

乡村旅游开发适宜性等级评价 TOPSIS 方法

费巍¹, 余高锋², 李登峰^{2†}

(1. 福州大学 建筑学院, 福州 350108; 2. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350108)

摘要: 针对乡村旅游开发适宜性等级评价问题, 提出基于 TOPSIS 的等级评价模糊综合方法. 首先, 描述乡村旅游开发适宜性等级评价问题, 构建乡村旅游开发适宜性评价指标体系及其等级划分标准; 其次, 构造基于等级划分的等级隶属函数, 确定评价指标权重, 进而提出计算各待开发乡村旅游地(方案)隶属于不同等级的贴近度; 然后, 计算其级别特征值, 运用二元语义方法确定乡村旅游开发适宜性等级及其排序; 最后, 利用实例对文中模型与方法进行分析、说明. 结果表明, 所提出的等级评价 TOPSIS 模型与方法充分反映了等级评价概念的本质要求和特征, 可有效克服常用的线性加权平均等级评价方法和最大隶属度原则的不足, 不仅使得等级评定结果更加合理、可靠, 而且能够区分相同等级时的差异程度, 可为乡村旅游开发适宜性等级评价提供一种定量计算与定性分析相结合的新方法, 创新发展多属性决策 TOPSIS 方法.

关键词: 乡村旅游开发; 适宜性评价; 综合评价; 二元语义

中图分类号: C934

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2018.1565

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 费巍, 余高锋, 李登峰. 乡村旅游开发适宜性等级评价 TOPSIS 方法[J]. 控制与决策, 2020, 35(11): 2619-2625.

TOPSIS method of suitability grade assessment for rural tourism development

FEI Wei¹, YU Gao-feng², LI Deng-feng^{2†}

(1. School of Architecture, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China; 2. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Aiming at the suitability grade assessment problem for rural tourism development, an assessment method based on TOPSIS is proposed. Firstly, the suitability grade assessment problem for rural tourism development is described, and the index system and grade division of rural tourism development are proposed. Then, the membership functions based on grade division are constructed and the weights of indexes are computed. Furthermore, the closeness degree of each scheme on different levels based on the TOPSIS are calculated. Computing their grade characteristic values, the suitability grades of rural tourism destinations are determined by using two-tuple semantic method. Finally, a rural tourism destination is taken as an example and the analysis results are also given. It is shown that the proposed TOPSIS model and method can sufficiently reflect the essential requirements and characteristics of the concept of grade evaluation and efficiently overcome the issues resulted from the commonly-used linear weighted average grade evaluation method and maximum membership degree principle. The proposed method not only makes the results more rational and reliable but also can distinguish the difference of the identical grades. It can provide a new method of quantitative computation and qualitative analysis for the suitability assessment of rural tourism development and generalizes the TOPSIS in multiattribute decision making.

Keywords: rural tourism development; suitability assessment; comprehensive evaluation; two-tuple semantic

0 引言

近年来, 中国乡村旅游产业得到了快速发展, 在富民、扶贫、促民生等方面做出了巨大贡献, 已经成为建设社会主义新农村及有效解决“三农”问题的有力

推手, 乡村旅游仍是农村振兴战略的催化剂. 乡村旅游开发适宜性评价指在进行旅游开发之前, 对待开发乡村旅游地适宜开发利用程度的分析与评价. 有关这一方面的研究, 国内外相对较少. 文献[1-3]从成本

收稿日期: 2018-11-14; 修回日期: 2019-01-19.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(71231003).

责任编辑: 刘宝碇.

†通讯作者. E-mail: lidengfeng@fzu.edu.cn.

效益视角,分析了乡村旅游开发的可行性和适宜性;文献[4]对古村镇旅游开发效果相关问题进行研究,认为古村镇旅游开发利大于弊,且需考虑其经济可行性;文献[5]采用Delphi法与AHP法,对乡村旅游资源开发适宜性进行了评价;文献[6]提出了旅游地生态效率测度的SBM-DEA分析方法,为乡村旅游资源开发提供了参考;另外,文献[7-10]分别开展了乡村能源消费模式转型与综合效益评估、乡村旅游目的地乡村性非使用价值评估、生态旅游资源非使用性价值评估和青岛滨海游憩资源价值评估等方面研究;文献[11]提出了基于邦费罗尼平均数和模糊集的餐馆决策支持系统;文献[12]构建了生态文明视角下的旅游评估体系,利用内蒙古区域旅游进行实证分析。

上述研究推动了乡村旅游开发适宜性评价工作

的开展,取得了一定效果,但也存在许多不足,比如:定性分析多定量研究较少,缺乏系统深入的系列化研究成果,评价方法主要采用综合排序的方法(尤其绝大多数是层次分析法),缺乏对模型与方法的深层次运用,从而很难保证评价结果的正确性和客观性等.为此,不同于现有的综合排序方法,本文从等级评价的概念出发,构建乡村旅游开发适宜性等级评价指标体系及其等级划分标准,着重提出乡村旅游开发适宜性等级评价TOPSIS方法,为乡村旅游地旅游开发管理决策提供方法支持与参考依据。

1 乡村旅游开发适宜性等级评价问题

乡村旅游开发适宜性等级评价涉及众多因素(即指标).借鉴文献[7]的研究成果,构建一个具有

表1 乡村旅游开发适宜性等级评价指标及其等级划分标准

等级评价指标		评价等级					
		e ₁ :1级	e ₂ :2级	e ₃ :3级	e ₄ :4级	e ₅ :5级	
环境系统 O ₁ (0.280 4)	生态环境 O ₁₁ (0.565 2)	水体环境质量 O ₁₁₁ (0.142 9)	国家 I 类	国家 II 类	国家 III 类	国家 IV 类	国家 V 类
		空气质量 O ₁₁₂ (0.148 6)	国家 I 级	国家 II 级	国家 III 级	污染	严重污染
		声环境质量 O ₁₁₃ (0.103 7)	国家 0 类	国家 I 类	国家 2 类	国家 3 类	国家 4 类
		森林覆盖率 O ₁₁₄ (0.158 4)	≥ 90%	80% ~ 89%	70% ~ 79%	60% ~ 69%	< 60%
		废弃物处理率 O ₁₁₅ (0.134 8)	100%	96% ~ 99%	91% ~ 95%	90% ~ 94%	< 89%
	旅游气候舒适期 O ₁₁₆ (0.158 4)	≥ 190	170 ~ 189	150 ~ 169	110 ~ 149	< 110	
	空气负离子浓度 O ₁₁₇ (0.153 2)	≥ 50 000	10 000 ~ 50 000	3 000 ~ 10 000	1 000 ~ 3 000	< 1 000	
景观质量 O ₁₂ (0.434 8)	周围景观的协调度 O ₁₂₁ (0.171 5)	很协调	较协调	协调	不协调	很不协调	
	乡村景观的可达性 O ₁₂₂ (0.124 5)	很好	较好	好	一般	差	
	乡村景观的奇特性 O ₁₂₃ (0.161 8)	非常奇特	奇特	一般	平淡	非常平淡	
	乡村景观的原真性 O ₁₂₄ (0.271 1)	很明显	较明显	明显	不明显	很不明显	
	旅游资源规模与丰度 O ₁₂₅ (0.271 1)	很好	较好	好	一般	差	
社会因素 (O ₂)0.254 3	社区参与 (O ₂₁)0.353 5	居民从业所占比例 O ₂₁₁ (0.271 8)	> 70%	50% ~ 69%	30% ~ 49%	10% ~ 29%	< 10%
		居民满意度 O ₂₁₂ (0.374 7)	90% ~ 100%	80% ~ 89%	70% ~ 79%	60% ~ 69%	< 60%
		居民好客度 O ₂₁₃ (0.353 5)	很好	较好	好	一般	差
	旅游体验 (O ₂₂)0.374 7	重游率 O ₂₂₁ (0.219 8)	> 3 次	2 ~ 3 次	1 次	—	—
		人均逗留时间 O ₂₂₂ (0.219 8)	> 7	5 ~ 6	3 ~ 4	1 ~ 2	1 天之内
	参与项目丰度 O ₂₂₃ (0.274 7)	很丰富	较丰富	丰富	不丰富	很不丰富	
	游客满意度 O ₂₂₄ (0.285 7)	很满意	较满意	满意	一般	不满意	
(O ₂₃)0.271 8	从业人员	具有资格证书的导游比例 O ₂₃₁ (0.5)	≥ 90%	80% ~ 89%	70% ~ 79%	60% ~ 69%	< 60%
		具有上岗证的员工比例 O ₂₃₂ (0.5)	≥ 70%	50% ~ 69%	30% ~ 49%	10% ~ 29%	< 10%
经济系统 (O ₃)0.269 6	经济效益 (O ₃₁)0.565 2	年接待人次/万人次 O ₃₁₁ (0.151 8)	> 30	20 ~ 30	10 ~ 20	5 ~ 10	< 5
		年旅游收入/万元 O ₃₁₂ (0.209 2)	> 500	300 ~ 500	200 ~ 300	100 ~ 200	< 100
		人均年收入/万元 O ₃₁₃ (0.197 4)	> 3.0	2.0 ~ 3.0	1.0 ~ 2.0	0.5 ~ 1.0	< 0.5
		人均可支配年收入/万元 O ₃₁₄ (0.224 1)	> 1.0	0.8 ~ 1.0	0.5 ~ 0.8	0.3 ~ 0.5	< 0.3
	GDP 年均增长率 O ₃₁₅ (0.217 5)	> 12%	10% ~ 12%	8% ~ 10%	6% ~ 8%	< 6%	
设施建设 (O ₃₂)0.434 8	交通设施完善程度 O ₃₂₁ (0.254 3)	很完善	较完善	完善	不完善	很不完善	
	基础设施完善程度 O ₃₂₂ (0.280 4)	很完善	较完善	完善	不完善	很不完善	
	服务设施完善程度 O ₃₂₃ (0.269 6)	很完善	较完善	完善	不完善	很不完善	
	安全设施完善程度 O ₃₂₄ (0.195 7)	很完善	较完善	完善	不完善	很不完善	
支持系统 (O ₄)0.195 7	综合管理 (O ₄₁)0.5	机构与制度 O ₄₁₁ (0.384 6)	I	II	III	—	—
		游客中心 O ₄₁₂ (0.307 7)	I	II	III	—	—
		投诉与处理 O ₄₁₃ (0.307 7)	I	II	III	—	—
	宏观支持 (O ₄₂)0.5	编制规划 O ₄₂₁ (0.374 7)	是	—	—	—	否
		政策法规 O ₄₂₂ (0.353 5)	是	—	—	—	否
	评估与认证 O ₄₂₃ (0.271 8)	国际	国内	省内	地市	县内	

3层递阶结构的乡村旅游开发适宜性等级评价指标体系. 其中: o_{ijl} 表示第1层评价指标 $O_i (i = 1, 2, \dots, I)$ 下第2层评价指标 $O_{ij} (j = 1, 2, \dots, J_i)$ 的第3层第 $l (l = 1, 2, \dots, L_{ij})$ 个评价指标. 这里: $I = 4, J_1 = J_3 = J_4 = 2, J_2 = 3, L_{11} = 7, L_{12} = 5, L_{21} = 3, L_{22} = 4, L_{23} = 2, L_{31} = 5, L_{32} = 4, L_{41} = L_{42} = 3$.

用 $e_k (k = 1, 2, \dots, h)$ 表示乡村旅游开发适宜性评价的第 k 个等级, 且规定 $e_k > e_{k+1}$, 即乡村旅游开发适宜性的第 k 个等级较第 $k + 1$ 个等级 e_{k+1} 好. 此处, 将乡村旅游开发适宜性评价等级划分为5个级别, 即 $h = 5$. 其中: e_1 表示“很适宜开发”、 e_2 表示“适宜开发”、 e_3 表示“基本适宜开发”、 e_4 表示“不适宜开发”、 e_5 表示“很不适宜开发”. 进一步, 确定各项评价指标等级划分标准和乡村旅游开发适宜性等级评价标准, 如表1所示. 其中: a_{ijlk} 表示第1层评价指标 O_i 下第2层评价指标 O_{ij} 的第3层第 l 个评价指标 O_{ijl} 隶属于旅游开发适宜性等级 $e_k (k = 1, 2, \dots, 5)$ 的基准值(可以是数值或语言值).

2 乡村旅游开发适宜性等级评价TOPSIS方法及其步骤

针对多指标等级综合评价的内涵和特征, 围绕乡村旅游开发适宜性等级评价问题的要求, 提出乡村旅游开发适宜性等级评价方法, 主要原理与步骤如下.

step 1: 定性评价指标等级隶属函数的确定. 对于定性等级评价指标, 根据乡村旅游开发适宜性等级评价的特点和要求, 乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, \dots, N)$ 关于第3层定性评价指标 O_{ijl} 值的等级隶属函数 μ_{tijlk} 可定义为

$$\mu_{tijlk} = \begin{cases} 1, & A_t \text{ 关于 } O_{ijl} \text{ 满足等级 } e_k \text{ 的要求;} \\ 0, & A_t \text{ 关于 } O_{ijl} \text{ 不满足等级 } e_k \text{ 的要求.} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)同样也适用于第2层定性评价指标值的等级隶属函数的确定.

step 2: 定量评价指标等级隶属函数的确定. 用 y_{tijl} 表示乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, \dots, N)$ 关于第3层定量等级评价指标 O_{ijl} 值. 对于效益型等级评价指标 O_{ijl} , A_t 关于值 O_{ijl} 的等级隶属函数 μ_{tijlk} 选取为

$$\mu_{tijl1} = \begin{cases} 1, & y_{tijl} \geq a_{ijl1}; \\ y_{tijl}/a_{ijl1}, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl1}. \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{tijl2} = \begin{cases} a_{ijl1}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl1}; \\ 1, & a_{ijl2} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl1}; \\ y_{tijl}/a_{ijl2}, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl2}. \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{tijl3} = \begin{cases} a_{ijl2}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl2}; \\ 1, & a_{ijl3} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl2}; \\ y_{tijl}/a_{ijl3}, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl3}. \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{tijl4} = \begin{cases} a_{ijl3}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl3}; \\ 1, & a_{ijl4} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl3}; \\ y_{tijl}/a_{ijl4}, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl4}. \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{tijl5} = \begin{cases} a_{ijl4}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl4}; \\ 1, & a_{ijl5} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl4}; \\ y_{tijl}/a_{ijl5}, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl5}. \end{cases} \quad (6)$$

其中: a_{ijlk} 表示 O_{ijl} 值隶属于等级 e_k 的基准值, 如表1所示, 这里 $h = 5$.

类似地, 对于成本型定量评价指标 O_{ijl} , 乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, \dots, N)$ 关于值 O_{ijl} 的等级隶属函数 μ_{tijlk} 可选取为

$$\mu_{tijl1} = \begin{cases} 1, & 0 \leq y_{tijl} < a_{ijl1}; \\ a_{ijl1}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl1}. \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{tijl2} = \begin{cases} y_{tijl}/a_{ijl1}, & 0 \leq y_{tijl} \leq a_{ijl1}; \\ 1, & a_{ijl1} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl2}; \\ a_{ijl2}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl2}. \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{tijl3} = \begin{cases} y_{tijl}/a_{ijl2}, & 0 \leq y_{tijl} \leq a_{ijl2}; \\ 1, & a_{ijl2} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl3}; \\ a_{ijl3}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl3}. \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{tijl4} = \begin{cases} y_{tijl}/a_{ijl3}, & 0 \leq y_{tijl} \leq a_{ijl3}; \\ 1, & a_{ijl3} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl4}; \\ a_{ijl4}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl4}. \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{tijl5} = \begin{cases} y_{tijl}/a_{ijl4}, & 0 \leq y_{tijl} \leq a_{ijl4}; \\ 1, & a_{ijl4} \leq y_{tijl} \leq a_{ijl5}; \\ a_{ijl5}/y_{tijl}, & y_{tijl} > a_{ijl5}. \end{cases} \quad (11)$$

特殊地, 当定量评价指标的等级基准值为同一数值或同一区间值时, 乡村旅游地 A_t 关于定量评价指标值 O_{ijl} 的等级隶属函数 μ_{tijlk} 可选取为

$$\mu_{tijlk} = \begin{cases} 1, & A_t \text{ 关于 } O_{ijl} \text{ 满足等级 } e_k \text{ 的基准值;} \\ 0, & A_t \text{ 关于 } O_{ijl} \text{ 不满足等级 } e_k \text{ 的基准值.} \end{cases} \quad (12)$$

step 3: 各等级评价指标权重的确定. 对于第1层等级评价指标 $O_i (i = 1, 2, \dots, I)$, 利用有序链式比值法^[13], 首先确定第1层等级评价指标 $O_i (i = 1, 2, \dots,$

I)的一致性定性排序,不妨假设为 $O_1 \succ O_2 \succ \dots \succ O_{I-1} \succ O_I$;其次,让乡村旅游评审专家或旅游管理者等给出两两评价指标 O_{i-1} 和 O_i 的重要性判断及其理性比值 ω_{i-1}/ω_i ,即

$$\frac{\omega_{i-1}}{\omega_i} = \rho_i, i = I, I-1, \dots, 2,$$

其中 $\rho_i \geq 1$.于是,由上述递推关系式可得

$$\omega_i = \left(1 + \sum_{i=2}^I \prod_{k=i}^I \rho_k\right)^{-1}, \omega_i = \omega_{i+1}\rho_{i+1}. \quad (13)$$

由此可以计算得到第1层等级评价指标 $O_i(i = 1, 2, \dots, I)$ 的权重 w_{ij} .

类似地,可以计算得到第2层等级评价指标 $O_{ij}(i = 1, 2, \dots, J_i)$ 的权重和第3层等级评价指标 $O_{ijl}(l = 1, 2, \dots, L_{ij})$ 的权重 w_{ijl} .

step 4: 计算乡村旅游地关于第2层评价指标值隶属于各等级的贴近度.根据多指标等级综合评价的特点,选择第3层评价指标 O_{ijl} 的基准值等级隶属度关于等级 e_k 的正理想点 $\mu_{ijk}^+ = (1)_{ij \times 1}$ 和负理想点 $\mu_{ijk}^- = (0)_{ij \times 1}$ 作为参考点,受TOPSIS思想的启发^[14],计算乡村旅游地 $A_t(t = 1, 2, \dots, N)$ 关于第2层评价指标 O_{ijl} 值隶属于等级 e_k 的贴近度

$$V_{tijk} = \frac{D_{tijk}^-}{D_{tijk}^+ + D_{tijk}^-}, k = 1, 2, \dots, h. \quad (14)$$

其中: D_{tijk}^+ 和 D_{tijk}^- 分别是 A_t 关于第2层评价指标 O_{ij} 值隶属于等级 e_k 的隶属度向量与正理想点 μ_{ijk}^+ 、负理想点 μ_{ijk}^- 的闵可夫斯基(Minkowski)距离,即

$$D_{tijk}^+ = p \sqrt{\sum_{l=1}^{L_{ij}} [\omega_{ijl}(\mu_{tijk} - 1)]^p}, k = 1, 2, \dots, h;$$

$$D_{tijk}^- = p \sqrt{\sum_{l=1}^{L_{ij}} [\omega_{ijl}(\mu_{tijk} - 0)]^p}, k = 1, 2, \dots, h.$$

其中: $p > 0$ 是距离参数; $p = 1$ 时,上述距离是海明(Hamming)距离; $p = 2$ 时,上述距离是欧氏距离; $p \rightarrow \infty$ 时,上述距离是切比雪夫(Chebyshev)距离.

对式(14)的贴近度做规范化处理,可得 A_t 关于第2层评价指标 O_{ij} 值隶属于等级 e_k 的规范化贴近度(简称为等级隶属度)

$$u_{tijk} = \frac{V_{tijk}}{\sum_{k=1}^h V_{tijk}}, k = 1, 2, \dots, h.$$

于是,可得乡村旅游地 A_t 关于第2层评价指标 O_{ij} 值隶属于所有等级 e_k 的等级隶属度向量 $u_{tij} = (u_{tij1}, u_{tij2}, \dots, u_{tijh})$,进而可得 A_t 关于第1层评价指标 O_i 下第2层所有评价指标的等级隶属度矩阵 $\hat{\mu}_{ti} = (u_{tijk})_{J_i \times h}$.

为了叙述一致与方便,仍将矩阵 $\hat{\mu}_{ti}$ 记为矩阵 μ_{ti} .

step 5: 计算乡村旅游地关于第1层评价指标值隶属于各等级的贴近度.选择第1层评价指标 O_i 的基准值等级隶属度关于等级 e_k 的正理想点 $\mu_{ik}^+ = (1)_{J_i \times 1}$ 和负理想点 $\mu_{ik}^- = (0)_{J_i \times 1}$ 作为参考点,计算乡村旅游地 $A_t(t = 1, 2, \dots, N)$ 关于第1层评价指标 O_i 值隶属于等级 e_k 的贴近度

$$V_{tik} = \frac{D_{tik}^-}{D_{tik}^+ + D_{tik}^-}, k = 1, 2, \dots, h. \quad (15)$$

其中: D_{tik}^+ 和 D_{tik}^- 分别是 A_t 关于第1层评价指标 O_i 值隶属于等级 e_k 的隶属度向量与正理想点 μ_{ik}^+ 、负理想点 μ_{ik}^- 的闵可夫斯基距离,即

$$D_{tik}^+ = p \sqrt{\sum_{j=1}^{J_i} [\omega_{ij}(\mu_{tijk} - 1)]^p}, k = 1, 2, \dots, h;$$

$$D_{tik}^- = p \sqrt{\sum_{j=1}^{J_i} [\omega_{ij}(\mu_{tijk} - 0)]^p}, k = 1, 2, \dots, h.$$

计算乡村旅游地 A_i 关于第1层评价指标 O_i 值隶属于等级 e_k 的规范化贴近度(即等级隶属度)

$$u_{tik} = \frac{V_{tik}}{\sum_{k=1}^h V_{tik}}, k = 1, 2, \dots, h. \quad (16)$$

于是,可以得到 A_i 关于第1层评价指标 O_i 值隶属于所有等级 e_k 的等级隶属度向量 $u_{ti} = (u_{ti1}, u_{ti2}, \dots, u_{tih})$,进而可得对于第1层所有评价指标值的等级隶属度矩阵 $\mu_t = (u_{tik})_{I \times h}$.为叙述统一并一致,将矩阵 μ_t 中的元素 u_{tik} 仍记为 μ_{tik} .

step 6: 计算乡村旅游地隶属于各等级的贴近度.类似于前面step 4和step 5,选取 $\mu_k^+ = (1)_{I \times 1}$ 和 $\mu_k^- = (0)_{I \times 1}$ 分别作为等级 e_k 基准值的正理想点和负理想点,计算乡村旅游地 $A_t(t = 1, 2, \dots, N)$ 关于等级 e_k 的贴近度

$$V_{tk} = \frac{D_{tk}^-}{D_{tk}^+ + D_{tk}^-}, k = 1, 2, \dots, h. \quad (17)$$

其中: D_{tk}^+ 和 D_{tk}^- 分别是 A_t 关于等级 e_k 与正理想点 μ_k^+ 、负理想点 μ_k^- 的闵可夫斯基距离,即

$$D_{tk}^+ = p \sqrt{\sum_{i=1}^I [\omega_i(\mu_{tik} - 1)]^p}, k = 1, 2, \dots, h;$$

$$D_{tk}^- = p \sqrt{\sum_{i=1}^I [\omega_i(\mu_{tik} - 0)]^p}, k = 1, 2, \dots, h.$$

计算乡村旅游地 $A_t(t = 1, 2, \dots, N)$ 关于等级 e_k 的规范化贴近度(即等级隶属度)

$$u_{tk} = \frac{\mu_{tk}}{\sum_{k=1}^h \mu_{tk}}, k = 1, 2, \dots, h. \quad (18)$$

于是, 可得 A_t 对于所有等级的等级 e_k 隶属度向量 $\mu_t = (u_{tk})_{1 \times h}$.

step 7: 计算乡村旅游地的级别特征值. 考虑到不同等级即位置分布信息的影响, 将等级 e_k 的下标 k (级别变量) 看作变“权重”, 定义乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, \dots, N)$ 的级别特征值为

$$v_t = (1, 2, \dots, h)(u_1, u_2, \dots, u_h)^T = \sum_{k=1}^h k u_{tk}, \quad (19)$$

显然 $v_t \in [1, h], t = 1, 2, \dots, N$.

step 8: 根据二元语义方法评定乡村旅游开发适宜性等级. 利用二元语义模型^[15-16], 对于任意级别特征值 $v_t \in [1, h]$, 都可以写成下面的二元语义形式:

$$\tau(v_t) = (e_{s_t}, \delta_{s_t}), t = 1, 2, \dots, N. \quad (20)$$

其中: $e_{s_t} \in V = \{e_1, e_2, \dots, e_h\}$, 且 V 是前面选定的乡村旅游开发适宜性等级集; $s_t = \text{Round}(v_t)$ 是对 v_t 的取整函数, 且 $s_t \in \{1, 2, \dots, h\}$, $\delta_{s_t} = v_t - s_t$ 是级别特征值 v_t 与整数 s_t 的偏差值, 且 $\delta_{s_t} \in [-0.5, 0.5)$. 于是, 根据二元语义的大小比较关系^[15-16], 首先根据式 (20) 的第 1 个分量 e_{s_t} 判定乡村旅游地 A_t 的旅游开发适宜性等级, 然后在等级相同的情况下, 根据式 (20) 的第 2 个分量 δ_{s_t} 对乡村旅游地 A_t 的旅游开发适宜性进行优序排列.

3 应用实例研究与对比分析

3.1 实例计算

为验证所提出模型与方法的可行性和有效性, 选取某地 3 个乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, 3)$ 作为旅游开发适宜性等级评价对象. 根据该地相关统计数据、文献资料及实测数据可得其具体评价指标值, 如表 2 所示.

首先, 按照 step 3 的方法, 确定各评价指标权重. 以第 2 层评价指标 O_{11} (生态环境) 下的第 3 层评价指标为例, 经专家研究, 确定第 3 层评价指标的“重要性”一致性定性排序为: $O_{114} < O_{116} < O_{117} < O_{112} < O_{111} < O_{115} < O_{113}$, 再根据专家判断, 得到两两评价指标 $O_{11\delta(i-1)}$ 与 $O_{11\delta(i)}$ 的重要性之比 $\omega_{11\delta(i-1)}/\omega_{11\delta(i)}$ 的理性判断值 $\rho_{\delta(i)} (i = 2, 3, \dots, 7)$ 依次为 1.0、1.035、1.03、1.04、1.06、1.3. 于是, 根据式 (13) 可得第 2 层评价指标 O_{11} (生态环境) 下的第 3 层评价指标权重向量为

$$\omega_{11} = (0.1429, 0.1486, 0.1037, 0.1584, 0.1348, 0.1584, 0.1532).$$

表 2 某地 3 个乡村旅游地等级评价指标值

评价指标	A_1	A_2	A_3
O_{111}	国家 I 类	国家 II 类	国家 I 类
O_{112}	国家 1 级	国家 1 级	国家 2 级
O_{113}	国家 1 类	国家 2 类	国家 1 类
O_{114}	97 %	90 %	85 %
O_{115}	100 %	100 %	100 %
O_{116}	190	180	160
O_{117}	1 200	1 300	1 500
O_{121}	较协调	协调	协调
O_{122}	较好	较好	较好
O_{123}	较突出	突出	较突出
O_{124}	明显	明显	明显
O_{125}	较好	好	较好
O_{211}	73 %	55 %	42 %
O_{212}	87 %	75 %	77 %
O_{213}	较好	好	好
O_{221}	2	1	2
O_{222}	1.5	1.2	1.7
O_{223}	丰富	丰富	丰富
O_{224}	较满意	满意	满意
O_{231}	85 %	87 %	82 %
O_{232}	90 %	75 %	80 %
O_{311}	12	11	14
O_{312}	1 740	1 131	1 253
O_{313}	1.5	1.1	1.2
O_{314}	1.0	0.7	0.8
O_{315}	8 %	7.6 %	7.8 %
O_{321}	较完善	较完善	完善
O_{322}	较完善	完善	较完善
O_{323}	完善	较完善	较完善
O_{324}	较完善	较完善	较完善
O_{411}	II	II	III
O_{412}	II	III	II
O_{413}	II	II	II
O_{421}	是	是	是
O_{422}	是	是	是
O_{423}	省内、地市	地市	地市

注意到上述一致性定性排序与第 3 层评价指标的下标之间的置换关系. 类似地, 可以得到其他各层评价指标权重, 如表 1 所示.

利用式 (1)~(12), 结合表 1 与表 2, 可以计算得到 3 个乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, 3)$ 关于各层每个评价指标的等级隶属度. 进而利用式 (14)~(20) 可计算得到 3 个乡村旅游地 $A_t (t = 1, 2, 3)$ 的级别特征值及其二元语义, 如表 3 所示.

表3 某地3个乡村旅游地的级别特征值及其二元语义

乡村旅游地	等级隶属度	级别特征值	二元语义	等级判定	优序排列
A_1	(0.208 6, 0.353 5, 0.210 1, 0.126 5, 0.101 3)	2.558 4	(3, -0.033 5)	e_3	1
A_2	(0.178 8, 0.266 2, 0.275 0, 0.169 3, 0.110 7)	2.766 8	(3, 0.492 6)	e_3	3
A_3	(0.182 7, 0.301 2, 0.265 0, 0.148 7, 0.102 4)	2.686 9	(3, 0.279 7)	e_3	2

表4 文献[16]计算得到的评价结果

乡村旅游地	等级加权平均值(隶属度)	最大隶属度	等级判定
A_1	(0.213 4, 0.431 4, 0.191 5, 0.095 4, 0.068 2)	0.431 4	e_2
A_2	(0.174 6, 0.312 2, 0.287 7, 0.150 4, 0.075 0)	0.312 2	e_2
A_3	(0.179 6, 0.355 8, 0.267 0, 0.127 7, 0.069 8)	0.355 8	e_2

由表3可知,乡村旅游地 A_1 、 A_2 和 A_3 的旅游开发适宜性等级均为 e_3 ,即基于适宜开发,但3个乡村旅游地的旅游开发适宜性程度不同,其优序排列为 $A_1 \prec A_3 \prec A_2$.

3.2 结果分析

采用文献[16]的线性加权平均等级评价方法和最大隶属度原则,计算结果如表4所示.可见,文献[16]的方法判定3个乡村旅游地 A_1 、 A_2 和 A_3 的旅游开发适宜性等级均为 e_2 ,即适宜开发,且无法区分它们的旅游开发适宜性差异程度,这显然不同于本文方法得到的结果.

比较表3与表4可以看出,本文创建的等级评价TOPSIS方法相对于文献[16]具有以下优点:1) 本文方法同时考虑了其于正、负理想点的差异程度,很好地权衡了他们之间的差异,具有均衡性,使得等级评定结果更加符合实际,而传统的线性加权平均等级评价方法是一种典型的补偿性折中方法,没有考虑其与正、负理想点的差异,往往会使评定等级偏离实际情况;2) 本文提出的级别特征值和二元语义方法不仅综合考虑了不同等级的隶属度,而且考虑了各等级的位置差异信息,很好地反映了等级评价的内涵和特征,既可评定等级又可区分相同等级时的不同差异,而采用最大隶属度原则,只考虑最大隶属度,丢失了不少信息,有时会导致不合理的等级评定结果,也无法区分相同等级时的差异程度.

4 结论

本文构建了乡村旅游开发适宜性等级评价指标体系及其定性和定量评价指标的等级隶属函数,并针对多指标等级评价的特点和要求,创建了乡村旅游开发适宜性等级评价TOPSIS模型和方法,可有效克服

常用的线性加权平均等级评价方法和最大隶属度原则的不足,提高多指标等级综合评价的合理性、可靠性.本文创建的等级模型与方法不仅符合等级评价的概念和要求,而且能够细致区分评价等级的差异程度,可为解决乡村旅游开发适宜性等级评价问题提供理论和方法支持,亦创新发展了多属性决策TOPSIS方法.

参考文献(References)

- [1] Ann M, Peter W W. Attracting Japanese tourists into the rural hinterland: Implications for rural development and planning[J]. *Tourism Management*, 1999, 20(4): 487-499.
- [2] Fleischer A, Felsenstein D. Support for rural tourism: Does it make a difference[J]. *Annals of Tourism Research*, 2000, 27(4): 1007-1024.
- [3] Sharply R. Rural tourism and the challenge of tourism diversification: The case of Cyprus[J]. *Tourism Management*, 2002, 23(3): 233-244.
- [4] 宋子千, 宋瑞. 古村镇旅游开发效果评价: 居民感知、专家意见及其对比[J]. *旅游学刊*, 2010, 25(5): 56-60. (Song Z Q, Song R. An effect evaluation on the tourism development of ancient historical towns: Analysis and comparison of residents' perceptions and experts' Opinions[J]. *Tourism Tribune*, 2010, 25(5): 56-60.)
- [5] 尹占娥, 殷杰, 许世远. 上海乡村旅游资源定量评价研究[J]. *旅游学刊*, 2007, 22(8): 59-63. (Yin Z E, Yin J, Xu S Y. A study on the quantitative evaluation of rural tourism resources in Shanghai[J]. *Tourism Tribune*, 2007, 22(8): 59-63.)
- [6] 彭红松, 章锦河, 韩娅, 等. 旅游地生态效率测度的SBM-DEA模型及实证分析[J]. *生态学报*, 2017, 37(2): 628-638. (Peng H S, Zhang J H, Han Y, et al. Measurement and empirical analysis of eco-efficiency in tourism

- destinations based on a slack-based measure-data envelopment analysis model[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(2): 628-638.)
- [7] 席建超, 赵美风, 李连璞, 等. 旅游诱导下乡村能源消费模式转型与综合效益评估——六盘山旅游扶贫试验区的案例实证[J]. *自然资源学报*, 2013, 28(6): 898-910.
(Xi J C, Zhao M F, Li L P, et al. Study on the rural energy consumption transition and benefit evaluation induced by tourism: A case study of Liupan mountain pro-poor tourism experimental region[J]. *Journal of Natural Resources*, 2013, 28(6): 898-910.)
- [8] 吴丽娟, 李洪波. 乡村旅游目的地乡村性非使用价值评估——以福建永春北溪村为例[J]. *地理科学进展*, 2010, 29(12): 1606-1612.
(Wu L J, Li H B. Evaluation of the non-use value of the rurality of rural tourism destinations: A case study of Beixi village in Yongchun, Fujian province[J]. *Progress in Geography*, 2010, 29(12): 1606-1612.)
- [9] 李洪波, 李燕燕. 武夷山自然保护区生态旅游资源非使用性价值评估[J]. *生态学杂志*, 2010, 29(8): 1639-1645.
(Li H B, Li Y Y. Non-use value assessment of ecotourism resources in Wuyishan nature reserve[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(8): 1639-1645.)
- [10] 李京梅, 刘铁鹰. 基于旅行费用法和意愿调查法的青岛滨海游憩资源价值评估[J]. *旅游科学*, 2010, 24(4): 49-59.
(Li J M, Liu T Y. A TCM and CVM-based appraisal of coastal recreational resources in Qingdao[J]. *Tourism Science*, 2010, 24(4): 49-59.)
- [11] Zhang H Y, Ji P, Wang J Q, et al. A novel decision support model for satisfactory restaurants utilizing social information: A case study of TripAdvisor.com[J]. *Tourism Management*, 2017, 59: 281-297.
- [12] 杨智勇. 生态文明视角下内蒙古区域旅游评估体系的构建与实证[J]. *生态经济*, 2017, 33(10): 155-158.
(Yang Z Y. Ecological civilization respective framework and empirical evaluation system of regional tourism in inner mongolia[J]. *Ecological Economy*, 2017, 33(10): 155-158.)
- [13] Wang C Y, Chen S M. Multiple attribute decision making based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets linear programming methodology and the extended TOPSIS method[J]. *Information Sciences*, 2017, 45(2): 155-167.
- [14] Herrera F, Herrera-Viedma E, Martínez L. A fuzzy linguistic methodology to deal with unbalanced linguistic term sets[J]. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2008, 16(2): 354-370.
- [15] 王丽玲, 张树深, 张芸. 城镇污水处理厂清洁生产等级评价二元语义模型与方法[J]. *中国环境科学*, 2014, 34(11): 2976-2984.
(Wang L L, Zhang S S, Zhang Y. Two-tuple semantic model and method of cleaner production grade evaluation for town sewage treatment plants[J]. *China Environmental Science*, 2014, 34(11): 2976-2984.)
- [16] 蔡玫, 巩在武, 于小兵. 非均衡语言信息的计算方法及其在TOPSIS法中的应用[J]. *控制与决策*, 2017, 32(4): 673-680.
(Cai M, Gong Z W, Yu X B. A computational approach of unbalanced linguistic terms and its application in TOPSIS[J]. *Control and Decision*, 2017, 32(4): 673-680.)
- [17] 贾凡, 王兴元. 基于粗糙数的BWM-TOPSIS多准则群决策方法[J]. *控制与决策*, 2016, 31(10): 1915-1920.
(Jia F, Wang X Y. BWM-TOPSIS multi-criteria group decision-making method based on rough number[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(10): 1915-1920.)

作者简介

费巍(1965—), 女, 副教授, 博士, 从事文化遗产保护与传承、旅游及城乡规划等研究, E-mail: feiwei@fzu.edu.com;

余高锋(1986—), 男, 讲师, 博士生, 从事模糊决策与对策的研究, E-mail: yugaofeng666@163.com;

李登峰(1965—), 男, 教授, 博士生导师, 从事模糊决策与对策等研究, E-mail: lidengfeng@fzu.edu.com.

(责任编辑: 闫妍)