美国高校数字化城市设计发展初探

The Development of Digital Urban Design in American Universities

史宜 关美宝
Shi Yi, Mei-Po Kwan

摘要: 基于大数据与数字技术的发展, 城市设计出现新的变革, 即数字化城市设计。在数字化城市设计应用的实践中, 美国规划设计院校逐渐成了引导数字化城市设计发展的重要前沿。选取在数字化城市设计发展中独具特色的三所美国规划设计院校, 分别从工程、科研、教学等层面, 介绍美国高校数字化城市设计发展动态, 为我国城市设计学科建设和行业发展提供借鉴参考。

Abstract: Based on the development of big data and digital technology, new changes have taken place in urban design, which is the emergence of digital urban design. In the practice of digital city design, the planning colleges of universities in the USA have gradually become an important frontier to guide this development. This paper introduces the development of digital city design in American universities, selecting three American planning colleges that are respectively featured in engineering, research and teaching. It provides a reference for the construction of urban design disciplines in our country.

关键词: 城市设计; 数字化; 高校; 美国

Keywords: Urban Design; Digital; College; The USA

国家自然科学基金 (51708103)

引言

城市设计是设计和塑造城镇乡村的过程, 涉及大规模的建筑群、街道和公共空间的组织, 旨在使城市功能更丰富, 更具吸引力, 更加可持续发展。城市设计是一个跨学科领域, 不仅需要深入理解从自然地理学到社会科学等各个学科, 还要广泛涉猎房地产开发、城市经济学、政治经济学和社会理论等。从本质上讲, 城市设计是关于人与地之间的联系, 包括活动与城市形态的互动, 山水与聚落的结构等等, 将场所建造、环境管控、社会公平和经济可行性等诸多因素融合在一起, 形成具有鲜明美感和特色的人居环境。正因为城市设计的重要性与复杂性, 城市设计教育在城市设计发展过程中起着非常重要的作用, 一定程度上也将决定这一学科的发展。

同欧洲相比, 美国城市设计教育起步较晚, 但发展极为蓬勃^[1]。在伊利尔·沙里宁、克里斯托弗·亚历山大、凯文·林奇、简·雅各布斯、柯林·罗等大师的引导下, 美国产生了哈佛大学、宾夕法尼亚大学、密歇根州匡溪艺术学院 (Cranbrook Academy of Art) 等众多杰出的城市设计院校, 形成了严谨的城市设计传统。美国高校经典的的城市设计教学遵循以下模式: 以工作室 (studio) 为核心, 学生从场地考察出发, 基于大量直观且极为依赖经验的方式收集信息, 逐渐形成设计的起点; 设计方案的得出主要通过设计尝试与方案比选获得^[2], 计算机辅助设计 (CAD) 主要作为设计过程的辅助手段^[3], 这种经典的的城市设计教学模式也成为国内院校长期以来学习的标杆。

但是, 随着城市基础设施和信息技术的快速发展, 城市设计也出现了新的内涵。城市设计的对象已经不仅仅是城市空间, 还包括城市中的人群活动、交通、生态、信息等要素的运行过程; 城市研究的视角也不再局限于静态层面, 而是涵盖动态、实时视角下城市的结构组织规律。以上城市设计出现的新变革来源于城市数据的支持, 因此称为数字化城市设计。

近年来在数字化城市设计的应用实践中, 美国规划设计院校逐渐成为重要力量, 数字化技术方法被应用于建筑^[4-7]、规划^[8]、景观建筑^[9]和生态学^[10]领域。美国高校以全新的数字化理念和方法观察、分析和设计城市, 成为引导数字化城市设计发展的前沿阵地。

本文选取在数字化城市设计发展中各具特色的三所美国规划设计院校, 分别从

作者: 史宜, 博士, 东南大学建筑学院讲师
关美宝, 美国伊利诺伊大学香槟分校教授, 博士生导师

工程、科研、教学等层面,介绍美国高校数字化城市设计发展动态,为我国城市设计学科建设和行业发展提供借鉴参考。

1 数字化城市设计工程实践——以麻省理工学院为例

麻省理工学院(MIT)创立于1861年,坐落在美国马萨诸塞州剑桥市(大波士顿地区),以优秀的工程学和计算机科学而闻名。麻省理工学院在第二次世界大战后因美国国防科技研究的需要而迅速崛起,并依托其强大的传统工程学科的支撑,逐渐形成工程、媒体、科学、艺术与设计相融合的跨学科发展特点。

1.1 发展态势

MIT规划系由四个部门组成,即城市设计与开发组(CDD)、环境政策和规划组(EPP)、社区和经济发展组(HCED)、国际发展组(IDG);还有三个交叉研究领域,即交通系统规划、城市信息系统(UIS)和多区域系统规划。这些部门下辖众多创新型实验室,并以此为平台在数字化城市设计方面取得了大量开创性成果。

众多实验室中最负盛名的当属媒体实验室(The MIT Media Lab),成立于1980年,由MIT第十三任校长杰罗姆·威斯纳(Jerome B. Wiesner)及MIT教授尼古拉斯·尼葛洛庞帝(Nicholas Negroponte)共同创办,其使命为“创造一个更美好的未来”。媒体实验室致力于研发最新的计算机科技,许多属于最前沿的科技发明,以概念性产品为主。该实验室最新成果为2017年推出的在线大数据可视化工具“数据美国”,可以实时分析展示美国政府信息公开数据库(Open Data),经过各种不同的可视化图表展示,自动生成大量“大数据新闻”。

可感知城市实验室(MIT SENSEable City Lab)则是近年来发展迅猛的团队,关注重点是数字技术如何改变规划师描述、设计和建设城市的方式。该团队认为城市环境将越来越多地被网络化的计算元件所覆盖,城市规划师需要面向新的城市数字环境,设计则应成为人与城市之间的接口。借助数字化技术,人们得以从不同的角度认知城市,从而更好地利用资源和改进设计。该实验室的研究人员来自建筑、城市规划、艺术、电气工程和计算机科学等多个学科背景,团队能够在城市设计中同时进行技术开发、功能组织和形态规划,并从美学和工程等多个方面加以评估。

1.2 具体案例

本节以可感知城市实验室为例,介绍其近年来在全球各地的工程实践项目。

(1) “实时新加坡”项目

在大多数情况下,城市居民根据静态信息(如交通表、营业时间)做出出行决定,而这些信息并不能反映城市系统动态的真实状态。城市各个管理部门与运营商拥有其所管辖系统的实时数据,但这些数据是分开保存的,无法通过数据融合创造。如果能够融合众多实时数据并向公众开放,将包含巨大的价值。

“实时新加坡”项目由MIT可感知城市实验室于2012年完成,是新加坡—MIT科研技术联盟未来城市研究项目的一部分,由新加坡提供资金支持。该项目建立的反映城市活动的实时数据开放平台,具有采集、分类、细化数据功能,方便公众掌握城市及环境的全方位实时数据。该项目打破了出行居民与城市多部门实时数据之间的隔离,实时将数据提供给具有出行需求的居民,使他们与自己的城市保持动态同步,并根据城市的实际状况做出决策。

“实时新加坡”并不是单纯的开发项目,相反,它类似于描绘城市动态的实时数据工具箱和生态系统。基于这个平台能创建多个应用程序,提取实时数据中的价值,共同挖掘公民的创意潜力。例如,基于新加坡交通、市政等部门提供的实时数据,“实时新加坡”实现了等时地图、雨天打车、城市热岛、实时通讯等功能。

“实时新加坡”也带来了一系列科研创新与技术突破,包括能够迎合大量不同类型数据流的分布式城市实时数据平台、灵活的数据查询接口(API: Application Programming Interface)、用于实时数据平台的接口和交互模型、城市数据的可视化工具。这些数字技术就像放大镜一样,可以实时浏览新加坡城市系统中的每一个细节,随着观察视角的拖拽,自动进行信息的过滤、筛选、可视化,在短时间内了解新加坡城市网络完整的时间空间特性。

(2) “Cityways”项目

高达60%的智能手机中安装有运动定位功能的应用,再加上具有同样功能的智能型穿戴设备,这些具有个人定位功能的设备所产生的汇总数据具有庞大的规模,但从未被研究过。MIT可感知城市实验室的Cityways项目通过运动定位功能程序收集了旧金山和波士顿数千居民一年内的运动轨迹,包括数十亿个坐标点。根据这些轨迹数据,可以发现居民的活动类型、热量消耗、睡眠时间。通过分析这些数据,可以了解影响居民休闲活动的因素,如天气、城市形态、地形、交通、绿地等。

1.3 特色总结

MIT的数字化城市设计发展有着显著的工程实践特色,与企业、地方形成紧密的合作关系,研究内容与工程高度融

合, 并形成了独特的院系文化——在美国一般院校遵循“要么发表, 要么滚蛋”(publish or perish)的口号时, MIT 研究团队却秉持“要么实践, 要么去死”(deploy or die), 将设计作品作为核心, 研究生的毕业论文一般是先完成作品, 再围绕作品讨论其设计理念和实践效果。

2 数字化城市设计科研实践——以伊利诺伊大学香槟分校为例

伊利诺伊大学香槟分校(UIUC: University of Illinois at Urbana-Champaign)建立于1867年, 坐落在伊利诺伊州香槟市(Champaign), 是美国著名的公立研究型大学。UIUC 以其优秀的理工学科而闻名, 美国国家超级计算中心(NCSA)即坐落于此, 同时依托其完善的工程、信息技术学科资源, 形成了强大的城市学科群。不仅其城市规划专业近年多次排名全美第三^[11], 而且其地理信息科学系也被评为美国最优秀的GIS专业之一^[12]。

2.1 发展态势

在数字化城市设计领域, UIUC 以其对于时空间行为的研究和实践而知名。传统城市设计仅仅局限于空间设计层面, 而数字化城市设计则将人群活动、交通出行等非空间要素也纳入了研究范畴。时空间行为研究即是对时空间中人群活动、移动模式和规律的研究。时空间行为分析脱胎于时间地理学, 在近50年的发展历程中, 其理论与研究方法不断创新, 不仅在地理学界享有盛誉, 同时对规划学界产生了重大影响^[13]。随着大数据与定位服务(LBS)等信息技术的快速发展, 以及人本价值理念逐渐成为共识, 时空行为研究逐渐成为城市规划研究的前沿领域。尤其近年来, GIS技术的进步、更多时空大数据的介入, 以及实时管理、汇总、模拟和可视化复杂数据能力的提升, 为城市规划师提供了前所未有的机会; 规划师能够将复杂的社会活动和行为的分析与传统城市空间研究相结合, 极大地拓展了城市规划与设计的学术视野。

自2013年起, UIUC 逐渐成为美国时空间行为研究的学术重镇, 并承接了美国科学基金会等科研基金委托的大量城市研究课题, 其研究领域包括城市交通可达性、社会隔离、生态环境与公共健康等各类问题。与此同时, 通过广泛的学术交流与互动, UIUC 也在覆盖荷兰乌得勒支大学、北京大学、香港浸会大学等高校的国际时空间行为研究网络的形成中起到了关键的推动作用。

UIUC 下辖若干先进的数字化空间分析研究实验室, 本文主要介绍以下三个。

(1) 先进数字与空间研究网络GIS中心(CyberGIS Center)是在国际上享有盛名的数字和空间研究中心, 由国

家超级计算中心(NCSA)提供支持。该中心基于先进的计算、信息和通信技术基础设施, 能够应对具有巨型尺度和空间复杂性的分析挑战; 通过结合丰富的时空数据, 实现应对计算密集型的网络空间分析和建模, 进行跨空间和时间尺度的空间模式及其驱动过程的研究。

(2) 网络基础设施和地理空间信息实验室(CIGI)配备了网络增强型的地理信息设备, 拥有多台高性能计算机与服务器, 并提供与美国国家科学基金所支持的“尖端科学与工程研发环境”(XSEDE: The Extreme Science and Engineering Discovery Environment)等开放式科学网络连接的端口, 直接支持教学、科研中的计算密集型地理分析。

(3) 时空分析研究实验室(STAR Lab)是以时空分析为主要研究对象的学科科研团队, 主要采用创新的数字化方法应对城市的健康、交通、环境和社会问题。

2.2 具体案例

本节主要介绍伊利诺伊大学数字化空间分析研究实验室(包括CyberGIS Center、CIGI以及STAR Lab)近年来的若干基于数字化技术的城市研究案例。这些实验室的团队主要通过数字化方法, 关注社会差异(例如性别、种族、民族和宗教)如何影响城市居民对空间的感知和使用, 以及城市空间与社会环境如何具体地影响不同社会群体的行为(如就业岗位、社会隔离、住宅隔离和空间可达性)。

近年来, 该团队承担了美国国家科学基金会“国家计算机和数据密集型地理空间研究和教育的CyberGIS设施”“可扩展时空数据分析的统一网络基础架构”“应对空间数据密集型研究挑战”等多项大数据科研课题。以下是该实验室师生近年来较有代表性的科研成果。

(1) 大数据算法的非确定性研究

该研究以个人行为轨迹为案例, 发现从传统的“小数据”转而运用大数据的研究过程中, 所采用的计算机算法能够对计算结果及研究结论产生重要影响, 计算结果本身更多地取决于算法而非研究对象, 这使得算法的选择成为数字化空间研究中的核心。这意味着比起传统的城市调查模式, 大数据的出现虽然显著降低了数据获取的难度, 增大了样本规模, 但也为研究结论带来了更多的不确定性。该研究反思, 人们往往不加选择地接受“数据驱动的城市研究”这一概念, 却忽略了算法对于研究结果所具有的潜在影响; 因此, 研究提出“算法驱动的城市研究”, 以突显必须关注算法对于研究内容、可靠性、社会意涵的影响, 强调学者在使用大数据进行城市空间研究的同时, 必须持续留意大数据的遗漏、排他与边缘化的存在, 对研究中所使用的数据和算法持有更多的审慎和思辨^[14]。

(2) 芝加哥—北京城市近郊空间形态与活动空间比较研究

自2010年起,伊利诺伊大学时空分析研究实验室与北京大学合作开展了基于时空数据分析的城市结构比较研究,研究中普遍采用了个人定位服务、时空棱柱等数字化方法。研究团队基于对北京和芝加哥城市近郊居民出行时空轨迹的精确化测定,比较研究不同城市结构下北京和芝加哥城市郊区居民的活动空间,探讨了郊区化对个人活动行为的影响。结果表明城市形态的变化对居民活动空间具有显著影响,然而其决定性影响因素却有所不同:在北京,汽车保有量增加导致郊区居民活动空间更加分化;而在芝加哥,高密度的土地利用模式则倾向于引发更多的本地化活动^[15]。

(3) 时空活动与空间污染的关联研究

该研究关注城市空气污染浓度与个人时空运动模式之间的关联性。美国加州洛杉矶—长滩大都市区由于高强度的汽车交通和工业生产产生了大量的臭氧和氮氧化物排放,而洛杉矶盆地的特殊地形又不利于空气污染物的疏解,这造成该地区所在的洛杉矶县成为美国臭氧污染最为严重的区域。该研究使用三维时空棱柱(space-time prism)的方法,将臭氧污染物的浓度动态变化与人群时空运动轨迹纳入空气污染危害评估的模型,发现上述两个因子对于预测城市市民受到空气污染影响的结果非常重要,此外人群所处的不确定的地理情景问题(UGCoP: Uncertain Geographic Context Problem)也会导致不同的空气污染威胁^[16]。

2.3 特色总结

伊利诺伊大学香槟分校时空分析研究实验室在数字化城市分析研究中秉持审慎的态度,一方面很少采用基于人口普查获得,或者行政区划汇总的常规数据,另一方面也不盲从于当下借助“大数据”的学术潮流,而是坚持精确计量的方法,采用GPS设备采集个人时空活动的第一手数据,并与深入访谈相结合,获得高精细空间尺度上的个人时空轨迹调查,以反映个人真实的空间活动与体验。

时空分析研究实验室的相关研究体现了在数字化城市设计的工具理性的层面之上,需要强调对于社会人文因素的重视,包括:强调人们的日常经验;注重多维度的个体差异(例如性别、种族和宗教);认识到需要更多的方法创新来表现城市空间和人类行为的复杂性。

3 数字化城市设计教学实践——以俄勒冈大学为例

俄勒冈大学(UO: University of Oregon)建立于1876年,是拥有百年历史的美国著名公立大学之一,坐落在俄勒冈州的第二大城市尤金(Eugene)。俄勒冈大学设计学院自1914年埃利斯·劳伦斯(Ellis Lawrence)创建之初,便形成了非

竞争性和个性化的学习方式,以及与艺术学科(绘画、手工艺、雕塑等)而非工程学紧密联系的教学传统,这也构成了该学院长期以来相比同类院校的鲜明特色。目前,俄勒冈大学设计学院由建筑与环境系、艺术设计系、规划系、建筑与艺术史系构成,由建筑系开设城市设计课程。城市设计实验室(UDL: Urban Design Lab)隶属设计学院,是由各系联合成立的以城市设计为核心的重要机构。UDL的任务是基于工程实践支持城市设计教学,项目由规划专业人士领导,通过将学生与真实项目、真实客户、真实的利益相关者和用户团体的接触,模糊学界与业界之间的分野,在促进教学的同时,推广其城市设计和发展理念。UDL高度关注城市设计方法创新,尤其是城市设计实践的协作方法,强调通过使客户、用户和利益相关者通过透明、协作的方式来产生共识,为设计过程提供支持。

3.1 发展态势

俄勒冈大学设计学院近年来的一项代表性教学探索是参数化城市设计。参数化设计最早应用于工业设计、建筑设计、服装设计等领域,而参数化城市设计则将参数化设计方法引入城市设计。参数化城市设计是把城市设计转化为一种由参变量控制的量化逻辑过程,每个参变量代表着设计过程中的某个影响因子,通过设置参变量的数值来获得最符合要求的设计结果。

俄勒冈大学设计学院对参数化设计的关注,某种程度上可以追溯至1970年代克里斯托弗·亚历山大所提出的“建筑模式语言”理论。在《俄勒冈实验》一书中,克里斯托弗·亚历山大提出了一种可操作、规则化的设计体系,以计算机程序语言般的“生成语法”解决建筑设计中的复杂问题,并记叙了其在俄勒冈大学校园总体规划中的应用。与“建筑模式语言”类似,参数化城市设计不仅是一种工作方法,也是一种设计思想,即城市生长可以被理解为多个复杂关联系统“自下而上”的叠加过程,复杂系统囊括所有影响城市发展的影响因子^[17],没有严格的主从关系。不同的是,基于对城市发展规律的认识,参数化城市设计通过公式更加清晰地表达出了城市影响因子与城市形态之间的关联性,其中最核心的内容是影响因子的引入和参数关系的构筑,参数化设计研究尺度越大,对于城市发展规律的认知越深刻,具有越强的表达城市复杂性的能力。

3.2 具体案例

本节重点介绍俄勒冈大学设计学院在西班牙巴塞罗那,以及俄勒冈州的尤金和波特兰这三座城市开展的参数化城市设计课程的相关情况。

(1) “参数化场所” (远程分析课程)

2012年起俄勒冈大学设计学院开设了“参数化场所”这门课程。在该课程中,教师指导学生展开对巴塞罗那“22@”片区的城市设计。上位规划需要该片区增加10%的公共空间、10%的住宅、10%的公共服务设施,并同时实现对现状工业建筑遗产的保护。设计团队的全部设计过程在尤金的校园中远程完成,设计所需资料除部分由“22@”片区当地房屋管理部门提供外,全部来自谷歌地图、街景地图等在线地图资源。

在10周的设计过程中,学生必须在从未置身于现场的情况下,从城市设计的角度来理解场地,基于在线地图等途径识别他们感兴趣的都市问题。场地二维信息来自谷歌地图和卫星数据,三维建筑信息来自于谷歌地球软件,并使用街景地图进行人眼尺度的校正,用地类型、用地权属、税收等其他社会数据来自当地管理部门。

所有的数据通过插件输入参数化程序,之后才考虑使用参数化设计来创造性地为巴塞罗那的当地问题制定设计方案。学生以两人一组的形式,练习使用开放化的参数化软件“犀牛”(Rhino)及相关插件如“蚱蜢”(Grasshopper)等,并针对设计问题开发参数化分析工具。学生通过参数化软件进行二维和三维层面的形体练习,并最终通过图纸和设计策略的形式完成设计成果。

(2) “生活城市的适应:巴塞罗那城市设计”(现场分析课程)

2013年起,俄勒冈大学设计学院开设了其参数化城市设计的第二门课程“生活城市的适应:巴塞罗那城市设计”。基于此前与巴塞罗那政府形成的合作关系,该课程依旧以巴塞罗那“22@”片区作为设计场地。与“参数化场所”课程类似,本课程将城市设计教育与数字媒体技能教育相结合;不同的是,本课程中师生全部前往巴塞罗那,通过对基地的现场考察来学习参数化城市设计的知识。

设计课程从现场勘查开始,学生以小组的形式走访各个社区,手工绘制建筑图册,为设计提供感性经验。在此之后,将场地划分为 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 的方格网格,学生通过量化打分,系统地收集基地现场的各项数据。教学中强调对于数字媒体的使用,鼓励借助非视觉感官(听觉、嗅觉等)认知城市。由于无法将参数化设计所需的所有计算设备都带到现场,部分调研数据通过网络传输到位于尤金市校园的工作室,以远程支持现场的设计教学。

与“参数化场所”课程不同,本课程提供了对现场的更深入的理解,并将这种理解的含义融入数字工作流程中。课程要求学生第二周提出个人设计目标和主题。由于获得了对设计基地的实地体验,学生的设计主题倾向于更具个性

化,往往也更具批判性。提出设计目标和主题之后,学生被分为小组,汇总个体经验和意见。通过6周的比较和讨论,学生最初对于设计基地的激烈但片面的印象转化为对城市的温和而深入的认知,从而获得更富有洞见的分析和设计角度。

(3) “基于大数据的城市设计”(现场分析与设计课程)

从2014年起,俄勒冈大学设计学院位于波特兰市的建筑工作室启动了新的参数化设计课程。该课程要求在位于波特兰市的场地内完成60 000平方英尺(约5 574 m^2)的产业办公空间的设计,并给未来的密尔沃基轻轨预留对接空间。10周的设计课程被分为三个部分:首先,学生分别采用传统调查方法和方格网格调查法对基地进行调查;其次,学生使用之前两门课程中开发的Rhino Grasshopper工具,分析基地内的设计要素,分析范围不仅包括城市公共空间,还延伸至建筑室内空间;在课程的最后一个环节,学生使用参数化设计软件生成城市设计方案。

不同于之前的两门课程,本课程对于设计深度有着较高的要求,学生需要完成从现场数据收集、分析到设计方案的完整工作流程。不仅如此,在本课程的设计阶段,当地与该项目相关的多方人士,包括房地产业主、城市设计顾问、建筑事务所开发团队、波特兰规划和可持续发展局,以及波特兰地铁交通部门都被邀请加入设计工作室,学生因而得以更加全面深入地了解设计要素。短短10周教学时间完成这样的教学目标是一个挑战,媒体课程以及利益相关团体的讨论不得不安排在晚间进行。

3.3 特色总结

俄勒冈大学的参数化城市设计教学展现了学生独特的创造力,不局限于既有数据,而是探索可能的数据并开发综合分析与设计工具^[18]。学生不仅可以身处地球另一边通过虚拟端口体验城市,而且可以自如使用参数化软件制定独特的设计方案。根据目前俄勒冈大学参数化城市设计教学总结,这些课程仍旧存在若干局限^[7]:首先,通过远程分析认知城市可能造成偏差;其次,需要克服参数化软件带来的技术门槛;第三,项目的复杂性大大提升了设计难度。即便如此,俄勒冈大学参数化城市设计教学依旧展示了开放式数字化设计软件的巨大价值,不仅提供了一套城市设计的数字化工作流程,也改变了对城市设计的传统理解,为定性设计经验的转译和量化提供了参考。

4 思考

随着我国城市化进入中后期,城市规划学科已经走过了借鉴与摸索的过程,建立了一整套较为完整的体系,也形成

了与国外不尽相同的发展特色。显然,我们不能单纯照搬国外发展经验,但是应该认识到,规划学科内部发展仍不平衡,城市设计作为非法定规划,需要行业更多的认可与关注。此时,中国规划院校肩上的责任更加沉重:如何引导中国城市设计发展,如何在顺应时代趋势的同时,找到应对中国城市建设的发展道路,显然具有重要的意义。

就本文所关注的数字化城市设计领域而言,美国高校已经做出了更多的探索,在工程、科研与教学领域,形成了多学科的技术架构、集群式的研究团队和模块化的教学培养体系,因此从某种意义上说可以作为中国规划院校建设发展的对标。本文仅以美国个别规划院校为例,管窥蠡测,难免疏漏,今后还需要以辩证的观点进行更多的比较与讨论。**UPI**

- [17] 刘颖慧,李路平.参数化城市设计初探[J].西部人居环境学刊,2013(4):66-71.
[18] LANDA M D. Philosophy and simulation: the emergence of synthetic reason[M]. Bloomsbury Publishing, 2011.

(本文编辑:张祎娴)

参考文献

- [1] 金广君.美国的的城市设计教育[J].世界建筑,1991(5):71-74.
- [2] LAWSON B. How designers think: the design process demystified[M]. Routledge, 2006.
- [3] WOODBURY R. Elements of parametric design[M]. Routledge, 2010.
- [4] BEIRÃO J N, GHADIKOLAEE P N, WALDERVEEN B V. Parametric 'route structure' generation and analysis: an interactive design system application for urban design[C]. International Association of Societies of Design Research (IASDR), 2011.
- [5] TANG M, ANDERSON J. Information Urbanism: Parametric Urbanism in Junction with GIS Data Processing and fabrication[C] // ARCC 2011-Considering Research: Reflecting upon current terms in Architectural Research, Detroit, MI, 2011: 661-668.
- [6] SPERANZA P. 'Attachment' as agency in off-site and on-site indicators of phenomena in geospatial urban analysis tools[C] // ACADIA 2014 Conference Proceedings, 2014: 699-708.
- [7] SPERANZA P. Using parametric methods to understand place in urban design courses[J]. Journal of Urban Design, 2016, 21(5): 661-689.
- [8] MARSHALL S. Urban layout structuring[C]. SOLUTIONS Final Conference, 2009.
- [9] CANTRELL B, HOLZMAN J. Synthetic Ecologies: Protocols, simulation, and manipulation for indeterminate landscapes[C] // ACADIA 14: Design Agency Conference, 2014: 709-718.
- [10] SATTLER M, RODRIGUEZ C. Translating ecological systems models into generative, real-time, form-based visualizations[C]. ARCC Conference Repository, 2014.
- [11] Planetizen. The top schools for urban planners[EB/OL]. (2015-09-22)[2017-12-20]. <https://www.planetizen.com/topschools2014>.
- [12] MCLAFFERTY A. Illinois GGIS ranked #1 Ph.D.-granting geography department in the U.S![EB/OL]. GGIS Blog. (2015-05-29)[2017-12-20]. <https://illinois.edu/blog/view/6309/178750>.
- [13] 柴彦威,关美宝,萧世玲.时间地理学与城市规划:导言[J].国际城市规划,2010,25(6):1-2.
- [14] KWAN M P. Algorithmic geographies: big data, algorithmic uncertainty, and the production of geographic knowledge[J]. Annals of the American Association of Geographers, 2016, 106(2): 274-282.
- [15] 赵莹,柴彦威,关美宝,等.中美城市居民出行行为的比较——以北京市与芝加哥市为例[J].地理研究,2014,33(12):2275-2285.
- [16] PARK Y M, KWAN M P. Individual exposure estimates may be erroneous when spatiotemporal variability of air pollution and human mobility are ignored[J]. Health and Place, 2017, 43: 85-94.