

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 63.2—202X

代替YS/T 63.2—2006

铝用炭素材料检测方法

第2部分：室温电阻率的测定

Carbonaceous materials used for the production of aluminium—

Part 2: Determination of electrical resistivity at ambient temperature

(报批稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX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2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。

本文件代替 YS/T 63.2-2006《铝用炭素材料检测方法 第2部分：阴极炭块和预焙阳极 室温电阻率的测定》，与 YS/T 63.2-2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了游标卡尺的精度要求（见 5.1，2006 年版的 4.3）；
- b) 删除了仪器及装置中的钻孔机和刀具（2006 年版的第 4 章）；
- c) 更改了电阻率测定示意图（见 5.5，2006 年版的 4.8）；
- d) 更改了取样要求（见第 6 章，2006 年版的第 5 章）；
- e) 更改了样品制备的要求（见 7.1.1，2006 年版的 6.1.1）；
- f) 更改了精密度的要求（见第 9 章，2006 年版的第 8 章）；
- g) 删除了与 ISO 章条编号对照表（2006 年版的附录 A）；

h) 增加了整块电阻率现场测试方法（见附录 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、中铝山西新材料有限公司、埃肯碳素（中国）有限公司、山东晨阳新型碳材料股份有限公司、北京英斯派克科技有限公司、济南澳海炭素有限公司、中电投宁夏能源铝业青鑫炭素有限公司、太谷县腾飞炭素有限公司。

本文件主要起草人：张树朝、仓向辉、寇帆、崔军峰、赵恒军、闫萍、于益如、方炯、王振朝、赵庆才、赵庆波、董旋、张鸿儒、刘彤、王芳平、田腾、张玲。

本文件历次版本发布情况：

——1993年首次发布为YS/T 64-1993《铝电解用炭素制品电阻率测定方法》；

——2006年第一次修订为YS/T 63.2-2006《铝用炭素材料检测方法 第2部分：阴极炭块和预焙阳极 室温电阻率的测定》；

——本次为第二次修订。

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、电解铝生产等领域，为我国铝用炭素材料工业高质量发展提供技术支持。

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 63.2 规定了铝用炭素材料中电阻率的检测方法。本次修订扩大了测试范围，增加了现场测试方法，为企业实现无损、现场直接测试提供了便利。

铝用炭素材料检测方法 第2部分：室温电阻率的测定

1 范围

本文件规定了铝用炭素材料室温电阻率的测定。

本文件适用于测定铝用炭素材料的室温电阻率，炭板、炭砖及其他炭素材料也可参照执行。

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

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

在室温条件下，以稳定的直流电流通过一定横截面被固定的试样，测出两个探针之间的电压降，通过计算可以得出试样的室温电阻率。

5 仪器设备

5.1 游标卡尺：精度优于 0.02mm。

5.2 电流表：精度 $\pm 0.5\%$ 。

5.3 电位计或数字电压表：精度 $\pm 0.5\%$ 。

5.4 烘箱：温度可控制在 $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

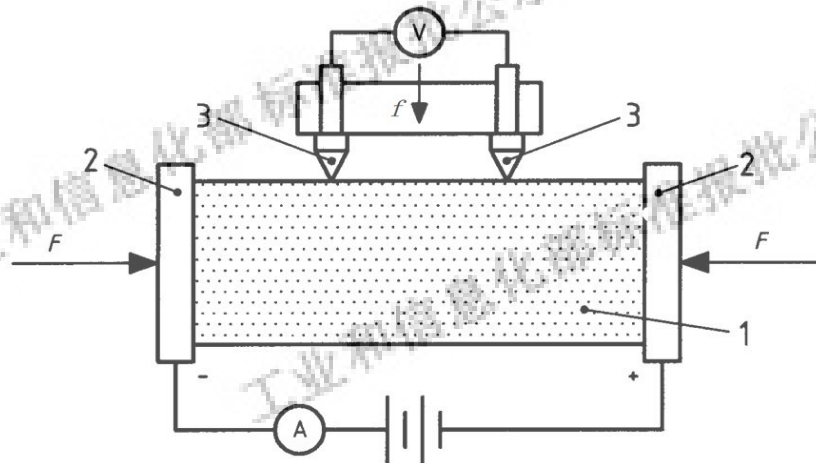
5.5 电阻率测定装置（见图1）：可提供直流电流，电压探针宜采用尖端或是曲率半径至少是 $200\mu\text{m}$ 的刀片。刀片探针应与试样的中心轴垂直。其中电流导电板与试样接触面的直径应不小于试样直径的 1.5 倍。同时还应当满足以下条件：

——探针应垂直放置于试样的中间位置；

——测量预焙阳极、底部炭块、侧部炭块、热捣糊和温捣糊时，两个探针之间的距离为 50mm；测量冷捣糊时，两个探针之间的距离为 20mm；

——导电板电流接触器接触压力最小为 50N；

——探针与试样之间的接触压力不大于 30N。



标引序号说明：

1——试样；

2——导电板；

3——探针；

f ——探针与试样之间的接触压力；

F ——导电板电流接触器接触压力。

图 1 电阻率测定装置示意图

6 样品

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。阴极糊按照 GB/T 26297.4 取样，然后按照 YS/T 63.1 焙烧后制得样品。除去样品表面的灰尘或在测试期间可能脱落的部分。

7 试验步骤

7.1 样品制备

7.1.1 按照样品尺寸不小于骨料最大粒径三倍的原则。所取样品尺寸应满足以下要求。

——采用圆柱体试样，底部炭块、侧部炭块、预焙阳极尺寸为 $\phi 50\text{mm} \times 130\text{mm}$ ，热捣糊和温捣糊尺寸为 $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，冷捣糊尺寸为 $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ ；

——测量区域内的横截面积变化应不大于 0.5%。

7.1.2 样品在烘箱（5.4） $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 中至少干燥 2h，然后取出冷却。

7.2 测定

7.2.1 保证导电板、探针与样品的良好电接触。

7.2.2 在接近探针的部位用游标卡尺（5.1）测量试样两个垂直方向的直径，求得样品的平均直径以及横截面积 A 。

7.2.3 测量两个探针之间的距离 L ，其变化应在 $\pm 0.5\%$ 以内。

7.2.4 在两个导电板之间放置样品，并施加 50N 的压力以确保获得最佳的电流分布。

7.2.5 调节直流电流使被测试样上的电流密度不大于 $1\text{A}/\text{cm}^2$ （可采用 5A 的电流）。

7.2.6 放置探针到合适位置。在样品间隔 90°的位置测量探针之间的电压值 U 。尽量在短时间内完成测试，以确保电阻率变化不超过±1.0%。记录电流强度 I 。

注：本文件另外提供了整块电阻率现场测试方法，仅供企业内部产品质量控制使用（见附录A）。

8 试验数据处理

按公式（1）计算样品的电阻率 ρ ，单位为微欧姆米（ $\mu\Omega\cdot\text{m}$ ）：

$$\rho = \frac{U \cdot A}{I \cdot L} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

U —— L 长度内的电压降，单位为毫伏（mV）；

A ——测试样品的横截面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；

I ——电流强度，单位为安培（A）；

L ——两个探针之间的距离，单位为毫米（mm）。

当 $\rho \geq 10\mu\Omega\cdot\text{m}$ 时，计算结果表示到个位； $\rho < 10\mu\Omega\cdot\text{m}$ 时，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，预焙阳极、底部炭块、侧部炭块、热捣糊和温捣糊等获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $1.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ ，以大于 $1.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ 的情况不超过 5%为前提，冷捣糊获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $2.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ ，以大于 $2.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ 的情况不超过 5%为前提。

9.2 再现性

在再现性条件下，预焙阳极、底部炭块、侧部炭块、热捣糊和温捣糊等获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $1.5\mu\Omega\cdot\text{m}$ ，以大于 $1.5\mu\Omega\cdot\text{m}$ 的情况不超过 5%为前提，冷捣糊获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于 $4.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ ，以大于 $4.0\mu\Omega\cdot\text{m}$ 的情况不超过 5%为前提。

10 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- 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)

整块电阻率现场测试方法

A.1 原理

根据试样形状计算出横截面积，测量通过导体的电流强度和两针距离 L 上电压降，计算出试样电阻率 ρ 。

A.2 仪器设备

整块电阻率测定装置示意图见图 A.1，其中包括以下部分：

——电源：输出电流 $>10\text{A}$ ；电流波动性： $<1\%$ ；

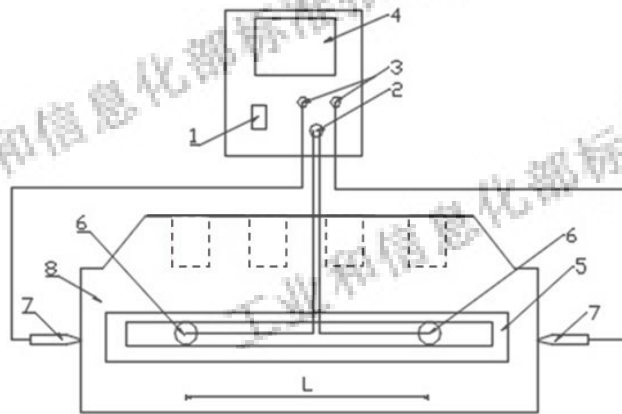
——电流表：测量精度： $\pm 0.2\%$ ；

——电压表：测量精度： $\pm 0.2\%$ 。

——导电极：由黄铜制成；

——电压降测量针：锥形，由黄铜制成；

——电压降测量架：由刚性材料制成，测量针可固定在测量架上，位置可调，测量针与测量架之间保持绝缘。



标引序号说明：

1——电源开关；

2——测量针插孔；

3——电源输入插座；

4——显示屏；

5——测量支架；

6——测量针；

7——导电极；

8——样品。

图 A.1 整块电阻率测定装置示意图

A.3 样品

炭块样品表面应光洁平整，没有明显裂纹、孔洞、麻面。

A.4 测试步骤

A.4.1 测量仪器与样品在同一环境，样品不能与其他导体接触并水平放置。

A. 4. 2 调整测量支架上的测量针并固定两针距离 L ， $1/2$ 试样长度 $\leq L \leq 2/3$ 试样长度，测量期间两针距离保持不变。

A. 4. 3 录入样品截面尺寸和测量针的距离。

A. 4. 4 将测量架沿样品长度方向居中对齐，使电流导电电极与试样两端接触，接触压力大于 50N。

A. 4. 5 将测量针与样品侧面接触，接触压力大于 10N。

A. 4. 6 点击开始测量，显示电阻率数值。

注：测量过程中导电电极的电流密度小于 $1\text{A}/\text{cm}^2$ ，每次测量时间小于 1min。

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