

# 固体废弃物处理

GUTI FEIQIWU CHULI

张鸿波 主编

 吉林大学出版社

# 固体废弃物处理

GUTI FEIQIWU CHULI

张鸿波 主编



◎ 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)

固体废弃物处理/张鸿波 主编.—长春:吉林大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5677-0406-0

I. ①固… II. ①张… III. ①固体废物处理 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 161939 号

书 名: 固体废弃物处理

作 者: 张鸿波 主编

责任编辑、责任校对: 唐万新

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 21.825 字数: 600 千字

ISBN 978-7-5677-0406-0

封面设计: 刘荣泽

长春市中海彩印厂 印刷

2013 年 7 月 第 1 版

2013 年 7 月 第 1 次印刷

定价: 36.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 421 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-88499826

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: [jlup@mail.jlu.edu.cn](mailto:jlup@mail.jlu.edu.cn)

# 编委会名单

主 编 张鸿波

副主编 孟凡娜 彭德强

陈俊涛 单志强

主 审 吴学然

# 前 言

近二十年来,我国在固体废弃物处理与资源化方面发展较快,越来越多的高等院校和科研单位开始进行废弃物的研究工作,许多企业也积极加入到固体废弃物与资源化利用的行业,从业人员数量迅速增加。同时,我国政府和企业对固体废弃物处理与资源化利用方面的投入也逐年增加,研究开发了一系列新技术、新方法,在传统技术的改造和改良方面也取得了很大的进展。另外,国外大量相关企业也在我国开展业务,在管理和技术方面积累了许多经验教训。因此,全面总结和介绍国内外固体废弃物与资源化技术,对于发展我国的环境保护事业,具有重要的意义。

全书共分7章。第1章为绪论,讲述了固体废弃物的概念、来源、数量与分类、污染、污染控制措施与管理;第2章为固体废弃物的预处理,重点讲述了固体废弃物的收集、运输、压实与破碎;第3章介绍固体废弃物分选的常用方法与基本原理;第4章为固体废弃物的处置,主要介绍了固体废物的焚烧处理、热解处理、生物转化处理、土地填埋处理的原理与技术路线;第5、6、7章主要介绍了煤矸石、粉煤灰、尾矿等三种主要固体废弃物的来源、性质及其综合再利用的处理途径。

本书由张鸿波主编,孟凡娜、彭德强、陈俊涛、单志强副主编,全书由吴学然主审。参与编写分工如下:张鸿波(第1章),吴学然(第2章),孟凡娜(第3章),陈俊涛(第4章),彭德强(第6、7章),单志强(第5章)。

本书反映了国内外固体废弃物处理与资源化领域的发展现状和趋势,内容覆盖了城市生活垃圾、危险废物、工业废物、放射性废物等处理与资源化利用途径,主要适用于从事固体废弃物研究、开发、培训和管理等人员阅读参考,也可以作为高校相关专业的教材。

该书在编写过程中得到中国矿业大学、河南理工大学、黑龙江科技大学、吉林大学有关同行的热情帮助和支持。吉林大学出版社的王世林同志,对本书的编写和出版做了许多工作。在此一并表示感谢。限于编者的水平和经验的不足,缺点和错误在所难免,敬请读者多多批评指正。

编者

2012年5月

# 目 录

第 1 章 绪 论 .....	1
1.1 固体废物的概念、来源、数量与分类 .....	1
1.1.1 固体废物的概念和特性 .....	1
1.1.2 固体废物的来源、数量与分类 .....	2
1.2 固体废物对环境的污染 .....	5
1.2.1 固体废物污染环境的途径 .....	5
1.2.2 固体废物污染危害 .....	6
1.3 固体废物污染控制与管理 .....	8
1.3.1 固体废物污染控制 .....	8
1.3.2 固体废物管理 .....	8
第 2 章 固体废弃物的预处理 .....	12
2.1 固体废弃物的收集、运输 .....	12
2.1.1 工业固体废物的收集 .....	12
2.1.2 城市生活垃圾的收集与运输 .....	13
2.1.3 城市垃圾中转站的设立与运行 .....	30
2.1.4 危险废物的收集与运输 .....	34
2.2 固体废物的压实 .....	36
2.2.1 压实原理 .....	36
2.2.2 压实设备与流程 .....	41
2.3 固体废弃物的破碎 .....	56
2.3.1 破碎原理 .....	56
2.3.2 破碎方法 .....	59
2.3.3 破碎设备 .....	60
2.3.4 破碎工艺系统 .....	79
第 3 章 固体废物的分选 .....	85
3.1 筛分分选 .....	86
3.1.1 筛分的基本原理 .....	86
3.1.2 常用筛分设备 .....	95
3.2 重力分选 .....	105
3.2.1 跳汰分选 .....	105
3.2.2 重介质分选 .....	106
3.2.3 空气重介质流化床干法分选 .....	111
3.2.4 风力分选 .....	112
3.2.5 摇床 .....	116
3.3 磁力分选 .....	118
3.4 电力分选 .....	122

3.5	浮选 .....	124
3.5.1	浮游分选的基本原理 .....	125
3.5.2	浮选药剂 .....	126
3.5.3	浮选设备 .....	127
3.5.4	浮选工艺过程 .....	130
3.6	其他分选技术 .....	131
3.6.1	摩擦与弹跳分选 .....	131
3.6.2	光电分选 .....	133
3.6.3	涡电流分选 .....	133
3.7	固体废物分选工艺系统 .....	134
3.7.1	工业废物的分选回收 .....	134
3.7.2	城市垃圾的分选回收 .....	142
3.7.3	废旧物资的分选回收 .....	146
<b>第4章</b>	<b>固体废弃物的处置 .....</b>	<b>157</b>
4.1	固体废物的焚烧处理 .....	157
4.1.1	概述 .....	157
4.1.2	固体废物的焚烧原理 .....	157
4.1.3	固体废物焚烧污染物控制技术 .....	163
4.1.4	焚烧设备 .....	172
4.2	固体废弃物的热解处理 .....	179
4.2.1	概述 .....	179
4.2.2	热解原理 .....	182
4.2.3	城市垃圾的热解 .....	185
4.2.4	废塑料的热解 .....	193
4.2.5	生物质的热解 .....	196
4.2.6	其他固体废物的热解 .....	200
4.3	固体废物的生物转化处理 .....	203
4.3.1	好氧堆肥技术 .....	203
4.3.2	沼气发酵技术 .....	214
4.4	固体废物的土地填埋 .....	224
4.4.1	概述 .....	224
4.4.2	卫生土地填埋 .....	226
4.4.3	安全土地填埋 .....	235
<b>第5章</b>	<b>煤矸石资源化处理 .....</b>	<b>244</b>
5.1	煤矸石的组成、性质及分类 .....	244
5.1.1	煤矸石的组成 .....	244
5.1.2	煤矸石的性质 .....	246
5.1.3	煤矸石的分类 .....	249
5.2	煤矸石资源化现状 .....	250
5.3	煤矸石发电 .....	252
5.3.1	煤矸石发电概述 .....	253

5.3.2	煤矸石发电的可行性 .....	253
5.3.3	煤矸石发电工程实例 .....	254
5.4	煤矸石回填与复垦 .....	258
5.4.1	煤矸石回填 .....	258
5.4.2	煤矸石复垦 .....	260
5.5	煤矸石回收生产有用矿物 .....	261
5.5.1	从煤矸石中回收煤炭 .....	261
5.5.2	从煤矸石中回收黄铁矿 .....	262
5.5.3	煤矸石生产高岭土 .....	266
5.5.4	煤矸石生产莫来石 .....	267
5.5.5	煤矸石提取镓 .....	268
5.6	煤矸石生产化工产品 .....	268
5.6.1	制备铝系化工产品 .....	268
5.6.2	制备硅系化工产品 .....	273
5.6.3	制备硅铝铁化工产品 .....	275
5.6.4	煤矸石生产沸石分子筛 .....	278
5.6.5	制备钛系化工产品 .....	280
5.7	煤矸石生产各种材料 .....	281
5.7.1	煤矸石制砖 .....	281
5.7.2	煤矸石生产水泥 .....	285
5.7.3	煤矸石生产陶粒 .....	286
5.7.4	煤矸石生产粉体材料 .....	288
5.8	煤矸石在生态、环境保护及农业方面的应用 .....	288
5.8.1	煤矸石山的生态治理 .....	288
5.8.2	煤矸石浆液作燃煤烟道气的脱硫剂 .....	290
5.8.3	利用煤矸石中硫铁矿处理含 Cr(VI)废水 .....	290
5.8.4	活化煤矸石处理废水 .....	290
5.8.5	煤矸石在农业方面的应用 .....	291
<b>第 6 章</b>	<b>粉煤灰资源化处理 .....</b>	<b>294</b>
6.1	粉煤灰的来源及其污染 .....	294
6.1.1	粉煤灰的来源 .....	294
6.1.2	粉煤灰的污染问题 .....	294
6.2	粉煤灰的组成、性质和品质指标 .....	295
6.2.1	粉煤灰的形成 .....	295
6.2.2	粉煤灰的性质和品质指标 .....	298
6.3	粉煤灰用于建筑材料 .....	300
6.3.1	粉煤灰混凝土 .....	300
6.3.2	粉煤灰陶粒 .....	302
6.3.3	粉煤灰砌块 .....	305
6.3.4	粉煤灰作水泥混合材料 .....	307
6.3.5	粉煤灰砂浆 .....	309



6.3.6	粉煤灰制砖 .....	310
6.4	粉煤灰在道路工程中的应用 .....	313
6.4.1	粉煤灰在公路面层中的应用 .....	313
6.4.2	粉煤灰在路面基层和底基层的应用 .....	314
6.4.3	利用粉煤灰填筑公路路堤 .....	315
6.4.4	粉煤灰用于结构回填 .....	315
6.4.5	粉煤灰在道路工程中的应用前景 .....	316
6.5	粉煤灰用作注浆材料和充填材料 .....	316
6.5.1	用于矿井防火注浆 .....	316
6.5.2	作井下充填材料 .....	317
6.5.3	粉煤灰用于隧道工程的压浆材料 .....	317
6.5.4	粉煤灰用作速凝注浆材料 .....	318
6.6	粉煤灰的农业利用 .....	319
6.6.1	概述 .....	319
6.6.2	粉煤灰的直接施用 .....	320
6.6.3	生产粉煤灰肥料 .....	321
6.6.4	粉煤灰做为土壤改良剂 .....	323
6.7	粉煤灰的其他应用 .....	324
6.7.1	粉煤灰的分选 .....	324
6.7.2	粉煤灰生产硅铝铁合金 .....	326
6.7.3	利用粉煤灰提取氧化铝 .....	328
<b>第7章</b>	<b>尾矿资源化技术 .....</b>	<b>331</b>
7.1	尾矿综合利用的主要途径 .....	331
7.1.1	从尾矿中回收有用组分 .....	331
7.1.2	用尾矿加工生产建材 .....	332
7.1.3	用尾矿生产农用肥料或土壤改良剂 .....	333
7.1.4	用尾矿充填采空区 .....	333
7.1.5	在尾矿堆积场覆土造地 .....	333
7.2	有价金属回收技术 .....	333
7.2.1	铁尾矿中再回收铁 .....	334
7.2.2	铁尾矿中多种有用矿物的综合利用 .....	335
7.2.3	铜尾矿的再选 .....	337
7.2.4	铅锌尾矿的再选 .....	339
7.2.5	钼尾矿的再选 .....	342
7.2.6	锡尾矿的再选 .....	344
7.2.7	钨尾矿的再选 .....	346
7.2.8	贵金属矿的再选 .....	348
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>350</b>

# 第1章 绪 论

## 1.1 固体废物的概念、来源、数量与分类

### 1.1.1 固体废物的概念和特性

固体废物是指人类在生产建设、日常生活和其他活动中产生的,在一定时间和地点无法利用而被丢弃的污染环境的固体、半固体废弃物质。这里所指的生产建设是指国民经济建设大范围中的生产建设活动,其中包括基本建设、工农业、矿山、交通运输、邮政电信等各类工矿企业的生产建设活动;日常生活包括居民的日常生活活动,以及为保障居民生活所提供的各种社会服务及设施,如商业、医疗、园林等;其他活动则指国家各级事业及管理机关、各级学校、各种研究机构等非生产性单位的日常活动。从广义上讲,根据物质的形态划分,废物包括固态、液态和气态废弃物质。其中不能排入水体的液态废物和不能排入大气的置于容器中的气态废物,由于多具有较大的危害性,在我国归入固体废物管理体系。固体废弃物的产生有其必然性。这一方面是由于人们在索取的利用自然资源从事生产和活动时,限于实际需要和技术条件,总要将其中一部分为废物丢弃;另一个方面是由于各种产品本身有其使用寿命,超过了一定期限,就会成为废物。

随着科技的发展,以前被人们认为是无价值的废物,现在又可以重新被认识并加以利用,即变废为宝;由于科技水平的提高,一些在某一生产环节中要被丢弃的废料,在另一个生产环节中可作为原料被循环利用,从而延长了该物料的生命周期。固体废物的这种时间性、地域性和行业性特点,决定了其在此处为废物,在彼处可能是宝贵的资源,因此被称为“放错了地方的资源”。例如,燃煤产生的大量粉煤灰对发电厂来说是废物,但是在脱硫厂可以被制成高效的吸附剂、脱硫剂;采矿业的煤矸石是煤矿的废物,但是可以成为水泥厂制水泥的原料。因此,要遵循循环经济的理念来看待固体废物,这是解决固废污染问题的根本的和有效的途径。

固体废物一般具有如下特性:

1. 无主性 即被丢弃后,不再属于谁,因而找不到具体负责者,特别是城市固体废弃物;
2. 成分的多样性和复杂性 现代的固体废弃物,其成分十分复杂,品种繁多,从大到小,从单一物质到聚物质,从简单到复杂,从边角废料到设备配件,从无机到有机,从金属到非金属,从无味到有味,从无毒到有毒,从低熔点到高熔点,从单质到合金等。
3. 分散性 固体废物丢弃、分散在各处,需要收集。
4. 错位性 一个时空领域的废物在另一个时空领域是宝贵的资源。
5. 生产性废弃物减少,消费性废弃物增加 随着科学技术的发展,人们生活水平的提高,人们在生产建设活动中所产生的废物在减少。主要表现在废次品的减少和清洁生

产水平的提高。另一方面随着社会生产力的发展,人们消费水平的提高,人们在日常生活中产生的垃圾量在不断增加,主要表现为人们对消费形式多样化的需求增强,消费周期的缩短。

6. 危害性 固体废弃物对人们的生产和生活产生不便,危害人体健康。固体废弃物对环境的危害与所涉及的固体废弃物的性质和数量有关,任何固体废弃物的数量在一定数值以下,不会对环境产生危害,对这个量的确定,与固体废弃物的种类和性质有关。长期以来,农民在自家的院子里用有机废物进行沤肥,并没有产生任何环境问题。但当固体废弃物的量达到一定程度时,就可能产生环境污染。城市生活垃圾集中堆放到一定数量时,就会对堆放场周围的环境造成污染。除了数量的因素以外,固体废弃物的性质也决定了固体废弃物的危害性。建筑垃圾属于无毒无害废物,量再大,也不会造成严重环境污染。废电池、废日光灯等,数量可能不大,但任意丢弃在环境中,就会对环境造成严重污染和危害。因此,在进行固体废弃物处理时,必须准确掌握处理的量和度。过分强调所涉及的固体废弃物的毒性和造成一定污染的数量,可能会增加处理成本。

### 1.1.2 固体废弃物的来源、数量与分类

#### 1. 固体废弃物的来源

固体废弃物来自人类活动的许多环节,按其来源一般分成两大类:一类是在生产过程中所产生的固体废弃物,即生产废物,如工业废渣和尾矿等;另一类是人们在消费过程中产生的固体废弃物,即生活垃圾,如塑料饭盒、废旧电视和冰箱等。

随着经济的发展、人类消费结构的改变和消费水平的不断提升,固体废弃物的来源更加多样,品种不断增多,数量不断增大。表 1-1 中列举了各类固体废弃物的来源和主要组成。

表 1-1 各类固体废弃物的来源和主要组成

分类	来源	主要组成物
矿业废物	矿山、选冶	废石、尾砂、金属、砖瓦灰石、水泥等
工业废物	冶金、交通、机械、金属结构等工业	金属、矿渣、砂石、模型、芯、陶瓷、边角料、涂料、管道、绝热和绝缘材料、黏结剂、废木、塑料、橡胶、烟尘、各种废旧建材等
	煤炭业	矿石、木料、金属、煤矸石等
	食品加工工业	肉类、谷物、果类、蔬菜、烟草等
	橡胶、皮革、塑料等工业	橡胶、皮革、塑料、布、线、纤维、染料、金属等
	造纸、木材、印刷等工业	刨花、锯末、碎木、化学药剂、金属填料、塑料等
	石油化工	化学药剂、金属、塑料、橡胶、陶瓷、沥青、油毡、石棉、涂料等
	电器、仪器仪表等工业	金属、玻璃、木材、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料等
	纺织服装业	布头、纤维、橡胶、塑料、金属等
	建筑材料业	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、纸、纤维等
电力工业	炉渣、粉煤灰、烟尘等	

续 表

分类	来源	主要组成物
城市垃圾	居民生活	食物垃圾、纸屑、布料、木料、金属、玻璃、塑料、陶瓷、庭院植物修剪物、燃料、灰渣、碎砖瓦、废器具、粪便、杂品等
	商业、机关	管道、碎砌体、沥青及其它建筑材料,废汽车、废电器、废器具,含有易燃、易爆、腐蚀性、放射性的废物,以及类似居民生活栏内的各种废物
	市政维护、管理部门	碎砖瓦、树叶、死禽畜、金属、锅炉灰渣、污泥、脏土等
农业废物	农林	稻草、秸秆、蔬菜、水果、果树枝条、糠秕、落叶、废塑料、人畜粪便、农药等
	水产	腥臭死禽畜,腐烂鱼、虾、贝壳,水产加工污水、污泥等
危险废物	核工业、核电站,放射性医疗单位、科研单位	含有放射性的金属、废渣、粉尘、污泥、器具、劳保用品、建筑材料等
	其它有关单位	含有易燃性、易爆性、腐蚀性、反应性、有毒性、传染性的固体废物

## 2. 固体废物的数量

目前,一些工业化国家年平均固体废物排出量以2%~3%的速度增长,统计表明,全世界每年产生的工业固体废物量达 $24.4 \times 10^8$  t,其中约有1/5为美国工业所排出,1/7为日本工业所产生,随着我国经济社会的高速发展、城市化进程的加快以及人民生活水平的提高,固体废弃物的产生量逐年增加,据《中国环境状况公报》2010年,全国工业固体废物产生量240 944万吨,比上年增长18.1%;工业固体废物排放量498万吨,比上年减少30.0%。全国危险废物产生量1 587万吨,比上年增长11.0%。工业固体废物综合利用量161 772万吨,比上年增长16.9%;工业固体废物贮存量23 918万吨,比上年增长14.5%。其中危险废物贮存量166万吨,比上年减少24.2%;工业固体废物处置量57 264万吨,比上年增长20.5%,其中危险废物处置量513万吨,比上年增长19.9%。

“十一五”期间,全国工业固体废物产生量、综合利用量和处置量均呈现逐年上升的趋势,贮存量基本持平,而工业固体废物排放量呈现逐年下降的趋势,见表1-2,图1-1。

表 1-2 全国工业固体废物产生及处理情况

单位:万吨

年度	产生量		排放量		综合利用量		贮存量		处置量	
	合计	危险废物	合计	危险废物	合计	危险废物	合计	危险废物	合计	危险废物
2001	88746	952	2894	2.1	47290	442	30183	307	14491	229
2002	94509	1000	2635	1.7	50061	392	30040	383	16618	242
2003	100428	1170	1941	0.3	56040	427	27667	423	17751	375
2004	120030	995	1762	1.1	67796	403	26012	343	26635	275
2005	134449	1162	1655	0.6	76993	496	27876	337	31259	339
2006	151541	1084	1302	20.0	92601	566	22398	267	42883	289
2007	175632	1079	1197	0.1	110311	650	24119	154	41350	346
2008	190127	1357	782	0.07	123482	819	21883	196	48291	389
2009	203943	1430	710	...	138186	831	20929	219	47488	428
2010	240944	1587	498	...	161772	977	23918	166	57264	513
增长率 (%)	18.1	11.0	-30.0	0	16.9	17.6	14.5	-24.2	20.5	19.9

注:1.“综合利用量”和“处置量”指标中含有综合利用和处置往年贮存量。

2.“...”表示数字小于规定单位

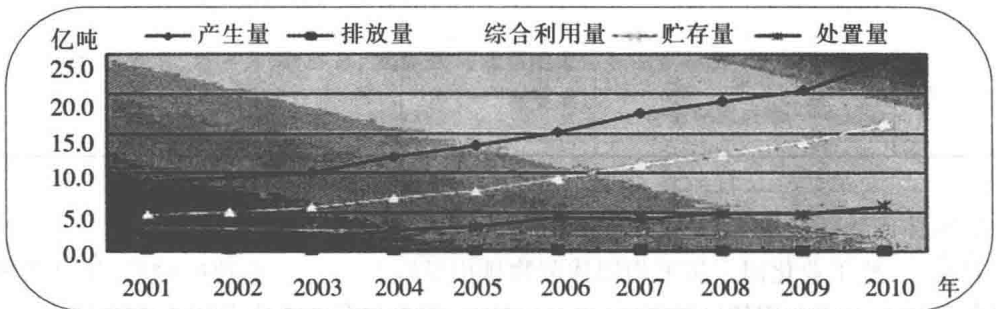


图 1-1 全国工业固体废物产生、处理及排放量年际变化

### 3. 固体废物的分类

固体废物分类的方法有多种,按其组成可分为有机废物和无机废物;按其形态可分为固态的废物、半固态废物和液态(气态)废物;按其污染特性可分为危险废物和一般废物等.根据《固体废物污染环境防治法》分为城市生活垃圾、工业固体废物和危险废物。

城市生活垃圾又称城市固体废物,是指在城市居民日常生活中或为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物,主要包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃陶瓷碎片、砖瓦渣土、废旧电池、废旧家用电器等.城市生活垃圾主要来自于城市居民家庭、城市商业、餐饮业、旅馆业、旅游业、服务业、市政环卫业、交通运输业、街道打扫垃圾、建筑遗留垃圾、文教卫生业和行政事业单位、工业企业单位、水处理污泥和其他零散

垃圾等,具有无主性、分散性、难收集、成分复杂、有机物含量高等特点,影响城市生活垃圾成分的主要因素有居民的生活水平、质量、习惯和季节、气候等。

工业固体废物是指在工业、交通等生产过程过程中产生的固体废物,工业固体废物主要包括以下几类:

(1)冶金工业固体废物 主要包括各种金属冶炼或加工过程中所产生的各种废渣,如高炉炼铁产生的高炉渣、平炉转炉电炉炼钢产生的钢渣、铜镍铅锌等有色金属冶炼过程产生的有色金属渣、铁合金渣及提炼氧化铝时产生的赤泥等。

(2)能源工业固体废物 主要包括燃煤电厂产生的粉煤灰、炉渣、烟道灰、采煤及洗煤过程中产生的煤矸石等。

(3)石油化学工业固体废物 主要包括石油及加工工业产生的油泥、焦油页岩渣、废催化剂、废有机溶剂等,化学工业生产过程中产生的硫铁矿渣、酸渣碱渣、盐泥、釜底泥、精(蒸)馏残渣以及医药和农药生产过程中产生的医药废物、废药品、废农药等。

(4)矿业固体废物 矿业固体废物主要包括采矿废石和尾矿,废石是指各种金属、非金属矿山开采过程中从主矿上剥离下来的各种围岩,尾矿是指在选矿过程中提取精矿以后剩下的尾渣。

(5)轻工业固体废物 主要包括食品工业、造纸印刷工业、纺织印染工业、皮革工业等工业加工过程中产生的污泥、动物残物、废酸、废碱以及其他废物。

(6)其他工业固体废物 主要包括机械加工过程产生的金属碎屑、电镀污泥、建筑废料以及其他工业加工过程产生的废渣等。

危险固体废物是指列入国家危险废物名录或是根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定具有危险特性的废物,由于危险废物常具有毒害性、爆炸性、易燃性、腐蚀性、化学反应性、传染性、放射性等一种或几种危害特性,对人体和环境产生极大危害,因而国内外均将其作为废物管理的重点,采取一切措施保证其妥善处理,其主要来源是工业固体废物,如废电池、废日光灯、日用化工产品等,据估计我国工业危险废物的产生量约占工业固体废物产生量的3%~5%,主要分布在化学原料和化学制造业、采掘业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、石油加工业及炼焦业、造纸及制品制造业等工业部门,城市生活垃圾中有害废物主要是医院临床物及其他等,农业固体废物中主要是喷洒的残余农药。

固体废物的分类,除以上三者之外,还有来自农业生产、畜禽饲养、农副产品加工以及农村居民生活所产生的废物,如农作物秸秆、人畜禽排泄物等,这些废物多产于城市郊区以外,一般多就地加以综合利用,或作沤肥处理,或作燃料焚化,在我国的《固体废物污染环境防治法》中,对此未单独列项作出规定。

## 1.2 固体废物对环境的污染

### 1.2.1 固体废物污染环境的途径

固体废物特别是有害固体废物,如处理、处置不当,其中的有毒有害物质如化学物质、病原微生物等可以通过环境介质——大气、土壤、地表或地下水体进入生态系统形成

化学物质型污染和病原体型污染,对人体产生危害,同时破坏生态环境,导致不可逆生态变化.其具体途径取决于固体废物本身的物理、化学和生物性质,而且与固体废物处置所在场地的水质、水文条件有关,如:有些可通过蒸发直接进入大气,但更多通过接触浸入、食用或咽入受污染的饮用水或食物进入人体.固体废物传播疾病的途径见图 1-2.

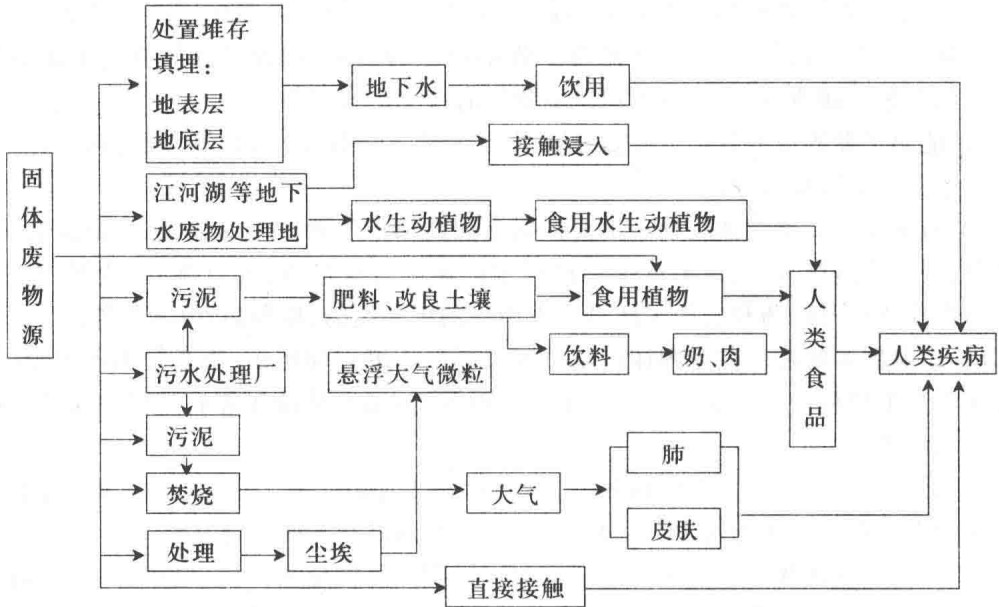


图 1-2 固体废物传播疾病的途径

### 1.2.2 固体废物污染危害

鉴于固体废物的特点和特性,其对环境和生态的污染危害主要表现在以下几个方面.

#### 1. 污染土壤

固体废物及其淋洗和渗滤液中所含有害物质会改变土壤的性质和土壤结构,并将对土壤中微生物的活动产生影响.这些有害成分的存在,不仅有碍植物根系的发育和生长,而且还会在植物有机体内积蓄,通过食物链危及人体健康.

一般的,受污染的土地面积往往大于堆渣占地的 1~2 倍.城市固体垃圾弃在城郊使土壤碱度增高,重金属富集,过量施用后,会使土质和土壤结构遭到破坏.一般的有色金属冶炼厂附近的土壤里铅含量为正常土壤中含量的 10~40 倍,铜含量为 5~200 倍,锌含量为 5~50 倍.这些有毒物质一方面通过土壤进入水体,另一方面在土壤中发生积累而被植物吸收,毒害农作物.

在固体废物污染的危害中,最为严重的是危险废物的污染.前面提到的危险废物特性,包括易燃易爆和腐蚀性等都是极需予以防范的,其中的剧毒性废物最易引起即时性的严重破坏,并会造成土壤的持续性危害影响.

#### 2. 污染水体

固体废物可随地表径流进入河流湖泊,或随风迁徙落入水体,从而将有毒有害物质带入水体,杀死水中生物,污染人类饮用水水源,危害人体健康;固体废物产生的渗滤液

危害更大,它可进入土壤使地下水受污染,或直接流入河流、湖泊和海洋,造成水资源的水质型短缺.值得一提的是,在固废处理初期,人们常将固体废物排入河流、湖泊和海洋作为一种处置方法,即便现在仍有许多国家将废物直接排入大海进行处置,其引起的环境影响应该加以警惕,理由如下:将固体废物直接倾倒入江河,可以缩短江河湖面有效面积,使排洪和灌溉能力有所下降,并使水体受到直接污染,严重危害水生生物的生存条件,并影响水资源的充分利用;将固体废物排入大海,也有其一定危害性,基本同上,只是由于海洋的环境容量较大,其生态平衡变化不大或尚未被发觉,对人体的危害和生态平衡的影响还不明显,而且人们现在对于向海洋倾倒废物能导致的后果尚未研究透彻,因此有些国家开始禁止向海洋倾倒垃圾.据我国有关资料表明,由于江河排进固体废物,20世纪80年代的水面较之于50年代减少约2000多万亩.目前我国在不同地区每年仍有成千上万吨的固体废物直接倾入江湖之中,其所产生的严重后果是不言而喻的.

### 3. 污染大气

堆放的固体废物中的细微颗粒、粉尘等可随风飞扬,从而对大气环境造成污染.据研究表明:当发生4级以上的风力时,在粉煤灰或尾矿堆表层的 $\Phi=1\sim 1.5\text{ cm}$ 以上的粉末将出现剥离,其飘扬的高度可达20~50 m以上.在风季期间可使平均视程降低30%~70%.更有甚者,由于堆积的废物中某些物质的分解和化学反应,可以不同程度上产生毒气或恶臭,造成地区性空气污染.

另一种对地区环境的影响是废物填埋场中逸出的沼气,在一定的程度上会消耗其上层空间的氧,从而使种植物衰败.若再植更新的某些植物时,还会产生同样的结果.当废物中含有重金属时,可以抑制植物生长和发育,若在缺少植物的地区,则将受有侵蚀作用而使土层的表面剥离.

### 4. 侵占土地

固体废物如不加利用则需占地堆放,堆积量越大,占地越多.截至2006年,我国固体废物历年堆存量达80亿多吨,占用和损毁土地13.3万公顷以上.我国许多城市利用四郊设置垃圾堆场,也侵占了大量农田.

### 5. 影响环境卫生

目前我国城市粪便无害化处理率不到50%,多数只是经过化粪池简单处理就被直接排放,粪便也得不到妥善处置.而且医院的粪便、垃圾也混入普通粪便、垃圾之中,广泛传播肝炎、肠炎、痢疾以及各种蠕虫病(即寄生虫病)等,成为严重的环境污染源.

### 6. 对人体的危害

人生活的环境中,以大气、水体、土壤为媒介,可以将环境中的有害废物直接由呼吸道、消化道或皮肤摄入人体,使人致病.例如20世纪70年代,美国在密苏里州为了控制道路粉尘,曾把混有2,3,7,8-TCDD的淤泥废渣当作沥青铺洒路面,造成土壤污染,土壤中TCDD浓度高达 $300\mu\text{g/L}$ ,污染深度达60cm,致使牲畜大批死亡,人们倍受各种疾病折磨.在市民强烈的要求下,美国环保局同意全体市民搬迁,并花了3300万美元买下该城市的全部地产,还赔偿了市民的一切损失.20世纪80年代,我国内蒙古的某尾矿堆污染了大片土地,造成一个乡的居民被迫搬迁.



## 1.3 固体废物污染控制与管理

### 1.3.1 固体废物污染控制

对固体废物污染的控制,关键在于解决好特别是危险废物的处理、处置和综合利用问题.我国经过多年实践证明,采用可持续发展战略减量化、资源化和无害化道路是唯一可行的.

具体来说,固体废物污染控制的特点是:

首先,需要从污染源头起始,改进或采用更新的清洁生产工艺,尽量少排或不排废物.这是根本的主要控制工业固体废物污染的措施.只有在工业生产中采用精料工艺,减少废渣排量和所含成分,在能源需求中,改变供求方式,提高燃烧热能利用率.在企业生产过程中,以前一种产品的废物作后一种产品的原料,并以后者的废物再生产第三种产品,如此循环和回收利用,既可使固体废物的排出量大为减少,还能使有限的资源得到充分的利用,满足良性的可持续发展要求,如此达到的污染控制就是最有效的.

其次,需要强化对危险废物污染的控制,实行从产生到最终无害化处置全过程的严格管理(即从摇篮到坟墓的全过程管理模式).这是目前国际上普遍采用的经验.因此,实行对废物的产生、收集、运输、存贮、处理、处置或综合利用者的申报许可证制度;废除危险废物在地表长期存放,发展安全填埋技术;控制发展焚烧技术;严禁液态废物排入下水道;建设危险废物泄漏事故应急设施等,都是具有控制废物污染扩散特色的.

第三,需要提高全民性对固体废物污染环境的认识,做好科学研究和宣传教育,当前这方面尤显重要,因而也成为有效控制其污染的特点之一.

### 1.3.2 固体废物管理

#### 1. 概述

防治固体废物污染环境是环境保护的一项重要内容.但由于固体废物污染环境的滞后性和复杂性,人们对固体废物污染防治的重视程度尚不如对废水和废气那样深刻,长期以来尚未形成一个完整的、有效的固体废物管理体系.随着固体废物对环境污染程度的加重,以及人们的环境意识的不断加强,社会对固体废物污染环境的问题的越来越关注,如媒体对“洋垃圾入境”、“城市垃圾分类”、“白色污染”的讨论以及相应的市场反映,就说明了这一点.因此,建立完整有效的固体废物管理体系就显得日益迫切.

国家对固体废物污染环境的防治,实行减少固体废物产生、充分合理利用固体废物和无害化处置固体废物的原则.即减量化、资源化、无害化的“三化”原则.

(1)减量化 指减少固体废物的产生量和排放量.

如果能够采取措施,最小限度的产生和排放固体废物,就可以从“源头”上直接减少或减轻固体废物对环境和人体健康的危害.可以最大限度地合理开发利用资源和能源.

减量化的要求,不只是减少固体废物的数量和减少其体积,还包括尽可能地减少其种类、降低危险废物的有害成分的浓度、减轻或清除其危险特性等.

(2)资源化 指采取管理和工艺措施从固体废物中回收物质和能源,加速物质和能