



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高职高专规划教材

固体废物处理与处置

第二版

庄伟强 主编



化学工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高职高专规划教材

固体废物处理与处置

第二版

庄伟强 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

全书共分 8 章,对固体废物的收集、运输、处理、处置和资源化与综合利用等方面进行了详细的介绍。内容包括:固体废物的概念、来源、分类、危害及管理;固体废物、城市垃圾和危险废物的收集、运输及贮运;预处理(压实、破碎、分选、脱水)的基本原理、方法、设备等;固化与稳定化处理技术;焚烧和热解技术;固体废物微生物分解的基本原理和方法;固体废物的资源化与综合利用以及固体废物的处置技术。

本书为高职高专环境类及相关专业的教材,也可供环境类专业以及从事相关工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理与处置/庄伟强主编. —2 版. —北京:化学工业出版社, 2009. 7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-05751-8

I. 固… II. 庄… 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(2009)第 081072 号

责任编辑:王文峡

文字编辑:刘莉珺

责任校对:战河红

装帧设计:尹琳琳

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 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 365 千字 2009 年 8 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: 26.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言



《固体废物处理与处置》于2004年出版，至今已经过五年时间，固体废物的处理与处置技术已有很大的进展，第一版教材中部分内容已显得陈旧或不适宜，尤其是新技术、新标准和新规范的发布，迫切需要对某些内容进行修改。以适应高等职业教育的需要。修订版在第一版教材的基础上，适当更新部分内容，删除了部分过时、陈旧的材料，增加了国内外固体废物处理与处置的新技术和新方法，注重对专业素质和能力的培养。

全书共分8章。第1章主要介绍固体废物的概念、来源、分类以及对环境的危害和固体废物管理内容、原则、制度和标准；第2章介绍了固体废物、城市垃圾和危险废物收集、运输及贮存；第3章介绍了固体废物预处理（压实、破碎、分选、脱水）的基本原理、方法、设备及各自优缺点；第4~6章作为本教材的重点部分，介绍了固体废物处理的固化、化学处理、焚烧、热解及微生物分解的基本原理和方法；第7章主要讲述了固体废物资源化的概念、原则和途径，工业、矿业、城市垃圾、农业及其他固体废物综合利用的实例；第8章介绍了固体废物处置的概念、要求及方法。

本书第1、4、5、6、7章由庄伟强修订，第2、3、8章由刘爱军修订，全书由庄伟强统稿，岳钦艳教授主审。本书在编写过程中参考了大量资料和许多学者的研究成果，另外，本书的出版得到了化学工业出版社及全国高职高专环境类专业规划教材编审委员会的支持和指导，编者在此对他们一并表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，资料收集不够全面，书中不妥之处在所难免，敬请专家、同行和广大读者批评指正。

编者

2009年5月

第一版前言

环境、资源、人口问题已被国际社会公认为是影响 21 世纪可持续发展的三大关键问题。随着经济的高速发展，污染物的排放量迅速增加，环境污染已成为制约中国经济进一步发展的重大因素。作为四大污染源之一的固体废物和废气、废水、噪声一样，是造成目前环境污染的重要原因之一。由于中国在固体废物治理方面技术较落后，因此，固体废物污染的防治工作面临严峻的形势。为此，为满足经济发展对环境保护方面高等职业技术教育人才的要求，2002 年春，在全国高职工专环境类专业规划教材编审委员会的支持下，化学工业出版社开始组织新一轮教材的编审工作，《固体废物处理与处置》为本套教材之一。本教材充分考虑高等职业教育对教材的要求，以学生为本，注重对专业素质和能力的培养。在保证专业教学内容科学合理的基础上，结合社会对环境类专业的要求，突出了技术传授和能力培养，充分体现“高等教育”和“职业教育”的双重性，突出工程应用能力和技能的培养，同时在基础知识及文化素质等方面体现高等教育的特点。

本书在编写过程中，主要遵循了以下四个原则。一是体现高等职业教育特色，突出能力的培养。编制时重点介绍固体废物处理与处置的基本概念、原理和方法，特别考虑了加入工程实例、技能训练的教学，通过现场教学、电化教学、课堂讨论和练习等教学方式，强化理论与技术相结合，理论与实际相结合，提高学生分析、解决实际问题的能力；每章结尾编写复习思考题，发挥学生主体作用，培养学生独立思考和自学的能力。二是突出教材内容的新颖性、实用性和系统性。取材尽力介绍固体废物处理较成熟的工艺和先进的技术及设备，特别是突出了固体废物处理过程中物质再循环的指导思想，并充分体现可持续发展、清洁生产、绿色技术等新的环保概念，使教材内容上具有较好的新颖性；取材参阅了国家环保局组织编写的固体废物卷中《钢铁工业固体废物治理》、《化学工业固体废物治理》等资料，引用并突出了各种典型工业固体废物的应用开发实例，使教材具有很强的实用性；编写时注意到了内容的完整性和知识的系统性，以便于学生学习，并为其日后应用打下坚实的基础。三是加强教材的政策性和环保法规教学。本教材把中国保护环境、治理固体废物的政策放在重要位置。本教材摘录了中华人民共和国固体废物污染环境防治法相关内容，教材内容上突出了固体废物、工业固体废物、城市垃圾、处置、减量化、资源化、无害化等法律上的概念，加强了学生环保法规常识教学。四是符合教学大纲要求，跨行业、宽口径。编写时，认真研究了本专业教学大纲，使教材内容完全符合教学大纲的要求。根据教学大纲要求，本教材内容涵盖矿业、工业、农业、城市垃圾及其他固体废物的处理，拓宽了学生的知识面。

本书为环境类及相关专业的高职高专教材，也可供环境类专业培训及供从事环境保护工作的技术人员参考。由于各地的固体废物治理情况不同，因此，选用者在使用本教材时可按各自要求予以增删。

本书第1、7章由庄伟强编写，第4、8章由尤峥编写，第5、6章由于淑萍编写，第2、3章由朱惠斌编写，全书由庄伟强统稿。岳钦艳教授主审。参加审稿的还有刘大银、沈永祥、许宁、律国辉、李耀中、李广超、金万祥、冷士良、顾玲、杨永杰、吴国旭、魏振枢、李靖靖、杨永红、王红云等。

本书的出版得到了化学工业出版社及全国高职高专环境教材编审委员会的支持和指导。特别是泰山医学院的领导从多方面给予支持、帮助。借此机会一并向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中错误及不妥之处定将不少，敬请同行和读者批评指正。

编者

2004年1月

目 录

1 绪 论

1.1 固体废物的概念与分类	1
1.1.1 固体废物的概念	1
1.1.2 固体废物的来源	2
1.1.3 固体废物的分类	2
1.2 工业固体废物的来源及性质	3
1.2.1 工业固体废物的来源	3
1.2.2 冶金工业固体废物	3
1.2.3 化学工业固体废物	3
1.2.4 其他工业固体废物	4
1.3 城市垃圾的来源及性质	4
1.3.1 来源	4
1.3.2 分类	5
1.3.3 城市垃圾的组成	5
1.4 危险废物的来源及性质	6
1.4.1 危险废物定义	6
1.4.2 危险废物的来源	6
1.4.3 危险废物的性质	6
1.5 固体废物的国内外现状	7
1.6 固体废物的污染及其控制	8
1.6.1 固体废物的污染途径	8
1.6.2 固体废物污染危害	8
1.6.3 固体废物污染控制	10
1.7 固体废物的管理与技术政策	10
1.7.1 固体废物管理现状	10
1.7.2 固体废物管理内容	11
1.7.3 “三化”原则和“全过程”管理原则	12
1.7.4 固体废物管理制度	13
1.7.5 固体废物管理标准	14
复习思考题	14

2 固体废物的收集、运输及贮存

2.1	固体废物的收集	16
2.1.1	收集原则	16
2.1.2	收集方法	16
2.1.3	固体废物的标记	17
2.2	固体废物的运输	17
2.2.1	包装容器的选择	18
2.2.2	运输方式	18
2.2.3	运输管理	18
2.3	城市垃圾的收集与运输	19
2.3.1	收集方式	19
2.3.2	收集系统	21
2.3.3	收集路线设计	26
2.4	危险废物的收集、运输及贮存	27
2.4.1	危险废物的收集	27
2.4.2	危险废物的运输	28
2.4.3	危险废物的贮存	28
	复习思考题	28

3

固体废物的预处理

3.1	固体废物的压实	29
3.1.1	压实的原理和目的	29
3.1.2	压实设备	30
3.1.3	压实流程	31
3.1.4	压实器的选择	31
3.2	固体废物的破碎	32
3.2.1	破碎的原理和目的	32
3.2.2	固体废物的机械强度	32
3.2.3	破碎的方法	33
3.2.4	破碎比、破碎段与破碎流程	33
3.2.5	破碎设备	35
3.2.6	低温破碎	37
3.2.7	湿式破碎	38
3.2.8	半湿式选择性破碎分选	38
3.3	固体废物的分选	39
3.3.1	筛分	39
3.3.2	重力分选	41
3.3.3	磁力分选	43
3.3.4	电力分选	45
3.3.5	浮选	46

3.3.6	分选回收技术实例	47
3.4	固体废物的脱水	49
3.4.1	水分及分离方法	49
3.4.2	浓缩脱水	49
3.4.3	机械脱水	50
	复习思考题	54

4 固体废物的固化与稳定化

4.1	概述	55
4.1.1	固化与稳定化的目的	55
4.1.2	固化与稳定化的定义和方法	55
4.1.3	固化处理的要求	56
4.1.4	固化与稳定化技术的适用性	56
4.2	固化与稳定化技术综述	57
4.2.1	水泥固化技术	57
4.2.2	石灰固化技术	60
4.2.3	塑性材料固化法	60
4.2.4	熔融固化技术	61
4.2.5	自胶结固化技术	63
4.3	化学稳定化处理技术	65
4.3.1	pH 值控制技术	65
4.3.2	氧化/还原电势控制技术	65
4.3.3	沉淀技术	65
4.3.4	吸附技术	66
4.3.5	离子交换技术	67
4.3.6	重金属废物药剂稳定化技术的重要应用	67
4.4	固化与稳定化产物性能的评价方法	67
4.4.1	概述	67
4.4.2	典型的浸出试验方法简介	68
4.4.3	固化与稳定化废物的暂行测试程序	70
	复习思考题	71

5 固体废物的焚烧和热解

5.1	固体废物的焚烧	72
5.1.1	焚烧处理的目的	72
5.1.2	固体废物的热值	72
5.1.3	固体废物的燃烧过程	73
5.1.4	固体废物的焚烧系统	74
5.1.5	焚烧设备	76
5.1.6	焚烧能源的回收利用	79

5.1.7	焚烧过程污染物的产生与防治	80
5.2	固体废物的热解	81
5.2.1	热解的原理和特点	81
5.2.2	热解的方式	82
5.2.3	热解的主要影响因素	82
5.2.4	热解工艺与设备	82
5.2.5	热解处理实例	85
	复习思考题	86

6 固体废物的微生物分解

6.1	概述	87
6.1.1	微生物在环境物质中的循环作用	87
6.1.2	可降解的固体有机废物及其微生物群落	88
6.2	好氧堆肥	89
6.2.1	好氧堆肥原理	89
6.2.2	堆肥过程参数	90
6.2.3	堆肥的工艺过程	92
6.2.4	堆肥的方法	92
6.2.5	堆肥的腐熟度	94
6.2.6	堆肥的农业效用	94
6.3	厌氧发酵	95
6.3.1	厌氧发酵的原理	95
6.3.2	厌氧发酵的影响因素	96
6.3.3	厌氧发酵工艺	96
6.3.4	厌氧发酵设备	97
6.3.5	城市粪便的厌氧发酵处理实例	98
6.4	污泥的处理	99
6.4.1	概述	99
6.4.2	污泥的浓缩	100
6.4.3	污泥的消化	100
6.4.4	污泥的调理	101
6.4.5	污泥的脱水	102
6.4.6	污泥的干燥与焚烧	102
	复习思考题	102

7 固体废物的资源化与综合利用

7.1	资源化概述	103
7.1.1	资源化的概念	103
7.1.2	资源化的国内外现状	103
7.1.3	资源化的原则	104

7.1.4	资源化的基本途径	104
7.1.5	资源化系统	105
7.2	工业固体废物的综合利用	106
7.2.1	高炉渣的综合利用	106
7.2.2	钢渣的综合利用	112
7.2.3	粉煤灰的综合利用	118
7.2.4	硫铁矿烧渣的综合利用	128
7.2.5	铬渣的综合利用	135
7.2.6	碱渣的综合利用	139
7.3	矿业固体废物的综合利用	142
7.3.1	概述	142
7.3.2	煤矸石的综合利用	142
7.4	城市垃圾的综合利用	149
7.4.1	城市垃圾的组成	149
7.4.2	城市垃圾的处理	149
7.4.3	城市垃圾的回收利用	152
7.4.4	废电池的回收与综合利用	153
7.4.5	电子废物的回收利用	159
7.4.6	医疗废物及其处置技术	164
7.5	农业固体废物的综合利用	168
7.5.1	堆肥	168
7.5.2	生产沼气	169
7.6	其他固体废物的综合利用	170
7.6.1	污泥的综合利用	170
7.6.2	放射性固体废物的综合利用	172
	复习思考题	173

8

固体废物的处置

8.1	概述	175
8.1.1	固体废物的处置类型	175
8.1.2	固体废物处置的基本原则	176
8.2	固体废物的土地填埋处置技术	176
8.2.1	土地填埋处置的分类	177
8.2.2	填埋场的类型与基本构造	177
8.2.3	填埋方式	178
8.2.4	土地填埋过程及管理	180
8.2.5	渗透液的产生及控制	183
8.2.6	填埋气体的产生与控制	186
8.2.7	填埋场衬层系统	192
8.2.8	填埋场表面密封	198

8.3 固体废物其他处置方法	201
8.3.1 土地耕作法	201
8.3.2 深井灌注法	202
8.3.3 海洋处置法	202
8.4 危险废物与放射性废物的处置	203
8.4.1 危险废物的处置技术	203
8.4.2 放射性固体废物的处置简介	205
复习思考题	207
附 录	208
附录一 中华人民共和国固体废物污染环境防治法	208
附录二 危险废物鉴别标准	216
附录三 固体废物产生源及可能产生的废物提示表	219
附录四 主要工业行业固体废物排放系数参照表	220
参考文献	223

1.1 固体废物的概念与分类

1.1.1 固体废物的概念

按照 2004 年修订后的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》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。这里所说的生产建设,不是具体的某个建设工程项目的建设,而是指国民经济建设而言的生产及建设活动,是一个大范围的概念,包括工厂、矿山、建筑、交通运输、邮电等各业的生产和建设活动;这里所说的日常生活是指人们居家过日子,吃住行等活动,亦包括为保障人们居家生活提供各种社会服务及保障的活动;这里所说的其他活动,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。

固体废物是相对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。另外,由于各种产品本身具有使用寿命,超过了寿命期限,也会成为废物。因此,固体废物的概念具有时间性和空间性,一种过程的废物随着时空条件的变化,往往可以成为另一种过程的原料,所以废物又有“放在错误地点的原料”之称。

固体废物处理就是通过物理处理、化学处理、生物处理、焚烧处理、热解处理、固化处理等不同方法,使固体废物转化为适于运输、贮存、资源化利用以及最终处置的一种过程。物理处理是通过浓缩或相变化改变固体废物的结构,使之便于运输、贮存、处理或处置。其方法包括压实、破碎、分选和脱水等。化学处理是采用化学方法使固体废物中的有害成分发生转化达无害化。其方法包括氧化、还原、中和等。生物处理是利用微生物的作用使固体废物中的有机物降解使其达到无害化或综合利用。其方法主要包括好氧处理和厌氧处理。焚烧处理是利用燃烧反应使固体废物中的可燃性物质发生氧化反应达到减容并利用其热能的目的。热解处理是将固体废物中的有机物在高温下裂解获取轻质燃料。如废塑料、废橡胶的热解。固化处理就是采用一种固化基材,将固体废物包

以减少其对环境的危害，使之能较安全地运输和处置。固化处理主要用于放射性固体废物的处理。

处置是将固体废物焚烧和用其他改变固体废物的物理、化学、生物特性的方法，达到减少已产生的固体废物数量、缩小固体废物体积、减少或者清除其危险成分的活动，或者将固体废物最终置于符合环境保护规定要求的场所或者设施并不再回取的活动。从处置的定义可以看出固体废物的处置实际包括处理和处置两部分。经过处理后的固体废物可大大地降低废物的数量，回收了其中贮存的能源及有用的物质，同时也缓解了废物对环境污染造成的压力即实现了固体废物的资源化、减量化，而要根本实现其无害化则需要对采用当前技术尚不能处理的有害废物进行妥善的安置，使其存在不影响人类的生存活动。

1.1.2 固体废物的来源

固体废物的来源大体上可分为两类：一类是生产过程中所产生的废物（不包括废水和废气），称为生产废物；另一类是在产品进入市场后在流动过程中或使用消费后产生的固体废物，称生活废物。人们在资源开发和产品制造过程中，必然产生废物，任何产品经过使用和消费后也会变成废物。

1.1.3 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，可进行不同的分类。按其化学组成可分为有机废物和无机废物；按其危害性可分为一般固体废物和危险性固体废物；按其形状可分为固体废物（粉状、粒状、块状）和泥状废物（污泥）；通常按其来源的不同分为矿业废物、工业废物、城市垃圾、农业废物和放射性废物五类。表 1-1 列出了各类发生源产生的主要固体废物。

表 1-1 固体废物的分类、来源和主要组成物

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
工业废物	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、胶黏剂、废木、塑料、橡胶、烟尘等
	煤炭	矿石、木料、金属
	食品加工	肉类、谷类、果类、蔬菜、烟草
	橡胶、皮革、塑料等	橡胶、皮革、塑料、布、纤维、燃料、金属等
	造纸、木材、印刷等	刨花、锯末、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、黏土、陶瓷、石膏、石棉、砂石、纸、纤维
电力	炉渣、粉煤灰、烟尘	
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、沥青及其他建筑材料、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

工业固体废物是指来自各工业生产部门的生产和加工过程及流通中所产生的废渣、粉尘、废屑、污泥等。例如,冶金工业中的高炉渣、钢渣、铁合金渣、铜渣、锌渣、铅渣、镍渣、铬渣、汞渣等;电力工业中的粉煤灰、炉渣、烟道灰;石油工业中的油泥、焦油、页岩渣;化学工业中产生的硫铁矿烧渣、铬渣、碱渣、电石渣、磷石膏等;食品工业排弃的谷屑、下脚料、渣滓;其他工业产生的碎屑、边角料等。矿业固体废物主要指来自矿业开采和矿石洗选过程中所产生的废物,主要包括煤矸石、采矿废石和尾矿。城市垃圾是指在城市日常生活中或者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垃圾的固体废物,如生活垃圾、建筑垃圾、废纸、废家具、废塑料等。农业固体废物主要指农林生产和禽畜饲养过程所产生的废物,包括植物秸秆、人和牲畜的粪便等。放射性固体废物包括核燃料生产、加工产生的废物以及同位素应用、核研究机构、医疗单位、放射性废物处理设施产生的废物,如尾矿、污染的废旧设备、仪器、防护用品、废树脂等。

1.2 工业固体废物的来源及性质

1.2.1 工业固体废物的来源

工业固体废物是指在工业生产过程中产生的固体废物。按行业可分为如下几类。

- ① 冶金工业固体废物:产生于金属冶炼过程,如高炉渣、钢渣等。
- ② 电力工业固体废物:产生于燃煤发电过程,如粉煤灰、炉渣等。
- ③ 石油、化学工业固体废物:产生于石油加工过程和化工生产过程,如油泥、硫铁矿烧渣等。
- ④ 轻工业固体废物:产生于轻工业生产过程,如废纸、废塑料、废布头等。
- ⑤ 其他工业固体废物:产生于机械加工过程,如金属碎屑、电镀污泥等。

1.2.2 冶金工业固体废物

(1) 来源

冶金工业固体废物主要包括高炉渣、钢渣、铁合金渣、烧结、有色金属冶炼及铝工业固体废物。

(2) 产生量

- ① 高炉渣固体废物:通常每炼 1t 生铁可产生 0.3~0.9t 高炉渣。
- ② 钢渣固体废物
 - a. 转炉钢渣,一般生产 1t 钢产生 0.13~0.24t 钢渣;
 - b. 平炉钢渣,生产 1t 钢产生 0.17~0.21t 钢渣;
 - c. 电炉钢渣,以废钢为原料,生产特殊钢,目前,生产 1t 电炉钢产生 0.15~0.2t 钢渣。
- ③ 铁合金固体废物:1t 火法冶炼铁合金产生 1t 左右废渣。
- ④ 烧结固体废物:每生产 1t 烧结矿产生 0.02~0.04t 烧结粉尘。
- ⑤ 有色金属冶炼:目前,每年产生有色金属冶炼渣约 425 万吨。
- ⑥ 铝工业固体废物:每生产 1t 氧化铝产生 1~1.75t 赤泥。

1.2.3 化学工业固体废物

(1) 来源

化学工业固体废物主要包括化肥工业、农药、染料、无机盐等。

(2) 产量

1995年,全国共产生化学工业固体废物2870万吨,占工业固体废物的4.5%。

(3) 主要种类和性质

① 无机盐工业固体废物。

组成:主要含有Cr、Pb、P、As、Cd、Zn、Hg等元素的化合物,化学毒性较大。

污染源:主要有铬盐、黄磷、氰化物和锌盐等。

排量:铬渣年排量10万~12万吨,历年积存铬渣150万~200万吨;黄磷年排量24万~36万吨;氰化钠年排量1.3万~2.0万吨;锌盐年排量0.6万~1.2万吨。

② 氯碱工业固体废物。

成分:氯碱工业固体废物主要含汞盐、汞膏、废石棉隔膜、电石渣、废汞催化剂等。

排量:废石棉产量0.4~0.5kg/t;汞膏排量较小,Hg含量97%~99%,Fe 1%;含汞废催化剂排量1.43kg/t,Hg含量4%~6%。

③ 磷肥工业固体废物。

废物成分:P、F、Si。

危害:占用大片土地,由于风吹雨淋,使废物中可溶性F和P进入水体,造成水体污染。

④ 纯碱工业固体废物。

产量:一般生产1t纯碱,产生废液9~11m³,其中含固体废物约为0.2~0.3t。年产废液1300~1400m³,废渣30万~40万吨。

⑤ 硫酸工业固体废物。生产1t硫酸,约产生出硫铁矿烧渣0.7~1.5t。

1.2.4 其他工业固体废物

(1) 种类

包括煤矸石、粉煤灰、水泥厂窑灰、放射性废物等。

(2) 产生量

① 煤矸石:是指夹在煤层中的岩石,是采煤和选矿过程中产生的固体废物。产量约为原煤的20%,年排放1.5亿吨,历年积存13亿吨。

② 粉煤灰:主要以粉煤为燃料的火力发电,城市供热的粉煤锅炉中产生的固体废物。

③ 水泥厂窑灰:仅大、中型水泥厂窑灰总量大于300万吨。

④ 放射性废物:放射性废物来自核能开发、核技术应用和伴生放射性矿物开采利用。其产量占工业固体废物产量的3%~5%。主要来源于黑色金属冶炼行业,约占90%。

1.3 城市垃圾的来源及性质

1.3.1 来源

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。

1.3.2 分类

(1) 按资源回收利用和处理处置方式划分

可回收废品；易堆腐物；可燃物；无机废物。为资源回收利用和选择合适的处理处置方法提供依据。

(2) 按垃圾产生或收集来源划分

食品垃圾（厨房垃圾），居民住户排出垃圾的主要成分；普通垃圾（零散垃圾），纸类、废旧塑料、罐头盒等；庭院垃圾，包括植物残余、树叶及其他清扫杂物；清扫垃圾，指城市道路、桥梁、广场、公园及其他露天公共场所由环卫系统清扫收集的垃圾；商业垃圾，指城市商业、服务网点、营业场所产生的垃圾；建筑垃圾，指建筑物、构筑物兴建、维修施工现场产生的垃圾；危险垃圾，医院传染病房、放射治疗系统、实验室等场所排放的各种废物；其他垃圾，以上所列以外的场所排放的垃圾。为城市垃圾分类收集、加工转化、资源回收以及选择合适的处理处置方法提供依据。

1.3.3 城市垃圾的组成

城市垃圾的组成受多种因素影响。主要有：自然环境、气候条件、城市发展规模、居民生活习性、经济发展水平等。

一般来说，垃圾成分在工业发达国家，有机物多，无机物少；在不发达国家，无机物多，有机物少；在中国，南方城市较北方城市，有机物多，无机物少。表 1-2 为我国部分城市垃圾的组成。

表 1-2 中国 17 个城市垃圾组成

单位：%

城市	有机废物					无机废物			
	厨余	废纸	纤维	竹、木制品	塑料、橡胶	废金属	玻璃、陶瓷	煤灰、水泥、碎砖	其他
北京	39.00	18.18	3.56		10.35	2.96	13.02	10.93	
上海	70.00	8.00	2.80	0.89	12.00	0.12	4.00	2.19	
广州	63.00	4.80	3.60	2.80	14.10	3.90	4.00	3.80	
深圳	58.00	7.91	2.80	5.19	13.70	1.20	3.20	8.00	
天津	50.11	5.53	0.68	0.74	4.81				
南京	52.00	4.90	1.18	1.08	11.20	1.28	4.09	20.64	3.00
无锡	41.00	2.90	4.98	3.05	9.83	0.90	9.47	25.29	2.58
常州	48.00	4.28	1.70	1.01	10.02	1.10	5.80	25.09	3.00
南通	40.05	4.20	1.72	1.31	8.90	0.82	5.10	34.40	3.50
合肥	44.97	3.57	2.98	2.52	10.22	0.80	4.24	28.40	2.30
九江	47.27	4.18	1.93	1.00	12.50	0.54	3.50	27.08	2.00
武汉	39.16	4.33	1.33	3.20	7.50	0.69	6.55	32.74	4.50
宜昌	29.54	1.22	0.73	1.05	1.18	0.41	8.03	55.84	2.00
重庆	38.76	1.04	0.97	1.58	9.10	0.53	9.03	37.99	1.00
惠州	20.00	2.10	2.12	3.27	12.00	2.91	2.20	25.40	
肇庆	50.00	2.10	1.89	4.10	12.60	2.50	4.35	22.46	
清远	53.00	2.00	1.51	3.20	11.12	2.40	2.10	24.67	

从表 1-2 可知，经济发达、生活水平较高的城市，有机物如厨余、纸张、塑料、橡胶的含量均较高。以厨余为例，上海 70%，广州 63%，深圳 58%，清远 53%，南京 52%。塑料、橡胶含量一定程度地受地区生活水平与城市性质影响，如广州 14.1%，深圳 13.7%，