

旅游景观生态系统格局研究方法探讨

——以云南省丽江纳西族自治县为例

蒋依依^{1,2,3}, 王仰麟³, 成升魁²

(1 中国旅游研究院, 北京 100005; 2 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3 北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

摘要: 在旅游景观生态系统格局理论研究基础上, 为反映功能异质性特征, 从要素作用空间分异的角度, 较为系统地建立了格局研究的方法体系。文章选择云南省丽江市进行了案例研究。结果表明: (1) 方法的提出丰富了现有景观格局研究工作, 结构与过程研究的结合, 更符合旅游景观生态系统中以旅游者为主导的要素相互作用空间过程; (2) 方法具有较高的应用价值, 例如斑块范围研究能更好地反映旅游者的实际活动范围, 为旅游目的地的旅游者管理与自然环境保护提供了更符合实际应用的空间依据。

关键词: 旅游景观生态系统; 景观格局; 方法体系

文章编号: 1000-0585(2009)04-01069-09

1 引言

格局被视作景观生态系统的空间异质性在水平面上的投影^[1]。从“功能异质性”的角度出发, 格局是生态系统间相互关联的空间复杂性和/或变异性^[2~6]。旅游景观生态系统是指旅游者、当地居民与其周围的自然环境, 遵循相应的生态、经济与社会规律, 相互作用相互影响所形成的, 具有旅游功能的地域综合体^[7]。其中, 旅游者是旅游景观生态系统的核心要素, 其旅游活动是在当地居民的引导下在自然环境空间内的运动过程, 能体现系统内部各要素的空间相互作用机制。因此, 可以将旅游景观生态系统的格局理解为旅游活动在旅游景观生态系统地域范围内的空间分异与组织形式^[7]。目前的格局研究多从“结构异质性”着手, 利用景观指数等方法量化景观生态系统各组分的空间特征^[8~10], 但“功能异质性”不同于“结构异质性”, 往往难以通过外部观察得以认识, 因此直接援引传统方法进行研究就表现出一定的局限性, 难以反映要素相互作用的空间分异与动态过程, 有必要加以重新审视与调整, 使之在旅游景观生态系统的格局研究中能够充分反映要素之间相互作用的空间差异。

本文综合景观生态学、旅游地理学等研究方法, 根据旅游景观生态系统特征, 力图反映系统内部要素相互作用关系及其空间分异, 并通过云南省丽江纳西族自治县的案例研究, 验证方法的合理性, 最终达到丰富景观生态学研究方法的目的。

收稿日期: 2008-09-15; 修订日期: 2009-02-07

基金项目: 国家自然科学基金(40635028); 中国博士后科学基金资助项目(20060400493)

作者简介: 蒋依依(1978-), 女, 贵州贵阳人, 博士。研究方向为景观生态与旅游地理。

E-mail: yiyijiangpku@126.com

2 格局研究方法

结合旅游活动的空间分布特征,以及景观生态学中对景观格局空间单元的划分,旅游景观生态系统格局的空间单元可划分为斑块、廊道和基质^[7]。斑块指旅游景观生态系统内部旅游者集中分布的非线性空间单元,由节点与域面组成。其中,节点是景观尺度上旅游者空间聚集的结果,也是景点(区)尺度上旅游者空间扩散的源点;域面是旅游者以某个节点为核心的旅游活动空间。廊道为连接各节点的交通线路,包括航道、铁路、高速公路和公路等。基质指斑块和廊道所在的背景生态系统,是旅游景观生态系统内部除去斑块与廊道之外的所有地域空间。

2.1 斑块的研究方法

2.1.1 斑块的范围确定 确定斑块的范围,即确定以节点为核心的旅游活动集中区域。为简化纷繁复杂的旅游活动,使计算过程和结果合理化和清晰化,需在计算之前做一定范围内的前提假设。这些前提条件包括:人类活动可简化为旅游活动与一般人类活动;旅游活动与一般人类活动的影响是加和性的。在上述研究前提下,斑块范围的研究步骤可划分为:①节点周边人类活动的空间范围确定;②旅游活动与一般人类活动范围的区分。首先,利用总体变异系数方法确定节点周边人类活动的空间范围。总体变异系数的计算公式参见相关参考文献^[11],研究思路是:土地利用/土地覆被结构变化的空间差异性可反映局部范围内的人类活动^[12]。这是因为自然条件对于土地利用/土地覆被的影响是大尺度的,在局部范围内差异较小;而人类活动的影响通常发生在一个较小的尺度范围内,在局部范围内差异较大^[11]。如节点周边仅有旅游活动存在,采用该方法即可确定斑块范围。其次,如节点周边存在一般的人类活动,则在上述分析基础上,利用比较分析法,分离出旅游活动范围,从而确定斑块范围。比较分析法的思路可以利用下列数学公式表示:

$$\text{所有人类活动范围} = f_1(a_1) + f_2(a_2) + i_0 \quad (1)$$

$$\text{一般人类活动范围} = f'_2(a_2) + i'_0 \quad (2)$$

式中, a_1 代表旅游活动, a_2 代表一般人类活动; f_1 代表在旅游活动影响下土地利用/土地覆被结构的变化; f_2 和 f'_2 代表一般人类活动所导致的土地利用/土地覆被结构变化; i_0 、 i'_0 分别代表二式中未知因素的干扰作用。基于上述前提条件,可认为自然与社会经济背景相似的节点, $i_0 = i'_0$, $f_2 = f'_2$ 。因此,根据公式(1)、(2),通过比较分析,即可分离旅游活动的影响范围。

2.1.2 斑块的边界确定 在旅游景观生态系统中,斑块的形状主要取决于阻力控制下旅游者的空间扩散能力。阻力分布的空间异质性导致不规则的旅游者空间扩散形状。这是由于:①旅游者在旅游景观生态系统内的旅游活动是以节点为发生源的面状随机扩散过程,在该水平运动过程中,旅游者的运动需要克服阻力来完成。阻力表征旅游者借助某种交通工具或通行方式,通过空间某一点(像元)的相对难易程度^[13~15]。②阻力值是对各种影响因素的综合评价^[16~18]。阻力高,则制约旅游者的扩散;反之亦然。阻力既可以是实在的数值,如旅游费用、时间等;也可以是抽象的数值,如美感程度、安全性等。③阻力的强弱和空间分布可以通过潜在表面或趋势表面形象地表达出来^[13,14,19]。如阻力在空间均匀分布,会导致旅游者的空间扩散呈同心圆状。但空间阻力的无差异分布只是一种理想的假设。在现实空间中,阻力的空间分布往往是异相的。

阻力大小取决于节点性质以及节点周边环境。①节点本身的性质左右了旅游者对周边

不同土地利用/土地覆被类型的偏好程度。根据节点的旅游资源特征及土地利用/土地覆被类型^[20]，可将节点划分为自然、管理和人工三种类型。研究假定旅游者在以节点为源向外扩散过程中，会倾向于选择与节点性质相同或相近的土地利用/土地覆被类型。②节点周边环境是影响旅游者空间活动的要素主要为土地利用/土地覆被的空间结构以及节点周边的地形。其中，土地利用/土地覆被的空间结构是物体或现象在景观内部运动的决定性因素^[21, 22]，地形要素在小尺度范围内对旅游者扩散能力的影响显著。综上，影响阻力的因素包括节点性质、周边土地利用/土地覆被的类型与结构，以及海拔、坡度等地形要素。

基于现有研究基础^[23, 24]，建立旅游阻力模型，以度量阻力控制下旅游者以节点为发生源的水平扩散过程。在旅游阻力模型中，首先对一些前提条件进行简化：①所有旅游者的空间运动能力是一致的，不受性别、年龄、职业、客源地等因素的差异影响；②所有旅游者从节点向四周每一个方向扩散的概率是一致的；③所有旅游者在扩散过程中必然会克服阻力作用；④在空间阻力是均相分布的前提下，则平面上两点之间直线距离最短，物体运动所遇到的阻力最小。其次，利用栅格模型来表示旅游景观生态系统，栅格中任一个单元与最近源之间的最短距离与其间所经历单元阻力值的乘积为旅游最小累计阻力值 (Tourist Minimum Cumulative Resistance, TMCR)，所有单元的最小累计阻力值就构成了旅游者在旅游景观生态系统中运动的趋势面，即阻力面，它类似于地形表面，由峰、谷、鞍、脊等构成，反映了旅游者的空间运动趋势。旅游阻力模型的计算公式如下：

$$TMCR = f \min \sum (D_{ij} \times R_i) \tag{3}$$

式中， $TMCR$ 为旅游者由节点 j 扩散到空间某单元的最小累计阻力；函数 f 反映 $TMCR$ 与变量 $D_{ij} \times R_i$ 之间的正相关关系； D_{ij} 为节点 j 到空间某单元的距离； R_i 为旅游者穿越旅游阻力面 i 的阻力； i 为该旅游景观生态系统中阻力面的类型数量； j 为节点的数量。

2.1.3 斑块的空间格局 斑块的空间格局包括形态与组合两方面特征。其中形态特征包含类型、规模与形状等内容，是微观层面的组分特征分析；空间组合特征着重于讨论斑块的空间分布、空间组合关系等，是宏观层面的空间异质性分析。在景观生态学中，可通过文字描述、图表描述以及运用景观指数等方式对格局进行描述，其中以景观指数的描述方式最为客观与直观，从而逐渐成为描述斑块格局的重要工具^[25, 26]。

2.2 廊道研究方法

廊道作为旅游者往返于节点之间的主要通道，其等级、数量、长度和空间结构等要素所决定的连接度是影响旅游者空间分布合理与否的重要因素。廊道的连接度包括结构连接度 (Structural Connectivity) 和功能连接度 (Functional Connectivity) 两方面内容。前者指景观在空间上表现出来的连续性；后者指以所研究的生态学对象或过程的特征来确定的连续性^[23]。廊道的结构连接度指标包括廊道的数量、长度、宽度、曲度和密度等。功能连接度以通过道路所组成的抽象网络的拓扑结构、连通性和复杂性为表征，具体包括影响廊道整体输运能力的连接度 (Connectivity)、网络闭合度 (Network Circuitry)、线点率、成本比 (Cost Ratio) 等指标^[27]。

连接度是用来描述旅游景观中所有节点被连接的程度，即旅游景观中连接廊道数与最大可能连接廊道数之比，可用 γ 指数来测度：

$$\gamma = \frac{N}{3(V - 2)} \tag{4}$$

式中, N 为廊道数, V 为节点数。 γ 指数的变化范围为 0-1: $\gamma=0$ 时, 表示没有节点相连; $\gamma=1$ 时表示每个节点都彼此相连。

网络闭合度是用来描述旅游景观廊道回路出现的程度, 即网络中实际回路数与网络中存在的最大可能回路数之比, 可用 α 指数来测度: $\alpha = (N - V + 1) / (2V - 5)$ (5)

式中, N 为廊道数, V 为节点数。 α 值的变化范围在 0-1 之间: 当 $\alpha=0$ 时, 表示网络无回路; 当 $\alpha=1$ 时, 表示网络具有最大可能的回路数。

线点率指旅游景观中每个节点的平均连线数, 可用 β 指数来测度: $\beta = N / V$ (6)

式中, N 为廊道数, V 为节点数。当 $\beta < 1$ 时, 表示形成树状格局; 当 $\beta=1$ 时, 表示形成单一回路; 当 $\beta > 1$ 时, 表示有更复杂的连接度水平。

成本比考虑廊道的长度, 主要反映了旅游景观中廊道的有效性, 计算公式如下:

$$C = 1 - (N / L) \quad (7)$$

式中, C 为成本比, N 为廊道数, L 为廊道长度。

3 案例研究

3.1 研究区概况

丽江纳西族自治县(简称丽江市)地处云南省西北部, 位于东经 $99^{\circ}23' \sim 100^{\circ}32'$, 北纬 $26^{\circ}34' \sim 27^{\circ}46'$ 之间, 东西长 112km, 南北宽 151km, 土地总面积 7648km^2 。全县均属滇西北金沙江高山峡谷的地貌类型, 地势西北高而东南低, 金沙江及其支系深切于崇山峻岭之间, 地貌类型复杂。属低纬高原季风气候, 全年太阳辐射较强, 年内温度变化不明显, 四季不分明, 部分区域具有典型的立体气候特征。丽江市于 80 年代中期开始发展旅游业, 在旅游业被作为区域主导产业加以扶持的政策支持下, 加之独特的人文、自然旅游景观, 旅游业发展迅速, 2001 年县旅游收入与旅游者规模迅速增长到 18 亿元与 290 万人次。

3.2 研究数据来源与处理

土地利用/土地覆被的数据基础为 2001 年丽江市 ETM 影像(轨道号 131-41、131-42 及 132-41, 分辨率 30m), 参照丽江市 2000 年土地利用图(1:100000), 以及实地调查和社会经济相关资料, 应用 ERDAS 8.4 对遥感图像进行解译处理, 土地利用/土地覆被划分为 7 种类型: 冰雪区、耕地、草地、水域、林地、建筑用地与未利用地。采用景观指数计算软件 FRAGSTAT3.3, 计算相关景观格局指数。地形数据采用丽江市 1:250000 数字地形图(1993 年), 基于 Arcgis 9.0 平台获取坡度、坡向、高程等指标。旅游节点数据来源于丽江市旅游景点分布图, 并根据其资源特质, 分为人文和自然两类。人文节点以丽江古城为代表, 自然节点以玉龙雪山为代表。

3.3 结果与讨论

3.3.1 斑块的范围确定 应用 Arcgis 9.0 中的缓冲区分析方法, 以节点为中心, 以 1000m 为间距, 生成若干个连续缓冲区, 并将缓冲区与土地利用/土地覆被分类图叠加, 利用总体变异系数方法衡量相邻缓冲区间土地利用/土地覆被类型的差异水平, 以判断以节点为发生源的人类活动对于土地利用/土地覆被格局的影响范围。根据节点资源类型、空间分布、开发情况、周边土地利用/土地覆被状况等因素, 将丽江市的节点分为 4 类, 并选取各类代表性节点计算其总体变异系数(见图 1)。以云杉坪为代表的玉龙雪山旅游区内部自然节点的人类活动影响范围在 3500m 范围内; 丽江古城及其周边节点的人类活

动影响范围约为 8000m；九十九龙潭及其相似自然节点人类活动影响范围在 2500m 之内；拉美荣阁及其相似人文节点人类活动影响范围约为 2500m。

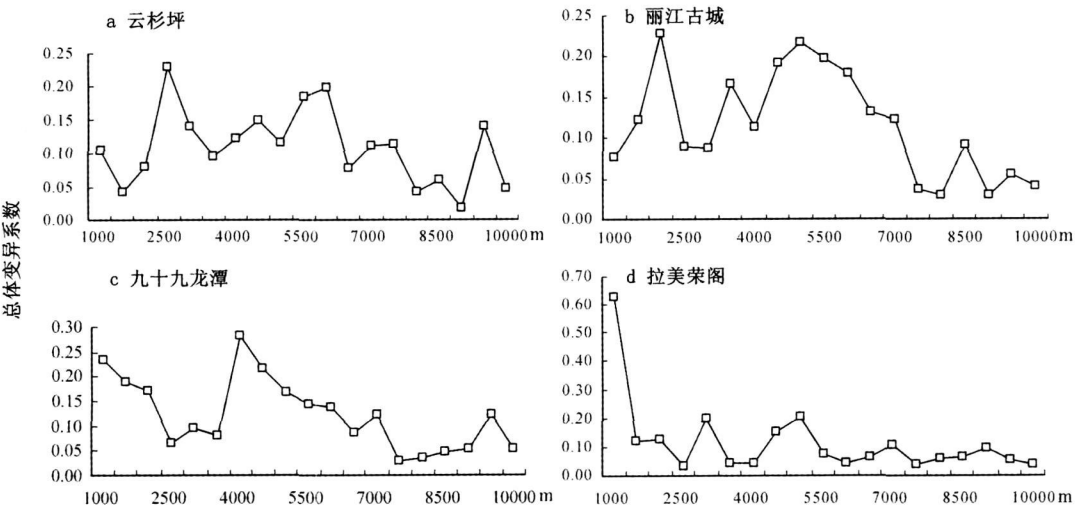


图 1 丽江市代表性节点总体变异系数

Fig. 1 Landscape variation analysis for typical tourism spots in Lijiang County

研究进一步根据旅游节点与周边主要居民点的空间距离来判断节点类型，是受旅游活动控制的节点，抑或是同时受旅游活动和其他人类活动共同控制的节点。通过比较发现：①所有自然节点以及少数人文节点与主要居民点的距离均超过 10000m，即超过节点周边人类活动范围，属于主要受旅游活动控制的节点；②丽江古城及其周边的大部分节点自古以来即是人类活动中心，属于同时受旅游活动和其他人类活动影响的节点。对第二类节点，选取丽江古城与云南省永胜县永北镇进行比较，以提取丽江市该类节点旅游活动的影响范围。根据研究结果推断出丽江古城及其周边节点的旅游活动范围为 4500m。

从上述分析结果中可以看出，丽江古城及其周边的斑块范围最大（4500m），玉龙雪山旅游区内部的斑块范围居次（3500m），其余的自然与人文斑块范围最低（2500m）。由此可见，斑块范围与旅游者规模及其所处地形的复杂程度存在一定的相关关系。丽江古城及周边节点的旅游者最为集中，且地处丽江市地形最为平坦的丽江坝子，交通便利，因此旅游者以节点为源向四周扩散的能力最强。玉龙雪山虽然地形陡峭，但各类交通索道的综合使用，如索道、骑马等，已使游客可以到达原来难以企及的节点，由于严格的环境保护措施，旅游者通常只能沿木制栈道观光，其活动范围受到一定程度的限制。其他自然与人文节点由于开发条件的限制，旅游者规模较小，复杂的地形加上并不便利的交通设施，影响了旅游者空间扩散的能力。

3.3.2 斑块的边界确定 如上所述，斑块形状受周边土地利用/土地覆被类型、高程与坡度等因素影响。首先，研究分别利用丽江市 1996~ 2001 年城建用地与林地向其他类型土地利用/土地覆被转换的比例，判断人文节点与自然节点周边土地利用/土地覆被类型的阻力值（见表 1）。其次，通过统计城建用地与林地的空间分异特征，分析高程与坡度对于偏好人文与偏好自然的旅游活动的阻碍能力，结合索道等交通工具的建设情况对阻力值进行修正（见表 1）。第三，根据土地利用/土地覆被阻力层、高程阻力层和坡度阻力层重要性的不同，赋予相应权重，将各阻力层叠加为总阻力层。由于相关文献较少，阻力层权重

值的确定以专家给出的经验数值为依据，分别为土地利用/土地覆被阻力层（70%）、高程阻力层（15%）和坡度阻力层（15%）。

表 1 1996~ 2001 年丽江县土地利用/土地覆被类型转移矩阵及相关阻力值（单位：%）
Tab 1 Land use and land cover transition matrix of Lijiang County, 1996~ 2001

土地利用/ 土地覆被	偏好人文		坡度级数 (°)	偏好人文		高程级数 (m)	偏好人文	
	偏好自然	偏好自然		偏好自然	偏好自然		偏好自然	偏好自然
冰雪区	10	10	0~ 10	1	2	1300~ 1800	5	8
林地	9	1	10~ 20	3	1	1800~ 2300	3	4
灌丛草地	7	3	20~ 30	5	2	2300~ 2800	1	2
耕地	6	4	30~ 40	7	3	2800~ 3300	7	1
水域	10	10	40~ 50	8	5	3300~ 3800	8	2
城建用地	1	8	50~ 60	9	9	3800~ 4300	9	5
未利用地	9	9	60 以上	10	10	4300~ 4800	10	7
						4800 以上	10	10

3 3 3 斑块格局分析 利用总体变异系数和比较分析法判断斑块范围，基于 ARCGIS 软件的 Cost Distance 模块，结合旅游阻力模型，提取斑块范围内最高累计阻力线，即可获得丽江县旅游景观生态系统的斑块。根据节点性质可将斑块分为人文斑块和自然斑块。

表 2 丽江县斑块格局分析
Tab 2 Tourism landscape pattern analysis of Lijiang County

斑块类型	斑块数	斑块面积 (km ²)	平均斑块 面积 (m ²)					
人文斑块	8	302.20	37.78					
自然斑块	15	416.69	27.78					
高程范围 (m)	1300~ 1800	1800~ 2300	2300~ 2800	2800~ 3300	3300~ 3800	3800~ 4300	4300~ 4800	
人文斑块 (%)	3.25	7.95	78.26	8.15	1.47	0.86	0.05	
自然斑块 (%)	0.15	3.16	16.56	50.98	22.45	6.65	0.04	
坡度范围 (°)	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	40~ 50	50~ 60	60 以上	
人文斑块 (%)	65.87	17.67	8.42	5.11	2.17	0.71	0.05	
自然斑块 (%)	24.96	37.14	25.31	10.29	2.16	0.13	0.01	

作为旅游者最为集中的区域，斑块的规模与形状是研究旅游景观生态系统中人文与自然要素相互作用的重要指标。斑块规模表明旅游者在旅游景观生态系统中的空间活动范围，而斑块形状在一定程度上体现了相关人类活动对于自然环境的改造程度^[24, 25]。①斑块规模。如表 2 所示，丽江县斑块总面积为 718.89km²，约占县域总面积的 9.4%，其中自然斑块总面积较人文斑块高，这说明丽江县内近 10% 的范围是旅游活动的主要空间，旅游者在自然景区内的活动范围相对较大。研究结果还表明人文斑块的平均斑块面积比自然斑块大，这是由于丽江古城诸多周边节点的距离较近，旅游活动范围相互邻接或覆盖，使得较小的斑块相互连接，组合形成了较大的斑块。②斑块形状。如图 2 所示，丽江县的斑块形状较为复杂，表明与旅游业相关的人类活动对于自然环境的改造并不明显。其中，人文斑块形状较自然斑块规则，这是因为人文斑块本身即是人类活动作用的结果，其斑块形状较为规则成为必然。

斑块的空间分布分析从总体、高程与坡度分布三个层面展开。①总体分布。从图 2 中

可以看出，斑块主要集中分布在丽江古城及玉龙雪山旅游区周边。其中，人文斑块集中分布在丽江古城旅游区，在其他旅游区仅有零星分布，整体团聚程度较高；自然斑块主要分布在玉龙雪山旅游区和老君山旅游区，在玉龙雪山分布较为集中，而在老君山旅游区的分布比较均匀。②坡度分布。人文斑块明显地集中于地势平缓区域，坡度 0~ 30° 之间分布了 90% 以上的人文斑块。受植被空间分布的影响，自然斑块的坡度分布重心比人文斑块高，在各坡度上的分布较为均匀。③高程分布。斑块主要分布在海拔 1300~ 4800m 的区域。其中人文斑块主要分布在海拔 3300m 以下的区域，即人类活动密集的金沙江宽谷和山间盆地。自然斑块主要分布在 2300m 以上区域，以 2800~ 3300m 的山地最为集中。

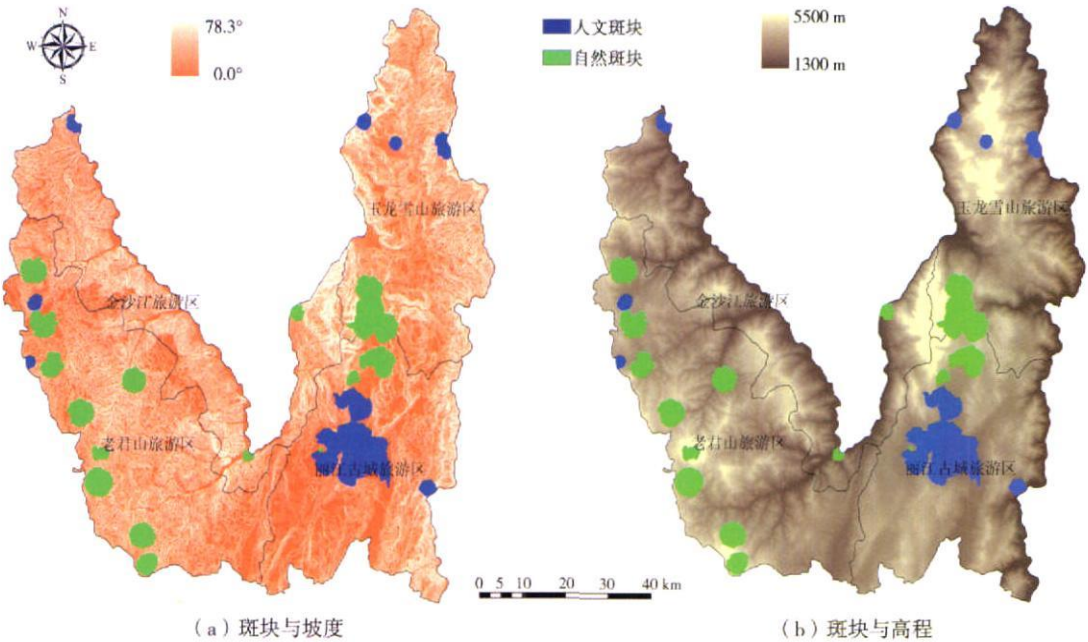


图 2 2001 年丽江市旅游景观斑块分布
Fig 2 Distribution of tourism landscape patches in Lijiang County, 2001

3.3.4 廊道 根据对丽江市主要道路的计算分析可知，其主要道路长度为 786.14km，平均道路密度为 10.28%。就道路长度与密度而言，丽江市的廊道结构与目前旅游业的发展是相适应的。但廊道等级整体偏低，除丽江古城—大理（大丽路）与丽江古城—玉龙雪山的道路等级稍高以外，其余道路大多为三级以下，部分道路还经常发生深陷与塌方。

根据计算结果，网络闭合度 α 指数接近于 0，线点率 β 指数小于 1，网络连接度 γ 指数为 0.28，这些指数说明丽江市旅游流网络的闭合程度较低，网络呈树状，同时节点彼此之间连接的程度并不高。究其原因，一方面由于丽江市地处偏远，加之地形复杂破碎，长期以来交通系统并不发达；另一方面由于节点的分布分散，除丽江古城和玉龙雪山旅游区节点分布密集之外，其余节点大多分布于交通不便的边缘地区。廊道的功能连接性尚待改善。

4 结论

(1) 景观格局新方法的探索。研究基于旅游景观生态系统格局的功能异质性特征，首次从要素作用空间分异的角度，详细探讨了旅游景观生态系统格局的研究方法。方法的

提出丰富了景观格局的研究工作,同时更符合旅游景观生态系统的要素相互作用特征。

(2) 斑块与实际景区的比较。斑块是旅游者的主要活动空间,实际景区是当地管理部门人为划定的结果。两者相比,斑块范围能更好地反映旅游者实际活动范围,从而满足旅游者管理与自然环境保护的实际需要。

(3) 方法及指标的探讨。方法与指标的正确是研究结果合理性的前提,但由于研究本身尚处在探索阶段,因此方法与指标的合理程度尚待进一步地分析与探讨,以便更为客观与直观地反映旅游景观生态系统的功能异质性。

(4) 案例研究结果。丽江县的案例研究是对旅游景观生态系统格局研究方法的检验。结果表明,斑块范围与形状的确定,廊道结构与功能连接性等,为旅游景观生态系统格局提供了较为完整的一套方法,在具体实践中可以进行推广。

参考文献:

- [1] Zonneveld I S. Land Ecology. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1995
- [2] 陈玉福,董鸣. 生态学系统的空间异质性. 生态学报, 2003, 23(2): 346~ 352
- [3] Pickett S T A, Cadenasso M L. Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological systems. Science, 1995, 269(21): 331~ 334
- [4] Li H, Reynolds J E. On definition and quantification of heterogeneity. *Oikos*, 1995, 73: 280~ 284
- [5] Kolasa J, Rollo C D. Introduction: the heterogeneity of heterogeneity: Aglossary. In: Kolasa J and Pickett S T A, eds. Ecological Heterogeneity. New York: Springer-Verlag, 1991. 1~ 23
- [6] Dutilleul P, Legendre P. Spatial heterogeneity against heteroscedasticity: An ecological paradigm versus a statistical concept. *Oikos*, 1993, 66: 152~ 171
- [7] 蒋依依,王仰麟,成升魁,等. 旅游景观生态系统理论. 生态学报, 2008, 28(4): 1786~ 1793
- [8] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1986
- [9] Turner M G. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: A comparison of three transition models. Landscape Ecology, 1987, 1: 29~ 36
- [10] Turner M G. Landscape changes in nine rural counties in Georgia. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1990, 56(3): 379~ 386
- [11] 孔宁宁,曾辉,李书娟. 四川省卧龙自然保护区景观人为影响的空间分布特征研究. 北京大学学报(自然科学版), 2002, 38(3): 393~ 399
- [12] 曾辉,孔宁宁,李书娟. 卧龙自然保护区人为活动对景观结构的影响. 生态学报, 2001, 21(12): 1994~ 2001
- [13] 俞孔坚. 景观生态战略点识别方法与理论地理学的表面模型. 地理学报, 1998, 53(增刊): 11~ 20
- [14] 俞孔坚,段铁武,李迪华,等. 景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方法与案例. 城市规划, 1999, 23(8): 8~ 13
- [15] 周廷刚,郭达志. 基于 GIS 的城市绿地景观引力场研究. 生态学报, 2004, 24(6): 1157~ 1163
- [16] Halpin N P, Bunn A G. In: Proceeding of the 20th Annual ESRI User Conference on Using GIS to Compute a Least-Cost Distance Matrix: A Comparison of Terrestrial and Marine Ecological Applications. San Diego, CA, 2000. 1~ 19
- [17] Michel E, Cottenie K, Neys L, *et al*. Geographical and genetic distances among zooplankton populations in a set of interconnected ponds: A plea for using GIS modeling of the effective geographical distance. Modeling Ecology, 2001, 10: 1929~ 1938
- [18] 俞孔坚,李伟,李迪华,等. 快速城市化地区遗产廊道适宜性分析方法探讨——以台州市为例. 地理研究, 2005, 24(1): 69~ 76
- [19] Adriaensen F, Chardon J P, De Blust G, *et al*. The application of 'least-cost' modeling as a functional landscape model. Landscape and Urban Planning, 2003, 64: 233~ 247
- [20] 傅伯杰,陈立顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001

- [21] Ricketts T H. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 2001, 158(1): 87~ 99
- [22] Schadt S, Knauer F, Kaczensky P, *et al*. Rule-based assessment of suitable habitat and patch connectivity for Eurasian Lynx in Germany. *Ecology Application*, 2002, 12: 1469~ 1483
- [23] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局. *生态学报*, 1999, 19(1): 8~ 15
- [24] 张序强, 李华, 董雪旺. 旅游地阻力面理论初探——五大连池风景名胜区为例. *地理科学*, 2003, 23(2): 240 ~ 244
- [25] Lin Y P, Teng T P, Chang T K. Multivariate analysis of soil heavy metal pollution and landscape pattern in Changhua county in Taiwan. *Landscape and Urban Planning* 2002, 62: 19~ 35
- [26] Blaschke T. The role of the spatial dimension within the framework of sustainable landscapes and natural capital. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 75: 198~ 226.
- [27] 王海珍, 张利权. 基于GIS、景观格局和网络分析法的厦门本岛生态网络规划. *植物生态学报*, 2005, 29(1): 144 ~ 152

Preliminary research on pattern of tourism landscape ecosystem: Method

JIANG Yi-yi^{1,2,3}, WANG Yang-lin³, CHENG Sheng-kui²

(1. China Tourism Academy, Beijing 100005, China;

2. Institute of Geographic Science and Natural Resource Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Tourism landscape ecosystem is a territorial complex which is formed by the interactions between tourists, residents and their circumjacent environments. And the pattern of ecosystem can also be seen as spatial variation of interactions between such elements. As a result of element interactions, the tourist flow structure is taken as the key point on pattern study. Traditional methods to analyze the landscape pattern cannot reflect the characteristics of tourism landscape ecosystem and the reciprocity of elements. Therefore, this study proposes a methods about the pattern of tourism landscape ecosystem, which is built on the basis of landscape ecology and tourism spatial theories and methods. This methodology includes five parts: the area of patch, the shape of patch, the pattern of patch, the structure connectivity and function connectivity of corridor. A case study in Lijiang County, located in northwest of Yunnan province, is described. The patches and corridors of Lijiang County were evaluated by employing such methods. This study showed that: (1) The method combines structure and progress study, and has been put forward for the landscape pattern study. (2) This method provides a scientific and spatial basis for management and environment protection of tourism area. (3) This method reflects more efficaciously the spatial relationship between elements of tourism landscape ecosystem, and should be applied for the sustainability assessment of tourism area.

Key words: tourism landscape ecosystem; landscape pattern; method