



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□□-20□□

环境 γ 辐射剂量率测量技术规范

(征求意见稿)

Technical specification for the measurement of environmental gamma
radiation dose rate

(Draft for suggestion collection)

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 规范性引用文件..... | 4 |
| 3 术语和定义..... | 4 |
| 4 测量目的和要求..... | 5 |
| 5 测量方法..... | 8 |
| 6 数据记录、报告和剂量估算..... | 10 |
| 7 质量保证..... | 11 |
| 附录 A(资料性附录) 环境 γ 辐射剂量率测量原始记录表..... | 13 |

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》，规范环境 γ 辐射剂量率的测量工作，制定本标准。

本标准规定了环境辐射监测中 γ 辐射剂量率测量要求以及应遵守的技术规定。包括测量目的和要求，测量方法，数据记录、报告和剂量估算，质量保证等技术要求。

《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）首次发布于1993年，原标准起草单位为中国原子能科学研究院。本次为第一次修订，修订的主要内容有：

- 在术语和正文中删除了“次要源”、“重要源”和“中等性质的源”的表述；
- 增加了测量步骤和测量原始记录表；
- 增加了环境 γ 辐射剂量率的计算公式；
- 对部分内容表述进行了补充和优化。

本标准附录A为资料性附录。

本标准实施之日起，《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）在相应的国家放射性污染防治标准实施中停止执行。

本标准由生态环境部核设施安全监管司、法规与标准司组织修订。

本标准主要起草单位：浙江省辐射环境监测站（辐射环境监测技术中心）。

本标准由生态环境部于20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部负责解释。

环境 γ 辐射剂量率测量技术规范

1 适用范围

本标准规定了环境 γ 辐射剂量率测量要求以及应遵守的技术规定。

本标准适用于辐射环境质量监测、监督性监测以及应急监测中环境 γ 辐射剂量率的测量，辐射工作场所环境 γ 辐射剂量率监测可参考执行。

2 规范性引用文件

以下标准和规范所含条文，在本标准中被引用即构成本标准的条文，与本标准同效。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

HJ/T 61 辐射环境监测技术规范

HJ 1009 辐射环境空气自动监测站运行技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 辐射环境质量 radiation environmental quality

指环境中辐射水平的优劣程度。本规范中将其具体到环境 γ 辐射剂量率，作为衡量辐射环境质量的重要指标之一。

3.2 辐射源 radiation source

可以通过诸如发射电离辐射或释放放射性物质而引起辐射照射的一切。例如，发射氦的物质是存在于环境中的源， γ 辐照消毒装置是食品辐照保鲜实践中的源，X射线机是放射诊断治疗中的源，核电厂是核动力发电实践中的源等。

3.3 源相关的环境监测 sources related environmental monitoring

指测量某一特定的源或实践所导致的环境 γ 辐射剂量率水平，以确定特定源或实践所给出的贡献。

3.4 人相关的环境监测 man related environmental monitoring

指在可能有几个源照射同一人群组的情况下进行的环境 γ 辐射剂量率测量，主要目的在于估算全部

的源或实践致人群组有效剂量。

3.5 吸收剂量 D absorbed dose

$$D = d\bar{\varepsilon} / dm$$

式中： D ——吸收剂量，Gy；

$d\bar{\varepsilon}$ ——电离辐射授予某一体积元中的物质的平均能量，J；

dm ——在这个体积元中物质的质量，kg。

能量可以对任何确定的体积加以平均，平均剂量等于授予该体积的总能量除以该体积的质量而得的商，吸收剂量单位为J/kg，简称戈瑞（Gy）。

3.6 吸收剂量率 \dot{D} absorbed dose rate

$$\dot{D} = dD / dt$$

式中： \dot{D} ——吸收剂量率，Gy/h；

dD ——时间间隔 dt （h）内吸收剂量的增量，Gy。

3.7 环境 γ 辐射剂量率 environmental gamma radiation dose rate

测量点位周围物质中的天然核素和人工核素发出的 γ 射线在测量点位空气中产生的吸收剂量率。环境 γ 辐射剂量率可通过连续和即时等手段开展测量，无特殊说明时，本规范指的是即时测量。

4 测量目的和要求

4.1 测量目的

环境 γ 辐射剂量率测量是辐射环境监测工作的组成部分，其主要目的为：

- a) 为核设施或其他辐射源正常运行和事故情况下，在环境中产生的 γ 辐射对关键人群组或公众成员所致外照射剂量的估算提供数据资料。
- b) 验证释放量符合管理限值和法规、标准要求的程度。
- c) 监视核设施及其他辐射源的状况，提供异常或意外情况的警告，为应急情况下划定污染范围提供数据资料。
- d) 获得环境 γ 辐射天然本底水平及其分布资料和人类实践活动所引起的环境 γ 辐射水平变化的资料，估算公众成员因环境 γ 辐射所致有效剂量。

4.2 测量方案的制定

4.2.1 环境 γ 辐射剂量率测量，可分为源相关的环境监测和人相关的环境监测中 γ 辐射剂量率测量。

4.2.2 人相关的环境 γ 辐射剂量率的测量内容一般包括：

- a) 调查全国或一定区域内的天然 γ 辐射水平与变化趋势；
- b) 调查为数甚多的源或广泛分布、扩散的源产生的累积影响，例如大气层核武器实验或者地下核实验泄漏以及核事故扩散至大气对公众产生的烟云浸没 γ 照射和地表沉积 γ 照射剂量。

4.2.3 源相关的环境 γ 辐射剂量率的测量，测量方案根据辐射源的性质制定。

4.2.3.1 核动力厂等日常流出物的排放量较大和可能产生较高剂量率的源，应着重于连续测量 γ 放射性烟云和地表沉积物产生的 γ 辐射剂量率水平，还须获取当地某些气象参数，如：风向、风速和降雨(雪)量等，以便于区分天然辐射变比对环境 γ 辐射剂量率的影响。

4.2.3.2 核燃料循环设施、伴生放射性矿开发利用设施等测量方案可适当简化。

4.2.3.3 某些实践中使用的各个独立的密封源，以及射线装置等，在合适的屏蔽与严格保管控制下，不需制订环境 γ 辐射剂量率测量方案。

4.2.4 测量方案的内容一般应包括测量的目的、规模和范围，测量的辐射源类型，频次，点位布设原则和要求，使用的仪表和方法，测量程序，数据处理方法及统计学检验程序，工作记录和结果评价，质量保证等。测量点位的布设取决于测量目的，需根据源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择。

4.3 测量要求

4.3.1 全国性或一定区域内的环境 γ 辐射水平调查，通常以适当距离的网格均匀布点，网格大小一般可选 $25\text{km}\times 25\text{km}$ 、 $10\text{km}\times 10\text{km}$ 、 $5\text{km}\times 5\text{km}$ 或更小区域，对同一网格点的建筑物、道路和原野，环境 γ 辐射剂量率的测量可同时进行。

4.3.1.1 原野测量点位选择

a) 城市中的草坪，公园中的草地以及某些岛屿、山脉、原始森林等不易受人为活动影响的地方，可适当选设辐射环境质量测量点位，定期测量。

b) 点位应远离高大的树木或建筑，点位与建筑物的距离应该为其高度的10倍以上或点位与建筑物的距离应尽量保持在30m以上。

c) 点位地势应平坦、开阔，无积水、有裸露土壤或有植被覆盖，避免选择环境中表层土壤改变的位置（如草、污垢、砾石、混凝土和沥青）。

4.3.1.2 开展道路测量时，点位应设置在道路中心线或者人群停留较多的人行道等位置。

4.3.1.3 开展室内测量时，点位应设置在居住人停留时间最长的位置，或者室内中心位置。

4.3.1.4 其他

a) 测量结果与地面（包括周围建筑），地下水位，土壤成分及含水量，降雨，冰雪覆盖，潮汐，放射性物质地面沉降，射气的析出和扩散条件等环境因素有关，测量时应注意其影响；避免周围其他一些天然或人为因素对测量结果的影响，如湖海边、砖瓦、矿石、燃煤垃圾等堆置场附近等。

b) 测量时间的选择应该具有代表性，野外测量时，雨天、雪天、雨后6小时内一般不开展测量。

c) 避免电磁干扰对仪器读数的影响。

4.3.2 连续测量点位选择应注意以下几点：

a) 点位位置和数量应具有代表性，兼顾区域面积和人口因素布设，充分考虑陆地代表性和居民剂量代表性。

b) 应充分结合所在区域建设规划，位置一经确定，一般不得变更，保证测量数据的连续性和可比性。点位设置应优先利用生态环境系统现有基础设施，以及气象、地震台站等基础设施和长期稳定性好的地方。

c) 应综合考虑点位供电、防雷、防水淹、通讯、交通、安全等保障条件。点位原则上采用市电，电压稳定性好于±10%；具备防雷施工条件；具备电信部门稳定的有线数据通讯链路和无线通讯信号；应利用栅栏等手段建立相对独立的站点空间。

4.3.3 核电厂等大型核设施，以反应堆为中心按不同距离和方位分成若干扇形进行布设，近密远疏，包括关键人群组所在地区，距反应堆最近的厂区边界上，盛行风向的厂区边界上，人群经常停留的地方以及地表 γ 剂量率平均最高的地点(若此点在厂区外)。核电厂外围连续测量点位一般以反应堆为中心，在烟羽计划区内16个方位角布设（沿海核电厂靠海一侧根据需要布设）。为了对照还需包括一些不易受核设施影响的测量点。

4.3.4 核燃料后处理设施测量点位通常布设在主导风下风向厂区边界，以及<10km范围内的8个方位角内。同时，应布设适当数量的连续测量点位。

4.3.5 中低放射性废物处置场测量点位通常布设在处置场场界墙壁外、处置场场界周围四个方位、处置场场界外主要居民点等位置。

4.3.6 核技术利用设施测量应在设施正常运行工况下开展。测量点位应具有代表性，可通过巡测确定 γ 辐射水平相对较高的位置；设施通过气载或液态途径向环境排放流出物时，布点应考虑辐射源释放、转移途径等因素；应重点关注人员活动以及防护薄弱位置。设施所在建筑为单层建筑时，应考虑周围地

面天空散射的影响。

4.3.7 铀矿冶设施测量点位通常应包括尾矿（渣）库、废石场、排风井下风向设施边界处、设施周围最近居民点以及易洒落矿物的公路等。

4.3.8 伴生放射性矿采选设施和堆浸型铀矿冶设施测量，通常在矿区3~5km范围内以适当间距的网格布点，网格密度以不漏掉源项为原则；可以通过巡测的方式，在 γ 辐射水平高的区域加密测点。

4.3.9 应急测量

4.3.9.1 应选择量程和能量响应合适的测量仪器，可采用多种手段，结合应急监测预案，开展快速测量，以确定事故影响范围。

4.3.9.2 对核事故，可利用核设施周围辐射空气自动监测站开展早期连续测量。

4.3.9.3 发生重大核反应堆事故，针对核设施烟羽扩散开展事故应急测量时，可用具有 γ 辐射剂量率测量功能的应急监测车，参照应急预案中规划好的测量线路，沿着主要交通线布设测量点位，在道路上测量。可由装载在飞行器上的大体积探测器对放射性烟羽或污染地区上空开展测量，用于快速确定事故情况下环境 γ 辐射剂量率水平与分布状况。

4.3.9.4 使用便携式仪器开展放射源搜寻等应急测量时，应以放射源可能的丢失地为中心，由远及近开展测量，为划定防护区域提供数据支持。

4.3.10 已经制定有环境 γ 辐射剂量率测量方法标准的，可参考相应标准执行。

5 测量方法

5.1 环境 γ 辐射剂量率测量仪器应具备以下主要性能和条件：

a) 量程范围：量程下限应不高于 $1 \times 10^{-8} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，一般不低于 $1 \times 10^{-2} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ，应急测量情况下，应确保量程符合要求。

b) 相对固有误差： $< \pm 15\%$ 。

c) 能量响应：50keV~3MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)。

d) 角响应： $0^\circ \sim 180^\circ \bar{R}/R \geq 0.8$ (^{137}Cs γ 辐射源)； \bar{R} ：角响应平均值；R：刻度方向上的响应值。

e) 温度： $-10 \sim 40^\circ\text{C}$ ， $-25 \sim 50^\circ\text{C}$ (连续测量)，相对湿度： $< 95\%$ (35°C)。

5.2 仪器选择

5.2.1 用于环境 γ 辐射剂量率测量的常用探测器有：电离室、闪烁探测器、具有能量补偿的G-M计数

管和半导体探测器等。应根据射线性质、量程范围、能量响应、环境特性、对其他辐射的响应及其他因素（零点漂移、方向误差、响应时间）等选择合适的测量仪器。

5.2.2 针对反应堆一回路水慢化剂或CO₂冷却剂中¹⁶O (n, p) ¹⁶N反应产生的高能γ射线（6.14MeV, 68%; 7.12MeV, 5%; 8.88MeV, 1%）开展测量时，需注意仪器能量响应上限，或使用¹⁶N监测仪测量；针对电子加速器开展测量时，应按照其发射的X射线最大能量选择能量响应符合要求的仪表；对低能X射线机及低能γ核素进行测量时，应注意仪器能量响应下限，如测量¹²⁵I时，宜选用能量响应下限不高于25keV的仪器。

5.2.3 脉冲辐射场测量仪器，应考虑时间响应对测量结果的影响。

5.3 测量步骤

5.3.1 环境γ辐射剂量率测量方式有即时测量和连续测量两种。

5.3.1.1 即时测量。用各种γ剂量率仪直接测量出点位上的γ辐射空气吸收剂量率瞬时值，步骤如下：

a) 开机预热。

b) 对环境质量监测，测量开始前，应在点位外围10m×10m范围内巡测，巡测读数值应无异常变化。

c) 使用仪器开展测量时，可以手持式也可以将仪器固定在三脚架上。环境质量监测一般保持仪器探头中心距离地面为一定高度（通常为1m）；当测量用于γ辐射致儿童有效剂量评估时，测量应在50cm高度进行。

d) 仪器读数稳定后，通常以10s的间隔（可参考仪器说明书）读取10个数据，记录在测量原始记录（见附录A）的读数值中；针对高活度放射源或高剂量率水平环境开展测量时，可以在仪器读数稳定的情况下，记录≥1个稳定读数。

5.3.1.2 连续测量。在核电厂等大型核设施的环境固定监测点上，测量从本底水平到事故的环境γ辐射空气吸收剂量率的连续变化值，环境γ辐射空气吸收剂量率连续变化值测量，参考HJ 1009执行。布设在固定监测点位上的热释光剂量计测出一定间隔时间内环境辐射场的累积剂量值。

5.3.2 在进行环境γ辐射剂量率测量时，需扣除仪器对宇宙射线的响应部分。不同仪器对宇宙射线的响应不同，可根据理论计算，或在水深大于3m，距岸边大于1km的淡水面上测量。在环境监测时，由于测点处海拔高度和经纬度与宇宙射线响应测量所在淡水面不同，必须对响应值进行修正，具体修正方法参照HJ 61。测点处修正后的响应值和测量所在淡水面响应值相差在±5%以内的，不用修正。

5.4 结果计算

环境 γ 辐射剂量率测量结果用下式计算：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c \quad (1)$$

式中： \dot{D}_γ ——测点（原野、道路、房屋）环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h。

k_1 ——仪器在点位上测量时所用量程检定/校准因子。

k_2 ——仪器检验源效率因子。 $K_2 = A_0/A$ （当 $0.9 \leq k_2 \leq 1.1$ 时，不修正；当 $0.8 \leq k_2 < 0.9$ 或 $1.1 < k_2 \leq 1.2$ 时，进行修正；当 $k_2 < 0.8$ 或 $k_2 > 1.2$ 时，应对仪器进行检修，并重新检定/校准），其中 A_0 、 A 分别是检定时和测量当天仪器对检验源的净响应值；如仪器无检验源，则该值取 1。

R_γ ——仪器测量读数均值，Gy/h，按 HJ/T 61 附录 A 中所列 Grubbs 法剔除可疑读数；当使用示值不是吸收剂量率的其他仪器开展测量时，应考虑量纲的换算。

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1。

\dot{D}_c ——宇宙射线电离成分空气吸收剂量率响应值，Gy/h。

6 数据记录、报告和剂量估算

6.1 记录内容

测量必须填写原始记录，具体格式见附录 A。记录内容包括：项目名称及所在地点；点位名及地理特征描述；天气状况；测量日期；测量仪器的名称、型号和编号；仪器的检定/校准因子、效率因子；读数值、测量值及其标准偏差；测量人、校核人及数据校核日期；备注信息等。在不涉密的情况下，应记录测点的 GPS 并拍摄测量现场照片。当测量结果需扣除宇宙射线响应值影响时，应在附录 A“备注”中记录海拔、经度、纬度等信息。

6.2 测量报告

6.2.1 报告内容包括：测量对象；测量日期；测点说明；测量方法；使用的仪器名称、型号及检定状态； γ 辐射空气吸收剂量率测量结果、标准偏差或不确定度；结论等。

6.2.2 测量报告必须由有关人员审核和签发。

6.3 剂量估算

环境 γ 辐射致公众成员年有效剂量可用下式进行估算：

$$H_e = \dot{D}_\gamma \times K \times t \quad (2)$$

式中： H_e ——有效剂量，Sv；

\dot{D}_γ ——环境 γ 辐射空气吸收剂量率，Gy/h；

K ——空气吸收剂量与有效剂量的换算系数。对成年人，该系数取值为0.7 Sv/Gy；

t ——人员每年在测量点位环境中的停留时间，h。

7 质量保证

7.1 质量保证计划

质量保证计划应包括：人员所受的培训和资质要求；测量仪器和辅助设备的质量控制措施；仪器及检验源的量值溯源；实验室间质量控制措施；为证明已经达到并保持所要求的质量需提供的文件。

7.2 质量控制措施

7.2.1 测量人员需经专业培训，考核合格后方可上岗工作。

7.2.2 γ 剂量率仪应定期通过委托法定计量部门开展检定/校准或通过其他量值传递方式，保证量值可追溯至国家计量标准。

7.2.3 对某些仪器，工作期间每天都应用检查源对仪器的工作状态进行检验。

7.2.4 更新仪器和方法时，应在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性；参加比对测量以发现不同类型仪器和方法间测量的系统偏差，统一量值，提高测量结果的可比性。

7.2.5 仪器期间核查

7.2.5.1 在能够保持稳定的室内、外环境辐射场中定期（以1月/次为宜）开展测量，绘制质量控制图，以检验 γ 剂量率仪工作状态的稳定性。

7.2.5.2 每年至少一次用检验源（ ^{137}Cs 或 ^{60}Co ）检查 γ 剂量率仪 k 值， $k = |A/A_0 - 1|$ （ A 、 A_0 分别为期间核查和检定/校准时仪器对检验源的净响应值）。 $k \leq 0.1$ ，为合格； $k > 0.1$ ，应对仪器进行检修，并重新检定/校准。测量应尽量在两次检定时间之间开展。

7.2.5.3 对应急测量用仪表，应按至少1季/次的频率测量其对检验源的响应。

7.2.6 对大规模环境 γ 辐射水平调查，应在调查工作开展前、后和中间阶段，至少进行3次比对，比对点位选在辐射水平和地区情况不同的6~10个点进行，最好有水面测量点；条件允许时，应开展不同监测单位之间比对；仪器使用期间，应每天开展本底测量；在每次测量开始前、中间或结束阶段，在相对

固定位置上测量仪器校验源的读数数值，确定仪器校验源效率因子（ K_2 ）。

7.2.7 环境 γ 辐射剂量率测量的总不确定度应不超过20%。

7.3 记录归档

测量原始记录、测量报告以及其它重要数据资料，应按所在单位质量管理体系文件的要求建档保存，保存期限由有关法规规定，重要记录的副本必须分地保存。

附录A

(资料性附录)

环境 γ 辐射剂量率测量原始记录表

项目名称_____地点_____温度_____相对湿度_____

仪器型号与编号_____检定/校准因子_____效率因子_____

测量时间_____年____月____日____时____分

共 页 第 页

| 序号 | 点位名 | 读数值 | | | | | | | | | | 单位 |
|----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |

| 序号 | 地理特征描述 | 读数值 ($R_c \pm \sigma$) (单位: _____) | 测量值 ($\dot{D}_\gamma \pm \sigma$) (单位: _____) | 备注 |
|----|--------|---|--|----|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 备注 | | | | |

测量人_____校核人_____校核日期_____