



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 106—2016
代替 CJ/T 106—1999

生活垃圾产生量计算及预测方法

Calculation and forecasting methods for municipal solid waste generation quantity

2016-06-14 发布

2016-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 生活垃圾产生量计算方法	1
5 生活垃圾产生量预测方法	4
6 生活垃圾产生量计算及预测方法的应用	7
附录 A (资料性附录) 采样点背景资料档案样表	9
附录 B (规范性附录) 调查区域各类别区采样点统计单位指标及计算公式	10
附录 C (规范性附录) 调查区域各类别区及功能区生活垃圾日产生量汇总指标及计算公式	12
附录 D (规范性附录) 多元线性回归方程的统计检验	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是对 CJ/T 106—1999《城市生活垃圾产量计算及预测方法》的修订,本标准与 CJ/T 106—1999 相比主要技术内容变化如下:

- 标准名称修改为《生活垃圾产生量计算及预测方法》;
- 修改了适用范围(见第 1 章,1999 年版的第 1 章);
- 调整了规范性引用文件(见第 2 章,1999 年版的第 2 章);
- 调整了术语和定义(见第 3 章,1999 年版的第 3 章);
- 完善了生活垃圾产生量计算方法的采样法(见 4.1,1999 年版的第 5 章);
- 增加了车吨位法、实吨位法两种生活垃圾产生量计算方法(见 4.2~4.3);
- 完善了生活垃圾产生量预测方法的一元线性回归预测法(见 5.2,1999 年版的第 6 章);
- 增加了增长率预测法和多元线性回归预测法两种生活垃圾产生量预测方法(见 5.1 和 5.3);
- 增加了生活垃圾产生量计算及预测方法的应用(见第 6 章);
- 增加了附录(见附录 A~附录 D)。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部市容环境卫生标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:天津市环境卫生工程设计院、天津市市容环境工程设计研究所、郑州市环境卫生科学研究所、沈阳市环境卫生工程设计研究院、成都市固体废弃物卫生处置场、鸡西市环境卫生科学研究所、成都市城市环境管理科学研究院。

本标准主要起草人:齐长青、鲁宝智、张芳、张轶玲、胥文安、吴健萍、荆涛、潘四红、吉崇喆、张剑、郝萍、严勃、李伟、张贺飞、于森、方燕、刘塞疆、李季。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- CJ/T 106—1999。

生活垃圾产生量计算及预测方法

1 范围

本标准规定了生活垃圾产生量计算及预测方法的术语和定义、生活垃圾产生量计算方法和预测方法及其应用。

本标准适用于生活垃圾产生量的计算及预测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

CJ/T 313 生活垃圾采样和分析方法

3 术语和定义

3.1

装载系数 load coefficient

生活垃圾运输车辆的实际装载重量与额定装载重量的比值,又称车吨位换算系数。

3.2

生活垃圾产生量预测 municipal solid waste generation quantity forecasting

根据生活垃圾产生量现状,结合对历史生活垃圾产生量以及生活垃圾产生量影响因素的分析,推算未来某一时间点的生活垃圾产生量。

3.3

基准年 the base year

预测起始的年份,也多是现状数据采用的年份。

3.4

预测年 the forecasting year

预测所针对的年份,为预测年限中的任何年份。

3.5

预测年限 the years ahead

预测年与基准年之间相隔的年份数。

4 生活垃圾产生量计算方法

4.1 采样法

4.1.1 采样点的选择和确定

4.1.1.1 生活垃圾产生量统计调查的采样点应设生活垃圾产生源,所调查区域的生活垃圾产生源功能区分类宜按表 1 划分。

CJ/T 106—2016

表 1 生活垃圾产生源功能区分类

功能区	居住区			企事业区			商业区				交通场(站)区				清扫保洁区		
类别区	燃煤	半燃煤	无燃煤	工业企业	商务事务办公	医疗卫生	商场超市	餐饮	文体娱乐场所	集贸市场	火车站	公交及轨道交通站	飞机场	轮船码头	道路、广场	园林绿地	水域保洁
注 1：半燃煤区主要是指居民生活已采用天然气等清洁能源，冬季采暖未采用集中供热，仍以家用燃煤炉为主的居住区，即单气区。 注 2：对于无燃煤的城市居住区，宜按居住环境、配套设施(文体、商业服务、绿化等)完整性、物业管理等条件将居住区分为一类、二类及三类。一类居住区一般指居住环境优美、配套设施完整及现代化物业管理的小区，以别墅、独立式花园住宅、高级公寓为主；二类居住区是指配套设施较完整、物业管理较规范、环境良好的小区，以中、高层住宅为主；三类居住区是指配套设施基本齐全、物业管理一般、环境一般的小区，以普通住宅及需要加以维护改造的住宅为主。 注 3：对于在商业区、企事业区等区域内的居民楼按居住区统计；对于在商业区、居住区等区域内的写字楼、办公楼、工业企业及医疗卫生单位按企事业区统计；对于在企事业区、居住区等区域内的商业门市、店铺、餐馆、集贸市场等按商业区统计。 注 4：商务事务办公类别是指以写字楼、办公楼为特征的政府、公司企业等行政、商务、事务管理机构，包括科研院所、党政机关、教育、金融服务、新闻出版等单位。 注 5：园林绿地包括道路交通绿地、公共绿地(综合性公园、动物园、风景园林、广场等)。 注 6：对于基础设施及公共服务设施仍不健全的农村地区可按居住区、清扫保洁区来划分，对于基础设施及公共服务设施已健全的农村地区宜按表中要求划分，也可根据具体情况调整。																	

4.1.1.2 应根据所调查区域的服务人口数量确定最少采样点数，见表 2。

表 2 人口数量与最少采样点数

人口数量 N /万人	$N < 50$	$50 \leq N < 100$	$100 \leq N < 200$	$N \geq 200$
最少采样点数/个	8	16	20	30

4.1.1.3 应根据调查区域内各功能区及类别区的分布、生活垃圾产生量现状设置采样点的分布，并确保各功能区均设有采样点，所有采样点涵盖的总人口数量宜不少于该调查区域内服务总人口数量的 1%。

4.1.1.4 所选采样点的背景资料应包括区域类型、服务范围（人口数量、面积、人次数）、收运方式等内容，其背景资料参见附录 A 建档并更新。

4.1.1.5 生活垃圾产生量调查宜以年为周期，采样频率宜每月 1 次，同一采样点的采样间隔时间宜大于 10 d。调查周期小于一年时，可增加采样频率，同一采样点的采样间隔时间宜不小于 7 d。为保证采样的代表性，全年宜有 2 次~3 次采样在节假日进行。

4.1.1.6 在调查周期内，地理位置发生变化的采样点数不宜大于总数的 30%。

4.1.2 生活垃圾日产生量计算

4.1.2.1 在日产日清的情况下，统计采样点 1 d(24 h)产出的生活垃圾产生量及该采样点服务的人口数量、人次数或面积。采样点生活垃圾日产生量统计包括称重法和容重法两种方法，可根据实际情况选用。

4.1.2.2 称重法

对于便于直接称重的生活垃圾,宜采用称重法现场统计生活垃圾产生量,按式(1)计算采样点生活垃圾日产生量:

$$y_m = \sum_{n=1}^N y_{mn} / N \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- y_m ——第 m 个采样点生活垃圾日产生量,单位为千克每日(kg/d);
- y_{mn} ——第 m 个采样点第 n 次采样现场称重生活垃圾产生量,单位为千克每日(kg/d);
- N ——第 m 个采样点的采样频率,单位为次。

4.1.2.3 容重法

对于不便于直接称重生活垃圾,应按 CJ/T 313 的规定测定采样点生活垃圾容重,根据生活垃圾体积按式(2)计算采样点生活垃圾日产生量:

$$y_m = \sum_{n=1}^N \rho_{mn} V_{mn} / N \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- ρ_{mn} ——第 m 个采样点第 n 次采样的生活垃圾容重,单位为千克每立方米(kg/m³);
- V_{mn} ——第 m 个采样点第 n 次采样的生活垃圾体积,单位为立方米每日(m³/d)。

4.1.2.4 将所有采样点的生活垃圾日产生量及采样点服务的人口数量、人次数或面积按功能区及类别区进行汇总,并参见附录 B 计算各类别区采样点的生活垃圾日产生量和其汇总的人口数量、人次数或面积的比值,即得各类别区的人均生活垃圾日产生量等生活垃圾日产生量单位指标。

4.1.2.5 参见附录 C 计算调查区域内各类别区及功能区生活垃圾日产生量。

4.1.2.6 汇总各功能区的生活垃圾日产生量,按式(3)计算调查区域的生活垃圾日产生量:

$$Y_d = \sum_{j=A}^E Y_j = Y_A + Y_B + Y_C + Y_D + Y_E \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- Y_d ——调查区域的生活垃圾日产生量,单位为千克每日(kg/d);
- Y_j ——各功能区的生活垃圾日产生量,单位为千克每日(kg/d)。

4.1.3 人均生活垃圾日产生量计算

统计调查区域的服务人口数量,按式(4)计算调查区域人均生活垃圾日产生量:

$$R_d = Y_d / S_d \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- R_d ——调查区域的人均生活垃圾日产生量,单位为千克每人每日(kg/人·d);
- S_d ——调查区域的服务人口数量(为常住人口,包括户籍常住人口和无户籍但实际在此住半年以上的流动人口),单位为人。

4.2 车吨位法

4.2.1 生活垃圾日产生量计算

所调查区域的生活垃圾全部日产日清时,可根据车吨位统计的生活垃圾平均日清运量,按式(5)计算生活垃圾日产生量:

$$Y_d = Y_q \times k_s \times k_c \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- Y_q ——按车吨位统计的生活垃圾平均日清运量,单位为千克每日(kg/d);

CJ/T 106—2016

k_s —— 渗沥液修正系数(对于直运可不考虑渗沥液流失问题);
 k_c —— 装载系数。

4.2.2 人均生活垃圾日产生量计算

统计调查区域的服务人口数量,按 4.1.3 计算调查区域人均生活垃圾日产生量。

4.3 实吨位法

4.3.1 生活垃圾日产生量计算

所调查区域的生活垃圾日产日清并具备称重条件时,可根据生活垃圾处理设施按实吨位统计的生活垃圾平均日处理量,按式(6)计算生活垃圾日产生量:

$$Y_d = Y_s \times k_s \dots\dots\dots (6)$$

式中:
 Y_s —— 按实吨位进行统计的生活垃圾平均日处理量,单位为千克每日(kg/d)。

4.3.2 人均生活垃圾日产生量计算

统计调查区域的服务人口数量,按 4.1.3 计算调查区域人均生活垃圾日产生量。

5 生活垃圾产生量预测方法

5.1 增长率预测法

5.1.1 增长率预测法根据选用预测基数的不同,分为人均指标法和年增长率法,预测时可根据实际情况选取。

5.1.2 人均指标法采用基准年人均生活垃圾日产生量和人口数量作为预测基数,预测年生活垃圾年产生量按式(7)计算:

$$Y = R_0 (1 + r_1)^t \times S_0 (1 + r_2)^t \times 365 \dots\dots\dots (7)$$

式中:
 Y —— 预测年生活垃圾年产生量,单位为千克(kg);
 R_0 —— 基准年人均生活垃圾日产生量,单位为千克每人每日(kg/人·d);
 r_1 —— 人均生活垃圾日产生量的年平均增长率,%,宜取不少于5年有效数据增长率的平均值;
 S_0 —— 基准年人口数量(为常住人口,包括户籍常住人口和无户籍但实际在此住半年以上的流动人口),单位为人;
 r_2 —— 人口数量的年平均增长率,%,宜取不少于5年有效数据增长率的平均值;
 t —— 预测年限,预测年份与基准年份的差值。

5.1.3 年增长率法采用基准年生活垃圾年产生量作为预测基数,预测年生活垃圾年产生量按式(8)计算:

$$Y = Y_0 \times (1 + r_3)^t \dots\dots\dots (8)$$

式中:
 Y_0 —— 基准年生活垃圾年产生量,单位为千克(kg);
 r_3 —— 生活垃圾年产生量的年平均增长率,%,宜取不少于5年有效数据增长率的平均值;
 t —— 预测年限,预测年份与基准年份的差值。

5.2 一元线性回归预测法

5.2.1 预测模型建立

根据生活垃圾年产生量(基数)计算对应给定自变量 X (预测年)的因变量 Y 值(预测年生活垃圾年

产生量),采用逼近生活垃圾年产生量的最小二乘法计算 Y 关于 X 的回归曲线,回归曲线的方程式见式(9)、式(10):

线性回归方程 $Y=a+bX$ (9)

指数回归方程 $Y=dc^x$ (10)

式中:

X ——预测年;

$a、b、c、d$ ——回归系数。

注: 其中,指数回归方程 $Y=dc^x$,两边取对数 $\ln Y=\ln d+X\ln c$,令 $Y^*=\ln Y,a=\ln d,b=\ln c$,则有 $Y^*=a+bX$,可将指数回归方程转变为线性回归方程。

5.2.2 相关系数计算

按式(11)计算相关系数,确定生活垃圾产生量变化是线性回归还是指数回归,然后取相关系数高者进行计算。

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] [n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

r —— Y 关于 X 的相关系数;

n ——有效历史数据个数,不应少于 6 年;

x_i ——第 i 个历史数据对应的年度;

y_i ——第 i 个历史数据对应的生活垃圾年产生量,单位为千克(kg)。

5.2.3 回归系数计算

5.2.3.1 按式(12)、式(13)计算线性回归方程中的回归系数 $a、b$,并将求出的 $a、b$ 值代入式(9):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b \sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (12)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots\dots\dots (13)$$

5.2.3.2 对于指数回归方程 $Y=dc^x$,可将其转变为线性回归方程,再参照式(12)、式(13)进行回归系数求解。

5.2.4 预测计算

将预测年代入最终确定的回归方程进行计算,即得生活垃圾年产生量的预测结果。

5.3 多元线性回归预测法

5.3.1 影响因子选择

5.3.1.1 生活垃圾产生量预测应主要考虑以下影响因素:人口、经济发展水平、居民生活水平及基础设施建设水平等,预测时可根据实际情况在影响因子初选集中选取影响因子,见表 3。

表 3 生活垃圾产生量影响因子初选集

影响因素	影 响 因 子
人 口	人口数量、人口密度、旅游接待总人数
经济发展水平	地区生产总值、社会商品零售总额
居民生活水平	居民可支配收入、人均消费性支出、城市气化率/燃气率
基础设施建设水平	城区面积、清扫保洁面积、市容环卫专用车辆设备总数
注：清扫保洁面积包括道路、绿化及水域保洁，根据实际情况可单独作为影响因子。	

5.3.1.2 以生活垃圾年产生量为因变量(Y),各影响因子为自变量(Z),按式(14)计算相关系数,进行相关性分析,应采用与生活垃圾年产生量有极大关联性(相关系数的绝对值大于0.8)的影响因子作为生活垃圾产生量预测的指标,同时选定的影响因子之间应是独立和不相关的。

$$r_m = \frac{n \sum_{i=1}^n z_{mi} y_i - (\sum_{i=1}^n z_{mi}) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n z_{mi}^2 - (\sum_{i=1}^n z_{mi})^2] [n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \dots\dots\dots (14)$$

式中：
 r_m ——Y 关于 Z_m 的相关系数；
 Z_{mi} ——第 i 个历史数据对应的影响因子 Z_m 的数值；
 y_i ——第 i 个历史数据对应的生活垃圾年产生量,单位为千克(kg)；
 m ——选定影响因子个数；
 n ——有效历史数据个数,不应少于 6 年,且应满足 $n \geq m + 1$,数据较为详实的地区宜使 $n \geq 3(m + 1)$ 。

5.3.2 预测模型建立

利用选定的影响因子作为自变量(Z)、生活垃圾年产生量作为因变量(Y),按式(15)构建多元线性回归分析模型：

$$Y = p_0 + p_1 Z_1 + p_2 Z_2 + \dots + p_m Z_m \dots\dots\dots (15)$$

式中：
 $p_0, p_1, p_2, \dots, p_m$ ——回归系数；
 $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ ——各影响因子数据。

5.3.3 回归系数计算

5.3.3.1 假设获得 n 组有效历史数据($z_{1i}, z_{2i}, \dots, z_{mi}, y_i$)($i=1, 2, \dots, n$),按式(16)构建多元线性回归分析模型对应的矩阵模型：

$$Y = ZP \dots\dots\dots (16)$$

式中：
 Y —— n 组生活垃圾年产生量有效历史数据的矩阵形式,即 $Y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)'$ ；
 Z —— n 组选定的影响因子有效历史数据的矩阵形式,即 $Z = \begin{bmatrix} 1 & z_{11} & z_{21} & \dots & z_{m1} \\ 1 & z_{12} & z_{22} & \dots & z_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & z_{1n} & z_{2n} & \dots & z_{mn} \end{bmatrix}$ ；

P ——回归系数的矩阵形式,即 $P=(p_0,p_1,p_2,\cdots,p_m)'$ 。

5.3.3.2 采用最小二乘法按式(17)计算回归系数,并将求出的值代入式(15):

$$P=(Z'Z)^{-1}Z'Y \quad \cdots\cdots\cdots(17)$$

5.3.4 预测模型检验

多元线性回归方程应经过检验后再进行预测应用,相关检验过程包括拟合优度检验、回归方程显著性检验、回归系数显著性检验,检验过程参见附录 D。若检验不通过,参见附录 D 的要求进行逐一剔除变量,再对新的方程进行检验,直到保留的变量对因变量均有显著影响为止。

5.3.5 预测计算

若预测模型通过检验,将各影响因子数据代入式(15)进行计算,即可获得该区域生活垃圾年产生量的预测结果。

6 生活垃圾产生量计算及预测方法的应用

6.1 生活垃圾产生量计算方法的应用

6.1.1 计算方法选取

- 6.1.1.1 生活垃圾产生量计算方法中采样法、实吨位法为实测法,车吨位法为估算法。
- 6.1.1.2 对于生活垃圾收运和处理环节已建立完善的称重计量系统且日产日清的地区,宜选用实吨位法进行生活垃圾产生量统计。
- 6.1.1.3 对于生活垃圾收运称重计量系统尚不完善的地区,生活垃圾产生量统计应根据具体情况,宜将三种方法相互结合使用。
- 6.1.1.4 对于尚未建立生活垃圾收运称重计量系统的地区,生活垃圾产生量统计宜选用采样法。

6.1.2 计算要求

- 6.1.2.1 车吨位法和实吨位法中的渗沥液修正系数应根据收运过程的实测值确定。
- 6.1.2.2 车吨位法的装载系数应根据当地实测值确定,且应按生活垃圾收集车车型、区域类别、季节等因素分类测定。
- 6.1.2.3 生活垃圾产生量计算时应考虑季节性波动因素的影响。

6.2 生活垃圾产生量预测方法的应用

6.2.1 数据收集与处理

- 6.2.1.1 用于预测生活垃圾产生量的人均生活垃圾日产生量、生活垃圾年产生量及相关基础数据应以官方公布的统计数据为主。
- 6.2.1.2 作为预测的必要基础,应对所获得的现状和历史系列基础数据进行分析,主要包括数据来源、完整性、变化特征、统计口径、地域范围等,原则上有效数据的个数不应少于预测年限。
- 6.2.1.3 当历史系列数据不连续、缺乏其中某些年份的数据时,可根据需要进行数据推导和插补,数据插补可采用比例法或数据内插法。
- 6.2.1.4 当历史系列数据具有明显的波动特征时,根据预测需要,可采用移动平均数法等对历史系列数据进行必要的平滑处理,以减弱偶然因素的影响。
- 6.2.1.5 若因行政区划调整等原因造成历史系列数据统计范围发生变化时,应对历史系列数据进行范围修正,以保证预测各年计算口径的一致性。

6.2.1.6 当调查区域产业结构和规模发生较大变化或者城乡规划出现重大调整时,宜采用调整后的数据进行预测,数据较少时可参照类似区域预测指标进行估算。

6.2.2 预测方法选取

6.2.2.1 预测方法的选取应充分考虑预测地区的经济发展状况、人口、数据可获得性及其有效性等,应至少选取两类方法分别进行预测,以提高预测的综合性和科学性。

6.2.2.2 增长率预测法、一元线性回归预测法为两类必选方法,预测时应分别运用每类中的一种或一种以上方法。

6.2.2.3 多元线性回归预测法考虑了多种因素对生活垃圾产生量的影响,无需设定预测参数,能够减少主观因素对预测结果的影响。这种方法所需数据较多、操作相对复杂,适用于基础数据较为详实的地区,可作为备选预测方法或用于校核。

6.2.2.4 未列入本标准的皮尔曲线法、灰色系统预测法、BP神经网络预测法等其他预测方法,也可根据实际情况和需要作为备选预测方法或用于校核。

6.2.3 预测要求

6.2.3.1 增长率预测法适用于生活垃圾产生量、人口数量呈现平稳增长(或降低)趋势的地区。当预测年限大于5年时,宜以每5年为一个阶段进行分时段预测,针对不同阶段,宜选取不同的生活垃圾年平均增长率。

6.2.3.2 增长率预测法、一元线性回归预测法应进行历史检验,即将模型运用到对历史年份的预测,并将预测值与历史统计值进行比较,如80%的预测结果与实际发生值之间的偏差在±20%以内,认为模型是可接受的;否则,应对模型进行必要的调整甚至舍弃。

6.2.3.3 多元线性回归预测法参见附录D的要求进行预测模型检验,检验通过后方可用于生活垃圾产生量预测。

6.2.4 预测结果确定

宜利用所有预测方案得出的最小和最大两个预测值形成的区间值作为预测结果,也可将所有预测方案预测值的算术平均值或中值作为该预测年的预测结果代表值。

附 录 A
(资料性附录)
采样点背景资料档案样表

A.1 所选采样点的背景资料应建档并及时更新,档案资料中应包括区域类型、服务范围(人口数量、面积、人次数)、收运方式等内容。

A.2 可参照表 A.1 对采样点背景资料进行建档。

表 A.1 采样点背景资料档案(样表)

采样点基本情况				
采样点代码		采样点名称		
所属功能区		所属类别区		
服务区域		服务范围 (人口数量、面积、人次数)		
产生量统计方法		收运方式		
采样点变更情况				
采样点生活垃圾产生量统计信息				
采样次数	采样日期、时间	采样点生活垃圾产生量/kg	备注(生活垃圾容重、体积)	采样人
001	××××年××月××日 ××:××			
002	××××年××月××日 ××:××			
...	...			
采样点生活垃圾日产生量计算				
采样点生活垃圾产生量总量/kg				
采样频率/次				
该采样点生活垃圾日产生量/(kg/d)				

附录 B

(规范性附录)

调查区域各类别区采样点统计单位指标及计算公式

调查区域各类别区采样点的人均生活垃圾日产生量等单位指标及计算公式见表 B.1。

表 B.1 调查区域各类别区采样点统计单位指标及计算公式

功能区	类别区	统计指标			
		采样点 生活垃 圾日产 生量	采样点常住人 口数量/在职人 数/经营面积/ 人次数/清扫保 洁面积	生活垃圾产生量单位指标	
				计算公式	单位
居住区 (A)	燃煤(A ₁)	y_{A1}	s_{A1}	燃煤区人均生活垃圾日产生量 $R_{A1} = y_{A1} / s_{A1}$	kg/人·d
	半燃煤(A ₂)	y_{A2}	s_{A2}	半燃煤区人均生活垃圾日产生量 $R_{A2} = y_{A2} / s_{A2}$	
	无燃煤(A ₃)	y_{A3}	s_{A3}	无燃煤区人均生活垃圾日产生量 $R_{A3} = y_{A3} / s_{A3}$	
企事业区 (B)	工业企业(B ₁)	y_{B1}	s_{B1}	工业企业人均生活垃圾日产生量 $R_{B1} = y_{B1} / s_{B1}$	kg/人·d
	商务事业办公(B ₂)	y_{B2}	s_{B2}	商务事业办公人均生活垃圾日产生量 $R_{B2} = y_{B2} / s_{B2}$	
	医疗卫生(B ₃)	y_{B3}	s_{B3}	医疗卫生人均生活垃圾日产生量 $R_{B3} = y_{B3} / s_{B3}$	
商业区 (C)	商场超市(C ₁)	y_{C1}	m_{C1}	商场超市单位经营面积生活垃圾日产生量 $R_{C1} = y_{C1} / m_{C1}$	kg/m ² ·d
	餐饮(C ₂)	y_{C2}	m_{C2}	餐饮单位经营面积生活垃圾日产生量 $R_{C2} = y_{C2} / m_{C2}$	
	文体娱乐场所(C ₃)	y_{C3}	m_{C3}	文体娱乐场所单位经营面积生活垃圾日产生量 $R_{C3} = y_{C3} / m_{C3}$	
	集贸市场(C ₄)	y_{C4}	m_{C4}	集贸市场单位经营面积生活垃圾日产生量 $R_{C4} = y_{C4} / m_{C4}$	
交通场(站)区 (D)	火车站(D ₁)	y_{D1}	q_{D1}	火车站单位人次生活垃圾日产生量 $R_{D1} = y_{D1} / q_{D1}$	kg/人次·d
	公交及轨道交通站(D ₂)	y_{D2}	q_{D2}	公交及轨道交通站单位人次生活垃圾日产生量 $R_{D2} = y_{D2} / q_{D2}$	
	飞机场(D ₃)	y_{D3}	q_{D3}	飞机场单位人次生活垃圾日产生量 $R_{D3} = y_{D3} / q_{D3}$	
	轮船码头(D ₄)	y_{D4}	q_{D4}	轮船码头单位人次生活垃圾日产生量 $R_{D4} = y_{D4} / q_{D4}$	

表 B.1 (续)

功能区	类别区	统计指标			
		采样点 生活垃 圾日产 生量	采样点常住人 口数量/在职人 数/经营面积/ 人次数/清扫保 洁面积	生活垃圾产生量单位指标	
				计算公式	单位
清扫保洁区 (E)	道路、广场(E ₁)	y_{E_1}	m_{E_1}	道路、广场单位面积生活垃圾 日产生量 $R_{E_1} = y_{E_1} / m_{E_1}$	kg/m ² ·d
	园林绿地(E ₂)	y_{E_2}	m_{E_2}	园林绿地单位面积生活垃圾日产生量 $R_{E_2} = y_{E_2} / m_{E_2}$	
		y'_{E_2}	q_{E_2}	园林绿地单位人次生活垃圾日产生量 $R'_{E_2} = y'_{E_2} / q_{E_2}$	kg/人次·d
	水域保洁(E ₃)	y_{E_3}	m_{E_3}	水域保洁单位面积生活垃圾日产生量 $R_{E_3} = y_{E_3} / m_{E_3}$	kg/m ² ·d
注 1: s_{A_1}、s_{A_2}、s_{A_3} 分别为采样点服务范围内所有燃煤、半燃煤、无燃煤居住区的常住人口数量,包括户籍常住人口和无户籍但实际在此住半年以上的流动人口; 注 2: s_{B_1}、s_{B_2}、s_{B_3} 分别为采样点服务范围内所有工业企业、商务事业办公及医疗卫生区的在职人数; 注 3: m_{C_1}、m_{C_2}、m_{C_3}、m_{C_4} 分别为采样点服务范围内所有商场超市、餐饮、文体娱乐场所及集贸市场的经营面积,单位为平方米; 注 4: q_{D_1}、q_{D_2}、q_{D_3}、q_{D_4} 分别为采样点服务范围内所有火车站、公交及轨道交通站、飞机场和轮船码头的平均日客流量(人次数),单位为人次; 注 5: m_{E_1}、m_{E_2}、m_{E_3} 分别为采样点服务范围内所有道路、广场、园林绿地、水域保洁的清扫保洁面积,单位为平方米; 注 6: R'_{E_2}、q_{E_2} 分别为采样点服务范围内按人次数进行统计的园林绿地单位人次生活垃圾日产生量和日平均人次数。 注 7: 对于园林绿地类别区,包括单位面积生活垃圾日产生量和单位人次生活垃圾日产生量两种指标形式,各地可根据实际情况选用一种或者综合使用。面积较大、人流量便于统计的风景名胜区、公园等可单独作为一个类别区或功能区,按照单位人次指标进行采样统计。					

附 录 C
(规范性附录)

调查区域各类别区及功能区生活垃圾日产生量汇总指标及计算公式

调查区域各类别区及功能区生活垃圾日产生量汇总指标及计算公式见表 C.1。

表 C.1 调查区域各类别区及功能区生活垃圾日产生量汇总指标及计算公式

功能区	类别区	单位指标		常住人口数量/ 在职人数/经营 面积/人次数/清 扫保洁面积		类别区日产生量 (kg/d)	功能区日产生量 (kg/d)
居住区(A)	燃煤(A ₁)	R _{A1}	人均生活垃 圾日产生量	S _{A1}	常住 人口数量	Y _{A1} = R _{A1} · S _{A1}	Y _A = Y _{A1} + Y _{A2} + Y _{A3}
	半燃煤(A ₂)	R _{A2}		S _{A2}		Y _{A2} = R _{A2} · S _{A2}	
	无燃煤(A ₃)	R _{A3}		S _{A3}		Y _{A3} = R _{A3} · S _{A3}	
企事业区(B)	工业企业(B ₁)	R _{B1}	人均生活垃 圾日产生量	S _{B1}	在职 人数	Y _{B1} = R _{B1} · S _{B1}	Y _B = Y _{B1} + Y _{B2} + Y _{B3}
	商务事业办公(B ₂)	R _{B2}		S _{B2}		Y _{B2} = R _{B2} · S _{B2}	
	医疗卫生(B ₃)	R _{B3}		S _{B3}		Y _{B3} = R _{B3} · S _{B3}	
商业区(C)	商场超市(C ₁)	R _{C1}	单位面积生 活垃圾日产 生量	M _{C1}	经营 面积	Y _{C1} = R _{C1} · M _{C1}	Y _C = Y _{C1} + Y _{C2} + Y _{C3} + Y _{C4}
	餐饮(C ₂)	R _{C2}		M _{C2}		Y _{C2} = R _{C2} · M _{C2}	
	文体娱乐场所(C ₃)	R _{C3}		M _{C3}		Y _{C3} = R _{C3} · M _{C3}	
	集贸市场(C ₄)	R _{C4}		M _{C4}		Y _{C4} = R _{C4} · M _{C4}	
交通场(站)区 (D)	火车站(D ₁)	R _{D1}	单位人次生 活垃圾日产 生量	Q _{D1}	平均 日客 流量	Y _{D1} = R _{D1} · Q _{D1}	Y _D = Y _{D1} + Y _{D2} + Y _{D3} + Y _{D4}
	公交及轨道交通站(D ₂)	R _{D2}		Q _{D2}		Y _{D2} = R _{D2} · Q _{D2}	
	飞机场(D ₃)	R _{D3}		Q _{D3}		Y _{D3} = R _{D3} · Q _{D3}	
	轮船码头(D ₄)	R _{D4}		Q _{D4}		Y _{D4} = R _{D4} · Q _{D4}	
清扫保洁区 (E)	道路、广场(E ₁)	R _{E1}	单位面积(人 次)生活垃圾 日产生量	M _{E1}	清扫保洁 面积(或平 均人次数)	Y _{E1} = R _{E1} · M _{E1}	Y _E = Y _{E1} + Y _{E2} + Y' _{E2} + Y _{E3}
	园林绿地(E ₂)	R _{E2}		M _{E2}		Y _{E2} = R _{E2} · M _{E2}	
		R' _{E2}		Q _{E2}		Y' _{E2} = R' _{E2} · Q _{E2}	
	水域保洁(E ₃)	R _{E3}		M _{E3}		Y _{E3} = R _{E3} · M _{E3}	

注 1: S_{A1}、S_{A2}、S_{A3} 分别为调查区域内所有燃煤、半燃煤、无燃煤居住区的常住人口数量,包括户籍常住人口和无户籍但实际在此住半年以上的流动人口;

注 2: S_{B1}、S_{B2}、S_{B3} 分别为调查区域内所有工业企业、商务事业办公及医疗卫生区的在职人数;

注 3: M_{C1}、M_{C2}、M_{C3}、M_{C4} 分别为调查区域内所有商场超市、餐饮、文体娱乐场所及集贸市场的经营面积,单位为平方米;

注 4: Q_{D1}、Q_{D2}、Q_{D3}、Q_{D4} 分别为调查区域内所有火车站、公交及轨道交通站、飞机场和轮船码头的平均日客流量(人次数),单位为人次;

注 5: M_{E1}、M_{E2}、M_{E3} 分别为调查区域内所有道路、广场、园林绿地、水域保洁的清扫保洁面积,单位为平方米;

注 6: R'_{E2}、Q_{E2} 分别为按人次数进行统计的园林绿地单位人次生活垃圾日产生量和日平均人次数。

附 录 D

(规范性附录)

多元线性回归方程的统计检验

D.1 原理

统计检验是由统计理论决定的,目的在于检验模型的统计学性质。它是利用数理统计的方法,对回归方程有效性、模型参数估计值的可靠性进行检验。多元线性回归方程的统计检验主要包括拟合优度检验、回归方程显著性检验、回归系数显著性检验。

D.2 拟合优度检验

D.2.1 拟合优度检验,又称 R^2 检验,是检验回归方程对样本观测值的拟合程度,即检验所有自变量与因变量之间的相关程度。构造样本决定系数 R^2 ,见式(D.1):

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad \text{.....(D.1)}$$

式中:

R^2 ——构造的多元线性回归方程的样本决定系数;

y_i ——第 i 个历史数据对应的生活垃圾年产生量,即多元线性回归方程的第 i 个观测值;

$\hat{y}_i$ ——观测值 y_i 的回归拟合值;

$\bar{y}$ ——所有观测值 y_i 的平均值。

D.2.2 样本决定系数 R^2 的取值在 $[0,1]$ 区间, R^2 越接近 1,表明回归拟合的效果越好; R^2 越接近 0,表明回归拟合的效果越差。检验中 R^2 宜大于等于 0.7,否则线性回归拟合的效果较差,但不能因 R^2 值较小而否定方程。

D.3 回归方程显著性检验

D.3.1 回归方程显著性检验,又称 F 检验,是对模型中自变量与因变量的线性关系在总体上是否显著成立做出判断。构造 F 检验统计量 $F \sim F(m, n-m-1)$,见式(D.2):

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 / m}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-m-1)} \quad \text{.....(D.2)}$$

式中:

F ——构造的多元线性回归方程的 F 检验统计量;

D.3.2 由给定的显著性水平 α ,查 F 分布表或利用 Excel 中 FINV 函数计算,得临界值 $F_\alpha(m, n-m-1)$ 。 F 宜大于 $F_\alpha(m, n-m-1)$,否则多元线性回归方程总体不显著。其中, α 取值不宜大于 0.05,对预测结果精度要求较高的 α 宜取 0.01。

D.3.3 利用软件计算时,也可根据 P 值做检验。当 P 值不大于 α 时,回归方程是显著的,否则是不显

著的。

注：P 值为统计学概念，表示回归方程不显著的概率，大多数学者认同 P 值宜不大于 0.05，常用统计软件分析时该值都会自动计算。

D.4 回归系数显著性检验

D.4.1 回归系数显著性检验，又称 t 检验，是对模型中每个自变量与因变量的线性关系上是否显著进行检验。构造 t 检验统计量 $t_j \sim t(n-m-1)$ ，见式(D.3)：

$$t_j = \frac{\hat{b}_j}{\sqrt{c_{jj}}\hat{\sigma}} \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

t_j ——构造的多元线性回归方程针对 x_j ($j=1, 2, \dots, m$) 的 t 检验统计量；

$\hat{b}_j$ ——多元线性回归方程中对应自变量 x_j 的回归系数 b_j 的回归拟合值；

c_{jj} ——多元线性回归方程中求解回归系数矩阵 $(X'X)^{-1}$ 的主对角线上的第 j 个元素；

$\hat{\sigma}$ ——回归标准差。

D.4.2 由给定的显著性水平 α ，查双侧检验的临界值表 $t_{\alpha/2}$ 或利用 Excel 中 TINV 函数计算， $|t_j|$ 不宜小于 $t_{\alpha/2}$ ，否则认为自变量 x_j 对因变量 y 不显著。其中， α 取值不宜大于 0.05，对预测结果精度要求较高的 α 宜取 0.01。

D.4.3 若自变量不显著，应剔除多余变量，首先剔除 $|t_j|$ 值最小的一个变量，再对新的方程进行检验，有不显著自变量再剔除，直到保留的自变量都对因变量 y 均有显著影响为止。

D.4.4 利用软件计算时，也可根据 P 值做检验。当自变量 x_j 对应 P 值不大于 α 时，说明该自变量对因变量的线性效果显著，否则是不显著的。若存在自变量不显著，应首先剔除 P 值最大的一个变量。