

基于层次分析法的垃圾分类实施效果评价 ——以南京市为例

马思齐

南京师范大学金陵女子学院, 江苏 南京

收稿日期: 2022年3月29日; 录用日期: 2022年5月9日; 发布日期: 2022年5月16日

摘 要

垃圾产量的增长和随之产生的环境污染等问题, 越来越成为人们关注的焦点。我国自2019年开始在全国46个重点城市推行生活垃圾的强制分类, 需要建立合理有效的垃圾分类实施效果评价体系。本文通过构建科学的评价指标体系, 借助AHP层次分析法的帮助, 以南京市为例, 对南京市的垃圾分类实施效果, 从操作管理、运行成本、社会意义的角度进行了合理评价, 并得出相应结论, 对未来更好地构建垃圾分类实施效果评价体系提供一定的参考。

关键词

垃圾分类, 层次分析法, 实施效果

Evaluation of Implementation Effect of Waste Classification Based on Analytic Hierarchy Process —Taking Nanjing as an Example

Siqi Ma

Jinling Women's College, Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu

Received: Mar. 29th, 2022; accepted: May 9th, 2022; published: May 16th, 2022

Abstract

The growth of waste production and the resulting environmental pollution have increasingly become the focus of public attention. Since 2019, China has implemented the compulsory classifica-

tion of domestic waste in 46 key cities across the country. It is necessary to establish a reasonable and effective evaluation system for the implementation effect of waste classification. By constructing a scientific evaluation index system and with the help of AHP, taking Nanjing as an example, this paper makes a reasonable evaluation on the implementation effect of waste classification in Nanjing from the perspective of operation management, operation cost and social significance, and draws the corresponding conclusions, which provides a certain reference for better constructing the evaluation system of waste classification implementation effect in the future.

Keywords

Waste Classification, Analytic Hierarchy Process, Implementation Effect

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 研究背景

随着大众环保意识的不断增强,以及持续增长的垃圾产量和随之产生的环境污染、垃圾填埋焚烧等问题的日益突出,垃圾分类越来越成为人们关注的焦点和热点问题。2019年9月,国家机关事务管理局印发通知,公布《公共机构生活垃圾分类工作评价参考标准》,并就进一步推进有关工作提出要求。国家投入213亿,在全国46个重点城市推行垃圾分类。2020年11月1日,南京市正式推行生活垃圾强制分类。

此外,中国在联合国大会上向世界宣布了2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标。推行垃圾分类也是积极策应国家碳达峰、碳中和的战略要求。要实现“金山银山不如绿水青山”,就要把垃圾分类作为目前民生问题的重中之重,科学构建对其实施效果的评价体系。本文以南京市为例,针对目前评价垃圾分类实施效果的相应指标难寻找等问题展开探究,并基于AHP层次分析法设计构建垃圾分类实施效果评价体系。

2. AHP 层次分析法模型构建

本文将运用AHP层次分析法对目前南京市垃圾分类的实施效果进行分析评价。层次分析法比较适合于具有多层耦合关系的评价指标的目标系统,且目标值较难定量描述的决策问题。层次分析法的构建应用具体包括以下四步。

2.1. 层次模型的建立

层次分析法将决策问题分为三个具体层次:第一层是目标层,即代表要解决的目标;第二层是准则层,它将目标分解为相关的二级指标;第三层是指标层,把准则层的二级指标进一步细化成若干有代表性的指标。

本文中,目标层是目前垃圾分类的实施效果评价,准则层包括操作管理(B1),运行成本(B2)和社会意义(B3)。相应的指标层包括9个详细指标。

与操作管理(B1)相对应的指标层次包括三个详细指标:垃圾分类设施(C1),垃圾分拣员工作频率(C2)和政府奖惩措施(C3)。与运行成本(B2)相对应的指标层包括三个详细指标:分拣员工资(C4),后续处理成本(C5)和设施成本(C6)。与社会意义(B3)相对应的指标层包含3个详细指标:垃圾减量化程度(C7),垃圾

资源化程度(C8)和居民满意程度(C9)。借助 YAAHP 软件,按照上述指标选取思路可以得到的垃圾分类实施效果评价指标体系的示意图,如图 1 所示[1]。

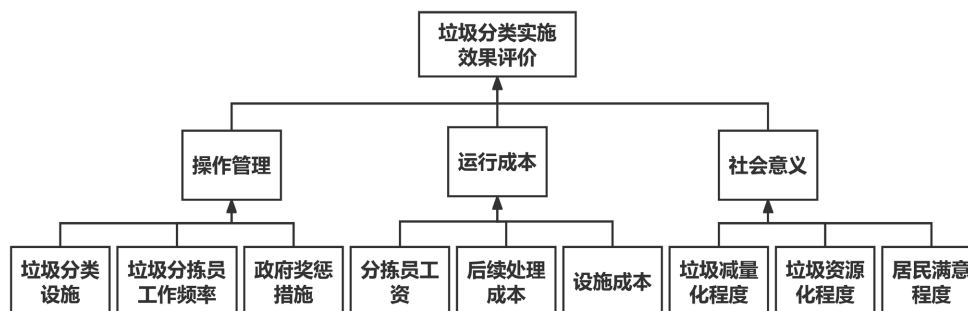


Figure 1. Evaluation index system of waste classification implementation effect

图 1. 垃圾分类实施效果评价指标体系

2.2. 判断矩阵的构建

根据建立的层次结构模型,采用 9 标度方法进行判断矩阵构建,1、3、5、7、9 分别代表同样重要、稍微重要、明显重要、强烈重要和极端重要,用于比较层次结构中每个元素的相对重要性。其中,2、4、6、8 为上述相临判断的中值; a_{ij} 表示因素 i 与因素 j 比较的结果,因素 j 与因素 i 比较则为其倒数[2]。构建四个判断矩阵,如表 1~4 所示。

Table 1. Judgment matrix of influencing factors of target layer A

表 1. 目标层 A 各影响因素的判断矩阵

A	B1	B2	B3	ω_i	$\lambda_{\max} = 3.0649$ $CR = 0.0624 < 0.1$ 判断矩阵具有满意一致性
B1	1	3	1/5	0.1884	
B2	1/3	1	1/7	0.0810	
B3	5	7	1	0.7306	

Table 2. Judgment matrix of influencing factors of criterion layer B1

表 2. 准则层 B1 各影响因素的判断矩阵

B1	C1	C2	C3	ω_i	$\lambda_{\max} = 3$ $CR = 0.0000 < 0.1$ 判断矩阵具有满意一致性
C1	1	1	1/3	0.2000	
C2	1	1	1/3	0.2000	
C3	3	3	1	1.0000	

Table 3. Judgment matrix of influencing factors of criterion layer B2

表 3. 准则层 B2 各影响因素的判断矩阵

B2	C4	C5	C6	ω_i	$\lambda_{\max} = 3.0385$ $CR = 0.0370 < 0.1$ 判断矩阵具有满意一致性
C4	1	1/5	1/3	0.1470	
C5	5	1	3	0.6370	
C6	3	1/3	1	0.2583	

Table 4. Judgment matrix of influencing factors of criterion layer B3
表 4. 准则层 B3 各影响因素的判断矩阵

B3	C7	C8	C9	ω_i	$\lambda_{\max} = 3.0385$ $CR = 0.0370 < 0.1$ 判断矩阵具有满意一致性
C7	1	3	5	0.6370	
C8	1/3	1	3	0.2583	
C9	1/5	1/3	1	0.1047	

2.3. 层次单排序的一致性检验

首先，计算测量矩阵 A 的一致性指数 CI ($n > 1$ 次方矩阵)，公式为：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

当 $CI = 0$ 时，称为完全一致。
同时，引入随机一致性指数 RI，随机一致性指标 RI 为同阶矩阵的一致性指标的随机均值，如表 5 所示。最后，通过判断矩阵的一致性比率 CR 来检验判断矩阵 A 是否通过一致性检验，公式为：

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Table 5. The value of RI
表 5. RI 值

指标数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

当 $CR < 0.1$ 时，判断矩阵符合层次单排序的一致性检验标准，否则，需要进行不断的调整，重复上述步骤，进行层次单排序的一致性检验。

2.4. 层次总排序的一致性检验

层次总排序一致性测试的计算步骤如下：

$$CI = \sum_{j=1}^m a_j CI_j \tag{1}$$

$$RI = \sum_{j=1}^m a_j RI_j \tag{2}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{3}$$

当 $CR < 0.1$ 时，整个层次结构通过一致性检验[3]。

3. 分析结果

3.1. 计算评价权重

在调查中，我们使用了问卷收集准确的数据。在此基础上，借助 YAAHP 软件处理收集到的数据。YAAHP 软件中，垃圾分类实施效果评价指标体系中各指标的总权重值及其顺序如表 6 所示。

Table 6. Weight table of each index of waste classification implementation effect evaluation index system**表 6.** 垃圾分类实施效果评价指标体系各指标权重表

目标层	准则层	指标层	总权重值	顺序
垃圾分类实施效果 A	操作管理 B1 0.1884	垃圾分类设施 C1	0.0377	6
		垃圾分类员工作频率 C2	0.0377	6
		政府奖惩措施 C3	0.1130	3
	运行成本 B2 0.0810	分拣员工资 C4	0.0085	9
		后续处理成本 C5	0.0516	5
		设施成本 C6	0.0209	8
	社会意义 B3 0.7306	垃圾减量化程度 C7	0.4654	1
		垃圾资源化程度 C8	0.1887	2
		居民满意程度 C9	0.0765	4

3.2. 分析结果

结合相关数据,由表 6 可知垃圾分类实施效果评价指标体系中,在 3 个二级指标中,社会意义(B3)的权重最大为 0.7306,运行成本(B2)的权重最小为 0.0810。在 9 个三级指标中,垃圾减量化程度(C7)和垃圾资源化程度(C8)的权重排名为第一与第二,其对应权重值分别为 0.4654 和 0.1887。而分拣员工资(C4)和设施成本(C6)的权重排名分列倒数第一与第二,其对应权重值分别为 0.0085 和 0.0209。通过对比,可见二级指标权重排序与三级指标权重排序高度一致。

通过表 6 可以看出,目前评价垃圾分类实施效果的评价指标中,社会意义是最重要的准则层,相对应的垃圾减量化程度和垃圾资源化程度是直接反映垃圾分类效果的重要依据,需要提高重视程度[4]。

4. 结论

根据 AHP 层次分析法得出的结果,社会意义层面是评价垃圾分类实施效果的最重要的维度,操作管理其次,运行成本最弱。在具体细化指标中,垃圾减量化程度和垃圾资源化程度是目前评价垃圾分类实施效果的重要依据,人工费用即分拣员的工资等情况不是评价垃圾分类实施效果的有效依据。可以看出目前垃圾分类实施过程中基本不计代价,把实现垃圾分类的目的作为最重要的考虑因素。

这与南京市目前的经济发展情况相吻合,经济的高效发展给南京足够的经济实力建设充足的垃圾分类基础设施,做好分类收集容器的设置和撤桶并点的相关工作,并安排大量垃圾分类指导员指导居民的垃圾分类工作。但这也是未来需要持续关注方面,即如何在保证垃圾分类效果的同时,降低经济成本,实现经济效益和社会意义的共赢。针对目前仍然存在的垃圾分类容易回潮,需要反复巩固的痛点、难点,政府还需要继续探索“共建共创”的长效机制。加大资金投入力度,分阶段全面加强对于垃圾分类基础设施的建设,规范设置收集容器,营造垃圾分类的良好氛围。另外,要不断探索垃圾分类数字化转型,科学运用高科技手段,实现垃圾分类工作精细化管理、规范化运营,助推城市精细化发展。

在具体操作管理层面,值得关注的是政府的奖惩措施。奖惩措施的背后反映的是政府的监督管制情况。垃圾分类最应该警惕的就是公众不能真正做到垃圾分类,搞形式主义、做表面文章,政府要针对这种情况加强监督管控,还可以通过人工智能、物联网等高科技技术手段,辅助督导监管垃圾分类。目前高淳区已经引入首个 AI 垃圾分类“督导员”,及时识别垃圾乱丢包、错投、混投、满溢、未破袋等不符合投放生活垃圾规定的行为,并对居民不正确投放行为进行抓拍举证,并上传后台报警,后台工作人员

可通过现场视频重放了解报警具体情况，并作出处置。同时政府的监督管制也需要社区层面协助，配合政府相应的措施和政策，组织居民共同商议拟定垃圾分类公约，把垃圾分类纳入村规民约。南京实施生活垃圾的强制分类已经有一年多的时间了，要巩固并不断增强当前垃圾分类的实施效果，就必须做好监督，强化管控。

另外，政府应该做好数据统计，公开垃圾分类相关情况数据。目前很难从政府的公开数据中查询到有关垃圾分类的相关数据，包括垃圾的日均产量、垃圾的利用情况、减量化程度等资料。相关数据的统计和公开，可以回应社会对于垃圾分类的关注，通过现有平台如南京市城市管理局官网、APP 我的南京等渠道，及时公开目前有关垃圾分类的各项数据，会有助于居民们更好地了解目前垃圾分类的相关情况，提升居民垃圾分类的成就感和责任感，促进居民履行垃圾分类的主体责任，提高主人翁意识。也可以向社会展示政府在垃圾分类工作方面的管理能力，让社会大众可以全程监督和督促政府加快推进垃圾分类，提升垃圾分类实施效果，真正达到垃圾分类的目的[5]。

致 谢

感谢对本文有过帮助和耐心指导的良师益友。

参考文献

- [1] 彭玉丽, 黄志亮, 齐长青. 基于 AHP 的 4 种不同垃圾分类方法的优化研究[J]. 环境卫生工程, 2017, 25(5): 13-15.
- [2] 杨真真, 岳佳鑫, 张振桐. 基于数学模型层次分析法的垃圾分类处理质量的影响因素研究[J]. 广东化工, 2020, 47(24): 105-106.
- [3] 孙境蔚, 刘福红. 基于层次分析法的生活垃圾分类收集方案的优化[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(12): 15-17+44.
- [4] 潘振宇. “互联网+”垃圾智能分类模式的实施效果及优化路径探析——以武汉市为例[J]. 山西农经, 2019(13): 83-84.
- [5] 胡梦丹. 我国垃圾分类之环境激励与完善机制研究[J]. 市场周刊, 2020, 33(8): 158-160+181.