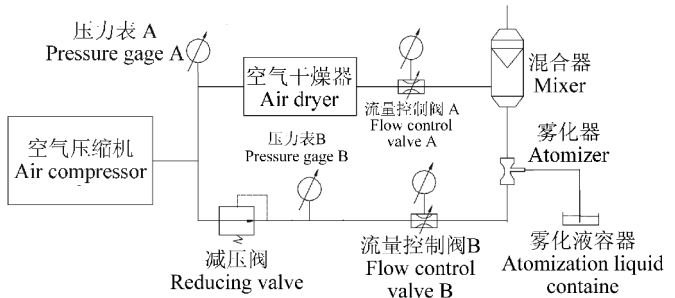


图 5 气溶胶发生装置的结构示意图

Fig. 5 Schematic diagram of result of aerosol producer equipment

### 3.6 装置氡浓度测量结果的不确定度评估

**3.6.1 氡室氡浓度影响因素分析** (1) 环境大气压强变化对氡室氡浓度的影响 一天之内, 大气压强会发生周期性的变化。当环境大气压低于氡室内气压时, 氡室内气体会因压差而外泄; 反之, 当环境大气压强高于氡室内气压时, 氡室会因压差而吸入环境气体。在氡室内的温度不变的条件下, 按一天中压强变化的最大值和最小值, 由理想气体状态方程可求得环境大气压强的变化引起的氡室外泄和的气体体积为  $0.015 \text{ m}^3$ 。气体外泄对氡浓度变化的影响为  $0.39\%$ , 而环境气体吸入对氡浓度变化的影响在  $370 \text{ Bq/m}^3$  浓度时约  $0.030\%$ ; (2) 环境温度变化对氡室氡浓度的影响 大气温度周期性的变化同样会导致氡室气体的外泄和氡室从环境吸入气体。在大气压强不变的条件下, 环境温度每变化  $1^\circ\text{C}$ , 氡室外泄和吸入的气体体积为  $0.013 \text{ m}^3$ ; 氡气外泄引起的氡浓度变化为  $0.34\%$ , 而环境气体吸入对氡浓度变化的影响在  $370 \text{ Bq/m}^3$  浓度时约为  $0.023\%$ 。在实际测量中, 温度和大气压强引起的氡浓度变化相关, 难以用简单的模型表达。温度和大气压强对氡浓度测量结果不确定度的贡献与氡室内氡浓度的稳定性及均匀性都包含在测量重复性内, 由实验标准偏差体现。

**3.6.2 氡浓度不确定度评定模型** 氡浓度不确定度评定模型如下式:

$$Q = f(\kappa, \bar{q}, E) \quad (1)$$

式中,  $Q$  为氡室氡浓度 ( $\text{Bq/m}^3$ ),  $\kappa$  为测量仪器的校准因子,  $\bar{q}$  为测量仪器对氡浓度的读数 ( $\text{Bq/m}^3$ ),  $E$  为测量仪器反应迟滞性。

**3.6.3 各分量标准不确定度评定** 校准因子  $k$  的不确定度  $u_B(k)$  由标准氡浓度测量仪的检定证书获得, 采用 B 类不确定度评定方法进行评定:

$$u_B = u_B(k) = \frac{U_{\text{rel}}(k) \times k}{2} \quad (2)$$

$u_B(E)$  表示标准氡浓度测量仪对氡浓度变化反应的迟滞引入的不确定度, 采用 B 类标准不确定度评定方法评定。在计算机自动控制氡浓度稳定过程中, 氡浓度的理论波动范围为  $\pm 0.5\%$ , 所以  $U_{\text{rel}}(E) \approx 0.5\%$ , 按均匀分布, 则有:

$$u_B(E) = \frac{\bar{Q} U_{\text{rel}}(E)}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

$u_A(\bar{q})$  采用 A 类标准不确定度评定方法进行评定。对不同氡浓度下标准氡浓度测量仪的测量列分别取算术平均值, 其单次测量值  $q_i$  的实验标准差为:

$$s(q_i) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (q_i - \bar{q})^2} \quad (4)$$

测量平均值的标准不确定度为:

$$u_A(\bar{q}) = \frac{s(q_i)}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

**3.6.4 氡室氡浓度测量结果的不确定度** 氡室氡浓度测量结果的不确定度见表 1。

### 3.7 氡室的实际样品的检测结果

采用 AlphaGUARD P300 测氡仪检测的实际样品, 应用  $\alpha$  标准(板)源, 测量范围为  $3.7 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4 \text{ Bq/m}^3$  ( $3.0\% \sim 5.8\%$ ) ( $k=2$ ), 准确度为  $3.7 \times 10^2 \sim 2 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$  ( $2.5\%$ ) ( $k=2$ )。在温度为  $18^\circ\text{C}$ 、湿度  $26\% \text{ RH}$  和  $101.4 \text{ kPa}$  的条件下, 测量方法为积累法  $10 \text{ min}$ , 测得的结果如表 2 所示。

在温度为  $21^\circ\text{C}$ 、湿度  $19\% \text{ RH}$  和  $101.3 \text{ kPa}$  的实验环境条件下, 测量方法为循环法, 测得的结果如表 3 所示。

表 1 氡室氡浓度测量结果的不确定度

Table 1 Measuring result indeterminacy of radon concentration in radon chamber

$\bar{Q}/\text{Bq} \cdot \text{m}^3$	$u_c(\bar{Q})$	$U(k=2)$	$U_{\text{rel}}(\%)$
328	8.61	17.30	5.3
788	19.62	38.99	5.1
2955	61.03	122.1	4.2
16189	291.6	585.5	3.7

### 4 总 结

研制了具有氡浓度自动控制、温湿度调控、气溶胶发生/采集等功能的标准氡室, 在结构设计上进行了技术创新、实现了氡浓度动态稳定技术的创新、进行了功能扩展。结合 Alpha 能谱仪, 实现了放射性气溶胶检测功能等。讨论了此装置对氡浓度测量结果的不确定度。结果表明, 本装置测氡浓度范围为 370~20000 Bq/m<sup>3</sup>, 检测精确度达 3%, 单点校正时间为 40 min, 单台仪器校正时间为 7 h, 可同时进行 3 台主动式和 4~6 台被动式测氡仪的检定或校准。此装置研制成功为进一步研究提供了测量的基础和条件, 对预防和控制环境放射性对人体健康的危害具有积极意义。

表 2 氡室累积法的实际样品的检测结果 1

Table 2 Analytical result of real samples 1 by radon chamber

氡体积活度标准值 Standard activity of radon (Bq/m <sup>3</sup> )		被检测氡仪 Radonactivity detected by equipment for calibration (Bq/m <sup>3</sup> )		被检测氡仪平均值 Mean value of radon activity detected by the equipment for calibration (Bq/m <sup>3</sup> )		校准因子 Calibration factor		校准因子 平均值 Mean value of caibration factor		重复性 Repeatability		扩展不确定度 Expanded uncertainty (k=2)	
I	II	I	II	I	II								
		804	2064										
		824	2320										
		800	2240										
		772	2336										
809	2266	872	2256	792.2	2251.6	1.01	1.01	1.01	6.5	4.2	7.1	6.4	
		840	2144										
		756	2336										
		708	2192										
		852	2272										
		744	2356										

I: 低浓度(Low concentration); II: 高浓度(High concentration)。

表 3 氡室循环法的实际样品的检测结果 2

Table 3 Analytical result of real samples 2 by radon chamber

氡体积活度标准值 Standard activity of radon (Bq/m <sup>3</sup> )		被检测氡仪 Radonactivity detected by equipment for calibration (Bq/m <sup>3</sup> )		被检测氡仪平均值 Mean value of radon activity detected by the equipment for calibration (Bq/m <sup>3</sup> )		校准因子 Calibration factor		校准因子 平均值 Mean value of caibration factor		重复性 Repeatability		扩展不确定度 Expanded uncertainty (k=2)	
I	II	I	II	I	II								
		824	1510										
		784	1421										
		724	1480										
		805	1417										
1091	1876	761	1486	711	1455	1.41	1.29	1.35	4.8	2.9	6.6	6.1	
		716	1402										
		744	1422										
		808	1478										
		742	1510										
		791	1420										

I: 低浓度(Low concentration); II: 高浓度(High concentration)。

### References

- LIU Ya-Min, LIU Yao(刘亚民, 刘 焱). *China Meas. Technol.* (中国测试技术), **2005**, 5(31): 121~124
- HU Hong-Wei, LI Xiao-Yan(胡红伟, 李晓燕). *Shandong Chem. Ind.* (山东化工), **2005**, 34: 36~38
- QIN Si-Chang, LU Yong-Jie(秦思昌, 鲁永杰). *J. Navy Med.* (海军医学杂志), **2006**, 27: 166~169
- Krewski D, Lubin J H, Zielinski J M. *J. Toxicol. Environ. Health*, **2006**, 69(7): 533~597

- 5 Shimo M, Sedl O. *At. Energ. Soc. Japan Tokyo*, **1985**; 37~42
- 6 MENG Zhi-Cheng, ZHOU Jian-Liang, PAN Jia-Lin, LI Xian-Jie, QIU Shou-Kang, LIU Liang-Jun(孟治成, 周剑良, 潘佳林, 李先杰, 丘寿康, 刘良军). *Mod. Electron. Tech.* (现代电子技术), **2007**, 8(30): 181~186
- 7 Eappen K P, Sapra B K, Mayya. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A*, **2007**, 2(572): 922~925
- 8 Thonas J W. *Health Phys.*, **1970**, 11:113
- 9 MAO You-Ming(毛有明). *Radiat. Prot. Bull.* (辐射防护通讯), **2008**, 1(28): 41~43
- 10 Henry B. *Spity. Coleradon*, USA EC HA SL: 287
- 11 Alter H W. *Health Phys.*, **1981**, 40: 693
- 12 WANG Qing-Bo, ZHU Wen-Kai, QU Jing-Yuan, CHENG Jin-Xing, ZHOU Bai-Chang(王庆波, 朱文凯, 曲静原, 程金星, 周百昌). *Nucl. Electron. Detection Technol.* (核电子学与探测技术), **2010**, 10(30): 1279~1282
- 13 ZHANG Wen-Tao, JIN Jie-Kun, GONG Xin-Yu, ZHANG Song-Lin, ZHANG Yong-Jian, LIU Yang(张文涛, 金杰坤, 龚新宇, 张松林, 张永坚, 刘扬). *Ind. Health Occupational Diseases* (工业卫生与职业病), **2003**, 4(29): 206~211
- 14 Tsivoglon E G. *Nuclearics*, **1953**, 11: 40
- 15 Thomas J W. *Health Phys.*, **1972**, 23: 783
- 16 Atika Kham. *Health Phys.*, **1982**, 42: 806
- 17 Jomassen. *Health Phys.*, **1974**, 26: 104

## Development of Automatic Device for Calibration of Trace Radon Analyzers

HUANG Fan<sup>1</sup>, LIAO Zhi-Liang<sup>2</sup>, HUANG Long-Zhu<sup>3</sup>, ZHOU Shu-Min<sup>2</sup>,  
TANG Bin<sup>1</sup>, ZHANG Xing-Lei<sup>3</sup>, CHEN Huan-Wen<sup>\*3</sup>

(*Institute of Application of Nuclear Technology*<sup>1</sup>, *School of Mechanical and Electronical Engineering*<sup>2</sup>,  
*East China Institute of Technology, Nanchang 330013*)

<sup>3</sup>(*Jiangxi Key Laboratory for Mass Spectrometry and Instrumentation, Nanchang 330013*)

**Abstract** A dynamic stability technique for automatic calibration of trace concentration of radon in the air and the method for the precise detection of the concentration of radon and radon decay products were tentatively investigated. A homemade standard radon chamber with the functions of autocontrolling radon concentration, temperature and humidity, formation and collection of aerosol, was constructed. Setting up a detective and experimental study platform for radon detection instrument calibration and calibration devices with a radon chamber of 4 m<sup>3</sup>. This also served as a sensitive analyzer for detection of the radon decay products in radioactive aerosol were carried out. The radon concentration detected by the device ranges from 370 Bq/m<sup>3</sup> to 20000 Bq/m<sup>3</sup> with the precision of 3%. The calibration time of the homemade standard radon chamber for a single point is 40 min and for a radon instrumentation was 7 h. Moreover, 3 active mode radon instruments and 4 to 6 passive mode radon instruments can be corrected simultaneously. The certificate, report, data and results can be automatically generated and saved, and the operators can find the results in many ways.

**Keywords** Radon; Measuring method; Radioactive; Auto calibration

(Received 3 June 2011; accepted 6 July 2011)