

YS/T 63.4-202X

铝用炭素材料检测方法

第 4 部分 热膨胀系数的测定

编制说明

(送审稿)

中铝郑州有色金属研究院有限公司

2022-3

一、工作简况

(一) 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2020 年第三批行业标准制修订和英文版项目计划的通知》工信厅科函[2020]263 号和有色金属标委会[2021]32 号要求，在 2021 年 5 月在杭州召开有色金属标准工作会，会议要求由中铝郑州有色金属研究院有限公司牵头负责标准的修订工作，承担 YS/T 63.4-2006《铝用炭素材料检测方法 第 4 部分：热膨胀系数的测定》（计划号 2020-1531T-YS）的标准修订工作，完成年限为 2022 年。技术归口单位为全国有色金属标准技术委员会。

(二) 主要参加单位和工作成员及其所作的工作

2.1 主要参加单位情况

中铝郑州有色金属研究院有限公司（原中国铝业郑州研究院）是中国轻金属专业领域唯一的大型科研机构，建立了基础研究、技术开发、扩大试验、工业试验、工程化和产业化完整的铝工业科技创新体系。拥有铝土矿处理、氧化铝工艺、铝用炭素和电解铝工艺、镁冶炼工艺、化学品氧化铝和轻金属材料工艺、轻金属检测等技术领域的研究实验室，具有完善的铝、镁冶炼基础理论研究技术平台，包括 TEM、SEM、EDS、XRD、XRF、IC 等在内的大型仪器设备 80 余套。2004 年通过了中国质量认证中心(CQC)质量、健康安全、环境三大体系认证。依托研究院设立的国家轻金属质量监督检验中心（郑州轻金属研究院检测实验室）主要负责我国铝镁及其合金 12 类 77 种产品的质量监督检查、产品质量评价仲裁等工作，多年来一直为行业提供技术支持服务，承担了铝行业绝大部分分析检测等基础技术标准的具体起草工作，是国际标准化组织 ISO/TC226（铝用原材料技术委员会）、ISO/TC79（轻金属及其合金）在国内的技术支持单位，是 ISO/TC79/SC12 主席单位，是国家工业和信息化部确定的有色金属标准样品定点研制单位，是全国有色金属标准化技术委员会铝用炭素材料工作组组长单位。内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司、内蒙古锦联铝材有限公司、山东晨阳碳素股份有限公司、济南奥海碳素有限公司负责结果复验、参与修改意见等工作。

2.2 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
仓向辉	主编人员，负责标准的工作指导、编写、试验方案的确定及组织协调。
寇帆	参编人员，负责验证样品的取样与收集，负责试验方案的实施，试验数据的汇总与整理。

（三）主要工作过程

1、预研阶段：标准主编单位中铝郑州有色金属研究院有限公司（国家轻金属质量监督检验中心）长期从事铝用碳素的分析检测工作，主编人员在长期实践过程中积累了丰富的检测经验，也发现了现行标准中存在的一些不足之处。在此基础上，主编单位有关技术人员，深入一线企业进行调研，了解铝用碳素热膨胀测量方法的应用情况，先后与多家企业技术人员深入讨论标准的技术路线与方案，并根据讨论情况，由主编单位整理与撰写，形成标准草案。

2、立项阶段

2019年10月有色金属标委会在山东泰安召开年会，中铝郑州有色金属研究院有限公司向全体委员会提交了YS/T 63.4《铝用炭素材料检测方法 第4部分 热膨胀系数的测定》的项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，全体委员会议论证结论为同意行业标准立项。由秘书处组织委员网上投票。投票通过后转报工信部，并挂网向社会公开征求意见。

3、起草阶段

2021年5月27日，于浙江杭州市举办了轻金属标准工作会议，来自全国二十多家单位三十余名代表参加了会议。会议针对《铝用炭素材料检测方法 第4部分 热膨胀系数的测定》进行了认真、热烈的讨论，达成了一致意见，确定了样品提供单位为中铝郑州有色金属研究院有限公司，样品复验单位为内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司、内蒙古锦联铝材有限公司、山东晨阳碳素股份有限公司、济南奥海碳素有限公司；文本经过编辑于2021年6月15日形成了《铝用炭素材料检测方法 第4部分 热膨胀系数的测定》标准征求意见稿。

4、征求意见阶段

2021年12月29日，于海南海口市举办了轻金属标准工作会议，来自全国二十多家单位三十余名代表参加了会议。会议针对《铝用炭素材料检测方法第4部分 热膨胀系数的测定》进行了认真、热烈的讨论，达成了一致意见，经过文本编辑于2022年2月15日形成了《铝用炭素材料检测方法第4部分 热膨胀系数的测定》标准送审稿。

5、审查阶段

6、报批阶段

二、标准编制原则

1) 根据国内外客户的检测要需求，以满足我国铝用碳素在有色金属行业使用需要为原则，不断提高标准的适用性；

2) 根据铝用碳素热膨胀分析检测的现状，对现有技术方案进行优化，力求做到标准所

规定的方法简便、快速、精密度高；

3) 完全按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和国家标准编写示例的要求进行格式和结构编写。

修订后的标准在技术路线方面将更加完善，检测应用范围更广，能够更好的适应当前铝工业的生产和使用需要，为我国铝工业的良好发展打下基础

三、标准主要内容的确定及主要试验和验证情况分析

3.1 标准题目的确定

本次修订沿用 2006 版本标准题目《铝用炭素材料检测方法 第4部分：热膨胀系数的测定》不变。

3.2 标准的适用范围

本文件规定了铝用炭素材料在室温到 300℃之间的线性热膨胀系数的测定方法。

本文件适用于测定铝用炭素材料在室温到 300℃之间的平均线性热膨胀系数。

3.3 主要试验和验证情况分析

实验设计与操作：选取 1 个在郑州轻研院实验室已 110℃±5℃烘干过的预焙阳极和阴极试样，按顺序各复验单位轮流检测，检测完毕后邮寄给下一家，每个样品重复 9 次，结果保留 2 位有效数字。各家数据见表 2-表 6。

表 2 轻研院热膨胀系数的重复性测定数据 单位：10⁻⁶/K

轻研院	1#预焙阳极	2#阴极
1	3.97	3.50
2	3.96	3.36
3	3.97	3.36
4	3.97	3.54
5	3.91	3.46
6	3.87	3.40
7	3.91	3.43
8	3.95	3.46
9	3.95	3.50
最大值/%	3.97	3.54
最小值/%	3.87	3.36
平均值/%	3.94	3.45
极差/%	0.10	0.18
标准偏差	0.03	0.06
重复性限/%	0.10	0.18

表 3 复验单位 1 热膨胀系数的重复性测定数据 单位：10⁻⁶/K

复验单位 1	1#预焙阳极	2#阴极
1	3.90	3.46
2	3.88	3.54
3	3.95	3.58
4	3.91	3.45
5	3.85	3.55
6	3.92	3.57
7	3.90	3.46
8	3.87	3.52
9	3.94	3.58
最大值/%	3.95	3.58
最小值/%	3.85	3.45
平均值/%	3.90	3.52
极差/%	0.10	0.13
标准偏差	0.03	0.05
重复性限/%	0.09	0.15

表 4 复验单位 2 热膨胀系数的重复性测定数据 单位：10-6/K

复验单位 2	1#预焙阳极	2#阴极
1	3.79	3.59
2	3.83	3.47
3	3.92	3.54
4	3.85	3.59
5	3.84	3.47
6	3.91	3.54
7	3.80	3.59
8	3.83	3.47
9	3.88	3.54
最大值/%	3.92	3.59
最小值/%	3.79	3.47
平均值/%	3.85	3.53
极差/%	0.13	0.12
标准偏差	0.04	0.05
重复性限/%	0.12	0.14

表 5 复验单位 3 热膨胀系数的重复性测定数据 单位：10-6/K

复验单位 3	1#预焙阳极	2#阴极
1	3.93	3.48
2	3.92	3.48

3	3.89	3.47
4	3.95	3.48
5	3.91	3.48
6	3.92	3.47
7	3.94	3.48
8	3.87	3.48
9	3.90	3.47
最大值/%	3.95	3.48
最小值/%	3.87	3.47
平均值/%	3.91	3.47
极差/%	0.08	0.01
标准偏差	0.02	0.01
重复性限/%	0.07	0.01

表 6 复验单位 4 热膨胀系数的重复性测定数据 单位: 10-6/K

复验单位 4	1#预焙阳极	2#阴极
1	3.86	3.42
2	3.87	3.40
3	3.95	3.41
4	3.84	3.42
5	3.88	3.40
6	3.91	3.41
7	3.90	3.42
8	3.92	3.40
9	3.89	3.41
最大值/%	3.95	3.42
最小值/%	3.84	3.40
平均值/%	3.89	3.41
极差/%	0.11	0.02
标准偏差	0.03	0.01
重复性限/%	0.09	0.02

根据表 2-6 数据中各复验单位的检测结果, 征求各检测单位和企业的意见, 考虑实际分析检测过程中引起各种偏差的可能, 最后审定会各位专家讨论, 建议重复性限 $r=0.1$, 再现性限 $R=0.2$ 。

3.4 本次修订修改的主要内容

1. 修改了适用范围, 将 20℃到 300℃修改为室温到 300 摄氏度, 由于实际的室温参与最终结果的计算 (见计算公式), 直接影响着标准样品的校准和后期试样热膨胀系数的测定, 因此有必要对当前实验室环境温度进行记录并计入到公式计算中去;

2. 由于当前热膨胀制样、设备的总体性能可以满足样品在足够时间内全部达到 300℃的目标温度，并且国外同类设备也未对样品有测试其内部中心温度的要求，建议删除了制样部分中“在试样的侧面中央钻一个至少 1mm 深的孔，与热电偶的接点连接”此部分表述；

3. 增加了标准样品：由于石英的热膨胀系数为 0.55×10^{-6} (1/K)，与现实中炭素材料常见的热膨胀系数 (2×10^{-6} – 5×10^{-6}) 相差较大，在标样的校准过程中可比性不强，有必要增加与其数量级相近的标样，因此新增了硼硅玻璃为校准标样(其热膨胀系数为 3.3×10^{-6} (1/K))；

4. 修改了计算结果的表示，由于位移计、标准样品的精密度有限以及实际炭素企业生产过程中对热膨胀系数的精度要求不是很高，建议将最终计算结果修约至小数点后一位数字。

四、标准中涉及专利情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

(一) 项目的必要性简述

铝用炭素材料是重要的基础性大宗化工原材料，随着国内铝行业市场饱和、产能过剩等原因和国家“一带一路”的建设与推进，越来越多的炭素企业代表中国“走出去”，布局海外市场。

现行标准为 2006 年发布，热膨胀系数是最重要的铝用炭素材料热物理性能指标。此项指标对于炭块尤其是阳极炭块的抗热震性有较大的影响，阳极横断、竖断、掉角的质量事故严重影响了电解槽的稳定运行，现行 06 版标准因为在制订初期当时设备的局限性，制样方法复杂、标准样品单一且与炭素材料热膨胀系数差异较大，因此有必要对 YS/T63.4-2006 进行修订，首先简化制样方法，提高检测效率，然后在原先使用石英标样校准设备的基础上，选取热膨胀系数为 3.3 硼硅玻璃作为参比的标准样品，大大增强了炭素材料热膨胀系数结果的有效性，结合最近几年对标准提出的新要求，将都融入到本次修订的过程中去。

通过本次修订将大大促进我国铝工业生产质量控制和贸易规范化，对我国铝工业的发展起到技术支撑作用。

(二) 项目的可行性简述

本标准修订工作，主要改变了样品制备的方式，增加了参考标准样品，对热膨胀系数进行了精密度的再确认，而此方式已经在国内大范围普及，操作相对简单可行；综上本标准制修订具有可行性。

(三) 标准的先进性、创新性、标准实施后产生的经济效益和社会效益

在对 YS/T 63.4-2006 进行修订，以满足目前我国铝用炭素材料检测和质量控制的要求。

修订的标准将进一步完善我国铝用碳素材料分析检测标准体系，大大促进我国铝工业生产质量控制和贸易规范化，对我国铝工业的发展起到技术支撑作用。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准没有采用国外或国际标准。

七、与现行相关法律、法规、规章、及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况。

本标准属于有色金属标准体系。本标准完全符合国家法律、法规的有关的要求；在技术要求、试验方法等方面与国内相关标准协调一致；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1 的有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

根据标准化法和有关规定，建议该标准为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、组织措施：建议相关部门组织贯彻本标准的实施，采取有效措施向铝用碳素材料的使用单位以及有关的检测机构宣贯本标准。建议本标准尽快发布，各相关单位及科研院所尽快开始执行本标准。建议由国家标准化管理委员会轻金属标准化委员会组织贯彻本标准的相关活动，利用各种条件，如工作组活动、标委会管理及活动、标准化技术期刊刊登、相关官网上发布等。

2、技术措施：通过专家培训、技术交流等措施进行宣贯执行。对于标准使用过程中容易出现疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3.过渡办法：建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

在本标准发布实施之日起，代替 YS/T 63.4-2006《铝用炭素材料检测方法第 4 部分：热膨胀系数的测定》。

十二、其他应予以说明的事项

无。

《铝用炭素材料检测方法》编制组

2022 年 3 月