



“十三五”江苏省
高等学校重点教材

(江苏省重点教材编号: 2018-1-016)



工业和信息化部
“十二五”规划教材

固体废物处理处置

(第4版)

Guti Feiwu Chuli Chuzhi

孙秀云 王连军 李健生 沈锦优 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



配有课件



“十三五”江苏省
高等学校重点教材
(江苏省重点教材编号:2018-1-016)



工业和信息化部
“十二五”规划教材

固体废物处理处置 (第4版)

孙秀云 王连军 李健生 沈锦优 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

随着科学技术的进步和环境意识的提高,固体废物引起的环境问题日益受到重视。本书主要介绍固体废物的管理、收集、输送、破碎、压实、分选、焚烧、热解、填埋、堆肥化、固化/稳定化等处理处置方法,以及燃煤工业固体废物、冶金工业固体废物、化学工业固体废物、生活垃圾、污泥、废弃电器电子产品、医疗废物等典型废物的来源、危害、资源化及其处置,贯彻了固体废物全过程管理和分类管理的理念。

本书可作为环境工程专业的本科生教材,亦可作为环境科学与工程专业的研究生和工程技术人员的参考书。

本书配有教学课件供任课教师参考,若有需要,请发邮件至 goodtextbook@126.com 申请索取。若需要其他帮助,请致电 010-82317037 联系我们。

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理处置 / 孙秀云等编著. -- 4 版. -- 北
京 : 北京航空航天大学出版社, 2019. 1
ISBN 978-7-5124-2935-2

I. ①固… II. ①孙… III. ①固体废物处理②固体废物利用 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 023540 号

版权所有,侵权必究。

固体废物处理处置(第 4 版)

孙秀云 王连军 李健生 沈锦优 编著

责任编辑 董 瑞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京建宏印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:17.75 字数:454 千字

2019 年 5 月第 4 版 2019 年 5 月第 1 次印刷 印数:1 000 册

ISBN 978-7-5124-2935-2 定价:49.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

固体废物已成为目前环境污染的重要因素之一,引起许多国家的重视。我国在固体废物的管理、处理处置以及资源化等方面起步较晚,发展水平与世界发达国家相比有一定差距,但国家越来越重视固体废物对环境的污染,因此,应让环境工程专业的学生系统地学习有关固体废物管理、处理处置及综合利用等方面的知识,为环境保护事业做贡献。

本书所涉及内容随着我国固体废物管理理念和处理处置技术的发展而不断完善。编者于2007年正式出版《固体废物处置及资源化》(“十一五”国家级规划教材),并在此基础上不断增删、修订相关内容,于2009年出版了《固体废物处置及资源化》(第2版),2015年出版了《固体废物处理处置》(工业和信息化部“十二五”规划教材),本书为第4版。

《固体废物处理处置》(第4版)全书共分为十章。第一章为绪论,介绍了有关固体废物的管理理念和技术;第二章至第八章分别介绍了固体废物收集、输送、破碎、压实、分选、焚烧、热解、填埋、堆肥化和固化/稳定化等处理处置技术;第九章和第十章分别介绍了典型工业固体废物和城市固体废物的来源、危害、管理、利用、无害化及其处置。

本书由孙秀云、王连军、李健生、沈锦优共同编著,其中孙秀云承担了收集与输送(第二章)、填埋(第六章)的编写工作;王连军承担了绪论(第一章)、固化/稳定化(第八章)、典型工业固体废物(第九章)的编写工作;李健生承担了分选(第四章)、焚烧与热解(第五章)的编写工作;沈锦优承担了破碎与压实(第三章)、堆肥化(第七章)、城市固体废物(第十章)的编写工作。

固体废物污染控制及资源化技术的发展十分迅速,经历了从简单处理到全面管理的发展过程,编者总结了二十余年的教学、科研和实践经验,并借助网络查阅了最新资料和图片,力争使本书的内容新颖全面,图文并茂,可读性强。在本书的编写过程中,研究生李桥、严玉波、黄诚、孙晓蕾、王莉莉、赖佳、李瑞、王雅伦、李宁宇、邹明璟和曾铭轩等帮助查找、整理了部分资料,在此表示感谢。由于时间的关系,未能全部列出图片资料的来源,在此特别向图片的提供者表示谢意和歉意。

本书的使用者如果发现本书的不足和失误之处,请不吝指教,可发送邮件至sunxyun@njust.edu.cn,我们将不断完善。

编 者

2019年3月·南京

目 录

第一章 绪 论.....	1
第一节 固体废物概述.....	1
第二节 固体废物的分类.....	4
第三节 固体废物的危害及其污染控制.....	7
第四节 固体废物的管理.....	8
第二章 收集与输送	18
第一节 生活垃圾的收集和转运	18
第二节 固体废物的输送	24
第三章 破碎与压实	33
第一节 粒 度	33
第二节 破 碎	37
第三节 压 实	50
第四章 分 选	54
第一节 筛 分	54
第二节 重力分选	58
第三节 磁力分选	65
第四节 电力分选	69
第五节 摩擦与弹跳分选	71
第六节 浮 选	72
第七节 其他分选方式	74
第八节 分选回收综合系统	76
第五章 焚烧与热解	79
第一节 概 述	79
第二节 焚烧技术原理	80
第三节 焚烧污染控制	83
第四节 焚烧炉	89
第五节 生活垃圾焚烧处置系统.....	103
第六节 危险废物焚烧处置系统.....	109
第七节 焚烧厂工程实例.....	114

第八节 热 解	118
第六章 填 埋	123
第一节 概 述	123
第二节 填埋技术原理	124
第三节 填埋场选址	134
第四节 填埋气体	138
第五节 渗滤液	152
第六节 填埋场密封系统	166
第七节 生活垃圾卫生填埋场工程方案设计书简介	174
第八节 填埋场案例	181
第七章 堆肥化	186
第一节 概 述	186
第二节 堆肥化技术原理	187
第三节 堆肥化工艺和实例	196
第八章 固化/稳定化	202
第一节 概 述	202
第二节 固化/稳定化方法	204
第三节 固化/稳定化效果评价	213
第九章 典型工业固体废物	219
第一节 燃煤工业固体废物	219
第二节 冶金工业固体废物	226
第三节 化学工业固体废物	233
第十章 城市固体废物	238
第一节 概 述	238
第二节 生活垃圾	238
第三节 污 泥	251
第四节 废弃电器电子产品	262
第五节 医疗废物	268
参考文献	276

第一章 绪 论

第一节 固体废物概述

固体废物(solid wastes),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,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,多具有较大的危害性,在我国纳入固体废物管理体系。

固体废物鉴别是确定固体废物和非固体废物管理界限的方法和手段。《固体废物鉴别标准 通则》(GB 34330—2017)规定了依据产生来源鉴别固体废物,以及在利用和处置过程中的固体废物鉴别,固体废物鉴别结论是综合判断的结果。

根据《固体废物鉴别标准 通则》,以下物质属于固体废物:

(1) 丧失原有使用价值的物质

① 在生产过程中产生,但因为不符合国家和地方制定的或行业通行的产品标准(规范),或者因为质量原因,不能在市场出售、流通,或者不能按照原用途使用的物质,如不合格品、残次品、废品等,属于固体废物。但符合国家和地方制定或行业通行的产品标准中等外品级的物质以及在生产企业内部进行返工(返修)的物质除外。

② 超过质量保证期,不能在市场出售、流通或者不能按照原用途使用的物质。

③ 因为沾染、掺入、混杂无用或有害物质,使其质量无法满足使用要求,不能在市场出售、流通或者不能按照原用途使用的物质。

④ 在消费或使用过程中产生的,因为使用寿命到期而不能继续按照原用途使用的物质。

⑤ 执法机关查处没收的需报废、销毁等无害化处理的物质,包括(但不限于)假冒伪劣产品、侵犯知识产权产品、毒品等禁用品。

⑥ 以处置废物为目的生产的,不存在市场需求或不能在市场上出售、流通的物质。

⑦ 因自然灾害、不可抗力和人为灾难因素造成损坏而无法继续按照原用途使用的物质。

⑧ 因丧失原有功能而无法继续使用的物质。

⑨ 由于其他原因而不能在市场出售、流通或者不能按照原用途使用的物质。

(2) 生产过程中产生的副产物

① 产品加工和制造过程中产生的下脚料、边角料和残余物质等。

② 在物质提取、提纯、电解、电积、净化、改性、表面处理以及其他处理过程中产生的残余物质,包括(但不限于)以下物质:在黑色金属冶炼或加工过程中产生的高炉渣、钢渣、轧钢氧化皮、铁合金渣、锰渣;在有色金属冶炼或加工过程中产生的铜渣、铅渣、锡渣、锌渣、铝灰(渣)等火法冶炼渣,以及赤泥、电解阳极泥、电解铝阳极炭块残极、电积槽渣、酸(碱)浸出渣、净化渣等湿法冶炼渣;在金属表面处理过程中产生的电镀槽渣、打磨粉尘。

③ 在物质合成、裂解、分馏、蒸馏、溶解、沉淀以及其他过程中产生的残余物质,包括(但不限于)以下物质:在石油炼制过程中产生的废酸液、废碱液、白土渣、油页岩渣;在有机化工生产

过程中产生的酸渣、废母液、蒸馏釜底残渣、电石渣;在无机化工生产过程中产生的磷石膏、氨碱白泥、铬渣、硫铁矿烧渣、盐泥。

④ 金属矿、非金属矿和煤炭开采、选矿过程中产生的废石、尾矿、煤矸石等。

⑤ 石油、天然气、地热开采过程中产生的钻井泥浆、废压裂液、油泥或油泥砂、油脚和油田溅溢物等。

⑥ 火力发电厂锅炉、其他工业和民用锅炉、工业窑炉等热能或燃烧设施中,燃料燃烧产生的燃煤炉渣等残余物质。

⑦ 在设施设备维护和检修过程中,从炉窑、反应釜、反应槽、管道、容器以及其他设施设备中清理出的残余物质和损毁物质。

⑧ 在物质破碎、筛分、包装等加工处理过程中产生的不能直接作为产品或原材料或作为现场返料的回收粉尘、粉末。

⑨ 在建筑、工程等施工和作业过程中产生的报废料、残余物质等建筑废物。

⑩ 畜禽和水产养殖过程中产生的动物粪便、病害动物尸体等。

⑪ 农业生产过程中产生的作物秸秆、植物枝叶等农业废物。

⑫ 教学、科研、生产、医疗等实验过程中产生的动物尸体等实验室废弃物质。

⑬ 其他生产过程中产生的副产物。

(3) 环境治理和污染控制过程中产生的物质

① 烟气和废气净化、除尘处理过程中收集的烟尘和粉尘,包括粉煤灰。

② 烟气脱硫产生的脱硫石膏和烟气脱硝产生的废脱硝催化剂。

③ 煤气净化产生的煤焦油。

④ 烟气净化过程中产生的副产硫酸或盐酸。

⑤ 水净化和废水处理产生的污泥及其他废弃物质。

⑥ 废水或废液(包括固体废物填埋场产生的渗滤液)处理产生的浓缩液。

⑦ 化粪池污泥、厕所粪便。

⑧ 固体废物焚烧炉产生的飞灰和底渣等灰渣。

⑨ 堆肥生产过程中产生的残余物质。

⑩ 绿化和园林管理中清理产生的植物枝叶。

⑪ 河道、沟渠、湖泊、航道、浴场等水体环境中清理出的漂浮物和疏浚污泥。

⑫ 烟气、臭气和废水净化过程中产生的废活性炭、过滤器滤膜等过滤介质。

⑬ 在污染地块修复、处理过程中,采用下列任何一种方式处置或利用的污染土壤:填埋,焚烧,水泥窑协同处置,生产砖、瓦、筑路材料等其他建筑材料。

⑭ 在其他环境治理和污染修复过程中产生的各类物质。

(4) 其 他

① 法律禁止使用的物质。

② 国务院环境保护行政主管部门认定为固体废物的物质。

此外,在固体废物利用和处置过程中,除了按照法律规定不作为固体废物管理的,固体废物按照以下任何一种方式利用或处置时,仍然作为固体废物管理:

① 以土壤改良、地块改造、地块修复和其他土地利用方式直接施用于土地或生产施用于土地的物质(包括堆肥),以及生产筑路材料。

② 焚烧处置(包括获取热能的焚烧和垃圾衍生燃料的焚烧),或用于生产燃料,或包含于燃料中。

③ 填埋处置。

④ 倾倒、堆置。

⑤ 国务院环境保护行政主管部门认定的其他处置方式。

《固体废物鉴别标准 通则》还规定了不作为固体废物管理的物质。以下物质不作为固体废物管理:

① 任何不需要修复或加工即可用于其原始用途的物质,或者在产生点经过修复或加工后满足国家、地方制定或行业通行的产品质量标准并且用于其原始用途的物质。

② 不经过贮存或堆积过程,而在现场直接返回到原生产过程或返回其产生过程的物质。

③ 修复后作为土壤用途使用的污染土壤。

④ 供实验室化验分析用或科学研究用固体废物样品。

当利用固体废物生产的产物同时满足下述条件的,不作为固体废物管理,按照相应的产品管理(按照法律规定作为固体废物管理的除外):

① 符合国家、地方制定或行业通行的被替代原料生产的产品质量标准。

② 符合相关国家污染物排放(控制)标准或技术规范要求,包括该产物生产过程中排放到环境中的有害物质限值和该产物中有害物质的含量限值;当没有国家污染控制标准或技术规范时,该产物中所含有害成分含量不高于利用被替代原料生产的产品中的有害成分含量,并且在该产物生产过程中,排放到环境中的有害物质浓度不高于利用所替代原料生产产品过程中排放到环境中的有害物质浓度,当没有被替代原料时,不考虑该条件。

③ 有稳定、合理的市场需求。

按照以下方式处置后的物质,不作为固体废物管理:

① 金属矿、非金属矿和煤炭采选过程中直接留在或返回到采空区的符合 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物要求的采矿废石、尾矿和煤矸石。但是带入除采矿废石、尾矿和煤矸石以外的其他污染物质的除外。

② 工程施工中产生的按照法规要求或国家标准要求就地处置的物质。

③ 国务院环境保护行政主管部门认定不作为固体废物管理的物质。

以下物质不作为液态废物管理:

① 满足相关法规和排放标准要求,可排入环境水体或者市政污水管网和处理设施的废水、污水。

② 经过物理处理、化学处理、物理化学处理和生物处理等废水处理工艺处理后,可以满足向环境水体或市政污水管网和处理设施排放的相关法规和排放标准要求的废水、污水。

③ 废酸、废碱中和处理后产生的满足上述两条要求的废水。

固体废物鉴别是各级环保部门实施环境管理的重要依据。

固体废物一词中的“废”具有鲜明的时间和空间特征。在时间方面,它相对于目前的科学技术水平及经济条件没有使用价值。随着科学技术的飞速发展,资源日渐枯竭,昨天的废物正在变为今天的资源,今天的废物势必成为明天的宝库。在空间方面,废物仅仅相对于某一过程或在某一方面没有使用价值,而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,往往是另一过程的原料,所以废物又有“在错误时间放在错误地点的原料”之称。图 1-1 所示

是美国固体废物回收率(2010 年),其中,汽车电池的回收率最高。

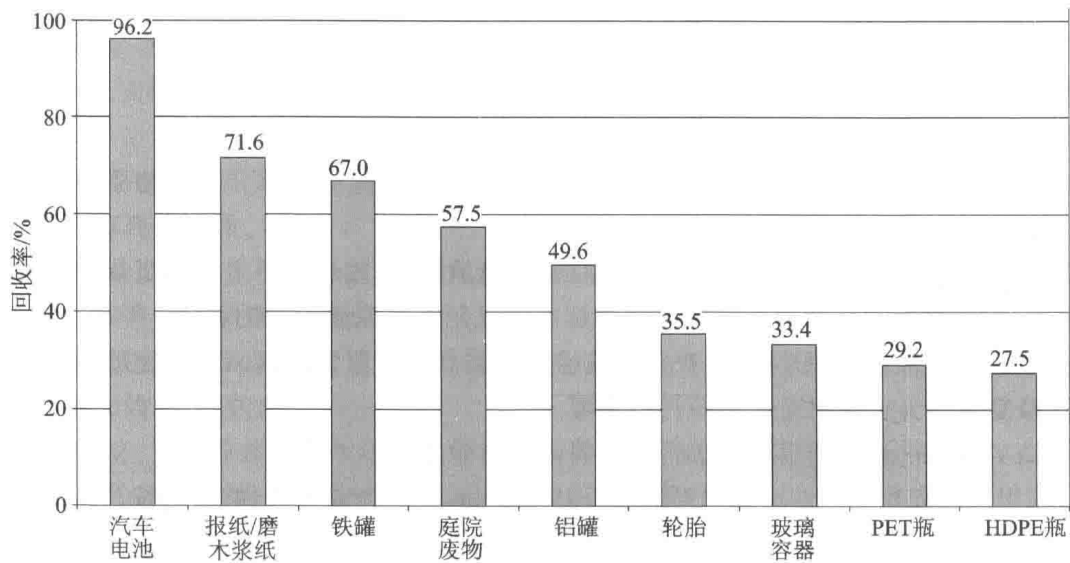


图 1-1 美国固体废物回收率(2010 年)

固体废物来源于人类的生产生活和其他活动。人类在开发资源和制造产品的过程中,必然产生废物,产品经过使用和消费后,终将变成废物,仅有 10%~15%以建筑物、工厂、装置、器具等形式积累起来。随着科技和经济的发展,产品越来越多样,废物的种类和产生量越来越多,固体废物已成为严重的环境问题和社会问题。

第二节 固体废物的分类

固体废物可按其来源、危害状况、形态、化学活性和化学性质等进行分类。

1. 按固体废物来源

分为生活垃圾(municipal solid waste/garbage)、工业固体废物(industrial waste)和农业固体废物(agricultural waste)。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;工业固体废物,是指在工业生产活动中产生的固体废物,我国将工业固体废物按废物来源和常见组分或废物名称进行划分;农业固体废物,是指在农业生产活动中产生的固体废物,如农作物秸秆、农用薄膜、畜禽粪便等。

2. 按固体废物危害状况

分为一般废物和危险废物(hazardous waste)。

危险废物的特性通常包括毒性(toxicity, T)、易燃性(ignitability, I)、反应性(reactivity, R)、腐蚀性(corrosivity, C)和感染性(infectivity, In)。联合国环境规划署制定的《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》列出了“应加以控制的废物类别”共 45 类,“须加特别考虑的废物类别”共 2 类,同时列出危险废物“危险特性清单”共 13 种特性。

我国把危险废物定义为:列入国家危险废物名录,或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废物。《国家危险废物名录》规定了废物类别、行业来源、废物代码、危险废物、危险特性等。其中,废物类别是按照《巴塞尔公约》划定类别的基础上,结合我国实际情况对危险废物进行的分类;行业来源是指危险废物的产生行业;废物代码是危险废物的唯一代码,为8位数字,第1~3位为危险废物产生行业代码,第4~6位为危险废物顺序代码,第7、8位为废物类别代码。

危险废物的鉴别,首先依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《固体废物鉴别标准 通则》判断待鉴别的物品、物质是否属于固体废物,不属于固体废物的,则不属于危险废物。经判断属于固体废物,并列入《国家危险废物名录》的,属于危险废物,不需要进行危险特性鉴别;未列入《国家危险废物名录》的,依据 GB 5085.1~GB 5085.6 鉴别标准鉴别,凡具有腐蚀性、毒性、易燃性、反应性等一种或一种以上危险特性的,属于危险废物。对未列入《国家危险废物名录》,或根据危险废物鉴别标准无法鉴别,但可能对人体健康或生态环境造成有害影响的固体废物,经综合分析原辅材料、生产工艺、产生环节和主要成分,不可能具有危险特性的,不属于危险废物,上述情况以外的固体废物,则需通过采样和检测分析确定其危险特性,开展危险特性鉴别工作,由国务院环境保护行政主管部门组织专家认定。

具有毒性(包括浸出毒性、急性毒性及其他毒性)和感染性等一种或一种以上危险特性的危险废物与其他固体废物混合,混合后的废物属于危险废物。仅具有腐蚀性、易燃性或反应性的危险废物与其他固体废物混合,混合后的废物经 GB 5085.1、GB 5085.4、GB 5085.5 鉴别不再具有危险特性的,不属于危险废物。危险废物与放射性废物混合,混合后的废物应按照放射性废物管理。

具有毒性(包括浸出毒性、急性毒性及其他毒性)和感染性等一种或一种以上危险特性的危险废物,处理后的废物仍属于危险废物,国家有关法规、标准另有规定的除外。仅具有腐蚀性、易燃性或反应性的危险废物处理后,经 GB 5085.1、GB 5085.4、GB 5085.5 鉴别不再具有危险特性的,不属于危险废物。

《国家危险废物名录》新增了“危险废物豁免管理清单”,列入豁免管理清单的危险废物,在所列的豁免环节,且满足相应的豁免条件时,可以按照豁免内容的规定实行豁免管理。豁免内容包括:

① 全过程不按危险废物管理,即全过程(各管理环节)均豁免,无须执行危险废物环境管理的有关规定。

② 收集过程不按危险废物管理,即收集企业不需要持有危险废物收集经营许可证或危险废物综合经营许可证。

③ 利用过程不按危险废物管理,即利用企业不需要持有危险废物综合经营许可证。

④ 填埋过程不按危险废物管理,即填埋企业不需要持有危险废物综合经营许可证。

⑤ 水泥窑协同处置过程不按危险废物管理,即水泥生产企业不需要持有危险废物综合经营许可证。

⑥ 不按危险废物进行运输,即运输工具可不采用危险货物运输工具。

⑦ 转移过程不按危险废物管理,即进行转移活动的运输车辆可不具有危险货物运输资质;转移过程中可不运行危险废物转移联单,但转移活动需要事后备案。

危险废物的物理化学及生物特性包括:有毒有害物质释放到环境中的速率特性;有毒有害

物质在环境中迁移转化及富集特性;有毒有害物质的生物毒性。所涉及的主要参数有:有毒有害物质的溶解度、挥发度、分子量、饱和蒸气压、在土壤中的滞留因子、空气扩散系数、土壤/水分配系数、降解系数、生物富集因子、致癌性反应系数及非致癌性参考剂量。这些数据可从有关化学手册、联合国环境规划署管理的国际潜在有毒化学品登记数据库 IRPTC(<http://www.unep.ch>)、美国国家环境保护综合信息资源库 IRIS(<http://www.epa.gov/iris>)等查到。部分危险废物特性标识如图 1-2 所示。



图 1-2 部分危险废物特性标识

3. 按固体废物形态

分为固体废物(粉状、粒状、块状)、半固态废物(如剩余污泥,见图 1-3)、液态(如废酸、废有机溶剂和废矿物油等)以及密闭容器中的气态废物。

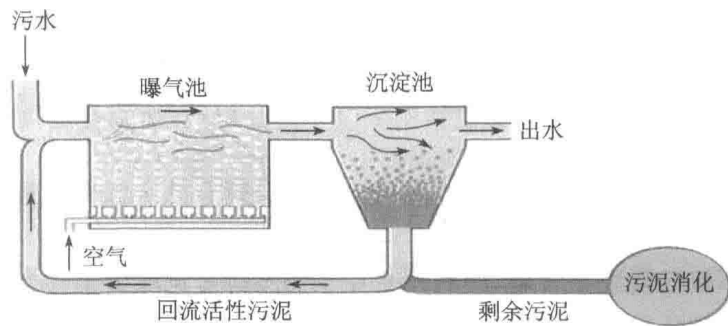


图 1-3 污水处理过程中产生的剩余污泥

4. 按固体废物化学活性

分为化学活性废物(易燃易爆废物、化学药剂等)和化学惰性废物(废石、尾矿等)。

5. 按固体废物化学性质

分为有机废物(农业固体废物、食物残渣、剩余污泥、废纸和废塑料等)和无机废物(高炉

渣、钢渣和硫铁矿烧渣等)。

第三节 固体废物的危害及其污染控制

一、固体废物的危害

工业固体废物所含有的化学成分能形成化学物质型污染,例如含有汞、砷、铬、镉、铅、氟和氰等及其化合物的固体废物,可通过皮肤、食物、呼吸等渠道危害人体,引起中毒。人畜粪便和生活垃圾是各种病原微生物的滋生地和繁殖场,能形成病原体型污染。

固体废物的主要污染途径如图 1-4 所示。

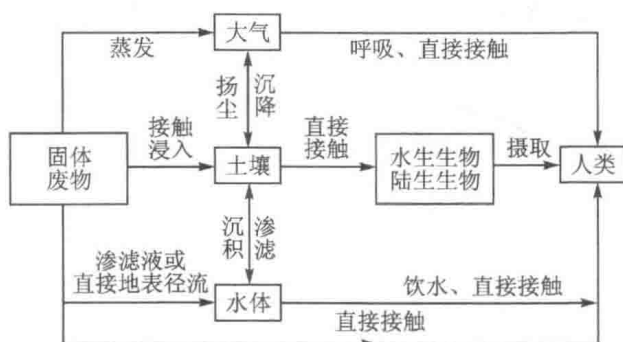


图 1-4 固体废物的主要污染途径

固体废物对环境的危害主要表现为：

1. 侵占土地,污染土壤

生活垃圾填埋场占地面积大;煤矸石、钢渣和碱渣等占据大量土地资源,特别是耕地。固体废物及其渗滤液中所含有的危险物质会改变土壤性质和土壤结构,并对土壤中微生物的活动产生影响;危险成分抑制植物根系的生长,还可通过食物链危害人类;受污染的土壤,自净能力降低,并且很难通过稀释扩散减轻其污染。

2. 污染水体

固体废物随降水和地表径流进入江河湖海,或随风飘落水中,使地表水受到污染;废物中的有害成分随渗滤液进入土壤污染地下水;将废物直接排入水体,不仅造成水体污染,还会淤塞河道,减少湖泊面积,使水体黑臭;海洋正面临着固体废物的威胁,海洋垃圾不仅造成视觉污染,还会污染水体,危害水生生物和人体健康。

3. 污染大气

固体废物在运输、贮存、处理、利用和处置过程中,会产生有害气体、恶臭和颗粒污染物,如:有机固体废物,在适宜的温度和湿度下被微生物分解,释放出恶臭(硫化氢、氨等);露天堆放的固体废物,受风吹日晒,逐步风化,其中的粉末会随风飘散,形成扬尘;煤矸石含硫达 1.5% 会自燃,释放二氧化硫;采用焚烧法处理固体废物所产生的烟气,须处理达标后排放;露天焚烧垃圾及秸秆造成的大气污染屡见不鲜;生活垃圾填埋场逸出的甲烷和二氧化碳等,是温室气体的来源之一。

综上所述,固体废物污染具有长期性、潜伏性、复杂性和滞后性,固体废物是大气污染和水污染的归宿和源头,与土壤污染密切相关。

二、固体废物污染控制

固体废物的成分相当复杂,其物理性状(粒径、流动性、均匀性、水分和热值等)也千变万化,因此,应综合采用管理措施和科学技术,回收利用固体废物中的有用资源,控制固体废物对环境的污染。技术性措施包括固体废物的利用、贮存和处置。

固体废物的利用,即固体废物资源化,是指从固体废物中提取物质作为原材料或者燃料的活动,是为了保护环境、发展生产、控制污染而采取的积极性措施。需要注意的是:无害化是资源化的前提,须确保资源化过程和产品的无害化。固体废物利用的主要途径有:利用矿物废料、工业废渣等生产水泥、砖、混凝土制品等建筑材料和道路工程材料及垫层、结构层、面层和底层,或用作冶金、化工、轻工等工业原料;利用所含碳、油或其他有机废物回收能源;利用含有土壤、植物所需要的元素或化合物的废物作为肥料或土壤改良剂。固体废物的利用包括直接利用、物质回收(回收纸、玻璃和金属等)、物质转换(生物质废物好氧生产堆肥、厌氧生产沼气等)、能量转换(有机废物焚烧回收热能进一步发电)等形式。

固体废物的贮存,是指将固体废物临时置于特定设施或者场所中的活动。一般固体废物应设置专用贮存、堆放场地。危险废物必须设置专用堆放场地,有防扬散、防流失、防渗漏和防雨等防治措施,禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。固体废物贮存、堆放场地必须设有污水收集系统,所收集的污水必须经处理达标后排放。须在固体废物贮存、堆放场地设立环境保护图形标志牌。场地周边应设导流渠,防止雨水进入并滞留在堆放场地内。应构筑堤、坝、挡土墙等设施,防止废物和渗滤液的流失。

固体废物的处理,是指通过物理、化学、生物等方法,使固体废物转化为适合于运输、贮存、利用和处置的活动。

固体废物的处置,是指将固体废物焚烧,以及用其他改变固体废物的物理、化学和生物特性的方法,达到减少已产生的固体废物数量、缩小固体废物体积、减少或者消除其危险成分,或者将固体废物最终置于符合环境保护规定要求的填埋场的活动,如固化/稳定化、焚烧、填埋等,其目的和技术要求是使被处置的固体废物在环境中最大限度地与生物圈隔离,控制或消除其对环境污染和危害。

目前已颁布《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ 2035—2013)和《危险废物处置工程技术导则》(HT 2042—2014),规定了一般废物和危险废物处理处置工程的设计、施工、验收和运行管理的通用技术要求。

第四节 固体废物的管理

一、我国固体废物污染环境防治法的发展

固体废物的管理,首先应加强固体废物管理法规和标准的制定。1996年4月1日正式实施的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,对防治固体废物污染环境做出了全面规定,是我国固体废物管理的基础,并于2004年12月29日第十届全国人民代表大会常务委员会第

十三次会议修订,2005年4月1日起施行,并分别于2013年6月第一次修正,2015年4月第二次修正,2016年11月第三次修正。与原有的固体废物污染环境防治法相比,修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(以下简称《固体废物污染环境防治法》)更全面、更具体,主要表现在以下几个方面:

1. 将农村固体废物污染防治纳入法律管理范围

修订的《固体废物污染环境防治法》,把农村固体废物防治纳入视野,对种植业和养殖业产生的固体废物提出了合理利用、预防污染的要求,对农村生活垃圾提出了清扫、处置的要求。随着农业产业化发展和农村生活水平的提高,农业固体废物和农村生活垃圾所造成的污染问题已经非常突出,国家应当采取措施加强管理,明确农业固体废物产生者的回收利用责任,规范农业固体废物的收集、贮存、利用和处置行为。

2. 固体废物污染损害赔偿实行举证责任倒置制

针对环境污染损害赔偿案件中最常见的受污染者没有能力起诉以及举证困难等问题,修订后的《固体废物污染环境防治法》在现有污染损害赔偿规定的基础上,增加了举证责任倒置制等规定。

按照法律规定,因固体废物污染环境引起的损害赔偿诉讼,由加害人就法律规定的免责事由及其行为与损害结果之间不存在因果关系承担举证责任。法律规定,受到固体废物污染损害的单位和个人,有权要求依法赔偿损失。赔偿责任和赔偿金额的纠纷,可以根据当事人的请求,由生态环境主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门调解处理;调解不成的,当事人可以向人民法院提起诉讼。当事人也可以直接向人民法院提起诉讼。国家鼓励法律服务机构对固体废物污染环境诉讼中的受害人提供法律援助。固体废物污染环境的损害赔偿责任和赔偿金额的纠纷,当事人可以委托环境监测机构提供监测数据。环境监测机构应当接受委托,如实提供有关监测数据。

3. 确立生产者延伸责任制

污染者承担污染防治的责任,这一原则在法律中全面落实,有助于解决固体废物污染问题。对此,修订的《固体废物污染环境防治法》补充了有关生产者延伸责任的条款,规定国家对部分产品、包装物实行强制回收制度。

为了减少固体废物的产生量和危害性,目前有很多国家已经开始对电器电子产品、包装等实行生产者延伸责任制,即生产者不仅要对生产过程中的环境污染承担责任,还需要对报废后的产品或使用过的包装物承担回收利用或者处置的责任。一些国家的实践表明,这种责任机制可以有效地解决生产、消费与废物处置责任割裂带来的问题。对此,法律规定“国家对固体废物污染环境防治实行污染者依法负责的原则”。同时进一步明确“产品的生产者、销售者、进口者和使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任”。法律同时确立了固体废物强制回收制度,明确规定“生产、销售、进口被列入强制回收目录的产品和包装物的企业,必须按照国家有关规定对该产品和包装物进行回收”。

4. 对过度包装说“不”

自2005年4月起,禁止过度包装,并在法律上鼓励人们使用易回收包装物。修订的《固体废物污染环境防治法》明确规定:“国务院标准化行政主管部门应当根据国家经济和技术条件、固体废物污染环境防治状况以及产品的技术要求,组织制定有关标准,防止过度包装造成环境

污染。”国家鼓励科研、生产单位研究、生产易回收利用、易处置或者在环境中可以降解的薄膜覆盖物和商品包装物。法律还要求,使用农膜的单位和个人,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。

目前,国外对过度包装的控制手段主要有三类:第一类是标准控制,即对包装物的容积、包装物与商品之间的间隙、包装层数、包装成本与商品价值的比例等设定限制标准;第二类是经济手段控制,如对非纸制包装和不能满足回收要求的包装征收包装税,或者通过垃圾计量收费,引导消费者选择简单包装;第三类是加大生产者责任,规定由商品生产者负责回收商品包装,通常可以采用押金制的办法委托有关商业机构回收包装。为了便于回收,生产者会主动选择使用材料少、容易回收的包装设计。

5. 向江河湖泊丢垃圾将触法律“红线”

修订的《固体废物污染环境防治法》规定,禁止任何单位或者个人向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地、河岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。法律规定,收集、贮存、运输、利用和处置固体废物的单位和个人,必须采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施;不得擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。针对这些行为,规定了相应的法律责任:由县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门责令停止违法行为,限期改正,处以罚款。法律还规定,在国务院和国务院有关主管部门及省、自治区、直辖市人民政府划定的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域内,禁止建设工业固体废物集中贮存、处置的设施、场所和生活垃圾填埋场。

6. 打着“利用”旗号处置危险废物将受到制裁

近年来,从事危险废物利用的单位日益增多,有的是不具备条件的小型企业,还有一些是为了规避管理,打着“利用”旗号处置危险废物的单位。对此,修订的《固体废物污染环境防治法》将危险废物的利用纳入危险废物经营许可证的管理范围。

法律规定,从事收集、贮存、处置危险废物经营活动的单位,必须向县级以上人民政府生态环境主管部门申请领取经营许可证;从事利用危险废物经营活动的单位,必须向国务院生态环境主管部门或者省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门申请领取经营许可证。法律还规定,贮存危险废物必须采取符合国家环境保护标准的防护措施,并不得超过一年;确需延长期限的,必须经过原批准经营许可证的生态环境主管部门批准。违反规定的,由县级以上人民政府生态环境主管部门责令停止违法行为,限期改正,处以罚款。

7. 生活垃圾处置场所不能随意选址也不能随意关闭

修订的《固体废物污染环境防治法》规定,禁止擅自关闭、闲置或者拆除生活垃圾处置的设施、场所;确有必要关闭、闲置或者拆除的,必须经所在地市、县级地方人民政府环境卫生行政主管部门商所在地生态环境主管部门同意后核准,并采取措施,防止污染环境。法律同时规定,建设生活垃圾处置的设施、场所,必须符合国务院生态环境主管部门和国务院建设行政主管部门规定的环境保护和环境卫生标准。对于从生活垃圾中回收的物质,法律规定,必须按照国家规定的用途或者标准使用,不得用于生产可能危害人体健康的产品。

8. 限期淘汰严重污染环境的设备

近年来,受利益驱动,很多超过了使用寿命并产生严重污染的设备仍然被使用,对环境造

成了一定破坏。按照修订的《固体废物污染环境防治法》，将产生严重污染环境的工业固体废物的生产工艺和设备列入限期淘汰名录。

法律规定，国务院经济综合宏观调控部门应当会同国务院有关部门组织研究、开发和推广减少工业固体废物产生量和危害性的生产工艺和设备，公布限期淘汰产生严重污染环境的工业固体废物的落后生产工艺、落后设备的名录。法律还规定生产者、销售者、进口者、使用者必须在国务院经济综合宏观调控部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售、进口或者使用被列入这一名录的设备。列入限期淘汰名录被淘汰的设备，不得转让给他人使用。

二、我国固体废物相关标准

我国固体废物相关标准包括固体废物鉴别标准、固体废物污染控制标准和固体废物综合利用标准等。标准内容可从中华人民共和国生态环境部网站(<http://www.mee.gov.cn/>)环境保护标准中查询。

1. 固体废物鉴别标准

标准名称和编号如下：

固体废物鉴别标准 通则 GB 34330—2017

国家危险废物名录(2016 年)

危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别 GB 5085.1—2007

危险废物鉴别标准 急性毒性初筛 GB 5085.2—2007

危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别 GB 5085.3—2007

危险废物鉴别标准 易燃性鉴别 GB 5085.4—2007

危险废物鉴别标准 反应性鉴别 GB 5085.5—2007

危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别 GB 5085.6—2007

危险废物鉴别标准 通则 GB 5085.7—2007

危险废物鉴别技术规范 HJ/T 298—2007

2. 固体废物污染控制标准

标准名称和编号如下：

进口可用作原料的固体废物环境保护控制标准 GB 16487

含多氯联苯废物污染控制标准 GB 13015—2017

水泥窑协同处置固体废物污染控制标准 GB 30485—2013

生活垃圾填埋场污染控制标准 GB 16889—2008

生活垃圾焚烧污染控制标准 GB 18485—2014

医疗废物焚烧环境卫生标准 GB/T 18773—2008

危险废物贮存污染控制标准 GB 18597—2001

危险废物填埋污染控制标准 GB 18598—2001

危险废物焚烧污染控制标准 GB 18484—2001

固体废物处理处置工程技术导则 HJ 2035—2013

危险废物处置工程技术导则 HJ 2042—2014

危险废物收集 贮存 运输技术规范 HJ 2025—2012