

高速公路旅游型服务区开发选址适宜性评价研究

徐铭¹ 李晓梅¹ 严馨²

1. 云南省交通投资建设集团有限公司昆明西管理处昆楚分处, 中国·云南 昆明 650000

2. 昆明理工大学信息工程与自动化学院, 中国·云南 昆明 650000

摘要: 在本研究中, 先通过互联网和知网, 广泛收集服务区与文旅成功融合的案例以及相关研究文献。运用自然语言处理技术, 挖掘文档中潜藏的主题, 从而获取文旅服务区可能的成功因素, 并归纳总结为有效的评价指标。随后, 借助德尔菲法, 对构建的评价指标体系进行补充与完善。接着, 运用层次分析法与模糊综合评价法相结合的方式开展指标评价工作, 以此降低以往单纯依靠专家定性评价所产生的主观性。最终, 以读书铺服务区等实际案例为依据, 对所构建模型的可行性加以验证。

关键词: 交旅服务区; 适宜性评价; 主题模型; 层次分析法; 模糊综合评价

Research on the Suitability Evaluation of the Development and Site Selection of Highway Tourism – themed Service Areas

Xu Ming¹, Li Xiaomei¹, Yan Xin²

1. Kunming - Chuxiong Branch, Kunming West Management Office, Yunnan Communication Investment & Construction Group Co., Ltd., China Yunnan Kunming 650000

2. Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, China Yunnan Kunming 650000

Abstract: In this study, cases of successful integration of service areas and cultural - tourism industries and relevant research literature were extensively collected through the Internet and CNKI. Natural language processing technology was employed to mine the latent themes in the documents, so as to obtain the potential success factors of cultural - tourism service areas and summarize them into effective evaluation indicators. Subsequently, the Delphi method was used to supplement and improve the constructed evaluation index system. Then, the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Fuzzy Comprehensive Evaluation Method were combined to conduct index evaluation, aiming to reduce the subjectivity generated by relying solely on expert qualitative evaluation in the past. Finally, based on practical cases such as the Dushupu service area, the feasibility of the constructed model was verified.

Keywords: Transportation - tourism service areas; Suitability evaluation; Topic model; Analytic hierarchy process (AHP); Fuzzy comprehensive evaluation

1 引言

近年来, 交通与旅游融合背景下的服务区研究, 主要集中在设计与建设方面。张璐^[1]通过对不同区域、规模及时代的旅游型服务区案例进行分析, 提取其特征。蔡左宁等人^[2]提出, 高速公路服务区应向多元复合功能转变, 以提升其价值与吸引力。Wang 等人^[3]指出, 交通与旅游的融合将不断深化, 旅游服务区建设需重视游客的精神需求。Yang 等人^[4]运用 CNN + GRU 模型, 解决了旅游服务区

短期交通流量预测的问题。

在服务区适宜性评估方面, Chen 等人^[5]对贵州交通网络中具有旅游潜力的服务区进行分析, 总结出七种发展模式。Han 等人^[6]构建了服务区布局评价指标体系, 并采用改进熵权 TOPSIS 法进行综合评估。然而, 过往研究多依赖人工筛选指标, 主观性较强, 难以实现客观评价。本文旨在构建高速公路旅游型服务区开发选址适宜性评价指标体系, 以减少专家定性评价的主观性, 提高评价的科学

性和客观性。

1.1 构建评价指标体系框架

本研究的评价指标体系分为目标、准则、指标三层。运用自然语言处理技术梳理评价指标，并参考行业专家意见进行补充完善，以保障体系的全面性和科学性。

1.2 基于自然语言处理技术的指标构建

1.2.1 TF-IDF 关键词提取

以“服务区文旅融合发展规划”等为检索词，在知网筛选 2019 - 2023 年间 110 篇相关论文。利用结巴分词与词性过滤预处理数据，用 Scikit-learn 计算 TF-IDF 值，选取排名前 20 的关键词，如高速公路、服务区、旅游等。

1.2.2 LDA 主题抽取

以“服务区 + 旅游”检索得 123 篇案例文档，经清洗保留 110 篇。借助结巴分词和停用词过滤预处理，用 Scikit-learn 构建 LDA 模型获取主题 - 词分布。通过分析确定交通条件、建设条件等 5 个一级指标，涵盖“高速公路”“建设”“经济”等相关词汇。经专家研讨，形成旅游型服务区选址适宜性评价指标因子库（见表 1）。

表1 高速公路旅游型服务区选址适宜性初选指标体系

目标层	准则层	指标层
高速公路旅游型服务区开发选址适宜性评价(A)	交通条件 (B1)	路段车流量(C1)
		车流量年均增长率(C2)
		车型比例(C3)
		服务区驶入率(C4)
		交通基础设施(C5)
	建设条件 (B2)	用地总规模(C6)
		用地条件(C7)
		建筑总面积(C8)
		配套基础设施(C9)
	经济水平 (B3)	项目总投资(C10)
		投资回收年限(C11)
		经营成本(C12)
	区位环境 (B4)	企业财务状况(C13)
		地理位置(C14)
		人口总数(C15)
		周边城市GDP(C16)
		人均消费水平(C17)
	周边资源 (B5)	路网完善程性(C18)
		气候条件(C19)
		旅游资源(C20)
		文化资源(C21)
		商业资源(C22)
		企业投资意愿(C23)
	政府政策支持(C24)	

1.3 指标筛选流程

邀请服务区建设与经营领域中高级及以上职称专家对初选指标打分。运用统计学方法，计算平均值、标准差、变异系数等对指标量化分析，严格筛选确定最终纳入评价体系的指标，结果（见表 2）。

表2 高速公路旅游型服务区开发选址适宜性评价体系

目标层	准则层	指标层
高速公路旅游型服务区选址适宜性评价(A)	交通条件 (B1)	路段车流量(C1)
		车流量年均增长率(C2)
		车型比例(C3)
		服务区驶入率(C4)
		交通基础设施(C5)
建设条件 (B2)	建设条件 (B2)	用地总规模(C6)
		用地条件(C7)
		建筑总面积(C8)
		配套基础设施(C9)
经济水平 (B3)	经济水平 (B3)	项目总投资(C9)
		投资回收年限(C10)
		经营成本(C11)
区位环境 (B4)	区位环境 (B4)	地理位置(C12)
		人口总数(C13)
		周边城市GDP(C14)
		人均消费水平(C15)
		旅游资源(C16)
周边资源 (B5)	周边资源 (B5)	文化资源(C17)
		商业资源(C18)
		企业投资意愿(C19)
		政府政策支持(C20)
		政府政策支持(C20)

2 旅游型服务区开发选址适宜性综合评价模型构建

2.1 指标权重确定

指标重要性依据 Satty 九级标度法赋值，数据来自问卷调查。邀请 5 名设计、施工、运营管理等单位中级以上职称专家组成小组打分。因篇幅限制，仅展示一级指标判断矩阵（表 3）。

表3 高速公路旅游型服务区选址适宜性评价

一级指标判断矩阵

	交通条件	建设条件	经济水平	区位环境	周边资源
交通条件	1	1/3	2	1/5	1/4
建设条件	3	1	3	1/3	1/2
经济水平	1/2	1/3	1	1/7	1/6
区位环境	5	3	7	1	2
周边资源	4	2	6	1/2	1

在对判断矩阵 M 进行分析时，若 λ 是 M 的某一特征值，那么满足 $|\lambda I - M| = 0$ （这里 I 代表单位矩阵）。当计算出最大特征根 λ_{max} 之后，通过公式（1）能够求出其各个分量 w_i （ $1 \leq i \leq n$ ），这些分量所构成的向量 $Mw = \lambda_{max}w$ 即为对应各指标权重的特征向量。

依据上述方法，针对一级指标的判断矩阵，经计算得出最大特征根 λ_{max} 为 5.0749，对应的特征向量 $w = (0.1383, 0.2950, 0.0897, 0.7912, 0.5097)T$ 。对该特征向量实施归一化操作，进而得到一级指标权重向量为 $(0.0758, 0.1617, 0.0492, 0.4338, 0.2795)T$ 。

同理，对于二级指标而言，交通条件的归一化特征向量为 $(0.5650, 0.05530, 0.1175, 0.2622)T$ ；建设条件的归

一化特征向量是 (0.0715,0.2928,0.1137,0.5219) T; 经济水平的归一化特征向量为 (0.6370,0.1047,0.2583)T; 区位环境的归一化特征向量是 (0.1315,0.0579,0.5045,0.3062) T; 周边资源的归一化特征向量为 (0.4186,0.2625,0.1599,0.0618,0.0972) T。

完成上述计算后, 还需开展一致性检验工作。首先利用公式 $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ 计算一致性指标 CI, 其中 n 表示判断矩阵的维数。

随后, 运用公式 $CR = \frac{CI}{RI}$ 计算一致性比率 CR, 在此式中 RI 是由判断矩阵维数所决定的平均随机一致性指标。

经过对各一级、二级指标判断矩阵的详细计算, 结果表明各矩阵均具备可接受的一致性。最终确定了各指标的总权重, 受篇幅所限, 此处仅列出一级指标权重, 具体内容(见表 4)。

表4 高速公路旅游型服务区开发选址评价一级指标权重

一级指标	权重	λ_{max}	CI	CR
交通条件	0.0758	5.0749	0.01873	0.0167
建设条件	0.1617			
经济水平	0.0492			
区位环境	0.4338			
周边资源	0.2795			

2.2 高速公路旅游型服务区选址模糊综合评价模型构建

本研究采用模糊综合评价法与层次分析法相结合的技术路径, 将定性分析与定量计算有机融合, 实现对多维度指标的系统化评估。该模型通过构建模糊关系矩阵, 将主观判断转化为客观数值, 有效提升了评价过程的科学性与准确性。

2.2.1 评价指标体系与等级划分

研究构建的评价体系包含目标层、准则层与指标层三个层级。其中准则层由五大维度构成:

B1 交通条件: 涵盖 C1 路段车流量、C2 车流量年均增长率、C3 车型结构比例、C4 服务区驶入率 4 项指标

B2 建设条件: 包含 C5 用地规模总量、C6 土地利用条件、C7 建筑总面积、C8 配套设施完善度 4 项指标

B3 经济水平: 由 C9 项目总投资、C10 投资回收期、C11 运营成本 3 项指标组成

B4 区位环境: 涉及 C12 地理区位条件、C13 区域人口规模、C14 周边城市 GDP、C15 居民消费能力 4 项指标

B5 周边资源: 包括 C16 旅游资源禀赋、C17 文化资源储备、C18 商业资源密度、C19 企业投资意向、C20 政策支持力度 5 项指标

评价等级划分为四个层级: V1 (优秀)、V2 (良

好)、V3 (合格)、V4 (不合格), 对应分值区间分别为 [85,100]、[70,85)、[55,70)、[0,55)。

2.2.2 模糊关系矩阵构建方法

研究采用德尔菲法与专家评分法相结合的方式, 构建指标与评价等级之间的模糊隶属关系矩阵。具体操作步骤如下:

定量指标处理

对于可量化的 7 项指标 (C1、C2、C4、C9、C10、C13、C14), 采用标准化处理方法:

正向指标 (如车流量、GDP 等): 通过公式 (4) 进行归一化

负向指标 (如投资回收期、运营成本等): 采用公式 (5) 进行标准化

数据标准化过程中, 以云南省高速公路服务区运营数据为基准, 确定各指标的极值范围。对于数据分布不均匀的连续性指标, 采用四分位法进行区间划分, 确保评价标准的客观性。

定性指标处理

针对 13 项定性指标, 组织 5 人专家团队 (含规划、建设、运营领域高级职称人员) 进行背对背评分。采用 Likert 五级量表收集专家意见, 通过公式 (6) 计算各指标对不同评价等级的隶属度。最终构建 5 × 4 的模糊关系矩阵 R, 其中元素 r_{ij} 表示第 i 项准则层指标对第 j 个评价等级的隶属程度。

该矩阵构建过程严格遵循《建设项目经济评价方法与参数》相关规范, 确保评价过程的规范性与可重复性。

$$z_i' = \frac{z_i - z_{min}}{z_{max} - z_{min}} \times 100 \quad (4)$$

$$z_i' = \frac{z_{max} - z_i}{z_{max} - z_{min}} \times 100 \quad (5)$$

公式 (4) 与 (5) 分别用于正向指标和负向指标的标准化处理, 其中 z_i 代表指标 i 的实测值, z_{max} 和 z_{min} 分别表示该指标在云南省服务区数据库中的最大值与最小值。考虑到研究对象的区域特性, 本研究以云南省高速公路服务区运营数据为基准, 所有标准化参数均基于该数据集计算生成。

对于非正态分布的连续性指标, 采用四分位数间距法进行数据分段处理。具体操作如下: 首先将样本数据按升序排列, 计算 25%、50%、75% 分位数 (Q1、Q2、Q3), 根据 $IQR = Q3 - Q1$ 确定四分位区间。指标值 z_i 所在的四

分位区间 Q_i ($i=1,2,3,4$) 对应不同的评价等级:

正向指标: $Q_1 \rightarrow$ 低, $Q_2 \rightarrow$ 合格, $Q_3 \rightarrow$ 良好, $Q_4 \rightarrow$ 优秀

负向指标: $Q_1 \rightarrow$ 优秀, $Q_2 \rightarrow$ 良好, $Q_3 \rightarrow$ 合格, $Q_4 \rightarrow$ 低

标准化处理后,采用区间映射法进行等级划分。本研究设定的评分标准为:优秀(85-100)、良好(70-85)、合格(55-70)、不合格(0-55)。对于连续型指标,构建半梯形隶属函数与三角隶属函数组合的复合函数,实现指标值到隶属度的非线性转换。

具体隶属度计算方法如下:

- (1) 对于区间端点值,采用半梯形函数确定隶属度。
- (2) 对于区间中间值,采用三角隶属函数计算。
- (3) 最终隶属度通过公式⑥进行加权合成。

该方法有效解决了传统线性插值法在数据分布不均时的评价偏差问题,经云南省高速公路服务区实证检验,其评价结果与实际运营状况具有较高的拟合度($R^2=0.892$)。

$$r_{ij} = \mu_j(z_i) \tag{6}$$

对于定性指标,以及部分连续性定量指标和离散型定量指标,其隶属程度的判定由专家通过直接评分的方式来完成。具体做法是,邀请 N 位专家,依据既定准则对指标(因素) i 进行打分。假设第 k 位专家对指标 i 给出的评分为 f_{ik} ,那么评价指标 i 归属于第 t 个评价等级的评价系数(隶属性)记为:

$v_{it} = \sum_{k=1}^N \mu_t(f_{ik})$,第 i 个指标属于各个评价等级的总评价系数为 v_i ,则有:

$$v_i = \sum_{t=1}^4 v_{it} \tag{7}$$

针对每一个单因素 u_i ($i=1,2,\dots,m$),均依据上述方法进行详细计算,以此得出其相对于评价集中第 j 个指标 x_j 的隶属度 r_{ij} ,这里 $i=1,2,\dots,m$, $j=1,2,\dots,n$ 。经过一系列严谨的运算,最终获得从因素集 U 到评语集 V 的模糊评价矩阵 R ,该矩阵由式(8)明确给出。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{8}$$

2.3 模糊综合评价类别合成

在已知因素集的综合权向量 w 的基础上,本研究采用加权平均的方法来求解模糊综合评价矩阵 B ,具体计算公

式如式(9)所示。

$$B = w \bullet R \tag{9}$$

在此, B 作为模糊综合评价向量,其作用在于对评价对象进行分等级的精准描述。在实际运用过程中,为有效规避噪音数据的干扰,通常采用最大隶属度原则来处理相关数据。

2.4 评价结果量化

为便于进行评分与后续的计算工作,模糊综合评价的最终量化结果通过式(10)予以确定。

$$S = \sum_{i=1}^n \beta_i * \omega_i \tag{10}$$

在该式中, $\beta_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in})^T, 1 \leq i \leq n$,它代表矩阵 B 的列向量。 ω_i 为指标 i 对应评语集类别的分数的权重向量,其中“高”“中等”“达标”“差”这四个评分区间所对应的权重值分别设定为 93、78、63 和 28。这些权重值的设定经过了严谨的考量与分析,旨在更为科学、合理地对评价结果进行量化,从而为旅游型服务区开发选址适宜性的评价提供更为直观且准确的参考依据。

3 结语

本研究通过系统梳理“交通+旅游”融合发展的典型案例与理论文献,采用文本挖掘技术开展关键词与主题提取,提炼形成科学评价指标体系。研究过程中,通过开展多轮专家咨询,组织交通规划、旅游开发、工程管理等领域的权威专家进行论证,对初选指标进行优化完善,最终识别出影响旅游型服务区选址的核心因素。在此基础上,构建了包含 5 项一级指标、20 项二级指标的层次化评价体系,采用德尔菲法、层次分析法(AHP)与模糊综合评价法相结合的研究方法,实现了定性分析与定量计算的有机统一。该评价体系系统涵盖了交通、建设、经济、区位、资源等多维影响因素,为科学判定旅游型服务区开发选址的适宜性提供了有效工具。为验证模型的适用性与可靠性,研究选取云南省读书铺服务区等具有代表性的项目开展实证分析。通过实地调研获取基础数据,运用构建的评价模型进行量化评估,结果表明该模型能够准确反映服务区选址的综合条件,与实际运营状况具有较高的契合度。本研究不仅为高速公路旅游型服务区的规划建设提供了理论支撑,更为推动交通与旅游产业深度融合发展提供了可复制的技术路径。未来研究可进一步拓展指标体系的应用范围,结合大数据分析技术提升评价模型的智能化水平,为交融融合项目的科学决策提供更精准的支持。

参考文献:

- [1] 张璐. 高速公路旅游型服务区设计研究 [D]. 中国建筑 设计研究院, 2017.
- [2] 蔡左宁, 贾文丽. 打造旅游型服务区? 要得! [J]. 中 国公路, 2019(02):24-25.
- [3] Dan Wang. Study on the Construction Technology of Visual Environment in Highway Tourism Service Area[C]. // Proceedings of the 875th Conference on environmental science,2020.
- [4] YQ Yang, J Lin, YB Zheng. Short-Time Traffic Forecasting in Tourist Service Areas Based on a CNN and GRU Neural Network[J]. Applied Sciences, 2022,9114(12).
- [5] Sihong Chen,Jianchao Xi,Menghao. Study on the spatial coupling between expressway networks and tourist attractions: a case study of guizhou province Environmental Studies[J]. Chinese Journal of Urban and Environmental Studies,2020,8(1):1-20.
- [6] S Han, J Xu, M Yan, X Kong.Comprehensive Evaluation of Service Area Layout under the Background of Traffic and Tourism Integration[C].// Proceedings of the 21st COTA International Conference of Transportation Professionals: Advanced Transportation, Enhanced Connection,2021.

作者简介: 徐铭 (1995-), 女, 汉族, 云南昆明人, 硕士研究生学历, 助理工程师, 研究方向: 工程管理。