

中小城市总体规划中的数据增强设计技术响应初探*

An Exploration of Technical Response of Data Augmented Design in Urban Master Planning for Medium and Small Cities

郑晓伟

文章编号1673-8985 (2016) 03-0017-05 中图分类号TU981 文献标识码A

摘要 数据增强设计是以定量城市分析为驱动的规划设计方法。以陕北黄土沟壑区某小城市为例,探讨城市总体规划编制过程中的数据增强设计技术应用。根据案例城市特点和各类数据获取难易情况,在建立数据增强设计框架的基础上,分别以遥感影像数据、手机信令数据、社会感知(空间句法)数据和交通观测数据为数据源,对规划编制各阶段的子系统进行数据驱动设计,并对传统技术手段下的规划方案进行优化和调整。最后对中小城市总体规划中数据驱动设计技术整合方法提出若干意见,即应优先选择对环境保护和社会关怀有直接影响的技术方法、不同数据处理和分析之间的技术整合,以及对新的数据来源和新的数据类型进行深入挖掘等。

Abstract Data Augmented Design is based on data-driven quantitative analysis of urban planning and design methods. This paper takes a small city in Loess Gully Area as an example, exploring the application of Data Augmented Design for compelling technology of urban master planning. According to the situation of urban characteristics and data gathering, the article takes remote sensing data, phone signaling data, social perception (Space Syntax) observational data and traffic data as data sources based on constructing framework of Data Augmented Design, in order to conduct data-driven subsystem design for various stages of planning and optimize and adjust the planning under traditional techniques. Finally, a number of comments on the urban master planning for medium and small cities in the integration of Data Augmented Design methods are put forward: priority should be given to environmental protection and social care, to technology integration between different data processing and analysis, to new data sources and new data types to conduct in-depth mining and so on.

关键词 数据增强设计 | 城市总体规划 | 中小城市

Keywords Data Augmented Design | Urban master planning | Medium and small cities

作者简介

郑晓伟

西安建筑科技大学建筑学院 城市体验、模拟与分析实验中心
主任,讲师,博士

0 引言

城市总体规划作为对城市空间发展和用地布局进行统筹安排的战略规划,其对于指导未来城市社会经济和空间结构的稳定发展意义重大。然而,由于城市总体规划的综合性较强,包含了城市经济、社会、历史、文化、生态、空间、基础设施、政策制度等各个方面,从规划编制的角度来讲,需要在大量数据调查和分析的基础上综合多专业的方法及技术才能够完成。目前我国城市总体规划的编制在技术方面受到诸多诟病,其中规划设计人员在方案设计过程中的主观臆断以及机械地套用各类技术规范是导致规划可操作性不强的原因之一。这一问题一方

面由于规划师的专业知识局限和专业间的协作难度所导致,另一方面则是受限于各类基础数据的获取和掌握难易程度,只有完善的基础资料和数据才能提高规划编制技术的科学性。因此,全面获取并合理应用不同范围尺度、不同时空维度的各类城市基础数据是城市总体规划在编制技术层面提高可操作性的重要途径。

伴随着我国经济发展进入“新常态”的历史阶段,未来对城市规划的关注重点也从以往的物质型、增量型转变为目前和未来的人本型、存量型,这就要求以往基于建筑学思维的物质空间规划模式必须发生转变,而基于对现状产权和利益重新分配的存量规划则对各类城市基

*基金项目:国家自然科学基金项目“陕北黄土沟壑区县城空间适宜性生长方法研究(51408471)”资助。

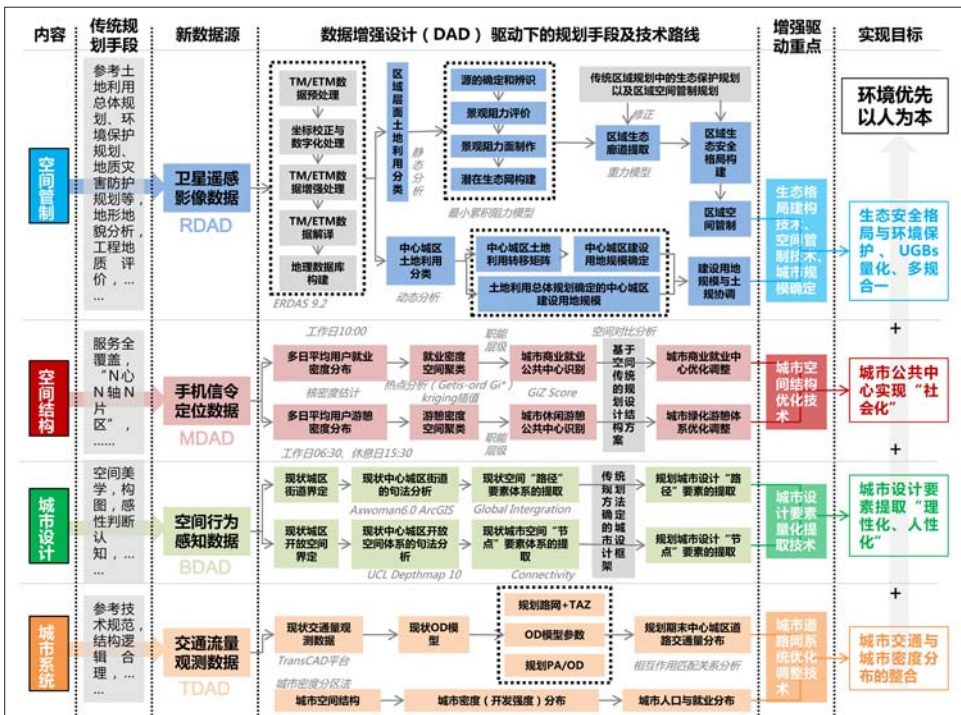


图1 中小城市总体规划数据增强设计框架

础数据的准确性和全面性提出更高的要求。与此同时,随着近年来信息及互联网技术的不断发展,以及大数据(开放数据)在城市规划与城市研究中的不断应用,定量城市研究和数据驱动设计已经逐渐成为未来城市规划在理论和实践领域的主要方向。对于城市总体规划而言,如何探索在新数据环境下建立形成并应用于从现状调查到的方案择优的技术逻辑框架,从而提高城市总体规划的科学性和合理性,是本文研究的目的所在。

1 中小城市总体规划中的数据增强设计技术应用框架

数据增强设计(Data Augmented Design, DAD)是以定量城市分析为驱动的规划设计方法,通过精确的数据分析、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^[1]。城市总体规划的综合性、复杂性决定了其对各类基础数据作为分析依据的重要前提,在数据增强设计的技术框架内,与城市总体规

划相关的各类数据能够增强设计人员对城市空间及其内涵的深刻认知,进而对城市子系统间的联系进行精确把握,便于在依据常规技术规范进行规划设计的基础上,通过数据发掘城市空间表象背后复杂的社会、人文以及生态要素间的关系,从而反馈和贯穿于整个规划设计过程。

由于大城市空间结构的复杂性和多变性,不同地区、不同发展背景的城市面临的发展问题和机遇也各不相同,并且城市总体规划涉及到的系统要素比较多、基础数据类型和数据量大,难以用一套固定的技术体系来构建与之相适应的数据增强设计技术路线。因此,本研究的关注重点在以中小城市总体规划为研究对象并以陕北黄土沟壑区某小城市为例,将技术问题聚焦在空间尺度较小、问题相对集中的城市地域单元,通过实证初步尝试探索性地构建针对中小城市总体规划编制的增强设计技术应用体系。

案例城市地处陕北黄土高原地区的丘陵沟壑地带,全县辖3镇3乡2社区,总人口约为9.5万人,县城位于县域中部沿河东岸的河谷阶地上,

呈明显的河谷带状城市形态。截至2015年,县城常住人口约为3.5万人,总建设用地面积约4.2 km²。与此同时,全县范围内林草覆盖率和森林覆盖率都非常高,丰富的山水景观资源和敏感性生态区域不仅构成了特有的城市自然生态基底,也在很大程度上影响着城市空间的发展。通过对目前城市总体规划编制过程中的新目标导向和新技术应用趋势的综合解读,以及对案例城市现状问题的分析和梳理,研究确定在城市总体规划中可以通过数据增强设计来提升技术方法的环节,可以总结为生态安全、城市空间结构(公共中心)、城市设计、城市密度4个方面。基于数据资料的获取难易程度,研究所对应的增强设计数据分别为遥感影像数据、手机信令数据、社会感知(空间句法)数据和交通观测数据(图1)。

2 案例研究——以陕北黄土沟壑区某小城市为例

2.1 利用卫星遥感数据对城市生态安全格局的构建和用地规模的核定

对于陕北黄土高原来讲,脆弱的生态环境和有限的城市建设用地是在城市总体规划中展开用地布局的最大制约,而对于更大尺度县域范围内生态安全格局的构建则可以在确保生态安全的基础上,进一步通过对生态安全格局约束下建设用地规模的核定来对总体规划中确定的人口规模和用地规模进行调整,实现城市空间发展和生态保护之间的平衡。

研究的技术路线为:首先通过国家地理空间数据云平台免费获取2015年5月的Landsat 7 ETM遥感影像(一般而言,陕北地区5月的Landsat卫星遥感影像图平均云量低于5.0%,成像质量较好);其次,运用ERDAS 9.2软件对获取到的遥感影像进行坐标校正与解译处理,提取县域范围内的土地利用现状;再次,借助景观生态学的分析框架,对不同的土地利用类型赋予不同的生态阻力值作为阻力面(图2),同时确定重要物种迁徙的“源(即各类生物物种的栖息地)”,采用最小累计阻力模型(MCR)计算出县域范围内重要的物种迁徙生态廊道^[2],并

将其作为严格保护的禁止建设区(图3);最后,将基于生态安全格局下的各类土地利用关系通过中心城区土地利用转移矩阵(表1)预测未来县域和中心城区层面建设用地规模,在此基础上与土地利用总体规划确定的用地规模进行衔接(表2)。

从表2规划期末建设用地规模来看,县域层面的城市规模基本符合土地利用总体规划和生态安全保护的双重要求,而城市总体规划所确定的6.5 km²中心城区建设用地规模(根据人口规模预测和人均建设用地指标的乘积来综合确定)则相应偏高,需要进行相应的调整。因此,通过遥感数据的增强设计对原规划中确定的城市规模进行了修正,使调整后的规模能够满足生态保护与基本农田保护的需求。虽然规划期末的总建设用地面积变小,但在规划中仍然可以通过制定更加紧凑、集约的土地发展和使用策略来确保城市空间发展的土地供给。

2.2 手机定位数据驱动设计对城市空间结构的调整

城市空间结构是在中心城区层面城市总体规划的重点之一,传统基于“服务全覆盖”的结构规划考虑了各级公共中心在空间上的服务半径和配置要求,而忽视了人的行为活动及其分布的空间规律。手机定位(信令)数据记录了城市居民的日常行为、空间分布和对城市空间的使用方式(其中工作、居住、游憩等活动最为重要),研究城市中所有用户活动行为的时空规律^[9],就能在传统基于“服务全覆盖”规划设计方法基础上结合人的时空行为规律对城市空间结构进行优化和调整,从而改变以往“N心N带”构图式的城市空间结构规划设计思路。

本研究以案例城市中心城区范围内44个移动/联通通信基站手机定位(2G、3G)数据(2015年4月22日—4月30日)为数据来源,依据基站所链接的手机用户数量,首先采用核密度法(Kernel)生成手机用户密度图,计算出工作日和休息日不同时段多日平均用户就业密度分布以及多日平均用户游憩密度分布,其次对多日平均用户就业密度和游憩密度进行空间聚



图2 不同土地利用的阻力值



图3 基于生态安全格局的空间管制规划

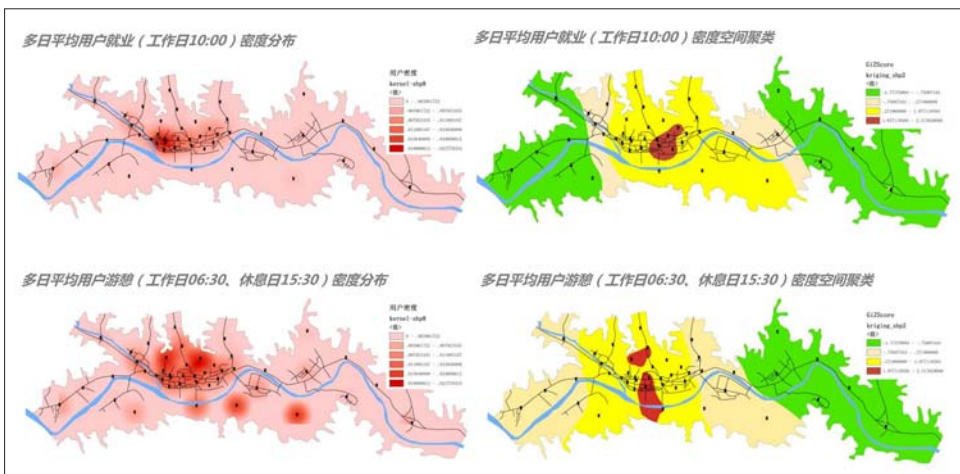


图4 中心城区平均就业与游憩的密度分布与空间聚类

表1 中心城区土地利用转移矩阵 (单位:%)

		2015						总计	减少
		耕地	园地	林地	草地	建设用地	其他		
2003	耕地	23.7	0.4	2.1	0.2	4.7	0.1	31.2	7.5
	园地	0.1	1.8	0.0	0.1	1.1	0.2	3.3	1.5
	林地	0.0	0.0	58.4	0.0	0.2	0.1	58.7	0.3
	草地	0.0	0.5	0.1	2.2	0.4	0.1	3.3	1.1
	建设用地	0.2	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	3.1	0.2
	其他	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3	0.7	0.4
总计		24.1	2.7	60.8	2.5	9.4	0.8	100.0	
新增		0.4	0.9	3.3	0.3	6.5	0.5		

表2 县域及中心城区建设用地规模核定

范围	现状 (2014)		土规 (2020)		城规 (2030)		预测土地增量	
	规模 (km ²)	比例 (%)	规模 (km ²)	比例 (%)	规模 (km ²)	比例 (%)	规模 (km ²)	比例 (%)
县域	16.9	0.73	18.2	0.79	18.5	0.81	18.3	0.80
中心城区	3.3	41.25	5.3	66.25	6.5	81.25	5.8	68.80

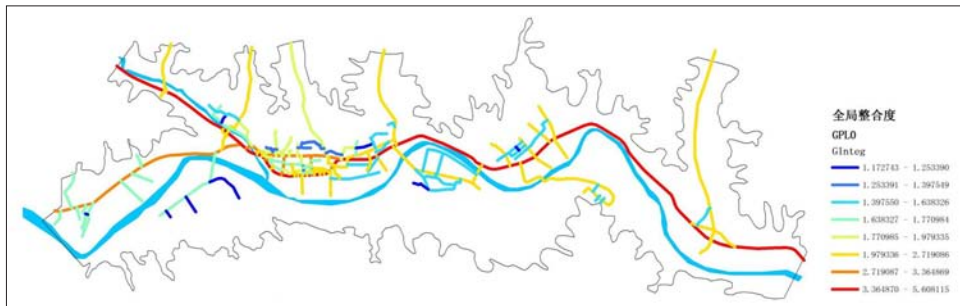


图5 中心城区路径全局整合度分析

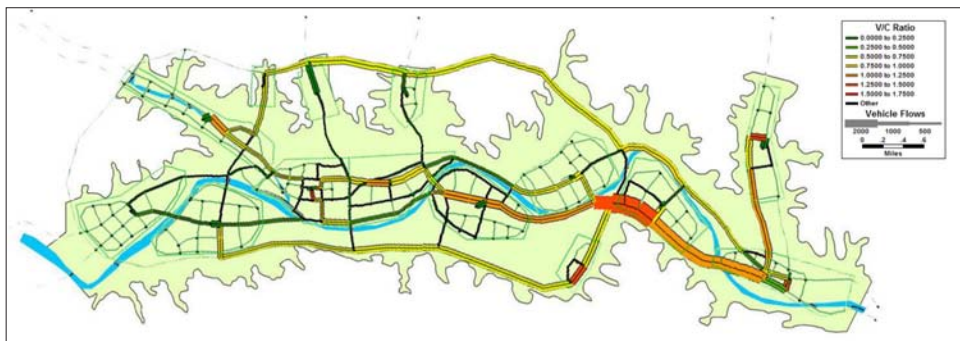


图6 中心城区规划期末交通量分配

类分析(借助ArcGIS 10.2平台下局部空间自相关的局部G统计量功能完成),从而识别出中心城区的商业就业中心和休闲游憩中心(图4)。研究发现,中心城区的商业就业活动密度呈现由中心沿带状向两翼递减的趋势,并在现状城区中心周边城区形成一个相对高密度的次区域中心;同时,中心城区游憩活动最密集的区域更多集中于城区两翼的山地(山体公园),而非中心城区的集中建成区,并且与商业就业活动高密度区在空间上并不重合。依据此结论通过比较对基于物质空间传统的规划设计结构方案提出的空间结构进行优化调整,即强化现状城市公共中心的商业规模和等级、将规划的城市副中心移动到商业就业活动高密度区、调整城市绿化中心体系等。

2.3 行为感知数据驱动设计对城市设计框架组织的优化

城市设计是一种关注城市规划布局、城市面貌、城镇功能,并且尤其关注城市公共空间的一门学科。Lynch K对人的“城市感知”意象要素进行了较深入的研究后指出,一个可读的城市,它的街区、标志或是道路,应该容易表明,

进而组成一个完整的形态,即著名的“城市设计5要素(区域、节点、路径、边缘、地标)”理论方法,传统的城市设计分析就是基于“5要素”展开。但这种传统分析方法的局限就在于过多地关注了要素在物质层面的合理性和组织关系,而忽略了要素背后所蕴含的社会与人文属性,导致大多数的城市设计成果也存在可操作性不强的特点。

空间句法(Space Syntax)分析是一类新的拓扑分析技术,目的在于表征城市空间系统的社会性与功能特征,强调了空间内在的主体特征。在拓扑空间要素的选取过程中,该方法选取社会性功能强烈的街道空间确立句法轴线(Axial Lines),对应于传统拓扑分析要素中的弧,并选取最少数量的全部最长轴线来表征整个城市空间的拓扑结构,轴线交叉点既包括网络交叉点(Junctions),也包括街道空间转换点(Turning Points)。这一方法以句法轴线作为分析的核心要素,通过分析轴线本身的可达性、集成性和渗透性研究拓扑结构的内在逻辑,总结其发展变化规则,借以判断城市空间系统内在的变化规律^[4]。因此,空间句法分析技术可以在一定程度上认为是在传统城市设计“五要

素”基础上,融入了空间社会属性的分析方法,从而达到精确理性地表述城市空间形态背后行为规律的目标。基于此,本次研究对案例城市中心区分别通过基于全局整合度分析(Global Integration,图5)和基于视觉可视度(Visual Graphic Analysis)分析提取中心城区建成环境认知度高的城市设计“5要素”中的路径、区域和节点3个要素,对规划确定的城市设计框架体系中相应的要素组成进行比较分析,在此基础上对城市总体规划中的城市设计框架进行优化调整。以“路径”要素为例,研究发现,基于传统设计思路所确定的部分城市轴线并未体现出较高的全局整合度;而与此相反,部分在设计中被忽视的传统街巷和城市生活性道路却体现出较高的空间整合能力。因此,基于空间句法分析对城市设计框架的优化调整不仅强化了“参数化设计”对“美学设计”的概念及方法补充,同时也能够为城市设计的分析过程引入一种定量化、社会化的视角。

2.4 交通观测数据对城市道路系统规划与城市密度分布的整合

2006年颁布实施的《城市规划编制办法》中明确要求在城市总体规划阶段应对城市开发强度(即容积率、建筑密度等指标)进行预测,这使得以往重点关注城市宏观战略发展的总体规划必须同时考虑微观层面的街区和地块开发。影响城市开发强度分布的因素较多,对于案例城市这种典型的带形城市而言,交通组织和交通承载力是决定城市运行效率的关键,从而同样也会影响到城市的开发强度。大量实践案例证明,地块容积率和地块周边的最大交通量往往呈现出非常高的关联性,即容积率高的地块周边城市道路的交通量大。而以往的城市总体规划编制过程中,城市道路系统规划和城市密度系统规划并未结合考虑,这将使得预测出的城市开发强度指标与道路承载力可能发生不匹配,从而带来局部地段由于密度过高造成交通压力增大的问题。本研究试图通过对城市道路系统规划与城市密度分布的动态匹配与调整探索二者间的技术整合。

表3 基于交通量预测的人口密度和开发强度（居住地块）调整

TAZ编号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
调整前密度 (m ² /人)	25	25	35	18	12	—	28	28	—	30	20	20	—	35
调整前容积率	2.5	2.5	1.5	4.0	4.5	0.8	2.0	2.0	0.8	1.8	3.0	3.0	0.8	1.5
调整后密度 (m ² /人)	—	—	25	10	18	28	28	35	—	28	22	25	—	28
调整后容积率	0.8	0.8	2.5	4.5	4.0	2.0	2.0	1.5	0.8	2.0	3.5	2.5	0.8	2.0

表4 中心城区道路系统的调整

	环路		主干路		次干路		支路	
	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后
数量 (条)	1	1	18	13	42	19	6	34
通行能力 (pcu/h)	1 500	1 500	1 200	1 200	800	800	500	500
设计车速 (km/h)	80	80	60	60	50	50	40	40

研究的技术路线从两个层面展开:首先,对中心城区现状交通情况进行调查,重点调查对象为居民出行特征及意愿调查、道路交通量调查,道路交通量数据来源为交通管理部门提供的各路段道路车流量监控;其次,通过对中心城区各路段现状交通量数据的整理分析得出城市现状OD模型,计算出相关的参数值;再次,通过TransCAD软件平台下的出行生成、出行分布、出行方式划分和交通分配“四阶段法”对规划期末城区道路的交通量进行分配(图6)。通过图6可以发现,在局部地区出现了交通压力过大的情况,说明城市中居住区和就业区(主要指工业区)之间的交通联系过于薄弱,典型的带形城市特征和过于集中的就业区域造成了严重的交通问题;最后,在交通小区(TAZ)层面将各条道路分配到的交通量分别与其围合形成地块的开发强度指标进行对比分析,并结合用地功能同时对道路、密度和用地布局进行同步动态调整,从而实现二者系统的协调发展(表3,表4)。

3 结语

对于中小城市而言,城市总体规划编制层面的DAD技术涉及多个方面,如生态安全格局建构技术、空间管制技术、城市规模确定、城市空间结构优化技术、城市设计要素量化提取技术、城市道路网系统优化调整技术等。虽然单一

过程的DAD能够在一定程度上使规划编制在技术方法上提升与创新,但由于城市总体规划本身的复杂性和综合性特点,不论任何环节、任何层面的技术创新与数据驱动都无法从整体上使城市总体规划编制在技术理性层面上升到一个新的高度。为了实现这一目标,必须将上述所有数据驱动技术整合到一个框架体系内,相互之间进行综合动态协调,当采用不同的数据增强设计技术产生的结果发生互相矛盾时,应当秉承“环境优先、以人为本”的根本性规划设计理念,优先选择对环境保护和社会关怀有直接影响的技术方法,通过规划设计人员的主观判断确定技术价值取向,从而与目前和未来一段时期城市规划的整体发展目标相适应。

国家层面“新常态”发展和新型城镇化对城市发展价值取向的转变需要新的城市规划理念、方法与技术来应对,信息时代的社会变革也要求规划设计更应该重视对各类新数据的挖掘和应用,本文通过实证说明数据增强设计在一定程度上是对这一变革的探索性应对。但需要指出的是,数据增强设计技术面对城市系统的复杂性目前仍处于起步阶段,不仅需要技术方法优化特别是不同技术整合上进行深入的分析,还需要对新的数据来源和新的数据类型进行挖掘,结合具有一定特点的案例进行多层次、多维度的实证分析,使得数据增强设计在理念、方法、

技术、实践等方面同步发展。此外,在重视和合理、有效利用新数据进行增强设计的同时,也不能忽视传统数据对城市规划技术方法的支撑作用,应将二者辩证、协同使用,才能在新数据环境下面对复杂、易变的社会复杂巨系统,为城市空间分析和城市规划提供全面、科学的依据。

参考文献 References

- [1] 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.
LONG Ying, SHEN Yao. Data Augmented Design: urban planning and design in the new data environment[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2015 (2): 81-87.
- [2] 李晓文,胡远满,肖笃宁.景观生态学与生物多样性保护[J].生态学报,1999(5):399-407.
LI Xiaowen, HU Yuanman, XIAO Duning. Landscape ecology and biodiversity conservation[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999 (5): 399-407.
- [3] 钮心毅,丁亮,宋小冬.基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构[J].城市规划学刊,2014(6):61-67.
NIU Xinyi, DING Liang, SONG Xiaodong. Understanding urban spatial structure of Shanghai Central City based on mobile phone data[J]. Urban Planning Forum, 2014 (6): 61-67.
- [4] 朱东风.城市空间发展的拓扑分析——以苏州为例[M].南京:东南大学出版社,2007.
ZHU Dongfeng. Topological analysis of urban spatial development——take Suzhou as an example[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2007.