



教育部高职高专规划教材

固体废物处理与处置

▶ 庄伟强 尤 峥 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

固体废物处理与处置

庄伟强 尤 峥 主编

 化学工业出版社
教材出版中心
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

固体废物处理与处置/庄伟强, 尤峥主编. —北京:
化学工业出版社, 2004. 2
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-3071-1

I. 固… II. ①庄… ②尤… III. ①固体废物-废物
处理-高等学校: 技术学校-教材 ②固体废物-废物
综合利用-高等学校: 技术学院-教材 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 001923 号

教育部高职高专规划教材

固体废物处理与处置

庄伟强 尤 峥 主编

责任编辑: 王文峡

文字编辑: 刘莉珺

责任校对: 陈 静 靳 荣

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社
出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

http: //www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14 字数 338 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3071-1/G · 794

定 价: 23.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

高职高专环境教材 编审委员会

顾 问

刘大银

主任委员

沈永祥

副主任委员

李居参 许 宁 王文选 王红云

委 员

(按姓氏汉语拼音排序)

白京生	陈 宏	冯素琴	傅梅绮	付 伟
顾 玲	郭 正	何际泽	何 洁	扈 畅
胡伟光	蒋 辉	金万祥	冷士良	李党生
李东升	李广超	李 弘	李洪涛	李居参
李旭辉	李耀中	李志富	牟晓红	司 颐
宋鸿筠	苏 炜	孙乃有	田子贵	王爱民
王春莲	王红云	王金梅	王文选	王小宝
王小平	王英健	魏振枢	吴国旭	徐忠娟
许 宁	薛叙明	杨保华	杨永红	杨永杰
尤 峥	于淑萍	于宗保	袁秋生	岳钦艳
张柏钦	张洪流	张慧利	张云新	赵连俊
智恒平	周凤霞	朱惠斌	朱延美	庄伟强

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特性和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言



环境、资源、人口问题已被国际社会公认为是影响 21 世纪可持续发展的三大关键问题。随着经济的高速发展,污染物的排放量迅速增加,环境污染已成为制约中国经济进一步发展的重大因素。作为四大污染源之一的固体废物和废气、废水、噪声一样,是造成目前环境污染的重要原因之一。由于中国在固体废物治理方面技术较落后,因此,固体废物污染的防治工作面临严峻的形势。为此,为满足经济发展对环境保护方面高等职业技术教育人才的要求,2002 年春,在全国高职高专环境类专业规划教材编审委员会的支持下,化学工业出版社开始组织新一轮教材的编审工作,《固体废物处理与处置》为本套教材之一。本教材充分考虑高等职业教育对教材的要求,以学生为本,注重对专业素质和能力的培养。在保证专业教学内容科学合理的基础上,结合社会对环境类专业的要求,突出了技术传授和能力培养,充分体现“高等教育”和“职业教育”的双重性,突出工程应用能力和技能的培养,同时在基础知识及文化素质等方面体现高等教育的特点。

本书在编写过程中,主要遵循了以下四个原则。一是体现高等职业教育特色,突出能力的培养。编制时重点介绍固体废物处理与处置的基本概念、原理和方法,特别考虑了加入工程实例、技能训练的教学,通过现场教学、电化教学、课堂讨论和练习等教学方式,强化理论与技术相结合,理论与实际相结合,提高学生分析、解决实际问题的能力;每章结尾编写复习思考题,发挥学生主体作用,培养学生独立思考 and 自学的能力。二是突出教材内容的新颖性、实用性和系统性。取材尽力介绍固体废物处理较成熟的工艺和先进的技术及设备,特别是突出了固体废物处理过程中物质再循环的指导思想,并充分体现可持续发展、清洁生产、绿色技术等新的环保概念,使教材内容上具有较好的新颖性;取材参阅了国家环保局组织编写的固体废物卷中《钢铁工业固体废物治理》、《化学工业固体废物治理》等资料,引用并突出了各种典型工业固废的应用开发实例,使教材具有很强的实用性;编写时注意到了内容的完整性和知识的系统性,以便于学生学习,并为其日后应用打下坚实的基础。三是加强教材的政策性和环保法规教学。本教材把中国保护环境、治理固体废物的政策放在重要位置。本教材摘录了中华人民共和国固体废物污染环境防治法相关内容,教材内容上突出了固体废物、工业固体废物、城市垃圾、处置、减量化、资源化、无害化等的法律上的概念,加强了学生环保法规常识教学。四是符合教学大纲要求,跨行业、宽口径。编写时,认真研究了本专业教学大纲,使教材内容完全符合教学大纲的要求。根据教学大纲要求,本教材内容涵盖矿业、工业、农业、城市垃圾及其他固体废物的处理,拓宽了学生的知识面。

本书为环境类及相关专业的高职高专教材，也可供环境类专业培训及供从事环境保护工作的技术人员参考。由于各地的固体废物治理情况不同，因此，选用者在使用本教材时可按各自要求予以增删。

本书第1、7章由庄伟强编写，第4、8章由尤峥编写，第5、6章由于淑萍编写，第2、3章由朱惠斌编写，全书由庄伟强统稿。岳钦艳教授主审。参加审稿的还有刘大银、沈永祥、许宁、律国辉、李耀中、李广超、金万祥、冷士良、顾玲、杨永杰、吴国旭、魏振枢、李靖靖、杨永红、王红云等。

本书的出版得到了化学工业出版社及全国高职高专环境教材编审委员会的支持和指导。特别是泰山医学院的领导从多方面给予支持、帮助。借此机会一并向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中错误及不妥之处定将不少，敬请同行和读者批评指正。

编者

2004年1月

目 录

1 绪 论

1.1 固体废物的概念与分类	1
1.1.1 固体废物的概念	1
1.1.2 固体废物的来源与分类	2
1.2 固体废物的国内外现状	3
1.3 固体废物的污染及其控制	3
1.3.1 固体废物的污染途径	3
1.3.2 固体废物污染危害	4
1.3.3 固体废物污染控制	5
1.4 固体废物的管理与技术政策	6
1.4.1 固体废物管理现状	6
1.4.2 固体废物管理内容	7
1.4.3 控制固体废物污染的技术政策	7
1.4.4 巴塞尔公约	9
复习思考题	9

2 固体废物的收集、运输与压实

2.1 固体废物的收集	10
2.1.1 收集原则	10
2.1.2 收集方法	10
2.1.3 固体废物的标记	11
2.2 固体废物的运输	11
2.2.1 包装容器的选择	12
2.2.2 运输方式	12
2.2.3 运输管理	12
2.3 城市垃圾的收集与运输	13
2.3.1 收集方式	13
2.3.2 收集系统	15
2.3.3 收集路线设计	20
2.4 固体废物的压实	21
2.4.1 压实的原理和目的	21
2.4.2 压实设备	22

2.4.3	压实流程	23
2.4.4	压实器的选择	23
	复习思考题	24

3 固体废物的预处理

3.1	固体废物的破碎	25
3.1.1	破碎的原理和目的	25
3.1.2	破碎的方法	25
3.1.3	破碎设备	26
3.1.4	低温破碎	29
3.1.5	湿式破碎	29
3.1.6	半湿式选择性破碎分选	30
3.2	固体废物的分选	31
3.2.1	筛分	31
3.2.2	重力分选	33
3.2.3	磁力分选	35
3.2.4	电力分选	37
3.2.5	浮选	38
3.2.6	分选回收技术实例	39
	复习思考题	41

4 固体废物的固化与稳定化

4.1	概述	42
4.1.1	固化与稳定化的目的	42
4.1.2	固化与稳定化的定义和方法	42
4.1.3	固化与稳定化处理的基本要求	43
4.1.4	固化与稳定化技术的适用性	44
4.2	固化与稳定化技术综述	44
4.2.1	水泥固化技术	44
4.2.2	石灰固化技术	47
4.2.3	塑性材料固化法	47
4.2.4	熔融固化技术	49
4.2.5	自胶结固化技术	51
4.3	化学稳定化处理技术	52
4.3.1	pH 值控制技术	52
4.3.2	氧化/还原电势控制技术	52
4.3.3	沉淀技术	52
4.3.4	吸附技术	54
4.3.5	离子交换技术	54

4.3.6	重金属废物药剂稳定化技术的重要应用	54
4.4	固化与稳定化产物性能的评价方法	55
4.4.1	概述	55
4.4.2	典型的浸出试验方法简介	55
4.4.3	固化与稳定化废物的暂行测试程序	58
	复习思考题	58

5 固体废物的焚烧和热解

5.1	固体废物的焚烧	60
5.1.1	焚烧处理的目的	60
5.1.2	固体废物的热值	60
5.1.3	固体废物的燃烧过程及动力学	61
5.1.4	固体废物的焚烧系统	62
5.1.5	焚烧设备	65
5.1.6	焚烧能源的回收利用	67
5.1.7	焚烧过程污染物的产生与防治	68
5.2	固体废物的热解	69
5.2.1	热解的原理和特点	69
5.2.2	热解的主要影响因素	70
5.2.3	热解工艺与设备	70
5.2.4	热解处理实例	73

6 固体废物的微生物分解

6.1	概述	75
6.1.1	微生物在环境物质中的循环作用	75
6.1.2	可降解的固体有机废物及其微生物群落	76
6.2	好氧堆肥	77
6.2.1	好氧堆肥原理	77
6.2.2	堆肥过程参数	78
6.2.3	堆肥的工艺过程	80
6.2.4	堆肥的方法	80
6.3	厌氧发酵	82
6.3.1	厌氧发酵的原理	82
6.3.2	厌氧发酵的影响因素	83
6.3.3	厌氧发酵工艺	83
6.3.4	厌氧发酵设备	84
6.3.5	城市粪便的厌氧发酵处理实例	85
6.4	污泥的处理	86

6.4.1	概述	86
6.4.2	污泥的浓缩	87
6.4.3	污泥的消化	88
6.4.4	污泥的调理	90
6.4.5	污泥的脱水	90

7 固体废物的资源化与综合利用

7.1	资源化概述	93
7.1.1	资源化的概念	93
7.1.2	资源化的国内外现状	93
7.1.3	资源化的原则	94
7.1.4	资源化的基本途径	94
7.1.5	资源化系统	95
7.2	工业固体废物的综合利用	96
7.2.1	高炉渣的综合利用	96
7.2.2	钢渣的综合利用	102
7.2.3	粉煤灰的综合利用	108
7.2.4	硫铁矿烧渣的综合利用	118
7.2.5	铬渣的综合利用	125
7.2.6	碱渣的综合利用	129
7.2.7	废石膏的综合利用	132
7.2.8	废催化剂的综合利用	134
7.3	矿业固体废物的综合利用	135
7.3.1	概述	135
7.3.2	煤矸石的综合利用	135
7.4	城市垃圾的综合利用	142
7.4.1	城市垃圾的组成	142
7.4.2	城市垃圾的处理	143
7.4.3	城市垃圾的回收利用	145
7.4.4	废电池的回收与综合利用	146
7.4.5	电子废物的回收利用	153
7.4.6	医疗废物及其处置技术	158
7.5	农业固体废物的综合利用	161
7.5.1	堆肥	161
7.5.2	生产沼气	163
7.6	其他固体废物的综合利用	164
7.6.1	污泥的综合利用	164
7.6.2	放射性固体废物的综合利用	166
	复习思考题	167

8.1 概述	169
8.1.1 固体废物的处置类型	169
8.1.2 固体废物处置的基本原则	170
8.2 固体废物的土地填埋处置技术	170
8.2.1 土地填埋处置的分类	171
8.2.2 填埋场的类型与基本构造	171
8.2.3 填埋方式	172
8.2.4 土地填埋过程及管理	174
8.2.5 渗透液的产生及控制	178
8.2.6 填埋气体的产生与控制	180
8.2.7 填埋场衬层系统	187
8.2.8 填埋场表面密封	193
8.3 固体废物其他处置方法	196
8.3.1 土地耕作法	196
8.3.2 深井灌注法	197
8.3.3 海洋处置法	197
8.4 危险废物与放射性废物的处置	198
8.4.1 危险废物的处置技术	198
8.4.2 放射性固体废物的处置简介	200
复习思考题	202
附 录	203
附录一 中华人民共和国固体废物污染环境防治法 (摘录)	203
附录二 固体废物污染控制标准	205
附录三 固体废物产生源及可能产生的废物提示表	207
附录四 主要工业行业固体废物排放系数参照表	208
参考文献	211

1.1 固体废物的概念与分类

1.1.1 固体废物的概念

按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的规定，固体废物是指在生产建设、日常生活和其他活动中产生的污染环境的固态、半固态物质。这里所说的生产建设，不是具体的某个建设工程项目的建设，而是指国民经济建设而言的生产及建设活动，是一个大范围的概念，包括工厂、矿山、建筑、交通运输、邮电等各业的生产和建设活动；这里所说的日常生活是指人们居家过日子，吃住行等活动，亦包括为保障人们居家生活提供各种社会服务及保障的活动；这里所说的其他活动，主要是指商业活动及医院、科研单位、大专院校等非生产性的，又不属于日常生活活动范畴的正常活动。

固体废物是相对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。另外，由于各种产品本身具有使用寿命，超过了寿命期限，也会成为废物。因此，固体废物的概念具有时间性和空间性，一种过程的废物随着时空条件的变化，往往可以成为另一种过程的原料，所以废物又有“放在错误地点的原料”之称。

固体废物处理就是通过物理处理、化学处理、生物处理、焚烧处理、热解处理、固化处理等不同方法，使固体废物转化为适于运输、贮存、资源化利用以及最终处置的一种过程。物理处理是通过浓缩或相变化改变固体废物的结构，使之便于运输、贮存、处理或处置。其方法包括压实、破碎、分选和脱水等。化学处理是采用化学方法使固体废物中的有害成分发生转化达无害化。其方法包括氧化、还原、中和等。生物处理是利用微生物的作用使固体废物中的有机物降解使其达到无害化或综合利用。其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物中的有机物在高温下裂解获取轻质燃料。如废塑料、废橡胶的热解。固化处理就是采用一种固化基材，将固体废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。固化处理主要用于放射性固体废物的处理。

处置是将固体废物焚烧和用其他改变固体废物的物理、化学、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、减少或者清除其危险成分的活动，或者将固体废物最终置于符合环境保护规定要求的场所或者设施并不再回取的活动。从处置的定义可以看出固体废物的处置实际包括处理和处置两部分。经过处理后的固体废物可大大地降低废物的数量，回收了其中贮存的能源及有用的物质，同时也缓解了废物对环境污染造成的压力即实现了固体废物的资源化、减量化，而要根本实现其无害化则需要对采用当前技术尚不能处理的有害废物进行妥善的安置，使其存在不影响人类的生存活动。

1.1.2 固体废物的来源与分类

固体废物的来源大体上可分为两类：一类是生产过程中所产生的废物（不包括废水和废气），称为生产废物；另一类是在产品进入市场后在流动过程中或使用消费后产生的固体废物，称生活废物。人们在资源开发和产品制造过程中，必然产生废物，任何产品经过使用和消费后也会变成废物。

固体废物来源广泛，种类繁多，组成复杂。从不同的角度出发，可进行不同的分类。按其化学组成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性固体废物；按其形状可分为固体废物（粉状、粒状、块状）和泥状废物（污泥）；通常按其来源的不同分为矿业废物、工业废物、城市垃圾、农业废物和放射性废物五类。表 1-1 列出了各类发生源产生的主要固体废物。

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
矿业废物	矿山、选冶	废矿石、尾矿、金属、废木、砖瓦灰石等
工业废物	冶金、交通、机械、金属结构等	金属、矿渣、砂石、模型、芯、陶瓷、边角料、涂料、管道、绝热和绝缘材料、胶黏剂、废木、塑料、橡胶、烟尘等
	煤炭	矿石、木料、金属
	食品加工	肉类、谷类、果类、蔬菜、烟草
	橡胶、皮革、塑料等	橡胶、皮革、塑料、布、纤维、燃料、金属等
	造纸、木材、印刷等	刨花、锯末、碎木、化学药剂、金属填料、塑料、木质素
	石油、化工	化学药剂、金属、塑料、橡胶、陶瓷、沥青、油毡、石棉、涂料
	电器、仪器、仪表等	金属、玻璃、木材、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料
	纺织服装业	布头、纤维、橡胶、塑料、金属
	建筑材料	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、纸、纤维
	电力	炉渣、粉煤灰、烟尘
城市垃圾	居民生活	食物垃圾、纸屑、布料、木料、庭院植物修剪、金属、玻璃、塑料、陶瓷、燃料灰渣、碎砖瓦、废器具、粪便、杂品
	商业、机关	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、管理部门	碎砖瓦、树叶、死禽畜、金属锅炉、灰渣、污泥、脏土等
农业废物	农林	稻草、秸秆、蔬菜、水果、果树枝条、糠秕、落叶、废塑料、人畜粪便、禽类、农药
	水产	腥臭死禽畜、腐烂鱼虾贝壳、水产加工污水、污泥
放射性废物	核工业、核电站、放射性医疗单位、科研单位	金属、含放射性废渣、粉尘、污泥、器具、劳保用品、建筑材料

工业固体废物是指来自各工业生产部门的生产和加工过程及流通中所产生的废渣、粉尘、废屑、污泥等。例如，冶金工业中的高炉渣、钢渣、铁合金渣、铜渣、锌渣、铅渣、镍渣、铬渣、汞渣等；电力工业中的粉煤灰、炉渣、烟道灰；石油工业中的油泥、焦油、页岩渣；化学工业中产生的硫铁矿烧渣、铬渣、碱渣、电石渣、磷石膏等；食品工业排弃的谷屑、下脚料、渣滓；其他工业产生的碎屑、边角料等。矿业固体废物主要指来自矿业开采和矿石洗选过程中所产生的废物，主要包括煤矸石、采矿废石和尾矿。城市垃圾是指在城市日常生活中或者为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律、行政法规规定视为城市垃圾的固体废物，如生活垃圾、建筑垃圾、废纸、废家具、废塑料等。农业固体废物主要指农林生产和禽畜饲养过程所产生的废物，包括植物秸秆、人和牲畜的粪便等。放射性固体废物包括核燃料生产、加工产生的废物以及同位素应用、核研究机构、医疗单位、放射性废物处理设施产生的废物，如尾矿、污染的废旧设备、仪器、防护用品、废树脂等。

1.2 固体废物的国内外现状

全世界固体废物的排放量十分惊人。目前，一些工业化国家的工业固体废物排放量，每年平均以2%~4%的速度增长。据有关资料统计，全世界工业每年产生约21亿吨固体废物和3.4亿吨危险废物，其中美国大约4亿吨，日本约3亿吨。其中放射性废物的产生量亦在逐年上升。

近年来，随着工业化国家的城市化和居民消费水平的提高，城市垃圾的增长也十分迅速。发达国家垃圾增长率为3.2%~4.5%，发展中国家为2%~3%。美国1970~1978年因经济萧条，垃圾增长不快，仅为2%，1978年后，随着经济复苏，增长率达4%以上，目前达到5%。欧盟国家垃圾平均增长率为3%，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%。全球年产垃圾超过100亿吨，其中美国达30亿吨，日本最近10年平均每日垃圾抛弃量增加一倍，英国城市垃圾量15年增加了一倍。

随着工业化的迅速发展以及人民生活水平的不断提高，中国每年生产的固体废物数量巨大、种类繁多、性质复杂。据不完全统计，中国每年工业固体废物产量达6亿多吨，其中危险废物约占5%，历年累计堆积量已近60亿吨，占用了大量农田。目前全国每年产生的工业固体废物除约40%利用外，大部分仍处于简单堆放，任意排放的状况。表1-2为中国工业固体废物排出量粗略统计。

表 1-2 中国工业固体废物排出量粗略统计

年 份	1985 年	1988 年	1989 年	1990 年	1995 年	2000 年
产生量/亿吨	4.615	5.613	5.717	5.8	6.142	6.935

中国城市垃圾的产生量近几年增长也较快。垃圾增长率每年约按9%以上的速度增长，全国每年垃圾产生量达1.42亿吨。由于处置设施严重不足，目前已有2/3的城市陷入垃圾的包围之中。据统计，2000年中国城市垃圾的产生量达到1.5亿吨，占地达6万公顷。

1.3 固体废物的污染及其控制

1.3.1 固体废物的污染途径

固体废物的污染不同于水、大气，水、大气污染可以直接污染环境，而固体废物是各种

污染物的终态，浓缩了许多污染物成分，人们容易产生一种固体废物稳定、污染慢的错觉，但在自然条件影响下，固体废物中的部分有害成分可以通过水、大气、土壤等途径进入环境，给人类造成潜在的、长期的危害。因而，在固体废物处理处置不当时，会通过不同的途径危害人体健康。例如，工矿业固体废物所含化学成分能形成化学物质型污染，人畜粪便和生活垃圾是各种病原微生物的孳生地，能形成病原体型污染。其传播疾病途径如图 1-1 所示。

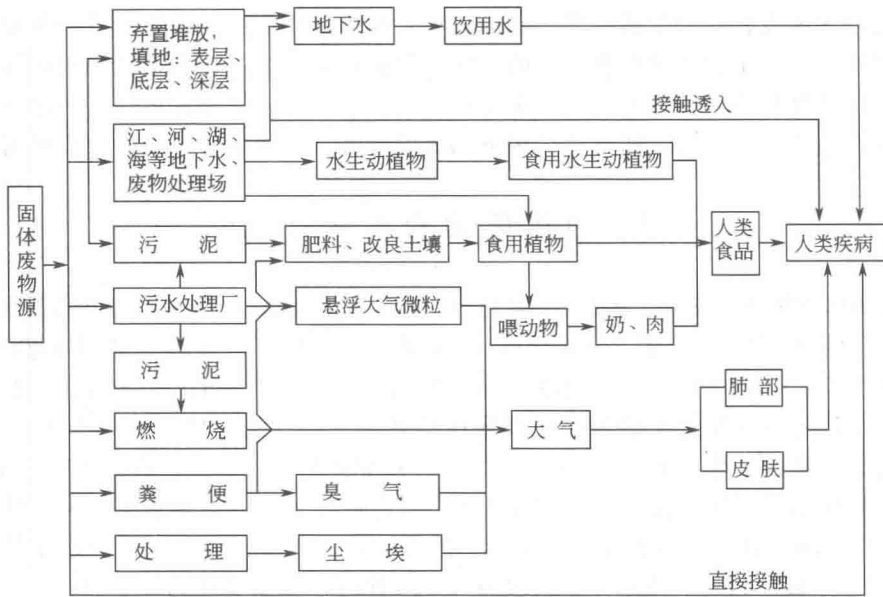


图 1-1 固体废物传播疾病的途径

1.3.2 固体废物污染危害

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

固体废物不加利用时，需占地堆放。堆积量越大，占地也越多。据估算，每堆积 1 万吨废物，约占地 1 亩^①。截止 1994 年，中国仅工矿业废渣、煤矸石、尾矿堆积量就达 66 亿多吨，占地 90 多万亩。

中国许多城市利用市郊堆存城市垃圾，也侵占了大量农田，同时，大量废物的排放和堆积，将严重地破坏地貌、植被和自然景观。根据北京市高空远红外探测的结果显示，北京市区几乎被环状的垃圾群所包围。

(2) 污染土壤

废物堆放或没有适当的防渗措施的垃圾填埋，其中的有害成分很容易经过风化雨淋地表径流的侵蚀渗入土壤之中。土壤是许多细菌、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。由于有害成分进入土壤，能杀灭土壤中的微生物，使土壤丧失腐解能力，导致草木不生。例如，在

① 1 亩 \approx 0.067 hm² \approx 67 m²，全书同。

20世纪80年代,中国内蒙古包头市的某尾矿堆积如山,造成坝下游的大片土地被污染,使一个乡的居民被迫搬迁。

20世纪70年代,美国在密苏里州,曾把混有四氯二苯-对二噁英(2,3,7,8-TCDD)的废渣铺设路面,造成严重污染。土壤中TCDD含量达 3×10^{-7} ,污染深度达60cm,致使牲畜大批死亡,居民备受许多种疾病折磨。最后,美国政府花3300万美元买下了该镇的全部地产,还赔偿了居民搬迁等的一切损失。

(3) 污染水体

固体废物随天然降水和地表径流进入江河湖泊,或随风飘迁落入水体使地面水污染;随沥水进入土壤则使地下水污染;直接排入河流、湖泊或海洋,又能造成更大的水体污染。

美国的Love Canal事件是典型的固体废物污染水体事件。1930~1953年期间,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多吨桶装有害固体废物,1953年用土填平。1978年大雨和融化的雪水造成有害固体废物外溢,并陆续发现该地区井水变臭,婴儿畸形,居民得怪异疾病,大气中有害物质浓度超标500多倍,测出有毒物质82种,其中11种能致癌,其中包括剧毒的二噁英。1978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

固体废物一般通过如下途径污染大气:一些有机固体废物在适宜的温度和湿度下被微生物分解,释放出有毒气体;以细粒状存在的废渣和垃圾,在大风吹动下会随风飘逸,扩散到很远的地方,造成大气的粉尘污染;固体废物在运输和处理过程中,产生有害气体和粉尘。

煤矸石自燃会散发出大量的 SO_2 、 CO_2 、 NH_3 等气体,造成严重的大气污染。陕西铜川市由于煤矸石自燃产生的 SO_2 量每天达37t。

采用焚烧法处理固体废物,也会污染大气。据报道,美国约有2/3固体废物焚烧炉由于缺乏空气净化装置而污染大气。有的露天焚烧炉排出的粉尘在接近地面处的浓度达到 0.56 g/m^3 。据统计,美国大气污染物中有42%来自固体废物处理装置。

(5) 影响环境卫生

中国工业固体废物的综合利用率很低。据中国300个城市统计,城市垃圾的清运量仅占产量的40%~50%,无害化处理率平均只有1.6%,50%以上的垃圾堆存在城市的一些死角,98%以上的垃圾、粪便未经无害化处理进入环境,严重影响人们的居住环境的卫生状况,导致传染病菌繁殖,对人们的健康构成潜在的威胁。

(6) 其他危害

某些特殊的有害固体废物排放,除以上各种危害外,还可能造成燃烧、爆炸、接触中毒、严重腐蚀等特殊损害。

1.3.3 固体废物污染控制

固体废物污染控制需从两方面考虑:一是防治固体废物污染;二是综合利用废物资源。主要控制措施如下。

(1) 改革生产工艺

① 采用清洁生产 生产工艺落后是产生固体废物的主要原因,因而首先应当结合技术改造,从改革工艺着手,采用无废或少废的清洁生产技术,从发生源消除或减少污染物的产生。例如,传统的苯胺生产工艺是采用铁粉还原法,该法生产过程产生大量硝基苯、苯胺的