

ICS 91.100.10

CCS Q 12

CBMF

中国建筑材料联合会协会标准

T/CBMF XX—2024

水泥窑协同处置飞灰技术要求

Technical requirement for co-processing of fly ash in cement kiln

征求意见稿

2024.12

2024-0X-XX 发布

2025-0X-XX 实施

中国建筑材料联合会 发布

目次

1. 适用范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语与定义	1
4. 设施技术要求	2
4.1 水泥窑	2
4.2 飞灰贮存设施	2
4.3 飞灰预处理设施	3
4.4 飞灰厂内输送设施	3
4.5 飞灰投加设施	3
4.6 分析化验室	4
5. 特性要求	4
5.1 细度	4
5.2 含水量	4
5.3 氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁灼烧基总质量分数	4
5.4 氯离子含量	4
6. 运行操作技术要求	4
6.1 飞灰的接收与分析	4
6.2 飞灰贮存的技术要求	5
6.3 飞灰预处理的技术要求	6
6.4 飞灰厂内输送的技术要求	6
6.5 飞灰投加的技术要求	6
7. 污染物排放控制要求	7
7.1 窑灰排放和旁路放风控制	7
7.2 水泥产品环境安全性控制	7
7.3 水洗结晶盐安全性控制	7
7.4 烟气排放控制	7
7.5 废水排放控制	7
7.6 其他污染物排放控制	7

8. 人员与制度要求	7
8.1 专业技术人员配置	7
8.2 人员培训制度	7
8.3 安全管理制度	8
8.4 人员健康管理制度	8
8.5 应急管理制度	8
8.6 操作运行记录制度	8
8.7 环境管理制度	8

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由中国建材联合会提出并归口。

本文件负责起草单位：北京建筑材料科学研究总院有限公司、建筑材料工业信息中心、北京中科国润环保科技有限公司。

本文件参加起草单位：北京金隅疏水环保科技有限公司、北京金隅红树林环保技术有限责任公司、北京东方波特蓝环保技术有限公司、北京恩萨工程技术有限公司、深圳市瑞升华科技股份有限公司、北京中洁蓝环保科技有限公司、成都智楷分离科技有限公司……

本文件主要起草人：……

本文件主要审查人：……

1 范围

本文件规定了水泥窑协同处置飞灰的设施、入窑飞灰特性、运行操作、污染物排放控制以及人员和制度等方面的要求。

本文件适用于水泥窑协同处置飞灰的生产工艺过程、产品的控制及管理。

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。

GB175 通用硅酸盐水泥

GB21372 硅酸盐水泥熟料

GB30485 水泥窑协同处置固体废物污染控制标准

GB30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范

GB31893 水泥中水溶性铬(VI)的限量及测定方法

GB50016 建筑设计防火规范

GBZ 2 (所有部分) 工业场所有害因素职业接触限值

AQ/T9002 生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则

HJ/T20 工业固体废物采样制样技术规范

HJ/T176 危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范

HJ662 水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范

HJ1134 生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范

HJ2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水泥窑协同处置 co-processing in cement kilns

将满足或经过预处理后满足入窑要求的固体废物投入水泥窑，在进行水泥熟料生产的同时实现对固体废物的无害化处置过程。

[来源：GB 30485—2013，3.1]

3.2

生活垃圾焚烧飞灰 fly-ash from municipal solid waste incineration

生活垃圾焚烧设施的烟气净化系统捕集物和烟道及烟囱底部沉降的底灰。

注：本文件简称“飞灰”。

[来源：HJ 1134—2020，3.1]

3.3

预处理 pretreatment

为了满足水泥窑协同处置要求，对飞灰中的氯盐、重金属等一种或几种物质进行一定程度的去除的过程。

3.4

水洗结晶盐 crystallized salt of fly-ash washing

飞灰经水洗预处理后产生的以氯化钠和氯化钾为主要成分的混合物。

4 设施技术要求

4.1 水泥窑

4.1.1 窑型为新型干法水泥窑，采用窑磨一体机模式，单线设计熟料生产规模不小于 2000 t/d。

4.1.2 配备在线监测设备，保证运行工况的稳定。包括窑头烟气温度、压力；窑表面温度；窑尾烟气温度、压力、O₂ 浓度；分解炉或最低一级旋风筒出口烟气温度、压力、O₂ 浓度；顶级旋风筒出口烟气温度、压力、O₂、CO 浓度。

4.1.3 水泥窑及窑尾余热利用系统采用高效布袋除尘器作为烟气除尘设施，保证排放烟气中颗粒物浓度满足 GB30485 的要求。水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒配备粉尘、NO_x、SO₂ 浓度在线监测设备，连续监测装置需满足 HJ/T76 的要求，并与当地监控中心联网，保证污染物排放达标。

4.1.4 配备窑灰返窑装置，将除尘器等烟气处理装置收集的窑灰返回送往生料入窑系统。

4.2 飞灰贮存设施

4.2.1 飞灰贮存设施应专门建设，以保证飞灰不与水泥生产原料、燃料和产品等混合贮存。

4.2.2 飞灰贮存设施应符合 GB 50016 等相关消防规范的要求。与水泥窑窑体、分解炉和预热器保持一定的安全距离；贮存设施内应张贴严禁烟火的明显标识；应根据飞灰特性、贮存和卸载区条件配置相应的消防警报设备和灭火药剂；贮存设施中的电子设备应接地，并装备防静电设备；应设置防爆通讯设备并保持通畅完好。

4.2.3 飞灰贮存设施的设计、安全防护、污染防治等应满足 GB18597 和 HJ/T176 中的相关要

求；飞灰贮存区应标有明确的安全警告和清晰的撤离路线；飞灰贮存区及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途。

4.3 飞灰预处理设施

4.3.1 飞灰预处理设施有较好的密闭性，并保证与操作人员隔离；车间内应设置通风换气装置，排出气体应通过处理后排放或导入水泥窑焚烧。

4.3.2 预处理设施应符合 GB50016 等相关消防规范的要求。区域内应配备防火防爆装置，灭火用水储量大于 50m³；配备防爆通讯设备并保持通畅完好。

4.3.3 预处理区域及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途。

4.3.4 预处理设备、管道及其他配件等应具有防腐蚀/耐腐蚀功能。

4.3.5 飞灰采用水洗预处理，其预处理设施应满足以下要求：

- a) 飞灰水洗系统应配置水洗反应设备、固液分离设备和应急处理设施；
- b) 水洗反应设备应设置废气收集设施、应急溢流口和事故应急排放设施；
- c) 固液分离设备应设置应急溢流口和事故应急处理设施；
- d) 水洗液处理系统应配置药剂制备设备、缓存设备、过滤设备和应急处理设施；
- e) 水洗液处理设备应设置废气收集设施、应急溢流口和事故应急排放设施；
- f) 干燥系统应配置水洗飞灰输送设备、干燥设备、除尘设备等；
- g) 蒸发脱盐系统应配置预热设备、蒸发设备、结晶分离设备；
- h) 蒸发脱盐系统中应选用节能设备，宜选用蒸汽机械再压缩(MVR)蒸发系统。

4.4 飞灰厂内输送设施

4.4.1 飞灰的物流出入口以及转运、输送路线应远离办公和生活服务设施。

4.4.2 输送设备所用材料应适应飞灰特性，确保不被腐蚀和不与飞灰发生任何反应。

4.4.3 管道输送设备应保持良好的密闭性能，防止飞灰的滴漏和溢出。

4.4.4 厂内输送飞灰的管道、传送带应在明显处标有安全警告信息。

4.5 飞灰投加设施

4.5.1 投加设施应该满足以下条件：

- a) 能实现自动进料，并配置可调节投加速率的计量装置实现定量投料。
- b) 飞灰输送装置和投加口应保持密闭，飞灰投加口应具有防回火功能。
- c) 保持进料通畅以防止飞灰搭桥堵塞。
- d) 配置可实时显示飞灰投加状况的在线监视系统。
- e) 具有自动联机停机功能，当水泥窑或烟气处理设施因故障停止运转，或者当窑内温

度、压力、窑转速、烟气中氧含量等运行参数偏离设定值时，或者烟气排放超过标准设定值时，可自动停止飞灰投加。

4.5.2 投加位置位于水泥窑窑尾，宜从窑尾烟室或分解炉底部投加。窑尾投加设施应配备气力或机械输送装置。

4.6 分析化验室

4.6.1 分析化验室应具备以下检测能力：

a) 具备 HJ/T 20 要求的采样制样化验能力、工具和仪器。

b) 细度、含水量（率）、烧失量等常规分析。

c) 飞灰中 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 SO_3 、 Cl^- 等成分分析。

d) 飞灰中汞（Hg）、镉（Cd）、铊（Tl）、砷（As）、镍（Ni）、铅（Pb）、铬（Cr）、铍（Be）、锌（Zn）、钒（V）、钴（Co）、钼（Mo）、锡（Sn）、锑（Sb）、铜（Cu）等重金属分析。

e) 水洗浆液不溶物浓度、水洗液 pH、浊度、硬度以及水洗氯化物成分（氯化钠、氯化钾等）等的检测。

4.6.2 分析实验室应设有样品保存库，用于贮存备份样品；飞灰应按照 HJ/T 20 中的要求进行样品的保存，并满足相应的消防要求。

5 飞灰特性要求

5.1 细度

用 $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余表示，其值应不大于 14%。

5.2 含水量

应不大于 1.5%。

5.3 氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁灼烧基总质量分数

应不小于 70%。

5.4 氯离子含量

应不大于 1.0%。

6 运行操作技术要求

6.1 飞灰的接收与分析

6.1.1 入厂时飞灰的检查

6.1.1.1 在飞灰入厂时，应核查飞灰随车有无《危险废物转移联单》，《危险废物转移

联单》予以进入，无《危险废物转移联单》不予进入。飞灰应按照协同处置企业要求到指定地点卸货。

6.1.1.2 应进行下列各项的检查并确认符合各项要求时，飞灰方可进入贮存设施：

- a) 通过外观形态，初步判断飞灰是否与《危险废物转移联单》一致。
- b) 对飞灰进行称重的重量是否与《危险废物转移联单》一致。
- c) 检查飞灰包装是否符合要求，应无破损和泄漏现象。

6.1.1.3 按照 6.1.1.1 和 6.1.1.2 的规定进行检查后，如果拟入厂飞灰与《危险废物转移联单》不一致，或者飞灰包装发生破损或泄漏，应立即与飞灰产生单位、运输单位和运输责任人联系，共同进行现场判断。拟入厂飞灰与《危险废物转移联单》不一致时还应及时向当地环境保护行政主管部门报告。

如果在协同处置企业现有条件下可以进行处置，按照协同处置企业处置方案进行飞灰的无害化处置。如果确定协同处置企业无法处置该批次飞灰，应立即向当地环境保护行政主管部门报告，并退回到飞灰产生单位，或按国家有关规定处理。

6.1.2 入厂后飞灰的检验

6.1.2.1 飞灰入厂后应及时进行取样分析，以判断飞灰特性是否与合同注明的飞灰特性一致。如果发现飞灰特性与合同注明的飞灰特性不一致，应参照第 6.1.1.3 的规定进行处理。

6.1.2.2 协同处置企业应对各个产废单位的相关信息进行定期的统计分析，评估其管理的能力和飞灰的稳定性，并根据评估情况适当减少检验频次。

6.1.3 制定处置方案

6.1.3.1 以飞灰入厂后的分析检测结果为依据，制定飞灰处置方案。飞灰处置方案应包括飞灰贮存、产内输送、预处理和入窑协同处置技术流程及技术参数，以及安全风险和相应的安全操作提示。

6.1.3.2 制定处置方案时应注意以下关键环节：

- a) 飞灰在贮存、厂内输送、预处理和入窑处置过程中不对所接触材料造成腐蚀破坏。
- b) 入窑飞灰满足本文件相关要求，防止对水泥生产和水泥质量造成不利影响。

6.1.4 记录存档

飞灰入厂检查和检验结果应该记录存档，与飞灰处置方案共同存档保存，入厂检查和检验结果记录及飞灰处置方案的保存时间不应低于 3 年。

6.2 飞灰贮存的技术要求

6.2.1 飞灰应与水泥厂常规原料、燃料和产品分开贮存，禁止共用同一贮存设施。

6.2.2 飞灰贮存易产生粉尘的区域应密闭并配备除尘系统，排放废气中的颗粒物、重金属等有害物质应不超过 GB4915 和 GB16297 规定的排放浓度限值。

6.2.3 飞灰贮存的其他要求应符合 HJ2025 和 HJ1134 的相关规定。

6.3 飞灰预处理的技术要求

6.3.1 应根据入厂飞灰的特性和入窑飞灰的要求，按照飞灰处置方案，对飞灰进行预处理。

6.3.2 飞灰采用水洗预处理，预处理工艺应包括飞灰水洗、水洗液处理和蒸发脱盐等，并应注意以下要求：

a) 飞灰水洗应包括水洗反应、固液分离等工序，水洗反应的水与飞灰质量比宜不大于 3:1，固液分离后水洗液中含固率不宜大于 1%、泥饼含水率应控制在 45% 以下。

b) 宜采用沉淀、过滤、中和等飞灰水洗液进行处理，飞灰水洗液处理后浊度和硬度（以 CaCO_3 计）应分别控制在 5NTU 和 50mg/L 以下，经 pH 值调节后水洗液 pH 值宜为 7-9。

c) 飞灰水洗液蒸发脱盐宜采用机械式蒸发再压缩（MVR）技术，蒸发脱盐冷凝水应回用于飞灰水洗过程，产生的结晶盐中的氯化钠和氯化钾总含量应不低于 90%。

6.3.3 预处理后的飞灰应该具备以下特性：

a) 满足第 5 章要求。

b) 理化性质均匀，保证水泥窑运行工况的连续稳定。

c) 满足飞灰协同处置企业设施进行输送、投加的要求。

6.3.4 应采取措施，保证预处理操作区域的环境质量满足 GBZ 2（所有部分）的要求。

6.3.5 应及时更换预处理区域内的过期消防器材和消防材料，以保证消防器材和消防材料的有效性。

6.4 飞灰厂内输送的技术要求

按照 HJ662 的规定执行。

6.5 飞灰投加的技术要求

6.5.1 根据水泥窑的特性和进料装置的要求，在水转窑窑尾部位投加飞灰，飞灰入窑投加点的温度应不低于 850℃。

6.5.2 在水泥窑达到正常工况并稳定运行至少 4 小时后，可开始投加飞灰；在水泥窑计划停机前至少 4 小时内不得投加飞灰。

7 污染物排放控制要求

7.1 窑灰排放和旁路放风控制

按照 HJ 662 的规定执行。

7.2 水泥产品环境安全性控制

7.2.1 协同处置飞灰生产的水泥熟料和水泥产品质量应分别满足 GB21372 和 GB175 的规定。

7.2.2 协同处置飞灰生产的水泥熟料中可浸出重金属含量应满足 GB30760 的要求。

协同处置飞灰生产的水泥产品可溶性铬（VI）应满足 GB31893 的要求。

7.3 水洗结晶盐安全性控制

水洗结晶盐的重金属含量应满足表 1 要求。

表1 水洗结晶盐的重金属指标 单位为毫克每千克

项 目	指 标
铅 (Pb)	≤25
镉 (Cd)	≤2.5
总铬 (Cr)	≤15
总汞 (以Hg计)	≤0.15
总砷 (以As计)	≤5

7.4 烟气排放控制

按照 GB30485 的规定执行。

7.5 废水排放控制

按照 HJ662 的规定执行。

7.6 其他污染物排放控制

按照 HJ662 的规定执行。

8 人员与制度要求

8.1 专业技术人员配置

8.1.1 具有 3 名以上环境工程专业或者相关专业中级以上职称，并有 3 年以上固体废物污染治理经历的技术人员。

8.1.2 从事处置飞灰的单位应设置专职安全管理人员。

8.2 人员培训制度

8.2.1 针对水泥窑协同处置飞灰技术的特点，企业应建立相应的培训制度，并针对管理

人员、技术人员和操作人员分别进行专门的培训。

8.2.2 培训主要包括：飞灰管理、水泥窑协同处置飞灰技术、水泥生产管理技术、现场安全预防和人员防护等。

8.3 安全管理制度

按照 HJ662 的规定执行。

8.4 人员健康管理制度

按照 HJ662 的规定执行。

8.5 应急管理制度

按照 HJ662 的规定执行。

8.6 操作运行记录制度

飞灰处置企业应按照《危险废物经营单位记录和报告经营情况指南》建立危险废物经营情况记录簿，如实记载收集、贮存、处置飞灰的类别、来源去向和有无事故等事项。危险废物经营情况记录簿的内容应包括：

- a) 飞灰分析及试验相关记录；
- b) 飞灰接收、产生和利用（处置）记录；
- c) 内部检查相关记录；
- d) 设施运行及环境监测有关记录；
- e) 其他记录，包括人员培训记录、应急预案演练记录。

8.7 环境管理制度

按照 HJ662 的规定执行。