

空间特征关联性研究

——以厦门鼓浪屿龙头路为例

RESEARCH ON CORRELATION OF SPATIAL FEATURES: TAKING LONGTOU ROAD, GULANGYU, XIAMEN AS AN EXAMPLE

祖武 李渊 王绍森 | Zu Wu Li Yuan Wang Shaosen

福建省科技计划项目“厦、金八·二三炮战遗址整体性保护研究”（编号：2018R0091）

摘要 本文基于整体空间和局部空间的调研，以鼓浪屿龙头路为案例进行空间特征的量化分析。研究首先对现有建筑空间和道路布局进行描述，通过空间句法分析现有街道空间、视线的活跃程度。同时，通过聚类分析分类区域内单体建筑空间要素，探究建筑单体对现有空间活力产生的影响，揭示局部空间特征与整体空间特征的关联性。研究有助于加强空间量化分析对现有空间活化的利用。

关键词 鼓浪屿龙头路；空间句法；量化分析

Abstract Based on the investigation of the overall space and the local space, this paper takes the Gulangyu Longtou Road as an example to carry out quantitative analysis of spatial features. The study first describes the existing building space and road layout and analyzes the activity of existing street space and line of sight through spatial syntax. At the same time, through the cluster analysis of the spatial elements of the individual buildings in the classification area, the influence of the building elements on the existing space vibrancy is explored, and the correlation between the local spatial features and the overall spatial features is revealed. Research has helped to strengthen the use of spatial quantification for existing spatial activation.

Keywords gulangyu longtou road; spatial syntax; quantitative analysis

一、研究背景

传统的空间结构关注的主要是空间实体本身的问题。其理论基础主要是西方的中心地理论，通过不同等级的门槛半径确定中心市场范围及高低等级体系，在空间上构成正六边形市场区并呈正三角形分部的中心网络。此后更多的研究在此基础上引入具体假设，侧重于在实际中进行解释和检验说明^[1]。20世纪60~70年代，空间行为研究兴起，感知和行为决策等概念被纳入空间结构研究的框架中^[2-4]。20世纪80年代以后，空间研究逐渐关注个人偏好、态度、信息等更敏感的领域^[5-6]，并结合相关统计学、地理信息、空间句法等方式进行了多样化的探索：从行为空间等级为切入点研究空间结构，与戴维斯模型空间特征的同异比较^[7]；从空间句法整合度及穿行度为切入点探讨空间的组合方式^[8]；将空间行为与统计学、大数据结合，进行空间行为模式与绩效分析^[9-10]。

过去由于技术手段和研究方法的限制，更深层次的定量分析难以实现，然而，近年来空间分析工具的发展为这一研究带来了新的机遇。在GIS环境下应用空间句法对街道和路网更深入的量化分析，可以直观地看出街道等级、视觉深度，以及连接程度的数值^[11-12]，同时借助计算机软件，生成可视化的道路网络，预测人流趋势^[13-14]。

本研究力求加深对整体空间和局部空间的认知，在“研究背景”之后的“研究方法”部分阐述了研究案例、框架和采用的技术方法。“整体空间特征”部分阐述了现有空间布局下的空间句法分析结果。“空间要素聚类分析”部分阐述了行为和空间要素特征聚类。“关联性分析”概述整体空间与单体要素特征的关联，提出优化策略。

二、研究方法

1. 研究案例

鼓浪屿是中国福建省厦门市东部海岸的一个岛屿，面积约为2 km²，主要街道系统形成于19世纪末，其自然生成的街道空间结构是长期历史发展的结果（图1b）。龙头路作为鼓浪屿的核心地段，东临钢琴码头，作为登岛游客的必经之地，一直是商业及人口密度最高的区域（图1a）。同时为了进一步分析的便利，研究划分了49个空间小区（图1c），尽可能地保证以一个或几个同规模等级和商业类型的店铺为一个小区，排除不必要的干扰，方便确定游客行为链的轨迹和对比分析。

2. 数据和框架

本研究以问卷的方式收集数据，调查对象为龙头路各个出口随机拦截的已完成消费行为的游客，与跟踪法相比，这种方式的特点是能够在短时间内得到大量完整的活动链，每条行为链由为数不等的活动构成。

在分析框架上，本研究以收集到的游客空间行为调查问卷为数据源。从空间句法角度对现有空间布局进行分析，同时，聚类分析出单体建筑空间要素分类和游客选择分类，探究局部空间特征与整体空间分布的关联性，找出理论与实际的异同点，提出进一步的优化策略（图2）。

3. 分析方法

(1) 空间句法

空间句法作为一个理论，它不同于经典的城市形态，而是一种新的描述建筑与城市空间模式的语言，其基本思想是对空间进行尺度划分和空间分割，分析其复杂的关系^[15-16]。多年来，句法理论积累了大量的研究成

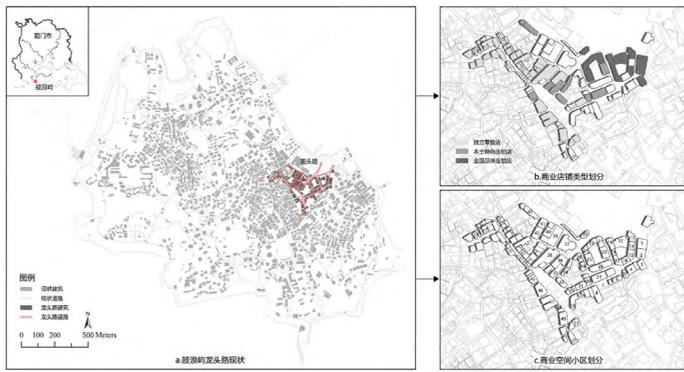


图1 鼓浪屿龙头路现状调研分析 (图片来源: 作者绘制)



图2 视线整合度分析 (图片来源: 作者绘制)

果, 用科学的方法揭示了空间形态和人的行为之间十分紧密的互动联系, 同时可以很容易地通过分析数据图像来研究整个空间系统中各空间的相对重要性, 是一种更加直观和量化的研究方法^[17]。

本研究主要应用轴线对空间形态进行描述, 对鼓浪屿龙头路街区的空间轴网进行提炼, 形成闭合的轴线网, 其中轴线的定义是以人、车在运动时, 道路不受阻碍或视线遮挡所能形成的最大延伸程度^[18], 再通过UCL Depthmap建立研究模型, 对街区的整合度、视线整合度等进行分析。整合度是空间句法分析中最多且最重要的一个参考量, 反映了系统中某一节点与其他更多节点联系的紧密程度, 分为全局整合度和局部整合度两个概念; 视线分析是从起点到终点, 对穷尽所有可能性的视线转折次数进行加总, 将值反馈计入起点, 最终求得视线整合度的值。

(2) 聚类分析

聚类分析指将物理或抽象对象的集合分组, 成为由类似对象组成多个类的分析过程, 其目标是在相似基础上筹集数据来分类。与分类的不同在于, 它所要求划分的类是未知的。在空间聚类分析上, 以空间小区作为子集合, 基于空间特征的影响因子进行分析, 矩阵以行代表不同的空间小区, 以列代表空间特征因子, 矩阵元素0/1代表不具有该空间特征要素, 从而完成空间量化分析。在行为聚类分析上, 本文提出一种针对游客空间到访记录矩阵的聚类方法, 该矩阵以行代表消费者, 以列代表空间小区, 矩阵元素0/1代表了该行消费者是否到访了该小区, 从而将游客类型进行划分。

三、整体空间特征

1. 视线分析

空间句法通过DepthMapX视线整合度分析, 由软件生成视线整合度(图2), 颜色越暖, 视线整合度的值越高, 表示这个元素只需要较少的转折就能看到系统中的其他元素, 意味着更容易被看到, 其公共性越强; 相反, 颜色越冷, 视线整合度的值越低, 表示从这个元素出发, 看到其他元素需要的转折更多, 即越不容易被看到, 私密性越强。从图3中可以看出, 道路与道路交汇点的整合度普遍较高, 其中, 46-48区整合度达到最高值, 其次的9-11区、16-17区、31-33区等为次高值。

然而, 通过实际问卷调研绘制的空间行为网络图中显示的46-48区并非游客消费活动停留的峰值区, 其数值远不如13-20区和44区。通过对编号的区域空间分析可知, 46-48区为较大面积的建筑单体, 视线分析上虽占优势, 但是对游客吸引力相对较弱, 没有起到活化空间的效果; 44区虽然空间零散, 单体建筑空间狭小, 然而通过集聚效应吸引不同游客, 从而增强了空间活力; 而17-20区建筑单体对游客停留活动并没有带来太大

的影响。

2. 整合度分析

从整合度的空间句法分析和整个鼓浪屿外部空间形态得出的结果显示, 全局整合度在龙头路接近中心广场处最高(图3a), 相应的人流也最为密集, 这和实地调查结果相吻合。从局部整合度来看(图3b), 空间分析出的结果在15-19区内可达性较低, 而实地调查显示, 这里是游客消费停留的较为密集的点, 其人流汇集程度不亚于中心广场区域。

为了更直观地感受, 我们将X轴定义为Integration[HH], Y轴定义为Integration R3, 形成散点图用于理解全局整合度和局部整合度的关系, 即协同度(图3c)。从图中可以看出, 整合度在中心广场区域即32-35区和44-48区协同度高, 空间吸引力表现强势; 而15-19区的高全局、低局部整合度从空间角度意味着外部空间对该区域的影响较大, 与邻近空间关联性较弱, 调查得知, 这一区域游客集聚程度也较高, 在一定程度上弥补了低全局整合度带来的内向发展不足。而在图中的虚线框内的元素, 全局整合度不高, 但局部整合度较高, 表示这些地方发展较为封闭, 外界对其影响不大。

四、空间要素聚类分析

1. 旅游行为聚类

本小节着眼于消费者对各个空间的到访与否, 略去活动链中的先后顺序, 并按照此种方法进行分析, 通过对空间到访记录的聚类实现游客的类别划分, 从而提炼出不同类型。

运用SPSS(“统计产品与服务解决方案”软件)将游客的空间行为分布状况进行聚类分析, 其结果提炼为5种类型(图4): 第1类游客(18%)的活动以17和20区域店铺为核心, 空间范围主要集中在龙头路范围内两个主体建筑之间的内街; 第2类游客(9%)的活动以相邻的9和10区域以及龙头路入口处店铺为核心, 空间范围集中在通向绿化广场的道路上; 第3类游客(36%)的活动以11和17区域店铺为核心, 绿化广场侧面的33区域为次级空间, 空间范围主要为支路交叉口; 第4类游客(9%)的活动以31、33和38区域店铺为核心, 空间范围主要集中于中心绿化广场的侧面; 第5类游客(28%)的活动以44区域店铺为核心, 空间范围主要集中于绿化广场末端连接支路上, 空间较为拥挤。

5种游客消费的不同行为特征反映出鼓浪屿龙头路地段内的3个核心空间(图5): 17和20区域店铺所处的窄街; 9、10和31、33区域店铺所处的绿化广场侧面; 44区域末端支路, 游客行为大多围绕着上述3个区域展开。然而在12-14和21-23区域, 地理位置沿海岸线且靠近码头, 局部整合度和视线分析均显示此区域空间相比17和20窄街空间更具有优势, 集聚效

应更加明显,而实际情况却相反。

2. 场所类型化

将体现空间特征的因子分为色彩要素、开放要素、设施要素和经济要素4类,每类再进行细分,共12类,以0或1代表是否具有此类要素,逐一对应到对鼓浪屿龙头路范围内划分的49个空间小区,从而完成要素的定量分析(表1)。

运用SPSS对表1中要素数值进行聚类分析,将49个空间分区为5种类型,以D1-D5为标记(图6)。结合空间划分现状,各类型的具体特征如下: D1类型主要集中于龙头路中心绿化广场以及连接广场和码头的主路,同时对应了前文第2类、第3类、第4类游客,在这一类型中,商业入口处道路宽度均大于5m,且街巷高宽比均小于2,门洞面积占比也均大于0.5,均无入口门廊,其开放程度在5种类型中最高,空间和视觉处于优势地位。色彩要素和设施要素差别不明显,属于相对低档次消费模式的汇集。D2类型分布较为零散,空间特征与D1类型中入口道路宽度和街巷高宽比相似,其主要区别在于此类型的商业店铺门洞面积占比均小于0.5,即形成了外部环境的开放和内部主体商业封闭相对应的现象,且此类型中商业门面色彩均为暖色系,属于中档消费模式。D3空间特征与D1、D2在入口道路宽度和街巷高宽比部分相似,区别在于此类型有入口门廊,门洞占比也小于0.5,商业店铺入口径深大,即距离道路最远。色彩上均采用冷色系,且均有入口景观布置,经济因素在此类型区分不明显。D4类型空间特征与前三个相比明显不同的是入口道路均小于5m且街巷高宽比大于2,无入口门廊与导购,即处于狭窄的街巷空间当中。商业门面色彩均为冷色系,基本不包含设施要素,偏向高档消费。D5类型空间特征与D4相似,即外部空间封闭显著,区别在于经济要素相对混合,色彩要素相关,设施要素相关不明显。

五、关联性分析

1. 场所类型与游客行为的关联

实地调研中和分析中将游客行为聚类为5类,每一类对应不同的活动范围,且49个空间分区根据不同空间要素聚类为5类,每一类包含特有的特征因素,从中我们可以看出:第1类游客行为数量占比较低,空间类型主要对应D3和D5类型,与色彩要素和开放要素相关,设施要素和经济要素关系不大。主要共同点是门洞面积占比均小于0.5,个体商业相对保守封闭,从道路交叉口D3类型到支路内部的D5类型,入口道路宽度变小,街巷高宽比变大,视觉和空间活动感知变小,相应色彩因素由冷到暖的运用在一定程度上增强了对游客的吸引力。第2类、第3类和第4类游客则主要对应了D1类型,该类型游客行为活动占比大(54%),开放要素和经济要素相关性较强,色彩要素和设施要素关联性较弱。开放程度最高和游客人均消费最低对游客起到了最重要的诱导效应,形成集聚效果,游客围绕它们组织活动,形成核心空间,并与次级空间建立联系。D2类型的开放要素在5种当中仅低于D1类型,经济要素处于中档消费水平,整体游客行为频率明显低于D1类型,开放性和经济因素是首要相关因子。第5类主要对应D5类型,这一类游客行为频发于44区,外部空间开放程度低,内向建筑单体开放程度较高,色彩要素相关,类似20区产生的游客诱发效应,经济要素关系不大。

2. 整体空间特征和局部空间要素的关联

基于上述分析可知,空间属性特征的优势往往和空间要素特征存在差异,从中我们可以看出:

游客行为在9-11区,33区和35区集聚程度最高,与之相对的,整合度和视线分析中45-48区是空间维度上集聚效应的最优区,而上述两者同处于龙头路绿化中心广场,分别位于左右两侧。色彩要素两者模式相似,设

施要素相关性均不大。不同在于,游客行为集聚的33、35区,空间类型以D1为主,开放要素占比最高且经济消费低。调研统计可知,这一区域的店铺以厦门本土特色连锁为主,停留时间在调查中显得最长,低消费、高开放的单体空间要素特征,在一定程度上可以激发旅游街区空间活力。同一空间下对应的45-48区的空间类型则以D2和D5为主,开放要素仅次于D1,这一区域的单体空间要素偏向于封闭,经济要素中人均消费高于D1,空间视线和整合度对游客的集聚能力低于33、35区;在9-11区,商业开放程度归纳到D1类型。44区对应D5类型更有效地说明了在整体空间属性相对较低情况下,可以过单体空间的低消费、高开放来弥补。17-20区域道路交

表1 空间分区要素

空间分区	色彩要素		开放要素					设施要素		经济要素		
	暖色系门面	冷色系门面	入口门廊	入口导购	道路宽度>5m	街巷高宽比>2	门洞面积占比>0.5	入口独立景观	免费品尝或试用	人均消费<30	人均消费>30且<100	人均消费>100
1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
2	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
3	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
7	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
9	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
10	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
11	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
12	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
13	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
14	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
15	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
16	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
17	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
18	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
19	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
21	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
22	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
23	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
24	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
25	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
26	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
27	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
28	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
30	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
31	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
32	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
33	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
34	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
35	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
36	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
37	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
38	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
39	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
40	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
41	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
42	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
43	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
44	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
45	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
46	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
47	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
48	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
49	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0

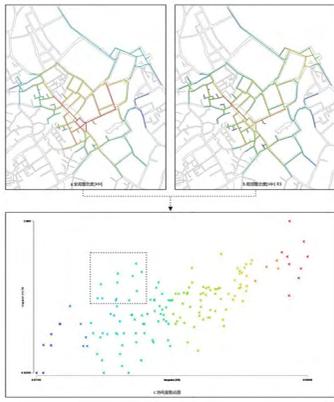


图3 整合度分析 (图片来源: 作者绘制)

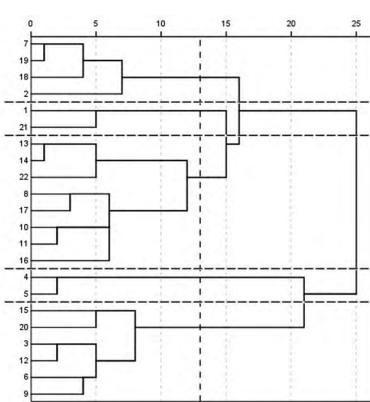


图4 游客类型划分 (图片来源: 作者绘制)

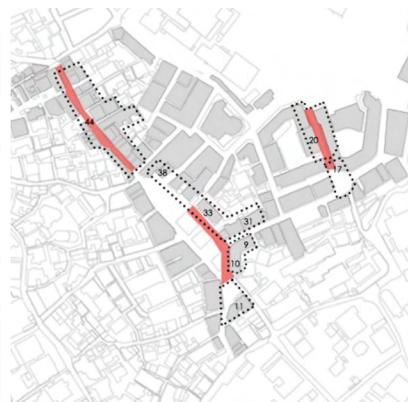


图5 类型的空间分布与核心空间划分 (图片来源: 作者绘制)

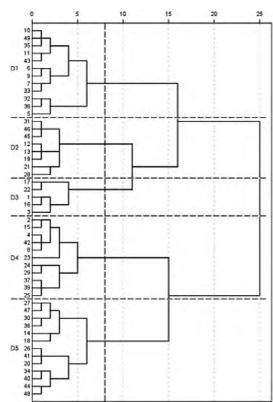


图6 场所类型聚类 (图片来源: 作者绘制)

岔口位置,作为游客行为集聚的次级区域,主路到支路的空间类型对应D3到D5,即对应第1类游客,空间类型特征中的色彩要素和开放要素在一定程度上起到诱发游客行为的作用。

六、结语

本文通过对厦门鼓浪屿龙头路街区的整体空间属性和局部空间要素结合分析,通过局部单体空间要素和游客行为进行的聚类分析,对比整体街区空间句法探讨关联性。得到以下结论:旅游街区整体布局开放程度受多方面因素的影响。在整体开放程度高的街区,局部空间的开放程度决定了空间对游客的吸引程度,低消费经济作用显著;在整体开放程度低、局部内向开放程度高的区域,色彩和开放要素影响较大,经济要素作用不显著;在整体开放程度低,局部内向开放程度也低的区域,较高的经济消费往往能带来部分高档消费,从而在一定程度上促进区域活力。该研究方向可以扩展到其他类似的旅游街区案例,从而得出相应的规律加以应用,这正是下一步进行规划和建筑设计的要点。■

参考文献

[1] WHITE R W. Dynamic central place theory: results of a simulation approach[J]. *Geographical Analysis*, 1977, 9(3): 226-243.
 [2] HANSON S. Spatial diversification and multipurpose travel: implications for choice theory[J]. *Geographical Analysis*, 1980, 12(3): 245-257.
 [3] MILLER E J, O'KELLY M E. Estimating shopping destination choice models from travel diary data[J]. *Professional Geographer*, 1983, 35(4): 440-449.
 [4] GHOSH A, MCLAFFERTY S. A model of consumer propensity for multipurpose shopping[J]. *Geographical Analysis*, 1984, 16(3): 244-249.
 [5] WRIGLEY N, COE N M, CURRAH A. Globalizing retail: conceptualizing the distribution-based transnational corporation (TNC)[J]. *Progress in Human Geography*, 2005, 29(4): 437-457.
 [6] WESLEY S, LEHEW M, WOODSIDE A G. Consumer decision-making styles and mall shopping behavior: building theory using exploratory data analysis and the comparative method[J]. *Journal of Business Research*, 2006, 59(5): 535-548.

[7] 柴彦威, 翁桂兰, 沈洁. 基于居民购物消费行为的上海城市商业空间结构研究[J]. *地理研究*, 2008, 27(4): 897-906.
 [8] 郭湘闽, 王金灿. 基于空间句法的深圳东门老街更新策略研究[J]. *城市建筑*, 2012(8): 55-58.
 [9] 许尊, 王德. 商业空间消费者行为与规划——以上海新天地为例[J]. *规划师*, 2012(1): 23-28.
 [10] 王德, 王灿, 朱玮. 商业综合体的消费者空间行为特征与评价[J]. *建筑学报*, 2017(2): 27-32.
 [11] HILLIER B. Cities as movement economies[J]. *Urban Design International*, 1996, 1(1): 41-60.
 [12] KARIMI K. A configurational approach to analytical urban design: "Space syntax" methodology[J]. *Urban Design International*, 2012, 17(4): 297-318.
 [13] GRIFFITHS S, JONES C E, VAUGHAN L, et al. The persistence of suburban centres in greater london: combining conzenian and space syntax approaches[J]. *Urban Morphology*, 2010, 14(2): 85-99.
 [14] GRIFFITHS S, VAUGHAN L, HAKLAY M, et al. The sustainable suburban high street: a review of themes and approaches[J]. *Geography Compass*, 2008, 2(4): 1155-1188.
 [15] HILLIER B. A theory of the city as object: or, how spatial laws mediate the social construction of urban space[J]. *Urban Design International*, 2002, 7(3): 153-179.
 [16] HILLIER B. Centrality as a process: accounting for attraction inequalities in deformed grids[J]. *Urban Design International*, 1999, 4(3): 107-127.
 [17] LI YUAN, XIAO LONGZHU, YE YU, et al. Understanding tourist space at a historic site through space syntax analysis: the case of Gulangyu, China[J]. *Tourism Management*, 2016(52): 30-43.
 [18] HILLIER B. Space is the machine: a configurational theory of architecture[J]. *Journal of Urban Design*, 2007(3): 333-335.

作者简介: 祖武 厦门大学建筑与土木工程学院, 硕士研究生
 李渊 厦门大学建筑与土木工程学院, 副教授
 王绍森 厦门大学建筑与土木工程学院, 教授, 院长
 收稿日期: 2017-08-22