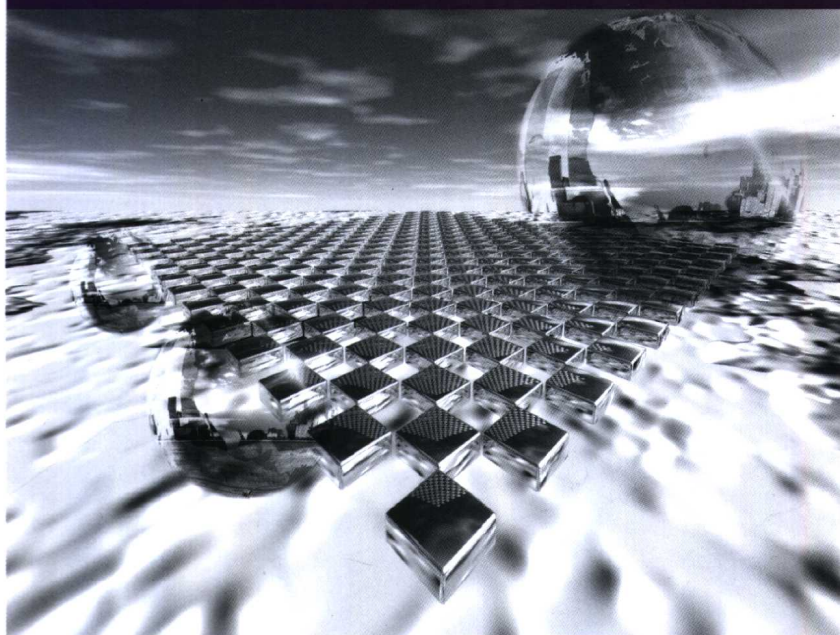


固体废物处理与资源化丛书

生活垃圾 卫生填埋技术

赵由才 龙燕 张华 主编



Chemical Industry Press

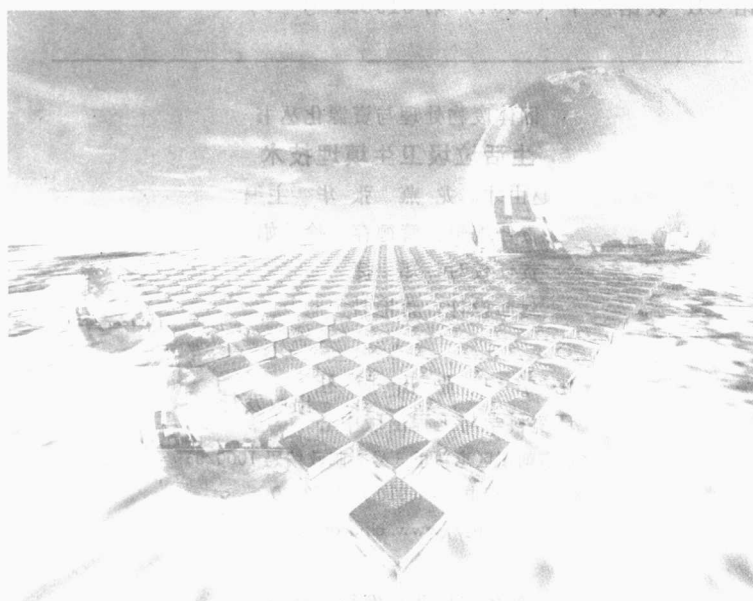


化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

固体废物处理与资源化丛书 (京)

生活垃圾 卫生填埋技术

赵由才 龙燕 张华 主编



2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

ISBN 7-5025-5574-7

定价：28.00元



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

· 北京 ·

MAI 29/10

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生活垃圾卫生填埋技术/赵由才, 龙燕, 张华主编.
北京: 化学工业出版社, 2004.3
(固体废物处理与资源化丛书)
ISBN 7-5025-5274-X

I. 生… II. ①赵…②龙…③… III. 垃圾处理-
卫生填埋 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 019021 号

固体废物处理与资源化丛书

生活垃圾卫生填埋技术

赵由才 龙燕 张华 主编

责任编辑: 管德存 徐娟

责任校对: 郑捷

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

出版发行

(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

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 27 字数 670 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5274-X/X·397

定 价: 58.00 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

编委会主任

赵由才

编委会成员

(按姓氏汉语拼音排列)

边炳鑫	柴晓利	陈彬
方建民	黄仁华	李广科
龙燕	牛冬杰	宋立杰
王罗春	吴军	张华

序

随着我国国民经济和社会的发展,固体废物产生量在迅速增加。在我国的城镇中,以生活垃圾为主的固体废物的收集、运输、处理与处置、分类与分选、资源化循环利用等,不仅是当地政府的重要日常工作,也是当今社会可持续发展的核心内容。

固体废物处理与资源化,首先强调的是资源化,即物质的循环使用。所谓固体废物的资源化,一方面是固体废物通过简单加工后的再利用,另一方面是通过功能的改变而得到再利用。通过简单维修或转换使用者,不能认为是固体废物的资源化过程。分类的固体废物资源化过程应该比混合的各种固体废物资源化过程更容易实现。因此,实行固体废物分类收集、运输、储存和加工,是资源化的最佳路径,应该持之以恒地加以实施。

固体废物的处理,一般是指不考虑再利用的无害化方法,如生活垃圾的填埋与焚烧、放射性废物的固化与稳定化、危险废物的去毒化与安全填埋等。有机可降解废物的堆肥既是一种固体废物的处理方法,也是一种资源化方法。

近二十年来,我国在固体废物处理与资源化方面发展较快,越来越多的高等院校和科研单位开始进行固体废物的研究工作,许多企业也积极介入固体废物处理与资源化行业,从业人员数量迅速增加。同时,我国政府和企业固体废物处理与资源化方面的投入逐年增加,研究开发了一系列新技术、新方法,在传统技术的改造和改良方面也有进展。另外,国外大量相关企业也在我国开展业务,在管理和技术方面积累了许多经验教训。因此,全面总结和介绍国内外固体废物处理与资源化技术,对于发展我国的环境保护事业,具有重要的意义。

本丛书反映了国内外固体废物处理与资源化领域的发展现状和趋势,内容覆盖了生活垃圾、危险废物、一般工业废物、建筑废物、放射性废物等的处理与资源化各个方面,适于从事固体废物研究、开发、教学、培训和管理等的人员阅读参考。

赵由才

2004年1月

前 言

我国现有 700 座中等规模以上的城市, 2300 多座县城, 33000 座镇。在这些城镇里, 居住着 3.5 亿居民。按照每天每人日产生活垃圾 1 千克计, 每天可产生 35 万吨生活垃圾, 而 1 年就是 1.3 亿吨。如果加上市郊居民, 城市居民人口估计有 4 亿以上, 年产生活垃圾超过 1.5 亿吨。生活垃圾经过适当压缩后, 密度约为 0.8t/m^3 。因此, 1.5 亿吨生活垃圾相当于 1.9 亿立方米。

根据我国目前的经济现状和未来的发展趋势, 在今后相当长时间里, 卫生填埋仍然是我国处理生活垃圾最重要的方法。一个城市在选择生活垃圾出路时, 首先应该考虑的是卫生填埋。卫生填埋场是卫生填埋的载体, 其建设周期短, 投资相对较低, 并且可以分段投入, 管理方便, 现场运行比较简单。另外, 从可持续发展来看, 生活垃圾选择填埋场填埋, 事实上是一种以资源的形式保存给后代, 待一次资源枯竭或科学技术发展后, 人们可以对填埋在卫生填埋场中的垃圾资源进行开采和重新利用。

应用卫生填埋方法处理生活垃圾的国家很多。在发展中国家, 99% 以上的生活垃圾采用卫生填埋 (或简单堆放) 处理, 对于国土面积较大的发达国家, 也有许多国家采用卫生填埋方法。在我国, 99% 以上的生活垃圾是采用卫生填埋或简单堆放进行处理或处置的。在建设和运行卫生填埋场过程中, 如果严格按照卫生填埋场的标准进行, 是不可能产生二次污染的。因此, 卫生填埋是一种可靠、卫生和安全的生活垃圾处理方法。

卫生填埋法在我国的应用时间已有十几年的历史。十几年来, 我国许多科研部门和应用单位积极探索适合我国的生活垃圾卫生填埋技术, 取得了许多宝贵经验。我国地域广阔, 南北和东西的气候、生活习惯等差异很大, 生活垃圾中的含水率、组成等也有很大差别。因此, 在进行生活垃圾卫生填埋时, 应根据当地的实际情况, 确定渗滤液和沼气的收集与处理设施的设计与建设方案, 以及封场后的管理期限等。

作者在 1999 年编写了《城市生活垃圾卫生填埋场技术与管理手册》(化学工业出版社出版) 一书。这几年来, 我国卫生填埋场的建设速度非常快, 虽然该手册已多次印刷, 但仍然供不应求。我国各级政府非常重视卫生填埋技术的研究, 加上已经建成的卫生填埋场的运行经验总结, 与四年前相比, 卫生填埋技术已经得到了比较迅速的发展, 因此, 有必要对该手册进行补充和完善。

本书的内容覆盖了卫生填埋技术的各个方面, 包括生活垃圾产量预测, 填埋场选址, 总体设计, 渗滤液和沼气的收集与处理, 封场与终场利用, 填埋场土力学、填埋场稳定化与矿化垃圾利用, 日常运行管理、填埋场设计实例等, 可供卫生填埋工程设计人员、大、中专师生、管理人员、科研人员参考。

本书由赵由才、龙燕、张华主编。参加本书编写的有: 金龙、赵由才 (第一章), 金龙、张华、孙昕 (第二章), 陈彬 (第三章), 赵由才、王雷、龙燕 (第四章), 边炳鑫 (第五章第一、二、四节), 黄仁华、张华 (第五章第三节), 邓志文、戴伟华、宋立杰 (第六章第一至四节), 宋立杰、邓志文、戴伟华 (第六章第五、六节), 吴军 (第七章), 张华 (第八章), 曹学新、戴伟华 (第九章第一、二节), 张华、宋立杰、王立、赵由才 (第九章第三

节), 黄仁华、李铭裕、周平、金才荣、张华 (第十章), 祝优珍 (第十一章第一、二节), 祝优珍、陈彬 (第十一章第三节), 楼紫阳、曹伟华、欧远洋 (第十二章), 王汉强、袁永强 (第十三章), 高激飞 (第十四章), 赵由才、张华、黄仁华、吴军 (第十五章), 邹莲花、袁永强 (第十六章第一节), 袁永强、龙燕 (第十六章第二节), 陈忠、龙燕 (第十六章第三节), 谢亨华 (第十六章第四节), 曹学新 (第十六章第五节)。

本书受到教育部博士点基金、国家自然科学基金 (No. 20177014)、国家“863”计划和上海市重点学科的部分资助。

赵由才

同济大学环境科学与工程学院

同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室

2003 年 12 月

内 容 提 要

卫生填埋是目前乃至今后相当长一段时间内我国城市生活垃圾处理的最重要的方法。本书对生活垃圾卫生填埋技术的各个方面,包括选址、环境影响评价、填埋场总体设计、填埋工艺与设备、场地防渗系统、垃圾渗滤液的产生和处理、填埋场气体的导排和综合利用、填埋场的终场覆盖与封场、填埋场现场运行与管理、填埋场环境监测、准好氧填埋场、垃圾填埋体的边坡稳定、盲沟清洗技术与方法、填埋场土地与矿化垃圾利用及五个设计应用实例进行了详细系统的介绍。

书中既有填埋场的基本介绍,又有设计实例,可供从事垃圾填埋场设计和科学研究的人员、从事环境卫生管理的人员阅读参考,也可作为高等院校相关专业师生的教材或参考书目。

目 录

第一章 绪论	1	三、社会和法律影响因素	27
第一节 生活垃圾的定义和来源	1	第五节 场地的综合地质详细勘探技术	28
一、生活垃圾的定义	1	一、概述	28
二、我国生活垃圾的现状	1	二、场地地质调查工作	30
三、生活垃圾的分类与组成	1	三、物探技术勘察	33
四、生活垃圾的特点	2	四、钻探工作	34
第二节 卫生填埋技术	3	五、场地详细勘察报告书的编写	37
一、卫生填埋场	3	第六节 场地综合技术条件评价	38
二、生活垃圾填埋场的分类	3	一、场地防护能力评价	38
三、卫生填埋的定义	4	二、场地安全程度评价	38
四、卫生填埋场的分类	5	三、场地稳定性评价	38
五、卫生填埋场的特点	7	四、场地环境影响评价	38
第三节 生活垃圾处理技术比较	7	五、场地污染可能性评价	39
第二章 卫生填埋场选址	10	第七节 填埋场选址的决策方法	39
第一节 填埋场选址的准则	10	一、层次分析法	39
一、卫生填埋场选址的有关标准	10	二、GIS 系统在选择场址方面的应用	45
二、选址的准则	10	第八节 填埋场的改造和不良选址的补救	
第二节 填埋场选址的方法及程序	14	措施	49
一、确定填埋场选址的区域范围	14	一、需要进行改造的填埋场类型	49
二、资料的搜集	14	二、改造的前期工作	50
三、场址初选	14	三、改造方法示例	50
四、野外踏勘	14	第三章 环境影响评价	52
五、对预选场地的社会、经济和法律		第一节 环境影响评价的程序	52
条件调查	15	一、执行环境影响评价制度的管理程序	52
六、场址的优选	15	二、环境影响评价技术工作程序	54
七、编制预选场地的可行性研究报告	15	第二节 填埋场环境影响的识别	55
八、预选场地的初勘工作	15	一、主要环境影响识别技术	55
九、预选场地的综合地质条件评价技术		二、识别技术的应用和选择	56
报告	15	第三节 填埋场环境影响评价的内容	57
十、转入工程阶段	16	一、自然环境和社会环境状况调查	57
第三节 选址的工程学因素	16	二、填埋场选址合理性分析	57
一、场址选择的自然地理因素	16	三、渗滤液的环境影响	58
二、场地选择的地质因素	18	四、填埋场释气环境影响	58
三、水文地质因素	20	五、公众参与意见调查	60
四、工程地质因素	23	六、填埋场的清洁生产审计	60
第四节 选址的环境学、经济学、社会和		七、污染控制方案的经济合理性和技术	
法律影响因素	26	可行性分析	61
一、环境学影响因素	26	八、填埋场的总量控制指标	61
二、经济学影响因素	27	第四章 填埋场总体设计	62

第一节 基本内容	62	第一节 工程地质与水文地质勘察	113
一、主要概念	62	一、工程、水文地质勘察的目的和任务	113
二、设计、施工的主要工程内容	62	二、工程、水文地质勘察阶段的划分	113
三、填埋场运营管理范围	62	第二节 场地处理	115
四、执行标准	62	一、场底平基	115
五、填埋场工程方案设计	63	二、边坡的平基	115
第二节 填埋场工程	66	第三节 场底防渗系统	115
一、规划布局	67	一、填埋场场底防渗系统的分类	116
二、填埋区构造及填埋方式	68	二、填埋场防渗材料	117
三、地表水排水设施	68	三、垂直防渗系统	118
四、环境监测设施	68	四、水平防渗系统	122
五、基础设施	68	五、填埋场场底防渗系统的选择	129
六、终场规划	70	第四节 渗滤液收集系统	130
第五章 填埋工艺与设备	72	一、导流层	130
第一节 填埋工艺	72	二、收集沟和多孔收集管	131
一、影响填埋工艺的基本概念	72	三、集水池及提升系统	132
二、填埋场工艺的确定原则	73	四、调节池	133
三、填埋工艺	73	五、清污分流	134
第二节 填埋作业	76	第五节 衬层系统施工及施工质量控制检查	134
一、定点倾卸	76	一、衬层系统施工	134
二、推铺	77	二、衬层系统施工质量控制检查	140
三、压实作业	78	第六节 国内外防渗标准	144
四、限时覆盖	81	一、中国防渗标准	144
五、封场作业	81	二、德国防渗标准	144
六、填埋分区计划	82	三、美国防渗标准	144
第三节 特殊状况填埋作业	82	第七章 垃圾渗滤液的产生和处理	146
一、适合北方雨季填埋作业的工艺	82	第一节 渗滤液的产生	146
二、高含水率生活垃圾的填埋	85	一、渗滤液的来源	146
三、软土地基上生活垃圾的填埋	87	二、影响垃圾渗滤液产生量的主要因素	146
四、灾害性天气生活垃圾的填埋	88	三、垃圾渗滤液产生量控制措施	147
第四节 填埋设备	89	第二节 垃圾渗滤液产生量估算方法	148
一、概述	89	一、平衡估算法	148
二、推土机	91	二、经验公式	148
三、压实机	91	第三节 垃圾渗滤液的水质特征	149
四、挖掘机	95	一、水质特征及变化规律	149
五、铲运机	95	二、渗滤液性质的影响因素	150
六、装载机	97	第四节 渗滤液处理方法	151
七、运送机	97	一、生物法	152
八、起吊设备	100	二、物化法	159
九、破碎设备	101	三、土地法	163
十、筛分设备	109	四、组合工艺	165
十一、杀虫剂喷洒设备	111	第五节 渗滤液处理工程实例	167
十二、国内部分填埋场填埋工艺及设备配置	112		
第六章 场底防渗系统	113		

一、中山市老虎坑垃圾渗滤液处理厂改造工程	167	三、植被恢复过程	210
二、浙江杭州天子岭填埋场	168	四、限制植被生长的因素	211
三、上海市废弃物老港处置场	168	五、场址状况调查	214
四、武汉市流芳垃圾填埋场	169	六、场地改善与准备	214
五、邯郸市垃圾处理厂	170	七、合适植被选择	215
六、苏州七子山垃圾填埋场	171	八、填埋场植被恢复的研究进展	216
七、国内现状分析	172	第十章 填埋场现场运行管理	218
第八章 填埋场气体的导排和综合利用	173	第一节 填埋场设备管理	218
第一节 填埋场气体的组成性质与产生原理	173	一、设备管理的任务和职责	218
一、填埋场气体的组成与性质	173	二、设备的配置原则	219
二、填埋场气体的产生原理	173	三、设备的使用与管理	221
第二节 填埋场气体的产生量和产生速率	175	四、维修和保养	223
一、影响填埋场气体产生量的因素	175	五、设备技术资料管理	226
二、产气量的确定	175	第二节 填埋场安全技术与管理	228
三、填埋场产气的持续时间	178	一、填埋场工伤和死亡事故的预防	228
四、填埋场气体的产生速率	178	二、职业病的防治措施	229
第三节 填埋场气体的收集与导排	182	三、安全教育和培训	229
一、填埋场气体的流动	182	四、安全管理办法	230
二、填埋场气体的导排方式及系统组成	182	第三节 填埋场环境保护工程与措施	232
三、填埋场气体收集系统的设计	187	一、水环境的保护措施	233
第四节 填埋场气体的净化和利用	191	二、大气环境的保护措施	234
一、填埋气各组分的净化方法	191	三、声环境的保护措施	234
二、填埋场气体净化的新工艺	194	四、对蚊蝇害虫的防治措施	235
三、填埋场气体的贮存	198	五、飞尘的影响及控制措施	235
四、填埋场气体的利用	198	第十一章 填埋场环境监测	236
第九章 填埋场的终场覆盖与封场	202	第一节 卫生填埋场样品的采集、保存和预处理	236
第一节 终场覆盖的设计	202	一、垃圾填埋场样品的采集与保存	236
一、封场规划	202	二、样品的预处理	240
二、最终覆盖系统的功能	202	第二节 卫生填埋场样品的监测与分析	242
三、最终覆盖系统的主要组成	202	一、大气污染物分析	242
四、最终覆盖系统的设计	204	二、水中污染物分析	246
五、国内外终场覆盖比较	206	三、土壤污染物分析	253
第二节 终场覆盖材料	207	四、噪声监测	254
一、压实黏土	207	五、苍蝇监测	254
二、土工薄膜	207	第三节 卫生填埋场常用分析仪器	255
三、土工合成黏土层	207	一、色谱分析仪	256
四、其他材料	208	二、质谱分析仪	258
第三节 填埋场终场后的植被恢复	209	三、原子发射光谱仪	259
一、植被恢复的目标和原则	209	四、紫外-可见分光光度计	260
二、植被恢复中需要注意的问题	210	五、原子吸收分光光度计	262
		六、电化学分析仪器	264
		第十二章 准好氧填埋场	267
		第一节 准好氧填埋场的原理与构造	267
		一、填埋场的功能与分类	267

二、填埋场的构造	267	一、废弃填埋（堆）场的环境影响	356
三、准好氧填埋场的原理与构造	270	二、现场勘查	357
四、准好氧填埋场的改进	275	三、废弃填埋（堆）场的修复步骤	357
第二节 准好氧填埋场的设计	276	第三节 填埋场开采和稳定化垃圾的开发 利用	359
一、准好氧填埋场的应用及存在的 问题	276	一、填埋场开采	359
二、准好氧填埋场设计概述	277	二、填埋场开采实例	362
三、准好氧填埋场的设计	281	三、矿化垃圾的综合利用	368
第十三章 垃圾填埋体的边坡稳定	300	第四节 填埋场封场后土地资源的开发 利用	370
第一节 垃圾土的工程性质	300	一、功能规划	371
一、垃圾土的重力密度	300	二、开发规划评述	373
二、垃圾土的含水量	301	第十六章 垃圾卫生填埋技术设计应用 实例	374
三、垃圾土的孔隙比	302	第一节 杭州天子岭垃圾卫生填埋场	374
四、垃圾土的渗透性	302	一、第一填埋场	374
五、垃圾土的强度	303	二、第二填埋场	380
第二节 垃圾填埋体的边坡稳定分析	307	第二节 深圳下坪垃圾卫生填埋场	386
一、稳定分析的原理和方法	307	一、概况	386
二、稳定分析的基础资料	308	二、场区条件	386
三、稳定分析算例	309	三、基本规划	387
四、垃圾填埋体边坡稳定分析成果综合 评估	327	四、工程主要内容	387
五、规范现状与建议	329	第三节 南昌市麦园生活垃圾卫生填 埋场	393
第十四章 盲沟清洗技术与方法	332	第四节 珠海市西坑尾垃圾填埋场	399
第一节 管道清洗	332	一、概述	399
一、水力疏通	332	二、设计条件	400
二、机械疏通	334	三、工程设施	400
三、化学清洗	334	四、工程投资估算	406
四、空化射流	335	五、主要技术经济指标	407
第二节 高压水射流和盲沟清洗	336	第五节 贵阳市高雁城市生活垃圾卫生 填埋场	407
一、高压水射流清洗原理及特点	337	一、概述	407
二、高压水射流清洗对象与应用	339	二、处理规模与服务年限	408
第三节 高压水射流清洗系统	340	三、填埋设备	408
第四节 磨料水射流	345	四、主要工程设施	408
一、原理及特点	345	五、覆土土源和建设用石料	410
二、磨料水射流在清洗领域的应用	347	六、防渗工程	411
第五节 安全施工与管理	349	七、渗滤液处理	412
第六节 高压水射流在盲沟清洗的应用与 前景	350	八、填埋气体的导出与处理	414
第十五章 填埋场稳定化与土地和矿化 垃圾利用	352	九、综合利用和发展规划	415
第一节 填埋场稳定化评价	352	十、封场规划	415
一、填埋场稳定化评价方法的选择	352	参考文献	417
二、老港实验场稳定化评价	354		
第二节 废弃填埋场和堆场的修复	355		

第一章 绪 论

第一节 生活垃圾的定义和来源

一、生活垃圾的定义

生活垃圾在不同场合、不同国家有着不同含义。在我国，由于农村的生活垃圾还没引起环境问题，生活垃圾一般是指城市生活垃圾，又称为城市固体废物，是指在城市居民日常生活中或为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物。其主要成分包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃片、砖瓦渣土、粪便、废家具电器及庭院废物等。我国建设部颁布的《市容环境卫生术语标准》(CJJ 65—2002)中，对各类垃圾的定义如下。

(1) 垃圾 (refuse, rubbish, garbage)，指人类在生存和发展中产生的固体废弃物，又称固体废物。

(2) 生活垃圾 (domestic refuse, household garbage)，一般指人类在日常生活及为生活提供服务的活动中产生的垃圾。

(3) 城市生活垃圾 (municipal solid refuse)，是指人类在城市日常生活中及为城市日常生活提供服务的活动中产生的垃圾。

(4) 居民生活垃圾 (residential refuse)，是指城市居民家庭产生的垃圾。

(5) 生活废弃物 (domestic waste, municipal solid waste)，是指人类在生活活动中产生的废弃物。

二、我国生活垃圾的现状

20 世纪 80 年代以来，我国的社会、经济和文化均发生了深刻变化，环境污染也越来越严重。1997 年全国产生 1.2 亿吨城市生活垃圾和 350 亿吨城市污水和工业废水。据有关方面报道，我国目前城市年产垃圾量约 1 亿 3 千万吨，并以 7%~9% 年递增速度增加，如此大量的城市生活垃圾如果得不到有效的处理，将对城市生态环境及周边的水体、大气、土壤等造成严重的污染，而且造成垃圾中大量有用资源浪费。我国城市垃圾总量的大幅度增长主要是由于城市规模、数量和城市人口的增加所造成的；我国城市垃圾的人均产量为 440kg，人口多的城市垃圾产量大，在城市垃圾管理中的压力也就越大；我国城市垃圾产量仍呈上升趋势，形势不容乐观。

三、生活垃圾的分类与组成

生活垃圾主要来自于城市居民家庭、城市商业、餐饮业、旅馆业、旅游业、市政环卫业、交通运输业、文教卫生业、行政事业单位、工业企业单位以及水处理中的污泥等。生活垃圾的分类方法很多。

1. 根据垃圾产生源不同，我国将生活垃圾主要分为居民生活垃圾、街道保洁垃圾和集团垃圾三大类。居民生活垃圾来自居民生活过程中遗弃的废弃物，主要由易腐有机物、煤灰、泥沙、塑料、纸类等构成。它在城市垃圾整体中，不仅数量占居首位，而且成分最为复杂，其构成受时间和季节影响，变化大且不均匀。街道保洁垃圾来自清扫马路、街道和小巷路面，它的成分与居民生活垃圾相似，但是泥沙、枯枝落叶和商品包装物较多，易腐有机物

较少，平均含水量较低。集团垃圾系指机关、团体、学校、工厂和第三产业等在生活和工作过程中产生的废弃物，它的成分随发生源不同而变化。这类垃圾与居民生活垃圾相比，具有成分较为单一稳定，平均含水量较低和易燃物特别是高热值的易燃物多的特点。

2. 根据生活垃圾的性质，如可燃性、化学成分、热值及容重等指标进行分类。按可燃性能可分为可燃性垃圾与不可燃性垃圾，按热值可分为高热值和低热值垃圾，按化学组分可分为有机和无机垃圾，按可堆肥性可分为可堆肥与不可堆肥垃圾。这种分类在不同的场合具有不同的用途。

3. 国内外也常按处理与处置方式或资源回收利用的可能性来对生活垃圾进行简易分类。一般可分为可回收废品、易堆腐品、可燃物以及无机废物等四类。

4. 也有人按生活垃圾来源不同，将其分为普通垃圾、商业垃圾、清扫垃圾等。普通垃圾是人们日常生活中固体废弃物的总称，商业垃圾是在商业活动中产生的固体废物，清扫垃圾是城市公共场所如公园、街道、绿化带的清扫物以及公共垃圾箱中的垃圾等。

生活垃圾组成很复杂，受多种因素的影响。如自然环境、气候条件、城市规模、居民生活习性以及经济发展水平等都对其有不同程度的影响。一般来说，工业发达的地方较不发达的地方垃圾成分有机物多，无机物少，南方的城市较北方的城市有机物多，无机物少。我国生活垃圾在总量上大幅度增长的同时，成分也发生了很大的变化，生活垃圾中无机物的含量持续下降，有机物不断增加，可燃物增多，可利用价值增大。城市生活垃圾组成与城市生活水平、经济发达程度有关，生活水平较高的城市，有机物如厨余、纸张、塑料、橡胶的含量均较高，可回收利用价值越大。值得注意的是国外一些发达国家的有机物垃圾中纸品占多数，而我国则以厨余为主。

四、生活垃圾的特点

1. 量大面广

生活垃圾伴随着人类生活而产生，无处不在；同时，人人又是生活垃圾的制造者。因此，生活垃圾是“无人不有、无处不有、无时不有”。根据 1998 年中国环境状况公报和《中国统计年鉴》，在全国设市的 668 个城市中，1998 年城市生活垃圾产生量为 1.4 亿吨。全国有三分之二的城市陷于垃圾包围之中。垃圾围城现象严重，白色污染问题突出。全国城市生活垃圾的存量约为 60 亿吨。由此可见，历史积累成如此庞大的生活垃圾基数，处理和控制在不当必将成为巨大的面源污染。而且世界各国垃圾年产量一般都逐年上升，全球增长率大致维持在 1%~3%。美国垃圾的增长率是人口的 3 倍，每年约 5%，发展中国家一般为 6%~8%。

2. 成分多变

生活垃圾的成分本来就很复杂，由于各地的气候、季节、生活水平与习惯及能源结构的不同，造成了生活垃圾成分和产量的多样化，而且变化幅度非常大。例如，近年来我国家庭燃料构成的变化导致垃圾中无机炉灰比重大大降低；食品冷冻及成品半成品的普及，导致食品垃圾废物有所减少；包装技术的进步与材料的改革，导致纸品等其他废品的增加。

3. 产量的不均一性

生活垃圾会随季节的变化而变化，并具有一定的规律。以北京市为例，第一季度产量最多，第二季度有明显的减少，第三季度出现最低点，然后随着天气变冷，第四季度逐渐增多，迅速到达最高峰。

4. 危害严重

大量生活垃圾集中露天堆放在城郊，直接侵占了农田和土地，垃圾填埋和堆肥处理也需

要占用大量土地。目前,京郊有 533hm^2 ^① 以上的土地被垃圾覆盖。到 1996 年底,全国固体垃圾已侵占土地 51680hm^2 。同时,未经处理或未经严格处理的生活垃圾混入农田,破坏了土壤的团粒结构和理化性质,严重影响了土壤生产力,还可引起土壤污染,直接或间接地对环境造成严重污染。污染和爆炸事故时有发生,隐患潜在。1983 年夏季,贵阳市哈马井和望城坡地区同时流行痢疾,因其地下水被垃圾堆放场渗滤液污染,大肠杆菌严重超标所致。1995 年,因垃圾堆放产生的沼气所致,北京昌平连续发生 3 次垃圾爆炸事故。此外,垃圾自燃现象也有报道,不仅造成财产损失的威胁,还可产生二噁英类毒物,导致不可忽视的环境污染。我国有许多垃圾集中堆放场,处理设施和防护措施不力,安全隐患众多。

长期以来,国内某些地区的填埋场管理不严,曾多次出现在填埋场(堆放场)放牧或饲养畜禽的情况。由于填埋场内垃圾组成十分复杂,放牧或饲养畜禽过程中,许多污染物容易通过动物吸收,食用后极易造成严重后果。

第二节 卫生填埋技术

一、卫生填埋场

针对垃圾堆放法存在的严重弊端,英国和美国等国家率先采用卫生填埋法处置垃圾,其处理场地称为卫生填埋场。

一座日填埋 200 吨、使用年限为 20 年的中型山区型填埋场,其建设费用一般在 5000 万元以上。卫生填埋法是垃圾无害化处理最简单、费用较低的方法。不过渗滤水处理仍然存在问题。卫生填埋法虽然比堆放法在技术上有明显进步,但资源被埋在地下,无法利用,是严重的浪费。近年来人们意识到可持续发展的重要性,非填埋的垃圾处理方法受到重视,这些方法包括焚烧发电、堆肥农用、分类分选和循环利用等。

我国有许多城市建设了卫生填埋场,如杭州、福州、南昌、深圳、广州、北京、漳州、厦门、泉州等。不过,也有许多城市仍然采用堆放法处置垃圾。目前卫生填埋场面临的最大挑战是渗滤水的低成本高效率处理问题。渗滤水初始 COD 浓度达 $10000\sim 50000\text{mg/L}$,而国家排放标准为 $\text{COD} < 100\text{mg/L}$ (一级)或 $\text{COD} < 300\text{mg/L}$ (二级)。许多填埋场宣称可承受的渗滤水处理费用应该 20 元/吨以下,并且要达到一级排放标准。实际上,这种技术目前是没有的。全国绝大部分填埋场的渗滤水处理均未达到国家二级排放标准,然而许多城市却要求渗滤水处理应该达到一级排放标准。根据经验,要使渗滤水处理达到一级国家排放标准,吨处理费用至少在 $50\sim 100$ 元以上。

一座城市在考虑生活垃圾处理技术时,首先应该考虑的是卫生填埋。卫生填埋场的选址、建设周期较短,总投资和运行费用相对较低。通过卫生填埋场的建设和运营,可以迅速解决生活垃圾出路问题,改变城市卫生面貌。

每一座城市或在一定区域内,至少应该有一座卫生填埋场。目前,由于可持续发展和循环经济日益深入人心,生活垃圾的减量化和资源化受到高度重视。但是,无论如何减量化和资源化,总有部分固体废物需要填埋,因此,填埋场是必备的。

二、生活垃圾填埋场的分类

填埋技术作为生活垃圾的最终处置方法,目前仍然是中国大多数城市解决生活垃圾出路的主要方法。根据环保措施(如场底防渗、分层压实、每天覆盖、填埋气排导、渗滤液处

^① $1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$,下同。

理、虫害防治等)是否齐全、环保标准是否满足来判断,我国的生活垃圾填埋场可分为三个等级。

1. 简易填埋场

简易填埋场是我国这几十年来一直使用的填埋场,其主要特征是基本没有任何环保措施,也谈不上遵守什么环保标准。目前中国相当数量的生活垃圾填埋场属于这一类型,可称之为露天填埋场,对环境的污染也较大。

2. 受控填埋场

受控填埋场在我国填埋场所占比重也较大,而且基本上集中于大中小城市。其主要特征是配备部分环保设施,但不齐全,或者是环保设备齐全,但是不能完全达到环保标准。主要问题集中在场底防渗,渗滤液处理和每天覆土达不到环保要求。

3. 卫生填埋场

所谓卫生填埋场就是能对渗滤液和填埋气体进行控制的填埋方式,并被广大发达国家普遍采用。其主要特征是既有完善的环保措施,又能满足环保措施。

三、卫生填埋的定义

卫生填埋又称卫生土地填埋,是土地填埋处理的一种,是为了保护环境,按照工程理论和土工标准,对生活垃圾进行有控管理的一种科学工程方法。20世纪30年代初,美国开始对传统填埋法进行改良,提出一套系统化、机械化的科学填埋法,称卫生填埋法。卫生填埋是“利用工程手段,采取有效技术措施,防止渗滤液及有害气体对水体和大气的污染,并将垃圾压实减容至最小,填埋占地面积也最小。在每天操作结束或每隔一定时间用土覆盖,使整个过程对公共卫生安全及环境污染均无危害的一种土地处理垃圾方法”。

卫生填埋通常是每天把运到填埋场的垃圾在限定的区域内铺散成40~75cm的薄层,然后压实以减少垃圾的体积,并在每天操作之后用一层厚15~30cm的黏土或粉煤灰覆盖、压实。垃圾层和土壤覆盖层共同构成一个单元,即填埋单元。具有同样高度的一系列相互衔接的填埋单元构成一个填埋层。完整的卫生填埋场是由一个或多个填埋层组成的。当土地填埋达到最终的设计高度之后,再在该填埋层之上覆盖一层90~120cm的土壤,压实后就得到一个完整的封场了的卫生填埋场。图1-1为卫生填埋场剖面图。

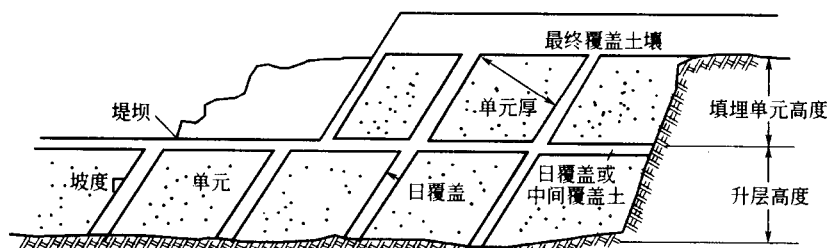


图 1-1 卫生填埋场剖面图

为了对卫生填埋场进行科学有效的管理,同时与受控填埋场相区别,其主要判断依据有以下六条:①是否达到了国家标准规定的防渗要求;②是否落实了卫生填埋作业工艺,如推平、压实、覆盖等;③污水是否处理达标排放;④填埋场气体是否得到有效的治理;⑤蚊蝇是否得到有效的控制;⑥是否考虑终场利用。

在实践中表明,上述六条判断依据的重要性不是处在同一水平上的,它们对环境影响的深度、广度、时效性和后果的严重性是不一样的。

目前,真正意义上的卫生填埋场在我国较少。深圳下坪固体废弃物填埋场于1997年10月建成,是目前国内少数几家铺设了人工合成防渗垫层的填埋场之一。

四、卫生填埋场的分类

1. 按填埋区所利用自然地形条件的不同,填埋场可大致分为平原型填埋场、滩涂型填埋场、山谷型填埋场三种类型。

(1) 平原型填埋场

这一类型通常适用于地形比较平坦且地下水埋藏较浅的地区[图1-2(a)]。一般采用高层堆放垃圾的方式,确定高于地平面的填埋高度时,必须充分考虑到作业的边坡比,通常为1:4。填埋场顶部的面积能保证垃圾车和推铺压实机械设备在上面进行安全作业。由于覆盖材料紧缺目前已成为填埋场作业一个比较突出的问题,因此在填埋场的底部开挖基坑是保证提供填埋场覆盖材料的一个有效方法。北京的阿苏卫填埋场、深圳的下坪填埋场等就是属于这一类型。

(2) 滩涂型填埋场

滩涂型填埋场地处海边或江边滩涂地形,采用围堤筑路,排水清基,将滩涂废地辟建为填埋场填埋区。它的场底标高低于正常的地面[图1-2(b)]。启用该类填埋场时,首先将规划填埋区域筑设人工防渗堤坝。垃圾填埋通常采用平面作业法,按单元填埋垃圾,分层夯实、单元覆土、终场覆土。由于这一类型的填埋场底部距地下水位较近,因此,其关键点在于地下水防渗系统的设置。此类填埋场填埋区库容量较大,土地复垦效果明显,经济效益、环境效益较好。上海的老港废弃物处置场、大连的毛茌子填埋场就属这一类型。

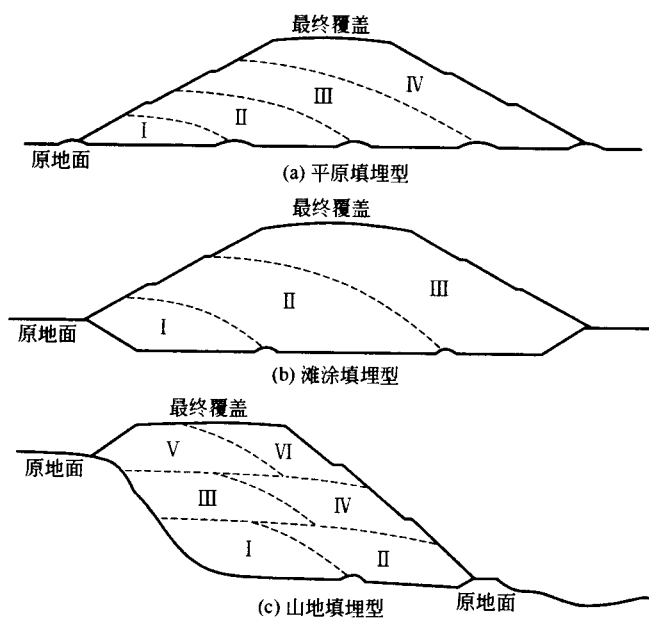


图 1-2 填埋场类型

(3) 山谷型填埋场

山谷型填埋场通常地处重丘山地[图1-2(c)]。垃圾填埋区一般为三面环山,一面开