



固体废物处理与资源化丛书

GUTI FEIWU CHULI YU ZIYUANHUA CONGSHU

GUTI FEIWU YUCHULI YU FENXUAN JISHU

固体废物预处理 与分选技术

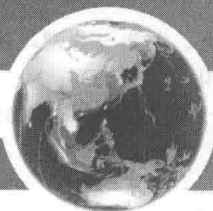
第二版

边炳鑫 张鸿波 赵由才 主编



化学工业出版社





固体废物处理与资源化丛书

固体废物预处理 与分选技术

第二版

边炳鑫 张鸿波 赵由才 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书全面论述固体废物处理和分选的原理与技术,具体内容包括固体废物的分类、收集与管理,固体废物的压实、破碎、筛分、分选、固体废物的稳定化/固化及典型固体废弃物的资源化处理等内容。

本书具有较强的技术性和应用性,可供环境工程、市政工程等领域的科研人员、工程技术人员参考,也可供高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

固体废物预处理与分选技术/边炳鑫,张鸿波,赵由才
主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2016.9
(固体废物处理与资源化丛书)
ISBN 978-7-122-27533-2

I. ①固… II. ①边… ②张… ③赵… III. ①固体
废物处理 IV. ①X705

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第151306号

责任编辑:刘兴春 刘 婧
责任校对:王素芹

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 字数491千字 2017年3月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:85.00元

版权所有 违者必究

前 言

固体废物是固态或半固态废弃物的总称,固体废物纷繁复杂,其形状、大小、结构与性质各异,为了使其转变为更适合于运输、贮存、资源化利用,以及某一特定的处理处置方式的状态,往往需要预先进行一些前期准备加工工序,即预处理。固体废物的预处理一般可分为两种情况:一是分选作业之前的预处理,主要包括筛分、分级、破碎和粉磨等,以使废物单体分离或分成适当的级别,更利于下一步工序的进行;二是运输前或最终处理前的预处理,主要包括破碎、压缩和各种固化方法等,其目的是使废物减容以利于运输、贮存、焚烧或填埋等。预处理主要包括对固体废物进行破碎、分选等单元操作技术,主要是运用物理或化学方法来完成,常常涉及其中某些目标物质的分离与集中,同时往往又是从其中回收有用成分的过程。这对于许多考虑到资源化和再利用的先进有效的固体废物处理系统而言,都是必不可少的重要组成部分。

城市生活垃圾分选有很重要的意义。由于城市垃圾各种成分性质不一及其回收操作方法的多样性,故在垃圾的资源化、能源化、综合利用方面,分选是重要的操作之一。分选的效果是资源化物质的价值和是否可以进入市场及其市场销路的重要因素。随着科技的进步与发展,人们环境意识的提高,各级政府的重视,生活垃圾资源化已越来越受到人们的重视,并付诸实践。

近年来,固体废物污染控制与资源化领域发生了许多变化。在城市生活垃圾方面,人们更强调源头分类收集,同时在垃圾收集运输工具、固体废物预处理、填埋、焚烧、裂解、气化和综合利用等处理技术有着长足的进步。另外,垃圾分类收集技术与管理也进一步完善,并得到社会的共识。根据本地实际情况和掌握的本地资料论证和制订城市废物综合治理对策,选择合适的处理工艺,同时,根据城市环境卫生科学化管理的要求制订废物收运处理计划,建立和改善城市废物收运系统、城市废物卫生收集、运输和处理等专用设备的设计、制造和应用也逐渐纳入正轨。

随着科学技术的飞速发展,也促进了固体废物预处理和分选技术的革新,本次修订正是基于此背景,重点修订了固体废物的分类、收集与管理,典型固体废弃物资源化处理等相关篇幅。修订后本书全面完整地描述城市废物垃圾分类收集技术与管理,固体废物的预处理、分选,固体废物固化、稳定化原理与技术,系统介绍了典型固体废物资源化处理的最新技术,主要适合从事固体废物处理的工程技术人员、有关管理人员等阅读和参考,也可以作为高等学校环境科学与工程、市政工程及相关专业的教学参考书。

本书由边炳鑫、张鸿波(黑龙江科技大学)、赵由才(同济大学)主编,丁淑芳(黑龙江科技大学)、陈俊涛(河南理工大学)、胡秉双(鸡西亚泰选煤有限公司)副主编。参加本书编写工作的有:边炳鑫(第一章),金龙、赵由才(第二章),丁淑芳、边炳鑫(第三章),张鸿波、李悦(第四章),边炳鑫、陈俊涛(第五章),边炳鑫、胡秉双(第六章),丁淑芳、胡秉双(第七章),张鸿波、丁淑芳(第八章第一节至第四节),陈俊涛、李悦(第八章第五节至第六节)。全书最后由边炳鑫统稿。

本书所列出的所有机器设备和生产厂家,仅仅是出于全书的完整性和论述的需要,撰写

人员和出版社不为这些机器设备和厂家提供任何保证和推荐，也不为任何由于使用这些机器设备所造成的损失和其他任何问题承担任何经济和法律責任。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬請广大读者批評指正。

编者

2016 年 10 月

第一版前言

固体废物是固态或半固态废弃物的总称，它纷繁复杂，形状、大小、结构与性质各异，为了使其转变为更适合于运输、贮存、资源化利用，以及某一特定的处理处置方式的状态，往往需要预先进行一些前期准备加工工序，即预处理。固体废物的预处理一般可分为两种情况：其一是分选作业之前的预处理，主要包括筛分、分级、破碎和粉磨等，以使废物单体分离或分成适当的级别，更利于下一步工序的进行；其二是运输前或最终处理前的预处理，主要包括破碎、压缩和各种固化方法等，其目的是使废物减容以利于运输、贮存、焚烧或填埋等。预处理主要包括对固体废物进行破碎、分选等单元操作技术，主要是运用物理或化学方法来完成。常常涉及其中某些目标物质的分离与集中，同时，往往又是从其中回收有用成分的过程。这对于许多考虑到资源化和再利用的先进有效的固体废物处理系统而言，都是必不可少的重要组成部分。

城市生活垃圾分选有很重要的意义。由于城市垃圾各种成分性质不一及其回收操作方法的多样性，故在垃圾的资源化、能源化、综合利用方面，分选是重要的操作之一。分选的效果是资源化物质的价值和是否可以进入市场及其市场销路的重要因素。随着科技的进步与发展，大众环境意识的提高，各级政府的重视，生活垃圾资源化已越来越受到人们的关注，并付诸实践。

近年来，固体废物污染控制与资源化领域发生了许多变化。在城市生活垃圾方面，人们更强调源头分类收集，同时在垃圾收集运输工具、固体废物预处理、填埋、焚烧、裂解、气化和综合利用等处理技术有着长足的进步。另外，垃圾分类收集技术与管理也进一步完善，得到社会的共识，并根据本地实际情况和掌握的本地资料论证和制定城市废物综合治理对策，选择适用处理工艺。同时，根据城市环境卫生科学化管理的要求制定废物收运处理计划，建立和改善城市废物收运系统，城市废物卫生收集、运输和处理等专用设备的设计、制造和应用也逐渐纳入正轨。

本书全面完整地描述城市废物垃圾分类收集技术与管理，固体废物的预处理、分选原理与技术，主要适合于大、中专院校师生、从事固体废物处理的工程技术人员、有关管理人员等阅读和参考，也可以作为高校相关专业的教材。

本书由边炳鑫、张鸿波、赵由才主编，陈俊涛、肖建立副主编。参加本书编写的有：边炳鑫（第一章），金龙、赵由才（第二章），肖建立、边炳鑫（第三章），陈俊涛、张鸿波（第四章），边炳鑫、陈俊涛（第五章），边炳鑫、肖建立（第六章第一节至第五节），王利剑（第六章第六节），康华（第七章），边炳鑫、张鸿波（第八章）。全书由边炳鑫统稿。

本书所列出的所有机器设备和生产厂家，仅仅是出于全书的完整性和论述的需要，撰写人员和出版社不为这些机器设备和厂家提供任何保证和推荐，也不为任何由于使用这些机器设备所造成的损失和其他任何问题承担任何经济 and 法律责任。

本书的编写受到国家自然科学基金项目（No. 20177014）、国家科技部“十五”攻关项目“小城镇科技发展重大项目——小城镇环境保护关键技术研究及设备开发”（2003BA808A17）、国家“863”计划（A类，No. 2002AA649070）、教育部“博士点”基金

(No. 20020247020)、建设部科学技术项目“垃圾衍生燃料 (RDF) 热解与气化的技术与工艺研究”(No. 03-2-055) 的部分资助。

由于作者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2004 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1	第二节 破碎方法	53
第一节 固体废物的定义和来源	1	第三节 破碎设备	54
一、固体废物的定义和特性	1	一、颚式破碎机	54
二、固体废物的来源	2	二、冲击式破碎机	56
第二节 固体废物对环境的污染	3	三、剪切式破碎机	62
一、固体废物污染环境的途径	3	四、辊式破碎机	63
二、固体废物对自然环境的影响	3	五、MMD 型高效破碎机	64
第三节 固体废物预处理的作用	5	六、圆锥破碎机	67
第二章 固体废物的分类、收集与管理	6	七、破碎分选机	70
第一节 工业固体废物的收集	6	八、废钢破碎机	72
第二节 城市生活垃圾的收集与运输	7	九、粉磨机	76
一、城市垃圾收运和处理概况	7	第四节 破碎工艺系统	77
二、城市垃圾清运处理系统	10	一、废石的破碎	77
三、城市垃圾收集设施系统	11	二、低温破碎的应用	78
第三节 城市垃圾中转站的设立与运行	23	三、城市垃圾半湿式选择性破碎分选	79
一、城市垃圾转运的必要性	23	四、废纸的湿式破碎	80
二、垃圾中转站的类型	24	第五章 固体废物的筛分	82
三、垃圾转运站的设置要求	26	第一节 筛分的基本原理	82
四、垃圾中转站的选址	27	一、筛分过程的基本概念	82
第四节 危险废物的收集与运输	27	二、颗粒透筛原理	83
一、危险废物的盛装容器	27	三、筛分效率	87
二、危险废物的收集与贮存	28	四、筛分分类	89
三、危险废物的运输	28	第二节 常用筛分设备	89
第三章 固体废物的压实	30	一、常用筛分设备分类	89
第一节 压实原理	30	二、滚筒筛	91
一、压实原理	30	三、圆振动筛	92
二、压实度的测定方法	31	四、直线振动筛	96
三、垃圾压实效果的影响因素	31	五、椭圆振动筛	102
第二节 压实设备与流程	34	六、振动概率筛	103
一、压实设备	34	七、等厚筛	106
二、压实的工程应用	46	八、概率等厚筛	111
第三节 压实机压实工艺试验	47	九、旋流筛	112
第四章 固体废物的破碎	51	十、无振动离心筛	114
第一节 破碎原理	51	十一、高频振动筛	115
一、概述	51	十二、共振筛	121
二、破碎难易程度的衡量	52	十三、双向运输筛分烘干机	124
三、破碎比与破碎段	52	第六章 固体废物的分选	127
四、破碎流程	53	第一节 重力分选	128

一、跳汰分选	128	一、玻璃固化原理	180
二、重介质分选	132	二、玻璃固化方法	181
三、空气重介质流化床干法分选	143	三、玻璃固化的特点	181
四、风力分选	144	第五节 水玻璃固化	182
五、斜槽分选机	148	一、水玻璃固化的原理	182
六、螺旋分选机	148	二、水玻璃固化剂对砂的处理	182
七、摇床	149	第六节 固体废物的稳定化	184
第二节 磁力分选	150	一、中和	184
一、磁选原理	150	二、沉淀	184
二、常用磁选机	151	三、氧化还原	185
第三节 电力分选	153	第七节 稳定化/固化设备与工艺	185
一、电选机的分类	153	一、铬渣的稳定化/固化处理	185
二、电选设备	154	二、放射性废物的固化处理	190
第四节 浮选	155	三、含重金属废物的固化处理	194
一、浮选的基本原理	155	四、氯碱工业污泥的化学处理	200
二、浮选药剂	156	第八节 固体废物稳定化/固化的效果	
三、浮选设备	157	评价	203
四、浮选工艺过程	159	一、固化体表面的浸出率的测定	204
第五节 其他分选技术	160	二、日晒对固化体浸出毒性的影响	204
一、摩擦与弹跳分选	160	三、振荡时间与浸出的关系	204
二、光电分选	161	四、颗粒直径对浸出结果的影响	205
三、涡电流分选	162	五、酸雨淋溶对固化体性能的影响	205
第七章 固体废物的稳定化/固化	164	六、固化体的其他参数及经济成本	
第一节 概述	164	核算	206
一、稳定化/固化的定义	164	第八章 典型固体废弃物资源化处理	209
二、稳定化/固化的目的	164	第一节 城市垃圾的分选回收	209
三、稳定化/固化技术发展的历史	165	一、国内垃圾分选处理系统	209
四、稳定化/固化技术的现状	166	二、国外垃圾分选处理系统	212
五、稳定化/固化技术的发展方向	167	第二节 工业固体废弃物的分选回收	214
六、药剂稳定化技术在未来重金属废物		一、粉煤灰资源化处理	214
处理中的特殊应用	168	二、煤矸石资源化处理	222
七、稳定化/固化技术在我国的应用		三、钢渣中有价成分的分选回收	231
前景	169	四、硫酸渣中有价金属的回收	233
八、固化效果的评定指标	169	五、尾矿中有价金属的回收	236
第二节 包胶固化	170	第三节 电子废弃物的处理与利用	247
一、水泥基固化	170	一、电子废弃物	247
二、石灰基固化	176	二、电子废弃物管理	249
三、热塑性材料固化	177	三、电子废弃物的处理与利用技术	251
四、热固性材料固化	178	第四节 废纸张与橡胶再生利用技术	258
第三节 自胶结固化	179	一、废纸再生处理技术	258
一、自胶结固化原理	179	二、橡胶的回收处理方法	263
二、自胶结固化优缺点	180	第五节 废电池的回收与综合利用	267
三、自胶结固化的应用	180	一、废电池的危害	267
第四节 玻璃固化	180	二、废电池的管理	268

三、废电池的综合利用技术	273	二、污泥的浓缩和干化处理	288
四、铅酸蓄电池的回收利用技术	282	三、污泥消化	299
第六节 污泥的预处理	286	参考文献	305
一、污泥的种类和性质	286		

第一章 绪 论

第一节 固体废物的定义和来源

一、固体废物的定义和特性

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或半固态废弃物。这里所指的生产建设是指国民经济建设大范围中的生产建设活动,其中包括基本建设、工农业、矿山、交通运输、邮政电信等各类工矿企业的生产建设活动;日常生活包括居民的日常生活活动,以及为保障居民生活所提供的各种社会服务及设施,如商业、医疗、园林等;其他活动则指国家各级事业及管理机关、各级学校、各种研究机构等非生产性单位的日常活动。

固体废物由于不同需要,在不同场合、不同国家有着不同含义。在学术界,一般是指在社会生产、流通和消费等一系列活动中产生的相对于占有者来说一般不具有原有使用价值而被丢弃的以固态和泥状赋存的物质。从哲学角度来说废与不废是相对于占有者而言的,甲认为是废物的东西,对乙来说不一定是废物,甚至可能是资源。废与不废只是相对的,世界上只有暂时没有被认识和利用的物质,而没有不可认识的物质,废与不废具有很强的空间性和时间性。随着人类认识的逐步提高和科学技术的不断发展,被认识和利用的物质越来越多,昨天的废物有可能成为今天的资源,他处的废物在另外的空间或时间就是资源和财富。一个时空领域的废物在另一个时空领域也许就是宝贵的资源,因此固体废物又被称之为在时空上错位的资源。

固体废物一般具有如下特性。

- ① 无主性 即被丢弃后,不再属于谁,因而找不到具体负责者,特别是城市固体废物。
- ② 成分的多样性和复杂性 现代的固体废物,其成分十分复杂,品种繁多,从大到小,从单一物质到聚物质,从简单到复杂,从边角废料到设备配件,从无机到有机,从金属到非金属,从无味到有味,从无毒到有毒,从低熔点到高熔点,从单质到合金等。
- ③ 分散性 固体废物丢弃、分散在各处,需要收集。
- ④ 错位性 一个时空领域的废物在另一个时空领域是宝贵的资源。
- ⑤ 生产性废弃物减少,消费性废弃物增加 随着科学技术的发展,人们生活水平的提高,人们在生产建设活动中所产生的废物在减少,主要表现在废次品的减少和清洁生产水平的提高。另一方面随着社会生产力的发展,人们消费水平的提高,人们在日常生活中产生的垃圾量在不断增加。主要表现人们对消费品形式多样化的需求增强,消费周期的缩短。

⑥ 危害性 固体废物给人们的生产和生活带来不便,危害人体健康。固体废物对环境的危害与所涉及的固体废物的性质和数量有关。任何固体废物的数量在一定数值以下,不会对环境产生危害,对这个量的确定,与固体废物的种类和性质有关。长期以来,农民在自家的院子里用有机废物进行沤肥,并没有产生任何环境问题。但当固体废物的量达到一定程度

时，就可能产生环境污染。城市生活垃圾集中堆放到一定数量时，就会对堆放场周围的环境造成污染。除了数量的因素以外，固体废物的性质也决定了固体废物的危害性。建筑垃圾属于无毒无害废物，量再大，也不会造成严重环境污染。废电池、废日光灯等，数量可能不大，但任意丢弃在环境中，就会对环境造成严重污染和危害。因此，在进行固体废物处理时，必须准确掌握处理的量和度。过分强调所涉及的固体废物的毒性和造成一定污染的数量，可能会增加处理成本。

二、固体废物的来源

我国固体废物主要来自两个方面：城市生活垃圾和工农业生产中所产生的废物。自 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，经济迅猛发展，人民生活水平极大提高，城市固体废弃物数量成指数级增长。1997 年全国产生 1.2×10^8 t 城市生活垃圾，城镇居民每人每天排放生活垃圾 0.8~1kg，而我国 1987 年的城市垃圾清运量才 5398t。城市生活垃圾又称城市固体废物，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，主要包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃陶瓷碎片、砖瓦渣土、废旧电池、废旧家用电器等。城市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、服务业、市政环卫业、交通运输业、街道打扫垃圾、建筑遗留垃圾、文教卫生和行政事业单位、工业企业单位、水处理污泥和其他零散垃圾等，具有无主性、分散性、难收集、成分复杂、有机物含量高等特点。影响城市生活垃圾成分的主要因素有居民的生活水平、质量、习惯和季节、气候等。

我国的工业固体废弃物主要来自各个工业部门的生产环节和生产废弃物，由于工业固体废弃物常常具有毒性，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，其中很多废物划入危险废弃物一类进行谨慎处理。按行业可分为以下几类：矿业、选冶，能源煤炭工业，黑色冶金工业，化学工业，石油化学工业，有色金属工业，交通、机械、运输，轻工业，建筑工业，纺织工业，电器仪表工业，食品加工工业，军工、核工业等。表 1-1 中列举了各类固体废物的来源和主要组成。

表 1-1 各类固体废物的来源和主要组成		
类 别	废 物 来 源	主 要 组 成 物
工业固体废物	矿业、选冶	废矿石、尾矿、金属、废木料、砖瓦灰石等
	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、陶瓷、绝热和绝缘材料、塑料、橡胶、烟尘等
	化学工业	化学药剂、金属填料、陶瓷、沥青、油毡、石棉、涂料等
	石油化学工业	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、金属、烟道灰等
	交通、机械、运输	涂料、金属、橡胶、塑料、木料、研磨料、废轮胎、边角料等
	轻工业	木质素、化学药剂、金属填料、橡胶、塑料、废纸等
	建筑工业	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、纤维素等
	纺织工业	棉毛纤维、布头、橡胶、塑料、线、纺纱、金属等
	电器仪表工业	绝缘材料、化学药剂、研磨料、金属、木料、玻璃、橡胶、塑料、陶瓷等
	食品加工工业	油脂、蛋类食品、谷物、蔬菜、硬壳果、玻璃、水果、废纸、烟草等
	军工、核工业等	化学药物、一般非危险废物等

续表

类 别	废 物 来 源	主 要 组 成 物
城市垃圾	居民生活	饮料、食物、纸屑、编织品、庭院废物、塑料品、金属用品、煤渣、废家电、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、灰渣、装修材料、包装材料、办公杂品等
	机关、商业系统	废汽车、建筑材料、装修材料、包装材料、办公杂品等
农林渔业废物	农林牧业	秸秆、稻草、塑料、枯枝落叶、农药、人畜粪便、污泥、禽类尸体等
	水产业	腐烂鱼虾贝类、水产加工污泥、塑料、禽畜尸体、杂类废物等
危险废物	核工业系统、科研单位	含放射性废渣、同位素实验废物、核电站废物、含放射性劳保用品等

我国危险固体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。由于危险废物常具有毒害性、爆炸性、易燃性、腐蚀性、化学反应性、传染性、放射性等一种或几种危害特性，对人体和环境产生极大危害，因而国内外均将其作为废物管理的重点，采取一切措施保证其妥善处理。其主要来源是工业固体废物，如废电池、废日光灯、日用化工产品等，据估计我国工业危险废物的产生量约占工业固体废物产生量的3%~5%，主要分布在化学原料和化学制造业、采掘业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、石油加工业及炼焦业、造纸及制品制造业等工业部门。城市生活垃圾中有害废物主要是医院临床物及其他等。农业固体废物主要是喷洒的残余农药。

第二节 固体废物对环境的污染

一、固体废物污染环境的途径

固体废物特别是有害固体废物，如处理、处置不当，其中的有毒有害物质如化学物质、病原微生物等可以通过环境介质——大气、土壤、地表或地下水体进入生态系统形成化学物质型和病原体型污染，对人体产生危害，同时破坏生态环境，导致不可逆生态变化。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水质、水文条件有关，如：有些可通过蒸发直接进入大气，但更多通过接触浸入、食用或咽入受污染的饮用水或食物进入人体。固体废物传播疾病的途径见图1-1。

二、固体废物对自然环境的影响

固体废物对环境的影响主要表现在以下几个方面。

1. 对土壤环境的影响

固体废物不加利用，任意露天堆放，不但占用一定的土地，导致可利用土地资源减少，而且如填埋处置不当，不进行严密的场地工程处理和填埋后的科学管理，容易污染土壤环境。土壤是许多细菌、真菌等微生物聚集的场所，这些微生物与其周围环境构成一个生物系统，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，国际禁止使用的持续性有机污染物在环境中难以降解，这类废弃物进入水体或渗入土壤中，将会严重影响当代人和后代人的健康，对生态环境也会造成长期的不可低估的影响。残留毒害物质不仅在土壤里难以挥发消解，而且杀死土壤中微生物，破坏土壤的腐解能力，改变土壤的性质和结构，阻碍植物根系的发育和生长，并在植物体内积蓄，破坏生态环境，而且会积存在人体内，对肝脏和神经系统造成严重损害，诱发癌症和使胎儿畸形。

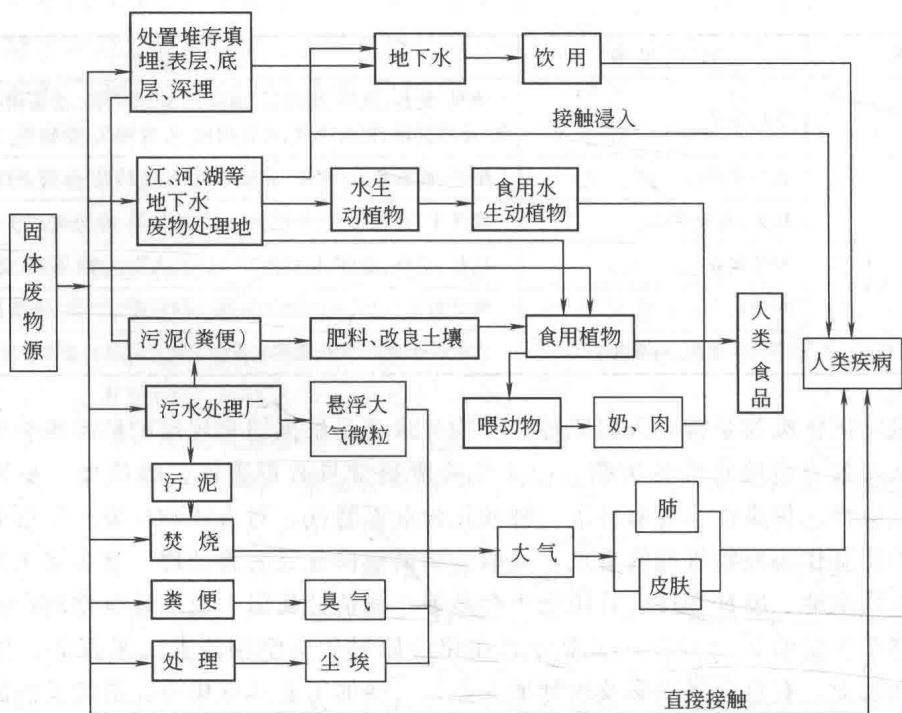


图 1-1 固体废物传播疾病的途径

20 世纪 70 年代，美国在密苏里州为了控制道路粉尘，曾把混有 2,3,7,8-TCDD 的淤泥废渣当作沥青铺洒路面，造成土壤污染，土壤中 TCDD 浓度高达 $300\mu\text{g/L}$ ，污染深度达 60cm，致使牲畜大批死亡，人们备受各种疾病折磨。在市民强烈的要求下，美国环保局同意全体市民搬迁，并花了 3300 万美元买下该城市的全部地产，还赔偿了市民的一切损失。80 年代，我国内蒙古的某尾矿堆污染了大片土地，造成一个乡的居民被迫搬迁。据报道我国受工业废渣污染的农田已达 25 万亩（1 亩 = 666.7m^2 ，下同）。

2. 对水体的影响

固体废物可随地表径流进入河流湖泊，或随风迁徙落入水体，从而将有毒有害物质带入水体，杀死水中生物，污染人类饮用水水源，危害人体健康；固体废物产生的渗滤液危害更大，它可进入土壤使地下水受污染，或直接流入河流、湖泊和海洋，造成水资源的水质型短缺。

值得一提的是，在固废处理初期，人们常将固体废物排入河流、湖泊和海洋作为一种处置方法，即便现在仍有许多国家将废物直接排入大海进行处置，其引起的环境影响应该加以警惕，理由如下：将固体废物直接倾倒入江河，可以缩短江河湖面有效面积，使排洪和灌溉能力有所下降，并使水体受到直接污染，严重危害水生生物的生存条件，并影响水资源的充分利用；将固体废物排入大海，也有其一定危害性，基本同上，只是由于海洋的环境容量较大，其生态平衡变化不大或尚未被发觉，对人体的危害和生态平衡的影响还不明显，而且人们现在对于向海洋倾倒废物能导致的后果尚未研究透彻，因此有些国家开始禁止向海洋倾倒垃圾。据我国有关资料表明，由于江河排进固体废物，20 世纪 80 年代的水面较之于 50 年代减少约 2000 多万亩。目前我国在不同地区每年仍有成千上万吨的固体废物直接倾入江湖之中，其所产生的严重后果是不言而喻的。

3. 对大气环境的影响

堆放的固体废物中的细微颗粒、粉尘等可随风飞扬,进入大气并扩散到很远的地方;一些有机固体废物在适宜的温度和湿度下还可发生生物降解,释放出沼气,在一定程度上消耗其上层空间的氧气,使种植物衰败;有毒有害废物还可发生化学反应产生有毒气体,扩散到大气中危害人体健康。

值得一提的是焚烧作为一种废物处理法,可以导致二次污染,已成为有些国家大气污染的主要源泉之一。据报道,美国废物焚烧炉约有 2/3 由于缺少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 $0.56\text{g}/\text{m}^3$ 。特别是最近发现焚烧垃圾可以产生致癌物质二噁英,因此对固体废物进行处置时要注意二次污染问题。

第三节 固体废物预处理的作用

固体废物类型繁多而组成复杂,其形状、大小、结构,特别是性质均有很大的差别。因此,为了使预处理的固体废物性质满足后续处理或最终处理的工艺要求,提高固体废物再生利用的效率,需要在被最终处理或再生利用前对其进行预先处理。固体废物预处理技术主要包括对固体废物压实、破碎、筛分、分选、稳定化/固化以及调理和脱水等单元操作。由于处理工艺不同,预处理目的和方法也有所差异。

① 当以土地填埋作为固体废物最终处置方式时,通常将固体废物进行压实处理,使其容重增加,体积减小。废物在填埋时可占据较小的空间,提高填埋场库容效率,延长填埋场使用年限。

② 固体废物堆肥化时,适宜的破碎和分选处理,可使堆肥物料粒度均匀,大小适宜,增加透气性,增加物料中易堆腐物比例,从而满足堆肥工艺条件。

③ 固体废物焚烧处理时,破碎和分选处理后的可燃废物燃烧稳定,热效率提高,且可防止大块废物进入炉体对其造成损伤等影响。

④ 为实现固体废物的资源化,也需对废物进行破碎、分选等预处理操作,而在分选作业之前通过筛分和破碎等预处理工序,使废物单体分离或分成适当的级别,以利于下一步工序的进行,以提高分离效果,增加再生利用的经济价值。

⑤ 在固体废物的收运过程中,也有必要对其进行破碎、压实处理,减小废物所占容积,提高运输效率。

⑥ 对于危险废物必须经过稳定化/固化预处理后才能进行最终处置或加以利用,减少其对环境造成的潜在危害。

⑦ 在污泥最终处理和资源化时,污泥脱水是整个污泥处理工艺的一个重要预处理环节,其目的是使固体富集,减小污泥体积,为其最终处理和资源化创造条件;且为了改善污泥脱水性能,减少水与污泥固体颗粒的结合力,加速污泥脱水过程,在泥脱水工艺前必须通过污泥调理预处理操作。

第二章 固体废物的分类、收集与管理

第一节 工业固体废物的收集

由于我国工业发展的历史较短,除个别行业、个别企业外,基本规模不大,并且以乡镇企业为主,因此产生的固体废物也具有分散性,难以收集;工业固体废物的产生源是企业,因此废物具有明显的归属性,不像城市生活垃圾具有无主性;工业固体废物组分复杂,有毒有害物质含量大;工业固体废物的处理处置技术要求高,以上特点决定了对工业固体废物的收集与城市生活垃圾的收集具有明显不同。

1. 工业固体废物收集要以工业区规划为基础

随着我国经济的发展,城市化进程的推进,城市规划、环境规划和区域职能划分越来越科学,从而提高了固体废物的管理和控制的科学性、精确性和有效性。通过建立工业区以及特殊行业工业区,将工业区和城市生活区分离,并将某一类别行业的工业集中在某一区域,有利于集中进行环境管理和监控;对其产生的固体废物从宏观上进行监控,最大限度地进行资源综合利用;利用政府的宏观调控和桥梁作用,有效地克服了企业之间缺乏联系的缺陷,使得某工厂固体废物能够找到合适的位置,成为另外一厂商产品的原材料,提高综合利用率,并减少运输成本。

因此,在将来的工业发展中,除考虑经济因素外,还应该进行合理规划,考虑工业区内引进项目的特点,合理规划,相互补充,尽量使之相互利用彼此排出的废物,有效实现资源综合利用,同时减少其运输成本,减少危险废物的运输风险,缩短运输距离,建立特殊运输渠道或者运输方式。

2. 工业固体废物的收集必须以企业为负责人,同时服从工业区域的整体规划或者工业固体废物管理机构的宏观调控

工业固体废物是由具体工业厂商或者企业产生的,而工业厂商和企业都具有法人代表,而且它们产生废物量相对于人均城市生活垃圾产生量来说相对较大,因此其处理处置不属于公益事业,必须遵循“谁污染,谁治理”的原则,产生源为具体负责人。

由于工业固体废物利用价值大,且存在较大错位性,一种工业生产产生的废物往往是另外一种工业生产的资源,由于个别生产厂商或者企业自身的局限性,往往没有精力或者由于信息的不对称,找不到其产生废物综合利用的下家,从而一方面浪费资源,另一方面增加其自身的处理和处置成本。因此,这就需要工业区成立宏观调控机构,对整个工业内部、工业区和工业区之间未来发展进行科学规划,对建立项目产生的废物排放量和性质进行科学调查和统计,对厂商相互之间的关系进行科学分析,从而从宏观上进行调控和指导,并给予优惠政策,使厂商或者企业之间进行合作,克服彼此之间的孤立,找到合适的资源利用方式,减少废物产生量。

3. 在资源综合利用基础上实行规模处理和处置,建立厂商或者企业之间的资源综合利用路线图和集中处理处置运输路线图

工业固体废物的收集目标是以最小成本解决工业固体废物的归宿问题。固体废物处理处

置技术首要是资源综合利用,因此收集路线的设计首先要考虑厂商或者企业的资源利用合作,为其设立合理的资源综合利用运输路线,减少运输成本,增加运输安全性;在无法实现资源综合利用的基础上,对相同性质的工业固体废物进行收集,并根据需要建立中转站,最终进行集中处理,构成处理处置收集运输路线图,以达到规模效应,减少处理处置成本。

4. 建立固体废物收集运输调度机构

工业固体废物的管理原则是“谁污染,谁治理”。所以通常情况下,产生废物量比较大的单位都建有单独的废物堆场。废物的收集、运输都由单位内部负责。但是对于小厂商和企业来说,每一个厂商都购买自己独立的运输车辆或者运输机构,必然会增加运输成本和维护成本,因此可根据需要建立工业区综合运输调度站,对运输车辆统一管理,统一调度,有利于降低成本,减少企业和厂商的工作任务。

对于某些大型工厂建有回收公司,定期到厂内收集废料、废物;对于中型工厂则定人定期回收;对于小型工厂划片包干,巡回收集,并配备管理人员,设置废物仓库。建立各类废物堆存资料卡,开展经常性的收集分类活动。

根据固体废物的性质采取合适的运输途径。比较先进的收集运输方法是采用管道运输。对于泥状的废物通常根据处理工艺需要先进行脱水等处理工序。

5. 对于危险性或者有毒有害废物必须对运输路线进行科学规划

有必要建立单独的运输路线,同时尽量避免经过生活区、商业区和繁华区,同时采用先进的运输方式和设备以及装置,保证不发生泄漏,并保证在发生事故时对周围环境产生尽可能小的影响,同时建立严格运输管理条例和机制。

第二节 城市生活垃圾的收集与运输

一、城市垃圾收运和处理概况

1. 城市垃圾收运的发展状况

面对由于生活垃圾所造成的城市环境质量不断下降,城市垃圾治理和消纳出路严重困难的现实,各国都逐渐重视城市垃圾基本性质的研究,并根据本地实际情况和掌握的本底资料论证和制订城市垃圾综合治理对策,选择适用处理工艺;同时,根据城市环境卫生科学化管理的要求制订垃圾收运处理计划,建立和改善城市垃圾收运系统、城市垃圾卫生收集、运输和处理等专用设备的设计,制造和应用也逐渐纳入正轨。

工业发达国家的城市化进程较快,城市垃圾污染和威胁城市环境的矛盾更为突出。为维护和提高城市环境质量,减少环境污染,这些国家的城市很重视改善和提高城市垃圾的机械化收运水平和废物的卫生处理水平。经过多年的努力,既研制和利用了多种机械化、卫生化程度较高的废物收集、运输工具,发展和应用了各种卫生化水平较高的处理工艺,也形成了比较科学的城市垃圾综合治理体系。城市公共卫生设施、厕所、小便池、化粪池、倒粪池、垃圾管理站、生活垃圾桶、垃圾箱、集装箱、垃圾间、废物箱和环境卫生工程设施(垃圾粪便码头、中转站、临时堆放场)等的设计制造也取得了很大进展,其主要特点是:垃圾收集逐步由随意堆放向容器化发展,并且提倡和实施分类收集,促进了有用物质的回收利用,减少了城市垃圾的混合收集量。垃圾运输工具从手推车、马车发展到机动车,从普通卡车发展到各种类型的密闭式垃圾车;多层和高层建筑的废物排放装置与建筑物结构和建筑群体协调匹配,更有利于城市垃圾的排放和机械收运。少数城市在部分地区建设了气动垃圾排放装置,进行了垃圾排放自动化、全密闭化的尝试。城市道路路面清扫和日常保洁也从人工清扫