

ICS 13.080

Z 50



中华人民共和国国家标准

GB 45437—2025

核设施退役场址 土壤中残留放射性可接受水平

Acceptable levels of residual radioactivity in soil
of release site from nuclear facility decommissioning

本电子版为正式标准文件，由生态环境部标准研究所审校排版。

2025-02-28 发布

2025-06-01 实施

生态环境部
国家市场监督管理总局 发布

目 次

前言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则和确定场址开放准则的方法.....	2
5 土地利用分类	3
6 土壤残留放射性核素的筛选水平.....	4
附录A（资料性附录） 不同土地利用类型下土壤中残留主要放射性核素的筛选水平	5
附录B（资料性附录） 导出筛选水平的照射景象、照射途径以及主要参数	6

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《中华人民共和国土壤污染防治法》，规范我国核设施退役后土壤环境管理相关技术要求，制定本标准。

本标准是对《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定（暂行）》（HJ 53—2000）的修订。

本标准首次发布于 2000 年，本次为第一次修订。与原 HJ 53—2000 相比，本标准除结构调整和编辑性改动外，修订的主要内容如下：

——标准的题目改为“核设施退役场址土壤中残留放射性可接受水平”；

——修改了标准的适用范围；

——根据《中华人民共和国土壤污染防治法》的管理要求，结合辐射防护基本安全要求，明确了退役终态的剂量准则；

——根据我国土地使用管理规定和退役实践，增加了退役后土地的主要使用用途，并根据使用用途，给出了退役后土壤中残留放射性筛选水平；

——对主要的残留放射性核素进行了筛选，增加了部分核素；

——增加了退役场址土壤中残留放射性水平确定的工作流程；

——删除了原标准的附录 A；

——删除了原标准中有关行政管理性的内容。

自本标准实施之日起，《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定（暂行）》（HJ 53—2000）废止。

本标准的附录 A、B 为资料性附录。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：生态环境部核与辐射安全中心，中国辐射防护研究院。

本标准自 2025 年 6 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

核设施退役场址土壤中残留放射性可接受水平

1 适用范围

本标准规定了核设施退役场址土壤中残留放射性的通用准则，以及确定场址开放准则的一般方法。

本标准适用于核设施退役场址的开放使用，核技术利用设施退役和其他放射性污染环境治理项目的场址开放使用可参照执行。

本标准不适用于铀（钍）矿和伴生放射性矿开发利用活动场址的开放使用。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB 50137 城市用地分类与规划建设用地标准

HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则

EJ/T 1191 推导退役后场址土壤中放射性残存物可接受活度浓度的照射情景、计算模式和参数

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

残留放射性水平 **residual radionuclide level**

设施或场所退役后，依据场址的开放目标，允许场址土壤中残留放射性核素的活度浓度水平（不包括本底）。

3.2

场址开放 **site release**

污染场址经整治后，场址地面土壤残留放射性核素浓度水平满足解除控制标准的要求，从辐射安全监管控制中释放出来向公众开放使用。

3.3

场址有限制使用 **restricted use of site**

对场地的使用由于辐射防护和安全的原因而受到规定的限制。

注：该限制通常以禁止特定活动（如建房、种植或收获特定食物）或规定特定程序（如有组织控制的责任方及监控实施程序）的形式表示。

3.4

场址无限制使用 **unrestricted use of site**

对场地的使用不受任何电离辐射的限制。

注：当存在其他限制时（如对土地使用的区域规划限制），除非限制的主要原因是电离辐射，否则应归类为无限制

性使用。

3.5

筛选水平 screening level

在特定土地利用方式下，土壤中残留放射性核素的活度浓度等于或低于该值时，继续开展治理活动可能不具有正当性。

3.6

代表人 representative person

在受照人群中接受较高剂量的个人。

注：通常，他是一个假想的或特定的个人，具有合理性、持续性和均匀性的基本特征，其剂量可用于确定公众受照剂量是否符合相关的剂量限值。

3.7

农用地 agricultural land

直接用于农业生产的土地，包括耕地、林地、草地、农田水利用地等。

3.8

建设用地 development land

建造建筑物、构筑物的土地。

注：包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等。

4 基本原则和确定场址开放准则的方法

4.1 核设施退役后，除了剩余建筑物和设备的污染水平必须满足相关标准要求以外，其场址土壤中的残留放射性活度浓度在满足本标准后，场址方可开放使用。

4.2 场址的开放使用分为无限制使用和有限制使用，两种使用方式对代表人可能产生的辐射照射剂量均应满足以下剂量要求。

4.3 开放使用的场址，土壤残留放射性核素所致代表人的总剂量应小于 0.25 mSv/a。其中有限制使用的场址，在限制措施失效后，应保证对代表人的剂量小于 1 mSv/a。场址退役后的限制措施不能代替治理活动。

4.4 土壤残留放射性核素所致代表人的总剂量不应高于该场址所有核设施运行期间场址的剂量约束值之和，同时还应满足 GB 18871 中规定的可合理达到的尽量低水平的要求。

4.5 在同一个场址内不同区域，根据污染程度及类型的不同，经过代价利益分析后，可确定不同的土壤残留放射性核素的活度浓度，但须满足 4.3 的要求。

4.6 建有多个核设施的场址内部分核设施退役后，土地不向公众开放，而是继续供核使用，则该退役设施所在地土壤中放射性核素的活度浓度，应在综合考虑各种因素的基础上，通过辐射防护最优化的方法来确定，以确保现在和将来在场址内工作的任何个人所受到土壤中残留放射性核素的辐射危害足够小。

4.7 退役场址土壤中残留放射性水平确定的工作程序与主要内容，见图 1。

4.8 退役场址土壤中残留放射性核素的活度浓度，应根据场址退役后土地利用类型、修复效果和限制措施等内容，开展具体分析，最后结合实际污染情况进行代价利益分析后确定。

4.9 在计算推导具体退役场址土壤中残留放射性核素的活度浓度时，应首先选用场址特征参数，但也可采用 EJ/T 1191 和 HJ 25.3 中的方法和参数。

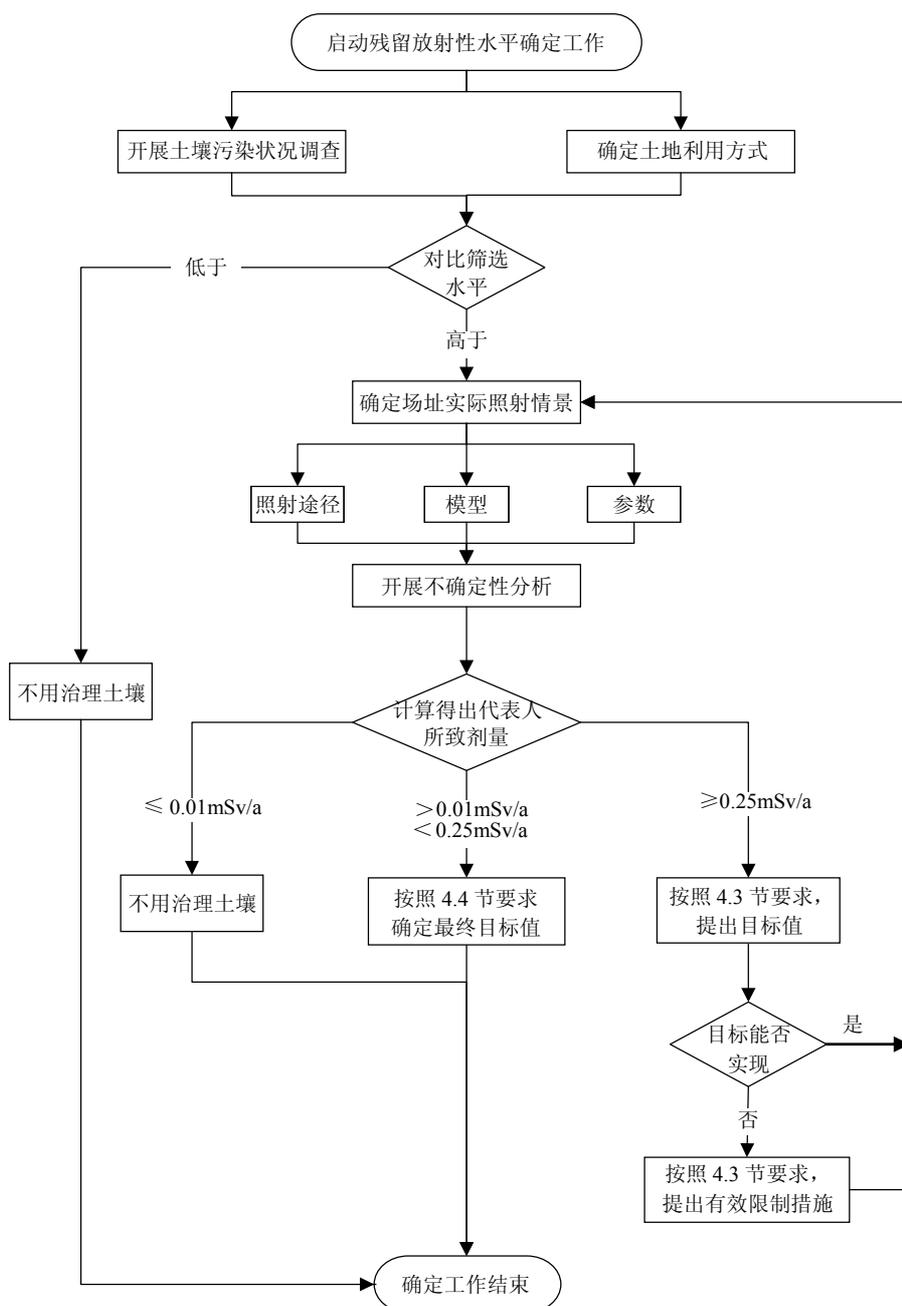


图 1 退役场址土壤中残留放射性水平确定的工作流程图

5 土地利用分类

5.1 根据土地用途，退役场址的土地再利用类型可分为农用地和建设用地。

5.2 建设用地中城市建设用地根据代表人辐射照射景象和敏感人群，可再分为第一类用地和第二类用地。

5.2.1 第一类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的居住用地。考虑到社会敏感性，将公共管理与公共服务用地中的中小学用地、医疗卫生用地和社会福利设施用地，以及公园绿地中的社区公园或儿童公园用地也列入第一类用地。

5.2.2 第二类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地，物流仓储用地，商业服务业设施用地，道路与交通设施用地，公用设施用地，公共管理与公共服务用地，以及绿地与广场用地等。

5.3 城市建设用地外的其他建设用地，可参照 5.2 划分类别。

5.4 假若某一场址的土地再利用类型或限制措施发生改变，则应重新评估土壤中残留放射性的活度浓度。

5.5 核设施退役后场址的开放，除电离辐射方面的控制要求外，还必须满足其他非放射性方面（如化学污染物质）的管理要求。

6 土壤残留放射性核素的筛选水平

6.1 不同土地利用类型下土壤中残留主要放射性核素的筛选水平见附录 A。筛选水平是考虑了保守的照射景象和照射途径组合后，按照代表人年受照剂量为 0.01 mSv/a 推导得出。

6.2 筛选水平推导选用的照射景象、照射途径以及主要参数，见附录 B。

6.3 若场址存在多种放射性核素污染时，可依据公式（1）判断是否满足要求：

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{li}} \leq 1 \dots\dots\dots (1)$$

式中： C_i ——放射性核素 i 在土壤中的活度浓度（Bq/g）；

C_{li} ——放射性核素 i 对应的筛选水平（Bq/g）；

n ——土壤中存在的污染核素数目。

附录 A
(资料性附录)

不同土地利用类型下土壤中残留主要放射性核素的筛选水平

表 A.1 不同土地利用类型下土壤中残留主要放射性核素的筛选水平

单位: Bq/g

序号	核素	筛选水平		
		农用地	建设用地	
			第一类用地	第二类用地
1	^3H	2.42E+00	1.01E+01	1.57E+01
2	^{14}C	1.46E-01	2.80E+00	3.14E+00
3	^{60}Co	7.22E-02	8.45E-02	1.05E-01
4	^{63}Ni	5.26E+01	1.85E+02	3.81E+02
5	^{90}Sr	1.18E-02	5.87E-02	3.67E+00
6	^{99}Tc	3.65E-02	7.74E-02	7.74E-02
7	^{137}Cs	1.48E-02	1.87E-02	4.32E-02
8	^{152}Eu	1.06E-02	1.24E-02	1.55E-02
9	^{154}Eu	9.65E-03	1.14E-02	1.41E-02
10	^{238}U	1.87E-01	2.91E-01	6.48E-01
11	^{238}Pu	9.25E-02	2.24E-01	2.96E-01
12	^{239}Pu	8.51E-02	1.61E-01	2.72E-01
13	^{241}Am	7.77E-02	2.11E-01	3.08E-01

^a表中的值均为扣除本底后的单一核素值;
^b若污染水平高于筛选水平,应根据实际开放场景推导具体的残留放射性水平;
^c土地规划用途不明确的情况应按农用地考虑。

附录 B

(资料性附录)

导出筛选水平的照射景象、照射途径以及主要参数

B.1 不同土地利用类型下考虑的典型照射景象

B1.1 农用地：评价考虑的保守景象为耕地，成人在田地耕作劳动，并食用该用地的农产品（不考虑鱼和海鲜消耗）。假设人在该景象的停留时间为 12 h/d。

B1.2 第一类用地：评价考虑的典型景象为农村宅基地，主要考虑儿童和成人存在长期照射风险。假设儿童在该景象的停留时间为 24 h/d，其中室外停留时间为 6 h/d。

B1.3 第二类用地：评价考虑的典型景象为物流仓储用地，主要考虑成人存在长期照射风险。假设人在该景象的停留时间为 16 h/d，其中室外停留时间为 4 h/d。

B.2 不同土地利用类型下考虑的照射途径

表 B.1 不同土地利用类型下的照射途径*

照射途径	农用地	第一类用地	第二类用地
γ 外照射	√	√	√
微尘吸入	√	√	√
种植食物食入	√	×	×
肉类食入	√	×	×
奶类食入	√	×	×
土壤食入	√	√	√
饮水	√	√	×

*：开展具体推导工作时应根据实际土地利用场景对照射途径进行筛选。

B.3 导出筛选水平的主要参数

B3.1 通用性参数

B3.1.1 场址数据

B3.1.1.1 污染区参数

污染区参数包括以下内容：

- 污染区面积： $1.6 \times 10^3 \text{ m}^2$ ，无其他覆盖层。
- 污染深度： $b=30 \text{ cm}$ （耕作层深度 15 cm）。
- 污染区土壤密度： 1.5 g/cm^3 。
- 污染土壤有效孔隙度： $n_e=0.23$ 。
- 用于计算核素在植物中转移的土壤颗粒密度： 2650 kg/m^3 。

B3.1.1.2 水文地质参数

水文地质参数包括以下内容：

- a) 场区降水年入渗量： $I=0.3$ m/a。
 b) 土壤含水率： $\theta=0.2$ 。
 c) 污染场址的含水层厚度： $T=5$ m。
 d) 污染场址的地下水纵、横弥散系数： $D_L=2.20$ m²/d, $D_T=0.09$ m²/d。
 e) 污染场址的地下水流速： $U=1.0$ m/d。
 f) 污染浸出水进入地下水（假定在场址的中央）到第一个饮用井的距离： $x=100$ m。

B3.1.2 居留、吸入及外照数据

居留、吸入及外照射数据包括以下内容：

- a) 呼吸量： 5292.5 m³/a（成人）。
 b) 再悬浮的空气中粉尘浓度： $A_f=0.000119$ g/m³。
 c) 室内粉尘筛选因子： 0.8 。
 d) γ 外照屏蔽因子： 0.7 。

B3.1.3 浓集因子

表 B.2 元素在植物中的浓集因子 单位：(Bq/kg) × (Bq/kg 干土)⁻¹

元素	Am	Co	Cs	Pu	Sr	Th	U	Eu	Tc	Ni
干牧草/土壤	5.5×10^{-3}	2.0×10^{-2}	8.0×10^{-2}	4.5×10^{-4}	2.5	8.5×10^{-4}	8.5×10^{-3}	1.0×10^{-2}	9.5	5.0×10^{-2}
谷物/土壤	1.1×10^{-4}	3.0×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.9×10^{-5}	1.1×10^{-1}	3.6×10^{-5}	1.7×10^{-3}	1.7×10^{-3}	6.4×10^{-1}	5.0×10^{-2}

B3.1.4 转移因子

表 B.3 元素由根部吸收转入奶及肉类中的转移因子 单位：d/L、d/kg

元素	Am	Co	Cs	Pu	Sr	Th	U	Eu	Tc	Ni
奶	5.0×10^{-6}	1.0×10^{-3}	1.2×10^{-2}	2.0×10^{-6}	8.0×10^{-4}	5.0×10^{-6}	6.0×10^{-4}	2.0×10^{-5}	4.0×10^{-1}	2.0×10^{-2}
肉	2.0×10^{-4}	1.3×10^{-2}	4.0×10^{-3}	1.4×10^{-5}	6.0×10^{-4}	6.0×10^{-6}	2.0×10^{-4}	4.8×10^{-3}	1.3×10^{-6}	5.0×10^{-3}

B3.1.5 分配系数

表 B.4 土壤中各元素液-固相的分配系数 (K_d) 单位：ml/g

元素	Am	Co	Cs	Pu	Sr	Th	U	Eu	Tc	Ni
K_d	1.0×10^2	1.0×10^1	5.0×10^2	1.0×10^2	7.9×10^0	1.0×10^2	4.0×10^1	6.5×10^2	1.5×10^0	1.0×10^2

B3.1.6 剂量转换因子

表 B.5 污染土壤中各核素的 γ 辐射外照射剂量转换因子 DCF

单位：(Sv/a) × (Bq/g)⁻¹

核素	Am-241	Co-60	Cs-137+ D	Pu-238	Pu-239	Sr-90+ D	Th-232	U-238+ D	Eu-152	Eu-154	Tc-99	Ni-63
DCF	1.18×10^{-5}	5.55×10^{-3}	1.26×10^{-3}	4.10×10^{-8}	8.0×10^{-8}	6.6×10^{-6}	1.86×10^{-3}	3.7×10^{-5}	1.89×10^{-3}	2.07×10^{-3}	3.4×10^{-8}	0

+D 代表母体及半衰期小于一个月的子体贡献在内

B3.2 农用地特征参数

农用地特征参数包括以下内容：

- a) 水果、蔬菜、谷物消耗量：150 kg/a。
- b) 叶菜消耗：100 kg/a。
- c) 牛奶消耗：30 L/a。
- d) 肉和家禽消耗：50 kg/a。
- e) 土壤食入：36.5 g/a（成人）。
- f) 饮水量：365 L/a（成人）。
- g) 牲畜每日的饲料摄入量：14 kg/d。
- h) 照射时间：室内：0 h/d，室外：12 h/d。

B3.3 第一类用地特征参数

第一类用地特征参数包括以下内容：

- a) 土壤食入：72 g/a（儿童）。
- b) 饮水量：255.5 L/a（儿童）。
- c) 呼吸量：2737.5 m³/a（儿童）。
- d) 照射时间：室内 18 h/d，室外 6 h/d。

B3.4 第二类用地特征参数

第二类用地特征参数包括以下内容：

- a) 照射时间：室内 12 h/d，室外 4 h/d。
-