

Research on the Implementation and Effect of Garbage Classification in Xiamen

Dongqian Liu, Yajing Li, Mingjuan He, Shuxia Liu

School of Applied Mathematics, Xiamen University of Technology, Xiamen Fujian
Email: 1756760693@qq.com, 2409847622@qq.com

Received: Jun. 7th, 2019; accepted: Jun. 21st, 2019; published: Jun. 28th, 2019

Abstract

In this paper, firstly, we briefly describe the current status of garbage classification implementation in Xiamen. By using Least Square Estimation and variance analysis to integrate and analyze the collected data, we obtain the main problems, solutions of garbage classification, and current situation of garbage classification. Secondly, through the study of the ratio of the harmless treatment rate of garbage in Xiamen to the whole country, the harmless treatment rate of garbage in Xiamen has been increasing year by year. Finally, we put forward reasonable suggestions based on the conclusion of the model.

Keywords

Garbage Classification, Least Square Estimation, Variance Analysis, Harmless

厦门市垃圾分类实施情况与成效研究

刘冬倩, 李雅晶, 何明娟, 刘书霞

厦门理工学院应用数学学院, 福建 厦门
Email: 1756760693@qq.com, 2409847622@qq.com

收稿日期: 2019年6月7日; 录用日期: 2019年6月21日; 发布日期: 2019年6月28日

摘要

本文首先简述了厦门地区当前垃圾分类实施现状, 运用最小二乘估计、方差分析等方法对收集到的数据进行整合分析, 得出垃圾分类面临的主要问题, 解决办法, 以及目前垃圾分类的情况。然后通过对厦门市垃圾无害化处理率占全国的比例进行研究, 得到厦门市垃圾无害化处理率逐年上升。最后根据模型得出的结论提出合理建议。

关键词

垃圾分类, 最小二乘估计, 方差分析, 无害化

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着社会经济的发展, 资源的利用不断提高, 垃圾的产生量不断增加, 垃圾性状的多样化等问题也日益月滋。在各个大中小城市, 大小不等的垃圾堆积连成环城的一条垃圾链。在乡村等边缘地区垃圾随处可见, 垃圾处理情势十分紧迫[1][2]。关于垃圾分类处理的研究也越来越深入, 张志坚, 王学渊, 赵连阁[3]探讨了社会资本对生活垃圾减量的影响及其作用机制, 王元元, 梁宝荧[4]则从互联网角度对上海垃圾分类的实验进行研究, 李亚惠[5]提出了城市生活垃圾分类回收的问题及对策。本文利用厦门经济特区年鉴[6]搜集到的数据, 建立回归模型, 对 2017 年前的垃圾无害化处理率做线性回归, 进而完成预测。

厦门市的垃圾分类可以根据垃圾无害化处理率来体现实施成果, 它与垃圾清运量和垃圾分类机械总数相关, 对以上指标做出合理的分析能够帮助我们准确预测垃圾无害化处理率, 更好地改善厦门的垃圾分类。本文主要解决了以下几个问题:

- 1) 分析厦门市 2004 年~2017 年里的基本监测指标的相关性;
- 2) 垃圾无害化处理率受生活垃圾清运量和环卫机械总数影响的显著性, 建立回归模型, 求出垃圾无害化处理率与各变量的相关系数。
- 3) 走访式问卷调查厦门市居民垃圾分类配合程度。

2. 数据的收集和处理

通过收集厦门市垃圾分类相关资料结合全国各地的垃圾分类情况进行对比, 结合在厦门市的生活经历, 与在废品大叔公司进行考察的情况, 并根据在厦门市统计局和中国统计年鉴收集到的数据建立模型, 对厦门市垃圾分类实施情况与成效进行统计与研究。

运用到的研究方法主要有: 文献调查法、观察法、思辨法、概念分析法、比较研究法等。通过在网, 图书馆查阅有关垃圾分类的资料和论文[7], 借鉴了相关的知识和结论, 再根据收集到的数据进行整理分析, 提出有关垃圾分类的有效方案, 并对方案的可行性进行分析。

截至 2018 年 10 月底, 全厦门市超过 93% 的居民小区和 42% 的农村地区已开展生活垃圾分类。通过开展垃圾分类, 市生活垃圾“减量化、资源化、无害化”水平明显提高, 其中, 2018 年上半年全市垃圾增长率仅为 1%, 较 2017 年同期的 14.6% 大幅下降, 每天分出 600 多吨厨余垃圾实现资源化处理, 生活垃圾无害化处理率达 100%。

至 2018 年 11 月, 住建部通报 2018 年第三季度全国 46 个重点城市生活垃圾分类工作情况, 厦门市以总分 80 分的成绩, 排名第一, 也是厦门市连续两个季度生活垃圾分类工作排名全国第一。

为了方便观察数据, 我们将厦门市 2004~2017 年的垃圾分类清运量做了条形图, 如图 1, 以便于进行整体上的初步分析, 观察其规律。

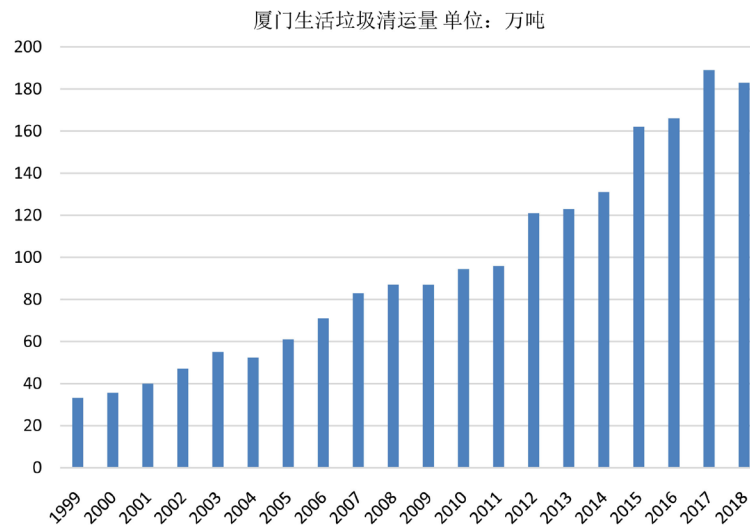


Figure 1. Xiamen municipal garbage collection volume
图 1. 厦门市生活垃圾清运量

3. 模型的识别及参数估计

垃圾分类无害化处理可以使城市垃圾不再污染环境，让资源再生产，变废为宝。无害化处理率是指无害化处理的垃圾量占总处理垃圾量的比率，可以是体积比、质量比。

垃圾分类无害化处理率是反映我国城镇生活垃圾分类成效的一项重要指标。研究共取六个变量，用来反应垃圾分类的成效，分别为全国无害化处理率、全国生活垃圾清运量、全国垃圾分类机械总数、厦门垃圾清运量占全国垃圾清运量比例、厦门垃圾分类机械总数占全国垃圾分类机械总数比例、厦门无害化处理率占全国无害化处理率的比例。

多元线性回归模型，通常形式为：

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2,$$

其中 y_i 即全国垃圾无害化处理率， x_1 为全国垃圾清运量， x_2 为全国垃圾分类机械总数， β_i 为回归系数，可称上式为总体回归函数的随机表达式。

由表 1 可得全国生活垃圾清运量和全国垃圾分类机械总数对全国无害化处理率呈线性关系如图 2。得到线性回归方程

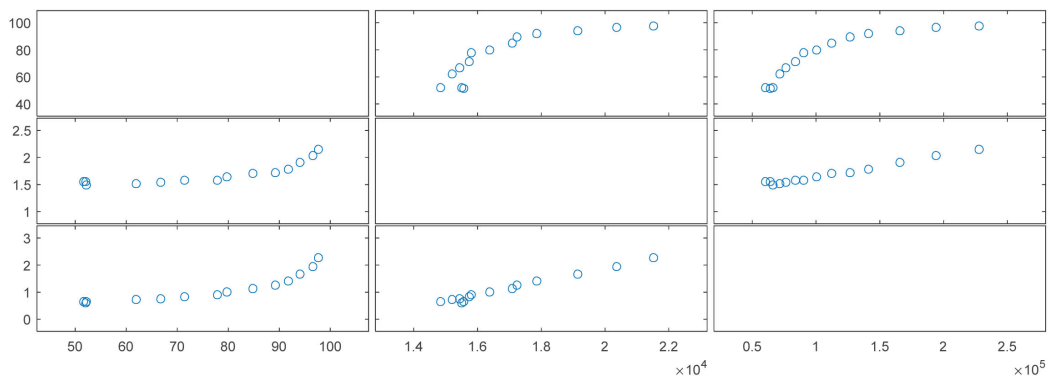


Figure 2. Regression model of national harmless treatment rate
图 2. 全国无害化处理率的回归模型

Table 1. Multivariate analysis data of national harmless treatment rate from 2004 to 2017**表 1.** 2004~2017 年全国无害化处理率多因素分析数据

年份	全国无害化处理率(%)	全国生活垃圾清运量(万吨)	全国环卫机械总数(台)
2004	52.1	15,509	60,238
2005	51.7	15,577	64,205
2006	52.2	14,841	66,020
2007	62	15,215	71,609
2008	66.8	15,438	76,400
2009	71.4	15,734	83,756
2010	77.9	15,805	90,414
2011	79.7	16,395	100,340
2012	84.8	17,081	112,157
2013	89.3	17,239	126,552
2014	91.8	17,860	141,431
2015	94.1	19,142	165,725
2016	96.6	20,362	193,942
2017	97.7	21,521	228,019

$$\hat{y} = 261.062 - 0.014x_1 + 0.001x_2,$$

由于多元回归方程有统计学意义并不说明每一个偏回归系数都有意义, 所以有必要对每个偏回归系数做 t 检验。检验假设 $H_{0j} : \beta_j = 0$, $H_{1j} : \beta_j \neq 0$ 。当 H_{0j} 成立时, 而 $\hat{\beta} \sim N(\beta, \sigma^2 (X'X)^{-1})$, 记 $(X'X)^{-1} = (c_{ij})$ 。则我们构造的 t 统计量为:

$$t_j = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{S_{\beta_j}}, j = 1, 2, \dots, p,$$

式中, s_{β_j} 是第 j 个偏回归系数的标准误差, 其计算比较复杂。

$$S_{x,y} = S_{\hat{\beta}_j} = \sqrt{c_{jj} S_{y,x}},$$

由表 2 可知, 模型的 F 值为 28.94, $P < 0.0001$, $R^2 = 0.84$ 故本研究回归模型是有意义的。由表 3 可知, β_1 的 P 值大于 0.05, 不能否定对 $\beta_1 = 0$ 的假设, 可认为全国生活垃圾清运量对全国无害化处理率没有显著的影响; 偏回归系数 β_2 的 P 值小于 0.05, 可认为解释变量全国垃圾分类机械总数 x_2 显著。即垃圾分类基础设施越多, 城市生活垃圾分类越好, 垃圾无害化处理率越高。

Table 2. Pearson correlation coefficient of each index (nationwide)**表 2.** 各指标的 Pearson 相关系数(全国)

	全国无害化处理率(%)	全国生活垃圾清运量(万吨)	全国环卫机械总数(台)
全国无害化处理率(%)	1.0000000	0.8468284	0.8869950
全国生活垃圾清运量(万吨)	0.8468284	1.0000000	0.9905297
全国环卫机械总数(台)	0.8869950	0.9905297	1.0000000

Table 3. Coefficient calculation of regression model (nationwide)**表 3.** 回归模型系数计算(全国)

	B	标准误差	标准系数	t	Sig.
(常量)	219.062	91.485		2.395	0.036
全国生活垃圾清运量(万吨)	-0.014	0.007	-1.685	-1.920	0.081
全国环工机械总数(台)	0.001	0.000	2.556	2.913	0.014

由表 4 数据, 运用 SPSS 和 Rstudio 获得厦门无害化处理率占全国比例(%), 厦门生活垃圾清运量占全国比例(%), 厦门环工机械总数占全国比例(%)的相关系数如表 5。

Table 4. Multivariate analysis data of harmless treatment rate of Xiamen in China from 2004 to 2017**表 4.** 2004~2017 年厦门无害化处理率占全国比例多因素分析数据

年份	厦门无害化处理率占全国比例(%)	厦门生活垃圾清运量占全国比例(万吨)	厦门环工机械总数占全国比例(台)
2004	0.427736993	0.003379973	0.007901989
2005	0.495914613	0.00391603	0.007896581
2006	0.497389918	0.004784044	0.009618297
2007	0.583912304	0.005455143	0.009342401
2008	0.595021326	0.005638684	0.00947644
2009	0.659718895	0.005529427	0.008381489
2010	0.767486043	0.005975957	0.007786405
2011	0.841807179	0.005847514	0.006946382
2012	1.032914639	0.007082138	0.00685646
2013	1.124466469	0.007134985	0.006345218
2014	1.240875403	0.007334826	0.00591101
2015	1.821482509	0.008463066	0.004646251
2016	1.538035679	0.008152441	0.005300554
2017	1.307108468	0.00878212	0.006718738

Table 5. Pearson correlation coefficient of each index (Xiamen's proportion in the whole country)**表 5.** 各指标的 Pearson 相关系数(厦门占全国比例)

	厦门无害化处理率 占全国比例(%)	厦门生活垃圾清运量 占全国比例(%)	厦门环工机械总数 占全国比例(%)
厦门无害化处理率占全国比例(%)	1.0000000	0.9240799	-0.9023437
厦门生活垃圾清运量占全国比例(%)	0.9240799	1.0000000	-0.7314761
厦门环工机械总数占全国比例(%)	-0.9023437	-0.7314761	1.0000000

由表 5 可知, 厦门无害化处理率占全国比例(%)和厦门生活垃圾清运量占全国比例(%)具有很强的相关性, 而对于厦门环工机械总数占全国比例(%)与其他两项则相关性非常弱, 所以厦门无害化处理率占全国比例(%)和厦门生活垃圾清运量占全国比例(%)可以作为构建厦门市垃圾分类情况模型的理论支撑。根据 2004 年到 2017 年厦门和全国的垃圾分类数据运用 SPSS 和 Rstudio 获得 3 个指标的相关系数的数据如表 6。

Table 6. Coefficient calculation of Xiamen's national regression model
表 6. 厦门占全国回归模型系数计算

	B	标准误差	标准系数	<i>t</i>	Sig.
(常量)	0.997	0.289		3.446	0.005
厦门垃圾清运量占全国垃圾清运量比例(%)	148.899	21.946	0.568	6.785	0.000
厦门垃圾分类机械总数占全国垃圾分类机械总数比例(%)	-136.253	23.421	-0.487	-5.818	0.000

厦门垃圾清运量占全国垃圾清运量比例和厦门垃圾分类机械总数占全国垃圾分类机械总数比例对厦门无害化处理率占全国无害化处理率的比例呈线性关系, 如图 3。得到线性回归方程

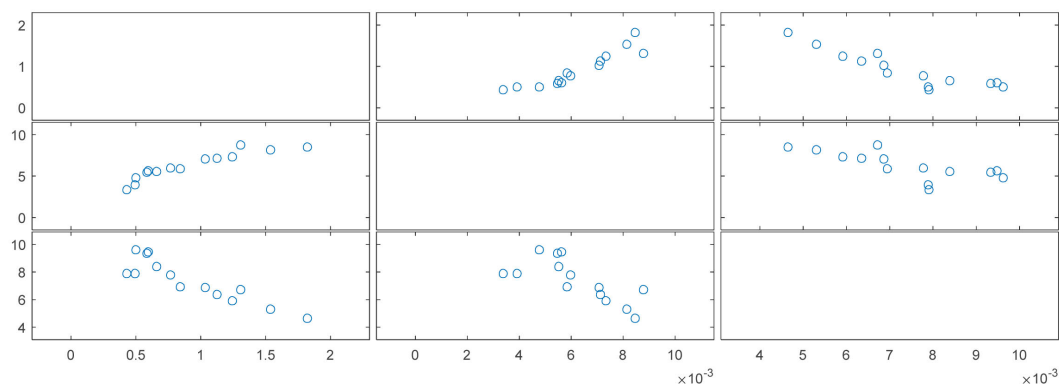


Figure 3. Regression model of harmless treatment rate of Xiamen in China
图 3. 厦门占全国无害化处理率的回归模型

$$\hat{y} = 0.9972 + 148.8989z_1 - 136.2532z_2,$$

由于多元回归方程有统计学意义并不说明每一个偏回归系数都有意义, 所以有必要对每个偏回归系数做 *t* 检验。

由表 6 可知, 模型的 *F* 值为 148, $P < 0.0001$, 故本研究回归模型是有意义的。由上表可知, 偏回归系数的 *P* 值小于 0.05, 可认为解释变量厦门垃圾清运量占全国垃圾清运量比例、厦门垃圾分类机械总数占全国垃圾分类机械总数比例显著。说明厦门垃圾分类清运量和基础设施与城市垃圾分类无害化处理率呈正相关。

4. 结论

本文通过对厦门市生活垃圾分类实施工作与呈现出的情况, 得到以下结论:

垃圾分类现如今已经被国家确定为重点发展项目, 是一项变废为宝, 利国利民的工作, 也是一项绿色环保的项目, 需要国家和各行各业的人们全力支持。要做好垃圾分类, 一方面要完善好相关的政策, 明确管理者的责任与义务, 制定有效措施, 让工作的实施得到保障; 另一方面, 要做好一定的激励措施, 使民众更加积极的参与到垃圾分类工作中。多管齐下, 做好做实每一个环节。

目前“互联网 + 垃圾分类”在厦门市已经展开, 但还没有完全推广, 据了解这种线上模式很受民众的喜爱, 而且互联网的传播速度快, 范围很广, 影响很深, 便于管理, 可以让民众看见自己进行垃圾分类的成果, 更加的激励了民众的积极性。这种线上和线下的结合, 更加有效的对垃圾分类进行推广, 相信模式成熟后, 将在全市推广。

通过走访问卷调查,在询问市民“在看到垃圾分类的宣传后你想尝试垃圾分类的意愿大吗”85%的市民非常想尝试一下,市民的主动参与垃圾分类的积极性很高;对于遵循垃圾分类的动力是什么,市民的回答一致认为是一个人的道德素质,说明垃圾分类不仅是一个道德素质的体现,更是一个社会、一个国家的民族修养。

根据往年厦门市垃圾清运量、垃圾分类机械总数、无害化处理率等数据,得出厦门市垃圾无害化处理率占全国的比例在逐年上升,说明厦门市居民垃圾分类意识提高,保护环境人人有责的责任感更强。同时可以预测在来年厦门市的垃圾无害化处理率将进一步上升,由厦门市垃圾分类实施情况与成效,也可以预测出全国的垃圾分类处理情况,将来全国的垃圾无害化处理率也将进一步提高。全国人民将做到垃圾分类,人人有责的行动当中。

垃圾分类与垃圾的清理密不可分,厦门市对环卫的基础设施的投入也一定程度上推进了垃圾分类工作的进行。对于垃圾分类的实施有以下几个建议:

- 1) 加强有关垃圾分类的宣传。
- 2) 推动有关产业的结构化调整和技术创新,减少对环境的影响。
- 3) 根据不同的区域的人流密度进行不同的设置,较高效的进行垃圾分类。
- 4) 严格实行垃圾分类的有关法律法规,做到有法必依。
- 5) 培养中小学生的垃圾分类意识。

基金项目

2018年国家级大学生创新创业训练计划项目(项目编号:201812480)。

参考文献

- [1] 王青苏. 垃圾分类处理是件利国利民的好事[N]. 哈尔滨日报, 2019-02-27(005).
- [2] 沈峰. 实行垃圾分类需要多方协作[N]. 中国商报, 2019-02-21(P02).
- [3] 张志坚, 王学渊, 赵连阁. 社会资本对生活垃圾减量的影响及其作用机制[J]. 商业经济与管理, 2019(2): 85-97.
- [4] 王元元, 梁宝荧. 上海垃圾分类的互联网实验[J]. 决策探索(上), 2019(2): 78-79.
- [5] 李亚惠. 城市生活垃圾分类回收的问题及对策探究[J]. 资源节约与环保, 2019(3): 56-57.
- [6] 厦门市统计局. 厦门经济特区年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004-2017.
- [7] 任军. 城市生活垃圾处理全过程的低碳模式优化探讨[J]. 环境与发展, 2019, 31(1): 42-43.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2325-2251, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: sa@hanspub.org