



版本: v1.0

电子邮箱: dirk.mutz@fhnw.ch

日期 2008 年 10 月 11 日

## 介绍

模块 2 包含关于固废管理的基本信息, 讨论了目标和行动, 提出了废物的定义和特征、废物管理策略和处理技术, 也进一步描述了法律框架和固废管理体系的发展和实施。

## 学习目标

- 参与者对一个综合、环保、安全的固废管理体系有着深入的了解。
- 参与者对一个成功的固废管理体系中的主要技术、金融、法律和社会要素也有所了解。
- 参与者有着为优化废物使用而制定废物综合管理方案的基本技能。

## 内容

### 目录

- 介绍: 固废管理和发展的关系
- 废物定义、其特征和数量
- 废物综合管理体系的原则
- 技术、社会和金融要素
- 法律框架状况
- 结语
- 讨论和问题



## 1 生态系统对工业理念

### →幻灯片 1

要了解人类活动的影响和废物产生的作用，需要将生态系统和工业系统相比较。

将太阳光作为能量主要来源的生态系统受有机物之间的相互作用和依赖的限制支配。

#### 排放物：

食草和食肉动物产生排放物（比如：甲烷、微粒堆积物、重金属等），但是由于二氧化碳中和的定义已经延续了 80 年，因此这些排放物也可视为二氧化碳中和。食草和食肉动物产生固体废物（骨头和排泄物）和废水。分解者（如：细菌、真菌）负责有机物循环，为植物生长制造新的养分（化学元素，如：磷、氧化氮）。

生态系统产生残余物和有机物，用于循环，进一步反应使其维持稳定状态。温度变化、养分的可获得性、残留物的转移可影响生态系统。油、天然气和煤的开发是“天然掩埋场”的范例。

工业系统以类似方式运行，但是主要依赖化石燃料作为主要能源。工业系统产生废物，这些废物处于可充分循环的理想系统中。工业系统的问题是废物产生近几十年稳定增长，且大量废物不能重新融入系统，而是必须在掩埋场或焚烧场处理。

废物管理是相对较新的服务和研究领域，但是应被视为各种现代经济的组成部分。

## 2 无控制废物管理产生严重影响

### →幻灯片 2

废物管理不善是对发展中国家和新兴国家的一种挑战。在很多这些国家中，废物被丢弃到下水道、在公司许可的前提下被掩埋或焚烧、非法堆存在不合适的地点或运到掩埋场，并未满足环保处理废物的要求。这将引起土壤、水资源和大气的污染，从而导致附近人口的生存环境及健康的持续性恶化。排放到环境中有毒物质和难降解化合物，扩散至较大的区域，进入食物链，将会影响人类和动物的健康。

亟需改善废物管理已成为共识，人们在讨论着各种解决方案。废物避免、清洁生产、生产者责任、供应链管理或自然资源的可持续使用只是正在改善的策略中的几种。尽管科技进步、社会和政治意识有所提高，但是日益增长的废物源流问题依然存在。“零污染社会”是一种值得考虑的期望，但是，我们不可能实现这一愿望。

（出处：《GTZ 与豪瑞（Holcim）指南》）

## 3 各个层面存在的废物管理不足问题

### →幻灯片 3



以下主题为典型的废物管理不足：

- 1、如果缺少基础技术构架，环保安全的废物处理则是不可能的。除无控制之外唯一的可能性是废物避免和废物出境。基础技术构架包括收集和运输、储存、处理技术和卫生填埋。
- 2、如果没有法律或强制法规，则不存在实施固废管理体系的法律性压力，或不存在作为建设功能性固废管理的计划安全的基础法律性压力。如果没有规定或禁令，尤其是对危险废物而言，胡乱倾倒或燃烧则不被认为是违法的，且不会受到处罚。
- 3、即使存在强制执行法律和基础技术构架，无控制处理在很多情况下依然是最廉价的废物处理方式。固废管理体系和构架成本昂贵，且只有通过花费（污染者付费原则、税款）才能实现。如果没有控制体系，无控制处理将一直是最“便利”的方式。
- 4、如果主要危险废物管理没有在政治层面得到足够关注，法律、法规的制定和控制措施（其规范控制）将比以往花费更长的时间。和大规模废物（建筑垃圾和市政垃圾）相比，危险废物的量通常相对较小，然而其严重危害的潜在危险和风险高的多，且相比规范废物处理其代价更高昂甚至是不可挽回。
- 5、人们对无控制废物处理与对人类健康的危害和风险之间关系的了解通常是不够的，也缺乏对修复受污染场地所需高成本的认识。这些成本可能超过功能性固废管理系统的成本。

## 4 在水域、土壤和空气中无控制堆存的影响

→幻灯片 4

如果不合适地对待、存放、运输、处理或管理，产生的废物可能会对人类健康或环境（土壤、空气和水域）造成潜在危险。从这方面来讲，以环境友好且经济可行的方式进行废物管理及处理是极为重要的，因此，建议制定更好的策略。

在固体废物加工和处理设施附近生活或工作的人直接面临环境导致健康和事故风险。这些风险和固体废物的排放物、管理这些排放物污染控制方法以及设施的总体安全性有关。作为职业风险，这些风险主要在高收入国家得以管理，而在很多发展中国家，仍处于无管理状态。污染控制需要资金，遵守安全设计标准需要做出建设和作业监督的承诺。

## 5 现代废物管理的目标不仅仅是建立一个清洁城市

→幻灯片 5

现代废物管理的目标为健康保护、社会服务和环境保护。

### 健康保护：

无控制废物处理可导致严重的健康问题。规范废物管理的首要动机源于恶劣的卫生条件和疾病与废物之间常识性关系。对生活在发展中国家的人而言，健康问题远比公开燃烧垃圾而导致酸雨和全球变暖更值得迫切关注。对不良废物管理引起的健康问题的不满可能是开展更多可持续环境活动的另一促进因素。



### 社会服务：

任何社会都需要一定的和废物管理有关的规范和行动，以确保高品质生活。这些要素（如清洁）也属于人类的基本需求。之前提到，废物管理是一项社会服务，所组织的相对较快的服务为废物收集。

### 环境保护：

和健康保护及社会服务相比，环境保护是 20-30 年前才出现相对较新的概念。尽管实施废物立法的首要动力为健康保护，人民仍然意识到了健康和环境不可作为独立的领域而单独看待。现代废物管理体系提供环境保护，因为它能避免（有时可持续很多代的）土地、大气和水污染。循环有助于降低需求和原材料回收。废物管理是闭合灵生系统开放的回路的关键因素（和工业系统相比 幻灯片 2）。

## 6 什么是废物？

→幻灯片 6

废物的定义（欧盟法律）：

EC《废弃物框架令》第 75/442/EEC 号指令的第一条将废物定义为具有以下特点的物质：（a）物品所有者丢弃或打算或需要丢弃的物质，或（b）必须加以处理以保护人类健康和环境的物质。废物可为固态、液态或浆状。所有废物可根据其来源（工业、农业、矿业等）定义，因此应通常在国家层面上列出一个合适的废物名单，帮助达成共识并确立法律框架。如果没有确定特定名单，可将《EC 废物名录》作为参考。

（出处：《GTZ 与豪瑞（Holcim）指南》）

在 EU 法规在所有欧盟成员国实施之前，一些项目比如“二次燃料、循环废物、回收废物、替代原料”用来避免废物立法。

“回收废物”和“处理废物”的区别

- 回收废物指回收作为原料或作供热使用的废物。
- 处理废物指将（通过填埋、焚烧）而处理的废物。

## 7 废物有多种

→幻灯片 7

要建立一个功能性的固废管理体系，有必要收集关于废物产生的信息（来源、数量）。废物产生数据是制定固废管理体系计划的首要基础。可按照以下种类，根据废物来源而区分废物：

- 1、市政垃圾（生活垃圾、和生活垃圾类似的商业垃圾）
- 2、建筑垃圾



- 3、工业垃圾（非危险工业垃圾、危险工业垃圾）
- 4、源于医疗设施（诊所和医院）的废物
- 5、污泥（污水处理）
- 6、农业废物

这些废物可在很多工业国家的废物统计数据中发现。通常来说，建筑垃圾占最大部分（达到总垃圾数量的 60%），但是和市政或工业垃圾相比，其处理较为安全。市政垃圾的产生在不同工业国家有所不同（波兰大约为每人每年 300kg, 德国约为每人每年 500kg, 美国约为每人每年 800kg），发展中国家的市政废物产生量要低得多（每人每年约为 100-300kg），但是在发展城市（大都市）地区增长较快。污泥在很多国家和功能性污水处理基础设施有关。特别危险的工业废物使人类健康和环境面临较大的风险。对工业部门而言，最好的策略是避免废物（提高效率）和内部循环策略。这样可节约大量的处理成本。

## 8 废物组成：有机废物在工业欠发达地区占主导

→幻灯片 8

市政垃圾有很多部分组成。同类废物为同一部分。在现在废物技术研究和规划中，进行分类分析以确定市政垃圾的循环潜力，从而估计热量值并设计废物处理厂。

典型部分为：有机废物、纸张、玻璃、塑料、金属（有色和无色金属）、惰性废物（砂子）和危险废物（电池）。

市政垃圾的主要部分为有机废物。在发展中国家，该种废物高达总废物的 70%。图表显示了亚洲、南非、东非、北美不同国家和巴西的废物组成。组成取决于不同参数，比如：结构（城市、农村）、经济（富裕、贫穷国家）、区域结构（非正式部分、工业和农业）、社会要素（宗教等）。在图表中，指标明显为经济/财富，因为纸张和塑料的百分比远高于较贫穷国家。市政废物组成在不同城市也有所不同。

## 9 低收入和高收入国家的废物组成有所不同

幻灯片 9

工业国家和发展中国家废物的主要区别总结如下：

- 发展中国家的有机废物高出 2-3 倍——重量上高出 40-80%
- 在低收入国家，可循环纸张、塑料、金属、玻璃低 2-5 倍，占 5%-15%
- 惰性粉末高出 2-5 倍——占 20%-40%
- 水分高出 2-4 倍——占 40-70%



- 密度高出 2-3 倍——未压缩的收集卡车上的密度为 350 -400 kg/m<sup>3</sup>
- 热量值低 2-3 倍—— 800-1300 kg/cal.

废物组成是废物管理计划的关键信息。比如：高密度废物需要具有其它特征的收集和运输体系。

水分影响焚烧或堆肥/厌氧消化等处理的程度。有价值废物能在功能分类中创造不同的价值。

## 10 废物需分类

### 幻灯片 10

欧盟废物管理立法体系规定了废物类别，对可能的废物做出了更详细的描述（对最初废物定义的补充）。EC 废物名录根据废物来源或产生根源将其分类（比如：生活垃圾、源于建筑业、化学工业或冶炼过程的垃圾等）。每种垃圾类型都有一个 6 位代码数字的编号，这些编号是帮助官方、运输公司和处理设施的管理者了解他们所处理废物的类别、产生这些垃圾的产业，从而从产生到最终处理跟踪这些废物。

其它废物特征为物理和生物参数：

#### 水分 质量百分比

生活垃圾的一般水分质量比为 30-40%。这表明较高的有机废物成分。高水分含量的废物不适合焚烧。

#### 燃烧损失（质量百分比）

有机物含量（生态废弃物、塑料、纸张）的指标，生活垃圾的燃烧损失的质量比约为 40-60%。经过机械-生物处理后，燃烧损失降到 30%，焚烧后，燃烧损失可低于 3%。

#### 热值（kJ/kg 或 MJ/t）:

普通生活垃圾和化石燃料的热值比较：

- 生活垃圾（德国/欧洲的平均值）：约 8.400 kJ/kg,
- 黑煤：约 28.000 kJ/kg,
- 石油：约 40.000 kJ/kg.

#### 固有生物降解能力:

固有生物降解能力是估计废物的生物活动，比如填埋的关联参数。测试方法包括微生物活动呼吸率（单位时间内耗氧量）的分析调查。

不同降解能力示例为：



- 立即生物降解的：糖、蛋白质、淀粉
- 长期生物降解的：纤维素、脂肪、蛋白质
- 抗生物降解的：木质素、肌酸
- 无法生物降解的：煤、焦炭、树胶、皮革、塑料

## 11 决策者必须遵守的废物等级制度

→幻灯片 11

建立可持续固废管理体系的先决条件为所有决策者必须遵守废物等级制度。如该体系中任何因素违背了该制度，那么管理计划则无法有效制定和实施。

废物管理等级定义如下：

- 1、避免或防止废物产生是最理想的方案。这可通过严格的产品政策实现，该政策要确保特定材料绝不能作为残余物出现。
- 2、使废物最少化或降低废物数量，主要通过实施更清洁的生产理念或改变包装等相关消费习惯而实现。
- 3、通过直接循环回收废物并循环使用原材料（比如：金属到金属、纸张到纸张的循环）。这也包括其它技术，比如堆肥或厌氧消化。
- 4、协同处理——从废物中回收能量和原料，替代化石能量和纯净原材料。
- 5、焚烧是减小废物体积的基本处理技术，降低废物的潜在负作用并在一定程度上回收能量。
- 6、化学-物理预处理是在最终处理前稳定废物的程序。
- 7、控制性填埋是最终处理不可循环废物的通用方法。
- 8、无控制燃烧和通常伴有户外燃烧的堆存依然是很多发展中国家处理废物的最常见方式，这对自然资源和人类健康造成较大威胁。应避免这种废物处理方式。

（出处：《GTZ与豪瑞（Holcim）指南》）

## 12 固废管理分层面开发

→幻灯片 12

固废管理体系的开发过程分为五层面：

起点为**无控制措施**。该原则仅适用于具有足够空间的流动群体，被弃置的地区可自我恢复。

层面 1 为**废物收集和无控制倾倒**，随后，定居点需要在一定程度上收集废物，保持临近环境清



洁。典型的处理方式为在城市中心地区以外随意堆存或倾倒在河里。20 世纪中叶以前，该废物管理方式存在于世界各地。

层面 2 为**废物收集和卫生填埋**，过去几十年中，这在最发达国家最为常见。这表明随意堆存是一种问题，而卫生填埋则具有技术性，能逐步降低废物对环境的负面影响。

层面 3 是对层面 2 的优化，即包括执法在内的**法律体系应用**。要实施有效的固废管理体系，法律框架对于确定技术标准、责任、废物定义和补助（进而要求索费或征税）十分必要。法律体系通常具有不同水平（集体、区域和国家法律）。一般来说，首先存在集体（收集、运输、收费部门）层面上的现行法规，之后才制定国家层面上的法律。每个层面都有其执行目标（比如：通用国家废物管理策略由国家法律定义，集体策略则取决于当地状况，所以要在集体层面上制定）。

层面 4 为**密集回收理念应用**，该层面由于两个原因而得以发展：纯净原材料越来越稀少（有利可图）；在人口密集地区，用于填埋的场地受到限制。因此，废物循环的环保优势变成了额外目标。循环已成为惯例，因为人们要保留产品产生的价值及其所含能量、劳动成本和原料。

**变废物为资源理念的应用**是固废管理的第 5 个层面并标志了一个完全闭合的回路。从废物循环中获得最多的投资原料和能量的可能性使其看来是一项理想的方案。但是，不能避免一定的损失，研究生产效率也是有用的。但是，一定的损失无法避免，同时，研究生产效率也是有用的。

## 13 废物管理包含不同组成部分

### 幻灯片 13

#### 废物产生预报

废物产生预报是废物管理计划的关键因素。有必要评估未来几年的废物产生状况，以获得一定的计划依据。对收集和运输、处理设备和卫生填埋的财务计划而言，预报数据是设计参数。该数据确定填埋场的运行时间和处理、循环设备的使用率。重要指标为过去的废物产生状况、工业发展和人口预测。为做出进一步计划，需要考虑各种情况。

#### 公众意识

公众对废物的意识和态度可影响整个固废管理体系。固废管理体系中的所有步骤，从生活垃圾存放到废物分离和循环、收集频率、垃圾数量、是否愿意支付废物管理服务费、是否反对废物处理设施放置地点都取决于公众意识和参与。因此，这也是一个决定着固废管理体系成败的关键问题。

#### 技术方案

在固废管理策略、废物组成和区域特征、技术设备选择和规格基础上，出现了技术、回收和运输物流。一般而言，方案包括不同的场景和替代方案（不同策略、回收体系和处理组合）

#### 财务管理



财务管理的目标应为实施能自给的体系。由于其固有性质，固废管理不能进入一个较易收益的作业过程中，特别是在发展中国家，人们愿意为固废管理服务付费的意愿和能力都不足。对于对外贷款机构，这意味着为这种项目提供贷款的风险通常较高。在最初阶段，将收入筹集系统（比如：用户付费、出售回收的材料）列入考虑范围可缓和贷款项目的高风险。

## 组织开发

组织开发包括规范的执行和对各项废物管理工作责任的定义。其中包括许可程序、控制和计划活动。各种参与固废管理的机构必须相互协调，以有效执行固废管理计划。

## 14 从计划到行动

### 幻灯片 14

战略性固废管理计划实施的首要先决条件为：定义最重要的原则——固废管理策略。该策略是未来发展和计划的导向和基础，反映工作重点和目标。

在固废管理策略基础之上，应定义一般策略。该策略需遵循一定原则，比如废物等级制度、污染者付费原则或生产者延伸责任等。该策略确定了工作重点，作为固废管理主计划的基础。该策略也应确定固废管理主计划的基础的工作重点，。

固废管理主计划为实现国家已产生废物的最小化、转变和处理目标提供了途径。主计划确定了实现这些目标的短期和长期（25 年）行动和计划，这些行动和计划与国家的现有项目、现有固废基础设施、废物产生率、社会资源和社会反馈意见相符合。公共投入、信息共享和意识是开展主计划的重要要素。

**固废管理体系的实施**包括法律框架的制定、组织和行政机构的执行和能力建设，这在主计划（行政和技术方面）中有所阐述。

要确保有效的固废管理系统，有必要每隔数年**持续监督、评估并改善该系统**。这包括监督与设定目标的一致性、新里程碑的设定和对于新状况以及发展状况（工业、技术等）的改正和适应。这可与每年的监督一起在特定时期（比如：5 年）内完成。

## 15 选择技术基础设施不可纸上谈兵

### 幻灯片 15

通常而言，发达国家产生的废物主要为包装材料，由纸张、塑料、玻璃和金属制成，因而密度很小。发展中国家的废物含有大量的惰性成分，比如砂子、灰分、粉尘和石头，并因消耗新鲜水果和蔬菜而具有较高水分。这些成分是废物密度较高（单位体积质量较大）。这种高密度的后果为：在处理发达国家低密度废物时运行良好的车辆和系统对高密度废物而言不再合适或可靠。额外重量的堆积，砂子的磨蚀和由水分导致的腐蚀会使设备快速老化。如果废物含有较多水分，或大部分为惰性废物，则不适合焚烧，因此，此种方案不再适用。在处理之前，废物循环和废物利



用通常会降低废物中可燃纸张和塑料的比列。

因此，应认真考虑以下要素：

- 压缩并非总是合理，特别是废物含有大量有机物时
- 堆肥在技术上可行，但是农民可能不会承担生产混合肥料所需的成本费用
- 卫生掩埋气的生产在技术上可行，但是气体在温暖的热带气候很快就挥发。因此要特别注意掩埋场的设计。
- 由于低热量废物需要补充燃料，焚烧基本不具自我持续性，并且投资和操作成本较高

## 16 废物循环和废物最少化通常是最容易忽略的要素

→幻灯片 16

废物循环和废物最少化对现代固废管理策略极为重要。有多种循环废物的方法：废物可提取并再加工，废物的热量可转化为热能或电能。循环也可创造就业机会。其目的为开发新产品或通过不需额外财务援助的循环而获得二次燃料。循环设施需要比填埋场或焚烧场数量更多的人员。手工分类是劳动密集方式，且有利于将不需要的成分和有价值的成分相分离。

如果能专业地实施，废物循环则是既利于经济又利于环保的处理方式。这对观察市场和开发高质量产品是非常重要的。

世界范围内，很多废物循环由私人公司进行。分类通常由非正式部门完成。对许多固废管理体系而言，非正式部门和私人公司起着核心作用。因此，制定指导方针并建立质量和安全标准非常重要，以确保安全健康的工作条件。

### 对于废物循环回收的评价

废物循环也可能使健康和环境面临风险。分类设施通常具有较高的粉尘密度、生物气胶和金属。如果操作不合理，工人可能会经受目痒、咽喉痛和呼吸道疾病。在环境方面，废物循环要使用大量的能源，因此，应从经济和环保方面评价废物循环策略。指导方针，比如组织和卫生方面的，都非常重要。

## 17 堆肥：不仅仅是将有机材料堆在一起

→幻灯片 17

堆肥是有机废物在有空气存在的条件下生物分解并产生类似于腐殖质的物质的被控过程。填料为从农户、住户和食品工业中分别收集的有机废物。在中心堆肥场应用的最常见技术包括：静态堆置（堆料堆肥），充气静态堆置（曝气堆肥）、搅拌床式、转鼓式和堆肥箱堆肥。堆肥系统而可以是密封的也可是开放的。该过程的持续时间为 10 周。

### 过程描述：



在堆肥之前，分别收集的废物经过机械预处理，去除杂质。使用箱式堆肥时，产生新鲜堆肥。集约堆肥的全自动化操作可将生产新鲜堆肥的日期缩短到 10-14 天。新鲜堆肥进一步经过熟化步骤，大约花费 8 周。堆肥期之后，产品可作为高质量堆肥使用。堆肥产生气体和水排放物。在封闭的堆肥场，可控制气体排放物并在其排放到大气之前加以净化（生物滤池）。

### 对堆肥的评价：

必须考虑以下因素

- 1、入流废物不应含无用材料
- 2、质量应保持在较高水平
- 3、良好的营销理念和公关是必要的
- 4、其目标应为销售收入能支付作业成本

总体而言，堆肥需要一定量的水，在干旱地区必须考虑这一因素。温暖甚至炎热的气候会加快微生物学过程，但同时也产生气体排放物（臭气）。

## 18 协同处理是废物综合管理方案的新要素

### →幻灯片 18

废物协同处理已成为现代固废管理体系的一部分。特别是作为替代燃料或燃料，高耗能、耗原材料的工业中协同处理是较具吸引力的经济、环保方案。水泥产业在传统上是需要大量能量和原材料的行业，部分垃圾适合协同处理。

协同处理的定义：协同处理指在工业过程中，比如水泥、石灰、钢铁生产或变电所，或其它大型燃烧设施中利用废物。尽管欧盟根据《GTZ 与豪瑞（Holcim）指南》将此过程称作混合燃烧，但是协同处理指用废物替代主要燃料和原料。它是从废物中回收能量和原料。

幻灯片第 7 页给出了废物的定义。用于协同处理的废物是循环废物。循环包括物质循环和能量循环（能量回收）。

协同处理的详情在模块 3-5 中有进一步描述。

根据《GTZ 与豪瑞（Holcim）指南》，协同处理的环保和经济优势包括：

- 1、替代化石燃料
- 2、替代原材料
- 3、不需要其它安全处理技术的废物热处理技术
- 4、降低非法堆存的废物及其环境影响。

## 19 变废物为能量：从有机废物中生产沼气



→幻灯片 19

厌氧消化是生物降解物被细菌分解的过程。分解过程在厌氧条件（无氧）条件下进行并产生沼气。

产生的沼气主要是甲烷和二氧化碳混合物。作为废物处理方式的消化和多种基质共同进行，比如：(粪便)肥料、屠宰场废物、绿化修剪物、源于住户的生态废弃物。基质混合，也称作共消化或共发酵（和共处理类似）被广泛应用。消化过程可分为湿或干过程（取决于废物含量）、湿温或中温（取决于温度和活性细菌）过程及一步式或两步式过程（在一个反应堆中的处理过程或分离到两个反应堆中进行的过程）。不同设计可能性不由不同的优缺点，因此认真研究前提条件和当地状况是十分重要的。

尽管具有规则结构的废物，通常为园艺废物，原则上将更适合堆肥，但是它们也可用作消化，特别实在干燥的消化过程中。如果入料具有较为较好的结构（木质或纤维），堆肥是首选处理方案。

**过程描述：**

分类收集的生物废弃物经过机械预处理，除去杂质。在实际消化过程中，产生沼气、废水和消化残渣。沼气在引擎中燃烧，产生电或热能。残渣在熟化过程中进一步处理，产生堆肥。废水在废水处理厂进行处理。污水处理厂中产生的堆肥和污泥用于农田。堆肥中含有的养肥可替代矿物肥料。

**对厌氧消耗的评论：**

这种技术可较为简便地用于一定的生物废物（农业）。市政垃圾、甚至在德国分类收集的生物性废物的处理都被证明易导致事故（比如：惰性物质，比如砂子堆积可产生问题）。必须考虑以下要素：

- 1、分类收集有机废物
- 2、在农工领域的潜力
- 3、产物：能量和有机肥
- 4、应仔细研究经济和财政状况

## 20 好氧和厌氧机械-生物预处理（MBP）

→幻灯片 20

机械-生物预处理是焚烧的替代方法及残留物在填埋之前的预处理。在好氧机械-生物处理场的生物处理概念和堆肥类似。机械-生物预处理的目标为：使填埋造成的环境影响最小化，并通过物质和能源回收从废物中获得价值。主要机械-生物处理技术基于“分离”或“稳定化”方法。

“分离”方法中，出现首次废物机械分离，并通过生物方法处理衍生物。分离的目的为确保物



质、能量的回收和最终沉积物的最小化。在“稳定化”方法中，所有废物要经过生物处理，之后（经分离后的大部分用于循环(回收金属)和垃圾衍生燃料。在厌氧机械-生物处理厂，也处理残渣或混合废物。作为一种处理方法，厌氧机械-生物处理尚未广泛应用，但是生产设备数量增加。和好氧机械-生物处理相比，厌氧机械-生物处理具有很多优势：

- 能源净产量
- 较短的生物处理期
- 更少的因沼气燃烧而产生的异味排放物（减少了生物气体净化的需求）

从另一方面说，厌氧技术更复杂，需要更高的资金投入。

### 过程描述

分离技术包括机械预处理，分离出高热量的较轻成分（塑料、纸张、纺织品），并在填埋之前对剩余废物进行生物处理。假设存在最佳处理条件（彻底腐烂和好氧稳定化），低热成分在 14-16 天内达到稳定。这些程序的最终产品——稳定的低热成分，可以被填埋，或者用来再培养退化的土地（如有可行）。提炼后的高热成分则可用作水泥窑中的垃圾衍生燃料（或替代燃料）或在焚烧场用于能量回收。

相对于好氧机械-生物预处理废物会进行机械处理过程，其中杂质和高热量清馏分被分离；产生的低热成分则会进行生物处理。生物处理步骤包括发酵过程，有机物在无氧条件下分解，产生沼气（甲烷和二氧化碳）。在大约三周后，一步式干燥适温发酵槽中的发酵废物已有氧稳定化。高热成分和好氧机械-生物预处理的产物作用类似。

### 对机械-生物预处理的评论

可以不同的复杂理念实现该处理方案。通常而言，厌氧处理方案花费较高，且处理条件和有氧技术相比较为敏感。该技术（好氧或厌氧）的前提为废物中含有一定价值的物质（金属或高热量废物），销售这些材料能获得额外的收入。一种可能的障碍则是有价值的物质之前已由非正式部分收集，只剩下惰性和有机物），对于这一部分，生物处理为稳定化废物填埋提供可能性（污染物的排放量是受限制的）。废物组成预测非常重要。

## 21 填埋是废物管理体系中的处理方式

### 幻灯片 21 张

对发展中国家而言，废物处理是废物管理体系中不可避免的因素。如果合理利用，它就是一种废物处理方式，可以处理固体废物流源中的所有废物。但是，我们必须意识到：填埋并非最佳方案，因为反应堆“垃圾场”产生渗滤液和沼气。如管理不当，这些流出液体和排放气体具有较高的环境危害。其它方案，比如机械-生物预处理或焚烧自身产生残渣，这些残渣必须填埋。在欧洲国家，禁止填埋有机物含量在 5% 以上的生活垃圾，这些垃圾必须以不同的方式处理（焚烧、协同处理、堆肥、机械-生物处理）。所有现代废物管理系统的面临的挑战为：将需填埋的垃圾量降至最低，因为土地稀少、环境影响长远、需要监督。

根据废物材料，可非为三种不同类型的填埋：



- 惰性废物填埋（土壤、建筑垃圾）
- 市政垃圾填埋（有机物引起掩埋气的开发）
- 非活性危险物质（比如：石棉）

由于危险程度不同，所用合适技术也有所区别。

现代市政垃圾填埋都配有气体和渗滤液收集和处理系统。

对危险物质填埋极为重要的是具有地质衬垫的掩埋点（如果屏障不起作用，可降低污染物的风险）和建筑要求（地下室的填埋衬垫和表面密封）

## 22 焚烧——只有先进的技术才能产生良好的效果

→幻灯片 22

废物燃烧有三个主要目标：

- 1、卫生处理并降低最终废物处理的排放物
- 2、降低最终处理的废物量（特别是在掩埋地点稀少的城市地区）
- 3、从废物回收能源（只有对使用热蒸汽和电力的工业才经济）

在焚烧过程中，废物中含有的物质被氧化。燃烧的废物在此过程中转化为气态物质，惰性废物成分以燃烧残渣和灰分的形式作为固体残余物存在。市政垃圾的燃烧比例在欧盟老成员国家有所不同，希腊为零，卢森堡为 95%，瑞典几乎为 100%。

**过程描述：**

焚烧技术主要配有层燃。包括二次燃烧室、锅炉、电力沉淀器、气体洗涤器、焦炭吸附器、脱硝催化转换器、废弃再循环和产生电和热能的引擎。熔渣处理后的剩余残渣可作为建筑材料使用。

燃烧温度为 800 ——1,200°C。

**对焚烧的评价**

焚烧是花费较高的处理选择方式（德国范围内处理每吨废物的花费约为 100-450 欧元）且需要技术熟练的人员。通常而言，该技术太昂贵而不能在发展中国家应用。可替代性焚烧方式为：比如水泥行业的协同处理。已处理废物的热值必须达到 7,500 MJ/ton，确保焚烧不需额外供能。在很多情况下，必须分类收集生物废物。对焚烧不满的评论是担心气体排放物，特别是二噁英，因为它们 在 20-30 年前工业国家的排放率较高。现代焚烧场符合 0.1ng/Nm<sup>3</sup>规范门槛值。所有存在氯化物和碳的地方（森林大火、露天燃烧废物、厨房明火），焚烧处理都释放二噁英。国际绿十字报道了建筑物中有毒排放物（特别是明火所产生的排放物）的危险性。（2008 年世界十大污染问题之一）

## 23 非正式部门被认为是公共和私人部门的合作伙伴



→幻灯片 23

从市政固体垃圾中回收无机材料是在非正式部门发展较成熟的活动，尽管这些活动很少受到市政当局的认可、支持或推进。发展中国家废物管理体系的一个显著特征是和正式部门类似的非正式部门管理体系的存在。很多非正式利益相关者是生活贫苦的人，他们将找到的废物作为收入的来源。该活动的非正式特征限制了他们提供的废物管理服务的发展。

非正式部门的成员，也称为拾荒者，这是一个在废物管理中非常活跃的集体，但是很少被认为为该体系做出了贡献。他们的活动包括：

- 非正式扫街
- 收集生活垃圾
- 从住户到最终处理场的不同垃圾堆放点回收可循环材料（预处理）

在计划和实施废物管理改进措施时，这一群体的工作亟待认可。该群体的经验可帮助解决废物问题，将该群体纳入固废管理体系，可能有利于提高他们的收入并改善其工作环境。对非正式部门的有价值的了解（非正式部门重要的经验知识）包括处理方法、在不同地区、公司/商店的可回收成分、废物产生量和市政垃圾中的危险成分。

## 24 资金要素：固废管理需要成本

→幻灯片 1

固废管理服务包括：

- 收集和运输
- 循环、回收
- 填埋和焚烧
- 分类回收、分离和堆肥
- 咨询和沟通
- 封闭的垃圾场和填埋场的维护

这些活动都需要资金。固体废物收集、运输和处理的总成本一般为\$30-80/ton，包括作业、投资和资金花费成本。每人每年产生的废物量约为 0.2-0.3 吨/年，可依此进行资金预算。收集成本占固废管理总成本的 60-70%。完整的固体废物服务需要占 1-2%的国内生产总值。资金问题是发展功能性固废管理体系的主要障碍。由于这些花费，有必要立法规范花费或税。固废管理体系的设计应满足每户的花费不超过家庭收入的 1%。

应用经济手段可能会推进废物避免和废物循环活动。

## 25 废物管理需要法律规范和实施



→幻灯片 第 25 页

制度问题包括现有和计划立法及其实施程度。标准和规范可能限制可供考虑的技术选择方案。同时也应考虑和私人部门（正式或非正式）相关的政府策略。商会的力量和关注也对所采取行动有重要影响。（出处：《发展中国家的固体废物管理》，Chris Zurbrugg，发展中供水和卫生设施(SANDEC)/联邦供水、废水处理与水体保护研究所(EAWAG)。

废物管理问题必须在法律背景下（法律、法规）解决，确保功能性体系并保护任何环境收废物污染。

必须遵守国际协议。在国际层面，国际环境协议推进并调整废物处理。《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》是最全面的关于危险和其它废物的全球环境协议。该协议于 1989 年在巴塞尔通过并于 1992 年 5 月 5 日生效。151 个国家签署了该协议，但是美国至今尚未认可该协议。巴塞尔公约三大主要目标为：

- 将危险废物限制到最少（防止、最小化）
- 在产生地环保处理危险废物
- 控制危险废物出境，只批准环保的处置方式。

该协议应保护发展中国家免受危害废物的非控制入境。

有必要实施法律。尽管制定一部法律需要较长时间，但是功能性立法是现代固废管理体系的前提。必须实施规范，以确保控制和监督机制的有效实施。

法律框架必须反应国家和当地状况。应考虑细微问题，因为有必要根据不同状况和单个固废管理体系计划（比如：处理技术、循环策略）为每个国家和地区制定废物管理策略。

## 26 结语

→幻灯片 第 26 页

- 制定并更新危险及非危险废物的固废管理主计划，
- 考虑废物等级制度，以做出决策：
  - 废物 (1)避免
  - (2) 回收
  - (3) 处理
- 通常须根据相关金融、社会和环境分析及评估做出决定。
- 确保建立适当的机构并确保固废管理体系控制组织的良好能力建设。



- 和其它公共机构和私人部门合作。

## 常见问题解答

**问：** 什么时候才能将废物称之为废物呢？

**答：** 根据第 75/442/EEC 号 EC 《废物框架指令》第一条定义，废物指以下物质 (a)物品所有者丢弃或打算或需要丢弃的物质，或 b) 必须加以处理以保护人类健康和环境的物质。废物可为固态、液态或浆状。所有废物可根据其来源（工业、农业、矿业等）定义，因此应通常在国家层面上列出一个合适的废物名单，帮助达成共识并确立法律框架。如果没有确定特定名单，可将《EC 废物名录》作为参考。

## 常见问题解答

**问：** 废物管理等级和原则是什么？

**答：** 废物管理等级制度去定了采取特定废物管理措施的首选顺序，该框架重视这些措施，以实现最大的环境效果。从首选到最不愿选择的措施如：

- 废物避免
- 废物再利用
- 废物循环
- 从废物中回收能量
- 废物处理

管理废物的其它原则为：

- 污染者付费原则
- 用户付费原则
- 生产者责任原则

这些要素应纳入国家废物策略中，这是废物管理发展的基础。

**问：** 什么是废物管理？

**答：** 废物管理是社区的核心工作。它包括以收集、处理并减少废物为主要内容的所有活动和服务。在进行废物管理时，社区应使用最有效的可行技术和方法，并遵照国家废物政策尽力保护环境和公共健康。



**问： 废物处理的主要组成是什么？**

答： 废物管理的相关组成为废物产生预测（以便计划和设计运输或处理方式）、公众意识（以确保赞同收集系统、改善处理方式、应对公众对垃圾处理厂的拒绝）、技术方案（循环技术和废物处理厂）、组织发展（施法、废物跟踪能力规范、数据生成、健康和安全指南、废物相关活动的环境形象评估）和财务管理（操作成本、循环设施的可能收入、费用等）。

**问： 制定废物管理计划时需要什么？**

答： 废物管理计划所需信息为：废物数量和类型（废物产生预测）、废物的危险特征、对环境的可能影响、处理废物的提议方案。

**问： 在废物管理体系发展过程中，要牵涉到哪些人？**

## 常见问题解答

答： 相关方包括制定法律的立法机构、发出许可和制裁的行政机关（行政部门或其它相关部门，比如：水资源、环境、卫生和健康部门）、环境和社会方面的非政府组织、保证考虑到个例和现有废物管理结构的集体（收集团体、非正式部门和废物管理公司）及其金融专家。

**问： 何种废物处理技术较为合适？**

答： 首先，由设备生产商提供的计划废物处理设施，通常并不适用于发展国家（因为价格昂贵且技术先进）。废物技术应为废物综合管理的一部分。首先，必须确定废物政策和废物等级。这是废物管理策略框架和处理目标。根据这些策略和所选方案，必须选择处理方案。通常而言，不同的理念都具有附加的可行性研究、环境评估和金融理念。计划废物处理设施的相关参数为废物材料、废物组成和特征、废物产生量和相关当地参数（比如：气候、水资源可获得性、地点、地质和地理状况）。

**问： 对一个功能性的废物管理体系而言，为什么教育和推广是较关键的？**

答： 除适当立法、强大技术支持和充分的资金外，任何废物管理项目的关键要素为公众意识和参与。废物是人类活动的结果，每个人都必须对废物管理问题有恰当的理解，如果缺乏这些理解，成功甚至只是构想完美的废物管理计划都令人置疑。每种文化中都有各自处理废物的方式，并可将其纳入处理计划。此外，对行政人员的教育是废物相关发展（比如：协同处理）的关键因素，这能提高他们的技能和做出基于事实的决定（比如：技术、许可程序、规范的制定）。

**问： 废物如何定性？为什么这些定性对废物管理很重要？**



## 常见问题解答

**答：**废物定性指查明废物流中有多少丢弃的纸张、玻璃、食品废物等。废物定性信息有利于计划如何降低废物，制定循环计划并节约资金和资源。废物定性信息是为固体废物计划而定的。废物定性数据通过提取废物样品并将其分类，比如分为报纸和铝罐，之后称重每类样品。通常而言，样本从将垃圾从住户、商业或零散垃圾来源运往填埋场和中转站的卡车上提取。

**问：**什么是“变废物为能量”理念？

**答：**随着产生能量的主要资源减少且成本变大，一些废物成为了替代燃料或生成能量的新型替代物。有两个主要理念：其一是将甲烷产生能量的同时作为沼气使用。填埋场或厌氧消化场地的生物降解过程中释放沼气。另一理念为将可燃烧部分垃圾分离出来并将这部分作为垃圾衍生燃料或在热工序（比如：水泥厂的协同处理）中作为替代燃料。

## 参考和更多信息

**一般信息：**

<http://www.unep.fr/scp/waste/minimization.htm>

<http://www.waste.nl/>

《变废物为资源》，E. Lacoste, P. Chalmin.——《2006 世界废物调查》，Ed.Economica, 2007. ISBN: 978-2-7178-5358-2

《废物管理》，Bilitewski, B, Härdtle, G, Marek, K.; 柏林； 2007, ISBN-10: 3540592105

ISBN-13: 978-3540592105

《发展中国家的固体废物管理》，Diaz, Luis F.; George M. Savage、Linda L. Eggerth、Clarence G. Golueke (CalRecovery Inc.)、国际固体废物和公共清洁协会 (ISWA)； 丹麦； 1996

《发展中国家的固体废物管理》，Chris Zurbrugg, 发展中供水和卫生设施(SANDEC)/联邦供水、废水处理与水体保护研究所(EAWAG)

<http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen>

《市政固体废物管理——可持续解决方案的策略和技术》，Chr. Ludwig、S. Hellweg、S. Stucki； 施普林格出版社(2003)

<http://www.worldbank.org/>

**生物处理（堆肥、消化、机械-生物预处理）：**

<http://www.orbit-online.net/>



<http://www.bionet.net>

填埋:

[http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm)

<http://www.esauk.org/waste/landfill/index.asp>

## 参考和更多信息

[http://www.bmu.de/english/waste\\_management/general\\_information/doc/20206.php](http://www.bmu.de/english/waste_management/general_information/doc/20206.php)

焚烧:

<http://www.esauk.org/waste/incineration/>

《废物焚烧和公众健康》，废物焚烧健康影响委员会、环境研究和毒物学委员会、美国全国研究委员会, ISBN-10: 0-309-06371-X/ISBN-13: 978-0-309-06371-5

正面:

<http://www.crwi.org/textfiles/cert.htm>

<http://www.waste-incineration.com/>

负面:

<http://www.envocare.co.uk/incineration.htm>