

## 可持续性包装

## 基于 AHP-熵权的绿色包装评价指标重要度分析

李娜, 李小东

(东莞职业技术学院, 东莞 523808)

**摘要:** **目的** 提供一种基于 AHP (层次分析法) 和熵权定量化的绿色包装评价指标重要度确定方法。**方法** 结合现有资料, 从环境、资源、经济、功能等 4 个维度构建多层次绿色包装评价指标体系, 运用 AHP 确定各个指标的主观权重, 并利用熵权法获得各项指标的客观权重; 最后, 运用乘法组合赋权原理将两者整合, 得到各项指标的综合重要度。**结果** 定量化的重要度标定实现了绿色包装评价指标的有效排序, 得出绿色包装一级评价指标的重要度排序为资源指标>环境指标>经济指标>功能指标, 二级指标重要度的前 3 位是空位容积率、原材料中的有害成分、包装成本。**结论** 综合 AHP 权重值与熵权权重值, 评价指标的专家主观偏好与客观差异得到了更好的融合, 获得了更为合理的指标权重, 该方法能够为绿色包装评价体系的制定提供有效参考。

**关键词:** AHP; 熵权; 绿色包装; 指标重要度

**中图分类号:** TS206    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1001-3563(2019)15-0144-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.15.023

## Importance of Green Packaging Evaluation Index Based on AHP-entropy Weigh

LI Na, LI Xiao-dong

(Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China)

**ABSTRACT:** The work aims to provide a method to determine the importance of green packaging evaluation index based on AHP and entropy weight. Combined with the existing data, a multi-level green packaging evaluation index system was constructed from the four dimensions of environment, resources, economy and function. The subjective weight of each index was determined by AHP method, and the objective weight of each index was obtained by entropy weight method. Finally, the principle of combination weighting of multiplication was used to integrate both of them, and the comprehensive importance of each index was obtained. Calibration of quantitative importance achieved the effective ranking of green packaging evaluation indexes. It was concluded that the importance ranking of the first-level evaluation indexes of green packaging was resource index>environmental index>economic index>functional index. The top three of the second-level indexes were vacancy volume ratio, harmful ingredients in raw materials and packaging cost. The experts' subjective preference and objective difference of evaluation index are combined better, and a more reasonable index weight is established by integrating AHP weight value and entropy weight value. The proposed method can provide effective reference for the formulation of green packaging evaluation system.

**KEY WORDS:** AHP; entropy weight; green packaging; index importance

收稿日期: 2019-02-04

基金项目: 广东省教育厅青年创新人才 (2019GKQNCX029); 东莞市科技局项目 (2017507156406)

作者简介: 李娜 (1984—), 女, 硕士, 东莞职业技术学院讲师, 主要研究方向为绿色包装材料及产品设计。

通信作者: 李小东 (1969—), 男, 硕士, 东莞职业技术学院教授, 主要研究方向为印刷工艺及印刷设备。

随着“十二五”规划中绿色、循环等概念的提出，人们开始关注生产与环境、生态、资源的协调一致性。在这样的社会背景下，对于一直被认为是高能耗、高排放的印刷包装产业<sup>[1]</sup>，最大限度地减少对环境的负面影响、选用绿色原材料、提高能源利用率<sup>[2]</sup>将必然成为印刷包装产业的发展趋势。2010 年，国内包装产业虽然开始推行绿色印刷理念和相关认证<sup>[3]</sup>，但是一个包装的生命周期涉及到原材料、加工、印刷、销售、运输、使用、废弃、回收处理等多个环节，因此，采用一般方法很难准确对绿色包装进行评价。目前，国内尚无统一的评审标准能够对绿色包装进行客观评测<sup>[4]</sup>。国内很多学者开始尝试研究绿色包装评价方法，周凯等提出了基于粗糙集理论和 TOPSIS 构建绿色包装评价的方法<sup>[5]</sup>；肖金亭提出了综合运用生命周期法、4R1D 评价法、经济分析法、消费者心理分析法等来进行评价<sup>[6]</sup>；薛磊等提出了基于模糊综合评价法的绿色包装评价体系<sup>[7]</sup>；杜来红提出了基于灰色关联的产品包装绿色评价方法<sup>[8]</sup>。文中基于上述研究的基础，拟充分利用 AHP 与熵权法的优势<sup>[9]</sup>，提出集主客观权重于一体，综合判断绿色包装各项指标重要度的方法。

# 1 绿色包装评价指标重要度分析模型

## 1.1 构建评价指标体系

运用 AHP 法<sup>[10—11]</sup>将绿色包装评价指标体系划分为目标层  $U$ 、一级指标层  $U_i$  及二级指标层  $U_{ij}$ （其中  $i=1, 2 \dots m, j=(1, 2 \dots n)$ ）。如果绿色包装的评价受到  $m$  个一级指标的影响，则绿色包装评价体系一级指标设为  $(U_1, U_2 \dots U_m)$ ，如果这  $m$  个一级指标又各自受到  $n$  个二级指标的影响，则绿色包装评价体系二级指标设为  $(U_{i1}, U_{i2} \dots U_{in})$ 。

## 1.2 AHP 法确定权重

AHP 法由美国运筹学家 Satty 提出<sup>[12—13]</sup>，被广泛应用于复杂问题的决策上。该方法通过构建评价指标的层次结构<sup>[14—15]</sup>，将调查者的评价结果进行量化处理，进而获得各个评价指标的权重。

### 1.2.1 建立判断矩阵

建立判断上一层与下一层指标间的比重关系矩阵。假设上一层指标为  $U$ ，下一层级的指标  $U_i=\{U_1, U_2, U_3 \dots U_n\}$ ，用  $A_{ij}$  表示  $U_i$  与  $U_j$  对  $U$  的重要程度之比， $U$  与  $U_i$  的判断矩阵为：

$$U-U_i=\begin{pmatrix} A_{11} & \dots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{n1} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}, \text{ 其中 } A_{ij}=1/A_{ji} \quad (1)$$

采用 5 级权重度标定  $A_{ij}$  的值，具体标度的含义见表 1。

表 1 重要度的标定  
Tab.1 Calibration of importance

| 重要性标度      | 含义              |
|------------|-----------------|
| 1          | 表示2个要素相比，同等重要   |
| 3          | 表示2个要素相比，前者稍重要  |
| 5          | 表示2个要素相比，前者明显重要 |
| 7          | 表示2个要素相比，前者强烈重要 |
| 9          | 表示2个要素相比，前者极端重要 |
| 2, 4, 6, 8 | 表示相邻两判断的中间值     |

### 1.2.2 检验矩阵的一致性

- 步骤 1：运用 yaahp 层次分析软件，计算  $\lambda_{\max}$ 。
- 步骤 2：根据矩阵阶层  $n$ ，从表 2 中查阅平均随机一致性指标  $R_1$  的取值。

表 2 随机一致性指标  
Tab.2 Random consistency index

| $n$   | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| $R_1$ | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

- 步骤 3：计算判断矩阵的一致性比值  $C_R^{[16—17]}$ 。
- $$C_R=(\lambda_{\max}-n)/((n-1)\times R_1) \quad (2)$$
- 步骤 4：当  $C_R<0.1$  时，认为一致性符合要求，否则需进行检测调整。

### 1.2.3 计算各指标权重

将  $\lambda_{\max}$  所对应的特征向量进行归一化处理，得到指标  $U$  下的各指标  $U_i$  的排序权重为：  
 $w'=\{w'_1, w'_2 \dots w'_n\}$ 。

## 1.3 熵权法确定权重

熵权法<sup>[18—20]</sup>是利用指标数值间的差异计算评价指标的权重。评价指标的差异程度与熵成反比关系，差异程度越大，熵越小，指标的权重越大<sup>[21]</sup>。

### 1) 构建原始矩阵 $X$ 。

$$X=(x_{ij})_{m \times n}=\begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中： $m$  为评价指标的数量； $n$  为评价对象的人数。

2) 进行数据的标准化处理<sup>[22]</sup>。对原始数据  $x_{ij}$  进行处理，消除指标间的差异。得到  $P=(p_{ij})_{m \times n}$ ，其中  $p_{ij}$  为第  $i$  个指标、第  $j$  个评价对象的标准值。

对于越小越优的指标而言。

$$p_{ij}=\frac{(\{x_{ij}\}_{\max}-x_{ij})}{(\{x_{ij}\}_{\max}-\{x_{ij}\}_{\min})} \quad (4)$$

式中:  $\{x_{ij}\}_{\max}$  表示  $j$  列中各项  $x_{ij}$  的最大值;  $\{x_{ij}\}_{\min}$  表示  $j$  列中各项  $x_{ij}$  的最小值。

对于越大越优的指标而言。

$$p_{ij} = \frac{(x_{ij} - \{x_{ij}\}_{\min})}{(\{x_{ij}\}_{\max} - \{x_{ij}\}_{\min})} \quad (5)$$

3) 进行数据的归一化处理。

$$h_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{i=1}^n p_{ij}} \quad (6)$$

$$4) \text{ 计算第 } i \text{ 项指标的熵值 } (E_i), E_i = \frac{-\sum_{j=1}^n h_{ij} \ln h_{ij}}{\ln n},$$

这里  $E_i \in [0, 1]$ , 且当  $h_{ij}=0$  时, 规定  $h_{ij} \ln h_{ij}=0$ 。

$$5) \text{ 计算熵权值。 } w_i'' = \frac{(1-E_i)}{\sum_{i=1}^m (1-E_i)}, \text{ 且 } w_i'' \in [0, 1],$$

$$\sum_{i=1}^m w_i'' = 1.$$

#### 1.4 确定指标综合重要度

$$U_{ij} \text{ 相对于 } U_i \text{ 的综合重要度}^{[23]} \text{ 为: } w_i = \frac{(w_i' \times w_i'')}{\sum_{i=1}^n w_i' w_i''}.$$

$U_{ij}$  相对于  $U$  的综合重要度为:

$$V_{ij} = w_i w_{ij}$$

## 2 实例分析

根据评价方法的要求, 调查内容设置为一级、二级评价指标 1~9 度的等级标度数据和 5 级评价等级的评语集, 并邀请包装行业专家及资深工作人员完成调查问卷。随后利用 1~9 标度评分结果计算 AHP 权重, 利用评语集数据的统计分析结果, 计算熵权值, 综合 2 部分数据结果, 得到重要度指标排序。

### 2.1 确定绿色包装的指标评价体系

从绿色包装的内涵出发, 充分考虑包装的整个生命周期, 涉及到无毒无害、绿色环保、可回收、可再生、可降解腐化等方面, 确定 4 个一级指标和 11 个二级指标来构建印刷绿色包装评价指标体系 (见表 3), 力图较为全面地反映其绿色包装的程度。

### 2.2 确定指标权重

包装企业 8 位专家的评定结果见表 4, 得到 AHP 构造判断矩阵。

表 3 绿色包装的评价体系  
Tab.3 Evaluation system of green packaging

| 系统层           | 一级指标       | 二级指标               | 说明                                                                |
|---------------|------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 绿色包装的评价体系 $U$ | 环境指标 $U_1$ | 生产中污染物的排放 $U_{11}$ | 根据《工业“三废”排放试行标准》、《制浆造纸工业水污染物排放标准》规定的排放标准。大气、水源等污染的结果通过最大单因子法进行计算。 |
|               |            | 原材料中的有害成分 $U_{12}$ | 所用材料中的有害成分的量与原材料总量的比值                                             |
|               | 资源指标 $U_2$ | 材料的利用率 $U_{21}$    | 剩余材料与材料总量的比值                                                      |
|               |            | 材料的回收率 $U_{22}$    | 回收材料与废弃材料总量的比值                                                    |
|               |            | 材料的降解率 $U_{23}$    | 降解材料与回收材料的比值                                                      |
|               |            | 空位容积率 $U_{24}$     | 指包装总的容积减去产品的体积与产品体积的比值                                            |
|               | 经济指标 $U_3$ | 包装制作成本 $U_{31}$    | 指包装的成本和产品价格的比例                                                    |
|               |            | 回收成本 $U_{32}$      | 材料回收再利用所需要的费用                                                     |
|               | 功能指标 $U_4$ | 方便运输 $U_{41}$      | 运输过程中包装的方便性、稳定性和快捷性等                                              |
|               |            | 便利功能 $U_{42}$      |                                                                   |
|               |            | 美观 $U_{43}$        |                                                                   |

表 4 二级指标评价结果  
Tab.4 Evaluation results of second-level indexes

| 二级指标 | $U_{11}$ | $U_{12}$ | $U_{21}$ | $U_{22}$ | $U_{23}$ | $U_{24}$ | $U_{31}$ | $U_{32}$ | $U_{41}$ | $U_{42}$ | $U_{43}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 专家1  | 7        | 6        | 4        | 6        | 4        | 7        | 7        | 3        | 7        | 2        | 2        |
| 专家2  | 5        | 7        | 2        | 6        | 4        | 8        | 7        | 2        | 8        | 2        | 3        |
| 专家3  | 6        | 6        | 4        | 7        | 3        | 7        | 8        | 5        | 7        | 3        | 3        |
| 专家4  | 6        | 6        | 5        | 6        | 4        | 6        | 7        | 4        | 7        | 4        | 4        |
| 专家5  | 7        | 6        | 5        | 6        | 4        | 9        | 8        | 5        | 6        | 2        | 3        |
| 专家6  | 6        | 7        | 4        | 7        | 5        | 7        | 9        | 4        | 9        | 3        | 5        |
| 专家7  | 5        | 6        | 4        | 6        | 5        | 8        | 7        | 4        | 7        | 4        | 3        |
| 专家8  | 5        | 7        | 4        | 7        | 3        | 8        | 8        | 4        | 7        | 3        | 3        |

$$U-U_i=\begin{pmatrix}1&1&3&7\\1&1&3&5\\\frac{1}{3}&\frac{1}{3}&1&2\\\frac{1}{7}&\frac{1}{5}&\frac{1}{2}&1\end{pmatrix};U_2-U_{2i}=\begin{pmatrix}1&\frac{1}{5}&\frac{1}{2}&\frac{1}{4}\\5&1&3&\frac{1}{2}\\2&\frac{1}{3}&1&\frac{1}{3}\\4&2&3&1\end{pmatrix};$$
$$U_1-U_{1i}=\begin{pmatrix}1&2\\\frac{1}{2}&1\end{pmatrix};U_3-U_{3i}=\begin{pmatrix}1&3\\\frac{1}{3}&1\end{pmatrix};$$
$$U_4-U_{4i}=\begin{pmatrix}1&3&2\\\frac{1}{3}&1&2\\\frac{1}{2}&\frac{1}{2}&1\end{pmatrix}。$$

计算每个判断矩阵的  $C_R$ ，结果见表 5，可知每个矩阵的  $C_R$  均小于 0.1，满足一致性。

表 5 判断矩阵的一致性检测结果（ $C_R$ ）  
Tab.5 Consistency test results of judgment matrix ( $C_R$ )

| $U-U_i$ | $U_1-U_{1i}$ | $U_2-U_{2i}$ | $U_3-U_{3i}$ | $U_4-U_{4i}$ |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 判断矩阵    | 判断矩阵         | 判断矩阵         | 判断矩阵         | 判断矩阵         |
| 0.004   | 0            | 0.0360       | 0            | 0.0088       |

根据 1.2—1.4 节相关计算公式，得到了各项指标的 AHP 法权重、熵权法权重、不同层次间的重要度，具体结果见表 6。

根据表 6 的数据结果，一级指标的重要度排序为资源指标>环境指标>经济指标>功能指标，资源指标的重要度是 0.4083。从资源指标的具体内容可以得出，可降解、可重复利用、可回收再生、无过度包装

表 6 绿色包装评价指标的权重及重要度  
Tab.6 Weight and importance of green packaging evaluation index

| 评价目标 | 一级评价指标 | 一级指标权重 | 二级评价指标   | 二级指标权重(AHP法) | 二级指标权重(熵权法) | 二级指标重要度(相对 $U_i$ ) | 二级指标重要度(相对 $U$ ) |
|------|--------|--------|----------|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| U    | $U_1$  | 0.2876 | $U_{11}$ | 0.4679       | 0.5102      | 0.4781             | 0.1375           |
|      |        |        | $U_{12}$ | 0.5321       | 0.4898      | 0.5219             | 0.1501           |
|      |        |        | $U_{21}$ | 0.0963       | 0.1567      | 0.0849             | 0.0347           |
|      | $U_2$  | 0.4083 | $U_{22}$ | 0.3522       | 0.3395      | 0.3173             | 0.1295           |
|      |        |        | $U_{23}$ | 0.1302       | 0.1112      | 0.1410             | 0.0576           |
|      |        |        | $U_{24}$ | 0.4213       | 0.3926      | 0.4568             | 0.1865           |
|      | $U_3$  | 0.1836 | $U_{31}$ | 0.5835       | 0.6948      | 0.7613             | 0.1398           |
|      |        |        | $U_{32}$ | 0.4165       | 0.3052      | 0.2387             | 0.0438           |
|      |        |        | $U_{41}$ | 0.6321       | 0.7953      | 0.9301             | 0.1121           |
|      | $U_4$  | 0.1205 | $U_{42}$ | 0.1515       | 0.1002      | 0.0281             | 0.0034           |
|      |        |        | $U_{43}$ | 0.2164       | 0.1045      | 0.0418             | 0.0050           |

等已经被认为是衡量绿色包装的最重要因素。其次，环境指标的重要度达到了 0.2876，也就是说尽可能地减少包装对环境造成的污染，降低有毒物质的产生，是绿色包装必须要解决的问题。最后，绿色包装对包装功能指标的要求不高。我国应该合理制定绿色包装材料的发展规划，完善绿色包装材料的法律，进而促进绿色包装材料的发展。

二级指标的重要度排序为  $U_{24}$ （0.1865）>  $U_{12}$ （0.1501）>  $U_{31}$ （0.1398）>  $U_{11}$ （0.1375）>  $U_{22}$ （0.1295）>  $U_{41}$ （0.1121）>  $U_{23}$ （0.0576）>  $U_{32}$ （0.0438）>  $U_{21}$ （0.0347）>  $U_{43}$ （0.005）>  $U_{42}$ （0.0034），排名第 1 的空位容积率和排名第 3 的包装制作成本是衡量过度包装的 2 项重要指标。过度包装会浪费大量社会资源、产生不必要的生活垃圾、增加商品成本、损害消费者利益。绿色包装必须是一种减量化包装、一种功能与价值相适应的包装，在绿色包装的评价体系中需要占有较大的重要度，才能满足国内现阶段对

绿色包装的要求。  
从功能指标来看，虽然在一级指标中的重要度最低，但其中的方便运输指标重要度却达到了 0.1121，远远高于便利功能指标和美观指标，这也说明能够保护商品、方便运输、便于存储的包装在绿色包装评价体系中也越来越重视。

3 结语

绿色包装作为一种包装理念，其评价体系应该从长远角度出发，重视包装的安全性和减量化，进而实现包装的可持续发展。文中结合包装整个生命周期，选取 4 个一级指标、11 个二级指标，建立了绿色包装评价方案的指标集，充分利用 AHP 和熵权理论的优势，将专家主观偏好与指标客观差异性相结合，得到了更为合理的指标权重、各项指标综合重要度，使得评价结果真实、可靠，该方法为后续绿色包装评价指

标体系的制定提供了有益参考。

#### 参考文献:

- [1] 付海燕, 刘益, 宋成龙. 印刷包装企业绿色化评价指标体系构建研究[J]. 北京印刷学院学报, 2013, 8(21): 56—58.  
FU Hai-yan, LIU Yi, SONG Cheng-long. Study on the Construction of Green Evaluation Index System for Printing and Packaging Enterprises[J]. Journal of Beijing Printing College, 2013, 8(21): 56—58.
- [2] 肖寿仁, 周永胜, 胡茶根, 等. 机械产品绿色制造技术的应用分析[J]. 铸造技术, 2016(30): 1628—1630.  
XIAO Shou-ren, ZHOU Yong-sheng, HU Cha-gen, et al. Application Analysis of Green Manufacturing Technology for Mechanical Products[J]. Foundry Technology, 2016, 30(30): 1628—1630.
- [3] 易芬. 塑料软包装行业如何实现绿色印刷的研究[M]. 北京: 首都经济贸易大学, 2012.  
YI Fen. Research on How to Realize Green Printing in Plastic Flexible Packaging Industry[M]. Beijing: Capital University of Economics and Trade, 2012.
- [4] 杨洁, 李慧琳. 基于模糊层次分析的包装绿色度评价体系研究[J]. 生态经济, 2018, 34(1): 78—82.  
YANG Jie, LI Hui-lin. Research on Evaluation System of Packaging Greenness Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Eco-economy, 2018, 34(1): 78—82.
- [5] 周凯, 孙宏悦, 姜辉等. 基于粗糙集理论和 TOPSIS 的绿色包装评价方法[J]. 包装工程, 2018, 39(17): 142—146.  
ZHOU Kai, SUN Hong-yue, JIANG Hui, et al. Green Packaging Evaluation Method Based on Rough Set Theory and TOPSIS[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(17): 142—146.
- [6] 肖金亭. 基于综合评价理念的绿色包装设计评价体系的研究[M]. 株洲: 湖南工业大学, 2013.  
XIAO Jin-ting. Research on Evaluation System of Green Packaging Design Based on Comprehensive Evaluation Concept[M]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2013.
- [7] 薛磊, 窦德强. 基于模糊综合评价法的绿色包装评价体系研究[J]. 中国包装工业, 2015(22): 189—190.  
XUE Lei, DOU De-qiang. Research on Green Packaging Evaluation System Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation[J]. China Packaging Industry, 2015(22): 189—190.
- [8] 杜来红, 杨良渠. 基于灰色关联的产品包装绿色评价的研究[J]. 中国包装, 2006, 26(5): 45—47.  
DU Lai-hong, YANG Liang-qu. Research on Green Evaluation of Product Packaging Based on Grey Relation[J]. China Packaging, 2006, 26(5): 45—47.
- [9] 赵新好, 姚安林, 郭磊, 等. 基于 AHP-熵权法的输气站场区块风险因素权重确定方法研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2012(10): 91—96.  
ZHAO Xin-hao, YAO An-lin, GUO Lei, et al. Based on AHP-Entropy Weight Method to Determine the Weights of Risk Factors in Gas Transmission Station Blocks[J]. China Safety Production Science and Technology, 2012(10): 91—96.
- [10] CAGUAR U. Brainstorming the Cryoplane Layout by Using the Iterative AHP-QFD-AHP Approach[J]. Aviation, 2018, 21(2): 1648—1655.
- [11] LI W H, ZHU Q. Network Selection Algorithm Based on AHP and Similarity[J]. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2018(2): 77—88.
- [12] PENJANI H N, TURAN E, et al. Integration of GIS, AHP and TOPSIS for Earthquake Hazard Analysis[J]. Natural Hazards, 2018, 92(3): 1523—1546.
- [13] FEI S, LI X D, FAN Y L. Safety Evaluation for Bridge Crane Based on FTA and AHP[J]. MATEC Web of Conferences, 2018(207): 3014—3018.
- [14] HUANG G Z, SUN S H, ZHANG D L. Safety Evaluation of Construction Based on the Improved AHP-Grey Model[J]. Wireless Personal Communications, 2018, 103(1): 209—219.
- [15] ZEYNEP D U D. Assessment of Techno-entrepreneurship Projects by Using Analytical Hierarchy Process[J]. Technology in Society, 2018(54): 41—46.
- [16] 杨雪康. FAHP 方法关键技术研究及应用[M]. 桂林: 桂林电子科技大学, 2017.  
YANG Xue-kang. Key Technology Research and Application of FAHP Method[M]. Guilin: Guilin University of Electronic Science and Technology, 2017.
- [17] LUO J. Research on the Application of AHP and Fuzzy Evaluation in Quota Design[J]. Proceedings of the Advances in Materials Machinery Electrical Engineering, 2017, 114: 477—481.
- [18] SUN X L, ZHAN L J, YANG Z L. Evaluation on the One Village One Product Economic Development Benefit of Chengdu Shuangliu County Based on Entropy Weight TOPSI Method[J]. Advance Journal of Food Science and Technology, 2015, 9(10): 749—754.
- [19] YAN F, ZHANG X L, XIAO C Z. Improvement on Entropy Weighting Model in Groundwater Quality Evaluation[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, 17(1): 12—16.
- [20] 赵挺生, 任玲玲, 周炜, 等. 基于熵权法-CIM 模型的高速公路施工临近房屋安全风险评价[J]. 中国安全生产科学技术, 2017(3): 174—179.

- ZHAO Ting-sheng, REN Ling-ling, ZHOU Wei, et al. Safety Risk Assessment of Adjacent Buildings in Expressway Construction Based on the Entropy Weight Method-CIM Model[J]. China Safety Production Science and Technology, 2017(3): 174—179.
- [21] 李博杨, 李贤功, 吴利高, 等. 基于熵权法和集对分析的煤矿安全事故人因失误分析[J]. 矿业安全与环保, 2017, 44(1): 111—114.
- LI Bo-yang, LI Xian-gong, WU Li-gao, et al. Human Error Analysis of Coal Mine Safety Accidents Based on Entropy Weight Method and Set Pair Analysis[J]. Mining Safety and Environmental Protection, 2017, 44(1): 111—114.
- [22] 徐海峰, 李相民, 王磊. 基于 AHP 与熵权的舰艇编队信息作战能力模糊综合评估[J]. 火力与指挥控制, 2013(6): 93—96.
- XU Hai-feng, LI Xiang-min, WANG Lei. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Information Combat Capability of Ship Formation Based on AHP and Entropy Weight[J]. Firepower and Command Control, 2013(6): 93—96.
- [23] 安然, 刘照博. 基于组合权重的灰色关联法在机场选址中应用[J]. 山西建筑, 2014(32): 3—5.
- AN Ran, LIU Zhao-bo. Application in Civil Airport Site Selection of Grey Correlation Method Based on Combination Weight[J]. Shanxi Architecture, 2014(32): 3—5.