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 - Part4 : Determination of the thermal expansion coefficient

（ISO 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）

（送审稿）

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：阴极炭块和预焙阳极 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：二甲苯中密度的测定 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 CO_2 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 CO_2 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。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 14420:2020，为方便比较，在资料性附录 A 中列出了本文件条款和国际保准化文件的对照一览表，这些差异用垂直单线（丨）标识在它们所涉及的条款的页边空白处。

本文件是修改采用 ISO 14420:2020，对 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》的进行修订，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a)修改了适用范围，将 20℃到 300℃修改为室温到 300℃（见第 1 章，2006 年版的第 1 章）；

b)修改了规范性引用文件（见第 2 章，2006 年版的第 2 章）；

c)增加了标准样品：硼硅玻璃热膨胀系数为 3.3×10^{-6}/K（见 5.5）；

d)删除了制样部分的，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（见 2006 年版的 6.4）；

e)修改了计算结果的表示（见第 8 章，2006 年版的第 8 章）；
f)删除了附录 A（见 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：XXX XXXXXX。
本文件主要起草人：XXX XXXXXX。
本文件历次版本发布情况:
——2006 年首次发布为 YS/T 63.4-2006；
——本次为第一次修订。

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、电解铝应用等领域，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》是系列行业标准，该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。

2006 年，YS/T 63 首次发布了铝用炭素材料检测方法行业标准，随着铝用炭素行业分析技术的发展和生产实际需求，经过多年来持续不断的制修订工作，形成了目前比较完善的标准体系。

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。结合 GB/T 1.1-2020 标准化工作导则对标准编写提出的新要求，以满足目前我国铝用炭素材料检测和质量控制的要求，本次修订后达到国内领先水平。

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 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部分。

3.1

线性热膨胀系数（linear thermal expansion coefficient）

按公式（1）计算线性热膨胀系数 $\alpha(t)$ 。

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

式中：

$\alpha(t)$ — 线性热膨胀系数；单位为每开尔文分之一（1/K）；

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，单位为米每开尔文（m/K）。

3.2

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

按公式（2）计算平均线性热膨胀系数 $\alpha(t_1,t_2)$ 。

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

式中：

$\alpha(t_1,t_2)$ — 平均线性热膨胀系数，单位为每开尔文分之一（1/K），考虑了此温度范围内试样架和导杆的膨胀；

t_1— 起始温度，单位为摄氏度（℃）；

t_2— 终点温度，单位为摄氏度（℃）；

l_1 — 试样起始温度 t_1 时的长度，单位为毫米（mm）；

l_2— 试样终点温度 t_2 时的长度，单位为毫米（mm）；

4 方法原理

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 仪器及设备

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±0.5μm），温度高于 300℃时可抽真空或气体保护。

5.2 炉子：在试样的高度范围内温度控制精度在±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±0.5%范围之内。

5.4 游标卡尺：精度 0.02mm。

5.5 校准样品：由已知热膨胀率的材料制成，具有与试样相同的几何尺寸，校准样品的热膨胀率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 0.55×10^{-6}/K 的石英或热膨胀系数为 3.3×10^{-6}/K 的硼硅玻璃。

6 取样和制样

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 焙烧后制得试样。

6.2 将所取样品加工成圆柱体。试样尺寸为 φ50 mm×50 mm。

6.3 试样的各表面都应进行加工，以保证试样的平行度偏差不超过 0.2 mm。

6.4 必要时，试样可预先在 1000℃无氧化性气氛中退火以除去残余应力。

7 测定步骤

7.1 校准

用校准样品（5.5）来校准膨胀计（5.1）。

7.2 测量

测量室温 t_1 时试样的原始长度 l_1。

将试样放进膨胀计（5.1），保证试样的端面和导杆紧密接触。

测定开始前，通过调节设备的零点，使系统清零。当使用双膨计时，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。

当试样达到终点温度 t_2 时，测量并记录试样的长度 l_2。如果终点温度 t_2 超过 300℃时，应通入保护气体或进行真空保护，防止试样被氧化。

8 测定结果的计算

按照公式（3）计算平均线性热膨胀系数 $\alpha(t_1,t_2)$：。

$$\alpha(t_1,t_2)=\frac{1}{l_1}\cdot\frac{l_2-l_1}{t_2-t_1}+\alpha_k=\frac{1}{l_1}\cdot\frac{\Delta l}{\Delta t}+\alpha_k \quad \cdots\cdots（3）$$

式中：

t_1— 起始温度，单位为摄氏度（℃）；

t_2— 终点温度，单位为摄氏度（℃）；

l_1— 试样起始温度 t_1 时的长度，单位为毫米（mm）；

l_2— 试样终点温度 t_2 时的长度，单位为毫米（mm）；

α_k— 试样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}/K）。

计算结果修约至小数点后一位数字。

9 精密度

9.1 重复性

重复性限 $r = 0.1 \times 10^{-6}$/K。

9.2 再现性

再现性限 $R = 0.2 \times 10^{-6}$/K。

10 检测报告

检测报告包括以下内容：

a）试样的种类和标记；

b）本部分编号；

c）试样的预处理情况；

d）试样编号；

e）温度测量范围；

f）平均线性热膨胀系数，以单位 10^{-6}/K 表示，给出测量值；

g）偏离该部分的商定的条件；

h）检验日期。

附录A
（资料性附录）

表A.1 本部分章条编号与ISO 14420:2020章条编号对照表

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10