

附件 2



中华人民共和国国家标准

GB14569.1—20□□

代替 GB 14569.1-2011

---

低水平放射性废物固化体性能要求—水泥  
固化体

Performance requirements for low level radioactive waste form—Cemented  
waste form

(修订征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□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 水泥固化体放射性活度浓度限值 .....	1
5 性能要求 .....	1
6 性能检验方法 .....	3
7 性能检验频次 .....	5
附录 A（规范性附录）水泥固化体不同阶段的样品制备方法和性能检验项目 .....	6

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国核安全法》，防治放射性污染，改善环境质量，保护人体健康，制定本标准。

本标准规定了低水平放射性废物水泥固化体（以下简称水泥固化体）的最低性能要求和检验方法。

本标准是对《低、中水平放射性废物固化体性能要求 水泥固化体》（GB 14569.1-2011）的修订。

本标准首次发布于1993年，原标准起草单位为原核工业第二研究设计院。2011年第一次修订。本次修订为第二次修订。本次修订的主要内容如下：

- 变更了标准名称，修改为低水平放射性废物固化体性能要求；
- 修订了适用范围；
- 更新了规范性引用文件；
- 删除了水泥固化体的抗冲击性能；
- 增加了水泥固化体的均匀性检验要求；
- 完善了样品制备方法；
- 修订了水泥固化体抗浸出性、抗冻融性和耐 $\gamma$ 辐照性能检验的条件；
- 增加了性能检验频次的要求。

自本标准实施之日起，《低、中水平放射性废物固化体性能要求 水泥固化体》（GB 14569.1—2011）废止。

本标准由生态环境部法规与标准司、辐射源安全监管司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部核与辐射安全中心、中国辐射防护研究院、中核清原环境技术工程有限责任公司、甘肃龙和环保科技有限公司。

本标准生态环境部20××年××月××日批准。

本标准自20××年××月××日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 低水平放射性废物固化体性能要求—水泥固化体

## 1 适用范围

本标准规定了低水平放射性废物水泥固化体（以下简称水泥固化体）的最低性能要求和检验方法。本标准适用于近地表处置的水泥固化体。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 17671	水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
GB /T 7023	低、中水平放射性废物固化体标准浸出试验方法
GB 9132	低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定
《放射性废物分类》	（环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**水泥固化体 cemented waste form**

放射性废物与水泥基材按照一定配方混合形成的均匀废物体。

### 3.2

**游离液体 free liquid**

不为固体基质所束缚的未结合的液体。

## 4 水泥固化体放射性活度浓度限值

水泥固化体的放射性活度浓度应满足 GB 9132 和《放射性废物分类》中低水平放射性废物的有关要求。

## 5 性能要求

### 5.1 游离液体

在室温、密闭条件下，经过养护后的水泥固化体不应存在泌出的游离液体。

## 5.2 机械性能

在室温、密闭条件下，经过养护、完全硬化后的水泥固化体试样的抗压强度不应小于 7 MPa。

## 5.3 均匀性

在室温、密闭条件下，经过养护、完全硬化后的水泥固化体应是均匀的，水泥固化体钻孔取芯样品的抗压强度偏差不超过 20%。

## 5.4 抗水性

### 5.4.1 抗浸出性

水泥固化体试样在 25 °C 的去离子水中浸出，应满足浸出率和累积浸出分数的限值要求。  
核素第 42 天的浸出率应低于表 1 所列限值：

表 1 核素第 42 天的浸出率限值

核 素	第 42 天的浸出率限值
<sup>60</sup> Co	$2 \times 10^{-3}$ cm/d
<sup>137</sup> Cs	$4 \times 10^{-3}$ cm/d
<sup>90</sup> Sr	$1 \times 10^{-3}$ cm/d
<sup>239</sup> Pu	$1 \times 10^{-5}$ cm/d
其他 β、γ 放射性核素（不包括 <sup>3</sup> H）	$4 \times 10^{-3}$ cm/d
其他 α 核素	$1 \times 10^{-5}$ cm/d

核素 42 天的累积浸出分数应低于表 2 所列限值：

表 2 核素第 42 天的累积浸出分数限值

核 素	第 42 天的累积浸出分数限值
<sup>137</sup> Cs	0.26 cm
其他放射性核素（不包括 <sup>3</sup> H）	0.17 cm

### 5.4.2 抗浸泡性

水泥固化体试样抗浸泡试验后，其外观不应有明显的裂缝或龟裂，抗压强度损失不超过 25%。

## 5.5 抗冻融性

5.5.1 水泥固化体试样抗冻融试验后，其外观不应有明显的裂缝或龟裂，抗压强度损失不超过 25%。

5.5.2 当水泥固化体在常年最低气温高于 0℃ 的环境下贮存、运输和处置时，可不进行本项试验。

## 5.6 耐 $\gamma$ 辐照性

5.6.1 水泥固化体试样进行  $\gamma$  辐照试验后，其外观不应有明显的裂缝或龟裂，抗压强度损失不超过 25%。

5.6.2 当水泥固化体在 300 a 内累积吸收剂量小于  $1 \times 10^4$  Gy 时，可不进行本项试验。

## 6 性能检验方法

### 6.1 游离液体

用非放射性的模拟废物按照规定的配方制备水泥固化体，水泥固化体的高度应尽量接近工程上水泥固化体的实际高度（直径不小于 80 mm，高度不小于 750 mm），在密闭条件下养护 7 d 后，观察水泥固化体的上表面有无游离液体，并在盛装水泥固化体的容器底部用钻孔或其他适当的方法开口，开口的面积应不小于 650 mm<sup>2</sup>，从开口处检查有无游离液体流出或滴落。

### 6.2 机械性能

#### 6.2.1 样品制备

##### 6.2.1.1 实验室样品

将按规定配方制备的水泥浆倒入圆柱体试模，抹平后放入养护箱内养护 28 d，养护温度为 25 ℃ ± 5 ℃、相对湿度 ≥ 90 %。脱模后对试样进行打磨，保持上下端面平行。试样的直径与高度应保持为  $\phi 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ 。

##### 6.2.1.2 生产线样品

1) 在工程规模模拟废物调试阶段，应从固化生产线上采集水泥浆，按照 6.2.1.1 中规定的方法制备  $\phi 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  的实验室样品；同时对生产线产生的全尺寸模拟废物水泥固化体，养护满 28 d 后，在固化体的轴向位置钻孔取样，取样位置见图 1。将钻孔取芯获得的样品切割，打磨为  $\phi 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  的实验室样品。每组性能测试所需样品的选择应涵盖全尺寸水泥固化体的上部、中部和下部。

2) 在工程规模真实废物调试阶段，应从固化生成线上采集水泥浆，按照 6.2.1.1 中规定的方法进行制备。

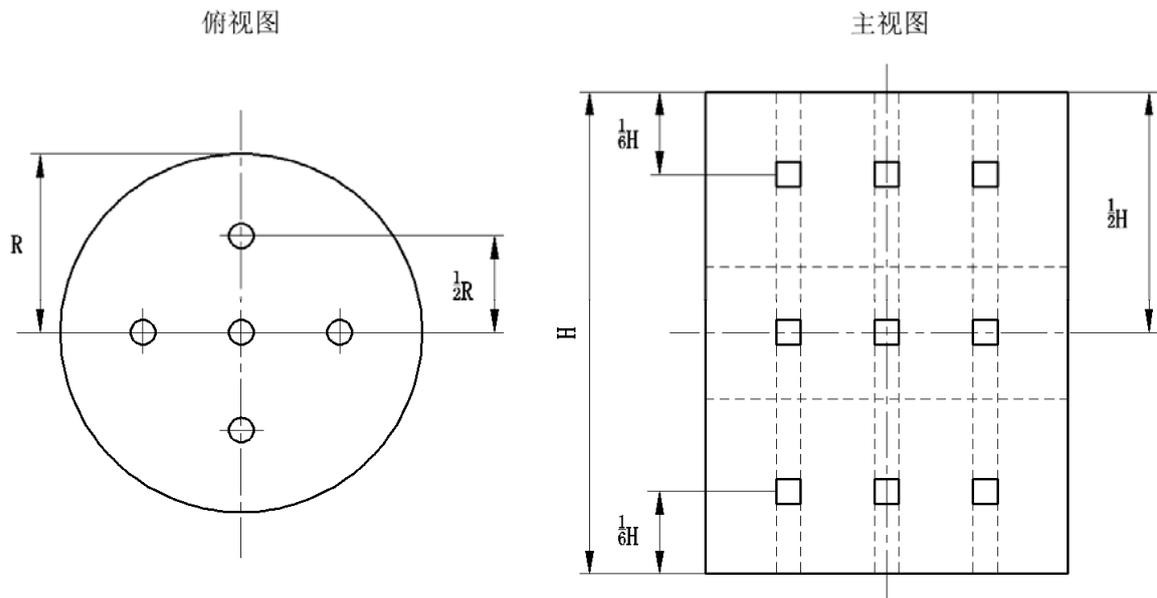


图 1 取样位置示意图

## 6.2.2 抗压强度

6.2.2.1 抗压强度的测定参照 GB/T 17671 中有关要求进行。

6.2.2.2 抗压强度性能检验应至少对六个水泥固化体平行样品进行测量。以一组六个抗压强度测定值的算术平均值为试验结果。

6.2.2.3 如六个测定值中有一个超出六个平均值的  $\pm 20\%$ ，应剔除这个结果，而以剩下五个的平均数为结果。如果五个测定值中再有超过它们平均值  $\pm 20\%$  的，则此组结果作废。

## 6.2.3 均匀性

对工程规模模拟废物调试阶段产生的水泥固化体采用钻孔取芯采样，对上部、中部和下部的水泥固化体样品观察其外观，并测定其抗压强度。

## 6.3 抗水性

### 6.3.1 抗浸出性

抗浸出性试验应采用真实物料的水泥固化体试样进行。试样的制备和养护同 6.2.1 的制样规定。对满足抗压强度要求的水泥固化体试样进行水泥固化体浸出试验，浸出试验应遵照 GB/T 7023 中的有关规定进行。当核素第 42 d 浸出率和累积浸出分数满足 5.4.1 要求时，可开展后续工作。

### 6.3.2 抗浸泡性

试样的制备和养护同 6.2.1 的制样规定。对满足抗压强度要求的水泥固化体试样进行抗浸泡试验，采用去离子水，在  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下浸泡，浸泡时间 90 d，观察其外观，并测定其抗压强度。

## 6.4 抗冻融性

试样的制备和养护同 6.2.1 的制样规定。对满足抗压强度要求的水泥固化体试样进行抗冻融试验，在冻融循环试验箱中进行。当冷冻温度达到  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，将装在密闭塑料袋中的试样放入箱中，当箱内

温度重新降至 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,起算冻结时间,每次冻结时间不少于 $3\text{ h}$ ,冻结温度应保持在 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,冻结完毕后立即在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\sim40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下融解,每次试样的融解时间不少于 $4\text{ h}$ 。融解完毕即为该次冻融循环结束。每块水泥固化体试样进行 $30$ 次冻融循环,观察其外观,并测定其抗压强度。

#### 6.5 耐 $\gamma$ 辐照性

试样的制备和养护同6.2.1的制样规定。对满足抗压强度要求的水泥固化体试样放入专门的 $^{60}\text{Co}$ 辐射源辐照孔道内照射(辐照剂量率应低于 $2\times 10^3\text{ Gy/h}$ ),直至试样累积吸收剂量达到相应活度浓度水泥固化体所可能受到的累积吸收剂量时,取出试样,观察其外观,并测定其抗压强度。

#### 7 性能检验频次

水泥固化体不同阶段的样品制备方法和性能检验项目应符合附录A的规定。若废物源项、处理整备工艺过程和工艺参数发生较大变化,则应重新开展性能检验。

附录 A  
(规范性附录)

水泥固化体不同阶段的样品制备方法和性能检验项目

为确保最终送交处置的水泥固化体性能满足本标准要求,根据实验室条件、水泥固化工程现场条件,基于长期数据积累,提出表 A.1 的水泥固化体不同阶段的样品制备方法和性能检验项目。

表 A.1 水泥固化体不同阶段的样品制备方法和性能检验项目

序 号	阶 段	样品制备	检验项目
1	实验室配方研究	按照 6.2.1.1 规定制备	游离液体、抗压强度、抗浸出性、抗浸泡性、抗冻融性、耐 $\gamma$ 辐照性
2	工程规模模拟废物检验	按照 6.2.1.2 中 1) 钻孔取芯规定制备	抗压强度、抗浸泡性、抗冻融性、均匀性
		按照 6.2.1.2 中 1) 采集水泥浆规定制备	游离液体、抗压强度、抗浸泡性、抗冻融性
3	工程规模真实废物检验	按照 6.2.1.2 中 2) 采集水泥浆规定制备	抗压强度、抗浸出性、抗浸泡性、抗冻融性
4	十年定期检验	按照 6.2.1.2 中 2) 采集水泥浆规定制备	抗压强度、抗浸出性、抗浸泡性、抗冻融性