

文章编号: 1008 - 2786 - (2018)4 - 607 - 10

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000357

山地城市旅游景区空间结构分形研究

——以安康市为例

芮 畅^{1,2}, 马 滕¹, 王 兴¹, 唐蓓佩¹, 赵新正^{1,2*}

(1. 西北大学 城市与环境学院, 西安 710127; 2. 西北大学 陕西省地表系统与环境承载力重点实验室, 西安 710127)

摘 要: 针对不同维数的特殊地理意义挖掘不足、分维测算方法的合理改进缺乏、分形方法与其他方法的互补融合不够等既有研究存在的问题,综合运用三种基本分维和拓扑图论、社会网络分析、GIS 方法,以安康市为例,刻画山地城市旅游景区空间结构的分形特征。结果表明:(1)统筹考虑地理中心性和网络中心性选定的中心景区吸引作用强,但吸附半径有限,景区空间结构因而表现出多分形特征,子系统的分形特征与市域地貌格局有关;(2)安康市景区系统分形结构较复杂,其自组织演化是以中心城区等局部集聚中心为节点,沿汉江干支流及主要交通干道等线状要素展开的过程;(3)受山地地形地质条件及其形塑的道路特点影响,安康市景区间的通达性和关联性总体较好,但旅游交通网络的回路性较差;(4)安康市景区分布的空间集聚和轴线依托特征突出、多中心结构形态初显,景区系统演化的有序性较强且有自组织优化趋势,总体上有利于景区合理布局的形成。研究可为旅游空间结构研究、山地城市分形研究提供参考。

关键词: 分形方法;旅游景区;空间结构;山地城市;安康市

中图分类号: K901

文献标志码: A

旅游景区空间结构是旅游地理学研究的重点^[1],也是旅游空间结构研究的热点^[2]。相较国外^[3,4],国内学界对其的探讨起步较晚,但取得的成果更为丰硕,业已涉及全国^[2,5]、省域^[1,6]、区域^[7,8]、城市圈^[9]和市域^[10-14]等多个尺度,尤以市域范围的研究为重。分析方法也已从简单的数理统计、叠置分析,拓展到分形维数^[6,10-12]、拓扑图论^[7,13]、社会网络分析^[14]、GIS 空间分析^[5]、点格局分析^[2]等,但分形维数及其测算方法一直是其中应用最多的定量方法,甚至被认为是最佳选择^[10]。其原因在于:旅游景区系统是一个无尺度分布的复杂人文地理系统^[10,15],采用分形维数这一有特征尺度的参数,能

做更有效的解释——既能反映景区系统多方面的空间特性,还能解决景区空间结构分析的尺度依赖性问题^[15,16]。众多实证分析也验证了分形方法在旅游景区空间结构研究中的适宜性和有效性;景区空间结构具有分形特征,可以说是既有成果的共同结论^[6,9-12]。

但需注意的是,旅游景区系统分形结构的特性——空间聚集性及向心性、尺度依赖性、结构复杂性和网络通达性及关联性等,都因城市而异。关于北京的案例研究表明,其旅游景区的分布是一种随机聚集分形布局,中心景区的中心性作用较强^[17]。针对南京的实证分析则发现,景区的聚集会因地形

收稿日期 (Received date): 2017 - 11 - 17; **改回日期** (Accepted date): 2018 - 03 - 21

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (41401184; 41601174)。[National Natural Science Foundation of China (41401184; 41601174)]

作者简介 (Biography): 芮畅 (1985 -), 男,安徽合肥人,博士,副教授,主要研究方向:空间治理与空间结构优化 [RUI Yang (1985 -), male, born in Hefei, Anhui province, Ph. D., associate professor, research on spatial governance and optimization of spatial structure] E-mail: ruiyang@nwu.edu.cn

* **通讯作者** (Corresponding author): 赵新正 (1983 -), 男,博士,副教授,主要研究方向:城市地理与城市经济 [ZHAO Xinzhen (1983 -), male, Ph. D., associate professor, research on urban geography and urban economy] E-mail: xzzhao@nwu.edu.cn

影响而表现出明显的方向性,同时处于等级体系中心和空间几何中心的景区吸引作用更强^[18]。以武汉为例的研究成果,不仅揭示出景区分布的聚集性可能存在明显的尺度差异,即景区空间结构会表现出多分形特征,还引入牛鸦维数比,对旅游交通网络的通达性和景区间的关联性进行了测度^[12]。学者在对湖州的分析中,也证实旅游景区系统可以具有多分形特征,并识别出该市双中心并存的景区空间结构^[11]。另有文献进一步指出,旅游景区的空间分形结构会因景区类型和旅游组团而异,且在不断演化^[19,20]。

综上所述,既有研究已取得相当程度的进展,但存在不足也较明显:一是相较聚集维数、网格维数或关联维数等单一维数研究,综合运用以上三种基本分维,全面刻画旅游景区系统分形结构及其空间特性的文献尚不多见;二是在分析不同维数的测算结果时,本应有区分,但实际却存在对景区空间结构是否具有分形特征以及分布是否集聚进行反复解释的问题,对各种维数的独特用途或者说反映的特殊地理意义关注不足;三是多局限于分形方法的简单和单一化应用,缺乏结合研究对象实际且具推广价值的方法改进,以及与其他方法的互补融合;四是相较平原地区城市^[10-12,17-19],针对山地城市进行旅游景区空间结构分形研究的成果还鲜见。鉴于此,以典型的山地城市——陕西省安康市为例,通过分形维数特殊地理意义的挖掘、测算方法的改进及与其他方法的结合,全面、深入、直观地揭示其旅游景区系统的分形特征,以期为旅游空间结构研究、山地城市分形研究提供思路和方法借鉴。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

安康市地处秦巴山区腹地、陕西省东南部,北依秦岭主脊,南靠大巴山主梁,凤凰山自西向东延伸于境内月河川道和汉江谷地之间,“三山夹两川”的地貌格局显著(图1)。其独特的自然地理环境和厚重的历史文化积淀,孕育出较为丰富的旅游资源。截至2016年底,全市共有A级旅游景区25个,其中4A级景区9个、3A级景区10个、2A级景区6个。

1.2 数据来源及处理

本文样本数据来源于陕西旅游政务网(<http://www.sxta.gov.cn>)、安康旅游网(<http://www.ankangtour.gov.cn>)公布的旅游景区名录;地形数据

来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>)提供的30m分辨率数字高程数据;此外,为计算景区中心度,采集马蜂窝网上(<http://www.mafengwo.cn>)有关安康市的旅游攻略和游记271条,并将其转化为1个 25×25 的多值有向关系矩阵。该矩阵共涉及节点25个、路径33条,流量总和为240。同时,对陕西省测绘地理信息局网站(<http://www.shasm.gov.cn>)提供的1:52万安康市标准地图进行人工数字化,得到基础底图。借助百度地图坐标拾取器获得安康市各景区的空间位置信息,并经xGeocoding软件核准确定。运用ArcGIS10.2软件,在矢量化的底图上,对安康市A级旅游景区的空间分布进行可视化表达(图2)。

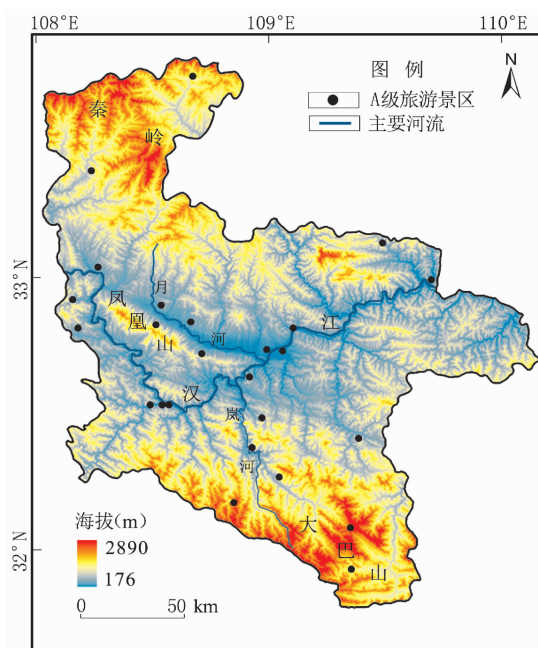


图1 安康市地形图

Fig. 1 Topographic map of Ankang City, China

2 研究方法

聚集维数、网格维数和关联维数是旅游景区空间结构分形研究应用的三种基本分维,就地理意义而言,彼此间既有重合之处,也有差异。本文在把握这三种维数对景区系统分形特征存在与否及景区分布均衡与否的共性探测能力基础上,进一步挖掘其特殊地理意义即在反映景区空间结构特征时的独特用途,以期增强测算结果解释的区分度和效度。在本研究中,聚集维数被用来探索景区分布的向心性

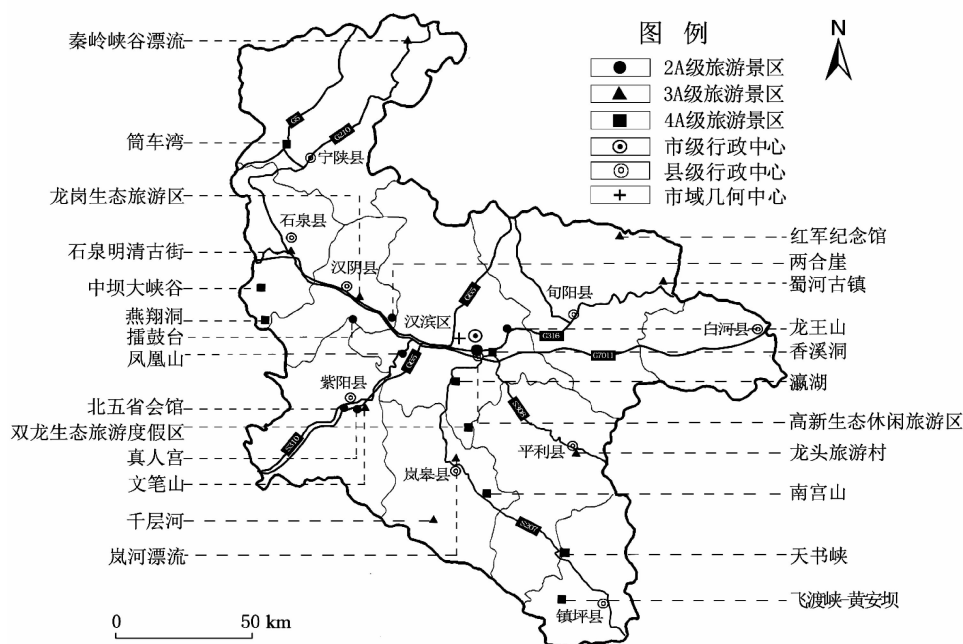


图2 安康市旅游景区空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution of tourist attractions in Ankang

及可能存在的多尺度、多分形特征;网格维数被用来指示景区系统分形结构的复杂性及演化的有序性;关联维数被用来衡量景区之间的连通性和关联性。除此之外,本文还结合研究区实际及山地城市特征,引入中心度指数、平均径路长、 α 指数和核密度估计等方法,对分维的测算过程及方法进行了改进。三种分形维数的基本模型及改进思路具体如下。

2.1 聚集维数

2.1.1 基本模型

聚集维数是从景区密度的一点相关出发,刻画各景区围绕中心景区随机聚集的形态^[21]。其借助回转半径测算,转化后的平均半径定义为^[9]:

$$R_s = (1/S \sum_{i=1}^S r_i^2)^{1/2} \quad (1)$$

式中: R_s 为各景区距中心景区的平均半径, r_i 为第*i*个景区至中心景区的距离, S 为景区数。一般有分维关系: $R_s \propto S^{1/D}$, D 为分维。聚集维数值 $D < 2$ 时,景区呈向心态分布,即景区分布从中心景区向周围呈密度衰减特征; $D > 2$ 时,景区呈离心状分布; $D = 2$ 时,景区呈均匀态分布。

2.1.2 改进思路

本文对聚集维数测算方法的改进,是在中心景区的确定上。既有研究尚未形成关于中心景区选定的统一方法,在实践中其的选取有2种标准:一是位于研究区的地理中心;二是在景区质量等级系统中

级别最高。然而,以上标准对于本研究都不完全适用。从景区位置来看,安康市域几何中心附近有高新生态休闲旅游区、香溪洞2个景区,前者更为邻近但级别较后者为低;从景区等级来看,全市最高级别的景区为4A级,共有9个,不具唯一性(图2)。鉴于此,同时考虑到安康作为山地城市,其内景区的中心性既由景区间的旅游流流量反映,也受到道路交通状况的强影响,本文拟以各景区的地理位置为基本依据,结合游客流动网络和交通网络中各景区中心性的量度,综合选定聚集维数的测算中心。其中,景区在游客流动网络中的中心性,用社会网络分析方法中的中心度指数衡量;景区在旅游交通网络中的中心性,由拓扑图论方法中的平均径路长反映。上述两种方法的具体计算公式分别详见参考文献[14]和[7]。

2.2 网格维数

2.2.1 基本模型

网格维数是直接从景区分布出发,描述景区系统的空间结构特征^[21]。其利用区域的网格化方法测算,有信息量^[9]:

$$I(r) = - \sum_i^k \sum_j^k P_{ij}(r) \ln P_{ij}(r) \quad (2)$$

式中: $k = 1/r$ 为区域各边的分段数目, i, j 为将区域网格化后形成的行、列号; $P_{ij}(r) = N_{ij}/N$ 表示分布概率,其中 N_{ij} 为第*i*行、第*j*列网格中的景区数,

N 为景区总数。若景区分布具有无标度性, 则 $N(r) \propto r^{-\alpha}$, $\alpha = D_0$ 为容量维数; 若景区系统是分形的, 则 $I(r) = I_0 - D_1 \ln r$, I_0 为常数, D_1 为信息维数。网络维数值 D 在 $0 \sim 2$ 之间, 越大表明景区分布越均衡, 反之越集中; D 趋近于 1, 表明景区有均匀集中到一条带状地理区域的趋势; $D_1 = D_0$ 时景区系统为简单分形。

2.2.2 方法改进

本文对网络维数测算方法的优化, 是在其与 GIS 可视化显示和空间分析技术的结合上。尽管可由容量维数值及其与信息维数值的差值, 探知景区分布与线状地理要素的关系, 以及景区系统是否具有复杂的分形结构, 但以上对景区空间结构的刻画都只能以数值和双对数坐标图的形式呈现, 所得的结果既不直观, 也很难对其进行具体化地阐释。鉴于此, 本文拟在分析网络维数测算结果时, 利用好 GIS 专题地图和核密度图等, 数形结合地认知景区系统的分形结构。需说明的是, 安康市旅游景区分布的核密度图借助 ArcGIS 空间分析模块得到, 具体公式详见参考文献[22]。其中, 带宽经多次试验后确定为 25 km; 核密度值越高, 表示景区在空间上越集聚。

2.3 关联维数

2.3.1 基本模型

关联维数是从景区密度的多点相关出发, 探索景区的相对分布状态^[21]。其利用景区之间的距离测算, 公式为^[9]:

$$C(r) = \frac{1}{N^2} \sum_i^N \sum_j^N H(r - d_{ij}) \quad (3)$$

式中, r 为码尺, d_{ij} 为景区 i, j 间的欧氏距离即乌鸦距离, N 为景区总数; $H(r - d_{ij})$ 为 Heaviside 跃阶函数, 因 r 和 d_{ij} 间的大小关系, 取值为 1 或 0。若景区分布是分形的, 则具有标度不变性: $C(r) \propto r^{-\alpha}$, $\alpha = D$ 为空间关联维数即乌鸦维数。其在反映景区分布均衡性上, 有与网络维数相似的含义。若将 d_{ij} 改为实际交通里程, 可得交通网络的关联维数即乳牛维数。其与空间关联维数的比值 (即牛鸦维数比) 越接近于 1, 表明旅游交通网络的通达性越好, 景区间的关联度越高。

2.3.2 方法改进

本文对关联维数测算方法的改进, 是在距离变量的选择及其与拓扑图论方法的组合使用上。区别于现有成果中基于空间距离计算牛鸦维数比的做

法, 本研究拟采用时间距离, 即基于景区间实际交通距离的最短行车时间, 求取改进了的乳牛维数值和牛鸦维数比, 以更精准地反映景区间的通达性和关联性, 以及道路等级和山地城市道路特征对此的影响。同时, 鉴于不论以何种距离量度的乳牛维数, 刻画的都只是景区两两之间的连结状况, 无法表征旅游交通网络整体的发达程度。因此, 引入拓扑图论方法中的 α 指数, 通过网络回路性的测度, 评估旅游交通网络结构的完善程度。 α 指数的计算公式详见参考文献[7]。

3 结果与分析

3.1 聚集维数

依据旅游攻略显示的游客真实游览行程, 构建多值有向关系矩阵, 由此计算安康市各旅游景区的中心度 (表 1), 进而绘制流量 ≥ 1 时的景区间流动网络图 (图 3)。同时, 根据景区间在交通上是否存在直接联系 (以有无乡道及以上公路或城市道路直达为衡量标准), 构建安康市旅游景区空间结构拓扑图 (图 4), 计算得到各景区的平均径路长 (表 1)。由图表可知, 高新生态休闲旅游区在 25 个 A 级景区中距市域几何中心位置最近, 中心度和平均

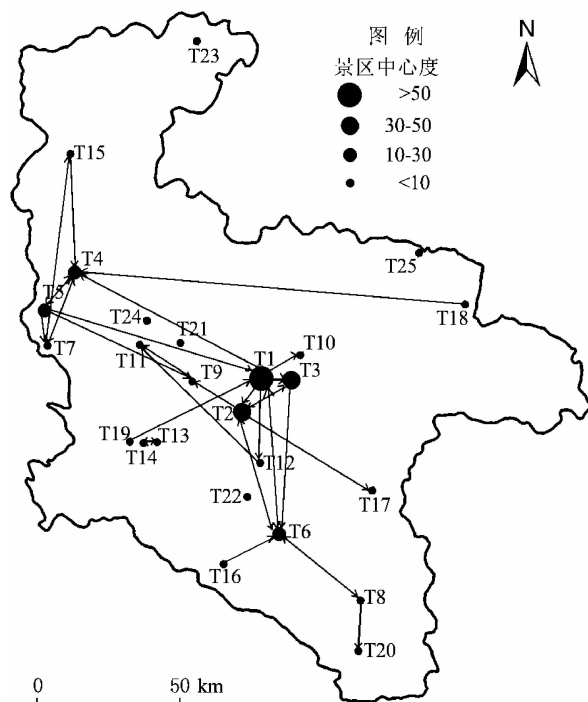


图 3 安康市景区之间的流动网络

Fig. 3 Network among tourist attractions in Ankang

表 1 安康市景区中心度和平均径路长的比较

Tab. 1 Comparison of centrality level and average shortest path of tourist attractions of Ankang

景区名称及编号	中心度		平均径路长		景区名称及编号	中心度		平均径路长	
	数值	排序	数值	排序		数值	排序	数值	排序
高新生态休闲旅游区(T1)	73	1	2.00	2	真人宫(T14)	2	13	2.83	13
瀛湖(T2)	33	2	2.25	3	筒车湾(T15)	2	13	3.38	23
香溪洞(T3)	31	3	2.42	5	千层河(T16)	1	16	2.67	12
石泉明清古街(T4)	24	4	3.17	19	龙头旅游村(T17)	1	16	2.96	16
中坝大峡谷(T5)	23	5	3.29	21	蜀河古镇(T18)	1	16	3.08	18
南宫山(T6)	18	6	3.04	17	北五省会馆(T19)	1	16	3.50	24
燕翔洞(T7)	7	7	2.63	8	飞渡峡-黄安坝(T20)	1	16	4.21	25
天书峡(T8)	6	8	3.25	20	两合崖(T21)	0	21	2.38	4
凤凰山(T9)	5	9	2.46	6	岚河漂流(T22)	0	21	2.46	6
龙王山(T10)	3	10	2.63	8	秦岭峡谷漂流(T23)	0	21	2.63	8
擂鼓台(T11)	3	10	2.63	8	龙岗生态旅游区(T24)	0	21	2.92	15
双龙生态旅游度假区(T12)	3	10	2.88	14	红军纪念馆(T25)	0	21	3.33	22
文笔山(T13)	2	13	1.96	1	平均	9.60		2.84	

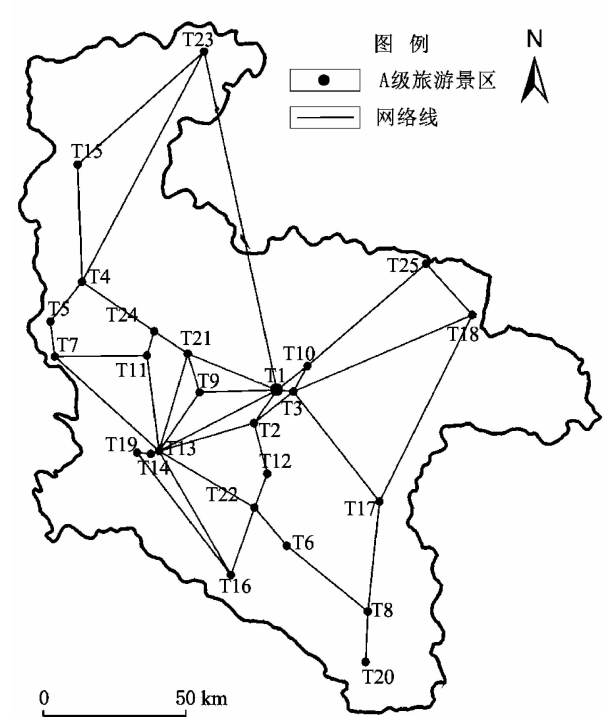


图 4 安康市景区空间结构拓扑图
Fig. 4 Topological graph of spatial structure of tourist attractions in Ankang

径路长按升序分别排在全市所有景区的第一和第二。因此,尽管高新生态休闲旅游区仅为 3A 级景区,但由于其地理中心性及在旅游流网络和交通网络中的中心性都十分突出,故选其为聚集维数测算的中心景区。

利用 ArcGIS10.2 中的空间分析工具,由近及远计算市域各景区至高新生态休闲旅游区的直线距离 r_i ,求取平均距离 R_s ,以 (S, R_s) 生成双对数散点图(图 5)。

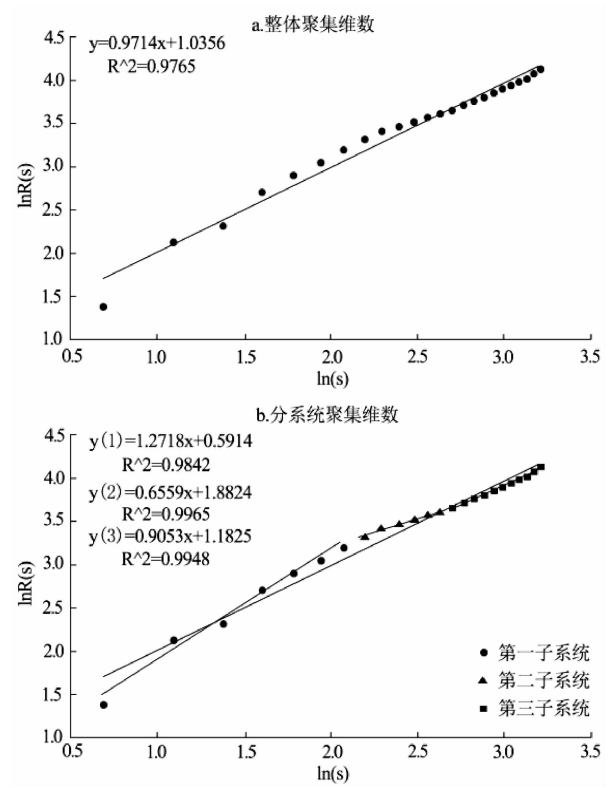


图 5 安康市旅游景区系统聚集维数双对数图
Fig. 5 Log-log graph for aggregation dimension of tourist attraction system in Ankang

由图 5a 可知,安康市旅游景区系统的无标度区间宽大,范围为 0.6932 ~ 3.2189,聚集分形特征显著。对无标度区内的点集进行线性回归,求得其拟合公式,测定系数为 0.9765,拟合效果好、结果可信。聚集维数值为 1.0294,小于 2,表明安康市旅游景区空间结构的随机聚集性较强,高生态休闲旅游区的中心性明显、吸附作用强,但吸附半径有限,景区分布密度由其向四周衰减较快。

由图 5b 可知,拟合曲线存在明显的三段式形态,即存在三个数值不同的无标度区间,说明以高生态休闲旅游区为中心时,景区系统演化过程中的多分形特征显著,在不同的空间尺度内呈现出不同的有序组织结构。在第一子系统(即无标度区间 I)中,测定系数为 0.9842,聚集维数值为 0.7862,此区间内景区空间结构的向心性最强,分布也最为紧凑,主要集聚在安康市区;在第二子系统(即无标度区间 II)中,测定系数为 0.9965,聚集维数值为 1.5246,此区间内景区分布相对随机,但仍小于有限扩散集团聚集模型的理论分维值 1.78,说明景区仍集中分布,但中心景区的吸附作用已较小,景区系统可能存在新的中心;在第三子系统(即无标度区间 III)中,测定系数为 0.9948,聚集维数值为 1.1046,此区间内景区的空间集聚性又有所增强,集中分布于大巴山区,未来有可能形成远离测算中心的景区集聚组团。总体来看,景区系统具有明显的向心圈层结构,且在不同尺度上均呈现出集聚特征,但自组织水平不一,子系统内部可能存在次一级的集聚中心和不同的等级层次结构。

此外,安康市旅游景区系统三分形结构的 2 个分界点,分别为距中心景区 40 km 和 52 km 处的岚河漂流景区和北五省会馆景区,两者均位于宽谷盆地与低山丘陵地形的过渡地带。可见,景区第二和第三子系统的聚集分形特征本质上是一致的,都体现为由中心向外不同方向上、因地貌类型差异而产生的二元分异结构。

3.2 网络维数

利用 ArcGIS10.2 中的渔网工具对研究区进行网格分割,等分的取值为 [2, 10]。根据网络维数计算公式依次求取 $N(r)$ 、 $I(r)$,以 $(N(r), k)$ 和 $(I(r), k)$ 分别生成双对数散点图(图 6),拟合后求取容量维数值和信息维数值。

由图 6 也可看出,安康市旅游景区空间结构具有分形特性。容量维数测定系数为 0.9258、结果可

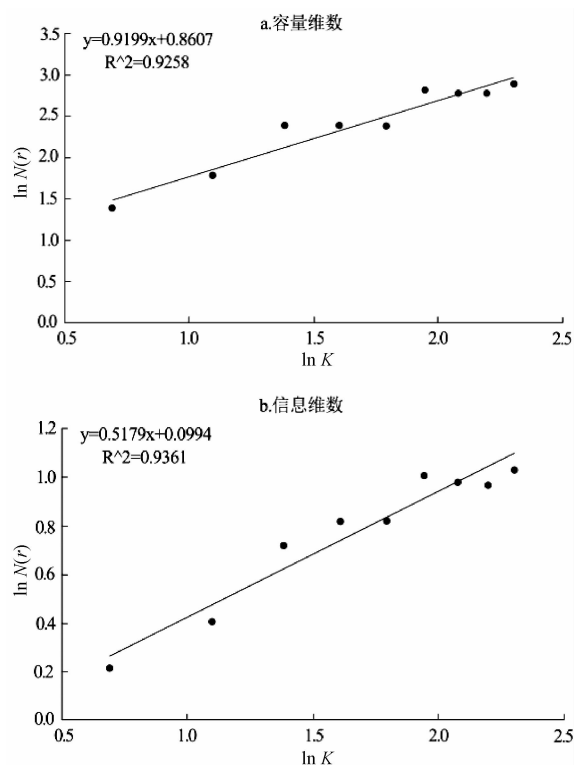


图 6 安康市旅游景区系统网络维数双对数图

Fig. 6 Log-log graph for grid dimension of tourist attraction system in Ankang

信,维数值为 0.9199,接近于 1,表明景区在自组织演化过程中有向某条带状区域集中的趋势。信息维数测定系数为 0.9361、结果可信,维数值为 0.5179,远小于容量维数值,既说明景区在不同尺度的网格分割中分布概率变化较大,在空间上分布不均匀,分形结构比较复杂,也反映出在景区系统演化过程中,分形体存在围绕特定中心展开局部集聚的现象。

结合安康市地形图和旅游景区分布的核密度图(图 1、图 7),可知汉江干流及其支流如月河、岚河等地理线,可能是景区系统的吸引子;其沿线区域内的高速公路、国省道(如 G7011、G316、S207),可能是景区系统演化的旅游流通道;安康中心城区、紫阳县城和凤凰山则是景区集聚的中心。此空间结构既是为地形地貌、河流、道路等地理要素所形塑,也明显受到了安康市“连通汉江水、提升中心城”等景区开发建设思路及其实践的影响。

综合容量维数和信息维数的测算结果发现,安康市旅游景区系统的空间演化,实质是以局部集聚中心为节点,通过系统内部的河流、道路等线状地理要素,展开旅游流流动而形成复杂分形特征的过程。

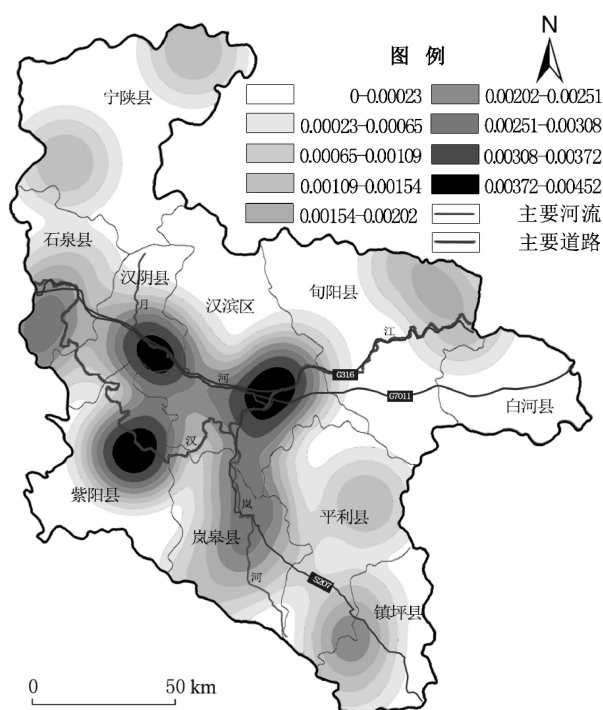


图7 安康市旅游景区分布的核密度图

Fig. 7 Kernel density of spatial distribution of tourist attractions in Ankang

3.3 关联维数

利用 ArcGIS10.2 中的点距离工具,测算安康市旅游景区间的欧氏距离,构建 25×25 的距离矩阵。

根据最大与最小距离差,设置码尺的起始值为 20,随着 r 的变化求得一系列 $C(r)$ 值。以 $(r, C(r))$ 生成双对数散点图(图 8),拟合后求取乌鸦维数值。通过百度地图测距工具,分别获取旅游景区间的实际交通距离和最短行车时间,同理求取乳牛维数值和改进了的乳牛维数值。

由图 8 可以看出,安康市旅游景区系统在一定的尺码分割区间内具有无标度性,乌鸦维数、乳牛维数和改进了的乳牛维数测定系数分别为 0.9543、0.9837 和 0.9781,三者的结果均可信;维数值分别为 1.0196、1.0655 和 1.1067,均小于 2、趋近于 1,既进一步表明安康市旅游景区的空间结构存在分形特征,也再次证明了景区的空间分布较为集中。

牛鸦维数比、改进了的牛鸦维数比分别为 1.0450、1.0854,均接近于 1,说明安康市旅游景区间的公路交通网络比较发育,景区系统的连通性总体较好;后者大于前者,则反映出安康受山地地形影响而形成的弯道多、上下坡多的道路特点,对景区间的通达性和关联性存在影响,但并不显著。

同时,由图 4 可知,景区间的直接连线数 E 为 44,景区数 V 为 25,求得 α 指数值为 0.38,说明安康市旅游交通网络的回路性较差,景区间的连接路径较为单一,尚未形成灵活多样的旅游线路。这显然是受制于安康地处秦巴山区,地形、地质条件复杂,

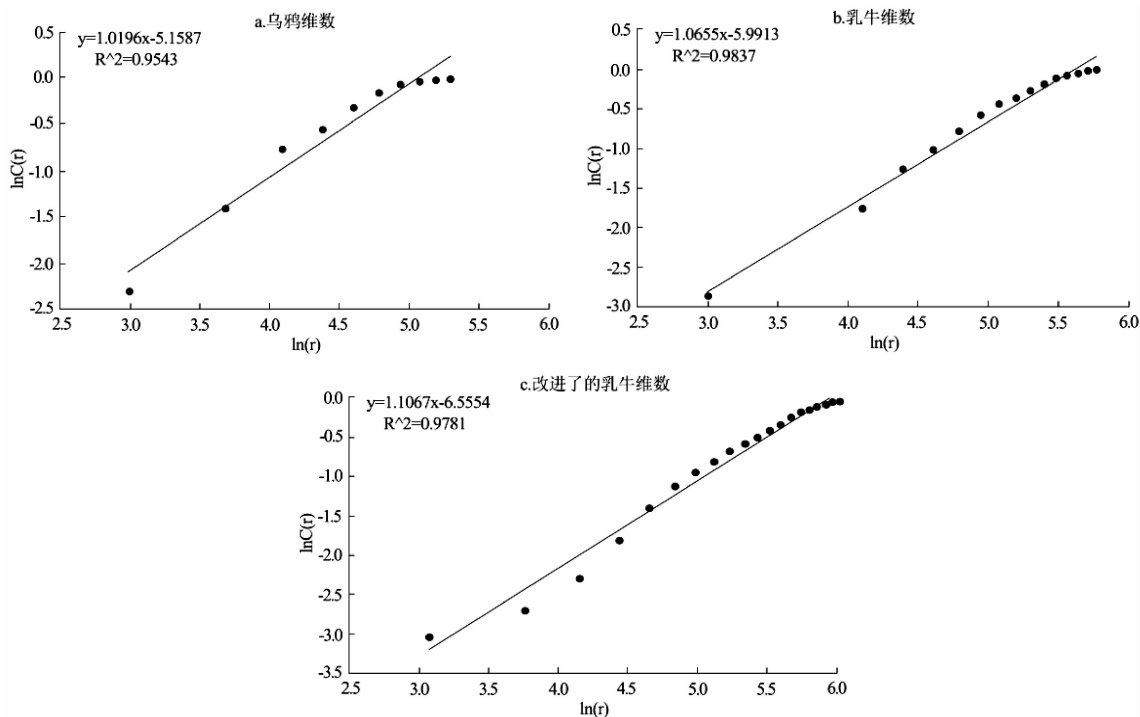


图8 安康市旅游景区系统关联维数双对数图

Fig. 8 Log-log graph for correlation dimension of tourist attraction system in Ankang

道路选线局限性大且难以连线成网的现实。

4 结论与讨论

4.1 结论

论文以位于秦巴山区腹地的安康市为例,综合运用分形维数和拓扑图论、社会网络分析、GIS 空间分析方法,全面深入地刻画其景区系统的分形结构及其空间特性。主要结论如下:

(1)分形方法亦适用于山地城市旅游景区空间结构的研究,山地城市的景区系统也具有分形特征。

(2)统筹考虑地理中心性和网络中心性选定的中心景区——安康高新生态休闲旅游区的吸引作用强,但吸附半径有限,景区空间结构因而表现出多分形特征,子系统的聚集分形特征与市域“三山夹两川”的地貌格局有关。

(3)安康市旅游景区系统分形结构较复杂,其自组织演化是以中心城区等局部集聚中心为节点,沿汉江干支流及主要交通干道等线状地理要素,展开旅游流流动的过程。

(4)在山区地形地质条件及其所形塑的道路特点影响下,安康市景区间的通达性和关联性总体较好,但旅游交通网络的回路性较差。

(5)综合三种维数的测算结果可知,安康市旅游景区分布的空间集聚和轴线依托特征突出、多中心结构形态初显,景区系统演化的有序性较强且有自组织优化趋势,总体上有利于景区合理布局的形成。但囿于山地地形限制,全市范围旅游大环线构建难度大。

4.2 讨论

(1)由上述结论可知,在互联互通的综合交通网络还未形成的当下,安康市旅游景区的开发仍应遵循点轴模式,重点突破、以点带线,构建横“A”字形的布局。为此建议:一方面,依托已初步形成的安康中心城区、紫阳县城和凤凰山3大景区集聚中心,提升其旅游集散服务功能,打造分别以亲水休闲、道文化体验和康养度假为主题,各具特色的3大旅游目的地。重点通过一江两岸提升、湖城一体开发,进一步强化中心城区在全域旅游发展中的核心和引领地位。另一方面,依托自然廊道和交通通道,串联各旅游目的地、精品旅游景区和特色景观旅游村镇,构建旅游发展轴。重点培育石泉—汉阴—汉滨—旬阳发展主轴(依托G316、月河川道和汉江等),石泉—

紫阳—岚皋—平利—镇坪发展主轴(依托汉江、岚河、S207和在建的G541等),以及紫阳—汉滨发展辅轴(依托汉江、瀛湖和S310等)。

(2)本文对分形维数特殊地理意义的挖掘,以及分形方法与GIS、拓扑图论方法的组合使用,都可作为相关研究提供参考;但关于测算方法的具体优化如中心景区的选定、景区间距离变量的选取,对于其他山地城市乃至市域尺度景区空间结构的分形研究是否具有应用价值和普适性,还有待更多的案例验证。此外,由于文中改进了的牛鸦维数比反映的还是景区交通上的联系,要更贴合实际、更深入地衡量景区之间的联系,还需进一步基于刻画旅游流的指标(如游客互送数),测算景区系统的关联维数。

(3)对安康的案例研究表明,山地地形对旅游景区空间结构多方面的特性都有明显影响。进一步将本文的测算结果与南京、武汉等平原地区城市同类研究的结果做比较,发现:较之南京,安康景区空间分形结构的复杂性更突出(后者信息维数与容量维数差值为0.4020,前者相应数值仅为0.1206);较之武汉,安康景区间的交通通达性和关联性不佳(后者牛鸦维数比为1.0450,前者为1.0396)。但以上个案对比所得的结论,是只具有有限价值,还是可扩展到山地城市与平原城市的类型比较层面,需在后续研究中通过大量的案例分析来验证。

参考文献(References)

- [1] 刘丽梅,吕君. 内蒙古A级旅游景区空间结构研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(11): 203-208 [LIU Limei, LYU Jun. Research on spatial form evolution of inbound tourism destination in Inner Mongolia [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2016, 30(11): 203-208]
- [2] 潘竞虎,李俊峰. 中国A级旅游景区空间结构的计量地理分析[J]. 经济地理, 2013, 33(9): 154-160 [PAN Jinghu, LI Junfeng. Analysis on spatial structure of A-grade scenic spots in China based on quantitative geography model [J]. Economic Geography, 2013, 33(9): 154-160]
- [3] BEVILACQUA E, CASTI E. The structure and impact of international tourism in the Veneto Region, Italy [J]. GeoJournal, 1989, 19(3): 285-288
- [4] ZAHRA A, RYAN C. From chaos to cohesion-complexity in tourism structures: an analysis of New Zealand's regional tourism organizations [J]. Tourism Management, 2007, 28(3): 854-862
- [5] 潘竞虎,从忆波. 中国4A级及以上旅游景点(区)空间可达性测度[J]. 地理科学, 2012, 32(11): 1321-1327 [PAN Jinghu, CONG Yibo. Spatial accessibility of scenic spot at 4A level and above in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(11):

- 1321-1327]
- [6] 杨国良,游勇,李海燕. 旅游景区(点)系统空间分布的分形发育及演化特征——以四川省为例[J]. 自然资源学报, 2007, **22**(6): 963-973 [YANG Guoliang, YOU Yong, LI Haiyan. The fractal development of spatial distribution of tourism scenic spot system—a case study of Sichuan province [J]. Journal of Natural Resources, 2007, **22**(6): 963-973]
- [7] 章锦河,赵勇. 皖南旅游资源空间结构分析[J]. 地理与地理信息科学, 2004, **20**(1): 99-103 [ZHANG Jinhe, ZHAO Yong. Analysis on the spatial structure of tourism resources in the South of Anhui Province [J]. Geography and Geo-Information Science, 2004, **20**(1): 99-103]
- [8] 马林,马耀峰,林志慧,等. 环渤海—长三角百强景区空间结构比较研究[J]. 资源科学, 2013, **35**(2): 296-303 [MA Lin, MA Yaofeng, LIN Zhihui, et al. A comparative study of the spatial structure of 100 tourism attractions [J]. Resources Science, 2013, **35**(2): 296-303]
- [9] 刘大均,谢双玉,陈君子,等. 武汉城市圈旅游景区空间结构分形研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013, **22**(10): 1276-1281 [LIU Dajun, XIE Shuangyu, CHEN Junzi, et al. A fractal theory study on tourist scenic spatial structure in Wuhan metropolitan area [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2013, **22**(10): 1276-1281]
- [10] 戴学军,林岚,许志晖,等. 基于分形方法的旅游景区(点)系统等级结构研究——以南京市旅游景区(点)系统为例[J]. 地理科学, 2006, **26**(2): 244-250 [DAI Xuejun, LIN Lan, XU Zhihui, et al. Fractal study on hierarchical structure of tourist scenic spot system—a case study of Nanjing [J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, **26**(2): 244-250]
- [11] 崔大树,孙杨. 基于分形维数的湖州旅游景区系统空间结构优化研究[J]. 地理科学, 2011, **31**(3): 337-343 [CUI Dashu, SUN Yang. A fractal-dimension-based study on optimization of spatial structure of Huzhou tourism scenic system [J]. Scientia Geographica Sinica, 2011, **31**(3): 337-343]
- [12] 刘大均,谢双玉,陈君子,等. 基于分形理论的区域旅游景区系统空间结构演化模式研究——以武汉市为例[J]. 经济地理, 2013, **33**(4): 155-160 [LIU Dajun, XIE Shuangyu, CHEN Junzi, et al. Evolution models for the spatial structure of regional tourist scenic spots system based on fractal theory: a case study of Wuhan [J]. Economic Geography, 2013, **33**(4): 155-160]
- [13] 程海峰,胡文海. 池州市A级旅游景区空间结构[J]. 地理科学, 2014, **34**(10): 1275-1280 [CHENG Haifeng, HU Wenhai. Spatial structure of class A tourist attraction in Chizhou [J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, **34**(10): 1275-1280]
- [14] 靳诚,徐菁,黄震方,等. 南京城市内部景点间游客流动特征分析[J]. 地理学报, 2014, **69**(12): 1858-1870 [JIN Cheng, XU Jing, HUANG Zhenfang, et al. Analzing the characteristics of tourist flows between the scenic spots in inner city based on tourism strategies: a case study in Nanjing [J]. Acta Geographica Sinica, 2014, **69**(12): 1858-1870]
- [15] 陈彦光. 简单、复杂与地理分布模型的选择[J]. 地理科学进展, 2015, **34**(3): 321-329 [CHEN Yanguang. Simplicity, complexity, and mathematical modeling of geographical distributions [J]. Progress in Geography, 2015, **34**(3): 321-329]
- [16] 陈彦光. 城市形态的分维估算与分形判定[J]. 地理科学进展, 2017, **36**(5): 529-539 [CHEN Yanguang. Approaches to estimating fractal dimension and identifying fractals of urban form [J]. Progress in Geography, 2017, **36**(5): 529-539]
- [17] 朱晓华,乌恩. 旅游系统网络空间分形研究的科学展望[J]. 地理科学进展, 2007, **26**(1): 133-142 [ZHU Xiaohua, WU En. Scientific prospect of fractal theory applied to the network space of tourism system [J]. Progress in Geography, 2007, **26**(1): 133-142]
- [18] 许志晖,戴学军,庄大昌,等. 南京市旅游景区景点系统空间结构分形研究[J]. 地理研究, 2007, **26**(1): 132-140 [XU Zhihui, DAI Xuejun, ZHUANG Dachang, et al. A fractal study on spatial structure of tourist scenic spots systems: a case study of Nanjing [J]. Geographical Research, 2007, **26**(1): 132-140]
- [19] 李功,刘天明,宋涛,等. 基于聚集分形维数的旅游吸引物空间结构特征研究——以北京市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2016, **30**(5): 197-202 [LI Le, LIU Jiaming, SONG Tao, et al. The spatial structure of tourism attractions based on the theory of fractal aggregation—a case study of Beijing [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2016, **30**(5): 197-202]
- [20] 高元衡,王艳. 基于聚集分形的旅游景区空间结构演化研究——以桂林市为例[J]. 旅游学刊, 2009, **24**(2): 52-58 [GAO Yuanheng, WANG Yan. A study on the spatial structural evolution in scenic areas based on aggregation and fractal—a case study of Guilin [J]. Tourism Tribune, 2009, **24**(2): 52-58]
- [21] 刘继生,陈彦光. 城镇系统空间结构的分形维数及其测算方法[J]. 地理研究, 1999, **18**(2): 171-177 [LIU Jisheng, CHEN Yanguang. Fractal dimensions of spatial structure of an urban system and the methods of their determination [J]. Geographical Research, 1999, **18**(2): 171-177]
- [22] 高超,金凤君. 沿海地区经济技术开发区空间格局演化及产业特征[J]. 地理学报, 2015, **70**(2): 202-213 [GAO Chao, JIN Fengjun. Spatial pattern and industrial characteristics of economic technological development areas in eastern coastal China [J]. Acta Geographica Sinica, 2015, **70**(2): 202-213]

A Fractal Study on the Spatial Structure of Tourist Attractions in Mountainous Cities

——A Case Study of Ankang City

RUI Yang^{1,2}, MA Teng¹, WANG Xing¹, TANG Beipei¹, ZHAO Xinzheng^{1,2*}

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China;

2. Shaanxi Key Laboratory of Earth Surface System and Environmental Carrying Capacity, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: Aimed to the problems existing in the past studies, such as the lack of reasonable exploration of specific geographical implications for different dimensions, the shortage of improvement of fractal dimensioning methods, and the inadequacy of complementary integration of fractal methods with other methods, three basic fractal along with topological graph theory, social network analysis and GIS methods were applied to a case study of Ankang City to characterize the fractal features of the spatial structure of tourist attractions in mountainous cities. Results showed that: (1) The attraction of the central scenic spot served as both geographical center and network center was strong, but adsorption radius limited. The spatial structure of the centralized scenic spot exhibited a multi-fractal feature. The fractal characteristics of the subsystem are related to the landscape structure of the city. (2) The fractal structure of the Ankang scenic spot system was more complicated, and its self-organization evolution was a process which took the central city and other local agglomeration centers as nodes, and further it extended along linear elements, such as the trunk of Hanjiang River and its tributaries, main traffic roads. (3) Affected by terrain and geological conditions, and the related road shape, the accessibility and relevance of the scenic spots in Ankang City were generally good, but the circuit of the tourism transport network was poor; (4) The distribution characteristics of spatial concentration and axis arrangement of Ankang City's scenic spots was prominent, and the multi-center structure shape was emerging. The systematic evolution of scenic spots was organized in good order with self-organization optimization trend, which was generally favorable to the formation of a reasonable scenic layout. The study can provide a reference for the research of tourism spatial structure and the fractal study of mountainous cities.

Key words: fractal method; tourist attractions; spatial structure; mountainous city; Ankang