



数据自适应城市设计的方法与实践

——以上海衡复历史街区慢行系统设计为例

曹哲静 龙 瀛

提 要 基于存量型数据增强设计,提出了数据自适应城市设计的理念,倡导将后置式空间测度反馈与规划设计过程相结合,将长周期的规划设计评估转换为短周期的空间反馈与空间干预,并在未来的城市建设中落实数据测度基础设施的建设,通过精细化的“订制大数据”的反馈来实现设计方案和空间使用的可持续良性互动。对数据自适应城市设计的方法与实践进行了系统的阐述。首先,基于对城市设计方法沿革的剖析和大数据在城市设计中的各个层级和各个阶段的运用场景,提出了大数据在城市设计中的机会与挑战;其次,提出了数据自适应城市设计的四个核心内涵、三个阶段的基本流程、两类数据工具;最后以上海衡复历史街区慢行系统设计为例,从实践的角度详细介绍了数据自适应城市设计方案在存量更新中的运用。

关键词 数据自适应; 存量型城市设计; 方法与实践; 上海衡复历史街区; 慢行系统设计

中图分类号 TU984

文献标识码 A

DOI 10.16361/j.upf.201704005

文章编号 1000-3363(2017)04-0047-09

作者简介

曹哲静, 清华大学建筑学院, 博士研究生,

caozhejing1120@163.com

龙 瀛, 清华大学建筑学院, 清华大学恒隆房地产研究中心, 副教授, 博士生导师 (通讯作者),

ylong@tsinghua.edu.cn

Methodology and Practice of Data Adaptive Urban Design: Case Study of Slow Traffic System Design in Shanghai Hengfu Historical District

CAO Zhejing, LONG Ying

Abstract: This paper proposes data adaptive urban design concept based on data augmented urban design. It integrates post-positioned spatial measurement feedback into the process of urban planning and design, which converts the long-term planning evaluation into short-term spatial feedback and intervention. It proposes to build data sensor infrastructure to promote sustainable reciprocal interaction of urban design and spatial utilization based on precise "customized big data" feedback system. This paper firstly analyzes the opportunities and challenges of big data application in urban design based on a review of development history of urban design, and big data application in each step of urban design. Secondly, it discusses the attributes, basic workflow, and instruments of data adaptive urban design. Finally, it illustrates the case of data adaptive urban design of slow traffic system in Shanghai Hengfu Historical District.

Keywords: data adaptive; urban design of inventory space; methodology and practice; Shanghai Hengfu Historical District; slow traffic system

在工业化过渡到信息化的城市演进中,城市的区域空间结构、建筑肌理形态、社会经济结构发生了一系列的变化,也影响着人们对城市认识和改造的过程,进而推动了城市设计理论的变化。西方的城市设计从18到21世纪经历了不同阶段的流变(杨俊宴,史宜,2016)(表1),由建筑的扩大设计转向全面系统的城市功能形态设计(童明,2014)。

如今,城市设计不再是单纯的空间形态与美学的设计,表现出伴随社会演变的过程性(斯皮罗·科斯托夫,2005)、多元主体参与的开放性、多元因素影响的不确定性和注重体验感知的人本性。时间维度上,城市设计难以完美地按照蓝图实施,在演变的过程中会受到经济社会多种不同周期因素更迭的影响,形成不断变化的时代需求(王建国,2012)。空间维度上,公众参与将影响空间决策的各个阶段;不同的空间使用者产生不同的空间诉求和行为方式,激发了城市设计对行为变化的适应性需求。城市的发展演化和人类活动过程中产生了丰富的高精度和快速更新的城市大数据,为满足城市设计时空动态更新的需求提供了契机。

城市大数据一方面通过高精度的量化研究,辅助人们对城市现状精细化的认识。城市设计相关的大数据不断丰富,形成了土地利用、功能业态、社交网络、交

表1 西方城市设计的演变

Tab.1 The evolution of urban design in the west

时期	阶段	城市设计特点	典型案例
公元前至17世纪	礼制导向	以广场、棋盘路网、大型公共建筑为主要元素,体现了民主、封建、宗教集权、文艺复兴等时期不同思想的空间形态诉求	· 古希腊希波丹姆模式的米利都城强调民主平等的城邦精神; · 古罗马城和罗马营寨城以体现政治军事权力的广场、柱廊和大型纪念建筑为主; · 中世纪的要塞、城堡、商业城市,突出了教堂和广场为核心的城市肌理结构; · 文艺复兴的佛罗伦萨等城市以大型世俗性建筑为主要元素
18至20世纪初	美学导向	强调公园绿地、林荫道、对称轴线的空间美学和景观改造	· 1791华盛顿首都的郎方(Pierre Charles L'Enfant)规划; · 19世纪末美国城市美化运动; · 19世界末的城市公园运动; · 1889卡米诺·西特(Camillo Sitte)提出中世纪城市街道和广场设计的艺术原则和视觉秩序(卡米诺·西特, 1990); · 1850-1860年大巴黎改造; · 1911年堪培拉首都规划设计
20世纪初至中页	现代主义的功能导向	城市设计受1933《雅典宪章》和新建筑运动影响,仍停留在扩大的建筑设计范畴,强调理性的功能分区、方格路网、空间形式秩序	· 1933年勒·柯布西耶(Le Corbusier)的光辉城市; · 1950年代初印度昌迪加尔规划; · 1956年巴西首都巴西利亚规划
1960-1980年	多元价值融合的社会导向	《马丘比丘宪章》提出规划设计的过程性和动态性,转变了城市设计机械的功能主义导向	· 1954“Team10”小组从人与环境的关系构建了“住宅-街道-地区-城市”的纵向场所层次结构; · 1960凯文·林奇(Kevin Lynch)提出基于心理学的认知地图和城市设计五要素(凯文·林奇, 2001); · 1961简·雅各布斯(Jane Jacobs)强调规划设计中城市活力的重要性(简·雅各布斯, 2005); · 1965亚历山大(Christopher Alexander)提出用半网格式的模式分析城市,以反映城市多种功能要素的叠加(Alexander C, et al, 1977. Alexander C, 1965 (1964)); · 1966意大利建筑师阿尔多·罗西(Aldo Rossi)提出由空间和事件共同决定城市场所的概念(Rossi A, Peter E. 1982); · 1977拉波特(Rapoport)提出了城市文化生态理论(Rapoport A, 1977.)
1990-2010年	纳入生态和景观维度	强调景观格局和城市的关系;设计尺度上逐渐扩大形成总体城市设计	· 1992麦克·哈格(Ian Lennox McHarg)提出价值组合图评估法(composite mapping)来衡量城市发展中自然环境因素的价值(伊恩·伦诺克斯·麦克哈格, 2006.); · 1978西蒙兹(John Ormsbee Simonds)提出“大地景观”设计概念; · 查尔斯·瓦尔德海姆(Charles Waldheim)等提出景观都市主义,倡导将景观基础设施的功能与社会文化结合(查尔斯·瓦尔德海姆, 2011)

资料来源:时期划分参考杨俊宴和史宜在2016数据增强设计会议的成果,具体内容为作者自绘。

通轨迹、建筑物理环境多维度的数据,不仅在城市片区、地块、街道、建筑层面展开分析运用(表2),同时也在规划设计的现状调研、现状分析、规划设计、设计表现等各个环节形成了数据支撑技术体系(杨俊宴,史宜,2016)。比较典型的是王建国院士及其团队从空间、活动、业态、网络、物理环境、历史、景观、能耗八类大数据展开了大量城市设计的本土实践。

另一方面大数据催生了基于信息基础设施的智慧城市的设计与建设:利用信息设备将人与人、人与物、物与物良好地连接起来,通过信息数据的搜集、反馈、处理调整彼此的关系。在信息支撑的城市规划与设计,诞生了知识城市(knowledge based cities)(Floria, 2005)、网络城市(cybercities)(stacy Horn, 1998)、远程城市(telecities)(Fathy, 1991)、有线城市(wired cities)(Dutton, et al. 1987)、信息城市(information cities)(Ferguson, et al. 2004)、虚拟城市(virtual cities)(In-

gram et al. 1996)、技术城市(techno-cities)(Kargon, 2008)、数字城市(digital cities)(Mitchel, et al., 2000)和智慧城市^①(smart cities)等概念。其中智慧城市以ICT(Information Communication Technology)为核心(Paul, 2000),在数字城市的基础上增加了城市传感器,在智慧交通、智能信标、传感器监测、众包地理信息、公众参与、基础设施管理均开展了广泛的运用,以实现基于数据采集、信息处理、智能决策的生活方式(叶嘉安,2016)。

龙瀛和沈尧(2015)提出了数据增强设计(DAD)的概念,旨在通过数据的有效分析来支撑城市设计方案的生成,形成更理性的空间决策。大数据在城市设计的运用中面临着机会与挑战。一方面大数据的兴起使得未来规划设计后置式反馈成为可能:在方案实施后,可通过空间测度形成反馈机制,动态评估方案的实施效果,从而不断地修正和优化规划设计方案。其补充了精英主导蓝图式设计的弱反馈,及公众参与设计

决策阶段的前置性反馈。另一方面,虽然大数据由于空间覆盖地理边界广、数据精度高、数据更新周期短,对大尺度的规划评估和现状调研有独特的应用价值;但也面临着“精准分析”的诉求。针对某一空间系统和某一场地对象的城市设计通常涉及微观的空间形态和具体人群使用状况分析,需要直接应对更多的“以人为本”的问题,往往设计方案的形成依赖设计师的细致观察和综合判断能力形成的主观干预。因此中微观尺度的城市设计需要更精细的“订制大数据”来实现“精准分析”,如某一个设计场地不同时段活动人群是什么特性,更偏向于哪类消费,即时人流量等。此类数据侧重于对空间使用者的行为分析,以及人和空间交互情况的分析,表现出反馈周期短、灵敏度高的特点,比较理想的情况是针对特殊场地布置空间传感器,形成稳定的空间测度平台。

在此背景下,本文提出了“数据自适应城市设计”理念,侧重构建后置式数据精细化反馈与规划设计自我修正的

表2 大数据在城市设计各个层次的运用

Tab.2 The application of big data in urban planning and design at different scales

	数据维度				
	土地利用与功能业态	城市形态	社交网络	交通轨迹与出行	建筑环境
	用地性质、遥感影像、POI	路网拓扑形态、建筑图底关系、建筑高度、容积率、街景图片	微博/twitter、facebook、大众点评、旅游网站、各类手机APP	公交地铁刷卡、滴滴、出租车、车载GPS、手机信令、城市热力图	能耗、水耗、声光热测度、PM _{2.5} 、城市人气节点、城市景点评价
城市片区	城镇用地面积、建设强度、适宜建设用地开发、城市增长边界、城市功能结构片区划分	路网密度、基于空间句法的道路整合度和选择度、城市开放空间格局、城市天际线、城市景观廊道	城市人气节点、城市景点评价、城市景点微博情感指数、城市意象	城市出行OD分析、城市主要人流聚集点、区域可达性	环境优劣片区划分、高低能耗地区识别、城市通风廊道识别
地块	用地混合度、主导用地性质	建筑三维形态、地块容积率、建筑群空间组合关系、地块交通组织	商铺访问量、商铺评价、商铺消费金额、景点评价、微博心情指数、活动密度、点评密度、热点时段、地块意象、人群画像	交通发生与吸引强度、人流大小、可达性	建筑日照、小型景观气候
街道(线性)	底商密度、底商混合度、沿街地块主要功能	沿街界面空间组织、沿街建筑风貌、街道系统设计、街道步行指数	沿街商铺人气、评价和消费金额、微博心情指数、活动密度、热点时段、街道意象、人群画像	人与车的交通流量	街道舒适性、绿视率、绿容率、建筑日照、声音景观
建筑	综合体业态	建筑风貌、建筑场地设计	景点评价、访问时段、建筑意向、人群画像	访问交通量和人流量、可达性	建筑能耗、微观环境

资料来源：作者自绘。

机制，形成“前期数据分析——方案生成——空间干预——空间测度——方案修正”的可持续的循环。该理念由于依托现状分析和反馈的独特性，多适用于存量型数据增强设计的场景。“数据自适应城市设计”需通过现状数据分析明确不同区域的更新力度和改造类型：部分区域以改造力度较小的现状优化为主，需要依托数据测度平台形成高灵敏度和短周期的现状反馈，根据不同时期的变化和选择空间干预手段；部分区域以改造力度较大的展望性规划设计为主，需要通过中等周期的数据反馈检验规划设计实施的有效性，进行空间修正。本文从方法上对数据自适应城市设计的内涵、基本流程、数据工具进行了阐述，从实践上结合上海衡复历史街区慢行系统设计案例，进行了运用场景的详细说明。

1 数据自适应城市设计体系

1.1 内涵

“数据自适应城市设计”的核心一是在设计实施后期通过数据测度增加对设计的后置反馈环节；二是基于数据对设计的周期性反馈，未来将以中短期的空间干预为主，通过短周期和高强度的空间反馈提高空间干预的效率；三是方案生成、空间干预、空间测度等过程始终处于不断循环、动态的平衡和螺旋式前进的状态，不存在终极规划设计完成后

静止的状态；四是在传统空间干预中需要同时建设数据测度基础设施，搭建以人为本的精细化“订制大数据”空间测度平台。如图1所示，在数据增强设计前期阶段，通过整合多维数据的精准分析、建模、预测，为规划设计的全过程提供调研、分析、方案设计等支持工具，以数据实证提高设计的科学性，激发规划设计人员的创造力（龙瀛，沈尧，2015），并通过前置性反馈推动了参与式规划设计的决策阶段。在“数据自

适应城市设计”阶段，中短期的空间设计干预将通过空间测度，对以人为本“定制大数据”的“精准分析”反馈结果不断进行自适应的优化与调整，通过后

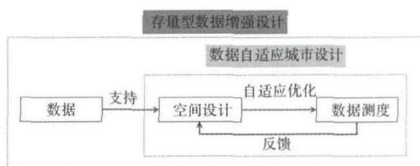


图1 数据自适应城市设计的基本概念
Fig.1 Concept of data adaptive urban design
资料来源：作者自绘。

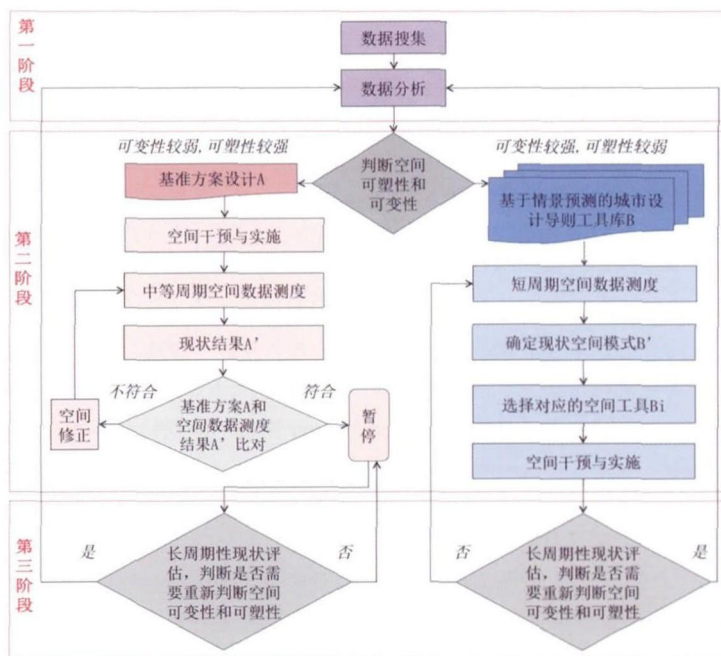


图2 数据自适应城市设计的基本流程

Fig.2 Workflow of data adaptive urban design
资料来源：作者自绘。

表3 空间反馈测度数据类型、方式和具体内容

Tab.3 Category, method and contents of different detected big data for spatial feedback

空间测度数据类型	空间数据测度方式	空间数据测度与交互的具体内容
人群特征类数据	网络数据	微博心情、景区评价、消费点评、交通拥堵、出行OD路径等
	WIFI探针	人群画像、消费偏好、景区评价等
	人脸摄像头	情绪画像、人群行为识别、口音识别
	人流卡口数据或人迹地毯	可综合搜集行走于街道地毯上的人群和机动车流量、停留时间、路径、行人面貌特征,并通过交互装置进行互动
	交通APP	根据停车软件动态找寻停车位,利用市场化手段疏解高峰期停车问题,实现精细化管理。根据自行车租车软件促进绿色出行,追踪出行路线,辅助优化慢行交通体系设计
空间功能与品质数据	街景采集器	周期性更新街景采集照片,实现计算机自动化街景分析功能,对街道物质空间环境进行动态评价,包括沿街建筑色彩、材质、种植、屋顶、出挑、店招等
	GIS信息采集器	地块和街道主导功能、用地混合度、底商密度、路网形态、临近设施分布、街道空间几何形态(贴线率、高宽比、连续度)等
物理建筑环境与健康数据	PM _{2.5} 测度仪	监测建筑场地、街道和开放空间的空气质量
	声光热测度仪	监测主要街道、绿地、公园的环境适宜性等

资料来源：作者自绘。

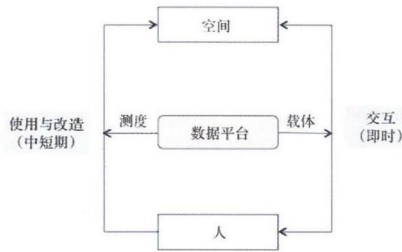


图3 人和空间作用的两种方式

Fig.3 The interaction of space and humans
资料来源：作者自绘。

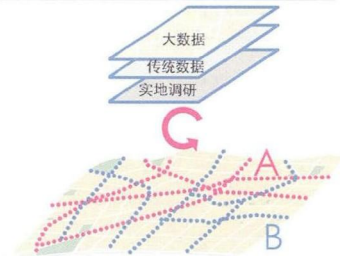
置性反馈对规划设计的决策进行周期性的优化,从而避免了蓝图式规划设计的决策失误。

1.2 基本流程

“数据自适应城市设计”的关键为:在不同的阶段需有不同频率的空间测度周期,同时对于不同可变性和可塑性的空间,需要采取不同的空间干预手段。图2显示了数据自适应城市设计的基本流程,主要分为三个阶段:阶段一为数据分析和空间干预类型选择;阶段二为方案设计、空间测度和空间优化的中短周期循环;阶段三为基于长周期现状评估的空间干预类型的再选择,从而回到下一个阶段一,如此往复循环并螺旋前进。

在第一阶段,通过搜集如前文表2所示的多种来源和类型的空间数据,进行现状优势、劣势、机遇和挑战的分析。第二阶段在现状数据分析的基础上,判断空间的可塑性和可变性。对于可塑性较强和未来可变性较弱的A类空间,如城市中等等级较高、特色明显的空

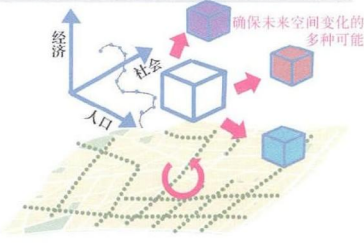
① 大数据支撑下的现状A/B类街道划分



② 空间测度平台搭建,促进公众参与



③ B类(动态变化类)街道提出设计导则



④ A类(现状优化类)街道提出基准方案

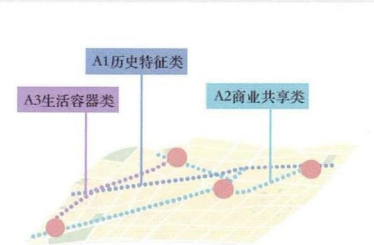


图4 方案整体设计思路

Fig.4 Design concept
资料来源：作者自绘。

间节点、片区、廊道,以中长期的规划设计引导为主,强调规划设计的延续性。即提出基准设计方案A,在空间干预和实施后,通过中等周期空间数据测度比对现状空间特征A'与基准方案A的差异,若不符合则对现状空间A'进行及时的空间修正,从而巩固方案设计。对于未来可变性较强和可塑性较弱的B类空间,如功能业态快速变化和较低等级的城市地块、街道,将通过基于情景预测的城市设计导则工具库对其进

行中短期的控制引导,强调规划设计的动态适应性。即针对某一空间类型,提出城市设计导则的工具库B,通过短周期的空间数据测度确定特定地块或街道在某一时刻的现状B',并在工具库B中寻找对应的导则工具Bi,进行空间干预与实施,从而根据现状的周期性变化自适应地寻找对应的导则工具。但由于中期干预的基准方案A和短期调控的设计导则B,未来均可能发生相互的转变,因此在长周期的过程中,需根据现状数

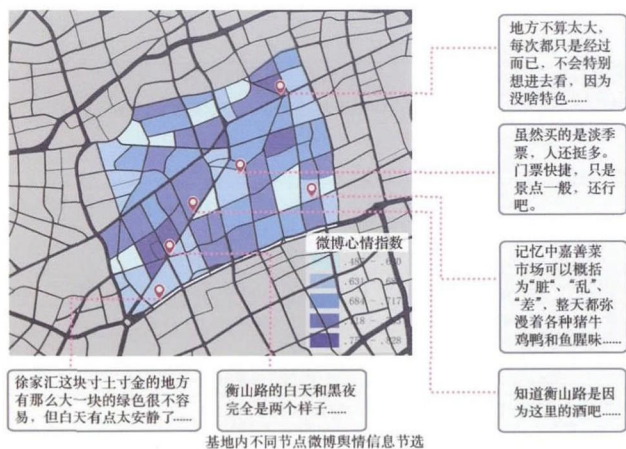


图5 微博心情指数和典型意见分析

Fig.5 Mood index based on micro blog data analysis

资料来源: 作者自绘。

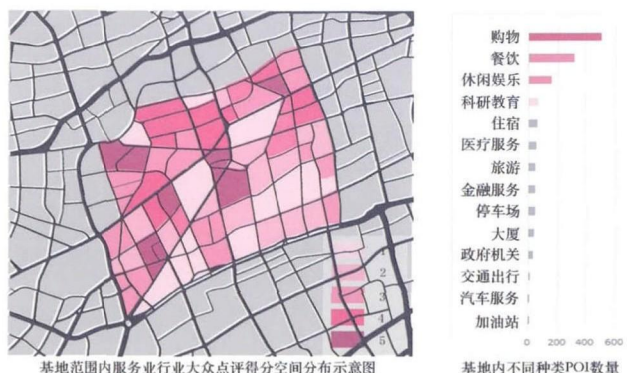


图6 各地块餐饮类大众点评评分及基地内不同种类POI数量

Fig.6 Analysis of Dazhongdianping rating data and POI numbers of different kinds

资料来源: 作者自绘。

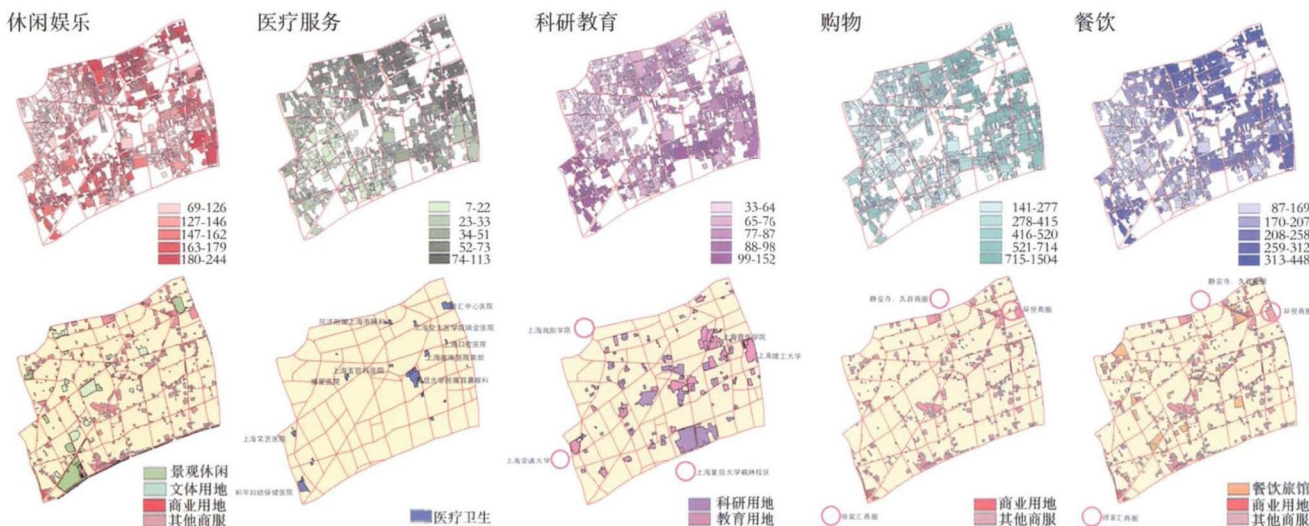


图7 衡复历史街区各个居住小区15min范围内各类POI数量(上)和各类土地利用(下)

Fig.7 The statistics of life services POI number in each residential blocks (top) and land use pattern (bottom)

资料来源: 作者自绘。

据分析重新判断空间的可变性和可塑性, 形成新的A/B类空间划分和干预措施。

1.3 数据工具

1.3.1 空间测度的反馈数据

数据增强设计前期阶段强调数据对方案生成的支撑, 提出了空间抽象模型、空间分析与统计、数据挖掘与可视化、自然语言处理、参数化设计等工具, 注重数据支撑现状分析的功能。“数据自适应城市设计”则根据特定的规划设计方案提出针对性的空间测度, 即以人为本“订制大数据”的“精准分析”, 注重反馈数据的运用。反馈数据的获取

主要依赖粗精度的网络数据和高精度的空间传感器订制数据。表3从空间测度方式和内容上归纳了三类空间测度数据: 人群特征类数据、空间功能与品质数据、物理建筑环境与健康数据。

1.3.2 空间与人的交互数据

除了中短期反馈的空间测度数据促进了人对空间的使用与改造外, 一些即刻反馈的设计装置和应用程序, 以更迅时的周期促进了人和空间的交互, 形成人的行为的自我诱导。如人迹地毯可综合搜集行走于其上的人群和机动车流量、停留时间、路径、行人面貌信息, 并通过建筑立面、广场灯光、音乐等交互设计对其进行实时的可视化展示, 以

实时的信息反馈促进人群对空间利用的自我调节。再如基于互联网交通出行数据的停车软件能帮助人们动态找寻停车位, 及时反馈并推荐车位信息, 利用市场化手段疏解高峰期停车问题, 实现精细化管理。

1.3.3 空间测度的反馈数据和空间与人交互数据的关系

空间测度的反馈数据的本质是对空间的改造对空间变化的自适应, 而空间与人交互数据的本质是对空间的使用对空间使用情况变化的自适应。即前者侧重空间改造, 手段包括提出城市设计方案与导则, 并通过空间测度来调节设计方案与导则; 而后者侧重人群使用

空间的即刻行为，通过实体或者虚拟的空间交互装置，人们能迅速做出反应和判断，从而优化空间的使用状态。图3展示了人和空间相互作用的两种方式，数据平台一方面在中短期通过空间测度促进人对空间的使用与改造；另一方面作为载体，实时促进人和空间的交互。

2 应用案例：上海衡复历史街区慢行系统设计

2.1 研究设计概念和总体框架

案例以上海衡复历史保护街区为例，探讨“数据自适应城市设计”在存量更新中的运用，以街道空间为载体，对城市开放空间与慢行系统进行干预，实现数据驱动下物质空间自适应的可持续更新发展。

该方案首先在传统数据和实地调研的基础上，结合大数据，对现有街道进行量化评估，分析各类街道特征，概括空间组织模式；据此将现状街道划分为维持并优化现有特征的A类街道，及根据数据测度动态调整的B类街道。其次基于街道特征，植入不同功能的数据平台基础设施（传感器、相关APP模块和网络平台等），明确不同的指标搜集方式和周期；动态测评人群对物质空间环境的使用状况，促进政府、规划师、居民、企业对衡复空间设计的引导。再者，概括A/B类街道的空间模式，并提出空间设计导则，其中B类街道为基于情景预测的动态导则。最后，本案例针对A类街道导则示范了一套基准设计方案，未来可通过数据平台反馈信息对其特征进行巩固和优化。图4展示了本次方案的整体思路。

2.2 现状问题挖掘

现状研究²基于多维数据的运用展开，包括上位规划（总体规划、历史街区保护规划）、社交网络数据（微博情绪地图（图5）、携程网景点评价）、互联网交通出行数据（空间热力图、职住关系分析）、土地经济数据（商铺租金、二手房交易数据、大众点评餐饮消费（图6））、城市空间数据（上海城市发展模

表4 衡复区慢行指数一览表

Tab.4 Walking index evaluation criteria

慢行指数维度	具体指标	数据处理和计算方法
吸引力	到最近设施距离	计算街道线段中心点到最近生活服务、购物餐饮等设施的距离
	用地混合度	建立街道100m缓冲区,对区内不类别POI数量进行统计,并参考微博心情指数公式 ¹³ 进行计算
	微博心情指数	利用机器学习和自然语言处理工具进行点数据的情感分析,统计各个街道100m缓冲区内均值
	底商密度	计算街道100m缓冲区内单位街道长度的底商POI数量
安全性	拥堵程度	统计基地内道路典型工作日7am-11pm时间段高德地图拥堵程度均值
	人行道宽度比例	路网数据测量计算
	自行车道比例	路网数据测量计算
	街道人行空间	街景图片评分(依据是否有和机动车道的护栏或绿化带隔离)
	空间句法整合度	利用SPACE SYNTAX软件计算
	路网密度	计算街道中心点200m半径圆内路网长度
舒适性	遮阴率	利用计算机图像分割技术自动识别基地内街道间隔50m的地点所对应街景图片绿地所占比例,计算街道均值
	绿地空间	街景图片评分(依据是否存在城市级别绿地并有明确出入口)
	自行车空间	街景图片评分(依据沿街是否有与街道空间良好嵌合的自行车停车位)
	街道卫生	街景图片评分(依据街道是否无垃圾且铺装整洁)
	街道景观	街景图片评分(依据街道灯具和家具设置是否体现历史街区特性)
	机动车停车问题	街景图片评分(依据是否有沿街机动车停车位)
历史性	建筑	街景图片评分(依据围墙连续性和绿植覆盖情况、建筑立面连续性、建筑立面是否体现历史元素)
	小型开放空间	街景图片评分(依据沿街是否有建筑退线形成的开放空间并与建筑良好结合)
	城市空间节点	街景图片评分(依据沿街是否有重要空间节点并得到合理强调)
	街坊内公共步行交通	街景图片评分(依据街道两侧街坊的私密性和是否有明确的出入口)

资料来源：作者自绘。



图8 慢行指数计算结果

Fig.8 Walking index result

资料来源：作者自绘。



图9 A/B类街道划分
Fig.9 Classification of type A and type B streets
资料来源：作者自绘。



图10 A/B类街道空间分析、测度指标及导则
Fig.10 Spatial form analysis, big data indicator and design guideline for type A and B streets
资料来源：作者自绘。

型、15min生活圈设施分布计算（图7）、基地现状调研（实地空间感知、居民出行调查、交通流量调查）、问卷分析（居民对慢行和开放空间环境的感知与建议）。根据上位规划研究，明确衡复地区定位：海派文化集中展示区和科技创新承载区、高品质的慢行系统主导的复合生活区。多维数据的现状分析从功能组织方面归纳出基地的四大问题，进

而提出规划引导方向：明确基地整体定位、促进城市节点功能的提升、调整街道业态准入机制、促进公共服务设施供需平衡。

2.3 慢行指数评分和A/B类街道划分

本方案以街道为串联开放空间的慢行载体，从吸引力、安全性、舒适性、历史性四个维度（共20个指标）构建了

街道慢行指数（表4），指标的权重计算基于居民对不同街道的空间偏好选择。计算方法包括基于POI和路网的基础数据计算、基于自然语言处理的微博语义分析、高德地图图像识别、基于机器学习的街景图片分割、街景图片评分等。慢行指数各项分数和总得分如图8所示。

为了衡量慢行指数的结果，本文结合居民对于现状物质空间感知的评价、典型街道断面的交通调查、重点街道微博词云图分析和微博语料典型意见分析、街道改造三年行动计划实施评估^④；选择最具潜力的A类街道，进一步划分为塑造衡复历史灵魂类街道（A1）、区域商业共享型街道（A2）、作为重要生活容器类街道（A3），未来将其塑造为衡复区域级别的主要公共空间，强化或者重塑A类街道的功能；对于慢行指数较低和居民差评的街道，引导为B类街道，进一步将其按照沿街业态和空间特征分为底商丰富的居住界面街道（B1）、无底商内向封闭型居住界面街道（B2）、底商丰富的文化办公界面街道（B3）、无底商内向封闭型文化办公界面街道（B4），未来不断调整与优化B类街道结构，使其主要承担街区级别的功能。

2.4 街道导则和A类街道基准方案

基于A/B类街道划分，本文针对7类街道空间特征进行了分析，提出了街道空间主要数据测度指标和街道设计导则（图10）。其中A类街道，以基准方案为基础，形成相对长期稳定的设计导则；数据信息搜集以即时监控和现状优化为主要目的。B类街道由于短期内功能变化可能性较高，其街道导则并非制定具体的方案，而是通过情景预测进行动态干预；数据信息搜集以促进街道功能动态调整和空间更新为主要目的，如B1类街道根据底商业态的变化动态调整街道环境的设施配置，B2类街道周期性衡量其向B1类街道转变的可能性。

同时本文针对A类街道提出一套基准设计方案（图11-图13），在重点设计范围内塑造了A1-A3类街道的三条轴带系统，并植入慢行、交通、创意空间三类节点。A1历史特征类街道策划为不同

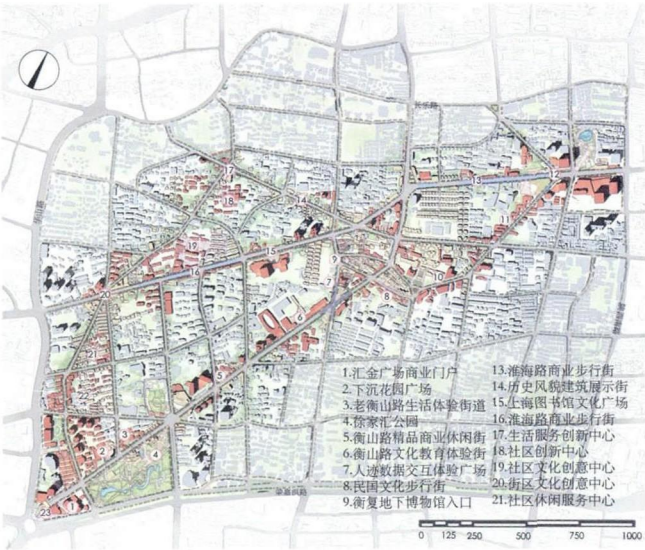


图 11 A类街道基准方案平面
Fig.11 Master plan of type A streets
资料来源：作者自绘。

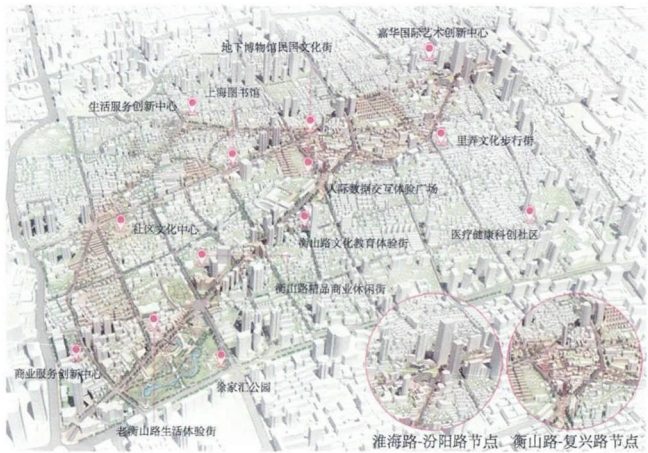


图 12 A类街道基准方案总鸟瞰图
Fig.12 Bird view of type A streets
资料来源：作者自绘。



图 13 A类街道空间结构
Fig.13 Spatial structure of type A streets
资料来源：作者自绘。

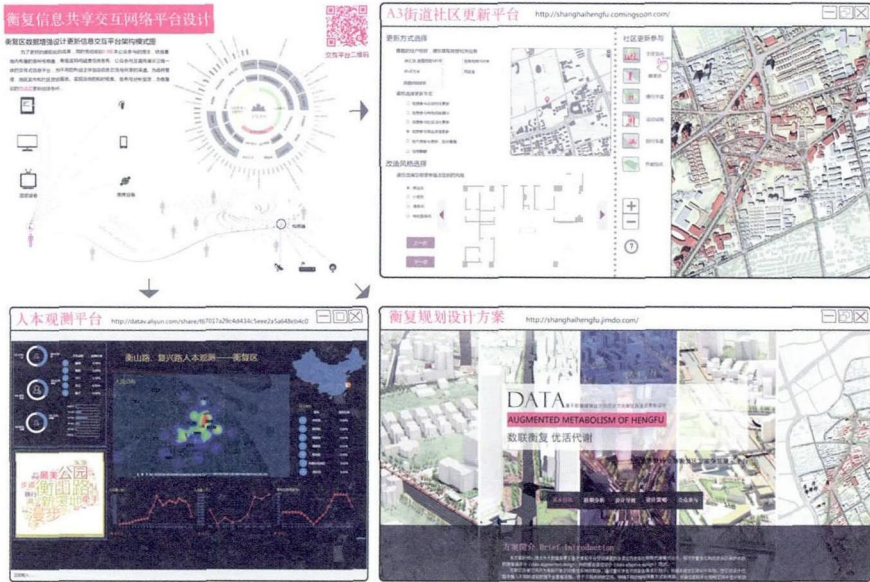


图 14 交互平台页面架构展示
Fig.14 Interaction website for information sharing and public participation
资料来源：作者自绘。

主题功能的路段：老衡山生活体验段、人际数据地毯交互体验段、里弄文化步行街等。A2商业共享类街道以优化商业界面、创造共享空间为主。A3生活容器类街道依托武康路和平平路两端的创新中心的触媒效应，通过打开临街社区的通道，将创新服务和商业生活服务功能引入沿街社区，以小规模渐进式的更新模式焕发老社区的新生活。

2.5 虚拟平台网站架构

为了实现实时数据测度可视化展示，并促进多方参与，本方案搭建了衡复信息共享交互网络平台（图14），涵盖

了衡复人本观测、人际地图、规划展示宣传、公众参与四大版块。

“衡复人本观测平台”旨在从街区的微观尺度实时观测街道人流、舆情和空间的变化，长期的数据采集将追踪街道设计方案的实施效果，周期性提供反馈意见，优化街道设计。具体功能包括：实施监测并按日、小时显示街区的访客流量曲线；根据手机app数据识别观测地区的访客群体属性；通过定点摄像头监测每小时停车位使用情况；按月或季

度采集观测地区的微博舆情信息。

“人迹地图平台”包括“城市光谱”和“单元画像”两大模块，其中城市光谱测度衡复地区交通、房价、公服设施、产业四个类别的17项指标，以衡复地区现有的研究地块边界为空间单元，进行各项指标的整合和统计。单元画像模块则显示每个空间单元的数据在更大范围区域的水平。数据来源为动态获取的互联网数据，更新周期为半年至一年。

3 结论与讨论

本文针对“数据自适应城市设计”的方法与实践进行了系统的阐述。首先,基于城市设计方法与理论的发展沿革,提出了大数据在城市设计运用中的作用、机会与挑战,即通过精细化空间测度实现数据对设计方案的后置式反馈。基于此本文提出了数据自适应城市设计的四个核心内涵、三个阶段的基本流程、两类数据工具。最后以上海衡复历史街区慢行系统设计为例,从实践的角度详细介绍了“数据自适应城市设计”方案在存量更新中的运用。本文所提出的数据自适应城市设计,倡导将后置式空间测度反馈与规划设计过程相结合,将长周期的规划设计评估转换为短周期的空间反馈与空间干预,并在未来的城市建设中落实数据测度基础设施的建设,通过精细化的“订制大数据”的反馈来实现设计方案和空间使用的可持续性互动。

本文是针对“数据自适应城市设计”初期成果的介绍,未来将逐渐完善理论体系,并展开更多的实践与应用。理论方面将不断完善不同模式城市设计的空间测度数据类型库,并探索数据反馈周期的机制。实践方面将不断落实规划设计,通过在城市空间实际搭建传感器和数据测度平台,得到人群使用数据和空间品质数据的反馈,从而修正或动态调整空间干预手段。未来期望通过实践反哺理论与方法,建立不同空间类型的数据测度标准和不同设计类型的空间干预方法,进一步细化人为空间改造对空间变化的自适应和人为空间使用对空间使用情况变化的自适应类型。虽然本文案例仅探讨了“数据自适应城市设计”在历史街区慢行系统中的运用,未来将结合实践展开更多存量规划设计的探索与思考。

本文的案例为2016上海城市设计挑战赛(衡复赛区专业组)第二名方案,该竞赛为首次国内举办的数据驱动设计大型竞赛。第一作者为竞赛负责人和主

要设计者,第二作者为第一指导教师,同时感谢茅明睿、陈雨霖对方案的指导,及姜冬睿、刘钊启、陈金留和刘希宇等同学对方案的参与。

注释

- ① 2010年IBM正式提出智慧城市概念。
- ② 由于篇幅有限,本文仅展示部分现状研究成果。
- ③ 公式1:

$$P_i = A_i / A = A_i / \sum_{i=1}^n A_i; H = - \sum_{i=1}^n P_i * \log P_i$$
 Pi为每一类POI比例,A为POI总数,H为用地混合度。
- ④ 由于篇幅有限,本文略去该部分成果。

参考文献 (References)

- [1] 龙藏,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. (LONG Ying, SHEN Yao. Data augmented urban design—the reaction and changes of urban planning and design in the new data environment[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2015(2): 81-87.)
- [2] 童明.扩展领域中的城市设计与理论[J].城市规划学刊,2014(1): 53-59. (TONG Ming. Urban design and theory in the enlarged context[J]. Urban Planning Forum, 2014(1): 53-59.)
- [3] 王建国.21世纪初中国城市设计发展再探[J].城市规划学刊,2012(1): 1-8. (WANG Jianguo. Review of China's urban design development in the 21st century[J]. Urban Planning Forum, 2012(1): 1-8.)
- [4] 杨俊宴,史宜.多源大数据在城市设计中的应用:本土实践与挑战[C]//第二届数据增强设计研讨会,2016. (YANG Junyan, SHI yi. The application of multi-source big data in urban design: practice and challenge in China [C]//The 2nd data augmented design symposium, 2016.)
- [5] 叶嘉安.智慧科技与智慧城市[C]//第六届人居科学国际论坛,2016. (YEH A G O. Smart technology and smart city[C]//The 6th international forum on science of human settlements, 2016.)
- [6] [加]简·雅各布斯.美国大城市的死与生[M].金衡山,译.南京:译林出版社,2005. (JACOBS J. The death and life of great American cities[M]. JIN Hengshan, translate. Nanjing: Yilin Press, 2005.)
- [7] [美]凯文·林奇.城市意象[M].方益萍,何晓军,译.北京:华夏出版社,2001. (LYNCH K. The image of the city[M]. FANG Yiping, HE Xiaojun, translate. Beijing: Hauxia Publishing House, 2001.)
- [8] [美]伊恩·伦诺克斯·麦克哈格.设计结合自然[M].芮经纬,译.天津:天津大学出版社,2006. (MCHARG I L. Design with nature [M]. RUI Jingwei, translate. Tianjin: Tianjin University Press, 2006.)
- [9] [奥]卡米诺·西特.城市建设艺术:遵循艺术原则进行城市建设[M].仲德昆,译.南京:东南大学出版社,1990. (SITTE C. The art of building cities: city building according to its artistic fundamentals[M]. ZHONG Dekun, translate. Nanjing: Southeast University Press, 1990.)
- [10] [美]斯皮罗·科斯托夫.城市的形成:历史进程中的城市模式和城市意义[M].单皓,译.北京:中国建筑工业出版社,2005. (SPIRO K. The city shaped[M]. SHAN Hao, translate. Beijing: China Architecture and Building Press, 2005.)
- [11] [美]查尔斯·瓦尔德海姆.景观都市主义[M].刘海龙,刘东云,孙璐,译.北京:中国建筑工业出版社,2011. (WALDHEIM C. The landscape urbanism reader[M]. LIU Hailong, LIU Dongyun, SUN Lu, translate. Beijing: China Architecture and Building Press, 2011.)
- [12] ALEXANDER C, et al. A pattern language[M]. Gustavo Gili, 1977.
- [13] CHRISTOPHER A. A city is not a tree[M]// Architectural forum, 1965.
- [14] BACON E N. Design of cities[M]. London: Thames and Hudson, 1974.
- [15] CUTHBERT A R. The form of cities: political economy and urban design[M]. John Wiley & Sons, 2008.
- [16] CARMONA M, STEVEN T. Urban design reader[M]. Routledge, 2007.
- [17] ROSSI A, PETER E. The architecture of the city [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1982.
- [18] RAPOPORT A. Human aspects of urban form—Vol. 3.[M]. Oxford: Pergamon, 1977.
- [19] SIMONDS J O. Earthscape: a manual of environmental planning[M]. New York: McGraw-Hill, 1978.
- [20] 上海市规划和国土资源管理局.上海市总体规划 2015-2040[R]. 2015. (Shanghai Municipal Bureau of Planning and Land Resources Administration. Master plan of city of Shanghai 2015-2040[R], 2015.)
- [21] 上海徐汇区人民政府.徐汇区十三五规划[R]. 2016. (People's Government of Xuhui District of Shanghai. The 13th Five-Year Plan of Xuhui District[R], 2016.)
- [22] 上海市规划和国土资源管理局.上海市15分钟社区生活圈规划导则[R]. 2016. (Shanghai Municipal Bureau of Planning and Land Resources Administration. Shanghai planning guidance of 15-minute community-life circle[R], 2016.)
- [23] 上海市人民政府.上海市街道设计导则[R]. 2016. (Shanghai Municipal People's Government. Shanghai street design guidelines[R], 2016.)
- [24] 上海市徐汇区规土局.徐汇区风貌道路保护规划[R]. 2012. (Bureau of Planning and Land Resources Administration of Xuhui District in Shanghai. Historical streets conservation plan of Xuhui[R], 2012.)

修回: 2017-06