

中华人民共和国国家标准

环境核辐射监测规定

GB 12379—90

Regulations of monitoring for
environmental nuclear radiations

1 主题内容与适用范围

本标准规定了环境核辐射监测的一般性准则。

本标准适用于在中华人民共和国境内进行的一切环境核辐射监测。

2 引用标准

GB 8703 辐射防护规定

3 术语

3.1 源项单位

从事伴有核辐射或放射性物质向环境中释放并且其辐射源的活度或放射性物质的操作量大于GB 8703规定的豁免限值的一切单位。

3.2 环境保护监督管理部门

国家和各省、自治区、直辖市及国家有关部门负责环境保护的行政监督管理部门。

3.3 核设施

从铀钍矿开采冶炼、核燃料元件制造、核能利用到核燃料后处理和放射性废物处置等所有必须考虑核安全和(或)辐射安全的核工程设施及高能加速器。

3.4 同位素应用

利用放射性同位素和辐射源进行科研、生产、医学检查、治疗以及辐照、示踪等实践。

3.5 环境本底调查

源项单位在运行前对其周围环境中已存在的辐射水平、环境介质中放射性核素的含量,以及为评价公众剂量所需的环境参数、社会状况等所进行的调查。

3.6 常规环境监测

源项单位在正常运行期间对其周围环境中的辐射水平以及环境介质中放射性核素的含量所进行的定期测量。

3.7 监督性环境监测

环境保护监督管理部门为管理目的对各核设施及放射性同位素应用单位对环境造成的影响所进行的定期或不定期测量。

3.8 质量保证

为使监测结果足够可信,在整个监测过程中所进行的全部有计划有系统的活动。

3.9 质量控制

为实现质量保证所采取的各种措施。

3.10 代表性样品

采集到的样品与在取样期间的样品源具有相同的性质。

3.11 准确度

表示一组监测结果的平均值或一次监测结果与对应的正确值之间差别程度的量。

3.12 精密度

在数据处理中,用来表达一组数据相对于它们平均值偏离程度的量。

4 环境核辐射监测机构和职责

4.1 一切源项单位都必须设立或聘用环境核辐射监测机构来执行环境核辐射监测。核设施必须设立独立的环境核辐射监测机构。其他伴有核辐射的单位可以聘用有资格的单位代行环境核辐射监测。

4.1.1 源项单位的核辐射监测机构的规模依据其向环境排放放射性核素的性质、活度、总量、排放方式以及潜在危险而定。

4.1.2 源项单位的环境核辐射监测机构负责本单位的环境核辐射监测,包括运行前环境本底调查,运行期间的常规监测以及事故时的应急监测;评价正常运行及事故排放时的环境污染水平;调查污染变化趋势,追踪测量异常排放时放射性核素的转移途径;并按规定定期向有关环境保护监督管理部门和主管部门报告环境核辐射监测结果。(发生环境污染事故时要随时报告)。

4.2 各省、自治区、直辖市的环境保护管理部门要设立环境核辐射监测机构。

4.2.1 环境保护监督管理部门的环境核辐射监测机构的规模依据所辖地区当前及预计发展的伴有核辐射实践的规模而定。

4.2.2 环境保护监督管理部门的环境核辐射监测机构负责对本地区的各源项单位实施监督性环境监测;对所辖地区的环境核辐射水平和环境介质中放射性核素含量实施调查、评价和定期发布监测结果;在核污染事故时快速提供所辖地区的环境核辐射污染现状;并负责审查和核实本地区各源项单位上报的环境核辐射监测结果。

5 环境核辐射监测大纲

5.1 在实施环境核辐射监测之前,必须制定出切实可行的环境核辐射监测大纲。

5.2 制定环境核辐射监测大纲,要遵循辐射防护最优化原则。

5.2.1 制定环境核辐射监测大纲,首先要考虑实施监测所期望达到的目的:

- a. 评价核设施对放射性物质包容和排出流控制的有效性;
- b. 测定环境介质中放射性核素浓度或照射量率的变化;
- c. 评价公众受到的实际照射及潜在剂量,或估计可能的剂量上限值;
- d. 发现未知的照射途径和为确定放射性核素在环境中的传输模型提供依据;
- e. 出现事故排放时,保持能快速估计环境污染状态的能力;
- f. 鉴别由其他来源引起的污染;
- g. 对环境放射性本底水平实施调查;
- h. 证明是否满足限制向环境排放放射性物质的规定和要求。

5.2.2 制定环境核辐射监测大纲,还要考虑下列客观因素:

- a. 源项单位排出流中放射性物质的含量,排放量,排放核素的相对毒性和潜在危险;
- b. 源项单位的运行规模,可能发生事故的类型、概率以及环境后果;
- c. 排出流监测现状,对实施环境核辐射监测的要求程度;
- d. 受照射群体的人数及其分布;
- e. 源项单位周围土地利用和物产情况;
- f. 实施环境核辐射监测的代价和效果;
- g. 实用环境核辐射监测仪器的可获得性;

h. 环境核辐射监测中可能出现的各种干扰因素。

5.3 对于核设施,其环境核辐射监测大纲应包括运行前环境本底调查大纲和运行期间的环境核辐射监测大纲。

5.3.1 运行前环境本底调查大纲

5.3.1.1 运行前环境本底调查大纲应体现下述目的:鉴别出核设施向环境排放的关键核素,关键途径和关键居民组;确定环境本底水平的变化;以及对运行时准备采用的监测方法和程序进行检查和模拟训练。

5.3.1.2 核设施运行前环境本底调查的内容应包括环境介质中放射性核素的种类、浓度、 γ 辐射水平及其变化;核设施附近的水文、地质、地震和气象资料;主要生物(水生、陆生)种群与分布;土地利用情况;人口分布、饮食及生活习惯等。

5.3.1.3 核设施运行前放射性水平调查至少要取得运行前连续两年的调查资料,要了解一年内放射性本底的变化情况以及年度间的可能变化范围。

5.3.1.4 运行前环境本底调查的地理范围决定于源项单位的运行规模,对于大型核设施供评价用的环境参数一般要调查到 80 km。

5.3.2 运行期间的环境监测大纲

5.3.2.1 核设施运行期间环境核辐射监测大纲的制定要依据监测对象的特点以及运行前本底调查所取得的资料而定。

5.3.2.2 核设施运行期间的环境核辐射监测应考虑运行前本底调查所确定的关键核素、关键途径、关键居民组。测量或取样点至少必须有一部分与运行前本底调查时的测量或取样位置相同。

5.3.2.3 对于存在事故排放危险的核设施,运行期间环境核辐射监测大纲必须包括应急监测内容。

5.3.2.4 对于准备退役的核设施,必须制定退役期间以及退役后长期管理期间的环境核辐射监测大纲。

5.4 对于放射性同位素及伴生放射性矿物资源的利用活动,环境核辐射监测大纲的内容可相应简化。

5.4.1 对于 5.4 条中指出的实践,一般不需要进行广泛的运行前本底调查工作,但在运行前应取得可以作为比较基础的环境放射性本底数据。

5.4.2 对于 5.4 条中所指明的实践,在正常运行条件下,其环境核辐射监测主要应针对放射性排出流的排放口或排放途径进行。

5.5 随着情况(源和环境)的变化,以及环境核辐射监测经验的积累,监测大纲要及时调整。一般在积累足够监测资料后,环境核辐射监测大纲应当从简。

6 就地测量

6.1 就地测量准备

6.1.1 就地核辐射测量之前必须先要制定详细的测量计划。作计划时,下列因素应予以考虑:

- a. 测量对象的性质,包括要测量核素的种类,预期活度范围,物理化学性质等;
- b. 环境条件(地形、水文、气象等)的可能影响;
- c. 测量仪器的适应性,包括量程范围,能量响应特性和最小可探测限值等;
- d. 设备及测量仪器在现场可能出现的故障及补救办法;
- e. 测量人员的技术素质;
- f. 测量的重要性以及资金的保障情况;

6.1.2 就地测量之前必须准备好仪器和设备。

6.1.2.1 对于常规性的就地测量,每次出发前均要清点仪器和设备,检查仪器工作状态。

6.1.2.2 作为应急响应的就地测量,事先必须准备好应急监测箱,应急监测箱内的仪表必须保持随时可以工作状态。

1.3 从事就地核辐射监测的人员事先必须经过培训,使之熟悉监测仪器的性能,在现场可以进行简单维修,并应具备判断监测数据是否合理的能力。

6.2 就地测量实施

6.2.1 就地核辐射监测必须选在有代表性的地方进行,通常测量点应选择在平坦开阔的地方。

6.2.2 在测量现场核对仪器的工作状态,确保仪器工作正常后方可读取数据。

6.2.3 当辐射场自身不稳定,应增加现场测量时间,以求测出辐射场的可能变化范围。

6.2.4 在现场进行放射性污染测量时,一定要防止测量仪器受到污染。

6.3 就地测量数据应在现场进行初步分析,判断数据是否有异常,以便及时采取补救措施。

6.4 就地测量的一切原始数据必须仔细记录,对可能影响测量结果的环境参数应一并记录。所有需要记录的事项,事先均应编印在原始数据记录表中。

7 样品采集

7.1 样品采集的基本原则

7.1.1 环境样品采集必须按照事先制定好的采样程序进行。

7.1.2 采集环境样品时必须注意样品的代表性,除了特殊目的之外,采集环境样品时应避开下列因素的影响:

- a. 天然放射性物质可能浓集的场所;
- b. 建筑物的影响;
- c. 降水冲刷和搅动的影响;
- d. 产生大量尘土的情况;
- e. 河流的回水区;
- f. 靠近岸边的水;
- g. 不定型的植物群落。

7.1.3 采集环境样品时参数记载必须齐备,这些参数要包括采样点附近的环境参数,样品性状描述参数以及采样日期和经手人等。

7.1.4 采样频度要合理。频度的确定决定于污染源的稳定性,待分析核素的半衰期以及特定的监测目的等。

7.1.5 采样范围的大小决定于源项单位的运行规模和可能的影响区域。

7.1.5.1 对于核设施,采样范围应与其环境影响报告的评价范围相一致。

7.1.5.2 对于放射性同位素及伴生放射性矿物资源的应用实践,采样应在排出流的排放点附近进行。

7.1.6 环境样品的采集量要依据分析目的和采用的分析方法确定,现场采集时要留出余量。

7.1.7 采集的环境样品必须妥善保管,要防止运输及储存过程中损失,防止样品被污染或交叉污染,样品长期存放时要防止由于化学和生物作用使核素损失于器壁上,要防止样品标签的损坏和丢失。

7.2 空气取样

7.2.1 确定取样对象,并由此确定出合适的取样方法和取样程序。

7.2.2 确定取样时取样元件相对待取样空气的运动方式:主动流气式或被动吸附式。

7.2.2.1 采用主动流气式取样时,流量误差必须予以控制。取样前,要校准流量器件,要对整个取样系统的密封性要进行检验。

7.2.2.2 采用被动吸附式取样时,取样材料要放在空气流动不受限制、湿度不是太大的地方,并对取样现场的平均温度和湿度进行记录。

7.2.3 要确保取样效率稳定

7.2.3.1 采用主动流气式取样时,取样气流要稳定,要防止取样材料阻塞或使取样材料达到饱和而出现穿透现象。

- 7.2.3.2 采用被动吸附式取样时,要注意湿度对取样效率的影响,必要时需进行湿度修正。
- 7.3 沉降物收集
- 7.3.1 沉降物收集的布点
- 7.3.1.1 对于特定的核设施,沉降物收集器应布放在主导风向的下风向,沉降物要定期收集并对其活度和核素种类进行分析。
- 7.3.1.2 监测大范围放射性沉降,沉降物收集器应该多布放几个,布放成收集网。
- 7.3.2 采集大气沉降物时,应使用合适的取样设备,要防止已收集到的样品的再悬浮,并尽量减小地面再悬浮物的干扰。
- 7.3.3 大气沉降物取样频度视沉降物中放射性核素活度变化的情况而定。
- 7.3.4 进行大气沉降取样时,必须同时记录气象资料。
- 7.4 水样采集
- 7.4.1 确定采样对象,并由此确定合适的采样计划和采样程序。
- 7.4.1.1 若放射性液体排出流的排放量和浓度变化较大,则应在排出流排放口采用连续正比取样装置采集样品。
- 7.4.1.2 在江、河、湖等放射性流出物的接纳水体采集地表水时,要避免取进水面上的悬浮物和水底的沉渣。
- 7.4.1.3 对于大型流动水体应在不同断面和不同深度上采集水样。
- 7.4.1.4 取海水样时,河口淡水、交混水和远离河口的海水应分别采集。
- 7.4.2 采集水样时,采样管路和容器先要用待取水样冲刷数次。
- 7.4.3 采集到的水样必须进行预处理,以便防止因化学或生物作用使水中核素浓度发生变化。对水样的处理和保管要考虑下列因素:
- 在低浓度时,某些核素可能会被器皿构成材料中的特定元素交换;
 - 容器及取样管路中的藻类植物可以吸收溶液中的放射性核素;
 - 酸度较低,放射性核素有可能吸附在器壁上;
 - 酸度过高时,可使悬浮粒子溶解,使可溶性放射性核素含量增加;
 - 加酸会使碘的化合物变成元素状态的碘,引起挥发;
 - 酸可以引起液体闪烁液产生猝灭现象,使低能 β 分析失效。
- 7.5 水底沉积物取样
- 7.5.1 为评价不溶性放射性物质的沉积情况,应对放射性排出流接纳水体的沉积物进行定期取样和分析。
- 7.5.2 采集沉积物样品的时间最好在春汛前。
- 7.5.3 采集沉积物样品时要采用合适的工具和办法,确保不同深度上的样品彼此不受干扰。
- 7.5.4 采集沉积物样品时要同时记录水体情况。
- 7.5.5 采集沉积物样品需及时进行烘干处理,烘干温度要适宜。
- 7.6 土壤样品的采集
- 7.6.1 下列情况需要采集并分析土壤样品:
- 调查土壤中天然放射性水平含量;
 - 确定核设施运行对其周围土壤的污染情况;
 - 评价核事故对土壤的污染情况。
- 7.6.2 针对分析目的,选定合适的采样办法。
- 7.6.2.1 对于天然放射性水平调查,要取能代表基壤的样品,表层的浮土应铲除。
- 7.6.2.2 调查人工放射性核素的沉降污染,必须采集表层土壤。
- 7.6.2.3 评价液体排出流排放点附近污染,必须取不同深度的土壤。

7.6.3 采集土壤样品时必须对采样点附近的自然条件进行记录。

7.6.4 土壤样品若需长期保存,必须进行风干处理。

7.7 生物样品采集

7.7.1 对于确定的源项单位,需要采集的生物样品种类决定于当地的环境条件和评价目的。

7.7.1.1 为评价对人的影响,要采集与人的食物链有关的生物,并且分析可食部分。

7.7.1.2 进行放射生态研究,还要采集虽不属于人类食物链但能够浓集放射性核素的生物。

7.7.2 生物样品要在源项单位液体排出流排放点附近及地面空气中放射性浓度最高的地方采样。

7.7.3 生物样品如不能立即分析,必须进行预处理。

8 实验室分析测量

8.1 放化分析

8.1.1 样品处理 要采用标准的或已证明是合适的程序处理样品。在对样品进行处理中要防止核素损失和使样品受到污染。

8.1.2 放化分离

8.1.2.1 要采用标准的或证明是合适的程序。

8.1.2.2 分析时要加进适量的平行样和放射性含量已知的加标样。但不能让分析者识别出那些是平行样和加标样。

8.1.2.3 放化实验室应定期参加实验室间的比对活动。

8.1.3 测量样品制备

8.1.3.1 制备供放射性测量的样品必须严格操作,要保证样品厚薄均匀,大小一致,要防止样品起皱变形。

8.1.3.2 对于精确的测量,要制备与样品同样形状和质量的本底样品和标准样品。

8.2 放射性测量

8.2.1 测量仪器选择

8.2.1.1 要根据待分析核素的种类,样品的活度范围,样品的理化状态选择出合适的仪器。

8.2.1.2 要选用的仪器必须足够灵敏,务使它的最小可探测限,见附录 A(参考件)低于推定的管理限值。

8.2.2 测量准备

8.2.2.1 任何测量仪器在进行测量之前必须仔细检查,使之处于正常工作状态。

8.2.2.2 任何严格的测量,在测量样品之前要用与样品形状、几何尺寸以及质量相同的标准源测定计数效率。

8.2.2.3 对于低本底 α, β 测量,事先必须进行本底检验。严格测量时应该用与样品形状、几何尺寸以及质量相同的本底样品进行本底计数。

8.2.3 放射性测量

8.2.3.1 在进行放射性测量时,应采用本底、样品、本底,或本底、标准源、样品的程序进行。

8.2.3.2 在用 γ 谱仪时,应定期用标准源进行仪器稳定性检验。

8.2.3.3 在用液体闪烁计数器测低能 β 时,必须注意猝灭校正。

8.2.3.4 对热释光剂量片测量时,须按环境热释光剂量计技术标准进行。

8.2.4 测量结果记录

测量结果记录必须完整,对任何显著影响测量值的因素应一并记录。

9 数据统计学处理

9.1 数据可靠性分析

9.1.1 为使环境监测数据可以有效地用于评价和相互比较,对任何监测结果均应给出准确度估计和精密度估计。

9.1.1.1 准确度估计是给出监测数据最大可能的误差,它应包括取样、放化分离和放射性测量等各个环节所致的误差。

9.1.1.2 精密度估计是给出一组监测数据(至少是10个)相对均值的偏差。

9.2 数据分布检验

9.2.1 在对一组监测数据在进行平均之前,应首先进行统计学检验,以确定是否属于同一整体。

9.2.2 对任何可疑数据的剔除均应进行统计分布检验。

9.3 中心值和分散度估计

9.3.1 如果监测数据服从正态分布,应计算算术平均值和标准差。如果服从对数正态分布,应计算几何平均值和几何标准差,如果进行剂量评价,此时应同时给出算术平均值和标准差。

9.3.2 在计算中心值时必须排除异常数据,以求平稳的平均值。

9.3.3 整筛平均值,见附录B(参考件),是一种可获得平稳平均值的方法。

9.3.4 当环境放射性水平非常低,数据有一多半小于仪器的探测限时,此时可用概率图外推法确定中心值和偏差。

9.4 测量数据在最后上报之前要仔细检查,使之符合有效字、均值和标准差的表示规范。

10 环境监测结果评价与报告

10.1 评价

环境监测结果的评价要按事先确定的监测目的进行。

10.1.1 为评价公众受到的剂量,必须根据有关模式、参数估算出公众剂量,并将计算得到的剂量与有关剂量限值进行比较。

10.1.2 如果监测目的是估计放射性物质在环境中的积累情况,监测结果应以比活度表示,并且将之与运行前调查以及以往监测结果相比较,评价变化趋势。

10.1.3 如果监测目的是检查源项单位向环境的排放是否满足所规定的排放限值,监测结果应同时给出排放浓度和排放总量,并与规定的排放导出限值和总量限值进行比较。

10.2 报告

10.2.1 各源项单位上报的环境监测报告的内容、格式及频度应根据报告的目的决定。

10.2.2 各源项单位向主管部门和环境保护监督管理部门上报的监测报告的内容应包括:

- a. 取样或现场测量地点的几何位置;
- b. 核素种类;
- c. 分析方法;
- d. 测量方法;
- e. 监测结果及其误差;
- f. 简单评价。

11 质量保证

11.1 质量保证必须贯穿于环境核辐射监测的整个过程。

11.2 环境核辐射监测所用的仪器仪表必须可靠,在选购时就需考虑其技术指标能满足环境监测的要求。

11.3 测量仪器必须定期校准,校准时所用的标准源应能追踪到国家标准。当有重要元件更换或工作位置变动或维修后必须重新进行校准,并做记录。

11.4 环境核辐射监测仪在开始测量前,应检查本底计数率和探测效率,并且将它们记入质量控制图

- 11.5 环境核辐射监测仪必须执行日志登记制度。
- 11.6 环境样品的采集必须由有经验的人员按照事先制定的程序进行。
- 11.7 放化实验室必须建立严格的质量控制体系。
- 11.8 从事环境监测的人员必须经过专业训练,不经考试合格不能独立从事环境核辐射监测工作。
- 11.9 监测数据必须经复核或复算并签字。
- 11.10 环境核辐射监测机构应建立并保存好完整的有关质量保证文件。

附录 A
分析或测量下限估计
(参考件)

设分析或测量的下限为 A , A 与其他参数有下列关系:

$$A = \frac{a(tc)}{vfret e^{-\lambda \Delta T}} \dots\dots\dots (A1)$$

式中: a —— 为单位转换因子;

v —— 取样总体积;

f —— 用来测量的样品量占取样总量的份数;

r —— 放化分析中核素的回收率;

e —— 探测器的计数效率;

(tc) —— 探测器在规定时间 t 内的最小可探测的计数数目;

λ —— 待测放射性核素的衰变常数;

ΔT —— 从取样到放射性测量的时间间隔。

附录 B
整筛法求中值(算术平均值)
(参考件)

设 x_1, x_2, \dots, x_n 是一组按由小到大排列的测量结果, 则整筛平均值 T_α 为:

$$T_\alpha = \frac{px_{[an]+1} + x_{[an]+2} \dots\dots\dots + x_{n-[an]-1} + px_{n-[an]}}{n(1-2\alpha)} \dots\dots\dots (B1)$$

式中: $p = 1 + [an] - an$;

an —— 是以 an 表示的最大整数;

α —— 是把一组数据按由小到大的顺序排列后, 在计算平均值时序列两端删去的百分数, 通常取 $\alpha = 25\%$;

n —— 是一组数据的总个数;

T_α —— 是算术平均值, 由于在计算 T_α 时删去了两端过大和过小的数据, 因而这种平均值是平稳平均值。

附加说明:

本标准由国家环保局和中国核工业总公司联合提出。

本标准由核工业总公司华清公司负责起草。

本标准主要起草人赵亚民。