

城市设计中城市图层系统构建技术方法与路径初探

□ 徐苏宁, 陈璐露

[摘要] 城市设计是一种图示语言, 同时也是一门可以被量化的学科, 其结合数字化信息与图示化信息, 利用不同类型、层级的图层对城市设计进行研究和控制。文章首先提出了城市设计中城市图层及城市图层系统的概念, 认为城市图层系统技术路径的构建应分为城市空间抽象化和要素化、图层要素信息的梳理与表达以及系统内的动态叠加与交互 3 个过程。其次, 将与城市图层系统构建密切相关的图解技术、Mapping 技术、叠图技术、城市空间的量化分析和大数据分析等研究方法与城市图层系统构建的技术路径相结合, 共同搭建城市设计中城市图层系统研究的技术框架, 用于探索在此基础上应该如何构建城市图层系统。

[关键词] 城市设计; 城市图层; 城市图层系统; 研究方法

[文章编号] 1006-0022(2020)20-0020-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] A

[引文格式] 徐苏宁, 陈璐露. 城市设计中城市图层系统构建技术方法与路径初探 [J]. 规划师, 2020(20): 20-26.

Construction of Technical Method and Path for Urban Layer System Research in Urban Design/Xu Suning, Chen Lulu

Abstract Urban design is a graphic language and a quantifiable discipline. Supported by digital and graphic information, urban design can be analyzed and controlled by different types and levels of layers. The concept of urban layer and urban layer system are put forward, and the technical path of the urban layer system is divided into 3 steps: abstraction and deconstruction of urban space; reorganization and expression of elements; dynamic overlapping and interaction within the system. Research methods such as diagram technology, mapping technology, overlay technology, quantitative analysis of urban space and big data analysis are employed to establish a technical framework for the systematic research of urban layers in urban design.

Keywords Urban design, Urban layer, Urban layer system, Research method

0 引言

21 世纪以来, 随着电子信息技术的发展, Mapping 技术、量化分析以及大数据技术等研究方法被引入城市研究中, 使得城市设计更加科学、合理。这些科学研究方法加深了人们对城市的认知和理解, 设计师可以通过城市数据的分析发现城市存在的问题和某些系统之间存在的矛盾。但由于城市设计所涵盖的范围太过广泛, 无法取得一个城市设计方案需要的所有数据和信息, 所以数据研究只是当代城市设计研究中的一个支撑点, 并不能完全替代设计师对于城市空间形态和城市设计的思考。因此, 需要从更加多元的数据和信息中, 发现信息间的关联, 将各种科学的研究方法与传统的城市设计思

维、方法相结合, 探索出适合当代城市设计的技术方法。

1 城市设计中的城市图层系统

1.1 城市图层

城市图层包含城市中与城市设计有关的各种要素及其关系, 是物质空间、生态、经济和人文等多方面综合信息的叠加, 包含每个城市要素的显性可视化信息以及隐性不可可视化的信息, 是一种动态的信息载体。

城市图层具有以下特征: (1) 半透明性。不透明的部分是组成该图层的相关要素, 透明的部分是可被忽略的、不直接影响该图层的要素, 半透明的部分在叠加时作为参照系的基底。(2) 相对独立性。图层系统中的每

[作者简介] 徐苏宁, 哈尔滨工业大学建筑学院教授、博士生导师, 并任职于黑龙江省寒地城乡人居环境科学重点实验室。
陈璐露, 哈尔滨工业大学建筑学院博士研究生, 并任职于黑龙江省寒地城乡人居环境科学重点实验室。

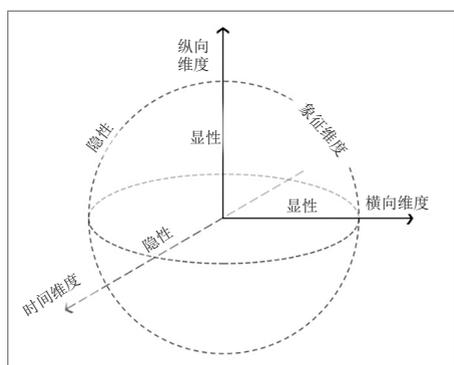


图1 城市图层系统的多维分析图

一个图层都是一个特定的变量，可能与其他变量及图层相关，但保持相对独立，可以根据不同的需求以图层组的形式出现。(3) 图层的核心在于“隔离”与“叠加”。每一个城市图层都是由特定的要素组成的，通过对城市要素的筛选、忽略、隔离及叠加形成相应的图层。

1.2 城市图层系统

城市图层系统包含影响城市空间形态的各种要素，是由多个城市图层交互、叠加组成的。通过图层的叠加可以发现城市的空间形态是被城市的各个要素所左右的，同时可以看出城市的物质空间形态是如何受单一城市图层或多重城市图层影响的。城市图层系统是相对稳定的，当图层系统中的某一要素发生变化时，与之相关的要素及图层会同时产生改变，但不会因某一要素的改变而影响整体系统的稳定性。

城市设计需要对城市空间进行多维度的认知，城市图层系统亦是如此(图1)。城市图层系统包括：(1) 在横向维度上需适应不同空间尺度的城市设计。不同空间尺度下的城市图层次系统间的联系也是不同的。例如，在宏观区域尺度中，由于区域性水上交通和物流的存在，水环境子系统与交通子系统会形成互相支持的联通关系，而在微观街区尺度中，水环境子系统与交通子系统可能会形成一定的矛盾关系。(2) 在纵向维度上要考虑从土地基质(如地质、地形、地貌、水文等)，到地表人工建设空间(如建筑、交通、基础设施等)，再到大气圈层(如

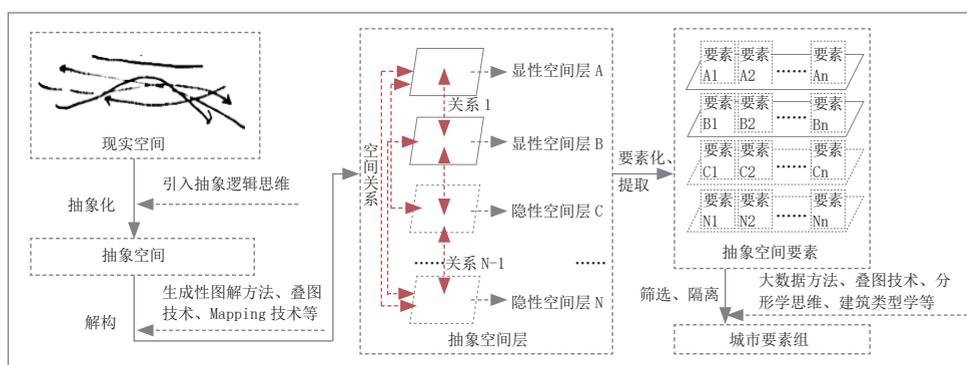


图2 城市空间的抽象化和要素化示意图

气候、空气污染等)中各种与城市设计相关的城市要素及图层。(3) 除可见的物质空间外，还应考虑城市的象征维度，如场所精神、心理认知空间等。(4) 由于城市是动态的、可生长的，城市图层系统还应考虑到城市空间的长期演变，如历史演进、发展时序等。

2 城市空间的抽象化和要素化

城市空间的抽象化指运用抽象思维与其他思维方式将城市设计中的现实空间进行抽象和解构，从而形成相应的城市要素和图层的过。它是城市图层系统研究的首要过程，包含抽象现实空间、解构抽象空间以及筛选和隔离相关要素3个步骤(图2)。

2.1 抽象逻辑思维的介入

城市图层系统的构建是将城市设计所涵盖的空间事实进行解构和重构的过程。解构、重构是城市设计中常用的操作方法。MVRDV工作室、加西亚·麦克等提出的智能城市和各种城市操作系统也被视为抽象机器^[1-4]。这些城市操作系统通过建立相应的城市模型来整合各种城市关系。

引入抽象逻辑思维，将日常发现的现实空间进行抽象化阐述，通过转换和选择形成抽象空间及各种抽象层，是城市图层系统研究的第一步。城市设计中城市空间的抽象化过程，除了运用地理学、建筑学和景观生态学等学科的知识外，还引入了系统思维、复杂理论和哲

学思想来推进城市图层系统的构建，以涵盖并解构成城市设计的各种复杂的关系网络和城市要素、图层。这一抽象化过程犹如艾伦·斯坦提出的“分解—图示化—叠加”操作过程，除了具有将时间与空间进行符号化解释和呈现的功能，还能对组织结构进行抽象和反思，融入了新的空间思考方式^[5]。同时，在现实空间抽象化的过程中，要强调现实空间中常被忽略的空间之间的形式和关系而非空间本身的形式^[6]。

2.2 抽象空间的解构

现实空间可被解构、抽象为显性空间抽象层、隐性空间抽象层和各种空间关系之和。显性的物质空间通过分层级抽象，形成不同类型的抽象空间层。许多客观存在的空间是不可见的、隐性的。例如，社会空间、心理空间等隐性空间需要进行二次转译，以形成相应的抽象空间层。除了各个空间的抽象化空间，现实空间还涵盖各个空间之间的关系与关联逻辑。对于空间之间的关系的阐述，可以采用叠图技术与大数据技术将各个空间信息的抽象层通过 Mapping 技术进行叠加、分析和计算，发现其内在规律，梳理出空间的关联逻辑，总结其所存在的问题。

CHORA 建筑设计事务所的“城市行为”就是运用复杂理论和抽象思维将现实空间抽象化的过程(图3)^[7]。与城市图层系统研究中城市空间抽象化过程不同的是，CHORA 建筑设计事务所在城市模型的抽象层即元空间中，加入参与者与代

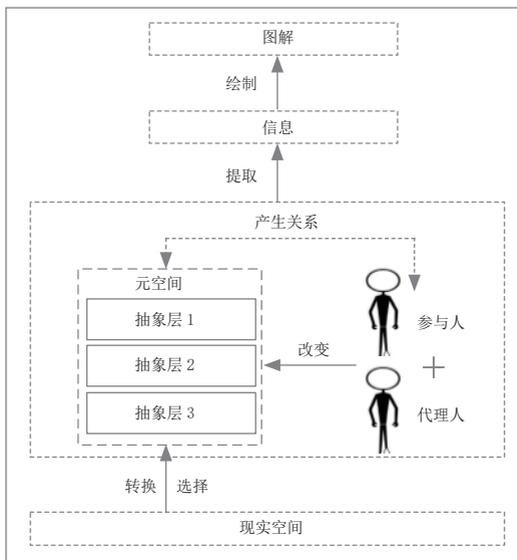


图3 CHORA 建筑设计事务所的“城市行为”示意图^[7]

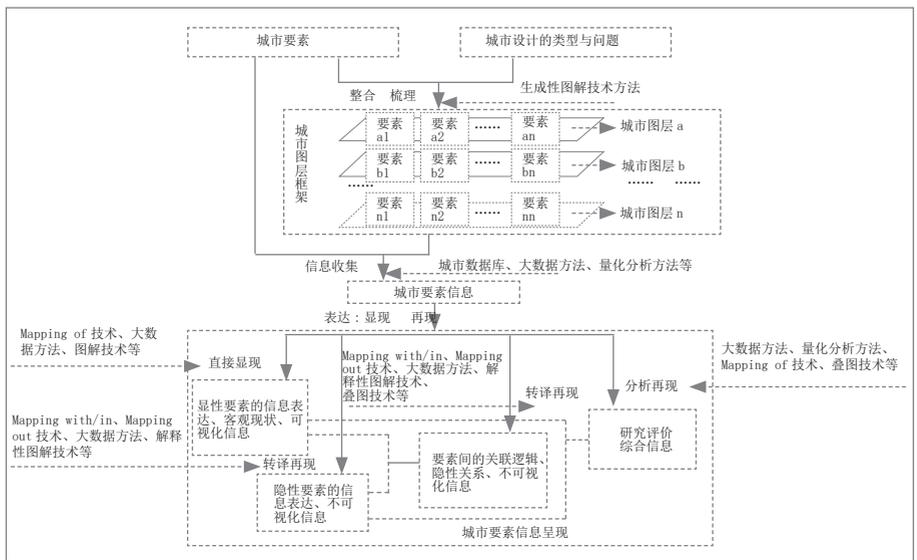


图4 图层信息的梳理与表达示意图

理人,使参与者和代理人与空间产生关系,通过对各种关系进行操作,使元空间成为一个潜在的现实空间。而城市图层系统的研究更强调各种空间的内在关联逻辑,这种关联逻辑能够帮助规划人员找到城市中每一个空间或要素、图层存在的问题,以及它与周边环境的关联。

2.3 要素的筛选和隔离

将要素从原始空间中进行筛选、隔离和分类,然后整合成相应的图层。这使得图层的组合具有多重模式和多种可能性,可以根据城市设计项目的不同需求和不同层级的抽象空间,有针对性地选择城市要素和图层,还可选择哪些要素在该图层中突显,哪些要素在该图层中作为背景,以及哪些要素在该图层中应被忽略,这有助于更好地理解事物的本质及关系。

筛选主要运用叠图技术及大数据分析技术。运用叠图技术方法对场地资源进行分层分析,从而提取相关要素,也可同时采用反向图解方法。大数据方法用于分析哪些是重要的要素,并收集其数据和图像信息。隔离运用了分形学思维方式,旨在从复杂的城市空间系统中凸显出与之相关的要素。同时,由于城市结构具有分形性质,可基于城市或其局部区域的位序—规模分布与 $1/f$ 噪声之间的关系,以

及要素的分形结构,建立要素框架^[8]。分类主要运用的是分形学和建筑类型学的思想,是将城市空间进行重构的首要步骤。UNStudio 建筑设计事务所提出的“选择—应用—操作”3个城市设计操作阶段与要素的筛选和分类过程相似,其认为这样可以延迟类型学在设计中的应用,并具有辅助设计师进行深入设计的功能^[9]。城市图层系统研究需要建立一个较为完善的图层及要素的分类思想,而非一种固定的分类方式,这种思想既有解释性作用,又有生成性作用。

3 图层内信息的梳理与表达

将现实空间抽象解构成相关的城市设计要素后,应该整合和梳理出相应的城市图层框架,将每个城市图层中涵盖的要素信息进行收集与表达,为每个城市图层的呈现及整体图层系统的搭建提供基础内容(图4)。

3.1 图层框架的梳理

图层框架的梳理是一个双向思维的过程,规划师应该自上而下地按照城市设计的需求整理涉及的图层,理清每个图层包含哪些要素。同时,还应自下而上地从要素和图层间的矛盾关系与问题来生成相应的图层,分析哪些要素及关

系可以组成某个图层。

图解技术方法可以被应用在图层和要素的梳理过程中。图解技术方法就是对城市设计中所包含的要素进行分析和反思的一种手段。迪恩·沃特和伽雷兹曼·乌都认为图解是对现象发展的表达,既包含解释、分析和反思的功能,也具有生成的功能,是一种形式生成句法^[10],这种生成性图解适用于城市设计中的图层和要素自上而下的梳理过程,具有生成性的作用,是对城市进行图层性解读及模拟。

3.2 要素信息的收集

利用城市设计中城市图层的框架收集所需要素的信息时,首先需要明确该信息是可量化的、数据性的,还是不可量化的、描述性的。一般不可量化的描述性信息主要来自一些隐性、非可视化的要素和用于描述某些关系的要素。

在要素信息收集过程中,大数据技术方法是重要的应用方法,同时配合一些量化分析方法。许多城市工作者基于计算机技术的发展构建城市数据库。例如,MVRDV 工作室建立了“数据景观”和“超级城市/数据城镇”数据库。这两个概念改变了传统城市设计的分析方法,使得可见的与不可见的城市要素均被可视化再现^[1]。同时,目前许多平台提供手机信令数据、公交出行数据以及

网络商业数据等，亦或运用 Python 等语言从一些网络接口获得相应的城市数据，如气候数据、地图数据等。

有些要素是用地理数据信息、图片信息进行描述的。地理数据信息中的很多数据是利用卫星图像、航空摄像和 GIS、3D 地球图像信息来绘制的。除了地理空间信息，还可以从利用遥感建立的气候类信息数据库中获取相应的图层与要素信息，如 Wudapt、Landsat、USGS 等数据库^[11]。图片信息在街区尺度的城市设计研究中应用得较多。例如，各地图平台中的公共开放空间工具可以与开放街区地图、City Engine、步行和骑行系统环境扫描、行人环境数据扫描、步行可行性评估工具^[12-17]等数据平台为人本尺度的城市街道空间环境提供量化、图像化的数据，用于绿化、公共空间、城市色彩、人群活力及社会安全等分析以及人本尺度的环境评价。

3.3 图层要素信息的表达

城市设计中每一个城市图层都是由要素及要素间的关系组成的，同时不同图层下的要素也可能有一定的关联性，可以通过这些关系构建相应的图层系统。因此，图层内各种信息的表达不仅包含了每个内在要素，还包含了对要素间关系的分析和要素的分析评价。图层中的要素包含显性要素和隐性要素两类，在表达上各有不同。

对于显性要素，可将其信息直接投射到信息载体之上，一般呈现在城市地图或三维城市空间模型上。这一表达过程可称之为“显现”，主要运用主题性地图、Mapping 技术方法和图解方法。其中的 Mapping 技术方法可以分为 4 类^[18]：显现客观现状的 Mapping of 技术方法；为了某种特殊目的而设计的 Mapping for 技术方法；通过某种特殊媒介再现，将人的“体验”绘制成地图的 Mapping with/in 技术方法；沉浸式，可以从中获得人与人交流的 Mapping out 技术方法(表 1)。显性要素客观信息的直接显现，以大数据收集的数据信息为基础，解释性的图

解技术方法通过各种点、线、面，以及结构、形式对城市要素的现象进行抽象化、图示化表达^[10]，这一过程需要考虑影响设计的外在要素和内在要素。最后，Mapping of 技术方法将要素的信息直接映射到城市空间及地图上。

隐性要素的信息多为不可可视化信息，需进行二次处理，通过转译，使其符号化、图像化，在揭示隐性城市要素在城市空间中的作用机制与关系后，再将隐性要素映射到城市空间及地图之上，是信息的“再现”。城市设计中的隐性空间与

要素主要存在于社会空间和人的心理空间。空间认知的重点在于空间与“看不见的权力”，即隐性要素之间的对应关系。

Mapping for、Mapping with/in 技术方法与漂移方法都是隐性要素信息再现的主要技术方法。Mapping for 技术方法用于再现二次处理的信息。Mapping with/in 技术方法与漂移方法用于将人的“体验”再现在地图之上。漂移方法是将“行走”与心理地理学相结合^[19]，其本质是将无目的性的漫游和转移的体验进行空间再现，用于打破主流的城市结

表 1 4 种 Mapping 技术方法

名称	功能	方式	举例
Mapping of	将空间的客观现状显现于地图之上	显现 直接映射	城市地理地图、客观现状地图等
Mapping for	为了某种特殊目的而设计的地图	再现 间接映射	分析、评价、规划建议地图等
Mapping with/in	通过特殊媒介，将“体验”及“关系”映射在空间之上	再现 间接映射	漂移地图等
Mapping out	沉浸式、交互式的活动与空间的映射	再现 间接映射	游戏平台、城市操作系统等

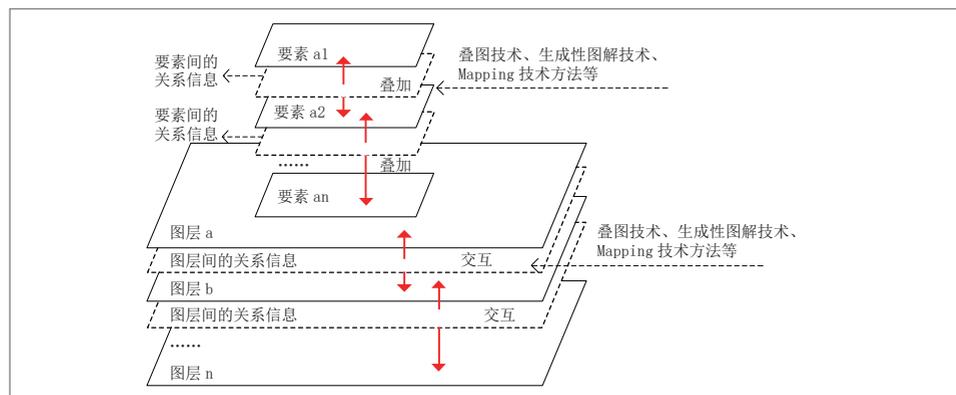


图 5 系统内的动态交互与叠加示意图

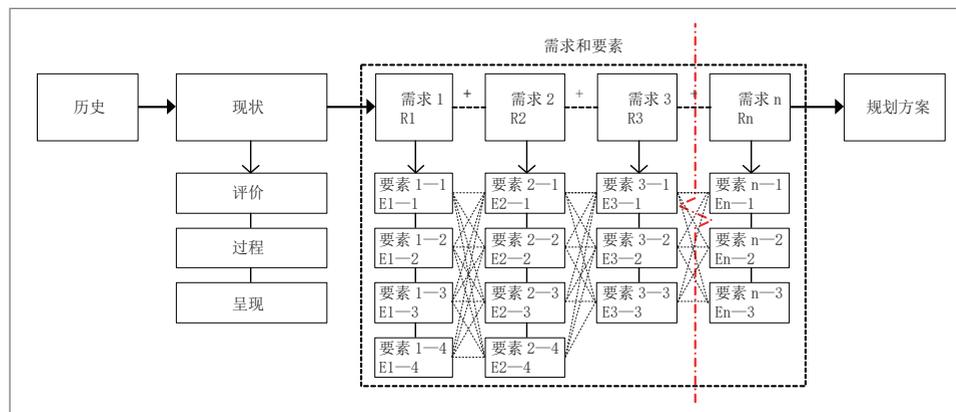


图 6 斯坦尼兹·卡尔的“地理设计”框架图^[25]

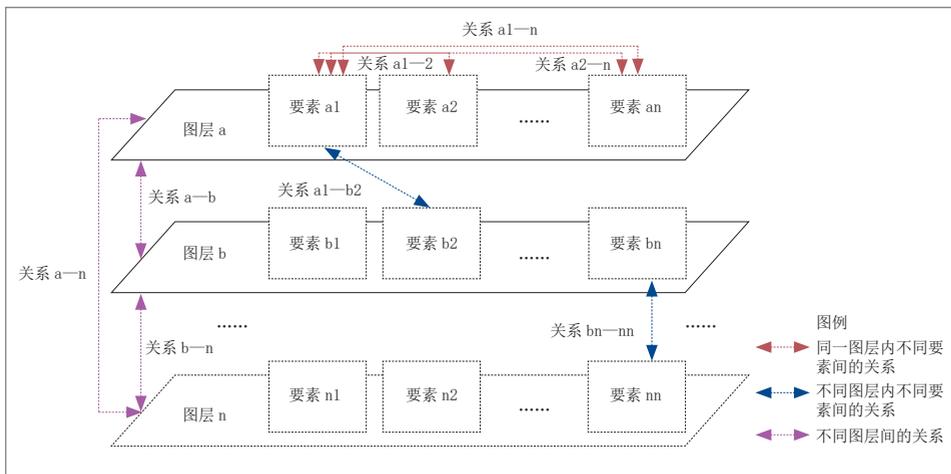


图7 图层系统内多种关系示意图

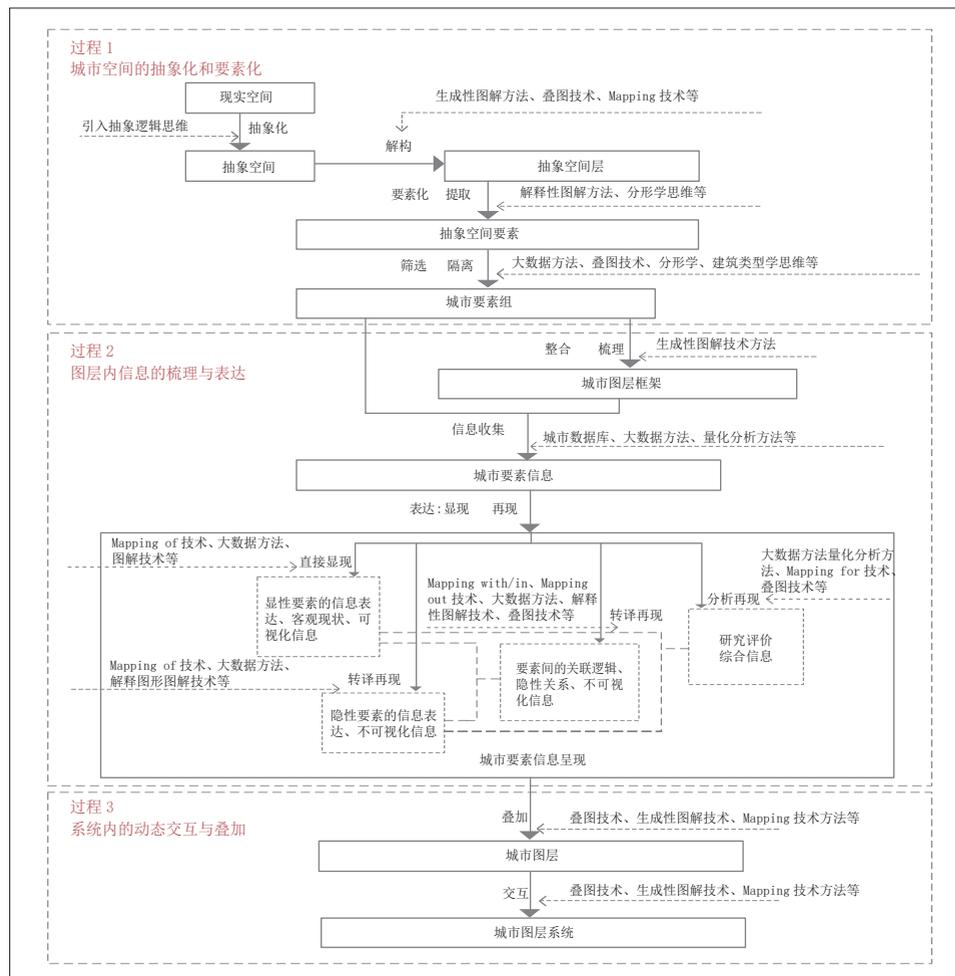


图8 城市图层系统构建的技术框架图

构及意象，将被忽略的日常生活与城市空间进行映射^[18]。

此外，也有许多研究市民心理空间的主题性地图。例如，早期的凯文·林奇的城市意象地图和当代的POI兴趣点分析。对于一些城市认知空间、社会空间的要素及隐性关系分析还需要采取

城市抽象空间的量化分析方法。

城市设计的重点应转向“之间的形式”，而非“本体的形式”，应该强调要素间关系的重要性。这种关系多为隐性关系，这些隐性关系的表达需要进行转译再现。隐性关系的转译再现需要运用叠图技术方法，通过分层叠加不同要

素，揭示要素间的内在关系，再运用解释性的图解技术方法将关系进行符号化、图示化的表达，最后应用 Mapping with/in 和 Mapping out 技术方法转译和显现体验性、沉浸性、交互性的隐性关系^[20]。

对城市要素的分析再现包含了对要素进行二次研究分析及价值评价等过程，首先运用大数据分析收集数据信息，其次通过相应的城市空间量化分析方法对其进行研究分析，形成不同的主题性地图，相互叠加，并叠加在同一底图上，最后运用 Mapping for 技术方法有指向性地对城市要素进行分析及再现。城市要素的表达需要运用解释性图解，而要素的研究和图层的生成则采用了生成性的图解技术方法。

在图层和要素的信息表达过程中，Mapping 技术和图解技术方法是主要的研究方法。在某种意义上，Mapping 也是图解的一种，是通过地图的方式对空间进行认知，更注重对潜在力量的呈现，是将数据信息与地理空间信息进行叠加，并呈现在地理地图上的一种分析方法。Mapping 技术方法在规划设计中，可以分为场域、提取物、绘制3个步骤。场域是进行映射的表面，多为地图底图，在 Mapping 中被转化为一个图示系统框架，可以涵盖多维度的各种要素。提取物是被观察、选择和呈现出的数据层，是在图示系统中被选择、隔离出来的层。绘制是指试图描绘提取物之间的关系，将其可视化的表达在场域之中^[21]。

4 系统内的动态交互与叠加

依据上述要素的表达与图层框架的生成，将每一个城市图层内要素的信息通过叠加等方法形成相应的图层，并通过图层间的信息和动态关系的交互形成完整的城市图层系统，用于指导下一步的城市设计实施（图5）。

4.1 图层内的厚度化信息处理

城市设计中城市图层内部的要素信

息和关系信息的表达,运用 Mapping 等技术方法使其厚度化、分层级化地呈现,同时将被分解的图层内要素信息通过新的关联方式重新进行组合叠加研究,以展现每个图层的表象及其复杂程度。

图层内的厚度化信息处理,本质上是一种要素信息的叠加,是利用叠图技术方法和拼贴方法形成的。科学的叠图方法可追溯到列维斯·菲利普提出的环境资源分析地图研究^[22],以及麦克哈格·伊恩创建的因子分层分析法,即“千层饼模式”^[23]。随着计算机技术的发展,埃森曼·彼得、库哈斯·雷姆等人应用更具策略性和控制性的分层示意图,通过交叉及合成,使叠图技术方法更具包容性,避免了缩减信息和武断设计。埃森曼·彼得提出的“层叠”方法,是将不同的独立图层进行叠加,主要是针对场地的文脉进行叠加,以形成新的方案形式^[24]。斯坦尼兹·卡尔利用 GIS 技术构建了“地理设计”的框架(图6),将景观和城市规划从简单的地图叠加转向地理空间数据信息的叠加^[25]。

拼贴方法较为自由,可以将地图、图片等依据一定的思维方式进行叠加,通常是将照片、地图等进行拼贴,是介于空间认知艺术与技术之间的一种模糊图像。城市图层中的要素叠加,应更加注重叠加时要素间的关系,其并非简单的线性关系或权重量化叠加,而是一种非线性的组合叠加。同时,城市图层中的要素叠加摆脱了简单的图纸叠加的思维桎梏,相较于拼贴其更具逻辑性,强调要素在空间关系上的多维度叠加。

4.2 图层间的动态关系交互

城市设计中的城市图层系统并非简单的树形结构或分层结构,而是由网络关系组成的复杂结构。这种网络关系包含图层内要素与要素的关系、图层与图层的的关系以及隶属于2个不同图层的要素之间的关系等多个层级(图7),不是每个要素或图层之间都存在一定的关系。城市图层系统具有时空尺度特征,是一

个动态发展的系统,是对众多要素和图层的空间关系及其动态化的变化进行认知的体系。城市图层系统是将多个维度下,不同图层的信息相互叠加、图层间的关系进行交互形成的。城市图层应以大数据方法为信息基础,基于 Mapping 等信息载体,运用叠图、叠加和反向图解技术方法,进行分层级、“自下而上”的叠加,形成城市图层系统,同时对图

层内涵盖的所有信息及图层间的交互关系进行整合。

城市设计中的城市图层系统包含多个子系统,每个子系统又包含多个图层,这些子系统和图层具有相对独立的动态特征,但又相互交织构建起整个系统。整个系统具有一定的动态平衡和互动特性。目前许多城市问题都是由于城市中各图层或子系统之间的关系存在矛盾与

表1 各种技术方法在城市图层系构建不同步骤中的作用

过程	步骤	研究方法					
		大数据分析方法	Mapping 技术方法	图解技术方法	叠图技术方法	量化分析方法	其他研究方法
过程 1 城市空间的抽象化和要素化	现实空间抽象化	—	—	—	—	—	逻辑抽象思维
	抽象空间解构	—	分层级研究	生成性图解方法	分层分析空间与资源	—	—
	抽象空间要素化	—	—	解释性图解方法	—	—	分形学思维
	要素的筛选与隔离	数据收集, 筛选主要要素	—	—	对要素进行分层分析, 提取相关要素	—	分形学、建筑类型学思维
过程 2 图层内信息的梳理与表达	图层框架的整合与梳理	—	—	生成性图解方法	—	—	—
	要素信息的收集	基于城市数据库	—	—	—	分析与整理数据	—
	要素信息的直接显现	数据收集	Mapping of 技术	解释性图解方法, 用于要素的图示化表达	—	—	—
	要素信息的转译再现	数据收集及分析	Mapping with/in 和 Mapping out 技术	解释性图解方法	—	—	—
	要素间关系的转译再现	数据收集及分析	Mapping with/in 和 Mapping out 技术	解释性图解方法	通过要素间的叠加, 发现其内在关系	对要素间的关系进行分析	—
要素信息的分析再现	数据收集及分析	Mapping for 技术	解释性图解用于图示化表达, 生成性图解用于要素研究及图层生成	将不同的要素地图进行叠加研究, 生成相应的综合性地图	运用相关的量化分析方法对要素进行分析评价	—	
过程 3 系统内的动态交互与叠加	图层内的信息叠加	—	作为要素信息载体及叠加的参考系	生成性图解方法及反向图解	分层级叠加要素, 形成相应图层	—	—
	系统内的动态交互	—	作为图层信息载体及叠加的参考系	生成性图解方法及反向图解	分层级叠加各个图层	—	—

冲突, 图层内部存在漏洞。城市设计就是要找出这些问题, 协助各个图层修复其漏洞, 协调各图层或子系统之间的关系, 减少图层间和系统内部的矛盾, 强化图层或要素与整体系统间的关联。

5 城市图层系统的技术框架

城市设计是综合性的学科, 随着学科交叉及研究方法的发展, 一些方法在演进过程中已经产生了一定的交叠。例如, 一些生成性图解的操作过程与 Mapping 技术方法相互重合; 计算机技术飞速发展后, 叠图方法多利用 Mapping 技术方法进行叠加操作; 许多大数据分析方法需要结合量化分析方法及 Mapping 技术方法进行研究。由此可见, 这些研究方法是可以被整合到一个城市设计技术框架之中的。

城市图层系统建立的全过程需要多个研究方法协同作用, 将研究方法与技术路径相结合, 以搭建完善的城市图层系统的技术框架。图 8 描述了一些研究方法与技术路径之间的作用机制, 每个步骤都运用了多种研究方法, 不尽相同, 有主有次。同样, 每一个研究方法也出现在多个不同的城市图层系统的技术框架构建步骤中, 对不同的操作需求发挥不同的作用(表 1)。

6 结语

当代城市设计孕育了一些科学分析方法, 其中图解技术、Mapping 技术、叠图技术、城市空间的量化分析以及大数据分析等研究方法可以为构建城市设计中的图层系统提供技术基础及方法支持。将上述研究方法以及一些未提及的研究方法引入城市图层系统的构建路径中, 系统地搭建城市图层系统的技术框架。

将技术框架、研究方法与城市设计中具有图层思想的理论相结合, 可以搭建城市设计中的城市图层系统, 进而从理论及方法上全面地指导城市设计的创

作与实施。运用城市图层系统对城市设计进行逐层的分析和研究, 是对城市设计系统进行认知的有效方法, 这些空间关系的呈现和认识, 并不一定能直接推导出规划实践的方, 但是能够协助形成适应性规划战略方法和部分城市设计导则。■

[参考文献]

- [1] MVRDV. Meta City/ Data Town[M]. Rotterdam: 010 Publishers, 1999.
- [2] Mark Garcia. In The Diagrams of Architecture: AD Reader[M]. London: Wiley, 2010.
- [3] Marvin Simon, Luque-Ayala Andrés. Urban Operating Systems: Diagramming the City[J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2016(1): 84-103.
- [4] Kasper Levin. Diagrams as Piloting Devices in the Philosophy of Gilles Deleuze[J]. Théorie - Littérature - Enseignement, 2001(19): 145 - 165.
- [5] Stan Allen. Diagrams Matter[J]. Architecture New York, 1998(23): 16-19.
- [6] Stan Allen. 点+线——关于城市的图解和设计 [M]. 任浩, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [7] Raoul Bunschoten. Stirring the City: CHORA's Diagrammatics Unschoten[J]. OASE, 1998(48): 72-82.
- [8] 陈彦光. 分形城市与城市规划 [J]. 城市规划, 2005(2): 33-40.
- [9] Ben van Berkel, Bos C. Diagram Work[M]. Cambridge: MIT Press, 1998.
- [10] Deen, Udo Wouter, Garritzmann. Diagramming the Contemporary [J]. OASE, 1998(48): 83-92.
- [11] 任超, 吴恩融. 城市环境气候图: 可持续城市规划辅助信息系统工具 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [12] Long Ying, Liu Xingjian. Automated Identification and Characterization of Parcels (AICP) with Open Street Map and Points of Interest[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016(2): 498-510.
- [13] 裴昱, 吴濯杭, 唐义琴, 等. 基于空间数据的北京二环内夜间街道活力与影响因素分析 [J]. 城市建筑, 2018(3): 111-116.

- [14] 龙瀛. 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 [J]. 时代建筑, 2016(2): 128-132.
- [15] Terri Pikora, Fiona Bull, Konrad Jamrozik. Developing a Reliable Audit Instrument to Measure the Physical Environment for Physical Activity[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2002(3): 187-194.
- [16] Kelly Clifton, Andréa Smith, Daniel Rodriguez. The Development and Testing of an Audit for the Pedestrian Environment[J]. Landscape and Urban Planning, 2007(1): 95-110.
- [17] Catherine Millington, Catharine Thompson, David Rowe. Development of the Scottish Walkability Assessment Tool (SWAT) [J]. Health & Place, 2008(2): 474-481.
- [18] Edward Casey. Earth-Mapping: Artists Reshaping Landscape[M]. Minnesota: University of Minnesota Press, 2005.
- [19] Guy Debord. 景观社会 [M]. 王昭风, 译. 南京: 南京大学出版社, 2006.
- [20] Edward Casey. Mapping It out with/ in the Earth. Earth-Mapping[M]. Minneapolis: The University of Minnesota Press, 2005.
- [21] Denis Cosgrove. Mappings[M]. London: Reaktion Books, 1999.
- [22] Philip Lewis. Tomorrow By Design: A Regional Design Process for Sustainability[M]. New York: John Wiley and Sons Ltd, 1996.
- [23] Ian Mcharg. 设计结合自然 [M]. 芮经纬, 译. 北京: 中国建筑业出版社, 2005.
- [24] Peter Eisenman. 现代建筑的形式基础 [M]. 罗旋, 安太然, 贾若, 译. 上海: 同济大学出版社, 2018.
- [25] Carl Steinitz. A Framework for Geodesign [M]. Redlands, CA: Esri Press, 2012.

[收稿日期] 2020-06-02