

中国工程建设标准化协会团体标准

T/CECS xxx—202X

## 建设工程用粉煤灰安全性技术要求

Technical code for safety of fly ash used for construction

(拟更名：建设工程用粉煤灰安全性控制技术要求)

Technical requirements for safety control of fly ash used in construction engineering)

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020和GB/T 20001.10-2014给出的规则起草。

本文件按中国工程建设标准化协会“关于印发《2019年第一批协会标准制订、修订计划》的通知”（建标协字〔2019〕12号）的要求制定。

请注意本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理。

本文件负责起草单位：上海市建筑科学研究院有限公司。

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件审查人：

## 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 分类和等级.....	2
5 要求.....	2
6 试验方法.....	3
7 安全性控制.....	4
8 检验规则.....	4
附录 A（规范性）粉煤灰在碱性环境中气体释放量试验方法（标准法）.....	6
附录 B（规范性）粉煤灰在碱性环境中气体释放量试验方法（代用法）.....	8

# 建设工程用粉煤灰安全性技术要求

## 1 范围

本文件规定了建设工程用粉煤灰的术语和定义，技术要求，安全性控制，试验方法，检验规则，包装、运输和贮存。

本文件适用于水泥、砂浆、墙体材料、混凝土和道路工程材料等建设工程材料用粉煤灰的安全性控制。

## 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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 1858 混凝土外加剂中释放氨的限量
- GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB/T 5484 石膏化学分析方法
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB/T 12573 水泥取样方法
- GB 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范
- GB/T 39701 粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法
- GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**粉煤灰** fly ash

电厂煤粉炉烟道气体中收集的粉末。

注：不包括以下情形：（1）和煤一起煅烧城市垃圾或其他废弃物时；（2）在焚烧炉中煅烧工业或城市垃圾时；（3）循环流化床锅炉燃烧收集的粉末。

### 3.2

**气体释放量** gas release

粉煤灰在碱性溶液中释放出气体的体积。

### 3.3

粉煤灰中  $\text{NH}_4^+$  ammonium ion in fly ash

附着在粉煤灰表面，以  $\text{NH}_4^+$ 形式存在的铵离子。

3.4

竖向膨胀率 Vertical expansion rate

掺粉煤灰的水泥胶砂试件在垂直方向上膨胀率的变化值。

4 分类和等级

粉煤灰根据燃煤品种分为 F 类粉煤灰（由无烟煤或烟煤煅烧收集的粉煤灰）和 C 类粉煤灰（由褐煤或次烟煤煅烧收集的粉煤灰，氧化钙含量一般大于或等于 10%）。

粉煤灰根据烧失量分为三个等级：I级、II级和III级。

5 要求

5.1 理化性能要求

建设工程用粉煤灰理化性能应符合表 1 要求。

表1 建设工程用粉煤灰理化性能要求

项目		理化性能要求		
		I级	II级	III级
气味	F/C 类粉煤灰	无异味		
游离氧化钙/%	F 类粉煤灰	≤1.0		
	C 类粉煤灰	≤4.0		
三氧化硫/%	F/C 类粉煤灰	≤3.0		
烧失量/%	F/C 类粉煤灰	≤5.0	≤8.0	≤10.0
安定性 <sup>a</sup> 雷氏夹沸煮后增加距离/mm	F/C 类粉煤灰	≤5.0		
半水亚硫酸钙 <sup>b</sup> /%	F/C 类粉煤灰	≤3.0		
$\text{NH}_4^+$ 含量/（mg/kg）	F/C 类粉煤灰	≤210		
气体释放量/（ml/g）	F/C 类粉煤灰	0		
3h 竖向膨胀率 <sup>c</sup> /%	F/C 类粉煤灰	≤0.10		

5.2 重金属含量要求

建设工程用粉煤灰中重金属含量应符合表 2 要求。

表2 建设工程用粉煤灰重金属含量要求

项目		重金属含量要求
重金属含量限值，不大于（mg/kg）	砷	≤40
	铅	≤100
	镉	≤1.5
	铬	≤150

	铜	≤100
	镍	≤100
	锌	≤500
	锰	≤600

### 5.3 重金属浸出液毒性要求

建设工程用粉煤灰中重金属浸出液毒性应符合表3要求。

表3 建设工程用粉煤灰重金属浸出液毒性要求

	项目	重金属浸出液毒性要求
重金属浸出液毒性 (mg/L)	砷	≤0.1
	铅	≤0.3
	镉	≤0.03
	铬	≤0.2
	铜	≤1.0
	镍	≤0.2
	锌	≤1.0
	锰	≤1.0

### 5.4 放射性要求

建设工程粉煤灰放射性应符合表4要求。

表4 建设工程用粉煤灰放射性要求

	项目	放射性要求
放射性 d, 不大于	内照射指数 $I_{Ra}$	≤1.0
	外照射指数 $I_{\gamma}$	≤1.0

## 6 试验方法

### 6.1 气味

取粉煤灰样品 50 g, 放入 125 mL 广口瓶中, 手在瓶口轻轻扇动, 确定是否有异味。

### 6.2 游离氧化钙、三氧化硫、烧失量

按 GB/T 176 进行。

### 6.3 安定性

符合 GSB14-1510 或符合 GB175 规定的 42.5 强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥, 与被检粉煤灰按质量比 7:3 混合均匀, 并按 GB/T 1346 进行。

### 6.4 半水亚硫酸钙

采用干法或半干法脱硫工艺排出的粉煤灰应检测半水亚硫酸钙 ( $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) 含量。

半水亚硫酸钙应按 GB/T 5484 的有关规定进行测定。

#### 6.5 $\text{NH}_4^+$ 含量

按 GB/T 39701 进行。

#### 6.6 气体释放量

按附录 B 或附录 C 进行，有争议时以附录 B 为准。

#### 6.7 3h 竖向膨胀率

符合 GB175 规定的 42.5 强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥水泥与被检粉煤灰按质量比 7:3 混合，再与标准砂 1:3 混合，以水胶比 0.5 拌合均与后，按附 GB/T 50448 进行。

#### 6.8 重金属含量要求

按 GB 30760 进行。

#### 6.9 重金属浸出液毒性要求

按 GB 5085.3 进行。

#### 6.10 放射性要求

符合 GB175 规定的 42.5 强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥与检粉煤灰按质量比 1:1 混合均匀，并按 GB 6566 检测。

### 7 安全性控制

7.1 粉煤灰气味超标时，宜通风条件下晾晒至少 14d 后，加倍取样进行复检，直至符合本文件要求。

7.2 粉煤灰  $\text{NH}_4^+$ 含量超标时，应根据  $\text{NH}_4^+$ 含量采取不同处置措施。

7.2.1  $\text{NH}_4^+$ 含量高于 210 mg/kg 低于 500 mg/kg 时，宜与其他掺合料复配为复合掺合料使用，复合掺合料中粉煤灰的掺量不应超过 40%；或采用高温煅烧处理，以煅烧温度 450 °C、煅烧时间 20 min 为宜，并对高温处理后的粉煤灰样品加倍取样进行  $\text{NH}_4^+$ 含量复检，若仍不符合本文件要求，为不合格品。

7.2.2  $\text{NH}_4^+$ 含量高于 500 mg/kg 低于 3 000 mg/kg 时，宜采用高温煅烧处理，以煅烧温度 450°C、煅烧时间 30 min 为宜；并对高温处理后的粉煤灰样品加倍取样进行  $\text{NH}_4^+$ 含量复检，若仍不符合本文件要求，为不合格品。

7.3 粉煤灰气体释放量或竖向膨胀率超标时，为不合格品。

7.4 粉煤灰重金属含量、重金属浸出液浓度和放射性等安全性指标超标时，宜与其他掺合料复配为复合掺合料使用，复合掺合料中重金属含量、重金属浸出液浓度和放射性应符合本文件 5.2~5.4 相关规定。

### 8 检验规则

#### 8.1 检验规定

8.1.1 粉煤灰供应单位应按批检验，并向用户提交每批次粉煤灰的检验结果及出厂产品合格证、标识和出厂检验报告、型式检验报告。

8.1.2 在下列情况下应进行型式检验：

- a) 原料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- b) 长期停产后，恢复生产时；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- b) 正常生产时，每半年应进行一次；
- e) 国家质量监督检验机构提出型式检验要求时。

## 8.2 检验项目

8.2.1 出厂检验项目为第5章表1中规定的全部项目。

8.2.2 型式检验项目为第5章表1、表2、表3和表4中规定的全部项目。

## 8.3 取样与检验频率

8.3.1 对进场的粉煤灰应按批次取样检验。粉煤灰的取样以200 t连续进场、相同等级、相同种类且不超过10d的粉煤灰为一验收批，不足200t时应按一验收批进行验收。

8.3.2 取样方法按GB 12573进行，取样应有代表性。散装粉煤灰，应从每批10个以上不同部位取等量样品，每份不应少于1.0 kg。袋装粉煤灰，应从每批中任抽10袋，从每袋中各取等量试样一份，每份不应少于1.0 kg。取样的样品混合搅拌均匀后，用四分法缩取出比试验需要量约大一倍的试样量。

8.3.3 每批次粉煤灰应检验气味、气体释放量、细度、需水量比、含水量、烧失量和安定性（F类粉煤灰宜每季度测定一次）；每半年应测定三氧化硫和游离氧化钙不少于一次。当气味或气体释放量不符合要求时，应进一步检验  $\text{NH}_4^+$ 含量和竖向膨胀率，并按照第7章进行粉煤灰安全性控制。

## 8.4 判定规则

8.4.1 检验项目全部符合本标准要求时，可判定该批产品合格；

8.4.2 当气味、 $\text{NH}_4^+$ 含量、重金属含量不合格时，可按第7章进行安全性控制后复检，如达到要求，则判定该批产品合格，否则判定为不合格；

8.4.3 除气味、 $\text{NH}_4^+$ 含量、重金属含量指标外，剩余指标中任何一项不符合规定要求，应在同一批中重新加倍取样进行复检，以复检结果判定。

8.4.4 当供需双方对粉煤灰质量有争议时，供需双方应将双方认可的样品签封，送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。

## 附录 A

(规范性)

### 粉煤灰在碱性环境中气体释放量试验方法 (标准法)

#### A.1 范围

本附录规定了粉煤灰在碱性环境中气体释放量的测试方法。

#### A.2 试剂

A.2.1 水：蒸馏水或同等纯度的水。

A.2.2 氢氧化钠。

A.2.3 所涉及的化学试剂除特别注明外，均为分析纯化学试剂。

#### A.3 试验设备

A.3.1 分析天平：精度 0.0001 g。

A.3.2 1 000 ml 容量瓶。

A.3.3 500 ml 烧杯。

A.3.4 250 ml 量筒。

A.3.5 恒压分液漏斗。

A.3.6 磁力搅拌机。

A.3.7 500 ml 锥形瓶。

A.3.8 实验装置如图 A.3.8。

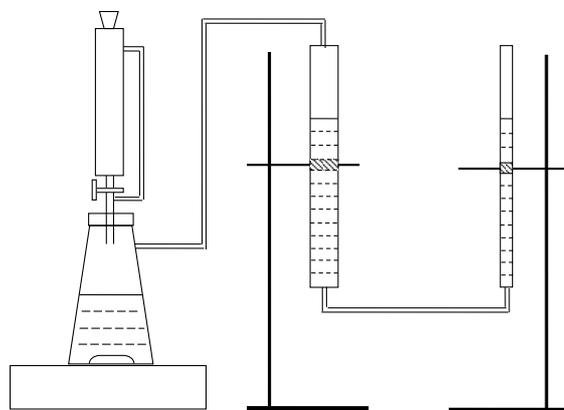


图 A.3.8 粉煤灰在碱性环境中气体释放量测试装置

#### A.4 试验步骤

##### A.4.1 0.1mol/L 氢氧化钠标准溶液的配制

称取氢氧化钠固体 4 g，准确至 0.001 g，置于 500 ml 烧杯中，溶解后转移到 1 000 ml 容量瓶中。

##### A.4.2 气密性检查

调整平衡管和测量管高度使两者液面高度处于同一水平，打开分液漏斗开关，从分液漏斗顶端用洗耳球吹入一定量气体后，关闭分液漏斗，并记录测量管读数，静止 2min 后，再次记录测量管读数，若前后两次读数保持不变，则可进行下一步实验，若读数出现变化，则应进一步检查装置气密性。

##### A.4.3 气体释放量测试

- 1 控制试验温度  $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 2 准确称量 5 g 粉煤灰，将粉煤灰加入锥形瓶中，备用；
- 3 量取 250 ml 氢氧化钠标准溶液 ( $0.1\text{ mol/L}$ )，缓慢加入分液漏斗中，调整平衡管和测量管高度使两者液面高度处于同一水平，待读数稳定后记录测量管读数  $V_1$ ；
- 4 转动分液漏斗阀门，将氢氧化钠溶液和粉煤灰充分混合，开动电磁搅拌器缓慢搅拌；
- 5 调整平衡管和测量管高度使两者液面高度处于同一水平，待读数稳定后记录测量管读数  $V_2$ ；
- 6 单位粉煤灰气体释放量按式 1 进行计算：

$$c = \frac{V_2 - V_1}{M} \quad (1)$$

式中：

$c$ ---粉煤灰在碱性环境中气体释放量，单位为毫升每克 (ml/g)；

$V_1$ ---粉煤灰与碱液未反应前气体的体积，单位为毫升 (ml)；

$V_2$ ---粉煤灰与碱液反应完全后气体的体积，单位为毫升 (ml)；

$M$ ---称取的粉煤灰重量，单位为克 (g)。

结果计算至 0.1 ml/g，取三次平行试验测定结果的平均值为测定结果。

## 附录 B

(规范性)

### 粉煤灰在碱性环境中气体释放量试验方法（代用法）

#### B.1 范围

本附录规定了粉煤灰在碱性环境中气体释放量的测试方法（代用法）。

#### B.2 试剂

B.2.1 本方法所涉及的水为蒸馏水或同等纯度的水。

B.2.2 本方法所涉及的化学试剂除特别注明外，均为分析纯化学试剂。

B.2.3 氢氧化钠。

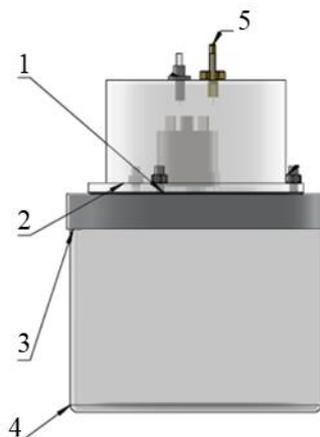
#### B.3 试验设备

B.3.1 分析天平：精度 0.0001 g。

B.3.2 1000 ml 容量瓶。

B.3.3 500 ml 烧杯。

B.3.4 粉液反应气体释放量便携式测定装置，如图 B.3.4。



1--上罩密封圈；2--上罩；3--反应罐；4--反应罐；5-取气口

图 B.3.4 粉煤灰在碱性环境中气体释放量测试装置

#### B.4 试验步骤

##### B.4.1 0.1mol/L 氢氧化钠标准溶液的配制

称取氢氧化钠4 g，准确至0.001 g，置于500 ml烧杯中，溶解后转移到1000ml容量瓶中。

##### B.4.2 反应容器容积气密性检测

将反应装置上罐体上盖密闭后，打开取气口开关，用洗耳球鼓入数量空气后关闭取气口，记录此时气体体积 $V_{\text{初始}}$ ；静止10min后，再次记录气体体积 $V_{\text{末}}$ ，若前后两次读数保持不变，则可进行下一步实验，若读数出现变化，则应进一步检查装置气密性。

##### B.4.3 气体释放量测试

1 将料斗通过磁吸片吸附在侧壁上；

- 2 量取约250 ml氢氧化钠标准溶液（0.1mol/L），置于反应容器内；
- 3 准确称取粉煤灰10 g，将粉煤灰放置于反应容器的料斗内；
- 4 盖上罐体上盖，调节面板，输入溶液浓度、体积等信息，按校准键，校准实时大气压和室温；
- 5 取下吸附于侧壁的磁吸片，料斗内的粉煤灰倒入氢氧化钠溶液中，开动搅拌器，缓慢搅拌5 min；
- 6 反应结束后，通过控制面板直接读取气体释放量（ml）。
- 7 单位粉煤灰气体释放量按式（2）进行计算：

$$c = \frac{V}{M} \quad (2)$$

式中：

c---粉煤灰在碱性环境中气体释放量，单位为毫升每克（ml/g）；

V---粉煤灰与碱液反应生成的气体的体积，单位为毫升（ml）；

M---称取的粉煤灰重量，单位为克（g）。

结果计算至0.1 ml/g，取三次平行试验测定结果的平均值为测定结果。