



中华人民共和国国家标准

GB 14569.1—2026
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

本电子版为正式标准文件，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2026-07-13发布

2026-09-01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 水泥固化体放射性活度浓度限值..... 1

5 性能要求 1

6 样品制备 2

7 性能检验项目..... 3

8 性能检验方法..... 3

前 言

为贯彻《中华人民共和国生态环境法典》《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的活度浓度限值，性能要求，样品制备，性能检验项目和检验方法。

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，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 水泥固化体”；

——修订了适用范围；

——更新了规范性引用文件；

——修订了术语和定义；

——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；

——增加了性能检验项目的要求；

——修订了水泥固化体抗浸出性、抗冻融性和耐 γ 辐照性能检验的条件。

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辐射源安全监管司、法规与标准司组织制订。

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2026年6月8日批准。

本标准自2026年9月1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）的活度浓度限值、性能要求、样品制备、性能检验项目和检验方法。

本标准适用于近地表处置和岩洞处置的水泥固化体。

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 9132 低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定

GB/T 7023 低、中水平放射性废物固化体标准浸出试验方法

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）

《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

固化过程中，未完全参与水化反应，能够自由流动的液体。

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《放射性废物分类》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、完全凝固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、完全凝固后的全尺寸水泥固化体钻孔取芯试样的抗压强度不超出算术平均值的±20%。

5.4 抗水性

5.4.1 抗浸出性

在 25±2℃ 下，水泥固化体试样用去离子水浸出，核素第 42 天的浸出率和 42 天累积浸出分数应满足表 1 的限值要求。

表 1 核素第 42 天的浸出率限值和 42 天的累积浸出分数限值

核 素	第 42 天的浸出率限值 (cm/d)	42 天的累积浸出分数限值 (cm)
¹³⁷ Cs	4×10^{-3}	0.26
⁶⁰ Co	2×10^{-3}	0.17
⁹⁰ Sr	1×10^{-3}	
其他 β、γ 放射性核素 (不包括 ³ H)	4×10^{-3}	
α 核素	1×10^{-5}	

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 γ 辐照性

5.6.1 水泥固化体试样进行 γ 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 年内累积吸收剂量小于 1×10^4 Gy 时，可不进行本项试验。

6 样品制备

6.1 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 20±1℃、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 ϕ (50±1) mm×h (50±2) mm。

6.2 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 6.1 中规定的方法制备 ϕ

(50±1) mm×*h* (50±2) mm 的实验室样品。

2) 除了采集水泥浆制备实验室样品外, 还应制备生产线产生的全尺寸模拟废物水泥固化体。现场工况下养护满 28 d 后, 在固化体不同位置钻孔取样, 桶装或方箱装固化体取样部位见图 1。将钻孔取芯获得的试样切割, 打磨为 ϕ (50±1) mm×*h* (50±2) mm 的实验试样。每一个性能指标测试所需试样的选择应涵盖全尺寸水泥固化体的上部、中部和下部。

3) 在工程规模真实废物调试阶段, 应从固化生产线上采集水泥浆, 按照 6.1 中规定的方法进行试样制备。

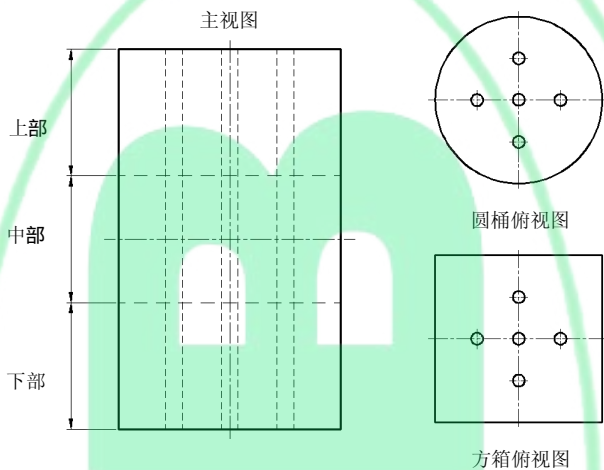


图 1 取样位置示意图

7 性能检验项目

水泥固化体不同阶段的试样制备方法和性能检验项目应符合表 2 的规定。若固化配方、工艺等发生变化, 应重新开展性能检验。

表 2 水泥固化体不同阶段的试样制备方法和性能检验项目

序 号	阶 段	试样制备	检验项目
1	实验室配方研究	游离液体样品按照 8.1 规定制备, 其他样品按照 6.1 规定制备。	游离液体、机械性能、抗浸出性 ^a 、抗浸泡性、抗冻融性、耐 γ 辐照性
2	工程规模模拟废物调试	游离液体样品按照 8.1 规定制备, 其他样品按照 6.2 中 1) 采集水泥浆规定制备。	游离液体、机械性能、抗浸泡性、抗冻融性
		按照 6.2 中 2) 钻孔取芯规定制备。	均匀性、抗浸泡性、抗冻融性
3	工程规模真实废物调试	按照 6.2 中 3) 采集水泥浆规定制备。	机械性能、抗浸出性、抗浸泡性、抗冻融性
^a 当核素第 42 d 浸出率和累积浸出分数满足 5.4.1 要求时, 可开展后期的其他性能测试。			

8 性能检验方法

8.1 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与工程规模水泥固化体的实际高度相当, 直径不小于 80 mm。在室温、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^2 ，从开口处检查有无游离液体流出或滴落。每组游离液体检验应对三个平行试样进行测试。

8.2 机械性能

8.2.1 抗压强度的测定参照 GB/T 17671 中有关要求进行。

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

8.2.3 如六个测定值中有一个超出六个算术平均值的 $\pm 20\%$ ，应剔除这个结果，而以剩下五个的算术平均值为结果。如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。

8.2.4 水泥固化体的抗压强度满足要求后，方可进行其他性能检验。

8.3 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，观察来自上部、中部和下部不同位置的水泥固化体试样外观，并按照 8.2 的要求测定抗压强度。

8.4 抗水性

8.4.1 抗浸出性

对水泥固化体试样进行浸出试验，试验应采用真实废物或放射性模拟废物制备的水泥固化体试样进行。浸出试验应遵照 GB/T 7023 中的有关规定进行。

8.4.2 抗浸泡性

对水泥固化体试样进行抗浸泡试验，试验采用去离子水，在 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 条件下浸泡 90 d，观察其外观，并测定其抗压强度。

8.5 抗冻融性

对水泥固化体试样进行抗冻融试验，试验在冻融循环试验箱中进行。当冷冻温度达到 -35°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°C 时，起算冻结时间，每次冻结时间不少于 3 h，冻结温度应保持在 $-35^\circ\text{C} \sim -30^\circ\text{C}$ ，冻结完毕后在试验箱内 $35^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 下融解，每次试样的融解时间不少于 4 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 次冻融循环后，观察其外观，并测定其抗压强度。

8.6 耐 γ 辐照性

将水泥固化体试样放入专门的 ^{60}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 10^6 Gy 时，取出试样，观察其外观，并测定其抗压强度。