

中华人民共和国国家标准

核设施流出物监测的一般规定

GB 11217—89

The regulations for monitoring effluents
at nuclear facilities

1 主题内容与适用范围

本标准规定了核设施流出物的监测目的、编制监测计划的原则和要求、采样和测量技术要求以及测量结果的记录、报告和存档要求。

本标准适用于涉及处理和加工放射性物质的所有核设施的流出物监测。

2 术语

2.1 流出物

在本规定中,是放射性流出物的简称。是指经过废物处理系统和(或)控制设备(包括就地贮存和衰变)之后,从核设施内按预定的途径向外环境排放的气载和液态放射性废物。

2.2 核设施

生产、使用、处理和贮存强及较强放射性物质的建筑物及其内部装备。包括铀、钍冶炼厂,核反应堆,放射性同位素分离工厂,核燃料后处理厂,铀(或钍)加工厂,核燃料元件工厂,甲级放化实验室,强辐照源,大功率粒子加速器,放射性废物的处理和贮存设施等。

2.3 流出物监测

对流出物进行采样、分析或其他测量工作,以说明从核设施排到外环境中的放射性物流的特征。

2.4 计划外释放

除了计划内排放之外的一切释放,包括事故释放。

2.5 计划内排放

在核设施的工艺流程图中已标明的排放,或由主管部门计划安排的排放,其大致的活度(或比活度)、成分以及排放时间都是预知的。

2.6 采样

是在一定时间内,用代表性取样方法从流出物中获得与时间成正比的一定量样品。

2.7 就地测量

在现场对流出物或其样品进行物理测定或化学分析,可迅速得出结果。

2.8 实验室测量

将采得的样品运回实验室,经过一定的物理或化学处理之后,再行测定或分析。

2.9 总排出口

在核设施内,流出物的所有排放管道汇集在一起形成总管,该总管与环境的交接点,称为总排出口。

2.10 主管当局

国务院为了与辐射防护和核安全有关的特定目的而任命或认可的政府部门或机构。

2.11 管理限值

国家环境保护局 1989-03-16 批准

1990-01-01 实施

由国家监督部门颁发的有关标准中规定的流出物中放射性成分的数量限值。

2.12 运行限值

为了确保达到管理限值的要求。由运行单位自行制订的流出物中放射性成分的数量限值。

2.13 准确性

用准确度衡量。是测量结果中系统误差与随机误差的综合,表示测量结果与真值的一致程度。

2.14 总活度测量

不区分流出物中核素的测量,包括总 α 、总 β 或总 γ 活度的测量。

2.15 特定放射性核素测定

用放化分离的方法或用能谱分析的方法或其他方法,测定流出物或其样品中若干核素的放射性活度。

3 流出物监测的目的和计划

3.1 流出物监测的目的

3.1.1 判明本设施流出物中的放射性物质的数量,以便与管理限值或运行限值进行比较。

3.1.2 为应用适当的环境模式评价环境质量、估算公众所受的剂量提供源项数据和资料。

3.1.3 为判明设施的运行以及放射性废物的处理和装置的工作是否正常有效提供数据和资料。

3.1.4 使公众确信核设施的放射性释放确实受到严格的控制。

3.1.5 迅速发现和鉴定计划外释放的性质(种类)及其规模。

3.1.6 给出是否需要启动警报系统或应急警报系统的信息。

3.2 流出物监测的计划

3.2.1 编制原则

凡有流出物监测任务的单位,都应当按最优化的原则编制流出物监测计划,并报上级主管部门和监督部门备案。必要时应附上说明材料。

3.2.2 总的要求

3.2.2.1 监测计划应满足本规定 3.1 条阐述的目的。

3.2.2.2 在制订监测计划时,要特别注意各类核设施的特点和发生计划外释放的可能性。

3.2.2.3 在监测计划中,应把预计或可能有放射性污染的所有流出物都置于常规监测之下。

3.2.2.4 要合理选择监测点的位置,使该点的监测结果能够代表实际的排放。监测点应设在核设施内、废物处理系统或控制装置的下游,同时考虑易接近性和可行性。

3.2.2.5 要合理确定取样和测量频率以及要监测的核素种类。要监测的核素种类不得少于有管理限值、本设施有可能排放的核素种类数。

3.2.2.6 在一个核设施内部,任何排放点,如果根据该设施的设计指标并经过一段时间的监测之后,确认具备下列条件之一者,并在获得主管部门和监督部门的同意后,可免于监测:

a. 与执行的标准比较,仅有数量很小或浓度很低的放射性物质释放出来。

b. 在该设施的流出物总量中所占的份额很小。

3.2.2.7 为了合理地评价监测结果,除了放射性监测之外,还应根据需要测量其他有关的物理和化学参数(例如流出物的化学成分、粒度分布、排风流量、污水流量、烟囱和取样管道内的温度和湿度。对于大型的核设施,还要测定排放口的风向、风速以及其他有关的气象资料)。

3.2.2.8 用于常规监测的仪表应有足够宽的量程,以适应计划外释放的监测。用于关键释放点的监测仪表,必须考虑冗余技术。

3.2.2.9 核设施的运行单位,应根据本设施的需要,或根据主管部门和监督部门的要求,进行特定核素的分析和测定。

3.2.2.10 在下列情况下,并在得到主管部门的同意和监督部门的认可后,可只进行总活度测量:

a. 流出物中的核素种类及比份已清楚且基本固定。

b. 流出物的放射性活度或比活度确实很低(低于管理限值的百分之一或更低),以致不可能或不必要进行特定核素的测定,但又必须证实放射性水平很低时。

3.2.2.11 应分别绘制气载流出物和液态流出物的监测系统流程图。图中要标出取样点和测量点,并用不同的符号区分取样和测量方式。当系统比较复杂时,应用表格的形式说明各取样点和监测点所承担的测量任务和测量方法。对取样点应说明取样目的、方式、地点、取样频率以及要进行的测量。对于测量点要说明测量任务、测量技术要求,特别是测量方式、与测量有关的屏蔽、校正、检出限和测量可靠性等。

3.2.3 气载流出物监测计划

3.2.3.1 应在分析通风系统或排气系统的流程图的基础上制订监测计划。应在上述流程图中标明有关流量、压差、温度、湿度和流速等资料,以据此选择合适的监测点。

3.2.3.2 最佳取样和测量频率及所需的附加资料,由流出物的排放方式、排放率以及所排放的放射性物质的特性及其随时间的变化决定。

3.2.3.3 当出现计划外释放的可能性较大时,监测计划中应有安装报警装置的要求,还应包括有关气象参数的测量,如风速和风向、温度梯度等。

3.2.3.4 各类核设施气载流出物监测计划应注意下述特殊问题:

a. 核电站和其他动力堆的典型监测系统应包括惰性气体的连续测量, ^{131}I 和放射性气溶胶的连续取样及其实验室定期测量。

b. 核电站除了要对其运行许可证上规定的放射性核素的混合物和特定核素进行常规监测以外,每季度还应进行一次所有放射性核素成分的详细分析。

c. 对于核燃料后处理厂,在正常运行情况下,只需连续测量烟囱内的 ^{85}Kr 和 ^{131}I 。对于连续取样获得的样品,还应在实验室室内定期测量 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 、 ^{131}I 、锕系元素和其他发射 β 或 γ 射线的微粒。

d. 对于铀加工厂和钍加工厂,主要是监测流出物中的 α 放射性核素,监测的重点应放在气溶胶的连续取样系统上。

e. 对于研究性反应堆,在正常运行条件下,对监测系统的要求与一般动力堆相同。但由于反应堆的特定类型和所进行的实验种类不同,可能的事故释放范围较宽,则要相应地对取样和测量设备给予特殊的考虑。

f. 对于放射化学实验室,监测计划随实验室内所操作的放射性核素而异。对处理辐照核燃料的大热室,要监测流出物中的惰性气体;某些专门的实验室,要监测流出物中的 ^{14}C 、氟化水蒸气,对这类实验室的气载流出物,要连续取样,监测放射性卤素元素和放射性气溶胶。对于生产放射性同位素的实验室和冶金检验的热室,要对其烟囱进行连续取样和定期测量,或进行连续测量。

g. 有可能产生放射性气溶胶的粒子加速器,应进行气溶胶的定期取样和测量;若使用氟靶,应增加氟的取样和测量。

3.2.4 液态流出物的监测计划

3.2.4.1 应在分析液态流出物的工艺流程图的基础上制订监测计划,合理地设置监测点或采样点。流程图中应标出与此有关的资料,包括废水罐或废水池的容积,拟排废液的物化特性,设计的产生率和排放率等。

3.2.4.2 分别收集不同放射性水平和化学特性废液的中间贮存设备,在排放前要执行预定的监测程序,包括符合要求的采样和测量放射性活度。需要进行的测量类型和内容,取决于排放限值(运行限值或管理限值)的规定和拟要排放的核素种类和活度。

3.2.4.3 若符合3.2.2.10的条件,可以在只测定总活度后实施排放。除此之外,只有紧急或其他特殊情况下,才允许在测量了总活度后就实施排放,但要保留样品,而后完成特定核素的分析测定,以资报告。

3.2.4.4 一个核设施有大量的放射性废液要连续排入接纳水体时,应在每一排放管道上都设立监测

点;若有总排出口,还必须在总排出口设立最终监测点。在以上各监测点连续或定期采集正比于排放体积的样品,并对其放射性成分定期进行实验室分析。当放射性废液的比活度很低(低于运行限值的十分之一)时,可以定期采样代替连续采样。

3.2.4.5 一个核设施的液态废物发生计划外释放的可能性大时,或者其中含有关键核素时,要在排放管道内或总排出口设置连续监测装置,该装置应具有报警和自动终止释放的功能。

3.2.4.6 各类核设施液态流出物监测的计划应注意下述特殊问题:

a. 核电站和其他动力堆必须连续地或定期地分析和测量流出物中 ^3H 、 ^{58}Co 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等运行许可证上规定的核素的浓度和总量,每季度应做一次所有放射性核素成分的全分析。

b. 核燃料后处理厂必须连续或定期地分析和测量液态流出物中 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{103}Ru 、 ^{106}Ru 、 ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 ^{238}U 、 ^{239}Pu 等核素的浓度和总量。每季度应做一次所有放射性核素的全分析。

c. 对于铀、钚加工厂和铀、钍冶炼厂,主要是监测流出物中的 α 放射性核素以及根据所操作的物料确定应监测的其他核素,如 ^{210}Pb 等。

d. 对于研究性反应堆,由于反应堆的特定类型和所进行的实验种类不同,要监测的核素应有所不同,监测计划应充分反映这些特点。

e. 对于放射化学实验室,液态流出物中的放射性核素种类是随实验内容而变的,监测计划应充分反映这一特点。

f. 各种粒子加速器、放射性同位素分离工厂的液态流出物中所包含的核素种类也是随设施而异的。在制订监测计划时,应分清主次,突出重点。

4 采样和测量技术

4.1 采样方式

4.1.1 当流出物中的放射性核素浓度和(或)其排放速率变化范围很大(排放流量的变化范围在 $\pm 50\%$ ~ $\pm 100\%$ 甚至更大)时,或当出现计划外释放的可能性较大或预计计划外的释放会带来较严重的环境或社会危害时,应当采用连续和比例采样。

4.1.2 当流出物中所有的放射性核素浓度相对恒定,并且不会发生异常变化时,可采用定期采样。

4.1.3 对于连续排放和间歇排放,都应当根据4.1.1和4.1.2的规定,决定是采用连续采样或者定期采样。

4.1.4 当核设施在运行中出现异常情况以致发生计划外释放时,应及时安排专门采样。

4.2 采样技术

4.2.1 采样技术应满足以下要求:

4.2.1.1 及时性:必须在所要求的时刻或时间间隔内取得足量的样品。

4.2.1.2 代表性:应确保样品的成分中包含流出物中的全部放射性核素,除了为满足测量技术的要求而进行的浓集或稀释以外(在这种情况下,浓集或稀释因子是预知的或者是可以计算的),不产生附加的稀释或浓集效应。

4.2.2 原则上,凡是能满足4.2.1要求的采样技术均可采用,但应尽量采用标准的采样技术。暂时没有标准的采样技术或因为其他原因而需要采用非标准的采样技术时,必须预先得到主管部门和监督部门的批准或同意。

4.2.3 对于气载流出物,应采用的采样技术按有关规定执行。

4.2.4 对于液态流出物,间歇排放时,应在废水罐中的废液得到充分搅拌后再采样。连续排放时,若流速变化大,应采用正比采样;若流速相当恒定,可进行定期采样。

4.2.5 对于常规监测,为了减少因估价释放放射性废物的后果所需要的详细测量的工作量,可以将单个的代表性样品的一部分或全部混合成混合样品。

4.2.6 在任何监测点范围内选择采样点时,在保证采样代表性(整体的代表性或局部的代表性)的同

时,要考虑可接近性和可行性。

4.3 测量方式

4.3.1 流出物监测的测量有两种方式:直接测量和采样后的就地测量或实验室测量。这两种方式可单独使用,必要时还可同时使用,以便相互验证或补充。究竟采用哪种测量方式,由对数据的准确度的要求或由测量的技术发展水平决定。

4.4 测量技术

4.4.1 测量技术应满足管理限值或运行限值提出的要求。

4.4.2 应尽可能采用标准的测量技术。暂时没有标准的测量技术而需要采用非标准的测量技术时,必须用书面向主管部门和监督部门报告,在得到认可后方可采用。

4.4.3 在与 4.1.1 所述相同的条件下,用直接测量的方式进行监测时,应采用连续测量。凡用于连续测量的装置,其最低可探测限应达到或小于运行限值的百分之一,其量程的宽度应能满足计划外释放的测量要求,必要时应安装具有几个触发阈值的连锁报警装置。

4.4.4 在关键的排放点,为了在常规监测之外还能可靠地监测事故释放,要安装两套互相独立的监测装置。其中的一套用于常规监测,另一套用于事故监测。用于事故监测的装置,要求测量范围大(例如采用灵敏度较低的或带屏蔽的探测器)并附有报警装置。

4.4.5 实验室测量是对流出物中的放射性核素进行全分析的可靠方法,应尽可能减小或消除干扰因素,制备浓缩的适于测量的样品,以达到比直接测量或就地测量所能达到的灵敏度更高的灵敏度。

4.5 质量保证

流出物的采样和测量应执行 GB 11216《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》中的有关规定。

5 监测结果的记录、报告和存档

5.1 监测结果的记录

5.1.1 核设施流出物的监测部门应根据本规定的要求制订统一格式的记录表格。

5.1.2 应将记录的原始数据进行适当的数据处理包括统计分析和单位换算,使之满足报告书的要求。

5.1.3 监测结果应记录以下内容:核设施的名称,流出物的类型和来源,排放点(或释放点),测量和采样点,排放的核素种类(或混合物),排放时间,排放延续时间,排放流速,采样时间,采样延续时间,采样体积,在采样期间流出物的总体积,测量时间,测量结果(包括误差)。

5.1.4 对关键排放点还要记录:接纳水体的流速(对于液态流出物),排放高度(对气载流出物),气象数据(包括风向、风速大气稳定度、降水量)。

5.1.5 实行间歇或分批排放时,每批都要记录 5.1.3 和 5.1.4 要求的资料。

5.1.6 对于计划外释放,除了记录 5.1.3 与 5.1.4 要求的内容(释放时间从监测发现计划外释放的时刻算起,或者由此合理推定的某一时刻算起)以外,还要扼要记录计划外释放的原因。

5.1.7 每一监测项目的负责人应在监测结果上签字,以示负责。

5.2 监测结果的报告

5.2.1 应按本规定的要求向主管部门和监督部门提交监测结果报告书。

5.2.2 监测结果报告书的内容与格式应满足以下要求:

5.2.2.1 带适当图示和解释资料的总结性说明,以表示在本报告包括的时间内有什么不同的特点或事件发生及其后果。要用规范的术语,内容简单扼要。

5.2.2.2 监测系统流程图,如果此图是在原图上做了修改后的新图,应另附修改说明。

5.2.2.3 流出物监测结果数据表。数据表的格式适合计算机存贮。表格采用本规定附录 A 的统一格式。

5.2.2.4 报告书还应有以下的附加说明:

- a. 关于所用的监测方法、该方法的最低探测限和测量结果总误差的简要说明。
- b. 在只测量流出物的总 α 、总 β 和总 γ 活度时,说明假定的核素混合物组成及其依据。

5.2.3 报告的时间:

5.2.3.1 常规监测报告书,对于一般核设施,每半年提交一次。

5.2.3.2 对于排放的放射性物质数量较大或活度较高的那些核设施(由主管部门会同监督部门核定),常规监测报告书每季度提交一次。

5.2.3.3 在发生严重的计划外释放事件时,应及时报告释放时间、释放量和监测结果。报告的时间不可迟于从监测发现计划外释放时算起的 48 h,若该事件已构成事故,则应执行国家有关事故报告的规定。

5.3 监测结果的存档和保存时间

5.3.1 监测结果的原始记录应在核设施的监测部门存档。

5.3.2 监测结果报告书的原件应在核设施运行单位存档。

5.3.3 监测结果(包括原始记录和报告书原件)至少要保存到该设施退役后的十年。要永久保存的文件种类由主管部门会同监督部门核定。

附 录 A
核设施流出物监测结果报告表
 (补充件)

核设施名称: 监测部门: 时间范围: 负责人:

表 A1 气载流出物——总排放量

	单 位	季 度	季 度	估计的总误差, %
1. 裂片和活化气体				
a. 总排放量	Bq			
b. 本段时间的平均排放率	Bq/s			
c. 占管理限值的百分比	%			
2. 碘				
a. ^{131}I 的总排放量	Bq			
b. 本段时间的平均排放率	Bq/s			
c. 占管理限值的百分比	%			
3. 微粒				
a. 半衰期 $>8\text{d}$ 的微粒	Bq			
b. 本段时间的平均排放率	Bq/s			
c. 占管理限值的百分比	%			
d. 总 α 放射性	Bq			
4. 氡				
a. 总排放量	Bq			
b. 本段时间的平均排放率	Bq/s			
c. 占管理限值的百分比	%			

表 A2 气载流出物——高架释放 连续方式： 分批方式：

释放的核素	单 位	季 度	季 度	季 度	季 度
1. 裂片气体					
⁸⁵ Kr	Bq				
^{86m} Kr					
⁸⁷ Kr					
⁸⁸ Kr					
¹³³ Xe					
^{135m} Xe					
¹³⁵ Xe					
^{133m} Xe					
其他(规定的)					
性质不明的					
本段时间总计					
2. 碘					
¹³¹ I	Bq				
¹³³ I					
¹³⁵ I					
本段时间总计					
3. 微粒					
⁸⁹ Sr	Bq				
⁹⁰ Sr					
¹³⁴ Cs					
¹³⁷ Cs					
¹⁴⁰ Ba- ¹⁴⁰ La					
其他(规定的)					
性质不明的					
本段时间总计					

表 A3 气载流出物——地面释放 连续方式： 分批方式：

释放的核素	单 位	季 度	季 度	季 度	季 度
1. 裂片气体					
^{85}Kr	Bq				
$^{85\text{m}}\text{Kr}$					
^{87}Kr					
^{88}Kr					
^{133}Xe					
$^{135\text{m}}\text{Xe}$					
^{135}Xe					
$^{133\text{m}}\text{Xe}$					
其他(规定的)					
性质不明的					
本段时间总计					
2. 碘					
^{131}I	Bq				
^{133}I					
^{135}I					
本段时间总计					
3. 微粒					
^{89}Sr	Bq				
^{90}Sr					
^{134}Cs					
^{137}Cs					
^{140}Ba - ^{140}La					
其他(规定的)					
性质不明的					
本段时间总计					

表 A4 液态流出物——总排放量

	单 位	季 度	季 度	估计的总误差, %
1. 裂变产物和活化产物				
a. 总排放量(不包括氦、气体、 α)	Bq			
b. 本段时间稀释后的平均浓度	Bq/L			
c. 占管理限值的百分比	%			

续表 A4

	单 位	季 度	季 度	估计的总误差, %
2. 氚				
a. 总排放量	Bq			
b. 本段时间稀释后的平均浓度	Bq/L			
c. 占管理限值的百分比	%			
3. 溶解的和带走的气体				
a. 总排放量	Bq			
b. 本段时间稀释后的平均浓度	Bq/L			
c. 占管理限值的百分比	%			
4. 总 α 放射性				
a. 总排放量	Bq			
b. 所排放的废物的体积(稀释前)	L			
c. 本段时间所用稀释水的体积	L			

表 A5 液态流出物

连续方式: 间歇方式:

排放的核素	单 位	季 度	季 度	季 度	季 度
^{89}Sr	Bq				
^{90}Sr					
^{134}Cs					
^{137}Cs					
^{131}I					
^{58}Co					
^{60}Co					
^{59}Fe					
^{65}Zn					
^{54}Mn					
^{51}Cr					
$^{95}\text{Zr}-^{95}\text{Nb}$					
^{99}Mo					
$^{99\text{m}}\text{Tc}$					
$^{140}\text{Ba}-^{140}\text{La}$					
^{141}Ce					

续表 A5

排放的核素	单 位	季 度	季 度	季 度	季 度
其他(规定的)	Bq				
性质不明的					
本段时间的总计(上述核素)	Bq				
^{133}Xe	Bq				
^{135}Xe					

附加说明:

本标准由国家环境保护局和核工业部提出。

本标准由中国原子能科学研究院负责起草。

本标准主要起草人金家齐、宋书绶、王化民。

本标准由国家环境保护局负责解释。