

旅游季节性测度指标的敏感度研究

刘泽华¹, 章锦河², 彭红松², 张 瑜², 汤国荣²

(1. 南京财经大学工商管理学院, 南京 210023; 2. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023)

摘要: 常用的旅游季节性测度指标有季节性强度指数(R_{sd})、基尼系数(G)、泰尔系数(T)、季节性比率(R_{sr})、不均匀系数(R_{hl})等, 国内外学者对其相互关系、客流变动对各项指标的影响程度仍存在争议。构建旅游季节性测度指标的敏感度指标客流量变动效应(s_i)和客流量相对变动效应(p_i), 通过蒙特卡洛方法计算不同旅游季节性强弱尺度(Int)下的各项旅游季节性测度指标的相关系数、以及不同旅游季节性强弱尺度(Int)和不同客流量变动大小尺度(Δ)的组合条件下各项旅游季节性测度指标对各个月份的 μ_{si} 、 μ_{si}^* 和 μ_{pi}^* , 发现: ① R_{sd} 、 G 、 T 这3项指标相关系数极高, R_{sr} 与 R_{sd} 、 G 、 T 3项指标的相关系数随着 Int 的增大而增大, R_{hl} 与 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 4项指标间的相关系数随着 Int 的增大而减小; ② R_{sr} 和 R_{hl} 对各月份的 s_i 以及 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 对不同月份的 μ_{si} 、 μ_{si}^* 及 μ_{pi}^* 均受 Int 和 Δ 的影响, 其大小及排序相应产生变动, 即在不同的旅游地, 其季节性的强弱和客流量变动的大小都会导致各项旅游季节性测度指标对不同月份客流量变动的敏感度及排序存在差异, 因此不能简单的认为某项指标对淡旺季客流或平季客流量变动更敏感。

关键词: 旅游季节性; 测度指标; 敏感度分析; 蒙特卡洛

DOI: 10.11821/dlxb201802007

1 引言

旅游季节性即旅游现象各要素(包括客流量、游客花费、旅游交通等)在时间分布上的不均衡性, 长期以来被认为是旅游业的基本特征之一, 也是旅游业面临的主要问题之一^[1], 而从数量上度量旅游需求随时间的变化很有必要^[2], 对旅游规划和经营决策都很有帮助^[3]。合适的旅游季节性测度指标是判断及分析旅游季节性的工具, 因此国内外学者构建了多项指标并对不同案例地的旅游季节性特征进行分析, 取得了丰富的成果。但各项指标的相互关系如何、旅游客流的变化会引起指标怎样的变动、指标值的变动反映了旅游季节性怎样的变化等问题, 是正确理解和应用各项相关指标的前提, 仍有待深入研究。

2 旅游季节性测度指标研究述评

2.1 旅游季节性特征测度指标构建及应用进展

国内外学者研究旅游季节性特征常用的测度指标主要有季节性强度指数、基尼系

收稿日期: 2017-01-25; 修订日期: 2017-09-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671145); 国家旅游局规划项目(15TAAG011); 国家旅游局旅游业青年专家培养计划(TYETP201312) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41671145; Planning Project of National Tourism Administration, No.15TAAG011; Tourism Young Expert Training Program, No. TYETP201312]

作者简介: 刘泽华(1979-), 男, 山东兰陵人, 博士, 讲师, 研究方向为旅游地理学。E-mail: liuzehua_tourism@163.com

通讯作者: 章锦河(1970-), 男, 安徽望江人, 教授, 博导, 研究方向为旅游地理学。E-mail: Zhangjinhe@nju.edu.cn

数、泰尔系数、季节性比率、不均匀系数等。

季节性强度指数和季节差异系数均基于标准差方法设计。以各月客流的平均值作为1（或100），各月客流的相对值则为各月度季节指数（seasonal index）^[7]，计算该年各月度季节指数的标准差即得到季节差异系数（Coefficient of seasonal variation, CSV）^[4-9]，也有学者直接称为标准差（Standard Deviation）^[10]。而以各月客流的平均值作为1时，季节差异系数则等同于变异系数（Coefficient of Variation, CV）^[2]，有学者称之为离差系数^[11]。另外，国内学者多使用各月客流比例（或百分比的分子）的标准差。20世纪90年代初期，保继刚等、陆林等学者即使用该指数分析旅游客流季节性^[12-13]，该指数在国内应用最为广泛，被学者们称作季节性（时间）强度指数^[3, 12, 14-20]、季节集中指数^[13, 21-26]、月集中指数^[27]，或直接称为均方差^[28]、标准差^[29]、季节性指数^[11]等。季节差异系数与季节性强度指数是简单的线性关系，有学者认为季节性强度指数是客流量变异系数的具体结果^[30]。用 R_{sd} 表示季节性强度指数，计算方法为公式（1）。

基尼系数（Gini coefficient）是意大利经济学家Gini根据洛伦茨曲线于1912年提出的定量测定收入分配差异程度的指标^[31]，国外学者将其引入到旅游研究，用以描述旅游客流时间分布特征^[2, 6, 8-10, 32-36]，近年来也有部分国内旅游学者使用该指标^[18, 37-39]，用 G 表示基尼系数，计算方法为公式（2），另一常见的计算方法为公式（3）。泰尔系数（Theil index）又名泰尔熵标准（Theil's entropy measure），由Theil 1967年利用信息理论中的熵概念来计算收入不平等而得名^[40]，国外学者把其引入到旅游季节性的测度^[2, 6]，但目前尚未见到国内学者使用该指标，用 T 表示泰尔系数，计算方法为公式（4）。

季节性比率（Seasonality Ratio）是各月客流量最大值与平均值之比^[4-6, 8]，其倒数则被称作季节性指标（Seasonality Indicator），也有学者使用客流量最大3个月的值之和占全年客流总量的比例作为指标^[41]，以上3种指标设计思路基本一致。用 R_{sr} 、 R_{si} 分别表示季节性比率和季节性指标，计算方法分别为公式（5）、（6）。不均匀系数是客流量最大值和最小值之比（Ratio of highest to lowest-season demand）^[22, 41]，其倒数则被称为淡旺比^[23, 25]。用 R_{hi} 、 R_{hi} 分别表示不均匀系数和淡旺比，计算方法分别为公式（7）、（8）。

根据各指标的计算方法可知季节性强度指数、基尼系数、泰尔系数、季节性比率和不均匀系数5项指标值均随着旅游客流时间分布不平衡程度增加而增加，但取值范围各不相同（表1），当旅游客流时间分布完全均匀时，季节性强度指数、基尼系数、泰尔系数均为0，而季节性比率、季节性指标、不均匀系数均为1；当全部客流完全集中在1个时段时，各项指标均不相等。

2.2 旅游季节性测度指标的比较研究述评

国外学者对旅游季节性测度指标的比较研究起步较早，Yacoumis 1980年认为季节差异系数优于季节性比率^[4]；Wanhill 1980年认为季节差异系数和季节性比率均没有考虑偏度，且易受旅游客流极值影响，故基尼系数相对更好^[5]；Lundtorp 2001年对多项指标进行比较后认为季节差异系数是从统计学中借用的简单指标，季节性指标受最大值影响较大，更适合研究旅游目的地容量，基尼系数受到峰值的影响相对较小，并且对旺季之外的客流变化更敏感，适用于研究旅游季节性^[7]；Duro 2016年认为基尼系数对中间值敏感，泰尔系数对淡季客流的变化更敏感，而变异系数是中性的^[2]。其中Wanhill和Lundtorp关于基尼系数更适合测度旅游季节性的观点得到了较多学者的认同^[33-35]，然而众多案例地的实证研究结果与之并不一致，如Wanhill对斯里兰卡1967-1979年旅游季节性进行分析，发现基尼系数和季节差异系数的排序结果较为接近，和季节性比率的排序结果差别较大，而这3项指标对1979年斯里兰卡前13个客源国的入境旅游季节性的排序结

表1 旅游季节性测度指标特征

Tab. 1 Measures of seasonality

指标	计算公式	范围	指标含义
R_{sd}	$R_{sd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \frac{1}{n})^2}{n}} \quad (1)$	$[0, \frac{\sqrt{n-1}}{n}]$	R_{sd} 越小, 则旅游客流时间分布越均衡, 反之则越不均衡。
G	$G = \frac{2}{n} \left(\sum_{i=1}^n ix_i - \frac{n+1}{2} \right) \quad (2)$	$[0, \frac{n-1}{n}]$	G 越小, 则旅游客流时间分布越均衡, 反之则越不均衡。
	$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_i - f_j }{2n^2} \quad (3)$		
T	$T = \sum_{i=1}^n (f_i \times \log nf_i) \quad (4)$	$[0, \log n)$	T 越小, 则旅游客流时间分布越均衡, 反之则越不均衡。
R_{sr}	$R_{sr} = \frac{v_{\max}}{\bar{v}} = nf_{\max} \quad (5)$	$[1, n]$	R_{sr} 越小, 则旅游客流时间分布越均衡, 反之则越不均衡。
R_{si}	$R_{si} = \frac{\bar{v}}{v_{\max}} = \frac{1}{nf_{\max}} \quad (6)$	$[\frac{1}{n}, 1]$	R_{si} 越小, 则旅游客流时间分布越不均衡, 反之则越均衡。
R_{hl}	$R_{hl} = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} \quad (7)$	$[1, +\infty)$	R_{hl} 越小, 则旅游客流时间分布越均衡, 反之则越不均衡。
R_{lh}	$R_{lh} = \frac{v_{\min}}{v_{\max}} \quad (8)$	$(0, 1]$	R_{lh} 越小, 则旅游客流时间分布越不均衡, 反之则越均衡。

注: n 为时段的数量; v_i 为第 i 个时段客流量; \bar{v} 为客流量平均值; v_{\max} 为客流量最大值; v_{\min} 为客流量最小值; f_i 为第 i 个时段客流量占全部客流量的比例; f_{\max} 为客流量最大值占全部客流量的比例; x_i 为对各时段客流量从小到大排序后第 i 个时段客流量占全部客流量的比例。

果十分接近^[5], 但该研究并没有对此给出解释。Sutcliffe等使用季节差异系数、基尼系数和泰尔系数3项指标对西班牙1951-1976年入境旅游季节性进行排序, 发现结果一致, 而且3项指标间的相关系数均高于0.989^[6]。Koenig等使用季节差异系数、基尼系数和季节性比率对英国1994-2000年各地区各细分市场的国内旅游季节性进行分析, 发现3个指标的排序非常相似, 仅在少数案例中有所不同, 同时认为这些指标不能完全描述季节性的信息^[8]。Koenig-Lewis等2005年在比较多位学者的研究成果后认为仍需对各项季节性测度指标进行深入研究^[42]。Cuccia等认为基尼系数和季节性比率等指标都易于计算和扩展, 但是容易被动荡影响, 同时提出这些指标的稳健性(robustness)仍未确定^[43]。Cantis等以及Fernández-Morales等学者则认为由于基尼系数、泰尔系数、季节差异系数等指标没有考虑月份的自然顺序, 不同的季节性模式可能导致相同的指数值, 因此还需分析季节性模式^[9, 44]。Lundtorp 2001年在比较季节性指标和基尼系数的敏感度时, 分别计算了两者的导数及弹性^[7], 但其关于两者敏感度的结论仅在客流变化很小时近似有效。

国内也有部分学者对各项旅游季节性测度指标进行了探讨, 有学者认为季节性强度指数表示的不是集中性, 而是不均匀程度, 所以叫季节性集中指数并不恰当, 应当称为不均匀指数^[28]。也有学者认为基尼系数与季节性强度指数之间具可替代性^[18], 但基尼系数相对更好^[18, 38]。有学者则认为基尼系数为旅游流季节分布不均匀性的绝对值, 季节性强度指数则为旅游流季节分布不均匀性的相对值^[18], 并且得到一些学者的认同^[19, 45]。但从季节性强度指数和基尼系数的构建思路来看, 两者都是无量纲的相对值, 上述观点并不完全正确。而由于季节性强度指数计算的“标准差”, 使用的不是客流绝对数据, 而是客流的相对比例, 因此, 有关学者“季节性强度指数取值无上限”的描述^[18]属于误解。

综观已有研究成果, 学者们对各项旅游季节性测度指标的相互关系、客流变动对各

项指标的影响程度等方面仍存在争议,缺乏深入的分析,而在部分案例地实证研究中,学者们对使用这些指标对旅游季节性进行测度时表现出的不同特征缺乏合理的解释。本文拟通过计算指标间的线性相关系数分析不同条件下各项指标间的相关关系,并使用敏感度分析方法,探索不同条件下客流数据的变动对各项指标的影响,包括同一指标对不同月份客流变化的敏感度以及不同指标对同一客流变化的敏感度,以期更好地理解各项指标的性质,为判断及分析旅游季节性提供依据及借鉴。

3 研究方法

3.1 敏感度分析方法

为探索客流数据的变动对各项旅游季节性测度指标的影响,需要进行敏感度分析(Sensitivity analysis)。敏感度分析也称作灵敏度分析^[46-47]或敏感性分析^[48-49],目的是分析不同参数对模型结果的影响及相对重要性,获得参数影响的相对排名^[50],从而更好的解释模型的结构、机制、情景对结果的影响^[51-52],并也用于各类指标的构建及优化^[52]。敏感度分析已经应用到多个科学领域^[51, 53-54],可分为局部敏感度分析(local sensitivity analysis)和全局敏感度分析(global sensitivity analysis)^[46, 53, 55],或者分为定量和定性方法^[52],也有学者根据所使用的计算和展示方法分为数学方法、统计方法和图形方法^[56]。

局部敏感度分析也称为一次变化法(one factor at a time, OAT),即每次改变一个参数,计算模型结果的变化,同时保持所有其他参数为固定值(中心值^[46]或标准值^[51-52, 55]),用偏导数方法即可得到最简单的局部敏感度系数 S_i ^[46, 52, 57-58],而对无法直接求偏导数的模型,则可通过有限差分方法,对参数变化很小的 Δx_i ,计算局部敏感度系数的近似值 S_i' ^[58],其中 Δx 通常为参数取值范围的某一部分(1%~10%)^[58]或一个标准差^[46]。局部敏感度系数计算简单,应用广泛,但该方法仅探讨了参数的一部分范围,而参数不同区域的敏感度不同^[59],同时该方法不能解释参数间的交互作用^[60],仅当模型是线性的或参数变化范围很小时有效^[55]。常见的全局敏感度分析方法有Morris方法^[61]、傅里叶幅度灵敏度检验法(Fourier Amplitude Sensitivity Testing, FAST)^[62-64]及扩展^[59]、Sobol方法^[65-66]等。其中Morris方法属于定性敏感度方法,计算第 i 个参数的基本效应 $d_i(x)$ (Elementary Effects, EE),并计算其均值 μ_i 和标准差 σ_i 。Campolongo等2007年在此基础上进一步提出了指标 μ_i^* ,即基础效应 d_i 绝对值均值^[67],同时比较 μ_i 、 μ_i^* 和 σ_i ,可更好了解参数的敏感度^[67-68]。Morris方法计算量小、模型无关、可识别无影响的因子^[52, 60],被认为是较好的方法^[53],得到广泛应用^[69],但并不一定能识别出所有有影响的参数^[70]。

3.2 旅游季节性测度指标的敏感度分析方法

对旅游季节性测度指标进行敏感度分析,不仅要考虑理论上的科学性,而且要有实践指导意义。 R_{sr} 和 R_{hl} 的构建方法相对较为简单,可以参考局部敏感度方法以及Lundtorp的方法^[7],推导出敏感度表达式,而 R_{sd} 、 G 、 T 等指标则无法直接推导出其敏感度表达式,因此根据敏感度分析的基本步骤^[50],借鉴Morris方法^[61]及改进指标^[67-68],结合旅游业的实践需要,构建并计算各项旅游季节性测度指标的敏感度,步骤如下:

(1) 确定分析对象。从各项旅游季节性测度指标的计算方法可知(公式(1)~(8)),仅基尼系数的计算需要对各月客流量进行排序,其他指标以及基尼系数的其他算法不受到月度数据大小排序的影响,各项季节性指标对各个自然月份的敏感度是等同的。为探讨不同淡旺季客流量变动对各项旅游季节性测度指标的影响,分析对象为排序后的各月份客流量。设 v_i 为第 i 个自然月份客流量, M_i 为对各月份客流量从小到大排序后的第 i 个

月份, m_i 为 M_i 月份的客流量, 则 $m_1 \leq m_2 \leq \dots m_{i-1} \leq m_i \leq \dots m_{12}$, $y = y(m_1, m_2, \dots, m_{12})$ 为某一旅游季节性测度指标。

(2) 确定月度客流量的取值范围 (Int)。由于 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 等指标均为无量纲的相对指标, 客流量的绝对规模不影响指标值, 因此为研究旅游季节性的强弱对各指标敏感度的影响, 需选择不同的月度客流量相对变化范围, 即把月度最小和最大客流量的比例控制在一定范围内。用 Int 表示原始月度客流量的取值范围, 选择 $1 \sim 1.0001$ 、 $1 \sim 1.001$ 、 $1 \sim 1.01$ 、 $1 \sim 1.1$ 、 $1 \sim 2$ 、 $1 \sim 1 \times 10$ 、 $1 \sim 1 \times 10^2$ 、 $1 \sim 1 \times 10^3$ 、 $1 \sim 1 \times 10^4$ 、 $1 \sim 1 \times 10^5$ 、 $1 \sim 1 \times 10^6$ 、 $1 \sim 1 \times 10^7$ 共 12 个尺度, 并参考 Morris 方法, 将其取值范围上限映射到 1, 则 v_i 的取值范围相应分别为 $0.9999 \sim 1$ 、 $0.9991 \sim 1$ 、 $0.9901 \sim 1$ 、 $0.9091 \sim 1$ 、 $0.5 \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-1} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-2} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-3} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-4} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-5} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-6} \sim 1$ 、 $1 \times 10^{-7} \sim 1$ 。

(3) 确定客流量的变动比例 (Δ)。现实中旅游地的各月客流量有可能发生很大的突变, 因此不仅需分析客流量较小的变动对旅游季节性测度指标的影响, 还需探讨较大的客流量变动的影响。用 Δ 表示月度客流量增加的比例, 选择 1×10^{-5} 、 1×10^{-4} 、 1×10^{-3} 、 1×10^{-2} 、 1×10^{-1} 、 1 、 1×10 、 1×10^2 、 1×10^3 、 1×10^4 共 10 个尺度进行分析。

(4) 确定抽样方法和次数。简单蒙特卡洛方法可用于各类敏感度分析, 而为了保证足够的精度, 对每种 Int 和 Δ 的组合使用简单蒙特卡洛方法抽取 $r = 5 \times 10^4$ 次。由于 Int 和 Δ 分别有 12 和 10 个尺度, 故对每一项旅游季节性测度指标, 总抽样次数为 $R = r \times 12 \times 10 = 6 \times 10^6$ 次。

(5) 计算旅游季节性测度指标值 (y)。每次简单蒙特卡洛抽样生成某一 Int 尺度下的 12 个随机数, 用以模拟各月客流量 v_1 、 v_2 、 \dots 、 v_{12} , 对其从小到大排序得到 m_1 、 m_2 、 \dots 、 m_{12} , 并计算各项 y 值, 然后依次计算 m_1 、 m_2 、 \dots 、 m_{12} 分别增加不同 Δ 后的各项 y 值。

(6) 设计并计算敏感度指标。借鉴 Morris 方法的基本效应 d_i , 建立旅游季节性测度指标 (y) 对从小到大排序后第 i 个时段客流量变动效应 s_i (公式 (9)), 即 y 值变化量与客流变化量的比值, 并计算其均值 μ_{si} 和绝对值的均值 μ_{si}^* (公式 (10)~(11))。 μ_{si} 的正负表明客流量变化对 y 的影响方向, μ_{si}^* 的大小则表明影响程度, 两者结合则可比较该 y 值对不同月份的敏感度。如果某月份的 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 都较高, 说明 y 值对该月份客流量的变化更为敏感, 并且客流量的增加引起 y 值增加 (当 μ_{si} 为负时, 则为引起 y 值降低); 如果 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 都较低, 则说明 y 对该月份客流量的变化较不敏感; 如果 $|\mu_{si}|$ 较低而 μ_{si}^* 较高, 则说明该月份客流量的变化对 y 值有不同方向 (正负) 的影响, 该月份客流量的增加既有可能使 y 值增加, 也有可能使 y 值降低。

由于各项旅游季节性测度指标 (y) 的上下限不同, s_i 、 μ_{si} 和 μ_{si}^* 不能直接比较不同旅游季节性测度指标对同一月份客流量变化的敏感度, 因此引入客流量相对变动效应 p_i (公式 (12)), 即 y 值的变动比例, 并计算其绝对值的均值 μ_{pi}^* (公式 (13)), 用以比较不同旅游季节性测度指标对同一月份客流量变化的敏感度。由于 μ_{si} 已经能够表明客流量变化对 y 值的影响方向, 所以无需计算相对变动效应的 μ_{pi} 。如果某项旅游季节性测度指标的 μ_{pi}^* 值相对较高, 则说明其对该月份的客流量变化更为敏感。

$$s_i = \frac{y(m_1, m_2, \dots, m_{i-1}, m_i(1 + \Delta), \dots, m_{12}) - y(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{12})}{m_i \Delta} \quad (9)$$

$$\mu_{si} = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r s_i(j) \quad (10)$$

$$\mu_{si}^* = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r |s_i(j)| \quad (11)$$

$$p_i = \frac{y(m_1, m_2, \dots, m_{i-1}, m_i(1+\Delta), \dots, m_{i2}) - y(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{i2})}{y(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{i2})} \quad (12)$$

$$\mu_{pi}^* = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r |p_i(j)| \quad (13)$$

式中: m_i 为对各时段客流量从小到大排序后第 i 个时段客流量; $y = y(m_1, m_2, \dots, m_{i2})$ 为需分析的旅游季节性测度指标; Δ 为客流量变动比例; r 为抽样次数; $s_i(j)$ 为第 j 组样本第 i 个时段客流量的变动效应; $p_i(j)$ 为第 j 组样本第 i 个时段客流量的相对变动效应。

4 研究结果

4.1 旅游季节性测度指标相关分析结果

本文使用简单蒙特卡洛抽样生成的随机模拟数据, 计算 12 个 Int 尺度下的旅游季节性测度指标间的相关系数, 结果表明旅游季节性测度指标间的相关关系可分为 3 种类型 (图 1): ① R_{sd} 、 G 、 T 这 3 项指标在不同 Int 尺度下相关性均非常高, 两两间相关系数均在 0.970 以上, 其中又以 R_{sd} 和 G 的相关性最高, 相关系数均在 0.991 以上; ② R_{sr} 与 R_{sd} 、 G 、 T 3 项指标的相关系数随着 Int 的增大而增大, 其中当 $Int < 1 \sim 10$ 时, 相关系数相对较低, 在 0.446 和 0.617 之间, 当 $Int \geq 1 \sim 10$ 时, 相关系数在 0.713 和 0.845 之间; ③ R_{hl} 与其他 4 项指标间的相关系数均随着 Int 的增大而减小, 其中和 R_{sd} 、 G 、 T 这 3 项指标的相关系数在 $Int < 1 \sim 100$ 时为 0.738 和 0.772 之间, 当 $Int \geq 1 \sim 100$ 时, 相关系数则迅速减小, 尤其是当 $Int \geq 1 \sim 10^5$ 时则小于 0.1; 而 R_{hl} 和 R_{sr} 的相关系数更低, 当 $Int < 1 \sim 10$ 时, 相关系数在 0.512 和 0.597 之间, 当 $Int \geq 1 \sim 10$ 时, 相关系数则同样迅速减小, 当 $Int \geq 1 \sim 10^4$ 时则小于 0.1, 当 $Int = 1 \sim 10^{-7}$ 时仅为 0.003。

以上结果表明 R_{sd} 、 G 、 T 这 3 项指标相互间有极强的替代性, 在不同的情况下使用这 3 项指标对旅游季节性的强弱进行分析, 其结果将有很高的一致性, 这与已有的实证研究相符^[5-6, 8]; 而 R_{sr} 与其他 3 项指标的结果是否一致, 与案例地的季节性强弱有关, 如果案例地旅游季节性较强, 则分析结果趋于一致, 如果案例地旅游季节性较弱, 则分析结果则有较大差异, 这或能解释已有研究中使用这 4 项指标对不同案例地旅游季节性排序产

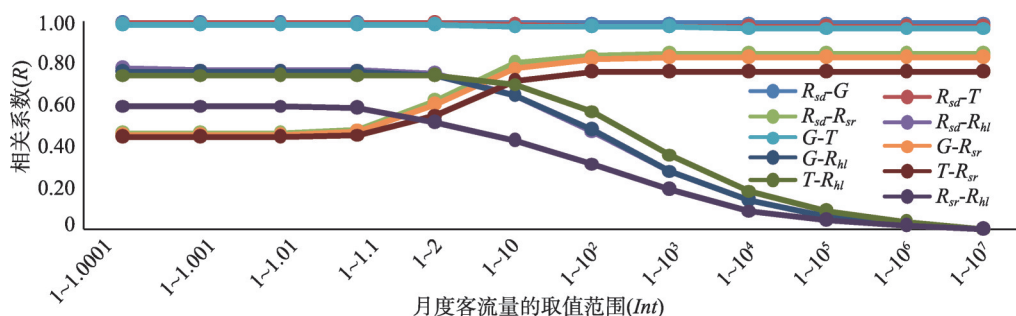


图 1 不同 Int 尺度下旅游季节性测度指标间的相关系数

Fig. 1 The correlation coefficients of the measures in different intervals

生不同差异^[5, 8]的原因。使用 R_{hl} 分析旅游季节性和使用 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 等指标分析, 其结果的差异随着旅游地季节性的增强而增大。从指标设计的思路上看, R_{sd} 、 G 、 T 这3项指标考虑的是测度所有客流数据的不均衡性, R_{sr} 则强调在平均客流基础上, 突出最大客流的重要性, R_{hl} 则强调旅游客流量变动的最大幅度, 因此需根据不同的管理需求, 选择相应适合的旅游季节性测度指标。

4.2 季节性比率和不均匀系数的敏感度变动效应表达式

(1) 季节性比率(R_{sr})的敏感度

R_{sr} 使用客流量最大值和客流量平均值计算, 当最大月(M_{12})客流量增加为 $m_{12}(1+\Delta)$ 后, 仍为12个月中的最大值, 故 R_{sr} 对 M_{12} 的敏感度 s_{12} 计算公式较为简单(公式(14)), 且 $s_{12} > 0$, 说明客流量的增加引起 R_{sr} 的提高。 s_{12} 受原有客流量均值 \bar{m} 、客流量变动比例 Δ 和原 R_{sr} 值3个因素的影响, 随着 \bar{m} 和 Δ 的增大而减小, 但原 R_{sr} 值增加有可能引起 s_{12} 的减少、不变或增加。其他11个月份($M_{01} \sim M_{11}$)客流量增加后, 存在小于、等于或大于原有客流量最大值3种可能(公式(15)), 如果客流量增加后仍小于或等于原有客流量最大值($m_i(1+\Delta) \leq m_{12}$), 则 $s_i < 0$, 说明客流量的增加反而引起 R_{sr} 的降低, 此时 s_i 受到 \bar{m} 、 Δ 、原 R_{sr} 值和 m_i 4个因素的影响, 其绝对值随着 \bar{m} 、 Δ 和 m_i 的增大而减小, 但随着原 R_{sr} 值的增大而增大; 如果客流量增加后大于原有客流量最大值($m_i(1+\Delta) > m_{12}$), 则 s_i 有可能为负值、0或者正值, 说明客流量的增加有可能引起 R_{sr} 的降低、不变或提高, 此时 s_i 仍受到 \bar{m} 、 Δ 、原 R_{sr} 值和 m_i 4个因素的影响, 随着 \bar{m} 和原 R_{sr} 值的增大而减小, 但 Δ 和 m_i 的增加, 有可能引起 s_i 的减少、不变或增加。

$$s_{12} = \frac{1}{\bar{m}} \left(\frac{12 - R_{sr}}{12 + R_{sr} \Delta} \right) \quad (14)$$

$$s_i = \begin{cases} -\frac{R_{sr}}{\bar{m} + \frac{m_i \Delta}{12}}, & m_i(1+\Delta) \leq m_{12} \\ \frac{1+\Delta}{\left(\bar{m} + \frac{m_i \Delta}{12}\right) \Delta} - \frac{R_{sr}}{m_i \Delta}, & m_i(1+\Delta) > m_{12} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 10, 11 \quad (15)$$

(2) 不均匀系数(R_{hl})的敏感度

R_{hl} 仅使用客流量最大值和最小值进行计算, 当客流量最小月份(M_{01})客流量增加后, 存在3种可能(公式(16)): 当客流最小值时($m_1(1+\Delta) < m_2$)以及在客流量最大、最小值之间($m_2 \leq m_1(1+\Delta) \leq m_{12}$)时, s_1 为负值, 此时客流量的增加反而引起 R_{hl} 的降低, 两种情形下, s_1 分别受 Δ 、原 R_{hl} 值、 m_1 3个因素以及 Δ 、原 R_{hl} 值、 m_1 、 m_2 4个因素的影响, 其绝对值均随着 Δ 和 m_1 的增大而减小, 并分别随着原 R_{hl} 值以及原 R_{hl} 值、 m_2 的增大而增大; 当超过客流量最大值($m_{12} < m_1(1+\Delta)$)时, s_1 有可能为负值、0或正值, 客流量的增加有可能引起 R_{hl} 的降低、不变或提高, 此时 s_1 受 Δ 、原 R_{hl} 值、 m_1 和 m_2 4个因素的影响, 随着原 R_{hl} 和 m_2 的增大而减小, 随着 m_1 的增大而增大, 但 Δ 的增加, 有可能引起 s_1 的减少、不变或增加。客流量中间的10个月份($M_{02} \sim M_{11}$)客流量增加后, 存在两种可能(公式(17)): 当低于或等于原有的客流量最大值时($m_i(1+\Delta) \leq m_{12}$), s_i 为0, R_{hl} 不发生改变; 大于原有的客流量最大值时($m_{12} < m_i(1+\Delta)$), s_i 值有可能为负值、0或者正值, 说明客流量的增加有可能引起 R_{hl} 的降低、不变或提高, 此时 s_i 受 Δ 、原 R_{hl} 值、 m_1 、 m_i 4个因素的影响, 随着原 R_{hl} 值和 m_i 的增大而减小, 随着 m_1 的增大而增大, Δ 的增加则

有可能引起 s_i 的减少、不变或增加。 R_{hl} 对客流量最大月份 (M_{12}) 的敏感度 s_{12} 较为简单 (公式 (18)), $s_{12} > 0$, 客流量的增加引起 R_{hl} 的提高, 此时 s_{12} 仅受客流量最小值 m_1 的影响, 随着 m_1 的增大而减小。

$$s_1 = \begin{cases} -\frac{R_{hl}}{m_1(1+\Delta)}, & m_1(1+\Delta) < m_2 \\ -\frac{R_{hl}}{\Delta} \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right), & m_2 \leq m_1(1+\Delta) \leq m_{12} \\ \frac{1+\Delta}{m_2\Delta} - \frac{R_{hl}}{m_1\Delta}, & m_{12} < m_1(1+\Delta) \end{cases} \quad (16)$$

$$s_i = \begin{cases} 0, & m_i(1+\Delta) \leq m_{12} \\ \frac{1+\Delta}{m_1\Delta} - \frac{R_{hl}}{m_i\Delta}, & m_{12} < m_i(1+\Delta) \end{cases} \quad i=2,3,\dots,10,11 \quad (17)$$

$$s_{12} = \frac{1}{m_1} \quad (18)$$

(3) R_{sr} 和 R_{hl} 的敏感度影响因素

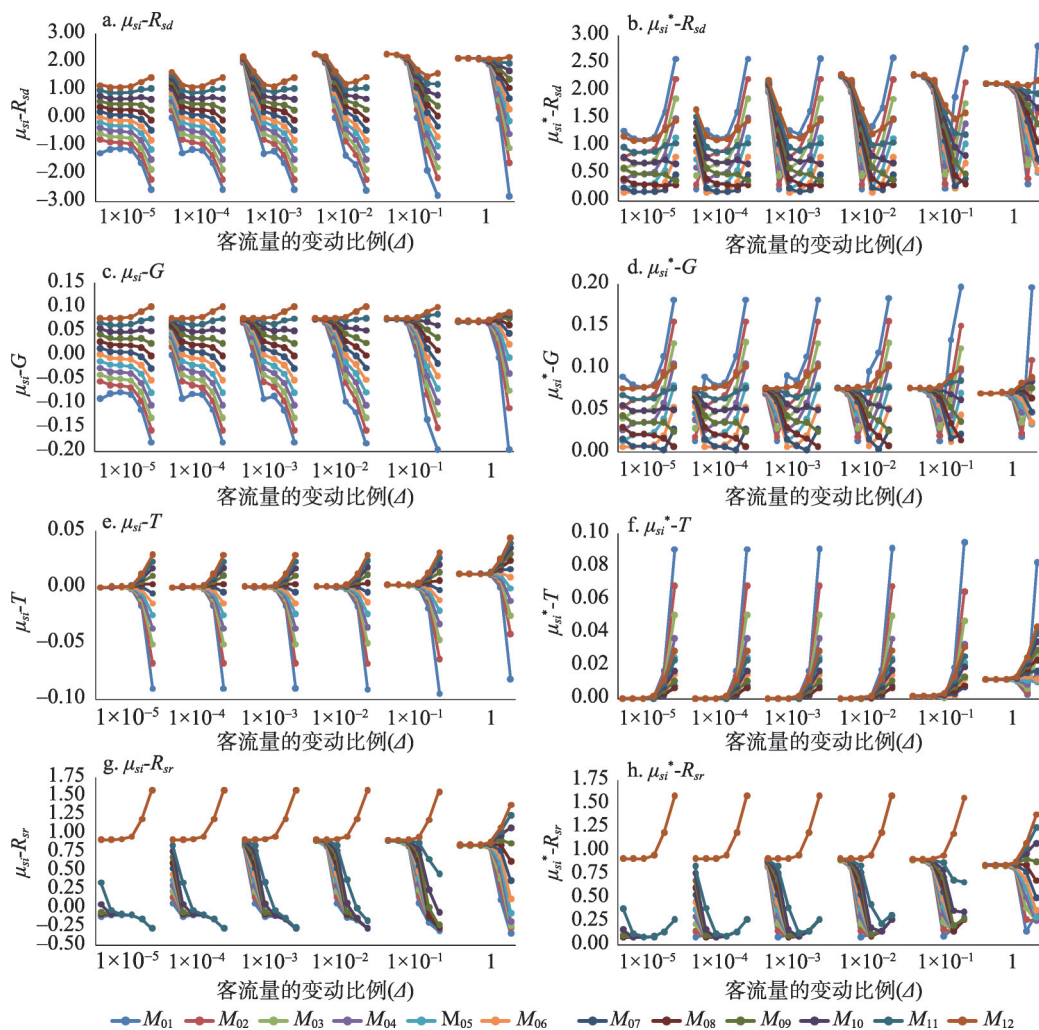
比较 R_{sr} 和 R_{hl} 的客流量变动效应 s_i 表达式, 发现除 R_{hl} 对客流量最大月份 (M_{12}) 的敏感度 s_{12} 仅受 m_1 的影响外, 两项指标对各月份的敏感度均受到多个因素的影响, 包括旅游地季节性的强弱 (即 R_{sr} 值或 R_{hl} 值)、客流量变动比例 Δ 、原有客流量 m_i 等, 同时 R_{sr} 的 s_i 还受到原有客流量均值 \bar{m} 的影响, 在这些因素的综合影响下, 除 $s_{12} > 0$ 外, 其他 s_i 的大小和符号并不确定, 这表明当某月份客流量增加时, 其 R_{sr} 值和 R_{hl} 值既有可能增加, 也有可能不变或者减少, 同时也不能简单的认为 R_{sr} 和 R_{hl} 对某一个月份客流量变动更为敏感。

4.3 旅游季节性测度指标的客流量变动效应分析结果

由于学者们对 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的敏感度存在较大争议, 而 R_{hl} 的客流量变动效应 s_i 相对较为简单, 因此重点对 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 进行分析, 发现它们对不同月份的 μ_{si} 以及 μ_{si}^* 均受月度客流量的变化范围 (Int) 和客流量的变动比例 (Δ) 的影响, 在不同的 Int 和 Δ 的组合下, 各月份 μ_{si} 以及 μ_{si}^* 的值及排序有所差异。

(1) $\Delta \leq 1$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的各月份 μ_{si} 和 μ_{si}^* 受到 Int 和 Δ 的影响发生变动 (图2), 但排序均为 $\mu_{s01} < \mu_{s02} \cdots < \mu_{si} < \cdots < \mu_{s11} < \mu_{s12}$ 。 R_{sd} 、 G 、 T 客流较小的8个月份 ($M_{01} \sim M_{08}$) 的 μ_{si} 值在不同的 Int 和 Δ 的组合下出现正值、负值或零; 而当 Int 和 Δ 尺度相等或接近时 (如 $Int = 1 \sim 1.0001$ 、 $\Delta = 1 \times 10^{-4}$ 时), μ_{s01}^* 、 μ_{s02}^* 、 μ_{s03}^* 接近于0, 并且此时 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 有较大差异, 说明这种情况下客流量增加有可能导致 R_{sd} 、 G 、 T 等3项指标值增大, 也有可能导致指标值减小。 R_{sd} 、 G 、 T 客流量较大的4个月份 ($M_{09} \sim M_{12}$) 的多数 μ_{si} 为正值, 其 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 较为一致, 说明客流量增加有可能导致 R_{sd} 、 G 、 T 的指标值增大。多数情况下, 客流量较小的6个月 ($M_{01} \sim M_{06}$) 多为 $\mu_{s01}^* > \mu_{s02}^* > \mu_{s03}^* > \mu_{s04}^* > \mu_{s05}^* > \mu_{s06}^*$, 客流量较大的6个月 ($M_{07} \sim M_{12}$) 则多为 $\mu_{s12}^* > \mu_{s11}^* > \mu_{s10}^* > \mu_{s09}^* > \mu_{s08}^* > \mu_{s07}^*$, 并且 μ_{s01}^* 最大, μ_{s12}^* 次之, 而 μ_{s02}^* 和 μ_{s11}^* 、 μ_{s03}^* 和 μ_{s10}^* 、 μ_{s04}^* 和 μ_{s09}^* 、 μ_{s05}^* 和 μ_{s08}^* 、 μ_{s06}^* 和 μ_{s07}^* 等较为接近。

R_{sr} 的 μ_{s12} 总为正值, 并且 μ_{s12}^* 最大, 其他11个月份 ($M_{01} \sim M_{11}$) 的 μ_{si} 在不同的 Int 和 Δ 组合下出现正值、负值或零, 说明最旺季客流量增加导致 R_{sr} 值增大, 而其他各月份客流量增加有可能导致 R_{sr} 值增大, 也有可能导致其减小。 $M_{01} \sim M_{11}$ 的 μ_{si} 均在 Int 和 Δ 尺度相等或接近时 (如 $Int = 1 \sim 1.0001$ 、 $\Delta = 1 \times 10^{-4}$) 相差较大, 而当 Int 较大、 Δ 较小时 (如 $Int = 1 \sim 10$ 、 $\Delta = 1 \times 10^{-4}$) 则极为接近, 同时 μ_{si}^* 值也存在相应的规律。 $M_{01} \sim M_{09}$ 的 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 差别较



注: 每个 Δ 内, Int 依次为 $(1 \sim 1.0001, 1 \sim 1.001, 1 \sim 1.01, 1 \sim 1.1, 1 \sim 2, 1 \sim 10)$ 。

图2 $\Delta \leq 1$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 时各项指标 μ_{si} 和 μ_{si}^*

Fig. 2 Value of μ_{si} and μ_{si}^* of the measures when $\Delta \leq 1$ and $Int \leq 1 \sim 10$

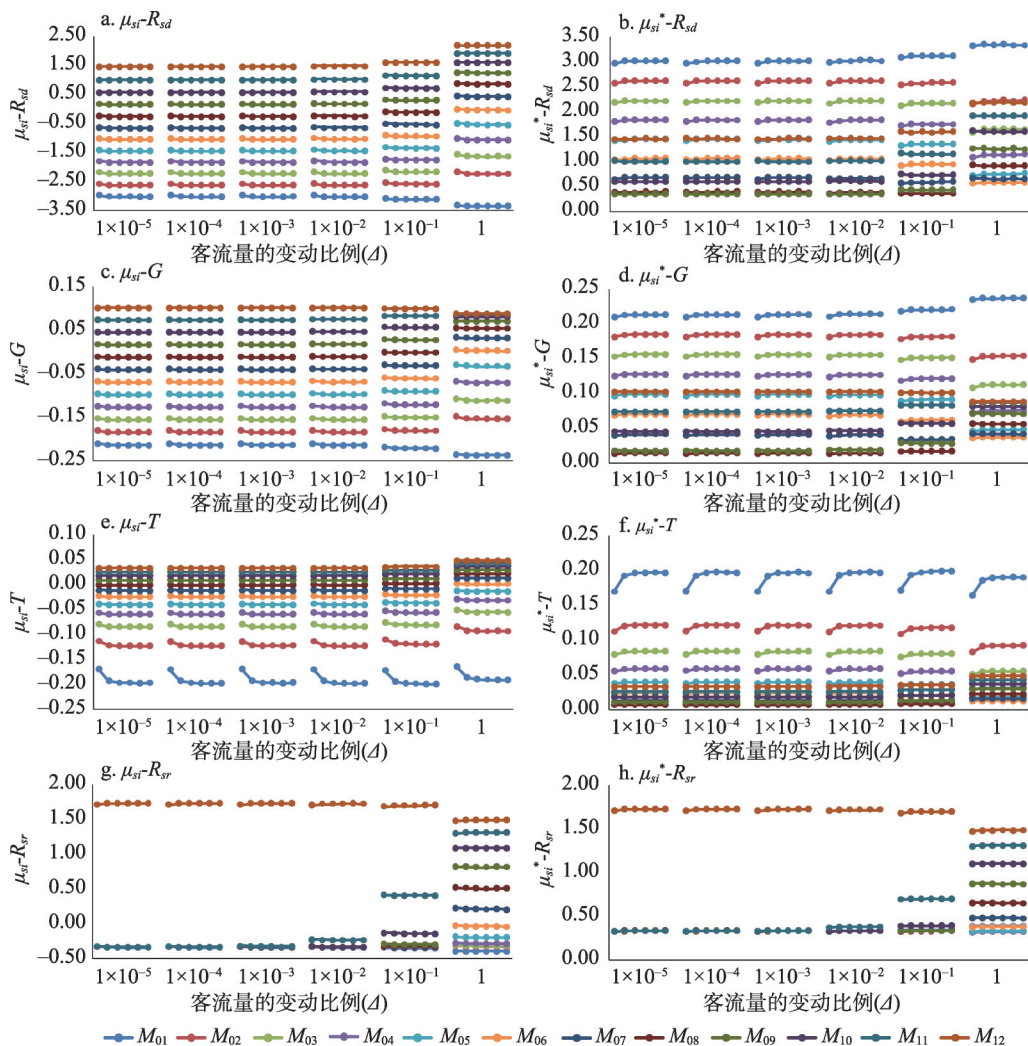
小, $M_{10} \sim M_{11}$ 的 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 则在特定的 Int 和 Δ 组合下有较为明显的差别, 如 $Int = 1 \sim 1.001$ 、 $\Delta = 1 \times 10^{-4}$ 时的 $|\mu_{s10}|$ 和 μ_{s10}^* 。

以上结果表明 R_{sd} 、 G 、 T 的各月份 μ_{si}^* 值及排序均受到 Int 和 Δ 的影响而变动, 出现不同的总体排序结果, 未出现在不同情形下均最敏感的月份, 但对旺季及淡季客流量变动相对更敏感, 而对平季客流相对不敏感。 R_{sr} 对最旺季 (M_{12}) 客流量变动最敏感, 对其他各月份客流量变动的敏感度较为一致。

(2) $\Delta \leq 1$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的各月份 μ_{si} 和 μ_{si}^* 值及排序受 Int 和 Δ 的影响较小 (图 3), 仅 $\Delta = 1$ 时有较为明显的变动。各项指标的 μ_{si} 排序仍为 $\mu_{s01} < \mu_{s02} < \dots < \mu_{si} < \dots < \mu_{s11} < \mu_{s12}$, 其中当 $\Delta < 0.01$ 时, R_{sr} 其他各月 ($M_{01} \sim M_{11}$) 的 μ_{si} 极为接近。 R_{sd} 、 T 、 R_{sr} 3 项指标的最大月 (M_{12}) 以及 G 的最大 2 个月份 (M_{11} 、 M_{12}) 的多数 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 相等, 而其他各月份的 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 不相等, 说明这些月份的客流量增加有可能导致

这4项旅游季节性测度指标值增大,也有可能导其减小。比较 R_{sd} 、 G 、 T 各月份 μ_{si}^* 则发现,当 $\Delta < 1$ 时,为 $\mu_{s01}^* > \mu_{s02}^* > \mu_{s03}^* > \mu_{s04}^* > \mu_{s12}^* > \mu_{s05}^* > \mu_{s11}^* > \mu_{s06}^* > \mu_{s10}^* > \mu_{s07}^* > \mu_{s09}^* > \mu_{s08}^*$,并且 μ_{s08}^* 和 μ_{s09}^* 、 μ_{s07}^* 和 μ_{s10}^* 、 μ_{s06}^* 和 μ_{s11}^* 、 μ_{s05}^* 和 μ_{s12}^* 等较为接近;当 $\Delta = 1$ 时, μ_{s01}^* 以及 μ_{s07}^* 、 μ_{s08}^* 、 μ_{s09}^* 、 μ_{s10}^* 、 μ_{s11}^* 有较明显的增大, μ_{s02}^* 、 μ_{s03}^* 、 μ_{s04}^* 、 μ_{s05}^* 、 μ_{s06}^* 以及 μ_{s12}^* 有较明显的减小,同时各月份 μ_{si}^* 值排序有所改变,为 $\mu_{s01}^* > \mu_{s02}^* > \mu_{s03}^* > \mu_{s12}^* > \mu_{s04}^* > \mu_{s11}^* > \mu_{s10}^* > \mu_{s09}^* > \mu_{s08}^* > \mu_{s05}^* > \mu_{s07}^* > \mu_{s06}^*$ 。 R_{sr} 各月份 μ_{si}^* 值中, μ_{s12}^* 最大,当 $\Delta \leq 0.1$ 时,其他11个月份的 μ_{si}^* 值极为接近,而随着 Δ 的增大,其他11个月份的 μ_{si}^* 的差异逐渐明显。以上结果表明 R_{sd} 、 G 、 T 对最淡季(M_{01})客流量变动最敏感,对其他淡季客流量变动也较敏感,对旺季以及平季客流量变动的敏感度相对较小;而 R_{sr} 对最旺季(M_{12})客流量变动最敏感,对其他各月份客流量变动的敏感度的差别较小。

(3) $\Delta \geq 10$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的各月份 μ_{si} 和 μ_{si}^* 总体上随着 Int 的增大



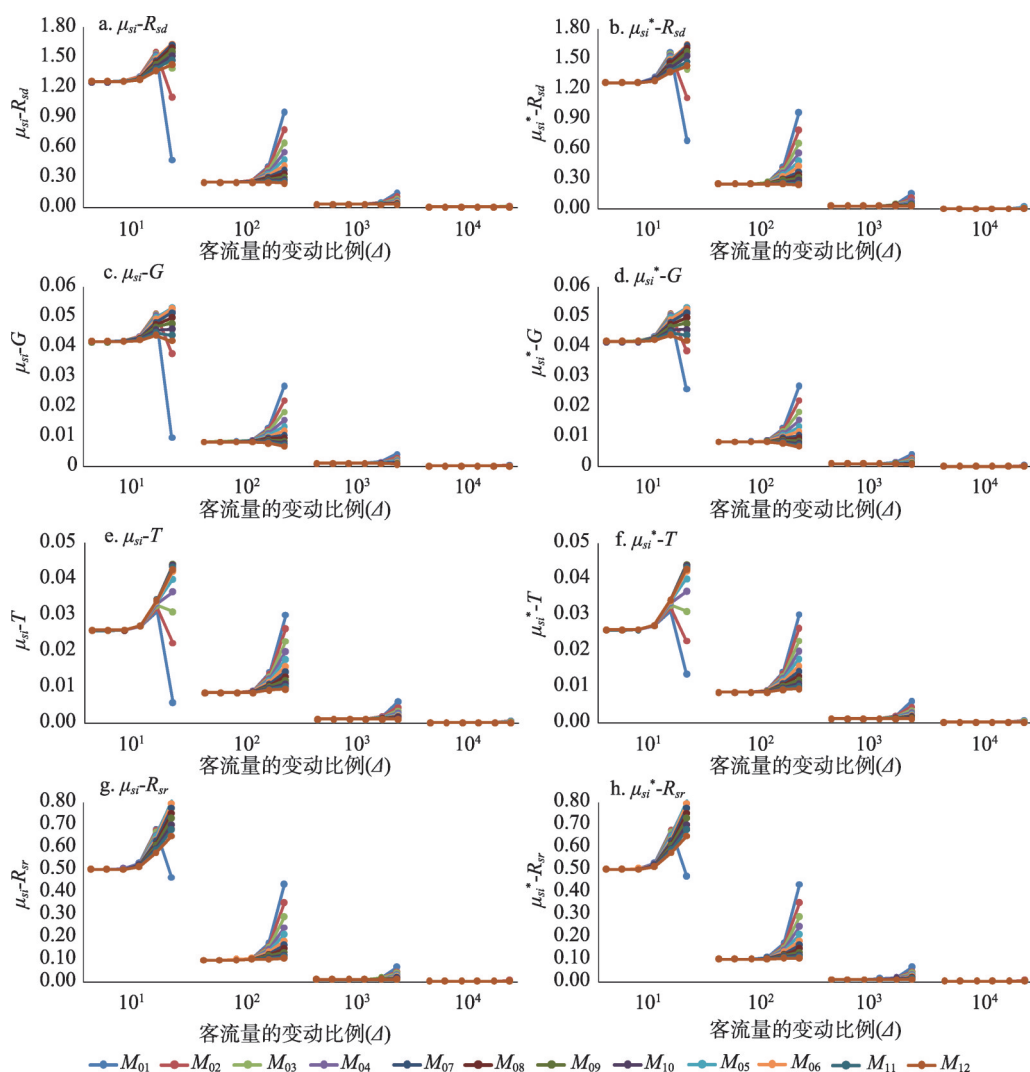
注: 每个 Δ 内, Int 依次为 $(1 \sim 10^2, 1 \sim 10^3, 1 \sim 10^4, 1 \sim 10^5, 1 \sim 10^6, 1 \sim 10^7)$ 。

图3 $\Delta \leq 1$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时各项指标 μ_{si} 和 μ_{si}^*

Fig. 3 Value of μ_{si} and μ_{si}^* of the measures when $\Delta \leq 1$ and $Int \geq 1 \sim 100$

而增大,但随着 Δ 的增大而减小,并且 Δ 的影响明显更大(图4),各月份 μ_{si} 多为正值,排序多为 $\mu_{s01} > \mu_{s02} > \dots > \mu_{si} > \dots > \mu_{s11} > \mu_{s12}$, $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 值较为一致, μ_{si}^* 值的排序也相应为 $\mu_{s01}^* > \mu_{s02}^* > \dots > \mu_{si}^* > \dots > \mu_{s11}^* > \mu_{s12}^*$,说明此时客流增加引起 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 值增加,另外当 $\Delta = 10$ 、 $Int = 1 \sim 2$ 以及 $Int = 1 \sim 10$ 时,较小月份(M_{01} 、 M_{02})的 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 值不相等,说明这种情形下客流增加量有可能导致旅游季节性测度指标值增大或减小。以上结果表明 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 对各月份客流量的敏感度均随着月度客流量排序的增加而变小,即对最淡季(M_{01})客流量变动最敏感,对最旺季(M_{12})客流量不敏感。

(4) $\Delta \geq 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的各月份 μ_{si} 和 μ_{si}^* 受 Int 的影响相对较小,受 Δ 的影响则较为明显(图5),总体上均随着 Δ 的增大而减小,并且 $|\mu_{si}|$ 和 μ_{si}^* 两者相等的月份也随之增多。当 $\Delta = 10$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 的 μ_{si} 排序为 $\mu_{s01} < \mu_{s02} < \mu_{s03} < \mu_{s12} < \mu_{s11} < \mu_{s04} < \mu_{s10} < \dots$

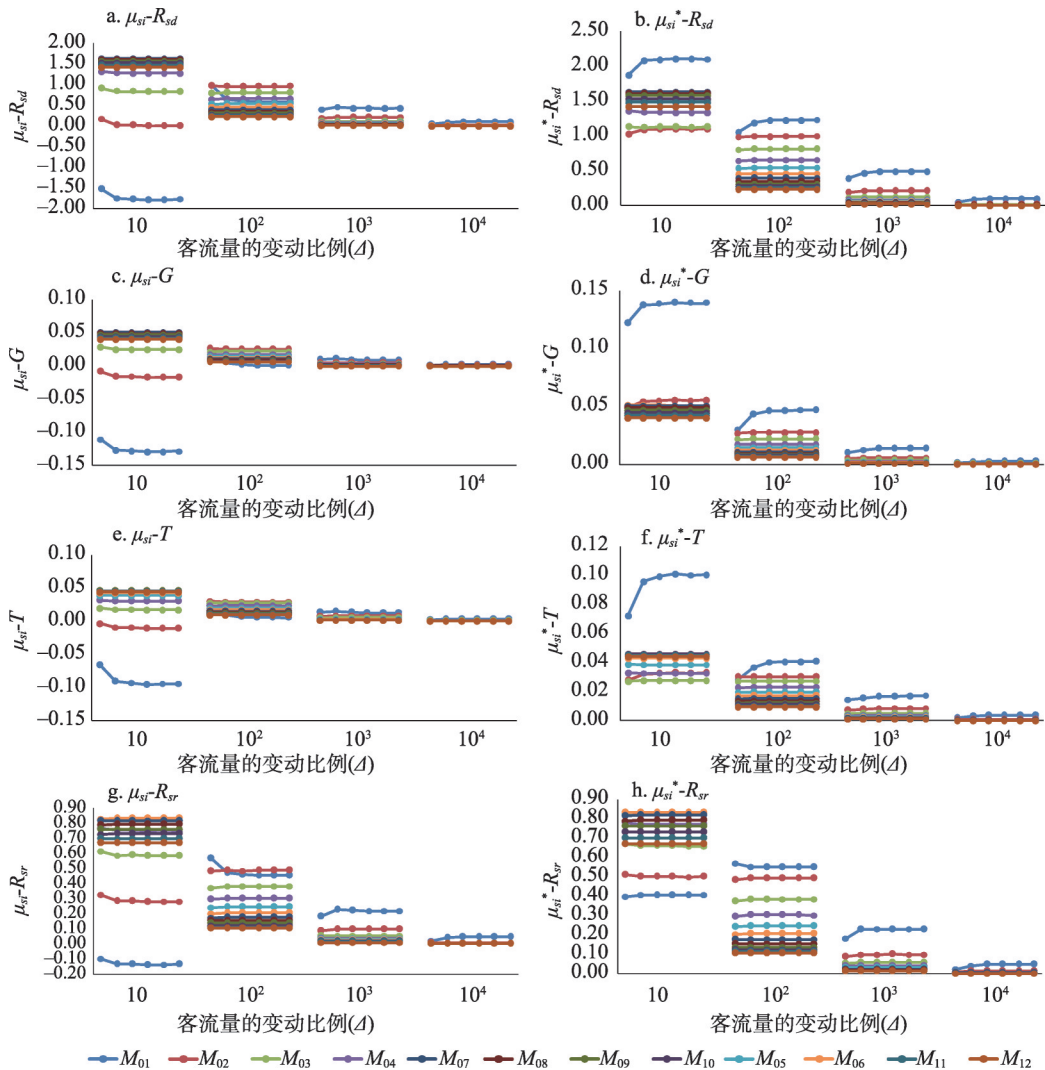


注: 每个 Δ 内, Int 依次为(1~1.0001, 1~1.001, 1~1.01, 1~1.1, 1~2, 1~10)。

图4 $\Delta \geq 10$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 各指标 μ_{si} 和 μ_{si}^*

Fig. 4 Value of μ_{si} and μ_{si}^* of the measures when $\Delta \geq 10$ and $Int \leq 1 \sim 10$

$\mu_{s09} < \mu_{s08} < \mu_{s05} < \mu_{s07} < \mu_{s06}$, μ_{si}^* 排序多为 μ_{s01}^* 最大, 中间月份 ($M_{05} \sim M_{10}$) 的 μ_{si}^* 次之, 然后是旺季月份 (M_{11} 、 M_{12}), 其他淡季 (M_{02} 、 M_{03} 、 M_{04}) 的 μ_{si}^* 最小; 而 R_{sr} 的 μ_{si} 排序为 $\mu_{s01} < \mu_{s02} < \mu_{s03} < \mu_{s12} < \mu_{s11} < \mu_{s10} < \mu_{s09} < \mu_{s04} < \mu_{s08} < \mu_{s07} < \mu_{s05} < \mu_{s06}$, μ_{si}^* 排序为 $\mu_{s01}^* < \mu_{s02}^* < \mu_{s03}^* < \mu_{s12}^* < \mu_{s11}^* < \mu_{s10}^* < \mu_{s09}^* < \mu_{s04}^* < \mu_{s08}^* < \mu_{s06}^* < \mu_{s07}^*$ 。而当 $\Delta \geq 100$ 时, 各月份 μ_{si} 多为 $\mu_{s01} > \mu_{s02} > \dots > \mu_{s11} > \mu_{s12}$, 且 μ_{si}^* 排序为 $\mu_{s01}^* > \mu_{s02}^* > \dots > \mu_{s11}^* > \mu_{s12}^*$, 仅当 $\Delta = 100$ 时, μ_{s01} 的顺序位置有所不同。以上结果表明当 $\Delta = 10$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 对最淡季 (M_{01}) 客流量变动最敏感, 对平季客流量的变动较为敏感, 而对旺季以及其他淡季客流量的变动不敏感; R_{sr} 对平季客流量的变动更敏感, 对旺季客流量变动较为敏感, 对最淡季 (M_{01}) 客流量变动最不敏感; 当 $\Delta \geq 100$ 时, 各项指标的敏感度均随着月度客流量排序的增加而变小, 即对最淡季 (M_{01}) 客流量变动最敏感, 对最旺季 (M_{12}) 客流量变动最不敏感。



注: 每个 Δ 内, Int 依次为 $(1 \sim 10^2, 1 \sim 10^3, 1 \sim 10^4, 1 \sim 10^5, 1 \sim 10^6, 1 \sim 10^7)$ 。

图5 $\Delta \geq 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时各指标的 μ_{si} 和 μ_{si}^*

Fig. 5 Value of μ_{si} and μ_{si}^* of the measures when $\Delta \geq 10$ and $Int \geq 1 \sim 100$

(5) 旅游季节性测度指标的敏感度变动效应总体特征

综合以上分析可以看出, 对不同大小排序的月份而言, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的 μ_{si} 及 μ_{si}^* 受到 Int 和 Δ 的影响, 其值及排序均相应产生变动, 其中仅当 Δ 较小而 Int 较大时 ($\Delta \leq 1$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$), 各项季节性指标的 μ_{si} 和 μ_{si}^* 的值和排序均较为稳定; 而当 Int 和 Δ 都较小时 ($\Delta \leq 1$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$), μ_{si} 和 μ_{si}^* 的值受 Int 和 Δ 的影响均较为明显, 不同 Int 和 Δ 组合下 μ_{si}^* 的排序不一致; 当 Δ 较大时 ($\Delta \geq 10$), μ_{si} 和 μ_{si}^* 的值随 Δ 的增大而减小, 而 Int 的影响较小。其中, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的 s_{12} 总为正值, 客流量的增加引起该旅游季节性测度指标值增大, 而对其他月份而言, Int 和 Δ 对各项旅游季节性测度指标各月份的 μ_{si} 以及 μ_{si}^* 的影响并不是单向的, 即在不同 Int 和 Δ 的组合下, 客流量的变化既有可能引起某项旅游季节性测度指标增大, 也有可能不变或减小。

在多数 Int 和 Δ 的组合下 (表2), R_{sd} 、 G 、 T 在 Δ 较小时 ($\Delta \leq 1$), 多为对旺季和淡季的客流量变动更为敏感, 对平季的客流量变动相对更不敏感, 在 Δ 较大时 ($\Delta \geq 10$), 则多为对淡季的客流量变动更为敏感, 而对旺季的客流量变动更不敏感, 仅当 $\Delta = 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时对最淡季客流量变动最敏感, 对平季的客流量变动较为敏感, 而对旺季以及其他淡季的客流量变动不敏感; R_{sr} 在 Δ 较小时 ($\Delta \leq 1$), 对最旺季的客流量变动更为敏感, 对其他各月份客流量变动的敏感度较为一致, 在 Δ 较大时 ($\Delta \geq 10$), 多为各月份客流量的敏感度随着月度客流量排序的增加而变小, 即对最淡季的客流量变动最敏感, 对最旺季的客流量变动不敏感, 仅当 $\Delta = 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时对平季的客流量变动更敏感, 对旺季的客流量变动较为敏感, 对最淡季的客流量变动最不敏感。

表2 旅游季节性测度指标的敏感度变动效应比较

Tab. 2 The comparison of the effect of tourism flow changing on the tourism seasonality measures

	R_{sd} 、 G 、 T	R_{sr}
$\Delta \leq 1$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$	对旺季及淡季客流量变动相对更敏感, 但不存在各情形下均最敏感的月份。	对最旺季的客流量变动更为敏感, 对其它各月份客流量变动的敏感度较为一致。
$\Delta \leq 1$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$	对最淡季客流量变动最敏感, 对其它淡季客流量变动较敏感, 对旺季以及平季的客流量变动的敏感度相对较小。	对最旺季的客流量变动更为敏感, 对其它各月份客流量变动的敏感度较为一致。
$\Delta = 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$	对最淡季客流量变动最敏感, 对平季客流的变动较为敏感, 而对旺季以及其它淡季客流量的变动不敏感。	对平季客流量的变动更敏感, 对旺季客流量变动较为敏感, 对最淡季客流量变动最不敏感。
$\Delta \geq 10$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 以及 $\Delta \geq 100$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$	随着月度客流量排序的增加而变小, 即对最淡季客流量变动最敏感, 对最旺季客流量变动最不敏感。	随着月度客流量排序的增加而变小, 即对最淡季客流量变动最敏感, 对最旺季客流量变动最不敏感。

4.4 旅游季节性测度指标敏感度相对变动效应分析结果

R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 的 μ_{pi}^* 值及相互排序受 Int 和 Δ 的影响产生变动 (图6), 在多数 Int 和 Δ 组合下以及大多数月份, T 对客流量的变动最敏感, 其他组合下则为 R_{sr} 最敏感, 而在不同的 Int 和 Δ 组合下, R_{sd} 、 G 、 R_{sr} 都有可能是最不敏感的。具体表现为:

(1) $\Delta \leq 1$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 3项旅游季节性测度指标中, T 各月份 μ_{pi}^* 值均为最大, 说明 T 对客流量的变动比 G 和 R_{sd} 更敏感, 而 G 和 R_{sd} 的 μ_{pi}^* 值虽较为接近, 但其中 $M_{01} \sim M_{05}$ 、 $M_{10} \sim M_{12}$ 等月份 G 的 μ_{pi}^* 值多大于 R_{sd} , $M_{06} \sim M_{09}$ 等月份的 G 的 μ_{pi}^* 值多小于 R_{sd} , 说明 G 和 R_{sd} 两项指标中, G 对客流量较小和较大月份 (淡、旺季) 的客流量变动相对更为敏感, R_{sd} 则对客流量中间月份客流量的变动更为敏感。 R_{sr} 的 μ_{pi}^* 值在4项旅游季节性测度指标中的

相对排序变化较大, 当 $\Delta \leq 1$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 时, 其各月份 μ_{pi}^* 值为 4 项指标中最小, 说明当旅游地季节性较弱时 R_{sr} 最不敏感。而当 $\Delta \leq 1$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时, R_{sr} 的 $M_{01} \sim M_{06}$ 以及 M_{11} 等月份 μ_{pi}^* 值多为 4 项指标中最小, 而 M_{07} 、 M_{08} 、 M_{12} 等月份则为 4 项指标中最大值, M_{09} 、 M_{10} 等月份则仅小于 T , 说明 R_{sr} 有可能最敏感, 也有可能最不敏感。

(2) $\Delta \geq 10$ 时, R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 这 4 项旅游季节性测度指标中, T 的 μ_{pi}^* 值最大, G 的 μ_{pi}^* 值小于 R_{sd} , 说明 T 对客流量的变动最敏感, 而 R_{sd} 比 G 更敏感。 R_{sr} 在 4 项旅游季节性测度指标中的相对排序仍变化较大, 其中当 $\Delta \geq 10$ 且 $Int \leq 1 \sim 10$ 时, R_{sr} 的 μ_{pi}^* 值最小, 此时 R_{sr} 最不敏感; 而当 $\Delta \geq 10$ 且 $Int \geq 1 \sim 100$ 时, μ_{pi}^* 值的排序为 $T > R_{sr} > R_{sd} > G$, 并且 R_{sd} 和 R_{sr} 的 μ_{pi}^* 值较为接近, 此时 G 最不敏感。

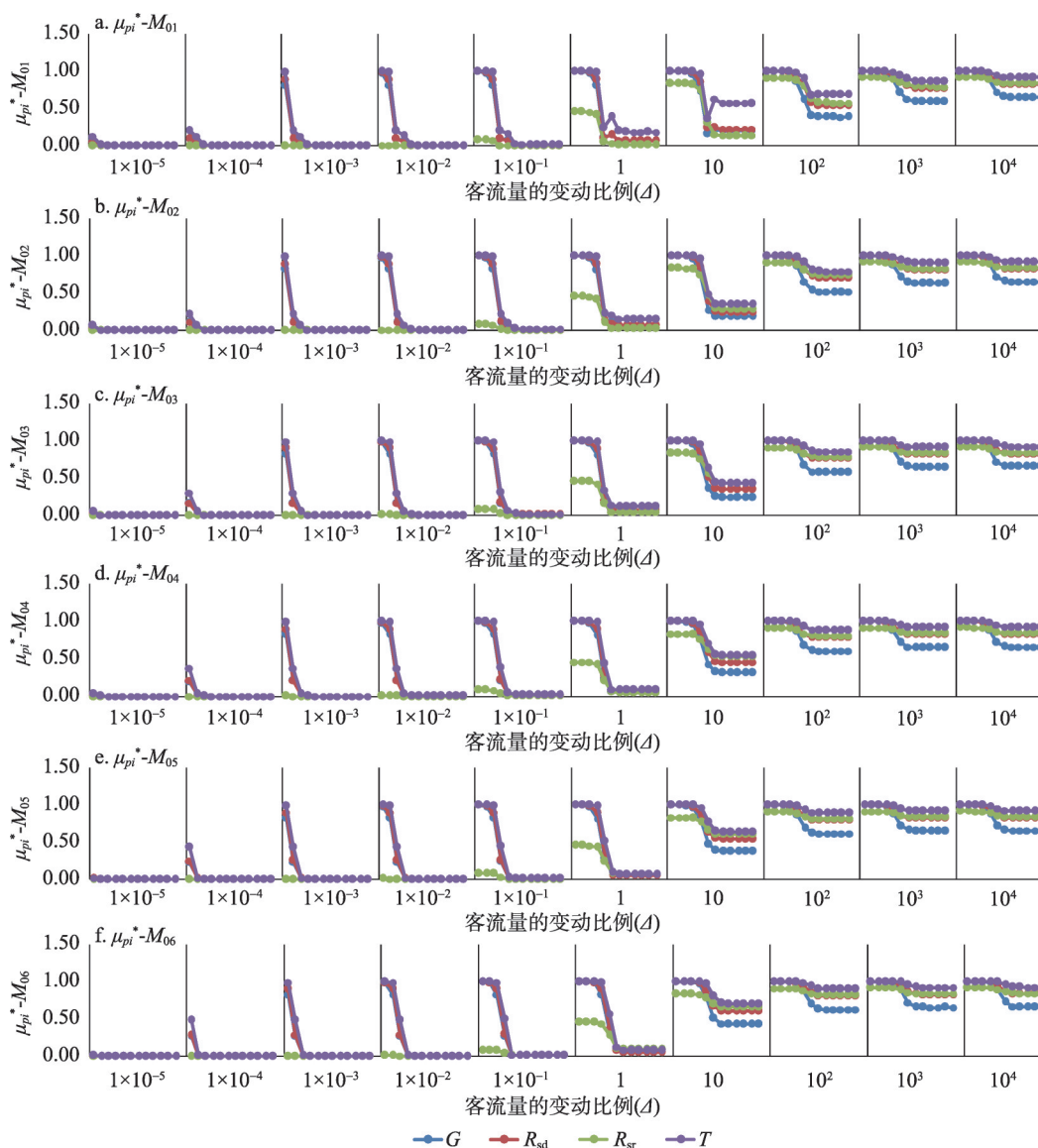
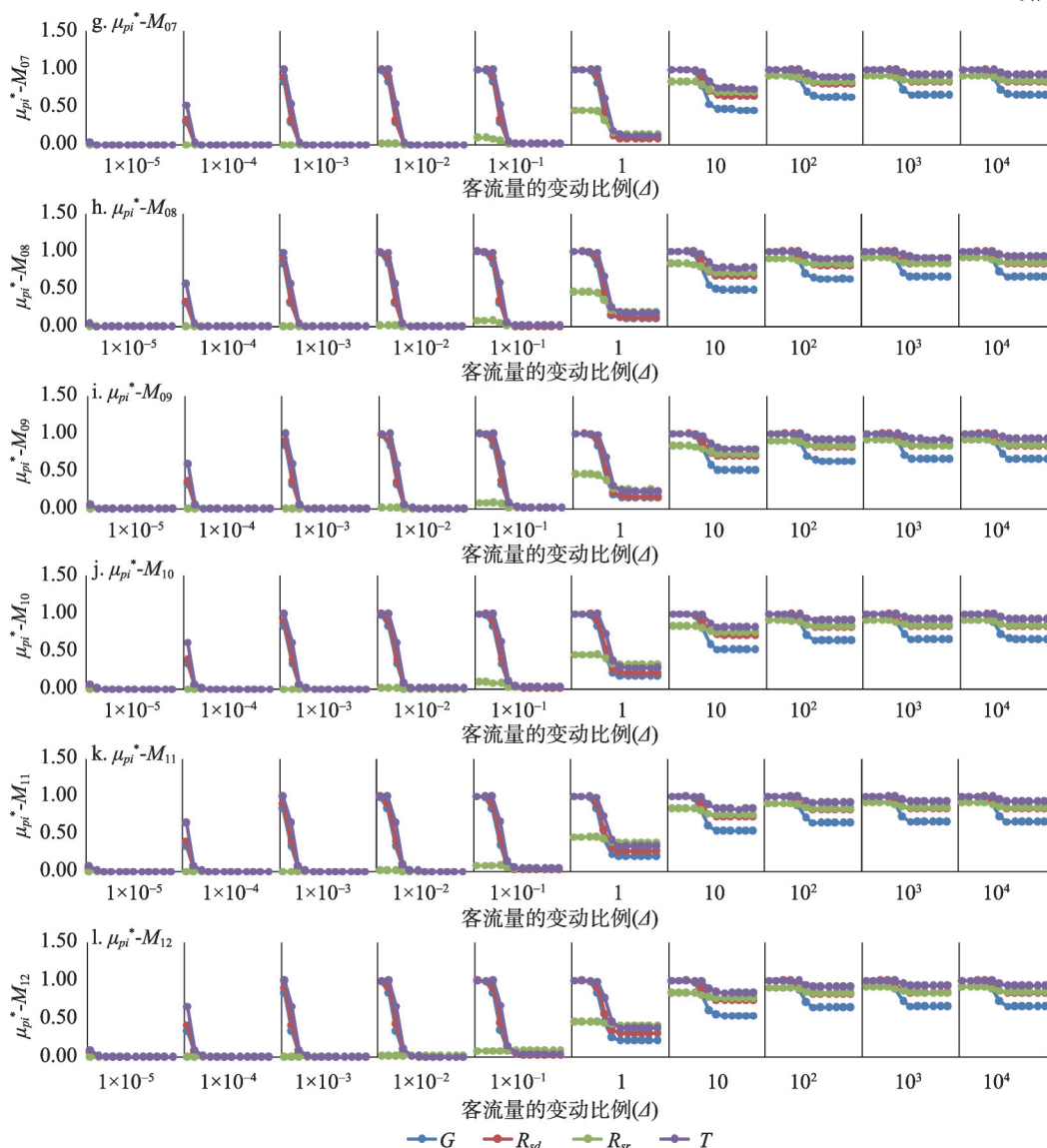


图6 各月份旅游季节性测度指标 μ_{pi}^*

Fig. 6 Value of μ_{pi}^* of the measures of tourism seasonality

续图6



注: 每个 Δ 内, Int 依次为 $(1 \sim 1.0001, 1 \sim 1.001, 1 \sim 1.01, 1 \sim 1.1, 1 \sim 2, 1 \sim 10, 1 \sim 10^2, 1 \sim 10^3, 1 \sim 10^4, 1 \sim 10^5, 1 \sim 10^6, 1 \sim 10^7)$ 。

图6 各月份的旅游季节性测度指标 μ_{pi}^* Fig. 6 Value of μ_{pi}^* of the measures of tourism seasonality

5 讨论

5.1 研究对象及敏感度指标的设计

明确分析对象以及相应的输出函数是敏感度分析的首要问题^[50], 即明确“什么是敏感的”和“对什么敏感”^[49], 因此对旅游季节性测度指标进行敏感度分析, 首先要明确欲分析探讨的是旅游季节性测度指标对何种旅游客流量变动的敏感度, 以及如何测量该敏感度。从 R_{sd} 、 G 、 T 的设计思路 (公式 (1)~(4)) 来看, 在不对各月客流量 (即 v_i) 进

行排序的情况下,这3项指标对各自然月客流量变动的敏感度是等同的,而学者们更关注极端客流以及淡旺季客流变动对旅游季节性测度指标的影响,因此选择对排序后的各月客流量(即 m_i)研究,构建客流量变动效应 s_i ,并通过计算 μ_{si} 和 μ_{si}^* 分析旅游季节性测度指标对不同月份客流量变动的敏感度。另外已有的敏感度指标多用于单一模型中不同参数的比较,这些指标无法比较同一参数(即旅游客流量)的变动所引起不同模型结果(即旅游季节性测度指标)的变化,因此设计了相对变动效应指标 p_i 以及 μ_{pi}^* 进行比较分析。同Morris方法一样, μ_{si} 、 μ_{si}^* 及 μ_{pi}^* 值仅用于敏感度的相对排序,仍属于定性方法。

本文针对单一月份客流量变化所引起的旅游季节性指标的变化进行了探讨,而2个以及多个月份客流量同时变化在旅游地中更为常见,其对旅游季节性测度指标的影响需要进行深入研究。同时还可参考及应用其他常见的敏感度分析方法,对旅游季节性测度指标的敏感度进行全面分析。

5.2 n 、 Int 和 Δ 的选择

各项旅游季节性测度指标值均受所分析时段的数量 n 影响,理论上 n 可以是任意大于1的自然数,而现实中具体到不同时间间隔,如天、星期、月份或者季度,“ n ”值相应为365(366)、52、12和4。由于“月”的尺度是国内外学者在分析季节性时最常用的,而“天、星期以及季度”等尺度由于分辨率过细或者过粗,其对实践的指导意义相对较弱,国内外研究相对较少,故仅选择“月”的尺度,即 $n=12$ 进行研究。因不同时段数量(n)的旅游季节性测度指标值无法直接进行比较,故暂未考虑某一时段客流量为0的情形。

Δx 的大小影响敏感度分析的结果^[46, 58, 60],并且本文研究结果表明 Int 的大小也影响敏感度分析的结果,因此需根据具体的研究内容选择合理的 Int 和 Δ 。本文选择的 Int 和 Δ 能基本涵盖旅游地客流量可能的变动,但理论上 Int 和 Δ 的范围是连续且无穷的,实践中旅游客流量的变动也可能遇到更极端的情形,同时各项旅游季节性测度指标均为非线性模型,因此本文尚未涉及的 Int 和 Δ ,其各项旅游季节性测度指标敏感度的规律仍有待探讨。另外本文仅探讨了客流量增加($\Delta > 0$)对旅游季节性测度指标的影响,而当客流量减少时($\Delta < 0$),旅游季节性测度指标的敏感度如何、以及其与客流量增加时的规律有何异同等仍有待分析。

5.3 抽样次数和抽样方法

在不同的敏感度分析中,学者们使用简单蒙特卡洛方法进行抽样的次数有所差异,有 1×10^3 次^[71-72]、 5×10^3 次^[52]、 2^{14} 即16384次^[60]等,有学者认为当抽样次数大于 5×10^3 时,简单蒙特卡洛抽样的结果足够精确^[71]。本文为保证精度增加了抽样次数,对每种 Int 和 Δ 的组合均抽样 5×10^4 次,分析4项旅游季节性指标(R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr})对12个月份的敏感度 s_i 和 p_i 则共得到 $12 \times 10 \times 4 \times 12 \times 2 = 11520$ 组结果,将每组 5×10^4 个 s_i 或 p_i 值等分为10个 5×10^3 的小组并进行单因子方差分析,结果显示11109组(96.43%)显著性概率高于0.05,说明其10个小组的 s_i 或 p_i 值不存在显著差异,即 5×10^3 次抽样得到的结果已经较为稳定,而411组(3.57%)显著性概率小于0.05,其中有59组(0.51%)显著性概率值小于0.01,说明不同小组的 s_i 或 p_i 值存在显著差异,其 μ_{si} 、 μ_{si}^* 以及 μ_{pi}^* 值显著不同,因此,少数情形下 5×10^3 次抽样并不能保证有足够的精度,需要进一步探讨不同情形下所需的合理抽样次数。

简单蒙特卡洛方法较为简单,但计算成本较高,学者们为了更有效率的计算敏感度指标,选择并改进了多种抽样方法及研究指标,如Morris筛选方法^[61]及改进^[59, 67, 73]、拉丁超立方抽样(Latin hypercube sampling, LHS)^[74-76]、径向抽样(radial sample)^[53, 77]、旋

梯 (winding stairs) [77-78]、拟蒙特卡罗方法 (quasi-Monte Carlo, QMC) [60]等, 如何在结合旅游客流变动实际规律的基础上借鉴这些成果, 设计出更有效率的抽样方法, 有待进一步研究。

5.4 本研究结果与已有研究结果的比较分析

综合 R_{sr} 和 R_{hl} 的对各月份的 s_i 以及 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 对不同月份的 μ_{si} 、 μ_{si}^* 及 μ_{pi}^* , 发现它们均受 Int 和 Δ 的影响, 其大小及排序相应产生变动, 因此在不同的旅游地, 其季节性的强弱和客流量变动的大小都会导致各项旅游季节性测度指标对不同月份客流量变动的敏感度及排序存在差异。这一结果表明学者们的各种观点都仅在一定 Int 和 Δ 的条件下成立, 如基尼系数对中间值敏感、泰尔系数对淡季客流的变化更敏感、变异系数则是中性的^[2], 季节差异系数优于季节性比率^[4], 基尼系数相对更好^[5], 以及季节性指标受最大值影响较大、基尼系数受到峰值的影响相对较小并且对旺季之外的客流变化更敏感^[6, 33-35]等。

6 结论

旅游季节性是旅游业的基本特征之一, 也是旅游业面临的主要问题, 适当的测度指标是判断及分析旅游季节性的工具。国内外学者构建了多项指标并对不同案例地的旅游季节性特征进行了分析, 取得了丰富的成果, 但对常用旅游季节性测度指标的相互关系、客流变动对各项指标的影响程度等方面仍存在争议, 而这是正确理解和应用各项指标的前提。对国内外学者常用的季节性强度指数 (R_{sd})、基尼系数 (G)、泰尔系数 (T)、季节性比率 (R_{sr})、不均匀系数 (R_{hl}), 构建旅游季节性测度指标的敏感度指标客流量变动效应 (s_i) 和客流量相对变动效应 (p_i), 通过蒙特卡洛方法计算不同旅游季节性强弱尺度 (Int) 下的各项旅游季节性测度指标的相关系数、不同旅游季节性强弱尺度 (Int) 和不同客流量变动大小尺度 (Δ) 的条件下各项旅游季节性测度指标对各个月份的 μ_{si} 、 μ_{si}^* 和 μ_{pi}^* , 结果表明:

(1) R_{sd} 、 G 、 T 3项指标之间的相关系数均非常高, 均在 0.970 以上, 有较高的相互替代性, 使用 R_{sd} 、 G 、 T 这 3 项指标进行旅游季节性分析的结果极为一致; R_{sr} 与 R_{sd} 、 G 、 T 3 项指标的相关系数相对较低, 在 0.446 和 0.845 之间, 并随着 Int 的增大而增大, 使用 R_{sr} 分析旅游季节性的结果和 R_{sd} 、 G 、 T 3 项指标得到的结果, 其间差异随着旅游地季节性的增强而减小; R_{hl} 与 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 4 项指标间的相关系数更低, 在 0.003 和 0.772 之间, 并随着的 Int 增大而减小, 使用 R_{hl} 分析旅游季节性的结果和 R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 4 项指标得到的结果, 其间差异随着旅游地季节性的增强而增大。

(2) 除 R_{hl} 对客流量最大月份 (M_{12}) 的敏感度 s_{12} 仅受 m_1 的影响外, R_{sr} 和 R_{hl} 两项指标对其他各月份的敏感度均受旅游地季节性的强弱 (即 R_{sr} 值或 R_{hl} 值)、客流量变化量比例 Δ 、原有客流量均值 \bar{m} 、原有客流量 m_i 等因素的综合影响, 除 $s_{12} > 0$ 外, 其他 s_i 的大小和符号并不确定, 因此不能简单的认为 R_{sr} 和 R_{hl} 对某一个月份客流量变动更为敏感。

(3) R_{sd} 、 G 、 T 、 R_{sr} 对不同月份的 μ_{si} 、 μ_{si}^* 及 μ_{pi}^* 均受 Int 和 Δ 的影响, 其大小及排序相应产生变动。其中, s_{12} 总为正值, 客流量的增加引起旅游季节性测度指标值增大, 而对其他月份而言, 客流量的变化既有可能引起某项旅游季节性测度指标值增大, 也有可能是不变或减小; 在不同的旅游地, 其季节性的强弱和客流量变动的大小都会导致各项测度指标对不同月份客流量变动的敏感度及排序存在差异, 因此不能简单的认为某项测度指标对淡旺季客流或平季客流量变动更敏感。

综上所述, 本文对国内外学者常用的旅游季节性测度指标的敏感度进行了初步分析, 但仍需参考及应用其他敏感度分析方法, 对其进一步深入探讨。同时由于旅游客流数据由所处时间段的先后顺序及相应的旅游客流量规模两个数值构成, 而各项旅游季节性指标仅针对客流量规模的不均衡性进行设计, 没有考虑客流量所在时段的时间先后顺序, 已有学者注意到不同的季节性模式可能导致相同的指标值^[9, 44], 因此这些测度指标存在共同的局限, 即客流量所在时段的先后顺序对指标值无影响, 无法反映出旅游客流相对集中在研究期的哪一部分时段, 是集中在前半期、后半期还是中期, 而该特征对旅游季节性的测度也非常重要, 有待设计相应的指标进行分析。

参考文献(References)

- [1] Butler R W. Seasonality in tourism: Issues and implications//Baum T, Lundtorp S. Seasonality in Tourism. Oxford: Pergamon, 2001: 5-21.
- [2] Duro J A. Seasonality of hotel demand in the main Spanish provinces: Measurements and decomposition exercises. Tourism Management, 2016, 52: 52-63.
- [3] Bao Jigang, Chu Yifang. Geography of Tourism. rev ed. Beijing: Higher Education Press, 1999: 52-54. [保继刚, 楚义芳. 旅游地理学. 修订版. 北京: 高等教育出版社, 1999: 52-54.]
- [4] Yacoumis J. Tackling seasonality: The case of Sri Lanka. International Journal of Tourism Management, 1980, 1(2): 84-98.
- [5] Wanhill S R C. Tackling seasonality: A technical note. International Journal of Tourism Management, 1980, 1(4): 243-245.
- [6] Sutcliffe C M S, Sinclair M T. The measurement of seasonality within the tourist industry. Applied Economics, 1980, 12(4): 429-441.
- [7] Lundtorp S. Measuring tourism seasonality//Baum T, Lundtorp S. Seasonality in Tourism. Oxford: Pergamon, 2001: 23-50.
- [8] Koenig N, Bischoff E. Seasonality of tourism in Wales: A comparative analysis. Tourism Economics, 2003, 9(3): 229-254.
- [9] Cantis S D, Ferrante M, Vaccina F. Seasonal pattern and amplitude: A logical framework to analyse seasonality in tourism: An application to bed occupancy in Sicilian hotels. Tourism Economics, 2011, 17(3): 655-675.
- [10] Fernández-Morales A. Decomposing seasonal concentration. Annals of Tourism Research, 2003, 30(4): 942-956.
- [11] Yan Lei, Xu Xuegong, Zhang Xiaoping. Analysis to temporal characteristics of tourist flows on Jiuzhaigou World Natural Heritage. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2009, 45(1): 171-177. [颜磊, 许学工, 章小平. 九寨沟世界遗产地旅游流时间特征分析. 北京大学学报(自然科学版), 2009, 45(1): 171-177.]
- [12] Bao Jigang, Chu Yifang, Peng Hua. Geography of Tourism. Beijing: Higher Education Press, 1993: 36. [保继刚, 楚义芳, 彭华. 旅游地理学. 北京: 高等教育出版社, 1993: 36.]
- [13] Lu Lin. A study on the tourist flows in mountain resorts: A case study in Huangshan Mountain. Acta Geographica Sinica, 1994, 49(3): 236-246. [陆林. 山岳风景区客流研究: 以安徽黄山为例. 地理学报, 1994, 49(3): 236-246.]
- [14] Cui Fengjun, Zhang Jianzhong, Yang Yongshen. About the time-space distribution regularities of tourism demand and the features of tourists behaviors in Mt. Tai tourist region. Economic Geography, 1997, 17(3): 62-67. [崔凤军, 张建忠, 杨永慎. 泰山旅游需求时空分布规律及旅游者行为特征的初步研究. 经济地理, 1997, 17(3): 62-67.]
- [15] Wan Xucai, Ding Dengshan, Ma Yongli, et al. An analysis on the structure of the tourist market: Taking Nanjing City as an example. Human Geography, 1998, 13(3): 70-75. [万绪才, 丁登山, 马永立, 等. 旅游客源市场结构分析: 以南京市为例. 人文地理, 1998, 13(3): 70-75.]
- [16] Wu Zhongjun, Tang Xiaoyun. Domestic visitor's behavior research and application of national tourism destination: Take Longsheng Autonomous County of Guangxi as an example. Economic Geography, 2004, 24(1): 139-143. [吴忠军, 唐晓云. 民族旅游地国内游客行为研究及其应用: 以广西龙胜各族自治县为例. 经济地理, 2004, 24(1): 139-143.]
- [17] Zhang Chaozhi, Bao Jigang. Impact of holiday policy upon tourist flow in world heritage site: Taking Wulingyuan of Hunan as a case. Geographical Research, 2007, 26(6): 1295-1303. [张朝枝, 保继刚. 休假制度对遗产旅游地客流的影响: 以武陵源为例. 地理研究, 2007, 26(6): 1295-1303.]
- [18] Zhong Jing, Zhang Jie, Li Donghe, et al. A comparative research on seasonality characteristics of tourist flows to the

- historic culture village (town): Examples of Xidi and Zhouzhuang. *Human Geography*, 2007, 22(4): 68-71. [钟静, 张捷, 李东和, 等. 历史文化村镇旅游流季节性特征比较研究: 以西递、周庄为例. *人文地理*, 2007, 22(4): 68-71.]
- [19] Luo Peicong. Research on temporal and spatial distribution pattern of Taiwan tourists and its evolution in mainland China. *Geographical Research*, 2010, 29(2): 291-302. [骆培聪. 中国大陆入境台胞游客时空分布格局及其变化. *地理研究*, 2010, 29(2): 291-302.]
- [20] Fang Yelin, Huang Zhenfang, Hou Bing, et al. The periodic and fluctuant characteristics of Chinese inbound tourists and its influence mechanism. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1942-1955. [方叶林, 黄震方, 侯兵, 等. 中国入境游客周期波动特征及影响机理. *地理研究*, 2014, 33(10): 1942-1955.]
- [21] Lu Lin, Xuan Guofu, Zhang Jinhe, et al. An approach to seasonality of tourist flows between coastland resorts and mountain resorts: Examples of Sanya, Beihai, Mt. Putuo, Mt. Huangshan and Mt. Jiuhua. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(6): 731-740. [陆林, 宣国富, 章锦河, 等. 海滨型与山岳型旅游地客流季节性比较: 以三亚、北海、普陀山、黄山、九华山为例. *地理学报*, 2002, 57(6): 731-740.]
- [22] Lu Song, Lu Lin, Wang Li, et al. Temporal characteristics of tourist flows to ancient villages: A case study of two world cultural heritages. *Scientia Geographica Sinica*, 2004, 24(2): 250-256. [卢松, 陆林, 王莉, 等. 古村落旅游客流时间分布特征及其影响因素研究: 以世界文化遗产西递、宏村为例. *地理科学*, 2004, 24(2): 250-256.]
- [23] Wang Degen, Lu Lin, Liu Changxue, et al. Temporal and spatial characteristics of domestic tourist flows to mountain resorts. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(5): 625-632. [汪德根, 陆林, 刘昌雪, 等. 山岳型旅游地国内客流时空特性: 以黄山、九华山为例. *山地学报*, 2004, 22(5): 625-632.]
- [24] Lu Song, Lu Lin, Xu Ming. Research on the overseas tourist market of the ancient villages in Yixian County, Anhui Province. *Economic Geography*, 2005, 25(2): 252-256. [卢松, 陆林, 徐茗. 黟县古村落海外旅游市场研究. *经济地理*, 2005, 25(2): 252-256.]
- [25] Luo Peicong, Zhang Mingfeng. The temporal characteristics of tourist flows to Danxia landform scenic spots in Fujian Province and its influence factors. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30(3): 377-383. [骆培聪, 张明峰. 福建丹霞地貌旅游景区客流时间分布特性及其影响因素. *地理科学*, 2010, 30(3): 377-383.]
- [26] Lin Zhihui, Ma Yaofeng, Liu Xianfeng, et al. Spatial and temporal features of network attention of scenic areas. *Resources Science*, 2012, 34(12): 2427-2433. [林志慧, 马耀峰, 刘宪峰, 等. 旅游景区网络关注度时空分布特征分析. *资源科学*, 2012, 34(12): 2427-2433.]
- [27] Ju Shengli, Zhang Jianchun, Zhang Jinhe, et al. Analysis on tourism product combination and the time-space distribution of tourist in Tianzhu Mountain. *Geography and Geo-Information Science*, 2005, 21(3): 105-108. [琚胜利, 张建春, 章锦河, 等. 天柱山旅游产品组合与客流时空分布分析. *地理与地理信息科学*, 2005, 21(3): 105-108.]
- [28] Zhang Jie, Du Jinkang, Zhou Yinkang, et al. A comparison approach to temporal characteristics of tourist flows to sightseeing destinations: With case samples of National Parks of Jiuzhaigou, Mt. Huangshan and Taoyuandong-Linyin Stone Forest Park. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(1): 49-54. [张捷, 都金康, 周寅康, 等. 观光旅游地客流时间分布特性的比较研究: 以九寨沟、黄山及福建永安桃源洞鳞隐石林国家风景名胜区为例. *地理科学*, 1999, 19(1): 49-54.]
- [29] Liu Haiyang, Wang Naiang, Ye Yihao, et al. Analysis of spatial and temporal characteristics of Chinese desert tourism scenic, with examples of Mingshashan, Shapotou and Badanjilin. *Economic Geography*, 2013, 33(3): 156-163. [刘海洋, 王乃昂, 叶宜好, 等. 我国沙漠旅游景区客流时空特征与影响因素: 以鸣沙山、沙坡头、巴丹吉林为例. *经济地理*, 2013, 33(3): 156-163.]
- [30] Xiong Ying, Dong Chengsen. The characteristics of the ecotourism visitor flow activities to the Wulingyuan Scenic Area. *Economic Geography*, 2014, 34(11): 173-178. [熊鹰, 董成森. 武陵源风景区旅游客流量时空变化与调控对策. *经济地理*, 2014, 34(11): 173-178.]
- [31] Gini C. Sulla misura della concentrazione e della variabilità dei caratteri. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 1914, 73(2): 1203-1248.
- [32] Faulkner B, Tideswell C. A framework for monitoring community impacts of tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 1997, 5(1): 3-28.
- [33] Nadal J R, Font A R, Rossello' A S. The economic determinants of seasonal patterns. *Annals of Tourism Research*, 2004, 31(3): 697-711.
- [34] Kulendran N, Wong K K F. Modeling seasonality in tourism forecasting. *Journal of Travel Research*, 2005, 44(2): 163-170.
- [35] Fernández-Morales A, Mayorga-Toledano M C. Seasonal concentration of the hotel demand in Costa del Sol: A

- decomposition by nationalities. *Tourism Management*, 2008, 29(5): 940-949.
- [36] Vargas-Sánchez A, Porras-Bueno N, Plaza-Mejía A. Residents' attitude to tourism and seasonality. *Journal of Travel Research*, 2014, 53(5): 581-596.
- [37] Ma Shihan, Dai Linlin, Wu Bihu. Analysis on the features and causes of seasonality in rural tourism: A case study of Beijing suburbs. *Progress In Geography*, 2012, 31(6): 817-824. [马世罕, 戴林琳, 吴必虎. 北京郊区乡村旅游季节性特征及其影响因素. *地理科学进展*, 2012, 31(6): 817-824.]
- [38] Wang Yiqi, Wu Jinfeng, Ren Ruiping, et al. Temporal characteristics of Hong Kong, Macao, and Taiwan's inbound tourist flows. *Resources Science*, 2012, 34(2): 373-380. [王奕祺, 吴晋峰, 任瑞萍, 等. 港澳与台湾入境旅游流时间特征对比及成因分析. *资源科学*, 2012, 34(2): 373-380.]
- [39] Wan Tianhu, Feng Xuegang, Huang Heping. Differences of tourism seasonality among Mountain resorts in Jiangxi: Examples of Mt. Lushan, Jinggang Sanqing and Longhu. *Economic Geography*, 2015, 35(1): 202-208. [万田户, 冯学钢, 黄和平. 江西省山岳型风景名胜区旅游季节性差异: 以庐山、井冈山、三清山和龙虎山为例. *经济地理*, 2015, 35(1): 202-208.]
- [40] Theil H. *Economics and Information Theory*. Amsterdam: North Holland, 1967: 25-31.
- [41] Getz D, Nilsson P A. Responses of family businesses to extreme seasonality in demand. *Tourism Management*, 2004, 25(1): 17-30.
- [42] Koenig-Lewis N, Bischoff E. Seasonality research: The state of the art. *International Journal of Tourism Research*, 2005, 7(4/5): 214-224.
- [43] Cuccia T, Rizzo I. Tourism seasonality in cultural destinations: Empirical evidence from Sicily. *Tourism Management*, 2011, 32(3): 589-595.
- [44] Fernández-Morales A, Cisneros-Martínez J D, McCabe S. Seasonal concentration of tourism demand: Decomposition analysis and marketing implications. *Tourism Management*, 2016, 56: 172-190.
- [45] Jin Chuan, Feng Xuegang, Wang Xiaomei. The exploratory research on tourism seasonality in our country: A case study of Beijing, Shanghai, Yunnan, Sichuan and Fujian. *Shanghai Management Science*, 2014, 36(6): 63-68. [金川, 冯学钢, 王晓梅. 我国旅游季节性规律的探索性研究: 以北京、上海、云南、四川、福建、海南为例. *上海管理科学*, 2014, 36(6): 63-68.]
- [46] Xu Chonggang, Hu Yuanman, Chang Yu, et al. Sensitivity analysis in ecological modeling. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 1056-1062. [徐崇刚, 胡远满, 常禹, 等. 生态模型的灵敏度分析. *应用生态学报*, 2004, 15(6): 1056-1062.]
- [47] Liu Yongzhi, Shen Chengcheng, Shi Honghua, et al. Factors influencing *Ulva prolifera* growth revealed by model based on global sensitivity analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(13): 4178-4186. [刘永志, 沈程程, 石洪华, 等. 基于全局灵敏度分析的浒苔生长影响参数研究. *生态学报*, 2016, 36(13): 4178-4186.]
- [48] Kuang Yuanhua, Wang Lina, Chen Xiaohong, et al. Analysis on parameters sensitivity for the sustainability of water resources. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(6): 910-916. [邝远华, 汪丽娜, 陈晓宏, 等. 水资源可持续性的参数敏感性分析. *地理科学*, 2016, 36(6): 910-916.]
- [49] Cui Shenghui, Li Fangyi, Huang Jing, et al. Review of sensitivity research on the context of global change. *Advances in Earth Science*, 2009, 24(9): 1033-1041. [崔胜辉, 李方一, 黄静, 等. 全球变化背景下的敏感性研究综述. *地球科学进展*, 2009, 24(9): 1033-1041.]
- [50] Saltelli A, Tarantola S, Campolongo F, et al. *Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models*. New York: Wiley, 2004.
- [51] Saltelli A, Tarantola S, Campolongo F. Sensitivity analysis as an ingredient of modeling. *Statistical Science*, 2000, 15(4): 377-395.
- [52] Cariboni J, Gatelli D, Liska R, et al. The role of sensitivity analysis in ecological modelling. *Ecological Modelling*, 2007, 203: 167-182.
- [53] Campolongo F, Saltelli A, Cariboni J. From screening to quantitative sensitivity analysis: A unified approach. *Computer Physics Communications*, 2011, 182(4): 978-988.
- [54] Saltelli A, Ratto M, Tarantola S, et al. Sensitivity analysis practices: Strategies for model-based inference. *Reliability Engineering and System Safety*, 2006, 91(10/11): 1109-1125.
- [55] Haaker M P R, Verheijen P J T. Local and global sensitivity analysis for a reactor design with parameter uncertainty. *Chemical Engineering Research and Design*, 2004, 82(A5): 591-598.
- [56] Frey H C, Patil S R. Identification and review of sensitivity analysis methods. *Risk Analysis*, 2002, 22(3): 553-578.

- [57] Rabitz H. Systems analysis at the molecular scale. *Science New Series*, 1989, 246(4927): 221-226.
- [58] Razavi S, Gupta H V. What do we mean by sensitivity analysis? The need for comprehensive characterization of "global" sensitivity in earth and environmental systems models. *Water Resources Research*, 2015, 51(5): 3070-3092.
- [59] Saltelli A. Sensitivity analysis: Could better methods be used? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 1999, 104(D3): 3789-3793.
- [60] Kucherenko S, Rodríguez-Fernández M, Pantelides C, et al. Monte Carlo evaluation of derivative-based global sensitivity measures. *Reliability Engineering and System Safety*, 2009, 94(7): 1135-1148.
- [61] Morris M D. Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. *Technometrics*, 1991, 33(2): 161-174.
- [62] Cukier R I, Fortuin C M, Schuler K E, et al. Study of the sensitivity of coupled reaction systems to uncertainties in rate coefficients. I theory. *Journal of Chemical Physics*, 1973, 59(8): 3873-3878.
- [63] Cukier R I, Levine H B, Schuler K E. Nonlinear sensitivity analysis of multiparameter model systems. *Journal of Chemical Physics*, 1974, 26(1): 1-42.
- [64] Koda M, McRae G J, Seinfeld J H. Automatic sensitivity analysis of kinetic mechanisms. *International Journal of Chemical Kinetics*, 1979, 11(4): 427-444.
- [65] Sobol' I M. Sensitivity estimates for nonlinear mathematical models. *Mathematical Modelling and Computational Experiments*, 1993, 1(4): 407-414.
- [66] Sobol' I M. Global sensitivity indices for nonlinear mathematical models and their Monte Carlo estimates. *Mathematics and Computers in Simulation*, 2001, 55(1-3): 271-280.
- [67] Campolongo F, Cariboni J, Saltelli A. An effective screening design for sensitivity analysis of large models. *Environmental Modelling and Software*, 2007, 22(10): 1509-1518.
- [68] Pujol G. Simplex-based screening designs for estimating metamodels. *Reliability Engineering and System Safety*, 2009, 94(7): 1156-1160.
- [69] Song Xiaomeng, Kong Fanzhe, Zhan Chesheng, et al. Sensitivity analysis of hydrological model parameters using a statistical theory approach. *Advances in Water Science*, 2012, 23(5): 642-649. [宋晓猛, 孔凡哲, 占车生, 等. 基于统计理论方法的水文模型参数敏感性分析. *水科学进展*, 2012, 23(5): 642-649.]
- [70] Campolongo F, Saltelli A. Sensitivity analysis of an environmental model: An application of different analysis methods. *Reliability Engineering and System Safety*, 1997, 57(1): 49-69.
- [71] Iooss B, Ribatet M. Global sensitivity analysis of computer models with functional inputs. *Reliability Engineering and System Safety*, 2009, 94(7): 1194-1204.
- [72] Saltelli A. Making best use of model evaluations to compute sensitivity indices. *Computer Physics Communications*, 2002, 145(2): 280-297.
- [73] Saltelli A, Campolongo F, Cariboni J. Screening important inputs in models with strong interaction properties. *Reliability Engineering and System Safety*, 2009, 94(7): 1149-1155.
- [74] Helton J C, Davis F J. Latin hypercube sampling and the propagation of uncertainty in analyses of complex systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 2003, 81(1): 23-69.
- [75] Helton J C, Davis F J, Johnson J D. A comparison of uncertainty and sensitivity analysis results obtained with random and Latin hypercube sampling. *Reliability Engineering and System Safety*, 2005, 89(3): 305-330.
- [76] Helton J C, Johnson J D, Sallaberry C J, et al. Survey of sampling-based methods for uncertainty and sensitivity analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 2006, 91(10): 1175-1209.
- [77] Saltelli A, Annon P, Azzini I, et al. Variance based sensitivity analysis of model output: Design and estimator for the total sensitivity index. *Computer Physics Communications*, 2010, 181(2): 259-270.
- [78] Chan K, Saltelli A, Tarantola S. Winding stairs: A sampling tool to compute sensitivity indices. *Statistics and Computing*, 2000, 3(10): 187-196.

Sensitivity analysis of the measures of tourism seasonality

LIU Zehua¹, ZHANG Jinhe², PENG Hongsong², ZHANG Yu², TANG Guorong²

(1. School of Business Administration, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China;

2. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Standard Deviation (R_{sd}), Gini coefficient (G), Theil index (T), seasonality ratio (R_{sr}), and ratio of highest to lowest-season demand (R_{hl}) are popular measures of tourism seasonality; however the relationship between these measures and their influence on changes in tourism flow varies in literatures. Two sensitivity indices were developed to reflect the effect of the changes of tourism flow on the tourism seasonality measures (s_i) and the relative effect of the changes of tourism flow on the tourism seasonality measures (p_i). The correlation coefficient of measures of tourism seasonality in various scales (Int), the μ_{si} , μ_{si}^* , and μ_{pi}^* and changes of tourism flow (Δ) are calculated by the Monte Carlo method. The results show that: (1) All the correlation coefficients between R_{sd} , G and T are over 0.970. Therefore, the tourism seasonality of some destinations with the three measures is significantly consistent. The correlation coefficients of R_{sr} and R_{sd} (or G , T) are between 0.446 to 0.845, and increase with increasing Int . The differences of using R_{sr} and R_{sd} (or G , T) are increased with Int . The correlation coefficients of R_{hl} and R_{sd} (or G , T , R_{sr}) are in the range of 0.003-0.772, and smaller with increasing Int . The differences of using R_{hl} and R_{sd} (or G , T , R_{sr}) are decreased with increasing Int . (2) Besides s_{12} of R_{hl} , the only coefficient affected by m_1 , s_i of R_{sr} and R_{hl} to the other months are influenced by R_{sr} and R_{hl} , Δ , \bar{m} and m_i . In addition to $s_{12} > 0$, the value, even the sign, of s_i has no correlation to R_{sr} and R_{hl} , and cannot consider to be more sensitive to a specific month. (3) The μ_{si} , μ_{si}^* , and μ_{pi}^* of R_{sd} , G , T and R_{sr} for each month are varied by Int and Δ . Values and rank order change respectively to Int and Δ . Among them, s_{12} is always positive, increasing tourism flow increases the value of the measures of tourism seasonality; and to the other months, changing tourism flow may increase, decrease, or no change measures of tourism seasonality. Range of seasonal variation and changes of tourism flow could affect the sensitivity of different measures of tourism seasonality and the rank order in different months. Therefore, no such particular measure is discovered in this research that it is more sensitive than other measures related to the tourism flows, and neither are any measures more sensitive to the changes in the peak season, off-season, or shoulder season.

Keywords: tourism seasonality; measure; sensitivity analysis; Monte Carlo