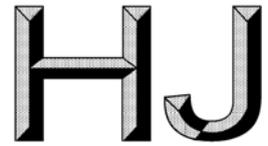


附件 2



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

---

## 固体废物再生利用污染防治技术导则

Guideline on pollution prevention and control technologies  
for solid waste recycling

(征求意见稿)

201□-□□-□□ 发布

201□-□□-□□ 实施

---

环 境 保 护 部 发布

# 目 次

前 言 .....	1
1 适用范围 .....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义 .....	3
4 总体要求 .....	3
5 固体废物再生利用污染防治技术要求.....	4
5.1 一般规定.....	4
5.2 清洗技术要求.....	5
5.3 干燥技术要求.....	5
5.4 破碎技术要求.....	6
5.5 分选技术要求.....	7
5.6 中和反应技术要求.....	8
5.7 絮凝沉淀技术要求.....	8
5.8 氧化/还原技术要求.....	9
5.9 结晶技术要求.....	10
5.10 烧结技术要求.....	11
5.11 热解技术要求.....	12
5.12 生物处理技术要求.....	12
6 检测 .....	14
6.1 固体废物再生利用产品的检测.....	14
6.2 固体废物再生利用场所和设施的检测.....	14

## 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》，规范固体废物再生利用工程的建设活动，防治环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准规定了固体废物再生利用工程污染防治的技术要求。

本标准为指导性文件。

本标准首次发布。

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：中国环境科学研究院、清华大学、四川大学。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 固体废物再生利用污染防治技术指南

## 1 适用范围

本标准规定了固体废物再生利用工程的污染防治通用技术要求，适用于新建、改建、扩建的固体废物再生利用工程，可作为固体废物再生利用工程环境影响评价、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

本标准适用于固体废物（不包括危险废物）用作原料或替代材料的再生利用工程，不适用于固体废物用作替代燃料的能量再生工程。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 5085	危险废物鉴别标准
GB 5750	生活饮用水标准检验方法
GB 8978	污水综合排放标准
GB 9078	工业炉窑大气污染物排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 13271	锅炉大气污染物排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 15603	常用危险化学品贮存通则
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 28662	钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 17420	微量元素叶面肥料
GB/T 23486	城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质
GB/T 24600	城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 物理因素
HJ/T 164	地下水环境监测技术规范
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
HJ/T 194	环境空气质量手工监测技术规范
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范
CJ/T 309	城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质
CJ/T 362	城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质

建设项目环境保护管理条例 国务院令 第 253 号  
建设项目竣工环境保护验收 国家环保局令 第 13 号  
管理办法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 固体废物 Solid Waste

指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

#### 3.2 固体废物再生利用 Solid Waste Recycle

指将固体废物直接作为原料或燃料进行利用或者对固体废物通过分离、纯化等工艺处理后进行物质资源化利用的过程。再生利用可以分为物质再生利用和能量再生利用，是一种资源化方式。固体废物再生利用包括建材利用、土地利用、制新型材料、提取化工或矿产原料等主要利用途径，固体废物再生利用通常是由清洗、干燥、破碎、分选、中和反应、絮凝沉淀、氧化还原、结晶、烧结、热解、生物处理等单个或多个工艺单元的组合而成。

#### 3.3 工艺单元 Process Unit

指固体废物再生利用工艺装置中的任一主要单元，包括固体废物再生利用过程的化学工艺、机械加工、仓库、包装线等在内的整个生产设施。固体废物再生利用通常是单个或多个工艺单元的组合。如固体废物建材利用一般包括干燥、破碎、烧结等工艺单元的组合。

#### 3.4 氧化/还原 Oxidation/Reduction Reaction

指通过氧化或还原反应，使固体废物中价态可发生变化的有毒有害成分转化为无毒害或低毒害成分，并使其具有稳定化学性质的过程。氧化还原宜作为固体废物再生利用前的预处理方法，以便固体废物的后续处理处置，如含重金属废物、金属硫化物、金属氰化物等有毒有害无机物的预处理。固体废物的氧化还原处理分为火法氧化还原法和湿法氧化还原法。

#### 3.5 烧结 Sintering

指将粉末或压坯在低于主要组分熔点温度下的热处理过程，通过废物颗粒间的烧结处理可以固化有害成分、显著提高烧结产品的强度。

### 4 总体要求

4.1 固体废物再生利用应遵循综合治理、循环利用、环境安全优先的原则。

**4.2** 固体废物再生利用应在保证全过程环境安全的前提下实现固体废物最大程度的资源化、无害化、减量化。

**4.3** 固体废物再生利用技术应符合国家相关产业技术政策；若没有相关的产业技术政策，参考固体废物再生利用技术的生命周期评价结果进行技术选择。

**4.4** 固体废物再生利用工程的设计、施工、验收、运行应遵守国家现行的有关法律、法令、法规、标准和行业规范的规定，符合有关工程质量、安全、消防等方面的强制性标准的规定。

**4.5** 应对固体废物再生利用各技术环节的环境污染进行识别控制，采取有效污染控制措施，避免污染物的无组织排放，防止发生二次污染，产生的废物应妥善处置。

**4.6** 固体废物再生利用产品应执行相关污染控制标准，没有污染控制标准的，应进行环境安全性评价。环境安全性评价的主要步骤包括：确定环境保护目标、建立评价场景、构建污染物释放模型、构建污染物在环境介质中的迁移转化模型、影响评估等。对于多种去向的固体废物再生利用产品，应根据最不利暴露条件开展环境安全性评价。

**4.7** 固体废物再生利用产品应充分考虑社会公众接受程度。

## **5 固体废物再生利用污染防治技术要求**

### **5.1 一般规定**

**5.1.1** 固体废物再生利用设施包括1个或多个再生利用工艺单元。固体废物再生利用设施应具备必要的防雨、防渗设施，应配备废水处理、粉尘处理、臭气处理、防止或降低噪声等污染控制装置，可实施污水、臭气、粉尘、噪声等主要环境影响指标的在线监测。

**5.1.2** 作业区应具备良好的通风条件，应采取必要的防尘、除尘措施。作业区粉尘和有害气体的允许浓度应符合GBZ 2.1的要求。

**5.1.3** 固体废物再生利用设施应采取控制措施控制大气污染，符合特定行业污染控制标准的要求。没有特定行业污染控制标准的，应符合GB 16297的要求。固体废物再生利用设施应采取必要的措施防止恶臭物质扩散，周围环境敏感点方位的场界恶臭污染物浓度应符合GB 14554的要求。

**5.1.4** 固体废物再生利用过程产生的冷凝液、浓缩液、渗滤液等必须进行有效收集，集中处理，处理后的水应优先考虑循环利用，必须排放时应满足GB 8978的要求。

**5.1.5** 固体废物再生利用过程产生的污泥、底渣等废物应综合利用或安全处置，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

**5.1.6** 固体废物再生利用过程应注意操作工人防尘、防毒、防噪声等方面的个人防护。

**5.1.7** 应针对固体废物再生利用工艺单元特点制定相应的应急预案，以有效应对意外事故。

## **5.2 清洗技术要求**

**5.2.1** 固体废物清洗是采用溶剂或气体从被洗涤对象中除去杂质成分并达到分离纯化目的的过程。

**5.2.2** 固体废物清洗技术可分为人工清洗和机械清洗；根据固体废物的清洗工艺，可以分为顺流漂洗和逆流漂洗，根据洗涤的要求可以进行多级漂洗。

**5.2.3** 清洗前应明确固体废物的特性，应防止固体废物清洗过程引起的毒性物质释放、爆炸和火灾等次生或附带危险，并采取相应的安全防护措施。

**5.2.4** 遇水易燃或产生易燃气体、易释放挥发性毒性物质的固体废物，不宜进行清洗处理。

**5.2.5** 固体废物清洗设备应具备耐磨、防腐蚀等性能。

**5.2.6** 固体废物清洗应采取密闭、局部隔离等措施，防止废气、废水和污泥等二次污染。

**5.2.7** 固体废物清洗设施的安全卫生措施应符合 GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2 和 GB/T 12801 的要求。

## **5.3 干燥技术要求**

**5.3.1** 固体废物干燥是用热空气、烟道气以及红外线等加热湿固体废物，使其中所含的水分或溶剂汽化而除去的过程。干燥的目的在于通过蒸发去除大量的水分，达到减容、减量，便于处理、处置和再利用。

**5.3.2** 固体废物的干燥技术包括喷雾干燥、流化床干燥、气流干燥、回转圆筒干燥、厢式干燥等等。

**5.3.3** 干燥前应明确固体废物的物化特性，以确定干燥介质的种类、干燥方法和干燥设备，具体包括：

- (1) 物理性质。如主要组成、含水率、比热容、热导率等；液态废物还应明确浓度、粘度及表面张力等；
- (2) 化学性质。如热敏性、毒性、可燃性、氧化性、酸碱度、摩擦带电性、吸水性等；
- (3) 其他性质。如膏糊状废物的粘附性、触变性等。

**5.3.4** 喷雾干燥器适合于溶液、悬浮液或泥浆状废物的干燥；流化床干燥器适合于无凝聚作用的散粒状废物的干燥；气流干燥器适用于粉粒状废物的干燥；回转圆筒干燥器适用于粒状或小块状废物的干燥；厢式干燥器适合于少量热敏性、易氧化废物的干燥。

**5.3.5** 在下列情况时，应选择闭路循环式干燥设备，避免气体和颗粒状物质逸出造成大气污染或事故。

- (1) 固体废物中含有挥发性有机类溶剂；
- (2) 固体废物中含有有毒固体粉粒状物质；
- (3) 固体废物干燥过程产生的粉尘在空气中可能形成爆炸混合物；
- (4) 固体废物干燥过程中不允许与氧接触氧化。

**5.3.6** 喷雾干燥系统配备的风机及各类泵，应采取有效减振措施，减少振动对工厂环境及建筑物的影响。

**5.3.7** 发现干燥设备排气中有烟或冷却段有烧焦的气味，应立即采取如下措施：1) 干燥设备实施紧急停机，关闭所有风机及进风闸门；2) 排出设备内干燥废物；3) 清理设备内燃烧物残余，分析着火原因，消除隐患后方可开机干燥。干燥设备应按使用说明书要求定期停机，排空全部干燥废物，清理设备内残存物。

**5.3.8** 干燥工艺单元独立排放污染物时，应配备必要的粉尘和臭气收集和处理设施，防止粉尘、臭气、有毒有害气体的二次污染。废气处理排放应符合以下要求：1) 热风炉烟尘及 SO<sub>2</sub> 排放浓度应符合 GB 13271 的规定；2) 干燥机排放粉尘浓度及速率应符合 GB 16297 的规定。

**5.3.9** 干燥工艺单元采用喷雾干燥系统并独立排放污染物时，应配置袋式除尘器或湿式洗涤器对废气进行处理，达到 GB 16297 的要求后排放。

## **5.4 破碎技术要求**

**5.4.1** 固体废物破碎是通过人力或机械等外力的作用，破坏物体内部的凝聚力和分子间作用力而使物体破裂变碎的过程，将小块固体废物颗粒分裂成细粉状的过程称之为磨碎。

**5.4.2** 固体废物的破碎技术包括锤式破碎、冲击式破碎、剪切破碎、颚式破碎、辊式破碎、球磨破碎等。

**5.4.3** 破碎前应明确固体废物的特性，采取措施防止固体废物破碎过程引致的毒性物质释放和火灾等次生危险。

**5.4.4** 易燃易爆固体废物、易释放挥发性毒性物质的固体废物，不宜采用进行破碎处理。

**5.4.5** 废塑料、废橡胶等固体废物的破碎宜采用干法破碎；铬渣、硼泥等固体废物的破碎宜采用湿法破碎。

**5.4.6** 固体废物在破碎处理前应采取必要措施保证废物的均匀性，防止非破碎物混入引起破

碎机械的过载损坏。破碎设备的旋转传动部件应具有安全防护装置。

**5.4.7** 固体废物破碎过程应防止粉尘、臭气、噪声等二次污染。

**5.4.8** 应采取措施控制破碎设备运转时产生的噪声污染，使作业劳动者接触噪声的声级符合 GBZ 2.2 的要求。采用工程控制措施仍达不到 GBZ 2.2 要求的，应根据实际情况合理设计操作时间，并采取适宜的个人防护措施。

**5.4.9** 固体废物粉磨过程应严格控制粉尘的颗粒度、挥发性和火源等，防止发生粉尘爆炸。

## **5.5 分选技术要求**

**5.5.1** 分选是将固体废物中各种有用资源或不利于后续处理的杂质成分用人工或机械的方法分门别类地分离处理的过程，是实现固体废物资源化、减量化的重要手段之一。

**5.5.2** 固体废物的分选技术包括手工捡选、筛选、重力分选、水力分选、磁力分选、涡电流分选、光学分选等。

**5.5.3** 分选前应对固体废物进行预处理，剔除有毒有害、大块的固体废物，改善废物的分离特性，提高分选效率。水力分选、磁选和涡流分选设备应达到 90% 的分选效率，其它分选设备的效率不应小于 70%。

**5.5.4** 应根据后续处理的要求和处理对象的特点，合理选择和组合固体废物的分选设备。人工分选适合于生活垃圾等混合废物的分选；重力分选适用于分离密度相差较大的固体废物；磁力分选适用于磁性与非磁性废物之间的分选；电力分选适用于导体、半导体和非导体固体废物的分选；浮选适用于亲水性和疏水性固体废物的分选。

**5.5.5** 轻质固体废物分选适合采用风选和静电分选设备；黑色金属分选适合采用永磁分选机或电磁分选设备；有色金属分选适合采用电涡流分选设备。

**5.5.6** 分选设备应具有防粘、防缠绕、自清洁、耐磨和耐腐蚀等功能。人工分选皮带机宽度不宜超过 1.2m，皮带移动速度宜为 0.1~0.3m/s，固体废物堆积厚度宜小于 0.1m。

**5.5.7** 固体废物接收、输送及分选设备在不影响作业的前提下，应加设罩盖以保证分选设备本身及接口封闭，应采取措施控制废物散落、扬尘、臭气扩散以及渗沥液泄漏，避免产生二次污染。分选工艺单元独立排放污染物时，应达标排放。

**5.5.8** 采取措施控制分选作业、通风除臭等环节产生的噪声，厂界噪声应符合 GB 12348 的要求，作业车间噪声应符合 GBZ 2.2 的要求。

**5.5.9** 固体废物分选产生的残余物应综合利用或安全处置，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

**5.5.10** 固体废物分选通风系统致病菌的灭活以及蝇、蚁、鼠等卫生防疫措施应按卫生防疫部门有关规定执行。

## **5.6 中和反应技术要求**

**5.6.1** 中和反应是通过加入药剂，调节酸性或碱性溶液 pH 值到中性的反应过程，是处理酸性废渣或碱性废渣等固体废物的常用技术。

**5.6.2** 中和反应工艺适用于液体、泥浆和污泥等液态、半固态废物的 pH 值调节。中和处理前应明确固体废物的理化特性，进行必要的预处理以保证废物的均匀性。

**5.6.3** 酸性（碱性）废物的中和反应应优先利用废碱（酸）液、碱性（酸性）废渣进行处理。

**5.6.4** 应采取措施防止中和反应中因温度升高导致毒性物质的产生和释放。酸性废物与水调和时，应往水里缓慢添加酸性废物，不应将水直接倾倒至酸性废物中。

**5.6.5** 中和反应装置和管路应采用抗压、防腐蚀、耐高温材料，应配置液位计、pH计，对液位和pH值进行在线监测和控制。

**5.6.6** 腐蚀性废物贮存应满足GB 15603的相关要求。

**5.6.7** 中和反应设施应配套建设二次污染的预防设施，运行过程产生的废气、废水、废渣等污染物排放应符合国家或地方相关污染物排放标准的要求。中和反应产生的残渣应经浓缩、脱水等预处理后回收利用，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

## **5.7 絮凝沉淀技术要求**

**5.7.1** 絮凝是将悬浮于液态介质中的微小、不沉降的微粒凝聚成较大、更易沉降颗粒的过程；沉淀则是一种将某种或所有渗液中的物质转变为固相的物理化学过程。固体废物的絮凝沉淀过程通常组合在同一装置内进行。

**5.7.2** 固体废物的絮凝沉淀技术包括：氢氧化物沉淀、硫化物沉淀、硅酸盐沉淀、碳酸盐沉淀、共沉淀、无机或有机配合物沉淀等。

**5.7.3** 应对固体废物进行必要的预处理，保证固体废物的均匀性，提高絮凝沉淀过程对于有用成分的提取效率。

**5.7.4** 投药及药剂混合设备应设置在混凝设备附近。混凝设备、连接管道、投配机和搅拌机等应采用防腐蚀材料。絮凝沉淀池应密闭，防止有毒有害物质释放。

**5.7.5** 絮凝沉淀过程应严格控制 pH 值，有条件时应设置 pH 值自动控制仪，并与加药计量泵耦合，保证最佳的絮凝沉淀效果。

**5.7.6** 絮凝沉淀池运行过程操作人员不宜在池边停留，不应揭开井盖检查。絮凝沉淀池周边可能有易燃易爆气体逸出，应防止一切火种。

**5.7.7** 絮凝沉淀过程产生的废水必须进行有效收集，集中处理，处理后的水应优先考虑循环再利用。必须排放时，废水应满足 GB 8978 的要求。

**5.7.8** 絮凝沉淀设施周边应具备良好的通风条件，混凝沉淀过程产生的废气应统一收集，经处理后应满足 GB 16297 的要求达标排放。

**5.7.9** 絮凝沉淀产生的污泥应经过浓缩、脱水处理，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

## **5.8 氧化/还原技术要求**

**5.8.1** 固体废物氧化/还原是通过氧化或还原反应，使废物中价态可能发生变化的有毒有害成分转化为无毒害或低毒害且具有化学稳定性成分的过程，以便进一步处理和处置。

**5.8.2** 固体废物的氧化/还原技术包括：火法氧化/还原法和湿法氧化/还原法。

**5.8.3** 应对固体废物进行必要的预处理，以保证废物粒度的均匀性，提高固体废物在氧化/还原处置过程中的转化效率。

**5.8.4** 常用氧化剂包括氯和次氯酸盐、过氧化氢、高锰酸钾和臭氧等。

(1) 采用氯和次氯酸盐作为氧化剂应严格控制 pH 值以保证废物的氧化效果。应采取措施预防氯气贮存和搬运过程的潜在危险。

(2) 过氧化氢适合于处理含有氰化物、甲醛、硫化氢、对苯二酚、硫醇、苯酚和亚硫酸盐等废物。过氧化氢应保存于专用贮存容器，应加入抑制剂保证过氧化氢贮存过程的分解率小于 1%。

(3) 高锰酸钾适合于处理酚类化合物、酸性废水中的可溶性铁和锰、炼油厂和污水处理厂中臭味物质及氰化物等。

(4) 臭氧适合于处理含有氰化物、酚类和卤代有机化合物等废物。

**5.8.5** 常用还原剂包括二氧化硫、硫酸亚铁、亚硫酸盐、硼氢化钠、煤粉等。

(1) 二氧化硫、硫酸亚铁、亚硫酸盐适合于处理含铬废物，应严格调节 pH 值和氧化-还原电位控制反应进程。

(2) 硼氢化钠适合于处理含铅、汞、银、镉等重金属废物以及酮、有机酸、氨基化合物等有机化合物。

#### **5.8.6 湿法氧化/还原：**

- (1) 适合于处理溶液、污泥和泥浆等液态或半固态废物。
- (2) 湿法氧化/还原工艺应确保不引入造成环境污染的其它物质。
- (3) 应根据固体废物特点确定废物粒度、液固比、pH值、反应时间等工艺参数。
- (4) 应严格控制pH值以控制氧化/还原反应残渣的产生量。残渣应进行综合利用或处置，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

#### **5.8.7 火法氧化/还原：**

- (1) 适合于处理固体废物。应根据废物成份确定氧化剂（或还原剂）的用量，固体废物与氧化剂（或还原剂）在进入氧化/还原设施之前应均匀混合。
- (2) 火法氧化/还原设施应配备自动控制系统和在线监测系统，以控制转速（回转窑）、进料量、风量、温度等运行参数，在线显示气体浓度、风量、温度等运行工况。
- (3) 采用回转窑进行火法氧化/还原，应控制进入回转窑的空气量以保证氧化（或还原）气氛，确保回转窑中O<sub>2</sub>和CO含量有利于高温氧化（或还原）反应的进行。
- (4) 火法氧化/还原设施应配备脱硫净化装置和除尘装置，并对尾气中的粉尘、SO<sub>2</sub>和CO浓度进行在线监测，大气污染物排放应满足GB 9078的要求。

**5.8.8** 固体废物氧化/还原过程产生的废水应循环利用。如需要外排时，应进行处理满足GB 8978的要求后排放。

**5.8.9** 对产生粉尘的生产设备应采取除尘措施，扬尘点应设置吸尘罩和收尘设备，保持负压，除尘净化后的气体应集中排放。作业区必须具备良好的通风条件，粉尘、有害气体浓度应满足GBZ 2.1的规定。

**5.8.10** 火法氧化/还原过程产生的烟气，宜采用静电除尘器进行处理，收集的粉尘应返回原火法氧化/还原系统。

### **5.9 结晶技术要求**

**5.9.1** 结晶是溶质从溶液中析出的过程，分为晶核生成（成核）和晶体生长两个阶段，两个阶段的驱动力均是溶液的过饱和度。

**5.9.2** 固体废物的结晶技术包括：蒸发溶剂法、冷却热饱和溶液法。

**5.9.3** 蒸发结晶适用于水溶液或有机溶液的蒸发浓缩处理，尤其是热敏性废物；冷却结晶适用于对晶体粒度要求高且产量较大的固体废物分离。

**5.9.4** 结晶处理前应明确废物特性，应进行必要的预处理以保证废物的均匀性。

**5.9.5** 蒸发设备必须具备观察孔、视镜、清洗和排净孔，必须对温度、液位、压力等参数进行实时监控，受压力容器（包括蒸发器、预热器等）不应超温、超压、超液位运行。不应在蒸发结晶器运行时用水冲洗目镜或带压紧目镜螺丝。更换目镜应在蒸发结晶器内压力降至常压后进行。

**5.9.6** 应在运行3~6个月或蒸发效能下降时对蒸发器进行碱洗或酸洗除垢，清洗完的酸性(碱性)废水应倒入稀酸(碱)槽，经处理后循环利用。必须排放时，应满足GB 8978的要求。

**5.9.7** 固体废物蒸发结晶过程如产生有害气体，应采用密闭装置（应留有泄气孔）和气体收集设施，废气应进行必要的处理后满足GB 16297的要求达标排放。

**5.9.8** 固体废物蒸发结晶过程产生的冷凝液和粘稠剩余物，应经浓缩、脱水等预处理后回收利用，本企业不能综合利用或处置的，应交给有资质的企业进行综合利用或处置。

## **5.10 烧结技术要求**

**5.10.1** 固体废物烧结是将粉末或压坯在低于主要组分熔点温度下的热处理过程，目的是通过固体废物颗粒间的冶金结合以实现有害成分的固化、提高烧结产品的强度。

**5.10.2** 固体废物的烧结技术包括：鼓风烧结、抽风烧结和窑内烧结。鼓风烧结分为烧结锅和平地吹。抽风烧结分为连续式和间歇式烧结。窑内烧结分为回转窑烧结和悬浮式烧结。

**5.10.3** 烧结适合于含重金属废物的处理（含砷和含汞废物除外）。含重金属废物的烧结处理应严格控制氧化还原气氛、烧结温度等，防止重金属的活化。

**5.10.4** 应采取下列措施控制固体废物烧结过程中的污染：

- (1) 推行清洁生产工艺，优化工程设计，实现常规污染物与二恶英协同减排。
- (2) 选用低氯化物含量原料、减少氯化钙使用、对原料进行除油预处理、增加料层透气性、采用粉尘返料造球等措施减少二恶英等的产生与排放。
- (3) 鼓励采用烧结废气循环技术减少废气产生量和排放量。
- (4) 鼓励有条件的企业建设废气综合净化设施，废气排放应满足 GB 28662 的要求。

**5.10.5** 防尘与除尘，应符合下列规定：

- (1) 工艺布置应尽量减少物料的转运次数并减低其落差，减少扬尘量。
- (2) 产生或散发的粉尘应采取密封和收尘措施。
- (3) 固体废物堆存应防止因风吹、雨淋、挥发、自燃等引起的二次污染与危害。

(4) 粉尘和泥渣应经过必要处理后回收利用。

**5.10.6** 固体废物烧结工艺设计应选用低噪声工艺和设备。应对高噪声设备采取消声、减振或隔声等措施，确保厂界噪声达到 GB 12348 的要求。

### **5.11 热解技术要求**

**5.11.1** 热解是在无氧或近乎无氧的状态下，固体或液体有机废弃物的大分子链被切断、裂解成低分子链的油气，油气经过冷凝及分离，得到高附加价值的轻质油、重质燃油等资源化物质的过程。

**5.11.2** 固体废物的热解技术包括：固定床热解、移动床热解、回转窑热解、流化床热解等。

**5.11.3** 组成单一废物（废轮胎、废塑料等）适宜采用中温热解进行能源和资源回收；农林业废物适合于采用低温热解生产低硫低灰分的炭；聚乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯废物适宜热解制油。酚醛树脂、脲醛树脂等热固性塑料废物不适宜作为热解原料，生活垃圾中回收的废旧塑料不适宜作为热解制油的原料。适合热解处理污泥的含水量应低于30%。

**5.11.4** 固体废物热解前应进行必要的预处理，保证废物的均匀性，提高废物的热解效率。

**5.11.5** 热解设备应配备温度自动化控制装置，应具备良好的密封性，操作过程应采用常压或微负压以防裂解气体外泄，热解设备和烟气管道应采取绝热保漏措施。

**5.11.6** 裂解设备点火过程应尽量缩短冒黑烟的时间，运行后应减少停机和启动次数。

**5.11.7** 固体废物裂解作业应实时监测除尘器的运行状态，发现冒黑烟等问题应及时处理。

**5.11.8** 固体废物热解生产燃料油产生的废水应采用焚烧的方法处理。固体废物热解产生的燃料油油渣应重新送回裂解炉处理。

**5.11.9** 固体废物热解产生的废气应循环利用作为热裂解的燃料，不能回收利用的通过设置火炬燃烧器燃烧处理，防止气体对周边环境造成污染。

**5.11.10** 固体废物热解产生的黑炭和底渣，应采取分离、造粒等方法综合利用，分离、造粒过程应采取设备密闭和水法造粒等措施以防止炭黑粉尘散逸。

### **5.12 生物处理技术要求**

**5.12.1** 生物处理是利用生物，特别是微生物的代谢活动降解有机固体废弃物的过程，以实现有机固体废弃物的无害化、稳定化和资源化。

**5.12.2** 固体废物再生利用过程涉及的生物处理技术包括堆肥、厌氧消化等，固体废物原料中含有特征污染物，应对堆肥产品进行环境安全性评价。

### 5.12.3 堆肥工艺应符合：

- (1) 应对堆肥原料进行脱水、脱盐、碳氮比调节等预处理，堆肥原料应符合下列要求：含水率为 40%~60%；有机物含量为 20%~60%；碳氮比（C/N）为 20:1~30:1。
- (2) 堆肥产品应分别符合 GB 8172、GB/T 23486、GB/T 24600、CJ/T 309、CJ/T 362 的相关质量要求。
- (3) 应采取措施控制堆肥预处理车间和堆肥车间的臭气排放。处理车间和堆肥车间应设负压收集系统，将臭气统一收集后处理排放。臭气处理可以选择生物滤池、吸附膜、吸附塔等方式，臭气去除率不应小于 95%。
- (4) 固体废物堆肥过程产生的渗滤液必须进行收集，集中处理，处理后的渗滤液应优先考虑循环再利用。必须排放时，应符合 GB 8978 的相关要求。
- (5) 堆肥过程中产生的残余物应进行回收利用或安全处置。
- (6) 堆肥厂（场）区内应采取灭蝇措施，并设置蝇类密度监测点。

### 5.12.4 厌氧消化工艺应符合：

- (1) 应根据固体废物的特点、地气候条件选择湿式或干式厌氧消化工艺。
- (2) 消化物料碳氮比（C/N）宜控制在 25:1~30:1，碱度（以  $\text{CaCO}_3$  计）以 2500~5000 mg/L 为宜。湿式厌氧消化的物料含固率宜为 5%~15%，干式厌氧消化的物料含固率宜为 20%~30%。
- (3) 中温厌氧消化温度以 30~38℃为宜，高温厌氧消化温度以 50~60℃为宜。湿式厌氧消化的物料停留时间不宜低于 15 天，干式厌氧消化的物料停留时间不宜低于 20 天。
- (4) 厌氧消化器应符合下列规定：(a) 应有良好的防渗、防腐、保温和密闭性；(b) 容量应根据处理规模、发酵周期、容器强度等因素确定；(c) 厌氧消化器的结构应有利于物料流动，避免产生滞流死角；(d) 厌氧消化器应具有良好的物料搅拌、匀化功能，防止物料在消化器中形成沉淀。
- (5) 厌氧消化设施应配置完善的通风除臭设施及噪声控制设施，不应影响周边环境。
- (6) 厌氧消化后产生的沼液必须有效收集，集中处理，处理后的水应优先考虑循环利用。必须排放时，应符合 GB 8978 的相关要求。沼液做液体肥料时，应符合 GB/T 17420 的要求。沼渣应综合利用或安全处置。
- (7) 厂（场）区内应采取灭蝇措施，并应设置蝇类密度监测点。

## **6 检测**

### **6.1 固体废物再生利用产品的检测**

**6.1.1** 企业应对固体废物再生利用产品进行定期采样检测。

**6.1.2** 采取的每份样品应破碎并混合均匀，按照 GB 5085 的要求进行分析。

**6.1.3** 固体废物再生利用产品的检测结果应符合环境安全性评价要求。

### **6.2 固体废物再生利用场所和设施的检测**

**6.2.1** 企业应在固体废物再生利用过程中对场所和设施周边的大气、土壤、废水和地下水等进行定期检测，作为评价固体废物再生利用过程是否对大气、土壤和地下水造成二次污染的依据。

**6.2.2** 固体废物再生利用场所和设施的检测采样方法如下：

- (1) 颗粒物和气态污染物的采样检测按照 GB/T 16157 进行；
- (2) 空气的采样检测按照 HJ/T 194 进行；
- (3) 土壤的采样检测按照 HJ/T 166 进行；
- (4) 废水的采样检测按照 HJ/T 91 进行；
- (5) 地下水的采样检测按照 HJ/T 164 进行。

**6.2.3** 固体废物再生利用场所和设施的检测方法如下：

- (1) 污染物排放浓度按照相应排放标准规定的检测方法进行；
- (2) 地下水的检测按照 GB 5750 进行；
- (3) 土壤的检测按照土壤环境相关检测方法标准进行。