

环境工程治理技术丛书

# 城市垃圾处理与处置

国家环境保护局 科技标准司 编  
环境工程科技协调委员会

中国环境科学出版社



环境工程治理技术丛书

# 城市垃圾处理与处置

国家环境保护局 科技标准司 主持  
环境工程科技协调委员会

李国建 陈世和 邵立明

徐迪民 陈绍伟 审校

中国环境科学出版社

1992

(京) 新登字 089 号

## 内 容 简 介

本书主要介绍城市垃圾的处理与处置,其内容从城市垃圾的现状、特点,收集和运输,垃圾的焚烧,垃圾的堆肥处理,垃圾的填埋处置,垃圾处理新技术等方面介绍。这对我国城市垃圾的处理提出了比较好的方法和途径,很有现实参考价值。

该书可供从事环境工程及城市垃圾污染和处理的技术工作者参考,也可为城市环境卫生管理干部参考。

## 环境工程治理技术丛书 城市垃圾处理与处置

国家环境保护局 科技标准司 主持  
环境工程科技协调委员会

李国建 陈世和 邵立明 编

徐迪民 陈绍伟 审校

责任编辑 陈菁华

中国环境科学出版社出版  
北京崇文区北岗子街8号  
三河县宏达印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1992年8月 第一版 开本: 787×1092 1/32

1992年8月 第一次印刷 印张: 3 5/8

印数 1—4 500 字数: 82千字

ISBN7-80093-158-7/X·604

定价: 2.20元

## 序

解决我国的环境问题，一靠政策，二靠管理，三靠科学技术。在政策上，我国已把环境保护列为一项基本国策并制定了一系列方针政策，在管理上，我们不断总结经验，加强制度建设，强化监督管理，正在建立环境保护工作的新秩序；在科学技术上，关键是要抓好两头，一头是集中财力、物力和人力，围绕解决经济建设和社会发展中迫切需要解决的环境问题的关键性技术课题，认真开展科研攻关；另一头是大力开发和普遍推广效益好、见效快、适用性强的治理污染的技术成果，提高广大环境保护工作人员的业务水平和业务素质，帮助广大企业包括乡镇企业加速实现环境保护的技术进步。这是密切科技和生产的结合，迅速提高我国防治污染水平的重要途径。

十多年来，我国各科研院所、高等院校、设计单位以及工业地区的专业部门在污染防治、环境工程技术等方面取得了许多科技成果，积累了不少经验。把这些科技成果和经验加以归纳总结使多数人掌握，可以避免环保科研工作在一般水平上的重复劳动。把国内科技研究同引进先进技术有效地结合起来，有利于加速对引进技术的消化、吸收和创新。

鉴于科学技术的重要性和交流、总结经验的迫切性，国家环境保护局科技司和国家环境保护局环境工程协调委员会组织编写了这套《环境工程治理技术丛书》，在编写的体例上既不同于一般的科研成果报告，又不同于一般的教科书，而

是突出应用性和经验的总结。

本套丛书的编辑委员会承担了组织选题、编写和审稿等具体工作。丛书的内容有单元技术和设备、处理工艺技术和环境污染区域综合防治；废水、废气、废渣的处理与利用和环境影响评价等。在治理技术的编写中，一般包括国内外的技术进展，工艺技术的特点和原理，设计计算和实例介绍与分析，其中有的还包括作者对一些技术问题的讨论和看法。承担编写和审稿的同志大都是多年在第一线上从事这方面工作的专家。本套丛书共几十本，计划分批付印出版。

虽然我们力图使本套丛书深入浅出，图文并茂，具有科学性、实用性和先进性，但由于篇幅所限，每个问题的论述不可能面面俱到，加之从编写到编辑出版时间较紧，而科学技术本身又在不断发展，所以丛书中的缺点和错误在所难免，希望得到读者批评指正。

张崇华

1990年4月

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>概论</b> .....	( 1 )
第一节	我国城市垃圾的处理现状 .....	( 1 )
第二节	国外城市垃圾处理现况 .....	( 2 )
第三节	我国城市垃圾处理的特点 .....	( 3 )
<b>第二章</b>	<b>城市垃圾的收集和运输系统</b> .....	( 7 )
第一节	概述 .....	( 7 )
第二节	城市垃圾的收集 .....	( 8 )
第三节	城市垃圾的运输 .....	( 15 )
第四节	城市垃圾的转运 .....	( 20 )
<b>第三章</b>	<b>城市垃圾的焚烧</b> .....	( 24 )
第一节	概述 .....	( 24 )
第二节	焚烧的原理 .....	( 26 )
第三节	焚烧工艺要素 .....	( 28 )
第四节	工艺设备的其他类型 .....	( 33 )
第五节	焚烧经济 .....	( 37 )
<b>第四章</b>	<b>城市垃圾的堆肥处理</b> .....	( 38 )
第一节	堆肥的基本概念及原理 .....	( 38 )
第二节	堆肥工艺、设备及参数 .....	( 44 )
第三节	堆肥设备及工艺举例和发展前景 .....	( 49 )
<b>第五章</b>	<b>城市垃圾的填埋处置</b> .....	( 63 )
第一节	概述 .....	( 63 )
第二节	填埋的原理和方法 .....	( 65 )
第三节	填埋场渗沥水 .....	( 67 )
第四节	填埋场气体收集 .....	( 72 )

第五节	填埋技术的应用及发展趋势·····	(73)
第六章	城市垃圾处理新技术·····	(76)
第一节	概况·····	(76)
第二节	热分解工艺、设备及技术参数·····	(80)
第三节	热解应用现况·····	(90)
第四节	垃圾衍生燃料·····	(92)
第五节	厌氧产沼·····	(97)
第六节	纤维素糖化技术·····	(104)

# 第一章 概 论

## 第一节 我国城市垃圾的处理现状

有人生活的地方就有垃圾产生。随着经济的发展、城市规模不断扩大、人口高度集中、人民的消费水平的提高，城市垃圾量将不断增加。特别是近二三十年来，随着高分子合成材料、塑料、干电池及各种包装材料的大量使用，垃圾成分日趋复杂，其危害也越来越严重。垃圾消纳的矛盾日益突出，城市垃圾已成为世界性的一大公害。

我国是世界上人口最多的国家，现有城市350多个，城市人口达2亿多，年产垃圾5000多万t，并且每年还以10%的速度在增长，预测到1995年城市垃圾总量将达到12239万t/a，2000年为17560万t/a。目前我国城市垃圾粪便处理厂仅23座，处理能力为87万t/a，处理率只有1.69%。我国垃圾处理工作起步较晚，水平低，基础设施差，垃圾治理仍处于初级阶段，基本上没有可靠的工艺设备能对城市垃圾进行科学治理，因而，垃圾已成为我国城市的最严重的污染之一。由于目前我国城市垃圾普遍采用市郊裸露位置，因此许多城市边缘、郊区往往是垃圾遍布、污水横流、蚊蝇孳生，臭气熏人，对大气、土壤、水体环境造成了严重污染。城市垃圾的处理处置问题已成为不容推迟非解决不可的重大问题。

城市垃圾问题是涉及产生、收集运输、处理处置及消纳、管理、政策和技术多种因素的一个复杂问题。因此要解



决城市垃圾问题，必须充分注意管理和政策方面的改善。本书着重讨论垃圾的处理和处置技术，至于管理、政策、垃圾预处理的机械等问题因受篇幅限制，不作详细讨论。

## 第二节 国外城市垃圾处理现状

自60年代以来，国外投入了大量的人力、物力、财力进行垃圾处理和处置技术的研究，并取得了一定的成功经验。主要处理处置方法有焚烧、堆肥、卫生填埋和热解等。各国根据自己的国情采用的处理方式也不相同如表1-1。

表 1-1 国外垃圾处理方法(%)

	填 埋	堆 肥	焚 烧	回 收
美 国	60	5	25	—
日 本	32	9.2	65	3
联邦德国	72	3	25	—
英 国	85	—	15	—
法 国	50	20	30	—
荷 兰	50	20	30	—
比 时	62	9	29	—
瑞 士	15	14	70	—
丹 麦	32	2	66	—
奥 地 利	65	11	24	—
瑞 典	75	2	33	—
澳大利夏	62	11	24	—

垃圾处理传统的方法是填埋，所占比例较大。自70年代中期起，焚烧法处理垃圾大有压倒填埋的趋势。日本的垃圾焚烧已由1976年的57%上升到1981年的65%，全国共有垃圾焚烧厂1983座。瑞士、丹麦、日本等国焚烧的比例都已超过填

埋。国外焚烧技术近十多年来之所以得到飞速发展，其主要原因有：（1）随着现代化生产的发展，人民的物质文化生活水平有了较大程度的提高。（2）燃料构成发生了重大变化，人们由烧煤、柴改用煤气、石油，并且大量使用电能。

（3）出现了超级市场，人们购买到的食品大都经过加工处理，大大减少了厨房下脚废品。（4）各种物品大都改善或增加了包装，因此垃圾成分发生了很大的变化，垃圾热值有了显著提高。（5）能源的紧张，特别是石油危机之后，加速了垃圾产能的开发。（6）垃圾焚烧技术的进步和完善。

（7）焚烧可使垃圾体积减少95%，重量减少75~80%。堆肥法国外一般使用较少，其与填埋法相比，投资费用较贵，与焚烧相似，此外堆肥产品的运费和销路及产品对土壤可能引起重金属污染等，因此堆肥法在国外发展较慢。

### 第三节 我国城市垃圾处理的特点

垃圾处理与垃圾的成分有密切的关系，要研究适合我国国情的垃圾处理方法，首先必须了解我国垃圾的特点以及与世界其他国家垃圾的差异。

城市垃圾的成分与生活水平、食品结构、能源结构有很大的关系，经济发达国家与发展中国家的垃圾成分有很大的差别，如表1-2，表1-3所示。

我国是一个发展中国家，由表1-3看出，我国垃圾成分归纳起来有如下特点：1. 无机类物质含量高，可燃物质含量低。我国大多数城市仍以煤作主要燃料，垃圾中煤渣、土砂等无机物含量高。2. 有机类物质中，纸张、橡胶等高热值物质少，因此垃圾热值较低。3. 有机类垃圾中主要以厨

表 1-2 三种类型国家垃圾的密度、含水量及热值

	垃圾密度(kg/m <sup>3</sup> )	含水量(%)	垃圾热值
工业发达国家	100~150	20~40	6300~10000kJ 4200kJ以下
中等收入国家	200~400	40~60	
低收入国家	250~500	40~80	

表 1-3 国内外垃圾成分比较

地区	有机类(%)					无机类(%)				
	动植物 厨房垃圾	纸张	塑料 橡胶	破布	合计	煤渣土 砂等	玻璃 陶瓷	金属	其它	合计
美国	22	47	4.5		73.5	5	9	8	4	26
英国	28	33	1.5	3.55	66.0	19	5	10		34
日本	18.6	46	18.3		82.9	6.1			10.7	16.8
联邦德国	16	31	4	2	53.0	22	13	5.2	7	47.2
法国	15	34	4	3	56.0	22	9	4	9	44
荷兰	50	22	6.2	2.2	80.0	4.3	11.9	3.2		19.4
比利时	40	30	5	2	77.0	5	8	5.3		22.9
福州	21.8	0.53	0.48		22.80	62.22	1.1	0.5	3.4	67.23
上海	42.7	1.63	0.40	0.47	45.2	53.79	0.43	0.53		54.75
北京	50.29	4.17	0.61	1.16	56.23	42.27	0.92	0.80		43.9
武汉	26.53	2.36	0.31	0.74	29.94	68.00	0.85	0.17	1.04	70.06
广州	38.00				40.0	55			5.0	60.0
哈尔滨	16.62	3.6	1.46	0.5	22.18	74.71	2.22	0.83		77.81
南宁	14.57	1.83	0.56	0.6	17.56	81.50	0.64	0.47		82.44
乐山	16.45	1.04	0.23	0.54	18.26	80.27	0.26	0.53	0.58	81.74

余为主体，因此可燃垃圾含水量高。另外我国垃圾大多采用露天容器收集，一旦下雨，垃圾被雨水淋湿，其含水率就更高。

在可燃物含量、垃圾热值及可燃物的含水量等方面来

看，我国垃圾与其他国家的垃圾有很大的差别，因此国外的垃圾处理方法不一定完全适合我国国情。而且由于我国垃圾采用混合收集，所以垃圾成分更为复杂，一些国外垃圾预处理装置，在我国也不一定适用。此外我国是发展中国家，经济能力有限，垃圾处理投资费用较高，运转费用较贵的方法在我国目前不一定可行，现在国外各种处理方法的投资费及运转费情况如表1-4所示。

表 1-4 国内外堆肥厂基建投资及处理费用

垃圾厂	日处理量(t)	投资数	吨投资	吨处理费用	数据公布年月
北京堆肥厂	300	1200万元	4万元		1988.4
天津堆肥厂	500	2230万元(含300万美元)	4.46万元		1988.5
无锡	100	430万元	4.3万元	10~15元	1988.10
苏州	250	1899万元(含200万美元)	7.556万元		1988.9
安亭	300	1045.69万元	3.485万元	14~18元	1988.10
厦门	300	2147.76万元	7.16万元		1986.10
TDP	666	3700万元	5.57万元		1988.9
联邦德国	50~60		7.5~11万/西德马克	53~85西德马克	1984
联邦德国	120~130		6~9万西德马克	45~70西德马克	1984
联邦德国	225~250		5.6~8万西德马克	35~60西德马克	1984
联邦德国	~500		4.5~5万西德马克	30~50西德马克	1984
日本	50	6.77亿日元	1354万日元	1万1千日元	1985

由以上一系列表看出，填埋法运转费用较低，我国垃圾中，纸、金属、塑料含量很少，而且又被人多次挑拣，可再利用物资较少，因此对我国目前的垃圾在有条件地区进行填埋处理，是符合我国当前国情的处理法之一，另外我国的垃

表 1-5 美国、法国和西欧国家城市垃圾处理费用(每吨垃圾)

	美国(1979年)(美元)	法国(1984年)(法郎)	西欧1984年 (西德马克)
卫生填埋	6~20		15~35
填埋(垃圾不破碎)		40~60	
填埋(垃圾破碎)		75~100	
焚烧(制能)	14~30	70~150	60~100
焚烧(不制能)	20~35	100~250	
堆肥	30~50	90~150	70~100
破碎、打包	5~12		
露天倾倒	1.5~5		

表 1-6 国内城市垃圾处理费用概论

	投资费万元/(t·日)	运行费(元/t)
填 埋	3~6	4
焚 烧	35~45	30~35
堆 肥	4	10~20

圾中，菜皮等较多，这些物质水分高，热值低，不能进行焚烧，但适宜于堆肥。鉴于我国堆肥厂投资和运转费远比国外低，所以堆肥处理近些年来在我国有较大发展。随着经济发展，生活水平的提高，我国垃圾的成分和热值也会发生变化，焚烧、热解等方法将来势必会在我国逐步采用起来。

## 第二章 城市垃圾的收集和运输系统

### 第一节 概 述

城市垃圾的收集运输和转运是整个城市垃圾清除和处理系统中的重要组成部分。城市垃圾流的产生是分散的，而它的处理系统却要求集中的垃圾流。城市垃圾的收运和转运系统的主要功能就是完成一个从分散到集中的转换。同城市垃圾的产生一样，城市垃圾收运系统的建立和发展也是人类社会城市化发展的产物。随着人类城镇规模的逐渐扩大，城市垃圾的产出区域密度越来越高，城市垃圾的原地处理已属不可能，于是就必然导致城市垃圾清运部门的产生，当城市规模继续扩大，城市垃圾的消纳场地日渐远离其产生地，终于转运系统也有了建立的必要。今天城市垃圾的收集、运输和转运系统已经成为城市基础设施中不可缺少的组成部分；它的原动力已从人力、畜力为主，发展到以内燃机为主体；它的设备已有相当大的专业性自成系列，它的规划设置不再是纯经验的，而是在相当程度上运用了现代系统规划的理论了。

城市垃圾的收集、运输和转运系统，简称城市垃圾的收运系统，是由城市垃圾的收集、运输和转运三个功能部分组成的。面对呈面状散布于城市的无数个垃圾产生源，固定或不固定的收集点将垃圾由面缩小到点，而垃圾运输车通过运输线路连接各个收集点形成网状的运输网络，并把各个收集点的垃圾以更大的规模集中于更少的几个点——转运站，接

着转运车辆将转运站的垃圾输送到城市郊区的各个处理中心，这样整个城市垃圾的收运工作就完成了。背景和现状各不相同的大小城市采用不同的收集方式，转运方案，配置不同的收集工具、运输车辆、中转站设施和转运工具，形成了各不相同的城市垃圾收运系统。本章将围绕城市居住区垃圾的收集、运输和转运问题，系统地介绍有关收集、运输和转运的设备、设施和规划运行方面的基础知识。

## 第二节 城市垃圾的收集

### 一、城市垃圾收集的一般要求

城市垃圾收集是整个城市垃圾清除和处理过程的开始，对于它的要求来自于以下几个方面。

#### (一) 居民的

居民要求垃圾能尽可能快地得到收集，离开他们的生活区域，在必不可少的停留时间里，垃圾不应该产生臭气、成为有害昆虫的寄居地，以影响他们生活环境的质量。

#### (二) 公共卫生的

敞开的垃圾收集容器和不适当的垃圾装车方式，会使垃圾收集点周围的公共卫生受到臭味、有害昆虫密度升高以及飘尘等不利因素的影响，因此公共卫生保护要求收集容器具有限制这些影响的产生的功能。

#### (三) 后工序的

垃圾收集的后工序是垃圾的运除、运除人员以不同的方式将收集点的垃圾装上运输车运往中转站或处理点、他们的工作效率与收集容器的形式和放置地点有密切的关系，在选

择收集容器形式和放置地点时必须进行考虑。

#### (四) 资源化的要求

城市垃圾的组成中有许多是具有回收价值的资源应该予以回收利用。传统的做法是在垃圾到了处理点后再通过对垃圾的处理和加工以实现资源化利用,但这往往是昂贵的,而且效果并不理想。如果能在居民的配合下,在收集时就考虑资源化要求,将有回收价值的垃圾分类收集,就可在相当程度上节约垃圾资源化的费用并提高资源化产品的质量。

能够在最大的程度上满足所有这些要求的城市垃圾收集系统是接近于理想状况的,但是由于经济的、历史的和认识上的差距目前还存在着各种差别很大的收集方式。

## 二、收集方式和容器

按收集的内容来划分城市垃圾收集方式只有两种,即混合收集和分类收集。由于目前分类收集还不很普遍,在这一节中我们主要按收集的程序和所使用工具的不同,介绍各种不同的混合收集方式,而在最后专门讨论分类收集的优越性和存在的问题。

#### (一) 定点收集方式

所谓定点收集方式指的是收集容器放置于固定的地点,一天中的全部或大部分时间为居民服务。采用这种收集方式要求占用一定的空间设立收集点,收集点要求便于车辆经过,以便收集到的垃圾被及时清运。另外从收集的卫生要求来看,收集容器应具有较好的密封隔离效果,以避免收集过程中产生公共卫生问题。另一方面从采用这种方法的地区本底条件来看,除了地区内找得到合适的收集点位置外,还要求地区居民有一定的居住密度,否则就会造成要么收集容器



容积效率得不到充分利用，要么居民倒垃圾距离太远的矛盾。上面讨论了使定点垃圾收集方式对收集容器和居住区本底条件的一些主要要求，由于世界上的城市的居住区基本都可达到这些要求，因此定点收集方式是最普遍的城市垃圾收集方式。这种收集方式按所使用的收集工具的不同还可被分为容器式和构筑物式。下面就对这两种方式作一简要的介绍。

1. 容器式 城市垃圾收集的定点容器方式是因使用可移动式的垃圾容器作为收集工具而得名的，这种垃圾收集工具多半是桶式的，有圆形的和方形的两种，圆形的容积一般较小，大约在 $0.1\sim 1.1\text{m}^3$ 之间，方形的较大可超过 $1.1\text{m}^3$ 。另一类大型收集容器其容积超过 $10\text{m}^3$ ，并配置有垃圾压缩设备，其性能是将收集容器和转运集装箱合二为一了。图2-1为两种典型的垃圾桶示意图。

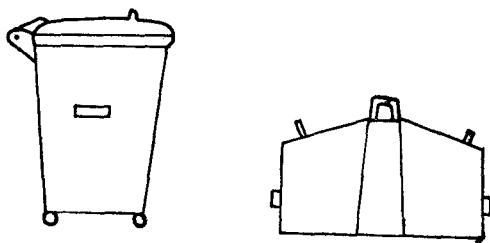


图 2-1 两种典型的垃圾收集容器

定点容器式垃圾收集方式的实施要求有两个方面。一是收集点的选择，二是收集容器的选择。在多年的使用过程中人们摸索出了这样一些主要的要求：收集点，（1）比较靠近