

附件 2

ICS
CCS



中华人民共和国国家标准

GB 11215—20□□

核燃料循环前段设施环境辐射防护规定

Regulations on environmental radiation protection for front-end facilities of
nuclear fuel cycle

（征求意见稿）

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□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 辐射防护和化学污染防治总体要求	2
5 场址选择一般要求	3
6 运行状态下的辐射防护和化学污染防治要求	3
7 事故情况下辐射防护和生态环境风险防控要求	4
8 流出物排放管理和流出物及化学污染物监测	4
9 生态环境监测	5
10 放射性固体废物管理	5
11 退役	6

前 言

为贯彻《中华人民共和国生态环境法典》，防治生态环境污染，保障公众健康和改善生态环境质量，落实高质量发展和高水平保护的要求，制定本标准。

本标准规定了核燃料循环前段设施在场址选择、设计、运行、退役等活动中应遵循的环境辐射防护和化学污染防治等要求。

本标准首次发布于 1989 年，本次为第 1 次修订。

本次修订的主要内容：

- 调整标准名称为《核燃料循环前段设施环境辐射防护规定》；
- 修改了部分术语及其定义。增加“核燃料循环前段设施”“流出物”“大气毒性终点浓度”“槽式排放口”等相关定义。删除了原标准中有关环境质量评价的术语定义；
- 调整了标准适用范围和规定的内容，标准适用范围由核燃料循环系统各单位等调整为核燃料循环前段设施；标准规定的内容由“核辐射环境质量评价相关原则和规定”调整为“核燃料循环前段设施环境辐射防护和化学污染防治相关规定”；
- 将原标准中有关环境质量评价的剂量基本标准修改为核燃料循环前段设施环境辐射防护要求，并调整了相关数值；
- 在环境辐射防护和化学污染防治相关规定中增加了“辐射防护和化学污染防治总体要求”“场址选择一般要求”“运行状态下的辐射防护和化学污染防治要求”“事故情况下辐射防护和生态环境风险防控要求”“流出物排放管理和流出物及化学污染物监测”“生态环境监测”“放射性固体废物管理”“退役”等相关要求；
- 取消了原核辐射环境质量评价中关于“评价范围与评价子区”“源项”“环境监测”“剂量评价”“评价结论和建议”等内容；
- 取消了“辐射环境质量评价工作的管理”等管理性内容。

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。

本标准起草单位：生态环境部核与辐射安全中心。

本标准生态环境部 202□年□□月□□日批准。

本标准自 202□年□□月□□起实施。自本标准实施之日起，《核辐射环境质量评价一般规定》（GB 11215—1989）废止。

本标准由生态环境部解释。

核燃料循环前段设施环境辐射防护规定

1 适用范围

本标准规定了核燃料循环前段设施选址、设计、运行、退役等活动中应遵循的环境辐射防护和化学污染防治要求等。

本标准适用于铀纯化、铀转化、铀浓缩、元件制造及配套设施。不适用于回收铀和钚燃料循环前段设施及铀钚混合氧化物燃料（Mixed Oxide Fuel, MOX）元件制造设施。

核燃料循环前段科研项目或核活动等可参照本标准执行。

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。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 8999 电离辐射监测质量保证通用要求
- GB 11217 核设施流出物监测的一般规定
- GB 14500 放射性废物管理规定
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- 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
- HJ 169 建设项目环境风险评价技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

核燃料循环前段设施 front-end nuclear fuel cycle facilities

核燃料循环前段设施是指铀转化、铀浓缩和元件制造设施及配套设施。

3.2

流出物 effluents

排入环境并可在环境中得到稀释和弥散的含放射性核素的气态流或液态流。

3.3

设计基准事故 design basis accident

按照确定的设计准则和保守方法学设计设施时加以防范的导致事故工况的假想事故。出现这种工况时，放射性物质的释放被保持在可接受限值以内。

3.4

设计扩展工况 design extension conditions

不在设计基准事故考虑范围但在设施设计过程中根据最佳估计方法学加以考虑的假想事故工况。出现这种工况时，放射性物质的释放被保持在可接受限值以内。

3.5

危险物质 hazardous substance

具有易燃易爆、有毒有害等特性，会对环境造成危害的物质。

3.6

大气毒性终点浓度 air toxic endpoint

人员短期暴露可能会导致出现健康影响或死亡的大气污染物浓度，用于判断周边环境风险影响程度。

3.7

槽式排放口 discharge point of removal system

核燃料循环设施液态流出物排放槽的出口。

3.8

外排口监测点位 emission site

指用于监测排污单位通过排放口向环境排放废气、废水（包括向公共污水处理系统排放废水）污染物状况的监测点位。

4 辐射防护和化学污染防治总体要求

4.1 核燃料循环前段设施所有可能导致公众辐射照射的实践活动均应符合实践的正当性原则。

4.2 在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均应保持在可合理达到的尽量低水平。

4.3 剂量约束值和潜在照射危险限制，应满足 GB 18871 的相关规定。

4.4 核燃料循环前段设施设计上应考虑包容等方法防止放射性扩散。

4.5 核燃料循环前段设施设计应优先采用自动化、智能化技术方案，降低生态环境影响和风险。

4.6 核燃料循环前段设施应采取一切可合理达到的措施对放射性废物实施管理，减少废物产生和排放，实现废物最小化。

4.7 核燃料循环前段设施产生的放射性废液应尽可能地回收其中铀，应最大程度实现废液循环利用，不能复用的根据去向采取有效处理措施后满足排放控制要求。

4.8 核燃料循环前段设施流出物监测要覆盖设施运行的所有时段、全部重要活动以及关键核素。针对核燃料循环前段多设施场址，应统筹考虑场址的流出物监测、生态环境监测和应急管理。

4.9 核燃料循环前段设施营运单位不仅要考虑铀的辐射危害，还需考虑其化学毒性，并采取有效处理措施和风险防控措施，减少其化学毒性对周边公众和生态环境的影响。

4.10 核燃料循环前段设施产生的化学污染物排放应满足国家和地方相关法规标准的要求。

5 场址选择一般要求

5.1 核燃料循环前段设施的选址应避开饮用水水源保护区、自然保护区和风景名胜区，并符合场址所在区域的国土空间规划和生态环境分区管控等要求。涉及生态保护红线和生态环境敏感区的，应重点从生态环境制约因素、生态环境影响程度等方面进行适宜性论证。

5.2 在评价核燃料循环前段设施场址的适宜性时，应综合考虑场址所在区域的地质、地震、水文、气象、交通运输、土地和水的利用、场址周围人口密度及分布等场址周围的生态环境特征，应考虑场址所在区域内可能发生的自然的或人为的外部事件对该设施安全的影响，应充分论证流出物排放、化学污染物排放、事故工况下的放射性物质释放和危险化学品的生态环境风险对生态环境和公众的影响。

5.3 核燃料循环前段设施新场址选择事故评价应选取释放源项最大、采用最不利气象条件评价后在场址边界处均满足事故剂量控制值和化学毒性的要求。

5.4 核燃料循环前段设施选址应充分考虑场址设施发展规划，周边生态环境特征及未来发展等因素，尽量建在人口密度相对较低、离大城市较远的地点。

5.5 核燃料循环前段设施液态流出物排放口的具体位置和排放方式应根据下游取水和放射性核素排放等因素的影响进行充分的论证，并应避开集中式取水口及重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等生态环境敏感区。

6 运行状态下的辐射防护和化学污染防治要求

6.1 任何场址所有核燃料循环前段设施正常运行向生态环境释放的放射性核素对公众中任何个人造成的年有效剂量不得超过 0.2 mSv。

6.2 核燃料循环前段设施气载流出物和液态流出物归一化年排放量控制值见表 1。营运单位申请的流出物排放量归一化水平不应高于表 1。

表 1 核燃料循环前段设施流出物总铀¹⁾ 排放量控制值

流出物类型	铀转化设施 (Bq/100tU ²⁾)	铀浓缩设施 (Bq/100tSWU ³⁾)	元件制造设施 (Bq/100tU ²⁾)	
			干法	湿法
气载流出物	1.0×10^8	3.0×10^7	1.0×10^8	2.0×10^8
液态流出物	1.0×10^7	\	8.0×10^6	2.5×10^7

注 1：表中铀转化设施总铀排放量控制值按天然铀计，铀浓缩设施和铀元件制造设施总铀排放量控制值按 5%丰度铀计，如操作大于 5%丰度铀，按照丰度对放射性控制值进行修正。

注 2：100t (U) 指 100 吨金属铀。

注 3：100tSWU 指 100 吨分离功。

6.3 同一场址规模化建设多个核燃料循环前段设施的，应充分结合工艺设计、设施布局、资源循环利用、系统运行管理等方面，进一步优化流出物排放量。

6.4 液态流出物中铀-235 丰度小于等于 5%时，对于受纳水体为河流、海洋以及排往天然蒸发池的核燃料循环前段设施，其槽式排放口处总铀浓度不应超过 50 μ g/L。受纳水体为蒸发池的应定期清理蒸发池底泥。

6.5 液态流出物中铀-235 丰度大于 5%时，6.4 节中液态流出物中铀浓度控制应按照同等放射性活度浓度确定液态流出物中的铀质量浓度。

6.6 对于需通过管网排往其他污水处理设施进一步处理排放的，除槽式排放口液态流出物

中总铀浓度满足 6.4 节要求外，还应确保在排往其他污水处理设施的外排口监测点位处总 α $\leq 1\text{Bq/L}$ ，其他水污染物指标应满足污水处理设施的接收要求。

6.7 对于建设项目所在场址属于重点污染物排放总量控制地区的，在运行前应取得项目排放重点污染物相应的总量指标。

6.8 核燃料循环前段设施排放大气污染物中的氟化物、氮氧化物应满足 GB 16297 相关要求，氨的排放应满足 GB 14554 的相关要求；水污染物中的氟化物、氨氮的排放应满足 GB 8978 排放浓度的规定。其他污染物排放控制根据国家或地方污染物排放（控制）标准、生态环境影响评价文件及其批复明确要求的指标执行。排入天然蒸发池的废水除全盐量外其余相关指标执行 GB 8978 的一级标准。

7 事故情况下辐射防护和生态环境风险防控要求

7.1 核燃料循环前段设施设计过程中必须进行全面的分析，对存在放射性物质大量释放或早期释放可能性的设施进行设计扩展工况分析。

7.2 按照设施类型，事故情况下的释放所致生态环境影响按照附录 A 所列事故类别开展评价。

7.3 事故后果评价时，应考虑保守大气弥散条件和烟云浸没外照射、吸入内照射途径。场址边界处和最大落地点处公众中任何个人在整个事故持续时间内通过上述途径所接受的有效剂量应小于 10 mSv ，甲状腺当量剂量应小于 50 mSv 。

7.4 核燃料循环前段设施事故时释放的六氟化铀、氟化铀酰、氟化氢等危险物质在场址边界处和环境敏感点处的毒性终点浓度按照附录 B 执行。并根据生态环境影响途径、周围生态环境特征，结合附录 B 中大气毒性终点浓度水平，分析应采取的风险防范措施和应急措施。

7.5 核燃料循环前段设施涉及危险物质的生态环境风险评估按照 HJ 169 相关要求开展评价。

7.6 核燃料循环前段设施营运单位应根据事故评价及生态环境风险评价结果，制订相应的场内核事故应急预案和危险化学品事故应急预案，做好应急准备。

8 流出物排放管理和流出物及化学污染物监测

8.1 核燃料循环前段设施营运单位应根据 6.2 条款要求，分别申请气载流出物和液态流出物总铀年排放总量，并按照批准的铀年排放总量实施流出物排放总量控制。发生排放异常时，应迅速查明原因，采取有效的改进措施。

8.2 核燃料循环前段设施营运单位应根据场址生态环境特征变化，放射性废物处理工艺技术水平，同类设施的运行经验反馈，遵循可合理达到尽量低的原则，定期开展优化并申请调整流出物排放总量。

8.3 受纳水体为季节性河流的，应明确特殊时段（如枯水期等）流出物排放控制措施，确保排放的液态流出物在受纳水体中得到充分的稀释和弥散。

8.4 核燃料循环前段设施营运单位应制定流出物和化学污染物监测计划，确定分析对象、采样位置、采样或分析频次、分析方法、探测限及排放流量（或体积）测量的内容。监测计划应根据经验反馈、监测技术进步及时调整和定期优化。

8.5 对于多条生产线共用排放烟囱的情况，应对每条生产线进入排放烟囱前的流出物分别监测，并同时烟囱排放气载流出物情况开展在线监测或取样监测。气载流出物在线监测项目为总 α ，取样监测项目为总铀。通常情况下，气载流出物的取样应为连续取样，当气载流

出物中放射性核素浓度相对恒定，且不会发生异常变化时，可采用定期取样。

8.6 对铀浓缩设施和元件制造设施应定期开展流出物中铀同位素监测。

8.7 核燃料循环前段设施流出物监测计划、采样和测量应执行 GB 11217 和 HJ 61 相关规定，有关监测质量保证要求应符合 GB 8999 相关规定。

8.8 所有取样监测的样品应及时监测分析。

8.9 核燃料循环前段设施排放的氟化物、氮氧化物以及氨氮等化学污染物的监测应按照国家或地方污染物排放（控制）标准、生态环境影响评价文件及其批复要求开展，对于重点污染物应采取在线连续监测。

9 生态环境监测

9.1 辐射环境本底调查和现状调查的内容一般包括：环境辐射剂量率、环境介质中铀及同位素的活度浓度、总 α 和总 β 活度浓度。核燃料循环前段设施运行前，至少应获得最近连续一年的调查数据，后续建设项目运行前应获得最近一年的辐射环境现状调查数据。

9.2 环境辐射剂量率通常采用即时测量和累积剂量的方式开展，也可采用连续测量的方式进行，调查范围的半径一般取 20 km。环境介质调查范围的半径一般取 10 km。

9.3 核燃料循环前段设施营运单位应制定运行期间的辐射环境监测计划。辐射环境监测计划应根据环境监测的经验反馈和技术进步、周围生态环境条件变化，及时调整和定期优化，满足 4.6 节相关要求。

9.4 辐射环境监测计划和应急监测其他相关内容的制定参照 HJ 61 相关规定执行，监测质量保证应符合 GB 8999 相关规定。

9.5 核燃料循环前段设施营运单位在生态环境监测中应针对排放的化学污染物按照法规标准要求开展相应监测。

10 放射性固体废物管理

10.1 核燃料循环前段设施的设计应考虑运行经验反馈，采用安全、先进的生产工艺和设备，合理选择和利用原材料，严格分类收集放射性废物，尽可能实施废物的循环利用，尽量减少放射性固体废物的产生量。

10.2 设计废物处理设施时，应选用处理效果好、二次废物少、操作和维修简便的方案，并尽可能使废物的组成简单并易于处理处置。

10.3 核燃料循环前段设施营运单位应在运行前制定放射性废物管理大纲。放射性固体废物管理范围应涵盖放射性固体废物产生、收集、预处理、处理、整备、贮存和运输等各个环节，并在运行期间定期优化，确保其符合放射性废物处置前管理的相关要求。具体要求应满足 GB 14500 相关规定。

10.4 核燃料循环前段设施营运单位应在厂区内设置放射性固体废物暂存库，放射性固体废物暂存库的库容应与固体废物的产生量及暂存时间相适应。整备后废物应满足相应类型废物处置设施的接收要求，并及时转运到处置场。

10.5 核燃料循环前段设施产生的有机废液、混合废物应采取安全、可靠、二次废物少的处理工艺，处置前应确保安全暂存。

10.6 核燃料循环前段设施产生的含铀废金属，满足解控要求的解控处理，不能解控的金属尽可能在核工业内循环再利用。

10.7 核燃料循环前段设施产生的氟化钙渣，满足解控要求的解控处理。产生的含铀氢氟酸应进行解控，在相关行业内循环利用。

11 退役

- 11.1 核燃料循环前段设施设计时，应考虑未来便于实施退役的要求。
- 11.2 在核燃料循环前段设施整个寿期内，营运单位应当考虑退役方面的需要，应记录和保留所有活动中获得的关于受污染的建（构）筑物、系统和设备的经验和文件。
- 11.3 在退役过程和退役后，营运单位应开展辐射防护、废物管理、生态环境监测工作。

附录 A
(资料性附录)
设计扩展工况及源项 (U-235 丰度在 5%及以下)

表 A.1 核燃料循环前段设施设计扩展工况及评价源项

设施类型	设计扩展工况类型	推荐释放源项
铀纯化设施和铀转化设施	大量六氟化铀泄漏事故	9.73E+09Bq
	还原流化床爆炸事故	4.19E+08Bq
铀浓缩设施	大量六氟化铀泄漏事故	3.40E+08Bq
	临界事故	1E+18 次
铀燃料元件加工制造设施	大量六氟化铀泄漏事故	5.15E+09Bq
	烧结炉氢气爆炸事故	3.73E+07Bq
	临界事故	3E+18 次

附录 B
(资料性附录)
大气毒性终点浓度值

表 B.1 大气毒性终点浓度值

物质名称	大气毒性终点浓度-1 (mg/m^3)	大气毒性终点浓度-2 (mg/m^3)
UO_2F_2	26	4.3
UF_6	36	9.6
HF	36	20
注：大气毒性终点浓度-1级为当大气中危险物质浓度低于该限值时，绝大多数人员暴露1h不会对生命造成威胁，当超过该限值时，有可能对人群造成生命威胁；大气毒性终点浓度-2级为当大气中危险物质浓度低于该限值时，暴露1h一般不会对人体造成不可逆的伤害，或出现的症状一般不会损伤该个体采取有效防护措施的能力。		