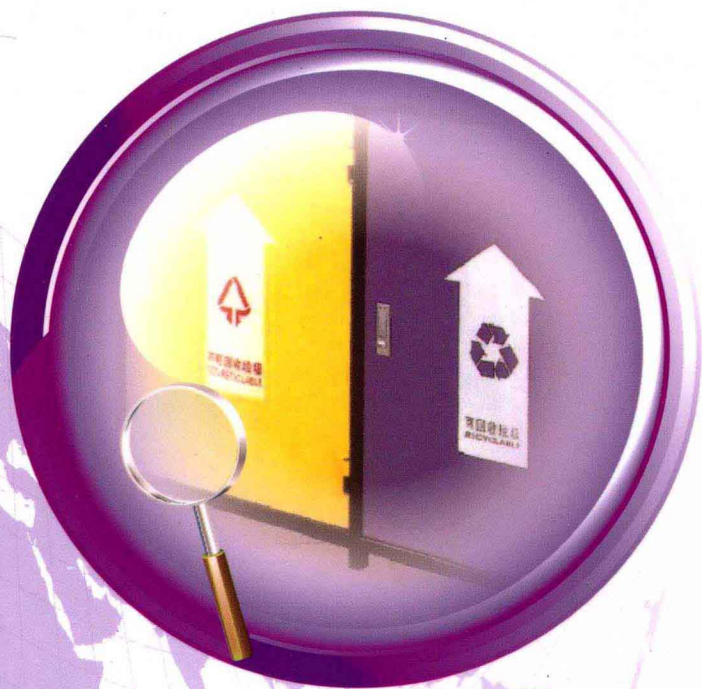




高等教育“十二五”规划教材
高职高专环保类专业教材系列

固体废物资源化利用与处理处置

沈华 主编



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

高职高专环保类专业教材系列

固体废物资源化利用 与处理处置

沈 华 主编
郭 正 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书遵照教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会制定的高职高专环境类专业教学的基本要求编写而成。

全书系统介绍了固体废物的产生、特征及对环境的影响, 固体废物的管理、法律法规及标准, 固体废物的收集、运输和基本处理方法, 固体废物资源化利用的途径及方法, 重点介绍了固体废物的焚烧处理技术和填埋处理处置。为方便学习, 书中配有大量的复习思考题和课后练习题。

本书充分体现基础理论与工程相结合的特点, 力求将作者最新的研究成果呈现给读者, 既可供高职高专环境类专业师生教学使用, 也可供相关行业在职员工培训, 企事业单位科研、工程和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

固体废物资源化利用与处理处置/沈华主编. —北京: 科学出版社, 2011.

(高等教育“十二五”规划教材·高职高专环保类专业教材系列)

ISBN 978-7-03-031294-5

I. ①固… II. ①沈… III. ①固体废物利用-高等职业教育-教材
②固体废物处理-高等职业教育-教材 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 102298 号

责任编辑: 张 斌/责任校对: 王万红

责任印制: 吕春珉/封面设计: 东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 7 月第一次印刷 印张: 24

印数: 1—3 000 字数: 569 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<骏杰>)

销售部门电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VZ04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专环保类专业系列教材 专家委员会

顾 问 邓泽民

主 任 胥树凡

副主任 李倦生 耿世刚

委 员 (按姓氏笔画为序)

关荐伊 张宝军 相会强 郭 正 高红武 薛巧英

高职高专环保类专业系列教材 编写委员会

主 任 孙 蕾

副主任 姚运先 谷群广

委 员 (按姓氏笔画为序)

马占青 王先华 王怀宇 王 虎 王春梅 冯雨峰

司文会 刘妙丽 刘颖辉 安红莹 朱庚申 何红娟

沈力匀 沈 华 吴国旭 吴 焯 张宝安 张惠燕

李 庄 李克国 杨广华 杨保华 邹序安 邹润莉

陈建华 陈剑虹 陈战军 陈喜红 周凤霞 林筱华

金 文 胡娜妮 凌昌都 袁秋生 袁德奎 郭淑华

税永红 熊素玉 黎良财 黎春秀

秘 书 张 斌 唐小艳

序

环境保护是我国的一项基本国策，而环境保护教育又是环保工作的重要基础。因此必须加强环境学科相关知识在实践中的应用，提高我国环保类专业学生的环境科研、监管能力，注重学生实践操作能力的培养，努力提高环保专业课程体系的整体性、系统性、实用性。

环境管理作为人类自身行为管理的一种活动，是在 20 世纪 60 年代末开始随着全球环境问题的日益严重而逐步形成、发展的，它揭示了人类社会活动与人类生存环境的对立统一关系。在人类社会，环境—社会—经济组成了一个复杂的系统，作为这个系统核心的人类为了生存发展，需要不断地开发利用各种自然资源和环境资源，而无序无节制的开发利用，导致地球资源急剧消耗，环境失调，从而影响人类的生存和发展。为遏制这种趋势及其蔓延，人类开始研究并采取措施推动资源的合理开发利用，推进环境保护及其自我修复能力的提高，努力实现人类的可持续发展。环境—社会—经济系统能否实现良性循环，关键在于人类约束以及影响这一系统的方法和手段是否有效，这种方法和手段就是环境管理。

环境管理随着人类环保实践活动的推进而不断演变。相当长的时期内，人们直接感受到的环境问题主要是局部地区的环境污染。人类沿袭工业文明的思维定式，把环境问题作为一个单纯的技术问题，其环境管理实质上只是污染治理，主要的管理原则是“污染者治理”和末端治理模式。随着末端治理走到环境污染治理的尽头，加之生态破坏、资源枯竭等其他环境问题的进一步凸现，人们开始从经济学的角度去探寻环境问题的根源与对策，通过“环境经济一体化”使“环境成本内部化”，将环境管理原则变为“污染者负担，利用者补偿”，从而推进了源头削减、预防为主和全过程控制的管理模式的形成。人们在科学发展、保护环境的长期追求与探索中，逐步认识到环境问题是人类社会的传统自然观和发展观支配下导致的必然结果，其管理和技术手段都是“治标不治本”的，只有在改变传统的发展观基础上产生的财富观、消费观、价值观和道德观，才能从根本上解决环境问题。因而环境管理不是单纯的技术问题，也不是单纯的经济问题和社会问题，而是人与自然和谐、经济发展与环境保护相协调的全方位综合管理。

加强课题研究，通过课程设计和构建，着力解决高等职业教育环保类专



业人才培养和社会需求，以就业为导向，坚持改革创新，努力提高学生的职业能力，使学生将课堂与工作现场直接对接，进一步理解目前的学习如何为将来的职业服务，从而提高学生学习的积极性、针对性，提高教学质量，这是我国环保职业教育必须坚持的方向。

非常高兴的是，2009年4月，由长沙环境保护职业技术学院牵头，集全国与环境保护相关的本科及职业院校、企业、科研机构等近百家单位共同组建的环境保护职业教育集团正式成立，这是我国目前环保职教领域阵容最大的产学研联合体。该集团的成立，在打造环保职业教育品牌和提升环保职业教育综合实力上，将产生深远影响。

本套教材的作者都是长期从事环保高职教育的一线教师，具有丰富的教学经验，在相关领域又有比较丰富的环保实践经验，在承担相关环保科研与技术服务中，将潜心研究的科研成果与最新技术、方法、政策、标准等体现于职业教育的教材之中，使本套教材具有鲜明的职业性、实践性，对环保职业教育具有较好的指导与示范作用。

衷心希望这套教材的出版发行，能为我国环保教育事业的发展发挥积极的推动作用。

祝光耀

2010年3月10日

前 言

我国固体废物的管理起步较晚，目前相关的法律法规和技术标准仍在建设之中。而我国固体废物产生量巨大，性质日趋复杂，由此引发的环境问题也日益突出。固体废物的处理处置任务艰巨，固体废物的资源化技术和处置水平与发达国家相比还有很大差距，管理水平也亟待提高，特别是针对我国固体废物特点的处理处置及资源化利用和管理体系等方面的系统研究还有很大的发展空间。

近年来，我国开设固体废物相关专业课程的院校与日俱增，2005年修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的实施，使我国固体废物的管理和处理处置技术的发展更上了一个台阶，特别是国家循环经济战略的实施，期盼有更加新颖科学完善的固体废物相关教材用于人才培养之中。

本书作为高职高专环保类专业的教材，是国家社会科学基金“十一五”规划（教育学科）一般课题（批准号：BJA060049）“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”的子课题（编号：BJA060049-ZKT028）“以就业为导向的高等职业教育环保类专业教学整体解决方案研究”的研究成果之一。

本书内容既包括对固体废物进行管理和污染控制的处理处置技术，又有对固体废物作为可再生资源进行利用的各类资源化技术。在固体废物的管理一章中不仅介绍我国固体废物的产生现状，而且介绍了近年来我国固体废物的治理现状，突出了固体废物管理的特点；固体废物的法律法规及标准一章中，详细讲述了我国固体废物管理的法律法规体系，固体废物的标准体系，将新出台的相关标准目录一并列出，并重点介绍了危险废物的鉴别标准，同时对国家环境政策及近年来的环境规划做了相应的叙述；在固体废物处理的基本方法一章中，力求全面介绍，尽可能将国内外的最新技术融入教材之中；在资源化回收利用部分，案例选择的原则是新颖实用，有示范作用；在固体废物的焚烧和填埋处理处置内容设置上，依据目前我国的技术规划要求编制。为方便学生或在职的从业员工学习，本书编排了大量的各类习题，将在实际工作中经常碰到、容易模糊的问题以习题的方式提醒，加强巩固相应的知识点。其中标*号的习题书中未提及相关知识，可查阅其他资料后解答。

本书由沈华主编，具体编写分工如下：第1、2、8章由沈华编写；第3、9章由赵眉飞编写；第4章由杨少斌编写；第5章由赵眉飞、沈华共同编写；第6章由刘颖辉编写；第7章由郝卓莉编写。本书思考与练习题由彭艳春统筹整理，全书由沈华统稿，由教授、高级工程师郭正担任主审，在此对郭正教授深表谢意！

本书在编写中引用了大量同行的教学及科研成果，在此谨向各位专家及参考文献资料的原创作者表示感谢！

鉴于本书内容涉及面广，相关政策、标准、技术等发展迅速，加之编者水平和能力有限，书中定有疏漏及不妥之处，恳请专家、读者批评指正，以便进一步修改完善。

沈 华

2010年12月于长沙

目 录

序

前言

第 1 章 概论	1
1.1 固体废物概述	2
1.2 固体废物污染.....	14
1.3 固体废物对环境的影响.....	16
1.4 固体废物的资源化.....	20
第 2 章 固体废物的管理	23
2.1 固体废物的管理现状.....	24
2.2 固体废物管理的内容及特点.....	29
2.3 固体废物管理原则.....	31
2.4 固体废物管理体系.....	36
2.5 国外固体废物管理模式.....	41
第 3 章 固体废物的法律法规及标准	46
3.1 我国固体废物管理法律法规体系.....	47
3.2 固体废物管理标准体系.....	58
3.3 国家环境政策及国家规划.....	64
第 4 章 固体废物的收集与运输	72
4.1 固体废物的收集与运输.....	73
4.2 城市垃圾的收集与中转.....	79
4.3 危险废物的收集与运输.....	92
第 5 章 固体废物处理的基本方法	96
5.1 预处理方法.....	97
5.2 固体废物的固化/稳定化处理方法.....	121
5.3 固体废物生物处理方法	132
5.4 固体废物高温热处理方法	148
5.5 固体废物填埋处置方法	168
第 6 章 固体废物的资源化回收利用	173
6.1 废金属的资源化回收	175
6.2 废纸的资源化	189
6.3 废棉、布的资源化	194
6.4 废塑料的资源化	195



6.5	废玻璃的资源化	202
6.6	废橡胶的资源化	204
6.7	废电池的资源化	210
6.8	电子废物的资源化	215
第7章	典型固体废物的资源化	225
7.1	冶金工业固体废物的资源化	226
7.2	能源工业固体废物的资源化	236
7.3	石油化学工业固体废物的资源化	246
7.4	矿业固体废物的资源化	249
7.5	轻工业固体废物的资源化	252
7.6	农业固体废物的资源化	256
第8章	固体废物的焚烧处理技术	267
8.1	焚烧技术及其发展	269
8.2	固体废物的焚烧原理	276
8.3	固体废物的焚烧系统	283
8.4	固体废物焚烧过程中污染物的产生与防治	296
8.5	焚烧余热的利用	307
第9章	固体废物的填埋处理处置	311
9.1	概述	312
9.2	卫生填埋场	320
9.3	安全填埋场	357
主要参考文献		372
后记		373

第1章

概 论



学习目标

掌握固体废物的定义、来源及产生现状；熟悉固体废物的分类，区分一般固体废物与危险废物；理解固体废物性质及特性；熟悉固体废物对环境的影响；理解并掌握固体废物污染控制方法；树立固体废物资源化的理念，熟悉资源化途径。

必备知识

固体废物的法律定义、分类及固体废物的危害等；《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》及相关法律；固体废物的资源化利用。

选修知识

《巴塞尔公约》；《国家危险废物名录》；危险废物的来源及鉴别方法。

案例导入

资源与垃圾之战

20世纪50年代中期，西方经济复苏，人们产生了“强制消费”观念：“我们的具有巨大生产率的经济要求我们把消费作为一种生活方式，把商品的购买与使用变成一种仪式，从消费中获得精神的满足……我们需要以不断增长的速度把东西消费掉，烧掉、穿掉、换掉和扔掉”。

一次性消费品悄然走进了人们的生活。一次性杯盘、一次性刀叉、一次性饭盒、一次性筷子、一次性牙刷、一次性刮胡刀、一次性梳子、一次性尿布、一次性照相机、一次性衣物、一次性纸餐巾、一次性纸抹布……一次性用品充斥在人们高消费、快节奏的生活中，充当着把资源变成垃圾的急先锋。有人统计：美国每年所消费的纸张占到世界纸张年消费量的33%；美国中产阶级家庭人均一生消费的部分情况为：消费汽油2.8万gal（1gal≈3.8L）；穿用并抛弃衬衫250件；鞋115双；使用并抛弃报纸2.75万份、杂志3900份；扔掉废品垃圾11.2万lb（1lb≈0.45kg）；抛弃铝制易拉罐2.86万个（其中1.77万个可回收）……美国一位大学教授说：“如果（地球上）所有的人都这样



地生活和生产，那么我们为了得到原料和排放有害物质还需要 20 个地球。”

如今，资源耗竭，生态环境被污染和破坏，垃圾围城。“循环消费”“绿色消费”被认可和提倡，但“强制消费”模式并没有就此刹住车，它仍带着极大的惯性，使占世界人口 1/5 的富有人口，消费着世界上 58% 的能源、84% 的纸张，拥有着全世界 74% 的电话线路、87% 的车辆……资源与垃圾之战正在进行。

课前思考题

1. 为什么要研究固体废物？
2. 固体废物按来源可分为哪几类？各举 2~3 个例子。
3. 如何区分一般固体废物与危险废物？你知道生活中哪些固体废物属于危险废物？
4. 固体废物对环境的危害表现有哪些？试结合身边实际举例说明。
5. 城市固体废物的处理中主要应考虑固体废物的哪些物理和化学性质？请举例说明。

1.1 固体废物概述

1.1.1 固体废物的定义

人类一切活动过程产生的，且对所有者已不再具有使用价值而被废弃的固态或半固态物质，通称为固体废物。在各国的立法及管理体系中，对固体废物的描述不尽一致，并且在进行不断的完善与补充。在我国，根据中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议于 2004 年 12 月 29 日修订通过，自 2005 年 4 月 1 日起施行的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（以下简称《固废法》）的规定，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。

上述法律定义对固体废物的来源、性质、形态等进行了描述。固体废物的来源为“生产、生活和其他活动”，这里所说的生产是指国民经济建设而言的生产活动，是一个大范围的概念，包括工厂、矿山、建筑、交通运输、邮电等各行各业的生产和建设活动；日常生活是指人们居家过日子，吃住行等活动，也包括为保障人们居家生活提供各种社会服务和保障的活动；其他活动主要是指商业活动及医院、科研单位、大专院校等非生产性的，又不属于日常生活活动范畴的正常活动。“固体废物”一词中“废”是针对原所有者而言，其内涵表现在两个方面，即“丧失原有利用价值”和“虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃”。此外，根据定义可知，纳入我国固体废物管理体系的固体废物形态有固态、半固态、气态（置于容器中的气体物质）以及液态（《固废法》第八十九条规定“液态废物的污染防治，适用本法”）。

需要注意的是，放射性废物管理方法和处置技术对于其他废物有明显差异，大多数国家不将其包含在危险固体废物范围。在我国，放射性固体废物管理自成体系，2003 年颁布的《中华人民共和国放射性污染防治法》（以下简称《放射性污染防治法》）对放

射性废物进行专门的管理，不纳入《固废法》管理的范围。

在我国，固体废物和非固体废物的鉴别可依据原国家环境保护总局、国家发展和改革委员会、商务部、海关总署、国家质量监督检验检疫总局等五部委于2006年4月1日联合颁布施行的《固体废物鉴别导则（试行）》进行。

固体废物具有鲜明的时间和空间特征，它同时具有“废物”和“资源”的两重性。因而固体废物历来有“放错地点的原料”之称，“废”与“不废”是相对的，早在12世纪，南宋时期的著名学者朱熹就提出“天无弃物”的观点。世界上只有暂时没有被认识和利用的事物，而没有不可认识的事物。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费后，最终将变成废物。物质和能源消耗越多，废物的产生量就越大。随着时间的推移和空间的转换，原本的废弃物就可以变成一种宝贵的资源。尤其是当前资源与能源供需矛盾日益突出的形势下，固体废物所具有的可回收利用性极具环境和经济价值，合理处理处置固体废物并把它转化为可供人类利用的资源或能源越来越引起人们的重视。

1.1.2 固体废物的来源

固体废物来自人类生产和生活过程中的许多环节，表1.1列出了从各类产生源产生的主要固体废物。

表 1.1 固体废物的来源

产生源	产出的主要固体废物
居民生活	食物、垃圾、纸、木、布、庭院植物修剪物、金属、玻璃、塑料、陶瓷、燃料灰渣、脏土、碎砖瓦、废器具、粪便、杂品等
商业、机关	除上述废物外，另有管道、碎砌体、沥青及其他建筑材料，含有易爆、易燃腐蚀性、放射性废物以及废汽车、废电器、废器具等
市政维护、管理部门	脏土、碎砖瓦、树叶、死畜禽、金属、锅炉灰渣、污泥等
矿业	废石、尾矿、金属、废木、砖瓦、水泥、砂石等
冶金、金属结构、交通、机械等工业	金属、渣、砂石、模型、芯、陶瓷、涂料、管道、绝热和绝缘材料、黏结剂、污垢、废木、塑料、橡胶、纸、各种建筑材料、烟尘等
建筑材料工业	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂、石、纸、纤维等
食品加工工业	肉、谷物、蔬菜、硬壳果、水果、烟草等
橡胶、皮革、塑料等工业	橡胶、塑料、皮革、布、线、纤维、染料、金属等
石油化工工业	化学药剂、金属、塑料、橡胶、陶瓷、沥青、油毡、石棉、涂料等
电器、仪器仪表等工业	金属、玻璃、木、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料等
纺织服装工业	布头、纤维、金属、橡胶、塑料等
造纸、木材、印刷等工业	刨花、锯末、碎木、化学药剂、金属填料、塑料等
农业	秸秆、蔬菜、水果、果树枝条、糠秕、人和畜禽粪便、农药等
核工业和放射性医疗单位	金属、含放射性废渣、粉尘、污泥、器具和建筑材料等

1.1.3 固体废物的分类

固体废物来源于人类的一切生命活动过程，一般可分为生产过程（称为生产废物，



俗称废渣)和生活过程(称为生活废物,俗称垃圾)。固体废物有多种分类方法,既可根据其来源、组分、形态等进行划分,也可以根据其危险性、燃烧特性等进行划分,目前主要的分类方法有:

(1) 根据其来源分为工业固体废物、农业固体废物、生活垃圾等。

(2) 按其化学组成可分为有机废物(如废弃塑料、橡胶等)和无机废物(如砖瓦、砂石等)。

(3) 按其形态可分为固体废物(如玻璃瓶、报纸、塑料袋、木屑等)、半固体废物(如污泥、油泥、粪便等)和液态(气态)废物(如废酸、废碱、废油与有机溶剂等)。

(4) 按其污染特性可分为危险废物(如医院手术切除物、一次性注射器等)和一般废物(如日常生活中丢弃的瓜果皮、烂菜叶等)。

(5) 按其燃烧特性可分为可燃废物(通常指 1000°C 以下可燃烧者,如废纸、废塑料、废机油等)和不可燃废物(通常指在 1000°C 焚烧炉内仍无法燃烧者,例如金属、玻璃、砖石等)。

依据《固废法》对固体废物的分类,目前我国将其分为工业固体废物、生活垃圾和危险废物等三类进行管理。

按照固体废物的产生现状及环境管理的要求,本书对下列几类固体废物作简要介绍。

1.1.3.1 工业固体废物

工业固体废物是指在工业、交通等生产过程中产生的固体废物。工业固体废物主要是来自各个工业生产部门的生产和加工过程及流通领域中所关联到的粉尘、碎屑、污泥等。废物产生的主要行业有冶金、化学、煤炭、电力、交通、轻工、石油、机械加工、建筑等,其范围包括冶炼渣、化工渣、燃煤灰渣、废矿石、尾矿、金属、塑料、橡胶、化学药剂、陶瓷、沥青和其他工业固体废物等。表 1.2 列出了工业固体废物的来源及分类。

表 1.2 工业固体废物的来源及分类

产生源	产生的主要固体废物
矿业	废石、尾矿、围岩、金属、废木、砖瓦及砂石等
冶金、金属结构、交通、机械等行业	金属、渣、砂石、模型、芯、陶瓷、涂料、管道、绝热和绝缘材料、黏结剂、污垢、废木、塑料、橡胶、纸、各种建筑材料、烟尘等
建筑材料工业	金属、水泥、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂、石、纸、纤维等
食品加工工业	肉、谷物、蔬菜、硬壳果、水果、烟草等
橡胶、皮革、塑料等工业	橡胶、塑料、皮革、布、线、纤维、染料、金属等
石油化工工业	化学药剂、金属、塑料、橡胶、陶瓷、沥青、污泥油毡、石棉、涂料等
电器、仪器仪表等工业	金属、玻璃、木、橡胶、塑料、化学药剂、研磨料、陶瓷、绝缘材料等
纺织服装工业	布头、纤维、金属、橡胶、塑料等
造纸、木材、印刷等工业	刨花、锯末、碎木、化学药剂、金属填料、塑料等
维修、再生行业	计算机、手机、电视机、洗衣机、冰箱等维修及拆解机动车、船等



1.1.3.2 生活垃圾

生活垃圾是指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律法规规定视为生活垃圾的固体废物。目前收集处理的生活垃圾主要有居民生活垃圾,包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃、废陶瓷、砖瓦、渣土、粪便以及废旧家具、废电器、庭院废物等。此外,园林废物、机关办公垃圾、街道清扫废物、公共场所(公园、车站、码头、机场等)产生的废物等均按生活垃圾管理。

生活垃圾中可燃组分与不可燃组分的含量决定着生活垃圾处理的方式。

1.1.3.3 危险废物

《固废法》规定:“危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的废物。”危险废物的危险特性通常包括感染性、易燃性、易爆性、反应性、腐蚀性、急性毒性和浸出毒性。由于危险废物其特有的性质,对环境的污染严重,危害显著,对人体和环境产生极大的威胁,所以它与一般的工业固体废物及生活垃圾在管理上和处理处置手段上存在较大的差别。各国都将其作为固体废物管理的重点。1984年联合国环境规划署(UNEP)把危险废物的污染危害列为全球性环境问题之一。

由于处置危险废物在征地、投资、技术、环境保护等多方面的困难,一些国家的不法厂商千方百计将自己的危险废物向其他国家转移,致使接受国深受其害。1976年7月10日,意大利北部小城 Seveso 一家生产 2,4,5-三氯苯酚(TCP)的工厂发生了爆炸事故。这个事故在几年后成为引起一场关于二噁英问题和危险废物越境迁移问题国际论争的导火索。该化工厂爆炸产生了约 2kg 的二噁英,造成了周围 1810hm² 土地的污染。在现场清理过程中,收集了 20 万 m³ 污染严重的土壤和 41 罐反应残渣,这些污染土壤和反应残渣的净化,约需耗资 2 亿美元。一年后废物被转移到法国,1985 年又转移到瑞士的巴塞尔,并以 250 万美元的价格进行了焚烧处理。

这一事件引起了国际社会的高度重视,1989 年 3 月联合国环境规划署颁布了《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》(简称《巴塞尔公约》),并于 1992 年 5 月 5 日正式生效。已有 100 多个国家签署了这项公约,我国是该条约的签约国。

《巴塞尔公约》列出了“应加控制危险废物类别”共 45 类,“须加特别考虑的废物类别”共 2 类。我国参考《巴塞尔公约》对危险废物的分类方法、从特定来源、生产工艺及特定物质等对危险废物进行了分类,1998 年 1 月 4 日,原国家环境保护局、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,并于 1998 年 7 月 1 日实施了《国家危险废物名录(环发〔1998〕89号)》,将危险废物分为 47 大类。2008 年 6 月 6 日国家环境保护部、国家发展和改革委员会对《国家危险废物名录》进行了修订,于 2008 年 8 月 1 日起施行。新修订的《国家危险废物名录》将废物类别分为 49 大类(表 1.3)。从危险废物的行业来源、废物代码、危险废物及危险特性进行了规范,可操作性增强。



表 1.3 国家危险废物名录

废物类别	废物类别	废物类别
HW01 医疗废物	HW18 焚烧处置残渣	HW35 废碱
HW02 医药废物	HW19 含金属羰基化合物废物	HW36 石棉废物
HW03 废药物、药品	HW20 含铍废物	HW37 有机磷化合物废物
HW04 农药废物	HW21 含铬废物	HW38 有机氰化物废物
HW05 木材防腐剂废物	HW22 含铜废物	HW39 含酚废物
HW06 有机溶剂废物	HW23 含锌废物	HW40 含醚废物
HW07 热处理含氰废物	HW24 含砷废物	HW41 废卤化有机溶剂
HW08 废矿物油	HW25 含硒废物	HW42 废有机溶剂
HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	HW26 含镉废物	HW43 含多氯苯并呋喃类废物
HW10 多氯(溴)联苯类废物	HW27 含铈废物	HW44 含多氯苯并二噁英废物
HW11 精(蒸)馏残渣	HW28 含碲废物	HW45 含有机卤化物废物
HW12 染料、涂料废物	HW29 含汞废物	HW46 含镍废物
HW13 有机树脂类废物	HW30 含铈废物	HW47 含钡废物
HW14 新化学药品废物	HW31 含铅废物	HW48 有色金属冶炼废物
HW15 爆炸性废物	HW32 无机氰化物废物	HW49 其他废物
HW16 感光材料废物	HW33 无机氰化物废物	—
HW17 表面处理废物	HW34 废酸	—

根据《国家危险废物名录》的规定，凡列入名录的废物类别都属于危险废物，列入国家危险废物管理范围；未列入名录的废物类别需要进行鉴别，高于鉴别标准的鉴别物属危险废物，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范围。

常见的危险废物包括工业源危险废物、社会源危险废物（废弃电池及电子电器废物等）、危险废弃化学品、医疗废物及废弃农药等。

1.1.3.4 农业废物

农业固体废物是指在农业生产及其产品加工过程中产生的固体废物。我国 1995 年制定的《固废法》没有对农业固体废物的处置提出要求，也没有将农村生活垃圾纳入管理体系。随着农业产业化发展和农村生活水平的提高，农业废物和农村生活垃圾所造成的污染问题逐渐显现。对城乡垃圾的区别对待，不仅使农村生活垃圾处于无序堆放的状态，还导致城市生活垃圾向农村转移，造成垃圾围城、土壤和水源污染、农村卫生条件恶化。为了逐渐消除农村固体废物污染，改善农村卫生条件，将农村固体废物纳入固体废物污染防治体系是亟待解决的问题。因此，2004 年修订后的《固废法》规定：“使用农用薄膜的单位和个人，应当采取回收利用等措施，防止或者减少农用薄膜对环境的污染。从事畜禽规模养殖应当按照国家有关规定收集、贮存、利用或者处置养殖过程中产生的畜禽粪便，防止污染环境。禁止在人口集中地区、机场周围、交通干线附近以及当地人民政府划定的区域露天焚烧秸秆。”同时，将“城市生活垃圾污染环境的防治”一节改为“生活垃圾污染环境的防治”，使该节的管理覆盖面扩大到农村，并明确“农村



生活垃圾污染环境防治的具体办法，由地方性法规规定。”将农业和农村的固体废物纳入了固体废物污染防治体系进行管理。

农业固体废物主要来自农业生产、畜禽饲养、植物种植业、动物养殖业和农副产品加工业，以及农村居民生活所产生的废物，如农作物秸秆、人畜禽排泄物等农林业固体废物。常见的有稻草、麦秸、玉米秸、稻壳、秕糠、根茎、落叶、果皮、果核、畜禽粪便、死禽死畜、羽毛、皮毛等。在农村没有使用化肥时，长期以来这些废物大多数是就地综合利用，被沤肥还田处理或做了农家的燃料。近几十年来化肥农药的广泛使用，改变了我国农村原有的耕作方式，许多能够综合利用的农业固体废物，没有得到利用变成了污染环境的固体废物。

1.1.3.5 其他废物

放射性废物指放射性同位素含量超过国家规定限值的固体、液体和气体废物。在环境中其来源主要是核武器试验、核设施事故、放射性废料的泄漏和社会源放射性废物。随着核能和核技术在各个领域的广泛利用，核能和核技术开发利用的安全问题以及放射性污染防治也日益突出，为此，我国2003年颁布的《放射性污染防治法》对放射性固体废物的管理和处置进行了明确的规定。从处理和处置的角度，按比活度和半衰期将放射性废物分为高放长寿命、中放长寿命、低放长寿命、中放短寿命和低放短寿命等五类。低、中放射性固体废物在符合国家规定的区域实行近地表处置，高水平放射性固体废物和 α 放射性固体废物实行集中的深地质处置。禁止在内河水域和海洋上处置放射性固体废物。

灾害性废物主要是指突发事件特别是自然灾害（如地震、海啸等）造成的固体废物，其主要特点是产生不可预见、产生量大、组分特别复杂，若处置不及时会有潜在的传播疾病的隐患。目前对灾害性废物的收运和处理处置的研究还处于起步阶段，缺乏经验，对灾害性废物的处理处置需要与相应的应急系统一并考虑，才能达到污染防治的目的。

1.1.4 固体废物的性质

固体废物所含的污染物质千差万别，根据固体废物的性质，可用监测方法对其进行定性、定量分析。

1.1.4.1 物理性质

固体废物成分复杂多变，主要参数包括物理组成、色、臭、温度、熔点、溶解度、挥发性、含水率、空隙率、渗透性、粒度、密度、容重、磁性、导电性、光电性、摩擦性与弹性等。

固体废物的物理性质主要影响到污染物在环境中的迁移转换能力，以及加工处理过程，如压实、破碎、分选等处理方法主要与其物理性质有关。其中色、臭等感官特性可以通过视觉或嗅觉直接加以判断。

在城市固体废物的处理中目前重点考虑以下性质：