

龙瀛 LONG Ying

街道城市主义

新数据环境下城市研究与规划设计的新思路

Street Urbanism

A New Perspective for Urban Studies and City Planning in the New Data Environment

摘要 如果将城市比作人体,街道就如同人体的骨骼,地块如同人体的肌肉。在过去的若干年里受到数据和中国城市发展阶段的限制,地块(及网格)已经成为城市研究、规划编制和规划管理的基本单元,但作为骨骼起到支撑作用的街道没有得到更大的重视,对其主要的关注和探讨更多地来自于设计师和社会观察家(偏质性)。在这样的背景下,文章提出了街道城市主义的概念,它在认识论层面上是认识城市的一种方式,在方法论层面上是建立以街道为个体的城市空间分析、统计、模拟和评价的框架体系,致力于发展相应的城市理论、支撑街道尺度的实证研究以及实践层面的规划设计支持。在数据增强设计的框架下,街道城市主义将吸收已有设计师、评论家和学者对街道的思考和认识,并结合成熟理论将其成果用于设计实践。

文章对街道城市主义的研究框架和初步的研究案例进行了详细介绍。

关键词 城市街道;数据增强设计;城市设计;空间品质;城市活力

ABSTRACT Urban parcels and blocks have been adopted as basic units for urban studies, planning and designs in the recent decades. However, we see very few attentions on urban streets except the qualitative discussions from urban designers and critics. Under such a background, this paper proposes the concept of Street Urbanism as a new perspective for quantitative urban studies and city planning & design in the new data environment composed by the increasingly available big and open urban data.

Street Urbanism provides a new lens for understanding and analyzing urban structure and social activities. It also aims to establish a framework for quantitatively analyzing, modeling and evaluating urban streets, thus providing new opportunities for developing urban theories, conducting empirical urban studies as well as supporting planning and design. This paper elaborates the detailed methodologies of Street Urbanism and five empirical applications for Chinese cities.

KEY WORDS Street; Data Augmented Design; Urban Design; Quality of Space; Urban Vibrancy

中图分类号: TU984.191

文献标识码: A

文章编号: 1005-684X(2016)02-0128-005
DOI: 10.13717/j.cnki.ta.2016.02.019

1 问题的提出

地块或街区是城市规划和管理的的基本单元,也是城市研究关注的重要对象。而街道作为交通的载体和重要的城市公共空间,除了受到建筑师、设计师和社会学家的关注之外,已有的城市研究对其的探索还比较有限。表1示意了地块与街道在各个维度的差别,这也进一步说明仅仅地块层面的研究不足以构成城市研究的全部,对街道空间的探索同样具有较为深远的意义。关于街道和街道活力方面的探讨和文献综述^[4],这里不再赘述。总体上,街道研究多以定性描述为主,定量实证研究较少,并且受限于数据的获取成本,已有研究通过实地调研,所展开研究的对象多为个别典型街道。当前,街道上的低头族、违章停车、杂乱城市家具、步行空间受侵蚀、非正式商业、低端业态和城市活力下降等问题层出不穷,街道逐渐成为了城市问题的大本营和城市管理的重点。同时,随着中国的

城镇化进入下半程,以及信息通讯技术(Information & Communication Technique,简称“ICT”)的大力发展对人们生活方式和城市组织方式带来的变化,街道成为链接城市研究与规划设计的桥梁和与设计师对话的重要媒介,街道视角的城市研究在这个时代迎来了新的发展机遇。

在这样的背景下,本文提出了街道城市主义(Street Urbanism)这一新数据环境下的城市研究和规划设计的新思路,它是在认识论层面上重新认知城市的一种方式(网格-->地块-->街道)。街道城市主义是以街道为单元的城市空间分析、统计和模拟的框架体系,寻求在结合空间活动观察统计方法、新数据交叉验证与设想发散方式的同时,积累大模型(big model)的样本体系^[3],建立精细化设计案例和定量实证方法,以此来加强精细化研究方法对空间行为的分析,最终探求街道相关社会活动形成的理论机制。

在新数据环境和以人为本的新型城镇化驱使下,城市管理和规划正在走向精细化,数据和分析方法也日益成熟,从而引导关注街道视角的城市研究,这就是提出街道城市主义的初衷。街道城市主义并不否定地块的作用,而是希望街道能真正起到骨骼的支撑作用,连接作为肌肉的地块与城市,使城市迸发出真正的活力。

街道城市主义的目标是,在数据增强设计(Data Augmented Design,简称“DAD”)^{[1][2]}的框架下,吸收已有设计师、评论家和学者对街道的思考和认识(如雅各布斯、林奇、盖尔和怀特等),结合已有的城市理论,建立以街道作为个体的城市空间分析、统计、模拟和评价的框架体系(定性认识的定量版本),并致力于将成果用于设计实践(如评价设计方案)。街道城市主义框架下可能的城市研究内容可以有(但不限于)如下几方面:探究定量实证方法,加强模拟方

- 1. 街道数据预处理的基本流程 a 原始街道; b 合并多车道为单车道; c 街道制图综合; d 街道拓扑处理 (街道简化结果)
- 2. POIs与街道关系示意

- 1. Preprocessing for streets. a: raw streets; b: merging multi-lanes into single lane; c: street generalization; d: topological treatment for streets
- 2. The spatial relationship between POIs and streets



法对空间行为的模拟, 探求街道相关社会活动的形成理论机制; 精细化模拟, 结合离散型地理模型探究模型, 探求街道尺度地理模型的新进展; 街道视角的基于用户感知的可参与的空间设计方法; 以及基于大模型范式的中国城市街道系统的理论架构等。

2 街道城市主义的研究框架

城市研究得到了越来越多的关注, 不同领域的学者关注城市的方式常常差异巨大, 如物理和计算机学者擅长将城市分为网格, 城市规划与管理学者擅长从地块角度认识城市, 城市设计或建筑设计学者则较为关注街道。

在理论层面, 街道城市主义致力于借鉴已有的相关研究和理论基础, 丰富街道尺度的相关城市理论, 如将街道指标纳入已有理论或创建全新的理论; 在方法层面, 致力于建立一套完整的街道定量评价指标体系, 构建街道指标与城市现象和效率的关系, 以及将大模型这一研究范式引入街道研究进而实现跨城市的街道研究, 关注识别街道的一般规律、地域差异及其影响因素; 在实践层面, 致力于开发一套覆盖全国所有城市的街道尺度的空间数据库、在线地图与规划设计支持平台, 关注街道尺度的城市活力、可步行性等现实问题, 支持城市规划与设计, 呼应以人为本的新型城镇化。

要开展街道城市主义方面的研究, 首先需明确街道的定义。街道 (street) 不等同于道路 (road)。道路是到达某个目的地的途径和过程, 着重点在两地之间的运动, 强调其通行能力。除了具备道路的许多功能特性, 如交通功能之外, 街道还是重要的公共场所。街道的范围可以从不同的角度界定, 可以将道路红线所包含的范围作为街道空间, 也可以将与街道有直接联系的建筑和公共空间纳入街道研究的范围, 具体的定义方式取决于具体城市研究的目的。

可以用于研究街道城市主义的常用方法包括:(1) 空间抽象模型, 如空间句法 (认知和环境心理), 用

以明确和适当地抽象空间设计;(2) 空间分析与统计, 用以明确空间的统计学效应, 如常用的空间统计方法核密度法、插值法等;(3) 数据挖掘与可视化, 如机器学习 (machine learning)、社区发现 (community detection) 等;(4) 自然语言处理 (针对社交网络数据), 针对文本、关键词的趋势分析, 对于事件、城市实体的即时评价等;(5) 城市模型 (如大模型的预测模块), 如元胞自动机、多主体模型等用以预测城市发展以及规划设计的近远期效应;(6) 基于过程建模 (procedural modeling), 实现街道的自动生成用以支持规划设计的情景分析。

街道城市主义在方法论层面的初步思路如下。

2.1 街道数据预处理

要开展基于街道层面的研究工作, 合适的街道网络数据显得至关重要。较为常见的街道网络数据细节过多, 且存在可能的拓扑问题等, 因此需要进行必要的多个环节的街道数据预处理, 以便后续用于指标计算和城市研究。街道数据预处理的基本流程涵盖了街道合并、街道简化和拓扑处理等环节, 均可利用 ESRI ArcGIS 实现 (图 1)。

2.2 街道指标评价

要开展街道的量化研究, 对其进行指标评价尤为重要。这些指标主要针对街道及其周边区域, 涵盖街道外在表征、自身特征和环境特征三方面内容。(表 2)

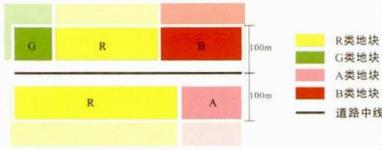
指标可通过三种方法计算:(1) 开放数据自动评价, 适用于大范围街道;(2) 基于街景数据人机交互评价、现场调研以及布置传感设备 (适合小规模街道) 等;(3) 众包机制评价 (借助 GeoHey、CartoDB 等在线地图平台)。需要强调的是, 如今基于开放数据对大范围街道进行定量评价已经具备了基本条件^[3], 例如, 考虑到多数 POI 点位分布在街道两侧 (图 2), 可以利用 POI 数据对街道的城市功能、功能密度、功能混合度进行评价^[6]。

这些指标适用于评价现状街道, 同时部分指标也适用于定量评价城市规划与城市设计, 如规划设计方

表1. 地块与街道的差别一览

Table 1. An inventory of comparison between blocks and streets

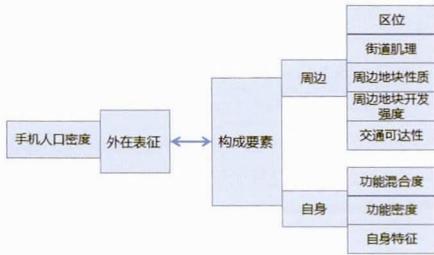
维度	地块	街道
几何形状	面状	线性
权属	私有空间或限制空间	公共空间
组织	整齐	杂乱 (多样)
利益主体	单一	多元
城市感知	难以全面感知	城市意象的重要载体
反映的对象	身份	生活
可进入性	不易于访问 (如门禁社区和单位)	易于访问
时间变化	瞬时差异不明显	瞬时差异明显
特征	正式性	正式性与非正式性并存
空间关系	割裂	连续



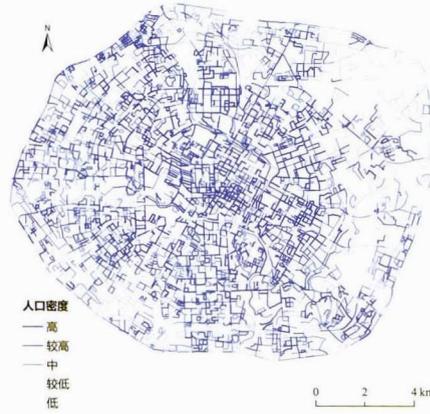
3



4



5



6

3. 基于地块用地性质对街道进行分类示意
 4. 街道城市主义的规划设计支持平台
 5. 街道活力的评价指标和影响因素构成
 6. 街道尺度城市活力评价结果
 7. 基于街景图片识别街道绿化情况之某地区街景及对应的街道绿化程度评价结果
3. Classifying streets by the land uses of surrounding parcels
 4. Urban planning support platform of street urbanism
 5. Indicators and influencing factors of street vibrancy
 6. The street vibrancy evaluation results
 7. Identifying street greenery with street view pictures and the evaluation results for street greenery in the area

案的情景分析，进而起到规划设计支持的作用。

2.3 街道分类

街道的分类对于研究城市空间至关重要，只有进行必要的分类，才可以有的放矢地发现街道存在的问题并提出相应的规划和改造策略。可以从不同时段的人类活动、功能密度等级、功能多样性等级、周边城市设计情况以及可步行性等级等方面对街道进行分类。

此外，还可以基于街道周边的用地性质对街道进行分类。地块的性质直接影响着与之相邻的街道活力，通常工业区内的街道活力较低，商业区内的街道活力较高。已有研究鲜有讨论地块属性如何追加给街道，笔者认为，街道性质由 100 m 缓冲范围内地块性质决定，若比重最大的类型地块面积占比超过 50%，则将该类型属性赋予街道。如图中居住（R）类地块占比最高，且超过 50%，则街道属性为居住，若最高占比大于 0% 且小于 50%，则该街道为混合型（mixed）。

2.4 城市实证研究

街道的量化评价和分类是开展街道视角的城市实证研究的基础。基于大模型研究范式^[3]，在街道层面可以分析街道指标的统计分布特征（如正态分布还是长尾分布）、空间分布特征（是否空间集聚）、指标间的相关性（如街道活力与街道宽度的关系），基于多个街道指标进行聚类分析，如识别交通性街道、生活性街道、混合型街道等，以及街道指标的回归分析。通过城市街道层面的大量深入分析，有望发现中国城市街道的一般性规律或地区差异，此外基于回归方法建立的街道指标的解析模型，具有丰富已有城市理论或构建新的理论的潜力。

在城市层面，基于一个城市内的街道构成，建立

新的城市指标，如平均街道活力，进而可以进行城市排行、分级和聚类等，可以将新的基于街道的指标纳入已有的城市理论，也可以建立该指标的解析模型（与其他宏观指标关系），致力于发展新的城市理论。

2.5 规划设计支持

在对街道进行深入研究的基础上，应进一步将研究成果应用于城市规划与设计。如可以开发在线的可交互的规划设计支持平台（正在开发中，图 4），可查询现状街道的外在表征和构成要素指标、评价规划设计方案的影响等。

3 相关研究案例

3.1 成都街道活力及其影响因素分析

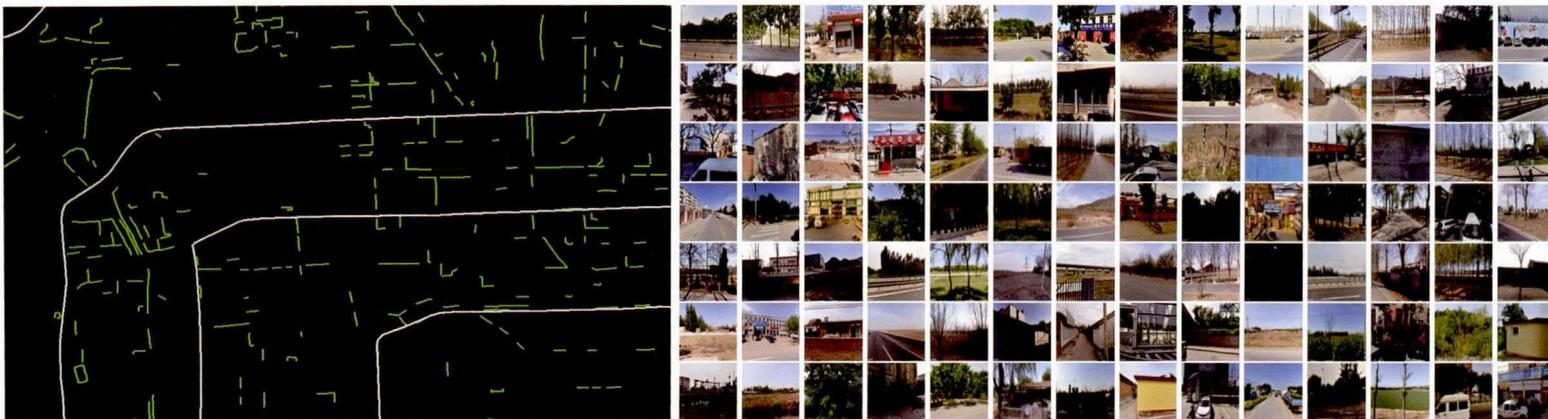
雅各布斯曾说，街道有生气，城市才有活力。对街道活力的相关研究，多从定性的角度来阐述，许多设计师、城市批判家乃至社会学家都有自己认为的一套营造空间活力的最佳方式。目前国内外紧扣街道活力的定量实证研究较少，而部分与街道活力相关的定量研究多采用专家打分、现场调研的方法选择典型街道展开研究。本案例在大数据和开放数据背景下，针对成都市域内的所有街道开展街道活力的量化和影响因素分析工作^[4]。

街道活力的核心是街上从事各种活动的人，而街道的物理环境为人们提供活动的场所，并对人的活动产生影响。因此街道活力的剖析可从两个维度展开，即活力的外在表征和街道活力的构成要素。街道活力的外在表征可通过街道上从事非必要性活动的人口密度来反映，本研究选用某个周末下午的手机信令数据推测街道活力；街道活力的构成要素包括街道的自身特征和周边特征（图 5，图 6）。

表2. 街道量化研究的评价指标

Table 2. The indicators used for quantitative research of streets

		评价指标	可采用数据
外在表征	人口密度		人口普查资料、手机信令、互联网公司基于位置服务（location based service, “LBS”）的数据
	城市活力	经济活力 社会活力	经济普查、居民出行调查中的居民家庭调查、大众点评、大众点评、位置微博、街景
自身特征	城市功能	功能密度 多样性 中心性	兴趣点（points of interest, “POI”）、用地现状图
		物理特征	街道长度 地面铺装 是否机非隔离 行道树质量
	界面特征	连续度 橱窗比	建筑、街景
	交通特征	等级 限速 车流量	居民出行调查、出租车轨迹和 城市基础地理信息系统GIS
环境特征	区位特征	所处功能分区 是否在城镇建设 用地内 与城市中心、次 中心、商业综合 体的距离	城市基础地理信息系统GIS
		城市设计 开发强度	周边街坊肌理 街道交叉口、用地现状图 建筑、街景
	可达性	地铁站 公交站点与线路 数量	城市基础地理信息系统GIS
控制变量	所在城市或区县 的GDP、人口、 产业结构等	统计年鉴	



7

研究表明,在成都市二圈层范围内,A类(公共管理与公共服务)街道活力受功能密度的影响较功能混合度大,天府广场的距离因素对A类街道影响最为明显;B类(商业服务业设施)街道活力受地铁口影响明显,且商业综合体有利于带动周边B类街道活力,功能混合度较功能密度影响更大,公交站点密集能一定程度促进B类街道活力提升;R类(居住)街道活力受功能多样性影响较功能密度更大,且街道交叉口密集的地方,利于活力形成,公交站点密度对提升R类街道活力不明显;街道长度、街道宽度对各类街道活力影响较小。

3.2 基于街景图片评价中国245个城市的街道绿化水平

街道绿化已经被证明具有吸收污染、降低噪音、缓解城市热岛效应等生态环境效应,同时又是建成环境中与居民生活质量相关的重要要素之一。相较街道的平面绿化布局,街道的可见绿(visible greenery)日益得到学界和业界的关注,但对它的客观认识历来受到评价方法、时间和人力等方面的约束,已有研究多局限于较小的地域。在本研究中,笔者与合作者提出了一套基于街景图片,利用图像识别和GIS技术自动评价街道绿化情况的方法,并将其应用于中国245个主要城市的中心地区²。在该研究中笔者搜集了近百万张腾讯街景图片,识别了每张图片的绿化率(green ratio)用以表征街道的可见绿情况,并进一步将图片层次的结果汇总到街道和城市尺度(图7)。针对131个夏季拍摄街景的城市,研究发现,街道长度越长、周边地块尺度越小、所在城市经济越发达、行政等级越高,则街道的绿化程度越好;另外,西部地区的城市街道整体绿化程度更好;街道绿化水平最高的五个城市分别是潍坊、淄博、宝鸡、马鞍山和承德。城市级别的街道绿化排序结果显示,前五位城市都是国家园林城市,而后五位则都不是,这也从侧面佐证了该研究所提出的自动化评价街道可见绿的方法。

3.3 基于街景图片评价北京街道可步行性

街道的可步行性是城市慢行系统规划的重要环节之一,现有研究多采用现场调研的方法,适用于较小空间范围的评价。新兴的街景图片为研究街道的可

步行性提供了一个重要的数据源,数据获取快速便捷,且不受天气、时间、地点的限制。针对北京市民关注的1560个街道位置,分别从八个角度(平行于地面每隔45°)对每个位置抓取一张街景截图,共计12480张街景照片。基于已有文献,并结合街景图片的特征和北京的特有情况,研究选取了九个指标用于评价街道的可步行性(表3)。之后利用人工判读的方法,针对每个街道的各个指标进行评价(图8),最后对各个指标进行综合,给出每个街道最终的可步行性。此外,还结合了公众参与的规划设计理念,由市民对这些不同街道的可步行性进行评价,给予好评与差评,进而与街景的指标评价综合结果进行比对。

3.4 基于街道交叉口重新定义中国的城市系统

长期以来,中国对于“城市”的界定一直存在着行政城市地域(城市管辖权对应的空间范围)和实体城市地域(城市建成区范围)的“二元性”割裂。中国目前除了官方认可的653个不同等级的城市外(2014年口径),1624个县城和部分规模较大的镇,从功能实体的角度亦属于国际上广为认可的城市,因此中国存在着大量游离于统计和行政体制之外的被忽略的城市。为此,笔者利用2014年覆盖全国的街道数据,生成823.6万个街道交叉口,并基于渗透理论(percolation theory)重建中国的城市系统²。如果以100个交叉口作为最小的城市门槛,则中国有4629个“城市”,其中3340个位于现有城市的市辖区边界之外(图9)。这些被忽略“城市”的快速扩张、人口收缩与空置现象,游离于决策者、学者和统计资料的视野之外,因而更加值得关注。此外,将同样的方法应用于2009年的街道交叉口,结果显示,2009—2014年,中国的“城市”数量由2273个增长为4629个,“城市”面积由28405 km²增长到64144 km²。通过重新定义城市和构建中国城市系统,有望更加客观地认识中国的城市系统,对后续的中国城市发展状况的客观评价、问题的识别以及战略的制定,都将产生有益的作用。此外,大数据和开放数据所构成的新数据环境,源于其动态性、大覆盖和精细化等特点,适合对重新定义的中国城市系统进行

监测和评价。

3.5 基于街道名称分析城市形态

街道名称的意义不仅仅在于其本身,还是其他地物定位的依据。同时,街道是一个城市的“脸面”,反映出一个城市的历史文化内涵、生活特征以及品味的高低^[1]。街道名称由专名和通名两部分组成。街道通名是街道名称中指代的地理实体类别的部分,在同类街道地名中具有相同的意义;街道专名是街道名称中用来区分各个地理实体的部分。其中专名部分的命名方式多样,每条街道的具体名称就更为纷杂,而街道通名相对固定,与城市空间形态联系紧密,是在历史发展的长河中逐步形成的,因此,不同地区的通名蕴含了当地的文化特征^[5]。如图10,图11分别为北京(五环内)和上海(外环高速内)的街道通名空间分布。

城市街道通名总体上呈现出以下三个特征:作为城市重要骨架的高等级街道,各个城市的街道通名具有较高的相似性,均以快速路、大道、路和街为主导;对于较低等级街道(如城市支路),则有明显的地域差异性,体现出各个城市自身的文化特色,比如“胡同”、“条”是北京的特色,“巷”在南京的支路中占有较大的比重,“弄”则在上海的地名中出现频率较高;历史城区街道通名的多样性高,而外围扩张区域,具有地方文化底蕴的街道通名的多样性降低。因此,对于有一定历史文化底蕴的城市来说,可通过街道通名推测其历史城市形态。

4 结论与建议

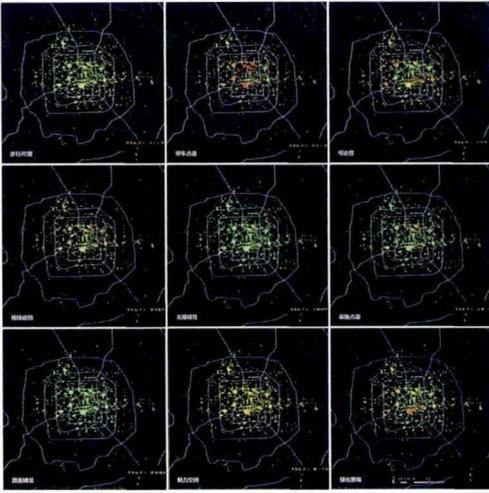
正如雅各布斯所说,长着眼睛的街道,可以更深刻地阅读城市。本文首先给出了街道城市主义提出的城市发展和技术进步等方面的相关背景,提出了街道城市主义的理论依托、研究框架以及五个研究案例。街道城市主义主要涉及认识论与方法论两个层面,认识论层面提出了一种从街道入手研究和规划设计城市的新思路,方法论层面提出了街道研究的基本方法、手段、逻辑和过程。

大数据时代提供了研究大规模街道的机会,这是

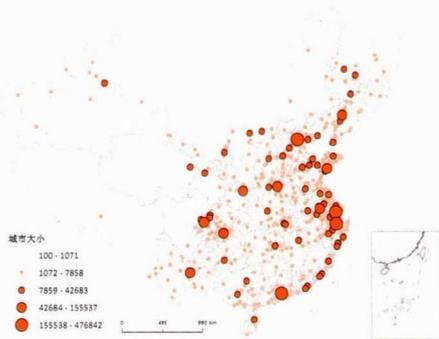
表3. 街道可步行性的评价指标体系

Table 3. The indicators used for evaluating the walkability of streets

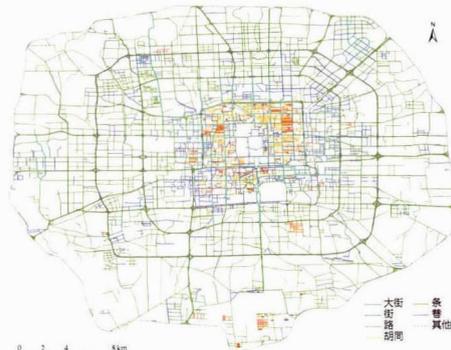
大类	细分类	精细评分标准		
		-1	0	1
减分项	路面铺装	N/A	铺装平整	铺装残缺或杂草丛生
	无障碍性	N/A	有必备盲道和缓坡	无盲道和缓坡
	违章停车	N/A	无停车占道	存在停车占道
	设施占道	N/A	无设施占道	存在市政设施占道
	视线遮挡	N/A	无侧边停车	侧边停车遮挡视线
加分项	步行尺度	容许2人或2人以上并排通过	容许1人轻松通过	无路可走
	可达性	方便安全的人行横道或十字路口	道路较宽但可视范围内设有天桥或地下通道	可视范围内无路口或行人路线过于复杂
	魅力空间	能聚集人气的积极空间	正常路边空间	混乱无序的消极空间
	绿化景观	能遮蔽大部分步行道空间的绿荫	正常的绿化空间	无遮蔽



8



9



10



11

- 8. 街道可步行性各指标的评价结果
- 9. 重新定义的中国城市系统（城市大小为街道交叉口数量，共4629个城市）
- 10.11. 北京和上海街道通名空间分布规律
- 8. The evaluation results on street walkability from various dimensions
- 9. The redefined Chinese city system
- 10.11. The patterns of general street names in Beijing and Shanghai

以往现场调查所不具备的条件。需要强调的是，提倡街道城市主义并不是说其他地理单元的城市化没有意义，相反，后续研究将更多地关注街道视角与地块和网格视角的关系，如地块的产权性如何传递给街道这样的问题。作为地块主义的补充，笔者希望街道能够更好地起到城市研究与规划设计支持的桥梁作用。

（图片来源：图3，图5，图6；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. 图7；Long Y, Liu L. 2016. How green are streets? An analysis on Tencent street view in 245 major Chinese cities. 图9；Long Y. 2016. Redefining Chinese city system with open data. 图8；储妍. 北京步行道环境评价实践与研究：以扎针地图为例. 其余图片由作者提供）

注释：

① 数据增强设计是以定量城市分析为驱动，通过数据分析、建模、预测等手段，为规划设计的全过程提供调研、分析、方案设计、评价、追踪等支持工具，以数据实证提高设计的科学性，并激发规划设计人员的创造力。DAD利用简单直接的方法，充分整合新旧数据源，强化规划设计中方案生成或评估的某个环节，易于推广到大量场地，同时兼顾场地的独特性。DAD属于继计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）、地理信息系统（Geographical Information System, GIS）和规划支持系统（Planning Support System, PSS）之后的一种新的规划设计支持形式。DAD实际增强的是对城市实体的精确理解、对实体组织和其效应间复杂关系的准确把握以及对空间创造积极影响的切实落实。

- ② Long Y. Redefining Chinese city system with open data. Beijing City Lab, 2016.
- ③ Long Y, Liu L. 2016. How green are streets? An analysis on Tencent street view in 245 major Chinese cities[D]. Beijing City Lab, 2016.

参考文献：

- [1] 范今朝，黄吉艳. 城市地名规划及命名规则 [J]. 城市问题, 2005 (1): 2-5.
- [2] 龙瀛，沈尧. 数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变 [J]. 上海城市规划, 2015 (2): 81-87.
- [3] 龙瀛，吴康，王江浩，刘行健. 大模型：城市和区域研究的新范式. 城市规划学刊, 2014 (6): 55-63.
- [4] 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.
- [5] 王际桐. 中国汉语地名通名的规范 [J]. 中国地名. 2002 (3): 20-23.
- [6] Liu, X, Long, Y. Automated Identification and Characterization of Parcels with OpenStreetMap and Points of Interest [EB/OL]. Environment and Planning B: Planning & Design, <http://epb.sagepub.com/content/early/2015/09/02/0265813515604767.full.pdf+html>, 2015-09-02.

作者单位： 清华大学建筑学院
作者简介： 龙瀛，男，清华大学建筑学院博士
收稿日期： 2016-01-15

