ICS

CCS

|  |
| --- |
|  |

团体标准

T/CNEA XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

高水平放射性固体废物贮存设施

运行维护指南

Guidance for operation and maintenance of high level radioactive solid waste

storage facilities for reprocessing of spent fuel

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

|  |
| --- |
|  |
| 2025年4月3日 |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国核能行业协会   发布

目  次

[目次 I](#_Toc199096001)

[前言 II](#_Toc199096002)

[1 范围 1](#_Toc199096004)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc199096005)

[3 术语和定义 1](#_Toc199096006)

[4 总体要求 2](#_Toc199096007)

[5 贮存设施（厂房） 3](#_Toc199096008)

[6 高放固体废物的接收 4](#_Toc199096009)

[7 高放固体废物的贮存 5](#_Toc199096010)

[8 运行管理 6](#_Toc199096011)

[9 设备设施维护 6](#_Toc199096012)

[10 辐射防护 7](#_Toc199096013)

[11 应急 7](#_Toc199096014)

前  言

本文件按照GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国核能行业协会提出并归口管理，技术支持单位为上海核工程研究设计院有限公司、核工业标准化研究所、苏州热工研究院有限公司、华能核能技术研究院有限公司。

本文件起草单位：中核四0四有限公司、中核四川环保工程有限公司、生态环境部核与辐射安全中心

本文件主要起草人：李鸿伟、孙源锴、郭建锋

本文件首次发布。

高水平放射性固体废物贮存设施运行维护指南

* 1. 范围

本标准提供了高水平放射性固体废物（简称“高放固体废物”）贮存设施在厂房设计、废物接收、废物贮存、运行管理、设备设施维护、辐射防护、应急、质量保证等方面的建议与指导。

本文件适用于高放固体废物贮存设施的运行维护管理，不适用于直接处置的乏燃料、核设施厂房内暂存的高放固体废物、一类废放射源贮存的运行管理。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4960.8 核科学技术术语放射性废物管理

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB 14500 放射性废物管理规定

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

EJ 849 核燃料后处理厂辐射安全设计规定

EJ/T 938 核燃料后处理厂通风与空气净化设计规定

EJ 1186 放射性废物体和废物包的特性鉴定

* 1. 术语和定义

GB/T 4960.8界定的以及下列术语和定义适用于本文件。



废物贮存设施 **waste temporary storage facility**

指用于放射性固体废物在最终处置前的中间贮存设施，包括废物暂存室、暂存库和暂存场。

[GB 11928-1989，3.1]

高水平放射性固体废物 **high level radioactive solid waste**

本文件是指活度下限值为4E+11 Bq/kg，或释热率大于2 kW/m3固体废物。

包装 **packaging**

完全封闭放射性内容物所必需的各种部件的组合体。通常可以包括一个或多个腔室、吸收材料、间隔构件、辐射屏蔽层和用于充气、排空、通风和减压的辅助装置，用于冷却、吸收机械冲击、装卸与栓系以及隔热的部件，以及构成货包整体的辅助器件。包装可以是箱、桶或类似的容器，也可以是货物集装箱、罐或散货集装箱。

[GB 11806-2005，3.29]

废物包 **waste package**

按照搬运、运输、贮存和（或）处置要求整备后的产物，它包括废物体、容器和容器之间的填充物。在运输中又称废物货包。

[EJ 1186-2005，3.3]

放射性废物容器 **radioactive waste container**

供搬运、运输、贮存和（或）处置用的、盛放放射性废物的容器，包括直接盛装废物的废物容器、屏蔽容器、外包装和运输容器，页包括附加的减震装置。是防止外界入侵的一种屏障。

[EJ 1186-2005，3.4]

屏蔽容器 **cask;flask**

用于乏燃料和其它高放射性物质运输和贮存的容器。它具有足够的辐射屏蔽能力，化学、机械性能稳定，耐热，抗辐照性及散热性好等特性，满足装卸、运输和贮存的要求。

[GB/T 4960.8-2008，7.7]

表面污染 **surface contamination**

在表面上存有超过一定量的放射性物质：对β和γ发射体及低毒性α发射体，其量超过0.4 Bq/cm2；或对所有其它α发射体，其量超过0.04 Bq/cm2。表面污染包括非固定污染和固定污染：

——非固定污染是指在常规的运输条件下可以从表面上去除的污染;

——固定污染是指除非固定污染以外的污染。

[GB 11806-2019，3.13]

暂存井（坑） **temporary well**

本文件是指用于贮存危险废物、具有屏蔽防护作用的堆码废物包的设施。通常若干个暂存井（坑）组成一个贮存单元。暂存区可以包括若干个贮存单元。

废物处置 **waste disposal**

把废物放置在一个经批准的、专门的设施(例如近地表或地质处置库)里，预期不再回取。处置也包括经批准后将气态和液态流出物直接排放到环境中进行弥散。

[GB 14500-2002，3.11]

* 1. 总体要求
     1. 高放固体废物贮存设施的设计应使废物能够被接收、贮存、检查或监测，在贮存期满后，能够在不造成不适当的职业辐射、公共辐射或环境影响的情况下被回取。
     2. 接收高放固体废物的废物类型、包装要求、内容物要求、随附的废物信息等都应符合高放固体废物贮存设施的接收标准，不满足贮存设施要求的废物一律不得接收。
     3. 废物贮存设施应确保在规定的贮存期间内确保废物不丢失、废物容器完整可回取，以便进一步整备、处理、运输、和处置。
     4. 高放固体废物贮存设施内的设备应定期检查、维护和维修，确保所有设备保持高度可靠性。
     5. 高放固体废物贮存期内尽量减少放射性物质向环境的释放量，保证公众及职业人员受到的照射不超过GB 18871规定的剂量当量限值，并保持在可以合理达到的尽可能低的水平。
     6. 高放固体废物贮存设施运营单位应制定与设施的危险类别相适应的应急准备和响应安排，以便事故条件下快速做出反应。
  2. 贮存设施（厂房）
     1. 高放固体废物贮存设施的设计寿命应与废物处置前的贮存期相适应，一般应按不低于50年考虑。
     2. 高放固体废物贮存设施的区域布置，应将辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制，并应符合GB 18871的相关规定。
     3. 高放固体废物贮存设施需设置专用的操作区，操作区应设置具备屏蔽功能的设备，以保证废物包放入贮存井（坑）过程中操作区剂量水平受控。
     4. 高放固体废物贮存设施应采取措施，防止以任何方式向环境带出或泄漏超过相应限值的放射性物质，必要时应配置去污器具及放射性废物净化或固化装置。
     5. 高放固体废物贮存设施应控制气载放射性物质的通风系统应从低污染可能性区域流向高污染可能性区域。
     6. 高放固体废物贮存设施应考虑提供放射性气体净化系统或其他措施，以防止在正常操作和事故条件下，放射性核素以气体或气溶胶形式不受控制地释放。
     7. 高放固体废物贮存设施的设计应便于检查设施的结构、系统和部件，以及贮存设施中贮存的高放固体废物包。
     8. 高放固体废物贮存设施设计时应预留贮存容量，以容纳设施本身因改造、检修或事故工况下废物量可能增加的需求。
     9. 废物贮存井（坑）的设计应便于对废物包进行监测，以便及早发现废物包装容器的任何故障。
     10. 高放固体废物贮存设施除满足放射性设施的有关要求外，并要求贮存设施空间利用率高，废物包可回取、管理方便，并具备必要的抗御意外灾害的能力。
     11. 高放固体废物贮存设施应包涵完善的辐射监测、电气仪控、通信保障、实体保护、给排水等辅助系统，并符合相应的有关技术标准的要求。
     12. 高放固体废物贮存设施运行应具有以下内容：

1. 贮存设施工艺说明书及工艺流程图；
2. 贮存设施的组成系统、设备的说明；
3. 安全评估方案；
4. 辐射监测方案；
5. 适用的保障措施；
6. 放射性材料实物保护安排。
   * 1. 高放固体废物贮存设施需设置专用的贮存区，以贮存井（坑）的形式对高放固体废物包装体进行贮存。其中，贮存井（坑）需满足以下要求：
7. 贮存井（坑）应具备足够的结构强度以满足废物包重叠码放。
8. 应采用与贮存井（坑）入口匹配的屏蔽塞或具备等效屏蔽功能的设备以保障放入废物坑贮存井（坑）的辐射屏蔽防护。
9. 应采用伸缩套筒或具备类似功能的设备以抵消暂存期间贮存井（坑）因温度变化引起的伸缩。
10. 每个贮存井（坑）应具有单独的编号，以明确每个高放固体废物包的贮存位置。
    * 1. 贮存环境
11. 贮存区送风总管压力应恒定，送风总管压力值应可根据高放固体废物贮存的不同阶段的要求进行调整；
12. 贮存区通排风应保持贮存区排风温度不超过65℃，贮存区墙壁温度不超过65℃；
13. 贮存库操作区域送风系统应保证操作区环境温度低于35℃。
    1. 高放固体废物的接收
       1. 为便于高放固体废物的装卸、运输、贮存和处置，废物包装容器应满足以下要求：
14. 废物包装容器的体积、形状和尺寸都应与装卸、运输和贮存操作相适应，并应符合放射性物质安全运输的有关规定。
15. 废物包装容器应由具有制造许可证的单位生产，并按照相应标准规定的要求进行检验和验收。
16. 废物包装容器应具有足够的机械强度和抗冲击性能，满足废物包搬运和堆放所产生的动态和静态负荷，满足长期贮存、后续运输及处置的要求。
17. 废物包装容器应确保在寿命期内合理预期会出现的所有操作条件下都能包容废物。
18. 包装容器应满足贮存环境（例如环境温度和湿度的范围）要求，包装容器还应在贮存期间具有足够的耐腐蚀性。
    * 1. 废物包应满足GB 11806规定的有关要求，包括废物的类别、内容物、表面剂量和污染水平。
      2. 高放固体废物包应具有明确、清晰的放射性标识，并附有必要的信息，包括但不限于：
         1. 法规规定标识、遵循一定规则的废物包编号；
         2. 主要核素种类及其放射性活度浓度；
         3. 表面污染及表面剂量率检测结果；
         4. 废物体重量；
         5. 废物来源或送贮单位及相关信息；
         6. 送贮日期。
      3. 送贮单位应采用经检验合格的屏蔽容器运输废物，并定期对废物屏蔽容器进行检查、去污和复验，以保证运输及接收过程安全。
      4. 高放固体废物接收时，对内容物应符合如下要求：
19. 高放固体废物包不得混入：
    1. 爆炸性物质或与水接触后能产生爆炸反应的物质；
    2. 自燃、易燃或易挥发物质；
    3. 动植物的残骸。
20. 废物桶内容物填充率应尽可能大于85%。
21. 高放固体废物中游离状态液体含量不应超过1%（wt）。
    * 1. 高放固体废物屏蔽容器的外表面应保持洁净，其满足：
         1. 表面剂量率应低于2 mSv/h；距表面1 m处任一点剂量率应低于0.1 mSv/h；
         2. 表面污染（非固定性污染）α＜0.4 Bq/cm2，β＜4 Bq/cm2；
         3. 可以在表面的任意部位任一300 cm2面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求。
      2. 废物接收应核查送贮单位是否已通过计算机数据传输系统或其他指定方式向贮存库提交送贮申请，并核实整备完毕的送贮废物桶放射性检查数据是否符合接收标准。
      3. 废物接收时应确保贮存设施内设备运行状态、通排风系统状态、贮存库区温度等相关运行参数达到规定要求，符合接收废物要求。
      4. 废物接收时对将要入库的废物类别、送贮单位及送贮人员进行核验登记，并建立完善的接收台账，台账应包括接收时间、废物来源、废物类型、废物包编号、屏蔽容器表面污染水平α、表面污染水平β、1 m外照射剂量率、表面外照射剂量率、重量、体积、记录人等信息，确保信息完整可追溯性。
    1. 高放固体废物的贮存
       1. 高放固体废物的贮存、搬运、装卸、监查等操作人员，必须由培训合格人员或在培训合格人员的监督下进行作业。
       2. 高放固体废物贮存尽可能采用远距离自动化搬运、装卸、堆放等作业，远距离操作作业时应配备远程电视或其它远程观察设备，以便观察、跟踪废物包的搬运、装卸、堆放等作业情况。
       3. 废物贮存操作若涉及危险作业（如吊装作业、高处作业、临电作业、动火作业）时，作业人员应加强安全防范和监督，避免发生危险作业事故。
       4. 高放固体废物贮存时，根据库存情况分配确定的贮存大厅号及目标贮存井（坑）号，确保废物包标号与贮存井编号一一对应。
       5. 高放废物贮存时，贮存人员应再次核查高放固体废物送贮信息与实物相一致，送贮废物信息单应该妥善保存，防止变质、损坏和丢失。
       6. 送贮信息核对无误后，按照贮存操作规程将高放固体废物转运至指定编号的暂存井（坑）中，并覆盖屏蔽盖板。
       7. 对入库的废物应建立完整的废物贮存台账，应包括贮存时间，废物来源、废物类型、废物包编号、重量、贮存位置、记录人等信息，具有完整可追溯性。
       8. 高放固体废物在贮存井（坑）中应堆放整齐，防止翻倒、跌落和摔碰，不得超过贮存井（坑）堆放层数要求；
       9. 将当前贮存井存满后，再分配下一个贮存井（坑）进行贮存作业，并对已贮存满的贮存井做好易识别、能长期存在的已存满标识。
       10. 贮存设施中废物的贮量（体积和放射性总活度）和贮存时间不得超过设计规定或审管部门的要求。
       11. 贮存设施中应加强起重作业伤害的安全监督和监察，包括但不限于装载吊车的安全警示、设备性能确认、吊装作业安全规定，以及作业人员资格、劳动保护及辐射防护用品等。
       12. 贮存高放固体废物时，应严格按照设备操作规程操作相关设备，严禁带故障、超负荷使用设备，以保证作业人员安全。
       13. 运营单位应定期对高放固体废物包的长期安全性进行评估，以保证在搬运、贮存、运输、和处置的正常工作条件下和设定的事故工况下能包容放射性物质。
       14. 保证在规定的贮存期限内废物包安全和废物包完好无损，可回取。必要时对废物包进行探测，以便及早发现容器损坏、放射性泄露或容器内有气体产生。
       15. 高放固体废物贮存设施贮存的废物总量不得超出贮存设施的容量（含冗余量）限制，不得超出贮存设施的运行寿期。若不得已必要需要超出限制，并报请有关主管部门批准。
    2. 运行管理
       1. 体系管理
          1. 运营单位应建立、实施、评估和不断改进管理体系，管理体系应包括废物接收、贮存设施的操作和维护等各环节，并应将其应用于高放固体废物接收、贮存的所有阶段。
          2. 高放固体废物贮存设施应采用与危险程度相适应的健全的管理体系，应明确规定不同岗位在组织结构中的职责和责任。
       2. 人员管理
          1. 高放固体废物贮存设施需要安保和出入管制，以防止个人未经授权进入和未经授权移动放射性废物，废物贮存设施所需的安保和出入管制水平应与放射性危害和废物的性质相称。
          2. 营运单位应建立全员培训体系，对从业人员进行个人防护、岗位技术等培训及授权，对工作人员的培训和资格要求将视贮存设施的规模、放射性存量、所进行活动的复杂性和范围以及相关危害而有所不同。
          3. 运营单位应确保所有工作人员了解废物的特性及相关危害、相关的操作和安全程序，安全监督人员能够完成安全监督及辐射防护规定的各项职责。
          4. 运营单位应对操作人员进行可预想到的异常工况下的操作培训，以便在紧急和事故条件下作出适当的反应。
          5. 高放固体废物贮存设施的作业人员应全程佩戴个人剂量计，接受辐射监护。
       3. 程序管理
          1. 贮存设施应确保记录的真实性及完整性，如废物包的标签、高放固体废物接收记录、高放固体废物的贮存记录等。
          2. 运营单位应制定高放固体废物贮存设施安全运行的相关程序文件，具体程序的范围和详细程度应与该程序所涉具体问题的重要性相符合，并应酌情涵盖
22. 各种管理程序；
23. 高放废物包的接受标准；
24. 废物的接收、贮存操作规程；
25. 设备检查及维护规程；
26. 人员培训规程；
27. 事件的记录、报告和调查；
28. 安全及辐射防护；
29. 应急管理程序；
    * + 1. 操作程序的制定、发布、实施应通过高放固体废物贮存设施一线工作人员操作验证并确保正确，通过相关授权人员的审查和批准。
        2. 操作程序应进行定期审查并进行升版，以确保操作程序符合贮存设施现场实际操作。
        3. 操作程序升版时任何修订只有在经过审查以确保符合操作限制和条件、经授权人员批准并形成文件后才能采用，并及时通知操作人员并对操作人员进行培训。
    1. 设备设施维护
       1. 应制定定期维护、测试和检查设备的计划，根据计划定期维护、检查、测试贮存设施内相关设备，验证设备功能、性能和条件是否正确。
       2. 应保存维修、测试和检查活动的记录，并定期审查这些记录，以确保设备的性能、可靠性及维修计划的有效性。
       3. 应定期检查高放固体废物包的贮存状态，若发现废物容器在贮存期间出现降解的迹象，则应采取适当的措施对废物进行重新包装或采用其他合理措施进行处理。
       4. 贮存设施内所有监测仪器的测量范围应足以涵盖预期需要的测量范围，并应对所有的检测仪器进行定期测试和校准。
       5. 应定期检查贮存设施各组成部分，包括：
       6. 废物贮存系统；
       7. 辐射监测、防护系统；
       8. 仪器校准；
       9. 通排风系统；
       10. 正常和备用供电系统；
       11. 公用设施和辅助系统，如供水、供气和压缩空气系统；
       12. 实物保护系统；
       13. 防火系统。
    2. 辐射防护
       1. 高放固体废物贮存设施的运行与操作，必须按照国家要求和原则，为工人、公众和环境提供保护，由于废物贮存活动而对工人和公众造成的辐射剂量不超过国家规定的相关限值；
       2. 运营单位负责高放固体废物贮存设施所有活动的辐射安全，并负责执行确保辐射安全所需的方案和程序。
       3. 高放固体废物贮存设施辐射屏蔽、基本限值、次级限值和导出限值、表面污染控制水平等应符合GB 18871的规定。
       4. 高放固体废物贮存设施应在关键工作区域、场所、部位设置固定式γ剂量监测、表面污染监测和气溶胶采样装置，对区域、场所、部位等进行长期监测，超出规定限值时触发报警。。
       5. 高放固体废物贮存设施应配备便携式可移动射线测量仪表、表面污染测量仪表和空气取样装置，用于日常性和（或）紧急情况下的射线监测。
       6. 应在任何控制区的出口处或从较高污染区移动到较低污染区时，提供固定或便携式仪器，以检测工人受到的外部污染。
       7. 高放固体废物贮存厂房的气溶胶导出空气浓度：α≤2.6×10-1Bq/m3，β≤1.1×102Bq/m3。
       8. 高放固体废物贮存设施应建立辐射防护监测计划及实施报告制度，定期向主管部门报告辐射防护监测情况。
       9. 如有必要，贮存设施也可对化学条件（易燃气体的浓度）和非放射性参数（例如温度、压力、湿度）等参数进行监测，确保贮存设施环境安全
    3. 应急
       1. 运营单位制定并实施与设施的危险程度相称的应急准备和响应安排。应急计划应包括：
30. 工作人员培训，使其有能力识别事故或紧急情况并作出反应；
31. 分工明确，能在事故条件下做出适当安排、提供相应设备，以确保紧急工作人员得到保护。
    * 1. 运营单位应根据可能发生事故的危险程度评估培训演习的需要，若有需要，应定期举行演习，以检验应急反应计划和人员的准备程度。
      2. 运营单位应定期检查在紧急情况下所需的设备和其他资源是否可用并处于工作状态。
      3. 高放固体废物贮存设施应具有独立于正常电力供应的电源提供应急照明的电力。
      4. 高放固体废物贮存设施营运单位应建立应急准备，制定应急计划，以便一旦发生事故时，保证可及时采取相应处理措施，并针对下述情况作出应急安排：
32. 在放射性固体废物的收集、包装、装卸、运输、贮存及管理过程中，可能导致放射性物质污染公众环境或使人员受到超过正常限制照射的情况。
33. 由火灾、盗窃和其它非核性质事故而可能导致放射性物质污染扩散到废物贮存设施以外的情况。
    * 1. 贮存设施发生事故时，在场人员必须采取应急措施，防止放射性污染护大，并立即向本单位领导和主管部门报告。
      2. 发现或者怀疑保障破损造成放射物质泄露，必须禁止无适当防护措施的人员接近废物包装，并尽快由辐射防护人员检验污染范围和水平。当发现已造成污染时，必须立即划定区域并做出标记尽快进行去污处理。当人体受到污染或照射时，必须在安全防护和医疗卫生人员指导下进行人体去污，估算受照剂量，根据需要提出医学处理建议。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* + 1. 事故和应急照射时，按GB 18871中放射性卫生防护的规定执行。