**《高放废液玻璃固化体 第5部分：包容率分析方法》**

**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](#_Toc158120680)

[2. 标准编制原则和主要内容的说明 5](#_Toc158120689)

[3. 主要验证试验情况分析 7](#_Toc158120697)

[4. 标准中涉及专利情况 8](#_Toc158120702)

[5. 推广应用论证和预期达到的经济效果 8](#_Toc158120703)

[6. 采用国际标准和国外先进标准的情况 9](#_Toc158120704)

[7. 与现行法律、法规、规章及相关标准的协调性 9](#_Toc158120705)

[8. 重大分歧意见的处理经过和依据 10](#_Toc158120706)

[9. 标准性质的建议说明 10](#_Toc158120707)

[10. 贯彻标准的要求和措施建议 10](#_Toc158120708)

[11. 废止现行相关标准的建议 10](#_Toc158120709)

[12. 其它应予说明的事项 10](#_Toc158120710)

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共同承担《高放废液玻璃固化体 第5部分：包容率分析方法》（计划号：2023-99-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/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》，GB/T 1.2《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5部分：包容率分析方法》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包容率测试的方法及相关标准，在此基础上形成了标准编制方案，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，标准编制组根据第一次研讨会上各专家的意见和建议，对高放废液玻璃固化体包容率的测试分析方法进行了进一步的考察，并多次召开分析方法讨论会，最终确定了高放废液玻璃固化体包容率分析方法并形成标准草案。

**1.2.4 方法验证**

2023年12月～2024年1月，标准编制组针对3种模拟废物，分别制备了2个包容率为18%的玻璃固化体，共计6个高放废液模拟玻璃固化体。编制组分别对玻璃固化体、模拟废物和玻璃珠的化学成分进行了分析，并采用本标准的3种计算方法，对其进行了包容率的计算。

**1.2.5 征求意见稿编制**

2024年1月，标准编制组召开了第二次工作会议，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。

2024年2月~3月，标准编制组针对标准草案和编制说明初稿进行了修改，形成了《高放废液玻璃固化体 第5部分：包容率分析方法》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包容率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**

核能作为一种高效、低碳、清洁的能源，对当代人类社会的生产活动以及应对全球能源危机问题做出巨大贡献。但是随着核能的广泛应用，各国在建核电站的数量逐年升高，届时由核燃料生产加工和乏燃料后处理过程中产生的核废物也会随之增加，而这些具有放射性和剧毒性的核废物一旦泄露进入生态圈将会造成不可估量的灾难性后果，所以如何安全妥善处理核废物是目前国际社会面对的一大挑战。

目前在世界各国中被广泛应用的核废物处置方式是深地质处置，但为了减少放射性核素向外界环境的潜在释放，以达到其安全处置要求，需首先将核废物固化到稳定基材中。玻璃固化作为当前国际上较成熟的核废物处理技术之一，被广泛的应用于高放废物处置过程中。玻璃固化的优势主要体现在三个方面；一是玻璃化的工艺相对简单，只需要核废物加上玻璃粉末融化和浇筑。二是玻璃的非晶态性质可以在原子尺度溶解大量存在于高放废物中的元素，且玻璃结构的韧性强。三是玻璃材料具有优秀的抗辐射性能和化学耐久性，可以长时间保持良好的性能。虽然玻璃固化具有以上三大优势，但对于核废物中的难溶元素，例如：铬、钼、硫等，在玻璃固化过程中易从玻璃相中分离析出黄相，导致玻璃固化体化学稳定性的大幅降低。同时核废物中的贵金属元素，由于其在玻璃中的溶解度极低，其不溶于玻璃内部的贵金属通常以物理悬浮状态存在，俗称“包裹”，将大幅降低玻璃固化体的粘度、电阻率和析晶率等性能参数。在实际生产工作中为了保证玻璃固化体的良好性能，通常会降低玻璃固化体的包容率，但低包容率就意味着原材料的浪费、生产时间的延长等。因此为了保证玻璃固化生产过程中持续的高效率和玻璃固化体良好的化学稳定性，需要对其包容率进行检测。本标准拟建立关于高放废液玻璃固化体包容率的分析方法，明确包容率分析的分析步骤、计算方法等过程，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包容率的分析方法，提升高放废液玻璃固化技术、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。

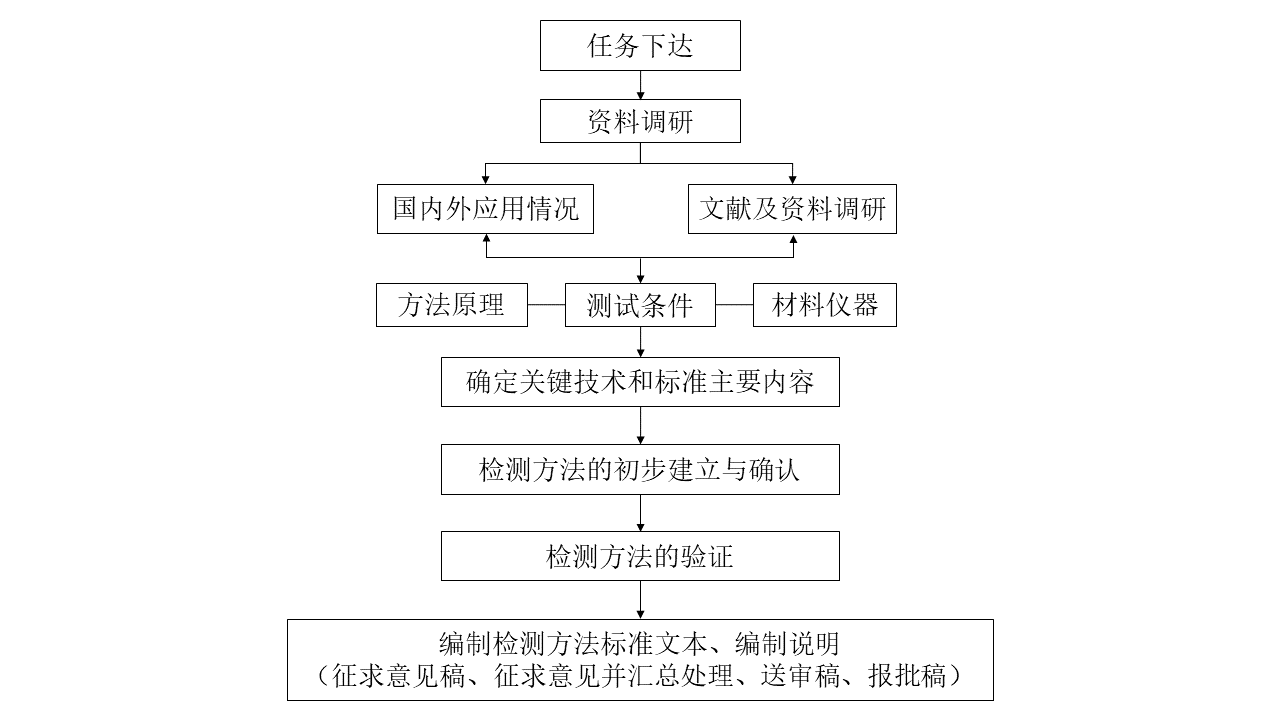


图1技术路线图

* 1. **标准的技术内容**

**2.3.1 检验项目的设置**

本标准检测项目为玻璃固化体中包容率的测定。

**2.3.2 标准主要内容的说明**

本标准规定了使用高放废液玻璃固化体包容率分析的术语和定义、分析步骤、结果计算、结果表示、试验报告。

本标准适用于高放废液玻璃固化体包容率的测试，其他类型玻璃的包容率测试也可参照使用。

**3. 主要验证试验情况分析**

**3.1 全成分计算法**

按照示例A.2全成分计算法计算设计包容率为18.0%的样品1#~样品3#的包容率，结果如表1所示。

**表1 全成计算法计算固化体包容率**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 样品名称 | 计算值/% | 平均值/% | 设计值/% | 偏差/% |
| 1 | 样品1#-1 | 17.1 | 17.2 | 18.0 | -0.8 |
| 2 | 样品1#-2 | 17.2 |
| 3 | 样品2#-1 | 17.1 | 17.3 | -0.7 |
| 4 | 样品2#-2 | 17.5 |
| 5 | 样品3#-1 | 17.4 | 17.5 | -0.5 |
| 6 | 样品3#-2 | 17.6 |

**3.2 模拟废物中特异氧化物计算法**

按照示例A.3模拟废物中特异氧化物计算法计算设计包容率为18.0%的样品1#~样品3#的包容率，结果如表2所示。

**表2 特异氧化物计算法计算固化体包容率**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 样品名称 | 计算值/% | 平均值/% | 设计值/% | 偏差/% |
| 1 | 样品1#-1 | 17.9 | 17.8 | 18.0 | -0.2 |
| 2 | 样品1#-2 | 17.6 |
| 3 | 样品2#-1 | 17.9 | 17.9 | -0.1 |
| 4 | 样品2#-2 | 17.9 |
| 5 | 样品3#-1 | 17.9 | 18.0 | 0.0 |
| 6 | 样品3#-2 | 18.2 |

**3.3 玻璃珠中特异氧化物计算法**

按照示例A.4玻璃珠中特异氧化物计算法计算设计包容率为18.0%的样品1#~样品3#的包容率，结果如表3所示。

**表3 玻璃珠中特异氧化物计算法计算固化体包容率**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 样品名称 | 计算值/% | 平均值/% | 设计值/% | 偏差/% |
| 1 | 样品1#-1 | 17.1 | 17.2 | 18.0 | -0.8 |
| 2 | 样品1#-2 | 17.2 |
| 3 | 样品2#-1 | 16.8 | 17.2 | -0.8 |
| 4 | 样品2#-2 | 17.6 |
| 5 | 样品3#-1 | 16.9 | 17.1 | -0.9 |
| 6 | 样品3#-2 | 17.3 |

**3.4 三种方法包容率比较**

分别对包容率设计值为18.0%的3个样品进行三种方法的计算，计算结果统计如表4所示。

**表4 三种计算方法统计结果**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 样品名称 | 全成分计算法/% | 特异氧化物计算法/% | 玻璃珠中特异氧化物计算法/% | 相对标准偏差/% |
| 1 | 样品1# | 17.2 | 17.8 | 17.2 | 2.0 |
| 2 | 样品2# | 17.3 | 17.9 | 17.2 | 2.2 |
| 3 | 样品3# | 17.5 | 18.0 | 17.1 | 2.6 |

分别对包容率设计值为18.0%的3个样品进行三种方法的计算，计算结果的相对标准偏差均小于5%，表明本标准中描述的3个分析方法重复性良好。

**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生产工作中，可以极大地提高玻璃固化生产的工作效率，同时在保证生态安全的基础上，将促进高放废液玻璃固化领域的技术进步，及促进核行业能源转型升级，往更加环保、更适宜消费者需求的方向发展。

（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；

核能作为近年来不断蓬勃发展的一种能源形式，为人类带来了巨大的经济效益和社会效益。然而，在核能给人类生产和生活带来巨大效益的同时也产生了大量的放射性废物。高放废液玻璃固化技术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。为了确保玻璃固化体能够在深地质条件下安全处置，玻璃固化体的化学稳定性作为其第一重要特性被人们广泛关注。因此建立一套完整的标准体系来评价高放废液玻璃固化体及其原材料的性能，不仅可以指导配方优化，还能为高放废液玻璃固化的产业化发展提供技术支撑。

（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。

本标准拟建立关于高放废液玻璃固化体包容率的分析方法，明确包容率分析的分析步骤、计算方法等过程，达到可操作的目的。本标准的实施将填补我国高放废液玻璃固化体行业包容率分析方法的空白，促进我国核废液处理行业自主发展创新的动能，推动我国相关行业标准与国际先进标准接轨。在国家推行绿色能源的背景下，履行国家承诺长期有效安全的处理高放废液业务将会不断涌现，玻璃固化体处理核废液的体量巨大，该标准的执行将为高放废液玻璃固化体生产的安全和质量保驾护航，为国家的健康发展提供了有力支持。

**6. 采用国际标准和国外先进标准的情况**

该标准项目未查询到相关国际标准或国外先进标准。

**7. 与现行法律、法规、规章及相关标准的协调性**

经调研，目前国内并无相关高放废液玻璃固化体包容率测试的标准方法。多年来，本单位一直致力于玻璃固化体及其原材料关键测试方法的研究，先后立项了《高放废液玻璃固化体 第1部分：化学成分分析方法》（2022-49-xbjh）、《高放废液玻璃固化体 第2部分：热性能分析方法》（2022-50-xbjh）、《高放废液玻璃固化体 第3部分：析晶率分析方法》（2022-51-xbjh）以及《高放废液玻璃固化体 第4部分：抗浸出性分析方法》（2023-98-xbjh）。本标准的建立将进一步完善高放废液玻璃固化体测试评价体系，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。