

朱佳玮, 孙文章, 岳秀峰. 基于滨海环境资源特点的大连旅游承载状态评价 [J]. 地理科学, 2021, 41(4): 664-673. [Zhu Jiawei, Sun Wenzhang, Yue Xiufeng. Evaluation of tourism carrying capacity in Dalian based on characteristics of coastal environmental resources. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(4): 664-673.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2021.04.013

基于滨海环境资源特点的大连旅游承载状态评价

朱佳玮¹, 孙文章², 岳秀峰³

(1. 东北财经大学国际商学院, 辽宁 大连 116025; 2. 东北财经大学会计学院/中国内部控制研究中心, 辽宁 大连 116025; 3. 大连理工大学经济管理学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 旅游环境承载力涉及多维度属性相互制约影响, 而传统方法中对于各属性间影响程度及游客偏好选择的判定则较多依赖于个体的主观感知。因此, 针对处理多属性综合评价中存在的模糊性及主观性, 提出基于蒙特卡罗模拟修正的模糊综合评价模型。结果表明, 借助上述模糊综合评价修正模型针对大连滨海旅游环境承载力进行解释与分析, 成功缓解了模型度量与数据分析环节所出现的主观偏误缺陷, 从而有效提升了大连市滨海旅游景区有关阈值综合评价体系的科学性与稳健性。评价结果表明, 当前大连市滨海旅游环境承载力状态可以判定为“适载”; 在影响滨海旅游环境承载力的 6 项要素中, 游憩环境要素与气候要素的评价分数较高, 最低评分数值指标为景区游客管理状态。

关键词: 旅游环境; 滨海旅游承载力; 模糊综合评价; 蒙特卡罗模拟; 大连

中图分类号: F590.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2021)04-0664-10

模糊综合评价法是一种针对包含多元化作用因素的对象, 从整体视角开展系统、合理评价的综合方法。基于模糊数学领域的相关理论, 隶属函数与变换原理提倡在充分考虑各相关影响因素的前提下, 将评价对象的定性分析转化成定量分析。由于模糊综合评价法具有结果清晰、系统性强、可以将模糊的复杂数学量化等优点, 该方法被广泛的应用于环境学^[1]、生态学^[2]、管理学^[3]等多个领域。通过在中国知网平台针对关键词“模糊综合评价方法”进行检索, 可以发现自 2000 年, 该方法的跨学科应用成为学术界的研究热潮; 不过, 已有主要研究成果仍主要聚焦于自然资源与生态环境保护的相关领域^[4-6], 其余研究则应用于岗位与绩效评价、企业与项目评价、相关风险评价^[7-9], 但在旅游管理学科领域, 及其承载力与游客体验相关方面的嵌入运用则稍显匮乏^[10]。

综合评价方法中每一问题都存在一组至少一种以上的相关影响因素, 并存在对应的评价分数, 用以衡量其结果的状态。不过, 在现实情境中, 单一阈值有时无法对某些系统性的复杂问题进行全面的科学评价; 譬如, 针对旅游景区的评价其实包含多项要素, 诸如门票价格、园区自然环境、园区建筑面积与游憩设施等^[11]。根据游客自身感知及选择偏好, 即便对相同指标进行主观性测评, 每一次的评价结论也会呈现一定的差异^[12], 而且, 这一主观性的评价结论往往并不是一例精度较高的定量数据, 相反是一例以语言为载体的模糊性陈述; 因此, 模糊综合评价法作为一种基于相关指标体系及相应评分结果的方法, 可以有效地将模棱两可的打分结果转换成可靠的定量评价^[13]。不过, 由于主观打分造成数据存在主观偏差及不确定性, 致使其结果不够精确, 甚至出现难以比较相近指

收稿日期: 2020-02-28; 修订日期: 2020-11-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(72002025)、辽宁省教育厅青年科技人才“育苗”项目(LN2019Q69, LN2019Q37)、中国科协“高端科技创新智库青年项目”2017(DXB-ZKQN-2017-022)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (72002025), Education Department of Liaoning Province Young Scientific and Technological “Yumiao” Project (LN2019Q69, LN2019Q37), China Association for Science and Technology (DXB-ZKQN-2017-022).]

作者简介: 朱佳玮 (1985-), 女, 辽宁辽中人, 博士, 讲师, 主要从事区域旅游经济价值评价、区域承载力、滨海旅游资源价值评价研究。
E-mail: wendydufecn@hotmail.com

标间概率的问题。鉴于此,理论界亟待探寻一种有效的测量及修正方法,在对复杂问题进行科学评价的同时,也可以为相关旅游管理部门的开发投入及建设治理提供一定的科学依据。

梳理与总结现有研究不难发现,针对复杂模糊问题的评价机制,理论界正致力于如何对经典基础方法进行改进与升级^[14-18]。与传统结果相比,蒙特卡罗修正后的结果可以直接作用于不确定性问题,并且通过模拟修正后的数据反映更全面的信息^[19]。值得注意的是,虽然蒙特卡罗模拟修正已经应用于风险管理^[20-22]、不确定性评价^[23,24]及服务需求评价^[25-27]等领域,但对于旅游相关的评价研究及指标修正目前还没较少有类似的方法和参考文章。已有关于滨海旅游承载力的研究,大多立足于旅游目的地的供给及自然生态系统阈值的测算,而从游客主观体验角度考虑的景区承载状态评价研究仍有待进一步丰富。本文尝试利用蒙特卡罗模拟方法对传统的模糊综合评价模型进行修正,使其结果有助于理论界对相关指标的识别,进而为相关管理部门进行承载状态检测及建立有效预警系统提供理论依据。本文的增量理论贡献在于系统地对中国滨海旅游景区的异质性特征进行考虑,通过对滨海旅游承载力系统分析的同时,探究各维度的关系,以期拓展滨海旅游环境承载力的理论研究成果,从而有效提升研究结果的客观性与准确性。据此提出的合理建议,可以对区域内旅游资源进行合理有效配置,为中国旅游业可持续发展战略的实施提供理论支持。

1 研究区域与数据来源

作为北方的重要港口城市,大连依山傍海,拥有得天独厚的自然资源与旅游优势。2 211 km 的海岸线及区域自然资源为滨海旅游业提供了得天独厚的条件。一方面,随着近年来旅游的发展,滨海旅游游客总数量急剧增加,为城市带来相当可观的经济收益的同时,也造成不同程度的旅游承载能力问题,导致管理压力巨大、游客满意度下降,亟待需要进行有效评价。另一方面,借助北方滨海旅游的季节性特点及假期政策,大连作为无寒冬无酷夏的海滨城市,每个季度都出现旅游高峰时段;因此,高峰时段的游客数量也为研究区域实地调研提供便利条件。基于以上特点,本文选取大连

作为研究区域进行数据收集及实证分析。

作为实证数据的重要来源,在大连当地旅行社与旅游局的帮助下,首先通过邮件、微信等形式,在参考相关文献的基础上确定大连区域内 54 个滨海景区的景区位置、自然资源、游憩设施等相关属性^[10,28,29],结合在线旅游网站(携程、去哪儿)信息进行整理后得到的初级指标,进而开展专家问卷收集。专家组成员包括旅游项目主管、行业从业及旅游管理学科研究人员,专家问卷共计 20 份,回收率及有效率均为 100%。利用德尔菲法对所选取的指标进行筛选,最终确认 25 个指标作为游客问卷调查及综合评价所需的相关指标(表 1)。2015 年每个季度随机选取大连范围内的滨海景区(36 个滨海公园、18 个滨海沙滩)通过景点及线上 2 种方式发放游客问卷,受访者通过自己的主观判断利用百分制打分法对专家筛选所得 25 个指标的印象及满意程度进行打分,每季度发放 200 份,共计 800 份;收回有效问卷样本 636 份。

2 基于蒙特卡罗修正的模糊综合评价

2.1 模糊综合评价

通过对研究区域的实地调研可以发现,由于旅游环境包含多个维度,其指标间并不存在明确的定义与界限,因此,对于涉及到旅游环境这类问题的相关评价过程中,在判断评价的过程中无法给予准确的肯定或否定^[30]。据此,本文尝试对这一复杂问题进行综合性量化处理,研究主要借鉴模糊综合评价相关理论中的模糊运算原理,借此促进其结果与真实情况趋于一致。

对于模糊综合评价过程中的评语集构建,每一等级都要存在明确的含义^[31]。该方法首先通过对评价对象影响指标 $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ 及评价集 $V = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ 进行确定,构建并明确相应的指标体系及评价等级。基于现有评价指标体系,拟测度各项指标的具体权重 w ,并以此得到各项指标的对应隶属度集合。之后,依据模糊理论相关准则,对其进行转换处理,并以此建立与之相对应的模糊综合评价矩阵 R 。最后,遵循归一化的系统思路,拟采用模糊运算方法,从而有效实现模糊综合评价矩阵及其各项评价指标具体权重的合并处理,并以此构建对应的模糊综合评价结果集 S ,即

表 1 大连旅游景区承载评价问卷调查中相关指标及指标内涵

Table 1 Indicators and connotations in questionnaire of tourism carrying capacity evaluation in Dalian

目标层(A)	准则层(B)	指标名称(C)	指标内涵
滨海公园旅游 环境承载力(A)	景区自然环境影响指标(B ₁)	面积(C ₁)	游客对于景区用于游憩活动的面积的满意程度
		海岸线(C ₂)	游客对于景区内用于游憩活动的已开发海岸线长度的满意程度
		沙滩宽度(C ₃)	游客对于景区现有沙滩宽度的满意程度
		空气质量(C ₄)	游客对于景区所在位置空气质量的满意程度
		高山景观(C ₅)	景区所在位置是否拥有高山景观
	景区所在位置气候影响指标(B ₂)	阳光(C ₆)	游客对于景区所在位置的晴天状态满意程度
		降水(C ₇)	游客对于景区所在位置的降水状态满意程度
		温度(C ₈)	游客对于景区所在位置温度体验状态
	景区内海滨环境质量指标(B ₃)	海水质量(C ₉)	景区海水质量状态满意程度(基于官方数据及主观感受,综合考虑色、臭、味及相关水质因素)
		海面状况(C ₁₀)	景区海面状况满意程度(基于官方数据包括水温、浪高、气温、风力、能见度等因素)
		海上观光(C ₁₁)	景区海面景色满意程度
		海滨观光(C ₁₂)	景区其他海岸线景色满意程度
		沙滩(C ₁₃)	景区沙滩沙质满意程度
	与滨海环境指标相关的 游憩环境指标(B ₄)	水族馆(C ₁₄)	景区是否开设水族馆
		海洋动物表演(C ₁₅)	景区是否开设海洋动物表演项目
		观光游船(C ₁₆)	景区是否开设付费观光游船项目
		潜水活动(C ₁₇)	景区是否开设潜水活动
	与滨海环境指标无关的 游憩环境指标(B ₅)	戏水池(C ₁₈)	景区是否开设儿童戏水场所
		儿童乐园(C ₁₉)	景区是否开设淘气堡及儿童乐园
		歌舞表演(C ₂₀)	景区是否开设歌舞表演项目
		游乐场(C ₂₁)	景区是否开设相关互动游乐设施
	景区其他管理指标(B ₆)	观光缆车(C ₂₂)	景区是否开设观光缆车项目
		景区排名(C ₂₃)	官方景区排名
		游客拥挤度(C ₂₄)	游客对于景区当前游憩拥挤状态的满意程度
		门票价格(C ₂₅)	对景区门票价格的满意程度

$S = W \times R$, 最终建立由模糊综合评价矩阵 R 、综合评价集 V 、综合评价指标 C 、以及相应综合评价指标关联权重 W 共同拟合而成的模糊综合评价模型。

2.2 蒙特卡罗的基本思想

蒙特卡罗模拟是利用数学方法对数据样本依据三角分布进行反复抽样并随机生成变量并模拟生成新样本的过程^[32]; 拟定随机变量 A , 该变量 A 是由 m 个随机变量 $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ 所构成的函数:

$$A = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_m) \quad (1)$$

为了确定随机变量 A 的具体分布, 设定 $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$ 作为相互独立的随机变量, 且该随机变

量的概率分布为 $P(Z_1), P(Z_2), \dots, P(Z_m)$; 由此, 可以采用蒙特卡罗模拟方法分别于 $P(Z_1)$ 中随机抽取得到 Z_1' , 于 $P(Z_2)$ 中随机抽取得到 $Z_2', \dots$, 于 $P(Z_m)$ 中随机抽取得到 Z_m' , 最终获得 A 的随机变量 A_1 :

$$A_1 = f(Z_1', Z_2' \dots Z_m') \quad (2)$$

以此类推:

$$A_2 = f(Z_1'', Z_2'' \dots Z_m'') \quad (3)$$

从而可以构建变量 A 的全部样本 ($A_1, A_2, \dots, A_m$), 所以, 对于随机变量 A 的分布函数 $F(A)$, 可以采用样本分布 $QN(A)$ 进行表示。

作为基于相关体系及主观打分的评价方法,

模糊综合评价在打分过程中存在主观性误差,难以根据其结果进行精确比较^[14]。因此,本文在模糊综合评价过程将蒙特卡罗模拟技术用于修正权重计算部分中的主观打分数值,对相关研究区域的指标数据进行模拟迭代后得到修正后结果,相比于传统方法,修正后的指标权重可以有效规避由主观打分产生的误差并应用于实证数据分析及相关研究,具体迭代模拟步骤详见参考文献[10]。

3 实证研究

3.1 指标修正结果

在一般情况下,基于心理学与模糊数学的主要观点,行为主体(游客)对于具体事务的判断与

主观感知,可以较为清晰地分辨两类处于极端范围的偏好状态,而相对于处于极端范围之间的偏好选择界限却并不清晰。在游憩过程中,游客可以根据主观印象很快对旅游景区的满意与不满意进行判断,然而对于一般满意或比较满意等状态则存在一定的中间模糊性规律。在统计分析过程中,由于无法科学、客观的对位于中间层级的评价指标进行判断,这也就直接导致针对滨海旅游环境承载力综合评价中的部分指标呈现出一定的模糊特质,也会进一步引发主观认知的偏误。

经迭代模拟后,得到蒙特卡罗模拟修正后的指标权重(表2)。相比于传统层次分析法所得结果,不难发现,经过蒙特卡罗模拟修正后的指标权

表2 大连旅游景区承载评价相关指标的传统方法所得权重与蒙特卡罗修正后权重的结果

Table 2 Comparisons of traditional weight and Monte Carlo improved weight of indicators of tourism carrying capacity evaluation in Dalian

目标层(A)	准则层(B)	原始权重	修正权重	指标层(C)	原始权重	修正权重	传统合成权重	修正合成权重	原始排序	修正排序
滨海公园旅游环境承载力(A)	景区自然环境影响指标(B ₁)	0.20	0.17	面积(C ₁)	0.25	0.25	0.049	0.0425	7	7
				海岸线长度(C ₂)	0.10	0.10	0.0204	0.0170	12	14
				沙滩宽度(C ₃)	0.05	0.06	0.009	0.0102	18	17
				空气质量(C ₄)	0.56	0.53	0.1121	0.0901	3	3
				高山景观(C ₅)	0.04	0.05	0.008	0.0085	19	18
	景区所在位置气候影响指标(B ₂)	0.11	0.11	阳光(C ₆)	0.29	0.22	0.0309	0.0242	8	12
				降水(C ₇)	0.14	0.18	0.0154	0.0198	14	13
				温度(C ₈)	0.57	0.60	0.0617	0.0660	5	5
	景区内海滨环境质量指标(B ₃)	0.52	0.54	海水质量(C ₉)	0.25	0.25	0.1279	0.1350	2	2
				海面状况(C ₁₀)	0.12	0.10	0.0606	0.0540	6	6
				海上观光(C ₁₁)	0.55	0.56	0.2869	0.3024	1	1
				海滨观光(C ₁₂)	0.05	0.05	0.0273	0.0270	10	10
				沙滩(C ₁₃)	0.04	0.05	0.0188	0.0270	13	11
	与滨海环境指标相关的游憩环境指标(B ₄)	0.04	0.05	水族馆(C ₁₄)	0.16	0.15	0.0061	0.0075	20	19
				海洋动物表演(C ₁₅)	0.25	0.25	0.0099	0.0125	17	15
				观光游船(C ₁₆)	0.53	0.55	0.0205	0.0275	11	9
				潜水活动(C ₁₇)	0.06	0.05	0.0023	0.0025	23	22
	与滨海环境指标无关的游憩环境指标(B ₅)	0.02	0.02	戏水池(C ₁₈)	0.23	0.24	0.0049	0.0048	21	21
				儿童乐园(C ₁₉)	0.07	0.06	0.0015	0.0012	24	24
				歌舞表演(C ₂₀)	0.03	0.03	0.0007	0.0006	25	25
				游乐场(C ₂₁)	0.14	0.11	0.003	0.0022	22	23
				观光缆车(C ₂₂)	0.52	0.56	0.0109	0.0112	16	16
	景区其他管理指标(B ₆)	0.11	0.11	景区排名(C ₂₃)	0.10	0.06	0.0117	0.0066	15	20
				游客拥挤度(C ₂₄)	0.64	0.64	0.0714	0.0704	4	4
				门票价格(C ₂₅)	0.26	0.30	0.0290	0.0330	9	8

重与传统的层次分析法测算所得到的结果存在一定的差异。根据表 2, 有 17 项评价指标的权重值发生了变动, 该结果表明如果仅依赖于传统打分对问卷数据进行统计与测算将会导致所得的原始权重存在一定的主观误差。其中, 与个体思维较为一致的是, 分布在权重排序中间部分的评价指标, 其权重值出现了较大程度的浮动; 相反, 那些权重值在修正后并未表现出大幅度变动的指标, 往往位于指标分布的两端。例如, 原始权重排序第 8 位的天气晴天属性(阳光 C_6)经过蒙特卡罗模拟修正后, 其重要性修正为第 12 位。造成这一误差的主要原因是不同地区的当地气候条件及生活环境使得游客在游憩体验中的主观体验偏好有所不同, 比如, 相对于外域游客对温度、天气等的需求而言, 本地游客则多为考虑休闲舒适程度等因素。因此, 在游客选择偏好上就存在一定的主观性, 导致原始权重与实际指标存在一定误差。

由于游客的主观判断与感知是支撑滨海旅游环境承载力评价结论的重要因素, 因此, 对于滨海旅游环境承载力的相关评价与模糊理论的相关特性更加趋于一致。那么, 由于模糊数学领域的相关评价工具更适于解决模糊事物问题, 所以针对上述滨海旅游环境承载力评价及因素的模糊属性, 可以引入构建评语集与模糊综合评价等相关概念加以解释, 从而有效缓解滨海旅游环境承载力评价中的“不确定性”问题。

3.2 评语集的建立

依据模糊综合评价步骤, 设定相应的评语集 $V=(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5)$ =(非常满意, 比较满意, 基本满意, 较不满意, 很不满意), 采用百分制统计方法整理与统计在问卷调查过程中所收集的各项数据, 最终构建如表 3 所示大连旅游景区相关指标综合评价指标评语集。

本文所构建的综合评价指标体系主要遵循双层级复合路径对滨海旅游环境承载力进行评估, 具体包括一级准则层指标与二级目标层指标。在对问卷调查结果进行统计与分析后, 整理得到一级准则层指标与二级目标层指标分别同评语集隶属度之间的内在关系, 并以此建立模糊判断矩阵 R 。

3.3 一级模糊综合评价

依据前文的问卷调查数据结果, 通过对权重及评语集数据的整理构建准则层相对于目标层的判

断矩阵, 开展一级模糊综合评价, 具体过程如下:

景区自然环境因素模糊综合评价(B_1):

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (0.25, 0.10, 0.06, 0.54, 0.05) \times \begin{bmatrix} 0.23 & 0.35 & 0.41 & 0.01 & 0.00 \\ 0.26 & 0.29 & 0.41 & 0.04 & 0.00 \\ 0.19 & 0.40 & 0.23 & 0.18 & 0.00 \\ 0.05 & 0.25 & 0.47 & 0.20 & 0.03 \\ 0.50 & 0.50 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} = (0.1479, 0.3010, 0.4105, 0.1245, 0.0161) \quad (4)$$

景区所在位置气候因素模糊综合评价(B_2):

$$B_2 = W_2 \times R_2 = (0.22, 0.18, 0.60) \times \begin{bmatrix} 0.25 & 0.30 & 0.45 & 0.00 & 0.00 \\ 0.14 & 0.29 & 0.37 & 0.10 & 0.10 \\ 0.04 & 0.55 & 0.34 & 0.07 & 0.00 \end{bmatrix} = (0.1042, 0.4482, 0.3696, 0.0600, 0.0180) \quad (5)$$

景区内海滨环境质量因素模糊综合评价(B_3):

$$B_3 = W_3 \times R_3 = (0.25, 0.10, 0.56, 0.05, 0.05) \times \begin{bmatrix} 0.01 & 0.18 & 0.39 & 0.21 & 0.21 \\ 0.16 & 0.38 & 0.33 & 0.12 & 0.01 \\ 0.17 & 0.23 & 0.39 & 0.19 & 0.02 \\ 0.14 & 0.29 & 0.42 & 0.11 & 0.04 \\ 0.21 & 0.32 & 0.37 & 0.05 & 0.05 \end{bmatrix} = (0.1299, 0.2399, 0.3846, 0.1771, 0.0685) \quad (6)$$

与滨海环境指标相关的游憩环境因素(B_4):

$$B_4 = W_4 \times R_4 = (0.15, 0.25, 0.55, 0.05) \times \begin{bmatrix} 0.17 & 0.38 & 0.29 & 0.16 & 0.00 \\ 0.15 & 0.41 & 0.36 & 0.08 & 0.00 \\ 0.14 & 0.44 & 0.31 & 0.09 & 0.02 \\ 0.21 & 0.19 & 0.33 & 0.15 & 0.12 \end{bmatrix} = (0.1515, 0.4110, 0.3205, 0.1010, 0.0170) \quad (7)$$

与滨海环境指标无关的游憩环境因素(B_5):

$$B_5 = W_5 \times R_5 = (0.24, 0.06, 0.03, 0.11, 0.56) \times \begin{bmatrix} 0.11 & 0.39 & 0.44 & 0.60 & 0.00 \\ 0.17 & 0.25 & 0.39 & 0.12 & 0.07 \\ 0.09 & 0.26 & 0.38 & 0.18 & 0.09 \\ 0.28 & 0.25 & 0.36 & 0.11 & 0.00 \\ 0.19 & 0.31 & 0.34 & 0.16 & 0.00 \end{bmatrix} = (0.1765, 0.3175, 0.3704, 0.1287, 0.0069) \quad (8)$$

景区内其他管理因素(B_6):

$$B_6 = W_6 \times R_6 = (0.06, 0.64, 0.30) \times \begin{bmatrix} 0.14 & 0.32 & 0.39 & 0.15 & 0.00 \\ 0.01 & 0.29 & 0.35 & 0.24 & 0.11 \\ 0.17 & 0.25 & 0.29 & 0.19 & 0.10 \end{bmatrix} = (0.0658, 0.2798, 0.3344, 0.2196, 0.1004) \quad (9)$$

对上述一级模糊综合评价值进行归一化处理, 获得一级模糊综合评价隶属度数值结果(表 4)。

3.4 二级模糊综合评价

根据前文所述, 对目标层(滨海公园旅游环境

表 3 大连旅游景区相关指标模糊综合评价评语集

Table 3 Fuzzy comprehensive evaluation index sets in Dalian tourism attraction

评语集准则层(B)	评语集目标层(C)	v ₁	v ₂	v ₃	v ₄	v ₅
景区自然环境影响指标(B ₁)	面积(C ₁)	0.23	0.35	0.41	0.01	0.00
	海岸线长度(C ₂)	0.26	0.29	0.41	0.04	0.00
	沙滩宽度(C ₃)	0.19	0.40	0.23	0.18	0.00
	空气质量(C ₄)	0.05	0.25	0.47	0.2	0.03
	高山景观(C ₅)	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
景区所在位置气候影响指标(B ₂)	阳光(C ₆)	0.23	0.35	0.41	0.01	0.00
	降水(C ₇)	0.26	0.29	0.41	0.04	0.00
	温度(C ₈)	0.19	0.40	0.23	0.18	0.00
景区内海滨环境质量指标(B ₃)	海水质量(C ₉)	0.01	0.18	0.39	0.21	0.21
	海面状况(C ₁₀)	0.16	0.38	0.33	0.12	0.01
	海上观光(C ₁₁)	0.17	0.23	0.39	0.19	0.02
	海滨观光(C ₁₂)	0.14	0.29	0.42	0.11	0.04
	沙滩(C ₁₃)	0.21	0.32	0.37	0.05	0.05
与滨海环境指标相关的游憩环境指标(B ₄)	水族馆(C ₁₄)	0.17	0.38	0.29	0.16	0.00
	海洋动物表演(C ₁₅)	0.15	0.41	0.36	0.08	0.00
	观光游船(C ₁₆)	0.14	0.44	0.31	0.09	0.02
	潜水活动(C ₁₇)	0.21	0.19	0.33	0.15	0.12
与滨海环境指标无关的游憩环境指标(B ₅)	戏水池(C ₁₈)	0.11	0.39	0.44	0.06	0.00
	儿童乐园(C ₁₉)	0.17	0.25	0.39	0.12	0.07
	歌舞表演(C ₂₀)	0.09	0.26	0.38	0.18	0.09
	游乐场(C ₂₁)	0.28	0.25	0.36	0.11	0.00
	观光缆车(C ₂₂)	0.19	0.31	0.34	0.16	0.00
景区其他管理指标(B ₆)	景区排名(C ₂₃)	0.14	0.32	0.39	0.15	0.00
	游客拥挤度(C ₂₄)	0.01	0.29	0.35	0.24	0.11
	门票价格(C ₂₅)	0.17	0.25	0.29	0.19	0.10

注: v₁为非常满意状态、v₂为比较满意状态、v₃为基本满意状态、v₄为较不满意状态、v₅为很不满意状态。

承载力)进行评价, 建立二级模糊综合评价矩阵 R:

载力分数向量:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \\ B_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1479 & 0.3010 & 0.4105 & 0.1245 & 0.0161 \\ 0.1042 & 0.4482 & 0.3696 & 0.0600 & 0.0180 \\ 0.1299 & 0.2399 & 0.3846 & 0.1771 & 0.0685 \\ 0.1505 & 0.4110 & 0.3205 & 0.1010 & 0.0170 \\ 0.1765 & 0.3175 & 0.3704 & 0.1287 & 0.0069 \\ 0.0658 & 0.2798 & 0.3344 & 0.2196 & 0.1004 \end{bmatrix}$$

$$B = W \times R = (0.17, 0.11, 0.54, 0.05, 0.02, 0.11) \times \begin{bmatrix} 0.1479 & 0.3010 & 0.4105 & 0.1245 & 0.0161 \\ 0.1042 & 0.4482 & 0.3696 & 0.0600 & 0.0180 \\ 0.1299 & 0.2399 & 0.3846 & 0.1771 & 0.0685 \\ 0.1505 & 0.4110 & 0.3205 & 0.1010 & 0.0170 \\ 0.1765 & 0.3175 & 0.3704 & 0.1287 & 0.0069 \\ 0.0658 & 0.2798 & 0.3344 & 0.2196 & 0.1004 \end{bmatrix} = (0.1250, 0.2877, 0.3783, 0.1552, 0.0537)$$

(10)

其中, 各准则层评价指标对应权重数值主要取自表 2 相关数据, 并以此构建目标判断向量 $W=(0.17, 0.11, 0.54, 0.05, 0.02, 0.11)$, 最终采用模糊综合评价方法计量得到大连市滨海旅游环境承

进一步地, 采用归一化方法对上述二级模糊综合评价分数向量进行修正, 同时测算得到二级模糊综合评价隶属度修正分数向量为 $B=(0.1250, 0.2877, 0.3783, 0.1552, 0.0537)$ 。

3.5 模糊综合评价分数结果

依据模糊综合评价法的具体评分分数等级

表4 大连旅游景区相关指标一级模糊综合评价隶属度

Table 4 The distribution result of first-level fuzzy comprehensive evaluations of indicators in Dalian tourism attraction

一级综合评价指标	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
B_1	0.1479	0.3010	0.4105	0.1245	0.0161
B_2	0.1042	0.4482	0.3696	0.0600	0.0180
B_3	0.1299	0.2399	0.3846	0.1771	0.0685
B_4	0.1505	0.4110	0.3205	0.1010	0.0170
B_5	0.1765	0.3175	0.3704	0.1287	0.0069
B_6	0.0658	0.2798	0.3344	0.2196	0.1004

注: v_1 为非常满意状态、 v_2 为比较满意状态、 v_3 为基本满意状态、 v_4 为较不满意状态、 v_5 为很不满意状态。

进行划分, 对应评语集分为5个级别, 即 $v_1(80, 100]$, $v_2(60, 80]$, $v_3(40, 60]$, $v_4(20, 40]$, $v_5(0, 20]$; 为规避各级评语集所涉极端最大值与最小值导致的误差,

对各个评语集取中位数, 即 $V = \begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix}$ 。最后, 综合

考虑模糊综合评价的一级分数结果与二级分数结果, 计算得到一级指标层及大连市滨海旅游环境承载力的模糊综合评价分数结果:

① 景区自然环境因素(一级指标层):

$$F_1 = B_1 \times V = (0.1479, 0.3010, 0.4105, 0.1245, 0.0161) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 58.8020$$

② 景区所在位置气候因素(一级指标层):

$$F_2 = B_2 \times V = (0.1042, 0.4482, 0.3696, 0.0600, 0.0180) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 61.2120$$

③ 景区内滨海环境因素(一级指标层):

$$F_3 = B_3 \times V = (0.1299, 0.2399, 0.3846, 0.1771, 0.0685) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 53.7120$$

④ 与滨海环境指标相关的游憩环境因素(一级指标层):

$$F_4 = B_4 \times V = (0.1505, 0.4110, 0.3205, 0.1010, 0.0170) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 61.5400$$

⑤ 与滨海环境指标无关的游憩环境因素(一级指标层):

$$F_5 = B_5 \times V = (0.1765, 0.3175, 0.3704, 0.1287, 0.0069) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 60.5600$$

⑥ 景区内其他管理因素(一级指标层):

$$F_6 = B_6 \times V = (0.0658, 0.2798, 0.3344, 0.2196, 0.1004) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 49.8200$$

⑦ 大连市滨海旅游环境承载力模糊综合评价最终分数:

$$F = B \times V = (0.1250, 0.2877, 0.3783, 0.1552, 0.0537) \times$$

$$\begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 55.5025$$

依据最终评分结果可知, 大连市滨海旅游环境承载力的总体评分为 55.5025, 综合评价整体水平位于“基本满意”状态。从一级指标层的具体分数来看, 最低评分数值指标为景区游客管理状态, 之后依次为景区滨海环境状态、景区自然环境状态、其他人工游憩环境状态、景区所在位置气候状态, 最高评分数值指标为滨海资源人工游憩环境状态。根据上述结果结合研究区域现状可以看出, 旅游利益相关者在对大连市滨海旅游环境承载力各项影响因素的识别评价过程中, 滨海资源人工游憩环境获得了“最为满意”的感知态度, 相反景区游客管理状态获得了“最不满意”的感知态度, 其他评价指标依据评价满意感知度, 排列顺序由高至低依次为: 景区所在气候状态、其他人工游憩环境状态、景区自然环境状态和景区海滨环境状态。

4 结论

立足大连滨海旅游环境承载力的相关特点及影响属性, 本文提出了蒙特卡罗修正的模糊综合

评价模型,在一定程度上规避了模糊性问题的干扰,通过探寻各项影响因素与主要原因,完成了对滨海旅游环境系统的科学分析与差异比较。不同旅游利益相关者的选择偏好及对满意程度的主观感受不同,通过修正后的指标数值可以明显看出某些影响因素的权重变化。例如天气、滨海资源相关游憩活动等,本地居民与外地游客的主观判断程度差异明显,传统打分方法得到的相关指标权重往往存在一定的偏差,而当蒙特卡罗修正的问卷数据判断矩阵可以独立重复构建,作为服从给定分布的随机数模型,其结果不仅有效地避免在问卷数据处理过程中存在的主观判断误差,提高相应综合评价结果的可靠性与真实性,而且在理论方面和实证方面都具有较大的现实意义。

就评价结果而言,当前大连市滨海旅游环境承载力状态可以判定为“适载”。最近几年,伴随中国旅游行业的飞速发展以及相关监管部门的高度重视,大连市积极科学开发与合理适度利用各项滨海旅游资源,大力促进了滨海旅游要素一体化系统的建立与完善,有效提高了滨海旅游要素的关联性,进一步扩大了大连市滨海旅游的国际影响力。具体的,在影响滨海旅游环境承载力的6项要素中,游憩环境要素与气候要素的评价分数较高,前者主要包括与滨海资源无关及相关的游憩环境因素,该结果在一定程度上反映出大连市所具备的特色滨海气候天然优势,而且滨海景区也同时加大了针对人工游憩相关项目建设的资源投入,也对海滨游憩环境改善有很大助益。

此外,对于评价结果为“基本满意”的相关要素,仍需要加大力度进行治理与改善。从旅游景区自身条件出发,景区海滨环境与景区基础环境的承载状态是游客进行游憩选择的重要影响因素,伴随疫情好转后的旅游景区开放,在景区现有旅游环境承载状态的基础上,结合疫情防控需要,进行合理规划,加强景区设施消毒,做好垃圾分类处理及相关卫生设施正常运行。对于基础设施环境承载状态存在的问题,进行定期检查维修,杜绝因相关设施老化、垃圾处理不当造成的景区卫生及环境问题,以保证旅游景区的正常开放。同时,相关部门应对景区社交、通讯、位置等相关数据进行定期监测及评价。因此,本文针对大连市滨海旅游环境承载力所构建的蒙特卡罗修正的模糊综合评

价模型,不仅有助于科学测算得到滨海旅游环境承载力综合评价分数,而且可以为相关监管部门开展滨海旅游景区的环境保护与合理利用、投资规划与科学管理提供一定的实践启示。

参考文献(References):

- [1] 尹发能, 向燕芸. 大冶湖水质模糊综合评价[J]. 湿地科学, 2016, 14(3): 428-432. [Yin Faneng, Xiang Yanyun. Fuzzy comprehensive evaluation of water quality in Daye Lake. Wetland Science, 2016, 14(3): 428-432.]
- [2] 谢蓉蓉, 逢勇, 蒋彩萍, 等. 基于风险源体-受体-响应系统的控制单元水环境综合风险评价[J]. 地理研究, 2016, 35(12): 2363-2372. [Xie Rongrong, Pang Yong, Jiang Caiping et al. The water environmental risk evaluation of watershed control units based on the risk source-acceptor-response framework. Geographical Research, 2016, 35(12): 2363-2372.]
- [3] 黄美霞, 侯军岐, 张雪娇. 基于模糊层次分析法的种业并购整合风险分析[J]. 科研管理, 2017, 38(增刊1): 325-332. [Huang Meixia, Hou Junqi, Zhang Xuejiao. An analysis of the seed industry's M&A and integration based on fuzzy analytic hierarchy process. Science Research Management, 2017, 38(S1): 325-332.]
- [4] 张苏文, 杨青山. 哈长城市群核心-外围结构及发展阶段判断研究[J]. 地理科学, 2018, 38(10): 1699-1706. [Zhang Suwen, Yang Qingshan. The core-periphery structure and the growth stage of Harbin-Changchun urban agglomeration. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(10): 1699-1706.]
- [5] 汪侠, 甄峰, 沈丽珍, 等. 基于贫困居民视角的旅游扶贫满意度评价[J]. 地理研究, 2017, 36(12): 2355-2368. [Wang Xia, Zhen Feng, Shen Lizhen et al. Evaluation of poor residents' satisfaction with tourism poverty alleviation. Geographical Research, 2017, 36(12): 2355-2368.]
- [6] 柯丽娜, 张一民, 韩旭, 等. 基于GIS建模的海水环境质量可模糊识别评价[J]. 地理科学, 2017, 37(8): 1251-1258. [Ke Lina, Zhang Yimin, Han Xu et al. Variable fuzzy recognition model of seawater environmental quality based on GIS modeling technique. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(8): 1251-1258.]
- [7] 杜元伟, 王素素. 基于DEMATEL-模糊综合评判的科学基金项目绩效评价方法[J]. 中国科学基金, 2018, 32(2): 161-169. [Du Yuanwei, Wang Susu. Performance assessment method for science foundation project based on DEMATEL and fuzzy comprehensive evaluation. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2018, 32(2): 161-169.]
- [8] 程自奇, 金杰, 郑泽勋. 基于模糊综合评判算法的项目管理系统设计与实现[J]. 南开大学学报(自然科学版), 2018, 51(3): 9-12. [Cheng Ziqi, Jin Jie, Zheng Zexun. Design of project management system based on dynamic fuzzy comprehensive evaluation. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis, 2018, 51(3): 9-12.]

- [9] 鲁文兵, 陈志鼎, 柯超. 基于熵权-AHP的水库移民风险模糊综合评价模型及应用[J]. 水电能源科学, 2018(1): 149-151. [Lu Wenbing, Chen Zhiding, Ke Chao. Fuzzy comprehensive evaluation model of reservoir resettlement risk based on Entropy Weight-AHP and its application. *Water Resources and Power*, 2018(1): 149-151.]
- [10] Zhu J, Wang E, Sun W. Application of monte carlo AHP in ranking coastal tourism environmental carrying capacity factors[J]. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 2019, 24(7): 644-657.
- [11] Meyerarendt K. Tourism geographies: Geographic research on coastal tourism[J]. *Tourism Geographies*, 2018, 20(10): 1-6.
- [12] Su R, Bramwell B, Whalley P A. Cultural political economy and urban heritage tourism[J]. *Annals of Tourism Research*, 2018, 68(JAN.): 30-40.
- [13] 白燕, 冯敏. 全球尺度多源土地覆被数据融合与评价研究[J]. 地理学报, 2018, 73(11): 2223-2235. [Bai Yan, Feng Min. Data fusion and accuracy evaluation of multi-source global land cover datasets. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(11): 2223-2235.]
- [14] Saaty T L. The analytic hierarchy process[M]. New York: McGraw-Hill, 1980
- [15] Wang X, Wang X, Zhu J et al. A hybrid fuzzy method for performance evaluation of fusion algorithms for integrated navigation system[J]. *Aerospace Science and Technology*, 2017, 69(10): 226-235.
- [16] Wang H, Zhong Q. A new approach to fuzzy evaluation of metro operation safety based on entropy-weight and analytic hierarchy process[J]. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, 1176: 042086.
- [17] Wu Z, Jin B, Fujita H et al. Consensus analysis for AHP multiplicative preference relations based on consistency control: A heuristic approach[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2019: 105317.
- [18] Ramya S, Devadas V. Integration of GIS, AHP and TOPSIS in evaluating suitable locations for industrial development: A case of Tehri Garhwal District, Uttarakhand, India[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 238: 117872.
- [19] Rosenbloom E S. A probabilistic interpretation of the final rankings in AHP[J]. *European Journal of Operational Research*, 1997, 96(2): 371-378.
- [20] Xu H, Wang D, Deng Z et al. Research on assessment of risk of gas disaster in mine based on Monte Carlo-AHP Method[J]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, 170(022120): 1-6.
- [21] Emarati M, Keynia F, Rashidinejad M. A two-stage stochastic programming framework for risk-based day-ahead operation of a virtual power plant[J]. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2020, 30(3): e12255.1-e12255.13.
- [22] Inoue A, Jin L, Pelletier D. Local-linear estimation of time-varying-parameter GARCH models and associated risk measures[J]. *Journal of Financial Econometrics*, 2020.
- [23] Molinos-Senante M, Muoz S, Chamorro A. Assessing the quality of service for drinking water supplies in rural settings: A synthetic index approach[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 247: 613-623.
- [24] 奚旭, 张新长, 孙才志, 等. 不确定性条件下的下辽河平原地下水脆弱性评价及空间分布软区划[J]. 地理科学, 2017, 37(9): 1439-1448. [Xi Xu, Zhang Xinchang, Sun Caizhi et al. Assessment and soft zoning of groundwater vulnerability in the lower reach of the Liaohe River Plain under uncertainty condition. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(9): 1439-1448.]
- [25] Kheybari S, Rezaie F M, Farazmand H. Analytic network process: An overview of applications[J]. *Applied Mathematics and Computation*, 2020, 367: 124780.
- [26] An Y J, Kim K S, Shin J et al. The safety management for compression medical device through the quality improvement activities[J]. *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, 2017, 11(2): 125-132.
- [27] Gu F. On-demand data assimilation of large-scale spatial temporal systems using sequential monte carlo methods[J]. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2018, 85: 1-14.
- [28] Wang E, Zhu J, Sun W. Assessing the effect of coastal park's attributes on its entrance fee charges: A hedonic approach[J]. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 2016: 1-13.
- [29] Wang E, Wei J, Zhu J. The effects of improving coastal park attributes on the recreation demand—A case study in Dalian China[J]. *Tourism Economics the Business & Finance of Tourism & Recreation*, 2017, 23(1): págs. 133-149.
- [30] 毕硕本, 凌德泉, 计晗, 等. 郑洛地区史前聚落遗址人居环境宜居度指数模糊综合评价[J]. 地理科学, 2017, 37(6): 904-911. [Bi Shuoben, Ling Dequan, Ji Han et al. Fuzzy comprehensive evaluation of the human settlement environment of the prehistoric settlement sites in the Zhengzhou-Luoyang area. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(6): 904-911.]
- [31] Yang W, Xu K, Lian J et al. Multiple flood vulnerability assessment approach based on fuzzy comprehensive evaluation method and coordinated development degree model[J]. *Journal of Environmental Management*, 2018, 213(MAY1): 440.
- [32] Fuh C D, Teng H W, Wang R H. Efficient simulation of value-at-risk under a jump diffusion model: A new method for moderate deviation events[J]. *Computational Economics*, 2018, 51(4): 1-18.

Evaluation of Tourism Carrying Capacity in Dalian Based on Characteristics of Coastal Environmental Resources

Zhu Jiawei¹, Sun Wenzhang², Yue Xiufeng³

(1. International Business College, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, Liaoning, China; 2. School of Accounting, Dongbei University of Finance and Economics/China Internal Control Research Center, Dalian 116025, Liaoning, China; 3. School of Economics and Management, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning, China)

Abstract: The carrying capacity of tourism environment involves multi-dimensional attributes with the mutual restriction and influence on each other. By comparison, traditional methods are more dependent on the subjective perception of individuals in determining the degree of influence among attributes and the preference of tourists. It collected regional-level data from 54 coastal tourism areas in Dalian for questionnaire-investigation in 2014 and 2015, which respondents' results of 25 indicators belonging to 6 different dimensions including natural attributes, location climate, quality of coastal resources, coastal recreations, other recreations, and management indicators. In order to avoid the subjectivity of data analysis, the Monte Carlo simulation provided triangle distribution to confirm the pair-wise comparisons of original and modified weights, and modified weights can also correct indicator ranking. Monte Carlo simulation contributes to adjust weights of 17 different indicators, indicating that relying only on the traditional questionnaire data statistics and measurement method will inevitably lead to some errors in the original weight. For example, the location-weather attribute (Sunlight C_6), ranked 8th in the original weight ranking, was corrected by the Monte Carlo simulation to be ranked 12th in ranking of importance. Although there are some slight changes in the numerical value, the ranking of dimension still remains stable, the ranking of current situation is listed as follows: coastal recreation > location climate > other recreations > natural attributes > quality of coastal resources > management carrying capacity. In terms of evaluation, current situation of carrying capacity of Dalian can be judged as 'suitable'. Dimensions of coastal recreations and location climate have relatively higher scores, the former one includes recreational activities related with coastal resources and environmental factors, such as sightseeing cruise ship and aquarium, and scores of evaluations indicates Dalian has a competitive advantage on the characteristics of coastal resources. Additionally, for those 'basically satisfied' dimensions, the evaluation results can lead relative departments to renovate and improve on future management and performance. At the same time, the revised result information provides some theoretical inspiration and practical reference for relevant departments to formulate the forward-looking construction planning and systematic governance mechanism of coastal tourism scenic spots.

Key words: tourism environment; coastal tourism carrying capacity; fuzzy comprehensive evaluation method; Monte-carlo simulation; Dalian