



“十二五”环境科学与工程系列规划教材

固体废物处理与处置

主 编 徐建平 盛广宏
副主编 宋珍霞 樊 霆 唐 俊

合肥工业大学出版社



“十二五”环境科学与工程系列规划教材

固体废物处理与处置

主 编 徐建平 盛广宏

副主编 宋珍霞 樊 霆 唐 俊



合肥工业大学出版社

责任编辑 张泽瑞
封面设计 汪晒秋

图书在版编目(CIP)数据
固体废物处理与处置/徐建平,盛广宏主编. —合肥:合肥工业大学出版社,
2012.12
ISBN 978-7-5650-1010-1
I. ①固… II. ①徐…②盛… III. ①固体废物处理 IV. ①X705
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 272571 号

固体废物处理与处置

主 编 徐建平 盛广宏		副主编 宋珍霞 樊 霆 唐 俊	
出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2013 年 1 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2013 年 1 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1010 毫米 1/16
电 话	综合图书编辑部:0551-62903204	印 张	21
	市 场 营 销 部:0551-62903198	字 数	400 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥现代印务有限公司
E-mail	hfutpress@163.com	发 行	全国新华书店
主编信箱 xy1204@ahpu.edu.cn		责编信箱/热线 zrsg2020@163.com 13965102038	

ISBN 978-7-5650-1010-1 定价: 45.00 元(含教学光盘 1 张)
如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

经济与科技的快速发展,给我们人类社会创造了灿烂的文明和巨大的财富,但是同时也给人类的生存环境带来了威胁和灾难。作为四大污染源之一的固体废物,和废气、废水、噪声一样,是产生污染的重要原因之一。从20世纪中期,发达国家开始把固体废物污染治理作为环境污染治理的主要内容之一,设立了专门机构或行业协会来处理固体废物,使其得到较好的控制。固体废物目前已纳入资源和能源开发计划之列,并在综合利用、资源再生方面取得了明显成绩。

我国近年来经济得到了突飞猛进的快速发展,取得了令世人瞩目的成就。但是与此同时,我国固体废物的量也在急速增加。据不完全统计,我国工业固体废物年产生量已达24亿吨,城市生活垃圾近3.5亿吨。与之相对应的处理处置设施严重不足,综合利用率低,多数固体废物仍为简单堆放,致使全国2/3以上城市陷于垃圾重围之中。据估算由固体废物造成的经济损失一年达上百亿元。因此,从自然资源节约的角度和保护环境的需要,固体废物治理具有十分重要的经济和环境意义。

基于上述状况,《固体废物处理与处置》作为环境工程专业主要课程之一,其重要性是不言而喻的。编写时编者力争本书从体系结构到内容都具有一定的新颖性、系统性、科学性和实用性等特点,特别注意了与相关课程之间的联系和传承。取材和内容的深度都尽量按我国环境工程专业创新性人才培养目标及课程教学的要求,尽可能地反映本学科研究和发展的最新成果。培养学生认识、分析及解决环境污染问题的能力,使之成为环境工程的高素质应用型人才。

全书共分八章,徐建平教授编写前言、第一章和第二章的第三、第四节;宋珍霞老师编写第三章和第二章第一、第二节;盛广宏老师编写第五章、第七章和第二章第五节;樊霆老师编写第六章和第二章第七、第八节;唐俊老师编写第四章和第二章第六、第九、第十节。第八章的三节分别由宋珍霞、徐建平和唐俊编写。万海兆、徐艳和杨茜三位硕士参与了稿件校对。徐建平负责全书的统稿。万

海洮和潘习习两位硕士参与本书的 PPT 制作。书中引用了一些书刊和资料的图、表、公式、定义等，因为此书为统编教材，考虑篇幅关系，没能全都注明出处，敬请被引用者谅解。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，敬请同行专家不吝指教。

本书主要供环境工程专业的本科生作为教材使用，也可用于环境工程领域工程技术人员的培养与培训，同时可作为工业企业环境保护与环境工程专业技术及管理人员的参考书。

编 者

2013 年 1 月

目 录

第一章 固体废弃物处理导论	(001)
第一节 固体废弃物处理相关概念	(001)
第二节 固体废弃物的来源与分类	(002)
第三节 固体废弃物特点	(006)
第四节 固体废弃物的污染及其控制	(006)
第五节 控制固体废弃物污染的技术政策	(009)
第六节 固体废物管理的经济政策	(011)
第七节 固体废弃物的处理方法及适用范围	(012)
第八节 固体废物管理	(012)
第二章 固体废弃物的处理	(017)
第一节 固体废弃物的收集、运输	(017)
第二节 固体废弃物的压实	(039)
第三节 固体废弃物的破碎	(047)
第四节 固体废弃物的分选	(055)
第五节 固体废弃物的干燥	(068)
第六节 固体废物固化和稳定化	(075)
第七节 焚 烧	(086)
第八节 热 解	(108)
第九节 农林和城市固体废弃物的综合利用	(127)
第十节 生物处理技术	(135)
第三章 固体废物处置工程	(154)
第一节 概 述	(154)
第二节 固体废物土地填埋处置工程	(155)
第三节 土地耕作处置	(195)

第四节	深井灌注法	(198)
第五节	海洋处置	(200)
第六节	浅地层埋藏处置	(203)
第四章	城市生活垃圾处理	(206)
第一节	城市固体废物来源、组成及性质	(206)
第二节	堆肥处理	(209)
第三节	垃圾焚烧	(216)
第四节	综合治理	(221)
第六节	垃圾处理现状	(225)
第五章	电子废物的处理与利用	(228)
第一节	概 述	(228)
第二节	电子废物的处理技术	(233)
第三节	废电池的处理技术	(238)
第六章	污泥与危险废物处理	(243)
第一节	污泥处理处置技术	(243)
第二节	危险废物处理处置技术	(276)
第三节	放射性固体废物处理处置技术	(281)
第七章	典型工业固体废物的处理与资源化	(291)
第一节	冶金工业固体废物处理与利用	(291)
第二节	电力工业固体废物	(300)
第三节	煤炭工业固体废物	(305)
第四节	化学工业固体废物的处理与利用	(311)
第八章	固体废物处理技术展望	(318)
第一节	现代化带来的后患	(318)
第二节	固体废物处理的现代技术发展	(319)
第三节	国外废弃物管理	(323)
参考文献		(327)

第一章 固体废弃物处理导论

本章要点

介绍主要固体废弃物来源和分类，国内外固体废弃物的排放现状、污染的途径、排放及危害，主要处理和处置方法及技术政策、管理方法和管理程序。

何为固体废弃物？一般是指在社会的生产、流通、消费等一系列活动中产生的、不具有原使用价值的固态（含液态泥状）物质。

固体废弃物问题是伴随人类社会进步和生产增长而逐渐为人类所认识。在现代工业革命之前，生产力水平不高，物质生活相对简单，人类产生的生活垃圾量和工业产品都不是很多，没有对人类环境构成污染和危害。但是，随着生产力的迅速发展和人类消费水平的提高，工业固体废弃物和生活垃圾量都大幅度上升，两者的快速增长使全球面临着严重的固体废弃物造成的环境污染问题。

第一节 固体废弃物处理相关概念

1. 固体废弃物 (solid wastes)

固体废物概念是相对的，它与科学技术发展水平和经济条件密切相关。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定，固体废弃物是指在生产、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。

2. 固体废弃物处理 (treatment of solidwastes)

通过物理、化学、生物、焚烧、热解、固化等不同的方法，使固体废弃物转化为适于运输、贮存、资源化利用以及最终处置的一种过程。

其中物理处理是指通过浓缩或相变来改变固体废弃物的结构，使之便于运输、贮存、处理或处置。方法包括压实、破碎、分选、沉淀、过滤、离心和脱水

等。化学处理是指采用化学方法使固体废弃物中的有害成分发生转化达到无害化，方法包括氧化、还原、中和等。生物处理是指利用微生物或真菌的作用使固体废弃物中的有机物降解使其达到无害化或综合利用，方法主要包括好氧处理和厌氧处理。焚烧处理是利用燃烧反应使固体废弃物中的可燃性物质发生氧化反应达到减容并利用其热能的目的。热解处理是将固体废弃物中的有机物在高温下裂解获取轻质燃料。固化处理是指采用一种固化基材，将固体废弃物包覆以减少其对环境的危害，使之能较安全地运输和处置。

3. 固体废弃物处置 (disposal of solidwastes)

又称最终处置或安全处置，是将经焚烧、物理、化学、生物等方法处理后的固体废弃物最终置于符合环境保护规定要求的场所并不再回取的活动，是解决固体废弃物的归宿问题，如堆置、填埋、海洋投弃等。经过处置后的固体废弃物可大大降低。如果能回收其中贮存的能用和有用的能源及有用的物质，将会在大大减轻其对环境污染的同时，实现固体废弃物的资源化。

4. 固体废弃物的二重性

固体废弃物具有鲜明的时间和空间特性，它同时具有“废物”和“资源”的双重特性。从时间特性看，固体废弃物是指相对于目前科技技术和经济条件而无法利用的物质和物品，随着科学技术的飞速发展，昨天的废物会成为明天的资源。从空间特性看，废物的概念仅相对于某一过程没有使用价值，并非一切过程都没有使用价值。或许某一过程的废物，就是另一过程的原料。如高炉废弃炉渣是水泥生产的原料，城市生活垃圾可以焚烧发电，废旧塑料通过热解可以制油，有机垃圾可以作为生物原料，等等。所以固体废弃物又称“放错地方的资源”。

第二节 固体废弃物的来源与分类

一、来源

固体废弃物的来源大体上可分为两类：一类来源于生产过程中产生的废物，称生产废物；一类来源于产品进入市场后在流动过程中或使用消费后产生的废物，称生活废物。

二、固体废弃物分类

固体废弃物分类方法有多种，可根据其组分、形态、来源等进行划分，也可根据其危险性、燃烧特性来划分，目前主要的几种分类方法有：

- (1) 按化学成分分：有机废物和无机废物；
- (2) 按危害状况分：有害或危险废物（指腐蚀、剧毒、传染、自燃、爆炸、放射性等废物）和一般废物；
- (3) 按形状分：固体废弃物（粒状和块状）和泥状废物（污泥、油泥、粪便等）；
- (4) 按来源分：工业固体废弃物、矿业固体废弃物、农业固体废弃物、有害固体废弃物和城市生活垃圾等（图 1-1）；

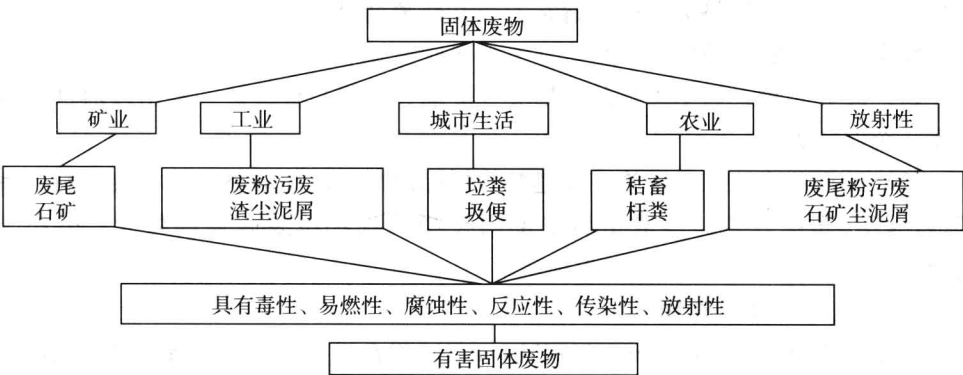


图 1-1 按来源分类的固体废物示意图

- (5) 按化学活性分：分为化学活性废物和化学惰性废物；
- (6) 按燃烧特性分：分为可燃废物（通常 1000℃ 以下可燃烧者，如废纸、废塑料、废机油等）和不可燃废物（通常在 1000℃ 焚烧炉内仍无法燃烧者，如金属、玻璃、砖石等）。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》只进行大的分类，主要分为工业固体废弃物、生活垃圾和危险废物三大类进行系统管理，近年来把农业废弃物和放射性固体废弃物有单独列出。

(一) 生活垃圾

生活垃圾特指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废弃物以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废弃物。在该定义中的生活垃圾包括了城市和农村生活垃圾两部分。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定：城市生活垃圾应当按照环境卫生行政主管部门的规定，在指定的地点放置，不得随意倾倒、抛撒或者堆放。并应当及时清运，逐步做到分类收集和运输，并积极开展合理利用和实施无害化处置。农村生活垃圾污染环境防治的具体办法，由地方性法规规定。

城市生活垃圾包括的种类较多，一般分为以下几类。

(1) 厨余垃圾：主要来源于家庭厨房、餐厅、企事业食堂、市场及其他与食品加工有关的行业。厨余垃圾含有极高的水分与有机物，容易腐烂，产生污水和恶臭。

(2) 街道垃圾：公共场所（如公园、车站、街道、码头）等地所扫集的废物，多为落叶、尘土和纸张。

(3) 一般垃圾：主要来自商店、学校、家庭、办公地。分为可燃组分和不可燃组分。其中可燃组分大多为纸张、木制品、橡胶类、塑料、花草、树叶等含有有机成分的废物，它们热值较高，通常不需其他辅助燃料即可燃烧。不可燃组分大多为废金属、陶瓷、玻璃等。

(4) 废弃车辆：为不可燃的金属类、玻璃、塑料与橡胶。一般由政府部门或其委托企业负责。

(5) 工程及建筑：工程施工或建筑物拆除的废料，如混凝土块、废木材、废管道、砖石和电线等。一般由施工部门按相关规定单独收运和处置，多用于填埋。

(二) 工业固体废物

工业固体废物 (industrial solid waste) 指在工业等生产过程中产生的固体废物。按行业主要包括以下几类。

(1) 冶金工业固体废物：包括各种金属冶炼或加工过程中所产生的废渣，如高炉炼铁产生的高炉渣、钢渣，有色金属冶炼过程产生的有色金属渣，等等。

(2) 能源和矿业固体废物：包括矿石采选过程中产生的采矿废石和尾矿，燃煤电厂产生的粉煤灰、炉渣等。

(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（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) 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、废酸、废碱以及其他废物。

(5) 其他工业固体废物：主要包括机加工过程产生的金属碎屑、电镀污泥以及其他工业加工过程产生的废渣等。

(三) 危险废物

危险废物 (hazardous waste) 一般是指具有毒性、易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性和疾病传染性的固体废物。不同国家和地区对其定义有一定差异。美国环保局的定义为“危险废物是固体废物，由于不适当的处理、贮存、运输、处置或其他管理方面，它能引起或明显地影响各种疾病和死亡，或对人体

健康或环境造成显著的威胁。”联合国环境规划署（UNEP）的定义是“危险废物是指除放射性以外的那些废物（固体、污泥、液体和用容器装的气体），由于它们的化学反应性、毒性、易爆性、腐蚀性或其他特性引起或可能引起对人类健康或环境的危害。不管它是单独的或与其他废物混在一起，不管是产生的或是被处置的或正在运输中的，在法律上都称为危险废物。”我国《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中规定：“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别方法认定具有危险特性的固体废物。”

危险废物由于其特有的性质，对环境及人类的危害显著，因此必须进行严格管理。早在1984年，联合国环境规划署就把危险废物的污染危害列为全球性环境问题之一。

1988年1月，我国国家环境保护总局、国家经济贸易委员会、对外贸易经济合作部和公安部联合颁布并实施的《国家危险废物名录（环发〔1998〕89号）》，2008年进行了修订，名录将我国危险废物共分为49大类，《国家危险废物名录》除列出废物编号和废物类别外，还详细明确了废物来源以及常见危害组分或废物名称。

（四）农业废物

在农业生产不发达的时候，农业废物产生量较少，大部分均被就地消化利用（粪便成为农家肥，各类秸秆等被用作燃料，等等），对环境危害很小。但随着农村产业发展和生活水平的提高，农业废物和农村生活垃圾所造成的污染问题已经开始显现，造成农村土壤和水源污染显著恶化。我国2005年对《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》进行修订，修订后规定，“使用农用薄膜的单位和个人，应当采取回收利用等措施，防止或者减少农用薄膜对环境的污染。从事畜禽规模养殖应当按照国家有关规定收集、贮存、利用或者处置养殖过程中产生的畜禽粪便，防止污染环境”，将农业和农村固体废弃物纳入了固体废弃物污染防治体系进行管理。

（五）放射性废物

由于放射性废物在管理方法和处置技术等方面与其他废物有着明显的差异，大多数国家都不将其包含在危险废物范围内。但是为了保证核能和核技术开发利用方面的安全，为了放射性污染防治有法可依，我国于2003年颁布实施了《中华人民共和国放射性污染防治法》，对放射性固体废弃物的管理和处置做了明确的规定。

三、我国生活垃圾和工业固体废弃物和增长情况

随着我国工业迅速发展，固体废弃物数量和品种迅速增加，性质也愈加复

杂。据统计产生量以平均每年 15% 的速度增长。城市垃圾的增长更是惊人，我国现在的垃圾增长率每年约按 9% 以上速度增加，全国城市垃圾产生量约 3.5 亿 t/年。

表 1-1 我国工业固体废物增长情况表 (亿 t)

年 份	1989	1991	1995	1998	2001	2003	2005	2007	2010
工业固体废物	5.7	5.9	6.5	8.0	8.87	10.0	13.4	17.6	24.0

第三节 固体废弃物特点

与废水、废气相比，固体废弃物具有几个显著的特点。

- (1) 固体废弃物是各种污染物的终态，特别是从污染控制设施排出的固体废弃物，虽然浓集了许多污染成分，但是却给人一种稳定、污染小的错觉。
 - (2) 固体废弃物中的“废”字具有明显的时空特点。
 - (3) 在自然条件下，固体废弃物中的一些有害成分会转入大气、水体和土壤，参与生态系统的物质循环，因而具有潜在的、长期的危害性。
- 固体废弃物所具有的上述特点，决定了从其产生到运输、处理、贮存、处置每一环节都必须妥善控制，即具有全过程管理的特点。

第四节 固体废物的污染及其控制

一、固体废物的危害

固体废物在收集、运输、处理和处置过程中，由于其本身所含有的和处理处置中所产生的有害成分，会对大气、土壤和水体造成一定污染，这不仅会影响我们周围的环境质量，还威胁人类的身体健康。

1. 侵占土地

据估算，每堆积 1 万 t 工业固废约需占地一亩。据 20 世纪末统计表明，我国仅工矿业废渣、煤矸石、尾矿堆累积量就高达 66 亿多吨，占地 90 多万公顷。我国许多城市都在市郊设置垃圾堆场，侵占了部分农田，加剧了我国人多地少的矛盾。

2. 污染土壤

固体废物及其渗出液所含的有害物质会对土壤产生污染,影响土壤中微生物的活动,破坏土壤内部的生态平衡。而且有害物质在土壤中产生积累,致使土壤中有有害物质超标,妨害植物生长,严重时甚至导致植物死亡;有害物质还会通过植物吸收,通过食物链影响人体健康。

20世纪70年代,美国在密苏里州,为控制道路粉尘,曾把混有四氯二苯一对二恶英(2,3,7,8-TCDD)的废渣当做沥青铺设地面,造成多处严重污染。土壤中TCDD含量达300ppb,污染深度达60cm,致使牲畜大批死亡,居民备受疾病折磨。最后,在居民的强烈要求下,美国环保局同意全市居民搬迁,为此美国政府花费3300万美元买下了该镇的全部地产,还赔偿了居民搬迁等一切损失。

3. 污染水体

固体废物随天然降水、随风飘迁或地表径流进入河流、湖泊,污染地面水,并随渗沥水渗入土壤中,污染地下水。被污染后的水体会直接影响和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。

美国的Love Canal事件是典型的固体废物污染水体事件。1920~1953年间,美国虎克化学工业公司在纽约州附近的Love Canal废河谷填埋了2800多吨筒装有害固体废物。1978年,大雨和融化的雪水造成该地区有害固体废物外溢,并进入地下水,使得井水变臭、婴儿畸形、居民得怪异疾病,大气中的有害物质浓度超标500多倍,测出有毒物质82种,其中11种能致癌。当年,美国政府颁布法令,710多户居民全部迁出,并拨款2700万美元进行治理。

4. 污染大气

一些有机固体废物在适宜的温度和湿度下被微生物分解,释放出有害气体,以细粒状存在的废渣和垃圾,在大风吹动下会随风飘逸,造成大气的粉尘污染;一些固体废物在处理过程中产生有害气体,如 SO_2 、 CO_2 、 NH_3 、二恶英等气体,如果管理不好,将会造成严重的大气污染。

5. 影响环境卫生

我国工业固体废物的综合利用率整体较低,相当部分未经处理的工业废渣、城市垃圾常露天堆放在厂区、城市街区角落等处,它们除了导致直接的环境污染外,还严重影响了城市的容貌和环境卫生。其中“白色垃圾”对环境和市容的污染是最明显的例子,这在我国的各种大、中、小城市均可见到。

二、固体废物的污染途径

固体废物(特别是危险废物)在露天存放、处理或处置过程中,其中的有害成分在物理、化学和生物的作用下可能会发生浸出,含有害成分的浸出液通过地

表水、地下水、大气和土壤等环境介质直接或间接被人体吸收，从而对人体健康造成威胁。图 1-2 表示出固体废物进入环境的途径，以及其中化学物质对人类造成感染并致病的途径。

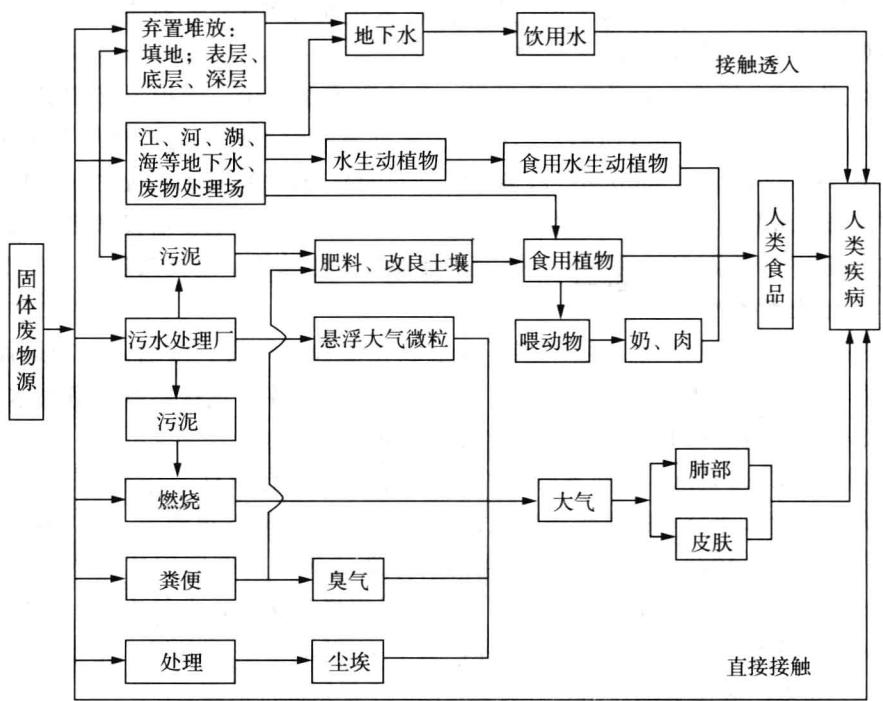


图 1-2 固体废物进入环境的途径

20 世纪 30~70 年代，国内外不乏因工业固体废物处理不当，毒性物质在环境中扩散而引起祸及居民的公害事件。如 50~60 年代发生在日本富山县的由于含镉废渣排入土壤而引起的“痛痛病”事件，我国锦州镉渣露天堆积污染井水事件等。这些事件已给人类带来了灾难性后果。

三、固体废物污染控制

固体废物对环境的污染不同于废水、废气和噪声。它性质呆滞，扩散范围相对较小，对环境的影响主要是通过水、气和土壤进行的。虽然固体废物经过处理与处置，成为终极状态。但是这些“终态”物质中的有害成分在长期的自然因素作用下，又会转入大气、水体和土壤，成为污染“源头”。

此外固体废物还具有某些工业原材料所具有的化学、物理特性，较废水、废气容易收集、运输、加工和处理，因而可以回收利用。基于以上原因，固体废物污染控制需从四方面着手。

1. 改革生产工艺

(1) 采用清洁生产技术

技术落后是产生固体废弃物的重要原因之一。所以首先结合技术改造,从工艺入手,采用无废或少废技术,从源头消除或减少废物的产生。

(2) 采用精料

原料品位低、质量差,也是造成固体废弃物大量产生的主要原因之一。通过选矿提高矿石品位,便可少加造渣熔剂和焦炭,大大降低高炉渣的产生量。如采用精料炼铁,高炉渣产生量可减少一半以上。

(3) 提高产品质量和使用寿命,不使其过快地变成废物。

2. 发展物质循环利用工艺

发展物质循环利用工艺,使某一种产品的废物,成为另一种产品的原料,构成循环利用的产业链,使进入环境的废物尽可能的少。

3. 进行综合利用

有些固体废弃物中含有很大一部分未起变化的原料或副产物,可以回收利用。有关研究表明 1t 电子线路板中,可以分离出 130kg 铜、0.45kg 黄金、20kg 锡和很多其他有用原料。

4. 进行无害化处理与处置

有害固体废弃物,通过焚烧、热解、氧化-还原等方式;改变废物中有害物质的性质,可以使之转化为无害物质或者使有害物质含量达到国家规定的排放标准。

第五节 控制固体废物污染的技术政策

一、技术政策产生

随着环境污染的日益严重,自 20 世纪 60 年代中期起,各国开始重视对环境的保护。70 年代后,工业发达国家的自然资源趋向枯竭,为了保持经济增长和社会需求,提出了“资源循环”的口号,从固体废物中回收资源。

我国固体废物污染控制始于 20 世纪 80 年代,当时提出了以“资源化”“无害化”“减量化”作为控制固体废物污染的技术政策。90 年代后,又把回收利用再生资源作为重要的发展战略。近期的目标是在完善固体废物法规体系和管理制度的同时,为废物最小量化、资源化和无害化提供技术支持。

(一) 无害化

将固体废物通过工程处理,达到不损害人体健康,不污染周围自然环境的目

的。如垃圾的焚烧、卫生填埋、堆肥、粪便的厌氧发酵、有害废物的热处理等。

（二）减量化

通过适宜的技术手段减少固体废物的数量和容积。主要途径有：① 减少产品生产的单位原材料耗量：开发原材料消耗少和包装材料省的新产品。② 延长产品寿命：开发平均使用寿命长的消费品，尽可能地减少产品废弃的概率和更换次数。③ 制品循环使用：开发可多次重复使用的制成品。

减量化既是一种技术也是一种管理政策，它的成功与否取决于生产厂家、消费者、政府有关部门三方面共同合作。

（三）资源化

通过各种技术手段从固体废物中回收有用组分和能源，旨在减少资源消耗、加速资源循环，保护环境。广义的资源化包括物质回收、物质转换和能量转换三个部分。

众所周知，大自然中的资源有些是属于不可再生的，一旦被利用就从生态圈中永久消失（如一些非金属矿床），具有枯竭必然性。一些发达的国家把固体废物资源化作为经济政策的一个重要组成部分。特别是日本，由于其资源的严重贫乏，他们将固体废物资源化列为国家的重点政策之一。我国由于起步较晚，在技术装备水平和管理制度上都不够完善，我国矿物的资源利用率和能源利用率都远低于国际水平。据不完全统计，我国每年排出的固体废物约在 20 多亿 t。它们的自然堆积不仅占用了大量土地，还污染大气、土壤和河流。据估算由固体废物造成的经济损失一年达上百亿元。因此，从自然资源节约的角度和保护环境的需要，固体废物资源化都具有十分重要的经济和环境意义。

1. 资源化特点

（1）环境效益高：固体废物资源化可以从环境中除去某些潜在的有毒性废物，减少废物堆置场地和废物贮放量。

（2）生产成本低：用废铝炼铝比铝矾土炼铝能减少能源消耗 90%~97%，减少空气污染 95%，减少水质污染 97%，用废钢炼钢可减少资源 47%~74%，减少空气污染 85%，减少矿山垃圾 97%。

（3）效率高：例如，用铁矿石炼 1t 钢需 8 个工时，而用废铁炼 1t 电炉钢只需 2~3 个工时。

（4）能耗低：例如，用废钢炼钢比用铁矿石炼钢可节约能耗 74%。

2. 资源化的原则

（1）技术可行。

（2）经济效益较大。

（3）废物尽可能在排放源就近利用，节省废物收贮、运输等的投资，提高资