

基于模糊层次分析法的包装方案评估模型研究

巩桂芬, 殷 科

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: 针对包装多元化的现象, 依据层次分析法建立了包装方案评估模型, 并给出了分析实例。该模型不仅可以对包装方案进行综合评判, 还可以比较方案在次级评价指标方面的优劣以作为优化设计的理论依据。使用该模型对包装方案进行评估, 可以使评估过程定量化更容易操作, 评估结果也更加直观。该模型在包装方案评估中有广泛的适用性。

关键词: 层次分析法; 包装方案; 评估模型; 综合评价

中图分类号: TB482; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)21-0064-04

Study on Assessment Model of Packaging Solutions Based on AHP Method

GONG Gui-fen, YIN Ke

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: An assessment model of packaging solutions based on AHP method was established in response to diversification of packaging solutions. Examples of the analysis were provided. This model can not only be used in comprehensive evaluation, but also can be used in evaluation of secondary indicators. By using this model, the assessment process can be quantified, the operation more easy, and the assessment result more intuitionistic. The model can be widely used in assessment of packaging solution.

Key words: AHP; packaging solutions; assessment model; comprehensive evaluation

随着包装技术的不断发展, 现代包装呈现出多元化和个性化的趋势。对于同一种商品, 市场上往往会出现各种不同的包装方案^[1]。如何判定种类繁多的包装方案的优劣, 就需要依靠一些科学的方法对包装方案进行一个综合的评估。通过评估得到的结果, 可以比较各个方案的优缺点, 在以后的设计之中综合考虑并不断改进, 以达到实现最优化设计的目的。

1 层次分析法

层次分析法(AHP)是由美国运筹学家 Saaty 在 20 世纪 70 年代提出的一种把定性和定量相结合的决策分析方法。AHP 法是用一定的标度将人的主观判断定量化, 将定性的问题进行定量分析的一种多准则评估决策方法。它的基本思路是通过分析系统的有关因素及其相互关系, 将系统层次化, 建立一个层次系统。然后参考给定的比例标度, 通过两两比较确

定要素的相对重要性, 建立上层因素对下层相关因素的判断矩阵, 以确定相对重要序列; 在满足一致性原则的前提下, 对目标下的因素进行单排列, 从而得出评价对象或不同要素的权重值, 为评价和决策提供依据^[2-3]。

包装的主要功能是保护产品、方便运输、促进销售和利于环保^[4]。当对某一包装进行评估时也主要从这几个方面考虑。在产品的保护性方面又可以分别从以下几个因素来考虑: 物理性保护, 保护产品的外观、结构等物理性能不受到损坏; 化学性保护, 主要是指保护产品的化学性能不发生变异, 如保证食品不发生霉变等; 目的性保护, 主要是指对产品非物质方面的保护, 如防伪、防盗等。与此同时, 包装在便利性、环保性、促销性方面也都可分为多个因素进行考虑。由此可见, 包装方案的评估有着明显的层次性。因此认为层次分析法可以很好地应用于包装方案的评估。基于层次分析法的包装方案评估体系可以量

收稿日期: 2011-09-19

作者简介: 巩桂芬(1974—), 女, 河北故城人, 陕西科技大学副教授, 主要从事运输包装的教学与研究。

化包装方案的评估,为包装方案的选择及包装设计的优化提供依据^[5-8]。

2 包装方案评估模型

2.1 确定评价指标及建立评价指标体系

包装方案的评价往往与多种因素相关,在此从包装的保护性、方便性、促销性、环保性 4 个方面建立一个包装的评估体系,它们即是该评价体系的一级评价指标。在每个一级评价指标下都为其设定 3 个二级评价指标。故整个评估体系包括一级评价指标 4 个,二级评价指标 12,建立的评估结构层次见图 1。依照

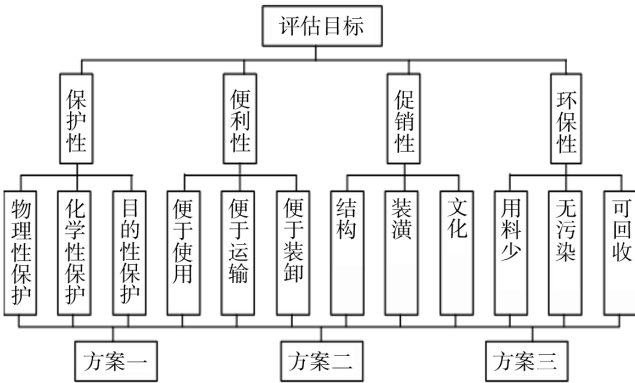


图 1 评估层次结构

Fig. 1 The hierarchy structure

相同的原理在对不同产品的包装方案进行评估时,可以根据实际情况的需要设置评价指标的层数和同一级指标的个数。由此便建立起了一个针对不同目标的应用于不同层数和不同评价指标数的评估层次结构模型,见图 2。

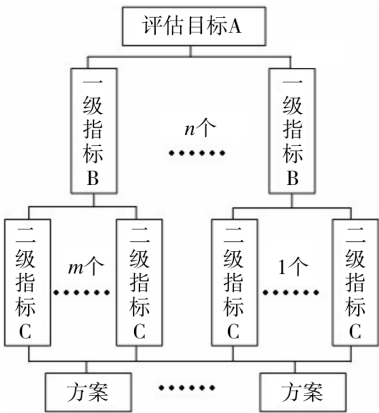


图 2 评估层次结构模型

Fig. 2 Model of hierarchy structure

2.2 确定指标权重

采用专家评分和层次分析法相结合的方式来确定各个评价指标的权重。首先将评估表格发给包装工程方面的专家,让其分别对各级评价指标之间的重要性和各个方案在评价因素方面的表现进行打分,然后对打分的结果求平均值作为后续评估的依据。根据评分结果,按照 AHP 法对同一级别的评估标准的相对重要性进行两两比较,来确定同级评价指标的权重。在此使用 Saaty 的 1—9 标度法,并参考重要性判断标度表,见表 1。

表 1 重要性判断标度含义表

Tab. 1 The meaning of importance estimation degree

标度	含义
1	表示两元素相比,具有同样的重要性
3	表示两元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两元素相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间标度

1) 构造判断矩阵。

针对同一等级的评价指标,统计专家的评分。参照重要性判断标度表(表 1)对评价指标进行两两比较,得到这一等级的评估指标的重要性判断矩阵 $C=(c_{ij})$,当评估对象有 n 个同等级别的评价指标时,其判断矩阵如下:

$$C=(c_{ij})_{n\times n}=\begin{bmatrix}c_{11}&c_{12}&\cdots&c_{1n}\\c_{21}&c_{22}&&c_{2n}\\\vdots&&&\vdots\\c_{n1}&c_{2n}&\cdots&c_{nn}\end{bmatrix}$$

2) 计算判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 及相对应的特征向量 ω 。

计算判断矩阵每行元素的几何平均值 $\bar{\omega}_1=\sqrt[n]{\prod_{j=1,2,3,\cdots,n}c_{ij}}(i=1,2,3,\cdots,n)$,对其做归一化处理得: $\omega_i=\bar{\omega}_1/\sum_{j=1,2,3,\cdots,n}\bar{\omega}_1(i=1,2,3,\cdots,n)$,其特征向量为 $\omega_1=(\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_n)^T$ 。

3) 检验一致性。

首先计算一致性指标 $C_i=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}$ (n 为评价指标的数目),再参考平均随机一致性指标 R_i (见表 2)计算一致性比值 $C_R=C_i/R_i$ 。当 $C_R<0.1$ 时,判断矩阵

满足一致性要求,否则需要对判断矩阵进行调整。

表 2 平均随机一致性指标 R_i

Tab.2 Average random consistency index R_i										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_i	0.00	0.00	0.52	0.90	1.12	1.24	1.35	1.42	1.46	1.49

2.3 模糊综合评判

依据最大隶属度原则来进行综合判断,判断函数为:

$$\text{cell-best}=\operatorname{argmax}_{1\leq j\leq n}\{V_{i=1,2,3\cdots,n}(\omega_i,r_{ij})\}$$

V 表示取最大值的模糊运算符号。

3 实例分析

以某一种月饼为例,将其在市场上所使用的 3 种不同的包装方案作为研究对象。方案一采用精装纸盒包装,方案二采用塑料包装,方案三采用普通纸包装。应用所建的基于模糊层次分析法的包装方案评估模型对其进行评估。建立的评估表见表 3。将类似表 3 的评分表发给由权威机构推荐的包装领域的专家。回收评分表,对打分的结果求平均值得到各指标的重要性得分,用于求各指标的权重系数。同时还可得到各个包装方案的得分,见表 3。

表 3 包装方案评估体系

Tab.3 Assessment model of packaging solutions

评估方面		评价因素		评分		
一级指标	权重	二级指标	权重	方案一	方案二	方案三
保护性 B_1	0.42	物理性保护 C_1	0.54	0.91	0.85	0.45
		化学性保护 C_2	0.30	0.90	0.87	0.50
		目的性保护 C_3	0.16	0.85	0.85	0.33
便利性 B_2	0.20	便于使用 C_4	0.61	0.74	0.85	0.90
		便于运输 C_5	0.26	0.85	0.81	0.75
		便于装卸 C_6	0.13	0.90	0.86	0.66
促销性 B_3	0.22	结构 C_7	0.49	0.86	0.82	0.57
		装潢 C_8	0.31	0.81	0.85	0.36
		文化 C_9	0.20	0.77	0.74	0.48
环保性 B_4	0.16	用料少 C_{10}	0.75	0.42	0.65	0.92
		无污染 C_{11}	0.13	0.39	0.54	0.87
		可回收 C_{12}	0.12	0.25	0.28	0.31

3.1 权重系数的确定

针对统计指标统计专家评分,参考表 2 得到判断矩阵。一级评价指标专家打分结果统计如下:保护性重要性得分为 85,便利性重要性得分为 40,促销性重要性得分为 45,环保性重要性得分为 30。参照表 2 进行两两比较,得到一级评价指标的重要性判断矩阵(见表 4),同时求解其特征向量并进行一致性检验,

表 4 A-B 判断矩阵

Tab.4 A-B judgment matrix					
A	B_1	B_2	B_3	B_4	ω
B_1	1	2	3	3	0.42
B_2	1/2	1	1/2	2	0.20
B_3	1/3	2	1	1	0.22
B_4	1/3	1/3	1	1	0.16
$C_R=0.079<0.1$,符合一致性要求					

以得到其权重系数。同理可求得各个二级指标的权重系数。结果见表 5—8。

表 5 B_1 -C 判断矩阵

Tab.5 B_1 -C judgment matrix

B_1	C_1	C_2	C_3	ω_1
C_1	1	2	3	0.54
C_2	1/2	1	2	0.30
C_3	1/3	1/2	1	0.16
$C_R=0.008<0.1$,符合一致性要求				

表 6 B_2 -C 判断矩阵

Tab.6 B_2 -C judgment matrix

B_2	C_4	C_5	C_6	ω_2
C_4	1	3	4	0.61
C_5	1/3	1	2	0.26
C_6	1/4	1/2	1	0.13
$C_R=0.020<0.1$,符合一致性要求				

表 7 B₃-C 判断矩阵
Tab.7 B₃-C judgment matrix

B ₃	C ₇	C ₈	C ₉	ω ₃
C ₇	1	2	2	0.49
C ₈	1/2	1	2	0.31
C ₉	1/2	1/2	1	0.20
C _R = 0.046 < 0.1, 符合一致性要求				

表 8 B₄-C 判断矩阵
Tab.8 B₄-C judgment matrix

B ₄	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	ω ₄
C ₁₀	1	5	7	0.75
C ₁₁	1/5	1	1	0.13
C ₁₂	1/7	1	1	0.12
C _R = 0.014 < 0.1, 符合一致性要求				

3.2 模糊综合评判

根据所得的权重系数和方案的评价矩阵 **D**, 可得到一级评价指标保护性的评价结果矩阵 **B₁**:

$$B_1 = \omega_1 \cdot D_1 = [0.54 \ 0.30 \ 0.16] \cdot \begin{bmatrix} 0.91 & 0.85 & 0.45 \\ 0.90 & 0.87 & 0.50 \\ 0.85 & 0.85 & 0.33 \end{bmatrix} = [0.90 \ 0.86 \ 0.45]$$

经归一化处理得 **B₁** = [0.41 0.39 0.20]

同理可求得:

便利性评价结果 **B₂** = [0.32 0.34 0.34],

促销性评价结果 **B₃** = [0.39 0.38 0.23],

环保性评价结果 **B₄** = [0.22 0.32 0.46]

最终的评价结果矩阵为:

$$B = \omega \cdot D = [0.42 \ 0.20 \ 0.22 \ 0.26] \cdot \begin{bmatrix} 0.41 & 0.39 & 0.20 \\ 0.32 & 0.34 & 0.34 \\ 0.39 & 0.38 & 0.23 \\ 0.22 & 0.32 & 0.46 \end{bmatrix} = [0.38 \ 0.40 \ 0.32]$$

经归一化处理得 **B** = [0.34 0.37 0.29]

依据最大隶属度原则来进行综合判断, 可知包装方案二是最佳的。

3.3 结果分析

就包装方案的综合判断而言, 方案二是最佳的。与此同时, 再对一级指标评估结果进行分析还可得: 在保护性和促销性方面, 方案一做得最好; 在便利性方面, 方案二是最佳的; 在环保性方面, 方案三是最好

的, 而且较其它 2 个方案有明显的优势。

4 结语

1) 包装方案的评估是一个多目标决策问题。使用依据层次分析法建立的评估模型对几种不同的包装方案进行了评估和对比。在评估过程中, 采用数学方法将定性的问题量化处理, 使得评估的结果更加直观。该评估模型使得复杂的包装方案评估过程更加层次化、数字化, 也更易操作。

2) 该模型在包装方案评估方面有很强的灵活性和广泛的适用性。针对不同产品的包装方案进行评估时, 只需根据实际情况设置各个层数的参考指标并确定相应的权重系数即可。

3) 根据此评估模型, 不仅可以对包装方案进行综合评价, 还可对不同包装方案在次级评价指标方面的表现进行比较, 以确定不同方案的优缺点, 为改进包装设计提供依据。

参考文献:

[1] 褚笑珂. 台湾月饼包装中多元化设计风格研究[J]. 包装工程, 2010, 31(14): 60-62.

[2] 赵焕臣. 层次分析法[M]. 北京: 科学出版社, 1986.

[3] SAATY T L. The Analytic Hierarchy Process[M]. New York: McGraw-Hill, 1980.

[4] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2006.

[5] 丁毅, 陈艳, 萧亚琴. 基于层次分析法的液态奶包装方案评价[J]. 包装工程, 2006, 27(12): 24-27.

[6] 舒祖菊, 陈满儒, 丁毅. 模糊多目标决策算法在产品包装质量评估中的运用[J]. 包装工程, 2009, 30(2): 109-110.

[7] 谢明辉, 李丽, 黄泽春, 等. 基于 LAC-模糊综合评价商品包装合理性评价方法研究[J]. 包装工程, 2009, 30(3): 155-159.

[8] 张元标. 绿色包装设计的多层次灰色综合评价模型[J]. 包装工程, 2006, 27(1): 123-125.