**上海市硅酸盐学会**

**团体标准编制说明**

标准名称 碳化硼-碳化硅芯块中微量元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

主编单位 中国科学院上海硅酸盐研究所

参编单位 上海核工程研究设计院，中核北方核燃料元件有限公司，中国工程物理研究院材料物理与化学研究所，中国科学院上海硅酸盐研究所苏州研究院

《碳化硼-碳化硅芯块中微量元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》

编制说明

1. **任务来源及计划要求**

《碳化硼-碳化硅芯块中微量元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》团体标准是由上海市硅酸盐学会提出，上海市硅酸盐学会《上海市硅酸盐学会沪硅标字[2020]10号》批准，由中国科学院上海硅酸盐研究所、上海核工程研究设计院、东华大学、中建材国际工程设计公司参与起草完成团体标准的制定工作，项目计划号为SCSTB012-2020。

1. **编制说明**

**2.1 编制原则**

本标准制定的原则是保持标准的科学性和适用性，建立一套简便、准确、高效的碳化硼碳化硅芯块微量元素分析方法。目的是提供一个统一的碳化硼碳化硅芯块中微量元素含量分析方法，使同行工作数据具有可比性，为碳化硼碳化硅芯块产品的质量控制和技术标准方面做出贡献，促进碳化硼碳化硅芯块产业的健康发展。本标准编写按GB/T1.1-2020标准的规定要求。标准的编制过程中全部采用法定计量单位。

**2.2 工作分工**

由本标准由上海市硅酸盐学会提出并归口。

标准起草和参与单位：中国科学院上海硅酸盐研究所、上海核工程研究设计院、东华大学、中建材国际工程设计公司。

标准主要起草人：陈奕睿 范武刚 吴永庆 张兆泉 邹慧君 陈向阳 张国霞 汪正 卢俊强 王贤英 许靖琨 康龙武 王晓姣。

接到起草并制定该团体标准的通知后，中国科学院上海硅酸盐研究所、上海核工程研究设计院、东华大学、中建材国际工程设计公司立即成立了“碳化硼-碳化硅芯块中微量元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法”团体标准制定工作组，并随即召开了第一次工作讨论会，会议确定了标准的制定原则、制定方案、工作计划及各成员的主要分工。其中中国科学院上海硅酸盐研究所主要负责标准文本的起草与实验计划的安排，上海核工程研究设计院、东华大学、中建材国际工程设计公司负责具体的实验工作，数据汇总等。

2020年9月上海市硅酸盐学会将本标准列入团体标准制定计划后，编制单位随即成立标准编写组，开展标准的起草工作，明确了各单位和相关参与人员的工作职能和任务。

2020年10月标准制定工作组首先全面了解了我国碳化硼碳化硅芯块的生产研发现状，调研了国内外相关研究单位的文献方法和产品性能指标。自从 1942 年第一座核反应堆在美国建立，核工业已经发展了将近七十年。其间核工业的发展重心从核武器转移到了裂变核反应堆，现在各国又开始共同研究聚变核反应堆。目前裂变核反应堆已经开始向安全性高、经济性好的第4代核能系统发展。碳化硼材料具有较高的中子吸收能力，其中子俘获截面高，俘获能谱宽，耐腐蚀、热稳定性好，因此在快中子堆的吸收体倾向使用高浓缩度10 B的B4C 芯块。目前常用的是美国西屋公司发明的碳化硼-氧化铝芯块，而新型的碳化硼碳化硅芯块以更为优越的力学性能，更好的耐辐照性，有望取代碳化硼-氧化铝芯块而成为国产三代压水堆的离散型可燃毒物元件。对在高温高压环境下服役的堆芯材料而言，化学组成始终是影响其性能的重要因素；其杂质组成、重金属元素含量更是与其产品的最终性能密切相关。其中Hf元素具有较高的中子吸收截面，而Fe，Cr, Ni则具有中等吸收截面，这些微量元素都会影响可燃毒物的吸收价值。而Mg, Ca等碱土金属元素在高温下极易扩散如果其含量过高则会影响金属锆包壳的安全。因此确定铝（Al）、钡（Ba）、钙（Ca）、铬（Cr）、铁（Fe）、铪（Hf）、镁（Mg）、镍（Ni）、锶（Sr）、钛（Ti）等10种元素作为本标准主要的测试元素。

2020年10月-11月标准制定工作组在前期调研的基础上开展各项条款的验证和讨论。

2020年12月根据收集的相关行业用户要求，结合前期制定的企业标准，召开第二次编制小组讨论会，工作组结合了在长期测试工作中对于碳化物陶瓷材料方面的分析经验，并与上海市质量技术监督局工业原材料检验中心、上海计量测试技术研究院、复旦大学、材料所等一些业内检测机构进行深入讨论，同时充分考量了目前的实际分析需要，归纳了各种分析方法的可行性，制定了具体方法。

2021年1月工作组在实验室内部，对碳化硼碳化硅样品的前处理方法，进行反复实验，确定合适的样品量、酸的用量，建立完整的样品分解和测试步骤；进行样品加标回收实验，以确定所建立方法的准确性、实际可操作性和可靠性。并形成初稿

2021年2月，对初稿认真校对和审核后，形成征求意见稿初稿，递交上海市硅酸盐学会。

2020年3月，在行业内进行了充分的征求意见，.。。。

2020年4月，在\*\*举办了审查会

审查会后，根据5条修改意见进行了修改，形成了报批稿。

1. **主要技术内容的说明**

**3.1 范围**

本项目组通过文献调研，并听取了包括上海核工程研究设计院，中核北方核燃料元件有限公司，中国工程物理研究院材料物理与化学研究所，中国科学院上海硅酸盐研究所苏州研究院等科研和生产单位的意见，针对在碳化硼碳化硅芯块材料的科研、生产、应用过程中发生的问题进行总结和归纳。通过讨论选择了影响可燃毒物的吸收价值的Hf、Fe、Cr、Ni四种元素，其均具有较高的中子吸收截面。选择Ba、Sr、Mg、Ca等在高温下极易扩散的碱土金属元素，其含量过高则会影响金属锆包壳的安全，以及Al、Ti等加工过程中容易引入的杂质元素，共计10种。

本文件适用于碳化硼-碳化硅芯块材料以及相关的碳化硼复合芯块材料中铝（Al）、钡（Ba）、钙（Ca）、铬（Cr）、铁（Fe）、铪（Hf）、镁（Mg）、镍（Ni）、锶（Sr）、钛（Ti）等10种元素的测定。各个元素的检出限见表1

**表1各元素检出限**

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 检出限 / % |
| 铝（Al） | 0.006 |
| 钡（Ba） | 0.0002 |
| 钙（Ca） | 0.003 |
| 铬（Cr） | 0.002 |
| 铁（Fe） | 0.001 |
| 铪（Hf） | 0.003 |
| 镁（Mg） | 0.0001 |
| 镍（Ni） | 0.002 |
| 锶（Sr） | 0.0001 |
| 钛（Ti） | 0.001 |

其中检出限的测试方法参照GB/T 23942中附录D中检出限的方法计算。

**3.2 预处理方法**

碳化硼碳化硅芯块化学性质稳定，常温条件下不与强酸反应，本项目组分别考察了硝酸、氢氟酸高压分解、碳酸钠、硼砂高温熔融分解、碳酸钠高温熔融分解等三种分解方法，通过大量实验发现硝酸氢氟酸分解法只能部分分解样品、碳酸钠硼砂和纯碳酸钠高温熔融分解均可以溶解样本，不过碳酸钠硼砂样品空白Fe、Ca空白较高。综合考虑分析方法的可操作性以及简便性，确定了碳酸钠高温分解作为本标准的样品分解方法。

碳化硼碳化硅样品经高纯碳化钨研磨器研磨后，并于105℃～110℃烘箱中干燥不少于2 h，取出置于干燥器中室温保存。在制样的操作过程中，应对制样设备清晰干净，避免引入杂质，防止样品污染。

制备样品的具体步骤如下：

称取约0.1 g样品四份，精确至1 mg。加入2 g 碳酸钠混匀置于铂坩埚中，盖上盖。置于马弗炉中，以不大于10 ℃/min的升温速率，从室温加热至800 ℃，然后以不大于5 ℃/min的升温速率加热至1000 ℃并保温30 min，随炉冷却至100 ℃以下取出。待铂坩埚冷却至室温后，加入20 mL～25 mL水，浸泡至熔块疏松后，一并转移至250 mL烧杯中。在铂坩埚和烧杯中加入总量为10 mL的盐酸溶液，用水冲洗铂坩埚壁及盖至无残留物，加热煮沸至盐类全部溶解，冷却至室温。将溶液移入100 mL容量瓶中，用水洗净铂坩埚及盖，洗液并入容量瓶，用水稀释至标线，摇匀待测。。

经过多次实验在此条件下，碳化硼碳化硅样品可完全消解干净。

**3.3 干扰和消除**

在参考国际、国内文献的基础上，结合本方法以及国内大多数实验室实际实验条件，归纳终结了碳化硼碳化硅样品中可能存在的干扰问题。主要分为三类，一、谱线干扰，指所得到的测试元素光谱中还包含了基体和共存物产生的谱线。通常解决的办法则是选择不同波长的谱线。表2中推荐的是本方法为避开此类干扰所推荐使用的谱线表。二、基体干扰，是指共存组分对分析元素信号的影响。ICP-OES由于ICP温度和电子密度高，基体效应较小，避免此类干扰本方法则采用基体匹配的方法，即在标准物质中加入与样品同等浓度的碳酸钠溶剂。三、记忆干扰，是指在连续测定浓度差异较大的样品或标准品时，样品中待测元素沉积并滞留在炬管、喷雾腔和雾化器上会导致记忆干扰，可通过延长样品测定前后的洗涤时间，以避免此类干扰的发生。本标准中测试不同的元素应选择相对干扰较少的谱线进行测试。

**表2推荐分析谱线**

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 波长（nm） |
| 铝（Al） | 308.215、396.152 |
| 钡（Ba） | 230.424、233.527 |
| 钙（Ca） | 317.933、422.673 |
| 铬（Cr） | 267.716 |
| 铁（Fe） | 238.204 |
| 铪（Hf） | 264.141 |
| 镁（Mg） | 279.553、280.270 |
| 镍（Ni） | 336.122 |
| 锶（Sr） | 216.596、407.771 |
| 钛（Ti） | 336.122 |

**3.4 标准曲线的制定**

在国标GB/T 23942中，推荐了工作曲线法和标准加入法2种定量方法。根据编制小组多方讨论的情况下确定采用工作曲线法。该类方法也是在行业内较为通用的方法。

标准工作曲线系列溶液的配制过程如下：

10种单元素标准储备溶液按照GB/T 602方法配制，或直接使用有证标准溶液，其质量浓度均为1 mg/mL。采用逐级稀释法分组配制多元素标准使用溶液。

**表3 ICP-OES用混合标准溶液系列浓度**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 混合标准系列编号标准 | 元素 | 混合标准溶液系列浓度/mg/L | | | | |
| A | B | C | D | E |
| 2-Ⅰ | Al | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Ba | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Ca | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Mg | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| 2-II | Cr | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Fe | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Hf | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Ni | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Sr | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |
| Ti | 1 | 3 | 5 | 8 | 15 |

同时也加入2g碳酸钠作为集体匹配用。

**3.5 试验步骤**

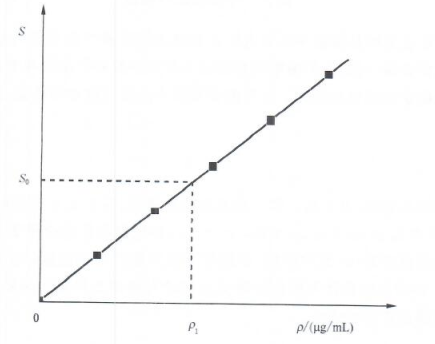
试验步骤中将包括仪器稳定、校准曲线、和测试 三部分。

3.5.1.仪器稳定：ICP-OES属于高灵敏度的设备，针对碳化硼碳化硅材料需采用水平观测模式进行测试。点燃等离子体后，采用表4中仪器推荐的工作条件，仪器需预热稳定大于30分钟。

**表4 ICP-OES推荐的仪器工作条件**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 条件 | 项目 | 条件 |
| 功率 | 1.2 kW | 稳定时间 | 20 s |
| 冷却气流量 | 15 L/min | 积分时间 | 5 s |
| 样品提升时间 | 20 s | 重复次数 | 3 次 |
| 雾化气流量 | 0.8 L/min | 观察方式 | 水平 |

3.5.2 校准曲线：采用工作曲线法，在容量瓶中依次配制一系列多元素标准使用溶液，用ICP-OES进行测定，采用工作曲线法绘制校准曲线如图1所示。校准曲线的浓度范围可根据测量需要进行调整。同时用超纯水代替样品做空白试验。采用与样品完全相同的制备和测定方法，所用的试剂量也相同。在测定试样的同时进行空白实验，该空白即为试剂空白。

**图1标准工作曲线示意图**

3.5.3测试：由于样品溶液中含量较低，首先在每个样品测定前，先用试剂空白冲洗系统直到信号降至最低，待分析信号稳定后才可开始测定样品。若样品中待测元素浓度超出校准曲线范围，需经稀释后重新测定。同时计算保留两位有效数字。四份平行结果取平均值。

**3.6质量保证和质量控制**

为保证检测数据的可靠性，本标准将从仪器、试剂纯度、校准曲线、空白实验和平行样品五个方面进行质量控制。

在仪器方面电感耦合等离子体发射光谱仪应定期检定或校准并在有效期内运行，以保证检出限、灵敏度、定量测定范围满足方法要求。温度和湿度对ICP-MS的检测也有较大影响，因此仪器工作时的环境温度和湿度需符合仪器使用说明书中相关指标的要求。

在试剂纯度方面，尽可能选取高纯度试剂，有效降低空白值，

在校准曲线方面，校准曲线的相关系数要达到 0.999 以上。校准曲线绘制后，应以第二来源的标准样品配制接近校准曲线中点浓度的标准溶液进行分析确认，其相对误差值一般应控制在±10%以内，若超出该范围需重新绘制校准曲线。

校准空白的浓度测定值不得大于检出限，每批样品至少应有2个实验室试剂空白。实验室试剂空白、现场空白样品的浓度测定值不得大于测定下限（测定下限为检出限的3倍）。同时平行样测定值的差值应小于各元素对应的重复性限值（r）

本标准在编制过程中系统地总结和归纳了碳化硼-碳化硅中微量元素含量的等离子体发射光谱法的测试方法，通过反复实验论证了方法的可靠性。严格依照GB/T 1.1（标准化工作导则第一部分：标准的结构和编写）、GB/T 20001.4（标准编写规则第四部分：化学分析方法）中的要求起草了标准的文本。本标准在编制过程中对实验方法、仪器参数等进行试验探讨，取得了相关结论，并能实际应用于所内各种原料和产品的研究和使用中。采用了方便快捷的等离子体质谱法，更符合目前实际生产工作的需要，也易于在行业内推广。

1. **试验验证的情况和结果**

根据国家标准《GB/T6379.2测量方法与结果的准确度》和《GB/T 23942 化学试剂 电感耦合等离子体原子发射光谱法通则》中对试验验证方面的要求，本项目组进行三方面的方法验证工作，分别包括实验室内部数据重复性比对、实验室外部数据比对和用于验证方法可靠性的样品加标回收实验。其中样品加标回收实验主要用于验证本标准制定的分析方法对于不同种类的碳化硼碳化硅芯块中微量元素的含量测定结果是否准确可靠；实验室数据内部和外部重复性比对主要用来验证方法可重复性，结果重现性；本工作组抽取了碳化硼碳化硅块体粉碎后得到的粉体作为样本按照本标准的规定进行了上述检验和测试。

**4.1. 实验室内部比对**

实验室内部的数据重复性分析是分别由本实验室4位分析人员对同一个样品，按照本标准方法独立进行重复测试，每一组样品进行了4份平行实验取平均值，结果见表5

**表5 实验室内部比对结果**

**单位：mg/Kg**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | Al | Ba | Ca | Cr | Fe | Hf | Mg | Ni | Sr | Ti |
| 1-1 | 310.5 | 4.5 | 1021.1 | 168.2 | 249.7 | 36.8 | 31.6 | 14.4 | 19.2 | 128.6 |
| 1-2 | 309.8 | 4.5 | 1014.6 | 168.2 | 249.9 | 36.4 | 31.7 | 14.8 | 19.1 | 128.7 |
| 1-3 | 307.9 | 4.5 | 1011.8 | 166.9 | 246.9 | 36.1 | 31.4 | 13.9 | 19.0 | 128.0 |
| 1-4 | 309.4 | 4.5 | 1015.5 | 167.6 | 248.0 | 36.9 | 31.5 | 13.7 | 19.1 | 132.3 |
| 2-1 | 281.1 | 4.3 | 1063.4 | 184.6 | 208.7 | 35.4 | 28.8 | 15.0 | 20.9 | 119.4 |
| 2-2 | 282.5 | 4.4 | 1070.1 | 185.9 | 211.0 | 36.9 | 29.0 | 14.7 | 21.1 | 119.7 |
| 2-3 | 280.1 | 4.3 | 1067.1 | 184.7 | 209.2 | 34.8 | 28.8 | 14.0 | 21.0 | 119.5 |
| 2-4 | 280.7 | 4.4 | 1067.6 | 186.1 | 209.5 | 34.7 | 28.9 | 14.6 | 21.1 | 119.9 |
| 3-1 | 291.0 | 4.7 | 1027.2 | 194.0 | 222.4 | 38.1 | 32.1 | 15.5 | 19.9 | 135.4 |
| 3-2 | 294.4 | 5.0 | 1037.3 | 196.0 | 223.5 | 37.2 | 32.4 | 15.4 | 20.0 | 136.7 |
| 3-3 | 291.3 | 5.1 | 1031.4 | 193.6 | 222.3 | 37.5 | 32.0 | 15.2 | 19.9 | 135.9 |
| 3-4 | 292.1 | 4.8 | 1029.8 | 193.8 | 222.2 | 37.9 | 32.3 | 15.6 | 19.9 | 136.1 |
| 4-1 | 316.9 | 4.7 | 1047.8 | 204.2 | 207.7 | 35.7 | 34.3 | 14.4 | 19.0 | 129.3 |
| 4-2 | 314.0 | 4.7 | 1044.4 | 204.2 | 205.2 | 36.7 | 34.4 | 14.4 | 19.0 | 128.6 |
| 4-3 | 314.0 | 4.6 | 1043.8 | 203.3 | 204.6 | 35.1 | 34.4 | 14.4 | 19.0 | 129.1 |
| 4-4 | 317.7 | 4.7 | 1047.2 | 203.9 | 206.9 | 37.6 | 34.4 | 14.1 | 19.1 | 129.6 |
| 平均值 | 299.6 | 4.6 | 1040.0 | 187.8 | 221.7 | 36.5 | 31.7 | 14.6 | 19.8 | 128.6 |
| RSD in（%） | 4.7 | 5.2 | 1.9 | 7.3 | 7.8 | 3.0 | 6.4 | 3.9 | 4.3 | 4.7 |
| 重复性限r | 42.6 | 1.2 | 197.3 | 27.6 | 34.6 | 5.4 | 6.1 | 2.9 | 2.5 | 18.3 |

实验内部数据的相对标准偏差RSDin的评估方法参照GB/T6379.2进行评估，从实验结果的统计数据来看，实验室内部比对结果的相对标准偏差均小于GB/T 6379.2中要求的6%~8%，证明了本实验方法结果重现性良好。在此基础上计算出各个元素的重复性限r。

**4.2 实验室间比对**

实验室间的数据重复性分析是分别由本实验室和其他2个实验室对同一个样品，按照本标准方法独立进行重复测试，每一组样品进行了4份平行实验取平均值，结果见表5

**表5 实验室间比对结果**

**单位：mg/Kg**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | Al | Ba | Ca | Cr | Fe | Hf | Mg | Ni | Sr | Ti |
| 本实验室平均值 | 299.6 | 4.6 | 1040.0 | 187.8 | 221.7 | 36.5 | 31.7 | 14.6 | 19.8 | 128.6 |
| 外实验室1平均值 | 335.7 | 4.3 | 984.3 | 193.3 | 214.8 | 37.9 | 28.1 | 16.9 | 16.6 | 123.3 |
| 外实验室2平均值 | 314.4 | 3.5 | 919.6 | 204.6 | 225.6 | 40.1 | 27.8 | 14.9 | 17.4 | 121.9 |
| 平均值 | 316.6 | 4.1 | 981.3 | 195.2 | 220.7 | 38.1 | 29.2 | 15.5 | 17.9 | 124.6 |
| RSD out（%） | 5.7 | 14.1 | 6.1 | 4.4 | 2.5 | 4.7 | 7.5 | 7.9 | 9.3 | 2.8 |
| 再现性限R | 54.5 | 1.2 | 120.5 | 42.8 | 27.3 | 7.2 | 8.8 | 3.7 | 5.0 | 17.5 |

实验间数据的相对标准偏差RSDout的评估方法参照GB/T6379.2进行评估，从实验结果的统计数据来看，实验室间比对结果的相对标准偏差均小于GB/T 39486中要求的8%~16%，证明了本实验方法结果再现性良好。在此基础上计算出各个元素的再现性限R。

**4.3 实际样品加标回收实验**

实际样品加标回收实验按照标准文本提供的过程进行。将已知浓度的各待测元素标准加入到碳化硼碳化硅样品中，随后按照本标准所提供的方法进行样品预处理，得到加标待测溶液；同时进行加标空白实验。实验结果见表6。

**表 6 加标回收实验结果**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分析组分（%） | 样 品 名 称：CsI:Tl | | | |
| B4C-SiC | 加入标准量 | 测试结果量 | 加标回收率（%） |
| Al | 0.030 | 0.020 | 0.049 | 97 |
| Ca | 0.104 | 0.100 | 0.210 | 106 |
| Cr | 0.019 | 0.010 | 0.029 | 97 |
| Fe | 0.022 | 0.010 | 0.031 | 85 |
| Hf | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 90 |
| Mg | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 85 |
| Ti | 0.013 | 0.010 | 0.024 | 110 |

从加标回收的结果来看，回收率均在85%～110%之间。据此，可以证明此方法用于碳化硼碳化硅芯块中微量元素含量的分析是准确可靠。

1. **采用国际先进标准的情况**

碳化硼碳化硅堆芯材料作为新型的核电用堆芯应用材料，其研究的主要方向均集中在热、力学等性能指标和中子吸收机理研究上，在标准制定方面国内外涉及碳化硼标准已发布实施的有39项分类中涉及到陶瓷、核能工程、切削工具、密封装置、耐火材料等。其中最有参考价值的是ASTM C809-2013 和ASTM C791-2012，涵盖了化学滴定ICP-MS，ICP-OES，离子选择电极等阴阳离子测定方法，检测元素12个。 国内目前制定的只有金色金属行业标准，制定日期比较久远（2000年）。

在国内进口替代的大背景下，碳化硼碳化硅堆芯材料作为核电材料中一种重要的替代进口的应用材料，材料最基本的元素组成则缺少相应的系统而成熟的研究成果。而电感耦合等离子体发射光谱法作为实验室常规的分析设备早已在高校、研究机构和检测机构得到广泛应用，具有良好的应用前景。

因此本标准所采用的分析方法是合适的，能被广大用户和生产厂商所认可的。同时在碳化硼-碳化硅成分检测领域，我国行业标准和国家标准还是空白。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **发布单位** | **标准名称** | **标准号** |
| **美国材料与试验协会** | 核纯级氧化铝和氧化铝-碳化硼复合丸状材料化学、质谱和光谱化学分析的标准试验方法 | ASTM C809-2013 |
| 核纯级碳化硼的化学、质谱和光谱化学分析的标准试验方法 | ASTM C791-2012 |
| **行业标准-机械** | 碳化硼化学分析方法 | JB/T 7993-2012 |
| **行业标准-有色金属** | 核及碳化硼粉末化学分析方法.总硼量的测定，游离硼量的测定 | YS/T 423.1-2000 |
| 核及碳化硼粉末化学分析方法.铁量的测定 | YS/T 423.2-2000 |
| 核及碳化硼粉末化学分析方法.氧量的测定 | YS/T 423.3-2000 |
| 核及碳化硼粉末化学分析方法总碳量的测定 | YS/T 423.4-2000 |

1. **标准涉及的知识产权情况说明**

无。

1. **与现行法律法规、标准的关系**

本标准符合我国目前法律、法规的规定。

1. **实施标准的要求和措施建议**

本标准致力于建立一套简洁、有效、准确的碳化硼碳化硅芯块产品质量的检测和评价方法，实现碳化硼碳化硅芯块质量和性能表征规范化。所以在本标准的贯彻过程中将依赖行业内专家的大力广泛推荐使用，同时也需要各同行的大力配合推广使用。最后在标准的贯彻过程中还将广泛在行业内和用户中宣传，紧密地同产品用户沟通交流，保证本标准的适用性、实用性。

1. **修改或废止有关标准的建议及理由**

无。

1. **标准印刷数量建议**

具体发行量由机关确定。

1. **其他需说明的事项**

无。

1. **参考资料清单**

无