

文章编号: 1009-6000(2011)04-0042-05

中图分类号: TU984 文献标识码: B

作者简介: 徐璐, 南京大学地理与海洋科学学院硕士研究生;

徐建刚, 南京大学建筑与城市规划学院教授, 博导。

空间句法在城市设计中的应用 ——以南京市河西地区空间结构分析为例

The Application of Space Syntax in Urban Design
——Case Study of the Spatial Structure of Hexi District in Nanjing City

徐璐 徐建刚

XU Lu XU Jian-gang

摘要:

空间句法是一种通过对包括建筑、聚落、城市甚至景观在内的人居空间结构的量化描述, 来研究空间组织与人类社会之间关系的理论和方法。目前已被应用于城市诸多方面的分析, 包括城市土地利用, 交通网络可达性, 街道布局等。从城市总体规划到公共空间设计, 空间句法得出的结论有助于预测空间未来的使用模式且使城市得到最大化的发展。本文以南京市河西地区为例, 对河西地区进行了空间句法分析, 根据句法分析的结果对河西空间结构组织以及路网进行了一些建议调整, 并对调整后的路网进行了验证。结果表明, 通过空间句法的定量分析, 空间结构被毫不含糊地表达了出来, 分析的结果也证实了空间对发展中心以及轴线的选择具有非常强有力的作用。

关键词:

空间句法; 城市空间结构; 南京; 河西

Abstract: Space syntax is a method for analyzing relationship between spatial organization and human society. The analysis is based on the quantitative description of spatial structure of human settlements, including architecture, settlement, city and the landscape. The method has now been applied to analysis of many aspects of the city, including urban land use, transportation network accessibility, street layout, etc. From master plan to public space design, conclusions made by the space syntax can help predict space use pattern and can maximize the development of the city. This paper conducts space syntax analysis of Hexi district in Nanjing City, and proposes some adjustments of spatial structure and road network according to the result. After that, verification of the adjusted road has been done. The results show that spatial structure has been clearly expressed out through quantitative analysis of space syntax, and the results also confirm that space has a powerful force in selecting space center and axes.

Key words: space syntax; urban spatial structure; Nanjing; Hexi

我国当今的城市建设以大规模物质形态建设为特征, 城市设计作为一种引导、策划建设的手段被广泛地运用, 它是城市规划的补充。近年来, 城市设计求大、求气魄、追求几何图形化, 在城市结构方面单纯地追求机动化, 而没有考虑到人性化的城市环境。这些现象的出现, 主要是缺乏对新时代城市形态发展的趋势的研究, 集约化、有机化和

人性化等在城市形态塑造中的表形模糊。而空间句法是研究城市空间形态的良好定量方法, 本文以南京市河西地区为例, 阐述了空间句法在城市空间形态分析中的作用。

1 空间句法的涵义及其研究进展

1.1 空间句法的涵义

空间句法 (Space Syntax) 理论产

生于20世纪70年代末,由Bill Hillier及其领导的小组首次提出并使用。空间句法是一种通过对包括建筑、聚落、城市甚至景观在内的人居空间结构的量化描述,来研究空间组织与人类社会之间关系的理论和方法^[1]。空间句法的研究重点是空间,以空间作为独立的元素进行研究,结合图论的思想,对空间的通达性、空间网络格局特征、空间结构与人类活动间的关系等进行研究。目前已被用于城市诸多方面的分析中,包括城市土地利用、交通网络可达性、城市分布规律、城市街道布局等城市空间各方面。此外,空间句法在预测行人流量、分析城市街道布局等研究领域的应用也日益广泛。从城市总体规划到公共空间设计,空间句法得出的结论有助于预测空间未来的使用模式并且使城市得到最大化的发展^[2]。

1.2 空间句法的研究方法与进展

空间句法是假设将城市空间结构看作是城市现象产生的首要因素,特别是,认为城市空间结构是产生运动和活动的原由^[3]。在街上行走,人的感觉会随着所处位置的变化而变化。在空间句法研究中,城市空间被简化为拓扑网络系统,通过对拓扑结构参数和其间的函数关系对空间结构进行分析。空间句法理论的基本思想是对空间进行尺度划分和空间分割。尺度划分是空间句法建模的基础^[4],划分的标准是人类能否从空间中某一固定点来完全感知此空间。而根据空间分割则可以提取出城市形态的基本特征。分割方法概括起来大体包括点、线、面3种方法。目前用得较多的是轴线方法。而涉及到具体分析,在本文分析中主要计算的几个变量的含义如下:

(1) 连接值,连接值是一个局部变量,表示系统中与第*i*个空间相交的空间数。在连接图上,连接值表示与第*i*个节点相连的节点数。从认知的角度来看,它表示一个人站在空间里能看到的邻近空间的数目^[7]。

(2) 深度值,深度值是指系统中某一空间到达其他空间所需经过的最小连

接数。在连接图中,它表示某一节点距离其他所有节点的最短距离(是指通达性,而不是真实的测量距离),即节点在空间系统中的便捷度。深度值是空间句法中最重要的概念之一,它蕴含着重要的社会和文化意义。空间句法假设连接图是非加权的,即假设所有相邻的空间的深度值为1。一般取3个步长为局部深度值,主要表达空间转换的次数。

(3) 集成度,集成度描述了系统中某一空间与其他空间集聚或离散的程度。深度值在很大程度上决定于系统中节点的数目,为剔除数量的影响而使用集成度值这个概念。它反应了从一点出发,遍历空间中其他各点所需的总步数,可用相对对称或真实相对对称来表示。考虑到研究选择范围的大小,集成度可分为局部集成度和整体集成度两种。整体集成度反应节点与整个系统内所有节点联系的紧密程度;而局部集成度是表示某节点与其附近几步内的节点间的紧密程度。

(4) 可理解度,在本文的分析中暂时还没有用到这个变量。可理解度用来描述局部变量与整体变量之间的相关度,用来衡量从一个空间所看到的局部空间结构是否有助于建立起整个空间系统的图景,即能否作为其看不到的整个空间结构的引导。

2 空间句法在城市空间分析中的应用

2.1 空间句法在城市道路系统规划中的应用

空间句法在城市道路系统规划中的应用主要包括道路可达性分析以及街道系统结构等方面。空间句法通过对街道网络提取轴线,计算相关特征变量来模拟和预测人流和车流量,进而为道路可达性提供全面准确的现实依据。根据世界各地不同规模的城市实例表明,这种方法在解释交通流分配及道路可达性分析方面的可靠性达到75%~80%。鲁海军^[6]等对武汉总体规划道路网络系统可达性进行了研究。空间句法计算道路可达性的主要优点在于,把道路的空间位置即几何属性作为最重要的考虑

因素,数据获取容易,计算结果具有较大的可靠性和稳定性。

在街道系统结构分析方面,空间句法计算的集成度可对城市街道效率进行一定的评价。认为如果一个城市内有一条以上集成度较高的街道空间单元相交或接近城市的核心区,或者能够直接连通外部到核心,使外来人群能够方便地进入城市核心区,那么这样的街道系统具有比较良好的稳定性。

2.2 空间句法在城市形态分析中的应用

空间句法对城市形态分析主要通过融合拓扑分析同时对城市的外部空间形态和内部空间结构进行研究,以集成度和连接值两个拓扑学的概念来量化分析网络的优化程度,同时加入空间社会性的认识,即注重人在空间中的实际运动和空间感受。通过计算空间句法变量集成度值,可在一定程度上反映城市某一空间与其他空间的集聚与离散程度,体现某一空间相对其余城市空间的中心性。空间句法在帮助分析城市结构形态方面有很大的作用。它的理论原理在于:

(1) 城市是社会经济多重因素长期影响下的复杂空间自组织系统,在长期的要素系统耦合作用过程中,物质空间与其社会功能之间产生复杂的内在联系和相互作用,成为协同发展的互动子系统。因此,可以借助蕴含社会性的物质空间分析,解译物质空间内在的功能结构(如中心功能)。

(2) 可视范围内的街道空间对主体社会运动具有意向引导作用,因此主体感知范围内的最长街道可构成空间句法分析的基本单元——轴线。在城市内部,相互连接的轴线之间存在着内在的结构关系(不同城市的轴线网络形态可能多种多样,但各个城市内部的轴线结构关系具有相对一致性,具有严密的拓扑学逻辑特征),正是这一共性的结构关系形成城市拓扑空间内在的发展规律。因此,通过对城市拓扑空间的内在结构分析,可以捕捉不同城市内在的共性规律。

(3) 不同轴线引导的人流运动量存在差异,在句法结构中,拥有高集成

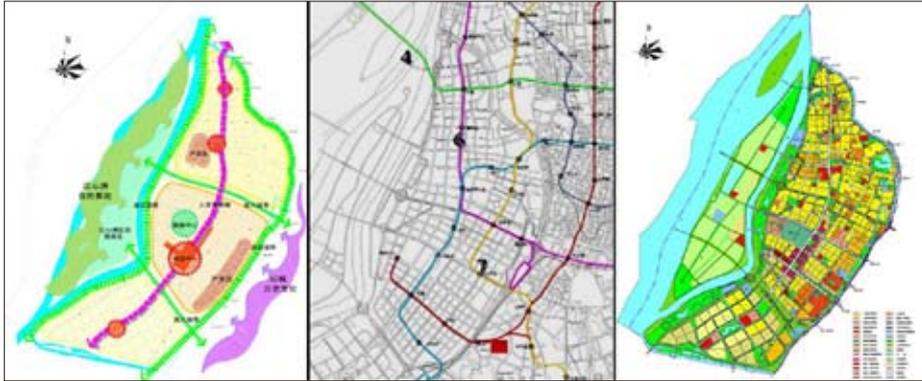


图1 南京河西新城区总体规划 (2002)



图2 河西新城现状轴线图、空间句法分析图

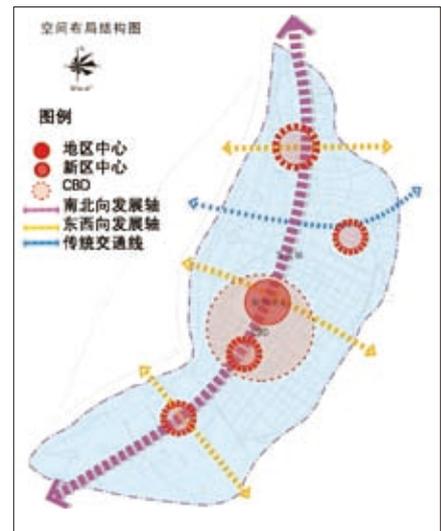


图3 河西空间结构组织

度的轴线能够引入更多的人流与社会功能。更多的人流进一步促进街道物质空间增强其功能空间重塑，从而在物质空间与社会运动流之间形成“乘数效应”。久而久之，某些街道的中心性日益增强，产生了“运动过程中心化”现象，形成集成核。

3 案例分析——以南京市河西地区总体城市设计研究为例

3.1 南京市河西地区概况

河西新城区位于南京主城西部，东至外秦淮河、南河，西临长江，北起三汊河口，南至秦淮新河，总面积约 94

km²。本文讨论的河西新城范围包括西至长江夹江江堤、东部与老城相邻，北段至外秦淮河和南河南段至绕城公路，南以秦淮河为界。

3.2 河西地区总体规划概况

《南京河西新城区总体规划 (2002)》对河西地区主要规划内容如下 (图 1):

规划范围：秦淮新河以北，外秦淮河和凤台南路以西，长江以东，陆地面积 55.7km²，分为北部整合区、中部建设区、南部规划区 3 大区域。

功能定位：以商务、体育、文化等功能为主的都市副中心 (新城区中心)；

以居住与就业相协调的中高档居住区；以滨江风貌为特色的休闲游览区。

功能分区：以应天西路、绕城公路延伸线为界，将新城区划分为北部、中部和南部 3 个功能空间。北部地区以中档居住区和高校科技园为主体功能；中部地区形成新区中心、中高档居住区、滨江休闲地与都市产业园；南部地区以高标准居住区为主，预留休闲体育健身等设施用地。

在对空间街道的塑造上，重视大路网线性空间形象的塑造，并开辟经四路东侧步行空间、纬九路北侧的商业步行街区、奥体中心西侧文化活动街区以

及各地区中心和社区中心等商业步行街等。

3.3 运用空间句法对河西进行空间形态分析

对河西空间结构的句法分析主要是通过轴线分割进行集成度的分析。空间轴线的集成度 (integration) 反映城市某一空间与其他空间的集聚与离散程度,是剔除冗余节点后标准化的平均句法深度 (depth)。它体现了空间单元对其他单元所具有的句法可达性与渗透性优势,从而体现出某一空间相对其余城市空间的中心性。在整个空间系统构形中,必然有一部分轴线的全局集成能力处于支配地位,这部分轴线构成了城市的全局集成核,全局集成核具有最强的渗透力和集成力,代表城市中心性最强区域。由于城市空间集成核的每一条轴线具有相应的定量数值,这些数值存在空间系统内在的量化关系,同时也与空间的社会功能存在严格的逻辑联系,因此,这一分析可以为城市功能空间分布以及用地布局的合理性提供良好的参考。

对河西的城市空间句法研究是通过在 GIS 环境下用 AXWOMAN 扩展模块提取轴线地图、建立单元空间的拓扑关系以及连接图,并在此基础上构建句法变量。空间句法分析的实质便是利用一系列“小空间”来表达“大空间”,用一系列变量来描述城市空间形态的具体特征。

具体分析步骤如下:

在 GIS 环境下对河西地区现状交通网络进行概括综合,删除细小弯曲,以突出自由空间的结构特征,利用 AXWOMAN 扩展模块提取轴线地图,建立拓扑关系并进行句法变量计算。提取的轴线图以及句法变量集成度的计算结构图如图 2。

根据句法分析以及河西目前的用地现状,对河西目前的空间形态分析如下:

首先是新区中心,即奥体中心附近,从句法图上看,具有较高的集成度,大致形成集成核,与其新区中心的定位吻合,但集成度仍不是很高,往东部方向

集成度渐弱。因为有些地块依然在开发之中,路网(轴线)未完全打通,造成集成度不高。结合实际情况来看,目前奥体中心附近商业配套设施还非常不完善,还只有一些零散的社区商业,周边楼盘的入住率很低,因而集成度不高也属正常。总体来说新区中心发展空间的基本条件已经具备,但要真正成型还有较长的一段路要走。

北部龙江地区,从句法图上看,中心地区的集成度较好,且大致形成两个小中心,与目前龙江地区的商业布置的实际情况大致符合,总体来说,龙江地区的发展大体成熟。

南部地区,从句法图上来看,总体集成度很低,一方面集成度低反映适宜布置居住地区,但另一方面也反映了南部地区目前空间可达性还较低,商业设施等很不完善,因而未能有人流集中趋势。

根据上述句法分析,本文对河西的空间结构组织做出适当的调整(图 3):

(1) 城市中心。

——新区中心:也是整个河西地区 CBD 核心所在,由上述句法分析图可看出,整合度高值区分布在江东路与梦都大街交叉处附近,新区中心主要分布范围在奥体大街至兴隆大街之间,面积大致 2.34km²。主要安排政府办公、商务金融、大型商业用地以及体育休闲等大型公共设施。

——副中心:龙江地区为闽江路到凤凰西街、清江路到江东北路往东附近,总面积约 0.9km²,主要安排商业用地。中部地区除了新区中心外,还有一个副中心,由于此地河西地区的 CBD 中心所在,因而在河西大街与江东中路交叉处安排另一个副中心,主要安排商业用地以及政府办公用地等。南部地区中心根据句法分析图安排在友谊路与江东南路交叉附近,面积大约 0.5 km²左右,主要安排商业以及体育休闲等用地。此外在莫愁湖附近也安排一个副中心,从之前的空间句法图上可看出此地集成度较高,且与老城的联系较为密切,

本区主要安排商业以及公共设施用地。

(2) 城市发展轴。

河西新城的发展主要是南北向和东西向,“一纵三横”,沿线串接各个新区的发展中心。

——南北向,沿江东路一线发展。这条轴线贯穿了整个河西新区的南北,不仅使得交通顺畅,对新城产生积极的影响,也提供了良好的用地发展契机。

——东西向,由北向南依次为清凉门大街、梦都大街、友谊路,在北、中、南部贯穿东西,主要为商业服务延伸带,加强东西向的联系。

(3) 内部功能划分。

参考河西新城区总体规划,北部地区为中档居住区为主;中部地区为新区中心,也是河西 CBD 所在,以商务金融、体育休闲以及中高档居住区为主;南部地区是高标准居住区,配套建设商业用地以及体育休闲用地等,并适当配套高科技产业区。

(4) 交通网络的调整。

为了配套城市空间结构的调整,对交通网络适当进行了调整。调整原则如下:

①打通河西地区南北轴线,加强东西部分的联系。

②强化城市中心的建设,改善新区中心和各副中心之间的交通网络。

③南部地区现状交通混乱,需根据规划重新建设。

主要路网的调整参照河西新城区规划的道路交通规划以及 2006 年的南京市道路交通规划,再根据空间句法分析图以及空间结构图进行一定的调整。调整后的交通网络见图 4。

(5) 空间句法验证分析。

本文的空间发展研究提出了贯通南北,连接东西,将河西新城引向多中心的设想,但是文中所运用的空间手段能否达成这样的空间目标?作者认为在此问题上仅仅通过感性的和所谓的经验来对未来河西新城的空间结构作主观的判断是不严肃的,因而本文又利用空间句法对于城市空间网络的量化分析



图4 交通网络布局



图5 规划布局结构轴线图、空间句法分析图

功能，对此作出明确的判断。

首先本文对河西新城的规划设想作了整合，进行空间句法轴线地图模型的构造，具体轴线图以及空间句法整合度分析图见图5。

空间句法的分析客观地证实了本文的大致判断，并有了清晰的解释：

从空间句法的解读来看，河西新城中部地区也就是CBD所在空间集成度非常高，从总体上来看，为整个河西形成地区的集成核，空间发展动力强劲，占有空间优势地位，完全符合其CBD定位。北部龙江地区副中心处于两条集成度很高的轴线交叉口处，南部地区中心附近集成度值不是很高，但从南部整体上来看，集成值相对较高，也都基本符合中心定位。

分析图上较清晰地显示出由南到北的一条集成度很高的发展轴线，贯穿南北，是整个河西新区的生长轴线。东西方向，由北至南，清凉门大街、梦都大街、友谊路所在位置的横向轴线的集成值也都很高，与南北方向的主轴一起构成了整个新区的发展轴线。

南部地区的整体集成值较低，与其高档居住用地的规划定位有关，一般此类居住区会避免人流大的场所。

其他在用地布局上，在集成度低值区，相应地块被布置了产业园区，或者

原先是一些自然因素，如湖泊等。分析的结果与规划结果大致相符。

从以上分析可看出，通过空间句法的定量分析，空间结构被毫不含糊地表达了出来，分析的结果也证实了空间对发展中心以及轴线的选择具有非常强有力的作用力。空间句法这个实证性的科学理论，可以帮助设计师清晰地了解城市空间的规律和间接产生的社会效应，从而在政策制定和规划中顺应城市自身的发展趋势，可持续地规划城市的未来。

4 结论和讨论

空间句法是一种通过对包括建筑、聚落、城市甚至景观在内的人居空间结构的量化描述，来研究空间组织与人类社会之间关系的理论和方法。从城市总体规划到公共空间设计，空间句法得出的结论有助于预测空间未来的使用模式且使城市得到最大化的发展。

本文以南京市河西地区为例，对河西地区进行了空间句法分析，并以句法分析结果为依据，参照河西目前的发展状况，对河西新城的发展轴线、中心等提出了相关建议。结果表明，通过空间句法的定量分析，河西空间结构被毫不含糊地表达了出来，分析的结果也证实了空间对发展中心以及轴线的选择具有非常强有力的作用。

本文以城市设计为出发点，明确城市设计在新兴理论应用方面的不足，以及城市空间发展所需要的动力因素，探讨理性原则下的城市设计方法，寻求传统城市设计方法与数理模型的结合，从而促进城市空间建设的发展。

参考文献：

- [1] 比尔·希列尔，段进. 空间句法与城市规划[M]. 南京：东南大学出版社，2007.
- [2] 臧鑫宇. 基于空间句法理论的城市设计方法探寻[D]. 天津：天津大学，2008.
- [3] Cutini V, Petri M, Santucci A. From Axial Maps to Mark Point Parameter Analysis—A GIS Implemented Method to Automate Configurational Analysis[M], A Laganà et al. (Eds.), 2004, 1107–1116.
- [4] Jiang B, Claramunt C. Extending Space Syntax Towards an Alternative Model of Space within GIS[A], 3rd AGILE Conference on Geographic Information Science—Helsinki/Espoo[C], 2000, 25–27.
- [5] 鲁海军，刘学军，程建权，等. 基于空间句法的城市道路网可达性分析[J]. 中国水运(学术版), 2007, 7(7): 131–133.