

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXX—2021

铝-空燃料电池用铝合金电极材料

Aluminum alloy anode materials for Al-air fuel cell

(预审稿 2020.10.30)

××××-××-××发布

××××-××-××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。

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/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

# 铝-空燃料电池用铝合金电极材料

## 1 范围

本文件规定了铝-空燃料电池用铝合金电极材料的分类、质量保证、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量证明书及订货单（或合同）内容。

本文件适用于铝-空燃料电池用铝合金电极材料（以下简称产品）。

## 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 2523 冷轧金属薄板（带）表面粗糙度和峰值数的测量方法

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 3199 铝及铝合金产品的包装、标志、运输、贮存

GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法

GB/T 8005.1 铝及铝合金术语 第1部分：产品及加工处理工艺

GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 16865 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法

GB/T 17432 变形铝及铝合金化学成分分析取样方法

GB/T 20975（所有部分） 铝及铝合金化学分析方法

GB/T 26492.3 变形铝及铝合金铸锭及加工产品缺陷 第3部分：板、带缺陷

GB/T 1196 重熔用铝锭

## 3 术语和定义

GB/T 8005.1、GB/T 26492.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电极利用率**

### 3.2

**单位发电量**

## 4 分类

### 4.1 尺寸规格

电极材料尺寸规格见表1，需方需要其他尺寸规格时，应由供需双方协商确定，并在订货单（或合同）中注明。

表1 尺寸规格

单位为：mm

厚度	宽度	长度
1.0~30	100~200	200~300

#### 4.2 标记及示例

产品标记按产品名称、标准号、尺寸规格的顺序表示，标记示例如下：

**示例：**铝合金电极材料-YS/T XXX-202X-10mm×100mm×200mm

### 5 产品质量保证

#### 5.1 原材料保证

产品的原材料应满足GB/T 1196的规定。

### 6 要求

#### 6.1 化学成分

产品的化学成分应符合GB/T 3190及表2的规定。

表2 产品化学成分

牌号	Sn	Ga	Mg	In	Bi	Pb	Si	Fe	其他, 合计	Al
AA-1	≤0.07	≤0.07	≤0.7	≤0.01	≤0.01	≤0.001	≤0.50	≤0.50	≤0.50	余量

#### 6.2 尺寸偏差

##### 6.2.1 厚度

产品的厚度相对允许偏差应符合表3的规定。

表3 厚度偏差

厚度 mm	厚度相对允许偏差
1.0~≤3.0	±10%
3.0~≤10	±5.0%
10~30	±3.0%

##### 6.2.2 长度

产品的长度允许偏差应不大于±5.0mm。

##### 6.2.3 宽度

产品的宽度允许偏差应不大于±5.0mm。

#### 6.2.4 纵向弯曲度

产品的不平度不大于2.0 mm。

#### 6.3 布氏硬度

产品的布氏硬度应不小于20 HBW。

#### 6.4 电极电学性能

##### 6.4.1 自腐蚀速率

产品的自腐蚀速率应不大于  $0.0004 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

##### 6.4.2 电极电势

产品的电极电势应不大于-1.6 V。

#### 6.5 电池电学性能

##### 6.5.1 开路电压

装配产品后，电池的开路电压应不小于 1.7V。

##### 6.5.2 电极利用率

电极利用率应不小于 80%。

##### 6.5.3 单位发电量

单位发电量应不小于  $2.6 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

#### 6.6 外观质量

6.6.1 铝材表面不准许有热带、夹渣、孔洞、气道、裂纹、腐蚀等缺陷。

6.6.2 铝材表面允许有不影响使用的轻微擦伤、划伤、纵向及横向条纹等缺陷。

6.6.3 铝材表面不准许有影响使用的边部缺损，但允许有均匀的工艺裂边。

#### 6.7 表面粗糙度

产品表面平均粗糙度  $Ra$  宜小于  $0.8 \mu\text{m}$ 。

### 7 试验方法

#### 7.1 化学成分

7.1.1 GB/T 3190 中相应牌号的“Al”及“其他”栏之外有数值规定的元素进行常规化学分析。当怀疑非常规分析元素的质量分数超出了本文件的限定值时，生产者应对这些元素进行分析。

7.1.2 化学成分分析方法应符合 GB/T 20975 或 GB/T 7999 的规定，仲裁分析应采用 GB/T 20975 规定的方法。“Al”含量及“其他”中“合计”值按 GB/T 3190 规定的方法计算。

7.1.3 分析数值的判定采用修约比较法，数值修约规则按 GB/T 8170-2008 中 3.2 和 3.3 的规定进行，修约数位与本文件的表 4 或 GB/T 3190 规定的极限数位一致。

## 7.2 尺寸偏差

### 7.2.1 尺寸修约

尺寸测量值不准许修约，极限数值的判定方法应符合 GB/T 8170-2008 中 3.2 和 3.3 的规定。

### 7.2.2 厚度

采用相应精度的卡尺或专用工具测量。

### 7.2.3 长度

采用相应精度的卡尺或专用工具测量。

### 7.2.4 宽度

采用相应精度的量具进行测量。

### 7.2.5 纵向弯曲度

将板材放在平台上，借自重达到稳定时，沿板材长度方向测量板材底面 and 平台间的最大间隙值  $h_c$ 。则该值为板材的纵向弯曲度。

## 7.3 布氏硬度

按 GB/T 231.1 规定的方法进行检测。

## 7.4 电化学性能

### 7.4.1 自腐蚀速率

7.4.1.1 将铝空气电池板材切割成 2cm×2cm 块体；选择其中一面作为试验面，其余面用环氧树脂镶嵌，测量并计算试验面面积  $S$ ，称量试验前试样重量  $m_0$ ；

7.4.1.2 将试样浸入 500mL 标准电解液（6M KOH，25±3℃）中浸泡 60min；取出后用磷酸-三氧化铬溶液去除腐蚀产物，洗净吹干，并称量其试验后试样重量  $m_1$ ；按照公式（1）计算铝空气电池板材的自腐蚀速率  $r$ ：

$$r = \frac{m_0 - m_1}{S \times 60} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$r$ ——自腐蚀速率，单位为克每分每平方厘米（ $\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ）；

$m_0$ ——试验前试样重量，单位为克（ $\text{g}$ ）；

$m_1$ ——试验后试样重量，单位为克（ $\text{g}$ ）；

$S$ ——试验面面积，单位为平方厘米（ $\text{cm}^2$ ）。

### 7.4.2 电极电势

7.4.2.1 试验采用三电极体系测量，其中工作电极为铝空电池板材，参比电极为汞-氧化汞电极，辅助电极为 Pt 电极。

7.4.2.2 标准电解液为 6M KOH，配制电解液所用试剂均为分析纯，试验温度为 25℃±3℃。

7.4.2.3 试样长宽宜不小于 10mm×10mm，经镶嵌后经历 300#、800#砂纸打磨平整后进行电化学试验，测量电极电势  $E_1$ 。

7.4.2.4 按 7.4.3.1~7.4.3.3 分别重复两次试验，测量电极电势  $E_2$ ， $E_3$ 。

7.4.2.5 取三次测量结果平均值作为电极电势  $E$ 。

## 7.5 电池性能

### 7.5.1 标准电池

电池性能测试应按以下标准条件组成标准电池，电极有效面积为 50mm×50mm，试验电解液量宜不小于 150mL，使用锰基阴极，电极间距为 6mm±2mm，试验温度 40℃±2℃。

### 7.5.2 开路电压

将电极安装到标准电池（7.5.1）中，加入 6M KOH 标准电解液稳定 10min，在开路条件下用万用表或相应功能的电化学仪器测量两电极间电压。

测量三次取平均值。

### 7.5.3 电极利用率

#### 7.5.3.1 仪器

放电测试仪：电压偏差不大于 0.1%±0.1%FS，电流偏差不大于 0.1%±0.1%FS。

#### 7.5.3.2 试验方法

称量阳极试验前重量  $m_0$ ，将电极安装到标准电池（7.5.1）中，加注 6M KOH 标准电解液，以额定电流密度  $J$ （120mA/cm<sup>2</sup>±2mA/cm<sup>2</sup>）放电，放电时间  $t$  为 2h，用放电测试仪（7.5.4.1）测量放电量  $C$ ，试验后取出阳极清洗、干燥后称量试验后重量为  $m_1$ 。按公式(2)计算利用率  $\eta$ 。

$$\eta = C / (K * (m_0 - m_1)) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\eta$ ——利用率，单位为百分比（%）；

$C$ ——放电量，单位为安时（Ah）；

$K$ ——铝电化学当量，为常数 2.98 安时每克（Ah/g）；

$m_0$ ——试验前试样重量，单位为克（g）；

$m_1$ ——试验后试样重量，单位为克（g）。

### 7.5.4 单位发电量



称量阳极试验前重量  $m_0$ ，将电极安装到标准电池（7.5.1）中，加注 6M KOH 标准电解液，以额定电流密度  $J$ （ $120\text{mA}/\text{cm}^2 \pm 2\text{mA}/\text{cm}^2$ ）放电，放电时间  $t$  为 2h，用放电测试仪（7.5.4.1）测量放电电量  $W$ ，试验后取出阳极清洗、干燥后称量试验后重量为  $m_1$ 。按公式(3)计算单位发电量  $\sigma_w$ 。

$$\sigma_w = W / (m_0 - m_1) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\sigma_w$ ——单位发电量，单位为千瓦时每千克（ $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ ）；

$W$ ——放电电量，单位为千瓦时（ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ）；

$m_0$ ——试验前试样重量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$m_1$ ——试验后试样重量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）。

## 7.6 外观质量

外观质量以目视检验，必要时，用精度为1mm的钢板（卷）尺或相应精度的测量工具测量。

## 7.7 表面粗糙度

产品粗糙度检验使用分辨力为 $0.001 \mu\text{m}$ 的粗糙度仪，按GB/T 2523规定的方法进行检测。

## 8 检验规则

### 8.1 检查和验收

8.1.1 产品应由供方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单（或合同）的规定，并填写质量证明书。

8.1.2 需方应对收到的产品按本文件的规定进行检验。检验结果与本文件及订货单（或合同）的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于外观质量及尺寸偏差的异议，应在收到产品之日起一个月内提出，属于其他性能的异议，应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁，可委托供需双方认可的单位进行，并在需方共同取样。

### 8.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一合金牌号、尺寸规格的产品组成。每批重量不限，需方有其他特殊要求时，由供需双方协商确定，并在订货单（或合同）中注明。

### 8.3 计重

产品应检斤计重。

### 8.4 检验项目

8.4.1 产品检验分为出厂检验、型式检验。

8.4.2 出厂检验项目和型式检验项目应符合表 4 的规定。

表 4 出厂检验项目和型式检验项目

检验项目	出厂检验项目	型式检验项目
------	--------	--------

检验项目		出厂检验项目	型式检验项目
化学成分		-	√
尺寸偏差		√	√
硬度		-	√
电化学性能	自腐蚀速率	√	√
	电极电势	-	√
电池性能	开路电压	√	√
	利用率	√	√
	单位发电量	√	√
外观质量		√	√
表面粗糙度		-	√

8.4.3 出现下列任一情况时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制鉴定时；
- b) 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 连续1年未进行型式检验时。

## 8.5 取样

产品取样应符合表 5 和表 6 的规定。

表 5 取样的规定

检验项目		取样规定	要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分		按 GB/T 17432 的规定进行	6.1	7.1
尺寸偏差	厚度、宽度、长度	取样数量按表 4 的要求进行	6.2.1~6.2.3	7.2.2~7.2.3
	纵向弯曲度	取样数量按表 4 的要求进行	6.2.4	7.2.5
布氏硬度		每批取两个样品，在板材一角截取 5cm × 5cm 的试样。	6.3	7.3
电化学性能	自腐蚀速率	每批取两个样品	6.4.1	7.4.1
	电极电势	每批取两个样品	6.4.2	7.4.2
电池性能	开路电压	每批取两个样品	6.5.1	7.5.2
	板材利用率	每批取两个样品	6.5.2	7.5.3
	板材电极消耗率	每批取两个样品	6.5.3	7.5.4
外观质量		取样数量按表 4 的要求进行，参考 3880.1	6.6	7.6
表面粗糙度		每批取两个样品	6.7	7.7

表 6 尺寸偏差和外观质量的取样数量表

每批数量/个	取样数量/个
≤50	2
>50~90	3
>90~150	5

每批数量/个	取样数量/个
>150~280	8
>280~500	13
>500	20

## 8.6 检验结果的判定

- 8.6.1 任一试样的化学成分不合格时，判该批产品不合格。
- 8.6.2 任一试样的尺寸偏差不合格时，判该件产品不合格，允许供方逐件进行检验，合格者交货。
- 8.6.3 任一试样的布氏硬度不合格时，应从该批产品中另取双倍数量的试样进行重复试验。重复试验结果全部合格，判该批产品合格。若重复试验结果中仍有试样结果不合格，判该批产品不合格。经供需双方商定，允许供方逐件进行检验，合格者交货。
- 8.6.4 任一试样的电学性能不合格时，判该批产品不合格。
- 8.6.5 任一试样的电池性能不合格时，判该批产品不合格。
- 8.6.6 任一试样的外观不合格时，判该件产品不合格，允许供方逐件进行检验，合格者交货。
- 8.6.7 任一试样的粗糙度不合格时，判该件产品不合格，允许供方逐件进行检验，合格者交货。

## 9 标志、包装、运输、贮存、质量证明书

### 9.1 标志

#### 9.1.1 产品标志

检验合格的产品上，应有如下内容的标识（或贴含有如下内容的标签）：

- a) 产品名称；
- b) 批号；
- c) 牌号、尺寸规格；
- d) 供方质量监督部门的检印；
- e) 条形码（有需求时）；
- f) 本文件编号。

#### 9.1.2 包装标志

应符合GB/T 3199的规定。

### 9.2 包装、运输、贮存

产品包装、运输、贮存的要求按GB/T 3199的规定。

### 9.3 质量证明书

每批产品应附有产品质量证明书，应包括下列内容：

- a) 供方名称、地址；
- b) 产品名称；

- c) 牌号及尺寸规格；
- d) 批号；
- e) 重量；
- f) 各项分析项目的出厂检验结果和供方质量监督部门的检印；
- g) 包装日期（或出厂日期）；
- h) 本文件编号。

#### 10 订货单(或合同)内容

订购本文件所列产品的订货单（或合同）内应包括下列内容：

- a) 产品名称；
  - b) 牌号及尺寸规格；
  - c) 重量；
  - d) 其他特殊要求；
  - e) 本文件编号。
-