

层次分析法在高校垃圾分类处理中影响因素的研究

——以大连民族大学金石滩校区为例

郝慧敏

大连民族大学, 辽宁 大连

收稿日期: 2022年1月16日; 录用日期: 2022年2月21日; 发布日期: 2022年2月28日

摘要

本文以大连民族大学(金石滩校区)为例, 对影响垃圾分类处理系统的因素进行系统梳理, 运用层次分析法建立评价模型, 对各层影响因子赋予权重, 并根据结果制定出合理可行的实施建议方案。

关键词

垃圾分类, 层次分析法, 方案

Research on the Influencing Factors of Analytic Hierarchy Process in Garbage Classification and Treatment in Colleges and Universities

—Taking Jinshitan Campus of Dalian Minzu University as an Example

Huimin Hao

Dalian Minzu University, Dalian Liaoning

Received: Jan. 16th, 2022; accepted: Feb. 21st, 2022; published: Feb. 28th, 2022

Abstract

Taking Dalian Minzu University (Jinshitan Campus) as an example, this paper systematically sorts out the factors affecting the garbage classification and treatment system, establishes an evaluation model by using analytic hierarchy process (AHP), assigns weights to the influencing factors of each layer, and formulates reasonable and feasible implementation suggestions according to the results.

Keywords

Garbage Classification, Analytic Hierarchy Process, Plan

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. 引言

近年来,我国经济发展速度加快,城市创建进程也不断加快,随之而来的各种垃圾给城市可持续且稳定的发展带来滞后的影响,探究影响因素、完善垃圾分类处理体系至关重要。“减量化、资源化和无害化”是城市生活垃圾管理的最终目标[1],生活垃圾分类处理是减量重要、有效的手段,是实行垃圾分类管理的重要条件。我国垃圾分类处理现状首先表现在:居民对于垃圾投放的意识普遍不强,对于生活中的不可回收垃圾、可回收垃圾、有害垃圾、干垃圾、湿垃圾等认知不足,导致垃圾被习惯性地混投、混弃,为后续环节的垃圾处理问题增强了挑战[2]。据了解全国高校大学生数量高达761.5万人,这无疑是垃圾分类带头的主要群体,因此我们要对高校垃圾分类的各个环节进行严格把关,要制定严谨且可实行的制度、严格按照规章制度分类投放、处理,加强监督管理措施等。建设完善的高校垃圾分类制度,不仅能够促进学生自觉行为的意识,还能提高全体居民广泛参与的热情度和调动人民持续参与的积极性、主动性。通过逐渐培养居民环保意识水平,提升居民素质,为创建文明城市提供了先决条件。本文结合层次分析模型和权重排序法,通过计算各个因素的权重大小,对各个因素的影响程度进行评价[3],通过构建判断矩阵可将非量化问题转换为定量性问题[3],再根据比重关系,分析确定重要影响因素,结合实际情况给予相关建议。本文以大连民族大学(金石滩校区)垃圾分类制度为例,引入层次分析法和模糊综合评价法,建立垃圾分类制度体系的综合评价模型,以此为模型提出合理化建议和改进方案。

2. 层次分析法简介

层次分析法简称为AHP,是将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定量以及定性的分析决策方法。迄今为止,国内外学者对层次分析法进行了广泛的研究,该方法的知识体系不断丰富并且应用于多个领域[4]。由于它具有将定性和定量结合起来以系统化、层次化的方法对问题进行分析的特点,能处理许多用传统的最优化技术无法着手的实际问题[5]。在评价影响垃圾分类处理质量的决策问题时,若仅仅单纯的依靠常识和经验对于经济效益、社会生活、生态环境等等不易量化的影响因素进行分析决策会产生较大的误差,并且在有较多复杂因素影响决策问题时,结果往往不全面甚

至不准确。层次分析法可以将不同的决策类问题按照目标层、准则层、方案层这样的顺序分解成不同的层次结构，其特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化具有实用性、系统性、简洁性等优点[6]。

3. 建立层次分析法模型

3.1. 构造层次结构模型，建立指标体系

大连民族大学(金石滩校区)主体分为教学区和生活区两部分，虽然两地之间有一定的距离，但是生活区和教学区内垃圾分类的监管制度是相同的。我们都知道生活垃圾分为厨余垃圾、可回收垃圾和其他垃圾三类。那么教学区的垃圾来源于教学楼内的垃圾、教工食堂的厨余垃圾和其他垃圾，生活区的垃圾包括学生公寓内垃圾、三个食堂的厨余垃圾和其他垃圾。所有的垃圾均由相关负责人进行垃圾分类处理，随后装在统一的黑色标准垃圾袋内，由专门负责运输的电动垃圾车收运到指定地点。

依照各级管理主体的功能及其之间的相互关系可划分为目标层 A、准则层 B 和方案层 C 3 个层次。第一层是目标层，即垃圾分类处理质量影响因素评估；第二层是准则层即分为分类投放、分类运输、分类收集，记为 $B = \{B_1, B_2, B_3\}$ ，选取运行情况、监督管理情况等 10 项指标组成指标层，记为 $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_{10}\}$ 。指标体系见图 1 所示。

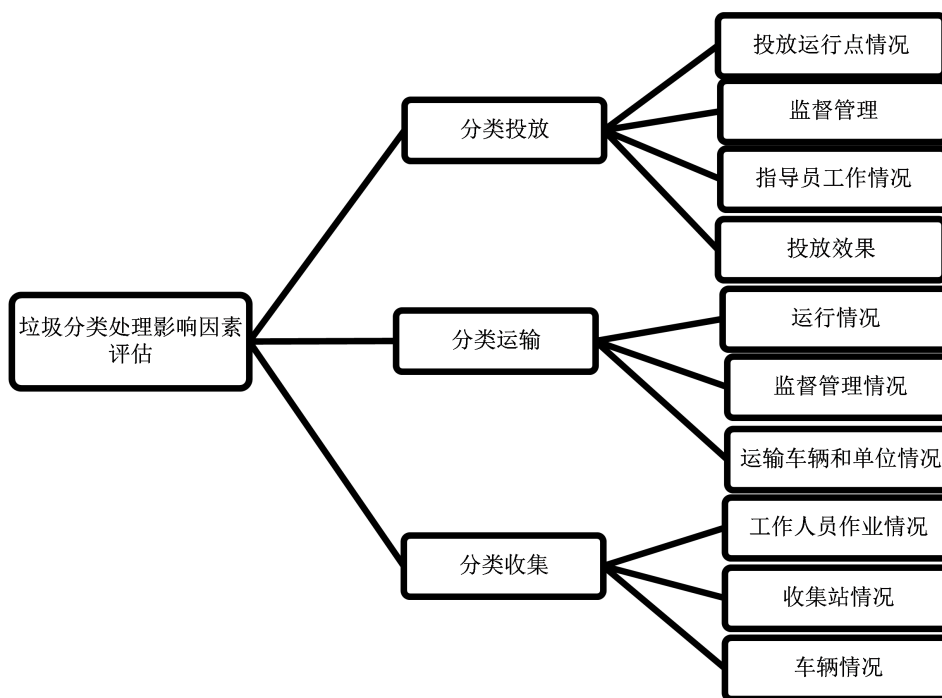


Figure 1. Garbage classification index system
图 1. 垃圾分类指标体系

3.2. 构造两两比较的判断矩阵

在建立层次体系之后，针对某一层的某一个因素及下一层与之有关的元素，通过两两比较，确定优劣程度，构造判断矩阵[7]。为了使判断矩阵中每个因素量化，根据调研情况对重要等级进行分类，笔者采用常用的 1~9 标度法。权重指标体系见表 1 所示。各指标判断矩阵见表 2~表 5 所示。

Table 1. Weight index reference table**表 1.** 权重指标参考表

标度	含义
1	同样重要性
3	稍微重要
5	明显重要
7	强烈重要
9	极端重要
2、4、6、8	上述两相邻判断的中值
倒数	A 和 B 相比如果标度为 3, 那么 B 和 A 相比就是 1/3

Table 2. A-B judgment matrix of criterion layer to target layer**表 2.** 准则层对目标层的 A-B 判断矩阵

总目标 A	分类运输 B ₁	分类投放 B ₂	分类收集 B ₃
分类运输 B ₁	1	1/4	1/4
分类投放 B ₂	4	1	1
分类收集 B ₃	4	1	1

Table 3. B₁-C judgment matrix of scheme layer versus criterion layer**表 3.** 方案层对准则层的 B₁-C 判断矩阵

分类投放 B ₂	指导员工作情况 C ₁	投放运行点情况 C ₂	监督管理 C ₃	投放效果 C ₄
指导员工作情况 C ₁	1	1/2	1/3	1/4
投放运行点情况 C ₂	2	1	1/3	1
监督管理 C ₃	3	3	1	3
投放效果 C ₄	4	1	1/3	1

Table 4. B₂-C judgment matrix of scheme layer versus criterion layer**表 4.** 方案层对准则层的 B₂-C 判断矩阵

分类运输 B ₁	运行情况 C ₅	监督管理情况 C ₆	运输车辆和单位情况 C ₇
运行情况 C ₅	1	1/4	1/3
监督管理情况 C ₆	4	1	3
运输车辆和单位情况 C ₇	3	1/3	1

Table 5. B₃-C judgment matrix of scheme layer versus criterion layer**表 5.** 方案层对准则层的 B₃-C 判断矩阵

分类收集 B ₃	工作人员作业情况 C ₈	收集站情况 C ₉	车辆情况 C ₁₀
工作人员作业情况 C ₈	1	2	3
收集站情况 C ₉	1/2	1	3
车辆情况 C ₁₀	1/3	1/3	1

3.3. 计算判断矩阵的权重向量

计算权重往往是数据对结果最直观的有力说明, 通过数据我们可以客观的分析出高校垃圾分类过程中最为重要的环节, 这为高校管理垃圾分类制度也提供了很大帮助。计算判断矩阵权重的方法有算术平均法、几何平均法、特征值法。本文用算术平均法来进行细致的计算。步骤如下: 第一步: 将判断矩阵按照列归一化; 第二步: 将归一化的各列相加; 第三步: 将相加后得到的向量中每个元素除以 n 即可得到权重向量。在处理矩阵时判断矩阵 $A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$, 求得的权重向量 $w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$

($i=1,2,\dots,n$)。目标层 A 权重表见表 6 所示, 各方案层权重排序见表 7 所示。

Table 6. Total target layer weight table

表 6. 总目标层权重表

总目标 A	分类运输 B ₁	分类投放 B ₂	分类收集 B ₃
权重 w	0.1111	0.4444	0.4444

Table 7. Weight ordering table of each scheme layer

表 7. 各方案层权重排序表

方案层 C	权重	排序
C ₁	0.1172	9
C ₂	0.6144	1
C ₃	0.2684	5
C ₄	0.0980	10
C ₅	0.1851	7
C ₆	0.485	3
C ₇	0.2319	6
C ₈	0.5278	2
C ₉	0.3325	4
C ₁₀	0.1396	8

计算最大特征值与层次排序的一致性检验 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(\tilde{A}\tilde{w})_i}{\tilde{w}_i}$, 判断矩阵的一致性检验指标为 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 平均一致性指标为 $RI = \frac{\lambda'_m - n}{n - 1}$, 当随机一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI} \leq 0.1$ 时认为判断矩阵符合一致性的要求。

根据 n 的大小, 查找平均随机一致性指标 RI 见表 8 所示。

Table 8. Average random consistency index RI

表 8. 平均随机一致性指标 RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0.0001	0.52	0.89	1.12	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52

3.4. 总排序权值与一致性检验

权值为 $w_i = \sum_{j=1}^m a_j b_{ij}$ ，经计算方案层对目标层的总排序权重向量

$$\begin{aligned} w &= (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8, w_9, w_{10})^T \\ &= (0.1172, 0.6144, 0.2684, 0.0980, 0.1851, 0.4850, 0.2319, 0.5278, 0.3325, 0.1396)^T \end{aligned}$$

对于 B_1 层而言， $CI = 0.0368$ ， $CR = 0.0707$ ；对于 B_2 层而言， $CI = 0.0618$ ， $CR = 0.0695$ ；对于 B_3 层而言， $CI = 0.0268$ ， $CR = 0.0516$ 。

随机一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI} \leq 0.1$ ，因此认为判断矩阵符合一致性的要求。

4. 结果分析

由上述层次分析结构模型分析可以观察到，方案层对目标层的权重 $w_2 > w_8 > w_6 > w_9 > w_3 > w_7 > w_5 > w_{10} > w_1 > w_4$ ，即高校进行垃圾分类处理过程中，影响程度分类投放的监督管理 > 工作人员作业情况 > 分类运输的监督管理情况 > 收集站情况 > 指导员工作情况 > 运输车辆和单位情况 > 运行情况 > 车辆情况 > 投放运行点情况 > 投放效果。该评估体系运用层次分析法(AHP)计算各级指标权重，充分考虑了各因素相对重要性，并借助专家丰富的实践经验和专业理论知识对二级指标进行评分，使评价结果更加准确、符合实际。由此可见分类投放过程中监督管理的作用是非常重要的，而且需要工作人员进行指导工作。

5. 基于层次分析法模型结果，为高校垃圾分类提出合理化建议

5.1. 监督管理方面

良好的监督管理制度会加快建设节奏，使得建设工作始终按照原始轨迹，有条不紊的进行。为了提出明确量化考核的标准，监管体系中指标权重的获得成为研究的中心问题[8]。首先高校应该实行阶梯性管理制度：学校相关负责部门领导 - 两区负责人 - 两区工作人员 - 两区学生，每一层都选举出合适的管理者和监督者，坚决实行学校下发的政策。尤其要对学生垃圾的投放和处理工作做出严格审核和管控。高校普遍存在由处理垃圾工作人员进行垃圾分类处理的现象，所以要从这一现象入手，改革形式，量化垃圾。

监督是指对行为结果或行为过程进行检查与反馈。管理是指同别人在一起或通过别人使活动 完成的更有效的手段。监管主要是从效率与效果 2 个方面对垃圾分类的整个流程进行控制[8]。监督和管理是在一定的知识能力的基础上展开的，因此要先对高层监督人员在各个方面都进行适当培训，从而促进工作高效而快速的开展。可以通过短视频、课堂、答题竞赛等方式开展培训，不仅能够提高大家的兴趣，还能在潜移默化中学习。因此，在日常教学工作中，着重培养和提升学生的自主学习能力，逐步将传统的教师主导型教学模式转变为学生自主学习为主要的教学模式，将成为改革的必然趋势[9]。

5.2. 垃圾投放方面

垃圾投放环节的严格把控是非常有意义的，如果在有监督人员的监督和指导下进行，效果会更加显著。高校大学生具备高质量学习能力，因此培养大学生垃圾分类知识是首要任务，学生自主学习和教师授课相结合，再在相关人员指导下进行垃圾分类投放，这无疑是处理垃圾分类工作最有效、最重要的一部分。因此，高校不仅要分配监督管理人员进行指导工作，还要增设与垃圾分类相关的课程、活动、奖惩制度，促进垃圾分类投放工作的高效、快速实施。

垃圾分类投放看似复杂,实则容易,关键在于我们投放垃圾的那一瞬间的意识,当投放者严格按照有害、无害等分类投放时,会给后续的工作带来很多便捷。所以每一个人都应该重视起来。

5.3. 分类收集方面

垃圾分类收集其实就是仔细过滤,在良好的监督管理和垃圾投放运行状态下,这一环节也显得轻松许多,但这是一项考察细致、认真与垃圾分类知识掌握程度高低的重要环节,对于人员的筛选也要慎重考虑。

高校的学生数量高达几千人甚至破万,日产垃圾量远远超过所在地区居民的垃圾产量,因此,垃圾分类收集工作最应该严格掌控的就是学生,学生不仅要接受相关垃圾分类知识普及培训,还要受到相关人员的监督,以小见大,循序渐进,自然而然就会形成良好习惯,这样不仅为负责收集垃圾的工作人员减轻工作负担,还减少了工作量,提高了工作效率。

6. 结论

党的十八大以来,生态环境的建设提升到了前所未有的重要地位,垃圾分类意义重大,这是形成社会主义生态文明观、建设社会主义生态文明、推动形成人与自然和谐发展现代化建设新格局的必由之路[10]。高校作为高等教育的主阵地,在整个社会中承担着非常重要的角色,应当充分发挥其教育资源丰富、教育途径多样、教育效果显著的优势,通过探索构建校园垃圾分类工作管理体系,并在实践中不断优化,为开展“生态育人”、引导学生树立社会主义生态文明观、助力生态文明建设在新时代的探索与实践贡献力量。高质量的垃圾分类处理不仅可以改善生态环境、提高居民垃圾分类意识,还能够降低垃圾处理成本获得可观的经济收益、减少土地资源的浪费和消耗,具有社会、经济、生态三方面的效益[2]。大学生是接受高等教育的直接人,他们的意识形态已处于建设阶段,每一年都有成千上万的学生投入到工作岗位,那么他们或多或少都会对社会与大环境带来影响,因此,更应该从大学生入手展开垃圾分类的教育和践行工作,我也坚信在不久的将来我们的国家环境会变得越来越好。

基金项目

大连民族大学创新创业训练计划(202112026009)资助。

参考文献

- [1] 陈肖静. 基于层次分析法的中国城市生活垃圾分类收集方案优选——以上海市浦东新区为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(S2): 4.
- [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): 2.
- [3] 马光猛. 基于 AHP 的库区高边坡地质灾害影响因素敏感性分析[J]. 水利技术监督, 2022(1): 4.
- [4] 余德建, 徐泽水, 颜兆萍. 层次分析法研究的知识流动和主题演变分析[J]. 电子科技大学学报: 社会科学版, 2021, 23(4):8. [https://doi.org/10.14071/j.1008-8105\(2021\)-1054](https://doi.org/10.14071/j.1008-8105(2021)-1054)
- [5] 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.
- [6] 田辉平. 基于层次分析法和聚类分析法相结合的评价方法[J]. 华东经济管理, 2007, 21(8): 3.
- [7] 李祚泳. 层次分析法(AHP)及其最新进展[J]. 成都气象学院学报, 1992(4): 82-87.
- [8] 路鹏, 王桂琴, 李海滢, 张晓辉, 苏昭辉, 马婧一, 张剑. 层次分析法在垃圾分类监督管理工作中的应用[J]. 环境卫生工程, 2012(6): 1-3.
- [9] 牟天, 范方辉. 基于层次聚类分析法探索提升《食品质构与流变》教学效果策略[J]. 中国食品工业, 2021(21): 4.
- [10] 刘瑞文. 高校垃圾分类工作现状与管理体系统建[J]. 河北环境工程学院学报, 2020, 30(1): 5.