

**中华人民共和国工业和信息化部** 发布

202×-××-××实施

202×-××-××发布

铝电解废耐火材料资源化利用规范

Specification for the utilization of aluminum electrolysis spent refractory

（审定稿）

ICS 01.040.77

H61

YS/T XXXXX—××××

1. 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）归口。

本标准起草单位：中铝郑州有色金属研究院有限公司

本标准主要起草人：史志荣 陈开斌 刘建军 罗钟生 杜婷婷 刘彤 王珣 孙丽贞 尹大伟 崔梦倩

铝电解废耐火材料资源化利用规范

* 1. 范围

本标准规定了铝电解废耐火材料资源化利用指南的术语及定义、无害化处理及资源化利用。

本标准适用于铝电解行业产生的铝电解废耐火材料的无害化处理及资源化利用。

* 1. 规范性引用文件

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。

GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

HJ 484水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法

HJ 557 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法

HJ/T 299固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法

GB/T 15555.12固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法

GB/T 15555.11 固体废物 氟化物的测定 离子选择电极法

HJ/T 20 工业固体废物采样技术规范

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 21144混凝土实心砖

GB 28635 混凝土路面砖

JC/T 239 增压粉煤灰砖

* 1. 术语及定义

下列术语和定义适用于本标准。

1. 废耐火材料 Spent refractory

铝电解槽大修时产生的废弃内衬材料（不含阴极炭块和侧部炭块）。

* 1. 总则

本指南的制定是为了指导相关企业规范铝电解废耐火材料的无害化处理工艺，指导其资源化利用。本指南包括铝电解废耐火材料火法和湿法典型无害化处理工艺和资源化两部分。

* 1. 无害化处理
  2. 火法典型工艺

5.1.1 原料分析

1. 原料分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 分析项目 | 分析方法 | 分析周期 | 分析标准 |
| 1 | 无机氟化物（以F-计） | 离子选择性电极法 | 每班一次 | GB/T 15555.11 |
| 2 | 氰化物（以CN-计） | 分光光度法 | 每班一次 | HJ 484 |

5.1.2 工艺流程

铝电解废耐火材料典型火法无害化处理工艺流程如图1所示。

铝电解废耐火材料中的毒性物质主要为无机氟化物和氰化物，对铝电解废耐火材料进行原料制备后，与添加剂进行混合配料，加入无害化反应系统中进行火法无害化处理，处理过程氰化物在高温下被氧化为二氧化碳和氮气，氟化物与添加剂结合为稳定的氟化钙，达到无害化的目的，处理过程的废气通过尾气处理后达标排放，得到无害化废耐火材料。

原料制备系统

铝电解废耐火材料

无害化废耐火材料

尾气处理系统

达标排放

无害化反应系统

配料系统

图1 废耐火材料典型火法无害化处理工艺流程

* + 1. 原料制备系统
       1. 原料制备系统主要由破碎机、球磨机、输送设备、料仓、除尘器等组成。
       2. 废耐火材料经多级破碎后加入球磨机细磨。
       3. 细磨粉料通过输运设备至料仓储存。
       4. 料仓中的粉料每班取一次，按表1规定测定无机氟化物和氰化物含量。
       5. 原料制备系统产生的粉尘通过除尘器收集后，通过输运设备输返回料仓。
    2. 配料系统
       1. 配料系统主要由计量秤、混料机等组成。
       2. 细磨的粉料和添加剂分别经计量秤计量后加入混料机混合均匀。
    3. 无害化反应系统
       1. 无害化反应系统主要由加料设备、回转窑、排料机、冷却装置等组成。
       2. 料仓中物料由加料设备加入回转窑进行高温无害化处理。
       3. 无害化处理后的料由排料机经出料口至冷却装置。
       4. 冷却后的料即为无害化废耐火材料。
       5. 无害化废耐火材料取样按照HJ/T 20进行，按班分析，分析项目如表2。

1. 无害化废耐火材料分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 测试项目 | 测试周期 | 分析标准 | 含量 |
| 1 | 无机氟化物（以F-计） | 每班一次 | GB/T 15555.11 | ≤100 mg/L |
| 2 | 氰化物（以CN-计） | 每班一次 | HJ 484 | ≤5 mg/L |
| 3 | pH值 | 每班一次 | GB/T 15555.12 | 6-9 |

* + 1. 尾气处理装置
       1. 尾气处理系统由引风机、换热设备、除尘设备、净化设备等组成。
       2. 回转窑排出的尾气经引风机及配套管路进入换热装置降温后经除尘设备和净化设备净化，处理后符合相应标准。
    2. 记录要求

过程记录包括以下内容，并保存一年以上。

* + - 1. 废耐火材料有害物质及含量分析记录。
      2. 无害化工艺运行参数记录。
      3. 无害化废耐火材料分析记录。
      4. 仪器设备维修或更换记录。
      5. 设备定期轮检记录。
      6. 设备巡视检查记录。
  1. 湿法典型工艺

6.1.1 原料分析

1. 原料分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 测试项目 | 测试方法 | 测试周期 | 分析标准 |
| 1 | 无机氟化物（以F-计） | 离子色谱法 | 每班一次 | GB/T 15555.11 |
| 2 | 氰化物（以CN-计） | 分光光度法 | 每班一次 | HJ 484 |
| 3 | pH值 | 玻璃电极法 | 每班一次 | GB/T 15555.12 |

* + 1. 工艺流程

废耐火材料湿法典型无害化处理工艺流程如图2所示。

铝电解废耐火材料中的毒性物质主要为无机氟化物和氰化物，对铝电解废耐火材料进行原料制备后，与添加剂进行混合配料，加入无害化反应系统中进行湿法无害化处理，处理过程氰化物被添加剂氧化为二氧化碳和氮气，氟化物与添加剂结合为稳定的氟化钙，达到无害化的目的，处理过程的废气通过尾气处理后达标排放，得到无害化废耐火材料。

原料制备系统

铝电解废耐火材料

无害化废耐火材料

废气处理系统

达标排放

无害化反应系统

图2 废耐火材料湿法典型无害化处理工艺流程

* + 1. 原料制备系统
       1. 原料制备系统主要由破碎机、球磨机、输送设备、料仓、除尘器等组成。
       2. 废耐火材料原料通过输送设备至破碎机破碎后，进入球磨机，球磨机出口粉料的粒度控制在200目以下＞75%。
       3. 磨细的粉料储存于料仓中。
       4. 料仓中粉料每班取一次，按表3规定测定无机氟化物、氰化物含量和pH值。
       5. 原料制备系统产生的粉尘通过除尘器收集后，通过输运设备输返回料仓。
    2. 无害化反应系统
       1. 无害化反应系统主要由反应仓、输送设备、计量设备、压滤机、循环水池等组成
       2. 球磨后的废耐火材料粉料、水、添加剂经过计量后加入反应仓进行无害化反应。
       3. 反应后的浆液通过输送设备至压滤机进行固液分离。
       4. 滤饼为无害化废耐火材料，滤液流回循环水池再利用。
       5. 无害化废耐火材料取样按照HJ/T 20进行，按班分析，分析项目如表4。

1. 无害化废耐火材料分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 测试项目 | 测试周期 | 分析标准 | 含量 |
| 1 | 无机氟化物（以F-计） | 每班一次 | GB/T 15555.11 | ≤100 mg/L |
| 2 | 氰化物（以CN-计） | 每班一次 | HJ 484 | ≤5 mg/L |
| 3 | pH值 | 每班一次 | GB/T 15555.12 | 6-9 |

* + 1. 废气处理系统
       1. 废气处理系统由引风机、废气喷淋塔、输送设备等组成。
       2. 无害化反应系统产生的废气经引风机及配套管路进入废气喷淋塔吸收，处理后符合相应标准。
       3. 废气喷淋塔收集的粉尘浆液通过输送设备返回无害化反应系统处理。
    2. 记录要求

过程记录包括以下内容，并保存一年以上。

* + - 1. 废耐火材料有害物质及含量分析记录。
      2. 无害化工艺运行参数记录。
      3. 无害化废耐火材料分析记录。
      4. 仪器设备维修或更换记录。
      5. 设备定期轮检记录。
      6. 设备巡视检查记录。

1. 资源化利用方法

7.1 混凝土实心砖

7.1.1 无害化废耐火材料原材料

7.1.1.1 混凝土实心砖用废耐火材料要求见表5所示。

表5 混凝土实心砖用无害化废耐火材料要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 测试标准 |
| 无机氟化物（以F-计） | ≤100mg/L | GB/T 15555.11 |
| 氰化物（以CN-计） | ≤5mg/L | HJ 484 |
| pH值 | 6-9 | GB/T 15555.12 |
| 氯化物（以氯离子质量计） | ≤5.0% | GB/T 14684 |

7.1.1.2 完全不满足表5规定的无害化废耐火材料，应按4规定进行无害化处理，并达到表5规定。

7.1.1.3 氯化物含量不满足表5规定的无害化废耐火材料，应进行预处理至表5规定。

7.1.1.4 满足表5规定的无害化废耐火材料，可作为混凝土实心砖制备原料。

7.1.2 预处理

7.1.2.1 典型预处理工艺流程

无害化废耐火材料典型预处理工艺流程如图3所示。

脱盐系统

无害化废耐火材料

蒸发系统

精炼剂原料

资源化利用原料

图3 无害化废耐火材料典型预处理工艺流程

7.1.2.2 脱盐系统

（1）脱盐系统主要由输送设备、洗涤设备、过滤机等组成。

（2）无害化废耐火材料通过输送设备至洗涤设备进行脱盐洗涤。

（3）控制脱盐洗涤后的废耐火材料中氯化物含量≤5.0%。

（4）脱盐洗涤后的废耐火材料浆液经过滤机进行固液分离，滤饼作为混凝土免烧砖制备原料。

7.1.2.3 蒸发装置

（1）蒸发系统主要由输送设备、蒸发器等组成。

（2）固液分离得到的滤液通过输送设备至蒸发器进行蒸发，蒸发得到盐作为精炼剂原料。

7.1.3 混凝土实心砖制备工艺主要由配料系统、成型系统、养护系统组成，典型工艺流程如图4所示。

配料系统

无害化废耐火材料原料

成型系统

混凝土实心砖

养护系统

图4 混凝土实心砖制备典型工艺流程

7.1.4 混凝土实心砖规格、等级、代号和标记符合GB/T 21144规定。

7.1.5 混凝土实心砖要求符合GB/T 21144规定。

7.1.6 混凝土实心砖试验方法、检验规则符合GB/T 21144规定。

7.1.7 混凝土实心砖产品合格证、堆放和运输符合GB/T 21144规定。

7.2 混凝土路面砖

7.2.1 无害化废耐火材料原材料

7.2.1.1 混凝土路面砖用废耐火材料满足表5要求。

7.2.1.2 完全不满足表5规定的无害化废耐火材料，应按4规定进行无害化处理，并达到表5规定。

7.2.1.3 氯化物含量不满足表5规定的无害化废耐火材料，应按7.1.2规定进行预处理至表5规定。

7.2.1.4 满足表5规定的无害化废耐火材料，可作为混凝土路面砖制备原料。

7.2.2 混凝土路面砖制备工艺主要由配料系统、成型系统、养护系统组成，典型工艺流程如图5所示。

配料系统

无害化废耐火材料原料

成型系统

混凝土路面砖

养护系统

图5 混凝土路面砖制备典型工艺流程

7.2.3 混凝土路面砖规格、等级、标记符合GB 28635规定。

7.2.4 混凝土实心砖技术要求符合GB 28635规定。

7.2.5 混凝土实心砖试验方法、检验规则符合GB 28635规定。

7.2.6 混凝土实心砖标志、使用说明书、包装、运输、贮存符合GB 28635规定。

7.3 蒸压粉煤灰砖

7.3.1 无害化废耐火材料原材料

7.3.1.1 蒸压粉煤灰砖用无害化废耐火材料原材料满足表6要求。

表6蒸压粉煤灰砖用无害化废耐火材料要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 测试标准 |
| 无机氟化物（以F-计） | ≤100mg/L | GB/T 15555.11 |
| 氰化物（以CN-计） | ≤5mg/L | HJ 484 |
| pH值 | 6-9 | GB/T 15555.12 |

7.3.1.2 完全不满足表6规定的无害化废耐火材料，应按4规定进行无害化处理，并达到表6规定。

7.3.1.3 满足表6规定的无害化废耐火材料，可作为蒸压粉煤灰砖制备原料。

7.3.2 蒸压粉煤灰砖制备工艺主要由配料系统、成型系统、蒸氧系统组成，典型工艺流程如图6所示。

配料系统

无害化废耐火材料原料

成型系统

蒸压粉煤灰砖

蒸氧系统

图6 蒸压粉煤灰砖制备典型工艺流程

7.3.3 蒸压粉煤灰砖规格、等级、标记符合JC/T 239规定。

7.3.4 蒸压粉煤灰砖技术要求符合JC/T 239规定。

7.3.5 蒸压粉煤灰砖试验方法、检验规则符合JC/T 239规定。

7.3.6 蒸压粉煤灰砖产品合格证、堆放和运输符合JC/T 239规定。