

基于自组织理论的中国传统城市空间结构拓扑关系研究*

孙彤宇 李 彬 张 蕾 陈思雨 季诗洋

Topological Research on the Spatial Structure of Chinese Traditional Cities Based on Self-organizing Theory

SUN Tongyu, LI Bin, ZHANG Lei, CHEN Siyu, JI Shiyang

Abstract: Cities are open and complex systems. The interactions among various elements and subsystems lead to continuous development and transformation of cities. Such processes bear self-organizing characteristics and ultimately shape the urban spatial form structural topological relationships. This paper comprehensively reviews cities with traditional Chinese characteristics and selects six well-preserved ancient cities, including Pingyao, Dali, Cicheng, Hongjiang, Lijiang, and Fenghuang for close examination. Through spatial topological analysis, these cities are classified into grid cities, tributary cities, and hybrid cities according to their spatial configurations. Quantitative analysis of urban spatial structure, street form and nodal spaces are conducted to reveal the self-organizing characteristics. The findings are helpful for identifying walkable urban districts, applying flexible design and planning techniques and restoring the historic cities.

Keywords: self organization; spatial structure; Chinese traditional city; topological analysis

提 要 城市是一个开放的复杂系统,其各类要素及各项子系统之间相互作用、相互影响促成了城市的发展和不断完善,体现出自组织特性,这种特性最终在城市的物质空间形态上体现并固化,从城市空间结构上看,呈现出一种具有特定结构方式的拓扑关系。对具有中国传统特色城市的资料进行全面梳理,筛选出6座保存完好的古城——平遥、大理、慈城、洪江、丽江、凤凰,通过空间拓扑分析,将其按路径结构特点分为格网型城市、支流型城市和混合型城市,分别从城市空间结构、街道形态以及节点空间等方面对古城空间进行量化研究,以揭示传统城市自组织发展的空间特征。这些特征对于实现城市区域步行化以及弹性设计模式在未来城市规划设计、古城复建与修复等领域的应用,具有一定的现实意义。

关键词 自组织;空间结构;中国传统城市;拓扑分析

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.201901004
文章编号 1000-3363(2019)01-0033-07

城市是一个开放的复杂系统(普里戈金,1987),其各要素和各级子系统之间的相互作用、相互影响促进了城市的发展和完善,体现出自组织的特征。这种特征最终在城市的物质空间形态上体现并固化下来,因此研究城市空间结构的自组织特征,可以为将来的城市更新与设计提供相关宝贵的科学依据。本文以自组织理论为基础,选取典型的中国传统城市案例,从空间结构、街道形态、城市功能演变等方面进行拓扑分析的量化研究,揭示传统城市空间自组织特征,对于超越形式符号研究传统城市深层次结构特征具有重要意义。

1 中国传统城市空间

本文所定义的中国传统城市是指在当今城市中遗留下来的历史旧城区,其范围定义在1949年以前的建成区,也是历史文化名城的核心保护范围。中国传统城市经历了漫长的历史年代,从自组织理论角度来看,其城市形态是经历了自组织的进程而固化下来的具有平衡态的空间形态。当代城市面临着交通拥堵、废气排放激增、步行环境品质低下等问题,与市民生活密切相关的城市步行空间环境亟待改善。而在传统时期,步行是城市的主要交通方式,由此形成的城市空间尺度宜人,丰富多彩、活力十足。

作者简介

孙彤宇,同济大学建筑与城市规划学院副院长,高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室,教授,博导

李 彬,同济大学建筑与城市规划学院博士生
张 蕾,上海筑都建筑规划设计有限公司总经理,主创建筑师

陈思雨,奇创旅游规划设计咨询旅游规划师
季诗洋,上海筑都建筑规划设计有限公司规划师

* 国家自然科学基金面上项目“基于自组织理论的城市大街区步行模式空间拓扑模型研究”(项目批准号51578383)

因此,传统城市空间的研究对于当代城市探索适宜步行行为的城市环境具有借鉴意义。

当代城市发展和形态变化依赖于城市规划,但城市是个复杂的自组织系统,它的未来难以预知。为了实现城市设计的弹性模式,Duarte和Beirao提出了形态句法的设计概念(Duarte J P, 2011);马歇尔从城市街道设计的角度针对街道的理想布局提出了构成性设计方法(斯蒂芬·马歇尔,2011)。这两种方法均提倡采用通用性的结构规则体系以获得更多城市发展的可能性,从而取代借助于理想形态模板进行设计的规划方式。这种弹性设计模式强调了城市发展的自组织作用,没有预先确定整个城市的设计理念,而是建立在对城市空间拓扑关系的充分理解上,从街道开始构建城市结构。中国有着丰富的文化底蕴及建城历史,开展中国传统城市空间结构的拓扑关系研究,对现代城市发展规划、旧城更新及古城复建具有指导性的意义。但目前,在城市规划设计领域国内更偏重借鉴西方成熟的方法与制度。西方设计理论对东方世界“宇宙模式”的城市设计关注甚微,致使我国现代城市缺少中国传统思想在形态、边界及识别性方面的个性特征。城市是复杂社会经济系统的产物,不仅有物质性的表现,也是一个复杂的组织系统(周干峙,2009)。在对城市空间形态演变表象的研究之下,自组织理论的引入,能

够更加全面地对城市发展进行解释。国内对于中国传统城市空间的研究,更多地停留在对空间表象的观察、表述、归纳,自组织系统很少得到关注。至今,对传统城市空间自组织特征及内在规律缺少定量的分析,无法做到与现代城市发展更新有效衔接。

2 城市空间自组织研究方法

1960年代左右,出现了以Ilya Prigogine提出的耗散结构理论为首的自组织理论体系。基于耗散结构理论,Allen论证出城市系统是自组织结构的典型示例(Allen P M,1978; Schieve W C, 1982)。此后,Juval Portugali将自组织理论系统地引进城市研究领域(Juval Portugali, 2000),发展出一套关于城市空间自组织的研究方法,如分形理论、元胞自动机理论等。Bill Hiller在其理论的引导下,建立了对城市形态进行计算的空间句法软件模型(Hillier B, 1996)。最近国内越来越多的研究引用了空间句法来对城市形态与人行活动进行计算,深入地剖析城市形态。建筑空间、聚落空间、城市空间甚至景观在内的人居空间等均可以在空间句法下被量化(段进,2007)。其中,空间句法中的轴线分割法主要对城市宏观结构进行分析,凸多边形分割法是在轴线分析结果的结论上,对城市局部的重要公共空间进行研究。在空间句法的计算结果

中,包含了一系列基于拓扑计算的变量,来定量描述构形的特征,如连接值、控制值、集成度、深度值等,这些变量值对于弹性的城市设计模式具有重大参考价值。

城市内部结构由其骨架和分支部分构成,是一个典型的网络结构,因此城市内部结构形态的分析就转变为网络拓扑分析。从形态学角度来看,路网是构成城市空间形态的基本骨架,其整体结构决定了城市布局并构造了城市空间结构。马歇尔在对大量城市进行分析后提出路径结构理论,表明了网络结构特征和城市功能方面有着巨大的联系,可作为研究城市空间自组织特征的重要研究方法之一。对于中国传统城市而言,城市空间自组织的发展变化主要通过街道形态体现,但是道路外形与连接方式的复杂性增加了对街道形态研究的难度。在空间句法的基础上,马歇尔创造了全新的方法——路径结构分析,对街道拓扑形态进行了分析。并且,通过对路网复杂性、递归性以及规则性的计算,创建了异质性图表,将城市分为支流型、格网型以及混合型(特征性)三种类型。

在路径结构分析中,一条路径则为一个线性元素,一条路径和其他路径通过交汇点保持了连续性(斯蒂芬·马歇尔,2011)。具体分类操作以平遥古城为例(图1),首先将平遥的街道平面图抽象为点线示意图(图1, b)。这些点

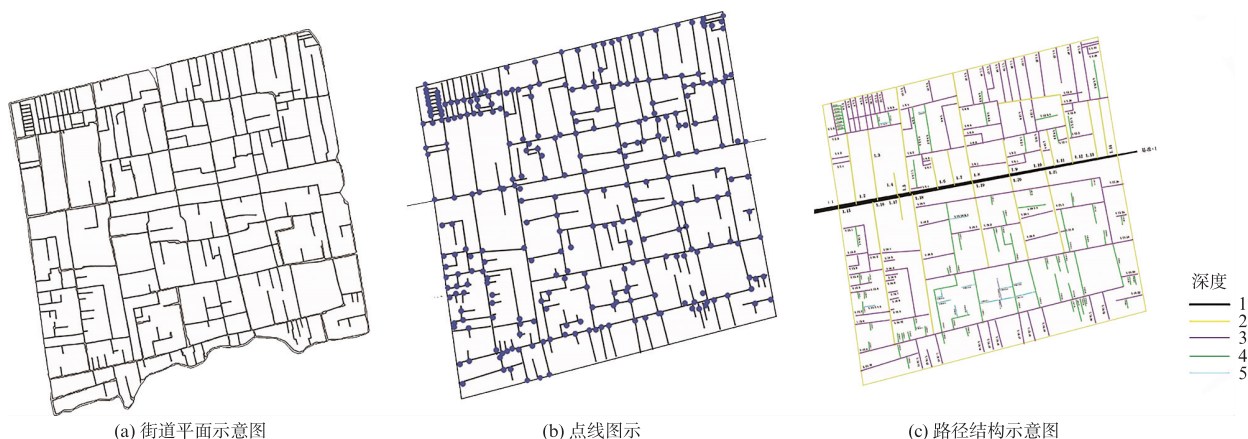


图1 平遥街道网络示意图

Fig.1 Pingyao street network

资料来源:作者自绘。

和线能组合多种路径,路径的排列组合又是数以万计的,所以在构建路径结构时需要建立在对城市了解的基础上,根据实际情况进行主观的排列组合,以此形成一个最优的路径结构。在平遥,东西大街被选取为基准路径,编号为1,深度等级也是1,其他路径编号和深度均基于基准路径,最终得到所有路径的路径特性(图1,c)。

中国传统城市的发展经过漫长历史长河的冲刷,只有极少数能够保持接近于原汁原味的面貌。本文从遗存的传统城市中筛选出保存完好的平遥古城、大理古城、慈城古城、洪江古城、丽江大研古城、凤凰古城,引用马歇尔所提出的路径结构理论对其分类,将整个城市空间抽象为点、线、面的集合,运用空间句法等手段对发展至鼎盛时期平衡态下的城市路径特性、节点空间、街巷空间、街区形态进行结构上的拓扑分析研究,是将自组织理论引入到传统城市空间研究中的一次新尝试,可为国内外自组织城市的研究方法提供新思路。

3 中国传统城市空间结构拓扑关系

3.1 传统城市的路径类型

城市空间形态演变的过程,反映了在特定历史条件下城市系统的发展轨迹。而城市空间形态合理与否涉及到自然条件、社会发展程度、城市规模、布局及路网结构等多个特征要素,这些因素相互影响,综合作用于城市街道形态(段进,1999)。本文将传统城市街道网络进行拓扑构建,以路径作为城市空间研究的基本研究元素,得到传统城市现存状态下的路径特性数据,再经路径结构计算,最终将6座传统城市分为三大类型(图2)。

平遥和大理呈现出格网状形态模式,但是两者又有着区别。平遥路径特征呈现出规则性高,复杂性较小的特点,而大理的路径特征更偏向于支流型,道路深度较深。慈城、洪江同为支流型城市,但两座城市从形态上给人的直观感觉却截然不同。洪江外部形态呈现不规则状,道路形态相对单一,变化

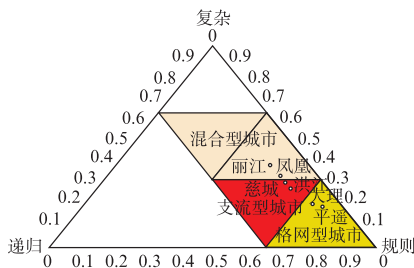


图2 6座古城异质性图

Fig.2 The heterogeneity of six traditional cities
资料来源:作者自绘。

较少。而慈城与典型的中原城市形态相仿,主要街道呈格网型,支路较多且呈支流型特点,路径形态复杂度高于洪江。混合型城市中的路径较为自然和均衡,并不仅是支流与格网之间的过渡。马歇尔将这种结构称为“特征型结构”,这种结构具有与众不同的复杂性特征的独立路网结构类型,具有典型且难以直观识别的形态。鼎盛时期的丽江大研古城和凤凰古城呈现出局部具有独立路径形态的混合型路径特征。而雏形期的城市空间只定义了主体骨架,没有形成稳定、成熟的街道形态。通过对6座案例城市历史形成过程的分析,中国传统城市的初始状态可分为支流型和格网型。初始支流型受地理或者其他因素影响较大,而格网型往往是在上位规划下,模仿都城以形成城市的初始形态,如慈城。城市从雏形期到鼎盛期,其城市路径结构经历了从支流状或格网状到格网型、支流型和混合型的发展过程。

具体来说,洪江、丽江和凤凰这3个古城的路径结构,均是从支流状向混合型(丽江、凤凰)和支流型(洪江)演变。在这两种方向的演变过程中,古城凭借地理区位优势,使得商贸经济成为推动城市发展至鼎盛阶段的中坚力量。不同的是,洪江空间自组织的发展过程中受政治力量影响较小。因此,在洪江的路径结构中,基本上没有出现十字形的道路连接方式,皆以丁字形、一字型为主。这种山地城市独有的道路形式,为吻合具体的地形地貌,随山体起伏,以直线状或折线状向山体内部进行城市空间自组织的拓展。从直观上来看,洪江路径结构的支流状特征十分明显。丽江道路形态乍看之下,呈现支流

状,其计算结果却是混合型,即丽江道路形态上存在着较多的十字形交叉口,这是政治力量介入的典型结果。丽江前后经过木府与流官政府的统治,使丽江受到中原格网城市规划理念的影响,在局部区域呈现了格网状的路径结构。并且,相对于洪江来讲,丽江地形平坦,在城市发展和填充阶段,道路可以根据需求相互连接,为商贸经济提供更加通达的运输网络。因此丽江的道路主体受水系影响呈支流形态,局部呈现格网状,总体为混合型道路形态。

平遥、大理、慈城是规划型城市。这3座古城的路径雏形呈格网型,最后,形成了格网型(平遥、大理)、支流型(慈城)的结构类型。平遥、大理自始至终都作为政治中心而存在,因此受到礼乐制度的影响,城中十字交叉道口较多,这也为城市后续商业发展提供了便捷的道路系统。但慈城的路径结构不同于直观感觉的格网型,从城市演变和序参量的分析中可得出原因。首先,在古代慈城是典型的江南城市,水系丰富,河水沿街流淌,遍布全城。因此,道路在格网的基础上,根据水系的形态进行建设、延伸,为水路商贸经济和居民生活服务。其次,在慈城发展的后期,家族模式的分崩离析,原居住空间受到家庭增多的冲击,街区为适应居住功能被进一步的分割。街道的深度和等级逐渐加深,使城市街道从相对格网式的高可达度道路系统,转变为封闭、等级分明的道路系统,因此支流的特征十分明显。

3.2 传统城市空间的节点分析

节点空间是人流流动的交通空间,也是人们驻足休憩的静态空间。本文综合考虑了公共空间对城市发展的影响力以及其所在道路轴线集成度的数据,将传统城市的节点空间归纳为四种等级。一级节点即基核空间,是城市扩张的重要节点,且基本位于集成度最高的主街沿线,多为城市的政治、军事、经济、文化中心。二级节点也在一定程度上影响了城市的发展,且沿集成度较高的道路进行分部,多是古城的庙宇、广场等

公共空间。三级节点以山体为主的自然景观节点及古城的出入口、桥、阁楼、祠堂、寺庙为主，但是其所在街道的集成度相对偏低；四级节点多是规模较小的空地、广场等小型公共空间。

总体来看，各级节点以圈层式分部在集成度最高的主街上的一级节点。在传统城市中，主街上的节点多为街道的转角空间、建筑前街道空间以及道路交叉形成的公共空间，其功能主要以交通性为主，具有很强的指向性和标志性。在集成度较低的支路和巷道上，节点数量逐渐增加，这是因为在城市居民的自组织行为下，居住街区内大多存在两到三个小型公共户外空间。这种节点空间沿街分布或位于道路尽头，恰恰符合了中国文化的内敛性，又有着曲径通幽、柳暗花明之感，确保了居住的私密性。本文在分析了各级节点所在轴线的特性下，提出了未来城市规划在设计步行街道网络中节点的集成度参考范围（表1）。

基核是城市空间自组织分析的重要元素，但在以往对传统城市的空间自组织分析中，往往忽略一些重要基核对城市发展的影响作用。本文利用空间句法中的凸多边形法具体分析了6座古城中基核所在节点空间及周边空间的特性。6座古城中各个基核（图3）的参数因基核所经历的历史时期、功能变迁及序参量影响呈现差异化结果（表2）。总体来讲，基核所在空间平均深度较低，从局部空间到达空间系统的单元步数较少，可达性较高；第二，集成度从基核向周边街道空间逐渐递减。除了在基核处集聚之外，人群还会在中心点周边进行逗留。由此可见，人流大多都是从基核空间顺各条街道逐渐分散出去。从数值上看，这些基核性节点的全局集成度基本上皆小于1，仅洪江五星广场空间集成度大于1。这表明一级节点空间布局比较分散，中心性不高。对于同一座城市的两处一级节点进行比较，例如平遥县衙与平遥城隍庙，慈城县衙与市中心，丽江木府与四方街，发现这两者全局集成度十分接近，且中心性不高。这说明传统城市中心分散，具有多中心的特征；第三，基核所在空间控制值较高。

表1 传统城市节点所在轴线的集成度分析及设计参考范围

Tab.1 Node design reference of traditional cities based on integration analysis

古城全局集成度	平遥		大理		慈城		洪江		参考范围	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
一级节点	1.17	2.37	2.27	2.31	1.9	2.15	0.96	1.08	1	—
二级节点	0.78	1	2.16	2.27	1.78	2.15	0.87	1	0.7	—
三级节点	0.62	0.8	1.3	1.78	1.6	2	0.73	1	0.6	—
四级节点	0.5	0.8	0.8	1.64	1.1	1.8	0.48	0.93	0.4	1.7

资料来源：作者自绘。

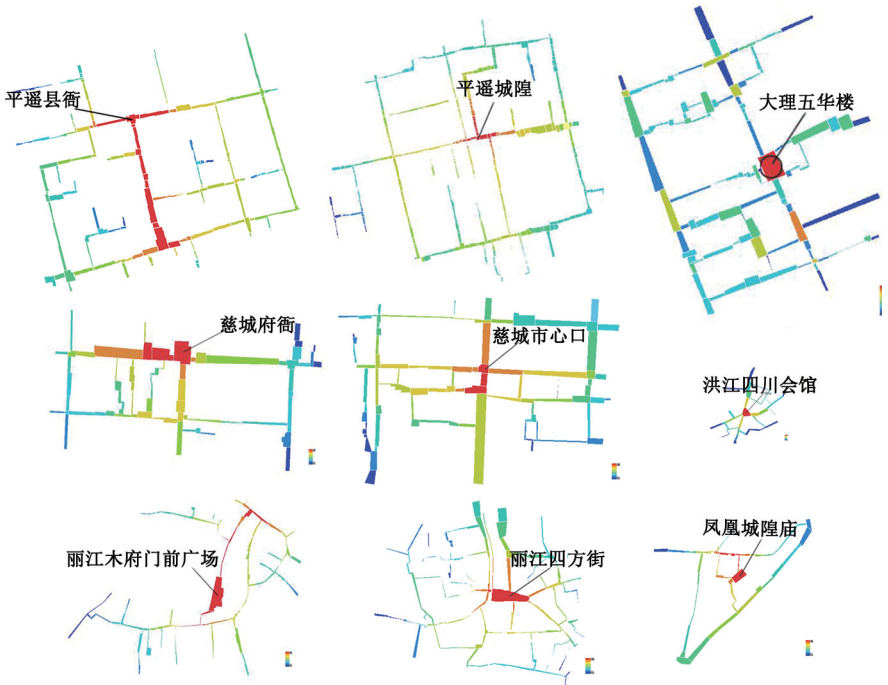


图3 6座古城9个基核的凸状分析集成度

Fig.3 Convex integration analysis of core areas of six traditional cities

资料来源：作者自绘。

表2 6座古城基核凸多边形分析结果参数

Tab.2 Convex analysis data of core areas of six traditional cities

古城	基核名称	凸多边形数量	控制值	全局集成度	深度值
平遥	县衙	154	2.5	0.47	10.99
	城隍庙	78	2.69	0.43	7.62
大理	五华楼	112	2.83	0.66	7.52
慈城	府衙	71	3	0.73	6.06
	市中心	88	3	0.79	6.02
洪江	四川会馆	37	3	1.33	3.11
丽江	木府	116	2.33	0.44	10.79
	四方街	194	3.08	0.68	8.41
凤凰	城隍庙	58	1.5	0.51	7.68

资料来源：作者自绘。

除凤凰城隍庙之外，其余城市基核的控制值皆大于2，在3上下浮动。可见，基核对其周边街道空间的形成具有一定的控制作用。

量化数据分析发现了传统分析方法

所无法获取的人在基核空间的感知、行为活动对于其他空间的潜在作用力。根据实际调研可以发现，凸多边形计算得出6座城市的句法参数反映出的空间特征与实际情况相符合，基核的集成度、

控制值等影响着周围空间的参数。但是，现代的城市设计往往弱化了一些具有基核作用的空间功能，仅仅考虑连接功能或其他较为单一的功能。基核空间如果设计合理，在实际的空间发展中具有一定的控制能力和导向作用。

3.3 传统城市空间的街巷分析

本文将6座古城在发展鼎盛阶段的街巷空间转化为轴线图后，在Depthmap等软件的辅助下获得了各个空间参数分析图，统计出数个有价值的量化数据，从而获得了古城街巷空间的结构特征（表3）。

在城市空间研究中，集成度往往用来表示城市系统中街巷空间的集聚和离散水平。集成度越大，该空间在整体系统中集聚能力越高，也表明该空间人车流量都较大，反之则表明该空间人车流量较小。集成度具有不同的分析半径，通常所说的全局集成度（R=n）是指任一空间去到系统中其他空间的可能性，系统中每个空间均被考虑在内，在城市空间中，常用以表达城市中心空间。6座古城街巷空间均有上百条轴线空间组成，从全局集成度的计算结果出发，格网型城市与支流型城市的高集成度轴线长且直，对全部的空间形态影响明显。混合型城市中，丽江的高集成度轴线则沿河流蔓延，且较短，因此数值较其他城市偏低；凤凰古城因沱江分两城，因此，集成度数值也较低。通过对其他4座古城全局集成度的重点分析发现，古城往往除了一个城市中心外，往往还存在多个集聚中心，这些集聚中心在城市功能上分别对应着节点空间。

深度值是指系统中某一条轴线去到另外任一条轴线所需的最短拓扑距离，深度值越高的区域其可达性越低，反之，深度值越低的街巷空间，其可达性越好，功能也越复杂；相反，深度值越低，开放性则越强，私密性也越高，人的活动较少，经过这些空间的人流量也较少。因此深度值可以用来表示分析街巷空间的通达性。对比6座古城街区功能所在轴线的深度值发现，居住区的深度值在8以上，商住用地的平均深度值

在6以上。随着历史进程的推进，在居住区的深度值被突破之后，街区深度值降低2—3个相对值时，开放性变强，随之而来就是功能向商业的变迁。此外，可达性高的街巷空间是否均匀分布在古城是判断古城人流量是否均匀的最重要指标。如果可达性高的街巷空间较聚集，则古城会有交通拥堵的情况产生。从6座古城各自深度值的分布结果来看，传统城市的深度值整体差异不明显，并表现出一定的放射形态，即以城市中心向城市周边递增，可见，城内人流的分散能力较强，交通状况良好。

通过集成度及深度值等相关量化数据，除了可以明确古城的交通功能外，古城交通还表现出一定的秩序感，反映在古城上就是控制值差异化较大。控制值是指系统中轴线对其他轴线的控制作用，从整体上可以看出街巷的等级系统。一般古城有主街——支巷——入户尽端路（巷道）这三个层次。主街集成度较高，控制值较大，具有交通、商贸、生活等多重功能，这是因为便利性是自组织发展的基本原则之一。支巷的控制值较差，往往连接入户尽端路与主街、基核与其他节点，便于街区居民从家直达主街，功能较主街简单化。入户尽端路往往是连接支巷的入户道路或者是连接街区居民之间的道路，控制值较

低，这类空间的功能较为单一，私密性较高。传统城市的主街在作为交通要道发展起来之后，逐渐承担了城市生活、商贸、休闲娱乐等功能，是人们重要的交往空间。但是，当代设计者把交通运输功能作为街道设计的首要考虑因素，特别是主街道路被拓宽，占地面积增大，忽视了街道的社会功能。在符合机动车利用的便利性下，对于实现适宜步行行为的城市环境，恢复街道中具有活力的空间，探索支路与巷道等次级道路功能与连接的设计显得尤为重要。

一条道路往往由多条轴线组成，因此，城市道路设计的轴线分析参数范围跨度比较大，对于主街的最高集成度等值的设定存在着不确定性。而对于支路和巷道来说，轴线参数设定不合理，往往不利于步行等慢性交通体系的体验。因此，本文对古城中的支巷及入户尽端路的轴线分析结果进行了更进一步的筛选分析，得出以下交通设计上的量化建议（表4）。

3.4 传统城市的街区形态分析

中国传统城市空间往往以街区进行分割和管理，给人留下格网形态的主观印象。将6座古城的街巷空间矢量化后，导入ArcGIS软件中进行解析发现，中国传统城市的街区呈现多样性、复杂性、

表3 6座古城轴线句法分析结果参数
Tab.3 Axial analysis data of six traditional cities

古城	轴线数量	全局集成度		连接值		深度值		控制值	
		最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
平遥	583	0.07	2.37	1	11	8.42	15.7	0.71	7.4
大理	248	0.68	2.31	1	16	3.38	9	0.06	1.15
慈城	483	0.53	2.15	1	27	3.95	12.94	0.05	7.53
洪江	249	0.42	1.08	1	9	6.03	14.01	0.17	3.21
丽江	787	0.23	0.59	1	7	12.88	31.65	0.14	3.67
凤凰	518	0.23	0.7	1	9	10.16	28.47	0.2	3.33

资料来源：作者自绘。

表4 城市道路设计轴线分析参数范围
Tab.4 Axial analysis data reference of city street design

古城	全局集成度		连接值		深度值		控制值	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
主街	0.5	—	7	—	3.3	18	0.4	—
支路	0.3	1.8	2	7	3.5	26	0.9	7.4
巷道	0.1	1.4	1	5	4.5	—	0.1	3.3

资料来源：作者自绘。



图4 平遥
Fig.4 Pingyao
资料来源：作者自摄。



图5 丽江
Fig.5 Lijiang
资料来源：作者自摄。



图6 洪江
Fig.6 Hongjiang
资料来源：作者自摄。

开放性的特点。本文根据自然间断点分级法将古城街区划分为五类尺度，对相似值进行最恰当地分组，保证了各类之间的差异最大化。从表5中可以看出，相同路径类型的城市在街区尺度上呈现出个性化特征，街区的功能不像现代城市这样明确，也并没有明确的封闭边界，呈现出商住混合、商住混合等开放性特点，在商住混合的地块中，商业基本上线性分布在街区边缘处。

整体上看，格网型城市街区形态较为单一，以规则的长方形形态和正方形形态为主，街区以主街为序列进行排列，街区之间依靠主要道路进行交流、连接（图4）。其中，支流型城市和混合型城市街区形态较为复杂、多样，街区除沿主要街道排列外还受到河流、山体的影响带状排列，因此沿水网、主干道的街区密度较高，且街区功能不那么明确，往往形成各自的集聚中心（图5、图6）。

具体来看，在研究的6座古城中小街区以商住为主，形状有规整的长方形、正方形和不规则三种。在支流型城市和混合型城市中，处于通达性较好地段的小街区往往被发达的交通体系从原有的大街区分隔出来，呈现正方形或长方形形态。例如，慈城驷马河沿岸宽45m的各类小街区和丽江新华街与东河围合而成边长40m的方形街区。大型街区以公共设施为主，同时混有居住及商住型街区，这说明在传统时期，公共设施如官署、寺庙等往往是占据城市的最大街区。对于现代城市设计来说，大街区在一定程度上可以方便交通、管理等。但是这种大街区往往容易成为城市

结构中的毒瘤，导致城市结构松散，城市联系减弱。从6座古城的街区上可以发现，传统城市的大街区往往依山傍水，位于古城周边，尽量降低对古城内部交通联系的干扰。

在传统城市中，尺度在1—3hm²之间的中级街区数量最多，是古城的重要

组成部分，也是居民、客商的主要活动区。此类街区功能混合比较复杂，有纯居住街区、商住街区、公共设施等多种功能类型，例如平遥四大街两侧，存在多个短边尺寸在70—100m，长边尺寸在180m左右的长方形街区，街区外围“前店后坊”的店铺依次沿街两侧排列；大

表5 6座古城街区特征
Tab.5 Block design characteristics of six traditional cities

路径结构类型		古城	街区等级	街区尺度(hm ²)	街区数量	街区功能
格网	格网	平遥	1	0.06—0.45	48	商住
			2	0.45—1.18	34	居住
			3	1.18—2.01	41	商住
			4	2.01—3.44	21	商住、公共设施
			5	3.44—6.16	7	公共设施、居住
	半支流	大理	1	0.18—1.00	5	商住
			2	1.00—2.05	14	商住
			3	2.05—2.89	21	商住、公共设施
			4	2.89—3.83	8	商住、公共设施
			5	3.83—4.94	7	公共设施、居住
支流	半支流	慈城	1	0.04—0.58	38	商住
			2	0.58—1.14	29	居住
			3	1.14—1.82	20	居住、商住
			4	1.82—2.85	31	商住、公共设施
			5	2.85—6.43	1	公共设施
	半支流	洪江	1	0.02—0.08	21	商住、公共设施
			2	0.08—0.15	51	商住
			3	0.15—0.25	7	商住
			4	0.25—0.53	8	商住
			5	0.53—1.08	8	居住
混合	半支流	丽江	1	0.00—0.19	43	商住
			2	0.19—0.42	51	商住
			3	0.42—0.80	41	商住
			4	0.80—1.36	38	商住
			5	1.36—2.99	4	公共设施、居住
	半格网	凤凰	1	0.10—0.41	19	商住
			2	0.41—0.78	14	居住、商住
			3	0.78—1.68	22	商住
			4	1.68—3.57	6	商住、公共设施
			5	3.57—6.97	8	居住、公共设施、商住

资料来源：作者自绘。

理在城西营造的呈120—130m长和160—180m长的正方形商住街区。传统城市的街区长边尺寸一旦大于180m,则在后续的发展过程中,会出现自组织的分叉。例如,原平遥县衙周边180m长的传统方形街区,在历史进程中逐渐出现支路,并最终分割为两个90m×180m的长方形街区;此外,慈城中街两侧由传统三纵六横围合成的100m×200m的长方形街区,在向城南发展的过程中,逐渐延伸出多条南北向支巷,街区因此被支路分割。

古城街区是开放的,而在现代,出于经济成本、社会安全等方面的考虑,街区大多封闭,城市功能分隔明显,自组织行为被规范、限制。城市街区是居民工作、生活的场所,一旦失去活力,城市各方面必然受到损伤。因此,当今街区的尺度、功能等设计要综合考虑各方面因素,使之成为城市的有机组成部分,达到与城市“联动”发展。

4 结论

通过对传统城市空间结构的拓扑关系进行深入分析后发现,中国传统城市的路径呈现出最初的支流型或格网型的路径框架向格网型、支流型和混合型路径体系发展,其节点空间、街巷空间及传统街区也呈现出不同的结构特点,通过城市空间结构拓扑关系的研究,本文分别提出了相应设计上的参考依据。

传统城市公共空间呈现出由路径连接而成的多级圈层节点网络,这也是中国传统城市在步行为主要交通方式下形成的路径特征。此外,通过分析发现,作为一级节点的城市基核往往不止一个,且多个基核之间通过竞争协同形成多个城市中心,决定了系统结构。在一定条件下,基核发展起来可能导致系统有序结构的出现,或中途夭折导致系统再组新的有序结构,表现一定的凝聚力。从空间句法的量化分析结果中可以得知,节点所在轴线的集成度往往要大于1,才能发挥一级节点的作用,而四级节点所在轴线的集成度往往小于1.7。此外,在传统城市空间街道上,入口、

转折、结尾都会进行特殊处理,形成一定的空间序列。在今天的城市规划设计中,街巷空间上也应在设计时预留一个或多个节点空间,这样不仅使得街道充满生气,而且还创造了丰富变化的街巷空间。另外,广场作为传统城市街道空间的节点之一也被广泛应用于现代公共空间的设计。

在街巷空间中,传统城市与现代城市最大的区别在于对街道功能设计以及道路网结构的规划上。从道路连接方式上来看,传统城市中城市道路以丁字形连接为主,十字形连接的道路仅为少数或者几乎不存在(如洪江)。例如,当人站在十字路口中间的时候,会对所前进的方向产生混乱,需要通过标识地标节点的设置来增加道路的导向性。而丁字路口减少了行进道路的可选择性,对城市空间的导向更加的明显。此外,本文通过轴线量化分析发现,传统城市中支路和巷道的全局集成度分别小于1.8、1.4,连接值分别小于7、5,深度值分别高于3.3、3.5,控制值分别小于7.4、3.3时,才更有利于当地居民的日常步行交往。综上,对轴线地图进行空间句法的研究结果与对实际的城市规划中需要的空间构形分析相符合,而且根据这种量化分析结果可以具体化城市空间特征,有利于街道、街区等功能、结构特征的明确且具有一定的说服力。

通过对传统城市街区空间的研究可以发现,传统城市街区空间结构和尺度具有节奏感,并担负着不同的城市功能,而不是千篇一律的正方形或者长方形等街区形态。量化分析数据表明,在城市发展过程中,边长超过180m的街区更容易产生自组织的分割,这对于现代城市的街区设计具有一定参考价值。

在城市发展的各个阶段,城市结构能够自组织的变化调节并随着功能演替自我更新。而当代城市更新和复建往往采用一种限定性和控制值的规划和措施,以一种静态、消极的方式限制了城市规划的多变性,完全与城市自组织特性相违背,使得城市缺乏了原质性和可变性。使用构成性的设计方式可以使最终的设计成果在生成过程中形成更为丰

富的形态,因为一个给定的构成结构能够产生出一系列组构形式,而每个组构形式又可以转化为更多的组成形式。构成性的系统中具体的规则相比常规体系更加宽容,这种规划体系可以催生更多样化、更具有连接性的布局形式。

参考文献 (References)

- [1] ALLEN P M, SANGLIER M. Dynamic models of urban growth[J]. Journal of Social & Biological Systems, 1978, 1(3):265-280.
- [2] 段进. 空间句法与城市规划[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007.(DUAN Jin. Space syntax and urban planning[M]. Southeast University Press, 2007.)
- [3] 段进. 城市空间发展论[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1999.(DUAN Jin. Urban spatial development theory[M]. Jiangsu Science and Technology Press, 1999.)
- [4] DUARTE J P, BEIRÃO J. Towards a methodology for flexible urban design: designing with urban patterns and shape grammars[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2011, 38(5):879-902.
- [5] HILLIER B. Space is the machine[M]. Cambridge University Press, 1996.
- [6] PORTUGALI J. Self-organization and the city[M]. Berlin: Springer-verlag, 2000.
- [7] 普里戈金, 斯唐热. 从混沌到有序: 人与自然的新对话[M]. 曾宏庆, 等, 译. 上海: 上海译文出版社, 1987.(PRIGOGINE I, STENGERS I. Order out of chaos[M]. ZENG Hongqing, et al. Shanghai Translation Publishing House, 1987.)
- [8] SCHIEVE W C, ALLEN P M. Self-organization and dissipative structures: applications in the physical and social sciences[M]. University of Texas Press, 1982.
- [9] 斯蒂芬·马歇尔. 街道与形态[M]. 苑思楠, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.(MARSHALL S. Streets and patterns[M]. China Architecture & Building Press, 2011.)
- [10] 周千峙. 城市及其区域——一个典型的开放的复杂巨系统[J]. 城市轨道交通研究, 2009, 26(12):1-4.(ZHOU Ganzhi. City and its region: an typical open complex huge system[J]. Urban Mass Transit, 2009, 26(12):1-4.)