

東方出版社

# 生活垃圾 卫生填埋技术

SHENGHUOLAJIWEISHENG TIANMAI JISHU

垃圾处理作为人类面临的问题由来已久，据文献记载，追溯到500年前。随着人口的增加、社会的城市化以及移，垃圾处理越来越重要。



垃圾处理的历史可以  
乡村居民向城市的迁

William Hogland 著 卫潘明 译  
北京市环境卫生协会  
北京市垃圾渣土管理处

# 生活垃圾卫生填埋技术

[瑞典]William Hogland 著

卫潘明 译

北京市环境卫生协会

北京市垃圾渣土管理处

東 方 出 版 社

**图书在版编目(CIP)数据**

**生活垃圾卫生填埋技术**

(瑞典)willam hogland 著 卫潘明 译

北京市环境卫生协会

北京市垃圾渣土管理处

北京: 东方出版社, 2004.12

ISBN 7-5060-1945-0

I.生... II.①霍...②北... III.垃圾处理-卫生填埋 IV.X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 059694 号

著作权合同登记号 图字:01-2004-3717 号

**生活垃圾卫生填埋技术**

(瑞典)willam hogland 著 卫潘明 译

北京市环境卫生协会

北京市垃圾渣土管理处

东方出版社 出版发行

(100706 北京朝阳门内大街 166 号)

北京乾沣印刷有限公司印刷 新华书店经销

2004年 12 月第一版 2004 年 12 月第一次印刷

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:8.625

ISBN 7-5060-1945-0 定价:15.00 元

发行部电话:010-65257256

# 目 录

|           |   |
|-----------|---|
| 序 言 ..... | 1 |
|-----------|---|

## 第一篇 生活垃圾卫生填埋技术

### 第一章 概述

|                  |    |
|------------------|----|
| 一、历史上的垃圾处理 ..... | 3  |
| 二、现在垃圾的成份 .....  | 6  |
| 三、未来的垃圾成份 .....  | 9  |
| 四、垃圾处理方法 .....   | 12 |

### 第二章 处置在垃圾管理中的地位

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、垃圾处理和环境保护 .....     | 18 |
| 二、国家垃圾处理战略 .....      | 20 |
| 三、立法 .....            | 21 |
| 四、产品下角料和垃圾的回收利用 ..... | 22 |
| 五、瑞典垃圾管理 .....        | 24 |
| 六、瑞典垃圾管理的发展 .....     | 25 |
| 七、瑞典的填埋 .....         | 27 |
| 八、垃圾填埋策略 .....        | 28 |
| 九、填埋在今后垃圾处理中的地位 ..... | 37 |

### 第三章 填埋场中的生物及化学过程

|              |    |
|--------------|----|
| 一、概述 .....   | 41 |
| 二、降解过程 ..... | 43 |
| 三、转化阶段 ..... | 46 |

### 第四章 工业垃圾填埋

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、概述 .....          | 50 |
| 二、垃圾还是可回收的商品? ..... | 50 |
| 三、预处理 .....         | 51 |
| 四、堆放 .....          | 52 |
| 五、工业垃圾填埋的原则 .....   | 54 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 六、工业垃圾 .....          | 61  |
| <b>第五章 填埋场选址</b>      |     |
| 一、法律及行政管理 .....       | 66  |
| 二、环境影响评价 .....        | 68  |
| 三、填埋场选址中的环境影响评价 ..... | 74  |
| <b>第六章 填埋场建设及运行</b>   |     |
| 一、概述 .....            | 78  |
| 二、填埋场的建设 .....        | 81  |
| 三、填埋场管理 .....         | 91  |
| <b>第七章 渗沥液处理</b>      |     |
| 一、概述 .....            | 107 |
| 二、渗沥液的成份 .....        | 107 |
| 三、渗沥液产量 .....         | 110 |
| 四、渗沥液的收集 .....        | 111 |
| 五、渗沥液处理 .....         | 112 |
| <b>第八章 填埋气</b>        |     |
| 一、概述 .....            | 122 |
| 二、填埋气的产生 .....        | 122 |
| 三、气体回收 .....          | 126 |
| 四、填埋气处理 .....         | 139 |
| 五、环境问题 .....          | 141 |
| 六、气体利用 .....          | 141 |
| <b>第九章 填埋场水力学</b>     |     |
| 一、概述 .....            | 142 |
| 二、填埋场中的水平衡 .....      | 142 |
| 三、渗沥液模型 .....         | 149 |
| 四、渗沥液污染 .....         | 161 |
| 五、补救措施 .....          | 165 |
| <b>第十章 填埋场阻挡层</b>     |     |
| 一、概述 .....            | 168 |
| 二、阻挡层设计原则 .....       | 168 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 三、阻挡层设计计算 .....     | 171 |
| 四、材料的选择、施工和控制 ..... | 181 |

## 第二篇 练习

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 序言 .....               | 189 |
| 专题:填埋场选址 .....         | 191 |
| 专题:垃圾产量 .....          | 206 |
| 专题:运输 .....            | 216 |
| 专题:压实 .....            | 220 |
| 专题:旧填埋场中堆放的垃圾量估算 ..... | 223 |
| 专题:垃圾的变化过程 .....       | 229 |
| 专题:填埋气体 .....          | 230 |
| 专题:填埋场水文学 .....        | 239 |
| 专题:渗沥液处理 .....         | 253 |
| 专题:填埋场经济方面的计算 .....    | 259 |
| 附录:城市渣土管理系统简介 .....    | 266 |

# 序 言

生活垃圾卫生填埋技术  
shenghuolajiweishengtianmaiijishu

本书是 1994 年 11 月出版的瑞典语版本《填埋》一书的英文版的第一版。瑞典语版本是为在瑞典研究生教育阶段使用的教材。由瑞典垃圾研究协会和国家工业和技术开发委员会编写。

本书的英文版最初是为瑞典国际固体废物处理培训班而准备的教材。该项目由瑞典投资和技术支持委员会发起,培训班由瑞典 Chalmers University of Technology 和 Lund University 合作完成。

本书主编是 Willian Hogland 教授,作者有:

Lars Bengtsson

Magnus Montelius

Bo Carlsson

Per Nilsson

Pär Elander

Bo Lennart Persson

Willian Hogland

Ingrid Persson

Olov Holmstrand

Lotta Retzner

Jan Hult

Per Olof Seman

Jan-Erik Meijer

# 第一篇

## 生活垃圾卫生填埋技术



# 第一章 概述

## 一、历史上的垃圾处理

垃圾处理作为人类面临的问题由来已久,据文献记载,垃圾处理的历史可以追溯到 5000 年前。随着人口的增加,社会的城市化以及乡村居民向城市的迁移,垃圾处理越来越重要。当城镇居民达到几千人的规模后,垃圾处理问题便出现了。据记录,早在公元前 3500 年前,印度就出现了既运输垃圾又运输污水的市政系统。

受控填埋场是过去最常用,现在仍是最常用的垃圾处理方法之一。垃圾填埋的历史可以追溯到石器时代。

早在公元前 500 年前,希腊的城市规划中就包括街道清扫,饮用水供应以及垃圾处理系统。雅典城的排水系统设计得很好,可以将垃圾及废水运输到城市以外的大坑中。大坑中的废水与其它垃圾混合,并通过陶制的管道运输到城市周围的土地中去。

古罗马对卫生情况也很关心,它建立了水上垃圾运输系统。城市设有公共厕所,并对随意丢弃垃圾等行为处以罚款或更严厉的惩罚。

当人们将垃圾丢弃在城市污水系统中时便会发生污水管道堵塞现象,因而需要派人清掏排水系统,通常由奴隶来完成。

垃圾拣拾者对垃圾的减量有一定的作用。通过拣拾者可将垃圾中有用的物资分拣出来,然后被出售并生产新产品。这在发展中国家现在还比较普遍。

纵观历史,人类总是将垃圾随意堆积在周围,发展中国家尤其严重。而有些地方严格禁止积累垃圾,人人都有责任将其产生的



#### 4 | 生活垃圾卫生填埋技术

垃圾送到村外,并用土壤覆盖。

在耶路撒冷,垃圾被运输到 Gehenna 山谷或 Tophet 山谷,并在那里焚烧,以减少卫生问题。某些发展中国家现在还在利用这种露天焚烧方式,如在街道或临时堆积场直接焚烧。目前,全球此类无控制焚烧还很普遍,严重污染了本地及全球的大气环境。

在中世纪时代,垃圾处理被忽略。垃圾直接堆放在街道上。不仅是生活垃圾,其它垃圾如炉灰、动物粪便、屠宰废物等都直接堆积在街道上。垃圾在现场降解,也就是说通过微生物、风、太阳、雨以及猪和狗等来处理垃圾。

有时由于垃圾积累得太多,现场不能够再继续容纳垃圾,导致一些城市如伦敦定期清理垃圾,早期每周清理一次街道。由于收集次数少,加之人们继续不断地把垃圾扔到街道上,污染继续存在。收集起来的垃圾被填在城外的废坑内,或堆积在河岸上。根据 1294 年英国贝里克郡行业协会制定的行业规范,向街道、广场和河岸倾倒炉灰和垃圾的人将会受到惩罚。

在 14 世纪初,伦敦禁止向街道和道路倾倒垃圾,人们需要负责各自房屋周围的清扫工作。

在上个世纪末,瑞典还向街道倾倒垃圾,居民所做的仅仅是将垃圾从窗户扔到街道上。瑞典第一个对扔垃圾的规定是要求人们在向下扔垃圾时要喊“下面的人请当心”,以免垃圾砸伤行人,接着对人们的要求改为将垃圾堆放在门边固定的地方,然后要求人们将垃圾运输到指定的地方进行处理。

从垃圾堆里拣拾可回收物资不是新现象。现在,在发达国家还可以看到有人在垃圾桶中寻找易拉罐和瓶子,还有许多人以此为生。

在发展中国家,这种回收更加完善。有一个层次明确的拣拾组织,或者是穷人依靠拣拾垃圾来维持生计。一些拣拾者在源头拣拾,一些在垃圾堆中拣拾。例如,在巴西的里约热内卢有 3000 拣拾者,其中部分人完全以此为生。人们用管道引出垃圾堆体产生的填埋气,作为炊事以及取暖用的燃料。



分类收集可回收利用的物资在瑞典是很普遍的。例如:在 50 年代,人们回收食品包装物、奶瓶及报纸等可再利用的物资。此后,一些社会组织专门负责废纸的回收。上个世纪末,在斯德哥尔摩已经建立了垃圾分选工厂。

历史学家可以证明,垃圾生物处理也已有很长的历史了。约在公元前 1900 年,在诺塞斯(Knossos)就已建立了用以生产农用堆肥的堆肥厂。

19 世纪 30 年代,开始在英国建立受控堆放厂(即填埋场)。垃圾分层堆积,每层不超过 180 厘米,并且在 24 小时内要对垃圾表面用土壤或其它适当的材料进行覆盖。使用篱笆来阻挡轻飘物飞出场外。这种结构使得火灾、扬尘、鸟类、昆虫和臭味等问题得以解决,同时从美学角度来看也更容易被接受。

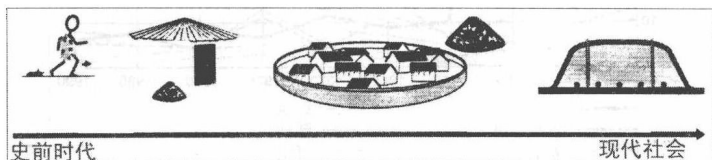


图 1.1 垃圾处理的历史演变

历史上垃圾的产量和成份是不断变化的,在工业化实现后其变化更为显著。在此之前,垃圾主要由有机物组成,并在本地处理。

对于以前垃圾成份的记录很少,最早的记录在 30 年代。图 1.2 描述了最近 60 年里垃圾成份的变化。在 30 年代,70%的垃圾被划分为“其它垃圾”,其主要成份为灰和土。

最大的变化在 60 年代,当时废纸的产量达到了最高峰,从而导致了废纸回收业的产生,并由于废纸的回收使垃圾的产量减少了 35-40%。在 50 年代,随着人们生活水平的飞速提高,垃圾的产量也随之上升。在五六十年代,垃圾产量以每年 3-4% 的速度增加。到了七十年代,这一速度降低到了 2%,现在则更低。

在六十年代,由于越来越多的人有能力购买房屋,花园垃圾

的产量上升很快。六七十年代垃圾中玻璃的含量很高,后来随着玻璃回收工作的开展,垃圾中的玻璃含量有所下降。70 年代垃圾中的塑料含量很多,随后由于使用薄塑料制品,垃圾中的塑料有所下降。垃圾成份、水分含量以及化学成份都会影响填埋场的处理工艺。

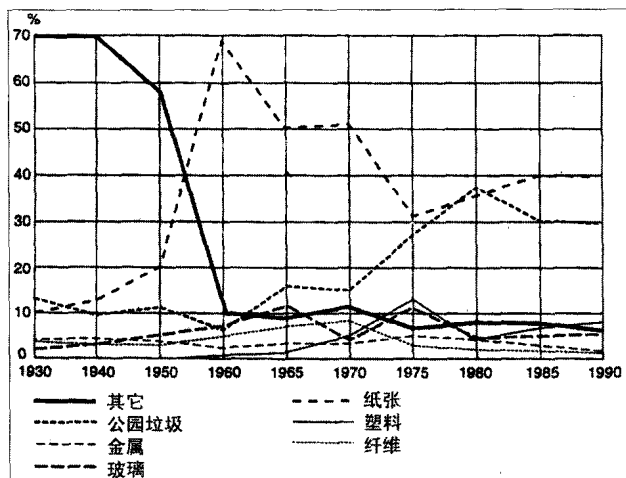


图 1.2 自 30 年代以来瑞典垃圾成份的变化

## 二、现在垃圾的成份

目前瑞典垃圾年产量为 6600 万吨,包括生活垃圾、工业垃圾、建筑和拆除垃圾、环境有害垃圾、土和森林垃圾以及采矿垃圾,其中工业垃圾约 5800 万吨。每年通过源头分类回收 270 万吨生活垃圾,相当于 322kg/人。每年回收 450 万吨特殊工业垃圾(包括建筑和拆除垃圾)。另外每年还回收 50 万吨环境有害垃圾。

图 1.3 中的部分数据是不准确的,因为有些数据是 80 年代的数据。垃圾总量的 75% 进入填埋场。

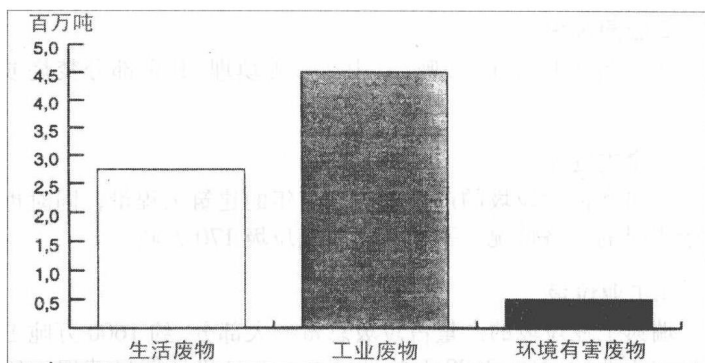


图 1.3 90 年代瑞典垃圾产量

### 1. 生活垃圾

1994 年未经分类回收的生活垃圾产量为 320 万吨,其来源为居民区、小型工业区、研究机构和商店。在未分类的垃圾中,12%被回收利用,3%被用以堆肥。下图表示了分类和未分类收集的垃圾量。分类后的垃圾 50%进入填埋场,50%被焚烧发电。

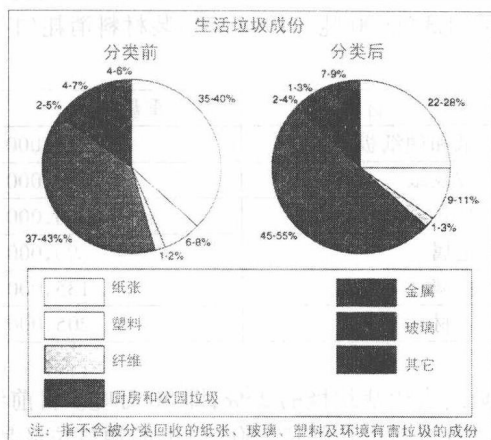


图 1.4 1992 年瑞典生活垃圾成份

## 2. 公园垃圾

年产公园垃圾 11 万吨,其中 7 万吨填埋,其余部分焚烧或堆肥。

## 3. 建筑垃圾

建筑和拆除垃圾的产量取决于当年的建筑工程量,同时也取决于当时的经济情况。平均年产建筑垃圾 170 万吨。

## 4. 工业垃圾

瑞典工业垃圾的产量占垃圾总量的大部分。约 1600 万吨工业垃圾在工业内回收,2600 万吨垃圾在工业垃圾填埋场填埋。约有 450 万吨非有害工业垃圾(相当于 540kg/人/年)在生活垃圾填埋场进行处理。

## 5. 包装垃圾

包装是指用以保护产品、运输产品,由制造商向用户提供的产品的辅助物。

包装构成了生活垃圾以及工业垃圾的很大一部分。瑞典包装垃圾年产量约 1,300,000 吨。1998 年包装材料消耗如下:

| 材料    | 重量(吨)   |
|-------|---------|
| 纸和硬纸板 | 210,000 |
| 波纹纸   | 290,000 |
| 塑料    | 200,000 |
| 金属    | 90,000  |
| 玻璃    | 135,000 |
| 木材    | 205,000 |

包装垃圾约占生活垃圾的 25%,即 80 万吨。目前约有 40%的包装垃圾,即 30 万吨进行焚烧。60%以上的塑料垃圾是轻抛物,如塑料包装袋等。



## 6.环境有害垃圾

最重要的一点就是，不要将环境有害垃圾与生活垃圾混合在一起进行处理。根据环境有害垃圾处理法，环境有害垃圾可分成12类(见表 1.1)。

瑞典每年处理的环境有害垃圾约 50 万吨。该数据可能很不准确。每年从家庭收集的环境有害垃圾约有 1 万吨。

应当注意，尽管生活垃圾中含电池、水银灯管等有害垃圾，但按照环境有害垃圾处理法，生活垃圾被定义为环境无害垃圾。

表 1.1 环境有害垃圾分类

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| 1  | 油污染垃圾                                |
| 2  | 熔剂垃圾                                 |
| 3  | 油漆垃圾                                 |
| 4  | 粘合剂垃圾                                |
| 5  | 酸或碱垃圾                                |
| 6  | 含铬垃圾                                 |
| 7  | 含汞垃圾                                 |
| 8  | 含锑、砷、钡、铍、铅、钴、铜、铬、镍、硒、银、铈、锡或锌及其化合物的垃圾 |
| 9  | 氰化物污染垃圾                              |
| 10 | PCB 污染物                              |
| 11 | 杀虫剂污染物                               |
| 12 | 实验室垃圾                                |

该表的一个缺点是不包括石棉，但它确实是一种危险垃圾，而油污染物可以被生物降解，但却被列入了该表。

## 三、未来的垃圾成份

欧共体新颁布的有关指导，旨在通过生产者负责原则形成一种生态社会或循环社会，这就意味着只有无法再利用且不可回收能量的垃圾才允许进行填埋。这样做的目的是通过循环的方式提

高资源的利用率,达到长期的可持续发展战略。发展中国家已通过垃圾拣拾在垃圾回收及再利用方面取得了很大的成就。

提供的产品必须是环境友好的产品。通过增加生产者的责任,使得产品在一开始就注意环境保护问题。瑞典某些地方已采取了某些措施,这将有助于改善垃圾的化学成份及热值。

将来,对源头分类的要求更高,因而焚烧和填埋仅在特殊的情况下才使用。从1994年1月1日开始,禁止对未分类的垃圾进行填埋。国家提供了至少15种垃圾分类方式。如果市政当局不能提供适合于当地的令人满意的垃圾分类方法,将从15种方法中选择一种。

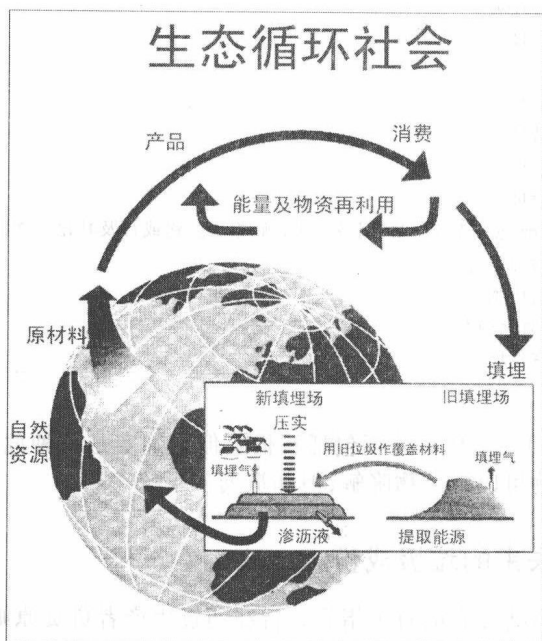


图 1.5 生态循环社会

一种垃圾分类的方法如下：

| 可堆肥垃圾 | 可焚烧垃圾  | 可回收垃圾 | 有害垃圾 |
|-------|--------|-------|------|
| 食品残渣  | 木头     | 报纸    | 油    |
| 咖啡    | 塑料及纸包装 | 玻璃    | 漆    |
| 湿纸    | 牛奶包装   | 窗户    | 溶剂   |
| 餐巾纸   | 纤维     | 金属    | 电池   |
| 花     | 橡胶     | 易拉罐   | 杀虫剂  |
|       | 皮革     |       |      |

总的来说，首先必须将环境有害垃圾从生活垃圾中分离出来。所采用的垃圾分类方法取决于目前采用的垃圾处理方式。如果当地有焚烧厂，则需要将可焚烧的垃圾分离出来。如果当地有堆肥厂，则需要将可堆肥垃圾分离出来。

环境保护部门已起草了一个“未来”的垃圾分类草案，来实现以下目标：

- 减少垃圾中有害成份的含量；
- 保护原材料和能源；
- 增加原料和能源的重复利用率；
- 使用对环境污染较小的材料；
- 减少随意丢弃现象。

瑞典于 1994 年 1 月开始实施对玻璃及硬纸板包装物的生产者负责原则。1994 年 10 月修订该法时加入了废纸、塑料、钢铁和铝等。硬纸板在生活垃圾中不多见，但在工业及商业垃圾中却很多。

通过生产者负责原则，可以减少垃圾的产量，并促使更好地利用垃圾。将来要求在设计时尽量少使用包装材料。

可再利用的包装物，如啤酒瓶等将很常见。为减少原材料的消耗，开发出新的工艺，这将影响到垃圾的成份。