

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□□-20□□

环境空气中氡的标准测量方法

Standardized method for determination of radon

in environmental air

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前言.....	3
1 适用范围.....	4
2 术语和定义.....	4
3 径迹蚀刻法.....	5
4 活性炭盒法.....	7
5 脉冲电离室法.....	10
6 静电收集法.....	12
7 闪烁室测量法.....	13
附录 A（规范性附录） 室内标准采样条件.....	16
附录 B（资料性附录） 剂量估算公式.....	19
附录 C（规范性附录） 适用于环境空气中氡的测量方法选择.....	20

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国核安全法》，加强环境质量管理，规范环境监测方法，制定本标准。

本标准规定了环境空气中氡的标准测量方法。

本标准的技术内容以《环境空气中氡的标准测量方法》（GB/T14582-1993）为主，对原标准中的径迹蚀刻法、活性炭盒法内容进行了修改，增加了脉冲电离室法、静电收集法、闪烁室测量法。在修订过程中参照《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ/T 168-2010）等资料。

本标准主要修订内容如下：

——修改了原标准中关于径迹蚀刻法和活性炭盒法的内容；

——修改了附录A、附录B和附录C的内容；

——删除了原标准中关于双滤膜法和气球法的内容；

——增加了脉冲电离室法、静电收集法、闪烁室测量法；

自本标准实施之日起，《环境空气中氡的标准测量方法》（GB/T14582-1993）在相应的国家放射性污染防治标准实施中停止执行废止。

本标准的附录A和附录C为规范性附录，附录B为资料性附录。

本标准由生态环境部核设施安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：浙江省辐射环境监测站（生态环境部辐射环境监测技术中心）。

本标准生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气中氡的标准测量方法

1 适用范围

本标准规定了可用于测量环境空气中氡的五种测定方法，即径迹蚀刻法、活性炭盒法、脉冲电离室法、静电收集法、闪烁室测量法。

本标准适用于室内外空气中氡-222浓度的测定，包括室外氡、室内氡及工作场所氡，不包括地下矿山与地下空间氡的测量。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1 氡 radon

原子序数为86的元素的同位素²²²Rn，是铀系衰变的中间产物，是一种无色、无味的放射性惰性气体。

2.2 氡浓度 radon concentration

单位体积空气中氡的放射性活度，SI单位为 Bq·m⁻³。

2.3 瞬时测量 spot measurement

在一个相对短的时间范围内测量某时刻浓度值的方法。

2.4 连续测量 continuous measurement

在固定的时间间隔内进行的不间断的并能够得到每一时间间隔结果的测量。

2.5 累积测量 integrating measurement

在特定的时间周期（从2天到1年或更长）进行的积分式测量，其结果为该时间段平均浓度。

2.6 标准氡室 standard radon chamber

一个特制的密封含氡容器，能对其内部的氡浓度和有关环境条件加以稳定而均匀的调控并对氡浓度准确定值。可用于氡空气浓度测量仪的计量检定。

2.7 刻度 calibrate

在已知氡浓度的情况下，确定测量装置的刻度系数（灵敏度）或校正因子。刻度有时又称为校准或标定。

2.8 平衡因子 equilibrium factor

空气中实际存在的氡子体 α 潜能浓度和与氡处于放射性平衡态的氡子体 α 潜能浓度的比值。

3 径迹蚀刻法

3.1 测量原理

此法是被动式采样，能测量采样期间内氡的累积浓度，探测器是固体核径迹材料（如 LR-115 或 CR-39），置于一定形状的采样盒内组成采样器。如图1所示。

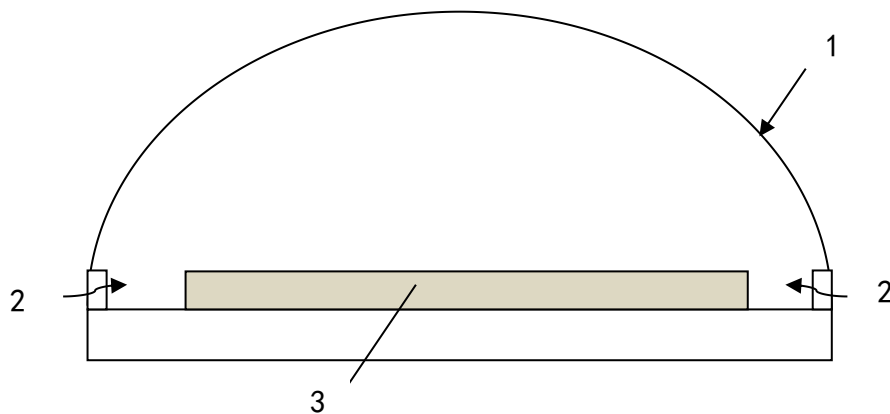


图 1 径迹蚀刻法采样器结构图

1—采样盒；2—滤膜；3—探测器

氡及其子体发射的 α 粒子轰击探测器时，使其产生潜径迹。将此探测器在一定条件下进行化学或电化学蚀刻，扩大损伤径迹，以致能用显微镜或自动计数装置进行计数。单位面积上的径迹数与氡浓度和暴露时间的乘积成正比。用刻度系数将径迹密度换算成氡浓度。此方法可作累积测量。

3.2 设备或材料

3.2.1 探测器

一般选用对 α 粒子敏感的固体核径迹材料，比如 LR-115、CR-39等。

3.2.2 采样盒

用于固定探测器并过滤空气中氡子体，一般由塑料制成，尺寸大小应符合实际测量要求。

3.2.3 蚀刻装置

用于将受照过的探测器中的潜径迹直径扩大至适合于计数装置测量，一般利用 NaOH 或者 KOH 溶液进行化学蚀刻或电化学蚀刻。

3.2.4 计数装置

用于读取蚀刻后的探测器单位面积上的径迹数的装置，一般通过光学显微镜等光学放大装置测读径迹数。

3.3 测量步骤

3.3.1 采样

3.3.1.1 在测量现场去掉密封包装。

3.3.1.2 将采样器布放在测量现场，其采样条件要符合附录 A(规范性附录)A2 的要求。

3.3.1.3 室内测量。采样器可悬挂起来，也可放在其他物体上，其开口面上方 20cm 内不得有其他物体。

3.3.1.4 室外测量。采样点要有明显的标志，要远离公路、烟囱等污染物排放设施，地势开阔，周围 10m 内无建筑物。采样器应做好防水、避光等措施。

3.3.1.5 采样终止时，取下采样器并密封包装，送回实验室。布放时间不少于 30d。

3.3.1.6 采样期间应记录的内容见附录 A(规范性附录)A3。

3.3.1.7 根据布放点的氡浓度水平确定布放时间，对氡浓度高的区域，应缩短采样时间，避免探测器饱和；对氡浓度较低的区域，应延长采样时间。

3.3.2 测量

3.3.2.1 采样器带回实验室后应尽快测量。

3.3.2.2 配制符合测量要求的蚀刻液，将探测器放入蚀刻装置中。控制好蚀刻液温度和蚀刻时间。

3.3.2.3 将蚀刻后的探测器取出洗净后晾干。

3.3.2.4 把处理好的探测器用计数装置读出单位面积上的径迹数。

3.3.3 计算。用式 (1) 计算氡浓度：

$$C_{Rn} = \frac{n_R}{T \cdot F_R} \quad (1)$$

式中： C_{Rn} ——氡浓度， Bq / m^3 ；

n_R ——净径迹密度， T_c / cm^2 ；

T ——暴露时间， h ；

F_R ——刻度系数， $T_c / cm^2 / Bq \cdot h / m^3$ ；

T_c ——径迹数。

3.4 质量保证

3.4.1 刻度

3.4.1.1 把制备好的采样器置于标准氡室内，暴露一定时间，用规定测量的程序处理探测器，用式（2）计算刻度系数 F_R 。

$$F_R = \frac{n_R}{T \cdot C_{Rn}} \quad (2)$$

式中符号意义见4.3.3。

3.4.1.2 刻度时应足下列条件：

3.4.1.2.1 氡室内氡浓度不随时间而变化。

3.4.1.2.2 每次至少要做两种不同氡浓度水平的刻度。

3.4.1.2.3 每个浓度水平至少放置 10 个采样器。

3.4.1.2.4 暴露时间要足够长，保证采样器内外氡浓度平衡。

3.4.1.2.5 暴露结束后探测器需要在低氡的环境下放置一段时间（1~2h），进行必要的时间补偿。

3.4.1.2.6 每一批探测器都应按一定比例进行抽样刻度。

3.4.1.2.7 更换探测器材料或批号需要重新刻度。

3.4.2 平行样

要在选定的场所内平行放置2个采样器，平行采样，数量不低于放置总数的10%，对平行采样器进行同样的处理，分析。

由平行样得到的变异系数应小于20%，若大于20%时，应找出处理程序中的差错。

3.4.3 空白样

在制备样品时，取出一部分探测器作为空白样品，其数量不低于使用总数的5%。空白探测器除不暴露于采样点与保存环境外，与现场探测器进行同样处理（如同时邮寄等）。空白样品的结果即为该探测器的本底值。

3.4.4 实验室对比

应定期参加可溯源至国家标准实验室之间的比对，以检查实验室间或测量方法间是否存在系统误差。

3.4.5 其它

探测器应在制造商给出的失效日期前使用，以避免固体核径迹材料老化后对测量结果造成影响。

4 活性炭盒法

4.1 测量原理

活性炭盒法是被动式采样，能测量出采样期间内平均氡浓度。采样盒用塑料或金属制成，直径6~10cm，高3~5cm，内装25~100g活性炭。盒的敞开面用滤膜封住，固定活性炭且允许氡进入采样器。如图2所示：

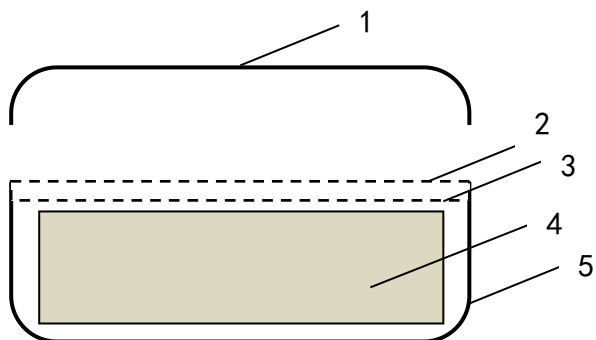


图2 活性炭盒结构

1—密封盖；2—扩散垒（可选）；3—金属网；4—活性炭；6—炭盒

空气扩散进炭床内，其中的氡被活性炭吸收附，同时衰变，新生的子体便沉积在活性炭内。用 γ 谱仪测量活性炭盒的氡子体特征 γ 射线峰（或峰群）强度。根据特征峰面积可计算出氡浓度。此方法可作累积测量。

4.2 设备或材料

4.2.1 活性炭

可选用椰壳活性炭；

4.2.2 活性炭采样盒

由塑料或铝金属制成，尺寸大小应符合实际测量要求。

4.2.3 烘箱

用于活性炭使用前的烘烤。

4.2.4 天平

用于活性炭的称重。

4.2.5 γ 谱仪

采用 HPGe 或者 NaI (TI) 谱仪。

4.3 测量步骤

4.3.1 样品制备

4.3.1.1 将选定的活性炭放入烘箱内，在120℃下烘烤5~6h。存入磨口瓶中待用。

4.3.1.2 装样。称取一定量烘烤后的活性炭装入采样盒中，并盖以滤膜。

4.3.1.3 再称量样品盒的总重量。

4.3.1.4 通过密封盒盖且附加乙烯基胶带密封活性炭盒，隔绝外面空气。

4.3.2 采样

4.3.2.1 在待测现场去掉密封包装，放置3~7d。

4.3.2.2 将活性炭盒放置在采样点上，其采样条件要满足附录 A（补充件）A2的要求。

4.3.2.3 室内测量。活性炭盒放置在距地面50cm 以上的桌子或架子上，敞开面朝上，其上面20cm 内不得有其他物体。

4.3.2.4 室外测量。采样点要有明显的标志，要远离公路、烟囱等污染物排放设施，地势开阔，周围10m 内无建筑物。采样器应做好防水、避光等措施。

4.3.2.5 采样终止时将活性炭盒再封起来，迅速送回实验室。

4.3.2.6 采样期间应记录的内容见附录 A（补充件）A3。

4.3.2.7 对于布放在较高湿度的区域，应尽量选用具有扩散垒的采样盒。

4.3.3 测量

4.3.3.1 采样停止3h 后应立即测量，测量前再称量，以计算水分吸收量。

4.3.3.2 将活性炭合在γ谱仪上计数，测出氦子体特征γ射线峰（或峰群）面积。测量几何条件与刻度时要一致。

4.3.4 计算

用式（3）计算氦浓度：

$$C_{Rn} = \left(\frac{n_N}{t_g} - \frac{n_{N0}}{t_0} \right) \cdot \omega$$
$$\omega = \frac{f_H \cdot f_S \cdot f_d}{F_C} \quad (3)$$

式中： $f_d^{-1} = e^{\lambda \cdot t_d} \cdot \left(\frac{\lambda \cdot t_g}{1 - e^{-\lambda \cdot t_g}} \right)$ ——衰变修正系数；

f_H ——湿度修正系数，无量纲；

f_s ——采样时间和刻度暴露时间不一致造成的修正系数，无量纲；

F_C ——刻度系数， $s^{-1} / Bq / m^3$ ；

n_N ——特征峰（峰群）对应的净计数，个；

n_{N0} ——特征峰（峰群）对应的本底计数，个；

t_g ——样品测量时间， s ；

t_0 ——本底测量时间， s ；

t_i ——采样开始时刻， s 。

4.4 质量保证

4.4.1 刻度

活性炭盒法测氡刻度方法见3.4.1条，刻度时要考虑并且要在不同的湿度下（至少三个湿度：30%、50%、80%）刻度其响应系数 a 。如果需要精确的测量结果，应在不同采样时间范围内刻度其响应系数。在不同湿度和采样时间下得到的响应系数可汇总成刻度系数表。

4.4.2 本底测量

要在选定的场所内平行放置2个采样器，平行采样，数量不低于放置总数的10%，对平行采样器进行同样的处理，分析。每次平行测量，测量值之差与平均值比较的相对偏差不得超过20%。

4.4.3 空白样

在制备样品时，取出一部分探测器作为空白样品，其数量不低于使用总数的5%。空白探测器除不暴露于采样点外，与现场探测器进行同样处理（如同时邮寄等）。如一个或几个空白探测器测量结果明显大于探测器生产商提供的探测限值，表明该批次探测器或者测量程序存在缺陷；如果多数空白探测器测量结果明显大于探测器生产商提供的探测限值，应将该测量结果作为探测器的本底值。

4.4.4 实验室对比

应定期参加可溯源至国家标准实验室之间的比对，以检查实验室间或测量方法间是否存在系统误差。

4.4.5 其它

应了解探测器的饱和特性，合理选择采样时间，避免探测器饱和。

5 脉冲电离室法

5.1 测量原理

空气通过扩散进入或者气泵抽入并经过滤材料进入电离室,在电离室灵敏区中氡及其衰变子体衰变发出的 α 粒子使空气电离,产生大量电子和正离子,在电场的作用下这些离子向相反方向的两个不同的电极漂移,在收集电极上形成电压脉冲或电流脉冲,这些脉冲经电子学测量单元放大后记录下来,储存于连续探测器的记忆装置,如图3所示。此方法可作瞬时测量,也可作连续测量。

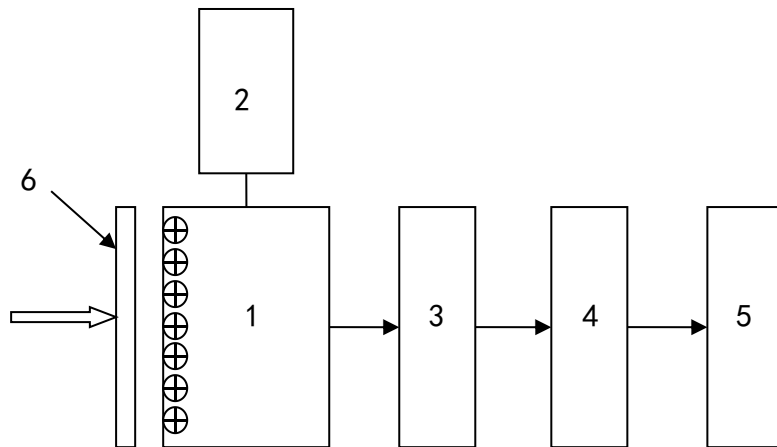


图3 脉冲电离室结构图

1—电离室；2—高压电源；3—放大器；4—分析器；5—计数器；6—滤膜

5.2 设备或材料

5.2.1 脉冲电离室测氡仪

主要由电离室、采样泵、放大器、脉冲幅度分析器和计数器组成。

5.2.2 温湿度计

用于测量时记录环境的温度和湿度。

5.2.3 流量计

用于主动式采样时计算流量。

5.2.4 滤膜和干燥剂

用于过滤氡子体及主动式采样时干燥气体。

5.3 测量步骤

5.3.1 测量前检查

测量前应对仪器进行检查,如流量计的流速、电池电压、仪器参数、测量模式、时间间隔等应符合测量要求。仪器使用时应轻拿轻放。

5.3.2 布点

5.3.2.1 室内测量

布点原则与采样条件要满足附录A（规范性附录）A2的要求。

5.3.2.2 室外测量

5.3.2.2.1 采样点要有明显的标志，要远离公路、烟囱等污染物排放设施，地势开阔，周围10m内无建筑物。

5.3.2.2.2 不应在雨天、雨后24h内或大风过后12h内进行测量。

5.3.3 测量

5.3.3.1 将仪器放置到选定的测量位置，按校准时的操作程序进行测量。

5.3.3.2 若不能做24h连续测量，则应在上午8—12时采样测量，且连续2d。

5.3.3.3 测量期间应记录的内容见附录A（规范性附录）A3。

5.3.4 计算

用式（4）计算氡浓度

$$C_{Rn} = \frac{\sum_{i=1}^n R \cdot k}{n} \quad (4)$$

式中： C_{Rn} ——氡浓度的平均值， Bq/m^3 ；

k ——仪器的刻度系数；

R ——仪器示值， Bq/m^3 ；

n ——测量次数。

5.4 质量保证

5.4.1 建立仪器使用管理程序，定期更换滤膜，防止出现滤膜堵塞，测量使用的仪器应定期检定、校准和维护。

5.4.2 仪器修理后应重新检定、校准。

6 静电收集法

6.1 测量原理

环境空气中的氡经过滤膜过滤掉子体后进入收集室，收集室一般为半球形或圆柱形，在中心部位装有 α 能谱探测器，在探测器与收集室之间加有300V至4000V的负高压或上万伏的驻极体。收集室中的

氦将衰变出新生氦子体（主要是带正电的 ^{218}Po ）， ^{218}Po 在静电场的作用下被收集到探测器的表面，通过对氦子体放出的 α 粒子进行测量计算出氦浓度，如图4所示。此方法可作瞬时测量，也可作连续测量。

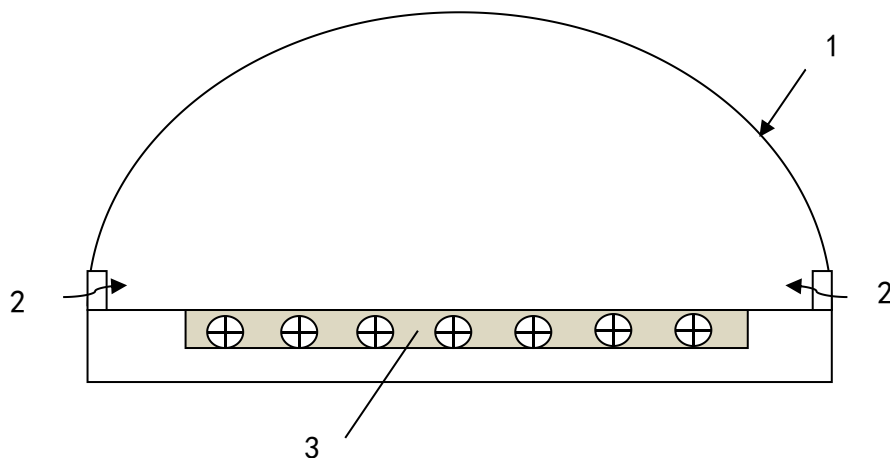


图4 静电收集装置结构图

1—收集室；2—过滤膜；3—探测器

6.2 设备或材料

6.2.1 静电收集法测氦仪

主要由探测器、采样泵、收集室、放大器和能谱分析器组成。

6.2.2 温湿度计

用于测量时记录环境的温度和湿度。

6.2.3 流量计

用于主动式采样时计算流量。

6.2.4 干燥剂或干燥管

用于主动式采样时气体的干燥。

6.3 测量步骤

同 5.3 条。

6.4 质量保证

同 5.4 条。

7 闪烁室测量法

7.1 测量原理

将待测点的空气吸入事先抽成真空的闪烁室内，闪烁室静置 3h 后，待氡及其短寿命子体平衡后测量其发射的 α 粒子。它们入射到闪烁室内的 ZnS (Ag) 涂层使其产生闪光，光电倍增管把这种光信号变成电脉冲，最后被计数器记录。在确定时间内脉冲数与收集的空气中氡浓度成正比，可由所测脉冲计数率得到待测空气中氡浓度，如图 5 所示。此方法可作瞬时测量，也可作连续测量。

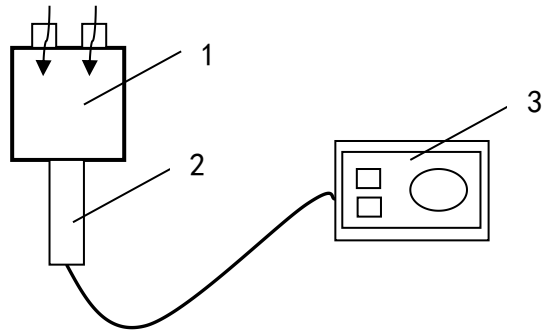


图5 闪烁室法测量装置

1—闪烁室；2—光电倍增管；3—计数器

7.2 设备或材料

7.2.1 闪烁室

用于待测气体收集，内壁有 ZnS (Ag) 涂层。

7.2.2 光电倍增管

用于闪烁光信号转换成电信号，选择低噪声、高放大倍数的光电倍增管。

7.2.3 计数器

用于脉冲计数。

7.3 测量步骤

7.3.1 测量前检查

测量前应对仪器进行检查，如检查闪烁室是否漏气等。仪器的本底和稳定性应与校准时一致。

7.3.2 布点

7.3.2.1 室内测量

布点原则与采样条件要满足附录A（规范性附录）A2的要求。

7.3.2.2 室外测量

7.3.2.2.1 采样点要有明显的标志，要远离公路、烟囱等污染物排放设施，地势开阔，周围 10m 内无建筑物。

7.3.2.2.2 不应在雨天、雨后24h内或大风过后12h内进行测量。

7.3.3 测量

7.3.3.1 将抽成真空的闪烁室带到待测点，然后打开阀门，待闪烁室内压力等于大气压力后关闭阀门。

7.3.3.2 将待测闪烁室静置 3h，在确定的测量条件下进行计数测量。

7.3.3.3 测量完成后应立即用氮气或无氦气体清洗闪烁室，防止本底增高。

7.3.3.4 用于连续测量，其采样方式为间断式，一般以 1h 为一周期，采样 5~10min，计数 55~50min。

7.3.3.5 测量期间应记录的内容见附录 A（规范性附录）A3。

7.3.4 计算

用式（5）计算氦浓度

$$C_{Rn} = k(n_c - n_b)e^{\lambda_{Rn}t} \quad (5)$$

式中： C_{Rn} ——氦浓度的平均值， Bq/m^3 ；

k ——仪器的刻度系数；

n_c ——样品计数率， min^{-1} ；

n_b ——本底计数率， min^{-1} ；

λ_{Rn} ——氦的衰变常数， $0.007553h^{-1}$ ；

t ——采样结束至测量的等待时间， h ；

7.4 质量保证

7.4.1 建立仪器使用管理程序，测量使用的仪器应定期检定、校准和维护。

7.4.2 仪器修理后应重新检定、校准。

附录 A
(规范性附录)
室内标准采样条件

A1 室内空气中氡测量的目的

A1.1 普查

调查一个地区或某类建筑物内空气中氡水平。

A1.2 追踪

追踪测量的目的是：

- a. 确定普查中的异常值；
- b. 估计居住者可能受到的最大照射；
- c. 找出室内空气中氡的主要来源；
- d. 为治理提供依据。

A1.3 剂量估算

测量结果用于居民个人和集体剂量估算，进行剂量评价。

A2 标准采样条件

A2.1 普查的采样条件

A2.1.1 总的要求是：测量数据稳定，重复性好。

A2.1.2 具体条件：

- a. 采样要在密闭条件下进行，外面门窗必须关闭，正常出入时外面门打开的时间不能超过几分钟。

这种条件正是北方冬季正常的居住条件，因此普查测量最好在冬季进行。

- b. 采样期间内外空气调节系统（吊扇和窗户上的内扇）要停止运行。

c. 在南方或者北方夏季采样测量，也要保持密闭条件。可在早晨采样，要求居住者前一天晚上关闭门窗，直到采样结束再打开。

A2.1.3 选择采样点要求：

- a. 在近于地基土壤的居住房间（如底层）内采样。
- b. 仪器布置在室内通风率最低的地方，如内室。
- c. 不设在走廊、厨房、浴室、厕所等用水的地点。

A2.1.4 采样时间：对于不同的方法、仪器所需要的采样时间列于表 A1。

A2.2 追踪测量的采样条件

A2.2.1 总的要求:

- a. 真实、准确。
- b. 找出氡的主要来源。

A2.2.2 具体条件同 A2.1.2条。

表 A1 普查测量的采样时间

方法	采样方式	采用时间
径迹蚀刻法	累积	在密闭条件下, 放置3个月
活性炭盒法	累积	在密闭条件下, 放置2~7d
脉冲电离室法	瞬时	在密闭条件下, 上午8~12时采样测量, 连续2d, 若采样前12h 或期间出现大风, 则停止采样
	连续	在密闭条件下, 采样测量24h, 若采样前12h 或期间出现大风, 则停止采样
静电收集法	瞬时	在密闭条件下, 上午8~12时采样测量, 连续2d, 若采样前12h 或期间出现大风, 则停止采样
	连续	在密闭条件下, 采样测量24h, 若采样前12h 或期间出现大风, 则停止采样

A2.2.3 选择采样点的要求:

- a. 重测普查中采样点;
- b. 为找出氡的主要来源, 可在其他地方布点。

A2.2.4 采样时间: 追踪测量中的采样时间见 A2.1.4条。

A2.3 剂量估算测量的采样条件

A2.3.1 总的要求:

- a. 良好的时间代表性。测量结果能代表一年中的平均值, 并反映出不同季节氡及其子体浓度的变化。
- b. 良好的空间代表性。测量结果能代表住房内的实际水平。

A2.3.2 具体条件。采样条件即为正常的居住条件。

A2.3.3 采样点的选择。在室内布置采样点必须满足下列要求:

- a. 在采样期间内采样器不被扰动;
- b. 采样点不要设在由于加热、空调、火炉、门、窗等引起的空气变化较剧烈的地方;
- c. 采样点不设在走廊、厨房、浴室、厕所等用水的地点;
- d. 采样点应设在卧室、客厅、书房等人停留时间长的地点;
- e. 若是楼房, 首先在一层布点;

f. 被动式采样器要距房屋外墙1m 以上，最好悬挂起来。

A2.3.4 采样时间。剂量估算测量的采样时间列于表 A2。

表 A2 剂量估算测量的采样时间

方法	采样方式	采样时间
径迹蚀刻法	累积	正常居住条件下，放置12个月
活性炭盒法	累积	正常居住条件下，每季测一次，每次放置3~7d
脉冲电离室法	连续	正常居住条件下，每季测1次，每次测24h，若采样前12h 或期间出现大风，则停止采样
静电收集法	连续	正常居住条件下，每季测1次，每次测24h，若采样前12h 或期间出现大风，则停止采样

A3 采样记录内容

在采样期间必须做好记录，其内容如下：

- a. 村庄（街道）、房号、户主姓名；
- b. 采样器的类型、编号；
- c. 采样器在室内的位置；
- d. 采样开始和终止日期、时间；
- e. 是否符合标准采样条件；
- f. 采样器是否完好，计算结果时要何修正；
- g. 采样温度、湿度、气压等气象参数；
- h. 采样者姓名；
- i. 其他有用资料，如房屋类型、建筑材料、采暖方式、居住者的吸烟习惯，室内电扇、空调器等运转情况。

附 录 B
(资料性附录)
剂量估算公式

B1 吸入氡及其衰变产物所产生的年有效剂量当量用式 (B1) 计算:

$$H_{E(a)} = C_{Rn} \times t \times D_{gas} \times 10^{-6} + C_{Rn} \times F \times t \times D_{progeny} \times 10^{-6} \quad (B1)$$

式中: $H_{E(a)}$ ——年有效剂量当量, mSv ;

C_{Rn} ——氡浓度, $(Bq \cdot m^{-3})$;

t ——年暴露时间, h ;

D_{gas} ——氡的剂量转换因子, $(nSv)/(Bq \cdot h \cdot m^{-3})$, UNSCAR2000 年报告值为 0.17;

$D_{progeny}$ ——氡子体的剂量转换因子, $(nSv)/(Bq \cdot h \cdot m^{-3})$, UNSCAR2000 年报告值为 9;

F ——平衡因子, GB18871-2002 推荐的我国典型值为 0.4;

10^{-6} —— $nSv - mSv$ 转换系数。

附 录 C
(规范性附录)
适用于环境空气中氡的测量方法选择

根据不同的测量目的和时间要求选择不同的测量方法，不同的测量方法都有优缺点及适用范围，测量人员应充分了解现场环境（温度、湿度、气压、风速）以及仪器的性能指标对测量结果的影响。表C1和表C2归纳了适用于环境空气中氡的测量方法及适用范围以及不同测量方法的优缺点，供选用时参考。

表C1 测量方法及适用范围

方法	采样方式	推荐采样或测量时间	适用范围
径迹蚀刻法	累积	30d~1y	获得室内外空气中氡的平均浓度测量，用于剂量估算
活性炭盒法	累积	3~7d	获得室内外空气中氡的平均浓度测量，用于筛选测量
脉冲电离室法	瞬时	1~4h	快速获得室内外空气中氡浓度
	连续	2~7d	获得室内外空气中氡浓度的变化
静电收集法	瞬时	1~4h	快速获得室内外空气中氡的浓度
	连续	2~7d	获得室内外空气中氡浓度的变化
闪烁室法	瞬时	~1min	快速获得室内外空气中氡的浓度
	连续	2~7d	获得室内外空气中氡浓度的变化
双滤膜法	瞬时	20~60min	快速获得室内外空气中氡的浓度
气球法	瞬时	30min	快速获得室内外空气中氡的浓度

表C2 不同测量方法的优缺点

方法	优点	缺点
径迹蚀刻法	操作及携带方便、价格低廉、适合于大面积长期测量	现场无法得到测量结果、低浓度测量的离散度较大、只能得到平均测量结果
活性炭盒法	操作及携带方便、价格低廉、适合于大面积测量	对温度和湿度敏感、暴露周期<7d，只能得到平均测量结果
脉冲电离室法	灵敏度高、稳定性好、现场能得到测量结果、能够得到氡浓度随时间的变换	测量设备价格较高、对操作人员要求较高、野外长时间测量需提供电力保障
静电收集法	灵敏度高、稳定性好、现场能得到测量结果、能够得到氡浓度随时间的变换	测量设备价格较高、对操作人员要求较高、野外长时间测量需提供电力保障

闪烁室法	快速、灵敏度高、取样简单方便、能够反映氡浓度随时间的变换	闪烁室本底增高后消除较困难、瞬时取样容易造成测量结果误差较大、对气压敏感
------	------------------------------	--------------------------------------