



中华人民共和国国家标准

GB/T 15950—2023

代替 GB/T 15950—1995

放射性固体废物近地表处置场辐射环境 监测要求

Requirements for environmental radiation monitoring around near surface
disposal site of radioactive solid waste

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2023-02-02 发布

2023-06-01 实施

生态环境部
国家市场监督管理总局 发布

目 次

前 言..... ii

1 适用范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总体要求..... 2

5 运行前阶段..... 2

6 运行阶段..... 4

7 关闭后阶段..... 7

8 数据处理与监测报告..... 7

9 质量保证..... 8

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律法规的有关规定，保护环境，保障人体健康，制定本标准。

本标准规定了放射性固体废物近地表处置场不同阶段辐射环境监测的目的、内容和要求。

本标准是对《低、中水平放射性废物近地表处置场环境辐射监测的一般要求》（GB/T 15950—1995）的修订。

本标准首次发布于 1995 年，原标准起草单位为中核集团核工业标准化研究所。本次为第 1 次修订。本次修订的主要内容：

- 标准名称修改为《放射性固体废物近地表处置场辐射环境监测要求》；
- 增加了“前言”、“辐射环境本底初步调查”、“环境监测大纲”和“被动监护期的监测”等内容；
- 在术语中给出“近地表处置场”、“调查水平”、“报告水平”和“主动监护期”的定义；
- 将放射性固体废物近地表处置场的辐射环境监测分为“运行前阶段”、“运行阶段”和“关闭后阶段”三个阶段，并详细补充了相关要求；
- 在第 5 章和第 6 章分别增加了运行前阶段和运行阶段辐射环境监测方案表。

自本标准实施之日起，《低、中水平放射性废物近地表处置场环境辐射监测的一般要求》（GB/T 15950—1995）废止。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国核电工程有限公司、核工业北京化工冶金研究院。

本标准生态环境部 2023 年 2 月 2 日批准。

本标准自 2023 年 6 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

放射性固体废物近地表处置场辐射环境监测要求

1 适用范围

本标准规定了放射性固体废物近地表处置场运行前阶段、运行阶段和关闭后阶段的辐射环境监测要求。

本标准适用于放射性固体废物近地表处置场的辐射环境监测，不适用于岩洞处置场的辐射环境监测。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 8999	电离辐射监测质量保证通用要求
GB 9132	低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定
GB 18871	电离辐射防护与辐射源安全基本标准
HJ 61	辐射环境监测技术规范
EJ 428	环境核辐射监测中土壤样品采集与制备的一般规定
EJ 527	环境辐射监测中生物采样的基本规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

近地表处置场 near surface disposal repository

在地表面或地表面下几十米深以内并设置工程屏障的放射性固体废物处置设施，该设施有确定的边界并受到有组织的控制，近地表处置场一般由若干处置单元、构筑物 and 缓冲区等组成。

3.2

调查水平 investigation level

当被测量的一个量（如剂量率、放射性活度浓度等）高于此水平时，需要调查其发生原因和造成后果。

3.3

报告水平 report level

当被测量的一个量（如剂量率、放射性活度浓度等）高于此水平时，需要向有关部门报告。

3.4

主动监护期 initiative guard period

处置场关闭后继续有组织地开展设施维护和监测活动的阶段。

4 总体要求

- 4.1 放射性固体废物近地表处置场的辐射环境监测应符合 GB 9132、HJ61、GB 18871 等标准，各类环境介质的采样方法应符合 HJ61、EJ 428、EJ 527 等有关标准规范的要求，质量保证应符合 GB 8999 等标准的要求。
- 4.2 放射性固体废物近地表处置场的辐射环境监测分为运行前阶段、运行阶段和关闭后阶段。
- 4.3 辐射环境的监测范围以处置场为中心，半径 3 km~5 km，重点关注地下水等环境介质，并根据处置场所在区域的环境特点，适当调整。
- 4.4 处置场辐射环境监测的三个阶段均需制定相应的监测大纲。监测大纲应符合本标准的要求，并充分考虑放射性固体废物的源项、处置场特性和场址环境特点等因素。

5 运行前阶段

5.1 监测目的

运行前阶段开展辐射环境监测的目的是收集场址特性的背景资料，获得辐射环境本底数据。

5.2 监测辅助参数获取

收集场址 5 km 范围内辐射环境、气象、水文、地质、地球化学和水化学、自然资源、人口及其分布，以及可能对场址 5 km 范围内造成影响的其他核设施运行情况、辐射源分布情况等资料，为制定监测大纲提供依据。

5.3 辐射环境本底初步调查

处置场在选址阶段需开展辐射环境本底初步调查。新场址选址阶段的辐射环境本底初步调查应进行一次必要的现场监测，监测内容包括瞬时环境 γ 辐射剂量率和环境介质（气溶胶、土壤、沉积物、地表水、地下水）中的放射性核素活度浓度水平，监测项目和布点要求参考表 1。如果在初步调查中发现上述环境介质中人工放射性核素活度浓度异常，应考虑补充生物介质的调查或在运行前调查时予以重点关注。若场址位于其他核设施环境监测范围内，可直接使用其他核设施的环境监测数据作为本底初步调查数据。

5.4 辐射环境本底调查

- 5.4.1 应获取处置场运行前最近连续两年的场址周围辐射环境本底数据，作为处置场运行期间和关闭后环境影响评价和安全分析的基础数据。
- 5.4.2 调查内容包括环境 γ 辐射水平和环境介质中与处置场运行有关的主要放射性核素活度浓度。
- 5.4.3 辐射环境本底的调查范围为以处置场为中心，半径一般取 5 km。
- 5.4.4 辐射环境本底调查应遵循如下布点原则：
- a) 应遵循相关标准规范的规定，并结合调查范围内环境特征综合考虑点位布设；
 - b) 近密远疏、兼顾各方位；
 - c) 在主要居民点、农牧渔业集中区、环境敏感区（除主要居民点外）、主导风下风向布点；
 - d) 人口稀少且交通不便的区域可适当减少监测点位；
 - e) 尽可能选择未来被扰动和破坏可能性小的位置，以便运行阶段及关闭后长期使用；
 - f) 所选点位应具有代表性，尽量避免受到干扰因素影响；

g) 在受处置场影响可以忽略且能长期保持原有环境特征的区域,至少设置1个对照点。

5.4.5 处置场运行前阶段辐射环境本底调查方案参考表1执行。监测项目可根据处置场涉及的主要放射性核素情况、场址特征和监测方法成熟性适当调整。

表1 运行前阶段辐射环境本底调查方案

监测对象	监测项目	监测频次	布点及其他要求
地表环境 贯穿辐射	γ 辐射空气吸收剂量率	连续	设置不少于4个点位,获取1年以上连续监测数据,点位尽可能选择运行阶段可延续进行连续监测的位置。
		1次/季度	场内设置点位;场外以处置场为中心,测量范围内16个方位角布设点位; 在主要居民点、环境敏感区等适当增加针对性点位;对照点。
	累积剂量	1次/季度	在每季度测量的 γ 辐射空气吸收剂量率点位中选取不少于1/2的点位开展累积剂量测量。优先选取场内、主导风下风向、主要居民点、环境敏感点等点位,并覆盖不同方位和距离;对照点。
土壤	γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1次/年	场内设置点位; 场外在 γ 辐射空气吸收剂量率测点中选择点位,重点关注主要居民点、环境敏感区; 设置在无水土流失的原野或田间; 对照点。
气溶胶	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1次/季度	场内设置点位; 场外在主导风下风向、主要居民点、环境敏感区等设置点位;对照点。
地表水	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析、 ^3H	1次/半年	仅适用于调查范围内存在河流、湖泊/水库的场址; 调查范围内河流上游、下游各设置点位; 调查范围内湖泊/水库设置点位; 调查时间上丰水期和枯水期各测量一次; 对照点。
沉积物	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1次/年	与地表水点位重合;对照点。
地下水	总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{14}C 、 γ 谱核素分析、pH、电导率、硝酸盐、氟化物、总有机碳	1次/半年	场址范围及周边设置点位; 上游及下游至少各设置1个点位; 附近主要居民点设置点位; 对照点。
生物	γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1次/年	应选择当地居民摄入量较多、种植面积大的物种,包括谷物、蔬菜、家禽、家畜等动植物,各设置1-2个采样点; 主要草本植物(如果有)设置点位; 水生生物(如果有)设置点位; 指示生物设置采样点; 对照点。
海洋介质	γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1次/年	仅适用于滨海场址; 在场址附近可能受影响的海域设置近岸海水和海洋沉积物采样点位。

5.4.6 若场址位于周边核设施影响范围内,还需考虑增加该核设施释放主要人工放射性核素的监测。

5.4.7 处置场运行前阶段辐射环境本底调查中, γ 谱核素分析需关注的核素应参照处置废物的源项设置,至少包括 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{54}Mn 等。土壤和底泥中还需关注 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 的活度浓度。

5.4.8 指示生物布点可参考EJ 527的推荐进行设置。如处置场所在地区无推荐范围内的物种,宜通过运行前环境本底调查推荐可能的指示生物,以便在运行期间开展监测。

5.4.9 如处置废物源项中含有超铀核素且其含量可能对环境造成影响，需在土壤、气溶胶、沉积物、地下水的监测项目中增加这些核素。

5.5 环境监测大纲

环境监测大纲至少包含以下内容：

- a) 执行环境监测任务的组织机构及其职责；
- b) 制定监测大纲的依据；
- c) 监测方案的详细内容；
- d) 测量方法、设备及可探测限的描述；
- e) 数据处理方法；
- f) 质量保证措施。

6 运行阶段

6.1 监测目的

运行阶段开展辐射环境监测的目的是持续获取处置场周围辐射环境监测数据，掌握辐射环境水平及其变化趋势，评价处置场运行对周围环境的辐射影响，同时为评估公众受照剂量和评价处置场运行期间设施的包容性能提供数据支持。

6.2 监测重点

辐射环境监测应重点考虑处置场的主要排放源项、调查范围内的环境敏感点及潜在泄露的相关途径，还应充分结合运行前辐射环境本底调查的结论。

6.3 布点原则

为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，采样和监测点的布设应考虑以下原则：

- a) 满足相关标准及技术规范要求；
- b) 重点监测场址附近的区域，重点关注调查范围内的主要居民点和其他环境敏感点，对居民密集地区适当增加监测点；
- c) 充分结合运行前辐射环境本底调查的布点方案，并根据调查结论适当调整；
- d) 应设置环境对照点，宜与本底调查时设置在同一点位；
- e) 除以上要求外，还应满足表 2 中的有关要求。

6.4 地下水

6.4.1 地下水监测是处置场辐射环境监测的重点内容。用于地下水采样的监测井一般不少于 4 口，其中上游设置 1 口作为对比井，其余设置在下游。监测井的分布应按照地下水流向呈扇形分布。监测井需进行长期监测，并适当考虑地下水径流的变化。

6.4.2 非放射性参数（如 pH、电导率、硝酸盐、氟化物、总有机碳等）可作为辅助指标指示潜在问题。

6.5 地表水

若在调查范围内存在地表河流，可在河流上游、下游各设置一个采样点。若在调查范围内存在湖泊、水库，在每个湖泊、水库各设置一个采样点。

6.6 指示生物

监测范围内无明确的指示生物时，如具备条件，宜在厂区附近种植 1 种 EJ 527 推荐的指示植物用于取样测量。

6.7 监测方案

处置场运行阶段的辐射环境监测方案参考表 2 执行。

表 2 运行阶段辐射环境监测方案

监测对象	监测项目	监测频次	布点及其他要求
地表环境 贯穿辐射	γ 辐射空气吸收剂量率	连续	设置不少于 4 个点位。
		1 次/半年	场内按照设施分布设置点位； 场外以处置场为中心，测量范围内 16 个方位布点； 在主要居民点、环境敏感区等适当增加针对性点位； 在满足上述要求的情况下监测点位尽量延续辐射环境本底调查选取的点位； 对照点。
	累积剂量	1 次/半年	在每半年测量的 γ 辐射空气吸收剂量率点位中选取不少于 1/2 的点位开展累积剂量测量； 对照点。
土壤	γ 谱核素分析	1 次/半年	场内：在场内 γ 辐射空气吸收剂量率测点中选择点位； 在最大影响区域、废物处置操作区进行布点；
		1 次/年	场外：场外 γ 辐射空气吸收剂量率测点中选择点位，重点主要居民点、环境敏感区； 设置在无水土流失的原野或田间； 对照点。
气溶胶	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1 次/半年	场内设置点位； 场外在主导风下风向、主要居民点、环境敏感点等设置点位； 对照点。
地表水	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析、 ^3H	1 次/半年	仅适用于调查范围内存在河流、湖泊/水库的场址； 调查范围内河流上游、下游各设置点位； 调查范围内湖泊/水库设置点位； 调查时间上丰水期和枯水期各测量一次； 对照点。
沉积物	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析	1 次/年	与地表水点位重合； 对照点。
地下水	总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{14}C 、 γ 谱核素分析、pH、电导率、硝酸盐、氟化物、总有机碳	1 次/半年	要求见 6.4 节； 对照点。
渗析水 (如有)	总 α 、总 β 、 γ 谱核素分析	1 次/半年	
生物	γ 谱核素分析	1 次/年	在处置场内设置草类样品监测点。
			应选择当地居民摄入量较多、种植面积大的物种，包括蔬菜、家禽、家畜等动植物，各设置 1-2 个采样点； 主要草本植物（如果有）设置点位； 水生生物（如果有）设置点位； 对照点。
指示生物	γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1 次/年	设置 1-2 个点位。

续表

监测对象	监测项目	监测频次	布点及其他要求
海洋介质	γ 谱核素分析、 ^{90}Sr	1 次/年	仅适用滨海场址； 在场址附近可能受影响的海域设置海水采样点位； 在海水重合点位采集海洋沉积物； 如有可能受处置场运行影响的海洋生物，应考虑设置点位， 频次 1 次/年。
注：5.4.6～5.4.9 内容同样适用于本表，超铀核素（如有）监测频次可放宽至 1 次/两年。			

6.8 环境监测大纲

运行阶段环境监测大纲的监测项目、频次及点位宜与表 2 保持一致，其他内容要求与 5.5 节相同。环境监测大纲可根据经验反馈、监测技术进步、接收废物的特性变化以及场址周围环境变化，定期（通常为 5 年）进行优化。

处置场停止接收废物至正式关闭前这段关闭过程时期的环境监测项目、频次、点位可适当调整。

6.9 应急环境监测

营运单位需在处置场投入使用前根据设施的事故分析制定应急环境监测方案，并配备相应的人员和设备，组织定期演练。应急环境监测应能够在异常情况下快速提供相关环境监测数据，为应急响应提供数据支持。

6.10 其他辅助参数获取

6.10.1 水文参数

处置场运行阶段，应以五年为周期，对地下水流向、水位等进行评价。

6.10.2 地质参数

对于处置单元、边坡（如有）、截洪沟（如有）的沉降、变形、裂缝以及整个场址的地表形变和土壤侵蚀情况在设施接收废物期间应每年进行监测或检查，以评估场址环境安全性，分期建设的处置场在上一期工程完成封盖和地表回填后，监测或检查的周期可以加长。

6.11 调查水平

应将调查水平与本底浓度的倍数或剂量限值的某一份额相联系，并作为处置场的管理标准，当发现某物理量达到调查水平时，应采取下列行动：

- a) 审核实验室程序；
- b) 检查污染；
- c) 再采样；
- d) 放射性核素分析；
- e) 增加采样频率；
- f) 监测大纲扩展。

6.12 报告水平

当某被测定的量达到或超过报告水平时，则应向监管部门报告监测结果和为解决问题所采取的缓解措施。

7 关闭后阶段

7.1 监测目的

处置场依照法定的程序和条件关闭后,根据处置场的运行历史以及关闭和稳定化情况保留合适的环境监测功能,作为处置场关闭安全监护计划的组成部分,其目的是通过探测环境中可能来自处置场的放射性物质,评价处置场关闭后设施的稳定性能,为处置废物中放射性核素异常释放提供早期预警,并为评估长期的辐射环境影响提供数据支持。

7.2 主动监护期的监测

7.2.1 一般要求

主动监护期的环境监测介质应以场区的监测井地下水样品为主,适当保留部分环境 γ 辐射水平和植物样品监测,对处置场的地表运动和土壤侵蚀也应持续关注。

7.2.2 地下水和植物样品

在场址关闭后的初期,应继续开展地下水监测,分析是否含有可能来自处置场的放射性物质,从而间接判断工程屏障的完整性。如经一段时期监测确认没有潜在问题,可逐渐减少地下水监测频率。

主动监护期应定期采集处置场范围内(重点是处置单元区域)的植物样品(特别是深根植物),分析样品中是否含有可能来自处置场的放射性物质,判断环境影响。

7.2.3 环境 γ 辐射水平

保留一个运行期间设置的环境 γ 辐射空气吸收剂量率连续监测点位继续开展连续监测,保留部分点位的定期 γ 辐射空气吸收剂量率瞬时测量。

7.2.4 其他监测

对处置场的地表运动和土壤侵蚀开展定期监测或检查,发现明显变化时应及时分析变化对处置单元可能造成的影响,判断是否需要开展工程措施。

7.3 环境监测大纲

关闭后阶段环境监测大纲的执行期需涵盖处置场关闭后的主动监护期,大纲中的监测项目、频次及点位,根据7.2节的要求进行设置,其他内容要求与5.5节相同。

7.4 被动监护期的监测

可根据主动监护期的监测结果情况确定被动监护期是否继续开展辐射环境监测。如需继续开展辐射环境监测,被动监护期的监测大纲可在主动监护期监测大纲基础上适当简化。

8 数据处理与监测报告

8.1 数据处理和保存

8.1.1 宜按照HJ 61等标准规范的有关要求进行数据处理,辐射环境监测的最终结果应科学合理。

8.1.2 建议处置场建设辐射环境信息管理系统保存所有环境监测过程和结果数据，为处置场整个寿期提供数据支撑。

8.2 监测报告要求

8.2.1 应编制监测报告以全面介绍监测过程及成果，报告的格式及频度应根据报告的目的决定。

8.2.2 监测报告的内容应至少包括：

- a) 监测任务或计划的全面介绍；
- b) 与测量方案相关的详细场址周围环境情况；
- c) 详细描述样品采集过程，给出各监测项目清晰的布点图，给出样品类型、采样过程、采样设备、取样量、取样位置和频次；
- d) 给出分析核素、分析方法、分析仪器及最小探测限；
- e) 详细描述样品制样及测量过程，测量结果包括测量值和标准差，测量结果应科学合理；
- f) 详细描述质量保证措施及效果；
- g) 结合已收集的监测数据详细评价场址周围辐射环境状况，对于存在异常的数据，应详细分析异常原因；
- h) 运行阶段及关闭后监测还应与运行前辐射环境本底调查的数据和对照点数据进行比较，分析环境影响及变化趋势；
- i) 根据当前的辐射环境监测成果对后续的辐射环境监测工作提出建议。

9 质量保证

9.1 质量保证应贯穿于处置场辐射环境监测的所有阶段，并应贯穿于从监测大纲制定到监测结果评价的全过程。

9.2 各阶段辐射环境监测工作的承担单位应建立质量保证体系并使其持续、合规、有效运转。

9.3 质量保证既要保证监测大纲在监测全过程中正确地执行并取得可信的监测结果，也要保证监测结果评估工作符合质保要求。

9.4 质量保证措施至少应考虑以下因素：

- a) 各类样品采样、运输、保存、制样和测量的操作程序有据可依；
- b) 设备、仪器、物品、器具、试剂的质量；
- c) 设备和仪器的校准与检定并确保在有效期内；
- d) 人员培训与资格；
- e) 通过对控制样品的常规分析及标准分析方法的应用，对方法进行确认；
- f) 监测结果对国家标准的溯源性；
- g) 数据处理及不确定度分析；
- h) 与其它实验室的比对测量内容；
- i) 为证明达到并且保持了所要求的质量而需要的文档管理与保存。

9.5 处置场营运单位需保存运行前阶段辐射环境本底调查获得的土壤、沉积物和生物灰等样品。妥善保存调查原始记录和质量记录，保证调查的可追溯性。运行前辐射环境本底调查结果和报告需永久保存。各阶段监测大纲、监测报告纳入安全全过程系统分析中。