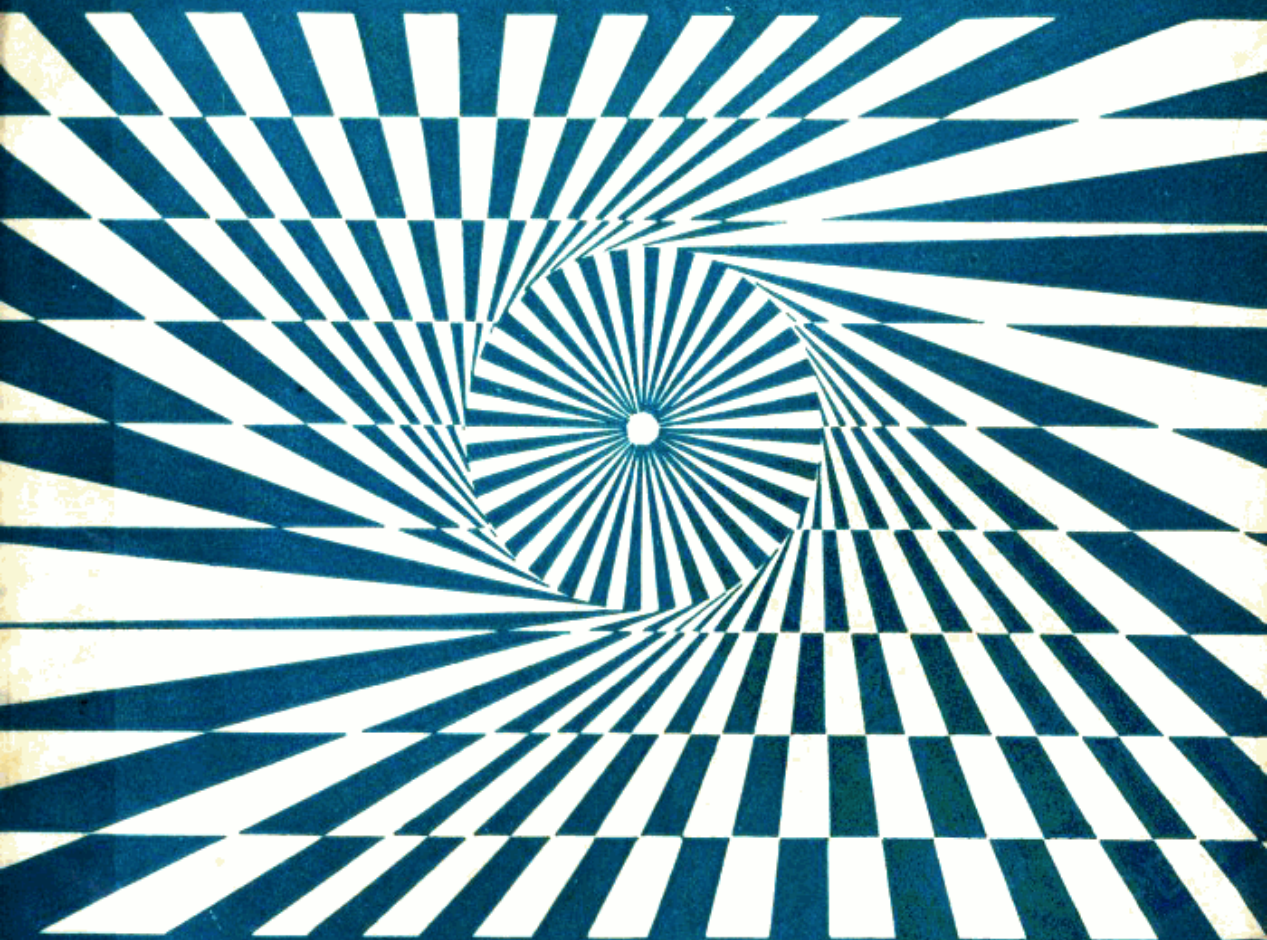


880013

# 全国城市垃圾调查资料汇编



中央爱国卫生运动委员会组织计划处  
城乡建设部城建局市容环卫处 主编  
全国城市环境卫生科技情报网中心站

# 编 者 的 话

近几年来,我国城市垃圾问题异常尖锐突出,已经成为影响城市居民生活和劳动环境的重要因素。制定适合国情的城市垃圾综合治理对策,选择适用处理工艺,加速实现城市垃圾的减量化、资源化、无害化治理方针,是我国各城市面临的紧迫课题。

城市垃圾特性研究是垃圾综合治理体系的重要组成部分,也是实现综合治理目标的基础。准确把握城市垃圾的物理化学特性,对制定治理对策,选择处理工艺,配备专用设施、设备等具有重要作用。

我国城市垃圾特性研究起步较晚,尚未形成统一的垃圾取样、分析、化验和统计规范。但是,从1976年开始,我国许多城市陆续开展城市垃圾特性研究,积累了大量数据,编写了一批具有较高学术价值的调查报告。为了交流情报,促进我国城市垃圾特性研究的健康发展,中央爱国卫生运动委员会办公室组织计划处,城乡建设部城建司市容环卫处,全国城市环境卫生科技情报中心站联合编辑了《全国城市垃圾调查资料汇编》,本资料汇编了全国几十个城市的垃圾调查报告和有关专题论文,是从事城市垃圾管理和研究的工作人员和相关行业的有关人员不可多得的参考文献。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏不足之处,敬请读者批评指正。

1988年4月于北京

# 城市垃圾特性分析

李亚林

## 前言

城市，这个特殊的人工生态系统的形成，使人类的文明进入了一个更高级的阶段，同时也给人类带来了一系列的问题，尤其是近代城市的发展，使人类环境迅速恶化，使城市环境成为影响城市居民生活和劳动环境的重要因素。环境污染主要是废气、废水、废渣造成的，而城市垃圾是城市环境四大公害的重要组成部分。

我们通常讲的城市垃圾系指人们在日常生活中（非生产性的条件下）所产生的废物、废液。城市垃圾的综合治理和综合利用是当前急需解决的课题，而垃圾特性研究是解决垃圾问题的基础。本文就城市垃圾特性研究进行系统分析，以求与同行交流探讨。

目前，世界上已有许多国家建立了较完善的垃圾处理系统，尤其是一些发达国家，把垃圾处理与能源再生结合起来，开辟了一条新路。在大城市，甚至中小城市中建设各种垃圾处理厂及相应的管理设施，垃圾分析被广泛地应用于处理厂的评价与管理。分析的范围包括从垃圾的产生、收集、运输、堆放及处理。取样与分析都制定了专门的标准规范、使用专门的设备、如取样钻探机，计算机辅助仪器等。

在国内，垃圾问题一直未予以充分重视。近年来，由于城市的迅速扩展及科学技术的进步，垃圾问题引起了各方面的关注。各大城市相继开始了对垃圾处理的研究工作，而垃圾处理的基础工作就是垃圾特性研究，其重点一般为新鲜垃圾。

垃圾分析的目的是为了掌握垃圾的特性，从而根据不同的特性选择不同的处理工艺。由于各国的垃圾成分有较大的差别，因此垃圾特性的描述方法也有较大差异，如美国、西德、日本等发达国家，其垃圾中的可燃成分含量高，因此垃圾的焚烧比较普遍，他们对垃圾特点的描述，侧重于垃圾的可燃性。而印度、泰国等国家垃圾中易腐物、灰份含量较高，所以一般多从有机物含量上来描述。

下面是现行的、一些表示垃圾特征方面的常用方法，我们应根据各地区的实际情况，选取适合本地区特点的方法。

## 垃圾特性分析方法和发展

### 1. 组分法

即以一定量的垃圾中，物品固有名称作为单位，计算出每个单位在总量中的比例，从而根据各类的比例大小，来衡量垃圾的质量。此方法是能否进行资源回收及综合利用的重要依据，是表示垃圾质量的最常用也是最有效的方法之一。

通常垃圾中的物品有：

表1

北京市垃圾分类方法

划分标准	种类	特点描述	来源	
产 生	居民垃圾	平房	大量的蔬菜、食品废物、炉灰、少量的纸、塑料袋。	
		高楼	主要成分为食品废物、少量的纸、塑料袋、玻璃瓶、罐头盒。	
		公寓	含大量的纸类、食品、塑料包装、花木、玻璃瓶、罐头盒、织物。	
		街道	街道清扫物，如灰土、纸、树叶、草。	
	商业垃圾	商场	含有大量的包装纸、纸板、扫地木屑、塑料盒（袋）、食品、竹筐、草筐、草袋、织物	各种商品 加工区、 贸易区、 医疗区、 交通枢纽
		饭店	含有大量的报纸、包装纸、食品、玻璃瓶、塑料袋（瓶）、织物。	
		机关	食堂废物、办公室扫集物、文件纸、烟头、花木、玻璃瓶、塑料袋。	
		公园	花木：草地废物、灰土、罐头盒、纸盒、食品、玻璃瓶、塑料袋。	
		医院	含大量的废纸、食品、棉花、纱布、玻璃瓶、花木、废物。	
		机场	含大量的纸袋、塑料袋、塑料餐具、手巾、食品、罐头盒。	
		火车站	含大量的扫地木屑、包装纸、食品、塑料袋。	
	事业垃圾	办公楼	各种印刷材料、文件、复印件、油印纸、复写纸、少量的塑料袋、花草、食品。	各种事务所 研究所 学院
		学院	含有各种纸张、灰土、花木废物、玻璃瓶皿、灯管、灯泡及其它实验用品。	
	工业垃圾	工地	建筑施工中产生的垃圾：砖瓦、灰土、石子、砂子、水泥块、废木料、金属架等。	施工现场、 生产车间
		车间	由被加工物决定它的种类、一般为金属、塑料。	

表2

北京市垃圾分类方法

划分标准	种类	特点描述	来源
危害性	普通垃圾	人们在日常活动时产生的一般性废物	城市的各种生活区域
	危险垃圾	含有重金属、有毒化合物、致病菌、放射物的废物	科研单位、试验厂及医疗单位
处理性	回收垃圾(废品)	含大量可回收利用的废旧物资	公寓区、事业区、商业区
	焚烧垃圾	含大量的可燃物	公寓区、事业区、商业区
	堆肥垃圾	含大量的有机物	居民区、垃圾场
	填埋垃圾	一切废弃物及处理后的最终产物都可做为填埋垃圾	城市的各种区域及垃圾处理场
表现性	一般垃圾	垃圾容重在 $0.15 \sim 0.30 \text{ t/m}^3$	商业活动区
	良质垃圾	垃圾容重 $< 0.15 \text{ t/m}^3$	公寓、饭店、及事业区
	劣质垃圾	垃圾容重 $> 0.30 \text{ t/m}^3$	居民住宅、单位食堂、施工工地

## ① 杂品类:

金属: 罐头盒、废电池、各种金属制品等。  
 玻璃: 玻璃片、玻璃瓶等。  
 塑胶: 塑料袋、塑料容器、胶皮制品等。  
 织物: 棉丝、服饰类等。  
 草木: 花草、落叶、枯枝、草制品等。  
 纸类: 纸板、书籍、报纸、碎纸等。  
 砖瓦: 陶瓷、瓦、砖、石等。

## ② 厨介类:

粮食: 馒头、面包等。  
 蔬菜: 各种蔬菜及不可食部分。  
 肉类: 骨壳、肉皮等。  
 水果: 各种水果及不可食部分。

表3

美国焚烧炉研究所制订的垃圾种类

类别	描述
0.	trash. 高度可燃物的混合物, 如纸、纸板、木箱及产生于商业或工业活动中的可燃的地板清扫物, 这种混合物中包括重量比在10%以上的塑料、包装纸、薄纸板, 处理后的瓦楞纸板、油布及塑料、橡胶碎屑。
1.	Rubbish. 可燃废物的混合物, 如纸、纸板、纸箱、木屑、来自生活、商业和工业场所的叶子和地板清扫物, 这种混合物大约包括重量比在20%以上的饭店或咖啡厅废物, 而且含有少量或未处理过的纸塑料或橡胶废物。
2.	Refuse. 从重量上说含几乎相等的0类和1类的混合物, 这种类型废物普遍来自公寓和居民区, 含水量达50%以上。
3.	Garbage. 来自饭馆、咖啡厅、旅馆、医院、市场的动植物废物。
4.	Human and animal remains. 含有尸体组织及来自医院、实验室、屠宰场、畜栏及类似的场所的固体有机废物, 含水率高达85%以上。
5.	BY—Product waste. 来自工业生产的气体、液体如沥青、油漆、溶剂、污泥、烟等。
6.	Solid by—product waste. 来自工业生产, 如橡胶、塑料、木材废物等。

### ③灰土类:

炉灰: 各种民用炉所产生的炉灰。

扫集物: 土及各种杂品的碎片。

## 2. 容重法

### ①垃圾自然容重:

将垃圾自然堆积成圆锥体, 求其体积称其重, 这样求出的垃圾容重即为垃圾自然容重。

表4

美国公共工程协会调查的垃圾种类含量及来源

种 类	含 量	来 源	
厨 房 垃 圾	食品废物、市场垃圾	家庭、研究单位 商业中心	
一 般 垃 圾	可燃物 纸、纸板、纸箱、木头、盒子、刨花、塑料、破布、织物、床上用品、皮、橡胶 不可燃物 金属、罐头盒、金属箱、土、石头、砖、陶瓷、瓦制品、玻璃瓶及其它矿物垃圾		
灰	燃烧剩余物		
大 块 垃 圾	汽车零件、轮胎、器具、树干		
固 体 废 物	街道垃圾 死 动 物 废弃汽车 建筑垃圾 工业垃圾	街道废弃物、叶子   木料、屋顶材料、橡胶 从工业制造运行中产生的垃圾	街道、胡同、空地   工厂、发电厂
	特 殊 废 物	有害废物、病理废物、可燃物、无线电材料、保安废物、谈判记录	家庭、医院、研究所、商店、工业
畜牧、农业废物	粪便、植物秸秆	农场、饲养厂	
污水处理沉渣	筛上物	污水处理厂 化粪池	

## ②垃圾标准容器容重

将垃圾填满具有标准体积的容器，求出的容重即为垃圾标准容器容重。

### ③垃圾车容重（实际是车内垃圾容重）

在垃圾运输的过程中，测定垃圾在车箱内的容重即为垃圾车容重。

垃圾的容重也是垃圾质量的一种重要表示方法，它的特点是能直观地表示垃圾的质量，另外，垃圾容重也是计算垃圾清运量及设计有关车辆的重要参数。

## 3. 三成份法

即测定出垃圾中的水份、灰份和可燃份，用这三种成份含量来表示垃圾质量的方法，称为三成份法，此法一般只用于垃圾焚烧性能的分析。

## 4. 元素法

利用化学分析的手段测出垃圾中的C、H、O、N、P、K、S、Cl等元素含量。通常将此法用于堆肥研究及作为实际工艺的指导参数。

## 5. 热值法

利用量热计求出垃圾中的低位发热量、高位发热量，把它们做为垃圾质量的一种表示方法，能准确的反映出垃圾在热能方面的实际可利用性，因此热值是垃圾焚烧工艺的首要参数。

对于垃圾数量上的分析，就是要说明一个城市或某些地区每日、月、年所产生的垃圾重量，分别以吨/日、吨/月、吨/年为单位。

原则上，在日产日清的情况下，一定时间内（日、月、年）清运的垃圾量与所服务范围的垃圾产生量相同，因此，垃圾产生量的测定就是对垃圾清运量的测定。

在这里有两个问题必须注意，第一，“清运量的概念，各个车辆单位所提供的清运量是“理论清运量”，即垃圾车的理论载重量，而非垃圾车的实际载重量，我们所需要的实际清运量可通过下式求得：

$$\text{实际清运量} = \sum_{\text{车种}} (\text{运次} \times \text{车内容积} \times \text{车容重})$$

第二“产生量”的概念、垃圾从产生到清运，至少要被人工分拣三次以上，第一次是在产生地点如家庭、一些可卖钱的废品常常被卖掉，第二、第三次则是在垃圾道、或是垃圾桶、垃圾站，做第二、三次分拣，这些人员一般是保洁员、或以此为职的拾荒者。由此可以看出，垃圾的产生量，并不都被清运，而是一部分被收购站回收。所以，我们表示垃圾产量应为、

垃圾产生量 = 实际清运量 + 废品回收量。

垃圾的来源决定了它的基本特点：产量成份随时空不停的变化，大小不等，形状各异、品质繁杂，无所不有。所以要准确地掌握垃圾的特性，就必须从它的产生规律、数量及性质等方面对垃圾进行综合分析。



垃圾分析就是针对垃圾的特性、研究它的产生、性质及变化规律、为垃圾管理部门提供参数依据, 无论对垃圾进行哪方面的分析。第一步都要对垃圾进行调查、取样。各个国家、各个地区都有自己的一套取样方法、在那些发达国家, 常常采用的是“分层随机取样法”而象亚州的许多城市, 由于很难将人口分成社会经济群体, 而不适用于“分层随机取样法”, 因此我们不仅要考虑取样方法的先进性, 还必须注意它的适用性。正如西德1983年制订的垃圾取样规范中提出的, 提取垃圾试样进行化学和物理分析, 原则上要求, 提取的试样应能代表判断物质的整体, 取样方法不合适将会影响分析结果的最终数值, 有时甚至使其作废。

下面介绍一下北京环卫科研所在垃圾基本特性研究方面所做的工作, 早在1976年, 北京市环境卫生科学研究所就已着手进行生活垃圾的取样与分析工作。当时, 由于可参考的资料较少, 只是对垃圾的物理成份进行分析。1980年, 随着垃圾数量的增加, 北京城周围已无地消纳, 垃圾问题就成了一个急待解决的问题, 为寻求出路, 北京市环境卫生科学研究所开始了堆肥试验, 从而对垃圾分析也提出了更高的要求。在实验的同时, 开展了对垃圾中化学元素含量的分析。1982年以后, 为测定垃圾产量, 为设计新型垃圾车提供参数, 又开始了垃圾容重的调查及人均日产量调查。1986年, 我们认真总结了过去多年的工作实践, 对垃圾分析所采用的方法进行了一些改进。首先根据垃圾的性质及取样地点的不同, 我们改变了取样量, 以提高样品的代表性。同时, 变过去的湿基制(各成份含量以湿重比表示)为国际通用的干基制。为配合研究垃圾焚烧的可行性, 我们又增加了热值及灰份的测定, 同时扩大了取样范围, 从过去单纯地调查居民生活垃圾, 扩大到商业、事业等公共场所。这些调查丰富了我们对城市垃圾总体的认识, 为制定垃圾的管理规划提供了宝贵的资料。

日期	1976年	1980年	1982年	1986年
增加的方法	组分法	元素法	容重法	热值法
增加的取样地点	垃圾场	平房 楼房		医院、公园、街道、车站…

## 垃圾取样及分析的步骤

### 一、样品的采集

#### 1. 对取样人员的要求

实践表明, 在样品采集过程中, 取样的随机误差大大地超过了系统误差, 而每个取样人员是造成随机误差的重要因素。为了减少随机误差, 特做如下规定:

▲取样计划的制定者, 不能参加取样工作。

▲对取样人员进行技术培训，使他们充分认识到取样工作的重要性。

▲选择细心、有责任感的人员担任取样工作。

▲不随便更换取样人员。

▲不随意更换取样设备，改变取样量及规定的时间。

## 2. 取样的设备

▲运输车辆。

▲可封闭的容器。

▲平锹、破碎机。

▲取样标牌、记录卡。

▲工作服、鞋帽、手套、消毒用具等。

## 3. 取样点的设置

在城内设点，要考虑垃圾的产生区域，在垃圾场设点，要考虑所收集的是否是混合的垃圾。采样点应具有反映客观环境真实性和代表性所必需的特征和功能。采样点的环境变化要相对稳定，比如，天气的影响，其它区域垃圾的侵入，人工的拣取等因素影响，因此取样点的设置需要大量的调查工作，通过调查寻找那些既有代表性又能保证环境稳定的地点，选好点后，要设立标牌，通告周围的居民及有关人员，协助我们的工作。

## 4. 取样频率：

取样频率与取样时间，要根据具体情况来分析：取样的频率取决于季节的变化对垃圾的影响，如果某一地区的垃圾受季节影响不大，取样数就可相应减少，反之则增加。

取样时间要尽量选择在该取样点的垃圾被收集之前，这样取得的样品才能较真实的反映这段时间内垃圾的特性。而在垃圾场取样，就要把取样时间定在垃圾的收运时间，这是因为在收运时间取得的样品是新近产生的，若不在收运时间取样，就很可能提取陈旧的垃圾，影响分析的结果。

## 5. 取样量

每次采样的最低数量，决定于垃圾中的平均颗粒的大小以及该取样点的垃圾总量。样品量的选择是否合理，可采取平行的方法来检测。所谓平行样，即在同一取样点，同一段时间内，保持一定的取样量（从小量开始），反复多次取样进行分析，若结果的再现性好，即可采用此取样量，若不好，则需增大取样量，直到取得满意的结果为止。这样根据取样点的总量，就可得到合适的取样量。

## 6. 取样方法

根据统计学的原理，抽样调查可分：

单纯随机抽样

机械抽样

分层抽样

### 整群抽样

▲单纯随机抽样是一种没有一定规则的抽样方式,对总体单位不加任何分组排队,完全是随机地抽取调查单位。

▲机械抽样,即在抽样前,先将总体中的所有单位,按一定的标志依次排列,然后按相等的距离或间隔抽取样本单位。

▲分层抽样,即抽样前,把总体中的所有单位按主要标志分为若干类型或层,然后在各类型中随机抽取样本单位。

▲整群抽样,即从整体中成群成组地抽取调查单位,而不是一个一个地抽取调查单位。

在上述各种取样方法中,“分层随机取样法”以其代表性强,样品精度高,而受到广泛的应用,因此有必要对其进行简单介绍:

就一个城市而言,在取样之前,应了解下列情况:

总人口

按居住条件分类的总房屋数

房屋的平均价格

根据这些房屋或财产的市场价格,将其分为三类——低、中、高,即分为不同的社会经济群体,再从中选择可随机取样地区,在采集每个群体中的某种样品时,这种样品就叫做“分层样品”被采集样品的群体称为“层”,而把人口分成层次的过程称为“分层”,假如从每个层次中取出一个随机样品,整个程序就称作“分层随机取样法”。

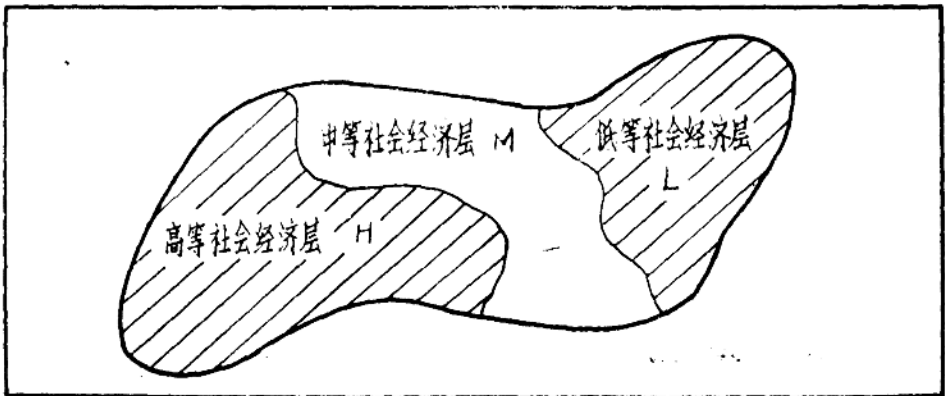


图1 按照社会经济层分成三类的规划区域

在实际工作中,对取样方法的选择,除要考虑垃圾的特点和目的外,还要注意当地的具体工作条件。

由于垃圾是由颗粒物组成的固体物,不象液体、气体那样易流动混匀,它给取样的准确性带来了相当的难度,这不是用一种方法就能解决的问题。在取样过程中,要根据本地的具体情况,一靠合适的方法,二靠不断地总结经验。统计学中的抽样方法,若直接用于垃圾取样,显然是不合适的。例如:我们在进行人均日产调查时,参考的方法就是整群抽样,在这里,我们着重考虑的是取样的目的,而在进行袋装垃圾及桶装垃圾取样

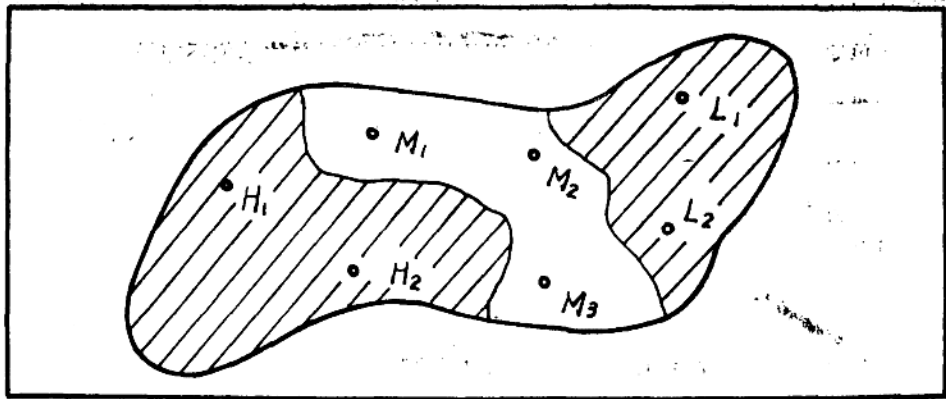


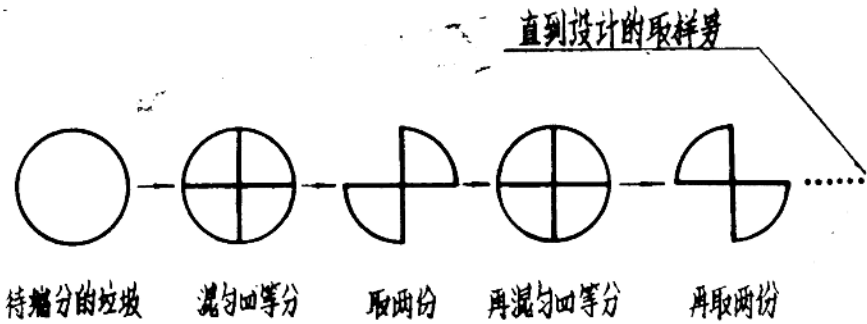
图2 每层中垃圾取样区域

表5 北京市垃圾采样方法

采样的设置		采样时间	采样方法	采样量
居民区	平房	每年3月、6月、 9月、11月采样 每月一次	分层采样法 整群采样法	50kg以上
	高楼 公寓			
商业区	商场	每年2月、4月、 10月、12月采样 每月一次	随机采样法 机械采样法	20kg以上
	饭店 公园 医院 机场 火车站			
事业区	办公楼	每年1月、8月采样 每月一次	机械采样法 整群采样法	20kg以上
	学院			
垃圾场		一年中每月采样 一次	经验法	100kg以上

时，则考虑的是垃圾的存放特点，所以参考的是机械抽样法。对于一般堆放的垃圾，我们通常采用的经验法，因为这类垃圾的特点是数量大、品种杂，固定的抽样法难以取得较好的结果。当然经验法并不是无规律的随便抽取，要注意两个问题：一、抽样要随机化。二、实际采集的量要比原设计的取样量大，然后再缩分到设计的取样量。缩分样品时，对于垃圾中的大块物品（如菜筐、木箱等）要先进行破碎，然后再混合到垃圾中

进行缩分。



### 7. 样品的保存与记录

用记录卡记录样品的原始数据、样品要尽快进行分析，防止性质发生变化。若不能及时分析，要密封存放于阴凉干燥处。

## 二、样品的分析

### 1. 分析的目的

- 物质回收 → 废品含量
- 可利用性：土地还原 → 有机物含量、营养元素。
- 能量回收 → 热值。
- 危害性 → 有毒元素、致病菌。
- 垃圾管理 → 垃圾的质量及数量分布。

### 2. 分析的用具：

- 分选筛、（或分选机）
- 胶皮板。
- 分拣夹。
- 方盘。
- 磅秤、台秤。
- 烘箱。
- 分析天平
- 高温电炉
- 量热计及辅助设备。
- 记录卡。

### 3. 分析的程序：

- 1) 产量分析。

垃圾的生产量可通过下面二个方法来求得。

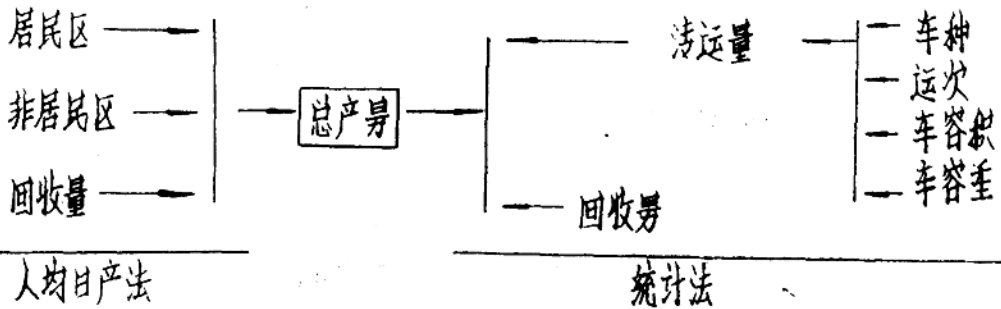


图4. 垃圾产量分析

在使用人均日产法调查垃圾量时,样品的采集是结果可靠度的关键,选择一种分析方法很难反映整个城市的情况。在大量调查的基础上,对垃圾产生区域进行综合分析,使所采集的样品能在最大程度上反映出垃圾的总体。划分的层次、该层产生量、该层总人数、该层人均日产量。

A  $T_A = B_1 \times a$

B  $T_B = A_1 \times b$

∴ ∴ ∴ ∴

总产量  $T = T_A + T_B + \dots + T_n + T_{\text{其它}}$ 。(日产量)

对于层次的划分,各城市可根据自己的特点来考虑,下面列举的是北京市的分层方法:

- 居民区
- 公寓区
- 商贸区
- 风景区
- 医疗区
- 学院区
- 厂矿区

人均日产量: (kg/人、日)。

按不同的类型选取一定数量的住户或活动区域,统计出住户或区域内的总人口数,收集他们在1日内所产生的全部垃圾,求出此垃圾的重量,以上人口数即为人均日产量垃圾量。

以上介绍的是用人均日产法来计算垃圾产量,它的表示方法一般为日产垃圾量,若求年产垃圾量,则要考虑垃圾的产量峰值,如节日峰值,季节峰值及一些重大活动造成的峰值。而用统计法来计算的垃圾产量则为年产垃圾量。

需要调查的内容:

车辆:一年中有多少种车辆运送垃圾,每种车箱的内部容积是多少。

运次:一年中每种车辆运送次数。

车容重:各种车内所含垃圾的容重。

$$\text{车容重} = \frac{\text{车辆内垃圾的重量}}{\text{车辆内垃圾所占的体积}} \quad (\text{t/m}^3)$$

测定要求，一年内分四个季度测定，每次测定至少10辆以上（一种车型）。

回收量：一年内垃圾的回收数量。

$$\text{年实际清运量} = \sum_{\text{车种}} (\text{运次} \times \text{车内容积} \times \text{车容重})$$

$$\text{年产垃圾量} = \text{年实际清运量} + \text{年回收量}$$

## 2) 质量分析

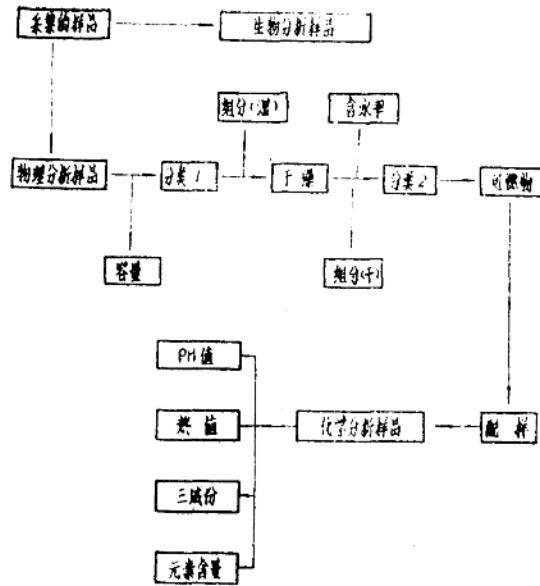


图5. 垃圾质量分析

表6

垃圾取样分析统计一览表

分析项目	单位	仪器及用具	分析方法	计算公式
重量 体积 容重	kg m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	磅秤 标准容器	自然填满标准容器、称重	$d = \frac{W_t - W_c}{V_c}$
组分	%	磅秤 台秤 烧箱	手工按：金属、玻璃、纸类、塑料、织物、骨壳、食品、草木、灰土、砖瓦 10类组分分拣、称重。	$X_1 = \frac{XW_1}{XT}$ $X_2 = \frac{XW_2}{XT}$
营养元素	C H N S Cl O P	元素分析仪 分光光度	计重量分析	
			容重分析 灼热失重 比色分析	
有毒元素	Alky-Hg Hg Cd As	气相色谱仪 测汞仪 原子吸收分光光度计 比色计	气相色谱分析 原子吸收分光光度法 比色分析	
水分	%	台秤、烘箱	重量分析	$W = \frac{W_b - W_a}{W_b}$
灰分	%	高温电炉、分析天平	重量分析	$A = \frac{A_a}{A_b}$
有机分	%			$O = 100 - W - A$
热值	kJ/kg	氧弹式量热计		
pH	/	pH计 玻璃电极	量电法	



# 城市生活废弃物成分灰色预测初探

于黎耘

城市生活废弃物成分的预测是城市环境卫生管理事业中不可缺少的重要环节。我国1984年生活废弃物年清运量已达3757万吨。如何科学妥善地处理这些载有多种致病菌和有害物质的生活废弃物,合理地开发其中可再利用、再循环的资源,是当前城市建设和发展事业中迫切需要解决的课题之一,具有化害为利,服务当代,造福子孙的重要现实意义和长远战略意义。城市生活废弃物成分的科学预测,是完成上述任务的内容之一,是制定城市环卫设施建设和发展规划的基本依据。但是,由于城市生活废弃物的产生及其成分变化与社会中的产业结构、居民生活习惯、气候条件和地理环境等密切相关,涉及因素较多,且大多为灰因素,所以城市生活废弃物的预测一直是城市环卫事业中的难点之一。现尝试应用多维数据序列残差辨识模型,对城市生活废弃物成份进行预测。考虑到我国许多城市的生活废弃物调查测定工作正在进行或刚刚开展,文中采用该项工作开展较早且数据较全的北京市生活废弃物成分调研数据作为典型数据。

## 一、应用残差模型预测城市生活废弃物成分的前提。

灰色系统的残差辨识方法是建立在最小二乘法之上的。因此为了能够应用残差模型预测方法,即能够充分利用原始数据序列所隐含的残差信息,必须要求原始数据序列所对应的数据矩阵的行数 $i$ 大于列数 $n$ 。因为 $i < n$ 时无最小二乘解, $i = n$ 时数据矩阵的解无残差,都将失去残差辨识的意义。

在对城市生活废弃物成分应用残差模型进行预测时,是将原始数据时间序列数做为数据矩阵的列数,各种成分的分类数做为数据矩阵的行数。根据国际上通用的方法和我国的实际情况,目前是将成份分为9类,即数据矩阵的行数等于9。由于我国开展城市生活废弃物调查测定的时间并不长(北京市开展得最早,从1976年至今已有9年数据积累),所以数据矩阵的列数目前还不会出现列数大于行数的情况。应用残差辨识模型预测城市生活废弃物成分是可行的。

## 二、多维残差辨识模型的计算方法

现设原始数据序列为 $N$ 个时间序列,记为

$$\left\{ \begin{array}{c} (0) \\ X_i(L) \end{array} \right\}, \quad \begin{array}{l} L = \dots, 1, 2, \dots, n, \\ i = 1, 2, \dots, N, \end{array}$$