

附件 2

核安全导则 HAD XXX/XX-201X

核设施的放射性废物处置前管理

国家核安全局 XXXX 年 XX 月 XX 日批准发布

(征求意见稿)

国家核安全局

核设施的放射性废物处置前管理

(201 年 月 日国家核安全局批准发布)

本导则自201 年 月 日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案，但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

目 录

1 引言.....	9
1.1 目的.....	9
1.2 范围.....	9
2 基本安全要求.....	9
2.1 安全和安保.....	9
2.2 相互依赖关系.....	9
2.3 营运单位的基本要求.....	10
2.4 安全全过程系统分析.....	10
3 一般安全要求.....	11
3.1 总则.....	11
3.2 废物的源头控制.....	11
3.3 废物的表征和分类.....	12
3.4 放射性废物的处理.....	13
3.5 放射性废物的贮存.....	17
3.6 放射性废物处置接收准则符合性管理.....	19
3.7 废物管理设施寿期内的安全考虑.....	20
4 质量保证.....	25
4.1 质量保证文件.....	25
4.2 过程控制.....	25
名词解释.....	27
附录 A 核设施的废物管理大纲及管理程序内容.....	28
A.1 废物管理大纲.....	28
A.2 废物管理程序.....	28
附录 B 放射性废物包管理应考虑的典型特性和特征.....	30
附录 C 核电厂及研究堆的低中水平放射性废物示例.....	32
C.1 核电厂的低中水平放射性废物.....	32
C.2 研究堆的低中水平放射性废物.....	33
附录 D 核燃料循环设施的放射性废物示例.....	35
D.1 铀转化设施.....	35
D.2 铀浓缩设施.....	36

D.3 铀燃料制造设施.....	37
D.4 乏燃料后处理设施.....	38

1 引言

1.1 目的

本导则为核设施产生的放射性废物处置前管理提供指导。

附录A、B、C、D为参考性文件。

1.2 范围

1.2.1 本导则适用于核设施产生的放射性废物的处置前管理。

1.2.2 本导则涵盖放射性废物处置前管理的所有步骤，包括：废物产生、处理（预处理、处理和整备）、贮存和运输。

2 基本安全要求

2.1 安全和安保

2.1.1 采取综合安全和安保方案，以防止人员未经批准接触和转移放射性废物。

2.1.2 设施安保水平需与废物的放射性危害水平和性质相称。

2.2 相互依赖关系

2.2.1 放射性废物从产生到处置、排放或清洁解控的所有管理步骤具有相互依赖关系。所有管理步骤开展前，应确保实现放射性废物管理活动整体的安全，避免安全要求与运行要求之间产生冲突。任何时候，应考虑安全和环境保护之间的相互依赖性。

2.2.2 应识别各管理步骤之间的关系，明确相关单位的责任。

2.2.3 应论证废物包与所选处置方案（或废物管理过程下一步骤）的废物接收准则的符合性；当处置方案未确定时，应对可能的处置方案及废物接收准则作出清晰合理的假设。

2.2.4 在废物处置接收准则确定前，应制定和实施放射性废物管理的计划和方案，确保最终废物符合选定或预期处置方案的废物接收准则。在设计和生产废物包时，应考虑废物包的运输和贮存需求，包括可能的回取及处置设施内的搬运

和码放的适用性。

2.2.5 若无处置设施或仅有适用于特定废物类型的处置设施时，也应测定和记录废物体和废物包特性，为将来处置提供数据。应明确核设施和处置设施（已存在的或预期的）之间的相互关系。

2.3 营运单位的基本要求

2.3.1 营运单位须根据国家法律法规开展放射性废物处置前管理的相关安全和环境影响的分析论证。

2.3.2 营运单位应制定放射性废物管理大纲，执行放射性废物接收、处理和贮存的管理程序。设施的废物管理程序详见附录A。

2.3.3 营运单位应建立并实施放射性废物处置前管理方案，包括：

- (1) 应执行国家废物管理政策，制定废物管理策略，实现废物最小化；
- (2) 应考虑厂内放射性废物源项与废物的最终排放或者处置之间的关系。

2.3.4 营运单位须制定运行限值、条件和控制措施，包括废物接收要求，并根据安全全过程系统分析的要求、许可条件和适用的法规要求开展所有活动。

2.3.5 营运单位应制定个人剂量监测、流出物监测和环境监测计划以及实施方案，并进行定期评价。

2.3.6 营运单位应制定和实施废物管理设施的运行与维修规程。

2.3.7 营运单位应建立废物管理信息系统，记录和保存有关放射性废物的产生、预处理、处理、整备、贮存和运输的信息，以证明符合下游废物接收准则。附录B列出了放射性废物包管理应考虑的典型特性和特征。

2.3.8 高放射性水平废物管理应考虑高放射性活度浓度这一特点，考虑释热的情况和发生临界的可能。

2.3.9 应制定废物管理设施的退役计划，并根据需要更新退役计划。

2.3.10 应明确放射性废物所有者和营运单位的责任边界，并提供放射性废物所有权变更或废物管理设施所有者和营运单位之间关系的信息。

2.4 安全全过程系统分析

放射性废物处置前管理的安全全过程系统分析，是依法依规开展废物处置前管理所有管理步骤及废物管理设施的各个阶段（选址、设计、建造、调试、运行、停运和退役）相关安全与环境分析论证产生的技术文件的集成。根据废物处置前

安全管理要求、科学技术以及人类认知等的不断变化和发展，及时充实并完善相关论据和论证，为相关方决策、长期安全管理和增强公众信心提供技术支撑。

安全全过程系统分析应包括对所有安全问题的分析评价，以证明废物处置前管理的合理性、对人类和环境的安全保护符合相关法规标准的要求。

安全全过程系统分析的各类文件编制应符合相关法规标准的要求，并具有可追溯性。

3 一般安全要求

3.1 总则

3.1.1 放射性废物处置前管理涉及的步骤如下：

- (1) 评估潜在和实际废物的产生及其后续管理方案的比选；
- (2) 废物的源头控制；
- (3) 处理，包括预处理、处理及整备；
- (4) 贮存；
- (5) 运输。

3.1.2 废物处置前管理方案应现实可行，应遵循源头控制优先、全过程管理、持续优化的原则，从技术和管理措施两方面实现废物最小化。

3.1.3 应按照废物接收准则，根据需要在废物管理的不同步骤对放射性废物进行特性分析和分类。

3.1.4 最终废物包（废物体和废物容器）应符合废物处置设施的接收准则（或贮存设施的操作安全要求）。每个废物包应具有唯一的、长期有效的（直到处置）标识，并能够与相关记录关联。

3.1.5 放射性废物的厂外运输应符合国家相关法规标准的要求。

3.2 废物的源头控制

3.2.1 为减少废物的产生，核设施设计和运行阶段应考虑以下要求：

- (1) 核设施选择合理的工艺和设计方案、设备和部件、材料、建（构）筑物等；
- (2) 选择合适的建造方法、调试大纲和运行规程，使设施全寿期内（包括退役）放射性废物最小化；

- (3) 确保放射性废物的容器和包装具有完整性；
- (4) 厂房合理设置辐射分区，防止放射性污染扩散；
- (5) 应有各分区去污的规划和提供防止放射性污染扩散的设备。

3.2.2 放射性废物处置前管理应考虑废物最小化的要求，尽量减少二次废物的产生。

3.2.3 应采取放射性废物预处理措施（如废物分拣），减少处理、整备、贮存及处置的放射性废物量。应采用去污或者暂存衰变等手段对低水平的放射性废物进行重新分类（如极低放废物）或清洁解控。

3.2.4 各类核设施的放射性废物示例详见附录C、附录D。

3.3 废物的表征和分类

3.3.1 废物的表征

3.3.1.1 为确定合适的废物收集、处理和贮存方案，应考虑如下因素：

- (1) 废物的来源、类型和物理状态（固体、液体或气体）；
- (2) 临界的风险；
- (3) 放射性特性（如半衰期、放射性核素的活度浓度、剂量率、释热量）；
- (4) 其他物理特性（如尺寸、重量、可压缩性）；
- (5) 化学特性（如放射性废物的组成、含水量、溶解性、腐蚀性、可燃性、释气性、化学毒性）；
- (6) 生物特性（如与废物相关的生物危害）；
- (7) 预期的处理、贮存和处置的方法。

3.3.1.2 废物的表征内容应包括物理和化学参数的测量、放射性核素的识别和活度浓度的测量。表征有利于废物管理各个阶段废物或废物包的跟踪、信息记录，以及设施的退役。应尽可能在废物产生阶段进行表征。

3.3.1.3 应根据放射性废物的类型和形态，确定废物表征的数据要求和收集数据的方案。在废物处理过程中，可通过废物取样及化学、物理和放射性特性的分析来进行表征。废物包的性能应通过非破坏性方法进行检查，尽量避免采用破坏性方法。同时，也可采用基于过程控制和过程数据的间接表征方法（如建模分析），该方法可以替代废物包装的取样和检测，以避免过度的职业照射。废物表征方法应符合相关标准要求。

3.3.1.4 为确保废物包特性符合处置接收准则，应对废物的表征和过程进行

控制，保证表征数据的可信度。

3.3.2 废物的分类

3.3.2.1 放射性废物的分类有利于废物管理策略的制定和运行管理。应按照废物管理程序，在废物管理的各个阶段进行合适表征和分类，利于废物的处理、贮存、运输及处置活动。

3.3.2.2 放射性废液可根据放射核素半衰期（如短寿命核素和长寿命核素）、比活度、化学成分、组分状态、处理方法进行分类。

3.3.2.3 固体放射性废物通常可分为湿废物和干废物，湿废物通常包括：树脂、泥浆、废过滤器芯、浓缩液、活性炭、沸石等；干废物指设施运行和维修过程中产生的被放射性污染的固体废物。

3.3.2.4 固体放射性废物也可根据放射性核素成分（放射性核素的种类和半衰期）及活度浓度、现有或潜在的处置方案及预期的处理和整备工艺进行分类。如根据可用的处理方案进行分类：

- (1) 当热处理（如焚烧）是可行选择方案时，可分为可燃或不可燃废物；
- (2) 当压实是可行选择方案时，可分为可压缩或不可压缩废物；
- (3) 当金属熔炼是可行选择方案时，可分为金属或非金属废物；
- (4) 当去污是可行选择方案时，可分为固定表面污染或非固定表面污染废物。

3.4 放射性废物的处理

3.4.1 总则

3.4.1.1 放射性废物的处理有利于减少废物的量，有利于再循环和再利用，或者有利于整备产生适于搬运、贮存、运输和处置的废物。

3.4.1.2 考虑安全、安保、辐照和经济等因素，放射性废物应尽可能接近产生点处理，采用最佳方式将其转化为非能动安全的废物形式，防止其在贮存和处置期间扩散。

3.4.2 预处理

3.4.2.1 预处理包括废物的收集、分拣、化学调节和去污等操作，以利于：

- (1) 减少后续处理、整备、贮存、运输和处置的废物量；
- (2) 调整废物的特性；
- (3) 废物的进一步处理；

(4) 减少或消除废物的放射性以及物理和化学性质造成的部分危害。

3.4.2.2 应根据废物的放射性、物理和化学性质进行收集和分拣，并制定有关废物分拣的指导程序，内容包括：

- (1) 尽可能在废物产生地就近进行适当的分拣；
- (2) 包含短寿命放射性核素的废物不应与含有长寿命放射性核素的废物混合；
- (3) 在废物分拣时，应考虑废物是否可以直接或在暂存衰变后进行清洁解控、再循环或排放。

3.4.2.3 使用过的密封源应与其他废物隔离。

3.4.2.4 对于含 α 核素、易燃、易爆、腐蚀性或其他有害物质、游离液体或压缩气体的废物，应特殊考虑其分离，避免相互混合。

3.4.2.5 采用机械、化学和电化学的组合方法进行表面去污时，应限制二次废物的产生量，并确保二次废物能得到有效处理。

3.4.2.6 在废物产生点混合废物时，应考虑废物的放射性和化学特性的相容，且符合废物管理设施的废物接收准则（如处理、贮存或处置）。如果混合不同化学特性的废物时，应对可能发生的化学反应进行评价，特别是放热反应，以避免不受控的或意外的反应发生，导致挥发性放射性核素或放射性气溶胶的意外释放。不同化学特性的有机废液需要采用不同的处理措施，并应与水分离。有机废液收集和贮存时应考虑足够的通风和防火措施。

3.4.3 处理

3.4.3.1 放射性废物的处理方式包括：

- (1) 减小废物体积（如焚烧、压实、切割、拆卸等）；
- (2) 去除放射性核素（如蒸发、离子交换、过滤、反渗透、超滤、离心等）；
- (3) 改变废物的状态或成分（如沉淀、絮凝、化学氧化或热氧化等）；
- (4) 改变废物的形态或性质（如固化、吸附、固定等）。

3.4.3.2 固体废物处理应考虑的因素包括：

(1) 在固体废物处理前应制定切实可行的取样计划，以确保废物与预期处理工艺的相容性。应对最终产品建立全过程的控制计划，以确保符合相关规定的要求。

(2) 应根据废物特性选择合适的处理工艺，采用成熟应用且减容因子高的技术。

(3) 可燃固体废物通过焚烧可实现最大程度的减容，并形成稳定的废物形态。在选择焚烧工艺时应考虑以下内容：

(a) 焚烧将使灰分活度浓度增加，可能导致废物分类级别发生变化。应考虑对系统中的放射性核素及灰分进行整备；

(b) 应设置尾气处理和放射性监测系统，以防止放射性物质和非放射性危险物质的排放，确保排放的浓度和排放量低于规定限值；

(c) 焚烧系统的设计应考虑可能危及到操作人员安全或造成放射性核素向环境无控制排放的预期运行事件及事故工况。

(4) 可压缩废物（包括焚烧灰）可通过压实的方法进行减容。采用压实方法应明确和控制待压实材料的特性和期望的减容因子。在选择、设计和实施压实作业时应考虑以下后果：

(a) 挥发性放射性核素和放射性气溶胶释放的可能；

(b) 污染液体的流出；

(c) 材料在压实期间和压实后的化学反应性；

(d) 由易燃易爆材料或带压部件引起的火灾和爆炸危险；

(e) 含有易裂变材料的废物压实后临界废物增加可能引入的临界风险。

(5) 整备前可采用切割、拆卸等技术对大体积废物进行处理。在技术选择和设备运行时，应考虑防止污染扩散和防火的措施。

(6) 对不可燃和不可压缩的固体废物，在衰变和去污效果不佳时，可考虑直接整备。废金属可考虑采用金属熔炼的方法去除其中的放射性核素，实现材料复用或清洁解控。

3.4.3.3 废液处理及排放应考虑的因素包括：

(1) 废液的处理方法包括蒸发、化学沉淀、絮凝、离子交换、过滤、离心、超滤、热处理和反渗透等。应根据放射性废物的特性（如物理和化学特性、放射性核素种类和活度浓度、有机含量、含盐量、悬浮物含量、酸碱度等）和排放限值选择合适的处理工艺。同时，应考虑发生腐蚀、结垢、起泡、火灾和爆炸等风险的工艺限制条件。若废液含有易裂变材料，应通过设计和采用管理措施，在切实可行的范围内进行评估，并消除潜在的临界风险。

(2) 废液在排放前可通过暂存衰变的方式减少短寿命放射性核素，也可通过处理系统或其他方式去除废液中的放射性核素。经处理后达到复用要求的废水，应尽量在厂内复用，以减少排放量。

(3) 液态流出物水质应符合排放要求，且必须采用槽式排放，同时至少应设置两个相同容量的监测槽，每个监测槽的有效容积应大于混合中和、取样分析和排放过程结束时间内流入的废液量。含悬浮固体的废液，即使放射性浓度低于排放管理限值，也必须经过滤处理后排放。

(4) 对于有机废液的管理，除需考虑放射性影响，还应考虑化学有机成分对环境的危害影响。

3.4.3.4 废气处理及排放应考虑的因素包括：

(1) 放射性废气处理系统运行时，应考虑：待处理的废气量、活度浓度、废气中含有的核素、颗粒的浓度、化学成分、湿度、毒性、可能含有的腐蚀或易爆物质。短寿命核素的惰性气体应尽可能保留在衰变箱或其他衰变系统中，使其核素衰变到可接受的总量和活度浓度水平，保证排放前满足排放管理限值。

(2) 气态流出物中的放射性颗粒和气溶胶可通过高效过滤器(HEPA)去除。如碘元素可以通过活性炭过滤器等去除，惰性气体可在活性炭滞留床中衰变。废气中的化学物、颗粒和气溶胶的去除可考虑采用洗涤器处理，对安全相关部分应考虑冗余设计。废气排放系统应设置状态监测装置，如温度监测、湿度监测、压差测量等。

3.4.3.5 气液态流出物的排放，应根据运行经验以及影响排放剂量评估的特征因素（如释放途径和关键人群组），审查和优化排放控制措施。

3.4.4 整备

3.4.4.1 放射性废物整备是为形成适于搬运（装卸）、运输、贮存和（或）处置的废物包而进行的操作。整备包括将废物转变为特定的固体形态、封装在容器内以及必要时进行外包装等操作。

3.4.4.2 通过整备生产的废物包应满足相应的接收准则。确定预处理、处理和整备工艺时，应考虑监管机构的要求，以及运营或规划运输服务、贮存设施和处置设施营运单位的要求。

3.4.4.3 低、中水平放射性的废物可采用水泥固化整备，高放废物可采用玻璃固化整备。

3.4.4.4 低、中水平放射性废物也可在没有基材的情况下实现整备，如废过滤器芯、干燥后的产物装入高完整性容器，容器性能应符合国家相关标准。

3.4.4.5 在实践可行的情况下，废物固化体的特性通常应满足：

(1) 废物与基质材料和容器具有良好的物理和化学相容性；

- (2) 均匀性好；
- (3) 空隙率低；
- (4) 渗透性和浸出率低；
- (5) 具有足够的化学、热、结构、机械和辐射稳定性。

3.4.4.6 废物体的特性要求有时应根据具体情况确定。3.4.4.5节的部分特性要求（如均匀性和低空隙率）不适用于某些类型的固体废物，如堆芯部件通常封装在厚壁废物容器中。

3.4.4.7 应考虑废物整备过程中的风险，包括：

- (1) 材料混合产生放热反应可能会发生火灾和（或）爆炸危险；
- (2) 某些金属（如镁、铝、锆等）与水泥浆的碱性水或从混凝土基体扩散的水发生反应而产生氢气；
- (3) 当颗粒表面积大小比例与环境条件合适时，某些金属颗粒（如锆）可能会易燃；
- (4) 螯合剂、有机液体或液体废物中的油和盐含量在整备过程中的影响。

3.4.4.8 容器的辐射屏蔽性需求取决于废物特性和搬运、运输和贮存的方法。在选择容器的材料及外表面形式时，应考虑其易于去污。如果废物包最初设计没有符合运输、贮存或处置的相关接收准则，则需要额外的集装箱或外包装以达到接收准则。应注意确保废物包与外包装的兼容性符合废物接收准则和运输要求。

3.4.4.9 在废物处置前的预期贮存期内，废物包应能保持完整性，并应能达到以下条件：

- (1) 贮存期结束时可回取；
- (2) 必要时可装入外包装内；
- (3) 可被搬运、运输至处置设施；
- (4) 满足处置设施的废物接收准则。

3.4.5 废密封源

使用后或废弃的密封源按相关法规标准的要求进行管理。

3.5 放射性废物的贮存

3.5.1 一般要求

3.5.1.1 贮存是在核设施的放射性废物管理中的考虑方案。在废物处理的各个阶段应采用适当贮存方式，以确保隔离和环境保护；贮存还应便于后续步骤的

回取。

3.5.1.2 贮存设施的设计应考虑放射性废物的类型、放射性特征、相关危害性及预计贮存期。应对废物和贮存设施进行定期监测、检查和维护，以确保其持续的完整性。还应采用将贮存设施的性能参数保持在可接受的运行和监管限值之内的措施。

3.5.1.3 必要时，应对放射性废液排放区域或放射性废物处理和排放之前的贮存区域进行限制规定。还应考虑在运输过程中废物的贮存和将废物转运出贮存区域的规定。

3.5.1.4 贮存设施和废物包的设计应考虑废物形态（即固体、液体或气体）、放射性核素含量和半衰期、活度浓度水平、非放射性特征和预期贮存的时间。设计特点和设施搬运应确保废物能够被接收、搬运、贮存和回取，且不会造成不必要的职业照射、公众照射或环境影响。

3.5.1.5 在可行的范围内，放射性废物应以非能动安全状态贮存。营运单位应确保在预期的贮存期内，构筑物、设备、废物体形式和容器保持完整性；应考虑废物、容器和环境之间的相互作用（如由化学反应或电偶反应导致的腐蚀过程）；对于某些类型的废物（如腐蚀性液体废物），应采取特殊预防措施，如使用双壁容器和防渗层。

3.5.1.6 对于产生大量废液的设施，应设置废液收集贮槽，必要时考虑适当的屏蔽防护。应考虑废液贮槽泄漏时防止污染扩散的措施。

3.5.1.7 含有短寿命放射性核素的放射性废物可通过贮存衰变达到清洁解控的水平。

3.5.1.8 放射性废物应以隔离的方式贮存，以便于回取后进行进一步的处理、整备、转运到另一个贮存设施或处置场。放射性废物应与非放射性工业废物分开贮存，以避免工业废物受到污染、对放射性物质的控制失控或增加操作人员或公众所受的照射。应特别注意易裂变材料的贮存，以避免临界问题。

3.5.1.9 贮存设施应具有良好的通风，以排放正常运行或预期事故条件下产生的任何气体。防火、火灾探测和控制火灾的措施应纳入可燃废物贮存设施的设计。

3.5.1.10 应制定并应用废物包跟踪系统。该系统应识别废物包及其位置、提供贮存废物的清单。废物包追踪系统（如标签和条形码）的复杂程度应根据国家总体要求和处置需求确定。

3.5.2 高放废液贮存

3.5.2.1 高放废液贮存设施应靠近高放废液产生、处理设施，避免远距离输送。

3.5.2.2 贮存设施的设计应尽量减少二次废物的产生量，并且向环境释放的放射性物质应低于规定限值，并保持在合理可行尽量低的水平。

3.5.2.3 高放废液贮槽设计时，应全面分析影响临界的各种因素，确保临界安全。

3.5.2.4 贮槽及其内构件应根据其内部物料的特性选用耐腐蚀金属材料。贮槽内应设冷却装置，确保贮槽内废液温度低于安全限值；应采取措施及时稀释和排出贮槽内的辐解氢气，保证贮槽内空气的氢气浓度低于控制限值；应设搅拌装置，防止颗粒沉降于槽底影响冷却效果；应设可靠的取样装置。

3.5.2.5 贮槽内应设高放废液关键物理和化学参数的监测仪表，便于贮存过程中对高放废液状态进行监测与控制。对于重要的工艺参数，如温度、液位、氢气浓度等应设置多重性或多样性的测量仪表。

3.5.2.6 贮存设施中应设置相应的应急系统，包括应急压空系统、应急电源、独立的应急冷却系统，确保设施安全。

3.5.2.7 贮槽应冗余配置。

3.5.2.8 高放废液贮槽及其带有放射性的辅助工艺设备应设置在有足够屏蔽厚度的钢筋混凝土设备间内。输送管道、阀门应布置在带屏蔽的工艺管沟及阀门间内。设备间、阀门间及工艺管沟应衬覆面，并应选择耐腐蚀、耐辐照、易去污的材料。

3.5.2.9 贮存设施应设置良好的通风系统。放射性气溶胶在排入大气前应经净化处理，确保烟囱排出的气态流出物放射性浓度低于规定限值。

3.6 放射性废物处置接收准则符合性管理

3.6.1 营运单位应根据核设施及预期处置设施的所有相关操作限制和条件制定放射性废物管理方案，以满足处置接收准则。放射性废物处置前管理的一个重要目标是生产可以安全搬运、运输、贮存和处置的废物包。应尽可能预计将来处置废物的方法和相关的废物接收准则，确保处理后的废物可以被处置场尽可能接收。废物包可考虑采用增加外包装的方法以满足运输或处置接收的要求。

3.6.2 应制定整备工艺的方案，来确保废物包满足处置接收准则。应制定废

物包质量保证文件，并纳入质量保证体系。质量保证文件经监管机构认可后，应作为一种检验废物与验收准则的符合性的方法进行贯彻落实。

3.6.3 营运单位应确保设施中接收的放射性废物符合既定的接收准则。质量保证中应包括判定是否符合接收准则的要求。

3.6.4 应该采取足够的技术来确定废物的特性，以证明其与安全评价结果一致，且符合废物管理程序后续步骤的废物接收准则。

3.6.5 若接收的废物包的特性不符合接收标准，营运单位应当制定应对方案，包括将废物包放置在安全和可靠的隔离区域中、将废物包返回到产生废物的设施或者将其送到替代的处理设施。

3.7 废物管理设施寿期内的安全考虑

3.7.1 选址和设计

3.7.1.1 放射性废物处置前管理设施的选址应符合相关法规标准的要求。与核设施配套建设的放射性废物处置前管理设施选址与核设施选址统一考虑。

3.7.1.2 在核设施及其相关废物管理设施设计过程中，应考虑以下几点：

- (1) 临界安全；
- (2) 废物处理和贮存区域的出入口的控制、辐射区与控制区之间的动态控制；
- (3) 废物的回取（包括在运行期间产生的废物）；
- (4) 废物表征和库存控制；
- (5) 废物及其包装容器的检测；
- (6) 处理不符合要求的废物和废物包的措施；
- (7) 气液态流出物的控制；
- (8) 可引起非放射性危害的废物的管理；
- (9) 设施维护和最终退役。

3.7.1.3 在设计核设施放射性废气和气态流出物管理时，应考虑如下措施：

- (1) 设置合适的放射性废气通风系统，并在排放点进行监控；
- (2) 确定气态流出物排放方式（如烟窗排放），废气取样和监测的方法。

3.7.1.4 在设计核设施放射性废液和液体流出物（包括离子交换树脂产生的废物）管理时，应考虑如下措施：

- (1) 为便于废液再利用或因放射性活度浓度太高不能直接排放到环境中，

须将废液进行暂存；

(2) 低放射性水平废液应进行监测排放，防止下游排放点可能的核素浓度增加；

(3) 高放废液的管理和控制；

(4) 贮存衰变，以减少放射性物质的排放；

(5) 在流出物排放前，对贮存槽内废液进行代表性取样和监测；

(6) 根据放射性特性（核素半衰期、比活度）、成分（有机物废液、低和高含盐量废液）和相状态（淤泥）进行废液分类；

(7) 提供废树脂和废液脱水产物的必要贮存措施；

(8) 废液收集管道设置过滤器防止固体颗粒排放；

(9) 贮存废液和淤泥的贮槽应配置搅拌和均匀混合的措施，以防止其分层，利于收集代表性的样品；

(10) 应避免废物混合，导致产生一种混合废物或非预期的化学反应（如氢气产生）。

3.7.1.5 在设计核设施的放射性固体废物管理时，考虑的措施应尽可能包括以下内容：

(1) 按类型（即重量、物理形态、体积、同位素组成和活度浓度）或来源的不同进行分类；

(2) 低放和极低放固体废物（如受污染的清洁设备、服装、纸和工具）搬运、包装和贮存的方法；

(3) 中放固体废物（如离子交换树脂，过滤器和活性炭床产生的废物）搬运、包装和贮存的方法；

(4) 高放固体废物（如活化件）搬运、包装和贮存的方法；

(5) 操作、临时贮存以及装载废物的区域和工具；

(6) 辐射防护设备及仪器；

(7) 确保放射性物质经处理后达到清洁解控水平或管理限值要求；

(8) 避免不同类型废物混合产生一种新混合废物。

3.7.2 建造和调试

3.7.2.1 应根据监管机构核准的设计方案建造放射性废物处置前管理设施，并对设施加以调试，以核实设备、结构、系统和部件及设施是否按计划运行。

3.7.2.2 对于模块化的贮存系统，大部分调试工作应在加载第一个贮存模块

时完成。新模块的投入、模块设计发生变化时，应重复部分调试步骤。

3.7.3 运行

3.7.3.1 运行规程

(1) 核设施及其相关废物管理设施应制定正常运行以及事故工况运行的操作规程和程序。

(2) 正常运行过程中限制或防止放射性废物产生的照射的措施应包括：

(a) 放射性废物与厂区工作人员、公众实施隔离，包括出入通道控制，如对场所进行恰当的分区分区防止污染扩散；

(b) 操作和搬运废物过程中应进行放射性监测和目视检查（废物贮存、回取或运出厂区）；

(c) 废液泄漏的检测、收集和处理；

(d) 人员和设备的去污；

(e) 去污活动中产生的放射性废物的处理。

(3) 营运单位应确保涉及次临界风险的相关运行规程经过严格审查，同时与设计的安全要求一致。营运单位审查中应考虑的因素包括：

(a) 将要贮存的废物的类型和类别；

(b) 必要时采用几何安全结构确保次临界；

(c) 中子吸收材料对次临界的影响；

(d) 最佳慢化和反射的条件；

(e) 废物体和废物包；

(f) 搬运操作；

(g) 潜在的异常运行；

(h) 纵深防御措施的分析。

(4) 营运单位应制定应急计划，考虑以下但不限于如下事件：

(a) 操作系统故障，如起重机严重失效或重物跌落；

(b) 与安全相关的工艺系统失效，如供电、工艺用水、压缩空气和通风系统；

(c) 爆炸（如由于辐照分解产生的气体累积导致的爆炸）；

(d) 火灾，可能损坏安全重要物项的火灾；

(e) 外部自然灾害，如极端天气和地震；

(f) 车辆碰撞（如叉车损坏屏蔽、安全设备或集装箱）；

- (g) 由于违背高放废物贮存排列要求而导致的临界；
- (h) 安全、报警和预警系统故障；
- (i) 外部人为危害（飞机坠毁、蓄意破坏和其他恶意行为）。

3.7.3.2 运行限值和条件

- (1) 运行限值和条件应根据以下内容制定：
 - (a) 设计规范、运行参数及调试结果；
 - (b) 安全重要物项的敏感性、涉及物项失效情景假设、偶发的特定事件、运行参数的变化；
 - (c) 安全运行参数的测量仪器的精度和校准；
 - (d) 考虑每个安全重要物项的技术规范和确保这些物项在任何特定故障发生时保持运行功能；
 - (e) 安全重要物项应确保运行、维修期间的安全；
 - (f) 设备说明书应完整、正确，以备发生假想始发事件或事故工况时使用；
 - (g) 确保废物管理设施安全运行所需的人员编制。
- (2) 运行限值和条件应定期进行审查，在必要时根据以下内容修正：
 - (a) 根据运行经验；
 - (b) 按照设施后续变更或放射性废物的类型；
 - (c) 根据设施的安全全过程系统分析（包括定期安全审查部分）定期审查进程部分；
 - (d) 相关法律或法规变更的内容。

3.7.3.3 运行经验反馈

应系统的收集、筛选、分析和（或）审查废物管理设施以及类似设施报告的运行经验和事件，并通过适当的经验反馈机制汲取和落实结论。应审查新的标准、法规或监管导则，以核查其对于设施安全的适用性。这种经验反馈也应用于废物管理设施的设计和运行。

3.7.3.4 维修

- (1) 维修程序应符合安全评价的要求，应考虑以下因素：
 - (a) 根据以往经验或其它适用数据（如制造商的建议）进行维修需求分析；
 - (b) 与技术人员、工具和材料（包括备件）可用性相关的工作计划；
 - (c) 辐射防护和工业安全的监测计划；
 - (d) 包容功能的潜在失效；

(e) 对厂址上其他运行设施的影响。

(2) 维修、检验和试验程序的审批和实施，及相关工作程序和接收准则的批准应由合格的、有丰富运行经验的人员来进行。

3.7.3.5 辐射防护大纲

应制定辐射防护大纲，确保废物管理设施的区域根据辐射水平和污染的潜在性进行分区。该大纲应包括对设施所有相关辐射风险的监测和控制，及确保对在设施中工作的人员的辐照进行评估、记录、优化和保持低于剂量限值的规定。应制定工作计划方案，以确保人员受照剂量保持在合理可行尽量低的水平。

3.7.3.6 应急准备和响应计划

应制定和记录应急计划和程序，并提供给相关人员。应急计划和程序应根据以往的经验 and 可能影响应急安排的任何变化进行定期审查和修订。执行应急计划和程序的相关人员应经过资格认证和培训。应急计划应定期进行演练，必要时应将所获得的反馈纳入应急计划。质量保证体系应确保在应急响应时，能获得所需要的设备、供给品、通信系统和其他必需资源。

3.7.4 退役

3.7.4.1 废物管理设施退役计划中应考虑的关键要素包括：

(1) 选择退役策略：符合国家放射性废物管理政策；考虑防护和安全的优化性；采用分级方法；考虑独立设施之间的相互依赖关系；安全分析报告和环境影响评价报告的支持；

(2) 准备并提交初步退役计划至监管部门批准，以确定退役方案、证明其可行性、确保有足够的可用资金，以及对退役期间废物进行分类并估算产生量；

(3) 建立并实施涵盖退役所有方面的质量保证体系，促进安全文化，为满足与退役安全有关的要求提供充分保障；

(4) 预估退役活动的费用，明确筹措方式和保障机构；

(5) 进行源项调查和辐射环境信息获取，以提供基础数据；

(6) 准备和保存与退役有关的记录和报告（如事件的记录和报告）。

3.7.4.2 在核设施设计时，应考虑未来便于实施退役的要求，制定初步退役计划。

3.7.4.3 在设施运行期间，应定期审查和更新初步退役计划，主要针对以下几个方面：

(1) 退役技术的发展；

- (2) 潜在的外部自然灾害和人为灾害；
 - (3) 影响退役计划实施的系统和构筑物的修改；
 - (4) 法规的修订和国家政策的调整；
 - (5) 当核设施永久停运时，应考虑放射性废物在厂址内可能的长期贮存，或者按照运输要求将放射性废物移交至授权设施进行贮存或处置；
 - (6) 处置方案的可行性和废物处置的接收准则；
 - (7) 根据厂址特征数据和安全全过程系统分析的变化对退役经费进行调整；
 - (8) 确保退役操作人员经过培训、考核合格。
- 3.7.4.4 核设施退役前，应制定详细的退役计划。

4 质量保证

4.1 质量保证文件

营运单位应制定并实施放射性废物处置前管理的质量保证文件，文件应按质量保证相关的法规标准要求制定并贯彻到选址、设计、建造、调试、运行、停运和退役等各阶段。

放射性废物处置前管理的质量保证文件应包括过程控制的内容，以保证得到符合接收准则的废物包。质量保证文件还应包括对放射性废物处理、装运和处置的记录和文件的准备、保证和使用，对废物包的转移和装运应建立清单制度，并能对其进行跟踪。

4.2 过程控制

4.2.1 对于长期的放射性废物管理活动，应尽可能考虑未来的基础设施需求，并制定满足需求的计划。在这些需求计划中，应考虑配套服务、备件停产、技术升级、操作改进、软件更新等，也应考虑废物贮存期间的监测程序和检测技术的发展。

4.2.2 废物管理过程中的所有记录内容应是完整的，包括放射性废物产生量和特性的统计数据、放射性废物处理和排放记录、放射性废物排放监测数据、放射性废物贮存和运输记录、管理过程中形成的各种报告以及质量控制相关的记录和文件等。记录的内容符合质保要求，并可作为质量跟踪的依据。

4.2.3 应妥善保存放射性废物的记录，数据档案存储应满足监管要求，数据档案的状态应进行定期评估。

名词解释

废物包 (Waste Package)

指废物整备后的产品，包括废物体和容器，也包括可能存在的吸收材料和衬里，以便符合搬运、运输、贮存和（或）处置的要求。

非能动安全 (Passive Safety)

指通过最大限度地减少对能动安全系统、监控或人员及时干预的需求，来提供和维持安全。

附录 A 核设施的废物管理大纲及管理程序内容

A.1 废物管理大纲

- (1) 须遵循辐射防护、环境保护、放射性废物管理等方面的法规；
- (2) 放射性废物管理的目的、范围、规定、组织管理、管理程序和措施、质量控制；
- (3) 确定废物管理程序和相关步骤，及废物管理步骤之间的相互依赖关系；
- (4) 废物管理方案内容包括废物源项、处理系统、监督排放、废物运输、废物贮存、废物豁免和清洁解控、废物最小化措施等；
- (5) 废物类别、预期的产生量以及库存的完整清单，包括历史废物和遗留废物；
- (6) 放射性废物管理活动的质量保证要求，包括人员资质、工器具、工作环境、质量控制点、记录、规范要求、变更及不符合项；
- (7) 运营单位对放射性废物管理中安全岗位工作人员的资质要求，和保持对应资质水平所采取的措施。

A.2 废物管理程序

- (1) 通过采用适当的技术，使放射性废物的产生量（种类、活度和体积）可合理达到尽量低；
- (2) 材料可能的再利用和回收；
- (3) 对废物进行恰当的分类和分拣，以及维护每种放射性废物流的准确清单，考虑可用的清洁解控、贮存和处置的方案；
- (4) 放射性废物的收集、表征和安全贮存；
- (5) 预期产生的放射性废物的充足贮存能力和额外保留的贮存容量；
- (6) 确保放射性废物在预期的贮存期结束时，可通过适当的技术和流程进行回取；
- (7) 放射性废物的处理应符合废物接收准则和运输要求，并确保安全贮存、运输和处置；
- (8) 放射性废物和废物包的安全搬运和运输；
- (9) 有效控制流出物的排放；

- (10) 按规程要求设置排放源监测（流出物的排放）和环境监测；
- (11) 维护废物处理和贮存的设施和设备，确保安全可靠地运行；
- (12) 监测贮存区内放射性废物包的情况；
- (13) 检查和定期监测分析放射性废物包特性的变化；
- (14) 必要时，启动改进现有的放射性废物处理方法或开发新方法、技术的研究和开发活动；
- (15) 对设施的运行经验和事件进行系统的评估；
- (16) 根据监测和运行经验反馈的结果，采取和实施纠正措施；
- (17) 应急准备和响应计划；
- (18) 处理与程序制定相关的主要风险和不确定性，并评估它们对程序实施的影响。

附录 B 放射性废物包管理应考虑的典型特性和特征

放射性废物包管理应考虑的典型特性和特征如下：

(1) 放射性数据：放射性核素的数量和类型、每种放射性核素的半衰期和活度浓度、总活度、释热量；

(2) 活度浓度： α 与 β 发射体核素相比于 γ 发射体核素半衰期显著长，需主要控制其在废物包中的活度浓度；

(3) 临界安全：易裂变材料（如U-233，U-235，Pu-239，Pu-241）的几何构形、浓度和库存，中子毒物的存在和非临界的证明（考虑到适当的安全区域）；

(4) 剂量率：表面及表面外1m处的中子和 γ 剂量率；

(5) 表面污染： α 和 β 污染水平；

(6) 热性能：热功率、热导率和预测的最高温度（冷却系统投运或未投运状态下）；

(7) 物理性能：密度、气孔率、抗渗透性（水和气体）、热稳定性、与基材的均匀性和相容性、含水率、收缩率和回复率、浸出率和腐蚀速率、拉伸强度、抗压强度和尺寸稳定性；

(8) 化学性能：pH、主要的化学形态和化学物质、有毒物质和腐蚀性物质；

(9) 废物体和（或）废物包的重量：总重量（废物体和容器的重量）；

(10) 容器的质量：材料规格、重量、尺寸、耐腐蚀性、封盖和密封装置的特性、密封焊接质量、制造的材料认证、整備过程的质量保证记录与废物体的兼容性；

(11) 废物包的质量：水性介质中放射性核素的扩散率和浸出率、标准大气条件下或可接受条件下的气体释放率，标准大气条件下气体释放率或可接受条件下氡的扩散率，放射性核素的固定和滞留能力，密封装置的水密性和气密性；

(12) 堆码和搬运：容器堆码无变形，容器跌落试验的结果和提升容器的要求（如提升特征）；

(13) 包装标签：唯一的、长期有效的标识；

(14) 基质材料质量：基质材料的认证和质量保证信息；

(15) 废物体的质量分数：废物、固化基材和添加剂的质量分数；

(16) 废物包的坚稳性：温度循环下的性能，热敏性和耐火性能，长期耐辐照性能，基材对水接触的敏感性，抗微生物性能，湿介质中的耐腐蚀性（用于

金属容器), 孔隙度和气密性, 由于内部积聚释放气体而引起的膨胀性;

(17) 外包装的稳定性: 在相关气氛或水溶液中的腐蚀性能和(或)浸出性能, 长期腐蚀的数据, 在相关水溶液中表面的影响和放射性核素的溶解度。

注: 可根据相关接收准则确定放射性废物包所需的具体要素。

附录 C 核电厂及研究堆的低中水平放射性废物示例

C.1 核电厂的低中水平放射性废物

C.1.1 放射性废气

(1) 含氢废气

主要的来源：化学和容积控制系统的容积控制箱、稳压器卸压箱、反应堆冷却剂疏水箱、处理含氢反应堆冷却剂的脱气装置气装置、含氢反应堆冷却剂的贮存容器。

(2) 含氧废气

主要的来源：在换料检修时，核辅助系统的除盐器、过滤器的排气；相关处理系统中与室内空气连通的放射性设备的排气；活化或被污染的通风排气。

C.1.2 放射性废液

(1) 化学废液

主要来源：放化实验室排水、化学清洗和去污排水等。

(2) 工艺废液

主要来源：反应堆冷却剂系统及其辅助系统排水、换料和乏燃料水池排水等。

(3) 杂项废液

主要来源：控制区的地面排水、设备及管道排空水、控制区通风系统排水等。

(4) 洗涤废液

主要来源：热洗衣房排水、控制区工作人员人体污染去污水等。

(5) 其它废液

主要来源：蒸汽发生器排污水、汽轮机厂房设备的泄漏排水和其他排水（与二回路相关系统）等。在通常情况下该类废液不含放射性或放射性活度浓度极低，一般不需要进行处理，监测后可以直接排放。只有在特殊情况下，当该类废液的放射性活度浓度超过排放控制值时，才需要进行处理。

C.1.3 放射性固体废物

(1) 废树脂

主要来源：化学和容积控制系统、硼回收系统、废液处理系统以及乏燃料贮存水池冷却和净化系统离子交换器产生的废树脂。当蒸汽发生器传热管发生泄漏而导致蒸汽发生器排污水净化系统或主蒸汽系统有明显的放射性时，蒸汽发生器

排污水净化系统和二回路凝结水精处理系统产生的废树脂也作为放射性废物处理。

(2) 泥浆

主要来源：废液处理系统废液贮槽、控制区疏水地坑、膜元件冲洗及废液离心分离装置分离出的含悬浮颗粒的淤积物。

(3) 废液过滤器芯

主要来源：化学和容积控制系统、硼回收系统、废液处理系统、乏燃料贮存水池冷却和净化系统及蒸汽发生器排污水净化系统更换下来的废过滤器芯。

(4) 浓缩废液/化学废液

主要来源：废液处理系统蒸发产生的浓缩废液、硼回收系统不合格的浓硼酸以及废液经膜处理产生的浓缩废液等。化学废液指含盐量和放射性活度浓度高的少量放化实验室排水、化学清洗和去污废液等。

(5) 废膜

主要来源：废液膜处理装置（超滤、纳滤、微滤）更换下来的废膜元件。

(6) 活性炭、沸石

活性炭主要来自废液处理系统深床过滤器以及含氢废气处理系统活性炭保护床。沸石主要来自废液处理系统的深床过滤器。

(7) 放射性废油、废有机溶剂

主要来源：控制区转动机械设备检修时产生的被放射性污染的润滑油。放射性废有机溶剂主要是设备零部件去污前进行清洗时产生。

(8) 干废物

在核电厂运行和维修过程中产生的被放射性污染的固体材料（如被放射性污染的防护用品、擦拭材料、纸张、塑料、橡胶制品等），以及控制区废弃的被放射性污染的设备、堆芯一次测量管道或通道、零部件、工具和保温材料等。控制区更换下来的废气处理系统、通风系统过滤器和活性炭过滤器，在存放一段时间后，如果其放射性活度浓度仍大于清洁解控水平，也属于放射性干废物。

C.2 研究堆的低中水平放射性废物

C.2.1 放射性废气

- (1) 反应堆水池、冷却剂系统、辐照设施和实验设施产生的废气；
- (2) 辅助设施（包括通风柜和去污区域）产生的气溶胶。

C.2.2 放射性废液

- (1) 冷却水疏水；
- (2) 一回路疏水（轻水堆）；
- (3) 除盐水系统废液；
- (4) 疏水排气系统废液；
- (5) 大型设备维修产生废水；
- (6) 洗涤废液；
- (7) 地面废液；
- (8) 试验废液。

C.2.3 放射性固体废物

- (1) 受辐照的靶容器；
- (2) 使用过的辐照支架和反应堆部件（如热电偶）；
- (3) 中子束导管；
- (4) 使用过的控制棒；
- (5) 废离子交换树脂；
- (6) 水池服务区域产生的废物；
- (7) 通风系统产生的废物（活性炭过滤器、高效过滤器（HEPA））；
- (8) 清洗材料和用过的个人防护用品；
- (9) 实验室废物（手套，薄纸，一次性玻璃器皿等）；
- (10) 维修或其他活动产生的去污物品。

注：C.2.3中（1）-（4）类废物是否为低中水平放射性废物与研究堆的功率和运行历史有关，存在成为高放废物的可能。

附录 D 核燃料循环设施的放射性废物示例

D.1 铀转化设施

表D.1-1、D.1-2、D.1-3分别给出了铀转化设施主要产生的放射性废气、废液和固体废物。

表D.1-1 放射性废气

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	含铀废气	工艺尾气	低放废物	
		局部排风	低放废物	
		呼排气体	低放废物	
		厂房全面排风	极低放废物	

表D.1-2 放射性废液

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	精馏残液	萃余水精馏	低放废物	
2	废有机相	萃取纯化	低放废物	
3	废碱液	萃取纯化（TBP 再生）	低放废物	含 Na ₂ CO ₃
4	淋洗液	尾气淋洗	低放废物	
5	事故喷淋水	事故喷淋水	低放废物	
6	事故淋浴水	事故状态下人员淋浴	低放废物	
7	分析含铀废液	分析产生的含铀废液	低放废物	
8	清洗液	沾污设备、管道、阀门等清洗；棉织物清洗	极低放/ 低放废物	
9	设备、地面擦洗液	设备、地面清理	极低放/ 低放废物	

表D.1-3 放射性固体废物

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	溶解渣	溶解液过滤产生的残渣	低放废物	
2	氟化渣	氟化反应过程中产生的不挥发物的氟化物(残渣)	低放废物	刚生成的氟化渣剂量水平较高, 存放三个月后, 剂量水平降低
3	炭化炉渣	氟化尾气处理	低放废物	
4	钠石灰渣	冷凝液化管道系统真空捕集	低放废物	
5	棉织物	沾污手套、口罩、衣服等	极低放/ 低放废物	
6	废过滤部件	报废的过滤管、过滤器芯及各类吸附材料	低放废物	
7	废金属	报废的设备、管道、阀门以及其他零部件等	极低放/ 低放废物	
8	建筑废墟	退役活动建筑物拆除产生	极低放/ 低放废物	

D.2 铀浓缩设施

表D.2-1、D.2-2、D.2-3分别给出了铀浓缩设施主要产生的放射性废气、废液和固体废物。

表D.2-1 放射性废气

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	含铀废气	工艺尾气	低放废物	
		局部排风	低放废物	
		呼排气体	低放废物	
		厂房全面排风	极低放废物	

表D.2-2 放射性废液

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	清洗液	沾污设备、管道、阀门等清洗；棉织物清洗	极低放/ 低放废物	
2	事故淋浴水	事故状态下人员淋浴	低放废物	
3	分析含铀废液	分析产生的含铀废液	低放废物	
4	设备、地面擦洗液	设备、地面清理	极低放/ 低放废物	
5	有机废液	被污染的真空泵油、特殊润滑油	低放废物	

表D.2-3 放射性固体废物

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	过滤渣、石灰渣	废水处理	低放废物	
2	棉织物	沾污手套、口罩、衣服等	极低放/ 低放废物	
3	废过滤部件	报废的过滤管、过滤器芯及各类吸附材料	低放废物	
4	废金属	报废的设备、管道、阀门以及其他零部件等	极低放/ 低放废物	
5	建筑废墟	退役活动建筑物拆除产生	极低放/ 低放废物	

D.3 铀燃料制造设施

表D.3-1、D.3-2、D.3-3分别给出了铀燃料制造设施主要产生的放射性废气、废液和固体废物。

表D.3-1 放射性废气

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	含铀废气	工艺尾气	低放废物	
		局部排风	低放废物	
		呼排气体	低放废物	
		厂房全面排风	极低放废物	

表D.3-2 放射性废液

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	工艺废水	工艺系统产生的废液	低放废物	
2	清洗液	沾污设备、管道、阀门等清洗；棉织物清洗	极低放/ 低放废物	
3	洗涤液	尾气洗涤	低放废物	
4	设备冷却水	系统泄漏污染的冷却水	低放废物	
5	分析含铀废液	分析产生的含铀废液	低放废物	

表D.3-3 放射性固体废物

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	过滤渣、氟化钙渣	废水处理	低放废物	
2	棉织物	沾污手套、口罩、衣服等	极低放/ 低放废物	
3	废过滤部件	报废的过滤管、过滤器芯及各类吸附材料	低放废物	
4	废金属	报废的设备、管道、阀门以及其他零部件等	极低放/ 低放废物	
5	建筑废墟	退役活动建筑物拆除产生	极低放/ 低放废物	

D.4 乏燃料后处理设施

表D.4-1、D.4-2、D.4-3分别给出了乏燃料后处理设施主要产生的放射性废气、废液和固体废物。

表D.4-1 放射性废气

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	溶解器排气	乏燃料剪切及溶解尾气	中放废物	
2	其他工艺容器排气	其他工艺容器排气	中放废物	
3	厂房通风排气	厂房全面排风	极低放/ 低放废物	

表D.4-2 放射性废液

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	共去污循环萃 残液	共去污循环产生的萃残液	高放废物	
2	酸性废液	净化循环萃残液、酸性溶剂 洗涤剂、高放废液浓缩系统 二次蒸汽冷凝液和去污废液	中放废物	
3	碱性废液	碱性溶剂洗涤液、去污废液	中放废物	
4	中放废液浓缩 系统二次蒸汽 冷凝液	中放废液浓缩系统二次蒸汽 冷凝液	低放废物	
5	贮存水池排水	核燃料元件贮存水池排水	低放废物	
6	清洗液	沾污设备、管道、阀门等清 洗；棉织物清洗	低放/中放废 物	
7	设备冷却水	系统泄漏污染的冷却水	低放废物	
8	有机废液	废萃取剂	高放废物	

表 D.4-3 放射性固体废物

序号	废物名称	废物来源	废物种类	备注
1	包壳	脱壳过程产生	中放/高放废物	
2	过滤渣	料液过滤废渣	中放/高放废物	
3	棉织物	沾污手套、口罩、衣服等	极低放/ 低放废物	
4	废过滤部件	报废的过滤管、过滤器芯 及各类吸附材料	低放/中放/ 高放废物	
5	废金属	报废的设备、管道、阀门 以及其他零部件等	极低放/低放/ 中放废物	
6	建筑废墟	退役活动建筑物拆除产生	极低放/低放 废物	