

新数据在城市规划与研究中的应用进展

龙 瀛 罗子昕 茅明睿

Progress of Application of New Data in Urban Planning and Studies

LONG Ying¹, LUO Zixin², MAO Mingrui³
(1. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China; 3. Beijing Municipal Institute of City Planning and Design, Beijing 100045, China)

Abstract The rapid development of information and communication technology has promoted the formation of a new data environment that is made up of big data and open data, which provides data support for traditional planning to transform to stock-based planning. This paper is a systematic review on the application of new data in the field of urban planning. Firstly, it introduces the acquisition, management, and platform of new data. Secondly, it illustrates the application of new data in urban studies from the two perspectives of the change of paradigm and the relevant academic achievements. In this part, “big model”, a new research paradigm, is specifically introduced. The third part is about the methodological revolution in urban planning practices, and mainly introduces an important method called DAD (Data Augmented Design). Then, from the perspective of new data application in urban planning in the transitional period, the paper introduces a brand new platform called “Urban Planning Cloud Platform” which will become a new planning form and technical basis. In the final part, the paper gives a summary on the experience and lessons of the application of new data in urban planning so as to bring new inspiration and reference for the future development.

Keywords new data environment; stock-based planning; big model; Data Augmented Design (DAD); Urban Planning Cloud Platform

作者简介

龙瀛（通讯作者），清华大学建筑学院、清华大学恒隆房地产研究中心；

罗子昕，同济大学建筑与城市规划学院；

茅明睿，北京市城市规划设计研究院。

摘要 信息通信技术的快速发展促进了由大数据和开放数据构成的新数据环境的形成；新数据环境的形成为规划向存量规划转型提供了数据支撑。无论是在学界还是在业界，新数据在城市规划与研究中的应用日益频繁。本文为对城市规划行业中新数据应用的系统综述，首先对新数据的获取、管理与数据平台进行介绍；其次，从范式变革“大模型”的诞生与相关成果罗列两大方面阐述了新数据在城市研究中的应用；再次，从“理解—创造—评估”三大过程介绍了新数据在规划应用方面的方法变革与成果，重点介绍了数据增强设计（Data Augmented Design, DAD）及相关成果，笔者认为城市规划云平台将成为存量规划时代新的规划形式与技术基础，并以城市规划云平台 CITYIF 为案例对新数据在规划行业转型中的应用进行介绍；最后在进行经验与教训总结后，对未来新数据在规划中的应用进行展望。

关键词 新数据环境；存量规划；大模型；数据增强设计（DAD）；城市规划云平台

1 引言

信息通信技术的迅速发展促进了大量新数据的涌现。由大数据和开放数据构成的新数据环境正逐渐形成，为城市研究和规划设计带来了全新的机遇与挑战。区别于过去传统的统计年鉴等数据，本文提及的“新数据”特指十年前未被广泛使用的数据。开放数据运动带来了开放政府、开放知识、开放获取、开放应用程序接口（Open API，

Application Programming Interface, 下称“开放 API”)等一系列来自政府、学术机构、商业公司与民间组织的响应,为更全面更深入地刻画规划参与主体带来了前所未有的机遇。由此可见,这样一种变革给规划转型带来了可能性。另外,伴随着中国经济发展进入新常态,大多数城市的发展也从快速生长期进入稳定成熟期。在新型城镇化的背景下,原有的宏大愿景式规划正在悄然改变,大量扩张型的增量规划正朝着存量规划方向转变。在这个过程中,规划的内涵、价值、类型、形式、路径、对象、市场和技术手段都在发生深刻的转变。城市规划正从单纯关注物质空间向全面关注经济、社会、生态与空间的可持续发展转变。而互联网、大数据、GIS 等信息技术手段的创新亦成为规划转型中最重要的元素之一。

基于以上两大趋势,数据尤其是大数据与开放数据,正日益成为城市规划行业重要的工具并影响着规划理念的创新。尤其自 2013 年以来,有关数据在规划中应用的研究思潮如雨后春笋般出现,诞生了如“大数据与小规划”“众筹众创”“微时代与云规划”“数据增强设计”“大模型”等理论思潮。基于新数据开展规划分析、规划评估、辅助设计和模拟预测成为技术视角规划转型的主要探索方向。

因此,笔者欲对近几年的成果进行回顾与总结,以期为后续的发展提供基础。篇幅有限,本文主要采用笔者及其合作者近几年所进行的研究与应用作为案例。

2 数据获取、管理与平台

2.1 数据获取

2.1.1 数据类型与特征

在此,应首先对大数据和开放数据进行辨析。在过去,数据获取具有极高的门槛与成本。测绘数据、统计资料及由政府发布的官方数据是主要的城市规划与研究数据来源,即便官方发布的统计资料是开放数据,但更新慢、粒度粗。开放数据与大数据的兴起正逐渐改变这个局面。

开放数据(open data)指的是一种经过挑选与许可的,不受著作权、专利权以及其他管理机构所限制的,开放给社会公众自由出版使用的数据。大数据起源于 21 世纪以来互联网信息技术的发展。目前关于大数据的认识普遍存在误区,认为大数据等同于数据量极大的数据。实质上,大数据除了数据量大外还应具备其他特征,当前较为广泛认可的是,大数据应具有“5V”特征——Volume(数据量),Variety(多样性),Velocity(速度),Veracity(真实性),Value(价值)。大数据种类多且价值高,但真正投入规划行业使用的数据类型却相对较少,主要有公交卡数据、LBS 数据、浮动车数据及手机数据等。

大数据与开放数据共同构成当下的新数据环境。但受限于数据获取成本与途径等各种原因,目前

存在着“大数据不开放，开放数据不大”的现象，制约了城市研究及规划实践对数据的获取与运用，与当前“开源与众包”的新时代精神理念有所相悖。这是规划行业拥抱数据、谋求发展的挑战之一。

2.1.2 新数据在城市规划中的价值

(1) 城市基础数据覆盖范围的扩大。与传统数据相比，新数据环境主要呈现出精度高（以个人或设施为基本单元）、覆盖广（不受行政区划限制）、更新快（每月、每日甚至每分钟更新）等特点。传统数据多反映某一时刻或一段时间内城市所处的断面状态，只能覆盖有限的时空范围。而包括公交刷卡、出租车轨迹、信用卡交易记录、在线点评以及位置微博和照片等在内的新数据环境，则可以反映个人乃至整个城市短至每秒、长至多年的动态变化。

(2) 编制手段的革新。新数据的应用并不意味着单纯将问题交给新数据解决而贬低城市规划领域知识的价值。恰恰相反，新数据的意义在于补充了一种新的工具与抓手，去重新构建城市规划学科基础及城市规划编制方法——一种基于居民时空行为的、具有社会感知力的协作沟通方法。

(3) 参与方式的扩充。“感知即参与，信息即权力。”新数据的产生打破了政府信息垄断的机会，让居民能够获取与感知城市规划编制的过程，为城市规划带来了全新的公众参与形式——“众包”。因而新数据环境促成了规划决策与政府治理的改变，城市规划第一次真正具备了进行人本主义规划实践的数据条件。

诚然，新数据为城市规划研究与实践带来了许多前所未有的价值，但目前规划行业对其应用仍处于起步阶段。一方面，由于大数据行业还处于诞生初期，各个产生大数据的机构也刚刚开始运营，所以与居民时空行为、城市各种传感器等有关的，对城市规划具有核心价值的数据刚刚开始积累和应用；另一方面，正是因为数据积累与应用仍处于初级阶段，当前对城市大数据的应用还处于现象描述与现状特征提取阶段。未来仍需要通过足够长时间的数据与技术积累，才有条件去建立能够认知城市运行规律、评估政策实施效果甚至模拟城市运行的城市模型，从而进行有效且精准的规划预测。

2.1.3 新数据获取的探索

如前文所言，目前规划行业在新数据获取中遇到的最大问题是“大数据不开放，开放数据不大”。

因为大数据的产生依赖于互联网应用产品和服务，因而数据通常由互联网机构垄断。对于绝大多数规划设计单位和学术机构而言，地铁刷卡记录数据、手机信令数据、手机话单数据、出租车轨迹数据等政府或国资背景公司的数据都难以获得。目前只有以参加上海开放数据创新大赛（SODA）为代表的少数情况下能够低成本甚至免费获得该类数据。因此，在整个数据获取的过程中，规划行业较为被动，对互联网机构具有极大依赖性。在未来，为了获取对行业有价值的、精确而全面的大数据，规划行业亟待与互联网行业谋求合作。

另外，开放数据的获取虽然相对主动，但却具有较高的技术要求。“网络爬虫”是获取开放数据最重要的方法。“网络爬虫”是搜索引擎抓取系统的重要组成部分，其主要目的是通过将互联网上的网页下载到本地，形成联网内容的镜像备份以获取网络开放数据。其基本工作原理如图1所示。通过“网络爬虫”可实现数据采集、编辑的自动化与规范化，提高数据获取效率。目前与数据智能获取相

关的课题和培训在业内得到了广泛的关注与响应,一些基本的数据抓取小工具,如微博数据抓取程序、黄页数据爬取程序、百度路况识别提取工具等,如雨后春笋般诞生,在规划师行业内部掀起热潮。

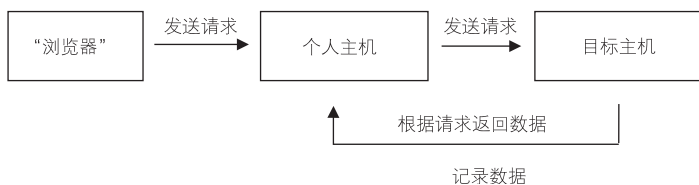


图1 “网络爬虫”工作原理

2.2 数据管理

针对不同数据源(结构化、半结构化和非结构化数据),需要运用不同类型数据库进行存储。其中,结构化数据主要运用传统的关系型数据库,如 Oracle、MySql、SQL Server 等,半结构化数据则采用非关系型数据库,如 HBase 等,非结构化数据则需采用 Text、HDFS 等进行储存。

通常而言,数据量不大的数据不需要专门开发数据库,存储于上述数据库如 ArcGIS 的 gdb 或者文本格式中即可。而对于数据量较大的新数据,如公交刷卡数据、LBS 位置数据等,则需要开发专门的数据管理平台进行数据预处理与存储。目前已有专门针对公交卡及 LBS 数据的数据管理平台。此类平台主要涉及 ETL 数据预处理平台、数据存储中心、分布式计算中心、管理控制中心四大部分。此外还有较常见的为大数据行业广泛使用的 Hadoop、Spark 等大数据管理平台。这些平台通常包含爬虫工具、集群化存储、 workflow、数据流、交互式脚本、数据库、数据挖掘框架等内容。但这些平台并非针对规划行业搭建的数据管理平台,因而在应用前还需要作相应的改造。

2.3 数据平台

目前已有各式各样的规划数据平台为不同组织所运用,其组织构成框架大同小异,主要包括以下四大部分(表1)。

(1) 数据处理平台:解决大数据的处理、分布式计算问题,使大数据能够输出成可供应用分析和应用开发调用的“小”数据。

(2) 规划应用平台:面向规划应用需求开发的前端应用平台,解决普通规划师的应用问题。现有的典型规划应用平台有北京市城市规划设计研究院的以居民时空行为数据为基础的人迹地图规划分析平台。

(3) 城市画像平台:是在多源数据(含大数据、开放数据及传统数据)的基础上,通过空间计算与统计、用户画像和语义网络分析,对城市空间和市民进行数据画像的平台。

(4) 规划支持平台:是基于大数据的规划模型平台。目前规划支持平台中的各类模型还是传统模型,但在未来随着大数据应用的深入,基于新数据的城市模型将会出现。

表 1 大数据应用平台整体框架

数据处理平台	规划应用平台	城市画像平台	规划支持平台
ETL 数据处理平台	人迹地图规划分析平台	空间画像	基础模型
分布式计算中心	市民画像	综合模型
应用中心	语义画像	专业模型
管理控制中心

为了对上述平台有更深刻的认识,下文选取三个典型的为规划行业所应用的综合数据平台进行详细介绍。

(1) 人迹地图规划分析平台。“人迹地图”是目前全国最大的城市数据平台,数据源主要包括全国范围的数十亿台智能终端一年的 LBS 定位数据,位置微博和微博语义数据,全国行政区划、用地、路网、POI、房价和点评数据及部分省市的手机信令与 IC 卡刷卡数据。通过该平台可查看全国任何一个地方人口的分布、联系和结构特征。此外,“人迹地图”通过分析居民时空行为,可解构城市空间、刻画城市人群与空间异质性等,因而适用于智慧城市的各个领域。

(2) “徐霞客计划”。“徐霞客计划”为龙瀛等发起的“众包”中国城市数据共享平台。该平台致力于将散布在各个研究者手中的全国宏观或微观数据汇总到统一、规范、透明公正的开放平台上,规避数据格式不一、数据持有者独占数据等情况对城市及区域研究带来的障碍。通过该平台,研究者或规划师一方面可贡献数据,另一方面可在此平台上进行城市研究、规划前期分析、规划咨询、公共参与等。

在具体的操作层面上,为了能兼顾城市间区域分析及城市内部分析的尺度,该平台将数据尺度定格在 1km 的网格上。目前,“徐霞客计划”已经征集到涵盖人口密度数据、道路交叉口数据、公共设施数据、Flickr 照片数据、微博签到数据等多类数据。总体而言,与中国已有的共享数据计划相比,“徐霞客计划”在社会空间数据收集方面做出了贡献。

(3) BCL 数据共享平台。BCL 数据共享平台以定量城市研究网络为基础,供科研群体分享可用于城市定量研究的开放数据。除此之外,该平台鼓励并邀请学者进行学术观点或论文的发布,并致力于成为城市研究学者的社交平台。因而 BCL 数据共享平台是兼数据共享、理论共享与学术社交于一体的综合数据平台。目前, BCL 数据共享平台已聚集了来自各行各业科研群体的力量,如规划、建筑、计算机科学、经济学等。在线上数据共享平台的基础上,线下亦举办了多次学术研讨沙龙活动。

对三大平台进行总结发现,尽管三者 in 数据源、使用领域方面有所区别,但三者均为城市新数据综合应用平台,均具有数据处理、城市研究与规划支持的功能意义(表 2)。

表 2 三大数据平台对比

	数据源	使用领域	作用
人迹地图规划分析平台	非众包数据	商业	基于城市研究的规划决策
徐霞客计划	众包数据	学术	城市研究与分析、规划支持
BCL 数据共享平台	众包数据	学术	城市研究与分析、规划支持

3 城市研究

3.1 城市研究新范式

与基于传统数据的城市研究对比，龙瀛与刘伦（2017）认为新数据支持下定量城市研究正在发生四个方向的变革：空间尺度的扩展、时间尺度的扩展、研究粒度的扩展与研究方法的变革。

伴随着时空尺度的扩展，新数据为城市研究带来了新范式，龙瀛等（2014）将其提炼为“大模型”。大数据和开放数据的广泛使用、计算能力的日益成熟以及城市与区域模拟分析方法的日臻完善，使得兼顾大范围地理尺度与精细化单元成为可能（图 2）。“大模型”是一种在大范围地理区域上建立的相对精细尺度的城市、区域分析与模拟模型。与传统城市与区域模型相比，“大模型”具有以下几个重要特点。

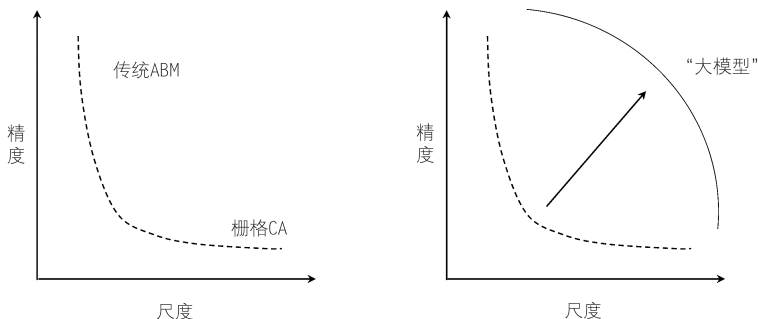


图 2 传统模型与“大模型”对比

资料来源：龙瀛等，2014。

(1) 兼顾研究范围和模拟精度。在传统数据环境下，受数据收集方法的限制，城市研究往往在尺度和精度之间进行折中（图 2 左）。受益于新数据环境，大模型能够兼顾研究尺度和计算单元（图 2 右：大空间、细精度），因而空间覆盖可涉及城市群或更大空间范围，基本研究单元可细化至地块、街区或街道等空间单元以及居民、家庭、企业个体等社会单元。

(2) 由大规模数据驱动。相对于以统计小区、交通分析小区、行政区、具有共同特征的人群等作

为基本研究对象的传统分析模型，“大模型”既可以地块、街区或乡镇为基本空间单元，也可以城市活动主体如居民个体、家庭或企业等为基本社会单元展开分析和模拟。这样的数据精度对数据量产生了极大的要求，因而大规模数据驱动是“大模型”成立的必要条件。

(3)整合点和面，兼顾城市内和城市间。“大模型”的研究对象多为涵盖大量城市的“城市体系”。在传统的区域研究中，城市体系中的城市大多被抽象为点，侧重分析城市间的相互作用和联系；在传统的城市研究中，单个城市则往往被当作“面”来深入研究内部诸要素的关系与作用机制。大规模数据驱动的“大模型”则可兼顾两者，通过整合区域和城市的点、面相互作用，在精细尺度上对大量城市样本进行分析模拟。在研究分析的过程中，除了可对城市内部的发展动态进行解析外，还可关注城市间的“网络”，较好地兼顾了城市内和城市间的综合分析。

“大模型”作为新的研究范式，除了可归纳城市一般规律外，还可用于揭示地区差异，因而有利于完善已有理论或提出全新理论。此外，由于涉及更多类型的城市，“大模型”还可以缓解大小城市之间的技术数据鸿沟，改变目前业界较少关注中小城市的现状。

在应用方面，“大模型”目前主要有以下几个方向。一是进行大、中、小各种尺度城市的分析。如龙瀛等于2014年利用全国路网测绘数据和POI数据，对全国654个县级及以上城市进行了地块尺度建成区的界定，并与其他建成区界定方法一一对比（图3）。二是从人的视角进行精细化分析与模

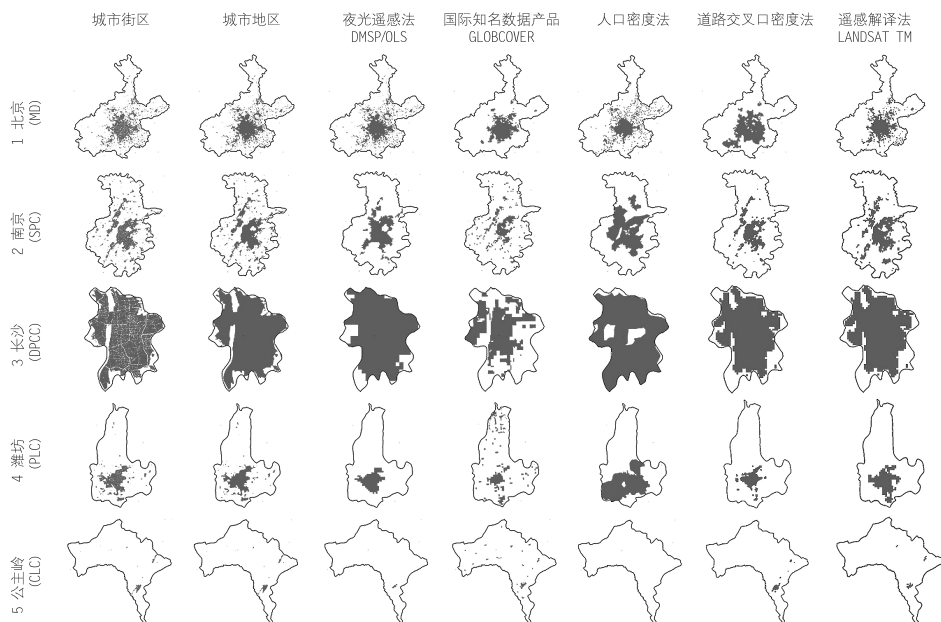


图3 大模型应用：对中国多城市建成区界定对比

资料来源：龙瀛等，2014。

拟。如龙瀛与周垠于 2016 年利用路网数据、手机信令、地图兴趣点 (POI)、现状用地分类和现状建设用地等数据,从人口密度等方面对成都街道活力进行量化评价(图 4)。三是将城市内尺度汇总的指标与宏观城市指标进行计量分析,以丰富城市理论。如龙瀛、沈振江等于 2014 年基于“大模型”思路,利用开放数据构建了可自动空间化和合成人口属性的系统,最终生成全国地块尺度的居民空间分布和属性信息(图 5)。

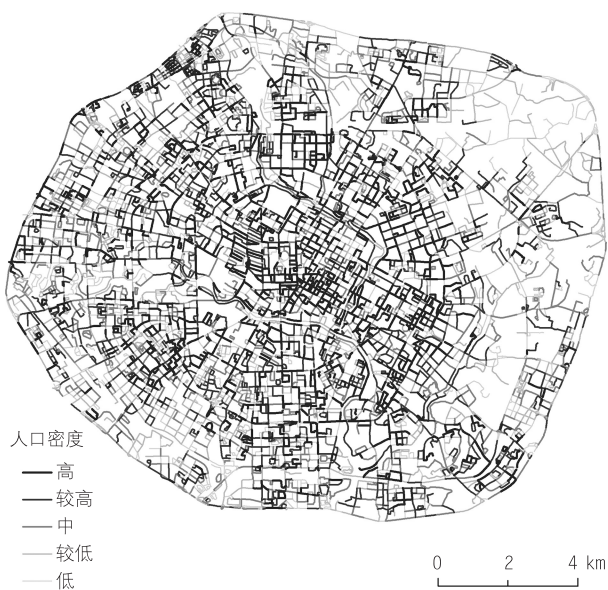


图 4 大模型应用:成都街道活力量化评价

资料来源:龙瀛、周垠,2016a。

“大模型”为城市研究带来了革新,却同样为城市定量研究带来进一步的挑战。当前定量城市研究正面临着多现状研究少远景判断、多客观认识少规划启示等问题,待进一步的深化应用。

3.2 基于开放数据的研究

针对不同的开放数据,城市研究者展开了不同的研究。首先是政府开放数据,主要的研究成果有模拟中国城市的扩张过程,覆盖全国所有城市的地块尺度的城市增长模型(Long and Wu, 2017),全国街道尺度人口对 PM2.5 的暴露评价(Long et al., 2014),地块尺度建成区界定(Long, Shen and Jin, 2015)等等。以上研究由于均具有一定的尺度,而“大模型”可保证尺度与精度,使研究结果具有较大的使用范围,因此“大模型”是以上研究的重要抓手。

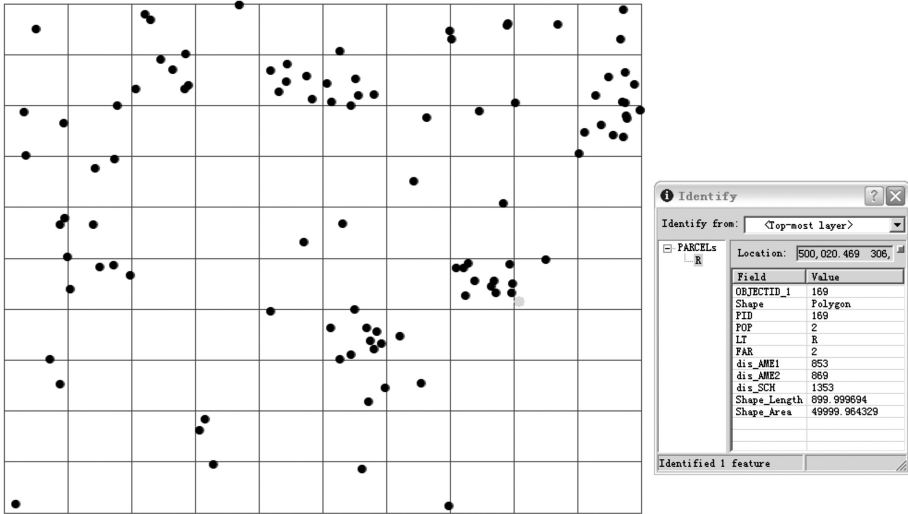


图5 大模型应用：全国地块尺度人口空间化与属性合成系统

资料来源：Long and Shen, 2014。

此外，城市研究者基于微博数据也进行了相关的研究，如基于微博数据的北京空间混合使用情况研究（Long and Liu, 2013），基于新浪微博数据的规划圈识别以及京津冀地区舆情分析、长辛店老城情绪地图分析等研究。

总体而言，尽管业内已有一定技术积累与学术成果，但基于开放数据的研究仍处于起步阶段。由于数据精确度与数据量大小问题，该领域的研究仍有较大的发展提升空间。

3.3 基于大数据的研究

一是公交一卡通刷卡记录数据。目前所进行的研究主要有利用公交刷卡数据分析北京通勤与职住关系，并据此探讨北京职住空间结构的合理性（龙瀛等，2012）、北京通勤效率评价（Zhou, Murphy, Long, 2014）、地铁里灰色人群的识别分析（王良、茅明睿，2016）、极端出行人口分析（Long, Liu, Zhou et al., 2015）等。

二是手机信令数据。这个领域的研究主要有几个方面。首先是引用手机数据提取个体行为轨迹，进行个体行为识别；其次是在此基础上分析城市空间结构及与城市环境之间的互动机制。如以上海为例识别城市中心结构，对城市中心体系进行了评估（钮心毅等，2014；晏龙旭等，2016）。利用手机信令数据，从职住关系、通勤行为、消费休闲行为等视角，从个体角度对城市建成环境进行了综合评价（王德等，2015）。

此外是通过与 TalkingData 合作获得的基于智能手机 APP 采集的 LBS 和用户标签数据。运用这些

数据，目前已进行的研究有基于多源数据的回龙观出行与职住分析（储妍等，2017）、北京通州行政副中心研究（周垠、龙瀛，2016）等。

而通过与阿里巴巴等电商的合作，茅明睿等人于2014年进行了一系列基于人的行为数据对人的性质、特征进行画像的研究，简称“市民画像”。

4 规划应用

4.1 认识城市规律——理解

城市规划研究是以城市各类空间资源要素为对象，揭示现象、描述特征并解释机制的过程，是科学开展规划决策的必要步骤与有效手段。

过去利用数据认识城市规律通常运用到的传统数据有统计资料、问卷调查与基础地理信息，反映的是特定时间节点上静态的、局部的城市社会经济规律。随着具有时空行为信息的新数据在城市研究中的应用，其所具有的样本量大、动态性、时效性、精细化与多样化特点，为城市规律的挖掘带来新的视角与维度，使得诸多原来难以定量分析或不被关注的研究，如个体时空行为追踪、趋势分析、传统规划理论假设验证、基于互联网的新空间运行形势等变得可能。尤其是新数据带来的研究范式的革新，使得城市研究在满足精细化的同时大大拓宽了尺度。更如人本尺度城市形态（human-scale urban form），为更细致研究城市形态提供了新途径与新方法。除了研究范式的革新外，新数据同样为科学开展规划决策提供有效抓手，现已开发的应用如人迹地图、社会感知的心情地图等都是城市规律实证认识的应用。

尽管新数据拥有许多优点，但与传统数据相比，仍存在数据有偏性明显、缺乏个体社会经济属性等不可规避的缺陷。新数据虽长于分析城市现象中的特征关系，却短于揭示现象背后的原因。因此，为了更好地理解城市、认识城市规律，新数据应与传统数据结合使用，以提高研究数据的质量和研究内容的深度。

4.2 规划编制——创造

龙瀛与沈尧在城市定量研究新范式“大模型”的基础上提出了“数据增强设计”（Data Augmented Design, DAD）。它是一种以细尺度设计为基础，同时对各个尺度效应进行精准了解与评估的设计模式，是“大模型”理念在规划设计方面的深化与发展（龙瀛、沈尧，2015）。它以定量城市分析为驱动，通过数据分析、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（图6），以提高设计的科学性，激发规划设计人员的创造力。

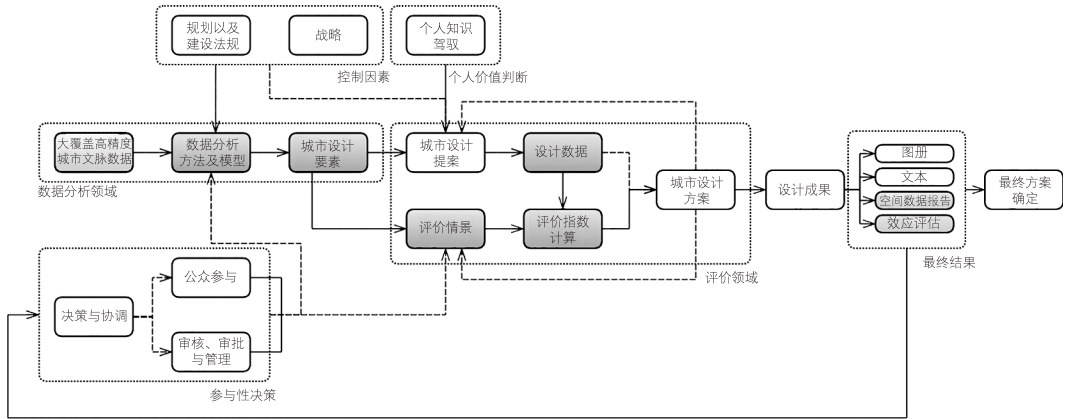


图 6 数据增强设计过程

资料来源：龙瀛、沈尧，2015。

DAD 从本质上与过去的计算机辅助设计 (CAD) 及地理信息系统 (GIS)^①一致，是一种新的规划设计辅助方式。DAD 的设计框架为 TSP (time-space-people) 模型，主要由大尺度城市设计的时间、空间与人三维度构成 (图 7)。其中，每个维度都可以细分为尺度与粒度两个刻画指标 (图 8)，并能在尺度与粒度间自如调度。例如时间维度中尺度涵盖各年份、粒度精确到以年为单位；空间维度的尺度则为整个设计范围，粒度达到街道甚至单体建筑；而对于人的维度而言，尺度涉及范围内的居民及访客，粒度为不同属性的人群或者个人。

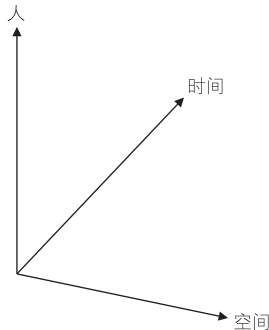


图 7 大尺度城市设计的 TSP 模型

资料来源：龙瀛、沈尧，2016。

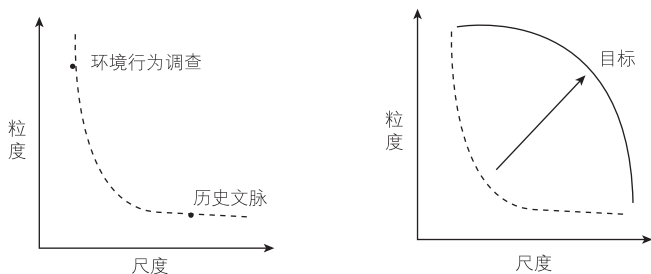


图 8 新数据环境为城市设计中尺度与粒度的折中带来机会

资料来源：龙瀛、沈尧，2016。

目前，该方法论主要在清华大学设计课上进行探索，已产生如“街道城市主义”（Street Urbanism）、“图片城市主义”（Picture Urbanism）等多个细分新理念。“街道城市主义”倡导以街道视角而非传统的地块视角切入设计。该理念认为，街道作为城市的骨骼，对城市的建设起到支撑作用，它连接了作为肌肉的地块与城市，使城市迸发出真正的活力。在“街道城市主义”的指导下，以街道为单元的城市空间分析、统计和模拟的框架体系被建立。“图片城市主义”则认为图片是一种在近期将得到高度重视的城市数据源。它倡导以能够反映客观环境和主观认知的大规模图片作为数据基础进行城市量化研究。在应用层面，该理念可投入于城市意象识别、空间品质评价、城市活力评估和城市色彩分析等领域。

在具体实践方面，DAD 理念已在增量设计案例——北京行政副中心和雄安的总体城市设计及存量设计案例——上海城市设计挑战赛中得到应用。

对于增量设计而言，DAD 可起到探索规律、辅助设计的作用。其中，在数据稀缺场地探寻“城市生长基因”为 DAD 的一个细分。如在北京行政副中心城市规划设计项目中，场地稀缺基础数据，无法进行进一步的规划设计。因此借鉴 DAD 方法论，该项目将北京视为生命体，从历史数据中探索“城市生长基因”，从而对北京未来城市形态和活力展开定量分析与预测。此外，该项目还借鉴规划目标相似的已建成优秀案例，关注其体现的开发、形态、功能与活力的关系，识别不同类型城市形态的优秀基因，从中总结一般性规律并提取模式，以支持新区设计方案的评价和优选（图 9）。借鉴通州案例，周垠、龙瀛于 2016 年以成都为研究案例，通过约束性元胞自动机、BUDEM 模拟等方法模拟城市扩张，分析行政中心迁移对城市用地扩张及新中心周边活力的影响，从而预测北京行政副中心周边城镇用地扩张速度和城市活力变化情况（周垠、龙瀛，2016）。

对于存量设计而言，DAD 除了能起到探索规律、辅助决策的作用外，还可以提供有助于沟通协作的信息平台。以曹哲静等人在上海衡复城市设计竞赛中的作品为例^②。在整个项目中，数据一方面提供了时空分析的基础，另一方面也成为可供多主体协作沟通平台搭建的基础。该项目的基地在上海衡复历史街区，拥有深厚的历史人文底蕴，其现存的风貌是多种历史事件演进与长期空间干预叠加的结果，

因而涉及多主体、多产权、多价值观的碰撞与融合。由于在规划更新时需要多主体进行全盘考虑，该项目借鉴 DAD 理念，在多维数据的帮助下搭建了测度空间数据的动态反馈平台并最终得出规划引导。测度平台的搭建为空间干预制造了反馈机制，在设计主体与客体之间搭建了沟通的桥梁。

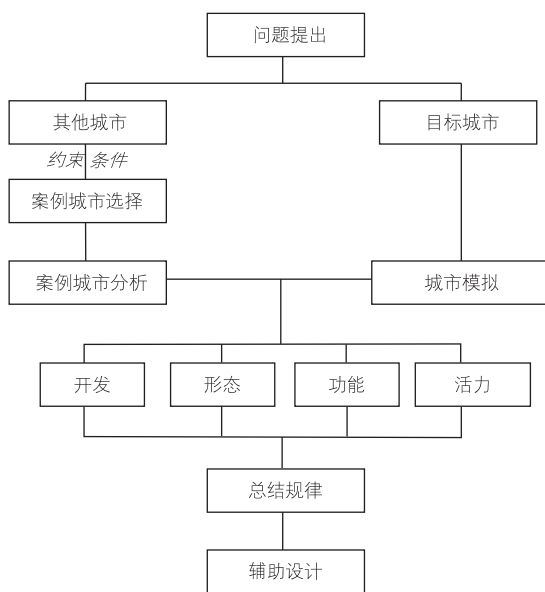


图9 “城市生长基因”分析过程

由此可见，无论是增量设计还是存量设计，新数据构成了容量巨大的数据库，可为传统规划设计编制提供实时的数据支撑，使设计结果更科学、可信与可沟通；另外，在上海衡复城市设计竞赛项目中亦可体现，新数据为实现“以人为本”的人本尺度规划设计带来了极大的便利。在过去传统设计中，政府公开数据与问卷调查为主要数据来源，尤其是问卷数据具有极强针对性与准确性。但获取难度大、更新慢等特征妨碍了人本尺度规划设计的推进与发展。与之相比，新数据是被动采集的数据，小至个体行为、大至城市空间均可实时获取。但此类数据往往非规划行业针对性数据，需要经过专业技术人员处理后方可被运用。即便如此，只要突破技术难关，人本尺度规划设计便可成为行业基础要求。

4.3 规划设计评价——评估

新的数据环境下，规划行业发展三阶段为“理解—创造—评估”。故规划设计评价同样是新数据在城市规划中的重要应用。新数据环境正推动静态式、片段化、物质空间为主的传统规划评估向社会经济综合评估转变（席广亮、甄峰，2017）。

目前规划评价主要关注于城市增长边界（Urban Growth Boundaries, UGBs）评估与城市空间结构

评估。其中，城市增长边界是我国城市规划实施评价关注的重点内容。过去利用传统数据，主要从物质空间角度对规划效果进行评价，如运用遥感的手段观测城市的扩张与再开发。而新数据的产生则提供了从与人类活动、移动有关的社会空间维度进行评价的可能，如微博数据、百度热力图、公交地铁刷卡数据、浮动车数据、人类活动热点、土地使用强度等。但新数据存在的问题同样在于它并非为规划量身定做的数据，需要经过运算处理方能转化为可为规划使用的数据。

目前已取得成功的评价实践有基于规划许可数据的城市增长边界实施评价（龙瀛、韩昊英等，2015）、基于人类活动移动数据的城市增长边界实施评价（Long, Ham and Tu et al., 2015）、城市内部空间的反现实模拟（龙瀛、周垠，2016b）、基于城市之间联系数据对区域规划结构的评价与街道的绿化评估等。值得一提的是，新数据对传统数据并不是替代作用，传统数据与新数据共同构成了规划评价的手段，两者的结合大大增强了规划评价的科学性、完整性与人文性。

5 城市规划云平台：存量规划时代新的规划形式与技术基础

5.1 规划行业未来方向：数据平台支持下的人本主义存量规划

“转型”是规划行业近年来的主题词。在过去，中国的城市规划行业很大程度上是依附于土地财政的行业，规划行业蓬勃发展的十多年也是中国城镇化加速、房地产行业火热的十多年。随着中国人口红利消失，经济发展进入新常态，规划也进入存量时代。在存量规划时代，土地财政逐步落幕，规划行业过去的商业逻辑、行事规则亦被改变——以城市更新、社区营造为代表的新的规划类型，使规划的服务对象变成了项目范围内的居民，居民个体成为精准服务对象。因而规划的目的也渐渐向提升城市品质和活力迈进，居民个体特征、需求、偏好与行为模式成为规划前期研究的重要内容。

数据技术时代的来临为实现以人为中心的存量规划带来支撑。2015年，阿里研究院在《互联网+：从IT到DT》中指出：“世界正从IT（信息技术）走向DT（数据技术）。DT时代以服务大众、激发生产力为主。”DT时代的本质是传统产业的在线化和数据化。对于规划行业亦然，在具备便利与低廉的数据条件和运算能力后，互联网化的边际成本趋于零，必将走上开放、流动与平台化。

数据化与平台化对规划行业的革命性意义不言而喻，如何顺应并利用DT时代成为规划行业内部亟待自我升级与变革的关键命题。在过去传统信息数据以获取成本高、更新慢的遥感数据、年鉴数据等为主，反映人活动移动的行为数据难以获取。此外，传统的规划信息是内向、封闭的。各大规划院与机构手中掌握的资源具有极高封闭性，各院之间具有信息壁垒。如今，传统规划院的部分业务已具备平台化的条件，具有经济价值的案例业已出现。北京市城市规划设计研究院搭建的城市规划云平台CITYIF正是其中一例。

5.2 城市规划云平台的内容与组成

城市规划云平台 CITYIF 是北京市城市规划设计研究院于 2014 年搭建的服务于政府、市民、规划师的云平台。该平台可分为三个部分：数据云平台、智慧云平台和动力云平台，目的在于实现数据汇集、智慧汇集和动力汇集三大功能^③。

(1) 数据云。数据云的任务是实现互联网上微小元素的集成，包括所有新数据以及提供驱动新数据的技术、工具和应用系统。在数据资源层面，主要有人迹地图规划分析平台中搭建的数据库，还有以“大模型”工作为代表的大量开放、半开放数据及通过 CITYIF 地图向公众采集的众包数据。除此之外，数据云中还有在整个平台运转过程中通过合作、数据交换等方式获得的其他非涉密数据资源。

(2) 智慧云。智慧云的任务为构建规划师之间智慧汇集与分享的平台。目前，已有微博、微信、网络论坛、虚拟社区等分享平台。智慧云的任务是在这些平台的基础上建立知识库与智库。

“知识库”通过采集和语义分析，对分散在各个新媒体平台的文章、发言、观点进行提炼、归纳、建库，将略显空洞的“规划师智慧”变成真正实用的“知识库”。而“智库”则是汇集城市规划和相关研究领域的资源，包括项目、数据和场所等，并利用这些资源展开合作，如与高校开展人才培养、课题合作及课程设计等，与研究者开展研究合作和新媒体撰稿等。

(3) 动力云。动力云旨在实现规划众包、动力汇集与公众参与的全社会化和全过程化。云平台将促成更多自下而上的微动力汇聚。它是自上而下与自下而上的联系平台，更是各方面各层次动力的汇集平台。目前比较成熟的案例有深圳市规划设计研究院推出的“城市梦工厂”项目。该项目于 2016 年聚合深圳本土诸多优秀企业和社会组织，启动“种子计划”，孵化了聚焦于城市安全、城市更新、智慧城市、海洋生态修复和绿色基础设施运营五大领域的第一批城市创新项目。北京市城市规划设计研究院云平台创新中心亦通过相关项目培育和孵化社区营造中心，在招募设计力量的同时建立与国有资产管理集团的资源库，以此来连接政府、市场、社会等多方力量，共同推动城市更新与治理，创造社会与市场价值。

6 结论与建议

6.1 收获与经验

正如前文所述，新数据已应用在城市规划与研究的方方面面。对于城市规划来说，新数据既是资源探索，更是研究范式，还引发了理念创新，在实践中形成了应用系统。下面将对近几年在这几个方面的收获与经验进行简单的总结。

(1) 资源探索。新数据对于城市规划与研究而言，首先是一种资源。相对于传统数据而言，新数据具有样本量大、动态性、时效性、精细化、多样化等特点，在个体行为捕捉、样本容量、研究尺度、

趋势预测、规律发现等方面更具优势。但由于缺少精细的个体社会属性数据,新数据虽擅长进行特征关系分析,却较难触及机制分析。因此,新数据与传统数据的结合正日渐成为业内数据使用趋势,以期彼此配合提高研究数据质量,发挥各自优势。

另外,在数据资源获取方面,经过几年的探索,业内基本熟悉了解数据源的种类与性质,同时也掌握了一定的智能获取多源数据的技术方法。对于规划行业如何与互联网公司合作等现实问题亦有一定的思考成果。

(2) 研究范式。除了资源外,新数据同样为城市研究带来范式革新。基于新数据环境,笔者将新数据驱动下产生的城市研究新范式提炼为“大模型”。“大模型”能兼顾研究的尺度与粒度,因而在保证研究粒度的前提下,为城市定量研究带来了尺度的拓展。

(3) 理念创新。伴随着新数据在城市规划实践中的应用,一些新的理念诞生,如数据增强设计、人本尺度城市形态、街道城市主义以及图片城市主义等。这些理念在实际的规划设计中也已有所应用,如北京行政副中心城市规划设计、雄安总体城市设计及上海城市设计挑战赛衡复历史片区更新改造等。在实践中更是诞生了如“城市生长基因”等可直接应用于规划设计的理念细分。

(4) 应用系统。基于大数据与开放数据的规划综合应用平台同样是规划行业拥抱新数据的收获与积累。其中,北京市城市规划设计研究院搭建的城市规划云平台 CITYIF 是较典型的一例。此系统实现了规划师、政府及市民的在线互动,是真正意义上基于“互联网+”的公众参与式规划。

由此可见,经过这几年的探索,规划行业不仅仅收获了新的数据资源、新的技术,更在认识论和方法论上得到了补充与更新。新数据作为一种辅助式的手段与资源,正对城市规划及研究产生巨大的影响。

6.2 反思

新数据为城市规划与研究带来新视角、新动力的同时,也由于数据使用不规范带来了一系列经验教训。在城市研究方面,主要面临的教训是数据使用方法不当产生的“大错误”(big error)及一系列道德伦理问题。首先是数据质量及使用方法,如数据收集失真、数据缺失、数据不具备代表性、一致性及可靠性等问题所带来的“大错误”(Liu, Li and Li et al., 2016)。其次是伦理道德、个人隐私的问题。在城市规划实践领域同样出现了盲目使用数据,为数据而使用数据的现象。方法严谨性上考究不足使得最终的结果良莠不齐。

总体而言,这些问题的产生与不科学、不规范的数据收集和处理过程有关。不能科学使用数据,就无法科学指导城市规划研究与应用(Liu, Li and Li et al., 2016),因此我们必须进行以下几点反思。

(1) 数据处理、分析方法的科学性。在过去,由于学者对数据供应方了解不足,如未意识到商业作用为主的大数据具有不完整性等,致使对大数据的质量和偏差把握力度不够,从而造成了研究偏差。因此,亟待探索更为可靠的技术方法以减少数据偏差。这一方面要求学者对数据提供方有更深的了解,

对可能存在偏差的地方了然于心；另一方面要求学者能够评估数据质量，了解所获得数据的运用程度。此外，对无法规避的偏差所采取的应对措施同样重要，学者应该对偏差的纠正做进一步的考量，如重新厘清研究范围、在后续讨论中做针对性的分析等。

(2) 数据供应方的合作模式。目前数据供应者（通常是互联网机构）往往会因所提供的数据涉及自身核心利益等原因，而对提供的数据进行处理，从而对数据的准确性产生一定程度的影响。因此，在合作期间，应注意进行更为严格的研究设计，以减弱数据误差带来的影响。同时，规划行业也应与数据供应方建立良性的合作模式，一方面规划研究者需要数据供应方的帮助，另一方面也能为数据供应方提供相应的服务。目前，在其他学科领域已有与数据供应方达成较为良好合作模式的成功经验，城市规划领域也应该逐步形成更为成熟的合作方式。

(3) 不能完全摒弃传统数据采集方式。包括手机信令数据、智能卡数据等在内的大数据存在不完整的问题，而其他大数据如社交媒体数据则会存在样本偏差问题。传统数据的意义在于运用科学的传统抽样调查可收集到更加详细的信息，如社会经济特征，从而使数据更有代表性。因此，传统数据不应被彻底取代，大数据与传统数据应结合使用。目前业内已有许多学者采用这样的方法，如智能交通刷卡数据及居民日志的结合（Long and Thill, 2015）。

(4) 数据的校验。可通过多源数据对数据进行校验，从而提高数据的代表性和可靠性。虽然来自不同数据源的数据会有更复杂的数据结构和处理过程，但它可以保证数据的稳健性及科学性。

(5) 研究伦理的审查不可忽视。无论是政府机构，还是大学研究机构，甚至个人研究机构，都应该保护好个人的隐私以及保证公众的知情权。目前，在城市研究领域，对于研究伦理方面的审查还不足。事实上，研究伦理审查同样是对研究机构与研究者的保护。因此，业内应规范数据使用原则规范，对那些有隐私泄露倾向的数据源获得途径进行规范与管理。但由于伦理审查边界的模糊性，如较难界定哪些是侵犯隐私的数据，目前研究伦理的审查仍处于摸索与讨论中。

6.3 对未来发展的判断

开放数据打破了政府对信息的垄断，各种传感器数据使规划人能够感知和观测城市各种设施的运行情况，而基于个体的时空行为数据和自媒体等数据则创造了一种感知社会、感知人类活动的数据库。在新数据的帮助下，城市规划的公众参与也从过往由规划师、城市管理者主导的自上而下的、小范围的问卷调查、规划公示，变成由公众自发形成的、普遍的、自下而上的行为。因而，新数据环境为存量规划时代中的精细化人本主义规划提供了支持，规划行业头一次具备了进行人本主义规划实践的条件。在可见的未来，“玩得转数据，下得去社区”将成为规划师的基本要求。

然而，当下利用新数据所进行的城市研究与规划应用多还处于现象描述、特征提取阶段。未来对新数据的进一步运用势必需要进一步的数据挖掘与分析方法进步，如基于神经网络的深度学习等。人工智能对规划行业的颠覆除了在数据挖掘与分析上，甚至还会在规划设计方案生成上。在已有海量数

据的积累下,人工智能生成技术性方案在未来有望实现。在下一阶段,机器学习与人工智能介入城市规划行业毋庸置疑并势在必得。因而,在新数据环境日益深化的背景下,规划行业改革迫在眉睫。这种改革不同于往日引进 CAD、GIS 之类的技术革新,而是从方法论上重新构建城市规划的理论基础、编制办法、技术指标与评价体系。但是这种改革单凭规划师群体难以实现,因而整个规划行业也要做好联合行业外资源的准备。

在过去,业界曾存在对新数据缺乏实践应用的质疑声,认为新数据的研究与实践是脱节的。但经过最近几年的实践探索,这样的质疑正被逐步击破。新数据环境下的城市研究不仅有研究与理念,更有平台和方法论,已有的实践案例即是最好的证明。笔者有理由相信,在不久的未来,大数据将不再是少数具有数据科学技能的城市研究者的专属物,不再是论文里静态的数字和图表,而是像 CAD 和地形图一样,每个规划师都会用,能投入生产的生产资料。而这也是数据时代下城市规划行业的自我变革与更新结果。

致谢

本文所介绍的案例来自多位合作者,在此表示感谢。

注释

- ① CAD 与 GIS 均为规划设计辅助方法,AutoCAD 和 ArcGIS 是分别针对这些方法诞生的软件。因而此处的 CAD 与 GIS 不指代某一类实体软件。
- ② 该项目获 2016 年上海城市设计挑战赛(衡复历史街区)二等奖。由清华大学龙瀛、陈宇琳及北京市城市规划设计研究院茅睿指导,清华大学曹哲静、刘钊启、刘希宇与香港大学陈金留等同学共同参与。
- ③ 北京市城市规划设计研究院施卫良在报告“微时代与云规划”里提出,规划云平台要实现数据汇集、智慧汇集和动力汇集。

参考文献

- [1] Liu, J., Li, J., Li, W. et al. 2016. "Rethinking big data: A review on the data quality and usage issues," IRPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115: 134-142.
- [2] Long, Y., Han, H., Tu, Y. et al. 2015. "Evaluating the effectiveness of urban growth boundaries using human mobility and activity records," Cities, 46: 76-84.
- [3] Long, Y., Liu, X. 2013. "How mixed is Beijing, China? A visual exploration of mixed land use," Environment & Planning A, 45(12): 2797-2798.
- [4] Long, Y., Liu, X., Zhou, J. et al. 2015. "Early birds, night owls, and tireless/recurring itinerants: An exploratory analysis of extreme transit behaviors in Beijing, China." Habitat International, 57: 223-232.
- [5] Long, Y., Shen, Y., Jin, X. 2015. "Mapping block-level urban areas for all Chinese cities," Annals of the American Association of Geographers, 106(1): 1-18.

- [6] Long, Y., Shen, Z. 2014. "Population spatialization and synthesis with open data," arXiv preprint, arXiv: 1409.0612.
- [7] Long, Y., Thill, J. C. 2015. "Combining smart card data and household travel survey to analyze jobs-housing relationships in Beijing," *Computers, Environment and Urban Systems*, 53: 19-35.
- [8] Long, Y., Wang, J., Wu, K. et al. 2014. "Population exposure to ambient PM2.5 at the subdistrict level in China," *SSRN Electronic Journal*.
- [9] Long, Y., Wu, K. 2017. "Simulating block-level urban expansion for national wide cities," *Sustainability*, 9(6): 879.
- [10] Zhou, J., Murphy, E., Long, Y. 2014. "Commuting efficiency in the Beijing metropolitan area: An exploration combining smartcard and travel survey data," *Journal of Transport Geography*, 41(41): 175-183.
- [11] 储妍, 茅明睿, 高硕, 等. 数据如何驱动设计——以回龙观社区品质提升为例[J]. *规划师*, 2017, 33(2): 81-89.
- [12] 龙瀛, 韩昊英, 赖世刚. 城市增长边界实施评估: 分析框架及其在北京的应用[J]. *城市规划学刊*, 2015, (1): 93-100.
- [13] 龙瀛, 李派. 新数据环境下的城市增长边界规划实施评价[J]. *上海城市规划*, 2017, (5): 106-111.
- [14] 龙瀛, 刘伦. 新数据环境下定量城市研究的四个变革[J]. *国际城市规划*, 2017, 32(1): 64-73.
- [15] 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.
- [16] 龙瀛, 沈尧. 大尺度城市设计的时间、空间与人(TSP)模型——突破尺度与粒度的折中[J]. *城市建筑*, 2016, (16): 33-37.
- [17] 龙瀛, 孙立君, 陶遂. 基于公共交通智能卡数据的城市研究综述[J]. *城市规划学刊*, 2015, (3): 70-77.
- [18] 龙瀛, 吴康. 中国城市化的几个现实问题: 空间扩张、人口收缩、低密度人类活动与城市范围界定[J]. *城市规划学刊*, 2016, (2): 72-77.
- [19] 龙瀛, 吴康, 王江浩, 等. 大模型: 城市和区域研究的新范式[J]. *城市规划学刊*, 2014, (6): 52-60.
- [20] 龙瀛, 张宇, 崔承印. 利用公交刷卡数据分析北京职住关系和通勤出行[J]. *地理学报*, 2012, 67(10): 1339-1352.
- [21] 龙瀛, 周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J]. *新建筑*, 2016a, (1): 52-57.
- [22] 龙瀛, 周垠. "梁陈方案"的反现实模拟[J]. *规划师*, 2016b, 32(2): 135-139.
- [23] 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.
- [24] 王德, 钟炜菁, 谢栋灿, 等. 手机信令数据在城市建成环境评价中的应用——以上海市宝山区为例[J]. *城市规划学刊*, 2015, (5): 82-90. DOI: 10.16361/j.upf.201505010.
- [25] 王良, 茅明睿. 地铁里灰色人群的识别分析[C]. 北京: 2016中国城市规划年会. 2016.
- [26] 席广亮, 甄峰. 基于大数据的城市规划评估思路与方法探讨[J]. *城市规划学刊*, 2017, (1): 56-62.
- [27] 晏龙旭, 张尚武, 王德, 等. 上海城市生活中心体系的识别与评估[J]. *城市规划学刊*, 2016, (6): 65-71.
- [28] 周垠, 龙瀛. 数据增强设计下的北京行政副中心评估[J]. *上海城市规划*, 2016, (3): 1-8.