

# 顾及用地类型的景区局部空间承载力计算方法

葛军莲<sup>1,2,3</sup>, 宋晓晴<sup>1,2,3,4</sup>, 刘丰源<sup>1,2,3</sup>, 张翎<sup>1,2,3</sup>, 龙毅<sup>1,2,3</sup>

(1. 南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210023)

(2. 江苏省地理环境演化国家重点实验室培育建设点, 江苏 南京 210023)

(3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023)

(4. 安徽师范大学地理与旅游学院, 芜湖 241003)

**[摘要]** 近年来,随着旅游业的飞速发展,景区承载力成为旅游研究中的热点问题. 现有研究通常估算景区的整体空间承载力,缺乏对内部空间单元承载力(局部空间承载力)的考虑. 且空间承载力估算模型没有考虑到景区内部不同用地类型及空间差异所造成的游客人均适宜承载面积( $\alpha$ )的变化,造成估算结果精确度不高. 文章从景区局部空间承载力的估算角度出发,结合景区用地类型,构建了景区实体、单元和全区间的多级空间组织,在此基础上提出景区局部空间承载力估算模型. 以南京市总统府为例,验证了模型在估算景区局部空间承载力的有效性和适用性.

**[关键词]** 局部空间承载力,用地类型,景区单元,多级空间组织

**[中图分类号]** F590.6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2019)04-0124-07

## Calculation Methods for Local Space Carrying Capacity of a Scenic Area with Consideration of Land Use Type

Ge Junlian<sup>1,2,3</sup>, Song Xiaoqing<sup>1,2,3,4</sup>, Liu Fengyuan<sup>1,2,3</sup>, Zhang Ling<sup>1,2,3</sup>, Long Yi<sup>1,2,3</sup>

(1. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment Ministry of Education (Nanjing Normal University),  
Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(2. The State Key Laboratory of Geographical Environment Evolution in Jiangsu Province, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(3. Jiangsu Province Geographic Information Resources Development and Utilization Collaborative Innovation Center,  
Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(4. School of Geography and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241003, China)

**Abstract:** In recent years, with the rapid development of the tourism industry, the carrying capacity of scenic spots has become a hot issue in tourism research. Existing research usually estimates the carrying capacity of overall space for a scenic area, and it lacks consideration of the carrying capacity of internal space units, so-called local space carrying capacity. Moreover, these carrying capacity estimation models do not take into account the changes of the per capita carrying area( $\alpha$ ) of tourists caused by different land types and spatial differences within the scenic area. So, the accuracy of the estimation results is low. From the aspect of the local space carrying capacity, combined with the land use type of the scenic area, a multi-level spatial organization of the scenic entity, unit and area is constructed. Based on this, an estimation model of the local space carrying capacity of a scenic spot is proposed. Taking Nanjing Presidential Palace as an experimental area, the validity and applicability of the model in estimating the local space carrying capacity are verified.

**Key words:** local space carrying capacity; land use type; scenic area unit; multi-level spatial organization

旅游空间承载力是描述旅游地能够承受的旅游活动强度的概念,是指在一定时间条件下,旅游资源依存的游憩用地、游览空间等有效物理环境空间能够容纳的最大旅游者数量<sup>[1]</sup>. 近年来,已有学者对景区空间承载力进行探索研究并取得了丰富的成果,其中景区空间承载力测算的主要方法是面积法和线路法<sup>[2-8]</sup>. 然而,已有的研究成果通常是将景区作为一个空间整体来测算,缺乏对内部空间单元承载力(局部

收稿日期:2019-05-21.

基金项目:国家自然科学基金项目(41301144).

通讯联系人:宋晓晴,博士研究生,研究方向:地理信息、时空大数据、旅游信息化. E-mail:xqsong@whu.edu.cn

空间承载力)的考虑.且空间承载力估算模型没有考虑景区内部由于实体用地类型的不同和空间差异造成的游客人均适宜承载面积( $\alpha$ )的空间异质性.因此,本文在现有研究的基础上提出了一种考虑用地类型的景区局部空间承载力估算模型.该模型充分考虑到景区内空间实体要素的空间异质性,实现对景区局部空间承载力的精细化测算.

## 1 几个概念及定义

为了更加清晰地表达本文提出的方法及模型,首先给出一些基本概念及定义.

(1)景区实体:在景区环境中具有空间位置、共同旅游属性与功能的独立自然或人工地物,如景区的一幢建筑物、一座桥等.

(2)景区单元:是指在景区规划功能区内,具有一定规模范围,由山体、水域、植被、建筑、道路等一组景区实体按照空间邻近、作用关联,为游客提供特定游览或服务功能的空间区域.

(3)景区全空间:是指景区的整个空间范围,又称景区全域.

(4)景区实体空间承载力:是指景区单个实体范围内所能容纳的瞬时最大旅游者数量,如展览馆、停车场、游客中心等单个景区实体的承载力.

(5)景区局部空间承载力:是指局部景区单元所能容纳的瞬时最大旅游者数量.

(6)景区整体空间承载力:是指整个景区范围内的瞬时空间承载力.

因此,景区空间承载力从微观到宏观上可以分为3个尺度级别:实体空间承载力、局部空间承载力与整体空间承载力.图1是三者之间的逻辑关系.

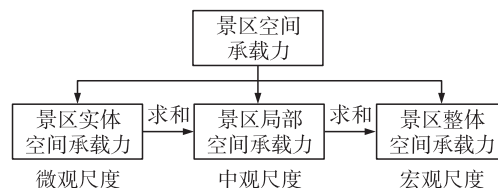


图1 景区不同尺度空间承载力的相互关系

Fig. 1 The relationship among tourist area carrying capacities at different scales

## 2 研究方法

### 2.1 基本思路

现有景区瞬时空间承载力的估算通常采用面积法<sup>[2-3,5-8]</sup>和线路法<sup>[2,6-13]</sup>.其中面积法的计算公式为: $C=A/\alpha$ ,其中 $A$ 为景区有效可游览面积, $\alpha$ 为游客人均适宜承载面积.传统方法计算过程中,一般采用统一的 $\alpha$ 进行景区整体空间承载力测算.但在实际游览过程中,游客对于景区不同用地类型空间的拥挤度感知存在差异,如室内与室外,广场与草地、林地都存在不同的心理感知距离.因此,对不同用地类型的景区实体空间承载力估算应采用不同的 $\alpha$ 指标.

显然,景区局部空间承载力或者某个景区单元的空间承载力是由该区间内所有实体地物的空间承载力组合而成,对单个景区实体采用面积法、线路法或者设施法.基于此,文章提出景区局部空间承载力的估算模型如式(1)所示,景区整体空间承载力的估算模型如式(2)所示.

$$LC = \sum \frac{A_{ij}}{\alpha_{ij}} + \sum C_k = \sum \frac{A_{ij}}{\alpha_{ij}} + \sum (m_k \times N_k) \quad (1)$$

$$OC = \sum LC_n = \sum \left( \sum \frac{A_{ij}}{\alpha_{ij}} + \sum C_k \right) = \sum \left( \sum \frac{A_{ij}}{\alpha_{ij}} + \sum (m_k \times N_k) \right) \quad (2)$$

式中, $LC$ 表示景区局部空间承载力, $A_{ij}$ 为景区单元内第 $i$ 类用地类型第 $j$ 个景区实体的有效游览面积; $\alpha_{ij}$ 是景区单元内第 $i$ 类用地类型第 $j$ 个景区实体的游客人均适宜承载面积; $C_k$ 是景区单元中第 $k$ 个景区实体的设施承载力,取决于该实体中设施可承载的游客数量 $m_k$ 以及设施的数量 $N_k$ . $OC$ 指的是景区整体空间承载力; $LC_n$ 指的是景区内第 $n$ 个景区单元的空间承载力.

### 2.2 景区用地类型及分类

土地利用现状分类就是在一定区域内,对土地利用单元的类型划分,即根据土地利用特征和功能的相似性和差异性,对土地利用单元进行分组,划分出各种土地利用类型<sup>[14]</sup>.不同用地类型的游客人均适宜承载面积( $\alpha$ )不同,所测算出来的旅游空间承载力也不相同.因此,在对景区进行空间承载力测算之前,需要对景区用地类型进行划分.

现有旅游景区用地分类方案<sup>[15-18]</sup>,主要是通过用地使用方式和景观类型分类.考虑到景区不同用地

类型的景区实体的  $\alpha$  不同,对现有分类进行调整,提出面向景区空间承载力精细化测算的景区土地利用分类体系:包括 5 个一级类,31 个二级类. 在分类体系的编码上按照最新《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)的编码方法,一级类采用一位阿拉伯数字编码,二级类采用两位阿拉伯数字编码,最终建成旅游景区用地类型分类指标体系,见表 1.

表 1 景区用地类型分类体系  
Table 1 Land use classification of a tourist area

一级类	二级类	约束因素	一级类	二级类	约束因素
1 游赏及居民社会建筑用地	11 景区古建筑	面积	3 交通用地	31 游步道	线路长度
	12 景区博物馆	面积		32 车行道	设施
	13 景区展览馆	面积		33 人车分行道	线路长度+设施
	14 居民居住建筑	—		34 人车混行道	线路长度
	15 行政办公建筑	—	4 水域用地	41 江、河	—
	16 其他建筑	—		42 湖泊	设施
2 服务设施用地	21 餐饮	设施		43 瀑布	—
	22 游客中心	面积		44 喷泉	—
	23 旅馆	设施		45 浴场水域	面积
	24 零售商业	面积		46 浴场沙滩	面积
	25 文娱广场	面积		47 其他水域用地	—
	26 驾驶工具	设施	5 植被用地	51 草地	面积
	27 停车场	设施		52 林地	面积
	28 出入口	设施		53 园地	面积
	29 其他服务设施用地	—		54 耕地	面积
				55 其他绿地	—

其中,“约束因素”表示该用地类型的景区实体的空间承载力具体受限于该景区实体的面积、道路或设施. 表 1 中约束因素为设施的用地类型,其空间承载力并不是表现在景区实体的全面积,而是具体到其中的每一个设施的空间承载力. 例如,景区内餐厅的空间承载力  $C$  取决于餐厅内餐桌的数量  $N$  和每个餐桌的座位数  $m$ ,  $C=N\times m$ ,该景区实体空间承载力的计算方法称为设施法.

2.3 景区空间数据组织

通过章节 1 中定义的概念,整个景区可以抽象为由若干个景区单元和通道组成,景区的空间构成具有层次性和等级性,如图 2 右半部分所示. 现有空间数据模型中,通常采用层次模型来表示实体间层级联

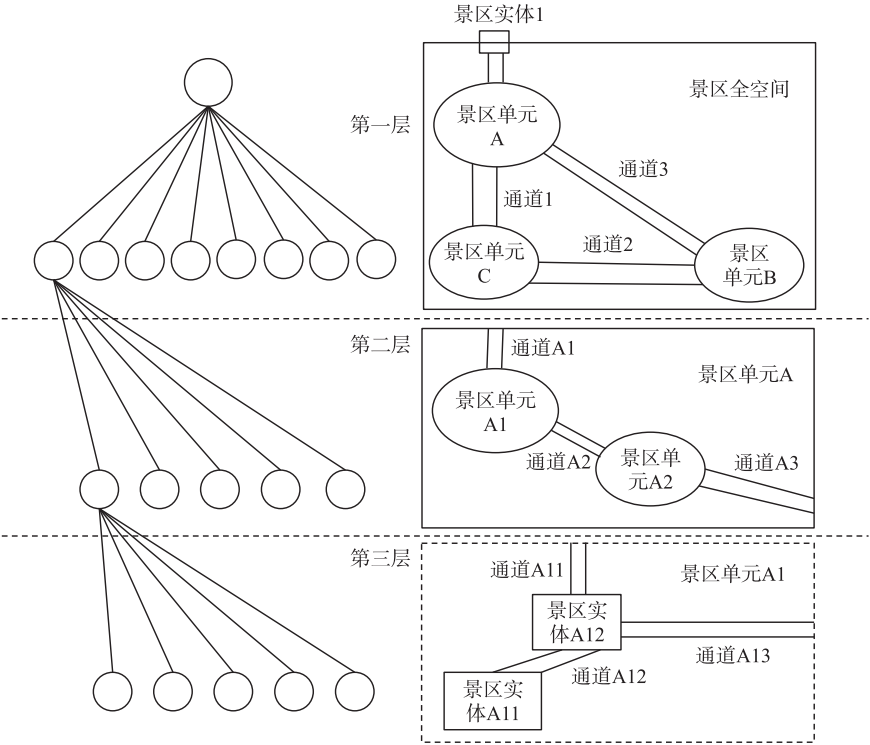


图 2 景区空间数据组织结构图

Fig. 2 A tree structure for spatial data in a tourist area

系,层次模型是一种树结构模型,它把数据按自然的层次关系组织起来,以反映数据之间的隶属关系. 它的特点是将地理数据组织成有向有序的树结构,也叫树形结构. 结构中的节点代表数据记录,连线描述位于不同节点数据间的从属关系(一对多的关系),可同时用于逻辑和物理数据的描述<sup>[19]</sup>. 因此,本文采用该数据模型来构建景区空间数据之间的多级空间组织结构,如图 2 左半部分所示,以此构建景区实体(包括通道)、景区单元、景区全空间的层级结构.

3 实证分析

3.1 研究区域和数据

本文以南京总统府景区为实验区域,验证模型的有效性和适用性. 南京总统府作为人文资源景观中的博物馆景区,既是中国近代建筑遗存中规模最大、保存最完整的建筑群之一,也是南京民国建筑的主要代表之一. 南京总统府占地面积约 9 万平方米,图 3 显示了南京总统府的空间分布格局.

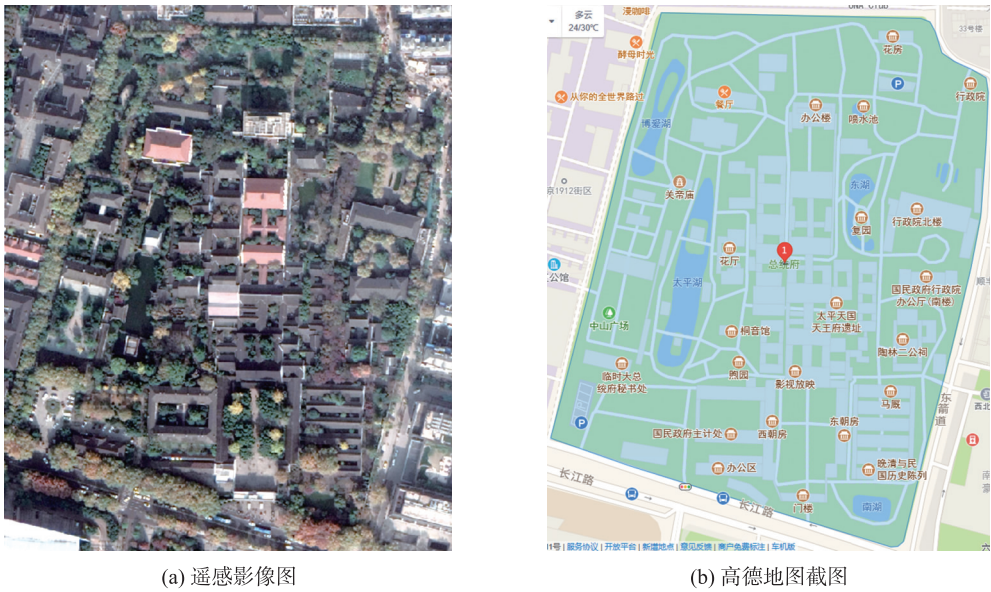


图 3 南京总统府景区地图

Fig. 3 Maps of Nanjing Presidential Palace

通过计算景区内部有效游览面积,依据式(1)、式(2)计算景区局部空间承载力和景区整体空间承载力. 表 2 显示了景区内部的有效游览面积和道路数量.

表 2 实验区域内部数据统计表

Table 2 Statistical data of the experimental area

景区	总面积/m <sup>2</sup>	有效游览面积/m <sup>2</sup>	道路/条
总统府	90 000	22 137.25	153

依据表 1 景区用地类型及分类,景区内道路又可进一步细分为:游步道、车行道、人车混行道和人车分行道. 景点建筑可分为景区古建筑、景区展览馆、景区博物馆,具有空间承载力. 景区内部除了景点建筑外还有居民居住建筑、行政办公建筑、环保环卫等其他建筑,属于非开放性空间且不具有空间承载力. 景区内部服务设施用地略有差别,如总统府内没有旅馆. 表 3 统计了景区不同用地类型景区实体的数量.

表 3 总统府景区实体分类统计表

Table 3 Entity classification statistics of Nanjing Presidential Palace

类型	游步道	车行道	人车 分行道	人车 混行道	景区 古建筑	景区 展览馆	景区 博物馆	餐馆	旅馆	零售 商业	文娱 广场	停车场	游客 中心	出入口	其他
数量	149	0	0	4	2	46	2	1	0	4	1	1	1	2	4

3.2 局部空间承载力估算结果

3.2.1 总统府多级空间组织结构

根据总统府景区的情况,由于景区内路网发达,景区内实体密集,且景区范围不大. 因此,通过 DBSCAN 空间聚类方法<sup>[20]</sup>,利用路网的实体间最短路径作为距离依据,根据经验设置  $\varepsilon = 70\text{ m}$  和  $50\text{ m}$  进



行了两级景区单元的划分. 第 0 级景区单元为整个景区,所以在实验中并不展示. 总统府的多级空间组织划分结果如图 4 所示. 其中,黑色线表示路网,实线代表可承载,虚线表示不可承载. 景区实体抽象为点,相同类别的景区实体显示为相同的颜色,并用虚线外框进行标注.

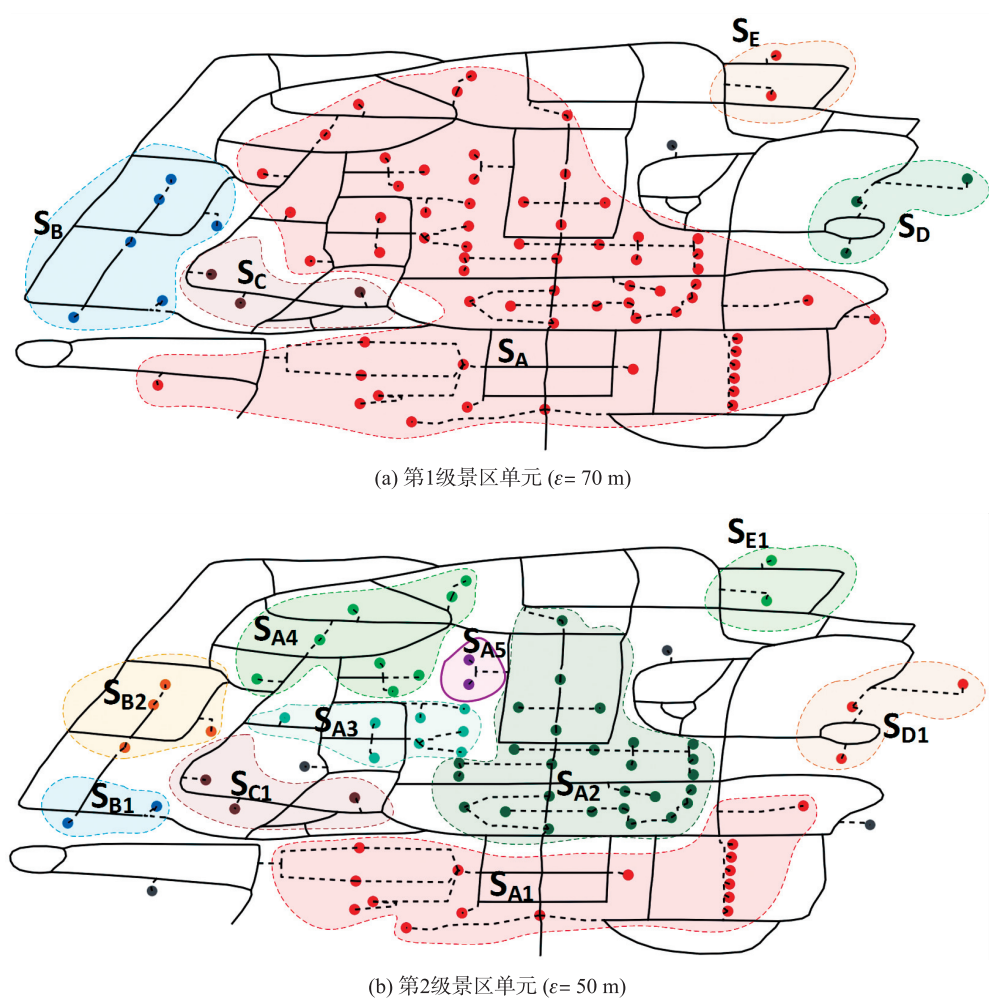


图 4 总统府多级空间划分图

Fig. 4 Multi-level space division of Nanjing Presidential Palace

图 4(a)中表示的为总统府的第 1 级景区单元,总共分为 5 个,分别用  $S_A \sim S_E$  表示. 其中,由于景区中部路网发达,红色的  $S_A$  景区单元覆盖了总统府大部分实体,西部的  $S_B$  景区单元为孙中山临时大总统办公室区域,也是景区西线浏览线路的主要景点,东部绿色的  $S_D$  区域为集中的景区办公场所,  $S_E$  区域由于在景区的东北边界距离中心区域较远被划分为一个景区单元. 图 4(b)为第 2 级景区单元,其中,第 1 级的主体景区单元  $S_A$  被划分为 5 个子景区单元域,包含了  $S_{A1}$  的入口广场和左右两侧的展览馆,  $S_{A2}$  为总统府核心景点包含大堂、中堂和国民政府总统府办公楼(也称子超楼),  $S_{A3}$  景区单元将花厅、漪澜阁等景点聚集. 第 1 级的  $S_B$  景区单元被分为南北两个部分. 另外,  $S_{C1}$ 、 $S_{D1}$ 、 $S_{E1}$  与第 1 级的景区单元一致,并未被划分,整个总统府的多级空间组织如图 5 的树状结构所示.

图 5 中,省略号部分为孤立的实体,在图 4 中标示为灰色点要素. 除了孤立的实体以外,没有被划分进景区单元的通道也在该部分存储. 由于实体和通道数太多,所以此部分用省略

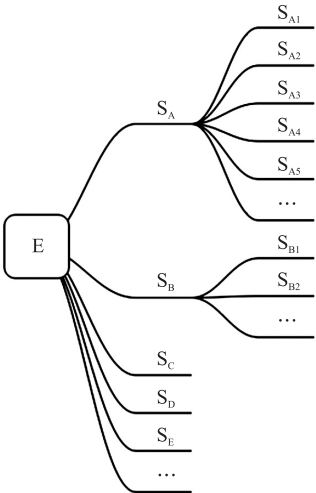


图 5 总统府多级空间组织树

Fig. 5 The tree structure of the multi-level space in Nanjing Presidential Palace

号表示. 从景区单元划分的结果看,算法通过路网的实际距离,将相近的实体进行了有效的聚类,并成功的划分出了出入口的景区单元  $S_{A1}$ ,核心景点群  $S_{A2}$ ,西线的  $S_B$  景区单元孙中山临时大总统办公室、钟山广场和秘书处.

3.2.2 总统府局部空间承载力

对应于各级景区单元的局部承载力数据如表 4 所示. 从数据可以看出,景区单元  $S_A$  具有最大的承载能力,其中, $S_{A2}$ 为核心景点区域,因为其展览馆的数量要远远大于其他子景区单元,并且具有较大的承载力 3 645 人; $S_{A1}$ 虽然也具有 3 922 人的承载力,但是其入口广场拥有较大的承载力. 数据还可以得出,景区道路也是承载力的主要场所,如  $S_A$  景区单元的其他部分,只有 1 个建筑 1 个博物馆和 1 个展览馆,但是 71 条通道使其也能承载 3 055 人.

表 4 总统府局部承载力表  
Table 4 Local carrying capacities in Nanjing Presidential Palace

景区单元编号	行政办公建筑	文娱广场	其他建筑	景区博物馆	游客中心	景区展览馆	其他服务设施	餐饮	零售商业	通道	局部承载量 (单位:人)
(单位:个)											
$S_{A1}$	1	1	3		1	7			3	27	3 922
$S_{A2}$			2	1		24				43	3 645
$S_{A3}$	3					5				6	482
$S_{A4}$			3			2	2	1		10	206
$S_{A5}$	1		1								0
其他			1	1		1				71	3 055
$S_{B1}$			1						1		0
$S_{B2}$						3	1			2	514
其他										5	162
$S_C$						3				1	160
$S_D$			1			2				3	2 275
$S_E$			1			1					112

根据表 4 进一步可以得到总统府第 1 级景区单元各个单元的局部空间承载力,其中  $S_A$  的空间承载力是 11 310 人, $S_B$  的空间承载力是 676 人, $S_C$  的空间承载力是 160 人, $S_D$  的空间承载力是 2 275 人, $S_E$  的空间承载力是 112 人. 总统府的整体空间承载力是所有景区单元空间承载力的加和 14 533 人.

4 结论

旅游业的迅猛发展对旅游景区空间承载力的估算提出更高要求,因此亟需开展旅游景区空间承载力的精细化估算研究. 现有研究通常估算景区的整体空间承载力,缺乏对内部空间单元承载力(局部空间承载力)的考虑,并且空间承载力估算模型一般采用统一的游客人均适宜承载面积( $\alpha$ )指标,不考虑游客对于景区不同用地类型景区的游览拥挤度感知的不同,造成对景区空间承载力的估算缺乏科学性和准确性. 因此,对景区空间承载力的研究需要根据实体的不同用地类型采用不同的  $\alpha$  指标,进一步探讨基于景区实体不同用地类型的景区局部空间承载力估算模型和景区整体空间承载力估算模型,以便对景区内部单元的空间承载力进行精细化测算. 基于此,本文①提出了景区实体、景区单元、景区全空间及其空间承载力等概念内涵;②提出基于景区实体不同用地类型的局部空间承载力及整体空间承载力估算方法;③提出旅游景区用地分类体系的具体方案,包括 5 个一级类,31 个二级类;④对景区实体建立树状空间数据组织结构,构建其逻辑结构.

文章提出的研究方法优势在于能够对景区进行精细化的空间承载力测算,在博物馆型景区(南京总统府)进行实验验证,结果显示了文章研究方法的有效性. 不足之处在于:景区承载力的计算标准参照了《景区最大承载量核定导则》(LB/T 034—2014)中的数据,游客人均适宜承载面积( $\alpha$ )的核定存在不合理之处,由于不是本研究的重点,所以没有深入给出适合的解决方案,这个是景区空间承载力需要解决的一个问题.

## [参考文献]

- [1] 国家旅游局. 景区最大承载量核定导则(LB/T 034-2014)[S]. 2014.
- [2] 董成森,熊鹰,覃鑫浩. 张家界国家森林公园旅游资源空间承载力[J]. 系统工程,2008,26(10):90-94.
- [3] 熊鹰,董成森. 生态旅游地资源空间承载力研究——以武陵源杨家界景区为例[J]. 资源开发与市场,2010,26(2):110-112.
- [4] 熊鹰. 城市山岳型旅游地旅游资源空间承载力分析——以岳麓山风景区为例[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(163(S1)):310-313.
- [5] 张丹,王传武,陈燕军.“三孔”景区空间承载力与可持续发展研究[J]. 济宁学院学报,2015,36(3):106-109.
- [6] 杜京伦. 基于空间承载力的芜湖古城保护更新规划设计研究[D]. 北京建筑大学,2016.
- [7] 任佳丽. 五台山热点寺庙旅游空间承载力研究——以五爷庙为例[J]. 山西财政税务专科学校学报,2017(3):45-48.
- [8] 张昭一. 雾灵山森林公园游客空间承载力研究[J]. 旅游纵览(下半月),2018(3):47-48.
- [9] 赵红红. 苏州旅游环境容量问题初探[J]. 城市规划,1983(3):46-53.
- [10] 杨鹏. 带状空间结构传统聚落的空间承载力研究——以碛口古镇为例[J]. 华中建筑,2014,32(10):170-173.
- [11] 杨江鹏. 基于服务半径和空间承载力的城市公园服务力分析[D]. 福州:福建农林大学,2014.
- [12] 严欢,夏圣雪,张杰,等. 风景区旅游空间容量和旅游心理容量测定研究——以乌镇西栅景区为例[C]//中国风景园林学会 2014 年会,2014:4.
- [13] 王华春. 基于物元分析和 BP 神经网络的赣南旅游环境承载力研究[D]. 江西理工大学,2015.
- [14] 邱继勤,刘力,邱道持. 旅游景区用地分类体系探讨[J]. 国土与自然资源研究,2012,6:26-28.
- [15] 中华人民共和国建设部. 风景名胜区分规划规范(GB 50298-1999)[S]. 中国建筑工业出版社. 2008.
- [16] 苏春暖. 国内外森林公园游憩承载力发展研究[J]. 旅游纵览(下半月),2015(9):201.
- [17] 袁玲玲. 基于遥感、地理信息系统中山陵风景区景观动态分析[D]. 南京:南京林业大学,2008.
- [18] 张为. GIS 技术在山岳型风景名胜区分规划中的应用研究[D]. 西北大学,2017.
- [19] 周屹,李艳娟. 数据库原理及开发应用[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2013:32-34.
- [20] ESTER M, KRIEGEL H, SANDER J, et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise[C]//Knowledge Discovery and Data Mining, 1996:226-231.

[责任编辑:陆炳新]