**《高放废液玻璃固化体 第4部分：抗浸出性分析方法》**

**编制说明**

（征求意见稿）

**中国国检测试控股集团股份有限公司**

**2024年3月**

**目录**

**1.工作简况…………………………………………………………...…..3**

[2.标准编制原则和主要内容的说明 4](#_Toc142052433)

[3.主要验证试验情况分析 6](#_Toc142052441)

[4.标准中涉及专利情况 9](#_Toc142052458)

[5.产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果 9](#_Toc142052459)

[6.采用国际标准和国外先进标准的情况 10](#_Toc142052460)

[7.与现行法律、法规、规章及相关标准的协调性 10](#_Toc142052461)

[8.重大分歧意见的处理经过和依据 10](#_Toc142052462)

[9.标准性质的建议说明 10](#_Toc142052463)

[10.贯彻标准的要求和措施建议 11](#_Toc142052464)

[11.废止现行相关标准的建议 11](#_Toc142052465)

[12.其它应予说明的事项 11](#_Toc142052466)

1.工作简况

* 1. **任务来源**

根据“关于下达2023年第八批协会标准制修订计划的通知”（中建材联标发[2023]85号），由中国建筑材料科学研究总院有限公司和中国国检测试控股集团股份有限公司承担《高放废液玻璃固化体 第4部分：抗浸出性分析方法》（计划号：2023-98-xbjh）协会标准的编制工作。

* 1. **简要工作过程**

本标准制定严格按GB/T1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》，GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》要求进行。

**1.2.1 成立标准编制组**

2023年9月，中国建筑材料科学研究总院有限公司和中国国检测试控股集团股份有限公司接到《高放废液玻璃固化体 第4部分：抗浸出性分析方法》协会标准的任务后，成立了标准编制组，负责标准的调研、方法的开发、方法验证等系列工作的开展。

**1.2.2 标准及文献调研**

2023年10月，标准编制组开展了调研与学习，收集了国内外现有的有关抗浸出性测试的方法及相关标准，在此基础上形成了开题报告和标准编制方案，并组织召开了第一次标准研讨会暨开题论证会，邀请了行业内的知名专家参加了此次会议。

**1.2.3 方法建立**

2023年11月，标准编制组根据首先对抗浸出性的方法进行了考察，确定了本标准的实验方法。在方法建立过程中，标准编制组先后召开了3次分析方法讨论会，最终确定了高放废液玻璃固化体抗浸出性的分析方法并形成标准草案。

**1.2.4 方法验证**

2023年12月，标准编制组进行了验证实验，并对相关检测数据进行分析处理。

2024年1月，标准编制组召开第二次标准编制工作会议，总结交流了调研情况、验证试验情况，并对标准草案和编制说明初稿进行了全面讨论。根据专家提出的意见和建议，标准编制组对标准中可能存在的影响因素进行了进一步的验证。

**1.2.5 征求意见稿编制**

2024年2月~3月，标准编制组对标准草案和编制说明初稿进一步进行了修改，形成了《高放废液玻璃固化体 第4部分：抗浸出性分析方法》征求意见稿和编制说明征求意见稿。

**1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作**

本标准的主要参编单位及其分工如下：

（1）中国建筑材料科学研究总院有限公司：为本标准提供技术支持，负责标准相关文献及验证试验样品的搜集与分发，并对实验结果进行分析。

（2）中国国检测试控股集团股份有限公司：主要负责标准立项、标准讨论会组织及筹备、征求意见汇总、标准正文的编写及修改等。

**2.标准编制原则和主要内容的说明**

* 1. **标准编制原则**

先进性：方法是对玻璃固化体抗浸出性分析方法的有效补充。

操作性：方法符合我国目前检测设备仪器和试剂、材料的供应条件。

适用性：方法测试过程可操作性强，能被国内分析实验室所使用并达到所规定的要求，具有普遍适用性，易于推广使用。

* 1. **标准制定的背景及技术路线**

**2.2.1 标准制定的背景**

核燃料循环中产生的放射性废液一直是国内外关注的重点。由于高放射性废液具有放射水平高、半衰期长（长达几十万年）、生物毒性大等特点，对其进行及时、妥善的处理已成为当前国际研究的热点和关注焦点。其中对高放废液固化后进行深地质处置，由于对放射性核素具有多重屏障隔离的优势，而成为人们普遍接受的处置方式。固化技术一般有水泥固化、玻璃固化、陶瓷固化和玻璃陶瓷固化等。由于玻璃对不同元素有着广泛的包容性，并且具有良好的耐久性，同时玻璃生产工艺简单，易于遥控操作，因而，玻璃固化技术是目前国际上唯一工业应用且发展最成熟的高放废液处理技术。

目前，我国涉及玻璃固化体析晶率的标准仅为核工业标准EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》，在该标准中仅要求采用静态浸泡法（MCC-1）研究高放废液玻璃固化体在去离子水中的抗浸出性能，要求浸泡28d后总失重不超过15g/cm2，各元素（Si、B、Na、Cs、U）归一化浸出率不大于1g/（m2·d）。但是现阶段我国标准体系中缺乏具体的MCC-1的实验步骤、定量分析方法等具体测试要求。本标准拟建立关于高放废液玻璃固化体抗浸出性的分析方法，明确试样制备、测试步骤、结果计算等过程，达到可操作的目的。本标准的实施对于研究高放废液玻璃固化体的抗浸出性，提升高放废液玻璃固化体的稳定性等方面具有重要指导意义。

**2.2.2 技术路线**

本标准按下述技术路线图1进行。

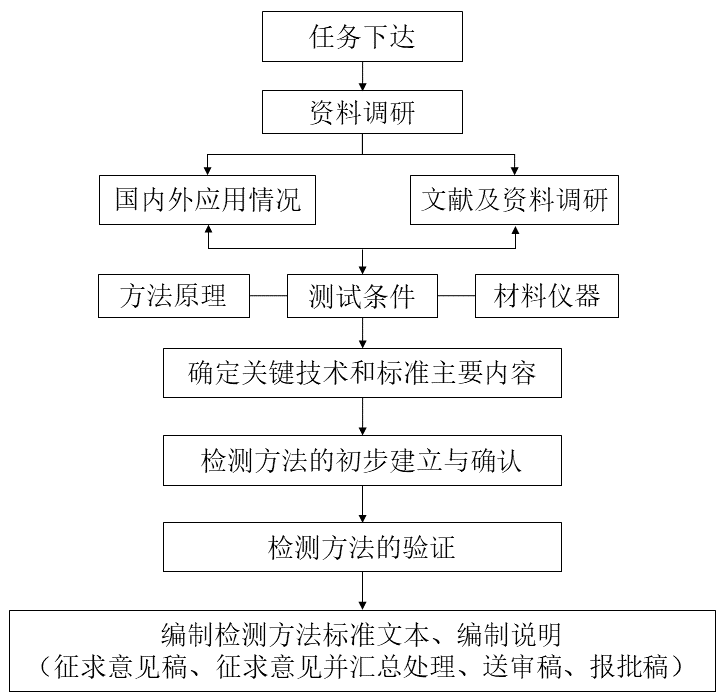


图1技术路线图

* 1. **标准的技术内容**

**2.3.1 检验项目的设置**

本标准检测项目为高放废液玻璃固化体中抗浸出性的测定。

**2.3.2 标准主要内容的说明**

本标准规定了使用电感耦合等离子体发射光谱仪和电感耦合等离子体质谱仪对高放废液玻璃固化体进行抗浸出性进行测试，规定了术语和定义、试剂和材料、仪器设备、试验步骤、单位表面积总失重的测定、归一化元素浸出率的测定。

本标准适用于高放废液玻璃固化体抗浸出性的测试。

**3. 主要验证试验情况分析**

按照《高放废液玻璃固化体 第4部分： 抗浸出性分析方法》对样品1#~6#进行抗浸出性测试，每个样品均测试了5个平行样，测试结果如表1~6所示。

表1 样品1#抗浸出性的验证试验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.491 | 0.640 | 0.696 | 0.732 | <0.001 | 10.111 |
| 平行样2# | 0.498 | 0.632 | 0.682 | 0.732 | <0.001 | 10.026 |
| 平行样3# | 0.495 | 0.642 | 0.691 | 0.727 | <0.001 | 10.275 |
| 平行样4# | 0.478 | 0.616 | 0.668 | 0.712 | <0.001 | 10.075 |
| 平行样5# | 0.478 | 0.616 | 0.665 | 0.712 | <0.001 | 9.874 |
| RSD/% | 1.94 | 2.01 | 2.01 | 1.42 | - | 1.44 |

表2 样品2#抗浸出性的验证试验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.570 | 0.813 | 0.827 | 0.772 | <0.001 | 12.274 |
| 平行样2# | 0.576 | 0.852 | 0.861 | 0.798 | <0.001 | 12.584 |
| 平行样3# | 0.574 | 0.843 | 0.855 | 0.796 | <0.001 | 12.061 |
| 平行样4# | 0.556 | 0.802 | 0.814 | 0.703 | <0.001 | 11.821 |
| 平行样5# | 0.560 | 0.797 | 0.808 | 0.754 | <0.001 | 11.864 |
| RSD/% | 1.55 | 3.01 | 2.87 | 5.09 | - | 2.60 |

表3 样品3#抗浸出性的验证试验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.492 | 0.618 | 0.673 | 0.705 | <0.001 | 10.146 |
| 平行样2# | 0.494 | 0.625 | 0.677 | 0.698 | <0.001 | 10.192 |
| 平行样3# | 0.491 | 0.627 | 0.675 | 0.697 | <0.001 | 10.125 |
| 平行样4# | 0.487 | 0.618 | 0.670 | 0.688 | <0.001 | 10.447 |
| 平行样5# | 0.477 | 0.594 | 0.644 | 0.669 | <0.001 | 9.900 |
| RSD/% | 1.38 | 2.14 | 2.03 | 2.01 | - | 1.92 |

表4 样品4#抗浸出性的验证试验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.506 | 0.666 | 0.711 | 0.637 | <0.001 | 10.504 |
| 平行样2# | 0.521 | 0.710 | 0.748 | 0.692 | <0.001 | 10.747 |
| 平行样3# | 0.500 | 0.642 | 0.680 | 0.607 | <0.001 | 10.288 |
| 平行样4# | 0.492 | 0.643 | 0.682 | 0.557 | <0.001 | 10.119 |
| 平行样5# | 0.529 | 0.719 | 0.758 | 0.665 | <0.001 | 10.809 |
| RSD/% | 2.98 | 5.41 | 5.07 | 8.29 | - | 2.80 |

表5 样品5#抗浸出性的验证实验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.662 | 0.888 | 0.939 | 0.927 | <0.001 | 12.411 |
| 平行样2# | 0.688 | 0.942 | 0.995 | 0.935 | <0.001 | 12.084 |
| 平行样3# | 0.690 | 0.970 | 0.982 | 0.959 | <0.001 | 12.044 |
| 平行样4# | 0.647 | 0.868 | 0.914 | 0.895 | <0.001 | 12.248 |
| 平行样5# | 0.642 | 0.864 | 0.911 | 0.869 | <0.001 | 12.074 |
| RSD/% | 3.37 | 5.21 | 4.07 | 3.85 | - | 1.28 |

表6 样品6#抗浸出性的验证实验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算项目  样品 | 归一化元素浸出率() g/(m2·d) | | | | | 单位面积总失重(*NL*) g/m2 |
| Si | B | Na | Cs | La | -- |
| 平行样1# | 0.616 | 0.801 | 0.869 | 0.810 | <0.001 | 11.282 |
| 平行样2# | 0.644 | 0.856 | 0.930 | 0.814 | <0.001 | 11.694 |
| 平行样3# | 0.648 | 0.878 | 0.959 | 0.798 | <0.001 | 12.222 |
| 平行样4# | 0.599 | 0.789 | 0.854 | 0.780 | <0.001 | 10.651 |
| 平行样5# | 0.603 | 0.790 | 0.865 | 0.808 | <0.001 | 10.898 |
| RSD/% | 3.67 | 5.03 | 5.17 | 1.70 | - | 5.53 |

从表1~6可以看出，样品1~6#的单位表面积总失重均小于15g/m2，Si、B、Na、Cs、La五种元素的归一化元素浸出率均小于1g/(m2·d)，各指标的RSD均小于10%，说明本方法重复性好。

**4. 标准中涉及专利情况**

本标准中未涉及到专利及其它知识产权问题。

**5. 推广应用论证和预期达到的经济效果**

作为一个先进的测试方法，如果将其应用于高放废液玻璃固化体抗浸出性的测试中，可以极大地提高分析工作者的工作效率，并保证测试结果的准确性，同时将促进高放废液玻璃固化体抗浸出性分析领域的技术进步。

（一）经济效益、社会效益、产业规模、推广应用、工程应用情况、预期达到的经济、社会效益；

随着核能的快速发展，高放废液如何有效处置将会成为核能可持续发展的关键。高放废液玻璃固化是目前世界上公认的处理高放废液的首选方案，也是国际上唯一实现工程化应用的处理方法，因此相关的标准配套显得尤为重要。本标准的实施将填补高放废液玻璃固化体抗浸出性分析相关标准的空白，具有可操作性，将促进高放废液玻璃固化领域规范、高质量发展。通过对高放废液玻璃固化体抗浸出性的分析，可优化玻璃固化体的配方及工艺，保障其具有良好的化学稳定性、热稳定性、辐照稳定性等。从而为我国核工业安全绿色发展带来不可估量的社会效益和经济效益。

（二）本标准指标的技术先进性以及本标准的发布对行业及社会发展的促进作用，即与“宜业尚品造福人类”的相关性。

目前，我国核工业标准EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》中只明确要求高放废液玻璃固化体的抗浸出性的测定方法按国外标准ASTM C1220-1998的规定方法进行。然而现阶段我国标准体系中缺乏测试高放废液玻璃固化体抗浸出性的试样前处理、定量分析方法等具体测试要求。本标准拟建立关于高放废液玻璃固化体抗浸出性的分析方法，明确试样制备、测试步骤、结果计算等过程，达到可操作的目的。本标准的实施对于研究高放废液玻璃固化体的抗浸出性，提升高放废液玻璃固化体的稳定性等方面具有重要指导意义。

**6. 采用国际标准和国外先进标准的情况**

本标准参考了国外标准ASTM C1220-21《放射性废物处理用整体废物形式的静态浸出的标准试验方法》，其目的是测定玻璃固化体的抗浸出性，本标准相比于国外标准细化了高放废液玻璃固化体抗浸出性的测试条件及测试指标。

**7. 与现行法律、法规、规章及相关标准的协调性**

经调研，目前国内针对固化体抗浸出性的标准仅有EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》，EJ 1186-2005中对高放废液玻璃固化体抗浸出性能进行了规定：采用静态浸泡法（MCC-1）研究高放废液玻璃固化体在去离子水中的抗浸出性能，要求浸泡28d后总失重不超过15g/cm2，各元素（Si、B、Na、Cs、U）归一化浸出率不大于1g/（m2.d），但是标准中并无具体的试验步骤、定量分析方法等具体测试要求。国外针对固化体抗浸出性的标准有ASTM C1220-21《放射性废物处理用整体废物形式的静态浸出的标准试验方法》，相比于ASTM C1220-21，本标准进一步细化了高放废液玻璃固化体抗浸出性的测试条件及测试指标。本标准对测定抗浸出性的方法进行了调研和方法验证，实现了抗浸出性测试方法的可操作性。本标准与现有标准是相互支撑的关系，总体是对现有标准体系有效的补充和完善。

同时本标准与国家现行的方针、政策、法律、法规是协调一致的，所申报的标准与现有标准及制定中的标准均无冲突及重复。

**8. 重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大意见分歧。

**9. 标准性质的建议说明**

建议本标准为推荐性的。

**10. 贯彻标准的要求和措施建议**

建议在标准发布后，加强标准的培训宣贯。需要时，应由标准主编单位进行培训。

**11. 废止现行相关标准的建议**

未涉及废止标准。

**12. 其它应予说明的事项**

无其它应予说明的事项。