

基于空间数据的北京二环内夜间街道活力与影响因素分析

ANALYSIS ON NIGHT VITALITY OF STREETS AND ITS IMPACT FACTORS WITHIN THE 2ND-RING ROAD OF BEIJING BASED ON SPATIAL DATA

裴昱 吴濯杭 唐义琴 李婷婷 龙瀛 | Pei Yu Wu Quhang Tang Yiqin Li Tingting Long Ying

摘要 活力是评价城市空间品质的重要指标，不同时段活力受到不同因素的影响。本文聚焦于街道这一重要城市公共空间，选择夜间这一特殊时段，结合实地调研与量化评价的方法，对北京二环内夜间街道活力及其影响因素进行量化评价与相关性探究。研究发现夜间街道活力受到街道形态与街道功能的显著影响，而街道可达性对其影响并不显著，并基于以上研究结果提出了相应的规划设计建议。

关键词 街道；夜间；活力；量化评价；多元线性回归模型

Abstract Vitality is the important indicator to evaluating the quality of urban space. The factors impacting the vitality are different in various periods of one day. Focusing on streets, the significant urban public space, this paper chooses nights, the special period, and combines the field research and quantitative evaluation to conduct a quantitative evaluation and correlation study of the night vitality of streets and its impact factors within the 2nd-Ring Road of Beijing. The research indicates that the street forms and functions affect its night vitality significantly, while the accessibility has no obvious influence. Based on the results of the research, the paper puts forward the corresponding suggestions on the planning and design.

Keywords street; night; vitality; quantitative evaluation; multivariable linear regression model

一、引言

活力 (vitality) 是一个比较模糊、难以描述的主观概念，意为生命力。城市活力 (city vitality) 是发生在“城市”这样一个特定空间中的社会、经济、文化活动带来的生命力，是一种以人为核心、健康地生存发展并且有别于荒凉和拥挤的适中状态^[1-2]。

随着交通方式、互联网等技术的革新，城市空间与城市生活发生了巨大的改变，“缺乏活力”成了人们评价一座城市或者一个空间的常用语。作为衡量空间品质的关键词，关于城市活力的研究已有不少，尤其是在定性研究方面，诸多学者阐述了自己对城市活力的理解，并做了一些研究、分析工作，提出了城市活力的影响因素，对城市规划与设计向人本方向的转变起到了重要作用。简·雅各布斯认为“人与人活动及生活场所相互交织的过程，即城市生活的多样性，使城市获得了活力”^[3]，伊恩·本特利表示“活力是影响着一个既定场所，容纳不同功能的多样化程度的特性”^[4]。20世纪中叶到20世纪末，“活力”这一从人和活动出发的空间评价词汇逐渐为城市工作者熟知，并得到了越来越多的重视。凯文·林奇将“活力”作为评价城市空间形态质量的首要指标^[5]，扬·盖尔从城市活力出发强调“生活、空间、建筑”的城市设计序列^[6]。同时，许多研究提出了城市活力的衡量要素，主要分为两类，一类是针对客观物质空间特性提出的，如简·雅各布斯提出的街道长短、人流密度、功能混合，特兰西克提出的界面连续性，等等；另一类是就人的活动等主观判断提出的，比如，人们在空间中是否感到友好、安全，等等，不直接与空间特性相联系^[7-9]。

此外，近年来也有一些学者开始做一些定量的研究，从较为传统的

实地调研、问卷调查、专家评分^[10-11]，到比较先进的通过POI、模糊物元模型、GPS、空间句法等技术手段对空间活力进行测度，对其影响因素的相关性进行探究，渐渐地传统的调研方法和先进的技术手段结合起来^[12-15]。就活力测度而言，传统方法大多采用问卷调查的形式，记录人们的主观感受。而结合新的技术手段兴起的测度方法则更多地用网络数据或者GPS数据来描述活力，比如，郑思齐等人在关于城市消费活力的测度中就使用了POI、大众点评等数据^[12]，而叶宇等人在城市活力的测度中则采用了GPS手持机技术^[14]。就活力的影响因素测度而言，传统方法更多通过实地调研、空间特性对比和人们的感受来判断影响因素及其影响程度。而新的技术手段使研究开始建构更加客观的影响因素评价体系，比如，叶宇等人的研究就针对物质空间提出了街道可达性、建筑密度、建筑形态、功能混合度等可能的影响因素，通过空间句法、Spacematrix等方法，实现了几个因素与活力的相关性测度。传统方法与先进的技术手段结合，也是主观与客观的有效结合，给相关研究提供了更为广阔的可能性。

但已有研究缺乏对特定时段城市活力的定量研究。相同区域在不同季节、不同时间的活力可能存在巨大的区别，对城市活力更深入的定量研究还有很大的空间。

本研究选择夜间这一特殊时段，聚焦于街道这一产生夜间经济、社会活动的重要城市公共空间，旨在对夜间街道活力与可能的物质空间层面的影响因素做出量化评价，分析其相关性，并探讨基于研究结果的规划设计建议。总结城市活力已有研究，选定街道形态、街道功能与街道可达性作为夜间街道活力可能的影响因素进行讨论。

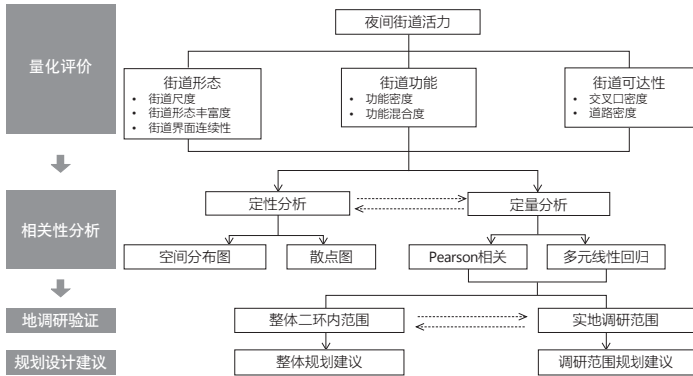


图1 研究框架 (图片来源: 作者绘制)

表1 调研验证内容打分表

| 调研内容 | | 打分 | |
|-------|--------|-------------------|---------------|
| 主要类别 | 细分指标 | 实际观察内容 | |
| 街道形态 | 街道尺度 | 道路车道数、沿街楼房层数 | 总分为10分, 按比例加和 |
| | 街道丰富性 | 道路宽度弯度变化、沿街楼房高度变化 | |
| | 街道连续度 | 沿街界面 | |
| 街道功能 | 功能密度 | 尚营业店铺数量 | 总分为10分, 按比例加和 |
| | 功能混合度 | 业态丰富性 | |
| 街道可达性 | 补充因素 | 各观察点滴滴打车周边车数 | 总分为10分, 按比例加和 |
| 街道活力 | 单位时间人数 | 各观察点1 min内出现人数 | 总分为10分, 按比例加和 |

二、研究框架与方法

1. 研究范围

本次研究的范围是北京市二环快速路以内的所有街道空间, 包括道路红线范围、对街道活力有直接影响的建筑及其附属的开敞空间, 具体划定以街道中心线为基础、左右各55 m的缓冲区域。

时间范围选定在每天的第一个小时(0:00至1:00), 一方面消除地铁带来的交通影响, 另一方面午夜是深夜经济甚至24小时经济发展的重要时间节点, 希望通过对这一时间段活力的研究, 为夜间经济的发展、城市功能空间的布局提出可能的指导性意见。

2. 研究框架

研究框架主要由量化评价、相关性分析、实地调研验证、规划设计建议四个部分构成(图1)。首先, 对夜间街道活力及三个方面的影响因素进行量化, 在此基础上分别进行定性和定量的分析, 一方面根据空间分布和散点图规律进行直观判断, 另一方面根据相关性显著与否和多元线性回归结果评价影响程度。继而通过实地调研构建小范围的相关和回归模型, 与整体范围判断结果做对比验证。最后对北京二环内和典型片区两个范围提出规划建议。

3. 研究方法

(1) 量化评价

本次研究的量化评价从两个层次展开, 即街道活力及其影响因素。

在街道活力的量化评价方面, 筛选出2014年7~10月0:00至1:00街道中心线两侧55 m缓冲区中的微博签到数据, 分别响应研究的时间与空间范围。以每个微博签到数据为基点生成泰森多边形, 以面积的倒数表示活力的大小, 数值越大, 活力越大。街道中心线两侧55 m缓冲区中的微博签到数据一方面涵盖了因地区留下了深刻印象而发布的信息, 另一方面也尽可能规避了周边住区内居民非地区活力原因而发布的信息。

在街道形态、街道功能和街道可达性的量化评价方面, 分别采用以下三种方法进行。

①街道形态

综合街道尺度、街道形态丰富度及街道界面连续性对街道形态进行量化评价。街道尺度量化为街道宽度与街道宽高比, 形态丰富度量化为建筑高度变化度、建筑宽度变化度和街道曲度。

$$\text{建筑高度变化度} = (\text{最高建筑高度} - \text{最低建筑高度}) / \text{平均建筑高度} \quad (\text{公式1})$$

$$\text{街道宽度变化度} = (\text{街道最宽处宽度} - \text{街道最窄处宽度}) / \text{平均宽度} \quad (\text{公式2})$$

$$\text{街道曲度} = \text{街道实际长度} / \text{街道端点间的直线距离} \quad (\text{公式3})$$

运用最大切面法选取街墙线^[16], 进行建筑贴线度的计算以达到量化评价街道界面的连续度的目的。

$$\text{建筑贴线率} = \text{街墙长度} / \text{路段长度} \quad (\text{公式4})$$

②街道功能

综合街道功能密度和街道功能混合度对街道功能进行量化评价^[2, 15]。

$$\text{街道功能密度} = \text{POI总数} / \text{街道长度} \quad (\text{公式5})$$

$$\text{街道功能混合度} = -\sum (P_i \times \ln P_i) \quad (\text{公式6})$$

式中: $i=1, \dots, n$, n 为该街段POI类别数, P_i 为某类POI与所在街段POI总数的比。

③街道可达性

综合道路密度和交叉口密度对街道可达性进行量化评价。

$$\text{道路密度} = \text{道路长度} / \text{区域面积} \quad (\text{公式7})$$

$$\text{交叉口密度} = 1 / \text{以每个交叉口为基点的泰森多边形的面积} \quad (\text{公式8})$$

上述各因素经过验证不存在多重共线性。

(2) 实地调研验证

为验证二环范围内得到的夜间街道活力与影响因素的相关性结论, 选取由空间数据计算出的夜间活力、各项影响因素量化结果变化范围较大的地段, 即空间异质性较强的地段进行现场调研, 以微观街区来验证宏观地区。

具体的调研内容如表1所示, 在调研范围内随机选取观察点, 根据观察若干细分项评价夜间街道活力及其三个影响因素, 按照规定的打分规则将各细分项评价量化, 并按比例加和得到各观察点三个影响因素的得分和街道活力得分。

(3) 相关性分析

本文在整个二环内范围和实地调研片区范围两个尺度均采用Pearson相关性分析和多元线性回归建模方法判断各影响因素与夜间街道活力是否存在相关性, 并评价其影响程度。对实地调研片区范围进行相关性分析的目的一方面验证整个二环内范围得出的相关性结果是否正确, 另一方面则便于提出更加契合片区的规划建议。

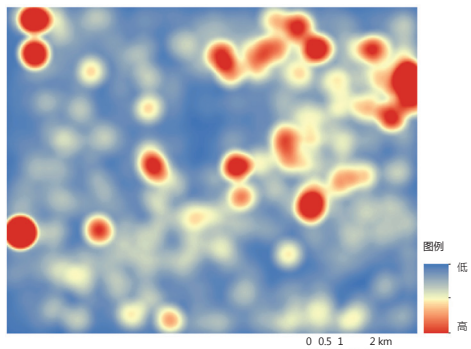


图2 整体夜间活力核密度图 (图片来源: 作者绘制)

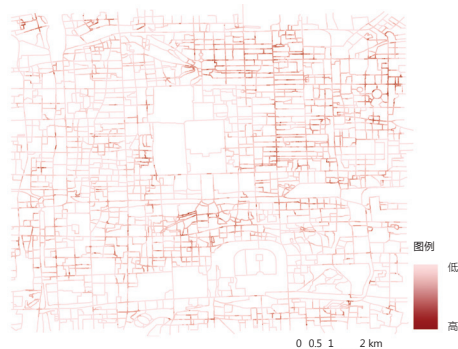


图3 夜间街道活力分布图 (图片来源: 作者绘制)

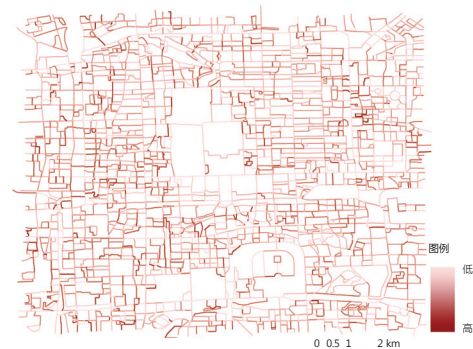


图4 街道尺度分布图 (图片来源: 作者绘制)

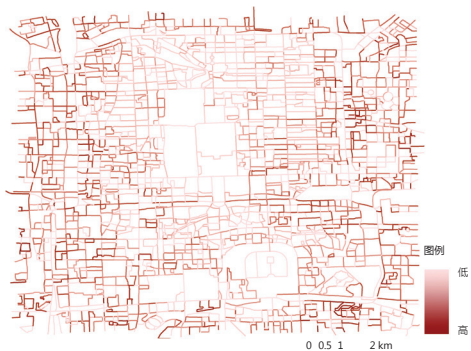


图5 街道形态丰富度分布图 (图片来源: 作者绘制)



图6 街道界面连续性分布图 (图片来源: 作者绘制)



图7 功能混合度分布图 (图片来源: 作者绘制)

在对夜间街道活力和各影响因素进行量化的基础之上, 首先对各影响因素和夜间街道活力之间的相关性进行分析和筛选。假设各变量与夜间街道活力不相关, 由于各变量均为定距变量, 故使用SPSS进行各变量的Pearson相关性分析, 显著性指标 $\text{sig.} < 0.05$ 方可认定为原假设错误、推翻原假设, 即自变量与因变量显著相关。

经过对各变量与夜间街道活力的相关性验证之后, 筛选出具有显著相关性的若干变量, 共同作为解释变量参与构建夜间街道活力的多元线性回归模型, 同样假设各解释变量与夜间街道活力不相关, 若回归结果中显著性指标 $\text{sig.} < 0.05$, 则证明原假设错误, 需推翻原假设, 即自变量与因变量具有显著相关性。

在判断出解释变量中与夜间街道活力具有显著相关性的因素后, 根据系数的大小评价各因素影响程度。由于需要考虑量纲问题, 在比较影响程度时采用的系数为标准化系数, 其绝对值较大的影响因素影响程度相应较大。

三、量化评价与分析

1. 活力量化评价

基于筛选后的微博签到数据生成整体夜间活力核密度, 如图2所示, 映射到街道活力上的结果如图3所示, 即实现夜间街道活力的量化。总体而言, 夜间街道活力的空间分布有明显分异。具体来看, 活力较高处主要集中在前门、王府井、东单北大街、后海、府学胡同等地。对比同地区白天的街道活力分布有明显的紧缩集中和迁移现象^[15]。

2. 影响因素量化分析

(1) 街道形态

①街道尺度

在街道形态的测度结果中, 街道尺度与活力并没有显著的相关性(图4)。芦原义信等学者认为合适的街道宽度和宽比对人的街道活动体验的影响至关重要^[17], 但在夜晚, 由于光线条件的变化, 人们很难清晰地感知空间, 主要视觉信息来源依靠灯光照明, 对空间的尺度感知变得模糊, 削弱了街道尺度对活动的影响。

②街道形态丰富度

街道形态丰富度与活力有显著的负相关性(图5)。相关研究普遍认为街道形态的变化能为人们带来更加丰富的空间体验, 能够使街道空间更有吸引力^[18], 然而在夜间, 出于安全角度的考虑, 人们更喜欢一目了然的界面而不是充满空间变化的胡同。

③街道界面连续性

街道界面连续性与活力有显著的正相关性(图6)。连续性的街道界面强化了人们的行为与心理的连续过程, 能够引导人们的活动。此外, 连续的界面使街道更具识别性和意向性, 是街道安全的最有力保证, 这也是美国建筑师威廉·阿特金森提出“街道墙”概念的原因, 这一点在夜晚显得更加重要^[19]。

(2) 街道功能

①功能混合度

经统计分析, 功能混合度与活力无显著相关性(图7)。从空间分布



图8 功能密度分布图 (图片来源: 作者绘制)

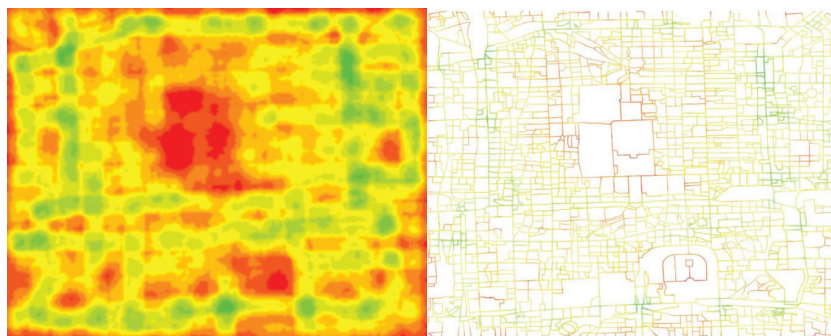


图9 二环内道路密度分布图 (图片来源: 作者绘制)

表2 各影响因素与街道活力的Pearson相关性分析 (二环内范围)

| | 街道尺度 | 街道界面连续性 | 街道形态丰富度 | 交叉口密度 | 街道功能混合度 | 功能密度 |
|------|------------|---------|---------|----------|---------|--------|
| 街道活力 | Pearson相关性 | -0.002 | 0.062** | -0.040** | -0.005 | 0.014 |
| | 显著性 (双侧) | 0.786 | 0.000 | 0.000 | 0.551 | 0.124 |
| | N | 11 890 | 11 890 | 11 890 | 11 890 | 11 890 |

**表示在0.001水平上显著相关

表3 多元线性回归模型系数表 (二环内范围)

| 模型 | 非标准化系数 | | 标准系数 | t | Sig. |
|--------|-------------|------------|--------|--------|-------|
| | B | 标准误差 | | | |
| 常量 | 435 798.298 | 32 898.832 | | 13.247 | 0.000 |
| 街道连续性 | 230 467.643 | 33 127.019 | 0.062 | 6.957 | 0.000 |
| 街道丰富度 | -7 881.129 | 2 224.748 | -0.032 | -3.542 | 0.000 |
| 街道功能密度 | 4 678.457 | 191.446 | 0.218 | 24.437 | 0.000 |

上来看, 街道功能混合度高低差异产生的影响并不明显, 这与近年来旧城更新规划广泛倡导的多功能合一理念有关。当前控制性详细规划工作划定的地块、街道功能未考虑昼夜差异, 因而这种多功能合一多体现在空间功能属性的叠加上, 而时间维度上的多功能性则稍欠考虑。此外, 人群的夜间行为类型较为单一, 功能混合度包含的具体功能细分项的构成相比混合度本身更为关键。

②功能密度

经统计分析, 功能密度与活力呈显著正相关性, 功能密度低且活力低的街道较多 (图8)。研究表明人群的夜间行为类型以消费活动为主^[20], 因而夜间营业POI密度高的地区可以在更大程度上吸引人群。

(3) 街道可达性

①道路密度

在道路密度高的地区, 人们的交流往往更加密切, 区域活力值也更高。分析北京二环内道路密度可知 (图9), 二环路干道、前门、东直门及西直门的道路密度值均显著高于其他区域, 而故宫及天坛区域道路密度较低。故宫和天坛区域属文物保护单位, 因而车行道较少, 而西单、东直门、前门属商业程度较高的区域, 车行道密度高且通达性较好。

②交叉口密度

交叉口密度影响道路的通达性及其联系程度, 进而影响可达性。与道路密度分布类似, 西单、前门、东直门及西直门区域交叉口密度较高, 而天安门、天坛、陶然亭等区域交叉口密度相对较低, 这也体现了文物保护单位与商业区域道路状况的不同。

分析街道活力与街道所在区域的交叉口密度关系 (图10, 已剔除离群点), 有相同交叉口密度的不同街道, 其活力可能不同。从整体趋势来看, 大部分街道活力均处于较低水平, 街道交叉口密度与活力并没有显著的相关性。

3. 综合分析

综合考虑以上各因素, 首先判断各因素与夜间街道活力是否存在相关性。假设各变量与夜间街道活力不具有相关性, 由于各变量均为定距变量, 故进行各解释变量的Pearson相关性分析, 如表2所示。结果显示, 街道形态方面的街道界面连续性、街道形态丰富度和街道功能方面的功能密度在0.001水平上显著相关。街道尺度、交叉口密度和街道功能混合度三个解释变量与夜间街道活力的相关性不显著。

在确定了具有显著相关性的因素的基础上, 选取相关性分析中呈显著相关的三个变量与夜间街道活力构建多元线性回归模型。

$$Y=0.062 \times X_1-0.032 \times X_2+0.218 \times X_3 \quad (公式9)$$

式中: Y表示夜间街道活力; X₁表示街道界面连续性; X₂表示街道形态丰富度; X₃表示功能密度。

如表3和公式9所示, 汇总街道界面连续性、街道形态丰富度、功能密度三个解释变量与夜间街道活力构建的多元线性回归模型, 对整体二环内范围而言, 各解释变量在0.001水平上显著相关, 其中街道界面连续性、功能密度与夜间街道活力呈正相关, 功能密度影响程度较大; 而街道形态丰富度与夜间街道活力呈负相关。

通过构建多元线性回归模型, 可以发现模型中各影响因素与夜间街道活力的相关性显著程度极高, 因而可以考虑在进行城市更新与规划过程中着重对这些因素加以考量。在判断为适宜发展夜间经济的片区内采取提高街道界面连续性、降低街道形态丰富度、提高功能密度等策略, 以更好地实现夜间街道活力的提升。

四、典型片区调研验证

1. 典型片区选取

观察夜间街道活力及各影响因素的分布, 在西单北大街、灵境胡同、

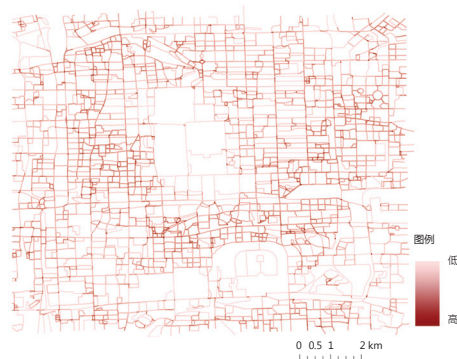


图10 二环内交叉口密度分布图 (图片来源: 作者绘制)

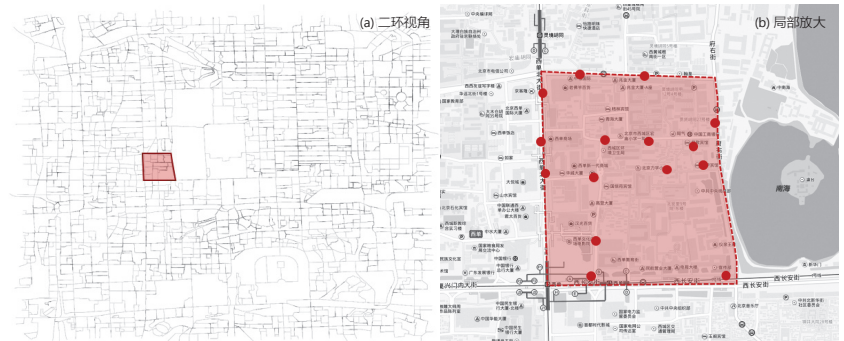


图11 调研片区范围 (图片来源: 作者绘制)

表4 各影响因素与街道活力的Pearson相关性分析 (调研地段范围)

| | | 街道形态 | 街道功能 | 街道可达性 |
|------|------------|---------|---------|-------|
| 街道活力 | Pearson相关性 | 0.926** | 0.979** | 0.132 |
| | 显著性 (双侧) | 0.000 | 0.000 | 0.638 |
| | N | 15 | 15 | 15 |

**表示在0.001水平上显著相关

表5 多元线性回归模型系数表 (调研地段范围)

| 模型 | 非标准化系数 | | 标准系数 | t | Sig. |
|------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | B | 标准误差 | | | |
| 常量 | -0.041 | 0.259 | | -0.160 | 0.875 |
| 街道形态 | 0.210 | 0.096 | 0.243 | 2.178 | 0.050 |
| 街道功能 | 0.640 | 0.094 | 0.761 | 6.823 | 0.000 |

府右街和西长安街围合的街区 (图11) 内街道的活力和各影响因素变化都比较明显。就各影响因素而言, 该区域的街道与其他地段相比, 其街道连续度、街道形态丰富度、街道功能密度与街道内的混合度和可达性均较高 (图12), 是二环内具有典型性和代表性的一处片区。同时, 这一片区兼具新旧北京双面性格, 具有夜间街道活力研究价值。因而选取西单—灵境胡同片区作为调研区域。

2. 调研验证

在调研范围内随机选取15个观察点, 根据观察若干细分项评价夜间街道活力和三个影响因素, 按照规定的打分规则将各细分项评价量化, 并按比例相加得到各观察点三个影响因素的得分和街道活力得分。

根据15个观察点的打分结果, 采用与整体二环内范围同样的分析方法。首先对各解释变量的相关性进行分析, 如表4所示, 街道形态和街道功能两个解释变量与夜间街道活力显著相关。

进而构建多元线性回归模型 (表5), 可以看出街道功能变量在0.001水平上显著相关, 街道形态变量在0.05水平上显著相关; 街道形态因素与夜间街道活力呈正相关, 调研片区街道界面连续的地段对应街道活力较高, 如灵境胡同、太仆寺街等地; 街道功能因素与夜间街道活力呈正相关, 调研片区内大部分街道功能密度较低, 部分便利店、餐馆及宾馆尚营业的街道功能密度较高, 对应街道活力较高; 街道可达性因素与夜间街道活力不相关, 其中发现西单北大街与灵境胡同可达性强, 但太仆寺街及区域内小胡同可达性较弱, 但其街道活力情况并无对应相关关系。

对比西单—灵境胡同片区实地调研验证打分结果和整体二环内范围的测度分析结果 (表3、表5), 街道形态和街道功能两方面显著相关的特点得到验证。由于研究范围、数据采集方式的不同, 系数标准化后存在一定差异, 但其基本表征结果一致, 即街道功能因素对街道活力的影响程度较大。

就本调研片区而言, 在街道形态方面, 建议规划结合人群聚集特性设计更加连续和少变的街道界面; 在街道功能方面, 建议适当提升临近府右街、西长安街的胡同的功能密度。

五、规划建议与小结

本文基于北京二环的相关数据对夜间 (0:00至1:00) 街道活力展开探索, 以街道为基本单元研究活力及其影响因素, 为城市夜间活力的研究提供了新的思路。

理论方面, 本文构建了街道夜间活力的影响框架, 从定性和定量两个角度对其影响因素展开分析。基于北京二环的实际数据研究可得: 街道活力与街道界面连续性、功能密度和街道形态丰富度存在显著的相关关系, 其中功能密度因素对街道活力的影响最为明显, 街道界面连续性在一定程度上也可促进街道活力的提升。街道形态丰富度对街道活力呈现出消极作用, 街道形态丰富度升高, 街道活力反而下降。此外, 道路交叉口密度对活力的作用则不明显。

在实践中, 本研究对营造城市夜间街道活力有一定指导意义。考虑不同影响因素改变的可行性, 在功能方面, 建议规划设计的“多功能合一”理念不仅需要体现在空间上的“混合功能用地”类型中, 在未来的发展中, 特别是对旧城更新规划设计而言, 可在时间维度考虑进行“多功能化”。在形态方面, 倡导街道设计界面的连续和平整。

本研究可以从以下两方面进一步完善和发展: 首先, 当前对活力的测度数据来源于微博, 具有一定局限性, 在后续研究中可进一步完善数据来源、增加昼夜对比等, 充实研究成果; 其次, 可结合夜间亮度等因素进行进一步相关分析, 并对当前较粗精度的夜间灯光遥感影像进行信息校正和精细化补充。■



图12 调研区域各影响因素分布 (图片来源: 作者绘制)

参考文献

- [1] 蒋涤非. 城市形态活力论[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007.
- [2] 龙瀛, 周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J]. 新建筑, 2016 (1): 52-57.
- [3] JACOBS J. The death and life of great American cities[M]. New York: Random House LLC, 1961.
- [4] 本特利, 埃尔科克, 马林, 等. 建筑环境共鸣设计[M]. 纪晓海, 高颖, 译. 大连: 大连理工大学出版社, 2002.
- [5] LYNCH K. Good city form[M]. Boston: MIT Press, 1984.
- [6] GEHL J. Life between buildings: using architecture space[M]. Copenhagen: Arkitektens Forlag, 1971.
- [7] TRANCIK R. Finding lost space: theories of urban design[M]. New York City: John Wiley & Sons, 1986.
- [8] KATZ P, SCULLY V J, BRESSI T W. The new urbanism: toward an architecture of community[M]. New York: McGraw-Hill, 1994.
- [9] MONTGOMERY J. Making a city: urbanity, vitality and urban design[J]. Journal of Urban Design, 1998, 3(1): 93-116.
- [10] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.
- [11] 徐磊青, 康琦. 商业街的空间与界面特征对步行者停留活动的影响——以上海市南京西路为例[J]. 城市规划学刊, 2014 (3): 104-111.
- [12] 徐杨菲, 郑思齐, 王江浩. 城市活力: 本地化消费机会的需求与供给[J]. 新建筑, 2016 (1): 26-31.
- [13] 刘黎, 徐逸伦, 江善虎, 等. 基于模糊物元模型的城市活力评价[J]. 地理与地理信息科, 2010, 26 (1): 73-77.
- [14] 叶宇, 庄宇, 张灵珠, 等. 城市设计中活力营造的形态学探究——基于城市空间形态特征量化分析与居民活动检验[J]. 国际城市规划, 2016 (1): 26-33.
- [15] 郝新华, 龙瀛, 石淼, 等. 北京街道活力: 测度、影响因素与规划设计启示[J]. 上海城市规划, 2016 (3): 37-45.
- [16] 姜洋, 辜培钦, 陈宇琳, 等. 基于GIS的城市街道界面连续性研究——以济南市为例[J]. 城市交通, 2016 (4): 1-7.
- [17] 芦原义信. 街道的美学[M]. 尹培桐, 译. 天津: 百花文艺出版社, 2006.
- [18] 李道增. 环境行为学概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [19] 周可斌, 矫鸿博. 城市街道侧界面连续性的控制研究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2009, 26 (3): 49-53.
- [20] 柴彦威. 城市空间与消费者行为[M]. 南京: 东南大学出版社, 2010.

作者简介: 裴昱 清华大学建筑学院, 博士研究生
 吴濯杭 清华大学建筑学院, 博士研究生
 唐义琴 清华大学建筑学院, 硕士研究生
 李婷婷 清华大学建筑学院, 硕士研究生
 龙瀛 清华大学建筑学院, 副教授, 特别研究员, 博士生导师

收稿日期: 2017-12-14