

ICS 13.030.50

CCS Z 05

团 体 标 准

T/CAEPI 70—2023

水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰 水洗除盐工艺技术要求

Technical requirements for desalting process with water washing of municipal solid
waste incineration fly ash for co-processing in cement kiln

(发布稿)

2023-07-16 发布

2023-08-06 实施

中国环境保护产业协会 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..... 2

4 总体要求..... 3

5 工艺流程..... 3

6 接收与贮存..... 3

7 水洗..... 4

8 水洗液净化..... 5

9 盐水分离..... 5

10 水洗氯化物指标要求..... 5

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这些专利的责任。

本文件主编单位：清华大学、北京金隅琉水环保科技有限公司。

本文件参编单位：生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、北京金隅北水环保科技有限公司、浙江红狮环保股份有限公司、北京中科国润环保科技有限公司、鑫联环保科技股份有限公司、郑州康宁特通用科技有限公司、天津建昌环保股份有限公司、北京恩萨工程技术有限公司。

本文件主要起草人员：刘丽丽、许晓芳、练礼财、何艺、马永军、赵娜娜、曾文飞、李春萍、李忠锋、马黎阳、张福顺、蒲红霞、廖华平、李金惠、曹向东、王义春、黄敏锐、赵小楠、林琳、程少龙、张根升、曾文斌。

本文件主要审议人员：尚光旭、姚芝茂、杨建新、陈扬、徐鹤、王秀腾、李丽、陈刚。

本文件由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区二七剧场路 6 号 2 层，邮编 100045）。

水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰水洗除盐工艺技术要求

1 范围

本文件规定了利用水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰水洗除盐工艺的总体要求、飞灰接收与贮存、水洗、水洗液净化、盐分离工艺技术要求以及飞灰水洗氯化物指标要求。

本文件适用于水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰水洗除盐工艺。

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/T 176	水泥化学分析方法
GB 4915	水泥工业大气污染物排放标准
GB 5085.3	危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB/T 7118	工业氯化钾
GB/T 13025.3	制盐工业通用试验方法 水分的测定
GB/T 13025.4	制盐工业通用试验方法 水不溶物的测定
GB/T 13025.6	制盐工业通用试验方法 钙和镁的测定
GB/T 13025.8	制盐工业通用试验方法 硫酸根的测定
GB/T 13025.9	制盐工业通用试验方法 铅的测定
GB/T 13025.13	制盐工业通用试验方法 砷的测定
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB/T 23851	融雪剂
GB 34330	固体废物鉴别标准通则
GB 30485	水泥窑协同处置固体废物污染控制标准
HJ 77.3	固体废物 二噁英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法
HJ 579	膜分离法污水处理工程技术规范
HJ 662	水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范
HJ 702	固体废物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法
HJ 766	固体废物 金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
HJ 781	固体废物 22 种金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
HJ 1134	生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）
HJ 2025	危险废物收集 贮存 运输技术规范
JC/T 2591	水泥窑协同处置飞灰成套装备技术要求
DB11/T 1766	工业浓盐水处理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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废物无害化处置的过程。

[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。本文件中简称“飞灰”。

[来源：HJ 1134—2020，3.1]

3.3

飞灰水洗液 washing fluid of fly ash

对飞灰进行水洗、固液分离后产生的液体。

[来源：JC/T 2591—2021，3.2]

3.4

水洗飞灰 washing products of fly ash

对飞灰进行水洗、固液分离后产生的固体。

[来源：JC/T 2591—2021，3.1]

3.5

水洗液净化 purification of washing fluid

对飞灰水洗液进行沉淀、过滤、中和等处理，以满足盐水分离要求的过程。

3.6

飞灰水洗氯化物 washing chloride of fly ash

飞灰经水洗-盐水分离后产生的以氯化钠和氯化钾为主要成分的混合物。

3.7

膜分离法 membrane separation

以压力为驱动力，以膜为过滤介质，实现盐水分离的方法。

3.8

机械蒸汽再压缩利用 mechanical vapor recompression utilization, MVR

利用压缩机对蒸发器产生的二次蒸汽进行压缩后再次利用，以替代新鲜蒸汽的技术。

4 总体要求

- 4.1 水洗过程中产生的大气和水污染物排放应满足国家和地方污染物排放标准要求。
- 4.2 对飞灰水洗的相关管理规定应符合 HJ 1134 的要求。
- 4.3 水洗过程中产生的槽罐泥浆、蒸发浓缩废弃膜的处理应符合相关标准要求。
- 4.4 飞灰水洗液经盐水分离后产生的废水应返回飞灰水洗过程循环使用。
- 4.5 水洗后的飞灰进入水泥窑协同处置的应符合 HJ 662 的入窑要求和 GB 30485 污染控制要求。
- 4.6 应建立飞灰水洗除盐工艺的培训制度、安全管理制度、人员健康管理制度、应急管理制度、操作运行记录制度和环境管理制度。
- 4.7 飞灰处理过程应符合危险废物相关管理规定。

5 工艺流程

5.1 飞灰水洗除盐工艺应包括飞灰接收与贮存、水洗、水洗液净化、盐水分离等过程，具体工艺流程如图 1 所示。

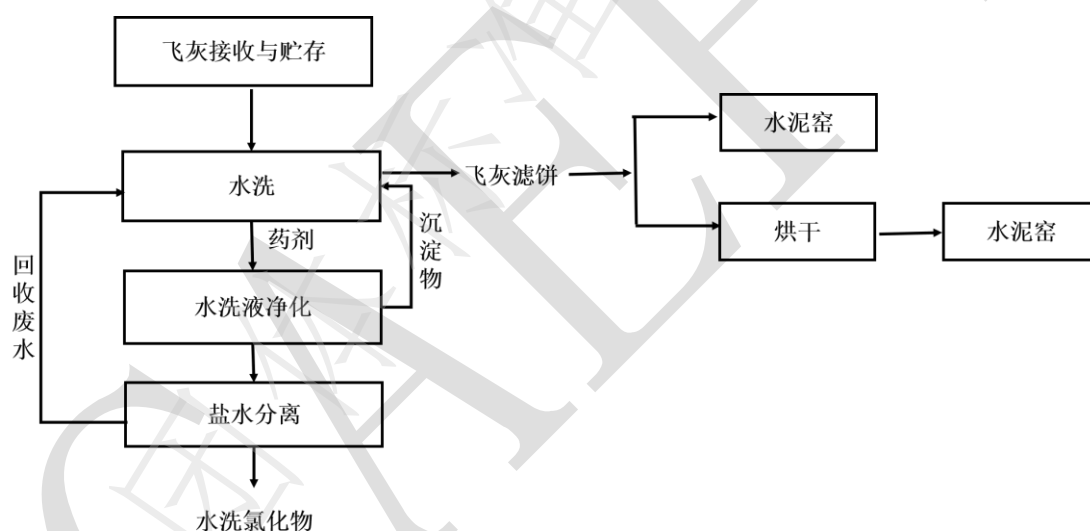


图 1 飞灰水洗除盐工艺流程

5.2 飞灰水洗除盐工艺流程中，应设置重金属去除工艺。

6 接收与贮存

- 6.1 飞灰入厂前应进行检测，检测项目及频次见表 1。
- 6.2 由同一生活垃圾焚烧企业的相同处理工艺连续运行产生的飞灰视为同一批次，上限为生产周期 30 d 或产生量 1000 t。

表 1 飞灰入厂前检测项目及频次

污染物	检测项目	检测频次	检测方法
常规	CaO、SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、K ₂ O、Na ₂ O、MgO、 SO ₃ 、Cl ⁻ 、F ⁻	不少于 1 次/批次	GB/T 176
重金属	Hg、As	不少于 1 次/批次	HJ 702
	Cd、Tl、Ni、Pb、Cr、Sb、Cu、Mn、Be、V、Co、Zn		HJ 781
	Mo		HJ 766
	Sn		GB 5085.3 附录 B
持久性有机 污染物	二噁英类	不少于 1 次/批次	HJ 77.3

6.3 飞灰进厂运输车辆应为密闭式，宜采用封闭罐槽车；飞灰进厂后宜采用气力输送方式将飞灰送至贮存设施。

6.4 飞灰贮存应采用封闭的建（构）筑物，宜使用立式圆筒形料仓。

6.5 飞灰装卸、贮存等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 GB 4915 和 GB 16297 规定的排放浓度限值。

6.6 飞灰装卸、贮存的其他要求应符合 HJ 2025 和 HJ 1134 的相关规定。

6.7 不应接收与其他工业飞灰、底渣、炉渣等物料混合的生活垃圾焚烧飞灰。

7 水洗

7.1 制浆技术要求

7.1.1 飞灰制浆应采用自动进（下）料系统，应具备对飞灰进料量、进料时间等运行参数的自动监控功能，宜在车间内配置可燃有毒气体（如氨气等）报警器和制浆废气收集设施。

7.1.2 飞灰制浆过程应防止飞灰飘散和浆液遗漏。

7.1.3 进入制浆池（罐）中的水与飞灰的比例应根据飞灰的特性动态调整，飞灰浆液特性应满足下游飞灰水洗工艺的进料要求。

7.1.4 制浆池（罐）及浆液搅拌、输送设备等应具有防腐性能，并应根据实际情况及时维护、更换。

7.2 水洗技术要求

7.2.1 飞灰水洗工段应设置水洗反应设施、固液分离设施、水洗飞灰输送设施、废气收集设施和应急处理设施等，应满足飞灰水洗工段的稳定运行和故障处理的要求。

7.2.2 飞灰水洗反应、浆液输送和固液分离过程应配备防止浆液遗漏和漏料收集设施。

7.2.3 飞灰水洗反应过程应使飞灰中的可溶性含氯化合物充分溶解且防止灰浆沉淀，应根据水洗飞灰的指标控制要求配置多级水洗，且水洗应采用逆流方式。

7.2.4 水洗反应设施应配备进水量、混合反应时间等运行参数的自动控制系统。

7.2.5 固液分离设施产生的水洗液中含固率不宜大于 1%，固液分离设施产生的水洗飞灰中含水率宜低于 35%。

7.2.6 水洗飞灰入窑宜配置密闭输送设施、入窑计量设施等。

7.2.7 水洗飞灰入窑投加点的温度应不低于 850℃，宜从窑尾烟室和分解炉底部投加，且宜配置干燥设施将水洗飞灰含水率控制在 3%以下。

8 水洗液净化

8.1 水洗液通常含有悬浮物（SS）、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、Cl 和少量重金属离子，应进行净化后再分离除盐。水洗液净化宜采用化学沉淀+过滤+中和处理工艺，并配置药剂制备设施、缓存设施、过滤设施和化学污泥处理设施。

8.2 水洗液中硬度应采用化学沉淀法去除，宜投加 Na_2CO_3 等药剂，水洗液中重金属的去除应根据溶度积采用相应的重金属捕捉剂。

8.3 水洗液中 SS 应采用过滤法去除，宜采用超（微）滤等过滤技术，技术要求应符合 DB11/T 1766 相关规定。

8.4 为满足盐水分离的工艺要求，净化后的水洗液浊度不应大于 5 NTU，硬度不应大于 200 mg/L（以 $CaCO_3$ 计）；经 pH 值调节后水洗净化液 pH 值宜为 7~9，pH 值调节宜采用盐酸溶液。

9 盐水分离

9.1 盐水分离工艺应根据净化后飞灰水洗液的含盐浓度和种类确定，可采用蒸发浓缩析晶法、膜分离法或冻结结晶法等。

9.2 采用蒸发浓缩析晶法时，宜采用机械蒸汽再压缩技术（MVR），蒸发结晶工艺的进水硬度应控制在 100mg/L 以下；也可采用多效蒸发、多级闪蒸、膜蒸馏等技术。

9.3 采用膜分离处理技术时，脱盐装置的设计应符合 HJ 579 中相关要求。可根据盐水浓度选择适宜的膜分离技术。

9.4 采用冻结结晶技术时，应根据盐水中盐的种类和比例合理确定冷冻终点温度，使主要的盐类结晶后析出，结晶母液应返回前段溶解工序循环。

10 水洗氯化物指标要求

10.1 水洗氯化物应为白色、微黄色或青白色晶体，无明显杂物。

10.2 飞灰水洗氯化物的理化、重金属及二噁英等指标应符合以下要求，见表 2。

表 2 飞灰水洗氯化物指标要求

项目	单位	指标要求	检测方法
氯化钠+氯化钾	g/100g	≥ 90.00	GB/T 7118
水分	g/100g	≤ 6.00	GB/T 13025.3
水不溶物	g/100g	≤ 0.40	GB/T 13025.4
钙镁离子总量	g/100g	≤ 1.00	GB/T 13025.6
硫酸根离子	g/100g	≤ 2.50	GB/T 13025.8
Pb	mg/kg	≤ 25.00	GB/T 13025.9
Cd	mg/kg	≤ 2.50	GB/T 23851
Cr	mg/kg	≤ 15.00	GB/T 23851
Hg	mg/kg	≤ 0.15	GB/T 23851
As	mg/kg	≤ 5.00	GB/T 13025.13
二噁英含量(TEQ)	$\mu\text{g/kg}$	≤ 0.05	HJ 77.3

10.3 水洗氯化物宜经过精制、热解、高温氧化工艺等方式进行资源化利用。

10.4 水洗氯化物资源化产物作为产品时，应符合 GB 34330 的要求，满足环境风险防控管理要求和下游产业技术要求，并有稳定市场需求；当无相关标准要求时，应开展环境风险评价。