

基于隔栅-模糊 Borda 数的产品包装多视角评价模型

李海凌, 刘克剑

(西华大学, 成都 610039)

摘要: 由于不同评价主体对包装设计方案评价要素的满意度或重视性排序有所差别, 基于隔栅-模糊 Borda 数构建了包装方案的评价模型。首先建立了产品包装的评价指标体系, 然后基于隔栅计算单一准则下的指标相对权重, 再采用线性加权和法将底层指标的评价分值逐层向上级指标综合, 直至得到设计方案的综合得分, 实现了包装设计的多视角综合评价。最后, 通过实例验证了模型的可操作性和有效性。

关键词: 产品包装; 评价模型; 隔栅-模糊 Borda 数; 多视角

中图分类号: TB482; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)03-0005-03

Multi-perspective Packaging Evaluation Model Based on Grid-fuzzy Borda Number

LI Hai-ling, LIU Ke-jian

(Xihua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: A packaging evaluation model was constructed based on Grid-Fuzzy Borda number according to discrepancy of satisfaction or emphasis on packaging design evaluation elements by different evaluation person. First, evaluation index system for the packaged product was established. Secondly the relative index weights with respect to single criterion indicators were computed. Thirdly the resultant score of the alternative was obtained by the way that the evaluation of bottom index was integrated to the upper counterpart by layers, through the linearly weighted summation, to implement the multi-perspective comprehensive evaluation of packaging design. The feasibility and effectiveness of the model was validated through a case study.

Key words: product and packaging; evaluation model; grid-fuzzy Borda number; multi-perspective

在当前的市场环境下, 包装已成为产品的一部分^[1]。产品包装成功与否取决于是否满足其利益相关者的需求, 而产品生产企业、包装设计者、消费者作为主要的产品包装利益相关者, 对包装设计方案优劣评价各要素(如外观、便利性、环保性等)的满意度或重视度有所差别。笔者立足于构建一个具有普遍适用性的产品包装评价模型, 因而需要综合考虑不同评价主体对包装评价指标的影响。基于隔栅-模糊 Borda 数建立的评价模型, 其指标权重的确定建立在对指标重要性进行综合判断的优序关系上^[2], 综合了群体意见, 实现了产品包装的多视角评价。

果, 为了全面合理地评价产品包装的综合性能^[3], 以包装设计、加工制造、仓储运输、销售使用、废弃回收全寿命周期为立足点^[4], 遵循完备性、系统性、可操作性和动态性的原则^[5], 构建了产品包装的综合评价指标体系, 见图 1。

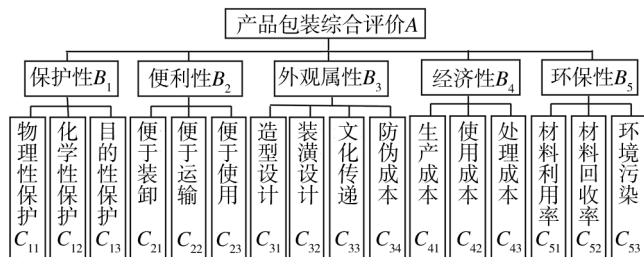


图1 产品包装评价指标体系

Fig. 1 The evaluation index system of product packaging

1 产品包装评价指标体系

包装效果是众多因素相互影响、相互作用的结

收稿日期: 2012-11-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(60872089); 四川省教育厅基金项目(10ZA188); 西华大学重点科研基金项目

作者简介: 李海凌(1976-), 女, 四川资中人, 博士, 西华大学副教授, 主要研究方向为最优化技术。

2 基于隔栅-模糊 Borda 数的产品包装评价模型

基于隔栅-模糊 Borda 数的评价模型强调不同主体,即不同的利益相关者(产品生产企业、包装设计者、消费者)对评价指标的满意度或重视性排序,使其权重的确定建立在对指标重要性进行综合判断的优序关系上^[2],全面反映了指标的权重,实现了对包装设计的多视角综合评价。

2.1 指标权重的确定

2.1.1 隔栅的建立

隔栅有元素和属性 2 个维度^[6]。具体到产品包装评价模型中,指标及不同的主体对其的评价构成一个隔栅。可选择 1-5 打分法实现指标的评价,见图 2^[2]。

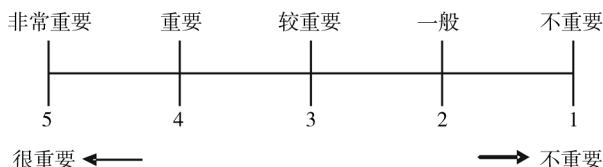


图 2 评价指标重要程度的线性尺度表征

Fig. 2 Linear scale characterization for importance of evaluation index

2.1.2 基于隔栅计算单一准则下的指标相对权重

1) 隶属度 U_{mp} 的确定。评价指标 D_p 属于“最重要”的隶属度 U_{mp} 的计算公式:

$$U_{mp} = B_m(D_p) / \max\{B_m(D_p)\} \quad (0 \leq U_{mp} \leq 1) \quad (1)$$

式中: $B_m(D_p)$ 为第 m 个评价主体对指标 D_p 的评价。

2) 模糊频数 R_p 的确定。

$$f_{hp} = \sum_{m=1}^M \delta_m^h(D_p) U_{mp} \quad (2)$$

$$R_p = \sum_h f_{hp} \quad (3)$$

式中,若第 m 个评价主体对 D_p 的评价优序关系排在第 h 位, $\delta_m^h(D_p) = 1$; 否则, $\delta_m^h(D_p) = 0$ 。若指标 D_i, D_j 排序相同,则 $\delta_m^h(D_i) = \delta_m^{h+1}(D_j) = 1/2$; 若指标 D_i, D_j, D_k 排序相同,则 $\delta_m^h(D_i) = \delta_m^{h+1}(D_j) = \delta_m^{h+2}(D_k) = 1/3$; 依此类推。

3) 模糊 Borda 数 $F_B(D_p)$ 的确定。

$$F_B(D_p) = \sum_h \frac{f_{hp}}{R_p} \cdot Q_h \quad (4)$$

式中: Q_h 为 D_p 在优序关系中排第 h 位的权数, 令 $Q_h = 1/2(N-h)(N-h+1)$ 。

4) 相对权重 W_p 的确定。

$$W_p = F_B(D_p) / \sum_{p=1}^N F_B(D_p) \quad (5)$$

2.2 底层指标的赋值

为了实现量纲不同的各项指标的相互比较,需要将底层(三级)指标进行无量纲化^[5]。根据指标性质(定性或定量)的不同,转换的方法有所不同。

1) 对于定量指标,可通过改进功效系数法将其实测值进行无量纲化处理^[5]:

$$Y_p = \frac{X_p - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 80 + 20 \quad (6)$$

式中: Y_p 为指标 D_p 的转换评价分值; $X_{\max}$ 为 D_p 的最优实测值; $X_{\min}$ 为 D_p 的最差实测值; X_p 为 D_p 的评价实测值。

2) 对于定性指标,可采用专家打分法。为了与定量指标相统一,将优、良、中、差、很差的满意度得分分别与 100, 80, 60, 40, 20 对应。综合各专家意见,即可得到定性指标的评价分值。

2.3 综合评价的确定

采用线性加权法和将指标分值逐层向上级指标综合,直至得到顶层(产品包装综合评价)的得分^[2],计算见式(7)。对于产品包装设计方案而言,综合考虑产品生产企业、包装设计者、消费者三方面的满意度评判而得的综合得分越高越好。多个方案相对比较,得分高者中选。

$$F = \sum_{p=1}^N (Y_p \cdot W_p) \quad (7)$$

3 实例分析

以市场上某品牌产品的 3 种包装方案为研究对象,根据图 1 所构建的评价指标体系,运用隔栅-模糊 Borda 数评价模型进行优选。

3.1 确定指标权重

根据图 2 所示的 1-5 打分标准,分别请产品生产企业、包装设计者、消费者的专家(或代表)对各指标的重要程度进行打分。以二级指标为例,其具体数值见表 1。

表 1 指标重要程度打分
Tab.1 Scoring by importance of index

评价主体	保护性	便利性	外观属性	经济性	环保性
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
产品生产企业	5	4	3	4	2
包装设计者	5	3	4	1	2
消费者	4	5	3	1	1

根据式(1)—(3)计算各指标隶属度 U_{mp} , 结果见表 2, 模糊频数统计见表 3。

表 2 隶属度计算值
Tab.2 Values of the membership degree

评价主体	保护性	便利性	外观属性	经济性	环保性
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
产品生产企业	1	0.8	0.6	0.8	0.4
包装设计者	1	0.6	0.8	0.2	0.4
消费者	0.8	1	0.6	0.2	0.2

表 3 模糊频数 f_{hp}
Tab.3 Statistics of fuzzy frequencies

h	保护性	便利性	外观属性	经济性	环保性
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
1	2	1	0	0	0
2	0.8	0.4	0.8	0.4	0
3	0	1	0.6	0.4	0
4	0	0	0.6	0.1	0.5
5	0	0	0	0.3	0.5
R_p	2.8	2.4	2.0	1.2	1.0

根据式(4)计算二级指标的模糊 Borda 数:
 $F_B(B_1) = 8.86, F_B(B_2) = 6.42, F_B(B_3) = 3.60,$
 $F_B(B_4) = 3.08, F_B(B_5) = 0.50$ 。根据式(5)计算二级指标的相对权重: $W_{B1} = 0.39, W_{B2} = 0.29, W_{B3} = 0.16,$
 $W_{B4} = 0.14, W_{B5} = 0.02$ 。三级指标相对权重的确定依此类推。

3.2 综合得分的计算

二级、三级指标权重及 3 个包装设计方案的底层(三级)指标的评价分值见表 4。其中,无量纲化后的评价分值是产品生产企业、包装设计者、消费者的专家(或代表)依据底层指标的赋值方法,对 3 个方案的指标实现满意度的综合评判。

根据式(7)计算二级指标的综合分值。3 个包装设计方案的 B_1 综合分值计算如下(其余二级指标的

表 4 3 个设计方案的评价数据
Tab.4 Evaluation data of three design alternatives

二级指标	相对权重	三级指标	相对权重	无量纲化后的评价分值		
				方案 1	方案 2	方案 3
保护性 B_1	0.39	C_{11}	0.24	98.50	85.04	90.00
		C_{12}	0.45	75.29	88.60	87.25
		C_{13}	0.31	80.27	90.01	82.50
便利性 B_2	0.29	C_{21}	0.30	87.25	85.30	84.85
		C_{22}	0.35	84.55	95.70	89.25
		C_{23}	0.35	67.50	72.14	72.85
外观属性 B_3	0.16	C_{31}	0.47	70.00	84.50	90.12
		C_{32}	0.22	87.25	81.23	82.74
		C_{33}	0.17	90.00	80.00	90.00
		C_{34}	0.14	100.00	100.00	100.00
经济性 B_4	0.14	C_{41}	0.57	79.21	86.51	79.54
		C_{42}	0.25	87.13	88.49	84.65
		C_{43}	0.18	89.46	79.65	88.21
环保性 B_5	0.02	C_{51}	0.25	74.32	75.09	80.24
		C_{52}	0.33	74.54	82.31	85.62
		C_{53}	0.42	88.26	89.21	85.64

计算同理):

$$\begin{bmatrix} 98.50 & 75.29 & 80.27 \\ 85.04 & 88.60 & 90.01 \\ 90.00 & 87.25 & 82.50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.24 \\ 0.45 \\ 0.31 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 82.40 \\ 88.18 \\ 86.44 \end{bmatrix}$$

根据二级指标的综合分值和权重,计算 3 个方案的综合得分。方案 2 的综合得分最高(86.18),为中选方案。

$$\begin{bmatrix} 82.40 & 79.39 & 81.40 & 83.04 & 80.25 \\ 88.18 & 84.33 & 85.35 & 85.77 & 83.40 \\ 86.44 & 82.19 & 89.86 & 82.38 & 84.28 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.39 \\ 0.29 \\ 0.16 \\ 0.14 \\ 0.02 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 81.41 \\ 86.18 \\ 85.14 \end{bmatrix}$$

4 结语

基于隔栅-Borda 数的评价方法能综合考虑各主体对包装评价要素的影响,因而具有全面的普适性。该评价方法将定性问题定量化处理,从而使得评价结果更有说服力。将评价主体的权威性或主导性体现在指标相对权重的确定过程中,将是模型需要完善的方面。

- 装工程,2009,30(5):68-70
- HE Song-hua, LIU Zhen. Relations between CIELAB Color Space and Color Appearance Model [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5):68-70.
- [5] ZHANG X M, WANDELL B A. A Spatial Extension to CIELAB for Digital Color Image Reproduction[J]. Soc for Info Disp Symp Tech Digest, 1996, 27:731-734.
- [6] 王鑫, 蔡圣燕. 利用 S-CIELAB 进行再现意图选择规律的初步研究[J]. 包装工程, 2007, 28(6):82-85.
- WANG Xin, CAI Sheng-yan. Study of Regulation of Choosing Rendering Intent Utilizing S-CIELAB [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(6):82-85.
- [7] JOHNSON G M, FAIRCHILD M D. A Top Down Description of S-CIELAB and CIEDE2000[J]. Color Research and Application, 2003, 28:425-435.
- [8] HONG G, LUO M R. New Algorithm for Calculating Perceived Colour Difference of Images [J]. The Imaging Science Journal, 2006, 54:86-91.
- [9] 刘士伟, 于惠. 一种基于色相角算法的图像质量评价模型[J]. 包装工程, 2012, 33(17):94-97.
- LIU Shi-wei, YU Hui. Image Quality Model Based on Hue Angle Algorithm[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(17):94-97.
- [10] PEDERSEN M, HARDEBERG J Y. A New Spatial Hue Angle Metric for Perceptual Image Difference [J]. Computational Color Imaging, 2009, 5846:81-90.
- [11] HARDEBERG J Y, BANDO E, PEDERSEN M. Evaluating Colour Image Difference Metrics for Gamut-mapped Images [J]. Society of Dyers and Colourists, Color Technol, 2008, 124:243-253.
- [12] CIE 160:2004, Technical Report: A Review of Chromatic Adaptation Transforms[S].
- [13] 许向阳, 刘真, 蔡圣燕. 基于 CIECAM02 的实时色彩转换模式[J]. 包装工程, 2007, 28(8):56-59.
- XU Xiang-yang, LIU Zhen, CAI Sheng-yan. The Real Time Color Transition Mode of Base on CIECAM02 [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8):56-59.
- [14] NAYATANI Yoshinobu. Development of Chromatic Adaptation Transforms and Concept for Their Classification [J]. Color Research and Application, 2006, 31:205-217.
- [15] KATOH Naoya, NAKABAYASHI Kiyotaka. Applying Mixed Adaptation to Various Chromatic Adaptation Transformation Models[C]. IS and TS Pics Conference, 2001.
- [16] SUEEPRASAN Suchitra, LUO M Ronnier. Applying Chromatic Adaptation Transforms to Mixed Adaptation Conditions [J]. Color Research and Application, 2003, 28:436-444.
- [17] HENLEY Sharron A, FAIRCHILD M D. Quantifying Mixed Adaptation in Cross-media Color Reproduction [J]. Eighth Color Imaging Conference: Color Science and Engineering Systems, Technologies, Applications, 2009, 8:305-310.
- [18] LI C, PERALES E, LUO M R, et al. Mathematical Approach for Predicting Non-negative Tristimulus Values Using the CAT02 Chromatic Adaptation Transform [J]. Color Research & Application, 2011, 37(4):255-260.
- ~~~~~

(上接第7页)

参考文献:

- [1] 兰爽. 基于改进的 FUZZY 法的包装产品评价模式探讨 [J]. 包装工程, 2011, 32(7):37-39.
- LAN Shuang. Primary Investigation on Evaluation Model of Packaged Product Based on Improved FUZZY Method [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7):37-39.
- [2] 刘希宋, 李玥, 喻登科. 基于多视角的国防工业科技成果价值评估研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2007(5):31-35.
- LIU Xi-song, LI Yue, YU Deng-ke. Research on Value Evaluation of Scientific and Technological Achievements Used for Defense Industry Based on Multi-angle of View [J]. Science of Science and Management of S&T, 2007(5):31-35.
- [3] 苗治国, 郑全成. 建立商品包装评价指标体系 [J]. 上海包装, 2009(6):11.
- MIAO Zhi-guo, ZHENG Quan-cheng. Building-up of Evaluation Index System for Commodity Packaging [J]. Shanghai Packaging, 2009(6):11.
- [4] 于志慧, 丁毅. 基于灰色综合评价法的包装评价模型研究 [J]. 包装工程, 2012, 33(3):59-62.
- YU Zhi-hui, DING Yi. Study of Packaging Assessment Model Based on Multilevel Grey Evaluation Method [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3):59-62.
- [5] 李海凌, 史本山. 基于多视角的 PFI 项目风险评估研究 [J]. 技术经济与管理研究, 2010(2):12-15.
- LI Hai-ling, SHI Ben-shan. Research on Risk Evaluation of PFI Projects Based on Multi-angle of View [J]. Technology & Management Research, 2010(2):12-15.
- [6] 杨季美, 史本山. 群体评价中的并合方法 [J]. 系统工程理论与实践, 1992(1):49-51.
- YANG Ji-mei, SHI Ben-shan. Combination Methods in Group Appraising [J]. Systems Engineering-theory & Practice, 1992(1):49-51.