

# 国内城乡规划领域大数据方法的应用进展与展望\*

聂晶鑫, 刘合林

**摘要:**近年来,基于“大数据”的研究与应用成为规划领域的热门话题。基于文献分析,梳理了当前规划领域内大数据方法的应用预期、认知共识、技术框架以及规划研究与实践中的具体技术操作,从理论研究与项目实践两方面,总结了各自领域内的具体应用与技术操作进展,提出大数据方法的应用存在理论上的适用性与规范性不足、实践中的严谨性与协调性有待整合的挑战;同时从理论解释框架的完善与规划实践中的数据定制服务、实施评估、动态监测等方面展望了大数据的应用前景。认为大数据方法对于推进规划量化研究与规划实践工作的科学化具有积极作用,但如何更好地嵌入到空间规划支撑体系中仍需进一步的理论建构与技术探索。

**关键词:**大数据方法,城乡规划,规划决策,应用,展望

2012年5月,联合国发布了《大数据带来的挑战和机遇》,预示着大数据时代的来临。一般认为,大数据具有“4V”特征,即数量(Volume)、类别(Variety)、速度(Velocity)和价值(value)<sup>[1]</sup>,是通过新技术从海量数据中获取前所未有的价值的一种新的数据综合形式。由于巨大的前景,我国开始大力推进大数据发展。大数据环境的完善为城乡规划领域内的大数据应用提供了良好的契机,有利于改变城市规划领域定量研究相对匮乏的困境,其在趋势预测、规律发现方面的优势引起规划从业者的极大兴趣。近年来,大数据方法应用在城乡规划领域内逐步开展,应用深度与广度上均有一定的突破。有必要对研究现状进行总结,从而推动大数据在城乡规划领域应用的深化,并给研究实践人员以借鉴。本文在总结现有研究与实践成果的基础上,认为当前研究主要聚焦于大数据在规划行业中的应用可能性、应用的技术框架、研究与实践中的具体应用方法技术等方面,并据此展望下一阶段大数据在城乡规划领域深入应用的可能方向及挑战。

## 1 城乡规划中应用大数据方法的可能性

大数据为提升城乡规划学的量化和科学性创造了机遇<sup>[2]</sup>,可能推动城乡规划研究从感性走向理性、从静态走向动态、从宏观走向微观。带着这样的憧憬,“大数据”在城市研究领域掀起一股热潮,诸多学者抱有乐观态度。吴昊等预想了大数据在规划评估、公众参与、城市生态评价、公众健康影响机理等领域的应用前景<sup>[3]</sup>;叶宇等认为大数据将有助于规划编制的实时性、参与式、智能化与协同化<sup>[4]</sup>;还有学者结合智慧城市建设,构建了指导后期进一步深入研究的框架体系<sup>[5]</sup>。也有学者持有审慎的观点,认为大数据应用主要变化将是定量研究技术、方法方面的局部突破<sup>[6]</sup>。

\*青年千人计划基金(D1218006)、湖北省技术创新专项基金(2017ADC073)。

## 2 城乡规划中应用大数据的技术探索

### 2.1 大数据 VS 小数据

在规划决策中应用大数据,首先需要认识清楚的是大数据与传统小数据的关系。传统小数据主要基于统计资料、问卷调查、基础地理信息及访谈,反映了特定时间节点上静态、局部的社会经济状态,存在样本较少、研究范围狭隘、成本较大等缺陷<sup>[7]</sup>。与之相比,大数据具有样本量大、动态性、精细化、多样化等特点,能从整体上把握事物的发展规律与特征。因此,大数据能够在规划理论研究与实践带来新的突破。比如,对传统规划理论假说的验证、测度传统社会调查分析难以观察到的电商空间、流空间等新空间运行形式,增加理解城市空间结构与个体行为的维度、使大尺度与精细化的研究变得快速及时。

大数据也具有自身的缺陷。首先,大数据并非真正的全样本,数据对象往往集中于特定群体,容易掩盖其他群体需求的差异。其次,大数据来自于不同的部门,获取完整的数据存在一定难度。最后,大数据长于分析城市现象中的特征关系,却难以揭示背后的原因,弱化了传统的计量统计和质性分析方法<sup>[8]</sup>。此外,还存在冗余处理、隐私安全等挑战。对此,学者们持有不同看法,但普遍的共识认为二者应当相互验证相互辅助<sup>[9]</sup>。利用大数据方法改进弥补原有的调查方法,能够更全面深入的剖析经济社会运行规律,有助于提高规划决策的精确性与科学性。

### 2.2 规划实践中应用大数据的技术框架探讨

大数据的具体应用,需要在兼顾大数据本身处理方式的基础上,结合规划编制、实施、评估与管理的技术特征进行整合。在 workflow 方面,从城市规划的需求出发,构建了基于应用层、知识服务层、智力资源层、基础设施层的系统架构<sup>[10]</sup>,强调数据处理应服从规划编制过程中不同生命周期阶段特征<sup>[11]</sup>。

在规划方法与技术变革方面,规划理念向满足主体需求、解决城市问题的导向转变<sup>[12]</sup>。龙瀛等从支持城市规划与设计的方案形成角度出发提出“数据增强设计”理论与大模型的研究范式<sup>[13,14]</sup>;赵珂等通过构建由数据分析平台和设计交流平台构成的大平台来达成参与式的地理设计<sup>[15]</sup>;段冰若等提出通过微观数据分析聚类的用地功能研究方法<sup>[16]</sup>。技术手段上,数据驱动成为继 CAD、GIS 后城市规划新技术方法升级的新动力<sup>[17]</sup>,相关大数据技术工具逐步引入到城乡规划领域,但实际应用数量仍然有限(表 1)。数据清洗与挖掘方面的工具应用不多,这与现有研究数据的容量有限、属性单一有关。

在规划管理与评估方面,摸索了数据平台辅助城乡规划管理与决策的路径<sup>[18]</sup>。期待大数据方法推动传统规划评估向社会经济综合评估转变,从动态监测与实施成效评估两方面对城市物质空间、主体日常活动、服务设施运行等要素进行监测分析<sup>[19]</sup>。

上述技术路径多数仍处于理论建构与技术攻关阶段,相关成果不断涌现,但系统性的成果仍有待规划实践的检验。

表 1 城乡规划领域大数据处理技术工具

阶段	常用工具	工具特性介绍	学习难度
数据获取	火车头采集器等	实现数据自动化采集、编辑与规范化	适中
存储与管理	Hadoop 等 MySQL 等	用于在计算机集群上分布式存储大型数据集 关系型数据库管理系统	较难 适中
清理与挖掘	OpenRefine 等	用于清理杂乱数据的开源工具，可以快速地探索巨大的数据集	较难
分析	ARCGIS 等	空间分析与可视化软件	简单
	Ucinet 等	社会网络可视化分析工具	简单
	SPSS 等	统计学分析的主流软件	适中
可视化	Tableau	商业智能数据可视化工具，可用于创建多种类型的图表	简单
	D3.js 等	用来做数据可视化 JavaScript 的函数库	较难
数据语言	R	统计计算和图形的语言，是一套数据处理、计算和制图软件系统	难
	Python	编程语言，可以完成数据爬取、清洗、分析与可视化等众多工作	较难

注：此处仅选取现有应用中的常见工具，其学习难度针对于传统规划从业人员而言。

### 3 城乡规划研究与实践中的大数据应用

总体上，现有的大数据在城乡规划领域的应用已从概念辨析与应用设想转向初步应用阶段，随着研究的深入，大数据的应用领域愈发多元。笔者分别从城乡研究与规划研究、城乡规划实践两方面对当前的研究成果进行总结梳理。

#### 3.1 大数据在城乡研究与规划研究中的应用

城乡研究和规划及相关领域研究是以城乡各类空间资源要素为对象，揭示现象、描述特征并解释机理的过程，是科学开展规划决策的必要步骤与有效手段。大数据的应用丰富了数据的类型，拓展了研究者的视野，使得诸多原来难以定量分析或不被关注的问题的研究变得可能。从应用的数据类型上看，目前的研究涵盖了丰富的数据种类，并呈现着不断扩展的趋势，物联网数据、互联网数据与规划中的大数据都有广泛涉及<sup>[21-27]</sup>（表 2）。从 GIS 空间分析方法到大数据分析的分布式运算工具、从传统的指标评价到复杂网络分析方法，越来越多的定量分析方法被应用进来；数据的可视化效果越来越受到重视，GIS 软件由于空间分析与可视化的突出优势，仍然是规划大数据研究中不可或缺的工具。研究领域上，除了数据自身属性的挖掘外，研究集中于城市整体与特定功能区识别<sup>[28,29]</sup>、城市与区域功能体系与网络结构测度<sup>[22-25]</sup>、城市建成环境评价<sup>[21,30]</sup>、城市通勤与任职关系<sup>[20,31]</sup>、时空行为探测<sup>[20,22]</sup>等规划领域的重点问题，公共参与<sup>[26,27]</sup>、城市公共安全管理<sup>[32,33]</sup>也受到关注。各类传感器获得的物联网数据结合人工智能方法成为新的探索方向<sup>[30]</sup>。

表 2 规划研究中大数据的应用探索

数据类型	分析方法	研究主题	
物联网大数据	公交（地铁）刷卡数据、单车数据	复杂网络、层次分析、时间序列聚类	城市功能区识别、职住关系与通勤分析
	出租车 GPS 数据	SQL 数据库、GIS 空间分析与可视化	交通量预测与路网容量、交通热区探测、城市功能区识别
	手机信令数据、基站数据	GIS 空间分析与可视化、指标评价、局部线性回归	城市空间结构特征、节日客流分析与预警、城市建成环境评价、就业中心体系识别
	电子商务数据	多元回归分析	城市体系格局测度
互联网大数据	微博签到与转发数据	GIS 空间分析与可视化、文本分析、社会网络分析	城市功能空间组织、公共参与、应急管理
	百度地图(热力图)	指标构建与统计分析、GIS 空间分析	职住关系分析、城市空间结构分析、多中心体系分析、城市交通等时圈
	房价数据	GIS 空间分析、时间序列分析	城市空间要素特征、地价模拟
	地图兴趣点 (POI)	GIS 空间分析、步行指数	城市功能区特征、生活便利度评价、城市建成边界识别
	百度指数	参量替代与指标模拟	城市网络体系分析
	百度迁徙数据	GIS 空间分析与可视化	城市间人口流动格局
	大众点评数据	指标评价、GIS 空间分析	餐饮业空间格局、景区运营评价
	互联网照片	评价体系构建、回归分析、机器学习、神经网络	街道空间品质评价、城市意象解读
规划中大数据	利用新媒体技术生产数据	数据采集与分析	规划公众参与、城市应急管理
数据综合利用	多源数据	GIS 空间分析、系统架构、数据增强设计方法论	城市建设评估、城市规划决策支撑数据集成

注：资料收集整理自相关文献与公开资料。

当前的研究仍处于探索阶段，应用集中在 4V 中的数量 (Volume)、类别 (Variety)，数据价值挖掘不足。数据源由单一走向多源，但主要还停留在现象识别和简单机理的推断，对深层次机理探索 and 知识发现明显不足，这可能与目前仅仅停留在数量 (Volume) 这一层面有很大关系。具体来讲，研究内容集中于功能空间识别、功能体系测度、建成环境评价等方面，侧重定量揭示对象特征、缺乏理论解读与推导，使得分析结果可借鉴性不强；数据类型上，手机信令数据、微博数据、地图兴趣点 (POI) 数据应用较为广泛，应用成果认可度较高；研究尺度集中于区域与城市建成区等层面，主要应对区域规划与城市存量规划，较少涉及乡镇地区。

### 3.2 大数据在城乡规划实践中的应用

规划实践是根据城乡空间资源与要素流动规律，有效配置各类资源，满足生活生产需求

的公共政策制定与实施过程。在已有的大数据实践中，规划现状辅助调研<sup>[34]</sup>、公众参与式方案生成与实施评价<sup>[35]</sup>、用地类型预测<sup>[36]</sup>、城镇体系与发展方向判识<sup>[37]</sup>、城市设计辅助设计（意象测评、认知刻画）<sup>[38]</sup>、规划实施评估<sup>[19]</sup>等是主要应用领域。常用的数据种类包括地图兴趣点数据<sup>[36]</sup>、手机信令数据<sup>[37]</sup>、公共交通刷卡数据<sup>[39]</sup>、单车数据<sup>[40]</sup>、设施网点数据与规划中生产的数据（表3）。其中手机信令数据的应用开发的最为成熟，利用多源数据进行规划分析获得的应用成果更加丰富；但在种类于应用领域上都较规划研究要窄。规划实践中主要采用指标评价、GIS分析与可视化的分析方法，突出了实践过程中的实用性、简便性与直观性。此外，规划机构还就数据应用的规范化做出了努力，如天津市规划院编写了多版《城市大数据建设手册》以指导实践中的数据应用与分析。

表3 规划实践中大数据的应用探索

数据类型	分析方法	面向的规划实践问题
物联网大数据	公交刷卡数据	层次分析评价、GIS空间分析、OD分析 道路交通优化、绿道规划方法
	手机信令数据、基站数据	GIS空间分析与可视化、指标评价、局部线性回归 同城化测度、居民出行调查、城镇（中心）体系识别、城市公共交通体系、总规实施评估
	出租单车数据	时间序列分析、空间聚类分析、GIS空间分析 停车设施布局
互联网大数据	地图兴趣点（POI）	GIS空间分析 城市用地类型模拟与预测
	设施网点数据	（社会）网络分析 城市群发展方向判识
	门户网站数据	GIS空间聚类分析 商业中心体系识别
	互联网图片	因子评价 城市风貌研究、城市意象测评
网络关键词	词频统计分析与可视化 城市设计现状意象认知描绘	
规划中大数据	利用新媒体技术生产数据	数据采集与分析 中国文化遗产保护公众参与平台、众规武汉平台、Cityif云平台
数据综合利用	多源数据	GIS空间分析、系统架构、GIS设施布局分析 北规院城乡规划辅助决策支持平台、上海市城市发展战略数据平台、中规院全国新型城镇化监控与评估平台

注：资料源自相关文献与公开资料，受限于信息来源并不涵盖当前的所有实践动态。

总的来说，当前的实践以探索为主。从规划方案形成角度来讲，目前尚未形成系统化的决策工具。这一方面和城市是复杂巨系统，而城乡规划涉及多个空间尺度、多个现实要素维度、多重政策因素和多个不同社会群体相交织的现实特点有关，同时也和目前规划学科缺乏大范围、大跨度的学科群交叉融合有关。从规划编制与管理角度来看，目前采取大数据进行科学管控的实践已有所突破，在上海总体规划中得到整体性应用。

## 4 结论与思考

### 4.1 结论

自2012年被引入规划领域以来,大数据的应用价值也逐步得到认可。对大数据的认知形成一定的共识。即大数据并非颠覆式的研究范式,而是辅助式的数据获取与分析思维方式;大数据应与小数据结合形成未来的开放数据环境,共同为城乡规划方案制定与决策辅助提供支撑。虽然系统性的技术应用框架仍处于探讨之中,但研究与实践中的具体应用均在不断深入。其中,城乡规划研究重点关注城市网络体系测度、功能区识别、建成区环境评价等问题,研究成果反映出大数据类型与数量的优势,但数据价值的挖掘仍有所欠缺。规划实践中则集中于现状调研、用地方案生成、城市体系判识、城市设计辅助、规划实施评估等相关编管环节,应用成果以专题型的探索为主,尚未形成系统性的规划决策辅助工具。

现有研究多数是基于数据驱动的分析推导,而非从规划问题出发,研究与实践注重客观事实的呈现,拙于揭示背后的机制与原因,这就使得研究结论的决策辅助作用不足。研究地域集中于数据环境更为完善的城镇地区,忽视了乡村地区。未来应当摆脱对单纯量化分析的追求,转入研究数据应用中的价值判断、规律认定与知识发现,强调大小数据结合的多源数据综合价值挖掘,发现城市发展的本质规律,促成完善规划决策支撑技术体系的建立。

### 4.2 思考

下一阶段的研究挑战从理论上需要明确大数据应用的适用性与规范性;从实践上看缺乏严谨的分析方法与可靠的理论指导;而大数据方法本身也面临着关注度下降、技术体系不完整的困境。本文从以下几个方面做出思考:

(1) 大数据的海洋让研究者“迷失方向”。在复杂的真实世界面前,人类认知能力是有限的。因此,构建模型一直是我们认知世界的便捷方式。大数据呈现出真实世界的模样,将海量信息置于我们眼前,使得人类容易被信息所左右。

(2) 沉醉于炫技,倦怠于创新。大数据让人类掌握了认知世界的新方法,但是目前除了一些数据处理和可视化方面的技术之外,在理论创新与知识贡献上的突破有限。“有些基于大数据的分析牵强于套用或者再次证明一些传统的概念,失去了其理论创新的机会”<sup>[42]</sup>。现有的研究仍着重与描述现象、特征,对背后的机理解析乃至反演和预测过程涉及较少,实践所需的应对性策略自然无从提及。

(3) 特征呈现、问题分析与智能化设计方案的形成之间面临鸿沟。从研究的角度出发,应用人工智能的方法能够有效实现大量数据的分析过程;但当前规划方案形成的过程大部分情况依然需要依靠传统人工模式完成。运用人工智能方法实现智能化方案生成必须依靠“强AI”基础,而这目前仍然科学家难以攻克的难题。

(4) “强AI”的瓶颈源于真实世界复杂的因果关系。因果关系具有联系、干预、反事实三个层次,人类通过增加意识、想象、假设、推理、规划和学习等技能群来操纵生存环境、

处理因果关系。当前的机器学习方法以统计学或黑箱形式为主,难以获得这种因果推理能力。图灵奖得主 Judea Pearl 教授认为,强 AI 基础应当另寻他途,突破口在于“因果革命(基于因果推理的转化)”。

(5) 大数据与人工智能模型的结合。为了解决机器学习表达因果关系的局限性, Judea Pearl 教授将导致因果革命的数理框架成为结构性因果模型(Structural Causal model, SCM)。SCM 模型包括图模型、结构化方程、反事实和介入式逻辑三部分,通过整合大数据与人工智能方法实现推断与反思,从而成为“强 AI”的基础。一旦 AI 技术能够突破对因果关系的认知,对规划实践方案的智能化设计将是一个极大的推动。

(6) 大数据的全谱系挖掘与强人工智能实现。大数据具有多维特征,目前的研究集中于数量与种类方面,其他领域涉足不深。未来应拓展研究面域,基于全谱系来挖掘大数据中蕴含的信息世界,从而更真实地反映人类社会的运行特征。实现这一目标所需要的推理能力与解决问题的思维是一般人工智能方法所不具备的,必须依赖于强人工智能的出现。

#### 参考文献

- [1] Gantz J, Reinsel D. The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East[J]. IDC iView: IDC Analyze the Future, 2012.
- [2] 朱海玄.大数据时代城乡规划学走向量化的机遇与挑战[J].城市发展研究,2016,23(02):1-7.
- [3] 吴昊,彭正洪.城市规划中的大数据应用构想[J].城市规划,2015,(09):93-99.
- [4] 叶宇,魏宗财,王海军.大数据时代的城市规划响应[J].规划师,2014,30(08):5-11.
- [5] 甄峰,秦萧.大数据在智慧城市研究与规划中的应用[J].国际城市规划,2014,29(06):44-50.
- [6] 宋小冬,丁亮,钮心毅.“大数据”对城市规划的影响:观察与展望[J].城市规划,2015,(04):15-18.
- [7] 孙施文.城市规划方法论初探[J].城市规划,1991,(4):7-10.
- [8] 赵守谅.技术的能与不能——信息技术发展对城市规划影响的理论思辨[J].城市规划,2016,(12):125-129.
- [9] 秦萧,甄峰.大数据与小数据结合:信息时代城市研究方法探讨[J].地理科学,2017,37(03):321-330.
- [10] 李刚,高相铎.大数据时代下的城市规划编制工作流程[J].规划师,2014,30(08):19-24.
- [11] 王鹏,袁晓辉,李苗裔.面向城市规划编制的大数据类型及应用方式研究[J].规划师,2014,30(08):25-31.
- [12] 秦萧,甄峰.大数据时代智慧城市空间规划方法探讨[J].现代城市研究,2014,(10):18-24.
- [13] 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,(02):81-87.
- [14] 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,(06):52-60.
- [15] 赵珂,于立.大规划:大数据时代的参与式地理设计[J].城市发展研究,2014,21(10):28-32+83.
- [16] 段冰若,王鹏,郝新华,等.见物见人——时空大数据支持下的存量规划方法论[J].上海城市规划,2016,(03):9-16.
- [17] 李苗裔,王鹏.数据驱动的城市规划新技术:从 GIS 到大数据[J].国际城市规划,2014,29(06):58-65.
- [18] 林立勇,邢仕虎,朱俊丰.数字规划视角下时空信息云平台的建设模式及规划应用——以重庆市两江新区为例[J].规划师,2015,31(01):42-46.
- [19] 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.

- [20] Long Ying, Liu Xingjian, Zhou Jiangping, et al. Early birds, night owls, and tireless/recurring itinerants: An exploratory analysis of extreme transit behaviors in Beijing, China [J]. *Habitat International*, 2016, 57: 223-232.
- [21] 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,(05):82-90.
- [22] 甄峰,王波,陈映雪.基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J].*地理学报*,2012,67(08): 1031-1043.
- [23] 吴志强,叶锺楠.基于百度地图热力图的城市空间结构研究——以上海中心城区为例[J].*城市规划*,2016,(04):33-40.
- [24] Zhen Feng, Wang Bo, Wei Zongcai. The rise of the internet city in China: Production and consumption of internet information[J].*Urban Studies*, 2015, 52(13): 2313 - 2329.
- [25] 聂晶鑫,黄亚平,刘合林,等. 基于社会网络分析的武汉城市圈城镇生活性关联特征[J]. *经济地理*,2017,37(03):63-70.
- [26] 程辉,茅明睿,喻文承,等.城乡规划公众参与的网络技术研究与应用[J].*规划师*,2015,31(11):83-88.
- [27] 牛强,董正哲.基于移动社交平台的规划公众参与方法[J].*规划师*,2017,33(09):46-51.
- [28] 李方正,董莎莎,李雄,等.北京市中心城绿地使用空间分布研究——基于大数据的实证分析[J].*中国园林*, 2016, (09):122-128.
- [29] 陈蔚珊,柳林,梁育填.基于POI数据的广州零售商业中心热点识别与业态集聚特征分析[J].*地理研究*, 2016,35(04):703-716.
- [30] 唐婧娴,龙瀛.特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J].*规划师*,2017, 33(02):68-73.
- [31] Zhang Ping, Zhou Jiangping, Zhang Tianran. Quantifying and visualizing jobs-housing balance with big data: A case study of Shanghai[J].*Cities*, 2017, (66):10-22.
- [32] 方家,王德,谢栋灿,等.上海顾村公园樱花节大客流特征及预警研究——基于手机信令数据的探索[J].*城市规划*,2016,(06):43-51.
- [33] 孙粤文.大数据:现代城市公共安全治理的新策略[J].*城市发展研究*,2017,24(02):79-83.
- [34] 周茜,夏清清.数字化调查与可视化分析在城镇规划中的应用[J].*规划师*,2017,33(04):101-108.
- [35] 熊伟,周勃.“众规武汉”开放平台的建设与思考[J].*北京规划建设*,2016,(01):100-102.
- [36] 龙瀛.北京城乡空间发展模型:BUDEM2[J].*现代城市研究*,2016,(11):2-9+27.
- [37] 周永杰,刘洁贞,朱锦锋,詹静.基于手机信令数据的珠三角城市群空间特征研究[J].*规划师*,2018, 34(01): 113-119.
- [38] 杨俊宴,曹俊.动·静·显·隐:大数据在城市设计中的四种应用模式[J].*城市规划学刊*,2017(04):39-46.
- [39] 李方正,李婉仪,李雄.基于公交刷卡大数据分析的城市绿道规划研究——以北京市为例[J].*城市发展研究*,2015,22(08):27-32.
- [40] 邓力凡,谢永红,黄鼎曦.基于骑行时空数据的共享单车设施规划研究[J].*规划师*,2017,33(10):82-88.
- [41] 柴彦威.大数据时代的行为地理与时间地理研究范式[EB]. [https://www.sohu.com/a/215104593\\_169228](https://www.sohu.com/a/215104593_169228).



## 作者简介

聂晶鑫, 博士研究生, 华中科技大学建筑与城市规划学院

刘合林, 教授, 博士生导师, 华中科技大学建筑与城市规划学院