



面向21世纪课程教材
教育部高等学校环境工程专业
教学指导委员会推荐教材

高等专科学校
高等职业技术学院

环境工程专业新编系列教材

固体废物处理与处置技术

(第2版)

彭长琪 主编

武汉理工大学出版社

高等专科学校
高等职业技术学院

环境工程专业新编系列教材

固体废物处理与处置技术

(第2版)

主 编 彭长琪

武汉理工大学出版社

内 容 简 介

全书共9章,分别介绍固体废物的来源、危害、控制措施、管理的政策法规;收集运输的原则和方法;物理处理、热化学处理、微生物处理和化学处理的原理、方法;矿业固体废物、燃煤灰渣、黑色和有色冶金废渣、化工废渣、城镇垃圾和农业固体废物等典型废物处理利用的原理、技术方法和工艺过程;固体废物土地处置和海洋处置的原理和操作方法;污泥、危险废物和放射性废物等特种固体废物处理处置的原理及方法;实验教学内容和附录。

本书为高职高专环境工程专业的教材,也可供环境类专业培训和从事相关工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理与处置技术/彭长琪主编.—2版.—武汉:武汉理工大学出版社, 2009.4

ISBN 978-7-5629-2900-0

I. 固… II. 彭… III. 固体废物-废物处理 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 045992 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

<http://cbs.whut.edu.cn>

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开 本:787×960 1/16

印 张:21.5

字 数:426 千字

版 次:2009 年 4 月第 2 版

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:30.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

高等专科学校
环境工程专业新编系列教材
高等职业技术学院

编审委员会

(第2版)

名誉主任:张晓健

主任:胡亨魁 高红武

副主任:李倦生 吕小明 周国强 李连山
蔡德明 梁红 张明顺

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

王红云 吕小明 冯雁 刘晓冰

刘永坚 李连山 陈剑虹 林锦基

张晓健 张明顺 陈湘筑 吴国旭

邱梅 赵建国 周国强 胡亨魁

徐扬 高红武 梁红 蔡德明

总责任编辑:刘永坚

秘书长:徐扬

出版说明

(第2版)

2002年我社组织了全国十多所院校参加编写了本套教材,时任教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学教授张晓健担任系列教材编审委员会名誉主任,时任教学指导委员会大专组组长胡亨魁教授担任编审委员会主任。全套教材各门课程的教学大纲、具体内容均由教学指导委员会审订,并将此系列教材确定为教学指导委员会向全国推荐的重点教材。

本套系列教材(11种)正式出版后,已被众多学校选用,同时也得到了广大师生的好评。其中有6种教材被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它们是:《大气污染控制工程》、《环境工程微生物学》、《环境工程基础》、《噪声控制工程》、《环境监测》、《水污染控制工程》;其中多种教材荣获教育部全国高等学校优秀教材奖或优秀畅销书奖。这充分说明了教材编审委员会关于教材的定位、内容、结构、特色和编写宗旨符合专业教学需要和专业建设的需要,但它仍然存在缺点和不足。随着科技的进步和教学发展的改变,教材编审委员会于2008年及时对本套教材进行了第二次修订。

本次修订更加强调了人才规格的培养要求,依据培养目标,培养第一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才,依据教学模式和教学方法的内在规律,本套教材在原来基础之上,更加强调应用,更加强调实践,更加把握理论够用为度的原则,更加精减,同时吸收近年来国内外环境治理工程的新技术、新方法。

我们诚挚地期望使用教材的师生在教学实践中对教材提出批评和建议,以便我们不断修订、完善、精益求精!

武汉理工大学出版社

2009年4月

第 2 版前言

本书自 2004 年出版以来,受到读者的广泛欢迎,被许多高等学校环境类专业选作教材,相关专业的科技人员也选用本书作为参考书。近年来,我国环境保护事业取得了长足的进步。固体废物处理工程的内容、范围和方法,以及规范和法规等各个方面都发生了重大变化。为了适应我国环境保护事业和教学发展的需要,更多地反映这些新内容、新技术,我们决定对本书第一版《固体废物处理工程》作一次较大的修订,为读者提供一部新版教材,并更名为《固体废物处理与处置技术》。

该修订版基本上保持第一版的总体框架和结构,对书中的陈旧内容和资料作了更新,增加了一些新知识和较成熟的新技术。修订版仍分 9 章,第 1 章增加了固体废物研究方法;第 5 章增加了堆肥质量评价方法;第 6 章增加了固体废物化学浸出处理技术;第 7 章作了较多的增减,更注重处理利用方法的实用性和可操作性,增加了尾矿、燃煤灰渣、冶炼渣、废催化剂、废纸等处理利用技术;第 8 章增加了放射性废物处理处置技术等内容。

全书由彭长琪主编,参加修订的人员有:

第 1 章 概论	彭长琪(武汉理工大学)
	王湖坤(湖北师范学院)
第 2 章 固体废物的收集与运输	王 砚(华中农业大学)
第 3 章 固体废物的物理处理	王湖坤
第 4 章 固体废物的热化学处理	杨 莉(武汉科技学院)
第 5 章 固体废物的生物处理	王建兵[中国矿业大学(北京)]
第 6 章 固体废物的化学处理	许士洪(东华大学)
第 7 章 典型固体废物的处理利用工程	彭长琪 王湖坤 王 砚 杨莉
第 8 章 固体废物的处置工程	彭长琪
第 9 章 实验	王 砚 杨 莉
附 录	王湖坤

本教材中引用了许多书刊中的有关资料,由于篇幅所限,未能注明出处,但在参考文献中列出了这些书刊名,请被引用者谅解。

由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

1 概论	(1)
1.1 固体废物的概念	(1)
1.2 固体废物的来源与分类	(3)
1.3 固体废物的污染危害及控制	(4)
1.3.1 固体废物的污染特点	(4)
1.3.2 固体废物的污染危害	(5)
1.3.3 固体废物的污染控制	(7)
1.4 固体废物处理工程概述	(8)
1.4.1 固体废物研究方法	(8)
1.4.2 固体废物的处理方法	(15)
1.4.3 固体废物资源化利用	(16)
1.4.4 固体废物处置方法	(18)
1.5 固体废物管理概述	(18)
1.5.1 我国固体废物管理体系	(18)
1.5.2 固体废物管理的技术政策	(19)
1.5.3 固体废物管理的经济政策	(21)
1.5.4 固体废物管理的法律法规	(22)
1.5.5 固体废物管理的技术标准	(23)
复习思考题	(24)
2 固体废物的收集与运输	(25)
2.1 城市垃圾的收运	(25)
2.1.1 垃圾的搬运与贮存	(26)
2.1.2 城市垃圾的清除	(28)
2.1.3 收集路线设计	(31)
2.1.4 城市垃圾的转运	(33)

2.2	危险废物的收运	(35)
2.2.1	收集容器	(35)
2.2.2	收集与储运	(36)
2.2.3	危险废物的运输	(37)
2.3	工业废物的收运	(37)
	复习思考题	(38)
3	固体废物的物理处理	(39)
3.1	固体废物的压实	(39)
3.1.1	压实原理	(40)
3.1.2	压实器及其选择	(41)
3.1.3	压实流程	(43)
3.2	固体废物的粉碎	(44)
3.2.1	粉碎原理	(45)
3.2.2	粉碎设备	(47)
3.2.3	特殊破碎设备	(52)
3.3	固体废物的分选	(55)
3.3.1	筛分	(56)
3.3.2	重力分选	(59)
3.3.3	磁力分选	(65)
3.3.4	电力分选	(67)
3.3.5	浮选	(68)
3.3.6	垃圾分选回收工艺系统	(71)
	复习思考题	(72)
4	固体废物的热化学处理	(74)
4.1	固体废物的焙烧处理	(74)
4.1.1	焙烧反应过程	(74)
4.1.2	焙烧反应类型	(75)
4.1.3	焙烧工艺与设备	(78)
4.2	固体废物的焚烧处理	(79)
4.2.1	固体废物的热值	(80)
4.2.2	焚烧过程	(81)
4.2.3	焚烧系统	(85)
4.2.4	焚烧设备	(87)
4.2.5	焚烧能源回收利用	(90)
4.2.6	焚烧过程污染物的防治	(90)

4.3	固体废物的热解处理	(92)
4.3.1	热解过程	(92)
4.3.2	热解工艺与设备	(94)
4.3.3	固体废物热解处理实例	(97)
	复习思考题	(99)
5	固体废物的生物处理	(100)
5.1	好氧堆肥	(101)
5.1.1	好氧堆肥原理	(101)
5.1.2	堆肥工艺与设备	(103)
5.1.3	堆肥影响因素	(106)
5.1.4	堆肥质量的评价	(107)
5.2	厌氧发酵制沼气	(109)
5.2.1	厌氧发酵过程	(109)
5.2.2	厌氧发酵的影响因素	(110)
5.2.3	厌氧发酵工艺及设备	(111)
5.2.4	水压式沼气池的设计	(113)
5.2.5	城市粪便的厌氧发酵处理	(117)
	复习思考题	(118)
6	固体废物的化学处理	(119)
6.1	有毒有害物质的稳定化技术	(120)
6.1.1	重金属离子的稳定化技术	(120)
6.1.2	有机污染物的氧化解毒技术	(123)
6.2	固体废物的化学浸出处理	(125)
6.2.1	浸出方法	(125)
6.2.2	浸出工艺	(127)
6.2.3	浸出过程的影响因素	(129)
6.3	固体废物的固化处理	(130)
6.3.1	固化处理的基本要求与评价指标	(131)
6.3.2	水泥固化技术	(132)
6.3.3	石灰固化技术	(136)
6.3.4	沥青固化技术	(136)
6.3.5	塑料固化技术	(138)
6.3.6	玻璃固化技术	(138)
6.3.7	自胶结固化	(140)
	复习思考题	(140)

7 典型固体废物的处理利用技术	(141)
7.1 矿业固体废物的处理利用	(141)
7.1.1 矿业固体废物的来源及污染危害	(141)
7.1.2 矿业固体废物的性质及分类	(142)
7.1.3 煤矸石的处理利用	(144)
7.1.4 金属矿山固体废物的处理利用	(151)
7.2 燃煤灰渣的处理利用	(160)
7.2.1 粉煤灰的处理利用	(161)
7.2.2 炉渣的处理利用	(170)
7.3 冶金废渣的处理利用	(173)
7.3.1 高炉水淬渣的处理利用	(173)
7.3.2 钢渣的处理利用	(174)
7.3.3 铜渣的处理利用	(180)
7.4 化工废渣的处理利用	(183)
7.4.1 硫铁矿烧渣的处理利用	(183)
7.4.2 铬渣的处理利用	(189)
7.4.3 碱渣的处理利用	(193)
7.4.4 化学石膏的处理利用	(196)
7.4.5 废催化剂的处理利用	(199)
7.5 城镇垃圾的处理利用	(203)
7.5.1 城镇垃圾的物质组成	(203)
7.5.2 城镇垃圾的处理	(204)
7.5.3 城镇垃圾的回收利用	(207)
7.6 农业固体废物的处理利用	(233)
7.6.1 农作物秸秆的处理利用	(233)
7.6.2 食品固体废物的处理利用	(245)
复习思考题	(249)
8 固体废物处置技术	(251)
8.1 固体废物处置工程概述	(251)
8.2 固体废物的陆地处置	(253)
8.2.1 土地填埋处置	(253)
8.2.2 深井灌注处置	(272)
8.2.3 土地耕作处置	(275)
8.2.4 浅地层埋藏处置	(278)
8.3 固体废物的海洋处置	(281)

8.3.1	海洋倾倒处置	(282)
8.3.2	远洋焚烧处置	(282)
8.4	污泥的处理与处置	(283)
8.4.1	污泥的分类与性质	(284)
8.4.2	污泥的脱水与干燥	(285)
8.4.3	污泥的处理利用	(290)
8.4.4	污泥的处置	(299)
8.5	危险废物的处理与处置	(299)
8.5.1	危险废物的特性及鉴别	(299)
8.5.2	危险废物的处理	(301)
8.5.3	危险废物的处置	(305)
8.6	放射性废物的处理与处置	(307)
8.6.1	放射性的基本概念	(307)
8.6.2	放射性废物的来源及分类	(308)
8.6.3	放射性废物的危害及污染特点	(310)
8.6.4	放射性废物的处理利用	(311)
8.6.5	放射性废物的处置	(316)
	复习思考题	(317)
9	实验	(319)
9.1	固体废物的粉碎筛分实验	(319)
9.1.1	实验目的	(319)
9.1.2	实验原理	(319)
9.1.3	实验设备和材料	(319)
9.1.4	实验步骤	(319)
9.1.5	数据记录及计算	(320)
9.1.6	注意事项	(320)
9.1.7	思考题	(320)
9.2	垃圾的热值测定	(320)
9.2.1	实验目的	(320)
9.2.2	实验原理	(320)
9.2.3	实验设备和材料	(321)
9.2.4	实验步骤	(321)
9.2.5	数据记录及处理	(321)
9.2.6	注意事项	(321)
9.2.7	思考题	(321)

9.3 废塑料的热解实验	(322)
9.3.1 实验目的	(322)
9.3.2 实验原理	(322)
9.3.3 实验设备和材料	(322)
9.3.4 实验步骤	(323)
9.3.5 数据记录及处理	(323)
9.3.6 注意事项	(323)
9.3.7 思考题	(323)
9.4 有害废物的固化处理和毒性浸出实验	(324)
9.4.1 实验目的	(324)
9.4.2 实验原理	(324)
9.4.3 实验设备和材料	(324)
9.4.4 实验步骤	(325)
9.4.5 数据记录及处理	(326)
9.4.6 注意事项	(327)
9.4.7 思考题	(327)
附录	(328)
参考文献	(331)

1 概 论

本章提要

本章系统简要地介绍了固体废物及其处理工程和管理等方面的概念,包括固体废物的来源与分类、污染危害及控制措施,固体废物的物相组成和显微组织结构研究方法、处理利用和处置方法,我国固体废物管理体系及相关技术、经济政策和法律法规等。通过本章学习,要求重点掌握固体废物的概念、污染危害及控制措施,我国固体废物管理体系及相关技术、经济政策等内容。

1.1 固体废物的概念

在人类生存空间中固体废物随处可见,人们所共知的有生活垃圾、废纸、废旧塑料、废旧玻璃、陶瓷器皿等固态物质。但是,许多国家把污泥、人畜粪便等半固态物质和废酸、废碱、废油、废有机溶剂等液态物质也列入固体废物。可见人们对固体废物的理解并不完全一致。目前,固体废物的定义尚无学术上统一的确切界定。从环境保护角度考虑,我国于1995年颁布的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(简称《固废法》)给出了法律定义:固体废物是指生产建设、日常生活和其他活动中产生的污染环境的固态、半固态废弃物质。如矿业废物、工业废渣、城市生活垃圾、农业废物等。另外,我国现行的固体废物管理体系还把具有较大危害性的不能排入水体的液态废物和不能排入大气而置于密闭容器中的气态废物也归入固体废物,如废油、废酸、废氯氟烃等。人们通常将各类生产活动中产生的固体废物称为废渣,各类生活活动中产生的废物称为垃圾。

固体废物的概念随着时间和空间的变迁而具有相对性或二重性。从时间上

看,在当时科学技术和经济条件下的实际生产和生活活动中,人们往往只利用了原料、商品或消费品中所需的部分或只利用了一段时间,而将暂时无法利用或失效的部分物质丢弃。由于原材料性质、工艺技术水平和使用目的不同,被丢弃的物质是多种的,仍含有许多有用组分。随着科学技术的进步和一次性资源日益枯竭,今天被丢弃的物质势必又将成为明天的资源。从空间上看,废弃物仅仅相对于某一过程或某一方面没有使用价值,并非在一切过程或一切方面都没有使用价值,经过一定的技术加工处理,某一过程的废弃物有可能成为另一过程的原料,某一地点的废弃物有可能在另一地点发挥作用。例如,高炉渣过去被作为冶金废弃物,现在却成了重要的建材原料,用于生产水泥、矿棉、微晶玻璃等;粉煤灰过去被作为电厂的废弃物,现在已用于生产水泥、砖、加气混凝土等硅酸盐制品,成了不废之物。因此,固体废物又有“放错地方的资源”之称。

固体废物的产生有其必然性。在具体的生产和生活活动中,由于人们在索取和利用自然资源时受到实际需要和技术条件的限制,总要将其中的一部分作为废物丢弃。另外,任何一种产品都有一定的使用寿命,超过一定期限,就会成为废物。随着人类社会文明的进步、科学技术和生产力的迅速发展、人民生活水平的不断提高,固体废物的种类及其产生量日益剧增,固体废物污染问题日趋严重。据有关资料统计,目前,全世界每年产生工业固体废物约 21 亿吨,危险废物约 3.4 亿吨。其中,美国约 4 亿吨,日本约 3 亿吨。一些发达国家工业固体废物的排放量每年平均增长 2%~4%,放射性废物的产生量也在逐年增加。全世界城市垃圾的增长也十分迅速,发达国家增长率为 3.2%~4.5%,发展中国家增长率为 2%~3%。全球年产垃圾超过 100 亿吨,其中美国约 30 亿吨。

随着工业化的迅速发展和人民生活水平的不断提高,我国每年产生的固体废物数量也不断增加,且种类繁多、成分及性质复杂。据不完全统计,我国每年工业废渣产量达 6 亿多吨,其中危险废物约占 5%。我国工业废渣二次资源化利用率约为 40%,大部分仍处于简单堆放、任意排放的状况,历年累计堆积量已近 60 亿吨,占用了大量土地。近年来,我国城市垃圾产生量也有较快增长,年增长率在 9%以上,全国每年垃圾产生量约为 1.42 亿吨,由于处置设施严重不足,目前已有 2/3 的城市陷入垃圾包围之中。据统计,早在 2000 年我国城市垃圾产生量已达 1.5 亿吨,占地达 6 万公顷。

在当今的社会里,人们享受着现代化带来的物质文明的同时,每年要消耗大量的自然资源,排放出数百亿吨的各种废弃物质,堆放到地球上,不仅占用大量土地,而且严重地污染了环境,破坏了生态平衡,对人类的生存空间和环境造成了巨大威胁,同时,因资源无节制地消耗而造成资源短缺的状态也日趋严重。早在 20 世纪初期,人们就已认识到工业化社会的发展势必导致进一步的资源危机和环境恶化。固体废物的污染问题也成为人们普遍关注的问题之一。特别是

20 世纪下半叶,发达国家迫于资源危机和环境恶化的巨大压力,认识到固体废物污染防治和资源化利用的紧迫性及其对社会可持续发展的重要性,从而开展了对固体废物回收利用的研究,使固体废物资源化利用发展到一个新阶段。固体废物处理工程就是在这种开发回收利用废旧物质的基础上建立并发展起来的一门新型工程学科,它包含了固体废物的管理、处理利用和处置等方面的工程技术,并引入了材料科学技术、化学工程和生物工程等学科的理论与技术,已成为环境科学和环境工程学的重要组成部分。

1.2 固体废物的来源与分类

固体废物来源广泛,种类繁多,组分复杂,分类方法亦有多种。按其化学成分可分为有机废物和无机废物;按其危害性可分为一般固体废物和危险固体废物;按其形态可分为固体(块状、粒状、粉状)废物和泥状(污泥)废物。为了便于管理,通常按其来源分类,在我国的《固废法》中将固体废物分为城市生活垃圾、工业固体废物和危险废物三大类。考虑到我国是农业大国,而且目前我国农业废弃物的数量已超过工业废物,对环境的污染越来越严重,有必要把它单独列出。因此,本教程将固体废物分为城镇生活垃圾、工业固体废物、农业固体废物和危险废物等四大类,它们的来源及其主要物质组成列于表 1.1。其中,危险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。危险特性通常包括急性毒性、易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性和急病传染性等。根据这些性质,各国均制定了相应的鉴别标准和危险废物名录。我国于 1998 年制定并颁布了《国家危险废物名录》和《危险废物鉴别标准》。

表 1.1 固体废物的分类、来源和主要组成物

分类	来 源	主 要 组 成 物
城 镇 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、杂品、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,以及类似居民生活栏内的各种废物
	市政维护与管理	指市政设施维护和管理过程中产生的废弃物。如碎砖瓦、树叶、死禽死畜、金属、锅炉灰渣、污泥、脏土等

续表 1.1

分类	来源	主要组成物
工业固体废物	矿业	指矿山开采、选矿、矿物加工利用过程中产生的废物。如废矿石、煤矸石、尾矿、金属、废木、建筑废渣等
	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
	石油与化学工业	指石油炼制及其产品加工、化学工业产生的废弃物。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、碎木、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、电视和电扇等
	建筑工业	指建筑施工、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、建筑废渣等
农业固体废物	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
	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、烂菜、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
危险废物	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
	核工业、化学工业、医疗单位、科研单位等	主要指核工业、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、制药厂药渣、废弃农药、炸药、废油等

1.3 固体废物的污染危害及控制

1.3.1 固体废物的污染特点

废水、废气在环境空间中的迁移和扩散能力强、速度快，可以直接污染环境，污染效果显现快，生物体感知快，人们可以适时地采取防治措施。固体废物的污染具有明显不同于废水、废气的污染特点：① 固体废物是各种污染物的终态，特

别是从污染控制设施中排出的固体废物浓集了许多有毒有害物质,人们却往往对这类污染物产生一种稳定、呆滞、污染慢的错觉,放松对它们的防治。② 在自然条件下,固体废物中的一些有毒有害组分会转移到大气、水体和土壤中,参与生态系统的物质循环,对生物体具有潜在的、长期的危害性。③ 固体废物污染的上述两个特点,决定了其从产生到运输、处理利用、处置的每一个过程都必须严格控制,使其不危害人类环境,即具有全过程管理的特点。因此,对固体废物,特别是对含有有毒有害物质的固体废物处理不当时,其中的有毒有害组分会通过各种途径潜在、持久地危害人体健康。

根据固体废物的物质成分特点,可将其污染途径分为化学物质型和病原体型两种。工业固体废物的化学成分,特别是重金属和有机污染物会造成化学物质型污染;人畜粪便和生活垃圾是各种病原微生物的孳生地 and 繁殖场,会造成病原体型污染。固体废物的污染途径如图 1.1 所示。

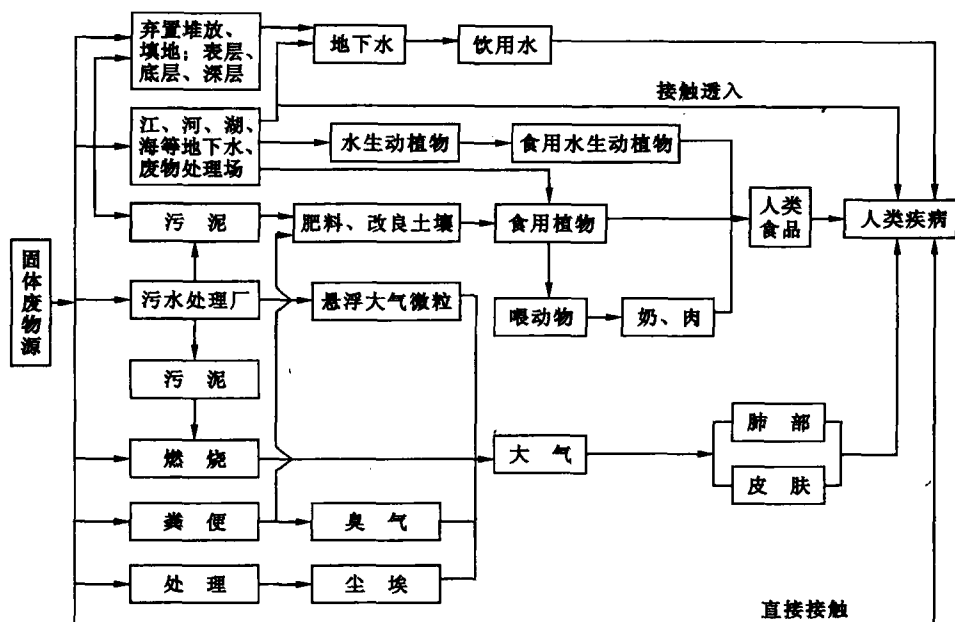


图 1.1 固体废物的污染途径

1.3.2 固体废物的污染危害

固体废物对人类环境的危害,主要表现在以下六个方面。

1. 侵占土地

固体废物不加利用而堆放需占用土地,堆积量越大,占地越多。据估算,每堆积 1 万吨废物,约占地 1 亩(约为 666.67 m^2)。截至 1994 年,我国仅工矿业固