

**中华人民共和国工业和信息化部** 发布

202×-××-××实施

202×-××-××发布

铝用炭素焙烧能耗测试方法

Test method for energy consumption of carbon baking for aluminium

（送审稿）

ICS 01.040.77

H30

YS/T XXXXX—××××

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。

本文件的内容不涉及专利。

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 中国铝业青海分公司、山东南山铝业股份有限公司、辽宁忠旺集团有限公司、山东智谷碳素研究院有限公司、中电投宁夏能源铝业青鑫炭素有限公司。

本文件主要起草人： 陈开斌、苏自伟、罗英涛、刘建军、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、孙丽贞、胡聪聪、李豪、王玉杰、杜娟、闫飞飞、杨宏杰、蒋杨、李贺、张继光

铝电解废耐火材料资源化利用规范

范围

本文件规定了铝用炭素焙烧能耗的检测方法

本文件适用于燃烧天然气的铝用炭素焙烧炉。

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 21446 用标准孔板流量计测量天然气流量

GB/T 18604 用气体超声流量计测量天然气流量

YS/T 63.22 铝用炭素材料检测方法 第22部分：焙烧程度的测定 等效温度法

YS/T 587.13炭阳极用煅后石油焦检测方法 第13部分：Lc值（微晶尺寸）的测定

GB/T 11883 电子吊秤通用技术规范

GB/T 1226 城镇燃气热值和相对密度测定方法

GB 21370 炭素单位产品能源消耗限额

GB 25324-2010 铝电解用石墨质阴极炭块单位产品能源消耗限额

GB 25325-2010 铝电解用预焙阳极单位产品能源消耗限额

YS/T 131-2011 炭素制品生产炉窑能耗限额

术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。

等效温度 Equivalent Temperature

用来衡量铝用炭素制品焙烧程度的物理量，通过对等效温度标样与炭素制品一同焙烧后晶粒的发育情况来量化衡量铝用炭素制品的焙烧程度。单位°E

。

移炉周期 Moving cycle of roaster

焙烧炉的火焰系统从一个炉室移动到下一个炉室的间隔时间。

4. 测试项目

4.1 焙烧炉焙烧制品的等效温度

4.2 焙烧炉单位制品天然气消耗

5. 测试方法

5.1测试条件与周期

焙烧能耗测试时要求焙烧炉运转正常，工艺条件稳定。一个完整的焙烧炉能耗测试周期为焙烧炉连续完成全部炉室焙烧所需要的时间。

5.2 测试仪器、样品

测试与计量仪器应该完好，其测量范围和分辨率应与被测量项目相适应，其准确度应不低于表1的要求，并且在检定周期内。仪器准确度不低于表1规定值的新型仪器，适用于本文件。

表1 监测仪器仪表及样品

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测项目 | 仪器仪表、样品名称 | 准确度 |
| 1 | 焙烧炉焙烧制品等效温度 | 等效温度标样 | ±10ºE |
| 2 | 焙烧炉单位制品天然气消耗 | 天然气流量计 | 1.0级 |
| 3 | 电子吊秤 | 1.0级 |

5.3 焙烧炉焙烧制品等效温度

5.3.1 焙烧制品等效温度测量

在焙烧炉节能监测周期内，选取一个典型的直线段炉室（焙烧期间，所在焙烧系统中没有转弯炉室）和转弯后的第一个炉室作为等效温度的测量炉室，图1是典型36室焙烧炉炉室分布示意图。每个测量炉室选取一个中间料箱和一个边部料箱进行等效温度测量，图2是典型焙烧炉炉室内料箱与火道分布示意图。测量料箱中每一个炭块设置一个测点，位于炭块上中间炭碗中，每个测点放置一个装有等效温度标样的坩埚（Φ50×50）。具体布置方案如图3所示。等效温度标样放在带有丝扣的坩埚内，随着炭块一起焙烧。焙烧结束后，出炉时取出等效温度标样，按照YS/T 63.22和YS/T5 87.13两项文件进行焙烧等效温度分析。

5.3.2 焙烧制品等效温度统计与计算

等效温度达标率是指大于等于焙烧等效温度典型区间低值（1100ºE，低于1100ºE的测点被认为焙烧不足）测点数量占全部测点数量的百分比。等效温度达标率按式1~3计算：

$D\_{转b}$= $\frac{n\_{转}}{m\_{转}}×100\%$ .......................................公式1

式中：  $D\_{转b}$——转弯后炉室等效温度达标率，%；

 $m\_{转}$ ——转弯后炉室等效温度全部测点数量；

 $n\_{转}$ ——转弯后炉室等效温度大于等于焙烧等效温度典型区间低值（1100ºE）的测点数量。

$D\_{中b}$= $\frac{n\_{中}}{m\_{中}}×100\%$ .......................................公式2

式中：  $D\_{中b}$——中间炉室等效温度达标率，%；

 $m\_{中}$——中间炉室等效温度全部测点数量；

 $n\_{中}$ ——中间炉室等效温度大于等于焙烧等效温度典型区间低值（1100ºE）的测点数量。

$D\_{整}$= $\frac{ D\_{中b}×（S-2)+D\_{转b}×2}{S}×100\%$ .......................公式3

式中：  $D\_{整}$——焙烧炉整体等效温度达标率，%；

 $D\_{中b}$——中间炉室等效温度达标率；

 $D\_{转b}$——转弯后等效温度达标率；

 $S$ ——焙烧炉炉室数量。



火焰运行方向

火焰运行方向

图1 典型36室焙烧炉炉室分布示意图

(1、19炉室为转弯后的第一个炉室，6~13以及24~31炉室为直线段炉室)



图2 典型焙烧炉炉室内料箱与火道分布示意图



图3 焙烧炉料箱内等效温度测试分布示意图

（阳极炭块等效温度坩埚放置在相应的炭碗中，阴极炭块在中间开燕尾槽部位钻孔放置）

5.4 焙烧炉单位制品天然气消耗

5.4.1 测量范围和时间

焙烧炉单位制品天然气消耗是指一个完整的焙烧炉测试周期内制品的平均天燃气消耗量。测量时间从第1个炉室进入焙烧系统开始到第$S+1$ (S为焙烧炉包含的炉室数目)个炉室进入焙烧系统为止。

5.4.2 测试周期内天然气消耗总量统计

测试前在监测所在焙烧系统的每台、台燃烧架天然气入口处加装天然气流量计。从第1个监测炉室进入焙烧系统时，记录下每台燃烧架天然气流量初始值F始1、F始2、F始3……F始n。第 $S+1$ (S为焙烧炉包含的炉室数目)个炉室进入焙烧系统时测试终止，记录下三台燃烧架天然气流量值F终1、F终2、F终3……F终n。

5.4.3 测试周期内制品产量统计

统计测试周期内第一个炉室到第$S$ (S为焙烧炉包含的炉室数目)个炉室的出炉块数，按不同炭块型号进行统计。每种规格炭块随机抽出10块，使用电子吊秤逐一称取其质量，算出该规格炭块单块平均质量。

5.4.4 测试周期内天然气热值取样分析

测试周期内，对焙烧炉所用天然气热值进行取样分析。焙烧天然气取样间隔不大于10日，测量周期内取样次数不小于3次。取样后送到具有资质的检测机构进行分析。得到测试周期内天然气热值平均值。或者利用测试周期内天然气供应厂家提供的天然气热值平均值。

6．焙烧炉单位制品能耗计算

单位制品能耗按照公式4计算：

Q单耗= $\frac{\left（F\_{终1}+F\_{终2}+F\_{终3}+…+F\_{终n}\right）—（F\_{始1}+F\_{始2}+F\_{始3}+…+F\_{始n}）}{K\_{1}G\_{1}+K\_{2}G\_{2}+K\_{3}G\_{3}+…+K\_{r}G\_{r}}×\frac{q}{D\_{整}}$ ...................................公式4

式中： Q单耗——单位制品能耗，单位kCal/t；

F始1、F始2、F始3 ……F始n——每台燃烧架天然气流量初始值，单位Nm3；

F终1、F终2、F终3……F终n ——每台燃烧架天然气流量最终值，单位Nm3；

K1、K2、K3…….Kr ——各种规格炭块的数量；

G1、G2、G3……Gr ——各种规格炭块的平均单块质量，单位t。

q ——测试周期内天然气平均热值，单位kCal/Nm3。

$D\_{整}$——焙烧炉整体等效温度达标率，%。

7. 测试报告

测试报告应包括下列内容：

——测试的焙烧炉；

——使用的标准化文件；

——使用的方法；

——测试结果及其表示；

——测试中观察到的异常现象；

——测试日期。