



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 / 主编

2022—2023
**城市科学
学科发展报告**

中国城市科学研究会 编著

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2022—2023 城市科学学科发展报告 / 中国城市科学
研究会编著. -- 北京 : 中国科学技术出版社, 2024. 8.
(中国科协学科发展研究系列报告). -- ISBN 978-7
-5236-0830-2
I. C912.81
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20244Y544T 号

策 划	刘兴平 秦德继
责任编辑	齐 放 李 洁
封面设计	北京潜龙
正文设计	中文天地
责任校对	张晓莉
责任印制	李晓霖

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社有限公司
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62173865
传 真	010-62173081
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	400 千字
印 张	18.75
版 次	2024 年 8 月第 1 版
印 次	2024 年 8 月第 1 次印刷
印 刷	河北鑫兆源印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5236-0830-2 / C · 265
定 价	105.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社销售中心负责调换)



2022—2023

城市科学学科发展报告

首席科学家 仇保兴

专家顾问 王建国 杨焕明 吴志强 郭仁忠 江 亿
余 刚 俞孔坚 毛其智 何兴华 李 迅
徐文珍 乐可锡 韩爱兴 周 卫

编写组 王 云 杨德凭 厉晓宇 王文静 张哲源
李沁伟 林斌辉 李海龙 刘朝晖 龙 瀛
茅明睿 周 强 田大江 杨可扬 李文竹
姜冬睿 陈美玲 陈 果 于凤倩

学术秘书 郅振生

序

习近平总书记强调，科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素。要求广大科技工作者进一步增强科教兴国强国的抱负，担当起科技创新的重任，加强基础研究和应用基础研究，打好关键核心技术攻坚战，培育发展新质生产力的新动能。当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，全球进入一个创新密集时代。加强基础研究，推动学科发展，从源头和底层解决技术问题，率先在关键性、颠覆性技术方面取得突破，对于掌握未来发展新优势，赢得全球新一轮发展的战略主动权具有重大意义。

中国科协充分发挥全国学会的学术权威性和组织优势，于 2006 年创设学科发展研究项目，瞄准世界科技前沿和共同关切，汇聚高质量学术资源和高水平学科领域专家，深入开展学科研究，总结学科发展规律，明晰学科发展方向。截至 2022 年，累计出版学科发展报告 296 卷，有近千位中国科学院和中国工程院院士、2 万多名专家学者参与学科发展研讨，万余位专家执笔撰写学科发展报告。这些报告从重大成果、学术影响、国际合作、人才建设、发展趋势与存在问题等多方面，对学科发展进行总结分析，内容丰富、信息权威，受到国内外科技界的广泛关注，构建了具有重要学术价值、史料价值的成果资料库，为科研管理、教学科研和企业研发提供了重要参考，也得到政府决策部门的高度重视，为推进科技创新做出了积极贡献。

2022 年，中国科协组织中国电子学会、中国材料研究学会、中国城市科学研究会、中国航空学会、中国化学会、中国环境科学学会、中国生物工程学会、中国物理学会、中国粮油学会、中国农学会、中国作物学会、中国女医师协会、中国数学会、中国通信学会、中国宇航学会、中国植物保护学会、中国兵工学会、中国抗癌协会、中国有色金属学会、中国制冷学会等全国学会，围绕相关领域编纂了 20 卷学科发展报告和 1 卷综合报告。这些报告密切结合国家经济发展需求，聚焦基础学科、新兴学科以及交叉学科，紧盯原创性基础研究，系统、权威、前瞻地总结了相关学科的最新进展、重要成果、创新方法和技

术发展。同时，深入分析了学科的发展现状和动态趋势，进行了国际比较，并对学科未来的发展前景进行了展望。

报告付梓之际，衷心感谢参与学科发展研究项目的全国学会以及有关科研、教学单位，感谢所有参与项目研究与编写出版的专家学者。真诚地希望有更多的科技工作者关注学科发展研究，为不断提升研究质量、推动成果充分利用建言献策。

前言

为积极贯彻党的二十大精神，加快构建新发展格局，推动城乡融合和区域协调的高质量发展，推动绿色发展，促进人与自然的和谐共生，落实“十四五”国家科技创新规划和基础研究十年规划相关部署，在新型城镇化与人居环境研究背景下，中国城市科学研究会系统组织和开展城市科学研究工作，以促进城市科学学科的健康发展、引导相关新兴学科培育、促进各学科的交叉融合、引领城市科学产学研协同创新。城市科学以城市为研究对象，以复杂适应系统、城镇化和人居环境研究为理论基础，是一门系统研究城市人文、规划建设、社会环境的综合性交叉学科。城市科学研究作为整个科技工作的一部分，力求在学科发展和政府决策中发挥作用，同时围绕城市科学中的热点、重点、难点问题，开展多视角的学术研究活动。

作为人类与众多其他有机系统共生的复杂适应系统（Complex Adaptive System, CAS），城市具有该系统的一般特征，运用复杂自适应系统理论研究城市科学成为这一新历史阶段的必然。在当今这一信息时代，数据成为关键生产要素，城市不再被简单地理解为空间中的场所，而应当理解为城市系统各要素之间联系的网络（Network）和表达联系之间强度的流（Flow）共同组成的系统。城市科学在这一新阶段，成为与复杂适应系统理论、信息技术、社会物理学、城市经济学、交通理论、区域科学及城市地理学等相关研究相结合研究城市运行深层结构的理论。在信息化的支持下，城市科学系统论的思维是落实习近平总书记提出的城市化战略在理论与方法上的探索，为研究当前城市发展问题提供了思路。城市科学的研究充分注重传承与创新结合，以城市为对象的学科研究既体现了城市科学发展的延续性，又满足了当今时代的发展需求。

在中国科学技术协会的支持、指导下，中国城市科学研究会成立了一支由仇保兴担任首席科学家，城市科学学科各领域院士专家十余人担任专家顾问，以及涉及城市科学学科领域的学会、高校及企业中的中青年优秀学者参与编写的团队。在编写过程中，各位专家

学者经过多轮研讨，对主要学科领域进行归纳和梳理。《2022—2023 城市科学学科发展报告》系统梳理和分析近年来我国城市科学的发展现状，研究、总结近年来我国城市科学的研究热点与重要进展；比较国内外城市科学发展状况；总结城市科学学科发展的趋势及展望，并针对我国城市科学的相关重点、热点领域，开展专题研究，特别是对人文城市、智慧城市、低碳城市、健康城市、韧性城市、海绵城市、生态城市、宜居城市、城市更新、新城市科学十大领域的总体情况、发展特点和规律的研究；评析近年来各领域的主要问题，提出我国城市学科发展的重点方向和主要趋势。在此，对各位专家学者的付出表示感谢。

《2022—2023 城市科学学科发展报告》集中了参编人员长期积累的研究成果，体现了专家学者的学术智慧与严谨的治学态度。但由于时间紧，任务重，编写内容难免存在不足之处，诚请城市科学的相关科研和实践工作者不吝赐教，也恳请各行业持续关注中国城市科学研究会对于城市科学的持续研究和实践工作，并对不当之处提出宝贵意见。

中国城市科学研究会

2023 年 12 月



序

前言

综合报告

城市科学学科发展报告 / 003

一、引言 / 003

二、学科发展最新研究进展 / 003

三、国内外相关研究进展比较 / 028

四、学科发展趋势及展望 / 033

专题报告

人文城市 / 041

智慧城市 / 062

低碳城市 / 090

健康城市 / 125

韧性城市 / 144

海绵城市 / 172

生态城市 / 192

宜居城市 / 217

城市更新 / 228

新城市科学 / 247

ABSTRACTS

Comprehensive Report

Advances in Urban Science / 277

Report on Special Topics

Historical and Cultural City / 281

Smart City / 281

Low-carbon City / 282

Healthy City / 283

Resilient City / 284

Sponge City / 284

Eco City / 285

Livable City / 285

Urban Renewal / 286

New Urban Science / 286

索引 / 288



专 题 报 告

一、新城市科学概述

以互联网产业化和工业智能化为标志，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^[1]。自 21 世纪以来，随着人工智能、传感器、物联网、云计算等技术的迅速发展，图灵奖得主吉姆·格雷在 2007 年提出了“科学的四次范式发展”。他认为，当下科学研究在技术的推动下已经进入第四次范式，即（大）数据驱动型（图 2-39）。这些颠覆性技术将进一步在不同层级作用于城市空间。新城市科学（New Urban Science），即依托深入量化分析与数据计算途径来研究城市的学科模式，在多种新技术和新数据的支持下，以城市计算、虚拟现实、人机交互等方向为代表

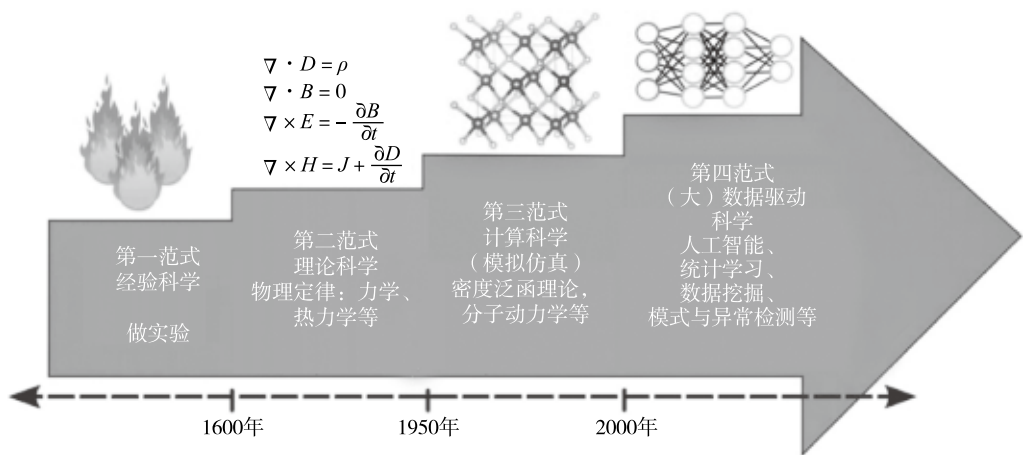


图 2-39 科学的四次范式转变

来源：根据（Schleder，2019）改绘

的多学科交叉的新城市科学正在为城市设计带来革新的可能性。新城市科学提出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，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。新城市科学提供关于城市面临的限制和挑战的新见解，丰富当前的城市规划方法，并用有利于所有城市居民的现实城市规划取代传统的自上而下规划。

与新城市科学相关的复杂科学学派包括：以美国圣塔菲研究所为代表的复杂科学学派，以美国城市及区域规划专家路易斯·霍普金斯为首的伊利诺规划学派，以及以迈克尔·巴蒂为代表的城市科学学派。霍普金斯将城市系统的复杂性归纳为相关性、不可分割性、不可逆性和不完全预见性，并据此提出了制定城市发展计划的逻辑。而巴蒂则指出：城市是一个以自下而上发展为主的复杂系统，其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，还需要理解流动和网络如何塑造城市。巴蒂在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，称之为“新城市科学”。

20 世纪 80 年代以来，在自然科学及社会科学中一直盛行的复杂运动泛指利用复杂、非线性及非均衡系统相对于简单、线性及均衡系统所进行的观念革新。在第四次科技革命和复杂系统的理论构建背景下，英国皇家科学院院士巴蒂出版了著作《城市新科学》（*The New Science of Cities*）。书中指出，之所以称为“新科学”，是因为这些学科采用了相对较新的技术和工具。相对而言，传统的城市科学包括社会物理学、城市经济学、城市地理学以及与交通相关的理论等，它们更多地体现为截面的静态的和系统论视角的“区域科学”。而新城市科学则以演进和复杂科学的角度进行研究。从某种程度上来说，我们可以将这门“新科学”描述为利用了最近 20~25 年发展出的新技术、新工具和新方法，具有演进性和复杂科学特性，以及更鲜明的离散性、自下而上学科思想和演进视角的城市科学。新城市科学的兴起也反映出，在过去数十年中，学术界在城市复杂性研究领域取得了丰富的研究成果^[2]。

当下，正在经历急剧变化的城市需要相应的理论、研究范式和技术方法，以便有效地引导我们更科学地理解城市的本质和发展过程，以及更准确地预测城市规划方案和发展政策对城市发展的干预效果。在巴蒂提出的“新城市科学”中，城市复杂性理论和网络科学成为两个主要的研究视角。尽管“位置”仍然保持一定的重要性，但在这一新科学中，更加强调了“网络”“流动”以及城市的“动态变化”。伦敦大学学院的高级空间分析中心（The Centre for Advanced Spatial Analysis, CASA）在巴蒂的领导下近年来积极开展了大量相关研究，包括研究城市在受到干扰后的短期动态变化，以及通过将城市静态模型融入城市动态演变的研究框架中，模拟城市的短期变化。尽管这些模型呈现出分散和片段化的特点，更接近传统的城市科学，但它们的动态性质使其具备了一些“新科学”的特点。新加坡—苏黎世联邦理工学院未来城市实验室（Singapore-ETH Centre Future Cities Laboratory）

的前负责人彼得·爱德华于2016年提出，新城市科学的主要目标在于推动城市更具可持续性、韧性和宜居性^[3]。美国学者安东尼·汤森德认为，新城市科学应该具备三个基本特征：首先，它应包括对抗性研究方法，旨在探索城市案例的描述性研究方法，以及揭示影响城市结构和动态的演绎研究方法；其次，新城市科学需要得到多学科理论方法的支持；最后，它还需要在数字技术的研究和应用方面取得进展^[4]。

国内涌现出了一批杰出学者，他们积极倡导着新城市科学的发展。以龙瀛为代表的学者认为新城市科学既包含了新的城市科学——通过新数据、新方法和新技术来研究城市，也涵盖了新城市的科学——研究那些受到颠覆性技术影响的城市，同时关注这些技术在未来城市中的应用（图2-40）。新城市科学的研究可以划分为两个主要层面：一是通过广泛收集和充分分析城市数据，以帮助人们更全面地理解所在城市，这一层次的研究侧重于采用新技术和工具；二是更深层次的研究更为重要，不仅关注技术本身的应用，还要认识到城市的生活方式和空间运行方式已经发生了巨大的变化，因此需要探究“新城市”的原理和规律^[1]。

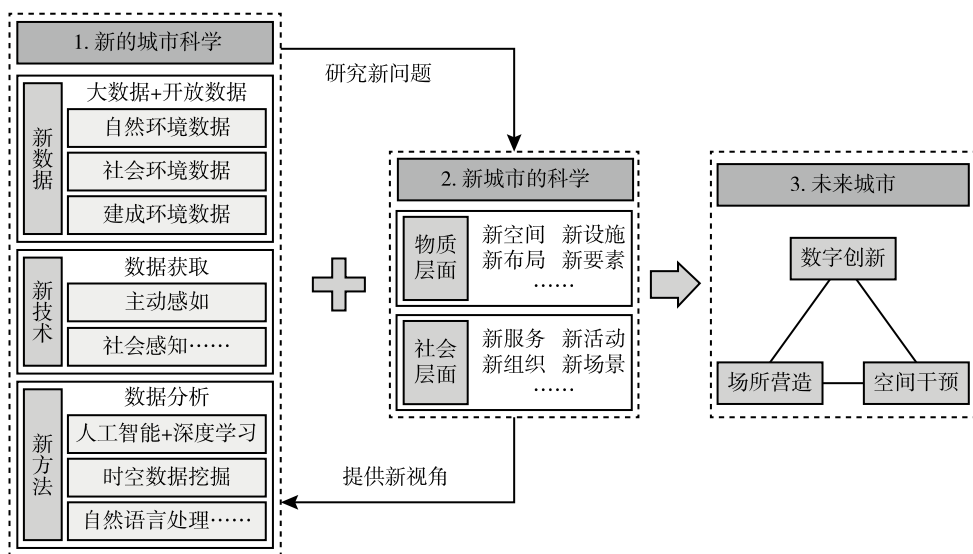


图 2-40 新城市科学的构成

来源：《新城市科学》课程

二、新城市科学发展现状

（一）新城市科学发展现状概述

在全球高速的非可持续城市化进程给环境带来的巨大冲击与挑战面前，城市发展正

在进入以存量设计为主导类型，以品质提升为主要任务的新阶段。中国城镇化发展经历增速拐点并迈入新型城镇化时代，面对过去城市粗放型发展所暴露出的人口、气候、空间环境等方面日益突出的问题与挑战^[5]，更加注重城镇化发展的质量及以人为本的理念。城市设计正在由应对城市空间扩张的宏观增长性设计，转向以内涵品质提升为主导的建成环境营造与精细化管理，技术创新给未来城市的高质量发展提供了新的思路与重要支持^[6]，人们对新城市科学的关注度也达到了前所未有的高度。

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，新城市科学以深入量化分析与数据计算途径等研究模式为依托，在过去的十几年间逐渐兴起（表 2-27）。当前的新城市科学不仅具有远胜于彼时的运算能力和海量数据支持，还更关注技术与数据支持下的使用体验。以城市计算、增强现实、人机交互等方向为代表的多学科交叉的新城市科学正在为城市规划设计带来新的变革可能。随着民众对于人性化、品质化公共空间的追求，城市设计实践也将更加注重以人为本、立足空间形态，高效、精准度量空间品质的评价工具。

表 2-27 新兴技术的概述

技术	最早应用时间	描述
地理信息系统（GIS）	20 世纪 60 年代	辅助分析和可视化与土地利用、交通、人口统计数据和其他影响建筑环境因素相关的数据的技术
遥感技术	20 世纪 70 年代	允许规划师和城市管理人员从卫星和航空影像中收集城市地区信息的技术
计算机辅助设计（CAD）	20 世纪 80 年代	创建和操纵建筑和城市空间三维模型的软件技术
虚拟仿真技术	20 世纪 90 年代	让规划师测试不同的城市发展方案，预测它们对环境和社区的潜在影响的模型
虚拟现实技术（VR）	20 世纪 90 年代	创建沉浸式的三维环境，测试和可视化城市设计项目的技术
建筑信息模型（BIM）	21 世纪前 10 年	让建筑师和规划师创建建筑和基础设施的详细数字模型，从而实现更好的协作和分析的软件
物联网（IoT）	21 世纪 10 年代	连接设备的网络，可以提供关于交通、能源使用和其他城市系统的实时数据，从而实现更高效和响应式的管理
自动驾驶技术	21 世纪 10 年代	可以实现更高效和可持续的移动选择，从而有可能改变交通规划的技术
区块链	21 世纪 10 年代	分布式账本技术，可以用于安全和透明的房地产所有权、分区和其他城市规划数据的跟踪
增强现实技术（AR）	21 世纪 10 年代	将数字信息叠加到现实环境中，使规划师可以在场地上可视化拟议的发展项目的技术
人工智能（AI）	21 世纪 10 年代	使用机器学习算法分析城市系统的大量数据，预测未来趋势和结果的技术

续表

技术	最早应用时间	描述
5G 网络	21 世纪 20 年代	下一代蜂窝网络，承诺更快、更可靠的连接性，实现智慧城市技术的广泛采用
数字孪生	21 世纪 20 年代	城市系统的数字副本，可用于基础设施和服务的建模、模拟和优化

在新的城市科学方面，不断涌现的大规模、多元化、快速更新的城市数据为深入研究人类行为和空间形态提供了广阔的前景，同时也为城市空间与人类活动之间的相互影响机制研究提供了重要机遇。龙瀛等提出了一种被称为“数据增强设计”（Data Augmented Design, DAD）的定量城市分析驱动的规划设计方法。这一方法通过精确的数据分析、建模、预测等手段，为规划设计的整个过程提供了调查、分析、方案设计、评估和跟踪等支持工具，以数据实证的方式提高设计的科学性，同时激发规划设计人员的创造潜力^[7]。叶宇认为，在新城市科学引入的多种新技术和新数据支持下，当前城市设计所面临的问题逐渐具备了革新的潜力^[8]。在研究领域，包括量化城市形态学研究^[9]，以及探索数据驱动的空间规律的研究^[10]等方面取得了显著进展。在实践层面，数据技术已经在规划设计和城市研究中取得了大量成果。例如，杨俊宴提出了“全数字化城市设计”（All-Digital Urban Design）方法^[11]，该方法包括利用新数据和技术来支持空间品质分析、现状问题识别和数字化设计表达等多个阶段^[12]。

在新城市的科学方面，移动互联网、智能制造、人工智能、大数据和云计算等新兴技术深刻地改变着城市的行为方式和空间组织模式。这些新兴数据和技术不仅丰富了城市研究的数据来源并提升了研究方法，也反映了城市中个体生活方式的演变，以及随之而来的空间使用方式的变革。研究的焦点主要在城市本身的变化上，涵盖了社会层面和物质层面的新城市空间现象和规律。在个体层面，学者们关注信息通信技术对个体生活方式的影响^[13]，以及线上和线下活动之间的相互关系^[14]。在群体组织层面，研究聚焦于网络社会对群体组织的影响^[15]。此外，学者们还研究产品和服务层面的变化，探讨在线化、即时化和智能化所带来的影响^[16]，以及这些变化可能引发的积极和消极外部效应。在物质层面，研究包括城市总体结构的集中或分散趋势^[17]，各类城市功能空间的演化以及潜在的正面和负面外部效应，还有城市空间设计本身可能引发的变革^[18]。

在未来城市方面，随着信息通信技术对城市的深刻影响，城市空间设计开始融合这些新兴技术以增强空间的感知、反馈和互动。研究方向包括未来城市研究的范式和路径的演变。例如，武廷海等总结了未来城市研究的四个主要方面，包括数据实证、未来学、设计实践和技术推广^[19]。甄峰等认为未来城市研究的范式应充分利用大数据，朝着“人本驱动、数据支撑”的方向发展^[20]，体现了跨学科交叉研究的特色。研究还包括对未来城市

核心概念的思考^[21]，实施机制的路径^[22]，未来城市空间单元^[23]，以及具体空间场景的设想，例如在无人驾驶技术影响下的未来交通空间构想等^[24]。未来城市的设计、建设、运营和更新过程将涉及多方面主体的参与。

（二）新城市科学的相关研究领域

从全球视角来看，新城市科学的前沿研究领域主要聚焦跨学科研究、数据驱动研究、可持续发展研究、城市创新研究以及地域特色研究。其中跨学科研究是新城市科学研究的根基，而新城市科学是涉及多个学科的研究领域，包括城市规划、建筑设计、地理信息系统、社会学、经济学、环境科学等。因此，新城市科学的研究团队往往由来自不同学科的研究人员组成，形成多学科交叉合作的研究模式。此外，新城市科学的研究方法主要体现为数据驱动，新城市科学的研究往往借助于大数据和人工智能等技术，从城市的不同维度进行数据采集、处理和分析，探究城市发展的规律和趋势，预测未来城市的发展方向。可持续发展研究、城市创新研究和地域特色研究是新城市科学研究的重要方向，关注城市的地理环境、社会、经济、历史文化对城市发展的影响，探究如何实现城市的可持续发展，提高城市的综合竞争力。具体包括以下几个相关领域。

1. 城市信息学

城市信息学，作为一门交叉学科，采用了基于新兴信息技术的系统理论和方法，以深入理解、有效管理和科学设计城市^[25]。这一领域的形成是城市科学、地球空间信息学和信息学的融合。地球空间信息学提供了测量时空特征和动态城市对象的技术手段，以及有效管理测量数据的方法。信息学方面则贡献了信息处理、信息系统、计算机科学和统计学等相关技术，以支持城市应用的研究。城市科学为城市活动、地点和流动的研究提供了理论基础。城市信息学运用先进的数据采集和分析技术，深入研究城市的结构、功能、发展和规划，为新城市科学的进步提供了理论和技术支持。

2. 网络科学

网络科学是一门交叉学科，专注于研究复杂网络系统的规律。它将城市视为由各种网络和流组成的系统，将行为、相互作用和变化融合在一起，不同属性的网络及其相关的空间和场所在数值、尺度和形状等方面都呈现出一种内在秩序。因此，网络科学为新城市科学提供了基础，为分析和理解复杂城市网络提供了不可或缺的理论支持。

3. 社会物理学

社会物理学的概念由奥古斯特·孔德在他的《实证哲学教程》中首次提出，他倡导运用物理学的法则来研究人类社会^[26]。如今，社会物理学涵盖了大数据分析和数学原理，用以深化我们对人群行为的理解，已经成为新城市科学的理论基础之一。社会物理学的研究焦点在于探索广泛的“流”存在形态，其目标是揭示、阐释、模拟、迁移，并寻求社会行为规则和经济运作规则，从而描述“自然—社会—经济”复杂系统中各要素的时空行为

和运行轨迹，同时寻求内在机制和调控要点。

4. 计算社会科学

计算社会科学是一个新兴领域，它借助人工智能和计算机模拟等方法来研究社会现象和人类行为。在当前的大数据时代，各种数据库中积累了越来越多的人类活动记录，生成了大量与人类行为相关的数据。这些数据为社会研究提供了新的机遇。通过对这些数据的分析和探索，可以揭示人类行为和社会过程的模式^[27]。计算社会科学在社会大数据的收集和分析，以及建立和验证理论模型等方面，为新城市科学的发展提供了支持。

5. 城市计算

城市计算是一个新兴领域，融合了计算机科学与城市规划、交通、能源、环境、社会学和经济等学科。它通过持续获取、整合和分析城市中多种异构大数据的方式来应对城市所面临的挑战，如环境问题、能耗增加、交通拥堵和滞后的规划^[28]。城市计算将广泛使用的感知技术、高效的数据管理和分析算法，以及创新的可视化技术相结合，旨在提高居民生活质量、保护环境并提高城市运转效率。这个领域有助于我们深入理解各种城市现象的本质，甚至预测城市的未来，从技术和方法等多个层面为新城市科学提供了有益的借鉴。

（三）新城市科学的相关应用

新城市科学的产生主要得益于第四次工业革命的重要进展和成果，特别是信息技术的广泛应用，借助数据挖掘、分析，模拟仿真，数据可视化，空间遥感，人工智能等技术手段，结合城市经济学、社会学、政治学、公共管理等社会科学理论体系，近年来逐渐兴起了一些和新城市科学相关的实践领域，如智慧城市、城市信息模型、城市体检、计算性城市设计、人工智能辅助城市总体规划等。

1. 城市信息模型

城市信息模型（City Information Modeling, CIM）的提出源自建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）及其关联的智能建筑和设施，以及三维信息城市或三维数字地球的理念。CIM旨在实现城市规划、建设和运维管理的全链条信息管理，以应对新型智慧城市建设中数据孤岛问题，推动城市治理方式向数据驱动的革新转变。CIM数据库包括时空基础地理信息、感知监测数据、公共专题数据、业务数据以及三维模型等多源异构信息。我国自2018年开始，由住房和城乡建设部与多个部门合作，积极推进CIM工作，以贯彻党中央和国务院关于网络强国和数字中国的战略部署。2021年，住房和城乡建设部颁布了修订版的《城市信息模型（CIM）基础平台技术导则》，该文档明确定义CIM为：以建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）、物联网（IoT）等技术为基础，整合城市的地上、地下、室内、室外、历史现状和未来多维多尺度空间数据以及物联感知数据，构建起城市信息的三维数字空间，从而为城市的规划、建设和管理过程以及结果提供综合支持^[29]。

CIM 作为智慧城市建设的数字化模型，不但可以还原城市过往、记录城市现状、还可以推演城市未来，进行仿真模拟，在纵向上编织城市图景，在横向上展现建设历程。CIM 通过采用 BIM+GIS+IoT+ 大数据 + 云计算等先进技术，能同步形成一个参照现实城市的虚拟融合数字化城市，各种符合智慧城市建设的规划、城市智慧应用解决方案都可以首先在虚拟数字城市中得到模拟仿真和分析验证，通过运用人工智能深度学习和大数据、云计算等技术应用从中获取“城市历史发展和文化形成的过往经验，发现并解决当前城市生活宜居、便捷、安全的问题，以及探索构建城市的可持续发展与核心竞争力”。在规划设计阶段，CIM 可提供三维化的信息环境，至少为规划设计方案提供了分析、评估、模拟、推演的工具。在建设施工阶段，CIM 可提供更为整体性的综合解决方案，如不同施工项目的土石方置换、某个地段的施工对于周边的影响等，从而协同不同的建设单位和相关机构，做出更为合理的施工组织。在管理运营阶段，CIM 可提供涉及时空关系的各类要素和信息，辅助各方评估、监测、预警、决策城市中各方面的需求，并作为基础性的系统去支持更多城市社会、经济、环境、人文等开放性的创新应用。如果 CIM 可被比作手机操作系统，那么那些创新应用则可被视为各种 App。因此，在某种意义上，CIM 提供了城市各方基于时空的沟通协同的数字基础设施。

数字孪生的 CIM 将不仅仅是实体城市的复制和映射，它将基于真实的城市数据不断进化出智慧。它的能量将随着数字技术的演进日益强化，最终成为一个承载人类物质世界、社会活动和集体心智的无限场域。在数字孪生的 CIM 之中，城市之间、人类之间、万物之间的时空阻隔将逐渐被实时的数据交换所打破，一个时时刻刻万物感知、万物互联、万物智能的新世界将成为可能。它也将成为一种新的基础设施、新的空间形态和新的研究范式，由此引发的变革也许天翻地覆。随着技术进步，数字孪生的 CIM 将有可能进化成全球化的“超级数字领土”，它的规模和能力将大幅超越人类目前最庞大的国土与海洋领土或领空。数字孪生的 CIM 还将突破人类感知的极限，开展一场重塑人类感知能力的实验，勾勒出城市中无数隐匿的维度和隐藏的场景，发展出超越人体本身感知维度的超感知能力。CIM 首先是传统智慧城市的空间定位的数字坐标，其次是城市建设领域的信息化集成应用的数字操作系统，最终是城市智慧化建设运营交易的“数字领土”。

2. 智慧城市

在 2008 年，IBM 发布了《智慧地球：下一代领导人议程》，提出了“智慧地球”的理念，旨在充分运用新一代信息技术于各个行业。这一理念随后引起了多个国家的广泛重视和响应，并被纳入了智慧城市发展国家战略的框架。2012 年，中国工程院组织起草并发布了《中国工程科技中长期发展战略研究报告》，将智慧城市列为中国面向 2030 年 30 个重大工程科技专项之一，这标志着中国正式进入了智慧城市全面建设时代。2014 年，国家发展和改革委员会联合多个部门发布了《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》，将智慧城市定义为一种新理念和新模式，运用物联网、云计算、大数据、空间地理信息等

新一代信息技术，以促进城市规划、建设、管理和服务的智慧化。自那时起，国内的智慧城市建设进入了快速增长的时期。截至 2019 年，已经有超过 700 个智慧城市相关试点项目，其中 94.4% 的省级城市和 71.0% 的地级市已经实施了智慧城市顶层设计^[30]。智慧城市的应用范围也逐渐扩大，将影响城市建设和人们日常生活的多个方面。它能够显著提升城市的竞争力，改善居民的生活质量。例如，智慧城市可以提供更加便捷的公共服务、降低生活成本、创造高质量的就业机会、打造吸引人的公共空间，以及提供更多的文化和休闲活动场所。

基于 CIM 的“数字孪生城市”将是智慧城市建设的新起点。传统智慧城市建设强调以通信为主的智慧基础设施建设和智慧应用的场景，如智慧教育、智慧医疗、智慧交通、智慧水务、智慧政务等。在这类建设中，信息化更多强调城市的神经系统、城市的大脑、城市的中枢系统等。其本质是试图将“系统、大脑或中枢”赋予城市之中，实行更为敏捷而智能的应用。“数字孪生城市”是指通过对现实物理世界中的人、物、事件等所有要素进行数字化，在网络空间再建造一个与之对应的“虚拟世界”，形成物理维度上的实体世界和信息维度上的数字世界同生共存、虚实交融的格局。数字孪生城市中，传统智慧城市空间的物理性将被无限延伸，城市将逐渐成为现实空间和虚拟空间逐渐交融的混合空间。

3. 城市体检

当前城市正在经历从粗放式扩张转向空间品质提升的过程，还有亟待解决的“大城市病”问题，这都需要通过给城市做“城市体检”，找出问题症结，并针对这些症结提出可行的方案，为科学的决策提供优选的可能，在这个过程中，数据就发挥了非常大的作用。我们迫切需要基于“数据+问题诊断”的城市发展新范式。为加强规划实施的监测评估和预警工作，自然资源部于 2021 年发布了《国土空间规划城市体检评估规程》。该规程提出了对城市发展阶段特征及国土空间总体规划实施效果进行定期分析和评价，包括年度体检和五年评估。住房和城乡建设部组织开展了“城市体检”试点工作，于 2022 年发布了《关于开展 2022 年城市体检工作的通知》，要求在直辖市、计划单列市、省会城市和一些设区的市进行综合评价城市发展建设状况，有针对性地制定对策措施，以优化城市发展目标，补齐城市建设短板，解决“城市病”问题。主要城市如北京、广州、深圳、上海等都已制定了城市体检框架。例如，北京在 2018 年进行了城市体检工作，包括数据收集、平台搭建、框架构建与指标计算等工作，并编制了《2017 年度北京城市体检报告》。广州市的新一轮城市总体规划年度体检提出了“1+4”的年度体检成果体系，不仅包括《总体规划实施评估报告》，还纳入了各区规划实施评估总结报告、专项部门规划实施评估总结报告、白皮书和规划实施评估系统 4 项内容。长春市的城市总体规划则提出了“1+4+N”的体检报告体系。此外，上海、深圳、重庆、武汉等城市在智能高效的精细化城市管理平台搭建、大数据和信息处理技术的利用、系统监测各项指标的运行状态，以及推动城市体检智慧化发展等方面进行了积极探索和实践。

从数据本身来说,强调新老数据的差异和配合,传统数据的时效性和动态性不足,但数据质量相对比较准确。新的数据则精度更高、样本更全、时效更快,但在细节的个体层面分析的时候需要传统数据的融合和配合。大数据的应用包括省域单元聚合、区级单元聚合、街道级和交通小区级等大于基站辐射范围的任意单元,然后分别对规划里比较关心的居住人口、就业人口、年龄结果、职住结构等信息进行一个定量的分析,还可以采用可视化表现出数据的动态变化情况。例如,通过统计较长时间段中城市居民的分布,从而得出整个城市人口活动的空间分布的规律。通过对比一天中不同时段出行数据,对普通出行和通勤出行的联系进行区别,对普通出行的研究可识别出城市发展的轴线或廊道,对通勤出行的研究则可识别出城市中不同区域间功能的联系,对实现城市职住平衡和缓解交通拥堵等的具有重要意义。

除了以大数据为主支撑的城市评估体系,其他新技术也对城市发展评估体系建设具有辅助作用,特别是虚拟现实技术和可穿戴设备。虚拟现实技术提供了实验室条件下对城市空间形态开展沉浸式模拟和快速调整的能力,可有效排除实地调研中的不可控因素,实现空间形态特征评估和设计改进方向上的多维度分析,有效支持人本导向的城市设计。例如,基于这一新技术平台对典型亚洲城市中央商务区中的高层建筑低区公共空间的类型学分析,整合运用正交设计和虚拟现实技术生成沉浸式虚拟现实场景,将其应用于开展选择偏好搜索,进而量化测度高层建筑低区公共空间的社会效用,使得传统依赖于设计师经验和主观判断的感知品质变得可解析,形成的评价量表及针对性导则可对公共空间形态与界面的微更新提供策略建议。轻量化可穿戴生理传感器设备的普及也为量化城市形态分析与精准城市设计带来了新的潜力。实时、定量的感知数据信号记录,可向建筑师和城市设计师直观展示建成环境对人的影响,让传统城市设计从关注实体发展到关注身体的感知,从声音、气味、皮肤感知及动觉路径等不同侧面研究和分析城市现状,并通过城市设计的实践塑造多种感官协同活动的多维度空间体验。

4. 计算性城市设计

传统的城市规划往往是由政府和规划师主观判断为主导的精英型城市规划,如何让其更加科学化是专家学者们一直在讨论的问题。科学的城市规划需要在编制和实施等环节中及时掌握区域发展的现状和趋势,及时发现潜在的问题并完善规划方案,从而使城市规划不断符合客观实际需求。当前,提高规划的科学化应借助技术手段,准确把握区域空间内的社会、自然要素等组成,以及其间相互作用关系、发展趋势和运行规律,厘清人地系统的内在运行规律是科学城市规划的基础。计算性城市设计便是对如何利用数字技术使城市变得更好的一种探索。借助新的城市科学所产生的新的城市数据和计算算法,寻求将新的数字技术引入之前基于定性和直觉的城市设计领域。这一新的研究领域包括三个方向,即以数据为基础的城市设计、基于实证的城市设计和算法驱动的城市设计。随着信息时代的到来,数据获取渠道的增多和数据分析方式的进步推动了城市规划技术方法的革新,这将

为规划人员更客观地认知城市现状和分析城市问题提供质量更高的数据，增强了城市设计的科学性。通过将科学、技术和设计结合在一起，计算性城市设计将有助于拓展传统学科的方法边界。

与相对成熟的，以单个建筑为对象的计算性设计不同，目前城市范围的计算性设计仍然存在着许多问题。例如，城市模型在各方面的评估结果在不同区域内并非是同样而均质化的，评估的方法和结果如何反映城市内部表现的变化，有可能影响到城市设计的总体水平与社会公平。另外，盲目地相信算法也存在着危险，而计算性城市设计也绝不能代表着完全的客观与公平。输入条件的提供和筛选、不同要素之间的权衡均可能涉及多方的利益。因此，在计算性城市设计中，多方共同的参与和讨论是更加必需的。虽然计算性城市设计在各个案例中展现出了不俗的能力，它在城市设计中能起到的作用仍然充满不确定性，它对传统设计，乃至最终方案的落实能够产生的影响也仍未可知。目前来看，计算性城市设计在复杂、漫长而综合的设计过程中只是起到辅助的作用——在涉及多要素的场合中，为设计师们提供参考和帮助。在未来，计算性设计或许可能成为新一代的设计工具，甚至掀起设计方法革命的浪潮，但真正的突破仍在于设计理念的进步与管理机制的优化。

5. 人工智能辅助城市总体规划

2017年7月，国务院印发了《新一代人工智能发展规划》。在城市建设领域，《新一代人工智能发展规划》特别指出，以人工智能“推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期智能化……”。人工智能辅助城市规划技术将依托新一代人工智能技术的诞生，而得以大幅提升，并为下一步城市规划技术改革带来极大的可能性，甚至带来整个城市规划思想方法的变革。随着多源城市数据和新技术方法的普遍运用，相关研究在空间形态特征提取与非空间的效能评估方面都有了量化、精细化的深入可能，为感知城市时空动态、评估城市化进程提供了新的途径。这一方向的涌现建立在三个维度的发展上：一是城市形态学研究的量化转型所衍生出的量化分析工具逐渐普及；二是以GIS和CityEngine等为代表的地理信息技术向城市形态与城市设计领域的拓展，能够在满足人本尺度城市形态精细度的同时快速处理大规模数据；三是以位置服务数据、兴趣点数据、街景数据等为代表的多源数据为人本尺度的空间形态测量及其品质评估提供了新的机会。相关方向上的技术突破，可大大深化建筑师与城市设计师对城市空间形态特征要素及其在感知与行为等非空间的影响效能上的理解，有助于更精准的城市分析与设计实现。

多源数据不仅为量化城市形态学研究提供了更为全面、易得的城市形态基础数据（路网、地块、建筑等），而且为空间品质这一非空间实体感知提供了分析途径，进一步助推量化城市形态学的发展和城市设计分析的深化。例如，借助兴趣点数据（POIs），可分析城市空间的主导功能与功能分布集中区；采用位置服务（LBS）定位数据，可长时间、大规模地对街道活力进行测量，感知城市活力随时间所产生的变化；利用大众点评与微博签

到等社交媒体数据，可展现人们以何种频度和心情来使用各类人本尺度的城市空间：通过街景数据与机器学习算法的结合，可实现街道空间品质的大规模测度。

城市网络强调流动性、可达性、可视性和定向性。在建筑和城市规划领域，城市网络解决了街道网络如何作为城市社会经济生活的空间支柱的问题。因此，这里的重点是空间而不是形式。它是关于由放置在空间中的物体而形成的边界所塑造的空间。此外，还采用不同的尺度对城市进行了描述和分析。不同模式在不同尺度层次上的多样化组合，以及由此产生的等级影响，往往反映出传统城市与现代城市可达性模式的差异。与探索真实的城市发展机制不同，在规划设计过程中，通过定义一系列对未来城市发展产生影响的要素，在设计流程中给要素赋权并使其能够演化出可行的城市开发模型。这个流程与设计过程非常相似，但是在传统规划设计过程中通常无法预测规划设计方案的结果。此外，在这一过程中可以用一套稳健的方法既给要素加权，又能够推导最优的方案成果。在模拟真实城市发展过程时，因为其产生的结果并不确定，需要通过分配确定要素的权重来解释当它们组合后的综合效应。一个最直接的方法是比较要素分布与生成的复合要素分布的异同，并通过调整要素权重来理解模拟的结果的产生。

可以看到，城市科学的发展从不是单一孤立的，其背后的技术、社会经济背景以及其他科学的发展，均对我们认识城市、发现与归纳城市规律起到举足轻重的作用。同时，面对第四次工业革命后更加复杂的城市，多学科融合式的开放研究方法才可能帮助我们尽可能了解更多城市的运行法则，从而拥抱新技术和新城市，理解新城市科学。

三、国内外发展比较

新城市科学最早由欧美的城市规划学者提出，其多项研究走在前列，经过多年的建设已形成相对完善的理论体系。相比之下我国的学科建设才刚刚起步，理论体系还不完善，专业人才的培养也相对欠缺。由于新城市科学是多领域、跨专业的交叉学科，涉及的学科包括但不限于城市规划、计算机科学、通信、地理信息和遥感科学等，其复杂性远超过单一学科领域的解释范畴，需要多专业、跨领域的交流合作，更需要综合性的人才培养。

（一）国内外主要研究机构

1. 国外主要研究机构

当前，国际上已经出现了许多聚焦于研究（新）城市科学的代表性研究机构（见图 2-41）。

（1）麻省理工学院感知城市实验室（MIT Senseable City Lab）

麻省理工学院感知城市实验室，创建于 2004 年。该实验室的观点是，随着城市空间的网络覆盖和数字信息增加，我们的城市描述和理解方式正在发生根本性变革，因此我们

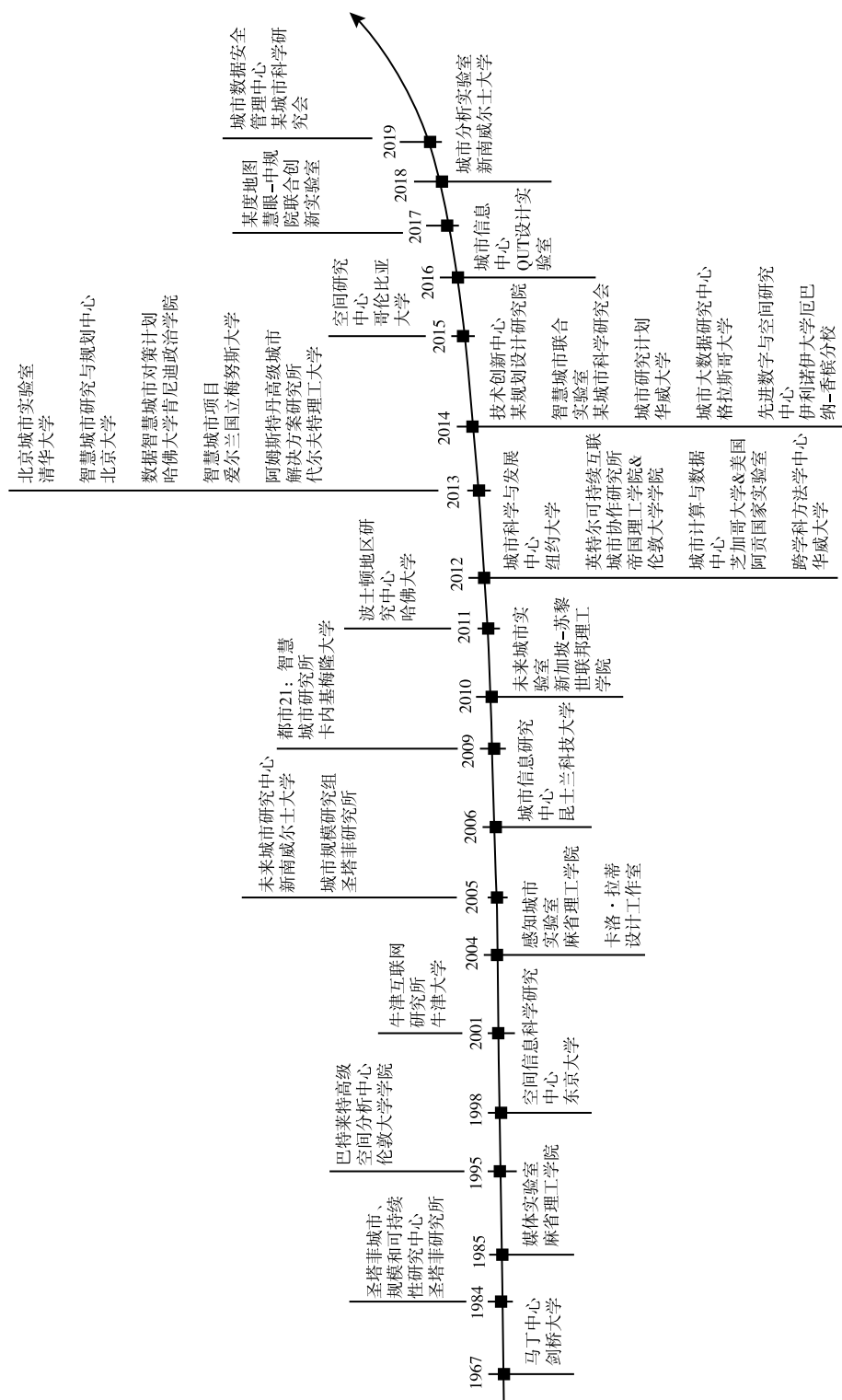


图 2-41 (新) 城市科学的代表性研究机构

来源:《新城市科学》课程

设计城市的工具也需要相应改变。实验室的使命是预见这些变化，以跨学科的方式进行研究。它聚集了来自不同领域的专家，包括设计师、规划师、工程师、物理学家、生物学家和社会科学家，利用数字技术来理解、描述、设计和建设城市。

（2）剑桥大学马丁中心（The Martin Centre）

马丁中心成立于1967年，隶属于剑桥大学建筑系。自成立以来，它一直是英国领先的建筑与城市研究单位之一，以其创新的模型驱动的定量研究而著称。该中心旨在通过跨学科的协作，研究建筑、城市设计和环境问题的理论和实践，包括交通和建筑、可持续发展、数字媒体设计和交流、建筑环境中的风险评估，并一直处于低能耗设计和数字城市建模的前沿。马丁中心与剑桥大学的其他系紧密合作，还与英国、欧洲、美国、中国、非洲和中东地区的多个机构广泛合作。

（3）伦敦大学学院巴特莱特高级空间分析中心（The Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis）

巴特莱特高级空间分析中心隶属于伦敦大学学院，创立于1995年。该中心的研究重点集中在城市和地区尺度的空间分析技术与仿真模型的应用以及可视化呈现。它积极与英国伦敦市政府以及多家研究机构展开协作，利用新城市科学方法对各类城市问题进行建模和可视化呈现。该中心的研究领域包括城市交通和人口研究、气候变化以及物联网设施布局等。

（4）新加坡—苏黎世联邦理工学院未来城市实验室（Future Cities Laboratory）

未来城市实验室是新加坡国家研究基金会与瑞士苏黎世联邦理工学院于2010年合作创立的，旨在采用科学方法和本土化设计方法，打造可持续的未来城市。其研究范围包括建筑与数字建造、城市设计策略与资源、城市社会学、景观生态、移动与交通规划、模拟平台和人居环境等领域。该实验室计划与苏黎世联邦理工学院、新加坡国立大学以及新加坡南洋理工大学开展跨国、跨学科的未来城市研究。除了应对全球城市化扩张带来的重大挑战，还致力于更深入地理解城市与其周边地区之间的协同关系，以推动城市居住系统的可持续性发展。

（5）新南威尔士大学未来城市研究中心（City Futures Research Centre）

新南威尔士大学未来城市研究中心是一个专注于城市问题的跨学科研究机构。自2005年创立以来，该中心已在城市学术应用公益研究领域处于全国领先地位。与政府、企业、非营利组织和社区等多方合作，致力于探索和解决涉及城市发展和居民福祉的多种挑战，如城市公平性、住房、生产力、可持续性、复原力、城市治理和城市更新等问题。

（6）哈佛大学数据智能城市对策（Data-Smart City Solutions）

哈佛大学数据智能城市对策聚焦于政府事务与数据的交叉领域，通过开放数据、预测性分析和公众参与技术等途径，旨在推动涉及新兴数据的地方政府项目，并为相关城市提供资源平台。其着重于推广前沿的实践、创新者和案例研究（包括分析和可视化有关人类

健康和服务、基础设施、公共安全等方面的数据，以提供城市规划优化措施），并加强前沿行业、学界和政府官员之间的沟通与交流，力求促进跨机构数据与社区数据的结合，从而更及时有效地发现并解决公共问题。

（7）纽约大学城市科学与发展中心（Center for Urban Science + Progress）

2012年，纽约大学城市科学与发展中心创立，团队成员包括来自不同领域的专家，如物理和自然科学、计算机和数据科学、社会科学、工程、政策、设计和金融等。该中心的使命是应用科学、技术和工程知识，为全球城市社区提供支持，以美国纽约市作为课堂和实验室，持续探索新数据和技术，以解决复杂的城市问题。该中心以数据分析为基础，旨在改善城市服务、优化地方政府决策、建设智能城市基础设施，并解决一系列具有挑战性的城市问题，包括犯罪、环境污染和公共卫生等，同时鼓励城市居民提高生活质量。

（8）哥伦比亚大学空间研究中心（Center for Spatial Research）

哥伦比亚大学空间研究中心成立于2015年，是一个将设计、建筑、城市规划等学科与人文科学和数据科学相联系，并提供空间专业知识的城市研究中心。其为围绕数据可视化、数据收集和数据分析等新技术开展的研究和教学活动提供支持，关注数据认知和大数据，致力于研发先进的设计工具，帮助学生、学者、合作者和使用者了解全球城市的过去、现在和将来。

（9）芝加哥大学城市计算与数据中心（Urban Center for Computation and Data）

建立于2012年的芝加哥大学城市计算与数据中心将美国阿贡国家实验室在物理和工程科学方面的优势与芝加哥大学在社会科学、经济学和政策方面的专业知识相结合，开发计算研究工具并积极促进研究者、政府机构、建筑公司、私营企业和公民志愿者的联合协作，共同理解并改善城市。

2. 国内主要研究机构

（1）中国城市科学研究会智慧城市联合实验室

2014年7月，智慧城市联合实验室被批准成立了。该实验室旨在构建智慧城市研究基地和专业智库，以支持我国的智慧城市建设；专注于开展智慧城市领域的科研、规划咨询、标准评估、测试和评估，以及基础研究等工作；研究领域涵盖了技术解决方案、空间信息、建筑节能、大数据与城市运营、基础设施、智慧社区、智慧旅游、多媒体信息传播、水工程、信息安全等；实验方法是从实际问题出发，提出科学完善且可操作的智慧城市概念、建设体系和保障体系，协助国家推进智慧城市建设和管理，并为城市提供专业的咨询和服务支持。

（2）北京市规划设计研究院数字技术规划中心

北京市规划设计研究院数字技术规划中心的使命包括推动国土空间规划的技术创新研究和实际应用。该中心致力于开展关于城市信息模型、大数据驱动的仿真推演以及规划决

策等新技术的研究。通过建设综合的规划实施和城市治理协同创新平台以及智能工具，该中心助力城市规划和管理的综合发展。此外，该中心还积极参与国土空间规划中的“一张图”实施监督系统的建设、运行和维护工作。

（3）清华同衡技术创新中心

2014年，清华同衡技术创新中心由其规划设计研究院成立，秉承着以大数据分析为核心的城市发展、规划和管理服务理念，专注于研发涵盖人口、产业、空间、交通、住房、新区等多领域的模型工具和信息化平台，旨在解决城市发展中的普遍和特殊问题。通过多年的实践，该中心构建了一个智库式业务架构，汇聚了行业知识，不断探索并推动新的服务模式和技术产品在国土空间规划、管理和运维领域的发展。

（4）北京大学城市与环境学院智慧城市研究与规划中心

北京大学城市与环境学院智慧城市研究与规划中心成立于2013年11月，由柴彦威教授与多名教授和学者联合创办。该中心聚焦于智慧城市理论研究、技术研发、时空行为大数据分析，以及智慧城市规划和管理应用。借助近30年的时空行为研究和大数据分析，中心形成了以时空行为为基础的智慧城市研究与规划模式，长期处于国际领先地位。中心的项目涵盖智慧出行规划、智慧社区规划、智慧园区规划、城市体征诊断与预警系统、城市体检指标体系、城市生活圈规划、智慧城市总体规划、数字经济发展等相关规划领域。

（5）北京城市实验室

北京城市实验室（Beijing City Lab, BCL）于2013年由清华大学建筑学院龙瀛副教授创立。作为一个专注于定量城市研究的学术网络，BCL的使命是采用跨学科方法来量化城市发展动态，为城市规划与管理提供可靠数据支持。实验室的团队拥有丰富的学科背景，包括城市规划、建筑设计、城市地理学、GIS、经济学和计算机科学，这使他们能够深入研究城市问题，提供新的技术和见解，为城市的可持续发展做出贡献。

（6）城市象限

北京城市象限科技有限公司于2016年孵化自北京市城市规划设计研究院。主要致力于新城市科学研究和其引领下的城市规划与治理实践，并发起成立了面向社区治理的北京市民办非企业单位——北京社区研究中心（BCRC）。自成立以来负责和参与了多项重大规划和治理项目，包括北京城市体检、北京市“七有”“五性”大数据监测指标体系研究项目、北京核心区控制性详细规划、北京核心区治理大数据协同管理平台研究、雄安标准工作营、超大社区城市治理大数据平台等。

除了前述的研究机构，同济大学建筑与城市规划学院的王德教授团队、钮心毅教授团队，中山大学地理科学与规划学院的周素红教授团队，南京大学建筑与城市规划学院的甄峰教授团队，武汉大学城市设计学院的牛强教授团队，以及东南大学智慧城市研究院等，都在新城市科学领域积极进行探索和研究。

（二）国内外开设的主要教育项目与课程

1. 主要教育项目

近年来，国内外院校纷纷设立与新城市科学相关的学科及学位。

（1）麻省理工学院城市科学与规划及计算机科学学士学位（Bachelor of Science in Urban Science and Planning with Computer Science）

在2018年，麻省理工学院批准了一个备受全球学者和从业者关注的学士学位计划，即城市科学/规划与计算机科学联合学士学位。这一决定是在面对传感网、大数据、量化分析、交互式通信和社交网络、分布式智能、无人驾驶、重点基础设施物联网、生物识别、共享经济等一系列科技革新深刻改变城市的背景下做出的。该学位的设立旨在通过整合城市规划、公共政策、设计和可视化、数据分析、机器学习、传感网技术、机器人技术、新材料以及其他计算机科学和城市规划领域的相关内容，以前所未有的方式来理解城市和城市数据，并重新塑造我们对现实世界的认知。

（2）伦敦大学学院城市空间科学硕士项目（Master of Science Urban Spatial Science）

城市空间科学硕士项目（MSc Urban Spatial Science）原名智慧城市与城市分析硕士项目（MSc Smart Cities and Urban Analytics）。该项目的目标是培养学生以地理空间和数据为基础，深入研究现代建成环境的理论和科学基础，以及探索全球城市韧性和可持续性的数据驱动方法。学生将接触前沿技术和方法，包括数学、统计学、仿真建模、计算机编程、空间分析和可视化等。这些方法在城市分析和数据驱动型决策方面至关重要。此外，学生还将获得实际操作技能，这些技能得到了人口统计学、经济学、治理政策、规划和城市科学等多个领域的理论支持。

（3）格拉斯哥大学城市分析硕士项目（Master of Science in Urban Analytics）

该项目旨在赋予学生城市分析所需的知识和技能，为其未来的大数据城市分析工作积累经验，培养对大数据在城市规划和政策制定领域的批判性思维。项目包括统计和地理信息系统相关的软件实践，以及使用编程获取、处理和分析数据的实践经验。此外，项目还定期邀请城市分析领域的科研人员进行交流讲座，使学生们能够了解领域前沿和相关工作中的问题与挑战。

（4）马德里理工大学城市科学硕士项目（Master in City Sciences, MSC）

该项目意识到城市在全球经济和社会发展中的重要作用，但传统的大学课程未能满足专业人士对智慧城市深刻理解的紧迫需求。因此，马德里理工大学联合了电信、土木工程、建筑等学科，设立了城市科学硕士项目，旨在培养当前和未来智慧城市所需的专业人才。该项目不仅使学生全面了解城市发展，还为他们每年提供参加城市科学国际会议的机会。这为学生提供了向公司、投资者、大学和其他与智慧城市相关的重要机构展示他们成果的机会。

（5）清华大学深圳国际研究生院建筑学（未来人居设计）硕士项目

该项目于 2019 年 9 月由清华大学建筑学院创办，强调跨学科合作，关注未来人类居住空间的前沿问题，并培养创新的设计思维和能力，旨在创造更智能和可持续的建成环境。项目充分利用粤港澳大湾区的发展机遇和深圳城市建设的实践优势，吸引全球顶尖人才，融合尖端技术和前沿思想，以解决未来人居中的关键问题，并进行实验性研究。

2. 主要课程

传统的教育项目或者大学课程已经不能满足城市研究需求，为此国内外多个大学开设了（新）城市科学相关的教育项目或课程。目前新城市科学相关课程大多集中于欧美高等院校。其中包括麻省理工学院城市研究与规划系、电子工程与计算机科学系联合开设的城市科学 / 规划与计算机科学本科课程，纽约大学城市科学与发展中心开设的应用城市科学与信息化硕士课程，美国东北大学公共政策与城市事务学院开设的城市信息化硕士课程，澳大利亚新南威尔士大学建成环境学院开设的城市分析硕士课程等。

中国院校目前缺乏与（新）城市科学相关的课程。清华大学建筑学院开设了“新城市科学”本科生课程，成为中国首个开设（新）城市科学相关课程的城乡规划专业院系。该课程旨在让学生在了解当前各专业领域的前沿技术与方法的基础上，客观认识和理解城市系统及其发展规律，从而对城市研究、规划与管理的重要理论与方法支撑形成比较全面的掌握。

（1）加州大学伯克利分校在线开放课程——城市模拟云平台介绍（Introduction to the UrbanSim Cloud Platform）

该课程旨在向学生介绍城市模拟模型（UrbanSim）的预测方法，城市模拟云平台的功能，以及人口普查街区级别的城市模拟模型基础知识。学生将通过使用平台编写方案，启动城市模拟模型，并通过 3D 地图界面可视化模型输出。

（2）纽约大学在线开放课程——数据挖掘、预测分析和大数据（Data Mining, Predictive Analytics, and Big Data）

本课程旨在向学生介绍应用统计学、数学、计算科学等工具，以揭示复杂数据集的含义。它旨在培养学生的能力，使他们能够明确预测分析的重要性，选择适当的分析方法，并鼓励他们积累进行预测分析所需的数据。此外，课程还帮助学生识别数据挖掘和预测分析中的关键模式和未来趋势，鼓励他们将实践技能和理论知识应用于解决具有挑战性的数据分析问题。

（3）苏黎世联邦理工大学博士课程——理解未来城市：方法论（Understanding the Future City: Methodologies）

这门课程的核心焦点在于关注那些对未来城市研究至关重要的领域，尤其是那些涉及支持未来城市研究的方法、技术和研究工具。它着重探讨满足可持续未来城市研究需求的方法，旨在为来自不同学科背景的博士研究生提供专门设计的课程。

（4）清华大学硕士 / 博士课程——大数据与城市规划（Big Data and Urban Planning）

本课程根据中国城市规划和发展的独特特点，重点探讨数据技术的研究方法以及其在城市系统和规划设计领域的应用。教授的主要内容包括数据获取、统计、分析、可视化，城市系统分析，各种规划类型的应用，以及最新的前沿知识。同名的在线 MOOC 课程已成功进行了 9 期，吸引了超过 29000 名学生。学生将在以下方面受益：在数据方面，本课程提供了一套完整的北京中心城市空间新数据；在方法方面，学生将掌握数据抓取、分析挖掘、可视化等基本操作；在思维方面，培养了学生以新数据、量化研究方法和先进技术为工具，来理解城市和规划设计的思维方式；在研究方面，学生将基于数据获取、方法掌握和思维熟悉的基础上，提高他们利用城市空间新数据进行研究的能力。

（5）清华大学本科通识课程——新城市科学（New Science of Cities）

本课程被划分为 4 个模块，包括概述、技术、应用和展望，系统性地介绍新城市科学领域的最新研究进展。通过课程的学习，学生可以期待获得以下收获：提高认知水平，深入了解与城市相关的新兴事物，从而能够根据当前城市的变化来预测其未来的发展趋势；掌握专业技能，具备使用新城市科学框架下的主要新数据、新方法和新技术来分析新兴城市并解决新出现的问题的能力。

（6）同济大学在线开放课程——智慧城市（Smart City）

本课程综合了理论介绍、典型案例分析和实地考察，旨在向学生介绍智慧城市管理领域的前沿理念和最新实践。课程的核心内容包括智慧地球、智慧城市、先进经验以及经典案例。该课程不仅深入分析了相关观点，还提出了一系列挑战，包括镜像世界、虚拟市场互动政策法规的制定、区位优势、公共服务概念的重新定义，以及“双微”“双创”、数字鸿沟、数字能力等概念。

（三）相关研究成果及其实践

1. 计算性城市设计辅助生成方案

全球著名建筑事务所 KPF 成立于 2016 年的城市界面（Urban Interface）长期致力于将数据增强设计应用到城市设计中，通过可量化方式研究建筑与城市设计对周围环境的影响，并对相关数据进行直观可视化。此外，通过打造互动性设计平台，让更多利益相关者参与到城市设计过程中。在 2019 年的建筑与城市设计模拟研讨会（SimAUD）上，该团队发表了一篇文章——《一千份总体设计方案的诞生：计算性城市设计框架》，详细讨论了计算性城市设计的方法步骤。首先，框架的第一步是为模型输入生成条件，定义设计空间。计算性城市设计所需要输入的数据类型主要有两大类，一类是反映土地用途和建筑密度的栅格数据，需根据当地的规划与要求，在每一格点上反映期望的用途和密度；另一类是体现街道网络、街区尺寸、形状与方向的矢量数据。不同的输入条件组合会在下一步中生成不一样的设计结果。

研究团队选取了位于加拿大多伦多的一块假想场地作为示例，为其设计了 6 种不同的街道网络和 3 种绿地的分布方式作为生成条件，同时还输入了场地的整体建筑密度、密度分布以及绿地的面积比例。随后，这些包含土地用途和密度的栅格数据被归总到各个街区中，每个街区都可以计算出各土地用途的比例、绿地的面积以及总体的建筑密度需求，作为下一步建筑与地块生成的基础。在建筑形态根据生成条件被生成后，输入条件与之相对应的生成模型将会被打包储存，以进行下一步的评估。对方案的评估将围绕环境、经济、交通、公共服务、基础设施等展开，评估的结果往往十分复杂，有着庞大的数据量以及众多要素，直接解读将非常困难，需要采用一些工具，例如核心团队（Core Studio）制作的 Thread 以及城市界面（Urban Interface）团队制作的 Scout 等基于网页的可视化平台，可以快速地呈现出模型评估结果中的趋势和特征，并且可以让众多非专业人士也参与到设计过程中来。

计算性城市设计能够辅助设计师大量生成可供选择的方案，并结合多种要素的不同权重对生成方案进行可量化的分析评估，从中得出最优方案，还可通过可视化的方式辅助非专业人士理解生成方案，这将大大提高城市设计的科学性和效率。

2. 城市信息模型辅助城市规划

国内外多个利益相关方，包括政府和互联网公司，都在不同尺度上积极探索和构建城市信息模型 [City Information Model (CIM)] 平台。这些探索涵盖了广州、南京、雄安新区、厦门、北京市副中心通州、苏州等多座城市，它们都在 CIM 项目的实际执行中取得了显著成果。此外，一些领先的互联网公司，如阿里巴巴、腾讯等，也已经推出了多款 CIM 平台产品并开始广泛应用。城市信息模型是城市大脑平台的重要支撑，一方面为城市大脑提供数字城市基础数据，另一方面也提供了建立大量复杂的城市数据之间联系的技术手段。在基于城市信息模型技术的智慧城市平台中，将现实城市映射进计算机，建立起数字孪生城市模型；通过无所不在的传感器，通过物联网技术建立起万物互联，实现数字城市与现实城市的动态信息交换，这些数据通过云计算、大数据与人工智能技术进行加工分析，在这些技术基础上，做好顶层设计的统一规划，满足城市管理与治理决策工作，这样就做到了虚实结合，智能协同地管理城市。

2018 年的《雄安规划纲要》是国内“数字孪生城市”概念的起源，雄安新区是数字城市与现实城市同步规划、同步建设的城市，两座城市将开展互动，打造数字孪生城市 and 智能城市。2018 年 11 月住建部起草的《“多规合一”业务协同平台技术标准（征求意见稿）》解释了 CIM 的概念，即城市信息模型——以“多规合一”业务协同平台为核心，支撑“多规合一”一张图、项目符合性审查以及建筑信息模型数据的规划建设管理综合体。2019 年 9 月《CJJT296-2019 工程建设项目业务协同平台技术标准》定义了工程建设项目业务协同平台的业务范畴、数据库标准和平台技术标准；强调 BIM 与 CIM 成为协同平台重点，有条件的城市可在 BIM 应用的基础上建立城市信息模型。2019 年 12 月的全国住房

和城乡建设工作会议提出着力提升城市品质和人居环境质量，建设“美丽城市”。把城市作为“有机生命体”，从解决“城市病”突出问题入手，统筹城市规划建设管理，明确提出要加快部、省、市三级 CIM 平台建设。

很多城市信息模型（CIM）的关键技术支撑还存在问题，如建筑信息模型（BIM）与地理信息系统（GIS）融合的问题，物联网（IoT）传感器的精度以及大规模应用成本问题，云计算的算力问题，大数据的算法适应性和限制条件等。因此，保持在这些关键领域的投入，并通过建设新型智慧城市的应用驱动的方式，给这些新技术提供研究、集成、应用的场景，在技术不断的迭代升级过程中，让国内企业真正掌握核心技术，避免被“卡脖子”。

3. 多源数据辅助系统规划

在《北京市级绿道系统规划》中，收集了北京市域范围内徒步行为的 GPS 数据，基于数据分析了徒步者的空间需求、徒步者的线路选择等特征，在市级绿道选线原则和建设标准制定中考虑了这些因素，明确了北京徒步活动热点区域，规划重点将这些徒步热点地区用市级绿道联系起来。另外，大量数据的叠加也让规划师发现了长距离的“骨架”步道线路，将其部分纳入了市级绿道线路。

通过高德地图大数据辅助构建基础路网：精准识别空间资源，即在片区现状路网基础上进一步搜索可用来作为通道的空间，包括小区内部道路、建筑间距等，并通过现场踏勘分析得到制约道路或通道形成的瓶颈。通过通道资源的大数据搜寻和现状制约因素分析，结合原控规、现状建筑物条件、权属情况、区域交通通行需求，筛选增加可行且有意义的通道，形成级配合理、尺度适宜、贯通成网的小街区路网。对路网本身的慢行需求模拟：在片区基础路网构建的基础上，选用 Depthmap 软件对空间句法进行运算，并采用空间句法轴线分析模型构建片区路网。通过运算得到在不同半径下的整合度和选择度指标，综合整合度、选择度的计算结果，形成标准化慢行需求基础底图，综合反映街道作为目的地及作为通道的潜力。对慢行接驳公交功能需求的实现：标准化慢行需求基础底图未能考虑设施差异产生的慢行需求差异，不能反映慢行接驳公交的功能需求。在标准化慢行需求基础底图的基础上通过空间句法中的权重修正对各路段进行相应修正，得到考虑公交站点覆盖差异程度产生的路网慢行需求情况，形成考虑慢行接驳公交功能需求的标准化底图。人流活动功能需求的实现：通过采集腾讯位置大数据，并通过程序编写获取了数据源点，在对数据源点权重化的基础上，根据街坊内各个地块出入口设置情况将其累计人流量活跃程度值对应权重值分配到各条道路，多个街坊叠加计算，能得到路网内各条道路基于地块人流活动的差异化权重值，进而修正前两步运行的结果。最终得到考虑了路网本身分布情况、公交站点分布情况、地块人流活动情况的片区综合慢行需求。

四、未来发展趋势

（一）城市空间的发展趋势

综合来看，面向未来城市发展的复杂性、不确定性以及无法预测性，传统城市空间正经历着多方面的变革。在空间维度上，未来城市不再局限于传统的三维空间，而是转向包含时间维度的四维空间属性^[31]。在结构维度上，新技术的影响使未来城市空间更加灵活和便捷。从功能维度来看，未来城市的空间功能变得更为复杂，呈现碎片化发展趋势^[32]。在管理维度上，城市管理也变得更加高频，更注重时间的利用来换取空间效益^[33]。在能源维度上，未来城市空间更加注重低碳和可持续发展。在空间互动维度上，未来城市空间表现出共享和适应性反馈的特征^[34]（见图 2-42）。未来城市空间模型将包括数字信息基础设施、虚拟空间层以及实体空间层，在线活动和线下活动将相互交织，实体空间和虚拟空间将更加紧密地结合。总体而言，未来城市空间在新技术和生活方式的推动下呈现出以下几个特征趋势：①赋能支持，信息与通信技术在城市生产和生活的各个方面得到优化和集成，全时感知大大提高了传统空间的利用效率，并在一定程度上增强了城市的韧性^[35]；②边界模糊，随着交通方式的不断演化以及移动互联网和物联网的广泛应用，城市内外、不同功能空间以及线上和线下空间之间的边界逐渐变得模糊；③功能集聚，未来城市的空间形式不再受制于功能的划分，而是更多地以人为中心的功能服务聚集发展；④虚实融合，实体空间和虚拟空间的融合关系进一步加强，传统空间的功能逐渐发生转变，场景体验得到提升。在空间数字化运营的同时，数字创新也将成为更好满足未来城市空间需求的新理念。

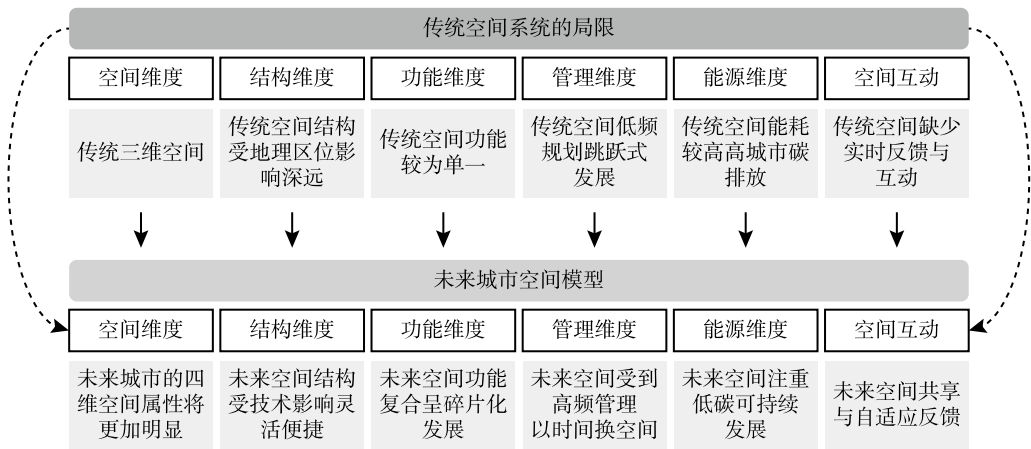


图 2-42 从传统空间到未来城市空间

来源：北京城市实验室和腾讯研究院，2022

在区域层面,随着自动驾驶、移动互联网等基础技术的成熟,交通方式和通信方式经历了物理和虚拟连接的深刻变革,对未来城市的生活方式和空间结构产生了深远影响^[36]。城市内和城市间的集聚与分散格局重新定义,形态和功能将呈现多中心和网络化发展的趋势^[37]。中国东、中、西部地区的城市将呈现不同程度的这些特点。城市间将建立更加紧密的网络系统,城市群和都市圈将成为主要的空间组织形式。城市人口和资源将在城市群和都市圈加速聚集,空间将更加紧凑和集约,同时将出现新的中心,但城市间也将面临更大的数字鸿沟。发达的超大城市(群)将更富有活力,而其他城市将追求独特的发展,或面临信息、知识和人才边缘化^[38]。由于技术传播和历史因素,城市间和城市内的不均衡现象将更加显著。与此同时,高铁和轨道交通将减少跨城通勤成本,数字设施和异地协作办公的流行将促进跨越时空的交流。因此,城市内外的界限开始模糊,功能联系超越地理邻近逐渐成为城市发展的重要推动力,职住分离在区域范围内逐渐普及^[39]。

在新技术的影响下,城市内部的组织逐渐朝着社区化的趋势发展,并呈现出更加分散的网络和多中心小簇的形态。城市的布局不再受传统区位和交通模式的限制,更加扁平、均匀,灵活性增强,甚至向郊区扩散。在功能分区和土地利用方面,传统的明确功能分区将逐渐演变为混合型重组,形成以居住空间为核心,融合了就业、办公、休闲等功能的新型结构,创造更多碎片化的空间。同时,城市空间的功能将迎来共享、复合、服务化、个性化、智能化以及运营化的全新更新和演变。这进一步拆解了未来城市空间中的居住、工作、交通、休闲等核心功能场景,包括区位结构的变化、功能的重组以及运营管理等方

(二) 城市科学实践面临的挑战

经过对国内外发展动态的系统梳理,能够看出新城市科学正在世界各地以各种形式涌现。但需要指出的是,部分学术研究和研究机构虽然冠以“城市科学”之名,但实际上研究的还是老旧的城市,而非深受第四次工业革命影响的“新”城市,这也是近期这一学科需要改变的现状问题之一。技术的发展在一定程度上受市场规律的制约,对居民生活和城市空间产生多维度影响,同时也伴随一定的负面效应和不确定性。例如,新技术和数字经济的崛起可能会加剧城市空间中的不平等,导致不同群体之间的社会 and 居住分隔。传统的“信息功能”被互联网信息所替代,个性化算法改变了传统的空间搜索方式,可能引发数据垄断和隐私问题。算法和在线竞争也可能导致一些城市的实体空间功能逐渐衰落。此外,技术迷信、个体情感忽视和个性偏好丧失等问题也应该受到理性的价值评估^[40],以利用技术来解决城市空间问题,推动技术朝着更有益的方向发展,创造未来城市空间。

在新城市科学各个方向的研究中,数据增强城市设计尚存在如下问题和挑战:①数据挖掘不足,对于现有数据如语言、图片、视频等,其中很多信息尚未被充分发掘,探索潜

力巨大，同时随着物联网的进一步铺开和织密，数据仍可向更高时空精度、更大时空跨度方向拓展；②研究设计脱节，前期研究和后期设计“两张皮”的现象仍普遍存在，未来设计需打破定势，将数字创新融入其核心过程；③存在唯技术论倾向，城市模型和生成式设计等过度强调技术决定性，技术没有与设计师的思想及经验有机融合；④本体研究不足，现有研究多聚焦于方法层面，对本体论缺乏关注，应该对新城市、新现象、新问题进行充分认知，以形成顺应趋势的新思维和应对策略；⑤技术流于形式，面向未来的数字创新仅以展览形式呈现，而没有真正落实到城市空间系统中。因此，从技术视角对未来城市空间原型进行提炼，以洞察其相互作用机制与潜在影响便显得尤为重要。

（三）城市科学实践的未来展望

新兴技术为未来城市空间的创造带来了众多挑战，同时也提供了丰富的机遇。在应对不断增长和变化的城市系统时，传统的规划设计方法或单一社会力量已不再能满足新时代城市空间创造的需求。我们正处于城市文明发展的关键时刻，需要深入研究科学和技术方法，凝聚各方社会力量，明确未来城市科学实践的发展方向。未来新城市科学的发展可能聚焦于以下几个方面：

1. 数据驱动、主动挖掘的技术作用机制转向

目前受物联网覆盖范围和传感设备准确性、灵敏度制约，数据的获取广度和深度仍不足。未来随着相关技术发展普及，更大的数据量将进一步扩大公众的感知维度，有望真正实现设施、公众、空间的“万物互联”。同时有助于促进公众参与景观设计过程，使作用机制从输入命令的被动交互转为数据驱动的主动交互。

2. 动态设计、虚实融合的设计行为及对象转向

数字技术手段为城市空间干预提供了新的方式，高频采集的数据流成为实时监测空间并分析空间问题的基础，而多样的干预手段为空间动态反馈和交互提供了新的途径。设计行为将随着技术应用的普及转向更加精细、动态的分析评估决策。同时，随着虚拟现实和元宇宙等技术和概念的不断发展，设计对象将由实体城市空间转向虚实融合的城市空间。更简易的穿戴式设备与软件界面将成为接口，虚拟空间内发生的行为交互也被传回实体世界，最终形成城市环境的自我优化。

3. 全链条、跨学科合作的落地实践

城市科学在应用实践中运用到多种技术手段，涉及城市规划、社会科学、地理学、物理学、计算机科学等多个学科领域，其建设实施过程也涉及科技公司、运营商、政府等多个主体。数据科学作为新城市科学的一个重要组成部分，需要与其他领域进行深度交流与合作，实现数据科学在城市规划和管理中的最优应用。因此，需要突出各自优势，实现全链条、跨学科的协同合作和设计实施的一体化发展，逐步实现城市科学实践落地的标准化、集约化和精准化。

第四次工业革命刚刚拉开序幕,数据与计算将是各个学科共同关注的核心要素。新城市科学目前在全世界范围内仍旧是一个新兴的交叉学科,尽管众多的研究工作者已经做出了大量有重要价值的研究,但新城市科学的学科建设仍处于起步阶段,随着学科体系的完善,以及各项技术的日趋成熟,将会成为分析研究城市的有力工具。

首先,需要推广新城市科学的研究方法应用范围,随着城市化进程的加速,城市数据量也呈现爆炸式增长,以大数据和人工智能等技术为基础的新城市科学将在城市规划、交通管理、环境保护等方面发挥越来越重要的作用。新城市科学的应用将促进城市各领域数据的整合和分析,实现城市规划和管理智能化。其次,需要注重个人隐私和数据安全,城市数据的采集和使用过程中,涉及大量个人隐私信息,数据安全成为一个重要的问题。未来的城市数据科学研究需要兼顾数据使用和隐私保护之间的平衡,确保数据的合法性和隐私的保护。最后,需要重视数据共享和可视化,为了促进城市数据的共享和利用,未来城市科学需要建设开放数据平台。数据科学在城市规划和管理中的应用需要依赖于高质量的数据,建设开放数据平台可以实现数据的共享和互通,提高城市规划和管理效率和准确性。此外,数据可视化将使城市规划师和城市管理人员能够更好地利用城市数据,实现城市发展和管理的科学化和智能化。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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(8): 63-70.
- [3] Edwards P. What Is the New Urban Science [Z]. 2016.
- [4] TOWNSEND A. Cities of data: Examining the new urban science [J]. Public Culture, 2015, 27(2): 201-212.
- [5] 杨保军, 陈鹏, 吕晓蓓. 转型中的城乡规划——从《国家新型城镇化规划》谈起[J]. 城市规划, 2014, 38(S2): 67-76.
- [6] 顾朝林. 转型发展未来城市的思考[J]. 城市规划, 2011, 35(11): 23-34, 41.
- [7] 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.
- [8] 叶宇. 新城市科学背景下的城市设计新可能[J]. 西部人居环境学刊, 2019, 34(1): 13-21.
- [9] 叶宇, 黄鎔, 张灵珠. 量化城市形态学: 涌现, 概念及城市设计响应[J]. 时代建筑, 2021(1): 34-43.
- [10] 吴志强, 张修宁, 鲁斐栋, 等. 技术赋能空间规划: 走向规律导向的范式[J]. 规划师, 2021, 37(19): 5-10.
- [11] 杨俊宴. 全数字化城市设计的理论范式探索[J]. 国际城市规划, 2018, 33(1): 7-21.
- [12] 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(4):

- 39–46.
- [13] 姜玉培, 甄峰. 信息通信技术对城市居民生活空间的影响及规划策略研究 [J]. 国际城市规划, 2018, 33 (6): 88–93.
- [14] MOKHTARIAN P L, SALOMON I, HANDY S L. The impacts of ICT on leisure activities and travel: a conceptual exploration [J]. Transportation, 2006, 33 (3): 263–289.
- [15] ALIZADEH T, FARID R, SARKAR S. Towards understanding the socio-economic patterns of sharing economy in Australia: an investigation of Airbnb listings in Sydney and Melbourne metropolitan regions [M] //Disruptive Urbanism. Routledge, 2020: 53–71.
- [16] THILAKARATHNE N N. Review on the use of ICT driven solutions towards managing global pandemics [J]. Journal of ICT Research and Applications, 2021.
- [17] QIN X, ZHEN F, ZHU S J. Centralisation or decentralisation? Impacts of information channels on residential mobility in the information era [J]. Habitat International, 2016, 53: 360–368.
- [18] VALLICELLI M. Smart cities and digital workplace culture in the global European context: Amsterdam, London and Paris [J]. City, Culture and Society, 2018, 12: 25–34.
- [19] 武廷海, 宫鹏, 郑伊辰, 等. 未来城市研究进展评述 [J]. 城市与区域规划研究, 2020, 12 (2): 5–27.
- [20] 秦萧, 甄峰, 魏宗财. 未来城市研究范式探讨——数据驱动抑或人本驱动 [J]. 地理科学, 2019, 39 (1): 31–40.
- [21] 张京祥, 张勤, 皇甫佳群, 等. 未来城市及其规划探索的“杭州样本” [J]. 城市规划, 2020, 44 (2): 77–86.
- [22] 李昊, 王鹏. 新型智慧城市七大发展原则探讨 [J]. 规划师, 2017, 33 (5): 5–13.
- [23] 刘泉. 奇点临近与智慧城市对现代主义规划的挑战 [J]. 城市规划学刊, 2019 (5): 42–50.
- [24] JEAN-PIERRE ORFEUIL, MIREILLE APEL-MULLER. 自动驾驶与未来城市发展 [J]. 上海城市规划, 2018 (2): 11–17.
- [25] COMTE A, MARTINEAU H. The positive philosophy [M]. Ams Press New York, 1855.
- [26] SHI W, GOODCHILD M F, BATTY M, et al. Overall introduction [M] //Urban Informatics. Springer, 2021: 1–7.
- [27] 孟小峰, 李勇, 祝建华. 社会计算: 大数据时代的机遇与挑战 [J]. 计算机研究与发展, 2013, 50 (12): 2483–2491.
- [28] 郑宇. 城市计算概述 [J]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2015, 40 (1): 1–13.
- [29] 住房和城乡建设部. 住房和城乡建设部印发《城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则》(修订版) [Z]. 2021.
- [30] 龙瀛, 张雨洋, 张恩嘉, 等. 中国智慧城市发展现状及未来发展趋势研究 [J]. 当代建筑, 2020 (12): 18–22.
- [31] 中国信息通信研究院产业与规划研究所. 智慧城市产业图谱研究报告 [R]. 2020.
- [32] DADASHPOOR H, YOUSEFI Z. Centralization or decentralization? A review on the effects of information and communication technology on urban spatial structure [J]. Cities, 2018, 78: 194–205.
- [33] 王晶, 甄峰. 信息通信技术对城市碎片化的影响及规划策略研究 [J]. 国际城市规划, 2015, 30 (3): 66–71.
- [34] BATTY M. Inventing Future Cities [M]. Cambridge: The MIT Press, 2018.
- [35] 龙瀛, 张恩嘉. 数据增强设计框架下的智慧规划研究展望 [J]. 城市规划, 2019, 43 (8): 34–40, 52.
- [36] 龙瀛, 李伟健, 张恩嘉, 等. 未来城市的空间原型与实现路径 [J]. 城市与区域规划研究, 2023, 15 (1): 1–14.
- [37] CASTELLS M. The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society and Culture [M]. Wiley-Blackwell, 1996.

- [38] 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.
- [39] 吴康, 龙瀛, 杨宇. 京津冀与长江三角洲的局部收缩: 格局、类型与影响因素识别 [J]. 现代城市研究, 2015 (9): 26-35.
- [40] WU K, TANG J, LONG Y. Delineating the Regional Economic Geography of China by the Approach of Community Detection [J]. Sustainability, 2019, 11 (21): 6053.

本节撰稿人: 龙 瀛 李文竹 王 云



Urban Renewal

The term“urban renewal”comes from the West, and the definition of urban renewal varies internationally. In a broad sense, urban renewal refers to the urban construction of Western European countries since the end of World War II, while in a narrow sense, it refers to the urban construction methods adopted to solve urban problems in the 1970s.

The policy logic of urban renewal in China can be divided into four stages: progressive policy exploration, open policy learning, radical policy innovation, and governance renewal. The policy focus of each stage constantly changes with the development stage of urbanization in China.

Written by Li Xiaoyu, Wang Yun

New Urban Science

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.

New urban science, which relies on in-depth quantitative analysis and data calculation methods to study the disciplinary model of cities, with the support of various new technologies and data, is bringing the possibility of innovation to urban design through interdisciplinary new urban science represented by urban computing, virtual reality, human-computer interaction, and other directions. New urban science proposes that understanding cities is not only about understanding urban space, but also about understanding how networks and flows shape cities, emphasizing the role of new urban science in promoting a better understanding of urban systems and structures.

Written by Long Ying, Li Wenzhu, Wang Yun

索引

C

城市更新 5, 22, 26, 27, 31, 34, 36, 40, 45, 74, 75, 95, 135, 211, 212, 214~231, 245

城市规划 4, 6, 8, 10~13, 19, 21, 23, 24, 27, 29~36, 40, 45, 54, 57~59, 65, 69, 83, 84, 99~102, 106~109, 116, 117, 121, 123, 125~129, 132, 133, 136, 139, 142, 143, 148, 155, 158, 162, 175, 176, 178, 179, 181, 183, 184, 194, 196, 198, 200, 201, 204, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 219~221, 232~236, 238, 240, 242~244, 246~250, 252, 256~258

城市科学 3~7, 11, 13, 21, 22, 27~37, 39, 73, 75, 85, 126, 128, 131, 163, 165, 183, 207, 211, 212, 214, 232~238, 242, 244, 246, 248, 249, 251, 255~257

城市信息系统 31, 36, 83, 227

城镇化 3, 5~12, 14, 18, 19, 21~29, 32, 34, 35, 37, 39, 40, 48, 56~60, 65,

78, 83, 87, 88, 109, 116, 119, 128, 129, 137, 138, 157~159, 161, 174, 179, 186, 188, 189, 194, 198, 201, 205, 211, 214, 215, 219, 231, 234, 257

D

低碳城市 5, 6, 22, 24, 34, 84~88, 96~115, 121, 175, 183, 185, 186, 188, 189, 202

F

复杂适应系统 4, 7, 8, 11, 23, 34, 79, 145, 158

H

海绵城市 5, 6, 22, 25, 26, 34, 36, 136, 140, 142~144, 149, 159, 161~164, 166~180, 183, 202, 204

J

健康城市 5, 22, 24, 34~37, 116~133, 215

居民感知 122

居住环境 7, 12~14, 56, 129, 206~208,
221~224, 226

K

空间设计 47, 48, 236

昆蒙框架 194

L

老旧小区改造 136, 142, 153, 209, 230

绿色发展 22, 86, 88, 90~96, 101, 110,
186, 188, 194, 195, 209, 215, 217,
222

R

人居环境 5, 7, 11~15, 17~20, 22, 26,
30, 34~37, 39, 50, 54, 123, 127, 128,
144, 148, 154, 159, 172, 183, 186,
197, 205, 207, 211, 212, 222, 224~
226, 245, 252, 257

人文城市 5, 22, 23, 34, 39, 40, 54~56,
224

韧性城市 5, 6, 22, 25, 34, 133~136, 138~
150, 155~159, 162, 163, 202, 224

S

生态城区 115, 186, 194, 201, 202

生态城市 5, 6, 22, 26, 34, 77, 87, 102,
109, 115, 148, 149, 162, 163, 175,
181~189, 194, 196~204

数字孪生 30~32, 36, 64, 69, 70, 78, 81,

83, 235, 239, 240, 252

双碳目标 102, 104, 192

T

碳达峰 31, 88~93, 95~98, 100~104, 109,
130, 188, 192, 217

碳中和 24, 26, 31, 88~93, 95, 97~104,
113, 130, 152, 154, 162, 163, 181,
183, 188, 192, 217

X

新城市科学 5, 22, 27, 34, 35, 37, 231~
238, 244, 245, 247~250, 255~257

Y

宜居城市 5, 22, 26, 34, 77, 88, 181,
183, 202, 205~214, 224

元宇宙 32, 64, 256

Z

职住平衡 148, 150, 154, 241

指标体系 25, 87, 101, 109, 114, 115,
122, 124, 125, 132, 135~138, 140, 145,
178, 181, 183, 197, 203, 210~212,
214, 247, 248

智慧城市 5, 6, 19, 22, 23, 30~32, 34~36,
49, 58~63, 65, 67~70, 76~79, 81~84,
102, 113, 134, 136, 142~145, 155,
175, 183, 186, 196, 220, 224, 235,
238~240, 246~249, 251~253, 258

自组织 42, 48, 49, 63, 144, 157

