新城市科学

课程导论

A Introduction to
New Urban Science Course

龙　瀛
清华大学建筑学院
2022年9月15日

龙瀛，清华大学建筑学院 http://www.beijingcitylab.com/longy

技术手段

数据	方法	模型	技术
大数据、社交媒体、商业和政府开放数据、基础GIS等	空间分析与统计、计量分析、虚拟环境审计、机器学习等	自上而下(如投入产出)和自下而上(如CA/ABM)的城市模型	传感器、眼动仪、穿戴式设备、虚拟现实、延时摄影等

面向当下和历史的客观认知

城市空间分析
（测度方法研发与机理认知）

学术贡献一：提出大模型方法

城市系统层面：
大范围高精度的空间分析

- （通过与互联网公司广泛合作）
- 构建"开发-形态-功能-活动-活力"五层模型
- 构建大数据和小数据结合评价城市空间的动态方法
- 探索收缩城市的智能识别、类型化与空间表征评价方法

学术贡献二：构建人本尺度城市形态理论

城市要素层面：
人本尺度城市形态的大规模测度和效能评价

- （通过自主探索新方法新技术）
- 发展人本尺度城市形态的大规模智能测度和效能评价方法
- 研发基于新技术和新设备研究（超）人本尺度城市形态的新方法

面向未来的智能创造

效能提升
路径识别

学术贡献三：研发规划支持系统

模型支持（城市模型） / **数据增强**（数据增强设计）

- 构建北京城市空间发展分析模型系列，在多个区域和总体规划的编制和评价中得到应用
- 提出数据增强设计方法论，在北京城市副中心总体城市设计和雄安标准工作营等项目中应用

国内外企业

滴滴、摩拜、阿里巴巴、能源与环境策略公司、京东、百度、极海
抖音、饿了么、三联生活周刊、腾讯研究院、城市象限、临沂城市建设投资集团有限公司
华为、咕咚、日立、美团、甲板智慧、旭辉控股（集团）股份有限公司

国际组织

世界资源研究所、惠康基金会、世界银行、林肯基金会、能源基金会、世界卫生组织、全球挑战基金、自然资源保护协会

国内外高校

北京大学、北京大学医学部、中国人民大学、首都经济贸易大学、浙江大学、同济大学、北京交通大学、南京大学、香港城市大学
麻省理工学院、剑桥大学、帝国理工学院、新南威尔士大学、格勒诺布尔-阿尔卑斯大学、日内瓦大学、金泽大学

政府部门/事业单位

国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部、国土空间规划局、中华人民共和国科学技术部、自然资源部、北京市规划和自然资源委员会、中国城市规划设计研究院
北京市城市规划设计研究院、国家自然科学基金委员会、清华大学建筑设计研究院、北京安贞医院、中国疾病预防控制中心、北京市心肺血管疾病研究所、中国科学院
北京清华同衡规划设计研究院、青岛市城乡规划设计研究院、西安市自然资源和规划局、武汉市自然资源和规划局、黑龙江省城市规划勘测设计研究院、山东省城乡规划设计研究院

1

新城市科学的发展脉络

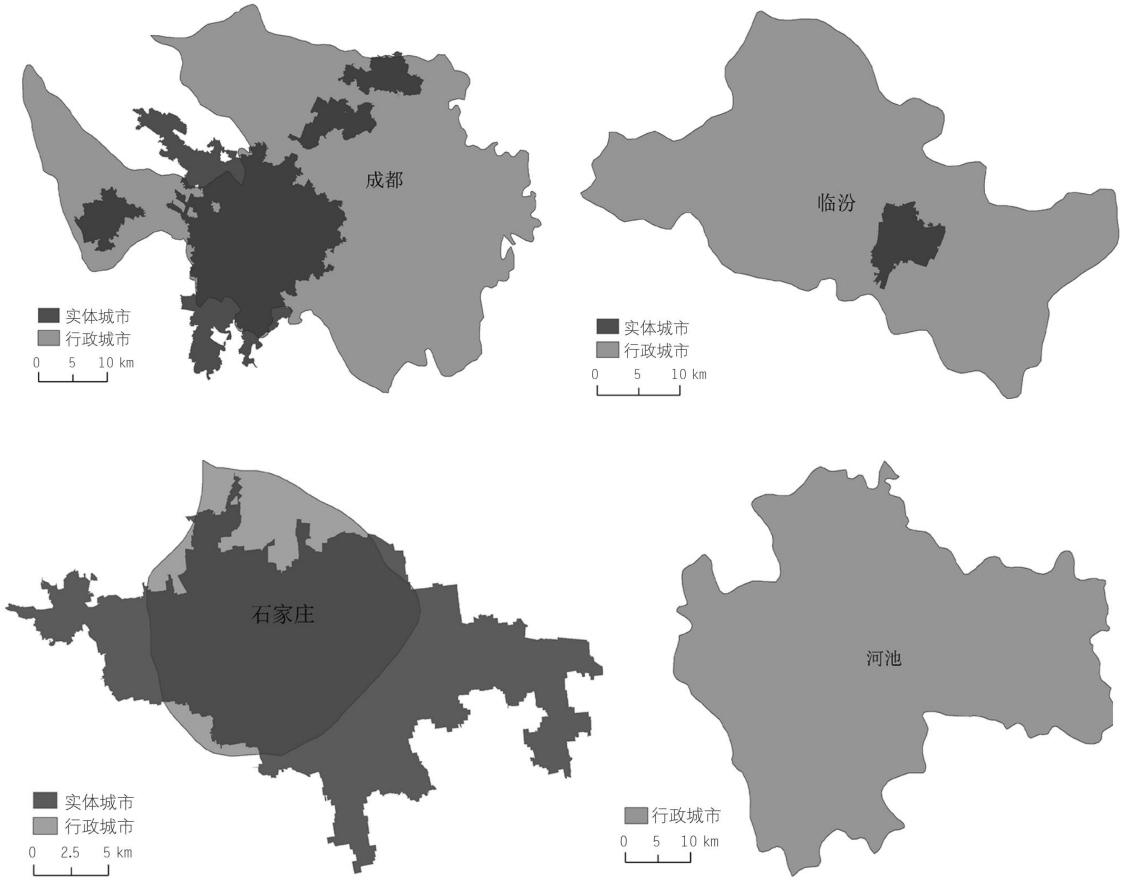
The Development of New Science of Cities

城市的定义

- **行政城市：城市指国家法定规定的城市行政管辖范围（市区/市辖区）**

城市的定义

- 行政城市：城市指国家法定规定的城市行政管辖范围（市区/市辖区）；
- **实体城市：是指城镇型的城市空间，泛指连续的城市建成区范围**

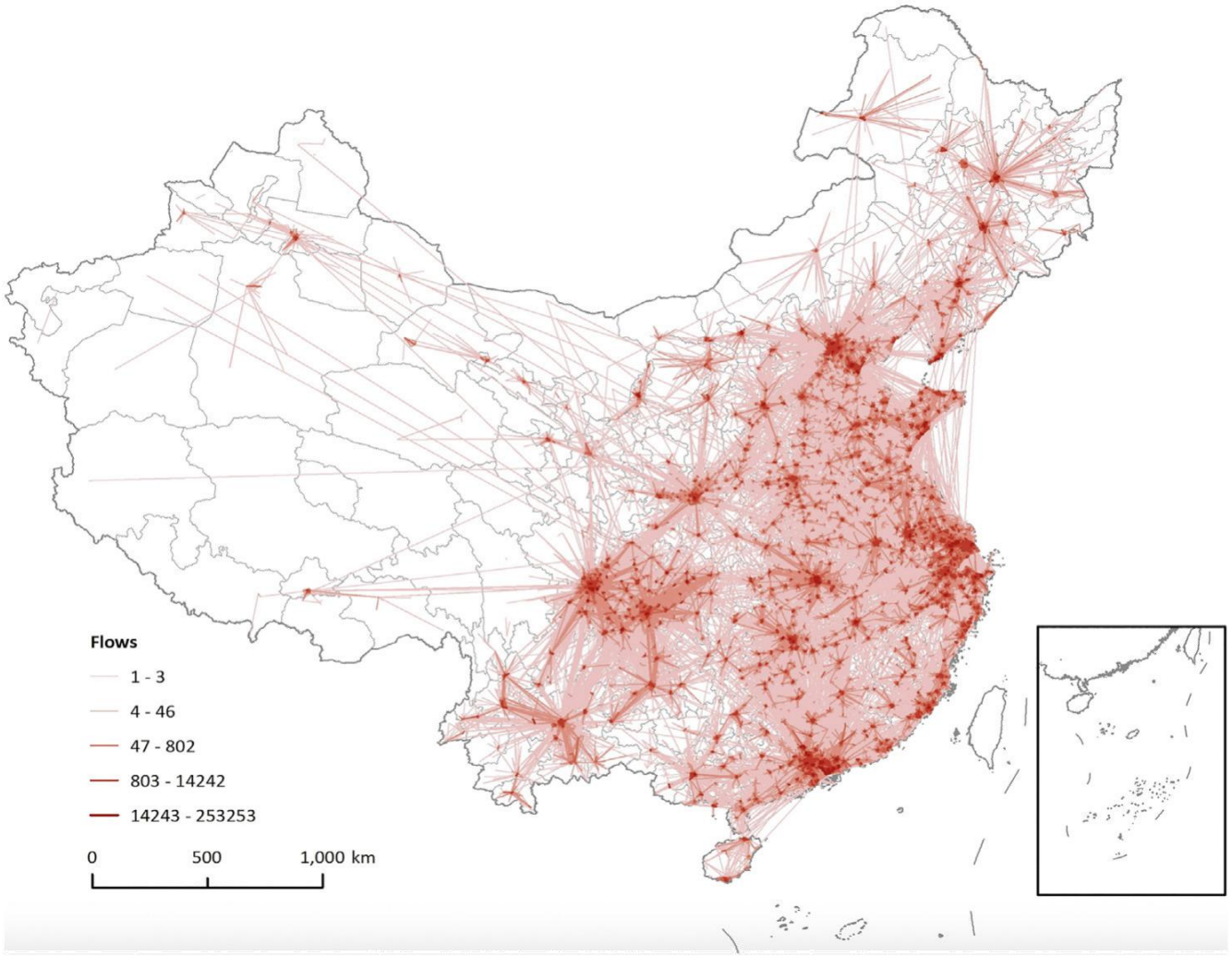


成都、临汾、石家庄、河池四个城市的实体城市的规模差异

来源：马爽,龙瀛.中国城市实体地域识别:社区尺度的探索[J].城市与区域规划研究,2019,11(1):37-50.

城市的定义

- 行政城市：城市指国家法定规定的城市行政管辖范围（市区/市辖区）；
- 实体城市：是指城镇型的城市空间，泛指连续的城市建成区范围；
- **功能城市/功能性城市地域：由人口密集的“城市核心”及与核心区经济社会紧密关联的人口较少的邻近“通勤区”组成的经济单位，是就业、居住、商业、教育等非农业活动发达、功能聚集的区域。**



来源：Ma S, Long Y. Functional urban area delineations of cities on the Chinese mainland using massive Didi ride-hailing records[J]. Cities, 2020, 97: 102532.

城市的定义

- 行政城市：城市指国家法定规定的城市行政管辖范围（市区/市辖区）；
- 实体城市：是指城镇型的城市空间，泛指连续的城市建成区范围；
- **功能城市/功能性城市地域：由人口密集的“城市核心”及与核心区经济社会紧密关联的人口较少的邻近“通勤区”组成的经济单位，是就业、居住、商业、教育等非农业活动发达、功能聚集的区域。**

来源：Ma S, Long Y. Functional urban area delineations of cities on the Chinese mainland using massive Didi ride-hailing records[J]. Cities, 2020, 97: 102532.

城市的解剖

- 城市开发/形态
- 城市功能
- 城市密度
- 城市活动
- 城市空间结构

城市及城市科学的发展演变

1. 城市及城市科学的发展演变

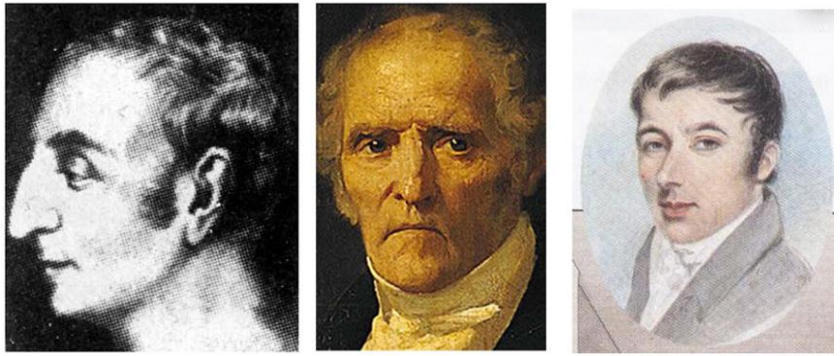
总体上，经历了从定性到定量、从物质空间到系统问题、从自上而下到自下而上、从宏观静态到微观动态的过程。

来源：Batty M. Fifty years of urban modeling: Macro-statics to micro-dynamics[M]//The dynamics of complex urban systems. Physica-Verlag HD, 2008: 1-20.

城市及城市科学的发展演变

- 19世纪末到20世纪初：只关注城市空间规划；较为系统的城市科学尚未出现；定性研究
- 技术背景：1840年工业革命
- 城市理论：只关注物质空间设计，定性地设计城市

1860 塞尔达规划：方格网+对角线

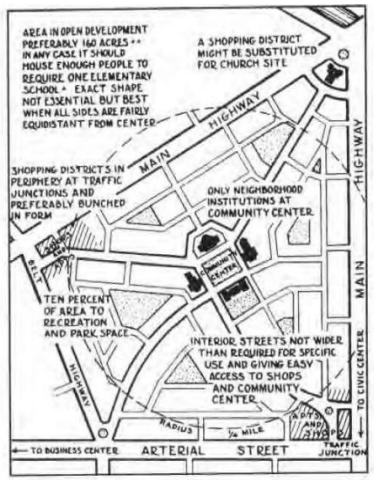


克劳德·昂利·圣西门 (Claude-Henri de Rouvroy, Comte de Saint-Simon)　夏尔·傅立叶 (Charles Fourier)　罗伯特·欧文 (Robert Owen)

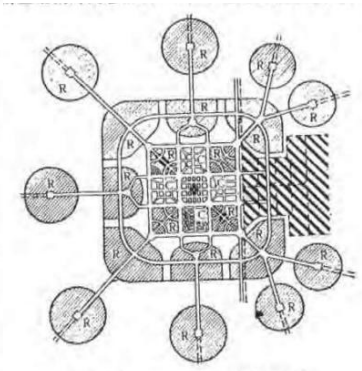
空想社会主义

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪上半叶：**定性开始转为定量；关注物质空间**
- 规划理论：**关注物质空间的城市规划，格迪斯(Patrick Geddes）提出〝城市科学〞**

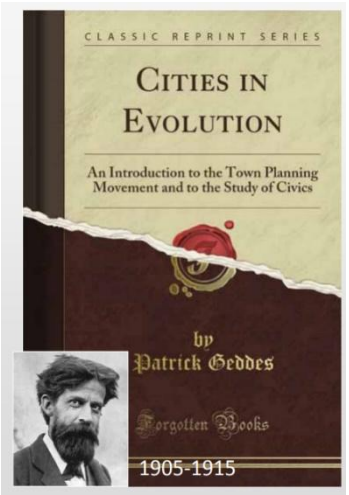


邻里单元示意图



卫星城概念示意图

芝加哥规划



《进化中的城市》

“因此，实际上出现了城市科学的方法，即我们的城市应该进行独立研究，并科学地进行比较。”

来源：吴志强. 城市规划原理 第4版[M]. 中国建筑出版社, 2010.09.
Berry, B.J.L. Cities as systems within systems of cities. Papers of the Regional Science Association 13, 146–163 (1964).
谭纵波. 城市规划[M]. 北京：清华大学出版社, 2016.06.
Geddes P. Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics[M]. London, Williams, 1915.

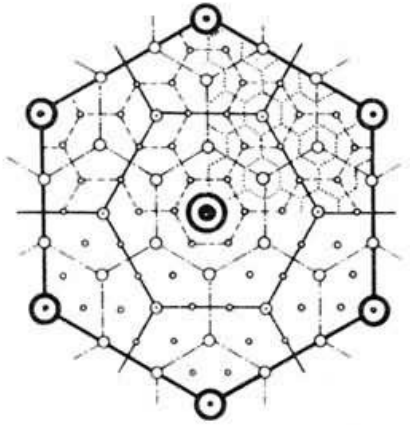
城市及城市科学的发展演变

- 20世纪上半叶：关注物质空间；定性开始转为定量
- 定量城市模型：中心地理论出现
- 其他科学的影响：地理学(区域科学)、经济学

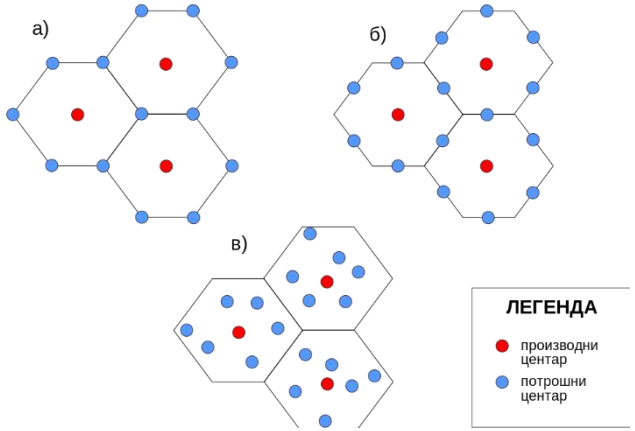
➢ 中心地理论

德国经济地理学者瓦尔特·克里斯塔勒(Walter Christaller)于1933年创立中心地理论，认为城市由其聚集定居点和周边腹地组成；

经济学家奥古斯特·廖什(August Lösch）出版《经济区位论》探讨整个工业和城市区位的问题。



中心地理论(1933)



廖什景观(1940)

来源：Batty M. The new science of cities[M]. MIT press, 2013.
http://www.3snews.net/column/252000040628.html

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪上半叶：关注物质空间；定性开始转为定量
- 定量城市模型：中心地理论出现
- 其他科学的影响：地理学(区域科学)、经济学

➢ 区域科学

在经济学领域，1956年，沃尔特·艾萨德(Walter Isard)教授的重要著作《Location and Space-Economy》，融经济地理学、空间经济学、区位论，建立了以实证主义、理论推演为基础的新的学科——区域科学。

规划师和地理学以及其它领域的专家相继加入，最终形成了这门以区域为研究对象、具有广泛横向联系、综合程度高的新兴科学。

沃尔特·艾萨德(Walter Isard)

来源：Batty M. The new science of cities[M]. MIT press, 2013.
http://www.3snews.net/column/252000040628.html

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪60-70年代：定量；城市系统研究；城市作为自上而下的静态系统
- 技术背景：大型计算机出现
- 规划理论：多核边缘城市
- 其他科学的影响：一般系统理论、控制论

➢ 系统体系理论(System of Systems):城市是由多个相对独立又互相关联的子系统构成的

存在有各自相对独立的子系统；子系统之间有交互；

不同于单个子系统内部，以全局定义系统体系成功与否

➢ 系统动力学理论(System Dynamics)：复杂系统中的反馈回路及相应动态行为

来源：Maier M W. Architecting principles for systems - of - systems[J]. Systems Engineering: The Journal of the International Council on Systems Engineering, 1998, 1(4): 267-284.
来源.城市信息与数据科学导论：智慧城市系统构造与应用[M].中国建筑工业出版社.2022

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪60-70年代：定量；城市系统研究；城市作为自上而下的静态系统

➢ 城市模型研究

1960-1970年代是城市模型研究高潮，空间交互(Spatial interaction)模型以及土地与交通交互(Land-use/Transport Interaction,LUTI)模型，并被引入城市规划领域，应用于城市发展政策评估。

此后，由空间经济学与LUTI模型框架的结合又产生了以MEPLAN模型和TRANUS模型为代表的一类空间均衡 (Spatial equilibrium)模型。

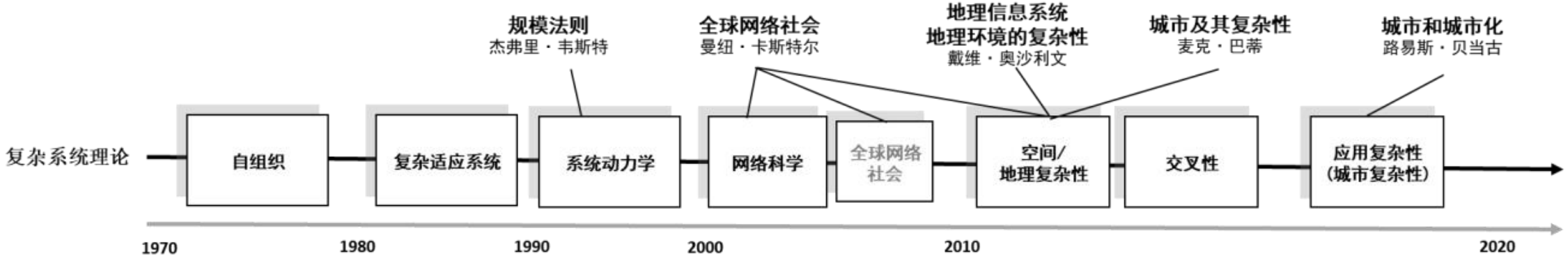
来源：Batty M. The new science of cities[M]. MIT press, 2013.
刘伦,龙瀛,麦克·巴蒂.城市模型的回顾与展望——访谈麦克·巴蒂之后的新思考[J].城市规划,2014,38(08):63-70.

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪末至21世纪初：定量；城市被视为自下而上的动态系统
- 技术背景：ICT和GIS成熟
- 规划理论：信息城市、全球城市
- 其他科学的影响：复杂科学

➢ 复杂城市系统

曼纽·卡斯特尔(Manuel Castells)流空间理论:位置的空间(Space of place) →流空间(Flow of space)；
麦克·巴蒂(Michael Batty)城市动力学：复杂性理论背景下的无数过程和元素如何结合成一个有机整体。



来源:Castellani, Brian (2018) "Map of the Complexity Sciences."Art & Science Factory. https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map feb09.html

城市及城市科学的发展演变

- 20世纪末至21世纪初：定量；城市被视为自下而上的动态系统
- 技术背景：计算机、人工智能、GIS
- 定量城市模型：元胞自动机(Cellular automata，CA)、基于个体建模(Agent-based model，ABM)等模型

➢ 计算复杂的，自下而上行为构成的系统成为可能。

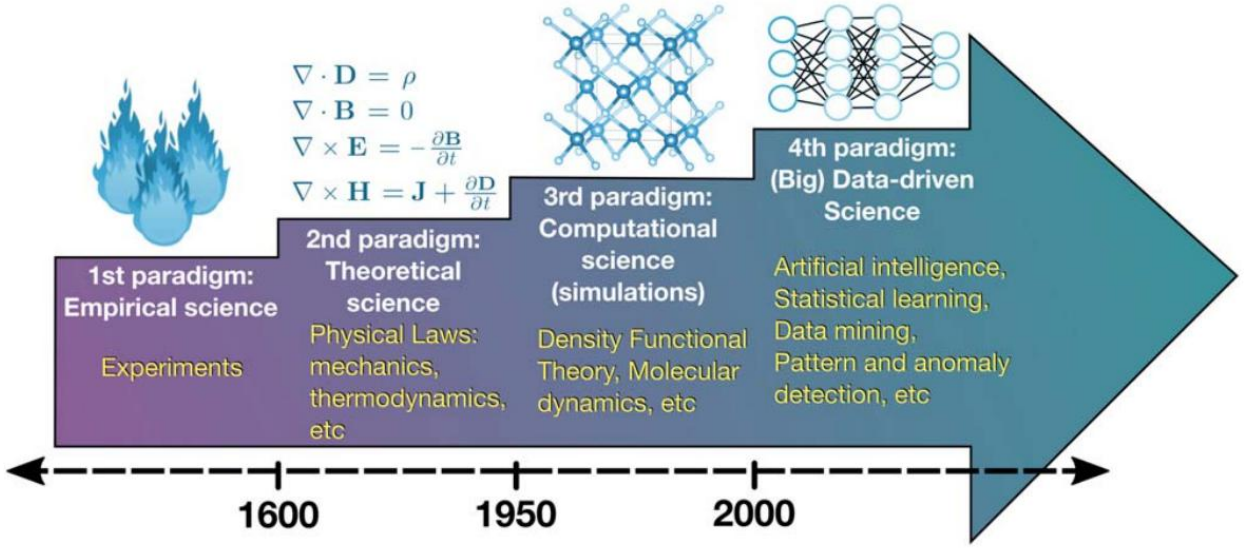
来源：刘伦,龙瀛,麦克·巴蒂.城市模型的回顾与展望——访谈麦克·巴蒂之后的新思考[J].城市规划,2014,38(08):63-70.
Wilson AG (1970) Entropy in urban and regional modelling.Pion Press, London

城市及城市科学的发展演变

- 21世纪后：**科学范式改变**
- 技术背景：**传感器、智能设备、物联网、云计算、人工智能**

➢ 第四范式：数据驱动(Data-driven Science)
2007年由图灵奖得主Jim Gray 提出

➢ 城市研究进入大数据分析阶段，研究主题如社会物理、集群智能、数据驱动社会、可感知智能等出现。



四次科学范式的发展

来源:Schleder G R, Padilha A C M, Acosta C M, et al. From DFT to machine learning: recent approaches to materials science–a review[J]. Journal of Physics: Materials, 2019, 2(3): 032001.

新城市科学的提出

- 以英国皇家科学院院士麦克·巴蒂(Michael Batty)为首的城市科学(The New Science of Cities)将过去区域科学及城市经济学以有系统的方式整理，并建立在复杂科学上，称之为新城市科学。

新城市科学的提出

- 以英国皇家科学院院士麦克·巴蒂(Michael Batty)为首的城市科学(The New Science of Cities)将过去区域科学及城市经济学以有系统的方式整理，并建立在复杂科学上，称之为新城市科学。

城市是个以自下而上发展为主的复杂系统，规模和形态遵循因空间争夺而导致的扩展规律

认识城市不仅仅是理解城市空间，还需要理解网络和流动如何塑造城市，他强调新城市科学在促进人们更好地理解城市系统和结构方面的作用。

新城市科学的提出

- 以英国皇家科学院院士麦克·巴蒂(Michael Batty)为首的城市科学(The New Science of Cities)将过去区域科学及城市经济学以有系统的方式整理，并建立在复杂科学上，称之为新城市科学。

城市是个以自下而上发展为主的复杂系统，规模和形态遵循因空间争夺而导致的扩展规律

认识城市不仅仅是理解城市空间，还需要理解网络和流动如何塑造城市，他强调新城市科学在促进人们更好地理解城市系统和结构方面的作用。

新城市科学是利用过去20至25年内发展出来的新技术和新方法，基于复杂性理论的城市科学，体现离散性、“自下而上”的思想及演进的视角

2

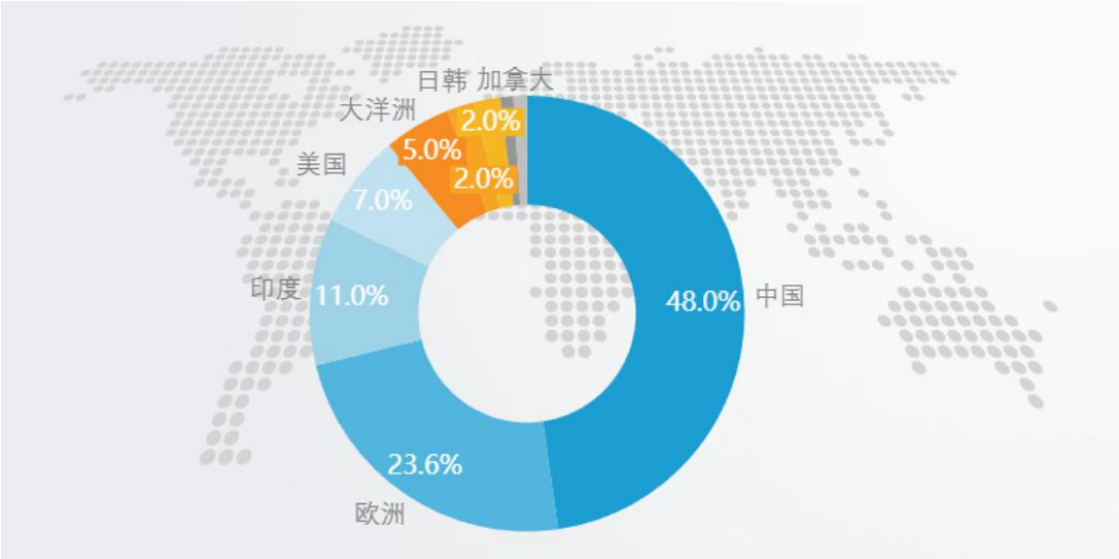
新城市科学的相关概览

A Related Overview of New Urban Science

相关实践

智慧城市

- 智慧城市是运用物联网、云计算、大数据、空间地理信息集成等新一代信息技术，促进城市规划、建设、管理和服务智慧化的新理念和新模式。 ——《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》2014
- 十年期间，国内智慧城市建设进入爆发式增长阶段，截至2019年，智慧城市相关试点已超过700个，其中94.4%的省级城市和71.0%的地级市均已开展智慧城市顶层设计。



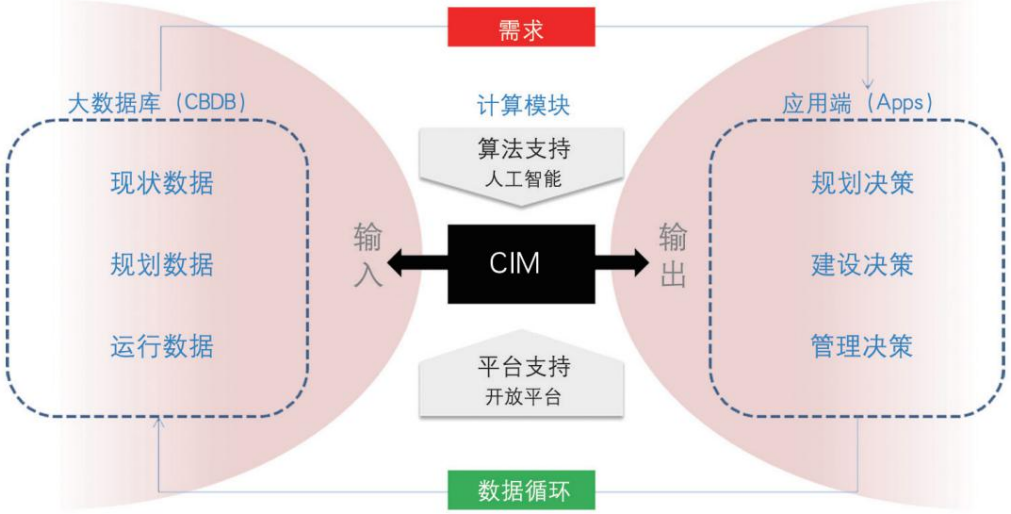
全球在建智慧城市数量分区域占比（%）

中国智慧城市试点分布

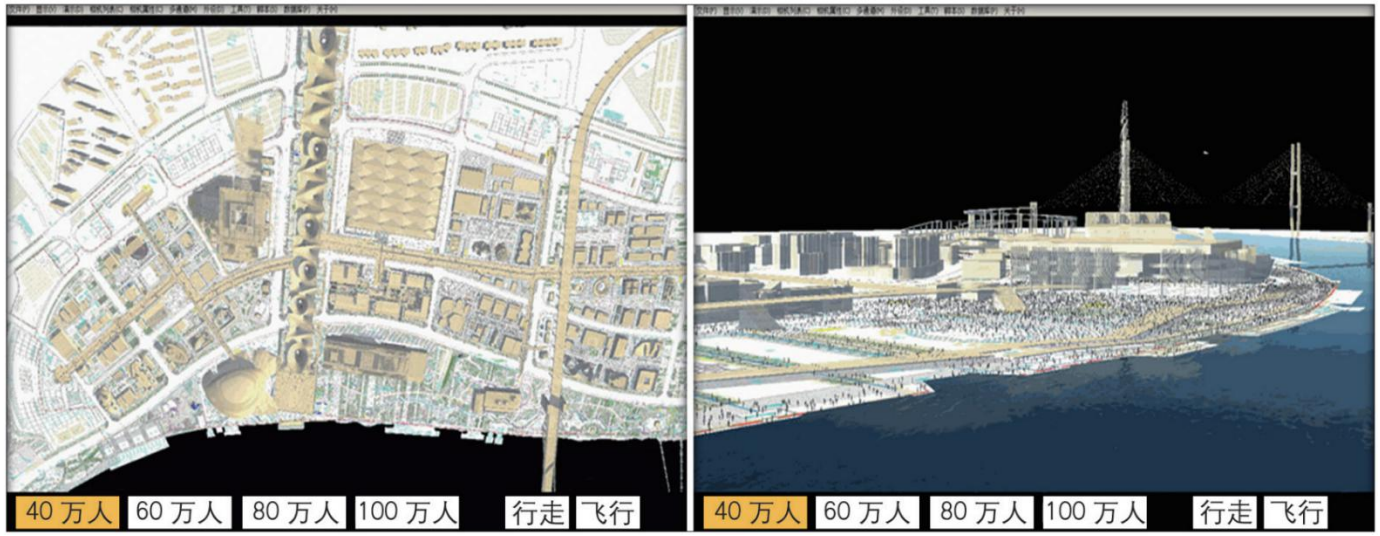
来源：https://www.iyiou.com/research/20200917744#pdf-tips

相关实践

- **城市信息模型**(City Information Modeling, CIM)
- CIM**的提出，源起于建筑信息模型**(Building Information Modeling, **以下简称**BIM)**。借鉴建筑尺度的这一模型，**CIM**被提出，用以实现城市规划、建设、运维管理全链条的信息管理，解决新型智慧城市建设中数据孤岛的困境，以数据驱动城市治理方式的革新。**



CIM系统的基础框架

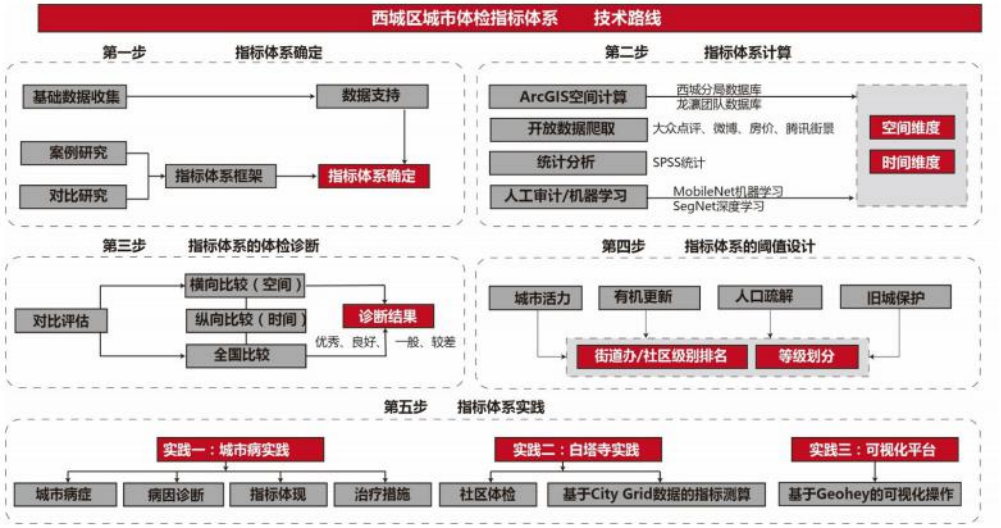


CIM1.0：基于大规模人流模拟的
上海世博园区布局评价与优化平台

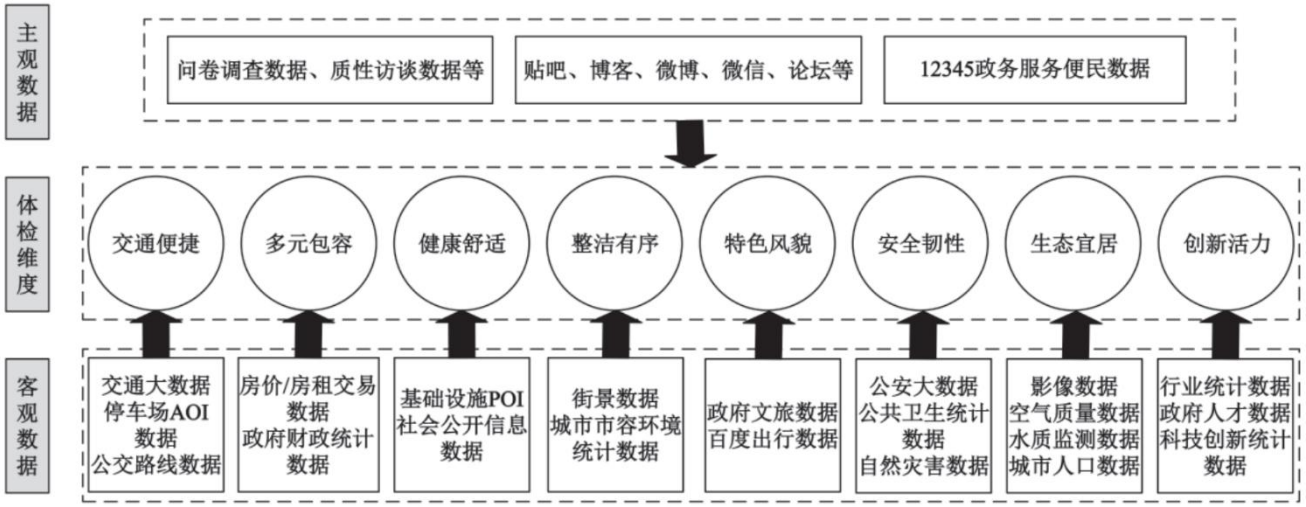
来源：吴志强,甘惟,臧伟,马春庆,周竣,何珍,周新刚.城市智能模型(CIM)的概念及发展[J].城市规划,2021,45(4):106-113+118.

相关实践

- **城市体检**
- 宜居、绿色、韧性、智慧、人文城市是城市高质量发展的目标，为实现这一目标，需要对城市发展状况进行监测评估，还要同时掌握居民对城市各方面满意度评价等，“城市体检”则是行之有效的科学途径。



城市体检流程



多源数据在城市体检不同维度应用

来源：龙瀛,张昭希,李派,周新宇,刘洪岐,刘兴起.北京西城区城市区域体检关键技术研究与实践[J].北京规划建设,2019(S2):180-188.
何炬,张文忠,曹靖,谌丽.多源数据在城市体检中的有机融合与应用——以北京市为例[J].地理科学,2022,42(2):185-197.

相关学科

城乡规划学

一方面，新城市科学的发展所带来的海量数据与高性能的计算能力，为城乡规划学研究提供了研究数据和分析方法支撑；另一方面，城乡规划学的实践和理论研究也为新城市科学的发展提供了大量的实践应用案例。

环境科学

环境科学对城市、自然和社会的认识为新城市科学的发展奠定基础，新城市科学也为环境科学带来了更新的视野、技术和方法。

城市地理学

城市地理学为新城市科学提供理论指导，新城市科学为城市地理学提供技术支持与实践研究，相互促进二者的理论和实践体系不断充斥完善。

城市经济学

城市科学的有机组成部分，其研究有助于对城市各种现象进行更加深入的理解。

城市交通学

无论是从涉及到新理论、新方法的研究领域，还是从涉及到新技术、新模式的智慧城市实践领域，城市交通学的前沿研究已经成为当今新城市科学的前沿领域。

地理信息系统

是新城市科学的重要技术支撑之一，能够提供空间分析与应用模型、空间数据挖掘、辅助决策与专家系统、空间信息移动服务和网络GIS等技术支持。

相关领域

社会物理学

是应用自然科学 (以物理学为核心) 的思路、概念、原理和方法, 经过有效拓展、合理融会和理性修正, 来揭示、模拟、移植、解释和寻求社会行为规律和经济运行规律的交叉性学科，**为新城市科学的理论基础之一**

复杂科学

新城市科学是复杂科学的基础上对城市科学中的区域科学及城市经济学内涵加以系统整理而形成的学科，因此**复杂科学亦同新城市科学有很强的相关性**

网络科学

是专门研究复杂网络系统的定性和定量规律的交叉科学。**新城市科学中对城市的理解不仅建立在观察的基础上，而是扩展到了流和网络**

城市信息学

是一种跨学科的方法，使用基于新兴信息技术的系统理论和方法来理解、管理和设计城市，并以当代计算机和通信技术的发展为基础，**是对城市科学、地球空间信息学和信息学的整合**

计算社会科学

计算社会科学指的是将计算的和算法的工具应用于关于人类行为的大规模数据，用以建立模型、模拟、分析社会现象。**与新城市科学中运用新数据、新方法的理念相似，二者互为支撑，相互融合，有很强的相关性**

城市计算

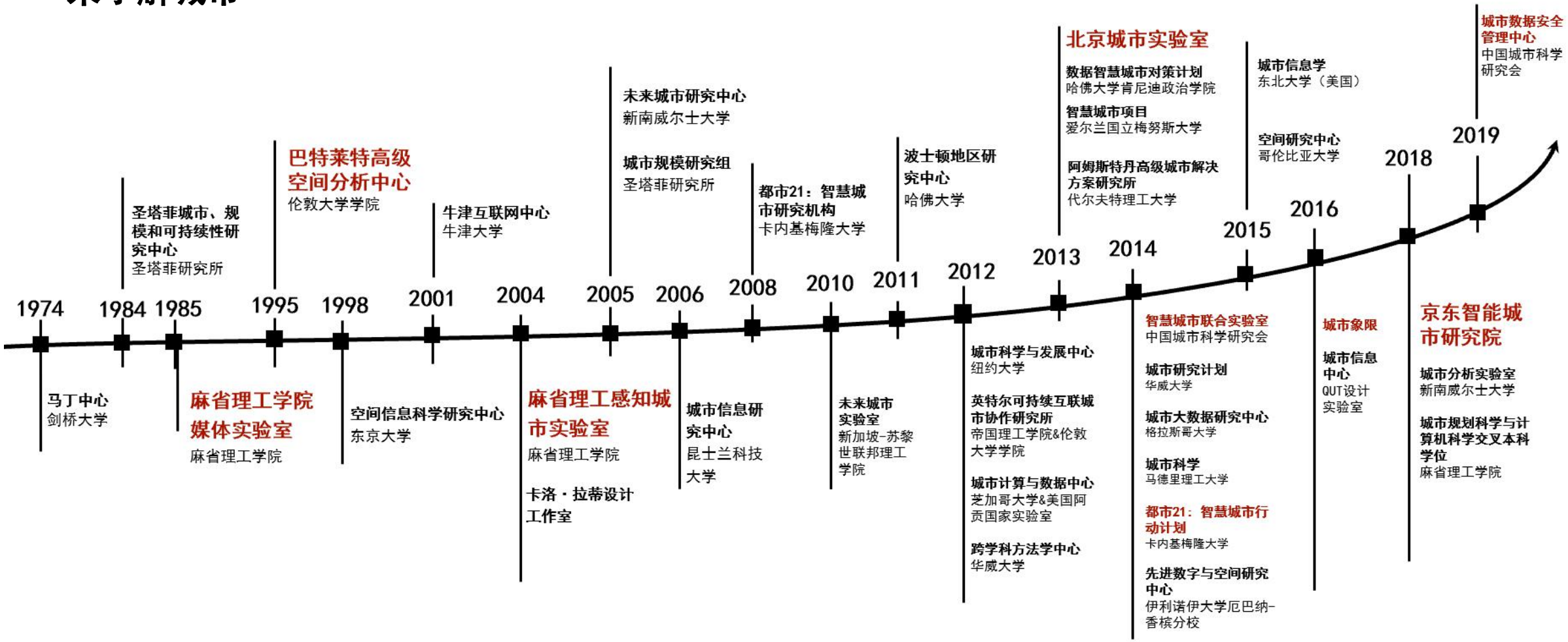
通过不断获取、整合和分析城市中多种异构大数据来解决城市所面临的挑战的过程，**帮助我们理解各种城市现象的本质,甚至预测城市的未来**，因此与新城科学关联紧密

城市模型

利用**计算模拟、统计验证、实证分析**等方法来进行定量城市理论研究

相关研究机构

- 目前全球范围内已涌现了多家以新城市科学为核心关注点的研究机构，寻求深入的定量和计算方法来了解城市



相关期刊

- International Journal of Urban Sciences

International Journal of Urban Sciences, Volume 26, Issue 3 (2022)

Volume 26, 2022 | Vol 25, 2021 | Vol 24, 2020 | Vol 23, 2019 | Vo

See all volumes and issues

Issue 3 | Issue 2 | Issue 1

Download citations | Download PDFs | Browse by section (All) | Display order (Default)

Browse this journal
- Latest articles
- Current issue
- List of issues
- Special issues
- Open access articles
- Most read articles
- Most cited articles

Sample our Built Environment Journals

Articles

Article
Features of the ripple effect in the US regional housing markets: a viewpoint of nonsynchronous trading
I-Chun Tsai
Pages: 373-397
Published online: 10 May 2021
Abstract | Full Text | References | PDF (2332 KB)
60 Views | 0 CrossRef citations | 0 Altmetric

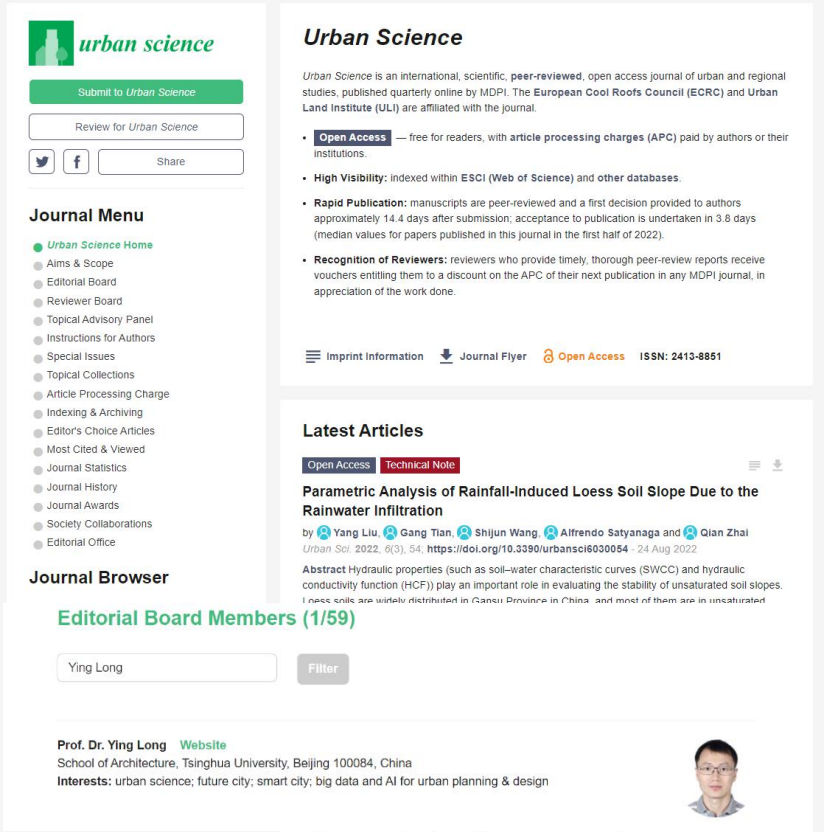
Article
How do the poor survive in an unaffordable city? – An empirical study of informal housing households living in Hong Kong
Ka Man Leung & Chung Yim Yiu
Pages: 398-419
Published online: 09 Feb 2022
Abstract | Full Text | References | PDF (1896 KB) | Supplemental
250 Views | 1 CrossRef citations | 1 Altmetric

Article
The impact of right-to-work legislation on foreign manufacturing employment in the United States
Eunbi Kim
Pages: 420-437
Published online: 26 Apr 2021
Abstract | Full Text | References | PDF (1406 KB)
51 Views | 1 CrossRef citations | 0 Altmetric

Article
Federalism and urban primacy: political dimensions that influence the city–country divide in Australia
George Wilkinson, Fiona Haslam McKenzie & Julian Bolleter
Pages: 438-462
Published online: 09 Nov 2021
Abstract | Full Text | References | PDF (2243 KB)
366 Views | 0 CrossRef citations | 0 Altmetric

Article
Do institutional designs matter for planning review? A garbage-can simulation approach
Feng-Tyan Lin & Shih-Kung Lai
Pages: 463-477
Published online: 17 Feb 2021
Abstract | Full Text | References | PDF (2191 KB)
75 Views | 0 CrossRef citations | 0 Altmetric

- Urban Science



urban science

Submit to Urban Science

Review for Urban Science

Share

Journal Menu
- Urban Science Home
- Aims & Scope
- Editorial Board
- Reviewer Board
- Topical Advisory Panel
- Instructions for Authors
- Special Issues
- Topical Collections
- Article Processing Charge
- Indexing & Archiving
- Editor's Choice Articles
- Most Cited & Viewed
- Journal Statistics
- Journal History
- Journal Awards
- Society Collaborations
- Editorial Office

Journal Browser

Urban Science

Urban Science is an international, scientific, peer-reviewed, open access journal of urban and regional studies, published quarterly online by MDPI. The European Cool Roofs Council (ECRC) and Urban Land Institute (ULI) are affiliated with the journal.

- Open Access — free for readers, with article processing charges (APC) paid by authors or their institutions.
- High Visibility: indexed within ESCI (Web of Science) and other databases.
- Rapid Publication: manuscripts are peer-reviewed and a first decision provided to authors approximately 14.4 days after submission; acceptance to publication is undertaken in 3.8 days (median values for papers published in this journal in the first half of 2022).
- Recognition of Reviewers: reviewers who provide timely, thorough peer-review reports receive vouchers entitling them to a discount on the APC of their next publication in any MDPI journal, in appreciation of the work done.

Imprint Information | Journal Flyer | Open Access | ISSN: 2413-8851

Latest Articles

Open Access | Technical Note

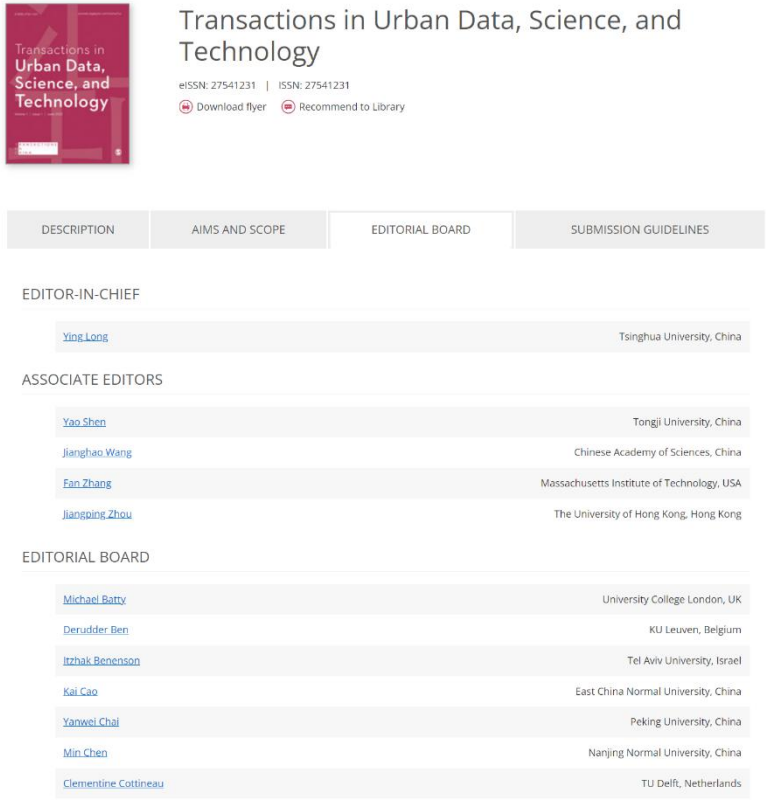
Parametric Analysis of Rainfall-Induced Loess Soil Slope Due to the Rainwater Infiltration
by Yang Liu, Gang Tian, Shijun Wang, Alfrendo Satyanaga and Qian Zhai
Urban Sci. 2022, 6(3), 54; https://doi.org/10.3390/urbansci6030054 - 24 Aug 2022
Abstract Hydraulic properties (such as soil–water characteristic curves (SWCC) and hydraulic conductivity function (HCF)) play an important role in evaluating the stability of unsaturated soil slopes. Loess soils are widely distributed in Gansu Province in China, and most of them are in unsaturated

Editorial Board Members (1/59)

Ying Long | Filter

Prof. Dr. Ying Long Website
School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China
Interests: urban science; future city; smart city; big data and AI for urban planning & design

- Transactions in Urban Data Science and Technology



Transactions in Urban Data, Science, and Technology

eISSN: 27541231 | ISSN: 27541231

Download flyer | Recommend to Library

DESCRIPTION | AIMS AND SCOPE | EDITORIAL BOARD | SUBMISSION GUIDELINES

EDITOR-IN-CHIEF

Ying Long	Tsinghua University, China

ASSOCIATE EDITORS

Yao Shen	Tongji University, China
Jianghao Wang	Chinese Academy of Sciences, China
Fan Zhang	Massachusetts Institute of Technology, USA
Jiangping Zhou	The University of Hong Kong, Hong Kong

EDITORIAL BOARD

Michael Batty	University College London, UK
Derudder Ben	KU Leuven, Belgium
Itzhak Benenson	Tel Aviv University, Israel
Kai Cao	East China Normal University, China
Yanwei Chai	Peking University, China
Min Chen	Nanjing Normal University, China
Clementine Cottineau	TU Delft, Netherlands

相关学位项目

国内外新城市科学相关学位与科研院系

	院校	院系	学位/科系	类型
学位	南加利福尼亚大学	维特比工程学院/达纳与大卫·多恩西夫文理学院	空间数据科学理学硕士	数据科学
	哈佛大学	计算机科学与统计学院	数据科学硕士	
	康奈尔大学	统计和数据科学系	专业研究硕士	
	加利福尼亚大学伯克利分校	信息学院	信息管理与系统硕士	
	杜克大学	——	跨学科数据科学硕士	
	卡内基美隆大学	计算机学院	计算数据科学硕士	
	弗吉尼亚大学	数据科学学院	数据科学硕士	
	卡内基美隆大学	建筑学院	计算设计理学硕士	计算设计
	麻省理工学院	建筑与规划学院	建筑研究科学硕士	
	麻省理工学院	城市与规划学系	城市科学与规划科学与计算机科学学士学位	
		电气工程与计算机科学系		
	哈佛大学	设计学院	城市规划硕士下城市分析方向	城市分析
	宾夕法尼亚大学	斯图尔特·韦茨曼设计学院	城市空间分析硕士	
	伦敦大学学院	巴特莱特高级空间分析中心	智能城市和城市分析硕士	
	格拉斯哥大学	城市大数据中心	城市分析硕士	
	纽约大学	纽约大学城市科学与进步中心	应用城市科学与信息科学硕士	
	东北大学（美国）	公共政策与城市事务学院	城市信息学硕士	
	马德里理工大学	工程和建筑学院	城市科学硕士	
	新南威尔士大学	建筑环境学院	城市分析硕士	
	清华大学深圳国际研究生院	建筑学院未来人居学科	建筑学硕士	城市科学
科研院系	宁波大学	土木与环境工程学院	城市科学	
	上海师范大学	环境与地理科学学院	城市科学与区域规划	
	北京联合大学	艺术与科学学院	城市科学	

相关课程

国内外新城市科学相关课程

院校	课程
新南威尔士大学	数字城市（短期课程）
康奈尔理工与以色列理工学院	城市科技硕士项目
哥伦比亚大学	城市信息学、城市数据科学、应用机器学习
苏黎世联邦理工大学	理解未来城市：方法论（定期课程）
	信息架构与未来城市：响应型城市（定期课程）
加州大学伯克利分校	UrbanSim云平台介绍（在线课程）
	城市数据科学导论
伦敦大学学院	空间数据科学与可视化（硕士课程）
	高级空间分析（硕士 / 博士课程）
新南威尔士大学	GIS与城市信息学（短期课程）
华威大学	大数据与数字未来（硕士课程）
	城市分析和可视化（硕士课程）
代尔夫特理工大学	城市生活实验室（硕士课程）
清华大学、韩国延世大学和韩国浦项科技大学	未来城市：智慧城市与可持续发展
纽约大学	数据挖掘、预测分析和大数据
	城市科学强化（硕士课程）
清华大学	大数据与城市规划
	新城市科学

我对新城市科学的理解：新的城市科学+新城市的科学+未来城市

新城市科学既是**新的城市科学**，即利用新数据、新方法和新技术研究城市，也是**新城市的科学**，即研究受到颠覆性技术影响的城市。本课程也关注其在**未来城市**中的应用。

新城市科学三部曲

也体现了我认识的不断深入

来源：龙瀛. (新)城市科学:利用新数据、新方法和新技术研究〝新〞城市[J].景观设计学,2019,7(2):8-21.

龙瀛，2019，景观设计学

本文引用格式 / Please cite this article as:

Long, Y. (2019). (New) Urban Science: Studying "New" Cities with New Data, Methods, and Technologies. Landscape Architecture Frontiers, 7(2), 8-21. https://doi.org/10.15302/J-LAF-20190202

（新）城市科学：利用新数据、新方法和新技术研究“新”城市

(NEW) URBAN SCIENCE: STUDYING "NEW" CITIES WITH NEW DATA, METHODS, AND TECHNOLOGIES

https://doi.org/10.15302/J-LAF-20190202 收稿时间 RECEIVED DATE / 2019-02-19 中图分类号 / TP3, TU984 文献标识码 / A

龙瀛*
清华大学建筑学院特别研究员、博士生导师

LONG Ying
Special Researcher and Doctoral Supervisor at the School of Architecture, Tsinghua University

*通讯作者
地址：北京市清华大学建筑学院
邮编：100084
Email: ylong@tsinghua.edu.cn

摘要

以互联网产业化和工业智能化为标志、以技术融合为主要特征的第四次工业革命正以一系列颠覆性技术深刻地影响和改变着我们的城市：人们的思维方式从传统的机械思维向大数据思维转换，认知方式也逐渐向虚实结合的体验过渡，而我们赖以生存的城市，其资源利用、社会状况和空间利用也正经历着一系列变革。随着以计算机技术和多源城市数据为代表的新技术和新数据的迅猛发展，（新）城市科学在过去的十几年间逐渐兴起，成为一门融合了城市计算、人工智能、增强现实、人机交互等方向的交叉学科，为城市研究和城市规划设计带来了变革可能。目前全球范围内已涌现了多家聚焦于该领域的研究机构和多个研究项目。同时，世界各大院校也先后设置与（新）城市科学相关的学位、开设相关课程，培养更加符合新时代需求的新城市研究人才。

关键词

新城市科学；第四次工业革命；城市空间的重构与转型；大数据；颠覆性技术

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution is profoundly changing our cities with a series of disruptive technologies, characterized for the boom of Internet industries and the everyday application and wide integration of intelligent technologies. Individuals' traditional mechanical thinking has changed into a mindset based on big data, whose cognition also relies more and more on a combination of both virtual and physical reality experience. At the same time, cities, where we live, are witnessing a significant revolution in resource utilization, societal conditions, and spatial use. Along with the surge of new technologies and new data represented by computer technologies and multi-source urban data, the (new) Urban Science, as a transdisciplinary combination of urban computing, Artificial Intelligence, augmented reality, and human-computer interaction, rises over the past decade. Research institutions and programs on the (new) Urban Science are flourishing globally, and increasing related degree programs and courses are offered by colleges and universities worldwide to respond to the needs of this new era.

KEY WORDS

New Urban Science; The Fourth Industrial Revolution; Urban Space Restructuring and Transition; Big Data; Disruptive Technology

编辑 田乐 **翻译** 田乐 史肖杰
EDITED BY Tina TIAN **TRANSLATED BY** Tina TIAN SHI Xiaojie

1 催生新城市科学的背景

科技成果的日新月异使人们的生活方式发生了巨变，同时也影响了城市运行的各个层面。鉴于城市正在发生的种种变化，传统的城市规划设计理论与工具已无法应对新时代背景下的城市问题。然而，技术革新同时也为城市研究与实践带来了机遇——不仅促进了城市规划技术和工具的突破与创新，更在信息通讯技术快速发展的环境下，带动了数据存储、挖掘和可视化等技术的完善，赋予了人们审视城市环境的新视角[1]。

来源：龙瀛. (新)城市科学:利用新数据、新方法和新技术研究〝新〞城市[J].景观设计学,2019,7(2):8-21.

龙瀛，2020，建筑学报

颠覆性技术驱动下的未来人居
——来自新城市科学和未来城市等视角

Future of Human Habitats Driven by Disruptive Technologies: Perspectives from the New Science of Cities and Future Cities

[龙瀛] LONG Ying

作者单位
清华大学建筑学院（北京，100084）
清华大学恒隆房地产研究中心（北京，100084）
清华大学生态规划与绿色建筑教育部重点实验室（北京，100084）

收稿日期
2020/02/26

国家自然科学基金面上项目 (51778319)
国家自然科学基金重点项目 (71834005)
清华大学 — 剑桥大学联合科研基金 (20193080067)

DOI: 10.19819/j.cnki.ISSN0529-1399.202003004

摘　要
第四次工业革命中出现的一系列颠覆性技术，一方面对城市空间和社会生活产生深远影响，另一方面也为建成环境研究提供了新数据、新方法和新技术。结合对新冠肺炎疫情这一公共卫生事件的观察，围绕颠覆性技术驱动下的未来人居主题，提出来自城市大数据、城市科学、新城市科学、健康城市、智慧城市和未来城市视角的 6 点思考。

关键词
人居环境科学，大数据，智慧城市，健康城市，第四次工业革命，突发公共卫生事件

ABSTRACT
A series of disruptive technologies that have emerged from the fourth industrial revolution cast profound impact on urban space and social life on one hand, and provide new data, new methods and new technologies for understanding built environment on the other hand. Combining the observation of the new coronavirus pneumonia as a public health event and the theme of future human habitats driven by disruptive technologies, this paper presents six perspectives, including urban big data, urban science, the new science of cities, healthy city, smart city, and future cities.

KEY WORDS
sciences of human habitats; big data; smart city; healthy city; the fourth industrial revolution; emergent public health event

非典 (SARS) 时期的封校给我留下了极为深刻的记忆，而在 17 年后的今天，我们又遭遇了新型冠状病毒肺炎 (COVID－19) 这个重大公共卫生事件。我经历的这两次公共卫生事件背后的中国城市，城市化率从 2003 年的 40% 到 2019 年突破 60%，交通和信息通讯技术设施的日趋完善让中国进入了高度流动的社会，从工业社会、信息社会迈进了智慧社会，支撑城市发展和社会运行的科技手段正在迎接第四次工业革命的培育（图 1）。相比以往的工业革命，中国与全世界是同步的，甚至在特别的领域还处于领头羊的位置，为此在中国的土壤我们更有必要来探讨颠覆性技术驱动下的未来人居形态。

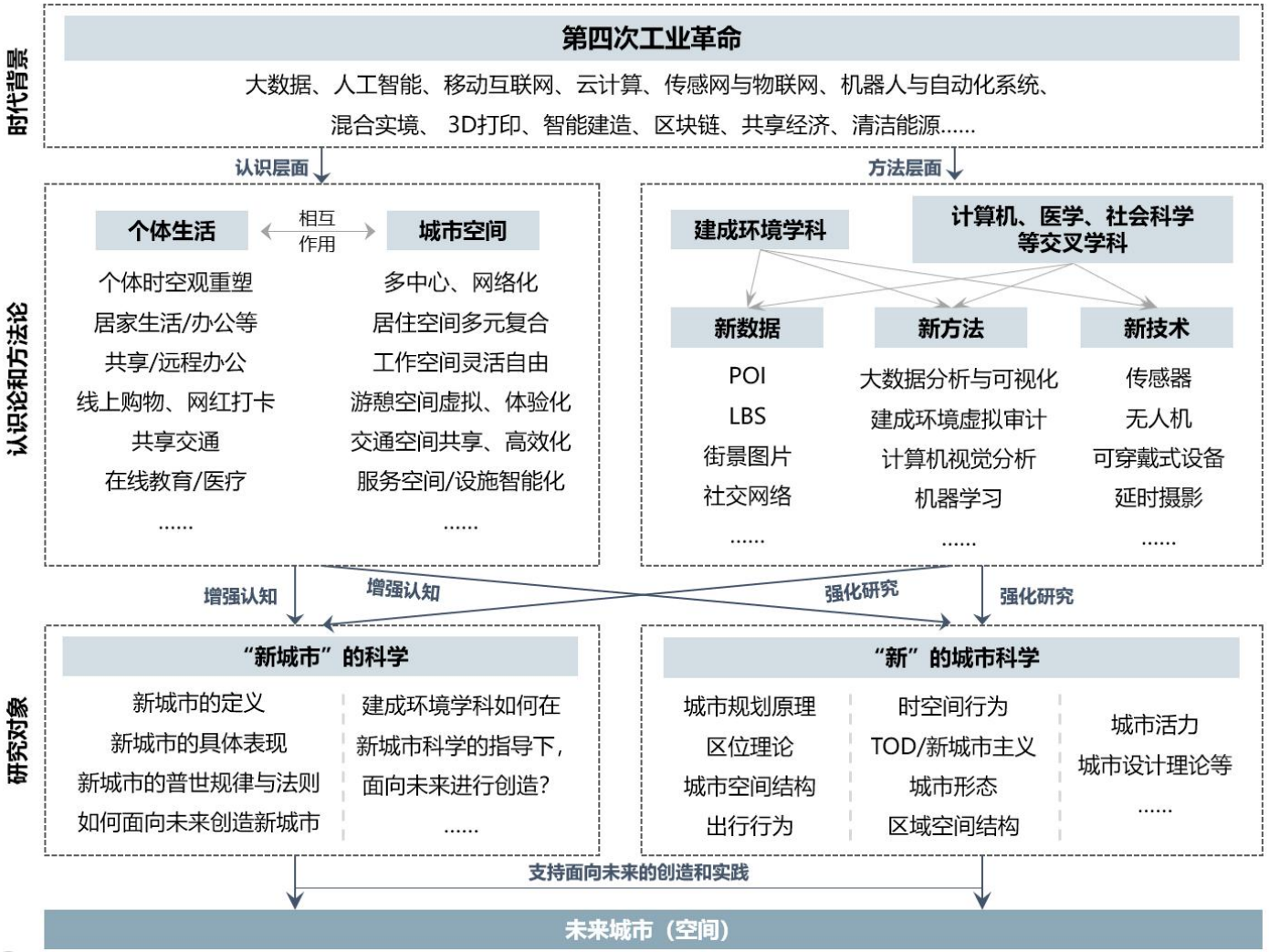
每个作为社会原子的个体，都是被技术影响的对象。例如，根据我们 2019 年针对中国高校 500 余名大学生持续一周的调查，手机屏幕使用时间达到了日均 6.5h，甚至超过了睡眠时间；而抖音平台线下打卡的一个视频平均得到了线上的 8000 多次观看、点赞、评论和转发[1]，线上线下关系正在剧烈演进[2]。既然未来的人类会有更多时间沉浸在线上空间和虚拟环境中，对于线上空间的设计也有望是城市设计师的一项任务，游戏师也有望参与进来。更为极端的例子，增强骨骼如果成为人类标配后，百米速度都在 8s 以内，快速行走不再是一种消耗体力的负担，那么我们当下城市地铁站点是不是就修得太密了？基因编辑技术也有可能让未来的人类生而不平等。这些例子都决定了未来人居的可能形态。

人居环境科学中，科技观是其五项原则之一（生态观、经济观、科技观、社会观和文化观）[3-4]。在不同的时代，科技观在人居环境科学体系中的角色和作用在不断演进。第四次工业革命带来的新兴颠覆性技术，让作用于人、社会、空间和城市的技术维度，相比 17 年前的 SARS 时期发生了巨大变化。本文旨在根据近期有限的观察和长期研究积累的自我批判，致力分享来自城市大数据、城市科学、新城市科学、健康城市、智慧城市和未来城市视角的针对这次公共卫生事件引起的六点思考，但核心是希望将这六点落脚于建成环境学科相关内容的当下批判或对未来的展望，以促进“为人类新型聚居而设计”目标的达成。

1 六点思考

1.1 城市大数据在支持城市运行与管理中崭露头角，未来将在建成环境学界和业界产出更为深远的应用

大数据时代的到来让我们对事物的判断，从复杂的模型工具的支持，过渡到基于简单直观方法的大规模数据分析。这一次我们看



来源：龙瀛. 颠覆性技术驱动下的未来人居——来自新城市科学和未来城市等视角[J].建筑学报,2020(3-4):34-40.

龙瀛，2021，世界建筑

科技革命促进城市研究与实践的三个路径：城市实验室、新城市与未来城市

Three Ways to Promote Urban Research and Practice with Emerging Technologies: From the Perspectives of City Laboratory, New City, and Future City

龙瀛，张恩嘉/LONG Ying, ZHANG Enjia

摘要： 随着我国城镇化进入新的阶段，以人为核心、以提高质量为导向的城镇发展目标对城市人因工程学提出更高的要求。与此同时，依赖于计算机与通信融合的第四次工业革命正以一系列颠覆性技术改变着城市。本文梳理出科技革命促进城市发展的3个路径，即从方法层面为城市研究提供新数据与新方法，从认知层面改变城市生活方式和空间组织形式，从实践层面融合数字创新等技术推动智慧的未来城市建设，旨在为城市研究、城市精细化设计与管理提供参考。

Abstract: As China's urbanisation enters a new stage, the people-centred and quality-oriented urban development goals put forward higher requirements for urban ergonomics. At the same time, the fourth industrial revolution, which relied on the integration of computers and communications, is changing cities with a series of disruptive technologies. Three ways to promote urban development with emerging technologies were concluded in this paper. Specifically, the first way is to provide new data and methods for urban studies, the second is to influence urban space and urban life and eventually change the cognition of cities, and the third way is future-oriented, which introduces digital innovation into urban planning and designs to make cities smarter. This paper aims to provide some references for urban studies, management, as well as planning and design practice.

关键词： 科技革命，城市实验室，智慧城市，未来城市，城市人因工程学

Keywords: scientific and technological revolution, city laboratory, smart city, future city, urban ergonomics

DOI:10.16414/j.wa.2021.03.014

作者单位：清华大学建筑学院

收稿日期：2021-01-12

1 背景

2020 年 10 月，党的十九届五中全会[1]提出“推进以人为核心的新型城镇化”，强调以人为核心、以提高质量为导向的城镇发展，这也对城市人因工程学（urban ergonomics）提出更高的要求。纵观人类和城市发展历史，科技发展和应用在其中起着关键性的作用。近年来，依赖于计算机与通信融合的第四次工业革命正以一系列颠覆性技术如人工智能、大数据、移动互联网等改变着我们的城市。在莫菲特（S. Moffitt）[2]总结出的 30 项新兴的将在未来 10 年深刻影响文化、市场和社会的技术中，人工智能、大数据与云计算、移动互联网（4G/5G）、传感网与物联网、混合实境（VR/AR/MR）、智能建造、机器人和自动化系统、区块链等技术将对城市空间及生活产生重要意义[3]（图 1）。与前三次工业革命不同的是，这一次科技革命不仅带来城市生活场景和方式的转变，还为真实刻画和认识城市提供了前所未有的机遇，为更精细化的城市规划与管理提供了技术支撑。

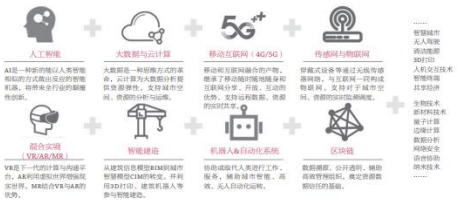
基于以上背景，本文总结出科技革命促进城市发展的 3 个路径，旨在推动高质量城镇化视角下的城市人因工程学的发展。第一个路径是方法层面的基于数据认知的城市实验室。该路径中，一方面，由大数据和开放数据构成的新数据环境为城市认知提供了基础[4]。另一方面，基于新技术手段，城市研究者可以通过“自然实验”的方式[5]，收集数据并开展对城市的持续观察研究。第二个路径基于科技革命对城市的深刻影响，这些对城市生活和空间的影响会逐渐改变和更新研究者对城市的认知[7]，从而推动城市理论的更新。第三个路径则是从实践层面推动面向未来的规划设计创造。该路径中，新兴技术作为新的规划设计的元素和流程被应用到规划设计实践中，从而创造出满足当代需求的智慧城市空间形式。这 3 个路径分别反映出科技革命对城市发展的研究方法、理论认知和实践层面的重要意义，后文将对以上 3 个路径进行详细阐述。

2 路径一：城市实验室

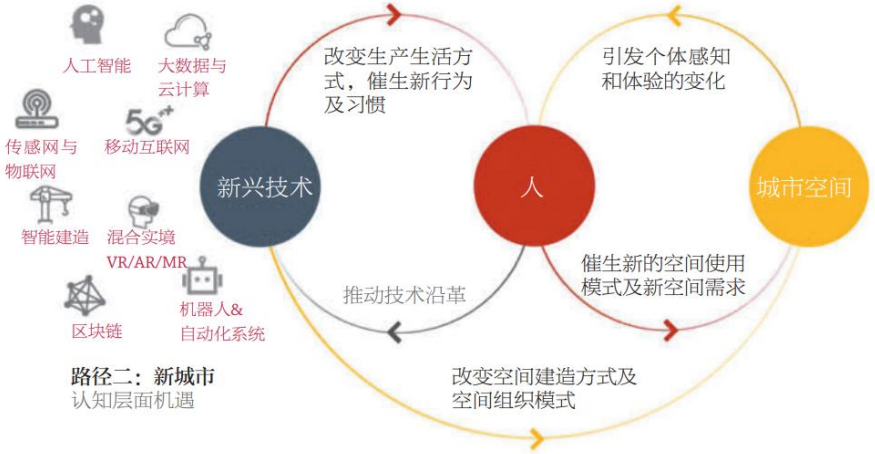
以往，城市研究发展较为缓慢，传统城市理论的普适性和科学性不足。近年来，随着信息通信技术（Information and Communication Technology，ICT）和物联网技术（Internet of Things，IoTs）的发展，新数据、新方法、新技术和新思维逐渐引入到城市研究领域，新城市科学应运而生[8-9]。当前不断涌现的多元、海量、快速更新的城市数据为研究精细时空尺度下的人类行为和空间形态提供了广阔的研究前景，也为城市空间与人类行为活动的相互作用机制研究提供了重要机遇（图 2）。特别是那些高频时变的城市数据，如手机信令数据、基于位置服务（Location-Based Service，LBS）数据等，提供了一种接近真实城市运行频率的高频视角[10]，为人因工程的城市设计和管理提供了重要基础。在新城市科学的框架下，研究城市的新概念和视角不断出现，城市研究的时间和空间维度得以拓展，基于数据支撑和定量分析的城市研究成果为更新补充传统城市理论、提高城市研究的科学性提供了前所未有的机遇。

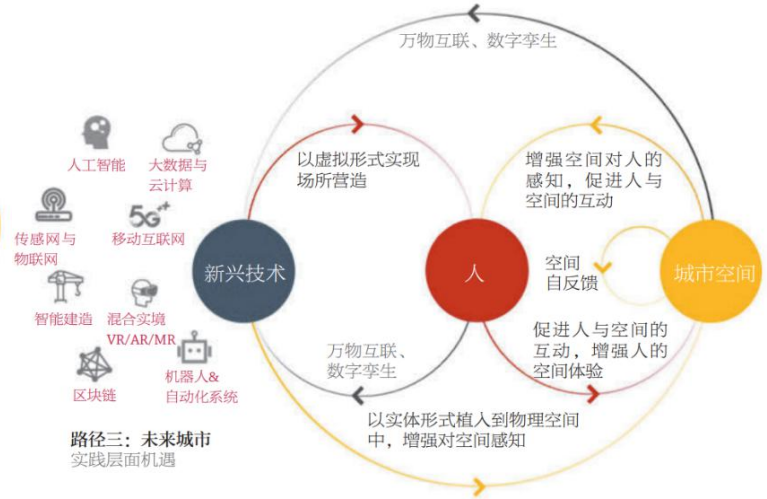
2.1 基于大数据与开放数据的城市认知

随着城市经济社会活动对互联网的依赖性不断



1 对城市未来发展有深刻影响的新兴技术[6]





来源：龙瀛,张恩嘉.科技革命促进城市研究与实践的三个路径：城市实验室、新城市与未来城市[J].世界建筑,2021(03):62-65+124.

3

课程安排

The Profile of the Course

课程总体安排

主讲教师： 龙瀛（建筑学院 ylong@tsinghua.edu.cn）
上课时间： 默认周四第6大节19:20-20:55（如有不同，右表单独标出）
上课地点： 法图B107
考核方式： 考查（给ABC成绩）
课程学分： 2学分
课程助教： 赵慧敏、梁佳宁
教学形式： MOOC课程、课堂讲授、专题讲座、课堂研讨、现场教学等
教　　材： 《新城市科学》教案（出版中）
注：本课程采用MOOC混合式教学，部分周课前需学习MOOC对应章节。

课程简介：
随着第四次工业革命的到来，颠覆性技术对城市空间和日常生活产生了巨大影响，使城市研究客体发生了实质性改变。以此为背景，新城市科学应运而生，也让传统的城市科学焕发了新的生机。新城市科学既是新的“城市科学”，即利用新数据、新方法和新技术研究城市，也是“新城市”的科学，即研究受到颠覆性技术影响的城市。同时本课程也关注二者在未来城市实践中的应用。本课程综合运用线上课程、讲授、讲座、研讨、现场教学等教学方法，介绍新城市科学的最新研究和实践进展。

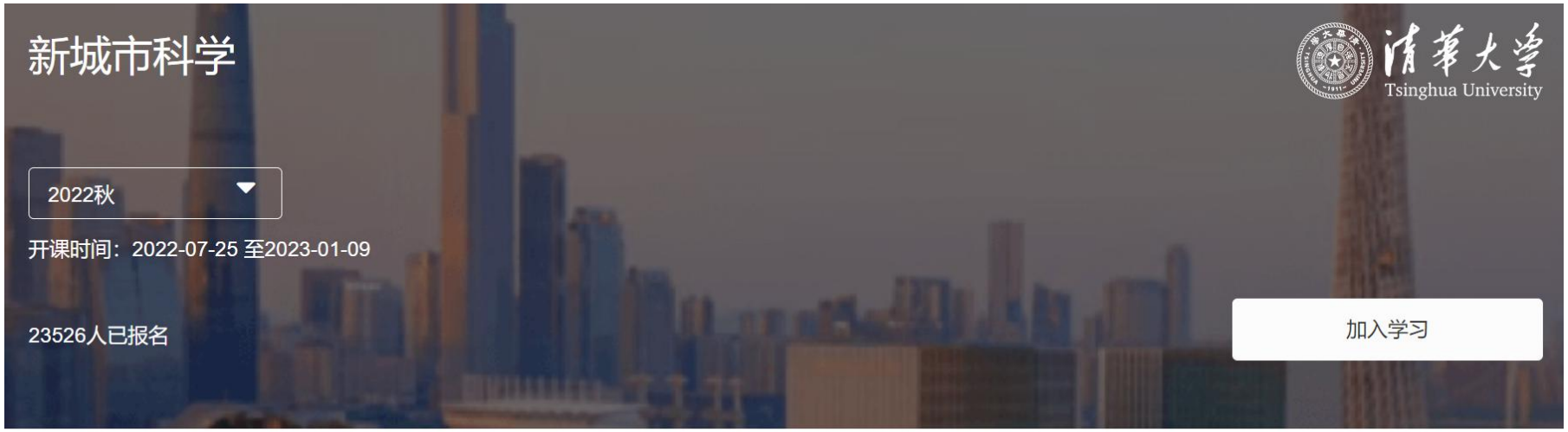
成绩构成：
网上MOOC占30%（视频4%+作业14%+考试12%），大作业60%（个人研讨占20%+大作业占40%），线下考勤10%（抽查三次）

新城市科学
New City Science

清华大学通识教育科学课组（混合式教学）课程号：00000042

周次	时间	MOOC自学章节	线下教学内容	备注
W1	9月15日	第1讲：新城市科学概论（1）（选学/不计成绩）	新城市科学课程导论	
W2	9月22日	第2讲：新城市科学概论（2）（选学/不计成绩）	新城市科学概论	针对现场教学征求同学建议
W3	9月29日	第7讲：物联网与穿戴式设备	现场教学（胜因院）周四16:30-17:30	智慧化雨洪管理
W4	10月6日	第3讲：地理数据分析、可视化与商业智能	城市新数据分析及技术方法	报名W6/W10研讨（每人一次）
W5	10月13日	第6讲：机器学习、人工智能与深度学习	特邀报告（同济叶宇/计算性城市设计）	
W6	10月20日	第11讲：计算社会科学新进展	研讨课：新的城市科学	需全体到场
W7	10月27日	第4讲：新城市科学支持下的社区善治	新日常生活与社会组织研究	针对现场教学征求同学建议
W8	11月3日	第8讲：从城市数据到智慧城市（选学/不计成绩）	现场教学（温榆河未来智谷）周四13:00-18:00	未来城市空间
W9	11月10日	第9讲：美团智慧城市的探索与实践（选学/不计成绩）	新城市空间研究	确认W13/W14汇报名单
W10	11月17日	第5讲：数字孪生城市（选学/不计成绩）	研讨课：新城市的科学	需全体到场
W11	11月24日	第12讲：数据增强设计与未来城市空间	特邀报告（腾讯王鹏/数字技术与未来城市）	
W12	12月1日	第10讲：人本尺度城市形态	未来城市空间原型及设计	
W13	12月8日	线上无课	大作业进展汇报	每位五分钟，介绍大作业进展 需全体到场
W14	12月15日	线上无课	大作业进展汇报	
W15和W16无课，W17周五前完成MOOC期末考试并提交大作业				

线上课程（学堂在线）



课程介绍

新城市科学课程，核心关注科技与城市（TECH+CITY），既是新的“城市科学”，即方法层面利用新数据、新方法和新技术研究经典城市，也是“新城市”的科学，即认识层面研究受到颠覆性技术影响的“新”城市。本在线课程分为概述、技术、应用与展望篇四个模块共13次课系统地介绍新城市科学的最新研究进展。

https://www.xuetangx.com/course/thu08281002692/12425523?channel=i.area.manual_search

教学目的

了解： 城市空间与日常生活发生的变化；城市系统的基本构成要素和运行规律；未来城市最新探索

熟悉： 第四次工业革命作用下的城市系统基本特征；新城市科学起源与发展趋势

掌握： 构成新的城市科学的新数据、新方法和新技术的主要类型；新城市的科学的基本发展趋势；对这两方面的批判性和前瞻性认识

学习场景

- 部分周次课前进行线上MOOC学习
- 课件和参考资料阅读
- 两次课程研讨及其准备

(W6/W10 + W13/W14)

考核方式

本课程为基于MOOC的混合式教学，课程成绩由线上MOOC成绩，大作业与线下考勤组成，最终为等级制成绩。

课程成绩 =

MOOC占30% (视频4%+作业14%+考试12%)

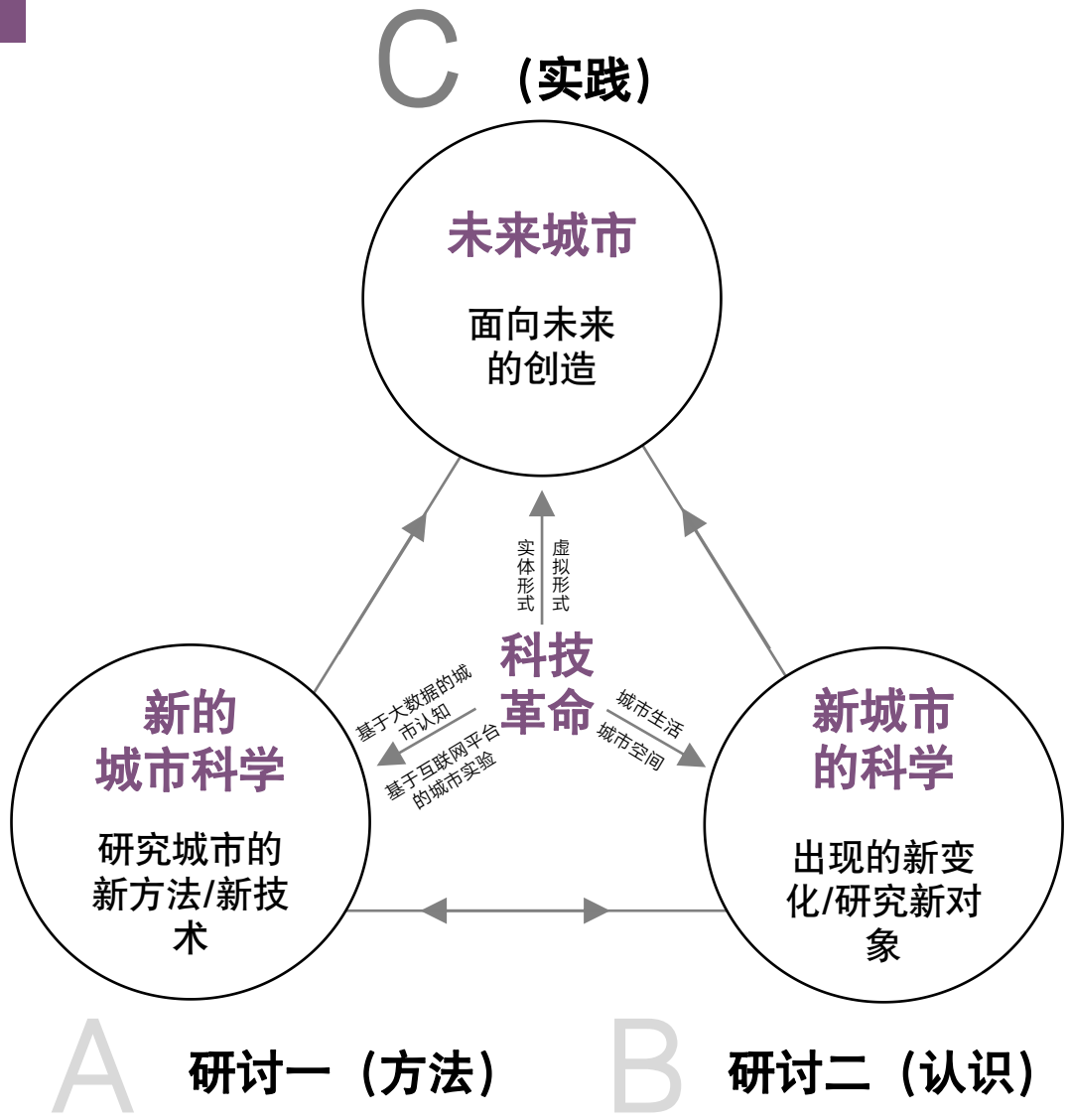
+

大作业占60% (个人研讨占20%+大作业占40%)

+

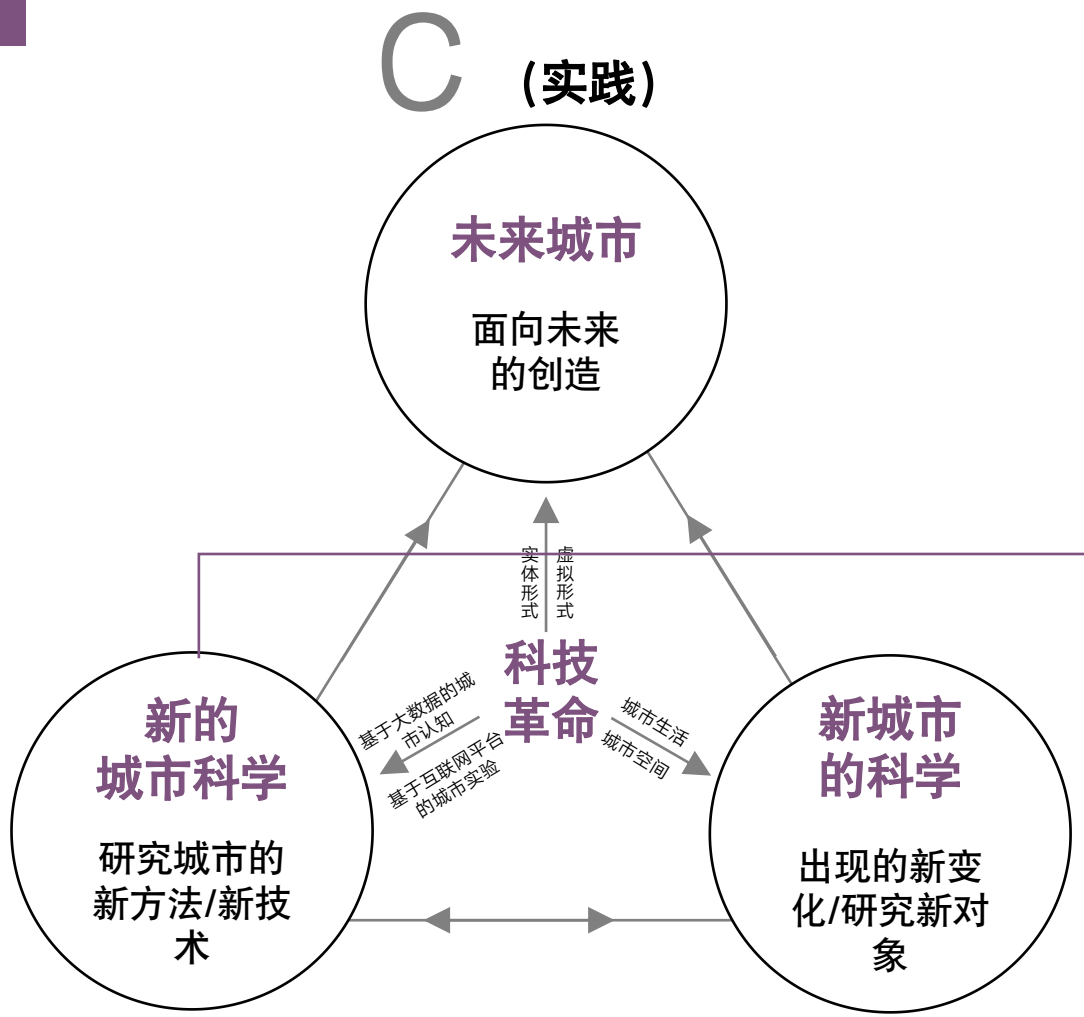
线下考勤占10% (抽查三次)

课程论文（大作业）补充说明



课程核心逻辑

课程论文（大作业）补充说明



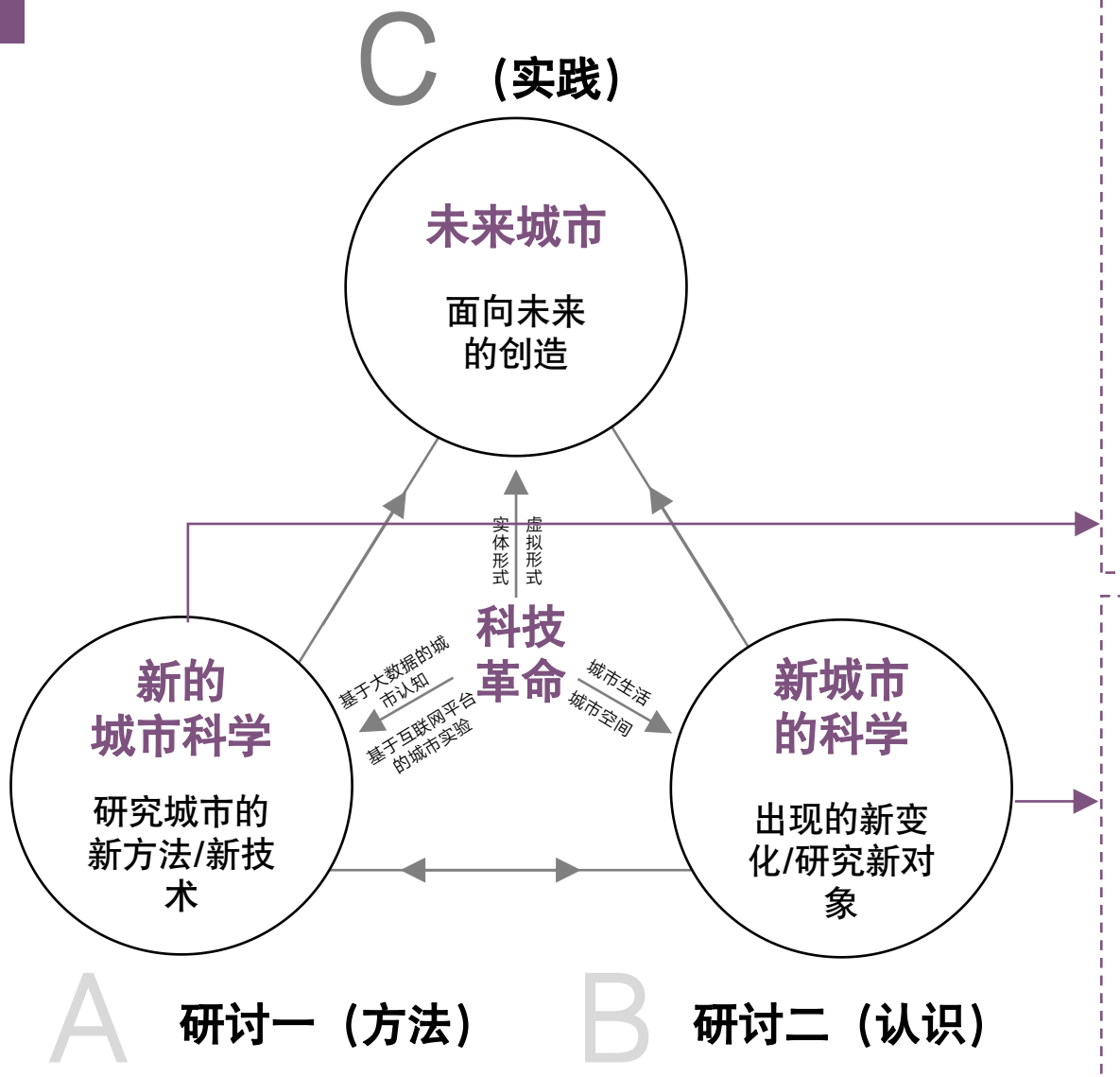
A 研讨一（方法）　B 研讨二（认识）

课程核心逻辑

A 新的城市科学（A）

- 即：新的研究方法、技术、数据
- 新数据：街景图片、各类刷卡数据、手机信令数据
  微博数据、点评数据、摄像头数据等
- 新方法：主动感知、可穿戴式设备等
  （针对研究对象采取不同方法和数据）

课程论文（大作业）补充说明



课程核心逻辑

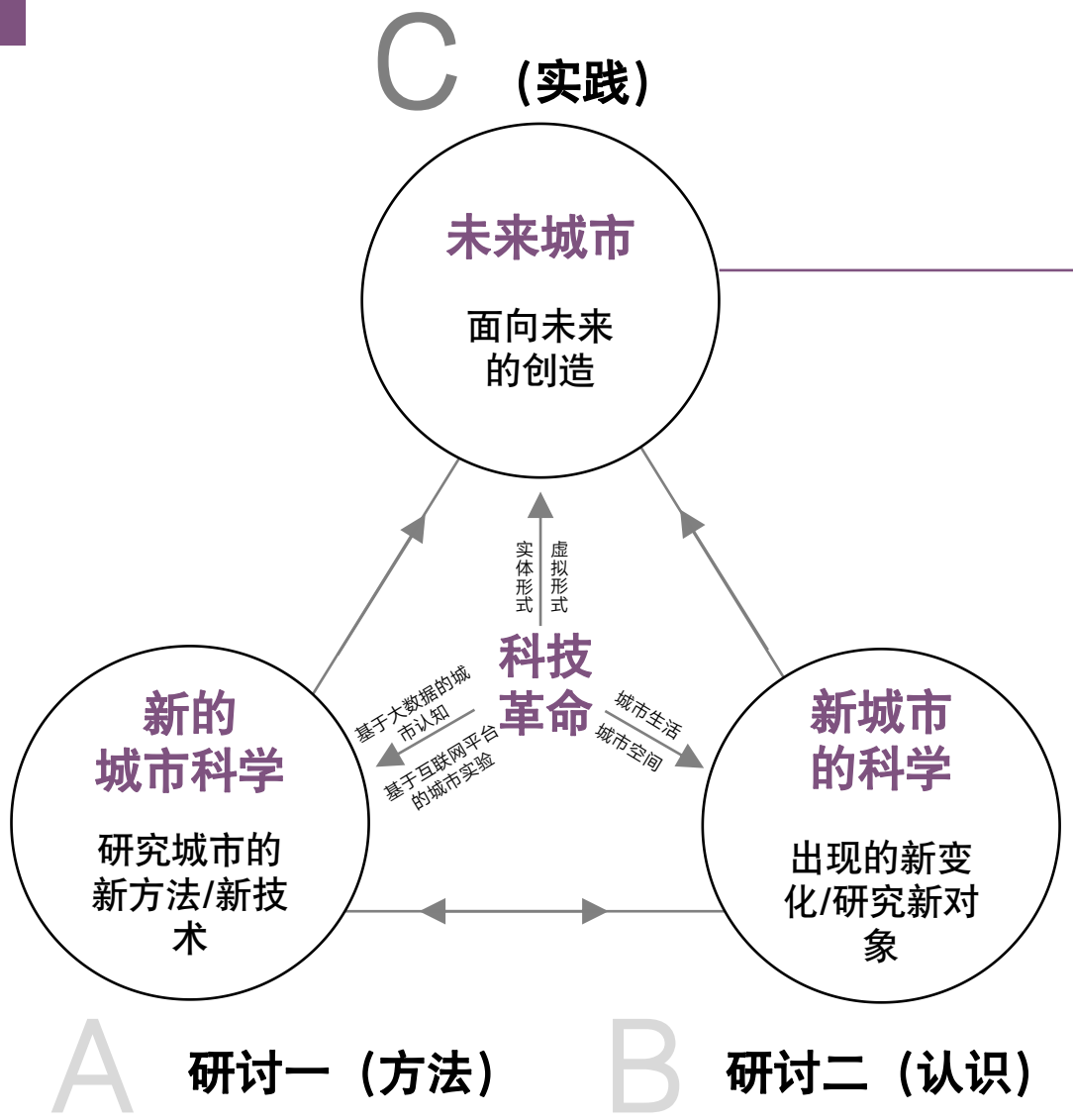
A 新的城市科学（A）

- 即：新的研究方法、技术、数据
- 新数据：街景图片、各类刷卡数据、手机信令数据
  微博数据、点评数据、摄像头数据等
- 新方法：主动感知、可穿戴式设备等
  （针对研究对象采取不同方法和数据）

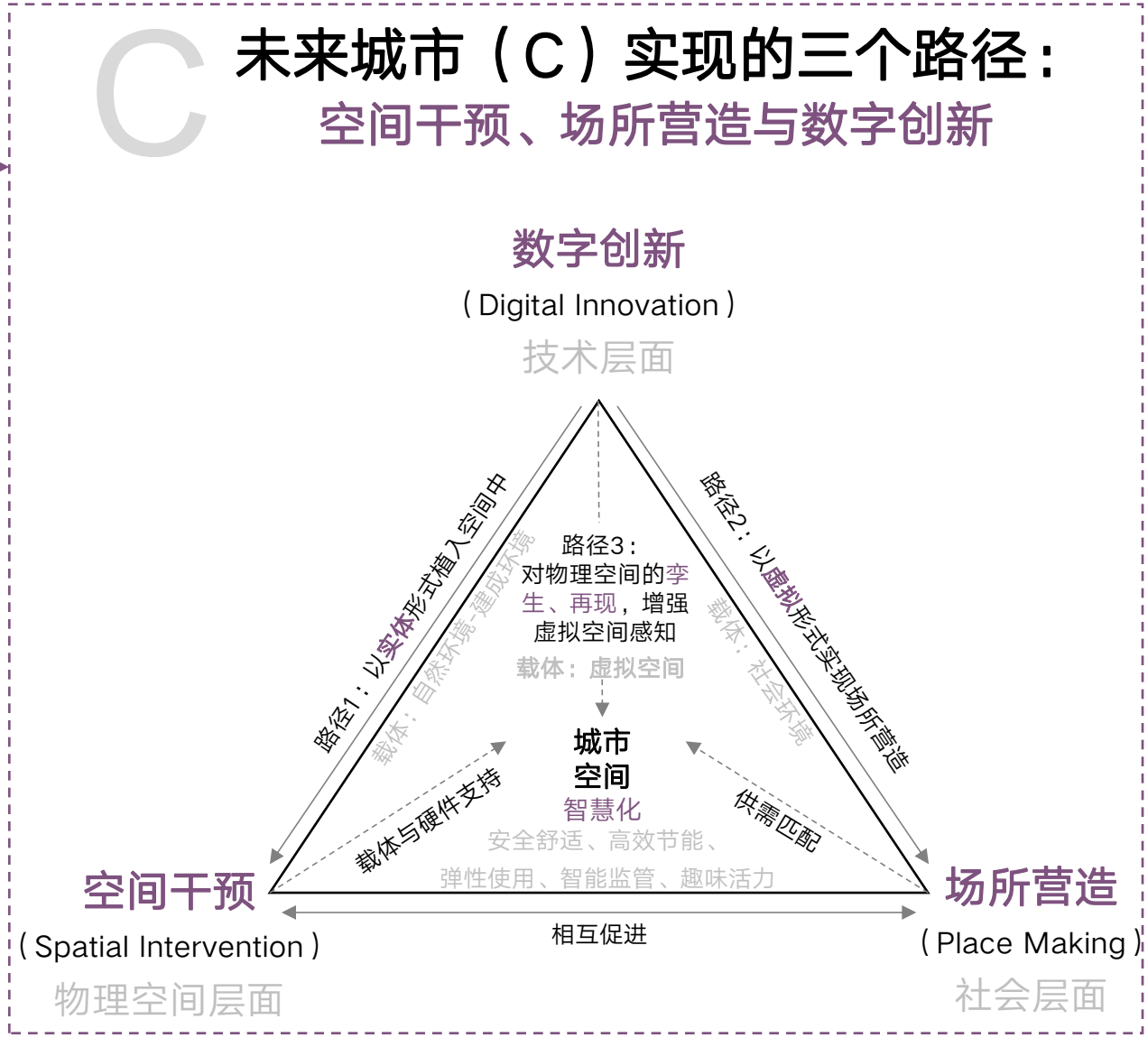
B 新城市的科学（B）

- 即：对比十年前的城市，新的城市有什么表征
- 物质层面：新要素、新设施、新材料
- 社会层面：新活动、新功能（如咖啡厅办公）
  新行为（如网红打卡）

课程论文（大作业）补充说明



课程核心逻辑



课程论文（大作业）成果要求

- **从城市居住（宿舍区域/胡同/门禁社区/单位大院）、就业（写字楼/工业园）、休闲（公园/广场/绿地）三类空间功能中任选其一，观察一个熟悉的具体城市空间，需要在北京市。**
- **大作业中要包含以下三个部分，可以根据自己的选题有所侧重：**

1. 提出利用新数据、新技术和新方法研究这一空间当下的思路； ———— A
2. 识别〝新城市〞的表征，并从批判性角度对其进行点评； ———— B
3. 对技术加持下的五年后的发展模式进行展望。 ———— C

- **其他要求：**

1. 需要具像化到一个具体的地点（对应一种主要功能）+三个方面的讨论
2. 全文3000-5000字，五分钟汇报
3. W17周五前将大作业电子版以及汇报PPT提交至网络学堂（2023年1月6日）
4. 尽早确定地点和功能，有助于课程研讨和大作业完成

技术与人本社会：新城市科学下的养老产业与人文关怀

A+

建筑学院 何谐

1 概述
1.1 智慧养老的含义
1.2 语境共性：发展背景
1.3 空间特例：北京西城区展览路街道百万庄养老中心
2 “新城市”表征：新城市的科学
2.1 移动互联网
2.2 传感网与物联网
2.3 大数据与云计算
3 空间研究与评估：新的城市科学
3.1 新数据
3.2 新方法和新技术
4 推演展望：未来城市
4.1 现状批判反思
4.2 未来展望
5 总结

教师评语：本文内容详实，聚焦养老产业及具体养老院空间，结合行业发展前沿与实地调研，对新城市发展所带来的个体及行业变化展开了思辨，关注新城市科学带来的新现象及背后仍存在的问题，体现了较强的批判性思维。

“新城市科学”视角下城市游憩商业区的研究思路、发展表征及未来展望
——以清华大学照澜院商业步行街为例

建筑学院 李元赫

A+

1 研究背景

1.1 照澜院商业步行街概况

2 “新的城市科学”——研究当下空间思路

2.1 新数据、新技术与新方法概览

2.2 照澜院商业步行街当下空间研究思路

3 “新城市的科学”——“新城市”表征识别

3.1 现有“新城市”表征

3.2 存在的不足反思

4 未来5年发展模式

4.1 照澜园商业步行街发展模式特点初判

教师评语：本文以照澜院商业步行街为具体案例场地，开展研究思路、新城市表征认知以及对未来的展望三方面的讨论，并且提出了较为全面、丰富的研究方案，未来可结合其他课程中对场地的认识和调研，研讨可落地、可实施的方案，是一份优秀的作业。

A+

新城市科学下的校园运动空间——以紫荆操场为例

建筑学院 赵怡丹

1 研究背景概述
1.1 智慧校园
1.2 第三空间
1.3 空间案例：清华大学紫荆操场
2 新的城市科学：方法、数据与技术
2.1 智慧设施与手机软件数据
2.2 社交媒体数据
2.3 新的研究方法
3 新城市的科学：研究对象
3.1 物质层面
3.2 社会层面
4 未来城市展望
4.1 智能家具
4.2 虚拟空间的现实增强
4.3 公众参与的空间治理与场所营造

教师评语：学生结合第三空间和智慧校园的趋势，以紫荆操场为例进行分析。文章覆盖了新方法、新城市表征以及对未来的展望三方面的讨论，每个部分均详细有条理地进行展开论述，包括各类数据方法地针对性运用和物质社会层面的变化。完成度高，逻辑清晰，是一份优秀的作业。

A+

新旧之间：新城市科学视野下的居住类历史街区更新问题
——以上海愚园路街道空间为例

建筑学院 罗庆云

1 综述
- 1.1 引言
- 1.2 概念界定：当代城市语境中的居住类历史街区
- 1.3 核心问题：变化的人口结构与复合的功能组织
- 1.4 研究对象：上海愚园路街道空间
- 1.5 研究框架

2 新城市的科学
- 2.1 愚园旧梦：1910s-2010s
- 2.2 新愚园与微更新：2010s-2020s
- 2.3 现有问题综述与新技术介入机会

3 新的城市科学
- 3.1 应用场景设想
- 3.2 流程总结

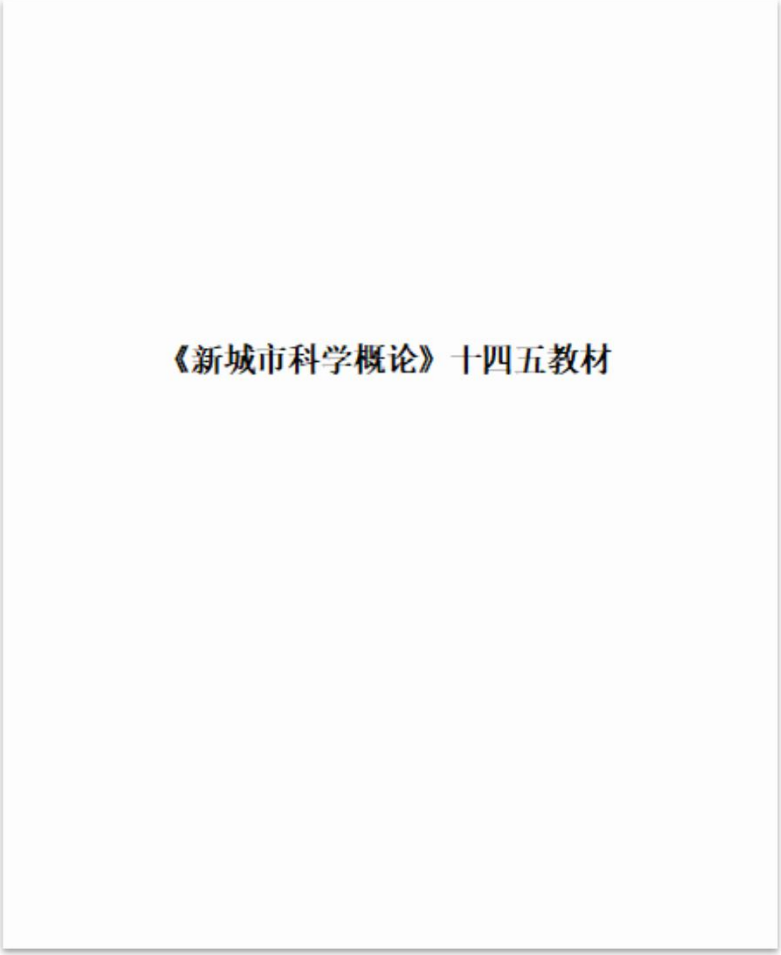
4 未来城市
- 4.1 愚园路更新的新可能
- 4.2 历史街区更新的新模式

5 总结

教师评语：本文从居住类型的历史街区出发，以愚园路历史街区为例，分析了历史街区的网络化和数字化新表征，并结合更新的全历程阐释新技术新方法如何运用。学生对研究对象进行了深入的在地研究，逻辑清晰，内容翔实，并辅以图示，是一份优秀的作业。

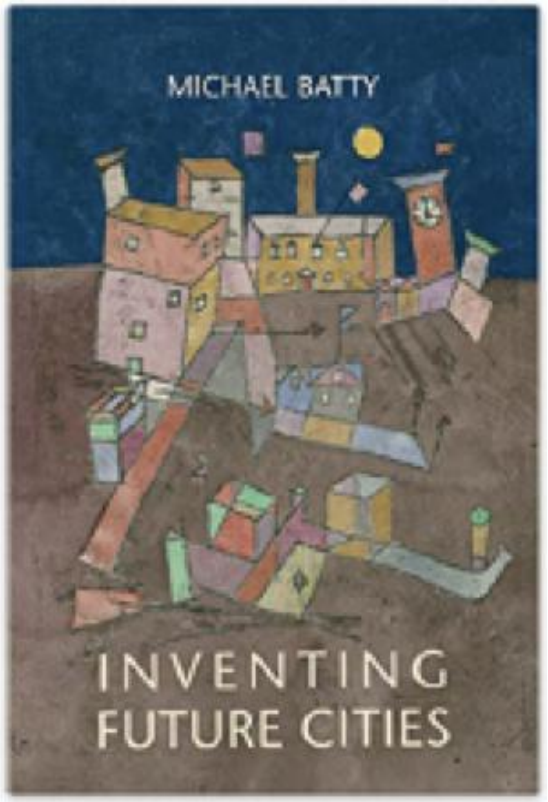
教材

- 《新城市科学概论》（出版中）部分课后发放对应章节的电子教案


《新城市科学概论》十四五教材

参考资料1：《创造未来城市》

- 《创造未来城市》**线上免费电子书资源**



微信读书（另有多家店铺销售）：
https://weread.qq.com/web/appreader/6083201071a178e7608c604k1f032c402131f0e3dad99f3?wtheme=white&wfrom=app&wvid=364093122&scene=bottomSheetShare

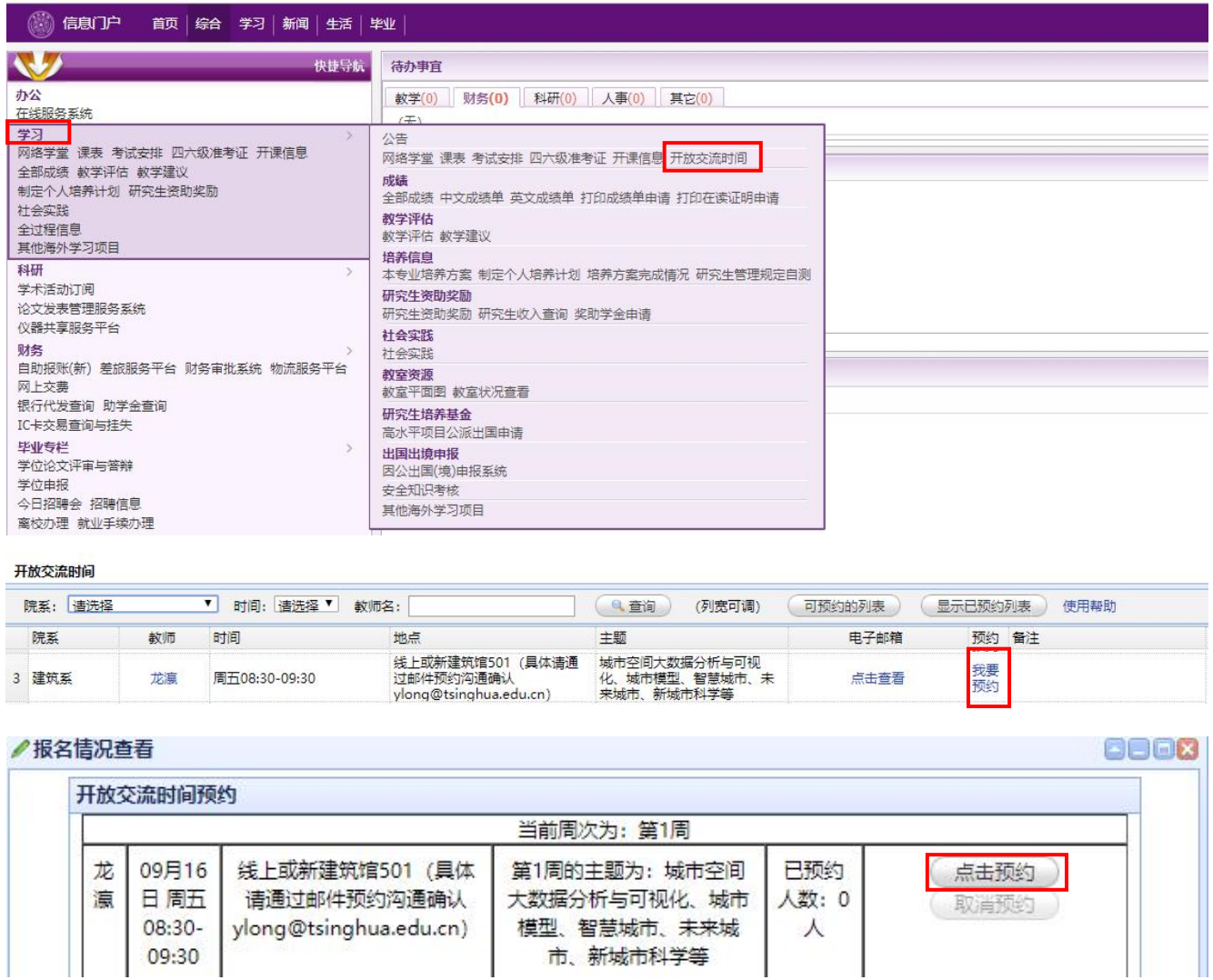
天猫链接（另有多家店铺销售）：
https://detail.tmall.com/item.htm?spm=a220m.1000858.1000725.11.16d84ccfiAr907&id=608781685978&skuId=4611686627209073882&user_id=832978172&cat_id=2&is_b=1&rn=1aeaae0c1d92b4379a1041a20fdc7c5b

参考资料2：《必然》

天猫链接（另有多家店铺销售）：
https://detail.tmall.com/item.htm?spm=a220m.1000858.1000725.116.69da18862Qox22&id=526921905269&user_id=1932014659&cat_id=2&is_b=1&rn=eadeead3c7d112df6b318cda164b36f6

课后答疑

- **阅读材料和课件将更新到网络学堂**
- OPEN OFFICE HOUR
  - 每周五上午08:30-09:30
  - 需要提前通过info预约
  - ylong@tsinghua.edu.cn
    新建筑馆501，13661386623



课后答疑

- 课程教师：龙 瀛　　ylong@tsinghua.edu.cn

- 课程助教：
  赵慧敏 zhaohm21@mails.tsinghua.edu.cn
  梁佳宁 liangjn21@mails.tsinghua.edu.cn

BCL 北京城市实验室 Beijing City Lab

http://www.beijingcitylab.com