

团 体 标 准

T/ACEF 186—2025

铀尾矿（渣）库安全防护距离 设计指南

Guidelines for design of safety protection distances for
uranium tailings (slags) ponds

2025-02-13 发布

2025-03-01 实施

中华环保联合会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 铀尾矿（渣）库区概况调查	2
6 安全防护距离的确定	5
7 运行效果预测与评估	5
附 录 A（资料性）不同距离、不同地形类型的扩散系数	7

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由兰州大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件起草单位：兰州大学、核工业北京化工冶金研究院、北京市职业病防治研究院、有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、核工业北京地质研究院、中核矿业科技集团、中华环保联合会核能核技术与生态环境保护专业委员会、防灾科技学院。

本文件主要起草人：兰长林、王攀、曹磊、崔兴兰、李军杰、王璨、梁巧英、李昊南、潘小东、曹桂荣。

铀尾矿（渣）库安全防护距离设计指南

1 范围

本文件规定了铀尾矿（渣）库安全防护距离设计的总体要求、铀尾矿（渣）库概况调查、安全防护距离的确定、运行效果预测与评估。

本文件适用于铀尾矿（渣）库退役治理监测期间安全防护距离的设计。

2 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 8999 电离辐射监测质量保证通用要求

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB 23726 铀矿冶辐射环境监测规定

GB 23727 铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定

HJ 61 辐射环境监测技术规范

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ 1212 环境空气中氡的测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铀尾矿（渣） uranium tailings (slags)

为提取铀，从矿石加工过程中产生的细碎残渣，包括水冶过程产生的残余物和堆浸处理矿石而产生的残渣。

[来源：GB 23727—2020, 3.4]

3.2

尾矿库 tailings pond

贮存铀水冶厂尾矿浆中矿砂和矿泥的专用设施，由堤坝围截而成，库内设有排水（洪）构筑物以排除库内的尾矿澄清水和暴雨洪水。

[来源：GB 50520—2009, 2.0.1]

3.3

尾渣库 slags pond

堆放及贮存水冶厂排出的干尾矿、堆浸尾渣及废渣的专用场所，由堤坝围截而成，库内设有排泄暴雨洪水的设施。

[来源：GB 50520—2009, 2.0.2]

3.4

安全防护距离 safety protection distances

为避免铀矿冶设施对周边人员、环境及设施造成不可接受的危害，在铀矿冶设施与居民区或其他设施之间设定的最小防护间隔距离。

3.5

退役 decommissioning

铀矿冶设施服务年限期满，或由于其他原因永久性停业时，充分考虑到对工作人员和周围公众的健康和安全及保护环境而采取的活动。

[来源：GB 50520—2009, 2.0.12]

3.6

对照点 contrast site

受被监测辐射源（或伴有辐射活动）的环境影响可以忽略，可长期保持原有环境特征的监测点，如河流的上游、气态排放的上风向，其监测结果能够保持在本底水平，可作为辐射源周围监测结果的对比参考。

[来源：HJ 61—2021, 3.10]

4 总体要求

4.1 安全防护距离应根据源项强度、剂量限值、人口因素、地形地貌、气象条件等多种因素综合确定，根据不同库区的各因素的相对重要性确定权重系数，综合确定安全防护距离。

4.2 剂量限值应符合 GB 18871 的规定，公众个人每年的全身照射的年剂量当量限值应不高于 1 mSv。

4.3 建立长期的辐射监测系统，对尾矿（渣）库周围的辐射剂量率、放射性核素浓度等进行监测，及时反馈到剂量限值优化过程中，发现实际剂量接近或超过限值，重新评估安全防护距离。

5 铀尾矿（渣）库区概况调查

5.1 基本情况

5.1.1 调查至少应包括库区的工程概况、所在地的气象特征、水文地质、地形地貌、周边植被条件以及人口分布情况。

5.1.2 工程概况调查内容至少应包括：

- a) 库区所在地区的经纬度坐标；
- b) 库区范围：总面积、平面形状、尾矿（渣）类型；
- c) 库区设计参数：库容、确定库的坝高、坝长和坝顶宽度等尺寸参数等。

5.1.3 气象特征调查内容至少应包括：

- a) 库区所在地的年平均气温、最高气温和最低气温数据；
- b) 年平均降水量及其分布规律，降水主要集中的季节，单次最大降水量和降水强度、所在地区湿度等数据；
- c) 风向风速等信息，所在地的主导风向，通过风频玫瑰图、多年气象数据来确定平均风速和最大风速数据。

5.1.4 水文地质调查内容至少应包括：

- a) 确定库区所在地的地表水情况，至少应包括：
 - 1) 库区周边的河流、湖泊、溪流等地表水分布情况：水体名称、与尾矿（渣）库的相对位置；
 - 2) 水体的季节性变化情况；
 - 3) 测量地表水水体的流量、流速、水位等参数。
- b) 确定库区所在地的地下水情况，至少应包括：
 - 1) 地下水水文地质勘查，确定库区及周边的地下水位深度；
 - 2) 地下水的流向、流速和水力梯度等。
- c) 确定库区所在地的岩土工程特性，至少应包括：
 - 1) 库区及周边区域的地质构造，与地下水流动相关的岩石类型（如砂岩、页岩、花岗岩等）；
 - 2) 库区下方和周边的土壤和岩石层渗透性，列出渗透系数（渗透率、导水系数等）；
 - 3) 库区附近断层、裂隙或其它地质不连续面等情况。

5.1.5 地形地貌调查内容至少应包括：

- a) 库区的海拔高度范围，记录库区及其周边的地形起伏情况，坡度坡向等；库区的海拔高度范围，记录库区及其周边的地形起伏情况，坡度坡向等；
- b) 库区所处的山谷、盆地等特殊地形。

5.1.6 周边植被调查内容至少应包括：

- a) 库区半径 10 km 范围内的主要植被类型，森林、灌木、草地等；
- b) 列出主要植物种类及其科学名称；
- c) 评估库区周围的植被覆盖率（以百分比表示）。

5.1.7 人口分布调查内容至少应包括：

- a) 库区半径 1 km~20 km 范围内人口数量、人口年龄构成及人口分布格局等；

- b) 库区周围的主要居民点和村庄位置，包括距库区的距离；
- c) 在各方向上的居住点分布示意图，住点与库区的相对位置关系。

5.2 现场踏勘

5.2.1 源项监测

5.2.1.1 源项监测应符合 GB 23726 的规定,并满足以下要求:

- a) 应明确流出物中的放射性核素排放浓度和排放总量；
- b) 应满足公众剂量评价、环境影响分析关于源项数据的需求；
- c) 应及时发现计划外释放的物质和规模。

5.2.1.2 源项调查范围应包括铀尾矿（渣）库以及可能受污染的外部环境，调查内容包括设施和环境的特征参数及其放射性水平；

5.2.1.3 应采取资料调查、人员访谈、现场监测与采样分析等手段，现场监测与采样应具有代表性；

5.2.1.4 铀尾矿（渣）库退役实施前或实施过程中，对源项发生变化的应进行补充调查。

5.2.2 现场采样

5.2.2.1 监测点位应根据库区流出物排放、环境特点以及之间的相互关系来确定，监测点位应涵盖生态环境主管部门的监督性环境监测点位；

5.2.2.2 监测点位与采样位置的选择应符合 GB 23726 、HJ 164 的规定；

5.2.2.3 铀尾矿（渣）库退役治理监测应符合 GB 23726 的规定，至少应包括：

- a) 退役治理前期的监测，范围为库区边界外 5 km 以内范围；
- b) 退役治理期的监测，范围为库区边界外 3 km 以内范围，涵盖历史运行造成的污染区域；
- c) 验收监测以及监护期的监测，范围为退役后有限制开放使用设施可能影响的范围。

5.3 监测方案

铀尾矿（渣）库退役所处不同期间的源项监测方案见表 1。

表 1 铀尾矿（渣）库退役源项监测方案

监测对象	采样点	监测项目	监测期间	监测频次
空气	铀尾矿（渣）库、铀尾矿（渣）库最大风频的下风向设施边界处；最大风频下风向最近居民点；对照点	^{222}Rn	退役治理前期	1 次/季
			退役治理期	1 次/半年
			退役后监测期	退役治理竣工后前 2 年频次为 1 次/年；以后每年降低监测频次

5.4 监测方法

5.4.1 环境空气中氡的采样、测量方法应符合 HJ 61 、HJ 1212 规定。

5.4.2 流出物和环境检测探测下限的确定方法应符合 HJ 61 规定。

5.5 数据处理

5.5.1 说明数据的收集来源，包括政府部门、研究机构、现场监测、环境评估报告等，列举所收集的气象条件、水文地质、人口分布情况、现场采样的空气等监测数据信息。

5.5.2 应对监测全过程实施质量保证，质量保证应符合执行 GB 8999 和 HJ 61 的规定。质量保证包括监测方案的质量保证要求、监测人员要求、监测仪器的检定/校准和检验、采样质量保证、监测方法的选用和验证、实验室内分析测量的质量控制、实验室间的质量控制。

6 安全防护距离的确定

6.1 氡所致的公众个人年有效剂量根据式（1）确定，根据距源项不同距离下的有效剂量初步确定基于氡析出的安全防护距离。对于其他放射性物质通过不同传播途径的影响，也采用类似方法分别计算：

$$E = 24 \times 365 \times C \times K_{Rn} \quad (1)$$

式中：

E ——公众个人年有效剂量，单位为毫西弗(mSv)；

C ——地面空气氡浓度，单位为贝克勒尔每立方米(Bq/m³)；

K_{Rn} ——剂量转换因子，单位为西弗每（小时·贝克每立方米） Sv/(h·Bq/m³)，根据 GB 18871，取值 2.44×10^{-6} （已考虑平衡因子 0.4）。

6.2 应根据铀尾矿（渣）库所在地的地形地貌、气象条件等因素选择合适的扩散模型。

6.3 位于较为平坦、开阔且气象条件相对简单地区的铀尾矿（渣）库，宜采用高斯烟羽模型。

6.4 位于山区、山谷等复杂地形、气象条件复杂多变的铀尾矿（渣）库，宜采用 CFD 模型。

6.5 依据《中国核工业三十年辐射环境质量评价》总结出的扩散系数见附录 A。

6.6 对铀尾矿（渣）库退役治理前期，以 0.5 mSv/a 为有效剂量限值，对铀尾矿（渣）库退役治理期和监测期，以 0.3 mSv/a 为有效剂量限值。根据式（1）计算出环境空气中氡的安全浓度标准 C_{safe} ，再根据不同地形地貌、气象条件等因素选择高斯烟羽模型或 CFD 模型，将 C_{safe} 代入所选择的大气扩散模型中，根据附录 A 中的数据，反推得出满足安全浓度标准的防护距离，即为基于氡浓度的安全防护距离，与实测结果结合优化，即为综合考虑各因素而确定的初步安全防护距离。

7 运行效果预测与评估

7.1 源项的强度评估

7.1.1 源项的强度评估内容应符合表 1 所监测项目。

7.1.2 随着铀尾矿（渣）库退役治理工作的开展，放射性强度不断降低，释放的氡浓度随之降低，安全防护距离应根据实际情况进行调整。

7.2 剂量限值优化

7.2.1 铀尾矿（渣）库从业人员以及公众照射有效剂量限值应符合 GB 23727 规定。

7.2.2 剂量限值优化至少应包括源项强度、地形地貌、水文地质、气象条件以及人口分布因素。

7.3 人口因素

7.3.1 应详细调查铀尾矿（渣）库周边的人口密度与分布。

7.3.2 以铀尾矿（渣）库为中心，半径在 1 km~20 km 不同范围内的人口分布特征，绘制人口分布图。

7.3.3 根据不同人口密度与分布下的氡浓度，调整安全防护距离：在人口密集地区，设置较大的安全防护距离。对于有学校、医院等特殊敏感人群聚集场所的区域，应给予额外的防护考虑。

7.4 地形地貌影响

7.4.1 应考虑下垫面热力性质差异引起的局部热力环流和局部地形地物影响。

7.4.2 尾矿（渣）库位于山谷中，应考虑山谷的走向、坡度等因素来优化安全防护距离。

7.4.3 尾矿（渣）库在山区，应根据山体的高度和坡度，在山谷下风向适当增加安全防护距离。

7.4.4 尾矿（渣）库在平原地区，辐射扩散相对较为均匀，安全防护距离设计应考虑更广泛的区域。

7.5 气象条件影响

7.5.1 应考虑风频、风向、风速、降水对危害程度的影响。

7.5.2 绘制风玫瑰图直观了解主导风向及次主导风向。

7.5.3 在常年主导方向上设置较大的安全防护距离。

7.5.4 考虑降水的影响，根据源项强度的变化调整安全防护距离。

附 录 A
(资料性)
不同距离、不同地形类型的扩散系数

不同距离、不同地形类型的扩散系数见表 A.1。

表 A.1 不同距离、不同地形类型的扩散系数

地形	项目	距离 m			
		300	500	800	1000
平原	侧向扩散系数	25	38	60	70
	铅直向扩散系数	13	20	28	32
丘陵	侧向扩散系数	56.0	93.6	120.8	143.9
	铅直向扩散系数	33.5	53.6	79.7	97.1
山区	侧向扩散系数	45.4	73.0	111.4	135.2
	铅直向扩散系数	40.2	65.3	100.6	122.8

注：表 A.1 的数据，偏保守考虑，将尾矿（渣）库简化为点源计算