



全国高等院校环境科学与工程统编教材

固体废物处理与利用

TREATMENT AND UTILIZATION OF SOLID WASTE

韩宝平 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustpas.com>

全国高等院校环境科学与工程统编教材

固体废物处理与利用

Treatment and Utilization of Solid Waste

主 编 韩宝平
副主编 吴彩斌 朱雪强
李登新 陈庆华

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理与利用/韩宝平 主编.

—武汉:华中科技大学出版社,2010年6月

全国高等院校环境科学与工程统编教材

ISBN 978-7-5609-6100-2

I. 固… II. 韩… III. ①固体废物—废物处理—高等学校—教材 ②固体废物—废物综合利用—高等学校—教材 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 051666 号

固体废物处理与利用

韩宝平 主编

责任编辑:翟永梅

封面设计:张 璐

责任校对:陈嘉萍

责任监印:马 琳

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 武昌喻家山 邮编:430074

电 话:(010)64155566(兼传真),(022)60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com

录 排:河北香泉技术开发有限公司

印 刷:河北省昌黎县第一印刷厂

开本:850 mm×1065 mm 1/16

印张:23.5

字数:601 千字

版次:2010年6月第1版

印次:2010年6月第1次印刷

定价:43.00 元

ISBN 978-7-5609-6100-2/X·31

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

前 言

随着我国工业化、城市化进程的加快,城市规模越来越大,人口数量急剧膨胀,人民生活水平不断提高以及经济结构和消费模式的改变,使得固体废物产生量越来越大,成分也越来越复杂,固体废物对水、大气、土壤等造成的污染日益严重。固体废物处理、处置与管理已成为摆在中国环境工作者面前的一个艰巨任务。

本书在参考国内外同类教材的基础上,融入编者各自的最新科学研究成果,并吸收国内外最先进的处理技术充实教材,使之具有创新性、先进性和一定的普适性,以适应“宽口径、厚基础”的人才培养要求,并符合教育部环境教学指导委员会制定的教学规范。具体来说本书具有以下三个特点:第一,吸收国内外最新的知识。加入 WTO 后,我国的环境管理必须与国际接轨,我们必须了解国外先进的固体废物处理与管理的经验,因此本书中对国外的垃圾特征、先进处理技术和管理思路进行介绍,例如固体废物生命周期的全过程管理、循环经济和生态工业园区等知识。第二,注意“软”“硬”结合。已出版的大部分同类教材主要侧重于固体废物的处理与处置技术的陈述,而对管理思路、理念及政策法规论述较少,而现实中固体废物问题更多的是涉及城市运行和管理模式,政策的导向性和强制性具有很大的作用。近年来,国家相关部门也出台了許多法规和技术产业政策,这对固体废物管理有很大的指导作用,因此本书中也对国内外固体废物的管理法规及相关技术政策进行了较为全面的论述,以期学生毕业走向工作岗位后,能很快地满足工作需要。第三,动态性特征。本书不仅对已成熟的知识作了静态陈述,还着重对一些正在发展、形成的技术与理论进行了评述,介绍知识创新过程,如对一些正在研发的处理新技术,如可持续填埋场的建设、垃圾等离子体熔融裂解发电技术等介绍了其最新进展,以期促进学生进行深层次的思考,提高创新能力,并对本学科的动态与走向有一个宏观的把握。

本书共分七章,分工如下:韩宝平负责教材总体编写思路、大纲,编写前言、第 1 章、第 2 章;李登新编写第 3 章;吴彩斌编写第 4 章第 1、2、3、4 节;解立平编写第 4 章第 5、6 节;朱雪强编写第 4 章第 7 节,第 5 章第 2、6 节,第 7 章;陈庆华编写第 5 章第 1、3、4、5 节;赵宗升编写第 6 章;许士洪编写第 4 章第 8 节;全书由朱雪强初步统稿,韩宝平定稿。

本书在编写过程中参考引用了一些从事固体废物教学、科研、生产工作同志撰写的论文、教材等相关资料,在此表示感谢。由于作者水平及经验所限,书中缺点错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 5 月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 固体废物的概念和特点	(1)
1.1.1 固体废物的概念	(1)
1.1.2 固体废物的特点	(2)
1.2 固体废物的来源、数量与分类.....	(2)
1.2.1 固体废物的来源	(2)
1.2.2 固体废物的数量	(3)
1.2.3 固体废物的分类	(4)
1.3 固体废物的环境影响	(5)
1.3.1 固体废物的污染途径	(5)
1.3.2 固体废物的环境危害	(5)
1.4 固体废物污染控制与处理处置系统	(7)
1.4.1 固体废物的污染控制	(7)
1.4.2 固体废物处理与处置系统	(8)
习题与思考题.....	(8)
第 2 章 固体废物的管理	(10)
2.1 国内固体废物管理.....	(10)
2.1.1 固体废物的管理原则	(10)
2.1.2 我国固体废物管理的体系与制度	(12)
2.1.3 固体废物管理的技术	(16)
2.2 国外固体废物管理.....	(18)
2.2.1 欧盟的固体废物管理	(19)
2.2.2 德国的固体废物管理	(22)
2.2.3 美国的固体废物管理	(29)
2.2.4 日本的固体废物管理	(31)
习题与思考题	(32)
第 3 章 固体废物的收集与运输	(33)
3.1 固体废物的收集与运输概论.....	(33)
3.2 固体废物的收运规划.....	(34)
3.2.1 规划原则.....	(34)
3.2.2 规划模型.....	(34)
3.2.3 规划优化方法	(35)
3.3 固体废物的收集运输系统工艺.....	(35)
3.3.1 收集方式.....	(35)
3.3.2 收集运输设施与设备	(36)

3.3.3 收集运输系统设计	(41)
3.4 危险固体废物的管理、收集与运输	(53)
3.4.1 管理	(53)
3.4.2 收集管理	(54)
3.4.3 危险废物贮存与运输	(55)
3.4.4 危险废物管理、收集、贮存与运输标准	(56)
习题与思考题	(57)
第4章 固体废物的处理技术	(60)
4.1 固体废物的压实技术	(60)
4.1.1 固体废物压实的基本原理	(60)
4.1.2 压实设备与技术	(61)
4.2 固体废物的破碎技术	(64)
4.2.1 破碎目的、原理、方法与流程	(64)
4.2.2 破碎设备与技术	(67)
4.3 固体废物的分选技术	(76)
4.3.1 分选的目的与方法	(76)
4.3.2 分选技术	(77)
4.3.3 分选效率评价方法	(94)
4.4 固体废物的脱水、干燥技术	(95)
4.4.1 固体废物的脱水技术	(95)
4.4.2 污泥的干燥	(107)
4.4.3 污泥的最终处置	(107)
4.5 固体废物焚烧处理技术	(110)
4.5.1 固体废物焚烧技术概述	(110)
4.5.2 固体废物的焚烧	(112)
4.6 固体废物热解技术	(154)
4.6.1 热解处理的原理与特点	(154)
4.6.2 热解工艺及设备	(160)
4.6.3 热解工艺流程实例	(164)
4.7 固体废物的生物处理技术	(167)
4.7.1 生物法处理技术概述	(167)
4.7.2 固体废物的堆肥处理	(168)
4.7.3 固体废物的沼气化处理	(184)
4.8 固体废物的固化处理技术	(190)
4.8.1 固化处理技术的目的与原理	(190)
4.8.2 固化技术	(191)
习题与思考题	(201)
第5章 固体废物的资源化利用	(203)
5.1 城市固废的综合利用	(203)
5.1.1 生活垃圾的处理与利用	(203)

5.1.2 建筑垃圾的处理与利用	(211)
5.1.3 废旧塑料及其高分子材料处理与利用	(215)
5.1.4 废纸的处理与利用	(225)
5.2 矿业固体废物的处理与利用	(232)
5.2.1 尾矿的综合开发利用	(232)
5.2.2 煤矿固体废物的资源化利用	(233)
5.3 化学工业固体废物的处理与利用	(242)
5.3.1 化工废渣的处理与利用	(243)
5.3.2 废催化剂的处理与利用	(249)
5.4 冶金工业固体废物的处理与利用	(254)
5.4.1 高炉渣的综合利用	(254)
5.4.2 钢渣的综合利用	(255)
5.4.3 有色冶金固体废物的综合利用	(258)
5.5 电子废弃物的处理与利用	(265)
5.5.1 电子废弃物的来源与组成	(265)
5.5.2 电子废弃物的回收技术	(267)
5.5.3 报废汽车的回收利用技术	(274)
5.5.4 废旧办公及通讯设备回收与利用	(281)
5.5.5 废电池资源化技术	(285)
5.6 农、林业固体废物的处理与利用	(287)
5.6.1 概述	(287)
5.6.2 农林废弃的综合利用	(288)
习题与思考题	(292)
第6章 固体废物的最终处置	(295)
6.1 固体废物土地填埋处置	(295)
6.1.1 概念及分类	(295)
6.1.2 土地填埋处置技术的演变	(296)
6.1.3 填埋处置的多重屏障原理	(296)
6.1.4 填埋处置的选址与设计	(297)
6.2 卫生土地填埋处置	(303)
6.2.1 填埋场的容量计算	(303)
6.2.2 填埋场中垃圾的降解与稳定化	(304)
6.2.3 填埋场中气体的产生与控制	(308)
6.2.4 渗滤液控制与处理	(315)
6.2.5 可持续填埋场的设计	(330)
6.3 安全填埋处置	(336)
6.3.1 安全填埋场结构形式与特征	(336)
6.3.2 安全填埋场的基本要求	(336)
6.3.3 危险废物的安全处置技术	(341)
习题与思考题	(345)

第7章 危险废物的处理与处置	(347)
7.1 危险废物的管理	(347)
7.1.1 危险废物管理的制度	(347)
7.1.2 危险废物的全过程管理	(349)
7.2 危险废物的处理、处置与资源化技术.....	(351)
7.2.1 危险废物的焚烧处理	(351)
7.2.2 危险废物的固化/稳定化处理	(352)
7.2.3 危险废物的填埋处置	(354)
7.3 医疗废物的处理与处置	(357)
7.3.1 医疗废物的种类、性质与危害	(357)
7.3.2 医疗废物管理体系	(359)
7.3.3 医疗废物处理与处置技术	(361)
7.4 放射性废物处理与处置	(362)
7.4.1 低放射性废物的种类、性质与危害	(362)
7.4.2 放射性废物的管理体系	(364)
7.4.3 放射性废物的处理与处置技术	(364)
习题与思考题.....	(365)

第 1 章 概 论

固体废物污染已成为当今世界各国所面临的一个共同的重大环境问题,特别是危险废物,由于其对环境造成严重的污染,1983 年联合国环境规划署将其与酸雨、气候变暖和臭氧层破坏并列“全球性四大环境问题”。目前,我国累积堆存固体废物已达 60 多亿吨,占地 5.5 亿平方米。2002 年,全国工业固体废物产生量为 9.5 亿吨,到 2006 年猛增到 15.2 亿吨。由于长期缺乏科学的管理体系和配套的处理技术,大量固体废物未经处理直接排入环境,造成严重的环境污染。

1.1 固体废物的概念和特点

1.1.1 固体废物的概念

固体废物(或称固体废弃物)一般的定义是:无直接用途的、可以永久丢弃的、可移动的物质。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(1995 年颁布,2004 年修订)对固体废物进行了明确的定义:固体废物是指在生产、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。其中,工业固体废物,是指在工业生产活动中产生的固体废物;生活垃圾,是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物以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废物;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别方法认定的具有危险特性的固体废物。即指具有毒性、腐蚀性、反应性、易燃性、浸出毒性等特性之一,由于其数量、浓度、物理化学性质或易传播性引起死亡率增加、无法治愈的疾病发病率增高或者对人体健康或环境造成危害的固体、半固体、液体废物等。在一些报刊、杂志、图书、论文、文件中常见到“有毒有害物质”“有害物质”等术语,实际上就是危险废物(Hazardous Waste)。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》实施后,不再称有害物质,而一律称危险废物。

固体废物问题较之其他形式的环境问题有其独特之处,可以简单概括为“四最”:最难得到处置、最具综合性、最晚得到重视、最贴近生活的环境问题。

① 最难得到处置:因为固体废物含有的成分相当复杂,来源多种多样,其物理性状也千变万化,处理处置的难度很大。

② 最具综合性:固体废物既是各种污染物质的富集终态,又是土壤、大气、地表水、地下水的污染源,因此固体废物的处理处置具有综合性特征。如垃圾填埋场在处理垃圾的同时,必须考虑垃圾渗滤液和产生的气体的处理问题。

③ 最晚得到重视:从国内外总的趋势看,固体废物污染问题较之大气、水环境污染问题是最后引起人们注意的。

④ 最贴近生活:固体废物问题,尤其是城市生活垃圾,最贴近人们的日常生活,是与人类

生活最息息相关的环境问题。人类每天都在产生垃圾、排放垃圾,同时也在无意识中污染我们的生存环境,如随手扔掉的废旧电池、一次性塑料饭盒等,均给环境带来了危害。

1.1.2 固体废物的特点

1. 资源和废物的相对性

固体废物具有鲜明的时间和空间特征,是在错误时间放在错误地点的资源。从时间方面讲,它仅仅是在目前的科学技术和经济条件下无法加以利用,但随着时间的推移、科学技术的发展,以及人们的要求变化,今天的废物可能成为明天的资源。从空间角度看,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。一种过程的废物,往往可以成为另一种过程的原料。固体废物一般具有某些工业原材料所具有的化学、物理特性,且较废水、废气容易收集、运输、加工处理,因而可以回收利用。

2. 富集终态和污染源头的双重作用

固体废物往往是许多污染成分的终极状态。例如,一些有害气体或飘尘,通过治理最终富集成固体废物;一些有害溶质和悬浮物,通过治理最终被分离出来成为污泥或残渣;一些含重金属的可燃固体废物,通过焚烧处理,有害金属浓集于灰烬中。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,故又成为大气、水体和土壤环境的污染“源头”。因此,固体废物既是污染“源头”也是“终态物”。固体废物这一污染“源头”和“终态”双重特性表明:控制“源头”、处理好“终态物”是固体废物污染控制的关键。

3. 危害具有潜在性、长期性和灾难性

固体废物对环境的污染不同于废水、废气和噪声。固体废物呆滞性大、扩散性小,它对环境的影响主要是通过水、气和土壤进行的。其中污染成分的迁移转化,如浸出液在土壤中的迁移,是一个比较缓慢的过程,其危害可能在数年以至数十年后才能发现。如“20 世纪最糟糕的发明”——塑料在环境中降解的时间长达几百年,与废水、废气相比对环境的危害更为持久。目前,我国正在实行的“限塑令”政策有望缓解这一问题。

1.2 固体废物的来源、数量与分类

1.2.1 固体废物的来源

污染物产生的根本原因是人类的社会经济活动,污染物的形成与产生取决于科学技术水平、工艺设备以及人们的环境意识等多方面的因素。一般来说,人类凭借科学、技术手段,从自然界中获取其生产所必需的生产资料和生活所必需的生活资料。由于人类目前尚不能完全消耗和利用从环境中获得的物质和能量,即在社会性消费和生活消费过程中存在“耗散”,这部分不为人类利用的物质或能量中的一部分就会形成污染物而造成环境污染。

人类在资源开发和产品制造过程中,不可避免地要产生废弃物,而且任何产品经过使用和消费后也会变成废弃物。固体废物的来源大体上可以分为两类:一类是生产过程中所产生的废物,称之为生产废弃物;另一类是在产品进入市场,在流动过程中或使用过程中产生的固体废物,称之为生活废物。表 1-1 是固体废物类型、来源及组成。

表 1-1 固体废物的类型、来源及主要组成

类别	废物来源	废物中主要组成物
矿业固体废物	矿山、选冶	废石、尾矿、金属、废木、砖瓦、水泥、砂石等
工业固体废物 (含危险废物)	能源煤炭工业	矿石、煤、炭、木料、金属、矸石、粉煤灰、炉渣等
	黑色冶金工业	金属、矿渣、模具、边角料、陶瓷、橡胶、塑料、烟尘、绝缘材料等
	化学工业	金属填料、陶瓷、沥青、化学药剂、油毡、石棉、烟道灰、涂料等
	石油化工工业	催化剂、沥青、还原剂、橡胶、炼制渣、塑料、纤维素等
	有色金属工业	化学药剂、废渣、赤泥、尾矿、炉渣、烟道灰、金属等
	交通运输、机械	涂料、木料、金属、橡胶、轮胎、塑料、陶瓷、边角料等
	轻工业	木质素、木料、金属填料、化学药剂、纸类、塑料、橡胶等
	建筑材料工业	金属、瓦、灰、石、陶瓷、塑料、橡胶、石膏、石棉、纤维素等
	纺织工业	棉、毛、纤维、塑料、橡胶、纺纱、金属等
	电器仪表工业	绝缘材料、金属、陶瓷、研磨料、玻璃、木材、塑料、化学药剂等
生活垃圾	居民生活	饮料、食物、纸屑、编织品、庭院废物、塑料品、金属用品、煤炭渣、家用电器、建筑垃圾、家庭用具、人畜粪便、陶瓷用品、杂物等
	各事业单位	纸屑、园林垃圾、金属管道、烟灰渣、建筑材料、橡胶玻璃、办公杂品等
	机关、商业系统	废汽车、建筑材料、金属管道、轮胎、电器、办公杂品等
		
其他固体 废物	农林业	秸秆、稻草、塑料、枯枝落叶、农药、畜禽粪便、污泥、畜禽类尸体等
	水产业	腐烂鱼虾贝类、水产加工污泥、塑料、畜禽尸体等
		

1.2.2 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 24.4×10^8 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。根据中国统计年鉴数据计算表明,“十五”时期全国工业固体废物产生量年递增率分别为 8.7%,6.5%,6.3%,19.5%,12.0%,如表 1-2 和图 1-1 所示。

表 1-2 我国工业固体废物产生量/万吨

年度	产生量	排放量	贮存量	年度	产生量	排放量	贮存量
1991	58 759	3376	27 588	1996	65 898	1690	26 364
1992	61 884	2587	26 836	1997	105 849	18 412	29 912
1993	61 708	2152	26 665	1998	80 068	7048	27 546
1994	61 704	1932	24 828	1999	78 441.9	3880.5	26 294.8
1995	64 474	2242	24 779	2000	81 607	3183.1	28 921.2

续表

年度	产生量	排放量	贮存量	年度	产生量	排放量	贮存量
2001	88 745	2893.8	30 166.4	2005	134 449	1654.7	27 876.0
2002	94 509	2635.2	30 029.5	2006	151 541	1302.1	22 399.0
2003	100 428	1940.9	27 667.2	2007	175 632	1196.7	24 119.0
2004	120 030	1762.0	26 011.9				

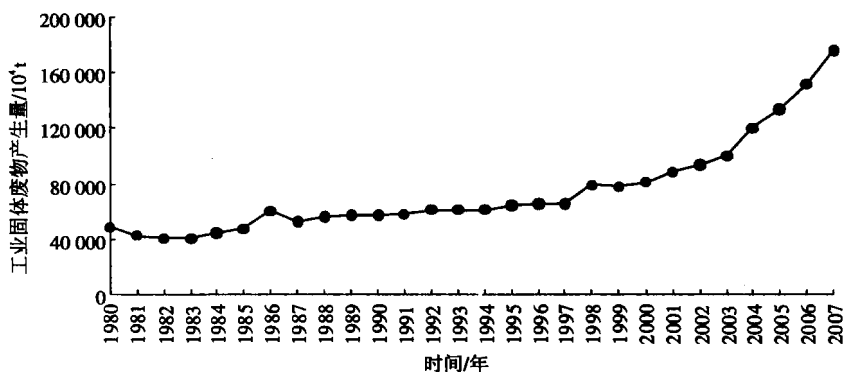


图 1-1 我国 1980—2007 年工业固体废物产生量

1.2.3 固体废物的分类

固体废物来源广泛,种类繁多,性质各异,组成复杂,因此固体废物分类是实施管理的重要基础。固体废物分类方法很多,但常见的有以下三种分类。

1. 按其来源分类

矿业固体废物:来自于矿山开采与选矿加工过程,主要为覆盖土、矿尾料、废石、矿渣、灰分等。其性质因矿物成分不同而有较大差异,量大类多。

工业固体废物:轻、重工业生产和加工、精制等过程中产生的固态和半固态废物。近年来,还有大量使用后报废的工业产品和部件等废物也归入此类。工业固体废物常常具有毒性,破坏整个生态系统并对人体健康产生危害,因而越来越引起人们的重视,其中很多废物需划入危险废物类进行妥善处理。

农业固体废物:来自于农林牧渔业生产、加工和养殖过程中所产生的固态和半固态废物。它时常作为养殖业和农业肥料回收利用或能源回收等,在新修订的《中华人民共和国固体废物污染防治法》中对种植、养殖业产生的固体废物提出了污染预防、合理利用的要求,对农村生活垃圾提出了清扫、处置的要求。

生活垃圾:指在城市日常生活中或者城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物,以及被法律、行政法规视为生活垃圾的固体废物。城市生活垃圾亦称城市固体废物,是由城市居民家庭、城市商业、餐饮业、旅馆业、旅游业、服务业以及市政环卫系统、城市交通运输、文教机关团体、行政事业、工矿企业等单位所排出的固体废物。

环境工程废物:主要是在处理废水、废气过程中产生的污泥、粉尘等。随着人们对环境治理的重视和大量环保设备投入运营,这类废物产生量越来越大,需要专门处理处置。

危险废物:主要来自于核处理、核电工业、医疗单位以及化学工业的固体废物属于危险废物范畴。此类废物危害极大,要做无害化处理和安全处置。

2. 按其危害性分类

危险废物:列入国家危险废物名录或国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的、具有危险特性的废物。危险废物的主要特征并不在于它们的相态,而在于它们的危险特性,即具有毒性、腐蚀性、传染性、反应性、浸出毒性、易燃性、易爆性等独特性质,对环境和人体带来危害,须加以特殊管理。

一般废物:指按其来源分类中的前五类固体废物,如图 1-2 所示。

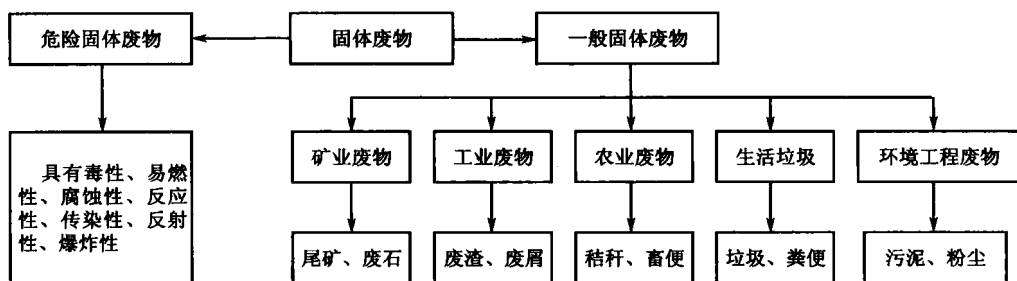


图 1-2 固体废物分类示意

3. 按其形状分类

分为颗粒状废物、粉状废物、块状废物及泥状废物。

1.3 固体废物的环境影响

1.3.1 固体废物的污染途径

固体废物虽然不是环境介质,但他们是各种污染物质的最终形态。固体废物特别是有毒固体废物,如露天存放或处置不当,其中的有害成分和化学物质可通过环境介质——大气、土壤、地表或地下水等直接或间接传入人体,威胁人体健康,传染疾病,给人类造成潜在的、近期的和长期的危害。

固体废物污染途径是多方面的,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地质、水文条件有关。具体主要有以下几种途径:① 通过填埋或堆放渗漏到地下,污染土壤和地下水源;② 通过雨水冲刷流入江河湖泊,造成地面水污染;③ 通过废物堆放或焚烧会使臭气与烟雾进入大气,造成大气污染;④ 有些有害毒物施用在农田上会通过生物链的传递和富集进入食品,从而进入人体,对人们的健康造成威胁。固体废物污染途径如图 1-3 所示。

1.3.2 固体废物的环境危害

1. 对土壤环境的影响

废物堆置与填埋,其中的有害组分容易污染土壤。如果直接利用来自医院、肉类联合厂、生物制品厂的废渣作为肥料施入农田,其中的病菌、寄生虫等,就会使土壤污染。土壤是许多

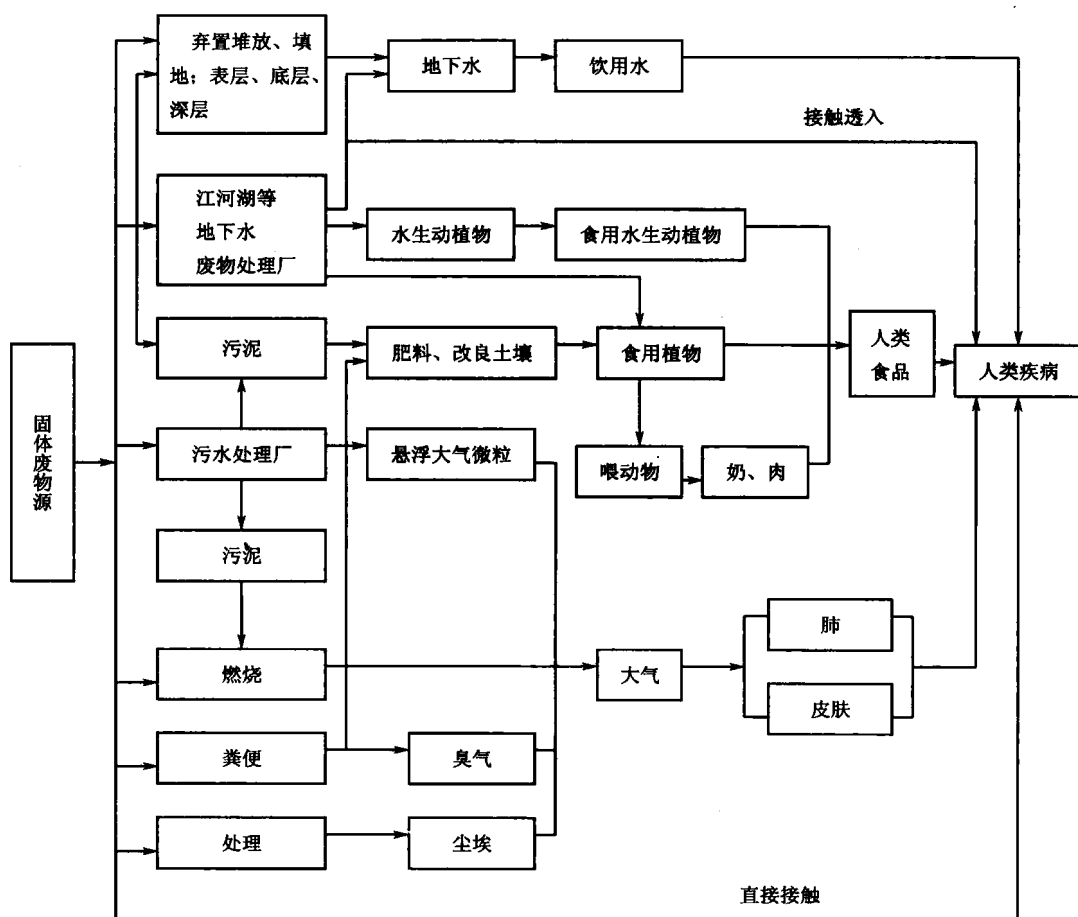


图 1-3 固体废物的污染途径

细菌、真菌等微生物聚居的场所,这些微生物形成了一个生态系统,在大自然的物质循环中担负着碳循环和氮循环的一部分重要任务。工业固体废物,特别是有害固体废物,经过风化、雨淋,产生高温、毒水或其他反应,能杀伤土壤中的微生物和动物,降低土壤微生物的活性,并能改变土壤的成分和结构,致使土壤被污染。

2. 对大气环境的影响

固体废物一般通过下列途径使大气受到污染。

- ① 在适宜的温度和湿度下,某些有机物被微生物分解,释放出有害气体;
- ② 细粒、粉末受到风吹日晒可以加重大气的粉尘污染,如粉煤灰堆遇到四级以上风力,可被剥离 1~1.5 cm,灰尘飞扬可高达 20~50 m;
- ③ 有些含硫量过高的煤矸石堆会发生自燃,产生大量的二氧化硫(目前我国曾发生自燃的煤矸石堆达 160 余处);采用焚烧法处理固体废物也会使大气污染。

3. 对水环境的影响

在世界范围内,有不少国家直接将固体废物倾倒入河流、湖泊或海洋。在这个过程中,固体废物随天然降水或地表径流进入河流、湖泊,污染地表水,并产生渗滤液渗透到土壤和地下水中,使地下水受到污染;废渣直接排入河流、湖泊或海洋,会造成更大污染。

城市垃圾不但含有病原微生物,在堆放过程中还会产生大量的酸性和碱性有机污染物,并将垃圾中的重金属溶解出来,是有机物、重金属和病原微生物三位一体的污染源。因此,生活垃圾未经无害化处理就任意堆放会造成许多城市地下水污染,例如哈尔滨市韩家洼子垃圾填埋场的地下水色度和锰、铁、酚、汞含量及细菌总数、大肠杆菌数等都严重超标,锰含量超标3倍多,汞含量超标20多倍,细菌总数超标4.3倍,大肠杆菌数超标11倍以上。

4. 影响地表景观及环境卫生

矿区及城郊大量堆放矸石山及垃圾山,改变了当地的地表景观,破坏了优美的自然环境,垃圾遍地,随风飘扬,造成了视觉污染。我国600余座城市目前已堆放或填埋各类垃圾达80亿吨,有2/3的城市被垃圾群包围。城市堆放的生活垃圾,极易发酵腐化,产生恶臭,招引蚊蝇、老鼠等孳生繁衍,容易引起疾病传染;在城市下水道的污泥中,还含有几百种病菌和病毒。长期堆放的工业固体废物有毒物质潜伏期较长,会造成长期威胁。

5. 造成巨大的直接经济损失和资源能源的浪费

我国的资源能源利用率很低,大量的资源、能源会随固体废物的排放流失。矿物资源一般只能利用50%左右,能源利用率只有30%。同时,废物排放和处置也要增加许多额外的经济负担。目前我国每输送和堆存1t废物,平均能耗都在10元左右,造成了巨大的经济损失。此外,某些有害固体废物的排放除了上述危害之外,还可能造成燃烧、爆炸、中毒、严重腐蚀等意外事故和特殊损害。

1.4 固体废物污染控制与处理处置系统

1.4.1 固体废物的污染控制

固体废物污染控制需从两个方面入手:一是减少固体废物的排放量,二是防治固体废物污染。为使工业生产中固体废物产生量减少,需积极推行清洁生产审核制度和循环经济,鼓励和倡导不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的技术和设备、改善管理、综合利用等措施,从源头消减固体废物发生量,提高资源利用效率,减少或避免在生产、服务和产品使用过程中产生的固体废物,以减轻或消除固体废物对人类健康或环境的危害。对于工业固体废物,可采取以下主要控制措施。

① 积极推行清洁生产审核,实现经济增长方式的转变,限期淘汰固体废物污染严重的落后生产工艺和设备;

② 采用清洁的资源和能源;

③ 生产过程中尽可能选用精料;

④ 改进生产工艺,采用无固废产出或仅有很少固废产出的技术和设备;

⑤ 加强生产过程控制,提高管理水平和培养员工环保意识;

⑥ 提高产品质量和寿命;

⑦ 推进循环经济,发展物质循环利用工艺,减少固废产生量;

⑧ 对固体废弃物进行综合利用,减少在环境中的存放量;

⑨ 对固体废弃物进行无害化处理与处置。

城市生活垃圾的产生量与城市人口、燃料结构、生活水平等有密切关系,其中人口是决定城市垃圾产量的主要因素。为有效控制生活垃圾的污染,可以采取以下措施。

- ① 鼓励城市居民使用耐用环保物质资料,减少对假冒伪劣产品的使用;
- ② 加强宣传教育,积极推进城市垃圾分类收集制度;
- ③ 改进城市的燃料结构,提高城市的燃气化率;
- ④ 加大扶持与政策鼓励,大力推进城市生活垃圾综合利用;
- ⑤ 进行城市生活垃圾的无害化处理与处置,通过焚烧处理、卫生填埋处置等无害化处理与处置措施,减轻固体废物的环境污染。

1.4.2 固体废物处理与处置系统

固体废物处理是指通过物理、化学、生物等方法,使固体废物转化为便于运输、贮存、资源化利用以及最终处置的一种过程。固体废物处理的目标是无害化、减量化和资源化。

固体废物处置是指对已无回收价值或确属不能再利用的固体废物(包括对自然界及人身健康危害性极大的危险废物),采取长期置于与生物圈隔离地带的技术措施,也是解决固体废物最终归宿的手段,故也称为最终处置技术。处置的目的和技术要求是使固体废物在环境中最大限度地与生物圈隔离,避免或减少其中污染组分对环境的污染危害。固体废物的处置方法一般分为陆地处置和海洋处置两大类。

固体废物资源化工程是指用物理、化学和生物工程等手段与方法,使固体废物化害为利、综合利用,既解决了环境污染问题,又从一定程度上缓解了资源短缺的矛盾,被称为“第二次资源工业革命”或再生资源工程。

就城市生活垃圾和工业固体废物而言,固体废物处理处置系统由收集运输子系统、处理子系统和处置子系统三部分构成,其系统及其过程如图 1-4 所示。

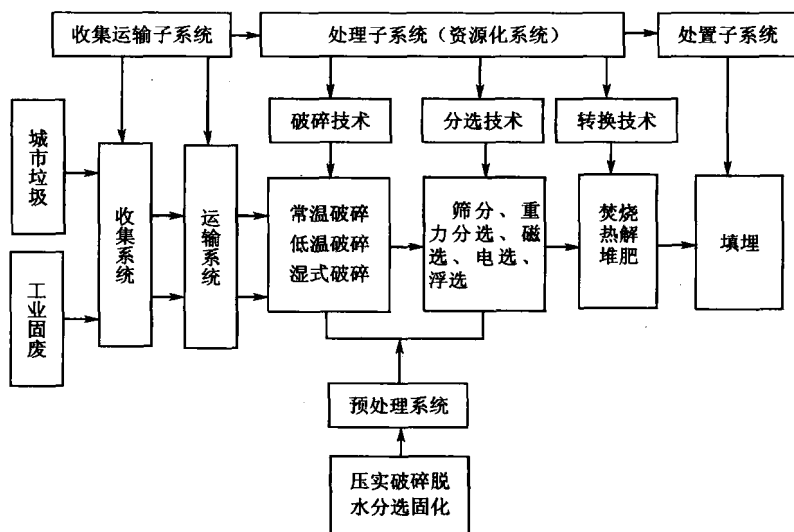


图 1-4 固体废物处理与处置系统示意

习题与思考题

1. 如何理解固体废物的二重性? 固体废物污染与水污染、大气污染、噪声污染相比有何特点?

2. 固体废物的主要环境影响有哪些？请简要说明。
3. 固体废物有哪些类型？请举例说明。
4. 如何理解固体废物“是放错的资源”？

参考文献

- [1] 杨建设. 固体废物处理处置与资源化工程[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 何品晶,邵立明. 固体废物管理[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [3] 杨慧芬,张强. 固体废物资源化[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 韩宝平. 固体废物处理与利用[M]. 北京:煤炭工业出版社,2002.
- [5] 宁平. 固体废物处理与处置[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [6] 国家统计局综合司. 新中国五十五年统计资料汇编(1949—2004)[M]. 北京:中国统计出版社,2005.
- [7] 国家统计局. 2005—2008年中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2009.
- [8] 张小平. 固体废物污染控制工程[M]. 北京:化学工业出版社,2004.