

固体废物处理处置工程



- 电话:
- Email:

教学大纲（共51学时）

- 第一章 主要说明固体废物（包括危险废物）的定义、分类、对环境的影响和管理系统。3个学时。
- 第二章 介绍固体废物的收集、运输与中转问题。3个学时。
- 第三章 介绍固体废物焚烧处理的热化学原理、工艺技术过程及主要焚烧系统的工艺设计，结合讲叙焚烧场实例（太原垃圾焚烧场）。12个学时。

- **第四章** 介绍固体废物堆肥处理的微生物原理、工艺技术过程以及动态/静态堆肥工艺的设计，结合讲叙堆肥场实例。**12个学时**。
- **第五章** 介绍固体废物填埋处置的基本原理；生活垃圾标准卫生填埋场设计原则；介绍垃圾渗滤液主要治理技术及进展；结合目前国内先进的卫生填埋场设计过程进行讲叙。**12个学时**。
- **第六章** 介绍危险废物预处理技术及危险废物安全填埋场的设计原则，结合危险废物填埋场实例进行讲叙。**6个学时**。
- 最后，**3学时复习**。准备期末考试。

- 参考书目:
- (1) Integrated Solid Waste Management -- Engineering Principles and Management Issues, McGraw-Hill, 清华大学出版社, 2000年3月。
- (2) 三废处理工程技术手册--固体废物卷, 聂永丰, 2000。
- (3) 其他相关的国内外专业杂志, 如: 环境科学, 环境科学学报, Journal of Environmental Science and Technology, Journal of Hazardous Waste, Journal of Environmental Engineering-SACE, Waste Management, and so on.

垃圾人与垃圾猪



第一章 概论

- 1. 固体废物的定义及分类
- 1.1 固体废物的定义
- 固体废物是指人类在生产建设、日常生活和其他活动中产生的，在一定时间和地点无法利用而被丢弃的污染环境的固体、半固体废弃物质。
- 从广义上讲，根据物质的形态划分，废物包括固态、液态和气态废弃物质。在液态和气态废弃物中，大部分为废弃的污染物质混掺在水和空气中，直接或经处理后排入水体或大气。

- 以上这些废弃物被习惯地称为**废水和废气**，而纳入水环境或大气环境管理体系管理。其中不能排入水体的液态废物和不能排入大气的置于容器中的气态废物，由于多具有较大的危害性，在我国被归入固体废物管理体系。
- **固体废物**一词中的“废”具有鲜明的时间和空间特征。从时间方面讲，它仅仅相对于目前的科学技术和经济条件，随着科学技术的飞速发展，矿物资源的日逐枯竭，生物资源滞后于人类需求，昨天的废物势必又将成为明天的资源。从空间角度看，废物仅仅相对于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。某一过程的废物,往往是另一过程的原料。

- 固体废物主要来源于人类的生产和消费活动，人们在开发资源和制造产品的过程中，必然产生废物；任何产品经过使用和消耗后，最终将变成废物。物质和能源消耗量越多，废物产生量就越大。进入经济体系中的物质，仅有10~15% 以建筑物、工厂、装置、器具等形式积累起来，其余都变成了废物。

1.2 固体废物的分类

- 固体废物分类的方法有多种，按其组成可分为有机废物和无机废物；按其形态可分为固态的废物、半固态废物和液态（气态）废物；按其污染特性可分为危险废物和一般废物等。根据《固体废物污染环境防治法》分为城市生活垃圾、工业固体废物和危险废物。

- (1) 城市生活垃圾

- 城市生活垃圾又称为城市固体废物，它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，废玻璃陶瓷碎片，砖瓦渣土，粪便，以及废家用什具，废旧电器，庭园废物等等。城市生活垃圾主要产自城市居民家庭、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、文教卫生业和行政事业单位、工业企业单位以及水处理污泥等。它的主要特点是成分复杂，有机物含量高。影响城市生活垃圾成分的主要因素有居民生活水平、生活习惯、季节，气候等。

- 生活垃圾的绝大部分为碳，其次为氧、氢、氮、硫等。根据其组分的不同，含有不等量的灰分。

- 若以城市垃圾的组成进行组分及热值分析，得出的数值如右表所示：

(2) 工业固体废物

- 工业固体废物是指在工业、交通等生产过程过程中产生的固体废物。工业固体废物主要包括以下几类：
- (1) 冶金工业固体废物 主要包括各种金属冶炼或加工过程中所产生的各种废渣，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) 能源工业固体废物 主要包括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；

- (3) 石油化学工业固体废物 主要包括石油及加工工业产生的油泥、焦油页岩渣、废催化剂、废有机溶剂等，化学工业生产过程中产生的硫铁矿渣、酸渣碱渣、盐泥、釜底泥、精(蒸)馏残渣以及医药和农药生产过程中产生的医药废物、废药品、废农药等；
- (4) 矿业固体废物 矿业固体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从主矿上剥离下来的各种围岩，尾矿是指在选矿过程中提取精矿以后剩下的尾渣。
- (5) 轻工业固体废物 主要包括食品工业、造纸印刷工业、纺织印染工业、皮革工业等工业加工过程中产生的污泥、动物残物、废酸、废碱以及其他废物；
- (6) 其他工业固体废物 主要包括机加工过程产生的金属碎屑、电镀污泥、建筑废料以及其他工业加工过程产生的废渣等。

⇒ 工业固体废物的
来源及废物种类：
迥异

(3) 危险废物

- 危险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。危险废物的定义：“危险废物是固体废物,由于不适当的处理、贮存、运输、处置或其他管理方面,它能引起或明显地影响各种疾病和死亡,或对人体健康或环境造成显著的威胁。”
- 固体废物的分类,除以上三者之外,还有来自农业生产、畜禽饲养、农副产品加工以及农村居民生活所产生的废物,如农作物秸秆、人畜禽排泄物等。这些废物多产于城市郊区以外,一般多就地加以综合利用,或作沤肥处理,或作燃料焚化。在我国的《固体废物污染环境防治法》中,对此未单独列项作出规定。

(4) 危险废物的特征及鉴别标准

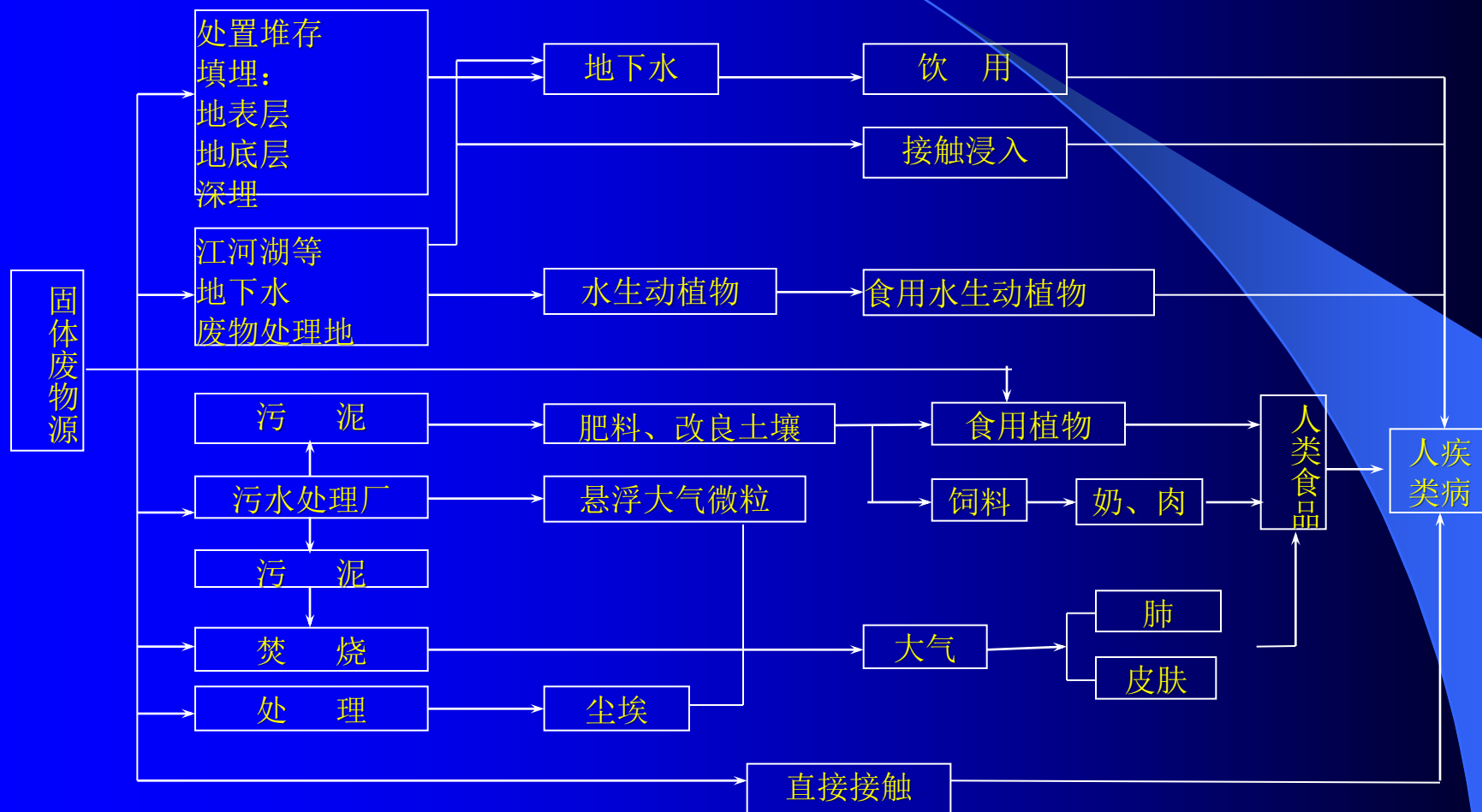
- 危险废物的特性通常包括急性毒性、易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性和疾病传染性。根据这些性质，世界各国均制定了自己的鉴别标准和危险废物名录。
- 根据1998年1月4日由国家环境保护局、国家经济贸易委员会、对外贸易经济合作部和公安部联合颁布，1998年7月1日实施的《国家危险废物名录》，我国危险废物共分为47类(可在国家环保总局网站下载)。同时国家制定《危险废物鉴别标准》。国家规定，“凡《名录》所列废物类别高于鉴别标准的属危险废物，列入国家危险废物管理范围；低于鉴别标准的，不列入国家危险废物管理。”

- 由此可以看出，我国危险废物的鉴别、分类分为两个步骤：**第一步**，将《名录》中所列废物纳入危险废物管理体系；**第二步**，通过《鉴别标准》将危险性低于一定程度的废物排出危险废物之外，即加以豁免。
- 目前我国已制定的《危险废物鉴别标准》中包括**浸出毒性、急性毒性初筛和腐蚀性三类**，其中浸出毒性主要为无机有毒物质鉴别标准，而有机有毒物质的浸出毒性鉴别标准以及反应性、易燃性和传染性鉴别标准尚未制定。**下表为浸出毒性、急性毒性初筛和腐蚀性的鉴别标准。**



2 固体废物的环境影响

2.1 固体废物污染环境途径



固体废物中化学物质致人疾病的途径

2.2 固体废物对自然环境的影响

- 固体废物的任意露天堆放，不但占用一定土地，而且其累积的存放量越多，所需的面积也越大，如此一来，势必使可耕地面积短缺的矛盾加剧。即使是固体废物的填埋处置，若不着眼于场地的选择评定、以及场基的工程处理和埋后的科学管理，废物中的有害物质还会通过不同途径而释入环境中，乃至对生物包括人类产生危害。
- 生物群落特别是一些水生动物的休克死亡，可以认为是废物(包括垃圾)处置场释出污染物质的前兆。例如发生在雨季由于填埋场不当，使地表径流或渗沥液中的化学毒素进入江河湖泊引起的大量鱼群死亡。这类危害效应可从个体发展到种群，直到生物链，并导致受影响地区营养物循环的改变或产量降低。

- 具体来说，固体废物污染对自然环境的影响分以下几方面：

(a) 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，从而对大气环境造成污染。据研究表明：当发生4级以上的风力时，在粉煤灰或尾矿堆表层的 $\Phi=1-1.5\text{cm}$ 以上的粉末将出现剥离，其飘扬的高度可达20-50m以上。在风季期间可使平均视程降低30-70%。更有甚者，由于堆积的废物中某些物质的分解和化学反应，可以不同程度上产生毒气或恶臭，造成地区性空气污染。
- 另一种对地区环境的影响是废物填埋场中逸出的沼气，在一定的程度上会消耗其上层空间的氧，从而使种植物衰败。若再植更新的某些植物时，还会产生同样的结果。当废物中含有重金属时，可以抑制植物生长和发育，若在缺少植物的地区，则将受有侵蚀作用而使土层的表面剥离。

(b) 对水环境的影响

- 世界范围内，有不少国家直接将固体废物倾倒入河流、湖泊或海洋。甚至以后者当成处置固体废物的场所之一，应当指出，这是有违国际公约、理应严加管制的。固体废物弃置于水体，将使水质直接受到污染，严重危害水生生物的生存条件，并影响水资源的充分利用。此外，堆积的固体废物经过雨水的浸渍和废物本身的分解，其渗滤液和有害化学物质的转化和迁移，将对附近地区的河流及地下水系和资源造成污染。
- 向水体的倾倒固体废物还将缩减江河湖面有效面积，使其排洪和灌溉能力有所降低。据我国有关单位的估计资料，由于江湖中排进固体废物，80年代的水面较之于50年代的减少约2千多万亩。目前我国在不同地区每年仍有成千上万t的固体废物直接倾入江湖之中，其所产生的后果之严重是不言而喻的，这种局面不应当再继续发展下去了！

(c) 对土壤环境的影响

- 固体废物及其淋洗和渗滤液中所含有害物质会改变土壤的性质和土壤结构，并将对土壤中微生物的活动产生影响。这些有害成份的存在，不仅有碍植物根系的发育和生长，而且还会在植物有机体内积蓄，通过食物链危及人体健康。
- 在固体废物污染的危害中，最为严重的是危险废物的污染。前章中提到的危险废物特性，包括易燃易爆和腐蚀性等都是极需予以防范的，其中的剧毒性废物最易引起即时性的严重破坏，并会造成土壤的持续性危害影响。

2.3 固体废物污染对人体健康的影响



环境中病原体向人类传播疾病的途径

- 根据物质的化学特性，当某些不相容物相混时，可能发生不良反应，包括**热反应**(燃烧或爆炸)、**产生有毒气体**(砷化氢、氰化氢、氯气等)和**产生可燃性气体**(氢气、乙炔等)，若人体皮肤与废强酸或废强碱接触，将发生烧灼性腐蚀作用。若误吸收一定量农药，能引起急性中毒，出现呕吐、头晕等症象。贮存化学物品的空容器，若未经适当处理或管理不善能引起严重中毒事件。化学废物的长期曝露会产生对人类健康有不良影响的恶性物质。

- 近半个多世纪的30~70年代，国内外不乏因工业废渣处置不当，其中毒性物质在环境中扩散而引起祸及居民的公害事件。如含镉废渣排入土壤引起日本富山县痛痛病事件；美国纽约州拉夫运河河谷土壤污染事件；以及我国发生在50年代的锦州镉渣露天堆积污染井水事件等。不难看出，这些公害事件已给人类带来灾难性后果。尽管近10多年来，严重的污染事件发生较少，但固体废物污染环境对人类健康将会遭受的潜在危害和影响是难以估量的。

3 固体废物污染控制的特点

- 固体废物固有的特性表现在：
 - (1) 直接占用土地并具有一定空间；
 - (2) 其品种繁多，数量巨大；
 - (3) 包括了有固体外形的危险液体及气体废物。
 - (4) 其对环境的污染主要通过水、大气或土壤介质影响人类赖以生存的生物圈，给居民身体健康带来危害。
- 因此，对固体废物污染的控制，关键在于解决好特别是危险废物的处理、处置和综合利用问题。我国经过多年实践证明，采用可持续发展战略减量化、资源化和无害化道路是唯一可行的。

- 具体来说，固体废物污染控制的特点是：
- 首先，需要从污染源头起始，改进或采用更新的清洁生产工艺，尽量少排或不排废物。这是根本的主要控制工业固体废物污染的措施。只有在工业生产中采用精料工艺，减少废渣排量和所含成份，在能源需求中，改变供求方式，提高燃烧热能利用率。在企业生产过程中，以前一种产品的废物作后一种产品的原料，并以后者的废物再生产第三种产品，如此循环和回收利用，既可使固体废物的排出量大为减少，还能使有限的资源得到充分的利用，满足良性的可持续发展要求，如此达到的污染控制就是最有效的。

- 其次，需要强化对危险废物污染的控制，实行从产生到最终无害化处置全过程的严格管理（即从摇篮到坟墓的全过程管理模式）。这是目前国际上普遍采用的经验。因此，实行对废物的产生、收集、运输、存贮、处理、处置或综合利用者的申报许可证制度；废除危险废物在地表长期存放，发展安全填埋技术；控制发展焚烧技术；严禁液态废物排入下水管道；建设危险废物泄漏事故应急设施等，都是具有控制废物污染扩散特色的。
- 第三，需要提高全民性对固体废物污染环境的认识，做好科学研究和宣传教育，当前这方面尤显重要，因而也成为有效控制其污染的特点之一。

4、固体废物管理体系

- (1) 概述
- 防治固体废物污染环境是环境保护的一项重要内容。但由于固体废物污染环境的滞后性和复杂性，人们对固体废物污染防治的重视程度尚不如对废水和废气那样深刻，长期以来尚未形成一个完整的、有效的固体废物管理体系。随着固体废物对环境污染程度的加重，以及人们的环境意识的不断加强，社会对固体废物污染环境的问题的越来越关注，如媒体对“洋垃圾入境”、“城市垃圾分类”、“白色污染”的讨论以及相应的市场反映，就说明了这一点。因此，建立完整有效的固体废物管理体系就显得日益迫切。

- 1995年10月30日，经过十余年的讨论修改，《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》在第八届全国人大常委会第十六次会议上获得通过，于1996年4月1日起施行。《固体法》的施行为固体废物管理体系的建立和完善奠定了法律基础，是我国第一部关于固体废物污染防治的大法。
- 法规明确指出，国家对固体废物污染环境的防治，实行减少固体废物产生、充分合理利用固体废物和无害化处置固体废物的原则。即减量化、资源化、无害化的“三化”原则。

- 减量化是指减少固体废物的产生量和排放量。目前固体废物的排放量十分巨大,例如我国工业固体废物年产 6×10^8 t以上,城市垃圾年产近 10^8 t。如果能够采取措施,最小限度的产生和排放固体废物,就可以从“源头”上直接减少或减轻固体废物对环境和人体健康的危害。可以最大限度的合理开发利用资源和能源。减量化的要求,不只是减少固体废物的数量和减少其体积,还包括尽可能地减少其种类、降低危险废物的有害成分的浓度、减轻或清除其危险特性等。减量化是对固体废物的数量、体积、种类、有害性质的全面管理,开展清洁生产。因此减量化是防止固体废物污染环境的优先措施。就国家而言,应当改变粗放经营的发展模式,鼓励和支持开展清洁生产,开发和推广先进的生产技术和设备,充分合理的利用原材料、能源和其他资源。

- **资源化**是指采取管理和工艺措施从固体废物中回收物质和能源,加速物质和能量的循环,创造经济价值的广泛的技术方法。从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**: 处理废弃物并从中回收指定的二次物质如纸张、玻璃、金属等物质;
- 2) **物质转换**: 利用废弃物制取新形态的物质,如利用废玻璃和废橡胶生产铺路材料,利用炉渣生产水泥和其他建筑材料,利用有机垃圾生产堆肥等。
- 3) **能量转换**: 从废物处理过程中回收能量,作为热能或电能。例如通过有机废物的焚烧处理回收热量,进一步发电。利用垃圾厌氧消化产生沼气,作为能源向居民和企业供热或发电。

- **无害化**是指对已产生又无法或暂时尚不能综合利用的固体废物,经过物理、化学或生物方法,进行对环境无害或低危害的安全处理、处置,达到废物的消毒、解毒或稳定化,以防止并减少固体废物的污染危害。
- 《固体法》确立了对固体废物进行全过程管理的原则。所谓全过程管理是指对固体废物的产生、收集、运输、利用、贮存、处理和处置的全过程及各个环节都实行控制管理和开展污染防治。如对危险废物,包括对其鉴别、分析、监测、实验等环节;对其处理、处置,包括废物的接收、验查、残渣监督、操作和设施的关闭各环节的管理。由于这一原则包括了从固体废物的产生到最终处置的全过程,故亦称为“从摇篮到坟墓”的管理原则。

- 实施这一原则，是基于固体废物从其产生到最终处置的全过程中的各个环节都有产生污染危害的可能性，如固体废物焚烧过程中产生的空气污染，固体废物土地填埋过程中产生的浸出液对地下水体的污染。因而有必要对整个过程及其每一个环节都实施控制和监督。对危险废物而言，由于其种类繁多，性质复杂，危害特性和方式各有不同，则应根据不同的危险特性与危害程度，采取区别对待，分类管理的原则。即对具有特别严重危害性质的危险废物,要实行严格控制和重点管理。因此，《固体法》提出了危险废物的重点控制原则，并提出较一般废物更严格的标准和更高的技术要求。
- 根据这些原则，确立了我国固体废物管理体系的基本框架。

(2) 固体废物管理制度

- 根据我国国情，并借鉴国外的经验和教训，《固体法》制定了一些行之有效的管理制度：
- a. 分类管理制度 固体废物具有量多面广、成分复杂的特点，因此《固体法》确立了对城市生活垃圾、工业固体废物和危险废物分别管理的原则，明确规定了主管部门和处置原则；在《固体法》第50条中明确规定“禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容的未经安全性处理的危险废物，禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。”

- **b. 工业固体废物申报登记制度** 为了使环境保护主管部门掌握工业固体废物和危险废物的种类、产生量、流向以及对环境的影响等情况，进而有效地防治工业固体废物和危险废物对环境的污染，《固体法》要求实施工业固体废物和危险废物申报登记制度。
- **c. 固体废物污染环境环境影响评价制度及其防治设施的“三同时”制度** 环境影响评价和“三同时”制度是我国环境保护的基本制度，《固体法》进一步重申了这一制度。

- d. 排污收费制度 排污收费制度也是我国环境保护的基本制度。但是，固体废物的排放与废水、废气的排放有着本质的不同。废水、废气排放进入环境后，可以在自然当中通过物理、化学、生物等多种途径进行稀释、降解，并且有着明确的环境容量。而固体废物进入环境后，并没有被其形态相同的环境体接纳。固体废物对环境的污染是通过释放出的水和大气污染物进行的，而这一过程是长期的和复杂的，并且难以控制。因此，严格意义上讲，固体废物是严禁不经任何处置排入环境当中的。

- 《固体法》规定，“企业事业单位对其产生的不能利用或者暂时不利用的工业固体废物，必须按照国务院环境保护主管部门的规定建设贮存或者处置的设施、场所”，这样，任何单位都被禁止向环境排放固体废物。而固体废物排污费的交纳，则是对那些在按照规定和环境保护标准建成工业固体废物贮存或者处置的设施、场所，或者经改造这些设施、场所达到环境保护标准之前产生的工业固体废物而言的。

- e. 限期治理制度 《固体法》规定，没有建设工业固体废物贮存或者处置设施、场所，或者已建设但不符合环境保护规定的单位，必须限期建成或者改造。实行限期治理制度是为了解决重点污染源污染环境问题。对于排放或处理不当的固体废物造成环境污染的企业者和责任者,实行限期治理,是有效的防治固体废物污染环境的措施。限期治理就是抓住重点污染源,集中有限的人力、财力和物力,解决最突出的问题。如果限期内不能达到标准,就要采取经济手段以至停产。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/898012023006006023>