

# 基于空间句法的丘陵地区生态城市建设空间优化研究

李佳伶 刘如德 黎海红

湖南城市学院建筑与城市规划学院

**摘要：**2019年年末，我国城镇化率首次超过60%，我国城镇化发展由增量发展转为高质提升的新阶段。丘陵地区快速推进城镇化的过程中，由于其地貌的特殊性，缺乏有针对性的科学量化指导，造成了丘陵地区环境恶化和风貌特色丢失。本文将空间句法分析方法与生态城市理念相结合，针对丘陵地区城市空间形态特点，结合典型规划案例，研究现状存在主要问题，深入挖掘城市特色风貌和空间结构特点，探索适用于丘陵地区发展的规划手段，为构筑丘陵地区城市地域特色与时代风貌提供有效设计途径。

**关键词：**生态城市；空间句法；量化分析

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.02.035

## 一、引言

我国地势西高东低，地形复杂，山区面积多，不少省市和地区都以丘陵地貌为主，例如湖南省，属于云贵高原向江南丘陵和南岭山地向江汉平原的过渡地带，山地（含山原）占全省总面积51.22%，其中以丘陵为主。由于丘陵地貌独特的地貌特征，在城市规划设计过程中，应利用科学理性的分析方法和技术手段来指导城市建设。而随着城市建设的加速，旧城更新改造与新区的不断扩展，“推山填水”“大拆大建”等盲目开发案例越来越多，对丘陵地区自然环境的尊重与低效开发，造成城市生态环境恶化和风貌特色丢失，“如何有效保护和利用丘陵地区空间形态特点”，“如何通过科学有效的定性定量分析，创造高质量的生态空间设计”，是丘陵地区城乡规划工作面临的挑战。

## 二、研究目的及研究内容

### （一）研究目的

由于城市建设的快速推进和对丘陵地区的空间规划缺乏科学指导，在城市建设过程中，造成了丘陵地区环境恶化和风貌特色丢失。本文将空间句法分析方法与生态城市建设理念相结合，针对丘陵地区城市空间形态特点，研究现状存在主要问题，遵循可持续发展和地域适用性设计原则，探索适用于丘陵地区的城市设计方法，保证丘陵地区城市建设快速发展的同时，深入挖掘城市特色风貌和空间结构特点，为构筑丘陵地区城市地域特色与时代风貌提供有效设计途径。

### （二）研究内容

本文针对丘陵地区的特殊性，基于ArcGIS平台和量

化分析软件Depthmap对典型空间及案例进行空间句法分析。利用空间句法中的视域分析、轴线分割、整合度等方法，在生态城市设计理念基础上，将量化后的数据结果和规划设计成果相结合，研究现状存在的主要问题，对标规划成果指导空间规划设计。遵循可持续发展和地域适用性设计原则，探索适用于丘陵地区的城市设计空间优化方法，为构筑丘陵地区城市地域特色与时代风貌提供有效途径，有较强的研究价值和积极的现实意义。

## 三、国内外研究概况

### （一）生态城市研究概况

生态城市建设是以生态学为基本原理，以可持续发展为原则，涵盖自然、社会、经济、文化等诸多方面的综合性城市设计方法。1969年，由英国学者麦克哈格（Ian Lennox McHarg）撰写的著作《设计结合自然》成为当代生态主义的宣言，标志着生态城市设计思维的确立，为有效规划城市空间提供了科学指导。此后，以理查德·雷吉斯特（Richard Register）、杨尼斯基（O.Yanitsky）、唐顿（P.F.Downton）、罗斯兰（Roseland）、芒福汀（Moughtin J.C.）、威廉·M·马什（William M Marsh）、卡莫纳（Matthew Carmona）、马世俊、王如松、黄光宇、王建国等为代表的众多国内外学者在生态城市及其规划设计理论和实践研究方面取得了显著的成绩，为生态城市设计的持续研究奠定了坚实基础。

### （二）空间句法应用概况

空间句法是一种以空间拓扑形态为基础的空间分析方法及计算机软件，一种从空间形态出发理解人类社会、经济和文化行为的理论和建筑理论，源于1960年代到1970年代剑桥大学对建成环境、社会经济和考古学的数理研究。其创始人比尔·希列尔教授以及同事们于1980年代末开始投入了城市规划和设计的实践之中，包括英格兰东南部规划、伦敦千禧年工程、伦敦奥运会项目、哈佛大学校园更新、以及华盛顿白宫前广场改造等；该学派在美国、德国、日本、荷兰、巴西、沙特阿拉伯等国家都有学术和商业分支。其基本思想是对空间进行尺度划分和空间分割，以有效解决城市空间形态和城市风貌中存在的主要问题，是当前西方城市空间规划设计与研究中的一种有效的定性和定量分析手段。

国内的规划学者对于空间句法的应用多用于以下几个层面：城市特定地段的空间形态研究；城市功能的研

究；历史街区改造；建筑设计研究；城市交通分析研究；城市设计框架研究和规划实施空间评价等。例如《基于空间句法的历史商业街区空间形态演变研究》（李卉珊，2016），《空间句法与多源新数据结合的基础研究与项目应用案例》（盛强，杨滔，2017），《基于大数据的北京空间构成与功能区位研究》（杨滔，2018），《基于空间句法的南京江北新区空间结构优化研究》（高尚民，2021）等研究内容，都为本文的研究提供了一定的理论依据和技术支持。

#### 四、空间句法量化分析

##### （一）核心路径分析

###### 1. 研究区域

生态城市建设过程中，交通系统规划是至关重要的

一环，其中最重要的内容就是绿色出行系统的营造。通过选取轴线协同度分析全局integration以及局部integration之间的相互关系，来判断交通空间是否可被理解，其协同度的高低可以反映出空间中观察者通过对局部范围内空间连通性的观察进一步获得整体空间信息的程度。益阳市赫山区三里桥铁铺岭社区，原为赫山区粮食局粮食仓库和油脂厂生产车间，基地内地形地貌复杂，最高点与最低点之间的高差近10米，存有多处百年建筑、百年树木，周边配套齐全，交通便利，具有典型的丘陵地区生态城市特征。本文以益阳市铁铺岭社区现状交通规划图为例，结合空间句法的协同度分析及轴线模型，研究区域内的主要核心路径。

###### 2. 协同度分析结果

表1 协同度核心数据分析（资料来源：笔者自绘）

序号	Integration [HH]	Integration [HH]R3	序号	Integration [HH]	Integration [HH]R3	序号	Integration [HH]	Integration [HH]R3
1	0.65136015	1.0207884	12	1.2126187	2.303792	23	0.78066546	0.98558021
2	0.76090175	1.4135897	13	0.95198798	1.4931926	24	0.77921975	0.8870222
3	0.88213557	1.7379411	14	1.110234	2.6703043	25	0.94769973	1.4166186
4	1.0188346	1.8369439	15	1.0139245	1.7426945	26	0.94344997	1.6037242
5	1.1403216	1.787379	16	0.86048812	1.4724894	27	0.77065694	0.91666669
6	1.2196484	1.8104258	17	0.76090175	1.3304729	28	0.79542285	1.550553
7	0.65952772	1.238816	18	0.72423178	1.6132691	29	0.71197748	1.550553
8	0.58198988	1.5668709	19	0.82023132	1.5717616	30	0.72925246	1.1768752
9	0.51566017	1.1058542	20	0.95849359	2.1471546	31	0.61427546	1.3270249
10	0.50818682	0.84912294	21	0.79242688	1.4652896	32	0.84663719	1.2906152
11	0.4608748	0.84912294	22	0.66684419	0.73918515	33	0.82993823	1.3845592

依据integration以及integration R3的分析结果可得出街区内交通网络主要依靠“Z”字形的核心路径，内部多断头路，路网分布不均匀，不成体系等问题。之后采用回归系数R<sup>2</sup>的数值（见图1）来对协同性进行衡量，其中点代表道路，横轴为integration R3的值，纵轴为integration的值，R的计算公式为，

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

R<sup>2</sup>的值表示局部整合度与全局整合度之间的拟合程度，在轴线分析的全局整合度与局部整合度拟合关系中，（线性回归关系R<sup>2</sup>介于0-1之间，0表示完全没有关联，大于0.5则表示关联性较强，1表示完美关联）。根

据散点图得到回归方程为：y=0.329879x+0.335247，R<sup>2</sup>=0.589605。依据协同度计算得出的结果，得出研究街区局部整合度与总体整合度之间具有较强关联性。

##### （二）公共空间活力分析

###### 1. 研究区域

在城市更新过程中，历史街区更新方案层出不穷，由于缺乏对公共空间活力的重视，造成了街区开发运营后吸引力不足，门可罗雀的商业街区屡见不鲜。益阳是湖南省著名的历史文化名城，其古城遗韵中保存了两条完好的历史文化街区，其中一条为明清古巷。明清古巷位于资江东岸，至今仍保留有大码头永清后街、武陵坡巷和魏公庙，是丘陵地区具有典型代表的滨水历史街区，在生态城市建设过程中有极其重要的研究价值。本次公共空间活力分析主要从空间活力度、可识别度、基础设施布局等方面利用空间句法量化分析结果。

### 2. 空间活力度

空间活力度研究主要针对明清古巷的建筑外部空间,运用空间句法中的视域分析和整合度分析方法量化分析结果。从空间视域及整合度叠加可以看到,视觉聚焦程度最高的空间在靠近周边干道的街区中部和街区西边靠近资江的区域。对于街区的使用,主要道路的可达性及周边的公共空间提升对于提升整个街区的视觉聚集程度有极大效力,而视觉集聚程度的提升则反映了公共空间对于人群的吸引力,即人们倾向于去往哪一部分公共空间。从分析结果中可看出,明清古巷目前活力度最高地区为中部往南的纵向街道空间,以及最东边由北往中部延伸的纵向地段,中部以南活力度最低。西面滨水空间活力虽体现了一定程度的活力度,但较中部和东部相比活力度明显不足,滨水空间活力优化应成为下一步规划需解决的难点。

### 3. 可识别度

在日常生活中,人们在街巷内发生活动时所感受到的所有无障碍视域空间,构成了人们对于街区的整体印象。与此同时街巷互视程度的高低也左右着人们对于行动路线的选择,互视程度较低地段将在心理活动上带来不安全感。通过建立VGA模型量化分析街巷空间,颜色越深则表示该地块可视化程度越高,可识别出可识别性较高及可识别性较弱区域。从分析结果中可看出,可识别度最高区域为东部由北往中部延伸的纵向地段,该地段与空间活力度显示结果高度一致。可识别度最弱区域为滨水区域的重要节点区域,西边由中部往南延伸的地段,而该地段为滨水区重要节点地段。由此可见,滨水区域的可识别度严重不足。

### 4. 基础设施布局

位于老城区的明清古巷滨水型历史街区的空间活力激发离不开其基础设施的布置,布置不仅需要满足规划范围内居民和游客的需求,还应考虑外部性影响因素,要做到布置合理,能够有效地辐射规划及周边区域,形成富有层次的设施体系,提高片区居民生活质量。可通过整合度、连接值对基础设施的选点位置合理性进行研究分析。

依据公共厕所的服务半径为100-150m的标准,发现公共厕所等环卫设施在半径范围内可做到辐射整片区域,但作为对可达性、可视性连接值要求较高的基础设施,在考虑服务半径的同时应考虑在实际使用中的方便程度。例如,规划布置在北部及东南部的基础设施位于整合度较低区域,这在一定程度上保证了私密性但降低了可达性。

## 五、总结与展望

本文基于空间句法这一量化技术手段,以丘陵地区的典型空间代表铁铺岭社区和明清古巷为例,建立轴线模型、线段模型及视域vga分析模型,从整合度、视域分析、可理解度等方面对规划设计方案的道路体系、公共空间活力、可识别度、基础设施布局等方面进行了综合评价分析。但是,空间句法作为一种较为科学客观的量化分析手段,对设计的分析评价仅能作为佐证手段,而不能预测城市的发展。在实际项目实施过程中,不能单一化的依靠某种分析手段,应利用多种科学评价手段进行量化分析,以减少量化误差及主观判断带来的规划失误。

### 参考文献

- [1]刘旭辉.城市生态规划综述及上海的实践[J].上海城市规划.2012(03)
  - [2]沈清基.韧性思维与城市生态规划[J].上海城市规划.2018(03).
  - [3]陈天,臧鑫宇,王峤.生态城绿色街区城市设计策略研究[J].城市规划,2015,39(07):63-69+76.
  - [4]石勇美.基于空间句法的丘陵城市公共空间研究[D].湖南大学,2016.
  - [5]刘虹.转型期基于空间句法的城市设计框架策略研究[D].成都理工大学.2015.
  - [6]盛强,夏海山,刘星.空间句法对地铁站间截面客流量的实证研究——以北京、天津和重庆为例[J].城市规划.2018(06).
  - [7]张佳.空间句法在规划实施空间评价中的运用初探——以杭州钱江新城核心区为例[J].城市规划,2015,39(01):64-74.
  - [8]石勇美.基于空间句法的丘陵城市公共空间研究[D].湖南大学,2016.
- 项目基金:  
湖南省教育厅优青课题“空间句法视角下的丘陵地区生态城市设计策略研究”(18B446);  
湖南省社科评审委员会课题“乡村振兴背景下湖南省智慧田园综合体发展策略研究”(202066);  
湖南省自然科学基金项目“空间句法视角下的丘陵地区田园综合体空间布局优化研究”(2021JJ50144);  
益阳市科技创新计划项目“空间句法视角下益阳市高铁新城核心地段空间发展策略研究”(2018YR11),  
益阳市社科联重点课题“智慧城市战略背景下益阳高新区生态发展策略研究”(2019YS017).
- 作者简介:李佳伶(1982.11-),女,籍贯:湖南益阳,学历:硕士,毕业院校:湖南科技大学;现有职称:讲师;研究方向:城乡规划。