

• 环境卫生工程丛书 •

生活垃圾收集与运输

王罗春 赵爱华 赵由才 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境·能源出版中心

环境卫生工程丛书

生活垃圾收集与运输

王罗春 赵爱华 赵由才 编著



化学工业出版社
环境·能源出版中心

·北京·

本书的内容覆盖生活垃圾收集工具、运输路线、运输时间的优化方法和选择,中转站的设计和建设与运营等。书中第一章主要介绍生活垃圾收集与运输方法论和经济学、中转站的类型、垃圾收运模式的确定;第二章主要涉及收集容器、垃圾箱房、垃圾收集站、垃圾收集管道、收集车;第三章主要介绍各种垃圾运输车辆及运输方式的选择;第四章为生活垃圾收集与运输时间及线路,包括运输时间的计算、运输路线的优化和中转站垃圾的调运;第五章全面论述中转站的作用、设置、规模、设计与施工、运营;第六章主要探讨了目前我国生活垃圾收集与运输管理方面存在的问题及改革方向。书后还列出了目前我国有关生活垃圾收集站、中转站及相关设施的标准和规范。

本书内容全面,资料丰富,可供有关专业的技术人员、高等院校师生、科研人员、管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

生活垃圾收集与运输/王罗春,赵爱华,赵由才编著.

北京:化学工业出版社,2006.4

(环境卫生工程丛书)

ISBN 7-5025-8554-0

I. 生… II. ①王…②赵…③赵… III. ①生活-
垃圾-收集②生活-垃圾-运输 IV. X799.305

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第037172号

环境卫生工程丛书

生活垃圾收集与运输

王罗春 赵爱华 赵由才 编著

责任编辑:管德存 徐娟

文字编辑:吴开亮

责任校对:宋玮

封面设计:史利平

*

化学工业出版社 出版发行
环境·能源出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 10½ 字数 259千字

2006年7月第1版 2006年7月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8554-0

定价:28.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

从 书 序

环境卫生工程一般涉及生活垃圾和粪便的收集、运输、处理处置、综合利用以及管理等。2002年以前我国许多城镇设立环境卫生管理局(处),主要就是负责这方面的工作。近年来,大部分环境卫生管理部门改名为市容环境卫生管理部门,把市容环境管理也纳入传统的环境卫生管理范围。

经过二十多年的努力,我国在环境卫生方面取得了明显的成效。随着城市管网逐步完善,服务区范围内的粪便就可通过污水管网进入污水处理厂处理,从而明显地改善了城市卫生面貌。然而,目前还有许多城市的污水管网很不完善,覆盖范围较小。在这种情况下,居民区大量粪便无法及时排出和有效处理,导致周围环境卫生条件很差。城镇大量使用旱厕,很容易引起许多卫生问题,影响居民的正常生活。

生活垃圾仍然是城市环境卫生管理的主要内容。生活垃圾处理与资源化正在受到政府和大众的关注,但存在的问题仍然较多。一方面是技术方面的原因,包括缺乏适合国内生活垃圾特点的处理与资源化方法,另一方面是资金投入偏低,基础设施不完善。目前,我国已经建设了800多座生活垃圾卫生填埋场,10多座生活垃圾焚烧厂和若干座堆肥厂,为城市环境卫生的改善奠定了基础。

在市容环境管理方面的研究,基本是新领域,包括户外广告、户外设摊、居民晾衣架、违章建筑等,其管理难度相当大,许多管理部门和学者对此还在逐步探索之中。

围绕我国市容环境卫生管理与工程建设的国家需求,本丛书共包括《公厕设计与施工》、《粪便处理与处置技术》、《生活垃圾收集与运输》、《可持续生活垃圾处理与处置》、《环境微生物学与监测技术》和《市容环境管理》六本专著,基本上覆盖了市容环境卫生的绝大部分管理范畴,可作为市容环境卫生管理人员、高等学校相关专业的师生、从事市容环境卫生的企业人员、工程技术人员的工具书和参考书。

本丛书由赵由才和赵爱华担任编委会主任,编委会成员有秦峰、柴晓利、牛冬杰、王志国、祝优珍和王罗春。

赵由才

2006年1月于同济大学

前 言

生活垃圾是城市环境卫生管理的主要内容。生活垃圾收集与运输占生活垃圾处理费用的50%~70%。生活垃圾从产生地到处理厂(填埋场或焚烧厂或分选厂),往往需要经历1~7天的复杂的收集和运输过程。在生活垃圾收集与运输过程中,涉及收集工具和设备的选型、配置,运输路线和时间的优化和选择、人员安排等。如果把生活垃圾从产生地直接运输到处理厂,对于大城市是不可能的,在经济上也不划算。因此在大、中城市,往往需要建设人工规模不等的中转站。中转站的选址、设计、施工和运营等也有一系列的规则和管理办法。

随着社会的进步和人民生活水平的提高,生活垃圾收集与运输越来越受到政府和公众的关注,但存在的问题仍然较多。目前,我国除了6座城市自2000年确定为生活垃圾分类收集试点而启动此项工作外,总体而言,我国生活垃圾的处理仍为原始的混合收集、混合清运方式,整个系统设施陈旧、功能单一,不利于实现生活垃圾的减量化收集、资源化利用、无害化处置。主要体现在以下几方面。一是生活垃圾收集点多且分散,不适应生活垃圾收集集中化、运输大型化的要求。二是许多城市的生活垃圾达不到日产日清,收运方式落后,压缩运输的比例很低,一些中小城市还沿用拖拉机运垃圾,噪声和撒落问题严重。三是垃圾收集及清运环节卫生状况差,对市容环境影响较大。尤其是数量庞大的垃圾收集点(桶、箱)的气味、渗沥水、撒落垃圾的污染对周边居住环境、城市景观环境产生了广泛的影响。收集点、中转站及清运车辆存在着广泛的二次污染现象,而本身的外观状态及卫生状况也与城市景观环境的要求存有差距。四是卫生体制不适应。近百万人的庞大环卫行业从业人员基本上都是吃财政饭,多数城市环卫经费缺口较大,环卫设施欠账严重;现只有个别城市开始公司化运作,通过公司招标选择公司,实行有偿服务、财政补贴、处理费转移支付等方式融入市场机制,提高服务水平。

针对以上问题,本书对生活垃圾收集运输的方法、机具、线路、时间、中转站的设置以及垃圾收运管理体制的改革做了全面的论述,以促进我国生活垃圾收集运输和中转站建设的规范化以及管理体制现代化。

参加本书编写的有上海电力学院的王罗春(第一、二、三、四、五、六章)、上海环境卫生工程研究院的赵爱华(第二、三章)、同济大学的赵由才(第一、四、五章)。上海电力学院的闻人勤、张萍、刘莉、杨健老师和同济大学研究生李雄、袁玉玉在本书的编写过程中帮助查找了大量的文献资料,陈英为本书的输入及校对做了大量的工作,特在此一一致谢。

编著者

2006年1月

目 录

| | |
|--|-----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 生活垃圾收集与运输方法论 | 1 |
| 第二节 生活垃圾收集与运输经济学 | 11 |
| 第三节 中转站 | 20 |
| 第四节 垃圾收运模式的确定 | 39 |
| 第二章 生活垃圾收集机具 | 43 |
| 第一节 收集容器 | 43 |
| 第二节 垃圾箱房、垃圾收集站和垃圾收集管道 | 46 |
| 第三节 收集车和管道真空收集系统 | 49 |
| 第四节 生活垃圾收集过程中的卫生问题 | 53 |
| 第三章 生活垃圾运输机具 | 55 |
| 第一节 短途运输机具 | 55 |
| 第二节 长途运输机具 | 62 |
| 第三节 自动输送系统 | 66 |
| 第四节 运输方式的选择 | 68 |
| 第四章 生活垃圾收集与运输时间及线路 | 70 |
| 第一节 收集与运输时间 | 70 |
| 第二节 生活垃圾的收集与运输线路 | 75 |
| 第三节 中转站垃圾调运 | 80 |
| 第五章 垃圾中转站 | 84 |
| 第一节 垃圾中转站的作用 | 84 |
| 第二节 垃圾中转站的设置 | 84 |
| 第三节 垃圾中转站的规模 | 86 |
| 第四节 垃圾中转站的设计与施工 | 88 |
| 第五节 垃圾中转站的运营 | 107 |
| 第六章 生活垃圾收集与运输的管理 | 112 |
| 第一节 我国生活垃圾管理体制 | 112 |
| 第二节 我国生活垃圾管理体制的改革方向 | 113 |
| 第三节 生活垃圾管理体制改革的配套政策 | 126 |
| 第四节 新的生活垃圾管理体制中主管部门的职能 | 128 |
| 第五节 我国生活垃圾管理体制改革的现状 | 131 |
| 附录 | 133 |
| 附录一 《中华人民共和国建设部城市环境卫生设施设置标准》(CJJ 27—89) | 133 |
| 附录二 《中华人民共和国行业标准生活垃圾中转站设计规范》(CJJ 47—91) | 144 |
| 附录三 《上海市小型压缩式生活垃圾收集站设置标准》(DG/TJ 08—402—2000) | 148 |
| 附录四 城市环境卫生设施规划规范 (GB 50337—2003) | 152 |
| 附录五 生活垃圾管理办法 | 160 |
| 参考文献 | 162 |

第一章 绪 论

第一节 生活垃圾收集与运输方法论

垃圾的收集是指把各居民家的垃圾通过各种收集方式集装到垃圾收集车上的过程。居民生活垃圾收集过程是由环卫工人每天在一定时间内上门收集，经环卫收集小车送到垃圾中转站；或是居民将自家装有垃圾的垃圾袋投入指定地点，由环卫工人集中收集或直接送至指定的垃圾房（或中转站），再由环卫部门转运。垃圾袋由居民自备或由环卫部门无偿提供（或只收成本价）；也可由环卫部门无偿提供垃圾收集小容器，居民定时将收集小容器送到固定地点，换回另一空置小容器，轮换使用，再由垃圾车将盛满垃圾的小容器收集运走。

垃圾的运输是指收集车辆把收集到的垃圾运至终点、卸料和返回的全过程。垃圾的收集和运输是整个收运管理系统中最为复杂、耗资最大的操作过程，对整个垃圾的管理有重要的影响。垃圾收运效率和费用的高低主要取决于垃圾收集方法、收运车辆数量、装载量及机械化装卸程度、收运次数、时间、劳动定员和收运路线等。

一、生活垃圾收集方法

生活垃圾收集方法有多种：根据收集时垃圾的包装方式，可分为散装收集和袋装收集；根据收集时垃圾是否已分类，可分为混合收集和分类收集；根据收集过程中垃圾储存容器是否随垃圾一起运往中转站或处置场，可分为固定容器收集法和移动容器收集法；根据收集的场所，可分为上门收集和定点收集；根据收集的时间，可分为定时收集和随时收集。

一个城市究竟选择何种收集方法，一般应考虑下列因素：

- ① 生活垃圾的产生方式；
- ② 生活垃圾的种类；
- ③ 公共卫生设施和设备的完善程度；
- ④ 地方条件和建筑性质；
- ⑤ 处理处置方式；
- ⑥ 生活垃圾管理的目标要求等。

不同的生活垃圾收集方法在与相应的清运和处理方法相匹配的基础上，既可以单独使用，又可以组合使用。

1. 散装收集和袋装收集

居民生活垃圾实行袋装化工作已推广实施多年。居民在生活过程中，特别是在厨房中，产生的垃圾用各种袋子装起来的行为已非常普遍。目前，在许多城市已基本实现了居民生活垃圾全量袋装化。袋装收集克服了散装收集过程中的垃圾撒、漏、扬尘等严重的污染环境间题，使生活垃圾收集的环保状况有所改善。但这也给生活垃圾的处理带来了相应的问题。例如，由于塑料袋的降解周期长，影响到生活垃圾填埋作业效率，填埋场封场后复用周期长；在对垃圾进行分拣、综合利用时，需破袋取袋中垃圾，从而带来设备投资、运行费增加等问

题。因此，居民生活垃圾收集是否实施袋装化，应根据垃圾最终处理技术的要求，结合当地的具体条件来综合考虑。

2. 混合收集和分类收集

混合收集是指未经任何处理的各种居民生活垃圾混杂在一起的收集方式。这种方式的优点是简单易行、运行费用低。但是，由于收集过程中各种垃圾混杂在一起，降低了垃圾中有用物资的纯度和再利用价值，同时也增加了生活垃圾处理的难度。

分类收集是指按生活垃圾的组成成分进行分类的收集方式。这种方式可以提高回收物资的纯度和数量，减少需要处理的垃圾量，降低垃圾处理成本，简化处理工艺，有利于生活垃圾的资源化和减量化。目前，国内大城市一般根据垃圾的不同性质（可燃性或毒性）或为利于后续处理，将生活垃圾按有机物（厨余、果类等）、无机物（纸类、橡塑、竹木、布类、金属）及有害有毒物（玻璃、灯管、药品、电池等）分类。此方法既有利于废物资源回收利用，又可减轻生活垃圾后续处理的负担，并可按不同分类方法进行不同后续处理。例如，有机垃圾经预处理后可以焚烧或堆肥，无机垃圾可回收利用，有毒有害垃圾需专项处理或填埋。

分类收集是一个相当复杂、艰难的工作，要在有一定经济实力的前提下，依靠有效的宣传教育、立法及提供必要的垃圾分类收集的条件，积极鼓励城市居民主动将垃圾分类存放，仔细地组织分类收集工作，才能使垃圾分类收集的推广坚持发展下去。

发达国家的经验证明，实现生活垃圾全面分类收集需要居民的密切配合，同时必须与生活垃圾处理设施相配套，是一个需要数十年的时间才能逐步实现的系统工程。

在生活垃圾的分类收集过程中，要想取得居民的合作是要有一个过程的，从简单到复杂的分类方式、与分类收集相配套的垃圾处理设施的建成投入使用也需要时间，因此，垃圾分类收集应该分阶段实施。各阶段之间必须保持连续性，以避免因衔接不上而产生新的问题。我国垃圾分类收集的实施必须根据各地的具体情况，循序渐进，由点到面，由粗到细，逐步实施。

某一个城市是否实施分类收运，应遵循以下四项原则。

① 生活垃圾经分类收集后，可回收利用的量占整个垃圾产量的比例应高于一个下限值。这个比例下限，在各国、各地区、各城市都不相同。低于此值，分类回收将在技术经济上不可行。

② 目前可实际采用的再生资源利用技术是否可满足分类后资源回收和垃圾处理的需要，且经济上应有效益。

③ 市民对分类收集是支持的，或者通过宣传教育后会支持。如果市民暂时还不支持，不要强制推行。

④ 垃圾资源的市场化是否成熟，分类收集产生的回收资源若无加工和销售市场，最终还是要以废弃物的形式回到填埋场。

近年来，我国生活垃圾分类收集已提上议事日程，许多城市已开始了生活垃圾分类收集的试点工作，如北京、上海、广州、深圳等地。这些城市在垃圾分类收集试点过程中，综合分析了从垃圾分类收集到分类处理的系统配套问题，提出了不同垃圾的分类收集处理方案。

(1) 深圳市生活垃圾分类收集方案

拟将生活垃圾分为可回收垃圾、易燃垃圾、不易燃垃圾、有毒有害垃圾和大件垃圾等。在住宅楼下或垃圾收集点放置蓝、黄、灰三色垃圾容器，分别用于收集可回收垃圾、易燃垃

圾和不易燃垃圾。可回收垃圾由保洁员收购后进入现有废品回收系统，易燃垃圾运往垃圾焚烧厂焚烧发电，不易燃垃圾送往填埋场处理。在住宅小区进出口处或小区活动中心设置玻璃容器和有毒有害垃圾容器。玻璃容器用于收集回收价值较低、废品回收系统不愿收购的杂色玻璃。有毒有害垃圾容器用于收集有毒有害垃圾。大件垃圾由清洁工人上门收集并集中统一运往大件处理厂。

(2) 广州市生活垃圾分类收集方案

① 分类收集第一阶段：回收利用+填埋。

第一阶段拟将生活垃圾分为两类：一类是可回收利用的，包括纸、塑料、金属、玻璃、橡胶等；另一类是可填埋垃圾，包括厨余垃圾、花草、灰土等。可回收垃圾由垃圾车分类收集后运往分拣中心，经人工分选后交给物资回收部门销售；可填埋垃圾由现有收运系统运往垃圾填埋场。可回收垃圾每星期收集 1~2 次，可填埋垃圾每天收集。考虑到分拣中心工作的连续性，收运可回收垃圾的时间不能全市统一。

② 分类收集第二阶段：“回收利用+焚烧”或“回收利用+高温堆肥”。

当广州市建成焚烧厂或垃圾堆肥厂后，生活垃圾分类收集将进入第二阶段。此阶段拟将生活垃圾分类收集分为两类：一类是垃圾焚烧厂服务区；另一类是垃圾堆肥厂服务区。

垃圾焚烧厂服务区内拟将垃圾分为两类：一类是可燃垃圾，包括纸、织物、厨余、草木、塑料等；另一类是可回收利用的不燃垃圾，包括玻璃、金属等。可燃垃圾每天收集，运往垃圾焚烧厂发电；可回收垃圾每星期收集 1~2 次运往分拣中心。

垃圾堆肥厂服务区内将垃圾分为可堆肥垃圾、可回收垃圾和其余垃圾三类。可堆肥垃圾运往垃圾堆肥厂；可回收垃圾运往资源化中心；其余垃圾运往填埋场。

③ 分类收集第三阶段：回收利用+焚烧发电+高温堆肥+卫生填埋。

居民在家中将垃圾分为可燃垃圾（纸、塑料、草木）、可堆肥垃圾（有机易腐物）、可回收垃圾（金属、玻璃、未被污染的纸张、书报、包装容器）和有害垃圾（油漆、药品、电池、灯管）四类。

可燃垃圾运往资源化电厂焚烧；可堆肥垃圾运往堆肥厂制肥；可回收垃圾运往资源化中心分拣回收；有害垃圾运往有害垃圾填埋场填埋。对于居民家中的大件垃圾，则可采用电话预约，环卫工人上门收集，运往资源化中心分解回收。

3. 固定容器收集法和移动容器收集法

固定容器收集法是指用垃圾车到各容器集装点装载垃圾，容器倒空后再放回原地，收集车装满后运往中转站或处置场。其特点是：垃圾储存容器始终固定停留在原处不动。固定容器收集法的操作过程如图 1-1 所示。

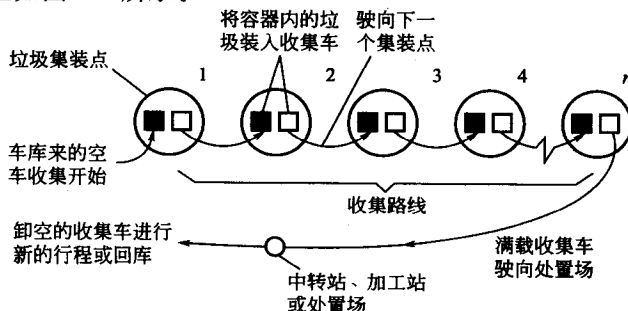


图 1-1 固定容器收集法的操作过程

移动容器收集法是指将某集装点装满的垃圾连同容器一起运往中转站或处置场，卸空后再将空容器送回原处，然后，收集车再到另一个容器集装点重复上述操作过程（见图 1-2）。当然，也可将卸空的容器送到下一个集装点，而不是送回原处，同时把该集装点装满垃圾的容器运走，这种收集法也称改进移动容器收集法（见图 1-3）。

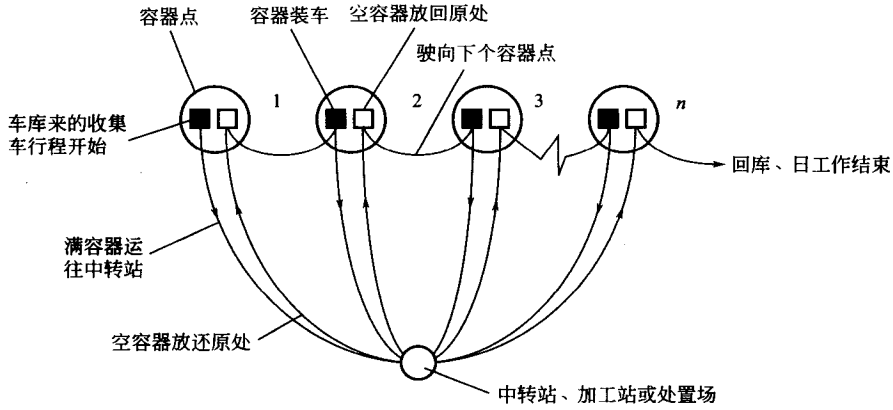


图 1-2 移动容器收集法的操作过程

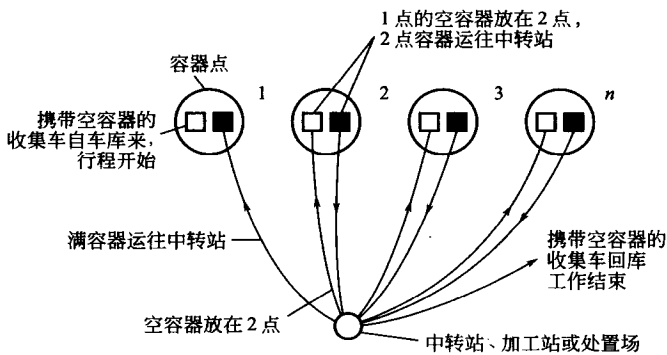


图 1-3 改进移动容器收集法的操作过程

4. 上门收集和定点收集

(1) 上门收集

上门收集是指由物业公司的环卫专业队伍、街道卫生保洁队的保洁员，或环卫部门委托的清洁服务公司的保洁员，定时上门收集街道居民、单位住户、沿街门店及零星摊档的生活垃圾，然后送往附近的垃圾房，由环卫专业队伍转运到垃圾中转站或垃圾处理厂的生活垃圾收集方式。上门收集垃圾的服务单位，对垃圾产生者按规定收取一定的服务费。这种生活垃圾收集方式，采取直接上门服务的形式，不需设置垃圾收集点，这样，既可避免因设置垃圾收集点容易造成污染环境，又减少了建设垃圾收集点的投资。且方便居民和住户，使垃圾收运管理一步到位并易于管理。

(2) 定点收集

生活垃圾定点收集是指在居民住宅区、城市商贸和金融中心地带按一定的比例和要求设置垃圾收集设施，由居民和住户定时投放生活垃圾至垃圾收集设施中，然后由垃圾机动运输车定时送往附近的垃圾中转站或直接送到垃圾处理厂的收集方式。根据垃圾收集设施的种

类，定点收集又可分为垃圾桶收集、集装箱收集、垃圾房收集和管道收集。

对于居民住宅区，一般可建垃圾房，垃圾房设有门，平时关门，居民投放垃圾时门开启。垃圾房投资少，但门的开闭和居民投放难于管理，也难以解决拾荒者翻倒垃圾污染环境的问题。

对于土地资源十分昂贵的城市商贸、金融中心地带，一般仅设置垃圾桶或集装箱，而不建垃圾房。

管道收集是指应用于多层或高层建筑中的垃圾排放管道收集生活垃圾。居民将产生的生活垃圾由通道口倾入后集中在垃圾道底部的存储间内，由清洁工人掏运堆至中转站，再由垃圾车清运出去。

5. 定时收集和随时收集

定时收集是一种以垃圾定时收集为基本特征的垃圾收集方式。保洁人员在指定时间上门收集垃圾（放置在垃圾桶内），垃圾收集车定时收集暂储点的垃圾运往垃圾处理厂或垃圾中转站，都属于定时收集。

随时收集方式，即居民住宅楼下的垃圾桶、商贸和金融中心地带的垃圾桶或集装箱、街道边的垃圾桶等垃圾容器随时可用，公众随时可向垃圾容器内投放垃圾。

二、生活垃圾运输方法

根据有无中转设施，生活垃圾运输方法可分为直接运输与中转运输。直接运输法中，垃圾收集车即为运输车，各储存点的垃圾集装到垃圾收集车上后直接运至垃圾处理利用设施或处置场。中转运输是指利用中转站，将从各分散收集点较小的收集车清运来的垃圾转装到大型运输工具，并将其远距离运输至垃圾处理利用设施或处置场的运输方法。

运输距离的长短是决定采用何种运输方法的主要依据。如果垃圾收集的地点距处理地点不远，用垃圾收集车直接运送垃圾是最常用且较经济的方法。只有在垃圾的运输距离较远时，才有采用中转运输的必要。采用中转运输的主要目的是为了节约垃圾的运输费用。这是因为长距离运输时，大吨位运输工具的运行费用比小吨位的要低；此外，垃圾在中转站经压缩等处理后，容积密度明显提高，从而可大大提高载运工具的装载效率，有利于降低垃圾运输的总费用。一般来说，当垃圾运输距离超过 20km 时，应设置大、中型中转站，运输距离越长，采用中转运输越合算。因此，小型生活垃圾运输一般采用直接运输，大、中型生活垃圾运输多采用中转运输。

三、生活垃圾收运方案

生活垃圾收运方案是指收运前半过程收集方式的选择与后半过程运输车辆的配套、人员安排以及垃圾房（中转站）布局等多方面的整合行动。收运方案决定了整个收运系统的管理，也决定了整个收运系统效率高低。

1. 国内生活垃圾收运方式

国内对生活垃圾收集方式都以方便居民为主要目的，设置的垃圾收集设施或应用的工具都是居民进出住宅或在其经常活动范围内必须经过的道路附近，以便其将垃圾随时方便地投入垃圾收集容器内。目前，国内绝大多数城市仍采用混合收集方式收集生活垃圾。居民将各种垃圾混合装入袋中后送到垃圾收集点的垃圾桶内，由环卫清运部门用垃圾收集车定时运走。

(1) 垃圾管道收运方式

图 1-4 所示为具有代表性的重力式垃圾管道收运方式作业流程。生活垃圾由居民从设置在每层楼内的垃圾倾倒口投入垃圾管道内，垃圾依靠自重下落到垃圾管道底部，由工人装上垃圾收集车，送往垃圾处理厂或垃圾中转站。

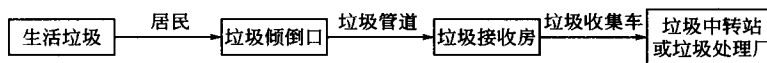


图 1-4 重力式垃圾管道收运方式作业流程

垃圾管道是我国广泛采用的高层及多层住宅垃圾收集设施。清运垃圾时，清洁工人将垃圾出口闸门打开后，垃圾直接进入垃圾收集车内。在这种垃圾收集过程中，轻质物和灰尘四处飘扬，由于没有垃圾渗沥水收集导排系统，垃圾道出口附近污水聚集，天热时臭气扩散，容易成为蚊蝇滋生地和虫鼠的藏身地。

垃圾管道收集方式适用于北方寒冷地区，由于高层住宅区和多层住宅区的垂直垃圾管道具有良好的自然抽风效果，不需设置专门的机械通风系统。

由于垃圾收集过程中的二次污染问题严重，近年来，兴建的住宅楼大都取消了垃圾管道，采用其他垃圾收集方式。

(2) 固定式垃圾箱收运方式

固定式垃圾箱收运方式是一种以固定式水泥垃圾箱和箱内垃圾定时收集为基本特征的非密闭化垃圾收运方式。如图 1-5 所示，生活垃圾袋装后由居民送入水泥垃圾箱，在指定时间内由垃圾车将箱内垃圾清运送往垃圾处理厂或垃圾中转站。

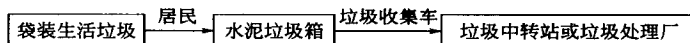


图 1-5 固定式垃圾箱收运方式作业流程

早期建成的水泥垃圾箱常是无顶的简易垃圾箱，刮风时，塑料、废纸等轻质物四处飘散，下雨时垃圾受到雨水浸泡，渗沥水四溢。简易垃圾箱的管理困难，影响四周环境卫生，雨季时，垃圾含水率过高，给垃圾的运输处理带来困难。

近年来，许多城市将固定式垃圾箱加上顶棚，改造成封闭式水泥垃圾箱，解决了垃圾受水浸泡的问题，但给垃圾清运人员作业带来困难。目前，固定式水泥垃圾箱收运方式正逐渐被淘汰。

(3) 定时垃圾收运方式

定时垃圾收运方式是一种以垃圾定时收运为基本特征的垃圾收运方式。如图 1-6 所示，生活垃圾装袋后由居民送入放置于住宅楼下的垃圾桶内，或者保洁人员在指定时间上门收集垃圾（放置在垃圾桶内）送到垃圾收集站（或称为清洁站、清洁楼），然后定时由垃圾收集车收集后运往垃圾处理厂或垃圾中转站。

这种方式主要存在于早期建成的住宅区。其特点是取消了固定式垃圾箱，在一定程度上消除了垃圾收集过程中的二次污染。但由于垃圾必须在指定时间收集并装入垃圾收集车内，

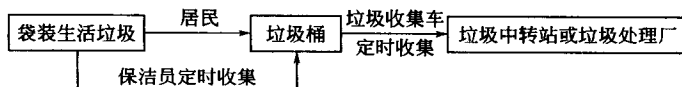


图 1-6 定时垃圾收运方式作业流程

在实际操作过程中，常出现垃圾排队等待装车的现象。

(4) 垃圾箱房收运方式

垃圾箱房收运方式是一种非密闭化垃圾收运方式。如图 1-7 所示，生活垃圾袋装后由居民送入放置于住宅楼下或进出道路两侧的垃圾箱房的垃圾桶内，垃圾桶有圆形的或方形的，底部有轮子。用垃圾收集车来收集桶内的垃圾，然后运往垃圾处理厂或垃圾中转站。

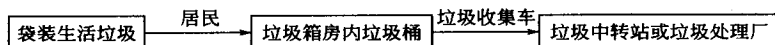


图 1-7 垃圾箱房收运方式作业流程

这种方式各地均有。由于垃圾一般会散掉在垃圾箱房内垃圾桶外，时间稍长就会滋生蚊蝇，产生臭气。

(5) 小型压缩式生活垃圾收集站收运方式

最近几年，在一些大城市的部分居住小区或商业网点建造了一些小型压缩式生活垃圾收集站。在压缩式收集站内安装有压缩机，将居民处收集来的垃圾由压缩机装到集装箱内，再由车箱可卸式垃圾车将集装箱直接拉走。它的最大优点就是能提高集装箱内的装载量，并能减少垃圾收集点的数目。图 1-8 所示为小型压缩式生活垃圾收集站收运方式的作业流程。

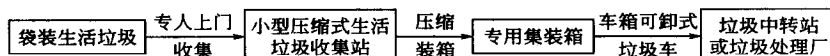


图 1-8 小型压缩式生活垃圾收集站收运方式的作业流程

小型压缩式生活垃圾收集站主要分布在新建的住宅小区和成片改造的旧城居住区。收集站的建设和运行，对解决居民生活垃圾收集点相对集中，减少污染点，提高垃圾收运效率，实现运输集中化，改善居住区的环境质量是一种有效的改革措施，正在逐步推广。由于收集站是建设在居住小区内的，需要一定的用地面积和交通条件。因此，必须规划好收集站的设点、选址工作，其建筑应与周围环境相协调；收集站内的设备配置应与其服务范围内的垃圾量相适应；落实垃圾在收集站内集中压缩装箱时的环保措施。

上海市于 2000 年 6 月 1 日颁布并正式实施了《小型压缩式生活垃圾收集站设置标准》(DG/T J08-402—2000)，标准规定了收集站的设置、选址和规模、设备和设施、建筑和环境。

标准明确指出，凡新建、扩建的居住区或旧城改建的居住区，应建造收集站作为收集生活垃圾的设施；旧城居住区有条件时，也应建造收集站作为收集生活垃圾的设施。居住小区内的垃圾日产量超过 4000kg 时，应设置收集站；居住小区内的垃圾日产量小于 4000kg 时，应与相邻居住小区联合设置收集站。每座收集站的服务半径为 0.5~0.8km。

收集站的选址应满足以下几点。

- ① 收集站的选址应考虑居住区的景观和有利于保护环境。
- ② 收集站应单独设置。收集站建筑外墙与相邻建筑物的间距应大于 5.0m，并宜设置绿化隔离带。
- ③ 收集站的位置应选在服务区域内方便环卫车辆作业和垃圾收集车作业安全的地方。
- ④ 收集站宜设置在市政设施较完善的地方。

收集站的规模应根据服务区域内的生活垃圾产量确定。生活垃圾产量应根据服务区域内的生活垃圾高产月份平均日产量的实际数据来确定。无实际数据时，可按下式计算。

$$Q = \delta n q \alpha$$

式中 Q ——收集站的处理规模, kg/d;
 n ——服务区域内的人口数;
 q ——生活垃圾人年均日产量, kg/(人·d), 取值 0.60~0.65kg/(人·d);
 δ ——垃圾产量变化系数, 指垃圾高产月份的日均产量与年均日产量之比, 取 1.13~1.15;
 α ——垃圾产量增长系数, 取值 1.2~1.5。

收集站的建筑面积应按表 1-1 根据服务区域内的生活垃圾日产量确定。站前垃圾运输车运行、停车作业区长度包括道路长度在内不小于 14m, 不包括道路长度时应不小于 7m。垃圾运输车通往收集站建筑物的倒车距离不大于 30m。

表 1-1 收集站建筑面积确定

| 垃圾日产量/kg | 建筑面积/m ² | 备 注 |
|----------|---------------------|-------------------------------------|
| ≤4000 | ≥80 | 用于放置垃圾分类收集容器的面积不小于 25m ² |
| >4000 | ≥130 | 用于放置垃圾分类收集容器的面积不小于 40m ² |

收集站内配置的主要设备包括卧式垃圾压缩机(以下简称压缩机)、专用垃圾箱、垃圾收集小车和移位设备等。垃圾箱内额定装载垃圾量为 4000kg, 垃圾箱与压缩机的定位、接合应正确可靠。当垃圾箱与压缩机分离时, 不应有垃圾从垃圾箱与压缩机接口处散落到地面上。压缩推头工作表面工作压强不小于 1.1kg/cm², 压缩推头工作表面积不小于 8000cm²。收集站内配置一机多箱时, 应有移位设备。

收集站内配置设备数量应按表 1-2 根据其服务区域内垃圾日产量确定。

表 1-2 收集站内设备配置

| 垃圾日产量/kg | 设备配置 | | |
|----------|-------|-------|--------|
| | 压缩机/台 | 垃圾箱/只 | 移位设备/套 |
| ≤4000 | 1 | 1 | — |
| >4000 | 1 | 2 | 1 |

收集站内应设置垃圾渗沥水的集流设施。收集后, 集中处理后排入城市污水管网。

2. 国外生活垃圾收运方式

由于发达国家的生活水平高, 垃圾中的可回收废物多, 因此普遍采用分类收集方法。

(1) 定时收运

垃圾产生者与收运者约定每周收运次数、收运时间, 垃圾收运者定时出动收集车进行收集。一般是收集生活垃圾和废瓶、废罐等可回收利用垃圾。这种收集方式在日本、美国等国家中的许多城市被广泛采用。在某些发达国家, 收运的垃圾中不包含厨余垃圾。此时, 在居民家中大多备有物料破碎机, 可将果皮、厨余等有机垃圾破碎后冲入下水道, 从而避免含水量大的有机垃圾在收集运输处置过程中腐烂发臭。

(2) 申报收运

此收运方式适用于大件垃圾(包括废旧家用电器、家具等)收集, 一般采用电话申报制度。在日本横滨, 大件垃圾收集采用此种方式, 居民每周申报 1 次, 同一地区每两周收集 1 次。

(3) “双十”收运系统

此系统为在一辆拖车上放置 20 个垃圾桶，这 20 个垃圾桶分 2 层，每层 10 个，每个垃圾桶上都贴有所投放垃圾名称的标签，第 1 层的 10 个垃圾桶装满后，液压系统可以将这 10 个垃圾桶升起，又有 10 个空桶，这就是“双十”系统名称的由来。20 个垃圾桶都装满后，由牵引车将拖车拖到转运点，在转运点将满桶装上卡车后，运往中转站。整个过程垃圾都不需要重新装卸，并且能很好地满足分类收集。该系统在荷兰被采用（见图 1-9）。

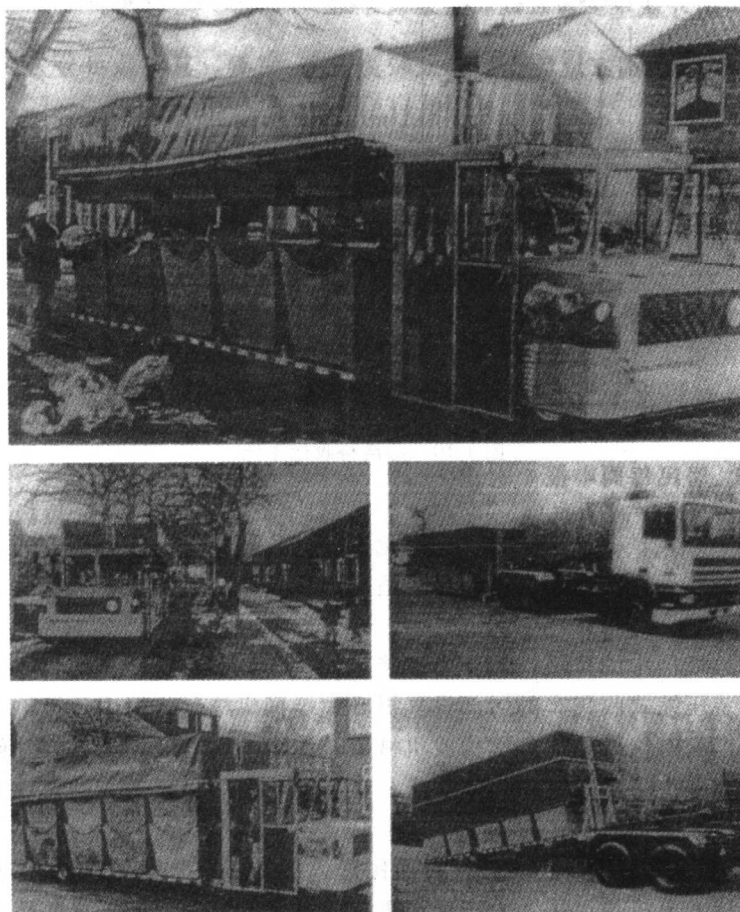


图 1-9 “双十”收运系统

(4) 墨洛科收运系统

此系统是将垃圾桶的大部分埋在地下，在地面上只露出 1/3。垃圾由桶上盖的投入口投入，靠垃圾本身的重力将垃圾压紧，不需要任何动力。它的密封性很好，可以防止臭气和渗沥水泄漏。在垃圾桶内放有垃圾袋，垃圾盛于袋内。垃圾袋的底部可以打开，这样垃圾在装车时，只要打开桶的上盖，用吊车将垃圾袋吊起，使垃圾袋底部对准垃圾收集车，打开底部，垃圾靠重力自动散落，完成垃圾装车。在同一地点放置几个这样的垃圾桶，就可以进行分类收集。该系统在芬兰被采用（见图 1-10）。

3. 我国生活垃圾收集方式的发展趋势

垃圾箱房和垃圾收集站将是垃圾收集系统的基本设施，垃圾收集运输方式将随着垃圾箱房和垃圾收集站的建设、推广、完善而变化。

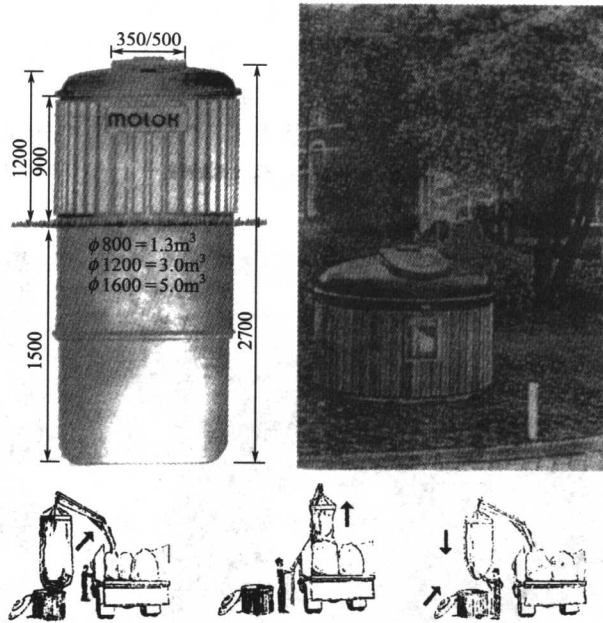


图 1-10 墨洛科收运系统

(1) 垃圾箱房的收运方式

垃圾箱房收集方式是一种袋装化、密闭化、容器化和不定时的收集方式。这种收集方式要求居民将垃圾袋装后直接送至垃圾箱房，适用于垃圾箱房设置在住宅楼外、居民进出通道附近的情况。

垃圾箱房内垃圾桶中的垃圾，主要由后装压缩式收集车和自装自卸式（侧装）垃圾收集车收集。部分后装压缩式收集车的后部设置提升垃圾桶机构，将桶内垃圾倒入收集车的料斗内。侧装式收集车配有门架式提升机构或机械手，能自动将垃圾桶提升，并倒入车箱。

这种收集方式减少了环卫工人的作业量，且有利于今后将要进行的垃圾分类收集工作。

(2) 集装箱垃圾收集站收运方式

如图 1-11 所示，生活垃圾袋装后，由居民送入放置于住宅楼下或进出通道两侧的指定地点或容器，保洁人员将垃圾用人力车送至集装箱垃圾收集站，装入集装箱内，然后由垃圾收集车运往垃圾中转站或垃圾处理厂。

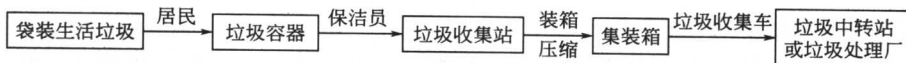


图 1-11 集装箱垃圾收集站收运方式流程

集装箱垃圾收集站收运方式是一种袋装化、密闭化、容器化和不定时的收运系统。这种收运系统的优点是方便居民投放垃圾，适用于采用集装箱收运生活垃圾的情况。当垃圾装入集装箱，用压缩机压缩时，则可提高集装箱内垃圾装载量，提高垃圾运输的经济性。

垃圾收集站内配置的和直接放在居民区的垃圾集装箱，由车箱可卸式垃圾车收集，该垃圾车的吊钩能直接将集装箱拉上车架，并锁定。

(3) 气力抽吸式垃圾管道收运系统

气力抽吸式垃圾管道收运系统技术先进，但所需投资大，运行成本高。以配置 292 个通

道阀、可收集 3900 户住宅垃圾的大型垃圾管道气力输送系统为例，其建设总投资为 1000 万元左右，运行成本在 110 万元左右。图 1-12 所示即为气力抽吸式垃圾管道收集方式流程。

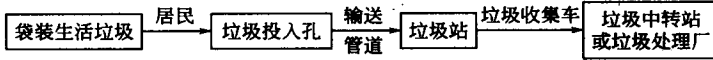


图 1-12 气力抽吸式垃圾管道收运方式流程

这是一种以真空涡轮机和垃圾输送管道为基本设备的密闭化垃圾收集系统。此系统的主要组成部分包括倾倒垃圾的管道、垃圾投入孔通道阀、垃圾输送管道、机械中心和垃圾站。

近年来，气力抽吸式垃圾管道收集系统在技术上发展很快，不仅制造成本和操作成本下降，而且系统的使用性能逐步提高。生活垃圾的成分复杂，有轻质物如塑料、纸张和重质物如金属、玻璃和石块，且生活垃圾的含水率和含尘率波动范围大。这些问题通过采取物流控制、高速输送、增大管径等技术措施后均得到了解决。若在通道阀前增加垃圾破碎装置，当过大粒径垃圾通过时，破碎装置会自动开启将其破碎。采用破碎装置后，垃圾输送管道的直径可从 600mm 缩小 1/3 左右。

此系统可作为我国现代化高楼大厦垃圾收集方式的发展方向。

4. 我国生活垃圾收运方式的改进方向

根据目前我国生活垃圾收运方式现状和发展趋势，应对国内各城市的生活垃圾收运方式在以下方面进行改进。

① 完善和提倡上门收集垃圾方式。

② 改进垃圾收集容器（桶、箱）：敞口的街道居民垃圾收集容器（桶、箱）应取消；若城市无法采用其他方式及时解决垃圾收集时，应建造垃圾房将垃圾桶（箱）置于垃圾房内并改为封闭式。

③ 保留、完善机动车设点定时收运方式，并实施封闭式操作，条件许可时，改为压缩车收运。

④ 逐步取消露天固定式水泥垃圾箱收集方式，改用垃圾房定时收集，并实施封闭式操作，用后冲洗。

⑤ 完善并提倡小型压缩站收集方式。

⑥ 收集点远离城区的处置场时，需在垃圾收集点（房）与最终处置场之间建造垃圾中转站，垃圾经压缩后中转运输至垃圾处置场。

第二节 生活垃圾收集与运输经济学

生活垃圾的收集与运输方式可分为三种：

- ① 移动容器式收集运输；
- ② 固定容器式收集运输；
- ③ 设置中转站转运收集运输。

三种运输方式的费用方程可分别表示为

$$C_1 = a_1 S + b_1 \quad (1)$$

$$C_2 = a_2 S + b_2 \quad (2)$$

$$C_3 = a_3 S + b_3 \quad (3)$$