

ICS 71.100.10

CCS Q 52

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 63.4—202X

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

Carbonaceous materials used for the production of aluminium —

Part 4: Determination of the thermal expansion coefficient

(ISO 14420:2020, Carbonaceous products for the production of aluminium

— Baked anodes and shaped carbon products — Determination of the

coefficient of linear thermal expansion, MOD)

(报批稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是YS/T 63《铝用炭素材料检测方法》的第4部分。YS/T 63已经发布了以下部分：

- 第1部分：阴极糊试样焙烧方法、焙烧失重的测定及生坯试样表观密度的测定；
- 第2部分：室温电阻率的测定；
- 第3部分：热导率的测定 比较法；
- 第4部分：热膨胀系数的测定；
- 第5部分：有压下底部炭块钠膨胀率的测定；
- 第6部分：开气孔率的测定；
- 第7部分：表观密度的测定 尺寸法；
- 第8部分：真密度的测定 比重瓶法；
- 第9部分：真密度的测定 氦比重计法；
- 第10部分：空气渗透率的测定；
- 第11部分：空气反应性的测定 质量损失法；
- 第12部分：预焙阳极CO₂反应性的测定 质量损失法；
- 第13部分：弹性模量的测定；
- 第14部分：抗折强度的测定 三点法；
- 第15部分：耐压强度的测定；
- 第16部分：微量元素的测定 X射线荧光光谱分析方法；
- 第17部分：挥发分的测定；
- 第18部分：水分含量的测定；
- 第19部分：灰分含量的测定；
- 第20部分：硫分的测定；
- 第21部分：阴极糊 焙烧膨胀/收缩性的测定；
- 第22部分：焙烧程度的测定 等效温度法；
- 第23部分：预焙阳极空气反应性的测定 热重法；
- 第24部分：预焙阳极CO₂反应性的测定 热重法；
- 第25部分：无压下底部炭块钠膨胀率的测定；
- 第26部分：耐火材料抗冰晶石渗透能力的测定；
- 第27部分：预焙阳极断裂能量的测定。

本文件修改采用ISO 14420:2020《铝生产用炭素材料—预焙阳极和成型炭产品—线性热膨胀系数的测定》。

本文件与ISO 14420:2020相比，在结构上有较多调整，两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录A。

本文件与ISO 14420:2020相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线（|）进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录B。

本文件代替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》，与YS/T 63.4-2006相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围，将20℃到300℃修改为室温到300℃（见第1章，2006年版的第1章）；
- b) 更改了规范性引用文件（见第2章，2006年版的第2章）；

- c) 更改了膨胀计的精度（见 5.1，2006 年版的 5.1）；
- d) 增加了校准样品“硼硅玻璃热膨胀系数为 $3.3 \times 10^{-6}/\text{K}$ ”（见 5.1）；
- e) 删除了制样部分“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”的表述（见 2006 年版的 6.4）；
- f) 更改了计算结果的修约位数（见第 8 章，2006 年版的第 8 章）；
- g) 更改了本文件与 ISO 章条编号对照表（见附录 A，2006 年版的附录 A）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：中铝郑州有色金属研究院有限公司、中国铝业股份有限公司、肥城昌盛特种石墨有限公司、山东晨阳新型碳材料股份有限公司、内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司、北京英斯派克科技有限公司、太谷县腾飞炭素有限公司。

本文件主要起草人：仓向辉、张树朝、李浩、寇帆、宋政鉴、闫萍、李允柱、于磊、张伟南、王铁山、张淑玲、邓素萍、李龙、张树军、卢成、田腾、刘静、张玲。

本文件历次版本发布情况：

- 2006 年首次发布为 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》；
- 本次为第一次修订。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

引言

铝用炭素材料是铝工业的主要原材料。在铝工业标准体系中，铝用炭素材料检测方法系列标准是非常重要的部分，在保证铝用炭素材料质量方面发挥着重要作用。该系列方法标准服务于铝用炭素材料生产、贸易结算、分析比对、电解铝等领域，为我国铝用炭素材料工业高质量发展提供技术支撑。

YS/T 63《铝用炭素材料检测方法》系列标准包含了室温电阻率、热膨胀系数、真密度、耐压强度、微量元素、挥发分、灰分等指标的测定。

YS/T 63.4 规定了铝用炭素材料热膨胀系数的检测方法。本次修订简化制样方法，提高检测效率，增加了校准使用的标准样品，并再次确认了精密度。

铝用炭素材料检测方法 第4部分：热膨胀系数的测定

1 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。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 26297.1 铝用炭素材料取样方法 第1部分：底部炭块

GB/T 26297.2 铝用炭素材料取样方法 第2部分：侧部炭块

GB/T 26297.3 铝用炭素材料取样方法 第3部分：预焙阳极

GB/T 26297.4 铝用炭素材料取样方法 第4部分：阴极糊

YS/T 63.1 铝用炭素材料检测方法 第1部分：阴极糊试样焙烧方法、焙烧失重的测定及生坯试样表观密度的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

线性热膨胀系数 coefficient of linear thermal expansion

单位长度的材料温度每升高一度的膨胀量，用 $\alpha(t)$ 表示，单位为每开尔文分之一 (1/K)，按公式 (1) 计算。

$$\alpha(t) = \frac{1}{l} \cdot \frac{dl}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

l —— 试样在温度 t 时的长度，单位为米 (m)；

$\frac{dl}{dt}$ —— 试样长度随温度的变化量，单位为米每开尔文 (m/K)。

3.2

平均线性热膨胀系数 average coefficient of linear thermal expansion

单位长度的材料在某一温度区间内，温度每升高一度的平均膨胀量。

4 原理

将试样放到低膨胀材料（如石英）制成的试样架上，用炉子加热，试样长度的改变通过一个导杆传送到炉子外面的机械或其他测量装置上，平均线性热膨胀系数通过测量试样长度的改变量、原始长度和温度的变化计算而得。

5 仪器设备

- 5.1 膨胀计：配有试样架和推杆。还应配有机械或其他测量装置（误差为 $\pm 0.5\mu\text{m}$ ），温度高于 300°C 时可抽真空或气体保护。试验前应使用校准样品进行校准（校准样品：由已知热膨胀系数的材料制成，具有与试样相同的几何尺寸，校准样品的热膨胀系数应由设备制造厂家或者得到授权的权威机构的认定，推荐热膨胀系数为 $0.55\times 10^{-6}/\text{K}$ 的石英或热膨胀系数为 $3.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 的硼硅玻璃）。
- 5.2 高温炉：在试样高度范围内温度控制精度 $\pm 0.5\%$ 范围之内。
- 5.3 温度测量装置：如带显示器的热电偶，精度在 $\pm 0.5\%$ 范围之内。
- 5.4 游标卡尺：精度优于 0.02mm 。

6 样品

- 6.1 底部炭块、侧部炭块、预焙阳极分别按照 GB/T 26297.1、GB/T 26297.2、GB/T 26297.3 取样。除去样品表面的灰尘或在测试期间可能脱落的部分。阴极糊按照 GB/T 26297.4 取样，再按照 YS/T 63.1 焙烧后制得样品。
- 6.2 将所取样品加工成圆柱体。尺寸为 $\phi 50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 。
- 6.3 样品的各表面都应进行加工，以保证样品的平行度偏差不超过 0.2mm 。
- 6.4 必要时，样品可预先在 1000°C 无氧化性气氛中退火以除去残余应力。

7 试验步骤

7.1 校准

用校准样品校准膨胀计（5.1）。

7.2 测定

- 7.2.1 测量室温 t_1 时试样的原始长度 l_1 。
- 7.2.2 将样品放进膨胀计（5.1），保证试样的端面和导杆紧密接触。
- 7.2.3 测定开始前，通过调节设备的零点，使系统清零。当使用双膨胀计时，两个膨胀计进行正交记录，要分别确定每个膨胀计的记录结果。
- 7.2.4 当样品达到终点温度 t_2 时，测量并记录试样的长度 l_2 。

8 试验数据处理

按公式（2）计算平均线性热膨胀系数 $\alpha(t_1, t_2)$ ，单位为 10^{-6} 每开尔文（ $10^{-6}/\text{K}$ ）：

$$\alpha(t_1, t_2) = \frac{1}{l_1} \cdot \frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1} - \alpha_k = \frac{1}{l_1} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta t} - \alpha_k \dots \dots \dots (2)$$

式中：

- t_1 —— 起始温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）；
- t_2 —— 终点温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）；
- l_1 —— 样品起始温度 t_1 时的长度，单位为毫米（ mm ）；
- l_2 —— 样品终点温度 t_2 时的长度，单位为毫米（ mm ）；

α_k ——样品架和推杆在测试温度范围内的平均线性热膨胀系数，单位为 10^{-6} 每开尔文 ($10^{-6}/\text{K}$)。

计算结果表示到小数点后一位，数值修约按照 GB/T 8170 的规定进行。

9 精密度

9.1 重复性

在重复性条件下，获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $0.1 \times 10^{-6}/\text{K}$ ，以大于 $0.1 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的情况不超过 5% 为前提。

9.2 再现性

在再现性条件下，获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $0.2 \times 10^{-6}/\text{K}$ ，以大于 $0.2 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的情况不超过 5% 为前提。

10 试验报告

试验报告包括以下内容：

- 试验对象；
- 本文件编号；
- 测量结果及其计量单位；
- 观察到的异常现象；
- 试验日期。

附录A
(资料性)

本文件与ISO 14420:2020结构编号对照情况

表A.1给出了本文件与ISO 14420:2020结构编号对照一览表。

表A.1 本文件与ISO 14420:2020结构编号对照情况

本文件结构编号	ISO 14420:2020结构编号
1	1
2	2
3	3
4	4
5.1	5.1、5.5
5.2	5.2
5.3	5.3
5.4	5.4
6	6
7.1	7.1
7.2	7.2
8	8
9	9
10	10

附录B
(资料性)

本文件与 ISO 14420:2020 技术差异及其原因

表 B.1 给出了本文件与 ISO 14420:2020 技术差异及其原因的一览表。

表B.1 本文件与ISO 14420:2020技术差异及其原因

本文件结构编号	技术差异	原因
1	测试温度改为室温到300℃之间	便于操作，计算更加准确
5.1	增加了硼硅玻璃校准样品	校准更加准确
6	详细描述了样品的制备	增加可操作性，便于本文件的应用
9	修改了精密度的数值	根据复验数据计算，结合实际情况确定