

中华人民共和国国家标准

环境地表 γ 辐射剂量率测定规范

GB/T 14583—93

Norm for the measurement of environmental
terrestrial gamma-radiation dose rate

1 主题内容与适用范围

本标准规定了环境地表 γ 辐射剂量率测定的原则和要求以及应遵守的技术规定。

本标准适用于测定核设施和其他辐射装置附近环境地表的 γ 辐射剂量率,也适用于其他环境地表 γ 辐射剂量率的测定。

2 引用标准

EJ 379 环境贯穿辐射监测一般规定

3 术语

3.1 环境

指人类生活的公共环境,而不涉及辐射工作场所。

3.2 环境监测

对核设施及其他辐射装置附近环境进行的监测。

3.3 环境地表 γ 辐射剂量率

田野、道路、森林、草地、广场以及建筑物内,地表上方一定高度处(通常为 1 m)由周围物质中的天然核素和人工核素发出的 γ 射线产生的空气吸收剂量率。

3.4 源相关的环境监测

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

3.5 人相关的环境监测

指在可能有几个源照射同一人群组的情况下进行的环境地表 γ 辐射剂量率测量,主要目的在于估算全部的源给出的剂量当量。

3.6 重要源

日常流出物的排放量较大和可能产生较高的剂量率的源,从监测角度上被认为是重要源。

3.7 次要源

在公共可以接近的地方其外照射剂量当量率非常低(年剂量当量约 $1 \mu\text{Sv}$ 左右),流出物中放射性核素的正常释放量也非常小,并且很少或者不存在事故性外泄的可能性,这一类的各个独立的源在合适的屏蔽和控制下被认为是次要的照射源。

3.8 中等性质的源

介于重要源和次要源之间的源被认为是中等性质的源。

3.9 公众

除辐射工作人员以外的所有其他社会成员,包括离开工作岗位后的辐射工作人员。

3.10 实践

指包含电离辐射照射的实践。

3.11 关键人群组

从某一给定实践受到的照射在一定程度内是均匀的且高于受照射群体中的其他成员的人群组,称为关键人群组。他们受到的照射可用以量度该实践所产生的个人剂量的上限。

4 测定目的和要求

4.1 测定目的

环境地表 γ 辐射剂量率测定是环境辐射监测的组成部分,其主要目的为:

- a. 为核设施或其他辐射装置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装置的源的状况,提供异常或意外情况的警告;
- d. 获得环境天然本底 γ 辐射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。

4.2 测定大纲的制定

4.2.1 根据源的性质制定测定大纲

4.2.1.1 重要源 辐射工作单位必须制定测定大纲(例如核电厂等大型核设施)。核电厂的环境地表 γ 剂量率的测定应着重于连续测定 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化对地表 γ 辐射剂量率的影响。

必须准备好应急测定计划,辐射工作单位的应急测定计划应报送上级主管部门和所在地省级环境保护部门备案,其内容应包括监测原则、方法与步骤、测量网点、数据报告等。

4.2.1.2 中等性质的源 由辐射工作单位根据源的性质接近于重要源或次要源的程度决定测定大纲的制定。

4.2.1.3 次要源 例如某些工作中使用的密封源。对这类各个独立的源,在合适的屏蔽与严格保管控制下,不需制订测定大纲。

4.2.2 测定大纲的内容:

- a. 测定的目的、规模和范围;
- b. 测定的源的类型和频数;
- c. 测点布设原则;
- d. 使用的仪表和方法;
- e. 测量程序;
- f. 数据处理方法及统计学检验程序;
- g. 工作记录和结果评价;
- h. 质量保证。

4.2.3 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。

4.2.3.1 全国性或一定区域内的环境 γ 辐射本底调查,通常以适当距离的网格均匀布点。

4.2.3.2 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,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(若此点在厂区内)。为了对照还需包括一些不易受核设施影响的测量点。

4.2.3.3 城市中的草坪和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,可适当选设点位,定期观测,以研究和发现环境辐射水平的变化。

4.3 测定大纲的实施

4.3.1 环境地表 γ 辐射剂量率测定

可分为源相关和人相关的 γ 剂量率测定。

4.3.2 源相关的环境地表 γ 辐射剂量率的测定

4.3.2.1 属于重要源的核设施,辐射工作单位和环境保护部门在该设施运行前必须对周围 50 km 范围内进行环境地表 γ 辐射剂量率测量,以确定本底水平及变化规律。对于核电厂等大型核设施,此种测定至少应连续进行两年。

4.3.2.2 对于重要源,在固定测量点上进行连续、季度或即时剂量率测量,由辐射工作单位与当地的环境保护部门分别制定计划并付诸实施。

4.3.2.3 对于其他能够产生环境 γ 辐射的新装置,例如高能加速器、微功率堆、工业探伤用加速器和强同位素源,如果它们的隔离区比较小时,最可能的关键途径是 γ 和中子的外照射。对于这类设施在调试或投入使用的初期,辐射工作单位应进行环境地表 γ 辐射剂量率测定。

4.3.2.4 事故情况下,辐射工作单位和当地环境保护部门接到事故应急监测指令后,按所制定的应急计划迅速做出反应,采用现有的多种测量方法和手段,快速测定出事故影响范围及 γ 辐射剂量率水平。

4.3.3 人相关的环境地表 γ 辐射剂量率的测定

该项测定通常由辐射防护和环境保护主管部门会同其他有关部门进行,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。

5 测量仪器与方法

5.1 测量环境地表 γ 辐射剂量率的仪表应具备以下主要性能和条件:

- a. 量程范围:
低量程: $1 \times 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \times 10^{-5} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$
高量程: $1 \times 10^{-5} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1} \sim 1 \times 10^{-2} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$
- b. 相对固有误差: $< \pm 15\%$;
- c. 能量响应: $50 \text{ keV} \sim 3 \text{ MeV}$ 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: $-10 \sim +40^\circ\text{C}$ (即时测量仪表), $-25 \sim +50^\circ\text{C}$ (连续测量仪表);
- f. 相对湿度: 95% ($+35^\circ\text{C}$)。

5.2 环境地表 γ 辐射剂量率的测定应采用高气压电离室型、闪烁探测点型和具有能量补偿的计数管型 γ 辐射剂量率仪等仪表。具有能量补偿的热释光剂量计,可用于固定测点的常规测量,也为发生事故时提供数据。

5.3 环境 γ 辐射剂量率连续监测系统,探测器采用高气压电离室或 NaI(Tl) 晶体,能量补偿型G-M计数管,数据应自动采集、存储或遥控传输,量程必须兼顾正常与事故情况下的水平。

5.4 对核电厂等大型核设施可配备环境放射性监测车,该车具有测量地表 γ 剂量率测定以及某些气象参数等功能。核设施正常运行时,用于定期环境巡测,事故时配合固定式环境监测系统以及气象观测资料可快速确定环境地表 γ 辐射剂量率水平与分布状况。

5.5 发生重大核反应堆事故时,可由装载在飞机上大体积 NaI(Tl) 晶体探测器对污染地区进行 γ 辐射测量以提供测区地面污染水平及 γ 放射性核素污染物的浓度和空间分布。为事故的最初评价提供资料。

5.6 环境地表 γ 辐射剂量率的测定方法:

5.6.1 环境地表 γ 辐射剂量率测量方式有两种:

- a. 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。
- b. 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辐射

场空气吸收剂量率的连续变化值。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。

5.6.2 在进行 γ 辐射剂量率测量时需扣除仪表对宇宙射线的响应部分。不同仪表对宇宙射线的响应不同,可根据理论计算,或在水深大于3 m,距岸边大于1 km的淡水面上与对宇宙射线响应已知的仪表比较得出。

5.6.3 全国性或一定区域内的环境 γ 辐射本底调查,对同一网格点的建筑物、道路和原野(城市中的草坪和广场), γ 辐射剂量率的测量可同时进行。

5.6.3.1 建筑物内测量,要考虑建筑物的类型与层次,在室内中央距地面1 m高度处进行。

5.6.3.2 在城市中的道路、草坪和广场测量时,测点距附近高大建筑物的距离需大于30 m,并选择在道路和广场的中间地面上1 m处。

5.6.4 环境地表 γ 辐射剂量率水平与地下水位、土壤中水分、降雨的影响、冰雪的覆盖、放射性物质的地面沉降、射气的析出和扩散与植被的关系等环境因素有关,测量时应注意其影响。

6 数据的记录、报告和测量估算

6.1 环境地表 γ 辐射剂量率测定数据必须详细记录,主要内容包括:

- a. 测量日期(年、月、日、时、分);
- b. 测量者(对累积测量或连续测量而言剂量计或记录磁带、纸带的收取者),数据处理者(本人签名);
- c. 测量仪的名称、型号和编号等;
- d. 固定测点的编号,非固定测点的点位名称及地理特征描述;
- e. 测量的原始数据必须登记造册保存,数据的单位必须是仪表实际给出的剂量单位;
- f. 环境气象参数,例如温度、湿度、风速、风向等。

6.2 环境地表 γ 辐射剂量率测定报告:

6.2.1 报告内容:

- a. 测定日期;
- b. 测量仪器名称、型号;
- c. 季度 γ 辐射空气吸收剂量率。

6.2.2 对测量结果的不确定度必须做出估算,测定报告必须由有关人员和负责人复核、签署。

6.2.3 测定报告由辐射工作单位按有关规定,定期向主管部门和环境保护部门报告。全年测定结果会同其他项目环境监测数据于第二年一季度内报送。事故测量数据随时报告上级主管机构及地方应急管理中心。

6.2.4 大规模环境本底水平调查报告以及对某项实践进行环境影响评价,在一定区域内进行的本底水平调查报告,按主管部门的要求总结上报。

6.3 剂量估算:

环境 γ 辐射照射对居民产生的有效剂量当量可用下式进行估算:

$$H_e = \dot{D}_\gamma \cdot K \cdot t$$

式中: H_e ——有效剂量当量,Sv;

\dot{D}_γ ——环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率, $\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$;

K ——有效剂量当量率与空气吸收剂量率比值,本标准采用 $0.7 \text{ Sv} \cdot \text{Gy}^{-1}$;

t ——环境中停留时间,h。

7 质量保证

7.1 制定质量保证计划应考虑以下因素:

- a. 测量设备和仪表的质量；
- b. 人员所受的训练和他们的经验；
- c. 仪表刻度标准的溯源性；
- d. 为证明已经达到并保持所要求的质量需提供的文件范围。

7.2 质量控制措施：

- a. 测量人员需经专门培训，考核合格后方可上岗工作；
- b. 仪表须定期校准，对某些仪表工作期间每天都应用检查源对仪表的工作状态进行检验；
- c. 参加比对测量以发现不同类型仪表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；
- d. 在能够保持较稳定的室内、外环境辐射场中定期进行测量，绘出质量控制图，以检验仪表工作状态的稳定性；
- e. 更新仪表和方法时，应在典型的和极端的辐射场条件下与原仪表和方法的测量结果进行对照，以保证数据的前后一致性；
- f. 环境地表 γ 辐射剂量率测定的总不确定度应不超过20%；
- g. 对大规模环境 γ 辐射水平的调查结果应由质量保证单位或主管部门进行现场抽样检查，以检验调查结果是否符合质量要求。

7.3 数据统计方法和剂量估算的细节都应有详细文字记载，数据处理的具体要求由各测量主管部门做出规定。

7.4 原始记录及其他重要数据资料要建档保存，保存期限应当足够长。具体时间由有关法规规定。环境监测数据至少保存20年。重要记录的副本必须分地保存。

附加说明：

本标准由国家环境保护局提出。

本标准由中国原子能科学研究院负责起草。

本标准主要起草人岳清宇。