

高等|学|校|教|学|用|书

固体废物处理 与利用

GAODENG

XUEXIAO

JIAOXUE

YONGSHU

冶金工业出版社

高等学校教学用书

固体废物处理与利用

青岛建筑工程学院 姜性义 主编

冶金工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理与利用/娄性义主编. —北京:冶金工业出版社, 1996

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-1773-7

I. 固… I. 娄… III. ①固体废物-废物处理-高等学校-教材②固体废物-废物综合利用-高等学校-教材 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 23768 号

出版人, 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

怀柔东茶坞印刷厂印刷; 冶金工业出版社出版; 各地新华书店发行

1996 年 5 月第 1 版, 1996 年 5 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 14.25 印张; 345 千字; 223 页; 1-1600 册

11.50 元

前 言

“固体废物处理与利用”是高等院校环境工程专业和环境管理专业本科生的一门专业课。本教材除可作为本科生的教材(供40~50学时教学使用)外,还可供环境类学科大、中专教师和环境管理的工程技术人员以及从事资源综合利用的人员参考。

本书是在总结青岛建筑工程学院多年讲授“固体废物处理与利用”课程和有关环保、环卫从事这项实际工程的经验,并参考了各校教材讲义及有关文献的基础上编写而成的。

本书由青岛建筑工程学院姜性义主编,并编写第一、二、四、五、六、八、九章;青岛市环卫科研所刘明编写第三、七、十章,林泉编写第十一、十二、十三章。

限于编者的水平和经验,书中缺点和不当之处敬请读者不吝指教。

编者

1995.5

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 固体废物的来源、分类与危害	(1)
第二节 固体废物处理与利用概述	(8)
第二章 固体废物的管理	(12)
第一节 各类固体废物的管理	(12)
第二节 污染物流失总量控制	(19)
第三节 废物最少化管理	(30)
第三章 固体废物的压实、破碎与筛分	(34)
第一节 压实	(34)
第二节 破碎	(37)
第三节 筛分	(46)
第四章 固体废物处理利用的物理方法	(50)
第一节 重选的基本原理和应用	(50)
第二节 浮选的基本原理和应用	(57)
第三节 磁选的基本原理和应用	(60)
第五章 固体废物处理利用的热化学法	(68)
第一节 焙烧的基本原理和应用	(68)
第二节 焚烧的基本原理和应用	(73)
第三节 热分解的基本原理和应用	(87)
第六章 固体废物处理利用的溶剂浸出	(92)
第一节 溶剂浸出的基本原理	(92)
第二节 几种浸出反应和浸出工艺	(95)
第三节 细菌浸出的基本原理和应用	(99)
第七章 固体废物的生化处理	(105)
第一节 堆肥化的基本原理和应用.....	(105)
第二节 沼气发酵的基本原理和应用.....	(119)
第八章 冶金渣的处理与利用	(126)
第一节 高炉渣的处理与利用.....	(126)
第二节 钢渣的处理与利用.....	(135)
第九章 燃料渣的处理与利用	(143)
第一节 粉煤灰的处理与利用.....	(143)
第二节 煤矸石的处理与利用.....	(151)
第十章 化工渣的处理与利用	(157)
第一节 铬渣的处理与利用.....	(158)
第二节 硫铁矿烧渣的处理与利用.....	(164)

第十一章	有害废物的处理	(174)
第一节	有害废物的概念、分类及管理	(174)
第二节	有害废物处理方法概述.....	(179)
第三节	放射性废物的处理与利用.....	(180)
第十二章	固体废物的资源化系统	(189)
第一节	资源化系统的概念.....	(189)
第二节	城市垃圾资源化系统的构成.....	(192)
第三节	资源化系统的经济分析.....	(194)
第十三章	固体废物的最终处置	(197)
第一节	固化处置.....	(198)
第二节	填埋处置.....	(207)
第三节	深井灌注处置.....	(220)
参考文献		(223)

第一章 绪论

第一节 固体废物的来源、分类与危害

一、固体废物含义

固体废物一般来说是指人类在工农业生产、商品流通和生活消费中排出的暂时无用的固体、半固体或泥状物质,其中也包括悬浮在空中和液体中的悬浮物。

常说“三废”的气、液、固三种形态,是可以相互转化的,废气中的 NO_x 、 SO_x 升到空中,经转化并溶于雨水降落形成液态的酸雨;废水中的 SS 或溶解态物质,经处理沉淀后分离出的污泥又成为固态废渣;废渣中可溶性成分被雨水淋滤进入液体中又变成了废水,三态转化如图 1-1 所示。

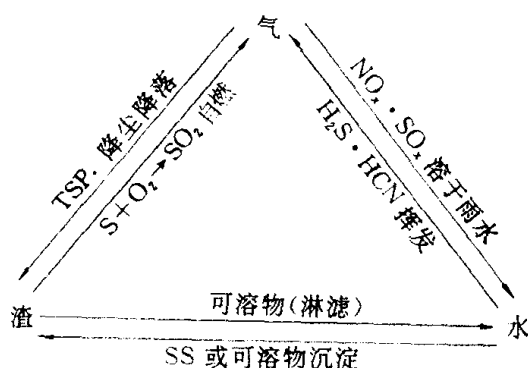


图 1-1 废水、废气、废渣三态自然转化示意图

废物具有相对性,有一定的时空条件,一种过程的废物,往往可以成为另一种过程的原料,所以废物也有“在错误时间放在错误地点的原料”之称,固体废物俗称废渣。

在具体的生产和生活环节中,人们对自然资源和产品的利用总是利用所需要的一部分或只利用一段时间,而剩下的无用或失效部分则加以丢弃。由于原材料的性质不同,工艺设备不同,技术水平不同,以及对产品的使用目的不同,所丢弃的这部分物质是多种多样的。这些物质,在暂时条件下从一个生产环节上看来是没有用的,即成为所说的废物。但随着时间的推移,技术的进步,以及人们要求的不同,对于另一个生产环节来说,它们往往可以转化为其他产品,而成为原材料。从后一种意义来说,它们又是不废之物,是一种资源,这就是固体废物的二重性。

二、固体废物的来源

从原始人类活动开始,就有废渣产生。当粪便堆积过多,恶化了他们生活环境和居住条件时,他们就用迁徙的办法来更换其生活住址。早在一千多年前,古希腊人就把生活垃圾倒入深坑填埋。随着人类社会的进步,生产逐渐发展,同时也产生了许许多多新的废渣。

17、18 世纪,工业生产主要是对自然物进行机械加工,多为改变物体的物理性质,这时主要产生一些简单的屑末。

19 世纪末到 20 世纪初叶,化学工业发展,人们开始改变物质的化学性能,于是出现了许多以元素或人工合成物质的废渣,特别是含有汞、铅、砷、氰化物等有毒有害废渣。

20 世纪以来,人们的视野深入到原子核的层次,实现了人工重核裂变和轻核聚变,产生了原子能工业,这就有了放射性废渣。此外随着能源利用范围的扩大,又增加了许多新的废渣。

人类社会发展到今天,对自然界的认识,一方面不断地从近到远,越来越扩大到更广阔的范围,向自然界的广度开拓;另一方面又不断地由浅入深,越来越深入到物质结构更深的层次中去,向自然界的深度开拓。工业生产不断地向自然对象的广度和深度延伸开去,工业生产分工越来越细,同时相互关系也越来越密切,越来越相互依存,工业产品日益多样化,工业产品的纯度要求也越来越高,而自然界向人类提供的矿产、物料,总是以某物为主,多物共存的混合体。这样,对某一具体的生产环节来说,对自然资源的利用,总是利用其一部分,剩下另一部分或大部分,由于原材料的混杂程度,产品的选择性,以及燃料、工艺、设备的不同,剩余下来的物质也就多种多样。这样剩余下来的物质,从一个生产环节上看是没用了,成了“废渣”,无数个生产环节就会排除无数种“废渣”,加之人类的任何消费和使用物品最后都要变成废物,这些庞杂的废渣组成了一个“废渣大家族”。

目前我国冶金、煤炭、电力工业积存的废石、尾矿、废渣量已超过 12Gt,堆存这些废渣已占用了十几万亩土地。每年还要继续排放的工业废渣有 6 亿多吨,每年还要占用数千亩土地。每年有一千多万吨粉煤灰排入江河湖海,还有许多工业废渣直接排入湖泊,堵塞航道,使湖泊面积减少两千多万亩,破坏了水质,并且严重地影响水生生物的生长。

目前我国每年排放的烟尘有一千多万吨,其中 SO₂ 有一千多万吨。

废渣的来源如图 1-2 所示。

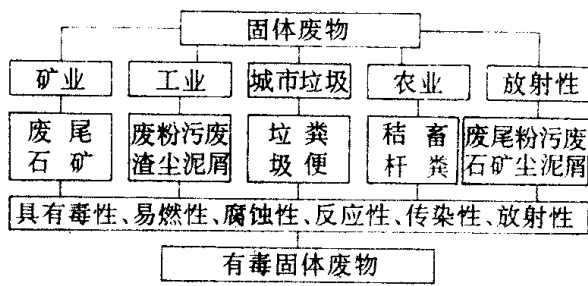


图 1-2 固体废物按来源分类示意图

表 1-1 列出了固体废物的分类、来源和主要组成物。

表 1-1 固体废物的分类、来源和主要组成物表

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
	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、粘接剂、废木、塑料、橡胶、烟尘等
工 业 废 物	煤炭	矿石、木料、金属
	食品加工	肉类、谷物、果类、菜蔬、烟草
	橡胶、皮革、塑料等	橡胶、皮革、塑料、布、纤维、燃料、金属
	造纸、木材、印刷等	刨花、锯木、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、粘土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、纸、纤维
	电力	炉渣、粉煤灰、烟尘

续表 1-1

分类	来 源	主要组成物
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、沥青及其它建筑材料、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
农业废弃物	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

(1)矿业固体废物 这类废物主要包括采矿废石和尾矿。废石是指各种金属、非金属矿山开采过程中剥离下来的围岩。这类废物量大,多在采矿现场就近堆放。尾矿是指各种金属、非金属选矿洗选过程中产生的剩余尾矿。

(2)工业固体废物 这类固体废物指工业生产过程和工业加工过程所产生的废渣、粉尘、废屑、污泥等。它主要包括以下几种:

1)冶金工业固体废物:主要指各种金属冶炼或加工过程中所产生的废渣,如高炉炼铁产生的高炉渣,平炉、转炉、电炉炼钢产生的钢渣,铜、镍、铅、锌等有色金属冶炼过程中产生的有色金属渣,铁合金渣及提炼氧化铝时产生的赤泥等。

2)能源固体废物:主要指燃煤电厂产生的粉煤灰、炉渣、烟道灰、采煤及洗煤过程中产生的煤矸石等;还有石油工业产生的油泥、焦油、页岩渣等。

3)化学工业固体废物:主要指化学工业生产过程中产生的硫铁渣、酸渣、碱渣、盐泥、废催化剂等。

4)其他固体废物:主要指机加工过程产生的金属碎屑、建筑废料以及轻工纺织系统产生的废渣及水处理污泥等。

(3)城市垃圾 城市垃圾指居民生活、商业活动、市政维护、机关办公等产生生活废弃物,如炊厨废物、废纸、织物、家用什具、玻璃陶瓷碎物、电器制品、废旧塑料制品、废交通工具、煤灰渣、脏土及粪便等。

(4)农业固体废物 农业固体废物主要指农、林、牧、渔各业生产、科研及农民日常生活中产生的植物秸秆、牲畜粪便等。

(5)放射性固体废物 放射性固体废物是指核燃料生产加工、同位素应用、核电站、研究所、医疗单位以及放射性废物处理设施产生的放射性废物。如尾矿、污染的废旧设备、仪器、防护用品、废树脂、水处理污泥及蒸残液等。

凡是具有毒性、易燃性、反应性、传染性、腐蚀性以及放射性的废物称之为有毒废渣,它们可能对人体健康和环境造成危害。

各国关于有毒废渣的法律定义,不仅反映了他们在力图解决环境问题的性质,而且也反映了该国的社会、政治和经济状况。迄今我国尚未给有毒废渣下一个正式的法律定义。一般将具有下述危害性的废渣定义为有毒废渣:

(1)引起或严重导致死亡率增加;

(2)引起各种疾病的增加;

(3)降低人体对疾病的抵抗能力;

(4)在处理、储存、运输、处置或其他管理不当时,对人体健康或环境会造成即时的或潜在的危害。

但是,这个定义是不便实际使用的,从工程和技术角度来看,目前多数国家采用危害性特征鉴别和列表的方法定义有毒废渣。

对有毒废渣的简单鉴别方法:

(1)毒性 对任何一类特定代谢活动呈阳性反应的废物;对生物蓄积的潜性试验呈阳性结果的废物;根据所选用的分析方法或生物检测方法,超过有关规定的允许浓度或含量的废物。

(2)易燃性 含闪点低于 60°C 的液体或在物理因素作用下易于着火的固体废物;引起火灾的氧化剂废物。

(3)腐蚀性 含水的 pH 值小于 3 或 pH 大于 12 ;或者浸出液的 pH 值在上述范围内;钢制品的腐蚀深度每年大于 0.64cm 的废物。

(4)反应性 在常温常压下不稳定或在外界条件发生变化时发生剧烈变化,以致产生爆炸或放出有害有毒气体,对人体健康和环境造成危害的废物。

(5)传染性 含有病原菌或致病生物容易传染疾病的废物。

(6)放射性 含有天然放射性元素的废渣,其比放射性大于 $3.7 \times 10^3 \text{Bq/kg}$ (或比放射性大于 10^{-7} 居里)或含有人工放射性元素的废渣。

比放射性——每单位质量的固体物质或每单位体积的液体中所含的放射性活度,单位 Bq/g 或 Bq/kg ($1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$)。

三、固体废物分类

分类的目的,在于更好地认识、管理和处理利用废渣。固体废物分类方法很多,不同的资料有不同的分类方法。按其化学性质可分为有机废物和无机废物;按其形状一般可分为固体的(颗粒、粉状、块状)和泥状的(污泥);通常为便于管理,按来源分为矿业固体废物、工业废物、城市垃圾、农业废物和放射性废物;按其危害状况可分为有毒有害废物和一般废物。

四、固体废物对人类环境的危害

固体废物对人类的危害从图 1-3、1-4 可见。

固体废物所具有的两个特点,决定了从其产生到运输、处理、储存、处置每一个环节都必须妥善控制,使其不危害人类环境。

第一、固体废物是各种污染物的终态,特别是从污染控制设施排出的固体废物,浓集了许多污染成分,人们却往往对这类污染物存有稳定、呆滞的错觉。

第二、在自然条件影响下,固体废物中的一些有害成分会转入大气、水体、土壤,参与生态系统的物质循环,因而具有潜在的、长期的危害性。

固体废物对人类环境的危害,表现在以下几个方面:

(一)侵占土地

固体废物累积堆存量越多,占地越多,这是国内外普遍存在的一个问题。如美国固体废物占地已达 3000 万亩,前苏联 1500 万亩,英国 90 万亩,波兰 75 万亩。日本在 60 年代末,煤矸石已累积堆存达 0.64Gt,占地 4.1 万亩。

据统计,1980年我国累计堆存的废渣已达5.3Gt,占地59万亩,平均每堆存10kt废物需占地一亩。其中钢铁渣0.2Gt,占地2万亩;煤矸石1.006Gt,占地5万亩;粉煤灰18.81Mt,占地4万亩;钼炉渣1Gt,占地10万亩;尾矿2Gt,占地20万亩;有害废物0.25Gt,占地0.21万亩;累积堆存城市垃圾0.2Gt,累积占地2万亩。有10个省堆渣占地在2万亩以上,依次为宁夏、内蒙、辽宁、江西、四川、河北、山东、黑龙江、广东和河南。累积堆存渣量超过10Mt的城市已有20个。由于堆存废物而污染的农田达25万亩。

环境经济计算分析结果表明,1980年内固体废物露天堆存所造成的土地损失73.68亿元,其中,一般固体废物59.53亿元,有害废物10.65亿元,城市垃圾3.5亿元。

(二)污染土壤

固体废物长期露天堆存,其中有害成分经过风化、雨淋、地表径流的侵蚀很容易渗入土壤之中,不仅会使土壤中的微生物死亡,使之称为无腐解能力的死土,而且这些有害成分在土壤中过量积累,还会使土壤盐碱化、毒化。由于工业固体废物中的有害物质释入土壤,积累量过大,导致土壤破坏、废毁、无法耕种的实例很多。如原西德某冶金厂附近的土壤被污染后,在该土地上生长的植物体内含铅量为一般植物的30~50倍。

英国威尔士北部康卫盆地某铅、锌尾矿场,在1964年由于暴雨冲刷,毁坏了大片肥沃草原,废渣覆盖了地面,使土壤中铅含量超过极限(0.05%)的一百多倍,严重地污染了植物和牲畜,致使该草原废弃,不能再用来放牧。目前,英国有 $\frac{1}{4}$ 的农田因受固体废物的污染而减产。

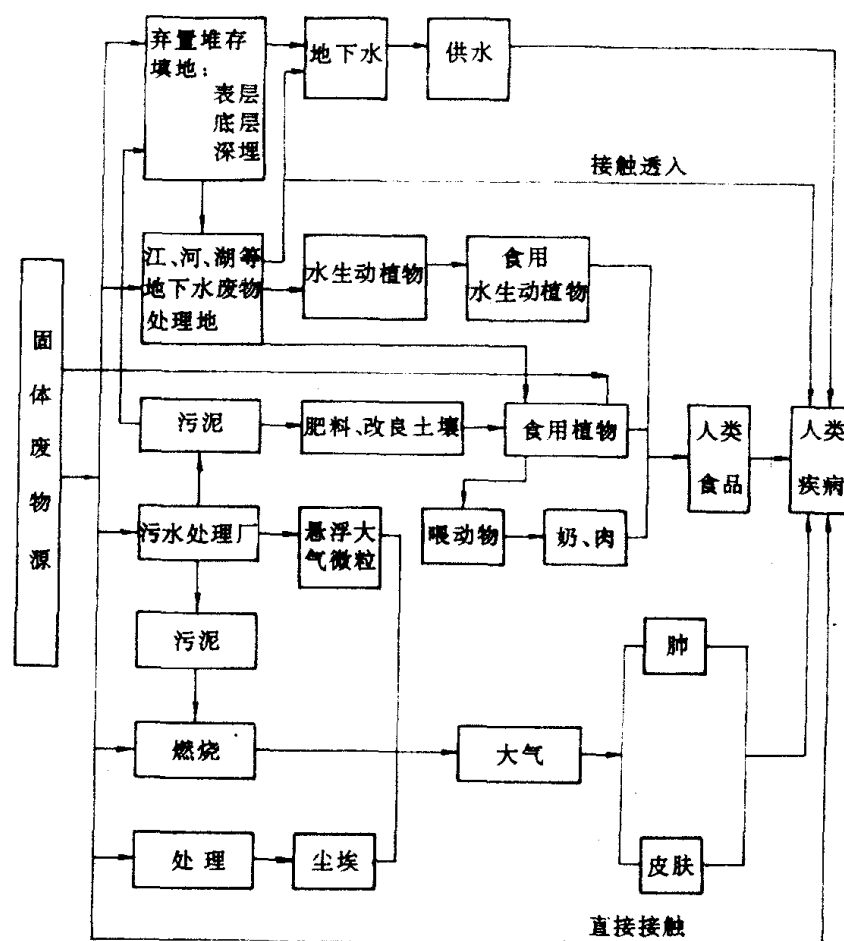


图 1-3 化学物质型固体废物致病的途径

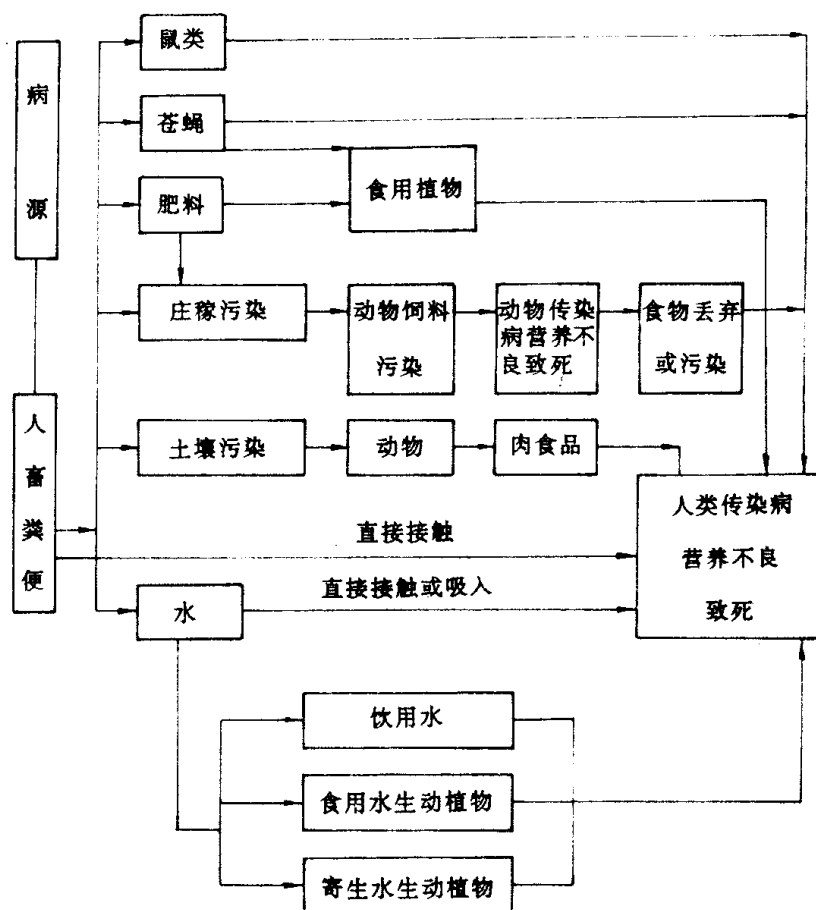


图 1-4 人类粪便传播疾病途径

在日本,据 1970 年统计,有 3.9 万亩农田被工业废渣污染,无法耕作。

在美国,由于固体废物,特别是有害废物的不适当管理造成污染土壤的事件也时有发生。美国密苏里州,在 70 年代初,为了控制道路粉尘,曾把混有 2·3·7·8——TCDD 的淤泥废渣当做沥青铺洒路面,造成了 31 处污染,土壤中的 TCDD 浓度高达 3×10^{-7} ,污染深度达 60cm,致使牲畜大批死亡,人们倍受各种疾病的折磨,弄得市民惶惶不可终日。在市民的强烈要求下,美国环境保护局不得不同意全体市民搬迁撤离,愿意用 3300 万美元买下该城镇的全部地产,并赔偿市民的一切损失。

丹麦也曾花费巨额资金,将一个农药处置场挖掘,消除已经造成的土壤污染。

我国也有一些地区的稻田受到镉的污染,稻米含镉超标,无法食用。究其原因和含镉废渣掺入土壤不无关系。

如果直接用垃圾粪便或来自医院、肉联厂、生物制品厂的废渣作为农肥施入农田,其中的致病菌、寄生虫等就会使土壤污染。被病原体污染后的土壤,可通过下面两条途径使人致病:

(1) 人与污染的土壤直接接触,或生吃该土壤上种植的蔬菜、瓜果而致病;

(2) 污染土壤中的生物病原体和其他有害物质,随天然降水径流或渗流进水体,而后传病于人。

垃圾、粪便长期弃置城郊,粗制滥造,作为堆肥使用,使土壤碱度提高,重金属富集,因过量施用使土质破坏的土地每年有 10 万多亩。未作无害化处理的粪便含有大量病原体,据南

京市调查,施用垃圾的土壤每克有蛔虫卵 198 个,未施用的只有 11 个。

受到污染的土壤,由于一般不具有天然的自净化能力,也很难通过稀释扩散的办法减轻其污染程度,所以不得不采取耗资巨大的办法解决,否则可能造成牺牲环境的恶劣影响。正如联合国环境规划署的专家所指出的“进行有害废物的防治,甚至将非安全填埋场的废物挖出来处理,都比有害废物泛滥到环境中,造成无法治理的后果,从而牺牲环境要值得”。

(三)污染水体

固体废物一般通过下述几种途径进入水体中,使水体污染:

- (1)废物随天然降水径流流入江、河、湖、海,污染地表水;
- (2)废物中的有害物质随渗沥水浸出渗入土壤,进入地下水,使地下水污染;
- (3)较小颗粒随风扬散,落入地面水,使其污染;
- (4)将固体废物直接排入江、河、湖、海,使之造成更大的污染。

著名的美国纽约州“腊芙运河”公害事件,就是由于 50 年代以前掩埋的 80 多种共计 2 万多吨化学废物引起的。10 多年后,陆续在该地区发现井水变臭,婴儿畸形,人患怪病,以致先后两次近千户居民被迫迁往他处。为防止影响后代等,其中 40% 的人离婚,造成了极大的社会问题和经济损失。至今居民仍在向法院控告,索赔损失,国家投资数千万美元,对该地区进行评价和补救工作。美国因矿渣污染了帕阿拉恰盆地约 $1.609 \times 10^4 \text{ km}$ 的河流,该地区与俄亥俄盆地一些河流中的鱼及其它水生生物被毒死。在美国 12000 个垃圾场中,几乎有一半对水体有污染,波托马河被称为“垃圾淹没的河流”。

前西德莱茵河地区,由于固体废物浸出污染地下水,使一家自来水厂关闭,另一家水厂减产 20%。鲁尔地区废物随雨水进入埃姆雪河及其支流,致使该河成为鲁尔地区的“污水明渠”,河水中污染物种类繁多,仅埃森附近某一净水设施每年就可收集 600kt 沉积物。

英国的威尔士南部斯旺西和中部喀地干夏两地区的水体,因受含有铅、锌、铜的硫化物废渣的污染,通过食物链方式进入人体,导致两地区胃癌死亡率比全国平均值高 60%。威尔士境内的河流,因受金属污染而使鱼类和水生生物中毒死亡。

由于堆渣无地可征,我国有不少厂矿直接把废渣排往水体,每年约 4000 多万吨,仅电厂每年向长江、黄河等水系就排放粉煤灰 500 多万吨。有的企业在排污口外形成的灰滩已延伸到航道中央,长江上游一些沿江企业排出的灰渣在河道中大量淤积,将对中游的大型水利工程造成潜在的危害。包头钢铁公司的尾矿堆,已经严重污染下游水体的地下水,浸出液中氟含量高达惊人的浓度,附近潜层水的矿化度也相当高,至于贮灰坝溃倒,造成严重污染的事故也时有发生。全国每年由灰渣污染造成的经济损失达 15 亿元以上。

锦州铁合金厂铬渣污染事件是有害废物无控处置造成严重污染的一个典型实例。从 50 年代开始,累计堆存大约 250kt 铬渣,由于无防渗措施,数年后发现几十平方公里内水体受到六价铬污染,7 个自然屯的 1800 多眼水井的水无法饮用,前后用于赔款和补救治理的费用近千万元。某锡矿山的含砷废渣长期堆放,随雨水渗透,污染水井,曾一次造成 308 人中毒,6 人死亡。

(四)污染大气

固体废物一般通过以下途径使大气受到污染:

- (1)在适宜的温度下,由废物本身的蒸发—升华及发生化学反应而释出有害气体污染大气;

(2)废物中的细粒、粉末随风力扬散,加重大气的粉尘污染;

(3)在废物运输处理、处置和利用过程中,产生有害的气体 and 粉尘。

例如,美国的腊芙运河地区,大气中有毒物质的浓度超过安全标准 5000 倍,其中含毒物 82 种,致癌物 11 种。

1970 年英国斯旺西河谷附近的牧场,被废渣堆的扬尘污染,致使马群中毒死亡。

我国包头市粉煤堆场,遇 4 级风力,可剥离 1~1.5cm,灰尘飞扬高达 20~25m,平均视程降低 30%~70%。

煤矸中含硫达 1.5% 即会自燃,达 3% 以上会发火,散发大量二氧化硫。我国每年堆放的煤矸石中有 200 多万吨因含硫量高而自燃发火,排放的二氧化硫超标 50 倍。陕西省铜川市煤矸石自燃产生的二氧化硫量达 22.37t/d。

垃圾堆管理不当也会散发臭气,污染大气。如美国有 3/4 的垃圾堆散发臭气。华盛顿附近的一个垃圾堆冒烟达 20 多年。

固体废物在焚烧处理过程中,一些含氯、硫、氮的化合物,转变为相应的氧化物,若无空气净化装置或空气净化效率不高,也会使大气污染。在美国有数千座工业固体废物焚烧炉,其中有 2/3 的炉子未装配空气净化设备,焚烧过程中,排出的废气使空气严重污染。有一台焚烧炉排出的粉尘浓度在接近地面处达到 0.56g/m³。据美国 1970 年的统计分析,在大气污染物中,有 4.2% 来自固体废物处理过程,共计有一氧化碳 7.20Gt,固体颗粒物 1.40Gt,硫氧化物 0.10Gt,碳氢化物 2.00Gt,氮氧化物 0.40Gt。

在前苏联,对垃圾的处理采用露天焚烧的方法,所造成的大气污染更为严重。

我国的一些电厂和民用锅炉,由于收尘效率低,每年从烟囱逸入大气的灰尘共计 1500 多万吨。由于垃圾随意倾倒,露天焚烧,散发臭气污染环境的事件更是屡见不鲜。

(五)影响环境卫生

工业废渣、垃圾在城市堆放,既有碍观瞻,又容易传染疾病。我国对城市垃圾、粪便,习惯的处理方法是施用于农田。目前随着城市人口剧增,垃圾粪便排放量很大,据全国 300 个城市的统计,城市垃圾的清运量仅占产生量的 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,对人们的健康是一个潜在的威胁。

第二节 固体废物处理与利用概述

在 20 世纪 70 年代以前,世界固体废物对策还停留在开发处理技术和防止二次公害的水平上。自 70 年代末,几经国际能源危机冲击,资源日渐短缺,人们对环境问题的认识越来越深刻。70 年代末至 80 年代初以来,世界固体废物对策已经由消极的处理转向以回收资源和能源为主要目的的资源化方向发展。

所谓固体废物资源化(Redamation of Solidwastes),是指采取管理和工艺措施从固体废物中回收物资和能源。

一、资源化概念及意义

所谓资源化(Resource Recovery),是指从固体废物中回收物质和能源,加速物质循环,创造经济价值的广泛的技术方法。从便于固体废物管理的观点来说,资源化的定义包括以下三个范畴:

(1) 物质回收(Material Recycling) 处理废物并从中回收指定的二次物质。例如,从城市垃圾中回收纸、玻璃、金属等物质;利用废钢铁制造新的铁制品;利用废纸造各种纸制品等。

(2) 物质转换(Material Conversion) 利用废物制取新形态的物质。利用废玻璃和橡胶生产铺路材料。利用炉渣生产砖瓦和其它建筑材料。用混和有机垃圾生产堆肥。利用树皮和锯木屑生产木质粉等。

(3) 能量转换(Energy Conversion) 从废物中回收能源有两种方式,即直接方式——可燃性垃圾直接作锅炉燃料,回收蒸汽和热水;间接方式——利用有机废物生产固态、液态或气态燃料等。

固体废物资源化有重要的意义。首先是回收资源、能源,缓解这些年来日益严重的资源枯竭和能源危机。欧美国家把废物资源化列为经济政策的一部分,投入巨资进行开发。日本由于资源缺乏,废物资源化列为国家重点政策之一,并作为当前的紧急课题加以研究。目前在世界范围内正出现“二次物料工业革命”的趋势。其次是解决了废物污染环境的问题。在日本的各种公害案件中,84%是由于工业固体废物引起的。

固体废物资源化有许多优点:第一,环境效益高,固体废物资源化可以从环境中去除某些潜在的有毒废物,减少废物堆置场地和废物存放量。例如用六价铬渣代替铬铁矿生产啤酒瓶,可以永久性的消除六价铬对环境的危害。第二,生产成本低,如用废铝炼铝,其生产成本仅为用铝土炼铝的4%。第三,生产效率高,例如用铁矿石炼1t钢需8个工时,而用废钢炼钢只需2~3个工时。第四,能耗低,例如用废钢炼钢比用铁矿石炼钢可节约能耗74%,前者能耗仅为后者的1/4。

在我国,固体废物资源化大有可为,因为我国生产工艺和设备比较落后,资源利用率低,仅为50%~60%,能源利用率仅为30%,故废物产生量大。废物综合利用率低,1985年工业渣的利用率仅23%。已经成熟的资源化技术应用推广差。目前渣场已占地60多万亩,到本世纪末,工业产值再翻一番,若不把废渣利用起来,累计占地可达95万亩。

二、固体废物资源化的原则和途径

固体废物资源化应当遵循以下原则:

第一,资源化技术可行。

第二,固体废物资源化的经济效益应该是较大的,鞍钢1985年将矿渣厂改为矿渣开发公司,建成了九条磁选加工线,一年即处理废渣 150×10^4 t,盈利150万元,回收的铁粉价值500万元,使钢铁渣的利用率达到98%以上,是固体废物资源化经济效益较高的典型。

第三,废物应尽可能在排放源地就近利用,以便节省废物收贮、运输等过程的投资,提高资源化的经济效益。

第四,固体废物资源化,产品应当具有与相应的原材料所得产品相竞争的能力,否则,采用的技术不可能长久。

第五,在资源化过程中不产生二次污染。

三、技术现状与发展趋势

固体废物的处理技术通常可分为:处理法、资源化法和处置法。

(1)处理法 固体废物的处理包括通过物理的手段如粉碎、压缩、干燥、蒸发等过程,或者通过生物化学的氧化、消化分解、吸收等作用以减少其体积,加速自然净化的进程,减轻对

环境的污染。

(2)资源化 通过各种方法从固体废物中回收物质和能源,旨在减少资源消耗,加速资源循环,保护环境的方法。

(3)处置法 通过机械的操作(破碎、团聚或固化),或直接将固体废物投置于自然环境,如卫生填埋,旨在防止流失、飞散,使其与生活环境隔离。必须采取卫生填埋,以防止对地下水的污染。世界各国都不主张海洋投弃,因为它迟早要成为人类开发利用的场所。

以上这些基本概念并非统一意见。总的原则是:先考虑减量化资源化,节省和加速资源循环,后考虑处理,加速物质循环。不论资源化和处理如何完善,总要残留部分物质,最终处置总是不可少的。所以,基本流程是:

(1)资源化系统——处理系统——处置系统。

(2)处理系统——处置系统。

固体废物的主要处理和处置方法及其适应范围见表 1-2。

表 1-2 固体废物主要处理和处置方法

方法	适 用 范 围
一般堆放	不溶或极难溶,不飞扬,不腐烂变质,不散发臭气或毒气的粒状和块状废物如:废石、高炉渣、钢渣等
围隔堆放	含水率高的微细粉状、粒状、泥状废物如:粉尘、矿尾、污泥等
填埋	任何形状的废物如:垃圾、粉尘、污泥、废渣、废屑、一般固化块等
焚烧	经焚烧后能使体积缩小或重量减轻的废物如:垃圾、有机物及污泥等
生物降解	微生物能降解的有机废物如:垃圾、粪便、农业废物、食品加工废物、有机污泥等
隔离贮存	含放射性废物及其固化块如各种放射性器件及其水泥、沥青、塑料固化块等

为了保护环境和自然资源,发展生产,世界各国不断采用新措施和新技术来处理 and 利用固体废物,矿业废物由山谷堆存,发展到矿山土地复原和综合利用,回收资源。城市垃圾由无控制填埋,发展到卫生填埋、滤沥循环填埋;从一般焚化,发展到中、高温热分解和能源回收型焚烧;从压缩成型发展到高压成型。工业废物和城市垃圾从消极处理,发展到利用其物理、化学性质,如比重、电磁性、可浮性、弹性、可燃性、挥发性以及颜色等进行物质分选和能源回收,向着资源化的方向发展。固体废物处理、资源化现状和发展趋势见表 1-3。

表 1-3 固体废物处理资源化现状和发展趋势

类别	中国现状	国际现状	国际发展趋势
城市垃圾	回收废品、填埋、堆肥无害化处理和制取沼气	填埋、造地、卫生填埋焚化、堆肥、海洋投弃回收废品	家庭分拣回收废品、压缩和高压压缩成型,滤沥循环填埋、堆肥、焚烧回收能源、资源化系统回收物质和能源
工矿废物	堆存、回填、造地、回收废品、综合利用	堆存、回填、造地、焚烧、资源化回收物质和能源	资源化系统回收物质和能源
市政建设垃圾	堆弃、露天焚化回收原材料	堆弃、露天焚化回收原材料	焚化、综合利用,资源化回收物质
农业废物	堆肥、回田、农村燃料露天焚化作肥料、饲料饵料、制取沼气、综合利用(副业原材料)	堆肥、回田、露天焚化	堆肥、制取沼气、综合利用,蚯蚓床
污泥	堆肥、堆弃、制取沼气少量有机污泥混入煤中燃烧	堆肥、填地	堆肥、焚化、资源化回收物质和能源
有毒工业渣和放射性废物	堆存、隔离贮存、化学和物理固化,综合回收生物浸出	隔离堆存、焚化、化学和物理固化、化学和生化处理、综合利用	隔离贮存、焚化、化学固定、物理生物处理、资源化

废物的种类是多种多样的,而且产量巨大,对其产生、收集、运输、处理各环节需有系统的整体观念,以人为中心,从自然资源的使用到废物的产生,从废物的回收利用再资源化到对环境无害化治理,其间有复杂的循环系统。若以自然界向人类社会贡献出资源称之为输入,人类社会向自然界排放各种废物称之为输出,这二者之间所发生的循环关系,以至于最后的平衡关系如图 1-5 所示。

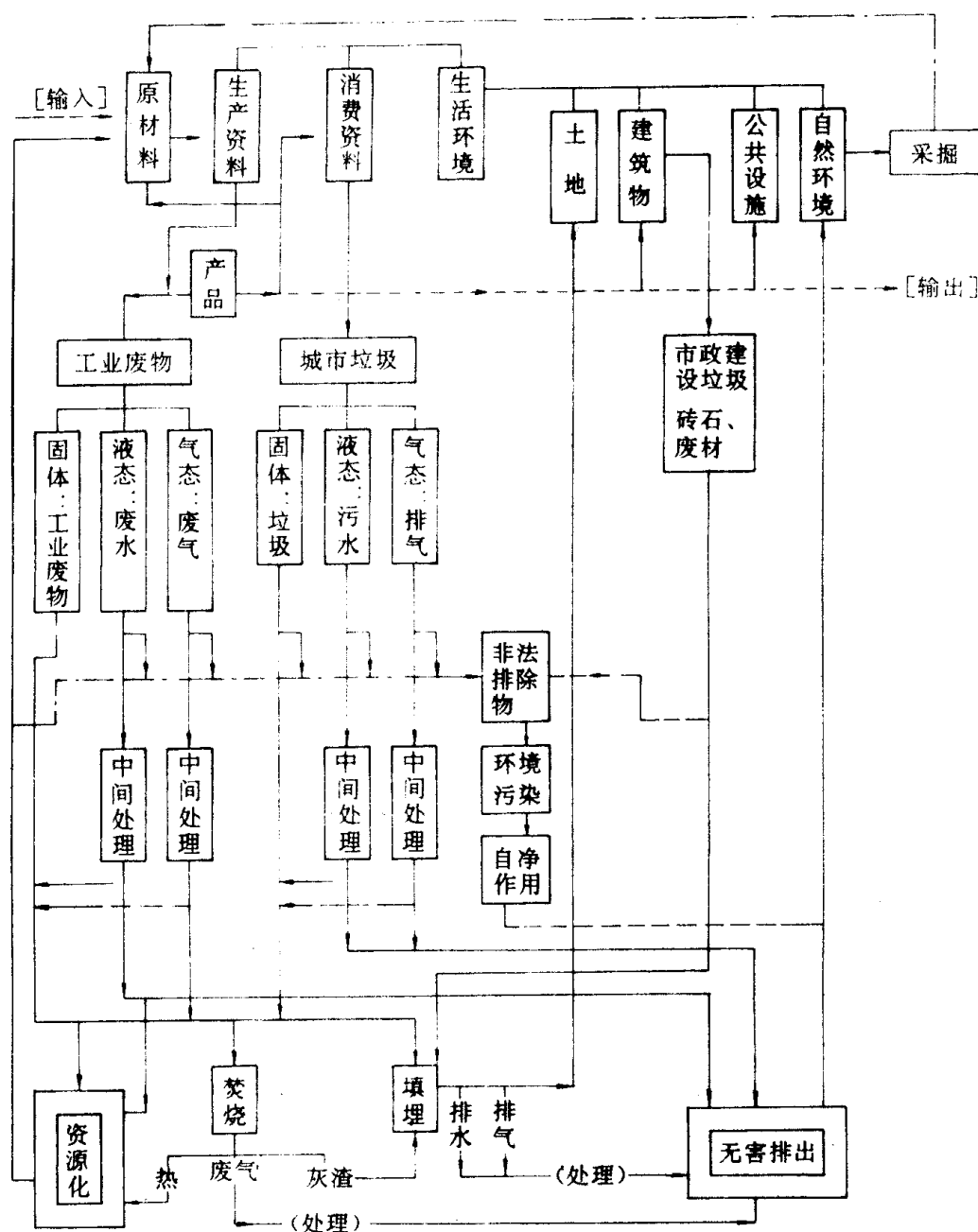


图 1-5 资源循环、废物资源化与再利用系统