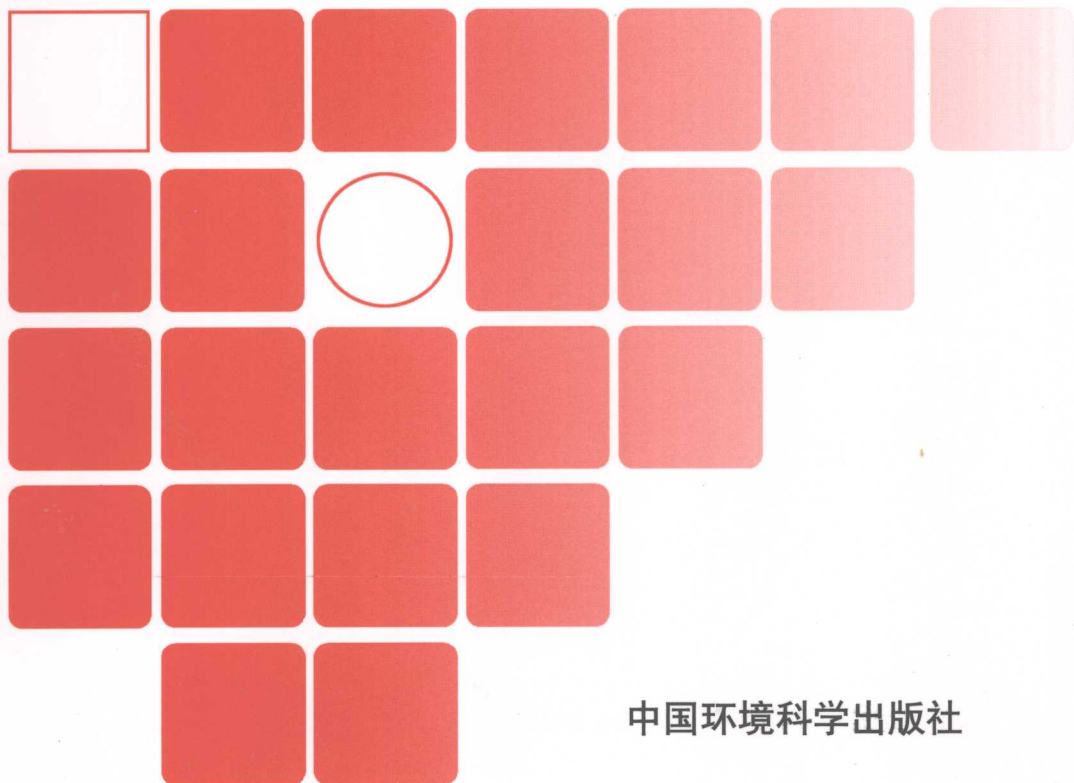


高等专科学校高等职业技术学院环境类系列教材

固体废物处理处置技术

刘海春 主编

教育部高等学校高职高专环保与
气象类专业教学指导委员会 **推荐教材**



中国环境科学出版社

高等专科学校高等职业技术学院环境类系列教材

固体废物处理处置技术

主 编 刘海春

副主编 相会强

主 审 王 琪

燕海黄 燕海黄
燕海黄 燕海黄
燕海黄 燕海黄

中国环境科学出版社
地址: 北京崇文区广渠门内大街16号
电话: 010-67122803
网址: <http://www.cesp.cn>

印 300千字
开 787×960 1/16
版 1-4000
次 2008年4月第1版
次 2008年4月第1次印刷
印 33.00元

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

固体废物处理处置技术 / 刘海春主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2008.4

(高职高专环境类系列教材)

ISBN 978-7-80209-562-5

I. 固… II. 刘… III. 固体废物—废物处理—高等学校: 技术学校—教材 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055522 号

春新伙 编 主

晓会琳 编 主 编

旭 王 审 主

丛书统筹 黄晓燕
责任编辑 黄晓燕 孔 锦
装帧设计 中通世奥

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2008 年 4 月第一版
印 次 2008 年 4 月第一次印刷
印 数 1—4 000
开 本 787×960 1/16
印 张 15.5
字 数 290 千字
定 价 23.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前言

党的十七大报告从5个方面、15处论述了环境保护，并将建设生态文明作为全面建设小康社会奋斗目标新要求之一，环境保护的责任加重了。

固体废物是各种污染物的最终形态，浓缩了许多污染物成分，固体废物作为一种排出物没有其专用的环境容纳体，其中的有毒有害物质如化学物质、病原微生物等可以通过大气、土壤、地表水或地下水，参与生态系统的物质循环，具有潜在的、长期的危害性。而且一旦造成环境污染，即使采用较为复杂的技术和投入大量的资金，也很难使被污染破坏的环境得到完全彻底的恢复。因此，在固体废物的处理处置过程中，应首先考虑其资源化，采用经济可行、安全可靠的先进技术将固体废物循环再利用，其次考虑有效的处理处置技术，使固体废物得到彻底的无害化处置。

《固体废物处理处置技术》是高职高专环境工程专业和环境科学专业的主干课程或选修课程之一。在教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会的指导下，本书的取材和内容的深度都尽量充分考虑符合高等职业教育培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的要求，重点考虑如何有利于学生认识、分析和解决环境污染控制和环境污染的处理、处置原理和方法等相关问题的掌握和应用。教材每章节的重要知识点都编写了形式多样的试题，以便于学生进行自我测验，加强和巩固对重要知识点的把握。高等学校高职高专的固体废

物教材编写实验的还不多见，编者结合多年教学和科研的知识经验，精心编写了九个常规实验，旨在通过实验将相关课程—环境化学、环境微生物、环境监测、水污染控制技术所学专业基础知识和专业知识融会贯通，融“教、学、做”为一体，强化学生能力的培养。

本教材第一章由刘海春编写；第二章由相会强编写；第三章由束琴霞编写；第四章由程永高编写、第五章由赵敏娟编写；第六章由赵敏娟、相会强、刘海春、程永高编写；全书由刘海春统稿。

由在固体废物处理及相关领域有资深理论和实践经验的王琪教授担任本书主审，在此表示感谢。

在此，编者谨向被本书引用为参考资料的作者表示衷心感谢。

鉴于编写水平和能力所限，书中定有疏漏和不妥之处，恳请有关专家、老师和同学们批评指正。

编者

2008年1月

目 录

081	.....	木 姓 升 薪 资 的 时 间 表 示 固 章 正 策	
101	.....	..... 叔 融 小 薪 资	第 一 章
103	.....	..... 木 姓 升 薪 资 的 累 积 时 间 表 示	第 二 章
101	.....	..... 木 姓 升 薪 资 的 时 间 表 示 固 业 工	第 三 章
103	.....	..... 木 姓 升 薪 资 的 时 间 表 示 固 业 工	第 四 章
101	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固 林 业	第 五 章
103	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 干 申	第 六 章
101	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固 其	第 七 章
005	.....	..... 代 替 金 突	章 六 策
第一章 绪 论	.....	..... 对 时 间 表 示 的 时 间 表 示 固	一 章 策 1
111	第一节 固体废物的概念与特征	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	二 章 策 1
114	第二节 固体废物的来源与分类	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	二 章 策 2
117	第三节 固体废物的污染与控制	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	四 章 策 8
121	第四节 固体废物管理基本原则与经济政策	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	五 章 策 12
200	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	六 章 策
第二章 固体废物的收集、运输	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	十 章 策 18
200	第一节 固体废物的收集	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	八 章 策 19
202	第二节 固体废物的运输	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	十 章 策 23
	第三节 城市垃圾的收集与运输	.....	26
210	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	十 章 策
第三章 固体废物的处理	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	十 章 策 40
	第一节 压 实	.....	40
	第二节 破 碎	.....	43
	第三节 分 选	.....	52
	第四节 固化与稳定化	.....	67
	第五节 焚 烧	.....	77
	第六节 热 解	.....	88
	第七节 微生物分解	.....	93
第四章 固体废物的处置	.....	..... 用 时 升 薪 资 的 时 间 表 示 固	十 章 策 106
	第一节 概 述	.....	106
	第二节 生活垃圾卫生填埋	.....	111
	第三节 危险废物及放射性固体废物的处置	.....	140

第五章 固体废物的资源化技术	154
第一节 资源化概述	154
第二节 生活垃圾的资源化技术	158
第三节 工业固体废物的资源化技术	164
第四节 矿业固体废物的资源化技术	180
第五节 农林固体废物的资源化利用	191
第六节 电子废物的处理与利用	193
第七节 其他固体废物的回收利用	195
第六章 实验部分	202
1. 实验一 固体废物的采样和制样	202
1. 实验二 固体废物腐蚀性鉴别	211
5. 实验三 危险废物浸出毒性实验	214
8. 实验四 固体废物的压实实验	217
5. 实验五 有机固体废物热值测定	221
实验六 生活垃圾好氧堆肥实验	225
8. 实验七 堆肥腐熟度测定实验	227
9. 实验八 垃圾渗滤液中细菌菌落总数的测定	229
6. 实验九 垃圾渗滤液中大肠菌群的测定分析	232
参考文献	237
04	章三第
04	章一第
44	章二第
52	章三第
70	章四第
77	章五第
88	章六第
88	章七第
001	章四第
001	章一第
111	章二第
041	章三第

第一章

绪论

【知识目标】 掌握固体废物的概念、来源、分类、特征及危害；熟悉固体废物管理的基本原则、经济技术。

【能力目标】 能够根据实际情况对固体废物进行恰当分类。

第一节 固体废物的概念与特征

一、固体废物的概念

从广义上讲，根据物质的形态，废物可划分为固态废弃物、液态废弃物和气态废弃物三种。液态废弃物和气态废弃物大部分是以污染物质的形式掺混在水或空气中，通常可直接或经处理后排入水体或大气中，我国通常将它们称为废水和废气，从而归入水环境和大气环境管理体系进行管理。其中不能排入水体的液态废物和置于容器中的气态废物，由于大多具有较大的危害性，在我国归入固体废物管理体系。因此，固体废物不只是指固态物质和半固态物质，还包括部分液态物质和气态物质。我国于2004年修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》将固体废物定义为“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”。同时规定“液态废物的污染防治，适用本法；但是排入水体废水的污染防治适用有关法律，不适用本法”。

二、固体废物的特征

固体废物具有鲜明的时间性、空间性和持久危害性。

1. 时间性

随着时间的推移，任何产品经过使用和消耗后，最终都将变成废物，如投入使用的食品罐头盒、饮料瓶等，平均几个星期就变成了废物；家用电器和小汽车平均7~10年就变成废物；建筑物使用期限最长，但经过数十年至数百年后也将变成废

物。所谓“废物”仅仅相对于目前的科技水平和经济条件而言，随着科学技术的飞速发展，矿物资源的日渐枯竭，生物资源滞后于人类需求，昨天的废物将可能成为明天的资源。例如，煤矸石长期以来是无用的废物，现在可以利用煤矸石发电厂发电；硫铁矿生产硫酸产生的废渣经过处理后现在可以作为炼铁原料等。

2. 空间性

废物仅仅相对于某一过程或某一方面没有使用价值，而并非在一切过程或一切方面都没有使用价值。某一过程的废物，往往可用做另一过程的原料，因此，废物具有空间性特征。如粉煤灰是发电厂产生的废弃物，但粉煤灰是生产水泥的原料，对水泥生产来说，它是一种优质的原材料；碱性废渣可以用做酸性土壤的土壤改良剂；冶金业产生的高炉渣可用来生产建筑用的水泥；电子废物可以回收各种金属，包括昂贵的重金属。

3. 持久危害性

固体废物绝大部分是呈固态、半固态的物质，不具有流动性，而且进入环境后，难以被与其形态相同的环境体接纳。因此，它不可能像废水、废气那样可以迁移到大容量的水体积或大气中，通过自然界中物理、化学、生物等多种途径进行稀释、降解和净化。固体废物可以通过释放渗滤液和气体进行“自我消化”处理，而这种“自我消化”的过程是长期、复杂和难以控制的。因此，通常固体废物对环境的污染危害比废水和废气更持久，从某种意义上讲污染危害更大。如堆放的城市生活垃圾一般需要经过10~30年的时间才可趋于稳定，而其中的废塑料、薄膜等即使经历更长的时间也不能完全消化掉。在此期间，垃圾会不停地产生渗滤液和释放有害气体，污染周边的地下水、地表水和空气，受污染的地域还可扩大到存放地之外的其他地方。而且，即使其中的有机物稳定化了，大量的无机物仍然会停留在堆放处，破坏土地结构，并继续导致持久的环境问题。

此外，固体废物还具有一些其他特性，如产生量大、种类繁多、性质复杂、来源分布广泛，并且一旦发生了固体废物所导致的环境污染，其危害就具有潜在性、长期性和难以恢复性。

第二节 固体废物的来源与分类

一、固体废物的来源

固体废物主要来源于人类的生产活动和消费活动，各种生产活动不可能使原料达到100%的利用，在其过程中必然会产生一定量的废物，在自然资源的开采和人类对产品的消费过程中，也会产生各种各样的废物。任何产品经过使用和消耗后，

最终都将变成废物。进入生产和生活体系中的物质,仅有 10%~15%以建筑物、工厂、装置、器具等形式积累起来,其余都变成了废物。从宏观上讲,可把固体废物的来源分成两个方面:一是生产过程中产生的副产物(包括残次品、下脚料),称为生产废物;二是产品使用消费后产生的废弃物,称为生活废物。

生产废物主要来自于工业、农业生产部门,其主要发生源是冶金、煤炭、电力工业、石油化工、轻工、原子能及农业生产等部门。由于我国经济发展长期采用大量消耗原料、能源的粗放型经营模式,生产工艺、技术和设备落后,管理水平较低,资源利用率低,使得未能利用的资源、能源大多以固体废物的形式产生,导致生产废物的数量巨大。据 2000 年中国环境状况公报报告,2000 年全国工业固体废物产生量为 8.2 亿 t,危险废物产生量为 830 万 t。据 2004 年中国环境状况公报显示,2004 年全国工业固体废物产生量为 12 亿 t,工业固体废物排放量为 1 792 万 t,工业固体废物综合利用量为 6.8 亿 t,综合利用率为 55.7%,危险废物产生量 963 万 t。2005 年,全国工业固体废物产生量为 13.4 亿 t,工业固体废物排放量为 1 654.7 万 t,工业固体废物综合利用量为 7.7 亿 t,综合利用率为 56.1%。

我国是世界上最大的农业国家,农业固体废弃物的产生量也很大。据估计,目前我国每年要产生十几亿吨的农业固体废物。

生活废物主要来自于城市生活垃圾。随着城市化和居民消费水平的提高,城市生活垃圾的增长十分迅速。发达国家垃圾年增长率为 3.2%~4.5%,发展中国家为 2%~3%。美国目前已达到 5%,欧洲经济共同体国家生活垃圾平均增长率为 3%,其中德国为 4%,瑞典为 2%。韩国近几年经济发展较快,垃圾增长率达 11%。中国现在处于经济快速发展时期,城市垃圾增长速度较快,年增长率为 8%~10%。

二、固体废物的分类

固体废物的分类方法有多种,按其组成可分为有机废物和无机废物;按其形态可分为固体废物、半固体废物、液态废物和气态废物;按其对环境 and 人类健康的危害程度可分为一般废物和危险废物。通常按其来源的不同分为工业废物、城市生活垃圾和农业废物。图 1-1 为固体废物的分类体系,表 1-1 列出了各类主要产生源产生的主要固体废物。

1. 工业固体废物

工业固体废物是指在工业生产活动中产生的固体废物。工业固体废物主要是来自各个工业生产部门的生产和加工过程及流通中所产生的粉尘、碎屑、污泥等。废物产生的主要行业有冶金、化学、煤炭、电力、交通、轻工、石油、机加工、建筑等,其范围包括冶炼渣、化工渣、燃煤灰渣、废矿石、尾矿、金属、塑料、橡胶、化学药剂、陶瓷、沥青和其他工业固体废物。表 1-2 列出了工业固体废物的来源与分类。

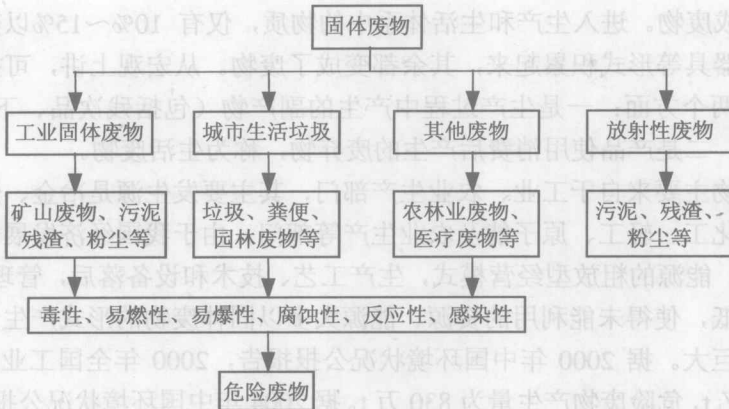


图 1-1 固体废物的分类体系

表 1-1 固体废物的来源、分类和组成

分类	来源	主要组成物
城市生活垃圾	居民生活	指家庭日常生活过程中产生的废物。如食物垃圾、纸屑、衣物、庭院修剪物、金属、玻璃、塑料、陶瓷、炉渣、灰渣、碎砖瓦、废器具、粪便、杂物、废旧电器等
	商业、机关	指商业、机关日常工作过程中产生的废物。如废纸、食物、管道、碎砌体、沥青及其他建筑材料、废汽车、废电器、废器具，含有易爆、易燃、腐蚀性、放射性的废物，以及类似居民生活垃圾的各种废弃物
	市政府维护与管理	指市政设施维护和管理过程中产生的废物。如碎砖瓦、树叶、死禽死畜、金属、锅炉灰渣、污泥、脏土等
工业固体废物	冶金工业	指各种金属冶炼和加工过程中产生的废弃物。如高炉渣、钢渣、铜铅铬汞渣、赤泥、废矿石、烟尘、各种废旧建筑材料等
	矿业	指种类矿物开发、加工利用过程中产生的废物。如废矿石、煤矸石、粉煤灰、烟道灰、炉渣等
	石油与化学工业	指石油炼制及其产品加工、化学利用过程中产生的固体废物。如废油、浮渣、含油污泥、炉渣、碱渣、塑料、橡胶、陶瓷、纤维、沥青、油毡、石棉、涂料、化学药剂、废催化剂和农药等
	轻工业	指食品工业、造纸印刷、纺织服装、木材加工等轻工部门产生的废弃物。如各类食品糟渣、废纸、金属、皮革、塑料、橡胶、布头、线、纤维、染料、刨花、锯末、碎土、化学药剂、金属填料、塑料填料等
	机械电子工业	指机械加工、电器制造及其使用过程中产生的废弃物。如金属碎料、铁屑、炉渣、模具、砂芯、润滑剂、酸洗剂、导线、玻璃、木材、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料，以及废旧汽车、冰箱、微波炉、电视机和电扇等
	电力工业	指建筑工程施工、建材生产和使用过程中产生的废弃物。如钢筋、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、砖瓦、纤维板等
	电力工业	指电力生产和使用过程中产生的废弃物。如煤渣、粉煤灰、烟道灰等

分类	来源	主要组成物
农业固体废物	种植业	指作物种植生产过程中产生的废弃物。如稻草、麦秸、玉米秸、根茎、落叶、料菜、废农膜、农用塑料、农药等
	养殖业	指动物养殖生产过程中产生的废弃物。如畜禽粪便、死禽死畜、死鱼死虾、脱落的羽毛等
	农副产品加工业	指农副产品加工过程中产生的废弃物。如畜禽内容物、鱼虾内容物、未被利用的菜叶、菜梗和菜根、秕糠、稻壳、玉米芯、瓜皮、果皮、果核、贝壳、羽毛、皮毛等
危险废物	核工业、化学工业、医疗单位、科研单位等	主要来自于核工业、核电站、化学工业、医疗单位、制药业、科研单位等产生的废弃物。如放射性废渣、粉尘、污泥等，医院使用过的器械和产生的废物，化学药剂、制药石药渣、废弃农药、炸药、废油等

表 1-2 工业固体废物的来源与分类

发生源	产生的主要固体废物
矿业	废石、尾矿、金属、废木、砖瓦和水泥、砂石等
冶金、金属结构、交通、机械等行业	金属、渣、砂石、模型、芯、陶瓷、涂料、管道、绝热和绝缘材料、黏结剂、污垢、废木、塑料、橡胶、纸、各种建筑材料、烟尘等
建筑材料工业	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂、石、纸、纤维等
食品加工业	肉、谷物、蔬菜、硬壳果、水果、烟草等
橡胶、皮革、塑料等工业	橡胶、塑料、皮革、布、线、纤维、燃料、金属等
石油化工工业	化学药剂、金属、塑料、橡胶、陶瓷、沥青、污泥油毡、石棉、涂料等
电器、仪器仪表等工业	金属、玻璃、木、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料等
纺织服装工业	布头、纤维、金属、橡胶、塑料等
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
维修、再生业	计算机、手机
核工业和放射性医疗单位	金属、含放射性废渣、粉尘、污泥、器具和建筑材料等

2. 城市生活垃圾

城市生活垃圾又称为城市固体废物，它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。城市生活垃圾主要产自城市居民家庭、商业、餐饮业、旅馆业、旅游业、服务业、市政环卫业、交通运输业、文教卫生业和行政事业单位、工业企业单位以及污水处理厂等。城市生活垃圾主要包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃、陶瓷器、砖瓦渣土、粪便，以及废旧家具、废电器、庭院废物等，但不包括工厂排出的工业固体废物。

3. 农业固体废物

农业固体废物是指在农业生产及其产品加工过程中产生的固体废物。农业固体废物主要来自于农业生产、畜禽饲养、植物种植业、动物养殖业和农副产品加工业，以及农村居民生活所产生的废物，如农作物秸秆、人畜禽排泄物等农林业固体废物。

常见的有稻草、麦秸、玉米秸、稻壳、秕糠、根茎、落叶、果皮、果核、畜禽粪便、死禽死畜、羽毛、皮毛等。这些废物多产生于城市之外，长期以来大多被就地综合利用，或做还田处理或做沤肥处理，或做燃料获取能源。

4. 危险废物

危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴定方法认定的、具有危险特性的废物。所谓危险特性是指感染性、反应性、易燃性、易爆性、腐蚀性、毒性。由于危险废物对人体和环境产生极大的威胁，所以它和一般的城市生活垃圾及工业固体废物在管理方法和处理处置手段上都有较大的差异。因此，国内外均将其作为固体废物管理的重点，各个国家采用不同的鉴别方法和技术。采取一切措施保证其在产生、收集、运输、贮存、利用和处置的各个环节中不会造成危害。我国法律规定采用《国家危险废物名录》和《危险废物鉴别标准》进行鉴别。《危险废物鉴别标准（GB 5085—2007）》共有 7 个标准，分别是通则、反应性鉴别、易燃性鉴别、腐蚀性鉴别、急性毒性初筛、浸出毒性鉴别和毒性物质含量鉴别。表 1-3 所列是各个标准的主要内容。除此之外，在《危险废物鉴别标准一通则（GB 5085.7—2007）》中还规定了鉴别程序、鉴别规则。

现行的《国家危险废物名录》共涉及 47 类废物，废物名称具有行业来源特征的是以来源命名的，废物名称具有成分特征的是以危害成分命名的，但未限定危害成分的含量。目前《国家危险废物名录》正在修订中，不久将以全新的形式出现。

表 1-3 我国危险废物鉴别标准

危险特性	项目	危险废物鉴别值
易燃性	液态废物（闪点）	60℃
	固体废物	在标准温度和压力（25℃，101.3 kPa）下，因摩擦或自发性燃烧起火，经点燃后能剧烈并持续燃烧
	气态废物	在 20℃，101.3 kPa 状态下，在与空气的混合物中所占的体积含量 ≤ 13% 时可点燃的气体；或者在该状态下，不论易燃下限如何，与空气混合，易燃范围的易燃上限与易燃下限之差大于或等于 12% 的气体
反应性	爆炸	常温常压下不稳定，在无引爆条件下，易发生剧烈变化等
	与水或酸接触产生易燃气体或有害气体	与水混合发生剧烈化学反应，并放出大量易燃气体及热量等
	废弃氧化剂或有机过氧化物	极易引起燃烧或爆炸的废弃氧化剂等
腐蚀性	浸出液 pH 值	≥ 12.5 或 ≤ 2.0
	在 55℃ 条件下，对 20# 钢材的腐蚀速率	≥ 6.35 mm/a

危险特性	项目	危险废物鉴别值	
急性毒性初筛	经口 LD ₅₀	≤200 mg/kg (固态) ≤500 mg/kg (液态)	
	经皮 LD ₅₀	≤1 000 mg/kg	
	吸入 LC ₅₀	≤10 mg/L	
浸出毒性(浸出方法标准 HJ/T 299—2007)	无机元素及化合物 (mg/L) (共 16 类)	烷基汞	不得检出
		汞 (以总汞计)	0.1
		铅 (以总铅计)	5
		镉 (以总镉计)	1

	有机农药类 (mg/L) (共 10 类)	滴滴涕	0.1
		六六六	0.5
		乐果	不得检出
	
	非挥发性有机化合物 (mg/L) (共 12 类)	硝基苯	20
		二硝基苯	20
		对-硝基氯苯	5
	
	挥发性有机化合物 (mg/L) (共 12 类)	苯	1
		甲苯	1
		乙苯	4
	
	毒性物质含量	剧毒物质 (39 种)	≥0.1%
		有毒物质 (143 种)	≥3%
		致癌性物质 (63 种)	≥0.1%
致突变性物质 (7 种)		≥0.1%	
生殖毒性物质 (11 种)		≥0.5%	
多氯苯并二噁英和多氯苯并呋喃		≥15 μgTEQ/kg	
持久性有机污染物 (除多氯苯并二噁英、多氯苯并呋喃外, 共 10 种)	≥50 mg/kg		

危险废物主要来源于工业固体废物, 部分来自于城市生活垃圾 (电镀污泥、有机化学品生产残渣、有色金属冶炼废渣等) 和农业固体废物 (如废农药等)。据估计我国工业危险废物的产生量占工业固体废物产生量的 3%~5%, 主要分布在化学原料、化学制造业、采掘业、黑色金属冶炼、有色金属冶炼、石油加工业、造纸业等工业部门。城市生活垃圾中有害废物主要是医院临床物以及废日光灯管、废日用化工产品等。农业固体废物中主要是废弃的农药等。

第三节 固体废物的污染与控制

一、固体废物污染环境的途径

固体废物是各种污染物的最终形态，浓缩了许多污染物成分，固体废物作为一种排出物没有其专用的环境容纳体，其中的有毒有害物质如化学物质、病原微生物等可以通过大气、土壤、地表水或地下水，参与生态系统的物质循环，具有潜在的、长期的危害性。因此，固体废物尤其是有害固体废物处理处置不当时，能通过各种途径危害人体健康、破坏生态环境，导致不可逆生态变化。如工业固体废物中所含化学成分形成的化学物质型污染使人致病，而城市生活垃圾是多种病原微生物的滋生地，能形成病原体型污染，对人体产生危害。固体废物危害人体健康的具体途径取决于其本身的物理、化学和生物性质，如有些可通过蒸发直接进入大气，但更多的是通过接触浸入、食用或咽入受污染的饮用水或食物进入人体。实际上固体废物的主要污染途径是在对其进行不恰当处理处置（排入江河湖海、地面堆置、倾倒、不达标填埋和焚烧等）过程中发生的。固体废物中化学物质致人疾病的途径见图 1-2，固体废物中病原体型微生物传播疾病的途径见图 1-3。

二、固体废物对环境的危害

固体废物对环境的危害主要表现在以下几个方面，即侵占土地、污染大气、水和土壤、传播疾病和影响人类健康、影响市容和环境卫生等。

1. 侵占土地

固体废物的产生量越大、处理量越少，其累积的存放量就越多，所需的面积也就越大。即使是固体废物进行填埋处置，若不注重于场地的选择评定，以及场基的工程处理和填埋后的科学管理，废物中的有害物质还会通过不同途径进入环境，破坏生态环境，对人体产生危害。据估计，每堆积 1 万 t 废渣约需占用 0.067 hm² 的土地。据报道，美国有 200 万 hm² 的土地被固体废物侵占，英国为 60 万 hm²，前苏联为 10 万 hm²。我国到 1994 年年底，仅工矿业废渣、煤矸石、尾矿的堆积量就达 66 亿 t，占用土地 6 万多 hm²。我国许多城市的近郊常常也是城市生活垃圾的堆放场所，垃圾的堆放占用了大量的生产用地，从而进一步加剧了我国人多地少的矛盾。例如，广州市近郊堆放的各种废物就占地 168.5 hm²，其中仅垃圾堆放就占地 69 hm²。随着我国经济的发展和人们生活水平的提高，固体废物的产生量会越来越大，如不进行及时有效的处理和利用，固体废物侵占土地的问题会变得更加严重。

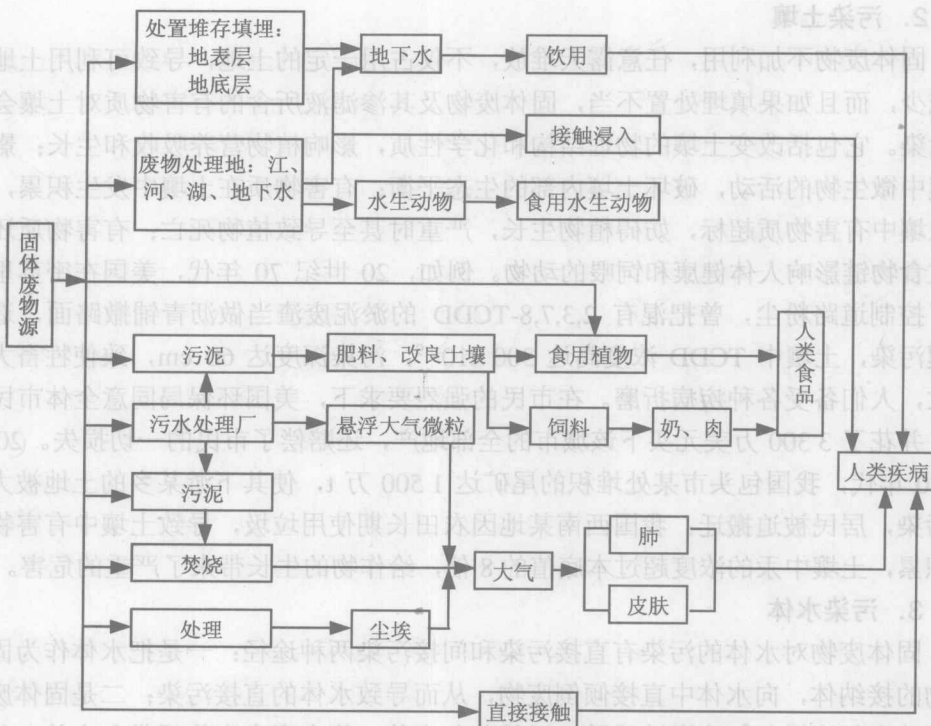


图 1-2 固体废物中化学物质致人疾病的途径

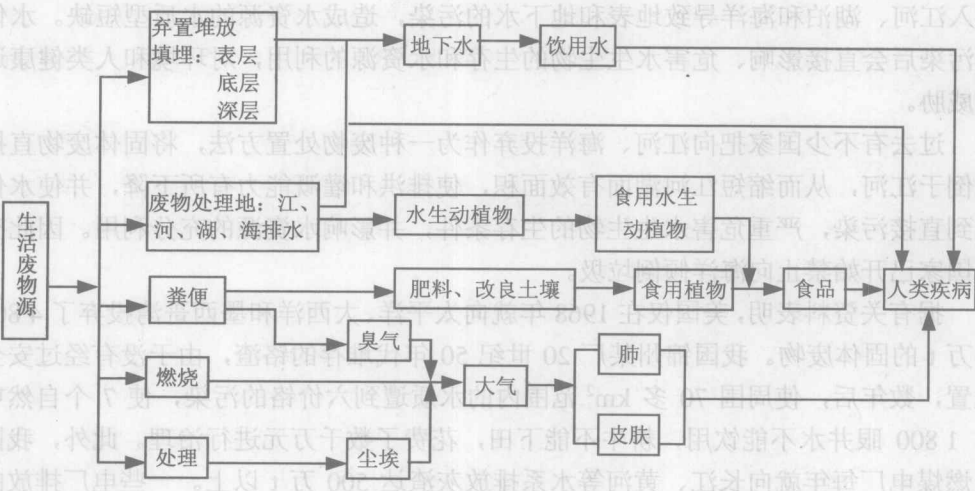


图 1-3 固体废物中病原微生物传播污染的途径

2. 污染土壤

固体废物不加利用,任意露天堆放,不仅占用一定的土地,导致可利用土地资源减少,而且如果填埋处置不当,固体废物及其渗滤液所含的有害物质对土壤会产生污染。它包括改变土壤的物理结构和化学性质,影响植物营养吸收和生长;影响土壤中微生物的活动,破坏土壤内部的生态平衡;有害物质在土壤中发生积累,致使土壤中有毒物质超标,妨碍植物生长,严重时甚至导致植物死亡;有害物质还会通过食物链影响人体健康和饲喂的动物。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的淤泥废渣当做沥青铺撒路面,造成土壤污染,土壤中TCDD浓度高达 300×10^{-9} ,污染深度达60 cm,致使牲畜大批死亡,人们备受各种疾病折磨。在市民的强烈要求下,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,我国包头市某处堆积的尾矿达1500万t,使其下游某乡的土地被大面积污染,居民被迫搬迁;我国西南某地因农田长期使用垃圾,导致土壤中有毒物质的积累,土壤中汞的浓度超过本底值的8倍,给作物的生长带来了严重的危害。

3. 污染水体

固体废物对水体的污染有直接污染和间接污染两种途径:一是把水体作为固体废物的接纳体,向水体中直接倾倒废物,从而导致水体的直接污染;二是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,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。固体废物在堆积过程中,经雨水浸淋和自身分解产生的渗滤液危害更大,它可以进入土壤使地下水受污染,或直接流入江河、湖泊和海洋导致地表和地下水的污染,造成水资源的水质型短缺。水体被污染后会直接影响、危害水生生物的生存和水资源的利用,对环境和人类健康造成威胁。

过去有不少国家把向江河、海洋投弃作为一种废物处置方法,将固体废物直接倾倒入江河,从而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。因此有些国家已开始禁止向海洋倾倒垃圾。

据有关资料表明,美国仅在1968年就向太平洋、大西洋和墨西哥湾投弃了4800多万t的固体废物。我国锦州某厂20世纪50年代堆存的铬渣,由于没有经过安全处置,数年后,使周围70多 km^2 范围内的水质遭到六价铬的污染,使7个自然屯的1800眼井水不能饮用,耕牛不能下田,花费了数千万元进行治理。此外,我国仅燃煤电厂每年就向长江、黄河等水系排放灰渣达500万t以上。一些电厂排放的灰渣已延伸到航道的中心,造成河床淤塞、水面减少、水体污染,影响通航、对水利工程施工造成威胁。据我国有关资料表明,由于江河排进固体废物20世纪80年代的水面比20世纪50年代减少约130多万 hm^2 。目前我国在不同地区每年仍有成