



# 废弃物管理设施环境、健康与安全指南

## 前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。<sup>1</sup>。如果世界银行集团的一个或多个成员参与项目，则应根据这些成员各自政策和标准的要求执行本《EHS指南》。本《EHS指南》是针对具体行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>。

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

## 适用性

《废弃物管理设施EHS指南》涵盖了专门用来对市政固体废弃物和工业废弃物进行管理的各种设施或项目，这包括废弃物的收集与运输；废弃物的接收、卸放、处理与存储；垃圾填埋场处理；物理化学与生物处理；以及焚化项目等<sup>2</sup>。具体的废弃物管理活动适用于医疗垃圾、市政污水、水泥窑，以及其他与《EHS指南》相关的行业领域中，它可以在源头上把废弃物产生量降到最低并进行重新利用。本文件由以下几个部分构成：

<sup>1</sup> 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度及预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。

<sup>2</sup> 这份文件涵盖了废弃物管理方面最常用的商业方法，但不包括其他方面的活动，如放射性废弃物的管理、在焚烧厂进行的联



- 1 具体行业的影响与管理
- 2 指标与监测
- 3 参考文献和其他资料来源
- 附录 A 行业活动的通用描述

## 1 具体行业的影响与管理

本节综述了废弃物管理设施在运行和报废阶段发生的有关 EHS 问题，并对减轻这些问题产生的影响提出了建议。

关于在建设、运行和报废阶段中对大部分大型工业企业具有通用性的 EHS 问题的管理建议，以及多种工业活动中普遍存在的其他运作阶段问题，如噪声，请参见《通用 EHS 指南》。

### 1.1 环境

市政固体废弃物（MSW）一般与工业上的有害和无害废弃物分开来管理，因此，下面对 MSW 和工业废弃物管理具有的环境影响分别进行了说明。

#### 市政固体废弃物

市政固体废弃物（MSW）通常是指在市内产生和收集起来的（除污水与空气排放之外的）废弃物。根据丢垃圾人的收入和生活方式，MSW 的构成会有很大不同。如表一所示，MSW 包括家庭垃圾、公共机构废弃物、街道清扫垃圾、商业垃圾，以及建筑与爆破残骸。MSW 可能还包括纸质与包装材料；食品；植物垃圾，如院子里产生的垃圾；金属；橡胶；纺织品；以及具有潜在危害性的材料，如电池、电力元件、油漆、漂白剂与药物等。MSW 可能还包括小型工业产生的不同数量的工业垃圾，以及动物尸体及排泄物。下面对 MSW 收集与运输；废弃物接收、卸放、处理与存储；生物处理；焚化；以及垃圾填埋等具有的环境影响和相关的缓解措施进行了说明。

表一 市政固体废弃物的来源与类型

来源	典型垃圾丢弃者	固体废弃物类型
家庭垃圾	单户或多户家庭住宅	食品垃圾、纸张、纸板、塑料、纺织品、皮革、庭院垃圾、木材、玻璃、金属、灰烬、特殊废弃物（如大件物品、消费电子产品、白色商品、电池、油、轮胎等），以及家庭有害垃圾
工业垃圾	轻重工业生产、制作、建筑地点及发电厂与化工厂	室内垃圾、包装、食品垃圾、建筑与爆破材料、有害废弃物、灰烬及特殊废弃物等
商业垃圾	商店、旅馆、饭店、市场及办公楼	纸张、纸板、塑料、木材、食品垃圾、玻璃、金属、特殊废弃物及有害废弃物等
公共机构垃圾	学校、医院、监狱及政府中心	与上述商业垃圾相同
建筑与爆破	新建筑地点、道路修理、改造	木材、钢铁、水泥及尘土等

合焚化，或深井注入。



	地点及建筑物爆破	
市政服务	街道清洁、风景区、公园、海滩、其他娱乐休闲场所及水与污水处理厂	街道清扫垃圾、风景区与树木修整垃圾；公园里的普通废弃物；海滩与其他娱乐休闲场所产生的废弃物；水与污水处理厂产生的淤泥等
生产加工	轻重工业生产、精炼厂、化工厂、发电厂及采矿与加工	工业加工垃圾、报废材料、不合格产品、矿渣及尾料等

资料来源：世界银行（2005年）。

### 废弃物收集与运输

#### （1）乱扔乱倒与偷倒垃圾。

造成城市地区乱扔乱倒与偷倒垃圾的原因主要有：人行道上没有设立足够的垃圾箱；公众作为城市居民的责任意识不足；垃圾回收服务不充分。乱扔乱倒的现象非常普遍，把垃圾扔到排水道里的现象时常发生，空地、公共场所、水道方面的偷倒行为也很多。聚积的垃圾可能会招来疾病媒介物、堵塞排水与污水网络、影响周围的动物与鸟类并污染水道。

推荐以下管理策略以减少乱扔乱倒与偷倒垃圾的现象：

- 鼓励在每个家庭和建筑物周围的垃圾收集点使用垃圾箱或垃圾袋；
- 以足够高的频率定期收集垃圾，以免造成垃圾的堆积；
- 利用与地理条件和垃圾类型相符的车辆，使垃圾收集的可靠性达到最大（如大型的垃圾压实型清运车可能适合于街道宽阔、垃圾密度较低的地区；而小型清运车则适用于街道窄小、垃圾密度高的地区）；
- 鼓励在垃圾产生点对可回收垃圾进行分类，以避免垃圾收集者在收集点乱翻乱捡的现象发生；
- 把垃圾收集与运输车辆盖好，以免开车时垃圾被风吹掉；
- 运输任何物品，包括堆肥前都要对垃圾清运车进行清理；
- 鼓励居民在指定的时间和地点倾倒垃圾；
- 在适当情况下，对倾倒地点进行隔离，并对非法倾倒垃圾现象进行处罚。

#### （2）空气排放。

MSW 收集与运输过程中产生的空气排放包括灰尘与生物气溶胶、臭气以及车辆产生的排放。

#### 灰尘、生物气溶胶与臭气

灰尘包括滋扰性粉尘、有害灰尘（如含有石棉或硅石）和生物气溶胶（即空气中部分或全部由微生物构成的微粒）。生物气溶胶对垃圾工人的健康有很大的影响，并且已被证实是造成生活在垃圾清扫和收集活动周围的人们肺功能降低和呼吸疾病增加的罪魁祸首<sup>1</sup>。推荐以下管理策略以减少灰尘、生物气溶胶和臭气：

- 定期收集垃圾；
- 针对垃圾清运车辆和企业所有的垃圾清运容器制定清洗计划；
- 提倡使用垃圾袋，以免污染垃圾清运设备。

<sup>1</sup> Cointreau, S. (2006年) 中还提供更有关信息。



### 车辆排放

可以通过国家或地区规划对道路车辆排放进行管理。如果没有相关规划，在垃圾清运过程中可以采取具体措施来预防、减少和控制车辆的空气排放，这些措施包括：

- 优化垃圾清运路线，缩短行使距离，并减少燃料使用总量和排放；
- 为小型垃圾清运车设立转运站，以便把所收集的垃圾集中到大型车辆上，并运送到垃圾处理场；
- 垃圾清运车辆的所有工作人员和运营商都要按照设备生产商的建议对发动机进行维护，并对车辆的安全操作进行机械维护，包括保持适当的轮胎压力；
- 指导驾驶员认识良好驾驶规范的好处，这样既可以降低事故风险，还可以节省燃料消耗，这些规范包括测定加速和在安全限速内驾驶（按照这些要求，垃圾车驾驶员可以节省 25% 的燃料使用，并减少 15% 的维护）。

《通用 EHS 指南》中还提供有其他的垃圾车队管理建议。

### 废弃物接收、卸放和存储

必须对所接收的废弃物进行控制，以便保证能够对其进行安全、有效的加工、处理，并保证终端产品的质量（如混合肥料）。根据垃圾性质和所需处理方法的不同，程序上也有所不同，推荐措施包括：

- 目视估测、称出所接收垃圾的重量，并进行记录；
- 拒绝接收具有潜在危害的材料或废弃物，如果安装有垃圾处理设备，则需要对这些具有潜在危害的材料或废弃物（包括传染性垃圾）进行隔离，并作为有害废弃物或传染性垃圾进行管理；
- 在接收之前对可以有害材料进行分析，以便根据处理能力对其进行隔离，对这些材料进行适当处理；
- 如果有可能，把粉碎设备（如切碎机或研磨机）隔离在具有适当通风与减压条件的防爆区域，以降低由各种材料（如可能存在于 MSW 中的高压气筒与易燃液体）带来的潜在爆炸影响。对所接收的废弃物进行目视检查并进行分类清理可以把这种潜在危险降到最低；
- 对可回收材料和有机废弃物进行分类，以便进行回收和堆制肥料。

#### （1）被污染的溢流。

由于降水与垃圾本身含有残留液体的原因，垃圾堆会产生渗滤液，渗滤液中可能含有有机物质、营养物、金属、盐、病原体 and 有害的化学品。如果让这种渗滤液随意流动，就会污染土壤、地表水和地下水，还可能产生其他的影响，如造成地表水的超营养现象和酸化现象，以及供水的污染现象等。

针对被污染的溢流的管理策略建议包括：

- 在确定线路时，要考虑到从垃圾处理与存储区域到居民与牲畜供水井、灌溉渠以及支持水生物的地表水水体的距离，并预防被污染的渗滤液和污水进入地表水和地下水等情况的发生；
- 在道路、垃圾处理与储存区、车辆清洗区使用不具有渗透性的材料，并安装路缘以防



止溢流进入具有渗透性的区域；

- 收集垃圾储存区产生的溢流和渗滤液，并对其进行处理，使其在排放到地表水或市政污水系统之前达到相关环境标准的要求（如筛除较大的材料、安装淤泥收集器清除颗粒物，以及采用油/水分离器清除分离阶段的液体）。在适当情况下，最好把从垃圾储存和处理区产生的溢流物排放到市政污水系统中（通过管道或罐装卡车）；
- 在现场处理程序中对收集的水进行再利用，或与收集起来等待处理的渗滤液存放在一起。

另外，针对车辆产生的溢流污染的管理策略还包括：

- 运输时对容器采取覆盖措施；
- 保证车辆的设计中有污水收集设备，并且在到达安全排放地点之前一直把污水储存在污水罐中。

### （2）乱放垃圾。

建议采取以下措施来预防、减少和控制垃圾与固体废弃物在接收、卸放、处理和存储过程中出现的乱放现象：

- 给不直接处理的垃圾提供充分的存储地点；
- 实施良好的管理程序；
- 考虑使用封闭区/遮蔽区来倾倒、粉碎和压实垃圾；
- 安装防护栏与防护网收集被风吹掉的垃圾。

### （3）空气排放。

建议采取以下措施来预防、减少和控制垃圾接收、卸放、处理与存储过程中产生的车辆排放与灰尘、臭气和生物气凝胶的排放：

- 选择在垃圾接收、卸放、处理与存储过程中能够把空气排放降到最低的车辆与容器；
- 设计倾倒地点，减少车辆的排队等待倾倒的时间；
- 经常清扫垃圾管理区和道路，并且在必要时，进行喷水来控制尘土；
- 根据需要对垃圾进行预先处理（如凝固、封装，或让其达到足够的湿度，以减少灰尘，但是不能形成渗滤液）；
- 使用封闭式垃圾处理与储存区来处理有恶臭的垃圾或会产生有害灰尘（如石棉）的垃圾。最好对所有的垃圾都使用封闭式垃圾储存与处理区；
- 使用抽取系统清除工作区、建筑和存储箱中的灰尘，并根据需要对其进行处理，以控制微粒的排放（如袋式除尘器）；
- 对所有的生物/恶臭垃圾都应进行快速的清除、处理；
- 必要时使用除臭喷雾；
- 在处理建筑中采用负压和适当的空气过滤（如生物过滤器）方式来清除臭气。

### （4）噪声与振动。

主要的噪声与振动源包括卡车运输；装填设备（如起重机、带轮的装货设备），固定压缩机，打包机，研磨机，以及其他处理与运输系统。

推荐以下策略进行噪声管理：





- 在处理场与外部环境之间设立一个缓冲区，或者把工厂设在远离敏感受体的地方；
- 在设计时对噪声与振动情况予以考虑，包括在具体的噪声敏感位置使用预测噪声水平的模式，把施工现场的噪声程度限制在标准化范围内；
- 对现场道路进行维护，保护其处于良好的使用状态中，以降低车辆活动产生的噪声与振动；
- 在固定的/移动车间与设备周围使用隔声屏障；
- 选择具有较低噪声排放水平的设备；
- 在车间安装消音设备，如调节墙/消音器；
- 使用建筑来隔离本身噪声较高的固定厂房设备（如把垃圾粉碎机放置在倾倒场上，并把倾倒场四周都围起来），并且在施工时考虑使用隔声材料。

### 生物处理

生物处理包括与其他有机材料堆制在一起制备土壤产品<sup>1</sup>（即需氧处理），并进行厌氧消化。为了使最终产品的可用性达到最大化，不能接收含有被潜在有害化学品（如PCB、氯丹和其他杀虫剂、重金属和类金属）污染的有机废弃物、含有在加工过程中会产生有害影响的致病物质与微生物（如朊病毒、滤过性病毒、细菌和寄生虫）的废弃物，以及可能具有健康与环境风险的废弃物。这可能包括某些临床垃圾和与临床相关的其他垃圾，以及患病的畜体，或归为有害或工业废弃物类别的污染物<sup>2</sup>。

#### （1）渗滤液与溢流。

垃圾存放与处理区产生的渗滤液与溢流中可能含有有机材料[生化需氧量（BOD）]、苯酚、硝酸盐、磷、溶解的金属和其他污染物。如果对处理过的木材进行加工，那么可能存在木材防腐剂化学品，如木馏油与铬酸盐砷酸铜，以及其降解产物。市政垃圾可能含有人与动物的排泄物质，以及含有多种致病微生物的血液。一些家用化学品也可能具有有害性质，如杀虫剂、溶剂、油漆、电池、用过的油和医药品等。

建议采取以下措施来预防、减少和控制生物处理操作中渗滤液的产生和排放：

- 在处理区下面安装排水层，以便排出堆制肥料有机物产生的渗滤液。这可以由粗糙材料层组成，如木屑，或者可以在处理平台上永久性地安装一个排水层，用来处理材料装填、加工和清除产生的液体。对于小型堆肥设施或在干燥区内，可以在堆肥中和堆肥底部放置吸附材料；
- 处理场内进行材料加工与存储的区域应该安装有渗滤液阻挡系统，从而在地下水、土壤、底层与堆肥或存储的有机物之间形成可靠的屏障，并且还要配有对渗滤液进行收集和处理的系统；

<sup>1</sup> 混合肥料是可以用作土壤改良剂或植物生长媒介的有机材料。成熟的混合肥料是一种稳定的材料，含有一种称为腐殖质的成分，这种成分是茶褐色或黑色的，具有类似土壤的土腥味。可以按照适当比率把各种有机废弃物（如庭院修剪垃圾、食品垃圾、粪肥）混合在一起，堆成堆或放在容器里制造这种肥料。根据需要，可以加入膨胀剂（如木屑）来加快有机材料的分解，通过加工程序可以让最终的材料完全稳定并成熟起来 [美国环保署 US EPA 的说明（见 <http://www.epa.gov/epaoswer/nonhw/composting/basic.htm>）]。

<sup>2</sup> 有关堆制肥料的其他信息见美国环保署 1995 年出版的《固体废物管理决策者导则》第二卷第 7 章（堆制肥料）的内容（见 <http://www.epa.gov/garbage/dmg2.htm>）。



- 设计并保持条垛式堆肥与渗滤液的斜度和方向，以便让渗滤液尽快的自然流到收集点，避免让渗滤液聚集在一起形成水洼；调整垃圾堆和流出物的形状，使溢流达到最大，从而减少渗透；
- 把渗滤液存储在有衬里的土坑中，或地上存储罐中；
- 对于厌氧消化，使反应器中的污水循环达到最大；
- 对厌氧消化器流入流与流出流内的总体有机碳（TOC）、化学需氧量（COD）、氮（N）、磷（P）和氯（Cl）的水平含量进行测量。如果需要对过程进行更好的控制，或者要求具有质量更好的垃圾输出，可能需要对其他的参数进行监测；
- 在适温消化条件下，对厌氧消化器进行操作，以便加快破坏病原体、提高沼气生产率（从而具有较高的能源回收）和保留时间；
- 保持理想的堆制条件，如<sup>1</sup>：
  - 碳与氮的比率（C/N）在 25:1 到 35:1 之间；
  - 处理期间水分含量为总重的 50%~60%（筛选后不到 50%）；
  - 在微粒大小与空隙空间之间保持一定的距离，促进快速分解。空隙空间要足够大，以便使需氧系统内的堆肥保持在 10%~15%的氧气水平；
  - 最佳温度水平在 32~60°C 之间。在容器堆肥系统下连续三天，或者在条垛式系统下连续 15 天把温度保持在 55 摄氏度就可以消灭病原体；
  - pH 值在 6~8 之间。

## （2）空气排放。

空气排放包括烟囱产生的直接排放和与生物过程相关的逸散性排放，以及沼气燃烧产生的排放。直接空气排放包括生物气凝胶、颗粒物/灰尘、氨、胺、挥发性有机化合物（VOC）、硫化物、臭气等。建议使用以下措施来预防、减少和控制生物处理所产生的空气排放：

- 使用喷雾让灰尘降落，特别是在装载或其他程序进行过程中或开始之前；
- 使用专门设计用来减少空气排放的条垛旋转设备，这种设备与会把垃圾掉落在堆垛上的带轮装货设备或搬运装货设备不同；
- 对于具有强烈气味的废弃物，使用带有车闸的封闭式装车仓；对于气味较小的废弃物，使用自动快速行动门（把门的开关次数限制在最低水平），并结合使用适当的废弃收集装置，以便把处理场的压力保持在适当范围内；
- 把渗滤液封起来，减少臭气的排放；
- 把加入到堆肥中的水量降到最低（如通过遮盖堆肥材料），避免产生厌氧条件，如果堆肥混合物含有含硫材料，在厌氧条件下就会造成有臭气的硫化氢。

生物与沼气燃烧排放取决于生物材料的类型与燃烧方法，产生的皮肤可以包括颗粒物、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、硫氧化物（SO<sub>x</sub>）、一氧化碳（CO）、硫化氢（H<sub>2</sub>S）和 VOCs。使用生物或沼气作为燃料进行发电时，要参考《通用 EHS 指南》中有关排放指导值的规定，以及适当排放预防与控制技术的选择。

<sup>1</sup> 美国环保署 US EPA（1995 年）。



### (3) 火灾。

可进行生物降解的废弃物具有可燃性，并且需氧降解会产生充足的热量，在特定情况下也会发生自燃。在某些情况下，废弃物中也含有灰烬和其他易燃材料，在有风或与易燃物接触的条件下，也会酿成火灾。在垃圾填埋场，厌氧消化会产生甲烷，如果在垃圾填埋场内外遇到火源，也可能发生火灾。可以在地下洞室对垃圾填埋气中的甲烷进行捕获，这些气体还可以在不连续的地质层面上移动，具有爆炸风险。

火灾预防与控制建议包括：

- 对于堆肥来说，避免产生导致自然发生的条件（如湿度达到 24%~45%，温度达到 93°C 以上。比如可以把条垛高度限制在三米以内，并且当温度超过 60°C 时进行翻动）；
- 对沼气进行收集利用或处理（如能源回收或燃烧）；
- 安装火灾报警系统，包括在被处理的废弃物上安装温度探测器；
- 设计上要便于灭火器材的使用，包括对条垛之间的过道进行清理，并且邻近充足的水源。

## MSW 焚化厂

### (1) 空气排放。

焚化产生的空气排放取决于具体的废弃物成分、是否具有空气污染控制系统，以及该系统的有效性。根据废弃物的成分和燃烧条件，污染排放可能包括二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、颗粒物、氨、胺、酸(HCl、HF)、挥发性有机化合物(VOC)、二噁英/呋喃、多氯化联苯(PCBs)、多环芳烃(PAHs)、金属(汞 Hg)和硫化物等。

建议采取以下措施来预防、减少和控制空气排放：

- 进行垃圾分离、分类，以避免焚化含有在燃烧中会挥发的金属与类金属废弃物，这些物质一旦挥发以后就很难通过空气排放技术予以控制（如水银和砷）；
- 在焚化装置设计与操作条件方面遵守相关国家要求和国际认可标准，主要是在离开所有燃烧室后以及进入任何含干燥颗粒物空气污染控制设备之前，对废气进行快速淬灭，同时还要注意燃烧温度、停留时间和紊流情况<sup>1</sup>。最好使用具有对温度与排气后燃器尾气淬灭（即快速降温）要求的固定焚化装置，以便达到几乎完全清除掉二噁英和呋喃的目的；
- 只有在最后一个燃烧室也达到最佳温度以后，才能把废弃物送到焚化装置内；
- 要通过温度监测与控制系统对废弃物装料系统进行互相锁定，以防止在操作温度降低到限定要求以下时会增加废弃物的填入；
- 把通过废弃物填料或其他途径进入燃烧室的未受控制进气降到最低；
- 优化熔炉和锅炉的几何设计、助燃空气的注入，如果使用了氮氧化物控制设备，还要使用流动模型对其进行优化；

<sup>1</sup> 例如：根据欧盟委员会 2000/76 号指令第 6 条的要求，最后在 850 摄氏度高温下注入助燃空气两秒钟后（对于卤化有机物含量超过 1% 的有害废弃物，温度为 1100 摄氏度），要对焚化程序产生的气体进行收集。这份参考文件中还提供有其他的具體操作条件要求。其他的排放源标准包括美国环保署（US EPA）在 40 CFR 第 60 部分有关固定排放源所产生空气排放的规定。





- 通过控制空气（氧气）的供应、分配和温度，包括气体与氧化剂的混合，控制燃烧温度水平与分配，以及控制原料气体的停留时间来优化和控制燃烧条件；
- 进行维护，并执行其他程序以降低计划中的与意外的停运情况；
- 避免产生超过有效销毁废弃物要求的操作条件；
- 当燃烧室内有未燃的废弃物时，使用辅助燃烧装置来进行启动和关闭，并维持所需的操作燃烧温度（根据相关的废弃物确定）；
- 适当情况下，通过锅炉利用废气进行发电、供热；
- 根据所需的排放水平，使用基本的（与燃烧相关的）氮氧化物控制措施、选择性催化还原（SCR）或选择性非氧化还原（SNCR）系统；
- 使用废气处理系统来控制酸气、颗粒物质和其他空气污染物；
- 通过以下方式减少二噁英和呋喃的形成：保证颗粒控制系统不在 200 到 400 摄氏度的温度范围内运作；确定并控制进入废弃物的构成；进行基本（与燃烧相关的）控制；使用限制二噁英和呋喃及其前体形成的操作条件；并进行废气控制；
- 考虑应用把废弃物转化为能源或厌氧消化的技术，以帮助抵消用化石燃料发电所产生的排放<sup>1</sup>。

### （2）灰烬和其他残留物。

燃烧固体废弃物在燃烧后会产生灰烬和其他材料残留。对废气处理（FGT）过程中产生的污水进行处理也会产生固体废弃物。

建议采取以下措施来预防、减少并控制因焚化产生的固体废弃物：

- 在对熔炉的设计中要尽可能把废弃物保留在燃烧室内（如减小炉算子上篦条的间距、对稍呈液态的废弃物采用旋转或静止式旋转炉），并且保持适当高温条件（包括灰烬燃烧区），熔炉的废弃物处理率要符合对废弃物进行充分反应与停留的要求，以便达到灰烬残渣中总有机碳（TOC）含量低于 3% 的废弃物的水平，并在特殊情况下达到 1% 到 2% 之间；
- 对飞尘和其他废气处理残留物的底灰进行分别管理，从而避免对底灰造成污染，污染，影响其回收利用；
- 在具有经济可行性的条件下，要尽可能地把黑色金属与有色金属从底灰中分离出来，以便进行回收；
- 对底灰进行现场或非现场处理（如进行筛选与挤压），以达到进行利用或送往处理地点进行处理的要求（如在筛选时金属和盐的大小要符合利用地点的环境条件）；
- 要按照有害或无害材料的分类对底灰和残留物进行管理。有害的灰烬要当作有害废弃物进行管理和处理。无害的灰烬可以在 MSW 垃圾填埋场进行处理，或考虑在建筑材料中进行循环利用<sup>2</sup>。

### （3）水排放。

<sup>1</sup> 应用把废弃物转化为能源的技术取决于几个方面，这可能包括地方政府设立的项目设计规定，以及有关电力生产和销售的法律。而且，还要注意：进行循环利用所节约的能源比在废弃物转化为能源的工厂内通过焚化混合固体废弃物产生的能源要多。

<sup>2</sup> EPA (<http://www.epa.gov>)。



冷却系统会发生冷却塔爆炸，这在《通用 EHS 指南》中有说明。另外，废气处理过程中也会产生需要进行处理和排放的污水。

为了预防、减少和控制污水排放，要根据需要对废气处理产生的废水进行处理，如使用过滤凝结、沉淀和过滤来清除重金属并进行中和。

#### (4) 噪声。

产生噪声的主要来源包括排气扇、烟囱排烟、冷却系统（蒸发冷却，特别是空气冷却），以及涡轮发动机。

《通用 EHS 指南》中对解决噪声影响的措施有说明。预防、降低并控制焚化噪声的建议措施包括：根据需要，在空气冷却器和烟囱上使用消音器。

#### 垃圾填埋

垃圾卫生填埋场的设计非常细致，结构稳定，用土壤覆盖材料对隔离的垃圾室进行分离，底部和斜面设计能够减少渗透，并有利于渗滤液的收集。垃圾填埋场选择的地点、设计与运作要与周围的环境相隔离，特别是地下水。即使是在封闭以后，也需要对垃圾填埋场进行长期管理，包括对封闭系统进行维护、收集并处理渗滤液、收集并燃烧掉垃圾填埋气或对其进行利用，并对地下水进行监测，以便与废弃物相隔离。因此，在系统设计中应该考虑垃圾填埋场最终停止使用或关闭后具有的 EHS 影响，以及对其进行的长期运作与维护。具体的封闭措施应该集中在保护填埋地点的长期完整性与安全性，最好采取最基本的维护措施。

与地方管理权力机构合作的垃圾填埋场运营商应该探索减少含金属市政垃圾的填埋处理机会，并予以实施，如含有汞的垃圾，对废弃材料进行挤压时可能会释放出这种含汞垃圾。还要在具有可行性的基础上，对这些材料进行隔离和预先分类。

#### (1) 垃圾填埋场的地点选择。

在选择垃圾填埋场的地点时，要考虑到污染物排放产生的潜在影响，这包括以下方面<sup>1</sup>：

- 与居住、休闲娱乐、农业、自然保护区、野生动植物生境、野生动植物可能被清除地区，以及其他具有潜在土地利用矛盾地区的距离：
  - 拟议的垃圾填埋场周围与人类居住区的距离一般应该在 250 米以上，以减少地下气体排放产生的潜在影响；
  - 通过对地点选择进行评估来减小视觉影响；
  - 选择的地点应距离涡轮喷气式飞机机场在 3 千米以上，距离活塞发动式飞机机场在 1.6 千米以上，或者在对因鸟类问题造成潜在威胁进行充分考虑的情况，按照航空局的规定进行选择。
- 相邻地区，以及地下水与地表水资源的使用情况：
  - 位于垃圾填埋场边界顺降坡上的私人或公共饮水、灌溉或牲畜用水井与填埋场周围的间隔必须在 500 米以上，除非有其他可供选择、具有经济可行性、符合管理权力机构与地方社区要求的供水来源；
  - 垃圾填埋场边界范围之内的地区要在现有或待定供水开发的十年地下水补充区之外；

<sup>1</sup> Cointraeu（2004 年）与欧盟委员会指令（1999 年）中对此还提供有其他的具体要求。



- 拟议垃圾填埋场顺降坡的 300 米范围内不能有常流河，除非在具有经济和环境可行性的情况下，对河流进行改道、修建断流渠或沟渠，以预防河流受到潜在污染。
- 地点选择的地质与水文地质考虑：
- 垃圾填埋场必须建在坡度缓和的地形上，适合采用隔离室（堤坝）方法进行开发，应建在坡度约为 2% 的斜坡上，以便降低通过大量掘土以获得适当渗滤液排放坡度的必要性；
- 地下水的最高季节性地下水位（即 10 年内的最高地下水位）要比拟议进行开发的垃圾填埋场地基至少低 1.5 米；
- 现场要有适当的土壤覆盖材料，以符合中间覆盖（最低 30 厘米深）、最终覆盖（最低 60 厘米深）和堤坝建设（如果在垃圾填埋场运作中采用隔离室方法）的要求。最好还有充足的土壤用来满足覆盖需求（一般至少要求覆盖有 15 厘米厚的土）<sup>1</sup>。
- 因自然危害对垃圾填埋场完整性具有的潜在威胁，如洪水、山崩和地震：
- 垃圾填埋场不能建在十年内发生过洪水的地区，如果建在百年内发生过洪水的地区，则必须符合经济设计的要求，以便清除潜在的冲失风险；
- 垃圾填埋场的建设范围内不能存在重大的地震风险，因为这会破坏护堤、排水沟或其他土建工程，或者需要采取不必要的高成本工程措施；否则，要对边坡进行调整，以防止在发生地震时出现故障；
- 拟议垃圾填埋场隔离室开发的周围 500 米内不能有断层或出现重大断裂的地质结构，否则会造成难以预料的气体或渗滤液移动；
- 地下不能有石灰石、碳酸盐、裂开的或其他具有渗透作用的岩石构成，因为这些物质不能阻碍渗滤液和气体的流动，敏感地下水上层最主要的地质结构的厚度至少要在 1.5 米以上。

## （2）渗滤液的产生。

垃圾渗滤液中含有被处理垃圾间隙水产生的分解成分及其降解产物，可能还含有某些悬浮固体，包括病原体。如果不进行收集与处理，渗滤液可能会从垃圾填埋场流出，污染土壤、地下水和地表水。在垃圾填埋场运营期间和关闭后，需要对渗滤液和垃圾填埋场的地点进行监测，以确定所设计的垃圾填埋系统是否能有效地隔离废弃物。MSW 填埋场产生的渗滤液一般含有高浓度的氮（以铵的形式存在）、氯化物、钾，以及溶解的生物需氧与化学需氧有机物。

建议采取以下措施来预防、减少并控制 MSW 垃圾填埋场的渗滤液产生：

- 建设垃圾填埋场的地点要选择地质情况稳定的地区，特别要避免靠近脆弱、敏感的生态系统与地下水和地表水资源；
- 按照相关国家要求与国际认可标准来设计、运作垃圾填埋场，以减少渗滤液的产生，包括使用渗透率较低的垃圾填埋衬里<sup>2</sup>，以防止渗滤液和垃圾填埋气的流动；采用渗

<sup>1</sup> 也可以使用油布、其他惰性材料（即堆肥残留物）来满足每天的覆盖要求，或者在一天开始时把以前覆盖的土清除掉，以便当天结束工作时重新利用进行铺盖。为了选择地点的需要，假设每六立方米的压缩垃圾至少需要一立方米的土进行日覆盖、中间覆盖与最终覆盖。

<sup>2</sup> MSW 垃圾填埋场的衬里系统一般由具有底衬的地质屏障和渗滤液排放层组成。渗透性与厚度要求：覆盖有 30 立方厘米（如



滤液排放与收集系统，并对垃圾填埋场进行覆盖（日覆盖、中间覆盖和最终覆盖），以减少渗透<sup>1</sup>；

- 对渗滤液进行现场处理，并排放到市政污水系统中。潜在处理方法包括氧化塘、活性污泥、厌氧消化、人造湿地、再流通、隔膜过滤、臭氧处理、泥炭层、沙子过滤器，以及甲烷抽提；
- 减少每天暴露的工作面，进行周边排放与垃圾填埋隔离室压密，使用斜坡与日覆盖材料，以减少雨水向堆积垃圾的渗透；
- 预防垃圾填埋场的活动区出现持续降水（如通过利用堤岸或其他分流措施），系统的设计要能够应对 25 年一次的暴风雨的最大流量；
- 收集并控制垃圾填埋场活动区的径流，系统的设计要能够应对 25 年一次并持续 24 小时的暴风雨的水量。一般把径流和填埋场产生的渗滤液放在一起进行处理。

### (3) 地下水与渗滤液监测。

建议采取以下的地下水与渗滤液监测措施：

- 测量并记录所产生渗滤液的数量与质量。如果不是因天气或其他因素造成渗滤液数量与质量的改变，那么可能是垃圾填埋场的衬里、渗滤液收集或垃圾填埋覆盖系统发生了问题；
- 在垃圾填埋场范围之外设立地下水监测井，其位置和深度要足以反映渗滤液是否从垃圾填埋场渗透到了最上面的地下水源。这种地下水监测网络一般至少要包括一个位于垃圾填埋场上流方向的监测井，和两个下流方向的监测井。地下水监测系统要符合相关的国家规定和国际认可标准<sup>2</sup>；
- 定期从监测井中提取水样，并对样本进行成分分析，选择基础是：
  - 垃圾填埋场所管理垃圾的类型、数量和构成成分的浓度；
  - 垃圾构成成分及其反应产物在垃圾管理区下不饱和区的活动性、稳定性和持续性；
  - 地下水中指标参数、垃圾成分与反应产物的可探测性；
  - 地下水中构成成分的浓度。

### (4) 垃圾填埋气排放。

MSW 中含有大量有机材料，在垃圾填埋场倾倒、压缩和覆盖过程中，这些材料会产生各种气态产物。垃圾填埋场的氧气被快速消耗殆尽，从而造成有机材料的厌氧细菌分解，并生成大量二氧化碳和甲烷。二氧化碳可溶于水，并且可能在渗滤液中分解。甲烷较不易溶于水，比空气轻，可能会排放到垃圾填埋场外，形成主要成分为 60% 甲烷和 40% 二氧化碳，并带有微量其他气体的垃圾填埋气。有些 MSW 垃圾填埋场的设计目的就是为了使厌氧分解和垃圾填埋气的生产达到最大，可以利用这些气体作为燃料来提供能量。另外，垃圾填埋场在运作过程中会

---

果由高密度聚乙烯（HDPE）制成则为 60 立方厘米）（见美国环保署 US EPA 在 40CFR 第 258 部分的规定）柔性隔膜层的 0.6 米厚压缩土壤的水压传导率为  $1 \times 10^{-7}$  厘米/秒；具有 0.5 米排水层的 1 米厚组合性地质屏障与衬里系统的水压传导率为  $1 \times 10^{-9}$  米/秒（见欧盟委员会 1999 年 4 月 26 日针对垃圾填埋场公布的 1999/31/EC 指令）。

<sup>1</sup> 如需了解更详细的设计标准请参见《巴塞尔公约——特别设计垃圾填埋场指导》，巴塞尔公约系列/SBC 02/03 号；美国环保署 US EPA 在 40CFR 第 258 部分的规定；以及欧盟委员会 1999 年 4 月 26 日针对垃圾填埋场公布的 1999/31/EC 指令。

<sup>2</sup> 例如，见美国环保署 US EPA 在 40CFR 第 258 部分 E 小部分的规定。





产生灰尘和臭气。如果废弃材料主要由惰性材料组成，如建筑残骸，那么就不会产生或只会产生少量的垃圾填埋气。

建议采取以下方法来控制和监测垃圾填埋气的排放：

- 按照相关的国家要求与国际认可标准，设计并采用垃圾填埋气收集系统，包括通过高效燃烧厂进行回收与预先利用或处理<sup>1</sup>。通过把管道安排在清除点，如吸抽罐（knock out-pot），以预防抽取系统出现累积冷凝；
- 如果可行，可将垃圾填埋气作为燃料，并在排放之前进行处理（例如：如果甲烷的体积含量低于 3%，使用封闭式燃烧器或通过热氧化来进行处理）；
- 根据垃圾填埋气的预计产气量和相应的设计材料，使用具有充足动力的鼓风机（起推动作用辅助装置的辅助装置），在鼓风机的进气口与出气口处要采取火焰保护措施；
- 在垃圾填埋场周围进行钻孔，并定期采样，监测垃圾填埋气的流动情况。

也可以考虑碳融资，包括通过东道国联合履行联合国气候变化框架公约而进行实施。

控制灰尘与臭气排放的推荐方法包括：

- 垃圾从垃圾清运车上被卸下来后，马上进行压缩和覆盖；
- 缩小开放式垃圾倾倒区的面积；
- 在遮蔽式沟道内对有气味的淤泥进行处理；
- 限制接收具有强烈气味的垃圾；
- 在不利的天气条件下，限制垃圾倾倒活动（如风向朝向敏感受体方向）；
- 对集水坑的盖子进行密封；
- 为渗滤液存储区进行通风。

#### (5) 乱丢垃圾。

风、车辆和害鸟都会造成 MSW 的乱丢乱放，可能会吸引更多的害鸟，造成疾病的传播，并对野生动植物和相邻社区产生负面影响。

建议采取以下措施来预防、减少并控制垃圾的乱丢现象：

- 避免把垃圾填埋场设立在特别暴露、多风的地区；
- 在垃圾填埋场周围植树、美化景观，或安装栅栏以降低风速；
- 把垃圾从清运车上卸下来后马上使用垃圾压缩机对垃圾进行固定；
- 使用土壤或人造覆盖材料把堆放的垃圾保留在原地。在刮大风或处于暴露区的情况下，则需要进行更频繁的遮盖；
- 通过恐吓或引进自然天敌的方式来控制觅食的鸟类；
- 为纸张类的轻型垃圾提供应急倾倒区/恶劣天气隔离倾倒区；
- 在倾倒区附近建设临时堤岸，在倾倒区附近或最近的下风口安装挡板，阻止乱飞的垃圾，并把倾倒区完全封闭起来；

<sup>1</sup> 燃烧器的设计取决于燃烧系统的类型，可以包括开放式燃烧器或封闭式燃烧器。在封闭式燃烧器中，达到垃圾填埋气高效燃烧所需的保留时间和温度范围在 850 摄氏度、0.6~1.0 秒到 1000 摄氏度、0.3 秒之间。开放式燃烧器可以在较低的燃烧温度下运作。欧洲环境署、英国环境保护署与苏格兰环境保护署（2002 年），以及世界银行——ESMAP（2003 年）对高效燃烧系统的技术要求都提供有补充说明。





- 在倾倒地上的风口安装挡风板，降低大风穿过填埋场时的风力；
- 在天气条件特别恶劣的情况下，临时禁止填埋场接收某些特定垃圾或全部垃圾。

#### (6) 垃圾填埋场封闭与封闭后。

运营商应该对垃圾填埋场的封闭与封闭后的管理进行规划。这种规划要尽早在项目周期中进行，以便在财务与技术规划方面对潜在的封闭与封闭后问题进行考虑。封闭与封闭后规划活动应该包括以下方面<sup>1</sup>：

- 制订封闭计划，对必需的环境目标与控制方案（包括技术规定）、未来的土地利用计划（与地方社区和政府机构磋商后确定）、封闭时间表、资金来源，以及监测管理等进行详细说明；
- 评估、选择、应用与封闭后的利用相符的封闭方法，同时要考虑到最终覆盖问题，以防止对人类健康和环境产生进一步的影响；
- 应用与封闭后利用以及地方气候条件相一致的最终覆盖成分。最终覆盖应该通过预防活的有机体直接或间接与废弃材料及其成分接触的方式来为环境提供长时间的保护；减少降水在垃圾中的渗透和随之产生的渗滤液；控制垃圾填埋气的移动，并降低长期维护需求；
- 财政手段必须到位，以提供封闭、封闭后管理和监测所需的成本。

## 工业有害废弃物

之所以把这一类物质称为有害废弃物是因为其具有有害材料的特点（如可燃性、腐蚀性、反应性或毒性），或者在使用不当的情况下，具有可能对人类健康或环境造成潜在风险的其他物理、化学或生物特点。在地方法规或国际公约中，也可以根据废弃物的来源及其是否列在有害废弃物清单中来确定“有害”废弃物。

### 垃圾的收集与运输

工业有害垃圾的运输非常专业，需要适当的设备，并且须由经过适当培训的工作人员进行。《通用 EHS 指南》中提供了在废弃物运输过程中预防发生泼溅和排放的建议措施，以及发生事故时有助于采取应急反应的推荐措施。适用于危险废弃物收集与运输操作的其他建议还包括：

- 按照相关国家法规和国际认可标准对有害材料和废弃物进行包装、贴标签和运输<sup>2</sup>；
- 使用特别设计和加工的、适用于所运输废弃物的槽罐与容器；
- 如果使用鼓室或其他容器来运输废弃物，则这些容器必须处于良好的使用状态，用来盛放所运输的废弃物，并且在运输车辆上对其采取适当的保护措施；
- 为所有的运输槽罐和容器贴上适当的标签，以便在发生各种不同的紧急情况下，能够了解所运输的废弃物、废弃物具有的危害，以及应该采取的行动。

### 废弃物的接收、卸放、处理与存储

由于废弃物本身具有潜在的危害性，因此，工业有害废弃物管理厂对所接收进行存储、处

<sup>1</sup> 有关垃圾填埋场封闭与封闭后规划的具体情况，请参见 EPA 的《工业废物管理指南》（<http://www.epa.gov/epaoswer/nonhw/industd/guide.htm>）。

<sup>2</sup> 例如：参见联合国《关于危险货物运输的建议书》（桔皮书）；美国交通部 CFR 49 B 部分第一章的规定。



理或排放的废弃物性质进行了解与控制具有特别重要的作用。如果不能正确了解和分辨所接收的废弃物，可能导致对废弃物进行不当处理、排放，或发生意外反应，从而释放有害物质，或引发火灾与爆炸。因此，建议采取措施、控制废弃物的接收，并在工业有害废弃物管理厂采取以下综合性措施来降低风险：

- 与废弃物产生者建立并保持紧密关系，了解产生废弃物的过程，并对过程中发生的变化或废弃物特点进行监测；
- 配备充足的、具备相关资格的工作人员，这些工作人员要随时待命。所有人员都必须接受具体的工作培训；
- 对所接收的废弃物进行充分了解。要考虑到废弃物的特点与可变性、废弃物来源、处理，如果在处理过程中会产生残留，还要对废弃物处理残留物的性质、与处理相关的潜在风险等进行考虑；
- 执行预检程序，在适当情况下，预检包括对所接收的废弃物进行检测，并记录废弃物来源（如产生废弃物的程序，包括程序的变化性），并确定适当的处理/处置方法；
- 执行验收程序，在适当情况下，验收程序只接收能够进行有效管理的废弃物，包括对垃圾进行有效处理或对垃圾处理残留物进行回收。只有在保证具有必需的存储、处理能力，并能对处理残留进行管理的情况下（如对其他垃圾处理场所产生废弃物的验收标准），才能够接收废弃物。垃圾接收厂要设立实验室，按照工厂运作要求的速度对所接收废弃物的样本进行分析，以确定是否能够接收；
- 处理时，根据垃圾接收厂（如垃圾填埋场或焚化装置）的重要参数，对废弃物进行分析。

#### （1）泼溅与释放。

在废弃物存储与处理过程中，由于溢流、车辆事故、储存罐与管道故障等原因，会导致释放现象的发生。《通用 EHS 指南》中提供了相关的缓解措施，包括采取物理保护、溢流保护、储存罐完整性的保持等措施，以及对储存罐采取辅助性的防泄露措施。其他建议措施还包括：

- 把有害废弃物、材料与无害废弃物、材料分隔开来；
- 对不相容的废弃物进行隔离，如某些碱性或酸性废弃物，如果混合可能会释放出有毒气体；记录检测结果；根据各自的危害性分类把废弃物储存在单独的鼓室或容器中；
- 在不使用的情况下，关闭阀门，控制材料和废弃物的移动；
- 要为废弃物容器贴上适当的标签，标明其所盛放的物质，并把其放置地点记录在追踪系统中；
- 一次只转移走或倒出一种材料；
- 对工作人员定期进行应急程序培训与练习；
- 提供充足的消防用水防泄露保护，以预防发生火灾时在现场之外发生不受控制的排水情况。

#### （2）火灾与爆炸。

工业有害废弃物可能具有易燃性和易反应性，因此处理时需要采取特别的预防措施，以防止发生意外。《通用 EHS 指南》中提供有防备发生火灾与爆炸情况的建议措施。其他的建议措



施还包括：

- 现场要有适用于废弃物接受装置的消防设备；
- 减少现场易燃液体的存放（如燃料、易燃废弃物）；
- 将存储在罐中的、具有较低燃点的有机废液置于被氮气保护的环境中；
- 在完全封闭且惰性气体耗尽的条件下，对放有易燃物质或高挥发性物质的鼓室与容器进行挤压与切碎操作；
- 为已经确定正在着火的废弃物或认为存在直接风险的废弃物提供应急倾倒区；
- 准备进行火灾风险评估，并且每年检查一次。

### (3) 空气排放。

空气排放包括存储容器与废弃物处理设备产生的颗粒物与VOC排放。有害废弃物焚化厂要通过实施泄露探测与修理程序来减少有害废弃物运送设备（如泵、管道等）产生的泄露<sup>1</sup>。《通用EHS指南》中对VOC排放的预防与控制提供了额外的指导。上面的MSW部分也对排放的预防与控制提供了指导。

### (4) 水排放。

在进行储存与处理操作时，在废弃物管理区可能会产生洗涤水与径流的排放。上面的MSW部分和《通用EHS指南》对径流的控制提供了综合性指导措施。另外，建议采取以下方法来预防、减少和控制污水排放：

- 按照对具有潜在危险性液体的要求，对储存与处理区的污水与径流进行收集、处理，除非能通过分析检测证明其不具有危险性；
- 把径流从存储不相容废弃物的范围分隔开来。

### 生物与物理化学处理

通过生物与物理化学处理可以对废弃材料起到销毁、分离、浓缩或限制作用，从而减少其对环境、健康与安全的潜在危害，并且有助于对废弃物进行环境友好管理。这些处理一般适用于水溶液或淤泥。许多处理只对特定的废弃物类型有效，对其他废弃物成分则没有效果。因此，上面所说的废弃物验收程序具有十分重要的作用。这一领域涉及到的许多程序都会用到精密设备技术，需要由接受过严格培训的工作人员进行操作。

上面的MSW部分为生物处理提供了综合性的推荐程序。一般推荐采取以下措施来预防、减少并控制化学处理过程中存在的潜在环境影响：

- 按照相关国家要求与国际认可标准来设计并运作处理场<sup>2</sup>；
- 准备质量控制计划，通过该计划对人员名单、工作职责、工作资格、检查程序、文件记录等做出相关规定；
- 明确说明每个化学处理程序的目的和预期反应；
- 在对废弃物进行处理之前，对每种新的反应和拟议在实验室范围进行测试的废弃物与

<sup>1</sup> 有关VOC排放预防程序的补充说明请参考40 CFR第264部分的BB和CC小部分 ([http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx\\_99/40cfr264\\_99.html](http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_99/40cfr264_99.html))。

<sup>2</sup> 例如：请参考《巴塞尔公约——有害废弃物物理化学处理与生物处理技术指导》，巴塞尔公约系列/SBC 02/09号；美国环保局US EPA在40CFR第264部分的规定。



试剂混合情况进行评估；

- 对反应容器进行特别的设计与操作，以便适用于所需目的；
- 监测反应过程，以便对其实施控制，并使反应按照预期结果进行。

#### (1) 空气排放。

上面讨论了与存储和转移操作相关的空气排放。预防、减少并控制空气排放的其他建议措施包括：

- 对反应容器采取封闭处理，以使产生的废气能够通过适当的洗涤，或通过其他减少排放的系统排放到大气中；
- 安装气体探测器（如适用于探测 HCN、H<sub>2</sub>S 与 NO<sub>x</sub> 的探测器），并实施预防毒性气体排放的安全措施；
- 把过滤与脱水程序上的气室与工厂主要的空气污染缓解系统（如果安装了这种系统的话）连接在一起。

#### (2) 水排放。

生物与化学程序产生的污水包括径流与渗滤液（上面已经说过了）、污染控制残留物、废弃物残留物（如从废弃物中分离出来的水溶部分）。上面的 MSW 部分和《通用 EHS 指南》都对径流的控制提供了综合性措施指导。预防、减少和控制水排放的措施包括：

- 在淤泥和污水中加入絮凝剂进行处理、促进沉淀，并加快固体的进一步分离，在适当情况下还可以利用蒸发措施（避免使用絮凝剂）；
- 防止废弃物与其他含有金属和络合剂的污水混合在一起。

#### (3) 废弃物残留。

生物与化学处理一般会产生必须进行处理的固体废弃物残留。建议采取以下措施来预防、减少并控制固体废弃物的产生：

- 限制接收需要通过凝固/凝结技术来处理的废弃物，所接收的废弃物中不能含有高水平的 VOC、有强烈气味的成分、固态氰化物、氧化剂、螯合剂、高水平 TCO，以及压缩气筒；
- 垃圾填埋之前对含有害化合物的固态废弃物进行凝固处理时，应适当组合水洗、蒸发、再结晶、酸萃取等方法，以降低金属的溶解性，并减少毒性可溶盐的渗滤；
- 根据废弃物残留的物理与化学特点，在进行垃圾填埋处理之前，按照要求对废弃物进行凝固、玻璃化、熔化或融合；
- 对要进行填埋处理的废弃物进行无机化合物渗滤性检测（如按照欧洲标准化委员会（CEN）或美国环保署 US EPA 有关渗滤程序的规定）。

### 有害废弃物焚化

焚化涉及几个综合性的程序操作，包括填料控制与准备、燃烧、燃烧产物管理（如废气与灰烬）。焚化会减少废弃物的体积和重量，会破坏废弃物中几乎所有的有机化合物，但是也会产生需要进行适当管理的空气排放和废弃物残留。

建议考虑采用以下措施来降低潜在的环境、健康与安全影响：



- 按照相关国家要求和国际认可标准设计、运作焚化装置<sup>1</sup>。根据废弃物具有的危害特点，这些标准一般都要求具有 99.99%到 99.9999%的销毁效率；
- 实施严格的废弃物挑选程序，以便只接收能够进行有效管理的废弃物<sup>2</sup>；
- 对焚化装置的参数进行持续监测，这包括废弃物填充率、碳氢化合物总量、温度（在停留区末端测量），以及一氧化碳和氧（在烟囱处测量）；
- 安装自动化系统，以防在操作条件与要求范围不符的情况下把有害废弃物加入到焚化装置中（如在启动与关闭或操作不当条件下）。

#### (1) 空气排放。

产生的空气排放取决于废弃物的构成，可能包括氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳、金属、酸、不完全燃烧产物，最主要的是多氯二苯并二噁英（PCDD）和多氯二苯并呋喃（PCDF）。建议采取以下措施来预防、减少并控制空气排放：

- 对二氧化碳和氧气进行持续监测，便于了解适当的燃烧条件；
- 密切追踪废弃物填料中的氯含量，以及这些废弃物和其他潜在污染物的填入率；
- 对废气中 PCDD、PCDF、其他燃烧产物和重金属的浓度进行定期监测；
- 焚化含氯废弃物时，通过对废气进行快速冷却、对燃烧气体进行良好混合、采取适当高温、适当的氧含量和适当的停留时间等来减少 PCDD 和 PCDF 的产生与排放；通过脱氮系统也可以减少 PCDD 和 PCDF 的排放；
- 如果有必要，还要采取其他的排放控制手段（如活性炭）；
- 对燃烧气体进行处理，去除金属和酸性气体（如通过湿式洗涤器）；
- 控制燃烧区的逸散性排放（如通过对燃烧区进行密封或把燃烧区的压力保持在大气压力以下）；
- 减少灰烬产生的逸散性排放（如使用封闭式系统处理精细干燥材料，并使用封闭式容器向处理地点进行转移）；
- 考虑应用把废物转化为能量的技术，以帮助节省资源，并抵消燃烧化石燃料发电产生的排放<sup>3</sup>。

#### (2) 水排放。

许多空气污染控制装置都使用水来清洁气体，并会产生含有从废气中清除出来的污染物的废水。建议采取以下措施来预防、减少并控制水排放：

- 如果对含氯废物进行焚化，要对污水中的 PCDD 与 PCDF、其他燃烧产物、重金属的浓度进行定期监测；
- 保持所需空气排放控制的同时，尽可能减少处理污水的排放；
- 在排放前对污水进行处理（如通过澄清、金属沉淀、中和）。

#### (3) 灰烬与残留物。

<sup>1</sup> 例如：请参考《巴塞尔公约——陆上焚化技术指导》，巴塞尔公约系列/SBC 02/04 号；欧盟委员会有关最佳废弃物焚化技术的综合污染防控参考文件，2006 年 8 月；以及美国环保署 US EPA 在 40CFR 第 1 章 O 小部分的规定。

<sup>2</sup> 填入的废弃物中不能含有汞。

<sup>3</sup> 上面已经说过了，应用把废物转化为能量的技术的可行性取决于几个方面，这些方面可能包括地方政府确定的项目设计规定，





焚化装置的底灰中含有金属氧化物与卤化物，这些物质可能具有非常高的水溶性（卤化物），并且可能形成有害的废弃物。飞尘会吸收废气中没有完全水解的燃烧产物。因而，没有处理的焚化装置废弃物残留可能会渗滤出污染物。

建议采取以下措施来预防、减少并控制固态废弃物：

- 将焚化工业有害废弃物产生的灰烬与其他固体残留当作有害物质进行处理，除非能够证明这些物质是无害的；
- 定期监测污染控制残留物中 PCDD、PCDF、其他燃烧产物和重金属的浓度，并且还要对灰烬或炉渣进行监测；
- 在进行最终处置之前，降低灰烬残留发生渗滤的可能性（如通过凝固或玻璃化）。

### 垃圾填埋

在垃圾填埋场填埋的工业有害废弃物中的有害成分可能会通过渗滤或以气体形式扩散出去。因此，对接收工业有害废弃物的填埋场来说，设计与运作标准具有特别重要的作用，达到相关标准以后，在垃圾填埋场运作期间（包括闭场以后），就可以有效地防止废弃物发生泄漏。

预防、减少并控制进行垃圾填埋的工业有害废弃物对环境产生潜在影响的建议措施有：

- 按照相关法律要求与国际认可标准设计和运作垃圾填埋场<sup>1</sup>；
- 把垃圾填埋场分隔成不同的区间，把具有不同性质的废弃物分隔开来；
- 记录所接收废弃物的情况，包括来源、分析结果和数量等；
- 在地图上记录每个垃圾填埋区间的位置与大小，以及区间内每种有害废弃物的大概位置。

#### (1) 渗滤液的产生。

上面的 MSW 垃圾填埋部分和《通用 EHS 指南》都对雨水的控制工作进行了说明。另外，预防、减少并控制渗滤液产生的建议措施还有：

- 安装衬里系统，最好由两层以上具有渗滤液收集系统的衬里组成，渗滤液收集系统要位于衬里上部和中间，以便在垃圾填埋场运营期间和封闭以后，防止其中所填埋废弃物中的有害成分扩散到周围的地下土、地下水或地表水中。

衬里应该满足以下要求：

- 由具有低渗透性的材料构成，具有适当的化学性质，足够的强度和厚度，以防止在存在压差、与所接触的废弃物或渗滤液进行物理接触、气候条件、安装压力或日常操作压力等情况下发生破裂；
- 铺放在能够为衬里提供支撑并能抵抗衬里上下压力差的地基上，以免由于沉降、挤压或隆起等原因造成衬里的破裂；
- 在所有可能接触到废弃物或渗滤液的部分都铺上衬里。
- 在上层衬里之上就安装渗滤液收集与清除系统，以收集并清除垃圾填埋产生的渗滤

以及与电力生产与销售的相关法律。

<sup>1</sup> 例如：请参考《巴塞尔公约——特别设计垃圾填埋场指导》，巴塞尔公约系列/SBC 02/03 号；美国环保署 US EPA 在 40CFR 第一章 N 部分的规定。



液，以免衬里上面渗滤液的深度超过 30 厘米。渗滤液收集与清除系统应该满足以下条件：

- 系统构成材料的化学性质能够抵抗垃圾填埋场所管理的废弃物和所产生渗滤液，其强度和厚度足以防止在所覆盖垃圾、垃圾覆盖材料和垃圾填埋场所使用设备的压力下发生崩溃；
- 设计和运营不能对垃圾填埋场既定的封闭时间造成阻碍。
- 在双层衬里系统的两层衬里之间安装泄漏检测系统。发生泄漏时，这种泄漏检测系统要能够在最早的可能时间内、在可能接触到废弃物或渗滤液的上层衬里范围内探测、收集和清除渗漏出的有害成分。
- 最终封闭垃圾填埋场时或封闭填埋场内任意隔离区间时，用最终覆盖层把垃圾填埋场或隔离区间覆盖起来，这种最终覆盖层的设计与构成应该具有以下特点：
  - 能够长期预防封闭式垃圾填埋场中的液体发生扩散；
  - 在进行基本维护的情况下也能够发挥正常作用；
  - 方便排水，并能使覆盖层的腐蚀或磨损降到最低；
  - 适应土地的下降与沉陷，能保持覆盖层的完整性；
  - 渗透性低于或等于任何底衬系统或天然下层土壤的渗透性。

#### (2) 地下水与渗滤液监测。

上面的 MSW 垃圾填埋场部分已经对地下水监测进行了说明。另外，建议采取以下措施来对渗滤液和现场情况进行检查和监测：

- 在建设过程中，检查衬里的均质性、损坏情况和完整性；
- 对垃圾填埋场进行定期检查（如暴雨过后、运作期间每周检查一次、封闭后每个季度检查一次），查看是否已经退化或发生了故障，正在运行与没有运行的控制系统是否有操作不当的情况，如最终覆盖层的腐蚀情况；风传播控制系统是否能够正常工作（如果安装了的话）；是否存在渗滤情况，以及渗滤液收集与清除系统是否能够正常工作。

#### (3) 垃圾填埋气。

如果处理的垃圾具有生物降解性，那么就可能产生垃圾填埋气，要按照上面 MSW 垃圾填埋场部分的说明对这些垃圾填埋气进行控制和监测。

#### (4) 封闭与封闭后。

垃圾填埋场运营商要按照以前的说明对垃圾填埋场的封闭和封闭后的管理进行规划（见市政固体废弃物——垃圾填埋场）。

## 一般工业废弃物

一般工业固体废弃物的定义是按照国家规定确定的，因为这种废弃物源于工业生产程序，但是其具体工业程序来源与特点不符合有害废弃物的定义。一般工业废弃物指工业生产过程中从废弃物处理设施、供水处理设施或空气污染控制设施产生的废物、垃圾、淤泥，以及丢弃的其他材料，包括固态的、液态的、半固态的、含有气态材料的废弃物；惰性建设/爆炸材料；金属废料与空罐子之类的垃圾；以及工业生产过程中产生的残留废弃物，如炉渣、渣块与飞尘。



### 废弃物的收集与运输

一般工业废弃物的运输需要使用适当的设备和经过适当培训的工作人员，上面所说的适用于有害废弃物的缓解措施一般都适用于一般工业废弃物。预防、减少并控制废弃物收集与运输具有的潜在环境风险的其他建议措施还有：

- 在事先没有进行清洁并清理残留的废弃物的情况下，不能用一般工业废弃物清运车和其他设备来清运 MSW；
- 用来清运一般工业废弃物的车辆与其他设备不能用来配送物品（如覆盖物）。

### 废弃物的接收、卸放、处理与存储

在 MSW 和工业有害废弃物方面，对一般工业废弃物进行管理的设施要了解并控制所接收废弃物的性质，以便进行存储、处理或处置，对其进行安全有效的管理。在废弃物验收和分析程序中要考虑到所接收废弃物的性质与预期变化，并且一般还要与上面所说针对工业有害废弃物管理设施的建议措施相一致。

### 生物与物理化学处理

对一般工业废弃物进行处理有助于在最终处置之前降低废弃物的数量和毒性。通过处理还可以对废弃物进行回收和再利用。因此，也可以选择一般工业废弃物管理设施对废弃物进行处理。例如：进行处理可以解决垃圾管理设施产生的少量 VOC 排放问题，或者选择一个处理设施对废弃物进行处理，从而可以使用要求较低的废弃物管理系统设计。可以用处理和对处理后废弃物进行管理的方法来降低其环境影响，但要牢记：产生的处理残留物本身也是需要处理的废弃物，如淤泥。总的来说，建议采取与上面所说的针对工业有害废弃物管理设施所提建议相似的缓解措施。

### 焚化

可以考虑对一般工业废弃物（包括固体废弃物）进行焚化处理特别是在焚化中可以回收、具有热价值的液态废弃物。根据所接收废弃物的性质，在适当情况下，在一般工业废弃物焚化厂中建议采取与上面工业有害废弃物焚化厂所采取措施相一致的缓解措施。

### 垃圾填埋

与其他垃圾填埋场一样，一般工业废弃物的填埋取决于废弃物的防泄漏情况，包括控制废弃物潜在危害的渗滤液收集与处理（在适当情况下，还包括气体的管理）。一般工业废弃物填埋场可能是适合接收一种废弃物（即单一填埋），或者适合于接收多种废弃物。所接收废弃物的性质决定了填埋场的设计与控制是否要与 MSW 或工业有害废弃物填埋场相一致。除了上面针对 MSW 和工业有害垃圾填埋场讨论的措施之外，还建议采取以下措施来预防、减少并控制一般工业废弃物填埋场的潜在环境影响。

- 遵守国家与地方在一般工业废弃物填埋场方面的相关要求，并且遵守相关的国际认可标准，包括有关监测的规定<sup>1</sup>；
- 不对易腐烂的废弃物进行处理，除非处理场安装有能对这类废弃物进行处理的设备，有垃圾填埋气收集与处理系统，并且其降解产物不会造成其他工业废弃物毒性、扩散

<sup>1</sup> 例如：请参见《巴塞尔公约——特别设计垃圾填埋场指导》，巴塞尔公约系列/SBC 02/03 号；美国环保署 US EPA 在 40CFR 第 257 部分的规定；以及德克萨斯管理法规第 335 章的规定。



性的增加；

- 不要与一般工业废弃物一起处理，也不要通过填埋方式处理液态、爆炸性垃圾以及放射性或核材料、医疗垃圾；
- 对垃圾填埋系统进行设计，包括衬里与覆盖材料的选择，以便能够有效防止工业废弃物及降解产物的泄漏；
- 按照与工业有害废弃物管理设施建议措施相同的方式，对处理场周围的地下水与地表水的水质进行监测；
- 制定书面计划，并按照计划对监测设备、安全与应急设备、操作与结构设备（如堤坝和油池泵）等进行检查，这些设备对预防、监测潜在环境或人类健康危害并采取相应反应具有十分重要的作用；
- 实施培训，让处理场工作人员熟悉应急程序、应急设备和应急系统，以便在紧急情况下采取有效反应。

## 1.2 职业健康与安全

废弃物管理厂在建设及停止运营阶段的职业健康与安全影响与其他大型工业项目相似，这在《通用 EHS 指南》里都有说明。在管理厂运营期间，工作人员面临的最主要职业健康与安全影响一般包括：

- 事故与伤害；
- 化学接触；
- 病原体与带菌体接触。

### 事故与伤害

在废弃物管理企业里遇到的物理危害与其他大型工业项目中遇到的那些相同，这在《通用 EHS 指南》中都有说明。固体废弃物工作人员还特别容易发生卡车和其他移动设备方面的事故，因此建议采取交通管理系统，并安排交通管理员。可能发生的意外事故包括废弃物因处理堆不稳定而发生滑落、处理点表面发生陷落、火灾、爆炸、被处理设备夹住、被移动设备碾过等。还有因起重、与锋利物接触、化学烧伤，以及传染媒介造成的其他伤害。烟雾、灰尘、气溶胶等会对眼睛、耳朵和呼吸系统造成伤害<sup>1</sup>。

《通用 EHS 指南》中提供了部分减少事故与伤害的措施，另外，还建议采取以下程序来预防、减少并控制废弃物管理企业的事故与伤害情况：

- 在垃圾填埋场，使用重型设备对废弃物进行压实，并在每个压实的废弃物层上覆盖常规材料，以免地下废弃物分隔区发生火灾后波及整个填埋场，从而导致重大的陷落事故的发生；
- 对垃圾填埋气进行通风，以免发生地下火灾与爆炸；
- 在非地震区采取最大为 3□1 的边坡，地震区边坡的斜度要小一些（如 5□1），并定期

<sup>1</sup> 有关相关的其他具体情况，请参见 Cointreau. S. (2006 年)。



抽水，以免发生渗透，导致斜面下沉；

- 为工作人员提供适当的保护服装、手套、呼吸面具，并为垃圾运输工人提供防滑鞋，为所有工人提供硬底安全鞋，以免脚部被砸伤。对于在噪声大设备附近工作的人员，还要提供噪声保护设备。对于在重型移动设备、铲斗、起重机附近工作的人员和清运车卸放位置工作的人员，还要提供安全帽；
- 为所有的垃圾填埋设备提供封闭式空调舱和防翻保护；
- 提供带有倒车声音报警和灯光倒车信号的垃圾集运车辆与垃圾填埋设备；
- 从源头上对固体废弃物的存储进行改进，以便有效防止清运垃圾的泄漏，并降低垃圾重量；
- 在垃圾清运车上安装排气管，以免产生的废气排放到驾驶人员的呼吸范围内；
- 设计清运路线，以减少或清除横穿马路产生的交通事故；
- 为垃圾清运车提供带有压缩机制的双面恒压控制；
- 限制处理地点的人员出入，只有经过安全培训并佩戴有保护设备的工作人员才能够进入高危区；
- 在回收与转运站对清运车操作人员进行隔离；
- 使用自动化系统对垃圾进行分类和转运，以尽量减少与垃圾的接触；
- 为工作人员提供通讯工具，如无线电。设计专用信号电码，供垃圾填埋地点通讯使用；
- 通过提供有助于分类的传送带、传送台，从而减少在地面上进行的分类工作；
- 为特别处理场和固定设备设计要求制定减少危险接触的设计与材料规范（如通风、空调、封闭式传送带、低负载与分类高度、防滑地板、楼梯与通道安全栏、泼溅保护与防泄漏、噪声控制、防尘措施、气体报警系统、火灾报警与控制系统，以及撤离设施等）。

## 化学接触

在废弃物管理企业遇到的化学接触与大型工业厂遇到的那些相同，如毒性与窒息气体，这在《通用 EHS 指南》中都有说明。但是，人们通常不可能完全了解废弃物的构成及其潜在危害。即使是市政固体废弃物（MSW）中也经常含有有害的化学品，如废旧电池中的重金属、灯具固定器、涂料、墨水等。

建议采取以下措施来预防、减少并控制废弃物管理项目的化学接触：

- 控制并说明所接收废弃物的特征（见废弃物的接收、卸放、处理与存储）；
- 为工作人员提供适当的个人设施，包括上工前后的清洗区、更衣区等；
- 对封闭式处理区进行通风（如降低废弃物体积区产生的灰尘、堆肥过程中由于高温产生的 VOC 排放）；
- 对处理、转运和处置设施工作区的呼吸区空气质量进行监测。测量甲烷与氧气含量的直接读书仪器具有非常基本的重要作用，这些仪器包括可燃气体指示器、火焰探测器、氧气测量表。在垃圾处理/处置厂，还要对收集、通风的生物降解气体中的挥发性有机物进行分析。在废弃物处理、分类和肥料堆制场，需要对有机灰尘进行监测；





- 禁止在指定区域外吃饭、吸烟、饮水；
- 必要情况下，为垃圾填埋场使用的重型移动设备空气过滤和空调舱。

## 灰尘

垃圾处理会产生有害灰尘，包括有机灰尘。上面的 1.1 部分对灰尘控制措施进行了讨论，这些措施同样有助于减少工作人员与灰尘的接触。《通用 EHS 指南》中提供有减少灰尘产生的综合措施。

## 病原体与带菌体

在对淤泥、屠宰后的畜体、尿布、含有家畜粪便的庭院清理垃圾等 MSW 垃圾进行处理的过程中，工作人员可能会接触到存在于粪肥和牲畜粪便中的病原体。MSW 的随意倾倒是吸引老鼠、苍蝇和其他传播疾病的昆虫。MSW 的处理也会产生气溶胶、部分或全部由微生物构成的空气悬浮颗粒，如细菌、病毒、霉菌、真菌等。这些微生物可能长期漂浮在空气中，具有活性、传染性。工作人员还可能接触到微生物产生的和因垃圾填埋隔离区被破坏而释放出的内毒素，这种毒素可以通过空气灰尘颗粒传播。

建议采取以下措施来预防、减少并控制病原体和带菌体：

- 提供并要求使用适当的个人防护衣物与设备；
- 为工作人员提供免疫，并进行健康监测（如 B 型肝炎与破伤风）；
- 在垃圾处理与存储区保持良好的清洁状态；
- 在可行情况下，采取自动化（非手动）垃圾处理方法；
- 在垃圾填埋场内，在指定填埋隔离区对废弃物进行快速的安置、压实和覆盖，特别是对可能吸引害虫和苍蝇的废弃物，如食品废弃物（特别是动物性副产品（如果处理场接收这种垃圾的话））和制革垃圾；
- 定期用消毒剂对重型移动设备的驾驶舱进行清洁和清洗；
- 对于堆肥，应在干草列中维持需氧条件适当的温度。在堆制程序中对工作人员和孢子传播成分进行隔离，隔离方法如通过机械进行翻转（如使用带有封闭式空调或暖风系统驾驶舱的拖拉机或前端装载机）。进行手动翻转时，最好采用通风系统；
- 在生物处理系统中保持充足的温度和保留时间，以销毁病原体（如在大多数堆制情况下，要连续三天保持 55 摄氏度，条垛情况下要连续 15 天保持 55 摄氏度）；
- 适当设置区域坡度，避免积水（减少昆虫繁殖区）；
- 采用综合性害虫控制措施控制害虫水平，在必要情况下对大批滋生区进行处理，如用杀虫剂对暴露面和侧面进行处理；
- 在干燥与多灰尘的情况下，提供并要求使用防尘面具或呼吸器（如翻动堆肥时）。装有木炭的呼吸器也可以降低呼吸到的臭气；
- 出现割伤与擦伤的情况下，要立即进行医疗处理。对伤口进行包裹，以免接触到垃圾；
- 用栅栏把垃圾管理点完全封闭起来，以防家畜或野生动物接触到垃圾，否则可能会造成牲畜与人畜共患病的传播，并波及野生动物。每天都要对垃圾进行覆盖，以减少鸟



类的接触，否则可能引发禽流感和其他鸟类疾病的传播。

### 1.3 社区健康与安全

与废弃物管理项目建设相关的社区健康与安全可能包括固体废弃物的排放，以及《通用 EHS 指南》中所说的建设地点问题。

废弃物管理企业在运营与停止运营阶段产生的社区健康与安全影响包括以下方面：

- 与垃圾清理相关的一般职业与环境健康问题；
- 物理、化学与生物危害；
- 乱扔垃圾；
- 噪声；
- 灰尘与臭气。

#### 与垃圾清理相关的一般职业与环境健康问题

在发展中国家，有人专门在市政或混合垃圾处理点寻找具有商业价值材料，这些非正式的垃圾收集人是造成垃圾清理工作中的一般性职业与环境健康问题的主要原因。这种现象是由复杂的社会、文化、劳动与经济因素造成的，完全不在这份指导文件的指导范围之内。但是，在对非正式捡垃圾人员进行职业、健康与安全风险进行管理时，需要考虑以下原则：

- 禁止在有害与一般工业废弃物管理场捡拾垃圾；
- 专门从事 MSW 管理工作的企业要与政府机构合作设立简易的基础设施，以便对垃圾进行分类，帮助那些捡垃圾的人成立合作组织或其他形式的微型企业，或者正式雇佣这些人从事该行工作。不能因为没有可行的选择方案，而直接禁止这些人捡拾垃圾，以此作为一种职业健康与安全管理策略；
- 拥有垃圾工人的现有企业运营商要采取具有商业可行性的方法，通过制定管理计划把捡拾垃圾的工作正式化，这包括：
  - 只允许已登记的成年人捡拾垃圾，禁止儿童捡拾，禁止家畜进入。为抚养子女和教育子女提供其他工作选择；
  - 提供保护性设备，如鞋子、面具和手套等；
  - 制定处理规定，并提供分类设施，以改进可回收垃圾的回收，同时减少与其他操作的接触，从而降低潜在危害；
  - 提供清洗用水和更衣区；
  - 在清洁、卫生及家畜饲养方面实施教育计划；
  - 提供包括定期接种和体检在内的工作人员健康管理程序。

#### 物理、化学与生物危害

废弃物管理企业的访客和侵入者可能面临许多上述工作人员面临的危险。特别是那些捡垃圾的人，他们经常在垃圾转运与处理地点捡拾垃圾，寻找能够回收的材料、饲养牲畜的食品残渣，特别是在MSW厂附近，这些人一般居住在这些地点附近，居住条件恶劣，只有最基本的



清洁与卫生条件。捡垃圾的人可能面临很多风险，包括接触人类排泄物、被毒性材料浸透的纸张、有化学残留的瓶子、有残留杀虫剂与溶剂的金属容器、医院丢弃的针头与绷带（含有致病生物），以及含有重金属的电池等。垃圾清运车往返处理点产生的尾气、处理操作产生的灰尘，以及废弃物的露天燃烧等都会造成潜在的职业健康问题<sup>1</sup>。

建议采取以下措施预防、减少并控制对社区的物理、化学与生物危害：

- 通过实施保安程序限制进入废弃物管理场，如：
  - 采用适当材料在管理场周围设置适当高度的围挡，如链节、防止牲畜进入的木栅栏；
  - 锁闭处理场的大门和建筑；
  - 根据要求，在主要出入口安装与录像设备和遥控 CCTV 相连接的安全照相机；
  - 在建筑物和储存区安装安全警报系统；
  - 每年对管理场的安全措施进行检查，发生安全违规现象时予以报告；
  - 进行管理场访问登记；
  - 栅栏/出入口发生损坏以后马上进行修理；
  - 必要时进行夜间照明。由于会对周围邻居产生影响，因此要选择能够减少周围灯光影响的灯具。

## 乱扔垃圾

通过风吹、害虫与车辆散布到废弃物管理场边界外的垃圾会直接散布疾病；招引老鼠、苍蝇和其他带菌媒介；并让社区面临有害物质的影响。觅食的鸟儿一般会聚集到垃圾填埋场寻找食物，如海鸥和乌鸦。这些鸟儿在觅食时会把新倾倒的垃圾和部分遮盖的垃圾翻乱，并会招来附近居民和土地所有者对从垃圾填埋场传播出来的食品垃圾、排泄物和其他废弃物的投诉。上面的 1.1 部分对这种垃圾散布的控制进行了说明。

## 噪声

噪声的产生一般来自废弃物处理、处理设备、处理场的车辆交通、废弃物和材料在处理场的运进与运出。上面的 1.1 部分和《通用 EHS 指南》都对噪声来源和降低噪声的措施进行了说明。另外，处理场运营商还应就其运行时间与周围的土地使用者进行协商。

## 灰尘与臭气

废弃物管理场产生的灰尘与臭气可能会影响到周围的社区。有机灰尘还会传播致病微生物。上面的 1.1 部分和《通用 EHS 指南》都对灰尘和臭气的控制进行了说明。另外，建议采取以下措施来预防、减少并控制废弃物管理场所产生灰尘和臭气对社区的影响：

- 在处理区和潜在受影响方之间要有充足的缓冲区，如山、树或围墙；
- 避免把管理场设在靠近人口密集、存在敏感受体的地方，如医院和学校。如果有可能，最好把地点选择在潜在受体的下风向远距离处。

<sup>1</sup> Sandra Cointreau, 世界银行集团, 《重点关注中低收入国家固体废弃物管理的职业与环境健康问题》, 城市论文 UP-2, 2006 年 7 月。



## 2 指标与监测

### 2.1 环境

#### 废气排放和污水排放指南

表 1 到表 4 阐述了欧盟和美国在废弃物管理场这一领域的排放与废水标准范例<sup>1</sup>。假设在正常操作条件下，通过在适当设计、运作的管理厂内实施本文件上面各部分所说的污染防控技术，可以实现这些排放与污水目标值，那么在任何时候都应该可以实现上述参考标准所规定的水平。由于具体的地方项目条件有所不同，这些水平也会出现偏差，需要在环境评估中对此进行说明。

废水指南适用于直接向地表水排放处理过的污水，并把其作为一般用途使用。具体地点的排放标准可以根据公共运营污水收集与处理系统的使用情况而定，如果直接向地表水进行排放，则应根据《通用 EHS 指南》中有关接收水体的使用分类而定。如果不进行稀释，则至少应在处理场或处理装置 95% 以上的运行时间里（以年为单位计算），都应该达到这些标准。由于具体的地方项目条件有所不同，这些水平也会出现偏差，要在环境评估中对此进行说明。

#### 环境监测

无论是在正常操作还是在异常条件下，该行业环境监测项目的执行都应当面向可能对环境产生重大潜在影响的所有生产活动。环境监测活动应当以适用于特定项目的废气、废水和资源利用的直接或间接指标为基础。

环境监测的频率应当足以为监测参数提供具有代表性的数据。环境监测应由受过系统训练的人员使用经正确校准的、维护良好的设备按照检测和记录程序进行。监测得出的数据应进行定期分析和检查，并与操作标准进行对比，以便采取合适的矫正行动。《通用 EHS 指南》中介绍了对废气废水监测的抽样和分析方法。

### 2.2 职业健康与安全绩效

#### 职业健康与安全指南

评价职业健康与安全表现，应当根据国际上出版的有关职业暴露的指导原则，包括由美国政府工业卫生学家大会（ACGIH）出版的《职业暴露限值（TLV<sup>®</sup>）》导则和《生物暴露指标（BEIs<sup>®</sup>）》、美国国家职业安全与卫生研究所（NIOSH）出版的《化学危险袖珍指南》、美国职业安全与健康管理局（OSHA）出版的《职业暴露允许浓度限值（PELs）》、欧盟成员国出版的《指导性职业暴露限值（IOELV）》及其他相关指导原则。

<sup>1</sup> 信息来源为最新的更新信息。



## 事故与死亡率

项目要把发生在工作人员（不论是直接雇用的还是转包工人）之中的事故数目降低到零，特别是那些会造成工时损失、不同程度残疾，甚至死亡的事故。在发达国家，可以通过与标准规定机构（如美国劳动统计局与英国健康与安全执行局）进行磋商，根据工厂绩效确定其死亡率基准。

## 职业健康与安全监测

相关部门应当对工作环境进行监测，以发现特定项目的职业危险物。监测工作应当由获得认证的专业人员<sup>1</sup>进行设计和执行，并将其作为职业健康与安全监测制度的组成部分。管理者还应记录职业事故、疾病和危险事件。《通用EHS指南》中介绍了职业健康与安全监测项目的其他指南信息。

表 1 欧盟与美国 MSW 焚化装置的空气排放标准

参数	欧盟	美国
总悬浮颗粒	10 mg/m <sup>3</sup> (24 小时平均值)	20 mg/dscm
二氧化硫 (SO <sub>2</sub> )	50 mg/m <sup>3</sup> (24 小时平均值)	30 ppmv (或降低 80%)
氮氧化物 (NO <sub>x</sub> )	200~400 mg/m <sup>3</sup> (24 小时平均值)	150 ppmv (24 小时平均值)
不透明性	无	10%
氯化氢 (HCl)	10 mg/m <sup>3</sup>	25 ppmv (或降低 95%)
二噁英与呋喃	ng/m <sup>3</sup> (6~8 小时平均值) (以 TEQ 计)	13 ng/dscm (总质量)
镉	0.05~0.1 mg/m <sup>3</sup> [0.5~8 小时平均值]	0.010 mg/dscm
一氧化碳 (CO)	50~150 mg/m <sup>3</sup>	50~150 ppmv
铅 (Pb)	(见下面的总金属含量)	0.140 mg/dscm
汞 (Hg)	0.05~0.1 mg/m <sup>3</sup> [0.5~8 小时平均值]	0.050 mg/dscm (或降低 85%)
总金属含量	0.5~1 mg/m <sup>3</sup> [0.5~8 小时平均值]	无
氟化氢 (HF)	1 mg/m <sup>3</sup>	无

资料来源：

欧盟指令 2000/76/EC (适用于 MSW 和有害废弃物焚化装置)；

美国环保署 (US EPA) 的大型市政废弃物燃烧装置绩效标准，40 CFR 第 60 部分 Eb 小部分。

注意：

所有数值都折算为 7% 的氧；

适用规定较低的一个；

取决于装置类型：缺氧焚化炉与富氧焚化炉——50 ppm (4 小时平均值)；大型水冷墙焚化炉、大型耐火材料燃烧炉，以及循环流化床燃烧炉——100 ppm (4 小时平均值)；旋转窑式水冷墙焚化炉——100 ppm (24 小时平均值)；粉煤/垃圾衍生燃料混燃式燃烧炉——150 ppm (4 小时平均值)；垃圾衍生燃料燃烧炉、抛煤机锅炉/垃圾衍生燃料混燃式燃烧炉——150 ppm (24 小时平均值)。

mg/m<sup>3</sup> = 毫克每立方米；mg/dscm = 毫克每干标准立方米；

ppmv = 体积分数为百万分之一；TEQ = 毒性当量单位。

<sup>1</sup> 有资格的专业人员可包括持有证书的工业卫生专家、注册职业卫生专家、持有证书的安全专家或与此类专家具有同等资格的人。





表 2 欧盟与美国有害废弃物焚化装置的空气排放标准

参数	欧盟	美国
颗粒物	见表 1	1.5 mg/dscm
一氧化碳 (CO) 或碳氢化合物 (HC)	见表 1	100 (CO) ppmv 10 (HC) ppmv
总氯含量 (HCl, Cl <sub>2</sub> )	见表 1	21 ppmv
汞 (Hg)	见表 1	8.1 µg/dscm
半挥发性金属 (铅、镉)	见表 1	10 µg/dscm
低挥发性金属 (砷、铍、铬)	见表 1	23 µg/dscm
二噁英与呋喃 (以 TEQ 计)	见表 1	0.11 干 APCD 或 WHB 0.2 其他来源 (ng/dscm)
销毁与清除效率	见表 1	99.99%~99.999 9%

资料来源：

美国环保署 ( US EPA ) 的商业与工业固体废弃物焚化装置排放标准，40 CFR 第 63 部分 EEE 小部分。

注意：

所有数值都折算为 7% 的氧；

TEQ = 毒性当量单位，APCD = 空气污染控制装置；WHB = 废热锅炉；

mg/m<sup>3</sup> = 毫克每立方米；mg/dscm = 毫克每干标准立方米；ppmv = 百万分之一体积；

表 3 欧盟与美国一般废弃物焚化装置的空气排放标准

参数	欧盟	美国 <sup>a</sup>
不透明性	见表 1	10%
颗粒物	见表 1	70mg/dscm
一氧化碳 (CO)	见表 1	157 ppmv
氮氧化物 (NO <sub>x</sub> )	见表 1	388 ppmv
二氧化硫 (SO <sub>2</sub> )	见表 1	20 ppmv
氯化氢 (HCl)	见表 1	62 ppmv
镉	见表 1	4 µg/dscm
铅 (Pb)	见表 1	40 µg/dscm
汞 (Hg)	见表 1	470 µg/dscm
二噁英与呋喃 (以 TEQ 计)	见表 1	0.41 ng/dscm

资料来源：

● 美国环保署 ( US EPA ) 的国家商业与工业固体废弃物焚化装置排放标准，40 CFR 第 60 部分 CCCC 小部分。

注意：

a. 所有数值都折算为 7% 的氧。除不透明性以外，都以三次的平均值为基础 ( 每次最低一个小时的采样时间 )，不透明性以六分钟的平均值为基础。

mg/m<sup>3</sup> = 毫克每立方米；mg/dscm = 毫克每干标准立方米；ppmv = 百万分之一体积；TEQ = 毒性当量单位。

表 4 美国垃圾填埋场的排放标准

参数	单位	指南 <sup>c</sup>			
		有害废弃物填埋场		MSW 填埋场	
		每日最大值	月平均值	每日最大值	月平均值
BOD <sub>5</sub>		220	56	140	37



参数	单位	指南 <sup>c</sup>			
		有害废弃物填埋场		MSW 填埋场	
		每日最大值	月平均值	每日最大值	月平均值
pH 值		6~9	6~9	6~9	6~9
总悬浮固体	mg/L	88	27	88	27
氨 (以氮的形式存在)	mg/L	10	4.9	10	4.9
砷	mg/L	1.1	0.54		
铬	mg/L	1.1	0.46		
锌	mg/L	0.535	0.296	0.20	0.11
a-松油醇	mg/L	0.042	0.019	0.033	0.016
苯胺	mg/L	0.024	0.015		
苯甲酸	mg/L	0.119	0.073	0.12	0.071
萘	mg/L	0.059	0.022		
p-甲酚	mg/L	0.024	0.015	0.025	0.014
苯酚	mg/L	0.048	0.029	0.026	0.015
吡啶	mg/L	0.072	0.025		

c : 美国环保署 ( US EPA ) 集中废弃物处理排放指南 , 40 CFR 第 437 部分。

### 3 参考文献和其他资料来源

- [1] Cointreau Sandra. Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management Special Emphasis on Middle-and Lower-Income Countries. The World Bank Group Urban Papers UP-2. 2006. <http://www.worldbank.org/urban/uswm/healtheffects.pdf>.
- [2] European Agency, United Kingdom, and Scottish Environment Protection Agency. Guidance on Landfill Gas Flaring. Bristol, UK. 2002. <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/IIQGO15CVN430N9A7NM6C0JPFWW88>.
- [3] European Commission. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Waste Treatments. EIPPCB: Seville, Spain, 2006a. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [4] European Commission. EIPPCB. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration. EIPPCB: Seville, Spain: 2006b. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [5] European Commission. EIPPCB. Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage. EIPPCB: Seville, Spain, 2006c. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [6] European Commission. 2003/33/EC: Council Decision of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC, 2003. [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm).
- [7] European Commission. Council of the European Union. Council Directive on 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. 1999. [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm).



- [8] European Union Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm).
- [9] United Nations Environment Programme (UNEP). Division of Technology, Industry and Economics. Waste Management Planning An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Waste Management, An Introductory Guide for Decision-makers. Integrative Management Series, No 6. Geneva: UNEP, 2004.
- [10] UNEP. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Hazardous Wastes: Physico-Chemical Treatment/Biological Treatment. Basel Convention series/SBC No. 02/09. Geneva: UNEP, 2000a.
- [11] UNEP. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Wastes Collected from Households. Basel Convention Series/SBC No. 02/08. Geneva: UNEP, 2000b.
- [12] UNEP. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5). Basel Convention Series/SBC No. 02/03. Geneva: UNEP, 1997a.
- [13] UNEP, Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Incineration on Land. Basel Convention Series/SBC No. 02/04. Geneva: UNEP, 1997b.
- [14] United States (US) Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). CPL 02-02-071-Technical Enforcement and Assistance Guidelines for Hazardous Waste Site and RCRA Corrective Action Clean-up Operations HAZWOPER 1910.120 (b) - (o) Directive. Washington, DC: OSHA, 2003. <http://www.osha.gov/>.
- [15] US Environment Protection Agency (EPA). Decision Maker's Guide to Solid Waste Management. Volume II, 1995, <http://www.epa.gov/garbage/dmg2.htm>.
- [16] US Environment Protection Agency (EPA). Center for Environmental Research Information. Guidance for Landfilling Waste in Economically Developing Countries. Authors: Savage, G.M, L.F. Diaz, C.G. Golueke, and Charles Martone. EPA/600/SR-98/040. Cincinnati, OH: US EPA, 1998.
- [17] US EPA. Microbiological and Chemical Exposure Assessment Research (MCEARD). <http://www.epa.gov/nerlcwww/merb.htm>.
- [18] The following additional selected references are available at the World Bank's Website at <http://web.worldbank.org/>.
- [19] Diaz L, Savage G, Eggerth L, Golueke C. Solid Waste Management for Economically Developing Countries. ISWA, October 1996. Environmental Protection Agency, edition. To obtain a copy, visit the International Solid Waste Association web site; click on Bookshop, August 1995.
- [20] Cointreau, Sandra. Transfer Station Design Concepts for Developing Countries. Undated.
- [21] Cointreau, Sandra. Sanitary Landfill Design and Siting Criteria. World Bank/Urban Infrastructure Note. May 1996 and updated November 2004.
- [22] Ball J M, et al. Minimum Requirements for Waste Disposal by Landfill. First Edition, Waste Management Series, Ministry of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa, 1994. (To be posted).
- [23] International Solid Waste Association. Guide for Landfilling Waste in Economically Developing Countries. CalRecovery, Inc., The International Solid Waste Association, United States Environmental Protection



- Agency, April 1998. To obtain a copy, visit the ISWA website and click on Bookshop, 1998.
- [24] Johannessen, Lars Mikkel. Guidance Note on Leachate Management for Municipal Solid Waste Landfills. Urban and Local Government Working Paper Series #5, World Bank, Washington, DC, 1999.
- [25] Johannessen, Lars Mikkel. Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills. Urban and Local Government Working Paper Series #4, World Bank, Washington, DC, 1999.
- [26] Oeltzschner, H, Mutz, D. Guidelines for an Appropriate Management of Sanitary Landfill Sites. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Division 414, Water, Waste Management and Protection of Natural Resources, Munich, June 1996. (Also available in Spanish: Desechos sólidos sector privado/rellenos sanitarios. Programa de Gestión Urbana (PGU), Serie Gestión Urbana Vol. 13, Quito, Ecuador.)
- [27] Thurgood, M, et al. Decision-Maker's Guide to Solid Waste Landfills. Summary. The World Bank, World Health Organization, Swiss Agency for Development and Cooperation, and Swiss Center for Development Cooperation in Technology and Management, Washington, DC, July 1998.
- [28] Rand, T, J Haukohl, U Marxen. Municipal Solid Waste Incineration: Decision Maker's Guide. World Bank, Washington, DC, June 1999.
- [29] Rand, T, J Haukohl, U Marxen. Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a Successful Project. World Bank Technical Paper No. 462. World Bank, Washington, DC, June 1999.
- [30] WHO Regional Office for Europe. Waste Incineration. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, Briefing Paper Series, No. 6. 1996.
- [31] World Bank, Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP). Handbook for the Preparation of Landfill Gas-to-Energy Projects in Latin America and the Caribbean. Washington DC, 2003.
- [32] World Bank. Waste Management in China: Issues and Recommendations. Urban Development Working Papers, East Asia Infrastructure Department. World Bank Working Paper No. 9. Washington DC, 2005.
- [33] United Nations Environment Programme. Landfill of Hazardous Industrial Wastes – a trainers manual. UNEP/ISWA Technical Report No. 17. 1993.
- [34] UNFCCC. Clean Development Mechanism Project Design Document: Salvador Da Bahia Landfill Gas Project. ICF Consulting. Version 3, June 2003.
- [35] UNFCCC. Project Design Document for Durban, South Africa Landfill Gas to Electricity. The Prototype Carbon Fund. Final Draft., April 15, 2003.
- [36] UNFCCC. Clean Development Mechanism Project Design Document: Municipal Solid Waste Treatment cum Energy Generation Project, Lucknow, India. Infrastructure Development Finance Company, Ltd, September 2003.
- [37] UNFCCC. Project Design Document: Brazil NovaGerar Landfill Gas to Energy Project. Eco Securities. July 14, 2003.
- [38] UNFCCC. Project Design Document: CERUPT Methodology for Landfill Gas Recovery Project – Tremembe, Brazil. Onyx. undated.



## 附件 A：行业活动的通用描述

### 废弃物说明与定义

#### 市政固体废弃物

市政固体废弃物（MSW）一般包括家庭垃圾、公共机构废弃物、街道清扫垃圾、商业垃圾，以及建筑与爆破残骸。根据丢垃圾人的收入和生活方式，MSW 的构成会有很大不同。MSW 可能还包括纸质与包装材料；食品；植物垃圾，如院子里产生的垃圾；金属；橡胶；纺织品；以及具有潜在危害性的材料，如电池、电力元件，油漆，漂白剂与药物等。在发展中国家，MSW 可能还包括小型工业产生的各种不同数量的工业废弃物，以及动物尸体和排泄物质等。一般说来，发展中国家的有机废弃物比例（高达 70%到 80%）比工业化国家要高，包装废弃物比例要比工业化国家低，因此发展中国家的 MSW 相对较多，并且较为潮湿。

#### 工业废弃物

工业企业产生的废弃物类别取决于企业的生产程序和废弃物管理措施。某些情况下，工业性工厂内产生的具体领域废弃物就在市政垃圾填埋场进行处理。这些类型的废弃物可能包括炼铁厂和钢厂产生的炉渣、灰烬、废气清洁残留、树皮、木头、锯屑、切削液、废油、食品行业产生的有机废弃物，以及（有机与无机）淤泥等。产生的某些废弃物是具有危害性的。

### 废弃物的收集与运输

家庭垃圾的收集一般是通过马路边的垃圾桶、附近配备带有专用垃圾桶或垃圾箱的垃圾收集站。

垃圾清运车辆包括马拉车、敞篷小型载货卡车，以及装载能力在 6 到 10 立方米（或高达 10 吨）的后装与压实型清运车。发展中国家最常见的一个问题就是在基础道路设施不善的低收入社区缺少家庭垃圾收集服务，在这种情况下，小型垃圾清运车一般可以发挥非常有效的作用。

根据不同种类有害废弃物的类型、特点、体积与稳定性，垃圾产生人可能把垃圾放在罐子里、箱子里、鼓室里、地上或地下储存罐等容器里。一般用卡车把这些废弃物运到处理场（对于存放在鼓室、箱子或罐子里的垃圾），如果体积较大，一般用油罐卡车运送。

#### 转运站

转运站既可以充当垃圾收集点的作用，还可以卸放车辆清运的垃圾，以备装载到其他车辆上进行较长距离的运输。小型清运车在转运站把垃圾卸放在混凝土地面上，或卸放到底卸式车中，接着对垃圾进行压实，然后装到集装箱中（一般容量为 20 立方米），或直接装到特别设计的半拖车中。根据经验，为了优化并减少向垃圾处理/处置场运送的次数，如果距离垃圾处理/处置场在 30 公里以上，最好就使用转运站对垃圾进行转运。在某些情况下，到垃圾处理/处置场的距离可能较短，即使在道路情况较为不善的情况下，也可能能够直接运输。

#### 接收垃圾

清运车或长途垃圾运输车到达垃圾处理/处置场后，要对垃圾进行目视检查，并要保证文件中记录的情况与实际接收的废弃物情况相符。在某些情况下，要提取一些废弃物样本进行分析





(例如：如果对垃圾进行生物处理，并对终端产品进行利用，就要求具有较低的污染物浓度，如重金属浓度等)。

## 废弃物处理与处置

### 生物处理

#### 堆肥

一般说来，堆肥的目的是在适当的空气与湿度条件下对有机固体进行分解，产生作为土壤调节剂的腐殖质。经济优势包括减少堆积在垃圾填埋场的废弃物数量（延长垃圾填埋场的使用寿命，并避免或延迟建设新的垃圾填埋场），并产生具有商业价值的农用营养物。

适合进行堆肥的废弃物种类包括公园、庭院与花园垃圾、纸张、纸质包装、食品垃圾、动物粪便与其他类型的有机废弃物。如果对动物废弃物进行堆制，在堆制之前要先进行卫生处理。

进行集中堆肥的方法有很多种，最常用、最简单的是条垛式堆肥，即把废弃物堆成一排一排的，为主动或被动通风系统提供氧气。其他方法包括封闭式堆肥系统，如鼓室、坑道、隔膜法等。封闭式系统的操作条件和臭气处理一般较容易控制，与开放式处理方法相比具有绝对优势。

#### 厌氧消化

厌氧消化处理场最适合用来处理可以进行堆肥的同一类型有机废弃物，包括家庭食品垃圾，纸巾，花园垃圾，如草、树叶；食品加工废弃物，如蔬菜、奶酪、肉、糖；粪便与动物废弃物；屠宰场废弃物；下水道淤泥，以及农作物垃圾等。

厌氧消化处理场废弃物验收的质量要求一般要高于用于堆肥的废弃物要求，厌氧消化需要使用成分均匀的不同种类废弃物。

无氧条件下在封闭式容器中对有机废弃物进行处理会增加沼气的产量(约为 55%到 70%的甲烷)，可以对这些气体进行回收，作为燃料加以利用。一般通过需氧消化对半固体残留（正在消化的物质）进行处理，并且可以把这些残留作为农业肥料。

### 化学与物理处理

化学与物理处理方法有很多种，并且非常复杂，包括：吸收、蒸发、蒸馏、过滤、化学氧化/减少、中和、沉淀、溶剂萃取、脱模/解吸附、隔膜分离、离子交换、凝固等。在处理系统中可能使用上述一种方法或结合使用集中方法进行处理。由于这些系统是在持续基础上进行运作的，因此要求具有可靠的、最好是均质的材料来源。

#### 焚化

焚化厂进行的热处理适用于所有类型的有机废弃物，包括有害废弃物和混合的家庭垃圾。MSW 燃烧装置可以降低 90%的废弃物数量，约 75%的重量，根据废弃物中的无机成分含量，有害废弃物焚化装置在减少废弃物数量和降低重量方面还可以达到更高的程度。现在使用的一些焚化装置都可以把废弃物转化为能量，可以通过燃烧程序产生蒸汽和电力。把废弃物转化为能量的工厂既可以使用质量燃料，也可以使用垃圾衍生物作为燃料。焚化厂每年一般会焚化 15 000 吨到 500 000 吨的废弃物。在使用质量燃料的焚化厂，一般不对垃圾进行预处理或不可燃材料分类就直接把垃圾送入锅炉进行燃烧。

大多数质量燃料焚化厂都使用带有炉算子的焚化装置，操作温度最低为 850 摄氏度，除了



有害废弃物所需的温度会更高。不论采用什么类型的焚化系统，一般都要求对废气进行处理。焚化程序产生的残留废弃物包括炉渣、灰烬以及废气处理残留等。

### **垃圾填埋**

垃圾填埋适用于大多数的废弃物种类，但是最好只对惰性材料进行填埋式处理。现代卫生垃圾填埋场是专门设计用来处理市政固体废弃物的，在设计和运作上要把对公共健康和环境的影响降到最低。

垃圾填埋场一般都有几个分隔区间组成，在这几个区间内对废弃物进行系统性的安置。可以使用压缩机来对垃圾进行压实，以降低垃圾的体积，并扩大区间的容量。垃圾填埋场的地基一般都铺有衬里，用来减少垃圾所产生的渗滤液向地下水系统泄露。垃圾是一层一层的堆放起来的，每天都会对垃圾进行覆盖，以免纸张、灰尘或臭气散发到环境中去。可以对垃圾产生的渗滤液进行收集和处理。如果填埋的是有机垃圾，就会产生垃圾填埋气，可以对这些气体进行收集利用或燃烧。