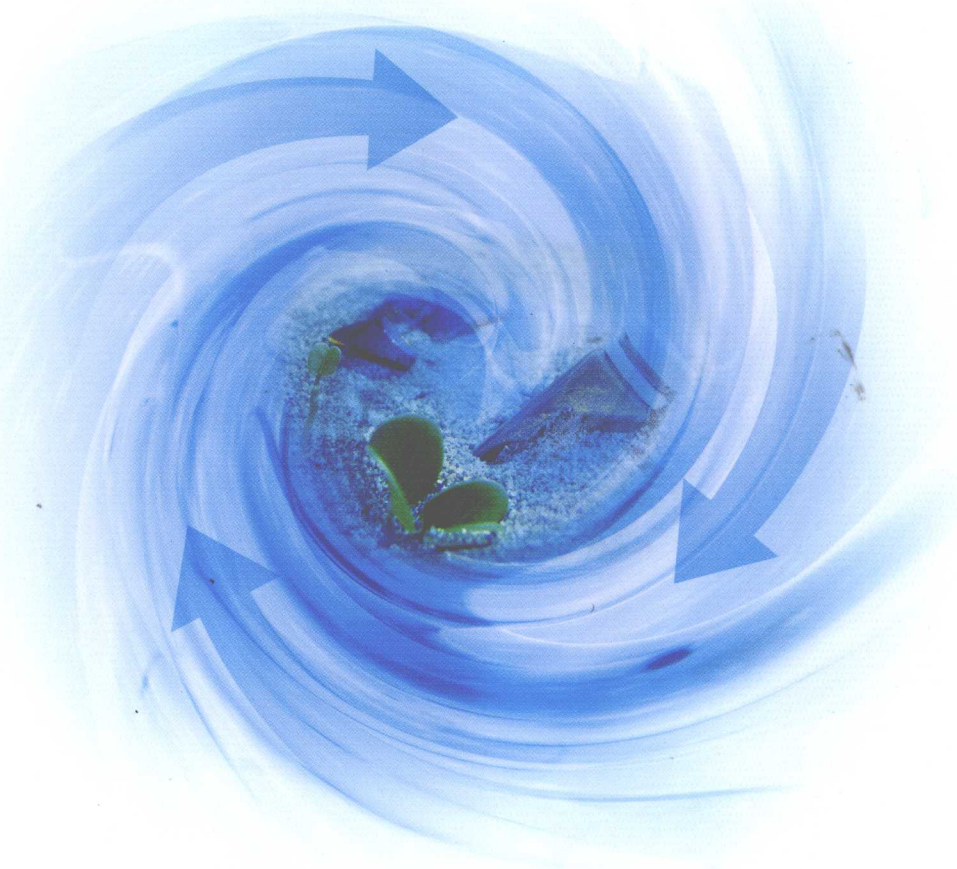


CHENGSHI DIANXING GUTI FEIQIWU
ZIYUANHUA GONGCHENG

城市典型固体废弃物 资源化工程

任连海 田媛 主编

何亮 董必文 副主编



化学工业出版社

CHENGSHI DIANXING GUTI FEIQIWU ZIYUANHUA GONGCHENG

城市典型固体废物 资源化工程

任连海 田媛 主编

何亮 董必文 副主编

目次	目次	目次	目次
第一章 绪论	第二章 固体废物资源化工程	第三章 固体废物资源化工程	第四章 固体废物资源化工程
第一节 绪论	第二节 固体废物资源化工程	第三节 固体废物资源化工程	第四节 固体废物资源化工程
一、绪论	一、固体废物资源化工程	一、固体废物资源化工程	一、固体废物资源化工程
二、固体废物资源化工程	二、固体废物资源化工程	二、固体废物资源化工程	二、固体废物资源化工程
三、固体废物资源化工程	三、固体废物资源化工程	三、固体废物资源化工程	三、固体废物资源化工程
四、固体废物资源化工程	四、固体废物资源化工程	四、固体废物资源化工程	四、固体废物资源化工程
五、固体废物资源化工程	五、固体废物资源化工程	五、固体废物资源化工程	五、固体废物资源化工程
六、固体废物资源化工程	六、固体废物资源化工程	六、固体废物资源化工程	六、固体废物资源化工程
七、固体废物资源化工程	七、固体废物资源化工程	七、固体废物资源化工程	七、固体废物资源化工程
八、固体废物资源化工程	八、固体废物资源化工程	八、固体废物资源化工程	八、固体废物资源化工程
九、固体废物资源化工程	九、固体废物资源化工程	九、固体废物资源化工程	九、固体废物资源化工程
十、固体废物资源化工程	十、固体废物资源化工程	十、固体废物资源化工程	十、固体废物资源化工程



化学工业出版社

北京 2638 信箱

元 0.82, 份 3

· 北京 ·

城市典型固体废弃物主要包括餐厨垃圾、废钢铁、废纸、废塑料、建筑垃圾、电子废物、报废汽车、医疗废物、污泥等。本书共分为十章,详细介绍城市产生的各种典型固体废弃物的特点,阐明这些废弃物污染对人体健康和环境的危害和影响,并重点探讨了各种典型城市固体废物的资源化技术,为改善城市生活环境、实现节能减排目标、创建和谐社会,落实科学发展观提供理论基础。

本书可供环境科学与工程领域的工程技术人员、科研人员与管理人员参考,也可供高等院校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

城市典型固体废弃物资源化工程/任连海,田媛主编
北京:化学工业出版社,2009.8
ISBN 978-7-122-06183-6

I. 城… II. ①任…②田… III. 城市-固体废物-废物管理 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 112631 号

责任编辑:刘兴春 汲永臻
责任校对:陶燕华

装帧设计:关 飞

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 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 463 千字 2009 年 9 月北京第 1 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: 58.00 元

版权所有 违者必究



前 言

改革开放以来,随着经济持续增长,城市化进程不断加快,城市固体废弃物的产生量急剧增长,其组成也发生了很大变化,不仅侵占大量土地,造成垃圾围城现象,而且严重污染水体、污染大气等,影响环境卫生,威胁人类健康。

固体废物又有“放错地方的资源”之称,由于时间和空间的变化,通常具有废物和资源的二重性。在实现固体废物无害化的同时,进行废物交换,变废为宝,进行固体废物的资源再生利用,大力发展循环经济,是实现节能减排目标、创建生态城市、构建和谐社会的有力保证,也是落实科学发展观的重要举措。长期以来,关于固体废物基础理论的书籍较多,但专门针对城市典型固体废弃物的资源化技术的书籍相对较少。本书较系统地介绍了餐厨垃圾、废钢铁、废纸、废塑料、建筑垃圾、电子废物、报废汽车、医疗废物、污泥等城市典型固体废弃物的产生现状、危害特点、管理政策及资源化技术,为城市固体废弃物的资源回收利用提供理论依据。

本书共分为十章,第一章由任连海、何亮、田媛、董必文编写,第二章由任连海、曹栩然编写,第三章由田媛、钱枫、孙玉广、董黎明编写,第四章由任连海、苗豪梅、崔莉凤编写,第五章由金宜英、岳东北、王珂编写,第六章由何亮、董必文、王会军、张晨光、赵永志编写,第七章由任连海、何亮、王林涛、尹锐编写,第八章由刘建国、金宜英、何亮编写,第九章由任连海、王士忠编写,第十章由唐安中、董必文、邹毅、徐开宇、王珂、王迪编写。全书由任连海修改定稿,由北京工商大学田媛教授审核。曹栩然在全书的编写过程中做了大量的文字校对工作,在此谨致感谢。本书在编写过程中参考引用了相关手册、书籍等文献,在此对原作者一并表示感谢。此外,本书的出版得到了2007年北京市创新团队项目和北京市教委项目(KM200810011002)的资助,在此表示感谢。

本书适用于高等院校环境科学、环境工程、环境监测、环境规划与管理、环境监理、市政工程等相关专业的本科及专科学生作为专业课教材,也可作为从事环境保护工作的专业技术人员和管理人员的专业参考书。

限于编者水平和时间,书中疏漏之处在所难免,敬请读者予以批评指正。

编 者

2009年5月于北京



目 录

第一章 绪论	1
第一节 城市典型固体废弃物的组成	1
一、城市固体废弃物的组成	1
二、城市固体废弃物的分类收集	2
第二节 城市固体废弃物的资源化现状	3
第三节 城市固体废弃物的管理办法	6
第二章 餐厨垃圾的资源化	7
第一节 餐厨垃圾的特点	7
第二节 餐厨垃圾的管理和处置原则	10
一、餐厨垃圾的管理原则	10
二、餐厨垃圾管理办法	10
第三节 餐厨垃圾传统处理技术概述	11
一、破碎处理与饲料化处置	11
二、好氧生物处理	12
三、厌氧发酵处理	13
四、填埋处理	14
五、餐厨垃圾处理机	14
第四节 餐厨垃圾的堆肥化处理	14
一、堆肥化定义	14
二、堆肥作用和用途	14
三、堆肥的原料要求	15
四、堆肥产品质量（以干基计）	15
五、堆肥原理和堆肥化过程	15
六、餐厨垃圾堆肥的要素	16
七、餐厨垃圾堆肥工艺	17
第五节 餐厨垃圾的厌氧发酵处理	18
一、厌氧发酵技术简述	18
二、餐厨垃圾厌氧生物处理中存在的难点	19
三、餐厨垃圾的厌氧发酵处理	20
四、餐厨垃圾厌氧发酵处理及工艺流程	21
五、餐厨垃圾厌氧发酵的其他几种工艺	21
六、厌氧消化过程的控制与优化条件	23
第六节 餐厨垃圾湿热处理技术	26

一、湿热处理技术的发展	26
二、餐厨垃圾湿热水解处理制取饲料原料和肥料原料技术	27
第七节 餐厨垃圾的其他资源化技术	30
一、生物发酵制氢技术	30
二、蚯蚓处理技术	32
三、真空油炸技术	33
四、提取生物降解性塑料技术	33
第八节 餐厨垃圾处理的未来趋势	33
第三章 废金属的资源化	35
第一节 废金属的分类与回收	35
一、黑色金属	35
二、废有色金属	36
第二节 废钢铁的预处理	41
第三节 废有色金属的预处理	43
第四章 废纸的资源化	48
第一节 废纸再生工序与设备	48
第二节 废纸脱墨工艺	51
第三节 废纸再生过程中的废水、废渣的处理与资源化	54
一、废纸浆生产过程废水处理技术	54
二、废纸回用过程的废渣处理与资源化	57
第四节 废纸处理新技术	58
一、技术设备方面的新进展	58
二、再利用方面的新进展	58
第五章 废塑料的资源化	60
第一节 废塑料的种类和来源	61
一、塑料的种类	61
二、废塑料的主要来源	63
第二节 废塑料的鉴别及分选	64
一、废塑料的性能	65
二、废塑料的鉴别方法	66
三、废塑料的分选	68
第三节 废塑料的材料再生利用技术	72
一、废塑料的清洗和破碎	72
二、废塑料的材料再生利用技术	73
第四节 废塑料的改性再生利用技术	78
一、废塑料的化学改性与利用	79
二、废塑料的物理改性与利用	80

三、原位反应挤出工艺及其改性作用	81
四、生产建筑材料	82
第五节 废塑料的化学再生利用技术	85
一、废塑料热解特点	85
二、废塑料热解产物	86
三、化学再生利用技术工艺及特点	87
四、热裂解制备燃料油技术的改进	97
五、国外的应用情况	99
第六章 建筑垃圾的资源化	100
第一节 建筑垃圾产生现状	100
一、建筑垃圾的分类及组成	101
二、建筑垃圾的产量分析	103
三、建筑垃圾对城市环境的影响	103
四、目前存在的建筑垃圾问题	105
第二节 建筑垃圾的管理	105
一、我国建筑垃圾处置的管理	105
二、我国建筑垃圾的法律法规	108
三、美国建筑和拆建物料及垃圾的管理法规	110
第三节 建筑垃圾的资源化技术	110
一、建筑垃圾的分选	110
二、建筑垃圾减量化的可能性和途径	111
三、建筑垃圾资源化的可能性和途径	112
四、建筑垃圾的利用方法	113
第四节 废砖块的回收处理	116
一、碎砖块生产混凝土砌块	116
二、废砖瓦替代骨料制再生轻集料混凝土	118
三、破碎废砖块作骨料生产耐热混凝土	119
四、废砖瓦其他资源化途径	119
五、废旧屋面材料的资源化	120
第五节 旧沥青路面料的资源化	121
一、旧沥青路面材料的性能及其再生原理	121
二、沥青混凝土再生利用技术的发展	122
三、沥青混凝土再生利用技术	122
第七章 电子废物的资源化	127
第一节 电子废物的组成	127
一、电子废物的组成	128
二、电子废弃物的物理特性	129
三、电子废物中的主要危险物质	130
第二节 电子废物管理	132

18	一、国内电子废物的管理	132
28	二、国外电子废物的管理	132
28	第三节 电子废物的一般处理	135
28	一、电子废物的收集	135
28	二、废旧家电的回收处理	139
28	三、废旧办公设备的回收处理	140
28	四、废旧电缆中铜铝的回收	140
98	第四节 废电路板的冶金回收资源化	141
	一、火法冶金技术	141
001	二、湿法冶金技术	143
	三、生物技术提取贵金属	144
001	四、其他处置方法	144
101	五、其他国家的处置方法	145
87	第五节 电池的回收与处置	146
201	一、废旧电池种类	147
201	二、废旧电池的回收	149
251	三、废旧干电池的资源化技术	151
201	四、各种电池的资源化处理工艺	154
801		
	第八章 报废汽车的资源化	165
011		
01	第一节 国内外现状	165
111	一、德国的汽车再生利用	166
211	二、日本的废汽车再生利用概况	166
211	三、我国的废汽车再生利用概况	167
81	第二节 汽车生命周期与循环经济	168
611	一、汽车生命周期	169
811	二、报废汽车的回收利用在循环经济中的地位和作用	172
91	第三节 报废汽车的解体	175
011	一、汽车类型	175
231	二、汽车的基本构造	175
191	三、报废汽车的解体	176
12	第四节 黑色金属的回收	178
221	一、黑色金属材料在汽车中的应用	180
28	二、有色金属材料的应用	181
	第五节 有色金属中铝的回收	182
	一、铝在汽车上的应用	182
	二、报废汽车中铝的再生工艺	183
251	三、先进的报废汽车有色金属的回收方法	184
231	四、未来铝合金回收工艺与装置——铝合金液化分离装置	185
62	第六节 废旧轮胎资源化利用	186
130	一、废轮胎的组分	186
281	二、废轮胎的资源化利用	187

第七节 再生胶粉的制备	190
一、胶粉的制造方法	191
二、胶粉的改性与活化	193
三、胶粉的基本性质	194
四、胶粉的应用	197
第八节 废旧轮胎微波解聚工艺	204
一、工艺流程	204
二、供料系统	205
三、还原室	205
四、氮气发生器	205
五、材料搬运系统	206
六、烃类化合物收集系统	206
七、绿色发电机	207
八、解聚产品	207
九、厂房与设备布局	207
第九章 医疗废物的处置	209
第一节 医疗废物的来源与分类	209
一、医疗废物的来源	209
二、医疗废物的分类	209
三、医疗废物产生量	210
四、医疗废物的环境危害与理化性质	211
第二节 医疗废物的管理	212
一、其他国家医疗废物的管理	212
二、国内医疗废物管理现状	215
三、我国医疗废物的处置管理模式构想	217
第三节 医疗废物的收集、贮存及运输	218
一、处理处置的原则	218
二、收集、贮存和运输	219
第四节 医疗废物的处置	221
一、医疗废物处理技术	222
二、焚烧处理技术要求	224
第五节 焚烧炉	227
一、各种焚烧炉处理工艺	229
二、临床废物集中与分散处置的分析比较	231
三、国外医疗废物常用处理方式	232
四、国内医疗废物处置及其存在问题	233
第十章 污泥的资源化	236
第一节 污泥的初级处理	236
一、污泥浓缩	237

二、污泥消化	240
三、污泥的机械脱水	240
第二节 污泥的焚烧	243
一、多层炉	245
二、流化床焚烧炉	246
三、污泥与煤的混合燃烧装置和系统	257
第三节 污泥的资源化	262
一、污泥在农业中的应用	262
二、污泥堆肥	264
三、污泥高效蒸发法制污泥燃料	268
四、从污泥中提取可用于燃料电池的气体燃料	269
五、污泥作原材料生产建筑材料	269
六、污泥制燃料	272
七、污泥制取活性炭	273
八、污泥的其他用途	273
参考文献	275



第一章 绪论

第一节 城市典型固体废弃物的组成

自 20 世纪 80 年代以来,世界各国城市化进程持续加快,城市数量急剧增加,城市规模不断扩大,城市非农业人口和城市面积急剧增大,城市垃圾产生总量随之大幅度增加。在城市垃圾量迅速增加的同时,垃圾构成也发生了很大的变化,表现为垃圾中煤渣含量持续下降,易腐垃圾增多,可燃性增强,可利用价值增大。

固体废物的产生具有必然性。一方面,由于技术所限,生产原料不可能全部转化为产品,总会有一部分原料以固体废物的形式残留下来;另一方面,任何产品均有其使用寿命,当达到使用年限后,就会形成固体废物。

一、城市固体废弃物的组成

城市固体废物主要来自城市居民生活与消费、商业活动、市政建设与维修、市区的园林绿化、医疗娱乐场所等方面产生的一般性垃圾,以及人畜粪便、厨房废弃物、污水处理的污泥、垃圾处理收集的残渣与粉尘等固体物质。

城市固体废弃物的组成很复杂,其组成(这里主要指物理成分)受到多种因素的影响。如自然环境、气候条件、城市发展规模、居民生活习性(食品结构)、家用燃料(能源结构)以及经济发展水平等都将对其有不同程度影响。故各国、各城市甚至各地区产生的城市固体垃圾组成都有所不同。

(一) 国外城市固体废弃物的组成

一般来说工业发达国家垃圾成分是有机物多,无机物少,不发达国家无机物多,有机物少;南方城市较北方城市有机物多,无机物少。表 1-1 列出不同国家和地区较典型的垃圾组成表,供比较参考。

表 1-1 国外城市固体废物成分

国别	有机类/%				无机类/%				含热量 (kJ/kg)
	动植物、厨房 废弃物	纸	塑料 橡胶	织物	煤、渣土、 沙等	玻璃 陶瓷	金属	其他	
美国	22	47	4.5		5	9	3	4	11592
英国	23	33	1.5	3.55	19	5	10		9737.3
日本	18.6	4.6	18.3		6.1			10.7	10202.8
德国	16	31	4	2	22	13	5.2	7	8353.6
法国	15	34	4	3	22	9	4	9	9273.6
荷兰	50	22	6.2	2.2	4.3	11.9	3.2		8346.2
比利时	40	30	5	2	5	8	5.3		7038

(二) 中国城市固体废弃物的组成

我国各地区经济发展不平衡，城市废弃物成分存在很大的不均匀性。大城市与中等城市废弃物构成有十分明显的区别。表 1-2 表明特大城市的生活废弃物构成中有机物成分占总量的 40%~50%以上，无机成分约 50%，废品（包括金属、纸、塑料、织物等）仅占 4%~8%；大、中城市的生活废弃物有机成分约占其总量的 20%~30%，无机物成分约占 70%~85%，废品的比重更低。表 1-3 是广州市固体垃圾组成与性质。

表 1-2 我国城市生活废弃物成分

城市	有机类/%				无机类/%			
	动植物、厨房废物	纸	塑料等	织物	渣土、煤、砂	玻璃等	金属	其他
福州	21.8	0.53	0.48		66.22	1.1	0.5	3.4
上海	42.7	1.63	0.4	1.47	53.79	0.43	0.53	
北京	50.29	4.17	0.61	1.16	42.27	0.92	0.80	
武汉	26.53	2.36	0.31	0.74	68	0.58	0.17	1.04
哈尔滨	16.62	3.6	1.46	0.5	74.74	2.22	0.88	
南宁	14.57	1.83	0.56	0.6	81.50	0.64	0.47	
乐山	16.45	1.04	0.23	0.54	80.27	0.36	0.53	0.58

表 1-3 广州市生活垃圾组成与性质表

项 目	质量比 (干基)/%	灰分(干基) /%	分类水分 /%	燃烧热值 /(cal/g)	烧失量 /(cal/g)	残余量 /mg	烧失率 /%
纸、布类	3.42	17.55	31.75	1325	1.37	0.65	69.82
木、竹、草类	0.63	8.37	47.86	203.03	1.71	0.26	86.80
塑料类	0.41	16.37	17.92	3893.3	1.70	0.42	80.19
餐厨类	10.92	30.80	74.20	1080.18	1.98	0.47	80.82
不燃物类	84.62	100	18.76				

注：1cal=4.1868J。

二、城市固体废弃物的分类收集

城市垃圾混合收集，不但增加了垃圾中塑料、纸张、金属、玻璃等废品的回收成分，降低了可用于堆肥的有机物质资源化价值，同时也使大量有害物质如干电池、废橡胶、废油等进入垃圾，增大了垃圾无害化处理的难度，造成严重的环境污染。国家要大力提倡居民分类收集后再抛弃垃圾。在机关、学校、工厂、企业、机场、车站、公园、人口集中地等处，设置分类收集垃圾的容器，将废塑料、废纸、废玻璃、废金属等分类收集。为推行废品回收，应规定设立使用回收标记，标注在那些使用后需回收的商品，并标注回收物品的材料名称或代号、符号，以利于废品的回收与分类。

城市垃圾的分类收集是很复杂的工作，国内外有如下分类方式。

① 分两类收集，按可燃垃圾（主要是纸类）和不可燃垃圾分开收集。其中塑料通常作为不可燃垃圾，有时也作为可燃垃圾收集。

② 分三类收集，按可燃物（塑料除外），塑料，玻璃、陶瓷和金属等不燃物三类分开收集。

③ 分四类收集，按可燃物（塑料除外），金属类，玻璃类，塑料、陶瓷及其他不燃物四

类分开收集。

④ 分五类收集，除上述四类外，再挑出含重金属的干电池、日光灯管、水银温度计等危险废物作为五类单独收集。

随着生活水平的提高和人们消费意识的变化，以及包装工业的发展，商品的包装形式越来越繁多，包装物的种类和数量激增，一次性使用的商品也广泛被应用于宾馆和餐饮行业。这些附有包装物的商品和一次性用品消费后，包装材料便成为垃圾，使城市废弃物猛增。包装废物在城市垃圾中的比重增加，是造成城市垃圾增长的重要原因之一。开展城市废弃物的就地分类收集，是减少投资提高回收物料纯度的重要方法。实际上城市垃圾中的金属、玻璃、木材、纸类，特别是塑料等物质大部分是用后废弃的包装材料，不仅增加了城市垃圾产生量，同时也是对资源的大浪费，因此再生回用极为重要。城市生活垃圾中适用于分类收集的垃圾成分主要是纸、玻璃、金属、有色金属、塑料、纤维材料等。

从表 1-4 中更加明显地看出就地分类收集垃圾的重要性。

表 1-4 同一城市不同地区垃圾成分构成

取样点	金属 /%	玻璃 /%	塑料 /%	纸类 /%	织物 /%	草木 /%	餐厨 /%	灰渣 /%	砖瓦 /%	含水 率/%	干基高位热 值/(kJ/kg)	湿基高位热 值/(kJ/kg)	湿基低位热值 /(kJ/kg)
普通住宅区	1.96	12.8	14.6	15.1	2.86	11.2	32.6	1.92	6.74	53.9	7263	3869	2036
高级住宅区	8.75	18.4	15.6	35.1	4.16	1.48	16.3		0.22	33.2	10441	7100	5682
学院区	7.18	25.2	12.7	17.6	4.64	13.6	11.7	10.7	0.79	26.2	7834	4934	3462
商业区	6.69	11.5	18.5	38.5	6.24	12.5	2.65		0.31	34.6	11769	8136	6598
大饭店	4.79	25.1	18.2	44.4	2.43	0.20	4.68		0.30	10.3	11646	10337	9120
医院	1.25	26.1	14.1	38.9	3.55	1.04	13.3	1.71		39.4	8908	5436	3923
公园	6.56	2.52	12.4	12.2	1.63	14.8	5.52	22.6	12.8	26.0	8039	5996	4698

第二节 城市固体废弃物的资源化现状

在过去近 20 年中，几乎所有工业化国家在城市垃圾的管理上，都由单纯的处置转向综合利用与处置，从根本上改变了垃圾处置的内涵。城市生活废弃物（垃圾）的常用处置方法有填埋、堆肥、制沼气、填海、焚烧和流化制燃气等。我国对城市垃圾污染防治起步较晚。长期以来，我国城市垃圾处理处置主要以寻找合适的地点加以“防纳”为目的。目前，我国城市垃圾处置最主要方式是填埋，约占处理总量的 70% 以上，其次是高温堆肥，约占 20% 以上，焚烧量甚微。

资源的再生利用对于解决威胁人类的生态环境恶化问题有重大作用。这是由于再生资源作为生产及消费中排放的废弃物，在没有利用之前，只能消极地排放。向空气中排放废气，向水中排放废液及在陆地上堆存废渣及垃圾是现代社会根本的环境污染源，同时由于排放需要费用，也是降低企业效益并影响整个宏观经济效益的因素。仅我国，由于“三废”污染所造成的经济损失每年要超过 500 亿元。

各种废弃物对环境的破坏作用表现在如下 3 个方面。

(1) 与农业争地 工业废渣和垃圾的堆放，每年都要侵占大量土地。据估算，全世界仅垃圾的排放，每年大约毁地 600 万平方米，同时由于破坏了植被，减少 1 亿万吨氧气的生成能力。

(2) 污染土壤、水源及空气 工业三废及垃圾对环境污染非常严重，例如，金属冶炼厂

附近土壤，铅含量为正常值的 10~40 倍，铜为 5~200 倍，锌为 5~50 倍；水泥厂周围地面上往往都是一薄层水泥；世界上有名的一些大水系，已不再是清洁水系了。

(3) 破坏了植物植被，影响人们的健康 世界上每年都有大面积植物被污染所形成的酸雨毁掉；在影响人身体健康的诸多因素中，环境因素、水质、空气、食物的因素成了致病的重要因素，有许多病症是污染直接引起的，如重金属中毒，污染空气导致的呼吸疾病等。

废弃物的资源化，可有效解决上述问题，例如，再生玻璃的工艺比原生制造玻璃可减少 10%~35% 的空气污染；废钢铁炼钢比矿石炼铁的炼钢工艺可减少空气污染 88%，减少水污染 76%；造纸废水的循环封闭利用可根本解决造纸黑液水对江河的污染。据美国工业部门估计，利用废物再生可使一些工业生产造成的空气污染减少 60%~80%，水污染减少 70% 以上。由此可见，再生资源利用对环境保护作用巨大。

与原生资源加工比较，再生资源作为原料再循环利用，物料投入总量比原生资源投入总量小而产出高，这使再生资源作为原料利用有很大优势。例如，用 1 万吨废钢铁，可炼出 9000t 优质钢，可节约铁矿石 2 万吨，石灰石 5000t，优质煤 1 万吨；用 1t 废杂铜可提炼电解铜 860kg，节约铜矿石 160t；利用 1t 废玻璃可制造新制玻璃 900kg，可生产 2mm 平板玻璃 15 重量箱，0.5kg 装瓶子 2000 个，与利用新原料生产相比，可节约纯碱 2000kg，石英砂 720kg，长石 60kg，煤 1kg，电 400kW·h，降低成本 20%；1t 废纸可生产再生纸 800kg，节约木材 3m³，根据美国造纸部门的估计，造 1t 纸需要砍伐 17 棵树，如果生产 100 万吨再生纸则可保住 1700 万棵树；1t 废聚氯乙烯生产塑料制品，可节约增塑剂 200~300kg，省去全部合成工艺需耗用的石油、氯气。

为了更清晰地了解再生资源的节能效果，现列表 1-5，供对比参考。

表 1-5 再生材料的节能情况

再循环材料		能量需求/(GJ/t)		节能/(GJ/t)
		原材料	再循环材料	
金属类	铁类金属	50	25	25
	铝	280	10	270
	铜新料头	70	10	60
	废铜	70	20	50
	锌	70	20	50
	混合非铁金属(铜/锌)	70	20	50
	铅	40	10	30
	镍	170	10	160
	钛	470	70	400
	镁	420	20	400
	锡(锡铜皮)	220	200	20
玻璃	碎片	16~32		0~5
	使用再复用瓶	16~23		16
纸类				25

要实现城市垃圾资源化，需经收集、运输、分选、转换和最终处理、处置等三大系统，如图 1-1 所示。该系统可分为两个过程，前一个过程是不改变物质化学性质，直接利用或回收利用资源，即通过破碎、分选等物理和机械作业，回收原形废物直接利用或从原形废物中

分选出有用的单体物质而为再生产原料；如回收空瓶、空罐、家用电器中有用零件等，通常采用手选、清洗，并对回收废物进行简易修补或净化，回收再利用。回收金属、玻璃、废纸、塑料、橡胶等，多采用破碎、分离、水洗后根据回收材料的性能，采用机械的、物理的方法分选后，使废物原料化再生利用。后一种过程是通过化学的、生物的、生物化学方法回收物质与能量。因此，实施城市固体废弃物资源化，只有根据城市固体废弃物（垃圾）数量、组成、性质和垃圾的物理化学特性，正确地选择各种处理单元操作技术，才能实现经济、有效的资源化。

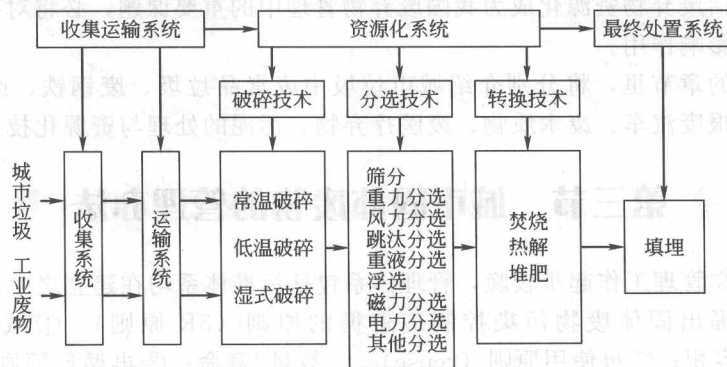


图 1-1 城市固体废弃物资源化系统示意

后一种过程又可分为以回收物质为目的和以回收能源为目的两类系统。前者是使用化学、生物法的原料化、产品化，实现物质再利用。后者进一步分为可贮存、可迁移型能源及燃料的回收系统和随产随用不可贮存型能源回收系统。可贮存、可迁移型能源及燃料的回收系统将废料中有机物进行热分解，用来制造可燃气体、燃料油及炭黑，或靠破碎、分离去除不可燃物制造粉煤；随产随用不可贮存型能源回收系统将城市垃圾燃烧发电、产生蒸汽、热水等直接使用。

近 10 年来，我国陆续兴建了一批城市垃圾处理设施，城市生活废弃物处理率迅速提高，1985~1995 年，全国城市垃圾和粪便处理场由 23 座增至 900 多座，处理率由 0.9% 提高到 43.7%。1996 年处理率已达 49.1%。北京市 1994 年前后全市已建成的及在建的封闭清洁站有 640 座，已有 520 座投入使用，清扫面积由 1993 年的 4195.7 万平方米/天上升到 1994 年的 4339.9 万平方米/天，年清运垃圾量由 446.3 万吨上升到 467.2 万吨，收运废弃物率由上年的 65% 提高到 70%。上海市老港和江镇两个填埋场，1995 年日平均填埋量分别为 6400t 和 1120t，并扩建二、三期工程。杭州、深圳、广州等城市也都建成一批城市垃圾填埋场，其中杭州的天子岭填埋场的沼气发电系统已建成运行，1998 年 9 月开始发电。但大部分城市采用集中堆放或简易填埋方式，没有压实和科学处置措施，致使这些填埋场未达使用年限就填满封场。

在城市垃圾堆肥方面，国内已建成垃圾堆肥场约 20 多处，主要采用简易高温堆肥技术，其技术设施相当落后，肥效低，质量差，销路不畅，利用率不高。

在焚烧方面，我国发展较慢，目前深圳已建日处理量 450t 的现代化垃圾焚烧厂。另有一些小型垃圾焚烧炉，如北京昌平 100t/d 的焚烧炉，以及一些 50t/d、30t/d 的小型焚烧炉。还有不少城市正在筹建大型垃圾焚烧厂，如上海、北京、广州、大连、南京、长沙等城市，拟开展焚烧余热发电和供热。

但是我国废弃物资源化管理和技术还很落后。首先，多数城市的生活废弃物尚未实行分

类收集。实践证明,分类收集方式有利于废弃物的回收和资源化,是城市生活废弃物资源化管理的基础工作。其次,我国城市生活废弃物资源化管理还处于起步阶段。全国城市生活废弃物资源化设施严重不足,大部分废弃物以简单填坑、填充掩埋、投入江河湖海、露天焚烧等方式处理。同时,废弃物资源化技术尚不完善,现有的废弃物成为即时和潜在的长期环境污染源。

近年来,我国已经对城市生活废弃物的资源化给予足够的重视,但由于废弃物发生量有增无减,处理经费投入的增长却相对滞后,缺少成套的技术设施和足够数量的高质量技术人才,致使城市生活废弃物资源化成为我国废弃物管理中的重要课题,必将对我国经济的可持续发展起到重要影响作用。

本书在以后的章节里,将分别介绍城市垃圾中废食品垃圾、废钢铁、废纸、废建筑垃圾、电子废物、报废汽车、废木质物、废医疗弃物、污泥的处理与资源化技术。

■ 第三节 城市固体废物的管理办法 ■

我国固体废物管理工作起步较晚,管理体系包括标准体系均在建立之中。

在管理上,提出固体废物污染控制应遵循的原则(3R原则):①减量化原则(reduce)——数量/容积;②再使用原则(reuse)——数量/寿命;③再循环原则(recycle)——资源/功能。

在《固体废物污染环境防治法》实施之前,国家以及行业主管部门、地方人民政府颁布了一些有关固体废物的标准,如《含氰废物污染控制标准》(GB 12502—90)、《含多氯联苯废物污染控制标准》(GB 13015—91)、《有色金属工业固体废物污染控制标准》(GB 5085—85)等。《固体废物污染环境防治法》实施后,根据所载明的要求,国家在对旧有标准进行整理、修订的基础上,陆续组织编写、制订了有关固体废物的各类标准。随着这些标准的制订、颁布和实施,我国将基本形成自己的法定固体废物标准体系。

我国有关固体废物的标准主要分为固体废物分类标准、固体废物监测标准、固体废物污染控制标准和固体废物综合利用标准四类。

(1) 固体废物分类标准 如《国家危险废物名录》、《城市垃圾产生分类及垃圾排放》等。

(2) 固体废物监测标准 如《固体废物浸出毒性检测方法》、《工业固体废物采样制样技术规范》、《危险废物鉴别、急性毒性初筛》、《生活垃圾填埋场环境监测技术标准》等。

(3) 固体废物污染控制标准 主要分两大类,一类是废物处理处置控制标准,如《多氯联苯废物污染控制标准》、《有色金属固体废物污染控制标准》、《建筑材料用工业废渣放射性限制标准》、《农用粉煤灰中污染物控制标准》、《城镇垃圾农用控制标准》等;另一类是废物处理设施的控制标准,如《城市生活垃圾填埋污染控制标准》、《城市生活垃圾焚烧污染控制标准》、《危险废物安全填埋污染控制标准》、《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》等。

(4) 固体废物综合利用标准 例如电镀污泥、含铬废渣、磷石膏等废物综合利用的规范和标准等。

我国城市固体废物的标准主要针对具体固体废物种类来制定。



第二章 餐厨垃圾的资源化

餐厨垃圾 (restaurant garbage), 俗称泔脚, 即残羹剩饭, 是居民在生活消费过程中形成的一种生活废物, 主要来自于饭店、餐厅及企事业单位食堂产生的剩饭菜及食物残渣, 其组成包括: 米饭、面食、蔬菜、植物油、动物油、肉、骨、鱼刺等类食物残余。它与厨余垃圾 (kitchen waste)、食品下脚料 (food residue) 统称食品废物 (food waste)。

改革开放以来, 我国国民经济长足进步, 城市人口迅速增长, 人民生活水准不断提高, 城市餐饮业日益繁荣, 使餐厨垃圾的产生量空前增长。2005 年餐饮业零售额超过 8800 亿元, 2006 年全国城市餐饮业零售额为 10345 亿元, 2007 年达到 12352 亿元, 2008 年我国餐饮业零售额达 15404 亿元, 平均每年以 18.4% 的速度增长。一家中型宾馆一天的餐厨垃圾约 400kg, 其中食品加工过程中产生的废料和餐桌上吃剩的废弃食品各占 50%。目前, 北京市每天产生的餐厨垃圾约 1300t, 每月回收馒头约 20t, 相当于约 140 人一年的口粮。对上海近 30000 家普通餐饮企业和 150 家左右星级饭店的调查表明, 上海市平均每天产生的餐厨垃圾约 1400t。苏州市 1000 多家大型饭店餐厅及 1000 多家企、事业食堂, 每天餐厨垃圾产生量 400t/d 以上。杭州市仅饭店、餐厅和酒楼产生的餐厨垃圾每天就超过 300t。即使位于西北的乌鲁木齐, 饭店、餐厅、酒楼、宾馆每天产生的餐厨垃圾也在 100t 以上。不包括小型城镇在内, 全国大中城市每年产生餐厨垃圾 6000 多万吨。

随着城市规模的扩大, 餐饮业的不断发展, 餐厨垃圾的产生量还将呈现不断递增的趋势。

第一节 餐厨垃圾的特点

餐厨垃圾具有一定的物理、化学及生物特性。含水率较高, 80% 左右脱水性能较差, 高温易腐, 发生难闻的异味。同时油腻腻、湿淋淋的外观对人和周围环境造成不良影响。餐厨垃圾具有高的挥发分, 化学元素组成中氮元素含量较高。从化学组成上, 有淀粉、纤维素、蛋白质、脂类和无机盐等。其中以有机组分为主, 含有大量的淀粉和纤维素等, 无机盐中 NaCl 的含量较高, 同时含有一定量钙、镁、钾、铁等微量元素。与其他垃圾相比, 餐厨废弃物中有机物含量较高, 含有较丰富的营养物质。

1. 美国餐厨垃圾的特点

美国 2000 年餐厨垃圾的产生量为 2598 万吨, 占城市固体垃圾总量的 11.2%, 仅次于纸张垃圾的 37.4% 和庭院垃圾的 12%, 而回收率仅为 2.6%。远低于城市垃圾回收利用率的平均值 30.1%, 而且近几年没有升高的趋势。

美国处理餐厨垃圾的平均费用为每吨 9~38 美元。对餐厨垃圾产生量较大的单位设置餐厨垃圾粉碎机和油脂分离装置, 分离出来的垃圾排入下水道, 油脂则送往相关加工厂 (如制皂厂) 加以利用。对于餐厨垃圾产生量较小的单位如居民厨房, 则被混入有机垃圾中统一处