

附件

民用核燃料循环设施分类原则与 基本安全要求（试行）

目 录

1 引言.....	5
1.1 目的.....	5
1.2 范围.....	5
2 安全目标与纵深防御.....	5
2.1 安全目标.....	5
2.2 纵深防御.....	5
3 核燃料循环设施分类.....	6
4 基本安全要求.....	7
4.1 一般要求.....	7
4.2 各类设施的基本安全要求.....	8
5 已有设施的安全评价.....	10

1 引言

1.1 目的

1.1.1 本文件根据《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》规定了民用核燃料循环设施分类原则和各类民用核燃料循环设施的基本安全要求, 以实现 对民用核燃料循环设施的分类管理。

1.2 范围

1.2.1 本文件中民用核燃料循环设施包括铀纯化、铀转化、铀浓缩、核燃料 元件制造、乏燃料离堆贮存和乏燃料后处理等设施, 也包括核燃料循环研究和试 验设施以及放射性废物处理、贮存和处置设施等。

1.2.2 本文件规定的分类原则与基本安全要求适用于民用核燃料循环设施的 选址、设计、建造和运行。

2 安全目标与纵深防御

2.1 安全目标

2.1.1 核燃料循环设施安全总目标是建立并保持对电离辐射的有效防御, 以 保护人和环境免于电离辐射的危害。

2.1.2 辐射防护目标: 将核燃料循环设施内所有运行状态下的辐射照射, 以 及由该设施任何计划排放放射性物质引起的辐射照射, 保持在低于国家规定限值 并处于可合理达到的尽量低水平, 确保减轻事故的辐射后果。

2.1.3 技术安全目标: 采取一切合理可行的措施预防事故的发生, 并在一旦 发生事故时减轻其辐射后果和化学危害后果; 对于在设计中考虑过的所有可能事 故, 包括概率很低事故, 要以高可信度保证辐射后果和化学危害后果低于国家 规定限值且尽可能小, 并保证有严重辐射后果的事故发生的概率极低。

2.2 纵深防御

2.2.1 纵深防御应贯彻于核燃料循环设施安全有关的全部活动, 包括与组织、

人员行为或设计等有关方面，以保证这些活动均置于多重防御措施之下。即使有故障发生，它也将由适当措施予以探测、补偿或纠正。

2.2.2 设计应采用纵深防御，以提高多层次防御（固有特性、设备及规程）能力。为预防设施内部设备故障、人为失误以及外部事件引起的事件或事故可能对人员和环境产生的有害影响，应贯彻预防与缓解平衡的安全理念，以保证在防护失效的情况下，可以通过采取适当措施减轻事故后果，以保护人类和环境。

2.2.3 纵深防御通常分为五个层次。每一独立有效层次的防御都是纵深防御的基本组成部分。应确保与安全相关的活动能够纳入独立的纵深防御层次。

第一层次防御的目的是防止偏离正常运行及防止系统失效。

第二层次防御的目的是探测和纠正偏离正常运行状态。

第三层次防御的目的是将事故控制在设计基准范围内。

第四层次防御的目的是控制超设计基准事故，包括阻止事故的发展和缓解事故后果。

第五层次防御的目的是减轻放射性物质大量释放造成的放射性后果。

3 核燃料循环设施分类

3.1 核燃料循环设施根据放射性物质总量、形态和潜在事故风险或后果进行分类。按照合理、简化方法，核燃料循环设施分为如下四类：

一类：具有潜在厂外显著辐射风险或后果，如后处理设施、高放废液集中处理、贮存设施等；

二类：具有潜在厂内显著辐射风险或后果，并具有高度临界危害，如离堆乏燃料贮存设施和混合氧化物（MOX）元件制造设施等；

三类：具有潜在厂内显著辐射风险或后果，或具有临界危害，如铀浓缩设施、铀燃料元件制造设施、中低放废液集中处理、贮存设施等；

四类：仅具有厂房内辐射风险或后果，或具有常规工业风险，如天然铀纯化/转化设施、天然铀重水堆元件制造设施等。

具体分类见附表。

3.2 核燃料循环研究和试验设施种类多，规模和潜在事故辐射后果大小不同，应按照本文件 3.1 条规定的分类原则，针对每个设施的特点进行分析，确定设施类

别。如核燃料循环研究设施可根据其是否有临界危害划分为三类或四类设施。

3.3 固体废物处理贮存处置设施依照《放射性废物安全管理条例》进行分类管理。

4 基本安全要求

4.1 一般要求

4.1.1 核燃料循环设施的选址、设计、建造和运行应满足安全目标。对核燃料循环设施实行分类管理，安全要求应与分类相适应。

4.1.2 核燃料循环设施纵深防御层次及每一层纵深防御的程度（独立性、多样性和冗余性）应与设施的潜在危害相适应，具体措施可通过安全分析进行评价和确定。

4.1.3 核燃料循环设施设计应确定属于安全重要物项的所有建（构）筑物、系统和部件。安全重要物项依据其执行的安全功能和安全重要性分级，其设计、建造和维护应使其质量和可靠性与其分级相适应。

4.1.4 核燃料循环设施营运单位对设施全寿期内安全负有全面责任，应当建立并维持一套合格的、持续改进的组织管理体系，综合考虑安全、健康、环保、质量和经济等因素。应建立和保持适当的职责分明的安全管理机构，并配备称职的负责人和足够数量的合格工作人员。

4.1.5 核燃料循环设施营运单位应制定和有效地实施核燃料循环设施的质量保证大纲及执行程序，确保质量保证体系的有效运行。质量保证大纲应包括为使物项或服务达到规定质量所必需的活动，验证规定的质量是否已达到、客观证据是否已有效产生所必需的活动。

4.1.6 核燃料循环设施营运单位应明确承诺，构建自身的核安全保障机构，将良好的核安全文化融入生产和管理的各个环节；加大核安全文化的资源投入力度，定期对本单位的安全文化培育状况、工作进展及安全绩效进行自我评估，保证核安全文化建设在本单位得到有效落实。

4.1.7 核燃料循环设施厂址应避开地震高风险带、活动构造带，及伴随地震活动可能出现地表破裂和变形的危险区。核燃料循环设施营运单位应调查和评价极端外部事件（如洪水）及次生灾害对厂址安全和设施安全可能产生的影响，采取必要的安全防范措施。

4.1.8 核燃料循环设施营运单位应按照国家相关规定针对核燃料循环设施可能发生的事故预先制定应急计划。

4.1.9 核燃料循环设施营运单位应落实故障安全理念和双偶然原则，在设计中尽可能通过工程措施提高设施的固有安全性，并在运行中高度重视临界安全的行政管理，确保易裂变物质的操作、加工、处理和贮存的临界安全。在可能发生临界事故的场所，应设置足够灵敏和可靠的临界事故探测与报警系统。

4.1.10 核燃料循环设施营运单位应在设计和运行中采取工程措施和管理措施保证实现辐射防护目标和技术安全目标，确定合理的剂量约束和潜在照射危险约束，制定辐射防护大纲、流出物监测和辐射环境监测大纲，实施辐射防护最优化。

4.1.11 核燃料循环设施的建设应考虑放射性废物的最终处置，避免给后代造成不应有的负担。核燃料循环设施的设计和运行应采取先进成熟的工艺和合理可行的措施，确保废物安全，实现放射性废物最小化。核燃料循环设施营运单位应及时处理放射性废液。气、液态流出物的排放应低于排放管理控制值并且可合理达到尽量低水平。核燃料循环设施营运单位应制定放射性废物管理大纲，并在运行期间定期修订。

4.1.12 核燃料循环设施的设计和运行应考虑便于退役。

4.1.13 核燃料循环设施营运单位应按照国家相关规定，加强毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等危险化学品的安全管理。

4.1.14 对于多设施厂址，应按其规划进行厂址选择和评价，确定规划限制区和应急计划区。制定应急计划时，应考虑多设施同时发生事故的情景。设施的设计、建造和运行，应考虑设施间的相互影响。

4.2 各类设施的基本安全要求

4.2.1 一类设施

(1) 厂址选择和评价应考虑设施正常运行和事故工况对环境的影响、外部事件对设施安全的影响、环境相容性和应急计划实施的可行性，以确定厂址条件的适宜性。

(2) 核燃料设施营运单位应结合厂址及周围区域的自然和社会环境特征，对可能影响设施安全的外部事件进行调查和评价，以确定设施抵御外部事件的设

计基准。外部事件包括地震、地质、洪水、气象等外部自然事件和危险品爆炸等外部人为事件。设施中抗震 I 类物项的抗震设计基准按万年一遇考虑。设施防洪设计按可能最大洪水考虑。

(3) 应急状态一般分为应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急。

(4) 规划限制区的范围应与设施风险相适应。应制定规划限制区的适当控制措施,以保证规划限制区内的建设项目不影响核设施的安全运行以及应急计划执行的有效性。

(5) 核燃料循环设施营运单位应采取有效措施尽量降低设施发生临界事故的可能性。

(6) 核燃料循环设施营运单位应通过辐射分区、辐射屏蔽、密封、通风过滤、出入口控制和辐射监测等措施,控制放射性物质对人体的辐射照射和沾污。应设置设备和管道、热室或手套箱、建(构)筑物等多道实体屏障,确保放射性物质的有效包容。应设置充分有效的辐射屏蔽,确保对外照射的有效防护。

4.2.2 二类设施

(1) 厂址选择和评价应考虑设施正常运行和事故工况对环境的影响、外部事件对设施安全的影响、环境相容性和应急计划实施的可行性,以确定厂址条件的适宜性。

(2) 核燃料设施营运单位应结合厂址及周围区域的自然和社会环境特征,对可能影响设施安全的外部事件进行调查和评价,以确定设施抵御外部事件的设计基准。外部事件包括地震、地质、洪水、气象等外部自然事件和危险品爆炸等外部人为事件。设施中抗震 I 类物项的抗震设计基准按万年一遇考虑,MOX 元件制造设施中抗震 I 类物项可按 50 年超越概率 10%地震作用进行弹性设计。设施防洪设计按可能最大洪水考虑。

(3) 应急状态原则上分为应急待命、厂房应急和场区应急。

(4) 核燃料循环设施营运单位应采取有效措施尽量降低设施发生临界事故的可能性,应在设计中采取有效措施确保离堆乏燃料贮存设施不会发生临界事故。

(5) 核燃料循环设施营运单位应通过辐射分区、辐射屏蔽、密封、通风过滤、出入口控制和辐射监测等措施,控制放射性物质对人体的辐射照射和沾污。

离堆乏燃料贮存设施应设置充分有效的辐射屏蔽，确保对外照射的有效防护。MOX 元件制造设施应设置设备和管道、热室或手套箱、建（构）筑物等多道实体屏障，确保放射性物质的有效包容。

4.2.3 三类设施

（1）厂址选择和评价应考虑设施正常运行和事故工况对环境的影响、外部事件对设施安全的影响和环境相容性，以确定厂址条件的适宜性。

（2）重要建（构）筑物抗震设防类别应按特殊设防类执行，即 50 年超越概率 63%地震作用的两倍进行弹性设计，50 年超越概率 2-3%地震作用的两倍进行弹塑性验算。设施防洪设计按不低于五百年一遇洪水考虑。

（3）应急状态一般分为应急待命和厂房应急，也可能包括局部区域场区应急。

（4）核燃料循环设施营运单位应采取有效措施尽量降低设施发生临界事故的可能性。

（5）核燃料循环设施营运单位应根据设施特点，通过辐射分区、辐射屏蔽、密封、通风过滤、出入口控制和辐射监测等措施，控制放射性物质对人体的辐射照射和沾污。

4.2.4 四类设施

（1）厂址选择和评价应考虑设施正常运行和事故工况对环境的影响、外部事件对设施安全的影响和环境相容性，以确定厂址条件的适宜性。

（2）重要建（构）筑物抗震设计基准按不低于建筑工程重点设防类执行。设施防洪设计按不低于二百年一遇洪水考虑。

（3）核燃料循环设施营运单位应根据事故评价结果制定有效的应急预案。

（4）核燃料循环设施营运单位应根据设施特点，通过辐射分区、辐射屏蔽、密封、通风过滤、出入口控制和辐射监测等措施，控制放射性物质对人体的辐射照射和沾污。

5 已有设施的安全评价

5.1 核燃料循环设施应定期进行综合性安全评价，以确定：该设施满足现行安全标准和实践的程度；保持许可证发放依据仍然有效的程度；在下一周期定期安全审

查之前或寿期末保持该设施安全的各项安排的充分性；为解决已确定的安全问题需要实施的安全改进。

5.2 在影响安全的因素发生重大变化时，应根据设施安全特性、运行现状（特别是放射性存量），结合具体的厂址特征，采用现实假设对核设施进行安全评估，采取一事一议的方式，确定整改和运行方案。如果影响安全的因素涉及设施可靠性和建（构）筑物抗震性能，安全评估应包括对设施进行可靠性鉴定和对建（构）筑物进行抗震性能鉴定。

5.3 对于无法采取有效措施确保运行安全的设施，应停止运行，制定退役方案并尽快实施。退役前应加强安全管理，必要时实施整改，以确保满足安全要求。

5.4 对于已经停止运行且不满足安全要求的设施，应制定退役方案并尽快实施。退役前应加强安全管理，必要时实施整改，以确保满足安全要求。

附表

核燃料循环设施分类举例

类别	设施举例
一类	后处理设施，高放废液集中处理、贮存设施
二类	离堆乏燃料贮存设施，混合氧化物（MOX）元件制造设施
三类	铀浓缩设施，铀燃料元件制造设施，中低放废液集中处理、贮存设施，具有临界危害的核燃料循环研究设施
四类	天然铀纯化/转化设施，天然铀重水堆元件制造设施，不具有临界危害的核燃料循环研究设施