

中华人民共和国国家标准

低中水平放射性 固体废物的浅地层处置规定

GB 9132—88

Regulations for shallow ground disposal
of solid low- and intermediate-level
radioactive wastes

1 主题内容与适用范围

本标准对处置废物的性质和包装作出了规定,对浅地层埋藏处置场的选址、设计、运行、关闭、监督及安全评价提出了原则性的要求。在实施中可根据本标准的原则和要求,制订相应的实施细则。

本标准适用于一切地表或地下的、具有防护覆盖层的、有工程屏障或没有工程屏障的低中水平放射性固体废物(简称废物)浅埋处置。本标准未涉及废物在天然或人工洞穴内的处置。

2 术语

本标准中采用的术语及其含义如下:

- 2.1 浅地层处置:指地表或地下的、具有防护覆盖层的、有工程屏障或没有工程屏障的浅埋处置,深度一般在地面下 50 m 以内。
- 2.2 处置场:指处置废物的一个陆地处置设施区,它由若干处置单元、构筑物 and 场区所组成。处置场有界限限定,并由许可证持有者控制。
- 2.3 放射性废物:指任何包含放射性核素或被其沾污、其比活度超过国家规定限值的废物。本规定系指放射性固体废物,或简称“废物”。
- 2.4 暂存设施:指接受废物后,由于各种原因需要在其中进行临时贮存的设施。
- 2.5 场区控制期:指处置场从投入运行直到场区可以完全开放的这段时期。此后,场区可不受限制地使
- 2.6 工程屏障:指能延滞或阻止放射性核素从处置单元迁移到周围环境的工程设施。
- 2.7 本标准按要求的严格程度,各类用词说明如下,以便在执行中区别对待:
 - a. 表示很严格,非这样做不可的用词:正面词用“必须”,反面词用“严禁”。
 - b. 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:正面词用“应”,反面词用“不应”或“不得”。
 - c. 表示允许稍有选择,在有条件时首先应这样做的用词,用“宜”,反面词用“不宜”。
- 2.8 条文中必须按有关的标准、规定或其他文件执行的写法为“按……执行”或“符合……要求”。

总则

1 废物处置的基本要求

- a. 废物浅地层处置的任务是在废物可能对人类造成不可接受的危险的时间范围内(一般应考虑 400a 至 500a),将废物中的放射性核素限制在处置场范围内,以防止放射性核素以不可接受的浓度或数向环境扩散而危及人类安全。

家环境保护局 1988-05-25 批准

1988-09-01 实施

b. 处置场在正常运行和事故情况下,对操作人员和公众的辐射防护应符合我国辐射防护规定的要求,并应遵循“可合理做到的尽可能低”的原则。在处置过程中通过各种途径向环境释放的放射性物质对公众中个人造成的有效剂量当量每年不超过 0.25 mSv(25 mrem)。

3.2 在选择场址时应综合考虑地质、水文、气象、社会和经济条件,进行代价利益分析。在选择方案、确定场址、设计、运行和关闭处置场时,应按国家规定进行安全分析和环境影响评价。

3.3 凡新建、扩建、改建放射性废物处置场时,必须在最终确定场址之前、处置场投入运行之前和处置场关闭之前分别履行审批手续。应先经所在省、市、自治区的主管部门同意,最后报国家环保部门审批。处置场运行单位必须获得国家颁发的相应许可证。

处置场运行许可证的内容应包括:

- a. 处置的废物数量和性质;
- b. 处置的放射性核素的限量(包括总量和最大比活度);
- c. 场内和场外环境监测计划;
- d. 对废物处置情况和环境监测结果的报送要求;
- e. 事故应急计划及补救措施。

国家环保部门有权对许可证的项目和内容进行必要的修改,并进行独立的检查。对不执行许可证内容的单位给予处罚,直至建议吊销其许可证。

3.4 处置场的关闭包括正常和非正常关闭。关闭后应进行有效的监督和维护。所需经费应包括在处置废物的收费中,实行专款专用,定期核实和调整。

3.5 处置场的外环境监测应由地方环保部门和处置场运行单位独立地实施。

4 场址选择

4.1 选址步骤

处置场的选址一般应包括区域调查、场址初选和场址确定三个步骤。

选址工作是一个连续的、反复的评价过程。在此过程中要不断排除不合适的场址,并对具有可能性的场址进行深入调查。在选出可使用的场址后,应作详细评价工作,以论证所作的结论是否确切和预计在建造处置场及处置废物时会对场址特性造成何种不利影响。

4.1.1 区域调查

区域调查的任务是确定若干个有可能建立处置场的区域,并对这些区域的稳定性、地震、地质构造、工程地质、水文地质、气象条件和社会经济因素进行初步评价。

4.1.2 场址初选

场址初选是在区域调查的基础上通过现场踏勘、勘察和资料的分析研究,确定 3 至 4 个候选场址。

4.1.3 场址确定

场址确定是对候选场址进行详细的研究和代价利益分析,以论证场址的适宜性,并向国家环保部门提出详细报告,最终批准确定 1 个场址。

分析工作要求收集的资料主要有:

- a. 废物的形式、性质和数量、处理费用及抗浸出性能;
- b. 场址特性、工程设施的效果及费用;
- c. 场址在地质、地球化学、水文地质、工程地质和生态方面的详细评价,以便估计放射性核素可能释放的途径和数量;
- d. 确定选用的放射性影响分析方法或模式,并预测扩散到周围环境中的放射性核素的活度。

4.2 场址要求

4.2.1 场址地震及区域稳定性要求

处置场应选择在地震烈度低及长期地质稳定的地区。应避免以下地区:

- a. 破坏性地震及活动构造区；
- b. 危及处置场安全的海啸及涌浪区；
- c. 地应力高度集中、地面抬升或沉降速率快的地区；
- d. 地面侵蚀速率高的地区。

4.2.2 场址地质构造及岩性要求

- a. 场址应具有相对简单的地质构造，断裂及裂隙不太发育；
- b. 处置层岩性均匀，面积广、厚度大、渗透率低；
- c. 处置层的岩土应具有较高的吸附和离子交换能力。

4.2.3 场址的工程地质要求

处置场应选择在工程地质状况稳定，建造费用低和能保证正常运行的地区。应避免在以下地区建造处置场：

- a. 崩塌、岩堆、滑坡区；
- b. 山洪、泥石流区；
- c. 岩溶发育或矿区采空区；
- d. 活动沙丘区；
- e. 尚未稳定的冲积扇及冲沟地区；
- f. 高压缩性淤泥、泥炭及软土区。

4.2.4 场址的水文地质要求

处置场一般应具备以下水文地质条件：

- a. 水文地质条件较简单；
- b. 最高地下水位距处置单元底板应有一定的距离；
- c. 无影响地下水长期稳定的因素（如开挖河流，建造水库等）；
- d. 处置场不应有露天水源有污染影响，场址边界与露天水源间的距离不宜少于 500 m；
- e. 不会被洪水淹没的地区。

2.5 处置场宜选择在没有矿产资源或有资源但无开采价值的地区。若附近有开采价值的资源，则应对处置场和开采资源之间的相互影响进行评价。

2.6 场址应选择在土地贫瘠，对工业、农业、以及旅游、文物、考古等使用价值不大的地区。

2.7 场址应选择在离城市有适当距离、人口密度低的地区。根据场址条件、事故释放情况等因素在场周围要考虑一定范围的防护监测区。

2.8 场址应远离飞机场、军事试验场地和易燃易爆等危险品仓库。

3 选择场址过程中应收集的资料

3.1 岩土特性资料：

- a. 岩土矿物成分；
- b. 岩土中胶体颗粒含量；
- c. 岩土天然湿度；
- d. 岩土吸附能力和离子交换容量；
- e. 岩土酸碱度；
- f. 岩土孔隙率、有效孔隙率；
- g. 岩土渗透率；
- h. 岩土力学性能。

2 水文地质资料

- a. 处置场场址附近河流、水溪、湖泊的特性（流量、水位、流速、洪水位）；
- b. 地下水补给源、径流及排泄点，地下水与地表水的水力联系；

- c. 该地区水资源的利用状况；
- d. 地下水类型及化学成分；
- e. 水、岩土与核素之间的物理化学反应，核素迁移速度、迁移途径；
- f. 地下水长期稳定性及其影响因素；
- g. 河流改道的可能性；
- h. 土壤毛细上升高度。

4.3.3 气象资料

- a. 总的气候特征；
- b. 风速、风向、大气稳定度、气温、湿度、降水量、蒸发量和雾等气象要素，这些气象要素应力求是同时观测的相互关联的。并应根据上述气象要素的数据资料求出其频率分布；
- c. 对处置场安全可能产生有害影响的气象资料，如龙卷风、台风、大风、沙暴、暴雨、降雪、冰冻和冰雹等。并判断这些资料能够在多大程度上代表场址的长期环境条件。

4.3.4 表示场址附近详细地形特征和较大区域一般地形地貌特征的资料。

4.3.5 社会和经济方面资料

- a. 处置场离废物来源的距离、废物的运输方式、运输系统的能力、修建或扩建运输系统的投资；
- b. 场址周围目前和将来的土地使用情况，对征购土地、搬迁居民所花代价；
- c. 场址供电供水条件；
- d. 职工及家属生活福利设施投资，周围可利用条件；
- e. 场址周围现在的人口分布和将来的发展趋势。由于社会发展、人类活动可能对场址产生的影响；
- f. 场址附近居民、社会上公众以及地方政府对在该地建设处置场的态度；
- g. 其他，如由于场址条件存在不利因素需采取工程措施要求的投资等。

5 废物

5.1 浅地层处置废物的范围

5.1.1 适合于浅地层处置的废物必须满足下列条件之一：

- a. 半衰期大于 5 a、小于或等于 30 a，比活度不大于 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq/kg}$ (1Ci/kg) 的废物；
- b. 半衰期小于或等于 5 a，任何比活度的废物；
- c. 在 300~500 a 内，比活度能降到非放射性固体废物水平的其他废物。

5.1.2 含有下列物质的废物不适合于浅地层处置：

- a. 腐烂物质；
- b. 生物的、致病的、传染性细菌或病毒的物质；
- c. 自燃或易爆物质；
- d. 燃点或闪点接近环境温度的有机易燃物质。

5.2 废物性质的要求

- a. 废物应是固体形态，其中的游离液体体积不得超过废物体积的 1%；
- b. 废物应具有足够的化学、生物、热和辐射稳定性；
- c. 比表面积小，弥散性低，且放射性核素的浸出率低；
- d. 废物不得产生有毒气体。

5.3 废物包装的要求

- a. 废物必须进行包装。包装体必须具有足够的机械强度，以满足运输、操作和处置的要求。所有包装体的重量、体积、形状和尺寸都应 与装卸、运输和处置操作相适应，并应符合放射性物质安全运输的有关规定；

b. 包装体表面的剂量当量率应小于 2 mSv/h(200 mrem/h),在距表面 1 m 远处的剂量当量率应小于 0.1 mSv/h(10 mrem/h),若超过此标准,操作和运输过程中应外加屏蔽容器。

6 处置场的设计

6.1 基本原则

6.1.1 处置场的设计必须保证在正常操作期间和事故情况下操作人员和周围居民的安全,必须保证可能返回人类生活环境的放射性核素在任何时候都不会超过允许水平。

6.1.2 处置场的地层是最重要的屏障。处置场的设计应通过设置工程屏障等措施来改善场址的屏障功能和弥补场址自然条件的不足,以确保其满足本标准 4.2 条的要求。

6.1.3 处置场的基本任务是接受废物并将其安放到处置单元中。根据需要,在既保证处置的安全性,又考虑到处置的经济性的前提下,处置场也可设置合理的减容设施。

6.1.4 处置场必须确保在规定的场区控制期内对废物实现有效的隔离,并应尽量减少在处置场关闭之后经常的维护。

6.2 防水与排水

6.2.1 处置场一般应设置工程屏障来防止地表水和地下水的渗入,以尽量减少废物与水的接触。

6.2.2 防水设计的重点应是防止地表水和雨水渗入处置单元。处置场的防水设计应由岩土渗透性、吸附性、地面径流和地下水位等场址特性决定。

6.2.3 排水设计应保证处置场地面的积水能畅通排走和处置单元内的积水及时抽走。

6.2.4 除了防水与排水设计之外,处置场设计还应包括处置单元回填、覆盖层结构设计、地表处理、植被,以及在处置单元附近和场区的适当位置设置地下水的监测孔道等。

6.3 处置场设施

6.3.1 处置场的设计容量决定于要接受的废物总量。各处置单元的设计则应按全场的总体规划来安排,其中特别要注意出入口与通道的布置,以及沾污区和非沾污区的控制。

6.3.2 废物接受区的设计应有:

- a. 运输车辆和运输容器的检查装置(包括剂量率、表面沾污、货单的准确性等);
- b. 卸出废物桶(箱)并逐个验证的器具;
- c. 辐射监测报警系统;
- d. 处理破损容器的设施;
- e. 运输设备的去污装置及去污废物的处理设施。

6.3.3 废物处置单元的设计可采用地上坟堆式、地下壕沟式,以及其他型式,以适应不同场址特性和不同类型废物的处置要求。

6.3.4 处置场应有暂存设施。暂存设施的设计应与各种运输容器和运输车辆相适应。

6.3.5 废物处置场应设有实验室,对水、土壤、空气和植物样品进行日常分析,以便对场内和周围环境作出安全评价。

6.3.6 废物处置场还应有其他设施,以便工作人员更衣及人身去污、人身及环境监测、仪表及设备的维修、设备去污,以及消防及紧急医疗处理。还应有安全警卫系统、车库以及行政管理系统等。

7 处置场的运行

7.1 基本原则

7.1.1 处置场的运行应保证其操作人员所受辐照剂量低于国家标准,其他安全性也应符合国家规定。

7.1.2 废物的减容、固化等加工处理,原则上应在送到处置场之前完成,必要时也可在场内进行。

7.2 废物的接受与搬运

7.2.1 废物运到处置场后,必须进行检查,以确认废物包装体符合包装要求,在运输过程中无损坏,并

与所填写的废物卡片内容完全相符。废物卡片的格式应由废物接收部分审定。废物卡片由废物产生单位填写并对其内容负责。

7.2.2 处置场应具备适用的搬运设备和器具,如吊车、叉车、遥控抓钩等,这些设备和器具应与处置操作及运输方式相适应。

7.3 废物处置运行

7.3.1 处置场运行单位必须遵守运行许可证中的规定,并按规定制订相应的运行操作规程。

7.3.2 废物的处置操作包括废物的搬运、废物的安放,以及处置单元的封闭。在整个处置操作过程中,均应保证操作人员和公众的安全。

7.3.3 废物的安放应有利于处置单元的封闭,并且不应安全隔离造成不利影响(如积水、泄漏等)。

7.3.4 废物处置运行档案应包括废物处置的日期和位置,以及废物最基本的数据,即:废物桶或箱的系列号、产地、废物中的主要放射性核素、总活度和比活度、辐射水平、废物的体积和重量,以及处置操作发生的问题。处置场运行单位应负责妥善保管运行档案,其副本应按规定交有关部门保存。

7.3.5 应在废物处置场场区和处置单元附近的适当位置设立永久性标志,标明废物埋藏的位置和有关事项。

7.4 运行的监督

7.4.1 处置场运行单位应负责进行场内环境的日常监测,其中应包括:

- a. 表面沾污的测量;
- b. 地下水样品的分析测量;
- c. 地表及一定深度岩土样品的分析测量;
- d. 植物样品的分析测量;
- e. 空气样品的分析测量;
- f. 辐射监测;
- g. 处置单元顶部覆盖层完整性的定期检查。

7.4.2 处置场的外环境监测计划应由地方环保部门和处置场运行单位独立地实施。

7.4.3 环境监测结果应定期地报告国家和地方环保部门。如发现不正常情况应立即如实上报。运行单位对监测结果应定期作出评价,并按规定上报。

7.5 异常情况

7.5.1 处置场应有应急措施和补救手段来处理下列非正常情况,如废物卡片不清楚、废物包装不合格或破裂、废物散落,以及发现放射性物质非正常的释放等,以阻止或尽量减小污染的扩散。

7.5.2 一旦发生可能引起污染的事故,处置场运行单位应尽快确定污染的地点、核素、水平、范围及其发生过程,以决定应采取的补救措施。如果事故严重到必须打开处置单元时,应事先制定周密的计划,并采取必要措施来限制污染的扩展(包括空气的污染、水的污染以及材料的污染)。

7.5.3 如果确有证据说明环境已被污染,运行单位应在国家和地方环保部门的监督下负责完成整个消除污染的行动,并追究污染原因。

8 处置场的关闭

8.1 关闭的条件

8.1.1 当已经达到运行许可证允许处置的废物数量或总放射性限值时,处置场应实行正常关闭。

8.1.2 当发现处置系统的设计或场址的选择有不可改正的错误,或发生严重事故,或发生不可预见的自然灾害使得处置场不再适合处置放射性废物时,处置场应实行非正常关闭。非正常关闭应预先作出相应的计划。实施非正常关闭必须得到国家环保部门的批准。

8.2 关闭

8.2.1 处置场关闭之后在规定的场区控制期内仍应进行控制,以确保其符合辐射防护要求及对环境无

不利影响,并保证在此期间不发生对处置场的侵扰。

8.2.2 处置场关闭之后一般经历三个阶段:

- a. 封闭阶段。刚关闭的处置场应保持封闭状态,只有为了进行监督工作才能进入场内;
- b. 半封闭阶段。当证明废物的危害已经很小时,而且废物的覆盖层完好,可以允许进入场区,但不允许进行挖掘或钻探等作业;
- c. 开放阶段。在达到所规定的场区控制期后,废物的放射性已降到不需辐射防护的水平,经验证,场区方可完全开放。

8.2.3 国家和地方环保部门应与有关部门商定具体的机构来负责管理和执行处置场关闭后的任务。

8.2.4 处置场关闭后的维护、监测和应急措施所需费用,应在处理场运行前作出预算,并从处置废物的收费中按一定比例提取。为适应可能遇到的各种变化,应不定期地重新估算该项费用,并作必要的调整。

8.3 监督

处置场关闭后的监督,如环境监测、限制出入、设施维护、档案保存、以及可能的应急行动等工作,应在国家和地方环保部门参与下进行。

9 安全评价

为了估计废物处置设施的功能,并与 8.1 条要求相比较,在选择方案、确定场址、设计、运行和关闭处置场时,必须进行安全分析和环境影响评价。

9.1 选择场址阶段的要求

在申报确定场址的审批文件中,必须包括安全分析报告书及环境影响报告书。报告书应包括以下主要内容:

- a. 对国家有关标准和本标准所涉及的安全要求的贯彻情况、存在问题及采取措施;
- b. 分析放射性核素可能由处置场转移到人类环境的数量和几率、进入人体的机理、途径和速率,初步地(在数据资料不足的情况下,可用偏安全的假设参数)估算处置场在正常状态、自然事件和人为事件下公众所受的个人剂量当量和集体剂量当量,并作出安全评价;
- c. 预分析和评价处置场在施工、运行和关闭后各阶段对环境的影响,以及周围环境可能对处置场的影响。

9.2 设计阶段的要求

处置场初步设计阶段,应有安全分析和环境保护设计文件,其中应包括两方面主要内容:

- a. 论述实现本标准要求所采取的工程措施及其可靠程度;
- b. 对选址阶段的安全分析报告书和环境影响报告书内容进一步论证,根据设计参数估算运行阶段公众和操作人员所受剂量当量,以及处置场关闭后公众所受剂量当量,并考虑和评价当发生自然和人为事件时处置场对环境和人类可能造成的危害。

9.3 运行和关闭阶段的要求

处置场投入运行之前和处置场关闭之前均必须按国家规定履行审批手续。

处置场关闭后的“封闭”、“半封闭”和“开放”三个阶段的划分,应经过安全分析和评价,经国家环保部门审批后才能实行。

处置场运行阶段、处置场关闭后的封闭和半封闭阶段,应根据环境监测的数据,定期地对环境质量作出评价。由于人为或自然事件出现异常情况影响到处置场预期的功能时,应及时进行分析和评价,同时向国家和地方环保部门报告。

附加说明：

本标准由国家环境保护局和核工业部提出。

本标准由核工业部第二研究设计院负责起草。

本标准主要起草人王显德、姚志平、杨立基、张新宝、高玉珠。

本标准由国家环境保护局负责解释。