

# 中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 63.27-201X/ISO 11706 : 2012

## 铝用炭素材料检测方法 第 27 部分 预焙阳极断裂能量的测定

Carbonaceous materials used in the production of aluminium  
Part 27: Determination of the fracture energy for prebaked anodes

(ISO 11706 : 2012, Carbonaceous materials for the production of  
aluminium — Prebaked anodes  
— Determination of the fracture energy, IDT)

(意见征求稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

YS/T 63《铝用炭素材料检测方法》共有 27 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 液体静力学法；
- 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<sub>2</sub>反应性的测定 质量损失法；
- 第 13 部分 杨氏模量的测定 静测法；
- 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 预焙阳极二氧化碳反应性的测定 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。

本部分为第 27 部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 11706:2012《铝生产用炭素材料 — 预焙阳极 — 断裂能量的测定》。本部分等同采用 ISO 11706:2012 时，删除了其前言。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 26297.3-2010 铝用炭素材料取样方法 第 3 部分：预焙阳极（ISO 8007-2：1999，MOD）；

——YS/T 63.7-2006 铝用炭素材料检测方法 第 7 部分 表观密度的测定 尺寸法（ISO 12985-1：2000，MOD）；

——YS/T 63.14-2006 铝用炭素材料检测方法 第 14 部分 抗折强度的测定 三点法（ISO 12986-1：2000，MOD）。

本部分由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本部分负责起草单位：中国铝业股份有限公司郑州研究院。

本部分参加起草单位：

本部分主要起草人：

# 铝用炭素材料检测方法

## 第 27 部分

### 预焙阳极断裂能量的测定

#### 1 范围

本部分规定了一种在室温下测定断裂能量的方法，断裂能量的大小与电解槽中预焙阳极的抗热冲击能力相关。

本部分适用于预焙阳极断裂能量的测定。

#### 2 引用标准

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 8007-2，铝用炭素材料 取样方案和从单块上取样 第2部分：预焙阳极。

ISO 12985-1，铝用炭素材料 预焙阳极和阴极炭块 第1部分：尺寸法测定表观密度。

ISO 12986-1，铝用炭素材料 预焙阳极和阴极炭块 第1部分：三点法测定抗折强度。

#### 3 原理

在材料试验机中通过积分力 - 位移信号来测定使有切口的柱体试样断裂所需的能量。

试样的切口可以减少储存在试样中的弹性能量，并因此确保可控和平滑的裂缝传播。

采用与三点法测定抗折强度所需要的相同的装置和测试设备，参见 ISO 12986-1。

此外还必须有测量垂直位移用的长度测量装置、数据采集系统和能够对力 - 位移曲线进行积分的软件。

#### 4 设备

可调的液压来控制加载速率。最大加载量应在 1kN 以上，加载传感器精度优于 5N。

符合 ISO 12986-1 中的 3 点法装置。位移测量装置应当覆盖 10mm 的范围，精度优于  $5\mu\text{m}$ 。刻槽试样装载台和记录信号的装置如图 1 所示。

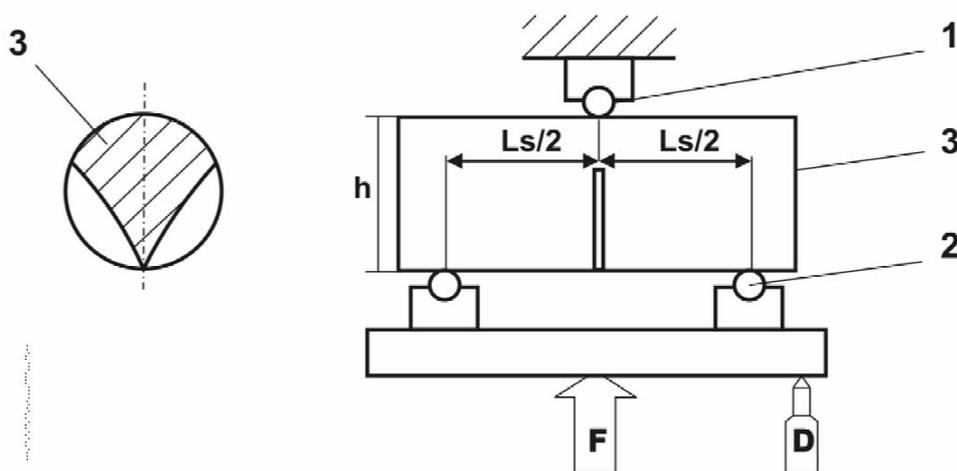


图 1、3-点法测试装置

图 1 中：

1、压头（ $\Phi 5\text{mm} \sim \Phi 10\text{mm}$ ）；

2、支撑头（ $\Phi 5\text{mm} \sim \Phi 10\text{mm}$ ）；

3、试样（ $\Phi 50\text{mm}$ ，长度 130mm， $60^\circ$  切口的 2mm 狭槽）；

$L_s$ 、等于 100mm；

F、加在底台上的力；

D、位移传感器。

典型预焙阳极的最大加载量位于 500N 至 1000N 之间，相对应的位移量随着载荷增加和样品总断裂能量的不同，基本上处在 0.5mm 至 1mm 之间。全球范围内预焙阳极断裂能量的典型值约为  $200\text{J}/\text{m}^2$ 。

## 5 取样

取样程序和钻样位置应当由买卖双方依据 ISO 8007-2 进行协商。

## 6 试样制备

### 6.1 钻样和切块

仅使用圆形截面的柱体试样。试样直径应为  $50\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，长度至少 130mm。

钻样采用的设备和装置应保证在长度范围内直径一致。

用锯样设备进行切块，试样两端必须平行。

### 6.2 开槽

应当制做一个  $60^\circ$  角切口的横截面。切口狭槽宽为 2mm。

利用带有 2mm 厚刀片，直径 250mm 的锯子，可简便地制作狭槽。将测试块固定在锯样台的固定支架上，对样品定位。锯完第一个槽达到柱体严格的最高位置后，固定的测试块随支架装置转动  $180^\circ$ ，就可以制作第二个狭槽。

### 6.3 干燥

清洁试样，在  $120^\circ\text{C}$  下干燥然后冷却至室温。

## 7 测试步骤

用游标卡尺按照 ISO 12985-1 测量试样的直径。

切口端与底部支撑台对齐，将试样安放在测试台上。

平稳均匀地施加载荷，控制速率使得试样在 5s 到 10s 内完全破坏。连续记录加在测试台上的力和产生的位移量。

## 8 结果表示

通过对力 - 位移信号进行积分，根据下面原理和公式计算断裂能量（以  $\text{J}/\text{m}^2$  表示）：

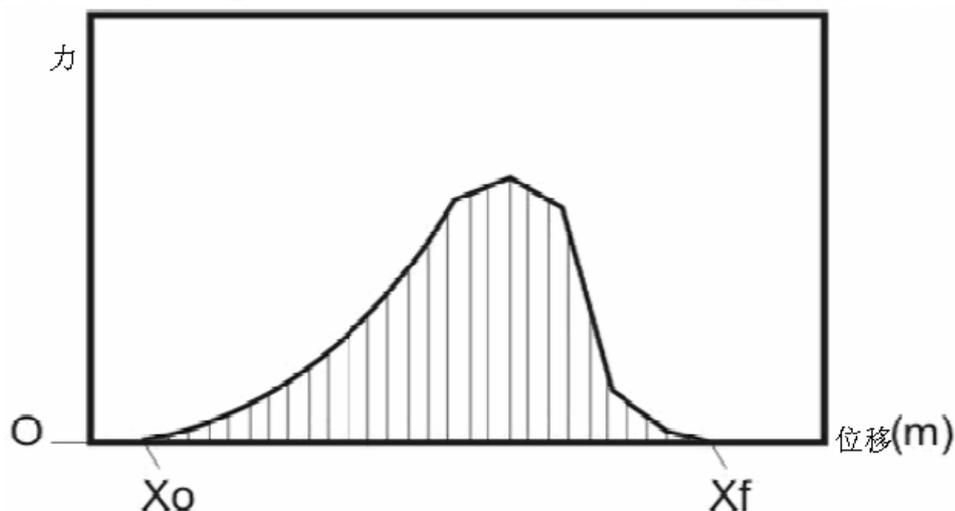


图 2、力/位移曲线的积分

零位移  $X_0$  表示接收到第一个明显的加载信号时试验台的位置。位移  $X_f$  表示载荷降低时仍能接收到明显的正值时试验台所处的位置。

断裂能量  $FE$  可由下面的积分公式 (1) 计算得出：

$$FE = \frac{1}{2 \cdot S} \cdot \int_{X_0}^{X_f} F \cdot dx$$

式 (1) 中:

F —— 施加的力, 单位为牛顿 (N);

x —— 产生的位移, 单位米 (m);

S —— 断裂处的面积, 对  $60^\circ$  角则等于  $0.478h^2$  (h为试样直径, 单位为米: m)。

结果修约至整数, 单位为  $J/m^2$ 。

## 9 精密度

这种破坏性的实验方法无法给出重复性。

对给定了样品总数 (试样的数量最少 30 块) 测定平均值的再现性, 为  $20J/m^2$ 。(来自 1997 年瑞士炭素技术研究所所做的预焙阳极不分先后次序的循环试验结果, 也就是round robin试验)

## 10 检测报告

测试报告应包含下列信息:

- a) 采用的标准编号;
  - b) 取样时试样的类型、位置和方向;
  - c) 试样的标志;
  - d) 单个试样的断裂能量;
  - e) 测定试样的数量、平均值和总体的标准偏差;
  - f) 允许的与此标准有偏离的额外情况;
  - g) 取样和检测日期。
-