

基于改进熵值赋权法和 TOPSIS 模型的综合评价应用

林同智^a, 唐国强^a, 罗盛锋^b, 高伟^a, 覃良文^a

(桂林理工大学 a. 理学院; b. 旅游学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 在运用熵值赋权法处理综合评价问题的过程中, 当出现极端值时指标值会出现异常的不足, 为此对熵值赋权法进行了修正, 并利用数据的信息度量和信息损失的容忍度, 讨论了修正的范围及修正的影响, 给出了熵值赋权法修正的范围。利用修正的熵值赋权法和改进的 TOPSIS 模型, 对比综合垂面距离和无量纲综合值排名对广西 14 个城市作了城市旅游竞争力综合评价的排名和分析, 结果表明: 无纲综合值排名不够客观, 而熵权综合和垂面距离排名也有区别, 从综合城市旅游竞争力的其他重要指标看, 熵权综合值改进模型得出的结论更符合实际情况。

关键词: 改进熵权法; TOPSIS; 城市旅游竞争力; 综合评价; 广西

中图分类号: F222.3

文献标志码: A

通常情况下, 处理一个综合评价问题分为确定评价目标、构建综合评价指标体系、确定指标权重、选择评价模型、形成评价结论、对评价结果进行解释反馈等环节^[1]。常见的权重赋值的方法有主成分分析法、因子分析法、Delphi 法、专家打分法以及层次分析法等, 前两种方法只受数据方差的影响, 可能求得的权重不符合实际情况, 后几种方法受主观因素影响较多, 赋权过程随意且不透明, 通常无法全面正确地反映评价方案中各个指标所占权重的真实性。而客观的权重赋值方法能克服这些缺点, 具有很强的可操作性和再现性。熵值赋权法是常用的客观赋权法, 已经广泛地应用到各个领域^[2-4]。然而, 熵值赋权法在应用中存在一个悖论^[5], 本文针对熵值赋权法的缺陷, 提出了修正的办法, 结合改进的熵权法和 TOPSIS 模型对广西城市旅游竞争力做了实证分析, 并进行了下一步研究工作展望。

1 熵权法的缺陷与修正思路

1.1 熵权法

熵权法之所以能够成为一种常用的赋权方法,

是因为它有以下几个特点^[5]: 1) 无量纲化方法得当。由于熵权法采用的是归一法, 这种方法具有鲁棒性强、单调性好、数据信息恒定和缩放无关性等优点; 2) 熵权法根据客观真实的数据, 运用差异驱动原理尝试求得最佳权重, 力求全面真实地反映指标数据所包含的信息; 3) 赋权过程具有很高的信度和效度。

但熵权法有一个缺点, 即要求指标值一定全部是大于零的。一些极端值在实际运用中不可避免地会出现某些指标的数值为零, 某些指标的数据出现异常值等^[5]。数据大于零是利用熵值法赋权的基本要求, 遇到极端值时熵权法可能不再适用。为了保持数据的信息含量、效度和完整性, 对于极端值是不能作直接删去处理的, 需要对指标数据进行合理有效的变换, 如果既要保留原始数据的信息, 又使得熵值赋权法适用, 那么就必须设法对熵值赋权法进行改进。

假设处理一个综合问题: 构建的评价体系包含 m 个基层指标, 拥有 n 个等待评价的对象, 由全体原始指标值可以构成一个原始数据矩阵 $A_{m \times n}$ 。具体过程为: ① 对原始数据进行正向化和无量纲化得到矩

收稿日期: 2014-04-21

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41101136); 国家社会科学基金项目 (13CJY075); 广西教育厅科研项目 (2013YB109)

作者简介: 林同智 (1989—), 男, 硕士, 研究方向: 应用统计, linofgut@163.com。

通讯作者: 唐国强, 男, 博士, 副教授, tanggq@glut.edu.cn。

引文格式: 林同智, 唐国强, 罗盛锋, 等. 基于改进熵值赋权法和 TOPSIS 模型的综合评价应用 [J]. 桂林理工大学学报, 2015, 35 (3): 622-627.

阵 $B_{m \times n}$; ② 计算贡献率得到矩阵 $C_{m \times n}$; ③ 计算熵得到矩阵 $H_{m \times 1}$; ④ 然后计算熵权得到矩阵 $W_{m \times 1}$, 即

$A_{m \times n} \xrightarrow{\text{①无量纲化}} B_{m \times n} \xrightarrow{\text{②计算贡献率}} C_{m \times n} \xrightarrow{\text{③计算熵}} H_{m \times 1} \xrightarrow{\text{④计算权重}} W_{m \times 1} \circ$

① ~ ④ 步计算过程对应式(1) ~ (4):

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij} - a_{i\min}}{a_{i\max} - a_{i\min}}, & \text{正向指标;} \\ 1, & a_{i\max} = a_{i\min}; \\ \frac{a_{i\max} - a_{ij}}{a_{i\max} - a_{i\min}}, & \text{逆向指标。} \end{cases} \quad (1)$$

$$c_{ij} = b_{ij} / \sum_{j=1}^n b_{ij}; \quad (2)$$

$$h_i = - \left(\sum_{j=1}^n c_{ij} \ln c_{ij} \right) / \ln n; \quad (3)$$

$$w_i = \frac{1 - h_i}{\sum_{i=1}^m (1 - h_i)} = \frac{1 - h_i}{m - \sum_{i=1}^m h_i}. \quad (4)$$

式中, $a_{i\max}$ 、 $a_{i\min}$ 为第 i 个指标在所有待评价对象中取得的最大、最小值, $1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$ 。

1.2 熵权法修正

文献 [7-8] 对熵权法作了改进, 实质为对数据进行了简单数学变换, 达到了平移的效果, 没有阐述对数据平移的理由, 也没对平移以后的影响和平移的范围作出合理的解释。针对这个问题, 本文研究了平移为什么可以克服熵权法的缺陷, 并对平移的范围进行了讨论。

在实践中通常假定 $c_{ij} = 0$, 并令 $c_{ij} \ln c_{ij} = 0$; 但是当 $c_{ij} = 1$ 时, 也有 $c_{ij} \ln c_{ij} = 0$ 的结论, 这与熵信息值赋权理论是相悖的, 此时不再适合应用熵值赋权法。为了使得数据适用, 必须改进算法才能使得原假设成立, 且保持原始数据的各种性质, 进而继续计算。本文对 C 矩阵的计算加以改进, 就避免了上面提到的悖论出现, 同时还保留了熵信息的优良特性:

$$c_{ij}^* = \frac{u_i + b_{ij}}{\sum_{i=1}^m (u_i + b_{ij})}, \quad (5)$$

其中, u_i 是一个常数, 且 $u_i > 0$ 。在文献[7] 中 u_i 的取值为 1, 没有进行此取法客观性论述和取值范围解释, 取值过于主观。在统计学中, 方差可以用来度量数据所含信息量的大小, 通过比较修正前后数据信息量的大小, 得到定理 1; 通过引进信息损失容忍度来确定熵权赋值法修正的范围, 得到定理 2。

定理 1 存在一组非负数据 b_1, b_2, \dots, b_n , 这组

数据的和为 $s = \sum_{i=1}^n b_i$, 令 $s' = \sum_{i=1}^n (b_i + u)$, 显然 $s' = s + nu$, 通过 $c_i = b_i/s$ 和 $c_i^* = (b_i + u)/s'$ 处理得到两组新数据 c_1, c_2, \dots, c_n 和 $c_1^*, c_2^*, \dots, c_n^*$, 则 $\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_i)^2 > \sum_{i=1}^n (c_i^* - \bar{c}_i^*)^2$, 其中: u 是一个常数, 且 $u > 0$; $\bar{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i$; $\bar{c}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i^*$ 。

证明: 要证 $\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_i)^2 > \sum_{i=1}^n (c_i^* - \bar{c}_i^*)^2$, 即证 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_i)^2 > \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i^* - \bar{c}_i^*)^2$ 。定理 1 等价为一个命题: 随机变量 b, c, c^* 的分布为 $p(b_i) = p(c_i) = p(c_i^*) = \frac{1}{n}$, 求证 $\text{var}(c^*) < \text{var}(c)$ 。

$$\begin{aligned} \text{var}(c^*) < \text{var}(c) &\Leftrightarrow \text{var}\left(\frac{b+u}{s'}\right) < \text{var}\left(\frac{b}{s}\right) \\ &\Leftrightarrow \text{var}\left(\frac{b}{s'} + \frac{u}{s'}\right) < \text{var}\left(\frac{b}{s}\right) \Leftrightarrow \frac{\text{var}(b)}{(s')^2} < \frac{\text{var}(b)}{s^2} \\ &\Leftrightarrow s^2 < (s+nu)^2 \Leftrightarrow s^2 < s^2 + 2nu + u^2 \\ &\Leftrightarrow 0 < 2nu + u^2. \end{aligned}$$

证毕。

定理 1 的现实意义是: 数据 c_1, c_2, \dots, c_n 的离散程度和数据 $c_1^*, c_2^*, \dots, c_n^*$ 的离散程度不一样, 即变化前数据 c_1, c_2, \dots, c_n 的离散程度要比变化后的数据 $c_1^*, c_2^*, \dots, c_n^*$ 的离散程度大。在统计学中, 数据离散程度的大小是数据所含信息多少的度量, 因此, 对熵值赋权法按式(5)进行修正, 修正后数据所含的信息有所损失。为了保持数据原有信息的完整性, 尝试给出数据所含信息变化的一个可以接受的合理范围, 也就是离散程度变化的范围, 并利用这个信息损失容忍度来确定熵值赋权法修正的范围。为了进一步探讨这一问题, 提出定理 2。

定理 2 条件同定理 1, 称 $\alpha (0 < \alpha < 1)$ 为信息损失容忍度, 若 α 满足 $(\sum_{i=1}^n (c_i^* - \bar{c}_i^*)^2) / (\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_i)^2) \geq 1 - \alpha$, 则 u 是关于 n, s, α 的函数。

证明: $\sum_{i=1}^n (c_i^* - \bar{c}_i^*)^2 / \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_i)^2 \geq 1 - \alpha \Leftrightarrow \frac{\text{var}(c^*)}{\text{var}(c)} \geq 1 - \alpha \Leftrightarrow \frac{(\text{var}(b))/(s+nu)^2}{\text{var}(b)/s^2} \geq 1 - \alpha \Leftrightarrow s^2 \geq (1-\alpha)(s+nu)^2 \Leftrightarrow \alpha s^2 \geq 2(1-\alpha)snu + (1-\alpha)(nu)^2 \Leftrightarrow 0 < u \leq \frac{-(1-\alpha)s + s\sqrt{1-\alpha}}{n(1-\alpha)}。$

证毕。

通过定理 2 可知,信息损失量容忍度 α 、数据之和 s 、数据的个数 n 决定着 u 的值。显然,数据 b_1, b_2, \dots, b_n 之和 s 、数据样本的个数 n 是确定的值。易知, α 和 u 为函数关系并容易得到表达式。令 $u(n, s, \alpha)$

$$= \frac{-(1-\alpha)s + s\sqrt{1-\alpha}}{n(1-\alpha)}。对各个变量求偏导,可$$

$$以得到 \frac{\partial u}{\partial n} = \frac{s(1-\alpha-\sqrt{1-\alpha})}{n^2(1-\alpha)} < 0, 即在 s, \alpha 不变$$

的前提下, n 越大, u 的取值范围越来越小; $\frac{\partial u}{\partial s} =$

$$\frac{-(1-\alpha) + \sqrt{1-\alpha}}{n(1-\alpha)} > 0, 即在 n, \alpha 不变的前提下,$$

$$s 越大, u 的取值范围越大; \frac{\partial u}{\partial \alpha} = \frac{s}{2n\sqrt{(1-\alpha)^3}} >$$

0, 有 s, n 不变, α 越大, u 的取值范围越大。

针对熵权法缺陷,通过式(5)的改进,使得在遇到特殊数据时熵权法继续适用,扩大了熵权法的适用范围。通过定理 1 可知,式(5)的处理过程是将矩阵 $C_{m \times n}$ 每行的数据离散程度变小,从而达到了克服熵权法缺陷的目的。为了保持原始数据的完整性,要求原始数据的信息损失尽量较少。由定理 2 知, u 是关于 n, s, α 的函数,根据连续函数的可逆性,知 α 是关于 n, s, u 的函数。在实际数据中, n, s 是确定的常量,通过控制 u 的大小,可以使信息损失量在一个合理的范围之内。显然,只要控制 α 在合理的范围内,将求得的 u 代入式(5),就可以实现既可以控制数据的信息损失在合理范围之内,又可以克服熵权法缺陷。

2 TOPSIS 模型与广西城市旅游竞争力分析

2.1 TOPSIS 模型

TOPSIS 模型首先在有限个待评价对象中找出最佳(劣)目标(但最佳(劣)目标可能不存在于这有限个待评价对象中),再求得各个待评价对象与最佳(劣)目标的接近程度,各个待评价对象与最佳(劣)目标的接近程度大小的排名就是待评价对象优劣的排名。经典 TOPSIS 模型存在一个弊端,在一些情况下“欧氏距离”不再适合作为接近度的度量,用“垂面距离”代替“欧氏距离”的改进方案避免了这个弊端,并且已经有学

者证明了与最佳目标“垂面距离”近的待评价对象,其与最劣目标的“垂面距离”远。以下简述改进的熵权 TOPSIS 综合评价模型。

①计算各个指标的权重,采用式(5)提出的改进熵值赋权法进行计算。

②通过式(6)的矩阵计算得到决策矩阵

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = (w_i c_{ij}^*)_{m \times n}, \quad (6)$$

其中, w_i 为第 i 个指标的权重。

③求最劣目标 S^- 和最佳目标 S^+ 。在第 i 项指标中最佳目标为

$$S_i^+ = \begin{cases} \min_{1 \leq i < m} \{r_{ij}\}, & \text{成本型指标;} \\ \max_{1 \leq i < m} \{r_{ij}\}, & \text{效益型指标。} \end{cases} \quad (7)$$

将坐标原点移动到最佳目标的位置可以简化计算。平移公式为

$$p_{ij} = r_{ij} - S_i^+, \quad (8)$$

平移后的最佳目标变为 $(0, 0, \dots, 0)_{1 \times m}$, 最劣目标变为 $(S_1^-, S_2^-, \dots, S_m^-)_{1 \times m}$, 其中 S_j^- 满足 $|S_i^-| \geq |p_{ij}|$, $1 \leq j \leq n, 1 \leq i \leq m$ 。

④“垂面距离”的计算。最佳目标 S^+ 和最劣目标 S^- 之间的距离是一个常数。华小义等^[9]证明了正交投影法的“垂面距离”扩大正数倍不会改变综合评价结果。所以只要计算各评价对象到最佳目标之间的距离即可,简化公式为

$$D_j = \sum_{i=1}^m S_i^- p_{ij}。 \quad (9)$$

D_j 表示第 j 个评价对象到最佳目标的垂面距离,垂面距离 D_j 越小,反映评价对象越好,反之越差。

2.2 广西城市旅游竞争力分析

以城市旅游竞争力为评价目标,应用改进的熵权 TOPSIS 模型以广西 14 个地级市作为待评价对象进行实证分析。

广西旅游资源丰富,山海兼备,有自然景观、人文景观、民俗风情等,旅游业的提升可助力当地经济的发展。因此对广西各市的城市旅游竞争力进行综合评价,可以很好地了解各市旅游的具体情况,为调整资源配置、改善产业结构、提升旅游产业效率、稳步提升广西经济实力和地区形象,具有重要的作用。

关于城市旅游竞争力的评价指标体系有不少,选取指标应当遵循科学导向性原则、系统化原则、通用可比原则、实用性原则和目标导向性原则^[10],

并将现代城市旅游竞争力的理念作为依据之一。目前没有万能的评价指标体系，应当根据具体问题、具体对象来确定指标体系。根据广西的实际情况，参考现有研究成果^[11-13]，将城市旅游竞争力综合评价指标体系的准则层定为旅游业发展水平指数、自然生态水平指数、经济发展水平指数、社会发展水平指数。评价指标体系的具体结构见表 1。

表 1 城市旅游竞争力综合评价指标体系
Table 1 Comprehensive evaluation index system of city tourism competition

目标层	准则层	指标层
城市旅游竞争力综合评价指标体系	旅游业发展水平指数	C ₁ :国内旅游收入/万元
		C ₂ :旅游总收入/百万元
		C ₃ :国内旅游人数/万人次
		C ₄ :旅游接待总人数/万人次
		C ₅ :星级饭店数/个
		C ₆ :旅行社数量/个
		C ₇ :接待入境旅游者平均每人消费额/元
		C ₈ :A 级景区点数量/个
	自然生态水平指数	C ₉ :人均公园绿地面积/m ²
		C ₁₀ :建成区绿化覆盖率/%
		C ₁₁ :污水处理率/%
		C ₁₂ :人均 GDP/元
	经济发展水平指数	C ₁₃ :城镇居民人均年可支配收入/元
		C ₁₄ :地方财政收入/亿元
		C ₁₅ :全社会固定资产投资总额/万元
		C ₁₆ :年末实有出租汽车数/辆
		C ₁₇ :年末实有公共汽(电)车营运车辆数/辆
		C ₁₈ :人均城市道路面积/m ²
		C ₁₉ :住宿和餐饮业从业人数/人
		C ₂₀ :社会消费品零售总额/万元
		C ₂₁ :医院、卫生院床位数/张
		C ₂₂ :邮电通信业务总量/万元
	社会发展水平指数	C ₂₃ :普通高等学校在校学生数/万人
		C ₂₄ :货物进出口总额/万美元
		C ₂₅ :实际外商直接投资额/万美元
		C ₂₆ :城市道路长度/km

注：旅游接待总人数 = 国内旅游人数 + 境外旅游人数。

指标体系的构建过程考虑了城市旅游竞争力的“旅游-生态-经济-社会”综合效益的耦合关系，全面反映了现代城市旅游竞争力的理念。旅游业发展水平指标反映了各城市的旅游发展现状，是各城市旅游发展基本态势的表现；生态水平是旅游业发展的资源基础，自然生态水平指标反映了生态对旅游业的保障能力；经济发展水平指标反映了各市的旅游效益和产业带动水平，经济增长是旅游业发展追求的目标之一；社会发展

水平指标反映了各市的基础设施水平，为旅游相关服务吃、住、行、游、购、娱提供可靠的支撑。根据指标体系，查阅相关数据得到指标体系中 2012 年的原始数据（表 2）。

利用提出的改进熵值赋权法 TOPSIS 综合评价模型，编写 MATLAB 程序计算指标的权重，取 $\alpha = 0.02$ ，根据权重结果绘制图 1、垂面距离绘制城市旅游竞争力图 2。

将权重的计算结果按准则层累加得到广西区旅游业发展水平指数、自然生态水平指数、经济发展水平指数、社会发展水平指数所对应的权重，分别为 0.328、0.071、0.350、0.251。这说明在城市旅游竞争力中，旅游业的发展水平和经济的发展水平占很重要作用，社会发展水平占有主要作用，生态支撑占有一般作用。

垂面距离越小，说明待评价对象越接近最佳目标。图 2 表明，广西 14 市的城市旅游竞争力由强到弱依次为：南宁、桂林、柳州、玉林、北海、钦州、梧州、百色、防城港、崇左、河池、贵港、来宾、贺州。将 14 市的综合垂面距离及其排名、熵权综合值（权重乘以无量纲的数据得到的值）^[14]及其排名、无量纲综合值（将无量纲化的数据进行线性求和）^[15]及其排名数据列于表 3 中。

通过旅游竞争力排名对比可知，3 种评价方法排名的顺序显著不同。无量纲综合值排名的显然不够客观，其排名与熵权综合值排名、垂面距离排名、相差甚远。而熵权综合值排名和垂面距离排名也有区别：在熵权综合排名中梧州第 6、钦州第 7；在垂面距离排名中钦州第 6、梧州第 7。对比梧州与钦州市城市旅游竞争力指标，从表 4 中可以看出，在城市旅游竞争力的 12 个重要指标中，钦州有 7 个比梧州优，1 个相同。显然，钦州市的城市旅游竞争力比梧州好。通过比较分析可知，改进模型的评价结果是有效的。

3 结 论

针对熵权法的不足以及现有改进方法的不足，提出了新的改进熵权法的方法，并结合 TOPSIS 模型，构建了新的综合评价的模型，以城市旅游竞争力为综合评价目标，结合现有的指标体系，构建了本文的指标体系，通过年鉴和网络等手段搜集广西 14 市 2012 年的数据，尝试用新模型进行实

表 2 2012 年广西 14 城市旅游竞争力综合评价指标

Table 2	The raw deta of the comprehensive evaluation index of urban taurism rompetitiveness of the 14 cities in Guangxi													
	南宁	柳州	桂林	梧州	北海	防城港	钦州	贵港	玉林	百色	贺州	河池	来宾	崇左
C_1	397.13	150.66	230.48	81.26	110.17	50.36	51.02	65.66	88.21	95.08	67.77	88.97	41.52	60.64
C_2	403.89	153.67	276.87	83.93	112.34	52.62	51.86	67.03	89.67	96.31	72.59	90.23	41.90	66.81
C_3	5 122.07	1 904.10	3 110.25	975.98	1 311.20	806.53	692.74	918.75	1 023.28	1 356.29	785.12	1 063.11	753.35	954.8
C_4	5 422.74	2 041.86	4 934.39	1 128.80	1 409.96	934.03	734.37	986.84	1 081.22	1 407.81	1 052.37	1 116.66	767.85	1 261.42
C_5	68	39	70	22	35	24	26	22	14	24	20	46	17	29
C_6	83	54	156	27	42	27	27	20	36	20	18	36	15	15
C_7	2 249	2 183	2 543	1 749	2 193	1 772	2 022	2 022	2 512	2 372	1 804	2 361	2 621	2 011
C_8	25	26	44	6	8	10	7	5	8	15	8	18	6	7
C_9	13.04	13.42	10.29	12.45	10.28	7.94	7.44	13.20	11.17	9.23	11.70	6.50	10.50	8.55
C_{10}	36.30	32.89	38.09	43.54	32.62	28.28	29.42	23.32	33.04	36.09	37.25	29.92	33.51	29.05
C_{11}	94.79	90.90	91.01	86.98	82.45	68.53	66.98	86.88	99.08	61.92	68.41	88.87	77.34	50.87
C_{12}	37 016	47 795	30 849	28 523	40 372	50 302	22 147	16 281	19 822	21 539	19 922	14 472	24 183	26 288
C_{13}	22 561	22 181	22 300	20 563	21 202	22 203	21 600	19 314	22 171	19 561	19 855	17 964	21 499	19 370
C_{14}	229.72	113.55	106.01	73.83	41.13	35.55	33.58	26.57	65.57	56.58	19.21	22.17	32.20	39.49
C_{15}	2 585.18	1 683.13	1 462.40	858.09	725.36	550.39	652.59	552.24	1 004.26	1 000.07	591.58	277.84	561.80	532.15
C_{16}	5 670	1 861	1 976	500	555	138	400	365	599	685	300	383	370	143
C_{17}	3 543	1 249	1 033	297	248	247	373	227	228	108	159	120	187	48
C_{18}	13.44	10.21	9.49	14.09	22.33	36.47	31.47	19.57	14.02	17.53	9.69	8.65	16.61	14.36
C_{19}	33 799	7 971	16 077	1 866	3 954	1 069	3 204	2 814	5 260	4 406	1 216	2 628	1 976	2 191
C_{20}	1 255.59	661.84	536.35	257.21	146.51	71.30	237.56	284.05	422.83	156.67	106.39	176.98	109.53	84.37
C_{21}	31 945	17 644	16 705	10 205	6 204	2 811	11 512	10 815	16 776	12 889	5 455	11 848	7 901	5 534
C_{22}	94.56	28.88	38.22	18.36	15.15	9.89	15.73	20.27	31.64	18.19	10.82	20.68	13.02	15.51
C_{23}	30.40	6.84	15.31	1.87	2.43	0.00	1.30	0.17	1.54	0.00	0.97	1.23	0.59	3.07
C_{24}	414 678	311 593	97 487	121 038	5 627	489 826	376 656	23 144	58 807	50 866	15 589	52 444	14 454	713 433
C_{25}	50 255.00	35 474.16	4 178.00	23 188.74	5 224.00	1 850.00	47 370.00	1 692.00	1 879.00	1 007.00	9 000.00	0.09	2 418.00	7 009.00
C_{26}	1 356.16	934.27	469.10	318.83	402.64	269.98	375.52	337.86	532.49	190.49	151.98	132.07	159.28	169.30

资料来源:《广西统计年鉴》(2013),广西统计局、广西旅游局、广西环保局网站。

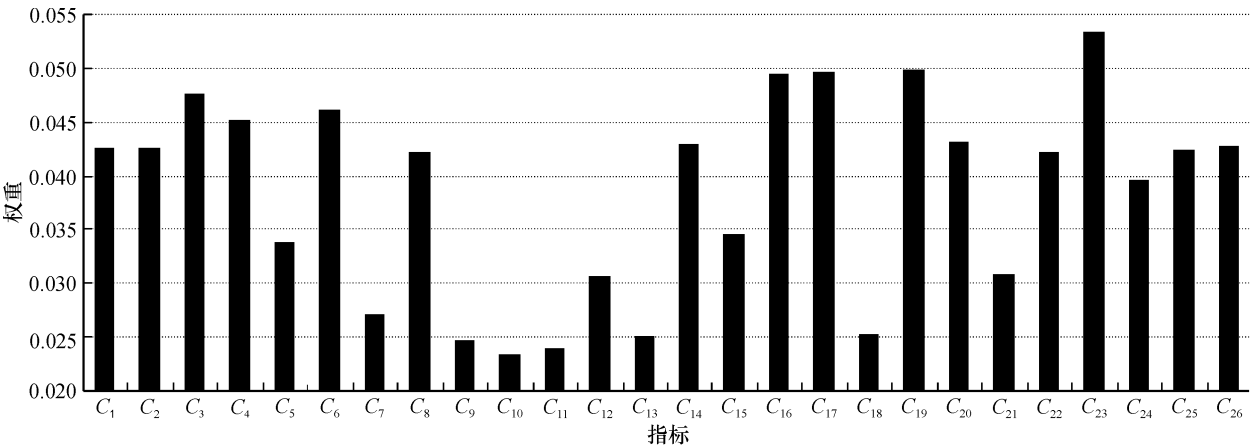


图 1 指标权重图

Fig. 1 Graph of index weight

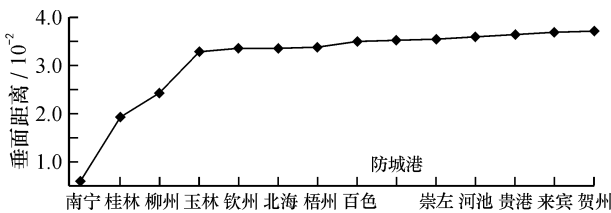


图 2 广西 14 市的城市旅游竞争力

Fig. 2 City tourism competition of 14 cities in Guangxi

证分析。结果表明：改进模型的评价结果与原评价结果差别显著，改进模型评价结果更符合实际情况。从数据角度分析，本文选取的数据为一年的截面数据，数据代表性不强，如采取多年数据进行对比，计算结果的说服力应该更强。总体来说是个很实用的模型，具有推广应用到其他学科领域的价值。

表3 3种不同评价方法的广西区域旅游竞争力排名

Table 3 Cucongxi regional tourism competitiveness rankings in three different evaluation methods

城市	垂面距离		熵权综合值		无量纲综合值	
	权重分值	排名	权重分值	排名	权重分值	排名
南宁	0.004	1	0.882	1	22.410	1
桂林	0.019	2	0.534	2	14.268	2
柳州	0.024	3	0.440	3	12.308	3
玉林	0.033	4	0.228	4	7.247	4
北海	0.034	5	0.209	5	6.570	5
钦州	0.034	6	0.197	7	5.968	7
梧州	0.034	7	0.201	6	6.413	6
百色	0.035	8	0.169	8	5.255	9
防城港	0.035	9	0.163	9	5.369	8
崇左	0.036	10	0.137	10	4.018	13
河池	0.036	11	0.134	11	4.062	12
贵港	0.036	12	0.130	12	4.294	11
来宾	0.037	13	0.129	13	4.698	10
贺州	0.038	14	0.102	14	3.495	14

表4 梧州与钦州两市城市旅游竞争力主要指标对比

Table 4 Comparative of city tourism competition main indicators of Wuzhou and Qinzhou

指 标	梧州	钦州
旅游总收入/亿元	83.93	51.86
旅游接待总人数/万人次	1 128.796	734.371
星级饭店数/个	22	26
旅行社数量/个	27	27
接待入境旅游者平均每人消费额/元	1 749	2 022
A级景点数/个	6	7
人均GDP/元	28 523	22 147
城镇居民人均年可支配收入/元	20 563	21 600
地方财政收入/亿元	73.83	33.58
年末实有公共汽(电)车营运车辆数/辆	297	373
人均城市道路面积/m ²	14.09	31.47
住宿和餐饮业从业人数/人	1 866	3 204

参考文献：

[1] 苏为华. 多指标综合评价理论与方法问题研究 [D]. 厦门: 厦门大学, 2000.

[2] 袁久和, 祁春节. 基于熵值法的湖南省农业可持续发展能力动态评价[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(2): 152-157.

[3] 沈琳, 夏雯. 基于熵值法的县级财政状况评价——以咸宁市为例 [J]. 中国经贸导刊, 2012 (23): 31-33.

[4] 秦立公, 蒋俊美, 袁媛, 等. 基于模糊综合评价的现代会展物流服务商选择 [J]. 桂林理工大学学报, 2012, 32(4): 613-617.

[5] 孙利娟, 邢小军, 周德群. 熵值赋权法的改进 [J]. 统计与决策, 2010 (21): 153-154.

[6] 李灿, 张凤荣, 朱泰峰, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析 [J]. 农业工程学报, 2013, 29(5): 217-227.

[7] 徐存东, 翟东辉, 张硕, 等. 改进的 TOPSIS 综合评价模型在河道整治方案优选中的应用 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2013, 41(3): 222-228.

[8] 吕峰, 陈建国, 曾雪琴, 等. 能源可持续发展预警的评估模型及实证 [J]. 统计与决策, 2013 (19): 55-59.

[9] 华小义, 谭景信. 基于“垂面”距离的 TOPSIS 工程——正交投影法 [J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(1): 114-119.

[10] 韦云, 唐国强, 徐俊杰. 指标体系的构建模型 [J]. 统计与决策, 2013 (4): 8-11.

[11] 王琪延, 黄羽翼. 中国城市旅游竞争力动态分析 [J]. 经济问题探索, 2014 (2): 167-172.

[12] 赵磊, 庄志民. 旅游目的地竞争力模型比较研究 [J]. 旅游学刊, 2008, 23(10): 47-53.

[13] 把多勋, 徐金海, 杨志国. 甘肃省 14 城市旅游竞争力比较研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(7): 194-199.

[14] 赵泉华, 宋伟东. GIS 产品质量的熵权多层次模糊综合评价 [J]. 测绘科学, 2009, 34(2): 109-111.

[15] 马仁锋, 王筱春, 李文婧, 等. 省域尺度县域综合发展潜力空间分异研究——以云南省为实证 [J]. 地理科学, 2011, 31(3): 344-350.

Comprehensive evaluation application
based on improved entropy methods and TOPSIS

LIN Tong-zhi^a, TANG Guo-qiang^a, LUO Sheng-feng^b, GAO Wei^a, QIN Liang-wen^a

(a. College of Science; b. College of Tourism, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In the process of dealing with the comprehensive evaluation problems by entropy weighting method, when there is an extreme value, the indicator value will be abnormal. The entropy method was improved and the range of correction and effect were discussed through data information measurement and information loss tolerance. Through the modified entropy method and improved TOPSIS, compared with vertical projection distance and dimensionless comprehensive value, according to the comprehensive evaluation of urban tourism competitiveness, 14 cities in Guangxi have been ranked. The result is analyzed, which shows that the dimensionless comprehensive value is not objective enough. The entropy weight method and vertical distance are also different. Combined with other indicators, the conclusion of improved model is more applicable.

Key words: improved entropy methods; TOPSIS; urban tourism competitiveness; comprehensive evaluation; Guangxi