# 《水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术规范》

# Technical specification for co-processing of waste incineration fly ash in cement kiln

## (征求意见稿)

## 编制说明

《水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术规范》编制组

2023 年 04 月

# 目录

1 标准编制背景 ..... 3
1.1 任务的来源 ..... 3
1.2 标准制定必要性 ..... 3
1.3 制定本标准的原则 ..... 5
1.4 技术依据 ..... 5
2 垃圾焚烧飞灰预处理现状和发展趋势 ..... 7
2.1 国外垃圾焚烧飞灰预处理现状 ..... 7
2.2 国内垃圾焚烧飞灰预处理现状 ..... 7
3 国内外相关标准调研 ..... 8
4 标准主要内容和说明 ..... 9
4.1 标准内容说明 ..... 9
4.2 规范性引用文件 ..... 9
4.3 术语和定义 ..... 11
4.4 总体要求 ..... 12
4.5 垃圾焚烧飞灰预处理技术要求 ..... 13
4.6 处理后的垃圾焚烧飞灰入窑生料重金属含量参考限值 ..... 17
4.7 过程控制指标要求 ..... 18
4.8 水泥窑工况控制指标 ..... 19
4.9 对水泥熟料的要求 ..... 20
4.10 测试案例 ..... 21
5 重大分歧意见的处理经过和依据 ..... 26
6 采用国际标准的程度及水平的简要说明 ..... 26
7 贯彻山东环境科学学会团体标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施等） 27
8 其他应予以说明的事项 ..... 27

# 1 标准编制背景

## 1.1 任务的来源

任务来源：十四五国家重点研发计划“工业窑炉协同处置城市固废全过程污染控制关键技术研究与工程示范”；

起草单位：本文件主要起草单位：山东大学、淄博市环卫市政中心、淄博市淄川区市政环卫服务中心、淄博晨越宝山环保科技有限公司、北京理工大学、北京中投润天环保科技有限公司、山东中岩重科新材料科技有限公司、山东环保产业集团有限公司、淄博绿能环保有限公司、山东宝山科技有限公司。

本文件主要起草人：毛岩鹏，张嘉政，李敬伟，王旭江，牛汝宝，王振，王建新，郑良树，李明，宋挺鲁，董婧炜，徐剑，张德群，李刚，杨振华，马晓东，任丽，王海蕊，杨新飞，韩国柱，国伟。

## 1.2 标准制定必要性

垃圾焚烧飞灰是垃圾焚烧过程中收集于烟气管道、烟气净化、分离器和除尘器等装置处容重较轻、粒径细小的粉体物质，其产生量约占垃圾焚烧量的 3%～15%。国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部印发《城镇生活垃圾分类和处理设施补短板强弱项实施方案》，提出“全面推进焚烧处理能力建设，在城市生活垃圾日清运量超过 300 吨的地区，加快发展以焚烧为主的垃圾处理方式，到 2023 年基本实现原生生活垃圾零填埋”。2020 年，我国生活垃圾焚烧处置率已经提高至 62.13%，并保持持续上升的态势。垃圾焚烧产业爆发式增长的同时，未来飞灰产生量巨大，到 2020 年底，垃圾总焚烧量达 59.14 万吨/日，年产生飞灰量在 1000 万吨以上。垃圾焚烧飞灰成分复杂、毒性较大，飞灰中不仅含有大量的 Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn 等重金属无机有害物，而且在焚烧过程中多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃 (PCDD/PCDF)等有机致癌物均富集在飞灰中。根据最新的《国家危险废物名录》，垃圾焚烧飞灰、底渣等物质属于危险废物，代号 HW18，同时《国家危险废物名录》规定，对于垃圾焚烧飞灰只有以填埋或者水泥窑协同处置才可以拥有危险废物豁免权，其他处置方式全部要按照危险废物管理办法执行。根据“两高”《关于办理环境污染形势案件适用法律若干问题的解释》，非法排放、倾倒、处置危险废物三吨以上的属于严重污染环境，处三年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处罚金；后果特别严重的，处三年以上七年以

下有期徒刑，并处罚金，所以飞灰其他处置方案存在很大政策壁垒与严重法律的后果。

氯化物是飞灰处置的难点，会增加重金属浸出的风险，对飞灰资源化利用造成困难，也会造成填埋堆体的坍塌。水洗能够去除飞灰中可溶性盐，满足飞灰后续处置及利用的要求，水洗耦合水泥窑协同处置能够实现飞灰的无害化与资源化利用，降低能耗，减少水泥原料消耗，具有处理能力大、降解二噁英和固化重金属等优势。焙烧预处理耦合水泥窑协同处置能有效地消除有机物和固定重金属，焙烧烟气中低熔点的盐和重金属还可以进入水泥窑已有的烟气净化系统，在降低二次飞灰污染能力的同时还简化了工艺流程。经过多年发展，国内水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术已相对成熟。为了提高飞灰替代水泥生料的比例，必须进一步降低飞灰中的氯含量，因此洗涤与焙烧预处理技术不断发展，但飞灰预处理的标准仍然缺乏统一。本规范规定了生活垃圾焚烧飞灰预处理制备水泥类生料过程的术语与定义、总体要求、预处理技术要求、协同处置过程相关污染排放控制要求、产品质量和管理要求以及监测要求。本标准有益于指导实际的工业应用，有利于提高垃圾焚烧飞灰替代水泥生料的比例，增强垃圾焚烧飞灰无害化资源化处理能力。

国家及环保主管部门在相关要求中提出要大力发展循环经济，强化对各类废物的循环利用。国家环境保护规划中也明确提出“控制固体废物污染，推进其资源化和无害化”。利用水泥窑协同处置危险废物不仅可以达到无害化处置的目的，而且可以有效地利用废物，将其作为水泥生产中的替代燃料和原料，实现废物的资源化利用的目的，符合我国节能减排的发展方向。国家相关产业政策及行业发展规划中的“水泥工业发展专项规划”明确指出水泥行业要重视资源的综合利用，鼓励企业利用固体废弃物等替代粘土配料，支持采用工业废渣做原料和混合材。然而，水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰过程也会带来污染物排放增加的问题，除了水泥生产中常规的污染物排放外，还包括 VOC、HCl、重金属、二噁英等特征污染物。水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰可能造成的大气污染物排放增加和控制问题，一直是该处置技术的最大关注点之一。此外，协同处置垃圾焚烧飞灰生产的水泥产品可能存在的重金属浸出风险是其在使用过程中主要的限制因素。

## 1.3 制定本标准的原则

本标准是在依据现有的中华人民共和国环境保护法和中华人民共和国固体废物污染环境防治法的基础上，并参照 GB 30485 等相关固废处置技术规范而编制的，与相关法律、法规、规章制度是兼容的，是环保相关制度的延伸与细化。本标准的有关条款在内容上力求突出本行业处置技术的特点，体现与相关标准的衔接关系。本标准是遵循现有法律、法规的基础之上，推荐性的团体标准，是以科学、技术和实践经验的综合成果为基础，以促进最佳社会效益为目的提出的优势互补准则，既与相关性国家级标准保持协调、统一，又针对标准空白部分作了相应的基础性补充。本标准与现有推荐性行业标准的初衷一致，是为了在一定范围内保证行业获得最佳秩序，可以实现与现有行业标准的有机统一和空白补充。

鉴于本标准为首次制定，建议在实施过程中及时总结反馈有关各方的检测实际情况，如有不完善及不妥的之处，应根据反馈的问题和技术进步情况，及时进行修订完善，力争最终形成实用、可靠的行业规范性技术管理文件。

本标准的编制遵循以下原则：

(1)以科学发展观为指导，以实现经济、社会的可持续发展为目标，以国家环境保护相关法律、法规、规章、政策和规划为根据，通过制定和实施标准，促进环境效益、经济效益和社会效益的统一。

(2)协同处置全过程污染控制原则。针对水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰的污染节点进行分析，分别提出对应的控制措施，对前期预处理、类生料入窑以及后续水泥产品等进行全过程的污染控制。

(3)技术可行性原则。根据国内外水泥窑污染物的最佳控制技术，结合我国实际经济情况和技术发展水平，并参照采用国外相关标准和技术法规的相关规定，制定切实可行的污染物排放限值。对每一受控的污染物项目，从污染排放源特征，结合现实技术能达到的控制水平，得出技术可行的标准限值。

## 1.4 技术依据

本标准适用于生活垃圾焚烧飞灰预处理过程的污染控制以及水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰相关建设项目的环境影响评价、污染控制和监督管理，协同处置过程控制重点在预处理脱盐，还应包括协同处置污染物控制、过程控制、产品控制等。

下列文件是在在起草过程中参考了本行业和相关行业的标准和规定，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。

HJ657 空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法

HJ543 固定污染源废气汞的测定冷原子吸收分光光度法（暂行）

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

HJ/T 299 固体废物 浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法

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 662-2013 水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范

HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法

HJ 2042 危险废物处置工程技术导则

HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范

HJ 1134-2020 生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）

HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则

GB4915 水泥工业大气污染物排放标准

GB/T11651 个体防护装备选用规范

GB/T 5462 工业盐

GB/T 30810 水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定和气态污染物采样方法

GB 8978 污水综合排放标准

GB 5085 危险废物鉴别标准

GB 4915 水泥工业大气污染物排放标准

GB 34330 固体废物鉴别标准通则

GB 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范

GB 30485-2013 水泥窑协同处置固体废物污染控制标准

GB/T 21372-2008 硅酸盐水泥熟料

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

# 2 垃圾焚烧飞灰预处理现状和发展趋势

## 2.1 国外垃圾焚烧飞灰预处理现状

目前，许多国家将垃圾焚烧飞灰与底渣混合收集共同处理处置，美国、加拿大和除德国以外的欧盟国家主要采用“稳定化固化+填埋”的方式处置垃圾焚烧飞灰。瑞士将飞灰中金属分离提取后再进行填埋，德国则是通过废弃岩盐矿储存飞灰，日本主要通过高温熔融和水泥窑协同处置飞灰的方式生产生态水泥或普通水泥。飞灰建材资源化利用要求必须对飞灰进行繁琐的预处理，近年来欧美发达国家在此方面的研究多数集中在飞灰固化作为建筑材料方面，主要包括改进水泥固化工艺、研究高效固化/稳定化药剂和采用稳定化技术代替固化技术。化学稳定化与其它处理方法相比，具有节能、效果好而费用适中的优点，但是，由于是在常温下进行，对二噁英没有分解和破坏效果，因而处理后的飞灰仍应填埋。日本和韩国等亚洲国家由于生活垃圾中塑料类物质含量较高，因而焚烧飞灰中氯化物，尤其是碱金属氯化物含量较高，采用水泥或石灰固化时，固化体的强度和浸水持久性较差，对重金属的阻截仅是其强碱性作用的缘故。同时，水泥或石灰固化飞灰技术对重金属的长期固定效果差，二噁英很难被消除或稳定化。因此，日本和韩国相关研究主要集中在高温处理，尤其是熔融玻璃化方面。高温处理法虽然处理费用较高，但因其稳定化程度高、品质均匀、可达到无害化、稳定化和资源化的目标，已受到越来越多的关注，特别是利用水泥窑独特的高温环境以及完善的污染控制系统的优势，水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术越来越受推崇。

## 2.2 国内垃圾焚烧飞灰预处理现状

国家政策大力支持水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术的发展，根据《生活垃圾焚烧发电建设项目环境准入条件（试行）》的要求，垃圾焚烧飞灰经过预处理满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》要求，可豁免进入水泥窑协同处置。根据《国家先进污染物防治技术目录（固体废物处置领域）》，2017 年选录水泥窑协同处置生活垃圾焚烧飞灰技术作为示范技术。《关于促进生产过程协同资源化处理城市及产业废弃物工作的意见》和《绿色制造工程实施指南》均提到

要加大支持推进利用现有水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰等危废。2021 年，《国家危险废物豁免管理清单》中水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰过程不按危险废物管理。

## 3 国内外相关标准调研

国内外关于水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术标准主要有以下：

国内相关标准部分情况简介如下，《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2014）中规范了水泥窑协同处置固体废物的管理，包含了入窑的固体废弃物特性、技术要求和污染物控制排放要求。《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》（HJ1134-2020）中则是明确应控制飞灰处理产物中的可溶性氯含量，可采用高温工艺、水洗工艺等脱除可溶性氯，处理产物中可溶性氯含量应不超过 2%，以不高于 1%为宜。飞灰及其处理产物利用过程的污染防治则应符合《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091-2020）和《污水综合排放标准》（GB8978-2002）要求。《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）规定入窑物料中氯元素含量不应大于 0.04%。关于重金属含量限值，《通用硅酸盐水泥》（GB175-2009）、《混凝土质量控制标准》等标准中均未对水泥中重金属有害物质的含量及检测方法提出要求。《水泥窑协同处置工业废物计规范》（GB50634-2010）中规定水泥窑协同处置工业废物后，水泥熟料和水泥产品中重金属含量应符合现行国家标准《水泥工厂设计规范》的规定要求，但并没有明确的检测方法。《铬渣污染治理环境保护技术规范（暂行）》（HJ/T301-2007）仅对产品中的重金属铬和钡浸出含量做了限制，浸出检测方法则参照的是我国固体废物浸出毒性浸出方法。《水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法》（GB/T30810-2014）规定了水泥胶砂中可浸出重金属测定的试样制备、浸出步骤和浸出液中重金属含量的测定方法。为确保水泥熟料中重金属含量满足要求，应符合《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的要求。

水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰过程不应影响水泥生产过程和水泥产品质量是其原则之一，因此要求入窑废物首先应该满足水泥生产对原料或者燃料的基本特性要求，应具有稳定的化学组成和物理特性。对于替代原料而言，影响水泥生产过程和水泥产品质量的化学组成和理化特性主要包括：含水率、灰分含量、矿物成分（Ca、Si、Al、Fe）含量、有害元素含量（K、Na、Mg、Cl、F、S、P、

重金属等）、尺寸大小等。在上述这些参数中，有害元素对烟气排放和水泥产品环境安全性的影响更为显著，因此，规定入窑废物中有害物质含量应能满足《水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）中的“入窑协同处置的废物特性要求”，该规范根据水泥窑协同处置技术特点，提出了入窑物料（包括常规燃料、原料和废物）中重金属等有害元素的投加量限值。

国外发达国家先后颁布了一些关重金属含量限值的标准规范等，包括水质、土壤、危险废弃物等领城，只有瑞士明确规定了熟料和水泥中重金属含量的限值。瑞士环境、森林与地形局出版的《水泥厂处置废物导则》为水泥行业规范处置废弃物提供了很好的指导，熟料和水泥中的重金属含量必须满足规定的标准限值要求，否则必须减少废物处置量。《资源保护与回收法》是美国管理固体和危险废物处置的主要法律，明确规定采用 TCLP 毒性浸出试验法以确定某种材料是否可以允许在地上堆放。混凝土绝大部分是建筑于地面或地下的，所以也适用于这个条例。垃圾焚烧飞灰属于一种危险废物，《危险废物管理办法》则是建立了美国危险废物“从摇篮到坟墓”的控制制度，根据《资源保护与回收法》，垃圾焚烧飞灰需要通过毒性特征浸出程序（TCLP），才被认为是无害废物。

# 4 标准主要内容和说明

## 4.1 标准内容说明

本规范规定了生活垃圾焚烧飞灰预处理制备水泥类生料过程的术语与定义、总体要求、预处理技术要求、协同处置过程相关污染排放控制要求、产品质量和管理要求以及监测要求。

本标准适用于生活垃圾焚烧飞灰预处理过程的污染控制以及水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰相关建设项目的环境影响评价、污染控制和监督管理，协同处置过程控制重点在预处理脱盐，还应包括协同处置污染物控制、过程控制、产品控制等方面。

## 4.2 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。

HJ657 空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法

HJ543 固定污染源废气汞的测定冷原子吸收分光光度法（暂行）

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

HJ/T 299-2007 固体废物 浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法

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 662-2013 水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范

HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法

HJ 2042 危险废物处置工程技术导则

HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范

HJ 1134-2020 生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）

HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则

GB4915 水泥工业大气污染物排放标准

GB/T11651 个体防护装备选用规范

GB/T 5462 工业盐

GB/T 30810 水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定和气态污染物采样方法

GB 8978 污水综合排放标准

GB 5085 危险废物鉴别标准

GB 4915-2013 水泥工业大气污染物排放标准

GB 34330 固体废物鉴别标准通则

GB 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范

GB 30485-2013 水泥窑协同处置固体废物污染控制标准

GB/T 21372-2008 硅酸盐水泥熟料

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

## 4.3 术语和定义

4.3.1 生活垃圾焚烧飞灰 Municipal solid waste incineration fly ash

生活垃圾焚烧飞灰是市政生活垃圾焚烧处置过程中烟气净化系统的捕集物和烟道及烟囱底部沉降的底灰。

4.3.2 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰 Co-processing of Municipal solid waste incineration fly ash in cement kiln

水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰是通过高温焚烧和水泥熟料矿物化的高温烧结过程实现垃圾焚烧飞灰毒害特性的分解、降解、消除、惰性化和稳定化的处置技术手段。

4.3.3 洗涤预处理 Washing pretreatment

洗涤预处理是通过水溶液（液态水、碱性水溶液、酸性水溶液）洗涤浸出的方式实现对飞灰中氯盐、重金属、二噁英等一种或几种物质一定程度的去除，使处理后的飞灰满足后续水泥窑协同处置要求的过程。

4.3.4 洗涤液水循环 Water circulation of washing leachate

洗涤液水循环是将飞灰浆体固液分离后的溶液，经钙/镁杂质回收、重金属去除、蒸发结晶等处置后，获得用于后续洗涤预处理环节的水溶液，实现水资源的循环利用。

4.3.5 水洗提盐 Extracting salt from washing leaching solution

水洗提盐是将飞灰浆体固液分离后的溶液经杂质回收、重金属去除等处理后，以膜蒸馏、蒸发结晶等方式从溶液中提取各类满足一定纯度要求的工业盐。

4.3.6 焙烧预处理 Roasting pretreatment

焙烧预处理是在低于物料熔融温度下通过热化学反应脱除垃圾焚烧飞灰中氯盐、部分重金属和分解二噁英的过程。

4.3.7 烟气净化 Flue gas purification

烟气净化主要是指针对水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰产生的废气，诸如粉尘颗粒物、烟气烟尘、异味气体、有毒有害气体等，进行治理的工作。

4.3.8 水泥窑灰 Cement kiln dust

水泥窑灰主要是指水泥窑窑尾排放的废气经收尘设备补集和沉降的干燥粉尘。

4.3.9 类生料 Materials with similar characteristics to cement raw meal

类生料是飞灰等固体废弃物经洗涤或焙烧预处理等方式处理后获得的与水泥生料成分相似并符合入窑要求的材料。

**4.4 总体要求**

4.4.1 一般要求

a) 应根据垃圾焚烧飞灰的来源、特性和产量，实施分级分类收集和管理，在洗涤预处理垃圾焚烧飞灰前，应针对性的设定洗涤预处理、废液循环回收和废气处理的工艺参数，确保处置过程连续稳定运行。

b) 垃圾焚烧飞灰洗涤预处理处置过程应采用二次污染少、环境风险低、自动化程度高、安全可靠的洗涤、脱水、浓缩、结晶以及其他辅助设施。

c) 垃圾焚烧飞灰洗涤预处理环节可以置于垃圾焚烧电厂的水处理车间，利用现有水处理设施，进一步减少水泥厂的管理、运营成本。

d) 垃圾焚烧飞灰焙烧预处理处置过程中，应采用二次污染少、环境风险低、自动化程度高、安全可靠的加热、净化、收尘以及其他辅助设施。

e) 垃圾焚烧飞灰浆体固液分离后的溶液提取工业盐的去向应实施分级分类管理，确保后续利用处置过程中可追踪。

f) 垃圾焚烧飞灰洗涤预处理装置应采用耐盐腐蚀材料。

g) 垃圾焚烧飞灰焙烧预处理装置应采用耐盐腐蚀、耐高温材料。

h) 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰的设备应采用单线设计熟料生产规模不小于 2000t/d 的新型干法水泥窑，协同处置设施应满足 GB 30485-2013 和 HJ 662-2013 的要求。

4.4.2 场地要求

a) 作业场地应为封闭或半封闭空间，且地面应硬化。

b) 飞灰收集、贮存、运输过程中的污染物控制要求应符合 HJ2025 和 HJ 1134 的相关规定。

c) 飞灰预处理作业区域的设置应满足 HJ2042 的要求，并按 GB2894 的要求设置安全标志。

d) 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰的设施场地与贮存应符合 GB 30760 的要求。

4.4.3 人员要求

a) 操作人员应实行培训上岗制度，并定期进行飞灰管理、安全操作、水泥生产管理、职业卫生和应急处理等方面的培训，企业应根据水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰的技术特点建立相应的培训和安全管理制度。

b) 操作人员在作业过程中应按 GB/T11651 的要求穿戴和使用防护装备。

c) 操作人员应熟悉垃圾焚烧飞灰预处理设备的运行原理，并具备设备设施操作与检修技能。

d) 垃圾焚烧飞灰预处理设备启动、运行时应至少 3 名操作人员进行操作、巡检和监控。

f) 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰的启动、运行和停机过程应配置专业的技术人员，符合 HJ 662-2013 的人员要求，所有岗位的人员均应进行有关水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰相关知识及技能的培训。

4.4.4 作业安全要求

a) 垃圾焚烧飞灰预处理作业前，应全面检查设备设施，确定设备设施功能正常后方可操作；每次上料前应确保设备运转正常，设备密封良好，无垃圾焚烧飞灰溢出的现象。

b) 操作人员应按照规划的路线到达操作平台，根据相关的管理文件进行操作。

c) 垃圾焚烧飞灰预处理设备操作位置应具备良好的可视性，确保操作人员安全。

d) 水泥窑在协同处置垃圾焚烧飞灰时，投料量应稳定，及时调整操作参数，保证窑炉及其他工艺设备的正常稳定运行。当水泥窑或烟气除尘设备出现不正常状况时，应自动联机停止垃圾焚烧飞灰的投料。

**4.5 垃圾焚烧飞灰预处理技术要求**

4.5.1 垃圾焚烧飞灰预处理技术介绍

垃圾焚烧飞灰洗涤预处理技术是以水（包括液态水、碱性水溶液、酸性水溶液）作为溶解介质，垃圾焚烧飞灰以悬浮的方式溶解离子组合，从而使垃圾焚烧飞灰中氯、钠、钾等元素不断脱除，并在后续过程中实现洗涤溶液的盐资源化利用。在洗涤预处理过程中，应尽量减少垃圾焚烧飞灰中有益元素的流失，特别

是钙元素，且应避免使用本身含有氯、钠、钾等元素的水溶液。

垃圾焚烧飞灰焙烧预处理技术是以高温设备作为载体，在高温条件下将垃圾焚烧飞灰中氯、钠、钾和多种重金属以二次飞灰的形式富集和脱除，并实现有机污染物（包括二噁英）的高效分解。焙烧过程的产生烟气应在排放前进行净化和补集，可与水泥生产线的除尘设备连通。

4.5.2 工艺流程

a) 洗涤预处理

首先对收集的垃圾焚烧飞灰进行干燥、破碎、预均化处理，再由物料输送机将垃圾焚烧飞灰输送至洗涤预处理设备，洗涤后的垃圾焚烧飞灰经固液分离、干燥、粉磨后作为水泥生产的类生料，垃圾焚烧飞灰处理和处置污染控制要求满足 HJ 1134-2020。洗涤液经调节加药将钙、镁、重金属等离子依次沉淀，通过膜蒸馏等方式将洗涤液浓缩，浓缩液经过杂盐分离、蒸发结晶等方式制备出工业盐，氯化钠和氯化钾应分别满足 GB/T5462 中精制工业盐二级和 GB/T7118 工业盐二级的要求。整个过程分离出的净水重新作为洗涤液循环回用，洗涤预处理工艺流程框图如附件图 1 所示。

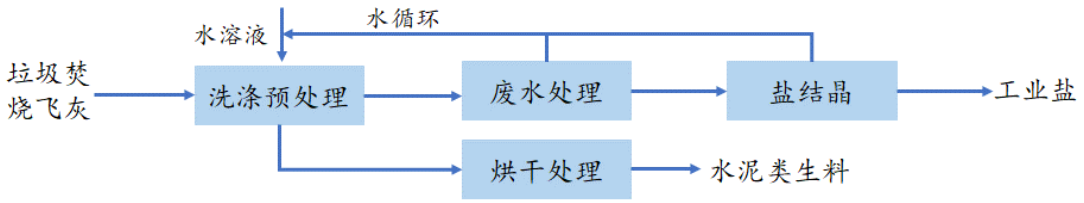



图 1 垃圾焚烧飞灰洗涤预处理工艺流程框图

b) 焙烧预处理

首先对收集的垃圾焚烧飞灰进行干燥、破碎、预均化处理，再由物料输送机将垃圾焚烧飞灰输送至焙烧预处理设备，焙烧后的垃圾焚烧飞灰经粉磨后作为水泥生产的类生料，垃圾焚烧飞灰焙烧预处理过程中的污染控制要求应满足 HJ 1134-2020。焙烧烟气中低熔点的盐和重金属可以通过水泥窑现有的烟气净化系统补集和沉降，以水泥窑灰的形式获得富集的氯盐，并通过后水洗处理工艺回收。垃圾焚烧飞灰焙烧预处理技术工艺流程如附件图 2 所示。

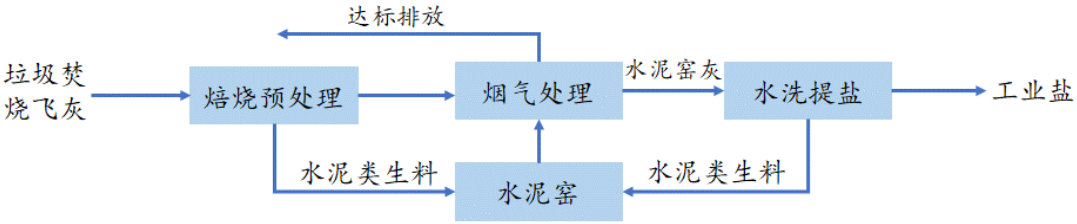



图 2 垃圾焚烧飞灰焙烧预处理工艺流程框图

4.5.3 洗涤预处理后的垃圾焚烧飞灰特性

预处理后的垃圾焚烧飞灰应该具备以下特性：

(1) 破碎后的垃圾焚烧飞灰应为粉状，并将粒径应控制在 200 μm 以下

(2) 预处理后的垃圾焚烧飞灰理化性质应较为均匀，组分基本稳定，并能保证工况连续稳定运行。

(3) 飞灰中的盐主要由易溶性氯盐、微溶性氯盐和难溶性氯盐三部分组成，预处理应将易溶性氯盐（如：NaCl、KCl 和 $CaCl_2$ 等）几乎全部去除。飞灰中微溶性氯盐（如：CaClOH 和 $Ca(ClO)_2$ 等）和难溶性氯盐（如：FeOCl、AlOCl、复合盐 和 $Ca_6(CO_3)_2(OH)_7Cl$ 等）应在预处理中尽可能去除。预处理后的垃圾焚烧飞灰的氯含量应低于 1%。

(4) 洗涤预处理后的飞灰以氧化物形式显示的有益成分流失量不应超过飞灰自身含量的 5%，并应在洗涤过程中尽可能避免钙的流失。

(5) 后续处理应满足 GB30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范的要求。

4.5.4 控制条件

a) 洗涤预处理

表 1 洗涤预处理垃圾焚烧飞灰的工艺参数及控制条件

| 工艺参数 | 控制条件 |
|---|---|
| 水洗温度 | 20℃~80℃ |
| 搅拌时间 | 5~30min |
| 水洗次数 | 1~3 次 |
| 水固比 | ≥3 $m^3$ 且≤8 $m^3$ |
| 脱水后的含水率 | 低于 35% |
| 洗涤液浓缩率 | 20~40% |
| 选择性透过膜分离 | 90%以上钙镁硬度去除率 |

续表 1 洗涤预处理垃圾焚烧飞灰的工艺参数及控制条件

| 工艺参数 | 控制条件 |
| --- | --- |
| 水处理中间过程硬度 | 小于 1000 mg/L |
| 循环水回用率 | 90%以上 |
| 辅剂 | 可控制添加辅剂的浓度以达到强化洗涤除氯的目的，选择使用酸类/碱类/碳酸盐类的辅剂，避免钠盐和钾盐的辅剂，减少氯、钠、钾等元素额外引入，同时尽量减少钙等有益元素的流失（参考辅剂：无机酸：硝酸、磷酸、硫酸等；有机酸：乙酸、乳酸、柠檬酸等） |

说明：水固比过低（小于 3）时，固液分离后的垃圾焚烧飞灰含水率较高，洗涤液的水分相对高比例地残留在飞灰中，在实际的大型洗水工程中脱水难度较大。水固比超过 8 后，随水固比增加，氯的浸出缓慢，耗水量大，经济性差。

b) 焙烧预处理

表 2 焙烧预处理垃圾焚烧飞灰的工艺参数及控制条件

| 工艺参数 | 控制条件 |
| --- | --- |
| 焙烧预处理温度 | 700℃~1000℃ |
| 保温时间 | 15~30min |
| 焙烧次数 | 1 次 |
| 焙烧方式 | 旋转床等 |
| 辅剂 | 添加的辅剂应促进焙烧过程中易挥发元素（氯等）的去除和难挥发元素（重金属等）的固定（例如：铁、铝、氧化锌等） |
| 后洗涤工艺 | 参考 5.4.1 中的工艺参数 |

说明：根据垃圾焚烧飞灰的物理特性和化学组成，为了确保垃圾焚烧飞灰焙烧预处理技术能够科学有效实施，该条款规定了应用焙烧预处理技术处置垃圾焚烧飞灰的控制条件。垃圾焚烧飞灰的有害组分脱除热解温度普遍处于 700℃~1000℃范围内。在焙烧预处理过程，垃圾焚烧飞灰有害组分的脱除/热解时间一般在 15~30 min，超出此时间段后不再发生失重变化。

垃圾焚烧飞灰在焙烧过程与炉壁的相对运动，有助于有害物质的挥发/分解。

4.5.5 主要工艺设备和材料

1) 一般规定

a) 垃圾焚烧飞灰洗涤预处理设备宜优先选择符合国家相关规定，并具备自动化程度高、安全、节能、环保等性能的设备。

b) 采用垃圾焚烧飞灰洗涤预处理工艺的设备应根据防腐要求选择材质，应具有耐盐腐蚀、抗酸碱和防堵塞等特点。

2) 设备

a) 垃圾焚烧飞灰预处理设备宜采用可实现自动化连续运行控制的设备，洗涤设备选型与处理规模相匹配。

b) 用于处置垃圾焚烧飞灰的预处理设备应具备以下功能：

①应具有高效除尘系统，排放废气接入水泥窑烟气净化系统，最终排放废气应满足 GB30485 规定的限值要求。

②具备自动检测报警功能。

③设备集成化、模块化，方便施工。

④设备耐腐蚀、抗酸碱，可连续化稳定运行。

d) 在项目的实际运行过程中，需要根据飞灰的特殊属性来合理调整设计工艺和设备选型，达到真正的可施行的效果。

**4.6 处理后的垃圾焚烧飞灰入窑生料重金属含量参考限值**

为确保水泥熟料中重金属含量满足要求，预处理后的飞灰作为入窑生料经物料平衡后的混合物应低于 HJ 662-2013 中重金属最大允许投加量的限值要求，即入窑混合生料的重金属含量不宜超过表 3 规定。预处理后的垃圾焚烧飞灰或产品应满足 GB5085 中浸出毒性鉴别标准值。

表 3 入窑生料中重金属含量参考限值

| 重金属 | 单位 | 重金属的最大允许投加量 |
|---|---|---|
| 汞（Hg） | mg/kg-cli | 0.23 |
| 铊+镉+铅+15*砷<br>（Tl+Cd+Pb+15As） | | 230 |

续表 3 入窑生料中重金属含量参考限值

| 重金属 | 单位 | 重金属的最大允许投加量 |
| --- | --- | --- |
| 铍+铬+10*锡+50*锑+铜+锰+镍+钒（Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V） | mg/kg-cli | 1150 |
| 总铬（Cr） | mg/kg-cem | 320 |
| 六价铬（$Cr^{6+}$） | | 10 (1) |
| 锌（Zn） | | 37760 |
| 锰（Mn） | | 3350 |
| 镍（Ni） | | 640 |
| 钼（Mo） | | 310 |
| 砷（As） | | 4280 |
| 镉（Cd） | | 40 |
| 铅（Pb） | | 1590 |
| 铜（Cu） | | 7920 |
| 注（1）：计入窑物料中的总铬 | | |

**4.7 过程控制指标要求**

4.7.1 大气污染控制

贮存、处置过程应满足 GB16297 规定的排放要求。窑炉烟气排放采用高效除尘器除尘，除尘器的同步运转率为 100%。窑尾安装大气污染物连续监测装置，烟气中排放的大气污染物应按照 GB4915、GB30485-2013 和 HJ662-2013 的要求进行检测和处置并满足相关的规定。水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰时，窑尾烟气的各项污染物排放指标应满足 GB30485-2013 和 GB4915-2013 的要求，如表 4 所示。

表 4 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰污染控制参考限制

| 污染物 | 最高允许排放限制 |
| --- | --- |
| 氯化氢（HCl) | 10 |
| 氟化氢（HF） | 1 |
| TOC | 不应超过 10mg/m$^3$（1） |
| 二噁英类 | 0.1ngTEQ/m |
| 注（1）：因协同处置垃圾焚烧飞灰前后增加的 TOC 浓度 | |

4.7.2 废水污染控制

洗涤预处理过程中循环水以及废水应符合 GB8978 的要求，才能向环境排放。

4.7.3 噪声污染控制

物料输送泵、风机、空压机等机械设备，宜选用低噪音设备，并采用合理的降噪、减噪措施，确保设备运转时厂界噪声符合 GB12348 的要求。搬运、车辆运输等非机械噪声产生环节，应采取减少固体振动和碰撞过程噪声产生的管理措施。

4.7.4 其他污染控制

厂界恶臭污染物限值应按 GB14554 执行。

**4.8 水泥窑工况控制指标**

4.8.1 配伍控制要求

根据各地区垃圾焚烧飞灰化学组分的实际差异、现阶段水泥厂原料的品质以及检测结果，科学合理地调整生料配比。水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰投料应有准确计量和自动控制装置。

4.8.2 入窑控制要求

垃圾焚烧飞灰进入水泥窑进行协同处置，应满足 GB30485-2013 和 HJ662-2013 要求，符合《国家危险废物名录》中的废物豁免条件。水泥窑在正常工况在稳定运行 4 小时以上后，可开始投加垃圾焚烧飞灰，在水泥窑计划停机前至少 4 小时内不得继续投加。

4.8.3 靶向投加位置

烘干后的飞灰通过气力输送装置从高温段入窑，高温段包括窑头高温段和窑尾高温段，投加位置如如附件图 3 所示。窑头高温段宜利用水泥窑多通道燃烧器，通过主燃烧器投加点入窑焚烧。窑尾高温段宜在烟室、上升烟道、 分解炉适当位置开设投加点，但应注意烟室和上升烟道两处投加点因气力输送造成冷空气引入的负面影响。投料点应保持负压操作，并应具有防回火的功能。

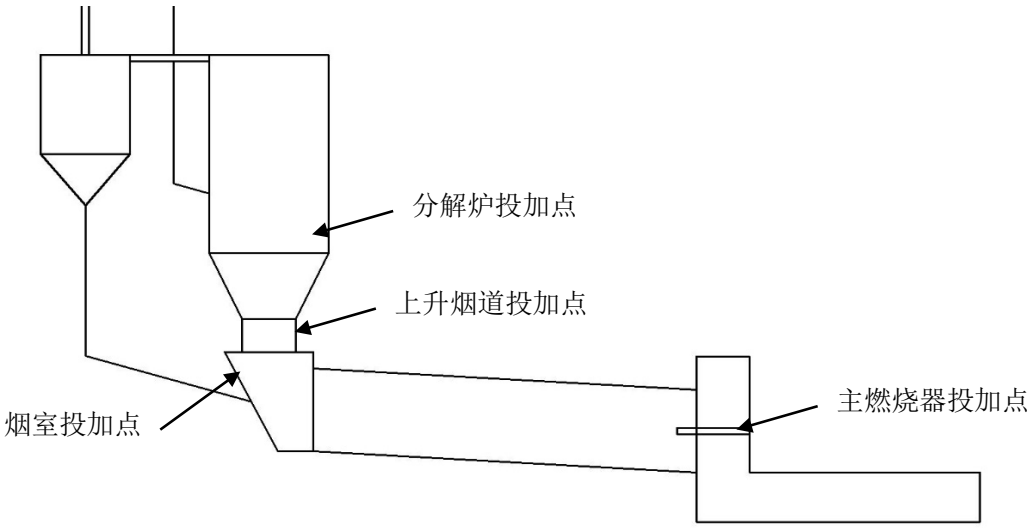



图 3 投加点示意图

4.8.4 重金属控制要求

参考采用循环倍率的方式评价重金属元素在水泥窑内的循环富集情况，两者应满足相关的国家标准。

外循环倍率=窑灰重金属质量浓度/入窑生料重金属质量浓度

内循环倍率=热生料重金属质量浓度/入窑生料重金属质量浓度

**4.9 对水泥熟料的要求**

水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰时，水泥窑生产的水泥熟料应满足 GB/T 21372-2008 的要求，水泥熟料中重金属元素含量不宜超过表 5 规定的限值。水泥熟料中重金属含量的检测按照编制说明规定的方法进行。

表 5 水泥熟料中重金属含量限值

| 重金属 | 限值/（mg/kg） |
|---|---|
| 砷（As） | 40 |
| 铅（Pb） | 100 |
| 镉（Cd） | 1.5 |
| 铬（Cr） | 150 |
| 铜（Cu） | 100 |
| 镍（Ni） | 100 |
| 锌（Zn） | 500 |
| 锰（Mn） | 600 |

## 4.10 测试案例

4.10.1 洗涤预处理案例

a）洗涤预处理准备

将垃圾焚烧飞灰进行干燥、破碎、预均化处理，调整洗涤预处理设备的参数，以达到洗涤预处理的控制条件。

b）洗涤预处理

由物料输送机将垃圾焚烧飞灰输送至洗涤预处理设备，时刻关注设备运行情况、飞灰产出和洗涤液提盐情况。

c）预处理结果

预处理结束后，对洗涤预处理飞灰中的氯、Na、K、Ca、Fe、Al 和多种重金属（洗涤液中只检测到 Cr）的含量进行检测。水洗温度对水洗预处理脱氯的影响如表 6 所示，相同温度下水洗次数对水洗预处理脱氯的影响如表 7 所示，添加辅剂乙酸对水洗预处理脱氯的影响如表 8 所示，Na、K、Ca、Fe、Al 和 Cr 浸出情况如图 4 所示。

表 6 不同水洗温度下一次水洗飞灰中氯残留量

| 水固比 | 不同水洗温度预处理后下氯含量（%） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 20℃ | 40℃ | 60℃ | 80℃ |
| 1 | 3.16 | 3.03 | 2.86 | 2.84 |
| 2 | 2.55 | 2.37 | 2.28 | 2.11 |
| 3 | 2.26 | 2.04 | 2.03 | 1.84 |
| 4 | 2.11 | 1.84 | 1.73 | 1.55 |
| 5 | 2.08 | 1.79 | 1.66 | 1.50 |
| 8 | 1.70 | 1.41 | 1.36 | 1.20 |
| 10 | 1.60 | 1.38 | 1.22 | 1.06 |
| 15 | 1.48 | 1.28 | 1.09 | 0.98 |
| 20 | 1.43 | 1.15 | 0.98 | 0.89 |

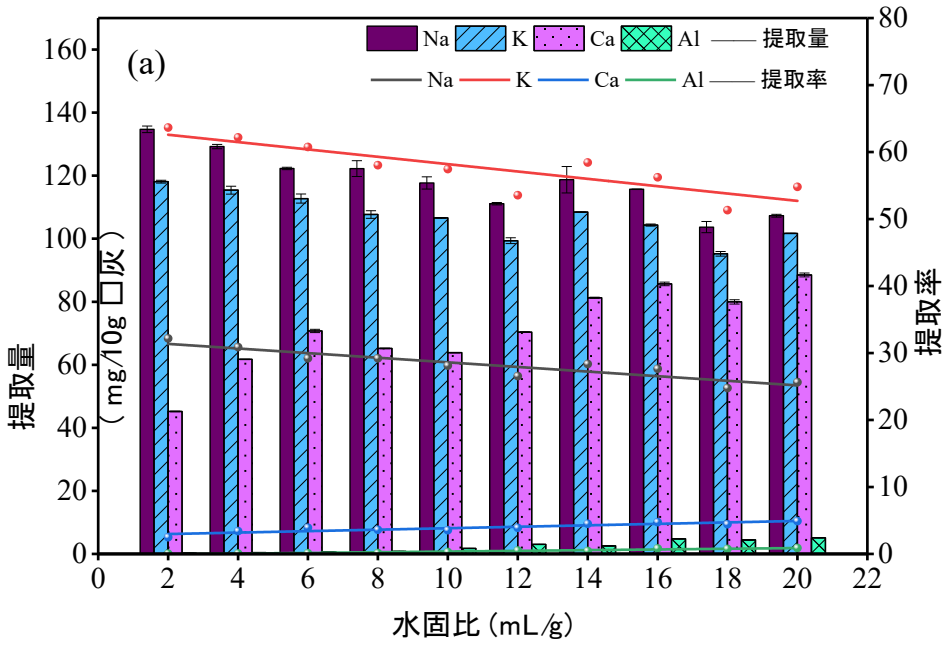
表 7 30℃下不同水洗次数下飞灰中氯残留量

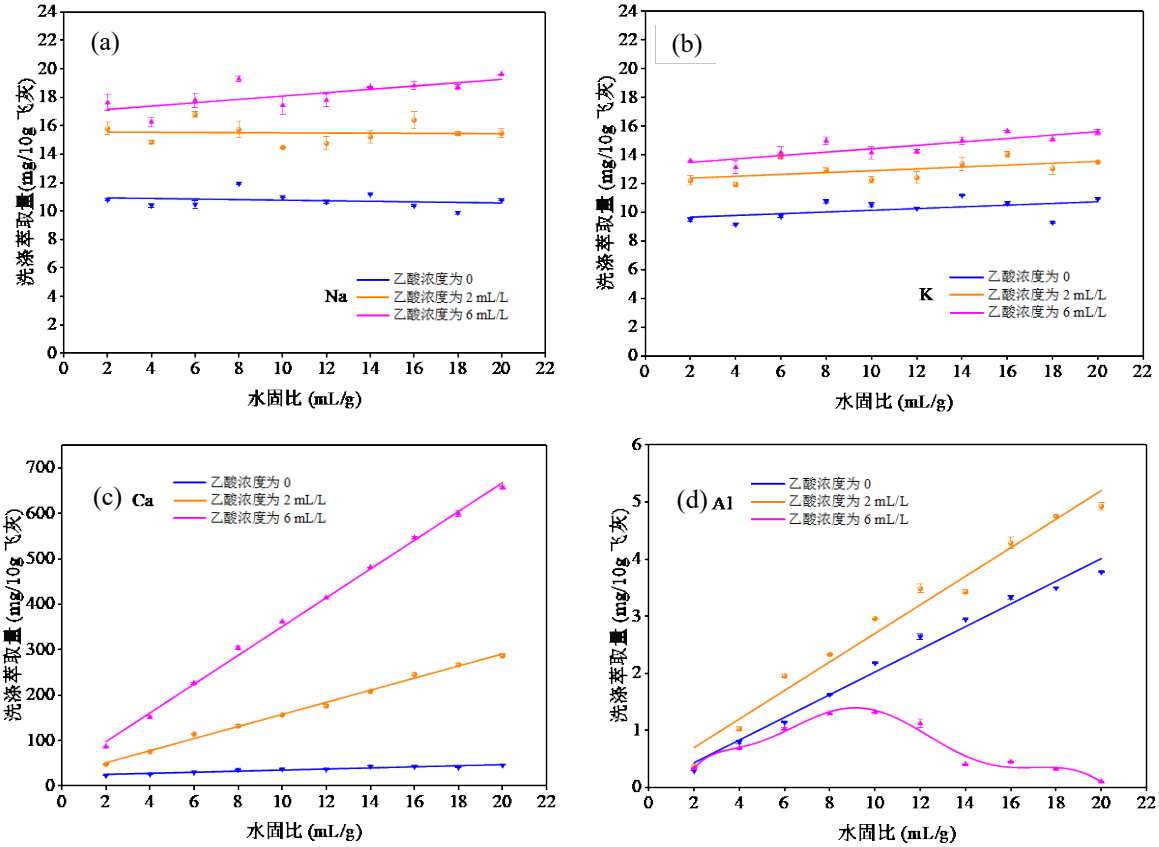
| 水固比 | 洗涤次数 | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2.39 | 1.55 | 1.01 |
| 4 | 2.06 | 1.15 | 0.73 |
| 6 | 1.82 | 1.27 | 0.72 |
| 8 | 1.59 | 0.85 | 0.7 |
| 10 | 1.64 | 0.88 | 0.57 |
| 12 | 1.59 | 0.85 | 0.54 |
| 14 | 1.3 | 0.76 | 0.56 |
| 16 | 1.31 | 0.73 | 0.57 |
| 18 | 1.47 | 0.71 | 0.52 |
| 20 | 1.38 | 0.70 | 0.55 |

表 8 二次酸洗（乙酸）不同酸浓度下飞灰氯残留量

| 水固比 | 酸浓度 (mL/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 2 | 1.32 | 1.34 | 1.28 | 1.25 | 1.25 |
| 4 | 1.21 | 1.18 | 1.18 | 1.08 | 0.92 |
| 6 | 1.06 | 1.00 | 0.99 | 0.82 | 0.77 |
| 8 | 1.01 | 0.97 | 0.89 | 0.74 | 0.72 |
| 10 | 1.02 | 0.88 | 0.73 | 0.68 | 0.60 |
| 12 | 0.99 | 0.74 | 0.67 | 0.62 | 0.53 |
| 14 | 1.02 | 0.72 | 0.66 | 0.61 | 0.43 |
| 16 | 0.97 | 0.77 | 0.53 | 0.51 | 0.38 |
| 18 | 0.99 | 0.63 | 0.58 | 0.52 | 0.40 |
| 20 | 0.97 | 0.58 | 0.49 | 0.47 | 0.33 |

说明：一次水洗的水洗温度为 30℃，水洗时间 10 min，水固比为 4。


(a)
Na
K
Ca
Al
提取量
Na
K
Ca
Al
提取率
提取量（mg/10g 飞灰）
提取率
水固比（mL/g）


(a)
Na
(b)
K
(c) Ca
(d) Al
乙酸浓度为 0
乙酸浓度为 2 mL/L
乙酸浓度为 6 mL/L
洗涤萃取量 (mg/10g 飞灰)
水固比 (mL/g)

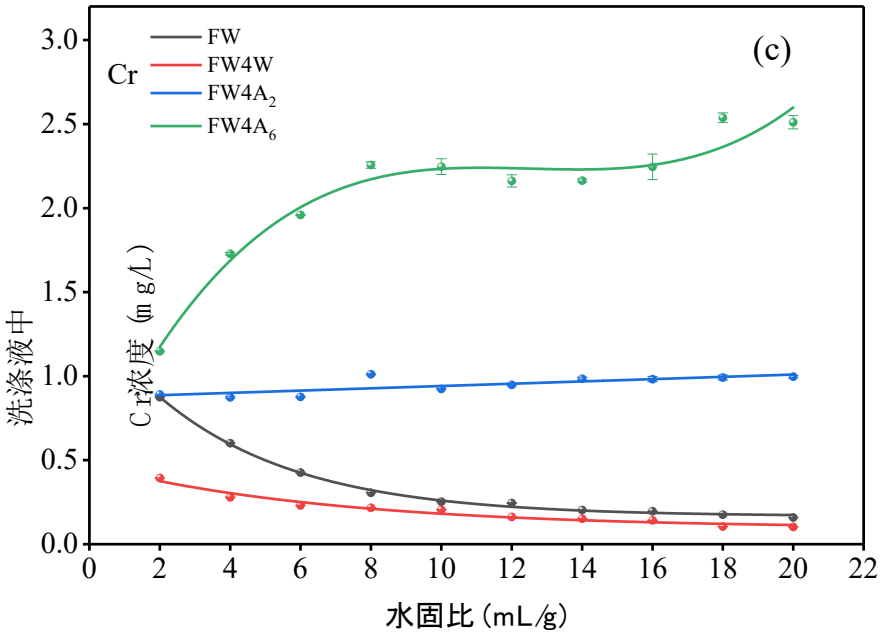



图 4.水固比对两次水洗过程中飞灰金属元素浸出的影响:(a)飞灰在 30℃水浴温度下一次水洗过程中主要金属的浸出;(b):飞灰在第二次不同洗涤预处理工艺（$b_1$: Na； $b_2$: K； $b_3$: Ca；$b_4$: Al）中主要金属的浸出情况;(c):不同预处理过程中飞灰浸出液中的 Cr 浓度（FW：飞灰第一次水洗；FW4：水固比为 4 的第一次水洗；$FW4A_c$：在水固比为 4 的第一次水洗预处理的基础上进行酸浓度为 c 的第二次洗涤）。

### 4.10.2 焙烧预处理实验验证

a）焙烧预处理准备

将垃圾焚烧飞灰进行干燥、破碎、预均化处理，调整焙烧预处理设备的参数，以达到规定的焙烧温度（700℃~1000℃）和保温时间（15~30 min）。

b）焙烧预处理

由物料输送机将垃圾焚烧飞灰输送至焙烧预处理设备，时刻关注设备运行情况和焙烧飞灰产出情况。

c）预处理结果

预处理结束后，对焙烧飞灰中的氯、二噁英和多种重金属的含量进行检测。结果如表 9 和表 10 所示：

续表 9 不同焙烧温度下焙烧飞灰中有害成分的含量

| 温度 | 质量分数/% | 质量浓度/(mg/kg) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| /℃ | 氯 | 镉 | 铜 | 锌 | 铬 | 锰 | 铅 | 镍 | 砷 |
| 0 | 4.75 | 55 | 944 | 3251 | 1113 | 872 | 568 | 112 | 112 |
| 700 | 4.67 | 35 | 1054 | 3742 | 1330 | 1038 | 496 | 147 | 120 |

续表 9 不同焙烧温度下焙烧飞灰中有害成分的含量

| 温度 | 质量分数/% | 质量浓度/(mg/kg) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| /℃ | 氯 | 镉 | 铜 | 锌 | 铬 | 锰 | 铅 | 镍 | 砷 |
| 760 | 4.15 | 0 | 920 | 4001 | 1501 | 1123 | 278 | 142 | 144 |
| 820 | 3.02 | 0 | 715 | 4161 | 1566 | 1168 | 253 | 152 | 156 |
| 880 | 1.88 | 0 | 353 | 3847 | 1399 | 1109 | 204 | 141 | 143 |
| 940 | 0.81 | 0 | 160 | 3721 | 1468 | 1135 | 65 | 138 | 133 |
| 1000 | 0.41 | 0 | 136 | 3905 | 1550 | 1213 | 8 | 171 | 143 |

表 8 焙烧对飞灰中二噁英含量的影响

| 焙烧温度/℃ | 质量浓度/(pg/g) | 毒性当量浓度/(pg I-TEQ/g) |
|---|---|---|
| 0 | 3012 | 198 |
| 950 | 70 | 3 |

d）预处理结果分析

随着焙烧温度的升高，焙烧飞灰中氯、镉、铜、铅的含量明显下降，其中焙烧温度大于 940℃时，焙烧飞灰中氯含量小于 1%，满足 HJ1134 规定的飞灰处理产物中氯含量要求，体现了焙烧预处理对垃圾焚烧飞灰中氯和多种重金属具有良好的去除效果。在 950℃焙烧后，飞灰中二噁英的质量浓度和毒性当量浓度都有了明显下降，二噁英分解率在 97.5%以上，证明了通过焙烧预处理可以分解绝大多数的二噁英。

总体来讲，本预处理方法对垃圾焚烧飞灰中有害物质（氯、二噁英和多种重金属）有较好的去除/分解效果，可以有效降低垃圾焚烧飞灰中有害物质的含量，有利于提高垃圾焚烧飞灰作为水泥替代混合材的占比，为焙烧预处理与水泥窑协同处置的耦合奠定基础。

e）预处理飞灰制备硫铝系胶凝材料

采用焙烧飞灰与其他固废（铝灰，电石渣和脱硫石膏）按照《硫铝酸盐水泥》（王燕谋）配置出硫铝酸盐水泥生料，生料中的主要成分占比如表 9 所示：

表 9 硫铝酸盐水泥生料配比

| 成分 | CaO | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 占比/% | 40~45 | 10~15 | 25~30 | 1~5 | 15~20 |

通过高温升降炉制备硫铝酸盐水泥熟料，不同温度下水泥熟料的 XRD 结果如下所示。

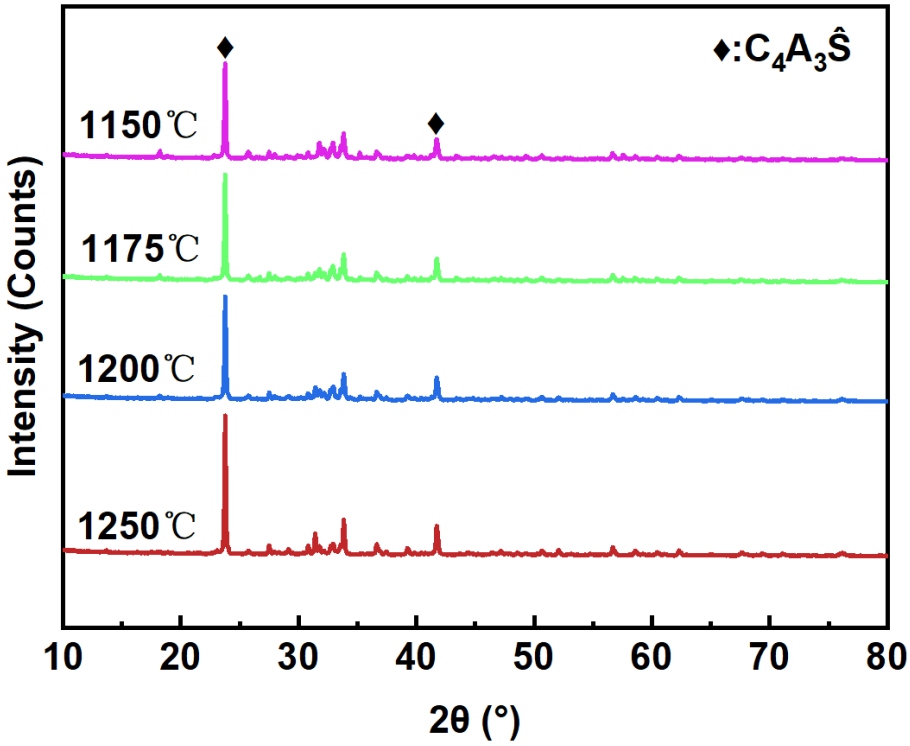



图 5 不同煅烧温度下制备硫铝酸盐水泥熟料

预处理飞灰可以与多种固废在 1150℃~1250℃范围内制备出主要矿相为硫铝酸四钙（$C_4A_3\hat{S}$）的硫铝酸盐水泥熟料，证明预处理后的飞灰与其他固废协同互补制备硫铝酸盐水泥熟料的路线具有可行性，为洗涤/焙烧预处理耦合水泥窑协同处置垃圾飞灰提供了坚实基础。

## 5 重大分歧意见的处理经过和依据

在编制过程中未出现重大分歧意见。

## 6 采用国际标准的程度及水平的简要说明

目前，国内外关于水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰方面的工作报道仍然较为缺乏，垃圾焚烧飞灰仅从矿物学角度考虑可以大规模替代水泥生料，通过预处理技术消除飞灰的毒性后，生产水泥等产品理论上是可行的，然而还未有专门针对垃圾焚烧飞灰预处理脱盐、协同处置污染物控制、过程控制、产品控制等方面的国

家标准或行业标准，因此并未采用相关国际标准，主要采用水泥窑协同处置固体废弃物相关的国家标准或行业标准。山东环境科学学会团体标准《水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术规范》的制定主要考虑水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰预处理脱盐和运行过程污染物控制特点。由山东大学牵头起草，淄博市环卫市政中心、淄博市淄川区市政环卫服务中心、淄博晨越宝山环保科技有限公司、北京理工大学、北京中投润天环保科技有限公司、山东中岩重科新材料科技有限公司、山东环保产业集团有限公司、淄博绿能环保有限公司、山东宝山科技有限公司协作完成，由山东环境科学学会归口，该标准符合国家和山东省科技、产业和民生等政策。

## 7 贯彻山东环境科学学会团体标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施等）

本标准适用于水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰相关建设项目的设计、建设、运营和监督管理。为使标准能够更好地发挥对水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰过程中预处理脱盐、协同处置污染物控制、过程控制、产品控制等的技术指导与科技支撑作用，建议如下：

（一）组织措施

建议省环境科学学会发布与实施该标准时，及时组织有关市（县）环保局标准管理部门和科研和生产单位等进行宣传、推荐该标准。宣传贯彻制定切实可行的措施，做好宣传培训，特别是政府部门加强对下级管理机构的培训工作，使标准的应用真正落到实处。

（二）技术措施

建议加大各部门数据整合和共享。注重发挥政府在水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰项目建设中的推动作用，健全相关监督管理机制，对《水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术规范》团体标准的执行情况进行跟踪调查，及时发现标准执行过程中的问题，不断修改完善，提升标准水平，提高标准的科学、合理性和协调、可操作性。

建议举办由科研和管理单位参加的实施该标准的培训班。

## 8 作为推荐性或强制性标准的建议及理由

建议将《水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰技术规范》以团体标准的形式作为推荐性标准批准发布。