

固体废物

GUTI FEIWU
CHULI JI LIYONG

处理及利用

谢志峰 主编



固体废物处理及利用

谢志峰 主编

中央广播电视大学出版社

北 京

内容简介

全书共分 2 篇：上篇是固体废物处理技术基础部分，重点介绍固体废物处理、资源化利用的基本概念、原理和方法，并引入工程实例，增强理论、技术和实际的结合，以提高读者分析和解决实际问题的能力；下篇是固体废物处理技术应用部分，重点介绍矿业、工业、城镇、建筑、医疗、电子行业废物以及危险废物的处理和利用技术，特殊行业固体废物处理利用较成熟的工艺、先进技术和设备及各种典型固体废物开发利用的实例，充分体现可持续发展和固体废物处理过程中物质再循环利用的指导思想。

图书在版编目（CIP）数据

固体废物处理及利用 / 谢志峰主编. —北京：中央广播电视大学出版社，2014.1
ISBN 978-7-304-05560-8

I. ①固... II. ①谢... III. ①固体废物处理
IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 092725 号

版权所有，翻印必究。

固体废物处理及利用

谢志峰 主编

出版·发行：中央广播电视大学出版社

电话：营销中心 010-58840200 总编室 010-68182524

网址：<http://www.crtvup.com.cn>

地址：北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编：100039

经销：新华书店北京发行所

策划编辑：苏 醒

责任编辑：谷春林

印刷：北京密云胶印厂

印数：0001~3000

版本：2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 2 次印刷

开本：787×1092 1/16

印张：17.75 字数：415 千字

书号：ISBN 978-7-304-05560-8

定价：43.00 元

（如有缺页或倒装，本社负责退换）

前 言

科技的发展不仅为人类生活水平的提高提供了保障,也带来了工业、农业、矿业、建筑业等行业的迅猛发展,然而环境问题却日益严重,成为影响人类生存和发展的重大问题。与其他历史悠久的学科相比,环境科学及其分支学科环境工程学还很年轻,且属于多学科交叉融合的横断学科,发展空间广阔。

固体废物处理课程内容涉及生产生活中各方面的固体废物处理与利用。科学处理和合理利用固体废物受到世界各国越来越多的重视。我国在这方面起步较早,也取得了一定成绩。但与国外先进国家相比,我国的固体废物处理在综合利用率、技术支持、政策扶持力度等方面仍存在较大差距。因此,加大对固体废物利用的政策支持、深化该领域的技术研究将是进一步扩大固体废物综合利用、发展循环经济的关键。

本书以读者为本,注重对专业素质和能力的培养,在保证专业理论知识科学合理的基础上,突出工程应用能力和技能的培养。

全书共分 2 篇:上篇是固体废物处理技术基础部分,重点介绍固体废物处理、资源化利用的基本概念、原理和方法,并引入工程实例,增强理论、技术和实际的结合,以提高读者分析和解决实际问题的能力;下篇是固体废物处理技术应用部分,重点介绍矿业、工业、城镇、建筑、医疗、电子行业废物以及危险废物的处理和利用技术,特殊行业固体废物处理利用较成熟的工艺、先进技术和设备及各种典型固体废物开发利用的实例,充分体现可持续发展和固体废物处理过程中物质再循环利用的指导思想。

本书由谢志峰任主编,赵金柱任副主编。参加编写的还有董春艳、赵北龙、安晓燕、谢革、田姗姗。本书在编写过程中,参考借鉴了许多专家、学者的资料和数据,在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不免存在错误之处,敬请同行及读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

上篇 固体废物处理技术基础

第一章 概 述.....	2
第一节 固体废物概述	3
第二节 固体废物的分类	4
第三节 固体废物的污染及危害	6
第四节 控制固体废物污染的技术政策	9
第五节 固体废物的处理与处置技术	14
第六节 固体废物管理	15
第二章 固体废物的收集和运输.....	19
第一节 固体废物的收集	19
第二节 固体废物的运输	20
第三节 城市垃圾的收集	22
第四节 城市垃圾的中转和运输	29
第五节 危险废物的收运	33
第三章 固体废物的预处理技术.....	37
第一节 压 实	38
第二节 破 碎	41
第三节 分 选	52



第四章 热化学处理..... 69

 第一节 焚 烧.....69

 第二节 热 解.....84

 第三节 焙 烧.....94

第五章 固体废物的生物处理98

 第一节 生物转换理论基础99

 第二节 好氧生物降解制堆肥.....101

 第三节 厌氧发酵制沼气108

第六章 固体废物的固化处理115

 第一节 固化处理的概述115

 第二节 固化技术.....117

第七章 固体废物的处置工程122

 第一节 固体废物处置概述122

 第二节 固体废物的最终处置方法.....125

下篇 固体废物处理技术应用

第八章 矿业废物的回收和利用.....147

 第一节 煤矸石的综合利用147

 第二节 冶金矿山固体废物的综合利用157

第九章 工业废物的回收和利用.....164

 第一节 粉煤灰的综合利用164

 第二节 高炉渣的综合利用175

 第三节 钢渣的综合利用182

 第四节 铬渣的综合利用189

 第五节 化学石膏的综合利用.....193

第十章 城镇垃圾的处理利用	200
第一节 城镇垃圾概述	200
第二节 废玻璃的回收和利用	202
第三节 废纸的回收和利用	206
第四节 塑料的再生利用	211
第五节 废电池的回收利用技术	223
第六节 废橡胶的资源化利用技术	235
第十一章 特殊固体废物的综合利用	241
第一节 污泥的综合利用	241
第二节 放射性固体废物的综合利用	251
第三节 电子垃圾的综合利用	254
第四节 医疗废物的处理处置	262
第五节 建筑垃圾的处理利用	270
参考文献	273

上篇 固体废物处理技术基础

第一章 概述



【课前材料】

材料一 2010年5月31日中国环境保护部发布的《2009年中国环境公报》中指出：2009年，全国工业固体废物产生量为204 094.2万t，比上年增加7.3%；排放量为710.7万t，比上年减少9.1%；综合利用量（含利用往年储存量）、储存量、处置量分别为138 348.6万t、20 888.6万t、47 513.7万t。危险废物产生量为1 429.8万t，综合利用量（含利用往年储存量）、储存量、处置量分别为830.7万t、218.9万t、428.2万t。

材料二 2010年3·15晚会曝光了一次性筷子的制作黑幕：相关统计显示，我国每年生产约800亿双一次性筷子，需消耗多达166万m³的木材，约相当于1100万棵树。形象点来说，如果每双筷子长度按20cm计算，把中国每年生产的一次性筷子首尾相接，可以从地球到月球（月地距离大概是380 000km）往返21次之多。打成纸浆，做成文印纸张，可以供5 000人的公司使用5 500年。但是这些筷子在使用一次之后，都被当做垃圾填埋处理了。

材料三 在我们的日常生活中，塑料袋被大量地使用，我们对塑料袋的使用量进行一下简单的计算：假如每人每天平均用3只1dm²的塑料袋。我国目前人口按14亿计算，全国一天的塑料袋使用数量是14亿×3只=42亿只，面积就是42亿×1dm²=0.42亿m²，一年使用量的面积就是365×0.42亿m²=153.3亿m²，中国有960万km²的国土面积，那960万km²/153.3亿m²=626，就意味着按照现在的人口只需626年中国就被塑料袋覆盖了！如果每人每天使用塑料袋数增加到4个、5个……那又是一个怎样的局面？

材料四 现实生活中塑料制品随处可见，无处不在，喝水的杯子、吃饭用的快餐盒、家里装调料的瓶子……很多都是塑料做的。随手拿起一个塑料瓶一看它的底部都有一个标记，标记由一个三角形和一个数字组成，而不同的塑料用品上，标记的数字也各不相同，一般的矿泉水瓶底标的是1，大桶的农夫山泉不透明的桶写的是2，你对它是否留意过？你是否知道它的含义呢？标有数字1、2、4、5的塑料产品，是相对安全的，而标有数字3、6、7的是相对有毒的，你知道吗？

材料五 一节一号电池烂在地里，能使1m²的土壤永久失去利用价值；一粒纽扣电池可使600t水受到污染，相当于一个人一生的饮水量。

材料六 目前，中国已经成为世界最大的手机生产国和消费国，早在2008年年底，我国的手机用户就已超过6.4亿户。由此推算，每年全国被淘汰掉的废旧手机数量惊人。但调查数据显示，中国废旧手机的回收率仅为1%。废旧手机和电池如果被填埋处理，里面含有的金、水银、铅、镉等重金属成分就会直接污染土壤及地下水。而如果被简单焚烧，其产生的气体会污染空气，致人中毒，严重危害人体健康。研究表明，从1t废弃手机中能提取

150 g 黄金 (每吨金矿石则只能提取 5 g, 相差 30 倍之多)、100 kg 的铜以及 3 kg 的银。三样主要金属, 再加上其他金属, 总价值应该近 5 万元。如果把这 5 万元钱再平均一下 (50 000/1 000), 就是 50 元/kg。

第一节 固体废物概述

一、固体废物的概念

2005 年 4 月 1 日起实施的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定: 固体废物, 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的物品、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。

《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》(1992 年 8 月 20 日对中国生效) 中规定固体废物是指需要处置或打算予以处置或根据国家法律规定必须加以处置的无直接用途的、可以永久丢弃的、可移动的固态、半固态物质或物品。这是国际上关于固体废物的通用定义。

通俗地讲, 固体废物是指生产、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。根据它们的来源不同, 固体废物又分为废渣和垃圾两种。废渣是指在生产过程中所产生的废物, 而垃圾是指日常生活和其他活动中所产生的废物。这里所指的生产包括基本建设、工农业, 以及矿山、交通运输、邮政电信等各种工矿企业的生产建设活动; 所指的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。

从充分利用自然资源的观点来看, 所有被称为“废物”的物质, 都是有价值的自然资源, 应该通过各种方法和途径使之得到充分利用。当前被人们称为“废物”的物质, 只是由于受到技术或经济等条件的限制, 暂时还无法加以充分利用而已。可见, 固体废物的概念随着时空的变迁而具有相对性。某一过程中所排出的废物往往可以成为另一过程的原料, 今天被视为无用的废物, 将来也可能成为有价值的自然资源。因此, 固体废物又有“放错地点的资源”之称。从广义而言, 废物按其形态有气、液、固三态, 如果废物是以液态或者气态存在, 且污染成分主要是混入一定容量 (通常浓度很低) 的水或气体 (大气或气态物质) 之内时, 分别作为废水或废气看待, 一般应纳入水环境或大气环境管理体系, 并分别制定有专项法规作为执法依据; 而固体废物包括所有经过使用而被弃置的固态或半固态物质, 甚至还包括具一定毒害性的液态或气态物质。

应当强调的是, 固体废物的“废”具有时间和空间的相对性。它在某一生产过程或某方面可能暂时无使用价值, 但并非在其他生产过程或其他方面也无使用价值。在经济技术落后国家或地区抛弃的废物, 在经济技术发达国家或地区可能是宝贵的资源。在当前经济

技术条件下暂时无使用价值的废物，在发展循环利用技术后可能就是资源。

二、固体废物的特征

- (1) 成分具有多样性与复杂性。
- (2) 具有环境与资源的双重价值。
- (3) 是有用与无用的大集合。
- (4) 生产型废弃物减少，消费型废弃物增加。
- (5) 彼此依赖，相互循环。
- (6) 富集多种污染成分的终态，污染环境的源头。
- (7) 所含有害物呆滞性大，扩散性小。
- (8) 危害具有潜在性、长期性和灾难性。
- (9) 固体废物还具有无主性。

第二节 固体废物的分类

固体废物来源广泛，种类繁多，组成复杂，从不同的角度出发，可有不同的分类方法。

- (1) 按其来源，可分为矿业固体废物、工业固体废物、农业固体废物、城市生活固体废物、放射性固体废物等 5 类。
- (2) 按其化学组成，可分为有机固体废物和无机固体废物。
- (3) 按其危害性，可分为有害固体废物和一般固体废物。
- (4) 按固体废物“形态”，可分为固状物和泥状物。
- (5) 按固体废物的危险性，可分为一般固废物和危险固废物。

通常从管理需要出发，多采用按来源分类的方法，在《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中将固体废物分为城市生活垃圾、工业固体废物、危险废物 3 类，考虑到我国是农业大国且农业废弃物并不比工业废物少，故也将其单独列出。表 1-1 所列的固体废物就是按这一分类方法而分的。

表 1-1 固体废物分类、来源和主要组成

分类	来源	主要组成
工业废物	冶金、交通、机械工业	矿渣、金属碎屑、铸造、焊接废料、边角料、橡胶、塑料、废旧设备、绝热绝缘材料
	电力工业	炉渣、粉煤灰
	建材工业	水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、沙石、砖瓦
	化学工业	化工废渣、化学石膏、炉渣、化学药剂、废金属、塑料、橡胶、沥青、石棉

续表

分类	来源	主要组成
工业废物	轻纺食品工业	废橡胶、废塑料、棉纱、纤维碎布、染料废渣、碎玻璃、炉渣、肉类、谷物、果类、蔬菜、烟草
	橡胶、皮革、塑料工业	橡胶、皮革、塑料、碎布、纤维
矿业废物	矿山、选矿	废石、尾矿、煤矸石、废旧设备、废木材、建筑废料等
城市垃圾	居民生活	食品废物、生活垃圾、燃料灰渣
	商业、机关	食品废物、炉灰、废旧工具、器具及生活垃圾
	市政维护、管理部门	碎砖瓦、落叶、灰渣、污泥、脏土
农业废物	农林	稻草、秸秆、蔬菜、水果、落叶、树枝、废塑料、人畜禽粪
	水产、牧业	死禽畜，腐烂鱼、虾、贝壳，水产加工废物
危险废物	核工业、核研究、医疗机构	金属污泥、放射性废渣、污泥、器具、劳保用品

一、城市生活垃圾

城市生活垃圾（Municipal Solid Waste, MSW），又称为城市固体废物，是指在城市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，以及法律、行政法规规定视为城市生活垃圾的固体废物。其主要包括：居民生活垃圾（Household Waste）、商业垃圾（Commercial Waste）和建筑垃圾（Construction Waste）。我国共有 657 座城市（2010 年国家统计局数据），城市人口 6.91 亿人（2011 年年底数据）。2008 年，我国城市生活垃圾年产量已达 1.55 亿 t，全国城镇生活垃圾总产量达 2.2 亿 t，并以 8%~10% 的年增长率在递增。

城市生活垃圾的特点：成分复杂，有机物含量高。

城市生活垃圾的产量：20 世纪 70 至 80 年代增长最快，近年仍有上升。

城市生活垃圾的影响因素：居民生活水平、生活习惯、季节、气候、气化率等。

城市生活垃圾的主要成分：厨余废物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃陶瓷碎片、砖瓦渣土、粪便、废家具、废旧电器、庭院废物等。按物理组成可分为纸、木竹、塑胶等 18 类。在我国，一般将城市生活垃圾分为有机物、无机物、纸、塑料、橡胶、布、木竹、玻璃、金属等 9 类，其中后 7 类属可回收废物。

二、一般工业废物

工业固体废物（Industrial Solid Waste），是指在工业、交通等生产活动中产生的固体废物。

工业固体废物主要发生在采掘、冶金、煤炭、火力发电四大部门，其次是化工、石油、

原子能等部门。

不同工业类型所产生的固体废物种类是迥然相异的，因此，所产生的固体废物组分、含量、性质也不同。全世界每天新增固体废物 419.49 万 t，年产量平均增长率达到 8.24%，高出世界经济平均增长速度 2.5~3 倍。

三、危险废物

危险废物 (hazardous waste) 又称有害废物，是指被列入国家危险废物名录或者被国家危险废物鉴定标准和鉴定方法认定的具有毒害性、易燃性、腐蚀性、化学反应性、传染性和放射性的废物。

一般具有毒性、腐蚀性、易燃性、反应性、放射性和传染性等特性之一的固体废物均属有害固体废物。

自 2008 年 8 月 1 日起施行的国家危险废物名录中分为医院临床废物 (HW01)、医药废物 (HW02) 等 49 类共 498 种，包括气体 (置于容器中)、液体 (废酸、碱、油等) 和固体。

凡已判定属危险废物者，应将其数量、性质、去向等登记入档，分别留存在产生点、处置单位和有关的环保部门，保存的年限为 20~30 年，各国不等。

第三节 固体废物的污染及危害

一、固体废物污染途径

所谓固体废物污染是指因不适当地排放、扬弃、储存、运输、使用、处理和处置固体废物而造成的环境污染。

固体废物并不是一种环境介质，而是一种污染物。因此，它本身并不会被污染，而是造成其他环境介质和环境要素污染，这与大气污染、水污染是不同的。固体废物特别是有毒固体废物，处理、处置不当，能通过不同途径危害人体健康。通常，工矿业固体废物所含化学成分能形成化学物质型污染 (图 1-1)；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 (图 1-2)。

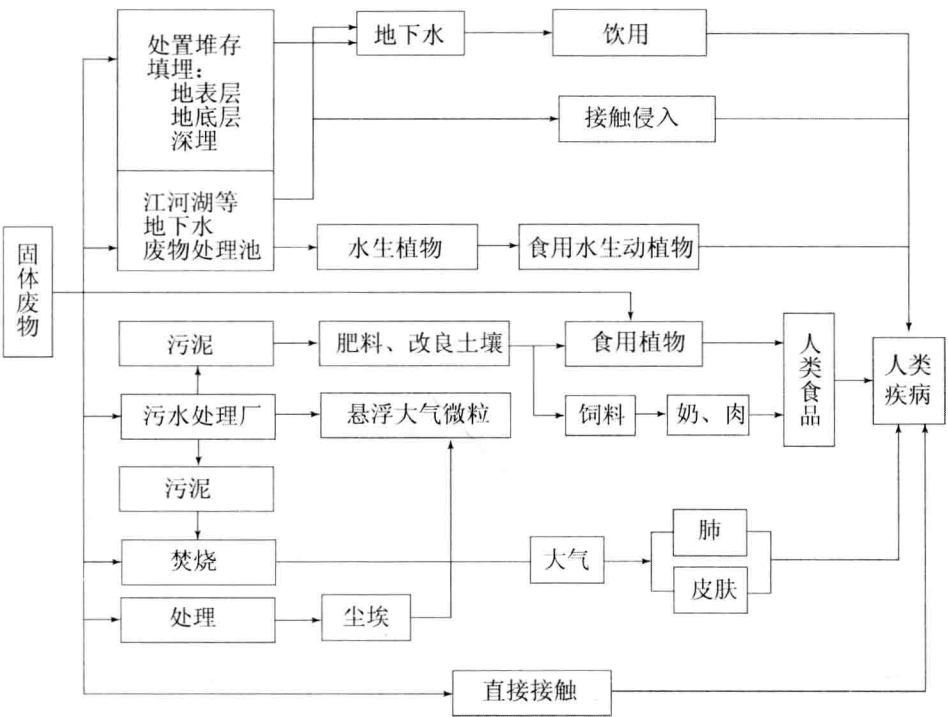


图 1-1 固体废物中化学物质型污染传播途径

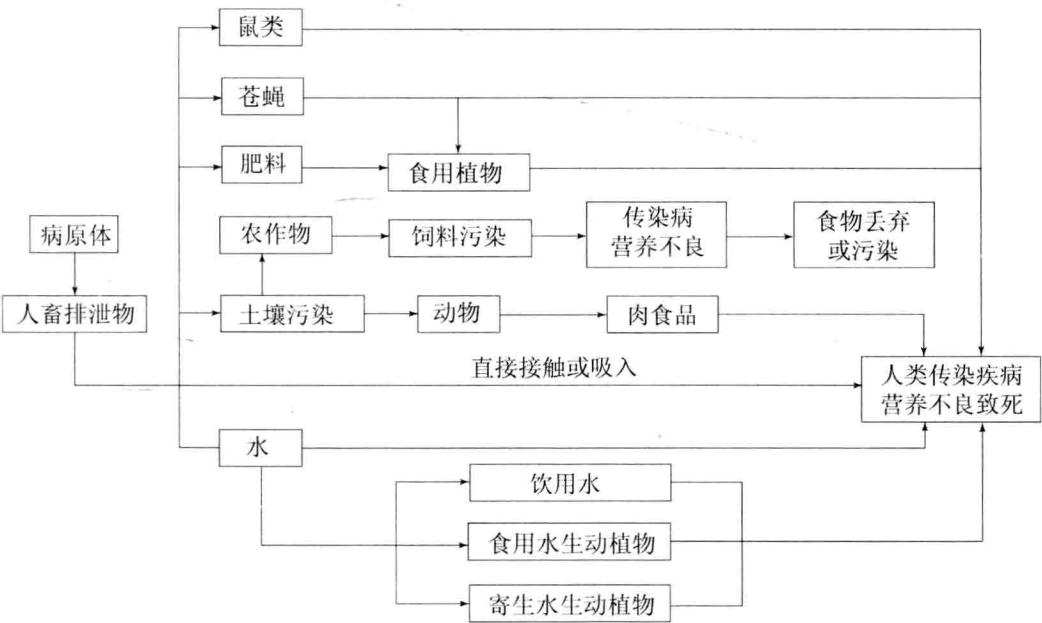


图 1-2 固体废物中病原型污染传播途径

二、固体废物污染危害

固体废物的性质多种多样，成分也十分复杂，特别是在废水废气治理过程中所排出的固体废物，汇集了许多有害成分，因此，固体废物对环境的危害极大，污染也是多方面的。

固体废物污染主要表现在以下几方面：

（一）占土地，破坏地貌和植被

固体废物如不加以利用处置，只能占地堆放。据估算平均每堆积 1 万 t 废渣和尾矿，要占地 670 m² 以上。据统计，美国有 15 000 个垃圾处理场，面积相当于 19 个新加坡，固体废物占用土地达 2 万 km²。目前，在我国工业固体废物总堆放量达 100 亿 t，占地面积 8.4 万英亩（1 英亩=4 046.86 m²）。预计今后总堆放量及其占地面积还要成倍增长。

土地是宝贵的自然资源，我国虽然幅员辽阔，但耕地面积却十分紧缺，人均耕地面积只占世界人均耕地的 1/3。固体废物的堆积侵占了大量土地，造成了极大的经济损失，并且严重破坏了地貌、植被和自然景观。

（二）污染土壤和地下水

固体废物长期露天堆放或没有防渗措施的垃圾填埋，其中部分有害组分很容易随渗滤液浸出，并渗入地下向周围扩散，使土壤和地下水受到污染。由于土壤具有很强的吸附力，这些有害组分还会在土壤中呈现不同程度的积累，进一步导致在植物体内的富集，人吃了这样的植物，健康就会遭受损害。工业固体废物还会破坏土壤的生态平衡，使微生物和动植物不能正常地繁殖和生长。

（三）污染水体

许多沿江河湖海的城市和工矿企业，直接把固体废物向邻近水域长期地大量排放。固体废物也可随天然降水和地表径流进入河流湖泊，致使地表水受到严重污染，不仅破坏了天然水体的生态平衡，妨碍了水生生物的生存和水资源的利用，而且使水域面积减少，严重时还会阻塞航道。据统计，全国水域面积和新中国成立初期相比，已减少 1.33×10^7 m²。全国各水系沿岸的发电厂，每年向长江、黄河等水域排放数以千万吨的灰渣，其中仅重庆电厂年排放量即达 30 万 t，在电厂排污口外的煤灰滩已延伸到嘉陵江的航道中心。大量固体废物向海洋倾倒和堆积，也严重污染了沿海滩涂和邻近水域，恶化了生态环境，破坏了滩涂地貌。例如，我国著名的游览胜地青岛市的主要工业区和生活区位于胶州湾东岸，由于长期大量的固体废物不加处理地任意排放，整个滩涂几乎全被工业废渣、建筑垃圾所掩埋，仅有的一点沙滩也成了不毛之地。海水受到严重污染，原有的 100 多种水生生物，残存下来的不过 10 余种。

（四）污染大气

固体废物中所含的粉尘及其他颗粒物在堆放时会随风而逝；在运输和装卸过程中也会

产生有害气体和粉尘；这些粉尘或颗粒物不少都含有对人体有害的成分，有的还是病原微生物的载体，对人体健康造成危害。有些固体废物在堆放或处理过程中还会向大气散发出有毒气体和臭味，危害则更大。例如，煤矸石的自燃在我国时有发生，散发出煤烟和大量的 SO_2 、 CO_2 、 NH_3 等气体，造成严重的大气污染。采用焚烧法处理固体废物，也成为大气污染的主要污染源之一。例如，美国固体废物焚烧炉约有 $2/3$ 因缺乏空气净化装置而污染大气。由固体废物进入大气的放射尘，一旦侵入人体，还会形成内辐射而引起多种疾病。

（五）造成巨大的直接经济损失和资源能源的浪费

我国的资源利用率很低，大量的资源、能源会随固体废物的排放而流失。矿物资源一般只能利用 50% 左右，能源利用只有 30%。同时，废物的排放和处置也要增加许多额外的经济负担。目前我国每输送和堆存 1t 废弃物，平均耗资都在 10 元左右，这就造成了巨大的经济损失。除此之外，某些有害固体废物的排放除了上述危害之外，还可能造成燃烧、爆炸、中毒、严重腐蚀等意外的事故和特殊损害。

（六）危害人体健康

未经处理的固体废物可产生粉尘和有害气体进入大气，产生渗滤液污染水体和土壤，最后都可能以各种方式和途径直接由呼吸道、消化道和皮肤摄入人体，危害人体健康，使人患各种各样的疾病。特别是危险废物对人类的危害更加严重。例如，贵阳市某垃圾处理厂渗滤液污染地下水，使该饮用水源的大肠杆菌超标 770 倍、含菌量超标 2 600 倍，造成该地区很多居民患有痢疾，严重影响人们的身体健康。

第四节 控制固体废物污染的技术政策

一、固体废物污染全过程控制措施

经历了许多事故与教训之后，人们越来越意识到对固体废物实行源头控制的重要性。固体废物本身往往是污染的“源头”，需对其产生→收集→运输→综合利用→处理→储存→处置实行全过程管理，每一环节都将进行严格的控制。因此，解决固体废物污染控制问题的基本对策是避免产生（clean）、综合利用（cycle）、妥善处置（control）的 3 C 原则。另外随着循环经济、生态工业园及清洁生产理论和实践的发展，有人提出了 3 R 原则，即通过对固体废物实施减少产生（reduce）、再利用（reuse）、再循环（recycle）策略达到节约资源、降低环境污染及资源永续利用的目的。

依据上述原则，可以将固体废物从产生到处置的全过程分为 5 个连续或不连续的环节进行控制。其中，各种产业活动中的清洁生产是第一个阶段，在这一阶段，通过改变原材料、改进生产工艺和更换产品等来控制减少或避免固体废物的产生。在此基础上，对生产过程中产生的固体废物，尽量进行系统内的回收利用，这是管理体系的第二个阶段。对于

已产生的固体废物，则通过第三个阶段——系统外的回收利用、第四个阶段——无害化和稳定化处理、第五个阶段——进行固体废物的最终处置。

对于工业固体废物而言，有 8 方面的因素影响固体废物的排放量（如图 1-3 所示）。

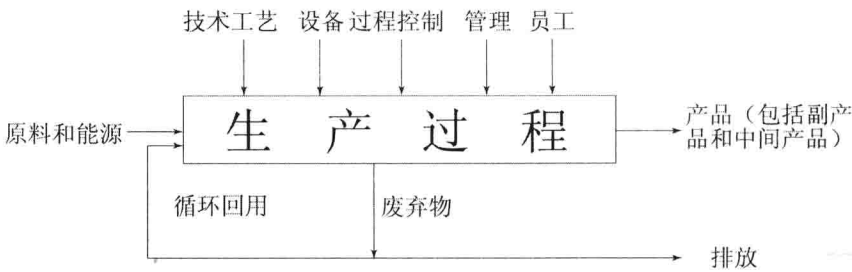


图 1-3 影响工业过程固体废物产生的因素示意图

从图中可以看出，一个生产和服务过程可以抽象成 8 方面，即原材料和能源、技术工艺、设备、过程控制、管理、员工等 6 方面的输入，得出产品和废物的输出。6 个输入方面的因素直接影响产品的质量和废物产生量。要想减少工业固体废物的污染，可采取以下主要控制措施：

- （1）积极推行清洁生产审核，实现经济增长方式的转变，限期淘汰固体废物污染严重的落后生产工艺和设备。
- （2）采用清洁的资源 and 能源。
- （3）采用精料。
- （4）改进生产工艺，采用无废或少废技术和设备。
- （5）加强生产过程控制，提高管理水平和加强员工环保意识的培养。
- （6）提高产品质量和寿命。
- （7）发展物质循环利用工艺。
- （8）进行综合利用。
- （9）进行无害化处理与处置。

为使工业生产中固体废物产生量减少，需积极推行清洁生产审核制度，鼓励和倡导使用清洁的能源和原料、采用先进的技术与设备、改善管理和综合利用等措施，从源头削减固体废物污染，提高资源利用效率，较少或避免在生产、服务和产品使用过程中产生固体废物，以消除或减轻固体废物对人类健康或环境的危害。

城市生活垃圾的产生与城市人口、燃料结构、生活水平等息息相关，其中人口是决定城市垃圾产量的主要因素，我国近年人均垃圾产量约 1.2 kg/d，发达国家人均垃圾产量约 2.1 kg/d；燃煤地区城市垃圾中无机成分明显多于燃气地区；高级住宅区的垃圾中可回收废物（塑料、纸类、金属、织物和玻璃）的含量明显高于普通住宅区。为有效控制生活垃圾的污染，可采取以下控制措施：

- （1）鼓励城市居民使用耐用环保物质资料，减少对假冒伪劣产品的使用。
- （2）加强宣传教育，积极推进城市垃圾分类收集制度。