

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX-XXXX

## 气流床煤气化渣炭灰分离技术规范

Technical specification for carbon and ash separation of entrained-flow  
coal gasification slag

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布



# 目 次

|                  |    |
|------------------|----|
| 前言 .....         | II |
| 1 范围 .....       | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....  | 1  |
| 3 术语和定义 .....    | 1  |
| 4 总体要求 .....     | 2  |
| 5 分离技术 .....     | 2  |
| 6 炭灰分离效果评价 ..... | 6  |
| 7 环保控制要求 .....   | 6  |

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：太原理工大学。

本文件主要起草人：董连平、樊盼盼、王建成、蔡双吉、鲍卫仁、李翔宇、杨宏丽。

# 气流床煤气化渣炭灰分离技术规范

## 1 范围

本文件规定了气流床煤气化渣炭灰分离的总体要求、分离技术、炭灰分离效果评价、环保控制要求。本文件适用于气流床煤气化渣的炭灰分离。

## 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，仅该日期的对应版本适用本文件；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 476 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 477 煤炭筛分试验方法
- GB/T 478 煤炭浮沉试验方法
- GB/T 5028.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB/T 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 20426 煤炭工业污染物排放标准
- GB/T 35051 选煤厂洗水闭路循环等级
- DZ/T 0464.4 选矿试验技术方法 第4部分：磁选

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**气流床煤气化渣中的炭** carbon in entrained-flow coal gasification slag  
煤中有机质在煤气化过程中经高温未完全反应的残炭。

### 3.2

**气流床煤气化渣中的灰** ash in entrained-flow coal gasification slag  
煤中无机矿物质在煤气化过程中经高温转化后的固体残留物。

### 3.3

**气流床煤气化渣炭灰分离** carbon and ash separation of entrained-flow coal gasification slag  
依据气流床煤气化渣中炭与灰的物理化学性质不同，利用物理或化学方法将二者分离的过程。

### 3.4

**粒度法炭灰分离** carbon and ash separation by particle size method  
依据气流床煤气化渣中炭与灰在不同粒度中含量的差异将二者分离的过程。

### 3.5

**重力法炭灰分离** carbon and ash separation by gravity method  
依据气流床煤气化渣中炭与灰密度的差异将二者分离的过程。

### 3.6

**磁力法炭灰分离 carbon and ash separation by magnetic method**

依据气流床煤气化渣中炭与灰磁性的差异将二者分离的过程。

3.7

**浮选法炭灰分离 carbon and ash separation by flotation method**

依据气流床煤气化渣中炭与灰表面疏水性的差异将二者分离的过程。

3.8

**分离炭 separated carbon**

气流床煤气化渣经炭灰分离后得到的炭富集产品。

3.9

**分离灰 separated ash**

气流床煤气化渣经炭灰分离后得到的灰富集产品。

4 总体要求

- 4.1 气流床煤气化渣中炭含量 $>8\%$ 时宜对其进行炭灰分离。
- 4.2 气流床煤气化渣炭灰分离方法的选择应采用粒度法炭灰分离、重力法炭灰分离、磁力法炭灰分离、浮选法炭灰分离中的一种或几种方法。
- 4.3 气流床煤气化渣炭灰分离方法的选择应遵循“技术先进可行、成熟可靠、高效节能、二次污染少、系统运行稳定”等原则。
- 4.4 气流床煤气化渣炭灰分离方法的选择应基于煤气化渣的性质进行，具体应符合表1的规定。

表1 物料性质要求

| 分离技术    | 物料性质要求                        |
|---------|-------------------------------|
| 粒度法炭灰分离 | 气流床煤气化渣中全粒级物料，各粒度级炭与灰含量存在明显差异 |
| 重力法炭灰分离 | 气流床煤气化渣中全粒级物料，各密度级炭与灰含量存在明显差异 |
| 磁力法炭灰分离 | 气流床煤气化渣中细粒级物料，炭与灰之间存在明显磁性差异   |
| 浮选法炭灰分离 | 气流床煤气化渣中细粒级物料，炭与灰之间存在明显疏水性差异  |

- 4.5 粒度分析试验方法应按照 GB/T 477 的规定执行。
- 4.6 密度分析试验应按照 GB/T 478 的规定执行。
- 4.7 磁性分析试验应按照 DZ/T 0464.4 的规定执行。

5 分离技术

5.1 粒度法炭灰分离

5.1.1 工艺流程

应用粒度法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，工艺流程应符合下列要求：

- 宜采用湿法筛分或水力分级实现，原则工艺流程见图1；
- 应将气流床煤气化渣配制成符合设备入料浓度的矿浆；
- 应经分级设备将气流床煤气化渣按粒度分级，得到不同粒级的富集炭与富集灰；

——应将富集物分别进行脱水处理，得到分离炭产品与分离灰产品，其中较粗粒级物料宜采用离心脱水设备，较细粒级物料宜采用压滤脱水设备；

——脱除的水应作为循环水，回用于气流床煤气化渣矿浆配制。

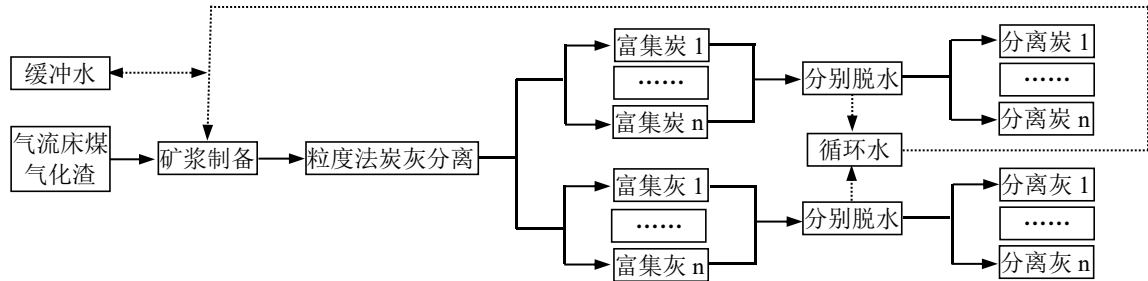


图 1 粒度法炭灰分离原则工艺流程

### 5.1.2 工艺要求

应用粒度法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，工艺应满足以下要求：

——应用湿法筛分设备作为分离设备时，入料矿浆固体体积浓度应控制在30%~50%；

——应用水力分级设备作为分离设备时，入料矿浆固体体积浓度应控制在10%~25%。

### 5.1.3 主要设备

粒度法炭灰分离过程应采用的主要设备如下：

——矿浆配制应采用搅拌桶；

——矿浆输送应采用渣浆泵；

——炭灰分离应采用高频振动筛、高频细筛、螺旋分级机、上升流分级机、分级旋流器等；

——脱水设备应采用离心脱水机、压滤机等。

## 5.2 重力法炭灰分离

### 5.2.1 工艺流程

应用重力法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，原则工艺流程见图2，并应符合下列要求：

——应将气流床煤气化渣配制符合设备入料浓度的矿浆；

——对微细粒炭灰分离效果较差时，可先采用水力分级法去除微细粒煤气化渣，也可在重力分离后将微细粒从低密度物去除；

——应经重力分离设备按密度差异将气流床煤气化渣分为低密度物与高密度物；

——可分别对低密度物和高密度物进一步采用分级方法精细分离，得到不同的富集炭与富集灰；

——应对分离得到的富集炭与富集灰分别进行脱水处理，获得分离炭产品与分离灰产品；

——脱水脱除的水应作为循环水，回用于气流床煤气化渣矿浆配制。

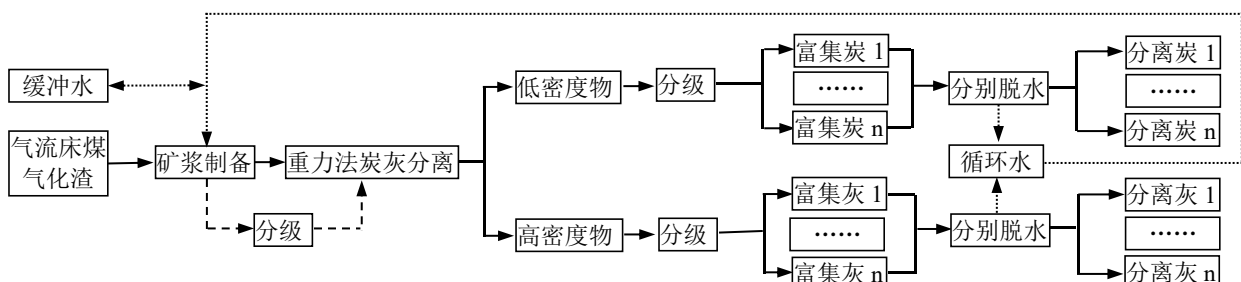


图2 重力法炭灰分离原则工艺流程

### 5.2.2 工艺要求

应用重力法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，工艺应满足以下要求：

——应用干扰床分选机与螺旋分选机作为分离设备时，应采用分组提前脱除微细粒气流床煤气化渣，入料矿浆固体体积浓度应控制在20%~30%；

——应用水介质旋流器作为分离设备时，应对旋流器低密度物采用分级脱除微细粒气流床煤气化渣，入料矿浆固体体积浓度应控制在10%~20%。

### 5.2.3 主要设备

重力法炭灰分离过程应采用的主要设备如下：

——矿浆配制应采用搅拌桶；

——矿浆输送应采用渣浆泵；

——炭灰分离应采用分级旋流器、螺旋分选机、干扰床分选机、水介质旋流器、高频振动筛等；

——脱水设备应采用离心脱水机、压滤机等。

## 5.3 磁力法炭灰分离

### 5.3.1 工艺流程

应用磁力法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，原则工艺流程见图3，并应符合下列要求：

——应将气流床煤气化渣配制成符合设备入料浓度的矿浆；

——应经磁力分选设备按磁性差异得到磁性物与非磁性物，磁性物为富集炭，非磁性物为富集灰；

——应分别对富集炭与富集灰进行脱水处理，得到分离炭产品与分离灰产品；

——脱除的水应作为循环水，回用于气流床煤气化渣矿浆配制。

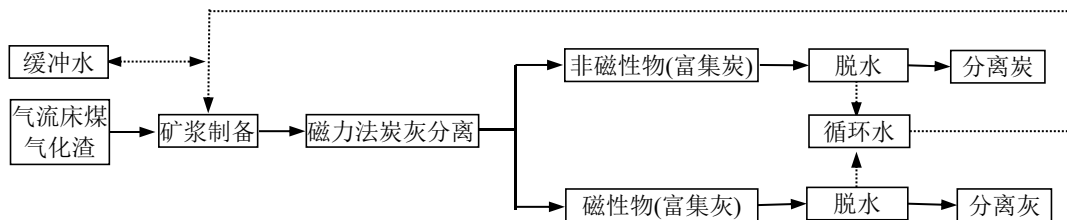


图3 磁力法炭灰分离原则工艺流程

### 5.3.2 工艺要求

应用磁力法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，工艺应满足以下要求：

——入料矿浆固体体积浓度应控制在10%~30%；

——磁选设备背景磁场强度不小于1.5 T。

### 5.3.3 主要设备

磁力法炭灰分离过程应采用的主要设备如下：

——矿浆配制应采用搅拌桶；

——矿浆输送应采用渣浆泵；

——炭灰分离设备应采用强磁场磁选机、高梯度磁选机等；

——脱水设备应采用压滤机等。

## 5.4 浮选法炭灰分离

### 5.4.1 工艺流程

应用浮选法对气流床煤气化渣进行炭灰分离时，原则工艺流程见图3，并应符合下列要求：

- 应将细粒气流床煤气化渣配制成符合浮选机或浮选柱入料浓度的矿浆；
- 应在矿浆预处理环节加入捕收剂；
- 进入浮选设备时应加入起泡剂并引入气体，使疏水的炭被气泡捕获上升形成泡沫（富集炭），亲水的灰留在矿浆中形成浮选尾矿（富集灰）；
- 应对富集炭与富集灰分别进行脱水处理，得到分离炭产品与分离灰产品；
- 脱除的水应作为循环水，回用于气流床煤气化渣矿浆配制。

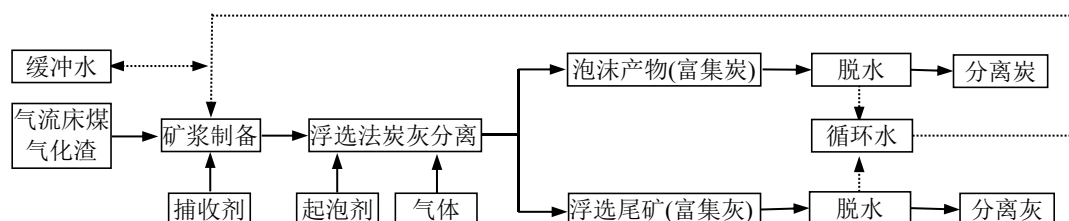


图4 浮选法炭灰分离原则工艺流程

### 5.4.2 工艺要求

应用浮选法对煤气化渣进行炭灰分离时，工艺应满足以下要求：

- 浮选设备入料矿浆体积浓度应控制在5%~15%；
- 捕收剂应优先选择保经济型药剂或煤油、柴油等非极性烃类油；
- 起泡剂应优先选择环保经济型药剂或MIBC、仲辛醇等醇类药剂。

### 5.4.3 主要设备

浮选法炭灰分离过程应采用的主要设备如下：

- 矿浆配制应采用矿浆预处理器；
- 炭灰分离设备应采用浮选机、浮选柱；
- 脱水设备应采用浓缩机、压滤机等。

## 5.5 炭灰分离方法组合应用

根据气流床煤气化渣的物料特性以及实际生产需求，可将上述四种基本方法中的两种或多种进行组合应用，形成联合分离工艺。常见组合方式包括但不限于：

——粒度法-重力法炭灰分离技术联合：采用粒度法炭灰分离技术设备对气流床煤气化渣分级，对不同粒级分别采用适宜的重力法炭灰分离技术设备进行炭灰分离；

——重力法-粒度法-磁力法炭灰分离技术联合：采用重力法炭灰分离技术设备分离气流床煤气化渣中粗粒级富炭组分，采用粒度法炭灰分离技术设备对粗粒级富炭组分进一步炭灰分离，采用磁力法炭灰分离设备对经粒度法得到的细粒级富炭组分进行炭灰分离；

——重力法-粒度法-浮选法炭灰分离技术联合：采用重力法炭灰分离技术设备分离气流床煤气化渣中粗粒级富炭组分，采用粒度法炭灰分离技术设备对粗粒级富炭组分进一步炭灰分离，采用浮选法炭灰分离技术对经粒度法得到的细粒级富炭组分进行炭灰分离；

——重力法-粒度法-磁力法-浮选法炭灰分离技术联合：采用重力法炭灰分离技术设备分离气流床煤气化渣中粗粒级富炭组分，采用粒度法炭灰分离技术设备对粗粒级富炭组分进一步炭灰分离，采用磁力法炭灰分离设备对经粒度法得到的细粒级富炭组分再次进行炭灰分离，采用浮选法炭灰分离技术对经磁力法得到的细粒级富炭组分进行炭灰分离。

联合工艺的选择应根据试验或生产验证结果确定，以实现炭灰分离效率的综合最优。

## 6 炭灰分离效果评价

### 6.1 气流床煤气化渣炭灰分离效果评价指标

气流床煤气化渣炭灰分离效果评价指标应根据公式（1）计算的汉考克分离效率来评价：

$$\eta = \varepsilon - \varepsilon_t \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$\eta$ ——汉考克分离效率，%；

$\varepsilon$ ——分离炭中的炭回收率，%；

$\varepsilon_t$ ——分离炭中的灰回收率，%。

### 6.2 分离炭中的炭回收率

分离炭中的炭回收率利用公式（2）计算：

$$\varepsilon = \frac{C_c (C_f - C_t)}{C_f (C_c - C_t)} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$\varepsilon$ ——分离炭中的炭回收率，%；

$C_c$ ——分离炭中的炭含量，%；

$C_f$ ——入料煤气化渣中的炭含量，%；

$C_t$ ——分离灰中的炭含量，%。

### 6.3 分离炭中的灰回收率

分离炭中的灰回收率利用公式（3）计算：

$$\varepsilon_t = \frac{(C_f - C_t) (100 - C_c)}{(C_c - C_t) (100 - C_f)} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$\varepsilon_t$ ——分离炭中的灰回收率，%；

$C_f$ ——入料煤气化渣中的炭含量，%；

$C_t$ ——分离灰中的炭含量，%；

$C_c$ ——分离炭中的炭含量，%。

### 6.4 炭含量的测定

气流床煤气化渣中的炭含量、分离炭中的炭含量、分离灰中的炭含量的测定试验应按照GB/T 476的规定执行。

## 7 环保控制要求

### 7.1 循环水

在气流床煤气化渣炭灰分离过程中水资源利用应满足节水、节能、防垢、减污、降本等要求，循环水应满足GB/T 35051中规定的三级闭路循环要求。

## 7.2 污水排放

气流床煤气化渣炭灰分离过程产生的浮选废水、滤液及冲洗水等污水排放应符合GB 20426及相关排放要求。

## 7.3 大气污染物排放控制

气流床煤气化渣炭灰分离过程产生的粉尘和废气等排放应符合GB/T 16297及相关排放要求。

## 7.4 固体废物处置

气流床煤气化渣炭灰分离过程产生的固体废物在处置前须根据GB/T 5085.7相关规定鉴别固体废物属性，而后根据GB/T 18599与GB/T 18597相关规定进行处置。

