



URBAN HOUSEHOLD REFUSE

城市生活垃圾
规划与管理

李金惠 王伟 王洪涛 • 主编

中国环境科学出版社

城市生活垃圾规划与管理

李金惠 王 伟 王洪涛 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

城市生活垃圾规划与管理 / 李金惠, 王伟, 王洪涛主编. —北京:
中国环境科学出版社, 2007.9

ISBN 978-7-80209-534-2

I. 城… II. ①李… ②王… ③王 III. 城市—垃圾处理
IV. X799.305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 043881 号

责任编辑 沈建 杨洁

责任校对 尹芳

封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2007 年 9 月第 1 版
印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷
开 本 880×1230 1/32
印 张 6.375
字 数 160 千字
定 价 20.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

《城市生活垃圾规划与管理》编委会

主 编：李金惠 王 伟 王洪涛

编 委：刘 昊 司继涛 陆文静 王 欢

吴华勇 马友梅 杨金美

编者说明

城市生活垃圾规划是城市环境卫生发展的总体部署，也是城市环境卫生的管理依据，在当前推进城镇化进程中发挥着重要作用。自 1990 年《关于抓紧城市环境卫生设施规划编制工作的通知》（建设部城建司）印发以来，我国各省市认真贯彻《城市规划法》，加强城市环境卫生设施规划编制工作，促进了城市环境卫生事业的发展。

近年来，随着我国城市建设规模的不断扩大，城市生活垃圾的清运量逐年上升，且具有种类多、数量大、有机物成分高和含水量高等特点。2004 年全国城市生活垃圾全年清运量达 1.55 亿 t，与 2003 年城市生活垃圾全年清运量相比增长了近 5%，目前，我国城市规划建设并投入运营的大多数生活垃圾处理处置设施即将接近封场。

2006 年是我国国民经济和社会发展的第十一个五年规划制定和实施初期，我国城市规划和城市建设进入了一个新时期，对城市生活垃圾规划也提出了新要求。在结合城市总体规划要求的基础上，因地制宜，逐步从混合收集运输发展到源头分类、分别收集运输，以便于更好地实行城市生活垃圾处理的无害化、资源化和减量化，使城市生活垃圾的处理处置适应城市国民经济和社会发展的需要。

为了适应城市规划和社会经济不断发展的需求，科学指导我国城市生活垃圾物流的合理调配，有效地保护环境和节约资源，进一步推动我国城市环境卫生事业发展进入可持续发展轨道，我们组织编写了《城市生活垃圾规划与应用》一书，系统、全面地介绍了城市生活垃圾规划的一般方法和实例应用分析，希望对从事城市生活垃圾管理和编制规划的管理人员、技术人员、研究人员将有所帮助和启发。

本书是一部全面论述和总结我国城市生活垃圾规划方法与应用的书籍，可以用作各级环境卫生管理部门工作参考书、各大专院校开设固体废物规划与管理方面的课程的教学参考用书，也可以用作从事固体废物和城市生活垃圾规划研究的技术人员的工具书。希望本书的出版为推动我国城市生活垃圾规划与管理事业的发展起到积极作用。

本书是国家高技术研究发展计划（863 计划）项目《城市生活垃圾综合处理处置技术与示范研究》课题（课题负责人：陈英旭）的城市生活垃圾综合处理处置规划及理想化管理模式研究子课题（子课题负责人：李金惠、王伟）的成果的总结。在项目实施过程中，课题组得到了浙江大学环境与资源学院的陈英旭教授和吴伟祥博士领导的课题组的大力支持与帮助，在此深表谢意。

本书第一章城市生活垃圾规划与管理概述由李金惠和刘昊编写；第二章城市生活垃圾产量及组分变化趋势预测方法由李金惠、王伟、刘昊、王欢编写；第三章城市生活垃圾收集与运输规划优化方法及应用由王伟和马友梅编写；第四章城市生活垃圾综合处理处置技术规划方法与应用由李金惠、王伟、刘昊、王欢和杨金美编写；第五章城市生活垃圾规划的管理保障措施体系由王洪涛、司继涛、陆文静和吴华勇编写。本书全文由刘昊统稿，李金惠、王伟、王洪涛校核定稿。

由于时间所限以及经验不足，书中难免存在不足之处，请读者朋友予以指正（通信地址：清华大学环境科学与工程系，联系电话：010-62794351，电子邮件：jinhui@tsinghua.edu.cn）。

编者于北京清华园
2006 年 12 月 31 日

目 录

第一章 城市生活垃圾规划与管理概述	1
第一节 城市生活垃圾管理概述	1
一、国外生活垃圾管理实践和特点	1
二、国内生活垃圾管理概况	7
第二节 城市生活垃圾规划概述	9
一、国内外环境规划方法概述	9
二、国内生活垃圾规划概况	12
三、生活垃圾规划的程序与内容	13
第二章 城市生活垃圾产量及组分变化趋势预测方法	17
第一节 城市生活垃圾变化趋势的预测方法	17
一、生活垃圾产量预测方法概述	17
二、生活垃圾组分预测方法概述	21
第二节 趋势预测方法的应用	21
一、灰色系统模型预测城市生活垃圾产生量变化趋势	23
二、线性回归方法预测城市生活垃圾产生量和 组分变化趋势	25
三、类比分析法预测杭州市生活垃圾组分变化趋势	29
四、预测结果的综合分析	32
第三章 城市生活垃圾收集与运输规划优化方法及应用	34
第一节 城市生活垃圾收运设施建设规范概述	34
一、城市生活垃圾收运设施建设规范	34
二、城市生活垃圾转运设施建设规范的变化趋势	35

第二节	城市生活垃圾收运路线优化方法	36
一、	城市生活垃圾收运路线优化的线性规划方法	36
二、	线性规划模型的求解软件	38
第三节	生活垃圾收运路线优化方法的应用	40
一、	收运模式与设施的现状及预测	40
二、	ArcView GIS 软件的应用	50
三、	城市生活垃圾收运路线的优化	51
四、	杭州市城市生活垃圾收运系统优化结果	63
第四章	城市生活垃圾综合处理处置技术规划方法与应用	67
第一节	城市生活垃圾处理处置方案优化方法概述	67
一、	城市生活垃圾处理处置技术概述	67
二、	生活垃圾处理技术比较选择方法概述	73
三、	生活垃圾综合处理处置方式的生命周期评价	86
第二节	生活垃圾处理技术比较选择的经济性 最优模型方法与应用	98
一、	杭州市生活垃圾的处理处置需求分析	99
二、	杭州市生活垃圾的综合处理处置技术方案	100
第三节	生活垃圾综合处理处置方式生命 周期评价方法与应用	110
一、	目的与范围确定	110
二、	现阶段垃圾处理方案清单分析	112
三、	中期规划阶段垃圾处理方案清单分析	121
四、	清单汇总	131
五、	生命周期影响评价	134
六、	生命周期解释	135
七、	杭州市生活垃圾综合处理处置优化方案	140
第五章	城市生活垃圾规划的管理保障措施体系	142
第一节	城市生活垃圾综合处理处置管理模式概述	142

一、理想化管理模式的内涵与特征.....	142
二、理想化管理模式管理原则.....	143
三、理想化管理模式技术需求分析.....	146
第二节 生活垃圾综合处理处置规划目标确定方法.....	155
一、确定阶段目标的依据.....	158
二、确定阶段目标的主要原则.....	159
三、确定阶段目标的指标体系.....	159
四、确定阶段目标的评价体系.....	160
第三节 城市生活垃圾综合处理处置管理技术支撑体系.....	161
一、源头分类.....	161
二、收运方式.....	165
三、处理处置模式.....	166
第四节 城市生活垃圾综合处理处置理想化管理模式管理保障体系.....	169
一、建立适应理想化管理模式的法律制度.....	169
二、建立市场化的生活垃圾管理体制.....	173
三、综合应用行政、经济措施.....	175
四、建立城市生活垃圾管理信息系统.....	182
五、加强城市生活垃圾管理的公众参与.....	186
参考文献.....	188

第一章 城市生活垃圾规划与管理概述

第一节 城市生活垃圾管理概述

一、国外生活垃圾管理实践和特点

世界各国一直致力于建立和完善包括生活垃圾在内的固体废物管理体系，目前被普遍接受的固体废物管理原则为“减量化、资源化、无害化”的全过程管理。废物管理优先顺序依次为：从源头避免废物产生；废物重复使用；废物的再生利用和物质循环；生物处理或热处理的能源回收；不可再生利用残渣的无害化填埋处置。

在固体废物管理框架下，发达国家已经积累了较多行之有效地管理城市生活垃圾的经验，简述如下：

1. 健全的固体废物管理法规

发达国家在生活垃圾管理方面通常有比较完善的法律法规而且分类较细，如表 1-1 所示。这些法律法规明确、具体、可操作性强，并定期进行修订或补充，以适应社会发展和环境管理的需要。

2. 强有力的管理机构

针对生活垃圾种类多、产生源分散、环境危害大的特点，需要建立功能齐全、分工明确、层次清晰、运转协调、权威性强的生活垃圾管理机构。国外发达国家对城市生活垃圾的管理都是政府职能

部门统一监督管理,通过立法管理城市生活垃圾,居民或单位按照规定或政府的要求分类投放垃圾,企业负责垃圾的收集和处理。政府的管理又分为国家、地区和地方 3 个层次。国家层次的管理主要是宏观管理,注重立法、制定经济政策和提供技术支持;地区层次的管理主要注重法规、营销和加工;地方层次的管理是基层的管理,注重具体实施和操作,同时加强监督管理。以德国为例,生活垃圾管理机构如表 1-2 所示。

表 1-1 部分国家或区域生活垃圾管理相关的法律法规和政策情况

国家或区域	法律法规	主要内容
欧盟	1991 年修订《欧共同体废物管理条例》 1999 年《废弃物填埋条例》(1999/31/EC) 2000 年《焚烧管理条例》(2000/76/EC)	明确了废物管理原则,规定了对可生物降解垃圾的最大填埋量,严格的焚烧污染控制条款
德国	1994 年《促进废弃物闭合循环管理及确保环境相容的处置废物法》	体现了废弃物减量化、资源化和无害化,符合可持续发展要求的废物管理
意大利	1997 年《废物管理条例》(Legislative Decree 22/97)	集合垃圾减量化、分类处理、源头治理等废物管理理念,重视废物再利用、再循环、能源回收和安全处置
丹麦	1990 年《废弃物处理和回收法》	详细规定了各种废物的收集和回收利用
法国	1992 年《生活垃圾管理法》	要求充分做到垃圾循环再利用,同时明确全体公民主动参与环保的责任和义务
芬兰	1994 年《垃圾处理法》	垃圾制造者必须将垃圾进行分类,然后由垃圾车运到垃圾处理厂进行分类处理和回收利用
英国	1974 年《固体废弃物污染法》 1995 年《固体废弃物填埋税》 2000 年《废物战略 2000》	规范了城市固体废弃物的管理;通过实行税收,减少废弃物的产生量和填埋量,促进废物的回收再利用和资源化;制定了废物回收再循环目标

国家或区域	法律法规	主要内容
美国	1976年《资源保护和回收法》、《全面环境响应、赔偿和责任法》(也称超基金法)及其修正案、《生活垃圾处置法》, 1990年《污染防治法》	按照循环经济的减量化、资源化和无害化原则对垃圾采取不危害环境, 与环境相容的处理处置方式, 即垃圾源头削减、回收利用和最终无害化处理
日本	2000年《促进建立循环社会基本法》、2001年《促进资源有效利用法》、《废弃物处理和清扫法(修订)》、《食品回收法》	限制资源消耗、减少环境负荷, 促进垃圾减量化和资源回收利用; 规定了垃圾管理责任、处理方法及设施; 减少食品垃圾产生, 通过转化为饲料或肥料减少垃圾最终处置量

表 1-2 德国生活垃圾管理机关及其职责

级别	主管机关	主要职责
1	最高垃圾管理机关, 隶属于德国联邦政府	环境、自然保护和核安全部(BMU)及其专业机构“联邦环境保护局”一起起草相应的联邦法律, 并从专业的角度出发, 为配合欧盟的要求, 开发在垃圾处理领域未来的战略方案
2	高级垃圾管理机关, 隶属于德国各联邦州	各联邦州的州环境保护局与相应的地区政府机关, 或区政府首脑一起, 履行联邦法律, 并起草相应的州或区政府垃圾管理法规
3	下级垃圾管理机关, 隶属于城市与社区	直接代表社区的利益, 分管不同地区的垃圾处理, 负责开发和制定审核批准程序。垃圾填埋场、垃圾堆肥厂和垃圾焚烧厂的具体生产与运转监控由工商管理局负责, 他们从专业的角度直接和地区政府一起履行管理的职责

3. 实行垃圾分类收集和运输

为了更好地对垃圾进行回收利用, 分类收集是非常重要的。发达国家在垃圾分类收集方面起步较早, 积累了比较丰富的实践经验。在欧洲, 家庭中实行垃圾分类收集的比例已达到很高水平, 市民家庭一般配合政府的管理要求, 将垃圾分类, 并分时、分期把分

类的垃圾单独存放，自行堆肥处理或由垃圾运输部门收走。除了家庭的分类收集外，城市街道的垃圾收集点也放置不同标志的垃圾容器，供居民和路人分类投放垃圾，比如有专门的电池投入桶、玻璃瓶投放桶、报纸投放桶等，这些垃圾分类收集点一般都是由垃圾运输部门根据城市的统一规划设置。以德国为例，生活垃圾分类收集如表 1-3 所示。

表 1-3 德国生活垃圾的分类收集

垃圾分类	垃圾收集方式
包装物垃圾	居民家中塑料的或金属的包装材料应与剩余垃圾和生物垃圾分开，放在黄色垃圾袋或黄色垃圾桶中，每隔 4 个星期将会被拖走或被清空。废纸主要是被收集到集装箱，蓝色垃圾桶，或者是每 4 个星期被沿街收集，并被拖走。废玻璃主要是在集中的玻璃收集点收集
含有害成分的垃圾	为避免引起对大气和水体的污染，或者引起其他的危害，有害垃圾需要单独地收集和运输
大件垃圾	旧家具和家居物件，因为其体积太大，不能被放进只有一定容积量的垃圾收集桶，他们将在固定的时间（如每年 2 次）或者以预约的形式被收走。另外，对于金属性的大件垃圾和旧家电，一般都有另外的时间约定
可堆肥的厨房与庭院生物垃圾	在很多的社区，生物垃圾与剩余垃圾均被区分开来，被分开收集。生物垃圾被收集到 60~240 L 的生物垃圾桶中，每星期或每 2 个星期被清空并被运走，生物垃圾将在特定的堆肥车间得到处理，被作为肥料或土壤改良剂销售到私人的花园、农田或大型花卉场
剩余垃圾	剩余垃圾被放在固定的垃圾桶中（60~240 L 的空垃圾桶），垃圾桶每星期、每 2 个星期或每 4 个星期被清空一次并被运送到垃圾处理厂

与家庭的分类、收集相适应，垃圾运输部门也使用不同的垃圾运输车辆将分类好的垃圾分开运送到相应的处理地点。不同的社区实行不同周期的垃圾清空制度（每周 1 次、两周 1 次或每月 1 次），采用不同的垃圾收集容器系统（硬质垃圾桶、垃圾袋、散装垃圾）。收集和运输垃圾的主要垃圾车型如表 1-4 所示。

表 1-4 德国生活垃圾的收集和运输车

车 型	用途特点
特装尾部垃圾装卸车	主要有 1 名司机和 1~3 名垃圾装卸工。在垃圾车的尾部有 1 个或 2 个震动器, 垃圾桶将被吊起并把垃圾倾倒入来, 这种垃圾车主要清空 6.5m^3 以下的垃圾容器, 或者收集大件垃圾
侧面特装垃圾装卸车	一般的情况下仅需 1 名司机, 垃圾车侧面有一个可控制的提升垃圾桶和震动清空装置, 要求垃圾桶必须放在街道的固定位置, 以利于垃圾车的操作。这种垃圾车一般在农村地区得到使用, 而不可能在城市中停满了小汽车的街道边收集垃圾。被清空的垃圾桶的大小不超过 1 100 L
顶部特装垃圾装卸车	这种垃圾车只有 1 名司机, 垃圾收集容器被高高举起, 高于车顶, 倾倒垃圾。这种垃圾一般被用来清空商业的或工业的垃圾
压缩式垃圾集装箱	在垃圾产生量特别大的地区, 将会设立大型的垃圾集装箱, 其大小为 $5\sim 35\text{m}^3$ 、 $7\sim 35\text{m}^3$ 、 $10\sim 35\text{m}^3$ 、 $20\sim 35\text{m}^3$ 、 $25\sim 35\text{m}^3$ 、 $30\sim 35\text{m}^3$

4. 积极有效的城市生活垃圾管理经济政策

国外发达国家目前在城市垃圾管理方面采用了一些切实可行的经济政策, 主要有以下政策:

(1) 用户收费制。要求垃圾产生者交纳一定的费用, 以承担自己排放垃圾的社会责任。其收费方式主要有两种: 一种是固定费用, 从房租中或用水费用中增加一定的比例, 或按用户人数收取; 另一种是按产生垃圾的量收取, 但对分类收集的可回收利用的废弃物是不收费的。

(2) 产品或包装费。要求产品和包装生产者履行生产者责任, 承担产品消费后的废弃物管理, 避免这些产品或包装的废物进入城市垃圾中, 以减小城市的产生量 and 处理费用。

(3) 循环利用信贷。指为废物回收利用企业提供优惠贷款或垫款, 支持废物循环利用的企业。

(4) 保证金返还制度。最广泛采用的是押金返还制度, 对易于回收的包装物采取包装押金制, 通过返还押金而鼓励消费者参与物

质再利用。

(5) 填埋税。对进入垃圾填埋场处理的垃圾再进行收费，其目的是通过征收高额度的填埋税来促进废物产生和运营者减少废物填埋处置量，增加废物再生利用和处理比率。

5. 利益相关者的全面介入

私人企业、行业协会、社区协调机构等民间组织发挥重要作用。

西方发达国家通过招投标的形式委托私人部门、社会中介组织和协调机构负责部分垃圾处理设施的运营和管理，政府实施统一监督管理。如表 1-5 所示，目前这些管理运营组织获得了良好的实施效果。类似的组织在意大利由 OS 和 CONAI 组织，在希腊由工业界共同建立非营利性机构——HERRA。发达国家在垃圾管理过程中，民间组织发挥了重要作用。

表 1-5 典型民间组织的管理和运营模式

类别	代表部门	管理和运营模式
社会中介组织	德国 DSD	本身不是垃圾处理企业，而是一个组织机构。它将有委托包装废弃物意愿的企业组织成为网络，在需要回收的包装物上打上绿点标记，然后由 DSD 委托回收企业进行处理
私营企业	法国 Eco-Emballages	有自主决策的权利根据政府的目标来确定分类收集技术和设施，为政府提供资金支持以建立和刺激包装废物的收集和分拣系统，以平衡由于资源化而额外增加的费用
协调组织	荷兰 AOO	废弃物管理的主要协调组织，负责废弃物战略的发展与实施，并促成废弃物计划的执行，它是所有与废弃物计划有关的主要利益集团的协商平台。还协调废弃物管理议会的工作，废弃物管理协商平台都自主运作，他们在各利益集团协调过程中起着关键作用，当然对维持他们自己的利益也有较大益处。每个级别的废弃物管理议会都负责自己辖区内的废弃物流的规划及协调

二、国内生活垃圾管理概况

我国城市生活垃圾管理法规分为 3 个层次，即全国人大常委会通过的法律、国务院颁发的法规和文件；部委级颁发的行政规章文件；地方性法规以及地方政府发布的规章制度。依据制定目的，生活垃圾管理政策可划分为 5 种类型：城市垃圾管理法律法规；城市垃圾减量化、无害化处理政策；城市垃圾资源综合利用经济激励政策；城市垃圾建设资金筹措、使用的政策；扶持城市垃圾处理经营产业化政策。我国目前城市垃圾管理主要依托城市环境卫生主管部门，但各地管理体系差别很大，机构职能也有差别。垃圾管理的政府职能大致相同：城市垃圾管理归口建设部门，垃圾处理所产生的环境问题归口环境保护部门；环境卫生部门既执行监督管理职能，又要具体组织垃圾的清运及最终处理处置。

我国城市日常道路清扫、垃圾收集和运输及处理费用来自 3 个部分：将国家的税收通过财政拨款的方式用于城市垃圾管理和处理，这是费用来源的主渠道；按规定收取卫生费和通过有偿服务获取的收入，这仅能作为前者的补充；环境卫生的基础设施建设和垃圾无害化处理费则全部由市级财政拨款支出。

从 20 世纪 90 年代以来，中国在废物管理法律法规建设方面也取得了一定成就。1995 年由全国人大通过并颁布、1996 年 4 月开始施行的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》为中国固体废物管理体系的建立奠定了基础。目前我国有关城市生活垃圾管理的主要法律法规和环境技术标准及规范如表 1-6 所示。

从我国目前城市生活垃圾管理规划及其实施的现状来看，主要存在以下几方面的问题：

(1) 我国大多数城市管理和服务机构职能没有完全分开，企业化管理或私人参与垃圾管理的条件尚未具备，没有形成垃圾处理市场调控机制。垃圾产业化处于起步阶段，现只有市区部分个体户从事从垃圾中回收可再生利用的物资。已成立的城市生活垃圾处理企

业, 鉴于管理体制改革、市场机制建设滞后, 仍大多隶属于城市垃圾管理部门, 无法按企业管理模式经营。

表 1-6 中国生活垃圾的有关管理政策、法律法规和技术标准及规范

政策、法律法规	标准、技术规范
<ul style="list-style-type: none"> ● 《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月) ● 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2004年12月修订) ● 《城市市容和环境卫生管理条例》(1992年6月28日) ● 《城市生活垃圾管理办法》(1993年) ● 《全国城市市容环境卫生统一劳动定额》(1996年) ● 《关于实行城市生活垃圾收费制度促进垃圾处理产业化的通知》(2002年) ● 《城市环境卫生当前产业政策实施办法》(建城[1991]637号) ● 《关于解决我国城市生活垃圾问题的几点意见》(国发[1992]39号) ● 《关于进一步开展资源综合利用的意见》(国发[1996]36号) ● 《资源综合利用目录》(国经贸委[1996]809号) ● 《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》(建城[2000]120号) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 《城市环境卫生质量标准》(建设部, 1996) ● 《城市环境卫生设施设置标准》(CJJ 27—89) ● 《城市环境卫生专用设备清扫、收集、运输》(CJ/T 29.1—91) ● 《城市垃圾转运站设计规范》(CJJ 47—91) ● 《生活垃圾转运站技术规范》(CJJ 47—2006) ● 《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》(建城[2000]120号) ● 《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》(CJJ 90—2002) ● 《城市生活垃圾焚烧处理工程项目建设标准》(建标[2001]213号) ● 《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485—2001) ● 《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ 17—2001) ● 《城市生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》(建标[2001]101) ● 《生活垃圾填埋污染控制标准》(CB 16889—1997) ● 《生活垃圾填埋场环境监测技术标准》(CJJ/T 3037—1995) ● 《城市垃圾农用控制标准》(GB 8172—1987) ● 《城市生活垃圾堆肥处理工程项目建设标准》(建标[2001]213号) ● 《城市生活垃圾好氧静态堆肥处理技术规程》(CJJ/T 52—93)

(2) 我国仍是混合收集垃圾, 资源回收和无害化处理处置难度大, 城市生活垃圾分类收集进展缓慢。缺乏有效地鼓励分类收集的