

翟宇佳 徐磊青 ZHAI Yujia, XU Leiqing

# 城市设计品质量化模型综述

## Review of Measurement Tools of Urban Design Quality

**摘要** 解析与测量城市设计品质是定量理解城市环境,进行相关实证研究的基础。文章综述了多种被广泛应用的城市设计品质量化模型,并剖析了这些模型涵盖的维度与指标项、应用尺度与领域,以期为模型的进一步深化与应用提供指引。这些模型包括建成环境的“3D”与“5D”模型、空间网络分析理论与空间句法理论、与步行行为相关的城市设计品质模型、城市形态学的“Morhpo”指标体系,以及建成环境特征解析模型。上述城市设计品质模型涵盖多个维度,主要包括社会经济指标与物质空间指标。物质空间指标又可分为空间特征指标与视觉特征指标。这些模型涉及从地块到区域等多个尺度,并已应用到环境体验与感知、使用者行为、城市形态演变等多个领域。最后,文章分析了上述模型的局限性及在新数据环境下的应用与拓展。

**关键词** 城市设计品质;特征;量化模型;测量指标

**ABSTRACT** Analyzing and measuring urban design characteristic is the basis for quantitatively understanding urban environment and conducting related empirical studies. This study reviews widely-applied urban design quality measurement tools, analyzes their dimensions, indicators, applied scales and applied fields, in order to provide implications for further improvement and application of these models. Related models include '3D' and '5D' models of built environment, spatial network analysis theory, space syntax theory, urban design qualities related to walkability, Morhpo framework in urban morphology theory and built environment dimension model. The models mentioned above mainly include social-

economic indicators and physical environment indicators. The latter indicator shows environment spatial characteristics and visual characteristics. These models can be used in different scale spaces, from small block to region, and have been applied in the fields of environment perception, users' behaviors, and urban evolution. Finally, this paper analyzes the limitations, applications and extensions of these models.

**KEY WORDS** Urban Design Quality; Characteristics; Measurement Tool; Measurement

**中图分类号:** TU984.199

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-684X(2016)02-0133-07

**DOI:** 10.13717/j.cnki.ta.2016.02.020

### 1 构建城市设计品质量化模型的意义

城市设计品质能影响市民的行为、认知与精神面貌<sup>[1]</sup>。高品质的城市环境可以为使用者提供健身、社会交往与休闲游憩的机会,从而为整个社会带来生理层面、社会层面及心理层面的益处<sup>[2][3]</sup>。现有研究还表明,城市环境的设计品质可以直接影响使用者的行为与情绪,例如,街道与广场的空间特征<sup>[4]</sup>、建筑密度<sup>[5]</sup>、城市空间的拓扑关系<sup>[6][7]</sup>、绿化与开放空间布局等<sup>[8]</sup>。本文中,城市设计品质指城市环境的物质特征及这些特征对使用者感知与行为的影响。其中,城市环境物质特征指密度、用地混合度、交通设施可达性等;对使用者感知与行为的影响指围合感、意象性、人性尺度等。

建成环境的品质可以从多个角度来解析与测量。从数据来源来看,主要包括三种<sup>[9]</sup>:通过问卷调查与访谈获取的使用者对建成环境品质的主观评价;运用量表进行实地观测获取的客观测量数据;基于文献与GIS地图获取的客观数据。从解析维度来说,可归纳为基于使用者视角的主观维度,及基于观测与资料的客观维度。城市设计品质量化模型可以客观与系统地测量城市设计相关品质;为世界各地的研究者提供

统一的研究工具,提高研究成果的普适性;同时,通过提供框架,帮助设计师更为理性与客观地认识城市设计品质,促进研究成果在城市建设中的应用。另一方面,城市设计品质复杂多样,很难被客观度量<sup>[10]</sup>。针对以上问题,本文综述了被大量应用的城市设计品质量化模型,探讨了这些模型的优势与局限性,以及在大数据视角下的应用与拓展,以期对相关研究与城市设计实践提供指引。

### 2 城市设计品质量化模型

城市环境与形态可以从五种视角与理论框架进行解析,包括景观生态视角、经济结构视角、交通规划视角、社区设计视角以及城市设计视角<sup>[11]</sup>。景观生态视角关注城市非建设用地以及这些用地的生态效应;经济结构视角强调经济效率,认为空间上集中的经济活动能带来优势;交通规划视角探索怎样高效地导入人流与运送货物;社区设计视角在社区层面讨论城市用地布局与结构;而城市设计视角则更多地探讨城市空间设计品质对使用者认知与行为的影响<sup>[11]</sup>。对于同一城市环境,从不同视角运用不同模型进行解析,可能会得出不同的评价结果。本文讨论的量化模

型,主要针对与设计品质相关的城市环境特征。

#### 2.1 建成环境的“3D”模型

罗伯特·塞韦罗(Robert Cervero)和卡拉·科克尔曼(Kara Kockelman)在1997年提出了“3D”模型,用以解析城市环境品质对交通行为的影响。“3D”包括密度(Density)、用地多样性(Diversity)与设计(Design)<sup>[10]</sup>(表1)。建成环境(Built Environment)指公共空间内城市景观(与自然景观相对)的所有物理特性。在实证研究中,学者们提出了多个指标用以测量城市环境的3D维度。密度指标包括人口密度、就业岗位密度、工作地可达性等。用地多样性指标包括用地异质性、竖向多样性、各类型用地比例、活动中心密度、商业设施密度、商业设施可达性等。城市环境的设计特征主要从三个角度进行解读,包括城市街道、步行交通与自行车道以及场地设计。这一模型基于大量的数学计算,目的在于讨论城市建成环境品质与交通行为的关联。交通行为一般发生在不同类型用地与设施之间,因而这一模型强调各类型用地与设施之间的关系。

#### 2.2 建成环境的“5D”模型

在“3D”模型的基础上,塞韦罗与科克尔曼进

表1. 建成环境的“3D”模型

Table 1. The 3D model of built environment

维度	密度	用地多样性	设计
指标	·人口密度 ·就业岗位密度 ·工作地可达性(家与工作地之间通勤时间) ·……	·用地异质性(相邻不同类型用地占相邻总用地的比例) ·竖向多样性(混合用地比例) ·各类用地比例 ·活动中心指数 ·商业设施密度(单位面积内便利店、零售店以及其他类型商业设施的数量) ·商业设施可达性(一定距离内拥有便利店、零售店以及其他类型商业设施的数量) ·……	·城市街道: 1.街道主导形态(网格,曲线等) 2.四向交叉路口比例 3.单位面积用地拥有高速路长度 4.平均限速和街道宽度…… ·步行交通与自行车道: 1.拥有人行道与绿化隔离带的地块比例 2.拥有信号灯控制的交叉路口数目 3.地块长度 4.人行道宽度与坡度…… ·场地设计: 1.拥有停车位的商业用地比例 2.街道停车位数目……

一步增加了两个变量,提出了“5D”模型用以量化城市环境品质<sup>[12]</sup>。新增的两个变量包括目的地的可达性(Destination accessibility)与公共交通设施距离(Distance to transit)。目的地的可达性包括区域层面与局部层面。区域层面,目的地的可达性可以通过距离中心商业区的距离,以及一定距离范围内拥有工作岗位或目的地的个数来测量。公共交通设施距离这一指标测量从居住区或工作地到达最近的铁路或公交站点的沿街道平均最短距离,也可以用公交线路的密度、两个公交站之间的最短距离,以及单元面积内公交站点的个数等指标来度量。“3D”与“5D”模型中的相关指标被大量应用到交通模式选择<sup>[13]</sup>、步行行为<sup>[14]</sup>以及社区中体力活动<sup>[15]</sup>等研究中。研究表明,在住宅1 000 m范围内设置蔬菜店等目的地可促进步行行为<sup>[14]</sup>,而用地混合度与密度则与居民的体力活动高度相关<sup>[15]</sup>。

### 2.3. 空间网络分析与空间句法理论

空间网络(Spatial Network)是由节点组成的系统,其中所有节点都有相应的坐标(Metric)<sup>[16]</sup>。在大多数应用中,空间网络是二维的,节点坐标遵循欧几里德几何。空间网络分析(Spatial Network Analysis)主要研究这些节点的关系,并用连边(Edge)来抽象节点之间的连接关系。空间网络分析中涉及的指标主要包括节点度(Degree)、聚类系数(Clustering coefficient)、特征路径长度(Characteristic shortest path length)、介数(Betweenness)和模块度(Modality)<sup>[17]</sup>(表2)。空间网络分析多被应用到大尺度分析中,例如,对由46个节点组成的中国旅游空间网络的研究发现,北京等城市中心性明显,对入境旅游集散能力较强<sup>[18]</sup>。空间网络分析侧重研究不同空间的联结关系,因此,可以在不同尺度上进行应用。

基于图形理论<sup>[19]</sup>,希利尔(Hillier)等<sup>[20]</sup>在《空间的社会逻辑》一书中首次提出了空间句法理论(Space Syntax Theory)。受到空间所蕴含的社会意义的启发,这一理论强调空间之间的拓扑关系(Topological relationships),并认为空间是遵循一定

构成(Configuration)逻辑的离散系统。空间句法理论认为视线是影响使用者人流与体验的重要因素。基于此观点,研究者们提出了用轴线地图(Axial line map)与凸边形地图(Convex map)两种方法表达与抽象空间的结构特性<sup>[21-23]</sup>。在此基础上,研究者们又提出了一系列概念与指标用以量化空间的联结关系,包括深度(Depth)、连接度(Connectivity)、控制度(Control)和整合度(Integration)等。这些指标与网络分析的相关指标密切相关。空间句法理论为城市形态的量化研究提供了可能性与工具<sup>[24]</sup>,并已被大量应用于城市设计品质相关研究中,包括城市空间的历史演变<sup>[25][26]</sup>、城市路网空间形态分析<sup>[27][28]</sup>、城市公共文化设施可达性<sup>[29]</sup>等。学者们认为城市路网的空间结构(Configuration)是影响使用者人流的主要因素<sup>[6]</sup>。现有研究表明城市街道空间的空间联结关系与使用者人流相关,包括游憩型散步行为的数量<sup>[7]</sup>、步行人流数<sup>[6][30][31]</sup>以及道路选择<sup>[32]</sup>。具体说来,研究者发现,无论是在新城市主义式居住社区还是在传统式居住社区,居民的游憩型散步行为均与街道的控制度、局部整合度与全局整合度相关<sup>[7]</sup>。(图1)

### 2.4 与步行行为相关的城市设计品质模型

尤因(Ewing)等<sup>[33]</sup>提出了城市设计品质模型(Urban Design Qualities Related to Walkability),用以探索这些品质对步行行为的影响。这一模型的目的在于筛选出能够被客观评价的城市设计品质,并提出量化评价这些品质的方法与度量指标。这一模型强调测量与评价的客观性,不同背景的观测人,即使是没有设计背景的观测人,按照相关导则,也能对同一城市空间的设计品质得出较为一致的评价结果。

根据文献,研究首先选出了城市设计领域内被认为能影响人们步行行为的九个城市设计品质,包括意象性(Imageability)、围合度(Enclosure)、人性尺度(Human scale)、透明度(Transparency)、丰富度(Complexity)、易识别度(Legibility)、一致性(Coherence)、连接度(Linkage)及整洁度(Tidiness)。其次,在全美多个城市的主要商业街拍摄录像,邀请

1. 新城市主义式居住社区与传统式居住社区的轴线地图

1. Axial maps of new-urbanism community and conventional community

表2. 空间网络分析的主要指标

Table 2. Main indicators in spatial network analysis theory

指标	定义	空间意义
节点度	在网络中, 与某个节点直接相连的节点个数	节点度值大的节点为网络的中心节点
聚类系数	某一节点的邻居节点间实际存在的连边数量与最大可能存在的连边数量之间的比值	聚类系数越大, 则节点和它的邻居节点们之间的联系越紧密
特征路径长度	网络中所有节点对的最短路径长度的均值	如果特征路径长度小, 那么网络具有小世界性, 即看似庞大的网络中的要素实际上是非常“近”的。
介数	网络中通过某节点(连边)的最短路径的条数	可以描述网络中节点或连边上经过的交通流
模块度	衡量网络是否具有良好的组团结构	模块度值越高, 表明网络具有良好的组团结构。



1

城市设计领域的专家对每一段录像根据以上九个品质打分。再次, 研究人员对这些街道的一些物质特征进行分析, 例如天空占整个视野的比例、有无沿街店铺等, 并检测这些物质特征与专家对城市设计品质评价的统计相关性, 以此找出能够量化评价的城市设计品质及相关评价方法。统计结果表明, 五种城市设计品质是可以量化评价的, 包括意象性、围合度、人性尺度、透明度以及丰富度<sup>[33]</sup>(表3)。这些指标已被应用于城市街道的安全性感知<sup>[34]</sup>、购物中心游客行为<sup>[35]</sup>及社区步行行为与服务水平<sup>[36]</sup>等研究中。现有研究表明围合感较强的街道能提供较高的安全感<sup>[34]</sup>, 在商业街区, 购物者更喜欢在道路较少或是车速较低的商业区域购物<sup>[35]</sup>。

为了提高测量的客观性与准确性, 研究者们制定了详细的观测评价导则, 并配有指导文字、示意图片、数据记录表。例如, 在测量城市空间围合度这一品质时, 对于天空所占视野比例这一指标, 导则中给出了不同情况的示意图(图2), 分别表示天空在前方视野以及两侧视野不同比例的情况。这一导则能帮助观察者更为客观与准确地评价城市空间的设计品质。值得一提的是, 根据不同的观测者的反馈, 导则的可靠度也通过了统计检验, 即在导则的指导下, 不同观测者会对同一城市空间的设计品质得出较为一致的评价结果。

## 2.5 城市形态学的“Morpho”指标体系

城市形态学主要研究城市的物质组成, 以及这些物质组成与社会经济因素的相互作用<sup>[37]</sup>。为进一步细化城市形态学相关指标, 有学者提出了一些指标体系, 其中维克多(Victor)提出了“Morpho”指标体系框架<sup>[38]</sup>。这一框架力求用最少数目的变量系统地测量城市的物质形态特征, 包括七部分指标, 涵盖地块层面到街区层面, 分别包括街道可达性(Accessibility of streets)、地块密度(Density of plots)、建筑修建年代(Age of buildings)、街区尺度(Dimensions of street blocks)、建筑平行度(Alignment of buildings)、建筑高度与街道宽度比(Ratio of

building height to street width), 以及建筑功能指标(Buildings use)(表4)。这一城市形态指标框架可以反映与测度城市氛围(Urbanity), 即城市氛围高的区域, 相应的地块密度、建筑修建年代、建筑平行度等指标值也相对较高。

城市形态学研究也积极探索城市的物质形态与使用者行为、城市发展以及城市微气候之间的关联。例如, 在对比了美国与加拿大多个城市的地块形状与尺度特征后, 斯卡纳(Siksna)<sup>[39]</sup>发现单位地块长度在80 m~110 m之间的城市形态适宜步行与机动车交通, 而50 m~70 m的地块则适合步行交通较多的核心商业街。基于城市形态学理论, 学者们提出与应用了不同指标来度量城市的扩张程度, 这些指标包括复杂度(Complexity)、集中度(Centrality)、整合度(Compactness)、通透度(Porosity)以及密度等<sup>[40]</sup>。研究表明城市形态与生态效益相关。例如, 减少建筑底层裙房可以促进城市通风<sup>[41]</sup>; 较窄的街道能提供阴影、降低街道温度<sup>[42]</sup>; 城市地表绿化有助于改善城市微气候<sup>[43]</sup>等。

## 2.6 建成环境特征解析模型

在“3D”模型的基础上, 汉迪(Handy)等<sup>[44]</sup>提出了解析城市环境的两个层面和五个维度。两个层面指社区层面(Neighborhood)与区域层面(Regional)。五个维度包括密度与强度(Density and intensity)、用地混合度(Land use mix)、街道连接度(Street connectivity)、街道尺度(Street scale)、美观度(Aesthetic qualities)、区域层面的指标还包括区域结构(Regional structure)。密度与强度指单位面积内所拥有的活动数目, 例如人口密度、工作岗位密度、建筑密度等。用地混合度指在一个特定区域内, 各类不同用地的相对距离。相关指标包括社区内商业网点与住户之间的距离, 以及与单位面积用地相邻的不同用地类型的单位用地数目等。街道连接度指在路网体系中, 从起点到终点所能选择的不同路径数目。相关指标包括单位道路长度所含交叉口数目、平均地块长度等。街道尺度指沿街道展开的、被沿街建筑或

其他物体所限定的三维空间。相关指标包括沿街建筑高与街道宽比例、建筑的平均退界距离等。美观度指使一个空间充满吸引力与美感的特征, 相关指标包括沿街建筑设计(行道树等)。区域结构维度在区域层面探讨城市环境构成, 指标涉及城市发展的中心化与反中心化, 例如距中心区不同距离的城区密度。相较“3D”模型, 这一模型更注重城市设计品质与使用者体验, 例如强调街道尺度与美观度等指标。相关指标已被应用于步行行为<sup>[45]</sup>、居民肥胖度<sup>[46]</sup>与社区品质<sup>[47]</sup>的研究中。现有研究表明, 城市街道景观, 例如更多的城市开放空间与行道树能促进步行行为<sup>[45]</sup>。而高品质的社区往往具有良好的步行环境, 完备的无障碍设计, 更多的户外设施, 座椅与开放空间等<sup>[47]</sup>。

## 3 城市设计品质量化模型的特征

### 3.1 解析模型的维度与指标项

上述城市设计品质量化模型涵盖了多个维度, 主要包括社会经济指标与物质空间指标。物质空间指标又可分为空间特征指标与视觉特征指标。社会经济指标与功能相关, 例如密度、用地混合度、建筑修建年代等指标。空间特征指城市环境反映在空间上的属性, 包括单一空间的特征与多个空间之间的组织关系(表5)。单一空间的特征针对某个单一地块或路段, 例如街区尺度、沿街建筑高度与街道宽度比、人行道宽度等。多个空间的组织关系则主要指街道的连接度、可达性等空间连接关系。视觉特征指标关注一些细微的设计特征, 例如街道空间视觉上的丰富度, 以及沿街建筑底层是否有玻璃窗等。由于构建目的不同, 上述城市设计品质量化模型侧重不同方面。例如, 建成环境特征解析模型对以上几个层面均有涉及, 包括社会经济指标、城市环境单一空间的空间特征、多个空间的组织关系以及视觉特征。与步行行为相关的城市设计品质量化模型则主要关注单一空间的空间特征与视觉特征。空间网络分析模型与空间句法理论则仅关注多个空间的组织关系。另一方面, 一些基本测量指标在多个解析模型中重复出现。例如, 建筑高度与街道

表3. 城市设计品质量化模型 (基于尤因等提出的模型, 2006)

Table 3. Urban design quality measurements (based on the work of Ewing, et al., 2006)

城市设计品质	定义	相关指标
意象性	城市空间独特的、可识别的、让人记忆深刻的品质	·公园等自然景观数目 ·地标构筑物数目 ·历史建筑物数目 ·不规则形建筑物数目 ·.....
围合度	街道与广场被建筑、墙体、绿化以及其他城市元素所限定的程度	·四周视线是否被遮挡 ·沿街建筑所占街道总长比例 ·天空所占四个方向视野比例 ·.....
人性尺度	空间的尺度、质地、布置是否与使用者的尺度与步行速度相匹配	·沿街道纵向/横向视线是否被遮挡 ·沿街建筑底层开窗比例 ·建筑高度与退界距离 ·底层沿街商业比例 ·沿街花坛植栽数目等 ·.....
透明度	行人能看到的街道或是广场空间边界以外的活动	·沿街落地窗数目 ·有底层活动的街道比例, 例如商店、饭店、公园等 ·.....
丰富度	城市空间视觉上的多样性	·基调色不同的建筑颜色数目 ·室外就餐空间数目 ·纪念碑与城市雕塑数目等 ·.....

表4. 城市形态学的“Morhpo”指标体系

Table 4. Morhpo framework in urban morphology theory

指标	指标含义与测量方法	数据来源
街道可达性	全局整合度 (空间句法理论相关指标) 局部整合度 (空间句法理论相关指标)	城市地图转化的轴线地图
地块密度	每个街区所含地块的数目	城市地图
建筑修建年代	在某一时间节点前修建的建筑数目/街区所有建筑数目	统计数据
街区尺度	街区的面积	城市地图
建筑平行度	沿主要方向建筑长度 (沿主要方向不同建筑立面的总长度)/街道长度	城市地图
建筑高度与街道宽度比	建筑高度 (街道两侧建筑的平均高度)/街道宽度	城市地图
建筑功能指标	复合功能的建筑数目/建筑总数目 (每个地块)	统计数据

宽度的比例这一指标, 在“3D”与“5D”模型、建成环境特征解析模型、与步行行为相关的城市设计品质量化模型与城市形态框架中均有涉及。由于各个模型侧重的方面不同, 在具体研究中, 我们可以根据不同研究目的, 整合不同框架下的相关指标项。

### 3.2 解析模型的客观性与系统性

城市设计品质量化模型必须具有客观性与系统性。客观性包括测量对象的实体性, 以及测量的可靠性 (Reliability)。测量对象的实体性指在解析过程中, 所选取的指标与测量方法是针对客观存在的城市元素与物体的。例如, 针对城市街道空间围合度指标, 与步行行为相关的城市设计品质量化模型所选取的指标包括最长视线的长度以及视野中天空所占的比例等。在观测中, 是可以准确地测量出这些指标的。相反, 模型中没有采用诸如围合感很强等带有较强主观性的描述性指标。测量的可靠性是指在同一解析模型

与导则的指导下, 不同的观测人员对同一城市环境的观测结果应大体相同。值得一提的是, 解析模型使用之前, 需要检测其被不同观测者使用的可靠性 (Inter-rater reliability)。邀请不同观测者应用导则观测同一城市环境, 考查其观测结果是否相同, 如果出入较大, 则需要调整相应导则, 消除理解误区, 直到得到较高的可靠性。解析模型的客观性是研究城市设计品质的重要基石。客观性使研究者对同一指标有相同的认知与理解, 便于比较针对不同地域的研究结果, 是建立系统化研究体系的先决条件。城市设计品质的系统性指在研究中需要全面思考城市环境的组成元素, 用清晰的层面与维度解析城市设计品质。例如, 城市形态学将城市环境分成四个解析层面包括建筑/小场地层面、街道/地块层面、城市层面以及区域层面。这些较为系统的层面可以引导研究者更为精细地量化城市环境特征, 也便于梳理不同城市环境要素之间的关系。

2. 测量街道围合感的指标之一: 天空所占视野的比例

2. Street enclosure measurement: proportion of sky in the field of view



(a) 天空占前方视野约 10% (b) 天空占前方视野约 20%  
(c) 天空占前方视野约 30% (d) 天空占前方视野约 40%

表5. 城市设计品质量化模型所涉及的维度与指标项

Table 5. Dimensions and indicators in urban design quality measurement tools

		建成环境的“3D”模型	建成环境的“5D”模型	空间网络分析模型	空间句法理论	与步行行为相关的城市设计品质量化模型	城市形态学的“Morpho”指标体系	建成环境特征解析模型
社会经济	指标	密度 人口密度 就业岗位密度 ..... 用地多样性 用地异质性 竖向多样性 各类用地比例 活动中心指数 .....	密度 人口密度 就业岗位密度 ..... 用地多样性 用地异质性 竖向多样性 各类用地比例 活动中心指数 .....				建筑功能指标 建筑修建年代	密度与强度 人口密度 工作岗位密度 ..... 用地混合度 商业网点与住户之间的距离 相邻的不同用地类型的单位用地数目 .....
物质空间	空间特征	设计 街道主导形态(网格, 曲线等) 地块长度 人行道宽度与坡度	设计 街道主导形态(网格, 曲线等) 地块长度 人行道宽度与坡度			围合度 人性尺度	地块密度 街区尺度 建筑平行度 建筑高度与街道宽度比	街道尺度 沿街建筑高与街道宽比例 建筑的平均退界距离 平均地块长度
	多空间的组织关系		目的地可达性 公共交通设施距离	节点度 聚类系数 特征路径度 介数 模块度	深度 连接度 控制度 整合度	街道可达性	街道连接度 单位道路长度所含交叉口数目	
	视觉特征					丰富度 透明度 意象性	美观度 沿街建筑设计 行道树以及其他绿化 座椅与路灯设施	

“Morpho”体系可以与单一城市形态要素相结合。目前单一形态要素分析指标有了进一步的发展,譬如空间矩阵(Space matrix)<sup>[48]</sup>指标用于详细测量建筑形态,包括建筑密度(建筑占地面积/地块面积)、建筑高度(低层、多层、高层)与建筑形态(点式、条式、地块式)三个部分。用地混合度指标(Mixed-use index)<sup>[49]</sup>将用地功能分为单一功能、两种功能叠加、三种功能混合三种情况。另外,有学者尝试应用GIS地理信息平台将城市形态学的不同框架与指标整合起来<sup>[50]</sup>,用以分类城市形态,探索不同类型的城市形态的社会经济影响。这些框架与指标包括空间句法理论指标、空间矩阵理论以及用地混合度指标。在分析中将城市区域划分成网格系统,根据不同指标对每个方格赋值,将不同指标的赋值叠加,得出某一地块的综合赋值,进而进行下一步分析。

### 3.3 解析模型的应用尺度与领域

上述城市设计品质解析模型已在多个尺度与领域应用(表6)。基本上所有的模型都可以在社区层面与城市/区域层面应用,而与步行行为相关的城市设计品质量化模型、“Morpho”指标体系和建成环境指标更加关注微观尺度的设计特征,因而可以在单一街道空间与地块层面应用。在应用领域上,大多数模型都可应用于有关使用者行为的研究。而空间网络分析理论与空间句法理论重点关注不同空间的组织关系,

这些空间组织关系很难被一般使用者所体会,因此这些模型很少应用在环境体验与感知的研究中。城市生态学作为新兴领域,在相关研究中已应用城市形态理论模型测度城市环境特征以及这些特征的生态效益。

### 4 城市设计品质量化模型的局限性与新数据环境的应用

上述城市设计品质量化模型的局限性主要存在于指标项所涵盖的范围与数据的获取方式两方面。不同的量化模型针对不同的研究问题,并侧重于城市环境的不同特征,因此不可能涵盖所有指标项。具体研究中,我们可以根据不同研究目的,整合不同框架下的相关指标项。另一方面,在数据的获取上,大多数模型需要研究者进行实地观测获取数据,或者在专业软件中构建模型,需要大量的人力投入。未来研究中,可以考虑应用众筹平台和大数据观测与储存城市设计品质的特征数据,以提高研究效率。

当前的数据环境已经发生了很大变化,包括大数据在内的不同数据被不断挖掘出来。它可以通过数据获取、存储与研究维度扩展等层面推动城市设计品质相关研究的重大开展(图3)。在数据获取存储层面,大数据既可以提供储存数据的平台,也能提供海量的城市物质空间与社会经济指标数据(表7)。例如,基于城市GIS数据,我们可以方便地获取城市路网分布数据,计算出城市路网密度等指标,以及城市某一

表6. 城市设计品质量化模型的应用尺度与领域

Table 6. Applied sales and fields of urban design quality measurement tools

		建成环境的“3D”模型	建成环境的“5D”模型	空间网络分析	空间句法理论	与步行行为相关的城市设计品质量化模型	城市形态学的“Morhpo”指标体系	建成环境特征解析模型
应用尺度	单一街道层面					●	●	●
	社区层面(多条街道)	●	●	●	●	●	●	●
	城市/区域层面	●	●	●	●		●	
应用领域	行为(步行行为)	●	●	●	●	●	●	
	环境体验与感知					●		
	城市形态与演变						●	

表7. 提供城市设计品质量化模型相关指标的新数据类型与平台

Table 7. New data type and platform offering related indicators of urban design quality measurement tools

大数据类型与平台	建成环境的“3D”模型	建成环境的“5D”模型	空间网络分析模型	空间句法理论	与步行行为相关的城市设计品质量化模型	城市形态学的“Morhpo”指标体系	建成环境特征解析模型
与GIS有关的社会经济大数据, 如统计年鉴 人口普查数据	密度	密度				建筑功能指标 建筑修建年代	密度与强度
与GIS有关的城市物质环境大数据, 如 地图数据 POI 数据 公交车GPS数据 出租车GPS数据 公交卡使用大数据	密度 用地多样性	密度 用地多样性 目的地可达性 公共交通设施距离	节点度 聚类系数 特征路径度 介数 模块度	深度 连接度 控制度 整合度		地块密度 街区尺度 建筑平行度 建筑高度与街道宽度比 街道可达性	密度与强度 街道尺度 平均地块长度街道连接度
基于使用者评价的感知大数据, 如 大众点评网数据 社交网络数据	设计	设计			围合度 人性尺度 丰富度 透明度 意象性		美观度

区域居民的收入与受教育水平等数据。同时, 将城市路网密度等指标存储在 GIS 平台中, 方便今后的研究与规划实践调用。我们也可以开发基于 GIS 平台的相关软件, 将不同的分析模型整合在一起, 使其能自动计算相关指标, 例如建筑高度与街道宽度的比值、建筑密度等。相似的, 一些地图运营商提供的 POI (Point of Interests) 数据显示了城市中最具活力的城市公共空间的坐标信息, 对城市设计品质研究中的用地混合度与目的地分布有很大帮助。在研究维度扩展层面, 大数据的应用为城市设计品质提供了多维视角。上述城市设计品质模型主要关注城市空间的物质形态, 也就是环境变量。大数据则能提供多维的数据来源, 例如反映城市居民公交出行特点的公交卡数据、反映购物行为的刷卡记录、反映居民坐标的手机信令数据与 GPS 数据, 以及反映使用者情绪的微博等社交网络数据等。基于大数据强大的定位功能, 我们可以随时准确地定位各个使用者, 也就是说能在城市环境中定位使用者的行为与情绪。这为研究城市设计品质特征与居民感知、行为与情绪之间的关联性提供了可能, 从而可以极大地扩展城市设计品质相关研究所涉及的维度, 推动构建立体的城市生活品质解析与研究构架。

(图片来源: 图 1: Baran K. P., Rodríguez D. A., Khattak A. J. Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighbourhoods [J]. Journal of Urban Design, 2008, 13 (1): 5-28. 图 2: Measuring Urban Design Qualities—and Illustrated Field Manual, 图 3 由作者提供)

(徐磊青教授为本文通讯作者)

#### 参考文献:

- [1] Schmidt S., Németh J. Space, Place and the City: Emerging Research on Public Space Design and Planning [J]. Journal of Urban Design, 2010, 15 (4): 453-457.
- [2] McCormack G. R., Rock M., Toohey A. M., Hignell D. Characteristics of urban parks associated with park use and physical activity: A review of qualitative research [J]. Health & place, 2010, 16 (4): 712-726.
- [3] Mehta V. Evaluating Public Space [J]. Journal of Urban Design, 2013, 19(1): 53-88.
- [4] Thwaites K., Helleur E., Simkins I. M. Restorative Urban Open Space: Exploring the Spatial Configuration of Human Emotional Fulfilment in Urban Open Space [J]. Landscape Research, 2005, 30 (4): 525-547.
- [5] Saelens B. E., Sallis J. F., Frank L. D. Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures [J]. Annals of Behavioral Medicine, 2003, 25(2): 80-91.
- [6] Hillier B., Penn A., Hanson J., Grajewski T., Xu J. Natural movement-or, configuration and attraction in urban pedestrian movement [J]. Environment and Planning B-Planning & Design, 1993, 20(1): 29-66.
- [7] Baran K. P., Rodríguez D. A., Khattak A. J. Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighbourhoods [J]. Journal of Urban Design, 2008, 13 (1): 5-28.
- [8] Aspinnall P. A., Thompson C. W., Alves S., Sugiyama T., Brice R., Vickers A. Preference and relative importance for environmental attributes of neighbourhood open space in older people [J]. Environment and Planning B-Planning & Design, 2010, 37 (6): 1022-1039.
- [9] Brownson R. C., Hoehner C. M., Day K., Forsyth A., Sallis J. F. Measuring the built environment for physical activity: state of the science [J]. American Journal of Preventive Medicine, 2009, 36 (4): S99-S123.

- [10] Cervero R., Kockelman K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design [J]. Transportation Research Part D-Transport and Environment, 1997, 2 (3): 199-219.
- [11] Kelly C., Reid E., Gerrit-Jan K., Yan S. Quantitative analysis of urban form: a multidisciplinary review [J]. Journal of urbanism, 2008, 1 (1): 17-45.
- [12] Ewing R., Cervero R. Travel and the built environment: a meta-analysis [J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76 (3): 265-294.
- [13] Rodríguez D. A., Joo J. The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2004, 9 (2): 151-173.
- [14] Cervero R. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 1996, 30 (5): 361-377.
- [15] Frank L. D., Schmid T. L., Sallis J. F., Chapman J., Saelens B. E. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ [J]. American Journal of Preventive Medicine, 2005, 28 (2, Supplement 2): 117-125.
- [16] Barthélemy M. Spatial networks [J]. Physics Reports, 2011, 499: 1-101.
- [17] 陈光. 空间复杂网络分析、优化及其在城市公交网络中的应用研究 [D]. 浙江工业大学, 2014.
- [18] 王永明, 马耀峰, 王美霞. 中国入境游客多城市旅游空间网络结构 [J]. 地理科学进展, 2012( 04 ): 518-526.
- [19] Ostwald M. J. The mathematics of spatial configuration: revisiting, revising and critiquing justified plan graph theory [J]. Nexus Network Journal, 2011, 13 (2): 445-470.
- [20] Hillier B., Hanson J. The social logic of space [M]. Cambridge (Cambridgeshire), New York: Cambridge University Press, 1984.
- [21] Bafna S. Space syntax: A brief introduction to its logic and analytical techniques [J]. Environment and Behavior, 2003, 35 (1): 17-29.

## 3. 新数据环境视角下的城市设计品质研究

## 3. Urban design quality study in the perspective of new data environment



3

- [22] Ratti C. Urban texture and space syntax: some inconsistencies [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2004, 31 (4): 487-499.
- [23] Wineman J. D., Peponis J. Constructing Spatial Meaning: Spatial Affordances in Museum Design [J]. *Environment and Behavior*, 2009, 42 (1): 86-109.
- [24] 肖扬, Chiaradia A., 宋小冬. 空间句法在城市规划中应用的局限性及改善和扩展途径 [J]. *城市规划学刊*, 2014 ( 05): 32-38.
- [25] 王静文, 毛其智, 党安荣. 北京城市的演变模型——基于句法的城市空间与功能模式演进的探讨 [J]. *城市规划学刊*, 2008 ( 3): 82-88.
- [26] 赖清华, 马晓冬, 谢新杰, 谢思超, 陈丙林. 基于空间句法的徐州城市空间形态特征研究 [J]. *规划师*, 2011, 27 ( 6): 96-100.
- [27] 陈明星, 沈非, 查良松, 宝石石. 基于空间句法的城市交通网络特征研究 [J]. *地理与地理信息科学*, 2005, 21 ( 2): 39-42.
- [28] 杨滔. 分形的城市空间? [J]. *城市规划*, 2008, ( 6): 61-64.
- [29] 吕斌, 张玮璐, 王璐, 高晓雪. 城市公共文化设施集中建设的空间绩效分析——以广州、天津、太原为例 [J]. *建筑学报*, 2012 ( 7): 1-7.
- [30] Ozer O., Kubat A. Walking Initiatives: A Quantitative Movement Analysis [C]. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*, Istanbul, F, 2007.
- [31] Zampieri F. L., Rigatti D., Ugalde C. Evaluated Model of Pedestrian Movement Based on Space Syntax, Performance Measures and Artificial Neural Nets [M]//Daniel K., Lars M., Jesper S. 7th International Space Syntax Symposium. Stockholm, 2009.
- [32] Chang D. Spatial choice and preference in multilevel movement networks [J]. *Environment and Behavior*, 2002, 34 (5): 582-615.
- [33] Ewing R., Handy L. S., Brownson C. R., Clemente O., Winston E. Identifying and Measuring Urban Design Qualities Related to Walkability [J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2006, (Suppl 1): S223-S240.
- [34] Harvey C., Aultman-Hall L., Hurley S. E., Troy A. Effects of skeletal streetscape design on perceived safety [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 142: 18-28.
- [35] Schneider R. J. Walk or Drive between Stores? Designing Neighbourhood Shopping Districts for Pedestrian Activity [J]. *Journal of Urban Design*, 2015, 20 (2): 212-229.
- [36] Talavera-Garcia R., Soria-Lara J. A. Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality [J]. *Cities*, 2015, 45: 7-17.
- [37] Moudon A. V. Urban morphology as an emerging interdisciplinary field [J]. *Urban morphology*, 1997, 1 (1): 3-10.
- [38] Oliveira V. Morpho: a methodology for assessing urban form [J]. *Urban morphology*, 2013, 17 (1): 21-33.
- [39] Siksnia A. The effects of block size and form in North American and Australian city centres [J]. *Urban morphology*, 1997, 1 (1): 19-33.
- [40] Huang J., Lu X. X., Sellers J. M. A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82 (4): 184-197.
- [41] Ng E., Yuan C., Chen L., Ren C., Fung J. C. H. Improving the wind environment in high-density cities by understanding urban morphology and surface roughness: A study in Hong Kong [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 101 (1): 59-174.
- [42] Futchler J. A., Kershaw T., Mills G. Urban form and function as building performance parameters [J]. *Building and Environment*, 2013, 62 (4): 112-123.
- [43] Zhao C., Fu G., Liu X., Fu F. Urban planning indicators, morphology and climate indicators: A case study for a north-south transect of Beijing, China [J]. *Building and Environment*, 2011, 46 (5): 1174-1183.
- [44] Handy S. L., Boarnet M. G., Ewing R., Killingsworth R. E. How the built environment affects physical activity: Views from urban planning [J]. *Innovative Approaches Understanding and Influencing Physical Activity*, 2002, 23 (2, Supplement 1): 64-73.
- [45] Foltete J. C., Piombini A. Urban layout, landscape features and pedestrian usage [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 81 (3): 225-234.
- [46] Frank L. D., Andresen M. A., Schmid T. L. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2004, 27 (2): 87-96.
- [47] Smith T., Nelischer M., Perkins N. Quality of an urban community: a framework for understanding the relationship between quality and physical form [J]. *Landscape and Urban Planning*, 1997, 39 (2-3): 229-241.
- [48] Van Nes A., Berghauer Pont M., Mashhoodi B. Combination of Space syntax with spacematrix and the mixed use index: The Rotterdam South test case; proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium, Santiago de Chile, Jan 3-6, 2012, F, 2012 [C]. PUC, Santiago, Chili.
- [49] Van Den Hoek J. The Mixed Use Index (Mixed-use Index) as Planning Tool for (New) Towns in the 21st Century [J]. *New Towns for the 21st Century: the Planned vs. the Unplanned city Amsterdam, NL: SUN Architecture*, 2009.
- [50] Ye Y., Van Nes A. Quantitative tools in urban morphology: combining space syntax, spacematrix and mixed-use index in a GIS framework [J]. *Urban morphology*, 2014, 18 (2): 97-118.

作者单位：同济大学建筑与城市规划学院

高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室

作者简介：翟宇佳，女，同济大学建筑与城市规划学院景观学系 助理教授

徐磊青，男，同济大学建筑与城市规划学院建筑系教授

收稿日期：2016-01-15