

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□□-20□□

水泥窑协同处置危险废物
环境保护技术规范

Environmental protection technical specification for co-processing of
Hazardous wastes in cement kilns

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前言	iii
1. 适用范围.....	1
2. 基本原则.....	1
3. 规范性引用文件.....	1
4. 术语与定义.....	2
5. 协同处置设施技术要求.....	3
5.1 水泥窑.....	3
5.2 废物投加设施.....	4
5.3 废物贮存设施.....	5
5.4 废物预处理设施.....	5
5.5 废物厂内输送设施.....	6
5.6 分析化验室.....	6
6. 废物特性要求.....	7
6.1 禁止进入水泥窑协同处置的废物.....	7
6.2 入窑协同处置的废物特性要求.....	7
6.3 替代混合材的废物特性要求.....	7
7. 协同处置运行操作技术要求.....	8
7.1 废物的准入评估.....	8
7.2 废物的接收与分析.....	9
7.3 废物贮存的技术要求.....	10
7.4 预处理的技术要求.....	10
7.5 废物厂内输送的技术要求.....	11
7.6 投加的技术要求.....	11
8. 协同处置末端污染控制要求.....	14
8.1 窑灰排放和旁路放风控制.....	14
8.2 水泥产品环境安全性控制.....	15
8.3 烟气排放控制.....	15
9. 协同处置设施性能测试（试烧）要求.....	15

9.1 性能测试内容.....	15
9.2 性能测试结果合格的判定依据.....	16
10. 特殊废物协同处置技术要求.....	16
10.1 医疗废物.....	16
10.2 铬渣.....	17
10.3 污染土壤.....	17
10.4 事故应急废物.....	18
10.5 不明性质废物.....	18
11.人员与制度要求.....	18
11.1 专业技术人员配置.....	18
11.2 人员培训制度.....	19
11.3 安全管理制度.....	19
11.4 人员健康管理制度.....	19
11.5 事故应急管理制度.....	20
11.6 操作运行记录制度.....	20
附录 A(资料性附录) 新型干法窑废物投加点示意图	22

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国循环经济促进法》和《国务院关于落实科学发展观 加强环境保护的决定》等法律和法规,规范水泥窑协同处置危险废物的管理,防止危险废物协同处置过程及其产品对环境造成二次污染,保护生态环境和人体健康,促进危险废物在水泥窑中替代燃料和原料,制定本标准。

本标准规定了利用水泥窑协同处置危险废物的设施选择、设备建设和改造、操作运行和污染控制等方面的环境保护技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位:由中国环境科学研究院、中国建筑材料科学研究总院和金隅红树林环保技术有限责任公司。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日实施。

本标准由环境保护部解释。

本标准由环境保护部解释。

水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范

1. 适用范围

本标准规定了利用水泥窑协同处置危险废物的设施选择、设备建设和改造、操作运行和污染控制等方面的环境保护技术要求。

本标准适用于利用水泥窑协同处置危险废物过程中的污染控制和监督管理。生活垃圾（包括废塑料、废橡胶、废纸、废轮胎等）、城市污水处理厂污泥、受污染土壤以及含有机物的一般工业固体废物在水泥窑中协同处置的环境保护技术要求可参照本标准的相关规定。

2. 基本原则

a) 保护环境，控制危险废物协同处置过程可能造成的环境污染，包括烟气排放控制、水泥产品环境安全控制、废物泄漏和逸散控制。

b) 保护协同处置过程的人体健康和安全，降低协同处置过程的事故风险。

c) 确保协同处置过程不影响水泥产品质量。

3. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB175	通用硅酸盐水泥
GB4915	水泥工业大气污染物排放标准
GB5085.1	危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别
GB5085.4	危险废物鉴别标准 易燃性鉴别
GB5085.5	危险废物鉴别标准 反应性鉴别
GB8978	污水综合排放标准
GB14554	恶臭污染物排放标准
GB15562.2	环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场
GB18597	危险废物贮存污染控制标准
GB□□□□	水泥窑协同处置危险废物污染控制标准
GB□□□□	固体废物生产水泥污染控制标准
GBZ 2	工业场所有害因素职业接触限值
HJ421	医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准

HJ/T20	工业固体废物采样制样技术规范
HJ/T76	固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法
HJ/T176	危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范
HJ/T177	医疗废物集中焚烧处置工程建设技术规范
HJ/T298	危险废物鉴别技术规范
HJ/T299	固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
AQ/T9002	生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则
	《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 344 号）
	《危险废物经营单位编制应急预案指南》（国家环境保护总局公告 2007 年 第 48 号）
	《废弃危险化学品污染环境防治办法》（国家环境保护总局令 2005 年 第 27 号）
	《医疗废物集中处置技术规范（试行）》（环发[2003]206 号）
	《医疗废物分类目录》（卫医发[2003]287 号）

4. 术语与定义

4.1 新型干法窑 new dry process cement kiln

指在窑尾配加了悬浮预热器和分解炉的回转式水泥窑。

4.2 立窑 shaft kiln

指煅烧水泥熟料的窑筒体立置不转动的水泥窑。

4.3 窑磨一体机模式 in-line kiln/raw mill

指把水泥窑废气引入物料粉磨系统，利用废气余热烘干物料，窑和磨排出的废气在同一套除尘设备进行处理的窑磨联合运行模式。

4.4 水泥窑协同处置 co-processing in cement kilns

指将废物投入水泥窑，在进行水泥生产的基础上，同时实现对废物的无害化处置的过程。

4.10 焚毁去除率（DRE）destruction and removal efficiency

指投入窑中的特征有机化合物与残留在排放烟气中的该化合物质量之差，占投入窑中该化合物质量的百分比。DRE 的表达式如下：

$$DRE = \frac{W_{in} - W_g}{W_{in}} \times 100\%$$

其中： W_{in} 为单位时间内投入窑中的特征有机化合物的总量，kg/h；

W_g 为单位时间内随烟气排出的该化合物的总量，kg/h。

4.11 有机标识物 organic marker

指在测试水泥窑对有机化合物的焚毁去除率的试验中向水泥窑内加入的难降解的特征有机化合物。

4.12 投加量 (FM) feeding amount

指协同处置过程中，每生产单位质量的熟料时，某种元素或成分的投加质量（单位：mg/kg-熟料）。

4.13 投加速率 (FR) feeding rate

指协同处置过程中，单位时间内某种元素或成分的投加质量（单位：mg/h）。

4.14 预处理 pretreatment

指为了满足水泥窑协同处置要求，对废物进行干燥、破碎、筛分、中和、搅拌、混合配伍等前期处理的过程。

4.15 铬渣 chromium slag

指有钙焙烧工艺生产铬盐过程中产生的含六价铬废渣。

4.16 事故应急废物 emergency waste

指由于污染事故、安全事故、重大灾害等事件以及环境保护专项行动中集中产生的危险废物。

4.17 不明性质废物 unknown waste

指无法通过废物本身所附信息、废物产生源信息等常规渠道获得废物性质信息的废物。

4.18 标准状态 standard state

指温度为 273K，压力为 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时的状态。本标准规定的大气污染物排放浓度均指标准状态下 O_2 含量 11% 的干烟气中的数值。

5. 协同处置设施技术要求

5.1 水泥窑

5.1.1 满足以下条件的水泥生产线可用于协同处置危险废物：

- a) 窑型为新型干法回转窑。
- b) 单线设计熟料生产规模不小于 2000 吨/日。
- c) 对于改造利用原有设施协同处置危险废物的水泥窑，在改造之前原有设施污染物排放至少连续两年满足 GB4915 的规定。

5.1.2 用于协同处置危险废物的水泥窑应具备以下功能：

- a) 采用窑磨一体机模式。
- b) 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。

c) 采用的除尘器可以保证排放烟气粉尘浓度满足《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准》(GB□□□□)的要求，优先选择袋式除尘器。窑尾排气筒配备粉尘、NO_x、SO₂、HCl、CO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。

d) 具有能将排放烟气温度从300-400℃迅速降至250℃以下的烟气冷却装置，如增湿塔或余热发电锅炉等。

e) 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。

5.1.3 用于协同处置危险废物的水泥生产设施所在位置应该满足以下条件：

a) 符合城市总体发展规划、城市工业发展规划要求。

b) 所在区域没有受到洪水、潮水或内涝威胁。设施所在标高应位于重现期不小于100年一遇的洪水位之上，并建设在长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之外。

c) 经当地环境保护行政主管部门批准的环境影响评价结论确认与周围人群的距离满足环境保护的需要。

d) 危险废物运输路线不经过居民区、商业区、学校、医院等环境敏感区。

5.2 废物投加设施

5.2.1 危险废物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) 废物输送装置和投加口应保持密闭，废物投加口应具有防回火功能。

c) 保持进料通畅以防止废物搭桥堵塞。

d) 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，可自动停止废物投加。

e) 处理腐蚀性废物时，投加和输送装置应采用防腐材料。

5.2.2 危险废物在水泥窑中投加位置应根据废物特性从以下三处选择（参见附录A）：

a) 窑头高温段，包括主燃烧器投加点和窑门罩投加点。

b) 窑尾高温段，包括分解炉、窑尾烟室和上升烟道投加点。

c) 生料配料系统（生料磨）。

5.2.3 不同位置的投加设施应满足以下特殊要求：

a) 生料磨投加可借用常规生料投料设施。

b) 主燃烧器投加设施应采用多通道燃烧器，并配备泵力或气力输送装置；窑门罩投加设施应配备泵力输送装置，并在窑门罩的适当位置开设投料口。

c) 窑尾投加设施应配备泵力、气力或机械传输带输送装置，并在窑尾烟室、上升烟道或分解炉的适当位置开设投料口；可对分解炉燃烧器的气固相通道进行适当改造，使之适合液态或小颗粒状废物的输送和投加。

5.3 废物贮存设施

5.3.1 危险废物贮存设施应专门建设，以保证危险废物不与水泥生产原料、燃料和产品混合贮存。

5.3.2 危险废物贮存设施的设计、安全防护、污染防治等应满足 GB18597 和 HJ/T176 中的相关要求。

5.3.3 危险废物贮存设施内应专门设置不明性质废物暂存区。不明性质废物暂存区应与其他废物贮存区隔离，并设有专门的存取通道。

5.3.4 危险废物贮存区应标有明确的安全警告和清晰的撤离路线。

5.3.5 危险废物贮存设施应符合消防要求。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；应根据危险废物特性、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，并装备抗静电设备；应设置防爆通讯设备并保持通畅完好。

5.3.6 危险废物贮存区及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途。

5.4 废物预处理设施

5.4.1 危险废物的破碎、研磨、混合搅拌等预处理设施有较好的密闭性，并保证与操作人员隔离；含挥发性和半挥发性有毒有害物质的废物的预处理设施应布置在室内车间，车间内应设置通风换气装置，排出气体应通过空气过滤装置后排空或导入水泥窑高温区焚烧。

5.4.2 预处理设施所用材料需适应废物特性以确保不被腐蚀，并不与废物发生任何反应。

5.4.3 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；预处理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。

5.4.4 对易燃性危险废物进行预处理的破碎仓和混合搅拌仓，为防止发生火灾爆炸等事故，应优先配备氮气充入装置。

5.4.5 应根据废物特性及入窑要求，确定预处理工艺流程和预处理设施：

a) 从配料系统入窑的固体废物，其预处理设施应具有破碎和配料的功能；也可根据需要配备烘干等装置。

b) 从窑尾入窑的固体废物，其预处理设施应具有破碎和混合搅拌的功能；也可根据需要配备分选和筛分等装置。

c) 从窑头入窑的固体废物，其预处理设施应具有破碎、分选和精筛的功能。

d) 液态废物，其预处理设施应具有混合搅拌功能，若液态废物中有较大的颗粒物，可在混合搅拌系统内配加研磨装置；也可根据需要配备沉淀、中和、过滤等装置。

e) 半固态（浆状）废物，其预处理设施应具有混合搅拌的功能；也可根据需要配备破碎、筛分、分选、高速研磨等装置。

5.5 废物厂内输送设施

5.5.1 在废物装卸场所、贮存场所、预处理区域、投加区域等各个区域之间，应根据废物特性和设施要求配备必要的输送设备。

5.5.2 危险废物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。

5.5.3 输送设备所用材料应适应废物特性，确保不被腐蚀和与废物发生任何反应。

5.5.4 管道输送设备应保持有良好的密闭性能，防止废物的滴漏和溢出。

5.5.5 非密闭输送设备（如传送带、抓料斗等）应采取防护措施（如加设防护罩），防止粉尘飘散。

5.5.6 移动式输送设备，应采取措施防止粉尘飘散和废物遗撒。

5.5.7 厂内输送危险废物的管道、传送带应在显眼处标有安全警告信息。

5.6 分析化验室

5.6.1 从事危险废物协同处置的企业，应在原有水泥生产分析化验室的基础上，增加必要的废物分析化验设备。

5.6.2 分析化验室应具备以下检测能力：

a) 具备《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T20）要求的采样制样能力、工具和仪器。

b) 所协同处置的废物、水泥生产原料中汞（Hg）、镉（Cd）、铊（Tl）、砷（As）、镍（Ni）、铅（Pb）、铬（Cr）、锡（Sn）、锑（Sb）、铜（Cu）、锰（Mn）、铍（Be）、锌（Zn）、钒（V）、钴（Co）、钼（Mo）、氟（F）、氯（Cl）和硫（S）的分析。

c) 相容性测试，一般需要配备粘度仪、搅拌机、温度计、压力计、pH计、反应气体收集装置等。

d)满足 GB5085.1 要求的腐蚀性检测;满足 GB5085.4 要求的易燃性检测;满足 GB5085.5 要求的反应性检测。

e) 满足 GB4915 和《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准》(GB□□□□) 监测要求的烟气污染物检测。

f) 满足《固体废物生产水泥污染控制标准》(GB□□□□) 监测要求的水泥产品环境安全性检测。

5.6.3 分析化验室应设有样品保存库,用于贮存备份样品;样品保存库应可以长期贮存废物样品而不使废物性质发生变化,并满足相应的消防要求。

5.6.4 本标准 5.6.2 条 a) -c) 以及 f) 款为企业必须具备的条件,其他分析项目如果不具备条件,可经当地环保部门许可后委托有资质的分析监测机构进行采样分析监测。

6. 废物特性要求

6.1 禁止进入水泥窑协同处置的废物

6.1.1 禁止在水泥窑中协同处置以下废物:

- a) 放射性废物。
- b) 爆炸物及反应性废物。
- c) 未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品。
- d) 含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关。

6.1.2 未知特性和未经鉴定的废物,禁止在水泥窑中处置。

6.2 入窑协同处置的废物特性要求

6.2.1 入窑废物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,其化学组成、理化性质等不应在水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。

6.2.2 入窑废物中如含有表 1 中所列重金属成分,其含量应该满足本标准 7.6.7 条的要求。

6.2.3 入窑废物中氯(Cl)和氟(F)元素的含量不应在水泥生产和水泥产品质量造成不利影响,其含量应该满足本标准 7.6.8 条的要求。

6.2.4 入窑废物中硫(S)元素含量应满足本标准 7.6.9 条的要求。

6.2.5 具有腐蚀性的废物,应经过预处理降低废物腐蚀性或对设施进行防腐性改造,确保不对设施造成腐蚀后方可进行协同处置。

6.3 替代混合材的废物特性要求

6.3.1 作为替代混合材的固体废物应该满足国家或者行业有关标准,并且不对水泥质量产生不利影响。

6.3.2 下列废物不能作为混合材原料：

- a) 未经处理的危险废物；
- b) 含有机物的固体废物；
- c) 液态和半固态固体废物。

6.3.3 危险废物经过处理满足“不含有机物、非液态和非半固态”的要求，并且生产的水泥产品的环境安全性满足《固体废物生产水泥污染控制标准》（GB□□□□）的要求，在不会对水泥产品质量产生不利影响的前提下，可以作为水泥混合材加入到水泥熟料中。

7. 协同处置运行操作技术要求

7.1 废物的准入评估

7.1.1 为保证协同处置过程不影响水泥生产过程和操作运行安全，确保烟气排放达标，在协同处置企业与废物产生企业签订协同处置合同及废物运输到协同处置企业之前，应对拟协同处置的废物进行取样及特性分析。

7.1.2 在对拟协同处置的废物进行取样和特性分析前，应该对废物产生过程进行调查分析，在此基础上制定取样分析方案；样品采集完成后，针对本规范第6章要求的项目以及确保运输、贮存和协同处置全过程安全、水泥生产安全、烟气排放和水泥产品质量满足标准所要求的项目，开展分析测试。废物特性经双方确认后在协同处置合同中注明。取样频率和取样方法应参照 HJ/T20 和 HJ/T298 要求执行。

7.1.3 在完成样品分析测试以后，根据下列标准对废物是否可以进厂协同处置进行判断：

a) 该类废物不属于禁止进入水泥窑协同处置的废物类别，符合经营许可证规定的废物类别要求，满足国家和当地的相关法律和法规；

b) 协同处置企业具有运输、卸载、贮存、协同处置该类废物的能力，这些过程中的人员健康和环境安全风险能够得到有效控制；

c) 该类废物的协同处置不会对水泥的稳定生产、烟气排放、水泥产品质量产生不利影响。

7.1.4 对于同一产废单位同一生产工艺产生的不同批次废物，在生产工艺操作参数未改变的前提下，可以仅对首批次废物进行采样分析，其后产生的废物采样分析在7.3节制定处置方案时进行。

7.1.5 对入厂前废物采集分析的样品，经双方确认后封装保存，用于事故和纠纷的调查。备份样品应该保存到停止协同处置该种废物之后。如果在保存期间备份样品的特性发生变化，应更换备份样品，保证备份样品特性与所协同处置废物特性一致。

7.2 废物的接收与分析

7.2.1 入厂时废物的检查

a) 在废物进入协同处置企业时，首先核实其转移联单，并进行下列各项的检查：

1) 检查废物标签是否符合要求，所标注内容应与《危险废物转移联单》和签订的合同一致。

2) 通过外观和气味，初步判断入厂废物是否与转移联单和签订的合同标注的废物类别一致。

3) 检查废物包装是否符合要求，应无破损和泄漏现象。

4) 对废物进行称重，确认符合危险废物转移联单和签订的合同。

5) 必要时，进行放射性检验。

在完成上述检查并确认符合各项要求时，废物方可进入贮存库或预处理车间。

b) 按照 7.2.1 条 a) 款的规定进行检查后，如果拟入厂废物与转移联单或所签订合同的标注废物不一致，或者废物包装发生破损或泄漏，应立即与废物产生单位、运输单位和运输责任人联系，共同进行现场判断。拟入厂废物与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协同处置，并确保在废物分析、贮存、运输、预处理和协同处置过程中不会对生产安全和环境保护产生不利影响，可以进入协同处置企业贮存库或者预处理车间，经特性分析鉴别后按照常规程序进行协同处置。

如果无法确定废物特性，将该批次废物作为不明性质废物，按照 8.5 节规定处理。

如果确定协同处置企业无法处置该批次废物，应立即向当地环境保护行政主管部门报告，并退回到废物产生单位，或送至有关主管部门指定的专业处置单位。必要时应通知当地安全生产行政主管部门和公安部门。

7.2.2 入厂后废物的检验

a) 废物入厂后应及时进行取样分析，以判断废物特性是否与合同注明的废物特性一致。如果发现废物特性与合同注明的废物特性不一致，应参照 7.2.1 条 (2) 款的规定进行处理。

b) 协同处置企业应对各个产废单位的相关信息定期进行统计分析，评估其管理的能力和废物的稳定性，并根据评估情况适当减少检验频次。

7.2.3 制定协同处置方案

a) 以废物入厂后的分析检测结果为依据，制定废物协同处置方案。废物协同处置方案应包括废物贮存、输送、预处理和入窑协同处置技术流程、配伍和技术参数，以及安全风险

和相应的安全操作提示。

b) 制定协同处置方案时应注意以下关键环节：

1) 按废物特性进行分类，不同废物在预处理的混合、搅拌过程中，确保不发生导致急剧增温、爆炸、燃烧的化学反应，不产生有害气体，禁止将不相容的废物进行混合。

2) 废物及其混合物在贮存、厂内运输、预处理和入窑焚烧过程中不对所接触材料造成腐蚀破坏。

3) 入窑废物中有害物质的含量和投加速率满足本规范相关要求，防止对水泥生产和水泥质量造成不利影响。

c) 在制定协同处置方案的过程中，如果无法确认是否可以满足 7.2.3 条（2）款的要求，应通过相容性测试确认。

7.2.4 废物入厂检查和检验结果应该记录备案，与废物协同处置方案共同存档保存。入厂检查和检验结果记录及废物协同处置方案的保存时间不应低于 3 年。

7.3 废物贮存的技术要求

7.3.1 危险废物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。

7.3.2 危险废物贮存设施的操作运行和管理应满足 GB18597 和 HJ/T176 中的相关要求。

7.3.3 不明性质废物的暂存时间不得超过 1 周。

7.3.4 在液态废物贮存区应设置足够数量的砂土等吸附物质，以用于液态废物泄漏后阻止其向外溢出。

7.4 预处理的技术要求

7.4.1 应根据入厂废物的特性和入窑废物的要求，按照废物协同处置方案，对废物进行破碎、筛分、分选、中和、沉淀、干燥、配伍、混合、搅拌、均质等预处理。

7.4.2 预处理后的废物应该具备以下特性：

a) 满足本规范第 6 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) 满足协同处置水泥企业已有设施进行输送、投加的要求。

7.4.3 应采取措​​施，保证预处理操作区域的环境质量满足 GBZ 2、GB14554、GB8978 的要求。

7.4.4 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。

7.4.5 预处理区应设置足够数量的砂土，以用于液态废物泄漏后阻止其向外的溢出。

7.4.6 危险废物预处理产生的各种废物均应作为危险废物进行管理和处置。

7.5 废物厂内输送的技术要求

7.5.1 在进行危险废物的厂内输送时，应采取必要的措施防止废物的扬尘、溢出和泄漏。

7.5.2 采用车辆在厂内运输危险废物时，应按照运输车辆的专用路线行驶。

7.5.3 危险废物运输车辆应定期进行清洗，清洗废水按照预处理废水的要求进行处理。

7.5.4 厂内输送设施管理、维护产生的各种废物均应作为危险废物进行管理和处置。

7.6 投加的技术要求

7.6.1 根据废物的特性和进料装置的要求和投加口的工况特点，选择适当的废物投加位置。

7.6.2 废物投加时应保证窑系统工况的稳定。

7.6.3 在主燃烧器投加的技术要求

a) 具有以下特性的废物宜在主燃烧器投加：

- 1) 液态或易于气力输送的粉状废物；
- 2) 含 POPs 物质或高氯、高毒、难降解有机物质的废物；
- 3) 热值高、含水率低的有机废液。

b) 在主燃烧器投加废物操作中应满足以下条件：

- 1) 通过泵力输送投加的液态废物不应含有沉淀物，以免堵塞燃烧器喷嘴；
- 2) 通过气力输送投加的粉状废物，从多通道燃烧器的不同通道喷入窑内，若废物灰分含量高，尽可能喷入更远的距离，尽量达到固相反应带。

7.6.4 在窑门罩投加的技术要求

a) 窑门罩宜投加不适于在窑头主燃烧器投加的液体废物，如各种低热值液态废物。

b) 在窑门罩投加固体废物时应采用特殊设计的投加设施。投加时应确保将固体废物投至固相反应带，确保废物反应完全。

c) 在窑门罩投加的液态废物应通过泵力输送至窑门罩喷入窑内。

7.6.5 在窑尾投加的技术要求

a) 含 POPs 物质和高氯、高毒、难降解有机物质的废物优先从窑头投加。若受物理特性限制需要从窑尾投加时，优先选择从窑尾烟室投加点。

b) 含水率高或块状废物应优先选择从窑尾烟室投入。

c) 在窑尾投加的液态、浆状废物应通过泵力输送，粉状废物应通过密闭的机械传送装置或气力输送，大块状废物应通过机械传送装置输送。

7.6.6 在生料磨仅能投加不含有机和挥发半挥发性重金属的固体废物。

7.6.7 入窑物料（包括常规原料、燃料和废物）中重金属的最大允许投加量不应大于表 1 所

列限值，对于单位为 mg/kg-水泥的重金属，最大允许投加量还包括磨制水泥时由混合材带入的重金属。

下式为入窑重金属投加量与废物、常规燃料、常规原料中重金属含量以及重金属投加速率的关系：

$$FM_{hm-cli} = \frac{C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_{cli}}$$

$$FR_{hm-cli} = FM_{hm-cli} \times m_{cli} = C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r$$

式中： FM_{hm-cli} 为重金属的单位熟料投加量，即入窑重金属的投加量，不包括由混合材带入的重金属，mg/kg-熟料；

C_w 、 C_f 和 C_r 分别为废物、常规燃料和常规原料中的重金属含量，mg/kg；

m_w 、 m_f 和 m_r 分别为单位时间内废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h；

m_{cli} 为单位时间的熟料产量，kg/h；

FR_{hm-cli} 为入窑重金属的投加速率，不包括由混合材带入的重金属，mg/h；

对于表 1 中单位为 mg/kg-水泥的重金属，重金属投加量和投加速率的计算公式如下：

$$FM_{hm-ce} = \frac{C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_{cli}} \times R_{cli} + C_{mi} \times R_{mi}$$

$$\begin{aligned} FR_{hm-ce} &= FM_{hm-ce} \times m_{cli} \times \frac{R_{mi} + R_{cli}}{R_{cli}} = C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r + C_{mi} \times m_{cli} \times \frac{R_{mi}}{R_{cli}} \\ &= FM_{hm-cli} \times m_{cli} + C_{mi} \times m_{cli} \times \frac{R_{mi}}{R_{cli}} \end{aligned}$$

式中： FM_{hm-ce} 为重金属的单位水泥投加量，包括由混合材带入的重金属，mg/kg-水泥；

C_w 、 C_f 、 C_r 和 C_{mi} 分别为废物、常规燃料、常规原料和混合材中的重金属含量，mg/kg；

m_w 、 m_f 和 m_r 分别为单位时间内废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h；

m_{cli} 为单位时间的熟料产量，kg/h；

R_{cli} 和 R_{mi} 分别为水泥中熟料和混合材的百分比，%；

FR_{hm-ce} 为重金属的投加速率，包括由混合材带入的重金属，mg/h；

FR_{hm-cli} 为入窑重金属的投加速率，不包括由混合材带入的重金属，mg/h。

表 1 重金属最大允许投加量限值

重金属	单位	重金属的最大允许投加量	
汞 (Hg)	mg/kg-熟料	0.23	
铊+铬+铅+15×砷 (Tl+Cr+Pb+15×As)		230	
铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒 (Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V)		1150	
总铬 (Cr)	mg/kg-水泥	320	
六价铬 (Cr ⁶⁺)		0.8 ⁽¹⁾	
锌 (Zn)		37760	
铍 (Be)		1.5	
锰 (Mn)		3350	
镍 (Ni)		640	
钼 (Mo)		310	
砷 (As)		4280	
镉 (Cd)		40	
铅 (Pb)		1590	
铜 (Cu)		7920	
铊 (Tl)		9 ⁽²⁾	
注 (1): 计入窑物料中的总铬和混合材中的六价铬。			
注 (2): 仅计混合材中的铊。			

7.6.8 协同处置企业应根据水泥生产工艺特点, 控制随物料入窑的氯 (Cl) 和氟 (F) 元素的投加量, 以保证水泥的正常生产和熟料质量符合国家标准。入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%, 氯元素含量不应大于 0.04%。

入窑物料中 F 元素或 Cl 元素含量的计算公式如下:

$$C = \frac{C_w \times m_w + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_w + m_f + m_r}$$

式中: C 为入窑物料中 F 元素或 Cl 元素的含量, %;

C_w 、 C_f 和 C_r 分别为废物、常规燃料和常规原料中的 F 元素或 Cl 元素含量，%；

m_w 、 m_f 和 m_r 分别为单位时间内废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h。

7.6.9 协同处置企业应控制物料中硫元素的投加量。通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%；从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg 熟料。

从配料系统投加的物料中硫化物 S 和有机 S 总含量的计算公式如下：

$$C = \frac{C_w \times m_w + C_r \times m_r}{m_w + m_r}$$

式中： C 为从配料系统投加的物料中硫化物 S 和有机 S 总含量，%；

C_w 和 C_r 分别为从配料系统投加的废物和常规原料中的硫化物 S 和有机 S 总含量，%；

m_w 和 m_r 分别为单位时间内废物和常规原料的投加量，kg/h。

从窑头、窑尾高温区投加的全 S 与配料系统投加的硫酸盐 S 总投加量的计算公式如下：

$$FM_S = \frac{C_{w1} \times m_{w1} + C_{w2} \times m_{w2} + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_{cli}}$$

式中： FM_S 为从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量，mg/kg-熟料；

C_{w1} 和 C_f 分别为从高温区投加的废物和常规燃料中的全硫含量，%；

C_{w2} 和 C_r 分别为从配料系统投加的废物和常规原料中的硫酸盐 S 含量，%；

m_{w1} 、 m_{w2} 、 m_f 和 m_r 分别为单位时间内从高温区投加的废物、从配料系统投加的废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h；

m_{cli} 为单位时间的熟料产量，kg/h。

8. 协同处置末端污染控制要求

8.1 窑灰排放和旁路放风控制

8.1.1 为避免外循环过程中挥发性元素（Hg、Tl）在窑内的过度累积，协同处置水泥企业在发现排放烟气中 Hg 或 Tl 浓度过高时宜将除尘器收集的窑灰中的一部分排出水泥窑循环系统。

8.1.2 为避免内循环过程中挥发性元素和物质（Pb、Cd、As 和碱金属氯化物、碱金属硫酸盐等）在窑内的过渡积累，协同处置企业可定期进行预热器旁路放风。

8.1.3 从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘不得再返回水泥窑生产熟料，经 GB5085 鉴别属于危险废物的应按危险废物进行管理，经 GB5085 鉴别不属于危险废物的按

一般固体废物进行管理。

8.1.4 从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘若采用直接掺加入水泥熟料的处置方式，应严格控制其掺加比例，确保水泥产品中的氯、碱、硫含量满足要求，水泥产品环境安全性满足《固体废物生产水泥污染控制标准》（GB□□□□）的要求。

8.2 水泥产品环境安全性控制

8.2.1 生产的水泥产品质量应满足 GB175 的要求。

8.2.2 生产的水泥产品应按照《固体废物生产水泥污染控制标准》（GB□□□□）规定的方法进行重金属浸出分析测试，测试结果应满足《固体废物生产水泥污染控制标准》（GB□□□□）的要求。

8.2.3 按照《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB□□□□）的要求定期对水泥产品进行环境安全性评价监测。

8.3 烟气排放控制

8.3.1 水泥窑协同处置危险废物的排放烟气应满足《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准》（GB□□□□）的要求。

8.3.2 按照《水泥窑协同处置危险废物污染控制标准》（GB□□□□）的要求对协同处置危险废物水泥窑排放烟气进行监测。

9. 协同处置设施性能测试（试烧）要求

9.1 性能测试内容

9.1.1 协同处置企业在首次开展危险废物协同处置之前，应对协同处置设施进行性能测试以检验和评价水泥窑在协同处置危险废物的过程中对有机化合物的焚毁去除能力以及对污染物排放的控制效果。

性能测试包括未投加废物的空白测试和投加危险废物的试烧测试。

9.1.2 空白测试工况为未投加废物进行正常水泥生产时的工况，并采用窑磨一体机模式。

9.1.3 进行试烧测试时，应选择危险废物协同处置时的设计工况作为测试工况，采用窑磨一体机操作模式，按照废物设计的最大投加速率稳定投加废物，持续时间不小于 12 小时。

9.1.4 试烧测试时，应根据投加废物的特性和 9.1.5 的要求在废物中选择适当的有机标识物；如果试烧的废物不含有有机标识物或其含量不能满足 9.1.7 的要求，需要外加有机标识物的化学品来进行试烧测试。

9.1.5 应根据以下原则选择有机标识物：

- （1）可以与排放烟气中的有机物有效区分；

(2) 具有较高的热稳定性和难降解等化学稳定性。

可以选择的有机标识物包括六氟化硫 (SF₆)、二氯苯、三氯苯、四氯苯和氯代甲烷。

9.1.6 在试烧测试时, 含有机标识物的废物应分别在窑头和窑尾进行投加。若只选择上述两投加点之一进行性能测试, 则在实际协同处置运行时, 含有机标识物的废物禁止从未经性能测试的投加点投入水泥窑。

9.1.7 有机标识物的投加速率应满足下式要求:

$$FR_{tr} \geq DL_{tr} \times V_g \times 10^{-6}$$

其中: FR_{tr} 为有机标识物的投加速率, kg/h;

DL_{tr} 为试烧测试时所采用的采样分析仪器对该有机标识物的检出限, ng/Nm³;

V_g 为试烧测试时, 单位时间内的烟气产生量, Nm³/h。

9.1.8 进行空白测试和试烧测试时, 应按照《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB □□□□) 的要求进行烟气排放检测。进行试烧测试时, 还应进行烟气中有机标识物的检测。

9.1.9 试烧测试时, 开始烟气采样的时间应在含有机标识物的稳定废物投加至少 4 小时后进行。

9.2 性能测试结果合格的判定依据

如果性能测试结果符合以下条件, 可以认为性能测试合格:

(1) 空白测试和试烧测试过程的烟气污染物排放浓度均满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB □□□□) 要求。

(2) 有机标识物的焚毁率 (DRE) 不小于 99.9999%, 以连续 3 次测定结果的算术平均值作为判断依据。焚毁率 (DRE) 计算方法见下式:

$$DRE_{tr} = \left(1 - \frac{C_{tr} \times V_g}{FR_{tr} \times 10^{12}}\right) \times 100\%$$

其中: DRE_{tr} 为有机标识物的焚毁去除率, %;

C_{tr} 为排放烟气中有机标识物的浓度, ng/Nm³;

V_g 为单位时间内的烟气体积流量, Nm³/h;

FR_{tr} 为有机标识物的投加速率, kg/h。

10. 特殊废物协同处置技术要求

10.1 医疗废物

10.1.1 医疗废物在水泥窑中协同处置, 除应满足本规范要求外, 还应满足本节的特殊要求。

10.1.2 医疗废物的接收、贮存、输送和投加应该在专用隔离区内进行，不得与其它废物进行混合处理处置。

10.1.3 禁止在水泥窑中协同处置《医疗废物分类目录》中的易爆和含汞化学性废物。

10.1.4 医疗废物在入窑前禁止破碎等预处理，应与初级包装（包装袋和利器盒）一同直接入窑。

10.1.5 医疗废物的投加点优先选择窑尾烟室；投加装置和投加口应与医疗废物的包装尺寸相配备，不得损坏包装；投加口应配置保持气密性的装置，可采用双层折板门控制。

10.1.6 医疗废物的收集、运输、贮存和投加设施建设和运行应执行 HJ/T177、HJ 421 和《医疗废物集中处置技术规范（试行）》的相关要求。清洗污水除了可按照上述规范中的要求进行处理后，也可收集导入水泥窑高温区。

10.2 铬渣

10.2.1 本节的特殊要求不适用于其它含铬废物及其他危险废物在水泥窑中的协同处置。

10.2.2 铬渣应在具有还原性气氛的水泥窑中协同处置，常规的新型干法窑不宜协同处置铬渣。

10.2.3 铬渣可替代部分原料或作为矿化剂与水泥生料混合投加。铬渣的投加量不应超过水泥生料质量的 5%。

10.2.4 铬渣经过解毒并按照 HJ/T299 制备浸出液，如果有害成分的浓度低于表 2 的限值，可作为混合材加入水泥熟料。

表 2 铬渣作为水泥混合材的污染控制指标限值（单位：mg/L）

序号	有害成分	浸出液限值
1	总铬	15
2	六价铬	0.5
3	钡	10

10.2.5 协同处置铬渣生产的水泥产品和解毒铬渣作为混合材料生产的水泥产品均应满足本规范 8.2 节的要求。

10.2.6 铬渣的接收、贮存、预处理、厂内输送和投加应满足本规范相关要求。

10.3 污染土壤

10.3.1 协同处置污染土壤前，应该根据污染源特性对被污染土壤进行检测。依据污染物种类和污染土壤的性质，按照本规范要求协同处置。

10.3.2 污染土壤集中贮存场所应采取必要的防雨和防风措施，防止产生渗滤液和扬尘。含挥发性有机物的污染土壤应密闭贮存，防止有机物挥发扩散。

10.3.3 污染土壤协同处置的其他要求按照本规范的相关规定。

10.4 事故应急废物

10.4.1 在对事故应急废物进行协同处置之前，应该根据废物产生源特性对废物进行必要的检测，确定废物特性后按照本规范要求确定协同处置方案。

10.4.2 如果无法确定废物特性，将该废物作为不明性质废物，按照 10.5 节规定处理。

10.4.3 如果采用不具有危险废物经营许可证的水泥窑设施对事故应急废物进行协同处置，经当地环境保护主管部门批准，可不受本规范 5.1.1 条（2）款的限制。

10.4.4 如果待协同处置的事故应急废物数量较小，可以不经性能测试直接进行协同处置。如果预计协同处置时间超过 3 个月，则应按照协同处置方案确定的工况参数进行性能测试。性能测试时的试烧废物采用拟协同处置的事故应急废物，有机标识物及其投加不受 9.1.4、9.1.5、9.1.7 的限制。标识物可采用废物本身含有物质，按照设计的废物投加速率和废物本身含量投加。其他性能测试要求按照本规范第 9 章的相关规定执行。

10.4.5 如果事故应急废物的协同处置时间超过一年，则不适用本节 10.4.3 条和 10.4.4 条的特殊规定。

10.4.6 事故应急废物协同处置过程的其它要求按照本规范的相关规定执行。

10.5 不明性质废物

10.5.1 在接收不明性质废物后，应立即报告当地环境保护行政主管部门，必要时应报告当地安全生产行政主管部门和公安部门。

10.5.2 在确认不明性质废物不具有爆炸性后，可采取常规分析方法取样分析，确认废物性质后按照本规范的相关要求进行协同处置。

10.5.3 如果不明性质废物可能具有爆炸性，或者无法判断不明性质废物是否具有爆炸性，则应将不明性质废物交由当地有关主管部门指定的专业单位检测、处置。

10.5.4 不明性质废物在确认其性质之前，应单独贮存。不明性质废物单独贮存时间不得超过一周。如果在一周内无法确认其性质，应该将其交由当地有关主管部门指定的专业单位检测、处置。

11. 人员与制度要求

11.1 专业技术人员配置

11.1.1 具有 1 名以上具备水泥工艺专业高级以上职称的专业技术人员：主要包括水泥工艺设

备选型和水泥工艺布置等专业技术人才。

11.1.2 具有 1 名以上具备化学与化工专业中级以上职称的专业技术人员：主要包括危险化学品特性和安全处理方面的专业技术人才。

11.1.3 具有 3 名以上（事故应急废物协同处置可放宽为 1 名以上）具备环境科学与工程专业中级以上职称的专业技术人员：主要包括固体废物的处理处置和管理技术、环境监测和环境污染控制技术等专业人才。

11.1.4 从事处置危险废物的主要管理人员必须取得上岗资质。

11.1.5 从事处置危险废物单位必须配备具有资质的专职安全管理人员。

11.2 人员培训制度

11.2.1 针对水泥窑协同处置技术的特点，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。

11.2.2 培训主要包括：危险废物管理、危险化学品管理、水泥窑协同处置技术、水泥生产管理技术、现场安全预防和人员防护等。

11.3 安全管理制度

11.3.1 从事废物协同处置的水泥企业应遵守水泥生产相关职业健康与安全生产标准和规范。

11.3.2 从事协同处置的企业应遵守危险化学品的相关安全法规，包括《危险化学品安全管理条例》和《废弃危险化学品污染环境防治办法》，避免危险废物不当操作和管理造成的安全事故。

11.3.3 从事协同处置的企业应根据企业特点制定相应的安全生产管理制度，针对危险废物收集、贮存、运输、协同处置过程中可能出现的安全问题，建立安全生产守则基本要求、消防安全管理制度、危险作业管理制度、剧毒物品管理制度、事故管理制度及其他安全生产管理制度。

在制定各项安全生产管理制度时，应注意以下关键问题：

（1）掌握废物的特性，如可燃性，爆炸性和反应性等。

（2）划分出易发生爆炸的区域（如预处理车间），并做好标记和配备相应的探测设备，并配备录像监控设施。

（3）电子设备应接地，防止静电产生火花引起火灾爆炸等安全事故。

（4）对操作人员进行培训并颁发防火许可证，操作人员应能合理使用消防设备。

11.4 人员健康管理制度

10.4.1 建立从事危险废物作业人员的劳动保护制度，遵守《危险废物集中焚烧处置工程建设

技术规范》(HJ/T176)中有关劳动安全卫生和劳动保护的要求。

10.4.2 协同处置企业应建立从业人员定期体检制度,明确从业人员在上岗前、离岗前和在岗过程中的体检频次和体检内容,并按期体检。

10.4.3 建立从业人员健康档案。

11.5 事故应急管理制度

11.5.1 协同处置企业必须建立事故应急管理制度。

11.5.2 事故应急管理制度主要内容包括:应急管理组织体系,生产安全事故应急救援预案管理、应急管理培训、应急演练、应急物资保障等。

11.5.3 应急管理组织体系包括应急管理领导小组和事故应急管理办公室,以企业主要负责人为组长。

11.5.4 应急管理领导小组负责《安全生产事故应急救援预案》的编制;预案要符合《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》和《危险废物经营单位编制应急预案指南》,并保持与上级部门预案的衔接;根据国家法律法规及实际演练情况,适时修订《预案》,做到科学、易操作。

11.5.5 应急管理培训:每年至少进行一次全员应急管理培训,培训内容包括:事故预防、危险辨识、事故报告、应急响应、各类事故处置方案、基本救护常识、避灾避险、逃生自救等。

11.5.6 应急演练:根据年度应急演练计划,每年至少分别安排一次桌面演练和综合演练,强化职工应急意识,提高应急队伍的反应速度和实战能力。

11.5.7 应急救援物资保障:根据预案做好应急救援设备、器材、防护用品、工具、材料、药品等保障工作;确保经费、物资供应,切实加强应急保障能力,并对应急救援设备、设施要定期进行检测、维护、更新,确保性能完好。

水泥企业要对电话、对讲机、手机等通讯器材进行经常性维护或更新,确保通讯畅通。

11.5.8 应急处置:事故发生后,立即启动应急预案,以营救遇险人员为重点,开展应急救援工作;要采取必要措施,防止发生次生、衍生事故,避免造成更大的人员伤亡、财产损失和环境污染;要及时组织受威胁群众疏散、转移,做好安置工作。

11.5.9 应急救援协议:充分利用社会应急资源,与地方政府预案、上级主管单位及相关部门的预案和应急组织相衔接;企业应同各级救援中心签订救护协议,一旦发生企业不能自救的事故,请求救援中心支援。

11.6 操作运行记录制度

协同处置水泥企业应建立生产设施运行状况、设施维护和协同处置生产活动等的登记制

度，主要记录内容应包括：

- (1) 性能测试记录。
- (2) 《危险废物转移联单》的记录和保存；废物信息的记录备份；危险废物进厂运输车车牌号、来源、重量、进厂日期和时间、离厂时间、清洗消毒操作等进行登记。
- (3) 协同处置情况（包括每日收集、贮存、预处理和协同处置的废物类别、数量等）。
- (4) 预处理和协同处置设施运行工艺控制参数记录（包括有害元素投加速率、废物投加速率、投加位置等）、维修情况记录和生产事故的记录。
- (5) 旁路放风和窑灰处置记录。
- (6) 环境监测数据记录。
- (7) 定期检测、评价及评估情况的记录。

附录 A

(资料性附录)

新型干法窑废物投加点示意图

